

冷凍空調用冷媒を 取り巻く状況と将来展望について

防衛大学校 学群長 兼 教授 香川 澄 氏

国際的な冷媒規制の動向

「ヒートポンプの血液とも言える冷媒についてですが、規制の動きは今後どのようになるでしょうか。」

香川教授（以下敬称略）：冷媒を取り巻く環境としては、オゾン層破壊に続き、地球温暖化の観点から低 GWP 冷媒への動きが加速しています。日本においても 2009 年に北米から提案された HFC 系冷媒の生産量や消費量の段階的な規制に向けたモントリオール議定書改定案について 2012 年 7 月に賛同を表明しています。F-gas 規制は 2014 年におおよそ審議がまとまって、2015 年から規制強化されるとも聞いていますので、欧州ではこちらが先になるかもしれません。最終的にどのような形になるかはまだ見えませんが、必ず冷媒規制は掛かるでしょう。

ただし、冷媒規制のペースは劇的なものではなく、比較的ゆっくりで段階的なものとなると想定できます。また、GWP だけで評価せずに、TEWI や LCCP を考慮した規制も提案されると思います。規制に関しては、国際的に実効力のあるものとする必要がありますが、規制による影響の大きな経済分野や産業分野に関しては、各国いろいろな問題や思惑を抱えています。例えば、欧米は環境性を重視して厳しくしたいと考えていますし、インドやブラジル等の開発途上国は経済性を重視して厳しくしたくないと考えているように、現在は各国がそのような思惑で綱引きをしている状態です。しかし、HFC 系冷媒に代わるものが部分的にしか見つからない現状では、経済的に負担が少ない解決策を出すことが難しいため、欧米としても現在流通している比較的 GWP 値の低い HFC 系冷媒（R32 など）を使うという選択肢を残しておく考えもあるようです。

このように、国際的にも今後の動向見極めが重要となっていますが、2015 年 8 月には日本で初めて、国際冷凍会議（ICR2015）が国際冷凍学会（IIR）と日本冷凍空調学会の共催により横浜で予定されています。ここでは、冷凍空調分野における関係者が世界 60 か国以上から 4 年に 1 度集い、研究発表や技術報告、そして最新の技術や地球環境政策に関する情報が交換されますので、各国の規制状況など、動向を伺う絶好の機会です。また、新しく空気調和・衛生工学会との協力で建物空調に関するセッションを持ちますし、ヒートポンプのセッションや新規冷媒、冷媒の規制・管理に関するワークショップが設けられるなど、冷凍空調学会のみならず国際冷凍学会にとって最大規模の会議になることが期待されます。



－2013年6月に「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(以後、フロン法)」が改定されましたが、重要なポイントについてお聞かせ下さい。

香川：フロン法は低 GWP 冷媒の開発や冷媒の漏洩防止を目指して改定されましたが、細目に関しては現在検討が進められています。冷媒を管理するポイントとしてはデータをまとめる情報管理センターの設置や据付保守業者、冷媒回収業者、破壊業者に対するチェックシステムの構築、規制対象機器の範囲設定等が有効でしょう※。

さらに、冷媒容器の管理、再利用、再資源化の促進に関する項目が含まれると、より効果的になるとは思いますが、全ての項目を対象とすることは難しいので、実施することによって大きな効果が得られる項目が何かを見極めることが重要です。他に留意すべき点としては、冷媒容器の管理や、再利用、再資源化に関する項目がどの程度まで含まれるかがあります。混合冷媒まで適用されるのであれば、その再利用は現在の技術では難しいですし、再資源化するには原子レベルまで分解してから製品化する必要があります。混合冷媒に関しては物理的にも技術的にも、そして経済的にも難しい問題が多くあります。

※具体的には、日本冷凍空調学会の冷媒漏洩対策委員会にて提言を取りまとめています

(冷凍、2013年11月号、Vol.88, No.1033, p.38)

－冷媒回収率を向上させるためには何が必要でしょうか。

香川：まずは、実際の漏れ量の把握です。冷媒漏れに関しては運転時と回収時で全体の9割を占めていると言われていたのですが、本当にその割合なのか確認する必要があります。また、漏洩の原因には様々なプロセスが含まれると考えられますが、その中で主となる漏洩が生じるプロセスが何かを見つけて、これに対して法的にも技術的にも改善策を考える必要があります。

ただし、ここで注意しなければいけないのが冷媒に関わる全ての人間・企業が公平な概念で義務や責任の分担をしていくべきということです。これは冷媒に限らずインフラを含めた様々な分野においても同じ傾向にあるように思えます。行政も規制や取締りだけでなく、このような教育や啓蒙もあわせて進めなければならないでしょう。



震災以降、エネルギー・環境問題について関心が一層高まっているように、ユーザーの考え方も変わりつつあります。このような機会に行政・メーカー・業者が歩調を合わせて、教育や啓蒙を含めた統合されたシステムを作っていくべきです。

また、そういった取り組みに助成制度などを設けてもよいのではないのでしょうか。例えば、機器撤去やメンテナンス時の冷媒回収量に応じてユーザーに費用を支払うなど、金銭的なインセンティブをつけて回収率を上げていくという手法も考えられます。そして、ユーザーに冷媒管理は重要という認識だけを持たせるのではなく、冷凍空調機器の効率の高さや経済性、現状の冷媒回収率、CO₂排出といった環境への影響などの取り巻く状況について正確かつ詳細な知識を提供していくべきです。それをユーザーに理解してもらうことができれば、社会全体の考え方も変わってくるはずです。

本当の目的はシステム全体での CO₂排出量削減

ー低 GWP を実現する候補冷媒はあるのでしょうか。

香川： 今後は全てに対応できるような冷媒ではなく、機器自体の性能を上げていくためにも用途と冷媒特性が合ったものが選ばれていくでしょう。冷凍倉庫であれば、アンモニアあるいはアンモニアと CO₂ の 2 元式サイクル、自販機であれば CO₂ や炭化水素系といったものです。ヒートポンプ機器自体は氷蓄熱から蒸気発生まで出力温度帯が広がってきています。これを活かすためにも、出力温度帯に適した冷媒を探していくことが更なる発展には重要です。

新冷媒の候補として HF0 系冷媒も提案されてきていますが、現段階で提案されている HF0 系冷媒は分子量が比較的大きく沸点が高いため、遠心式圧縮機で用いるサイクルや、高温用ヒートポンプサイクルでの利用に適している物質が多いでしょう。

また、新規冷媒の開発も重要ですが、冷媒の漏洩が限りなくゼロに近く、かつ冷媒を完全に回収できて、安全面を含めて管理体制の整っているような機器での使用、さらに回収した冷媒を再生し再利用できる機器であれば、規制冷媒を使うことも一つの手段になるかと思えます。例とすれば消火用に利用されるハロンのようなイメージです。温暖化が進むことを食い止めることが最終的な目的であるので、GWP が低くても機器効率が悪く、結果として CO₂ 排出量が増える場合や、蒸気圧縮式ヒートポンプ機器以外を利用して CO₂ 排出量が増えるようであれば本末転倒と言えるでしょう。

日本が世界をリードするためには技術力の維持・向上と考え方の転換が重要

ーヒートポンプ機器について今後、日本が世界に先駆けて開発すべきものは何でしょうか。

香川： まず、新規冷媒の開発は技術面でも経済面でも国際競争力を持つために非常に重要ですが、その際に一番大切なことは、現状として適切な冷媒が見つからない機器分野をどうするかということです。新規冷媒でなくとも、HF0 系を使った混合冷媒の開発を目指し、混合時の GWP を低くする非共沸混合冷媒という考え方もあると思います。空調用では使いづらいでしょうが、混合冷媒として圧力損失が少なく伝熱性能が優れる CO₂ をその成分物質として使うことも一つの手法です。冷媒規制が始まる前、R22 と R13B1 を使った非共沸混合冷媒の特性を利用した家庭用エアコンが販売されたことがあります。冷媒規制とともにラインナップからは消えましたが、日本の技術力があれば非共沸混合冷媒の特性を活用した機器の開発はできるという証拠です。

次に、ハード面では、CO₂ を単一冷媒として利用できるように思い切って機器を改造することも一つの案です。例えば、蒸発器に室外機（凝縮器）のようなものを付けて 2 段圧縮式サイクルとすれば、CO₂ を冷媒として使用して効率よく使える可能性があります。もちろん、非共沸混合冷媒と同じで製品価格は高くなってしまいますが、日本の高い技術力を持ってすれば実現は可能です。他にも、運転停止時に冷媒を回収するリザーバー装置やシール性を高めたフレア（冷媒配管接続継手）の開発は十分可能性があります。特にフレアは制作技術や施工状況によっては冷媒が漏れやすくなることもあるので、是非メーカーには技術革新を期待したいものです。

最後に、冷媒回収以上に電子部品やコンプレッサの寿命といった課題もあるかと思いますが、製品寿命の延長も重要な技術開発要素の一つです。製品寿命を延ばすことができれば設備投資やメンテナンス面でメリットが出てきます。メーカーとしては売上減少等の問題が発生しますが、やはり、日本の技術力を維持するためには、今までの概念を変え、新しいことに取り組む時期が来たのだと感じます。実現に向けてのやり方は色々あると思いますが、機器使用年数を伸ばすことについて助成をするといったことも一つの手法であり、これに伴って技術力が一層強化してくるということが重要なのです。

ーヒートポンプ関連技術者(設計者、設備事業者など)へのメッセージをお願いします。

香川：フレアの話に似てきますが、既存技術をモデルチェンジというか、是非、新しいものを生み出してほしいと感じます。既存機器では、冷媒で熱を搬送しています。大形機器であれば2次冷媒としてフロン系冷媒を使用するという考え方もあり、どうしても充填量は増えます。今は冷媒充填量を減らすという流れですが、思い切って最小限にするという考え方もできるのではないのでしょうか。

そうすると、今まであった室内機にも新しい考え方が導入できます。一部では導入されている輻射パネルなどもその一つの例であり、いろいろなシステムの開発・実用化の可能性があるのです。

さらに先を見据えると空調用であれば建物と一体化させることです。以前から建物と空調は別ものという考え方が一部で根強く見られますが、建物と空調は一体のものであり、一緒に考えなければなりません。現在でも大きな建物では照明やデザイン、衛生関係など、トータルで考えられることもありますが、建物の規模が小さくなるにつれ、別々に考えられているように見受けられます。

最近では建物の省エネルギー・高機能化ということで、ZEBやBEMS・HEMSなどの考え方もありますが、コンセプトを建物全体としてとらえるべきでしょう。今までの固定概念から離れて10年後、20年後を踏まえた提案をしていくことによって、建物のデザイン自体が変わってきますし、これが日本の技術力強化につながるでしょう。また、欧米などと比べると日本は個々の技術力は強いのですが、システム化が少し苦手と感じます。建物全体がシステム化されたものをユーザーが選択しやすい環境をつくって、さらに育てるためにも、国には助成制度などを期待したいです。

ーヒートポンプの将来性についてコメントを頂けますか。

香川：ヒートポンプの成績係数が上がってきて、実用領域の高温化が進み、温度帯も広がってきています。産業用ヒートポンプを例に考えると、いかに色々なところへ導入していくかが重要です。最近では未利用熱の有効活用といった要望が増えてきています。地中熱や河川水などの未利用熱の利用はヒートポンプの特性を考えると非常に適しています。未利用熱の未利用たる所以は使いにくい熱であるということですが、ヒートポンプを地域性や用途に合わせてうまく使えるようにする技術が生み出されれば、未利用熱の利用は一層進んでいきます。

今後、ヒートポンプの需要や用途も広がってくるはずですので、HPTCJがヒートポンプの有用性を含めて、ユーザーが適切な判断を行えるように正しい知識を広く発信して頂くことを期待しています。
(2014年2月)



香川澄 (かがわ・のぼる)

防衛大学校 システム工学群機械システム工学科 学群長 兼 教授
専門は熱物性、エネルギー工学、燃焼工学など。

慶應義塾大学大学院工学研究科修士課程 機械工学専攻修了、工学博士。
東芝(株)家電機器技術研究所研究員、防衛大学校教授(在職中2年間米国商務省標準技術研究所(NIST)客員研究員を兼務)を経て現在に至る。
国際冷凍学会執行委員会 副委員長兼日本代表、国際冷凍学会運営委員
日本冷凍空調学会 副会長
最優秀論文賞(1992年 米国機械学会) 他