



## 蒸気性質研究会報告\*

## 蒸気性質研究会\*\*

## 1. 当該研究分野に関する内外の状況調査

1.1 外国における状況 水および蒸気の諸性質に関する研究は、本研究会設置期間である昭和41年から44年にかけて各工業国において精力的に進められ、それらの成果のおもなものは第7回国際蒸気性質会議(1968年、於東京)などで発表されている。

熱力学的性質に関する国外の実験的研究としては、そのおもなものを表1にあげる。比容積に関してはKellらのビリアル係数の実験的研究などのほかには精度の高いものはほとんど無く、比熱や音速などの実験がいくつか進められている。

トランスポート性質に関する実験的研究のうちおもなものは表2のとおりである。

熱力学的性質ならびにトランスポート性質のフォーミュレーションに関する研究は最近多く行なわれているが、過去2~3年間のおもなものをあげると表3のようになる。

水および蒸気について上記以外の性質の研究も行なわれるようになってきた。おもなものは表4にあげる。また重水の性質に関する研究も表4に記した。

1.2 国内における状況 高温高压における水および蒸気の性質の研究は日本ではやっと第二次大戦後開始されたが、1963年の第6回国際蒸気性質会議の少し前ごろからその成果がぞくぞくと発表され、諸外国に比べて見劣りしないようになってきた。本研究会設置期間に行なわれた研究には表5のような諸研究がある。これらの研究のいくつかは現在も続けられ、また熱伝導率の測定その他新たに開始されたものもあって、各研究機関での研究がそれぞれ進行中である。

## 1.3 第7回国際蒸気性質会議 1963年にニュー

\* 原稿受付 昭和45年2月20日。

\*\* 主査 谷下市松(慶応義塾大学), 幹事 渡部康一(慶応義塾大学), 委員 石谷清幹(大阪大学), 一色尚次(東京工業大学), 植田辰洋(東京大学), 佐々木正治(資源技術試験所), 佐藤俊(京都大学), 斎藤武(北海道大学), 柴山信三(早稲田大学), 菅原省雄(関西大学), 田中楠弥太(埼玉大学), 武山斌郎(東北大学), 長島昭(慶応義塾大学), 中嶋宏(久留米工業高等専門学校), 永井四郎(防衛大学校), 西川兼康(九州大学), 西脇一郎(電気試験所), 堀昭史(電力中央研究所), 南山龍緒(京都大学), 山田嘉久(防衛大学校)。

ヨークで開催された第6回国際蒸気性質会議以後、世界各国で活発な研究が行なわれたが、この成果を持ちよって第7回国際蒸気性質会議が1968年9月に東京で開催された。会議には14箇国から計82編の論文が

表1 熱力学的性質の実験的研究(国外)

研究者(国)	性質	温度と圧力の範囲
Kell ら(カナダ)	ビリアル係数	450°C まで
Franck ら(西ドイツ)	密度	850°C, 9 000 bar まで
Schulz ら(西ドイツ)	内部エネルギー	臨界域
Amirkchanov ら(ソ連)	$C_p$	800°C, 1 000 bar まで
Sirota ら(ソ連)	$C_p$	凝固曲線付近など
Novikov ら(ソ連)	音速	330°C, 100 bar まで
Woodburn ら(アメリカ)	音速	730°F, 3 400 psia

表2 トランスポート性質の実験的研究(国外)

研究者(国)	性質	温度と圧力の範囲
Dudziak ら(西ドイツ)	粘性係数	560°C, 3 500 bar まで
Rivkin ら(ソ連)	粘性係数	450°C, 350 bar まで
Latto (イギリス)	粘性係数	常圧, 1 100°C まで
Agavev ら(ソ連)	粘性係数	100°C, 1 200 kg/cm <sup>2</sup> まで
Le Neindre ら(フランス)	熱伝導率	370°C, 500 bar まで
Tarzmanov ら(ソ連)	熱伝導率	154°C, 1 000 bar まで
Cherneeva (ソ連)	熱伝導率	350°C, 1 000 bar まで
Amirkchanov ら(ソ連)	熱伝導率	460°C, 1 000 bar まで
Venart (イギリス)	熱伝導率	250°C, 300 kg/cm <sup>2</sup> まで
Brain (イギリス)	熱伝導率	常圧, 700°C まで

表3 フォーミュレーションの研究(国外)

研究者(国)	フォーミュレーションの種類
Juza (チェコスロバキア)	水および蒸気の状態式
Vukalovich ら(ソ連)	過熱蒸気の状態式
Gibson ら(イギリス)	飽和状態量の式, 圧縮水の状態式など
Keyes ら(アメリカ)	水および蒸気の状態式
Grigull ら(ドイツ)	粘性係数, 熱伝導率の式
Rivkin (ソ連)	粘性係数, 熱伝導率の式
Bruges ら(イギリス)	粘性係数の式

表4 その他の性質および重水の性質に関する研究(国外)

研究者(国)	性質
Vargaftik ら(ソ連)	表面張力の測定
Sirota ら(ソ連)	電気伝導度の測定
Franck ら(ドイツ)	誘電率の測定
Blank (ドイツ)	水と重水の臨界点の決定
Kell ら(カナダ)	重水のビリアル係数の測定
Le Neindre ら(フランス)	重水の熱伝導率の測定
Rivkin ら(ソ連)	重水の比容積および $C_p$ の測定
Vargaftik (ソ連)	重水の熱伝導率の測定

提出され、うち外人約 200 名の参加者があって熱心な討議を行ない、その結果現在の世界各国における蒸気性質の研究の全容をほぼ明らかにすることができた。

**1.4 新国際蒸気表の出版** 1963 年の第 6 回国際蒸気性質会議で定められた国際骨組蒸気表に基づいて国際実用状態式 (1967) が作成され、この状態式を用いた新しい国際蒸気表が 1969 年に出版された。これは日本機械学会、アメリカ機械学会ならびにドイツ工学会の共同編さんの形で進められたもので 800°C, 1000 bar までの水の諸性質を kJ, bar の国際単位系で表わしてある。

日本ではこれより前に同じ国際状態式を用いて工学単位系の 1968 年日本機械学会蒸気表を出版しており、また英単位系のものをアメリカ機械学会が発行している。なおアメリカでは国際実用状態式 (1967) とは別の式によって、新しく Keenan および Keyes らの蒸気表の第 2 版が 1969 年に出版されている。

## 2. 当研究会が寄与した成果

**2.1 新蒸気表出版に関連する事項** 実用国際状態式 (1967) の設定にともなう、国際的に共通して使用するための SI 単位系による新しい蒸気表の出版が計画されたが、本研究会は、その編集の幹事役である西ドイツの E. Schmidt 教授などとの連絡を担当し出版準備に協力した。また国際蒸気表以外の各国での新蒸気表の出版計画に関する調査研究を行なった。日本機械学会における新蒸気表の出版計画を検討し、メートル法による工学単位系新蒸気表出版の必要性について、広く関係諸氏の出席を得て懇談会を開催して調査研究を行ない、その結果を理事会に具申した。

新蒸気表のための各種の数値計算を日本 IBM 社の援助のもとに開始し、第三出版部会の新蒸気表出版分科会の設置後は同分科会にこの仕事を引き継いだ。

**2.2 第 7 回国際蒸気性質会議の開催に関連した事項** 1968 年東京で開催された第 7 回国際蒸気性質会議については本研究会はその準備、開催、会議後の処理などに全面的に協力してつぎの寄与を行なった。

表 5 国内における蒸気性質の研究

研究機関	性 質
慶応義塾大学	臨界域の $p$ - $v$ - $t$ 関係の測定、水および蒸気の粘性係数の測定、水および蒸気の状態式、粘性係数と熱伝導率の表示式などの作成
京都大学	蒸気の粘性係数の測定
九州工業大学	粘性係数と熱伝導率の表示式
電気試験所	フォーミュレーションに関する研究
船舶技術研究所	蒸気中の音波の減衰の測定
資源技術試験所	水および蒸気の比熱の測定
防衛大学校	水および蒸気のエンタルピーの測定

まず蒸気性質の研究に関して、国外における情報の入手ならびに国内における蒸気性質研究にたずさわる研究者の横の連絡を緊密にとることに努めた。

国際会議開催のための国内準備委員会の委託によって、日本国内から同会議へ提出される論文の調整を行ない、その結果日本からは 13 編の論文が提出された。

第 7 回国際蒸気性質会議開催の約 2 箇月前より本研究会在京委員を中心として実施小委員会を組織して、各種の情報収集、交換、会場、編集、諸付随行事などの準備作業を国内準備委員会ならびに国際事務局の指示のもとに行なった。

会議開催期間中は会場準備、進行、送迎などの運営全般にわたり協力し、同会議は 9 月 9 日より 13 日までの全日程を無事に終了し、国際会議としての十分な成果をあげることができた。同会議終了後も本研究会としては国際事務局ならびに国内関係者との連絡などを行ない、プロシーディングスの編集、外国人欠席者などへの論文発送その他の処理を行なった。

**2.3 IFC 研究用状態式の検討に関する事項** 1967 年 12 月に完成された研究用蒸気状態式に関しては、その内容検討がわが国に依頼された。本研究会としてはその数値計算を本研究会委員 西脇一郎君 (電気試験所) の全面的な協力のもとに行なってその報告書を作成して IFC に提出した。これは英米などで行なわれた計算にくらべてその精度が高く評価され、IFC のテクニカル・レポートの原案に採用された。

**2.4 学振第 139 蒸気性質研究委員会の設立に関する事項** 蒸気性質研究の国内の連絡とりまとめと国際蒸気性質機構の国内委員会としての役割を果たすため、日本学術振興会に蒸気性質研究委員会を設けることが計画され、本研究会はその実現に努力して関係筋との連絡、設立申請の準備などの活動を行なった。その結果同研究委員会は学術振興会の第 139 蒸気性質研究委員会として正式に認可され、去る 11 月 20 日にその設立総会と第 1 回委員会を開いて無事発足することができた。今後はこの委員会が従来本研究会で果たしてきた役割を受け継ぎ、蒸気性質研究の推進発展のために大きな役割を果たすことが期待されている。

**2.5 その他** 第 7 回国際蒸気性質会議のため来日したイギリスの Dr. Bradley との蒸気動力関係の諸計算へのコンピュータの利用に関する懇談会を開催した。

工業的に必要とされるフォーミュレーションなどについて討論し、また国内の蒸気性質の研究の現況ならびに計画について情報を交換した。

[文責 谷下市松]