

コンセンサス形成プロセスで導かれる利潤獲得可能性

——家庭用エアコンにおける新冷媒の標準形成過程——

中原久美子* / 梶山泰生**

I はじめに：先行研究と問題意識

標準化戦略をめぐって，1980年代以降多くの観点から議論されてきた。市場に製品が投入されて以降の競争によって定まるデファクト標準が目されるようになり，標準化が促進される条件としてのネットワーク外部性の存在や（Katz and Shapiro, 1985; Farrell and Saloner, 1985），形成された標準の経路依存性などが議論されてきた（David, 1985）。標準獲得の方法として，クローズド戦略とオープン戦略という二つの戦略が比較されたり（浅羽, 1995; Shapiro and Varian, 1999），標準化を主導する企業の能力として，プラットフォームリーダーシップの問題が検討されてきた（Gawer and Cusumano, 2002）。

標準の形成プロセスは，リーダー企業の有無によって変わってくる。プラットフォームリーダーが存在していて，リーダー企業が主導する形での決定と（Gawer and Cusumano, 2002），標準策定組織（SSO）によるコンセンサス型の決定の違いがある。いずれも市場の競争によってデファクト標準が形成されるという点では違いがないが，その決定プロセスの進み方は異なっている。リーダー型の標準形成では，リーダー企業が価値創造と価値獲得のバランスをとることが強調され，フォロワーとなる企業に創造された価値を分配することで，エコシステムへの参加と標準の使用を促すことが求められるのに対し，リーダーシップに必要な資源が多く企業に分散している場合は，このような中核企業による調整がうまく働かない。このため，自発的な標準策定組織（SSO）による技術標準についてのコンセンサス形成が図られることになる。

委員会などの標準策定組織による標準策定プロセスについては，様々な側面から議論がされている。標準化策定組織と市場による標準化プロセスの比較や（Farrell and Saloner, 1988），グループごとの標準化戦略の違いとその間の相互作用（Farrell and Shapiro, 1992），標準化委員会における影響力の源泉（Weiss and Sirbu, 1990），あるいは標準策定に関わった企業の知財戦略（Bekkers et al., 2002）など，事例研究を中心とした多様な研究の蓄積がある。これらの研究を受けて，標準策定プロセスにおける知財戦略について，クローズドとオープンの戦略の軸に加えて，コンセンサスの形成過程におけるその戦略の透明性という観点が提案されている（Simcoe, 2006a; 2006b）。また，標準化策定組織による標準形成の場合は，事前の合意形成に時間がかかるため，イノベーションが遅れがちになるものの，標準に組み込まれた特許の引用が増加することも明らかにされている（Rysman and Simcoe, 2008）。

* 責任著者 京都大学大学院経済学研究科ジュニア・リサーチャー

** 京都大学経営管理大学院教授

しかしながら、標準化をリーダー企業主導で進めるのか、標準化団体主導で進めるのかどうか、その後の利潤獲得可能性にどのような影響を与えるのかについては、これまであまり議論されていない。既存研究では、標準に知財をどの程度組み込むべきか、あるいは標準に関連した知財からどのように収益を上げるかについては議論されてきたが、標準化の形成のされ方そのものによって、標準が企業の収益にとって持つ意義も異なってくるのかどうかについては十分検討されているわけではない。加えて、標準化に関するコンセンサスが形成される方法が、どのような条件によって決まってくるのかについても、あまり明らかにはなっていない。標準化に関するコンセンサスはどのように形成されるのだろうか。そして、そこでの標準化は事業戦略にとってどのような意義を持つのか。これらの問いに対する答えが明らかにされる必要がある。

そこで、この研究では、外生的に標準化が必要となった製品に焦点を当て、そこでの標準化プロセスと事業戦略、とりわけ利潤獲得可能性との関係を検討したい。そして、標準化がリーダー企業主導型とコンセンサス型では、標準形成プロセスがどのように異なっており、それがその後の利潤獲得可能性にどのような影響をもたらすのかについて検討したい。

II 研究方法と研究対象

上記の問題意識を探求するため、本研究では事例研究を方法として採用する。これまでの標準化関連の事例研究で中心であった電子部品や半導体・通信等のIT関連分野とはやや毛色の違う素材産業における標準化の事例として、家庭用エアコン（以下RAC：Room Air Conditioner）における新冷媒HFC¹⁾-410Aの事実上の標準が決まるプロセスの事例を対象として探索的な事例研究を実施する。

具体的な事例として冷媒を選択したのは、システム度の比較的低い製品であるため、知的財産権をベースとして、標準化によって持続的競争優位を実現するという戦略がより前面に出やすいからである。医薬などのシステム度の低い製品では、特許と収益性の関係が強いことが分かっており、知財と標準化の議論を整理する対象としては、電機電子やソフトウェアなどの領域に比べて、より収益性と直結した議論が可能になると考える。

この事例研究では、少し複雑ではあるが、二つの部分事例による比較事例研究を含む単一事例研究の形を採用している（Eisenhardt, 1989; Yin, 1994）。事例としては、日本における新冷媒の採用に関する標準形成プロセスを対象として研究するが、その中に二つの事例研究の比較を含む形をとっている。このリサーチデザインによって、類似の状況にあるにも関わらず異なった標準形成プロセスをたどった二つの事例を比較することが可能になる。

一つ目の事例では、新冷媒の標準化プロセスの特徴や、標準化後の各プレイヤーの利潤獲得可能性について議論する。特に、評価基準・評価方法・試験プロセスの生成過程が規格間競争、ひいては後のビジネスモデルに大きな影響を与えていたことを示す。

二つ目の事例では、HFC-410Aに代わる冷媒として、HFC-32が日本のルームエアコンではデファクトスタンダードとなっていく過程を、主導的立場であったダイキン工業（以下ダイキン²⁾）

1) ハイドロフルオロカーボン（Hydro Fluoro Carbon）オゾン破壊係数はゼロだが、地球温暖化係数が高い。

2) 2017年1月現在、世界で唯一冷媒と空調機の両方の製造を担うメーカーである。

の動きとともに確認し、HFC-410A との比較から事実上の標準の成立の違いを指摘する。そして、SSO による標準形成とリーダー企業による標準形成プロセスの違いや、それが可能となった条件などについて、HFC-410A の事例と比較しながら明らかにしていく。

本稿の事例研究の記述には文末の参考文献に示した新聞記事、松下・東芝・三菱・日立の企業が発行する技術報、またダイキン工業(株)および RAC 業界各社への聞き取り調査によって得られたデータを使用した。

Ⅲ 事例分析

1 代替フロン冷媒の標準化①：HFC-410A の場合

i. 新冷媒の標準化プロセス概要

エアコンや冷蔵庫などにおいて冷却機能を実現するためには、熱を温度の低い所から高い場所へ移動させる仕組みが必要である。冷媒とはこの仕組みを媒介するために使用される物質であり、もともとアンモニアが用いられていたが、1980年代には、ほとんどの装置でフロンガスが冷媒として使用されるようになっていた。RAC の冷媒としては、かつては HCFC³⁾-22 が使われており、燃えない、毒性がない、冷媒として安全で性能（冷房能力の性能）が良いという単一の冷媒で、冷媒としてすべての条件を満たしていた。

ところが、1980年代後半に、突然 RAC における新冷媒の探索、採用が必要となった。その理由としては、そもそも RAC で一般的に採用されていた冷媒である HCFC-22 がオゾン層を破壊する性質を有する点が環境問題として浮上してきたことがあげられる。1987年にモントリオール議定書⁴⁾が作られ HCFC-22 がいずれ全廃されることに決まり、新冷媒の探索・実用化が必要になったのである。

冷媒はエアコンにとってはコアの要素であるため、これまでの冷媒が使えないとなると、何が代替冷媒として利用できるのか探索する必要があった。そこで、オゾン層を破壊しない物質で、しかも冷媒として性能を出せる物質が探索されたが、単一冷媒には適切な冷媒が存在しなかった。そこで、混合冷媒と呼ばれる、いくつかの冷媒の組み合わせによって、冷媒としての性能を実現するものを探索することになった。

具体的な冷媒としては、HFC の 2, 3 成分の合成による HFC-404A, HFC-410A, HFC-407C など、非常に多種の冷媒が開発されたが、最終的に HFC-410A を用いたエアコンが 1998 年に各社から市販されることになり、RAC では、HFC-410A が新しい冷媒の標準となった。標準となった HFC-410A は、HFC-32 と HFC-125 と呼ばれる二つの冷媒が 1 : 1 で混合されている。HFC-32 は少し燃えるが、冷媒としての効率は良い。これに対し、HFC-125 は不燃性が高いが冷媒としての効率（冷凍特性）は悪いので、混合にすることによって両者の良いところ、つまり不燃でかつ効

3) ハイドロクロロフルオロカーボン (Hydro Chloro Fluoro Carbon)。クロロフルオロカーボン (Chloro Fluoro Carbon) よりもオゾン破壊係数は低いが、HCFC-22 のオゾン破壊係数は 0.05、現行冷媒 HFC はゼロである。

4) 1987年カナダのモントリオールで採択され、1989年に発行したオゾン層保護を目的とした国際協定で、規制対象となった特定フロン CFC (クロロフルオロカーボン) は 2009年までに全世界で全廃された。CFC よりもオゾン破壊係数の小さい HCFC (ハイドロクロロフルオロカーボン) は先進国では 2020年、途上国では 2030年までに全廃することになっている。

率が良くなることから選ばれた。

HFC-410A, HFC-407Cについては、どちらも安全で、かつ性能もある程度満足のいく水準であったため、当初は二つの冷媒が二通りに使われた。HFC-407Cは、高圧対応が不要で、それまでのエアコンの設計を変更しなくても使えるというメリットがあったため、設計変更のタイミングが少ない（5年に1回ぐらい）業務用では、HFC-407Cを使っていた。だが、HFC-410Aの方が数%オーダーではあるが若干性能が良く、省エネ性能向上が見込まれたため、省エネの競争が激しい家庭用には適していると判断され、RACにはHFC-410Aが採用された。

HFC-410AとHFC-410Bで迷っていた企業もあったが、結局この企業でもHFC-410Aが最終的に採用された。その理由は、主にHFC-410Bが不燃性の問題をクリアできなかったからであった。

こうして、各企業が独自にHFC-410Aの採用することを判断して、製品化した結果、1998年にHFC-410Aという混合冷媒を用いたエアコンが揃って市販された。これによってHFC-410Aが事実上、エアコン冷媒の標準となったが、このHFC-410Aに関する知財はデュポン社とハネウェル社（当時はアライドシグナル）が持っていた。このため、その後、拡大したHFC-410A市場において、この2社は生産とライセンスをあわせて、独占的な地位を占めるようになった。

ii. 新冷媒の探索過程

HFC-410Aはデジュール標準ではなく、デファクトで選択されたものである。公的な標準として事前に定められたのではなく、製品の販売前に一つの標準に収斂してはいたものの、あくまで各エアコンメーカーが独立に意思決定した結果である。

冷媒はエアコンにとってはコアの要素であるため、これまでの冷媒が使えないとなると、新たに代替冷媒として何が良いのかを探索する必要がある。しかしながら、代替冷媒として必要な条件、すなわちオゾン層を破壊しない物質で、冷媒として現状の冷媒と同等またはそれ以上の性能が出せるという条件を満たす適切な物質は単一冷媒には存在しなかった。当初は混合冷媒に関する知識水準が低く、非常に広い範囲の組み合わせの探索と評価が必要だったため、この評価のコスト⁵⁾が非常に高くなると考えられていた。

まず1991年に日本冷凍空調工業会（略称JRAIA）のエアコン技術委員会および冷媒委員会の下に代替冷媒転換委員会が設置され、当初は小型エアコンメーカーと冷媒メーカーで代替冷媒の評価が始められ、その後大型空調機、冷凍機、自動販売機、ショーケース、潤滑油、配管・継手メーカーなどが参加し1992年にHCFC-22, CFC-502の「代替冷媒評価調査事業計画」（略称JAREP）が発足した⁶⁾。

日本での新冷媒探索への取り組みにほんの少し遅れて、日本とアメリカでこの件に関する共働の話が出て、日本、アメリカ、カナダで代替冷媒評価検討プログラム（AREP/JAREPプログラム）⁷⁾がスタートし、それから6～10か月程遅れて欧州勢が参加した。主に日本の空調メーカーと

5) 費用と人材は参加企業が負担し、事務局費用は日米の冷凍空調工業会が負担した。

6) 参加企業：（メンバー・機器メーカー）神戸製作所、サンデン、三洋電機、シャープ、ダイキン工業、東芝、富士通ゼネラル、日立製作所、前川製作所、松下電器産業、松下冷機、三菱重工、三菱電機；（オブザーバー・冷媒メーカー）ICIジャパン、旭硝子、ダイキン工業、三井デュボンF、昭和電工；（オブザーバー・潤滑油メーカー）出光興産・カストロール・ジャパンエナジー・松村石油・三菱石油・日本石油・日本サン石油。

7) 1997年1月に活動を終了した。

冷媒メーカーおよびアメリカの空調メーカーと冷媒メーカー、政府機関、国および州の研究機関、複数の大学等が参加し、それぞれ担当の冷媒を評価した。代替冷媒評価検討プログラムでは、評価項目と実験条件、および企業側の実装可能性やコストの問題などが検討されて、その評価の結果がJAREPで報告された。

ただし、この評価検討プログラムでは、AREPもJAREPも参加企業の意思決定に関与しない立場であり、標準化が当初の目的だったわけではなく、実際にJAREPで標準とする冷媒について意思決定したわけでもない。評価結果はすべての参加企業に公表されたが、JAREPの場で各社の冷媒採択の意思決定がなされたのではなく、あくまでも実験結果を共有しただけであり、それを元に、各企業が独自に使えると思った冷媒を判断し製品化した。つまり、HFC-410Aの採用は、いわば暗黙の共謀として選択されたものである。

評価結果の報告を元に、各企業が自社に最適な冷媒を決定していくが、その際には、デファクト的な標準化のメリットを意識しており、業界団体でのつながりや部品サプライヤーから得た情報などで他社動向を踏まえて意思決定されていたようである。

独自に意思決定していたひとつの証拠として、最後の意思決定は同じだが、途中はそれほど一致していたわけではなかったことがあげられよう。既存の投資の影響などの違いで、各社で微妙に異なった探索プロセスをたどっている。HFC-410Aは冷媒自体の圧力が高いため、これに対応するため基幹部品（圧縮機、熱交換器、配管の厚さ、弁など）をすべて作り変える必要があったのだが、これらの技術課題への対応は企業ごとに異なっていた。

特に、心臓部であるコンプレッサにかかる圧力が高いため、高圧対応が問題だった。この点、スイングコンプレッサの技術を開発していたダイキンは、HFC-410Aの採用では少し有利だったようである。業界の支配的な方式であるロータリー式に比べて、ダイキンが開発していたスイング式（技術的にはロータリー式の延長線上にある）は、高圧冷媒への切り替え時に特長を生かせる技術を有するもので、高圧部と低圧部の線接触を限定できるので、ロータリー式に比べて高圧の冷媒の採用が容易だった。

だが、最終的にひとつの冷媒に収斂していったのには、ほぼ2か月に1度の代替冷媒転換委員会の開催やJAREPでの年2～4回の技術検討会、学会の発表（JRAIA春・秋のシンポジウム）などで、特定課題に対する発表が増えるので業界全体の流れが共有されたことおよび冷媒に関してはデュポンおよびアライドシグナル、機器に関してはキャリアおよびパナソニックなど業界におけるリーダー企業の動向に注目が集まっていたことが大きい。エアコンの部品を作っているメーカーがこの部品を使えばこういう対応ができるという発表をするなど既成事実を作ってきて、それに機器メーカーが乗るといった流れもあった。例えば電子膨張弁を作っている会社は日本では2社（不二工機、鷲宮製作所）しかなく、他のメーカーの依頼で開発したものを他社にも提案して広まったりもした。

表1 HFC-410A・RAC 実用化までの業界と企業の動き

	JRAIA（業界）・企業の動きと認識	各社による技術課題の認識と克服
1992	1992年からARI（アメリカ空調工業会）を中心とした代替冷媒評価の国際共同研究に参加	
1994	単一冷媒からはHCFC-22の代替冷媒は見つからず、HCFC-22と性能が類似する無毒、低燃焼性のHFC系（HFC-410A、HFC-407C）混合冷媒で検討が進む	
1995	本年までにオゾン破壊係数ゼロの冷媒の性能評価を完了（計画）	
1996	<ul style="list-style-type: none"> 次期冷媒の方向性がほぼ定まり、製品化のための周辺基礎技術の研究開発および市場導入に向けた市場への対応準備を開始 規制前倒しを懸念。これに対応するために、早期に代替冷媒技術を確立することが重要 空調用HCFC-22代替冷媒候補はHFC-407C及びHFC-410Aにほぼ絞られてきた（HFC系混合冷媒） HFC-410AはHCFC-22の代替冷媒たりうることを試験により確認・この2種の代替冷媒について、盛んに性能評価が行われる どちらを選択するかが問題（まだ一つに絞られていないがHFC-410Aについての研究が多い） 	<p>HFC-410Aは</p> <ul style="list-style-type: none"> HCFC-22比で圧力が1.6倍と高いため圧縮機をはじめ主要部品に対して耐高圧設計が必要 熱伝達率が高く圧力損失が小さいためシステムCOPの向上が期待できるがHCFC-22用圧縮機ではその能力を引き出せず、最適条件を探す必要がある 圧力が高い分充填冷媒量は少なく済み、その入手も容易で経済性も高い 不燃と認定される可能性が高い（安全性が高い） 疑似共沸であり単一冷媒と同様の扱いでよい（扱い易い） 耐熱設計を強化する必要性から大型機種には不向き 潤滑性が悪いため、従来の冷凍機油は使えず新たな組み合わせの検討が必要 2種混合冷媒でありサービス性ではHFC-407Cに優る <p>HFC-407Cは</p> <ul style="list-style-type: none"> 伝熱性が悪く、冷凍サイクルの圧力損失の低減が必要 冷房時と暖房時のCOPに差があり、バランスをとる工夫が必要 ユニットの耐圧設計は現行（HCFC-22）と同等でよい 暖房時に室外熱交換器に着霜しやすくヒートポンプサイクルを構成する上では不利 非共沸冷媒で弱可燃性（安全面で懸念）
1998	<ul style="list-style-type: none"> HCFC代替冷媒の研究とそれらを使用した機器の商品開発研究が業界最大の課題 各社ともルームエアコン用代替冷媒としてはHFC-410Aを選択・その際の基準は、信頼性、安全性、効率、サービス性等で、総合的に判断 早い企業では年初から新冷媒（HFC-410A）を使用したルームエアコンの発売を開始 採用する圧縮機の機構の違いにより、安全性に影響を及ぼす冷凍機油が選定され、それらの条件に見合った材料・設計変更がなされた 	<p>HFC-410Aはルームエアコン用に、HFC-407Cはパッケージエアコン用に選定が一本化</p> <p>HFC-410A</p> <ul style="list-style-type: none"> 耐圧設計は可能であり、同時にシステムそのもののコンパクト化も図れるとの判断 圧縮機、熱交換器など主要および周辺部品の設計変更、コンポーネントの再検討、新しいユニットの設計などによりHCFC-22を上回るシステムCOP向上が可能なることを確認

iii. 冷媒の標準化を促進した要因

一般に、自社が知財を有し、排他的に供給できる製品を業界標準にすることのメリットは大きい。冷媒の採用にあたっては、冷媒メーカー各社の知財の状況から自社に有利な方に標準を誘導しようという動きが出る可能性はあった。実際に、冷媒メーカー側から様々な提案がされた。知財を

保持している冷媒を採用させようという冷媒メーカーの意図もあったが、製造設備を無駄にしないためという側面もあった。

一方で、冷媒の規格は、冷媒メーカー単体では決められないという性質があったのは確かである。実機（冷凍サイクル）に入れて見ないと、冷媒の本当の評価はできないためである。決定に当たって、フロンのメーカーだけであれば、知財のバランスばかりが重視された選択になった可能性もあったが、セットメーカーが入っていたので、より合理的な冷媒が選択されたようである。

また、冷媒の知財の場合、単一冷媒であれば一社が単独で知財を確保できるが、混合冷媒の場合は、複数の企業が当該冷媒の特許を持っているため、それぞれの知財を交換することになり、なんらかの標準化を志向するという側面もないわけではない。

ただ、そうであったとしても、エアコンメーカー各社が、それぞれ自社に有利なように別の冷媒メーカーから別の冷媒を採用し、垂直統合的な競争に持ち込むことで、単独の冷媒供給企業の支配を免れようとする可能性はあった。

HFC-410A は「アメリカのアライドシグナルが特許を持っており、JAREP が交渉して日本の冷媒メーカーに特許使用権（有償）を与えるという覚書を取ることでこの問題をクリアし」また HFC-407C は「アメリカのデュポンが基本特許を有し、異種冷媒混合比で A 社がデュポンに提案する形での共同出願特許となっていた」（A 社への聞き取り調査から）

ここで、標準化を志向する強い誘引となったのが、補完財供給の効率化の要請である。例えば、冷媒は充填してメンテナンスの時に補充する必要があるが、業者が冷媒のストックを持っていないと補完できないが、これが複数あると効率が悪いので、冷媒の統一化の要請がある。また、RAC の部品供給においても規模の経済の実現の必要性があり、エアコンで使用される冷媒が統一されていた方がよい。

このため、実際に、他社よりも導入において有利な立場にあった A 社でも、導入の足並みを揃えた方が得策だとの判断をして、タイミングをあわせる検討をしている。

「現行冷媒が使えなくなるということになり、冷媒の検討をやり、例えば業界に先駆けるのか、足並みそろえるのか、議論があった。」（A 社 X 氏）

「ルームエアコンは設置工事の質により漏れることもあるので、漏れた場合の対応を考えると、補充用の冷媒を供給するための仕組みを整える必要がある。これを一社でカバーするのは難しいため、他社と足並みを（数ヶ月の差はあるにせよ）揃えた方が得策だとの判断をした。」（A 社 Y 氏）

「早く製品を市場投入することができたが、冷媒供給の問題を考えると、製品の市場投入についてはタイミングを図らなければならなかった。」（A 社 Y 氏）

「新冷媒採用エアコンの実用化が(19)98年に集中したのは必然的なことだった。新冷媒移行へのアナウンスを聞き、研究開発をして、製品化をして、という一連の流れをかなり全力でやっ

て(19)98年に発売だった。」(A社インタビューより)

iv. 規格間競争なきデファクト標準化

以上のように、冷媒の事例では、デジュール標準が無くとも、各種の条件が揃うことによって、事後的な規格間競争を起こすことなく、事実上の標準化が生じていたことに注目したい。

標準には大きく分けてデジュール標準とデファクト標準がある。デジュール標準とは公的に組織された標準化機関により『認証された基準』のことである。これに対し、競争の結果市場で認知されて事実上の標準となったものはデファクト標準と呼ばれている。デファクト標準の代表的な事例としてはビデオテープのVHS規格とベータ規格、あるいは最近の事例になるがブルーレイ規格とHDDVD (High-Definition Digital Versatile Disc) 規格の争いなどが挙げられる。

2種類の標準と規格内競争の関係性について簡単にまとめておこう。まず、デジュール標準の場合だが、公的な標準が事前に決められることで規格が統一され、規格内での競争が中心になるのが特徴である。これに対し、デファクト標準あるいは事実上の標準は、市場に製品として投入され、競争の結果として決まるものである。こうして規格間の競争が行われ、規格が定まるにつれて規格内競争へと焦点がシフトしていくのがデファクト標準と規格間・規格内競争の関係性に関する特徴である。

これに対し、この規格間競争が無いままにデファクト標準化がなされたのが、今回紹介しているエアコンの新冷媒の事例である。新冷媒の標準化は公的な標準として事前に定められたものでなく、各エアコンメーカーが独自に意思決定した結果であった。販売前に一つの標準に収斂した点が、規格間競争のある通常のデファクト標準形成プロセスとは異なっていた。

規格間競争なきデファクト標準化の場合、重要になってくるのは、それぞれが製品や部品を選択する際の選択基準に関する合意形成にある。今回の事例における、評価項目と実験条件については、JRAIA所属の日本企業は、大企業の情報収集力で開発力に差をつけることがないよう、さらにはこれを機に市場から退出する企業が出ないようフェアネスに気を遣い、主に専門家による検討結果を基本的にそのまま導入するという姿勢だったのに対し、アメリカの企業は、自社に有利になるような実験条件の採用を主張していた側面があったようである。技術的な評価基準の決定において、自社の知財戦略をふまえて戦略的に交渉したかどうか、結果的に冷媒の選定に影響を与えていた可能性があるということである。

実際に、新冷媒の探索過程では、最終的には可燃性の実験条件の設定のところ、アメリカの企業にイニシアティブを握られたことで、不利になった面があるのは否めない。

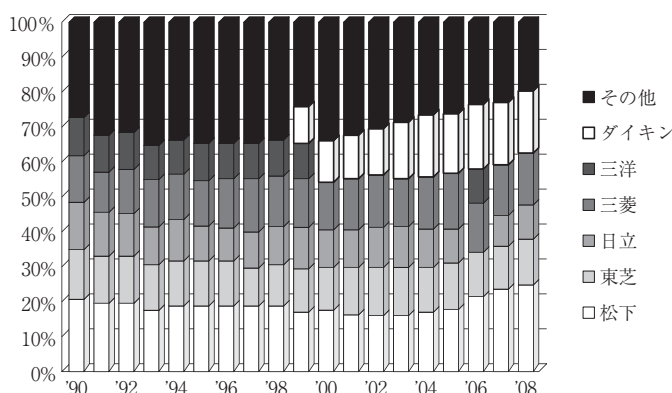
「ハネウエルが、ISOの会議で410Aの可燃性の実験条件の設定でも、410Aは湿度を上げると燃えやすくなるので、湿度の条件を最大50%にして絶対に譲らないという態度をとったが、安全面での理由は明確ではなかったように思う。逆にアンモニアの場合は、乾燥している方が燃えやすいので0%という条件を加えることに反対しなかった。自然冷媒も含めて、アメリカの規格をもとに、ISOの冷媒規格が形成されている。そこでも、ハネウエルが絶対に譲らない。」(A社インタビューより)

「可燃性の条件設定のところだけうまくいけば、うちがハネウエルの立場だったかもしれない

という可能性はあるにはありましたが、その時は能力不足だったとしか言いようがない。国際的な交渉能力が足りなかったし、そもそもどこに乗り込むか、まず構図が分かっていなかった。ロビーイングの実力がなかった。技術的な問題ではなかった。」(A社インタビューより)

v. 標準化後の利潤獲得可能性

日本のRAC産業では、半世紀以上にわたって、市場シェア上位数社でシェア全体の半分以上を占める寡占市場であること、および市場規模が拡大しても市場構成は変動しないことが特徴であった。なお1998年頃の国内市場はほぼ飽和状態に近づいており、買い替え需要や買い増し需要を上位企業で奪い合うという形であった。



『市場占有率』日本経済新聞社より作成

図1 RAC市場シェアの推移 (1990-2008 冷凍年度)

図1における縦軸は市場占有率、横軸は冷凍年度を表す。図1でも確認できるが、日本のRAC業界は、松下電器(現パナソニック)、三菱電機、東芝、日立製作所の4社で全体の約6割を占める寡占市場であり、1998年のHFC-410A採用RAC発売以前のダイキンは、非メジャー企業の一つに過ぎない。図1では、1999年を境にダイキンが市場に突然登場しているように見えるが、ダイキン自体は1998年以前からRAC業界に存在しており、シェアの低さから「その他」の категорияに合算されていた。

1999年以降の市場構成を見てみると、日本のRAC市場では寡占度がより進む一方で、「その他」に含まれる企業の市場シェアは減少している。ダイキンは既存メーカーのシェアを少しずつ奪いながら、メジャー企業化していったと見てとれる。(2006年度に日立のシェアが消えているのは、市場シェアが小さく「その他」に合算されたためである。)

HFC-410A採用エアコンの市場投入を契機に、日本では長年変化のなかった市場シェアの構成に変動が起きた。比較的生産規模の小さな企業はシェアを減らす結果になったものの、冷媒変更への対応後も市場で優位だったのは、いわゆる大企業であり、これらの企業間では、HFC-410A採用エアコンへの切り替えを契機として、極端な競争優位・劣位にはつながらなかったと言える。ただし、ここでダイキンが市場シェアを拡大してRAC市場における存在感を示したことが、将来的な競争優位を獲得するための足掛かりとなったことは否定できない。

2 代替フロン冷媒の標準化②：HFC-32⁸⁾の場合

i. HFC-410A から HFC-32 へ

低 GWP 冷媒である HFC-32 がクローズアップされてきた背景には地球温暖化問題がある。2017 年 1 月現在、日本の RAC 用冷媒は HFC-32 が標準になっており、世界的にも RAC 用冷媒として HFC-32 の使用が拡大している。HFC-410A から HFC-32 への転換プロセスについて、HFC-32 の冷媒メーカーであるダイキンの動きや国内外の規制などの外部環境を踏まえながら確認する。まず HFC-410A および HFC-32 の物性について簡単に説明する。

単一冷媒である HCFC-22 とは異なり、HFC-410A は HFC-32 と HFC-125 を 1 : 1 で配合した混合冷媒であり、冷媒メーカーとしてはその分技術料を上乗せできるメリットがある。HFC-32 と同量の HFC-125 を混ぜるのは HFC-32 の微燃性を抑えるためであるが、地球温暖化係数 (GWP)⁹⁾を見ると HFC-125 (GWP = 3,500) を混ぜることで、HFC-410A の GWP は 2,090 と高くなるが、HFC-32 単体では 675¹⁰⁾である。この観点から総合的な地球温暖化の影響を試算する¹¹⁾と、HCFC-22 の場合は 1,810、HFC-410A の場合は 2,027、HFC-32 の場合は 472 となり、温暖化の影響を HFC-410A 比で 75%低減することができる¹²⁾。一方、HFC-32 は HFC-410A 比で GWP が低いだけでなく、冷媒効率も高いため、使用する冷媒量を削減することができる。

混合冷媒である HFC-410A とは違って単一冷媒である HFC-32 は、冷媒の組成を気にせず、充填、回収、再生 (リサイクル) ができ、冷媒の取り扱い易さ、コスト面、安全性、効率の良さをメリットとして挙げられる。

RAC に実用化された冷媒のうち、現状ではすべての評価項目で優位な冷媒は存在せず、少なくとも現行品よりも性能面やコスト面で優位性のある冷媒が実用化できるまで、RAC 用冷媒としての HFC-32 の評価は維持されると予想される。

表 2 代表的な冷媒と温暖化効果

冷媒名	GWP	安全性	特記事項
HCFC-22	1,810	不燃	途上国で使用, 2030 年までに全廃
HFC-410A	2,090	不燃	先進国で冷媒として普及, 将来的に規制対象になる可能性がある
HFC-32	675	微燃	ダイキン工業 (日本) が開発, 日本では RAC 用冷媒の事実上の規格, 安全性, コスト, 効率で普及が進む, HFC-410A の構成冷媒, 将来的に規制対象になる可能性がある。コストは HFC-410A とほぼ同じ。
HFC-125	3,500	不燃	HFC-410A の構成冷媒, 冷媒としての効率が悪い
HFO-1234yf	1	微燃	デュボン (アメリカ) が開発, 2008 年頃からカーエアコンへの利用が進む, 安定性, コスト面で問題がある
HC (プロパン)	83	強燃	爆発を引き起こす可能性もあり安全面で課題がある
CO 2	1	不燃	空調用途では低効率, 電力消費が増大, 機器の大型化

注) GWP の数値は「地球温暖化対策の推進に関する法律施行令」における規制数値を示している。ただし、CFC、HFC、HFO と混合冷媒は平成 28 年経済産業省告示第二号、または平成 27 年第五十四号記載数値である。

8) HFC-32 はダイキンが開発した冷媒で、微燃性を有するが冷媒としての効率は良い。

9) GWP とは Global Warming Potential の略。二酸化炭素の地球温暖化係数を 1 とし、その何倍の地球温暖化効果があるかを示したもの。HFC-410A の GWP=2,090 は二酸化炭素の 2,090 倍の地球温暖化効果があることを示す。

(先進国と新興国の規制への取り組みと HFC の将来)

冷媒に対する世界的な規制の目的は主にオゾン層保護および地球温暖化防止である。オゾン層保護を目的としたモントリオール議定書（1987）では、日本やアメリカ、ドイツなどの先進国と中国やインドなどの新興国とは HCFC の使用削減および全廃スケジュールが異なっており、規制のスタートについては、先進国は新興国よりも約 20 年早い。その間、オゾン層保護を目的として先進国では代替冷媒として HFC-410A が普及¹³⁾したが、その GWP の高さが問題視されるようになり、地球温暖化防止の観点から HFC-410A に代わる冷媒が求められるようになった。なお、2010 年の日本における温室効果ガス総排出量は 12 億 5900 万 t-CO₂で、そのうち HFC が 1,830 万 t-CO₂で全体の約 1.5%を占め、排出される HFC のうち 93%が冷凍空調からのものである。

新興国での使用が認められている HCFC に代わる冷媒として使用が急増している¹⁴⁾HFC に関しては、地球温暖化への悪影響が顕在化している上に、今後新興国での RAC の普及に伴う悪影響の増大が懸念されている。2016 年 10 月の「モントリオール議定書（キガリ改定）」では先進国・新興国ともに HFC 削減に向けた具体的な削減目標（先進国の削減開始は 2019 年、新興国はグループによって 2029 年または 2032 年から）について合意がなされ、翌 11 月発効の「パリ協定」¹⁵⁾では世界の気温上昇を 2℃未満、平均気温上昇 1.5℃未満を目指すことが確認されたが、これは高 GWP の HFC の使用に対してより厳しい制約が課されたのに等しい。

先進国では HCFC から HFC へ、将来的には HFC から自然冷媒へ冷媒の転換が目指されているが、自然冷媒を利用した RAC は、空調分野で世界最高水準の技術を誇る日本のメーカーにも実用化出来ていないのが現状である。いずれ自然冷媒を利用した RAC が実用化される日が来るとしても、それまでに我々が使用できる冷媒は、オゾン破壊係数ゼロかつ低 GWP の物質であることが世界的に求められる状況がしばらく続くことが予想されている。

欧州では HFC を全廃し、自然冷媒への切り替えを進めたいという意向があるが、二酸化炭素などの自然冷媒を RAC の冷媒として実用化するには、冷媒としての効率の悪さとそれに伴う電力消費の増大、機器の大型化というデメリットを解決する必要がある。欧州において自然冷媒への志向

10) この数値は国内法である「フロン排出抑制法」で定められている上限値 750 を下回っており、日本の空調業界では HFC に対して規制が開始されるまでは HFC-32 を使用できるという見通しがある。

11) ダイキンによる試算

12) HCFC-22 の場合は（温暖化係数）1,810 ×（充填比率）100% =（総合温暖化係数）1,810、HFC-410A の場合は（温暖化係数）2,090 ×（充填比率）97% =（総合温暖化係数）2,027、HFC-32 の場合は（温暖化係数）675 ×（充填比率）70% =（総合温暖化係数）472。

13) 国連環境計画（UNEP）は HFC について年率 7%の増加を指摘している。

14) 2030 年時点での HFC 排出量割合は先進国が 26%、新興国が 74%と推測されている。ダイキン HP（<http://www.daikin.co.jp/csr/information/influence/>）図「冷凍空調機器における HFC 使用量の増加（BAU シナリオ）と新興国における影響」（出典：“Projections of Global Emissions of Fluorinated Greenhouse Gases in 2050”Okoe Recherche 著）より

15) 第 21 回気候変動枠組条約締約国会議（COP21）（2015 年 12 月 12 日、開催地パリ市、Paris Agreement）で採択された気候変動抑制に関する多国間の国際的な協定（合意）で、「京都議定書」以来 18 年ぶりの気候変動に関する国際的枠組み。2016 年 4 月 22 日から署名開始。2020 年以降の地球温暖化対策を定めており、産業革命前からの世界の平均気温上昇を「2 度未満」に抑え、平均気温上昇「1.5 度未満」を目指す。目標の達成は義務ではなく、罰則はない。

性が高いのは、日本やアメリカとは異なり、欧州にはその制約で苦しい状況に追い込まれる空調メーカーや冷媒メーカーがほぼないことも一因である。

以上のように、地球規模でHFC-410AのGWPの高さが問題視されている状況では、先進国、新興国とも低GWPのHFCへの冷媒変更が最も現実的な選択である。しかし新興国では地球環境保護への意識が低く、法律の整備が遅れている場合も多く、さらには製品の安全性を軽視する傾向もある点が、先進国とは背景を異にしている。

前述の「モントリオール議定書・キガリ改正」(2016年10月)の他にも、2013年、欧州議会環境委員会が可決した冷媒規制案「Fガス規制・改正案」¹⁶⁾では、2020年までにエアコンに新たにHFCを使用することを禁止し、2015年からはGWP750以上のHFCを冷媒として利用することが禁止されている。

欧州をはじめとする世界的なHFC全廃、自然冷媒推進への動きが、世界の空調産業をリードする日本やアメリカのRACメーカーにとって大きな打撃となることは避けられない。もちろんRACメーカーでもあり、冷媒の生産・販売を手掛ける冷媒メーカーでもあるダイキンにとっても事業の根幹を揺るがすものである。

ii. 冷媒の標準化に向けたダイキンの動き

(国内・海外へ向けたHFC-32の普及)

HFC-32の冷媒メーカーであるダイキンは、世界で唯一冷媒と空調機の両方を生産・製造するメーカーである。HFC-32採用機を普及させるため、2011年から新興国に対するHFC-32を用いた空調機に関する特許の無償開放¹⁷⁾を行ってきたが、これには自然冷媒へ急速に舵を切ろうとする欧州の動向を抑制するという意図もある。しかし、冷媒としてHFC-32を使用することに関しては、国内外を問わず微燃性の問題を懸念する傾向があり、普及のネックとなっていた。

ダイキンでは、国内外で同時にHFC-32を普及させたいという思惑があったものの、当時RACの需要が高まっている新興国でのHFC-32の普及を優先した。つまり、国内でHFC-32を次期冷媒として認めてもらうように働きかけるよりも、海外におけるRAC用冷媒HFC-32の規格化を優先したことが分かっている。

2013年からHCFCに対する規制が開始される新興国(特に中国¹⁸⁾、インド)では、効率性や費用の問題からプロパン¹⁹⁾を代替冷媒として選択する動きがあった。RACは現地工事を必要とする製品であり、万一事故が起こった場合、製造者責任の問題が生じる。ダイキンには強燃性で爆発の

16) 欧州では、「京都議定書」中のHFC、PFC、SF₆をFガスと呼ぶ(日本では代替フロン等3ガスと呼ぶ)が、これらフッ素化温室効果ガスの放出を防止することで温室効果の低減を目的とする規制で冷媒漏洩防止に主眼を置いた内容となっている。EU加盟国に直接適応される。欧州で2006年6月公布、同7月4日施行。Fガス規制では、冷媒使用機器に対して定期的な漏れ検査の実施、冷媒市場における追跡調査の実施を要求しており、冷媒の回収に義務化されている。さらに、据付業者や漏れ検査作業員の技能訓練、資格認定なども要求している。

17) HFC-32単独冷媒を用いた空調機の製造や販売等に関する93件の特許でHFC-32の冷媒そのものを製造するための特許ではない。HFC-32は混合冷媒の一部として既に空調機に使用されており、市場から自由に調達できる。

18) 中国には日本とは異なる冷媒を使用することで独自性を打ち出したいという思惑がある。

危険性があるプロパンの事故を未然に防ぐためにも HFC-32 の有用性を訴えて普及させたいという意向があったが、海外（欧州やタイ等の東南アジア諸国）では国内以上に HFC-32 の微燃性を問題視する傾向があり、海外での規格形成には、まず日本で RAC に実用化²⁰⁾してその安全性を示す必要があったため、ダイキンでは 2012 年に日本国内で HFC-32 採用 RAC の発売を開始している。

表 3 「ダイキンの動きと外部環境の動向」に示すように、HFC-32 採用 RAC の販売は日本国内だけにとどまらず、その後、欧州、東南アジア、中国、北米、オーストラリア、トルコ、中東、中南米などに販売地域を拡大している。またタイの現地メーカーによる工場見学を受け入れたり²¹⁾、技術講習会も開くなど新興国メーカーへの理解を得るとともに、アメリカ、トルコなどで M&A を行い HFC-32 採用 RAC の販売に道筋をつけるなど積極的に HFC-32 の売り込みを行っている。また日本と同様、空調産業の盛んなアメリカでは、RAC 分野のトップブランドを買収し、HFC-32 の普及範囲を広げていく努力を続けている。

HFC-32 に対する規制が開始された新興国では、冷媒切り替えの過程で細かくステップを刻むより、有望な冷媒に一足飛びで切り替えた方がコストを低く抑えられるため、HFC-32 の利用をめぐるメリットは双方にある。また現地のメーカーは内製化の度合いを深めており、HFC-32 を用いた空調機に関する特許の無償開放が効果を持つのである。

日本では、PR 活動として 2012 年 10 月から「技術講習全国キャラバン」を展開し、全国の販売店および工事協力店（ダイキングループ以外も含む）に対して、HFC-32 採用機の施工についての解説、技術講習を行い、冷媒配管工事の講習・検定を通して優れた知識・技術を持つ技術者の育成に力を入れている。

iii. HFC-32 のデファクトスタンダード化

（日本国内での HFC-32 規格化）

通常、使用冷媒を変更する場合は、機器の冷凍サイクルの大幅な変更が必要となるが、そもそも従来品 HFC-410A の 1/2 は HFC-32 であり、圧力などの面でも大差ないことから HFC-410A から HFC-32 への移行はさほど難しいことではなく、施工設備の変更が不要な点も普及に追い風となる要素であった。

2012 年にダイキンが RAC に採用してからは、地球温暖化係数が HFC-410A 比で 1/3 の HFC-32 への切り替えが日本国内でも進み、2015 年時点では日本のすべてのルームエアコンメーカーが HFC-32 を採用している。

ダイキン以外の国内メーカーに HFC-32 の採用を後押しした要因としては、①安全性が確認できた点、②より GWP の低い冷媒を採用する必要性が生じてきた点、③冷媒としての効率の良さ

19) 2008 年からドイツの政府関連機関である国際協力公社（GIZ）がプロパンの取り扱い技術は無償公開している。

20) 日本国内の業界内でコンセンサスを取り付けることは一旦棚上げにし、HFC-32 採用家庭用ルームエアコンを市場投入することで HFC-32 の微燃性への不信感を払拭し、HFC-32 に追随してくれることを期待しつつ旗振り役的な行動をとった。（A 社インタビューより、中原要約）

21) ダイキンは地元 12 社が製品開発から保守点検まで担う技術力を身につけることを目標にしている。

表3 ダイキンの動きと外部環境の動向

年	ダイキンの動き	外部環境の動向
1987		「モントリオール議定書」採択
1994		「オゾン層保護法」を改正
1997		「京都議定書」採択
1999	松下電器と提携するも上手くいかず（製品の共同開発）	
2004		欧州でエアコンへの HCFC 使用禁止
2005		「京都議定書目標達成計画」閣議決定
2006		（6月）欧州で「F ガス規制」（HFC に対する規制）施行
2008		ドイツ政府関連組織 GIZ（国際協力公社）がプロパンの取り扱い技術が無償公開
2009 （円高）		
2010 （円高）	2010年度、売上高世界一（空調部門）	
2011 （円高）	トルコのエアコンメーカー（エアフィル）買収 （7月）HFC-32を利用した空調機に関する特許を新興国に対して無償開放	珠海格力電器（中国）がプロパン冷媒使用エアコンの生産ラインを立ち上げ（ドイツ製プロパン使用）
2012 （円高）	（10月）日本国内で技能講習全国キャラバン開始 （夏）インドの家庭用エアコン本格的に量産体制へ （8月）アメリカのエアコンメーカー（グッドマン・グローバル）買収、HFC-32採用エアコンの普及を目指す （11月）日本国内でHFC-32採用エアコンを販売開始（世界初）	ゴドレジ&ボイス・マニファクチャリング（インド）がプロパン冷媒機の生産開始（ドイツ製プロパン使用） （12月）欧州「F ガス規制」改正（HFC製造削減およびGWP750以上の冷媒使用禁止）内容をEU委員会、EU議会、EU理事会で非公式合意
2013 （円高）	2013年度の全モデルにHFC-32採用 （3月）インドでHFC-32採用エアコン発売開始 10月にHFC-32採用家庭用エアコンを欧州で発売開始（2013年3月期の連結売上高のうち欧州の占める割合は15%）	（1月）新興国でHCFCの使用削減開始 （6月）欧州議会環境委員会が2020年までにエアコンに新たにHFCを使用することを禁止する「F ガス規制・改正案」を可決
2014	（4月）タイでHFC-32採用エアコン発売 （5月現在）30ヶ国でHFC-32を採用したエアコンを発売 （6月）中南米市場に本格参入、ブラジルに新工場建設	
2015	（4月）タイの空調メーカー12社に技術支援、現地メーカーによるHFC-32採用への方針が固まる （9月）HFC-32に関する特許93件を先進国を含む全世界に対して解放（HFCへの過度な規制を牽制する目的） （2015年時点）新興国メーカー約80社にHFC-32空調機に関する特許を無償開放 ベルギーの冷媒ガスメーカー（ソルベイ）買収	欧州「F ガス規制」施行 （4月）フロン排出規制法施行（日本） 日本では全メーカーが家庭用エアコン用冷媒としてHFC-32を採用
2016	タイでの家庭用エアコン用圧縮機製造のための新工場建設（2016年発表、2018年稼働開始予定） ベトナムで家庭用エアコン専用の新工場建設（2016年発表、2018年稼働開始予定） （5月）パナソニックと包括提携（次世代環境技術の共同開発、主要部品調達、製品相互供給、新興国市場開拓）最新技術を新興国に広めて勝ち抜く戦略	（10月）「モントリオール議定書・キガリ改正」でHFCについて、先進国は2019年から、新興国は2029および2032年から段階的削減に合意 （11月）「パリ協定」発効

注1 「改正オゾン層保護法」（1994）ではHCFC、HBFCおよび臭化メチルを製造等規制対象物質に追加。

注2 年間平均レートがUS 1ドル＝100円を下回っている状態を円高とした。

注3 グッドマン・グローバルはアメリカの住宅用ユニタリエアコン分野におけるリーディングメーカー。2011年の北米住宅用シェアは約25%（北米トップシェア）。

注4 インドでのダイキンのシェアは10%前後とみられる。（日本経済新聞2013/03/19, p.15）

注5 「F ガス規制」（2015）では、充填量3kg未満のマルチ以外のスプリットエアコンディショナーに使用するHFCのGWPは750以下と定められた。禁止開始は2025年1月1日から。

(高い省エネ性能を追求できる)²²⁾, ④ HFC-410A からの切り替えが難しい点, ⑤ 冷媒使用量が低減できる点 (機器の小型化が可能, 材料費の削減が可能), ⑥ 価格の安さ等が挙げられる。二酸化炭素排出量削減という課題に対しては, ダイキンの試算によれば, 「ダイキンが1年間に生産する全ルームエアコンの冷媒を HFC-32 に置き換えた場合, 一般家庭約 1 万世帯の年間二酸化炭素排出量を削減するのとはほぼ同等の効果がある」としている。

(HFC-410A と HFC-32 の規格化の相違点)

HFC-410A と HFC-32 とでは代替冷媒として探索された 1998 年当時の背景や企業の立場も異なっている。冷媒選択を左右すると思われる種々の項目について整理したのが表 4 である。

国際的な取り決めであるモントリオール議定書は, 日米の空調業界に代替冷媒 HFC-410A を探索する方向へ向かわせた大きな要因であるが, HFC-32 採用 RAC の発売に至る間に多くの改正がなされており, 冷凍空調分野における代替フロンの使用量増加²³⁾という新たな問題の発生と併せても, 将来的な HFC への規制強化はメーカーにとっても明らかな状況であった。

地球温暖化に関する国際的な取り組みとしては「京都議定書」²⁴⁾が代表的であるが, アメリカ (離脱), カナダ (離脱), 中国 (数値目標を持たない) というように世界の主な二酸化炭素排出国が除外されている状況では効果は限定的であった。

「京都議定書」から 18 年ぶりになされた気候変動に関する国際的枠組みである「パリ協定」は, 気候変動枠組条約に加盟する 196 カ国すべてが参加するという点で世界初のものである。発効のタイミングとしては HFC-32 採用 RAC 発売よりも後であるが, 日本国内では先の「京都議定書」に呼応して国内法として「温暖化対策推進法」²⁵⁾が先行している。したがって, 国内メーカーにとっては, 将来的に GWP の高い HFC-410A に対して規制がかけられることは推測の範囲内であった。それにもかかわらず 1998 年に HFC-32 ではなく HFC-410A が採用された背景には, 当時 HFC-32 の微燃性の問題について安全性を説明する材料を提示できなかったという理由が大きく, 数年を経て HFC-32 が採用されたのは RAC メーカーの技術が格段に向上したからという理由ではない。加えて, 当時は地球温暖化防止よりもオゾン層保護が最優先されたという事情がある。しかし, HFC-410A に切り替わった後, 国内外で地球温暖化の問題がより深刻化し, その対策が急務となったことは先にも説明したとおりである。

22) 日本のエアコン産業では各メーカーとも省エネ性能については万策尽きた感じであったが, 冷媒を HFC-32 に変更することで, 国内市場で求められる省エネ性能向上の課題に伸び代を生み出すことが出来た。なお, HFC-32 採用 RAC 開発および発売に関する記事によれば, 各社の HFC-32 採用年は, 2012 年 (ダイキン工業), 2013 年 (パナソニック, 三菱電機), 2014 年 (富士通ゼネラル, 東芝, 日立), 2015 年 (三菱重工) である。

23) 環境省「今後のフロン類等対策の方向性について (案)」, 代替フロン等 3 ガス (「京都議定書」対象) の排出量推移より (<https://www.env.go.jp/council/06earth/y0612-07/mat01.pdf>)

24) 正式名称「気候変動に関する国際連合枠組条約の京都議定書」(英: Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change)。第 3 回気候変動枠組条約締約国会議 (地球温暖化防止京都会議, COP3, 1997 年 12 月, 開催地京都市, 同月 11 日に採択) で締結された気候変動枠組条約に関する議定書。6 種の温室効果ガス (二酸化炭素 (CO₂), メタン (CH₄), 亜酸化窒素 (N₂O), ハイドロフルオロカーボン類 (HFCs), パーフルオロカーボン類 (PFCs), 六フッ化硫黄 (SF₆)) の削減目標が国ごとに定められた。

25) 正式名称は「地球温暖化対策の推進に関する法律」1998 年 10 月 9 日成立, 法律第 117 号。日本国内における地球温暖化対策を推進するための枠組みを定めた法律。「温暖化対策推進法」「温対法」とも呼ばれている。

表4 HFC-410A と HFC-32 の規格化の相違点

	HFC-410A (1998年～)	HFC-32 (2012年～)
基本的な物性	HFC 混合冷媒 GWP = 2,090	HFC 単一冷媒 GWP = 675
国際的な取り決め	・「モントリオール議定書 (コペンハーゲン改正)」(1992) ・「京都議定書」(1997)	・「京都議定書」(1997) ・「Fガス規制」(欧州)(2013) ・「パリ協定」(2016) ・「モントリオール議定書 (キガリ改正)」(2016)
前後の国内規制	・「オゾン層保護法」(1988) ・「フロン・回収破壊法」(1988) ・「家電リサイクル法」	・「オゾン層保護法」(1988) ・「改正オゾン層保護法」(1994) ・「温暖化対策推進法」(1998) ・「家電リサイクル法」(1998) ・「フロン排出抑制法」(2015)
開発当時のオゾン層保護への要請	強い	強い
開発当時の地球温暖化防止への要請	やや強い (オゾン層保護を最優先)	強い
代替冷媒探索前の状況	手探り状態(日米とも)	候補があり見当がつく範囲
代替冷媒探索時の状況	日米の空調工業会等が連携、産業内 企業が集団で探索	ダイキンが旗振り役になる
機器の変更度	大	小(ただしHFC-410Aへの切り替 えが完了している場合)
対国外交渉力の蓄積	少ない	HFC-410Aの時よりもある
開発当時の新興国の対応の必要性	なし	あり(2015年までに10%削減)
日本のメーカー側の思惑		新興国でのプロパンの普及を阻止し たい 欧州での自然冷媒推進を遅らせたい HFCの規制開始まではHFC-32を 使える(次世代冷媒へのつなぎ役)

注1)「モントリオール議定書(コペンハーゲン改正)」(1992)では、HCFC-22を含むHCFCが規制対象に追加された。

注2)「オゾン層保護法」(1988)正式名称「特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律」昭和63年5月20日法律第53号(最近改正:平成12年5月31日)。「モントリオール議定書」を受けて、オゾン層の保護のための国際協力促進を目的とした国内法である。

HFC-410Aの場合は、業界全体が代替冷媒に関して全くの手探り状態であったため、業界団体とそれに属するメーカーが集団で探索を行ったが、HFC-32の場合、既存の冷媒の中に有望なものが存在しており、あらかじめ見当がつくという状況であった。旗振り役となったダイキンは、前述のとおりHFC-32の冷媒メーカーであり、世界に先駆けてHFC-32採用RAC販売を開始し、新興国に対してHFC-32を用いた空調機に関する特許の無償開放などを行い、積極的にHFC-32を売り込んだ。また、HFC-410Aの場合はHCFCからHFCへの変更であり、冷凍サイクル全体、すなわちRACを構成する個別の機器の設計変更、冷凍機油の変更など多くの変更点があり、難易度も高かったが、HFC-32の場合はHFCからHFCへの変更であり、既にHFC-410Aへの切り替えを完了している日本のRACメーカーにとっては技術的に難しいわけでもなかった。

「次世代冷媒を選ぶには温暖化防止やオゾン層保護だけではなく、安全性や機器の効率性、価格、電気使用量、さらに回収時の経費や手法など様々な観点を含めたトータルコストで選ぶ必要がある」（ダイキン工業常務執行役員（地球環境担当）岡崎慎也氏）（2011年2月16日日経産業新聞2ページ）

HFC-32 採用 RAC の実用化のタイミングは、高 GWP-HFC の世界的な使用量増大への懸念の高まりを背景としているが、新興国の HCFC10%削減達成目標年にも近い。

「新興国でのプロパン普及を阻止したい」、「欧州での HFC 全廃に向けた動きを鈍化させたい」、「HFC が規制対象になるまでは HFC-32 は利用可能だ」という思惑も働いているが、上記のような指摘もある通り、規格として採用されるのに十分な条件を HFC-32 は揃えており、日本国内の動きに関して言えば、ダイキン以外の企業にとっても HFC-32 を採用する合理性が確認できた上での帰結であると言えるだろう。ただ、ダイキンの競合他社は、ダイキンの優位性につながる HFC-32 をなぜ代替冷媒として採用したのだろうか。この点は以下のように説明できる。

そもそも、RAC は消費者から真っ先に省エネ性能を問われる製品である。HFC-32 の冷媒効率の良さは既に認知されており、安全性さえクリアできれば既存の HFC-410A よりも省エネ性能を向上させることが可能となる。また HFC-410A を含む高 GWP-HFC は将来的な規制の対象となっており、HFC-410A を使い続けることが困難な状況となっている。その上、部品によっては供給メーカーが2社しかないものがあり、業界全体の動きに乗り遅れることで部品取得コストにおいて規模の経済を享受できなくなるというデメリットが発生しかねない。そのため、いつ HFC-32 に移行するかを業界全体で様子見の状態であったところへ、ダイキンが HFC-32 移行へのメリットを示したことを契機に、業界内でのネットワーク効果を踏まえた上で、移行しない場合のメリットとデメリットが明確となり、国内メーカーが一斉に HFC-32 へ移行するという動きとなって現れたと考えられる。

iv. HFC-32 の標準化とダイキンの業績への影響

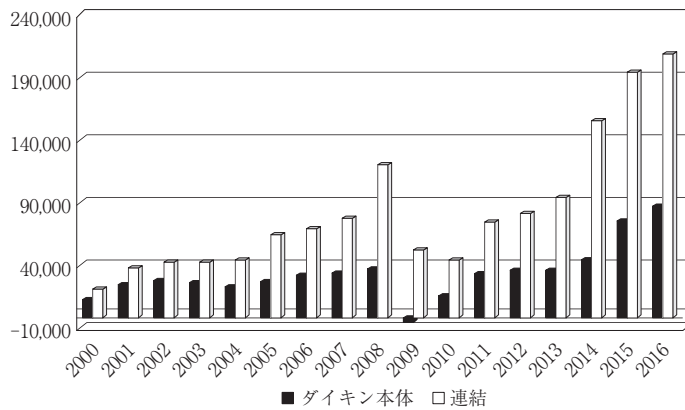
ダイキンでは 2008 年頃から国内外を問わず、製造時の歩留まり解消、部品の共通化・内製化の促進、材料費の削減、高い製造効率の実現などを通じて生産効率の向上を図り、特に海外では現地需要への対応力強化などの理由から現地生産を推進している。またダイキンが HFC-32 の標準化に乗り出した 2012 年頃から、主に地域による偏りを無くし経営基盤の強化と収益の安定化を図るという理由から、世界的な生産拡充、販売網の拡大、製品販売等に力を入れている。

さらに海外市場の開拓にもダイキンは積極的である。日本を除く世界の空調市場のうち、もともと市場規模が大きい北米、それに続く欧州では元来コンスタントにエアコンの需要があったが、それに加えて市場そのものが成長してきているのが、中国、インド、タイ、ベトナム、インドネシアなどのアジア諸国、トルコ、中央アジア、北アフリカ、東欧、中東・中近東、中南米など新興国を含む国々である。M&A を利用しながら欧州の拠点をトルコに、東南アジアの拠点をタイとインドに、中南米の拠点をブラジルに展開し、販売促進のために現地に販売会社を数多く設けている。こうして海外展開を加速することにより HFC-32 採用 RAC の世界的な普及と RAC 用冷媒としての HFC-32 の世界標準化が進められている。

エアコンは国や地域によって製品形態や据え付け条件、販売チャネル・ルートなどが違ってお

り、当該地域の慣例や習慣に即した対応が必要である。これまで日本企業の多くは、日本式のやり方を海外に展開して失敗するというケースが多く、ダイキンもそうした失敗を幾度か経験してきた。ターゲットとなる地域に自社製品を普及させるのに最も効率的な方法は、M&Aによって現地の有力企業を買収し、現地企業の持つ経営・製造・販売ノウハウ、販売チャネルを利用することで、その地域に最適な方法で自社製品を浸透させる方法である。現状においてダイキンはM&Aを駆使し、自社製品の海外展開を成功させている。

HFC-32の世界規格化というダイキンの戦略は、実際にどのような成果をもたらしたのだろうか。図2で示したように、ダイキンの2000年から2016年までの連結決算における経常利益の推移を見てみると、ダイキンによるHFC-32採用エアコンの国内市場への導入は2012年で、この頃に収益は年々増大していることがわかる。これがHFC-32の標準化とどの程度関係があるだろうか。ダイキンには事業の柱として空調部門、化学部門、サービス部門、油機部門、特機部門、電子システム部門があるが、ダイキンにおける収益の9割は空調分野からのもので、ここ数年の収益の増大を担っているのは空調部門である。連結決算上の経常利益の増大も顕著で、特に海外の空調部門の好調が大きく貢献している。この点から、HFC-32の世界規格化はダイキンの収益に大きな影響を及ぼしたと判断できるだろう。



(単位百万円)

図2 ダイキンの経常利益の推移 (2000-2016年)

ここ数年のダイキンの収益増は、経営地盤の強化と安定化を目的とした海外展開というダイキンの企業戦略に起因するが、その一翼ともいえるべきHFC-32を空調用冷媒として世界的に普及させる活動は、新興国において環境を整備し、将来的な事業拡大を狙った基盤整備とダイキンは位置づけている。こうした取り組みの結果、2016年度のダイキンの収益のうち8割は海外でのものとなり、ダイキンの当初の目的に対して、着実に成果が表れていると言えるだろう。ただ、逆にHFC-32以外の冷媒が普及した場合、HFC-32を事実上の標準として空調用冷媒に採用している日本のRACメーカーには海外市場への参入障壁となる可能性がある。

また欧州を中心に議論されているHFCの規制強化が加速すれば、ダイキンを含む日本企業にとって収益性の高い欧州市場で締め出しを食らう可能性があるが、HFC-410Aと比較してGWPが1/3のHFC-32を世界基準に押し上げていくことで、欧州のHFCに対する過度な規制を抑制する効果が期待できる。

HFC-32の普及のタイミングは新興国への規制の時期とも重なっており、新冷媒としてHFCを採用するにあたって、実用化実績のある様々な冷媒を一から試すのは効率が悪い。したがって、有望な冷媒に一気に転換するのが新興国にとってもメリットのあることであり、あえてHFC-32を排除する理由はない。しかも、ダイキンはHFC-32を用いたRAC製造に関する特許を途上国に対して無償開放している。

HFC-410Aの規格形成の際、アメリカの冷媒メーカーの発言力の強さからダイキンはそのプロセスにあまりコミットできなかった。しかしながら、HFC-410Aの圧力の高さが、自社でRACに実用化していた既存の圧縮機（スイング方式）に適合するものであったためにHFC-410Aにスイッチングする際の技術課題の解決を他社と比較して相対的に楽に進められた結果、コスト面・時間面に余裕が生じ、それが結果的に同社の市場シェア拡大につながったという可能性を拙稿（2015）では指摘した。

HFC-410Aの場合とは異なり、HFC-32の規格化は、ダイキンが主導する形であったが、国内では周囲を無理やり引っ張っていくというよりは、ダイキン以外のRACメーカーがHFC-32を新冷媒として採用することに合理性があると判断した結果、事実上の標準となったものである。また、海外でのHFC-32使用の普及促進は、新興国における冷媒ガス規制スケジュール開始のタイミング、地球温暖化問題の顕在化と先進国での高GWP-HFC（HFC-410A）の使用量増大に対する懸念、ダイキンの世界戦略に基づいたHFC-32採用RACの販売強化などいくつかの原因が合わさった結果である。

本稿では議論が複雑になるのを避けるため、冷媒の規格化のみに焦点を当てたが、ダイキンは自社の強みでもあるインバータエアコンの世界標準化についても積極的に動いている。ダイキンが標準化を志向するのは、冷媒においても、インバータにおいても自社が強い分野について、世界的に「それが当たり前」の状態を形作っていくことで、自社が稼げる環境を自ら創出するという戦略に基づいているためである。

Ⅳ 考察

本稿で取り上げた二つの事例の比較から、コンセンサス形成プロセスの違いが、その後の利益獲得可能性に影響を与えていたことが確認できる。HFC-410Aの事例では、JRAIA所属の日本企業は大企業の情報収集力で開発力に差をつけることがないよう、さらにはこれを機に市場から退出する企業が出ないようフェアネスに気を遣い、主に専門家による検討結果を基本的にそのまま導入するという姿勢であった。このことによって、自社の知財戦略をふまえて戦略的に交渉したアメリカの企業に冷媒の決定においてイニシアティブをとられてしまい、その後の事業からの収益獲得の可能性を制限されたと考えられる。

これに対し、HFC-32の事例では、HFC-410Aの時のように対策の緊急性が広く共有されていなかったなど、いくつかの条件が後押ししたものの、ダイキンが一社でリーダー企業となり、新冷媒の採用を推進していった。その結果、日本企業が数年内にダイキンが主唱した新冷媒に切り替えていったほか、新興国でも新冷媒の採用がすすむことになった。新冷媒を採用しやすい条件が整っていたことはあるものの、HFC-410Aの際の反省を踏まえて、ダイキンが冷媒供給者としての立場を活用して、より積極的な戦略を採用したのである。このことによって、冷媒の生産からの

利潤獲得だけでなく、自社に有利な方向にRAC事業でのグローバルな方向性を主導してきている。

冷媒のように規格間競争がないまま標準が形成されていく場合、技術を評価する評価項目や実験条件の決定の過程が、事実上の標準形成を左右し、さらには以後の競争優位を左右する重要なポイントとなっている。どの評価項目についてどのような実験条件で評価するべきかという問題については、標準策定組織において技術的な観点から合理的に検討されると考えられている。しかしながら、このような標準策定組織での技術的な評価項目と実験条件の決定には、政治的・社会的な要因の影響があることを考慮する必要がある。どの評価項目について、どのような実験条件で評価するべきかについての正当化のプロセスでは、様々な前提の設定において、完全に恣意性を排除するのは困難であり、交渉の余地を残してしまうのである。つまり、ここでの交渉の巧拙によって、評価項目や実験条件の設定が自社に有利になったり不利になったりする可能性が残ってしまうことになる。このため、場合によっては、この交渉過程による条件の設定によって、自社の知財が活用されたりされなかったりするようになる。

とりわけ、技術的複雑性が比較的低い製品であれば、少数の企業が有する知財のみが用いられた製品や材料が業界標準になっていく。この場合、この合意過程においてイニシアティブをとることが事業戦略のキーだと考え、評価基準とその実験条件の設定プロセスに資源を投入するかどうか、その後の利潤獲得可能性を左右する。評価基準の設定段階でイニシアティブをとって標準化の中に自社の知財を埋め込んでやることこそが事業の利益獲得可能性につながり、競争優位に結びついていくのである。

一方、標準策定組織での交渉の巧拙に頼らず、リーダー企業の立場に立って自社が先に採用を決めることで、他社の採用を促し、事実上の標準化を図るという戦略もありうる。ダイキンのHFC-32採用の事例では、標準策定組織でのそれまでの冷媒の評価に関する議論の蓄積がベースとなっているものの、実験条件などの評価項目について委員会などで合意を形成することなく、単独で新冷媒の採用を決めている。このことによって、自社が特許を持つ冷媒を推進し、日本や新興国での普及を進めることに成功している。標準策定組織での議論による決定を回避する戦略を採用したこと、およびそれが事実上の標準につながったことで、新冷媒やそれをを用いた家庭用RAC事業での優位性の構築に貢献しているのである。

既存研究では、標準化をリーダー企業主導で進めるのか、標準策定組織で進めるのかについては、別々の形で議論されており、標準化のスピードの違いや、プレイヤー間の競争のあり方の違いが議論されてきた。その一方で、標準化の形成のされ方そのものによって標準が企業の収益にとって持つ意義も異なってくるのかどうかについては十分検討されているわけではなかった。

リーダー企業主導型とコンセンサス型では、標準形成プロセスがどのように異なっており、それがその後の利潤獲得可能性にどのような影響をもたらすのかについて、準実験的な状況を取り上げて検討したことが本研究の特徴である。そして、標準策定組織において、合理性を重視しつつも、政治的な影響を排除できず、交渉力に劣る企業が不利な立場になることがあることや、そのように形成された標準がその後の利潤獲得可能性に影響を持つこと、さらにはそのような交渉による標準形成への影響を回避すべく単独企業が採用した規格を推進することで標準形成を図ることが可能であることなどを指摘した。これらの洞察を示すことができたことが、本稿の貢献である。

本稿が対象とした新冷媒の標準化は、規格間競争がない形でデファクト標準が定まるという意味

では特異な事例であり、IT やエレクトロニクス分野のように、これまで標準化の議論が主に検討されてきたデファクト標準をめぐる競争が頻繁に見られる分野や、医薬品などのように市場投入前の承認プロセスによって標準製品が定まってしまう分野に、ここでの議論のそのまま適用できるわけではない。この点が、本稿のコンセンサス主導とリーダー企業主導の標準プロセスを比較した議論の一般性を考える際の限界となっている。しかしながら、標準形成をリードする主体の違いという、これまであまり知見が蓄積されてこなかった視点に光を当てた本研究の議論は、標準形成の道筋が異なる分野においても、分析の比較対象となる議論を提示しているという意味で、洞察を与えていると考える。本稿の検討内容をもとに、他の産業分野との比較研究の進展が必要であるが、これは今後の課題としたい。

参考文献

〈外国文献〉

- Bekkers, R., Duysters, G., and Vespagen, B. [2002] "Intellectual Property Rights, Strategic Technology Agreements and Markets Structure: The Case of GSM," *Research Policy*, Vol. 31, No. 7, pp. 1141-1161.
- David P. A. [1985] "Clio and the Economics of QWERTY," *American Economic Review*, Vol. 75, No. 4, pp. 332-337.
- Eisenhardt, K. M. [1989] "Building Theories from Case Study Research," *The Academy of Management Review*, Vol. 14, No. 4, pp. 532-550.
- Farrell, J. and Saloner, G. [1985] "Standardization, Compatibility, and Innovation," *Rand Journal of Economics*, Vol. 16, No. 1, pp. 70-83.
- Farrell, J. and Saloner, G. [1988] "Coordination through Committees and Markets," *Rand Journal of Economics*, Vol. 19, No. 2, pp. 235-252.
- Farrell, J. and Shapiro, C. [1992] "Standard Setting in High-Definition Television," *Brookings Papers on Economic Activity*, pp. 1-93.
- Gawer, A. and Cusumano, M. A. [2002] *Platform Leadership: How Intel, Microsoft, and Cisco Drive Industry Innovation*, Harvard Business School Press (小林敏男監訳 [2005] 『プラットフォーム・リーダーシップ—イノベーションを導く新しい経営戦略』有斐閣).
- Katz M. L. and Shapiro, C. [1985] "Network Externalities, Competition, and Compatibility," *The American Economic Review*, Vol. 75, No. 3, pp. 424-440.
- Rysman, M. and Simcoe, T. [2008] "Patents and the Performance of Voluntary Standard Setting Organizations," *Management Science*, Vol. 54, issue 11, pp. 1920-1934.
- Shapiro, C. and Varian, H. R. [1999] *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*, Harvard Business School Press (千本倅生訳 [1999] 『ネットワーク経済の法則』IDG コミュニケーションズ).
- Simcoe, T. [2006a] "Open standards and intellectual property rights," *Open innovation: Researching a new paradigm*, Oxford University Press, pp.161-183.
- Simcoe, T. [2006b] "Delays and *de Jure* Standards: What Caused the Slowdown in Internet Standards Development?," in S. Greenstein and V. Stango (eds.), *Standards and Public Policy*, Cambridge University Press.
- Weiss, M. and Sirbu, M. [1990] "Technological Choice in Voluntary Standards Committees: An Empirical Analysis," *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 1, No. 1, pp. 111-134.
- West, J. [2003] "How Open in Open Enough? Melding Proprietary and Open Source Platform Strategies," *Research Policy*, Vol. 32, No. 7, pp. 1259-1285.
- Yin, Robert K. [1994] *Case Study Research: Design and Methods*, 2nd ed., Sage Inc. (近藤公彦訳 [2011] 『ケース・スタディの方法 (新装版)』千倉書房).

〈日本語文献〉

浅羽茂 [1995] 『競争と協力の戦略—業界標準をめぐる企業行動』 有斐閣。

新宅純二郎・江藤学 [2008] 『コンセンサス標準戦略—事業活用のすべて』 日本経済新聞出版社。

新宅純二郎・許斐義信・柴田高 [2000] 『デファクト・スタンダードの本質—技術覇権競争の新展開』 有斐閣。

土井教之 [2001] 『技術標準と競争—企業戦略と公共政策』 日本経済評論社。

中原久美子 [2015] 「企業間競争と技術進化—日本のルームエアコン産業の事例研究—」 博士学位申請論文。

山田英夫 [2008] 『デファクト・スタンダードの競争戦略(第2版)』 白桃書房。

渡部福太郎・中北徹編 [2001] 『世界標準の形成と戦略—デジュール・スタンダードの分析 (JIIA 研究)』 日本国際問題研究所。

〈雑誌〉

ダイキングループ CSR 報告書 2013, pp. 11-18.

ダイキングループ CSR 報告書 2014, pp. 12-14.

〈新聞記事〉

『日本経済新聞』 1980年1月9日付朝刊 p. 8 / 1980年3月24日付朝刊 p. 9 / 1982年7月14日付朝刊 p. 8 / 2007年9月21日付朝刊 p. 12 / 2008年9月8日付朝刊 p. 9 / 2010年5月8日付朝刊 p. 10 / 2010年5月24日付朝刊 p. 13 / 2010年6月20日付朝刊 p. 7 / 2011年1月5日付朝刊 p. 5 / 2011年3月6日付朝刊 p. 1 / 2011年3月8日付朝刊 p. 13 / 2011年4月1日付朝刊 p. 12 / 2011年5月12日付朝刊 p. 15 / 2011年7月8日付朝刊 p. 9 / 2011年8月9日付朝刊 p. 13 / 2011年8月25日付朝刊 p. 15 / 2011年9月2日付朝刊 p. 11 / 2011年9月16日付朝刊 p. 13 / 2011年10月5日付朝刊 p. 9 / 2011年12月27日付朝刊 p. 11 / 2012年1月20日付夕刊 p. 5 / 2012年2月9日付朝刊 p. 15 / 2012年6月12日付朝刊 p. 11 / 2012年7月4日付 地方経済面 近畿 A p. 9 / 2012年7月7日付朝刊 p. 11 / 2012年7月18日付朝刊 p. 10 / 2012年8月8日付朝刊 p. 12 / 2012年8月24日付朝刊 p. 11 / 2012年8月29日付朝刊 p. 1, p. 13 / 2012年8月30日付朝刊 p. 11 / 2012年9月6日付朝刊 p. 2 / 2012年9月14日付 地方経済面 近畿 B p. 10 / 2012年9月28日付朝刊 p. 13 / 2012年10月21日付朝刊 p. 7 / 2012年11月3日付朝刊 p. 10 / 2013年1月12日付朝刊 p. 10 / 2013年1月16日付朝刊 p. 10 / 2013年1月23日付朝刊 p. 11 / 2013年2月13日付朝刊 p. 15 / 2013年3月19日付朝刊 p. 15 / 2013年4月2日付朝刊 p. 17 / 2013年7月25日付朝刊 p. 11 / 2013年8月7日付朝刊 p. 13 / 2013年9月18日付朝刊 p. 13 / 2013年10月14日付朝刊 p. 17 / 2013年10月29日付朝刊 p. 31 / 2013年11月2日付朝刊 p. 12 / 2013年11月17日付朝刊 p. 17 / 2013年11月20日付 地方経済面 近畿 B p. 10 / 2013年11月27日付朝刊 p. 9, p. 15 / 2014年1月16日付朝刊 p. 28 / 2014年2月11日付朝刊 p. 17 / 2014年3月18日付朝刊 p. 11 / 2014年3月29日付朝刊 p. 10 / 2014年7月15日付朝刊 p. 3 / 2014年7月17日付朝刊 p. 13 / 2014年8月5日付朝刊 p. 17 / 2015年1月7日付夕刊 p. 3 / 2015年1月9日付朝刊 p. 17 / 2015年4月22日付朝刊 p. 11 / 2015年4月28日付朝刊 p. 9 / 2015年5月2日付朝刊 p. 15 / 2015年6月30日付朝刊 p. 15 / 2015年8月6日付 大阪夕刊 関西 View p. 29 / 2015年8月7日付 大阪夕刊 関西 View p. 29 / 2015年9月11日付朝刊 p. 12 / 2015年11月26日付朝刊 p. 15 / 2016年3月21日付朝刊 p. 9 / 2016年4月4日付朝刊 p. 9 / 2016年5月16日付朝刊 p. 1, p. 3 / 2016年5月17日付朝刊 p. 3 / 2016年5月19日付朝刊 p. 14 / 2016年5月25日付朝刊 p. 1 / 2016年6月3日付朝刊 p. 11 / 2016年6月25日付 地方経済面 近畿 A p. 9 / 2016年7月7日付朝刊 p. 14 / 2016年7月9日付 地方経済面 近畿 B p. 10 / 2016年7月21日付朝刊 p. 1 / 2016年8月10日付 地方経済面 近畿 A p. 9, 近畿 B p. 10 / 2016年8月17日付朝刊 p. 12 / 2016年8月30日付朝刊 p. 6 / 2016年9月9日付朝刊 p. 31 / 2016年9月26日付朝刊 p. 5 / 2016年10月9日付朝刊 p. 4 / 2016年10月15日付夕刊 p. 1 / 2016年10月16日付朝刊 p. 1, p. 3 / 2016年10月19日付朝刊 p. 2 / 2016年11月5日付朝刊 p. 3 / 2016年11月9日付朝刊 p. 17 / 2016年11月17日付朝刊 p. 17 / 2016年12月11日付朝刊 p. 7 / 2016年12月22日付 地方経済面 近畿 B p. 10.

『日経産業新聞』 1980年1月24日付 p. 5 / 2007年8月2日付 p. 13 / 2007年9月25日付 p. 13 / 2011年2月16

日付 p. 2 / 2011年4月13日付 p. 10 / 2011年6月15日付 p. 4 / 2011年9月16日付 p. 4 / 2011年12月27日付 p. 10 / 2011年12月28日付 p. 16 / 2012年1月12日付 p. 13 / 2012年1月17日付 p. 3 / 2012年1月30日付 p. 24 / 2012年5月1日付 p. 13 / 2012年6月1日付 p. 9 / 2012年7月30日付 p. 14 / 2012年8月30日付 p. 15, p. 20 / 2012年9月18日付 p. 13 / 2012年9月28日付 p. 2 / 2012年10月4日付 p. 4 / 2012年10月29日付 p. 22 / 2012年11月5日付 p. 15 / 2012年12月18日付 p. 9 / 2013年1月21日付 p. 8, p. 15 / 2013年1月29日付 p. 13 / 2013年2月13日付 p. 20 / 2013年4月18日付 p. 1 / 2013年4月30日付 p. 2 / 2013年7月22日付 p. 4 / 2013年9月2日付 p. 15 / 2013年9月30日付 p. 17 / 2013年11月19日付 p. 4 / 2013年11月26日付 p. 4 / 2013年11月28日付 p. 9 / 2014年2月12日付 p. 20 / 2014年2月24日付 p. 14 / 2014年3月17日付 p. 1 / 2014年4月2日付 p. 13 / 2014年4月15日付 p. 15 / 2014年7月17日付 p. 14 / 2014年11月12日付 p. 1 / 2014年11月27日付 p. 12 / 2015年1月8日付 p. 13 / 2015年2月3日付 p. 11 / 2015年2月13日付 p. 13 / 2015年5月1日付 p. 9 / 2015年6月1日付 p. 21 / 2015年6月11日付 p. 10 / 2015年7月9日付 p. 19 / 2015年9月1日付 p. 13 / 2015年9月11日付 p. 14 / 2015年10月29日付 p. 21 / 2016年2月2日付 p. 12 / 2016年2月10日付 p. 3 / 2016年2月24日付 p. 1 / 2016年5月27日付 p. 11 / 2016年6月8日付 p. 20 / 2016年7月25日付 p. 13 / 2016年8月12日付 p. 7 / 2016年9月7日付 p. 9 / 2016年10月18日付 p. 11 / 2016年10月19日付 p. 5, p. 8 / 2016年11月1日付 p. 11 / 2016年11月15日付 p. 12.

『日経MJ』（流通新聞）2015年5月8日付 p. 12.

〈技術文献リスト・図書〉

石田修大著, 日本経営史研究所編集 [2015] 『継ぐ：ダイキン工業90年物語』ダイキン工業。

井上市市 [1993] 『冷凍空調史』(社)日本冷凍空調設備工業連合会。

オーム社編著 [2001] 『わかる小型エアコンの取り扱いと修理』オーム社。

家電産業研究委員会家電産業ハンドブックWG編 [2002] 『家電産業ハンドブック』(財)家電製品協会, p. 98, p. 171.

関上邦衛 [2014] 『冷凍・空調の基本がわかる本』オーム社。

ダイキン工業株式会社社史編集委員会編纂 [1995年] 『ダイキン工業70年史』ダイキン工業。

高橋寛監修, 飯高成男・岡本裕生・關敏昭著 [2002] 『絵ときでわかるモータ技術』オーム社。

唯野真人監修 [2004] 『機械のしくみ』ナツメ社。

通商産業省基礎産業局オゾン層保護対策室 [1994] 『オゾン層ハンドブック』化学工業時報社。

日本経営史研究所編集 [2006] 『世界企業への道：ダイキン工業80年史』ダイキン工業。

日本経営史研究所編集 [2015] 『拓く：ダイキン工業90年史』ダイキン工業。

平田哲夫ほか [2007] 『基礎からの冷凍空調—考え方と応用が身につく』森北出版。

山田信亮・打矢滢二・今野祐二 [2009] 『図解空調設備の基礎』ナツメ社。

〈技術他文献リスト・逐次刊行物〉

東京芝浦電機(株)編 『東芝レビュー』オーム社

[1982], Vol. 37, No.7, pp. 635-638; No.11, p. 959.

[1989], Vol. 44, No.8, pp. 681-684.

[2015], Vol. 70, No. 12, pp. 2-6.

日本冷凍空調学会 『冷凍』

[1990], Vol. 65, No. 749, pp. 225-254.

[1998], Vol. 73, No. 846, pp. 352-356.

[2000], Vol. 75, No. 869, pp. 168-172; pp. 173-179; No. 872, pp. 457-459.

日経ものづくり編集部 [2004年8月] 『日経ものづくり』 pp. 97-107.

日本冷凍空調工業会 [1994, 1996, 1998] 「代替冷媒と環境国際シンポジウム」資料。

日立評論編集部編 [1970-2003] 『日立評論』 日立評論社

[1983], Vol. 65, No. 6, pp. 415-420; p. 453.

[1988], Vol. 70, No. 10, pp. 1071-1076.

[1995], Vol. 77, No. 11, pp. 765-770.

[2014], Vol. 96, No. 11, pp. 690-693.

松下電器産業(株)技術本部編 『National technical report』 松下電器産業(株)、1970-1997年。

[1989年12月], Vol. 35, No. 6, pp. 596-603; pp. 662-668.

[1991年12月], Vol. 37, No.6, pp. 646-652.

松下電器産業(株)技術本部編 『Matsushita technical journal』 松下電器産業(株)、1998-2003年。

三菱電機編 『三菱電機技報』 三菱電機技報社

[1984], Vol. 58, No. 5, pp. 327-329; pp. 367-371.

[1985], Vol. 59, No. 3, pp. 259-262.

[1987], Vol. 61, No. 5, pp. 344-346.

[1988], Vol. 62, No. 4, pp. 318-321.

[1990], Vol. 64, No. 4, pp. 290-291.

[1991], Vol. 65, No. 5, pp. 408-410; No. 8, pp. 771-777.

[1993], Vol. 67, No. 4, pp. 332-336.

[1994], Vol. 68, No. 5, pp. 404-408.

三菱電機(株)広報部 [2002年10月] 『めるこ (三菱電機社内報)』, Vol. 95, p. 4.

〈聞き取り調査〉

A社

経営企画室担当者 (2006年10月18日)。

経営企画室担当者, 環境部門担当者, SCM部門担当者 (2010年6月11日)。

経営企画室担当者 (2013年8月19日)。

B社 経営企画部門担当者 (2006年3月6日)。

C社 システム設計部門担当者およびR&D部門担当者 (2006年3月30日)。

〈その他の資料〉

RAC製品カタログ (ダイキン, 松下, 日立, 三菱, 東芝)。

ダイキン工業(株)内部資料「エアコンの次世代冷媒について」(2012年9月27日付)。

ダイキン工業(株)「有価証券報告書」2016年3月31日, 2011年3月31日, 2004年3月31日。

〈インターネットから引用〉

(データ取得日は2016年12月26日, 28日, 2017年1月6日, 8日, 9日, 10日, 11日)

ダイキン工業

- ・「グッドマン社の買収について」(2012年8月30日) (<https://www.daikin.co.jp/investor/Goodman.pdf>)
- ・「CORPORATE NEWS: 次世代冷媒を用いた空調機の特許を全世界で無償開放」(2015年9月10日) (www.daikin.co.jp/press/2015/150910/index.html)
- ・「空調機のHFC-32単独冷媒への転換をグローバルで促進」(2015年9月10日) (<http://www.daikin.co.jp/press/2015/150910/>)
- ・「新冷媒R32世界で初めてHFC冷媒R32を採用」(<http://www.daikinaircon.com/r32/>)
- ・「CORPORATE NEWS: 世界初次世代省エネ冷媒HFC32(R32)をエアコンに採用」(2012年9月27日) (<http://www.daikin.co.jp/press/2012/120927/>)
- ・「負荷の少ない次世代エアコン」(<http://www.kankeiren.or.jp/kankyuu/pdf/168.pdf>)

日本フクロカーボン協会

- ・「特定フロン（CFC/HCFC）およびフクロカーボン類の環境・安全データ一覧表」(<http://www.jfma.org/database/table.html>)
- ・「オゾン層保護対策の経緯」(<http://www.jfma.org/ozon/keii.html>)

(社)日本冷凍空調学会

- ・気になる用語 222 「F ガス規制」(<http://www.jsrae.or.jp/annai/yougo/222.html>)
- ・「冷媒による温暖化影響抑制に向けた世界に先駆ける冷媒管理手法の確立」(2013年4月15日)
(www.jsrae.or.jp/info/Proposal%20for%20refrigerants%20management_201304.pdf)
- ・「微燃性冷媒リスク評価研究会プログ्रेसレポート」
平成25年度 (http://www.jsrae.or.jp/committee/binensei/2013PR_j.pdf) 平成26年4月(2014年)
平成26年度 (http://www.jsrae.or.jp/committee/binensei/2014PR_j_ab.pdf) 平成27年6月(2015年)

美浜株式会社

- ・「冷媒番号（アシュレイ番号）と冷媒の種類」(<http://www.mihama.com/work/refrigerant.html>)

経済産業省

- ・「EUのFガス規制改正案における高GWP冷媒の使用規制について」(http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/seizou/kagaku/freon_wg2/pdf/002_s01_00.pdf)
- ・「オゾン層破壊物質の規制に関する国際枠組み（ウィーン条約・モントリオール議定書）」(http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/ozone/law_ozone_outline.html)
- ・「EUのFガス規制改正案における高GWP冷媒の使用規制について」日本冷凍空調工業会資料
(www.meti.go.jp/committee/sankoushin/seizou/kagaku/freon_wg2/.../002_s01_00.pdf)
- ・「日本における冷媒HFCをめぐる状況と今後の課題について」平成21年6月 (www.jreco.or.jp/data/fm02_hfc.pdf) (2009年)

世界経済のネタ帳 (http://ecodb.net/exchange/usd_jpy.html)

環境省

- ・「2050年を見据えた温室効果ガスの大幅削減に向けて」(平成27年10月)
(https://www.env.go.jp/policy/kikouhendou/kondankai01/02_siryou1-1.pdf)
(https://www.env.go.jp/policy/kikouhendou/kondankai01/02-2_siryou1-1.pdf)
- ・「COP21の成果と今後」2015年、環境省地球環境局国際地球温暖化対策室
(https://www.env.go.jp/earth/ondanka/cop21_paris/paris_conv-c.pdf)
- ・「フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律（フロン排出抑制法）」(パンフレット) 2015年1月版、環境省・経済産業省・国土交通省 (https://www.env.go.jp/earth/ozone/cfc/law/kaisei_h27/int_01-16.pdf)
- ・「3. モントリオール議定書の規制スケジュール」
(<https://www.env.go.jp/council/06earth/y060-33/mat01-4.pdf>)
- ・「フロン排出抑制法の概要（2014年度）」環境省・経済産業省 2015年1月 (www.env.go.jp/earth/フロン排出抑制法の概要_150108.pdf)

外務省

- ・「オゾン層保護（ウィーン条約・モントリオール議定書）」(<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kankyo/jyoyaku/ozone.html>)

野村総合研究所

- ・「平成24年度化学物質安全確保・国際規制対策推進等報告書」2013年3月
(http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2013fy/E003361.pdf)

WWF ジャパン

- ・「COP21の「パリ合意」に向けた、各国の温暖化対策目標案の提出状況」
(<http://www.wwf.or.jp/activities/2015/04/1258310.html>)