



空調設備に欠かせない「冷媒」に  
新たな価値を付け  
サーキュラー・エコノミーの  
実現を目指す

ダイキン工業株式会社

空調機器と冷媒の両方を製造する世界で唯一のメーカーであるダイキン工業株式会社（以下、ダイキン工業）は、環境に関する国際条約により現在の冷媒の主力となっているHFC（ハイドロフルオロカーボン）の削減が求められる中、冷媒にこれまでにない価値を付け、社会全体で回収して再利用する循環のスキームづくりに乗り出し

ました。IBMのブロックチェーン技術を活用することで、そのプロセスのトレーサビリティとマネタイズを担保するITプラットフォームを構築。将来的には冷媒のサプライチェーンにかかわる事業者やステークホルダーが収益を得ることができる、サーキュラー・エコノミーの実現を目指しています。

## 課題

- ・ モントリオール議定書のキガリ改正によりHFCを削減していくことが決定
- ・ 寿命を終えた空調設備で使われていた冷媒の回収率は40%程度で停滞
- ・ 冷媒の処理をコストではなく新たな収益を生み出す資源へと転換

## ソリューション

- ・ ブロックチェーン技術を活用することで冷媒の循環プロセスにおけるトレーサビリティとマネタイズを実現

## 期待効果

- ・ ビルの空調設備から回収した冷媒を運ぶポンペのトレーサビリティを管理するシステムのプロトタイプを構築
- ・ 自治体やゼネコン、不動産、再生工場の賛同を得た実証実験を開始

## 「冷媒」を 新たな収益を生み出す 資源として再生

世界約170カ国に事業展開する空調・化学メーカーであるダイキン工業は、空調事業の売上高は世界第1位<sup>\*1</sup>、フッ素化学製品でも世界トップクラスの実績を誇ります。

主力事業である空調機器は、人々の健康と快適な生活を守るために重要な役割を果たす一方、グローバル全体での空調需要は2050年までに3倍に拡大するという予測<sup>\*2</sup>もあり、電力需要ならびにCO<sub>2</sub>排出量の増大が課題となっています。そのためダイキン工業では、将来にわたり温暖化影響を低減し、持続可能な社会に貢献していくことを社会的使命として、環境技術を活かした製品・サービスを提供しています。

そして近年は、CO<sub>2</sub>だけに限らない広範なGHG（温室効果ガス）排出量削減に向けた取り組みにも注力しています。同社 東京支社 渉外室 担当課長の繁永 昌弥氏は、「ヒートポンプを活用した空調設備の能力向上や、温暖化係数の低い冷媒の活用といった技術革新をグローバル・レベルで推進しています」と、その一端を紹介します。

そうした同社の事業にとって近年大きなテーマとして浮上したのが、環境規制への対応です。エアコンには空気を冷やしたり温めたりするために、室内機と室外機を結ぶ配管の中を「冷媒」というガスが循環しています。1987年に採択された「モントリオール議定書」によって、オゾン層を破壊するおそれのある物質（フロン類）が規制され、かつては冷媒の主流だったCFC（クロロフルオロカーボン）が全廃されるとともに、HCFC（ハイドロクロロフルオロカーボン）も2030年までの全廃が定められています。代替としてHFC（ハイドロフルオロカーボン）が使われてきましたが、さらに地球温暖化係数（CO<sub>2</sub>換算値）の低い冷媒へ切り替えていくために、2016年から新たな規制対象に加えられました。これが「キガリ改正<sup>\*3</sup>」と呼ばれる国際協定の概要であり、我が国を含む先進国はHFCの新規生産量と消費量を、数量ではなくCO<sub>2</sub>換算の総量で、段階的に削減していくことが求められています。

規制は環境負荷低減に向けて大きな意義がある一方、ダイキン工業にとって重大な影響を及ぼします。同社 化学事業部 営業部 化学専任部長の仁田 正宏氏は、「空調事業のまさに根幹にかかわる問題であり、HFCの規制に全社としてどう対応していくのかが問われています」と話します。

## 製品・サービス・技術情報

- ・ IBM Blockchain
- ・ IBM コンサルティング・サービス

「サーキュラー・エコノミーにできる限り多くの参加を促すためには、システムだけでプロセスを回すのではなく、事業者やステークホルダーの“顔”を可視化する必要があります。IBMのブロックチェーン技術はこれを実現する基盤になると直感しました」

ダイキン工業株式会社  
空調営業本部 事業戦略室  
企画担当部長

岡田 喜久氏

市場のサービス用冷媒不足の払しょくや、再生した冷媒の価値化を軌道に乗せるため、サービス本部、空調営業本部、化学事業部で部門連係を進め、

2024年度の回収再生量  
500~1,000t を目指す。

ただし、HFCの規制は「必ずしも私たちにとってのリスクだけではありません」と語るのは、同社 空調営業本部 事業戦略室 企画担当部長の岡田 喜久氏です。

ダイキン工業では90年代から環境経営に注力しており、たとえばヒートポンプを通じて再生可能エネルギーを取り出す技術をヨーロッパで普及させるほか、中国においても省エネ効果の高い空調機のインバーター技術をオープン化したり、地球温暖化係数が少ない「R32」と呼ばれる冷媒の特許を無償開放したりといった取り組みを進めてきました。

「環境保護への貢献によって新たな市場がつかられ、私たちのビジネスも広がっていきます」と岡田氏は語ります。

そしてダイキン工業は、「空気の価値化」という一歩進んだアプローチを開始しました。もともとこの考えは、安全で安心な空気、健康で快適な空気、さらには生産性の向上など心身へ好影響を及ぼすような、暮らしを豊かにする空気環境づくりによる価値創造を目指すものです。新たな価値の創造という意味において、同社はHFCをはじめとする冷媒の対策が、新たな収益をもたらすビジネスとなりうると考えたのです。

「冷媒の回収や処理にはコストがかかりますが、それを“負の資産”として見るのではなく、冷媒にも価値を付けたいのです。他のさまざまな資源と同じように、回収して再利用するという社会で循環するスキームをつくることで、冷媒そのものから新たな価値を生み出したいと考えています」と岡田氏は構想を示します。

## 循環プロセスの トレーサビリティを担保する ブロックチェーン技術

現在、国内における冷媒使用機器の廃棄時の冷媒回収率は、2020年時点で41%に留まっている<sup>※4</sup>のが実情です。裏を返せば空調設備の更新時や廃棄時に残りの60%が大気に放出されています。HFCを含めたフロン類は化学的にきわめて安定なガスであるため、いったん拡散すると長期間にわたって滞留し、環境に悪影響を及ぼしてしまいます。

しかしフロン類を用いた冷媒に価値があるとなれば、回収率は飛躍的に向上し、大量に回収されるならば再利用のコストメリットも高まります。このように冷媒の価値化は、何重もの効果を生み出します。では、どうすれば冷媒を社会で循環させる仕組みを実現することができるでしょうか。

まったく手立てがないわけではありません。「幸いにして業務用の空調装置に封入されている冷媒の量を管理する、メンテナンス（フロン排出抑制法の点検）用のITツールはすでに実用化されています」と岡田氏。そして「このツールと連携し、その後の回収から再利用のプロセスを管理するシステムを用意すれば、冷媒の循環を一貫してサポートするプラットフォームを構築できます」と話します。

ただ、大きな問題として残っていたのがマネタイズの仕組みづくりです。循環の各プロセスが収益と紐づけられていないと、本当の意味での社会全体としてのサーキュラー・エコノミーを実現することはできません。

模索を続けていたダイキン工業の目にとまったのが、「旭化成が日本IBMと共同してプラスチック資源循環プロジェクトを開始した」という新聞報道（2021年5月24日）です。

内容を確認してみると、これは旭化成がサステナビリティへの取り組みの一環として始めた「BLUE Plastics (Blockchain Loop to Unlock the value of the circular Economy)」と呼ばれるプロジェクトでした。IBM Cloud上で稼働するIBMのブロックチェーン技術を活用することでトレーサビリティを担保し、再生プラスチック製品におけるリサイクル素材の使用率の表示や、リサイクルチェーンの関与企業の可視化を実現するデジタル・プラットフォームの構築を目指すとしてあり、「一目で、これだ!と思いました」と岡田氏は話します。

冷媒の循環プロセス間において、単にデータをつなぐだけならブロックチェーンを使わずとも他の方法でも実現は可能です。「しかし、それではデータに対して価値を保証することができません。加えて私たちが目指すサーキュラー・エコノミーにできる限り多くの事業者の参加を促すためには、システムだけのブラックボックスでプロセスを回すのではなく、事業者やステークホルダーの“顔”

を可視化する必要があります。サプライチェーンの来歴を管理するIBMのブロックチェーン技術は、これを実現する基盤になると直感しました」と岡田氏は強調します。

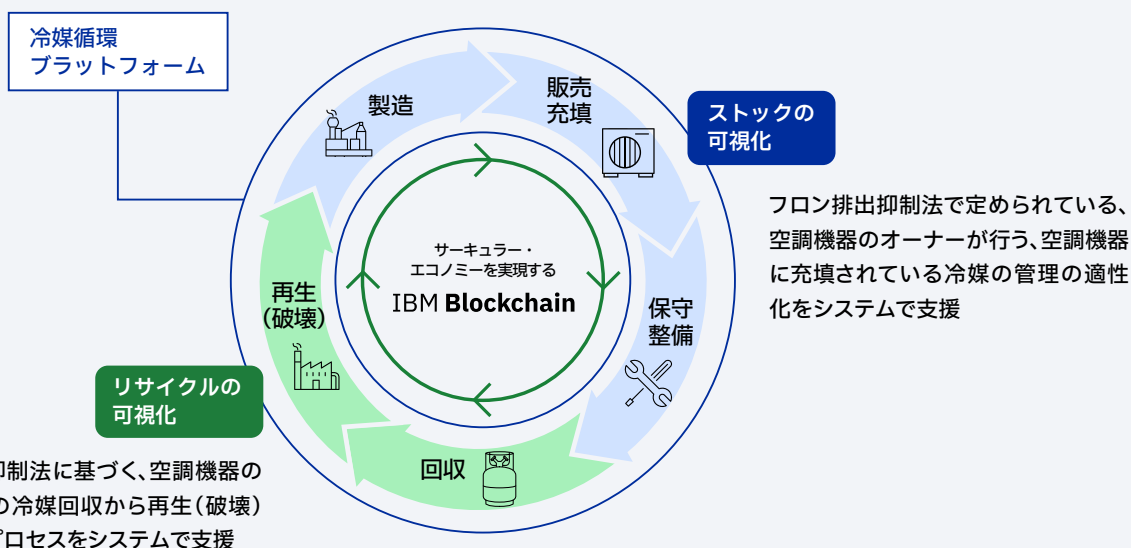
ダイキン工業は、すぐさま日本IBMに声をかけたところ、「冷媒の価値化の構想とブロックチェーンは非常に相性が良い」という前向きな答えが返ってきました。こうして2021年9月、ダイキン工業と日本IBMの共創がスタートしました。

ダイキン工業と日本IBMは、まずビルの空調設備から回収した冷媒を運ぶポンペのトレーサビリティを管理するシステムのプロトタイプを構築し、2021年10月にリリースしました。

ダイキン工業 サービス本部 事業戦略 担当部長の秋山 崇氏は、「どのビルの、どの空調設備から回収された冷媒が、どの工場に運ばれ、どんな工程を経て再生され、次にどのビルで利用されるのか、一連の流れを管理する仕組みです。IBMのコンサルティングを受けて一緒に考えながら要件を詰め、形にしていきました」と振り返ります。

そして環境問題の解決に高い関心をもつ北九州市、ゼネコンの竹中工務店、全国に多数のビルを保有する住友不動産、さらに冷媒の再生工場として西日本のアオホンケミカル、東日本の阿部化学といった自治体や企業の賛同を得て、このプロトタイプをベースとした実証実験が2022年5月より本格的に始まりました。

【図】 冷媒循環プラットフォーム概要



## 究極的な目標として 冷媒の100%回収、100%再生を目指す

実証実験は現在、さまざまな試行錯誤が続いています。「見極めていかなければならないのは、どんなデータが必要なのか、現時点で管理しているデータは本当に使えるものなのか、各データは十分な属性を満たしているのかといった点です。サーキュラー・エコノミーに参画する立ち位置も業種も異なるさまざまな事業者にとって、冷媒の価値化すなわちマネタイズに資するデータの在り方を、この実証実験を通じて明らかにしていきます」と岡田氏は話します。

単にシステムだけでは解決できない課題も顕在化しています。「自分たちの空調設備から回収した冷媒が再生され、また自分たちのもとに戻ってくるシンプルな仕組みなら理解しやすいのですが、回収された冷媒が広い市場に流れていくとなると、ビルのオーナーなどのステークホルダーにはなかなかメリットを実感してもらえない面があります。冷媒のサーキュラー・エコノミーを実現するためには、将来的にはCO<sup>2</sup>における排出権取引のようなグローバルなマーケットの立ち上げが不可欠になるといったことを、実証実験の参会者全員で議論しています」と秋山氏は話します。

さまざまな課題は山積しているものの、前述したようにサーキュラー・エコノミーを支えるITプラットフォームを構築することで、冷媒の回収率および再生率は確実に向上すると期待されます。「そもそもキガリ改正によってフロン類の総量規制はますます厳しくなるため、今後HFCの供給と需要のバランスが崩れ、供給量が圧倒的に足りなくなることが避けられません。その意味でも冷媒の再生は“待ったなし”です」と仁田氏は強調します。

「冷媒の回収率は40%程度にとどまっていると述べましたが、こうしてせっかく回収された冷媒も大部分が廃棄処理されているため、現状での再生率はわずか10%程度しかありません。これを究極的には100%回収し、100%再生するところまで持っていきたいと考えています」と仁田氏は話します。



左から、繁永氏、岡田氏、秋山氏

今後10年先またはそれ以上の将来まで見据えた長期的な取り組みとなりますが、「ダイキン工業では2050年に向けて温室効果ガス排出実質ゼロを目指す『環境ビジョン2050』を策定するとともに、2030年までの具体的な削減目標を設定し、戦略経営計画『FUSION25』に織り込んで推進しています」と繁永氏。

冷媒のサーキュラー・エコノミーの実現を目指した今回の取り組みは、まさにその柱となるものであり、日本IBMとの共創による知見も生かしながら、空調と冷媒の両方を手掛けるグローバルNo.1の企業としての責務を果たしていこうとしています。

- ※1 富士経済「グローバル家電市場総調査2022」調べ（グローバル空調メーカーの空調機器事業売り上げランキング 2020年実績）
- ※2 2018年比 IEA（国際エネルギー機関）、Global air conditioner stock, 1990-2-5-, IEA, Paris)
- ※3 2009年以降、地球温暖化対策の観点から、モントリオール議定書に代替フロンを追加するという議論が行われてきたが、2016年10月にルワンダ・キガリで開催されたMOP28（第28回締約国会合）で、代替フロンを新たに議定書の規制対象とする改正提案が採択された
- ※4 平成25年改正フロン排出抑制法の施行状況の評価・検討に関する報告書（案）（産業構造審議会製造産業分科会化学物質政策小委員会、フロン類等対策WG、中央環境審議会地球環境部会、フロン類等対策小委員会）  
<https://www.env.go.jp/council/06earth/furon12/mat004.pdf>



## ダイキン工業株式会社

〒530-0001  
大阪市北区梅田1-13-1 大阪梅田ツインタワーズ・サウス  
<https://www.daikin.co.jp/>

世界で唯一、空調機器と冷媒の両方を製造する企業として、環境技術を活かした製品・サービスを世界中に提供してきました。また、2025年度までの戦略経営計画「FUSION25」の成長戦略テーマの1つとして、カーボンニュートラルへの挑戦を進め、環境先進企業として真のエクセレントカンパニーを目指しています。

## お客様の声



ダイキン工業株式会社  
空調営業本部 事業戦略室  
企画担当部長

### 岡田 喜久氏

これまでは事業者も行政も空調設備で使い終えた冷媒を廃棄処理することを主に考えてきました。これを再生する方向にシフトしていくことで、冷媒から新たな価値を生み出していきます



ダイキン工業株式会社  
化学事業部 営業部  
化学品専任部長

### 仁田 正宏氏

冷媒の回収にあたっては、さまざまなガスが混在しないように留意するとともに、北海道や沖縄などの遠隔地からもしっかりと回収して再生に回していく必要があります。ブロックチェーン技術を活用してこれらの課題を解決しようとしています



ダイキン工業株式会社  
サービス本部 事業戦略  
担当部長

### 秋山 崇氏

日本IBMのコンサルタントは地方の山間部にある再生工場まで足を運び、冷媒の最終処理の工程まで実際に目で見て理解してくれました。このように現場レベルまで知識を深めていただいたおかげで、緊密な意思疎通を図ることができました



ダイキン工業株式会社  
東京支社 渉外室  
担当課長

### 繁永 昌弥氏

GHG（温室効果ガス）排出量削減に向けた議論は今後、経済産業省が主導し、産学官が参画する『GXリーグ』などでも大きく議論されることとなります。そうした中で弊社としても存在感を高め、世界に認めてもらうための新たなルールづくりなどに貢献していきたいと考えています

©Copyright IBM Japan, Ltd. 2022 All Rights Reserved

日本アイ・ビー・エム株式会社

〒103-8510 東京都中央区日本橋箱崎町19-21

このカタログの情報は2022年11月現在のものです。仕様は予告なく変更される場合があります。記載の事例は特定のお客様に関するものであり、全ての場合において同等の効果が得られることを意味するものではありません。効果はお客様の環境その他の要因によって異なります。製品、サービスなどの詳細については、弊社もしくはビジネス・パートナーの営業担当員にご相談ください。

IBM、IBMロゴ、および [ibm.com](http://ibm.com) は、世界の多くの国で登録された International Business Machines Corp. の商標です。他の製品名およびサービス名等は、それぞれIBMまたは各社の商標である場合があります。現時点でのIBM商標リストについては [www.ibm.com/legal/copytrade.shtml](http://www.ibm.com/legal/copytrade.shtml) をご覧ください。

