

【学位論文】

題目：ザンビア国有銅鉱山会社 ZCCM の事業活動

学籍番号 14VE103
氏 名 久保田博志

【要 約】

題目：ザンビア国有銅鉱山会社 ZCCM の事業活動（要約）

学籍番号 14VE103

氏 名 久保田博志

資源保有国が自国の資源について主権行使する代表的な手段として国有鉱山会社の設立があり、その活動や経営は当該国の経済発展過程に重大な影響を与えてきた。国有鉱山会社の多くは、1970 年代初頭の資源価格高騰期に台頭し、1980 年代以降の資源価格低迷期には経営破綻し、1990 年代にその多くの資産が民営化された。その後、2000 年代の新興国の資源需要の急増に伴う資源価格高騰を背景に再び活動を活発化したが、2011 年頃からの資源価格の下落によって活動は低調なものに戻った。

このように国有鉱山会社は資源価格の変動等に翻弄されて繁栄と破綻を繰り返すのか、或いは、それらを乗り越えて持続的に事業活動を行うことが可能なのかを検討することは企業経営のみならず当該国の経済発展を考えるうえで大きな意義がある。

本研究では、1970 年代からのザンビア共和国の銅産業国有化の流れのなかで、1980 年代初頭に設立されて自ら鉱山経営に関与するも、その後の銅価格低迷期に経営破綻し、1990 年代末にはその資産が民営化された国有鉱山会社 ZCCM (Zambia Consolidated Copper Mines Limited) を対象として、その事業活動を生産拠点の操業段階まで踏み込んで分析する。本稿は、ZCCM の経営破綻の解明を目的とし、これを通じて国有鉱山会社の持続可能な事業の可能性、及びそのための要件とは何かこれらを探ることとした。

ザンビアの経済や銅産業に関する研究は、1960 年代末から 1970 年代初頭にかけての銅産業国有化とそれに伴う諸問題、1980 年代の経済の銅産業依存と経済破綻、1990 年代末の銅国有資産の民営化に関するものなど少なくない。だが、その多くは経済政策やマクロ経済等との関連から論じたもので、国有鉱山会社の事業活動そのものの分析はなお端緒の域を出るものではないと考えられる。

ZCCM は、鉱山から製錬所の施設までを擁した巨大な企業体であり、その活動の全容を明らかにすることには多くの困難を伴う。本稿では、同社最大の銅生産規模を誇ったンチャング地区とそれに次ぐ規模のムフリラ地区に主たる分析の対象を限定した。

なお、資料の点では、ZCCM は 1990 年代末に民営化されたため当時のアニュアルレポート等の一次企業情報等を入手することは殆どできなかった。これが本研究を制約する大きな要因となった。そのため、本研究では、当時の業界専門誌等を主たる資料として活用し、これらに記載された断片的な諸事実や統計を抽出して ZCCM の活動の実態、及びその全体像に接近した。

本研究では、まず、ザンビア銅産業の国有化の経緯と ZCCM 事業活動を概観し、ZCCM の事業活動における諸課題を提示した。続いて、ザンビアと同様に 1970 年代前後に銅産業を国

有化した主要産銅国のチリとザイールの国営鉱山会社コデルコとジェカミンズ、及び当時、世界の銅産業界における代表的な民間企業であったフェルプスドッジ社等の北米主要産銅企業との比較を通して ZCCM の事業活動に影響を与えた諸要因を整理した。次に、主要生産拠点であるンチャンガ地区とムフリラ地区を中心に活動の実態を把握し、ZCCM の事業に影響を与えた諸要因を分析し、そこから、ザンビア銅鉱山の国有化の破綻の原因と国有鉱山会社の役割と事業の持続性を検討した。

ンチャンガ地区とムフリラ地区では、最先端技術の導入、副産物や未利用資源の利用などによって各時期を通じて生産性向上のための努力が続けられ、低品位酸化鉱石からの低コストによる銅回収、コバルト回収による副産物収入による生産コストの削減など一部でその成果は表れていた。しかし、資機材の不足、技術者の不足、外貨不足と輸送障害などが阻害要因となって、多くの工程や生産拠点で施設の維持ができず、稼働率は上がらず、生産性、生産・輸出は低下した。特に、1970 年代の輸送障害は、1960 年代までの銅生産の好循環サイクルを悪循環サイクルへと転換させた。輸出収入の減少は、ZCCM の財務状況を悪化させ、政府がその債務を肩代わりしたことで財政は更に悪化した。特に、1980 年代の IMF による支援の条件であった通貨切下げは、短期的には ZCCM の現地通貨建ての収入の助けとなったが、ZCCM と政府の対外債務を急増させた。

国有鉱山会社の持続可能な事業活動を確保するためには、銅価格低迷期にあっては人員や給与の削減、不採算部門や非中核事業の廃止・譲渡などの柔軟な対応が必要となる。しかし、政府と経営が一体化すると、雇用維持・地域経済振興等を図る政府と鉱山経営との間には利益相反が生じる。柔軟な経営には政府からは独立した機関がこれを行う体制が必要となるであろう。

1980 年代半ばの銅価格低迷から経営危機に陥ったフェルプスドッジ社が、債務と支出の削減、資産の組み換えによる生産規模の維持、革新的技術（SX-EW 法）の導入による低生産コスト化など一連の合理化によって銅価格低迷期においても利益を上げる企業体質に変わったことで、世界第二位の産銅企業になったこととは対照的である。国有鉱山会社は、民間企業とは異なり、利益追求以外にも、自国の資源からの富を確保する、産業を多角化する、雇用を創出・維持するなどの目的がある。これらの目的を達成するために、利益がなくてもよい、財政支出によって補えばよいとの考え方もできるが、それでは持続可能な企業経営は行えない。資源価格は約 10 年をサイクルに高騰と下落を繰り返しており、価格高騰時には国有鉱山会社は鉱山を操業して輸出さえしていれば、収入は増加して経営は維持でき、政府の税収も確保できるだろう。しかし、価格下落時には国有鉱山会社も企業としての経営努力をしなければ損失を出し、国有企業の配当や税金を主たる収入源としている財政は時に財政赤字となり、更に、国有企業を支えるための支援を行うことで国家財政も破綻の危機にさらされることになる。

国有企業であるが故の民間企業とは異なる目的があることは考慮しつつも、企業として持続可能な活動ができることが最優先されるべきであり、それができないのであれば自らが事業主体となるべきではないのであろう。国有鉱山会社にとって、所有者は最終的には

国民であるから、国民に対して利益や成果を提供できる経営を行うことが最低限守るべきことと考える。そのためには民間企業と同様の経営努力、経営の柔軟性が不可欠であり、それには政府からの経営の独立性が重要になる。

目 次

序 章	1
第1節 研究の背景と目的.....	1
第2節 先行研究と論点整理.....	1
第3節 研究視点と方法.....	7
第4節 構成	8
第1章 ザンビア銅産業国有化と ZCCM の事業概要.....	9
第1節 ザンビアにおける銅産業の位置づけ.....	9
第2節 ザンビア銅産業の変遷.....	10
第3節 ZCCM の主要生産拠点の事業概要	14
第4節 小括 ―ZCCM の事業における諸課題の整理―	21
第2章 ザンビア銅産業と主要産銅国等との比較.....	22
第1節 チリと国営企業コデルコ.....	22
第2節 ザイールと国営企業ジェカミンズ.....	40
第3節 北米主要産銅企業.....	57
第4節 小括 ―ZCCM の事業に影響を与えた諸要因の整理―	76
第3章 ザンビア銅産業の国有化と ZCCM の事業の実態 ―ンチャング地区―.....	78
第1節 国有化前（1960 年代まで）	78
第2節 一部国有化期（1970 年代）	92
第3節 ZCCM 設立期（1980 年代）	108
第4節 その他地区	120
第5節 小括	124
第4章 ザンビア銅産業の国有化と ZCCM の事業の実態 ―ムフリラ地区―.....	127
第1節 国有化前（1960 年代まで）	127
第2節 一部国有化期（1970 年代）	135
第3節 ZCCM 期（1980 年代）	149
第4節 小括	159
第5章 ZCCM の事業に影響を及ぼした諸要因の検討	161
第1節 鉱山自体に関する要因.....	161
第2節 鉱山を取り巻く環境に関する要因.....	191
第3節 小括	203
終 章	206
第1節 総括	206
第2節 課題	214

表目次

表 1. ザンビアの 10 年ごとの平均経済成長率（平均 GDP 成長率）	10
表 2. ザンビア銅産業略史	13
表 3. ザンビア銅産業の変遷	20
表 4. チリ銅産業略史	25
表 5. チリコデルコの主要鉱山の銅生産量推移（000t）	28
表 6. コデルコの銅埋蔵量（1980 年代初頭）	30
表 7. コデルコの銅埋蔵量（1980 年代末から 1990 年代）	30
表 8. 1975 年のチリ等の銅生産コストの内訳	31
表 9. 1970 年代末から 1980 年代初頭のコデルコの銅生産コストの内訳	31
表 10. 1980 年代のコデルコの銅生産コスト	32
表 11. 1985 年頃のコデルコの銅生産コスト内訳	32
表 12. 1990 年頃のコデルコの鉱山別銅生産コスト	33
表 13. 1990 年代末のコデルコ等のチリ銅鉱山の銅生産コスト	33
表 14. コデルコの財務状況	34
表 15. 1960 年代～1970 年代のチリ銅山への投資計画	35
表 16. 1970 年末時点の投資 鉱山別内訳（1978/79 年）	36
表 17. 1980 年代初頭のコデルコの投資状況（1982 年当時）	36
表 18. 1990 年代の SX-EW プロジェクト投資計画及び実績	37
表 19. 1990 年代のチリの主な鉱業投資計画及び実績	38
表 20. ザイール銅産業略史	42
表 21. ジェカミンズの主要施設・主要鉱山	44
表 22. ジェカミンズの各生産拠点の生産コスト（1984 年）	48
表 23. ジェカミンズの財務状況（1975 年～1989 年）	49
表 24. ジェカミンズの 1970 年代半ばの損益計算表	50
表 25. ジェカミンズの 1983 年度と 1984 年度の損益計算書	51
表 26. ジェカミンズの財務・投資・資金調達（1971-75 年）	52
表 27. 第 3 次 5 ヶ年計画（1984～88 年）における投資計画額	53
表 28. ジェカミンズの収益処分内容（1984 年、1985 年）	53
表 29. ジェカミンズの従業員構成	54
表 30. ジェカミンズにおけるザイール化（大卒専門別幹部職員）の状況	54
表 31. 1980 年代のザイールの銅の主要輸出経路	55
表 32. ザイールの銅の主要輸出経路別輸送量（1980～1984 年）	56
表 33. ジェカミンズの 6 つの行動計画（2012 年～2016 年）	57
表 34. 北米産銅企業 3 社の推定銅埋蔵量（1945 年頃）	59
表 35. アナコンダ社と同社主力銅鉱山の銅生産の推移	62

表 36. ケネコット社と同社主力銅鉱山の銅生産の推移.....	63
表 37. フェルプスドッジ社と同社主力銅鉱山の銅生産の推移.....	64
表 38. 北米産銅企業 3 社の推定銅埋蔵量 (Anaconda、1960 年代以降)	65
表 39. 北米産銅企業 3 社の推定銅埋蔵量 (ケネコット社、1970 年代以降)	66
表 40. 北米産銅企業 3 社の推定銅埋蔵量 (フェルプスドッジ社、1970 年代以降)	66
表 41. ケネコット社の 1960 年代までの生産コスト及びコスト構成比.....	67
表 42. アナコンダ社の 1960 年代の生産コスト及びコスト構成比.....	67
表 43. 1971 年の北米の新規鉱山の銅生産コスト内訳試算	68
表 44. 1970 年代、1980 年代の北米の銅生産コスト及びその内訳	68
表 45. 1980 年代の北米の銅生産コスト	68
表 46. 北米産銅民間企業アナコンダ社の財務状況 (1970 年代前半)	69
表 47. 北米産銅民間企業ケネコット社の財務状況 (1970 年代)	70
表 48. 北米産銅民間企業フェルプスドッジ社の財務状況 (1969 年～2000 年)	71
表 49. 米国の主要企業の収益性 (ROE ^{*1})	73
表 50. 米国鉱山会社の財務動向.....	74
表 51. ザンビア銅産業及び ZCCM の活動に影響を及ぼした諸要因.....	77
表 52. ンチャング地区の鉱石生産状況.....	81
表 53. ンチャガ地区坑内採掘鉱山のコバルト資源 (1978 年時点)	96
表 54. ンチャング地区露天採掘鉱山のコバルト資源 (1978 年時点)	101
表 55. 1960 年代半ばの RST の銅の生産量及び生産コスト	128
表 56. ムフリラ地区の鉱石生産状況 (坑内採掘)	131
表 57. ムフリラ選鉱所の 1980 年代の操業状況.....	155
表 58. 米国以外の主要産銅国における SX-EW 法による銅地金生産能力.....	165
表 59. ザンビア RST 主要鉱山の生産コスト (1950 年代から 1960 年代)	170
表 60. ムフリラ銅鉱山の生産コスト及び内訳 (%) (1955-1961 年)	170
表 61. ザンビア RST 主要鉱山の生産コスト (1964 年)	171
表 62. 1975 年のザンビア及び世界の銅生産コスト (単位 : c/lb)	172
表 63. ザンビア ZCCM の銅生産コスト (1970 年代から 1980 年代初頭)	173
表 64. 1980 年代前半のザンビアを含む世界の銅生産コスト	174
表 65. 1980 年代前半のザンビアを含む世界の銅生産コストの構成	176
表 66. 1980 年代後半のザンビアを含む世界の銅生産コスト	176
表 67. 1980 年代末のザンビアを含む世界の銅操業コスト	177
表 68. ザンビアを含む世界の採掘方法別・生産工程別コスト (1988 年)	179
表 69. ザンビアを含む世界の主要産銅国の SX-EW 法による銅回収コスト.....	179
表 70. ザンビアを含む世界の主要産銅国の銅総生産コスト (1988 年)	181
表 71. ZCCM 及び RCM、NCCM の財務状況	186
表 72. 1970 年代初頭の NCCM の融資構成	187

表 73. NCCM の 1971 年時点での資本構成	187
表 74. ザンビア NCCM と RCM 及びチリのコデルコの財務状況（1978 年）	189
表 75. ザンビア 2 大鉱山企業グループの新規投資計画（1970 年代）	189
表 76. カッパーベルト銅輸送経路と輸送手段量.....	194
表 77. ロビト港封鎖前後の輸送経路（1976 年 2 月上旬現在）	194
表 78. ザンビアの鉱山技術者育成状況（1980 年代）	199

図目次

図 1. ザンビアの経済成長率（GDP 成長率）の推移	9
図 2. ザンビア銅鉱山等位置図.....	19
図 3. チリ銅鉱山等位置図.....	27
図 4. チリ国内の銅鉱山の国有と民間鉱山会社との生産量比率.....	29
図 5. ザイール銅鉱山等位置図.....	45
図 6. ザイールの銅鉱石生産量と銅価格推移.....	46
図 7. ジェカミンズの銅・コバルト生産量の推移.....	47
図 8. 1970 年代初頭における 9 大産銅企業の銅鉱石生産量の世界シェア	58
図 9. ンチャンガ地区施設配置図.....	80
図 10. ンチャンガ坑内採掘鉱山断面図.....	86
図 11. ンチャンガ露天採掘鉱山周辺断面図.....	88
図 12. コンコラ坑内採掘鉱山の採掘量と排水量の推移.....	123
図 13. ムフリラ坑内採掘鉱山断面図.....	137
図 14. ムフリラ坑内採掘鉱山のサブレベルケーシング概念図.....	141
図 15. ムフリラ坑内採掘鉱山の地下深部開発断面図.....	152
図 16. ザンビアの主な銅鉱山の新産量推移.....	164
図 17. ザンビアの主な銅鉱山の埋蔵量推移.....	168
図 18. 1988 年の主要産銅国の生産コストの構成	178
図 19. 生産コストの内訳.....	182
図 20. ザンビアの海外直接投資の推移.....	190
図 21. コバルト価格とザンビアのコバルト生産量の推移.....	191
図 22. 銅価格（LME 価格）	192
図 23. カッパーベルト地域からの主要輸送経路図.....	193
図 24. ザンビアからの銅の運搬コスト.....	195
図 25. ザンビアの対外債務の推移.....	195
図 26. ザンビアのインフレ率と対米ドル為替レートの推移.....	196
図 27. ザンビア銅産業労働者数の推移.....	198
図 28. ザンビア労働生産性の推移.....	200
図 29. 日本の銅地金（電気銅）輸入量推移.....	201
図 30. 日本の銅鉱石（精鉱）輸入量推移.....	202
図 31. 世界の銅鉱石生産量推移とザンビアの世界生産に占める割合.....	202
図 32. ZCCM の事業に影響を及ぼした諸要因の関連	205
図 33. 1990 年以降のザンビア銅生産量の推移	211

序 章

第1節 研究の背景と目的

(1) 研究の背景

資源保有国が自国の天然資源についての主権を行使する代表的な手段として国有鉱山会社の設立があり、当該国の経済発展過程に重大な影響を与えてきた。国有鉱山会社の多くは、1970年代初頭の資源価格高騰期に台頭したが、1980年代以降の資源価格低迷期に経営は破綻し、1990年代には世界銀行等が当時進めていた構造調整等に従って、その資産の多くを民営化して自らは少数株主となって鉱山開発の中心から退いていった。それが2000年代に入って、新興国における資源需要の急増とそれに伴う資源価格の高騰を背景に、開発途上国を中心として再び自国の天然資源の主権を行使しようとする動きを見せた。しかし、2011年頃には資源需要を牽引していた中国経済の減速とそれに伴う資源価格の下落、更に2014年頃からの原油価格の急落は、再び資源国の財政や資源会社の経営を圧迫し、国有鉱山会社の活動は低調なものに戻った。

このように資源価格の変動等に翻弄されて繁栄と破綻を繰り返してきた国有鉱山会社の歴史振り返ると、国有鉱山会社の経営はなぜかくも脆弱なのか、見方を変えれば、国有鉱山会社がその経営を破綻に導いた様々な課題を乗り越えて持続的に活動することは可能なのかとの課題が見えてくる。そしてこの課題に対する答えを見出すことができれば、国有鉱山会社の企業経営のみならず、鉱物資源が経済産業の中心的な位置を占めている資源国の経済発展を考えるうえでも大きな意義があると言えよう。

本研究は、先に述べた背景のもと、国有鉱山会社の経営破綻の原因は何であったのか、国有鉱山会社が持続的に事業を行っていくことは可能なのか、そのためには何が必要なのか、との問題意識に基づくものである。

(2) 研究の目的

本研究では、1970年代からのザンビア共和国の銅産業国有化の流れの中で、1980年代に設立され自ら鉱山経営に関与したものの銅価格低迷期において経営を立て直すことができず、1990年代末にそのほとんどの資産が民営化された国有鉱山会社 ZCCM (Zambia Consolidated Copper Mines Limited) を対象として、その活動を生産拠点の操業段階まで踏み込んで実態分析することで、国有鉱山会社の経営破綻の原因を明らかにするとともに、持続可能な事業の可能性を探ることを目的とした。

第2節 先行研究と論点整理

(1) 先行研究

ザンビアの経済や銅産業に関する研究は、1960年代末から1970年代初頭にかけての銅産業の国有化とそれに伴う諸問題に関するものや、1980年代の経済の銅産業依存と経済破綻と1990年代末の銅国有資産の民営化に関するものなど少なくない。しかし、その多くは経済政策やマクロ経済等との関連から論じたもので、ザンビア銅産業の国有化期である1970

年代から 1980 年代を通じて国有鉱山会社の活動そのものを分析した研究は不十分と言える。

ザンビア銅産業の国有化については、Bostock and Harvey (1972) ¹が、独立後の政府は生産や開発など銅産業を支配下に置きたいにも関わらず、政府自体は鉱山操業を維持するための技術も経験も有していないことから、独立以前に銅産業を支配していた欧米系の 2 大鉱山企業グループに鉱山運営を託さなければならなかったこと、鉱山操業を維持できなければ国有化 (51%株式取得) に係る賠償金を支払えないこと、2 大鉱山企業グループに鉱山の操業を任せることは経済面での独立には逆行することなど様々なジレンマに直面していたと指摘している。

Cunningham (1981) ²は、第二次世界大戦以前から 1970 年前半³の国有化に至るまでのザンビアの銅産業の変遷をたどり、国際的鉱山会社がいかんにしてザンビアに世界的な銅鉱山地帯を築き、それらが 1960 年代から 1970 年代初頭にかけて台頭したナショナリズムによってどのような影響を受けたのかを考察している。特に、独立当初 1968 年頃までは国際的鉱山会社に協調的であった政府が、1970 年には民間企業が所有していた銅資産の 51%を取得 (国有化) し、1974 年には国際的鉱山会社に実質的鉱山経営を認めていた鉱山操業とマーケティングの契約を終了して国の関与を強めたことで、民間による探鉱等への投資意欲を減退させたことがザンビア銅産業の持続的な発展を危うくする可能性を示唆していた。

Craig (1999) ⁴は、国有化されてから経営破綻により民営化に至る 1968 から 1998 年のザンビアの銅産業を、ザンビア政府の経済政策、即ち、経済面の独立と銅依存の産業構造の改善等との関連から考察している。ザンビアは植民地分業体制下で銅産業の上流部門へ過度に集中・依存する経済体質となり、銅をはじめとする資源価格の変動に左右される脆弱な経済構造を形成した。政府は 1960 年代後半に、民間企業はやりたがらなかった産業の多角化やそのための社会基盤整備・国内経済活動への投資など担う機関として国有企業を設立した。しかし、1970 年代以降の銅価格の下落によって、そのような国有企業の活動は商業的にも経済的にも持続可能ではないとの問題に直面し、結局、この問題の解決方法として世界銀行等が進める民営化を受け入れることになったと論じている。

ザンビアの個々の鉱山等の主要生産拠点の操業状況を、国有化から民営化に至る 1960 年代末から 1990 年代末頃までの期間について、詳細に追跡したものは殆どなく、国有化や民営化が行われた数年間について記述されたものには次のものがある。金属鉱業事業団 (1972)

¹ Mark Bostock and Charles Harvey (1972), *Economic Independence and Zambian Copper - A Case Study of Foreign Investment*, Praeger Publishers, Inc., New York, USA, pp.1-273.

² Simon Cunningham (1981), *The Copper Industry in Zambia Foreign Mining Companies in a Developing Country*, pp.1-342.

³ 1970 年の政府による 51%資本参加及び 1974 年と 1975 年の政府と 2 大鉱山企業グループとの銅鉱山操業に関する契約の終了に至る時期。

⁴ John Robert Craig (1999), "State Enterprise and Privatisation in Zambia 1968-1998" (Doctoral thesis), U.K, The University of Leeds, Department of Politics and Centre for Development Studies

⁵は、1970 年に政府がザンビア銅産業へ 51%資本参加した直後の 2 大鉱山企業グループの NCCM (Nchanga Consolidated Copper Mines Ltd.) 社 49%所有の主要銅生産地区、ロカナ (Rokana)、チンゴラ (Chingola)、コンコラ (Konkola)、ブローケンヒル (Broken hill) の各地区と、RCM (Roan Consolidated Mines Ltd.) 社 49%所有のムフリラ (Mufulira)、チブルマ (Chibuluma)、ルアンシャ (Luanshya)、バルバ (Baluba) の各地区の操業状況を報告している。そこでは、1970 年頃までの NCCM と RST (RCM の前身、1970 年に改組・改名) の活動は活発で⁶、NCCM の各鉱業所の生産は順調であり、1970 年初頭には日本の商社から融資 (浮動担保) により資金調達していること、RCM は主力鉱山のムフリラ坑内採掘鉱山が事故のために操業を停止したもののその他の地区は問題なく操業していたことなどが報告されている⁷。日本貿易振興会 (1976) ⁸、金属鉱業事業団 (1977) ⁹は 1974 年当時の、日本貿易振興会 (1980) ¹⁰は 1970 年代後半の NCCM 及び RCM の主要地区の生産状況を報告している。

Cunningham (1981) は、国際的鉱山会社のザンビアでの活動をたどり、主要銅鉱山のローアン・アンテロープ鉱山 (Roan Antelope、後にルアンシャ鉱山として操業)、ムフリラ坑内採掘鉱山、ンカナ鉱山 (Nkana mine)、ンチャンガ鉱山、バンクロフト鉱山 (Bancroft mine、後にコンコラ鉱山として操業)、チブルマ鉱山、チャンビシ鉱山 (Chambishi mine) について、鉱山の地質鉱床学的特徴や埋蔵量、1970 年代における採掘方法、生産コストや設備・採掘等の投資計画、資金調達などを詳細に記述しており、1980 年代の国有鉱山会社 ZCCM との比較検討に有効な資料となった。

ZCCM の経営破綻の原因については、ザンビア経済の破綻と共に多くの文献や報告書で論じられている。Cunningham (1981) は、1970 年初頭のザンビアは銅輸出が増加すれば銅依存度は高まり、銅以外の輸出額が増加してもその額は銅の輸出額に比べて小さなもので外貨準備高増加への貢献は少なく、結局は外貨獲得のためには銅輸出に依存しなければならなかった同国の銅依存経済のジレンマを指摘した。JICA (2000) ¹¹は、1980 年代後半以降のザンビアの経済危機の原因として、銅価格変動に対して極めて脆弱な銅依存経済と、1970 年初頭の銅価格高騰期における銅依存型産業構造からの改革の遅れ、好景気の積極財政から経済停滞期の緊縮財政への転換の失敗 (財政規律の失敗) などを出し、これらが 1980 年代後半から 1990 年代にかけての累積債務を生み同国経済を圧迫したと指摘している。

Bostock and Harvey (1972) は、国有化後の銅産業の経済性は、銅価格・税率・為替レート管理によって大きく左右されるものの、短期的には生産を維持するための投資や資金

⁵ 金属鉱物探鉱促進事業団 (1972)、『ザンビアの鉱業概観』、内部資料第 16 号、1972 年 9 月

⁶ 金属鉱物探鉱促進事業団 (1972)、p. 20.

⁷ 金属鉱物探鉱促進事業団 (1972)、pp. 21-37.

⁸ 日本貿易振興会 (1976)、『ザンビアおよびザイールの銅事情』、資源調査 No. 76-2.

⁹ 金属鉱業事業団 (1977)、『海外鉱業事情調査報告書 (ケニア、ザンビア)』

¹⁰ 日本貿易振興会 (1980)、『JETRO 貿易市場シリーズ 194 ザンビア』

¹¹ 国際協力事業団 (2000)、『南部アフリカ援助研究会報告書 第 4 巻 ザンビア・本編』、「第 4 章 経済情勢」、pp. 20-52.

調達が、長期的には操業を継続するための探鉱や新規の鉱山開発が必要であることを指摘したうえで、1970 年初頭に政府が明らかにしていた投資額は必要とされる額よりも少ないことに懸念を示していた。

国による企業経営については、その効率性や構造的な問題点が指摘されている。JICA (2000) ¹²は、政府による杜撰な鉱山経営について、1970 年代から 1980 年代のザンビアの国有企業は、市場原理・採算性を度外視して運営され、経営は非効率的で長期的な計画性や見通しがなく、巨額の赤字を抱え、設備更新や新鉱床の開発が立ち後れ、その赤字は財政から補填されたため、財政は更に悪化したと指摘している。

Cunningham (1981) は、政府の銅鉱山経営への関与とそれによる民間投資意欲の減退について、民間企業の同国の経済面での独立への貢献度の低さが 1970 年の政府による銅鉱山の一部国有化の要因の一つであったが、その一部国有化が民間企業の投資意欲を更に減退させ、大規模な鉱山開発は望めなくなったと指摘した。また、政府と国際的鉱山会社とが相互利益を実現する方法として、政府は鉱山経営を民間に戻し、税率を引き下げ生産物の販売を保証することが必要であるとも主張した。

ブレイン (1975) ¹³は、国有鉱山会社の構造的な問題として、市場や価格変動への対応の難しさについて、政府は、国有化によって生産と埋蔵量を管理できても市場や価格をコントロールすることはできないこと、国有化は経営のリスクを負わずに課税等の賦課金によって利益の一部分を徴収できるという利点を放棄することを指摘した。また、国有化の主な理由は主要産業である銅産業を政府がコントロールしていることの誇示や伝統に根差した社会主義的習慣であると論じた。

石曾根 (2012) ¹⁴は、ザンビア化（植民地時代に白人が占めていた経済活動等における地位をザンビア人に置き換えて行く政策）によってザンビア人従業員の賃金が上昇したことで人件費が上昇し、能力に伴わない機械的な賃金体系が生産性を低下させたことを指摘した。また、国有鉱山会社の鉱山経営に直接関係のない支出について、1980 年代の ZCCM が当時の政権やその基盤となる労働者対応に影響されやすい立場にあったが故に、ZCCM はその前身である RST や NCCM 以上に労働者の福利厚生や地域開発に力を注いでいたことを指摘した。そして、これら操業状況に見合わない支出や、鉱山経営を越えた活動が鉱山経営を悪化させる原因の一つとなったと論じている。また、国有化による投資環境の悪化が外資の投資意欲を減退させ、そのことが ZCCM の資金調達を困難にし、結果的に生産能力の低下につながったと論じている。

¹² 国際協力事業団 (2000)、『南部アフリカ援助研究会報告書 第 4 巻 ザンビア・本編』、「第 4 章 経済情勢」、pp. 20-52.

¹³ ロナルド・ブレイン (石本 笙訳) (1976)、『世界産銅業界の組織分析』(原題: *Copper The Anatomy of an Industr*)、日本鉱業協会.

¹⁴ 石曾根道子 (2012)、「ザンビア銅開発史にみる資源便益と地域住民への分配」、東京大学学位論文.

Obidegwu ほか (1981)¹⁵は、ザンビアの鉱業は成長産業であり、採掘している銅鉱石は高品位で銅生産コストは低いので銅価格下落の影響は少ないものの、内陸国から世界市場への輸送路の確保、技能労働者の確保、国有化により外資による投資が慎重になること、政府が借款に頼ると財政政策が予想外のインフレを起こす不安材料であることを指摘した（実際に 1980 年代、銅価格の下落と銅生産量の減少により銅輸出による収入が減少すると、経常収支はひっ迫し、外貨不足に陥り、それを海外からの借款で賄い、ZCCM は中央銀行からの借入金で操業を維持していた。現地通貨切下げが借款の条件として課せられていたため、消耗品等を輸入に依存していたザンビアは輸入インフレに陥った）。

鉱山を取り巻く環境の変化が鉱山の事業活動に及ぼした影響については、輸送問題や現地化による専門的な技術・管理人材の不足が取り上げられている。

金属鉱業事業団 (1972) は、1965 年のローデシアの一方的な独立に対応してアンゴラのロビト港やタンザニアのダルエスサラーム港への輸送路の代替によって積荷の遅延や輸送コストの上昇への懸念を示していた。日本貿易振興会 (1976) は、1970 年代前半のアンゴラ紛争によるロビト港とベンゲラ鉄道封鎖の影響、代替であるタンザン道路の輸送能力、タンザン鉄道の運行問題、ダルエスサラーム港の滞貨問題、更に、ローデシアとモザンビーク間の紛争を原因としたローデシア経路の遮断の問題などをあげ、これらの輸送障害の原因が経済的な問題ではなく政治的な問題によるものであることから問題が長期化する可能性を示唆していた。また、日本貿易振興会 (1980) は、ザンビア経済がローデシアや南アフリカに依存せざるを得ない状況にあって、人種差別的な政策をとる両国にザンビアが強硬な姿勢で臨むことができない実情を指摘している。

技術・管理人材の不足や生産性の低下について、日本貿易振興会 (1972、1976)、石曾根 (2012) など様々な論文、報告書が、その原因として白人の地位をザンビア人に置き換えるザンビア化 (Zambianization) の急速な進展により、技術・管理能力と経験を有する白人技術者の流出とそれに代わることのできるザンビア技術者・労働者の不足が生産に悪影響を与えたと指摘している。

代表的な産銅国のチリとの比較については、Bova (2009)¹⁶が、チリ政府は 1990 年末頃からの銅価格高騰期に民間に新規鉱区は開放したものの大規模鉱山は国有鉱山会社のモデルコが保有したままで、鉱業関連税率も高く、鉱業から得られた収入の多くを政府系ファンド (sovereign wealth funds) に留保し、税率と為替管理によって通貨為替変動とインフレを抑制していたが、1980 年代に為替管理とインフレ抑制に失敗したザンビア政府はそ

¹⁵ Chukwuma F. Obidegwu and Mudziviri Nziramasanga (1981), *Copper and Zambia an Econometric Analysis*, Tronto: LexingtonBooks

¹⁶ Elva Bova (2009), “The implications of mine ownership for the management of the boom: a comparative analysis of Zambia and Chile”, NCCR Trade Regulation, Swiss National Centre of Competence in Research, Working Paper No 2009/13, April 2009

れができていなかったことを指摘し、銅価格高騰時に輸出収入（外貨）を留保しておくこと（価格）の重要性を説いている。

また、他のアフリカ諸国とザンビアとの経済政策の比較については、Hwedi (2001)¹⁷が、南部アフリカ諸国との比較において、ザンビアの経済政策の失敗の原因として、銅価格が高騰し外貨収入が増加していた 1960 年代後半から 1970 年代初頭にかけて十分な外貨準備を積み上げていなかったこと、銅産業が資本集約的な産業であるために雇用創出への貢献度が低かったこと、外交関係から輸送インフラの変更を余儀なくされたこと¹⁸が銅産業に影響したことを上げている。

（２）論点整理

先に述べたように、先行研究の多くは、ザンビア経済との関係から銅産業の国有化と民営化を論じており、その中で国有鉱山会社の経営破綻の原因として、経済の銅産業への過度の依存体質、政府の銅鉱山経営への関与とそれによる民間投資意欲の減退、銅価格下落時の経済財政政策の失敗と外貨不足によるメンテナンスの不備や設備更新の遅れ、度重なる輸送経路の遮断・変更による生産コストの高騰、技能労働者不足による生産性の低下などをあげている。

これらの先行研究や報告の多くは経済政策やマクロ経済等との関連から論じたもので個々の鉱山の操業や事業活動についてのある程度の記載はあるものの、ザンビア政府が銅産業に参加した 1970 年代から ZCCM の設立を経て民営化された 1990 年代末までの国有化の期間を通じて個々の銅鉱山等の生産拠点の活動そのものの分析は不十分である。

ザンビアの国有銅鉱山会社 ZCCM の事業活動について、国際協力事業団（2000）は以下のように論じた。「国営企業は市場原理・採算性を度外視して運営され、経営は非効率で長期的な計画性や見通しがなく、その多くが劣悪な財務状況に陥った」、ZCCM は「巨額の赤字を抱え」、「設備更新や新鉱床の開発が立ち後れた」、「国営企業の赤字補填は、当初は市場での起債によった部分もあるようである。しかし、基本的には国営金融機関からの政策的融資を除けば、政府からの財政補填に頼るほかなく、それは財政赤字の大きな原因となった」¹⁹。こうした指摘は、それ自体としては必ずしも誤りではないとしても、ZCCM の活動についての立ち入った分析を踏まえてなされたとは言えないであろう。国有銅鉱山会社 ZCCM の経営破綻の全体像の解明と持続可能な事業活動の可能性、及びそのための要件を探るには、ZCCM が鉱石の採掘をはじめとする諸活動においていかなる困難や課題に直面し、同社がこれらにどのように対処したか、及びその成果と限界とは何か、これらについての詳細な分析が

¹⁷ Osei Hwedi (2001), “The State and Development in Southern Africa: A Comparative Analysis of Botswana and Mauritius with Angola, Malawi and Zambia”, *African Studies Quarterly* | Volume 5, Issue 1 | Winter 2001, pp.19-31.

¹⁸ 銅輸出や生産材等の主要輸入経路であったローデシア経路や南アフリカの港の利用が人種差別を続けていた南アフリカへの制裁によって使用できなくなり、代替経路としてザンビアからタンザニアのダルエスサラーム港に通じるタンザン鉄道を建設、利用しなくてはならなくなったこと。

¹⁹ 国際協力事業団（2000）、p. 30.

必要である。本稿で明らかとなるように、ZCCM は破綻したとはいえ、同社の活動には、事業と経営を存続させようとする様々な努力や取り組みがみられた。ZCCM の活動の追跡は、国有鉱山会社が事業を継続可能とするためには何が必要か、などについての有益な知見を提供するように思われる。本研究は、かかる観点から事業活動自体を実態的に捉えようと試みた。

他方、鉱山業が鉱物資源価格の変動や資源保有国の鉱業政策・外資規制政策等の影響を強く受けることはザンビアに限らないことは歴史的に明らかである。本研究は国有鉱山会社の事業の実態解明を研究課題に定めるための作業としているが、石曾根（2012）が論じているような現地政府の政策（ザンビア化）、国有化による投資環境の悪化等、鉱山を取り巻く環境に対する考察も不可欠であると考ええる。

また、先行研究には、独立後のザンビアにおいて、「民間企業がやりたがらない開発目標の達成のために国営企業は設立されたが、そのような国有企業の活動は商業的にも経済的にも持続可能ではないとの問題に直面し、その解決が民営化であった」（Craig 1999）、との指摘があった。国有鉱山会社の役割とは何かについても、ZCCM の活動の分析から明らかになる範囲で検討したい。

第3節 研究視点と方法

本研究は、実態解明を通じた国有鉱山会社の事業分析を目的としており、そのために従来の研究や報告書では十分に検証されていなかった鉱山や製錬所及びそれらの個々の生産施設・設備などの生産現場にまで踏み込んだ活動の把握を試みた。しかし、ZCCM は1990年代の鉱山等資産の民営化によって持株会社 ZCCM Investment Holdings に改組されたこともあり、ZCCM の当時のアニュアルレポート等の一次企業情報の入手は困難になっており、そのことが本研究を制約する大きな要因となった。

そこで、本研究では当時の鉱業専門雑誌等²⁰の記事を中心に事業の実態分析を試みた。ザンビアの銅産業は ZCCM 設立時の1982年までに7カ所の生産拠点に坑内採掘10鉱山と露天採掘7鉱山、それぞれの鉱山に付随した選鉱所や製錬所の施設を保有・操業する巨大企業体となっていた。そのため、これら全てについて報道記事等資料を収集・分析することは困難を極めることから、本件研究では、対象をこれらの生産拠点の中から1970年の国有化前から世界的規模の銅鉱山を擁し、ZCCM 設立後も同社最大の銅生産規模があったンチャング地区（Nchanga Division）²¹とそれに次ぐ銅生産規模であったムフリラ地区（Mufulira

²⁰ 本研究で参考引用した主な鉱業専門雑誌等は、*Mining Journal*, *Mining Annual Review*, *Mining Magazine*, *Engineering and Mining Journal*, *USGS Mining Industry*, *Financial Times Mining Yearbook*、『鉱山』、『国際資源』等である。

²¹ ンチャング地区（Nchanga Division）は、資料によってはチンゴラ地区（Chingola Division）として記載されている場合がある。両地区は隣接した地区であり、それぞれが露天或いは坑内採掘鉱山として採掘している鉱体（鉱石が地下でまとまって存在している状態、採掘対象となる部分）は同一或いは連続しており、選鉱所などの生産設備も双方が共同して操業していた。したがって、本研究ではンチャング地区として記述する。

Division) とした。この両生産拠点を中心に活動実態を把握し、そこから ZCCM 全体の事業更には、ZCCM の事業実態を把握・分析することとした。

また、ZCCM の事業の実態や企業戦略等をより鮮明に把握するために、他の主要産銅国であるチリ、ザイールとその国有鉱山会社及び当時の代表的な北米主要産銅企業の事業活動と比較した。これらの国や企業が持続的な事業を行うための課題を抽出し、ZCCM の事業実態と比較することで国有鉱山会社が経営破綻した原因の分析を試みた。

第 4 節 構成

本研究では、ザンビア銅産業の国有化の経緯と ZCCM 事業活動を概観し、ZCCM の事業活動における諸課題を抽出した（第 1 章）。次に、ザンビアと同様に 1970 年代前後に銅産業を国有化した主要産銅国のチリとザイールと、それらの国有鉱山会社であるコデルコとジェカミンズ及び、当時、民間産銅企業の中心的存在であったフェルプスドッジ社等の北米主要産銅企業との比較を通して ZCCM の事業活動に影響を与えた諸要因を整理した（第 2 章）。続いて、ザンビア銅産業及び ZCCM の主要生産拠点であったンチャンガ地区とムフリラ地区を中心の活動の実態を把握し（第 3 章、第 4 章）、ZCCM の事業に影響を与えたこれらの課題や諸要因について検証した（第 5 章）。最後に、ンチャンガ地区とムフリラ地区を中心とした一連の ZCCM の事業の実態分析から、ザンビア銅産業の国有化の破綻の原因を明らかにするとともに、銅鉱山国有化の意義について考察し、国有鉱山会社の役割と持続可能な事業活動の可能性について論じた。

第1章 ザンビア銅産業国有化と ZCCM の事業概要

第1節 ザンビアにおける銅産業の位置づけ

銅産業は、1964 年の独立以前から今日に至るまで、ザンビアの主要産業であった。特に、1960 年代から 1970 年代にかけては、国内総生産（GDP）に占める銅産業の割合は、1960 年代が 40～60%、1970 年代が 30～40%と極めて高く、外貨獲得に占める銅輸出額の割合は、1960 年代から 1970 年代は 90 数%に及んでおり、銅産業がザンビアの最重要産業であったことを示している²²。反面、このことは、過度に銅産業に依存する経済構造がこの間に改善されていないことを示しており、銅産業依存の脱却と産業多角化は常に経済政策の中心的な課題であった。1980 年代半ば以降は、銅価格の低迷によりザンビア銅産業の不振が顕著となり、GDP に占める銅産業の割合は 1980 年代が 15～20%、1990 年代には GDP の 10%台から数%台まで低下した²³。雇用面では、1960 年代のザンビア人 45,000 人、外国人労働者 7,000 ～8,000 人から、1980 年後半から 1990 年代前半まで総労働人口 400,000 人の約 15%の約 60,000 人で推移した。これは、ザンビア銅産業の不振が顕著となった 1980 年代以降も銅産業が雇用に貢献していたことを示すとともに、その間の労働生産性の低さをも示している。民営化が進められた 1990 年代後半には総労働人口の 10%を割り、40,000 人を下回った。ザンビアの GDP の推移と GDP 成長率を図 1、表 1 に示した。

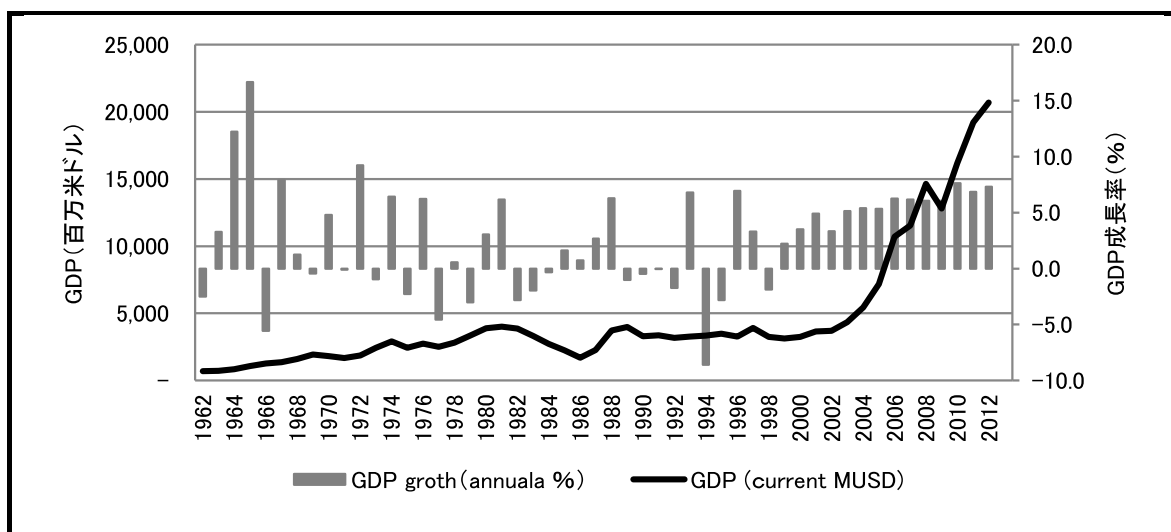


図 1. ザンビアの経済成長率（GDP 成長率）の推移

出典) World Bank, World Development Indicators, <http://data.worldbank.org/country/zambia?view=chart>
アクセス日: 2014 年 6 月 22 日。

²² “The Mineral Industry of the Federation of Rhodesia and Nyasaland”, *Minerals yearbook*, 1963, USGS; “The Mineral Industry of Rhodesia (South Rhodesia), Nyasaland, Zambia and Malawi”, *Minerals yearbook 1964-1965*, USGS; “The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals yearbook 1967-1999*, USGS.

²³ 1980 年代までは、銅産業をはじめとする鉱業が GDP の貢献度が最も高かったが、1990 年代には農業（約 20%）や製造業（約 25%）への貢献度を上げている。

表 1. ザンビアの 10 年ごとの平均経済成長率（平均 GDP 成長率）

年	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010
平均経済成長率	3.7	1.4	1.0	0.7	5.6

出典) World Bank, World Development Indicators, <http://data.worldbank.org/country/zambia?view=chart> アクセス日: 2014 年 6 月 22 日。

第 2 節 ザンビア銅産業の変遷

ザンビア銅産業は、銅資産の国有化と民営化の変遷の中で、国有化前（1960 年代まで）、一部国有化期（1970 年代）、ZCCM 期設立期（1980 年代）、民営化に向けた時期（1990 年代）の 4 つの時期に大別できる。表 2 にザンビア銅産業の変遷を整理した。

（1）国有化前（1960 年代まで）

ザンビアの銅鉱山開発は、19 世紀に英国本国から統治権、軍事権などの特権を与えられて植民地開拓を担っていた英国南アフリカ会社（British South African Company ; BSAC²⁴）が 1890 年に当時ザンビア西部バロツェランド（Barotseland）を支配していたロジ王国（Lozi）の首長レワニカ（Lewanika）からコンセッションを獲得して鉱物資源開発に着手したことに始まる。

1924 年には BSAC の統治権は英国植民地省（British Colonial Office）へ移管され、1930 年頃からムフリラ坑内採掘鉱山、ンチャンガ銅鉱山など後の大鉱山が操業を開始した。第二次世界大戦頃には当該地域と隣接するザイールを合わせた世界的な産銅地帯はカッパーベルト（Copperbelt）と呼ばれた。

1960 年代までには株式の持合いなど複雑な資本関係にあった銅鉱山や製錬所は、英国・南アフリカ系のアングロ・アメリカン社（Anglo American Corporation plc ; AAC）の子会社ローデシア・アングロ・アメリカン社（Rhodesia Anglo American Corporation）と米国系アマックス社（AMAX）の子会社ローン・セレクション・トラスト社（Roan Selection Trust ; RST）の 2 大鉱山企業グループに収斂し、これらがザンビアの銅産業を支配していた。1960 年代後半、銅需要の増加と価格の上昇を受け、両鉱山会社グループの生産量は増加し、各地区で鉱山をはじめとして各生産施設の能力が増強された。

（2）一部国有化期（1970 年代）

1964 年にザンビアが独立した当初、カウンダ初代大統領（Kenneth David Kaunda）は民間企業との協力による産業政策を進めたが、銅依存体質の産業の多角化やザンビア人の経済活動への参加などに成果が上がらなかったことから、銅産業をはじめ産業への政府の関与を強めるようになった。カウンダ大統領は、1968 年 4 月のムルングシ宣言（Mulungushi）によって一部企業の 51% 国有化や外国企業の活動を制限する等の方針を示し、ザンビア銅産業の国有化が動き出し、1968 年 8 月のマテロ宣言（Matero）によって銅鉱山を国が 51%

²⁴ BSAC は、英国本国から統治権、軍事権などの特権を与えられ植民地開拓を担った会社。

保有する方針が示した。

1970 年、政府は、鉱山省 (Ministry of Mines and Mining Development) の政策実施のために 100%政府出資の Mining Industry Development Corporation Limited (Mindeco) を設立し、ザンビアの銅鉱山を支配していた 2 大鉱山企業グループの銅鉱山資産をアングロ・アメリカン社系は NCCM (Nchanga Consolidated Copper Mines Ltd.) に、RST 系は RCM (Roan Consolidated Copper Mines Ltd.) に統合・社名変更して、政府はそれぞれの株式 51%を取得した²⁵。当時の政府は鉱山経営の経験も能力もなかったことから、政府は 2 大鉱山企業グループと銅鉱山の経営・マーケティング契約を結び、実質的な銅鉱山経営は 2 大鉱山企業グループが行った。

その後、政府の鉱山経営への関与は更に強まり、政府は 1974 年 11 月に NCCM と、1975 年 2 月に RCM と、それぞれ経営・マーケティング契約を解消した。これによって、鉱山省が直接 NCCM と RCM の 2 社を管理し、生産物(銅地金)の販売を担う、銅マーケティング会社 Memaco (Metal Marketing Corporation of Zambia) が設立された²⁶。

(3) ZCCM 設立期 (1980 年代)

1980 年代のザンビア経済は銅価格下落から輸出収入や雇用の減少、深刻な財政赤字、多額の対外債務に陥った。1986 年初時点の対外債務 (External debt) は 4,600 百万米ドル、延滞金は 581 百万米ドルであり、IMF やザンビアへの二国間援助を行っている援助国 (債権国) は返済期限の繰延 (reschedule) を受け入れたが、ザンビアは IMF やパリクラブ (Paris Club) への返済は困難と報じられるほどであった²⁷。また、1987 年 1 月、ムソコトワネ首相兼財務大臣²⁸ (Kebby Musokotwane) は予算に関する演説において、ザンビアの対外支払の未払い額 (external payment gap) は 1,000 百万米ドルに達していたことを明らかにしている²⁹。このように当時のザンビア財政は破綻状態であった。

1982 年、政府は銅産業再建を目的に 2 大鉱山企業グループ NCCM と RCM を統合して国有銅鉱山会社 Zambia Consolidated Copper Mines (ZCCM) を設立して直接、銅鉱山経営に関与した。ZCCM の株式構成は、国営企業のザンビア鉱工業会社 (Zimco ; Zambia Industry and Mining Corporation Limited.) が普通株 A を 100%、総株式の 60.3%を保有し、RST International (米系アマックス社の子会社) が B 株の 17.4%と総株式の 6.9%を、ZCI Holdings Ltd. (AAC の子会社 Zambia Copper Investment Ltd の 100%子会社)が B 株の 68.6%と総株式の 27.3%を、その他株主が B 株の 14%と総株式の 5.5%を保有するかたちとなっ

²⁵ *Mindeco Mining Year Book of Zambia 1970*, Mindeco, p.4.

NCCM と RCM の 51%株式は 1974 年 4 月に Mindeco から Zambia Industry and Mining Corporation Limited. (Zimco)に移管され、Mindeco は 1979 年 2 月の Zimco の組織改編により廃止された。

²⁶ *Zambia Mining Yearbook 1974*, Mindeco, p.1.

²⁷ London Financial Times の報道、"What Price the Kwacha", *Mining Journal*, November 14, 1986, pp. 345-346.

²⁸ 首相兼財務大臣 ; Prim Minister and Minister of Finance

²⁹ "Central Africa Zambia", *Mining Annual Review*, Mining Journal 1987, p.406.

た³⁰。ザンビア政府の鉱山経営への直接関与にも関わらず、ZCCM は外貨不足から鉱山操業維持に必要な資機材調達が困難となり、鉱山等の生産設備の生産性は下がり、銅生産量は大幅に減少した。政府は、1986 年に経済再建のための 5 カ年計画を策定したが、成果は上がらずザンビアの銅生産量の減少が続いた。世界銀行は、ザンビアに対する構造調整プログラムを開始、主食メイズ³¹への補助金削減を政府に迫り、カウンダ政権は同補助金を削減したが、同年 12 月にそれに反対する暴動が発生、カウンダ政権は、1987 年 5 月、一方的に構造調整プログラムを放棄し、独自に固定為替相場、物価統制などの経済復興計画を実施したが失敗した。

（４）民営化に向けた時期（1990 年代以降）

1990 年、カウンダ政権は世界銀行/IMF へ再度歩み寄り、メイズの補助金削減を実施した結果、再び暴動が発生し、1991 年選挙で敗北した。続くチルバ大統領 (Frederick Jacob Titus Chiluba) は世界銀行/IMF の方針に沿って、1992 年には民営化法を制定、民営化庁 (ZPA : Zambia Privatization Agency) を設置したが、ZCCM の民営化は難航した。政府は、世界銀行グループの支援を受け、2000 年に ZCCM が保有していた銅鉱山資産の民営化が完了した。

³⁰ “Zambia Consolidated Copper Mines Ltd ZCCM”, *Mining Year Book*, Financial Times, 1983, pp. 421-422.

³¹ トウモロコシの一種で、中南部アフリカ地域の主食である。

表 2. ザンビア銅産業略史

年 月	略 史
1889 年	英国南アフリカ会社 (BSAC) が勅許により設立。
1890 年	BSAC は、Barotseland の酋長 Lewanika から最初のコンセッションを付与。
1895 年	ザンベジ (Zambezi) 川の北部で探査開始。
1899-1900 年	BSAC に、英国勅令により北ローデシア (現ザンビア) の支配権を与えられる。
1900 年	BSAC は、Lewanika コンセッションに基づき、ザンビアにおける鉱物の所有権を主張。
1902 年	ローン・アンテロープとブワナ・ムクブウェ鉱区を設定。
1904 年	Sasare 金鉱山を Petauke 地区に開山。
1906 年	ブローケンヒル (現カブウェ) まで鉄道敷設。
1909 年	カッパーベルトとコンゴ民カタンガ州 (Katanga) 間の鉄道敷設。
1912 年	北ローデシア最初の鉱山法規「Mining Protection」が制定。
1915 年	ブローケンヒル鉱山で、最初の鉛生産。
1922 年	BSAC が、排他的探査権の発給を開始。
1924 年	BSAC が、北ローデシアの統治権を英国植民地省 (British Colonial Office) へ移管。
1928 年	Rhodesian Anglo-American と Rhodesian Selection Trust 設立。
1929 年	ムフリラ坑内探掘鉱山開発開始
1931 年	ローン・アンテロープ鉱山、ンカナ鉱山が生産開始。
1933 年	ムフリラ坑内探掘鉱山再開・生産開始
1936 年	ンチャンガ鉱山再開・生産開始
1953 年	英国領ローデシア・ニヤサランド連邦 (Federation of Rhodesia and Nyasaland) 設立。
1956 年頃	世界第 2 位の銅生産国となる (第 1 位は米国)、銅輸出額は輸出額の 90% を占める。
1957 年	チブルマ鉱山生産開始
1963 年	英国領ローデシア・ニヤサランド連邦解散
1964 年 10 月	ザンビア独立。カタンガ (Kenneth Kaunda) 大統領就任。鉱業権が BSAC からザンビア政府へ移管。
1965 年	チャンビシ鉱山生産開始。南ローデシアが一方向的に独立宣言。
1966 年	銅輸出国機構 (Council of Copper Exporting Countries; CIPEC)。銅生産者価格廃止。
1968 年 4 月	ムルングシ宣言；一部企業の 51% 国有化、外国企業への各種制限等
1968 年 12 月	総選挙；統一民族独立党 (UNIP; United National Independence Party) が与党となる
1969 年 6 月	ザンビア政府は憲法を改正し、RCM、NCCM の 51% 権益を取得。
1969 年 8 月	マテロ宣言；銅鉱山の 51% 国有化
1970 年 1 月	新鉱業法 (Mines and Minerals Act) 施行
1970 年 9 月	ムフリラ坑内探掘鉱山で落盤事故 (89 名死亡、生産障害推定 20 万 t; 1970-72 年)。
1973 年	ローデシア (ジンバブエ) とザンビアの国境封鎖。
1975 年	ザンビア・タンザニア (タンザン; Tanzan) 鉄道完成
1982 年	RCM と NCCM を統合して Zambia Consolidated Copper Mines; ZCCM を設立。
1984 年	銅価格下落、ザンビア経済状況悪化、対外債務が増加。
1985 年 10 月	外貨入札制度導入、構造調整政策本格化、ルサカ暴動。
1986 年 12 月	カッパーベルト暴動 (メイズ値上げ発表が原因、後に政府は値上げを撤回)
1987 年 5 月	UNIP 政権は IMF・世銀の構造調整プログラムから離脱。
1990 年	第三共和制 (複数政党制移行)
1991 年 8 月	新憲法公布。
1991 年 10 月	チルバ (Frederick Chiluba) 大統領就任 (第 2 代大統領、MMD 党)
1995 年	鉱業法 (Mining and Minerals Act) 改正
1996 年	銅鉱山の民営化開始。
2000 年	ZCCM 民営化
2002 年	アングロ・アメリカン社がザンビアの銅鉱山事業から撤退。

出典) 外務省 HP <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/zambia/data.html#01>、アクセス日: 2015/1/29、
石曾根 (2012)、pp. 147-148、D. Limpitaw (2011)、pp. 737-739 を基に作成。

第3節 ZCCMの主要生産拠点の事業概要

ZCCMの主要生産拠点の各生産施設の概要を述べる前に、まずは、銅産業の生産過程について概説する。銅産業では、採掘（mining）、選鉱（ore processing）、製錬（smelting）及び精錬（refining）の工程を経て銅鉱石（copper ore）から最終生成物である銅金属（銅地金）を生産する。また、1970年代からはこうした従来からの生産プロセスに加え、低品位酸化鉱石を硫酸で溶解して直接銅地金を回収する浸出法（Leaching）が普及した。

採掘とは、鉱山から鉱石を掘り出す工程であり、銅鉱石中の銅含有量（鉱石品位）は0.5～3%、採掘方法には露天採掘（open pit mining）と坑内採掘（underground mining）³²がある。

選鉱とは、鉱石中の有用鉱物と非有用鉱物を分離する工程であり、銅やコバルトを含む有用鉱物を分離濃集したものが精鉱（Concentrate）で銅含有量は30～40%、選鉱を行う場所が選鉱所（Smelter）である。

製錬及び精錬は、精鉱を熔鉱炉で高温熔解して硫黄分を除去して銅純度90%以上の粗銅（ブリストア；brister copper 或いは銅アノード（copper anode）を得る熔鉱工程と、電解精製（electrowining）によって不純物を除去して高純度（一般には銅純度99.99%以上）の最終生産物（finished copper）の銅カソード（Copper cathode）或い電気銅（electrolitic copper）を製造する精錬工程からなる。それぞれの工程は製錬所（smelter）と精錬所（refinery）で行われる。なお、副産物のコバルトは選鉱から精錬工程の間で回収される。

浸出法には幾つかの方法があるが、1970年代から普及し今日も多く鉱山で操業しているものに溶媒抽出電解採取法（Solvent Extraction Electrowining；SX-EW法或いはLiquid Ionic Exchange process）方法がある。この方法は、従来の銅生産プロセスでは処理（選鉱）できなかった低品位酸化鉱石（低品位尾鉱）から硫酸を用いて鉱石中の銅を溶かし出し（溶出）、その銅溶液（硫酸銅溶液）中の銅を電解採取法によって直接銅地金（銅純度99%以上）として回収するものである。採掘した鉱石を処理するため選鉱工程に分類することもあるが、生産物は純度の高い銅地金であることから製錬工程の一部に分類することも可能である。本稿では浸出工程として選鉱及び製錬・精錬工程とは分けて記述した。

本稿では、ZCCMの主要生産拠点の個々の状況について産銅企業の生産工程である「採掘－選鉱－製錬・精錬、浸出、コバルト等の副産物回収」に沿って記述した。

ZCCMには、ンチャンガ/チンゴラ地区（Nchanga/Chingola Division）³³、コンコラ地区（Konkola Division）、ロカナ/ンカナ地区（Rhokana/Nkana Division）³⁴、ムフリラ地区（Mufulira Division）、ルアンシャ地区（Luanshya Division）、チャンビン/チブルマ地区

³² 露天採掘は地表から地下浅所までを採掘する。坑内採掘は地下にトンネル（坑道）を掘って採掘する。

³³ ンチャンガ/チンゴラ地区（Nchanga/Chingola Division）は、ZCCM設立以前の1981年までの資料ではチンゴラ地区と記載されているが、1982年以降はンチャンガ地区と記載されるようになっている。

³⁴ ロカナ/ンカナ地区（Rhokana/Nkana Division）は、ZCCM設立以前の1981年までの資料ではロカナ地区と記載されているが、1982年以降はンカナ地区と記載されるようになっている。

(Chambishi/Chibuluma Division)、ンドラ精錬所地区 (Ndola refineries Division) の銅主要生産地区があった。1982 年の ZCCM 設立以前は、ンチャンガ/チンゴラ、コンコラ、ロカナ/ンカナの各地区は南アフリカ系鉱山会社アングロ・アメリカン社系の子会社 NCCM によって、ムフリラ、ルアンシャ、チャンビシ/チブルマ、ンドラの各地区は米国鉱山会社アマックス社系の子会社 RST によって操業されていた。

各生産拠点は、2 大鉱山企業グループ毎に他の地区も含めて、鉱山から、選鉱所、製錬所、精錬所まで垂直統合されており、鉱石は、精鉱、粗銅（ブリストア）を経て、最終生産物の電気銅或いは銅カソードまでを生産する体制を構築していた。各生産拠点の諸施設は時期によって多少の違いはあるものの概ね次の通りであった。ZCCM の主要銅生産拠点を図 2 にその変遷を表 3 に整理した。

（１）ンチャンガ/チンゴラ地区

同地区のチンゴラ坑内採掘鉱山 (Chingola underground mine) は、1939 年に開発され、1955 年からはンチャンガ露天採掘鉱山 (Nchanga open pit mine) が操業を開始した³⁵。1960 年頃はチリのチュキカマタ銅鉱山 (Chuquicamata) に次ぐ世界第 2 位の規模を誇る鉱山であり、NCCM 最大で、埋蔵量（鉱石量）は 237.1 百万 t、銅品位は 3.69%（1972 年 12 月 31 日時点）³⁶の大規模高品位鉱山であった。高品位硫化鉱は選鉱所で硫化精鉱にされた後、同社のロカナ製錬所で処理された。1972 年からは低品位尾鉱の浸出処理を開始し、1974 年からは低品位尾鉱を浸出処理によって生成された銅溶液を溶媒抽出法によって濃縮する工程が稼働を始めた。

主要施設には、ンチャンガ露天採掘鉱山、チンゴラ露天採掘鉱山及び坑内採掘鉱山、チンゴラ選鉱所 (Chingola Concentrator) 及び選鉱施設の一部で鉱石を粉砕する西ミル (West Mill) と東ミル (East Mill)、高品位浸出プラント (High-Grade Leach Plant)、低品位尾鉱浸出プラント (TLP: Tailing Leach Plant) があった。高品位浸出プラントでは、酸化鉱と硫化鉱の双方を受け入れ、酸化鉱は直接硫酸で溶解して電解採取工程で銅地金を回収し、硫酸では溶解できない低品位硫化鉱（通常の選鉱では経済的に回収できない品位の鉱石）は焙焼工程を経て硫酸に溶解する銅硫酸塩鉱物に変換の後、硫酸で溶解して電解採取により銅地金として回収されていた。低品位尾鉱浸出プラントでは、選鉱所から精鉱を製造したあとに残る硫酸に溶解する低品位鉱石（これを尾鉱と言う）を処理していた。尾鉱は当時操業中の選鉱所と過去に選鉱所で処理されて鉱山や選鉱所付近の堆積場に廃棄されていた尾鉱の 2 種類が処理されていた³⁷。

³⁵ ンチャンガ露天採掘鉱山の前にチンゴラ露天採掘鉱山が採掘を行っていた。また、ンチャンガ露天採掘鉱山操業開始後も中小の露天採掘鉱山が開発されて、1970 年代には 5 つの露天採掘鉱山が採掘を行っていた。

³⁶ *Mining Year book of Zambia 1972*, Mindeco, p.5.

³⁷ “Zambia”, *Engineering and Mining Journal*, November 1979, p155.

（２）ロカナ／ンカナ地区

同地区のロカナ銅鉱床（Rokana copper deposit）³⁸は、1899 年に発見されたが、本格的に坑内採掘及び露天採掘により開発されたのは 1932 年からであった。また、ブワナ・ムクブワ銅鉱山（Bwana Mkubwa copper mine）は 1913 年から生産を開始したが、生産と中断を繰り返していた。ロカナ銅鉱山の銅とコバルトは主に坑内採掘鉱山からの硫化銅鉱と露天採掘鉱山の酸化銅鉱から生産された。同地区の埋蔵量は 123.2 百万 t、銅品位 2.52%（1972 年 12 月 31 日時点）であった。酸化銅鉱は硫化銅鉱の上部に分布しており、1973 年に酸化銅鉱用の選鉱所が操業を開始した³⁹。

主要施設には、ロカナ坑内採掘鉱山（ミンドラ立坑；Mindola shaft、中央立坑 2 本；Central shaft No.1, No.2、南立坑；South shaft）、ロカナ硫化鉱選鉱所（Rokana sulfide concentrator）、ロカナ酸化鉱選鉱所（Rokana oxide concentrator）、製錬所（Rokana smelter）、コバルト回収プラント（Rokana cobalt recovery plant）があり、ロカナ製・精錬所はアングロ・アメリカン社系鉱山の銅鉱山のすべての鉱石を製・精錬するザンビア最大のものであった。

（３）コンコラ地区

同地区のコンコラ坑内採掘鉱山（Konkola underground mine）は、1957 年に生産を開始した。当初から約 350 百万リットル/日を超える坑内水の排水が課題となっていた。鉱石は硫化銅鉱と酸化銅鉱の双方を採掘していた。埋蔵量は 124.9 百万 t、銅品位 3.56%（1972 年 12 月 31 日時点）であった。当初採掘量が選鉱能力を上回っており、鉱石の一部はンチャンガ/チンゴラ地区で浸出されるかロカナ製錬所で処理されていた。カンサンシ露天採掘鉱山（Kansanshi open pit mine）の開発は同地区が担当した。

主要施設には、コンコラ坑内採掘鉱山（No.1～No.3 立坑；shaft No.1～No.3）、選鉱所（Konkola concentrator）、カンサンシ露天採掘鉱山、開発準備中のものにコンコラ深部鉱床（Konkola Deep deposit）があった。

（４）ムフリラ地区

同地区では、1923 年に鉱床が発見され、1933 年にムフリラ坑内採掘鉱山（Mufulira underground mine）が開発されて、1960 年代には RST 最大の銅鉱山、かつ、世界最大級の坑内採掘鉱山となった⁴⁰。1970 年 9 月に地表陥没から泥流が坑内に流入する事故が発生して一時生産を休止したが、翌年には採掘を再開している。ムフリラ地区の全鉱山の埋蔵量は

³⁸ 銅鉱床（copper deposit）とは、銅が銅鉱石（銅鉱物が石のような形で濃集したものが銅鉱石）として地下で異常濃集した場所のこと、銅鉱床のうち経済的に銅鉱石を採掘できる採掘対象となる部分を鉱体と呼ぶ。

³⁹ *Mining Year book of Zambia 1972*, Mindeco, p.6.

⁴⁰ *Mining Year book of Zambia 1978*, Mindeco, p.8.

133.5 百万 t、銅品位は 3.15%であった（1972 年 6 月 30 日時点）であった⁴¹。

主要施設には、ムフリラ坑内採掘鉱山、選鉱所 (Mufulira concentrator)、製錬所 (Mufulira smelter)、精錬所 (Mufulira refinery) があり、同地区の鉱石のほか RST の他地区から供給された精鉱及び粗銅を製・精錬して最終製品である精錬銅 (refined copper) を生産していた。

（５）ルアンシャ地区

同地区のルアンシャ坑内採掘鉱山 (Luanshya underground mine) は、かつてはローン・アンテロープ鉱山 (Roan Antelope mine) と呼ばれ、1970 年当時のカッパーベルトで最古の銅鉱山であった。鉱床発見は 1902 年、鉱山開発が開始されたのは 1927 年、最初の鉱石が生産されたのは 1931 年であった。地質鉱床の構造に多様性があったため、様々な採掘法が用いられた。1970 年当時で採掘深度は 1,219m に達しており、カッパーベルトで最も採掘深度の深い坑内採掘鉱山であった。1971 年にはバルバ坑内採掘鉱山 (Baluba underground mine) が同地区に加わり、1973 年から生産を開始した⁴²。ルアンシャ地区の埋蔵量は 128.5 百万 t、銅品位は 2.65%、そのうち 62 百万 t はバルバ坑内採掘鉱山分であり、コバルト品位は 0.17%であった（1972 年 6 月 30 日時点）⁴³。

主要施設には、ルアンシャ坑内採掘鉱山（立坑 No. 14、No. 18、No. 28 等）、バルバ坑内採掘鉱山、ルアンシャ選鉱所 (Luanshya concentrator)、バルバ選鉱所 (Baluba concentrator)、ルアンシャ製錬所 (Luanshya smelter) があり、同地区では鉱石採掘から熔錬 (smelting) までを行い、粗銅を同社のムフリラ精錬所及びンドラ精錬所で精錬銅 (refined copper) まで処理された。

（６）チャンビシ/チブルマ地区

同地区のチブルマ銅鉱床は 1939 年にカッパーベルトで最初に科学的な探鉱ボーリングにより発見され、1956 年に坑内採掘による生産を開始した。第二鉱体のチブルマ西銅鉱山 (Chibuluma West mine) は 1963 年に生産を開始している。同鉱山の埋蔵量は 5.35 百万 t、銅品位 4.84%、コバルト品位 0.20%であった（1972 年 6 月 30 日時点）。同地区の硫化精鉱は RST の各製錬所にて処理され、コバルトを含む銅鉱石はチャンビシ・コバルト回収プラント (Chambishi cobalt recovery plant) おいてコバルト水酸化物⁴⁴に処理された⁴⁵。

チャンビシ銅鉱床 (Chambishi copper deposit) は 1902 年には鉱区⁴⁶が取得されていた

⁴¹ *Mining Year book of Zambia 1972*, Mindeco, p. 7.

⁴² *Mining Year book of Zambia 1975*, Mindeco, p. 6.

Mining Year book of Zambia 1970, Mindeco, p. 8.

⁴³ *Mining Year book of Zambia 1972*, Mindeco, pp. 6-7.

⁴⁴ コバルト鉱石からコバルト地金を製造する際の間生成物。

⁴⁵ *Mining Year book of Zambia 1972*, Mindeco, p. 7.

⁴⁶ 鉱区は、鉱石を排他的に採掘することを許された範囲を定めた区画。鉱区を取得することは排他的な権利である採掘権を取得することと同義。

が、不景気のため鉱山開発が開始されたのは 1927 年になってからであった。1931 年には生産を休止していたが、1963 年に露天採掘鉱山の開発が開始され、1965 年に鉱石生産を開始した。同鉱山では銅のほかにコバルトを含む銅鉱石を生産した。埋蔵量は 41.5 百万 t、銅品位 2.89%であった（1975 年 6 月 30 日時点）。高品位銅精鉱はルアンシャ製錬所で処理され、低品位鉱石は焙焼浸出電解プラントで銅カソードに加工された。また、チブルマとバルバ鉱山のコバルトを含む鉱石はチャンビシ・コバルト回収プラントでコバルト水酸化物として回収された⁴⁷。

主要施設には、チャンビシ露天採掘鉱山及び坑内採掘鉱山（立坑 No. 3 等；shaft No. 3）、チブルマ及びチブルマ西坑内採掘鉱山、チャンビシ選鉱所（Chamabishi concentrator）、チブルマ選鉱所（Chibuluma concentrator）、チャンビシ・コバルト回収プラントがあった。

（7）ンドラ精錬所

ンドラ精錬所（Ndola refinery）は、1954 年にローン・アンテロープ銅会社（Roan Antelope Copper Mines；RACM）ほかの出資により建設、1958 年に電気銅の生産を開始した。RACM 社は 1961 年に RST と合併し、同精錬所は RST の各銅鉱山で生産された精鉱及び粗銅から銅地金を製造した。また、同精錬所はチブルマ/チャンビシ地区からのコバルトも処理していた。

⁴⁷ *Mining Year book of Zambia 1976*, Mindeco, p. 8.

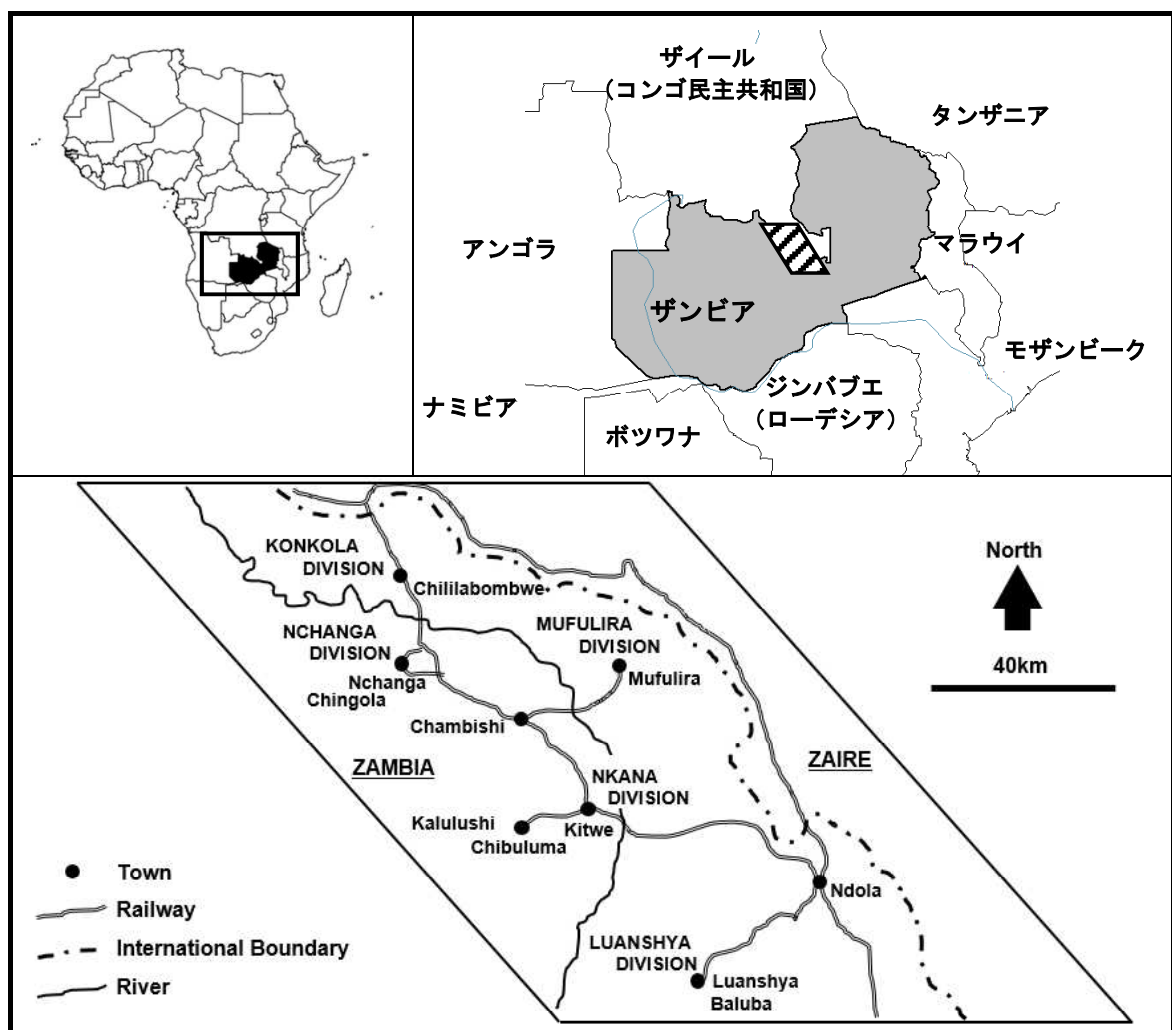


図 2. ザンビア銅鉱山等位置図

出典) Mining Journal(1992), "ZCCM The Way Forward", *Advertisement Supplement to Mining Journal*, London, October 9, 1992. Volume 319, No. 8194, p.3.ほかを基に作成。

表 3. ザンビア銅産業の変遷

企業グループ・鉱山会社	鉱山・製錬所等
【国有化前（1960年代まで）】 Anglo American Group	
Nchanga Consolidated Copper Mines Ltd.	ンチャンガ鉱山、チンゴラ鉱山
Rhokana Corp. Ltd.	ンカナ鉱山、ミンドラ鉱山
Rhokana Refineries Ltd.	ロカナ精錬所
Bancroft Mines Ltd.	バンクロフト鉱山
Zambia Broken Hill Development Co. Ltd.	ブロークンヒル亜鉛・鉛鉱山
RST: Roan Selection Trust Ltd.	
Luanshya Division (Roan Antelope Mine)	ルアンシャ鉱山、製錬所
Ndola Copper Refineries	ンドラ精錬所
Mufulira Copper Mines Ltd.	ムフリラ鉱山
Chibuluma Mines Ltd.	チブルマ鉱山
Chambishi Mines Ltd.	チャンビシ鉱山
【一部国有化期（1970年代）】 ZIMCO	
NCCM: Nchanga Consolidated Copper Mines Ltd	ンチャンガ鉱山、ンカナ鉱山、 コンコラ（バンクロフト）鉱山、 カブウェ（ブロークンヒル）亜鉛・鉛鉱山、
RCM: Roan Consolidated Copper Mines	ムフリラ坑内採掘鉱山、ルアンシャ鉱山、 チブルマ鉱山、チャンビシ鉱山、
【ZCCM 期前半（1980年代頃）】 ZCCM	ンチャンガ地区、ムフリラ地区、ルアンシャ地区、 ンカナ地区、コンコラ地区、カルルーシア （Kalulushi 地区）、（チブルマ鉱山、チャンビシ）、 カブウェ地区
【民営化直後（1990年代）】	
Konkola Copper Mines plc.	ンチャンガ露天採掘鉱山、チンゴラ露天採掘鉱山、 ンチャンガ坑内採掘鉱山、チンゴラ選鉱所、 低品位浸出プラント、コンコラ坑内採掘鉱山、 コンコラ深部鉱山、ンカナ製錬所、精錬所
Mopani Copper Mines plc.	ムフリラ坑内採掘鉱山、選鉱所、製錬所、精錬所
Anglovaal Minerals Ltd.	コンコラ北部探鉱開発プロジェクト
Chambishi Metals plc.	チャンビシ・コバルト工場、ンカナ・スラグ堆積場、 尾鉱再処理工場
First Quantum Minerals Ltd.	ブワナ・ムクブウェ鉱山 SX-EW プラント
Chibuluma Mines plc.	チブルマ西鉱山、 チブルマ南鉱山開発
Roan Antelope Mining Corp.	ルアンシャ坑内採掘鉱山、選鉱所、 バルバ坑内採掘鉱山、選鉱所、 ルアンシャ製錬所（閉鎖）他
NFC Africa Mining plc.	チブルマ鉱山（1987年閉鎖）
Cyprus Amax Kansanshi plc.	カンサンシ鉱山（閉鎖中）、探鉱プロジェクト
Lumwana Joint Venture	ルムワナ鉱床探鉱
Qasim Mining Enterprises Ltd.	カブウェ・コバルト工場（1998年閉鎖）

出典）各種資料を基に作成。

第4節 小括 ―ZCCMの事業における諸課題の整理―

(1) 国有化前(1960年代まで)の諸課題

1900年代初頭から操業していた生産拠点は、鉱山自体に採掘現場の深部化と岩盤等の採掘条件の悪化、品位の低下などの技術的な課題を抱えていたが1960年代頃までは生産に著しい障害を与えるには至っていなかった。

1964年の独立後以降、先行き不透明感からの白人技術者の流出や現地化政策による技術・管理を担う人材が不足した。また、現地雇用者の待遇改善等による賃金の上昇が課題となった。

(2) 一部国有化期(1970年代)の諸課題

1970年代には、技術的には各生産拠点で導入した新規設備の立上げが上手くいかず設備稼働率が上がらない状況が発生した。石油危機による燃料費等のコストの上昇と銅価格の下落、ローデシア国境の封鎖やアンゴラ内線など近隣国の紛争による輸送障害、それらによって生産した銅地金の輸出遅れが発生したばかりか、生産に必要な資機材の輸入が滞り、その結果としての銅生産量・輸出量の減少が深刻になった。

(3) ZCCM設立期(1980年代)以降の諸課題

1980年代には、1970年代の諸問題に加え、銅輸出量の低迷から輸出収入が減少し、外貨不足に陥り、外貨支払いの遅延により銅生産等に必要な資機材の輸入が滞る事態も生じ、収入不足を借入で補填したことにより累積債務も増加した。また、世界銀行/IMFの支援条件である現地通貨切り下げが繰り返された結果、現地通貨建ての輸出収入は増加したが、輸入品の価格は高騰したため国内ではインフレが進んで現地通貨建ての生産コストを押し上げ、外貨建ての対外債務は増加する悪循環に陥った。

ザンビア銅産業が低迷した原因には、鉱山自体に関する内的要因と鉱山や鉱山会社ではコントロールできない外的要因があつて、1980年代はそれらが互いに関連して鉱山操業に影響を与え、鉱山会社の経営をより困難なものにしていたと考えられる。その傾向は1970年代以降より深刻になっていた。

第2章 ザンビア銅産業と主要産銅国等との比較

本章では、ザンビア銅産業と ZCCM の抱える課題や外的問題をより鮮明に把握するために主要産銅国とその国有鉱山会社及び北米主要産銅企業の当時の状況と ZCCM とを比較した。

主要産銅国として、チリとザイール及びその国営企業のコデルコ (Codelco ; Corporacion National de Chile) とジェカミンズ (Gecamines ; Generale Congolaise des Minerals) を対象とした。また、1970 年代から 1990 年代にかけて銅産業界で中心的な存在であった北米主要産銅企業のアナコンダ社 (Anaconda Copper Mining Company)、ケネコット社 (Kennecott Copper Corporation) とフェルプスドッジ社 (Phelps Dodge Corporation) の 3 社を対象とした。

第1節 チリと国営企業コデルコ

(1) チリ銅産業の概観

1) 米国系企業による支配

1900 年初頭、北米産銅企業は国内の銅鉱山開発の限界を感じ新たな可能性のある南米等に進出していた。北米産銅企業のケネコット社とアナコンダ社もチリの 1910 年頃から、ケネコット社はブラーデン銅山会社 (Braden Copper Co.) を、アナコンダ社はアンデス銅鉱業会社 (Andes Coper Mining Co.) とチリ探鉱会社 (Chile Exploration Co.) を通じて、エルテニエンテ鉱山 (El Teniente)、チュキカマタ (Chuquibambilla) 等の大鉱山を開発・操業し、米国市場への供給体制の強化を図るとともに、余剰分は西欧市場へ輸出するに至っていた。この米国系 2 社によるチリ銅鉱山の支配は、1971 年にアジェンデ (Salvador Isabelino del Sagrado Corazón de Jesús Allende Gossens) 政権下で両社の保有していた主要鉱山の完全国有化が断行されるまで続いた。

2) 国有化 (1960 年代から 1970 年代半ば)

1920 年代にケネコット社がエルテニエンテ鉱山で増産体制に入るところから、チリ各地で銅は自国のものであるとの動きが始まり、チリの歴代大統領は銅からの収入を確保しようとする努力を続けた⁴⁸。その動きは戦後も続き、チリ政府は 1952 年に米国の間と協定を結び、チリの銅生産者価格を 6c/lb 値上げし、値上げ分の半分をチリ政府に納めること、年間銅 20 万 t をチリ政府が買い上げて独自に販売すること等が定めた。しかし、チリ政府は銅 20 万 t を販売することができず、売れ残った 10 万 t を米国が備蓄物資として受入れた。これによってチリ政府は銅のマーケティングの重要性を痛感することになった。チリ政府は 1955 年には大鉱山に対して 50% の所得税と 25% の超過利潤税⁴⁹を導入した。また、銅産業を監督する機関として銅局 (Departamento del Cobre) を産業開発公社 COREFO

⁴⁸ 第二次世界大戦開戦直後にチリ政府が米国に対して 11.7c/lb の銅価格を定めたなど。

⁴⁹ 超過利潤税は、生産増加につれて減額するスライド方式により、生産が基準値を 1% 超えるごとに 1/8% 減額し、生産が 50% 以上増加した場合はその超えた分については課税しない。『鉱山』1966 年 1 月号、pp. 2-3。

(Corporacion de Fomento de Produccion) 内に設置した。これが後のチリ国有鉱山会社コデルコ (Codelco) になった。

1960 年になると国有化に向けた動きは加速し⁵⁰、1964 年に就任したフレイ大統領 (Eduardo Frei Montalva) は、銅産業に国家が直接的に参画することで経済発展を図ろうとする「チリ化政策」(Chilenizacion del cobre) を推進し、1965 年には、銅局は銅公社 (Corporacion del Cobre) に改組され、1966 年には法令第 16425 号によって、産業開発公社 COREFO の一部局であった銅局は銅公社 (Corporacion del Cobre) に改組された⁵¹。

ケネコット社は、このようなチリ政府の銅産業への干渉に対して、1967 年にエルテニエンテ銅山の株式 51% をチリ政府に売却したが⁵²、残る 49% も 1971 年に接收されている。チリ政府は鉱山資産の接收はケネコット社が 1955 年以降に得ていた「超過利潤」に対するもので、簿価を上回った部分の「超過利潤」の政府による接收に対する補償はしないと明言した⁵³。これは後にケネコット社とチリ政府との間で訴訟に発展したが、1974 年に軍事クーデターで誕生したピノチェト政権 (Augusto José Ramón Pinochet Ugarte) とケネコット社の間で補償問題は妥結している⁵⁴。

⁵⁰ 1960 年 5 月のチリ地震後の復興財源の確保のために、チリ政府は鉱山会社に対して 5 年間無利子の借款を課し、特に米国系大鉱山に対しては 5~8% の増税を課した。その結果、チュキカマタ鉱山では 60%、エルテニエンテ鉱山では 80% 以上の税率に及んだ。

鉱業協会調査部金属課、「激動する国際銅市況の問題点とその対策」、『鉱山』、1966 年 1 月号、pp. 2-3。

⁵¹ 神谷夏実 (2012)、「チリ銅公社 (CODELCO) を中心としたチリ銅産業国有化の歴史と企業統治」、JOGMEC カレントトピックス 2012 年 18 号。

⁵² ケネコット社は、チリ政府に好意的に対応し、同社からエルテニエンテ鉱山を開発するブレイドン社の 51% 売却を提案し、チリ政府 51%、ケネコット社 49% の合弁会社エルテニエンテ鉱業会社 (Sociedad Minera El Teniente, S.A.) を設立し、向う 10 年間の経営を約束し、銅生産倍増に必要な資金 2 億 3,000 万米ドルを投資した。投資額 2 億 3,000 万米ドルのうち 1 億 1,000 万米ドルは米国輸出入銀行からの借款であったが、ケネコット社はこれをチリ政府に保証させ、残りをケネコット社がチリ政府から受取る Braden 社の 51% 売却分約 9,000 万米ドルと銅公社からの資金をあて、ケネコット社は新たな資金をチリに持ち込むことなく調達した。アナコンダ社は同時期 1 億 4,000 万米ドルを投資したが、うち 8,400 万米ドルは新規持込みによるものであった。梅野 (1992)、pp. 121-122。

⁵³ 「鉱物資源における寡占の実態を探る (2)」、『国際資源』、国際資源問題研究会、1977 年 1 月号、p. 76。アジェンデ政権は、当初、国有化した資産について簿価による保証を行うと表明したが、チュキカマタ、エルテニエンテ、サルバドルについては過去 15 年間 (1955-1970 年) のチリ国内での利潤が膨大であったことから、補償額から超過利潤分として 7 億 7,400 万米ドルを控除した。この控除額はチリ政府が算定した Kenecott 社、Anaconda 社への補償額を上回ったことから、両社は補償を受けるどころかチリ政府に対して超過利潤にかかる債務を負うことになった。両社は超過利潤算定に関してチリ特別法廷に訴えを起こすも退けられ、無補償完全国有化を被ることになった。梅野 (1992)、p. 125。

⁵⁴ ケネコット社は、エルテニエンテ鉱山の輸出銅の差し押え請求訴訟をパリで提起し、Le Harve 社に対して、エルテニエンテ鉱山産の銅の代金のコデルコへの支払いを差し止める裁判所の命令が出された。それにより、チリの銅は倉庫に放置されることとなり、チリの銅は Le Harve 社からロッテルダムへ向かったが、オランダの地方裁判所も Kenecott 社の要請に応じて、チリ産銅の輸入差押え命令を出した。アジェンデ大統領は、1972 年 11 月に旧ソ連・東欧からの借款を取付けて、1973 年 4 月までの支払いに充てる外貨準備を維持したが、それ以降の用途は立たず、米国に対して 8 億 6,400 万米ドルの債務を抱えた。1973 年 9 月のクーデターにより誕生したピノチェト政権は、経済発展開放体制への移行を目指し、経済活動の新興には外国民間資本、技術導入が不可欠との認識に基づき、1974 年 7 月に「外資法」を制定し

アナコンダ社は、チリ政府の国有化には協力的ではなかったが、1970 年 1 月にチリ政府との間で、同社子会社のアンデス銅鉱業会社とチリ探鉱会社の全資産と全負債をチリ政府が新たに設立したサルバドル銅業会社（Compania del Cobre Salvador, S.A.）とチュキカマタ銅業会社（Compania del Cobre Chuquicamata, S.A.）に譲渡することとし、チリ政府はそれぞれの会社の株式 51%を買取り、残りの 49%は 1973 年から 1983 年の間に買取るオプションを得るという内容の契約に合意した。

チリ銅鉱山の国有化によって、チュキカマタ、サルバドル、エルテニエンテなどの大鉱山では米国人技術者が引き上げたため経営上の諸問題への対応や設備・部品の補充にも困難をきたし、生産量は減少した⁵⁵。1976 年、ピノチェト政権は、コデルコ（Corporacion Nacional de Chile ; Codelco）を設立し、銅公社（Corporacion del Cobre）が管理していた大銅鉱山のチュキカマタ、エキゾチカ（Exotica）、サルバドル、アンディナ（Andina）、エルテニエンテ銅山の操業をコデルコに移管し、これら鉱山の操業、マーケティング、調達等の事業を行わせた。

3）民営化への動き（1980 年代以降）

チリの銅産業の民営化は、1974 年の新鉱業法の制定によって、それまで禁止されていた民間企業の所有・探査・開発に関する権利を国内外の民間企業に認め、利益や資本送金の制限を撤廃するなどの外資を含む民間への銅産業への参入自由化として実施された。しかし、ピノチェト軍事政権下にあった 1980 年代は外資民間企業による投資は進まず、同国への鉱山投資が活発化したのは 1990 年以降であった。

1980 年代を通じて、コデルコは既存鉱山の生産の維持のための投資を行ったものの、鉱石品位低下や新規鉱床開発のための大型投資が制限されたこともあり、コデルコの国内銅生産に占める割合は徐々に低下した。コデルコの経営立直しと関連して、チリの銅産業の民営化（民間開放）は更に進み、1992 年には、法律第 19137 号（Law of Joint Ventures with third Parties）が公布されて、コデルコ保有鉱区における国内外の民間企業との共同探鉱開発や ENAMI（チリ鉱業公社）への中小規模鉱床の譲渡が可能となった。1994 年には、コデルコ初の外国企業との銅鉱山開発合弁事業であるエルアブラ鉱山（El Abra）の操業を開始した（サイプラス・アマックス社 ; Cyprus Amax Minerals Company 51%、コデルコ 49%）。表 4 にチリ銅産業略史を示した。

た。また、産銅企業国有化の補償問題も解決し、対米関係の改善を図った。金属鉱業事業団（1983）、『昭和 58 年度 開発環境解析委員会報告書 ―アンデス諸侯の資源開発環境―』、pp. 69-71.

⁵⁵ チリ全体では、Exotica や Rio Blanco などの鉱山が生産を開始したので 1971 年の銅生産は、全般的には 5.7%増加したが、Chuquicamata、El Salvador、El Teniente は大きく減産したため、1972 年 5 月に不可抗力宣言を宣言した。金属鉱業事業団（1983）、p. 68.

表 4. チリ銅産業略史

時期	国有化・Codelco 設立等の経緯
1810 年	チリ独立、銅生産量 約 19,000 t/年
1820 年-1900 年	銅生産量 200 万 t を越える
1897 年	銅生産量は 21,000t/年まで減少。
20 世紀初頭	低品位銅鉱石開発の開発技術を持つ国際的な鉱山会社がチリ銅産業に参入
1904 年	米系企業 Braden Copper Co. 社（後の Kenecott Corporation）がエルテニエンテの開発に着手
1910 年	Chile Exploration Company 社（米系企業 New York Guggenheim の現地法人）がチュキカマタ鉱山の開発に着手
1923 年	Chile Exploration Company 社が米系企業 Anaconda Copper Company 社に売却。 Anaconda Copper Company がサルバドル鉱山の操業開始。
1951 年	チリ政府が銅生産の 20%を得ることを定めたワシントン合締結。
1955 年	法律第 11828 号（新処理法）による銅の生産・販売・計画管理のために銅局 (Departement de Cobre) を設立。外国企業の銅価格決定の独占体制に終止符。
1964 年	フレイ政権成立、政府による銅産業への直接介入が図られる。
1965 年	銅局は銅会社 (Corporacion del Cobre) へ改組。
1966 年	法律第 16452 号成立、チリ政府が権益 51%を保有する外資との共同企業体による銅生産を行う銅の「チリ化 (Chilenization)」開始。
1970 年 1 月	チリ政府は、外資系企業と合併協定を締結、同国 4 大銅鉱山のうち、エルテニエンテ、チュキカマタ、サルバドルの権益 51%、Andina の権益 30%を確保。
1970 年 9 月	Allende 政権誕生、社会主義経済を目指した改革を実施、憲法改正による天然資源の恒久的な主権を主張。
1971 年	法律第 17540 号（鉱業法）成立、大規模銅鉱山の国有化が承認される。
1973 年	軍事クーデターによりピノチェト政権誕生、補償問題に解決と、Corporacion del Cobre（銅公社）と Sociedades Colectivas del Estado の整理統合を図った。
1974 年	国有化に係る賠償問題解決（チリ政府による北米企業への賠償が確定）
1976 年 4 月 1 日	政令第 1349 号および 1350 号によ、国营鉱山会社 Codelco 設立。
1992 年 5 月	法律第 19137 号（Law of Joint Ventures with third Parties）公布、コデルコ保有鉱区での民間企業との共同探鉱開発、ENAMI（チリ鉱業公社）への中小規模鉱床の譲渡が可能となった。
1994 年	Codelco 初の外国企業との銅鉱山開発合併事業としてサイプラス・アマックス社と共同でエルアブラ銅鉱山の操業を開始（サイプラス・アマックス社 51%、コデルコ 49%）。
2007 年 9 月	議会は、コデルコの生産コスト上昇に関する調査委員会を設置。
2009 年 6 月	コデルコはエクアドル政府と同国中南部地域の探鉱契約を締結。
2009 年 11 月 14 日	法律第 20392 により、コデルコ法（D.L. 1.350 - 1976）と現在採掘されている鉱山に関する規程（法律第 19、0.137）が変更された。
2010 年 4 月	コデルコの次期総裁に豪・英系企業 BHP Billiton 社ベースメタル部門社長を指名。
2010 年 3 月 1 日	コデルコの役員に関する新規定が発効
2012 年 1 月	下院国防委員会は、コデルコの銅及び副産物輸出額の 10%を国防費に充てると定めた銅機密法を廃止する新国防財政法案を承認。
1998 年	コデルコは、初の自主開発プロジェクトのラドミロ・トミック鉱山開発に着手。
2007 年	法律 20392 号（Codelco 近代化法）施行。
2010 年 3 月 11 日	ピネラ大統領就、
2010 年 3 月 25 日	コデルコ役員会は、新企業統治規程 (Code of Corporate Governance) を採択。
2011 年 4 月 21 日	コデルコは、初の株主会を開催。

出典) Codelco Web サイト http://www.Codelco.com/historia/prontus_Codelco/2011-02-25/103555.html、
アクセス日：2014 年 6 月 27 日、神谷夏実（2012）、JOGMEC（2013）を基に作成。

（２）コデルコの事業の概要

１）事業体制

1976 年 4 月、チリ政府は、株式を保有するチュキカマタ、エキゾチカ、サルバドル、アンディナ、エルテニエンテの各鉱山会社を解散し、国有鉱山会社のコデルコにこれら大鉱山の操業、マーケティング、調達等を担わせた。1976 年のコデルコの年間生産量は銅（含有量）85.4 万 t、モリブデン（同）10,899t、売上利益は 1,267 百万米ドルであった⁵⁶。コデルコは、当初、4 大鉱山の生産維持が主目的であったため、新規地域への探鉱は行わない方針であった。チリ国家企画院による鉱業投資や銅生産計画も鉱業投資については既存の施設の改善を図るもので生産も微増の方針であった。

コデルコの経営体制は、2010 年 3 月に企業統治体制が改革されるまでは、役員会は、鉱業大臣（会長）、大蔵大臣、大統領任命役員（軍関係者 1 名、労働組合代表 2 名）から構成され、総裁（CEO）は役員により任命されていた。役員任期は大統領任期中とされており、予算は鉱業大臣と大蔵大臣が作成し。その業績は鉱業省を通じて政府に報告されおり、経営は大統領権限下で統治されていた。

ただし、コデルコの設立を定めた政令 1350 号は、特別規定を除き、原則、コデルコは一般企業と同様の法規・規制が適用された⁵⁷。

２）主要施設・主要鉱山

大規模鉱山の開発は、エルテニエンテ鉱山が 1819 年、チュキカマタ鉱山が 1882 年、アンディナ鉱山が 1920 年といずれも古く、国有化された 1970 年代当時においても 100 年以上にわたって操業を続けていた。また、チリの銅鉱山は港からの距離が 100km 程度とザンビア、ザイールの 1,500 km 以上と比較して輸送距離が短いため鉱石（精鉱）輸送が可能、かつ、低コストだった⁵⁸。チリ銅鉱山等関係図を図 3 に示した。

⁵⁶ “Corporacion Nacional de Chile”, *Mining International Year Book 1978*, Financial Times, p.200.

⁵⁷ 神谷夏実（2010）、p.3.

⁵⁸ ザンビア、ザイールは鉱石（精鉱）輸出は高コストのためほぼ不可能で、地金輸送も鉄道かトラックによる陸上輸送距離が長く高コストであったが、チリは輸送距離が短いため、精鉱をスラリー（精鉱を水に混ぜて流体にしたもの）で輸送することも可能であった。



図 3. チリ銅鉱山等位置図

注) ●:コデルコが操業する4大銅鉱山、○:その他の銅鉱山
出典)各種資料を基に作成。

3) 生産状況

コデルコの年間銅生産量（精鉱中銅含有量）は、1970 年には 60 万 t 台であったものが 1979 年には 100 万 t を越え、国有化初期に比して大幅に増加した。主としてチュキカマタ鉱山、エルテニエンテ鉱山の生産増加が貢献していた。モリブデン（精鉱中モリブデン含有量）も 1976 年には 10,000t を越え、その水準を維持した。コデルコの生産量は、インフレ進行による材料費、賃金、エネルギーコスト上昇にも関わらず増加した。コデルコの主要鉱山等の銅生産量推移を表 5 に示した。コデルコが操業する大鉱山が 1980 年代末まではチリ国内では 80%以上の生産量を占め、その中でもチュキカマタ鉱山とエルテニエンテ鉱山の生産増加が大きな割合を占めるコデルコにとっての主力鉱山であることが分かる。

表 5. チリコデルコの主要鉱山の銅生産量推移 (000t)

	チュキカマタ	エル テニエンテ	サルバドル	アンディナ	ロドリゴ・ トニック	ガビ	4 大鉱山計 (A)	チリ全体 (B)	A/B (%)
1960	231.1	169.3	78.8	—	—	—	479.2	531.9	90.1
1961	249.6	158.9	72.6	—	—	—	481.1	545.9	88.1
1962	275.8	152.0	82.4	—	—	—	510.2	585.7	87.1
1963	274.8	144.4	88.2	—	—	—	507.4	601.1	84.4
1964	288.0	163.1	76.7	—	—	—	527.8	622.3	84.8
1965	252.7	152.4	74.1	—	—	—	479.2	584.5	82.0
1966	303.5	144.6	76.8	—	—	—	524.9	625.4	83.9
1967	276.9	181.5	78.0	—	—	—	536.4	660.2	81.2
1968	279.2	154.3	86.2	—	—	—	519.7	657.0	79.1
1969	283.4	179.9	77.1	—	—	—	540.4	688.1	78.5
1970	264.9	176.6	93.0	6.0	—	—	540.5	691.6	78.2
1971	285.5	147.3	84.9	53.6	—	—	571.3	708.3	80.7
1972	265.5	190.3	82.9	53.9	—	—	592.6	716.8	82.7
1973	297.1	178.1	84.0	56.1	—	—	615.3	735.4	83.7
1974	389.0	225.5	80.0	68.4	—	—	762.9	902.1	84.6
1975	304.6	234.0	81.3	62.4	—	—	682.3	828.3	82.4
1976	445.5	261.7	82.7	56.9	—	—	846.8	1,005.2	84.2
1977	477.8	275.7	80.7	58.5	—	—	892.7	1,054.2	84.7
1978	500.7	250.6	77.5	47.7	—	—	876.5	1,034.2	84.8
1979	507.2	278.2	78.1	46.7	—	—	910.2	1,062.7	85.6
1980	510.9	266.0	74.8	52.8	—	—	904.5	1,067.9	84.7
1981	472.4	291.9	76.5	52.8	—	—	893.6	1,081.1	82.7
1982	552.8	335.9	89.8	54.4	—	—	1,032.9	1,242.2	83.2
1983	558.8	304.9	87.0	61.4	—	—	1,012.1	1,257.5	80.5
1984	563.0	285.4	96.3	105.1	—	—	1,049.8	1,290.7	81.3
1985	549.1	319.1	95.1	113.4	—	—	1,076.7	1,356.2	79.4
1986	515.8	365.3	102.8	118.1	—	—	1,102.0	1,401.1	78.7
1987	502.9	369.0	97.1	121.6	—	—	1,090.6	1,418.1	76.9
1988	519.0	354.1	86.3	131.7	—	—	1,091.1	1,451.0	75.2
1989	660.4	328.5	129.9	124.3	—	—	1,243.1	1,609.3	77.2
1990	680.7	300.5	95.0	119.1	—	—	1,195.3	1,588.4	75.3
1991	641.4	278.8	91.1	114.2	—	—	1,125.5	1,814.3	62.0
1992	628.2	314.2	85.0	128.9	—	—	1,156.3	1,932.7	59.8
1993	616.7	304.7	84.1	133.9	—	—	1,139.4	2,055.4	55.4
1994	606.2	308.9	82.6	136.4	—	—	1,134.1	2,219.9	51.1
1995	610.2	322.8	85.9	145.8	—	—	1,164.7	2,488.6	46.8
1996	632.3	344.7	89.9	154.4	—	—	1,221.3	3,115.8	39.2
1997	650.2	343.2	88.3	145.5	4.0	—	1,231.2	3,392.0	36.3
1998	650.2	338.6	88.1	164.0	161.9	—	1,402.8	3,686.9	38.0
1999	630.1	346.3	91.7	249.3	190.1	—	1,507.5	4,391.2	34.3
2000	630.1	355.7	80.5	258.0	191.4	—	1,515.7	4,602.0	32.9
2001	641.9	355.6	81.2	253.3	260.3	—	1,592.3	4,739.0	33.6
2002	596.8	334.3	72.8	218.7	297.1	—	1,519.7	4,580.6	33.2
2003	601.1	339.4	80.1	235.8	306.1	—	1,562.5	4,904.2	31.9
2004	691.8	435.6	74.9	239.9	291.0	—	1,733.2	5,412.5	32.0
2005	676.1	437.4	77.5	248.2	288.8	—	1,728.0	5,320.5	32.5
2006	634.0	418.3	80.6	236.4	306.6	—	1,675.9	5,360.8	31.3
2007	615.0	404.7	63.9	218.4	281.3	—	1,583.3	5,557.0	28.5
2008	469.9	381.2	42.7	219.5	285.4	67.7	1,466.4	5,327.6	27.5
2009	574.0	404.1	65.5	209.7	300.7	148.0	1,702.0	5,394.4	31.6
2010	528.4	403.6	76.2	188.5	375.3	117.1	1,689.1	5,418.9	31.2
2011	443.4	400.3	69.0	234.4	470.1	118.0	1,735.2	5,262.8	33.0

出典) Cochilco データを基に作成。

1980年代半ば、チリ全体の銅生産量は鉱石も地金も増加した。特に、コデルコ以外の外資による銅生産が増加し、コデルコの生産量は1980年代半ばになると横ばいの状態が続いた。チリ国内の銅鉱山の国有及び民間鉱山会社との生産量比率を図4に示した。1990年代初頭を境にコデルコと民間企業との銅生産量の割合が逆転しているのが分かる。

1990年代は、溶媒抽出電解法（SX-EW法）による酸化鉱の処理が本格化し、地金生産における同法の割合が増加した。他方、1990年代後半頃からチュキカマタ露天採掘鉱山やエルテニエンテ坑内採掘鉱山の採掘深度の深部化と品位低下により生産性が低下して生産コストも上昇した。

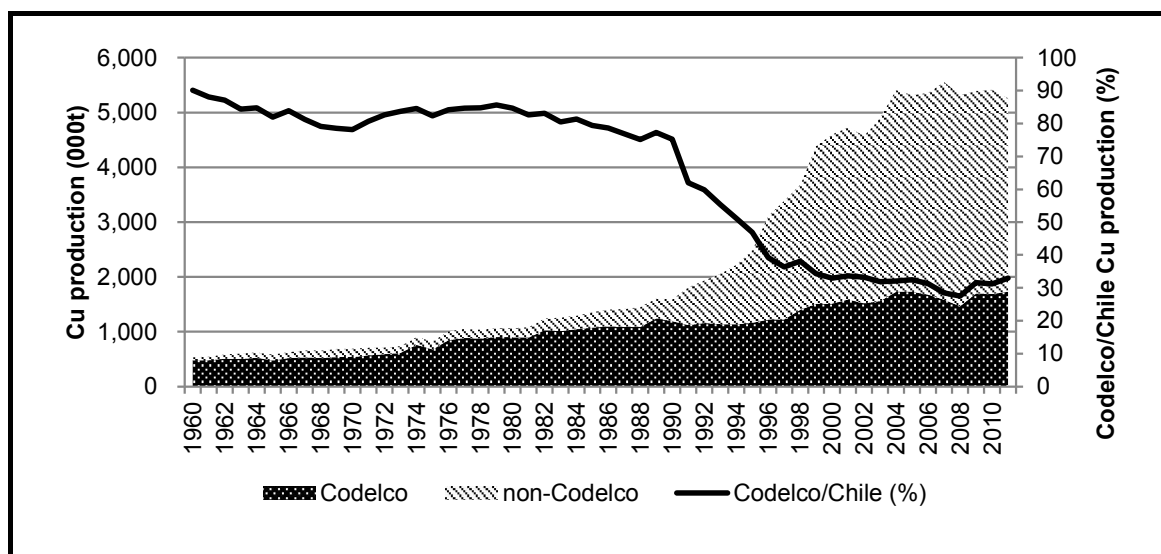


図 4. チリ国内の銅鉱山の国有と民間鉱山会社との生産量比率

出典) Cochilco データを基に作成。

4) 埋蔵量

1970年代のコデルコの主力鉱山の埋蔵量（鉱石量）及び銅品位は、最も信頼度の高い確認埋蔵量（proved reserves）でチュキカマタ鉱山（露天採掘）が15億t以上・銅品位1.15%・モリブデン品位0.05%、エルテニエンテ鉱山（坑内採掘）が40億t以上・銅品位1.1%・モリブデン品位0.02%、更に信頼性の低い推定埋蔵量（probable reserves）と予想埋蔵量（possible reserves）を合わせた埋蔵量ではチュキカマタ鉱山が90億t以上・銅品位0.46%・モリブデン品位0.02%、エルテニエンテ鉱山が80億t以上・銅品位0.68%と評価されていた⁵⁹。一般に埋蔵量1億t・銅品位1%弱で巨大銅鉱山の範疇にはいることを考えると両鉱山は超巨大銅鉱山であり、コデルコを支える主力鉱山であったことが分かる。

1980年代にはコデルコの埋蔵量は鉱石中の銅含有量で1,000万tを超えていたが、1990年代に入ると700～800万t台にまで減少し、銅品位は1%以上から0.7～0.8%程度まで下がり、埋蔵量の減少と鉱石品位の低下が顕著となった。1980年代初頭のチリコデルコの主

⁵⁹ *Mining International Yearbook*, Financial Times, 1979 p. 186, 1980 p. 181, 1981 p. 181, 1982 p. 186.

力鉱山であるチュキカマタ鉱山とエルテニエンテ銅鉱山の埋蔵量を表 6 に、1980 年代末から 1990 年代のコデルコの埋蔵量を表 7 に示した。

表 6. コデルコの銅埋蔵量（1980 年代初頭）

鉱山	埋蔵量カテゴリ	1977	1978-1980
チュキカマタ	予想埋蔵量(百万t)		9,000
	銅品位(%)		0.46
	モリブデン品位(%)		0.02
	予想+推定埋蔵量(百万t)	1,534	1,534
	銅品位(%)	1.15	1.15
	モリブデン品位(%)	0.05	0.05
	確認埋蔵量(百万t)	624	624
	銅品位(%)	1.38	1.38
	モリブデン品位(%)	0.06	0.06
	予想埋蔵量(百万t)	910	910
	銅品位(%)	1.00	1.00
	モリブデン品位(%)	0.04	0.04
エルテニエンテ	予想埋蔵量(百万t)	8,350	8,350
	銅品位(%)	0.68	0.68
	モリブデン品位(%)		
	予想+推定埋蔵量(百万t)	4,000	4,000
	銅含有量(百万t)	44	44
	銅品位(%)	1.1	1.1
	モリブデン品位(%)	0.02	0.02

注) 埋蔵量のカテゴリは、埋蔵量の確からしさの高いものから低いものへ、確認埋蔵量(Proved reserves)、推定埋蔵量(Probable reserves)、予想埋蔵量(Possible reserves)に分類されている。

出典) *Mining International Yearbook*, Financial Times, 1979 p.186, 1980 p.181, 1981 p.181, 1982 p.186を基に作成。

表 7. コデルコの銅埋蔵量（1980 年代末から 1990 年代）

年	確定資源量 (銅含有量; 百万t)	銅品位 (%)	出典
1987	105	0.9	<i>Mining Annual Review</i> , 1988 p.115
1988	104	0.9	<i>Mining Annual Review</i> , 1990 p.126
1989	100	1.0	<i>Mining Annual Review</i> , 1991 p.123
1990	100	1.0	<i>Mining Annual Review</i> , 1992 p.118
1991	100	1.0	<i>Mining Annual Review</i> 1993 p.110
1992	79	0.84	<i>Mining Annual Review</i> , 1994 p.106
1993	78	0.86	<i>Mining Annual Review</i> 1995 p.107
1994	84	0.78	<i>Mining Annual Review</i> , 1996 p.96
1995	80	0.84	<i>Mining Annual Review</i> , 1997 p.100
1996	52	0.82	<i>Mining Annual Review</i> , 1998 p.98
1998	115	0.76	<i>Mining Annual Review</i> , 2000 p.95

注) 確定資源量(Identified Resources)

出典) *Mining International Yearbook*, Financial Times, 1988-2000を基に作成。

5) 生産コスト

①1970 年代まで

チリの銅鉱山は、1960 年代までは高品位鉱石の大規模開発であったことから生産コストは低かったが、上昇傾向にはあり、1970 年代年までの 2 年間で大鉱山の平均生産コストは年間 15%上昇していた⁶⁰。しかし、コデルコが操業する大鉱山⁶¹の年間平均生産コスト（金利、副産物収入含む純コスト）は 1975 年でも 50c/lb 以下であった⁶²。1975 年のチリ等の銅生産コストの内訳を表 8 に、1970 年代末から 1980 年代初頭のコデルコの銅生産コストの内訳を表 9 に示した。

表 8. 1975 年のチリ等の銅生産コストの内訳

(単位 : c/lb)

	直接費	間接費	金利	総コスト	副産物収入	純コスト
チリ	36.5	14.1	2.1	52.7	5.5	47.2
ザンビア	52.6	7.9	2.7	63.2	1.6	61.6
世界平均	57.6	10.4	2.9	70.9	22.0	48.9

出典) World Bank; Kenji Takeuchi, Jhon E. Strongman, Shunichi Maeda, and C. Suan Tan (1987), *The World Copper Industry Its Change Structure and Future Prospects*, World Bank Staff Commodity Working Papers Number 15, U.S.A. Washington, D.C.; The World Bank, p.60より抜粋。

表 9. 1970 年代末から 1980 年代初頭のコデルコの銅生産コストの内訳

(単位 : c/lb)

項目	1978	1979	1980
(a) 総操業コスト	36.9	44.9	57.5
(b) 管理販売コスト	1.2	1.3	2.0
(c) 総コスト (a)-(b)	38.1	43.6	59.5
(d) 副産物収入	8.8	19.0	20.6
(e) 純操業コスト (c)±(d)	29.3	24.6	38.9
(f) 減価償却及び金融コスト	7.8	6.9	6.4
(g) 税引前コスト合計 (e)+(f)	37.1	31.5	38.9
(h) 法令第 13396 号に基づく税	5.6	7.6	9.5
(i) 所得税及びその他税	1.9	21.8	18.7
(j) 税合計 (h)+(i)	7.5	29.4	28.2
(k) コスト総合計 (g)+(j)	44.6	60.9	73.5
年間生産量(千 lb)	1,832,321	2,006,625	1,994,087
年間平均建値 *1 (Cu)	61.9	89.8	99.2
*2 (Mo)	5.80	8.85	9.78

出典) 金属鉱業事業団 資源情報センター(1983)、『世界における銅の供給構造』、動向分析調査報告書 第 12 号、p. 84. を基に作成。

⁶⁰ "Central and South America Chile", *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1970, p. 299.

⁶¹ チュキカマタ、エルテニエンテ、アンディナ、サルバドル等の鉱山で "Big Five" と呼ばれていた。

⁶² 生産コストには操業コスト (operating cost)、減価償却費、一般管理費 (general marketing and financial expenses)、金利 (rates)、諸税 (taxes) を含む。

"Central and South America Chile", *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1976, p. 343.

②1980 年代

1980 年代、生産コストは 30c/lb 台⁶³で推移しており、同時期の世界平均が 50c/lb を超えていたことを考えるとコデルコの国際競争力の高さが分かる。1980 年代のコデルコの銅生産コスト（減価償却費等は含まない）を表 10 に、1985 年頃のコデルコの銅生産コスト内訳を表 11 に示した。他方、当時のチリ銅産業の課題は、長期的な鉱石品位の低下であった⁶⁴。

表 10. 1980 年代のコデルコの銅生産コスト

（単位：c/lb）

年	1982	1983	1984	1985	1986	1987
銅価格 (LME) (c/lb)	67.06	72.17	62.45	64.28	62.29	81.09
世界の平均銅生産コスト(c/lb)	71.00	64.00	55.70	52.30	52.20	
コデルコ 平均銅生産コスト(c/lb)	36.70	36.10	33.10	29.60	30.20	35.86
コデルコ銅生産性(t/年・人)	38.60	39.00	41.10	42.90	44.30	

注) コデルコのコストには、金融コスト(financial costs)、副産物収入(by-product credits)が含まれ、減価償却費(depreciation)は含まれない。生産性は一定期間内の一人当たりの銅生産量で測定している。

出典: "Central and South America Chile", *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1988, p.293.を基に作成。

表 11. 1985 年頃のコデルコの銅生産コスト内訳

（単位：c/lb）

項目*1	1985	1986
直接コスト (c/lb)	35.74	36.83
減価償却費 (百万米ドル)	267.6	267.8
減価償却費 (c/lb)	11.27	11.03
政府支払い (百万米ドル)	429	399
税引き前利益 (百万米ドル)	437.57	406.54
固定資本投資 (百万米ドル)	369.45	377.57
資本投資 (百万米ドル)		306
副産物収入 (百万米ドル)	165.3	165.5
長期負債 (百万米ドル)	208	549

*1 直接コスト; Direct cost、減価償却費; Depreciation and amortization、政府支払い; Payment to state
税引き前利益; Pre-tax profit、固定資本投資; Investment fixed asset、資本投資; Capital expenditure、
副産物収入; By-product、長期負債; Long term debt

出典) "Central and South America Chile", *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1987, p.316 を基に作成。

③1990 年代

1990 年代もコデルコのコストは上昇傾向にあり、1990 年の 50c/lb 台（一般管理費、

⁶³ 1986 年頃のコストの内訳は、主な生産工程では採掘コストが 19c/lb、選鉱コストが 9c/lb、製錬・精錬コストが 8c/lb、副産物収入は 5c/lb と少なかったが、純コストは 30c/lb と依然として低かった。

⁶⁴ 主力鉱山のチュキカマタ鉱山の 1980 年の鉱石銅品位は 2.12% であったが 2000 年には 1.0 から 1.35% まで低下すると予測されていた（実際に 2000 年頃には鉱石銅品位は 1% を下回るほどに低下した）。コデルコは品位の低下に対して、酸化鉱の開発拡大のために施設の拡張を進めた。1980 年末頃までの 10 年間の初期投資額は 24 億米ドルであった。TOA(1988), pp. 199-201.

副産物収入は含まず) から 1992 年には 60c/lb を超えた。鉱山別では、それまでコデルコでは最も生産コストが低かったチュキカマタ鉱山が採掘の深部化と品位低下により生産コストの上昇が顕著で、エルテニエンテ鉱山は採掘の合理化により坑内採掘であるにも関わらず生産コストは 50c/lb 台にとどまった。また、アンディナ鉱山は、1980 年代半ばに高品位鉱の採掘を開始したことで生産コストが下がり、1990 年代初頭もその効果が表れていた⁶⁵。1990 年頃のコデルコの鉱山別銅生産コストを表 12 に示した。

コデルコと 1980 年代後半から 1990 年代初頭に開発・操業を開始したエスコンディエーダ鉱山 (Escondida) とコデルコと外資とのジョイント・ベンチャーによるエルアブラ鉱山 (El Abra) 等の 1990 年代末の生産コスト (cash cost ; 償却費等を含まず) を表 13 には、示した⁶⁶。何れの鉱山も同水準の 40c/lb 台であった。

表 12. 1990 年頃のコデルコの鉱山別銅生産コスト

地区	アンディナ	チュキカマタ	サルバドル	エルテニエンテ	合計
直接コスト*1 (c/lb)					
1989 *2	33.9	46.6	67.1	39.9	48.0
1990 *2	38.7	47.1	72.6	54.7	53.0
1991	45.2	53.1	68.7	58.6	58.4
1992	48.8	67.4	69.4	51.9	64.8
生産量 (t)					
1991	114,202	641,429	91,082	278,765	1,125,478
1992	128,922	628,160	85,034	314,142	1,156,258

*1 直接コスト: Direct Cost

*2 Excludes corporate overheads; by-products not credited

出典) "Central and South America Chile", *Mining Annual Review*, Mining Journal 1991, p46, "Chile", *Mining Annual Review*, Mining Journal 1993, p113. を基に作成。

表 13. 1990 年代末のコデルコ等のチリ銅鉱山の銅生産コスト

	現金コスト*1 (c/lb)	
	1998	1997
コデルコ	45	49
Radmiro Tonic	37	
El Abra	43	
Escondida	47	

*1 現金コスト; cash cost

出典) "Central and South America Chile", *Mining Annual Review*, Mining Journal 1999, p.108. を基に作成。

6) 財務状況

チリは、鉱山経営が米国企業から国に変わった国有化当初数年間は、主力鉱山のチュキ

⁶⁵ "Central and South America Chile", *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1991, p.46;

"Central and South America Chile", *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1993, p.113.

⁶⁶ "Central and South America Chile", *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1999, p.108.

カマタ鉱山においても操業は軌道に乗らず、剥土作業の遅れ、新設ベルトコンベア・システムの故障、製錬の不適切な処理などの様々な困難に遭遇した。また、米国の供給者からの交換部品や新しい機材の配送が不規則となり、新しい供給者を見つけるのに手間取った。このような状態は輸送障害と外貨不足に陥った 1970 年代のザンビアに類似していたが、チリの場合、このような資機材供給障害は次第に解消し、チリ独自の技術の確立により諸問題を解決して生産は回復し⁶⁷、その後コデルコは銅生産の増加を続けた。

表 14. コデルコの財務状況

年	売上高*1	純利益*2	総資産*3	使用総資本*4	長期負債*5	自己資本*6	売上利益率*7(%)	自己資本比率*8(%)	長期負債率*9(%)
1979	1,222	467	2,162	1,933	396	1,537	38.2	79.5	25.8
1980	1,137	401	2,292	1,954	467	1,487	35.3	76.1	31.4
1981	517	97	2,517	1,867	463	1,404	18.8	75.2	33
1982	669	161	2,939	2,291	366	1,925	24.1	84	19
1983	849	221	3,153	2,510	358	2,152	26	85.7	16.6
1984	695	144	3,570	2,782	370	2,412	20.7	86.7	15.3
1985	785	150	3,758	2,812	340	2,472	19.1	87.9	13.8
1986	768	127	3,925	3,122	549	2,573	16.5	82.4	21.3
1987	1,103	267	4,424	3,469	681	2,788	24.2	80.4	24.4
1988	1,944	587	4,715	3,687	698	2,989	30.2	81.1	23.4
1989	2,240	757	4,957	3,756	750	3,006	33.8	80	25
1990	2,213	621	4,899	3,774	673	3,101	28.1	82.2	21.7
1991	1,606	293	4,229	3,687	504	3,183	18.2	86.3	15.8
1992	3,017	305	4,330	3,706	405	3,301	10.1	89.1	12.3
1993	2,485	-13	4,219	3,383	344	3,039	-0.5	89.8	11.3
1994	2,993	392	4,574	3,637	264	3,373	13.1	92.7	7.8
1995	3,926	637	4,744	2,450	236	2,214	16.2	90.4	10.7
1996	2,940	389	4,954	2,762	510	2,252	13.2	81.5	22.6
1997	3,426	330	5,172	2,682	501	2,182	9.6	81.3	22.9
1998	2,730	57	5,823	4,764	1,001	3,763	2.1	79	26.6

注)*1:Turnover(A)、*2:Net income(B)、*3:Total assets(C)、*4:Capital employed(D)、

*5:Long-term debt(E)、*6:Capital employed- Long-term debt (D-E)、*7:B/A、*8:(D-E)/C、*9:E/(D-E)

出典) *Mining International Yearbook*, Financial Times, 1983-2000.

⁶⁷ 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構、『銅ビジネスの歴史』、p. 16.

財状状況の推移を表 14 に示した。収益面では、売上が 1980 年から 1990 年前半までは増加傾向にあり、売上利益率も 20%台を推移していたが、1980 年半ばと 1990 年半ばに売上利益率が低下し、1990 年代半ばがには 10%を下回ることもあった。財務基盤の面では、自己資本比率が 1970 年末は 70%台、1980 年代から 1990 年代にかけては 80%以上に達しており、盤石であったと考えられる。財務の健全性の面では、資本投資は 1980 年代後半から 1990 年代前半にかけて増加し、同時に長期負債の割合も増加している。1980 年代は新規設備である溶媒抽出電解採取法（SX-EW 法）の導入、1990 年代はジョイント・ベンチャーによる新規鉱山への投資、露天採掘鉱山の採掘深度の深部化に伴う採掘・運搬コストの上昇や鉱石品位低下への対応、坑内採掘鉱山の採掘深部化対策等に投資が行われたため、長期借入金が増えたと考えられる。長期負債比率は周期的に増減を繰り返しているが、30%を超えることは殆どなく、比較的安定していたと考えられる。

表 15. 1960 年代～1970 年代のチリ銅山への投資計画

会社名	投資額(百万米ドル)		生産実績及び見込み(000t)						
	総額	1968 現在	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
エルテニエンテ	230.2	90.6	156.0	182.0	154.0	179.8	224.4	251.5	251.5
アンディナ	157.0	64.2	0	0	0	0	0	70.0	70.0
チュキカマタ	114.0	69.2	304.0	277.0	279.0	283.3	317.5	335.6	355.0
追加投資	11.2	0	0	0	0	0	0	0	0
サルバドル	11.8	0	78.0	78.0	86.0	77.1	95.0	100.0	100.0
エキゾチカ	43.7	26.8	0	0	0	0	22.7	102.5	102.5
アナコンダ(内部)	60.0	15.0	-	-	-	-	-	-	-
サガスカ(Sagasca)	32.5	1.5	0	0	0	0	25.0	25.0	25.0
ENAMI	85.0		100.0	124.0	139.0	137.6	171.1	212.6	212.6
ディスピューダ(Disputada)	11.7								
カロリナ・デ・ミチラ (Carolina de Michila)	6.7								
小計	103.4								

出典) 1969 年 CIPEC 常任理事会報告, 『鉱山』, 1970 第 23 巻・第 10 号 日本鉱業協会調査部金属課, p.43.

7) 投資状況

銅生産量の増加傾向は 1970 年代も続くとの見込みのもと、1960 年代末にはコデルコの主要鉱山へは積極的な投資が行われていた。1960 年代～1970 年代のチリ銅山への投資計画を表 15 に示した。1970 年代から 1980 年代は、新規探鉱は行われず、一貫して既存鉱山の生産増強への投資が集中的に続けられていた。賠償等による資金不足で新規探鉱を行う余裕

がなかったこともその背景にあると思われる⁶⁸。コデルコの 1970 年代末の鉱山別の投資状況を表 16 に、1980 年代の鉱山別投資状況の内訳を表 17 に示した。

表 16. 1970 年末時点の投資 鉱山別内訳 (1978/79 年)

プロジェクト名	会社	投資額 (百万米ドル)	投資内容
コデルコ (1978/79 年度)	コデルコ	163	生産設備の更新、導入、改良
チュキカマタ	コデルコ		精錬銅生産能力 400,000t/年の維持。選鉱所の能力拡大 (鉱石品位低下を補うため選鉱を拡大)
エルテニエンテ	コデルコ		精錬銅生産能力 254,000t/年の維持。鉱石取扱能力の維持 拡大(鉱石品位低下を補うため選鉱を拡大)
サルバドル	コデルコ		選鉱所能力の 15%拡大。鉱山の改良等
アンディナ	コデルコ		鉱山の能力 36%拡張(設備の導入等による)

出典) "Chile", *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1979, p.375 を基に作成。

表 17. 1980 年代初頭のコデルコの投資状況 (1982 年当時)

鉱山/施設/設備	投資額	内容
チュキカマタ 選鉱場拡張	総額 96 百万米ドル 11.6 百万ドルを 1982 年中に支出	
モリブデン燃焼プラント	総額 18 百万米ドル 3.8 百万ドルを 1982 年中に支出	1982 年中旬操業開始 生産能力 5,500t(将来 10,000t)
Tocopila No.12 発電機	45.1 百万ドルを 1982 年中に支出	発電能力 72MW
尾鉱ダム(第 1 段階)	17.8 百万ドルを 1982 年中に支出	既存のダムの代替。1982 年に第 1 段階と第 2 段階の試験は終了。
サルバドル Ilanta の乾鉱施設	10.3 百万米ドル	
アンディナ 選鉱所増強	8.7 百万ドルを 1982 年中に支出	品位低下を増産で補う。 20 千 t/日へ
第 2 鉱区(Sur-Sur 鉱床)	22.5 百万米ドル	1982 年に露天採掘の工事開始。 鉱量 30 百万 t、品位 1.7%Cu
エルテニエンテ 初生鉱体の開発工事 (破碎施設等)	総額 89.2 百万米ドル 12.0 百万ドルを 1982 年中に支出	1982 年中完成予定。 破碎施設: 25,000t/日
尾鉱運搬・処理	総額 158.6 百万米ドル	大規模尾鉱ダム、輸送導管設置。

出典) 金属鉱業事業団(1983)、p85-86, "Central and South America Chile", *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1989, pA50 を基に作成。

⁶⁸ 金属鉱業事業団(1983)、p. 84.

チリの銅産業の民営化は、1974 年制定の新鉱業法が、それまで禁止していた民間企業の所有、探査・開発に関する権利を国内外の企業に許可したこと、利益や資本送金の制限の撤廃により、外資を含む民間への銅産業への参入自由化として実施された。これによって、国有鉱山と民間企業との共存の道が開かれたが、ピノチェト軍事政権下にあった 1980 年代は外資民間企業による投資は進まず、同国への鉱山投資が活発化したのは 1990 年の民営化以降であった⁶⁹。

1980 年代末頃には 4 大鉱山の生産性が低下したため、1989 年には鉱石品位低下に対応するための投資 12.5 億米ドルを含む 5 カ年計画が発表された⁷⁰。また、民間企業との新規鉱山の探鉱・開発を進めるため、1992 年には、コデルコ保有鉱区における国内外の民間企業との共同探鉱開発や ENAMI（チリ鉱業公社）への中小規模鉱床の譲渡が可能となった⁷¹。1994 年には、コデルコ初の外国企業との共同銅鉱山開発となるエルアブラ銅鉱山が操業を開始した。1990 年代までのチリにおける SX-EW プロジェクト投資計画及び実績を表 18 に、1990 年代のチリの主な鉱業投資計画及び実績を表 19 に示した。

表 18. 1990 年代の SX-EW プロジェクト投資計画及び実績

会社	プラント名	カソード生産能力(t/年)	生産開始時期
Michilla/Outokumpu	Lince	20,000/50,000	1992/1995
Rio Algom	Cerro Colorado	45,000/65,000	1993/1996
EXXON Disputada	El Soldado	4,000/7,000	1993/1996
Cominco/Teck	Quebrada Blanca	75,000	1994
Punta del Cobre	Biocobre	7,000	1994
BHP/RTZ Escondida	Coloso	80,000	1995
BHP/RTZ Escondida	Oxides	pilot plant 100,000	1987/1998
Placer Dome/Outokumpu	Zaldivar	125,000	1995
Rayrock	Ivan Zar	10,000	1994
Chuquicamata(コデルコ)	Low Sulphide ore	12,500	1995
Salvador(コデルコ)	Quebra M	12,500/25,000	1994/1995
Salvador(コデルコ)	Diamana	50,000	1997
Mantos Blancos	Manto Verde	42,500	1995
Mantos Blancos	Santa Barbara	33,000/45,000	1995/1996
Cyprus Amax/コデルコ	El Abra	225,000	1997
Falconbridge/Minarco	Collahasi		
コデルコ	Radomiro Tonic		

出典) “Central ann South America Chile”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1996, p83 を基に作成。

⁶⁹ チリ鉱山における民間資本の割合は 1980 年の 6% から 1996 年には 54% に増加、他方、同時期のコデルコの占める割合は 84% から 39% に低下している。

Elva Bova (2009), “The implications of mine ownership for the management of the boom: a comparative analysis of Zambia and Chile”, NCCR Trade Regulation, Swiss National Centre of Competence in Research, Working Paper No 2009/13, APRIL 2009, p. 10.

⁷⁰ “Central and South America Chile”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1989, pA50.

⁷¹ 法律第 19137 号 (Law of Joint Ventures with third Parties) の公布により。

表 19. 1990 年代のチリの主な鉱業投資計画及び実績

プロジェクト名	会社	投資額 (百万米ドル)	生産拡張量(t)	出典
エスコンディーダ	BHP, リオ・ティント	200	予算内でスケジュールは前倒しで進捗	MJA 1990, p.44.
チュキカマタ	コデルコ	230	1996 年に浸出プラント操業開始予定、 銅カソード生産能力 150,000t/年	MJA 1992, p.41. MJA 1993, p.112.
アンディナ	コデルコ	240	1997 年に低品位硫化鉱浸出プラント操 業開始予定。 銅カソード生産能力 80,000t/年	MJA 1992, p.41. MJA 1993, p.112.
ケブラ・テニエンテ (Quebrada Teniente)	コデルコ	42	1994 年に操業開始予定	MJA 1992, p.41.
	コデルコ	47	1995 年に浸出プラント操業開始予定	MJA 1992, p.41.
ケブラ・テニエンテ	コデルコ	423	1995 年に操業開始予定 銅カソード生産能力 55,000t/年	MJA 1993, p.112.
サルバドル	コデルコ	13	1994 年に酸化鉱浸出プラント生産開始 銅カソード生産能力 20,000t/年	MJA 1993, p.112.
ラドミロ・トニック	コデルコ	420	生産コストは 40c/lb	MJA 1993, p.112.
コジャワシ (Collahuasi)	ファルコンブリッジ アングロアメリカン 三井物産	1,000	埋蔵量 1,600Mt, 銅品位 0.98%, 1999 年操業開始	MJA 1996, p.81.
エルアブラ	サイプラス、 コデルコ	1,000	埋蔵量 800Mt, 銅品位 0.55%	MJA 1996, p.81.
エスコンディーダ	BHP, リオ・ティント Jeco		1995 年生産量 489,900t 1994 年生産量 483,900t	MJA 1996, p.81.
エルテニエンテ		275	3 硫酸工場、生産能力 433,000t/年	MJA 1996, p.83.
アンディナ	コデルコ	650	新規尾鉱堆積場	MJA 1998, p.89.
ラドミロ・トニック	コデルコ	662	400,000t/年のフル生産に移行	MJA 1998, p.89.
ディスピュータ (Disputada)	エクソン		202,000t/年へ拡大(遅延)	MJA 1998, p.89.
ロスブロンセス (Los Bronces)		570	銅生産量を 37,000t/年から 75,000 t/年 へ(技術実証が必要)	MJA 1998, p.89.
エルアブラ	コデルコ、 サイプラス	1.0bn	1996 年に操業開始、 1997 年の生産量は 194,000t	MJA 1998, p.89.
ラカンデラリア (La Candelaria)	フェルプスドッジ、 住友金属鉱山	351	1997 年に生産能力 2 倍に増加	MJA 1998, p.89.
セロコロラド (Cerro Colorado)	リオ・アルゴム	200	詳細不明	MJA 1998, p.89.
チュキカマタ	コデルコ	200	製錬所拡張 650,000t/年から 1.2Mt/年へ	MJA 1999, p.108
エルテニエンテ	コデルコ	62	2001 年に Caletones 製錬所の硫酸生産 能力 2,350t/日に拡張	MJA 1999, p.108
コデルコ 1998	コデルコ	675	年間投資額	MJA 1999, p.108.
アンディナ		291	拡張	MJA 1999, p.108.
		23.8	バイオリーチング技術開発費	MJA 1999, p.108.

注) MJA; *Mining Annual Review*, Mining Journal.

出典) 表中に示した。"Central and South America Chile", *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1990-1999.

（３）コデルコが事業を継続できた要因

コデルコが他の国有鉱山会社とは異なり、1980 年代の銅価格低迷期にも経営破綻せず、事業を継続できた要因、以下のことが考えられる。

１）主力鉱山は大規模高品位で低生産コストであった

コデルコの経営を銅価格低迷期でも支えることのできる主力鉱山として、生産量及び埋蔵量が他鉱山に比べ圧倒的に大きく、採掘コストも低い、チュキカマタ鉱山、エルテニエンテ鉱山があった。ただし、これら主力鉱山はいずれも生産開始から 100 年以上を経過していることから、採掘深度の増加や高品位部の減少などの問題は顕在化している。1980 年代末頃から品位低下、深部化が顕在化して生産コストの上昇が続いている。

２）銅価格の変化や銅産業構造の変化に対しても生産増加を続けて収益確保できた

コデルコは銅価格下落局面においても生産拡大を続け収入・利益を確保していた。石油危機後の 1970 年代半ばの銅価格が下落した時期であっても、低い生産コストによって利益を維持し⁷²、財務基盤は盤石であった。その後の鉱山の拡張に伴い更に資金の借入れが行われ、外部借入れの重要性が高まった。

３）チリも他の発展途上国と同様に 1980 年代は債務超過の危機にあったが、銅生産を拡大し続けたことで外貨収入を確保して生産に必要な投資を維持できた、また、国有化当初から 4 大鉱山の経営に集中していた

1970 年代には大鉱山の完全国有化を達成した。国有化直後は技術者不足等で鉱山操業は厳しい状況にあり、また、1980 年代の銅価格下落が経営に悪影響を及ぼした時期もあったが、既存鉱山への投資を集中的に続け、主力鉱山の実産量の増加で価格下落による収入減少を補った。外貨不足で設備更新が出来ずに生産を減少させて外貨不足に陥りその結果更に生産量が減少していったザンビアとは異なっていた。

４）国有化によって離職した米国人技術者のあとを自国技術者で補うことができた

国有化によって 1960 年代末から 1970 年代初頭にかけて、米国系企業のチリからの撤退に伴って米国人技術者が離職すると、生産に必要な資機材の調達も困難となり、大鉱山の実産が低調になった時期があったが、チリは、それらの課題を自国技術者によって解決し、1970 年代後半には国有化した大鉱山の操業は正常に戻り、それ以降は増産を維持できた。

５）輸出港までの陸上輸送距離が短く精鉱を輸出することが可能であった

コデルコは、ZCCM やジェカミンズが直面した内陸国に固有の長距離輸送による輸送コストの問題や隣国の紛争による輸送障害がなかった。このことは輸出と生産の安定の面で重

⁷² 生産コストは、1976 年が 178 百万 USD、1977 年が 159 百万 USD であった。

要な要因であった。

また、陸上輸送距離が短く、陸上輸送コストが低いことが、銅を地金で輸出せずに精鉱のまま輸出することを可能していた。採掘から銅地金まで生産工程を垂直統合し、必ず地金まで生産して銅を輸出しなければならなかった内陸国のザンビアやザイールに比べ、チリは、地金でも、精鉱でも、いずれの形態でも輸出が可能であったことから、生産面での柔軟性があったと言える。

第2節 ザイールと国営企業ジェカミンズ

(1) ザイール銅産業の概観

1) 独立前

ザイールの銅鉱山開発は、ザイールがベルギー国王の私有地であった 1906 年にユニオン・ミニエール社のザイール現地会社 (Union Minere du Haut Katanga ; UMHK) 設立に始まる。UMHK 社は、植民地経営の収入源として重要な位置を占め、私有地が 1908 年にベルギー領となった後も、1960 年の独立後も 1967 年のジェカミンズ (Gecamin ; Generale Congolaise des Minerals) の前身である Gecomин (Generale Congolaise des Minerals) 設立まで経営を続けた⁷³。

2) 国有化

1960 年 6 月 30 日、ザイールはベルギーからコンゴ共和国として独立したが、大企業等の主要な経済主体はベルギー等の外国人が支配し続けたため、国民への富の分配が十分に進まなかった。1965 年にはクーデターによりモブツ大統領 (Mobutu Sese Seko Kuku Ngbendu wa za Banga) が政権の座に就き、農業・商業・工業の国有化、白人の国外追放、ザイール人による経営、利潤の対外流出の防止、ザイール人の雇用促進などによってザイールの経済の発展を意図した「ザイール化」を進めた。1965 年にはザイールで事業を行う外国企業は本社及び影響拠点を国内に置くことを法制化し、1966 年 5 月にはバカジカ法 (Bakajika) により土地及び鉱山を国有化することを定めた⁷⁴。

当時、ザイール国内で銅鉱山を操業していた UMHK 社は、ブリュッセルからザイールへの本社移転を拒否したため、政府は、1966 年 12 月に UMHK 社の銅輸出を禁止する措置を講じ、1967 年 1 月には UMHK 社を接収し、国有鉱山企業ジェカミンズの前身となる Gecomин を設立、1972 年にはジェカミンズに改組した⁷⁵。これによって、ザイール政府と UMHK 社との関係は

⁷³ 久保田博志・小嶋吉弘(2014)、「コンゴ民主共和国 Gecamines 社の事業内容について、— 南部アフリカ諸国の国営鉱山会社に係る分析報告(4) —」、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構、カレントトピックス 2014 年 27 号。

⁷⁴ “Central and East Africa Congo Republic (Kinshasa)”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, May, 1968, p. 305.

⁷⁵ 当初政府は、接収した資産をもとにジェカミンズを設立し、その株式 60%を政府が所有し、40%で国際コンソーシアムを形成することを計画したが、実現せず、全株式を政府が所有することになった。
日本鉱業協会調査部金属課 (1970)、「図説 世界の銅事情」、『鉱山』、第 23 巻、第 11 号、pp. 13-21.

悪化したが、UMHK 社の販売会社 La Societe Generale Congolaise des Minerais (SGM) がジェカミンズの生産物の輸送・販売・技術者雇用等のサービスを提供することで合意した⁷⁶。

しかし、1974 年 2 月、ジェカミンズと SGM との協定は改正され、SGM は販売権を国有企業の Sozamco に譲渡することとなった⁷⁷。これにより、ザイールの銅産業は、鉱山開發生産を行うジェカミンズと銅販売を行う Sozamco の 2 国営会社による国有化が確立された。

1980 年代に入っても銅とコバルトの生産量は堅調に推移し、銅の年間生産量は 470,000t 程度の水準を維持し、1986 年の年生産量で銅が 476,600 t と過去 10 年で最大となったほか、コバルトが 13,078t⁷⁸に達した。しかし、その後は探鉱予算削減による鉱量減少、設備投資削減による生産設備老朽化が影響して銅生産生産量は減少に転じ、1989 年には年間銅生産量は 425,000t⁷⁹に減少した。コバルト生産は年間 1 万 t の水準を維持した。

3) 民営化

1990 年代は、内戦状態が続き、その影響で銅生産量の減少は止まらず、1990 年は 339,357t、1992 年は 143,300 t、1993 年は 60,000t、1994 年は 3,725t と激減した。コバルト生産量も 1990 年は 10,000t、1992 年は 6,640 t、1993 年は 2,200t と急速に減少し、1991～92 年のコバルト価格上昇の恩恵を享受することができなかった⁸⁰。

内戦以外にも、1990 年代の銅及びコバルトの大幅な生産量減少の原因として、ジェカミンズの生産能力の 3 分の 1 を占めていた主力鉱山のカモト銅鉱山 (Kamoto) の 1990 年の崩落事故やザイールの政治経済の破綻があげられる。カモト銅鉱山は事故後、操業休止となり、1991 年 5 月には不可抗力を宣言し、輸出量が 240,000t と 1980 年代の最盛期から半減した。その復旧に多額の費用 (400 万米ドル) が必要となったことから、十分な探鉱ができなくなっていた⁸¹。

このような状況を改善するため、1994 年から 1997 年にかけて、銅・コバルト・亜鉛に富む廃さいの再処理、不採算部門の閉鎖、外部機関とのジョイント・ベンチャーの形成などの対策を講じ⁸²、また、コンゴ民政府は、2002 年には世界銀行の支援の下で鉱業法を改正し、ジェカミンズとのジョイント・ベンチャーを通じた民間企業主導による鉱山開発に方針転換をした結果、2004 年頃から銅生産量が徐々に回復し、2007 年以降はテンケ・フングルメ鉱山 (Tenke Fungurume) やカモト鉱山等の有力鉱山の生産拡大に牽引されて銅生産量は急速に拡大した。

⁷⁶ 日本鉱業協会(1967)、「短期間に解決したコンゴ問題」、『鉱山』、第 20 巻、第 6 号、pp. 18-19.

⁷⁷ Sozamco は 1974 年 11 月に設立された。、萱嶋太郎、「ザイール・ザンビアの銅事情」、『国際資源』、国際資源問題研究会、1978 年 7 月、第 44 号、p. 70.

⁷⁸ “Central Africa Zaire”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1987, p. 421.

⁷⁹ “Central Africa Zaire”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1991, p. 116.

⁸⁰ “Central Africa Zaire”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1991, p. 116, 1993, p. 183, 1994, p. 143, 1995, p. 145.

⁸¹ “Central Africa Zaire”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1992, p. 123, 1995, p. 145.

⁸² “Africa Congo (Democratic Republic)”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1998, p. 188.

表 20. ザイール銅産業略史

時期	出来事
1984 年	レオポルド 2 世の私有地となる（ベルリン会議）
1906 年	Union Minere du Haut Katanga (UMHK) 設立（Royal Decree）
1908 年	ベルギー領
1960 年 6 月 30 日	コンゴ共和国としてベルギーから独立
1960-1963 年	コンゴ動乱
1965 年	無血クーデター（モブツ大統領就任）
1967 年	ジェカミンズの前身である Gecom (Generale Congolaise des Minerals) 設立
1967-1968 年	日本企業調査団派遣
1967 年 12 月 18 日	鉱業協定調印、ムソシにおいて探鉱開始
1968 年 4 月	日本側、本事業推進のための企業設立 ⁸³
1968 年 7 月	現地法人ソデミコ設立（日本側 85%、ザイール政府 15%）
1969 年 4 月	ムソシ鉱山開発
-1972 年 9 月	
1971 年	ザイール共和国に国名変更
1972 年	国営企業ジェカミンズ (Gecamines ; Generale des Carrieres et des Mines) 設立
1972 年 10 月	ムソシ鉱山生産開始
1976 年 5 月	精鉱運搬ルートはベイラルルートが封じられ、イースト・ロンドンに変更を余儀なくされ、輸送コストが倍増し
1978 年	キンセンダ鉱山生産開始
1980 年	キンセンダ鉱山増産
1983 年	撤退
1984 年	ジェカミンズ・ホールディング社 (Gecamines Holding) 及び子会社の探鉱、商事、開発の各社を設立
1990 年	複数政党制導入
1991 年	キンシャサ市内暴動
1995 年	ジェカミンズ・ホールディング社からジェカミンズに体制を元に戻す
1996 年	第一次コンゴ紛争（東部で武力蜂起、コンゴ民主解放勢力同盟結成）
1997 年	ローラン・デジレ・カビラ大統領就任（モブツ大統領失脚）、コンゴ民主共和国に国名変更
1998 年	第二次コンゴ紛争
1999 年	国連平和維持部隊派遣
2001 年	ローラン・デジレ・カビラ大統領暗殺、ジョセフ・カビラ大統領就任
2002 年	ブレトリア包括合意
2003 年	暫定政権成立
2005 年	大統領選挙、国民議会選挙、カビラ大統領就任
2006 年	ゴマ和平合意
2010 年	Gecamines、国営企業から国有企業へ体制変更
2011 年	大統領・国民議会選挙（カビラ大統領再選）

出典）久保田博志・小嶋吉広（2014）、「コンゴ民主共和国 Gecamines 社の事業内容について ―南部アフリカ諸国の国営鉱山会社に係る分析報告（4）―」、石油天然ガス・金属鉱物資源機構、カレントトピックス、2014 年 27 号。

⁸³ コンゴ鉱山開発社（日本鉱業 57%⇒52%、住友金属鉱山・古河鉱業・三井金属鉱山・東邦亜鉛・日商岩井 52%、後に三菱金属、同和鉱業が参加）

更に、2010年12月には、コンゴ民政府は、ジェカミンズの自立性確保のため、同社を政府が直接経営に関与する国営企業から、政府は同社の株式を保有するだけで直接経営にはかかわらない国有企業に変更した。ザイール銅産業略史を表20に示した。

（２）ジェカミンズの事業の概要

１）事業体制

ジェカミンズは、1967年のその前身の創立以来、生産物の販売をベルギー商社SGMに委託してきたが、1974年にザイール化政策の一環として国営商社Sozacomが設立されると、1976年からはSGMのザイールにおける業務は金融面とベルギーへの銅委託精錬関係を除きすべてをSozacomに移管された。Sozacomの販売能力は低く、ジェカミンズの利益率は低下し、経営悪化の一因となった。そのため、1982年8月にジェカミンズはSozacomとの販売契約を改定し、Sozacomと並行してジェカミンズが独自に生産物を利用することを可能にした。Sozacomの独占的権利は維持されたが、販売代理業者としてであり、収入は全てジェカミンズのものとなった⁸⁴。

他方、ジェカミンズは、1984年11月に再度改組され、持株会社のジェカミンズ・ホールディングス社（Gecamines-Holdings）を親会社として、ジェカミンズ探査会社（Gecamines-Exploration）、ジェカミンズ商事会社（Gecamines-Commercial）、ジェカミンズ開発会社（Gecamines-Development）の3子会社からなる企業グループを形成した。

ジェカミンズ・ホールディングス社は本社を首都キンシャサ（Kinshasa）に置き、政府の政策に沿ってグループ会社の経営戦略の決定、財務管理、事業結果の評価等を行った。ジェカミンズ探査会社は、銅鉱山地帯カッパーベルトのあるシャバ州（Shaba）の州都ルブンバシ（Lubumbashi）に本社を置いて鉱石の探査、採掘、製錬を行い、ジェカミンズ商事会社は、キンシャサに本社を置いてジェカミンズ探査会社の生産物を販売するなど商業活動を行い、ジェカミンズ開発会社は、ルブンバシに本社を置いて鉱山業以外の農産物の栽培・畜産とその分配等の間接的な事業を行っていた⁸⁵。

２）主要施設・主要鉱山

ジェカミンズの主要生産拠点は、西部、中部、南部の3地区で、それぞれに露天採掘鉱山、坑内採掘鉱山、選鉱所、製錬所、精錬所の全て或いは一部の施設があり、ジェカミンズ全体として鉱山から精錬所まで、鉱石採掘から地金生産までの垂直統合が形成されていた。これは、同じ内陸国であるザンビアと同様に輸送コストを考慮すると地金生産でなければ経済性がないとの理由からであった。各年代のジェカミンズの主要主要施設・主要鉱山を表21に整理した。主要鉱山等の位置を図5に示した。

⁸⁴ "Central and East Africa Zaire", *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1983, p. 413.

⁸⁵ "Central Africa Zaire", *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1985, p. 444.

表 21. ジェカミンズの主要施設・主要鉱山
(1970 年)

鉱山施設	西部地区	中部地区	南部地区
鉱山(露天)	ムソノイ(Musonoï)、 カモト(Kamaoto)、 ムトシ(Mutoshi)、 エムズエサ(M' sesa)	カカンダ(Kakanda)	
鉱山(坑内)	カモト(Kamoto)	カムボバ(Kambove)	キプシ(Kipushi)
選鉱所	コルウェジ(Kolwezi)、 カモト	カムボバ(Kambove)、 カカンダ(Kakanda)	(キプシ(Kipushi))
製錬所			ルブンバシ(Lubumbashi)
精錬所	ルイル(Luilu)	シトゥル(Shituru)	

(1980 年頃)

鉱山施設	西部地区	中部地区	南部地区
鉱山(露天)	ムソノイ、カモト、ムトシ、 ディクルウェ(Dikuluwe)、 Masamba、Mupine、Kov6	カカンダ、 カムフンドウエ (Kamfundwa)	
鉱山(坑内)	カモト	カムボバ	キプシ
選鉱所	ムソノイ、コルウェジ、 カモト、ディマ(Dima)	カムボバ、カカンダ	キプシ
製錬所			ルブンバシ
精錬所	ルイル	シトゥル	

出典) 金属鉱業事業団 (1989), p.82.を基に作成。

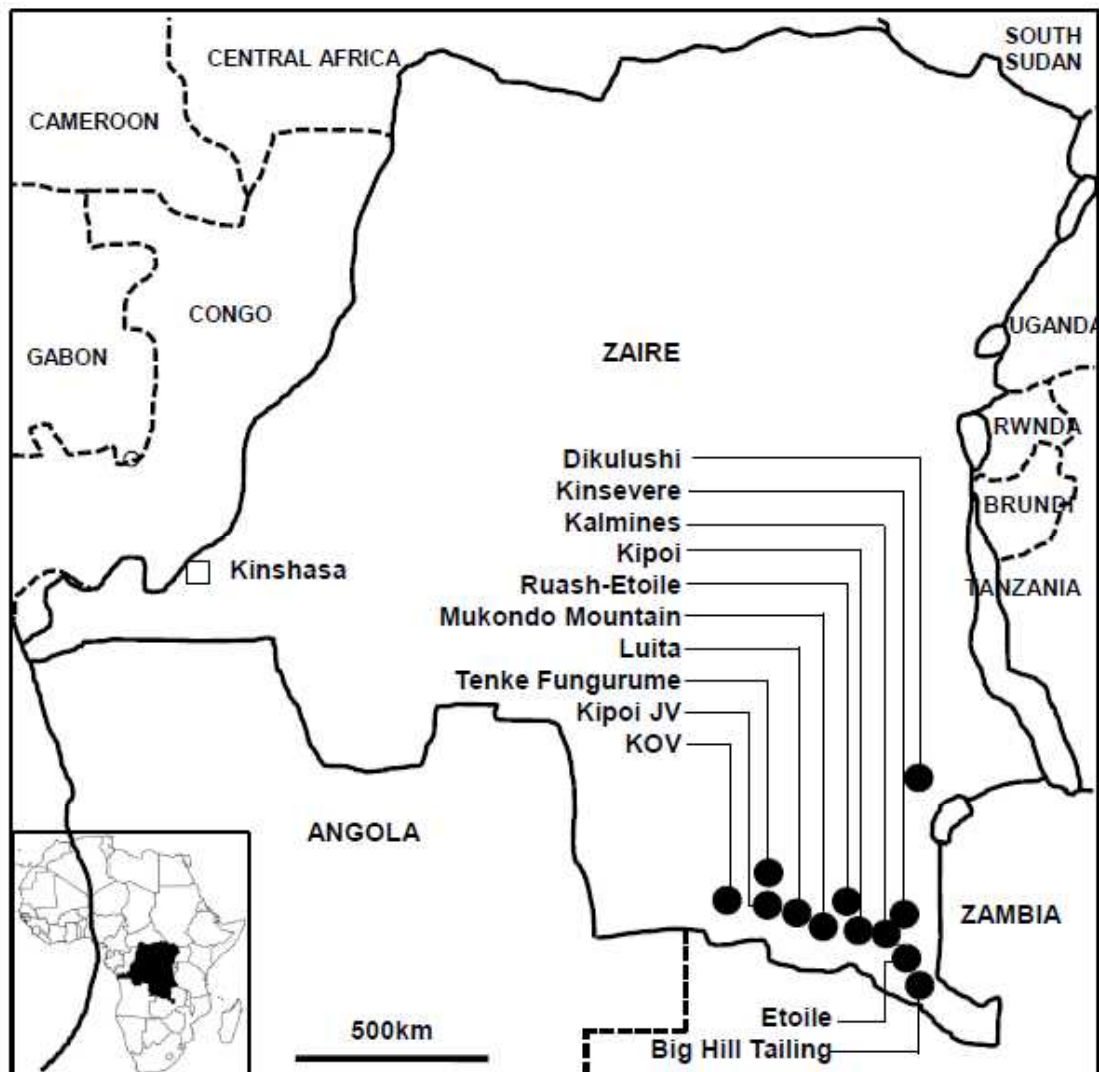


図 5. ザイール銅鉱山等位置図

* ● : 主要銅鉱山
出典) 各種資料を基に作成。

3) 生産状況

ジェカミンズの年間生産量は、1970 年は銅（精錬銅量）385,460 t、コバルト 13,958t、亜鉛精鉱 185,193 t⁸⁶、1980 年は銅（精錬銅量）425,695 t、コバルト 14,482t、亜鉛 48,848 t⁸⁷で、銅年間生産量 40 万 t 以上、コバルト年間生産量 10,000t を超える世界有数の鉱山会社として操業を続けたていたが、1980 年代半ば以降は生産を維持できなくなり、内戦等の影響もあって、1994 年には銅 3,725t と生産は激減した⁸⁸。ジェカミンズ等の銅生産の推移を図 6 に示した。

⁸⁶ “GECAMINES”, *Mining International Yearbook*, Financial Times, 1972-73, p.277.

⁸⁷ “GECAMINES”, *Mining International Yearbook*, Financial Times, 1983, p.170.

⁸⁸ “Central Africa Zaire”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1991, p.116, 1993, p.183, 1994, p.143, 1995, p.145.

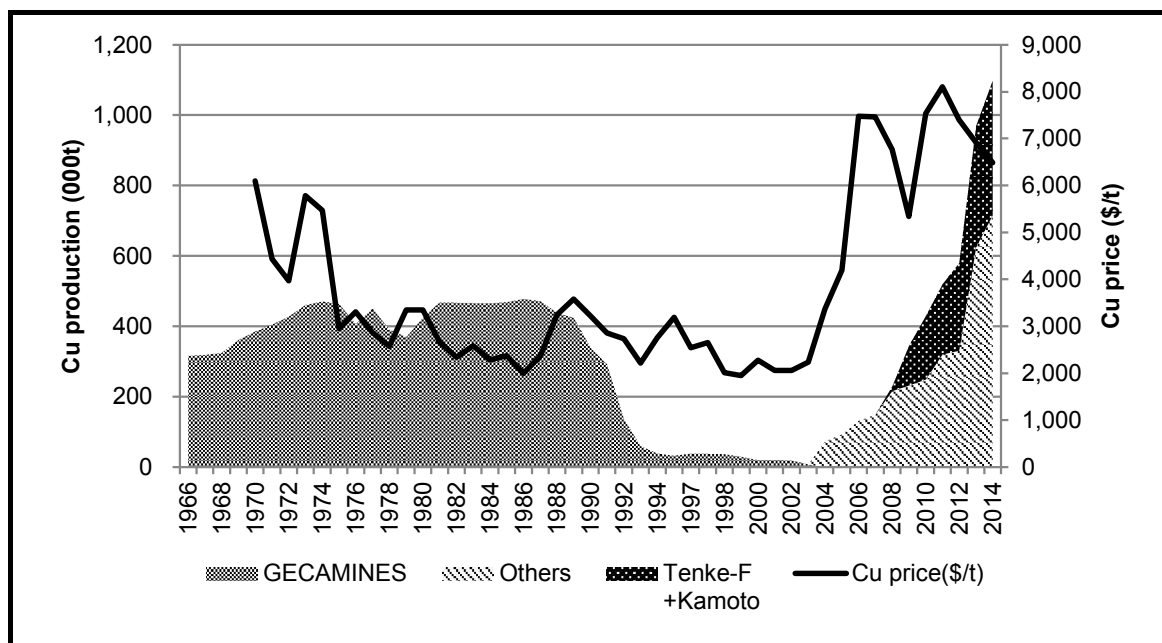


図 6. ザイールの銅鉱石生産量と銅価格推移

注) ジェカミンズの株式保有 : Tenke fungulume 20%、Kamoto 25%

出典) *Mining Annual Review*, *Mining Journal*、久保田・小嶋 (2014) を基に作成。

コバルトは、1980年代まで、ジェカミンズが世界のコバルト生産の40～50%を占め、生産者価格を決める立場にあった。1970年代の銅産業の国有化により、ジェカミンズが生産したコバルトは国営会社 Sozacom が独占的に販売しており、1979年までは年間生産量は14,000t 強で推移していた。米国の需要減少により、Sozacom は販売量を1982年度には40%まで減少する方針を示し、米国 (U.S. General Services Administration; GSA) が Sozacom からのコバルト購入を停止すると発表すると、Sozacom はコバルト生産者価格を1981年に25USD/lb から17.25USD/lb に引き下げたが、コバルトの市場価格は更に下落して、1982年4.25USD/lb、1983年5.50USD/lb となった⁸⁹。

コバルト価格の下落に対して、ジェカミンズは1981年、1982年のコバルト生産量を自主的に例年の半分の5,000t～6,000t レベルまで減産（在庫を積み上げた）⁹⁰、1984年には販売成果の悪い Sozacom とのコバルトの独占的な販売契約を見直し、独自に販売するようになった。その後、内乱が続いた1990年代以降は、1992年が6,640t、1993年が2,200t と年間生産量は激減した⁹¹。ザイールのコバルト供給障害に伴いコバルト価格は高騰すると言う皮肉な状況となった。ジェカミンズの銅・コバルト生産量の推移の推移を図7に示した。

⁸⁹ “Central and East Africa Zaire”, *Mining Annual Review*, *Mining Journal*, 1982, p. 449,
“Central and East Africa Zaire”, *Mining Annual Review*, *Mining Journal*, 1983, pp. 413-414.
“Central Africa Zaire”, *Mining Annual Review*, *Mining Journal*, MJA1984, p. 401.

⁹⁰ “Central and East Africa Zaire”, *Mining Annual Review*, *Mining Journal*, 1983, pp. 413-414.
“Central Africa Zaire”, *Mining Annual Review*, *Mining Journal*, 1984, p. 401

⁹¹ “Central Africa Zaire”, *Mining Annual Review*, *Mining Journal*, 1991, p. 116, 1993, p. 183, 1994, p. 143, 1995, p. 145.

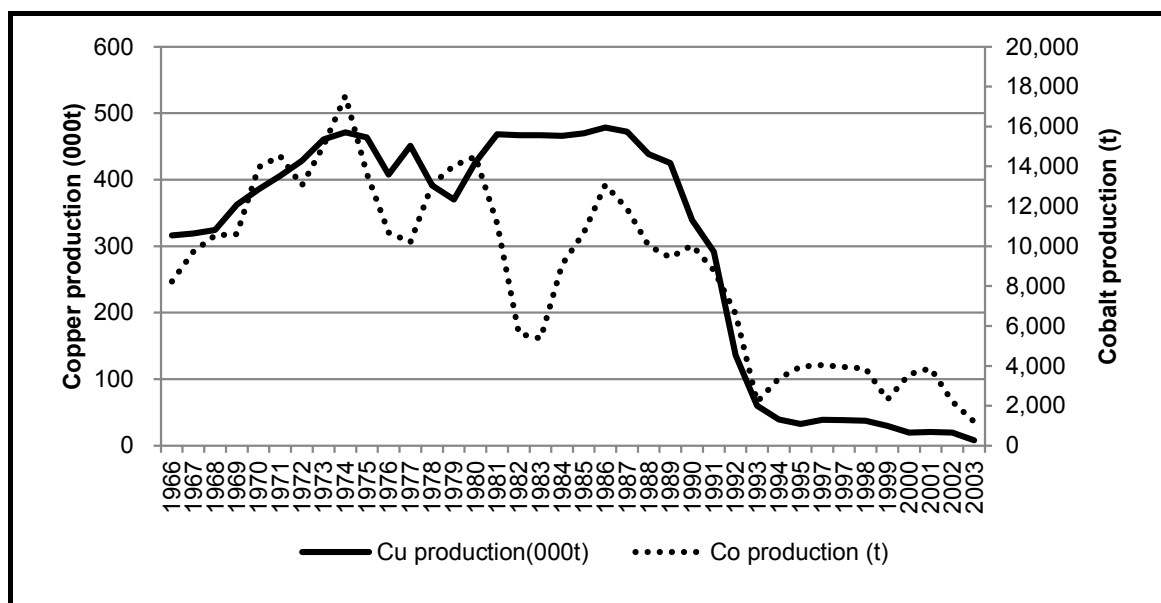


図 7. ジェカミンズの銅・コバルト生産量の推移

出典) *Mining Annual Review*, *Mining Journal*、久保田・小嶋 (2014) を基に作成。

4) 生産コスト

①1970 年代まで

ジェカミンズは、1970 年代初期には銅生産コストが世界でも最も低い鉱山会社の 1 つであったが、1974 年から 1980 年にかけてトン当たりのコストは年平均 10.5% (米ドルの名目) の高率で上昇した。コスト上昇の要因は間接コスト (管理部門の経費、マーケティングコスト、利子、外部輸送コスト) の増大であった⁹²。

②1980 年代

1986 年の銅生産の純生産コストは 39c/lb と低いが、これは 76c/lb と高い操業コストを⁹³、副産物収入 (コバルト回収) の 37c/lb が相殺していたことによる⁹⁴。ザイールの操業コストは、インフレ⁹⁵、坑内採掘の割合が多いこと (国内の銅生産の約半分)、剥土比⁹⁶が高いこ

⁹² 同期間の増加率は直接コストで 4.6%であったのに対して間接コストで 16.2%であり、全コストに占める間接コストの割合は 1974 年の 33%から 1980 年には 48%に増加した。

⁹³ 選鉱コストは 18c/lb、製錬/精錬コスト 22c/lb には副産物のコバルトを回収するための処理費用が含まれている。TOA(1988), pp. 204-205.

⁹⁴ TOA(1988), pp. 204-205.

⁹⁵ 1980 年代の消費者物価は年率 40%前後で上昇し、1983 年には IMF の指導による変動相場制に移行や大幅な通貨切り下げ (78%) が大きく影響した。"Central and East Africa", *Mining Annual Review*, *Mining Journal*, 1993, p. 183.

⁹⁶ 露天採掘で鉱石採掘する前に鉱石を覆っている岩石や土砂をと取り除く必要がある。その岩石や土砂の量と鉱石の量との比率。

と（7.1:1以上）、国内に化石燃料がなく石炭はジンバブエから輸入していること⁹⁷、内陸国のため輸送コストが高いこと、外国人技術者の高い報酬⁹⁸、などにより高くなっている。純操業コストは、コバルトの副産物収入が寄与して低い水準を維持しているが、新たなコバルト資源の発見がないことから将来的に生産が増加する見込みは少ないとの指摘もあった⁹⁹。1984年の銅生産コストは、減価償却、税、諸経費を差引き、副産物収入を加味した後で62.2c/lbであった¹⁰⁰。表22に1984年のジェカミンズ各生産拠点の生産コストを示した。

③1990年代

1990年代のEC（European Communities；欧州諸共同体）が行った調査では、ジェカミンズの銅生産コストは、1988年が0.76米ドル/lbであったに対して1991年には約2倍の1.40米ドル/lbに高騰しており、ECはジェカミンズが生産する銅は採算性がないとして、民営化を促している¹⁰¹。

表 22. ジェカミンズの各生産拠点の生産コスト（1984年）

	西 部	中 部	南 部
鉱山 (鉱石単位量当たり)			
露天採掘	8.7 USD/t	7.4 USD/t	
坑内採掘	12.0 USD/t	8.0 USD/t	14.0 USD/t
(含有単位量当たり)			
露天採掘	194 USD/t (42.8 c/lb)	193 USD/t (42.5 c/lb)	
坑内採掘	293 USD/t (64.6 c/lb)	277 USD/t (61.1 c/lb)	400 USD/t (88.2 c/lb)
選鉱 (鉱石単位量当たり)	4.4 USD/t	4.1 USD/t	3.0 USD/t
(精鉱単利量当たり)	128 USD/t	155 USD/t	100 USD/t
熔錬 (銅単位量当たり)	131 USD/t (28.9 c/lb)	129 USD/t (28.4 c/lb)	150 USD/t (33.1 c/lb)
精錬 (精錬銅単位量当たり)		60 USD/t (13.2 c/lb)	

出典『非鉄メジャーの動向（1）』，金属鉱業事業団 1989, p.97. (ジェカミンズ Plan Quinquennal 1984-88)に加筆。

5) 財務状況

ジェカミンズは、1967年に設立以降、1974年までは銅市況の高水準、主要搬出路であるベンゲラ鉄道の低運賃コスト、低賃金コスト、十分な設備による低生産コストにより経営は順調であった。1975年から1989年までのジェカミンズの財務状況を表23に示した。

⁹⁷ TOA(1988), pp.204-205.

⁹⁸ “Central Africa Zaire”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1993, p.183.

⁹⁹ TOA(1988), pp.204-205.

¹⁰⁰ 『非鉄メジャーの動向（1）』，金属鉱業事業団 1989, pp.96-97.

¹⁰¹ “Central Africa Zaire”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1993, p.183.

表 23. ジェカミンズの財務状況（1975 年～1989 年）

年	売上高*1	純利益*2	総資産*3	総負債*4	長期負債*5	自己資本*6	売上利益率*7(%)	自己資本比率*8(%)	長期負債率*9(%)	総負債比率*10(%)
1975	318.8			23.0	23.0					
1976	624.2	97	782.6	275.9	82.7	506.7	15.5	64.7	16.3	54.5
1977	602.3	3.39	898.9	392.5	135.6	506.4	0.6	56.3	26.8	77.5
1978	977.1	145	1,332.8	654.0	301.7	678.8	14.8	50.9	44.4	96.3
1979	2,584	212	3,926	1,554.0	522	1,372	8.2	34.9	38.0	113.3
1980	4,113	692	7,526		947	2,190	16.8	29.1	43.2	
1981	6,636	1,542	10,482		1,362	3,760	23.2	35.9	36.2	
1982	6,243	-1,834	17,326		1,629	12,404	-29.4	71.6	13.1	
1983	10,646	-1,429	55,063		6,611	39,308	-13.4	71.4	16.8	
1984	34,058	1,508	70,085		8,981	50,267	4.4	71.7	17.9	
1985	47,379	2,181	101,449		11,970	71,976	4.6	70.9	16.6	
1986	52,328	-3,694	121,721		17,971	79,102	-7.1	65.0	22.7	
1987	110,757	-6,221	206,139		25,186	127,162	-5.6	61.7	19.8	
1988	1,436	168	1,767		147	1,105	11.7	62.5	13.3	
1989	1,426	16	1,826		190	1,121	1.1	61.4	17.0	

注)*1: Income、*2: Net income、*3: Assets total、*4: Liabilities total、*5: Long-term debt、

*6: Shareholders' Funds、*7: Net income / Turnover、*8: Shareholders' Funds / Assets total

*9: Long-term debt / Stockholders' Funds、*10: Liability total / Stockholders' Funds

出典) Mining, Financial Times, 1975-2000 を基に作成。

1970 年代後半の収入は大幅に増加しているものの純利益の伸びは小幅にとどまり、利益率が 10 数%から 10%以下に減少した。負債及び長期負債は増加を続けていたが、長期負債比率は高くても 40%台であることから長期借入による投資が少ないのか、或いは投資そのものが少ない可能性が考えられる。他方、負債率は 1970 年半ばで 50%を超え、それ以降も上昇をつづけていたことから、1970 年代末には自己資金では運転資金を賄えず、借入金に頼る経営が行われ、そのため短期負債が増加したと考えられる。1970 年代のジェカミンズの経営状況は石油危機以降、厳しさを増していった。その原因として、1974 年頃からの銅市況低迷と性急なザイール化政策の失敗、1975 年のアンゴラ紛争によるベンゲラ鉄道閉鎖、1977 年、1978 年のジャバ（JAVA）紛争等によるザイール経済破綻と外貨不足、それに伴う資材調達や燃料の不足と補修・更新が不十分な生産施設の老朽化、また、不利な税制、事業拡大の失敗などが考えられる。

1980 年代を通じて現地通貨建ての売上は増加していたが、純利益は極めて低く損益を計上する年度もあった。使用総資本と長期負債、自己資本はいずれも大幅に増加しているが、現地通貨が下落していること、インフレを考慮すると財務状況は悪化していたと考えられる。特に売上利益率は 1980 年代半ばからは 1 桁台まで下がり生産しても利益が上がらない

状況にあり、また、自己資本比率の上昇、長期負債比率の低下は、外部からの長期借入が困難で資金調達を政府に頼らざるを得ない状況にあったことを示していると考えられる。

①1970 年代

1970 年代初頭のジェカミンズの損益計算表を表 24 に示した。売上は 1972 年が 259 百万ザイール、1973 年が 445 百万ザイール、1974 年が 519 百万ザイール（亜鉛部門を受入れたことで更に売上が増加した）と堅調であった¹⁰²。1974 年の場合、国に徴収される輸出税の増加や生産コスト上昇や Sozacom 社が SGM 社の業務を引継ぐことで生じた SGM への補償金支払いの影響等により、純利益は 15.4 百万ザイールと売上のわずか 2.9%を占めるにすぎず、前年度の 81.9 百万ザイール、同 18.4%を大きく下回っており¹⁰³、財務内容は政府の方針変更の影響を受ける企業体質が経営状況の好調なこの時期においても垣間見られる。

表 24. ジェカミンズの 1970 年代半ばの損益計算表

（単位：千ザイール）

	1974		1973		1972	
売上		518,839		445,050		259,145
輸出関税	180,662		102,732		57,587	
輸出税	27,993		22,265		13,809	
		310,184		320,053		187,749
工場コスト	156,458		130,922		107,074	
粗利益		153,726		189,131		80,675
一般費用	34,382		26,690		22,374	
金利	10,114		8,090		4,514	
輸送費	32,923		27,798		27,460	
ロイヤルティ	57,661		21,321		14,431	
資産売却損	878		1,156		1,114	
		17,768		104,076		10,782
雑収入		363		314		290
為替差損	2,743		2,618		1,235	
税引前利益		15,388		101,772		9,837
利益税			19,918			
純利益		15,388		81,854		9,837

出典）日本貿易振興会（1976）、p. 74.（出所：ジェカミンズ年次報告書）。

②1980 年代

1980 年代に入るとザイール政府は、再三にわたり IMF の支援を受けている。1980 年 1 月には IMF 調査団が財政収支と財政規律の確立のためキンシャサを訪問し¹⁰⁴、ザイール政府は 1981 年 6 月に 912 SDR（Special Drawing Rights；特別引出権）、1,050 百万米ドルを IMF より融通し、IMF の財政再建プログラムを受入れることを条件にパリクラブは債務の繰り延

¹⁰² 『ザンビアおよびザイールの銅事情』，日本貿易振興会（1976），p. 73.

¹⁰³ 日本貿易振興会（1976），pp. 74-75.

¹⁰⁴ “Central and East Africa Zaire”，*Mining Annual Review*, Mining Journal, 1980, p. 521.

べを認めている¹⁰⁵。更に、財政再建のため、1983年9月、IMFの指導のもと通貨切下げ、緊縮財政、経済自由化を実施した。ジェカミンズは、税制改革、通貨切下げによる現地通貨建て収入の増加、債務軽減、関連事業の整理、組織改革、Sozamcoとの契約見直し、未払金の国家引き受け、経費節減、人員整理によって再建を進めた¹⁰⁶。

1983年及び1984年の損益計算書を表25に示した。1984年の売上は34,058百万ザイール(970.7百万米ドル)、生産コストとして大きいのは人件費4,245百万ザイール、資材等購入費16,022百万ザイール、輸送費4,960百万ザイールの合計2,522.7百万ザイールで1983年の約2.5倍になっている。このコストの上昇は現地通貨の下落によるものである。

表 25. ジェカミンズの1983年度と1984年度の損益計算書

(単位：千ザイール)

項目	1983	1984
製品販売収入(売上高)	10,645,615	34,057,936
製品在庫収入	1,283,121	974,534
社内事業収入	317,619	680,438
物品譲渡収入	277,697	2,208,044
鉱山開発政府補助金	16	7
人権費	△1,955,948	△4,244,673
資材購入費	△4,166,802	△11,154,249
輸送費	△2,312,413	△4,960,492
その他消費支出	△1,606,373	△4,867,690
為替差益	9,176,930	4,110,480
為替差損	△7,820,870	△4,630,699
受取り利子配当	37,499	240,300
支払い利子	△514,737	△875,285
当座性配当金(主として年金用)の取崩し	11,878	245,505
当座性配当金(主として年金用)の積立し	△477,548	△578,466
各費用に含まれない間接税	221,085	△504,786
小計(粗利益)	2,674,598	10,700,903
償却費及び非配当性引当金の取崩し	522,225	181,465
償却費及び非配当性引当金の積立て	△4,184,134	△5,938,211
小計(純利益)	△987,311	4,944,157
固定資産税及び短期有価証券譲渡益	1,857	64,036
固定資産税及び短期有価証券譲渡損	△293	△662,834
小計(税引前当期利益)	△985,747	4,346,359
所得税及び貸借税(直接税)	△443,443	△2,838,136
合計(当期利益)	△1,429,190	1,508,223

出典)『非鉄メジャーの動向(1)』、金属鉱業事業団 1989、p. 104.

(出所：ジェカミンズ-Exploration, Rapport Annuel 1984)

¹⁰⁵ “Central and East Africa Zaire”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1983, p. 413.

¹⁰⁶ “Central Africa Zaire”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1984, p. 399.

これから減価償却費、探鉱準備金等を差し引いた税引き前利益は 4,346 百万ザイール、そこから所得税等諸税を引いた当期純利益は 1,508 百万ザイールでとなり、1983 年度の赤字分 361 百万ザイールを引いた 1,147 百万ザイールのうち政府配当が 500 百万ザイール、残りの 647 百万ザイールが各種準備金となっていた¹⁰⁷。

6) 投資及び資金調達

①1970 年代

1970 年代前半のジェカミンズの税引後利益、投資、負債等の推移をみると、石油危機までは税引前利益、納税額、税引後利益、投資額、総負債額、長期負債額の何れも増加していたが、1973 年をピークとして税引後利益は減少傾向に転じた。他方、投資額、総負債額、長期負債額は増加を続けた。特に第三者からの借入が急増している。1971 年から 1975 年にかけてのジェカミンズの財務・投資・資金調達状況を表 26 に示した。

表 26. ジェカミンズの財務・投資・資金調達 (1971-75 年)

(USD million)

項目*1	1971	1972	1973	1974	1975
税引き前利益	237.8	229.8	538.6	529.0	187.4
諸税	173.0	176.4	336.6	451.6	178.2
税引き後利益	64.8	53.4	202.0	77.4	9.2
当期投資額	49.6	60.4	44.2	79.4	99.2
第三者出資	68.6	101.0	159.0	219.8	243.6

*1 税引き前利益; Profit before tax、諸税; Taxes、税引き後利益; Profit after tax、当期投資額; Investment during year、第三者出資; Third party funds.

出典) Marian Radetzki and Stephen Zorn (1979), *Financing Mining Projects in Developing Countries A United Nations Study*, London; Mining Journal Book Limited, p. 40.

②1980 年代

第 3 次 5 ケ年計画 (1984~88 年) における資金調達は、当初投資額 75,000 万米ドルに対してジェカミンズの自己資金が 55,000 万米ドル、外部借入が 20,000 万米ドル、1985 年の経費見直し後は投資額は 86,700 万米ドル、ジェカミンズの自己資金が 63,920 万米ドル、外部借入が 22,780 万米ドルで外部借入金は投資額の 3 割程度であった。ジェカミンズが自己資金で調達した資金は、1984 年は 11,000 万米ドル、1985 年は 15,000 万米ドルで、これに基づいて輸送関係設備が購入された。1984 年が 4,900 百万米ドル、1985 年が 7,600 百万米ドルであった。外国からの融資は、1985 年 10 月のパリ国際会議によって、総額 28,500 万米ドルと融資額が決められた¹⁰⁸。第 3 次 5 ケ年計画における投資計画額を表 27 に示した。

また、ジェカミンズはザイールで最大の外貨獲得企業であり、政府の外貨準備に大きく貢献していたが、ジェカミンズ自身が投資や支出に外貨を必要とすることから、しばしば

¹⁰⁷ 『非鉄メジャーの動向 (1)』, 金属鉱業事業団 1989, pp. 102-103.

¹⁰⁸ 『非鉄メジャーの動向 (1)』, 金属鉱業事業団 1989, p. 112.

その分配をめぐって政府と対立している。1979年初、ジェカミンズの経営悪化に対応して外貨収入の45%を外貨で留保する措置がとられたが、政府の外貨需要が優先されて中央銀行への追加納付が度々行われ（外貨納付の見返りとして現地通貨ザイールを受け取っていた）、1975年から1981年のジェカミンズの外貨留保率は39%に抑えられていていた。このことがジェカミンズの投資計画の実施を遅らせる原因となった¹⁰⁹。1983年度と1984年度の銅によって得られた利益の処分内容を表28に示した。

表 27. 第3次5ヶ年計画（1984～88年）における投資計画額

投資部門	金額(万米ドル)	投資目的	金額(万米ドル)
鉱山部門	27,000	維持	43,300
製錬部門	14,000	鉱山の修理	5,090
精製部門	4,200	車両購入	5,940
輸送部門	10,000	社内鉄道の拡張	3,880
補助部門	3,000	部品集積	6,230
その他	16,800	探鉱ボーリング	2,810
		合理化	17,960
		重機等*購入	
		多様化	4,180
		Luilu 銅電解工場新設	
		生産性向上	9,350
		選鉱・製錬近代化	
計	75,000	計	74,790
			** 86,700
(自己資金)	55,000	(自己資金)	63,920
(外部融資)	20,000	(外部融資)	22,780

* トロリーシステム、大型ショベルカー、キャタピラ式トラック

** 1985年の経費見直しにより、多様化の投資額が16,080万ドルに増加したため、投資総額は74,790万米ドルから86,700万米ドルに増加した。

出典)『非鉄メジャーの動向(1)』, 金属鉱業事業団 1989, pp. 111-112. ほかを基に作成。

表 28. ジェカミンズの収益処分内容（1984年、1985年）

	1984年	1985年
総収入	826.0 百万米ドル	928.4 百万米ドル
税引後収入	674.4 百万米ドル	863.0 百万米ドル
うちジェカミンズ分	324.0 百万米ドル	349.4 百万米ドル
うち中央銀行納付分	368.4 百万米ドル	513.6 百万米ドル
(見返りザイール貸)	(144 億ザイール)	(248 億ザイール)
総支出	312.0 百万米ドル	324.5 百万米ドル
うち国内支出	不明	170 億ザイール
国税	49 億ザイール	94 億ザイール
配当	0 ザイール	5 ザイール

出典)『非鉄メジャーの動向(1)』, 金属鉱業事業団 1989, p. 102. に加筆。

¹⁰⁹ 『非鉄メジャーの動向(1)』, 金属鉱業事業団 1989, pp. 103-106.

（３）ジェカミンズが経営破綻した要因

ジェカミンズが経営破綻した要因として、以下のことが考えられる。

１）急速な現地化政策による欧米技術者の流出から技術者不足に陥った

ザイール政府は、独立後、様々な職場においてそれまで白人が占めていた管理的、技術的な地位をザイール人に置きかえるザイール化政策を進めた。同様の政策はザンビアでも1960年代から行われていた。ザイール化は数の面では一定の成果を上げたが、ザイール化進むにつれて鉱山の操業管理や技術面で能力不足が露呈した。1980年代には外国人技術者を引き留めるためにザイール人の3倍以上の報酬で雇用していた¹¹⁰。そのことが、ジェカミンズの生産コストの高さの原因の一つとして指摘されている。ナショナリズムからだけではなく、コスト削減の観点からも外国人に代わるザイール人技術者、管理者の育成が急務となっていた。1980年代のジェカミンズの従業員構成を表29に、ジェカミンズの大卒専門別幹部職員の割合を表30に示した。

表 29. ジェカミンズの従業員構成

	1983 年末(うち女性)	1984 年末(うち女性)
管理職	3,168(249)	3,046(251)
アフリカ人	2,314(240)	2,365(242)
非アフリカ人	849(9)	681(9)
労働者	33,823	32,800
ザイール人		31,754
隣国諸国出身者		1,046
合計	36,986	35,846

出典)『非鉄メジャーの動向 (1)』、金属鉱業事業団 1989、p. 109.

表 30. ジェカミンズにおけるザイール化（大卒専門別幹部職員）の状況

専門／年／項目	ザイール人(人)			全人員(人)			ザイール人/全人員(%)		
	1974	1972	1969	1974	1972	1969	1974	1972	1969
土木	63	22	11	204	157	138	30.9%	14.0%	8.0%
生産技術	43	21	7	133	95	85	32.3%	22.1%	8.2%
経済・商業学士	71	52	21	88	74	32	80.7%	70.3%	65.6%
法学博士	14	12	9	16	15	12	87.5%	80.0%	75.0%
物理・化学士	7	5	3	8	7	4	87.5%	71.4%	75.0%
政治・社会・心理学士	25	12	3	25	12	4	100.0%	100.0%	75.0%
医学博士	21	7	7	50	40	33	42.0%	17.5%	21.2%
その他学士	162	75	14	184	90	15	88.0%	83.3%	93.3%
合計	408	206	75	708	520	323	57.6%	39.6%	23.2%

出典)日本貿易振興会 (1976)、p. 61. (出所: ジェカミンズ年次報告書)

¹¹⁰ 『非鉄メジャーの動向 (1)』、金属鉱業事業団 1989、p. 109.

2) ザイールがアフリカの内陸国であったことから輸送コストが高かったことに加え、自国や隣国の紛争によって輸送路が寸断されたこと

1965 年にローデシアが一方的に独立宣言をしたことでローデシア鉄道が閉鎖され、1975 年 8 月にはアンゴラ紛争によってロビト港（アンゴラ）が封鎖され、ザイールの主要銅輸送ルートは使用不可能となり、ザイールは深刻な影響を受けた。代替輸送ルートとしてタンザニアのダルエスサラーム港が利用されたが、同港では滞貨が日常的に発生していた。1976 年 3 月には、モザンビークとローデシアが戦争状態に入り国境が全面的に封鎖されたことで、ローデシア鉄道経由のベイラ港（モザンビーク）向けの鉄道輸送も遮断された。その結果、ベイラ港もロビト港の代替港としていたザイールは再び深刻な輸送障害を被った。1980 年代は、更なる代替輸送ルートとして、自国のマタディ港（Matadi）や南アフリカのイースト・ロンドン港（East London）が使われたが、後者はザイールからザンビア、ローデシア、ボツワナを経由する全長約 3,200km に及ぶ鉄道輸送を要するため輸送コストは高騰し、それを援助 19 億米ドルと民間からの借入金 8 億米ドルで賄ったが結果、累積債務が膨らみ、外貨準備も使い果たした¹¹¹。1980 年代のザイールの主要な銅輸出経路を表 31 に、1980 年代のザイールの銅の主要輸出経路別輸送量を表 32 に示した。

表 31. 1980 年代のザイールの銅の主要輸出経路

主要ルート	経由地等	距離 (日数)	輸送量(t)	構成比
マタディ港 (Matadi)	SNCZ(ザイール国鉄)ーIbelom 港 ーONATRA(ザイール輸送公社) ーカサイ川ーザイール川ーキンシャサ港 ーSNCZーマタディ港(ザイール・大西洋)	(51 日)	242,622t	44.6%
ダルエスサラーム港 (Dar es Salaam)	Kalemieータンガニーカ湖ーKigoma ーダルエスサラーム港(タンザニア・インド洋)	1,255 km (46 日)	59,076t	10.8%
ダーバン港(Durban) イースト・ロンドン港 (East London)	ザンビアージンバブエーダーバン港、イース ト・ロンドン港(南アフリカ)	3,204 km (30 日)	242,605t	44.6%
合計			544,303t	100.0%

出典)『非鉄メジャーの動向 (1)』、金属鉱業事業団 1989、p. 93. を基に作成。

¹¹¹ 萱嶋太郎、「ザイール・ザンビアの銅事情」、『国際資源』、国際資源問題研究会、1978 年 7 月、第 44 号、pp. 71-72.

表 32. ザイールの銅の主要輸出経路別輸送量（1980～1984 年）

（単位：千 t）

鉱種/ルート/年	1980	1981	1982	1983	1984
銅					
マタディ(Matadi)	187.9	258.5	2334.0	231.1	225.9
ロビト(Lobito)	0	0	0	0	0
ダルエスサラーム(Dar es Salaam)	19.8	20.3	22.3	49.5	44.2
南アフリカ	225.8	187.9	197.9	196.8	195.5
計	433.5	466.6	454.2	477.4	465.6
コバルト					
マタディ(Matadi)	0	0	0	0	0
ロビト(Lobito)	0	0	0	0	0
ダルエスサラーム(Dar es Salaam)	0	0	0	0.7	3.5
南アフリカ	2.4	8.1	3.7	1.2	9.2
空路	10.0	1.6	0.5	0	0
計	12.4	9.7	4.4	2.0	12.7

出典)『非鉄メジャーの動向 (1)』、金属鉱業事業団 1989、p. 93. より抜粋。

3) 本来は鉱山への再投資に充てられる外貨を財政破綻した政府の支援にあてたため、十分な鉱山投資が行えなかった（設備の老朽化によって生産性の低下）¹¹²

1970 年代初頭までは銅価格も堅調であったこともあり、目立った不具合はなかった。しかし、それまでの銅需要の拡大と増産傾向を前提に政府への配当や投資が考えられていたため、銅価格の下落に輸送問題が重なり、銅生産が減少して銅輸出による外貨収入が減少すると、不十分な投資と外貨不足が生産量の減少の原因となる悪循環が生じた。

4) 探査開発が十分に実施されていなかったことで埋蔵量が先細りとなり、1990 年代に銅生産量は激減した。2000 年代に民間との共同探鉱・開発により生産は劇的に改善した。

2002 年、コンゴ民は、世界銀行の支援の下で鉱業法を改正し、ジェカミンズとのジョイント・ベンチャーを通じた民間企業主導による鉱山開発に方針転換し、更に、2010 年にコンゴ民政府は、ジェカミンズの自立性確保を図るため、政府は同社が直接経営に関与する国営企業から、株式を保有するだけの国有企業に変更した。この 2000 年代の政策変更による民間導入によって、生産は劇的に改善している。ジェカミンズが報告した民間導入の方針と成果を 2014 年にまとめた 6 つの行動計画を表 33 に示した。見方を変えると、この行動計画で示された 6 つの項目は、国有化時代に達成できなかった課題であったとも言えよう。

¹¹² “Central Africa Zaire”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1992 p.123, 1995 p.145.

表 33. ジェカミンズの 6 つの行動計画（2012 年～2016 年）

項目	内容
地質調査・探査の再開	鉱山の通常の生産を確保するために探査を実施。 探査予算: 72 百万 US\$ (地質調査、ボーリング調査、輸送手段調査等) 鉱山開発予算: 141 百万 US\$
鉱山施設の修復・近代化への投資	予算: 331 百万 US\$
高付加価値化に向けた経営多角化	石灰石・セメントや銅線部門など非鉱山部門の収益強化を目指す。 予算: 100 百万 US\$
ジョイント・ベンチャーの経営管理の見直し	2012 年現在、29 件の合併事業 (うち鉱山関係は 23 件)、2 件のリース事業に投資。合併事業 29 件のうち生産中のプロジェクト (8 件) については生産拡大/安定化に取り組み、未生産プロジェクト (21 件) については早期の生産移行を目指す。
債務整理	負債額は 1,523 百万 US\$ であったが、2012 年時点では 962 百万 US\$ に削減された。また適切な負債管理を行うため、国際的な法律事務所及び金融機関をコンサルタントに任命している。
人員整理、若年層の積極的雇用、職業訓練の実施	現在約 9,600 名の余剰人員を、社会に与える影響を考慮しつつ、削減し、若年層の雇用を進め、加えて職業訓練も提供していく。

出典) 久保田・小嶋 (2014) を基に作成。

第 3 節 北米主要産銅企業

(1) 北米主要産銅企業の概観

国際的な資源企業（「資源メジャー」などと呼ばれる）の多くは当初は自国の資源を開発するために設立されたが、1900 年前後から海外資源開発を行うようになり、その経験と資本力によって銅鉱山業を含む資源業界において寡占状態を作り上げていった。北米では大規模鉱山を開発、経営のできる技術力と資本力を備えたケネコット社 (Kennecott Copper Corp.)、アナコンダ社 (Anaconda Company)、フェルプスドッジ社 (Phelps Dodge Corporation) の 3 グループに集約されていった。1911 年では、3 社の銅生産は全米生産の 42.8% であったが、独立系産銅会社を併合していき、1943 年には 83.1% にまで増大した¹¹³。

1970 年代初頭、資源保有国による資源ナショナリズム的な動きのなかでチリ、ザンビア、ザイールなどで銅鉱山等の国有化が進んでいたが、米国系のケネコット社、アナコンダ社、フェルプスドッジ社など国際的資源企業¹¹⁴は、自由世界の銅鉱石生産量の約 36.2% (1971 年) を占めていた¹¹⁵。1970 年代初頭における 9 大産銅企業の銅鉱石生産量の世界シェアを図 8 に示した。

¹¹³ 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (2006)、『銅ビジネスの歴史』、p. 25.

¹¹⁴ 北米 3 社のほか、ニューモント社 (Newmont)、アマックス社 (AMAX)、アサルコ社 (ASARCO)、英国系のリオ・チント・ジンク社 (Rio Tinto Zinc)、南アフリカ系のアングロ・アメリカン社、カナダ系のインコ社 (INCO)、ノランダ社 (Noranda) など。

¹¹⁵ 通商産業省鉱山石炭局 海外鉱物資源開発室 (1973)、「資源保有国の動向・国際大資本の動向」、『鉱山』、日本鉱業協会、1973 年 5 月号、p. 26.

本節では、ネコット社、アナコンダ社、フェルプスドッジ社の北米主要産銅企業3社の1960年代から1990年代の事業活動をたどり、同時期に国有企業として活動したZCCMとの比較を試みる。

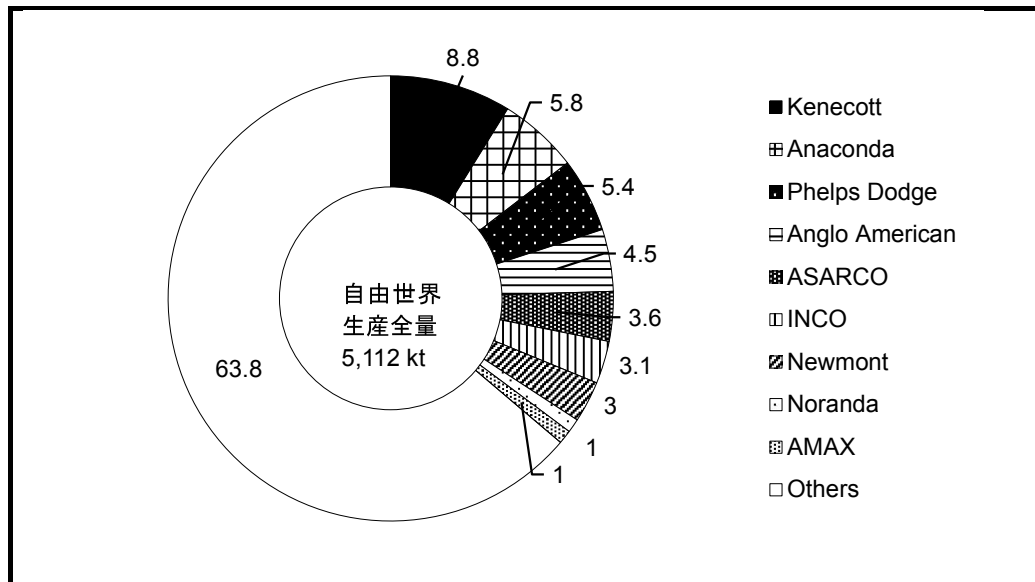


図 8. 1970 年代初頭における 9 大産銅企業の銅鉱石生産量の世界シェア

出典) 通商産業省鉱山石炭局 海外鉱物資源開発室、「資源保有国の動向・国際大資本の動向」、『鉱山』、日本鉱業協会、1973 年 5 月号、p. 26.

(2) 北米主要産銅企業の事業活動

1) 事業体制

北米主要産銅企業のケネコット社、アナコンダ社、フェルプスドッジ社の3社は増大する米国の銅需要を背景に米国西部における大規模鉱山（1945年頃の北米産銅企業3社の推定銅埋蔵量を表34に示した）を保有し、モルガン(Morgan)、ロックフェラー(Rockefeller)などの財閥の資金力を背景として20世紀初頭から産銅企業としての地位を固め、1910年には米国国内の銅生産量の50%、1940年代には80%以上達した。いずれも銅山及び製錬業にとどまらず、1930年前後より電線、伸銅加工業を系列におく垂直統合により市場支配を強めた。これら3社は第二次世界大戦後も米国市場シェアの60%以上を占めていた¹¹⁶。

しかし、1970年代のチリ銅鉱山国有化、石油危機、1980年代の銅価格低迷により業績は悪化し、チリへの依存度が30%と高かったアナコンダ社と同30%のケネコット社は石油資本に買収され、3社の中で海外資産が少なく米国内の鉱山の合理化に成功したフェルプスドッジ社が唯一1980年代の銅価格低迷期を乗り越え、世界第2位の産銅企業となった。

これら3社がそれぞれ数十年以上もの長期間にわたり銅産業の中心的地位を占め続けられたのは、100年間以上操業を続ける主力鉱山を保有していたことが理由の一つであった¹¹⁷。

¹¹⁶ 「鉱物資源における寡占状態の実態を巡る(2)」、『国際資源』、国際資源問題研究会、1977年1月号、p. 73.

¹¹⁷ Anaconda社はチリにChuquibambilla銅鉱山（同社の銅鉱石生産量の50%）、Kennecott社はチリに

表 34. 北米産銅企業 3 社の推定銅埋蔵量（1945 年頃）

（銅分 千ショートトン）

国	会社	鉱山	鉱石埋蔵量	品位(%)	銅分
アナコンダ	Butte district	米国	不明	不明	3,500
	Mountain City	米国	不明	不明	1,000
	Andes (El Salvador)	チリ	60,000	1.2	730
	Chile Copper (Chuquicamata)	チリ	1,000,000	2.0	20,000
	Cananea	メキシコ	不明	不明	300
	計				25,590
ケネコット	Nevada Consolidated	米国	70,000	1.0	700
	Ray consolidated	米国	70,000	1.5	1,000
	Chino	米国	125,000	1.2	1,500
	Utah Copper	米国	700,000	1.0	7,000
	Braden (El Teniente)	チリ	170,000	1.7	2,900
	計				13,100
フェルプスドッジ	New Cornelia	米国	150,000	1.0	1,500
	Morenci	米国	450,000	1.0	4,500
	United Verde	米国	不明	不明	200
	Copper Queen	米国	不明	不明	800
	計				7,000

（1945 年 1 月 1 日現在、操業鉱山）

出典）日本伸銅協会原料委員会（1961）翻訳、米連邦取引委員会報告書（1947）、『銅産業』、pp.7-9.を基に作成。

①アナコンダ社

アナコンダ社は、米国に本拠地を置く、1970 年代最大の銅生産者の一つであり、米国内に銅、金、銀、鉛、亜鉛などの鉱山を保有していたほか、チリにも主力鉱山のチュキカマタ鉱山などを保有し、チリへの依存度は、ケネコット社が同社の銅生産量の約 30%であったのに対して、アナコンダ社は同社の銅生産量の約 60%にも及んでいた。アナコンダ社は、1970 年 1 月に、同社子会社のアンデス銅鉱業会社とチリ探鉱会社の全資産をチリ政府が新たに設立したサルバドル鉱業会社（Compania del Cobre Salvador, S.A.）とチュキカマタ鉱業会社（Compania del Cobre Chuquicamata, S.A.）に譲渡し、チリ政府はそれぞれの会社の株式 51%を買取り、残りの 49%は 1973 年から 1983 年の間に買取る権利を得ることを内容とする契約を結んだ。アナコンダ社は最終的にチリの銅資産を失い、チリへの依存度が高かったためその影響は大きく、当時、多角化を模索していた米国系石油資本の一つであるアトランティック・リッチフィールド社（Atlantic Richfield Company, Inc.）によって 1977 年 1 月 12 日に吸収合併された。

②ケネコット社

ケネコット社は米国に本拠地を置く、1970 年代最大の銅生産者であり、そのほかにもモ

El Teniente 銅鉱山（同 30%）と米国に Utha Copper（Bingham Canyon）銅鉱山（同 30%）、Phelps Dodge 社は米国内に Morenci 銅鉱山（30～50%）を保有していた。

リブデン、金、銀、鉛、亜鉛、高純度鉄なども供給していた。米国のネバダ、アリゾナ、ユタ、ニューメキシコの各州に主力の銅鉱山、製錬所を保有していた。特に、ユタ州のビングラムキャニオン銅鉱山（Bingham）はケネコット社の発展を支えた世界最大級の銅鉱山であった。同社はチリにおいてエルテニエンテ銅鉱山を操業していたが、1960年代の国有化によって、1967年にエルテニエンテ銅鉱山の株式51%をチリ政府に売却、1971年には残る49%をチリ政府に接収され（後に賠償を受ける）、その後、事業中心は米国内、カナダ、豪州に移っていった。ケネコット社は、チリへの依存度はアナコンダ社社よりは少ない約30%ではあったが¹¹⁸、その影響と石油危機とその後の銅価格低迷による厳しい経営環境下、1981年6月4日に米国系石油資本のスタンダード・オイル・オハイオ社（Standard Oil of Ohio ; Sohio）に吸収合併された。

③フェルプスドッジ社

フェルプスドッジ社は、1834年に設立されたCQCM社（Copper Queen Consolidated Mining Co.）が1881年にコロラド州およびアリゾナ州（Clifton-Morenci District）で銅鉱山の探鉱・開発を行っていたDetroit Copper Co.社に融資しことに始まる。1920年前後にモレンシー地域（Morenci）で鉱山事業を手がけていたシャノン社（Shannon Copper Co.）を買収しことで、同地域の銅開発を独占し、1930年代には製錬所や金属加工分野に進出するとともに、現在も主力鉱山として操業を続けるモレンシー銅鉱山（Morenci）の露天採掘を開始した。同社は米国を中心に事業展開していたが、1950年代にはペルーにも進出した。

1960年代末まで、アナコンダ社、ケネコット社、フェルプスドッジ社の3社は世界の銅産業界の中心的な地位を占めていたが、チリの銅鉱山国有化によって、アナコンダ社とケネコット社はチリにあった主力銅鉱山を失ったことも影響して、1980年代までには銅産業界の中心的な地位をも失っていった。そのような状況にあって、フェルプスドッジ社は、1980年代前半には、銅価格低迷と環境規制強化（特に製錬所からの排出される硫酸化物の排気ガス対策）を背景に老朽化した製錬所を閉鎖し、当時普及し始めた安価な銅回収技術である溶媒抽出電解採取法（SX-EW法）をいち早く導入するなどの合理化を図り、1986年には住友金属鉱山にモレンシー銅鉱山の権益15%を譲渡した収入でケネコット社からチノ銅鉱山（Chino）を買収して、主力鉱山のモレンシー銅鉱山に次ぐ銅鉱山を取得している。このように1980年代の銅価格低迷期などを合理化とコスト削減によって乗り越えたフェルプスドッジ社はその後も銅産業界の中心的な地位を維持していった。また、1999年にはサイプラス・アマックス社を買収して、当時、世界第2位の銅生産者（2001年時点、銅鉱石1,160.1千トン、銅地金1,220.1千トン）、世界第1位のモリブデン生産者（同モリブデン地金25,200t）となった¹¹⁹。

フェルプスドッジ社は、1960年代からの銅鉱山国有化、1970年代の石油危機、1980年代の銅価格低迷期を北米3大産銅企業のうち唯一乗り越えて1980年代以降も世界の銅産業界

¹¹⁸ 「鉱物資源における寡占状態の実態を探る(2)」、『国際資源』、国際資源問題研究会、1977年1月号、p. 76.

¹¹⁹ 金属鉱業事業団（2002）、「Phelps Dodge 社」、『非鉄メジャーの動向 2002』

において中心的な地位を維持し続けた。

2) 主要鉱山と生産状況

北米主要産銅企業3社は、それぞれ主力鉱山を長期にわたり保有操業していたことは1945年当時の3社の埋蔵量にそれら主要鉱山が含まれていることからわかる。

アナコンダ社は、1960年代まではチュキカマタ銅鉱山がアナコンダ社の鉱石生産量の50%を超える主力鉱山であった。1960年代後半から1970年代初頭にかけてのチリの銅山国有化によってこれらの主力鉱山を失った影響は同じく主力鉱山を失ったケネコット社よりも深刻であった。アナコンダ社と同社主力銅鉱山の銅生産の推移を表35に示した。

ケネコット社は、1960年代まではビンガムキャニオン銅鉱山（米国）、エルテニエンテ銅鉱山（チリ）がケネコット社の鉱石生産量のそれぞれが30%を超える主力鉱山であった。1960年代後半から1970年代初頭にかけてのチリの銅山国有化によってこれらの主力鉱山を失ったことから生産量は減少し、相対的に米国内のビンガムキャニオン銅鉱山の同社生産量に占める割合が増加した。ケネコット社と同社主力銅鉱山の銅生産の推移を表36に示した。

フェルプスドッジ社は、1970年代までモレンシー銅鉱山（米国）がフェルプスドッジ社の鉱石生産量の40%前後を、1980年代以降は70%近くを占める主力鉱山であった。フェルプスドッジ社と同社主力銅鉱山の銅生産の推移を表37に示した。

表 35. アナコンダ社と同社主力銅鉱山の銅生産の推移

年/鉱山	アナコンダ (’000MT)* (A)	チュキカマタ (’000MT)** (B)	チュキカマタ / アナコンダ (B/A=D)	サルバドル (’000MT)** (C)	サルバドル/ アナコンダ (C/A=E)	(D)+(E)	出典*
1958	452.9	n.d.	-	n.d.	-	-	FT 1964, p.62.
1959	523.2	n.d.	-	n.d.	-	-	FT 1965, p.64.
1960	542.2	231.1	43%	78.8	15%	57%	FT 1966, p.62.
1961	523.4	249.6	48%	72.6	14%	62%	FT 1967, p.68.
1962	581.8	275.8	47%	82.4	14%	62%	FT 1968, p.66.
1963	582.0	274.8	47%	88.2	15%	62%	FT 1968, p.66.
1964	612.8	288.0	47%	76.7	13%	60%	FT 1968, p.66.
1965	624.8	252.7	40%	74.1	12%	52%	FT 1968, p.66.
1966	700.8	303.5	43%	76.8	11%	54%	FT 1970, p.62.
1967	565.9	276.9	49%	78.0	14%	63%	FT 1972-3, p.96.
1968	548.2	279.2	51%	86.2	16%	67%	FT 1972-3, p.96.
1969	610.3	283.4	46%	77.1	13%	59%	FT 1972-3, p.96.
1970	256.2	264.9		93.0			FT 1973-4, p.94.
1971	206.3	285.5		84.9			FT 1973-4, p.94.
1972	418.2	265.5		82.9			FT 1973-4, p.94.
1973	227.7	297.1		84.0			『鉱業便覧』
1974	179.2	389.0		80.0			FT 1978, p.93.
1975	135.7	304.6		81.3			FT 1978, p.93.
1976	148.9	445.5		82.7			FT 1978, p.93.
1977	154.8	477.8		80.7			FT 1981, p.61.
1978	129.5	500.7		77.5			FT 1981, p.61.

出典) * *Mining International Yearbook* , Financial Times (FT), 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1970, 1972-3, 1973-4, 1977, 1978, 1981, 『鉱業便覧』, 昭和 51 年度,

** COCHILICO.

表 36. ケネコット社と同社主力銅鉱山の銅生産の推移

年/鉱山	ケネコット社 (‘000MT)* (A)	ビンガムキャニオン (‘000MT)** (B)	ビンガムキャニオン / ケネコット社 (B/A=C)	エルテニエンテ (‘000MT)*** (D)	エルテニエンテ / ケネコット社 (D/A=E)	(C)+(E)	出典*
1960	518.3	195.1	38%	169.3	33%	70%	FT 1964, p.324
1961	521.1	191.0	37%	158.9	30%	67%	FT 1964, p.324
1962	521.8	197.7	38%	152.0	29%	67%	FT 1964, p.324
1963	486.3	184.2	38%	144.4	30%	68%	FT 1967, p.341
1964	501.6	176.9	35%	163.1	33%	68%	FT 1968, p.358
1965	562.3	232.1	41%	152.4	27%	68%	FT 1968, p.358
1966	411.9	236.2	57%				FT 1970, p.332
1967	262.2	149.3	57%				FT 1971, p.344
1968	343.1	203.3	59%				FT 1971, p.344
1969	449.9	267.3	59%				FT 1973-4, p.332
1970	470.7	265.9	56%				FT 1973-4, p.332
1971	413.8	232.3	56%				FT 1973-4, p.332
1972	418.2	228.1	55%				『鉱業便覧』
1973	427.9	231.3	54%				FT 1977, p.332
1974	364.9	208.0	57%				FT 1978, p.332
1975	261.4	155.6	60%				FT 1979, p.321
1976	314.3	171.4	55%				FT 1980, p.321
1977	324.9	177.2	55%				FT 1981, p.328
1978	288.7	154.3	53%				FT 1982, p.321
1979	351.8	186.3	53%				FT 1982, p.321

出典)* *Mining International Yearbook*, Financial Times (FT), 1964, 1967, 1968, 1970, 1971, 1973-4, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 『鉱業便覧』, 昭和 51 年度,

** JOGMEC(2006), 『銅ビジネスの歴史』, 平成 17 年度情報収集事業報告書第 18 号、p.15,

*** COCHILICO.

表 37. フェルプスドッジ社と同社主力銅鉱山の銅生産の推移

年 /鉱山	フェルプスドッジ社 (A)	モレンシー (’000MT)** (B)	モレンシー /フェルプスドッジ社 (B/A=C)	出典*	年 /鉱山	フェルプスドッジ社 (’000MT) (A)	モレンシー (’000MT)** (B)	モレンシー /フェルプスドッジ社 (B/A=C)	出典*
1960	212.4	95.8	45%	FT 1964, p.472.	1980	242.9	121.3	50%	FT 1984, p.298.
1961	229.8	101.1	44%	FT 1965, p.486.	1981	286.4	175.9	61%	FT 1985, p.308.
1962	241.1		0%	FT 1966, p.490	1982	136.2	103.1	76%	FT 1986, p.313.
1963	237.1	109.9	46%	FT 1968, p.512	1983	238.7	161.6	68%	FT 1987, p.335.
1964	249.4	117.4	47%	FT 1968, p.512	1984	300.5	196.6	65%	FT 1988, p.339.
1965	241.1	115.7	48%	FT 1970, p.472.	1985	372.0	258.7	70%	FT 1989, p.345.
1966	246.5	128.0	52%	FT 1971, p.486.	1986	367.8	253.3	69%	FT 1989, p.345.
1967	142.2	74.4	52%	FT 1971, p.486.	1987	425.4	238.0	56%	FT 1991, p.337.
1968	193.4	96.9	50%	FT 1973-4, p.463.	1988	455.0	269.4	59%	FT 1992, p.331.
1969	257.8	124.1	48%	FT 1973-4, p.463.	1989	464.7	274.1	59%	FT 1993, p.300.
1970	284.4	120.8	42%	FT 1973-4, p.463.	1990	508.7	304.5	60%	FT 1994, p.297.
1971	255.1	106.0	42%	FT 1973-4, p.463.	1991	488.2	310.4	64%	FT 1995, p.301.
1972	277.1	111.7	40%	FT 1973-4, p.463.	1992	487.2	353.2	73%	FT 1996, p.283.
1973	308.4	108.4	35%	『鉱業便覧』	1993	496.9	366.6	74%	FT 1998, p.269.
1974	255.2	102.3	40%	FT 1977, p.437.	1994	519.6	369.6	71%	FT 1998, p.269.
1975	226.5	89.3	39%	FT 1978, p.449.	1995	646.6	369.6	57%	FT 1998, p.269.
1976	300.3	103.4	34%	FT 1979, p.433.	1996	698.9	462.3	66%	FT 2000, p.251.
1977	251.0	91.4	36%	FT 1980, p.431.	1997	736.7	491.8	67%	FT 2000, p.251.
1978	289.4	111.4	38%	FT 1981, p.448.	1998	792.9	474.5	60%	FT 2000, p.251.
1979	311.1	133.1	43%	FT 1983, p.304.					

出典)* *Mining International Yearbook*, Financial Times (FT.) 1964, 1965, 1966, 1968, 1970, 1971, 1973-4, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1998, 2000, 『鉱業便覧』, 昭和 51 年度版。

3) 埋蔵量

北米産銅企業3社の1960年代末以降のアナコンダ社、ケネコット社、フェルプスドッジ社の埋蔵量をそれぞれ、表38、表39、表40に示した。いずれも主な鉱床は露天採掘を想定した銅品位1%以下の低品位で鉱石量が1億トンを超える大規模鉱床であることが分かる。

1970年代初頭にチリの銅鉱山国有化によって主力鉱山を失ったアナコンダ社とケネコット社は、その後、アナコンダ社は1979年末時点にロスペランブレス銅鉱山(Los Pelambres)でまとまった鉱量を計上している以外に埋蔵量の顕著な増加は見られない¹²⁰。他方、フェルプスドッジ社は1980年代に溶媒抽出電解採取法(SX-EW法)を主力鉱山であるモレンシー銅鉱山に導入したことで処理していなかった低品位鉱石からの銅回収を可能にし、同時期にケネコット社からチノ銅鉱山を買収するなど積極的な資産の組換えによって、1990年初頭までの10年間に埋蔵量を約2倍に、その後も更に拡大している。

北米産銅企業3社の1970年代以降の埋蔵量獲得の状況からも持続的に事業活動を行うには、主力鉱山の埋蔵量の獲得或いはそれに代わる新たな埋蔵量の獲得を継続することが不可欠であることが分かる。

表 38. 北米産銅企業3社の推定銅埋蔵量 (Anaconda、1960年代以降)

	鉱石量(十億t)	銅含有量 (百万t)	銅品位 (%)	出典
1968.9.1	0.81	6.69	0.82	1979, p.69.
1979.12.31	0.44	2.96	0.67	1982, p.63.
1979.12.31	0.87	n.a.	n.a.	1982, p.63.

(内訳 1968.9.1, 1979.12.31)

	鉱石 (000t)	銅含有量 (t)	銅品位 (%)	Mo品位 (%)	鉱山等	出典
1968.9.1	12,500	533,750	4.27	n.a.	Butte District 坑内採掘鉱山	1979, p.69.
1968.9.1	414,000	3,063,600	0.74	n.a.	Berkeley 露天採掘鉱山	1979, p.69.
1968.9.1	28,000	159,600	0.57	n.a.	Yerington 酸化鉱	1979, p.69.
1968.9.1	67,000	361,800	0.54	n.a.	Yerington 硫化鉱	1979, p.69.
1968.9.1	292,000	2,569,600	0.88	0.030	Pima County 鉱床, Twin Butters 鉱床	1979, p.69.
1979.12.31	82,908	829,080	1.00		Butte District 坑内採掘鉱山	1982, p.63.
1979.12.31	361,553	2,133,163	0.59		Berkeley 露天採掘鉱山	1982, p.63.
1979.12.31	430,000	n.a.	n.a.	n.a.	Los Pelambres 鉱山	1982, p.63.

出典) *Mining International Yearbook*, Financial Times 1979, 1982 を基に作成。

¹²⁰ Los Pelambres 銅鉱床は、昔からその存在は知られており 1914 年には探査が行われていた。本格的な開発は 1979 年に Kennecott 社が権利を取得してからで、1981 年までボーリング等の探鉱活動が行われた。1983 年には事業化調査、1997 年に日本企業が事業に参加、1999 年に開発が完了し、2000 年から生産を開始しているチリを代表する大鉱山となった。櫻井春生・山口潔人・木原 靖・釜中 智 (2006)、「Los Pelambres 鉱山の操業概要とその特徴」、『資源と素材』、資源素材学会、Vol. 122 pp. 606-612.

表 39. 北米産銅企業 3 社の推定銅埋蔵量（ケネコット社、1970 年代以降）

年	鉱量(十億 t)	回収可能銅量 (百万 t)	銅品位 (%)	出典
1976.12.31	2.7	15.7	0.58	1978, p.331.
1977.12.31	2.7	16.0	0.59	1979, p.320.
1980.12.31	2.8	16.1	0.58	1982, p.321

(主要鉱山 1976.12.31)

	鉱量(十億 t)	回収可能銅量 (百万 t)	銅品位 (%)	出典
Chino	0.428	2.3	0.74	1978, p.331.
Ray	0.667	3.9	0.79	1978, p.331.
Utah	1.573	9.5	0.71	1978, p.331.

出典) *Mining International Yearbook*, Financial Times 1978, 1979, 1982.

表 40. 北米産銅企業 3 社の推定銅埋蔵量（フェルプスドッジ社、1970 年代以降）

年	鉱量(十億 t)	回収可能銅量 (百万 t)	銅品位 (%)	出典
1971.12.31	1.36	8.44	0.62	1972-3, p.497.
1974.12.31	1.72	10.80	0.63	1977, p.436.
1976.12.31	1.72	10.43	0.61	1979, p.433.
1979.12.31	1.63	9.71	0.59	1981, p.448.
1981.3.31	1.45	9.07	0.63	1982, p.437.
1980.12.31	1.45	9.07	0.63	1983, p.304.
1981.12.31	1.54	9.25	0.60	1983, p.304.
1982.12.31	1.54	9.16	0.59	1984, p.298.
1983.12.31	1.53	9.87	0.65	1985, p.308.
1984.12.31	1.69	10.47	0.62	1986, p.313.
1985.12.31	1.60	10.20	0.64	1987, pp.335-336.
1986.12.31	1.69	11.29	0.67	1988, p.339.
1987.12.31	1.61	11.41	0.71	1989, p.345.
1988.12.31	2.42	14.61	0.60	1990, p.343.
1989.12.31	2.00	12.86	0.64	1991, p.337.
1990.12.31	2.83	18.02	0.64	1992, p.331.
1991.12.31	2.65	16.63	0.63	1993, p.300.
1992.12.31	2.95	13.49	0.46	1994, p.297.
1993.12.31	3.63	17.79	0.49	1995, p.301.
1994.12.31	4.79	24.34	0.51	1996, p.283.

出典) *Mining International Yearbook*, Financial Times 1972-3, 1977, 1979, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996.

4) 生産コスト

①1960 年代まで

ケネコット社のコスト構造は、1940 年代（1946～49 年）から 1960 年代（1962～65 年）にかけて操業コストは約 60%、年率 3%増加しているが、これはインフレが原因である。単位当たりの操業コストは 1964 年の 17.8US¢/lb から 1965 年は 20.3 US¢/lb に上昇している。1960 年代前半の生産コストは販売価格の約 60%相当であったが、減価償却費の増加により利幅（profit margin）は減少した（1950 年代までは 20%前後であったが、1960 年代

半ばには 13%程度まで下がっている)。1960 年代のアナコンダ社の場合は、生産コストは販売価格の 70～80%と高く 20 数 c/lb 程度と試算できる。その分利幅も少なく 10%以下と見積もられている¹²¹。ケネコット社の生産コストを表 41 に、アナコンダ社のそれを表 42 に示した。

表 41. ケネコット社の 1960 年代までの生産コスト及びコスト構成比

(総価格に占める割合: %)

時期	生産コスト*1		減価償却費・諸税	利益マージン*2
1946-49	11.1 US¢/lb	59%	19%	22%
1950-53	12.7 US¢/lb	56%	25%	19%
1945-57	17.5 US¢/lb	51%	28%	21%
1958-61	17.0 US¢/lb	58%	28%	14%
1962-65	18.7 US¢/lb	59%	28%	13%

*1 生産コストは減価償却費(depreciation)と諸税(taxes)を除く、*2 利益マージン; Profit Margin

出典) World Bank, *Copper; Trend and Prospect*, p.42.

表 42. アナコンダ社の 1960 年代の生産コスト及びコスト構成比

(総価値に占める割合: %)

時期	生産コスト*1		減価償却費・諸税	利益マージン*2
1963	—	81%	13%	6%
1964	—	81%	13%	6%
1965	—	77%	15%	8%

出典) World Bank, *Copper; Trend and Prospect*, p.43.

②1970 年代頃

1970 年代後半から 1980 年代前半にかけての 10 年間に銅産業の生産コストの構造は、需要の伸び悩みと銅価格及び副産物価格の低迷、石油危機（1973 年、1978 年）による石油価格暴騰によるエネルギーコストの上昇、米国等の先進国を中心とした公害規制基準の強化¹²²とその後の米国の高金利政策、米ドルと主要産銅国との為替レートの変化（対米ドル安）により大きく上昇した¹²³。1971 年の北米の新規鉱山の生産コストは 43US¢/lb (USD946/t)¹²⁴、既存鉱山の生産コストは 32.3¢/lb であった¹²⁵。1971 年の北米の新規鉱山の銅生産コスト内

¹²¹ World Bank, *Copper; Trend and Prospect*, pp.42-43.

¹²² 主に製錬所から排出される硫黄酸化物による大気汚染に対する規制。

¹²³ World Bank; Kenji Takeuchi, Jhon E. Strongman, Shunichi Maeda, and C. Suan Tan (1987), *The World Copper Industry Its Change Structure and Future Prospects*, World Bank Staff Commodity Working Papers Number 15, U.S.A. Washington, D.C.; The World Bank, pp.58-61.

¹²⁴ 北米鉱山会社ノランダ社の試算。

Raymond F. Mikesell (1979), *The World Copper Industry Structure and Economic Analysis*, London; Resource for the Future, pp.121-123.

¹²⁵ 銅研究会 (Copper Studies Group) による試算。この生産コストには直接コスト、間接コスト、精錬・輸送コスト、減価償却費等を含み、銀・モリブデンの副産物収入は含まれていない。

訳試算を表 43 に示した。

表 43. 1971 年の北米の新規鉱山の銅生産コスト内訳試算

	米ドル(USD)/t	米セント(USc)/lb	構成比
採掘・選鉱(Mining and milling)	396	18	42%
製錬・精錬・輸送費(Smelting, refining, freight)	330	15	35%
減価償却費(Capital depreciation)	132	6	14%
資本利益率(Return on capital) (%)	88	4	9%
Total	946	43	100%

出典) Mikesell (1979), p. 121.

表 44. 1970 年代、1980 年代の北米の銅生産コスト及びその内訳

(単位 : c/lb)

年	国／地域	直接費	間接費	金利	総コスト	副産物収入	純コスト
1975	米国	59.9	4.6	4.1	68.6	7	61.6
	世界平均	57.6	10.4	2.9	70.9	22.0	48.9
1980	米国	95.7	6.2	4.0	105.9	32.5	73.4
	世界平均	87.0	17.0	4.8	108.7	58.8	49.9
1984	米国	78.6	4.6	5.5	88.7	10.6	78.1
	世界平均	75.0	11.6	7.2	93.4	36.9	56.7

出典) World Bank (1987), p. 60.

③1980 年代

世界銀行の銅生産コストの試算は、1975 年の 61.6c/lb から、1980 年の 73.4c/lb、1984 年の 78.1c/lb へと生産コストは増加傾向にあったことを示している。1970 年代、1980 年代の北米の銅生産コスト及びその内訳を表 44 に示した。また、米国内務省 (USBM) の 1980 年代後半の銅生産コスト¹²⁶の試算では、1981 年が 96c/lb、1986 年が 63c/lb、1987 年が 62c/lb、1988 年が 62c/lb であった。1980 年代の北米の銅生産コストを表 45 に示した。

表 45. 1980 年代の北米の銅生産コスト

(単位 : USD/lb) *1

	1981	1986	1987	1988
米国	0.96	0.63	0.62	0.62

*1) Cash operating costs are sum of mining, milling, smelting, refining and transportation costs in U.S. dollars per pound of copper. They do not included depreciation, interest, profit of taxes. Byproduct credits have not been deduced.

出典) Information Circular 9310, “The Availability of Primary Copper in Market Economy Countries”, A Minerals Availability Appraisal by Kenneth E. Porter and Gray R. Peterson, United States Departments of the Interior, Bureau of Mines, p.18.

Raymond F. Mikesell (1979).

¹²⁶ 生産コストは、金利、税金、減価償却、副産物収入を含まない現金コスト。

5) 財務状況

①アナコンダ社とケネコット社

アナコンダ社は、1969年から1974年の間の売上利益率は10数%から数%台を繰り返していた。国有化によってチュキカマタ銅鉱山等のチリ国内の銅鉱山を失った1971年は損益を計上している。自己資本比率は1970年代初頭までは65%前後で安定している。この傾向は同時期の他2社と同じで傾向にあると考えられる。1970年代前半の北米産銅民間企業アナコンダ社の財務状況を表46に示した。

表 46. 北米産銅民間企業アナコンダ社の財務状況（1970年代前半）

年	売上高	純利益	使用総資本	自己資本	繰越利益	探鉱費	売上利益率	自己資本比率
1969	1,411	99	1,763	1,166	610	40.1	7.0	66.1
1970	977	64	1,785	1,188	632	35.0	6.5	66.6
1971	947	△4718	n.a.	821	256	n.a.	n.a.	n.a.
1972	1,012	133	1,600	971	415	n.a.	13.7	60.7
1973	1,343	88	1,690	1,048	491	n.a.	6.6	62.0
1974	1,673	247	1,931	1,267	710	n.a.	14.8	65.6

単位：百万米ドル、売上利益率；％、自己資本比率；％、出典の円貨を米ドルに変換した。

出典）経済産業調査会編、『鉱業便覧』 昭和48年度(1973) pp164-165、(1974)、昭和49年度(1974) pp.172-173、昭和50年度(1975) pp.172-173、昭和51年度(1976) pp.178-179.

ケネコット社は、チリの銅鉱山国有化で、既に1967年にエルテニエンテ鉱山の株式51%をチリ政府に売却していたが、1971年には残る49%をチリ政府に接収されたことが影響したのか（後に賠償を受ける）、純利益が大幅に減少し、売上利益率も1桁台となった。この傾向は一時的に回復したものの1970年代後半を通じて純利益の減少と低い売上利益率は続いた。自己資本比率は、他2社と1970年代も同様50～60%台で推移していたが、長期負債比率は1970年代前半には20%台に、1970年代後半には30%台へと上昇している。これは米国議会に対する会計検査院長の報告書が指摘した「米国の銀行が、高リスクの鉱山・製錬会社のような産業が、負債が全投資資本の30%を超えた場合は危険信号とみなす。（資金提供しない）」¹²⁷にあたる。1970年代の北米産銅民間企業ケネコット社の財務状況を表47に示した。両社ともに、同期間を通して自己資本比率は60%台と高く、投資が自己資本・直接金融であった可能性が高い。ケネコット社は1970年代に入って収益性（売上利益率）の低下が顕著となった半面、長期負債比率が上昇しており、1970年代の石油危機とその後銅価格低迷が国有企業のみならず民間企業の財務状況をも悪化させていたことが分かる。

¹²⁷ 日本鉱業協会(1980)、「米国の鉱山及び製錬業についての動向と諸問題の分析 ―米国議会に対する会計検査院長の報告書―」、『鉱山』、1980年10月号、pp.19-20.

表 47. 北米産銅民間企業ケネコットの財務状況（1970 年代）

年	売上高	純利益	使用総資本	長期負債(%)	自己資本(%)	繰越利益	探鉱費	売上利益率	自己資本比率	長期負債比率
1969	1,050	165	1,652	194.7	1,108	942	20.3	15.8	67.1	17.6
1970	1,133	151	1,737	177.9	1,173	1,007	34.0	13.3	67.5	15.2
1971	1,053	87	n.a.	314.6	1,193	897	n.a.	8.3	n.a.	26.4
1972	1,145	47	1,846	n.a.	1,208	936	20.7	4.1	65.4	n.a.
1973	1,395	159	1,977	n.a.	1,307	1,039	21.2	11.4	66.3	n.a.
1974	1,160	211	2,066	n.a.	1,443	1,175	19.4	18.2	69.9	n.a.
1975	769	22	2,224	406.4	1,410	1,142	23.4	2.8	63.4	28.8
1976	966	9	2,309	540.2	1,400	1,131	30.1	0.9	60.6	38.6
1977	925	7	2,300	512.4	1,385	1,119	22.5	0.8	60.2	37.0
1978	1,886	5	2,617	606.8	1,372	1,104	34.0	0.3	52.4	44.2
1979	2,434	130	2,785	506.8	1,468	1,199	27.0	0.5	52.7	34.5

注) 単位：百万米ドル、売上利益率；％、自己資本比率；％、出典の円貨を米ドルに変換した。

*1：長期負債比率＝長期負債／自己資本 (A/B)

出典) 経済産業調査会編(1973)、『鉱業便覧』 昭和 48 年度(1973) pp164-165、昭和 49 年度(1974) pp. 172-173、昭和 50 年度(1975) pp. 172-173、昭和 51 年度(1976) pp. 178-179、昭和 52 年度(1977) pp. 178-179、昭和 53 年度(1978) pp. 146-147、昭和 54 年度(1980) pp. 164-165、昭和 55 年度(1981) pp. 164-165、昭和 56 年度(19823) pp. 164-165、*Mining International Yearbook*, Financial Times 1964, p. 63, 1965, pp. 64-65, 1966, p. 62, 1967, p. 68, 1968, p. 66, 1970, p. 63, FT 1971, p. 66, 1973-4, 1973-4, p. 94, 1977, p. 93.

②フェルプスドッジ社 (Phelps Dodge)

フェルプスドッジ社の 1970 年から 2000 年までの財務状況を表 48 に示した。収益面では、1970 年代前半から 1980 年代の売上利益率は 10% から 10 数% で推移していたが、1983 年から 1984 年の第二次石油危機後の銅価格の下落により損失計上して売上利益率は大きく落ち込んだが、その後、合理化の成果により、再び 10% から 10 数% に回復している。これかに比べ売上利益率が数% 台の ZCCM の収益性が低いことがわかる。

財務基盤の面では、自己資本比率が 1970 年代には 60% を超えていたが、1980 年代には 50% 台に低下し、1980 年代末には再び 60% 台に回復したもの 1990 年代以降は減少傾向にあった。これは 1980 年代に主力鉱山のモレンシー銅鉱山の一部株式の日本企業へ売却、チノ銅鉱山の買収、溶媒抽出電解法 (SX-EW 法) の設備投資など合理化によるものと考えられる。

財務の健全性の面では、内部留保が 1970 年代から 1980 年代半ばまでは 80% 台を推移し、1980 年代末に 40% を下回り、その後は増加に転じ 1990 年末には 70% 台まで回復している。売上と内部留保の 1980 年代後半からの急増は、合理化によって同社が稼げる体質に変わったことを示している。

表 48. 北米産銅民間企業フェルプスドッジ社の財務状況（1969 年～2000 年）

年	売上高	純利益	使用総資本	長期負債(%)	自己資本(%)	繰越利益	探鉱費	売上利益率	自己資本比率	長期負債比率 *1
1969	672	89	811	96.0	588	323	4.2	13.3	72.5	16.3
1970	775	113	899	103.6	656	530	6.1	14.5	73.0	15.8
1971	704	76	989	166.0	710	551	8.3	10.8	71.8	23.4
1972	766	82	1,043	n.a.	749	608	11.9	10.7	71.3	n.a.
1973	962	109	1,269	n.a.	1,153	673	14.9	11.3	64.2	n.a.
1974	1,026	122	1,493	n.a.	892	749	18.0	11.9	59.8	n.a.
1975	781	46	1,652	522.5	893	750	23.0	5.9	54.1	58.5
1976	942	43	1,774	561.2	894	748	19.1	4.6	50.4	62.8
1977	959	18	1,860	550.1	950	729	21.4	1.9	51.1	57.9
1978	1,007	30	1,916	664.7	963	741	18.8	3.0	50.3	69.0
1979	1,281	111	2,000	605.6	969	821	20.8	8.6	48.5	62.5
1980	1,440	90	2,112	626.7	1,029	876	23.0	6.3	48.7	60.9
1981	1,439	69	2,144	579.5	1,089	908	31.1	4.8	50.8	53.2
1982	923	△232	2,014	667.2	1,026	823	19.7	△9.76	51.0	65.0
1983	952	△523	1,936	600.3	981	756	20.4	△0.43	50.7	61.2
1984	910	△1043	1,728	591.2	829	480	14.2	△4.22	47.9	71.3
1985	887	30	1,648	448.1	891	496	9.8	3.3	54.1	50.3
1986	846	61	2,019	609.8	935	545	9.0	7.3	46.3	65.2
1987	1,612	206	2,250	476.9	1,338	730	17.3	12.8	59.5	35.6
1988	2,320	420	2,755	513.0	1,676	1,106	27.4	18.1	60.8	30.6
1989	2,700	267	2,505	431.5	1,350	918	29.2	9.9	53.9	32.0
1990	2,654	458	2,846	403.5	1,695	1,278	47.3	17.3	59.5	23.8
1991	2,434	412	3,051	382.0	1,856	1,438	50.6	16.9	60.9	20.6
1992	2,579	222	3,441	373.8	1,972	1,547	49.9	8.6	57.3	19.0
1993	2,596	188	3,721	547.3	2,022	1,618	56.8	7.2	54.3	27.1
1994	3,289	271	4,134	622.3	2,188	1,770	53.0	8.2	52.9	28.4
1995	4,185	747	4,646	613.1	2,678	2,360	73.2	17.8	57.6	22.9
1996	3,787	462	4,816	554.6	2,756	2,465	83.9	12.2	57.2	20.1
1997	3,947	412	5,006	857.1	2,531	2,320	88.5	10.4	50.6	33.9
1998	3,087	192	5,075	836.4	2,607	2,363	55.4	6.2	51.4	32.1
1999	3,142	△,142	8,301	n.a.	3,306	1,977	52.7	△2.77	39.8	n.a.
2000	4,525	29	7,831	n.a.	3,105	1,832	56.8	0.6	39.7	n.a.

注) 単位：百万米ドル、売上利益率；％、自己資本比率；％、出典の円貨を米ドルに変換した。

*1：長期負債比率＝長期負債/自己資本 (A/B)

出典) 経済産業調査会編(1973)、『鉱業便覧』 昭和 48 年度(1973) pp164-165、『鉱業便覧』 昭和 49 年度(1973) pp172-173、昭和 50 年度(1975) pp172-173、昭和 51 年度(1976) pp178-179、昭和 52 年度(1977) pp178-179、昭和 53 年度(1979) pp146-147、昭和 54 年度(1980) pp164-165、昭和 55 年度(1981) pp164-165、昭和 56 年度(1982) pp164-165、昭和 57 年度(1983) pp166-167、昭和 58 年度(1985) pp166-167、昭和 59 年度(1986) pp164-165、昭和 60 年度(1986) pp162-163、経済産業調査会 編(1987)、『鉱業便覧』 昭和 61 年度、pp162-163、昭和 62 年度(1988) pp162-163、平成元

年度(1989) pp162-163、平成 2 年度(1990) pp164-165、平成 3 年度(1991) pp164-165、平成 4 年度(1992) pp164-165、平成 5 年度(1993) pp166-167、平成 6 年度(1994) pp170-171、平成 7 年度(1995) pp170-171、平成 8 年度(1996) pp170-171、平成 9 年度(1997) pp168-169、平成 10 年度(1998) pp168-169、平成 11 年度(1999) pp158-159、平成 12 年度(2000) pp170-171、平成 13 年度(2001) pp168-169、平成 14 年度(2002) pp168-169、*Mining International Yearbook*, Financial Times、1964, p. 474.、1965, p. 488、1966, p. 490、1967, p. 496.、1968, p. 514、1970, p. 474、1971, p. 488、1972-3, p. 498、1973-4, pp. 465-466、1973-4, pp. 465-466、1977, p. 439、1978, pp. 451-452、1979, p. 436、1980, p. 434、1983, p. 304、1984, p. 298、1985, p. 309、1986, p. 314、1987, p. 336、1988, p. 339、1989, p. 346、1990, p. 343、1991, p. 337-338、1992, p. 331、1993, p. 300、1994, p. 297、1995, p. 301、1996, p. 284、1997, p. 289、1998, p. 269、1998, p. 269、2000, p. 251、2000, p. 251、2000, p. 251。

6) 投資・資金調達

資源開発プロジェクトは 1970 年代には大型化し、投資金額が 10 億ドルに達するものも珍しくなくなった。その原因の一つは石油危機(1973 年)後のインフレであるが、他方で資源保有国が資源開発を軸として地域開発を進めようとして、鉱山会社に鉄道・道路・港湾等の建設の義務化、更には発電所・用水ダム・労働者住宅の建設など必要以上のインフラ整備を要請したことも投資の巨額化の一因であった。このようなプロジェクトの巨額化や増大したリスクの分散を図るため、日本や広く欧米資本を加えた国際的なジョイント・ベンチャーを組織する傾向が強くなった¹²⁸。

1970 年代の米国主要企業の投資効率性 (ROE ; Return On Equity) の推移を表 49 に示した。1970 年代の米国の主要国内産銅企業 14 社の収益性は 9.8%と当時の米国の全製造業の 13.4%よりも低い。その低い収益性の結果、必要投資を借金に頼ることになり、1969 年以前は殆ど無借金であったが、1970 年代には借金が増えてきた。これら企業の 1970 年代の資金調達方法として、石油資本との結びつきや、ジョイント・ベンチャー¹²⁹、プロジェクト自体を担保とするプロジェクト・ファイナンス¹³⁰が増加するなど多様化した¹³¹。

¹²⁸ 松永久男(1977)「資源開発プロジェクトと金融」、『国際資源』、国際資源問題研究会、1977 年 1 月号、p. 27。

¹²⁹ 一つのプロジェクトに複数の企業が参加して共同で事業を進める形態、同業他社や日本の商社などを相手方とするものなどがあつた。

¹³⁰ プロジェクト・ファイナンスとは、銀行がプロジェクトの所要資金を事業主体である新設合弁会社などに対し、プロジェクトの収入を返済財源と見做して融資するもので、しばしば株主の返済保証なしで行われる。この金融方式は 1930 年代に米国テキサス州の銀行が独立系石油会社に対して行ったプロダクション・ペイメントという融資方式を起源と言われるが、米国の銀行は資源開発、製錬所、パイプラインなどのプロジェクトに活発に行っていた。(松永 1977、p. 28.)

¹³¹ 金属鉱業事業団 (1983)、『世界における銅の供給構造』、動向分析調査報告書 第 12 号、金属鉱業事業団 資料センター、1983 年 3 月、東京、pp. 17-18。

表 49. 米国の主要企業の収益性 (ROE^{*1})

	1970	1975	1978	10 年平均
ケネコット社	13.28	1.52	0.36	
フェルプスドッジ社	17.96	5.19	3.41	
ARCO	5.72	-3.21	15.37	
ニューモント社	19.05	8.22	5.41	
オペニョーレス社(Pennzoil)	15.78	19.7	20.07	
アサルコ社(Asarco)	15.6	2.99	5.67	
国内産銅 14 社平均	12.4	5.1	9.7	9.8

*1) ROE ; Return of Equity (税引き後 net income 対象)

出典) 金属鉱業事業団、『世界における銅の供給構造』、動向分析調査報告書 第 12 号、金属鉱業事業団資料センター、1983 年 3 月、東京、p. 17.

米国議会に対する会計検査院長の報告書¹³²は、1970 年代の世界の銅産業における投資や資金調達の変化を、1960 年代から 1970 年代半ばの米国鉱山会社の投資動向と財務内容との関係から知ることのできる興味深い資料である。同報告書は以下のように報告している。

「鉱業プロジェクトの投資額が多額になったため、企業は操業で得た手持現金（内部留保などの自己資金）をプロジェクトの資金にすることが出来なくなった。」

「新規プロジェクトや既存プロジェクトの拡張のために、銀行融資、政府助成金、プロジェクトへ新規株式の発行等を通じて資金調達しなければならないが、これらからの資金調達はプロジェクトを進める企業の財務内容によって制限されることになる。しかし、1970 年代の鉱山企業の財務状況の悪化（売上成長率、投資回収率、利益の低下及び負債の増加）は鉱業プロジェクト資金の調達を妨げていた。」

「企業はこの 12 年間に資金源として借入金に頼ることが多くなってきた。1966 年には株式出資金 10 ドルに対する負債率は 1 ドルに満たなかったが、1977 年には 5 ドルを超えた。」

「米国の銀行は、鉱山・製錬会社のような高度なリスクを伴った循環的変動のある産業では、負債及び優先株式が全株式総額の 23%を越えたり、負債が全投資資本の 30%を超えたりする場合は危険信号とみなす。そのため、多くの企業は増産または設備改善あるいは新規投資に踏み切る手立てを持たない（銀行からの借入れができない）。」

「1966 年から 1977 年までの投資回収率、株式出資金に対する負債及び優先株の割合の傾向を調査した結果から、米国の銀行・投資関係者は、米国鉱山会社の収益実績について、少なくとも一般製造業と同じくらいの税引き後投資回収率（約 15%）を持つべきと語った。」

¹³² 日本鉱業協会(1980)、「米国の鉱山及び製錬業についての動向と諸問題の分析 ―米国議会に対する会計検査院長の報告書―」、『鉱山』、1980 年 10 月号、pp. 19-20.

「シティーバンクが分析した 41 社の 1976 年・1977 年両年の純資産に対する回収率としてみる純収入（税引後）の非鉄金属業の順位が 41 業種中 40 位であった。41 業種 1,745 社が両年とも純資産に対して平均 15%となっているのに対して、非鉄金属グループは 1976 年が 8.5%、1977 年が 7.8%に過ぎなかった。」

1960 年代半ばから 1970 年代半ばにかけての米国鉱山会社の財務状況を表 50 に示した。

表 50. 米国鉱山会社の財務動向

年	平均投下資本回収率*	総株式出資金に対する 負債及び優先株の比率
1966	16.6	9.4
1967	12.5	9.7
1968	14.2	12.4
1969	18.5	17.9
1970	18.0	22.9
1971	10.6	30.2
1972	10.9	30.4
1973	14.8	28.1
1974	16.9	32.0
1975	8.9	40.5
1976	7.3	48.1
1977	3.9	53.8

* 税引後の投資回収率；投下資本とは株式出資と長期負債（除く、繰延税金）の合計額。

出典）日本鉱業協会（1980）、「米国の鉱山及び製錬業についての動向と諸問題の分析 ー米国議会に対する会計検査院長の報告書ー」、鉱山、1980 年 10 月号、p. 20.

（３）フェルプスドッジ社が事業を継続できた要因

フェルプスドッジ社が主要産銅企業として事業活動を継続できた要因として、以下のことが考えられる。

１）主力鉱山の生産規模を維持拡大できた

フェルプスドッジ社は、1970 年代までモレンシー銅鉱山（米国）が同社の鉱石生産量の 40%前後を、1980 年代以降は 70%近くを占める主力鉱山であった。対照的に、アナコンダ社は、1960 年代まではチュキカマタ銅鉱山（チリ）が同社の鉱石生産量の 50%を超える主力鉱山であった。また、ケネコット社は、1960 年代まではビンガムキャニオン銅鉱山（米国）とエルテニエンテ銅鉱山（チリ）が同社の鉱石生産量のそれぞれが 30%を超える主力鉱山であった。これら主力鉱山チリの銅山国有化によって失った影響は大きかった。

２）悪化した財務状況を立て直せた

フェルプスドッジ社は、銅価格が低迷した 1982 年には 1933 年以来初めて損失 74.3 百万米ドルを計上し、1984 年までは損失を続ける厳しい経営状況にあった。経営再建のために

同社は、財務内容の改善（債務削減）のためにウランや石油などの非中核事業の売却、主力鉱山のモレンシー銅鉱山の株式 15%を住友グループに 75 百万米ドルで譲渡した。

1970 年代以降のこれら北米産銅 3 社もそれ以前とは異なり、収益性（売上利益率等）は 1960 年代ほどは高くなく、反対に負債（長期負債比率等）が増加して財務状況は厳しいものとなっていった。これは長年操業を続けている鉱山設備の更新などに加え、銅価格の低下や国有化など銅産業を取巻く産業構造の変化があったと考えられる。

このように銅産業の構造変化は、1970 年代以降、世界の産銅企業の資金調達方法や事業体制は大きく変化した。資金調達では、1970 年代までは自己金融による資金調達が中心であったが、1980 年代になると銅価格の低迷による企業財務状況の悪化、投資金額の巨大化により自己資本からの資金調達が困難になった。それに代わって、一企業がプロジェクトの様々なリスクを負うのではなく、プロジェクトに必要な融資の担保を多国籍企業からプロジェクト自体に転換するプロジェクト・ファイナンスが組まれるようになった。これによってデフォルトリスク、価格リスク、生産リスク、建設の遅滞リスク、コスト超過リスクなど多くのプロジェクトに関わる様々なリスクを拡散することができ、リスクの高いプロジェクトの実施が可能となった。

また、事業体制においては、大規模プロジェクトには単独企業ではなく複数者（企業、投資家、金融機関、需要側企業等）が参加してジョイント・ベンチャーを形成して資金調達・運営方法が主流となった。これもプロジェクトのリスクを分散することができた。

3) 生産性向上のための生産設備の維持・更新が行えた

1980 年代半ば、フェルプスドッジ社は、生産コストの削減・生産性の向上のために、モレンシー銅鉱山の鉱石等運搬を貨車からトラックに変更することで運搬量の増加を図るとともに新コントロールシステムを導入して運転効率を向上させた。また、環境規制に対応するためのモレンシー製錬所の改修（改修中の製錬できない精鉱は資本参加した住友金属鉱山に販売して、鉱山生産を維持した）や鉱山設備の更新を行った。

4) 生産性向上や生産コスト低減によって生産規模を維持・拡大できた

低コストの新技术である溶媒抽出法を主力鉱山のモレンシー銅鉱山やタイロン鉱山に導入・拡張したことによって 1981 年から 1985 年の間に生産コストを 33%引き下げた。その成果が利益計上として現れた 1986 年には、モレンシー銅鉱山の SX-EW プラントの拡張、チノ鉱山の 3 分の 2 の株式をケネコットから取得して鉱山生産の拡張を図った。

5) そのための投資と資金調達ができた

本社をニューヨークからフェニックスに移転して本社コストの削減を図り、一連の経営再建計画が功を奏して銀行団からの 275 百万米ドルの信用供与を受けるに至った¹³³。

¹³³ “Phelps Dodge On Copper”, *Mining Journal*, November 21, 1986, p. 369; “The strategy behind PD’s return from the “dead””, *Engineer and Mining Journal*, January 1987. pp. 16, 17, 20.

第4節 小括 ―ZCCMの事業に影響を与えた諸要因の整理―

主要産銅国とその国営企業及び北米主要産銅企業とザンビア及びZCCMとは、様々な共通点と相違点があり、それらが事業活動とその結果（経営状態）の違いとなって表れている。

ザンビア銅産業及びZCCMの活動に影響を及ぼした諸要因を、主要産銅国とその国営企業及び北米主要産銅企業が1960年代から1980年代にかけて直面していた諸問題との比較によって整理した。

（１）鉱山自体に関する要因

鉱山及び鉱山会社自体について、国有鉱山会社か民間鉱山会社かを問わず、鉱山会社が持続的に事業活動を持続するためには主力鉱山の生産維持が必要となる。そして主力鉱山等の生産を維持するためには、低価格でも利益を出せる高い生産性、低生産コスト、十分な埋蔵量の確保、人材の確保、生産性を維持するための計画的な設備更新や継続的な探鉱投資が不可欠であり、そのための資金調達は重要な要因となる。

先のザンビアなど産銅国及び産銅企業の事業の経緯を見てくると、鉱山会社の事業に影響を与える要因のうち鉱山自体に関する要因として、①生産規模の維持（銅生産・輸出量の減少）、②設備老朽化（設備稼働率低下）、③新規設備の立上りの遅れ（設備稼働率低下）、④主力鉱山の崩落事故で生産減少（限定的）、⑤深部化、採掘条件悪化、⑥品位低下、埋蔵量減少、探査不足、⑦生産コスト上昇、⑧高輸送コスト（内陸国）、⑨垂直統合（各工程のバランス、過剰設備状態＝設備稼働率低下）、⑩資機材不足（輸送障害、外貨不足）、⑪財務状況の悪化（銅価下落、生産減少、生産コスト上昇）、⑫副産物収入（コバルト）などがあげられる。

（２）鉱山を取り巻く環境に関する要因

先に述べてきたように、鉱山及び鉱山会社自体の諸問題に加え、鉱山を取り巻く環境に関する要因（外部環境）も鉱山会社が持続的に事業を行っていくうえで重要な要因であることが分かる。外部環境は鉱山や鉱山会社自身ではコントロールできないが、外部環境の変化に耐え得る強い企業体質或いは対応できる柔軟な経営体制が必要になる。

ザンビアなど産銅国及び産銅企業の事業に影響を与える要因のうち、鉱山を取り巻く環境に関する要因には、⑬銅価格の下落、⑭輸送障害、⑮現地通貨切下げ（現地通貨建て収入増加、インフレ、対外債務、財政破綻）、⑯政策の影響（人材不足と現地化政策、政府の鉱山経営への関与等）、⑰世界銅産業の構造変化（資金調達方法、リスク分散、コスト上昇、主要消費国の動向等）などがあった。

ZCCMの主要生産拠点の事業活動の実態把握を通じて、先にあげた諸要因がザンビア銅産業の国有化とZCCMの事業活動に与えた影響を、次章以降で分析する。ザンビア銅産業及びZCCMの活動に影響を及ぼした諸要因を表51に示した。

表 51. ザンビア銅産業及び ZCCM の活動に影響を及ぼした諸要因

	ザンビア(ZCCM)	ザイル(ジェカミンズ)	チリ(コデルコ)	北米(主要産銅企業)
鉱山自体に関する要因	<ul style="list-style-type: none"> ・生産規模の維持(銅生産・輸出の減少) ・設備老朽化(更新・補修の遅れ) ・新規設備の立上りの遅で設備稼働率低下 ・主力鉱山の崩落事故で生産減少(限定的) 	<ul style="list-style-type: none"> ・銅生産・輸出の減少 ・設備老朽化(更新・補修の遅れ) ・主力鉱山の崩落事故で生産が激減 	<ul style="list-style-type: none"> ・国有化当初から四大鉱山の操業に集中し、生産を維持・拡大した ・既存設備へ継続的投資(新規開発投資は抑制) 	<ul style="list-style-type: none"> ・フェルプスドッジ社以外は主力鉱山を喪失し、他者を買収される ・フェルプスドッジ社は自社鉱山の拡張と他社の鉱山の買収により増産 ・合理化により銀行等から資金調達
	<ul style="list-style-type: none"> ・深部化、採掘条件悪化 ・品位低下、埋蔵量減少 ・生産コスト上昇(石油危機、賃金上昇、輸入インフレ) 	<ul style="list-style-type: none"> ・探査十分で埋蔵量減少 ・生産コスト上昇(石油危機、賃金上昇、輸入インフレ) 	<ul style="list-style-type: none"> ・主力鉱山は大規模高品位であったが、1990年代から深部化、品位低下の問題が顕在化した。 	<ul style="list-style-type: none"> ・生産性向上(新設備導入)や生産コスト低減(新技術導入)により生産規模を維持・拡大
	<ul style="list-style-type: none"> ・高輸送コスト(内陸国)(輸出港までの陸上輸送距離が長い) 	<ul style="list-style-type: none"> ・高輸送コスト(内陸国) 	<ul style="list-style-type: none"> ・低輸送コスト(輸出港までの陸上輸送距離が短い) 	
	<ul style="list-style-type: none"> ・垂直統合(内陸国で輸送コストを考慮して精錬銅を輸出) 	<ul style="list-style-type: none"> ・垂直統合(内陸国で輸送コストを考慮して、粗銅・精錬銅を輸出) 	<ul style="list-style-type: none"> ・一部垂直統合(精錬輸出も多い) 	<ul style="list-style-type: none"> ・一部垂直統合(精錬輸出もあり)
	<ul style="list-style-type: none"> ・資機材不足(輸送障害、外貨不足) 	<ul style="list-style-type: none"> ・資機材不足(輸送障害、外貨不足) 	<ul style="list-style-type: none"> ・資機材不足(国有化直後) 	
	<ul style="list-style-type: none"> ・財務状況の悪化(銅価下落、生産減少、生産コスト上昇) 	<ul style="list-style-type: none"> ・財務状況の悪化(銅価下落、生産減少、生産コスト上昇、鉱山事業以外へ投資、政府財政赤字の補填) 	<ul style="list-style-type: none"> ・財務状況の悪化の抑制(高品位低コスト鉱山、継続的な生産増加により、外貨収入を確保) 	<ul style="list-style-type: none"> ・悪化した財務状況の立て直し(資産整理、生産拡大、コスト削減等)
	<ul style="list-style-type: none"> ・副産物収入(Co)は重要 	<ul style="list-style-type: none"> ・副産物収入(Co)は重要 	<ul style="list-style-type: none"> ・副産物収入(Mo)限定的 	<ul style="list-style-type: none"> ・副産物収入(Mo)限定的
鉱山を取り巻く環境に関する要因	<ul style="list-style-type: none"> ・銅価格の下落 	<ul style="list-style-type: none"> ・銅価格の下落 	<ul style="list-style-type: none"> ・銅価格の下落 	<ul style="list-style-type: none"> ・銅価格の下落
	<ul style="list-style-type: none"> ・輸送障害(ローデシア国境封鎖、アンゴラ内戦等) 	<ul style="list-style-type: none"> ・輸送障害(自国や隣国の紛争) 		
	<ul style="list-style-type: none"> ・現地通貨切り下げ(現地通貨建て輸出入増加、輸入品コスト高騰、国内インフレ、生産コストを押し上げ) ・累積債務(外貨建て) 	<ul style="list-style-type: none"> ・現地通貨切り下げ 	<ul style="list-style-type: none"> ・現地通貨切り下げ 	
	<ul style="list-style-type: none"> ・政策の影響(人材不足;白人技術者の流出と現地化政策、政府の鉱山経営への関与) ・政府財政破綻 	<ul style="list-style-type: none"> ・累積債務(外貨建て) ・急速な現地化政策(欧米技術者流出による技術者不足) ・政府財政破綻のため、政府から支援を得られず 	<ul style="list-style-type: none"> ・国有化で離職した米国人技術者のあとを自国技術者で補った ・1980年代は債務超過(投資家等の信用低下) 	
	<ul style="list-style-type: none"> ・世界銅産業構造の変化 	<ul style="list-style-type: none"> ・世界銅産業構造の変化 	<ul style="list-style-type: none"> ・世界銅産業構造の変化 	<ul style="list-style-type: none"> ・世界銅産業構造の変化

出典) 筆者作成。

第3章 ザンビア銅産業の国有化と ZCCM の事業の実態 —ンチャング地区—

ンチャング地区¹³⁴は、1930 年代初頭に坑内採掘を開始したことに始まる¹³⁵。その後、1950 年代には坑内採掘鉱山の銅年間生産量は 10 万 t を超えていたが、坑内採掘鉱山だけでは鉱石需要を満たせなくなり、露天による採掘が開始された。その時（1956 年頃）に開発されたのが、ンチャング露天採掘鉱山とチンゴラ露天採掘鉱山であった¹³⁶。ンチャング地区施設配置図（1960 年代初頭）を図 9 に、ンチャング地区の鉱石生産状況を表 52 に示した。

本章では、ザンビア銅産業の国有化前（1960 年代まで）、一部国有化期（1970 年代）、第 ZCCM 設立期（1980 年代）の時期毎に、ンチャング地区の生産工程；採掘（坑内採掘鉱山、露天採掘鉱山）、選鉱（選鉱所）、浸出（低品位鉱浸出プラント、高品位鉱浸出プラント）、副産物回収（コバルト回収プラント）に沿ってその実態を把握した。

また、後に、ンチャング地区の管理下で操業することになったコバルト回収による副産物収入によって生産コストの低減に貢献したチャンビシ/チブルマ地区（Chambishi/Chibuluma Division）及び、大量の坑内排水に対応して操業を継続したコンコラ地区（Konkola Division）についても本章で扱った。

第1節 国有化前（1960 年代まで）

1）1960 年代は堅調な銅需要と銅価格上昇を受けて生産は増加傾向にあった

1960 年代初頭のンチャング地区の銅年間生産量（地金；ブリストアと電気銅の合計¹³⁷）は、1961/62 年度（1962 年 3 月 31 日締め）の年間生産量 198,086t から多少の増減はあったが¹³⁸、1963/64 年度は 212,208t¹³⁹、1965/66 年度は 254,000st¹⁴⁰（st：short ton、ショー

¹³⁴ ンチャング地区；本論文では、1960 年代は Nchanga Consolidated Copper Mines Ltd. が、1970 年代は NCCM 社が、1982 年以降は ZCCM が、銅鉱山とその関連事業を展開していたザンビア西部のカッパーベルト地域のンチャング地区及びチンゴラ（Chingola）地区周辺を指している。

¹³⁵ 1923 年に英国南アフリカ会社（BSA；British South Africa Company）が探査権を取得し、ンチャング銅鉱山会社（1926 年設立）が探査を行った結果、ンチャング西鉱体¹³⁵（Nchanga West orebody；坑内及び露天採掘を行っている鉱体）を発見し、1930 年代初頭に立坑 No. 1 を開削して、地下 480ft（146.3m；1f=0.3048m）における採掘を開始した。

¹³⁶ M. W. Rushton and K. E. Mackay (1961), "Nchanga Mine, Northern Rhodesia", *Extract from Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy*, Volume 70, Part 3, 1960-61, pp. 78-79.

¹³⁷ 銅地金；製錬工程では、①銅精鉱を酸化することで硫黄分や不純物を除去してマット（銅灯に 65% 程度）を製造し、②更に酸化して粗銅（銅品位約 99%）とし、③電解精製用のアノード（陽極版；anode、銅純度 99% 以上）を製造する。精錬工程では電解精製により最終製品の銅地金（finished copper、銅品位 99.99%）となる。精錬銅（refined copper）、電気銅（electrolytic copper）、カソード（陰極版；cathode）は地金と同義。本論文では、銅地金とは電気銅・精錬銅・カソードを指し、中間の銅金属は粗銅（ブリストア）と記載する。

¹³⁸ 1962/63 年度（1963 年 3 月 31 日締め）の Nchanga Consolidated Copper Mines Ltd の銅年間生産量（地金）はストライキの影響を受け 178,793t（ブリストア 16,367 t、電気銅 162,427 t）で前年度の 198,086t を下回った。

"The Mineral Industry of the Federation of Rhodesia and Nyasaland", *Minerals Yearbook*, USGS 1963, p. 1046.

¹³⁹ 1963/64 年度（1964 年 3 月 31 日締め）の Nchanga Consolidated Copper Mines Ltd の銅年間生産量（地

トトン¹⁴¹⁾、1969 年は 267, 121st¹⁴²⁾と増加傾向にあり、年を追うごとに生産記録を更新していた。また、銅価格も急騰したためンチャング地区の鉱山を操業していたンチャング銅鉱山会社 (Nchanga Consolidated Copper Mines Ltd.¹⁴³⁾ の 1966 年 12 月 4 半期の銅 1 トン当たりの利益は £120.6/t と前期の £56.1/t から大きく上昇した¹⁴⁴⁾。

2) 人件費、材料費、輸送費等の上昇が原因となって生産コストは上昇した

他方、1960 年代半ばには直接コスト (direct mine costs) が、人件費 (wages and salaries)、物品費、更には、初期投資の増加 (銅 1 トン当たり £9.9 から £20 へ増加)、一方的に独立を宣言したローデシア¹⁴⁵⁾との外交関係が悪化したことで、ローデシアの炭鉱からの石炭供給障害や原油輸入の不足が生じた影響により燃料費や輸送コストが上昇 (銅 1 トン当たり £5.5) したため、銅 1 トン当たり £32.6 に上昇している¹⁴⁶⁾。

金)は 212, 208t で 1961/62 年度を抜く記録的なものであった。同年度の資本投資額は 14 百万米ドルでそのうち 9.8 百万米ドルは露天採掘鉱山の生産拡大に費やされた。1965 年から 1966 年の間に年間 10 万 t 増産する計画であり、増産分の鉱石は Bancroft の選鉱所に送られ処理されていた。

“The Mineral Industry of the Rhodesia (South Rhodesia), Zambia, and Malawi”, *Minerals Yearbook*, USGS 1964, pp. 902-903.

¹⁴⁰⁾ “The Mineral Industry of the Rhodesia (South Rhodesia), Zambia, and Malawi”, *Minerals Yearbook*, USGS 1965, p. 881.

¹⁴¹⁾ 1 ショートトンは、907. 18474 キログラム (kg)。ロングトン (long ton) は、米国慣用単位 (ヤード・ポンド法) の質量の単位である。2000 ポンド (lb) と定義されている。

¹⁴²⁾ 1968 年の Nchanga 地区の銅年間生産量 (地金 ; プリスター、アノード、精錬銅、カソードの合計) AAC/RST (1969), *Mining Year Book of Zambia* 1969, p. 33.

¹⁴³⁾ ンチャング銅鉱山会社は、南アフリカに拠点を置いていた国際資源会社 Anglo American Corporation の 1960 年代の子会社で、同社グループでザンビアの銅鉱山開発を担っていた。

¹⁴⁴⁾ “Resurgent Copper Profits”, *Mining Journal*, February 24 1967, p. 144.

¹⁴⁵⁾ 1923 年に英国の自治植民地としての南ローデシアが成立し、1953 年にはローデシア・ニアサランド連邦を構成した。ザンビアはこの連邦の一員で北ローデシアと呼ばれていた。1963 年に連邦は解体されたが、1964 年に白人スミス政権の一方的独立宣言したことに対して、1968 年に国連安保理対ローデシア経済制裁決議採択されて、1972 年にはローデシア解放団体によるゲリラ活動開始され、1979 年に英国の仲介もあり、白人政権と独立を主張する黒人勢力の間で独立に向けて平和的解決に合意し、1980 年にジンバブエとして独立した。ザンビアは国連の制裁に同調したことで、1960 年代から 1970 年代にかけて輸送や石炭供給等の問題が発生した。

¹⁴⁶⁾ 直接コスト £32.6/t のほかに、政府が 1966 年 4 月に輸出税 (税率は、ロンドン金属取引所価格 ; LME 価格の 40%) を課したことで £47.2/t が生産コストに上乗せされた。

“Nchanga Consolidated Copper Mines Limited, Extracts from the reviews by chairman, Mr. H. F. Oppenheimer”, *Mining Journal*, August 25, 1967, p. 149.

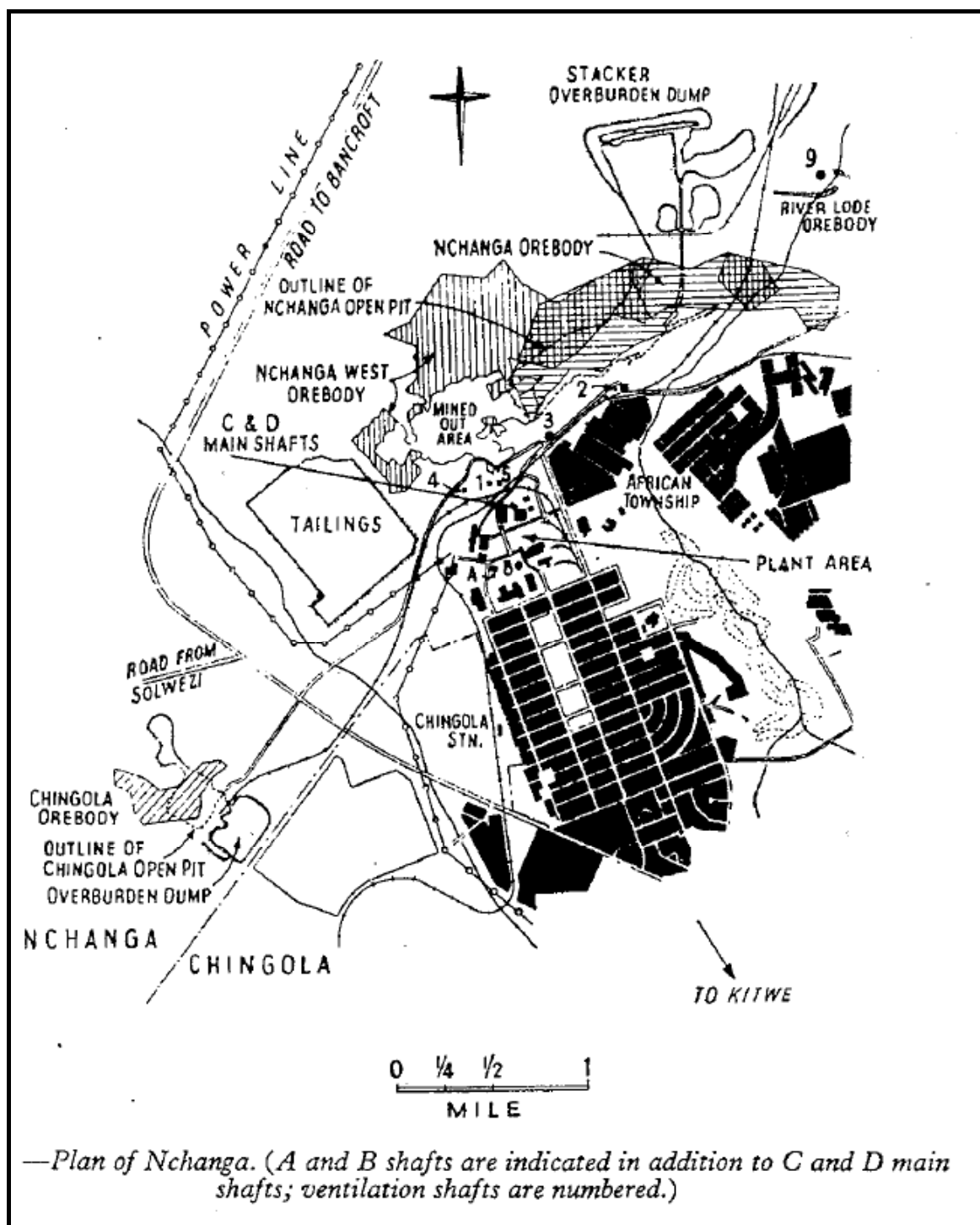


図 9. ンチャング地区施設配置図

注) 1960 年代初頭の配置図

出典) M.W. Rushton and K.E. Mackay (1961), "Nchanga Mine, Northern Rhodesia", *Extract from Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy*, Volume 70, Part 3, 1960-61, p.81.

表 52. ンチャンガ地区の鉱石生産状況

	地区全体				坑内採掘			露天採掘		
	鉱石量 (百万 t)	銅品位 (%)	銅含有量 (t)	Co 品位 (%)	鉱石量 (百万 t)	銅品位 (%)	銅含有量 (t)	鉱石量 (百万 t)	銅品位 (%)	銅含有量 (t)
1962/63 年度					2.70	6.06		0.882	3.31%	
1963/64 年度			212,208							
1966/67 年度			201,905							
1967/68 年度	8.47 ^{st*1}		216,405							
1968/69 年度	9.42		196,319							
1969/70 年度	9.69		260,000							
1970/71 年度	12.00		252,950		2.70	6.06		8.60		
1971/72 年度	10.00		343,447		3.40			7.00		
1972/73 年度	10.00	3.31	372,430		3.00			7.00		
1973/74 年度	9.80	3.31	347,600		3.00			6.70		
1974/75 年度	9.15		332,200		3.10			6.54	3.04	199,000
1975/76 年度	9.96		309,500							202,600
1976/77 年度	9.51		333,500							235,400
1977/78 年度	9.00	3.31	300,650		2.30			5.20		
1978/79 年度		3.24	194,016		2.50					
1979/80 年度	9.09				2.12			5.50		
1980/81 年度	9.02	3-3.4	211,163							
1981/82 年度	9.24	3.26	213,212		3.35			6.58		
1982/83 年度	9.93	2.84	181,196		3.16	3.32	104,945	6.77		
1983/84 年度	9.93	2.81	177,019		3.24	2.99	96,876	7.08		
1984/85 年度	10.32	2.99	217,688		3.38	2.86	96,553	5.99		0.75
1985/86 年度	9.37	2.89	270,879		3.41	2.78	94,742	5.89		0.69
1986/87 年度	9.30	2.63	244,590				94,742			
1987/88 年度	8.74	2.65	231,475	0.85			94,742			
1988/89 年度	8.97	3.09	277,080	0.75						
1989/90 年度	8.91	3.10	276,055	0.75						
1990/91 年度	8.80	3.05	268,400	0.85	2.96		90,167	5.84		178,233
1991/92 年度	8.53	2.54	216,662	0.88	2.75	3.30	81,180	5.64		
1992/93 年度	8.50	3.21	272,850	0.76	2.89	3.30		5.61		
1993/94 年度								4.32 *2	3.70	160,000

注) 年度末は 3 月 31 日、*1) st: ショートトン=0.90718474 トン *2) Nchanga 露天採掘のみ。斜体字は筆者が算出。坑内採掘は Chingola 鉱山、露天採掘は Nchanga 鉱山の採掘量。
出典) Mining Annual Review, Mining Journal 1968~1998, Mining Year Book of Zambia, Mindeco, 1969, 1970, 1972 1975, 1976, 1978 を基に作成。

（１）ンチャンガ坑内採掘鉱山

１）ンチャンガ坑内採掘鉱山の鉱石の銅品位は低下傾向にあった

ンチャンガ坑内採掘鉱山 (Nchanga underground mine) の 1963 年頃の鉱石銅品位は 6.06%¹⁴⁷と極めて高品位であったが、銅鉱石品位の低下傾向は明らかになっていた。例えば、1967 年のンチャンガ銅鉱山会社の年次報告においてオッペンハイマー (Mr. H. F. Oppenheimer¹⁴⁸) 会長は、「生産量増加は鉱石品位の低下を相殺するためのものである」、と述べている¹⁴⁹。

また、当時の業界誌¹⁵⁰も、「1966 年末頃のンチャンガ地区の露天及び坑内採掘鉱山の合計の鉱石生産量はそれ以前と同じ水準で推移していたものの、鉱石の銅品位は予想以上に低下傾向にあり、1966 年 12 月末四半期に選鉱所に持ち込まれた鉱石の銅品位は 4.30% で平均埋蔵品位 4.22% (1966 年 3 月末時点) に近づいていた。それまで採掘された選鉱前の鉱石の銅品位は埋蔵量の平均銅品位よりも高く、1966 年 3 月までの採掘時の平均銅品位は 5.29% であったが、当時 (1966 年末頃) に採掘された鉱石の銅品位 (4.30%、鉱石量は 5.3 百万 t) はそれまでの銅品位よりも 1 パーセントと明らかに低かった。ただし、高品位鉱石を採掘するミブラ／フィツラ (Mimbula/Fistula) 銅鉱山が 1968 年初頭に生産を開始すれば、選鉱段階での品位低下は軽減されると期待されていた」、と品位低下を報じている。

２）鉱石品位低下に対して銅地金生産量を維持するためには鉱石採掘量の増加とそれ进行处理する選鉱能力の増強が必要だった

銅鉱石の品位低下傾向に対して、地金換算での銅生産量を維持するためには鉱石品位低下分を鉱石採掘量の増加で補う必要があり、ンチャンガ地区でも鉱石採掘の拡大が行われた。

1967 年のンチャンガ銅鉱山会社の年次報告において、オッペンハイマー会長は鉱石品位低下と資本投資について次のように述べている。「1966/67 年度 (1968 年 3 月末年度) は £ 10 百万を上限に投資を行うが、これはこれまで発表してきた以上に生産を最大化するものではなく、石品位の低下を相殺するために鉱石処理量を増加するためのものである。既に、銅生産能力 (銅地金生産量) は 250,000lt (lt : long ton、ロングトン¹⁵¹) レベルで推移してお

¹⁴⁷ 選鉱所における銅鉱石品位は、Nchanga 鉱山 (坑内採掘) からの鉱石が 6.06%、Nchanga 露天採掘鉱山が 3.31%、Chingola 露天採掘鉱山が 6.08% であった。

“The Mineral Industry of the Federation of Rhodesia and Nyasaland”, *Minerals Yearbook*, USGS 1963, p. 1046.

¹⁴⁸ H. F. オッペンハイマー (Harry Frederick Oppenheimer) は、1960 年代から 1980 年代にかけて、金・ダイヤモンドなどの鉱山を経営する国際資源会社 Anglo American Corporation (AAC 社) やダイヤモンドの世界最大手企業 De Beers Consolidated Mines (De Beers 社) の会長を 20 年以上勤めた。同氏は AAC 社の創設者であり、また、創設期の De Beers 社を支配していたアーネスト・オッペンハイマー卿 (Sir. Ernest Oppenheimer) の息子で南アフリカ生まれ。

¹⁴⁹ “Nchanga Sets Up Its Expenditure”, *Mining Journal*, August 25, 1967, p. 148.

“Nchanga Consolidated Copper Mines Limited, Extracts from the reviews by chairman, Mr. H. F. Oppenheimer”, *Mining Journal*, August 25, 1967, p. 149.

¹⁵⁰ “Resurgent Copper Profits”, *Mining Journal*, February 24, 1967, p. 144.

¹⁵¹ 1 ロングトンは、1,016.0469088 キログラム (kg)。ロングトン (long ton) は、帝国単位 (ヤード・ポ

り、生産量は昨年度が 270,000t、一昨年度（1965/66 年）が 257,650t に達している¹⁵²、
「1966/67 年度の投資額は、前年度の £5,607,000 の約 2 倍に相当する £10 百万には及ばないが¹⁵³、ンチャンガ地区の露天採掘鉱山を中心とした鉱石増産（これによって子会社のバンクロフト地区の選鉱所の鉱石処理量 110,000t/月が維持できる）、ンチャンガ露天採掘鉱山の鉱石増産に対応した選鉱能力増強のための選鉱施設の東ミル（East Mill¹⁵⁴）の完成及び、ミブラ／フィトゥラ露天採掘鉱山の新規開発のために充てられる¹⁵⁵」、「ミブラ／フィトゥラ露天採掘鉱山が、1969 年に 100,000t/月の割合で鉱石供給を始めれば、ンチャンガ地区全体で 780,000t/月の鉱石を供給できる。グループの製錬能力も鉱石生産に合わせて増強する」¹⁵⁶、とオッペンハイマー会長は一連の投資によってンチャンガ地区が操業上の困難（銅品位低下局面において生産量を維持すること等）を乗り越えられる将来への自信をうかがわせていると業界専門誌『マイニング・ジャーナル（*Mining Journal*）』は報じている¹⁵⁷。

また、1968 年に発表されたンチャンガ銅鉱山会社の親会社であるアングロ・アメリカン・南アフリカ社（Anglo American Corporation of South Africa Limited）の年次報告書においても、オッペンハイマー会長は、同社のグループは昨今（当時）の操業の深部化や銅鉱石品位の低下に対して生産を維持するためにザンビア独立以来、少なくとも 36.4 百万クワチャ、配当の 41%相当を投資してきたこと、銅鉱石品位の低下とその対策のために鉱石増産とそれに伴う選鉱能力増強したことなどザンビアへの十分な投資を行っていることを強調した¹⁵⁸。

ンド法）の質量の単位、2,240 ポンド(1b)と定義されている。

¹⁵² “Nchanga Sets Up Its Expenditure”, *Mining Journal*, August 25, 1967, p. 148.

¹⁵³ 同上

¹⁵⁴ ミル（mill）とは、採掘された鉱石を、粉砕して粉末状にする施設。粉末状の鉱石は、次に、浮遊選鉱によって金属を含むも粉末と金属を含まない粉末（主に岩石）とに分離される。
浮遊選鉱とは、岩石と金属の親水性の違いを利用して鉱物と岩石を選鉱する方法のこと。採掘した鉱石をミルで粉砕し、粉末状にしてから捕集剤（界面活性剤、洗剤のようなもの）を加えて攪拌すると鉱物を含む粉末だけが泡の表面に集まり、鉱物を含まない粉末と分離できる。

¹⁵⁵ “Nchanga Consolidated Copper Mines Limited, Extracts from the reviews by chairman, Mr. H.F. Oppenheimer”, *Mining Journal*, August 25, 1967, p. 149.

¹⁵⁶ 同上

¹⁵⁷ “Nchanga Sets Up Its Expenditure”, *Mining Journal*, August 25, 1967, p. 148.

¹⁵⁸ オッペンハイマー会長のコメントは、1968 年にカウンダ（Kaunda）ザンビア大統領の鉱山会社の配当の海外送金を制限し、国内投資を促す等の鉱業政策を発表したムルングシ演説（Mulungushi Speech）に対するもので、同社が独立以来、ザンビア国内の銅産業へ積極的に投資してきたことを訴えたもの一節で、同氏は更に、「K12.6 百万の内部留保はすべてザンビア国内の鉱業投資に充ててきた。これらは配当の 55.3%に相当する。昨年度（1967 年度）はストライキが発生したにも関わらず、資本投資額は配当の 83.3%に相当する K21.2 百万であった。」と述べている。

“Anglo American Corporation of South Africa Limited, From the Statement by the Chairman, Mr. H. F. Oppenheimer”, *Mining Journal*, June 7, 1968, pp. 478-479.

3) 坑内採掘の地下深部化による岩盤状態の悪化等の問題を技術で克服できていた

1960年代、既に、坑内採掘鉱山では採掘の地下深部化による岩盤状態の悪化等の問題が発生していた¹⁵⁹。ンチャンガ銅鉱山会社のオープンハイマー会長は、1968年9月の年次報告の中で、「ンチャンガ坑内採掘鉱山の操業は、岩盤状況や鉱体の褶曲などの採掘条件の悪化¹⁶⁰によって困難な状況にあった。予想外の鉱石品位の低下と断層¹⁶¹などによる岩盤強度の低下によって、採掘計画¹⁶²の見直しが必要となっていた」、と報告している¹⁶³。

これら採掘現場の岩盤状態の悪化等の問題には、ルーフボルト（roof bolt；坑内の落盤を防止するため、岩盤に鋼鉄製のボルトを埋め込み落盤の危険性のある岩盤を固定する方法）や樹脂充填（落盤を防止するため、岩盤に発生した割れ目を接着剤で塞ぐ方法）などの対策を講じることで落盤等の問題を解決し、鉱石採掘を維持していた¹⁶⁴。

4) 採掘量の増加に伴い、当時の技術では処理できない低品位鉱石の貯鉱量が増加した

鉱石採掘量の増加に伴い、処理できない低品位鉱石の貯鉱量が増加していた。1969年末頃の目標月間採掘量は800,000stであったが、処理できない低品位鉱石の在庫量（鉱石中銅含有量）は27,000stで前年度より17,500st増加していた¹⁶⁵。ンチャンガ銅鉱山会社のオープンハイマー会長は、1968年9月の年次報告の中で、「銅精鉱¹⁶⁶に占める酸化銅鉱石の割合が増加していること、そして、酸化銅鉱石を処理するためにンカナ製錬所（Nkana Smelter）の能力拡大と1969年半ばには大規模な酸素工場が必要となる¹⁶⁷」、と、鉱石性状変化とその

¹⁵⁹ “Anglo American Corporation of South Africa Limited, From the Statement by the Chairman, Mr. H. F. Oppenheimer”, *Mining Journal*, June 7, 1968, pp.478-479.

¹⁶⁰ 褶曲とは、地層が主に完全に固結する前に地殻の変動によって横方向に圧縮されることによって波形に曲がること、曲がり方が大きいと地層が逆転したり、地層が切れて断層を生じることもある。褶曲が多い地質では地層を追跡することが難しくなったり、断層を伴う場合には岩盤が崩れやすくなったりすることがある。

¹⁶¹ 地層に力が加わり、連続していた地層が途中で切れて地層にずれが生じた状態。断層の周辺には岩石の割れ目が発達することが多く、岩盤が脆くなっていることが多い。

¹⁶² 鉱石品位や岩盤強度などをもとに採掘する順番や採掘方法を決める。

¹⁶³ “Nchanga Consolidated Copper Mines Limited, Extracts from the review by the Chairman, Mr. H. F. Oppenheimer”, *Mining Journal*, September 6, 1968, p.179.

¹⁶⁴ ルーフボルトにより下部鉱体の採掘状況は改善したが、上部鉱体は下部鉱体の採掘の影響をうけて生産が減少し、しばらく低回収率の状態が続いたが、坑内採掘は同地区の採掘量の約30%を占めていた。
“Central Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1970, p.341.

ルーフボルトと樹脂固定を系統的に行うことで、坑内採掘の状態を改善したが、下部鉱体での作業によって生じた空洞や亀裂の影響で問題が発生している。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1971, p.345.

¹⁶⁵ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1970, p.341.

¹⁶⁶ 採掘した銅鉱石の銅品位は2~4%程度だが、選鉱により銅鉱物以外の不純物を除去すると銅品位30~40%の精鉱となる。

¹⁶⁷ 精鉱には、硫化銅鉱石を原料の鉱石とする硫化精鉱と酸化銅鉱石を原料の鉱石とする酸化精鉱がある。前者はそのまま製錬所で処理することが可能であったが、後者は、そのままでは製錬出来ないため、別途処理を行った後に硫化精鉱とともに製錬所で処理するか、或いは他の方法で製錬する必要があった。

対応の必要を指摘している¹⁶⁸。

低品位酸化銅鉱石が経済的に回収できれば、鉱山の採算性の向上と埋蔵量の増加に貢献できたが、当時はまだ、低品位酸化銅鉱石を経済的に処理する技術が開発・普及していなかった。ンチャンガ地区では低品位酸化銅から銅の硫酸浸出溶媒抽出法¹⁶⁹の実用化に向けた取り組みが1960年代から1970年代にかけて行われ、1970年代から1980年代にかけて段階的に実用している。1960年代初頭のンチャンガ坑内採掘鉱山断面図（1960年代初頭）を図10に示した。

（２）ンチャンガ及びチンゴラ露天採掘鉱山等

1) ンチャンガ地区の鉱石の銅品位は低下傾向にあり、銅地金生産量を維持するために同地区の露天採掘鉱山の鉱石採掘量を増加する必要があった

ンチャンガ露天採掘鉱山の鉱石の銅品位は低下傾向にあったことから、銅生産量（地金生産量）を維持するために、同地区の露天採掘鉱山の主力既存鉱山であるンチャンガ、チンゴラの主力鉱山、及びミブラ（Mibla）、フィトゥラ（Fitula）、リバー・ロード（River Load）の新規3鉱山の鉱石採掘量は年々増加していた¹⁷⁰。

オッペンハイマー会長は1968年9月の年次報告の中で、「ンチャンガ地区では全体的な鉱石品位の低下に、採掘量と処理（選鉱）量の一層の増加により対応している。鉱石採掘量は前年（1967年）の6,392,500tから7,195,300t、精錬銅（finished copper）では14,401t増加の201,533tとなったが、目標の230,000tは達成できなかった」、「その原因は、坑内採掘条件の悪化と予想外の局所的な鉱石品位の低下、燃料と硫酸の不足にある」、「年間鉱石採掘量及び処理量を9,000,000t、銅地金量250,000tに向けた開発計画は順調に進捗している」、と鉱石の採掘量と処理量を増加させていることを明らかにしている¹⁷¹。

¹⁶⁸ “Nchanga Consolidated Copper Mines Limited, Extracts from the review by the Chairman, Mr. H. F. Oppenheimer”, *Mining Journal*, September 6, 1968, p.179.

¹⁶⁹ 硫酸で銅を溶かした溶液から電解分解を応用して直接電気銅として銅を取り出す方法。電気分解の前に有機溶媒を用いて、溶液中の濃度を高めることで、従来、銅濃度が低くて回収できなかった低品位鉱石の処理が可能となった。この手法が導入される以前は、採掘した鉱石の2割近くを占める酸化銅鉱は、浮遊選鉱で処理できないので、ズリとして捨てるか、比較的品位の高い酸化銅は硫酸で硫酸銅溶液にした後、鉄くずなどを溶液中に投入して、沈殿銅として銅を回収していた。

¹⁷⁰ ンチャンガ地区の5露天採掘鉱山の1968年4月の間採掘量は460,000t/月と記録的なものとなっていた。Nchanga 露天採掘鉱山の西側の剥土作業は計画よりも早く進み、11月までにフル生産に入り、鉱石生産量45,000t/月、年末の月間鉱石採掘量は540,000tに達する見込みであった。

“Nchanga’s Opencast Operations”, *Mining Journal*, July 19, 1968, p.48.

¹⁷¹ “Nchanga Consolidated Copper Mines Limited, Extracts from the review by the Chairman, Mr. H. F. Oppenheimer”, *Mining Journal*, September 6, 1968, p.179.

2) 鉱石採掘量増加のためにンチャガ露天採掘鉱山の拡張投資が進められた

1960年代にはンチャンガ露天採掘鉱山がンチャガ地区の主力鉱山となり、設備の増強が進められた。1963/64年度(1964年3月31日締め)にンチャンガ地区では14百万米ドル規模の設備投資が計画され、そのうち9.8百万米ドルがンチャンガ等の露天採掘鉱山の生産量拡張(年間銅生産量(銅含有量)100,000t)に充てられた¹⁷²。

1966年からは、上部鉱体(露天採掘)からの生産が始まり、露天採掘鉱山の鉱石を処理するために新設された選鉱施設の東部ミルが稼働を開始した。また、280t積みの大型ショベル(280BE shovel)が露天採掘鉱山に導入され、採掘した鉱石の選鉱所までの運搬方法を坑内経由からトラック輸送に換えることで効率化が図られたことで¹⁷³、ンチャガ地区の月間鉱石採掘量は露天採掘鉱山と坑内採掘鉱山を合わせて780,000tに達した¹⁷⁴。

1960年代のンチャンガ露天採掘鉱山等の生産能力拡張により、ンチャガ地区の銅年間生産量(精錬銅量)は、1961/62年度(1962年3月31日締め)の198,086t¹⁷⁵から、1963/64年度(1964年3月31日締め)には212,208t(前年度比14,225t増加)¹⁷⁶、1969/70年度(1970年3月31日締め)が260,000t(ンチャガ露天採掘鉱山が同地区の鉱石生産量の50%を占めた)になるなど増加した¹⁷⁷。

3) 1960年代末頃には、古くから操業していたチンゴラ露天採掘鉱山は鉱量の枯渇が近づいたため、露天採掘の中心はンチャンガ露天採掘鉱山に移った

1969年頃にはチンゴラ露天採掘鉱山は鉱量の枯渇が近づき、同地区の露天採掘の中心はンチャンガ露天採掘鉱山に移り、ンチャンガ露天採掘鉱山は同地区の採掘量の約50%を占めるに至ったが、主要採掘現場の深度は1,200ft(約366m)レベルの下部鉱体まで到達し

¹⁷² “The Mineral Industry of the Federation of Rhodesia and Nyasaland”, *Minerals Yearbook*, USGS 1964, pp. 902-903; “The Mineral Industry of the Federation of Rhodesia and Nyasaland”, *Minerals Yearbook*, USGS 1965, pp. 880-881.

¹⁷³ ンチャンガ露天採掘鉱山で採掘された鉱石は、従来、露天採掘場の底面から坑内採掘鉱山の坑内に送られ、C立坑を経由して選鉱所へ輸送されていたが、新たな運搬システム(取扱能力300,000t/月)では、トラックで新規に導入された破碎機(処理能力800t/時間)まで運搬し、破碎・洗浄され後に貯鉱所或いは一部は鉄道輸送にてバンクロフト地区の選鉱所へ月間110,000tが輸送された。

“Nchanga Expansion”, *Mining Journal*, January 14, 1966, p. 27.

¹⁷⁴ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1968, p. 301.

¹⁷⁵ The Mineral Industry of the Federation of Rhodesia and Nyasaland”, *Minerals Yearbook*, USGS 1963, p. 1046.

¹⁷⁶ “The Mineral Industry of the Federation of Rhodesia and Nyasaland”, *Minerals Yearbook*, USGS 1964, pp. 902-903.

¹⁷⁷ 1960年代半ばから後半にかけてのンチャガ地区の銅年間生産量(銅地金)は、1964/65年度(1965年3月31日締め)は254,000t、1965/66年度(1966年3月31日締め)は257,650、1968/69年度(1969年3月31日締め)は露天採掘5ヶ所及び坑内採掘1ヶ所の合計が216,405t(対前年度比14,500t増加)で推移した。

“The Mineral Industry of the Federation of Rhodesia and Nyasaland”, *Minerals Yearbook*, USGS 1965, pp. 880-881; “Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1968, p. 301; “Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1970, p. 341.

た（深部化していた）¹⁷⁸。1970 年代末のンチャンガ露天採掘周辺断面図を図 11 に示した。

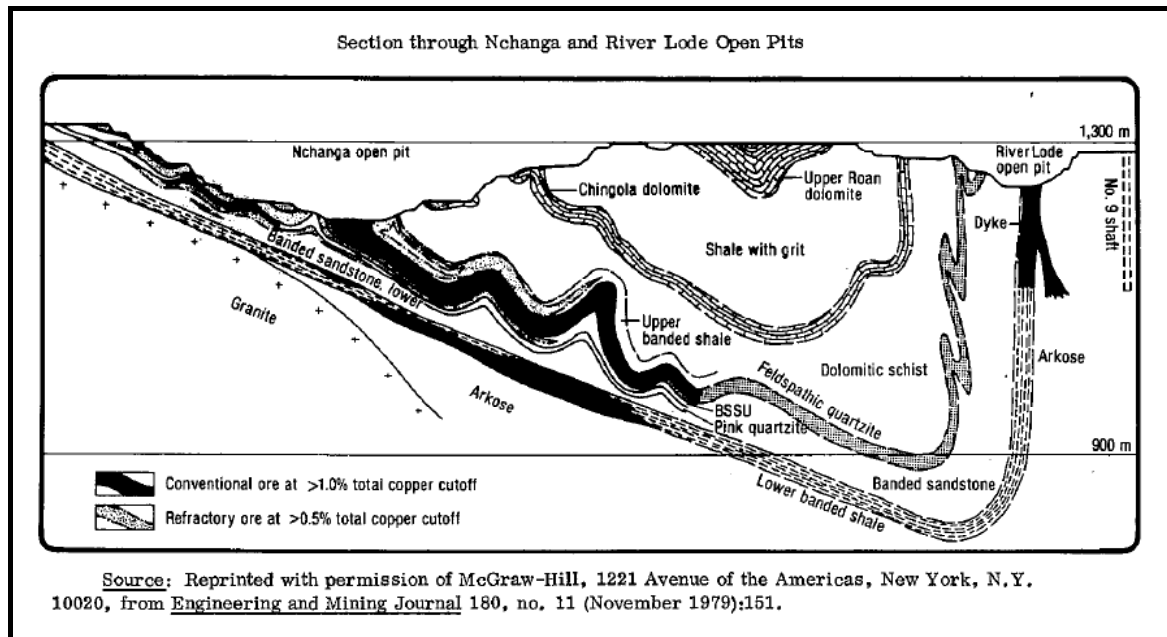


図 11. ンチャンガ露天採掘鉱山周辺断面図

注) 1970 年代末頃の状況

出典) Cunningham (1981), *The Copper Industry in Zambia, Foreign Mining Companies in a Developing Country*, p.158.

(3) チンゴラ選鉱所（西ミル¹⁷⁹、東ミルを含む）

1) ンチャンガ地区の鉱石の銅品位低下に対して、地金生産レベルを維持するためには鉱石処理量を増加する必要であった

1960 年代半ば、ンチャンガ地区の鉱石の銅品位は、それまで 5% 程度であったものが 1967 年時点で 4.14% に低下するなど低下傾向にあり¹⁸⁰、銅地金の生産レベルを維持するためには鉱石生産量の増加が必要であった。そこで、1966 年から露天採掘による上部鉱体の採掘が開始されたが、鉱石採掘の増加に伴い、採掘された鉱石を処理（選鉱）するために新規選鉱施設の東ミルが設置された¹⁸¹。

2) ンチャンガ露天採掘鉱山の鉱石採掘量の増加に伴い、鉱石処理能力の増強が必要となった。そのために東部ミルが設置された。

1966 年のンチャガ露天採掘鉱山の鉱石生産に先駆けて、1965 年 3 月から東部ミルの工事が開始され、1966 年 4 月からンチャンガ露天採掘鉱山で採掘される鉱石の処理を開始した。

¹⁷⁸ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1970, p. 341.

¹⁷⁹ ミル (Mill) は選鉱所の施設のうち鉱石を粉砕して粉末状にする施設のこと。ンチャンガ地区には西ミル (West Mill) と東ミル (Eat Mill) があった。

¹⁸⁰ “Expansion at Nchanga”, *Mining Journal*, August 4, 1967, p. 80.

¹⁸¹ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1968, p. 301.

更に、ミブラ鉱山の鉱石を受入れるための追加工事が 1968 年 1 月までの完成を目途に進められた。同時に浮遊選鉱施設¹⁸²のメンテナンスと拡張が実施された。1967 年 7 月 27 日に新規選鉱施設の東ミルが公式に操業を開始した。事業費は £ 2.3 百万であった。それまでの過去 2 年間に実施されたンチャンガ地区の生産能力拡張事業には鉱山や冶金設備の拡張が含まれており、総事業費は £ 9 百万であった。これら拡張事業によって同地区の選鉱能力は 1968 年には更に 200,000t/年拡張し、増加分の鉱石はンチャンガ露天採掘鉱山、新規の露天採掘鉱山から供給される計画であった。その結果、1967 年初頭のンチャンガ地区の鉱石採掘量は 580,000 t/月であったが、1968 年 7 月までには 780,000t/月に増加し、そのうち 430,000t/月が東ミルで処理され、110,000t/月はバンクロフト地区へ送られ、残りの 670,000t/月はンチャンガ地区で処理されると見込まれていた¹⁸³。

(4) 浸出プラント

1) グループ企業の精錬所では低品位硫化鉱石の処理が行われた

ンチャンガ地区での銅鉱石は、硫化鉱と酸化鉱の二つに大別される。そのうち約 50%が酸化鉱石と炭酸塩鉱石¹⁸⁴であり、これらの鉱石は硫酸に溶かすことで銅を抽出する（浸出すること）ができた¹⁸⁵。したがって、ンチャンガ地区において、大量に採掘される酸化鉱石から銅を回収することは重大な課題であった。

1960 年代初頭、硫化鉱の多くは浮遊選鉱を行い精鉱となって製錬所へ供給されていたが、低品位硫化鉱（頁岩¹⁸⁶が多く含まれているために低品位）は選鉱しても十分に銅鉱物を濃集できないため経済的な価値がなく処理されていなかった。他方、酸化鉱は硫化鉱のように浮遊選鉱出来ないものの硫酸に溶けることから、高品位酸化鉱は硫酸で溶かして（浸出して）硫酸銅溶液にして沈殿或いは電解採取によって銅地金として回収していた。

しかし、低品位硫化鉱は鉱石中に硫酸を消費する鉱物が含まれていたことから銅の浸出率が悪く¹⁸⁷、そのままでは硫酸による浸出が効果的に行えなかった。そこで、1962 年、アン

¹⁸² 浮遊選鉱とは、岩石と金属の親水性の違いを利用して鉱物と岩石を選鉱すること。

¹⁸³ “Expansion at Nchanga Zambia”, *Mining Journal*, August 4, 1967, p. 80.

¹⁸⁴ 酸化鉱石及び炭酸塩鉱石には、Cuprite, Tenorite, Malachite, Azurite, Chrysocolla が、硫化鉱には、Chalcocite, Chalcopyrite, Bornite, Covellite などがある。

M. W. Rushton and K. E. Mackay (1961), “Nchanga Mine, Northern Rhodesia”, *Extract from Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy*, Volume 70, Part 3, 1960-61, p. 88.

¹⁸⁵ M. W. Rushton and K. E. Mackay (1961), “Nchanga Mine, Northern Rhodesia”, *Extract from Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy*, Volume 70, Part 3, 1960-61, pp. 78-79.

¹⁸⁶ 泥と細粒の砂が固まってできた堆積岩。

¹⁸⁷ 低品位硫化鉱にはケイ酸 (SiO_2) が多く含まれているため、焙焼工程 (roasting) によって低品位硫化鉱中の硫黄分を酸化 (高温で酸素と結合) して硫酸に溶ける銅の硫酸塩鉱物 (CuSO_4) に換えた。また、この工程によって、浸出に必要な硫酸の消費量を削減することができた。

“Copper Recovery at Nchanga”, *Mining Magazine*, November 1968, Vol. 119, No. 5, pp. 360-369;

P. J. W. Bosse (1972), “New Development at the Leach Plant at Nchanga Consolidated Copper Mines Limited Chingola Division” *Geologie en Mijnbouw*, Vol. 51 (3), p409-418.

グロ・アメリカン社グループはロカナ精錬所（Rokana Refineries Ltd.）に低品位硫化鉱（refractory ore）を処理するためのプラント「TORCO」（Treatment of Refractory Copper Ores）を設置して通常の方法では経済的に銅を回収できない低品位硫化鉱の処理を行った¹⁸⁸。当初は、銅生産量（銅金属量）10 t/日程度のパイロットプラントで試験操業を行い、1965年頃には500t/日にまで処理能力を拡大し、ミンドラ露天採掘鉱山（Mindora open pit）、ンチャンガ地区の露天採掘鉱山、ブワナ・ムクブワ鉱山（Bwana Mkubwa ore body）で採掘された鉱石の処理や¹⁸⁹、採算性の悪さを理由に休止していたカンサンシ露天採掘鉱山（Kansanshi open pit）の再開の道が開けた¹⁹⁰。なお、TORCOはンチャンガ地区の低品位鉱浸出プラントの操業に伴い1972年までに閉鎖された。1974年にはカンサンシ露天採掘鉱山の鉱石は同プラントで処理されることになった¹⁹¹。

2）高品位酸化鉱は硫酸で浸出して電解により銅地金を回収していた

高品位酸化鉱は硫酸で鉱石中の銅を溶かして（浸出して）硫酸銅溶液を作り、沈殿¹⁹²或いは電解採取によって銅地金として回収していた¹⁹³。当時（1970年頃）のチンゴラ地区の浸出プラントでは、チンゴラ選鉱所から高品位鉱石33,000t/月、チンゴラ選鉱所からスライムを15,000t/月、コンゴラ地区から高品位鉱石11,000t/月、チンゴラ選鉱所から低品位硫化鉱11,000t/月を処理していた¹⁹⁴。1960年代は1970年代に生じた種々の問題の影響はまだ深刻ではなく、操業は概ね順調であったようである。

3）採掘量の増加に伴い、低品位酸化鉱石の貯鉱量が増加した。それを処理するための低品位酸化鉱浸出プラント・プロジェクトが進められていた。

ンチャンガ地区では、1960年代初頭には既に低品位硫化鉱（尾鉱¹⁹⁵）や高品位酸化鉱からの銅の回収が行われていた（先述）。しかし、1960年代初頭までは、低品位酸化鉱石から硫酸で銅を浸出ただけであったため、硫酸銅溶液中の銅濃度はあまり高くなく、銅の回収

¹⁸⁸ 低品位硫化鉱を焙焼することで硫酸に溶けるようにした。

¹⁸⁹ “Central Africa Zambia Anglo American Ltd.”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1967, p. 358. ; Rhokana Corporation Limited”, *Mining Journal*, November 19, 1965, p. 375.

¹⁹⁰ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1967, p. 237.

1970年当時、カンサンシ露天採掘鉱山は1973年に再開し、Torcoプロセスによって、低品位硫化鉱から精鉱を製造し、チンゴラ或いはロカナ地区の製錬所で年間15,000tを製錬することが計画されていた。“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1970, p. 874.

¹⁹¹ “The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1972, p. 345.

¹⁹² 硫酸銅溶液に鉄くずなど銅よりもイオン化傾向の高い金属を入れると、その金属が溶液中に溶け込む代わりに銅が沈殿する。この減少を利用して銅を回収することができる。

¹⁹³ “Copper Recovery at Nchanga”, *Mining Magazine*, November 1968, Vol. 119, No. 5, pp. 360-369.

¹⁹⁴ P. J. W. Bosse (1972), “New Development at the Leach Plant at Nchanga Consolidated Copper Mines Limited Chingola Division” *Geologie en Mijnbouw*, Vol. 51 (3), pp. 409-418.

¹⁹⁵ 尾鉱（tailing）とは、鉱石品位が低く経済的に金属を回収することが困難な低品位鉱石のこと、選鉱工程で鉱石は金属を経済的に回収するための精鉱と経済的に回収できない尾鉱が生産される。尾鉱は堆積場（tailing dam）に廃棄（堆積）される。

率もあまり高くなかった。そこで 1960 年代末に、当時その技術的有効性が確認されたばかり¹⁹⁶の溶媒抽出電解採取法（SX-EW 法）が沈殿による銅の回収に代わり導入されることが決定された。1960 年代末頃には、チンゴラ地区で低品位酸化鉱石の浸出・沈殿プラント¹⁹⁷がほぼ完成し、1971 年半ばには生産開始予定であった。更に、その浸出・沈殿プラントに 1973 年には溶媒抽出工程（液体イオン交換工程¹⁹⁸ともいう）が追加導入されて同プラントからの銅年間生産量（銅地金量）は 55,000t になる計画が示された¹⁹⁹。

1968/69 年度（1969 年 3 月 31 日締め）当時、処理できずに貯蔵されていた低品位酸化鉱石中に含まれる銅量は既に 27,000t に達していたが、その量は年間 17,500t 増加していた。低品位酸化鉱浸出プラントの稼働により、当時操業中に発生する低品位酸化鉱石から銅が回収できたことに加え、過去の選鉱によって発生した尾鉱やスライム²⁰⁰からも銅の回収が可能となった²⁰¹。

浸出・沈殿プラントで作られる硫酸銅溶液の銅イオン濃度は高くないため銅回収量が少なかったが、イオン交換工程（溶媒抽出工程）を追加導入することで、硫酸銅溶液中の銅イオン濃度を高くすることができ、更に電解採取を行うことで銅回収量が飛躍的に増加し、採算性があがり、それまでは品位が低いために回収できなかった低品位酸化鉱石から銅を低コストで（経済的に）回収することが可能となった。

¹⁹⁶ 1968 年頃に米国アリゾナ州でバクダット社が小規模な商業プラントを稼働した。

¹⁹⁷ 浸出・沈殿プラント（leach precipitation plant）は、硫酸を用いて低品位酸化鉱を溶解し、硫酸銅溶液を作り、その硫酸銅溶液に鉄くずなどを入れて硫酸銅溶液から銅を金属として沈殿させて回収する方法。酸化銅鉱石が硫酸に溶ける（浸出する）性質を利用した回収方法。

¹⁹⁸ 液体イオン交換工程（liquid ion exchange process）とは、液体状の有機溶媒を用いて硫酸銅溶液中の銅イオンを濃縮した後に銅を回収する方法、一般には溶媒抽出法（solvent extraction）と呼ばれる。銅イオンが濃縮された硫酸銅溶液は電解採取工程で最終製品である銅地金として回収される。

¹⁹⁹ “The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1970, p. 874.

²⁰⁰ 選鉱工程で銅鉱物は精鉱側に濃集され、それ以外の銅鉱物が取り除かれものは泥状の廃棄物となる。

²⁰¹ “Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1970, p. 341.

第2節 一部国有化期（1970年代）

（1）ンチャンガ坑内採掘鉱山

1）1970年代初頭は、鉱山の深部開発により、鉱石採掘量・銅品位ともに維持されていたが、1970年代半ばから、鉱石採・鉱石銅品位ともに減退傾向になった

1970年代初頭は、坑内採掘は概ね順調で、銅価格や銅需要も堅調であったこともあり、立坑の延伸²⁰²や排水ポンプの増強²⁰³、²⁰⁴など坑内採掘鉱山の深部開発²⁰⁵が進められたことから、ンチャンガ地区全体の銅年間採掘量は増加し²⁰⁶、は10百万tを超え、銅鉱石品位も1960年代と同様に3.3%前後で推移した。坑内採掘鉱山の年間鉱石採掘量は3百万t強で推移していた²⁰⁷。

²⁰² C立坑は、3,140ftレベルまで完成。鉱山の全般的な状況は改善した。特に上部鉱体は操業が安定してきた（1971/72年度：1972年3月31日締め）。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1973, p.353.

上部鉱体の開発は、困難もなく順調に操業を継続した。C立坑の延伸は2,930ftレベルから岩石の巻上げを、3,050ftレベルからは人員と物資輸送を開始した。AVS立坑の延伸は2,800レベルまで到達した。

（1972/73年度：1973年3月31日締め）

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1974, p.359; “Nchanga Consolidated Copper Mines Limited”, *Mining Journal*, August 11, 1972, p.111

AVS立坑の延伸は、1973年4月までに2,460ftレベルまで到達し、Nchanga露天採掘の北側下部に面した1,500ブロックと3,140ブロックで採掘を行った。Chingola B鉱体の開発は継続中で2,800ftレベルにポンプと貯水槽を設置した。（1973/74年度：1974年3月31日締め）

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1975, pp.428-429.

²⁰³ Chingola B鉱体は、1975年内には生産開始する予定であり、採掘とポンプ設備の設置作業が2,800ftレベルで順調に進捗していた。深部試錐の結果から2,120ftレベルの下部鉱体が東部に延長していることを確認した。（1974/75年度：1975年3月31日締め）

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1976, pp.443-445.

²⁰⁴ 1976年頃、Nchanga坑内採掘鉱山は露天採掘から坑内採掘に向けて掘削した二番目の排水坑が完成、10.7百万米ドルを投じた地下ポンプ座の運用を開始した。このポンプは古い2機のポンプを更新するものであり、排水能力は120,000m³/日で40%の非常用容量を確保していた。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1976, p.1223.

²⁰⁵ 第一次深部開発が完成し、露天採掘鉱山と合わせた年間鉱石生産能力（鉱石中銅含有量）25万tから31万tに増加した。

“The Nchanga’s Expansion Continues”, *Mining Journal*, August 6, 1971, p.124;

“Nchanga Consolidated Copper Mines Limited Extracts from the Statement by the Chairman Mr.D.C.Mulaisho”, *Mining Journal*, August 6, 1971, p.127.

²⁰⁶ 1970/71年度（1971年3月31日締め）、鉱山拡張により鉱石生産規模は200,000t/月の水準を維持した。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1971, p.345.

²⁰⁷ 1971年頃のChingola地区の年間鉱石生産量は12.0百万t、そのうち3.4百万tは下部・上部坑内採掘鉱山から、8.6百万tは露天採掘鉱山（Nchanga、River Lode、Chingola、Fitula）から生産された。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1971, p.929.

1971/72年度（1972年3月31日締め）のChingola地区の年間鉱石生産量は10百万t、そのうち3百万tは下部・上部坑内採掘鉱山から、7百万tは露天採掘鉱山（Nchanga、River Lode、Chingola、Mibula、Fitula）から生産された。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1972, p.909.

1972/73年度（1973年3月31日締め）のChingola地区の年間鉱石生産量は10百万t、そのうち3百

しかし、1970 年代半ば頃から採掘の地下深部化の影響（後述）により、鉱石採掘量、品位ともに徐々に減退し²⁰⁸、1970 年代末には採掘量は 2 百万 t 台となった²⁰⁹。

2) 採掘の地下深部化に伴い、鉱石品位低下、坑内の岩盤の保持、坑内水の排水等が問題となったが、対策の効果もあり操業は概ね安定していた

1970 年代半ばにおいても、坑内開発は概ね順調に地下深部へ向かって掘削及び設備設置が続けられた。しかし、採掘の地下深部化に伴い、坑内の岩盤に割れ目が発生する頻度が多くなり、岩盤の安定性確保やそれに伴うズリ²¹⁰の鉱石への混入による鉱石品位低下²¹¹、坑内

万 t は下部・上部坑内採掘鉱山から、7 百万 t は露天採掘鉱山 (Nchanga, River Lode, Chingola, Mibula, Fitula) から生産された。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1973, p. 968;

1973/74 年度 (1974 年 3 月 31 日締め) の Chingola 地区の年間鉱石生産量は 9.8 百万 t、そのうち 3.1 百万 t は下部・上部坑内採掘鉱山から、6.7 百万 t は露天採掘鉱山 (Nchanga, River Lode, Chingola, Mibula, Fitula) から生産された。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1974, p. 1053.

²⁰⁸ 1975/76 年度 (1976 年 3 月 31 日締め)、Chingola 地区の年間坑内採掘量 (鉱石中銅含有量) は、前年度の 133,200t (Chingola 地区全体は 332,200t) から 106,900t (地区全体の年間採掘量 (鉱石中銅含有量) は 309,500t) に減少した。Chingola B 鉱体の坑内採掘は、上盤からの過度のズリの混入により鉱石が希釈されたことや下部鉱体の空洞・亀裂が発生したことが生産に悪影響を与えた。立坑 A (Sub-vertical shaft) は、2,120ft から 2,800ft レベルまで完成し、2,800 レベルには新たなポンプ設備を設置された。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1976, p. 451;

1976/77 年度 (1977 年 3 月 31 日締め) の Chingola 坑内採掘の年間採掘量 (鉱石中銅含有量) は、前年度の 106,900t から 98,100t に減少したが、Chingola 地区全体では 309,500t から 333,500t に、Nchanga 露天採掘では 158,000t から 204,800t へ増加してた。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1978, p. 483;

1977 年 3 月末の大雨のため、Nchanga 露天採掘と坑内採掘で洪水発生、その結果、東部の高品位部と下部鉱体は 9 月まで生産が制限された。露天採掘の高品位部は年末までアクセスが出来なかった。露天採掘及び坑内採掘で代わりに通常の生産ができる箇所は品位が低く、排水と修復作業が続いた。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1977, p. 1097.

²⁰⁹ 1977/78 年度 (1978 年 3 月 31 日締め) の Chingola 坑内採掘の年間採掘量は、下部鉱体から 2.3 百万 t であった (Chingola 地区全体は 9 百万 t、平均鉱石銅品位 3.31%)。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1979, p. 482;

1978/79 年度 (1979 年 3 月 31 日締め) の Chingola 坑内採掘の年間採掘量は、下部鉱体から 2.5 百万 t (Chingola 地区全体は 9.4 百万 t、平均鉱石銅品位 3.33%) であり、採掘量、鉱石銅品位ともに前年度を上回った。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1980, p. 513;

1980/81 年度 (1981 年 3 月 31 日締め) の Chingola 坑内採掘の年間採掘量は、2.119 百万 t (Chingola 地区全体は 9.016 百万 t、平均鉱石銅品位 3.3-3.4%) とほぼ前年度並みであった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1982, p. 438.

²¹⁰ ズリとは、鉱石採掘の際に同時に採掘される鉱石以外の岩石。

²¹¹ Chingola B 鉱体の坑内採掘は、上盤からの過度のズリが混入して鉱石が希釈されることによる鉱石品位の低下や、下部鉱体で空洞や亀裂が発生したことが採掘作業に悪影響を与えた。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1976, p. 451.

に溜まる坑内水の排水などの問題が顕在化し、追加的な排水対策が必要となってきた²¹²。

これは採掘が長年にわたり採掘を続け、採掘深度が深くなった坑内採掘鉱山には固有の問題であり、技術的に解決することも可能であるが、従来必要としなかった対策を講じるため、物資・人員・作業時間等の増加から生産コスト（採掘コスト等）を押し上げる要因となったと考えられる。

3) 1970 年末頃には新規の採掘への低コストのブロックケービング法が検討されたが、鉱石層の厚さが足りず見直された

1970 年代、坑内採掘法として採掘コストが最も安価であるブロックケービング²¹³を採用すべくその範囲の特定など、生産コスト削減の努力が行われていたが²¹⁴、採掘の深部化による岩盤状況の悪化や坑内排水の増加、地下深部における地質・鉱化帯の変化などにより採掘方法は見直された²¹⁵。なお、1960 年代当初、ンチャング坑内採掘鉱山（鉱体の厚さが 20ft から 120ft、傾斜 25%）では、連続長壁式ケービング法（Continuous Long-Wall Caving）²¹⁶が採用されていた²¹⁷。

4) 深部開発に伴う困難を技術で克服していたが、開発を断念する場合もあった

1970 年代末期になると、坑内採掘では採掘の深部化に伴い、岩盤状態の悪化と排水問題がより深刻化し²¹⁸、採掘法の見直しや排水ポンプ等の設備の増強等²¹⁹による対応では技術面

²¹² 1975/76 年度（1976 年 3 月 31 日締め）当時、排水対策として立坑 A（Sub-vertical shaft）は、2,120ft から 2,800ft レベルまで完成、2,800 レベルには新たなポンプ設備を設置された。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1976, p.451;

1979/80 年度（1980 年 3 月 31 日締め）当時のポンプ排水量は 91,293m³/日であった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1981, pp.491-492.

²¹³ ブロックケービング法は、坑内採掘の一種で、坑内の一定範囲の岩盤を崩落させて鉱石を採掘する方法。最初に鉱石の下側に坑道を掘削した後は、採掘した鉱石を抜き取ることで支えを失った岩盤が自重で自動的に崩落するため、採掘コストを下げるができる。坑内採掘法で最も採掘コストが低い。

²¹⁴ 鉱山の東地区で 2 年間にわたり精査のためのボーリングを実施し、予想よりも薄くなっていた下部鉱体の鉱化作用の範囲を特定した。一部は消滅していた。坑内採掘の東部では、ブロックケービングに適した下部鉱体の境界を特定するために 2,270ft から 2,720ft レベルでボーリングを実施した。（1979/80 年度：1980 年 3 月 31 日締め）

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1981, pp.491-492.

²¹⁵ 坑内採掘を 2,120ft レベルと 2,720 ft レベルの境界で実施した結果、ケービング法による採掘には層厚が不足していたため富鉱部の採掘方法を再検討した。下部鉱体の富コバルト部（6 West, 7 West）の試錐を実施した。（1980/81 年度；1981 年 3 月 31 日締め）

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1982, p.438.

²¹⁶ ンチャング西鉱体は堆積性の銅鉱床で石炭層のように水平方向への連続性が良いことから採掘面を広くとり、広く一様に採掘を行い、採掘跡は空洞にして崩落させていく方法。水平で連続する鉱体に適している。石炭の坑内採掘では一般的な採掘法。

²¹⁷ M. W. Rushton and K. E. Mackay (1961), “Nchanga Mine, Northern Rhodesia”, *Extract from Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy*, Volume 70, Part 3, 1960-61, pp.93-94.

²¹⁸ 立坑 A（Sub-vertical shaft）は、2,800ft レベルまで完成してポンプも含め運用が開始されたが、排

からも経済性の面からも問題を解決できない場合や、資機材の不足²²⁰、経験のある技術者や労働者の不足も顕著になってくるなどの要因も加わり²²¹、鉱石採掘が技術的²²²、経済的²²³な理由によって制約を受ける場合や採掘そのものを断念する場合が発生するようになった。

5) 1970 年代末、探鉱によって、コバルト埋蔵量を獲得

探鉱活動については、ンチャンガ坑内採掘鉱山では深部鉱体である下部鉱体の延長を確かめるための探鉱ボーリングが実施されていた。持続可能な鉱山操業には将来採掘する鉱量の獲得が重要となり、既存鉱山の周辺の探鉱が不可欠である。ンチャンガ坑内採掘鉱山では埋蔵量獲得のため既存鉱山における探鉱が継続されており、1960 年代末にはンチャンガ地区において新たにコバルトに富む鉱化帯が捕捉され、1970 年代半ば頃からの銅価格低迷への対応として、価格が高い水準で維持されていたコバルト（25 米ドル/lb）を回収することで鉱山の採算性を改善するとの狙いから、コバルト探鉱が積極的に行われるようになり²²⁴、1970 年代末にはコバルトの埋蔵量が計上されている²²⁵。ンチャンガ地区坑内採掘鉱山のコ

水に問題が生じて東地区で鉱石拔出しが遅れ生産に影響を及ぼした。(1976/77 年度：1977 年 3 月 31 日締め) “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1978, p.483.

²¹⁹ D 立坑の延伸は、2,720ft レベルまで到達し、2,920 ft レベルに積出設備の鋼柱を、3100 ft レベルにポンプ設備を設置した。

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1982, p.438.

²²⁰ 1979/80 年度（1980 年 3 月 31 日締め）の坑内開発は、削岩機の交換部品が不足したため、制約を受けた。2,170 ft レベルから 2,720ft レベルのズリ運搬を開始した。

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1981, pp.491-492.

²²¹ カッパーベルト全体の傾向として、経験のある技能労働者、修理工や交換部品不足のために生産が減少していた。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1980, p.1142.

²²² Chingola B 地区は岩盤状況の悪化に伴い採掘法を見直しにより採掘開始を見合わせたていたが、岩盤に発生した割れ目等が上部鉱体の採掘に影響を及ぼすことから、1978 年には当該地区の採掘を断念する判断が下される見込みであった。(1976/77 年度：1977 年 3 月 31 日締め)

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1978, p.483.

²²³ 上部鉱体及び Chingola 鉱体は現状では損失が生じるとして採掘しないとの判断が下された。東地区は採掘空洞の地下水が採掘を制約した。(1977/78 年度：1978 年 3 月 31 日締め)

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1979, p.482.

²²⁴ 1968 年 7 月、Nchanga (Chingola) 地区のコバルトに富む鉱石の状況が NCCM 社長により明らかにされ、資源量評価のためのボーリング調査が加速された。Nchanga 露天採掘鉱山のピット内の鉄コバルト地区の銅品位は明らかにされなかったが、坑内採掘鉱山の下部及び上部の品位はそれぞれ銅 3.70%、2.13% であった。“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1978-79, p.1074;

Nchanga West 地区の下部鉱体（1,820ft と 1,970ft レベル間のブロック 6 West と 7 West）のコバルトに富むブロック（埋蔵量 2.1 百万 t、コバルト品位 0.4%、銅品位 3.7%）の上方延長及び上部鉱体（1,790ft レベル付近のブロック 8 West と 11 West）でボーリングと坑道掘削による探鉱を実施した結果、埋蔵量 3.4 百万 t、コバルト品位 0.54%（1,750ft から 2,270ft レベル間の銅品位 2.13%）が得られた。(1978/79 年度：1979 年 3 月 31 日締め)

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1980, p.513.

²²⁵ Nchanga 下部鉱体のコバルトに富む鉱石の品位はコバルト、銅ともに当初の評価よりも高いことがボーリング調査によって判明した。

バルト資源（1978 年時点）を表 53 に示した。このような新たなコバルト資源の発見を受けて、1980 年代にはコバルト回収工場の生産能力が増強された。

表 53. Nチャंगा地区坑内採掘鉱山のコバルト資源（1978 年時点）

鉱 体	鉱石量 (000t)	コバルト 品位 (%)	コバルト 含有量(t)
坑内採掘: 下部鉱体(1,820-1,970 ft・レベル) (Underground: Lower orebody)	2,100	0.40	8,400
坑内採掘: 上部鉱体(1,750-2,270 ft・レベル) (Underground: Upper orebody)	3,400	0.54	18,860
Nチャंगा地区 合計鉱石量／平均品位	29,300	0.44	129,680

出典) “The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1978-79, p. 1074. を基に作成。

（２）Nチャंगा露天採掘鉱山

1) Nチャंगा地区の露天採掘鉱山の年間鉱石採掘量は 1970 年代半ば過ぎまでは 7 百万 t 前後、鉱石銅品位 3% 以上を維持していたが、1970 年代末頃には年間鉱石採掘量は 5 百万 t 台に減少した

1970 年代半ばまでの Nチャंगा地区の露天採掘鉱山（1950 年代から操業されている大規模鉱山の Nチャंगा及びチンゴラ、1960 年代以降に開発された比較的新しい中小規模鉱山のミブラ I, II、フィトゥラ、リバー・ロード）の年間鉱石採掘量は 7 百万 t 前後を維持していた（Nチャंगा地区全体では 10 百万 t）²²⁶。鉱石銅品位は 1970 年代を通して 1960 年

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1980, p. 1142;

コバルトに富む下部鉱体の 820ft レベルから 1,970ft レベルの間ボーリングを実施し、埋蔵量 1.36 百万 t、銅品位 3.63%、コバルト品位 0.56% と、それに続く上・下部の鉱化帯 1.23 百万 t、銅品位 4.25%、コバルト品位 0.59% を見積もった。(1979/80 年度: 1980 年 3 月 31 日締め), “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1981, pp. 491-492.

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1978-79, p. 1074.

²²⁶ 1970/71 年度（1971 年 3 月 31 日締め）の Nchanga 地区の年間鉱石採掘量は 12.0 百万 t、そのうち露天採掘は 8.6 百万 t (Nchnaga, River Load, Chingola, Fitula) で同地区生産量の大きな部分を占めていた。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1971, p. 929;

1971/72 年度（1972 年 3 月 31 日締め）の Nchanga 地区の年間鉱石生産量は 10 百万 t、そのうち露天採掘鉱山は 7 百万 t (Nchanga, River Lode, Chingola, Mibula, Fitula)、下部・上部坑内採掘鉱山は 3 百万 t であった。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1972, p. 909;

1972/73 年度（1973 年 3 月 31 日締め）の Nchanga 地区の年間鉱石生産量は 10 百万 t、そのうち露天採掘鉱山は 7 百万 t (Nchanga, River Lode, Chingola, Mibula, Fitula)、下部・上部坑内採掘鉱山は 3 百万 t であった。

1973/74 年度（1974 年 3 月 31 日締め）の Nchanga 地区の年間鉱石生産量は 9.8 百万 t、そのうち露天採掘鉱山は 6.7 百万 t (Nchanga, River Lode, Chingola, Mibula, Fitula)、下部・上部坑内採掘鉱山

代と同レベルの3.3%前後で比較的安定して推移し²²⁷、銅精鉱年間生産量（精鉱中銅含有量）は1970年代半ば過ぎまで30万t台を維持していたが²²⁸、1970年代末頃には20万t台へと

は3.1百万tであった。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1974, p.1053;

1973/74年度（1974年3月31日締め）のNchanga地区の年間鉱石採掘量は、露天採掘鉱山が6.7百万t（Nchanga 鉱山の高品位鉱石4.8百万t、Chingoka 露天採掘鉱山0.925百万t、Mimbla/Fitula 露天採掘鉱山0.940百万t）であった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1975, pp.428-444; 1974/75年度（1975年3月31日締め）のNchanga地区の年間鉱石採掘量は、露天採掘鉱山が6.54百万t（Nchanga 露天採掘鉱山4.85百万t、Chingola 露天採掘鉱山0.58百万t、Mibula I 露天採掘鉱山0.66百万t、Fitula 露天採掘鉱山0.45百万t）であった。剥土量が19.6百万m³であった。剥土量は、大雨の影響、土砂等の輸送の不具合、経験のある修理工人材の不足のため目標値を5百万m³を下回った。開発では、下盤の掘削、建屋建設、道路・鉄道接続を開始、予備的な採掘を開始した。

²²⁷ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1976, pp.443-444.

1977/78年度（1978年3月31日締め）のNchanga地区の年間鉱石採掘量は9百万t、銅品位3.31%。そのうち露天採掘鉱山が5.2百万t、坑内採掘鉱山2.3百万tであった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1979, pp.481-483.

1978/79年度（1979年3月31日締め）のNchanga地区の年間鉱石採掘量は9.4百万t、銅品位3.33%。そのうち露天採掘鉱山が5.2百万t、坑内採掘鉱山2.5百万tであった。

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1980, pp.512-515;

1979/80年度（1980年3月31日締め）のNchanga地区の年間鉱石採掘量は9.09百万t、銅品位3.24%。そのうち露天採掘鉱山が5.2百万t、坑内採掘鉱山2.5百万tであった。Nchanga 露天採掘の鉱石量及び品位の低下が影響した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1981, pp.491-493.

²²⁸ 1969/70年度（1970年3月31日締め）のNchanga地区全体の年間銅生産量（精錬銅）は、260,000t（前年度196,319t）。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1971, pp.345-347;

1970/71年度（1971年3月31日締め）のNchanga地区全体の年間銅生産量（精錬銅）は、252,950t。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1972, pp.345-347;

1971/72年度（1972年3月31日締め）のNchanga地区全体の年間銅生産量（精錬銅）は、343,447t。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1973, pp.351-354;

1972/73年度（1973年3月31日締め）のNchanga地区全体の年間銅生産量（精錬銅）は、372,430t。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1974, pp.358-362;

1973/74年度（1974年3月31日締め）のNchanga地区全体の年間銅生産量（精錬銅）は、347,600t。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1975, pp.428-429;

1974/75年度（1975年3月31日締め）のNchanga地区全体の年間銅生産量（精錬銅）は、332,200t。

そのうち露天採掘鉱山199,000t、坑内採掘鉱山133,200t、Nchanga 露天採掘鉱山139,600t、その他露天採掘鉱山59,800tであった。。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1976, pp.442-445;

1975/76年度（1976年3月31日締め）のNchanga地区全体の年間銅生産量（精錬銅）は、309,500t。

そのうち露天採掘鉱山202,600t、坑内採掘鉱山106,900t、Nchanga 露天採掘鉱山158,000t、その他露天採掘鉱山44,100tであった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1977, pp.450-453;

1976/77年度（1977年3月31日締め）のNchanga地区全体の年間銅生産量（精錬銅）は、333,500t。

そのうち露天採掘鉱山235,400t、坑内採掘鉱山98,100t、Nchanga 露天採掘鉱山204,800t、その他露天採掘鉱山30,600tであった。

大きく減少した²²⁹。

2) 1970 年代、チンゴラ露天採掘は鉱石の枯渇が近づき、採掘の中心はンチャング露天採掘とその延長部分に移った。他方、1970 年代末頃になると中小露天採掘鉱山は諸問題により生産を休止した

チンゴラ露天採掘は鉱石の枯渇が近づき²³⁰、採掘の中心はンチャング露天採掘とその東西延長部分や露天採掘深部へ移っていた。1970 年頃において、鉱石採掘及び選鉱量を 750,000t/月を維持するためには露天採掘場を深さ 1,000ft まで掘削する必要があった²³¹。

1970 年代初頭は、主力鉱山であるンチャング露天採掘鉱山やチンゴラ露天採掘鉱山の操業・開発状況は良好であったが²³²、周辺の中小規模の露天採掘鉱山のフィトゥラとリバー・ロード露天採掘鉱山は 1972 年 3 月 31 日までに操業は停止した²³³。露天採掘においても岩盤状況の悪化や鉱石品位の低下、排水問題等によって採掘が中止された。

他方、1977 年にカンサンシ露天採掘鉱山の採掘が再開された。同鉱山は 1889 年発見され、1956 年に再開されたが、再び休止状態にあった。1970 年代にンチャング地区で浸出溶媒抽出電解法 (SX-EW 法) が導入されたことで、同鉱山で産出する酸化銅鉱石を浸出溶媒抽出電解法 (SX-EW 法) で処理するため再開が決まった。探鉱により当初 8 百万 t であった埋蔵量は 33 百万 t、銅品位 2.22% に増加した²³⁴。

1970 年代初頭の石油危機までは、ンチャング地区の年間銅生産量（鉱石中銅含有量）は増加を続けていた。中小露天採掘の操業停止はあったものの同地区の生産量の半分以上を占めるンチャング露天採掘の操業が順調であったことが貢献していたと考えられる。ンチャング露天採掘では運搬用の 200t 積みダンプトラックを 5 台導入するなど設備投資も堅調であっ

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1978, pp.481-484; 1977/78 年度 (1978 年 3 月 31 日締め) の Nchanga 地区全体の年間銅生産量 (精錬銅) は、300,650t。

229 “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1979, pp.481-483. 1978/79 年度 (1979 年 3 月 31 日締め) の Nchanga 地区全体の年間銅生産量 (精錬銅) は、194,016t。

230 “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1980, pp.512-515. Chingola 露天採掘と Minbula I 坑内採掘はほぼ鉱量が枯渇し、Mimbula II 露天採掘は選鉱工程の問題が解決するまでは停止されていた。小規模の露天採掘の採掘可能年数は限定的であり、主要露天採掘 (Nchanga 露天採掘等) の採掘可能年数が 10~12 年以上を疑問視する意見もあった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1978, p.483.

231 “The Zambia Copper Investments Limited”, *Mining Journal*, October 2, 1970, p.303.

232 Nchanga 露天採掘鉱山は、主要露天採掘の西部への拡張は順調に進捗したが、Fitula 露天採掘は排水問題、同価格の低下、剥土及び Nchanga 露天採掘への土砂運搬などで困難に直面していた。また、Chingola 露天採掘鉱山開発は進捗していた。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1972, p.345.

233 1970 年代初頭には、Nchanga 露天採掘はンチャング地区の鉱石生産量の大きな部分を占め、Nchanga 露天採掘は急速に東部方向に拡張していった。Chingola 露天採掘は C 地区の拡張を継続していたが、Fitula と River Load 露天採掘は岩盤状況の悪化と鉱石品位の低下のため、操業を停止した。主要露天採掘付近の河川の付替え工事は 1971 年 8 月に完了、トンネル掘削機はそれ以降、休止状態となった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1973, pp.351-352.

234 “Zambia Kansanshi to Reopen”, *Mining Journal*, August 19, 1977, p.137.

たが、ンチャンガ露天採掘鉱山に付随する中小規模露天採掘鉱山は、岩盤の状態、鉱石の品位や選鉱への適応性などに課題が多かった²³⁵。

3) 1970 年半ば、交換部品、技術者不足、設備稼働率の低下により剥土量も減少した

1970 年末には、チンゴラ地区においても露天採掘を中心に経験のある技能労働者や修理工、機材の交換部品不足が顕在化し始めた。また、1970 年代半ば、露天採掘では、交換部品や技術者の不足による機械化の低下が剥土作業の効率を下げた。交換部品や技術者不足は年を追うごとに深刻化していった²³⁶。

また、中小規模の露天採掘鉱山（チンゴラ露天採掘鉱山とミンブラ I 坑内採掘鉱山）の中には 1970 年代半ばに鉱量が枯渇するものもあり、鉱石の性質から選鉱工程が困難で問題が解決するまでは処理を中断するものもあった（ミンブラ II 露天採掘鉱山）。小規模の露天採掘の鉱石供給が限定的であったことから、ンチャンガ露天採掘等の採掘可能年数を 10～12 年以上とする当初の想定を疑問視する意見もあった²³⁷。

4) 石油危機以降 1970 年代半ば以降もンチャンガ露天採掘は鉱石生産量を維持した

1970 年代後半は石油危機後のインフレや銅価格下落による厳しい操業環境下にあったが、ンチャンガ露天採掘鉱山の年間銅生産量（精錬銅）は、1974/75 年度 139,600t、1975/76 年度 158,000t、1976/77 年度 204,800t と増加している²³⁸。

²³⁵ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1974, p.369.

²³⁶ 1976/77 年度、露天採掘では、交換部品や技術者の不足による機械化の低下は、剥土作業の妨げになっている。剥土量は、Nchanga 露天採掘が 22.224 百万 m³、Chingola 露天採掘が 1.915 百万 m³、その他露天採掘が 3.616 百万 m³であった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1977, p.451;

1977/78 年度、露天採掘では、交換部品や技術者の不足による機械化の低下は、剥土作業の妨げになっている。剥土量は、Nchanga 露天採掘が 18.71 百万 m³（前年度 22.224 百万 m³）、Fitula 露天採掘が 4.28 百万 m³、その他露天採掘が 2.04 百万 m³であった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1978, p.483;

1978/79 年度、露天採掘の操業は、機材の不十分な保守と交換部品の不足のため厳しい状況にあり、Nchanga 露天採掘の剥土量は 19.3 百万 m³にとどまった。新規の Chigoa E 露天採掘は、予備的な採掘を開始した。Mimbula I 露天採掘は、Chingola C 露天採掘と同様に、銅価格の低迷、NCCM と Angolo American Corp. との間で Mibula Fitula コンソーシアムの契約を 1980 年以降延長しないとしたことが原因で閉鎖された。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1979, p.482.

²³⁷ 1974/75 年度、ンチャンガ地区の年間の剥土量は Nchanga 露天採掘鉱山が 24.1 百万 m³、Chingola 露天採掘が 4.5 百万 m³、銅鉱石量 0.925 百万 t、Mimbula/Fitula 露天採掘が剥土量 3.55 百万 m³、銅鉱石量 0.940 百万 t であった。Mibula No.2 露天採掘は剥土作業は開始したが、鉱石が低品位であることが予想され、選鉱工程以降の処理が可能か疑問視された。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1975, pp.428-429.

²³⁸ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1976, pp.442-445;

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1977, pp.450-453;

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1978, pp.481-484.

同期間の坑内採掘鉱山の年間銅生産量（精錬銅）は、1974/75 年度 133,200t、1975/76 年度 106,900t、1976/77 年度 98,100t、ンチャング地区のその他の露天採掘鉱山の年間銅生産量（精錬銅）は、1974/75 年度 59,800t、1975/76 年度 44,100t、1976/77 年度 30,600t といずれも生産量は減少していたが²³⁹、ンチャング地区全体の年間銅生産量（精錬銅）は、1974/75 年度 332,200t、1975/76 年度 309,500t、1976/77 年度 333,500t と 30 万 t 強を維持していた²⁴⁰。

このことは、ンチャング露天採掘鉱山が高品位かつ採掘コストの低い露天採掘であったこと、新たな埋蔵量を獲得するための採掘活動を継続していたことに加え、採算性の悪い中小露天採掘鉱山は閉鎖して²⁴¹、他鉱山に比べ相対的に生産性の高い同露天採掘鉱山に経営資源を同社の主力鉱山に集中して採掘量を増加して同社の生産レベルを維持する意図が感じられる。

5) 1970 年代後半から、ンチャング露天採掘場底面でのコバルト採掘旺盛

1960 年代末頃にンチャング地区でコバルトに富む鉱石が発見されてから²⁴²、コバルト採掘・開発が積極的に行われるようになり、1970 年代末には、ンチャング（チンゴラ）地区では、コバルト採掘が露天採掘場（ピット；pit）内でも積極的に行われるようになり、埋蔵量が確認されている²⁴³。銅価格の低迷への対応として、価格が高い水準で維持されていたコバルト（25 米ドル/lb）を回収することで採算性を改善する狙いがあったと考えられる。

²³⁹ 同上

²⁴⁰ 同上

²⁴¹ 1975/76 年度（1976 年 3 月 31 日締め）、露天採掘では、当初の下盤上部を貫くために土壤を取除く計画を放棄して、従来通りの設計に基づいて下盤下部を採掘する計画に変更した。Mibula II 露天採掘の鉱石は選鉱段階で問題を起こしたため閉鎖された。また、Mindra 露天採掘の鉱石は組成が複雑で高い回収率が得られないなど選鉱所が鉱石を受け入れられなくなっており、付随する露天採掘は当時の諸条件（銅価格や生産コスト等）では採算性に合わないことから、採掘を中断し始めた。“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1976, pp.443-444.

²⁴² “The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1978-79, p.1074.

²⁴³ 1975/76 年度（1976 年 3 月 31 日締め）の採掘ボーリングはKonkola 地区を中心に行われていたが、Nchanga 露天採掘では、埋蔵量増加につながる何層かの鉱化層を含む褶曲構造を発見した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1977, p.451.

1979/80 年度（1980 年 3 月 31 日締め）の探査活動では、地表からの探査ボーリング総延長 10,649m（前年度 9,294m）を実施し、鉱石の可能性 13,075 百万 t、銅品位 4.36%と評価した。鉱化の上限を確認するための探査ボーリングを継続中。Luano North Limb 鉱床では埋蔵量が増加した。Nchanga 露天採掘では探査ボーリング総延長 6,619mを実施し、上部鉱体にコバルトに富む部分があることを確認した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1981, pp.491-492.

Nchanga 露天採掘はコバルト鉱化作用の可能性のある鉱体上部及び中間部において埋蔵量レベルまで信頼度を高めるための鉱床評価・冶金試験を実施した結果、上部鉱体は鉱石量 20.8 百万 t、コバルト品位 0.44%の鉱化が深部へ続いていると、また、鉱体中部は鉱石量 3.0 百万 t・コバルト品位 0.38%と評価した。冶金試験では、上部鉱体は良い成績であったが、中間部の成績は良くなかった。（1978/79 年度；1979 年 3 月 31 日締め）

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1980, p.513.

その結果、1980 年代にはコバルト回収工場が増強されて生産が増加した。ンチャンガ地区露天採掘鉱山のコバルト資源（1978 年時点）を表 54 に示した。

また、1970 年代末頃はコバルト価格は 1 年間で 2 倍も高騰（\$25/lb）したことから²⁴⁴、NCCM も増産（2, 200t/年から 7, 000t/年～10, 000t/年）のための F/S 調査を計画、拡張費用約 200 百万米ドルを外国企業による投資に求め（Francs Kaunda 社長発表）²⁴⁵、1979 年には 3 年間のコバルト供給を条件として英国のコンソーシアムから £14 百万の融資を受けている²⁴⁶。

表 54. ンチャンガ地区露天採掘鉱山のコバルト資源（1978 年時点）

Mine location	鉱石量 (000t)	コバルト 品位 (%)	コバルト 含有量(t)
露天採掘: 上部鉱体 (Open pit: Upper orebody)	20,800	0.44	91,520
露天採掘: 中間鉱体(上部鉱体と下部鉱体の間) (Open pit: Intermediate orebody)	3,000	0.38	11,400
ンチャンガ地区 合計鉱石量／平均品位	29,300	0.44	129,680

出典) “The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1978-79, p.1074.を基に作成。

（３）チンゴラ選鉱所（東ミル、西ミルを含む）

１）1970 年代前半は概ね良好

1970 年代半ばまでのチンゴラ選鉱所（Chingola Concentrator）の操業状況は概ね良好で²⁴⁷、年間鉱石処理量は 1971 年に 10 百万 t をピークに²⁴⁸、その後は 8 百万 t 強（精鉱中銅含有量 25 万 t 前後）で推移し、ンチャンガ地区の鉱石のうち 1 百万～1.5 百万 t はコンコラ（バンクロフト）の選鉱所で処理されていた²⁴⁹。1970 年代半頃から交換部品の不足の影響

²⁴⁴ “Cobalt - Fligh High”, *Mining Journal*, July 20, 1979, p.39.

²⁴⁵ “Cobalt Producers Increase Price Again”, *Mining Journal*, July 28, 1978, p.60.

²⁴⁶ “NCCM Plans Increased Cobalt Production”, *Mining Journal*, October 12, 1979, p.323.

²⁴⁷ 1972/73 年度（1973 年 3 月 31 日締め）の Chingola 選鉱所のプラント稼働状況は、再パルプ化部分で設計を下回る問題はあったが、概ね良好であった。資機材の調達も目標通りであったが、酸（硫酸）の不足が修復工程の中断の原因となった。ピットワークショップは改善されて、更に East Mill の設置が計画されていた。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1974, p.361.

²⁴⁸ 1971 年頃（1970/71 年度；1971 年 3 月 31 日締め）の Chingola 選鉱所は、Chingola 地区の坑内採掘及び露天採掘からの鉱石年間 12.0 百万のうち 10.1 百万 t を処理した。残りの 1.9 百万 t は Konkola（旧 Bancroft）選鉱所で処理された。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1971, p.929.

²⁴⁹ 1971/72 年度（1972 年 3 月 31 日締め）の Chingola 選鉱所は、8.5 百万 t の鉱石を処理、銅（精鉱中銅量）251,200t を生産した。Konkola 選鉱所は、Chingola の 1.4 百万 t の鉱石と Konkola の 1.7 百万 t の鉱石を処理、前者から 37,000t、後者から 48,200t の精鉱中銅量を生産した。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1972, p.909.

1972/73 年度（1973 年 3 月 31 日締め）の Chingola 選鉱所は、年間 8.5 百万 t の鉱石処理量を処理し、

で鉱石処理目標値を達成できない状況になっていた²⁵⁰。

2) 1970 年代、鉱山の鉱石生産増加に合わせて選鉱能力を拡大した

1960 年代から、鉱山生産（鉱石採掘）の増加傾向は石油危機前の 1973 年頃まで続き、年間鉱石処理量は 10 百万 t を超えピークに達していた²⁵¹。そのため 1968 年に設置された選鉱施設の東ミル (East Mill) も 1970 年初頭からの鉱石処理能力の拡張が進められた²⁵²。また、1970 年代末にはコバルト回収のためにチンゴラ選鉱所の増強も行われた²⁵³。

3) 鉱石の性状の変化、交換部品の不足により設備のトラブルが多発して操業に影響、処理目標を達成できない状況が発生していた

他方、1970 年代、東ミル設置以前から操業していた選鉱施設の西ミル (West Mill) は、設備の故障や湿った粘性のある鉱石の処理²⁵⁴、フィルターの問題²⁵⁵、沈殿工程の問題²⁵⁶が操業の障害となった。交換部品や石灰の不足も回収率に影響を与えた²⁵⁷。鉱石取扱い設備の故障などの設備のトラブルが多発して、処理目標を達成できない状況が発生していた²⁵⁸。選鉱

銅（精鉱中銅含有量）259,000 t を生産した。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1973, p. 968.

1975/76 年度（1976 年 3 月 31 日締め）の Chingola 選鉱所の年間鉱石処理量は 8 百万 t 以上、Chingola 地区の年間 1 百万 t の鉱石は Konkola 選鉱所で処理された。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1976, p. 1223.

²⁵⁰ プラントの稼働状況は概ね良好であった。1974 年 4 月から、プラントの様々な部分で低品位鉱石からの生産が開始された。プラント全てにおいて、交換部品不足の影響を受け、目標値に到達しなかった。East Mill の拡張工事は継続中。（1974/75 年度；1975 年 3 月 31 日締め）

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1976, p. 444.

1980/81 年度（1981 年 3 月 31 日締め）の選鉱所の年間精鉱生産量（精鉱中銅含有量）は、211,163t で前年度 197,784t から増加し、回収率も 70.46% で前年度 67.46% から改善した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1982, p. 438.

²⁵¹ “The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1971, p. 929.

²⁵² East Mill は、年度内に拡張され、1975 年初頭には稼働を開始する予定であった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1975, p. 429;

East Mill は、選鉱機 No. 5、No. 6、No7 が稼働開始したことで年間鉱石処理量が 1.5 百万 t 増加した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1978, p. 483.

²⁵³ NCCM は、Chingola 選鉱所建設に \$20.4 百万投資してコバルト回収を 780 t /年増加する計画。

“Zambia”, *Engineering and Mining Journal*, March 1979, p. 251

²⁵⁴ 鉱石の性状の変化によって従来とは異なる条件での鉱石処理が必要となったと考えられる（筆者意見）。

²⁵⁵ 選鉱所で精鉱を回収する段階で精鉱から水分を取り除く（脱水する）ためにフィルターを用いる。精鉱の粒の大きさとフィルターの目の粗さが合わないと十分な脱水が行えないなどの問題があったと主合われる（筆者意見）。

²⁵⁶ 沈殿物の粒の大きさや性状と沈殿槽の形状・大きさによって沈殿速度等の沈殿効果が変わるため、鉱石の性状等の変化に合わせて諸条件の調整が必要となる（筆者意見）。

²⁵⁷ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1978, p. 483.

²⁵⁸ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1980, p. 513.

所は鉱石の性状の変化に伴い²⁵⁹、処理条件を最適化して生産レベルを維持する必要があり、高い技術力と豊富な経験を持つ技術者や技能労働者が不可欠であることが分かる。

4) 鉱山の鉱石生産能力と選鉱所の鉱石処理能力とは均衡していた

1970 年代末頃になると、ポンプ交換部品、スクリーン、コンベアーのベルト等の資機材の不足とそれに伴う鉱石取扱い設備の故障が発生するようになるが、鉱山からの鉱石の供給量と選鉱所の鉱石処理能力は均衡し²⁶⁰、選鉱所の処理量も目標値を維持していた²⁶¹。1970 年代末の選鉱所の銅精鉱年間生産量は 20 万 t 前後で、選鉱能力は鉱山生産能力とほぼ一致しており、選鉱設備の過剰設備状態もなく鉱山からの鉱石の供給量と選鉱所の生産量は均衡していた²⁶²。

ただし、交換部品の不足や設備の故障が随所で発生していたことは、将来の生産性低下の恐れを示していた。また、チンゴラ選鉱所では、1977 年 6 月に生産を開始したカンサンシ銅鉱山など新たに開発・採掘がはじまった鉱山の鉱石の処理を行ったが、同鉱山と選鉱所との距離は 160km と離れており²⁶³、輸送コスト等に問題があったのではないかと推測される。

(4) 低品位尾鉱浸出プラント

1) 第 1 期の低品位鉱石の硫酸浸出工程が 1971 年に稼働した

低品位尾鉱浸出プラントは、最新技術である溶媒抽出法（液体イオン交換法；前出）²⁶⁴を世界に先駆けて 1970 年代初頭では世界最大規模で商業化²⁶⁵したもので、既存技術の硫酸浸出（第 1 段階）、新技術の溶媒抽出（第 2 段階）、その拡張（第 3 段階）と段階的に踏んで最先端技術を導入した成功事例であった。

しかし、物資調達の遅れから第 1 段階の硫酸抽出プラントの完成とフル操業が遅れたことから、第 2 段階の溶媒抽出プラントの適用も当初 1971 年操業開始予定が 1974 年まで遅れが

²⁵⁹ 選鉱所は、精鉱品位の向上と浸出プラントの稼働により尾鉱処理が可能になったことで低品位酸化鉱受入れが可能になった。生産は設備の故障と自然銅の混入の影響を受けた。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1977, p.451.

²⁶⁰ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1981, p.492.

²⁶¹ プラントでは破碎と洗鉱工程で故障が発生したが、品位は目標を上回った。Mantimpa 堆積場の運用は成功裏に開始した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1979, p.482.

²⁶² “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1981, p.492;

選鉱所の年間精鉱生産量（精鉱中銅含有量）は、211,163t で前年度 197,784t から増加し、回収率も 70.46%で前年度 67.46%から改善した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1982, p.438.

²⁶³ 1977 年 6 月に生産を開始した Kansanshi 銅鉱山の鉱石（月間採掘量 15,000 t）は 160 km 離れた Chingola 選鉱所で処理された。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1977, p.1097.

²⁶⁴ 浸出した銅水溶液の銅の濃度は低いので、溶媒を用いて水溶液の銅の濃度を上げて銅回収率を上げる。

²⁶⁵ “Zambia LIX Plant on Stream”, *Mining Journal*, December 6, 1974, p.485.

生じた²⁶⁶。同プラントの年間銅地金能力は、第1段階が20,000t、第2段階が55,000tで、北米でそれまでに実用化されたバグダット・カッパー社 (Bagdad Copper) の6,400t、ランチェス・エクスプローラー社 (Ranches Exploration) の5,400t²⁶⁷と比べても10倍近い桁違いの処理能力であった²⁶⁸。第1段階の投資額は£4.5百万であった²⁶⁹。

ンチャンガ地区の低品位酸化鉱は、従来の浮遊選鉱では採算性がなく貯鉱されていたが、銅生産を増加するために採掘量を増加すると低品位酸化鉱も増加するため、その処理に苦慮していた。他方、同プラントで低品位酸化鉱石を処理するには大量の硫酸が必要であったが、1960年末までは、十分な硫酸を確保できなかった。しかし、ロカナ製錬所等の硫黄酸化物を含む排気から硫酸が製造されるようになると、その硫酸を使って処理が可能となった。

同プラントに対する期待は大きく、アングロ・アメリカン社 (Anglo American Corporation) の活動報告書 (1970年1月1日51%国有化されることに伴い1969年12月末までの事業について報告したもの) において、同グループのオッペンハイマー (Mr. Harry Oppenheimer) 会長は、ンチャンガ地区の低品位尾鉱浸出プラントについて次のように述べている。

「1974年までにグループの銅年間生産量を25%増加して50万tにするためには、ンチャンガ地区は重要な要素であり、ンチャンガ地区だけで34.3百万クワチャ (20百万スターリングポンド) の投資が必要である」、「銅の増産が成功するには、ンチャンガ地区の拡張の成否、特に、低品位尾鉱浸出プロジェクトの成否が重要と考えている。1971年までに浸出-沈殿法により年間2万tの銅地金を生産し (第1段階)、1973年までには溶媒抽出法の導入により、12百万tの尾鉱や低品位酸化精鉱から年間55,000tの銅を回収する (第2段階) が、達成されることが必要。」²⁷⁰

2) 第2期の溶媒抽出工程は1974年に稼働を開始、第1段階で得られる硫酸銅溶液を濃縮して銅の回収率を向上させることができた

低品位尾鉱浸出プラントは、第1期として低品位鉱石の硫酸浸出工程が1971年に稼働²⁷¹、第2期の溶媒抽出工程は1974年に稼働を開始、第1段階で得られる硫酸銅溶液を濃縮して銅の回収率を向上させることができた²⁷²。第2段階では、銅地金年間生産能力は80,000t、

²⁶⁶ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1972, p. 345;

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1971, p. 929.

²⁶⁷ “Nchanga Copper leaching plant”, *Mining Magazine*, July 1970, pp. 5-7.

²⁶⁸ “Large Chingola copper solvent extraction plant seen as major advance”, *Engineering and Mining Journal*, July 1973, p. 21.

²⁶⁹ “Zambian solvent extraction plant”, *Mining Magazine*, July 1972, pp. 143-144.

²⁷⁰ “Anglo’s Zambian Copper Output Targets”, *Mining Journal*, May 22, 1970, p. 474;

“Solvent Extraction for Nchanga”, *Mining Journal*, June 5, 1970, p. 320.

²⁷¹ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1973, p. 353.

²⁷² 低品位浸出プラントの第1段階 (硫酸浸出のみで溶媒抽出を行わない工程) を切り離したかたちでの操業は1973年11月までに終了し、以後は第2段階の溶媒抽出プラントの一部として (溶媒抽出を行う前の硫酸浸出工程として) 操業する予定であったが、物資不足のためフル操業は遅れた。第2段階は1974年に完成予定とされていた。

尾鉱から総量で 400,000t の銅の回収が可能になり、ンチャンガ地区の銅年間生産量は 106,000t から 190,000t に増加した（1973/1974 年度）²⁷³。鉱石処理には大量の硫酸が必要となることからロカナ製錬所に新たな硫酸工場が建設された。

3) 第一段階、第二段階までは課題はあったが、解決して概ね良好であった

最新技術は当初は様々な技術的な問題が発生していたが²⁷⁴、解決できる範囲であり、プラントは技術導入から 1～2 年で操業は安定していた²⁷⁵。一方で、交換部品不足と人材不足による不十分なメンテナンスなどにより生産目標を達成できない状態が続いた²⁷⁶。1974/75 年度の銅生産量は 47,828t で目標を 20,000t 下回った²⁷⁷。その後もプラントでは技術的な不具合がしばらく続いたが²⁷⁸、1975 年にフル生産に至り²⁷⁹、引き続き諸問題はあったが²⁸⁰、概

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1975, p. 429;

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1974, p. 1053;

“The Zambia Copper Investments Limited Extracts from the Review by The President Dr. Z. J. De Beer”, *Mining Journal*, September 26, 1975, p. 244.

²⁷³ “Zambia”, *Engineering and Mining Journal*, February 1974, pp. 137-138.

²⁷⁴ 品位鉱浸出プラント（尾鉱浸出第 2 段階）は 1974 年 4 月には、軌道に乗り、年末までにはフル操業の見込みであった。プラントには想定以上の沈殿物の付着など当初は様々な問題が発生していたが、徐々に安定して回収率も向上した。東地区選鉱所（East Mill）と Muntimpa 堆積場のスライム処理への拡張は作業中。

“The Mineral Industry of Zambia Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1975, p. 1144; “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1976, p. 444.

²⁷⁵ 低品位尾鉱浸出プラントは、低品位尾鉱 7 百万 t と 1.4 百万 t の低品位酸化精鉱を処理し、74,215t の銅を生産した。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1976, p. 1223.

²⁷⁶ 各プラントの運転は概ね良好だったが、1974 年 4 月から低品位鉱の浸出による生産物の処理が始まると、交換部品不足により生産目標を達成できない状態が生じた。

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1976, p. 444.

²⁷⁷ “Zambia’s Nchanga: operating problems, compound by weekX”, *Engineering and Mining Journal*, September 1975, p. 176-177.

²⁷⁸ 尾鉱レベルは高く、排水は改善し、プラント操業は安定した。尾鉱浸出プラントは、年間を通じて、石灰不足が生産を制約し、脱水の問題が年末まで続いた。

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1979, p. 482.

低品位尾鉱浸出プラントは想定以上の沈殿物の付着が問題になったが、解決し安定的に操業している。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1975, p. 1144.

尾鉱処理プラントは、堆積物の安定化の問題に直面し、固形物は限定的に扱われて、新規の尾鉱のみを処理して、その他は次年度に処理することになった。脱水の問題、攪拌機中の乳液状の物質が操業を妨げる問題により処理は遅れた。また、交換部品や即効性の石灰の不足が回収率に影響を与えた。

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1978, p. 483.

新規の Muntimpa 鉱山の尾鉱の基盤を覆う下盤の廃棄システムは 1978 年初に稼働したが、10 月の監査で 24 インチの尾鉱パイプラインの天然ゴムに損傷が見つかった。損傷は有機コンパウンドで修復、パイプをニトリルゴムで補強。硫酸と石灰の双方の調達が遅れた。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1978-79, p. 1074.

²⁷⁹ 尾鉱処理設備の浸出プラントとの運用開始（1974 年）により、精鉱の品位向上、低酸化鉱回収が可能になった。1975 年 7 月には溶媒抽出（第 2 段階）がフル操業に達し、尾鉱の銅含有量が計画よりも高

ね順調に操業を続けた²⁸¹。

4) 資材不足により第3期は延期された

また、1978年には第3段階のプラント計画²⁸²が資金面の問題が解決するまで凍結されるなど資金不足が拡張計画に影響を及ぼした²⁸³。資金不足で拡張計画が凍結された第3段階ではあったが、1980年代初頭には民間銀行等によるプロジェクト・ファイナンスが組まれている²⁸⁴。

1970年代から鉱山開発においてもプロジェクトを担保にして、資金的なリスクを複数社が分担するプロジェクト・ファイナンスが利用されるようになっていた。この時期までは資金調達の柔軟性がみられる。ZCCMが設立されて、国の鉱山経営への関与が一層強くなったのが1982年であるから、それ以前の2大鉱山企業グループの経営への影響力がまだそれなりに働いていた時期であったと考えられる。

5) ロカナ製錬所の新硫酸工場からの硫酸を使用

ロカナ製錬所では、硫黄酸化物を含む排気ガスから硫酸を製造し、この硫酸をenchangガ低品位尾鉱浸出プラント(80,000t/年)で使用した。新規の硫酸工場建設にはK26百万が投資されて、硫酸を550t/日(当初300t/日が800t/日に増産)が生産される予定であった。

くなったことから、過去の尾鉱の再処理は限定的になった。生産量は小さなトラブルの発生によって限定的であった。カソードへの鉛混入率の高さなど困難な点は幾つかあったが、これらは製錬過程で解決、銅回収率は65%でうち酸溶解銅の回収率は88%であった。*

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1977, pp.451-452.

²⁸⁰ 尾鉱浸出プラントの操業状況は改善したが、堆積場の物質(尾鉱等)の除去と再処理量は増加したが、硫酸不足のため処理量は限定的であった。*,*

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1981, p.492;

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1980, p.1142.

²⁸¹ 尾鉱浸出プラントの初生銅生産量は60,699t、6月に溶媒抽出工程の分離成績の悪化のために一時停止したが、生産は堅調であった。

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1982, p.438.

²⁸² 尾鉱を月間700,000t追加処理するための第三次拡張計画の工事は年末を目途に進められた。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1977, p.1097.; “Sombre Review From NCCM Chairman”, *Mining Journal*, August 25, 1978, p.145.; “Rokana Leach Plant Deferred”, *Mining Journal*, July 28, 1978, p.63.

²⁸³ 年間生産量を2倍増加する設計されているプラント第3段階は資金面の問題から凍結された。

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1979, p.482.

第3段階のプラント設計は資金面の問題が解決するまで凍結された。第2段階の操業状況の改善に向けた取り組みは継続して行われた。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1980, p.513.

²⁸⁴ 堆積場の(過去に堆積された)尾鉱を現在の尾鉱と同様に処理するための第3期尾鉱浸出プラント(TLP; Tailing Leaching Plant)の設計は完了した。1985年に建設を完了して15年間にわたり銅52.4万tを生産する計画。プロジェクト・ファイナンスによって206百万Kwachaの資金が調達された。そのうち40百万KwachaはStandard Bank Zambia Ltd他の融資団が返済期間10年の融資が決まった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1982, p.438.

ンチャンガ低品位尾鉱浸出プラントでは、生産能力が増強されることによる硫酸不足が問題となっており、同硫酸工場からの硫酸供給は好都合であった²⁸⁵。

（５）高品位鉱浸出プラント

低品位酸化鉱は低品位鉱プラントで当時普及され始めていた最新技術の硫酸浸出と溶媒抽出を組合せた方法を用いた銅の回収が行われていたが、高品位鉱浸出プラントでは低品位硫化鉱を焙焼した後に硫酸で銅を浸出する方法が用いられていた。

１）１９７０年代の高品位鉱浸出プラントの操業状況は概ね良好であった

１９７０年代初頭（１９７３／７４年度；１９７４年３月３１日締め）の高品位鉱浸出プラントは、以前に比べ多くの鉱石を処理して年間処理量（精鉱中銅含有量）１１１，４００ｔを記録するなど、良好な操業状況だった²⁸⁶。１９７０年代半ばは、攪拌機の不具合により生産目標を達成できず、１９７４年５月から１９７５年４月にかけて設備の安定操業のための作業を行う必要が生じることや²⁸⁷、硫酸の漏出などの影響で焙焼炉での低品位硫化鉱処理量が９９，０００ｔにとどまるなど低調な時期もあったが²⁸⁸、浸出プラント及び焙焼設備の操業は概ね良好であった²⁸⁹。

２）１９７０年代末には交換部品の不足するようになり生産目標を達成できない状況が発生

１９７０年代後半の高品位浸出プラントは、精鉱と石灰²⁹⁰の不足によりの生産量が減少した。石灰不足はしばらく続き、脱水工程が一段のみのしか行えない状態（脱水が不十分な状態）が長期化する可能性があった²⁹¹。１９７０年代末には原材料の精鉱や石灰の供給不足とそれにより脱水が一段階しか行えないなどの操業上の問題は続いた²⁹²。

²⁸⁵ “Integrated development will boost Zambia’s copper output”, *Mining Magazine*, February 1974, pp. 100-103.

²⁸⁶ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1975, p. 429;
“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1974, p. 1053.

²⁸⁷ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1976, p. 444.

²⁸⁸ １９７５／７６年度（１９７６年３月３１日締め）“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1977, pp. 451-453.

²⁸⁹ １９７６／７７年度（１９７７年３月３１日締め）“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1978, p. 483.

²⁹⁰ 石灰は水に溶かすとアルカリ性を示すため、浸出プラントでは、硫酸浸出に用いる硫酸溶液の酸濃度調整や排水の中和などのために用いられる。

²⁹¹ １９７７／７８年度（１９７８年３月３１日締め）“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1979, p. 482.

²⁹² １９７８／７９年度（１９７９年３月３１日まで締め）“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1980, p. 513.

第3節 ZCCM 設立期（1980 年代）

（1）チンゴラ坑内採掘鉱山

1) 1980 年代初頭までは、チンゴラ坑内採掘鉱山の年間鉱石採掘は 3 百万 t 台、銅品位は 3% 台を維持

1980 年代初頭までは、チンゴラ等の坑内採掘鉱山の年間鉱石採掘量は 3 百万 t 台、地区全体では当初は 9 百万 t 台²⁹³を推移し、銅鉱石銅品位は 3% 前後を維持していた²⁹⁴。1980 年代半ば以降は鉱石銅品位の低下傾向が顕著になり、2% 台になっていた²⁹⁵。一方で、採掘量は 3 百数十万 t まで増加する年度もあったが²⁹⁶、これは鉱石銅品位低下を採掘量で補い銅量を維持するためであった。

2) ZCCM 設立頃より、坑内採掘鉱山でも品位低下や機材の交換部品不足が顕在化し始め、開発が遅れるようになってきた

1980 年初頭までは、支保用鋼材²⁹⁷やレールの不足にもかかわらず、坑内採掘は計画通りに進捗した。過去に鉱量枯渇とされた鉱体も再開発されて生産量を維持した。坑内採掘鉱山の最深部に達している D 立坑が最終深度に到達した²⁹⁸。ZCCM が設立されて国が鉱山経営により直接的に関与を始めた 1982 年頃にはンチャング地区の坑内採掘量は 3.345 百万 t で 1960/61 年の記録 3.247 百万 t を上回っていたが、鉱山機械の交換部品不足が顕在化し始めて坑内開発が遅れるようになった²⁹⁹。

1980 年代半ばには、チンゴラ坑内採掘鉱山においても交換部品・消耗品や技能技術者の不足などの影響が顕著になり、生産量減少や、開発・掘削（探鉱）が計画を下回る事態が発

²⁹³ 1982/83 年度（1983 年 3 月 31 日締め）の坑内採掘量は 3.345 百万 t で 1960/61 年の記録 3.247 百万 t を上回った（Chingola 全体の採掘量は 9.927 百万 t で前年度 9.239 百万 t とほぼ同水準であった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1984, p.390;

1982/83 年度（3 月 31 日締め）の年間鉱石採掘量 3.34 百万 t は当時までの最高記録であった、それまでの記録は 1960/61 年度の 3.32 百万 t であった。以降、数年間 3 百万 t の年間鉱石生産が続いた。

“Record Output for ZCCM”, *Mining Journal*, May 20 1983, p.546.

²⁹⁴ 1983/84 年度（1984 年 3 月 31 日締め）の坑内採掘量は 3.161 百万 t で前年度の 3.345 万 t を下回った。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1985, p.431.

²⁹⁵ 1984/85 年度（1985 年 3 月 31 日締め）の坑内採掘量は 3.24 百万 t と前年度の 3.161 百万 t を上回ったが、鉱石銅品位は 2.99% で前年度の 3.32% を大きく下回った（Chingola 全体の採掘量は 10.318 百万 t で前年度 9.929 百万 t を上回ったが、鉱石銅品位は 2.99% で前年度の 3.32% を大きく下回った）。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1986, p.406.

²⁹⁶ 1985/86 年度（1986 年 3 月 31 日締め）の坑内採掘量は 3.376 百万 t、鉱石銅品位は 2.86% であった（Chingola 全体の採掘量は 9.373 百万 t、鉱石銅品位は 2.89%）。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1987, p.406.

²⁹⁷ 支保（しほ）とは、坑内採掘鉱山において、坑道が崩れないように木材・鋼材・コンクリートなどを用いて支えること。

²⁹⁸ 1981/82 年度（1982 年 3 月 31 日締め）の操業状況 “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1983, p.404.

²⁹⁹ 1982/83 年度（1983 年 3 月 31 日締め）は、削岩機のビット不足が影響して開発は計画を下回った。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1984, p.390.

生していた³⁰⁰。1980 年代半ば以降も、坑内採掘は鉱石銅品位の低下を採掘量の増加で補うなど従来の生産レベル³⁰¹を維持する努力が続けられた。1985 年 4 月からはチャンビシ銅鉱山の操業管理をンチャंगा地区で行うなどの操業の合理化も進められた³⁰²。

他方、1980 年代末頃からは、鉱山全体の品位低下に対して高品位鉱石の採掘を増加させることで銅生産量を維持するために、層厚の薄い高品位鉱体の坑内採掘を最適化するためにコンピューターを利用した鉱体モデルと鉱床評価方法が導入された³⁰³。坑内採掘鉱山の高品位部分の採掘を重点的に行うことによって、選鉱段階での銅回収量は増加した³⁰⁴。同鉱山は ZCCM 最大の坑内採掘鉱山で主要鉱山であり、同鉱山の操業状況は ZCCM 全体の事業活動に影響を与えることから、同鉱山の生産性の向上は ZCCM にとって必要不可欠であった。

（２）ンチャंगा露天採掘鉱山

１）年間鉱石採掘量は、５百～６百万ｔに減少し、鉱石銅品位は２％台に低下した

交換部品不足にも関わらず、６～７百万ｔ、鉱石銅品位は３％（ンチャंगा地区全体の年間鉱石採掘量は１,０００万ｔ/年前後、坑内採掘鉱山は３百万ｔ程度であった）を維持していたが³⁰⁵、

³⁰⁰ 1983/84 年度（1984 年 3 月 31 日締め）の採掘量、坑内開発、掘削の何れも交換部品と消耗品の不足が影響した。開発では立坑 D の延伸が完了して 2,360ft レベルの運用が開始された。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1985, p.431.

1984/85 年度（1985 年 3 月 31 日締め）の坑内採掘は、年間を通じて交換部品と消耗品が不足して生産に影響を与えたほか、掘削と開発は計画を下回った。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1986, p.406.

1986/87 年度（1987 年 3 月 31 日締め）の採掘状況は、尾鉱石処理はほぼ計画通りであったが、鉱石採掘は当初目標を 32% 下回るもので、技能労働者不足が原因であった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1988, p.384;

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1987, p.980.

³⁰¹ 1986/87 年度（1987 年 3 月 31 日締め）の坑内採掘量は 3.408 百万ｔと前年度の 3.376 百万ｔを上回ったが、鉱石銅品位は 2.78% で前年度の 2.86% を下回り（Chingola 全体の採掘量は 9.3 百万ｔで前年度 9.373 百万ｔとほぼ同じ、鉱石銅品位は 2.63% で前年度の 2.89 % を下回った）、年間銅生産量（選鉱所での銅回収相当量）は 22,003t であった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1988, p.384.

³⁰² Chambishi 銅鉱山の年間採掘量は 1.358 百万ｔ（前年度 2.19 百万ｔ）、鉱石銅品位 1.53%（1.25%）で鉱石は Chambishi 選鉱所で処理された。Chambishi 坑内採掘鉱山の第 2 期拡張作業は 1986 年 2 月から延期されているが、948m レベルでの排水設備建設は 1987 年 1 月の稼働を目指し継続している

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1987, p.406.

³⁰³ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1989, p.A123.

³⁰⁴ 1987/88 年度（1988 年 3 月 31 日締め）の坑内採掘からの高品位鉱石の年間採掘量（選鉱所での銅回収相当量）は前年度を 2,228t 上回った。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1989, p.A123;

1988/89 年度（1989 年 3 月 31 日締め）の坑内採掘からの高品位鉱石の年間採掘量（選鉱所での銅回収相当量）は前年度を 6,568 t 上回った。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1990, p.123.

³⁰⁵ 1980/81 年度（1981 年 3 月 31 日締め）の Nchanga（Chingola）地区の鉱石採掘量は 9,016 百万ｔ、鉱石銅品位は 3-3.4% で、その殆どを Nchanga 露天採掘（5,499 百万ｔ）と坑内採掘（2,119 百万ｔ）が

1982 年頃から 5 百～6 百万 t に減少し、鉱石銅品位は 2% 台に低下した³⁰⁶。

1980 年代半ばから、ンチャンガ露天採掘鉱山の鉱石銅品位の低下及び選鉱不適格な鉱石の増加が顕著になっていた³⁰⁷。鉱石銅品位の低下を補うために採掘量を増加させる必要が生じた³⁰⁸。

2) 生産レベルを維持するために剥土量が増加した。そのための技術者が足りない

ンチャンガ地区全体の鉱石採掘量を増加のために、同地区の鉱石採掘量の主要な部分を占めるンチャンガ露天採掘の剥土量も増加して 1986 年 3 月 31 日までの 1 年間で 20.9 百万 m³

産出した。その他は Chingola E 露天採掘、Kansanshi 鉱山、Hippo 鉱山が産出した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1982, p. 438.

1981/82 年度 (1982 年 3 月 31 日) の Nchanga 地区の鉱石採掘量は 9,239 百万 t (前年度 9,016 百万 t)、鉱石銅品位は 3.26% (3-3.4%) で、その殆どが Nchanga 露天採掘、坑内採掘及び Kansanshi 露天採掘が産出した。また、同地区の年間銅生産量 (精鉱中銅含有量) は 211,163t から 213,212t に増加した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1983, p. 404;

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1980, p. 1142.

³⁰⁶ 1982/83 年度 (1983 年 3 月 31 日締め) の Nchanga 地区の鉱石採掘量は 9,927 百万 t (前年度 9,239 百万 t)、鉱石銅品位は 2.84% (3.26%) で、主に Nchanga 露天採掘、坑内採掘及び Kansanshi 露天採掘等が産出した。また、同地区の年間銅生産量 (精鉱中銅含有量) は、浸出の生産量が減少したため、213,212t から 181,196t に減少している。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1984, p. 390;

1983/84 年度 (1984 年 3 月 31 日締め) の Nchanga 地区の鉱石採掘量は 9,929 百万 t (前年度 9,927 百万 t)、鉱石銅品位は 2.81% (2.84%) で、主に Nchanga 露天採掘、坑内採掘及び Kansanshi 露天採掘が産出した。また、同地区の年間銅生産量 (精鉱中銅含有量) は、交換部品と浸出に必要な資材の不足のため、181,196t から 177,019t に減少している。

“Central Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1985, p. 431;

1984/85 年度 (1985 年 3 月 31 日締め) の Nchanga 地区の鉱石採掘量は 10,319 百万 t (前年度 9,929 百万 t)、鉱石銅品位は 2.99% (3.32%) で、主に Nchanga 露天採掘、坑内採掘及び Kansanshi 露天採掘が産出した。同地区の年間銅生産量 (精鉱中銅含有量) は、217,688t であった。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1986, p. 406.

³⁰⁷ 1985/86 年度 (1986 年 3 月 31 日締め) の Nchanga 地区の鉱石採掘量は 9,373 百万 t (前年度 10,319 百万 t)、鉱石銅品位は 2.89% (3.03%) で、主に Nchanga 露天採掘、坑内採掘及び Kansanshi 露天採掘が産出した。更に、1985 年 4 月に経営を統合した Chambishi 鉱山は 1.358 百万 t (2.19 百万 t)、鉱石銅品位 1.53% (1.25%) であった。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1987, p. 406;

1986/87 年度 (1987 年 3 月 31 日締め) の Nchanga 地区の鉱石採掘量は 9,3 百万 t (前年度 9,373 百万 t)、鉱石銅品位は 2.63 % (2.89%) で、主に Nchanga 露天採掘、坑内採掘が産出した。また、Nchanga 露天採掘はコバルト鉱石を年間 188,000t、コバルト品位 0.69%、銅品位 1.56% (前年度は鉱石 388,000t、コバルト品位 0.75%、銅品位 1.53%) を生産し Nchanga 選鉱所へ供給された。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1988, p. 385.

³⁰⁸ 1988/89 年度 (1989 年 3 月 31 日締め) の Nchanga 地区の鉱石採掘量は、銅鉱石 8,967 百万 t (前年度 8,735 百万 t)、コバルト石 0.592 百万 t (前年度 0.526 百万 t) で前年度並みであった。鉱石品位は、銅鉱石が 3.09% (2.65%)、コバルト鉱石が 0.75% (0.85%) で銅品位は上昇したが、コバルト品位は低下した (銅価格上昇とコバルト需要の減少が影響したか)。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1990, pp. 122-123.

であったのに対し、1987年3月31日までの1年間は30.1百万m³に増加し、操業レベルは概ね維持されていた³⁰⁹。しかし、露天採掘を中心に経験のある技能労働者や修理工、機材の交換部品不足の影響が掘削機械等の保守の遅れとなって機材の稼働率を下げ、目標値を下回ったり、剥土量の減少となって表れた³¹⁰。

3) 1980年代半ば、露天採掘鉱山ではダンプトラックの燃料をディーゼル油から電気に変え、大型重機を借入金により導入して、燃料コスト削減と運搬効率向上を図り、採掘量減少に対応した

1980年代初頭から、銅品位低下傾向にあるンチャング露天採掘鉱山では、トロリー・ダ

³⁰⁹ 1980/81年度(1981年3月31日締め)の露天採掘の年間剥土量は、18.9百万m³から20.8百万m³に改善したが、交換部品不足により、ショベルの稼働率が再び低下した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1982, p.438;

1981/82年度(1982年3月31日)のNchanga露天採掘の年間剥土量は20.8百万m³から25.28百万m³に増加したが、老朽化した採掘機械(shovel)の補修は交換部品不足のため計画より遅れている。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1983, p.404;

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1980, p.1142;

1982/83年度(1983年3月31日締め)のNchanga露天採掘の年間剥土量は、採掘機械等の交換部品不足が影響して25.3百万m³から21.5百万m³に減少した。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1984, p.390;

1983/84年度(1984年3月31日締め)のNchanga露天採掘の年間剥土量は、採掘機械等の稼働状況の低下により、21.5百万m³から18.7百万m³に減少した。Nchanga露天採掘では、露天採掘の機材利用の最適化と将来の鉱石不足の回避を目的として露天採掘の西端部の暫定的な掘削を進め、将来的にはそこに西地区拡張で発生する土砂を埋め戻す予定。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1985, p.431;

1986/87年度(1987年3月31日締め)のNchanga露天採掘の年間剥土量は、30.1百万m³(前年度20.9百万m³)で増加した。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1988, p.385.

³¹⁰ 1984/85年度(1985年3月31日締め)のNchanga露天採掘の年間剥土量は、18.7百万m³から20.7百万m³に増加したが、他の露天採掘と同様に技術者、作業員、交換部品、消耗品の不足がすべての採掘機械の稼働状況を低下させていた。また、大雨のためNchanga露天採掘の剥土及び西部延長部の充填作業をは中断し、北西斜面の監視をした。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1986, p.406;

1985/86年度(1986年3月31日締め)のNchanga露天採掘の年間剥土量は、20.9百万m³(前年度20.7百万m³)と前年度並みであった。剥土作業は、技術者、作業員、交換部品、消耗品の不足が採掘機械の稼働状況を低下させていた。また、大雨の影響でNchanga露天採掘の北西部におけるズリ(不要な岩石)の崩壊の危険性があった。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1987, p.406;

1987/88年度(1988年3月31日締め)のNchanga露天採掘の年間鉱石採掘量は0.75百万t、採掘支援用機械やトラック等の機材の稼働状況の低下の影響を受けて目標3.7百万m³を下回った。特に第4四半期の稼働状況が悪かった。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1989, p.A123;

1988/89年度(1989年3月31日締め)のNchanga露天採掘の年間剥土量は、採掘支援用機械やトラック等の機材の稼働状況の低下の影響を受けて目標を5.3百万m³下回った。

“Central Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1990, pp.122-123.

ンブトラック支援システムを試験的導入した³¹¹。また、大型ショベル等の大型鉱山機械が導入され³¹²、燃料コストと運搬効率向上を図り、品位低下・資機材不足はあったものの生産レベルを維持していた。

試験導入の成功を受けて 1980 年代半ばころには段階的にトロリー用ダンプトラックの台数を増やし³¹³、1987 年頃にンチャング露天採掘鉱山の採掘ピットで使用する運搬用ダンプトラックのほぼすべてがトロリー用ダンプトラックに置き換えられた。それによりディーゼル燃料の使用量削減と鉱石等運搬効率の改善により生産性向上に成功した³¹⁴。

トロリー・ダンプトラック支援システム等の導入資金は、欧州連合やアフリカ開発銀行、

³¹¹ 1982/83 年度 (1983 年 3 月 31 日締め) の Nchanga 露天採掘は、鉱石及び土砂・岩石を輸送する大型ダンプトラックを、ディーゼル油でエンジンを駆動するものから、露天試掘ピット内に敷設した架線から電力を供給してトラックに搭載したモーターを駆動させてエンジンを補助・代替するシステムを試験的に 1.9 km 導入した結果、燃料を大幅に節約した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1983, p. 404;

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1980, p. 1142;

“Trolley Assisted Truck Haulage”, *Engineering and Mining Journal*, June 1982, pp. 88-98.;

“Trolley Assist, Computer dispatching; New Technologies offer potential for significant reduce in Mining cost”, *Engineering and Mining Journal*, December 1984, p. 74.

1983 年に Nchanga 露天採掘鉱山は、15 台のトロリー用ダンプトラックを導入した。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1984, p. 926.

³¹² 1984/85 年度 (1985 年 3 月 31 日締め)、Nchanga 露天採掘鉱山は、3 台の大型ダンプトラックを 17.5 百万米ドルで購入したほか、設備改善のために大型用発破掘削機 2 台を 3 百万米ドルで購入した。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1985, p. 977;

1986/87 年度 (1987 年 3 月 31 日締め)、露天採掘の設備更新はブルドーザー 1 台を除き全て納品された。

Mining Journal 1987, p. 406;

トロリートラックシステムは、1984 年は試験導入であったが、燃料費の節約と作業効率向上に成功したことから、1986 年には 33 台に増強された。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1986, p. 406.

³¹³ 1984 年 4 月には、既に導入の 15 台に加え 18 台が導入されて、電気アシスト化率は 25% になった。電気アシスト・トラックはディーゼル・トラックに比べ、1 行程で約 40 リットルの燃料節約になり、これは \$1,500/日/トラックに相当した。運行速度も従来の 2 倍になった。

“ZCCM to More Than Double Usage of Electric Truck Assist System”, *Mining Journal*, February 3 1984, p. 76;

トロリートラックシステムは、1984 年は試験導入であったが、燃料費の節約と作業効率向上に成功したことから、1986 年には 33 台に増強された。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1986, p. 406.

³¹⁴ 1982/83 年度 (1983 年 3 月 31 日締め) は、Nchanga 露天採掘でトロリー・ダンプトラック支援システムの試験的導入が完成、燃料を大幅に節約した。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1984, p. 390;

1985/86 年度 (1986 年 3 月 31 日締め) の設備更新では、第 2 期トロリー・ダンプトラック支援システム (120t トロリートラック等) の導入と 2,000feet トロリーラインの敷設が完了した。トロリー・ダンプトラック支援システムは 1987 年に完了予定で、同システムが完了すると露天採掘ピットの全てのトラックはディーゼル車から電化されることになる。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1986, p. 968.

国際復興開発銀行等の融資でまかなわれた³¹⁵。このような借入金による投資は、金利、返済義務があり、後の対外債務超過の原因となったと考えられる。国有化によって、一般投資家から低い資金調達コストで資金を調達できず、借入金に頼らざるを得ない、資金調達の方法が限定されてしまったことが、債務を大きくする要因になったと考えられる。民間企業は、1970 年代後半から、鉱山投資の巨額化に対応して、資金調達の方法を従来の自己資金（内部留保等）に頼るのではなく、ジョイント・ベンチャーやプロジェクト・ファイナンスなど多様化させていたこととは対照的であった。

4) 新たにコバルトに富む鉱石が発見され、コバルト探鉱が積極に行われた

更に、新たにコバルトに富む鉱石が発見されたことで、コバルト探鉱が積極に行われた。選鉱所でもコバルト回収に対応して設備投資が行われた。

1980 年代に入ると、それまで坑内採掘が主なコバルト鉱石の供給源であったが、ンチャング露天採掘鉱山の採掘ピットの下部にコバルトに富む鉱石が確認されたことから、探鉱は露天採掘においても積極的に行われ、新たな埋蔵量が獲得されていった³¹⁶。1983 年の採掘開始を目途にンチャング露天採掘鉱山の採掘ピットの下部でのコバルト鉱石採掘の許可を取得している³¹⁷。

(3) チンゴラ選鉱所（東ミル、西ミルを含む）

1) 既存鉱山の鉱石銅品位の低下が顕著となり、銅生産量（精鉱中銅含有量）は減少したが、新規鉱山で一部それを補った

³¹⁵ トロリー・ダンプトラック支援システムは、第 1 期の導入に成功したため、トロリー・ダンプトラックの台数を 33 台に増加する等の第 2 期のための資機材調達を開始した。露天採掘の機材更新計画は、採掘機材 5 台、ブルドーザー 8 台、ショベル 2 台を欧州連合（EU）とアフリカとアフリカ・カリブ海・太平洋諸国（ACP 諸国）との間で結ばれた通商と経済支援に関する協定に基づき、鉱物資源の価格変動に対する支援として設立された制度 SYSMIN（鉱産物生産維持促進制度）融資により調達した。また、アフリカ開発銀行、国際復興開発銀行（International Bank for Reconstruction and Development）から施設更新のための資金を調達した。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1986, p. 406.

³¹⁶ 1980/81 年度（1981 年 3 月 31 日締め）の探鉱では、Nchanga 露天採掘でコバルトに富む鉱石を採掘するために試錐を実施し、A 地区で採掘範囲を特定した。Luao 鉱床の埋蔵量を再評価 5.4Mt, Cu3.7%、将来の露天採掘に十分な情報を取得、準備作業開始。Luao 鉱床では埋蔵量を再評価し、鉱石量 5.4 百万 t・鉱石銅品位 3.7%を得て、将来の露天採掘に十分な情報を取得した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1982, p. 438.

1981/82 年度（1982 年 3 月 31 日）は、Nchanga 露天採掘鉱山においてコバルト鉱体の上部褶曲部の西方延長と鉱量確認のためボーリング調査を実施した。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1982, p. 1048.

1985/86 年度（1986 年 3 月 31 日締め）の Nchanga 露天採掘はコバルト鉱石を年間 388,000t、コバルト品位 0.75%、銅品位 1.53%を生産し Nchanga 選鉱所、Nkana 酸化鉱選鉱所、Konkola 選鉱所へ供給された。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1987, p. 406.

³¹⁷ “Zambia An Acid Requirement”, *Mining Journal*, August 29 1980, p. 164.

ンチャング露天採掘鉱山の鉱石銅品位は、1980 年代初頭の 3% 台から 1980 年代後半には 2% 台へと低下傾向にあった³¹⁸。高品位鉱石を産出するカンサンシ銅鉱山³¹⁹などからの鉱石供給が既存鉱山の品位低下分を補っていたが、1980 年半ばには、交換部品と試薬不足、鉱石品位低下、露天採掘からの選鉱に適さない鉱石の増加の影響は深刻になり³²⁰（硫酸に溶ける鉱石は硫化精鉱を製造するには適さず、これが増加すると硫化精鉱の生産量が減少する）、年間銅生産量（精鉱中銅含有量）の減少傾向はより顕著になった³²¹。

2) 選鉱所でもコバルト回収に対応して設備投資が行われた

1980 年代に入ると、コバルトに富む鉱石の開発が本格化し、それに伴ってチンゴラ選鉱所もコバルト回収のための設備投資が行われた³²²。1980 年代半ば、選鉱所におけるコバル

³¹⁸ 1982/83 年度（1983 年 3 月 31 日締め）の選鉱所の年間精鉱生産量（精鉱中銅含有量）は 181,196 t で前年度の 213,212 t を 15% 下回った。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1984, p. 404;

1983/84 年度（1984 年 3 月 31 日締め）の選鉱所の年間鉱石処理量は 9.929 百万 t で前年度 9.927 百万 t とほぼ同程度であったが、鉱石銅品位は 2.80% で前年度 2.83% を下回ったことから、年間精鉱生産量（精鉱中銅含有量）も 177,019 t で前年度の 181,196 t を下回った（Kansanshi 鉱山を含む）。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1985, p. 431;

1986/87 年度（1987 年 3 月 31 日締め）の選鉱所の年間銅鉱石処理量は 9.3 百万 t で前年度 9.373 百万 t とほぼ同程度であったが、銅鉱石品位は 2.63% で前年度の 2.89% を下回った。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1988, p. 385;

1985/86 年度（1986 年 3 月 31 日締め）の選鉱所の年間銅鉱石処理量は 9.373 百万 t で前年 Zambia 度の 10.263 百万 t を下回り、銅鉱石品位も 2.89% で前年度の 3.03% を下回った。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1987, p. 406.

³¹⁹ 1983/84 年度（1984 年 3 月 31 日締め）の Kansanshi 鉱山の年間精鉱生産量（精鉱中銅含有量）は 62,061 t、鉱石銅品位 3.89%。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1985, p. 431;

1984/85 年度（1985 年 3 月 31 日締め）の Kansanshi 鉱山の年間精鉱生産量（精鉱中銅含有量）は 119,300 t、鉱石銅品位 5.07%。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1986, p. 406.

³²⁰ 1983/84 年度（1984 年 3 月 31 日締め）

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1985, p. 431;

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1984, p. 926.

³²¹ 1988/89 年度（1989 年 3 月 31 日締め）の選鉱所の年間精鉱生産量（銅含有量）は、露天採掘鉱山及び地表の貯鉱場の問題等により目標を 13,329 t 下回った。

“Central Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1990, p. 122.

³²² 1981/82 年度（1982 年 3 月 31 日締め）、コバルト鉱石の選鉱所の作業と 3 ヶ所の尾鉱浸出プラントの設計作業を継続し、年内に作業開始予定であった。

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1983, p. 404;

1983/84 年度（1984 年 3 月 31 日締め）のコバルト回収用の一次砕石機と鉱山と選鉱所を結ぶコンベアー・トンネルが完成した。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1985, p. 431;

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1984, p. 926;

1986/87 年度（1987 年 3 月 31 日締め）、East Mill では、J West コバルト一次破碎機の導入により高い鉱石銅品位を得られたが、回収率は鉱石品位の低下と地質条件により計画を下回った。また、浮遊選鉱

トに富む鉱石の処理は増加し、コバルト鉱石の年間処理量は 20 数万 t に達した（コバルト品位 0.77%）³²³。

また、1986 年度からンチャンガ地区で操業を管理しているチャンビシ鉱山（Chambishi Copper Mine）の銅回収率は計画を上回ったが、処理量は銅鉱石生産の影響を受けた。コバルト回収能力の増強も進められ、チンゴラ選鉱所では、コバルト回収用の破碎備、洗鉱、浮遊選鉱の各設備が完成し、粉碎、脱水設備もほぼ完成した³²⁴。

3）メンテナンス管理システムの導入により、交換部品不足等は改善に向かった

チンゴラ選鉱所では品位低下に伴う銅やコバルトの回収率の低下に対応すべく、1980 年半ば（1986/87 年度；1987 年 3 月 31 日締め）にメンテナンス管理システム³²⁵が導入された。その結果、交換部品や消耗品不足が改善されて設備稼働率が上がったことから、操業状況も改善した³²⁶。

4）生産性の向上のため最新設備（カラム浮遊選鉱機）導入の検討

チンゴラ選鉱所は従来型の浮遊選鉱機（容量 45ft³；1.27m³、100ft³；2.83m³）762 台で硫化銅鉱の選鉱を行っていたが、これらは非効率で制御が難しく、高コストであったことから、従来法の大型選鉱機（容量 1350ft³～1550ft³）或いはカラム浮遊選鉱機（容量 300ft³）の導入により³²⁷、合理化を図る検討を行った³²⁸。

（4）低品位尾鉱浸出プラント、

1）資材不足が影響したが、7 万 t/年前後を維持した

1980 年代の低品位浸出プラントは、硫酸等の資材不足が影響して年度による増減はあつ

の改善のための試験が行われた。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1988, p.385.

³²³ 1985/86 年度（1986 年 3 月 31 日締め）の年間コバルト鉱石処理量は 270,400t、コバルト品位 0.77%、銅品位 1.51%、精鉱中銅含有量は 15,690 t、同コバルト含有量は 1,793 t であった。操業は交換部品と消耗品不足で困難な状況であった。East Mill を用いて、一時的にコバルト鉱石の粉碎と処理を行ったが、鉱石品位と好ましくない鉱物組成により回収率は上がらなかった。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1987, p.406.

³²⁴ “Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1987, p.406.

³²⁵ 同システムに詳細は、資料の制約から分らないが、システム導入の成果として交換部品や消耗品不足が改善されて設備稼働率が上がったとの報告があることから、プラントの維持管理に必要な資機材の在庫管理にかかわるシステムではないかと推測される（筆者意見）。

³²⁶ “Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1988, p.385.

³²⁷ “Modernization of the Nchanga Flotation Plant; A Comparison of Flotation Cells and Columns”, *Mining Magazine*, July 1989, pp.34-39.

³²⁸ 選鉱機の設備更新によって選鉱工程の生産性の向上を図ろうとしていた。選鉱機の選定にあたっては、従来型の選鉱機が小型で台数が多く非効率担っていたことから、更新する選鉱機の候補としては、従来法ではあるが 1 機当たりの処理量が大い大型選鉱機と、新規に開発されて当時普及が進んでいた最新式の選鉱方法を採用したカラム浮遊選鉱機が検討された。

たが³²⁹、操業は概ね良好で年間銅生産量は7万tを超えていた³³⁰。

1980年代半ば時点での低品位尾鉱浸出プラントは、操業上の大きな問題はなかったが、生産量は処理する鉱石や尾鉱の性質（酸浸出可能銅の品位等）によって左右されて、年間銅生産量は6万t台に低下していた³³¹。このことは、浸出プラントの操業が処理条件の最適化を必要とする高度な技術であったことがうかがえる。

2) 資金調達難で凍結された拡張計画の第3段階はプロジェクト・ファイナンスで事業費を調達した

資金調達難で凍結されていた拡張計画の第3段階は市中銀行からプロジェクト・ファイナンス等で事業費£140百万(250百万米ドル)³³²を調達して実現した³³³。資金調達の内訳は、ザンビア国内の銀行からの融資40百万クワチャ、IFC（International Financial Corporation;世界銀行子会社）からの融資30百万米ドル、Commonwealth Development Corporationからの融資28百万米ドル、European Investment Bankからのクレジット26百万米ドル、市中銀行のStandard Chartered Bank of Londonからのユーロドルのクレジット21百万米ドルであった³³⁴。選鉱設備投資は資金不足の影響を受けて遅れていたが、第3

³²⁹ 1982/83年度（1983年3月31日締め）の尾鉱浸出プラントは硫酸不足により11月15日から12月18日まで操業を中断したほか、3月にも6日間の操業停止があった。そのため、1982/83年度の年間生産量は63,354tで前年度の73,578tから減少した。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1984, p.390;

1985/86年度（1986年3月31日締め）の尾鉱浸出プラントの年間生産量（銅カソード）は、現在採掘中の尾鉱を堆積している堆積場からの尾鉱供給の減、堆積場からの低品位酸化鉱供給及び交換部品不足の影響により、生産、消耗品不足の影響を受けて、63,182tで前年度の75,128tを大きく下回った。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1987, p.406.

³³⁰ 1981/82年度（1982年3月31日締め）の低品位鉱浸出プラントの年間銅生産量は73,578tで前年度62,933tから増加した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1983, p.404;

1983/84年度（1984年3月31日締め）の低品位鉱浸出プラントの年間銅生産量は76,192tで前年度63,354tを上回り、記録的に増加した。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1985, p.431;

1984/85年度（1985年3月31日締め）の尾鉱浸出プラントの年間生産量（銅カソード）は、生産、消耗品不足の影響を受けて、75,128tで前年度の76,192tを下回った。精錬所は尾鉱浸出プラントの電解銅を使用して銅カソード23,014tを生産した。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1986, p.406.

³³¹ 1985/86年度（1986年3月31日締め）の尾鉱浸出プラントの年間生産量（銅カソード）は、63,182tで前年度の75,128tを下回った。この生産量の減少は、操業中の製錬所からの尾鉱量の減少と過去に堆積した低品位酸化鉱の品位の低下に加えて機材の交換部品の不足が原因であった。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1987, p.406.

³³² “Tailings Leach Project to Boost Zambian Copper Output”, *Mining Journal*, March 7 1986, p.163.

³³³ “£140 million tailing leach project in Zambia”, *Mining Magazine*, August 1982, pp.78-79.

“Go-ahead for TLP III at NCCM?”, *Mining Journal*, June 11 1982, p.43.

³³⁴ “Tailings Leach Stage III for NCCM?”, *Mining Journal*, January 1982, p.43.

段階浸出プラントの土木工事は順調に進捗していた³³⁵。

低品位鉍浸出プラントがプロジェクト・ファイナンスで必要な資金を確保できていたと考えられる。高品位鉍浸出プラントでは交換部品が不足しているが低品位鉍浸出プラントはその影響は少なく、設備投資も同様に低品位鉍浸出プラントは 1980 年代後半にはフル生産に入り操業は順調であった³³⁶。

3) 拡張後のプラントは 1986 年度半ばに操業を開始、生産量維持に貢献

尾鉍浸出プラントでは、1986 年 9 月 25 日に第 3 段階張プラント (TLP III; Tailing Leaching Plant III) が正式に操業開始し、同プラントから 37,395t (総尾鉍量の 1.2% に相当) の銅地金 (カソード; copper anode) を生産したが、技術的な問題がいくつか発生し、稼働率は処理能力の 75% で計画生産量には達しなかった³³⁷。

翌年度 (1987/1988 年度) の低品位尾鉍浸出プラントの年間銅生産量 (酸浸出可能銅含有量) は 98,306t (操業中の選鉍所からの尾鉍と過去に堆積された尾鉍から回収した銅量の合計である)、想定量を 13,349t 下回ったものの前年度の 90,598t は上回り³³⁸、1988/89 年度も 97,690t³³⁹と年間銅生産量 9 万 t 台後半ばを維持した。

第 3 段階張プラント TLP III のフル操業によって、世界に先駆けて溶媒抽出電解採取法

³³⁵ 1981/82 年度 (1982 年 3 月 31 日締め) の第 3 段階浸出プラントの作業は、現場工事は年末までに終了の見込みのもと開始された。

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1983, p. 404;

1982/83 年度 (1983 年 3 月 31 日締め) は、資金不足は選鉍所設備投資の障害となっていたが、第 3 段階浸出プラントの土木工事の進捗は満足のいくものであった。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1984, p. 390;

1983/84 年度 (1984 年 3 月 31 日締め) の第 3 段階浸出プラントの作業は順調で、進捗率は、土木工事が 31%、設備調達は 64% 完了していた。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1985, p. 431;

1984/85 年度 (1985 年 3 月 31 日締め) の第三段階浸出プラント工事は 60% で年内完了予定であった。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1986, p. 406.

³³⁶ 1986/87 年度 (1987 年 3 月 31 日締め) の尾鉍浸出プラントの第 3 段階プラントは、1986 年 9 月にフル稼働に入った。同プラントでは Nchanga 選鉍所と 1936 年に開山時に建設した堆積場からの尾鉍を計画では 50,000 t/日処理する。これは第 II 期で処理量を 2 倍に相当し、第 III 期はカソード 550,000t/年で 15 年間操業する予定であった。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1988, p. 385;

TLP III の当初計画では、銅年間生産量は 39,000t/年、15 年間操業であった。

“Tailings Leach Project to Boost Zambian Copper Output”, *Mining Journal*, March 7 1986, p. 163.

³³⁷ “The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1986, p. 968;

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1987, p. 980.

³³⁸ “Central Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1989, p. A123.

³³⁹ 1988/89 年度 (1989 年 3 月 31 日締め) の低品位尾鉍浸出プラントの年間銅生産量 (酸浸出可能銅含有量) は 97,690t (現在と過去に堆積された尾鉍から回収した銅量の合計)、前年度の 98,306t を下回り、計画を 13,562t 下回った。これは尾鉍中の酸浸出可能銅含有量が想定よりも低かったことが影響した。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1990, pp. 122-123.

(SX-EW 法)の大規模商業化に成功したが、この方法によって生産される銅地金量は当時(1980年代末)のザンビアの銅地金生産量の約20%を占め、そのコストは30c/lb以下であったと言われている³⁴⁰。同プラントの完成は、銅生産量の維持と生産コストの引き下げに大きく貢献したと言えよう。

4) 操業中の選鉱所から供給される尾鉱は比較的処理しやすいが、その量は鉱山の鉱石生産量の影響を受けた

低品位尾鉱浸出プラントでは、操業中の選鉱所からの尾鉱と過去に堆積した尾鉱の双方を処理していたが、鉱石の銅品位や性状には違いがあり、その違いが処理のしやすさや生産性に大きく影響を与えていた。操業中の選鉱所からの尾鉱は採掘場所や選鉱所の処理の過程でどのような性状か分かっているが、過去の尾鉱のそれが不明であったり、採掘時期や場所が異なるため性状が一定しないなど操業中の選鉱所からの尾鉱よりも処理が難しかったと考えられる³⁴¹。他方、操業中の操業中の選鉱所からの尾鉱は、鉱山の鉱石生産量の増減に左右されるため、鉱石生産が減少すると選鉱工程で発生する尾鉱の量も減少し、その尾鉱を原料とする低品位尾鉱浸出プラントの銅生産量もその影響を受けた。

(5) 高品位浸出プラント

1) 1980年初頭に生産量は、鉱石量の減少、鉱石性状の変化と設備の不具合によって、5万t/年に達したが、1980年半ばには2万t/年前後まで減少した

高品位浸出プラントは、1980年初頭に年間生産量(銅地金量)は5万t/年に達したが³⁴²、徐々に減少して1980年半ば以降は2万t/年前後まで低下した³⁴³。その原因は、精鉱の受入

³⁴⁰ Keith R. Suttill(1989), "Solvent Extraction, A Key in Maintaining Copper Production, Second Generation Reagents Improve Efficiencies and Costs", *Engineering and Mining Journal*, September 1989, pp. 24-26.

³⁴¹ 低品位尾鉱浸出プラントでは、操業中の選鉱所からの尾鉱と過去に堆積した尾鉱の双方を処理していたが、1988/89年度(1989年3月31日締め)の年間銅生産量(酸浸出可能銅含有量)は、操業中の選鉱所の尾鉱は計画を12,230t上回り、過去に堆積した尾鉱は計画を27,030t下回った。
"Central Africa Zambia", *Mining Annual Review*, Mining Journal 1990, pp. 122-123.

³⁴² 1981/82年度(1982年3月31日締め)の高品位浸出プラントの年間銅生産量は50,398tで前年度52,594tからわずかに減少した。

"Central and East Africa", *Mining Annual Review*, Mining Journal 1983, p. 404.

³⁴³ 1983/84年度(1984年3月31日締め)の高品位浸出プラントの年間銅生産量は38,119tであった。精鉱の受入れ量が少なかったこと、交換部品不足が原因であった。また、プラント改修工事が開始された。(1983/84年度; 1984年3月31日締め)

"Central Africa Zambia", *Mining Annual Review*, Mining Journal 1985, p. 431;

"The Mineral Industry of Zambia", *Minerals Yearbook*, USGS 1984, p. 926;

1984/85年度(1985年3月31日締め)の高品位浸出プラントの年間銅生産量は、精鉱の受入量の減少と品位低下により30,733tと前年度の38,119tから減少した。

"Central Africa Zambia", *Mining Annual Review*, Mining Journal 1986, p. 406;

"The Mineral Industry of Zambia", *Minerals Yearbook*, USGS 1985, p. 977.

量の減少と品位低下、特に硫酸に溶解可能な銅の品位が低下したことに加えて³⁴⁴、脱水装置の残渣ドラムフィルターの状態不良とその設備更新の遅れであった³⁴⁵。

2) 鉱山で採掘される鉱石の性状の変化や品位低下が、その後の工程を左右した

1980年代の高品位浸出プラントの生産状況の悪化は、鉱山の鉱石生産量と生産される鉱石の品位低下や性状の変化が鉱石を処理する後工程の生産状況に悪影響を及ぼすことを示している。

ザンビアは内陸国であるために銅を精鉱（鉱石）のまま海外へ輸出することは港まで2,000km近くを陸路で輸送しなければならず、銅品位2～3%の鉱石をそのまま輸出すれば90数%は価値のない岩石を輸出することを意味しており、経済的に産業として成り立たない。そこで、ザンビアの銅産業にとって国内の鉱山で採掘された銅鉱石を国内で製錬して銅品位99%以上の銅地金にして輸出することが不可欠であった。そのために、ザンビアの銅産業は近代的な銅産業が始まったところから鉱山採掘から選鉱・製錬まで、鉱石採掘から地金生産までを一貫して行う垂直統合が形成されていた。鉱山生産とそれ以降の工程の処理能力が均衡している時にはこの垂直統合は効率的で経済的に最適に機能していたが、鉱山とそれ以降の工程の均衡が崩れるとそのギャップが生産能力不足や設備過剰状態として現れて生産性を低下させてしまった。ザンビア銅産業はこのような微妙なバランスの上に成り立っていたことが分かる。

1985/86年度（1986年3月31日締め）の高品位浸出プラントの年間初生銅生産量は、精鉱の受入れ量が少なかったために18,695tと前年度の30,733tから大幅に減少した。*

“Central Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1987, p.406.

³⁴⁴ 1986/87年度（1987年3月31日締め）の高品位浸出プラントの年間初生銅生産量は、前四半期の酸浸出可能銅が計画よりも低品位のため、22,654t前年度の18,695tは上回ったが、計画を813t下回った。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1988, p.385;

酸化鉱は、一般的には硫酸で溶解して銅を硫酸銅として抽出する（浸出）が、処理する鉱石中に酸化鉱とともに硫酸では溶解しない銅鉱物や硫酸を消費するような鉱物（この鉱物が硫酸に溶けてしまうことで、本来、溶かしたい銅が溶けなくなる）が混入すると、銅の浸出量が少なくなり、生産性が下がる（筆者意見）。

³⁴⁵ 1987/88年度（1988年3月31日締め）の高品位浸出プラントの年間初生銅生産量は、残渣フィルタードラムの状態の悪さ（1988-89年第2四半期に垂直ベルトフィルター交換予定であったもの）が影響して、18,940tで前年度の22,654tを下回り、計画を4,869t下回った。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1989, p.A123;

1988/89年度（1989年3月31日締め）の高品位浸出プラントの年間初生銅生産量は、20,041tで前年度の18,940tを上回った。年度の前半は、残渣ドラムフィルターの状態不良により、予定量を下回ったが、7月に垂直ベルトフィルターの導入により、処理に適さない鉱物の混入を削減することができたことにより改善した。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1990, pp.122-123.

第4節 その他地区

(1) チャンビシ/チブルマ地区

1) 国有化前(1960年代まで)

チャンビシ銅鉱床は、チブルマ地区として1899年に銅硫化鉱石と銅酸化鉱石の双方が発見され、1928年に開発を開始したが、1931年には世界景気の後退により、近接するムフリラ銅鉱山に操業を集中するために操業を休止した。その後も探査は行われ、1962年に露天採掘鉱山として再開が決まったが、剥土比が高く、低品位硫化鉱が多かったことから経済的に開発できるかは微妙だった(鉱量は、硫化鉱10.1百万t、酸化鉱3.1百万t)。低品位硫化鉱と酸化鉱を処理するために焙焼浸出電解採取法(R. L. E ; Roast Leach Electrowin)³⁴⁶が採用された。

また、チャンビシ銅鉱山の鉱石には銅のほかにコバルトも含まれ、プラントで焙焼・浸出した硫酸銅溶液中にはコバルトも溶解していたことから、コバルトを回収できるようにプラントの改造が行われ、1969年からコバルト水酸化物³⁴⁷の生産を開始した³⁴⁸。

2) 一部国有化期(1970年代)

その後、チブルマ銅鉱山、バルバ銅鉱山からもコバルトを含む鉱石が採掘されて、RCMのコバルト年間生産量(地金量)は1978年には3,000tに達した。当時、チャンビシ地区のR. L. CプラントはRCM唯一のコバルト回収プラントであった。他方、NCCMもロカナ地区コバルト回収プラントを持っており、そこでもチャンビシ銅鉱山のコバルト鉱石からコバルトを年間700t生産していた³⁴⁹。コバルト回収方法に関して検討が行われ、既に類似の技術

(R. L. C) がつかわれており経験のある技術者もいること、既存の設備が転用できて初期コストを抑えられること、基本的なインフラが整っており、更に拡張の可能性があることなどを理由として、チャンビシ地区にコバルト金属(年間2,400t)と銅地金(年間21,000t)を回収するプラントの建設計画が1975年に決定された³⁵⁰。コバルト回収プラントの物質収支計算にはコンピューターシミュレーションが導入されて最適化が図られた³⁵¹。コバルト回収プラントへの拡張工事の投資予定額は35百万米ドルであった³⁵²。

チャンビシ銅鉱山は、1978年12月で上部鉱体の採掘を目的とした露天採掘鉱山の操業を

³⁴⁶ そのままでは硫酸に溶けない低品位硫化鉱を焙焼して硫酸に溶ける銅硫酸塩鉱石に変換したあと、酸化鉱と同様に硫酸で溶解し、その銅の溶解した液(硫酸銅溶液)から電気分解により銅を回収する方法。

³⁴⁷ コバルトを含む硫酸銅溶液のpHを調整することによって、コバルトを水酸化物の形で沈殿させて脱水したもの。

³⁴⁸ A Aird, R. S. Celemer and A. V. May (1980), "New cobalt production from R.C.M.'s Chambishi roast-leach-electrowin process", *Mining Magazine*, October 1980, p.320.

³⁴⁹ A Aird, R. S. Celemer and A. V. May (1980), p.321.

³⁵⁰ A Aird, R. S. Celemer and A. V. May (1980), p.321,323.

³⁵¹ IBM社のシミュレーション言語、CSMP IIIが使用された。*Mininig Magazine*, October 1980, p.323.

³⁵² "Zambia", *Engineering and Mining Journal*, July 1978, p.137.

終了した³⁵³。事故で減産したムフリラ坑内採掘鉱山の代替として増産したため枯渇時期が早まった³⁵⁴。露天採掘鉱山に代わる坑内試掘鉱山の開発は 1969 年から開始された。開発当初の埋蔵量は 38.31 百万 t、平均鉱石銅品位は 2.90%であった。坑内採掘の拡張のため、巻上げ機等の地上施設整備や鉱石等運搬にベルトコンベアや坑内で軌道を敷設しない無軌道採掘が導入され、採掘方法にはルーム・アンド・ピラー法やオープンストローピング法などが用いられ、1974 年から採掘が開始され、1976 年には立坑 (No. 3 Shaft) は坑内採掘鉱山の最深部の地下 1,021mに到達した³⁵⁵。

3) ZCCM 設立期 (1980 年代)

鉱石採掘量は、1980 年代前半は 200 万 t/年・銅品位 1.5%台を維持、1981 年度に終掘した露天採掘の減産分を坑内採掘が補ったが、交換部品や施設老朽化により鉱石生産は選鉱・製錬には不足する状況が続いた。鉱山の深部開発に 22.5 百万米ドルが投資された。選鉱所では、深部開発による品位低下を選鉱段階での回収率向上で補うためコンピューター管理を導入して鉱石粉碎・浮遊選鉱の最適化を図られていた³⁵⁶。

1980 年 1 月段階で、コバルト回収プラントの操業は軌道にのり、RCM のコバルト地金は全てチャンビシ地区で生産されるようになった³⁵⁷。銅価格下落を副産物のコバルトの回収で補うため 1980 年代前半に積極的な投資が行われたが、資機材不足が阻害要因となった。製錬所の排ガスから硫黄を回収して硫酸を製造する硫酸工場が稼働し、浸出工程への硫酸の供給と環境対策に貢献した。コバルト回収では、新処理設備のイオン交換塔と不純物を除去する真空製錬炉の導入で回収率向上が図られたが、製錬所では反射炉、排熱ボイラーの導入で問題が発生していた³⁵⁸。

(2) コンコラ地区

1) 国有化前 (1960 年代まで)

同地区のコンコラ坑内採掘鉱山は、1957 年に生産を開始した。当初から坑内水の排水が課題となっていたが、1960 年代末には年間採掘量 2 万 t 弱に達し、鉱石銅品位は 3%台で推移した³⁵⁹。鉱石はンチャンガ/チンゴラ地区で浸出処理或いはロカナ地区で製・精錬されて

³⁵³ 露天採掘場の大きさは長径 1,300m、短径 630m、深さ 235m。採掘量は鉱石 18.9 百万 t、岩石等 132.3 百万 t であった。”Chambishi Mine, Zambia”, *Mining Magazine*, April 1981, pp.293-295.

³⁵⁴ *Mining Yearbook of Zambia 1972*, Mindeco, p.7,22; *Mining Yearbook of Zambia 1975*, Mindeco, p.7, 23; *Mining Yearbook of Zambia 1976*, Mindeco, p.8,9,23; *Mining Yearbook of Zambia 1978*, Mindeco, p.6,9,26.

³⁵⁵ “Chambishi Mine, Zambia”, *Mining Magazine*, April 1981, pp.295.

³⁵⁶ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1982 pp.440, 1983 p.405, 1984 pp.390-391, 1985 p.432, 1986 p.407, 1987 pp.406-407, 1988 p.386, 1989 p.A124, 1990 p.123.

³⁵⁷ “Zambia An Acid Requirement”, *Mining Journal*, August 29, 1980, p.164.

³⁵⁸ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1982 p.440, 1983 p.405, 1984 pp.390-391, 1985 p.432, 1986 p.407, 1987 pp.406-407, 1988 p.386, 1989 p.A124, 1990 p.123.

³⁵⁹ *Mining Yearbook of Zambia 1969*, Mindeco, pp.9,33.

いた。コンコラ銅鉱山の坑内排水量と銅生産の推移を図 12 に示した。

2) 一部国有化期 (1970 年代)

1970 年代の年間鉱石採掘量は 1.5～1.8 百万・鉱石銅品位 3.2%前後で推移した。坑内排水対策として、坑内へのポンプ座の設置や立坑を連結した排水システムの導入などの措置を講じていたが、排水量は 40 万 m³/日程度と大量であった。他方、埋蔵量獲得のため探鉱活動は積極的に継続されていた³⁶⁰。

3) ZCCM 設立期 (1980 年代)

坑内採掘は、水抜き用の先進ボーリング等の対策の結果、排水量が 1980 年代前半の 40 万 m³/日から 1980 年後半には 30 万 m³/日台に減少した。その成果もあり、年間鉱石採掘量は 1.5 百万 t 前後・鉱石銅品位 2.8%前後を維持していた。鉱石採掘量は、立坑 No. 1 は順調だったが、立坑 No. 3 では減少していた。露天採掘はトラックの輸送能力が足りず剥土(鉱石層上部の土砂の除去)作業が目標を下回った。選鉱所は、立坑 No. 3 の減少が影響したため、銅の回収が優先されたが、精鉱生産は当初 5 万 t/年弱から 3 万 t/年台(精鉱中銅量)まで減少した。鉱床延長把握のための地表・坑内探鉱が積極的に行われた。カンサンシ銅鉱山では鉱化作用を確認、年間鉱石採掘量は酸浸出可能鉱石と硫化鉱を合わせ 30 万に達した³⁶¹。

1990 年代になると、積極的な探鉱の結果、コンコラ深部 (Konkola Deep、1995 年時点の埋蔵量は 297 百万 t・銅品位 3.6%) の開発が具体的に議論されるようになった。政府は ZCCM による経営維持のため外資に投資・資金援助を依頼するが直ちに撤回、国有化前の 2 大鉱山企業グループの 1 社で ZCCM 設立後も少数株主として ZCCM の株式を子会社を経由して保有していた南アフリカ系鉱山会社アングロ・アメリカン社は民営化の中心的な企業とみられていたが、同社はそれとは別に独自に開発の可能性を検討していた³⁶²。

³⁶⁰ *Mining Yearbook of Zambia 1972*, Mindeco, p. 5, 22., *Mining Yearbook of Zambia 1975*, Mindeco, pp. 3, 4, 23; *Mining Yearbook of Zambia 1976*, Mindeco, pp. 3, 4, 23; *Mining Yearbook of Zambia 1978*, Mindeco, pp. 3, 4, 26.

³⁶¹ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1982 pp. 438–439, 1983 p. 405, 1984 p. 391, 1985 p. 432, 1986 p. 407, 1987 p. 407, 1988 p. 385, 1989 p. A123, 1990 p. 123.

³⁶² “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1992 p. 117, 1993 p. 178, 1994 p. 138, 1995 p. 144, 1996 p. 145, 1997 pp. 142–143, 1998 p. 174;
“What’s Happening in Zambia?”, *Engineering and Mining Journal*, March 1992, p16E–F.

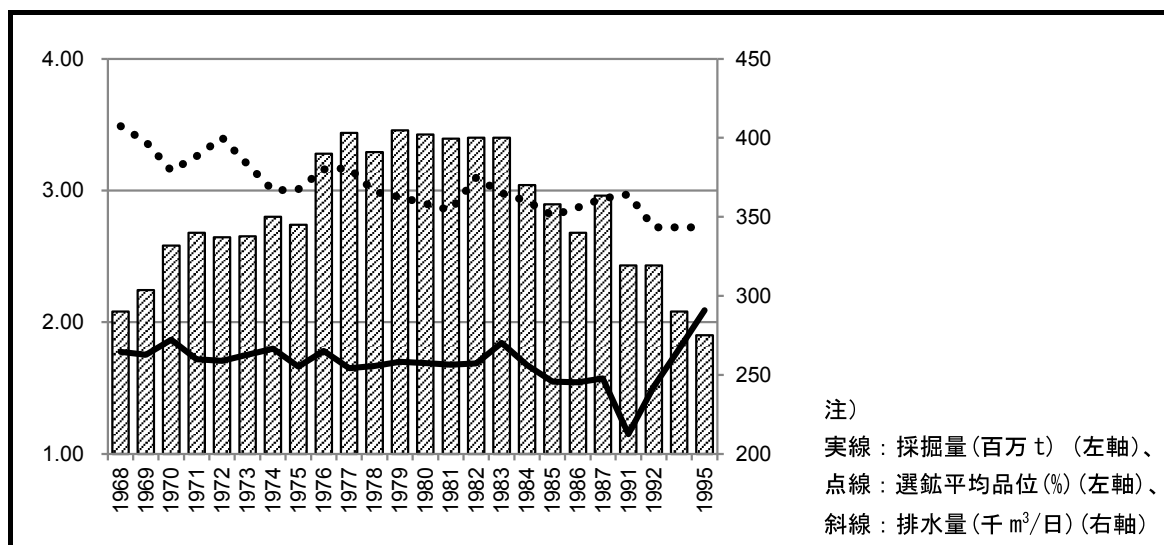


図 12. コンコラ坑内採掘鉱山の採掘量と排水量の推移

出典) *Mining Journal*, *Mininig Yearbook* (Zambia Government) 基に作成。

第5節 小括

(1) Nチャンガ地区

1) 国有化前(1960年代まで)

1960年代は堅調な銅需要を受けて生産は増加傾向にあったが、人件費、材料費、輸送費等の上昇が原因となって生産コストは上昇した。しかし、銅価格が堅調であったことから、採算は維持されていた。他方、Nチャンガ坑内採掘鉱山の鉱石の銅品位は低下傾向にあったことから、銅地金生産量を維持するためには鉱石採掘量とそれを処理する選鉱能力の増強が必要になった。鉱石採掘量増加のためにNチャンガ露天採掘鉱山の拡張投資が進められ、その鉱石を処理するための選鉱所が新たに設置されるなど設備が増強された。鉱石採掘量が増加するに伴い、経済的に処理しにくい低品位鉱石が増加した。特に低品位酸化鉱石の貯鉱量が増加した。それを処理するための低品位酸化鉱浸出プラント・プロジェクトが進められた。

このように、同地区では銅需要の増加に応じて生産量を増加させ、他方で鉱山の鉱石品位に対応するために鉱石採掘量を増加し、鉱石採掘量を増加するために露天採掘鉱山を拡大し、その増加する鉱石を処理するために選鉱所以降の鉱石処理工程の能力が拡張されたことに見られるように鉱山における諸状況の変化に対応することによって銅増産傾向・銅価格高騰の環境下で銅生産体制の最適化が達成されていた。このことが後の銅減産傾向・銅価格下落の環境下では生産性の低下やコスト高の原因になったと考えられる。

1960年代の同地区は操業上の課題はあったが、それらは著しい生産障害とはなっておらず、生産も増加傾向にあり、それを可能にする設備投資も積極的に行われていた。諸問題が顕在化しなかった要因には、諸問題を技術的に解決することのできる技術者がいたこと、また、銅需要が堅調で銅価格が高騰していたために財務面や資金繰りに困り投資が鈍るようなことがなかったと考えられる。

また、1960年代までは、アングロ・アメリカン社系のNCCMとアマックス社系のRSTの2大鉱山企業グループがザンビアの銅産業を支配していた時期ではあったが、鉱山自体も鉱山を取り巻く環境に関わる諸問題そのものが後の1970年代、1980年代に比べて深刻なものはなかったことも鉱山経営が順調であったことの背景にあった。それ故に、政府にとって銅産業への関与は魅力的に映り、独立後の世論に押されて銅産業を国有化したいとの「誘惑」が強く働いたとも言えよう。

2) 一部国有化期(1970年代)

1970年半ば頃から、坑内採掘鉱山、露天採掘鉱山ともに、採掘深度の地下深部化や鉱石の銅品位低下傾向など操業条件は難しさを増していたが、生産レベルは維持していた。1970年代後半から末にかけて、部品不足と技術者不足が顕著となり、1970年末頃にはチンゴラ露天採掘は鉱石の枯渇が近づき、中小露天採掘鉱山では諸問題から生産の継続が困難になるなど、生産障害が徐々に深刻化していった。

選鉱所は、1960年代末の処理能力拡大により1970年代前半は鉱山の鉱石生産能力と選鉱所の鉱石処理能力とは均衡し、操業状態は良好であったが、1970年代半ば以降は、鉱石の

性状の変化、交換部品の不足により設備のトラブルが多発して操業に影響、処理目標を達成できない状況が発生していた。

また、1960年代の鉱石採掘量の増加に伴って増加していた経済的に処理の困難な低品位酸化鉱石を処理するために、当時、実用化が始まった硫酸と有機溶媒を用いた溶媒抽出電解採取法（SX-EW法）によって低コストで銅を回収する低品位尾鉱浸出プラントの段階的な導入が行われた。同プラントで必要となる硫酸も同じ企業グループのロカナ製錬所の新規硫酸工場からの調達で賄われた。ここでも積み上がっていた低品位酸化鉱石の処理による銅回収、新技術導入によるコスト削減、製錬所の硫黄酸化物除去（環境対策）と硫酸製造・プラントへの供給とプロセスの最適化が図られていた。

1970年代は、諸問題は深刻になっていたが、何とか生産規模を維持していた。また、低品位尾鉱浸出プラントの立上げと順調な進捗、コバルト探査開始など生産コスト改善の取り組みが行われ、概ねその効果が得られていた。更に、1970年代にはコバルトを目的とした探査活動が活発化し、1970年代後半からはンチャング露天採掘場底面でも探鉱が積極的に行われて新たな埋蔵量が獲得されていった。しかし、1970年代後半以降は、部品不足と技術者不足が顕著となり、生産に障害が生じてきた。1970年末、資金不足から投資が先送りされる事態が発生していた。

1970年代は、品位低下などの鉱山自体の問題に加え、石油危機とそれによる生産コストの上昇、銅価格の下落、度重なる輸送障害とその長期化など、鉱山を取り巻く環境の変化が大きく影響し、輸送障害は生産物である銅の輸出減少以上に生産に必要な交換部品や消耗品の不足となって生産の障害となった。

鉱山経営の経験豊富な民間企業にとってもこの環境の変化への対応は困難であったが、そのような時期に鉱山会社の株式を51%取得する国有化（1970年）、更に、マーケティング等契約の解約によって自らが鉱山経営に乗り出す（1975年）ことを選択した政府の決断は、結果として、後の国有鉱山会社が経営難を背負うことの始まりであったとの見方もできよう。

3) ZCCM 設立期（1980年代）

チンゴラ坑内採掘鉱山は、1980年代初頭までは年間鉱石採掘量、銅品位を維持していたが、ZCCM 設立頃からは品位低下や機材の交換部品の不足が顕在化し始め、開発が遅れるようになった。ンチャング露天採掘鉱山は鉱石銅品位の低下を補うために採掘量を増加する必要があった。そのため剥土量は増加したが、露天採掘の技術者は不足していた。他方、1980年代半ばには、露天採掘鉱山ではダンプトラックの燃料をディーゼル油から電気に変え、大型重機を借入金により導入して、燃料コスト削減と運搬効率向上を図り、採掘量減少に対応した。

選鉱所では、交換部品不足の改善のためのメンテナンス管理システム導入や生産性の向上のため最新設備（カラム浮遊選鉱機）導入が進められ、更に、コバルト回収に対応して設備投資が行われた。

低品位尾鉱浸出プラントは、資材不足が影響したが一定量の生産規模を維持し、資金調達

難で凍結された再拡張計画の第 3 段階はプロジェクト・ファイナンスで事業費を調達し、1980 年代半ばに操業を開始した拡張プラントは生産量維持に貢献した。

1980 年代は、銅価格低迷による銅の収益性の低下を補うコバルト探鉱開発・回収が積極的に進められ、低品位尾鉱浸出プラントは拡張されて生産量の維持と生産性の向上に一定の貢献をしていた。しかし、比較的好調な低品位尾鉱浸出プラントにおいても、処理困難な鉱石の増加、品位低下、輸送障害、資機材不足、人材不足、資金不足等の 1970 年代から続く諸問題の多くは根本的には解決されていなかった。1980 年代は新たな収益源は順調に推移したが、不採算部門の合理化は十分ではなかった。

このように国有鉱山会社全体の経営悪化がより深刻化していた時期にあっても、収益性の高い事業は存在しており、それらを中核資産として事業を展開できれば国有鉱山会社としての可能性はあったかもしれない。しかし、国有鉱山会社の性格上、不採算部門を切り捨てる（民営化＝売却）ことは政府自らは実行困難であったと思われる。

（２）その他地域

チャンビシ鉱山が最初に発見されたのは、1900 年初頭であったが、鉱体の規模、品位、鉱石の性質から、いずれの時期においても経済性において微妙なところにあった。そのため開発と中断を繰り返してきた。そのチャンビシ鉱山が注目されたのは 1970 年代にコバルトを回収できるようになったことである。これは技術の進歩、コバルト需要の伸びと価格上昇によるところが大きい。精鉱生産に適さない鉱石処理の長年の技術開発とそれによる技術伝承があったことは特筆すべきことであった。

コンコラ鉱山は 1950 年代の操業開始以来、大量の坑内水の排水が課題であり、ポンプの増設、水抜きボーリング等の対策を長年講じながら一定レベルの鉱石生産を行ってきた。そのことは単にコンコラ鉱山の操業を維持してきただけでなく、民営化後、開発されたコンコラ深部鉱山（Konkola Deep mine）の開発に活かされたと考えられる。

第4章 ザンビア銅産業の国有化と ZCCM の事業の実態 —ムフリラ地区—

本章では、ザンビア銅産業の国有化前（1960 年代まで）、一部国有化期（1970 年代）、第 ZCCM 設立期（1980 年代）の時期毎に、ムフリラ地区の生産工程；採掘（ムフリラ坑内採掘鉱山）、選鉱（選鉱所）、製錬（製錬所）、精錬（精錬所）に沿ってその実態を把握した。

第1節 国有化前（1960 年代まで）

（1）ムフリラ坑内採掘鉱山（Mufulira underground mine）

1）1960 年代、ムフリラ坑内採掘鉱山は増産傾向にあった

1960 年代後半、世界的な需要増加傾向と銅価格上昇の環境下にあつて、RST グループ（Roan Selection Trust Group）の鉱山は増産体制にあつた。1967/68 年度（1968 年 6 月 30 日締め）の場合、銅生産量（鉱石中銅含有量）は 205,042t（1966/67 年度は 149,840t）、内訳は、ムフリラ坑内採掘鉱山が 161,243t（118,392t）、チャンビシ鉱山が 19,910t（13,807t）、チブルマ鉱山が 23,889t（17,641t）であつた³⁶³。

ムフリラ地区は、1963 年当時、米国企業アマックス社の子会社 RST グループのムフリラ銅鉱山会社（Mufulira Copper Mines Ltd.）が操業していた。1963 年 6 月 30 日までの 1 年間の生産量は 129,550t で生産能力の 85% で前年から 113,570t 減少であつたが、これは 10 週間のストライキの影響によるもので³⁶⁴、1960 年代のムフリラ地区の生産は良好であつた。

しかし、ローデシア（現在のジンバブエ）が一方的な独立したことでザンビアと同国との関係が悪化し、ローデシアのワンキエ炭鉱から輸入していたコークスが値上がりし（ローデシア政府はザンビアへの石炭輸出に対して、石炭 1 トン当たり £5、コークス £8 の輸出税を課した³⁶⁵）。また、ローデシア経由の輸入原油も値上がりするなど製錬所で使用する燃料供給が不安定になった。その後、燃料供給は一時的に改善することはあつたが、生産コストは 1964 年の £231/t から 1967 年の £313/t へと急上昇した。他方、銅価格は米国生産者価格から LME 価格へと基準価格が変わり、米国国内の鉱山ストライキもあつて、銅価格は 1964 年の £231/t から 1967 年の £411/t へ上昇した。

そのため銅生産量は減少し、生産コストも急上昇したが、銅価格が堅調であつたため、鉱山会社（RST）の収益水準は概ね維持されていた（1965 年は £21,187 千が 1967 年は £24,250 千であつた）。

1960 年代半ばの RST の銅の生産量、平均コスト、税引き前利益、平均銅価格を表 55 に示した³⁶⁶。

³⁶³ “RST Review”, *Mining Journal*, November 21, 1969, pp.472-474;

“RST Record and Problem”, *Mining Journal*, November 21, 1969, p.477.

³⁶⁴ USGS 1963, “The Mineral Industry of the Federation of Rhodesia and Nyasaland”, *Minerals Yearbook 1963*, p.1045.

³⁶⁵ “Fuel in the Crisis”, *Mining Journal*, 1965, December 24, p.459.

³⁶⁶ “Roan Selection and Rising Costs”, *Mininig Journal*, Novewmber 24, 1967, p.404.

表 55. 1960 年代半ばの RST の銅の生産量及び生産コスト

年度(6 月 30 日締め)	1964	1965	1966	1967
銅販売量(ロング・トン)	255,922	274,938	282,652	232,285
1 トン当たりの銅販売価格(£)	231	251	304	411
1 トン当たりのコスト(£)	166	183	223	313
1 ポンド当たりのコスト(USc/lb)	21.1	23.3	28.3	39.8
税引き前利益(£000)	17,422	21,187	25,502	24,250

注) £ = Pound sterling、ザンビア・ポンドは 1964 年から 1968 年流通、ローデシア・ポンドと同価。

1967 年までは £ 1 = 2.8 米ドル、1968 年以降は £ 1 = 2 クワチャ (Kwacha)。

出典) “Roan Selection and Rising Costs”, *Mininig Journal*, November 24, 1967, pp. 408-409. に加筆。

2) 1968 年頃、鉱山の再拡張 (162,000t/年から 187,000t/年) の投資が行われた

RST グループの鉱山が増産体制にあるなか、1960 年代、ムフリラ坑内採掘鉱山の年間採掘量は拡張されていった。1950 年代半ばの銅年間生産能力 10 万 t 規模であったが、約 10 年間に 32 百万クワチャが投資されて³⁶⁷、1960 年代半ばには 12 万 t ~ 15 万 t 程度まで増加した³⁶⁸。更に、1968 年には 9 百万クワチャが投資されて、年間生産能力(精錬銅量)は 162,000t/年から 187,000t/年へ拡張され³⁶⁹、その結果、年間生産量は 1960 年代末には 18 万 t 弱、1970 年初頭には約 19 万 t まで増加した³⁷⁰。RST は更に £ 65 百万を投資して、同社の銅年間生産能力を 215,000t から 315,000t へ引き上げるため再拡張を計画、その内訳は、新規鉱山資産 £ 25 百万、探鉱その他に £ 15 百万、資産更新 £ 25 百万となっていた³⁷¹。

鉱石採掘量も、1960 年代半ばの約 7 百万 t (銅鉱石銅品位は 2.5%程度、精鉱中の含有銅

³⁶⁷ Mufulira 鉱山の年間生産能力を 162,000t から 187,000t へ更に拡張する計画がある。投資額は K9 百万 (1K=1.4 米ドル) と見込まれていた。1956 年の銅年間生産能力 100,000t から 1968 年の水準まで、約 K32 百万が投資されている。

“Triple Records by R. S. T.”, *Mininig Journal*, November 22, 1968, p. 410.

³⁶⁸ 1966/67 年度 (1967 年 6 月 30 日締め) の Mufulira 坑内採掘鉱山の年間生産量 (含有銅量) は 118,392t (前年度 150,500t) であった。そのほかに精鉱 (精鉱中の含有銅量) 22,600t が貯鉱された。

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1968, p. 301.

³⁶⁹ “Zambia”, *Mining Journal*, November 22, 1968, pp. 393-396

Mufulira 鉱山は、1969 年当時、約 K9 百万を投資して銅鉱石年間生産能力を 162,000t/年から 187,000t/年へ拡張する計画を実施していた。また、K6 百万を投資して、年間製錬及び精錬能力を 1971 年を目途に 175,000t から 226,000t へ拡張する計画も進めていた。

“RST review”, *Mining Journal*, November 21, 1969, pp. 472-474.

³⁷⁰ 1969/70 年度 (1970 年 3 月 31 日締め) の Mufulira 坑内採掘の年間生産量 (精鉱中含有銅量) は、173,736t (前年度 176,731t) であった。Peterson 立坑は地下 3,500L まで、No. 11 及び No. 14 立坑は新規の破碎機を設置した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1971, p. 347;

1971 年 1 月までに年間採掘量を 108,862 t (120,000st) 増加して 725,744 t (800,000st)、鉱石品位は 2.48%にしたことで、銅年間生産量は 25,400 t (25,000Lt) 増加の 189,992 t (187,000Lt) との見込みであった。*Mining International yearbook*, Financial Times, 1970, p. 418.

³⁷¹ “Roan Selecteions Profits and Problems”, *Mining Journal*, May 10, 1968, p. 388.

量は 12 万 t～15 万 t 程度)³⁷²から、1971 年頃までに 10 百万 t に達する拡張計画が進められた³⁷³。

3) 生産性の向上を図るために、低コストの坑内採掘法（ブロックケービング法、サブレベルケービング法）が採用されていた

ムフリラ坑内採掘鉱山では、規模の拡大と並行して、採掘の生産性の向上を図るために、低コストの坑内採掘法や、坑内採掘の機械化³⁷⁴、トラックレス・マイニング (Truckless mining; 無軌道採掘) (後述) などの新技術が積極的に導入されていた。

低コストの坑内採掘法としては、鉱体幅が比較的狭く急傾斜（傾斜角度は約 50%）の B-C 鉱体ではサブレベル法 (Sub-level cave; 鉱体を幾つかの層に分割して採掘する方法) を、A 鉱体ではオープンストーピング法（採掘後の空間をそのまま残す採掘法）が採用された。また、回収率は 85%（希釈率=15%=ズリ重量÷（ズリ重量+鉱石重量））、採掘品位 2.3%、採掘コストは K2.50（25 shillings）は満足のいく採掘成績であった³⁷⁵。

これらサブレベル法やオープンストーピング法などの採掘方法は、採掘跡の空間に砂やズリなどを充填したり、鉱石の一部を残して採掘跡の空洞を支える柱（鉱柱）として残したりしないで採掘後の空間をそのまま残す或いはその後の岩盤の崩落によって採掘空洞を陥没した岩石で充填することで安定させるため、鉱柱部分を鉱石として回収でき回収率を上げることができ、また、充填作業を行わなくて済むことなどの利点があった。

³⁷² 1965/66 年度（1966 年 6 月 30 日締め）の Mufulira 坑内採掘鉱山の年間採掘量は、7.73 百万ショートトン (short ton; st)、銅品位は硫化鉱 2.55%、酸化鉱 0.04% で、すべての鉱石は 1,400L、1,650L 及び 1,900L で採掘された。更に深部を開発中でパターンソン第 2 立坑 (Paterson No. 2 Shaft) は 2,650L から 3,500L までの開発準備中、坑内破碎機、積出し設備の設置等も進められた。

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1967, pp.354-355;

1966/67 年度（1967 年 6 月 30 日締め）の Mufulira 坑内採掘鉱山の年間生産量（含有銅量）は 118,392t（前年度 150,500t）であった。そのほかに精鉱（精鉱中の含有銅量）22,600t が貯鉱された。

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1968, p.301.

³⁷³ 1968 年に Mufulira 鉱山は年間生産能力（精錬銅）を 187,000t に拡張したことで、鉱石採掘量は 1971 年には 10 百万 t に達すると見込まれていた。

“Sub-Level Caving Methods at Mufulira Copper Mines”, *Mining Magazine*, 1969 p.319.

³⁷⁴ RST グループの主力の Mufulira 坑内採掘鉱山と Luanshya 坑内採掘鉱山について、1960 年代から採掘の機械化が検討されていた。同じ坑内採掘鉱山ではあったが、地質鉱床的には異なっており、Mufulira 坑内採掘鉱山は鉱体が厚くて鉱体周辺の岩盤も固かったため、地下に大きな空洞を維持できる環境にあり、機械化には向いていた。1960 年当時の Mufulira 坑内採掘鉱山では鉱柱或いは砂充填によるサブレベルケービング法による採掘がおこなわれていたが、採掘の機械化は採掘コスト削減と生産性の向上を目的として、地下に破碎施設を設置、大容量の鉱石運搬車両の導入、鉱石抜き出し距離の短縮を図った。そのために、採掘運搬車両 LHD (Load-Haul-Dump)、水圧式ドリル機（発破孔の削岩用）、掘り上がり削岩機 (Raiseboring) 等の最新機材が投入された。

B.M. Collinson (1972), “Underground Mining Mechanisation at Roan Consolidated Mines since 1965”, *Geologie en Mijnbouw*, Volume 51(3), pp.381-387.

³⁷⁵ “Sub-Level Caving Methods at Mufulira Copper Mines”, *Mining Magazine*, 1969 pp.319-323.

4) 坑内採掘の機械化、トラックレス・マイニング法の導入が積極的に進められた

トラックレス・マイニングは、従来の坑内に軌道 (truck) を敷設してトロッキ機関車に鉱石等を積む無蓋貨車を引かせていたものを、ゴムタイヤを装着したダンプトラックや重機をそのまま坑内に乗り入れて作業を行うもの。軌道の敷設は採掘場所の変更等の柔軟性に欠けていたが、トラックレス・マイニングは軌道の敷設の必要がなく、採掘場所の変更に柔軟に対応できた。一方で坑内車輛等にディーゼルエンジンを使用するものも少なくなく、排気計画が重要となった³⁷⁶。また、1969 年末までには坑内採掘におけるトラックレス・マイニングの割合を 75%から 90%に上げるとの方針が示されていた³⁷⁷。

1969 年当時 (1969 年 6 月 30 日締め) のムフリラ坑内採掘の機械化採掘率は、総採掘量の約 40%を占めていた。採掘方法別では、サブレベルケービング 31.7%、ブロックケービング (Block cave) 15.9%、機械化オープンストーピング (Mechanised open stopes) 17.9%などとなっていた。また、同年 3 月には、硬岩の堀上り方法として普及され始めた堀上り掘削機 (Robbine 61R) や坑内砕石機 (No. 11、14 立坑)、ベルトコンベアなど当時普及し始めた技術や設備が導入された³⁷⁸。

ムフリラ坑内採掘鉱山の更なる拡張が行われており、10 年前のグループの銅年間生産能力は 215,000t であったが、1968 年時点のそれは約 50%増加の 315,000t に達している。その間の投資額は £65 百万 (£25 百万が新規鉱山、£15 百万が探査及び非鉱山資産、£25 百万が既存鉱山の設備更新) であった。グループの生産能力を更に 350,000t から 400,000t まで拡張するためには £60 百万規模の投資が必要となった³⁷⁹。ムフリラ地区の鉱石生産状況 (坑内採掘) を表 56 に示した。

³⁷⁶ “Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1968, p.301.

³⁷⁷ “Sub-Level Caving Methods at Mufulira Copper Mines”, *Mining Magazine*, 1969 pp.319-323.

³⁷⁸ “Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1970, p.341.

³⁷⁹ “Roan Selection’s Profits and Problems”, *Mininig Journal*, May 10, 1968, p.388.

表 56. ムフリラ地区の鉱石生産状況（坑内採掘）

	鉱石量(百万 t)	銅品位(%)	銅含有量(t)	Co 品位(%)
1965/66 年度	7.01	2.55	136,531	
1966/67 年度			107,403	
1967/68 年度	7.57		169,644	
1968/69 年度	7.61	2.50	160,328	
1969/70 年度	5.62	2.47	166,262	
1970/71 年度	3.75	2.20	75,344	
1971/72 年度	5.12	2.12	96,352	
1972/73 年度	6.37	2.18	121,680	
1973/74 年度	7.06	2.19	128,545	
1974/75 年度	6.88	3.42	131,530	
1975/76 年度	6.70	2.15	123,680	
1976/77 年度	6.62	2.47	141,955	
1977/78 年度	6.35	2.37	128,200	
1978/79 年度	6.05	2.18	114,787	
1979/80 年度	4.53	2.10	85,842	
1980/81 年度	5.46	2.10	103,264	
1981/82 年度	5.42	2.07	112,256	
1982/83 年度	5.66	1.96	111,014	
1983/84 年度	4.64	2.10	97,482	
1984/85 年度	4.32	2.10	90,615	
1985/86 年度	3.59	2.07	74,313	
1986/87 年度	4.04	2.02	81,689	
1987/88 年度	4.52	2.11	95,224	
1988/89 年度	4.88	1.97	96,057	
1989/90 年度	5.05	1.97	99,505	
1990/91 年度	4.67	1.91	89,318	
1991/92 年度	3.24	1.84	59,616	
1992/93 年度	3.60	2.02	72,720	
1993/94 年度	3.14	1.81	56,762	
1994/95 年度	2.58	2.08	46,000	
1995/96 年度	2.77	2.33	64,566	
1996/97 年度	2.30	2.14	49,220	

注) 年度末は 6 月 30 日、斜体字は筆者が算出。

出典) Mining Annual Review, Mining Year Book of Zambia, Mindeco, 1969,1970,1972 1975,1976,1978 を基に作成。

（２）ムフリラ選鉱所

１）鉱石生産の増加に対応して 1960 年半ばから選鉱能力を拡大し、その為の設備投資も積極的に行われた

1960 年代半ば（1965/66 年度；1966 年 6 月 30 日締め）1965/66 年度；1966 年 6 月 30 日までの 1 年間）のは月間選鉱量 639, 583st で、選鉱量、回収率ともに前年度を上回る良好な状況であった。ムフリラ坑内採掘鉱山の生産増加に対応して、選鉱所の処理能力拡大のため破碎機や浮遊選鉱機などの設備投資も積極的に行われていた³⁸⁰。

２）1968 年の鉱石処理量は、1956 年開山以来で最高レベルに達した

1968 年 11 月の RST グループのブレイン会長（Sir Ronald Prain）の事業報告書は、選鉱所の月平均鉱石処理量が 1956 年の操業開始以来、最高に達したことを報告している³⁸¹。

（３）ムフリラ製錬所

１）鉱石生産の増加に対応して 1960 年半ばから製錬能力を拡大し、その為の設備投資も積極的に行われた。

1960 年代半ばの製錬所の稼働状況は満足いくもので³⁸²、製錬能力の拡張も積極的に図られ、1966 年 12 月までに製錬所の年間生産能力 180, 000t の拡張工事が完了した³⁸³。これは、1968 年に年間生産量（銅含有量）を 162, 000t から 25, 000t 増加して 187, 000t としたムフリラ坑内採掘鉱山の生産規模に対応したものとなっている。また、当時、製錬所の年間生産能力を更に 50, 000t 増加させるための調査実施と、1970 年代に製錬能力を 175, 000t から 226, 000t 増加するための電気炉等の導入計画（投資額 8.2 百万米ドル、建設期間 2 年間）が示されていた³⁸⁴。

２）1960 年代半ばにはローデシアのワンキエ石炭鉱山からの石炭輸入障害が発生した。

1960 年代初頭、独立前のザンビアとジンバブエはそれぞれ北ローデシア、南ローデシア

³⁸⁰ “Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1967, pp. 354-355.

³⁸¹ “Record Year by RST Sir Ronald Prain’s Review of Operations”, *Mininig Journal*, November 22, 1968, pp. 412-415.

³⁸² 1965/66 年度(1966 年 6 月 30 日締め)の製錬工程は前年度を上回る満足いくものであった。また、Luansha 地区、Chibuluma 地区に加え、新たに Chambishi 地区の精鉱を処理した。溶鉱炉 No. 1 と No. 3 は修繕作業中であった。“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1967, pp. 354-355.

³⁸³ 1966 年 12 月までに製錬所の年間生産能力 180, 000t の拡張工事が完了した。
“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1967, p. 237.

³⁸⁴ 1968 年に Mufulira 鉱山は年間生産量（銅量）を 162, 000t から 25, 000t 増加して 187, 000t とし、製錬所の年間生産能力を 50, 000t 増加させるための調査を 1968 年内に実施すると発表している。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS, 1969 p. 819;

1971 年 1 月までに製錬能力を 175, 000t から 226, 000t に拡大する計画であった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1970, p. 419.

として、北ローデシアは銅の供給地として、南ローデシアは製造業や農業と英国を宗主国とする植民地体制下で産業の分業が成り立っていた。そのため、製錬所で使用する電力の 7 割以上はカリバ (Kariba) 水力発電所、燃料用の石炭はワンキエ石炭鉱山からと、いずれもローデシアからの供給に依存していた。また、輸出入の大部分をローデシア経由の鉄道に依存していたことが、ザンビア銅産業にとって重要事項であった³⁸⁵。特に、ローデシアの一方的独立 (白人政権) 後、1970 年代には、これらは燃料、石炭、物資の供給障害とした大きな問題となった。

3) 石炭輸入が困難になり、1966 年には石油火力の熔鉱炉に変更した

製錬所では、従来、溶鉱炉の燃料は隣国ローデシアのワンキエ石炭鉱山から鉄道によって輸入していたが、1965 年にローデシアが一方的に独立により 1966 年半ばころからローデシアとザンビア間の鉄道の輸送能力は著しく低下し、また、ローデシアの一方的な独立に対する制裁措置にザンビアも参加したことから、1960 年代半ばから同石炭鉱山からの石炭輸入に障害が生じていた。

そのため、1966 年 12 月までに製錬所の年間生産能力 180,000t の拡張工事が完了したが、製錬所の溶鉱炉の燃料を供給障害のある石炭から石油に変更した³⁸⁶。当時の主要石炭輸入先であったローデシアからの輸入が困難になりつつあった当時の代替案の選択としては妥当であったが、その数年後の石油危機による原油価格の高騰の影響をより強く受ける要因、後の高コスト体質の原因の一つになった。

ローデシア国内のワンキエ石炭鉱山からの石炭の代替として、アンゴラのロビト港から輸入した石炭はワンキエ石炭鉱山の石炭価格 1 トン当たり £3 の 5 倍の価格になっていた³⁸⁷。その為、ムフリラ地区では、1966 年から石油火力設備を集中的に導入し (主に製錬所だと考えられる)、例年並みの生産を維持したが、重油の輸入量はワンキエ石炭鉱山からの石炭に換算すると 51,000 t 程度 (1966 年) であったが、コストは数倍であった。燃料コスト対策として、Wnakie 炭鉱から道路輸送や航空機による代替輸送も試みられた³⁸⁸。

しかし、1968 年 3 月に、RST は、製錬所用の石炭燃料不足を理由に 4 月からのグループ全体の精錬銅出荷量を 20% 減少すると の不可抗力宣言 (force majeure) を宣言し、ムフリラ製錬所の 3 基の反射炉 (reverberatory) のうち 1 基を停止し、1968 年前半の生産量を 10%、

³⁸⁵ “How Great is the Threat to Zambian Copper”, *Mining Journal*, 1965, November 5, pp.317-318.

³⁸⁶ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, *Mining Journal* 1967, p.237.

³⁸⁷ “RST results and prospects”, *Mining Journal*, November 24, 1967, pp.408-415.

³⁸⁸ Wnakie 炭鉱から道路輸送でローデシア国境に近いリビングストンまで石炭を輸送 (3 月～12 月間で 30,000 t) し、そこで石炭をストックして必要量を供給する方法や輸送コストが安閑なダルエスサラーム経由のルート、更には航空機 (RST が 2 機、ザンビア政府が 3 機) による銅輸出 (31,000 t) と必要資機材 (主に石油) (26,000t) の輸入も行われた。

“Sir Ronald Prain’s review RST results and prospects”, *Mininig Journal*, November 24, 1967, p.404;

“Rhodesian/Zambian Coal Lift Extended”, *Mininig Journal*, December 8, 1967, p.442.

15,000t 減少すると発表した³⁸⁹。また、RST は燃料の供給問題から製錬所の生産量を減少させたため、処理できない精鉱を南アフリカのパラボラ（Palabora）製錬所で処理した³⁹⁰。

4）燃料不足（ダルエスサラームからのパイプラインは当時未敷設）に陥った

石油輸入を安定的に低コストで輸入するために、輸入港であるタンザニアのダルエスサラーム港から銅ベルト地区のンドラまでのパイプラインが 1968 年末に完成した³⁹¹。また、燃料以外にも石炭は鉛亜鉛製錬における還元剤の用途もあったことから、ザンビア国内の石炭鉱山の開発も加速した。

（4）ムフリラ精錬所

1）1960 年代前半には、生産物における電気銅の割合が増加した

1960 年代初頭、銅ベルトの 1961 年の銅地金生産量は 560,000Lt から 18%増加の 660,000Lt となり、精錬能力は 450,000Lt から 33%増加の 600,000Lt となる。1964 年までの 4 年間で電気銅生産量は 461,000t から 547,000t へ銅地金（電気銅とカソード；銅純度 99%以上）に占める電気銅（銅純度 99.99%以上）の割合は 73%から 77%へと急速に増加していた³⁹²。

内陸国である同国は輸送コストを抑える観点から鉱石（精鉱）輸出ではなく地金輸出を行ってきたが、1960 年代には最終製品である電気銅（溶鉱炉で製造された粗銅：アノードを電解精製して純度の高い銅地金：電気銅或いは精錬銅という）の割合が増加していた。

2）鉱石生産の増加に対応して 1960 年半ばまでに精錬能力は拡大し、その為の設備投資も積極的に行われ、全ての鉱石を電気銅として生産することが可能になった

1960 年代初頭、RST はムフリラ精錬所のタンクハウス（Tankhouse；銅電解精製施設）の年間生産能力を 72,000lt 増加して 180,000lt（182,880t）にすると発表した。費用は£1.65 百万、1964 年半ばに建設は開始され、1965 年に完成した。これによって RST グループの全ての銅生産物は電気銅として生産される体制が整った。また、RST グループの年間電気銅生産量はンドラ精錬所の 115,000lt を含めて、合計 295,000lt となった³⁹³。

³⁸⁹ “Force Majeure for Zambian Copper”, *Mining Journal*, March 1, 1968, p.159.

³⁹⁰ “Roan Selection’s Profits and Problems”, *Mininig Journal*, May 10, 1968, p.388.

³⁹¹ “Sir Ronald Prain’s review RST results and prospects”, *Mininig Journal*, November 24, 1967, p.404;

“Rhodesian/Zambian Coal Lift Extended”, *Mininig Journal*, December 8, 1967, p.442.

³⁹² “All Electrolytic”, *Mining Journal*, January 7, 1965, p.3.

1963 年、北ローデシアの電気銅生産量は 438,893 t と記録的な量となった。電気銅生産量は急増しており、1963 年には銅生産量の 76.2%を占めるようになった。これは、1959 年から 18.5%増加であった。“The Mineral Industry of the Federation of Rhodesia and Nyasaland”, *Minerals Yearbook 1963*, USGS 1963, p.1042.

³⁹³ “All Electrolytic”, *Mining Journal*, January 7, 1965, p.3.

“RST Chairman Reviews operations in Zambia”, *Mining Journal*, 1965, November 26, p.398.

また、チャンビシ鉱山は選鉱所の新設により硫化銅鉱石の処理量が増加したことにより銅生産量（精鉱中銅含有量）が 18,000t 増加した。ムフリラ精錬所等も含めた拡張への投資額は投資額 4.6 百万米ドルであった³⁹⁴。

他方、1960 年代末頃、ムフリラ地区には、ムフリラ坑内採掘鉱山のほか、チブルマ銅鉱山（Chibuluma copper mine）及びチャンビシ銅鉱山からも精鉱が供給されていた。製錬所の年間生産能力は 180,000t であったが、精錬所（electrolytic refinery）の鑄造プラント（casting plant）の年間生産能力は 160,000t であったため、余剰のカソードはンドラ銅精錬所（Ndola Refinery）に送られ鑄造されていた³⁹⁵。

ムフリラ坑内採掘鉱山及び最終製品（電気銅）の生産がピークとなるのは 1970 年の坑内事故の直前であったが、この時の水準に対応して最適化されていた精錬所の生産能力は、後に、ムフリラ坑内採掘鉱山からの鉱石供給が不足すると過剰設備となってしまう、原料調達に苦勞することになった。

第 2 節 一部国有化期（1970 年代）

（1）ムフリラ坑内採掘鉱山

1）1970 年に事故、一時、採掘を停止したが、翌年には操業を再開した

1960 年代末頃までに、坑内採掘ではブロックケービング法やサブレベルケービング法などが導入されてコスト削減を図っていたが、1970 年 9 月に地表陥没とそれによって泥流が坑内に流入する事故が発生（死者 89 名）³⁹⁶、生産は一時中断し、当時、操業を行っていた RST 社は同年 11 月に契約先に対する銅供給量義務を果たせないことから不可抗力を宣言した³⁹⁷。1970/71 年度（1971 年 6 月 30 日締め）のムフリラ坑内採掘の年間採掘量は、1970 年の坑内事故の影響により、前年度 7.49 百万 t から 3.75 百万 t に減少、鉱石銅品位も前年度 2.51% から 2.20% に低下した。精鉱中含有銅量は、1970 年 9 月の坑内事故の影響から、前

³⁹⁴ “Mufulira Copper Mines Ltd.”, *Mining Year Book 1966*, Financial Times, p. 433;

“The Mineral Industry of Rhodesia, (South Rhodesia)”, *Minerals Yearbook*, USGS 1965, p. 881;

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1967, p. 354.

³⁹⁵ “RST”, *Mining International Yearbook*, Financial Times, 1971 p. 527.

³⁹⁶ 1970 年 9 月 25 日早朝、採掘跡の空洞（caving）の充填と鉱体への地表水の浸透を防ぐために使用されていた選鉱廃さい（mill tailing）約 25 百万立方 ft が、堆積場の地表部に突如生じた直径 320m、深さ 15m の陥没穴から坑内に流入し、Selkirk 立坑及び Peterson 立坑の 1,650ft から 2,650ft レベル間の坑内に多大な被害を与えた。この事故による死者は 89 名に及んだ。

“Disaster at Mufulira”, *Mining Journal*, October 1970, p. 285;

“Disaster at Mufulira”, *Mining Magazine*, November 1970, Vol. 123, No. 5, p. 379;

“Progress at Mufulira”, *Mining Magazine*, March 1971, Vol. 124, No. 3, p. 181.

³⁹⁷ 坑内採掘の再開には泥流を撤去と設備の再設置に多数月を要する見込み。地表にあいた直径 300ft の穴からの廃さいの坑内への流入を防ぐ対策を講じ、新規のスライムの坑内への注入を禁止した。同年 11 月には、契約量の銅を供給が不可能となったため不可抗力を宣言した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1971, p. 347.

年度 166,262t から 75,344t に大幅に減少した³⁹⁸。ムフリラ坑内採掘鉱山の陥没事故当時（1970 年頃）の断面図を図 13 に示した。

2) 1974 年には鉱石採掘量が対前年比増加に転じ、以降、600 万 t/年台・銅品位 2.3%前後で推移したが、事故前ピーク時の 700 数十万 t/年・同 2.5%前後を超えなかった

事故後、坑内の泥水をポンプで除去するなど³⁹⁹の復旧作業が進められ⁴⁰⁰、1970 年 11 月から部分的に生産（銅生産量 3,300t/月程度）を再開し⁴⁰¹、1971 年 1 月頃からは銅生産量は 5,000t/月程度まで回復⁴⁰²、東部地区深部に達するパターソン（Peterson）立坑を用いて 8,000t/月まで回復することが見込まれた⁴⁰³。なお、事故前の生産量は 13,500t/月、拡張計画では 16,000 t/月であった⁴⁰⁴ 1 年後の 1971/72 年度の年間鉱石採掘量は 5 百万 t 台（事故のあった前年度は 3 百万 t 台）⁴⁰⁵、1973 年頃には事故前の生産レベルの 80%程度まで回復したが、以降、生産量は 6 百万 t 台・鉱石銅品位 2.3%前後で推移し⁴⁰⁶、事故前ピーク時の年間採掘量 7 百数十万 t、銅鉱石品位 2.5%前後を超えることはなかった⁴⁰⁷。1970 年代末には鉱石生産量も銅品位も 1970 年代初頭に比べ大きく低下した⁴⁰⁸。他方、RCM グループの

³⁹⁸ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1972, p.345.

³⁹⁹ 826m レベルへの泥水汲み出しポンプの修理が完了し、No. 14 立坑の巻揚げ設備の作業が再開された。立坑への砂の充填が続けられた。

“Temporary pumping at Mufulira”, *Mining Magazine*, August 1971, Vol.125, No.2, p.135.

⁴⁰⁰ 事故後、坑内の安定化を図るために砂充填（Sandfill）が行われたが、Prain 立坑と No.14 立坑は運搬に利用され、Peterson 立坑の修復に直接利用されたため、生産は年末まで制約を受けた。

“Rehabilitation at Mufulira”, *Mining Magazine*, December 1971, Vol.125, No.6, pp.558-559;

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1972, p.345.

⁴⁰¹ “Mufulira Progress”, *Mining Journal*, February 5, 1972, pp.98-99.

⁴⁰² “Limited Production Resumed at Mufulira”, *Mining Journal*, December 4, 1970, p.512.

⁴⁰³ “RCM - Waiting on Mufulira”, *Mining Journal*, October 29, 1971, p.396.

⁴⁰⁴ “Progress at Mufulira”, *Mining Magazine*, March 1971, vol.124, No.3, pp.181.

⁴⁰⁵ 1971/72 年度（1972 年 6 月 30 日締め）の年間鉱石採掘量は、5.12Mt（前年度 3.75Mt）に増加、鉱石銅品位は 2.20%から 2.12%に低下した

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS, 1972 p.908;

精鉱中含有銅量は、96,352t（前年度 75,344t）であった。

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1973, p.353.

⁴⁰⁶ 1972/73 年度（1973 年 6 月 30 日締め）の年間鉱石採掘量は、6.37Mt（前年度 5.12Mt）に増加、鉱石銅品位は 2.12%から 2.18%に改善し、年間生産量（精鉱中含有銅量）は、121,680t（前年 96,352）であった。事故後の鉱山の修復作業が順調に進捗し、生産状況が回復している。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS, 1973 p.968.

⁴⁰⁷ 1976/77 年度（1977 年 6 月 30 日締め）の Mufulira 坑内採掘の年間生産量（鉱石から回収可能な銅量）は、141,955t（前年度 123,680t）と増加している。これは銅鉱石品位が 2.15%から 2.47%に上昇したことに伴うもので、むしろ採掘量は 6.70 百万 t から 6.62 百万 t に減少している。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1978, p.484.

⁴⁰⁸ 1979/80 年度（1980 年 6 月 30 日締め）の Mufulira 坑内採掘の年間生産量（鉱石から回収可能な銅量）は、採掘量の減少（6.053 百万 t から 4.532 百万）と銅鉱石品位の低下（2.19%から 2.10%）によって前年度 114,787t から 85,842t へ減少している。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1981, p.492.

銅月間販売量は事故前の 1970 年 9 月が 77,355t、事故後の 12 月が 71,222t と大きな差はなかった。これは、同グループ第 2 の生産量のルアンシャ鉱山の増産によるものであった⁴⁰⁹。

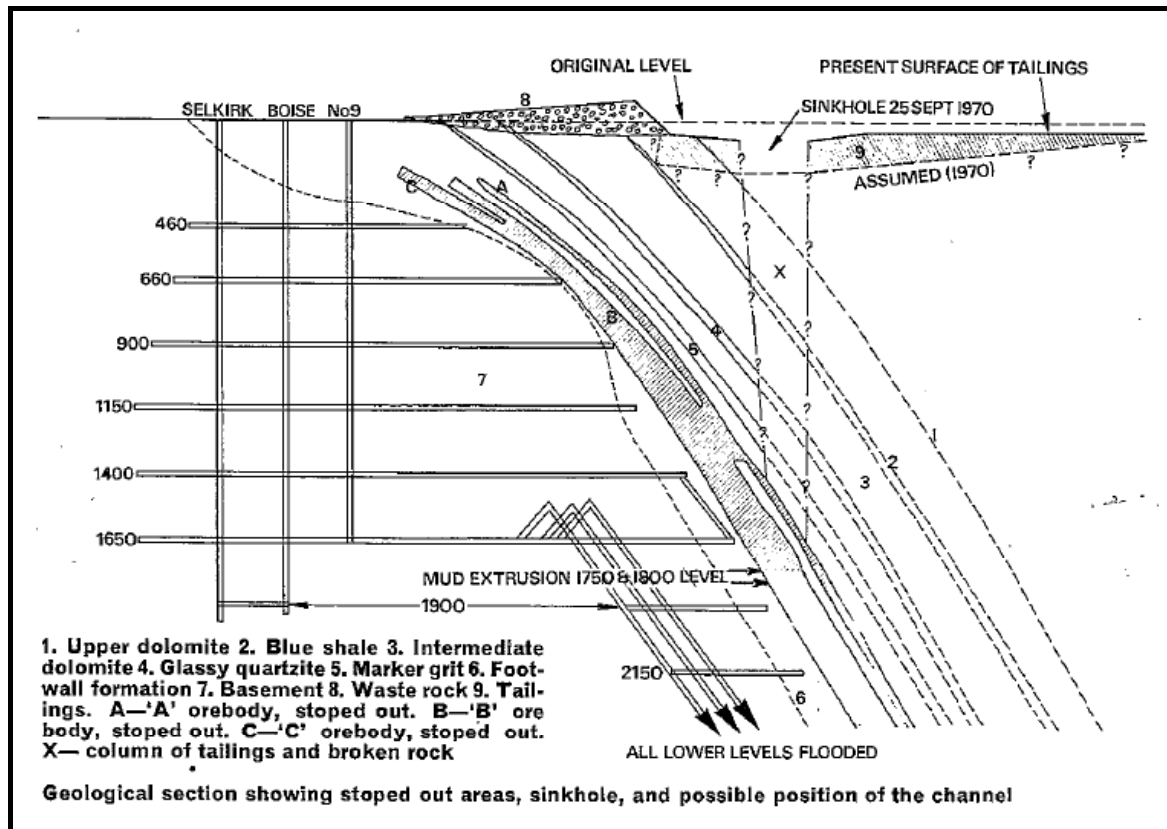


図 13. ムフリラ坑内採掘鉱山断面図

注) 1970 年の陥没事故当時の断面図

出典) "Mufulira Disaster Interim Report", *Mining Magazine*, April 1971, Vol.124, No.4, p.283.

3) 1970 年の事故後も同社生産の 50%前後を占める主力鉱山であり続けた

1970 年代半ばには事故からの概ね復旧を果たし⁴¹⁰、ムフリラ坑内採掘鉱山は、事故からの操業体制を立て直して、設備投資も進めてられて事業活動は概ね良好な状態に戻った⁴¹¹。

⁴⁰⁹ "R.C.M. - Mufulira's Initial Impact", *Mining Journal*, February 5, 1971, pp.98-99.

⁴¹⁰ 1973 年 4 月には、826m レベルのポンプ座は整地されて、年内にはポンプが設置され、No.14 立坑では碎石・運搬設備が完成予定である。Peterson No.1 斜坑は 880m レベル以深の撤去作業が完了し、鉱山東部で深さ 1,500m 付近の埋蔵量確認のための新規斜坑の掘削が検討された。

"Central and East Africa", *Mining Annual Review*, Mining Journal 1974, p.361.

⁴¹¹ 事故の修復作業は年末にはほぼ完了し、坑内作業では、地下 900m レベルに碎石設備を設置するための整地を年内に完了した。P1 立坑は、撤去作業が 1,040m レベルまで完了し、948m レベルまでの巻上げが可能になった。鉱山東部地区と西部地区の生産はほぼ等しいが、事故の原因となったスライム堆積場付近の砂充填付近の地盤安定化の制約を受け、800,000 t に及ぶ埋蔵量は開発できない状況が続いた。

"Restoration of Subsidence Mining at Mufulira, Zambia", *Mining Journal*, March 21, 1975, p.213.

新規開発では、生産レベルを維持するためには1985年頃から深部鉱体の開発が不可欠であるとの見通しのもと坑内立坑(sub-vertical shaft)の予察的な建設を開始した。総事業費60百万クワチャ、現状の財務状況から開発は小規模にとどめるため、セメンテーション(cementation)工程の導入は断念した⁴¹²。

財務状況の悪化は事故とその後の復旧の影響があったと考えられていた。また、事故により技術者や作業員を失ったことが、その後の坑内作業に影響を及ぼしている⁴¹³。それでも、ムフリラ坑内採掘鉱山は、1970年の事故後もRCM最大規模で同社生産の44%を占める(1974/75年度)同社の主力鉱山であり続けた⁴¹⁴。

4) 低コスト採掘法のブロックケーシングの導入、チャンビン鉱山開発、トラックレス・マインニング、坑内立坑、機械化導入による鉱山開発の推進

1970年の事故後、坑内採掘法は坑内を鉱石の柱で支える採掘法(ルーム・アンド・ピラー; Room and Pillar)や採掘跡を岩石や砂で重点して坑内の空洞を埋めもどして岩盤を支える採掘跡(カット・アンド・フィル; Cut and Fill)などの採掘方法が用いられた。いずれの採掘法も保安面が重視したものであったが、鉱石を最大限採掘することができず、砂充填には世界最大級(砂供給量440t/時)の砂充填設備を地上に設置する必要になるなど、採算面で課題があった。また、ムフリラ坑内採掘鉱山は地下深部に更に鉱体が伸びており、将来、深部を開発する場合、砂充填などの採掘法は鉱山の能力を低下させるとから⁴¹⁵、砂充填法以外の採掘方法が選択され⁴¹⁶、1977年には事故で最も被害の大きかった中央地区でケー

1973/74年度(1974年6月30日締め)のMufulira坑内採掘の年間生産量(鉱石から回収可能な銅量)は、128,545t(前年度120,705t)となり、Mufulira鉱山は1970年の事故からの懸命の復旧により生産が増加に転じた。P1立坑は960mレベルまで土砂等の除去が完了し、900mレベルでは碎石機・運搬システムの運用が開始された。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1975, p.429.

堆積場のスライムの安定化は、場内の水抜きや管状壁によって成功したが、西部地区の採掘による地盤沈下の再発が懸念されたが、陥没への数百万tのスライム充填には安全上の懸念があった。坑内開発では新たなサブレベル斜坑の掘削作業が開始された。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1976, p.445;

⁴¹² “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1979, p.482.

⁴¹³ 1975/76年度(1976年6月30日締め)のMufulira坑内採掘の年間生産量(鉱石から回収可能な銅量)は、銅鉱石品位が2.21%から2.15%に減少したことが影響して123,680t(前年度131,530t)とわずかに減少した。1970年の坑内事故の修復作業は、西部地区(Flat-dip)、東地区ともにほぼ完了していた、西部地区は熟練技術者を事故で失ったことが生産に影響を及ぼしていた。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1976, p.1221.

⁴¹⁴ 1974/75年度(1975年6月30日締め)のMufulira坑内採掘の年間生産量(鉱石から回収可能な銅量)は、131,530t(前年度128,545t)となり*、RCM社最大規模で同社生産の44%を占める**。

* “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1976, p.445;

** “The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1975, p.1113.

⁴¹⁵ “Resumption of Subsidence Mining at Mufulira, Zambia”, *Mining Journal*, March 21 1975, p.213.

⁴¹⁶ “New mining methods at Mufulir”, *Mining Magazine*, November 1973, p.399.

ビング法による採掘が再開された⁴¹⁷。

坑内採掘で最も経済性の高い方法であるブロックケービングは、1970 年の坑内事故の直接の原因ではなかった。しかし、事故の原因として、坑内採掘の地表部に堆積場を配置し、そこに流動性の高いスライム（選鉱の際に発生する廃棄物）を堆積していたこと、採掘方法が採掘跡を充填せずにそのままにしておく（充填しないほうが低コスト）方法であったために地表の陥没を生じさせる可能性があったこと、結果として堆積場内に陥没（sinkhole）を生じさせ、そこからスライム等の泥流が坑内に流れ込んだこと等（このほかに小規模な陥没が堆積場に発生した段階で大規模な陥没へ成長する可能性を予見して、対策を報じなかったこと等）が報告書⁴¹⁸では指摘されている。

また、トラックレス・マイニングを事故の影響をうけた西地区からの鉱石運搬に適用した。坑内立坑（sub-vertical shaft）は 580m レベルからの鉱石巻き上げを開始した。総投資額 62 百万米ドルであった⁴¹⁹。また、ボーリング調査により深部地下 1,500m まで鉱化帯が続くことを確認した⁴²⁰。

また、同鉱山では、採掘の合理化を図るために機械化を進めていた。そのために採掘方法をブロックケービングからサブレベルケービングへと、より機械化に適した方法へと変更している。同鉱山は、機械化することの利点として、生産性の向上、人員の削減、単位人数あたりの採掘量の増加、総コストの削減、をあげている⁴²¹。

5) 1970 年代末には採掘の効率化を図るためのブロックケービング法の導入に向けた堆積場の安定化や河川の切り替え、1977 年頃から深部開発のための立坑開発が開始された

1970 年代末頃には、ムフリラ坑内採掘鉱山では、将来の生産レベルを維持するためには 1985 年頃から深部鉱体の開発が不可欠であるとの見通しのもと坑内立坑の予察的な開発を開始した（総事業費 60 百万クワチャ）⁴²²。

⁴¹⁷ 1977/78 年度（1978 年 6 月 30 日）の Mufulira 坑内採掘の年間生産量（鉱石から回収可能な銅量）は、128,200t（前年度 141,900t）と増加している。昨年度からの鉱石品位の上昇が寄与したものと考えられる。堆積場の安定化が 1978 年には完了し、1970 年の災害以来、堆積場からの泥流入入によって最も深刻な影響を受けていた中央部（central section）で、初めてケービング法による採掘を再開した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1979, p. 482

⁴¹⁸ “Mufulira Interim Report”, *Mining Journal*, February 1971, pp. 122-123;

“Mufulira Disaster Interim Report”, *Mining Magazine*, April 1971, Vol. 124, No. 5, pp. 281-289.

⁴¹⁹ “The Mining Industry of Zambia”, USGS 1976, p. 1215.

⁴²⁰ “RCM Review”, *Mining Journal*, November 23 1973, pp. 438-439.

⁴²¹ “Underground Mining Profile; Mufulira mine in the Zambian Copperbelt applies a variety of stoping caving plans”, *Engineering and Mining Journal*, June 1970, p. 161.

⁴²² 新規立坑（Subvertical shaft）は 580m レベルで開発（掘削等）を開始した。事業費は 62 百万米ドルで操業開始は 1984 年が予定されていた。“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1976, p. 1221;

1978/79 年度（1979 年 6 月 30 日締め）の Mufulira 坑内採掘の新規開発では、鉱体が延長している地区の地表にある堆積場の安定化作業と採掘方法についても砂充填法に代わるより経済的な採掘法の導入が可能にするための Mufulira 川の流路付け替え事業が進められた。更に将来の鉱体深部の開発のための新

また、事故再発を防止と坑内採掘コストの削減のために、鉱体が延長している地区の地表にある堆積場の安定化作業や採掘方法について砂充填法に代わるより経済的な採掘法としてブロックケービング法等オープンストーピング法の導入を可能にするため、ムフリラ川の流路付け替え事業が進められた⁴²³。ムフリラ坑内採掘鉱山のサブレベルケービングの概念図を図 14 に示した。

6) 1970 年代半ばから、ムフリラ坑内採掘鉱山では、将来の生産レベル維持のためには深部鉱体の開発が不可欠との見通しのもと、坑内立坑の開発を開始した

また、採掘の効率化（コスト削減）に対しては、規制当局（首席鉱山監督官）も、ムフリラ坑内採掘鉱山にブロックケービング法が採用されることを歓迎、許可するとの意向が示されていた⁴²⁴。更に将来の鉱体深部の開発のための 1977 年頃から新規の坑内立坑の計画が進められた（総事業費 60 百万クワチャ）⁴²⁵。

規立坑（sub-vertical shaft）計画も進められた。

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1980, p. 513.

⁴²³ 1980/81 年度（1981 年 6 月 30 日締め）の Mufulira 坑内採掘の新規開発では、東部地区（鉱体）の地上にある堆積場安定化と滲出した堆積場の排水に関して当局の承認が得られ、Mufulira 川流路変更の完了によって採掘可能範囲が拡大した。総事業費 106.5 百万 Kwacha、1981 年 3 月末まで、12.8 百万 Kwacha が支出された。

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1982, p. 490.

⁴²⁴ 首席鉱山監督官は、Mufulira 坑内採掘ののコスト削減のためにブロックケービングが採用されることを歓迎・許可し、大口径の鉱石拔出孔の発破が採用された。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1977, p. 1073.

⁴²⁵ P1 立坑は、1,040m レベルからの巻上を再開し、P3 立坑は 880m レベルまで延伸し、No. 3 スライム堆積場は排水設備が完成したことで災害後に凍結されていた BC 地区の採掘が再開された。堆積場は安定していたが、地表から地下 500m レベルの間に捕集されているスライムはそのままの状態であった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1977, p. 453;

1976/77 年度（1977 年 6 月 30 日締め）の Mufulira 坑内採掘の事故修復に関する様々な問題の多くは解決され、Peterson 2 (P2) 立坑の斜坑（sub-incline）は 960m まで延伸し、鉱石は 900m レベルの新規碎石機から巻上げている。年末までに操業開始予定であった新規立坑は資金不足のため 2 年間延期されたが、生産レベルは維持された。Paterson 斜坑の位置が深部において鉱体の位置と一致しなかったことから、立坑が Paterson 斜坑を部分的に置換えることになった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1978, p. 484.

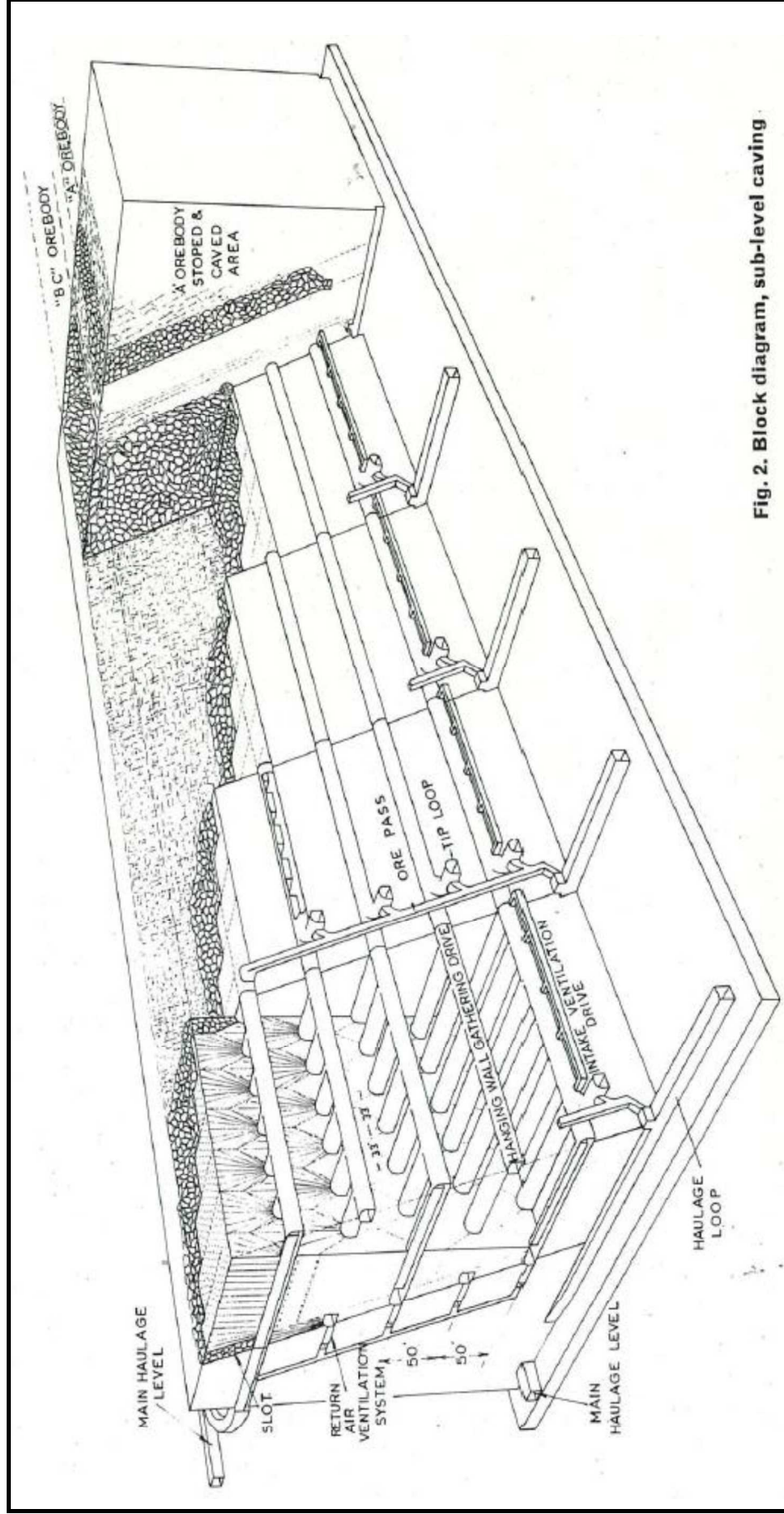


Fig. 2. Block diagram, sub-level caving

図 14. ムフリラ坑内採掘鉱山のサブレベルケーベリング概念図

出典) “Sub-Level Caving Methods at Mufulira Copper Mines” , *Mining Magazine*, May 1969, Vol. 120, No. 5, p. 323.

7) 技能・熟練労働者不足、交換部品・必需品不足による作業効率が低下した

1970 年代前半は、石油危機やローデシア経由の物流障害の影響も鉱山操業自体にはまだ顕著には表れていなかった。技能・熟練労働者不足、交換部品・必需品不足による作業効率は低下していたが、1970 年代半ばには坑内採掘の西部地区への拡大に向けた地表工事は完遂された⁴²⁶。1970 年代末には、将来の生産レベルを維持するための深部の探鉱開発の斜坑建設も進められたが、技能・熟練労働者不足、交換部品・必需品不足から開発（坑道掘削延長）は予定を下回るようになっていた⁴²⁷。

（2）ムフリラ選鉱所

1) 1970 年の坑内採掘鉱山の陥没事故の被害は受けなかったが、鉱石供給不足になった。

そのため、未利用低品位鉱石、堆積場のスラグ等処理して生産を継続した

1970 年のムフリラ坑内採掘鉱山での泥流坑内流入事故以降、同鉱山からの鉱石供給量が選鉱所の能力に満たない状況が続いたため、比較的品位の高い廃さい（選鉱工程で銅品位が低いために精鉱生産には用いられなかった低品位鉱石、通常は廃棄物として堆積場に廃棄されるを鉱石）とともに処理した⁴²⁸。また、スラグ（製錬工程で発生する微量の銅等を含む廃棄物）、チャンビシ鉱山等の他鉱山⁴²⁹や海外から鉱石や精鉱を調達した⁴³⁰。

⁴²⁶ 1975/76 年度（1976 年 6 月 30 日締め）の 1970 年の坑内事故の修復作業は、西部地区（Flat-dip）、東地区ともにほぼ完了していた、西部地区は熟練技術者を事故で失ったことが生産に影響を及ぼしていた。“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1976, p. 1221.

⁴²⁷ 1978/79 年度（1979 年 6 月 30 日締め）の Mufulira 坑内採掘の年間生産量（鉱石から回収可能な銅量）は、採掘量の減少（6.352 百万 t から 6.053 百万）と銅鉱石品位の低下（2.37%から 2.18%）によって前年度 128,200t から 114,787t へ減少している。技能・熟練労働者不足、交換部品・必需品不足による作業効率の低下により、開発（坑道掘削延長）は、予定を下回る 10,000m であった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1980, p. 513;

1979/80 年度（1980 年 6 月 30 日締め）の Mufulira 坑内採掘の掘削長も計画を 6,500m 下回った。その原因は掘削機の交換部品の不足によるものであった。新規開発では、尾鉱堆積場の安定化と深部探鉱を可能にする立坑（Sub-vertical shaft）の工事が進められていた。“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1981, p. 492;

1980/81 年度（1981 年 6 月 30 日締め）の Mufulira 坑内採掘の年間生産量（鉱石から回収可能な銅量）は、103,264t であった。鉱石採掘は、廃石の除去が難航したために遅れ、坑内の破砕機やベルトコンベアは交換部品の不足や設備の整備技術者の不足により十分な機能を発揮できない状況にあった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1982, p. 490.

⁴²⁸ 1970/71 年度（1971 年 6 月 30 日締め）の選鉱所は坑内事故の影響は少なく、比較的高品位の廃さいを鉱石と共に処理した。11 月半には Prain 立坑の運用を開始、生産能力は 200,000 t / 月に増加したが、契約量には達せず不可抗力を宣言した。“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1971, p. 347.

⁴²⁹ RST は欧米から融資 85 百万米ドルを受けて、Chambishi 鉱山（露天採掘、坑内採掘）や選鉱所、Balba 鉱山等の拡張計画を実施していた。Chambishi 選鉱所が完成するまでの間、同鉱山の鉱石は Mufulira 製錬所で処理された。“RCM’s expansion programme”, *Mining Magazine*, October 1972, pp. 337-339.

⁴³⁰ 事故の影響で鉱石不足したため、1971 年～1974 年は、製錬所を動かすための原料を、低品位鉱石の再処理、他鉱山（Chambishi 鉱山）からの精鉱、鉱石の輸入により調達した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1973, p. 353;

2) 品位低下に対応すべく、生産設備の入替えや処理工程及び設備の合理化を行い、新たな操業体制を構築した

1970 年代末には、事故後のムフリラ坑内採掘鉱山からの鉱石供給量が減少し、また、品位低下に対応すべく浮遊選鉱設備⁴³¹の交換や固液分離装置⁴³²の除去等の設備の入替えが行われた。これにより、処理工程及び設備が合理化されて新たな操業体制が構築された⁴³³。

3) 1979 年には浮遊選鉱工程の改善が完了した

また、チャンビシ選鉱所の完成により、1973 年 11 月にムフリラ選鉱所の浸出プラントは閉鎖されるなど設備の更新や合理化が行われて生産性の向上が図られている⁴³⁴。この時点では、設備更新に必要な部品や消費材の顕著な不足は報じられていない。

(3) ムフリラ製錬所

1) ムフリラ坑内採掘鉱山の事故により鉱石供給量が減少したため、スラグの再処理、他鉱山等の精鉱を処理した

1971 年～1974 年頃は、ムフリラ坑内採掘鉱山の事故（1970 年 9 月発生）の影響で鉱石が不足したため、製錬所を動かすための原料を、低品位鉱石の再処理、チャンビシ鉱山等の RCM グループの他鉱山からの精鉱、鉱石の輸入により調達した⁴³⁵。1970/71 年度（1971 年 6 月 30 日締め）の年間生産量（銅地金）は、128,900t（前年度 173,700t）であった⁴³⁶。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1974, p. 361.

⁴³¹ 浮遊選鉱設備とは、銅鉱物とその他不要な岩石片を粒子表面の濡れの違いにより分離する装置。銅鉱物と岩石片の混じった鉱石粒を界面活性剤（洗剤と同じような成分）の入った水槽に入れると、泡に銅鉱物が付着することで、岩石片と分離し、銅鉱物を濃縮することができる。

⁴³² 固液分離装置は、浮遊選鉱で濃縮した銅鉱物は液体（主に水）の中に溶けずに細かい固体状態で浮遊しているため、この銅鉱物を含む固体と水とを分離する必要がある。そのための装置。

⁴³³ 選鉱所の生産は、鉱山の採掘量の減少と品位の低下による制約を受けたが、浮遊選鉱機（Fagergren cell）の交換と固液分離装置（thickener）4 基の除去が完了したことにより工程及び設備は合理化されて想定した操業体制になった。 “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1980, pp. 513-514;

1976/77 年度（1977 年 6 月 30 日締め）の Mufulira 坑内採掘の事故修復に関する様々な問題の多くは解決され、Peterson 2 (P2) 立坑の斜坑（sub-incline）は 960m まで延伸し、鉱石は 900m レベルの新規碎石機から巻上げている。年末までに操業開始予定であった新規立坑は資金不足のため 2 年間延期されたが、生産レベルは維持された。Paterson 斜坑の位置が深部において鉱体の位置と一致しなかったことから、立坑が Paterson 斜坑を部分的に置換えることになった。 “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1978, p. 484.

⁴³⁴ 1973 年 11 月、Chambishi 選鉱所の完成により、Mufulira 選鉱所の浸出プラントは閉鎖された。同プラントは Chambishi 選鉱所と合わせて 2.04 百万 t の鉱石が処理されていた。 “The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1974, pp. 1052.

⁴³⁵ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1973, p. 353.

⁴³⁶ “The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1971, p. 928.

2) 1971年に製錬所の拡張が完了（生産能力5万t/年、投資額8.2百万米ドル）し、新規の電気炉が稼働したが、事故で精鉱が不足したためザイール等から精鉱を輸入した

事故以前に進められていた製錬所の拡張工事（165,000t/年から230,000t/年へ拡張）は完成⁴³⁷、世界最大級の電気炉（150,000t/年）が導入されたことで操業の柔軟性が増して低コストが実現できた⁴³⁸。1971年6月には、最初のマット（matte；他金属を含む粗銅）を新規導入した電気炉から抜き出した。同電気炉の年間生産能力は23,000tで、稼働率は70%を超えていたが、事故による鉱石供給不足の影響でしばらくは鉱山堆積場のズリを再処理した低品位精鉱も原料として使用した⁴³⁹。

3) 新規導入の電気炉は技術的トラブル等で正常な稼働が遅れ、生産能力に達しなかった

電気炉の導入によって燃料費の削減が期待されたが、電気炉が順調に稼働するまでに問題が頻発したことで当初期待したほどの効果が得られていなかった⁴⁴⁰。電気炉の導入が円滑に進まないことから⁴⁴¹、燃料を石炭から原油に変更して反射炉を継続して使用せざるを得ない状況がしばらく続いた⁴⁴²。設備投資が生産性の向上に速やかにつながらないことは事業全体

⁴³⁷ 製錬所の年間生産能力を165,000tから230,000tに拡張する計画（1967年に決定された）が具体化的に検討されている。拡張方法は4通りが検討されて、燃料費が安価な電気炉が選択された。

“Smelter Expansion at Mufulira”, *Mining Journal*, January 28, 1972, p. 69.

⁴³⁸ “New Mining methods at Mufulira”, *Mining Magazine*, November 1973, p. 399.

⁴³⁹ 1970/71年度（1971年6月30日締め）の製錬所の拡張後、最初のマット（matte）を新規導入した電気炉から抜き出した。同電気炉の年間生産能力は23,000tで、事故の影響で鉱山堆積場のズリを再処理した低品位精鉱を原料として使用した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, *Mining Journal*, 1972 p. 345;

1971/72年（1972年6月30日締め）のMufulira製錬所の年間生産量は、RCM社の他の鉱山から供給された精鉱等分を含め143,900t（前年度128,900t）であった。2月に発生した火災により新規に電気炉の生産量は減少した。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1971, p. 928;

1972/73年（1973年6月30日締め）の製錬所の年間生産量は、RCM社の他の鉱山からの精鉱等の供給を受け、156,800t（前年度143,900t）に増加した。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1973, p. 968;

1976/77年（1977年6月30日締め）製錬所の生産能力は230,000t、精錬所の鑄造プラントの年間生産能力は160,000t、余剰のカソードはNdola銅精錬所に送られ鑄造された。精鉱は、Mufulira銅鉱山のほか、Chibuluma銅鉱山及びChambishi銅鉱山からも供給されていた。

“RST”, *Mining Year Book*, *Financial Times*, 1977 p. 471.

⁴⁴⁰ 新規に導入した電気炉は、生産能力の無駄の原因となっており、追加の安全措置を講じた。Ndola精錬所の原料を製造する製錬所の反射炉（reverberatory furnaces）の燃料を石炭から重油に転嫁した。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1974, p. 1052.

⁴⁴¹ 電気炉がより信頼性が高いことは確認されていたが、反射炉2基は依然稼働しており、これらの燃料は石炭から重油に変更された。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, *Mining Journal* 1974, p. 361.

⁴⁴² 製錬所の年間生産量は、RCM社の他の鉱山からの精鉱等の供給を受け、アノード153,000tを製造した。反射炉は燃料を石炭から重油に変更し、運転状況は良好であった。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1974, p. 1052.

の生産性を下げていた。

新規に導入した電気炉の正常な稼働が遅れたことによって、生産の不調やその使用が限定的な状況が続いていたことは、新規の設備導入の難しさ、新規設備投資のリスクを表している。新規の設備を順調に導入するためには、技術と経験を有する技術者と導入や調整に必要な部品や資材の調達が可能であるなどの諸条件が不可欠であることを示している。

1970 年代後半になると、電気炉の生産性の改善は進み⁴⁴³、また、製錬所のマテリアル・ハンドリング等の改善も進み⁴⁴⁴、将来的に生産量の増加が見込まれていた⁴⁴⁵。

ムフリラ坑内採掘鉱山からの精鉱供給の減少により、反射炉は停止し、電気炉のみを稼働した⁴⁴⁶。世界的な銅カソード重要に対応して、1979 年 1 月でワイヤーバーの鋳造生産を中止した。同年 6 月までに RCM グループの製錬はムフリラ製錬所の電気炉とルアンシャの反射炉 No. 1 に集約された。同グループの全てのカソードはムフリラ精錬所で精錬し、ンドラ精錬所は 5 基あるタンクハウスを 1 基停止し、残りは NCCM からの受託精錬用とした⁴⁴⁷。ムフリラ坑内採掘鉱山からの精鉱供給の減少に伴う製錬所の生産減少への対策が講じられたこと

1974/75 年度（1975 年 6 月 30 日締め）頃の電気炉は操業上の問題に直面していた。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1975, p. 429;

1975/76 年度（1976 年 6 月 30 日締め）の電気炉の生産状況が改善している一方で、原油を燃料としたアノード製造炉が拡大している。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1976, p. 444.

⁴⁴³ 1976/77 年度（1977 年 6 月 30 日締め）は、電気炉の更なる生産性の改善が進んだ。アノード製造工程では Outkump 社製の自動鋳造・計量装置の運用を開始した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1977, p. 453;

製錬所地区の鉱石等の取扱の改善に 20 百万米ドルを投資予定。1979 年に完成予定。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1976, p. 1221.

⁴⁴⁴ 製錬所のマテリアルハンドリングに 20 百万米ドルを投資。

“The Mining Industry of Zambia”, USGS 1976, p. 1215.

⁴⁴⁵ 1977/78 年度（1978 年 6 月 30 日締め）の製錬所のマテリアルハンドリング等の改善は、資金不足の影響で進捗が遅い。電気炉がオーバーホールのため 1 月に停止したため、2 基の転炉のみでアノードを製造するため年度前半の生産量は減少した。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS 1977, p. 1096;

1978/79 年度（1979 年 6 月 30 日締め）の製錬所内のマテリアルハンドリング・システムは徐々に改善により将来的に生産量の増加が見込まれていた。電気炉の生産能力回復には更に 1~2 年が必要との見通し。過去 2~3 年を費やした排熱ボイラー導入は失敗したため、蒸発冷却システムに交換した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1979, p. 483.

⁴⁴⁶ 1979/80 年度（1980 年 6 月 30 日締め）の新規のアノード生産量は、NCCM の委託製錬分を含めて 164, 214 t（前年 186, 038 t）であった。Mufulira 銅鉱山からの精鉱供給の減少により、反射炉は停止し、電気炉のみを稼働した。容量 1, 000t の精鉱乾燥貯蔵設備と二台目の沈殿装置の運用を開始した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1980, p. 515.

⁴⁴⁷ “The Mining Industry of Zambia”, USGS 1978-79, p. 1096;

1979 年 1 月に Mufulira 製錬所での延棒（Wirebar）製造は中止、6 月までに RCM 社の全て製錬所の能力は Mufulira 電気炉と Luanshya 地区の No. 1 反射炉の生産能力と一致していた。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS, 1978-79, p. 1073.

から、1970 年末頃には生産は順調に推移した⁴⁴⁸。

このように銅生産工程が鉱山採掘から精錬まで垂直統合されているため、鉱石生産が減少するとそれ以降の工程との間でマテリアルバランスが崩れてしまう。RCM グループは、過剰状態になっていた製錬工程では一部設備を停止し、精錬工程では他社からの委託精錬で設備を有効活用するなどの経営努力を行っている。

4) 硫酸工場及び真空精錬設備への投資は、チャンビシ地区のコバルト回収プラント関連投資であった

チャンビシ鉱山は、1989 年に銅硫化鉱石と銅酸化鉱石が発見されて、1928 年に最初に開発が行われて以降、再開と閉山を繰り返し、1962 年には露天採掘が決定されたが、処理しにく酸化鉱を多く含むことから、焙焼浸出電解法 (R. L. E ; Roast Leach Electrowin) による処理が行われ、1963 年からは銅とコバルトの精錬は別々に回収されるようになった。また、チャンビシでは独自に酸化鉱の処理方法の研究を続け、硫酸焙焼法 (Sulphation Roasting) の有効性を確認し、プラントを変更して、1969 年からコバルト回収プランとして、水酸化物コバルトの生産を開始した。これは後に ZCCM として統合された NCCM のロカナ鉱山でも導入された方法であった。1977 年には更に反応槽を流動床にするなどプラントに改良を加え生産性を向上させている。1980 年初頭の年間生産能力はコバルト 21,000t、銅 2,400t であった⁴⁴⁹。

RCM は、コバルト回収及び精錬所関連の 4 プロジェクトに 76 百万米ドル (K58M) を投資した。内訳は、真空精錬システム (カソード中の鉛削減) に 15.7 百万米ドル、銅回収工程のフィルター能力拡大に 6.5 百万米ドル、銅タンクハウス (電解精錬) の拡張に 34.9 百万米ドル、硫酸回収プラントに 28.8 百万米ドル。硫酸回収プラントは硫酸年間生産能力 75,000 t、このプラントによって RCM グループが必要な硫酸を全て賄えるようになった⁴⁵⁰。

この投資の資金調達には、米国系民間金融機関 Chase Manhattan と Irving Trust が主導する融資団 (Overseas Private Investment Corp.) が 30 百万米ドルの融資を付け、見返り

⁴⁴⁸ 1980/81 年度 (1981 年 6 月 30 日締め) の新規のアノード生産量は 109,095t (前年度 153,977t) であった。電気炉は製錬にのみ使用された。電気炉の生産は交換部品の不足の影響を受けた。電気沈殿装置は年内に補修が完了し、生産が軌道に乗った。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1981, p.492;

1981/82 年度 (1982 年 6 月 30 日締め) のアノード生産は、150,593t であった。電気炉は製錬にのみ使用され、1981 年 6 月は 15,592 t の記録的な月間生産量であった。反射炉は側壁修理のため 1981 年 7 月から 21 日間、操業を停止した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1982, p.440;

電気炉は、1981 年 5 月に記録的な月間生産量 15,650 万を達成したが、当該年度は製錬工程のみ規格内の操業であった。定期補修作業は 1981 年 9 月から 14 日間で完了した。*

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1983, p.404.

⁴⁴⁹ “New Cobalt production from R. C. M. s Chambishi roast-leach-electrowin process”, *Mining Magazine*, December 1980, pp.320-336.

⁴⁵⁰ “Cobalt: RCM’ s Phase 3 Program”, *Engineering and Mining Journal*, December 1980, pp.62-75.

として米系企業が年間 1,200t のコバルトを買取る権利が条件となっていた⁴⁵¹。

1960 年代からの鉱山の増産で、従来の技術では銅を効率的に回収できない低品位酸化鉱石の貯鉱量が増加することが問題となっていた。それが硫酸を用いた浸出法によって、低品位酸化鉱石の貯鉱量増加の問題が解決でき、また、酸化鉱石の中に含まれるコバルトの回収が行えるようになったことは副産物収入の効果として生産コストの改善にも寄与した。チャンビシ・コバルト回収プラントが成功した背景には、既存の焙焼浸出電解法の施設とその操業技術の蓄積があったと考えられる（他の施設では熟練労働者が不足していたが）。

1980 年代初頭までに RCM のチャンビシ地区と NCCM のチンゴラ地区のコバルト回収プラントが完成・増強されると、浸出に必要な硫酸の供給が課題となった。当時、ザンビアでは唯一ロカナ製錬所に硫酸工場（3 施設）があるだけで、急増する需要に生産が追いつかなかった。1979/80 年度の硫酸年間製造能力は 250,000t（前年度 300,000t）、ZCCM は自社で 220,000t、RCM 向けに 30,000t を製造していた。そのため、NCCM はロカナの硫酸年間製造能力を 100,000t に増強し、RCM はチャンビシ・コバルト回収プラントに隣接して硫酸工場を建設することにした⁴⁵²。

（４）ムフリラ精錬所

1）石油危機の前まではタンクハウス 4 基等を導入して年間製錬能力が 250,000t に達するなど鉱山生産の増加と整合的な投資が行われた

1970 年代は石油危機前までは 1960 年代の増産の流れそのままに精錬能力の増強が図られ、1972 年 8 月にはタンクハウス 4 基が導入され⁴⁵³、1973 年の年間精錬能力は 60,000t 増加して 250,000t になっていた⁴⁵⁴。1970 年の鉱山事故の影響⁴⁵⁵で精錬所の原料であるアノードの供給不足が生じ⁴⁵⁶、電気銅生産量は精錬能力の 76%に留まった⁴⁵⁷。老朽化した設備（1952 年に導入した蒸気加熱器等）を最新の設備（1981 年に電気加熱器に交換、併せて交流電解

⁴⁵¹ “Zambia”, *Engineering and Mining Journal*, February 1981, p.155.

⁴⁵² “Zambia An Acid Requierment”, *Mining Journal*, August 29 1980, p.164.

⁴⁵³ 1982 年 8 月にはタンクハウス 4 基が導入されて年間生産能力は 75,000t 増加して 255,000t となった。
“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS, 1972, p.908.

⁴⁵⁴ 1973 年の年間精錬能力は 60,000t 増加して 250,000t になった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1977, p.471.

⁴⁵⁵ 1970 年 9 月の坑内事故の影響により、精錬銅の一部は前年度に燃料不足のために貯鉱され精鉱から生産された。年間生産量は 175,000t であった。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS, 1970, p.874.

⁴⁵⁶ 1988/89 年度（1989 年 3 月 31 日締め）の Mufulira 精錬所のカソード年間生産量は、177,155 t から 156,340 t に減少した。そのほかザイールからから精鉱を輸入し、でアノード 28,886t を生産した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1990, p.123.

⁴⁵⁷ 1979/80 年度（1980 年 6 月 30 日締め）の精錬所の年間生産量は、アノード不足により生産能力の 76% に留まり、65,000t に縮小した。タンクハウスの年間生産量は NCCM 分を含め、218,294 t（前年度 194,509 t）であった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1980, p.515.

装置を導入)に更新⁴⁵⁸したことで、年間2百万クワチャの経費を節減できた。

2) 新規導入の電源装置等は定常状態になるまで相当の期間を費やした

新規設備の導入は、老朽化した設備の更新や生産性向上をもたらすものであるが、導入した設備や装置が速やかに期待通りに稼働するかはある種のリスクである。1970年代のムフリラ地区の精錬所でも、交流電解装置の導入⁴⁵⁹については試験段階では有効性が確認されたが、実用段階では操業上の問題解決に相当の時間を要した⁴⁶⁰。他方、RCMグループのカソード生産をムフリラ精錬所に集約し⁴⁶¹、操業の合理化⁴⁶²により生産性・収益性を改善する経営努力もみられる。1974年から、ローデシアからの石炭供給障害への対応等から精錬所の鋳造炉の燃料を石炭から重油に変更し、満足のいく操業状況を得た⁴⁶³。

⁴⁵⁸ 1980/81年度(1981年6月30日締め)は、例年並みの生産状況であった。1981年8月に1952年に導入した蒸気加熱器から電気加熱器に交換した際に導入した交流電解装置によって、年間2百万 Kwacha の経費節減ができたカソード生産量は229,658t(RCM社分222,062t、NCCM受託分7,596t)を記録した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1982, p.441.

⁴⁵⁹ 1971/72年度(1972年6月30日締め)の精錬所の年間生産量は、86,000t(前年度84,400t)であった。1972年6月30日末年度、交流電解装置の先行試験によって30%の生産増加が見込まれたことから、フルサイズのタンクハウスに新規設備建設のための作業が開始された。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1973, p.353;

1972/73年度(1973年6月30日締め)までに、タンクハウスの交流電解装置の有効性は確認された。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1974, p.361.

⁴⁶⁰ 1973/74年度(1974年6月30日締め)、タンクハウスの交流電解装置は依然として問題は最終的な解決に至っていない。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1975, p.429;

“RCM Review”, *Mining Journal*, November 15 1974, pp.424-425.

⁴⁶¹ 1978/79年度(1979年6月30日締め)のRCM社の全てのカソードはMufulira精錬所で製造された。1,000tの乾燥精鉱貯蔵ビン1基と電気沈殿槽2基が排気ガス中の銅を含むダストを回収するためMufulira電気炉へ設置された。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS, 1978-79, p.1073;

1979/80年度(1980年6月30日締め)、RCM社の全ての精錬はMufulira精錬所で行うとの決定により、追加のタンクハウスが使用された。

Mining Journal, 1981, p.493.

⁴⁶² 1977/78年度(1978年6月30日締め)、PCR工程は問題に直面、延べ棒製造は製品の需要不足のため停止した。“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1978, p.484; 1977年、世界的なカソード需要の拡大により、銅線鋳造プラントは殆ど停止した。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS, 1977, p.1096.

⁴⁶³ 1973/74年度(1974年6月30日締め)の精錬所の鋳造炉(wirebar furnaces)の燃料を1974年から石炭から重油に変更し、満足のいく操業状況であった。

“The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, USGS, 1974, p.1052.

第3節 ZCCM 期（1980 年代）

（1）ムフリラ坑内採掘鉱山

1）掘削機の交換部品不足、設備の老朽化、技術者不足が深刻化し、それまで比較的影響の少なかったムフリラ坑内採掘鉱山も採掘量が減少した

1980 年代の年間鉱石採掘量と銅鉱石品位は、採掘の深部化等の影響で減退傾向にあった。1980 年初頭は 5 百万 t・鉱石銅品位 2%前後であったが⁴⁶⁴、1980 年半ば以降は 4 百万 t 台・鉱石銅品位 2%前後と減少した⁴⁶⁵。これは、ストライキ、ローデシア等を経由する鉄道輸送障害による交換部品等の不足による試錐不足、坑内設備の老朽化による機材稼働状況の低下、技術者の不足など 1970 年代から続く諸問題に加え、次第に銅生産量減少と為替レート切下げによる外貨不足とそれに伴う支払代金の遅れの影響が生産減少の原因として大きくなっていった。

⁴⁶⁴ 1981/82 年度（1982 年 3 月 31 日締め）の年間鉱石採掘量は、ストライキ、試錐不足、坑内設備の老朽化などの影響により計画を下回る 5.423Mt（前年度 5.459Mt）、品位 2/07%Cu（2.10%Cu）であった。

“Progres on sub-vertical shafts at Mufulira, Zambia”, *Mining Magazine*, August 1981, p.73.
1982/83 年度（1983 年 3 月 31 日締め）の年間鉱石採掘量は、交換部品不足等による試錐機や鉱石運搬車輛が計画通りに稼働できず、5.664Mt（前年度 5.423Mt）、銅品位 1.96%Cu（2.07%）であった。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, *Mining Journal* 1984, p.390;

1983/84 年度（1984 年 3 月 31 日締め）の年間鉱石採掘量は、交換部品不足や岩盤状況の悪化による試錐作業や鉱石運搬車輛が計画通りに稼働できなかったことから、4.642Mt（前年度 5.664Mt）、銅品位 2.10% Cu（1.96%）で計画を下回った。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, *Mining Journal* 1985, p.431.

⁴⁶⁵ 1984/85 年度（1985 年 3 月 31 日締め）の年間鉱石採掘量は、採掘の深度化にともなう岩盤圧力の増加による岩盤状況の悪化と交換部品不足による埋蔵量確認のための試錐不足と開発の遅れにより、4.315Mt（前年度 4.642Mt）、銅品位 2.1%Cu（2.1%）で計画を下回った。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, *Mining Journal* 1986, p.407;

1985/86 年度（1986 年 3 月 31 日締め）の年間鉱石採掘量は、採掘の深度化にともなう岩盤圧力の増加による岩盤状態の悪化に加え、1985 年 6 月に発生したストライキ及び外貨不足による資材調達障害による設備稼働率の低下などにより、3.59Mt（前年度 4.315Mt）、銅品位 2.07%Cu（2.1%）でいずれも前年度を下回った。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, *Mining Journal* 1987, p.406;

1986/87 年度（1987 年 3 月 31 日締め）の年間鉱石採掘量は、鉱石運搬の不具合や設備稼働率の低下、採掘の深度化にともなう諸問題により、4.044Mt（前年度 3.59Mt）、銅品位 2.02%Cu（2.07%）でいずれも計画を上回ったが、前年度は下回った。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, *Mining Journal* 1988, pp.385-386;

1987/88 年度（1988 年 3 月 31 日締め）の年間鉱石採掘量は、それぞれ対前年比 13%の 4.513Mt（前年度 4.044Mt）、鉱石中含有銅量は 16%増加（銅品位は 2.11%、前年度 2.02%）したが、後者は計画量を下回った。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, *Mining Journal* 1989, p.A123;

1988/89 年度（1989 年 3 月 31 日締め）の年間鉱石採掘量は、立坑の点検修理、坑内設備及び地上設備の定期修繕等の影響により、4.876Mt（前年度 4.513Mt）、銅品位は 1.97%（前年度 2.11%）と、鉱石採掘量、鉱石中含有銅量ともに前年度及び計画を下回った。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, *Mining Journal* 1990, pp.123-124.

2) ムフリラ坑内採掘鉱山の深部鉱体は、コンコラ深部銅鉱床の坑内採掘鉱山開発に匹敵する埋蔵量を有する次世代の主力鉱山として期待されて投資も行われていた。

1970年代は1970年のムフリラ坑内採掘鉱山事故からの復旧が新規開発の重荷になっていたが、1980年代は深部鉱体に開発に向けた坑内立坑の開発が進められた⁴⁶⁶。

ムフリラ坑内採掘鉱山の深部鉱体は次世代の主力鉱山と期待されていたコンコラ深部銅鉱床 (Konkola Deep) の坑内採掘鉱山開発に匹敵する埋蔵量を有するものとして期待されて投資も行われていた。ムフリラ坑内採掘鉱山では、ムソボ SV1 坑内立坑 (Musombt SV1 Subvertical Shaft) の開削 (地下 500m から 1,490mまで掘り下がる立坑)、斜坑建設 (地下 1,040m レベルから地下 1,360mを繋ぐ斜めに掘削される坑道)、埋蔵量拡大のための坑内採掘が実施された (地下 880mから 1,340mの間)⁴⁶⁷。ムフリラ坑内採掘鉱山の地下深部開発 (Musombo SV1 Shaft) の断面図 (1986 年頃) を図 15 に示した。

3) 1980 年半ばには採掘の深部化で、岩盤圧力の上昇やズリ混入による鉱石品位が低下など技術的な困難さも増し、掘削・運搬の遅れが顕著となり鉱石生産は計画を下回った

⁴⁶⁶ 1981/82 年度 (1982 年 3 月 31 日締め) の Mufulira 鉱山は、地表から地下 500m 付近まで垂直に伸びる立坑とそれに接続する斜坑 (sub-incline) を用いて採掘を行っていたが、880m 以深の採掘が困難になっていた。そこで鉱山の深部を、880m から 1,440m レベルと 1,340m レベルまでの 2 段階に分けて開発することを計画した。そのために第 1 段階では SV1 (最大深度 1,320m) と SV2 (最大深度 1,265m) の 2 本の立坑を、第 2 段階では 1,490m の立坑を開削。掘削には掘上り掘削技術などの技術が用いられた。

“Progres on sub-vertical shafts at Mufulira, Zambia”, *Mining Magazine*, August 1981, p. 73;

1982/83 年度 (1983 年 3 月 31 日締め) の Musombo SV1 立坑開発の進捗は遅れており、生産を維持するために Lufubu No. 14 立坑の粉碎機、貯鉱、コンベアーの処理用を拡大した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1984, p. 390;

1982/83 年度 (1983 年 3 月 31 日締め) 頃、500m 以深 1,140m までの立坑 (Sub-vertical shaft) を建設中、1987 年完成予定、費用 106 百万 K。

Mining International Yearbook, Financial Times 1983, pp. 421-422.

⁴⁶⁷ “Zambian’s Copper Plans”, *Mining Journal*, August 21 1987, p. 139;

1983/84 年度 (1984 年 3 月 31 日締め) の Musombo SV1 立坑の開発は、掘削とライニングを 260m 行った。“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1985, p. 431;

1984/85 年度 (1985 年 3 月 31 日締め) の Musombo SV1 立坑開発は、掘削を 123m、ライニングを 107.5 m 行い、巻上げ機を 3 ヲ所に設置し、積出施設を建設した。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1986, p. 407;

1985/86 年度 (1986 年 3 月 31 日締め) の Musombo SV1 立坑の開発は、最深部までの掘削が完了し、設備設置作業が開始された。西部地区の開発作業はすべて完了し、破碎機とコンベアーの設置作業、No. 14 立坑の開発と No. 11 堆積場の排水工事を継続している。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1987, p. 406;

1986/87 年度 (1987 年 3 月 31 日締め) の Musombo SV1 立坑の開発は、810m レベルの設備設置、500m レベルのサービス運搬設備が年内に完了した。Lufubu 14 立坑の延伸工事 (土木、碎石設置場所、1,040 m レベルのポンプ座) を開始した。西部地区の第二期拡張が完了し、1987 年 3 月 12 日に稼働したが、碎石施設等の問題により計画より遅れた。

“Mufulira Mine’s New Musombo SV1 Sub-Vertical Shaft, *Mining Magazine*, October 1986, pp. 322-341;

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1988, p. 385.

1980 年半ばになると、採掘深度が深くなるに従い、岩盤圧力が上昇し⁴⁶⁸、鉱石へのズリの混入も増えて銅鉱石品位も低下するなど、技術的にも採掘はより困難になっていった。これも生産コストを押し上げる要因となっていた。

4) ZCCM の 1987 年頃の採掘コストは、上昇して 69c/lb に達しており、米国やチリなどの主要産同国と比べても高い水準にあった

ZCCM の 1987 年頃の採掘コスト (mining cost) は、当時上昇して 69c/lb に達している。これは、米国の 55c/lb、チリの 40c/lb と比べても高い水準であった⁴⁶⁹。鉱石運搬の不具合や設備稼働率の低下、採掘の深度化にともなう岩盤の悪化等の諸問題はあったが⁴⁷⁰、深部開発は継続された。

5) 鉱石の確保、周辺鉱山の開発

チャンビシ鉱山は 1989 年に銅硫化鉱物と銅酸化鉱石が発見、1928 年に開発されたが、1931 年には世界的な景気後退の影響で休止した。近接するムフリラ坑内採掘鉱山の鉱石のほうに埋蔵量や品位の面で優位であったことも休止の原因であった。それから 1962 年には、露天採掘鉱山として開発が決定されたが、剥土比が高く (10.1=鉱石 1 に対して土砂や岩石を 10 倍取り除く必要があった)。

1969 年からは露天採掘に加えて坑内採掘が開始された。露天採掘ピットの底辺から地下深部はサブレベル立坑が用いられ、採掘方法は岩盤や鉱体の状態に応じて、様々な採掘法⁴⁷¹が用いられた。いずれも採掘の効率や生産性を考慮して機械化とオープンストーピング (採掘跡に空洞を残す採掘法) を中心とした採掘計画がたてられた。コバルト価格の高騰が銅生産だけでは採算の厳しかったチャンビシ鉱山の開発を可能にした。

また、坑内外の探査の結果、チャンビシ鉱山の埋蔵量は増加し、1982 年時点で 38.7 百万 t、銅品位 2.27% が計上されている⁴⁷²。

⁴⁶⁸ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1992, pp.116-117.

⁴⁶⁹ ZCCM の 1987 年頃の採掘コスト (mining cost) は、近年上昇して 69c/lb に達している。米国は 55c/lb、チリは 40c/lb と比べても高い水準にあった。

“NOT LET UP FOR ZAMBIA”, *Mining Journal*, vol. 308, No. 7923, June 26, 1987, p.482.

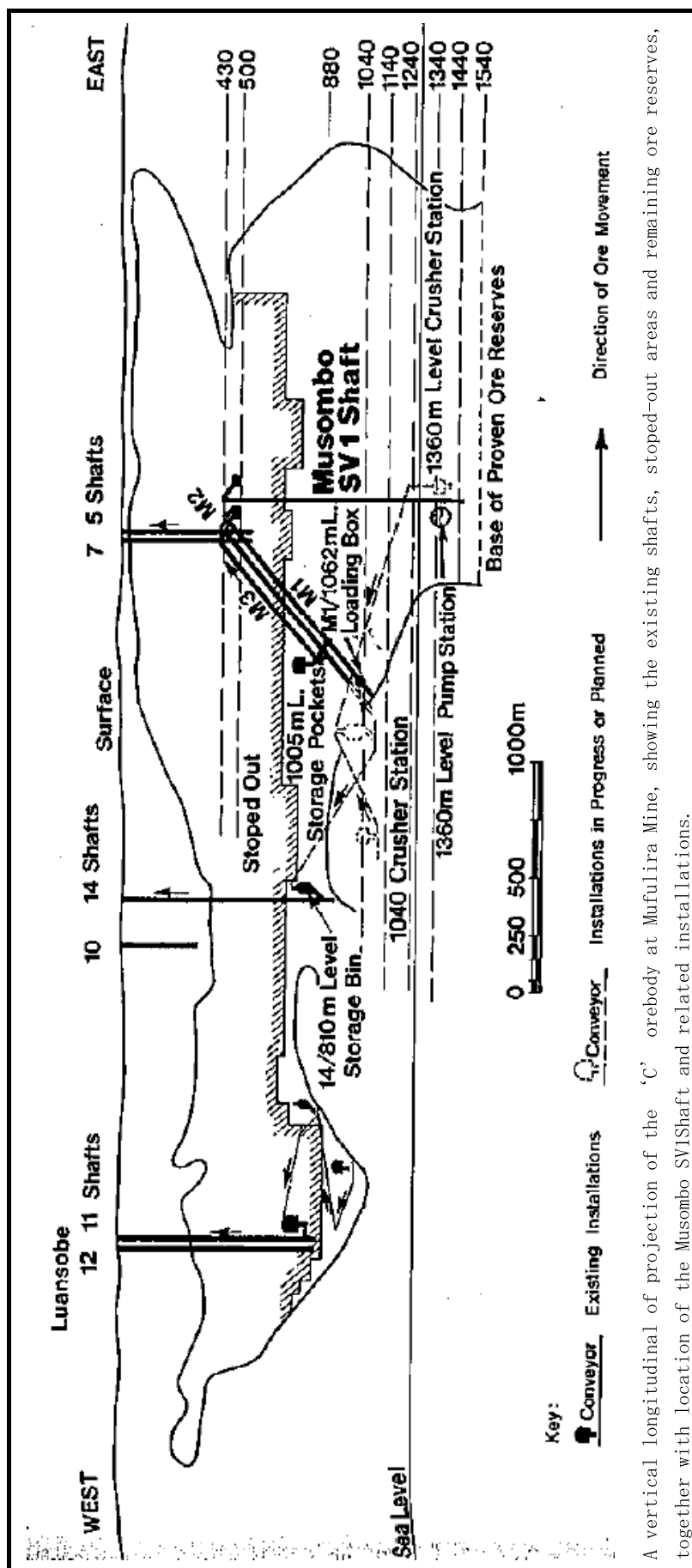
⁴⁷⁰ 1990/91 年度 (1991 年 3 月 31 日締め) の年間鉱石採掘量は、岩盤の状態の悪化と岩盤掘削機の部品不足により、4.669Mt (5.051Mt)、銅品位は 1.91% (前年度 1.97%)、鉱石中含有銅量 89,318t で前年度比 10%減少となった。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1992, pp.116-117.

⁴⁷¹ ルーム・アンド・ピラー法 (Eastern Fringe 地区に適用)、サブレベル・オープン・ストーピング法 (Main Orebody 地区)、トランスバール・オープンストーピング法 (その他地区) など。

“Chambishi Mine, Zambia”, *Mining Magazine*, April 1981, p.293.

⁴⁷² “Zambia Contemplates Closures”, *Mining Journal*, July 25 1983, p.268.



A vertical longitudinal projection of the 'C' orebody at Mufulira Mine, showing the existing shafts, stoped-out areas and remaining ore reserves, together with location of the Musombo SV1 Shaft and related installations.

図 15. ムフリラ坑内採掘鉱山の地下深部開発断面図

注) 1986年頃 Musombo SV1 Shaft

出典) "Mufulira Mine's New Musombo SV1 Sub-Vertical Shaft", *Mining Magazine*, April 1971, Vol. 124, No. 4, p. 323.

（２）ムフリラ選鉱所

１）選鉱所は、鉱石生産の減少に加え、1980 年後半になると労働者不足や資機材の不足の影響が顕著となり、精鉱生産量は減少した

1980 年代前半の選鉱所の年間生産量は減少傾向にあり、1983 年度の年間精鉱生産量（精鉱中銅含有量）は 10 万 t 台⁴⁷³、1984 年度は 8 万 t 台⁴⁷⁴、1985 年度には 6 万 t 台⁴⁷⁵まで減少した。その間の銅回収率は 92～93%で推移した。この精鉱生産量減少傾向は、鉱山からの鉱石供給の不足が原因としてあげられている⁴⁷⁶。

ムフリラ坑内採掘鉱山の鉱石生産量は 1970 年代初頭にピークに達したが、1970 年の陥没事故を境に、同鉱山の鉱石生産量は減少し、同鉱山復旧後もピーク時の水準にはもどらなかった。そのため、ピーク時の鉱石生産に対応していた選鉱能力は結果的に能力過剰状態となり⁴⁷⁷、選鉱所の生産性が低下したと考えられる。精鉱量の減少は、それ以降の製錬工程や精錬工程で生産される粗銅、カソード生産等の減少の原因となった。

２）選鉱所では中期的な鉱石生産に合致したプラントの改修や最新型の浮遊選鉱機を導入して選鉱工程の生産性を上げる取組を行っていた

また、選鉱施設に関しは、更新或いは新規導入した設備に関する大きな問題は報じられていないので、稼働状況は概ね順調であったと推測されるが、製・精錬所では更新或いは新規導入した設備に関する問題がしばしば報じられていることから、

⁴⁷³ 1983/84 年度（1984 年 3 月 31 日締め）の選鉱所の生産量（精鉱中銅含有量）は、鉱山の鉱石生産が限定的だったため、前年度 103,536t から 90,945t へ減少した。回収率は 92.97%から 93.95%へ上昇した。“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1985, p.431.

⁴⁷⁴ 1984/85 年度（1985 年 3 月 31 日締め）の選鉱所の生産量（精鉱中銅量）は、鉱山での鉱石生産が限定的だったために、90,945 t から 84,002t へ減少した。回収率も 93.95%から 93.71%へわずかに低下した）。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1986, p.406.

⁴⁷⁵ 1985/86 年度（1986 年 3 月 31 日締め）の選鉱所の生産量（精鉱中銅含有量）は、労働者不足、交換部品と消耗品の不足のため、前年の 84,002t から 68,663t に減少した。回収率は 93.71%から 93.26%へ低下した。“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1987, p.406.

⁴⁷⁶ 1980 年～1982 年の破碎及び粉碎工程は計画通りであったが、鉱山からの鉱石供給量と品位が計画を下回ったため、選鉱所の生産も制約を受けた。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1981, p.492, 1982, p.441.

⁴⁷⁷ 1981/82 年度（1982 年 3 月 31 日締め）の選鉱所の生産量は、鉱山の鉱石生産が限定的であったために設備過剰状態となっていることを解消するため、堆積されている製錬スラグ等を（鉱石の代替として）処理した。“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1983, p.404.

地区全体としての設備更新が必ずしも順調ではなかったことがうかがわれる。(設備更新の問題については、製・精錬所の項で詳述する)。

操業が比較的良好な状況において設備更新や新規設備の導入が行われることは、現在の操業状況を維持し、生産性を向上させ、将来に向けて持続可能な操業を行っていくために重要であるが、設備更新が生産増加や利益向上につながっていない状況は企業の財務状況を圧迫し、将来的に経営を圧迫する要因となると考えられる。選鉱設備の能力過剰状態を解消するために、代替原料として、それまで廃棄物として利用されずに堆積場（処分場）に堆積されていた製錬スラグ（製錬工程で銅を回収した際に残った廃棄物）から銅精鉱が生産された⁴⁷⁸。ムフリラ選鉱所の1980年代の操業状況を表57に示した。

また、選鉱所では中期的な鉱石生産に合致したプラントの改修や大型粉砕機⁴⁷⁹、最新型の浮遊選鉱機（カラム浮遊選鉱機）等を導入して選鉱工程の生産性を上げる取組みを行ったが、1980年代初頭は交換部品の不足によって性能をフルに発揮できない状態が続いた⁴⁸⁰。

1980年代後半も鉱山の鉱石生産量は減少傾向にあり、選鉱所では、鉱山からの鉱石供給の減少に加え、労働者不足、交換部品と消耗品不足という問題を抱え⁴⁸¹、操業環境はより厳しい状況にあったと考えられる⁴⁸²。

⁴⁷⁸ 1983年3月31日（1983年3月31日締め）の選鉱所の生産量（精鉱中の銅含有量）は、鉱山での鉱石生産が限定的であったために生じた設備過剰状態を解消するため、堆積されていた製錬スラグを242,640t処理し、銅含有量1,235tの精鉱を生産した。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1984, p.390.

⁴⁷⁹ 1980年～1982年、粉砕機(Ball mill)を大型化（直径を1.8m大きい3.05mに交換）は、経済性調査(F/S)を経て試運転が開始された。乾燥炉の建替え完成により脱水乾燥設備の操業状況は大きく改善した。*

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1981, p.492.

⁴⁸⁰ 1983/84年度（1984年3月31日締め）、鉱石の不足を補うために処理している製錬廃さいの粉砕工程は、粉砕用部材（mill ball）が不足したため、断続的な稼働にとどまった。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1985, p.431.

⁴⁸¹ 1986/87年度（1987年3月31日締め）の選鉱所の生産量は、労働者不足、交換部品と消耗品不足にもかかわらず、166,327tから182,408tと僅かに計画を上回って増加した。回収率は93.26%から92.58%へと低下した。また、中期的な鉱石生産見込みに合致させるためのプラント改修の進捗は、物資調達や技術者不足の影響を受けた。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1988, p.385;

1987/88年度（1988年3月31日締め）の選鉱所の生産量は、計画を下回った。定期点検補修は交換部品と技術者不足の影響を受けていた。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1989, p.A123.

⁴⁸² 1988/89年度（1989年3月31日締め）の選鉱所の生産量は、計画を19,316t下回る225,538tであった。プラント改修の進捗と生産は年度後半には進捗し改善に向かった。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1990, p.123.

表 57. ムフリラ選鉱所の 1980 年代の操業状況

年度	精鉱生産 (選鉱所)				鉱石生産 (鉱山)			出典
	精鉱中 銅含有量 (t) (A)	銅回収率 (%)	製錬スラグ量 (t)	製錬スラグを 処理した精鉱中 の銅含有量(t)	A/B (%)	採掘量 (百万 t)	鉱石銅品位 (%)	鉱石中銅含有 量 (t)(B)
1981						5,459	2.10	114,639
1982			309,444	1,212		5,423	2.07	112,256
1983	103,536	92.97	242,640	1,235	93.6	5,644	1.96	110,622
1984	90,945	93.95	n.a.	n.a.	93.3	4,642	2.10	97,482
1985	84,002	93.71	n.a.	n.a.	92.7	4,315	2.10	90,615
1986	68,663 以下は精鉱量	93.26	n.a.	n.a.	92.4	3,590	2.07	74,313
1986	166,327							
1987	182,408	92.58	n.a.	n.a.		4,044	2.92	118,085
1988	215,379	91.50	n.a.	n.a.		4,518	2.11	95,330
1989	225,538	93.18	n.a.	n.a.		4,879	1.92	93,677

出典) “Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal(MJA), 1983 – 1990. 、MJA: *Mining Journal Annual Review*.

（３）ムフリラ製錬所

１）製錬所の電気炉は引続き不具合が続いた

電気炉は、導入からかなりの期間にわたり不具合が続いていたが、1980 年初頭にはようやく操業状況が安定し、1982 年 7 月にはアノード月間生産量 16,754t を記録し、年間生産量は 171,513 t に達した⁴⁸³。このように電気炉が正常稼働までに長期間を費やしたことは、新規設備の導入は、設備だけではなく製造工程に適した状態に調整する熟練従業員とそれに必要な資機材の共有が不可欠であることを示している。

２）鉱石生産不足はスラグの再処理とザイールからの輸入精鉱（1987 年度で約 2 万 t/年）で対応していたが、1980 年後半には坑内採掘鉱山の生産回復により改善に向かった

電気炉の状態が安定した後も、1980 年代初頭はムフリラ坑内採掘鉱山の採掘量の減少⁴⁸⁴など銅精鉱供給が不安定な状況が続いていた影響で、銅生産量が計画目標⁴⁸⁵や前年度⁴⁸⁶を下回ることがあった。

1980 年代後半は、ムフリラ坑内採掘鉱山からの精鉱生産の増加、精鉱中の銅品位の向上やザイールからの輸入精鉱によって、製錬設備の過剰状態は改善の方向に進み、アノード生産量は 12～17 万 t の間で推移した⁴⁸⁷。

⁴⁸³ 1982/83 年度（1983 年 3 月 31 日締め）の電気炉は、1982 年 7 月に記録的な月間生産量 16,754t を達成し、年間生産量は 171,513 t を記録した。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1984, p.390.

⁴⁸⁴ 1983/84 年度（1984 年 3 月 31 日締め）の新規アノード生産量は、鉱山の一時的な鉱石生産の減少の影響により、前年の 171,513t から 140,110t に減少した。銅回収率は、電気沈殿装置の状況が悪く 97.5% から 96.3% に悪化した。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1985, p.431.

⁴⁸⁵ 1984/85 年度（1985 年 3 月 31 日締め）の新規アノード生産量は、141,437t で前年度 140,110t より僅かに増加したが、精鉱供給量の不足により計画量は下回った。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1986, p.406.

⁴⁸⁶ 1985/86 年度（1986 年 3 月 31 日締め）の新規アノード生産量は、精鉱供給量の不足により、123,723t で前年度 141,437t から減少し、計画量も下回った。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1987, p.406.

⁴⁸⁷ 1986/87 年度（1987 年 3 月 31 日締め）の新規アノード生産量は、精鉱供給量の増加と精鉱中の銅品位の向上により、ザイールから輸入された RST Resources Inc. 向け精鉱の処理分も含め前年度 123,723t から 159,278t に増加し、計画量も上回った。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1988, p.385;

1987/88 年度（1988 年 3 月 31 日締め）の新規アノード生産量は、ザイールから輸入された RST Resources Inc. 向け精鉱の処理分 29,077t も含め前年度 159,278t から 174,870t に増加した。これは、1971 年度に電気炉を導入して以来、最高の生産量となった。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1989, p.A123;

1988/89 年度（1989 年 3 月 31 日締め）の新規アノード生産量は、ザイールから輸入された精鉱の処理分 24,812t も含め前年度 174,870t から 159,716t に減少した。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1990, p.123.

（４）ムフリラ精錬所

１）製錬所からのアノード供給不足の影響で、銅カソード（地金）生産は1980年代初頭の20万t/年台から1980年代半ばには10万t/年台に減少した

1980年代初頭は、新規導入の交流電解装置等のコスト削減効果（2百万クワチャ）もあって、1980/81年度の年間カソード生産量は20万t台に達した⁴⁸⁸。しかし、1980年代半ばの精錬所の年間カソード生産量は、製錬所からのアノード供給量減少の影響を受けて、銅地金（電気銅）の年間生産量は1983/84年度は約16万t、1985/86年度は12万t弱と減少傾向が続いた⁴⁸⁹。

精錬所のアノード生産量の減少は、精錬所のタンクハウス（銅の電解採取に用いる電解槽）や交流電源の不具合⁴⁹⁰が原因であったが、選鉱所からの精鉱供給量の減少も大きく影響した。そもそも選鉱所の精鉱生産の減少はムフリラ坑内採掘鉱山の鉱石生産の減少と鉱石品位の低下によるものであった。

鉱石生産から精鉱、アノード、カソードまで一貫した生産を行っているムフリラ地区では、1960年代に銅生産の最上流のムフリラ坑内採掘鉱山の採掘量増加に伴って精錬能力に至るまでの下流工程の生産能力を増強し、1970年代にはグループの銅生産のほとんど全てを電気銅として生産する垂直統合を構築した。この垂直統合は内陸国で輸送コストを最小限にするためには不可欠のものであった。

ところが、1970年の陥没事故で垂直統合の最上流のムフリラ坑内採掘鉱山からの鉱石供給が減少して以降、下流工程は慢性的な鉱石（精鉱）不足の状態となった。ムフリラ地区では、グループ企業その他鉱山からの精鉱調達などによる代替原料の調達を進めたが、最上流の銅鉱山における鉱石生産の減少が最下流の年間地金（カソード）生産量に影響してしまうという銅生産の垂直統合の負の面が現れてしまった。

それでも1980年代後半には、ムフリラ坑内採掘鉱山からの鉱石生産の減少によって生じ

⁴⁸⁸ 1982/83年度（1983年3月31日締め）のMufulira精錬所のカソード年間生産量は、220,480t（うちNdola精錬所の生産量は106,155t）であった。Ndola貴金属回収工場は、概ね満足できる操業状況であったが、セレン除去工程は依然としてプラントの律速段階となっていた。生産量セレン42.8t（前年度42.7t）、銀35.8t万（38.1t）、金0.54t万（0.57t）及び白金・パラジウムを若干回収した。

“Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1984, p. 390.

⁴⁸⁹ 1983/84年度（1984年3月31日締め）のMufulira精錬所のカソード年間生産量は、製錬所でのアノード生産の減少（アノード生産の減少はMufulira銅鉱山の鉱石生産の減少が原因）の影響から前年度220,480tから160,214tに減少した。Ndola精錬所の生産量は100,000t（前年度106,214t）であった。Ndola貴金属回収工場は、アノードスライムから、銀21.2t（前年度24.4t）、金0.3t（0.37t）、セレン17.4.5t（22.1t）を生産した。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1985, p. 431;

1984/85年度（1985年3月31日締め）のMufulira精錬所のカソード年間生産量は、鉱山からの精鉱供給量不足の影響により、前年度の160,214tから153,395tに減少した。また、計画生産量も下回った。Ndola貴金属回収工場は、アノードスライムから、銀21.1t（前年度21.2t）、金0.34t（0.3t）、セレン19.5t（17.4t）を生産した。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1986, p. 407

⁴⁹⁰ “Zambia Contemplates Closures”, *Mining Journal*, July 25 1983, p. 268.

た精錬工程の過剰設備状態を回避するために、隣国ザイールから精鉱を輸入して精錬を行う委託精錬によって、地金（カソード）生産量は 1986/87 年度には再び 15 万～16 万 t まで生産を回復している⁴⁹¹。

2) 副産物の金・銀の回収は良好だったが、セレンの回収は低かった

銅価格が低迷する 1980 年代において、貴金属等の副産物収入は採算性向上のためには重要であった。1981/82 年度（1982 年 3 月 31 日締め）、ンドラ貴金属回収工場は、概ね満足できる操業状況であったが、セレン⁴⁹²除去工程は依然としてプラントの律速段階となっていた。年間生産量は、セレン 42.7t（前年度 48.7 t）、銀 38.1t 万（45.1 t）、金 0.57t 万（0.61 t）及び白金・パラジウムを若干回収した⁴⁹³。

他方、1980 年代末、ZCCM は、1986 年 1 月に発表の 5 カ年計画に沿った事業合理化を目的として、ンドラ精錬所の操業を 1987 年 1 月、14 カ月前倒しで停止した。これにともない少なくとも 400 名の従業員がムフリラ及びンカナ精錬所に配置転換される見込を示した⁴⁹⁴。

3) 1980 年代後半、ZCCM 合理化でムフリラ地区等に機能が集約される

ZCCM は経営再建のための生産・投資 5 カ年計画において、生産拠点をンチャंगा、ムフリラ、ンカナ、ルアンシャの 4 地区に集約、不採算施設の操業停止などを明らかにした。その中にはチャンビシ選鉱所とンドラ精錬所のタンクハウスの操業停止が含まれており、その機能を地区が担うことになった⁴⁹⁵。ンドラ精錬所は、資金節減の目的のため計画よりも 14 カ月前倒しで閉鎖が実施されるとこになった。ンドラ精錬所の機能はンカナ精錬所（旧 NCCM）とムフリラ精錬所（旧 RCM）で代替が可能であり、ンドラ精錬所の従業員はンカナ地区とムフリラ地区にそれぞれ振り分けられた⁴⁹⁶。

⁴⁹¹ 1985/86 年度（1986 年 3 月 31 日締め）の Mufulira 精錬所のカソード年間生産量は、製錬所からのアノード供給量不足の影響により、前年度の 153,395t から 118,171t に減少した。そのほかに RST Resource Inc. からの委託精錬（精鉱はザイールから輸入）でアノード 33,161t（前年度 4,499t）を生産した。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1987, p. 406;

1986/87 年度（1987 年 3 月 31 日締め）の Mufulira 精錬所のカソード年間生産量は、159,879 t（118,171 t）であった。そのほかに RST Resource Inc. からの委託精錬（精鉱はザイールから輸入）でアノード 22,111t（前年度 33,161t）を生産した。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1988, p. 385;

1988/89 年度（1989 年 3 月 31 日締め）の Mufulira 精錬所のカソード年間生産量は、177,155 t から 156,340 t に減少した。そのほかザイールから精鉱を輸入し、でアノード 28,886t を生産した。

“Central Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1990, p. 123.

⁴⁹² 銅や銀鉱物中に含まれる元素の一種で、電子部品材料、ガラス着色材等に利用されている。

⁴⁹³ 1981/82 年度（1982 年 3 月 31 日締め）の年間生産量は、セレン 42.7t（前年度 48.7 t）、銀 38.1t 万（45.1 t）、金 0.57t 万（0.61 t）及び白金・パラジウムを若干回収した。

“Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1983, p. 404.

⁴⁹⁴ “Zambia Refinery/Smelter Closures”, *Mining Journal*, January 1987, p. 11.

⁴⁹⁵ “Zambia Bites the Bullet”, *Mining Journal*, Feb 7 1985, pp. 89-91.

⁴⁹⁶ “Zambia Refinery / Smelter Closure”, *Mining Journal*, June 2 1987, p. 11.

第4節 小括

1) 国有化前（1960年代まで）

1960年代、ムフリラ坑内採掘鉱山は増産傾向にあり、1960年代末には鉱山の再拡張のための投資も行われ、同時に、生産性の向上のために低コストの坑内採掘法（ブロックケービング法、サブレベルケービング法）の採用や採掘の機械化、トラックレス・マイニング法の導入など生産性の向上とコスト削減が積極的に進められていた。

選鉱所も鉱石生産の増加に対応して1960年半ばから選鉱能力を拡大し、その為の設備投資も積極的に行われ、1960年代末には鉱石処理量は1956年の開山以来で最高レベルに達した。

製錬所も鉱石生産の増加に対応して1960年半ばから製錬能力を拡大し、その為の設備投資も積極的に行われた。しかし、1960年代半ばからローデシアとの関係悪化で石炭輸入が困難になり、1966年には石油火力の熔鉱炉に変更したが、燃料コストの上昇を招いた。精錬所でも鉱石生産の増加に対応して1960年半ばまでに精錬能力は拡大し、その為の設備投資も積極的に行われ、全ての鉱石を電気銅として生産することが可能になった。

このように、ムフリラ地区はひとつの生産拠点で鉱山、選鉱所、製錬所、精錬所が揃う銅生産の垂直統合が完結している。内陸国であるザンビアは輸送コストを考慮すると鉱石（精鉱）輸出は港までの輸送距離が長く経済性に欠けるため、銅地金による輸出の必要があった。その為には銅生産の垂直統合が不可欠であった。

他方、鉱山の鉱石生産量が増加すると下流工程の全ての能力を拡張するに必要があったが、1960年代のムフリラ地区は、銅生産能力の拡大路線が鉱山、選鉱所、製錬所、精錬所で進められ、銅需要の伸びと堅調な銅価格のもと好循環を生んでいた。

2) 一部国有化期（1970年代）

ムフリラ坑内採掘鉱山は、1970年の事故により一時、採掘を停止したが、翌年には操業を再開した。事故によって、選鉱工程以降の原料（精鉱）に不足が生じたため、RCMはグループ企業が操業するルアンシャ鉱山、バルバ鉱山、チャンビシ鉱山から鉱石を供給した。

1960年代から1970年代にかけてのムフリラ坑内採掘鉱山では、トラックレス・マイニング、機械化導入などの生産性向上のための取組みが行われたことに加え、1970年代後半には採掘の効率化を図るためのブロックケービング法の導入に向けた堆積場の安定化や河川の切り替えが行われた。また、将来の生産レベル維持のためには深部鉱体の開発が不可欠との見通しのもと、1977年頃から深部開発のための立坑開発が開始された。

ムフリラ選鉱所は、1970年の坑内採掘鉱山の陥没事故の被害は受けなかったが、鉱石供給不足になったため、未利用低品位鉱石、堆積場のスラグ等処理して生産を継続した。品位低下に対応すべく、1979年には浮遊選鉱工程の改善が完了するなど生産設備の入替えや処理工程及び設備の合理化を行った。

製錬所は、1971年に拡張が完了し、事故で精鉱が不足したためスラグ（製錬工程で発生する銅をわずかに含んだ廃棄物）の再処理、自社グループの他鉱山やザイル等から輸入

した精鉱を処理した。新規の電気炉も稼働して燃料費の削減が期待されたが、電気炉が順調に稼働するまでにトラブルが続いた。精錬所も鉱山の鉱石生産増加と整合的な投資が行われ、石油危機の前までに精錬能力の拡張が行われた。ここでも新規導入の電源装置等は定常状態になるまで相当の期間が費やされた。

1970 年のムフリラ坑内採掘鉱山の事故は、1 年後には生産が再開されて、経営に損害は与えたが、致命的なものにはならなかった。しかし、全体として拡張が済んで鉱石増産に向けて最適化されていた生産プロセス、特に選鉱工程以降では原料（精鉱、アノード等）が不足する状況が続き、他鉱山等からの供給で不足分を補う必要があった。

ムフリラ選鉱所・製錬所では新規設備が導入されたが、フル稼働までに長期間を要し、設備投資が直ちに生産性の改善とはならなかった。これには輸送障害を主な原因とした交換部品不足や技術者不足も影響していた。

1970 年代前半は、石油危機やローデシア経由の物流障害の影響も鉱山操業自体にはまだ顕著には表れていなかったが、1970 年代末には、技能・熟練労働者不足、交換部品・必需品不足による作業効率の低下により、開発（坑道掘削延長）は、予定を下回るようになっていた。それでもムフリラ坑内採掘鉱山の西部地区への拡大に向けた地表工事は完遂され、将来の生産レベルを維持するための深部の探鉱開発のための斜坑建設も進められていた。

3) ZCCM 期（1980 年代）

ムフリラ坑内採掘鉱山は、1970 年の事故からの復旧後は、掘削機の交換部品不足、設備の老朽化、技術者不足の影響は比較的少なかったが、1980 年半ばには採掘の深部化に伴う岩盤圧力の上昇やズリ混入による鉱石品位が低下など技術的な困難さも増し、掘削・運搬の遅れが顕著となり鉱石生産は計画を下回った。坑内採掘の深部化は生産コストを押し上げる要因となっていた。ZCCM の 1987 年頃の採掘コストは上昇して 69c/lb に達している。米国は 55c/lb、チリは 40c/lb と比べても高い水準にあった。

他方で、深部鉱体は、コンコラ深部銅鉱床開発に匹敵する埋蔵量を有する次世代の主力鉱山として期待されて投資も行われていた。

選鉱所は、鉱石生産の減少に加え、1980 年後半には労働者不足や資機材不足の影響が顕著となり、精鉱生産量は減少した。それに対して中期的な鉱石生産に合致したプラントの改修や最新型の浮遊選鉱機を導入して選鉱工程の生産性を上げる取組みが行われていた。

製錬所の鉱石生産不足はスラグの再処理とザイールからの輸入精鉱で対応していたが、1980 年後半には坑内採掘鉱山の生産回復により改善に向かった。一方で電気炉は引続き不具合が続いた。精錬所でも原料のアノード供給不足の影響が続き銅カソード（地金）生産は 1980 年代半ばには大幅に減少した。副産物の金・銀の回収は良好だったが、セレンの回収は低調であった。

生産性向上のために実施された製錬・精錬工程への設備投資が期待通りの成果を上げるまでに時間がかかっていた。坑内採掘は深部化に伴って困難さを増していたが、更なる深部開発に向けて開発が進められていた。

第5章 ZCCM の事業に影響を及ぼした諸要因の検討

第1節 鉱山自体に関する要因

本章では、先に検討した主要産銅国とその国有鉱山会社及び主要民間産銅企業と ZCCM との比較によって抽出された鉱山操業に影響を及ぼす諸要因を、ZCCM の主要生産拠点であるンチャンガ地区とムフリラ地区の事業実態に照らして考察する。

(1) 生産規模の維持(銅生産・輸出量の減少)

生産規模の維持・拡大は鉱山業において極めて重要である。特に全ての出発点となる鉱山、その中でも主力鉱山は特に重要である。ZCCM の主力鉱山であったンチャンガ地区とムフリラ地区は、1960 年代から 1980 年代にかけて生産性の向上のため、当時の先端的技術の導入が試みられていた。採掘方法では、低コストのサブレベルケービング法や坑内運搬には採掘計画に柔軟性のあるトラックレス・マイニング (Trackless mining ; 無軌道採掘)、かつては処理できなかった低品位酸化鉱を処理する溶媒抽出電解採取法 (SX-EW 法) の導入などである。ザンビアの主な銅鉱山の生産量の推移を図 16 に示した。

1) 採掘法 (ケービング法)

銅鉱床の下部を掘削して空洞を作り、その空洞の上部の鉱石は人が採掘しなくても鉱石の自重で一定の範囲の鉱石が自然に崩壊する (caving) することを利用した採掘法であるケービング法は、坑内採掘法の中でも最も低コストの採掘法である。

鉱体がまとまった大きさで存在し、周囲の岩盤が強固な場合は、鉱体全体をケービング法で採掘するブロックケービング法 (block caving) が用いられる。岩盤強度が大規模な崩落に耐えられない、或いは鉱体の厚さが十分でなく大規模 (効果的) な坑内崩落を発生させることができない場合には、鉱体をいくつかの層 (sub-level) に区切って崩落させるサブレベルケービング法 (sub-level caving) が用いられる。これはブロックケービングに次いで低コストの採掘方法である。チンゴラ坑内採掘鉱山やムフリラ坑内採掘鉱山、ルアンシャ坑内採掘鉱山等ではこれらの採掘法が導入されていた。これらの方法は、鉱石採掘によって坑内に空洞を残すことからオープンストープイング法⁴⁹⁷ (open stoping) と呼ばれていた。

坑内採掘では坑内が崩落を防ぐため鉱石の一部を柱 (鉱柱 ; pillar) として残す方法も導入されたが、残した鉱柱の部分の鉱石は回収できず鉱石回収率が低下することから、採掘跡に岩石や選鉱廃さいを充填して鉱柱の代わりに岩盤を支えることで鉱柱部分の鉱石を回収して鉱石回収率を上げる充填法も用いられた。特に、1970 年にムフリラ坑内採掘鉱山

⁴⁹⁷ 採掘した跡の採掘現場 (stoping) に岩石等を充填することなく「開放された」(open) 空洞として残しているためオープンストープイングという。空間を充填しないことから充填材や充填時間を節約できるため、コストを低く抑えることができる。本方法は岩盤が崩壊しない程度の強度がある場合、或いは、空間が崩落しても坑内作業に影響を及ぼさない場合、坑内崩落によって地表の陥没が発生しない場合や地表が陥没でいても問題のない場合に用いられる。

の採掘跡の地表部で陥没が発生して、そこから大量の土砂や尾鉱が泥流となって坑内に流入した事故の発生からは、地表の陥没の原因とならないこの方法が採用されたが、1970年代末頃には鉱石回収率が高く、採掘コストの低いブロックケービング法等のオープンストリーピング法の適用が再度進められた。ZCCMの坑内採掘鉱山では、早くから低コストの採掘方法が採用されていた。

2) トラックレス・マイニング (Trackless mining ; 無軌道採掘)

トラックレス・マイニングとは、坑内にレールを敷設していわゆるトロッキ電車によって鉱石・岩石や必要機材を運搬するのではなく、ゴムタイヤのついた車両を坑内運搬用に利用する方法のことである。レール敷設が不要になることで、採掘を柔軟に行え、そのための費用と時間が不要になることから、コストを低減できる利点があった。ムフリラ坑内採掘鉱山では1960年代末にはこの方法を導入していた。現在では多くの坑内採掘鉱山でこの方法が使用されていることから、ザンビアの坑内採掘鉱山では早くから先進的な方法が採用されていたことが分かる。一方で、ディーゼルエンジンで駆動する車輛の坑内使用には排気ガスの換気やディーゼル油の高騰などによってコストを押し上げる要因もあった。

3) 機械化・大型重機の導入

1960年代末頃まではンチャング地区の各生産施設の操業状況は好調で、ンチャング及びチンゴラ露天採掘鉱山の年間採掘量は増加傾向にあった。これらの鉱山では採掘量の増加と効率化の要求に対応するために、大型ショベル（鉱石や岩石を一回に200t 掻きだすことが可能なショベル）の導入や選鉱所の増強など積極的な設備投資が行われた。また、1980年前半（1981年～1985年）には、ンチャング露天採掘鉱山の露天採掘場に敷設した架線から電気を引いて電動モーターを搭載したダンプトラックを動かすトロリー・ダンプトラック支援システムが導入されてディーゼル油の使用量の削減と鉱石等の運搬効率の改善により生産性を向上させた。また、掘削機、ブルドーザー、ショベル等の露天採掘用機材の更新も積極的に行われた。ムフリラ坑内採掘鉱山でも早い時期から採掘の機械化が進められており、機械化の導入に適した採掘方法としてサブレベルケービング法が採用された事例もあった。

このような積極的な投資は生産能力を拡大し、1970年初頭の鉱山生産のピークをもたらした。その後の銅市況の停滞による鉱山生産の減退期には、選鉱工程以降の処理能力の拡張は、採掘量の低下等によって設備過剰となり、生産性低・採算性の低下の原因となったと考えられる。

これら投資資金は、欧州連合やアフリカ開発銀行、国際復興開発銀行等の融資でまかなわれたため、後の対外債務超過の原因となったと考えられる。国有化によって、一般投資家から低コストで資金調達が難しくなり、借入金に頼らざるを得ないなど資金調達の方法が限定されてしまったことが後に債務を大きくする要因になったと考えられる。

4) 燃料の代替

ムフリラ製錬所は、1960 年代後半から、溶鉱炉の燃料を供給障害のある石炭から石油に変更した⁴⁹⁸。これは、従来、製錬所の溶鉱炉の燃料は隣国ローデシアのワンキエ石炭鉱山から鉄道によって輸入していたが、1965 年にローデシアの一方的な独立宣言に対する国連の制裁措置をザンビアも支持したことから、1960 年代半ばから同石炭鉱山からの石炭輸入に障害が生じていた。ローデシアからの石炭供給障害はザンビア国内の石炭鉱山開発を加速させた。また、製錬所の燃料の石炭から原油へ切り替えられ、1973 年には原油の輸入港であるタンザニアのダルエスサラーム港から銅ベルトの RCM の精錬所があるンドラ (Ndola) まで約 1,700km の原油パイプラインが敷設されて、ンドラには精油所も建設された。1960 年代頃までには鉱山に限らず工場等においても燃料を石炭から石油に換えていく傾向にあったことから (第二次エネルギー革命)、銅鉱山において燃料を石炭から石油に代替していくことは時代の流れに沿ったものであった。しかし、燃料を石炭から原油に代替したことで石油危機による原油高騰の影響をより強く受けることになったと考えられる。

5) コンピューターの活用

1980 年代は、コンピューター技術の普及により、銅価格の低迷が続いたことで各鉱山では鉱床の高品位部分を優先的に採掘するために、また、ZCCM の様々な生産施設の工程管理にもコンピューターが活用されていた。

ンチャンガ坑内採掘鉱山では生産状況が厳しさを増していた層厚の薄い高品位鉱体の坑内採掘を最適化するために、コンピューターを利用した鉱体モデルと鉱床評価方法が導入された。チャンビン選鉱所では、深部開発による鉱石の品位低下を選鉱段階での銅回収率の向上で補うために、コンピューターを導入して鉱石粉碎・浮遊選鉱の最適化を図った。1980 年半ばのチンゴラ選鉱所では、メンテナンス管理システムの導入により当時問題となっていた交換部品や消耗品不足が改善されて設備稼働率が上がり、操業状況も改善した。

⁴⁹⁸ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1967, p.237.

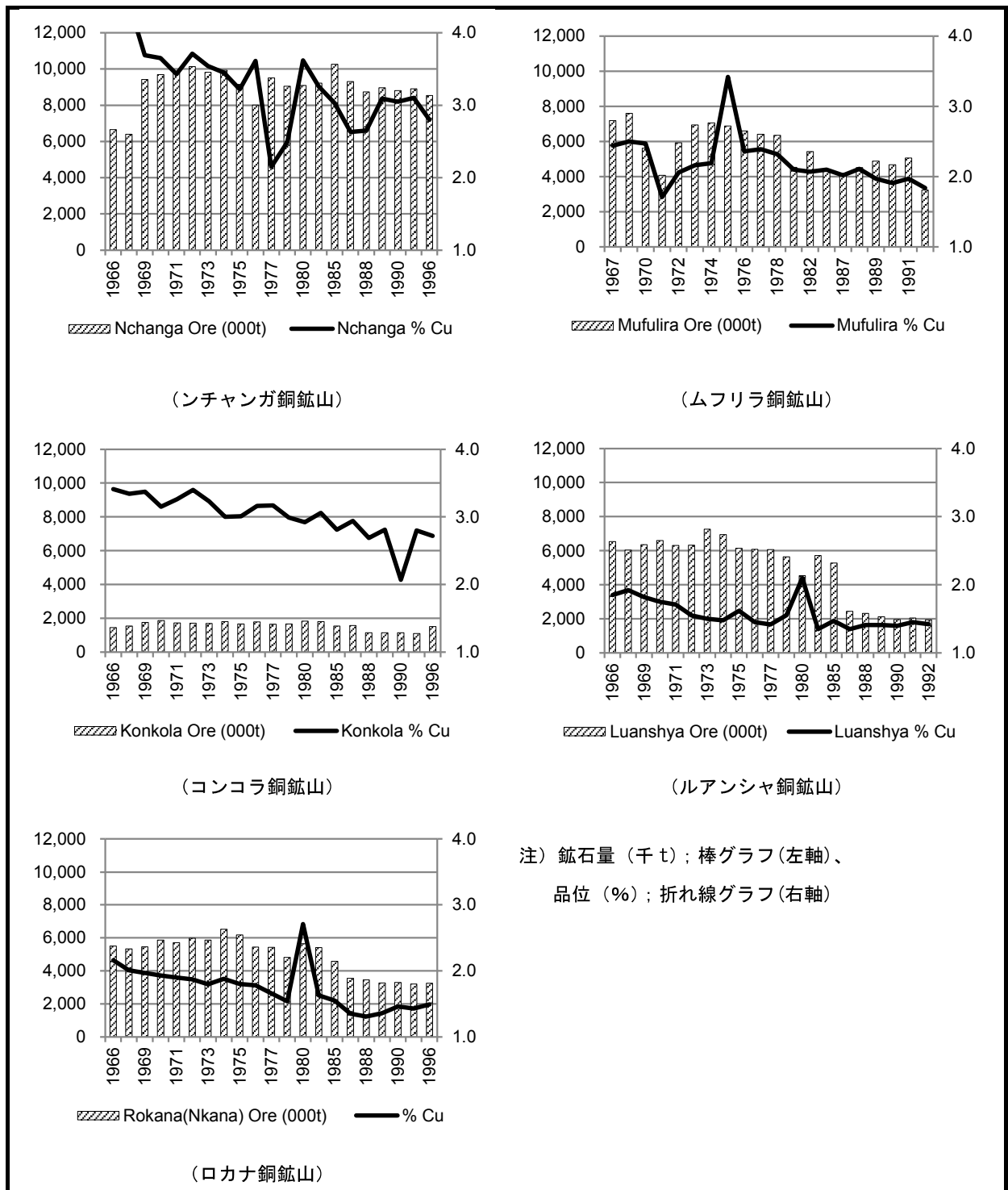


図 16. ザンビアの主な銅鉱山の生産量推移

出典) *Mining Annual Review*, *Mining Journal*, 1978-1998, *Zambian Mining Yearbook* 1968-72 等を基に作成。

6) 溶媒抽出電解採取法 (SX-EW 法) の導入

1960 年代末に実用化された溶媒抽出電解採取法 (SX-EW 法) を 1970 年代にはチンゴラ/ンチャンガ地区の低品位尾鉱浸出プラントが世界に先駆けて大規模商業化 (米国で実用化された規模の約 10 倍) している。チリ他で同法が本格的に導入されるのは 1980 年末から 1990 年代初頭であったことを考えると先進的な取組みであった。米国以外の主要産銅国における SX-EW 法による銅地金生産能力を表 58 に示した。

同法は、既に採掘された鉱石を処理するため採掘コストが不要であることや従来の製錬所のような燃料を必要としないため、生産コストを引き下げる効果があった。また、当時、ンチャンガ地区では、採掘量の増加や鉱石品位の低下によって選鉱に適さない低品位酸化鉱の増加が課題であったが、溶媒抽出電解採取法 (SX-EW 法) はそれを解決する方法でもあった。更に、処理に必要な硫酸は、製錬所では硫黄酸化物を回収する際に製造する⁴⁹⁹ことで自給できたため、地区全体の生産性の向上にも貢献した。

表 58. 米国以外の主要産銅国における SX-EW 法による銅地金生産能力

鉱山	国	生産能力 (t/年)	操業状況	拡張計画 増加分(t/年)	推定コスト (米ドル/lb)
ンカナ	ザンビア	125,000	操業中	40,000	0.35
ンチャンガ	ザンビア	350,000	操業中		N.A.
チュキカマタ	チリ	50,000	操業中		0.45
エルテニエンテ	チリ	5,000	操業中		<0.30
ロ・アグリエ(Lo Aguirre)	チリ	14,000	操業中	20,000	0.35
ラカンデラリア	チリ	20,000	操業中		0.60
カナネア	メキシコ	14,000	操業中		N.A.

出典) Government of the United States, Office of Technology Assessment; OTA (1988), *Copper: Technology and Competitiveness*, September 1988, p. 75. を基に作成。

(2) 設備老朽化 (設備稼働率低下)

1970 年代は輸送障害から、資機材の不足、設備を維持管理する技術者の不足が生じていた。1980 年代は、更に、資機材を調達するための資金 (外貨) 不足が、設備の更新・補修の遅れの直接的な原因となった。資機材の不足は輸送障害が、技術者の不足は独立後の白人技術者の減少を技術と経験に乏しいザンビア人技術者・労働者が十分に補えなかったことが、資金不足は生産・輸出減少と度重なる通貨切下げが原因と考えられる。

ンチャンガ地区とムフリラ地区は、1960 年代に積極的な拡張が行われた後の 1970 年代、1980 年代にも設備更新や拡張が計画・実施されていたが、資機材や人材不足の影響を受け、十分に機能していなかった。

⁴⁹⁹ 1980 年代の世界的な製錬所の環境問題への関心が高まりから、製錬所から排出される亜硫酸ガスを含む排ガスから硫黄分を回収して硫酸を製造した。

（３）新規設備の立上りの遅れ（設備稼働率低下）

主要生産施設では新規の設備が導入されていた。最新の大型設備はフル操業までにそもそも時間を要するが、それらを最適化する技術者と交換部新等の不足が更にフル稼働を遅らせる原因となった。

ムフリラ製錬所では 1960 年代末には電気炉が導入され、1971 年には最初のアノード（粗銅）生産が開始されたが、技術的なトラブル等により稼働状況が安定してフル生産に至るのは 1980 年に入ってからであった。それまでの間は燃料を石炭から原油に変更して従来の反射炉を継続して使用せざるを得ない状況が続いた。また、ムフリラ精錬所に 1981 年に導入された交流電解装置がコスト削減効果をあげるまでには一定期間の時間を費やした。このように生産性向上やコスト削減を期待して導入された新規設備がその性能をフルに発揮するにはある程度の時間を必要としていた。特に、技術者や熟練労働者不足や交換部品をはじめとした資機材が不足していた 1970 年代から 1980 年代にかけてのザンビアにおいてはその傾向が顕著であった。

（４）主力鉱山の崩落事故で生産減少（限定的）

1970 年に主力鉱山ひとつであるムフリラ坑内採掘鉱山で泥流坑内流入事故が発生し、操業停止、銅販売に関して不可抗力を宣言する事態になったが、1 年ほどで採掘を再開し、拡張計画もその後、再開されるなど、影響は限定的であった。経営破綻の直接的な原因ではないと考えられる。

（５）深部化、採掘条件悪化

主力鉱山のンチャンガ鉱山、ムフリラ坑内採掘鉱山、ルアンシャ鉱山など古くから操業している鉱山は深部化、採掘条件悪化に直面していたが、1960 年代までは技術で克服していた。

ムフリラ坑内採掘鉱山は、坑内から立坑を掘削する方法（sub-vertical shaft）により地下深部の鉱体を開発するためのムソムボ SV1 立坑（Musombo SV1）は地下 430～500m から地下 1,490m まで掘削し、1,360m 付近に坑内碎石場を設置して深部鉱体の開発を行う計画であった。これによって、当時（1986 年頃）、2000 年以降も操業が可能となった。

コンコラ坑内採掘鉱山は、軟弱岩盤の補強による坑道の維持や、大量に湧出する地下坑内水を鉱石採掘前に水を抜くためのボーリングを施すこと等の対策を講じた結果、排水量が 30～40 万 m³ から 20 数万 m³ に減少し、鉱石採掘量と鉱石品位を 1960 年代から 1980 年代にかけて一定水準に維持し、また、1990 年代からは鉱石採掘量は増加傾向に転じており、鉱山の深部開発の課題に対応していた。また、コンコラ坑内採掘鉱山における深部鉱体の開発の成功は、後に銅鉱山の更に深部にあるコンコラ深部鉱床の開発の実現に影響を与えたと考えられる。

（６）品位低下、埋蔵量減少、探査不足

小規模鉱山は鉱量枯渇で閉山していたが、主力鉱山のンチャガ鉱山やムフリラ坑内採掘鉱山、ルアンシャ鉱山などは、20 年程度の可採年数はあった。ただし、探鉱投資が不十分と指摘されていたが、国有化により、ZCCM 以外は探査を行うことができず、1990 年代ころまで民間企業による探鉱開発は停滞していた。

ZCCM の埋蔵量は国有化した 1970 年代以降減少傾向になり、また、銅品位も低下傾向にあった。埋蔵量と品位の変動には銅価格変動によって計上される品位の下限が変化することも影響することで増減することも考えられるが⁵⁰⁰、それ以上に採掘した以上に新たな埋蔵量を獲得しない限り、埋蔵量は減少していく。ZCCM の場合、国有化前から既存主力鉱山の鉱量枯渇の可能性が認識されていたが、機材・人材・資金不足から、代替鉱床の探鉱開発が採掘の進捗に追いつていなかったことが埋蔵量の減少の原因として考えられる。ザンビアの主な銅鉱山の埋蔵量の推移を図 17 に示した。

ただし、ンチャガ地区では溶媒抽出電解採取法（SX-EW 法）の導入によって低コストで回収できる新たな銅埋蔵量を獲得しており、ムフリラ地区にも深部開発による埋蔵量の獲得の可能性があった。

⁵⁰⁰ 銅価格の高騰期には採掘コストの高い地下深部の鉱石にも採算性があり埋蔵量に計上される。また、低品位鉱石で処理量が多く、採掘・選鉱・製錬などのコストが高くても埋蔵量に計上できる。しかし、銅価格の低迷期にはこれら生産コストの高い鉱石が埋蔵量に計上されないため、埋蔵量が減少する。他方、鉱石品位は、銅価格低迷期には採算性の高いある一定品位以上の鉱石が埋蔵量に計上されるため埋蔵量の品位は高くなる。

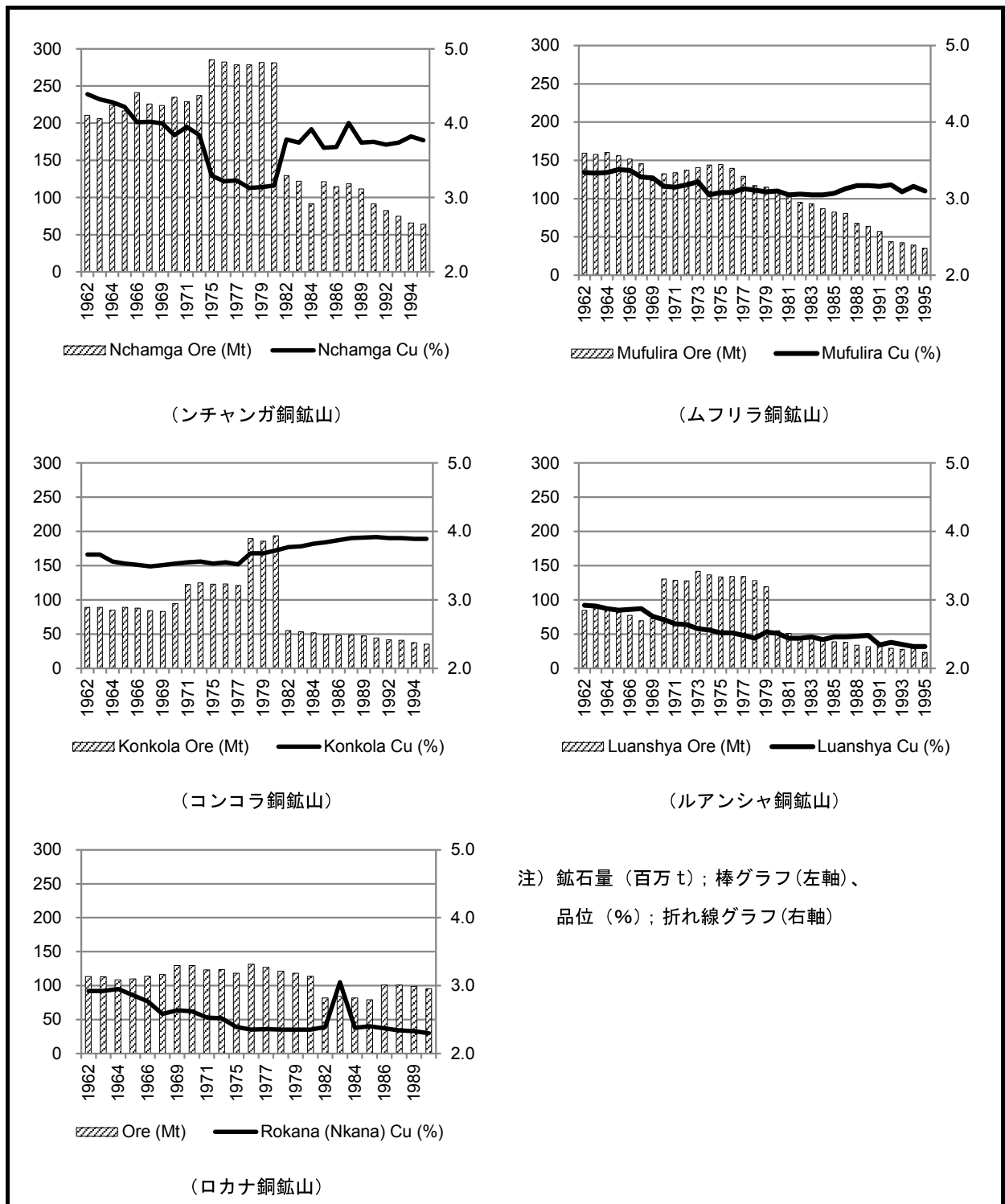


図 17. ザンビアの主な銅鉱山の埋蔵量推移

出典) *Mining Annual Review*, *Mining Journal*, 1978-1998、*Zambian Mining Yearbook* 1968-72 等を基に作成。

（７）生産コスト上昇

1960年代頃までは、ザンビアの銅鉱山の生産コストは低いほうであったが、1970年代以降は石油危機、賃金上昇、輸入インフレによって上昇した。一方でチャンビシ地区のコバルト回収による副産物収入やンチャंगा地区等の溶媒抽出電解採取法（SX-EW法）導入は生産コストを引き下げる方向に働いた。

１）1960年代までの銅生産コスト

1960年代、ZCCMの前身で２大鉱山企業グループの１社であったRSTの主要鉱山ムフリラ、ルアンシャ、チブルマの各銅鉱山の生産コスト（1964年）はそれぞれ21.0c/lb、25.3c/lb、21.3c/lbであった。これらの鉱山では1955から1964年の10年間で、採掘（mining）コストは年率約3.4%で増加、選鉱（milling）コストはわずかに減少、熔錬（smelting）及び精錬（refining）コストは年率10%で増加している。このコスト上昇の原因は一般的な物価上昇であり、過去10年間に於いて採掘における急激なコストは上昇生じておらず、鉱石品位は低下していたが、銅生産コスト全体は安定していた。鉱山のコストの約半分を占める賃金の増加や物価上昇を技術が吸収していたが、コスト上昇を吸収する技術開発がなければ、向こう5年間で年率0.5%のコスト上昇し、1970年の主要産銅企業の生産コストは1965年の銅価格の30～32 US¢/lbくらいになるとの指摘もあった⁵⁰¹。1960年代のザンビアの銅生産価格は世界的にも低く、また、生産コスト上昇圧力はあったものの、技術の導入や生産工程全体で生産コストを抑えることができていた。

1950年代後半から1960年代前半にかけてのRSTの直接コスト（減価償却費及び税金を含まないコスト（米国 c/lb）と売上に占める直接コスト、減価償却費と税金及び利益の割合を表59に示した。直接コストは20c/lb台で低い水準を維持していたが、1950年末頃から売上に占める直接コストの割合は70%台に増加している。反対に利益（Profit Margin）の割合は20%台から10数%に低下している。

1955-1961年のムフリラ坑内採掘鉱山の生産コスト及びその内訳を表60に示した。生産コストのうち、採掘コスト（Mining）とロイヤルティ（Royalty）の占める割合が高い。1960年までの6年間に総コスト（Total Cost）は約5%上昇したのに対して、採掘コスト（Mining）は約34%、港湾関係費用（Freight and handling at Beira）は約74%、管理費48%上昇している。

1964年のザンビアRST主要鉱山ムフリラ、ルアンシャ、チブルマの各坑内採掘鉱山の生産コストとその内訳を表61に示した。高品位大規模のムフリラ坑内採掘鉱山と小規模高品位のチブルマ銅鉱山は採掘コスト（Cost of Mine）が比較的低く、低品位大規模のルアンシャ坑内採掘鉱山は高品位鉱山よりは採掘コストが高く、採掘コストの高さが総操業コスト（Total Cost Excluding Taxes and margins）の違いに表れていることが分かる。

⁵⁰¹ World Bank, *Copper: Trend and Prospect*, pp. 41-46.

表 59. ザンビア RST 主要鉱山の生産コスト（1950 年代から 1960 年代）

((コストに占める割合: %))

年	生産コスト（減価償却費、諸税を除く）		減価償却費、諸税*1	利益マージン*2
1956	21.9 US\$/lb	51%	20%	29%
1957	19.9 US\$/lb	61%	13%	26%
1958	17.4 US\$/lb	75%	8%	17%
1959	19.6 US\$/lb	69%	11%	20%
1960	20.5 US\$/lb	66%	10%	24%
1961	21.0 US\$/lb	72%	10%	18%
1962	21.7 US\$/lb	76%	7%	17%
1963	21.3 US\$/lb	74%	10%	16%
1964	20.8 US\$/lb	72%	14%	14%
1965	22.9 US\$/lb	73%	10%	17%

*1 Depreciation and Taxes, *2 Profit Margin

出典) World Bank, *Copper: Trend and Prospect*, p. 43.

表 60. ムフリラ銅鉱山の生産コスト及び内訳（%）（1955-1961 年）

コスト内訳*1／年度	1955/56 (A)	1956/57	1957/58	1958/59	1959/60	1960/61 (B)	B/A (%)
鉱山コスト*1 (1-5) (US\$/lb)	9.5	10.4	10.8	10.9	11.7	12.3	29.5
総コスト*1 (US\$/lb)	19.6	18.7	17.3	17.3	20.3	20.6	5.1
鉱山コスト(1-5) (¥/t)	75	82	85	86	92	97	29.3
総コスト; Total costs (¥/t)	154	147	136	136	160	162	5.2
1. 採掘	24.4	26.7	31.1	30.2	31.8	32.8	34.4
2. 選鉱	7.9	9.0	9.4	8.0	7.1	7.8	▲ 1.3
3. 製錬	4.5	5.5	7.4	5.9	4.8	5.5	22.2
4. 精錬	3.0	4.7	4.8	4.3	4.2	4.0	33.3
5. 一般管理費(鉱山)	9.1	9.8	10.1	9.4	9.5	10.1	11.0
6. ベイラ港の荷物取扱費	5.7	10.8	12.6	10.9	10.9	9.9	73.7
7. ロイヤルティ	26.8	19.0	12.7	15.5	15.7	14.7	▲ 45.1
8. 年金・ボーナス引当金	11.1	6.8	4.1	8.8	9.5	8.2	▲ 26.1
9. 輸送費	4.0	4.4	4.2	3.1	3.0	3.0	▲ 25.0
10. 技術・サービス費	1.4	1.2	1.0	1.1	1.1	1.0	▲ 28.6
11. 管理費等	2.1	2.1	2.6	2.7	2.4	3.1	47.6
合計 I (1-11)	100	100	100	100	100	100	

*1 鉱山コスト; Costs at mine, 総コスト; Total costs, 1t=2, 204. 6pound、USD/¥ exchange rate=2. 8USD/¥

*2 1. Mining, 2. Milling, 3. Smelting, 4. Refining, 5. General expenditures at mines, 6. Freight and handling at Beira, 7. Royalty, 8. Mine pension and bonus fund, 9. Freight delivery charges, 10. Technical and sales services, 11. Administration charges

出典) Simon Cunningham (1981), *The Copper Industry in Zambia, Foreign Mining Companies in a Developing Country*, p. 153. に加筆。

表 61. ザンビア RST 主要鉱山の生産コスト (1964 年)

(US¢/lb)

コスト内訳	ムフリラ鉱山	ルアンシャ鉱山	チブルマ鉱山
鉱石品位	2.66%	1.75%	4.01%
鉱山コスト (Cost of Mine)	10.5	16.4	12.9
引当金等 (Provisions for Replacement)	0.9	1.6	1.3
コスト	11.4	18.0	14.2
輸送費*1	4.0	4.0	3.6
ロイヤルティ (Mineral Royalty)	5.6	3.3	3.3
総コスト*2	21.0	25.3	21.3

*1 Railage, Port Handling, Freight, Administrative & Marketing Charges.

*2 総コスト; Total Cost Excluding Taxes and margins

出典) World Bank, Copper: Trend and Prospect, p. 43.

2) 1970 年代の銅生産コスト

1970 年代後半から 1980 年代前半の 10 年間に銅生産コストは、需要の伸び悩みと銅価格の低迷、石油危機による石油価格暴騰によるエネルギーコストの上昇、米国等の先進国を中心とした公害規制基準の強化、米国の高金利政策と米ドルと主要産銅国との為替レートの変化による対米ドル安の影響を受け大きく変化した⁵⁰²。

銅研究会 (Copper Studies Group) は、1970 年当初の生産コストは、アフリカ 28.0c/lb、南米 29.8c/lb、アジア・豪州 30.2c/lb と報告している⁵⁰³。しかし、1970 年から 1975 年間のアフリカの操業コストは 73%増加して、48.5c/lb (26c/lb 増加) に、南米は 26%増加の 37.5c/lb と推定している⁵⁰⁴。CIPEC (1977) は、1977 年の西側世界の平均操業コストは 55c/lb であったが、このコストを下回るのは西側世界の銅生産能力の 41%を占めるにすぎないと報告している⁵⁰⁵。

1975 年のザンビア及び世界の主要産銅国の銅生産コストを表 62 に示した。ザンビアの生産コストは、直接費、総コストは世界平均よりも低いものの副産物収入の効果は限定的で、副産物収入を含めると世界平均よりも高く国際競争力が低下していることが分かる。

⁵⁰² World Bank; Kenji Takeuchi, Jhon E. Strongman, Shunichi Maeda, and C. Suan Tan (1987), *The World Copper Industry Its Change Structure and Future Prospects*, World Bank Staff Commodity Working Papers Number 15, U.S.A. Washington, D.C.; The World Bank, pp.58-61.

⁵⁰³ Raymond F. Mikesell (1979), *The World Copper Industry Structure and Economic Analysis*, London; Resource for the Future, pp.121-123.

⁵⁰⁴ Mikesell (1979), p.126.

⁵⁰⁵ Mikesell (1979), p.127.

表 62. 1975 年のザンビア及び世界の銅生産コスト(単位 : c/lb)

	直接費	間接費	金利	総コスト	副産物収入	純コスト
ザンビア	52.6	7.9	2.7	63.2	1.6	61.6
ザイール	42.8	23.3	1.7	67.8	12.7	55.1
南アフリカ・ナミビア	45.7	3	0.1	48.8	7.5	41.3
米国	59.9	4.6	4.1	68.6	7	61.6
チリ	36.5	14.1	2.1	52.7	5.5	47.2
主要産銅国の合計*	57.6	10.4	2.9	70.9	22.0	48.9

注) 上記の国のほかに、PNG、フィリピン、カナダ、メキシコ、ペルー、スウェーデンを含む
出典) World Bank (1987), p. 60. より抜粋。

1970 年代のザンビアの個々の生産コストを RCM の生産コストでみると、1970/71 年度が 26c/lb、1971-72 年度が 29c/lb、1973-74 年度が 37c/lb、1974/75 年度が 44c/lb であった（初期コストと輸送コストの情報は含まず）。なお、1972 年のザイール Gecamines の生産コスト（貸付利息、管理費を含む）は 34c/lb（USD750/ t）で、ザンビアの鉱山よりもコストは低かったと考えられる。これはコバルト得られる副産物収入の差によるものと考えられる⁵⁰⁶。

ザンビア ZCCM の 1970 年代から 1980 年代半ばまでの銅生産コスト（総コスト）の推移を表 63 示した。銅生産コストは 80c/lb から 60c/lb の間で増減を繰り返している。1970 年初頭は、ムフリラ坑内採掘鉱山における事故（1970 年 9 月）の復旧等のために支出が増加したことを反映していると考えられる。その後しばらくの間 70c/lb から 60c/lb と ZCCM にしては低コスト状態が続いているがこれは新たに導入した溶媒抽出電解採取法（SX-EW 法）により低コストで銅地金を生産できたことの効果と考えられる。その後、一時、コストは 80c/lb 台に上昇するが、1980 年代初頭に再び 60c/lb 台に低下しているが、これはコバルトの副産物収入が貢献したと考えられる。

⁵⁰⁶ Mikesell (1979), pp. 123-124.

表 63. ザンビア ZCCM の銅生産コスト（1970 年代から 1980 年代初頭）

年（3 月末締め）	コスト(c/lb Cu)*	出典
1971	84	NCCM, RCM
1972	84	NCCM, RCM
1973	78	NCCM, RCM
1974	71	NCCM, RCM
1975	77	NCCM, RCM
1976	81	NCCM, RCM
1977	67	NCCM, RCM
1978	60	NCCM, RCM
1979	61	NCCM, RCM
1980	68	NCCM, RCM
1981	83	NCCM, RCM
1982	85	NCCM, RCM
1983	63	ZCCM
1984	66	ZCCM
1985	61	ZCMM

注)* Constant 1981 M USD

出典) Paul Jourdan(1986), The Mining Industry of Zambia, IMR SADCC Mining Project Funded by SAREC, Report No. 82, Institute of Mining Research University of Zimbabwe, p.19. より抜粋。

3) 1980 年代前半の銅生産コスト

1980 年代前半の世界の銅業産業は過剰設備（低操業率）と銅価格の長期低迷の下、生産コストへ影響を与える要因として、副産物収入の生産コストへの影響⁵⁰⁷、米ドル為替レートと銅価格の関係⁵⁰⁸、対米為替レートとローカルコンテンツ⁵⁰⁹、などがあった。特に、1980 年から 1984 年の間の米ドル高によって主要産銅国通貨は対米ドルに対して大幅に下落し、主要産銅国の米ドル建て生産コストの削減効果につながったが、インフレがその効果を相殺し、また、生産に必要な資機材の多くを輸入に頼るローカルコンテンツの比率が低い国は対ドル通貨下落によって輸入品の価格が高騰し、銅生産・輸出減少もあって外貨不足に陥った。そのため米ドル建て輸入支払いに窮するようになり⁵¹⁰、債務超過に陥る発展途上国が増加した⁵¹¹。ザンビアはこのローカルコンテンツ率が低い国であった。

⁵⁰⁷ 体系的な副産物は金、銀、鉛、亜鉛、ニッケル、コバルト、モリブデンで、副産物収益は金属価格の上昇により、1974 年の 22c/lb から 1980 年には 59c/lb と大幅に増加してグロスコストの半分強を占めた。ザンビア（コバルト）、チリ（モリブデン）は副産物収益のグロスコストに占める割合が少なく、ザイール（コバルト）は大きかった。（金属鉱業事業団 1987、p. 52.）

⁵⁰⁸ 金属鉱業事業団(1987)、pp. 35-36.

1970 年代に主要国通貨が変動相場制に移行し、1980 年までの 10 年間は米ドルが下落すると金属価格が上昇するとのが相関が認められ、銅価格は 50c/lb から 1.01\$/lb まで上昇した。1980 年に入ると米国の高金利政策により米ドルは上昇し 1984 年にピークに達し、銅価格は 60c/lb まで下落した。（金属鉱業事業団 1987、p. 56.）

⁵⁰⁹ 金属鉱業事業団(1987)、p. 57.

⁵¹⁰ 金属鉱業事業団(1987)、p. 58.

⁵¹¹ 金属鉱業事業団(1987)、pp. 66-67.

1980 年代の産銅国の生産コスト（直接コスト＋間接コスト＋金利－副産物収入）の推定を、Brook Hunt & Associates Ltd. (World Bank の委託) (BH:WB)、Brook Hunt & Associates Ltd. (Canadian Department of Energy の委託) (BH-EM&R)、U. S. Bureau of Mines (BuMines) が行っている。その結果を表 64 に示した。これらによると、世界の銅生産コストは、1981 年から 1986 年にかけて 21%低下しており、その原因は、副産物価格の上昇にあったと報告している。1986 年において、チリなどの最も生産コストが低い約 30c/lb、次にコストが低いザンビア、ペルー、ザイールは約 37～41 c/lb、高コスト国は 70c/lb を越えていた⁵¹²。

1980 年代前半のザンビアを含む世界の銅生産コストを表 65 に示した。銅の総生産コスト（直接コスト；採掘、選鉱、製錬、精錬、市場までの輸送費を含むと間接コスト；管理費、採鉱費、特別引当金等を含み、所得税を含まず、及び副産物収入を含む）は、1981 年には 80c/lb まで高騰したが、1986 年には 40～50c/lb まで低下した。これは 1980 年代の副産物価格の高騰によるものと考えられている。

1980 年代前半のザンビアを含む世界の銅生産コストの構成を表 64 に示した。1970 年代後半から 1980 年代前半にかけて、ザンビアは主要産銅国の中にあって国際競争力を維持していた。特に、1980 年代前半は、採掘費の減少と副産物収入が貢献していたが、副産物収入の効果は同じコバルトを副産物収入とするザイールほどは大きく、世界平均も大きく下回っていた。

表 64. 1980 年代前半のザンビアを含む世界の銅生産コスト

(単位：c/lb)

国	BH: WB			BH: EM&R			BuMines	
	1975	1980	1984	1985	1981	1986	1981	1986
パプアニューギニア	23.8	17.9	32.4	43.1	NA	56.9	NA	29.6
インドネシア	35.5	33.3	46.0	49.7	NA	40.6	NA	29.6
チリ	47.2	56.7	48.8	42.2	70.	44.7	44.6	29.9
ペルー	51.1	41.2	56.8	41.2	68	62.2	57.8	36.6
ザイール	55.1	51.1	45.2	39.8	62	45.9	50.4	38.6
ザンビア	61.6	84.3	66.0	55.8	84	48.6	67.6	40.5
メキシコ	27.3	42.1	37.9	79.5	NA	85.9	49.3	44.9
豪州	38.3	27.6	63.8	51.9	79	42.0	NA	48.9
南アフリカ	41.3	42.7	45.6	28.6	NA	39.3	NA	49.1
米国	61.6	73.4	78.1	65.3	86	60.4	79.1	54.5
カナダ	28.4	-9.6	56.1	42.3	68	57.0	49.5	5.95
フィリピン	38.1	57.3	55.5	85.9	NA	78.1	67.8	69.6
平均	48.8	50.0	56.9	50.6	NA	NA	62.0	46.0

注)BH: WB:Direct Cost (mining, milling, smelting and refining costs, including freight costs to market, and marketing costs), plus Indirect Costs (including cooperate overhead, research and exploration, and extraordinary charges such as strike reserves, excluding income taxes), plus interest Expenses (net of any interest receivable) on short-term loan, long-term loans, overdrafts, Commercial

⁵¹² *Copper: Technology and Competitiveness*, Congress of the United States Office of Technology Assessment (OTA), pp.197-198.

papers, etc. minus Byproduct Revenue (full credit for properties)

BH: EM&R; Direct Cost (mining, milling, smelting and refining costs, including all freight costs to market, and marketing costs), plus Indirect Costs (including cooperate overhead, research and exploration, and extraordinary charges such as strike reserves, excluding income taxes) , plus interest Expenses (net of any interest receivable) on short-term loan , long-term loans, overdrafts, Commercial papers, etc. minus Byproduct Revenue (full credit for properties with over 65 percent of their revenues from copper, pro-rated allocation for properties for which copper provides between 30% and 60% of revenues)

BuMines; Direct Cost (mining, milling, smelting and refining costs, including freight costs to market, and marketing costs), minus Byproduct Revenue

出典) “Copper: Technology and Competitiveness”, Congress of the United States Office of Technology Assessment (OTA), pp.197-198.

4) 1980 年代後半以降の銅生産コスト

1980 年代後半のザンビアを含む世界の銅生産コストを表 65 に示した。1980 年代初頭から 1980 年代末かけて、主要産銅国の生産コストが減少或いは微増であったのに対して、ザンビアの生産コストは上昇し、ザイールとともに国際競争力を失い始めていた。

ザンビアの 1986 年の銅生産の純生産コストは 41c/lb、総生産コストは 48c/lb と低いが、副産物収入も 8c/lb と少なかった。採掘コストは国内鉱山の殆どが坑内掘であることから 30c/lb と極めて高く、選鉱コストは 13c/lb と中程度、製錬/精錬コストは安価な労働力と水力発電による安価な電力⁵¹³によって 5c/lb と低かった⁵¹⁴。ザンビアの平均銅品位 2.0%は、南米等の銅鉱山の平均銅品位 1%以下より高く、ザイールの 4.1%ほどは高くなかった。ンチャンガ銅鉱山やンカナ銅鉱山など一部の鉱山ではコバルトを副産物として産出したが、ザンビアの鉱山全体では副産物収入は少なかった。

ザンビアは既知埋蔵量は莫大であり、安価な電力もあるが、停電が頻発していた。ザンビアとザイールは周辺市場が小さいため輸出に依存していたが、鉱山と港との輸送網が不十分で不安定であることが問題であった。ローデシア国境封鎖、アンゴラ紛争、モザンビーク、南アフリカ等の政治・外交問題が輸送に影響した。ザンビアからタンザニアまでのタンザン鉄道は 1970 年代半ばに開通したが、鉄道運行の信頼性やダルエスサラーム港の能力不足で滞貨が発生し、輸送コストの高騰を招いた。1970 年代と 1980 年代のザンビアを含む世界の銅生産コストを表 66 に示した。

⁵¹³ 1986 年 ; 13.9 mils/kWh、米国は 25.1 mils/kWh、チリは 15.6 mils/kWh。TOA(1988), pp. 204-205.

⁵¹⁴ TOA(1988), pp. 204-205.

表 65. 1980 年代前半のザンビアを含む世界の銅生産コストの構成

(単位 : c/lb)

1975 年	直接費	間接費	金利	総コスト	副産物収入	純コスト
ザンビア	52.6	7.9	2.7	63.2	1.6	61.6
ザイール	42.8	23.3	1.7	67.8	12.7	55.1
米国	59.9	4.6	4.1	68.6	7	61.6
チリ	36.5	14.1	2.1	52.7	5.5	47.2
平均	57.6	10.4	2.9	70.9	22.0	48.9
1980 年	直接費	間接費	金利	総コスト	副産物収入	純コスト
ザンビア	72.6	16.8	4	93.4	9.1	84.3
ザイール	90.2	22.8	7.2	120.2	69.1	51.1
米国	95.7	6.2	4.0	105.9	32.5	73.4
チリ	50.8	25.4	0.6	76.9	20.1	56.8
平均	87.0	17.0	4.8	108.7	58.8	49.9
1984 年	直接費	間接費	金利	総コスト	副産物収入	純コスト
ザンビア	53.3	13.0	7.5	74.8	7.8	67.0
ザイール	56.7	6.9	6.2	69.8	24.6	45.2
米国	78.6	4.6	5.5	88.7	10.6	78.1
チリ	39.5	15.4	5.0	59.3	11.1	48.7
平均	75.0	11.6	7.2	93.4	36.9	56.7

出典) World Bank; Kenji Takeuchi, Jhon E. Strongman, Shunichi Maeda, and C. Suan Tan (1987), The World Copper Industry Its Change Structure and Future Prospects, World Bank Staff Commodity Working Papers Number 15, U. S. A. Washington, D. C. ; The World Bank, p. 60.

表 66. 1980 年代後半のザンビアを含む世界の銅生産コスト

(米ドル/lb)

	米国	豪州	カナダ	チリ	メキシコ	フィリピン	ザイール	ザンビア
1975	0.66	0.49	0.99	0.37	0.61	0.44	0.43	0.53
1981	0.96	0.78	0.99	0.55	0.63	0.93	0.69	0.70
1986	0.63	0.52	0.86	0.35	0.58	0.88	0.76	0.53
1987	0.62	0.47	0.91	0.37	0.51	0.79	0.79	0.72
1988	0.62	0.62	0.92	0.39	0.53	0.89	0.70	0.83
1988 / 81	-35.4%	-20.5%	-7.1%	-29.1%	-15.9%	-4.3%	1.4%	18.6%

出典) Kenneth E. Porter and Gray R. Peterson (1992), *The Availability of Copper in Market Economy Countries A Minerals Availability Appraisal*, Bureau of Mines Information Circular /1992, United State Deartment of the Interior, p.18., World Bank (1987), p.60.

注)*1 Nominal cash cost; Cash operating cost are summed of mining, milling, smelting, refining and transportation cost in U.S. dollars per pound of copper. They do not include depreciation, interest, profit or taxes. Byproduct credits have not been deduced.

*2 Real cash costs expressed in 1988 dollars= nominal cash costs for operations as of 1981.

1988 and 1987 and adjusted for inflation and exchanges to Jan. 1988, byproduct credits have not deduced.

ザンビアの1980年代の生産コストの上昇は他国を大きく上回っている。また、1980年代末の世界の銅操業コストとの比較においても、ザンビアの生産コストは2倍近く上昇している。1980年代末のザンビアを含む世界の銅操業コストを表67に示した。隣国ザイールの生産コストは減少に転じている。図18に1988年の銅生産コストの構成を示したが、ザンビアは採掘と選鉱のコストが他の産銅国よりも高く、副産物収入が少ない。同じカッパーベルトにあるザイールは副産物収入が多いことから、総生産コストが低くなっている。

表 67. 1980年代末のザンビアを含む世界の銅操業コスト

(米ドル/l)

国/年	1987	1988	1989
豪州	0.40	0.39	0.50
ブラジル	0.92	1.19	0.35
カナダ	0.41	0.40	0.35
チリ	0.31	0.34	0.38
インド	1.24	1.28	1.29
メキシコ	0.43	0.45	0.43
ナミビア	0.48	0.60	0.68
PNG/インドネシア	-0.19	0.09	0.42
ペルー	0.52	0.76	0.10
フィリピン	0.35	0.39	0.56
南アフリカ	0.35	0.46	0.46
スペイン	0.68	0.94	0.84
米国	0.53	0.52	0.52
ユーゴスラビア	0.63	0.35	0.04
ザイール	0.56	0.45	0.37
ザンビア	0.65	0.76	1.04

出典) USBM (1992), “Information Circular 9310, The Availability of Primary Copper in Market Economy Countries A Minerals Availability Appraisal”, by Kenneth E. Porter and Gray R. Peterson, United States Departments of the Interior, Bureau of Mines, Table.6.

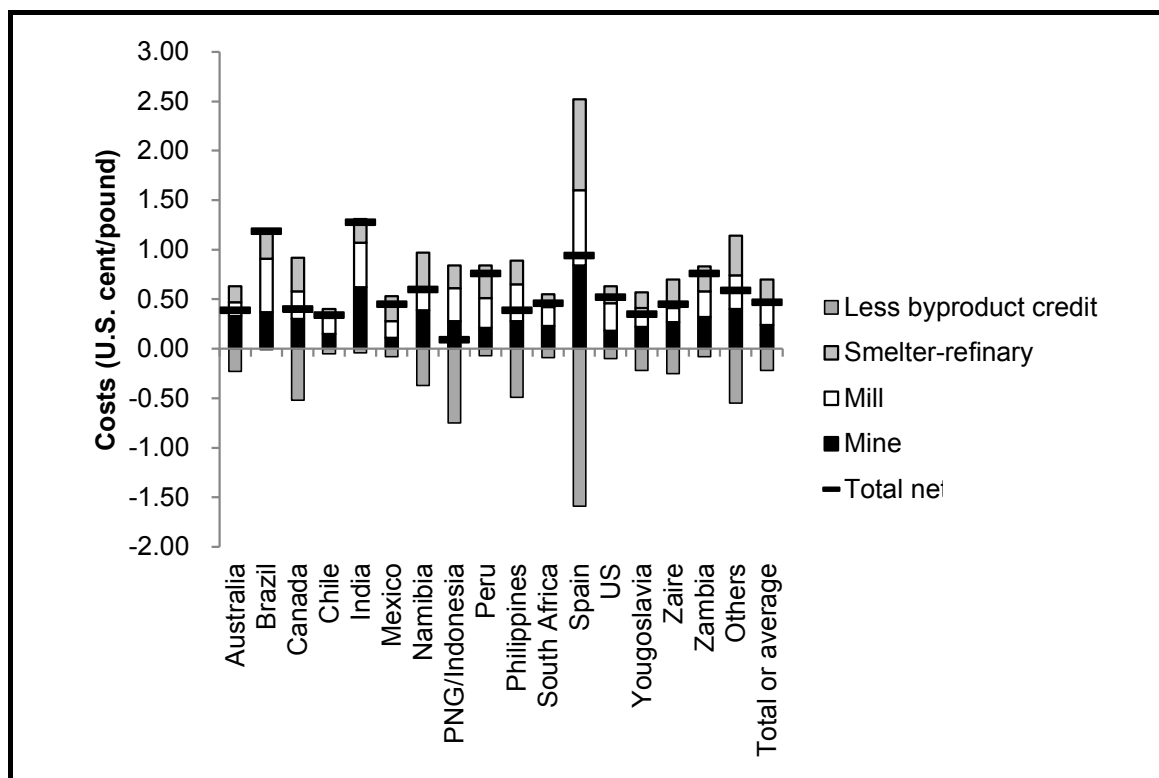


図 18. 1988 年の主要産銅国の生産コストの構成

出典) USBM (1992)

鉱山の採掘方法等の違いによるコストの差を検討するため、1988 年のザンビアを含む世界の採掘方法別・生産工程別コストを表 68 に示した。坑内採掘 (Underground Mines) よりも露天採掘 (Surface Mines) の方が低コストであり、露天採掘では剥土比が低い方が低コストである。ザンビアの露天採掘では剥土比も 13.6 : 1 とザイールは 7.8 : 1 とともに、フィリピンは 0.67 : 1、チリは 2.7 : 1 などに比べ高い。ただし、鉱石品位はザンビアやザイールのほうが高い⁵¹⁵。また、坑内採掘鉱山のコストも採掘、選鉱、その他コスト何れも世界主要産銅国の平均値を上回っており、特に採掘コストは他国に比べて非常に高い。ザンビアの主要な鉱山の多くが坑内採掘であり、しかも深部での採掘が多いことを反映しているものと考えられる。

⁵¹⁵ USBM (1992), p. 18.

表 68. ザンビアを含む世界の採掘方法別・生産工程別コスト（1988 年）

国/内訳等*1	硫化鉱 処理量(千t)	硫化鉱中 銅量(千)	操業コスト (USD/t)			
			採掘	選鉱	一般管理費	合計
露天採掘鉱山						
カナダ	102,975	335,200	1.23	2.15	0.32	3.70
チリ	49,600	655,400	3.28	2.16	1.76	7.20
メキシコ	54,000	260,800	1.00	1.46	2.95	2.95
ペルー	34,812	278,000	2.41	3.09	8.26	8.26
フィリピン	37,100	118,700	1.48	2.28	4.20	4.20
米国	187,599	909,700	1.88	2.68	4.91	4.91
ユーゴスラビア	33,100	153,500	2.25	1.89	4.14	4.14
その他	150,999	105,900	3.61	4.01	9.05	9.05
合計/平均	650,185	3,770,300	2.24	2.72	5.80	5.80
坑内採掘鉱山						
豪州	9,250	233,600	16.53	6.20	3.27	26.00
カナダ	10,685	219,800	19.24	6.45	5.25	30.94
チリ	58,000	592,600	3.17	2.86	1.92	7.95
フィリピン	26,398	92,200	2.25	2.61	0.63	5.49
米国	22,180	151,700	5.80	2.92	0.74	9.48
ザイール	8,435	249,300	14.80	7.30	6.56	28.66
ザンビア	17,640	240,500	12.90	5.46	4.95	23.31
その他	35,899	435,500	11.13	5.21	2/53	18.87
合計/平均	188,487	2,215,200	8.97	4.58	2.77	16.32

*1 硫化鉱処理量; Sulfide ore treated, 硫化鉱中銅量; Sulfide recoverable copper (mt), 操業コスト; On site cash operating cos, 一般管理費等; G&A costs; General and administrative costs
出典) USBM (1992), p.19.

1988 年のザンビアを含む主要産銅国の溶媒抽出電解採取法（SX-EW 法）による銅回収コストを表 69 示した。ザンビアの処理のコストは、米国やチリと同程度の 0.38USD/lb とその他の国 0.66 USD/lb に比べて低い⁵¹⁶。ザンビアは 1960 年代から尾鉱の浸出処理による銅回収を開始して以来、段階的に規模を拡大し、過去の尾鉱も含め処理して大規模に事業をおこなったことによるスケールメリットもあったと考えられる。また、尾鉱は地表の堆積場に堆積されているか或いは選鉱所から供給されるため、採掘コストで他国に劣後することがないためと考えられる。

表 69. ザンビアを含む世界の主要産銅国の SX-EW 法による銅回収コスト

国	操業コスト; Operating cost (1988)		
	回収可能銅量 (百万 t)	\$/t	\$/lb
チリ	123,200	848	0.38
米国	289,400	777	0.35
ザンビア	114,500	827	0.38
その他	58,200	1,458	0.66
合計/平均	585,300	868	0.39

出典) USBM (1992), Table 10.

⁵¹⁶ USBM (1992), p. 20.

ザンビアの銅産業は、1970 年代までは生産コストが世界の産銅国の中でも最も低い国の一つであり、1980 年代前半においてもコストは上昇したが、依然として低い生産コストを維持していた。しかし、1980 年代後半ごろから生産コストは高騰し、国際競争力を失った。

原因として、鉱石品位の低下、坑内掘の比率の増加とそれに伴う採掘コストの上昇、民間（外資）による資本投資の減少とそれに伴う借入金の増加、その結果としての利払いによるコストの押上げ、近隣諸国の紛争による輸送路の遮断・変更に伴う輸送コストの高騰、少ない副産物収入、対米ドル通貨切下げによる外貨準備高の減少と輸入資機材の不足などの数々の問題が同時に或いは関連して発生したことによって生産コストを押し上げた。

1970 年代までは低生産コスト国が 1990 年代には高生産コスト国となり、それに伴い国有鉱山会社 ZCCM の経営は悪化していった。他方、1980 年代後半から、世界的に普及した銅鉱山開発における新技術の溶媒抽出電解採取法（SX-EW 法）がザンビアでは 1960 年代末頃から導入が具体化されて後に生産量と生産コストの両面で成果を上げている。1988 年のザンビアを含む世界の主要産銅国の銅総生産コストを表 70 に示した。

表 70. ザンビアを含む世界の主要産銅国の銅総生産コスト (1988 年)

国	鉱山数	鉱量		操業コスト (\$/lb)			諸コスト (\$/lb)					総コスト (0%)*2	総コスト (15%)*2
		鉱石量 (千t)	回収可能 銅量 (千t)	探掘	選鉱	製・精錬	操業コスト	副産物 収入	純コスト	資本回収	純コスト		
豪州	4	1,652,725	26,268	0.47	0.22	0.19	0.88	-0.44	0.44	0.05	0.49	0.51	1.24
ブラジル	3	37,497	327	0.36	0.54	0.29	1.19	-0.01	1.18	0.21	1.39	1.56	1.75
カナダ	16	1,664,746	7,403	0.28	0.26	0.31	0.84	-0.38	0.47	0.09	0.56	0.59	0.73
チリ	7	8,664,864	77,202	0.18	0.21	0.09	0.48	-0.05	0.42	0.03	0.45	0.48	0.56
インド	3	430,257	4,523	0.55	0.44	0.28	1.28	-0.06	1.21	0.07	1.28	1.35	1.54
メキシコ	2	2,650,447	12,142	0.10	0.19	0.22	0.51	-0.09	0.42	0.06	0.50	0.67	1.01
ナミビア	3	16,487	316	0.40	0.23	0.34	0.97	-0.33	0.64	0.06	0.72	0.74	0.80
ペルー	5	1,326,972	9,341	0.19	0.30	0.36	0.85	-0.22	0.63	0.10	0.73	0.80	1.10
フィリピン	7	1,847,734	6,667	0.24	0.31	0.24	0.80	-0.28	0.52	0.07	0.58	0.65	0.74
南アフリカ	3	396,106	1,828	0.22	0.20	0.13	0.54	-0.10	0.44	0.14	0.58	0.58	0.68
スペイン	3	151,045	695	1.09	0.87	1.36	3.33	-2.12	1.21	0.14	1.35	1.35	1.62
米国	18	5,085,247	32,333	0.16	0.26	0.17	0.59	-0.09	0.50	0.05	0.55	0.57	0.67
ユーゴスラビア	4	1,014,895	4,407	0.26	0.23	0.16	0.64	-0.20	0.43	0.07	0.50	0.53	0.63
ザイール	4	572,970	17,609	0.29	0.15	0.25	0.69	-0.19	0.51	0.02	0.53	0.54	0.60
ザンビア	9	888,790	10,577	0.35	0.26	0.25	0.85	-0.08	0.77	0.05	0.82	0.91	1.00
その他	19	2,634,339	18,486	0.32	0.44	0.32	1.08	-0.71	0.37	0.08	0.45	0.68	0.79
合計/平均	110	29,035,121	230,123	0.23	0.25	0.19	0.68	-0.17	0.50	0.05	0.55	0.60	0.74

*1 操業コスト; Cash operating, 純操業コスト; Net operating, 資本回収; Recovery capital, 純コスト; Net production, 総コスト; Total production

*2 DCFROR(Discount Cash-Flow Rate of Return); 割引キャッシュフロー率

出典) USBM (1992), Table 11.

(参考) 生産コストの内訳

銅生産コストは、直接費、間接費、金利、副産物収入（副産物収入－副産物コスト）の4つに大別できる。それらは更に以下のように細分化される。銅生産コストの構造を図19に示した。このうち、直接費、間接費、金利を加えたものが総コスト（Gross cost）、総コストから副産物収入を除いたものが純コスト（Net cost）である⁵¹⁷。

総コスト				総コスト			
現金コスト				副産物収入			
直接コスト				コバルト 金・銀・・・ モリブデン、亜鉛等			
採掘・選鉱費 熔錬費・精錬費 市場への輸送費 販売費				純コスト			
間接コスト				直接コスト ＋ 間接コスト ＋ 金利 ＋ 減価償却費 － 副産物収入			
管理費、諸経費 探査、開発費 ロイヤルティ、関税、 法人関係税や所得税を除く税金							
金利							
短期、長期、当座貸越し、 商業手形への金利支払い							
減価償却費							

注) 総コスト＝直接費＋間接費＋金利

純コスト＝直接費＋間接費＋金利－副産物収入

図 19. 生産コストの内訳

出典) 金属鉱業事業団 資源情報センター(1987)、『世界における銅の供給構造の変化』、動向分析調査報告書 第19号、東京、pp. 49. を基に作成。

⁵¹⁷ World Bank; Kenji Takeuchi, Jhon E. Strongman, Shunichi Maeda, and C. Suan Tan (1987), *The World Copper Industry Its Change Structure and Future Prospects*, World Bank Staff Commodity Working Papers Number 15, U.S.A. Washington, D.C.; The World Bank, pp. 58.

（８）高い輸送コスト

ザンビアはアフリカ中央部の内陸国であり、銅精鉱や地金等を海外へ輸出するためには大西洋側⁵¹⁸、インド洋側⁵¹⁹のいずれも 2,000km 以上に及ぶ陸路を複数の国を超えて行かなければならない。そのため、輸送コストが高かった。それに加えて 1960 年代のアフリカ諸国の独立によって、複数の国を通過することとなり、諸手続や外交関係に影響される構造にあった。ザンビアの 2 大鉱山企業グループは、1960 年代、ローデシア鉄道によってローデシア（現在のジンバブエ）を経由してモザンビークのベイラ港から銅を輸出していた⁵²⁰。

高い輸送コストを抑えるため地金輸出が主体であった。1970 年代以降、輸送コストは高騰した。ンチャング地区とムフリラ地区にとっても高い輸送コストは、銅価格下落時に経営を圧迫する要因となっていた。

（９）垂直統合（各工程のバランス、過剰設備状態、設備稼働率低下）

ザンビアの銅産業は、当初から鉱山での鉱石採掘から選鉱、製・精錬までいわゆる垂直統合が確立されていた。その理由として、同国周辺には大量の銅を消費する市場はなく、ほとんど全量を海外に輸出する必要があったが、内陸に位置する同国は生産物を輸出するには何れの港を利用しても 2,000km 以上を陸上輸送しなければならず、銅品位が 30%前後の銅精鉱を輸出するよりも銅含有量がほぼ 100%に近い銅地金を輸出する方が輸送コストを低く抑えることができたからである。

垂直統合が効率的に機能するためには、鉱山での鉱石採掘量が増加するとそれに対応して、それ以降の選鉱、製錬、精錬の全ての工程においても生産能力を増強する必要があり、実際に 1970 年代初頭までザンビアでは各工程の生産能力の増強が行われ、その成果として生産量は増加した。

しかし、いずれかの工程で不具合が生じるとその前後の工程が影響を受け、結果として過剰設備状態が発生して生産性が低下することになる。ムフリラ坑内採掘鉱山では、1970 年の事故によって鉱石採掘量が減少したため、それ以降の工程における設備は処理能力を余した状態で操業を行うことになり、操業率の低下、生産性の低下を生じてしまった。このような状況に対して、他鉱山や他国から精鉱調達で対応しなかった。フェルプスドッジ社やコデルコも垂直統合されていたが、その割合はほぼ 100%の ZCCM よりは低く、精鉱生産・輸出も行っており、操業の柔軟性があった。

⁵¹⁸ アンゴラのロビト港など

⁵¹⁹ モザンビークのベイラ港、南アフリカのイーストロンドン港、タンザニアのダルエスサラーム港、ケニアのモンバサ港など

⁵²⁰ 輸出の 55%、輸入の 66%がローデシア経由であった。

(10) 資機材不足（輸送障害、外貨不足）

ザンビアは銅生産に必要な資機材を輸入に依存していたため、1970年代は輸送障害が、1980年代は外貨不足による輸入代金の支払いが原因となって、資機材不足を招いた。主力鉱山のンチャンガ地区とムフリラ地区においてもその影響は避けられなかった。

銅価格の下落と生産量減少による銅輸出収入の減少から外貨不足となり、それを IMF 等からの借入金によって補い、その条件として通貨切下げを度々行ったことで輸入品が高騰した。現地通貨安は輸出には有利に、輸入には不利に働き、総合的には資機材不足に見られるように不利な面が強く作用していた。

(11) 財務状況の悪化（銅価下落、生産減少、生産コスト上昇）

1970年代は、銅価下落、生産減少、生産コスト上昇、輸送障害による輸出減少が財務状況悪化の原因で、1980年代は1970年代と基本的には同様の状況にあったが、更に、外貨不足から通貨切下げを IMF に迫られ、資金援助の条件として1980年代に何度となく繰り返すうちに累積対外債務が膨れ上がった。

1) 財務状況

ザンビア銅産業における ZCCM とその前身である NCCM 及び RCM の経営状況を財務面から、収益性を示す売上利益率、財務の健全性を示す自己資本比率及び負債資本比率、財務基盤の強さ（危機への抵抗力及び投資能力）を示す内部留保等をもとに検討した。ZCCM 及び RCM、NCCM の財務状況を表 71 に示した。

収益面では、ザンビア政府が銅産業に資本参加し、また、ザンビア史上最高の生産量を記録した 1970 年から 1973 年の第一次石油危機までの間、売上利益率は 20% と高い水準にあったが、2 大鉱山企業グループ NCCM と RCM との鉱山の経営とマーケティング契約を破棄した 1970 年代半ばには一桁台に落ち込み、1980 年代初頭に再び 10% 台に回復はしたものの、1983 年の第二次石油危機とそれに伴う銅価格の下落による損失を計上して以降、売上利益率は 10% 以下で推移するようになる。銅価格の変動に対応して売上は周期的に増減しているが、収益性を示す売上利益率は同様の周期で増減を繰り返しながら長期的には落ち込んでいった。事業活動によって収益を上げられない企業体質となっていたことがわかる。1970 年代半ば、1982 年、1983 年と売上利益率が大きく悪化している時期に、それぞれ政府は 2 大鉱山企業グループとの鉱山の経営とマーケティング契約の破棄（1975 年）、ZCCM 設立（1982 年）など国有化を強化しているが、その成果はあがっていないことが分かる。

財務基盤の強さの面では、ZCCM が設立された 1982 年から 1990 年頃までの間の内部留保はほぼゼロあるいはマイナス（欠損）の状態にあり、1990 年代に入ってようやく売上の数% を占める程度となっているが、自己資金による投資や損金引当ができる状況になかった。

財務の健全性の面では、長期負債の水準は、国の銅産業への資本参加直後の 1970 年初頭は極めて低かったが、長期負債は年々増加し 1970 年代半ばに最初のピークを迎える。1970

年前半は 1970 年の銅生産量最高を記録するなど増産志向にあったこと、また、1970 年にはムフリラ坑内採掘鉱山で事故が発生したことから資金需要が高まった。この時期、日本企業も NCCM に融資を行っている。1970 年代後半には長期負債は減少するが、1980 年代前半にかけて再び増加している。この時期、銅価格は低迷していたが、コバルト価格は堅調で、副産物としてコバルトを回収するための設備投資や探鉱投資が積極的におこなわれたことによる。長期債務負担率が増加する第三のピークは 1990 年代初頭で、この時期、世界的に普及した低品位鉱石の溶媒抽出電解採取法（SX-EW 法）の導入がザンビアでも行われた。

表 71. ZCCM 及び RCM、NCCM の財務状況

年度	(百万米ドル) 売上	(百万米ドル) 税引き前利益	(百万米ドル) 税引き後利益	税引き前 利益率(%)	税引き後 利益率(%)	(百万米ドル) 株主資本	(百万米ドル) 長期負債	(百万米ドル) 内部留保	(百万米ドル) 総使用資本	自己資本の 割合(%)	長期負債率 (%)
1970						585	46	N.A.	631	92.7%	7.3%
1971	935	404	204	43.2%	21.8%	707	50	N.A.	757	93.4%	6.6%
1972	755	224	164	29.7%	21.7%	771	111	N.A.	882	87.4%	12.6%
1973	936	285	204	30.4%	21.8%	942	153	N.A.	1,095	86.0%	14.0%
1974	1,493	775	452	51.9%	30.3%	1,034	183	N.A.	1,217	85.0%	15.0%
1975	1,161	277	141	23.9%	12.1%	1,113	285	N.A.	1,398	79.6%	20.4%
1976	859	-90	-6	-10.5%	-0.7%	1,099	360	N.A.	1,459	75.3%	24.7%
1977	1,028	83	29	8.1%	2.8%	911	314	N.A.	1,225	74.4%	25.6%
1978	807	-75	-26	-9.3%	-3.2%	870	244	N.A.	1,114	78.1%	21.9%
1979	1,116	126	113	11.3%	10.1%	1,209	267	N.A.	1,476	81.9%	18.1%
1980	1,329	284	172	21.4%	12.9%	1,314	234	N.A.	1,548	84.9%	15.1%
1981	1,312	42	68	3.2%	5.2%	1,349	337	54.0	1,686	80.0%	20.0%
1982	1,052	-184	-186	-17.5%	-17.7%	1,024	436	-155.5	1,460	70.1%	29.9%
1983	773	-98	-101	-12.6%	-13.1%	844	433	-101.3	1,276	66.1%	33.9%
1984	786	53	1	6.8%	0.1%	586	392	0.6	978	60.0%	40.0%
1985	593	46	0	7.8%	0.0%	932	327	0.2	1,259	74.0%	26.0%
1986	526	39	-7	7.3%	-1.4%	1,415	504	-7.2	1,919	73.7%	26.3%
1987	733	22	-59	3.0%	-8.1%	1,663	627	-59.0	2,290	72.6%	27.4%
1988	1,437	78	45	5.4%	3.1%	1,234	636	45.0	1,871	66.0%	34.0%
1989	1,313	197	133	15.0%	10.1%	818	418	122.9	1,236	66.2%	33.8%
1990	1,085	183	85	16.9%	7.9%	274	456	81.0	730	37.5%	62.5%
1991	1,014	174	80	17.1%	7.9%	916	488	73.0	1,405	65.2%	34.8%
1992	716	83	24	11.6%	3.3%	253	445	17.0	698	36.3%	63.7%
1993	793	146	92	18.5%	11.6%	687	604	91.8	1,291	53.2%	46.8%
1994	859	-107	-109	-12.4%	-12.6%	2,000	500	-108.5	2,500	80.0%	20.0%
1995	1,298	40	4	3.1%	0.3%	1,554	445	4.0	1,999	77.7%	22.3%
1996	1,317	-9	-25	-0.7%	-1.9%	964	417	24.8	1,381	69.8%	30.2%
1997	1,145	-148	-151	-12.9%	-13.2%	757	331	N.A.	1,088	69.6%	30.4%
1998	699	-245	-251	-35.1%	-36.0%	-158	273	N.A.	115		

*1 売上; Turnover, 税引き前利益; Profit before Tax, 税引き後利益; Profit after Tax, 税引き前利益率; Pre Tax Profit Margin, 税引き後利益率; Post Tax Profit Margin, 株主資本; Shareholders Funds, 長期負債; Long Term Debt, 内部留保; Retained (deficit), 総使用資本; Total Capital Employed, 自己資本の割合; Shareholders Funds as a share of Capital Employed (%), 長期負債率; Long Term Debt as a share of Capital Employed

*2 1970-1981: RCM と NCCM の合計、1982 以降は ZCCM として計上

*3 売上利益率は 10% 台の年もあるが、1970 年代半以降は一桁代或いはマイナス(損失)の年が多く、国有化期間の収益性は悪い。

*3 自己資本比率は 80% 前後と高い。国有企業らしい。

*4 長期負債比率は、1970 年初頭は 10% 未満と低く、前身の民間企業の体質が残っている。直接金融による投資が可能だった。政府が鉱山経営に関与するようになると、20~30%、多い年は数十%を超え、借入金による投資が増えた。

出典) *Mining International Yearbook*, Financial Times, 1978~2000, John Robert Crag(1999), "State Enterprise and Privatisation in Zambia 1968-1998", The University of Leeds, Department of Politics and Centre for Development Studies を基に作成。

2) 投資と資金調達

①1960 年代末頃；NCCM と RST の場合

1960 年代までのザンビアの 2 大鉱山企業グループの NCCM と RST (RCM の前身、1970 年に改組されて RCM に改名) は、新規の鉱山開発、既存鉱山の拡大及び精錬施設の建設資金は資本金と利益が中心で借入れは少なかった。1970 年代までは民間企業も同様の傾向であった。NCCM は 1970 年初頭に日本企業から融資を受けているが、NCCM の 1971 年 3 月 31 日時点の借入残高は 25,192,000 クワチャと全資本の 7.5%に過ぎなかった。1970 年代初頭の NCCM の融資構成を表 72 に、NCCM の 1971 年時点での資本構成を表 73 に示した。

表 72. 1970 年代初頭の NCCM の融資構成

	1971. 3 31	1970.1.1
I. Security Buiding Socirty 社融資(不動産担保、簿価 1,250,000 クワチャ)	1,300	
II. 三井物産融資(有担保、フローティング・チャージ)	8,881	10,240
III. 三菱商事融資(有担保、フローティング・チャージ)	9,515	9,182
有担保融資総額 (I+II+III)	19,696	19,422
IV. ZIMCO グループ	2,040	2,577
V. その他	3,456	1,212
無担保融資総額(IV+V)	5,496	3,789
長期借入金	25,192	23,211

*1 Security Buiding Socirty 社融資(不動産担保、簿価 1,250,000 クワチャ) ;I. from the Security Buiding Socirty, repayable 1971/91 secured by mortgage on certain fixed property with a book value of Kwacha 1,250,000, 三井物産融資(有担保、フローティング・チャージ);II. From Mitsui and Company Ltd. Repayable 1971/78, secured by floating charge on the assets of the Company, III. 三菱商事融資(有担保、フローティング・チャージ);from Mitsubishi Shoji Kaisha Ltd. Repayable 1971/78, secured by floating charge on the assets of the Company, 無担保融資;Total secured loans (I+II+III), IV. ZIMCO group, V. その他;Others, 無担保融資総額;Total non secured loans (IV+V), 長期借入金;Total long term loan

*2 floating charge: フローティング・チャージは債権が一定で担保物の変動する。

出典) 金属鉱物炭鉱促進事業団 資料センター(1972)、『ザンビアの鉱業概観』、p. 42.

表 73. NCCM の 1971 年時点での資本構成

内訳*1	クワチャ	(%)
I. 株主資本	250,997,000	74.5
II. ZCI 債	3,250,000	1.0
III. 内部留保	57,306,000	17.0
IV. 長期借入金	25,192,000	7.5
総資本	336,745,000	100.0

*1 株主資本;Share Capital, ZCI 債;Share and Note to be issued to Zambia Copper Investments Ltd, 内部留保;Reserves, 長期借入金;Long term loan, 総資本;Total capital employed

出典) 金属鉱物炭鉱促進事業団 資料センター(1972)、『ザンビアの鉱業概観』、p. 42. に加筆。

RCM (RST が 1970 年に改組・改名) の 1970 年 6 月 30 日時点の借入残高は 2,033,000 クワチャで、これは 1990 年までに月賦返済の 8~9% の担保融資 (1970 年 6 月 30 日、1,684,000 クワチャ) と 1974 年までに均等分割払いの無担保 5% 融資 (349,000 クワチャ) を合計したものである⁵²¹。

②1970 年代 ; ZIMCO の場合

1970 年代のザンビアの信用格付けは融資を受けるには十分ではなかったため、1970 年代の国有化により 2 大鉱山企業グループのンチャンガ銅鉱山会社 (NCCM ; Nchanga Consolidated Copper Mines) とローン銅鉱山会社 (RCM ; Roan Consolidated Copper Mines) のザンビア政の持ち分 51% の受け皿となっていた Zimco (Zambia Industry and Mining Corporation) は、民間金融機関から資金を借入れることができず、資金を自己財源から調達するしかなかった。NCCM は、1974 から 1976 年の間に 50 百万米ドルを日本の商社から、100 百万米ドルを欧州銀行団から借り入れた。両融資ともに条件は、5 年間の期限と借り手の手数料を反映した割増金がついているだけのものであった。ZIMCO は、ザンビアが開発途上国のなかでも銅生産コストの高い国であったことから、1974 年以降の銅価格低迷によって投資資金供給を最小限に抑えていた。

1978 年 3 月、ザンビア政府は IMF の通貨 10% 切下げを受入れ (1 クワチャ=1.56 米ドルは、1976 年 6 月からは 1.26 米ドルとなった)、それによる米ドル建ての損失額は 56 百万米ドル (71 百万クワチャ) と NCCM と RCM は見積もっている。NCCM は過去 40 年間一度も負債を計上したことがなかった。損失の原因として、1970 年に政府が 51% の株式を取得した後も銅価格の高騰を背景に 1973/74 年期も大規模な投資が継続されていたが、その後の銅価格下落と急速なコスト上昇によって既存施設の拡張や新規投資のための資金源となる営業利益は消失してしまった⁵²² (ザンビアの信用格付けが低いために外部からの借入金による資金調達ができず、自己資金で賄っていた Zimco にとって、銅価格下落と生産コスト上昇によって営業利益が得らなくなると余剰利益も底をついて投資する資金がなくなってしまったと考えられる)。

1978 年度のザンビア NCCM と RCM 及びチリのコデルコの財務状況を表 74 に示した。税引後利益が NCCM は利益率がひと 1 桁台に、RCM は損失を計上している。チリのコデルコも低い利益率であったが二桁台を維持していた。また、1970 年のザンビア 2 大鉱山企業グループの新規投資計画を表 75 に示した。

⁵²¹ 金属鉱物探鉱促進事業団 資料センター (1972)、『ザンビアの鉱業概観』 (1972), pp. 40-42.

⁵²² Marian Radetzki and Stephen Zorn (1979), *Financing Mining Projects in Developing Countries A United Nations Study*, London; Mining Journal Book Limited, p. 32.

表 74. ザンビア NCCM と RCM 及びチリのコデルコの財務状況（1978 年）

(1977.12.31. 米ドル)

会社	売上	試算	長期負債	税引き後 利益	売上 利益率(%)	資本 利益率(%)	負債比率 (%)
NCCM	637.6	729.6	177	43.4	6.8	5.9	24.2
RCM	284.7	617.4	90.9	-0.4	-0.1	n.a.	21.1
コデルコ	1,231.20	1,969.20	311.4	159	12.9	8.1	18.8

出典) Zorn (1979), Appendix B.

表 75. ザンビア 2 大鉱山企業グループの新規投資計画（1970 年代）

会社	新規投資案件	投資内容
NCCM	チンゴラ低品位浸出プラント プラント第 3 期増強工事	チンゴラ鉱山の堆積場等の尾鉱及び酸化鉱から浸出により銅を回収するプラントを 1976～1985 年の 5 年間で建設する計画。50,000t/年(銅量)。第 1 期は 1973 年 12 月完成、第 2 期概ね完成(当時)
	カンサンシ鉱山開発	Konkola 鉱業所増産計画として、1976 年から 16 万 t/年(銅量)規模で生産開始予定。投資予定額は 1 億米ドル。
	ロカナ製錬所 硫酸工場増強工事	既設 2 基(300t/日)を 6 基(900t/日)に増設する計画。1972 年着工、設計施工は日本企業。RCM の Luanshya 鉱業所の硫酸工場(200t/日)と合わせて両社が銅の浸出に必要な硫酸すべてを賄える予定。硫酸回収は環境保全に寄与するが、硫酸製造の目的は浸出に必要な硫酸の供給であり、硫酸生産能力を超える排ガスは大気中に放出する予定。
RCM	ルアンシャ製錬所自熔炉	坑内掘の深部化により増加する硫化鉱の製錬に対応するために、自熔炉(鉱石中の硫黄分の自然燃焼を熱源とする炉、能力 10,000t/年)を石炭を燃料とする反射炉の代替にする計画。投資予定額は 1 億米ドル。
	バルバ鉱山開発	Luanshya 鉱山の生産減少に対応して増産 5,000t/年(銅量)を計画。投資予定額は 3,000 万米ドル。

出典) 日本貿易振興会 (1976)、p.11-14 を基に作成。

③1980 年代 ; ZCCM の場合

1980 年代の設備投資に幾つかの融資が組まれている。そのひとつは 1970 年代頃から世界の大型鉱山開発で普及したプロジェクト・ファイナンスであった。1982 年頃のンチャンガ低品位尾鉱浸出プラントの第 3 期尾鉱浸出プラント建設（1985 年に完成して 15 年間にわたり銅 52.4 万 t を生産する計画）の資金調達に 206 百万クワチャのプロジェクト・ファイナンスが生まれ、そのうち 40 百万クワチャは南アフリカ系民間金融機関スタンダード銀行ザンビア（Standard Bank Zambia Ltd）他の融資団による返済期間 10 年の融資をすることが決まった⁵²³。

⁵²³ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1982, p. 438.

もうひとつは、国際機関からの借入金による資金調達であった。1986年頃にンチャंगा露天採掘鉱山では、露天採掘ピットで使用する機材更新のため、採掘機材5台、ブルドーザー8台、ショベル2台をSYSMIN（鉱産物生産維持促進制度）⁵²⁴融資により調達した。また、アフリカ開発銀行、国際復興開発銀行（International Bank for Reconstruction and Development）から施設更新のための資金も調達した⁵²⁵。

前者は1970年代に資金難で実施が延期されていたプロジェクトであったが、プロジェクト・ファイナンスによって商業ベースでの資金調達ができた少ない事例であった。後者は、商業的な資金調達というよりは典型的な国際機関による金融支援であった。ザンビアの海外直接投資の推移を図20に示した。

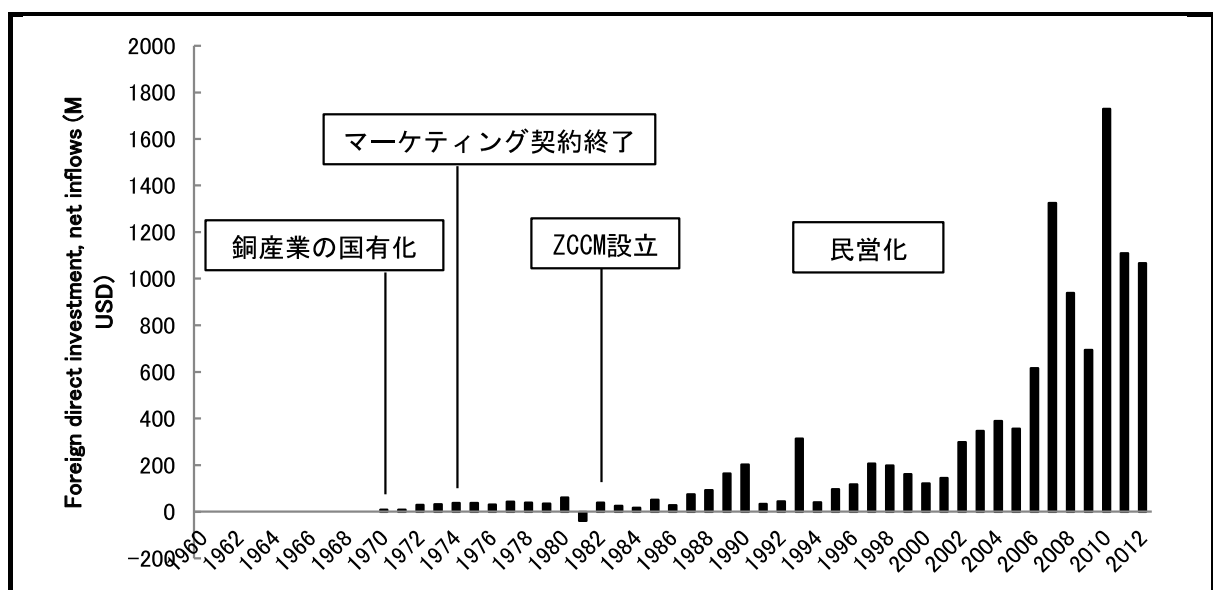


図 20. ザンビアの海外直接投資の推移

出典) World Bank, World Development Indicators, <http://data.worldbank.org/country/zambia?view=chart>

アクセス日: 2014年6月22日。

(12) 副産物収入（コバルト）

1980年代初頭のコバルト価格高騰は好材料であり、それに対応した設備投資も行われた。ZCCMの厳しい経営状況にあって将来性のある事業であった。

コバルト生産は、当初、地質的に連続するザイルより低品位だったことから、開発は軽視されて1970年代には年産2,000t程度であった。しかし1970年代半ば頃から銅価格が下落すると、価格が堅調であったコバルト（1970年代は10米ドル/t、25米ドル/t、1980年代には一時50米ドル/t）を副産物として回収することで収益を確保しようとの動きが活

⁵²⁴ 1976年に発効した欧州連合（EU）とアフリカとアフリカ・カリブ海・太平洋諸国（ACP諸国）との間で結ばれた通商と経済支援に関する協定に基づき、鉱物資源の価格変動に対する支援として設立された制度。

⁵²⁵ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Annual Review*, Mining Journal 1986, p. 406.

発化した。コバルト価格とザンビアのコバルト生産量の推移を図 21 に示した。

ンチャンガ地区等でコバルト鉱石の採鉱が積極的に行われ、回収プラント新設・拡張のための投資が積極的に行われた。1980 年代半ばにはチャンビシ・コバルト回収プラントが拡張され、ザンビアのコバルト生産量は 4,000t/年、1990 年代には 5,000t/年に達した。副産物のコバルト回収によって銅の減収分を補い成果を上げたが、コバルト回収への過剰投資が何れ過剰設備となって設備稼働率を低下させ生産性を下げるとの指摘や投資に伴う借入資金増加が将来のリスクになると指摘された。

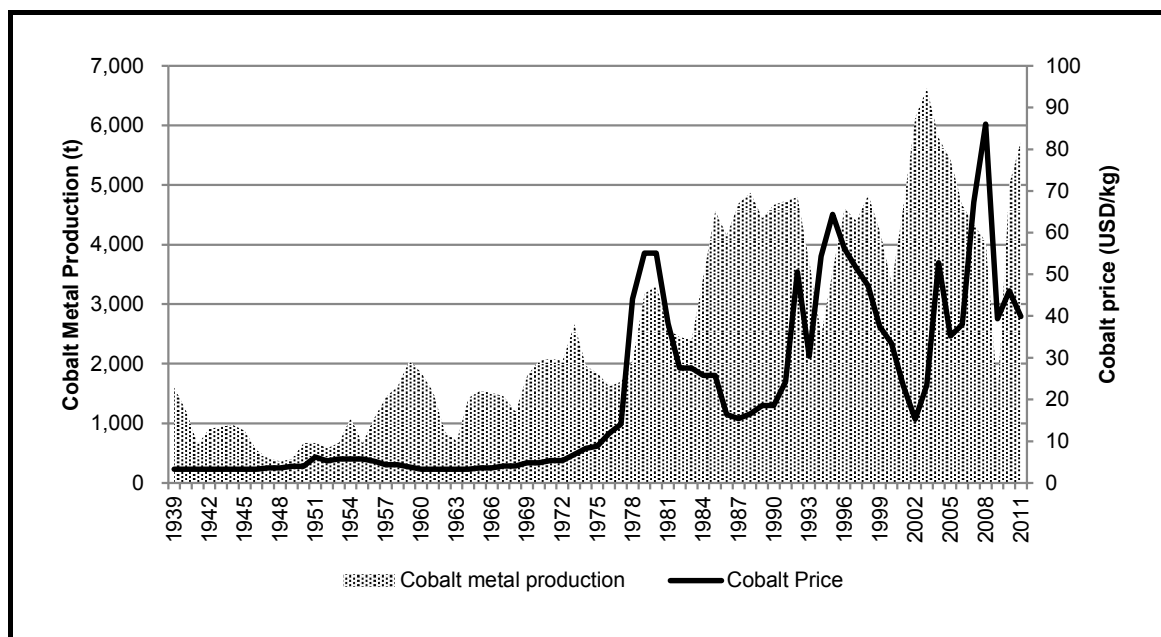


図 21. コバルト価格とザンビアのコバルト生産量の推移

出典) USGS, “Cobalt and Nickel”, “Cobalt”, *Minerals Yearbook*, 1936-2012等を基に作成。

第2節 鉱山を取り巻く環境に関する要因

(13) 銅価格の下落

1970 年の一部国有化後、石油危機を契機に銅価格が下落、更に、ZCCM を設立した 1982 年から 1984 年頃までも銅価格低迷期であり、国有化と銅価格の下落のタイミングが重なっていたことが、経験の浅い ZCCM にとっては銅価格低迷期の鉱山経営は難しかった。

銅価格は数年～10 年周期で変動しているが、ザンビアの銅鉱山が国有化された 1970 年以降、二度の石油危機後の銅価格の下落幅は大きく、ザンビア銅産業及び国有企業 ZCCM はこの銅価格の乱高下に耐えられなかった。ZCCM は利益率（純利益÷売上）が低い高コストで価格下落時に利益を出せない体質であったこと、これは内陸国による輸送コスト高、次の価格上昇まで操業を維持する内部留保が不十分であったこと、銅価格が高騰した際の自国通貨高になったことが輸出競争力を低下させ、その後の通貨切り下げにより外貨不足となり生産財の支払いに窮したことがあげられる。ロンドン金属取引所（LME）の銅価格の推移を図 22 に示した。

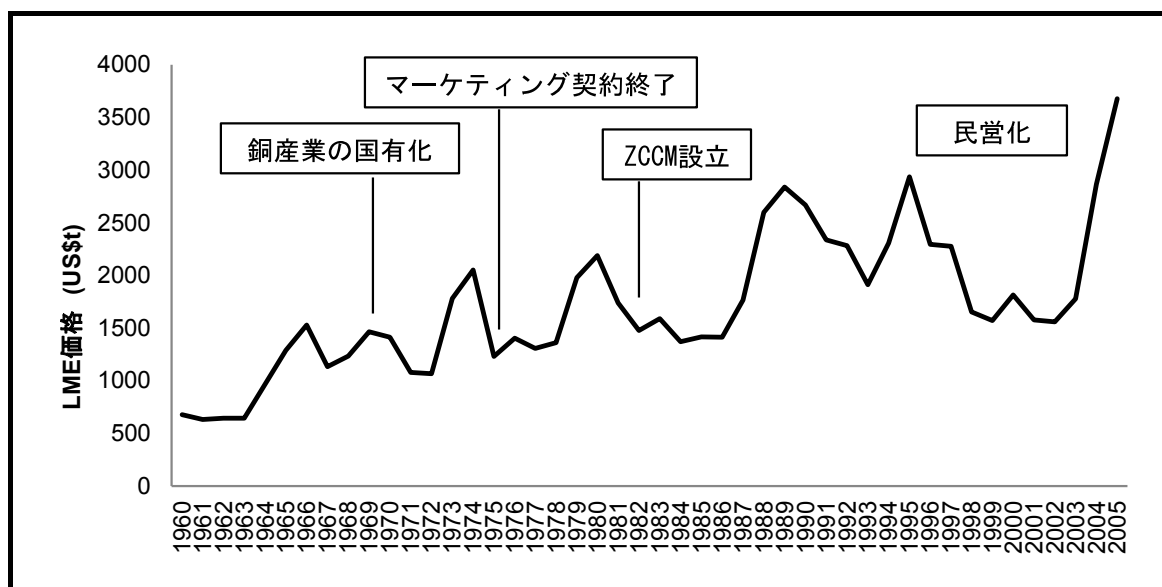


図 22. 銅価格 (LME 価格)

出典) Australian Bureau of Agriculture and Resource Economics and Science(2010), “Australian Commodity Statistics 2010” を基に作成。

(14) 輸送障害

1965 年 11 月、ローデシアの白人が一方的な独立を宣言したことから、国際連合は 1966 年に部分的な経済制裁を、1968 年からは全面的な経済制裁を行った。ザンビアを含む周辺国はもこの経済制裁を支持した。これに対してローデシアは 1973 年にザンビアとの国境を閉鎖した⁵²⁶。これによって、それまで主要輸出入経路であったローデシア経由での鉄道輸送が困難となり、アンゴラのロビト港までベンゲラ鉄道でザイルを経由するルート、鉄道とトラック輸送でタンザニアのダルエスサラーム港、ケニアのモンバサ港へ抜けるルートが代替ルートとなった。カッパーベルト地域からの主要輸送経路図を図 23 と表 76 に示した。

更に、1975 年 8 月にはアンゴラ紛争により、ロビト港が封鎖されると、鉄道と車両によるタンザニアのダルエスサラーム港が主たる代替ルートとなったが、輸送能力も港の能力も不十分で貨物が停滞する事態が発生した⁵²⁷。そのためモザンビークや南アフリカの港を利用するルートも使用されたが、鉄道は信頼性が低く、他方、トラックによる道路輸送は重量物を大量に輸送することに制限があった⁵²⁸。1970 年代半ばのロビト港封鎖前後の輸送経路を表 77 に示した。

⁵²⁶ “Zambia Face New Challenge”, *Mining Journal*, January 19, 1973, pp.41-43.

⁵²⁷ 日本貿易振興会 海外経済情報センター(1976)、『ザンビアおよびザイルの銅事情』、Ⅲ. カッパーベルト産銅の輸送問題」、pp.107-108.

⁵²⁸ “Zambia - New Road to Mozambique”, *Mining Journal*, October 31, 1975, p.335.

表 76. カッパーベルト銅輸送経由地と輸送手段量

No.	経由地	輸送手段
①	コ ル ウ エ ジ — イ ン ボ イ ン ボ — キ ン シャ サ キ ン シャ サ — ス タ デ ィ 港	ザイール鉄道 ザイール河船舶輸送 ザイール鉄道
②	ン ド ラ — カ プ リ ム ボ シ カ プ リ ム ボ シ — ダ ル エ ス サ ラ ーム	トラック又はザンビア鉄道 タンザン鉄道
③	コ ル ウ エ ジ — ロ ビ ト 港	ザイール鉄道、ベンゲラ鉄道
④	ン ド ラ — ル サ カ ル サ カ — ベ イ ラ 港	ザンビア鉄道 ローデシア鉄道
⑤	ン ド ラ — カ プ リ ム ボ シ カ プ リ ム ボ シ — ダ ル エ ス サ ラ ーム 港	ザンビア鉄道 タンザン鉄道
⑥	コ ル ウ エ ジ — カ レ ミ カ レ ミ — キ ゴ マ キ ゴ マ — ダ ル エ ス サ ラ ーム 港	ザイール鉄道 タンガニーカ湖上輸送 ザンビア鉄道
⑦	ン ド ラ — カ プ リ ム ボ シ カ プ リ ム ボ シ — モ ン バ サ 港	トラック又はザンビア鉄道 トラック輸送

出典) 日本貿易振興会 海外経済情報センター(1976)、『ザンビアおよびザイールの銅事情』、
「Ⅲ. カッパーベルト産銅の輸送問題」、pp. 107-108.

表 77. ロビト港封鎖前後の輸送経路 (1976 年 2 月上旬現在)

	輸送経路		封鎖前		封鎖後	
	経路	港	月量	依存度	月量	依存度
ザンビア	ザンビア鉄道、ベンゲラ鉄道	ロビト	30 千 t	55%	—	—
	タンザン鉄道	ダルエスサラーム	24 千 t	45%	32.5 千 t	60%
	タンザン鉄道、モンバサ	モンバサ	—		5.5 千 t	10%
	タンザン鉄道	ダルエスサラーム	—		16.0 千 t	30%
	計		54 千 t	100%	54 千 t	100%
ザイール	ザイール鉄道、ザイール川	マタディ	17 千 t		25.0 千 t	60%
	ザイール鉄道、ベンゲラ鉄道	ロビト	12 千 t		—	—
	ザイール鉄道、タンザニア道路	ダルエスサラーム	6 千 t		11.0 千 t	25%
	ザイール鉄道、ローデシア鉄道	ベイラ	6 千 t		6.0 千 t	15%
	計		41 千 t	100%	41.0 千 t	100%

出典) 日本貿易振興会 海外経済情報センター(1976)、『ザンビアおよびザイールの銅事情』、
「Ⅲ. カッパーベルト産銅の輸送問題」、pp. 107-108.

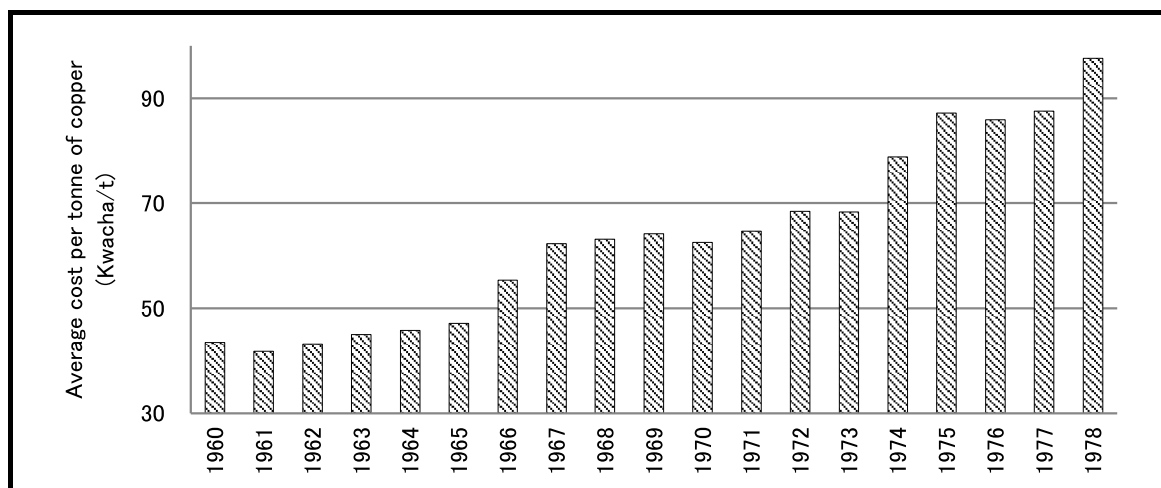


図 24. ザンビアからの銅の運搬コスト

出典) Zambia Government を基に作成。

(15) 現地通貨切下げ（現地通貨建て収入増加、インフレ、対外累積債務）

1970 年代半ばから 1980 年代にかけての断続的・継続的な現地通貨切下げの実施は、鉱山会社の現地通貨建て輸出収入の増加に貢献したが、輸入の依存度の高いザンビアでは輸入品価格が高騰し、国内インフレが発生し、生産コストを押し上げ、累積対外債務も急増し、結局、ZCCM の経営と財政を圧迫した。ザンビアの対外債務の推移を図 25 に示した。

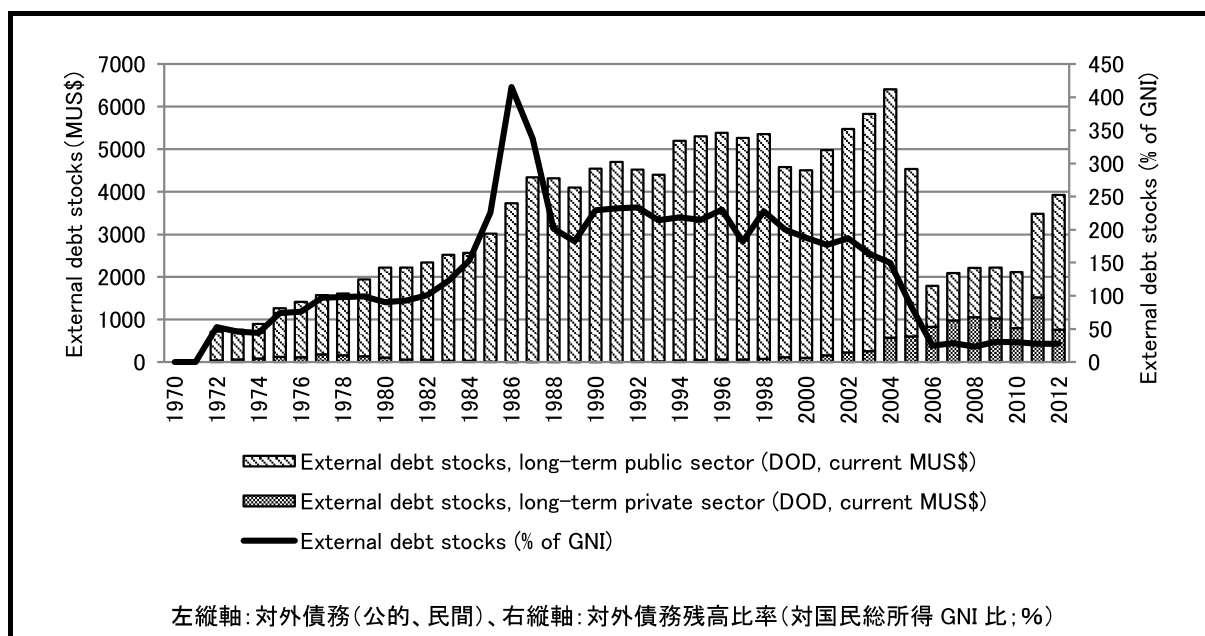


図 25. ザンビアの対外債務の推移

出典) World Bank, World Development Indicators, <http://data.worldbank.org/country/zambia?view=chart>

アクセス日: 2014 年 6 月 22 日。

1970 年代後半の輸送障害によって銅の生産・輸出が落ち込むと外貨準備高が下がり、対

米ドル現地通貨切下げが1970年代後半から1980年代にかけて断続的に行われた。

1976年、1971年から米ドルに連動していた現地通貨クワチャを市場レートに変更し、通貨を20%切下げた(1クワチャ=1.56米ドルは、1976年6月からは1.26米ドルとなった)⁵³³。これによってNCCMのクワチャ建て対外債務は増加し、異常項目(Extraordinary Item)に25百万米ドル(32百万クワチャ)を計上して当期純利益は10.5百万クワチャ(8.3百万米ドル)⁵³⁴、RCMは15.2百万クワチャ(12百万米ドル)の対外債務増加となった⁵³⁵。

1983年1月に政府は20%の通貨切下げと対外債務の支払い停止(猶予)を実施した結果、現地通貨建ての収入は45百万クワチャ(57百万米ドル)増加したが、負債は117百万クワチャ(148百万米ドル)増加して累積債務は1,005百万クワチャ(1,272百万米ドル)となった⁵³⁶。1985年10月には対米為替レートを毎週行う入札で決定する方式を導入したが、これが現地通貨の暴落を招き、ZCCMと累積債務は1,800百万クワチャに増加し、更なる資金調達が必要となった⁵³⁷。1987年5月までの19ヶ月間に現地通貨は1米ドル2.2クワチャから22クワチャへと10分の1まで暴落したため、政府は入札を停止し、交換レートを1米ドル8クワチャに固定した⁵³⁸。ザンビアのインフレ率と対米ドル為替レートの推移を図26に示した。

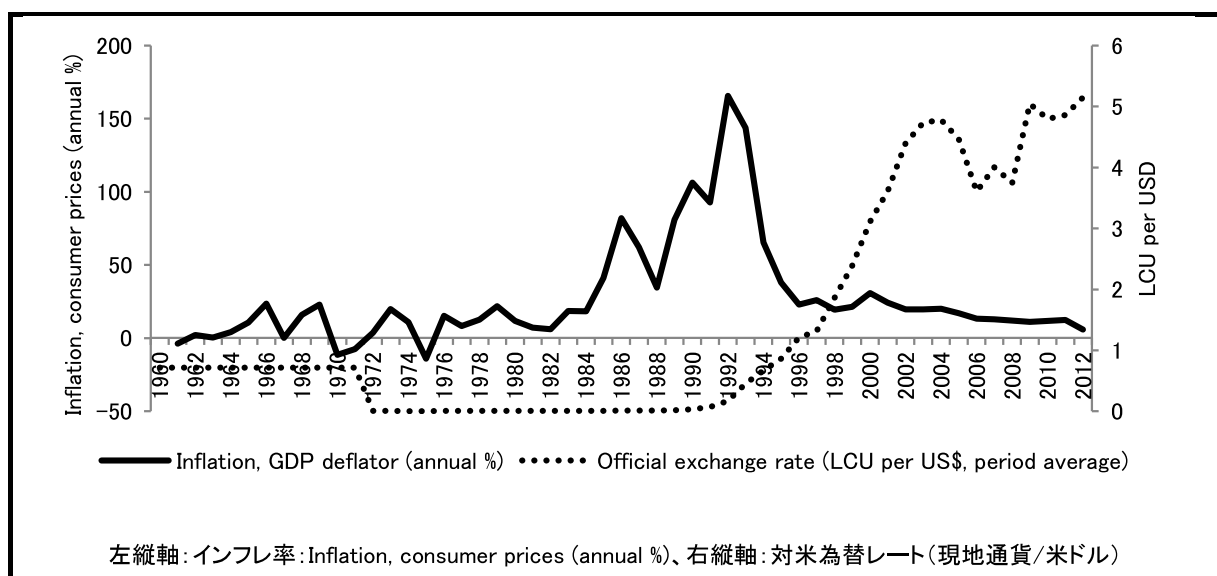


図 26. ザンビアのインフレ率と対米ドル為替レートの推移

出典) World Bank, World Development Indicators, <http://data.worldbank.org/country/zambia?view=chart>

アクセス日: 2014年6月22日。

⁵³³ Marian Radetzki and Stephen Zorn (1979), *Financing Mining Projects in Developing Countries A United Nations Study*, London; Mining Journal Book Limited, pp.32.

⁵³⁴ “Nchanga Consolidated Effects of Devaluation”, *Mining Journal*, July 15, 1977, p.56.

⁵³⁵ “Zambian Copper Investments Limited Extracts from the review by the President Dr. Z. J De Beer”, *Mining Journal*, October 7, 1977, p.300..

⁵³⁶ K1=0.79USD(1983年)、K1=1.08USD(1982年)。

⁵³⁷ “Zambia Bites the Bullet”, *Mining Journal*, October 7, 1986, pp.89-91.

⁵³⁸ “Zambia OPTS OUT”, *Mining Journal*, May 8, 1987, p.361

現地通貨切下げは IMF の支援の条件となっており、定期的な現地通貨の切り下げは短期的には鉱山会社の利益に貢献したが、現地通貨建てのコストの急騰と対外累積債務を急増させる結果となった。

（16）政策の影響

1）人材不足と現地化政策

1964 年の独立の少し前から外国人労働者（殆どが南アフリカ・ローデシアを含む欧米系の白人技術者）の離職傾向が顕著になっている。1960 年代初頭までは 20%を下回っていた離職率は、独立の前年 1963 年に 30%を超え、その後も独立を挟んで外国人労働者の離職率は 20%を上回り、その割合は年々増加して 1970 年代末頃に 30 数%に達した。外国人労働者数も 1960 年代は 5,000 人以上で独立直前には 7,000 人を超えてピークに達したが、それ以降、1970 年代、1980 年代を通じて減少を続け、1980 年末には 1,000 人を下回る水準になっている。一方、同時期の総鉱山労働者数は、1960 年代の 4 万人台半ばから、政府が銅産業へ資本参加した 1970 年頃には 5 万人台に、ZCCM が設立された 1982 年までには 6 万人に達している。これは主にザンビア人労働者の増加によるもので、1950 年代に 40%を超えていたザンビア人労働者の離職率は 1960 年代初頭に大きく減少し、独立の頃には 10%を下回り、その後、その水準を維持していた。ザンビア銅産業労働者数の推移を図 27 に示した。

独立直前から顕著になった外国人労働者の減少は、植民地支配の終焉に伴うザンビア人の地位向上とそれに伴う旧支配者層であった白人への政治的・社会的圧力⁵³⁹に加え、1965 年に一方的に独立を宣言したローデシアの国境封鎖などによる物価高騰（1970 年までの 5 年間で物価は 36%上昇、輸入品は輸入税が課せられ 100%上昇した⁵⁴⁰）や食料品の不足、外国人労働者の子女の教育問題など生活環境の悪化と独立後の先行き不安によるものであった。

このような状況に対して、ザンビア政府は、1960 年代末頃から、技術職や管理職を白人からザンビア人へ置き換える「ザンビア化」政策を開始したが、成果はすぐには現れず、1970 年代初頭に班長クラス（mine captain）が出てくる程度であった⁵⁴¹。

技術や管理能力を有する外国人労働者が減少を続けるなか、ザンビア政府はこれら外国人労働者に代わるザンビア人技術者を養成するために、1973 年、ザンビア化を加速するための機関 Central Industrial Manpower Training of Zambia、高度な鉱山技術人材を育成するためにザンビア大学に鉱山学部（School of Mines, University of Zambia）を、中堅技術者を育成するために The Zambian Institute of Technology（ZIT）を設置した⁵⁴²。こ

⁵³⁹ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Journal Annual Review*, 1971 p. 347, 1976 p. 445.

⁵⁴⁰ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Journal Annual Review*, 1971 p. 347.

⁵⁴¹ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Journal Annual Review*, 1971 p. 347, 1972 p. 345.

⁵⁴² “Central and East Africa Zambia”, *Mining Journal Annual Review*, 1973 p. 354.

れらはザンビア化を加速させるためのものであったが、大学等を卒業して実際に鉱山等の現場で活躍するには数年は必要であり、外国人労働者の減少分をただちに補うには不十分であった⁵⁴³。政府は、外国人労働者の離職を抑えるために諸手当やそれに対する税制の見直し、鉱山地域に外国人労働者の子女教育のための小学校を設置、200 名規模の大学等の奨学金制度などの対策を講じたが、1970 年代半ばには予算上の制約からザンビア化は減速し、中堅技術者を養成する ZIT でも設備やスタッフが不足して操業現場に対応した労働者の教育訓練が十分に行えない状況となった（ZIT 事業が失敗したとの評価もあった）。また、アンゴラ紛争に対応するために大学等で教育を受けた技術者が卒業後ただちに鉱山等に就職できない事態も発生していた⁵⁴⁴。1970 年代には鉱業専門雑誌 *Mining Journal* に頻繁に鉱山技術者の求人広告が掲載されていることから技術者不足が深刻化していたことがわかる。ザンビア銅産業の労働者数の推移を図 27 に示した。

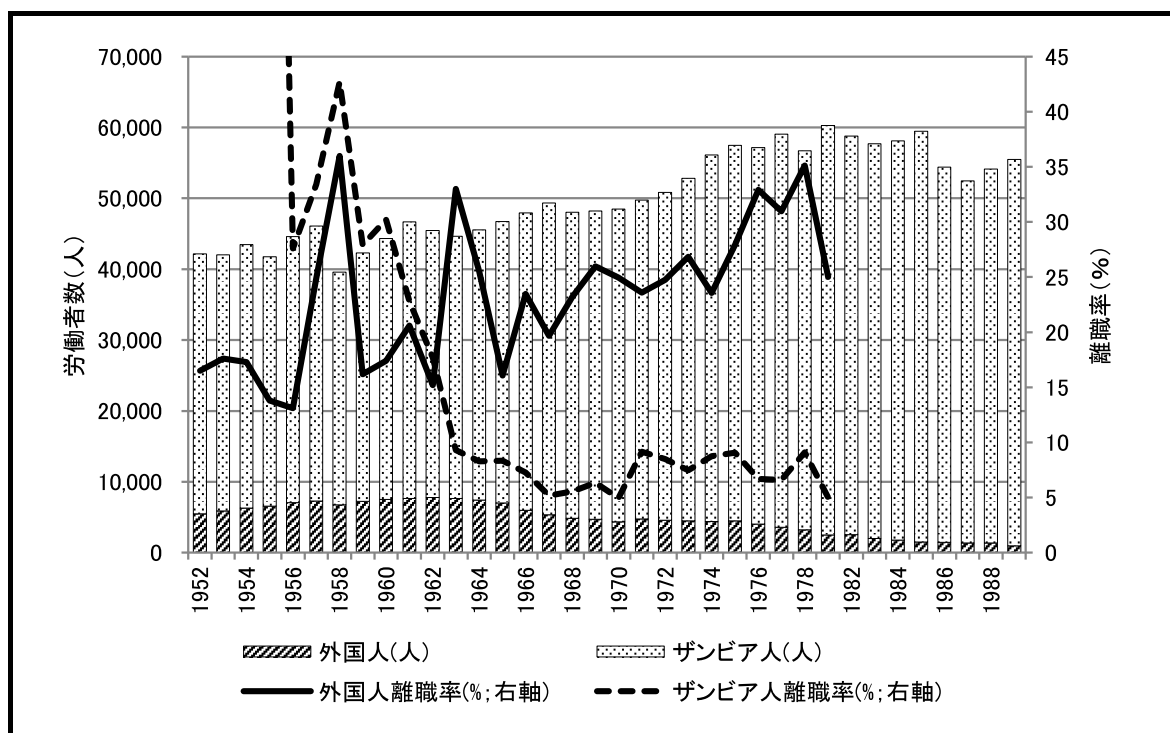


図 27. ザンビア銅産業労働者数の推移

出典) *Financial Times* USGS, *Mining Journal*, Zambia Government のデータを基に作成。

鉱山労働者数は 1980 年代には 6 万人台を超えたが、外国人労働者は 2,000 人台にまで減少していたが、他方、研修・教育制度によって技術職、管理・運営部専門職員が増加していた。1981 年 7 月には、ザンビア人初の鉱山管理者 (mine superintendent) が任命され

⁵⁴³ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Journal Annual Review*, 1974 p. 362.

⁵⁴⁴ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Journal Annual Review*, 1976 p. 445, 1977 p. 450, 1978 p. 483

ている⁵⁴⁵。また、1984年には現地労働者の技術力向上支援のために欧州の援助プログラム（E.E.C.'s Sysmin loan）からの融資を得ている⁵⁴⁶。これら人材育成施策により、相当数のザンビア人技術者に教育訓練の機会が与えられ、技術的・管理的役職に就くものが増加していた。例えば、1985年3月末時点で、操業部門の長（鉱山長）1名、技術サービス品質管理者1名、鉱山指導監督者3名、技術指導監督者1名、100名を超えるザンビア人が技術職や上級職に就いている⁵⁴⁷。1988年3月末時点の高等技術等を得るための大学院プログラム参加者数は177名⁵⁴⁸、1989年3月末時点の従業員への学費支援受給者は181名、奨学金は210名⁵⁴⁹などであった。1980年代のザンビアの鉱山技術者育成状況を表78に示した。

表 78. ザンビアの鉱山技術者育成状況（1980年代）

年(3月末)	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
鉱山長(代理)級	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.
監督者級	n.a.	n.a.	n.a.	5 *1	n.a.	n.a.	n.a.
坑内採掘マネージャー補佐級以上	17	22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
鉱山班長級(採鉱等技術者)	112	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	136	n.a.
地質技術者	15	23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
冶金技術者	11	17	23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
冶金技術者(プラント技術者)	n.a.	n.a.	n.a.	12	15	21	n.a.
その他大卒技術者		46	n.a.	45	146	154	n.a.
その他大卒冶金技術	48	66	n.a.	75	81	n.a.	n.a.
化学技術技術者	27	38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
部門技術者(Section Engineer)	20	41	n.a.	n.a.	35	49	n.a.
大卒初級技術者	70	107	17 人増	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
奨学金(採鉱、冶金、機械、電気等)	200	345	245	110	109	114	155
企業奨学金(上級技術職)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	92	n.a.	165
各種奨学制度からの企業採用者数	n.a.	n.a.	n.a.	105	126	n.a.	n.a.
理工系注等教育学校	n.a.	240	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
大学院	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	177
海外留学	n.a.	n.a.	n.a.	20	n.a.	110	n.a.
海外留学(博士過程)	n.a.	12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
会計学(企業内専門学校)	n.a.	91	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
看護師(有資格)(Mufulira)	n.a.	39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

*1 技術サービス部門管理者1名、鉱山管理者3名、技師長1名

*2 20名が海外大学入学レベルのA評価。

出典) Mining Annual Review Zambia, *Mining Journal*, 1983-1989.

ザンビアの銅年間生産量は1970年をピークにその後は減少していたにも関わらず、鉱山

⁵⁴⁵ “Central and East Africa Zambia”, *Mining Journal Annual Review*, 1982 pp.437-438.

⁵⁴⁶ “Central Africa Zambia”, *Mining Journal Annual Review*, 1985 p.431.

⁵⁴⁷ “Central Africa Zambia”, *Mining Journal Annual Review*, 1986 p.406.

⁵⁴⁸ “Central Africa Zambia”, *Mining Journal Annual Review*, 1988 p.A123.

⁵⁴⁹ “Central Africa Zambia”, *Mining Journal Annual Review*, 1990 p.122.

労働者数、特にザンビア人労働者数は1980年代半ばまで増加し続けていたため、鉱山労働者数で銅生産量を除して求められる銅労働生産性（労働者一人当たりの銅生産量）は低下した。ザンビア銅産業の労働生産性の推移を図28に示した。

以上のように、ザンビアの銅産業における人材不足は、独立による社会体制の変化から白人を中心とした外国人労働者、特に技術者・管理者の減少を自国の労働者で十分に補うことができなかった結果であった。これに対して政府は1970年代から対策を講じてはいたが、その成果が表れるのは1980年代に入ってからであったことから、国有化期間において慢性的な技術者不足の状態が続いていた。

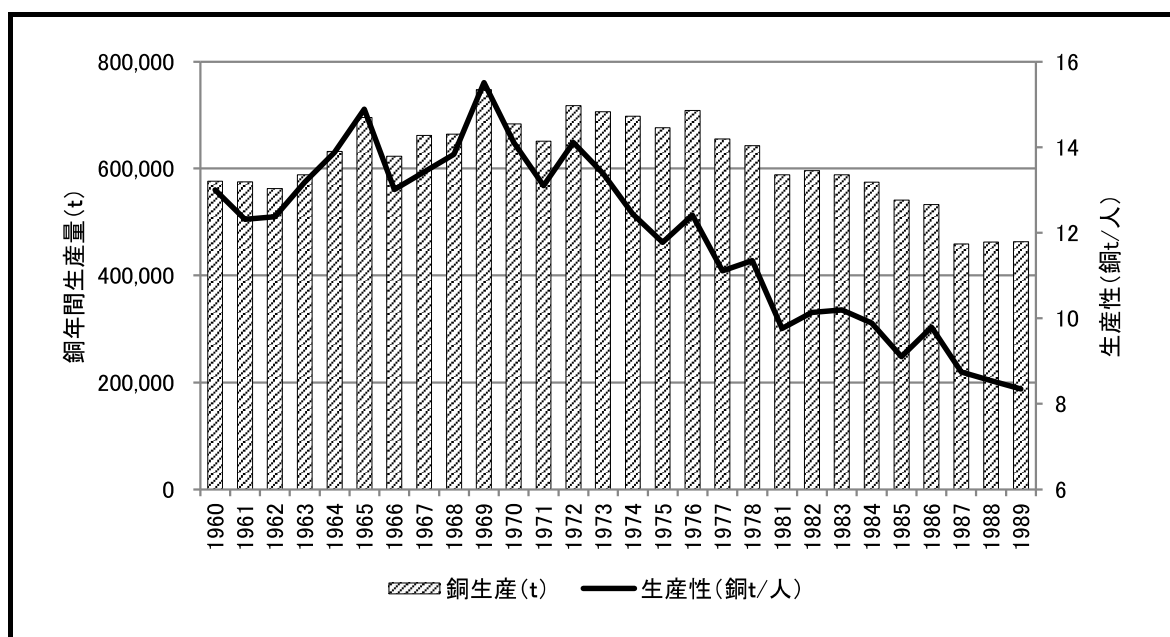


図 28. ザンビア労働生産性の推移

出典) Financial Times・USGS, Mining Journal, Zambia Government のデータを基に作成。

2) 政府の鉱山経営への関与

1970年に政府が2大鉱山企業グループNCCMとRCMの株式51%を保有すると、政府関係者が両社の経営の要職に就いていたが、鉱山経営とは別のところでその人事が動くこともあった。1975年に鉱山業にも明かったカシタ（Kashita）鉱山大臣がRCM会長職を突然辞任し、与党実力者で鉱山業の経験のないソコ（Soko）氏が後任となる事態が起こった。この人事についてカウンダ大統領は明言を避けたが、カシタ氏と与党・政府内の方針の不一致が原因であると報じられている⁵⁵⁰。1975年当時は、ローデシア国境封鎖に伴う輸送ルートの変更や銅価格低迷、マーケティング契約解約などの諸問題を抱えた困難な時期であった。

⁵⁵⁰ “Mines Minister Dismissed”, *Mining Journal*, January 31, 1975, p. 82.

(17) 世界の銅産業構造の変化

世界の銅産業構造の変化は、1960年代頃までは自己資本・内部留保をもとに鉱山会社単独による投資が主流であったが、1970年代の国有化と石油危機以降と生産コストの上昇、それに続く銅価格低迷、開発規模と初期投資額の巨額化等によって、プロジェクト・ファイナンスなどの新たな事業形態・資金調達の必要性が生じた。その傾向は1980年代の銅価格低迷期により顕著になった。1970年代の国有化はこのような流れに逆行するもので、鉱山開発・操業の柔軟性を損なう方向を向いていた。

また、1980年代半ばから、世界の銅鉱山開発は、低品位斑岩銅鉱床の露天採掘が主流となり、日本の銅資源の輸入先は、日本の製錬所の能力拡大に伴い、地金から精鉱へ、供給先も地金輸入のザンビアから精鉱輸入のチリへと変化した。日本の銅地金（電気銅）の国別輸入量の推移を図29に、日本の銅鉱石（精鉱）の国別輸入量の推移を図30に示した。

精鉱輸入は陸路の運搬距離の短いチリなどが内陸国のザンビアよりも有利だったからである。日本の後、中国やインドの企業によるザンビアへの投資が本格化するのは1990年代後半以降になる。ザンビアはこのような1970年代以降の世界的な銅産業の構造変化に対応しきれず、銅生産量とその世界シェアを下げて行った。世界の銅鉱石生産量推移とザンビアの世界生産に占める割合を図31に示した。

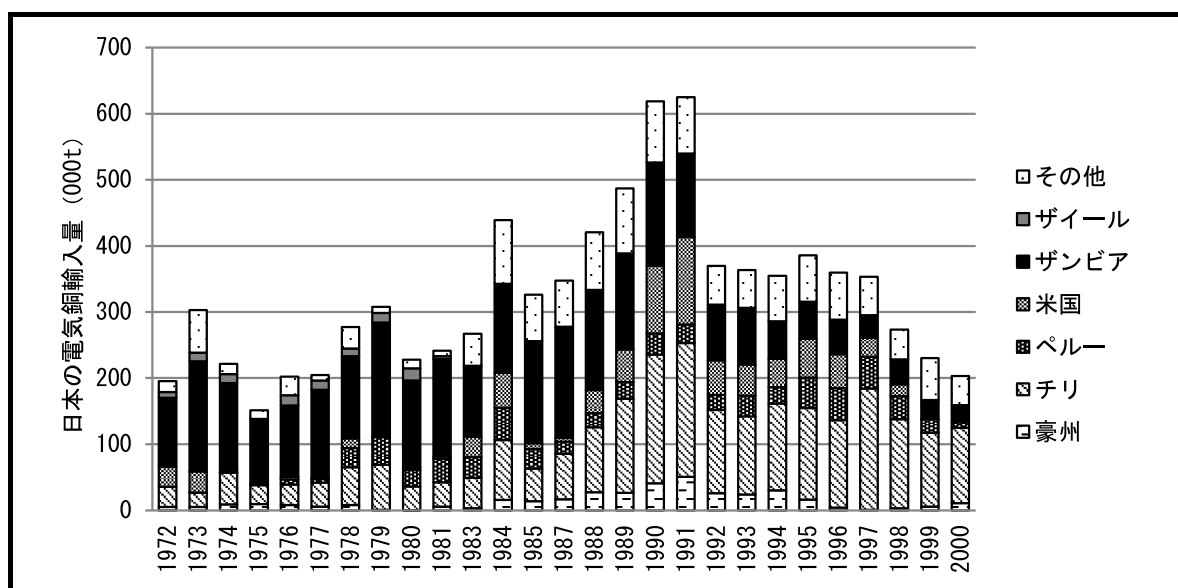


図 29. 日本の銅地金（電気銅）輸入量推移

出典）鉱業便覧 昭和48年版～平成14年版。

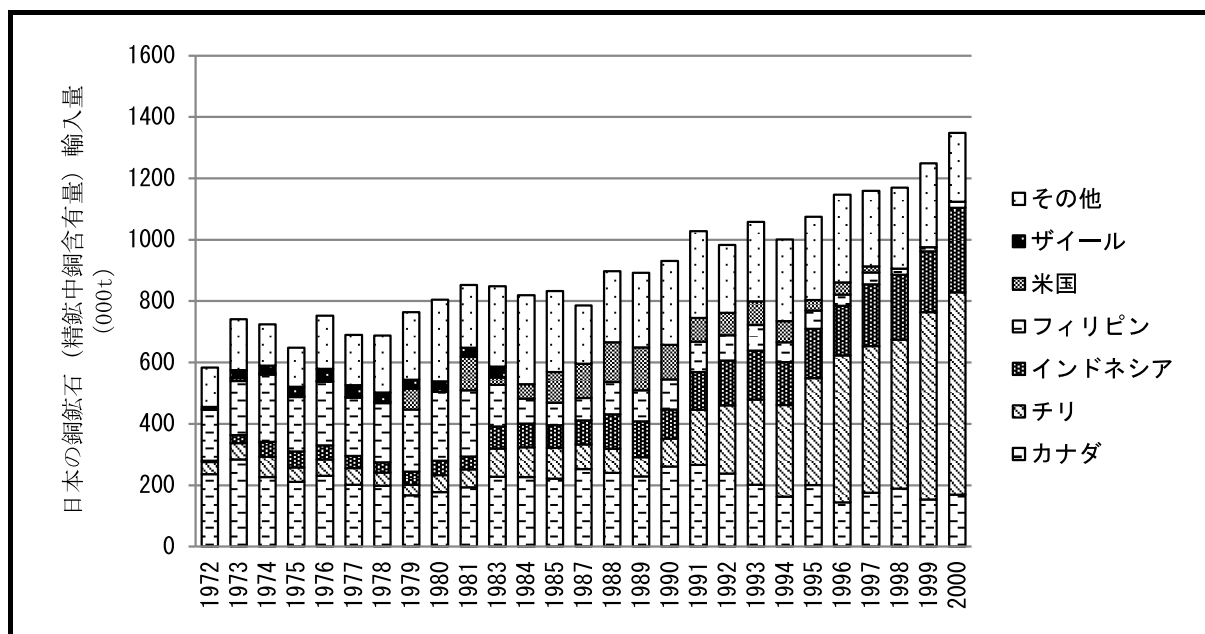
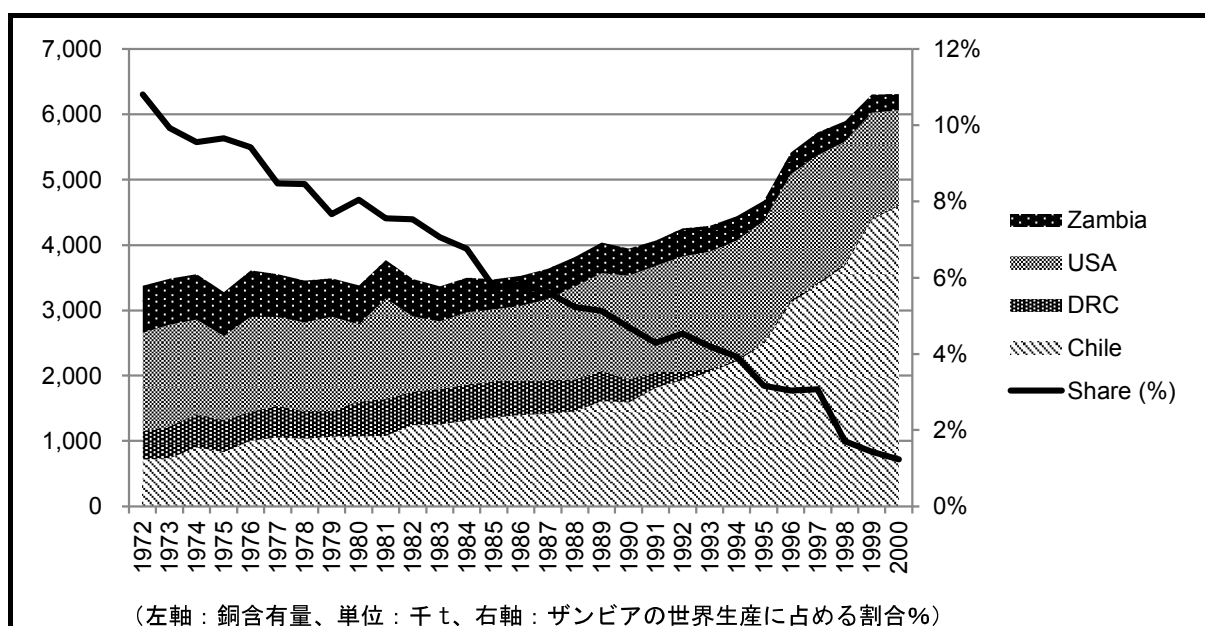


図 30. 日本の銅鉱石（精鉱）輸入量推移

出典）鉱業便覧 昭和 48 年版～平成 14 年版.



（左軸：銅含有量、単位：千 t、右軸：ザンビアの世界生産に占める割合％）

図 31. 世界の銅鉱石生産量推移とザンビアの世界生産に占める割合

出典）World Bureau of Metal Statistics, *World Metal Statistics Yearbook*, 1973-2001.

第3節 小括

鉱山自体に関する要因として、①生産規模の維持・拡大は、鉱山業において極めて重要であり、ZCCMの主力鉱山であったンチャンガ地区とムフリラ地区は、採掘法（ケービング法）、トラックレス・マイニング、機械化・大型重機の導入、燃料の石油への代替、コンピューター活用による操業の合理化、溶媒抽出電解採取法（SX-EW法）の導入による低品位鉱石からの低コスト銅回収など当時の先端的技術の導入が試みられていた。

②設備老朽化（設備稼働率低下）、1970年代は輸送障害や1980年代の外貨不足による資機材の不足と慢性的な技術者不足が、ンチャンガ地区とムフリラ地区などの設備更新や拡張に影響した。

③新規設備の立上りの遅れ（設備稼働率低下）：ンチャンガ地区とムフリラ地区などでは新規の設備が導入されていたが、それらを最適化するための技術者と交換部品不足等がそもそも時間を要する最新の大型設備のフル稼働を更に遅らせる原因となっていた。

④主力鉱山のムフリラ坑内採掘鉱山の崩落事故は、一時的に生産減少したが、1年ほどで採掘を再開し影響は限定的であった。

⑤深部化、採掘条件悪化は、1960年代までは技術で克服していた。1970年代、1980年代を通じた技術的な課題であったが、ムフリラ坑内採掘鉱山では新規立坑による深部の開発が積極的に進められていた。

⑥品位低下・埋蔵量減少・探査不足は、国有化前から既存主力鉱山の鉱量枯渇の可能性は認識されていたが、機材・人材・資金不足から、探鉱が十分に行えず、埋蔵量の減少の原因となった。

⑦生産コスト上昇は、1960年代頃までは、ザンビアの銅鉱山の生産コストは低いほうであったが、1970年代以降は石油危機、賃金上昇、輸入インフレにより上昇、1980年代は外貨不足・通貨切下げ・輸入コスト上昇が生産コストを押し上げた。一方でコバルト回収による副産物収入や溶媒抽出電解採取法（SX-EW法）導入は生産コストを引き下げる方向に働いた。

⑧高い輸送コストは、内陸国のザンビアは港までの陸上輸送コストが高く経済性を下げ、銅価格低迷期には鉱山経営が厳する構造的な要因となっていた。

⑨垂直統合は、鉱石から銅地金までを生産する垂直統合はこの課題に対応するものであったが、各工程の不均衡が下流工程の過剰設備状態・設備稼働率低下を生じさせるなど鉱山だけではなく製錬所等も含めた総合的で複雑な経営が求められた。

⑩資機材不足は、ザンビアは銅生産に必要な資機材のほとんどを輸入に依存していたため、1970年代の輸送障害、1980年代の外貨不足は資機材不足を招いた。主力鉱山のンチャンガ地区とムフリラ地区においてもその影響は避けられなかった。

⑪財務状況の悪化は、1970年代は、銅価下落、生産減少、生産コスト上昇、輸送障害による輸出減少が財務状況悪化の原因で、1980年代は外貨不足と資金援助の条件として繰り返された通貨切下げが輸入インフレの原因となり、ZCCMと国の累積対外債務が膨れ上がった。

⑫副産物収入は、1980年代初頭のコバルト価格高騰により銅の副産物であったコバルトの

回収は重要性を増した。銅生産コストを押し下げる効果はあったが、他国と比較すると副産物回収による生産コスト低減効果は限定的であった。

鉱山を取り巻く環境に関する要因として、⑬銅価格の下落は、1970 年の一部国有化直後に石油危機による銅価格が下落、ZCCM を設立した 1982 年から 1984 年頃は銅価格低迷期であった。国有化の主要なイベントと銅価格の下落のタイミングが重なっていたことが鉱山経営の経験のない ZCCM にとって厳しいものとなっていた。

⑭輸送障害：1960 年代のローデシア独立、1970 年代のアンゴラ紛争等による度重なる輸送ルートの変更とそれに伴う輸送障害・輸送コストの上昇はザンビア国有鉱山の経営の足かせとなった。

⑮現地通貨切り下げでは、1980 年代の定期的な現地通貨の切り下げは短期的には鉱山会社の利益に貢献したが、現地通貨建てのコストの急騰と対外累積債務を急増させる結果となった。

⑯政策の影響では、人材不足が、独立に伴う技術者・管理者等の外国人労働者の減少を自国の労働者で十分に補うことができなかった結果で深刻化した。政府は 1970 年代から現地化などの対策を講じていたが、その成果が表れたのは 1980 年代に入ってからであり、国有化期間において慢性的な技術者不足の状態が続いていた。また、政府の鉱山経営への関与については、銅価格低迷や輸送障害など問題山積の経営環境下で政治的理由により国有鉱山会社の経営陣が変わるなど安定した経営を阻害した。

⑰世界の銅産業構造の変化は、1970 年代以降の銅価格低迷や初期投資額の巨額化等に対応した事業形態や資金調達変化、主要消費国であった日本がザンビアから精鉱輸入のチリへと銅の調達方法を変えたことなどに表れ、それがザンビアの銅産業にも影響した。

上述のように ZCCM の事業及びザンビア銅産業に影響を与える要因は多岐にわたり、それぞれの要因は独立したものではなく、互いに関連し、影響を及ぼしている。例えば、主力鉱山の生産維持は、資機材や人材の不足、探鉱活動、資金調達などの影響を受け、資機材の不足は輸送コストや輸送障害の影響を強く受けている。人材不足は操業や探鉱活動に影響し、生産減少は外貨準備高の減少を経て資金調達、投資減退へとつながっていく。このように各要因は複雑に関係し、そのことが、銅価格高騰期などにおいては、ある要因の利点が一時的にある要因の利点を引き出し、或いは、ある要因の欠点を他の要因の利点が補う好循環を生み出すといった好循環を生み出すが、銅価格低迷期には反対に悪循環を生み出す。ザンビアの場合、1960 年代は前者が、1970 年代、1980 年代は後者が表れている。このような複雑な諸要因の関係を図 32 に示した。

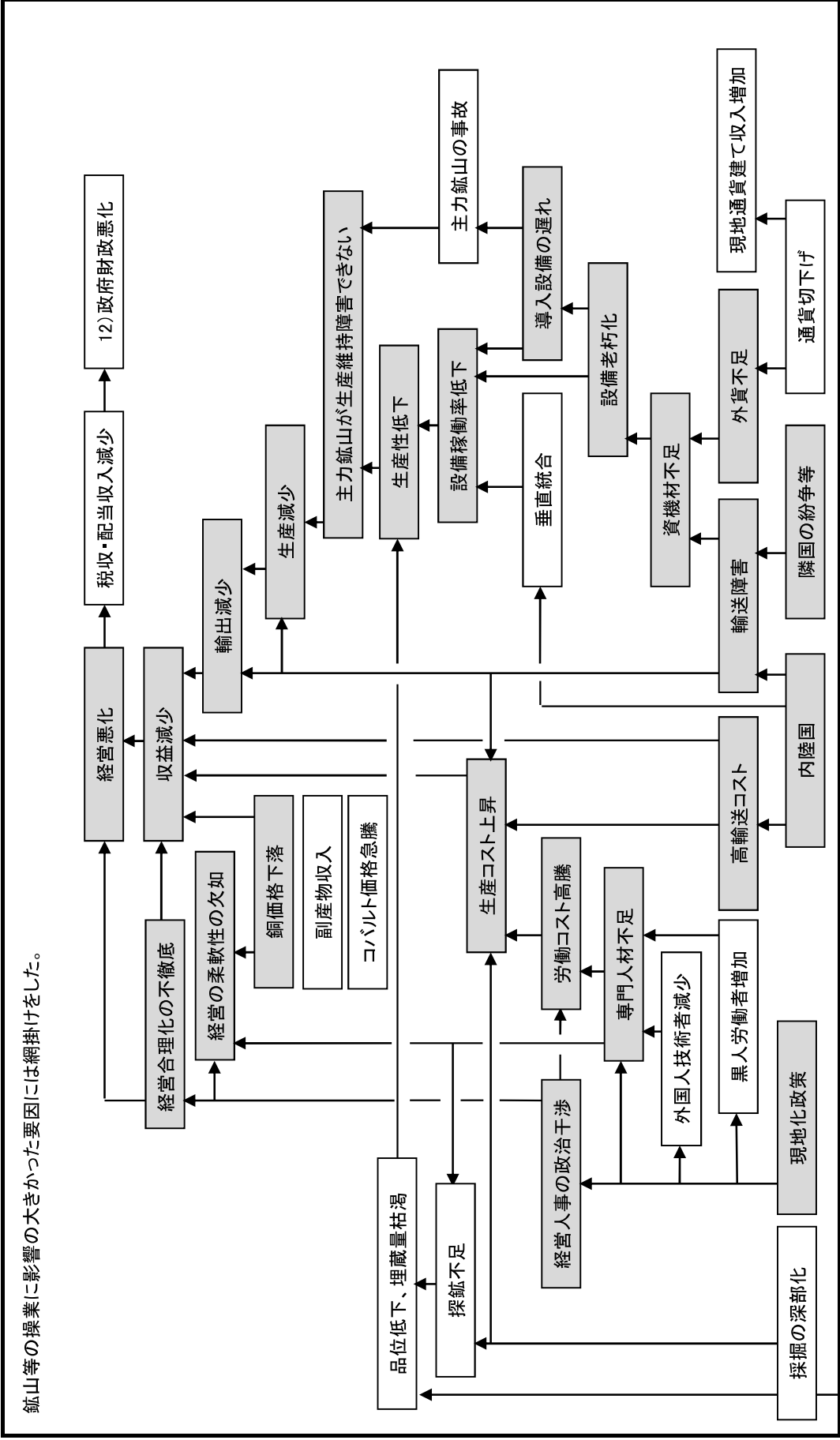


図 32. ZCCM の事業に影響を及ぼした諸要因の関連

出典) 筆者作成。

終 章

第1節 総括

(1) ザンビア銅鉱山の国有化の破綻の原因

ザンビアは、1970年代までは生産コストが世界の産銅国の中でも最も低い国の一つであり、1980年代前半においてもコストは上昇したものの依然として低い生産コストを維持していた。しかし、1980年代後半ごろから生産コストは高騰し、国際競争力を失った。その原因として、鉱石品位の低下、採掘コストの上昇、民間（外資）による資本投資の減少とそれに伴う借入金の増加、その結果としての利払いによるコストの押上げ、近隣諸国の紛争による輸送路の遮断・変更に伴う輸送コストの高騰、少ない副産物収入、対米ドル通貨切下げによる外貨準備高の減少と、それによる輸入資機材の不足など様々な問題が互いに複雑に絡み合ってマイナスに作用したことが分かる。

図 32 には先に論じた鉱山自体に関する要因と鉱山を取り巻く環境に関する要因のマイナス要素（問題点）の関連性を示した。銅価格下落や人材不足などの各要因のマイナス効果は関連する他の要因のマイナス効果につながり連鎖的に広がり、事業全体のパフォーマンスを押し下げてしまうことが分かる。反対に銅価格高騰、銅需要増加などプラス局面においては、ある要因のプラス効果が他の要因のプラス効果につながり、或いはある要因のプラス効果が他の要因のマイナス要素を相殺することで事業全体のパフォーマンスを維持することができていたと考えられる。

本研究では、ンチャンガ地区やムフリラ地区の主要生産拠点の各生産施設に踏み込んで活動の実態を把握することで、従来の研究や報告では立ち入ることがほとんどなかった個々の生産設備の状況からは生産性向上のための取組みが見えてきた。主要生産地区であったンチャンガ地区やムフリラ地区などでは、大型重機やトラックレス・マイニングなどの最先端技術の導入や未利用資源を回収するための溶媒抽出電解法（SX-EW 法）の導入や副産物のコバルトの回収などによる生産増加と低コスト化等の生産性向上のための努力が続けられ、一部でその成果は表れていた。

しかし、資機材の不足、技術者の不足、外貨不足と輸送障害などがマイナス要因となって、多くの工程や生産拠点で施設の維持ができず、稼働率は上がらず、生産性も生産も輸出も減少した。鉱山会社の 1960 年代までの銅生産の増加・増益・増産の好循環サイクルは 1970 年代の銅価格下落と輸送障害等によって減産・減収・外貨不足・更なる減産の悪循環サイクルへと転換してしまったと言えよう。

反面、条件さえ整えば、少なくともンチャンガ地区やムフリラ地区などの主要生産拠点では、持続可能な事業を行うことが可能であったと考えられる。その条件とは何であったのかを考えると、鉱山会社の収益の源泉は、民間鉱山会社であっても国有鉱山会社であっても、第一に低コストで長期間安定して鉱石を採掘・供給できる主力鉱山の存在とその生産維持である。ZCCM もチリ国有会社のコデルコや民間主要産銅企業のフェルプスドッジ社などの主力鉱山に匹敵するンチャンガ銅鉱山とムフリラ坑内採掘鉱山を主力鉱山として保有していたが、これら主力鉱山の生産を維持・拡大できなかったことが ZCCM の経営を厳し

いものにした。その原因が、白人技術者の離職とそれを補うべきザンビア人技術・管理者の不足、輸送障害に端を発し、その後、外貨不足の影響を強く受けた資機材不足、探鉱投資不足による新たな埋蔵量の獲得不足や新規鉱山開発停滞などであった。同様のことは、1990年代に経営破綻したザイル国有鉱山会社のジェカミンズや、1970年代の国有化後も経営に成功したコデルコが現在抱える問題（2000年代には探鉱不足から主力鉱山やそれに代わる新たな資源の獲得が懸念材料となっている）でもあった。

第二に投資と資金調達面では、世界の銅産業が1970年代に転換期を迎えていたことがあげられる。1970年代初頭までは世界の産銅企業の資金調達は自己金融による資金調達が中心であったが、銅価格の低迷による企業財務状況の悪化と投資金額の巨大化により1980年代には企業が単独でプロジェクトのリスクを負えなくなっていた。そのような状況下で、投資・資金調達のかたちは、企業の内部余剰金を中心としたものから、プロジェクト・ファイナンスやジョイント・ベンチャーなど複数者がそれぞれリスクを分散するものへと変化していった。ザンビアの場合、2大鉱山企業グループも1960年代までは自己資金による投資が中心であったが、1970年代からは外部資金（融資）が増えた。その後、国有化や国有企業ZCCMの設立などにより銅産業への国の関与が強化されたことにより民間企業のプロジェクト参加の機会は遠のき世界的な流れとは逆に資金調達の多様性が失われていった。

ZCCMの財務状況の悪化に対して、中央銀行による鉱山業への資金供給、政府による債務の肩代わりは政府の財政そのものを圧迫することになる。1980年代のZCCMと政府との関係はまさにこの状況にあった。特に、1980年代の通貨切下げは、短期的にはZCCMの現地通貨建ての収入の助けとなったが、ZCCMと政府の対外債務を急増させた。

国有鉱山会社の経営悪化を政府が支援するのは、国有である以上は当然のことであり、国有鉱山会社の「財務基盤の強さ」と見ることもできるが、そのことが返って、鉱山を取り巻く環境に適応しない企業体制のままに操業を続けることを可能にし、それ故に負債を増大させることにつながったと考えられる。

即ち、国有鉱山会社の持続可能な事業活動を確保するためには、銅価格低迷期にあつては国有鉱山会社といえども、民間企業と同様に人員や給与の削減、不採算部門や非中核事業の廃止・譲渡などの徹底した合理化と柔軟な経営が不可欠である。しかし、政府と経営が一体化すると、政府には雇用維持・地域経済振興等の圧力のかかり、企業としての経営を維持するために合理化を行わなければならない国有鉱山会社との間には利益相反が生じる。このジレンマを乗り越えるためには、政府からは独立した機関が鉱山経営を行う体制が必要となるであろう。

1980年代半ばの銅価格低迷から経営危機に陥った北米主要産銅企業であるフェルプスドッジ社が債務の削減、支出削減、資産の組み換えによる生産規模の維持、溶媒抽出電解採取法（SX-EW法）の導入によるコスト低減などの一連の合理化によって銅価格下落局面でも利益を上げる企業体質に変わったことで経営を立て直して世界第2位の産銅企業になったこととはご合理化による企業体質の改善を断行できなかったZCCMとは対照的であった。

また、ZCCMは、国有化後もNCCMとRCMの2大鉱山企業グループ体制をそのまま引継いだ

ため、組織に重複があり管理部門の非効率さが残っていたが、経営が悪化するまで組織の合理化は進まなかった。また、国の資本参加後は、NCCM と RCM の会長は鉱山大臣が兼務し、その後設立された ZCCM の経営にも政府の関与が強く、徹底した合理化と柔軟経営が行える環境にはなかったと考えられる。このような政治の鉱山経営への関与は極力排除され、企業経営の観点からものごとを考えられるテクノクラートが経営の中枢を担うことが重要と考える。

（２）ザンビア銅鉱山の国有化の意義

前項では、ザンビア銅鉱山の国有化の破綻の原因を先にあげた諸要因をもとに考察したが、ここでは民営化前後のザンビア銅産業及び ZCCM の後継企業による主要生産拠点の活動状況の変化を通して国有銅鉱山の経営破綻の原因と銅産業の国有化の意義について議論する。

ザンビアの国有企業の民営化は、1992 年にザンビア民営化庁（Zambia Privatization Agency ; ZPA）が設置され、1994 年から約 200 社の国有企業の民営化が具体的に開始された⁵⁵¹。鉱業分野は、1996 年に、ZCCM が保有していた鉱山、選鉱所、製錬所等の銅資産は幾つかのグループ（Privatization Package A～J）に分けられて民間企業へ入札による譲渡手続きが開始された。

ンチャンガ地区は、ZCCM 最大の生産拠点であり、1990 年代半ばまで ZCCM は外資導入ではなく借入金による資金調達により、自力での経営再建を考えていた。しかし、生産減少、低い設備稼働率、施設・設備の保守問題、溶媒抽出電解採取（SX-EW 法）に必要な硫酸の不足（硫化鉱の採掘・製錬が減少したため、製錬工程で回収される硫酸も減少したと考えられる）、露天採掘鉱山の採掘量減少とそれに伴う溶媒抽出電解採取（SX-EW 法）の原料となる酸化鉱の供給減少などの諸問題は深刻であったため、1997 年にンチャンガ地区とンカナ地区の一部を一つのグループとして民営化が進められた。その後、1999 年に国有化期も少数株主として株式を保有していたアングロ・アメリカン社の子会社ザンビア銅投資会社（ZCI ; Zambia Copper Investments Ltd.）とザンビア政府及び ZCCM は譲渡に関する基本合意書（Head of Agreement）が結ばれ、検討・交渉が進められ、2000 年 3 月、新会社のコンコラ銅鉱山会社（Konkola Copper Mines plc. ; KCM、ZCI 65%、ZCCM 20%、Commonwealth Development Corporation 7.5%等）に現金 90 百万米ドル、銅・コバルトのボーナス年間 16 百万米ドル、操業期間を通じて 125 百万米ドルを支払う条件のもと譲渡された⁵⁵²。

ムフリラ地区は、1997 年頃から複数の外資系企業コンソーシアムが権益取得に関心を示し、ザンビア政府及び ZCCM と譲渡に関する基本合意書（MOU ; Memorandum of Understanding 或いは Head of Agreement）を結んで検討・交渉が進められたが、最終的には、2000 年 4

⁵⁵¹ 法律 Act No.21 of 1992 に基づいて設置された。

“The Mineral Industry of Zambia”, USGS, 1997, pp.RR1-RR3.

⁵⁵² “The Mineral Industry of Zambia”, USGS, 2000, p.30.3.

月にカナダ系企業ファースト・カンタム・ミネラルズ社（First Quantum Minerals Ltd.）とスイス系企業グレンコアー・インターナショナル社（Glencore International AG）が現金 20 百万米ドルと 5 年間にわたり毎年 23 百万米ドルを支払う条件で同地区とンカナ地区の一部を取得し、新会社のモパニ銅鉱山会社（Mopani Copper Mines plc.；グレンコアー社 49%、ファースト・カンタム社 44%、ZCCM 10%）が操業会社となった⁵⁵³。しかし、2002 年 1 月にアングロ・アメリカン社は 350 百万米ドルの減損を計上して KCM から撤退し、2004 年 11 月にインド系ベダント社（Vedanta Resources plc.）が KCM の筆頭株主（51%）となった。

両地区ともに 2000 年頃には ZCCM から民間企業への移行が完了し、民間企業による操業体制となった。ザンビアの銅鉱石生産量、溶媒抽出電解採取法（SX-EW 法）による銅地金生産量、精錬銅生産量の推移を図 33 に示した。銅鉱石生産量と精錬銅生産量は、2000 年以降それまでの減少傾向から増加傾向に転じ、溶媒抽出電解採取法（SX-EW 法）は 2006 年頃に大きく生産量を伸ばしている。これらは、ZCCM 時代、資金不足による設備維持管理の不十分さから低下していた生産性が、民営化により民間資本が入ることによって改善されていき、更に、既存鉱山の深部開発や周辺鉱山開発への投資が行われ、その結果が生産増加として現れていると考えられる。次に ZCCM 民営化後の後継企業によるンチャガ地区及びムフリラ地区等の活動状況について概観する。

ンチャガ地区は、KCM に譲渡されるにあたり、譲渡金だけではなく、施設・設備のメンテナンス費用等に 260 百万米ドル、コンコラ深部開発（Konkola Deep）の費用 523 百万米ドル（2000 年頃の見込み額）の投資の確約が条件として付加されていた。また、英国政府は 2000 年 6 月、ンカナ製錬所・精錬所の補修のために 81 百万米ドルを提供している⁵⁵⁴。

民営化後の KCM の生産量は、2000 年が精錬銅 125,385 t、コバルト 1,114 t⁵⁵⁵、2001 年は精錬銅 196,805 t（2001 年度は対前年度 25%増加）、コバルト 2,422 t⁵⁵⁶、2002 年は、精錬銅 220,000 t、コバルト 2,000 t⁵⁵⁷、2003 年は精錬銅 188,000 t、コバルト 1,200 t⁵⁵⁸と改善傾向にあった。

KCM は、2000 年には施設改善とコンコラ深部の事業性評価（F/S）に 70 百万米ドル⁵⁵⁹を、2001 年には低品位尾鉱プラントの修繕等に 178 百万米ドルを支出したが、2002 年に ZCI は 350 百万米ドルの減損を計上している⁵⁶⁰。2004 年にアングロ・アメリカン社撤退後に参入したベダント社は 2007 年にはンチャガ製錬所の拡張に 372 百万米ドルの投資を行い、コン

⁵⁵³ “The Mineral Industry of Zambia”, USGS, 2000, p. 30. 2.

⁵⁵⁴ “The Mineral Industry of Zambia”, USGS, 2000, p. 30. 3.

⁵⁵⁵ “The Mineral Industry of Zambia”, USGS, 2000, p. 30. 3.

⁵⁵⁶ “The Mineral Industry of Zambia”, USGS, 2001, p. 30. 3.

⁵⁵⁷ “The Mineral Industry of Zambia”, USGS, 2002, p. 33. 2.

⁵⁵⁸ “The Mineral Industry of Zambia”, USGS, 2003, p. 33. 2.

⁵⁵⁹ “The Mineral Industry of Zambia”, USGS, 2000, p. 30. 3.

⁵⁶⁰ “The Mineral Industry of Zambia”, USGS, 2002, p. 30. 1.

コラ深部開発に 674 百万米ドルの投資を計画していた。

ムフリラ地区では、モパニ銅鉱山会社は両地区取得時に、生産性改善や生産増加のための設備更新に 3 年間で、ムフリラ地区へ 84 百万米ドル、ンカナ地区へ 75 百万米ドルの投資を行うこと⁵⁶¹等を発表している。

民営化後のモパニ銅鉱山会社（ムフリラ地区とンカナ地区）の年間生産量は、2001 年が精錬銅 83,000 t⁵⁶²、コバルト 1,700 t⁵⁶³、2002 年は精錬銅 107,000 t⁵⁶⁴、2003 年は精錬銅 134,000 t、コバルト 2,050 t⁵⁶⁵、2004 年は精錬銅 160,000 t、コバルト 2,000 t⁵⁶⁶と増加傾向にあった。

ムフリラ坑内採掘鉱山の深部開発の拡大（地下 1,340m から 1,640m に 55 t 級大型ダンプの導入等）、溶媒抽出電解採取（SX-EW 法）プラント導入した（投資額 163 百万米ドル）⁵⁶⁷。また、2006 年には操業から 30 年以上が経過していたムフリラ製錬所に最新炉（ISASMELT）を導入して銅精処理能力を 450,000t から 720,000 t に拡張した⁵⁶⁸。

ただし、2000 年当時の総生産コスト 0.94c/lb、純生産コスト 0.78c/lb であり、当時のカソード（粗銅）の LME 価格が 0.72c/lb であった⁵⁶⁹ことを考えると、同地区は採算ラインぎりぎりであったと思われる。

上述のように、民営化後のンチャンガ地区、ムフリラ地区ともに生産量は回復傾向にあった。その原動力となったのは、民営化後に ZCCM から事業を引き継いだ民間企業による生産性改善及び生産能力増強のための投資にある。1980 年代から 1990 年代半ばまでの ZCCM は、一部事業にプロジェクト・ファイナンスによって資金を民間から調達して投資にあてていたが、資金調達の中心は政府からの借入れであった。しかし、巨額の鉱山投資を ZCCM だけで調達（負担）することは困難であり、特に、銅輸出が減少し、外貨収入が減少し、通貨切下げが続く状況下では、それはより一層困難であり、それを続けたことで ZCCM とザンビア政府の債務は拡大していったと考えられる。

⁵⁶¹ “The Mineral Industry of Zambia”, USGS, 2000, p. 30. 2.

⁵⁶² “The Mineral Industry of Zambia”, USGS, 2002, p. 30. 1.

⁵⁶³ “The Mineral Industry of Zambia”, USGS, 2001, p. 30. 3.

⁵⁶⁴ “The Mineral Industry of Zambia”, USGS, 2002, p. 30. 1.

⁵⁶⁵ “The Mineral Industry of Zambia”, USGS, 2003, p. 33. 2.

⁵⁶⁶ “The Mineral Industry of Zambia”, USGS, 2004, p. 41. 2.

⁵⁶⁷ “The Mineral Industry of Zambia”, USGS, 2002, p. 30. 1;
“The Mineral Industry of Zambia”, USGS, 2004, p. 41. 2.

⁵⁶⁸ “The Mineral Industry of Zambia”, USGS, 2006, p. 41. 2.

⁵⁶⁹ “The Mineral Industry of Zambia”, USGS, 2001, p. 30. 3.

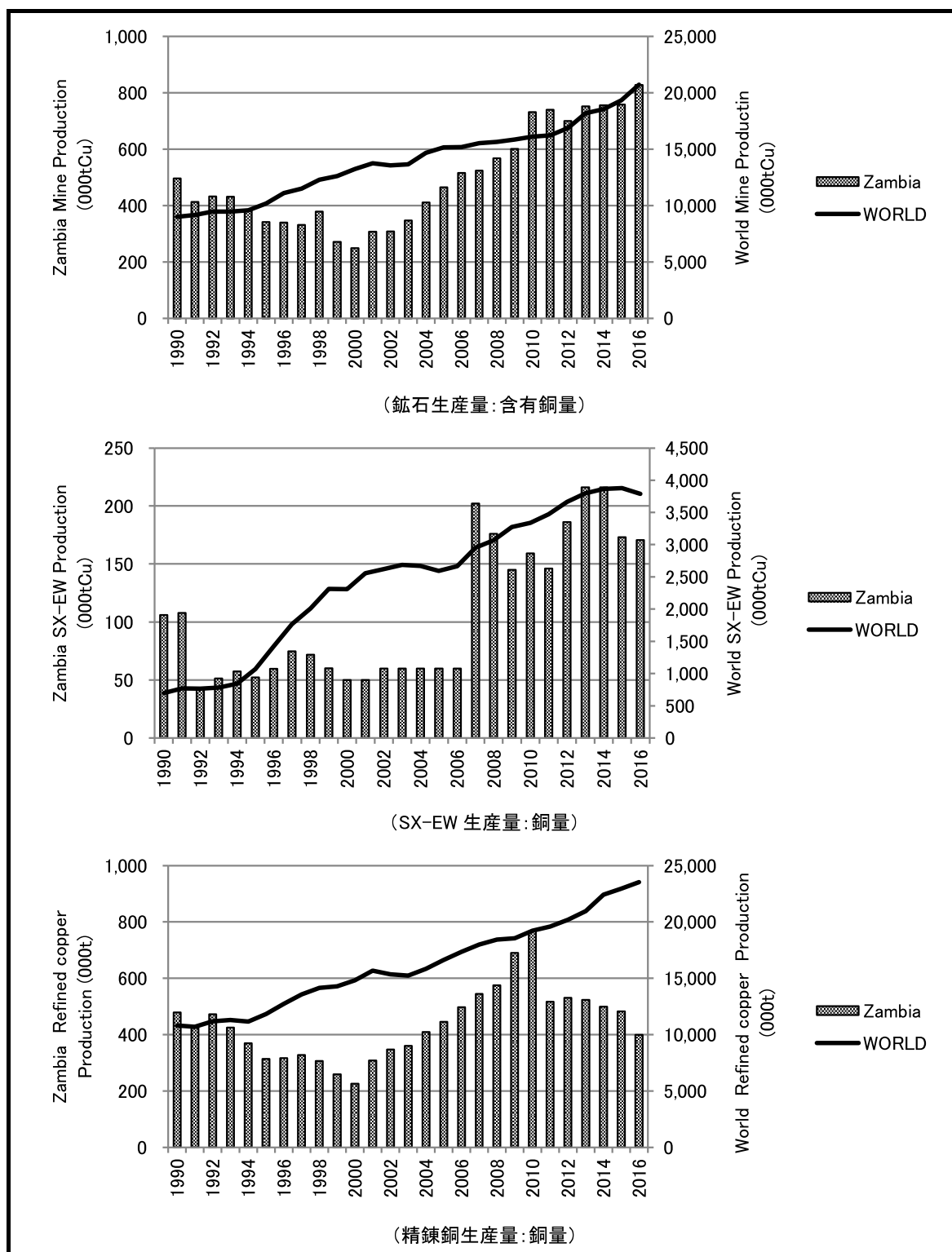


図 33. 1990 年以降のザンビア銅生産量の推移

出典) World Metal Statistics, 2000, 2011, 2017 を基に作成。

ザンビア政府による 1970 年にかけての鉱山株式の 51%取得による一部国有化は、自国の銅資源から得られる富の海外への流出を抑え、富の国内債投資によって国内産業を多角化すること、ザンビア人の雇用を増やすことが目的であった。確かに、ザンビア人の雇用は増えたが、副作用として白人の離職者が急増し、それによって白人が担っていた技術・管理人材の不足が生じ、生産に支障をきたした。同様のことは 1970 年代前後に銅産業を国有化したザイルやチリでも生じている。ザイルは急進的に国内化を進めたことから、技術・管理人材の不足はザンビアよりも深刻で、後に、高給で外国人労働者を雇用しなければならなかった。チリも国有化当初は両国と同様の問題に直面したが、自国の技術・管理人材の育成によってこの問題を解決している。資金調達や投資面では、政府が鉱山の所有者となり、更に、経営者となったことで、外資の投資意欲は減退し、結果として国内鉱山投資は停滞した。このことは、先行研究でもその可能性が指摘されていた。

1982 年の ZCCM 設立は、2 大鉱山企業グループ体制によって悪化した銅産業の立て直しが目的であった。政府は、生産投資 5 カ年計画において、ンチャンガ地区やムフリラ地区などの主力鉱山の生産性の向上のための投資、チャンビシ地区のコバルト回収による収益増加のための投資、不採算部門の閉鎖などの経営再建への取組み、金融支援も行った。ンチャンガ地区の低品位浸出プラントのような一部の優良案件を除けば、財務状況の悪化が深刻化する国有鉱山会社への民間からの資金調達は容易ではなく、国有鉱山会社であることで政府系金融機関からの資金調達が可能であったと考えられる。政府は IMF の通貨切下げ条件を繰り返し受け入れ、それによって得られた資金で ZCCM を支援し、短期的には同社の収入に貢献したが、反面、ZCCM と政府の対外債務を増加させる結果となった。ZCCM 設立は、不十分な合理化のままでも政府（中央銀行）からの借入金で生産を続けることができたが、その結果、政府は対外債務を累積することになった。

民間からの資金調達であれば、鉱山の有望性もさることながら、生産性の向上、不採算部門の処分、徹底したコスト削減、余剰人員の削減などの徹底した合理化が要求されるが、国有鉱山会社に対して政府は政治的な圧力もあって合理化を断行できないままに資金提供を行っていたと考えられる。その結果、国有鉱山会社の経営破綻は国有鉱山会社の体制では立て直すことができず、IMF など支援機関の支援条件である国有鉱山会社の分割民営化を受け入れざるを得ないことになった。

（３）国有鉱山会社の役割と事業持続性の検討

ザンビアの銅産業の国有化及び ZCCM の経営は、国際協力事業団（2000）などの先行研究の多くが論じたように ZCCM は劣悪な財務状況に陥り、巨額の赤字を抱え、それによって設備更新や新鉱床の開発が立ち後れていたと捉えられている。最終的に ZCCM の資産は少数権益を後継となる国有持株会社に残して分割民営化されており、経営破綻との評は正しいと言えるが、本研究から、個々の生産拠点の活動には新たな事業展開・回復の可能性がうかがえた。

例えば、独立前からの主力鉱山は露天採掘から坑内採掘、地下浅所から深部へと開発が進むにつれ生産は減退したが、コンコラ坑内採掘鉱山では坑内排水問題を克服して坑内の採掘を続けた。それは後のコンコラ深部鉱山（Konkola Deep mine）の開発につながったと考えられる。チャンビシ地区では銅の副産物としてコバルト回収プラントの増強が図られ、副産物収入が銅価格下落で減少していた ZCCM の収入を補っており、これも今日でも操業を続けている。

このように新技術の導入によって未利用資源であった酸化鉱石からの銅回収が進められ、これらは現在も操業している。また、ZCCM の主力鉱山であったムフリラ坑内採掘鉱山やンチャンガ銅鉱山現在も操業しており、銅価格低迷期を乗り越えられるだけの合理化が ZCCM に出来ていれば、或いは、それまでの期間、経営を持ちこたえる財務体質であれば破綻を避けられたかもしれない。

リスクが高く、巨額の資金を必要とする大規模鉱山開発のための資金を政府が供給すれば財政を圧迫することになるが、国有鉱山会社の持続可能な事業活動を確保するためには、銅価格低迷期にあっては、チリのコデルコのように生産量を増加させて利益を確保するか、或いは、多くの民間企業が行うように人員や給与の削減、不採算部門や非中核事業の廃止・譲渡などが柔軟な対応が不可欠であった。

しかし、国有鉱山会社は、民間企業とは異なり、利益追求以外にも、自国の資源からの富を確保する、産業を多角化する、雇用を創出・維持するなどの期待（目的）がある。これらの期待（目的）に応えるためには利益が出なくてもよい、財政支出によって補えばいいとの考え方もできるが、それでは持続可能な企業経営は行えない。

鉱物資源価格は約 10 年をサイクルに高騰と下落を繰り返しており、価格高騰期には国有鉱山会社は鉱山を操業して輸出さえしていれば、収入は増加して経営は維持でき、政府の税収も確保できるだろう。

反対に、価格低迷期には国有鉱山会社は企業としてコスト削減や合理化などの努力を行わなければ経営状態は悪化して損失を計上することもある。国有鉱山会社の配当や税金は財政の主たる収入源であることから、国有鉱山会社の損失が続くようになると政府はその損失を補填するようになる。そのことが、財政赤字の原因の一つとなり、それが進むと国有鉱山会社の経営破綻だけでなく、国家財政をも破綻の危機にさらすことになる。

本稿で明らかにしてきたように ZCCM のンチャンガ地区やムフリラ地区は世界的規模の銅鉱山を擁し、その操業を維持するに様々な技術の導入や投資が試みられており、条件さえ整えば、これらの主要生産拠点を中核資産（コアビジネス）として持続的な事業が可能であったと考えられる。しかし、それを実現できなかったのは、鉱山自体及び鉱山を取り巻く環境の変化に適切に対応できなかったためであると考えられる。

国有企業であるが故の民間企業とは異なる期待（目的）があることは考慮しつつも、企業として持続可能な活動ができてはじめて民間企業とは異なる目的を達成できるのであるから、事業継続が最優先されるべきであろう。国有鉱山会社の所有者は最終的には国民であるから、その所有者に対して利益や便益を提供できる経営を行うことが重要ではあるが、まずは持続可能な経営が前提であり、そのためには民間企業と同様の経営努力、経営の柔軟性が不可欠である。それを実現するには政府からの経営の一定の独立性の確保が重要になってくると考えられる。

第2節 課題

本研究では国有鉱山会社のなかからザンビアの国有鉱山会社 ZCCM を対象として、その主力生産拠点であるンチャンガとムフリラの2地区に絞って事業実態を検証し、そこから ZCCM の事業全体を分析した。それ故に他の生産拠点の実態や政府への納付金や経営の政府の関与、銅鉱山以外への投資が本業の銅山経営に与えた影響など十分に把握できていない部分が残された。

また、本研究では、ザンビア銅産業が国有化される前の 1960 年代、政府が銅鉱山会社の株式 51% を取得して同国の銅産業を国有化した 1970 年代、ZCCM として活動した 1980 年代を実態研究の対象としたが、実質的にザンビア銅鉱山を 2 大鉱山企業グループが操業していた 1960 年代から 1970 年代は、鉱業専門雑誌等の記事などの公開情報も多く、その活動を把握することが比較的容易であった。しかし、1982 年以降、ザンビア政府が ZCCM を設立して直接鉱山経営を行うようになると公開情報は少なくなり、その結果、本研究による 1980 年代の現場レベルの実態把握にはまだ改善の余地があると考えている。

これらの課題については、現地の新聞報道などの検証など、今後の更なる資料の発掘と分析によって明らかにしていく必要があると考える。

参考文献

(邦文論文・報告書等)

- 石曾根道子(2012)、「ザンビア銅開発史にみる資源便益と地域住民への分配」、東京大学学位論文。
- 梅野巨利(1992)、『国際資源企業の国有化』、白桃書房、pp. 121-122, 125.
- 萱嶋太郎(1978)、「ザイル・ザンビアの銅事情」、『国際資源』、1978年7月、第44号、国際資源問題研究会、pp. 71-72.
- 神谷夏実(2012)、「チリ銅公社(CODELCO)を中心としたチリ銅産業国有化の歴史と企業統治」、石油天然ガス・金属鉱物資源機構、カレントトピックス、2012年18号。
- 金属鉱業事業団(1977)、『昭和51年度 海外鉱業事情調査報告書(ケニア、ザンビア)』、昭和52年3月。
- 金属鉱業事業団(1983)、『昭和58年度 開発環境解析委員会報告書 ―アンデス諸侯の資源開発環境―』、pp. 69-71.
- 金属鉱業事業団(1983)、『世界における銅の供給構造』、動向分析調査報告書 第12号、1983年3月。
- 金属鉱業事業団(1987)、『世界における銅の供給構造』、動向分析調査報告書 第19号、1987年3月、pp. 35-36, 57-58, 66-68, 84.
- 金属鉱業事業団(1989)、『非鉄メジャーの動向(1)』、平成元年3月、pp. 96-97, pp. 103-106, p. 112.
- 金属鉱業事業団(1999)、「非鉄メジャーの動向 1999」、動向分析報告書第31号、1999年7月。
- 金属鉱業事業団(2002)、『非鉄メジャーの動向 2002』、「Phelps Dodge 社」。
- 金属鉱物探鉱促進事業団(1972)、『ザンビアの鉱業概観』、内部資料第16号、1972年9月、pp. 40-42.
- 久保田博志・小嶋吉広(2012)、「ザンビア共和国 ZCCM-IH の事業内容について ―南部アフリカ諸国の国営鉱山会社に係る分析報告②―」、石油天然ガス・金属鉱物資源機構、カレントトピックス、2012年47号。
- 久保田博志・小嶋吉弘(2014)、「コンゴ民主共和国 Gecamines 社の事業内容について、―南部アフリカ諸国の国営鉱山会社に係る分析報告(4)―」、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構、カレントトピックス 2014年27号。
- 国際協力事業団(2000)、『南部アフリカ援助研究会報告書 第4巻 ザンビア・本編』、「第4章 経済情勢」、pp. 20-52.
- 国際資源問題研究会(1977)、「鉱物資源における寡占状態の実態をみる(2)」、『国際資源』、1977年1月号、p. 73, 76.
- 国際資源問題研究会(1978)、『国際資源』、1978年7月、第44号、p. 70.
- 櫻井春生・山口潔人・木原 靖・釜中 智(2006)、「Los Pelambres 鉱山の操業概要とその特徴」、資源と素材、資源素材学会、Vol. 122 pp. 606-612.
- 通商産業省鉱山石炭局 海外鉱物資源開発室(1973)、「資源保有国の動向・国際大資本の動向」、『鉱山』、日本鉱業協会、1973年5月号、p. 26.
- 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構(2006)、「銅ビジネスの歴史」、平成17年度情報収集事業報告書第18号、pp. 16, 25.
- 日本鉱業協会調査部金属課(1966)、「激動する国際銅市況の問題点とその対策」、『鉱山』、1966年1月号、pp. 2, 3.
- 日本鉱業協会(1967)、「短期間に解決したコンゴ問題」、『鉱山』、第20巻、第6号、pp. 18-19.
- 日本鉱業協会調査部金属課(1970)、「1969年 CIPEC 常任理事会報告」、『鉱山』、第23巻、第10号、pp. 14-34.
- 日本鉱業協会調査部金属課(1970)、「図説 世界の銅事情」、『鉱山』、第23巻、第11号、pp. 13-21.
- 日本鉱業協会(1980)、「米国の鉱山及び製錬業についての動向と諸問題の分析 ―米国議会に対する会計検

査院長の報告書一」、『鉱山』、1980 年 10 月号、pp. 19-20.

日本伸銅協会原料委員会翻訳(1961)、「銅産業」米連邦取引委員会報告書(1947).

日本貿易振興会(1972)、『世界的産銅資本の実態—RST の調査報告—』、資源調査—72—7、昭和 47 年 8 月.

日本貿易振興会(1976)、『ザンビアおよびザイールの銅事情』、Ⅲ. カッパーベルト産銅の輸送問題」、pp. 74-75, pp. 107-108.

日本貿易振興会(1976)、『ザンビアおよびザイールの銅事情』、資源調査 No. 76-2、昭和 51 年 7 月、p. 73.

日本貿易振興会(1985)、『JETRO 貿易市場市シリーズ 194 ザンビア』.

松永久男(1977)、「資源開発プロジェクトと金融」、『国際資源』 1977 年 1 月号、p. 27.

ロナルド・ブレイン(石本 笙訳)(1976)、『世界産銅業界の組織分析』(原典: Sir Ronaldo Prain, *Copper The Anatomy of an Industr*)、日本鉱業協会.

(邦文鉱業年鑑等)

経済産業調査会編、『鉱業便覧』 昭和 48 年度(1973)、『鉱業便覧』 昭和 49 年度(1973)、昭和 50 年度(1975)、昭和 51 年度(1976)、昭和 52 年度(1977)、昭和 53 年度(1979)、昭和 54 年度(1980)、昭和 55 年度(1981)、昭和 56 年度(1982)、昭和 57 年度(1983)、昭和 58 年度(1985)、昭和 59 年度(1986)、昭和 60 年度(1986)、昭和 61 年度、昭和 62 年度(1988)、平成元年度(1989)、平成 2 年度(1990)、平成 3 年度(1991)、平成 4 年度(1992)、平成 5 年度(1993)、平成 6 年度(1994)、平成 7 年度(1995)、平成 8 年度(1996)、平成 9 年度(1997)、平成 10 年度(1998)、平成 11 年度(1999)、平成 12 年度(2000)、平成 13 年度(2001)、平成 14 年度(2002).

(英文論文・報告書等)

Aird, R.S. Celemer and A.V. May (1980), "New cobalt production from R.C.M.'s Chambishi roast-leach-electrowin process", *Mining Magazine*, October 1980, p.320.

Bostock, Mark and Harvey, Charles (1972), *Economic Independence and Zambian Copper - A Case Study of Foreign Investment*, Praeger Publishers, Inc., New York, USA, pp.1-273.

Bova, Elva (2009), "The implications of mine ownership for the management of the boom: a comparative analysis of Zambia and Chile", NCCR Trade Regulation, Swiss National Centre of Competence in Research, Working Paper No 2009/13, APRIL 2009.

Bosse, P.J.W. (1972), "New Development at the Leach Plant at Nchanga Consolidated Copper Mines Limited Chingola Division" *Geologie en Mijnbouw*, Vol.51 (3), pp.409-418.

Codelco Web サイト http://www.Codelco.com/historia/prontus_Codelco/2011-02-25/103555.html、閲覧日 ; 2014 年 6 月 27 日。

Collinson, B.M. (1972), "Underground Mining Mechanisation at Roan Consolidated Mines since 1965", *Geologie en Mijnbouw*, Volume 51(3), pp.381-387.

Congress of the United States Office of Technology Assessment; OTA (1988), *Copper: Technology and Competitiveness*, U.S. Government Printing Office, pp.197-198.

Cunningham, Simon (1981), *The Copper Industry in Zambia Foreign Mining Companies in a Developing Country*, New York.: Preger Publishers.

Craig, John Robert (1999), "State Enterprise and Privatisation in Zambia 1968-1998" (Doctoral thesis), U.K, The University of Leeds, Department of Politics and Centre for Development Studies.

J. Aird, R.S. Celemer and A.V. May (1980), "New cobalt production from R.C.M.'s Chambishi roast-leach-electroin process", *Mininig Magazine*, October 1980, pp.320-336.

- Hwedi, Osei (2001), "The State and Development in Southern Africa: A Comparative Analysis of Botswana and Mauritius with Angola, Malawi and Zambia", *African Studies Quarterly* | Volume 5, Issue 1 | Winter 2001, pp.19-31.
- Mikesell, Raymond F. (1979), *The World Copper Industry Structure and Economic Analysis*, London; Resource for the Future.
- Mining Journal (1992), "ZCCM The Way Forward", *Advertisement Supplement to Mining Journal*, London, October 9, 1992, Volume 319, No.8194.
- Obidegwu, Chukwuma F. and Nziramasanga, Mudziviri (1981), *Copper and Zambia an Econometric Analysis*, Tronto: LexingtonBooks.
- Radetzki, Marian and Zorn, Stephen (1979), *Financing Mining Projects in Developing Countries A United Nations Study*, London; Mining Journal Book Limited, pp.32,123,124,126,127.
- Rushton, M.W. and Mackay, K.E. (1961), " Nchanga Mine, Northern Rhodesia", *Extract from Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy*, Volume 70, Part 3, 1960-61, pp.78-79, 88, 93-94.
- Spilimbergo, Antonio (1999), *Copper and the Chilean Economy 1960-1998*, Washington DC: International Monetary Fund, Working Paper 99/57.
- Suttill, Keith R. (1989), "Solvent Extraction, A Key in Maintaing Copper Production, Seconf Genration Reagents Imprpve Efficiencies and Costs", *Engineering and Mining Journal*, September 1989, pp.24-26.
- USBM (1992), "Information Circular 9310, The Availability of Primary Copper in Market Economy Countries A Minerals Availability Appraisal", by Porter, Kenneth E. and Peterson, Gray R., United States Departments of the Interior, Bureau of Mines.
- World Bank, *Copper; Trend and Prospect*.
- World Bank; Takeuchi, Kenji., Strongman, Jhon E., Maeda, Shunichi and Tan, C. Suan (1987), *The World Copper Industry Its Change Structure and Future Prospects*, World Bank Staff Commodity Working Papers Number 15, U.S.A. Washington, D.C.; The World Bank.

(英文鉱業及び企業年鑑等)

- Financial Times, "Anaconda Company", *Mining International Yearbook*, London: Longman,, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1970, 1971, 1972-3, 1973-4, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981.
- Financial Times, "Bancroft Mines Ltd.", *Mining International Yearbook*, London: Longman, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1970, 1971.
- Financial Times, "Chambishi Mines Ltd.", *Mining International Yearbook*, London: Longman, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968.
- Financial Times, "Chibuluma Mines Ltd.", *Mining International Yearbook*, London: Longman, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968.
- Financial Times, "Corporacion Nacional de Chile (Codelco)", *Mining International Yearbook*, London: Longman, 1973-4, 1977, 1978, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 2000.
- Financial Times, "Gecamines", *Mining Annual Review, Mining International Yearbook*, London: Longman, 1972-73, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000.
- Financial Times, "Kennecott Copper Corporation", *Mining International Yearbook*, London: Longman,, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1970, 1971, 1972-3, 1973-4, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981.

Financial Times, “MINDECO”, *Mining International Yearbook*, London: Longman, 1972-3, 1973-4, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982.

Financial Times, “Mufulira Copper Mines Ltd.”, *Mining International Yearbook*, London: Longman, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1970, 1971.

Financial Times, “Nchanga Consolidated Copper Mines Ltd.” *Mining International Yearbook*, London: Longman, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1970, 1971, 1972-3, 1973-4, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982.

Financial Times, “Ndola Copper Refineries Ltd.”, *Mining International Yearbook*, London: Longman, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1970.

Financial Times, “Phelps Dodge Corporation”, *Mining International Yearbook*, London: Longman, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1970, 1971, 1972-3, 1973-4, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 2000.

Financial Times, “Rhodesian Selection Trust Ltd.”, *Mining International Yearbook*, London: Longman, Financial Times, 1964.

Financial Times, “Rhokana Corporation Ltd.”, *Mining International Yearbook*, London: Longman, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1970, 1971.

Financial Times, “Roan Consolidated Mines Ltd.”, *Mining International Yearbook*, London: Longman, 1971, 1972-3, 1973-4, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982.

Financial Times, “Roan Selection Trust Ltd.”, *Mining International Yearbook*, London: Longman, 1965, 1966, 1967, 1968, 1970.

Financial Times, “RST”, *Mining International Yearbook*, 1971 p.527. , 1977 p.471.

Financial Times, “Zambia Consolidated Copper Mines Ltd”, *Mining International Yearbook*, London: Longman, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 2000.

Financial Times, “Zambia Industrial and Mining Corp. Ltd”, *Mining International Yearbook*, London: Longman, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000.

Financial Times, “Zambia”, *Mining International Yearbook*, London: Longman, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004

Mining Journal, “Chile, Central and South America”, *Mining Annual Review*, London, 1967, 1978, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 2000.

Mining Journal, “Congo Republic (Kinshasa), Central East Africa”, *Mining International Yearbook*, London: Longman, 1967, 1968, 1970, 1971.

Mining Journal, “Zaire, Central Africa”, *Mining Annual Review*, London, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000.

Mining Journal, “Zaire, Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, London, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983.

Mining Journal, “Zambia, Central and East Africa”, *Mining Annual Review*, London, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998.

USGS, “Cobalt and Nickel”, “Cobalt”, *Minerals Yearbook*, 1936-2012.

USGS; U.S. Geological Survey, “The Mineral Industry of Zambia”, *Minerals Yearbook*, Washington DC, 1971, 1972, 1973, 1974, 1976, 1977, 1978-79, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989,

1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006.
 USGS; U.S. Geological Survey, The Mineral Industry of Zambia, Washington DC, 1964-1982, 1984-2000.
 Zambia Government, Mining Year Book of Zambia, Kitwe, Zambia, 1969, 1970, 1972, 1975, 1976, 1978.
 (文献名は Zambia Mining Year Book 等、著者は AAC/RST, MINDECO, Copper Industry Service Bureau の
 年度もあったが上記に統一した。)
 World Bureau of Metal Statistics, *World Metal Statistics Yearbook*, 1973-2001.

(英雑誌記事等)

"£ 140 million tailing leach project in Zambia", *Mining Magazine*, August 1982, pp.78-79.
 "Africa Congo (Democratic Republic)", *Mining Annual Review*, Mining Journal, 1998, p.188.
 "All Electrolytic", *Mining Journal*, January 7, 1965, p.3.
 "Anglo American Corporation of South Africa Limited, From the Statement by the Chairman, Mr. H. F. Oppenheimer", *Mining Journal*, June 7, 1968, pp.478-479.
 "Anglo's Zambian Copper Output Targets", *Mining Journal*, May 22, 1970, p.474.
 "Central Africa Zambia Anglo American Ltd.", *Mining Annual Review*, Mining Journal 1967, p.358.
 "Chambishi Mine, Zambia", *Mining Magazine*, April 1981, p.293.
 "Chambishi Mine, Zambia", *Mining Magazine*, April 1981, p.295.
 "China Doubles Zambian Copper Purchaser", *Mining Journal*, February 1, 1974, p.81.
 "Cobalt – Fligh High", *Mining Journal*, July 20, 1979, p.39.
 "Cobalt Producers Increase Price Again", *Mining Journal*, July 28, 1978, p.60.
 "Cobalt: RCM's Phase 3 Program", *Engineering and Mining Journal*, December 1980, pp.62-75
 "Copper Recovery at Nchanga", *Mining Magazine*, November 1968, Vol.119, No.5, pp.360-369.
 "Corporacion Nacional de Chile", *Mining International Year Book 1978*, Financial Times, p.200.
 "Disaster at Mufulira", *Mining Journal*, October 1970, p.285.
 "Disaster at Mufulira", *Mining Magazine*, November 1970, Vol.123, No.5, p.379.
 "Expansion at Nchanga Zambia", *Mining Journal*, August 4, 1967, p.80.
 "Expansion at Nchanga", *Mining Journal*, August 4, 1967, p.80.
 "Force Majeure for Zambian Copper", *Mining Journal*, March 1, 1968, p.159.
 "Fuel in the Crisis", *Mining Journal*, 1965, December 24, p.459.
 "Go-ahead for TLP III at NCCM?", *Mining Journal*, June 11 1982, p.43.
 "How Great is the Threat to Zambian Copper", *Mining Journal*, 1965, November 5, pp.317-318.
 "Integrated development will boost Zambia's copper output", *Mining Magazine*, February 1974, pp.100-103.
 "Large Chingola copper solvent extraction plant seen as major advance", *Engineering and Mining Journal*, July 1973, p.21.
 "Limited Production Resumed at Mufulira", *Mining Journal*, December 4, 1970, p.512.
 "Mines Minister Dismissed", *Mining Journal*, January 31, 1975, p.82.
 "Modernization of the Nchanga Flotation Plant; A Comparison of Flotation Cells and Columns", *Mining Magazine*, July 1989, pp.34-39.
 "Mufulira Copper Mines Ltd.", *Mining Year Book 1966*, Financial Times, p.433.
 "Mufulira Disaster Interim Report", *Mining Magazine*, April 1971, Vol.124, No.5, pp.281-289.
 "Mufulira Interim Report", *Mining Journal*, February 1971, pp.122-123.

"Mufulira Mine's New Musombo SV1 Sub-Vertical Shaft, *Mining Magazine*, October 1986, pp.322-341.

"Mufulira Progress", *Mining Journal*, February 5, 1972, pp.98-99.

"NCCM Plans Increased Cobalt Production", *Mining Journal*, October 12, 1979, p.323.

"Nchanga Consolidated Copper Mines Limited Extracts from the Statement by the Chairman Mr.D.C.Mulaisho", *Mining Journal*, August 6, 1971, p.127.

"Nchanga Consolidated Copper Mines Limited", *Mining Journal*, August 11, 1972, p.111.

"Nchanga Consolidated Copper Mines Limited, Extracts from the review by the Chairman, Mr. H. F. Oppenheimer", *Mining Journal*, September 6, 1968, p.179.

"Nchanga Consolidated Copper Mines Limited, Extracts from the reviews by chairman, Mr. H.F.Oppenheimer", *Mining Journal*, August 25, 1967, p.149.

"Nchanga Consolidated Effects of Devaluation", *Mining Journal*, July 15, 1977, p.56.

"Nchanga Copper leaching plant", *Mining Magazine*, July 1970, pp.5-7.

"Nchanga Expansion", *Mining Journal*, January 14, 1966, p.27.

"Nchanga Sets Up Its Expenditure", *Mining Journal*, August 25, 1967, p.148.

"Nchanga's Opencast Operations", *Mining Journal*, July 19, 1968, p.48.

"New Mining methods at Mufulira", *Mining Magazine*, November 1973, p.399.

"New Route for Zambian Copper", *Mining Journal*, October 10, 1975, p.276.

"NOT LET UP FOR ZAMBIA", *Mining Journal*, vol. 308, No. 7923, June 26, 1987, p.482.

"Phelps Dodge On Copper", *Mining Journal*, November 21, 1986, p.369.

"Progress on sub-vertical shafts at Mufulira, Zambia", *Mining Magazine*, August 1981, p.73.

"Progress at Mufulira", *Mining Magazine*, March 1971, Vol.124, No.3, p.181.

"R.C.M. – Mufulira's Initial Impact", *Mining Journal*, February 5, 1971, pp.98-99.

"RCM – Waiting on Mufulira", *Mining Journal*, October 29, 1971, p.396.

"RCM Review", *Mining Journal*, November 15 1974, pp.424-425.

"RCM Review", *Mining Journal*, November 23 1973, pp.438-439.

"RCM's expansion programme", *Mining Magazine*, October 1972, pp.337-339.

"Record Output for ZCCM", *Mining Journal*, May 20 1983, p.546.

"Record Year by RST Sir Ronald Prain's Review of Operations", *Mininig Journal*, November 22, 1968, pp.412-415.

"Rehabilitation at Mufulira", *Mining Magazine*, December 1971, Vol.125, No.6, pp.558-559.

"Restortion of Subsidence Mining at Mufulira, Zambia", *Mining Journal*, March 21, 1975, p.213.

"Resurgent Copper Profits", *Mining Journal*, February 24, 1967, p.144.

"Rhodesian/Zambian Coal Lift Extended", *Mininig Journal*, December 8, 1967, p.442.

"Rhokana Corporation Limited", *Mining Journal*, Novemeber 19, 1965, p.375.

"Roan Selecteions Profits and Problems", *Mining Journal*, May 10, 1968, p.388.

"Roan Selection and Rising Costs", *Mining Journal*, Novewmber 24, 1967, p.404.

"Roan Selection's Profits and Problems", *Mining Journal*, May 10, 1968, p.388.

"Rokana Leach Plant Deferred", *Mining Journal*, July 28, 1978, p.63.

"RST Chairman Reviews operations in Zambia", *Mining Journal*, 1965, November 26, p.398.

"RST Record and Problem", *Mining Journal*, November 21, 1969, p.477.

"RST results and prospects", *Mining Journal*, Novemeber 24, 1967, pp.408-415.

"RST Review", *Mining Journal*, November 21, 1969, pp.472-474.

"Sharp Cut in Nchanga Dividend", *Mining Journal*, July 28, 1967, p.74.

"Sir Ronald Prain's review RST results and prospects", *Mininig Journal*, Novewmber 24, 1967, p.404.

"Smelter Expansion at Mufulira", *Mining Journal*, January 28, 1972, p.69.

"Solvent Extraction for Nchanga", *Mining Journal*, June 5, 1970, p.320.

"Sombre Review From NCCM Chairman", *Mining Journal*, August 25, 1978, p.145.

"Sub-Level Caving Methods at Mufulira Copper Mines", *Mining Magazine* 1969, pp.319-323.

"Sweet and Sour for Zambia", *Mining Journal*, March 11, 1977, pp.171-172.

"Tailings Leach Project to Boost Zambian Copper Output", *Mining Journal*, March 7 1986, p.163.

"Tailling Leach Stage III for NCCM?", *Mining Journal*, January 1982, p.43.

"Temporary pumping at Mufulira", *Mining Magazine*, August 1971, Vol.125, No.2, p.135.

"The Nchanga's Expansion Continues", *Mining Journal*, August 6, 1971, p.124.

"The strategy behind PD's return from the "dead"", *Engineer and Mining Journal*, January 1987. pp.16,17,20.

"The Zambia Copper Investments Limited Extracts from the Review by The President Dr. Z.J.De Beer", *Mining Journal*, September 26, 1975, p.244.

"The Zambia Copper Investments Limited", *Mining Journal*, October 2, 1970, p.303.

"Triple Records by R.S.T.", *Mining Journal*, November 22, 1968, p.410.

"Trolley Assist, Computer dispatching; New Technologies offer potential for significant reduce in Mining cost", *Engineering and Mining Journal*, December 1984, p.74.

"Trolley Assisted Truck Haulage", *Engineering and Mining Journal*, June 1982, pp.88-98.

"Underground Mining Profile; Mufulira mine in the Zambian Copperbelt applies a variety of stoping caving plans", *Engineering and Mining Journal*, June 1970, p.161.

"What Price the Kwacha", *Mining Journal*, November 14, 1986, pp.345-346.

"What's Happening in Zambia?", *Engineering and Mining Journal*, March 1992, p16E-F.

"Zambia – New Road to Mozambique", *Mining Journal*, October 31, 1975, p.335.

"Zambia An Acid Requierment", *Mining Journal*, August 29 1980, p.164.

"Zambia Bites the Bullet", *Mining Journal*, Feb 7 1985, pp.89-91.

"Zambia Bites the Bullet", *Mining Journal*, October 7, 1986, pp.89-91.

"Zambia Consolidated Copper Mines Ltd ZCCM", *Mining Year Book*, Financial Times, 1983, pp.421-422.

"Zambia Contemplates Closures", *Mining Journal*, July 25 1983, p.268.

"Zambia Face New Challenge", *Mining Journal*, January 19, 1973, pp.41-43.

"Zambia Kansanshi to Reopen", *Mining Journal*, August 19, 1977, p.137.

"Zambia LIX Plant on Stream", *Mining Journal*, December 6, 1974, p.485.

"Zambia OPTS OUT", *Mining Journal*, May 8, 1987, p.361

"Zambia Refinery/Smelter Closures", *Mining Journal*, January 1987, p.11.

"Zambia", *Mining Journal*, November 22, 1968, pp.393-396

"Zambia", *Engineering and Mining Journal*, February 1974, p.137-138.

"Zambia", *Engineering and Mining Journal*, February 1981, p.155.

"Zambia", *Engineering and Mining Journal*, July 1978, p.137.

"Zambia", *Engineering and Mining Journal*, March 1979, p.251

"Zambia", *Engineering and Mining Journal*, November 1979, p155.

"Zambia's Nchanga: operating problems, compound by week", *Engineering and Mining Journal*, September 1975,

p.176-177.

"Zambian -20 Years On", *Mining Journal*, October 26, 1984, p.287.

"Zambian Copper Investments Limited Extracts from the review by the President Dr. Z.J De Beer", *Mining Journal*, October 7, 1977, p.300.

"Zambian Force Majeure Fails to Stir Copper", *Mining Journal*, September 5, 1975, p.179.

"Zambian solvent extraction plant", *Mining Magazine*, July 1972, pp.143-144.

"Zambian's Copper Plans", *Mining Journal*, August 21 1987, p.139.

"ZCCM to More Than Double Vsage of Electric Truck Assist System", *Mining Journal*, February 3 1984, p.76.