

書評

工業調査会 (1983年 3月15日 初版発行)

長谷田泰一郎 / 未踏加工
橋本 魏洲 / 技術協会 編著

「夢の磁気冷凍技術 低温でつくる未来技術」

評者 平野 茂樹*
Shigeki Hirano

磁性体を冷却しながら等温的に磁場をかけて磁化した後、断熱的に外からの磁場を消していくと、最後に磁場が零になった時には、磁性体が自分の磁気エネルギーを失っただけ、温度が下がっている。これは断熱消磁冷却と呼ばれ、磁気冷凍の基本原則である。本書は超伝導エネルギー貯蔵、磁気浮上列車、MHD発電、核融合、ジョセフソン・コンピュータ、固体水素燃料等の次代技術に必須の超低温生成手段として注目されている磁気冷凍技術を紹介している。本書の構成は、磁気冷凍についてほとんど知らない人を対象に平易な言葉で説明した第一編と同じテーマをより専門的な見方から深く掘り下げた第二編とから成っている。ここでは、紙面の都合により第一編に重点を置いて紹介する。

人類の低温生成の歴史は遠くエジプトの素焼きの水瓶を用いた冷水製造に遡ることが出来るという。18世紀初頭の製氷機の製作以後、ガス冷凍の知識が集積され、1908年、カマリン・オネスがヘリウムの液化(4.2K)に成功するに至る。第一編の1章から4章までは、この間の経緯が展開され、さらに現代の冷凍も解説されている。これによりガス冷凍の基本原則を振り返ると同時に、5章から8章で述べられる磁気冷凍をその対比においてより深く理解出来る。

断熱消磁を気体の断熱膨張と比較すると気体系の圧力と密度が磁気冷凍での磁場と磁化率に各々対応している。これを見破ったのはピエール・キュリーで、ジョークとデバイは液体ヘリウムの最低温度(0.8K)以下の低温を得る方法として硫酸ガドリニウム塩を用いた断熱消磁冷却を提案し、1934年、 10^{-2} Kに達した。現在ではすでに 10^{-8} Kに到達しているという。連続運転の可能な磁気冷凍機を最初に作ったのはドントで、1945年、0.3Kを安定して得るのに成功した。5章では彼らの装置の作動原理が図説されている。

6章では、超伝導ソレノイドの原理がエネルギー貯

蔵、磁気浮上列車という応用とともに紹介されている。

超伝導ソレノイドで実現した強磁場、それに加えて適切な磁性体材料、蓄冷液の選択により、それまで困難視されていた常温域での磁気冷凍が可能となった。1975年、ブラウンは常温域で80Kのスパンを持つ冷凍機の試作に成功している。しかし、磁気冷凍は低温領域でこそガス冷凍に比べて原理的に有利である。したがって、ブラウンの成功はこれから進むべき方向としてよりも、むしろ研究者に勇気を与える先鞭として受けとめられ、現在の研究開発はやはりヘリウム液化用の磁気冷凍機が中心である。7章では、常温域、低温域の磁気冷凍機が方式別(回転型、上下動型、静止型)に図表を多用して紹介されている。

8章では、将来、磁気冷凍技術が低温で蒸発したヘリウムの再液化、液体ヘリウムの超流動化、常温からのヘリウム液化の順で実用化されていくという興味深い予測を提示している。

第二編では主にエントロピーと熱力学サイクル(カルノー、スターリング、エリクソン)の面から、原理、システム、装置を解説している。巻末には本文中で用いられた23の用語群についての解説がのっており、初心者にも読み易くなっている。

磁気冷凍の研究はまだ緒についたばかりで、試験機の出力は1W未満、最適方式も定まっていない状況にある。効率が問題となる実用化の為に今後幅広い領域にわたってかなりの試行を伴った研究開発が必要と考えられるが、それだけに日本人が今まで不得手とされてきた独創性を発揮するよい機会である様に思える。

同じテーマをいろいろと角度を変え、やさしい言葉を使い、自分自身で考え抜き、それでも納得のいかないところが残った時、それが開発の芽だという研究哲学を著者は主張している。その主張に違わず、本書は高度な内容を様々な観点からわかり易い説明で、きめ細かく論じている。気体熱力学を磁気系とのアナロジーにおいて考える機会を与えてくれるので、単に磁気

*大阪ガス(株)総合研究所エネルギー技術チーム

〒554 大阪市此花区西島6-19-9

冷凍への入門書としてだけでなくエネルギー工学に関
係する多くの人々にとって、専門知識の奥行きを増し

視野を広げるといって非常に有益であると確信し、
一読をおすすめする次第である。

「エネルギー・資源」通巻第22号 目次 (刊行58年11月5日)

〔論 説〕

APESECアジア太平洋エネルギー研究会議について

..... ㈱三菱総合研究所第4社会システム室室長 谷 明良
上川 陽子

Solar World Congressについて

..... 京都大学工学部物理工学科教授 国友 孟

〔展 望〕

パルスパワー技術の開発とその将来

..... 東京大学工学部電気工学科助手 上野 勲

都市ごみ・汚泥による人工ガス田の造成

..... 工業技術院大阪工業技術試験所第5部燃焼化学研究室長 佐野 寛
大同特殊鋼㈱顧問 益田 信雄

〔解 説〕

地熱開発のための深部地殻破壊力学 東北大学工学部機械工学科教授 阿部 博之
..... " 材料強度研究施設教授 高橋 秀明

都市ごみ・下水汚泥の混合処理による熱エネルギー有効利用システム

..... 神奈川県公害センター大気課 安田 憲二

〔特 集〕

C₁化学技術

- (1) C₁化学大型プロジェクトの進捗状況について..... 工業技術院総務部C₁化学研究開発官 三浦 正俊
- (2) 石炭・重質油から原料ガスの製造法 東京農工大学工学部資源応用化学科教授 平戸 瑞穂
- (3) 原料ガスの分離・精製法 工業技術院化学技術研究所プロセス開発部第2課長 白田 利勝
- (4) C₂含酸素化合物の合成と触媒化学 (財)相模中央化学研究所主任研究員 市川 勝
- (5) エチレングリコール合成の展望と問題点 工業技術院化学技術研究所合成化学部長 阪東憲一郎
- (6) 酢酸合成法の進歩 ダイセル化学工業㈱専務取締役 柴垣 明典
- (7) 合成ガス、メタノールからの炭化水素合成 京都大学工学部石油化学科教授 乾 智行
- (8) 炭酸ガスを原料とするC₁化学 東京大学工学部合成化学科教授 井上 祥平
村山 英樹

〔シリーズ特集〕

各部門における省エネルギー(14)

ビール業界における省エネルギー 麒麟麦酒㈱京都工場参事 佐藤 国爾
施設課課長 二村 鉄也

〔技術報告〕

触媒燃焼について 大阪ガス㈱総合研究所課長 貞森 博己

〔書 評〕

..... 川崎重工業㈱技術研究所エネルギー研究室長 高島 敏男

〔グループ紹介〕

..... 出光興産(株)、三機工業(株)、ガテリウス(株)

〔会員の声〕

〔会 報〕