

平成 19 年度
特許出願技術動向調査報告書

自然冷媒を用いた加熱冷却

(要約版)

< 目次 >

第 1 章	自然冷媒を用いた加熱冷却の概要.....	1
第 2 章	自然冷媒を用いた加熱冷却の特許出願動向調査... 6	6
第 3 章	研究開発動向調査.....	17
第 4 章	政策動向調査.....	20
第 5 章	市場環境調査.....	26
第 6 章	総合分析.....	31
第 7 章	提言.....	32

平成 20 年 4 月

特 許 庁

問い合わせ先

特許庁総務部企画調査課 技術動向班

電話：03 - 3581 - 1101 (内線 2155)

第1章 自然冷媒を用いた加熱冷却の概要

第1節 自然冷媒への流れ、政策、規制

地球環境保護のため、1987年のモントリオール議定書のオゾン層保護のためのフロン排出規制、次いで1997年の京都議定書の地球温暖化ガス排出規制(代替フロンやCO₂)が施行されてきている。

フロンの規制によりオゾン破壊係数(ODP:Ozone Depletion Potential)の高い5種類のCFC(クロロフルオロカーボン)を総称する特定フロンは先進国では1995年末に全廃され、ODPのより低い指定フロンと呼ばれるHCFC(ハイドロクロロフルオロカーボン)類についても先進国では2019年末に全廃が予定されており、さらにODPがゼロの代替フロンと呼ばれるHFC(ハイドロフルオロカーボン)への転換が進められてきた。しかし、この代替フロンはオゾン層を破壊しないものの温室効果ガス(地球温暖化係数(GWP:Global Warming Potential)が高い)として指定されており、廃棄時の回収義務など使用上の制約を受けている。このため、地球環境保護のためには、指定フロンや代替フロンから、ODPがゼロでかつGWPの低い自然冷媒への転換に対する期待が高まっている。

この自然冷媒を用いた加熱冷却システムを普及させるためには、既存の代替フロン冷媒等に比べて、エネルギー効率(COP:Coefficient of Performance:成績係数)、運転性、コスト面などで総合的に優れていることが望ましい。この高性能なシステム・製品を、諸外国に先んじて早期に商品化することが肝要であり、国際競争力の強化につながる。日本においては、大手企業を中心に精力的に研究開発が実施されてきており、また新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)を中心に各企業が参画したプロジェクトによる研究開発が進行している。

第2節 自然冷媒を用いた加熱冷却技術と技術俯瞰図

本調査の技術俯瞰図を図-1に示した。

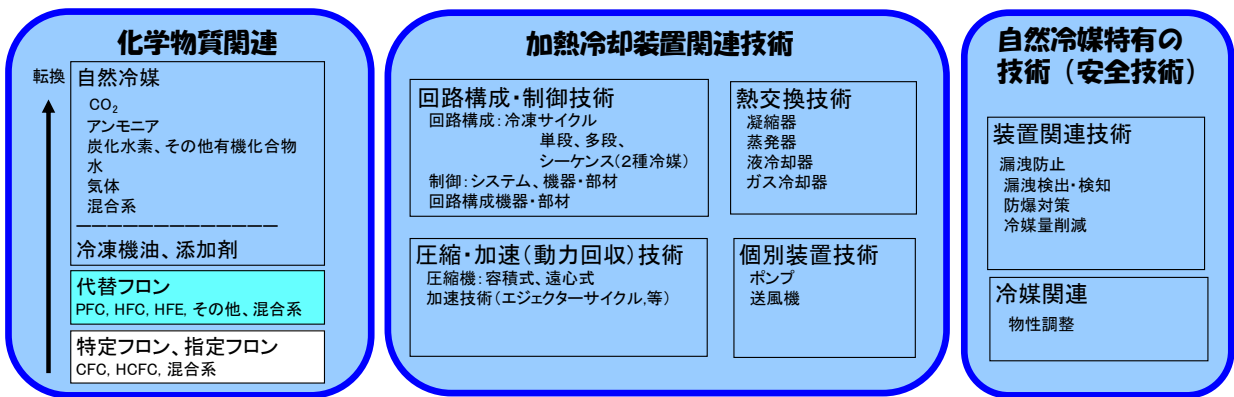
本調査対象の「自然冷媒を用いた加熱冷却」の調査対象技術分野は、①化学物質関連(冷媒技術、冷媒関連技術)、②加熱冷却装置関連技術(回路構成・制御技術、熱交換技術、圧縮・加速(動力回収)技術、個別装置技術)、③自然冷媒特有の技術(安全技術)からなり、また自然冷媒を用いた加熱冷却に対して、関連の大きい重要テーマとして、④自然冷媒以外の環境対応冷媒技術(代替フロン関連)を調査対象に含める。

図-1 技術俯瞰図



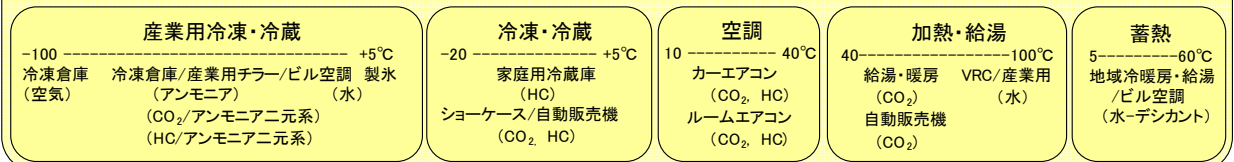
政策・規制			
地球環境保護	省エネルギー推進	安全関連	規格・標準化
モントリオール議定書・オゾン層保護 (CFC, HCFC 禁止) 京都議定書・地球温暖化ガス排出規制 (HFC, PFC, SF ₆ 規制) (CO ₂) フロン回収破壊法	省エネルギー法改正 (COP値規制, トップランナー方式)	可燃物、高圧ガス規制の緩和 アンモニア毒性に関する規制 高圧ガス保安法改正 (冷凍保安規則)	国際標準化 (ISO/TC86) (IEC/TC61) 国内規格 (JIS)

自然冷媒を用いた高COP機器(ヒートポンプ等)の開発

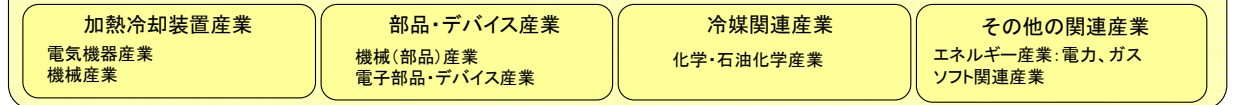


<性能> エネルギー効率(COP)・コスト・運転性・安定性・保守性・安全性・適応対象

応用分野(用途)



応用産業、関連産業



代替フロン ... 調査対象範囲

【対象技術と応用産業、関連産業】

①の化学物質関連(冷媒技術、冷媒関連技術)は、自然冷媒と冷凍機油(潤滑油)を対象とする。

- 自然冷媒には、CO₂、アンモニア、炭化水素(HC)、その他有機化合物、水、気体、混合系があり、この冷媒は、温度、圧力、相状態、エネルギー効率などの特性から適用温度範囲と適用対象が決められる。最適な物性を得るための混合系の研究も進められている。
- 冷凍機油では、圧縮機などの潤滑性能と冷媒に適合した相溶性や安定性が要求され、冷媒により適合する冷凍機油は異なる。
- この自然冷媒や冷凍機油の関連産業には、化学・石油化学産業があげられる。

表-2 代表的自然冷媒と特性

自然冷媒	長所	短所	用途
二酸化炭素 (R744)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 毒性、可燃性がなく安価 ・ 圧力損失が小さく、熱伝達が良い ・ 昇温機器に適している 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 冷房用途 COP が低い ・ 10MPa 程度の高圧になる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 給湯用ヒートポンプ ・ カーエアコン ・ 寒冷地暖房 ・ 自動販売機
アンモニア (R717)	<ul style="list-style-type: none"> ・ COP が R22 と同程度以上 ・ 熱伝達が良い ・ 蒸発潜熱が大きい 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 毒性、可燃性 ・ 銅系材料が使えない ・ 除外設備が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 低温用冷凍機 ・ 産業用、業務用チラー ・ 産業用製氷機
プロパン (R290) イソブタン (R600a)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 潤滑油として鉱物油が使える ・ COP が R22 と同程度 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 可燃性 ・ 冷蔵庫以外の安全規格がない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 冷蔵庫 ・ 自動販売機
水 (R718)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 毒性、可燃性がなく安価 ・ COP は高い ・ 真空運転のため資格不要 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 圧縮機が大きい ・ 圧縮比が大きい ・ 設備コスト大 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 産業用チラー ・ 産業用製氷システム ・ 水蒸気再圧縮システム (VRC)
空気 (R729)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 毒性、可燃性がなく安価 ・ 圧縮空気の利用 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 低温領域以外の COP が低い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 低温倉庫

出典：自然冷媒の最新動向について/2002年10月29日/飛原英治/日本冷凍空調学会

表-3 自然冷媒、代替フロンに用いられる冷凍機油例

冷媒		応用分野	冷凍機油	
			相溶性	不溶性
代替フロン (HFC)	R134a	冷凍・冷蔵	POE、NewEster	AB
		カーエアコン	PAG	
	R410A/R407C	エアコン	POE、PVE	AB
	R404A	冷凍・冷蔵	POE、PVE	
自然冷媒 (NWF)	R600a (i-C ₄ H ₁₀)	冷凍・冷蔵	Mineral oil	
	R717 (NH ₃)	冷凍・冷蔵	PAG	Mineral oil、AB
	R744 (CO ₂)	カーエアコン	PAG	
		冷凍・冷蔵	POE	PAG

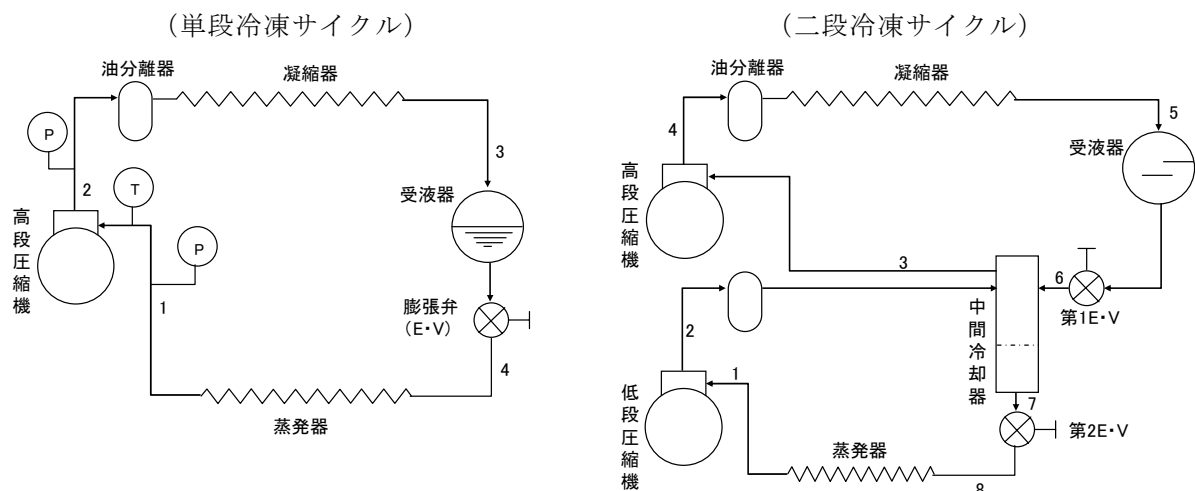
(注) PAG：ポリアルキレングリコール、POE：ポリオールエーテル、
PVE：ポリビニルエーテル、PAO：ポリアルファオレフィン、AB：アルキルベンゼン

出典：JARN 2005.02.25 p60

②の加熱冷却装置関連技術（回路構成・制御技術、熱交換技術、圧縮・加速（動力回収）技術、個別装置技術）は、加熱冷却装置の要素からなる。

- 回路構成・制御技術は、回路構成、制御技術からなる。回路構成は、1種冷媒系での単段・多段の冷凍サイクル、2種冷媒系でのカスケード系冷凍サイクル、および回路構成機器・部材などからなり、装置システム全体に関わる。制御技術は、自動制御システムと自動制御機器・部材などからなり、運転性、安定性、安全性に大きく影響する。
- 熱交換技術には、凝縮器、蒸発器、ガス冷却器、過冷却器がある。伝熱性能向上、低コスト化、コンパクト化が課題である。
- 圧縮・加速（動力回収）技術には、圧縮機と加速技術（エジェクタサイクル等）がある。圧縮機には種々の型式（往復式、ロータリー、スクロール、スクリュウ、ターボ式、等）があり、冷媒と作動条件や回路構成（多段、等）により適合機種が選定される。圧縮機はエネルギー消費が大きく、装置全体のエネルギー効率への影響が大きい。加速技術（エジェクタサイクル等）は冷媒の膨張エネルギーを利用するもので、エネルギー効率の向上と小型化が図れる。
- 個別装置技術として、ポンプと送風機をあげた。
- 関連する産業として、加熱冷却装置メーカー（電機産業、機械産業、輸送機械産業）と関連部品メーカー（機械産業、金属産業、電子部品・デバイス産業、ソフト産業）があげられる。

図-4 冷凍サイクル例



注) 図中番号は冷媒の流れを示す

③の自然冷媒特有の技術（安全技術）には、装置関連技術と冷媒関連をあげた。

- 装置関連技術として、毒性、可燃性、窒息性などを対象とした、漏洩防止技術と漏洩検出・検知、可燃性対象の防爆対策、さらには冷媒量削減による危険度の低減をあげた。また、高压系対応の高压（過昇圧）防止や安全装置をあげた。
- 冷媒関連として、蒸気圧など物性値の調整をあげた。
- 関連する産業として、上記②と同様な関連産業があげられる。

④の自然冷媒以外の環境対応冷媒技術は、代替フロンとして、HFC、PFC（パーフルオロカーボン）、HFE（ハイドロフルオロエーテル）、その他の代替フロン系、および混合系がある。

- 関連する産業は化学産業である。

【性能】

上記の技術要素で構成される、自然冷媒を用いた加熱冷却の性能としては、総合的なエネルギー効率（COP）、コスト、装置として運転性、安定性、保守性、安全性、および適用対象などがあげられる。

【応用分野】

自然冷媒を用いた加熱冷却の応用分野として、冷凍機から加熱・給湯機までの概要を合わせて示した。従来から実用化されている応用分野は、産業用冷凍庫（空気冷媒）、産業用冷凍・冷蔵（アンモニア）、産業用蒸気再圧縮ヒートポンプ（VRC）加熱（水）などがある。近年、家庭用冷蔵庫（イソブタン）、給湯・暖房機（CO₂）、自動販売機（CO₂、HC）、冷凍・冷蔵ショーケース（CO₂、HC）が製品化されている。カーエアコン（CO₂）は日本で、ポータブルエアコン（HC）は欧州で製品化されたが、普及には至っていない。自然冷媒を用いたノンフロン型省エネルギー冷凍空調システムについては、NEDOのプロジェクトで研究開発中である。なお、デシカントを用いた蓄熱システムは、地域冷暖房に実績がある。

第3節 自然冷媒を用いた加熱冷却技術の歴史と開発状況

初めての人工的な冷却は、1748年グラスゴー大学の William Cullen がエチルエーテルを真空容器に蒸発させることで温度を下げた（気化熱の発見）実験であると認識されている。この蒸発冷却タイプの冷凍機として、1834年に米国人 Jacob Perkin がエチルエーテルを用いた密閉サイクルの蒸気圧縮冷凍システムの英国特許を取得し、製氷機を作っている。1856年に米国人 Alexander Twining はエチルエーテルを用いた蒸気圧縮式の初めての商業用製氷機を製造した。James Harrison はエチルエーテルを用いた蒸気圧縮式冷凍機を発展させ、Harrison 機はその後数十年間商業的に使用されている。1851年には米国の物理学者 John Gorrie が空気圧縮式の機械式冷凍機の特許を取得している。

初めての二酸化炭素（CO₂）を用いた蒸気圧縮システムは Alexander Twining により 1850年の英国特許に記載されている。Thaddeus S. C. Lowe は 1867年に CO₂を用いた冷凍装置製造の英国特許を取得し製氷機を製造している。

吸収式の冷凍システムは 1850年代にフランスの Ferdinand Carre により開発された。初めは水-硫酸を用いたが、1859年にアンモニア-水を用い成功し、その後世界中で使用された。

最初の冷凍機用アンモニア圧縮機は 1872年に David Boyle により設計・製作された。1876年に Carl von Linde はアンモニア冷凍機の英国特許を取得している。

この他、塩化メチルと二酸化硫黄が冷媒で使用されているが、毒性などで問題があった。

19世紀の後半はアンモニア圧縮機が徐々に空気圧縮式や CO₂圧縮式にとって変わり優勢となったが、臭気、毒性、腐食性があり漏洩事故が深刻な問題であった。

1920年代には、毒性がなく無臭のハロゲン化炭化水素の合成研究が進められ、Frigidaire Corporation の Thomas Midgley Jr. によりフレオンが発明され、1931年（出願 1930年）に特許を取得、デュポン社が生産を始めた。フレオンはデュポン社の登録商標で、日本ではフロンやフルオロカーボンとも呼ばれている。その後、現在に至るまで冷凍機の主要冷媒として用いられている。最近では、オゾン層破壊防止のため特定フロン(CFC)や指定フロン(HCFC)類の廃止スケジュールが策定され HFC 冷媒への転換が進んでいる。さらに地球温暖化防止のため低 GWP 含フッ素冷媒への転換が検討されている。

自然冷媒の冷凍システムとしては、アンモニア圧縮式、アンモニア-水の吸収式、空気または気体圧縮式が、比較的大型冷凍機や超低温冷凍機用として従来から現在に至るまで使用されている。また、水の吸収や吸着を利用した冷却冷凍システムも使用されている。

自然冷媒の CO₂を用いた冷凍システムは、近年の地球環境保護の観点から、長い空白期間を経て、再び注目されることとなった。1988年のノルウェーの研究開発機関 SINTEF の Gustav Lorentzen による CO₂冷凍サイクルの検討が先駆けである。SINTEF を中心に欧州では CO₂ヒートポンプおよび具体的応用機器の研究開発が行われた。日本では 1995年、電力中央研究所の基礎的研究から始まり、2001年には世界初の CO₂ヒートポンプ式給湯機を上市、その後も自動販売機、ショーケースなどが上市されている。

自然冷媒の炭化水素は、欧州で 1992年から、イソブタン（R600a）が自然対流方式の冷蔵庫に採用され、2005年には発売機種約 80%が R600a に転換されている。強制循環方式の日本では、庫内の電気部品の着火安全性を確保し R600a 冷蔵庫を 2001年に商品化し、現在ではほぼ 100%に達している。業務用チラーでは、プロパン（R290）、R600a、プロピレン（R1270）、混合系などが実用化されている。空調機では R290 の実用化例があるが普及はしていない。

第2章 自然冷媒を用いた加熱冷却の特許出願動向調査

第1節 調査の範囲と概要

本調査の「自然冷媒を用いた加熱冷却技術」は、平成14年度に実施した特許出願技術動向調査の継続調査である。本調査では、並行して「自然冷媒以外の環境対応冷媒技術」の調査を実施する。なお、これ以降は、「自然冷媒を用いた加熱冷却」を「自然冷媒」、「自然冷媒以外の環境対応冷媒技術」を「代替フロン」と簡略表記することとする。

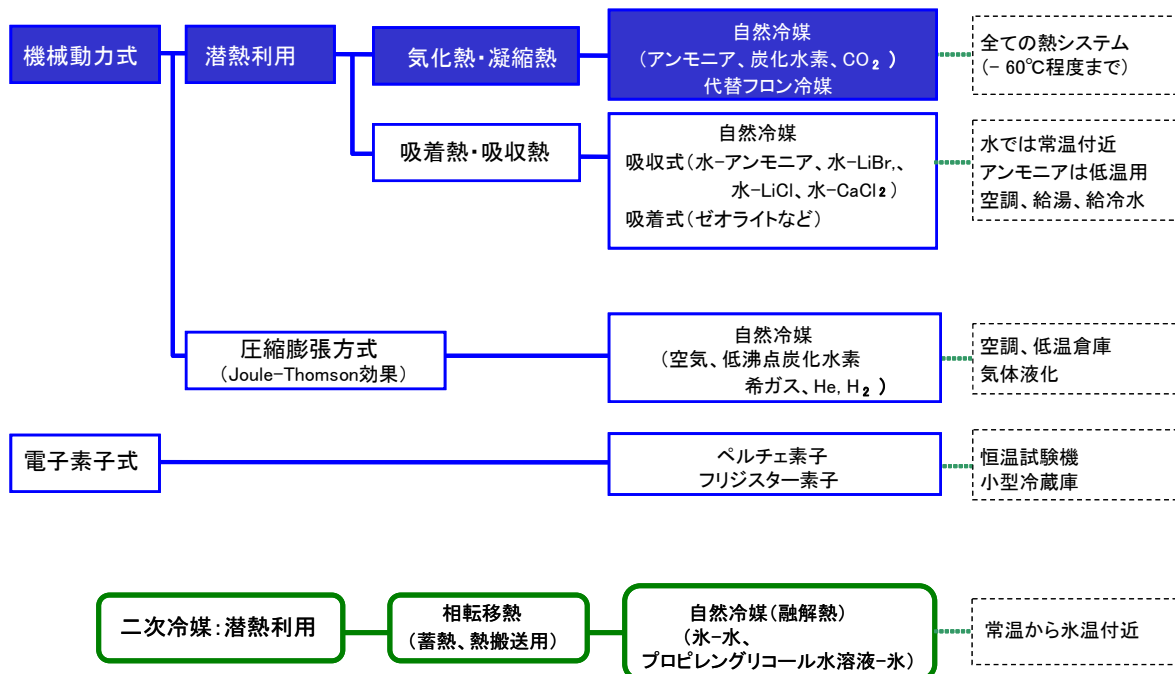
なお、要約編では、本調査の主題である自然冷媒についての調査・分析結果を主体にまとめた。代替フロンの調査・分析結果については本編を参照願いたい。

【加熱冷却技術の本調査の対象範囲】

加熱冷却技術は、図-5に示されるように、流体を機械で制御する方式と電子素子を用いる方式に大別される。その実用化の主流は機械動方式であり、中でも物質の相変化（潜熱）が広く利用され、さらにその中でも気化熱・凝縮熱を利用する蒸気圧縮方式の加熱冷却技術が最も多くの分野で用いられている。また、加熱冷却技術に関連する、二次冷媒、蓄熱、熱搬送技術についても併せて掲載した。

本調査の調査範囲は、図-5の着色範囲で示した技術に関することとし、吸着熱・吸収熱を利用した方式、ジュールトムソン効果を利用した気体の圧縮・膨張方式は、自然冷媒は用いられるが本調査の対象範囲外とした。

図-5 加熱冷却技術の分類と用途

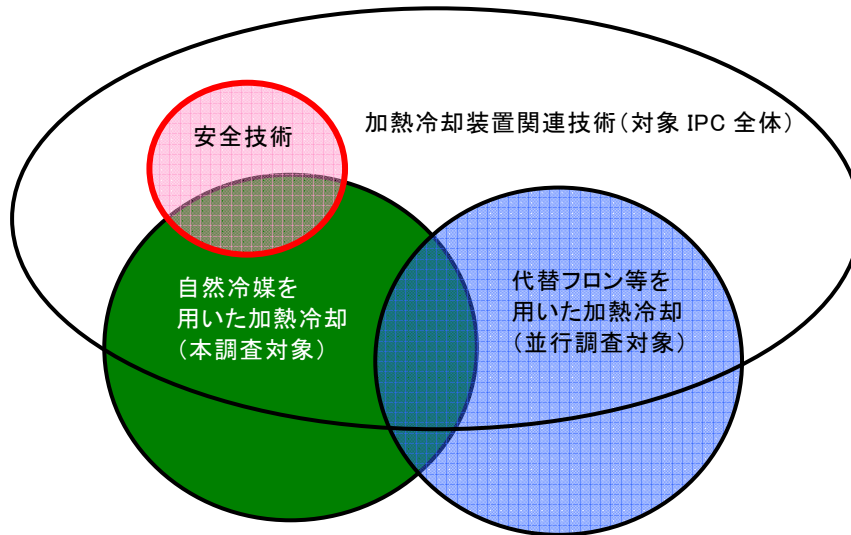


【本調査対象範囲の概念図】

本調査の調査範囲には、図-1の技術俯瞰図と、図-6の調査対象範囲概念図に示したように、加熱冷却装置関連技術の中で自然冷媒や代替フロンが関連するもの、自然冷媒や代替フロン

そのもの、自然冷媒や代替フロンが関連する冷凍機油や添加剤、自然冷媒を使用することによる特有安全技術、等を対象とする。

図-6 調査対象範囲の概念図



【技術区分の概要】

技術区分は、図-1 の技術俯瞰図にしたがって、表-7 に示す大分類、中分類項目を設定し、さらに、小分類項目、細目分類項目を階層的に設定し、特許文献と非特許文献の解析を行った。

表-7 自然冷媒を用いた加熱冷却の技術区分概要

大分類:項目	中分類	小分類	細目分類		
1:目的	1A・エネルギー効率	なし	なし		
	1B・安全性				
	1C・運転性・安定性				
	1D・保守・管理				
	1E・寿命・耐久性				
	1F・環境				
	1G・低コスト化				
	1H・コンパクト化				
	1I・制御				
	1J・その他				
2:応用分野	2A・冷凍機	2A01~	なし		
	2B・冷凍・冷蔵庫	2B01~			
	2C・冷凍・冷蔵・加温機	2C01~			
	2D・空調機	2D01~			
	2E・給湯(・暖房)機	2E01~			
	2F・加熱機	2F01~			
	2G・蓄熱(自然冷媒)	2G01~			
	2H・吸収式				
	2I・吸着式				
	2J・その他				
	3:化学物質関連	3A・自然冷媒		3A01~	3A03_1~
		3B・代替フロン等		3B01~	
3C・添加剤・助剤		3C01~			
4:加熱冷却装置関連技術	4A・回路構成・制御技術	4A01~	4A01_1~		
	4B・熱交換技術	4B01~	4B01_1~		
	4C・圧縮・加速(動力回収)技術	4C01~	4C01_1~		
	4D・個別装置技術	4D01~	4D01_1~		
5:自然冷媒特有の安全技術	5A・装置関連技術	5A01~	5A01_1~		
	5B・冷媒関連	5B01~			

【技術文献の収集方法の概要】

日本特許文献、外国特許文献、非特許文献の収集方法の概要を表-8 に示した。収集対象文献に対応したデータベースを用い、特許文献では IPC (国際特許分類) や FI、F ターム、フリーキーワードを用い、非特許文献ではフリーキーワードを用いて検索した。

表-8 自然冷媒を用いた加熱冷却の技術文献の収集方法の概要

検索対象	検索使用データベース	調査期間	自然冷媒	代替フロン
			2001年～2006年	1992年～2006年
日本特許	PATOLIS ¹⁾	優先権主張年	2001年～2006年	1992年～2006年
外国特許	WPI ²⁾	優先権主張年	2001年～2006年	1992年～2006年
非特許文献	JSTPlus ³⁾	発行年	2001年～2006年	1992年～2006年

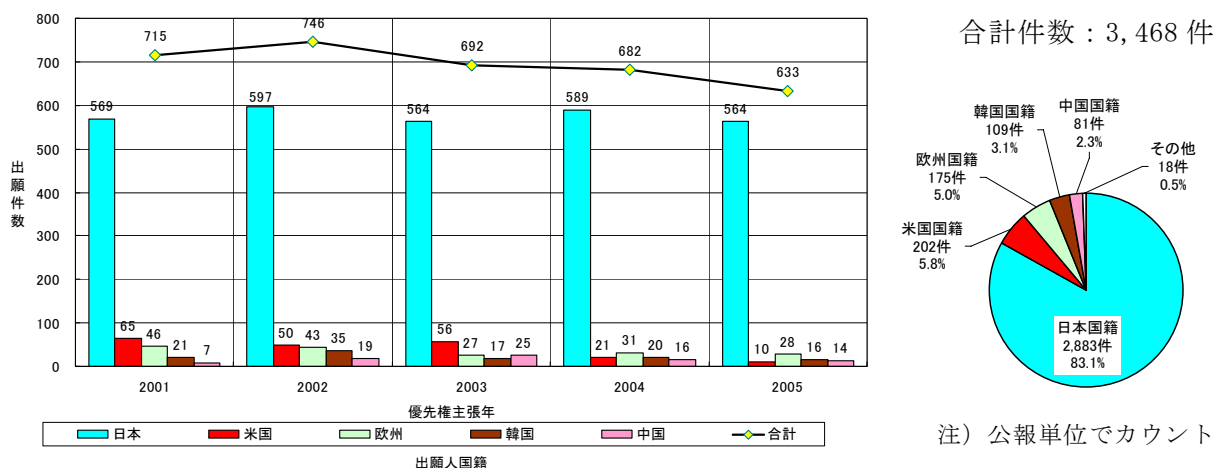
本調査では特許出願件数を発明単位、または公報単位でカウントした。発明単位は PATOLIS および WPI での検索結果を WPI のファミリー情報に基づいて再構成し、優先権情報および発明内容により WPI で同一レコードとされる出願を 1 件としてカウントした。公報単位は各国（地域）への出願の公報一つ一つを個別にカウントした。

なお、出願件数について、優先権主張年が 2005 年以降のデータについては、データベースの収録遅れ等のため実数を反映していない可能性がある。特許文献の優先権主張年 2006 年のデータについては未収録が多いため、図表からは除外した。また、米国への出願については、2000 年 11 月 29 日に公開制度が開始された関係で、それ以前の出願については登録件数のみがカウントされている。

第 2 節 特許出願の全体動向

特許出願人の国籍を日本、米国、欧州⁴⁾、韓国、中国の 5 極について分類し、出願人国籍別の特許出願件数の推移を整理して図-9 に示した。この間の合計出願件数比率は、日本が 83.1%と高く、米国が 5.8%、欧州が 5.0%、韓国が 3.1%、中国が 2.3%であった。この間の出願件数推移では、日本は横ばい、米国と欧州は漸減傾向、韓国と中国は各年次での増減があるが全体では横ばいであった。

図-9 自然冷媒の出願人国籍別出願件数推移（5 極全体）（優先権主張年 2001 年～2005 年）

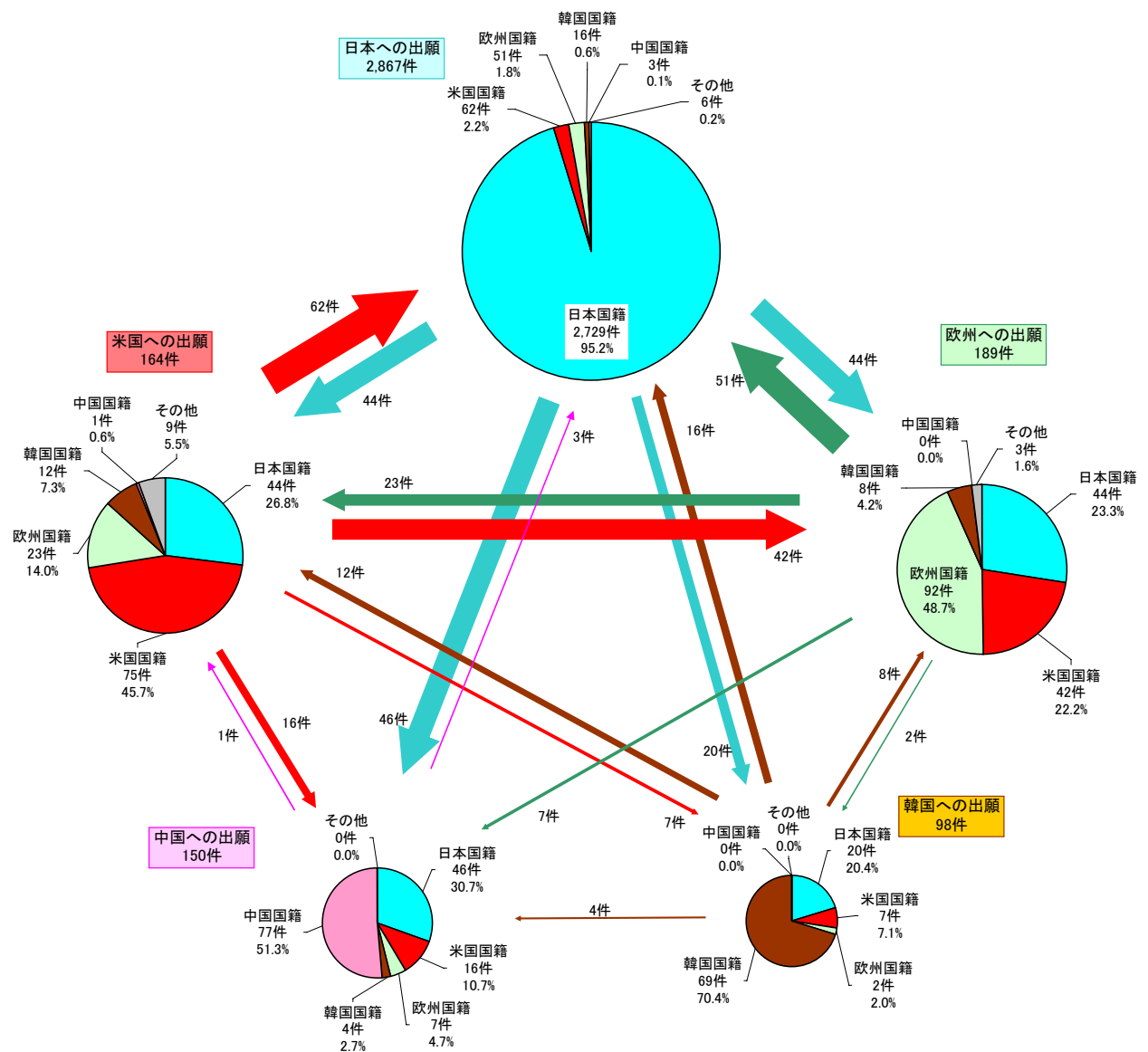


- 1) PATOLIS : 日本特許庁より公開された公開公報等を採録したデータベース
- 2) WPI : Thomson Scientific 社が提供する世界主要 41 カ国+2 特許機関が発行する特許出願を採録したデータベース
- 3) JSTPlus : 独立行政法人 科学技術振興機構 (JST) が提供する国内外の科学技術のほぼ全分野をカバーする科学技術文献のデータベース
- 4) 欧州国籍は、オーストリア、ベルギー、スイス、チェコ、ドイツ、デンマーク、スペイン、フィンランド、フランス、イギリス、ハンガリー、アイルランド、イタリア、ルクセンブルグ、オランダ、ポルトガル、ルーマニア、スウェーデン、スロバキアとし、欧州への出願は、これらの国々への出願、及び EPO への出願とする。

5 極の各極間の相互の出願件数収支を解析した結果を、図-10 に示した。日本は、米国と欧州に対して出願件数収支は若干のマイナスであった。韓国に対しての収支は若干のプラス、中国に対しては大幅なプラスであった。件数では米国、欧州、中国に対して 40 件～50 件、韓国へは 20 件であり、外国への出願件数比率は 4 極合計件数で日本への出願件数に対して 5.6%であった。米国の場合、出願件数収支は韓国以外の国に対してプラスとなっており、外国への出願比率は、4 極合計件数では自国への出願件数に対して 169%であった。欧州の場合、外国への出願比率は、4 極合計件数では欧州への出願件数に対して 90%であった。

なお、図-10 の欧州への出願件数は、EPO（欧州特許庁）と欧州の各国に出願された出願件数を公報単位で合計したもので、同一発明が欧州内の複数の国に出願された場合に複数件で集計される。図-10 の場合、欧州国籍出願人から欧州への出願件数は公報単位では 92 件、発明単位では 65 件、米国国籍出願人から欧州への出願では 42 件と 33 件、日本国籍出願人から欧州への出願では 44 件と 41 件であった。

図-10 自然冷媒の出願先国別－出願人国籍別出願件数収支（優先権主張年 2001 年～2005 年）



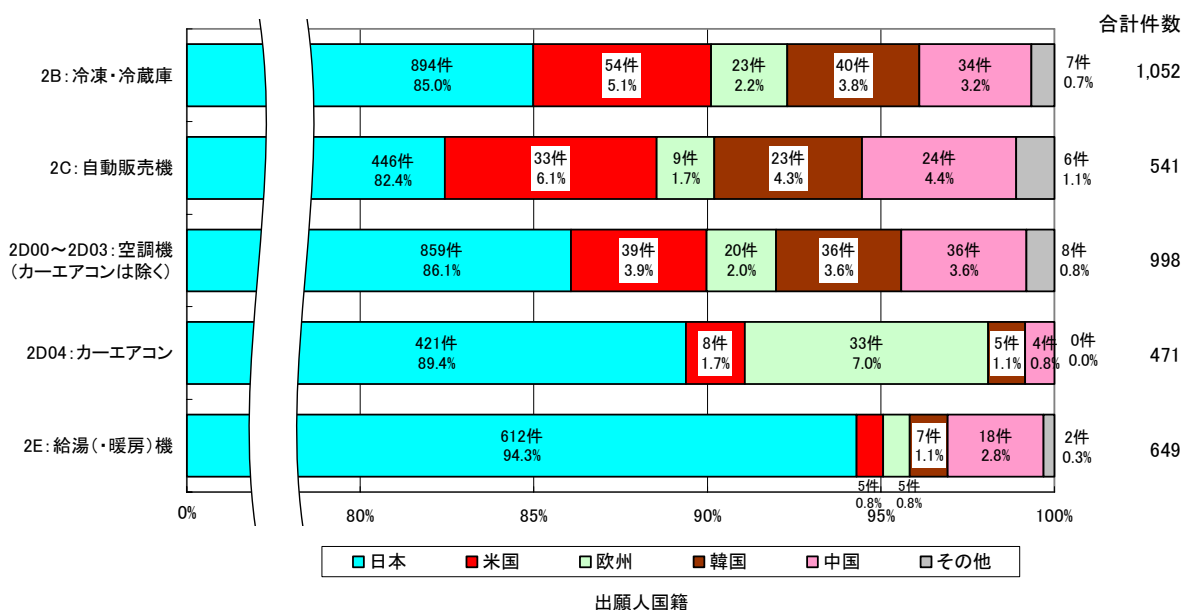
注) 公報単位でカウント

第3節 技術区分別の特許出願動向

応用分野（大分類2）の主要区分について、出願人国籍別の件数と比率を図-11に示した。合計件数では、冷凍・冷蔵庫(2B)と空調機（カーエアコンは除く）(2D00～2D03)が約1,000件、次いで給湯（・暖房機）(2E)が約650件、自動販売機(2C)とカーエアコン(2D04)が約500件であった。出願人国籍別出願件数の比率は、主要な応用分野では日本が80%以上を占め、給湯（・暖房機）(2E)では94%であった。

図-11 自然冷媒の主要な応用分野（大分類2）別の出願人国籍別出願件数

（優先権主張年2001年～2005年）



注) WPI を基にして発明単位でカウント

化学物質関連（大分類3）の主要区分について、出願人国籍別の件数と比率を図-12に、合計出願件数の年次推移を図-13に、自然冷媒に直接関連する区分の出願人ランキングを表-14に示した。

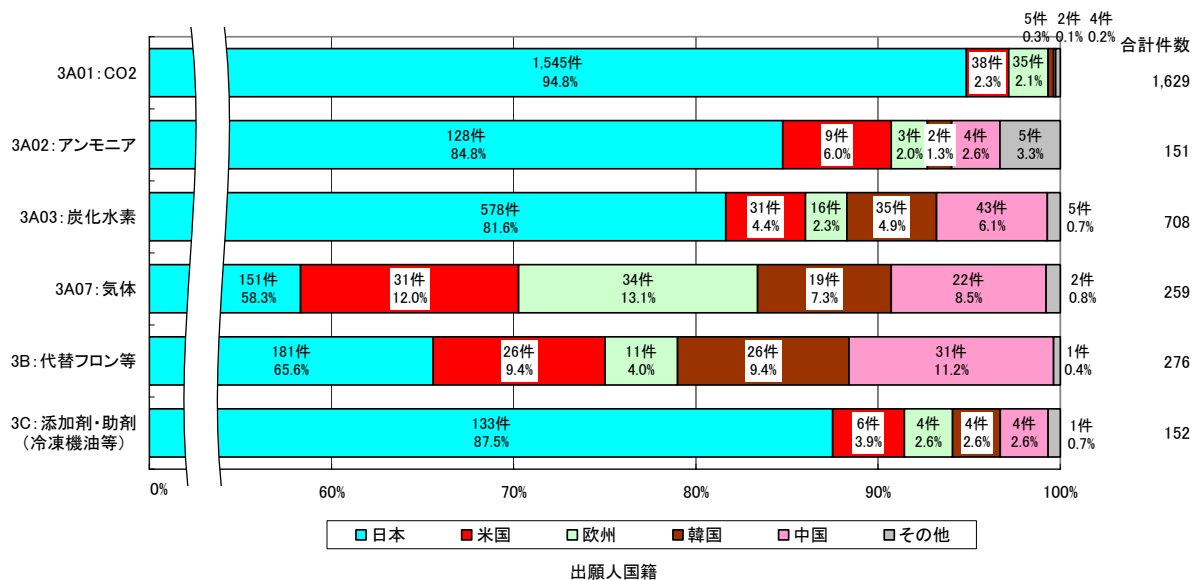
化学物質関連（大分類3）の主要区分での合計件数では、CO₂(3A01)が1,629件、炭化水素(3A03)708件、代替フロン等(3B)276件、気体(3A07)259件、冷凍機油等(3C)152件、アンモニア(3A02)151件の順であった。出願人国籍別には、日本が多くの特許区分で突出しており、CO₂(3A01)では95%であった。米国や他の国が相対的に高いのは、気体(3A07)、代替フロン等(3B)であった。

この6つの区分の年次推移では、CO₂(3A01)が増加、炭化水素(3A03)、冷凍機油等(3C)、気体(3A07)はやや減少または横ばい傾向であった。

出願人ランキングは、CO₂(3A01)では、松下電器産業、三洋電機、デンソーの順で多件数あり、4位以下は離れていた。アンモニア(3A02)では、前川製作所が1位であるが全体に件数が少なかった。炭化水素(3A03)では松下電器産業が突出、東芝、三洋電機が続いている。

図-12 自然冷媒の主要な化学物質関連（大分類3）別の出願人国籍別出願件数

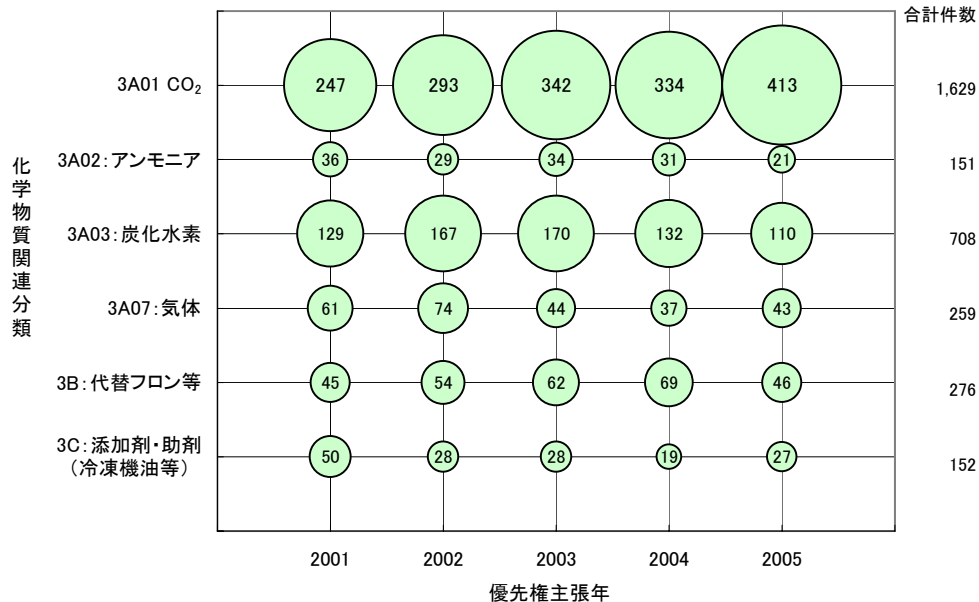
（優先権主張年 2001 年～2005 年）



注 1) 代替フロン等 (3B) の選択は、自然冷媒 (3A01～3A07) との混合系、または自然冷媒と代替フロン等の併記ケースに該当

注 2) WPI を基にして発明単位でカウント

図-13 自然冷媒の化学物質関連（大分類3）別の出願件数推移



注 1) 代替フロン等 (3B) の選択は、自然冷媒 (3A01～3A07) との混合系、または自然冷媒と代替フロン等の併記ケースに該当

注 2) WPI を基にして発明単位でカウント

表-14 自然冷媒の化学物質関連（大分類3）別の出願人出願件数ランキング

（優先権主張年 2001 年～2005 年）

3A01 : CO₂

順位	出願人	出願件数	出願人国籍
1	松下電器産業	361	日本
2	三洋電機	304	日本
3	デンソー	196	日本
4	ダイキン工業	78	日本
5	三菱電機	67	日本
6	サンデン	66	日本
7	カルソニックカンセイ	59	日本
8	日立製作所	54	日本
9	三菱重工業	40	日本
10	昭和電工	32	日本

3A02 : アンモニア

順位	出願人	出願件数	出願人国籍
1	前川製作所	16	日本
2	サンデン	12	日本
2	東洋製作所	12	日本
4	日立製作所	11	日本
4	松下電器産業	11	日本
6	三洋電機	9	日本
6	東京電力	9	日本
8	共立冷熱	8	日本
8	八洋エンジニアリング	8	日本
10	大阪瓦斯	5	日本

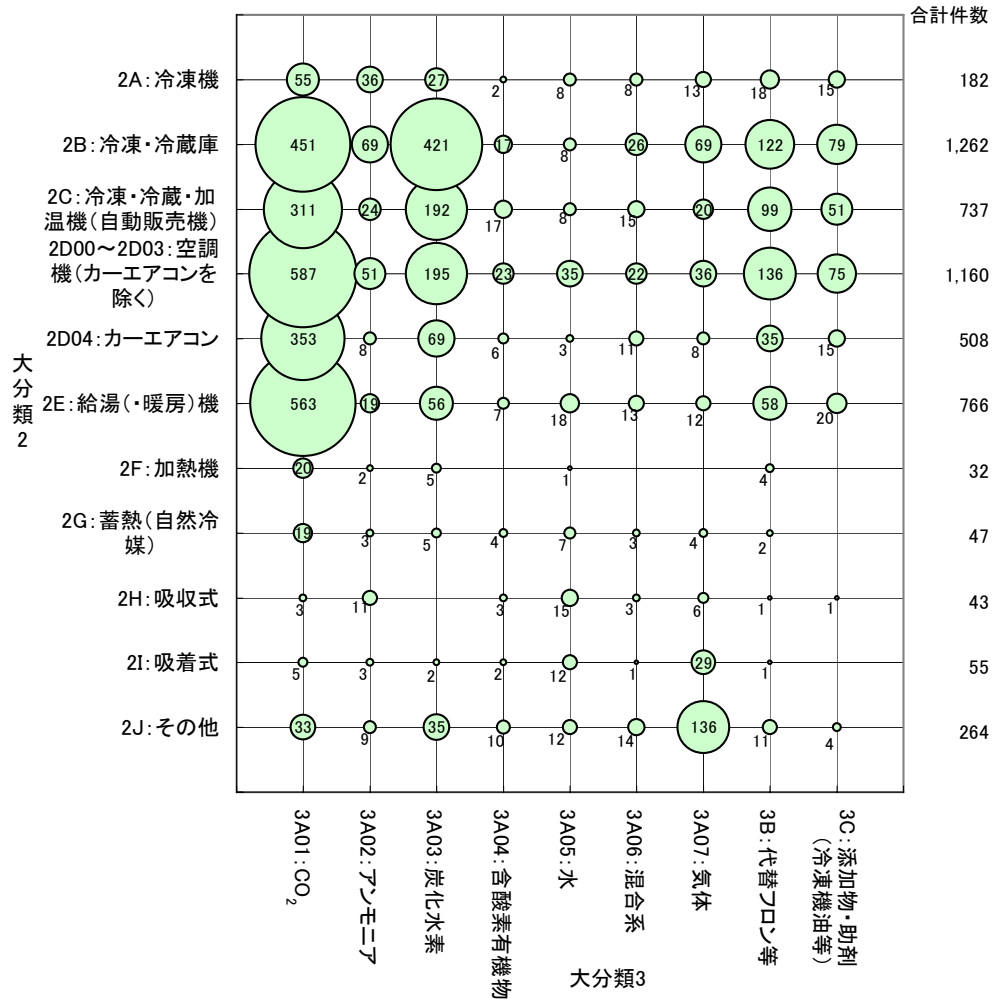
3A03 : 炭化水素

順位	出願人	出願件数	出願人国籍
1	松下電器産業	205	日本
2	東芝	71	日本
3	三洋電機	53	日本
4	デンソー	37	日本
5	三菱電機	35	日本
6	日立製作所	32	日本
7	サンデン	28	日本
8	シャープ	16	日本
9	昭和電工	12	日本
10	Univ Tianjin	10	中国

注)WPI を基にして発明単位でカウント

応用分野（大分類 2）と化学物質関連（大分類 3）の出願件数の相関関係を図-15 に示した。冷媒では CO₂（中・小分類 3A01）と炭化水素（3A03）が多く、応用分野では、空調機（2D00～2D03）とカーエアコン（2D04）、冷凍・冷蔵庫（2B）、給湯（・暖房）機（2E）、冷凍・冷蔵・加温機（自動販売機）（2C）が多く、これらの組み合わせが多かった。

図-15 自然冷媒の応用分野（大分類 2）と化学物質関連（大分類 3）の出願件数相関
（優先権主張年 2001 年～2005 年）



注 1) 代替フロン等 (3B) の選択は、自然冷媒 (3A01～3A07) との混合系、または自然冷媒と代替フロン等の併記ケースに該当

注 2) WPI を基にして発明単位でカウント

第4節 特許出願人別の出願動向

本調査範囲における出願人別動向調査として、出願先国別の出願件数上位ランキングについて解析し、表-16 に示した。日本への出願件数では松下電器産業が1位、三洋電機が2位、デンソーが3位、など10位以内は全て日本企業であった。米国への出願件数では Praxair が1位で、2位以下は近接した件数で日米韓の企業であった。欧州への出願件数は、1位の Praxair 以下、日米欧の企業であった。韓国への出願件数では、LG Electronics、韓国科学技術院 (KAIST : Korea Adv Inst Sci & Technology) の順で他に韓日の企業が入った。中国への出願件数では Univ Tianjin、東芝の順で日本から3社、米国から1社が上位に入った。出願先国別の出願件数上位出願人の出願件数推移を図-17 に示した。日本への出願件数推移は a) 図に示されるように各社毎に増減が見られたが、サンデンが急増していた。米国 b) と欧州 c) では、1位の Praxair が似た出願傾向にあり、2001年が多く2003年以降はほぼ0件であった。欧州 c) では、2005年に Linde が多く出願している。

表-16 自然冷媒の出願先国別－出願人別出願件数上位ランキング (全体)

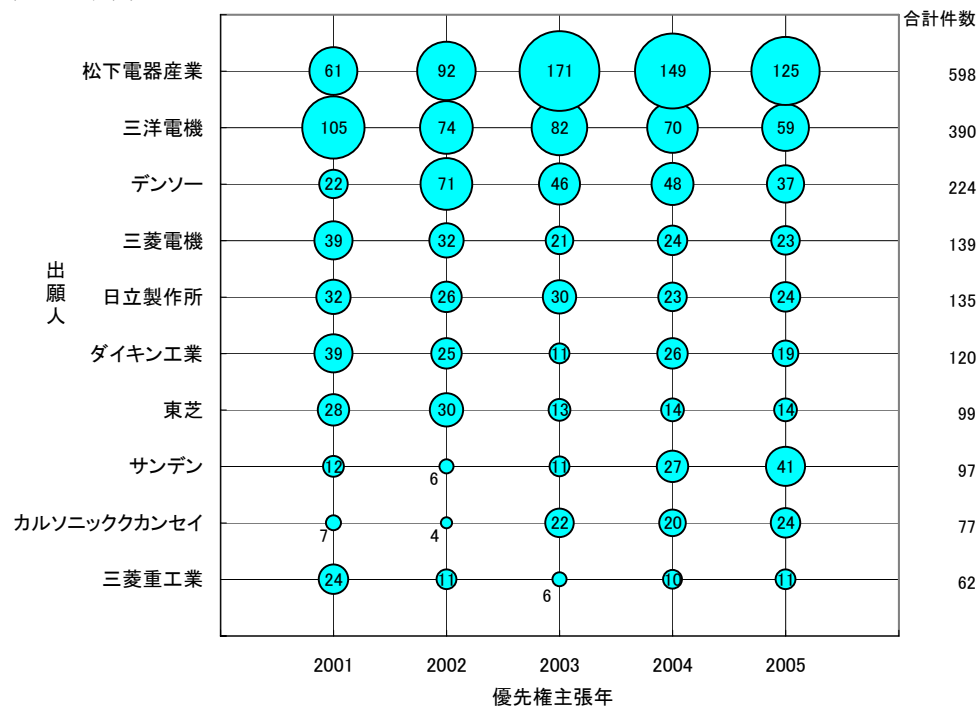
(優先権主張年 2001年～2005年)

順位	日本への出願		米国への出願		欧州への出願		韓国への出願		中国への出願	
	出願人	出願件数	出願人	出願件数	出願人	出願件数	出願人	出願件数	出願人	出願件数
1	松下電器産業(日)	598	Praxair Technology Inc(米)	16	Praxair Technology Inc(米)	11	LG Electronics Inc(韓)	15	Univ Tianjin(中)	11
2	三洋電機(日)	390	デンソー(日)	7	Behr GmbH & Co. KG(欧)	10	Korea Adv Inst Sci & Technology(韓)	9	東芝(日)	10
3	デンソー(日)	224	DuPont(米)	6	Bruker BioSpin AG(欧)	10	Ham Yoon-Sik(韓)	6	Lejin Electronic Tianjin Electric Appliance(中)	7
4	三菱電機(日)	139	Air Products and Chemicals Inc(米)	5	Linde AG(欧)	10	Jung H M(韓)	6	Univ Qinghua(中)	7
5	日立製作所(日)	135	Bruker BioSpin AG(欧)	5	三洋電機(日)	7	ジャパンエナジー(日)	5	松下電器産業(日)	7
6	ダイキン工業(日)	120	Honeywell International Inc(米)	5	Honeywell International Inc(米)	7	Cha S S(韓)	4	Praxair Technology Inc(米)	5
7	東芝(日)	99	三洋電機(日)	5	東芝(日)	6	Samsung Electronics Co Ltd(韓)	4	ジャパンエナジー(日)	5
8	サンデン(日)	97	東芝(日)	5	松下電器産業(日)	6	三洋電機(日)	4		
9	カルソニックカンセイ(日)	77	Korea Inst Sci & Technology(韓)	4	LG Electronics Inc(韓)	5				
10	三菱重工業(日)	62	LG Electronics Inc(韓)	4	Helix Tech Coro(米)	5				
10					Air Liquide SA(欧)	5				
10					Air Products and Chemicals Inc(米)	5				

注) 公報単位でカウント

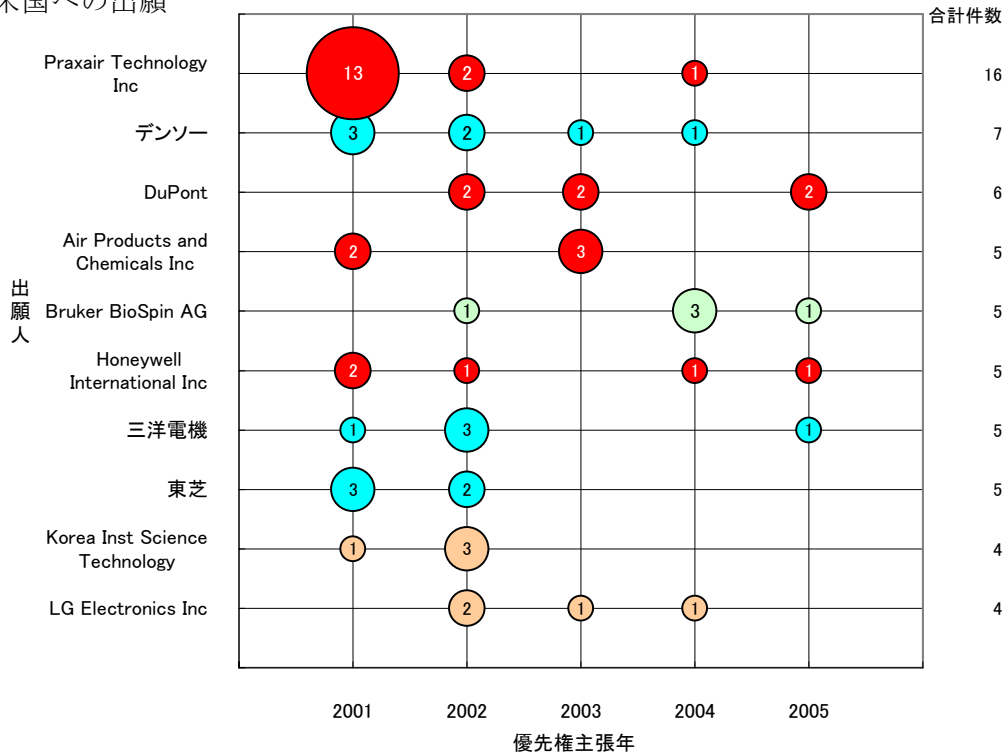
図-17 自然冷媒の出願先国別上位出願人の出願件数推移

a) 日本への出願



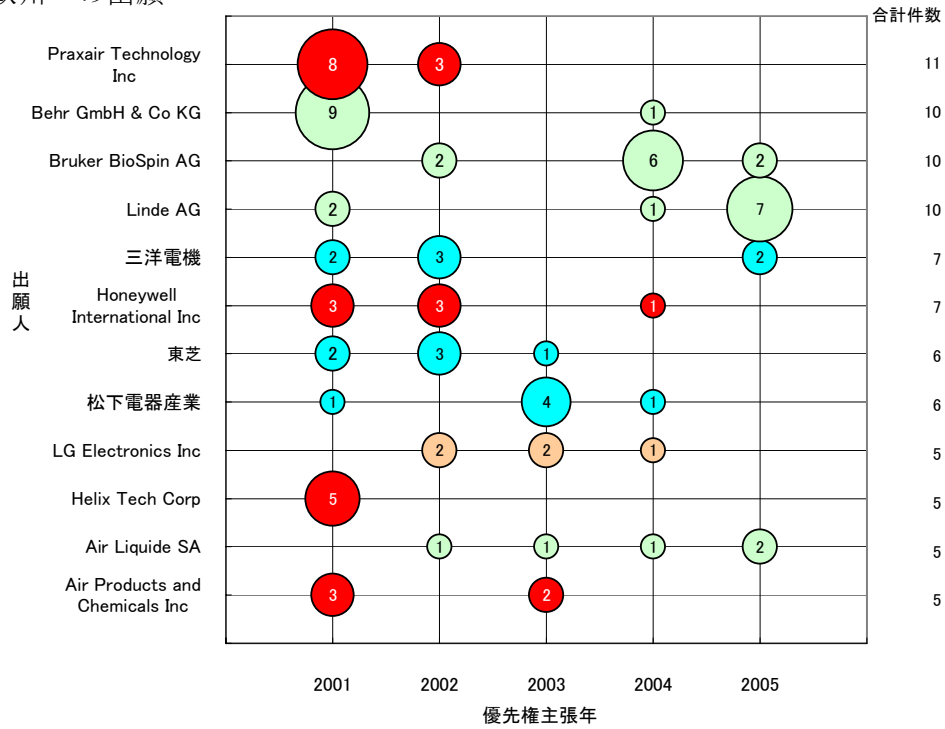
注) 公報単位でカウント

b) 米国への出願



注) 公報単位でカウント

c) 欧州への出願

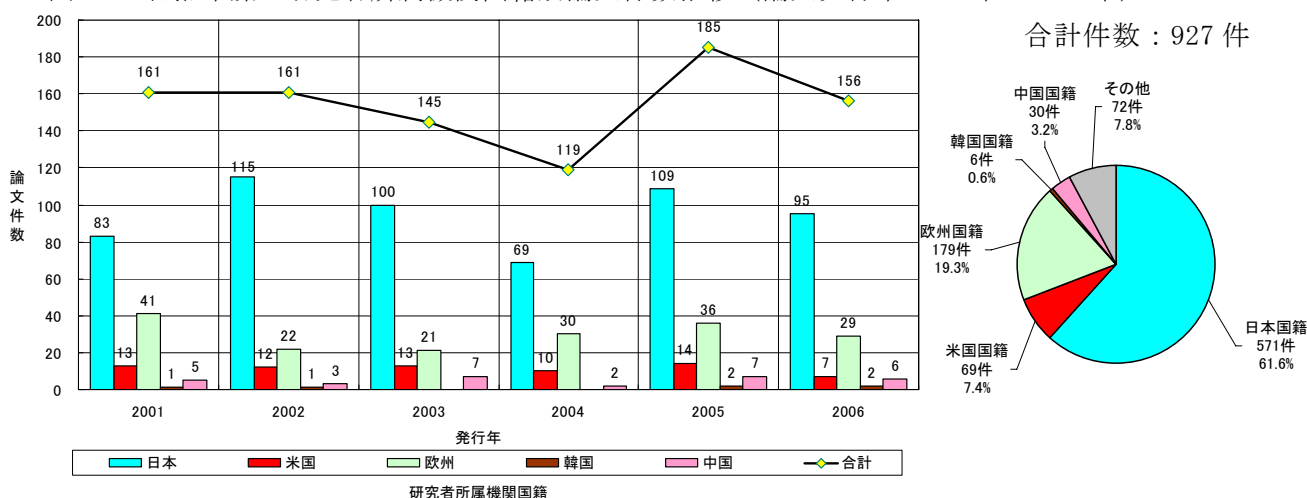


注) 公報単位でカウント

第3章 研究開発動向調査

自然冷媒に関する論文件数推移の解析を行った。論文件数の合計は927件であった。調査期間2001年～2006年における件数の推移を図-18に示した。研究者所属機関国籍別解析では、複数の機関の共同研究論文の取扱いにおいて、研究者所属機関国籍は先頭著者の国籍を採用した。総件数および研究者所属機関国籍別件数ともに、年毎には変動はあるが、この期間全体ではほぼ一定であった。研究者所属機関国籍別件数では、日本が61.6%、欧州が19.3%、米国が7.4%、中国が3.2%、韓国が0.6%であった。

図-18 自然冷媒の研究者所属機関国籍別論文件数推移（論文発行年2001年～2006年）



注)合計はその他の国からの論文件数を含む

調査期間における特許出願件数と論文件数の推移を比較して図-19に示した。特許出願件数（棒グラフ）、論文発表件数（折れ線）の推移はいずれもほぼ横ばいであった。

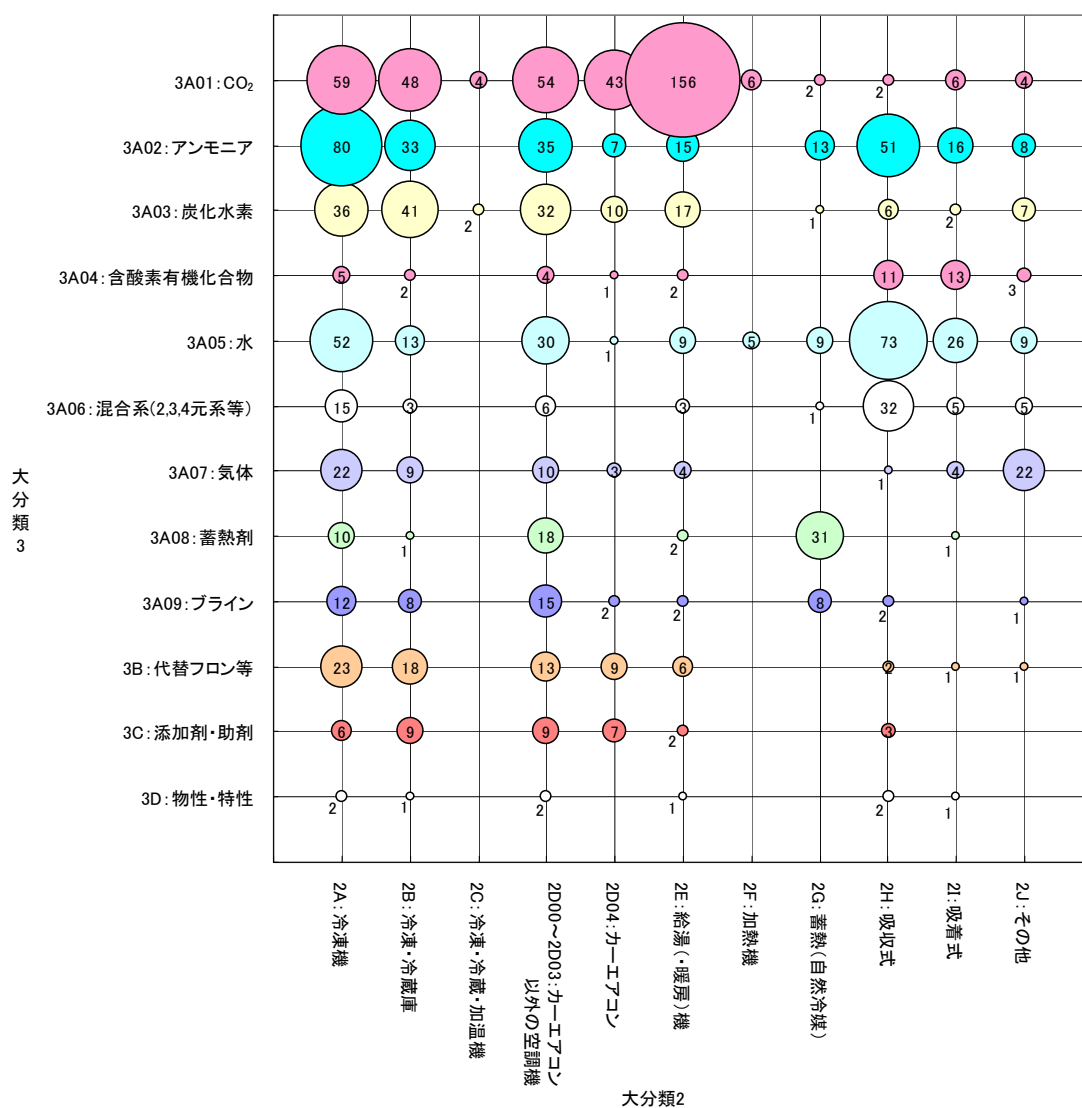
図-19 自然冷媒の特許出願件数と論文件数の推移



注)特許出願件数は発明単位でカウント

注目研究開発テーマにおける論文発表動向を調査した。応用分野（大分類 2）と化学物質関連（大分類 3）の関係を図-20 に示した。CO₂(3A01)は全体の件数が最も多く、その中の応用分野では給湯機(2E)が多かった。次いでアンモニア(3A02)は、冷凍機(2A)、吸収式(2H)が多かった。炭化水素(3A03)は、冷凍・冷蔵庫(2B)、冷凍機(2A)、空調機(2D00~03)が多かった。水(3A05)は、吸収式(2H)、冷凍機(2A)が多かった。添加剤・助剤(3C)および物性・特性(3D)は、応用分野（大分類 2）での選択件数は少なかった。

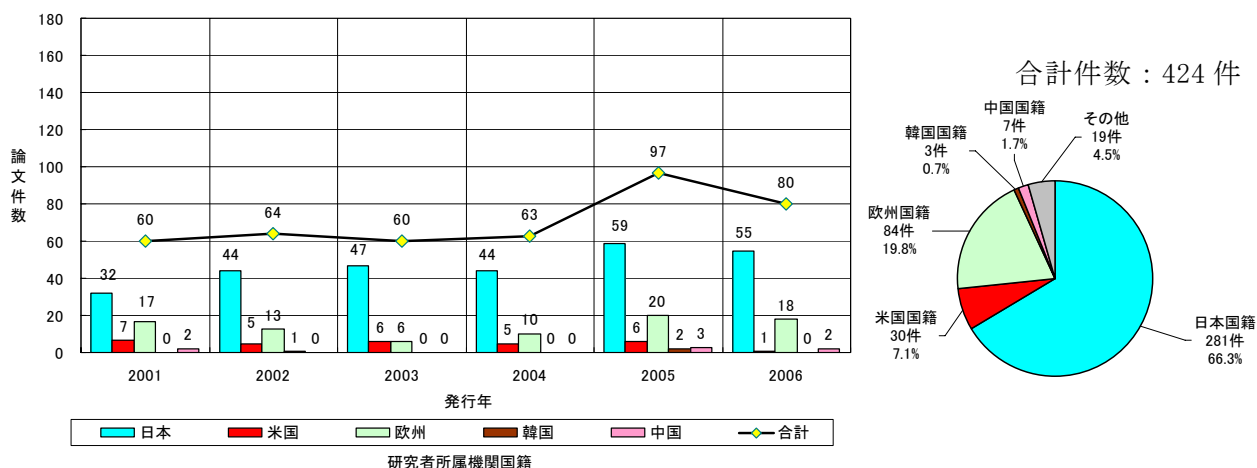
図-20 自然冷媒の応用分野（大分類 2）と化学物質関連（大分類 3）の関係
(論文発行年 2001 年～2006 年)



注) 代替フロン等（中分類 3B）は、自然冷媒と併記、または自然冷媒との混合冷媒の場合を示す。

CO₂(3A01)関連の論文件数は 424 件で国籍別件数推移、件数比率、全体でのランキングを図-21 に示した。その件数推移は、2005 年と 2006 年に、日本と欧州が若干の増加を示した。件数比率は、日本 66.3%、欧州 19.8%、米国 7.1%であった。その論文に含まれる全機関を対象とした所属機関ランキングは、1 位の東京大学の 37 件をはじめとして僅差で日本の大学と企業が上位を占めた。

図-21 自然冷媒のCO₂（小分類 3A01）関連の論文件数推移と所属機関別発表件数ランキング
 (論文発行年 2001年～2006年)



順位	所属機関	所属機関国籍	論文件数
1	東京大学	日本	37
2	電力中央研究所	日本	34
3	デンソー	日本	31
3	前川製作所	日本	31
5	三洋電機	日本	30
6	東京電力	日本	28
7	早稲田大学	日本	27
8	関西電力	日本	19
9	九州大学	日本	16
10	松下電器産業	日本	12
10	Univ. Illinois	米国	12

国内の技術開発プロジェクトの多くは経済産業省、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の主導で行われてきた。米国ではASHRAEが冷媒物性評価プロジェクトを推進してきた。政府機関ではエネルギー省（DOE）、国立研究所（ORNL）が省エネルギー技術開発と普及を目的とした研究開発プロジェクトを推進している。欧州ではヒートポンプ（HP）開発を中心に多くの研究開発プロジェクトが行われてきた。2007年時点でも多数の地熱利用HP開発研究プロジェクトが進められている。

表-22 日本、米国、欧州の政府・産業界関連プロジェクト

日本	米国	欧州
エコエネ都市プロジェクト ・エネルギー使用合理化技術戦略的開発 16テーマ（2001～2003） ・省電力自然冷媒利用ヒートポンプ（詳細：第3部）	EPA, DOEの進めるEnergy Starプログラムでヒートポンプ導入促進開始	EU-EHPN (European Heat Pump Network)の合同プロジェクト（多数）（2002～）継続中
NEDO CO ₂ ヒートポンプ エコキュートに続く高性能バージョン開発（詳細：第3部）	National Earth Comfort Program 地熱ヒートポンプ（GeoExchange）促進を全国展開（1994 Geothermal Heat Pump Consortium設立）継続中 DOE + Private funding, 7年、1億US\$プロジェクト	GROUND-REACH, EARTH, GEOCOOL, GROUNDHITなど、地熱HP開発と導入促進プロジェクト
NEDO ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発プロジェクト（2005～2009）委託研究開発 8件、助成事業 7件	国立研究所（DOE-Oak Ridge NL）における冷媒開発研究、ヒートポンプ開発研究（R-12 → R-134a → R-410, R-507C, R-404A, R-290(Propane)）, ASHRAE 支援	

第4章 政策動向調査

1997年の京都議定書締結以降、本調査テーマに関連する環境政策事項と目的を整理して表-23に示した。同表では環境政策を含めた各種の政策関連事項を示した。

政策課題として現在重視されるのがオゾン層保護を目的としたCFC(特定フロン)、HCFC(指定フロン)などの規制、地球温暖化防止のために温暖化係数の大きいHFC、PFC、SF₆、N₂Oなど、特定の化合物群の使用規制など、いずれも地球環境に関係したもので、一国の政策事項に留まらないものである。

このためモントリオール議定書、京都議定書など、規制力のある国際合意が重要であり、また国連のUNEP(United Nations Environment Programme)の中でデータベース作成、広報活動などを積極的に行っている。

2007年に発効した欧州(European Union)のF-ガス規制(京都議定書で規定されたもの)が注目されている。2006年にEUで合意されたF-gas REGULATION(EC) No 842/2006で、2007年7月4日に発効した。R134a、R407C、R410Aなどを含む、全てのHFCの使用を制限するもので、冷凍機、空調機、ヒートポンプなどでは、冷媒使用量(3kg以上、30kg以上、300kg以上)に応じて、漏洩検知システム設置、定期的測定・モニタリングなどを義務付けるとともに、排出を抑制するための回収が求められるようになった。同じく2006年にEUで合意されたDIRECTIVE 2006/40/ECで、カーエアコンでは新型車についてGWP 150以上の冷媒使用を禁止(2011年1月から)、2017年1月からは全新車に適用することになっており、今後の技術開発の重要テーマになってくると思われる。GWP150以下の代替フロンについては、欧米化学企業から新規開発した冷媒や、新たな共同開発が発表されている¹⁾。また、2007年7月にはドイツ自動車工業会が次世代カーエアコンシステムの冷媒にCO₂の選択を確定している。

一方、地球温暖化防止の視点で、空調機、家庭用冷蔵庫など家庭電気製品の省エネルギー性能が特に重視されるようになり、度重なる省エネルギー法の改正で、トップランナー方式による性能向上努力が必要になっている。

自然冷媒の使用に関する規制としては、冷蔵庫冷媒のイソブタン、冷凍機、製氷器用などに使用されるアンモニアが消防法、高圧ガス保安法、労働安全衛生法など、いずれも既存法の中で対処される。そうした中で自然冷媒であるCO₂を用いた給湯(暖房)機が日本で開発され、国の補助金制度の支援もあって家庭への普及が続いている。

国際標準化では冷凍技術、空調技術関連の規格設定、安全基準設定などで国内ばかりでなく、国際的な合意形成に参加している。日本のJIS、米国のANSI、欧州のDIN、BSなど各国が国内基準を作成するとともに、日本はISO、IECなどの国際規格を決定する機関へ積極的に参加している。

また自然冷媒の普及促進、ヒートポンプ技術の開発、特定フロン、指定フロンなどの分解や、代替冷媒の開発などを支援するための種々の研究開発プロジェクトは国家レベル、国際レベルで展開されてきた。特にヒートポンプ技術で先進国である日本は、国際エネルギー機関(IEA)などを通じて国際協力を推進している。

1) DuPontからはDP-1、HoneywellからはFluid-H、INEOSからはAuto AC-1が発表されている。また最近DuPont-HoneywellからHF0-1234yfが候補冷媒として発表されている。

表-23 自然冷媒および代替フロンに関連のある政策動向

政策分野	関連法令、条約、機構等	政策・規制等の内容
地球環境保護	モントリオール議定書(1987)	オゾン層保護のため、オゾン層を破壊する元となるフロン等の規制に向け、オゾン層破壊物質の削減スケジュールや貿易の規制等具体的措置を定めた ・CFC(特定フロン)の製造、使用の禁止、全廃(先進国 1995) ・HCFC(指定フロン)の全廃(先進国 2019)
	京都議定書(1997)	気候変動枠組条約に基づき、第3回締約国会議(COP3、京都会議)にて、温室効果ガス排出の削減目的を定めた京都議定書が採択された。先進国の温室効果ガス排出量については、法的拘束力のある数値目標を各国毎に設定。 ・対象ガス:CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFC, PFC, SF ₆ ・基準年 1990、規制物質のCO ₂ 換算量削減幅を国別に規定
環境規制	オゾン層保護法(1988)	フロン類の生産及び輸入の規制
	環境基本法(1993)	環境基本計画(2000)、「地球環境保全」の視点を盛り込みつつ新しい基本法制を整備
	地球温暖化対策の推進に関する法律(1998)	施行令(1999)、地球温暖化対策に関し、京都議定書目標達成計画を策定
	家電リサイクル法(2001)	家電製品のフロンの回収義務
	フロン回収破壊法(2001)	施行(2002):業務用冷凍空調機器のフロン回収、処理義務
	自動車リサイクル法(2002)	カーエアコンのフロン類回収義務
	改正フロン回収破壊法(2006)	施行(2007):業務用冷凍空調機器所有者の廃棄、整備時の遵守事項と、放出への罰則
	欧州 F ガス規制(2007) REGULATION(EC) No 842/2006 (2007/07/04より発効) DIRECTIVE 2006/40/EC	地球温暖化対策: ・HFCを含むフッ素系温室効果ガスの規制: 固定機器のモニタリング、漏洩防止、回収・破壊、上市禁止 ・モバイル形空調機器(カーエアコン)のFガス放出に関する指令: 新型車についてGWP150以上の冷媒の組込(使用)禁止(2011) 全新車についてGWP150以上の冷媒の組込(使用)禁止(2017)
米国 Global Climate Change Policy Book(2002)	3ガス(HFC,PFC,SF ₆)への取組を、パートナーシッププログラム及びEPAが実施しているSNAP(Significant New Alternatives Policy)などによる情報提供及び技術開発支援で進める	
省エネルギー	省エネルギー法施行(1979)	工場・事業場、建築物、機械器具などの省エネルギー推進措置
	改正省エネルギー法施行(1999)	省エネルギー基準へのトップランナー制度の導入
	改正省エネルギー法施行(2003)	第一種エネルギー管理指定工場の全業種への拡大
	改正省エネルギー法施行(2006)	熱・電気の一括管理(事実上、裾切値引下)、輸送に係る措置の追加
普及促進	助成金による普及促進制度(経済産業省、環境省)	省エネルギー機器および自然冷媒使用機器の導入にかかわる補助制度 ・CO ₂ 冷媒使用給湯機 ・自然冷媒使用冷凍空調機 ・高効率冷凍空調機
国際標準化	ISO規格	TC86/0~8(冷凍技術及び空調技術)に参加
	IEC規格	TC61/C(電気冷蔵庫の安全性)、TC61/D(家庭用空調機器の安全性)に参加
標準化	日本: JIS規格(日本工業規格)、JRA規格(日本冷凍空調工業会)、JEM規格(日本電機工業会規格)	冷凍空調機関連の規格の制定
	米国: ANSI規格(米国規格協会)、ASHRAE規格(米国暖房冷凍空調学会)、ARI規格(米国冷凍空調工業会)、ASTM規格(米国材料試験協会)、MIL規格(米国国防総省)	冷凍空調機関連の規格の制定
	各国例: DIN規格(ドイツ連邦規格)、BS規格(英国規格協会)、NF規格(フランス規格協会)、KS規格(韓国産業規格)、GB規格(中国国家標準)	冷凍空調機関連の規格の制定
技術開発	研究開発プロジェクト「ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発」(新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、平成17年度~平成21年度)	オゾン層保護規制と温室効果ガス削減の積極的対策として冷媒のノンフロン化に伴う、対応した新技術開発。 研究開発課題: 住宅分野(ルームエアコン、パッケージエアコン)、業務分野(冷凍系、大容量空調機)、運輸分野(空調機器、冷凍設備)、性能評価手法ならびに安全基準
	国際エネルギー機関(IEA)のヒートポンプに係る国際協力研究	アネックス31~34が活動中、日本はアネックス32(ローエネルギー住宅の経済的冷暖房システム)、33(ヒートポンプにおけるコンパクト熱交換器)に参加

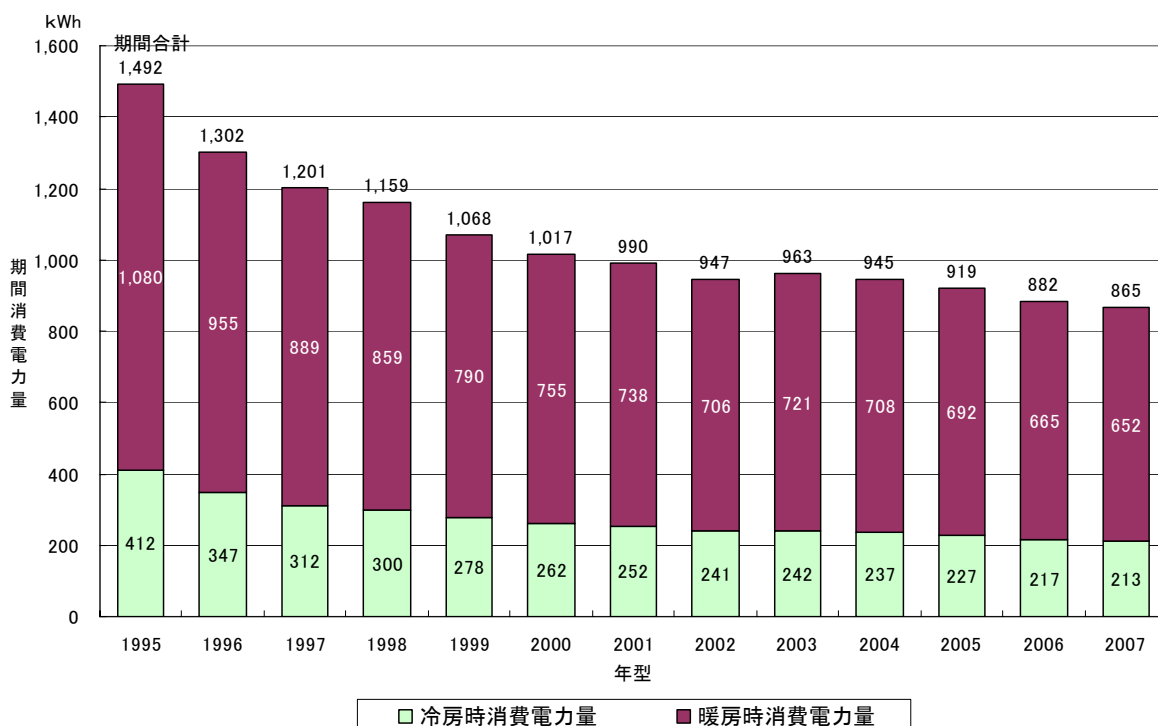
温暖化への影響について、対象機器を LCA (Life Cycle Assessment) 的に評価した場合、冷媒を用いた加熱冷却装置においては、冷媒の製造時の排出、運転時の漏洩、廃棄時の漏洩など冷媒による温暖化への直接的な影響よりも、運転時に消費されるエネルギーに起因して発生する CO₂ による間接的な影響のほうが大きいいため、エネルギー消費の削減は最も重要な課題である。

最近の 10 年間における、省エネルギーの進展を、エアコン、電気冷蔵庫について示した。

ルームエアコンでは、図-24 に示されるように、冷暖房兼用・壁掛け型・冷房能力 2.8kW クラスでは 1995 年型の 1,492kWh から 2007 年型では 865kWh へと期間消費電力量の 40% 以上の削減を達成している。この間には、圧縮機の高効率化、熱交換器の伝熱性能の向上、モーターの回転効率向上などによりエネルギー消費は劇的に低減するとともに継続的な省エネルギー技術の開発により更なる低減が図られている。

省エネルギー法のトップランナー方式のエアコンのエネルギー消費効率 (COP) は、表-25 に示されるように、2004 冷凍年度に目標年度を迎えた 4kW 以下の直吹き壁掛け形冷暖房兼用機種では 1997 冷凍年度比で 67.8% 改善された。同機種では 2010 年度に目標年度を迎えるものについては、2005 年度比約 22.4% の効率改善見込みとなっている。目標年度が 2010 年度では、目標基準値を COP にかえて通年エネルギー消費率 (APF) としており、エアコンの APF 目標値 (2010 年) は図-26-b) に示されるように、冷房能力 4.0kW 以下機について高い目標値が設定されている。

図-24 ルームエアコンの省エネルギー性能の推移



注) 冷暖房兼用・壁掛け型・冷房能力 2.8kW クラス・省エネルギー型代表機種の単純平均値
 日本冷凍空調工業会規格 JRA 4046 (ルームエアコンディショナの期間消費電力算出基準) による。
 出典: (社)日本冷凍空調工業会

表-25 省エネルギー基準達成の実績と新たな目標基準値（2010年度）

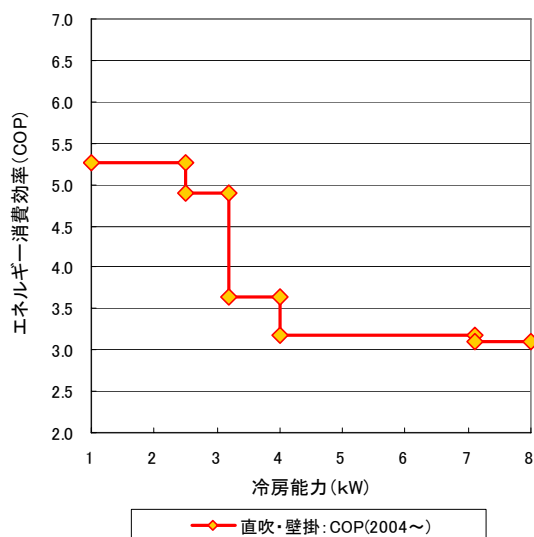
機器名	エネルギー消費効率改善（実績）	エネルギー消費効率改善（当初見込み）	エネルギー消費効率改善（2010年度）
エアコンディショナー 4kW以下・直吹き壁掛け形 冷暖房兼用	67.8% (1997冷凍年度→2004冷凍年度)	66.1%	22.4% (2005年度比)
エアコンディショナー 冷暖房兼用	63% (1997冷凍年度→2007冷凍年度)		
エアコンディショナー 冷房専用	14% (1997冷凍年度→2007冷凍年度)		
電気冷蔵庫	55.2% (1998年度→2004年度)	30.5%	21.0% (2005年度比)
電気冷凍庫	29.6% (1998年度→2004年度)	22.9%	12.7% (2005年度比)

出典：（財）省エネルギーセンター「トップランナー基準早わかり」

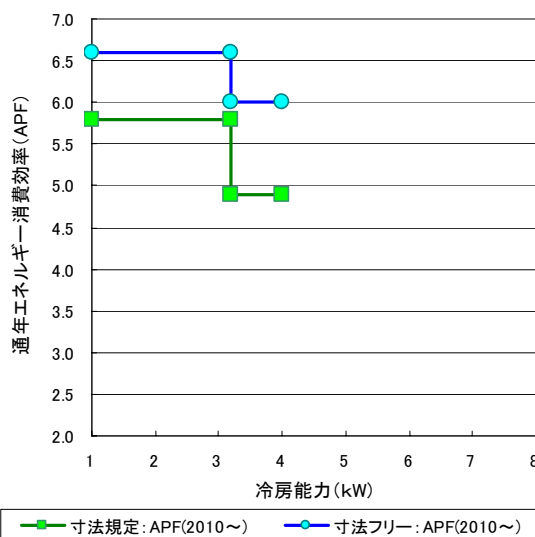
図-26 エアコンのエネルギー消費効率の目標基準値

a) 2004 冷凍年度以降の各年度

(2010年3月31日まで)



b) 2010 年度以降の各年度



注) エネルギー消費効率 (COP) は、JIS B8615-2 で規定された方法により、冷暖房兼用機では冷房の COP と暖房の COP の相加平均。通年エネルギー消費効率 (APF) は、JISC9612(2005)付属書 3 に規定する方法により算出した数値。

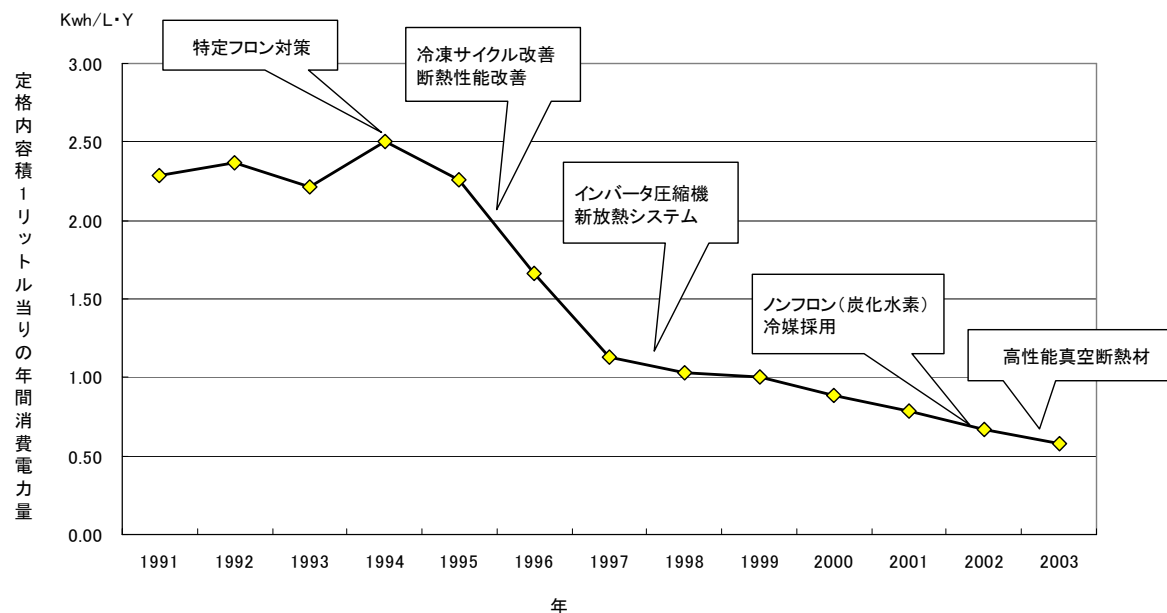
出典：（財）省エネルギーセンター「トップランナー基準早わかり」の資料をもとに図を作成

電気冷蔵庫の省エネルギーの実績は、図-27 に示されるように、1994 年の 2.5kWh/L・Y から 2003 年には 0.6kWh/L・Y へと 80%弱の削減を達成している。この間には、冷凍サイクル改善、インバータ圧縮機、熱交換器放熱性能の向上、高性能断熱材などによりエネルギー消費は劇的に改善されている。

省エネルギー法のトップランナー方式の電気冷蔵庫の消費電力量の 2004 年度削減目標は表-25 に示されるように、1998 年度比 30.5%に対して、実績は 55.2%改善された。2010 年度に目標年度を迎えるものについては、2005 年度比約 21.0%の効率改善見込みとなっている。

同様に電気冷凍庫では、消費電力量は、2004 年度目標が 1998 年度比 22.9%の改善に対して、実績は 29.6%改善された。2010 年度に目標年度を迎えるものについては、2005 年度比約 12.7%の効率改善見込みとなっている。

図-27 電気冷蔵庫の省エネルギー性能の推移



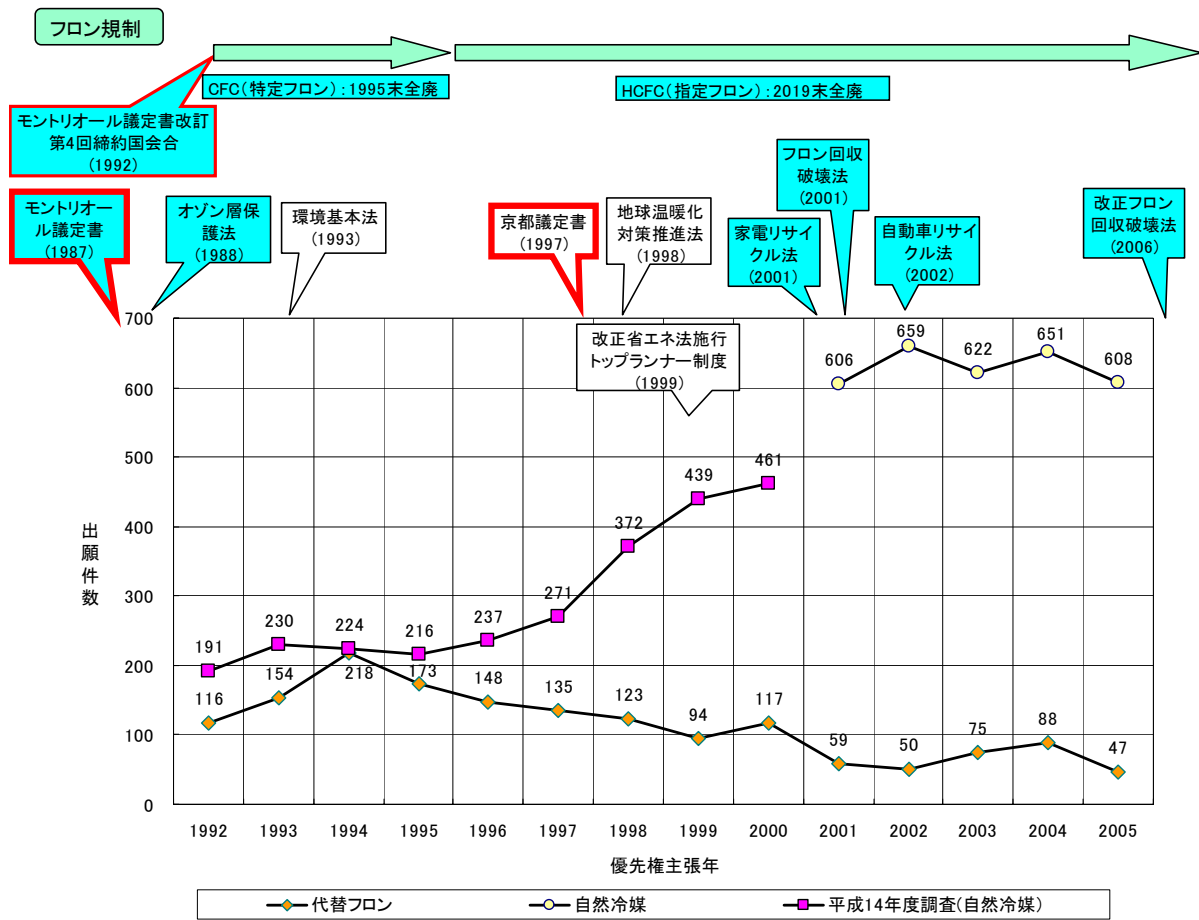
注) 各社主力冷蔵庫の平均値 (消費電力試験法は、JIS C 9801 測定基準による)
 出典：(社)日本電機工業会

自然冷媒と代替フロンの特許出願動向と政策動向との関係を調べるため、自然冷媒と代替フロンの特許出願件数推移と、政策の制定時期との関係を図-28 に示した。

自然冷媒の特許出願件数は 1996 年から 1999 年にかなり増加しており、この間の HCFC (指定フロン) の削減スケジュールの開始や京都議定書の HFC 規制との相関が窺える。

代替フロンの特許出願件数は 1994 年をピークに 2001 年、2002 年まで漸減しているが、途中 2000 年は若干の増加、2003 年、2004 年は増加に転じている。1994 年のピークは、モントリオール議定書による CFC (特定フロン) の禁止スケジュールが第 4 回締約国会合(1992 年)で決定され、代替フロンへの転換が必須なため研究開発が精力的に行なわれたためと推察される。2000 年、2003 年、2004 年での増加は、京都議定書(1997 年)により温暖化防止策が規定され、これまで転換使用されてきた HFC (代替フロン) も地球温暖化係数 (GWP) が高いため、より GWP の低い冷媒への転換が図られる方向にあり、その関連で増加に転じたことが予想される。

図-28 特許出願件数推移と政策



注 1) 平成 14 年度調査（自然冷媒）は、今回調査の自然冷媒（2001 年～2005 年）の特許出願件数と検索式や特許出願文献の抽出方法が異なるため、参考データとして掲載した。

注 2) 今回調査の自然冷媒と代替フロンの出願件数は、発明単位でカウント。

日本、米国、欧州等の政府機関と関連業界団体の協力、国際規格 ISO/IEC への参加により、各国および世界の冷凍空調機関連工業基準作成など、標準化活動を進めている。表-29 には国際規格制定に向けた作業体制を示した。

表-29 冷凍空調関連の国際規格（ISO/IEC）の活動と日本

国際規格	TC	SC	名称	日本地位	幹事国	審議委員会事務局 (A)
ISO	86	0	冷凍技術	参加	米	社団法人 日本冷凍空調学会
	86	1	安全	参加	米	社団法人 日本冷凍空調学会
	86	2	用語と定義	参加	米	社団法人 日本冷凍空調学会
	86	3	冷凍装置の試験方法	参加	米	社団法人 日本冷凍空調工業会
	86	4	冷凍溶圧縮機の試験方法	参加	英	社団法人 日本冷凍空調工業会
	86	5	家庭用電気冷蔵庫の試験方法	参加	伊	社団法人 日本電機工業会
	86	6	冷暖房空調装置の試験方法	参加	米	社団法人 日本電機工業会
	86	7	冷凍冷蔵ショーケースの試験方法	参加	英	社団法人 日本冷凍空調工業会
	86	8	冷凍空調機器の冷媒と潤滑油	参加	米	社団法人 日本冷凍空調学会
IEC	61	C	電気冷蔵庫の安全性	参加	英	社団法人 日本電機工業会
	61	D	家庭用空調機器の安全性	参加	米	社団法人 日本電機工業会

第5章 市場環境調査

自然冷媒への転換の動向について、自然冷媒を用いた圧縮式冷凍空調機関連の製品情報の概要を、新聞、インターネット、文献等を参考にして以下に示す。

CO₂ ヒートポンプ式給湯機は、2001年に世界で初めて発売され、その後、多くの企業が参入し国内の生産量は順調に増加している。なお、産業用・業務用の中型給湯機についても、2002年以降、数社から製品化が発表されている。

家庭用冷凍・冷蔵庫は、イソブタンを冷媒に用いた冷蔵庫が、日本では2001年に販売開始され、現在では出荷製品のほぼ100%がイソブタンに転換されている。中国や東南アジアでも、イソブタンへの転換が進んでいる。

冷凍・冷蔵・低温空調などを集約した冷凍ユニットでは、NH₃の高効率タイプ、NH₃/CO₂カスケード系が発売されている。プロパン/CO₂カスケード系も開発が進められている。

自動販売機では、CO₂冷媒タイプが2005年に発売されている。世界的大手飲料メーカーがノンフロン型自動販売機への全面転換を表明している。また、2004年にはプロパン冷媒の自動販売機が、2006年にはイソブタン冷媒の自動販売機が発売されている。

ショーケースでは、CO₂冷媒タイプが2007年に発売された。なお、NH₃/ブライン方式は2000年以前から実用化例がある。

現在、国内の主な冷凍空調機関連で使用されている冷媒を表-30に示した。

今回の市場動向調査の対象機器について、エアコンでは主にHFC冷媒R410Aが使用されており、カーエアコンではHFC冷媒R134aが使用されている。家庭用冷蔵庫では、HFC冷媒ではR134aが、自然冷媒ではR600a(i-C₄H₁₀:イソブタン)が使用されている。給湯機では、HFC冷媒ではR410A、自然冷媒ではR744(CO₂)が使用されており、国内の家庭用給湯機では主にR744(CO₂)が使用されている。

市場動向調査の対象とする機器では主にHFC冷媒が用いられており、本章では自然冷媒に限定せずに記載する。

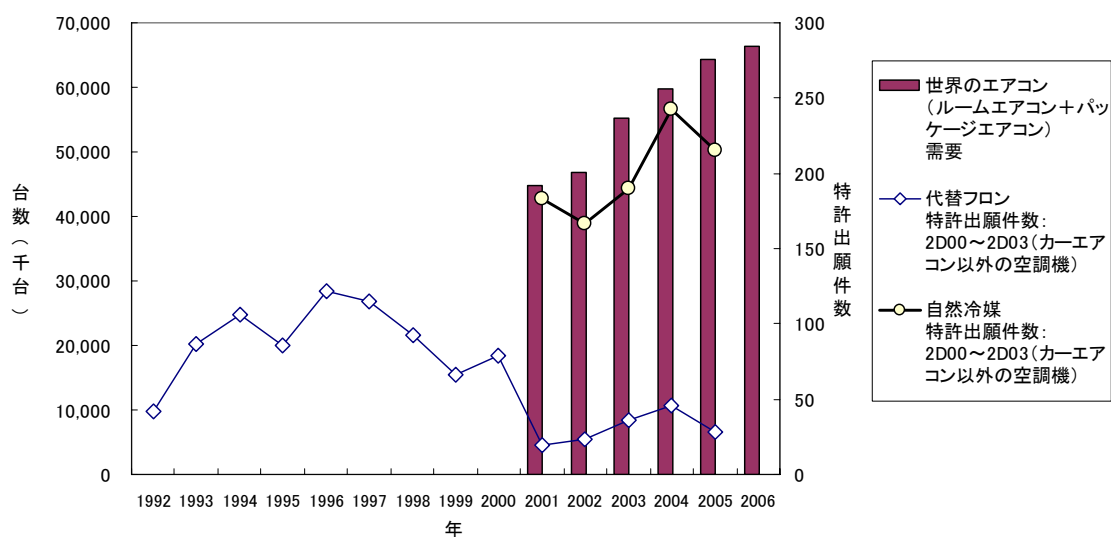
表-30 冷凍空調機器の使用冷媒

機器	現在の使用冷媒		
	HCFC	HFC	自然冷媒
遠心式冷凍機	R123	R134a, R245fa	R717(NH ₃)/R744(CO ₂):カスケード
家庭用冷蔵庫		R134a	R600a(i-C ₄ H ₁₀)
業務用冷凍冷蔵庫	R22	R134a, R404A, R507A	R717(NH ₃)
ショーケース	R22	R404A	R744(CO ₂)
自動販売機		R134a, R407C	R744(CO ₂), R600a(i-C ₄ H ₁₀), R290(C ₃ H ₈)
ルームエアコン		R410A	
パッケージエアコン		R410A, R407C	
カーエアコン		R134a	
給湯(・暖房)機		R410A	R744(CO ₂)

エアコンの世界需要量の推移と代替フロンの中の空調機関連（小分類 2D00～2D03）の特許出願件数および参考として自然冷媒について同内容の特許出願件数との関係を図-31 に示した。ルームエアコンの世界需要量は増加基調にあり、2006 年は約 5,300 万台、地域別では、中国、その他アジア、欧州が増加しており、北米は微増、日本は横ばいであった。2006 年の市場規模は、中国が 35.1%、北米 15.0%、日本 14.2%、その他アジア 12.9%、欧州 10.7% の順であった。パッケージエアコンの世界需要も増加基調にあり、2006 年は約 1,300 万台、地域別では、中国、欧州が増加、中東は 2005 年比 2 倍以上、日本と北米は微増であった。2006 年の市場規模は、北米が 55.2%、中国が 15.3%、その他アジアが 9.1%、日本が 6.3%、欧州が 5.7%、中東が 5.7% の順であった。ルームエアコンの国内需要は 2006 年で 700 万台強、国内生産は約 540 万台、その差分は海外生産からの逆輸入と考えられる。ルームエアコンの日系メーカーの海外生産比率は約 70% と推計される。パッケージエアコンの国内需要は 2006 年で約 80 万台、国内生産は約 57 万台であった。

現在エアコンには代替フロン冷媒が使用されており、代替フロンのエアコン関連の特許出願件数は 1996 年付近をピークに減少傾向にあり、世界の市場規模拡大推移とは対応しておらず、件数も最近では年間 30 件前後と少なかった。自然冷媒のエアコン関連の特許出願件数を参考までに示したが、特許出願件数は増加基調にあり、件数も年間 200 数十件に達しており、研究開発面で注力されている傾向が窺える。

図-31 エアコンの世界需要と関連特許出願件数との関係



出典：http://www.jraia.or.jp/frameset_statistic.html 社団法人 日本冷凍空調工業会（jraia）

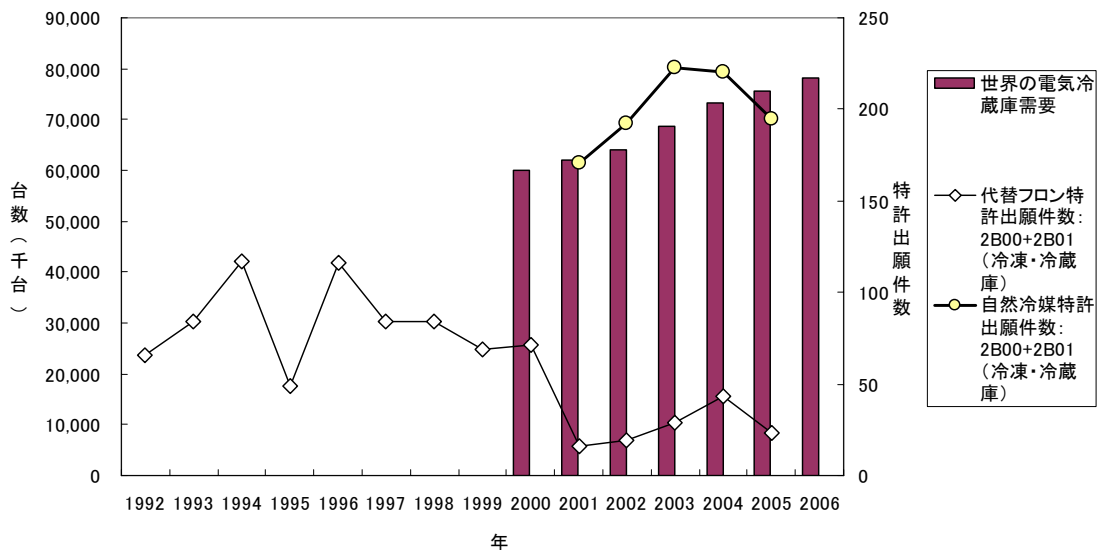
2007 年 11 月 6 日

注）自然冷媒と代替フロンの出願件数は、発明単位でカウント。

電気冷蔵庫の世界需要量の推移と代替フロンおよび自然冷媒の中の冷凍・冷蔵庫関連（小分類 2B00+2B01）の特許出願件数との関係を図-32 に示した。電気冷蔵庫の世界需要量は増加基調にあり、2006 年は約 7,800 万台の見込み、地域別では、アジア（日本を除く）、欧州が増加、北米は微増、日本は横ばいであった。2006 年の市場規模は、アジア（日本を除く）が 33.1%、欧州 30.0%、北米 16.5%、日本 5.4%、その他 15.0%、であった。電気冷蔵庫の最近の国内需要は 430 万台、国内生産は 2006 年で約 280 万台、その差分は海外生産からの逆輸入と考えられる。日系メーカーの海外生産比率は約 80%と推計される。

現在、電気冷蔵庫には代替フロン冷媒および自然冷媒ではイソブタンが使用されている。代替フロンの冷凍・冷蔵庫関連の特許出願件数は 1996 年付近をピークに減少傾向にあり、世界の市場規模拡大推移とは対応しておらず、件数も最近では年間 30 件前後と少なかった。自然冷媒の冷凍・冷蔵庫関連の特許出願件数は年間 200 件に達しており、2003 年、2004 年まで漸増傾向であった。

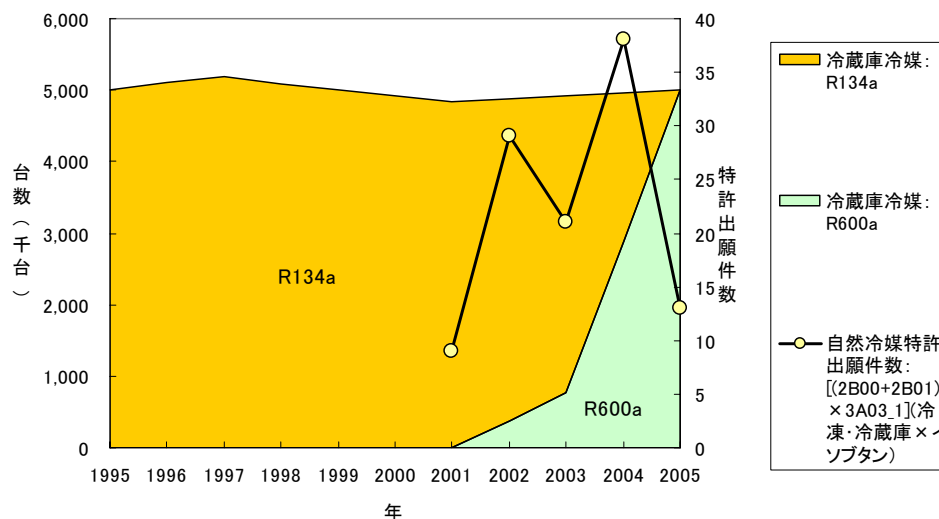
図-32 電気冷蔵庫の世界需要と関連特許出願件数との関係



出典：社団法人 日本電機工業会(JEMA)、「白物家電 7 品目の世界需要予測 2000 年—2009 年」
 注) 自然冷媒と代替フロンの出願件数は、発明単位でカウント。

この自然冷媒の冷凍・冷蔵庫関連の特許出願の中で、イソブタンが関連している特許出願{(小分類 2B00+2B01) × (小分類 3A03_1)} 件数と電気冷蔵庫(国内需要)のイソブタンへの転換との関係を図-33 に示した。イソブタンが関連した冷凍・冷蔵庫関連の特許は2001年から2004年で著しく増加しており、国内需要のイソブタンへの急激な転換と対応していた。なお、2005年の出願件数の急減は、技術的に成熟期に入ったためと考えられる。

図-33 電気冷蔵庫(国内需要)の冷媒転換と関連特許出願件数との関係

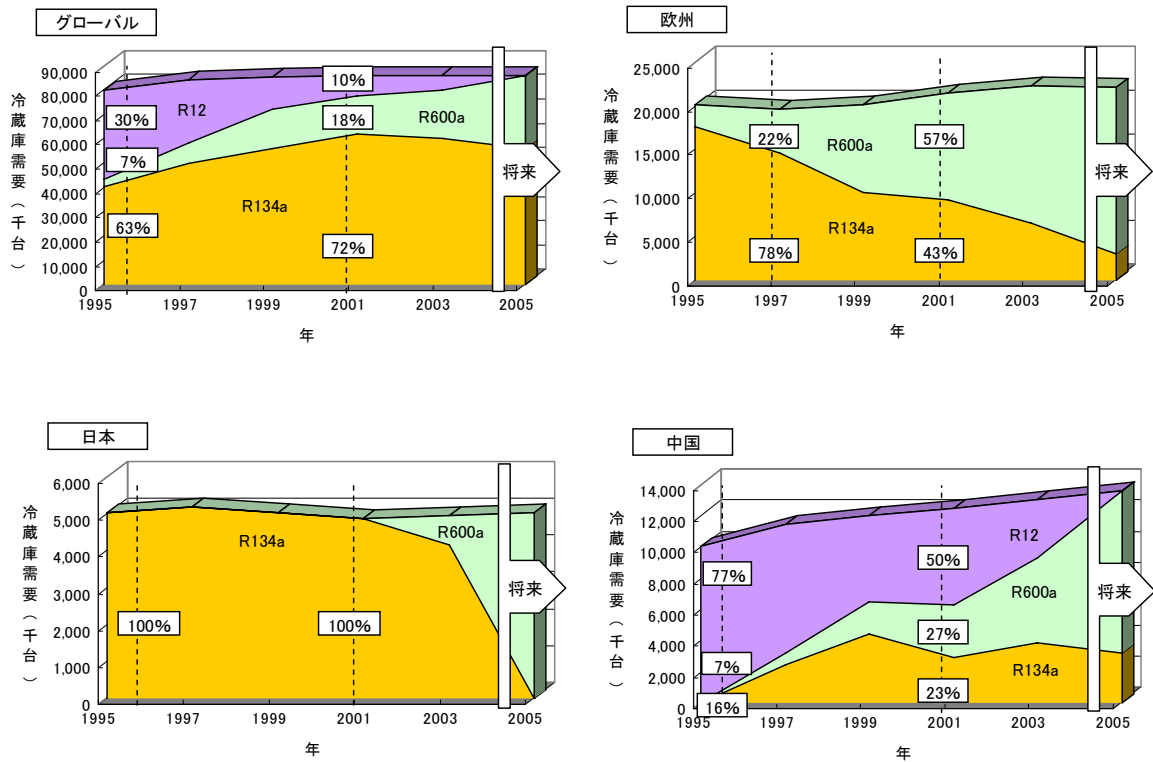


出典：高圧ガス Vol.43 No.11(2006) 木戸長生著 p23-27

注) 自然冷媒の出願件数は、発明単位でカウント。

電気冷蔵庫の冷媒は、代替フロン HFC R134a から自然冷媒であるイソブタン(R600a)への転換が急激に進んでいる。その転換の推移を図-34 に示した。欧州ではドイツで1990年代に自然冷媒が導入され、それ以来、転換が図られてきている。日本では、電気冷蔵庫の方式の違い(強制循環式や除霜設備が必須: 防爆対策要)から導入時期は2001年と欧州に比べて遅かったが、その後の自然冷媒への転換は急速に図られてきており、現在ではほぼ100%が自然冷媒に転換されている。中国においても、自然冷媒への転換が急速に進んでいる。しかし、世界全体で見た場合、2005年時点では、自然冷媒への転換はまだ50%に達しておらず、米国やその他の地域での転換が進んでいないためと考えられる。

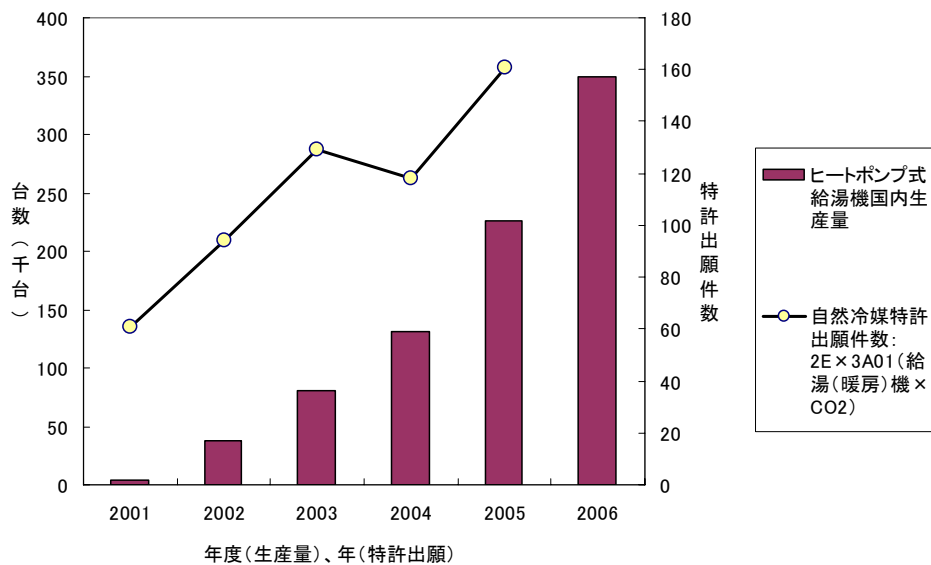
図-34 電気冷蔵庫の冷媒の自然冷媒への転換の推移



出典：高圧ガス Vol. 43 No. 11(2006) 木戸長生著 p23-27

ヒートポンプ式給湯機の国内生産量の推移と自然冷媒の中のCO₂給湯機関連（中分類 2E×小分類 3A01）の特許出願件数との関係を図-35に示した。関連特許出願件数は著しく増加しており、ヒートポンプ式給湯機の国内生産量の増加と対応している。特許出願件数も2006年で約160件と多く、技術開発注力分野となっている。

図-35 ヒートポンプ式給湯機の国内生産量と関連特許出願件数との関係



出典：http://www.jraia.or.jp/frameset_statistic.html 社団法人 日本冷凍空調工業会 (jraia) 2007年11月6日

注) 自然冷媒の出願件数は、発明単位でカウント。

第6章 総合分析

「自然冷媒を用いた加熱冷却技術（自然冷媒と表記）」および並行して「自然冷媒以外の環境対応冷媒技術（代替フロンと表記）」の調査を実施した。調査結果に基づく総合分析について表-36 に示した。総合分析では、自然冷媒に重点をおいて分析を行い、代替フロンについては必要な項目を適宜記載した。

表-36 総合分析結果一覧表

調査項目	分析結果
特許動向	<ul style="list-style-type: none"> ● 日本企業は自然冷媒を用いた冷凍・空調機関連の主要な技術分野において特許出願件数で外国企業に比べ圧倒的にリードしている（図-9）。 ● 自然冷媒の日本から外国への出願件数は米国、欧州、中国が同程度で、外国との件数収支は、米国、欧州と拮抗している（図-10）。 ● 自然冷媒ではCO₂が多く次いで炭化水素であった。CO₂の応用分野では、空調機、給湯機、冷凍・冷蔵庫、カーエアコン、自動販売機の順であった（図-15）。
研究開発動向	<ul style="list-style-type: none"> ● 自然冷媒の論文件数は特許と同様、日本がリードしている（図-18）。 ● 技術区分解析の結果、論文の対象テーマは、CO₂冷媒の給湯機が突出していた（図-20）。 ● 基礎研究に関連の深い自然冷媒の国際会議の発表件数では欧米と拮抗していた。
政策動向	<ul style="list-style-type: none"> ● 地球環境保護のため、現行のGWPの高いHFC冷媒から、ODPがゼロでかつGWPの低い、自然冷媒、または低GWP含フッ素系冷媒への転換に向けた世界の規制、自主規制が始まっている。2007年には欧州のF-ガス規制が発効している（表-23）。 ● 併せて、空調機・カーエアコン等の分野では、省エネルギー向上を重視した規制が続けられている（表-25）。 ● エネルギー高消費機器である冷凍・空調機に対する日本の省エネルギー規制は厳しいが、日本企業はその規制をクリアしている（表-25）。 ● エネルギー効率に関する特許出願件数も多く、日本企業の省エネルギー技術の開発力は高い。
市場環境動向	<ul style="list-style-type: none"> ● 自然冷媒機器の実用化では、日本は殆どの分野で世界に先行している。国内ではCO₂ヒートポンプ式給湯機の普及、イソブタンの家庭用冷蔵庫へのほぼ100%転換、などが達成されている（図-33、34、35）。 ● 日本メーカーの産業競争力は高く、空調機、冷蔵庫、カーエアコンなどの海外展開も進んでいる。 ● 日本仕様の高付加価値化した機種機能・性能面での競争力は高い。 ● 日本の冷凍・空調機のCOPは世界最高レベルにある（図-26）。
日本の技術競争力	<ul style="list-style-type: none"> ● 日本の自然冷媒を用いた技術開発、製品開発の技術競争力は、世界のトップレベルにある（図-33、34、35）。 ● 物性や伝熱の測定など基礎研究面では欧米と拮抗しているが、応用、製品化、高付加価値化の技術競争力は高い。 ● 応用技術開発の競争力の高さは、広範な技術分野での特許出願件数や論文件数の多さに現れている（図-11、12、18）。 ● 高品質な重要部品・部材の開発力と生産技術で世界をリードしている。 ● 日本の低GWP含フッ素冷媒の技術開発は米国化学メーカーに遅れている。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ● 市場規模が大きくエネルギー消費の大きい空調機、カーエアコンの冷媒転換の動向は、地球環境や産業（競争力）への波及効果が大きく、日本の産業にとって極めて重要なテーマである。現在、CO₂冷媒への転換方針を発表したドイツを含めて各国の冷媒転換の具体的な方向性（自然冷媒、低GWP含フッ素冷媒）は決まっていない。

第7章 提言

これまでの特許出願動向調査、研究開発動向調査、政策動向調査、市場環境調査の総合分析と有識者の意見とを総合して、「自然冷媒を用いた加熱冷却」分野および「HFC代替フロン等の含フッ素冷媒を用いた加熱冷却」分野における、日本の優位性を維持・拡大するための好ましい方向を提言する。

提言1：省エネルギー技術の一層の向上（代替フロン、自然冷媒）

- 地球温暖化防止の視点から最も影響度（効果）の大きい省エネルギー技術の、より一層の向上が望まれる。

世界的に温暖化防止のため環境規制が強化されている。エネルギー高消費機器である冷凍・空調装置に対する日本の省エネルギー規制として、エアコンと冷蔵庫ではトップランナー方式によりエネルギー消費効率の目標基準値が決定されている。エアコン（4kW以下・直吹き壁掛け形冷暖房兼用）では1997冷凍年度→2004冷凍年度で目標のエネルギー消費効率改善66.1%に対して67.8%を達成、電気冷蔵庫では1998年度→2004年度で目標のエネルギー消費効率改善30.5%に対して55.2%を達成した。さらに2010年度に向けてエネルギー消費効率改善の新たな目標基準値が設定されている（表-25）。このようにして日本製品の省エネルギーの指標であるCOPは世界最高レベルにある。

エネルギー消費効率改善の実績（図-24、表-25、図-26、図-27）とともに、エネルギー効率改善に関する特許出願件数においても日本は外国に比べはるかに多く、省エネルギー関連の技術開発において、日本企業が世界をリードしていることを示唆している。

今後、更なる省エネルギー技術開発を推進し、新たなブレークスルー技術の開発を目指しつつ、地道な成果を積み重ね、より一層の省エネルギーを進めていくことが肝要である。なお、技術開発のとり進めにおいて、省エネルギー効果とコストアップとの総合評価の視点が必須である。

提言2：自然冷媒適用に向けた技術開発・製品化の更なる推進

- 自然冷媒の物性特性を活かせる適材適所のシステムに適用されることが望ましい。
- COP低下抑制とコストアップ抑制の総合的な視点が重要である。

地球環境保護のためには、代替フロンから、ODPがゼロでかつGWPの低い、自然冷媒や低GWP含フッ素系冷媒への転換が図られることが望ましい。

自然冷媒を用いた冷凍・空調システムの技術開発は、多くの日本企業で検討がおこなわれ、競争力のある分野で実用化されてきている。日本における自然冷媒の適用機器として、業務用冷凍機（NH₃、NH₃/CO₂カスケード系、プロパンなど）、ヒートポンプ式給湯（・暖房）機（CO₂）、冷蔵庫（イソブタン）などがある。最近では自動販売機（CO₂、イソブタン、プロパン）やショーケース（CO₂）が製品化されている。このように、自然冷媒を用いた機器の製品化では、日本は殆どの応用分野で世界に先行している。また、自然冷媒関連の特許出願件数は、日本が圧倒的に多く、技術開発・製品化で日本が世界をリードしていることを示している。この強みを活かし更なる技術開発・製品化を推進し、市場の拡大や適用分野の拡大を図る。

なお、自然冷媒では、固有物性のため、その物性特性を活かせる適材適所のシステムに適

用されることが望ましい（図-1、表-2）。また、COP 向上や冷媒の危険性回避のため、冷媒を組み合わせたカスケード方式などシステムを複合化した使用もあり得る。特に CO₂ 冷媒を用いるときには COP 低下抑制とコストアップ抑制の総合的な視点が重要である。

また、普及時の波及効果が最も大きい空調機、カーエアコン分野への自然冷媒(CO₂)適用に対する世界の動向は不透明であるが、国・地域・適用分野において、規制等による自然冷媒推進促進の可能性も考慮しつつ、更なる技術開発・製品化を推進する。

また NEDO による「ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発」プロジェクト(2005 年度～2009 年度)も実施されており（表-22）、その技術を自然冷媒適用分野での実用化に資する。

提言 3：低 GWP 含フッ素冷媒適用に向けた技術開発・製品化の推進

- 世界における、低 GWP 含フッ素冷媒への転換の動向に対して、特に空調機、カーエアコン分野への適用に対する技術開発・製品化を外国企業に遅れることなく推進することが肝要である。
- システムの COP 向上、コストアップ抑制とともに、冷媒の安全性、安定性などが重視される。

地球環境保護のためには、代替フロンから、ODP がゼロでかつ GWP の低い、自然冷媒や低 GWP 含フッ素系冷媒への転換が図られることが望ましい。

低 GWP 含フッ素冷媒への転換に関しては、欧州のカーエアコンに関する指令では、GWP150 以上の冷媒の新型車への組込禁止(2011 年)、全新車に対しての禁止(2017 年)が出されている(表-23)。現在、カーエアコン対象の低 GWP 含フッ素候補冷媒について各種評価が実施されている段階である。空調機(ここでは、カーエアコンを除く定置式エアコンを指す)用の候補冷媒は未だ提案されていない。低 GWP 含フッ素系冷媒は、GWP 値、冷媒性能、安全性など必要事項を満たすべく総合的な開発・評価を経て、実用化が進められていくであろう。

低 GWP 含フッ素冷媒適用に関する今後の動向に、十分注意する必要がある。低 GWP 含フッ素冷媒適用に向けた技術開発・製品化において、外国企業に遅れることのないようにすることが肝要である。

現在、低 GWP 含フッ素冷媒の研究開発は主に米国化学メーカーでおこなわれており、冷媒供給の面から日本の企業が弱い立場に立たされることが懸念される。新たな低 GWP 冷媒の研究開発を、長期レンジで日本も行なうことが望まれる。

提言 4：戦略的特許出願の推進

- 重点地域、技術分野に漏れのない特許出願を戦略的に行なうことが必要である。

自然冷媒を用いた冷凍・空調機関連の主要な技術分野において日本企業の出願件数は 80%～95%を占め(図-11、図-12)、外国企業に比べ圧倒的にリードしている。日本企業の機器や商品の開発力の高さと(図-33、図-35)、製品の高品質や高機能による市場競争力の高さに繋がっている。今後も技術分野に漏れのない特許戦略を継続していくことで、技術競争力と製品競争力の維持・強化を図る。

なお、外国への出願件数では、米国や欧州と拮抗しており(図-10)、外国への出願件数比率は低かったが、日本企業の外国での競争力は損なわれていない。空調機等の外国生産が多いことから、外国での特許戦略が重要である。今後、海外展開を考慮した外国への特許出願

を戦略的に行なうことが必要である。

提言 5：自然冷媒、または低 GWP 含フッ素系冷媒への転換の推進

- 地球環境保護のために検討されてきた、現行の GWP の高い HFC 冷媒から、ODP がゼロでかつ GWP の低い、自然冷媒、または低 GWP 含フッ素系冷媒への転換は、総合的な地球環境影響削減の視点 (LCCP) をもって、推進する必要がある。

地球環境保護のため、1987 年のモントリオール議定書のオゾン層保護のためのフロン排出規制、次いで 1997 年の京都議定書の地球温暖化ガス排出規制(代替フロンや CO₂) が施行されてきている。

フロンの規制によりオゾン破壊係数 (ODP:Ozone Depletion Potential) の高い 5 種類の CFC (クロロフルオロカーボン) を総称する特定フロンは先進国では 1995 年末に全廃され、ODP のより低い指定フロンと呼ばれる HCFC (ハイドロクロロフルオロカーボン) 類についても先進国では 2019 年末に全廃が予定されており、さらに ODP がゼロの代替フロンと呼ばれる HFC (ハイドロフルオロカーボン) への転換が進められてきた (表-23、図-28)。しかし、この代替フロンはオゾン層を破壊しないものの温室効果ガス (地球温暖化係数 (GWP) が高い) として指定されており、廃棄時の回収義務など使用上の制約を受けているが回収率には限界があり、また運転時の漏洩など、ある程度の排出は避けられない。地球環境保護のためには、代替フロンから、ODP がゼロでかつ GWP の低い、自然冷媒や低 GWP 含フッ素系冷媒への転換が図られることが望ましい。

なお、現行の GWP の高い HFC 冷媒から、自然冷媒、または低 GWP 含フッ素系冷媒への転換は、冷凍・空調機器の製造、使用、廃棄に伴う総合的な地球環境影響の削減の視点 (LCCP: Life Cycle Climate Performance) をもって、進める必要がある。

提言 6：国際標準化と競争環境の整備

- 国際標準化において継続的に活動し、公正・公平性の確保に努める。

国際規格 ISO、IEC の標準化策定の技術審議委員会の活動に、対応する学会や工業会が事務局として参加している (表-29)。国際標準化において継続的に活動し、公正・公平性の確保に努め、標準化による不利益や参入障壁の増大などがないようにすることが望まれる。

エネルギー消費効率 (COP) の測定法・表示法を国際標準化し機器性能を公正に比較できる競争環境を整備していくことが、日本メーカー製の機器の高い省エネルギー性能を際立たせることになり、競争力強化につながる。また、自然冷媒の CO₂ や炭化水素の安全性やその他に対する国際的な規準については、研究・開発や製品化で先行している日本が主導することが望ましい。少なくとも日本が不利となることのない規準の策定を目指す必要がある。世界のメーカー間の競争環境を同じにできれば、日本メーカーの高い技術開発力による優位性が発揮されることが期待される。