

歯磨き指導を支援するロボットの開発

山本 利一*・米田奈々子**・山本 馨***・小林 靖英****

キーワード：ロボット、歯磨き指導、ローリング法、スクラッピング法、フォーズ法

1 緒言

厚生労働省(旧厚生省)は、昭和32年から6年間隔で歯科疾患実態調査を実施しており、その最新の情報¹⁾によると、歯ブラシの使用状況の総数は、毎日磨く者は96.1%、時々磨く者は2.5%、磨かない者は1.4%であることを報告している。歯ブラシ使用状況の年次推移を見ると、毎日磨く者は調査を重ねるごとに増加しており、各年齢層別に見ても全て90%を越える値を示している。また、歯の寿命の年次推移は、いずれの歯種でも18年間で、5~9年伸びている²⁾。このことから、適切な歯磨き習慣は、歯の寿命を延ばす効果があることが示された。現在、日本歯科医師会の提案で、財団法人8020推進財団が平成12年に厚生大臣(現厚生労働大臣)の許可を得て設立され、国民の積極的な健康づくりに寄与することを目的に、80歳になっても自分の歯を20本以上保とうという運動「8020(ハチマルニイマル)運動」をスタートさせた³⁾。

その中でも、歯ブラシによるブラッシング指導を適切な時期に行い、正しいブラークコントロール(ブラーク;「歯垢」形成の抑制や除去により、ムシ歯や歯周病を予防する手段)の知識と技能を習得することは、きわめて重要なこ

とである⁴⁾。小学校においては、乳歯から永久歯に歯が生え替わる大切な時期であるため、学校行事の中に歯科検診を設定し、養護教諭と歯科医師による歯磨き指導や検診が計画的に行われている。

しかし、学校現場では、自己中心的で友人関係の希薄化する児童や多動性の傾向などを持つ児童の増加により、学級崩壊などが社会問題となっている⁵⁾。このことは、歯磨き指導においても同様で、歯科医師からも歯磨き指導をまじめに受けない児童が増加してきていると指摘されている。そこで、このような現状をふまえ、児童の歯磨き指導時に興味・関心を持たせ、よりブラッシング指導を効果的に行うためのロボットの開発を試みた。

2 開発したロボット

開発したロボットは、児童・生徒の親しみのあるLegoブロック⁶⁾で製作された単純なものである。このロボットは自律型のロボットで、外部電源を必要とせずプログラムにより制御されている⁷⁾。

2.1 ローリング法を支援する歯磨きロボット

ローリング法⁴⁾とは、毛先が根の方に向くように歯ブラシを持ち、上の歯は上から下へ、下の歯は下から上へ歯ブラシを動かす方法である。この磨き方は、歯垢をかき取るというより歯茎へのマッサージ効果を狙ったものである。

* 埼玉大学教育学部技術教育講座

** さいたま市立大牧小学校

*** 福井県歯科医師会

**** アフレル

図1に示すローリング法歯磨きロボットは、モータの正転・逆転を歯車によりアーム（手の部分）に伝達し、アームの揺動運動を歯ブラシがローリング法として表現している⁸⁾。開発したロボットは、歯ブラシ移動速度を3通りに提示することが可能である。また、規定回数のブラッシングが終了した段階で、歯に取り付けたランプが点灯し、児童の興味を歯ブラシの動きに集中するように工夫を凝らした。歯ブラシの動作を制御する機構（動力伝達）を図2に示す。

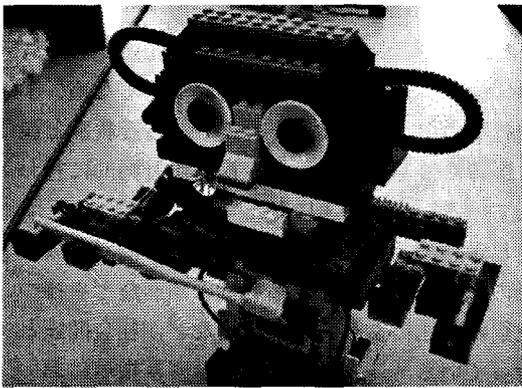


図1 ローリング法歯磨きロボットの概要

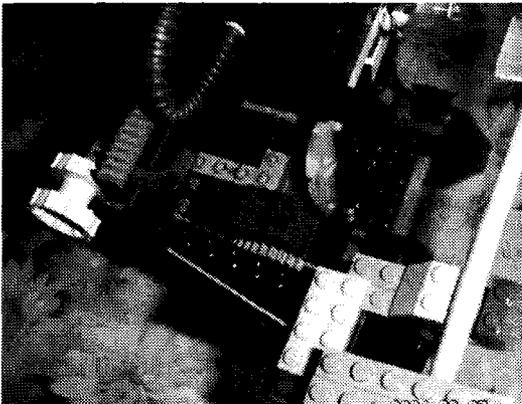


図2 動力の伝達の仕組み

あたるようにおいて、横に振動させる方法である。この磨き方は、歯垢を落とすのが目的で、正しく磨けば毛先の圧が歯茎に伝わり、軽い局所的な貧血を起こし、そして毛先を動かした時に血流が再開するため2次的なマッサージ効果が期待できるものである。

図3に示すスクラッピング法歯磨きロボットは、モータの回転運動をピニオンからラックに伝達し、アームの往復運動を歯ブラシがスクラッピング法として表現している⁹⁾。歯ブラシの動作を制御する機構（動力伝達）を図4に示す。ローリング法歯磨きロボットと同様に3通りの速度調節が可能で、歯磨きの1行程が終了した段階で、ライトが点灯するようになっている。

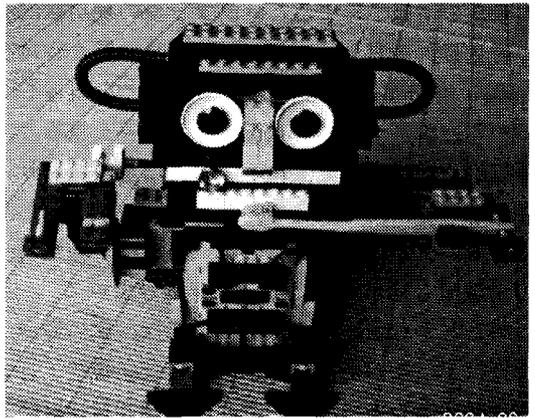


図3 スクラッピング法歯磨きロボット



図4 動力の伝達の仕組み

2.2 スクラッピング法を支援する歯磨きロボット

スクラッピング⁴⁾とは、歯ブラシの毛束を歯に対して直角にあて、毛先が歯と歯茎の境目に

2.3 フォーンズ法を支援する歯磨きロボット

フォーンズ法⁴⁾とは、上下の歯を大きく円を描くように歯ブラシを動かす方法である。この磨き方は、力のない幼児やお年寄りに適した方法で、歯の表面の汚れや歯垢を取り、歯茎のマッサージを狙ったものである。

図5に示したフォーンズ法歯磨きロボットは、モータの正転・逆転を歯車によりアームに伝達し、アームの回転運動に歯ブラシを取り付けてフォーンズ法として表現している¹⁰⁾。歯ブラシの動作を制御する機構（動力伝達を図6に示す。

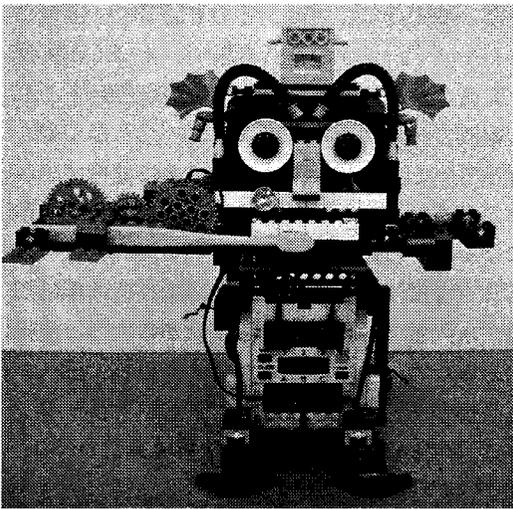


図5 フォーンズ法歯磨きロボットの概要

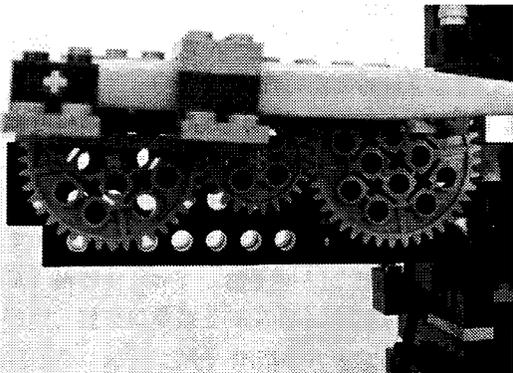


図6 動力の伝達の仕組み

他の2台のロボット同様に速度の調整が可能で、歯磨きの1行程が終了した段階で、ライトが点灯するようになっている。

3 歯科医師の対する調査

開発した歯磨きロボットが、どの程度ブラッシング指導に活用できるかについて調査実施した。

3.1 調査期間

調査期間は、2004年3月～2004年6月に実施した。

3.2 調査の対象及び方法

開発したロボットの動作をF県内の歯科医師14名に提示し、歯ブラシ指導での可能性について検討した。調査は、個別による面接法と、調査用紙によるアンケートでその反応を調べた。調査項目は、近年の小学生の歯磨き指導での態度、歯磨き指導でのロボットの活用方法、ロボットに関する感想などである。

3.3 調査結果

表1にアンケートの調査結果を示す。問1、2の回答結果から、歯磨き指導に関する近年の小学生の実態は、歯磨きに対して興味を持っているが、それらの指導を最後まで聞く集中力が無くなってきているという指摘が多かった。これは、歯磨き指導に限ったことではなく、LD (Learning Disabilities: 学習障害児) や学習困難・LD周辺児の増加など、学校が占有する課題とも重なり合っており、指導方法の変更が余儀なくされている実態が明らかとなった。

ロボットに関する調査結果からは、歯磨き指導の時の導入として、本ロボットは、歯ブラシの動きに興味・関心を向けさせる目的を果たすことは可能であるという意見が多く見られた。しかし、歯科医師が希望するブラッシング動作に比べ、速度、動作量、歯ブラシと手の動きに課題が残ることが指摘された。

また、自由記述の歯磨き指導上の課題の中では、「児童、保護者、先生の三位一体指導が必要である」、「歯磨き指導を設定しても、学校側

表1 アンケートの調査結果

問1. 歯磨き指導に関する興味・関心がある はい、いいえ、どちらとも言えない	7名(50%) 1名(7%) 6名(38%)
問2. 歯磨き指導を最後まで聞くことができる はい、いいえ、どちらとも言えない	2名(14%) 9名(64%) 3名(21%)
問3. 歯磨き指導上の課題	【自由記述】
問4. ロボットのサイズ 適切、小さい、大きい、どちらとも言えない	5名(36%) 7名(50%) 0名(0%) 2名(14%)
問5. ロボットの素材 適切、他の素材、どちらとも言えない	10名(71%) 3名(21%) 1名(7%)
問6. ロボットの動作 適切、修正が必要、どちらとも言えない	10名(71%) 1名(7%) 2名(31%)
問7. ロボットの大きさ 大きくすべき、適切、どちらとも言えない	6名(42%) 4名(33%) 4名(33%)
問8. ロボットを改善する箇所	【自由記述】
問9. 本ロボットの活用の可能性と感想	【自由記述】

が時間を確保できない場合が多い」、「歯磨き指導に興味を示さない」など、指導時間の確保と、学校と歯科医師との協力体制などの課題が指摘された。効果的な指導法や動機付けに関する検討が必要であることが示唆された。

これらの調査から、本ロボットは①児童の興味を引く導入教材としては、十分効果がある、②このロボットをどのように活用するかについては、今後検討していく必要がある、③どれぐらいの年齢の児童を対象にするかによって、ロボットの大きさを変える必要がある、などの意見に集約された。

4 歯磨き指導の指導過程の提案

上記の調査から、歯磨きロボットを活用し、限られた時間内に効果的に歯磨き指導を実践する授業展開を検討した。実験授業の対象は、小学校低学年と定めた。

4.1 小学校低学年時期の歯磨き指導の特徴

小学校低学年時期（6歳）は、乳歯が抜けて、永久歯が生えてくる。この時期の口の中は乳歯と永久歯が入り交じっており、凹凸がある。また、永久歯の奥歯で一番最初に生える6歳臼歯（王様の歯とも呼ばれる）は、ものをかみ砕く力が一番大きく、永久歯の歯並びや、かみ合わせの基本となる重要な歯である。この6歳臼歯は、完全に生えるまで約1年かかるため、手前に生えている乳歯より背が低く、生えたことに気付かなかつたり、歯ブラシの毛先が届きにくく、虫歯になりやすい。この場合、横から歯ブラシを入れて6歳臼歯だけを磨くようにする。また、生えたての歯は、とても幼若で、虫歯になりやすく、虫歯の進行も早い。歯は、石灰化が完成されないうちに口の中に顔を出し、それが唾液で洗われることによって、だんだん硬くなっていく。完全な歯に成長するには約2～3年が必要であると言われている。この完全な歯になるまでの期間は、歯質が弱いため、少しの汚れでも虫歯になりやすい。小学校低学年時期は、永久歯という新しい歯が次から次へと生え始めるため、虫歯にならないように特に予防する必要がある¹⁾。そのため、正しいブラッシング指導が重要となってくる。

4.2 学習目標の設定

小学校低学年の学習目標として、「歯磨きをする意味を理解させ、正しい歯の磨き方を学んで実生活に生かせるようにする」を設定した。この時期の児童には、歯磨きの習慣を確実に身に付けさせること、正しいブラークコントロールの習得を目的と定めた。

4.3 小学校低学年における授業展開

実験授業で展開した指導の流れを下記に示す。

- ①日常生活から虫歯への意識づけ（～8分）
- ②虫歯の原因を考える（虫歯の模型及び自作の紙芝居を活用）（～13分）
- ③本時の授業提示（～15分）
- ④正しい歯の磨き方の指導（～25分）

ア. 歯ブラシの選び方

イ. 歯ブラシの持ち方

ウ. 前歯の磨き方（歯ブラシの動かし方）

エ. 奥歯の磨き方（歯ブラシの動かし方）

オ. 6歳臼歯の磨き方（児童に帽子を被せ、児童1人が1本の歯を表現し、具体的な歯ブラシの使い方を説明する：図7）

⑤歯磨きロボットを活用した指導（～30分）

⑥歯磨きの実践（歯科医師の動きに合わせて）（～40分）

⑦本時の授業のまとめ（～45分）

図7に示す。



図7 授業の様子

5 実験授業

5.1 実験期間

2004年6月及び2005年6月に、各1校時（45分）を配当し実施した。

5.2 調査対象

2004年は、公立A小学校の第1学年32人を対象に、2005年は、公立B小学校の第1、2学年123人とした。

5.3 指導者

指導は、担当校養護教諭、学級担任、担当校歯科校医、ロボット開発者の4名でチームチャレンジの形式で授業を行った。

5.4 児童の反応

45分の授業全体を通して、児童は集中して、歯磨き指導を受ける姿勢が確認できた。授業の児童の感想の中で多かったものは、「歯磨きロボットの動きがすごかった」、「歯磨きロボットの動く速さはどうやって調節しているのか」、「歯磨きロボットと一緒に歯磨きができて楽しかった」、「歯磨きロボットを見ながら歯を磨くと、歯ブラシの動かし方が分かる」などで、歯磨きロボットは児童の興味・関心を高めることに効果があった推察される。

また、紙芝居を使った虫歯の説明や、歯磨きロボットの活用、歯科医師の歯磨きの実演、児童を歯のモデルとした説明など、変化に富む授業で、授業に最後まで集中している様子が確認できた。児童に帽子を被せ、児童1人が1本の歯を演じながら、6歳臼歯を磨く授業の様子を

5.5 養護教諭・学級担任・歯科医師の反応

実験授業には、県内の養護教諭部会の6名が授業を参観した。実践後に、指導者を含め授業反省会を開催し、意見を徴集した。

主な意見として、「児童が45分間集中して授業を受けていた」、「集中していた分、授業後は疲れた様子だった」、「授業後の児童達の反応・様子から、児童達は歯磨きの大切さを理解したと思われる」、「歯磨きロボットは児童の興味・関心を引き付けることができた」、「歯磨きより、歯磨きロボットの動きに興味を示す児童も見られた」など、授業及び歯磨きロボットに適切な評価を得ることができた。学級担任からは、翌日の生活ノート（日記）に、「たくさんの児童が歯磨き指導の授業や歯磨きロボットについて書かれていた」と、児童にとって印象深い授業展開であったことが指摘された。

指導した歯科医師からは、「近年の小学生は、最後まで歯磨き指導が続かないが、歯磨きロボットが良い刺激となり、集中して最後まで話を聞いてもらえた」、「歯科医師の立場で説明すると、難しくなるが、今回のように授業の流れを提示してもらえると、児童の実態をつかめ、指導しやすい」、「今後、指導方法を3者の連携の基、学習過程を歯科医に提案して欲しい」など、今後の協力を求める意見を徴集することができた。上記のことから、歯磨きロボットの活用は

所期の目的を果たしたと推察される。

6 結言

近年、学力低下、いじめ問題、学級崩壊などの学校が占有する課題とも重なり合ひ、これまでの歯磨きの指導方法では、十分な学習効果が得られなくなっており、指導法の変更が余儀なくされている。今回提案した歯磨きロボットは、児童の興味・関心を喚起させ、最終的に歯磨きの大切さを体得させることができたと推察される。学習過程も、児童の発達段階に応じたレベルでの目標設定をし、様々な教材・教具を準備し、学ぶ部分と、自分で考え活動する部分とを交互に組み込んだため、児童の集中力が途切れることがなかった。今回の実践では、歯磨きの指導に止まらず、ロボットに関する興味・関心も高まっており、これらの児童の好奇心を科学技術教育に生かせるような、カリキュラムも検討していきたい。また、本研究では、歯磨き指導への動機付けを主目的に研究してきたが、歯磨きを習慣化することも重要である。これらについては今後の課題とする。

【参考文献】

- 1) 厚生労働省医政局歯科保健課：平成17年歯科疾患実態調査、厚生労働省医政局歯科保健課(2006)
- 2) 森岡俊夫：歯の健康管理術—ブランク・コントロールからレーザーの応用まで—、裳華房(1997)

- 3) 監修：榊原悠紀田郎、編著：石井拓男・安井利一：8020 地域歯科保健活動の現場から—保健所・市町村保健センター・歯科医師会・住民とともに8020を実現するために—、ヒョーロン(2001)
- 4) 竹澤登美子：歯肉を読む—ブランクコントロールのための歯肉観察—、クインテッセンス出版(1990)
- 5) 奥山英明：いつまでさまようのか日本の教育、ポプラ社(2002)
- 6) 古川 剛：LEGO MINDSTORMS™パーフェクトガイド、翔泳社(1999)
- 7) 山本利一・林 俊郎・小林靖英・牧野亮哉：ROBOLAB™を活用したプログラム学習のカリキュラム開発、技術教育の研究、Vol.8, No.1, pp.1-6(2002)
- 8) 山本利一、山本 馨、牧野亮哉、小林靖英：歯磨き指導を支援するロボットの開発、日本機械学会2004年度年次大会(北海道大学)講演論文集, Vol.5, pp.421-422(2004)
- 9) 山本利一・米田奈々子・山本 馨・小林靖英：ブラッシング指導を支援するロボットの開発と授業実践、日本産業技術教育学会第16回関東支部大会講演論文集(茨城)、pp.11-12(2004)
- 10) 山本利一・小林靖英・清水清一郎・水野正忠・堀江謙一・近藤 貢・山本 馨：ロボットを活用した歯磨き指導の実践事例、第57回近畿北陸地区歯科医学学会、pp181-183(2005)
- 11) 監修：中垣晴男：六歳白歯の6ちゃんおうさまになる、砂書房(1999)

(2007年3月27日提出)

(2007年4月20日受理)

Development of Simple Robot for Assisting Tooth Brushing Guidance

Toshikazu YAMAMOTO, Nanako YONEDA, Kaoru YAMAMOTO and Yasuhide KOBAYASHI

Keywords : Rrobot, Tooth Brushing Guidance, Rolling Movement, Scrabbling Movement, Fones movement

The simple robot used with LEGO MindStorms was produced in order to guide the tooth brushing for the elementary school students. The purposes of this robot are as follows ; ①in the introduction of tooth brushing guidance, the student's desire to listen it will be improved, ②the correct movement of tooth brushing will be adequately presented. The robot is programmed for the way to be able to do the brushing operations of rolling movement, the scrabbling movement and the fones movement.

As the result of tooth brushing guidance by using this robot,the interest and the concern of students for the tooth brushing were raised. They became to listen the tooth brushing guidance with concentration.