

冷凍空調機器の最新動向

— 地球環境問題への対応について —

一般社団法人 日本冷凍空調工業会専務理事 岡田 哲治

1. はじめに

2020年初めから猛威を振るったCOVID-19（新型コロナウイルス）の影響は、冷凍空調業界にも様々な影響を及ぼしたと言える。いわゆる「三密」を防止する観点から、「換気」をしながらの空調（特に時期的には冷房）を提案したり、7、8月の猛暑による熱中症対策としてエアコンの使用を促す動きも顕著に見られた。特に、感染防止の観点から、急速に普及した在宅勤務形態による自宅にいる時間の長時間化が要因となるからか家庭用エアコンの7月単月の出荷台数は過去最高を記録した。今後、経済動向や新型コロナウイルスの影響がどのような形で業界への影響をもたらすかは全く見えないが、本稿で述べる地球環境問題への対応もやや停滞している部分もあり、早期の収束を願うばかりである。

2016年11月にアフリカのルワンダの首都であるキガリにおいて開催された第28回モントリオール議定書締約国会議において197か国の参加の元で合意された「HFC（ハイドロフルオロカーボン）冷媒の段階的削減」への対応は引き続き、冷凍空調分野における各製品群において対応策が検討されてきている。現時点では、日本国内の状況は、順調で、定められた段階的削減量に対応した形で推移している。しかしながら、今後の削減ステップを見ていく限り、状況は全く楽観できる状況ではなく、各機器の開発、生産そして販売のサイクルを考えると残された時間は決して多くなく、本業界だけではなく、関連する各関係者の協力なしには、進めることは困難な状況にあるともいえる。

本稿では、「キガリ改正」によるHFC段階的削減の現状について解説するとともに、課題と今後の対応について主として述べる。

2. 市場動向

(1) 国内市場

表-1に、2019会計年度の主要機器ごとの国内における出荷台数を示す。一般的には、ほぼ対前年比で100%に近い数字が見られ、市場の経済的な環境の変化は色々指摘されるものの、冷凍空調機器については、ほぼ堅調な推移といえる。家庭用エアコンは対前年比が100%を割っているが、前年が過去最高台数を記録しており、市場としては引き続き高い水準にあると言える。またガスエンジンヒートポンプエアコンは、対前年比が137%と非常に高い伸びを示したが、これは2019年度、文部科学省が推進した学校の教室の空調促進政策により伸長したもので、やや特異的な内容である。右の欄には各機器で使用している冷媒についても記載している。具体的な解説は後述するが、各機器ともよりGWP（地球温暖化係数）*の小さい冷媒の導入が要求されてきている。

* GWP (Global Warming Potential ; 地球温暖化係数) : 二酸化炭素を基準にして、ほかの温室効果ガスがどれだけ温暖化する能力があるか表した数字

(2) 世界市場（空調）

図-1は、空調機器（家庭用と業務用）の世界市場における販売規模動向を示している。台数規模においては、北米を除き、比率的には家庭用が圧倒的に多数を占めるが、絶対的規模では、中国が他を寄せ付けない規模である。伸長市場という視点では、アジア（中国以外）や中東などの地域が、着実に伸びてきており、アフリカや南米とともに今後の期待市場と思われる。

3. グローバル市場における規制動向

冷凍空調業界に関連するグローバルレベルでの公的規制には、大きく2つの規制がある。一つは、オゾン層保護を目的とする「モントリオール議定書」である。

表-1 日本市場における冷凍空調機器の販売台数

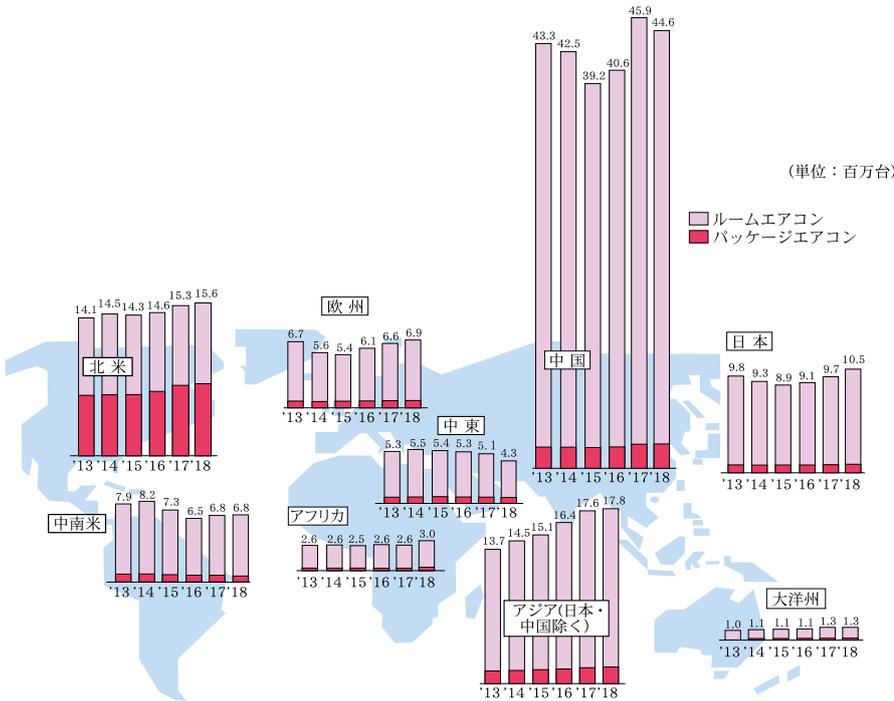
製品	国内出荷台数 (2019年度千台)	対前年比(%)	使用冷媒
家庭用エアコン	9,814.6	97.5	R32(ほぼ100%)
業務用エアコン	950.6	108.1	R410A, R32(小容量)
家庭用HP給湯機	523.6	108.9	CO ₂ (ほぼ100%)
ガスエンジンHP	39.4	137.0	R410A
チリングユニット	14.2	98.3	R410A, R134A
内蔵ショーケース	163.8	98.1	R404A, 134a →R410A, R290, R1234yf
別置ショーケース	114.5	98.1	R404A →R410A, R448A, CO ₂
コンデensingユニット	84.3	96.6	R410A, CO ₂
冷凍冷蔵ユニット	27.6	94.7	R410A, R404A

資料：(一)日本冷凍空調工業会データ

もう一つは、「気候変動枠組条約」である。本章ではこれらについて冷凍空調業界の視点で解説する（概略は図-2）。

(1) モントリオール議定書
ウィーン条約（オゾン層の保護のためのウィーン条約）に基づき、オゾン層を

破壊するおそれのある物質を指定し、これらの物質の製造、消費および貿易を規制することを目的とし、1987年にカナダで採択された議定書である。1989年に発効している。特定フロン、ハロン、四塩化炭素などは、先進国では1996年までに全廃（開発途上国は2015年まで）、その他の代替フロンも先進国は、2020年までに全廃（開発途上国は原則的に2030年まで）することが求められている。冷凍空調業界においては、主に、CFC（クロロフルオロカーボン）が対象冷媒となっており、順次HCFC（ハイドロクロロフルオロカーボン）へと切り替えが進んでいる。冒頭述べた「キガリ改正」は、2016年11月に、このモントリオール議定書の改正として位置付けられ、HFC冷媒の段階的削減を義務付けるという内容である。途上国と先進国で削減のステップは異なるものの、中長期的にHFCの削減を国際公約するものである。



資料：(一社)日本冷凍空調工業会データ

図-1 世界市場における家庭用および業務用エアコンの販売台数推移

(2) 気候変動に関する国際連合枠組条約 (UNFCCC)

基本的には、大気中の温室効果ガス

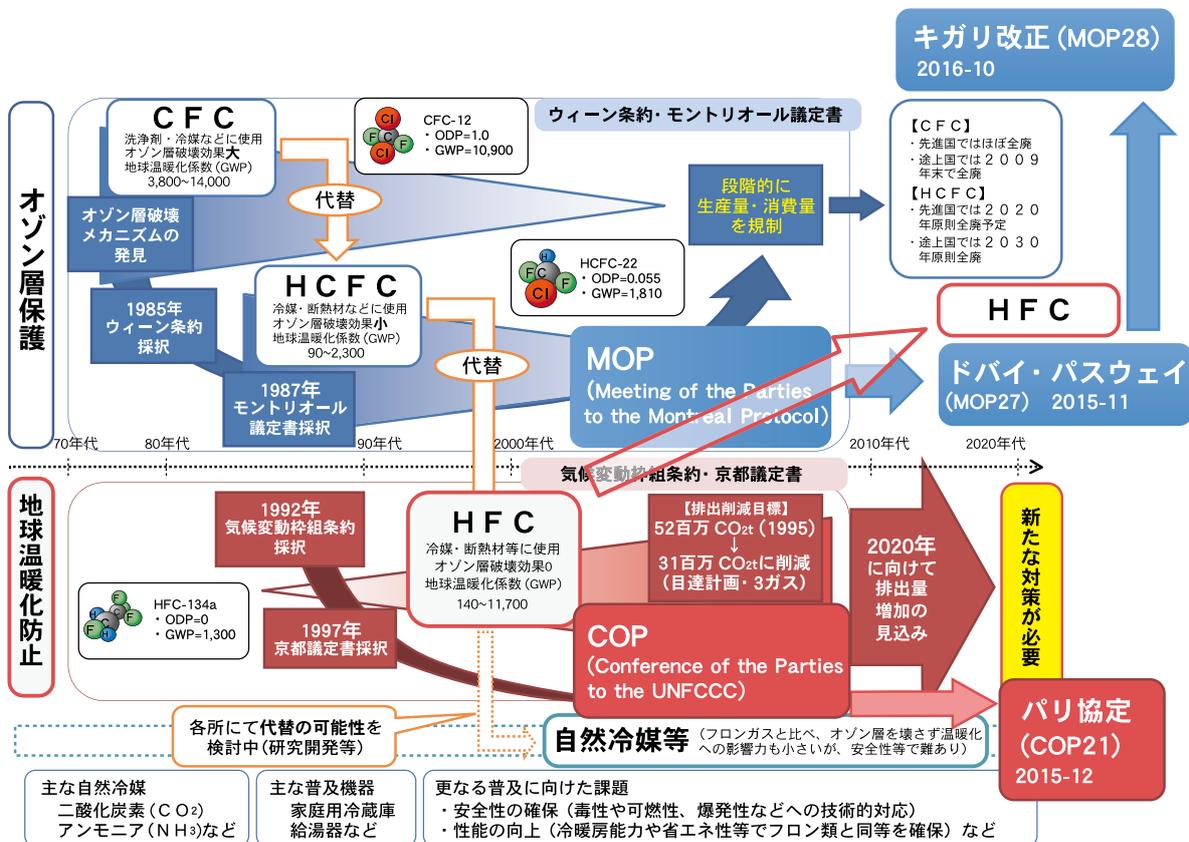


図-2 国際的な環境規制について

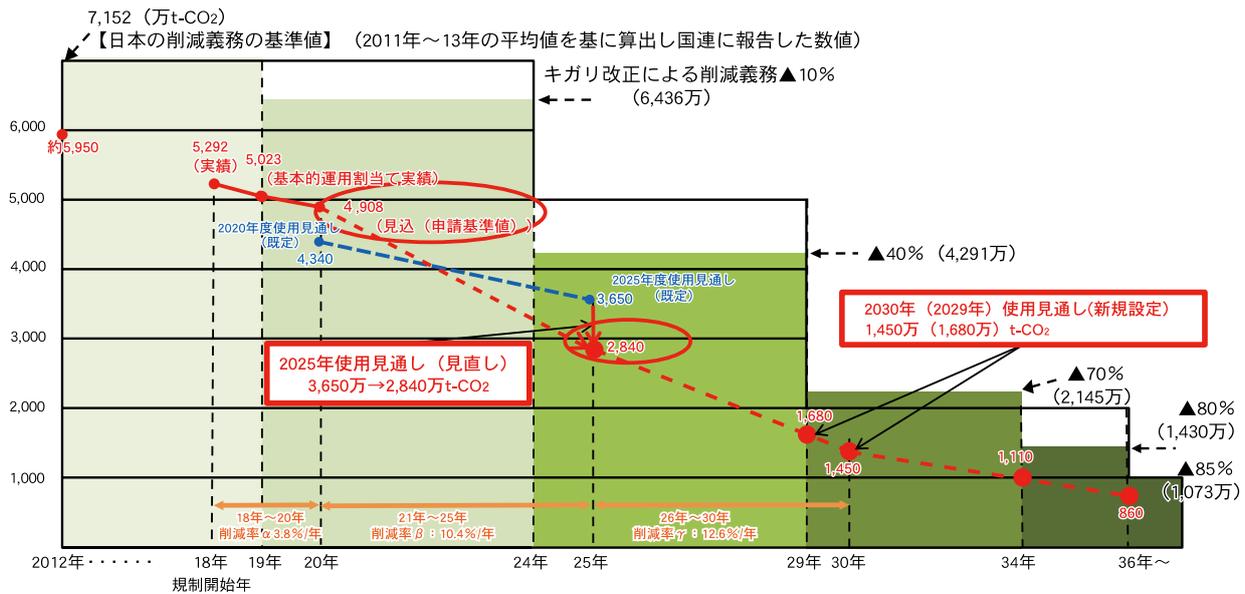


図-3 HFCの使用見通し

(GHG)の増加により、地球が温暖化し、自然の生態系などへの悪影響を防止することを目的とし、大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させ、現在および将来の気候を保護するなど地球温暖化問題に関する国際的な枠組みを設定した環境条約である。この条約は、1994年に、発効された。大気中の温室効果ガス（二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素など、HFCs、PFCs、SF6）の増加が地球を温暖化し、そのための気候変動をもたらすさまざまな悪影響を防止するための取り組みの原則、措置などを定めている。冷凍空調分野においては、特にこれらの温室効果ガスの排出抑制という観点から、エネルギー起源のCO₂排出抑制が、具体的な目的となっており、これはとりもなおさず、エネルギーの削減（省エネルギー）に直結している。

以上の2つの規制をまとめると、オゾン層破壊物質とされている冷媒の生産、消費の全廃とGHG削減の観点からの省エネルギー化によるCO₂削減および温暖化係数の小さい冷媒への転換が、冷凍空調業界に課せられた課題ととらえることができる。

4. 日本国内における法規制

3項に述べた2つの大きなグローバルレベルの規制に対応して、日本国内でも以下の法規制が施行されている。

(1) 特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律（オゾン層保護法）

ウィーン条約やその具体的な推進のためのオゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書を国内で適切に施行することを主な目的として1988年に制定された。今般、キガリ改正を受けて、本法律の改正法案が、2018年通常国会で承認され、2019年1月に施行されている。

経済産業省ホームページ：

http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/ozone/law_ozone_schedule.html

2020年2月の経済産業省産業構造審議会フロン類WG（略称）において、以下のような今後の削減シナリオが議論されている。図-3は経済産業省がまとめたHFCの使用見通しを示している。従来の青線の部分に対して特に2025年における削減量はさらに少ない量として見積もられており、業界の対応はさらに厳しいものと想定されている。

(2) フロン類の使用の合理化および管理の適正化に関する法律（フロン排出抑制法）

オゾン層の保護および地球温暖化の防止のため、オゾン層を破壊したり、地球温暖化に深刻な影響をもたらしたりするフロン類の大気中への排出を抑制するこ

と等を目的として、それまで施行されていた「フロン回収破壊法」が、2016年に改正施行された。この法律は冷媒の製造から、使用する機器メーカー、使用するユーザー（管理者）、保守点検や回収、破壊に至るまで、冷媒のライフサイクルに沿った形での「冷媒管理」としてきめ細かく規制した内容となっている。特に、新製品対応として、表-2に示す「指定製品」（表-2では、冷凍空調分野のみ記載）が、記されている。指定製品は、目標年度までに、加重平均で目指すべき目標GWP値が示されており、達成が義務付けられている。

経済産業省ホームページ：

http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/ozone/law_furon_outline.html

(3) 地球温暖化対策計画

COP21でパリ協定が採択されたことを受け、地球温暖化対策の推進に関する法律に基づき、約束草案の達成に向けた取組を含む総合的かつ計画的な温暖化対策の推進のため、「地球温暖化対策計画」が2016年8月に閣議決定された。

温室効果ガスの排出抑制および吸収の目標、事業者、国民等が講ずべき措置に関する基本的事項、目標達成のために国、地方公共団体が講ずべき施策等について記載されている。

表ー2 フロン排出抑制法で規定された「指定製品」(冷凍空調分野のみ記載)

指定製品の区分	現在使用されている主なフロン類等及びGWP	環境影響度の目標値	目標年度
家庭用エアコンディショナー (壁貫通型等を除く)	R410A(2090) R32(675)	750	2018
店舗・オフィス用エアコンディショナー			
①床置型等除く、法定冷凍能力3トン未満のもの	R410A(2090)	750	2020
②床置型等除く、法定冷凍能力3トン以上のものであって、③を除くもの	R410A(2090)	750	2023
③中央方式エアコンディショナーのうちターボ冷凍機を用いるもの	R134a(1430) R245fa(1030)	100	2025
自動車用エアコンディショナー (乗用自動車(定員11人以上のものを除く)に搭載されるものに限る)	R134a(1430)	150	2023
コンデンシングユニット及び定置式冷凍冷蔵ユニット (圧縮機の定格出力が1.5kw以下のものを除く)	R404A(3920) R410A(2090) R407C(1770) CO2(1)	1500	2025



図ー4 冷媒転換における基本コンセプト

環境省ホームページ:

<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/keikaku/taisaku.html>

(4) 高圧ガス保安法

高圧ガス保安法は、高圧ガスによる災害を防止するため、高圧ガスの製造、貯蔵、販売、輸入、移動、消費、廃棄等を規制するとともに、民間事業者および高圧ガス保安協会による高圧ガスに関する自主的な活動を促進し、公共の安全を確保することを目的とした法律である。冷凍空調機器の冷媒回路に使用されている冷媒も圧力だけではなく、可燃性や毒性などの観点からも規制を受けている。

経済産業省ホームページ:

https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/hipregas/hourei/index.html

現在、上記4つの法規制が、冷凍空調機器に課せられている。業界としては、これらの法規制をしっかりと遵守し、顧客に満足を与えられる機器を供給していく義務がある。

5. 当工業会としての対応

(1) 基本的な考え方

以上述べてきたようなグローバル視点での規制、国内の規制に対応するためには、現在使用している冷媒をよりGWPの小さい冷媒に変えていく必要がある。機器のそれぞれの特徴に応じて候補となる冷媒は異なるものの、現在の状況では、従来の大半の冷媒がこれまでの不燃性の代替冷媒候補ではなく、少なからず可燃性の冷媒であることが、認識されてきている。

当工業会としては、従来から、またこれからも変わることはない基本的な冷媒

転換の方針として、「S+3E」というコンセプトを掲げている(図ー4)。これは、以下に示す考え方である。

Safety (安全性): 低毒性、低燃焼性の冷媒を使用する。

Environment Performance (環境特性): オゾン層を破壊しない、温暖化係数の小さい冷媒を使用する。

Energy Efficiency (エネルギー効率): エネルギー効率の高い冷媒を使用する。

Economic Feasibility (経済的受容性): リーズナブルなコスト、低ランニングコストな冷媒を使用する。

安全性は最優先の条件としながら、3つのEのバランスを取り、冷媒を選択することが基本という考え方で、様々な機器に使用する冷媒を選択することが重要と考えている。

(2) リスクアセスメント

前項でも述べたが、現在、代替冷媒の候補とされている冷媒はほとんどが、何らかの燃焼性を有する冷媒であることがわかってきている。そのため、従来の不燃性冷媒ではほとんど気にすることのなかった燃焼性に関する検討が重要でかつ必須の条件となってきている。

当工業会では、2011年から、(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)や(公社)日本冷凍空調学会と連携した体制を構築し、A2L^{*}(微燃性冷媒)のリスクアセスメントを推進してきた。

これは、冷凍空調機器ごとにA2L(今回はR32、R1234yf、R1234zd(E)の3種類)冷媒を使用した場合のリスク評価を行い、これらの冷媒を安全に使用するための対応策も含めて、まとめたものである。

2016年に全ての作業を完了し、表ー3に示す日冷工規格(JRA規格)やガイドライン(GL)を発行している。

さらに、もう一つの重要なポイントは、4.(4)項で述べた高圧ガス保安法の規制緩和がある。これは、上記のA2L冷媒が、従来の高圧ガス保安法では、強燃性のガスが分類される「その他」に区分されるため、冷媒の使用に当たっては自治体等への申請が必要であったりという手続きが必須になるため、普及の阻害要因になるということがあった。このため、当工業会で実施したリスクアセスメントの結果をベースとして安全性の担保を確認したうえで、2016年11月にこの高圧

表-3 A2L冷媒使用に関わる日冷工規格およびガイドライン一覧

製品名	規格番号	表題	参考規格 (海外分のみ)
冷媒設備	JRA GL20	特定不活性ガスを使用した冷媒設備の冷媒ガスが漏えいしたときの燃焼を防止するための適切な措置	ISO 817 ISO 5149-1,-3:2014 IEC 6033-2-40 61D/338/INF:2016
検知警報器	JRA 4068	冷凍空調機器に関する冷媒漏えい検知警報器要求事項	ISO 5149-1, -3:2014
冷凍空調機器 (全般)	JRA GL 14	冷凍空調機器の冷媒漏えい防止ガイドライン	ISO 14903
チラー	JRA GL 15	微燃性冷媒を使用したチラーの冷媒漏えい時の安全確保のための施設ガイドライン	ISO 5149-2, -3, -4 IEC 60335-2-40 IEC 60079-10-1
業務用エアコン マルチ形	JRA 4070	微燃性冷媒を使用した業務用エアコンの冷媒漏えい時の安全機能要求事項	ISO 5149-1, -2, -3, -4 ISO 5149-1/Amd1
	JRA GL 16	微燃性冷媒を使用した業務用エアコンの冷媒漏えい時の安全確保のための施設ガイドライン	ISO 5149-1, -2, -3, -4 ISO 5149-1/Amd1
	JRA GL 13	マルチ形パッケージエアコンの冷媒漏えい時の安全確保のための施設ガイドライン	ISO817, ISO 5149-1, -2, 3, -4 ISO15042
設備用エアコン	JRA 4073	微燃性冷媒を使用した設備用エアコンの冷媒漏えい時の安全機能要求事項	IEC60335-2-40
	JRA GL 19	微燃性冷媒を使用した設備用エアコンの冷媒漏えい時の安全確保のための施設ガイドライン	-
低温機器	JRA 4072	微燃性冷媒を使用した低温機器の冷媒漏えい時の安全機能要求事項	-
	JRA GL 18	微燃性冷媒を使用した低温機器の冷媒漏えい時の安全確保のための施設ガイドライン	IEC60079-10-1:2015 IEC60335-2-40:2013

ガス保安法が規制緩和され、従来と同様の対応で、A2L冷媒の導入のための土壌が固まったことになった。

また、当工業会で実施したリスクアセスメントをベースにして発行したガイドラインGL-20「特定不活性ガスを使用した冷媒設備の冷媒ガスが漏えいした時の燃焼を防止するための適切な措置」は、高圧ガス保安法の例示基準として、経済産業省で規制緩和の一つの有効な手段として、2017年度から始められたファーストトラック制度の初めての適用事例として、引用されることが、2018年3月に公表された。このガイドラインは、A2L冷媒を安全に使用するための設備基準を明確に規定したもので、これも併せて、A2L冷媒導入機器の市場への導入の基本となるものである。

6. おわりに

以上述べてきたように、現在、冷凍空調業界が抱える大きな課題は、地球温暖化抑制に向けた冷媒転換、エネルギー効率の向上(省エネルギー)である。特に、文中でも触れた「キガリ改正」への対応は、業界全分野に関わる大きな課題との

認識である。一部の機器においては、具体的な転換のための最適な冷媒がまだ特定できておらず、機器メーカーだけではなく、冷媒メーカーも含めた今後の活動が業界の命運を左右すると言っても過言ではないと思われる。また、機器の冷媒転換には、機器ユーザー、建築設備設計、施工、サービス対応など関連するステークホルダーの理解や連携も必須の状況であり、今後、色々な形での新しい取り組みが要求されてくると思われる。このために、中長期的な研究開発や導入に関連する技術開発、さらには様々な施策が必要かつ重要になってくる。当工業会としては、業界発展のため、これらの課題に真摯に取り組み、地球温暖化抑制を目標に着実な活動を推進していくことを目指したい。