

平成22年度化学物質安全確保・国際規制対策推進等委託調査

オゾン層破壊物質転換技術海外展開可能性 調査事業

報告書

平成 23 年 3 月



三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社

目 次

はじめに	1
1 調査の背景と目的	1
2 事業内容	1
3 調査の期間	1
4 中国	2
4-1 HCFC の使用実態・産業構造の把握	2
4-1-1 HCFC 生産量及び消費量の推移	2
4-1-2 HCFC 部門別消費量	3
4-1-3 HCFC 産業構造の把握	4
4-1-3-1 HCFC 生産企業	4
4-1-3-2 ICR：空調設備企業 産業用および業務用の空調設備	6
4-1-3-3 RAC（ルームエアコン）	7
4-1-3-4 カーエアコン	8
4-1-3-5 発泡剤生産企業	8
4-1-3-6 溶剤	10
4-2 HCFC 削減計画策定の進捗状況把握	11
4-2-1 HCFC 削減計画における行動内容	11
4-2-2 実施可能性と今後の予定	13
4-2-3 モントリオール基金活用の概要	15
4-3 法規制の整備状況	19
4-3-1 フロンに関する法律・政策動向	19
4-3-2 温暖化対策の動向	21
4-4 中国における代替物質・代替技術の選定	22
4-4-1 技術シェア・普及状況の把握	22
4-4-1-1 ICR：空調設備企業 産業用および業務用の空調設備	22
4-4-1-2 RAC（ルームエアコン）	22
4-4-1-3 カーエアコン	25
4-4-1-4 フォーム	25
4-4-2 中国における技術の選定動向	27
4-4-2-1 ICR：空調設備企業 産業用および業務用の空調設備	27
4-4-2-2 RAC（ルームエアコン）	28
4-4-2-3 カーエアコン	29
4-4-2-4 フォーム	29
4-4-2-5 溶剤	29

5 インド	31
5-1 HCFC の使用実態・産業構造の把握	31
5-1-1 HCFC 生産量及び消費量の推移	31
5-1-1-1 HCFC の生産量と消費量のバランス	31
5-1-1-2 HCFC の輸出量と輸入量のバランス	32
5-1-2 HCFC 部門別消費量	34
5-1-3 HCFC 産業構造の把握	36
5-1-3-1 エアゾール等部門	36
5-1-3-2 発泡部門	36
5-1-3-3 冷凍・冷蔵及び空調部門	37
5-1-3-4 洗浄剤・溶剤	38
5-1-3-5 消化剤部門	38
5-2 HCFC 削減計画策定の進捗状況把握	39
5-2-1 HCFC 削減計画における行動内容	39
5-2-2 実施可能性と今後の予定	40
5-2-3 モントリオール基金活用の概要	42
5-3 法規制の整備状況	44
5-3-1 フロンに関する法律・政策動向	44
5-3-2 温暖化対策の動向	45
5-4 インドにおける代替物質・代替技術の選定	47
5-4-1 HCFC-141b の代替	47
5-4-2 HCFC-22 の代替	48
5-4-3 インドにおける技術の選定動向	50
6 マレーシア	52
6-1 HCFC の使用実態・産業構造の把握	52
6-1-1 HCFC 生産量及び消費量の推移	52
6-1-2 HCFC 部門別生産量及び消費量	54
6-1-3 HCFC 産業構造の把握	55
6-1-3-1 空調設備企業	55
6-1-3-2 冷凍冷蔵機器	55
6-1-3-3 発泡剤生産企業	55
6-1-3-4 洗浄・溶剤生産企業	56
6-1-3-5 エアゾール	56
6-2 HCFC 削減計画策定の進捗状況把握	57
6-2-1 HCFC 削減計画における行動内容	57
6-2-2 実施可能性と今後の予定	58
6-2-3 各国のモントリオール基金活用の概要	59
6-3 法規制の整備状況	60

6-3-1 フロンに関する法律・政策動向.....	60
6-3-2 温暖化対策の動向.....	60
6-4 マレーシアにおける代替物質・代替技術の選定	64
6-4-1 技術シェア・普及状況の把握	64
6-4-1-1 空調設備企業.....	64
6-4-1-2 冷凍冷蔵機器.....	66
6-4-1-3 発泡剤生産企業	66
6-4-2 マレーシアにおける技術の選定動向.....	67
7 タイ	68
7-1 HCFC の使用実態・産業構造の把握	68
7-1-1 HCFC 生産量及び消費量の推移	68
7-1-2 HCFC 部門別生産量及び消費量	69
7-1-3 HCFC 産業構造の把握.....	70
7-1-3-1 RAC：空調設備企業.....	70
7-1-3-2 ICR：空調設備企業 産業用および業務用の空調設備	71
7-1-3-3 発泡剤生産企業	72
7-1-3-4 洗浄・溶剤生産企業	72
7-1-3-5 エアゾール	72
7-2 HCFC 削減計画策定の進捗状況把握	73
7-2-1 HCFC 削減計画における行動内容.....	73
7-2-2 モントリオール基金活用の概要	73
7-2-3 実施可能性と今後の予定	74
7-3 法規制の整備状況	75
7-3-1 フロンに関する法律・政策動向.....	75
7-3-2 温暖化対策の動向.....	75
7-4 タイにおける代替物質・代替技術の選定	77
7-4-1 技術シェア・普及状況の把握	77
7-4-1-1 空調設備企業.....	77
7-4-1-2 冷凍冷蔵機器.....	77
7-4-2 タイにおける技術の選定動向	77
8. 我が国企業の事業展開の可能性	78
8-1 我が国が有する代替技術	78
8-2 日本の先進技術の各国への導入可能性	79
8-2-1 産業用ノンフロン（CO ₂ ）冷凍機の導入可能性	81
8-2-2 ノンフロン（CO ₂ ）ショーケースの導入可能性	81
8-2-3 超臨界二酸化炭素発泡の導入可能性	82
8-3 日本の規制及び仕組みを各国に導入する可能性について.....	83
8-3-1 日本の省エネ関連基準及び規制等の導入の可能性	83

8-3-2 日本の回収リサイクル体制及びノウハウの導入の可能性	84
8-4 日本の先進技術を活用した二国間メカニズムの可能性	85
8-4-1 二国間メカニズムにおける検討	87
8-4-2 CDM における事例	90

はじめに

1 調査の背景と目的

モントリオール議定書の改定に伴い、オゾン層破壊物質であるフロンガス（HCFC：ハイドロクロロフルオロカーボン）の全廃前倒しを受け、現在、アジア各国では HCFC 削減の初期段階を遵守するために、HCFC の国内での使用状況を考慮した代替物質や代替技術の選定など、その削減計画を策定しているところである。

我が国はこれまで長年にわたり HCFC 等の転換を実現してきたことで、豊富な知見と代替フロン物質及びその活用に関する先進技術を有している。それゆえ、我が国はアジア各国の HCFC 削減計画に対し貢献できる可能性を有している。

2 事業内容

アジア各国での HCFC 削減への動きは、既に多くの知見と経験を有している日本企業にとってはビジネスチャンスにつながる可能性がある。従い、アジア各国における削減計画策定の進捗状況及び内容や各国での HCFC の使用の現状と将来の HCFC 代替物質の動向を調査したうえで、日本企業によるビジネス展開の可能性について検証する必要がある。本調査の対象国は中国、インド、マレーシア、タイとした。

HCFC の代替物質の選定にあたっては、可能な限り温室効果の低い代替物質へ転換することが求められており、アジア各国市場における代替物質を活用した新規事業の参入可能性並びに、京都議定書における CDM、二国間クレジット等の案件発掘の可能性を検討した。

3 調査の期間

平成 22 年 11 月 25 日～平成 23 年 3 月 31 日迄。

4 中国

4-1 HCFC の使用実態・産業構造の把握

4-1-1 HCFC 生産量及び消費量の推移

中国環境保護部の 2008 年の統計データによれば中国は世界の HCFC 供給の 64%を生産し、世界の 37%を消費している。一方、UNEP の整理(表 1)によると中国で生産されている HCFC は HCFC - 22、HCFC - 141b、HCFC - 142b、HCFC - 123、HCFC - 124、及び HCFC - 225 であり、HCFC - 22、HCFC - 141b、HCFC - 142b の 3 つの物質で HCFC 生産の 99%を占めている。

HCFCs の生産量総量は 418,041 t、消費量総量は 273,312 t、輸出量総量は 144,729 t であり、中国は生産量の約 35%を世界に輸出している。

表 1 2009 年の中国における主要 HCFC の生産と消費及び輸出量

HFC名称		2009年
HCFC-22	生産量	298,559
	消費量	200,559
	輸出量	98,000
HCFC-141b	生産量	91,880
	消費量	50,323
	輸出量	41,557
HCFC-142b	生産量	24,890
	消費量	21,811
	輸出量	3,079
HCFC-123	生産量	2,238
	消費量	298
	輸出量	841
HCFC-124	生産量	474
	消費量	279
	輸出量	195
HCFC-225	生産量	0
	消費量	42
	輸出量	0
合計 metric ton	生産量	418,041
	消費量	273,312
	輸出量	144,729

出典：UNEP/OzL.Pro/ExCom/62/26 を基に MURC にて整理

(注：モントリオール議定書では化学プラント等の原料としての消費分は HCFCs の「消費量」にはみなされておらず、実際の消費量は表記データに上乗せした数値となると推察される。)

中国での生産量と消費量の数値を下記表に掲載する。2000 年から 2009 年迄の推移を見ると生産量は 10 年間で約 5 倍弱、消費量は 3 倍強に大幅に増加している。

表 2 中国における主要 HCFC の生産量と消費量の推移（単位：ODPt）

年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
生産量	5,939.8	7,022.0	8,650.5	11,745.2	15,447.1	18,101.2	24,265.2	27,482.4	24,985.0	28,200.6
消費量	5,165.5	5,126.3	5,788.8	7,808.7	10,379.6	11,651.8	16,077.5	17,859.0	15,387.2	18,602.7

出典：UNEP Ozone Secretariat Data access

4-1-2 HCFC 部門別消費量

表 1 に示したように、中国にて消費している HCFC s の約 6 割が HCFC-22 である。次に消費が多いのは HCFC-141b、HCFC-142b である。以下表にセクター別の HCFC s 消費比率を示す。

表 3 中国セクター別 HCFCs 消費比率

	RAC	ICR	Servicing	PU Foam	XPS Foam	Solvent	小計
Metric tons	71,500	41,850	68,597	45,971	41,000	4,394	273,312
Percentage	26.16%	15.31%	25.10%	16.82%	15%	1.61%	100%
ODP tonnes	3,933	2,290	3,818	5,057	2,419	480	17,997
Percentage	21.85%	12.72%	21.21%	28.10%	13.44%	2.67%	100%

出典：UNEP/OzL.Pro/ExCom/62/26

下記表に各セクターの HCFC s 消費量を示す。空調冷蔵設備（RAC¹および ICR²、Servicing³を含む）では概ね HCFC-22 を冷媒として使用している。PUFoam、XPSFoam を含むフォームセクターでは HCFC-141b、HCFC-142b、HCFC-22 を消費している。エアロゾルおよび消火剤セクターでの HCFC s の消費は無い。

表 4 セクター別 HCFC s 消費量（ODP tons）

Chemical	Aerosol	Foam	Fire fighting	Refrigeration		Solvent	Process agent	Lab Use	Total sector consumption
				Manufacturing	Servicing				
HCFC-123				4.0	2.0				6.0
HCFC-124					6.1				6.1
HCFC-133									
HCFC-141b		5,056.8				465.9			5,535.7
HCFC-142									
HCFC-142b		1,066.0		2.0	349.8				1,417.7
HCFC-22		1,353.0		6,221.6	3,456.2				11,030.8
HCFC-225ca						1.0			1.0
HCFC-225cb						0.0			0.0

出典：UNEP/OzL.Pro/ExCom/62/26

¹ RAC：ルームエアコン

² ICR：Industrial and Commercial Refrigeration and air conditioning

³ 冷媒の充填業務等

4-1-3 HCFC 産業構造の把握

中国での HCFC 消費量の 66%以上は製造業、冷凍および空調設備で消費しており、その他では建材や冷蔵の絶縁発泡体に生産されている。2009 年の中国のエアコン（ルームエアコン、パッケージエアコンの 2 種）需要は 26,737 千台⁴を数える。これは世界のエアコン需要 71,447 千台の約 37%を占めている。

中国での HCFCs の代替物とその適用対象を表 5 に示す

表 5 中国にて現状使用されている HCFCs と HCFCs 代替物質

セクター	HCFCs	HCFCs 代替物質
ポリウレタンフォーム	HCFC-141b	- シクロペンタン - H₂O
XPS フォーム	HCFC-142b、HCFC-22	- CO₂（少量の HFC-152a 含む） - ハイドロカーボン系物質
ルームエアコン	HCFC-22	2013 年迄 R-410A 2013 年～2015 年はハイドロカーボン系物質もしくは低 GWP 代替物質
ICR	HCFC-22（99%） HCFC-123, HCFC-142b	- アンモニア - CO₂ - HFC-32 - R-410A and HFC-134a
溶剤	HCFC-141b	- 半水性洗浄溶剤 - ODS-free の有機溶剤洗浄技術

出典：各種資料より MURC 作成

4-1-3-1 HCFC 生産企業

HCFCs の生産企業（表 6）は主に CFCs やハロン製造企業等の化学工業が多く、CFCs、ハロンが撤廃されている過程で製品を HCFCs にシフトしている企業が多い。業界内では HCFCs の撤廃に向けて政府内で政策等の議論が進みつつあることを認識しており、既に HFC 生産が進んでいる（表 7）。

表 6 中国の主な HCFCs 生産企業

中化藍天集团有限公司、浙江永和新型制冷剂有限公司、浙江三美化工股份有限公司、濟南舜凱化工有限公司、広州市僑明化工有限公司、広州市今巨化工有限公司、泰興市雲林化学品有限公司、江蘇山達化工有限公司、巨化集团、杭州富時特化工有限公司 中国鷹鵬化工有限公司 浙江三環化工有限公司、浙江藍天環保高科技股份有限公司 浙江星騰化工有限公司等

出典：各種資料より MURC 作成

⁴「日本冷凍空調工業会出版の世界のエアコン需要推定」 2010 年 4 月

日本企業ではダイキン工業株式会社がフランスのアルケマ S.A. 社と合弁企業「アルケマ ダイキン先端フッ素化学（常熟）有限公司」を中国江蘇州常熟市に 2008 年 2 月に設立し、中国、東南アジアでの HFC-125 の需要を鑑み、HFC-125 を生産している。

表 7 中国の HFC 生産企業

代替物質	代替対象	主要 応用領域	主な生産企業
HFC-134a	CFC-12 HCFC-22	噴霧剤、 冷媒、 発泡剤	中化藍天集团有限公司、巨化集团有限公司、中華藍天集团有限公司、浙江浦江百煉化工、山東東岳化工有限公司、山東華安新材料有限公司、常熟三愛富氟化工有限公司、江蘇康泰氟化工有限公司、江蘇金雪有限公司
HFC-152a	CFC-12	噴霧剤、 冷媒	中化藍天集团有限公司、浙江三環化工有限公司、浙江埃克盛化工有限公司、內蒙古三愛富氟化工有限公司、山東華安新材料有限公司、常熟三愛富中昊化工有限公司
HFC-125	HCFC-22	冷媒	中化藍天集团有限公司、中国鷹鵬化工有限公司、浙江星騰化工有限公司、山東中氟化工科技、山東華安新材料有限公司、常熟三愛富中昊化工有限公司
HFC-143a	R502	冷媒	中化藍天集团有限公司、巨化集团有限公司
HFC-32	HCFC-22	冷媒	中国鷹鵬化工有限公司、中化藍天集团有限公司、浙江星騰化工有限公司、浙江臨海利民、山東東岳化工有限公司、常熟三愛富氟化工有限公司、江蘇梅蘭化工有限公司
HFC-227ea	ハロン1301 CFC-12	消火剤、 薬用噴霧剤、	巨化集团有限公司、浙江瑩光化工有限公司、常熟三愛富氟化工有限公司、中化藍天集团有限公司、
HFC-23	ハロン1301 CFC-13	消火剤、 冷媒	巨化集团有限公司、江蘇梅蘭化工有限公司

出典：MURC 作成（表中の「氟」：日本の漢字は該当するものがない。意味はアンモニア。）

現在、中国では HFC を冷媒とした製品の研究が進められている。中化藍天集团有限公司は浙江大学、家電メーカーのハイアール等と協同で RAC の新冷媒である HFC-161 を研究・開発している。

中国の冷媒生産企業は輸出企業でもあることから、「HCFCs 代替冷媒は温暖化抑制を配慮し Low-GWP の要素を考慮する必要がある」との世界の市場傾向を認識している。中化藍天集团有限公司⁵によると中国の冷媒業界は以下の 4 物質を HCFC s 代替物質として選択しているとの事。

表 8 中国冷媒生産企業の Low-GWP を踏まえた次世代代替物質

代替物質名	用途	GWP 値
HFC-161	RAC における HCFC-22 の代替物	12
HFC-41	低温制御、CFC-13、HFC-23 の代替物	92
HFC-152a	カーエアコン、発泡剤、噴霧剤、HFC-134a の代替物	124
HFC-32	民生・産業の空調設備、HCFC-22、R-410A の代替物	675

資料：中化藍天集团有限公司ヒアリングにより MURC 作成

⁵ 2010 年 10 月 27 日に世界銀行、UNEP、環境保護部対外合作中心にて開催された「Seminar on current and future technology options for meeting Montreal Protocol Accelerated HCFC Phase-out Obligations」にて冷媒生産企業の代表として発表。

4-1-3-2 ICR：空調設備企業 産業用および業務用の空調設備

ICR ではオゾン破壊物質の撤廃を順次実施している。1995 年には CFC-12 の使用撤廃戦略を成立させ、1994 年から 1999 年の期間において 24 の CFC 冷媒の変換プロジェクトを実施した。2002 年には ExCom にて CFCs の HPMP が承認され 2004 年 10 月までに撤廃を完了している。その後、中国系メーカーは最もリーズナブルな冷媒として HCFC-22 を使用している。

HCFC-22 の消費量を設備規模毎に見ると(表 9)、大型のチラー (973.5 ODP t) 及び一体型エアコン (803 ODP t) での消費量が多い。

中国進出の日系及びその他外資系の工場では省エネ効率及び稼動効率を考慮し、外資系メーカーのチラーが導入されていることが多いが、中国ローカル工場では国内メーカーのチラーを使用していると推察される。中国ローカル工場では徐々に省エネが進みつつあるが、省エネ投資は小規模投資の動力インバーター化、照明器具等が優先され、大規模投資が必要なチラーは後回しとなっていることが多い。UAC⁶も工場で多く使用されており、これも多額の投資が必要である。

表 9 施設規模別 HCFC-22 の消費量

セクター	容量	2008 年 生産台数	冷媒 注入量 (平均)	HCFC-22 消 費 量 (mt)	HCFC-22 消 費 量 (ODPt)
コンプレッサー凝縮 ユニット	0.5-2,600	150,000	23.0	3,450	189.75
小規模チラー/ ヒートポンプ	7-50	90,000	12.0	1,050	57.75
産業用及び 業務用チラー	50-12,250	150,000	120.0	17,700	973.5
ヒートポンプ給湯器	3-100	130,000	13.0	1,700	93.5
UAC	7-200	1,700,000	9.0	14,600	803
マルチエアコン	5-150	60,000	18.0	1,100	60.5
冷凍冷蔵設備	0.5-14,000	n/a	n/a	600	33
移動型エアコン	3-50	13,000	6.0	80	4.4
合計				40,280	2,215.4

*各設備 の HCFC-22 消費は平均冷媒注入量にて試算している。

出典：UNEP/OzL.Pro/ExCom/62/26

中国でのコールドチェーンは 1990 年代に入ってから上海を中心とした長江デルタ、広州を中心とした珠江デルタの需要に応じて形成されてきた。しかしながら未だコールドチェーンに関する中央レベルのコールドチェーンの標準化は設定されていない。中央よりも上海市が先行し標準化を展開している。上海市が先行している背景として、上海市内には現在約 5400 ヶ所のスーパー、CVS、飲食店等があり、冷凍・冷蔵商品の販売が成長していること、冷凍・冷蔵庫の総容量が約

⁶一体型エアコン

30 万トンに達していること、及び冷凍・冷蔵食品の年間消費量が年率約 8% で成長していることがあげられる。日系企業ではニチレイ、ヤクルトが三菱商事と組み独自の低温物流を構築していることや、METRO、カルフルー、ロータス等の外資大手スーパー、ローソン、ファミリーマート、セブンイレブン等の日系 CVS 及び好徳などのローカル CVS が熾烈な競争にて巨大な市場を展開している。

表 9 に示すように中国の冷凍冷蔵設備の生産台数に関する統計データは無いものの同業界では HCFC-22 の冷蔵・冷凍設備を使用している。中国のコールドチェーン市場は国全体の経済成長に比例し拡大し、設備も増加していくと推察される。

4-1-3-3 RAC(ルームエアコン)

2009 年における世界の生産地域シェアは、中国 71.9%、アジア 18.2%、日本 5.5% の順となっている⁷。中国家用電器協会 (China Household Electric Appliances Association : CHEAA)⁸ によれば 2008 年の国内生産量は 75,600 台であり、そのうち 39,800 台が国内販売である。

尚、昨年中国では家電製品の販売政策が多く交付(表 10)され、これにより国内での販売数が今後も増加する傾向にある。

表 10 中国の家電製品販売政策

政策名	内容	対象	補助	公布日
家電下郷	農村を中心とした低所得層の家電普及を高める政策。1 世帯 2 台迄で、2013 年 1 月末まで実施。	カラーテレビ、冷蔵庫(冷凍庫を含む)、携帯電話、洗濯機、エアコン、温水器、パソコン、電子レンジ、電磁調理器	政府が購入価格の 13% を補助	2009 年 4 月 16 日
以旧換新	都市部における古い商品の買換促進策である。2009 年 6 月 1 日～2010 年 12 月末迄。北京、上海等の消費水準が高い 28 の省及び市。	テレビ、冷蔵庫、洗濯機、エアコン、パソコン	原則、新たな家電販売価格の 10% を補助(限度額あり)	2009 年 5 月 20 日
節能惠民工程	農村地域を対象とした省エネ性能に優れた家電、省エネ・エコカーの消費を促進するための政策	エアコンを含む 10 種類の家電製品、高性能照明、省エネ・エコカー	エアコンでは 1 台につき 300 元から 850 元の定額補助金が支給	2009 年 6 月 1 日

出典：各種資料より MURC 作成

⁷株式会社富士キメラ総研「2010 ワールドワイドエレクトロニクス市場総調査」による。

⁸ 1988 年 12 月に設立。家電業界、スぺア部品・原材料メーカー、研究機関等が登録している非営利・非政府組織の団体。

国内メーカーは国内のみならず、海外への輸出が多い。2008年には約47%にあたる3,580万台を輸出している(表11)。外資系メーカーではダイキン工業、パナソニック、富士通ゼネラル、三菱電機、東芝キャリア、シャープ、三洋電機等の日系メーカーやサムソン、LG等の韓国メーカーが中国市場に参入している。ルームエアコンは大型製品で輸送コストが高い為、各外資メーカーは中国にて現地生産を行っている。

表 11 中国の生産台数と販売台数(単位:千台)

	生産台数	国内販売数	議定書5条国への輸出台数	議定書非5条国の輸出台数
2005	57,000	30,600	10,000	16,400
2006	60,000	31,600	9,900	18,500
2007	76,800	41,000	14,600	21,200
2008	75,600	39,800	15,300	20,500

出典: China Household Electric Appliances Association (CHEAA)

4-1-3-4 カーエアコン

中国のカーエアコンは1980年代後半から生産が開始し、1997年にはカーエアコン及び部品メーカーが38社にまで成長した。

4-1-3-5 発泡剤生産企業

(1) ポリウレタンフォーム製造業

中国のポリウレタンフォームの生産はポリウレタン原料の生産を開始した1950年代に遡る。1980年までは発展は緩慢であり、1982年のポリウレタン原料の生産量は2万tを下回る。その後ポリウレタン工業の発展は1984年から1995年までに天津石化三場、九江化工場、山東東大化が日本の三井東圧、旭オーリンからポリオール原料製造装置を導入した事に始まる。2010年現在は約30企業を数える。

ポリウレタンフォームは表12のように中国国内での2005年の生産量は9.5万tであり、中国の主要5社で55%を占めている。

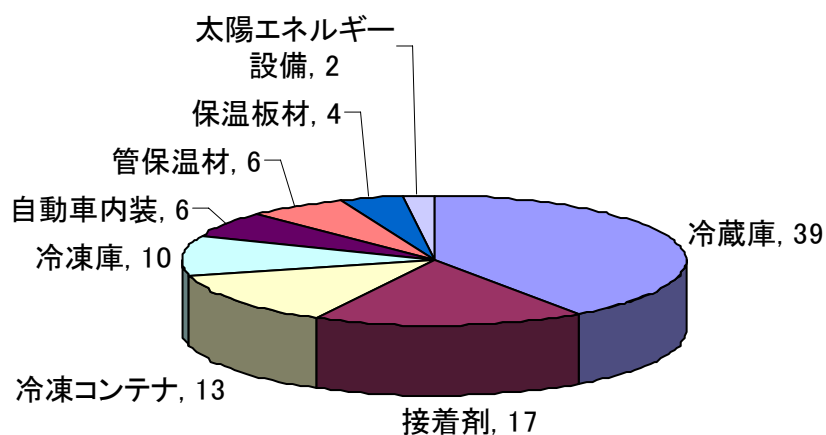
表 12 2003 年-2005 年中国主要ポリウレタンフォーム生産企業と生産量

企業名	ポリウレタンフォーム生産量：千 t			市場占有率（％）		
	05 年	04 年	03 年	05 年	04 年	03 年
天津天環	10	9	8	10.5	10.1	12.3
山東東大	3	3	3	3.1	3.4	4.6
南京紅宝麗	25	17	10	26.2	19.1	15.4
広州容威	7	9	9	7.3	10.1	13.9
広州浪騰	8	9	7	8.4	10.1	10.8
BASF	12	11	9	12.6	12.3	13.9
DOW	9	9	8	9.4	10.1	12.3
HUNTSMAN	9	10	8	9.4	11.2	12.3
その他	12.5	12.1	2.9	13.1	13.6	4.5
合計	95	89.1	64.9			

出典：環球ポリウレタン網

中国でのポリウレタンフォームの用途としては冷蔵庫が 39%と最も多い。その他、接着剤、冷凍コンテナ、冷凍庫、管保温材、保温板材等にて使用されている。

図 1 2005 年 中国でのポリウレタンフォームの製品使用率



出典：環球ポリウレタン網

(2) XPS フォーム製造業

中国における XPS フォームの生産は米国の Owens Corning Co Ltd. (オーウェンスコーニング⁹)

⁹ オーウェンスコーニングジャパン <http://www.owenscorning.jp/index.php?cmd=company&menu=oc> 引

日本法人有り）が1999年に南京市にて生産を開始したのが始まりである。主に建材の断熱、高速道路、鉄道、空港の基盤に使用されている。

4-1-3-6 溶剤

溶剤を使用している企業は電子部品、航空、軽工業、紡績、機械、医療機械、自動車、精密機械等多岐に渡り、主な溶剤はCTC洗浄剤、CFC-113、TCAであった。特に、液晶等の精密機械、電子部品、金属の洗浄に多く使用されていた経緯がある。

中国では1992年に洗浄剤生産企業のODS撤廃プロジェクトが開始し、1996年12月には26のプロジェクトが多国間基金（マルチラテラルファンド）から5,200万米ドルが援助され924 ODP tの削減に至っている。その結果、1997年にはCFC-113生産企業は1社、2007年にはTCAの生産企業も1社となった。

現状HCFCsで使用されている物質は、HCFC141b、HFC-365mfcn-PBrであり、HCFC141bが最も多い。

尚、溶剤を使用している主な企業は400社ほど存在するが、全て少量生産の企業である。

住宅や商業ビル建材、複合材システム用のガラス繊維強化材および建築材料メーカー。1938年に創業し、50年以上にわたってFortune500に名を連ね、ガラス繊維技術の先進的マーケットリーダーである

4-2 HCFC 削減計画策定の進捗状況把握

4-2-1 HCFC 削減計画における行動内容

中国では他の第5条国と同様、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第19回締約国会合での HCFCs の削減基準年の前倒しに合意してからの活動となるが、具体的には 2008 年 5 月 20 日に北京にて開催された「HPMP 第一次国際協議調整会議」で方針が決定された。UNDP、世界銀行、UNIDO、UNEP、日本環境省、ドイツ技術協力公社（GTZ）の国際機関が「中国の HPMP¹⁰ と 7 つの各セクターでの取り組み」に協力し現在迄推進している。当時制定された HPMP のスケジュールは下記のとおりである。

表 13 中国の HPMP の当初のスケジュール

2009 年 6 月末：各セクターの基本調査の終了
2009 年 12 月：各セクターの HPMP の中国環境部へのドラフト提出
2010 年 10 月：マルチラテラルファンド常務委員会（ExCom）での承認を受けた後、 完成。

出典：MURC 作成

中国の HPMP に向けた主な動きは以下のとおりである。各セクターでの分科会を開催し、具体的な方針を決めている。

① 2007 年 9 月 17 日 中国 HCFC 管理戦略国際検討会

於：シンセン

環境保護部、北京大学環境学院、世界銀行、ドイツ技術協力公社（GTZ）、各工業協会、HCFC 生産および消費企業により実施。

モントリオール議定書の批准に基づき、HCFC 管理戦略を検討していくことを決定。

② 2008 年 5 月 20 日、21 日 HCFC HPMP 第一次国際協議調整会議

於：北京

環境保護部对外合作中心の温武瑞副主任が主導し実施。UNDP、世界銀行、UNIDO、UNEP、日本環境省、GTZ の出席により実施。中国からは中国石油和化学工業協会、中国制冷空調工業境界、中国家用電器協会、中国塑料加工工業協会、中国フルオロシリコーン有機材料工業協会、中国塩素アルカリ工業協会。对外合作中心プロジェクト 3 課が参加。

HPMP と 7 つのセクターに関するプロジェクトと協力する国際機関を決定。当時、2 年以内に HPMP を制定することとした。

¹⁰ HPMP:HCFCs Phase-out Management Plan

- ③ 2008 年 10 月 9 日、10 日 中国ポリウレタンフォームの迅速な撤廃に向けた HCFC 専門検討会（第一回）

於：南京

環境保護部对外合作中心、中国塑料加工工業協会、太陽エネルギー熱利用専門委員会、中国家用電器協会、南京市環境局、研究機関、フォーム企業・原材料企業等が参加。

HCFC の HPMP について国内および国際政策の動向、ポリウレタンフォームへの HCFC 代替物の技術研究結果等について議論。

- ④ 2009 年 3 月 16 日

環境保護部对外合作中心は HCFC 使用企業に対し、許可証にて管理することを目的とし、HCFC 使用企業に 4 月 15 日迄に使用状況を報告することを命じた。

- ⑤ 2009 年 6 月 22 日 XPS フォーム HCFC 使用状況調査勉強会

於：北京

環境保護部对外合作中心、中国塑料加工工業協会、環境保護部对外合作中心、北京工商大学、北京化工大学が参加。

XPS フォーム 50 企業を対象とした調査を 2009 年 6 月 23 日から 7 月 31 日迄実施することを決定し、HCFC-142b/22 使用に関する調査表の書き方等を指導した。

- ⑥ 2009 年 9 月 10～11 日 XPS フォーム HCFC 代替技術検討会

於：北京

对外合作中心プロジェクト 3 課、GTZ、UNIDO、UNDP、中国塑料加工工業協会、北京化工大学、北京工商大学、北京物資学院、国家塑料制品質量監督検中心、XPS フォーム設備・製品生産企業が参加。

XPS フォームの代替技術研究の現状、今後の可能性について議論した。

- ⑦ 2009 年 9 月 14 日、15 日 HPMP 第二次国際協議調整会議

於：北京

UNDP、世界銀行、UNIDO、UNEP、日本政府、GTZ、多国間基金委員会が参加。

HPMP に関するプロジェクトのデータ調査状況と代替技術、第一フェーズまでの構想を議論した。

- ⑧ 2009 年 12 月 9-10 日、ポリウレタンフォーム HPMP 編成座談会

於：北京

環境部对外合作中心、中国塑料加工工業協会、中国家用電器協会、北京大学が参加。

2015 年を第一フェーズとすること、代替技術等を議論した。

⑨ 2010 年 4 月 12～15 日 ExCom 60th

於：モントリオール

産業および業務分野での冷凍業界における HPMP に関して 2 プロジェクト、また XPS フォームでの 2 プロジェクト、洗浄業界にて 1 プロジェクトの合計 529 万ドルの提供が批准された。

⑩ 2010 年 5 月 20 日、21 日 HCFC HPMP 第三次国際協議調整会議

於：北京

UNDP、世界銀行、UNIDO、UNEP、日本政府、GTZ、中国国内各協会、企業等が参加。

HPMP のドラフトを提出。代替技術、第一フェーズの戦略、実施費用、HPMP 実施における各業界の問題等を議論した。

4-2-2 実施可能性と今後の予定

現在は第 62 回 ExCom にて HPMP は差し戻され、再度内容を詰めている段階である。

参考として、第 62 回 ExCom にて提出された HPMP の目標数値を以下に示す。

2015 年迄に 3,327 ODP t、生産量で 3,000 t ODP の削減を目標としている（表 14）。2015 年までにベースラインの 10%を削減する為に、PU フォームで全体の 50%を削減する計画であるが、世界銀行は PU フォームの大幅な削減は企業への投資負担等の問題を引き起こす恐れがあると危惧している。

参考：世界銀行のコメント¹¹

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">① 強力な政策と規制がなければ、フォームセクターの HPMP フェーズアウトに関して適切な契約とはならない② 現状シクロペンタンへの代替を進める計画は、多くの費用が発生し、また莫大な時間がかかるため、フォームセクターの多くの内部リソースを必要とする。③ その為、フォームセクターの生産工場は生産停止になるであろう。④ HPMP のアプローチは魅力的なアプローチかもしれないが、企業の抵抗が発生する恐れがあり問題である。⑤ フェーズアウトの持続可能性。最後まで HPMP の目標値を実現できるか保証できない。⑥ 事務局提案内容は中国政府が同意していない。 |
|---|

¹¹ UNEP/OzL.Pro/ExCom/62/26/Add.1 23 November 2010 95quin での世界銀行のコメント

表 14 2013 年および 2015 年に向けたセクター別 HCFC 削減量の目標値 (ODP t)

	2013 (ODP)		2015 (ODP)		セクター別貢献率	2010-2015			Business Plan 2010-2014	
	消費/生産最大許容量	セクター毎の削減量	消費/生産最大許容量	セクター毎の削減量		資金拠出要求 at 62nd Meeting ('000 US\$)	削減量	基準量に対するセクター別削減率	Value (\$000)	ODP t
国家レベル	19,100	NA	17,190	NA	NA	TBD	3,377			
セクター別										
PU Foam	5,310	645	4,340	970	50.8%	122,199	1,615	30%	66,212	783
XPS Foam	2,540	338	2,286	254	13.3%	103,000	592	23%	19,428	230
Room AC	4,109	176	3,698	411	21.5%	168,623	587	14%	92,428	355
ICR	2,360	228	2,124	236	12.4%	137,780	464	20%	52,961	204
Solvents	493	30	454	39	2%	TBD	69	14%	28,683	41
Servicing	4,288	50	4,288	0	0	TBD	50	1%	12,727	139
Demonstration									15,146	28
TOTAL (Consumption)	19100	1,467	17,190	1,910	100%	TBD	3,377	18%	287,585	1,780
TOTAL (Production)	30,000		27,000	3,000		TBD			140,032	4,500

出典 : The 62th Meeting of the Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol

4-2-3 モントリオール基金活用の概要

これまでに多国間基金にて承認されたプロジェクトを以下に列挙する。尚、HCFC 関連のプロジェクトのみを整理し記載した。第 55 回 ExCom から第 62 回 ExCom まで約 2 年の間において 21 プロジェクトに対し、22,993,564 米ドル（約 18.8 億円：換算レート 82 円/米ドル）の資金が多国間基金より拠出されている。

表 15 第 55 回 ExCom 承認プロジェクトと金額
(開催場所：タイ 2008 年 5 月 14 日～21 日)

Project Title	主務機関	ODP (t)	Project	Support	Total (US\$/kg)
Preparation of a HCFC HPMP polyurethane foam sector	IBRD		\$685,900	\$51,443	\$737,343
Preparation of a HCFC HPMP solvent sector	UNDP		\$432,000	\$32,400	\$464,400
Preparation of a HCFC HPMP refrigeration servicing sub-sector	UNEP		\$375,000	\$48,750	\$423,750
Preparation of a HCFC HPMP extruded polystyrene foam	UNDP		\$84,000	\$6,300	\$90,300
Preparation of a HCFC HPMP industrial and commercial refrigeration sub-sectors	UNDP		\$604,000	\$45,300	\$649,300
Preparation of an overarching HPMP strategy	UNDP		\$360,000	\$27,000	\$387,000
Preparation of a HCFC HPMP enabling components	UNEP		\$100,000	\$13,000	\$113,000
Preparation of a HCFC HPMP room air-conditioning sub-sector	UNIDO		\$500,000	\$37,500	\$537,500
Preparation of a HCFC HPMP HCFC production sector	IBRD		\$473,300	\$35,498	\$508,798
Preparation of a HCFC HPMP extruded polystyrene foam	UNIDO		\$84,000	\$6,300	\$90,300
Preparation of a HCFC HPMP extruded polystyrene foam	Germany		\$201,369	\$26,178	\$227,547
Total for China		180.6	\$15,699,569	\$1,214,669	\$16,914,238

出典：The 55th Meeting of the Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol

表 16 第 56 回 ExCom 承認プロジェクトと金額
(開催場所：ドーハ 2008 年 11 月 8 日～12 日)

Project Title	主務機関	ODP (t)	Project	Support	Total (US\$/kg)
Awareness/outreach activities on HCFC phase-out and its challenges during HPMP preparatory phase	UNEP		\$140,000	\$18,200	\$18,200
Total for China			\$140,000	\$18,200	\$18,200

出典：The 56th Meeting of the Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol

表 17 第 57 回 ExCom 承認プロジェクトと金額
(開催場所：モントリオール 2009 年 3 月 30 日～4 月 3 日)

Project Title	主務機関	ODP (t)	Project	Support	Total (US\$/kg)
Preparation of project proposal	IBRD		\$80,000	\$6,000	\$86,000
Preparation of a HCFC phase-out demonstration project (foam system house)					
Preparation of a HCFC phase-out demonstration project (spray foam sector)	IBRD		\$30,000	\$2,250	\$32,250
Preparation of a HCFC phase-out demonstration project (foam insulation for water heaters)	IBRD		\$30,000	\$2,250	\$32,250
HCFC phase out plan	Germany		\$201,370	\$26,178	\$227,548
Preparation of a HCFC phase-out management plan: extruded polystyrene foam (additional funding)					
Total for China			\$341,370	\$39,678	\$381,048

出典：The 57th Meeting of the Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol

表 18 第 60 回 ExCom 承認プロジェクトと金額
(開催場所：モントリオール 2010 年 4 月 12 日～4 月 15 日)

Project Title	主務機関	ODP (t)	Project	Support	Total (US\$/kg)
FOAM	UNDP		\$30,000	\$2,250	\$32,250
Preparation of project proposal					
Preparation of a demonstration project for conversion from HCFC-142b and HCFC-22 technology to methyl formate and co-blowing technology in the manufacture of XPS foam at Feininger (Nanjing) Energy Saving Technology Co. Ltd.					
Preparation for technology demonstration project for hydrocarbon blowing agent in the extruded polystyrene (XPS) foam sector	UNIDO		\$30,000	\$2,250	\$32,250
REFRIGERATION	UNDP	13.8	\$3,964,458	\$297,334	\$4,261,792 15.86
Commercial					
Demonstration project for conversion from HCFC-22 technology to Ammonia/CO2 technology in the manufacture of two-stage refrigeration systems for cold storage and freezing applications at Yantai Moon Group Co. Ltd.					
Demonstration project for conversion from HCFC-22 technology to HFC-32 technology in the manufacture of commercial air-source chillers/heat pumps at Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co. Ltd.	UNDP	3.4	\$1,229,336	\$92,200	\$1,321,536 19.86
SOLVENT	UNDP		\$30,000	\$2,250	\$32,250

Preparation of project proposal

Preparation of a demonstration project
for conversion from
HCFC-141b to a combination of
isopropyl alcohol and
hydrocarbon-based compounds in
solvent cleaning applications at
Zhejiang KDL Medical Equipment
Group Ltd.

Total for China	\$5,283,794	\$396,284	\$5,680,078
------------------------	--------------------	------------------	--------------------

出典 : The 60th Meeting of the Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol

4-3 法規制の整備状況

4-3-1 フロンに関する法律・政策動向

中国の HCFCs に関する規制については環境保護部にて主に立案されており、HPMP の実現に向けた指針として整備されている。HPMP の実現に向けた活動は環境保護部対外合作中心が推進しており、法規制への盛り込み及びプロモーションを展開している。

2008 年には HCFCs を含む製品の生産工場を新規に設立することを禁止し、HCFCs の輸出入業務を許可証にて管理し、総量を把握してきた。また、2010 年 6 月 1 日に大気污染防治法に基づき、オゾン層物質管理条例を施行し、HCFCs の違法生産企業には最大 100 万元（約 1200 万円）の罰金を設けている。

表 19 に中国のフロンに関する通知・法令を示す。

表 19 中国のフロンに関連する通知・法令

名称	HCFC 製造の新築、改築、拡張プロジェクトの厳格管理に関する通知
施行日	2008 年 12 月 25 日
法令等種別	環境保護部污染防治司 通知
条例概要	・ 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に基づき HCFCs 生産工場の新築・改築・拡張プロジェクトに関し管理するもの。 ・ HCFC に関する環境影響評価を環境部門に提出する必要がある。 ・ 新築・改築・拡張に関し HCFC（HCFC-22 など 40 物質：制御 HCFC 物質名簿）を含む化学工業原材料の生産を行う場合には原材料の用途証明を環境保護部污染防治司に報告。

名称	HCFC を含む生産設備の新設の厳格化通知
施行日	2009 年 10 月 13 日
法令等種別	環境保護部污染防治司 通知
条例概要	以下にあげる業種の新規工場建設の禁止 ・ 空調冷媒制御：HCFCs 媒を使用する工業、商業、運輸およびルームエアコンの圧縮機、空調、冷凍、冷蔵設備の生産設備。 ・ 発泡剤：HCFCs を含むポリウレタンフォーム XPS フォームの生産設備 ・ 溶媒：HCFCs を含む溶媒生産企業 ・ タバコの葉の膨張：HCFCs を含む膨張剤および生産設備 ・ 洗浄剤：HCFCs を含む洗浄剤生産企業と生産設備 ・ 噴霧剤：HCFCs を含む噴霧剤生産企業と生産設備

名称	中国輸出入オゾン層物質制御目録の通知（第 5 回）
施行日	2010 年 1 月 1 日
法令等種別	環境保護部、商務部、税関総署 通知
条例概要	・ オゾン層物質消費に係る輸出入管理弁法(1999 年制定)に基づき、以下の物質の輸出入許可管理を行う。 ・ R-402、R-403、R-405、R-406、R-408、R-409、R-411、R-412、R-414、R-415、R-416、R-418、R-509。 ・ 輸出入事業者は輸出入時に商務部許可による「輸出入許可証」と申請書を輸出入管理弁公室に申請する。

名称	オゾン層物質管理条例
施行日	2010 年 6 月 1 日
法令等種別	国务院令
条例概要	・ 大気污染防治法に基づいて制定された条例。(第一条) ・ オゾン層破壊物質の生産、販売、輸出入企業に適用。(第三条) ・ オゾン層破壊物質 HPMP 国家法案が国务院にて批准された後に実施。(第五条) ・ オゾン層破壊物質輸出入消費名簿を活用。(第六条) ・ オゾン層破壊物質の生産、消費、輸出入の総量を管理する(第七条) ・ 「出入境検疫検疫機構実施検疫検疫的進出境商品目録」にて輸出入商品の検疫を実施する。(第二十四条) ・ 違法生産には最大 100 万元（約 1200 万円）の罰金。(第三十一条から第三十八条)

出典：MURC にて整理

4-3-2 温暖化対策の動向

中国では、2010年12月12日メキシコ、カンクンにて閉会した気候変動枠組み条約第16回締約国会議（COP16）では、GDPあたりの原単位レベルの排出量を二〇〇五年基準に対し40%-45%程度の排出削減を掲げ、中国は京都議定書の延長の確約を狙ったが結論を先送りすることにて閉幕した。

その後、昨年12月末に国家発展改革委員会は『2010年度中国気候変動対応の政策とアクション報告書』をまとめている。温暖化関連としては1万元GDPあたりエネルギー消費量20%削減の目標を達成できたと公表した。

既に、2010年10月27日に中国共産党17回第5回中全会で決定された「国民経済と社会発展の12次5ヵ年計画」（2011年～2015年）のドラフトが承認され、2011年3月の全国人民代表大会（国会に相当）にて最終の承認を受けるスケジュールとなっているが、内容としては「10大任務」のひとつとして「資源節約型・環境有効型社会への転換」を掲げており、二酸化炭素の排出量削減、資源リサイクル産業に対する支援、資源の計画的な利用、公害防止の強化といった目標が提案されている。

さらに、中国共産党17回第5回中全会では、「環境税徴収法案（財政部、国家税務総局、環境保護部）」が批准されている。今後、国務院に申告され、早ければ2011年にも公布・実施される可能性があり動向を注視すべきである。

提出された法案における温暖化関連の要素としては、CO₂が対象となり、CO₂の税率は10元/tとなっている。環境税は来年から江西省で試験的に適用されるとの事。国家統計局のデータでは、中国は毎年二酸化炭素を排出量は56億トンであることから、企業の負担は増大するであろう。従い、企業が選択するHCFCs代替物質のGWPは企業の運用コストに大きく影響してくるであろう。

HCFCs代替物質と環境税に関する具体的な考えや対策等は中国のHCFCs関連メーカーから意見等は聞こえてこないが、HCFCs等関連の原料生産のトップメーカーである「中化藍天集团有限公司」は2010年10月27日に、北京にて開催された世界銀行UNDP主催の「Seminar on current and future technology options for meeting Montreal Protocol Accelerated HCFC Phase-out Obligations」でHCFCs生産の業界は代替物質としてLow-GWPを考慮すると述べている。

フォーム業界ではポリウレタンフォームのHCFC-141bの代替物質としてシクロペンタン（GWP:<25）を使用する企業も存在する。一方XPSフォームではCO₂（GWP:1）、HCs（GWP:1）等を代替物質として選択する方針である。空調設備業界ではルームエアコンではR290（プロパン）冷媒の活用を検討している企業は大手の格力、ハイアール、美的など存在する。チラーでは現状は外資系メーカーにてR-134a（GWP:1430）が代替物質として使用されている。NH₃（GWP:1）が最も低い値であり日本のメーカーでは使用されているが、中国制冷空調工業協会ではR32（GWP<675）を次世代代替冷媒として推奨している。ただ同協会もR32のGWPは高いと認識しており、更なるLow-GWPの冷媒が必要との認識に立っている。

4-4 中国における代替物質・代替技術の選定

4-4-1 技術シェア・普及状況の把握

4-4-1-1 ICR：空調設備企業 産業用および業務用の空調設備

中国市場での ICR セクターは国内メーカーが最も多く、これに外資が独資もしくは合弁にて事業参入する形態で続いている。10 億 RMB 以上の売り上げを誇る企業が 31 社と数多く存在する(表 20)。

マルチエアコン、小規模のチラー等の空調設備にはダイキン、格力等の RAC メーカーも参入し競争が国内外資で激化しているが、大規模チラーになると外資系のメーカが強い。特に工場向けの冷凍機になると米国の Trane、Emarson、York(ジョンソンコントロールズが買収)、日本メーカーは三洋、三菱重工、McQuay(マレーシアの企業 OYL をダイキンが買収したことでブランドを吸収)等が強い。

表 20 中国における産業および商用の空調設備企業の内訳

	規模	企業数	%
企業形態	中国ローカル企業	81	60.9
	合併企業	31	23.31
	外資独資企業	21	15.79
資本金	1000 万 RMB 以下	30	22.6
	1000 万～1 億 RMB	72	54.1
	1 億 RMB 以上	31	23.3
販売額	1 億 RMB 以下	60	45.1
	1 億 RMB～10 億 RMB	53	39.9
	10 億 RMB 以上	20	15.0
HCFC 消費量	10mt 以下	48	36.09
	10mt～100mt	52	39.1
	100mt 以上	33	24.81

出典：UNEP/OzL.Pro/ExCom/62/26

4-4-1-2 RAC(ルームエアコン)

国内メーカーでは格力(ガーリー)、美的(メイダ)、海爾(ハイアール)、海信(ハイシン)が大手であり、格力は日本のダイキン工業との、海爾は三菱重工と提携(業務用エアコン)で技術力を身に付けてきた経緯がある。また日系企業も率先して中国メーカーと提携することにより生産拠点と販路を開拓するメリットを享受している(表 21)。

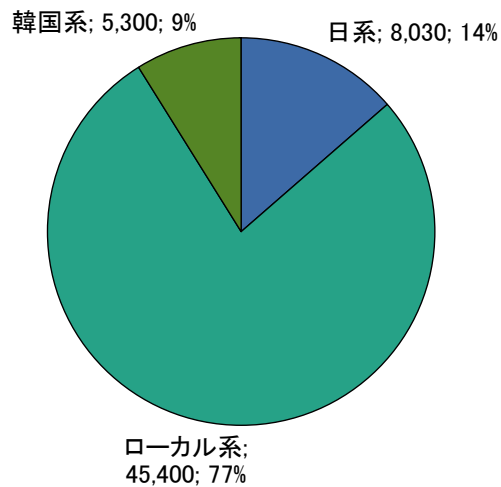
表 21 中国企業の日本企業との提携状況

中国メーカー名	日本側 提携会社名	提携日、合併企業等の設立ほか
海爾集団	三菱重工業	・ 名称：三菱重工海爾（青島）空調機有限公司 ・ 設立年：1993 年 ・ 中国の業務用エアコン市場で事業拡大
中国天津汽車工業集団	サンデン	・ 名称：天津三電汽車空調有限公司 ・ 設立日：2000 年 9 月 18 日 ・ カーエアコンシステムの現地生産、供給。R134a 冷媒を使用したカーエアコンを採用。
海爾集団	三洋	・ 名称：三洋ハイアール ・ 提携日：2002 年 1 月。2007 年 3 月 31 日提携解消 ・ 家電事業で包括提携。2007 年 3 月 31 日に三洋ハイアールは解散し、ハイアール三洋エレクトリック株式会社に引き継ぐ
海信集団	日立アプライアンス	・ 名称：青島海信日立空調システム有限公司 ・ 設立日：2003 年 1 月 8 日 ・ マルチ空調技術の開発、製造、販売及びアフター・サービスを一貫して行っている。
清華大学	ダイキン工業	・ 名称：清華－ダイキン R&D センター ・ 設立日：2003 年 10 月 1 日 ・ 研究拠点
広東美的電器	東芝キャリア	・ 資本提携：美的が保有する空調事業会社を 4 社に再編し、東芝キャリアがこれに 20%出資 ・ 提携日：2004 年 6 月 3 日 ・ 家庭用エアコンおよび業務用エアコンを製造
珠海格力電器	ダイキン工業	・ 提携日：2009 年 2 月 ・ 提携の目的 ダイキン工業：RAC の安く作る技術とそれによって得られる市場。 珠海格力電器：ダイキンの技術力の吸収

出典：各種資料より MURC 作成

中国市場での RAC 生産量を図 2 に示す。中国ローカルメーカーが市場の 77%を占めている。

図 2 中国：RAC 生産量（千台）



出典：2010 ワールドワイドエレクトロニクス市場総調査より MURC 作成

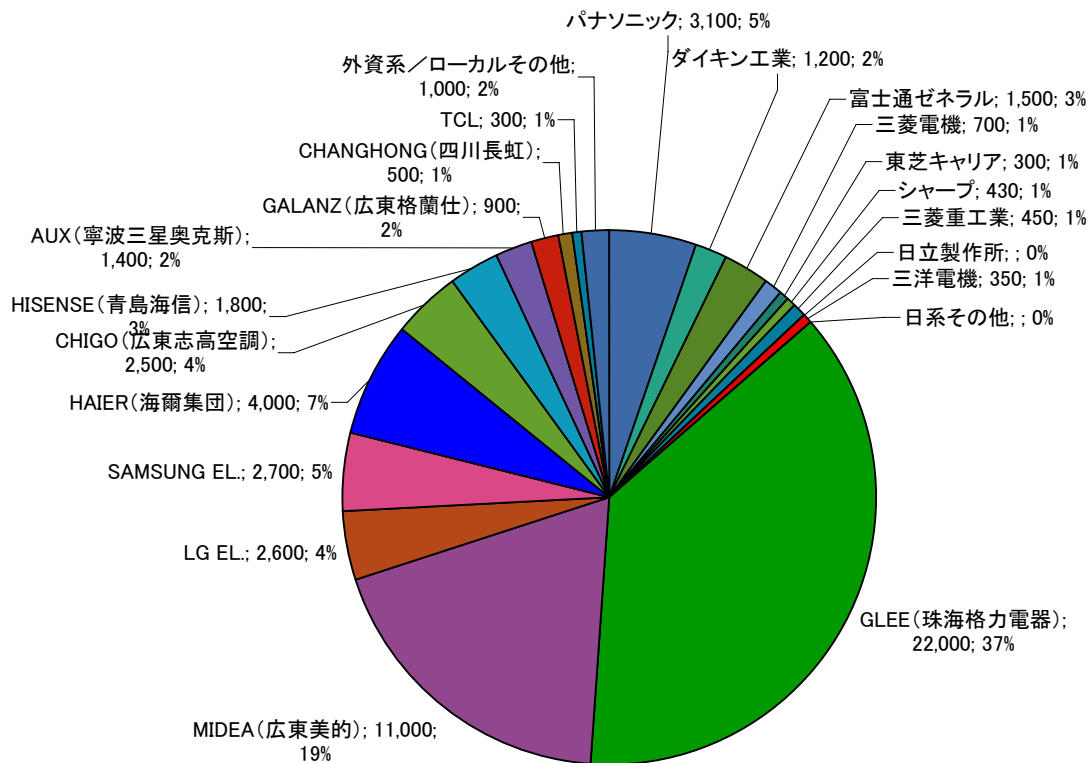
図 3 にメーカー別 RAC 生産量を示す。珠海格力電器が 37%、広東美的電器が 19%を占めており、珠海格力電器が圧倒的な市場シェアを誇っている。表 22 のように日系企業は中国での生産市場を求め提携しているものの、中国メーカーの市場を奪うことは出来ていない。

中国メーカーは農村人口が購入可能な低価格の RAC を中心に販売している。しかし、今後は中国のエネルギー消費の増大により民生家庭分野でも省エネを推進することから日系メーカーにも販売機会が拡大する傾向も見受けられる。

中国では 2005 年 3 月 1 日に「省エネラベル制度」をスタートしている。この省エネラベルにおいて上位の 1 級、2 級（省エネインバーター搭載製品）に分類される高級 RAC を一部の農村人口が購入する動きもある。これは「節能惠民工程（省エネ製品販売促進キャンペーン：2009 年 5 月 20 日開始）」政策により政府から補助金が支給されたことに起因するものである。

さらには、中国の中流層は以前よりも市場により多くの製品が並ぶようになったことで、製品の性能をより重視する傾向にある。この点配慮する必要がある。

図 3 中国：メーカー別 RAC 産量（千台）



出典: 2010 ワールドワイドエレクトロニクス市場総調査より MURC 作成

4-4-1-3 カーエアコン

中国では 2002 年 1 月 1 日に CFC-12 冷媒のカーエアコンの生産が終了し、HFC-134a に既にシフトしている。将来的には HFC-152、CO2 冷媒の使用も期待されている状況。

4-4-1-4 フォーム

(1) ポリウレタンフォーム

フォーム業界はポリウレタンフォームと XPS フォームが主たる業種であるが、双方ともに中小企業が多い。

2008 年の HCFC-141b の消費量は 40,139 (mt¹²) であり、そのうち 94% にあたる 38,100 (mt) がポリウレタンフォームの生産に消費されている。

中国環境部对外合作中心は 2010 年 3 月 4-5 日に北京において「ポリウレタンフォーム業界における HCFC の撤廃モデルプロジェクト実施計画評価会」を中国塑料加工工業協会、南京林業大学等 20 団体を集めて開催した。ここでポリウレタンフォーム関連製品のトップ企業である江蘇淮陰輝煌太陽エネルギー有限公司、ハルビン天碩建材工業有限公司、広東万華容威聚氨¹³酯¹⁴有限公司、中山美尼業電器有限公司の 4 企業が「HCFC 撤廃モデルプロジェクトにおける実施計画」にて HCFCs 代替物質を使用したパイロット事業を実施していることを発表している。

¹² mt: メトリック トン

¹³ 日本の漢字に該当するものがない。意味はアンモニア。

¹⁴ 日本の漢字に該当するものがない。意味はエステル。

(2) XPS フォーム

XPS フォームの業界は毎年平均 10%増加している状況であり、今後も企業数は増える傾向にある。少数であるが CO₂を使用した板材の生産を行っており、HFC141b から既に HCFC s 代替物に移行できる環境を整えている状況である。

現在は国産化が進み、500 以上の企業が存在している。そのうち、200mt/年以下の中小規模が生産量の 65%を生産し、474 社存在する(表 22)。

表 22 2008 年中国の XPS フォーム企業の HCFC s 消費規模

HCFCs (metric ton)	企業数	企業数 (%)	消費量	消費量 (%)
<50	357	71.4%	8,520	24%
50-200	117	23.4%	14,180	41%
≥200	26	5.2%	12,200	35%
合計	500	100%	34,900	100%

出典：UNEP/OzL.Pro/ExCom/62/26

XPS フォーム生産設備は 2 つのメーカーに占有されている。南京法寧格節能科技有限公司、上海新兆塑業有限公司で国内の XPS フォーム生産設備の 80%を占める。再生利用も進んでおりポリスチレンの 100%回収を実現している。発泡剤は HCFC-22 と HCFC-142 b を使用している。

4-4-2 中国における技術の選定動向

4-4-2-1 ICR：空調設備企業 産業用および業務用の空調設備

外資メーカーの中国販売のチラーは、既に HFC-134a や自然冷媒（低温の冷蔵庫及び冷凍庫向けのチラーはアンモニア冷媒）に冷媒を切り替えている。

ICR（空調設備企業 産業用および業務用の空調設備）における冷媒は、現状では HCFC-22、HCFC-123、HCFC-142b が使用されており、全冷媒の99%¹⁵で HCFC-22 を使用している。2008年の HCFC の総消費量は40,630 mt、2009年の同総消費量は41,850 mtであった。

UNEP、中国政府は表9に示す通り、冷凍冷蔵設備の国内台数を把握していない。そのため中国制冷空調工業協会¹⁶の張秘書長に冷媒の使用状況を確認したところ、定性的には工場の冷凍倉庫では HCFC-22、スーパーでは HCFC-22 主体、一部で R-404A を使用しているとの回答であった。中国で急速に拡大しているコンビニエンスストアではイソブタンを使用した冷蔵設備が多い。また、同氏は今後の ICR セクターの代替冷媒は R32 を選択していくこととなるだろうと発言している。

一方、UNEP¹⁷によれば ICR の各セクターにて主に R-410A、HFC-32、アンモニア/CO₂ を次世代の代替冷媒として選択し、HCFC を削減することを計画している（表23参照）。既に日本では小規模空調の冷媒は R-410A に代替しているが、中国でも同様にマルチエアコン等の小規模空調の冷媒では R-410A に代替していく計画である。小規模チラーでは HFC-32 に、大規模チラーおよびヒートポンプは R-134a に変更し、その後 HFC-32 の使用を検討している。冷蔵・冷凍設備に対するアプローチとしてはアンモニア/CO₂ を先に導入し、その後 HFC-32 も併用するとの計画である。

表 23 2011 年～2015 年までの各セクターの削減計画

sub-sector	Substitute refrigerant	2011-2013		2014-2015		Aggregated: 2011-2015	
		Reduction mt	No. of projects	Reduction mt	No. of projects	Reduction mt	No. of projects
Refrigeration compressor	HFC-32 R2S*	n/a	0	n/a	1	n/a	1
	HFC-32 S**	n/a	1	n/a	0	n/a	1
Unitary AC	HFC-32	1,000	5	1,700	9	2,700	14
	HFC-410A	1,698	8	635	3	2,333	11
Multi connected AC	HFC-410A	400	2	400	2	800	4
Industrial and commercial water chiller	HFC-32	200	2	650	7	850	9
	HFC-410A	300	3	500	5	800	8
Small-sized water chiller	HFC-32	130	2	70	1	200	3
Heat pump water heater	HFC-134a	100	1	0	0	100	1
	HFC-32	0	0	100	1	100	1
Condensing unit & freezer, cold storage	NH3/CO2	250	1	0	0	250	1
	HFC-32	0	0	150	1	150	1
Total		4,078	25	4,205	30	8,283	55

出典：UNEP/OzL. Pro/ExCom/62/26

¹⁵ UNEP/OzL. Pro/ExCom/62/26 より引用

¹⁶ 中国の空調冷凍工業を束ねる団体。JRAIA(社団法人日本冷凍空調工業会とは情報交換をしている。

¹⁷ UNEP/OzL. Pro/ExCom/62/26

4-4-2-2 RAC(ルームエアコン)

HCFC s 代替冷媒は R-407C、R-401A を推奨しているわけではなくプロパンを次世代の HCFC s 代替冷媒として考えている。HPMP の策定後の市場としては欧米の動きと同様、中国でも当然 R-407C、R-401A 冷媒に置き換わるのではとの憶測もあるが、仮にその場合でも、日本の技術者からは日系メーカーが市場を押さえられる強みは無いとの意見がある。中国メーカーは海外輸出向けに R-407C、R-401A を使用した製品も製造している（表 24）ので技術的には差異は無いからである。

表 24 中国の各冷媒使用量と RAC の台数

	HCFC-22 (mt)	HCFC-22 使用の RAC 台数	R-407C (mt)	R-410A (mt)	その他冷 媒使用の RAC	総台数	その他冷 媒使用の RAC (%)
2005	45,700	51,200	554	767	5,800	57,000	10.18
2006	52,000	54,300	303	1,285	5,700	60,000	9.50
2007	63,700	69,200	503	3,188	7,600	76,800	9.90
2008	66,100	65,300	357	4,623	10,300	75,600	13.62

出典：China Household Electric Appliances Association (CHEAA)

中国がプロパンを次世代の HCFC s 代替冷媒として考えている背景にはドイツ技術協力公社 (GTZ) の存在が大きく影響している。GTZ は珠海格力電器、海爾集団広東美的電器の 3 社によるプロパン冷媒の RAC 開発を支援しており、中国家用電器協会に対してもプロモーションを行っている。

日系メーカーもプロパン冷媒の RAC を生産できる技術を有するが、冷媒充填時の漏れによる爆発事故の危険性があることから、日系メーカーは直ぐには同冷媒の RAC 市場には参入しないと考えられる。日本のエアコンメーカー以外にもプロパン冷媒使用に懸念を持つ団体は多い。多国間基金を拠出している世界銀行委託の専門家および UNDP は爆発の危険を確実に回避できるかについて疑念の声を上げている。

前述の中国メーカーの製品製造は研究段階であり、防爆手法が確立されていないのである。斯様な意見に対し、中国環境部は他国からの干渉を拒否している。「冷媒の選択については中国国内の諸事情を勘案して中国が決める」との強硬姿勢をとっている（2010 年 12 月時点）。中国国内ではプロパンは厨房、タクシー等で広く使用されており、価格は他の HCFC s 代替冷媒と比較し安価であり、海外メーカーとの差別化要因としてコストを重視していきたいとの戦略にある。

一方で、中国国内にもプロパン使用に関し慎重な意見もある。中国制冷空調工業協会はプロパンをあくまで検討対象の HCFC s 代替冷媒のひとつと見ており、むしろ同協会は HFC-32 を推奨している¹⁸。

¹⁸ 12 月 1 日に神戸にて開催された「環境と新冷媒 国際シンポジウム 2010」にてヒアリング
ヒアリング対象者：中国制冷空調工業協会 秘書長 張 朝暉

4-4-2-3 カーエアコン

日本の自動車メーカーは1994年にはHFC-134aのカーエアコンに全て切り替えが完了している。その後CO₂冷媒の研究を続けている状況である。米国GM社はHF0-1234yfの適用を研究しており、冷媒メーカーの販売戦略に伴い将来的に普及する可能性はある。

4-4-2-4 フォーム

(1) ポリウレタンフォーム

広東万華容威聚氨酯有限公司によると、中国のポリウレタンフォームにおけるHCFC-141bの代替物質は「pentane(ペンタン)」との事。同社はpolyol(ポリオール)ブレンドのCyclopentane(シクロペンタン)を推奨している。中山美尼亞電器有限公司も既にHCFC-141bを使用しておらず、ポリオールブレンドのシクロペンタンを使用している。一方で、HCFCs代替物として生産可能な状況であるものの、生産ラインの入れ替えに多くのコストが必要との認識にあり、段階的に導入を実施している企業も見受けられる。

外資企業も中国の生産において既にHCFC-141bの代替物質を使用している。グローバル企業のBASFは中国上海にて「BASF Polyurethane Specialties(China)Co Ltd.」を設立し、ポリウレタンフォームを生産している。同社はシクロペンタンと水を使用し製品を製造している。

日本メーカーも既に中国に進出している。アキレスが軟質ウレタンで中国に、イノアックコーポレーションはもともとウレタン専用メーカーであり中国やタイに進出している。倉敷紡績や東洋クオリティワン、ブリジストンも中国に進出している。

(2) XPS フォーム

¹⁹中国のXPSフォーム業界に詳しい北京工商大学軽工業塑料加工応用研究所の王向東博士によるとXPSフォームはXPS代替技術は製造コスト、Low-GWPの環境影響、低熱伝導性、無毒性、不燃性等を考慮して決めていく方針。HCFCsの代替物質としてはCO₂、HCsを推奨している。

従い、大規模メーカーの技術的は日本と差異がなくなる傾向にあることから、技術が高いことを付加価値として販売を促進するよりも、先に販売市場を押さえることも肝要である。日系企業の市場参入及び拡大のポイントとしては「乱立している中小業企業をM&Aにて統合して市場を占有する」ことを仮説として推奨する。

4-4-2-5 溶剤

代替物質としては、半水性洗浄溶剤、ODS-freeの有機溶剤洗浄技術が期待されているが、中国政府の方針として適切な代替物質を定めていない状況である。

しかしながら、UNEP²⁰によれば、60th ExComにて承認されたZhejiang Kindly Medical Devices

¹⁹ 2010年10月27日に世界銀行、UNEP、環境保護部对外合作中心にて開催された「Seminar on current and future technology options for meeting Montreal Protocol Accelerated HCFC Phase-out Obligations」にて発言。環境保護部对外合作中心は環境保護分野における1989年国際金融基金およびその他援助基金の管理している。

²⁰ UNEP/OzL.Pro/ExCom/62/26より引用

Co. Limited による医療設備製造プロセス²¹での HCFC-141b のイソパラフィン、シロキサンへの代替プロジェクトから、溶剤セクターにて消費されている HCFC s 総量 466.9 t (ODPt) のうち約 40% に相当する 187t (ODPt) を non-ODS 及び non-HFC 溶剤に代替可能であると算出している。

²¹ カテーテル、注射器、輸血セット等の洗浄に使用されている。

5 インド

5-1 HCFC の使用実態・産業構造の把握

5-1-1 HCFC 生産量及び消費量の推移

5-1-1-1 HCFC の生産量と消費量のバランス

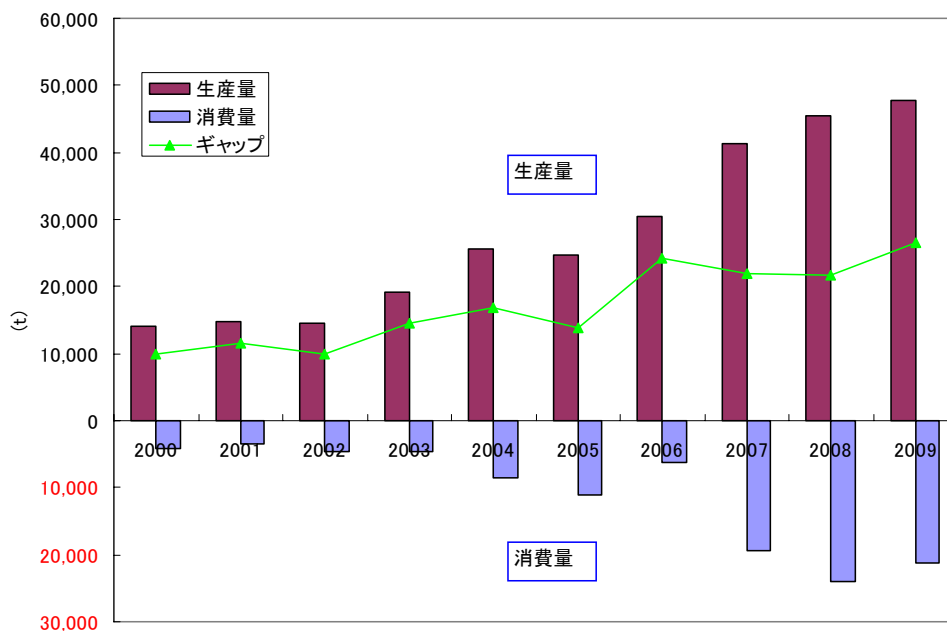
インドにおける HCFCs 消費量は増加の一途を辿っており、2000 年 4,086t から 2009 年 21,146t とここ 10 年で約 17,000t も増加している。一方、HCFCs 生産量を見ると 2000 年 14,051t から 2009 年 45,657t と約 34,000 も増加している。2009 年における生産量と消費量のバランスを見ると、生産量が約 25,000t 程度超過している。

表 25 インドにおける HCFCs の生産量と消費量の推移 (単位: Metric ton)

年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
生産量	14,061	14,868	14,606	19,216	25,592	24,789	30,386	41,214	45,558	47,657
消費量	4,086	3,357	4,633	4,600	8,645	11,025	6,137	19,316	23,912	21,146

出典: インド環境森林省 Web サイトより MURC 作成

図 4 インドにおける HCFCs の生産量と消費量のバランス (単位: Metric ton)

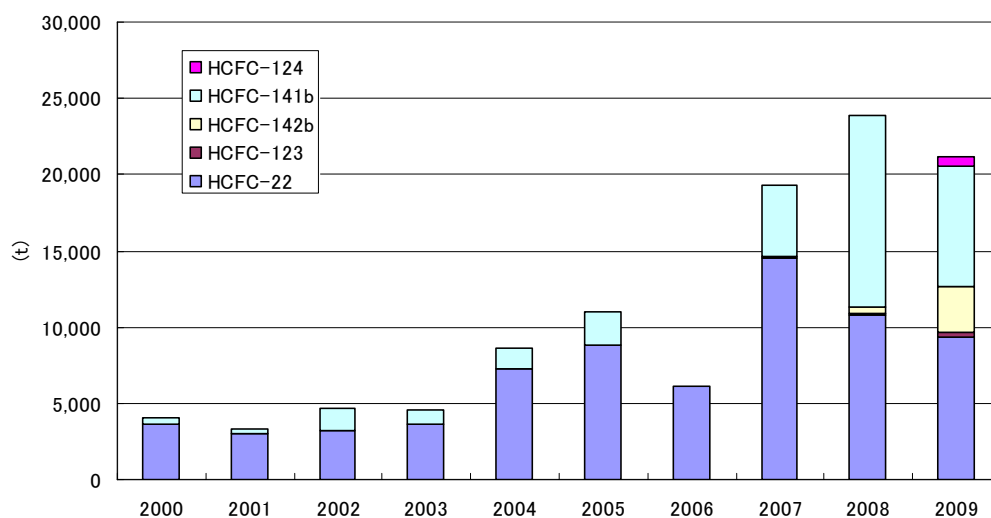


出典: インド環境森林省 Web サイトより MURC 作成

インドにおける HCFCs 生産量は全量 HCFC-22 であり、他の HCFCs は輸入に依存している。またインドにおける HCFCs 消費量を見ると HCFC-22、HCFC-141b が大部分を占めているが、ここ数年 HCFC-142b、

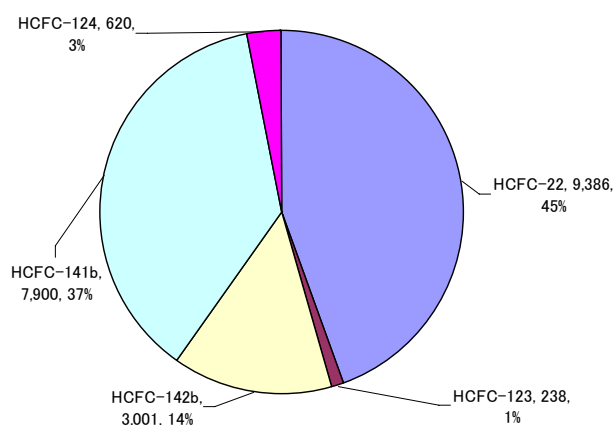
HCFC-124の消費量も増加している。なお、HCFC-22使用量の大部分は冷凍空調機器の冷媒であり、HCFC-141bの大部分は発泡・断熱材における利用となっている。

図 5 インドにおける HCFCs 消費量の推移(単位:Metric ton)



出典：インド環境森林省WebサイトよりMURC作成

図 6 HCFCs 消費量の種別内訳(単位:Metric ton)



出典：インド環境森林省WebサイトよりMURC作成

5-1-1-2 HCFC の輸出货量と輸入量のバランス

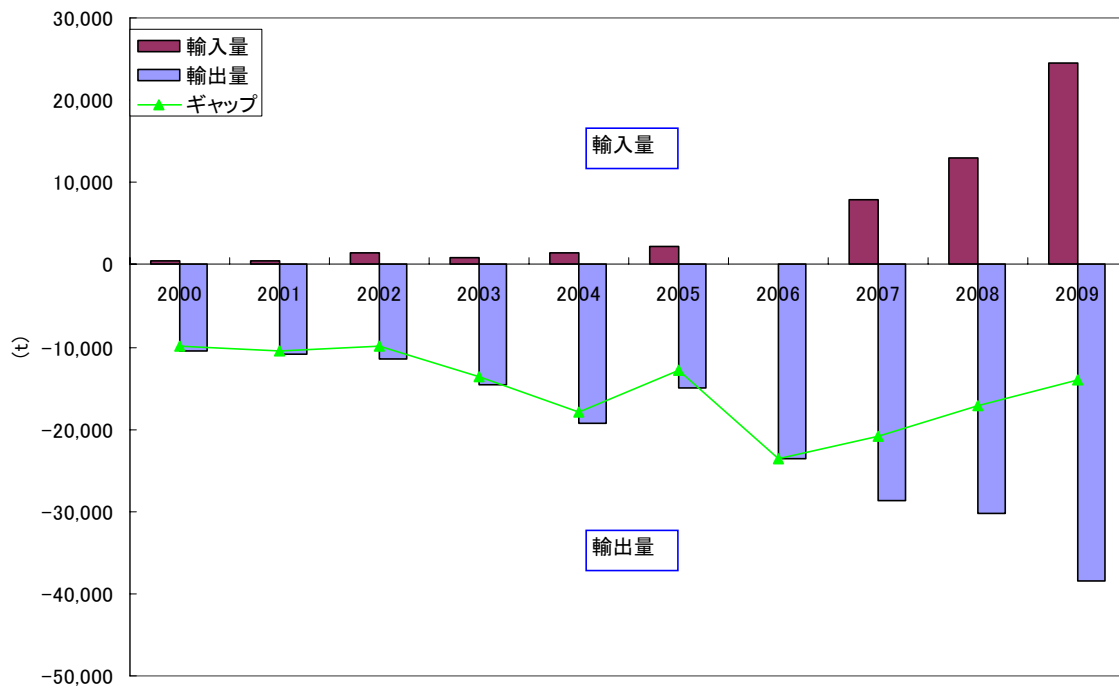
インドにおける HCFCs 輸入量は 2005 年以降急増しており、2005 年 2,171t から 2009 年には 24,564t と 5 年間で 10 倍以上となっている。また HCFCs 輸出货量を見ると 2005 年 15,026t から 2009 年 38,478t と約 24,000t も増加している。

表 26 インドにおける HCFCs の輸出货量と輸入量の推移(単位:Metric ton)

年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
輸出货量	10,478	10,917	11,399	14,568	19,285	15,026	23,502	28,772	30,226	38,478
輸入量	503	384	1,426	952	1,417	2,171	0	7,966	13,080	24,564

出典：インド環境森林省 Web サイトより MURC 作成

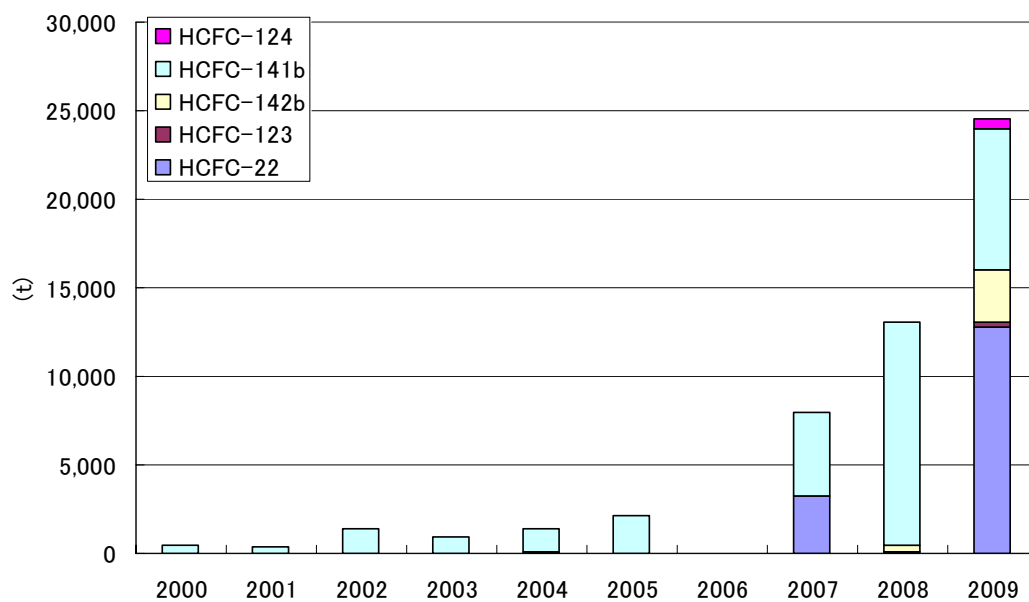
図 7 インドにおける HCFCs の輸出量と輸入量のバランス(単位:Metric ton)



出典：インド環境森林省WebサイトよりMURC作成

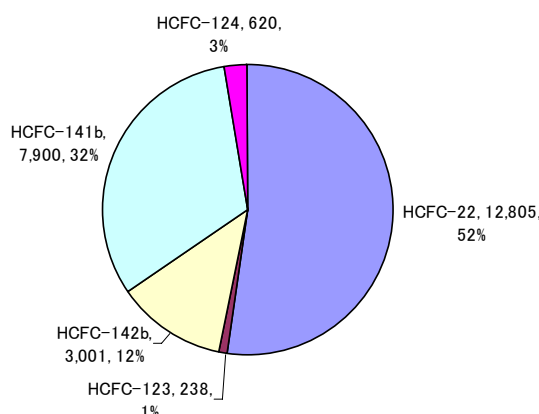
インドにおけるHCFCs輸出は全量HCFC-22となっている。HCFCs輸入量を見るとHCFC-22、HCFC-141bが大部分を占めているが、ここ数年HCFC-142bの輸入量も増加している。

図 8 インドにおける HCFCs 輸入量の推移(単位:Metric ton)



出典：インド環境森林省WebサイトよりMURC作成

図 9 インドにおける HCFCs 輸入量の種別内訳(単位:Metric ton)



出典: インド環境森林省WebサイトよりMURC作成

なお 2005 年時点では輸出量 15,026t のうち、その大部分は Gujarat Fluorocarbons Ltd (7,612t) と SRF Ltd (7,414t) の 2 社が占めている。HCFC-22 の輸出先は、南アジア及び東南アジア、中東、ラテンアメリカ及びカリブ諸国となっている。

5-1-2 HCFC 部門別消費量

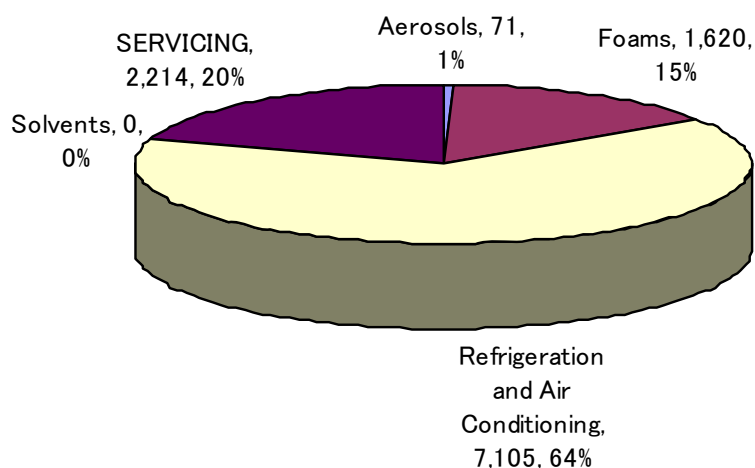
インドにおける HCFC 消費量の大部分は HCFC22-及び HCFC-141 であり、主たる使用産業はエアロゾル等部門、発泡部門、冷凍・冷蔵及び空調部門、溶剤部門となっている。HCFCs 消費量の部門別内訳を見ると、製造業における冷凍・冷蔵及び空調部門が 64%を占めており、次いでサービス部門における冷凍・冷蔵が 20%を占めている。なお製造業における冷凍・冷蔵及び空調部門の中でも、家庭商業用の空調が大きな割合を占めている。

表 27 インドにおける部門別 HCFCs 消費量 (2005 年) (単位:Metric ton)

Sector		HCFCs消費量 (Metric ton)			
		HCFC-22	HCFC-141b	HCFC-123	合計
MANUFACTURING					
Aerosols	Industrial Applications		71		71
Foams	Rigid Polyurethane Foam	---	963	---	963
	Integral Skin PU Foam	---	72	---	72
Refrigeration and Air Conditioning	Domestic Refrigeration	---	585	---	585
	Residential/Commercial AC	4,510	---	---	4,510
	Industrial Air Conditioning	470	---	---	470
	Commercial Refrigeration	790	310	---	1,100
	Industrial Refrigeration	480	105	---	585
	Transport Ref & AC	390	50	---	440
Solvents	Metal cleaning	---	---	17	---
Sub Total(MANUFACTURING)		6,640	2,156	---	8,796
SERVICING					
	Refrigeration and Air Conditioning	2,214	---	---	2,214
Sub Total(Service)		2,214	---	---	2,214
TOTAL		8,854	2,156	17	11,027

出典: インド環境森林省「Roadmap for Phase-out of HCFCs in India」

図 10 HCFCs 消費量の部門別内訳(単位:Metric ton)



出典: インド環境森林省「Roadmap for Phase-out of HCFCs in India」

インド政府は「Roadmap for Phase-out of HCFCs in INDIA」の中で、2006～2010 年、2011～2015 年までの各部門における消費伸び率を設定したうえで、2010 年及び 2015 年における HCFCs の消費量について見通しを発表している。以下に各部門の消費予測を示す。

表 28 HCFCs の消費伸び率予測

		消費伸び率予測(%)		HCFCs需要予測(Metric ton)					
				2010			2015		
		2006-2010	2011-2015	141b	22	123	141b	22	123
MANUFACTURING									
Aerosols	Industrial Applications	10	10	114	---	---	184	---	---
Foams	Rigid Polyurethane Foam	15	10	1,937	---	---	3,120	---	---
	Integral Skin PU Foam	10	10	116	---	---	187	---	---
Refrigeration and Air Conditioning	Domestic Refrigeration	10	10	942	---	---	1,517	---	---
	Residential/Commercial AC	15	10	---	9,071	---	---	14,609	---
	Industrial Air Conditioning	10	10	---	757	---	---	1,219	---
	Commercial Refrigeration	15	10	624	1,589	---	1,005	2,559	---
	Industrial Refrigeration	10	10	169	773	---	272	1,245	---
	Transport Ref & AC	10	10	81	628	---	131	1,011	---
Solvents	Metal cleaning	10	10	---	---	27	---	---	44
SERVICING									
	Refrigeration and Air Conditioning	10	15	---	3,566	---	---	7,173	---
合計		---	---	3,983	12,818	27	6,416	20,643	44

出典: インド環境森林省「Roadmap for Phase-out of HCFCs in India」

5-1-3 HCFC 産業構造の把握

HCFC-22 の国内製造業者は、Gujarat Fluorocarbons Ltd、Hindustan Fluorocarbons Ltd、Navin Fluorine Industries、SRF Ltd の 4 社程度である。なおインドには 5 つの HCFC-22 製造プラントが存在している。

表 29 2005 年時点における HCFC-22 生産量 (国内製造業者別)

	HCFC-22生産量 (t)
Gujarat Fluorocarbons Ltd	9,573
Hindustan Fluorocarbons Ltd	909
Navin Fluorine Industries	5,521
SRF Ltd	8,786
合計	24,789

出典：インド環境森林省「Roadmap for Phase-out of HCFCs in India」

5-1-3-1 エアゾール等部門

エアゾール部門では、今までのところ、非医薬系のスプレー用の圧縮不活性ガスとしてハイドロカーボン系ガスが主に使用されているが、一部で HCFCs も利用されている。なお医薬系のスプレー用の圧縮不活性ガスとして HCFCs は使用されていない。

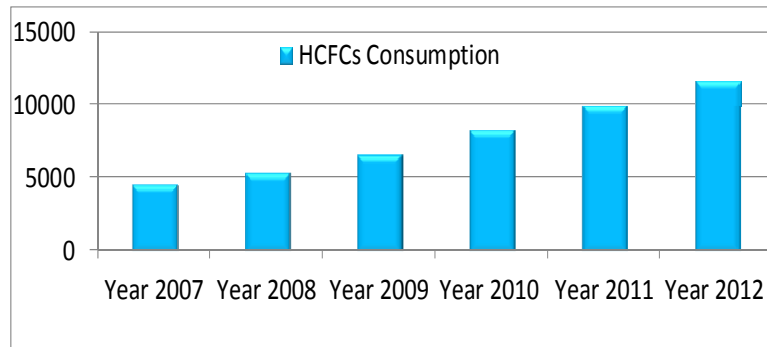
5-1-3-2 発泡部門

1995 年に CFC 廃止に向けた行動がインドにおいて開始された当時から、HCFC-141b は主に中小企業における硬質ポリウレタンフォームや発泡ポリウレタンフォームにおける発泡剤として使用されてきた。また発泡部門における HCFCs 消費量としては HCFC-141b がほぼ全量を占めているが、近年ごく少量であるものの HCFC-22 も利用されている。最近の技術的な傾向として、EPE フォームやフェノールフォームがハイドロカーボン系に代替されてきている。

なお 2000 年から 2005 年にかけて HCFC141-b 消費量は急速に増加しているが、増加の背景としては、モントリオール議定書に基づき CFC 代替と HCFC-141 生産設備の導入及び拡大が進展したことが挙げられる。

インドポリウレタン協会 (Indian Polyurethane Association) によると、インド発泡部門における HCFCs 消費量は今後も増加が見込まれており、2012 年には 1 万 t を超える見込みである。なお業界構造を見ると小規模企業が多数存在しているが、消費量の大部分は一部の大規模企業が占める構造となっている。

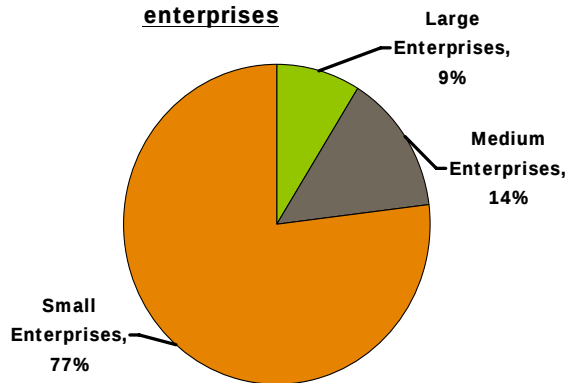
図 11 インド発泡部門における HCFCs 消費量の予測



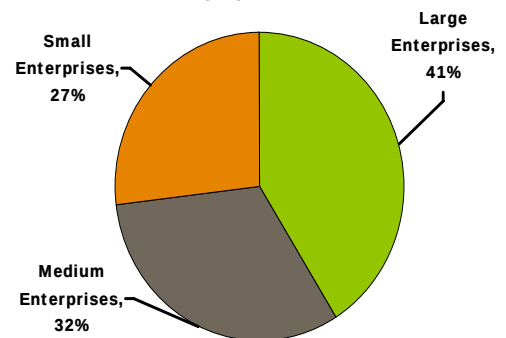
出典: Indian Polyurethane Association INDO-US WORKSHOP ON HYDROFLUOROCARBONS (HFCs) 講演資料「Indian Industry Perspective on Alternatives to HCHCs for Form Sector」

図 12 インド発泡部門における大規模企業と小規模企業の割合

Sizewise break up of HCFC consuming enterprises



% of HCFC Consumption - Company Categorywise



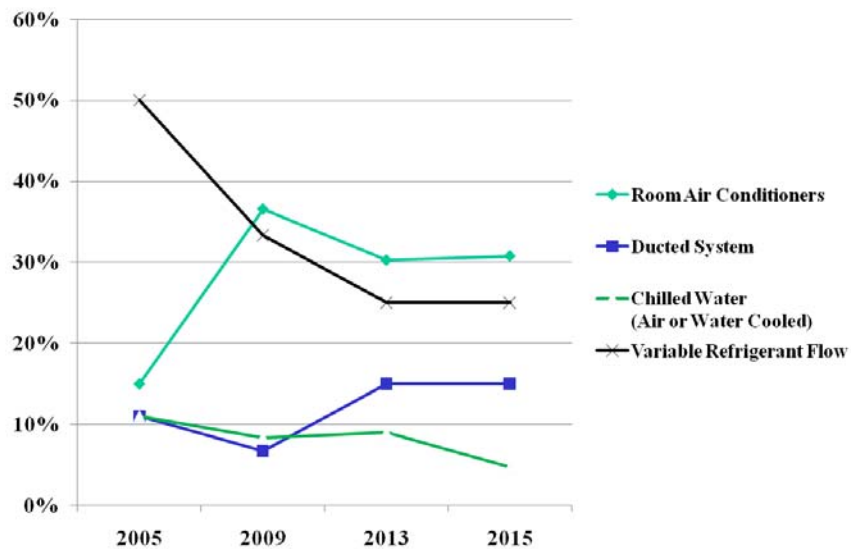
出典: Indian Polyurethane Association INDO-US WORKSHOP ON HYDROFLUOROCARBONS (HFCs) 講演資料「Indian Industry Perspective on Alternatives to HCHCs for Form Sector」

5-1-3-3 冷凍・冷蔵及び空調部門

空調機器なども含めた冷凍・冷蔵及び空調部門は、インドにおいて最も HCFCs を消費する部門である。冷凍・冷蔵及び空調部門において消費される HCFCs は、主に HCFC-22 と HCFC-141b である。HCFC-22 は冷媒として大量に消費されており、HCFC-141b は国内商業及び産業、運輸部門における冷凍設備の絶縁用硬質ポリウレタンフォームとして用いられている。

空調機器、冷蔵・冷凍に係る業界団体としては RAMA (Refrigeration & Air Conditioning Manufacturers Association) が存在しており、当業界団体の参加会社において国内空調業界の 90%、冷凍・冷蔵業界の 70%程度を占めている。同業界団体による空調部門の今後の成長予測を示す。

図 13 空調部門のサブセクターにおける成長率



出典: RAMA INDO-US WORKSHOP ON HYDROFLUOROCARBONS (HFCs) 講演資料「Indian Industry Perspective on Alternatives to HCHCs for Air Conditioning Sub-sector」

①HCFC-22

2005 年における HCFC-22 の消費量は、新規設備だけで 6,640t に達しており、既存設備 2,214t を含めると 8,854 t にも達している。家庭及び商業用空調部門では、6 つの大手製造業者が全生産量の 75%を占めている。

産業用空調冷凍機部門では、8 つの大手製造業者が存在している。商業冷凍部門には、300 余りの中小企業が多く存在している。産業用冷凍部門において 20 の大手製造業者及び 50 程度の中小企業が存在している。

②HCFC-141b

HCFC-141b は、国内商業及び産業、運輸部門における冷凍設備の絶縁用硬質ポリウレタンフォームとして用いられている。国内における冷凍機器製造業者である Whirlpool 社は HCFC-141b を断熱ポリウレタンフォームの発泡剤として用いている。国内冷凍業者のほぼすべては発泡剤としてハイドロカーボンへの代替を進めている。

5-1-3-4 洗浄剤・溶剤

2005 年時点では約 17Mt の HCFC-123 及び HCFC-124 が金属類の洗浄剤として使用されている。また一部電子部品等の洗浄剤として HCFC-141b が使用されている。

5-1-3-5 消化剤部門

モントリオール議定書に基づき、消化剤部門では CFC 類使用の廃止を既に実施した。代替技術として用いられているものとしては、FM2000、ABC Powder、CO2 等が存在する。現在のところ消化剤部門における HCFCs の使用残量は存在しない。

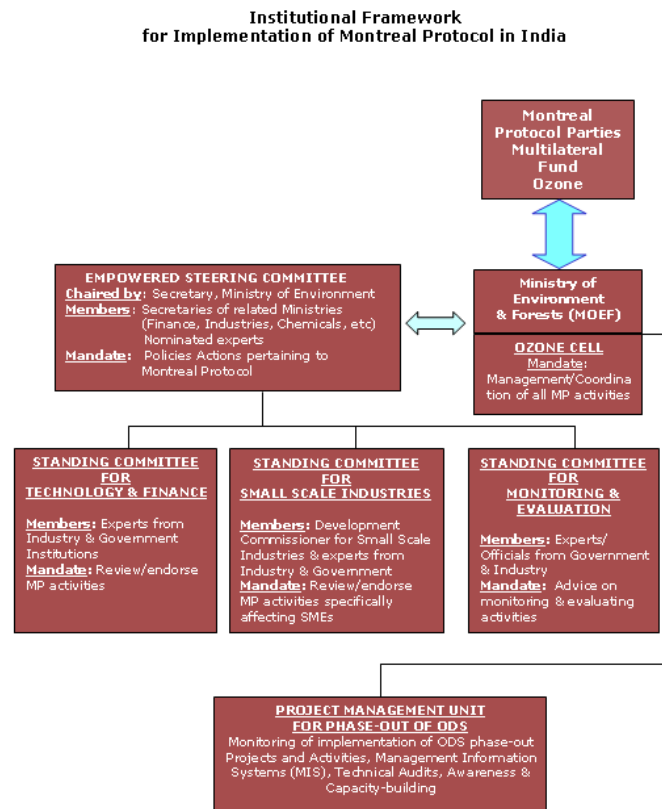
5-2 HCFC 削減計画策定の進捗状況把握

5-2-1 HCFC 削減計画における行動内容

インドはモントリオール議定書に基づき設定された削減スケジュールに則り、HCFC を含むオゾン破壊物質を段階的に廃止することが求められている。インドでは環境森林省 (MOEF: the Ministry of Environment & Forests) が中心となり、HCFCs の排出規制を実施している。

MOEF は、3 つの下部委員会 (the Technology and Finance Standing Committee, standing Committee for Small Scale, Standing Committee on Implementation of ODS phaseout projects and Monitoring and Evaluation Committee) を従えた Empowered Steering Committee を編成しており、この委員会が中心となりモントリオール議定書に基づいた削減計画に取り組んでいる。

図 14 インド政府におけるモントリオール議定書関連組織



出典：インド環境森林省 Web サイト

5-2-2 実施可能性と今後の予定

MOEF は 2007 年 11 月以降、世界銀行、UNDP（国連開発計画）、UNIDO（国連工業開発機関）、UNEP（国連環境計画）、ドイツ及びフランス政府と HCFC 削減に向けた具体的計画案を検討しており、2009 年には「Roadmap for Phase-out of HCFCs in India」として削減に向けたイニシアティブが示されている。この中では HCFCs を消費する主要部門に対してセクター別のフェーズアウトプラン策定（HPMP）が盛り込まれており、現在、部門別に戦略的ワーキンググループが設立され検討が進められている。

①中小企業におけるセクター別フェーズアウトプラン

- ・ 規模別にニーズに即したプランを策定
- ・ 適用可能な代替技術について選定
- ・ 多国間基金（MLF）を通じた技術的・財政的支援策の実施 など

②冷凍・冷蔵及び空調部門、発泡部門におけるセクター別フェーズアウトプラン

- ・ 規模別にニーズに即したプランを策定
- ・ 適用可能な代替技術について選定 など

③製造門におけるセクター別フェーズアウトプラン

- ・ HCFC-22 生産のベースライン及びフリースイヤーの推定
- ・ 生産部門と消費部門における削減計画の整合性 など

④サービス部門におけるセクター別フェーズアウトプラン

- ・ 既存の国家 CFC フェーズアウトプランにおいて培ったネットワークの利用 など

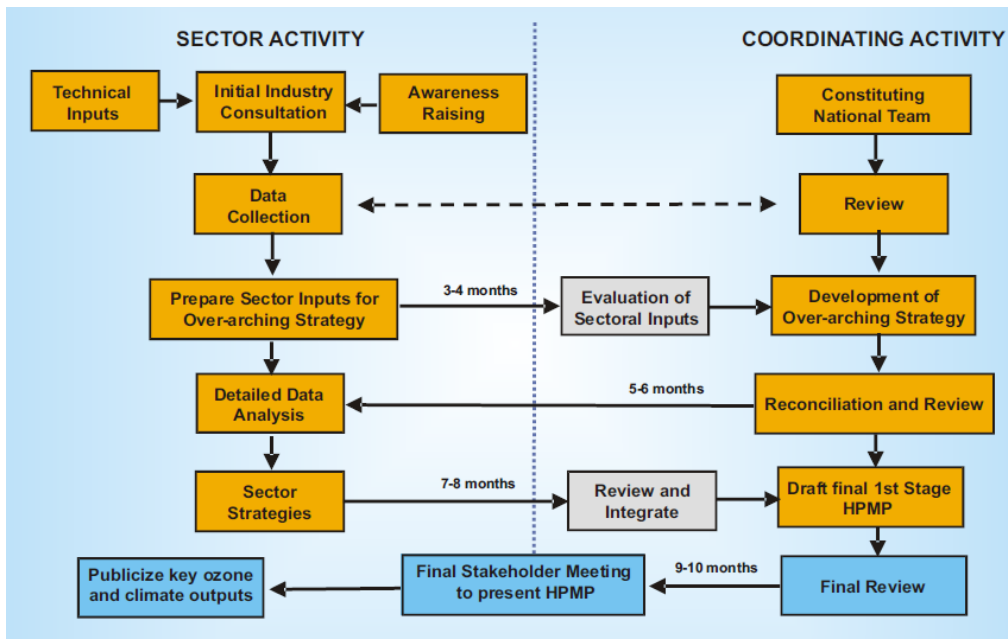
インドの HPMP は、下記スケジュールで検討が進められてきており、最終的に 2010 年 8 月に MLF に提出している。

表 30 : マレーシアの HPMP のワークプラン

June 2009	Initial Stakeholder Consultation
September 2009	Constituting National Team
October / November 2009	Stakeholder interactions
March 2010	Data collection
April 2010	Data Analysis
May 2010	Sectoral Strategies
June 2010	Draft HPMP Stage-1
July 2010	Stakeholder consultations
August 2010	Submission to MLF

出典：インド環境森林省「Roadmap for Phase-out of HCFCs in India」

図 15 インドにおける HPMP 検討フロー



出典：インド環境森林省「Roadmap for Phase-out of HCFCs in India」

5-2-3 モントリオール基金活用の概要

これまでに多国間基金にて承認されたプロジェクトを以下に列挙する。

表 31 インドにおける多国間基金承認プロジェクト

Project/Activity	File No. & LA. No.	Date of approval	ODS to Phase out (Mt)	LA.	Funds (US\$)		Time Frame	Status of Implementation
					Allocation	Disbursement		
Andhra Pradesh								
FOAM								
Phaseout of CFC-11 in the manufacture of polyurethane foam U-Foam Pvt. Ltd.	(36/4) IND/34/133	Jul-94	35	UNDP	371205	250678	2 yr.	Completed
Hyderabad Andhra Pradesh								
Phaseout of CFC-11 in the manufacture of phenolic foam Bakelite Hylam Ltd.	(36/12) IND/12/111/19/97	Jul-94	58	UNDP	414710	367000	2 yr.	Completed
Secunderabad Andhra Pradesh								
Phaseout of CFCs in the manufacture of cold cured molded and Integral skin PUF products Preto Foams	(36/53) IND/76	May-96	11.4	UNDP	188823	149832	2 YRS	Completed
Hyderabad Andhra Pradesh								
RAC								
Elimination of CFCs in the manufacture of commercial refrigeration equipment Rockwell Devices P. Ltd	(31/28) IND/93	May-96	18	IBRD	204535	33245	2 yr.	Completed
Secunderabad Andhra Pradesh								
Delhi								
FOAM								
Phaseout of CFCs in the manufacture of molded PUF PUR Polyurethane Products P. Ltd	(36/33) IND/56	Nov-95	17	IBRD	212286	146341	2 yr	Under Completion/delayed due to cost
New Delhi Delhi								
FOAM								
Replacement of CFC-11 Blowing Agent in Poly-urethane Foam Panels by HCFC-22 Industrial Foams	(36/13) IND/35	May-95	59.4	IBRD	128792	7150	2 yr.	Completed
Delhi Delhi								
Phaseout of CFCs in the manufacture of extruded polyethylene foam Real Polymers	(36/32) IND/47	Jul-95	35	IBRD	312106	217886	2 yr.	Completed
New Delhi Delhi								
RAC								
Modification of CFC-12 MAC manufacturing for HCFC-134a Subros Ltd. MAC Project New Delhi Delhi	(31/11) IND/12	Nov-93	84	IBRD	1710	1235033	2yr.	Completed Part forwarded to IND
HALON								
Conversion of Halon 1211 fire extinguisher production and elimination of its consumption of virgin halon 1301 Ashoka Engineering Co.	(32/6) IND/177	Mar-98	34	UNDP	56862	10644	2 yr.	Completed 26.2.2001
New Delhi Delhi								
Conversion of halon 1211 fire extinguishers production to ABC powder and CO2 units together with the use of recycled halon 1301 in lieu of virgin product Standard Casting Pvt. Ltd. under the name of pyrosafety Delhi Delhi	(32/13) IND/222	Jul-99	64.1	UNDP	103960	1467	2 yr.	Completed 26.2.2001
Conversion of halon 1211 fire extinguishers production to ABC powder and CO2 units Cascade Counsel Ltd.	(32/16) IND/208	Jul-99	54	UNDP	90310	0	2 yr.	Completed 26.2.2001
New Delhi Delhi								
Conversion of production halon 1211 fire extinguishers Atkins New Delhi Delhi	(32/7) IND/170	Mar-98	37	UNDP	61879	4450	2 yr.	Completed 24.3.2001 (HOP)

Project/Activity	File No. & I.A. No.	Date of approval	ODS to Phase out (Mt)	I.A.	Funds (US\$)		Time Frame	Status of Implementation
					Allocation	Disbursement		
Gujarat								
FOAM								
Phaseout of the use of CFC in the manufacture of extruded polyethylene foam sheet Camphor & Allied Products Ltd.	(36/9) IND/16	Mar-94	120	UNDP	316400	280000	2 yr.	Completed
Baroda Gujarat								
AEROSOL								
aerosol conversion Accra Pack India Pvt. Ltd.	(34/1) IND/114	May-97	52	IBRD	146550	69325	2 yr.	Completed April, 2001
Vapi Gujarat								
HALON								
Conversion of halon 1211 fire extinguisher production and elimination of its consumption of virgin halon 1301 Vijay Fire Protection Systems Ltd.	(32/11) IND/165	Mar-98	292	UNDP	247642	29715	2 yr.	Completed 26.2.2001
Gujarat								
Maharashtra								
FOAM								
Conversion from halon 1211 to ABC dry chemical powder (ABC-DOP) and carbon dioxide (CO2) in portable extinguishers Real Value Appliances Ltd	(32/1) IND/60	Nov-95	462	IBRD	284462		0.2yr	Completed Completed part - 1 Implementation on
Pune Maharashtra								
Phaseout of the use of CFC in the manufacture of rigid PUF for hermoware at Eagle Flasks Industries Ltd.	(30/0) IND/04 / IND/12/18	Mar-94	20	UNDP	412450	361253	1 yr	Completed
Maharashtra Maharashtra								
AEROSOL								
Aerosol conversion Ultra Tech Specialty Chemicals Pvt Ltd.	(34/47) IND/115	May-97	30.8	UNDP	79100	56129	1 Yr.	Completed 25.11.99
New Mumbai Maharashtra								
HALON								
Extinguisher production and elimination of its consumption of virgin halon 1301 Fire Engineers Pvt. Ltd.	(32/15) IND/220	Jul-99	120	UNDP	146900	1467	2 yr.	Completed 26.2.2001
Mumbai Maharashtra								
Orissa								
FOAM								
Phaseout of CFCs in the manufacture of cold cured molded products K.B.Poly Industries P. Ltd.	(36/64) IND/99	Oct-96	10	UNDP	168370	121387	3 yr.	Completed
Orissa Orissa								
Punjab								
RAC								
Elimination of CFCs in the manufacture of commercial refrigeration equipment Shakti Fabricators	(31/25) IND/91	May-96	13.5	IBRD	179930	39982	2 yr.	Under Implementation Under Implementation
Punjab Punjab								
Tamil Nadu								
SOLVENT								
Conversion of carbon tetra-chloride (CTC) as process solvent to ethylene dichloride Svis Labs Ltd.	(33/22)	Dec-00	54.2	UNIDO	281785		0.2 yr.	Under Implementation
Ranipet Tamil Nadu								
Uttar Pradesh								
RAC								
Conversion from CFC-11 to HCFC-141b and from CFC-12 to HFC-134a technology in the manufacture of domestic and commercial refrigeration equipment Fedders Lloyd Corporation Ltd.	(31/53)	Jul-00	21.2	UNDP	290894		0.2 yr.	Completed 26/11/2001 (HOP)
Noida Uttar Pradesh								
SOLVENT								
Conversion to electronic cleaning process from ODS solvents to wet media blasting and aqueous cleaning IIT Mankapur	(33/4) IND/25	Jul-94	36	UNIDO	689481	657605	1 yr.	Completed 20.10.97
Mankapur Uttar Pradesh								
West Bengal								
FOAM								
Conversion from CFC-11 to HCFC-141b technology in the manufacture of rigid PU foam insulated thermoware Sanjay Industries	(36/136)	Jul-00	17.2	UNDP	112183		0.3 yr.	Under Implementation Environmental approved equipment
Calcutta West Bengal								
FOAM								
Elimination of CFCs in the manufacture of rigid polyurethane foam Reliable Rotomoulders P. Ltd.	(36/77) IND/150	Nov-97	8.7	UNDP	71190	58232	2 yr.	Completed
West Bengal								
SOLVENT								
Preparation of investment projects in the solvent (CFC 113) sector Harbans Lal Malhotra & Sons Ltd	(31/11) IND/191	Oct-98	16	UNIDO	349056		0.15 yr.	Completed Dec., 2000
Calcutta West Bengal								

出典：インド環境森林省 Web サイト

5-3 法規制の整備状況

5-3-1 フロンに関する法律・政策動向

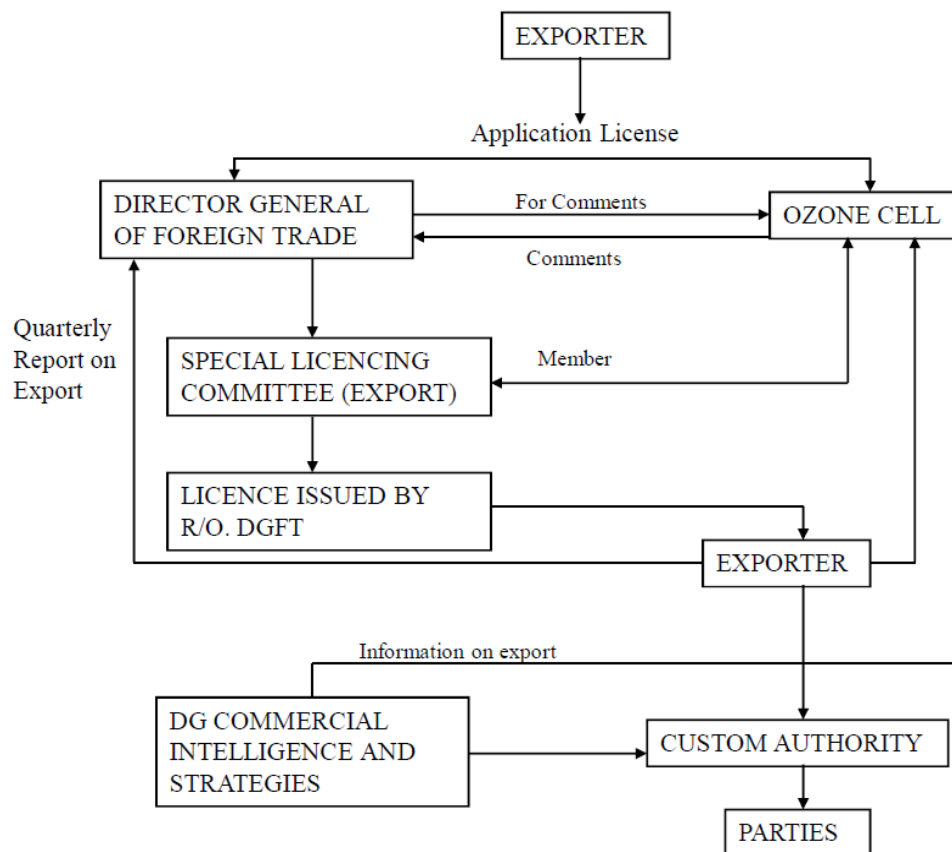
インドでは、輸出入に係るライセンス制、登録及び報告を義務付け、財政的支援等により、オゾン層破壊物質の規制を図っている。

①輸出入に係るライセンス制

インドは 1995 年のジェノバ会合における提言に基づき、1996 年よりオゾン破壊物質の輸出入に係るライセンス制度を導入している。これにより、モントリオール議定書非締約国からのオゾン破壊物質の輸出入は禁止されている。

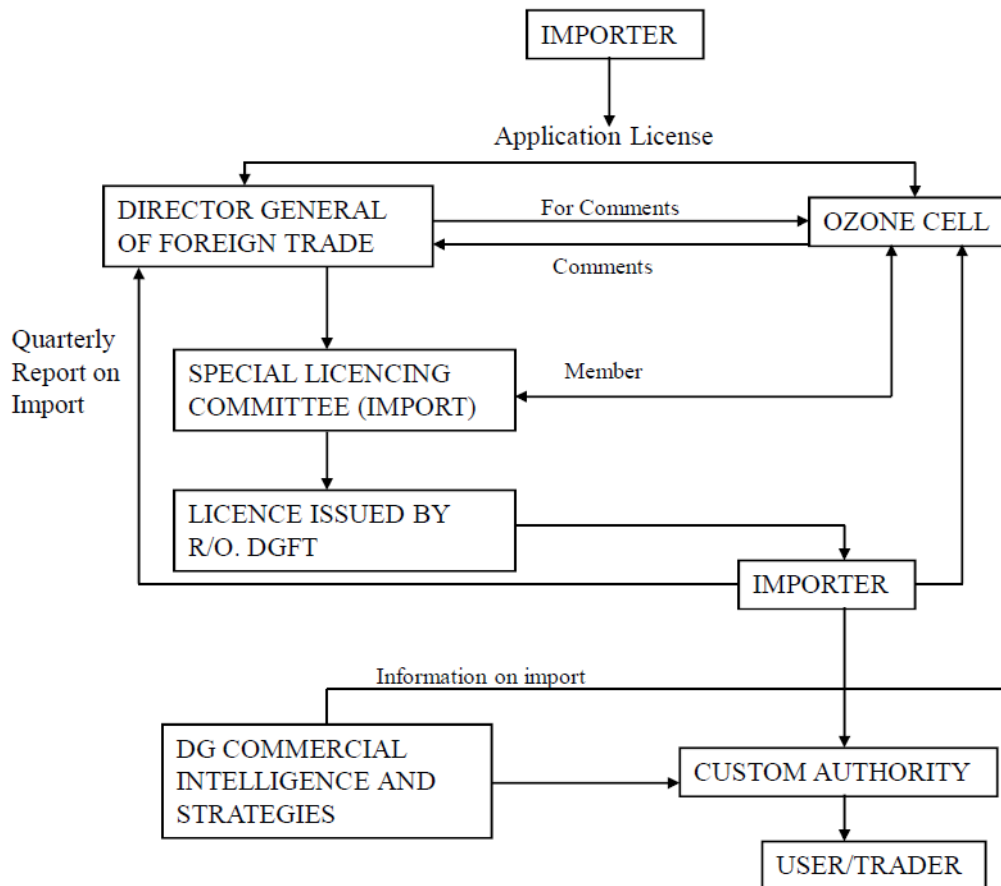
またインドではこの輸出入に係るライセンス制と関連した規制として、non-Article 5 に対する輸出には、“New Product CFCs”というラベルをつけることとしている。政府機関である Directorate General for Foreign Trade (DGFT) が輸出入規制の担当部署となっている。

図 16 ODS 輸出に係るライセンスシステム



出典：インド環境森林省 Web サイト

図 17 ODS 輸入に係るライセンスシステム



出典：インド環境森林省 Web サイト

②登録及び報告の義務付け制度

2000 年よりオゾン破壊物質の配達、販売、購入等 HCFC 類にかかわるすべての用途は、規制機関に対する登録及び報告が義務付けられている。

5-3-2 温暖化対策の動向

2008 年 6 月、インド政府は気候変動対策の一環として新エネルギー及び省エネルギー導入推進を中心とした「気候変動対策行動計画 (National Action Plan on Climate Change)」を発表した。また COP15 に基づく行動計画として国内総生産 (GDP) 単位当りの CO₂ 排出量を 2020 年までに 2005 年比で 20～25%削減すると発表している。

インドは、京都議定書非付属書 I 国の中でも中国と並んで CDM プロジェクトを数多く保有しており、クレジット供給国として市場動向に大きな影響を与えている。CDM 理事会に登録されている CDM プロジェクト数は 2011 年 3 月 14 日時点で 628 件、排出削減予測量合計は 50,528 千 tCO₂/年に達している。セクター別排出削減予測量を見ると、廃ガス・廃熱利用が 15,141 千 tCO₂/年と最も多く全体の 30.0%を占めているが、次いで HFC 削減及び回避が 10,678 千 tCO₂/年と 21.1%を占めている。先述の通り、インドには 5 つの HCFC-22 製造プラントが存在しているが、これら 5 つのプラントではいずれも HFC-23 の焼却プロジェクトによる CDM 登録を実施している。

この他にも風力発電、バイオマス利用が10%を超えている。

表 32 セクター別排出削減予測量（2011年3月14日時点）

	排出削減量	
	千tCO ₂	割合
廃ガス・廃熱利用	15,141	30.0%
HFC削減及び回避	10,678	21.1%
風力発電	5,966	11.8%
バイオマス利用	5,920	11.7%
水力発電	4,589	9.1%
N ₂ O削減	2,036	4.0%
セメント	1,973	3.9%
省エネ	1,457	2.9%
メタン回避	866	1.7%
不明	435	0.9%
その他	1,466	2.9%
合計	50,528	100.0%

出典：京都メカニズム情報プラットフォーム

5-4 インドにおける代替物質・代替技術の選定

先述の通り、インド政府は「Roadmap for Phase-out of HCFCs in INDIA」の中で、2006～2010年、2011～2015年までの各部門における消費伸び率を設定したうえで、2010年及び2015年におけるHCFCsの消費量について見通しを発表している。このHCFCs消費量に関する見通しについて、価格トレンド及び技術トレンドを考察した上で、代替技術導入による消費量削減の可能性について検討している。

5-4-1 HCFC-141b の代替

HCFC-141b はポリウレタンフォームの発泡剤として主に使用されており、断熱用硬質フォームに対する使用が主用途となっている。また HCFC-141b はエアゾールにおける発射高压ガスとしても利用されている。

(エアゾール部門)

非医療分野分野において使用される HCFC-141b の代替技術としては、HFC 類(134a, 152a, 227ea)やハイドロカーボン(可燃性が問われない場所に限定)が商業的に利用可能な代替技術として使用されている。

(発泡部門)

硬質ポリウレタンフォームに利用される、HCFC-141b の代替技術について以下に示す。

- ・ HFC-245fa と HFC365mfc は、2000 年以降米国及び他の先進国において商業的利用が開始されており、これらの性能についても一定の評価を確立している。しかしながら価格はいまだに高く、広範な利用に拡大するまでには至っていない。
- ・ シクロペンタンを含有するペンタン異性体も商業利用が開始されている。ただその可燃性ゆえに、それらの利用は一部の分野における利用にとどまっている。今後安全性やコスト低下に向けて更なる検討が続けられる予定である。
- ・ HFC-134a は、断熱性が重要な要素となる硬質ポリウレタンフォームにはほとんど利用されていない。その理由として、隔離性及び絶縁性が低く、polyos との混和性が非常に低いことが挙げられる。
- ・ 最近では Methylal や Methyl Formate 等の有機化学物資が硬質ウレタンフォームの発泡剤として利用され始めている。これらの代替技術に関して現在、検証が進められており、とりわけ可燃性に伴う安全性の実証に注視して研究開発が進められている。
- ・ 硬質ポリウレタンフォームでは、HCFC-141b の代替として水及びCO₂を用いた発泡システム、HFC-134a 等が検討されている。どちらのシステムも実用化までには数年程度かかると見込まれている。

インドポリウレタン協会 (Indian Polyurethane Association) による代替技術の特性評価を示す。

表 33 発泡部門における代替技術の特性評価

Compound	Physical State	Boiling Point (°C)	ODP	GWP
HFC-134a	Gas	-27	0	1300
HFC-245fa	Liquid	15	0	820
HFC-365mfc	Liquid	40	0	840
n-Pentane	Liquid	36	0	11
Iso-Pentane	Liquid	28	0	11
Cyclo-Pentane	Liquid	49	0	11

出典: Indian Polyurethane Association INDO-US WORKSHOP ON HYDROFLUOROCARBONS (HFCs) 講演資料
「Indian Industry Perspective on Alternatives to HCFCs for Form Sector」

5-4-2 HCFC-22 の代替

HCFC-22 は主に冷凍空調機器の冷媒として用いられている。安定性と予見可能性の観点から純粋に液体状の代替物質が望ましいとされており、蒸発に伴う温度変化や漏出に伴う問題を回避することが望ましいとされている。

表 34 新規設備としての Zero-ODP の代替技術

	GWP	用途	留意点
炭化水素系	0	小規模な家庭用・業務用冷凍設備	可燃性
アンモニア	0	産業用冷凍設備及びプロセスクーラー	可燃性、毒性
CO2	0	スーパーマーケットの冷蔵用 定置用・移動用空調システム	システム設計の大幅な変更が必要
HFC-134a	1,300	家庭用及び商業用冷凍設備、中程度の温度	低温システムにおいては非効率的 潤滑剤が必要
R-407C	1,520	多くの機器に適用可	HCFC-22 と同じ温度勾配 潤滑剤が必要 HCFC-22 より効率性でわずかに劣る
R-410A	1,710	多くの機器に適用可	高い圧力、優れた冷却能力 高い GWP 係数、 潤滑剤が必要 など
R-404A	3,260	低温設備	高い GWP 係数 中温では効率が落ちる 統合的な潤滑剤が必要

出典: インド環境森林省「Roadmap for Phase-out of HCFCs in India」

表 35 既存設備に代替可能な Zero-ODP の冷媒

	GWP	用途	留意点
炭化水素系	0	小規模な家庭用・業務用冷凍設備	可燃性
R-417A	1,950	住居や商業用の空調設備、商業用冷凍設備—	HCFC-22 より効率性でわずかに劣る 高い温度勾配、高い GWP 係数 鉱物油との融和性
R-422D	2,290	中低温の商業用冷凍設備、ウォーターチラー	システム設計の大幅な変更が必要 HCFC-22 と同等のパフォーマンス HCFC-22 よりも低い解放温度 高い GWP 係数
R-424A (RS-44)	NA	多くの機器に適用可	HCFC-22 と同等のパフォーマンス 鉱物油との融和性 HCFC-22 よりも低い解放温度

出典：インド環境森林省「Roadmap for Phase-out of HCFCs in India」

またインド国内の空調機器、冷蔵・冷凍に係る業界団体である RAMA (Refrigeration & Air Conditioning Manufacturers Association) は、HCFC-22 の代替技術として以下のような表を用いて評価を実施している。

表 36 主な代替技術の特徴

PARAMETER	Flammable Limits in Air (vol.%)	GWP	Glide oF	Capacity (HCFC 22 %)	Heat Transfer	System Performance (HCFC 22 %)
R 22	None	1810	0	100%	Baseline	100%
R-410A	None	2,088	0.2	149 – 155%	Higher	98 – 105%
R-407C	None	1,774	9.7	98 – 105%	Lower	95 – 100%
R 134A	None	1,430	0	65%	Lower	97 – 98%
R 32	14.4	675	0	160%	Higher	95 – 97%
R 290	2.1	3	0	85%	Same	100-103%

出典：RAMA INDO-US WORKSHOP ON HYDROFLUOROCARBONS (HFCs) 講演資料「Indian Industry Perspective on Alternatives to HCHCs for Air Conditioning Sub-sector」

これらの代替技術の特性を踏まえた上で、空調機器の各サブセクターにおいて導入が有望な技術について以下のように示している。

表 37 空調機器の各サブセクターにおける有望代替技術

Air conditioning Sub Sector	Application	Viable Option
Ductless Room Air Conditioners	Home, small offices	R-410A (HFC)
Ducted System	Institutions, Commercial	R-410A, R-407C (HFCs)
Telecom Air Conditioner with Precision Air conditioner	Information Technology back offices, Telecom equipment	R-410A (HFC)
Chiller – Air Cooled	Central Systems	R-410A, HFC-134a (HFCs)
Chiller – Water Cooled	Central Systems	HFC-134a (HFC)
VRFs (Variable Refrigerant Volume)	Institutions, Commercial	R-410A (HFC)
Rail Coach Air Conditioner	Railways, Metros	R-410A (HFC)
Others Marine & Defence	Special purpose	R-410A (HFC)

出典: RAMA INDO-US WORKSHOP ON HYDROFLUOROCARBONS (HFCs) 講演資料「Indian Industry Perspective on Alternatives to HCHCs for Air Conditioning Sub-sector」

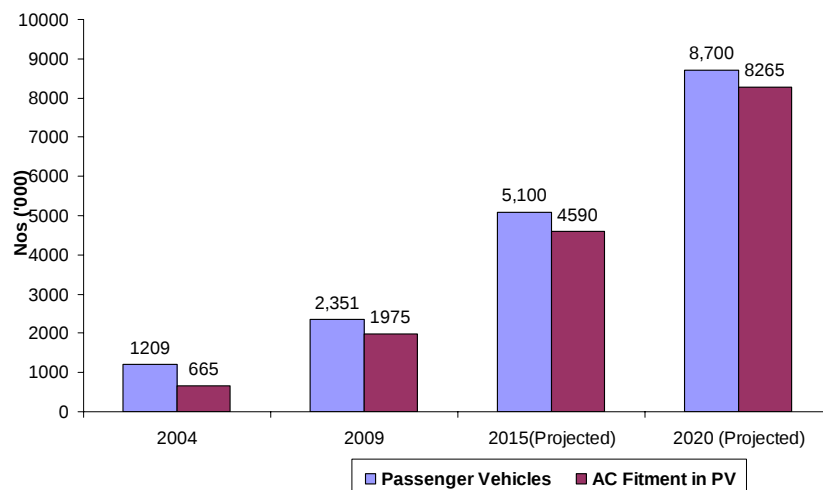
5-4-3 インドにおける技術の選定動向

インドにおいて我が国が有する技術による代替が有望な分野として、カーエアコン、家庭用及び業務用エアコンについて検討した。

(カーエアコン)

インドでは急速な経済成長を支える主要産業のひとつとして、自動車産業が存在している。インドの自動車関連業界団体である ACMA (Automotive Component Manufacturers Association of India) が示した自動車産業の成長予測を以下に示す。

図 18 自動車用空調機器の成長予想



出典: Automotive Component Manufacturers Association of India

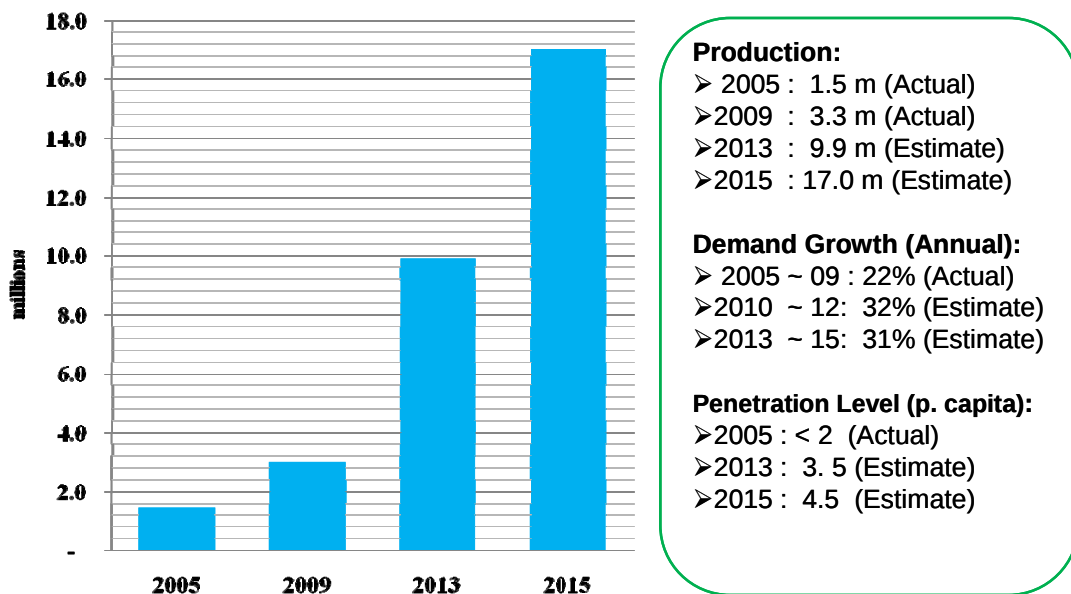
INDO-US WORKSHOP ON HYDROFLUOROCARBONS (HFCs) 講演資料「Indian Industry Perspective on Alternatives to HCHCs for Mobile Air Conditioning (MAC)」

自動車における空調用冷媒として、HFC-134a から CO2 や HFC-152a、HF0-1234yf 等に対する代替が検討されており、我が国企業の動向が注目される。

(家庭用、業務用エアコン)

空調機器、冷蔵・冷凍に係る業界団体としては RAMA (Refrigeration & Air Conditioning Manufacturers Association) が存在しており、当業界団体の参加会社で国内空調業界の 90%、冷蔵・冷蔵業界の 70%を占めている。同協会が示した室内空調機器部門の生産量予想を示す。

図 19 室内空調機器部門の生産量予測



出典: RAMA INDO-US WORKSHOP ON HYDROFLUOROCARBONS (HFCs) 講演資料「Indian Industry Perspective on Alternatives to HCHCs for Air Conditioning Sub-sector」

RAC(室内空調)はインド国内における HCFC-22 消費量の 1/3 程度を占めている。我が国でもダイキン工業株式会社が 2009 年にインド国内に空調聞き生産拠点を建設しており、生産を実施している。現在、家庭用、業務用エアコン分野では、HCFC-22 の代替技術として、ハイドロカーボン冷媒など各種技術が検討されており、今後の展開が注目される。

6 マレーシア

6-1 HCFC の使用実態・産業構造の把握

6-1-1 HCFC 生産量及び消費量の推移

下表は 2010 年 11 月 3 日にマレーシア国内で開催された HCFC フェイズアウト管理計画（HCFC Phase-out Management Plan (HPMP)）国家ステークホルダー・ワークショップにおいて、マレーシアの HPMP 作成を同国環境省及び国連開発計画（UNDP）より受託している Centre for Environmental Technologies (CETEC) が公表した集計結果である。

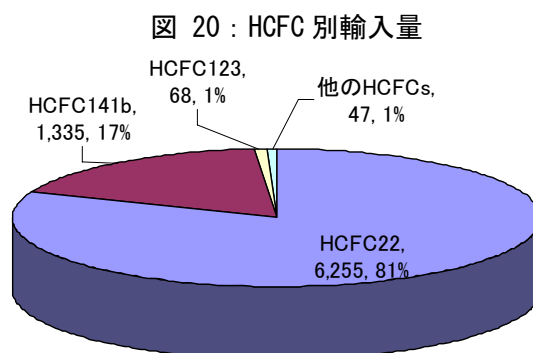
マレーシアは、HCFCs の生産は行っておらず、全量輸入に頼っている。輸入された HCFCs は、2009 年の実績をタイプ別に見ると、HCFC-22 が全体の 81%を占め、HCFC-141b がこれに次いで 17%を占める。これら 2 種類の HCFC は、マレーシアの輸入量の約 98%を占め、この他は HCFC-123 等が少量輸入されている。

HCFCs 全体の輸入量は、2009 年に 7,705t であったのに対し、2010 年には減少する見通しである。一方で、後述する消費量は、2009 年に比較して、2010 年に微増する見通しである。

マレーシアにおける輸入の経路は、直接的な HCFCs の輸入と事前に充填され機器が輸入されるケースの 2 種類に大別される。輸入された HCFCs は機器メーカーに供給されるか、サービス供給会社に供給される。その後、HCFCs は輸出向けもしくは国内で使用される。

表 38: 2009 年及び 2010 年（推定）のマレーシアにおける主要 HCFC の輸入量 (mt)

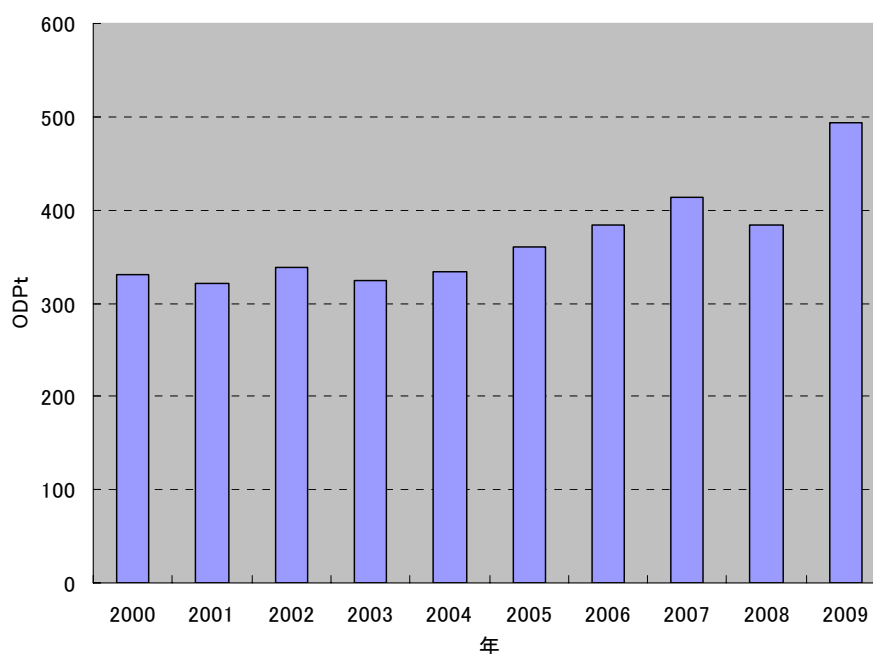
HCFC タイプ	輸入量（トン）		2010 年推定輸入量
	2009	2010 (1-6 月)	
HCFC22	6,255	2,740	5,480
HCFC141b	1,335	742	1,484
HCFC123	68	25	50
他の HCFCs	47	32	64
合計	7,705	3,539	7,078



出典: HPMP Project Draft Findings and Expected Outcome

また、マレーシアにおける HCFCs の消費量の推移をみると、2000 年から 2009 年まで一定のペースで増加し、2009 年の消費量は 2000 年の約 1.5 倍に増加している。

図 21 マレーシアにおける HCFCs の消費量の推移 (ODP t)



出典：UNEP Ozone Secretariat Data access

表 39: マレーシアにおける主要 HCFC の生産量と消費量の推移 (単位：ODPt)

年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
生産量	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
消費量	330.9	320.6	339.1	324.8	333.7	360.0	383.7	413.7	383.5	494.0

出典：UNEP Ozone Secretariat Data access

2010 年の HCFCs 消費量は、ODP トンベースで 466t と 2009 年の値より減少することが想定されている。これは、GDP の成長予測が減少傾向にあることから、HCFCs の消費量も調整されていることによる。しかしその後は経済成長の回復とともに成長するとの見通しが示されている。特に部門別ではエアコン、冷凍冷蔵部門において年率 1.7% の成長が見込まれており、規制が導入されないシナリオでは 2013 年に 1,000t 以上の削減が必要になるとされている²²。また、日本冷凍空調工業会の世界のエアコン需要推定においても、2010 年の需要は景気回復にあり、商業施設、コンドミニアム建設の建設が堅調に推移し、設備投資が増加していることにより増加傾向にあるとしている。

²² HPMP Malaysia - Refrigeration and Air Conditioning Sector

6-1-2 HCFC 部門別生産量及び消費量

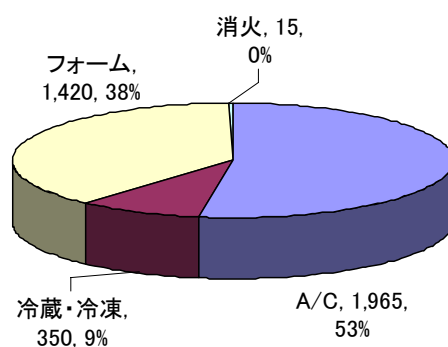
マレーシアにおいて、HCFC は主に下記の 5 つのセクターにおいて消費される。それぞれの消費量は下表に示したとおりである。

- ① エアコン
- ② 冷凍・冷蔵
- ③ フォーム
- ④ 消火器
- ⑤ 溶剤等

表 40：部門別 HCFC 消費量 (mt)

セクター	消費量 (トン)		備考
	2009	2010	
エアコン	1,965	2,104	主要 OEM 会社の情報
冷凍・冷蔵	350	368	商業・コールドチェーン製造者
フォーム	1,420	1,539	全ての 141b が当該セクターで消費されたと想定
消火	15	16	主要な業者は 1 つ
溶剤	N/A	少量	消費量は少量

図 22：セクター別 HCFCs 消費量



出典：HPMP Project Draft Findings and Expected Outcome

また、上記の 5 つのセクターにおいて、使用される HCFC のタイプは下表のとおりである。

表 41：各セクターにおいて使用される HCFC の種類

セクター		HCFC の種類
エアコン		HCFC-22, HCFC-123
冷凍冷蔵	家庭	HFC-134a (国内メーカーなし)
	商業	HCFC-22, HFCs (134a, 404A, 507 等)
	コールドチェーン	HCFC-22, HFCs (404A, 507 等)
フォーム		HCFC-141b
消火		HCFC-123
溶剤		HCFC-141b と想定される

出典：HPMP Project Draft Findings and Expected Outcome

6-1-3 HCFC 産業構造の把握

マレーシアでの HCFC 消費量の 98%がエアコン、冷凍冷蔵、フォームセクターにより占められている。

発泡剤生産産業では、主に HCFC-141b を使用し、冷蔵倉庫等に利用される硬質パネル、パイプ用の断熱材、低温輸送車両、屋根材、商業用冷凍冷蔵庫、合成皮革を製造している。製造主体は主に小規模な企業を中心と想定される。

6-1-3-1 空調設備企業

空調設備企業は主に OEM（相手先商標製造）によるセパレート型のエアコン（家庭用ルームエアコン）製造が全体の 85%を占める。エアコンメーカーの大半は、外資系もしくは外国資本の入ったメーカーである。これらのメーカーは、エアコンをマレーシア国外に輸出している。

6-1-3-2 冷凍冷蔵機器

マレーシアにおける冷凍冷蔵セクターは、エアコン、フォームセクターと並び HCFC の主要な消費セクターである。冷凍冷蔵セクターは、主に以下の 3 タイプに分類可能である。

- ① 家庭用冷蔵庫関連企業
- ② 商業用冷凍冷蔵機器製造企業
- ③ コールドチェーン

また、マレーシアにおける HPMP 作成のための調査では、下記の企業等に HCFC の使用実態に関するアンケート調査等が実施された。

HPMP 調査において対象となった企業
Carrier Malaysia Group
OYL Manufacturing C. Ltd.
Dunham Bush Industries Sdn Bhd
Trane Malaysia Sales & Services Sdn Bhd
Smartech Sales & Services Sdn Bhd
Panasonic HA Air Conditioning (M) Sdn Bhd
Hitachi Air Conditioners
Everaire

6-1-3-3 発泡剤生産企業

HPMP Project Draft Findings and Expected Outcome によれば、マレーシアにおける発泡剤生産セクターでは、冷蔵倉庫等に利用される硬質パネル、パイプ用の断熱材、低温輸送車両、屋根材、商業用冷凍冷蔵庫、合成皮革に利用される。一方で、XPS フォームは製造されていない。

6-1-3-4 洗浄・溶剤生産企業

マレーシアにおける洗浄・溶剤は、現在の HPMP プロジェクトにおいては、消費が少量であると推定している。具体的な統計データは収集されていないが、電機電子産業においては一般的に当該用途において HCFC の使用がされなくなっていることを根拠にし、仮に使用がある場合は少量と推定されるとの表現に留めている。

6-1-3-5 エアゾール

マレーシアにおけるエアゾールは、現在の同国の HPMP プロジェクトにおいては、分類上取り扱われていない。

6-2 HCFC 削減計画策定の進捗状況把握

6-2-1 HCFC 削減計画における行動内容

マレーシアにおいては、HPMP の策定プロジェクト（HCFC Phase-out Management Plan Project）がマレーシア環境省及び UNDP より、Centre for Environmental Technologies（CETEC）に委託されており、CETEC が各セクターの状況把握、戦略策定、2013 年/2015 年目標に向けた行動計画策定を担っている。

プロジェクトの具体的なスコープは下記のとおりである。

- ① HCFC、HCFC ベースの製品の製造者及び使用者から消費と使用に関する情報を収集
- ② HCFC 消費の過去の傾向と将来予測を行い、2009 年及び 2010 年の生産量・消費量の平均値を把握
- ③ HCFC の代替物質・技術の調査
- ④ マレーシアの HPMP の戦略及び行動計画を策定

マレーシアの HPMP は、下記スケジュールで検討が進められており、最終的に第 63 回 ExCom への提出を目標としている。

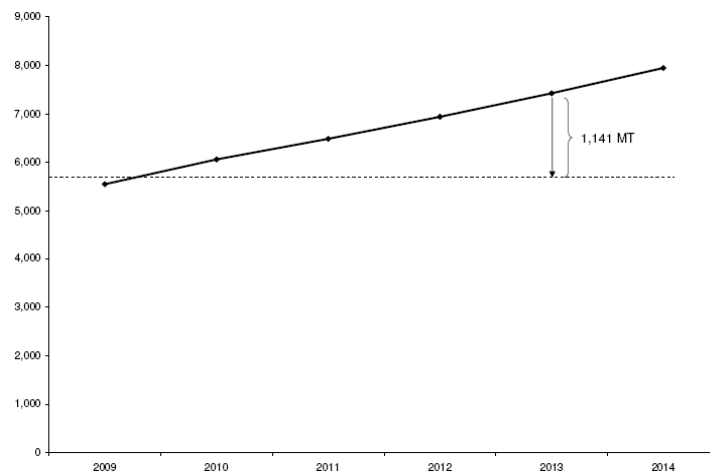
表 42：マレーシアの HPMP のワークプラン

2010/09/30	セクター別戦略案
2010/10/24	国家戦略案
2010/11/03	ステークホルダーコメント
2010/12/24	国家戦略最終案
2010/12/31	政府承認（2011 年 3 月時点で未承認）
2011/04	ExCom 最終提出
2012	HCFC 輸入割当（Import quota）の設定
2013	HCFC の再輸出禁止もしくはライセンス制度の導入 HCFC 輸入に対する許可制度導入 HCFC を使用した製造設備の拡張・新設の禁止 代替物質の使用促進（インセンティブを用いる）

6-2-2 実施可能性と今後の予定

マレーシアにおいては、エアコン、冷凍冷蔵及びフォームセクターが HCFC-22 及び HCFC-141b の主要な消費セクターであり、経済的にも重要なセクターである。従って、これらの分野及び HCFCs に対して、いかに HCFCs の消費を抑制し、代替技術・ガスを導入するかが課題となる。特にエアコン及び冷凍冷蔵セクターでは、今後 GDP の成長とともに、対策を講じない場合は消費量が増加すると考えられており（下図参照）、経済的影響を抑えた「軟着陸（ソフトランディング）」が課題とされている。対策を講じなかった場合には、2013 年に 1,141mt の HCFCs を削減する必要があると予想されている。

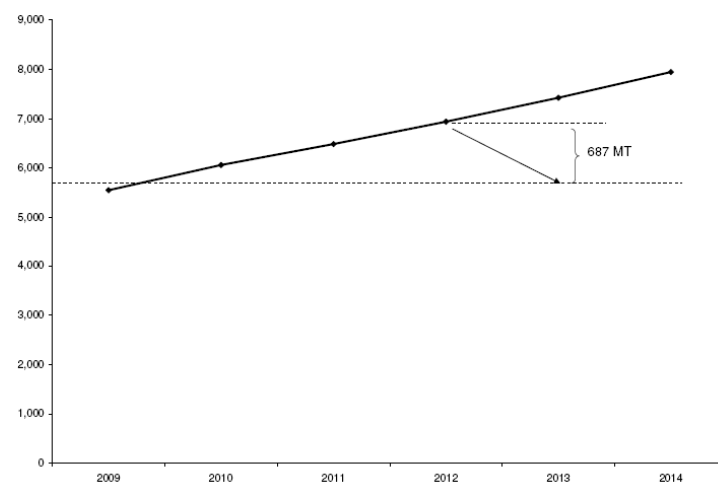
図 23：対策を講じない場合に必要となる消費削減量



出典：HPMP Malaysia Refrigeration & Air Conditioning Sector

上記のような急激な削減を避けるためにも、今後早急に対策を講じ、下図にあるように徐々に HCFCs からフェイズアウトしていくことが重要となる。

図 24：対策を講じた場合に必要となる消費削減量



出典：HPMP Malaysia Refrigeration & Air Conditioning Sector

マレーシアの HPMP は 2011 年 4 月の ExCom 最終提出を目指している。

6-2-3 各国のモントリオール基金活用の概要

これまでに多国間基金にて承認されたプロジェクトを以下に列挙する。尚、HCFC 関連のプロジェクトのみを整理し記載した。

表 43 第 55 回 ExCom 承認プロジェクトと金額
(開催場所：タイ 2008 年 5 月 14 日～21 日)

Project Title	主務機関	ODP (t)	Project	Support	Total (US\$/kg)
PHASE-OUT PLAN	UNDP		\$173,750	\$13,031	\$186,781
HCFC phase out plan					
Preparation of a HCFC phase-out management plan					
Total for Thailand			\$173,750	\$13,031	\$186,781

出典：The 55th Meeting of the Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol

表 44 第 57 回 ExCom 承認プロジェクトと金額
(開催場所：モントリオール 2009 年 3 月 30 日～4 月 3 日)

Project Title	主務機関	ODP (t)	Project	Support	Total (US\$/kg)
FOAM					
Preparation of project proposal	UNDP		\$100,000	\$7,500	\$107,500
Preparation for HCFC phase-out investment activities (foam sector)					
REFRIGERATION					
Preparation of project proposal					
Preparation for HCFC phase-out investment activities (airto-air air-conditioning sector)			\$30,000	\$2,250	\$32,250
Preparation for HCFC phase-out investment activities					
(refrigeration manufacturing sector except air-to-air airconditioning)			\$120,000	\$9,000	\$129,000
Total for Thailand			\$341,370	\$39,678	\$381,048

出典：The 57th Meeting of the Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol

6-3 法規制の整備状況

6-3-1 フロンに関する法律・政策動向

マレーシアは、1989年8月29日にモントリオール議定書を、1993年6月16日にロンドン修正条項、1993年8月5日にコペンハーゲン修正条項を批准した。マレーシアにおける ODS 及び HCFC のフェイズアウト計画に関する担当窓口は、天然資源環境省環境局 (Department of Environment) である。

マレーシアにおいては、オゾン層破壊物質に関連する法規制として、下記が存在する。

表 45 : マレーシアにおける ODS 管理規制

施行年	名称
1989	Custom Duties (Amendment) (No. 35) Order
1993	Environmental Quality (Prohibition on the Use of CFC and Other Gases as Propellants and Blowing Agents) Order
1994	Custom Duties (Prohibition of Import) (Amendment) (No. 4) (1994) (Second Schedule)
1999	Environmental Quality (Refrigeration Management) Regulation, 1999 (entered into force on January, 1 2000).
1999	Environmental Quality (Halon Management) Regulation, 1999 (entered into force January 1, 2000).

出典：各種資料より MURC 作成

また、マレーシアにおいては、ODS の生産、輸入、販売、輸出に関して許可制度を導入しており (Approved Permit (AP) system (Act 235, Amend. 4 and 11))、国際貿易産業省が管轄している。同制度において、全ての輸入業者は国際貿易産業省に登録する必要がある。

HCFCs の管理に関しては、2010 年 11 月に開催されたマレーシア HPMP プロジェクトのステークホルダー会合において、今後 2013 年/2015 年の削減目標に向けて、段階的な削減措置を 2012 年より講じるべきであると提案されている。また、目標達成の施策として HCFC 輸入の段階的な削減が採用される可能性を示唆している。一方で、生産部門に対しては、HCFC 関連製品の段階的な製造及び輸入削減措置を導入すべきとしている。

6-3-2 温暖化対策の動向

2010 年 10 月、マレーシアは、気候変動問題への対応を統合的に進めるために気候変動に関する国家政策を発表した。当該政策は、以下の 3 つを目的としている²³。

- 経済的な競争力の強化、資源の管理、環境保全等により気候変動の問題に関する対策を主

²³ 首相府経済計画ユニットウェブサイト：

http://www.epu.gov.my/html/themes/epu/images/common/pdf/RMK9_Policy_Study.pdf

流化 (Mainstreaming) する。

- 気候変動からの影響に対する開発の耐性を強化するため、国家政策、計画、プログラムとへ対応策を統合する。
- 気候変動の悪影響を低減するため、制度的能力及び実施能力を強化する。

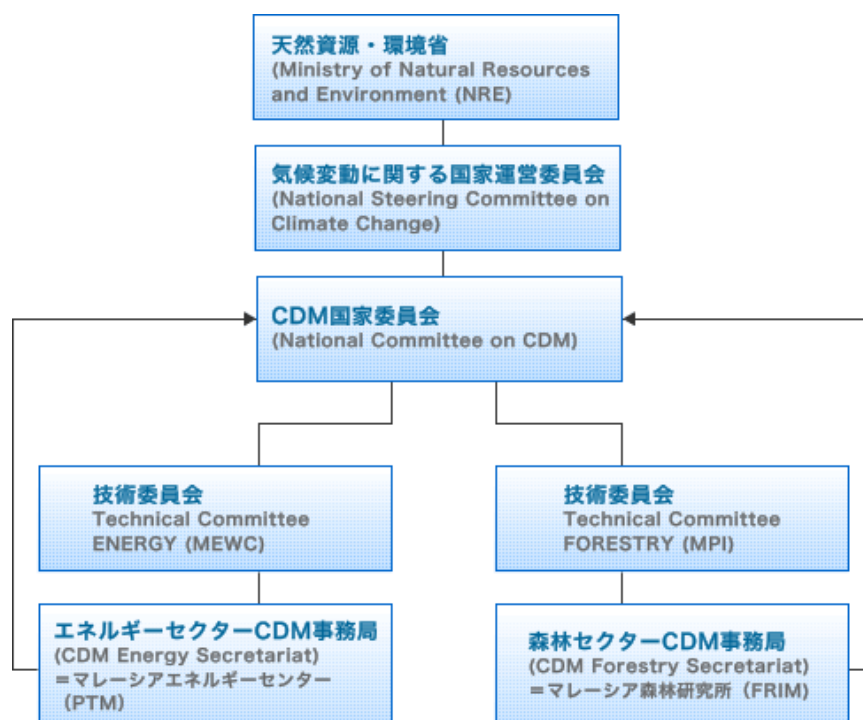
また、本政策の中では 5 つの原則が示されており、原則 1 では気候変動の適応と緩和のバランスの取れた対応のため、既存の政策の調和を促進することが示されている。

表 46 温暖化に関連した取組み

1994 年 7 月	気候変動枠組条約批准
1999 年 3 月	京都議定書署名
2002 年 9 月	京都議定書批准
2003 年 3 月	天然資源・環境省が CDM プロジェクトの承認を行う DNA (国家指定機関) に認定される。
2003 年 8 月	CDM 国家委員会が国としての CDM クライテリアを承認
2010 年 10 月	気候変動問題への統合的な取り組みを進めるにあたり、2010 年 10 月に気候変動に関する国家政策を発表

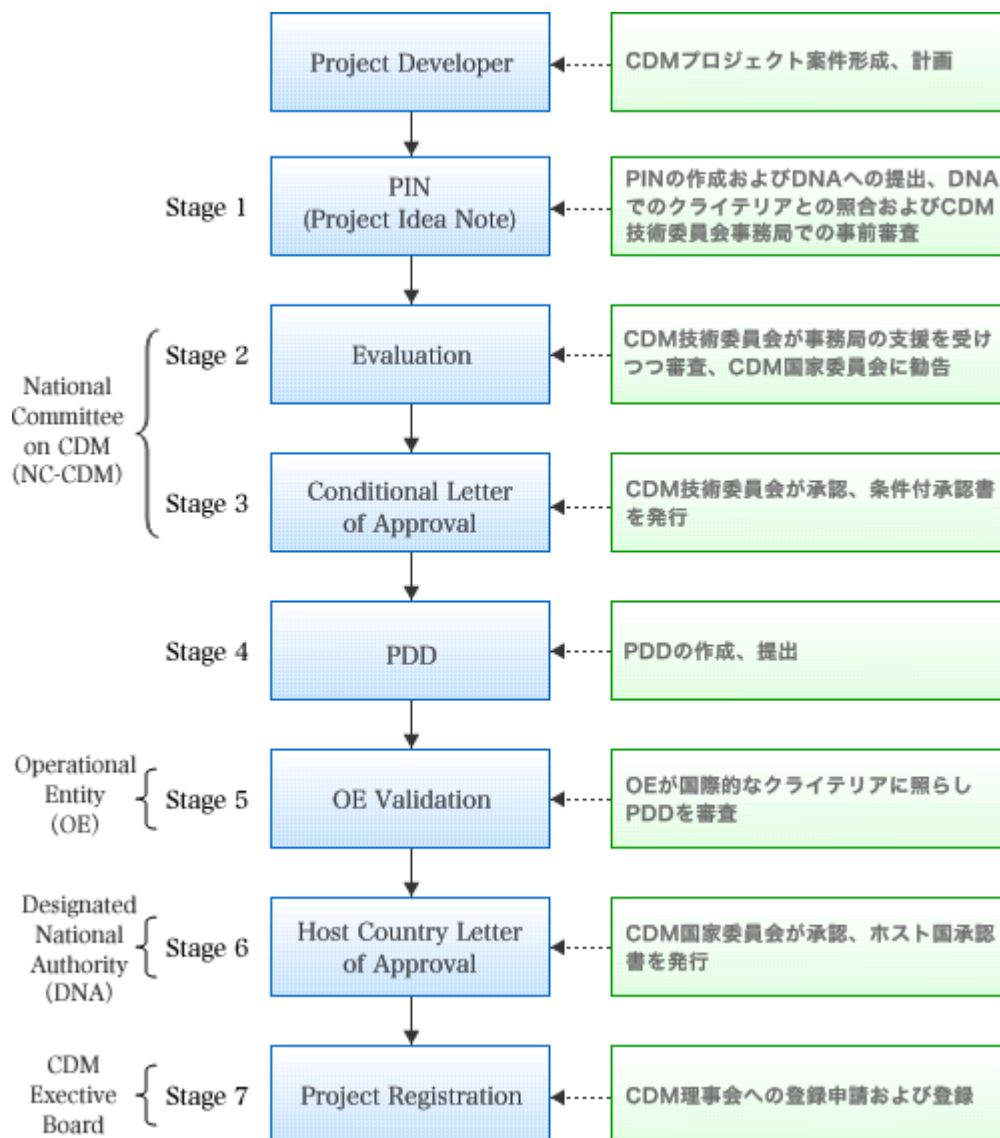
出典：各種資料より MURC 作成

図 25： CDM を管轄する組織



出典：京都メカニズム情報プラットフォーム

図 26 : CDM 承認過程



出典：京都メカニズム情報プラットフォーム

表 47： CDM プロジェクトの実施例

CDM プロジェクト	- マレーシア国における工場省エネ事業（PHAAM, PCOM(PJ), PCOM(SA), PEDMA, MEDEM） （2006 年/松下電器産業（株）） - マレーシア国における工場省エネ事業（MAPREC, PRDM, PSCDDM, PAVCJM, PCM） （2006 年/松下電器産業（株）） - マレーシア国における工場省エネ事業（MTPDM） （2006 年/松下電器産業（株）） - マレーシア国マラッカ市クルボン最終処分場における LFG 回収および発電 CDM 事業 （2005 年/鹿島建設（株））
GEC (FS)	- マレーシアパームオイル工場のメタン排出削減対策技術と固形廃棄物利用に関する調査 （2002 年/（株）エックス都市研究所） - マレーシアにおける椰子殻発電事業からの炭素クレジット獲得プロセスの実態調査 （2002 年/三菱証券（株）） - マレーシアパームオイル廃液嫌気処理池より放出されるメタン排出の削減技術の調査 （2001 年/（株）エックス都市研究所） - 炭化を組み入れた持続的生産可能な CO2 固定植林事業の可能性調査 （1999 年, 2000 年/（株）関西総合環境センター）
NEDO (FS)	- マレーシア国における工場省エネ CDM プロジェクト可能性調査 （2004 年/パンフィックコンサルタンツ（株）） - マレーシア国におけるケナフボード廃材のエネルギー化事業 （2004 年/三菱証券（株）） - マレーシアにおける廃棄物処分場バイオガス回収有効利用調査 （2003 年/鹿島建設（株）） - マレーシア国におけるセメント焼成炉省エネルギー事業調査 （2003 年/JFE エンジニアリング（株）） - マレーシア国のパーム油精製工場におけるバイオガス回収事業 （2002 年/東京三菱証券（株）, クリーン・エネルギー・ファイナンス委員会）

出典：京都メカニズム情報プラットフォーム

6-4 マレーシアにおける代替物質・代替技術の選定

6-4-1 技術シェア・普及状況の把握

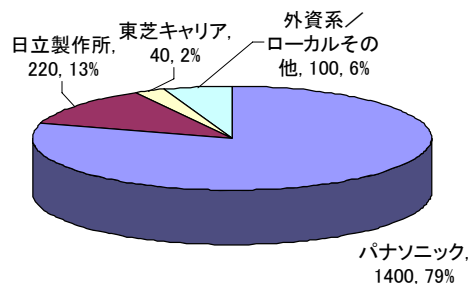
6-4-1-1 空調設備企業

先述のとおり、マレーシアでの HCFC 消費量の 98%がエアコン、冷凍冷蔵、フォームセクターにより占められている。2009 年の世界のエアコン（ルームエアコン、パッケージエアコンの 2 種）推定需要は 71,447 千台あり、うちマレーシアは 752 千台を数える。これは世界のエアコン需要の約 1.1%にあたる。

空調設備企業は主に OEM（相手先商標製造）によるセパレート型のエアコン（家庭用ルームエアコン）製造が全体の 85%を占める。エアコンメーカーの大半は、外資系もしくは外国資本の入ったメーカーである。これらのメーカーは、エアコンをマレーシア国外に輸出しており、企業により異なるが、生産量に対する輸出比率は 3～75%程度である²⁴。小規模メーカーの大半はローカル企業であり、委託生産を行っている。主な使用冷媒は HCFC-22 であり、一部 HCFC-123 も使用されている²⁴。

マレーシアのエアコンメーカーにおいては、日系企業がシェアの大半を持っている。特に生産台数の推計値からは、パナソニックがほぼ 8 割を製造し、日立製作所、東芝キャリアを含めると全体の 9 割以上の生産シェアとなる²⁴。

図 27：マレーシアにおけるメーカー別エアコンの生産台数

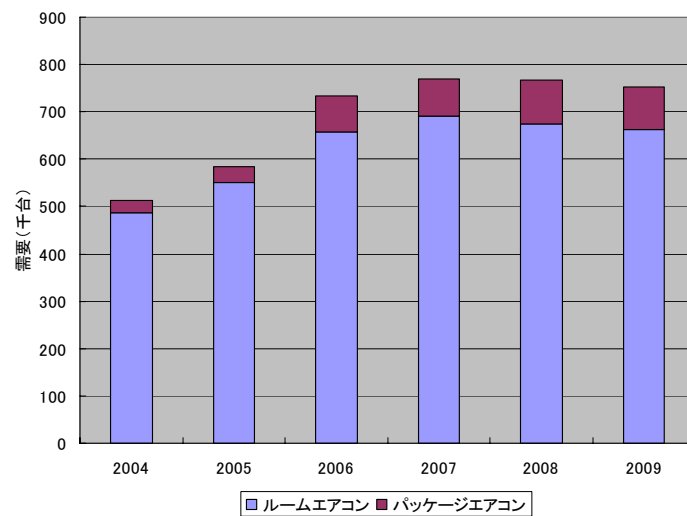


出典：株式会社富士キメラ総研「2010 ワールドワイドエレクトロニクス市場総調査」より MURC 作成

また、エアコンの用途別の生産シェアに関しては、データがないため、それぞれの用途別の需要量を示す。マレーシアでは、エアコンの需要は 2006 年以降安定的に推移している。また、需要を用途別で見た場合、ルームエアコンが大半を占めることがわかる。

²⁴ HPMP Project Draft Findings and Expected Outcome

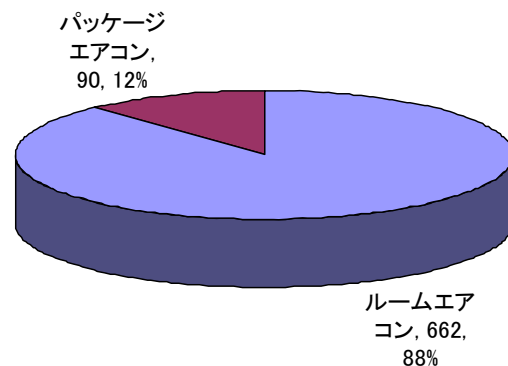
図 28 : エアコンの需要内訳



出典：株式会社富士キメラ総研「2010 ワールドワイドエレクトロニクス市場総調査」より MURC 作成

2009 年の需要量から、エアコンの用途別需要の割合を見ると、ルームエアコンは全体の 9 割弱を占め、業務用のエアコンの 12%を大きく上回る。

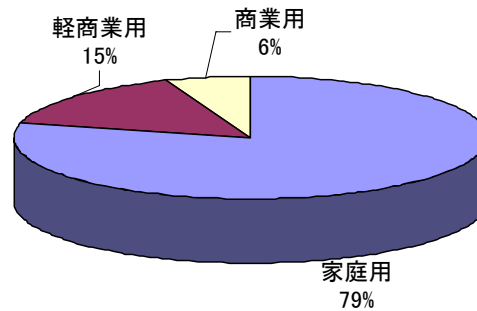
図 29 エアコンタイプ別需要推定



出典：日本冷凍空調工業会出版の世界のエアコン需要推定（2010）より MURC 作成

また、同じように用途別のエアコンの割合を HCFCs 消費量から見ると、下図にあるとおり、家庭用エアコンは、エアコン全体の約 8 割を占め、HCFCs の消費先としても大きなシェアを持っていることがわかる。

図 30 エアコンタイプ別 HCFCs 消費量



出典：HPMP Malaysia Refrigeration & Air Conditioning Sector

6-4-1-2 冷凍冷蔵機器

マレーシアにおける冷凍冷蔵セクターは、エアコン、フォームセクターと並び HCFC の主要な消費セクターである。冷凍冷蔵セクターは、主に以下の 3 タイプに分類可能である。

- ① 家庭用冷蔵庫関連企業
- ② 商業用冷凍冷蔵機器製造企業
- ③ コールドチェーン

上記の 3 タイプのうち、①家庭用冷蔵庫に関しては、ほぼ全量が輸入されており、HCFCs は使用されておらず、当該セクターにおける HCFCs の消費はない。

②商業用冷凍冷蔵機器製造企業は、マレーシア国内に 15～20 社あるとされており、主に使用されている冷媒は HCFC-22 である。また、HCFC-22 の消費量は 100mt/年以下であると推定されている。

③コールドチェーンにおいて使用される冷媒は、HCFC-22 及びその他の HFC 類である。

6-4-1-3 発泡剤生産企業

HPMP Project Draft Findings and Expected Outcome によれば、マレーシアにおける発泡剤生産セクターでは、冷蔵倉庫等に利用される硬質パネル、パイプ用の断熱材、低温輸送車両、屋根材、商業用冷凍冷蔵庫、合成皮革に利用される。一方で、XPS は製造されていない。

使用される HCFC は、ほぼ HCFC-141b であると想定されている。HCFC-141b はそのまま発泡剤として利用されるか、事前混合されたポリオール (Preblended polyols) としてポリウレタン供給メーカーに利用される。

同セクターでは、70 社ほどが確認されており、ほぼローカル資本とされている。生産規模はばらつきが大きく、企業の規模別では、HCFC-141b の消費量が 15mt/年に満たないものから、50mt/年を超える企業まで様々であるが、多くが中小企業である。

6-4-2 マレーシアにおける技術の選定動向

マレーシアにおいては、先述のとおりエアコン、冷凍冷蔵、フォームセクターが HCFCs の排出量のほぼ全量を占めている。これらの企業のうち、特にエアコンについては日本企業が 9 割ほどのシェアを有していることから、技術的なシェア、代替技術の選定の方向性についても、日系企業の動向が全体の方向になると考えられる。

現地企業へのインタビュー調査の結果から、小型業務用エアコン（PAC）、ビル空調用マルチ式エアコン（VRF）については、Carrier、Trane、Dunham-Bush、York、ダイキン、三菱重工など競合が激しい。各社の市場シェアについては不明であるが、RAC を含めた市場は 10 億ドル規模と想定されている。

RAC 及び PAC、VRF については、主要な企業は HCFC-22 を主に使用しているが、R-410A を使用している企業もある。基本的には各社とも規制が始まれば移行できる準備は整っていると考えられる。RAC 及び PAC、VRF については企業にもよるが全て中国もしくはタイで生産された製品を製造して輸入している。現地で製造しているのは一部の日系企業のみである。

チラーについては米国系外資メーカーである Carrier、Trane、Dunham-Bush の 3 社が自社の市場占有率を 3 割程度と捉えているが、各社ともに主要プレーヤーとして York を挙げており、主要プレーヤーは 4 社と想定される。

チラーでは企業により使用する冷媒が様々である。HCFC-123 を主要製品として販売し、一部で R-134a、HCFC-22 を使用する企業もある。また別の企業では R-410A、R-407C、R-134a を使用する等様々である。

ショーケース市場はインタビュー調査を実施した外資系企業によれば 1,000 万 US ドルと小規模であると想定される。また、同企業によればショーケース市場全体の販売台数も数千台/年と想定している。プレーヤーとしてはサンヨー、中野冷機、Carrier、Trane が挙げられる。また、コンビニエンスストア向けにプラグイン型のショーケースをローカルメーカーが供給している。

インタビューを実施した企業では、使用冷媒は以前 HCFC-22 が多かったが、現在は R-404A に移行してきている。これは、温暖化への配慮と HCFC-22 が徐々に入手しにくくなってきていること、価格が上昇しつつあることによる。

フォームセクターは、エアコンセクターと対照的に小規模なローカル企業が多く、技術の選定動向を把握するのが困難な状況である。一方、現在フォームセクターで使用されている HCFC は、ほぼ HCFC-141b であると想定されており、フェイズアウトが比較的容易であると指摘されている²⁵。

²⁵ HPMP Project Draft Findings and Expected Outcome

7 タイ

7-1 HCFC の使用実態・産業構造の把握

7-1-1 HCFC 生産量及び消費量の推移

タイにおいては、HCFC フェイズアウト管理計画（HCFC Phase-out Management Plan (HPMP)）の策定は、タイ工業省工業局（Department of Industrial Works）及び世界銀行が実施することが決定されている。

2011 年 2 月 1 日には、同国において工業局及び世界銀行が主催するタイ HPMP の初回会合が開催された。会合では、HPMP の策定体制や他国の HPMP の事例などが紹介されるとともに、HPMP 策定を受託したインドのコンサルティング会社（EVI）の紹介などが行われた。EVI は今後 HCFC を輸入、消費等する同国内の主要企業に対してアンケート調査を実施し、HCFC の消費実態を把握し、それらを踏まえて HPMP を策定するものと思われる。なお、会合では 2011 年 7 月までに一旦作業をまとめる方向性が示された。

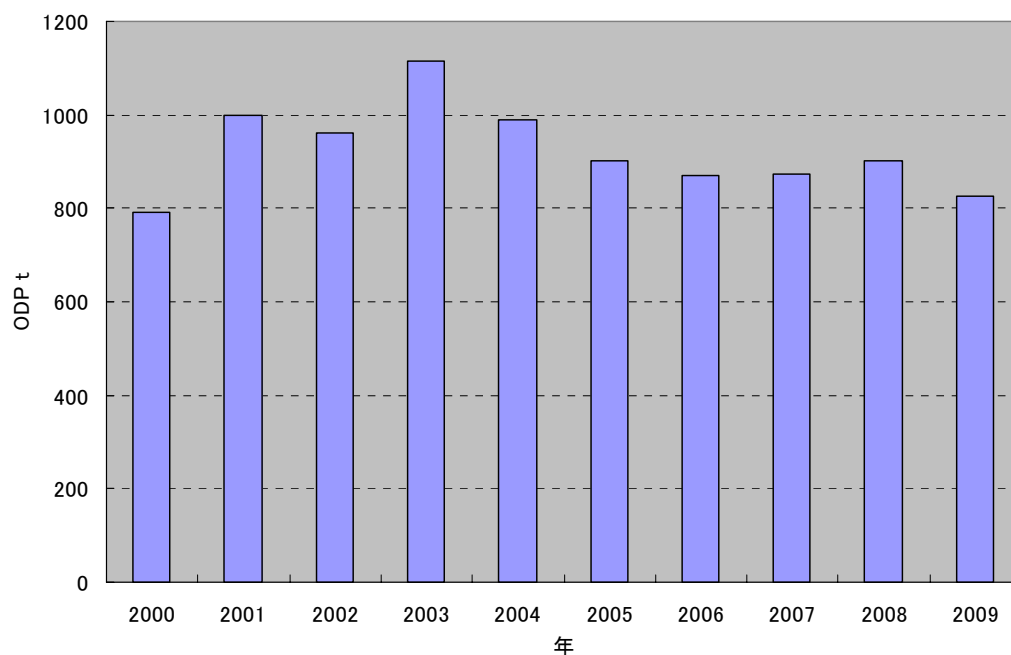
上記からも明らかなように、タイにおける HPMP 策定プロセスは開始した段階であり、現時点でタイ国内の全体像は政府機関によっても把握されていない状況である。

こうした状況を踏まえ、本調査では現地の国際機関（UNDP: United Nations Development Programme）、民間企業（日系メーカー、外資系メーカー、ローカルメーカー）等にインタビュー調査を実施し、可能な範囲でタイにおける HCFC の消費・使用状況、代替技術の方向性等について検討を行った。

タイにおいては、上記のとおり部門別の HCFC 生産・消費の定量的な把握がなされていない。一方で、UNDP の統計からはタイにおける HCFCs はマレーシア同様、生産は行われておらず、外部から輸入にしていると想定される。

タイにおける HCFCs の消費量の推移をみると、2000 年から 2009 年まで増減はあるものの、2005 年以降は比較的一定の水準で推移している。

図 31 タイにおける HCFCs の消費量の推移 (ODP t)



出典：UNDP Ozone Secretariat Data Access

表 48: タイにおける主要 HCFC の生産量と消費量の推移 (単位：ODPt)

年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
生産量	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
消費量	791	997.7	961.8	1,114.70	988.8	900.5	869.6	873	900.5	826.6

出典：UNDP Ozone Secretariat Data Access

2009 年の HCFCs の消費量は、ODP トンベースで 826.6t と 2008 年の 900.5t から減少している。2010 年については、日本冷凍空調工業会の世界のエアコン需要推定によれば、エアコン分門については、家庭用エアコンが国内景気堅調に推移することから需要は好調となり、業務用パッケージエアコンについても堅調に推移するとの見通しが示されている。

7-1-2 HCFC 部門別生産量及び消費量

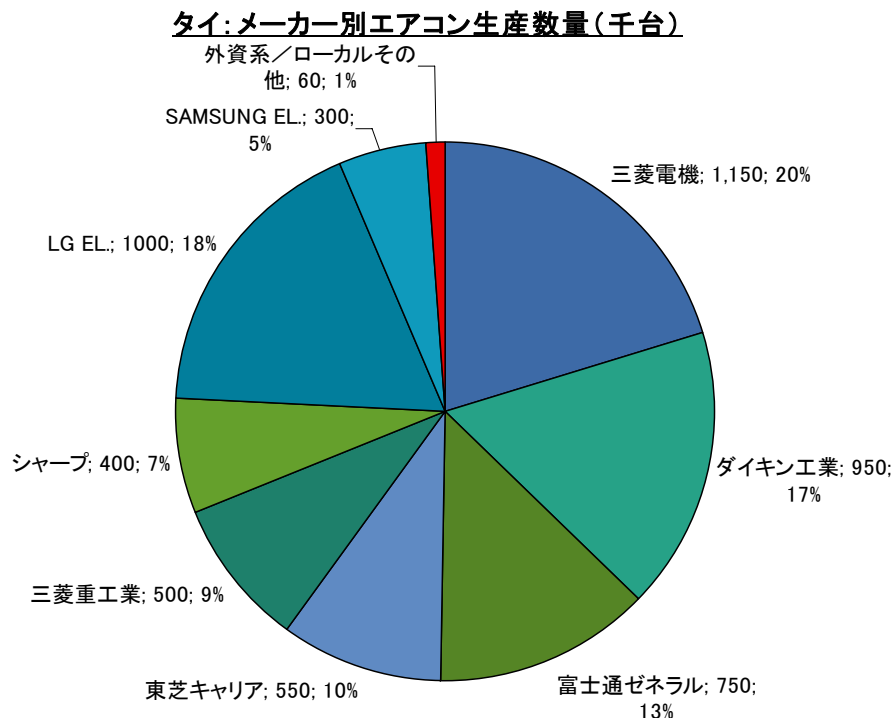
タイについては、公式なデータが入手できないため、現段階ではどのようなセクターがどの程度 HCFC を消費しているかを把握することは困難な状況にある。今後 HPMP における調査により、部門別の消費量が明らかになると想定される。

7-1-3 HCFC 産業構造の把握

7-1-3-1 RAC : 空調設備企業

エアコンメーカーは、日系・韓国系企業がタイで生産されるルームエアコン（RAC）の大半を製造している。2010 ワールドワイドエレクトロニクス市場総調査によれば、RAC の生産台数は、合計で 543 万台と推定されている。このうち、約 50 万台程度²⁶が国内販売と推定されている。

図 32 メーカー別ルームエアコン生産数量



出典：2010 ワールドワイドエレクトロニクス市場総調査より MURC 作成

上図のとおり、生産台数をメーカー別の割合で見ると、日系メーカー及び韓国系のメーカーをあわせるとほぼ 99%に達し、日系メーカーのみの場合も 76%を生産している状況である。

最も生産台数が多いのは三菱電機であり、ダイキン工業がそれに続く。また、ローカルメーカーはシェアの観点からは小規模であるが、Saijo 電機、Uniair 等の企業がインバーター制御機能等のない、On-Off 型のエアコンを製造・販売している。また、最近では韓国の大手メーカーがシェアを伸ばしつつあるとされている。

これらの企業について、本調査の過程で実施した現地調査の結果から、多くの企業において大国内市場向けの機器については、HCFC-22 を冷媒として使用し、欧州及び日本向け機器については、代替冷媒を使用しているとの回答を得ている。

²⁶ バンコク日本人商工会議所電機部会「タイの電気・電子産業の動向」

7-1-3-2 ICR：空調設備企業 産業用および業務用の空調設備

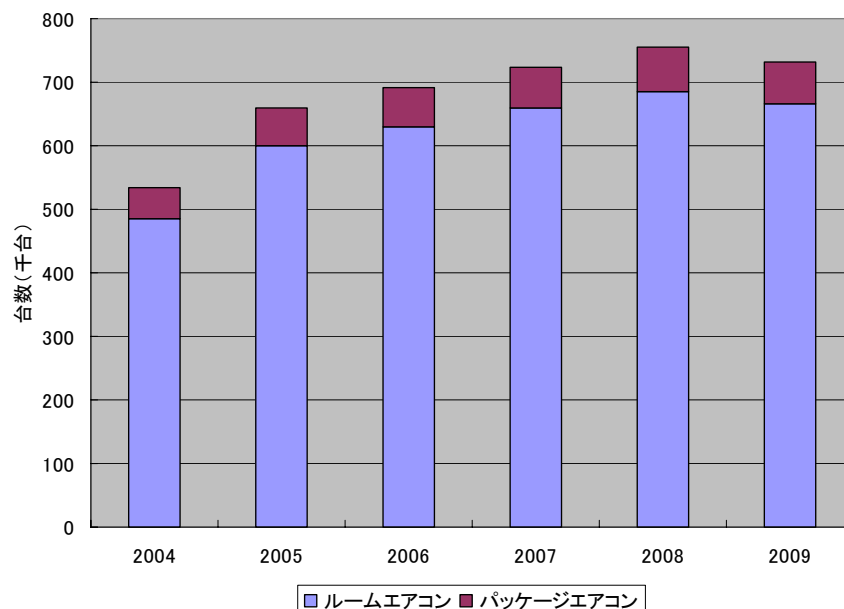
業務用については、統計データが未整備であることから、インタビュー調査等によって小型業務用エアコンの分野で、日系企業が RAC 同様に高いシェアを持っている。

例えばパッケージエアコン、ビルマルチ型エアコン等は、RAC でも高シェアをもつ日系企業が上位を占有している。以前は外資系の大手メーカーが高シェアを保っていたが、近年は日系企業がより高いシェアを持っている。

パッケージエアコンに使用される冷媒は、一部で R-410A が使用され始めているが、HCFC-22 が以前大部分を占めるとの情報がインタビュー調査から得られている。

RAC 及びパッケージエアコンの推定需要については、日本冷凍空調協会が推定値を公表している。本統計で需要を用途別に見た場合、ルームエアコンが大半を占めることがわかる。

図 33 エアコンの需要内訳



出典：日本冷凍空調協会「世界のエアコン需要推定」2010 より MURC 作成

本調査における企業へのインタビューからは、産業用に用いられるチラーにおいては、外資系大手が高い市場シェアを有しているとされ、York、Trane、Carrier が 3 大メーカーとされている。

タイ冷蔵協会によれば、冷蔵装置については、80%程度が食品関係のエンドユーザーによって利用されており、前川製作所、日立コンプレッサー、三菱電機、Thacom、コーブランドタイ等の日系メーカーや現地メーカーが多くシェアを有している。

HCFCs の冷媒はやアンモニア冷媒もほとんど輸入品である。タイの冷蔵関連事業者はエンジニアリングが主要な業務となっており、コンプレッサー、冷媒を輸入もしくは外資メーカーから購入し顧客ニーズに合わせてパッケージして設置している。タイでは設置件数の 80%はタイのエン

エンジニアリング企業がパッケージングしている。

こうしたエンジニアリング企業においては、PATCOL がタイで最も高い市場シェアを有している企業である。同社は産業系では 30%、商業系でも 15%程度のシェアを有する。PATCOL に次いで ITC (ローカルメーカー) SIRAYOOTH (ローカルメーカー) がシェアを持っている。最近はインドのチラーメーカーである KIROSKAR (インド) がタイに進出しているが、現在のタイ市場でのシェアはまだ得られていないと見られている。

業務用ショーケースについては、日系メーカーであるサンデン電機、サンヨー電機により大半の市場シェアを有していると想定される。それ以外ではキャリアが一定のシェアを持っている。キャリアはアイランド型のショーケースに強いため、ある程度のシェアを有していると想定される。ローカルメーカーでは Cool 社 (S.V. Cool Supply & Service Ltd., Partnership) があるが、シェアは低いと推定される。

エンドユーザーであるスーパーマーケット、コンビニエンスストア等の業務系の冷凍庫については HCFC-22 冷媒を使用しているが、R-404A に切り替わる方針である。

7-1-3-3 発泡剤生産企業

タイにおいては、発泡剤部門に対して、発泡剤製造に使用する HCFC-141b をシクロペンタンへ移行する支援を行っている現地企業が存在する。

本調査における現地調査において、業務用冷蔵庫、ショーケース向け断熱材としてフォームを製造している企業にインタビューを実施した。同社では、シクロペンタンへの移行を現地のエンジニアリング会社に依頼し、HCFC-141b からシクロペンタンを使用するシステムを構築した。これにより、2000 年には発泡剤として HCFC-141b を 8 割程度使用し、2 割程度をシクロペンタンとしていたが、徐々に使用割合が逆転し 2010 年現在ではほぼシクロペンタンのみを使用しているとのことであった。

シクロペンタンは爆発の危険があることから、配管、換気・排気、保管、監視等に一定の設備投資が必要となるが、こうしたシステムを構築するタイ現地企業があることから、移行は進みつつある。また、今後の HCFC-141b の入手可能性や価格などの不確実性も考えられることや、エンドユーザーである大手飲料メーカー等が、環境配慮の一環として、環境関連の調達記述を厳格化していることなどもあり、こうした移行はより自発的に進む可能性がある。

7-1-3-4 洗浄・溶剤生産企業

タイでは、従来工業用洗浄分野で使用されてきた 特定フロン やトリクロロエタン はすでに全廃となり、現在は 塩素系溶剤が使用されている。HCFC の利用等は、今後の HPMP の調査の過程で明らかにされると想定される。

7-1-3-5 エアゾール

今後、タイにおける HPMP の調査において把握されると想定される。

7-2 HCFC 削減計画策定の進捗状況把握

2011 年 2 月 1 日には、同国において工業局及び世界銀行が主催するタイ HPMP の初回会合が開催された。会合では、HPMP の策定体制や他国の HPMP の事例などが紹介されるとともに、HPMP 策定を受託したインドのコンサルティング会社（EVI）の紹介などが行われた。EVI は今後 HCFC を輸入、消費等する同国内の主要企業に対してアンケート調査を実施し、HCFC の消費実態を把握し、それらを踏まえて HPMP を策定するものと思われる。なお、会合では 2011 年 7 月までに一旦作業をまとめる方向性が示された。

HCFC の消費実態や削減計画の内容は、今後の HPMP における調査の進捗と共に決定されることが想定される。

7-2-1 HCFC 削減計画における行動内容

今後、HPMP における調査の進捗と共に決定されることが想定される。

7-2-2 モントリオール基金活用の概要

これまでに多国間基金にて承認されたプロジェクトを以下に列挙する。尚、HCFC 関連のプロジェクトのみを整理し記載した。

表 49 第 55 回 ExCom 承認プロジェクトと金額
(開催場所：タイ 2008 年 5 月 14 日～21 日)

Project Title	主務機関	ODP (t)	Project	Support	Total (US\$/kg)
PHASE-OUT PLAN	IBRD		\$195,000	\$14,625	\$209,625
HCFC phase out plan					
Preparation of a HCFC phase-out management plan					
Total for Thailand			\$195,000	\$14,625	\$209,625

出典：The 55th Meeting of the Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol

第 57 回の ExCom においては、理事会において 2009 年から 2011 年のビジネスプランについて、下記のタイのプロジェクトを含めることに合意した。

Country	Project	Total value in 2009 (US \$)	Total value in 2010 (US \$)	Total value in 2011 (US \$)	Total value after 2011 (US \$)	Total ODS (ODP tonnes)
Thailand	Air-to-air conditioning investment project preparation	70,000	0	0	0	0
Thailand	HCFC investment project preparation for XPS foam sector plan	48,000	0	0	0	0
Thailand	HCFC investment project preparation for the solvent sector	22,000	0	0	0	0
Thailand	Investment project in the air-to-air conditioning sector	0	1,075,000	1,075,000	0	20
Thailand	Investment project in the XPS foam sector	0	860,000	860,000	0	10
Thailand	Investment project in the solvent sector	0	430,000	430,000	0	6

出典：UNEP/OzL.Pro/ExCom/57/69

表 50 第 61 回 ExCom 承認プロジェクトと金額
(開催場所：カナダ 2010 年 7 月 5 日～9 日)

Project Title	主務機関	ODP (t)	Project	Support	Total (US\$/kg)
FOAM	IBRD		\$100,000	\$7,500	\$107,500
Preparation of project proposal					
Preparation for a HCFC foam sector plan					
Total for Thailand			\$100,000	\$7,500	\$107,500

出典：The 61th Meeting of the Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol

7-2-3 実施可能性と今後の予定

タイの経済成長はマレーシア等他の途上国と同様に、増加傾向にある。2010 年 11 月 23 日、タイ国家経済社会開発委員会 (NESDB) は、2010 年の GDP 伸び率を 7.9%に上方修正した²⁷。このように経済発展とともに、HCFC の消費量が増加することが想定される。

HPMP が策定されていない現段階では、実施可能性について検討することは困難であるが、マレーシアやインドネシアと同様に、発泡剤部門における R141b の使用量が多い場合は、R141b をシクロペンタンに移行することである程度の ODP 使用削減は可能であると想定される。一方で、今回の調査でインタビューを実施した企業と同じように既にシクロペンタンに移行している企業が多い場合は、R141b からシクロペンタンへの移行による ODP 消費削減の余地が少ないため、空調・冷蔵冷凍部門による削減が必要となる可能性がある。多くの日系、外資系企業は輸出用に代替フロン製造ラインを有していることから、HCFCs の使用削減に対応することは可能であると考えられる。タイローカルメーカーについては、HCFC-22 使用規制が適用された場合に対応可能かどうかについて不確実性が残る。

²⁷ http://www.jetro.go.jp/world/asia/th/basic_03/

7-3 法規制の整備状況

7-3-1 フロンに関する法律・政策動向

タイは、1989年7月7日にモントリオール議定書を、1992年6月25日にロンドン修正条項、1995年12月1日にコペンハーゲン修正条項を批准した。マレーシアにおけるODS及びHCFCのフェイザウト計画に関する担当窓口は、産業省工場局(DIW, Department of Industrial Works)である。

タイにおいては、オゾン層破壊物質に関連する法規制として、下記が存在する。

表 51：タイにおけるODS管理規制

施行年	名称
1992	Hazardous Substance Act, B.E. 2535,
1995	Notification by the Minister of Industry, February 17, 1995
1995	Notification by the Minister of Industry dated August 23, 1995
1997	Notification by the Minister of Industry dated March 24, 1997.
1997	Notification by the Minister of Commerce dated March 1997

出典：各種資料より MURC 作成

7-3-2 温暖化対策の動向

2006年11月、複数の国家エネルギー政策・開発計画が議会で承認された。短期・長期的な政策・計画から構成される。短期的な政策・計画には、エネルギー産業管理の再編成・改善、エネルギー調達、エネルギー保全・省エネ促進、代替エネルギーの促進等が挙げられている。また、長期的な政策・計画には、エネルギー供給、持続可能なエネルギー開発、省エネ、エネルギー産業における競争の促進が挙げられている。2005年3月、エネルギー省エネルギー政策・計画局(Energy Planning and Policy Office：EPP0)が国家エネルギー戦略を提示。2005年から2011年におけるタイにおけるエネルギー戦略の骨子を示した。また、同エネルギー戦略では、再生可能エネルギーの利用目標も提示している。

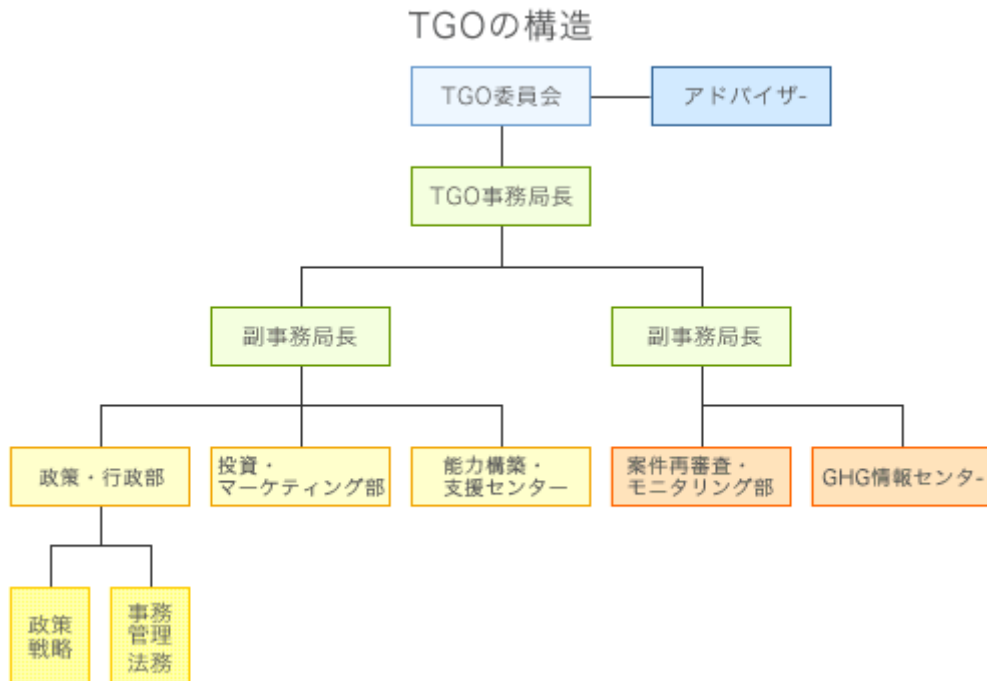
表 52 温暖化に関連した取組み

1994 年 12 月	国連気候変動枠組条約批准（署名:1992 年、発行:1995 年）
2002 年 08 月	京都議定書批准（署名:1999 年、発行:2005 年）
2003 年 07 月	MNRE（Ministry of Natural Resources and Environment: タイ天然資源環境省）を DNA と指定
2007 年	国連気候変動枠組条約および京都議定書の実施のためのタイの枠組み制度を MNRE が再構築
2007 年 07 月	TGO に DNA を設置

出典：京都メカニズム情報プラットフォーム

タイにおいて CDM の許認可を与える指定国家機関（DNA）は、天然資源環境省大臣とタイ温室効果ガス管理機構（TGO）委員会委員から成る。TGO 委員会は、CDM 案件承認の最終決定プロセスを担い、持続可能な開発基準を満たしている CDM 案件について承認レターの発行を行う。TGO 委員会は内閣により任命される。

図 34 TGO の構造



出典：京都メカニズム情報プラットフォーム

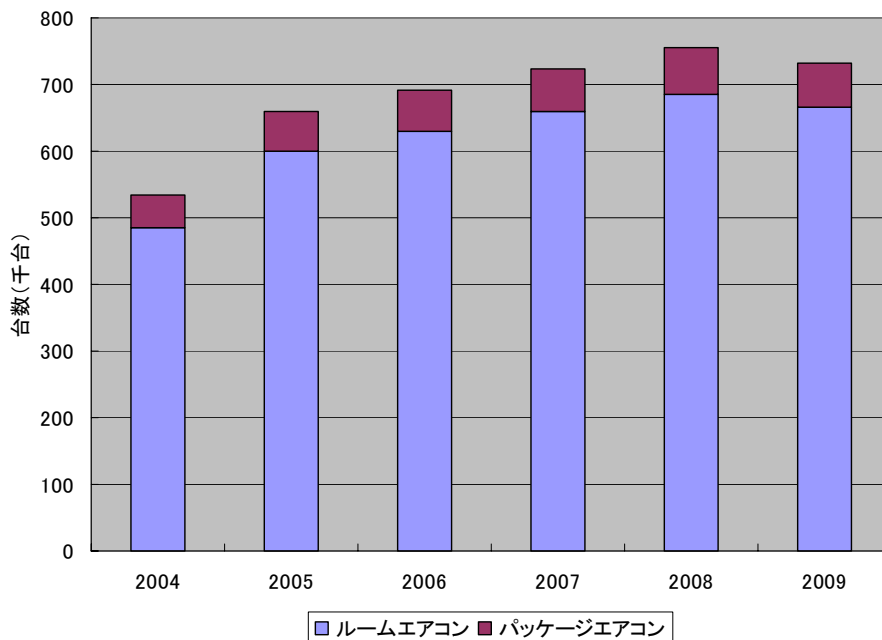
7-4 タイにおける代替物質・代替技術の選定

7-4-1 技術シェア・普及状況の把握

7-4-1-1 空調設備企業

先述のとおり、タイにおける家庭用エアコン部門は、日系企業が過半のシェアを有する。2009年の世界のエアコン（ルームエアコン、パッケージエアコンの2種）推定需要は71,447千台あり、うちタイは731千台を数える。これは世界のエアコン需要の約1.0%にあたる。また、需要を用途別で見た場合、ルームエアコンが大半を占めることがわかる。

図 35 エアコンの需要内訳



出典：日本冷凍空調協会「世界のエアコン需要推定」2010よりMURC作成

7-4-1-2 冷凍冷蔵機器

タイにおける冷凍冷蔵セクターは、日系が高いシェアを持つ冷蔵装置、ショーケース等がある。また、工業用のチラー等については、外資の大手企業が高いシェアを持っている。

7-4-2 タイにおける技術の選定動向

タイにおいては、先述のとおりエアコンについては日本企業が8割近くのシェアを有していることから、技術的なシェア、代替技術の選定の方向性についても、日系企業の動向が全体の方向になると考えられる。また、小型業務用空調設備も日系企業が高いシェアを持っている。

一方で、産業用の冷凍装置等は、外資系のYork、Carrier、Trane等が高いシェアを有しているとのことであり、これらの企業の動向を把握することは重要である。

8. 我が国企業の事業展開の可能性

8-1 我が国が有する代替技術

HPMP は HCFCs の代替物質を製造するメーカー及びそれを冷媒や原料として製品化するメーカーにより動向が左右されている。代替物質そのものの開発については外資系メーカーが世界市場をリードしている。ハネウェル（HFC-245fa、HFO-1234ze、HBA-1、HBA-2）、アルケマ（AFA-G1、AFA-L1）、デュポン（FEA-1100）フォームサプライヤー（Methyl Formate）等、欧米の化学メーカーが多くの特許を保有している。²⁸デュポンは・DR4 Dupont Brend No4（GWP<300）、DR5 Dupont Brend No5（GWP<500）。ハネウェルは N シリーズ、L シリーズとして新製品を投入する予定としている。

さて、日本企業は HCFC の代替物質を活用する技術に秀でている。HCFC s 代替物質を活用する代替技術について表 53 に整理した。

表 53 各セクターにおける主な HCFCs 代替技術

各セクター	技術分野	技術名・製品名	開発企業名等 (略称表記)
空調	冷媒・冷媒 関連技術	・冷媒用代替物質 HFE-143m、COF2、HFE-245mc の 合成技術開発	旭硝子
	加熱冷却 関連技術	・低 GWP 冷媒を使用した省エネ空調機の研究 ・住宅用ノンフロン型省エネ調湿システムの開発 ・過冷却回路による CO2 冷凍システムの高効率化技術の開発 ・CO2 冷凍サイクルの高効率化技術の開発 ・CO2 ビル用マルチ空調機の研究開発 ・住宅用コンパクト再生方式省エネ型換気空調システム ・CO2 二次冷媒式ヒートポンプ空調機の開発 ・炭酸ガスを冷媒とする廃熱利用冷凍空調システムの開発 ・カーエアコン用空気サイクル・デシカントシステムの開発 ・CO2、プロパンガスの混合冷媒使用の圧縮蒸発式冷凍機サイクルにて、低温ブラインを循環させるノンフロン型冷凍装置の開発 ・ハイドロカーボン系冷媒業務用空調 ・CO2 冷凍サイクルの高効率化技術の開	ダイキン工業等 新晃工業 三洋電機等 パナソニック ダイキン工業 新日本空調 三菱重工業 本田技術研究所 アースシップ マック マエカワ 三洋電機

²⁸ 12 月 1 日に神戸にて開催された「環境と新冷媒 国際シンポジウム 2010」にて発表有り。

		・給湯ヒートポンプ(商用) ・エジェクターを適用した高効率カーエアコンシステム ・EV用ヒートポンプ空調システム ・沸騰冷却クーラー	デンソー、三洋等 ・デンソー カルソニックカンセイ デンソー
	自然冷媒特有の安全技術	・実用的な性能評価、安全基準の構築	(独)産業技術総合研究所 (社)日本冷凍空調工業会
	回収技術	・ビル用マルチエアコンの冷媒漏洩検知システム ・業務用冷凍機の冷媒漏洩検知システム	ダイキン工業 三洋電機、アサダ等
ポリウレタンフォーム	冷媒	・発泡用代替物質 HFE-245fa の合成技術開発	セントラル硝子
	発泡法	・現場超臨界炭酸ガス発泡法 ・ノンフロンウレタン断熱技術の研究開発 ・水発泡（もしくは、超臨界CO2発泡）による、新規現場発泡高断熱ウレタン発泡材の技術開発 ・発泡剤の気相／液相制御技術等による現場発泡高断熱ウレタンフォームの技術開発	アキレス アキレス 旭硝子 BASF INOAC
XPS フォーム	発泡法	・高断熱性ノンフロン押出發泡体の研究開発	株式会社カネカ
洗剤		・HFE-72DE ・発泡用・洗浄用代替物質 HFE-347pfc の合成技術開発	住友スリーエム ダイキン工業
溶剤		・エッチング用代替物質 CF3I の合成技術開発 ・マグネシウム用代替カバーガス OHFC-1234ze、CF3I 等の開発	東ソー・エフテック、日本ゼオン 長岡技術科学大学

以上、日本の各セクターのメーカーは HCFCs 代替物質を活用した製品開発に秀でており商用化製品及び商用レベルにある製品も多いことから、今後アジア各国の HPMP、および法規制施行のタイミング等を考慮し、拡販方法を見出すことが最善である。

8-2 日本の先進技術の各国への導入可能性

本調査結果より俯瞰的に各国の状況を下記表に整理した。インドを除くタイ、マレーシア中国の各国は今年度中には HPMP を策定する予定である。この中では中国が先行しており、次いでマレーシアとなっている。タイは世界銀行にて主導で推進しているものの、インドのコンサル企業である Emergent Ventures International, Inc. のタイ法人にドラフト作成及び各種調査を依頼中であることから、今年度中に ExCom のレビューに耐えうる資料を準備するスケジュールとなっている。

る。

表 53 において、日本企業が研究している技術を整理したが、商用ベースで展開している技術及び製品は下記表のとおりである。各国における HPMP の主要対象セクターに対し、我が国の代替技術を導入することの可否について後述する。

表 54 各国の HPMP の進捗状況と日本の技術導入の可能性

	タイ	マレーシア	中国	インド
1) HPMP の状況	2011 年 7 月までにドラフトを準備予定。	2011 年 4 月 ExCom レビュー予定。 ²⁹	2011 年 4 月 ExCom レビュー予定。	2009 年に「Roadmap for Phase-out of HCFCs in India」を策定済み。
2) HCFC s セクター別データの有無	× Emergent Ventures International, Inc .にて現況調査中	○	○	○
3) HPMP における削減プランの主要セクター	未定	空調・冷蔵 ³⁰	フォーム	空調・冷蔵 フォーム
4) 上記 3) にて現時点で使用している HCFC s	参考： 空調：HCFC-22 フ ォ ー ム ： HCFC-141b	空調・冷蔵 ： HCFC-22 (既に一部で R-410A、R-404A、) R-407C が使用されている)	フ ォ ー ム ： HCFC-141b (既に一部にてシクロペンタンが使用されている)	空調・冷蔵 ： HCFC-22 フ ォ ー ム ： HCFC-141b
5) 各国へ導入の可能性がある日本の先進技術	産業用ノンフロン (CO ₂) 冷凍機 ノンフロン (CO ₂) ショーケース	産業用ノンフロン (CO ₂) 冷凍機 ノンフロン (CO ₂) ショーケース	超臨界二酸化炭素発泡	産業用ノンフロン (CO ₂) 冷凍機 ノンフロン (CO ₂) ショーケース 超臨界二酸化炭素発泡

²⁹ 現況は 3 月末時点で政府内部の意思決定が終了しておらず、4 月の ExCom レビューには間に合わない恐れある。

³⁰ 2.5 馬力以下の空調設備を優先して削減

8-2-1 産業用ノンフロン（CO₂）冷凍機の導入可能性

各国の低温設備の使用冷媒を表 55 に整理する。大型の食品工場以外では主に HCFC-22 を使用していることがわかる。表 56 に導入対象と課題及び結論を整理した。

表 55 低温設備導入建築物での使用冷媒

	コンビニエンスストア	スーパー	食品工場・冷凍庫
中国	イソブタン	HCFC22、R-404 A	HCFC22、アンモニア
タイ	HCFC22	HCFC22	アンモニア
マレーシア	HCFC22	HCFC22、R-404 A	HCFC22、アンモニア
インド	- ³¹	HCFC22	HCFC22

表 56 産業用ノンフロン（CO₂）冷凍機の導入対象と課題

導入対象	スーパー、食品工場
課題	1. 外気温が高い地域における効果を検証する必要がある。 2. タイにおいては市街地ではアンモニア冷媒を使用した設備は毒性の問題あり設置できない。該当設備は一部でアンモニアを使用していることから設置できない可能性高い。 3. 食品工場ではアンモニア冷媒の冷凍機が主流であることから、電力消費 20%削減分とイニシャルコストのトレードオフとなり、やはり価格競争の対象となる。
結論	・ 製品価格の差がある限りは、規制及び基準・導入補助金等の導入トリガーが無い限りは顧客が選択する可能性は低い。工場の現地化等のコスト削減が必要である。

8-2-2 ノンフロン（CO₂）ショーケースの導入可能性

表 55 に基づき、ノンフロンショーケースの導入可能性を表 57 に整理した。CO₂は GWP が 1 であり、非常に優れた冷媒であるが、現状は高温地域にて期待される効果が発揮できるか検証が不十分な状態である。そのため、対象を中国とした。中国は南部を除き四季があることから、日本と同様の運用が可能である。

表 57 ノンフロン（CO₂）ショーケースの導入対象と課題

導入対象	スーパー
課題	1. タイ、マレーシアなど外気温が 32 度以上の気温が高い地域における効果がまだ実証されていない。 2. 中国、マレーシアでのスーパーでは一部の設備で R-404 A を既に使用している。GWP は高いものの、HPMP 対象外の冷媒であること

³¹ インドにはコンビニエンスストアに相当するチェーンストアは無い。街頭のキオスクが主体。

	から、製品価格の競争となる。
結論	・ 製品価格の差がある限りは、規制及び基準・導入補助金等の導入トリガーが無い限りは顧客が選択する可能性は低い。工場の現地化等のコスト削減が必要である。 ・ 温度帯では中国であれば問題無く、また市場としては最も大きいことからコストの問題がクリアできれば市場が拡大する可能性は高い。

8-2-3 超臨界二酸化炭素発泡の導入可能性

表 58 に超臨界二酸化炭素発泡の導入対象と課題を整理した。同技術は既に商用ベースで展開していることから顧客の導入判断に依るが展開可能である。課題としては導入対象国でのシクロペントランを使用した建材等との価格差、拡販ネットワークの有無等が挙げられる。

表 58 超臨界二酸化炭素発泡の導入対象と課題

導入対象	中国、タイ、マレーシア、インドでの全ての建材市場（住宅断熱用ウレタンフォーム）
課題	・ 中国、タイ、マレーシアではシクロペントランを使用したウレタンフォームが既に商品化されていることから、価格競争となる・
結論	・ 製品価格の差があることから、規制及び基準・導入補助金等の導入トリガーが無い限り顧客が選択する可能性は低い。工場の現地化等のコスト削減が必要である。

8-3 日本の規制及び仕組みを各国に導入する可能性について

各国にて HPMP が準備されてはいるが、各国の HCFC の削減が目標通りに進むかについては定かでは無く、目標通り推進していく為の体制・規制・基準作りについては日本のノウハウが役立つ。

8-3-1 日本の省エネ関連基準及び規制等の導入の可能性

タイ、マレーシアにおいて下記に挙げる協会に対し、日本政府への要望についてインタビューを実施した。

表 59 各国団体の日本政府への要望

国	団体	日本政府への要望
タイ	THAI REFRIGERATION ASSOCIATION (TRA)	・ 現在の HCFC-22 を使用している業務用冷蔵庫については R404 に切り替わる方向であるが、直ぐに R404 も使用できなくなると危惧している。最終的には CO2 に移行すると考えている。 ・ すなわち二重投資になり、このような事態は各社及び顧客も避けたいと考えている。タイ政府に対し、日本政府がしっかりとリードして欲しい。
マレーシア	Centre For Environmental Technologies (CETEC)	・ 日本の回収システムを紹介して頂きたい。 ・ 家電リサイクル法は整備されていない。 ・ 過去、METI の協力により HPMP 関連の勉強をさせるためにマレーシア政府から人材を選択し派遣したが、活かされていない。日本政府からもフォローして頂きたい。

中国では中国系 RAC メーカーである格力、ハイアール、美的などの大手メーカーは同国市場で相当なシェアを取っているが、INV 機能を保有していない。中国では省エネ法がか日本のトップランナー方式を参考に 2008 年に改正された。日系 RAC メーカーは中国市場で工場を現地化しコスト削減するとともに、省エネ技術で攻勢をかけている。

一方、タイ、マレーシアでは日系 RAC メーカーがシェアを取っており、中国系 RAC メーカーは市場を拡大できていない。その中で、金融危機以降、サムソン、LG 等の韓国メーカーが市場シェアを拡大しつつある。

タイ及びマレーシアのローカル RAC メーカーはインバーター機能を持つ製品を製造できる技術を保有していない。しかしながら、タイ、マレーシアでは厳格な省エネ基準となっておらず日系企業の省エネ効果が付加価値として活かされていない状況である。特に両国のルームエアコン (RAC) の購入判断は購入コストであり、インバーター機能等の省エネ型 RAC は同機能が無いものと比べて 2 倍～3 倍ほどの価格差があるので、ユーザーの購入意欲を削ぐ結果となっている。

こうした状況であることから、日系 RAC メーカーからは厳格な省エネ規制が導入されれば、日系企業が先行している省エネ技術が市場の中で自然と浮かび上がるとの事。現市場において省エネ技術という付加価値があるだけに、このままではその付加価値が正当にユーザーに評価されないまま埋もれる恐れがある。

8-3-2 日本の回収リサイクル体制及びノウハウの導入の可能性

各国 HPMP において削減対象セクター及びその値、アクションプランなどが掲載されているが、HCFC のバンク処理については具体的なアクションが挙げられているわけではない。企業によっては空調製品の冷媒の新規充填及び再充填をサービス業者に任せていることから、相当数の冷媒が大気放出していると推定される。また、今回の対象国にて中国のみが家電リサイクル法を制定しており、エアコンが回収製品となっているが、その他の国ではこうした規制が無いことから、廃棄製品に含まれる HCFC の管理がなされていない。

従い、新規冷媒を使用する製品の市場導入も重要であるが、一方でその場合に廃棄される製品の管理も非常に重要な問題となる。いわば動脈インフラ（販売）のみならず、その受け皿となる静脈インフラ（回収・破壊）の整備が重要である。

日本には家電リサイクル法、自動車リサイクル法及びフロン破壊法にて取り決められているフロン類の回収管理システムが存在する。謂わば、こうしたソフト面での導入及び体制構築は日本の強みではなかろうか。加えて、日本にはフロン類の回収・破壊設備を有する企業も存在する。こうした回収・破壊インフラを法規制と一緒にインストールすることにより各国から尊敬されることに繋がると思量する。

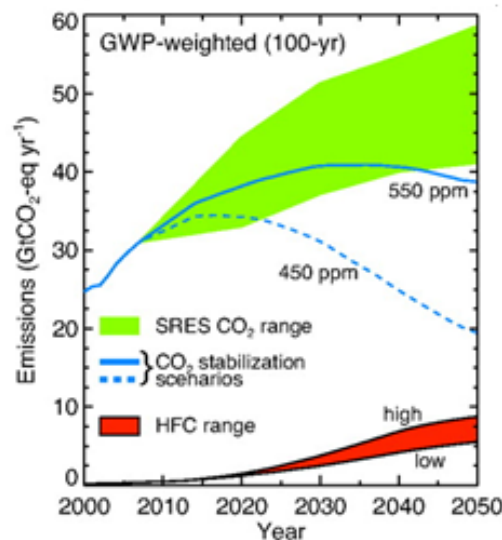
先進技術の対象国への導入は技術を持たないローカル企業との軋轢が生じる可能性もあることから注意が必要である。

8-4 日本の先進技術を活用した二国間メカニズムの可能性

ハイドロフルオロカーボン（HFC）の排出量は、モントリオール議定書において HCFC を削減していくことで、今後数十年で大幅に増加すると予測される。図 36 では HFC の使用が最大になった場合、CO₂ に換算すると、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）が 2001 年に作成した「排出シナリオに関する特別報告書（Special Report on Emissions Scenarios）」通称 SRES シナリオの CO₂ 排出量の約 1/6 に相当し、HFC の使用が最少になった場合には SRES シナリオの同値の約 1/10 に相当することを示している。

モントリオール議定書では、2040 年には HCFCs のバンクを如何に処理していくかが課題となっているが、同様に HCFCs が代替物質である HFC に切り替わることで、一部温暖化が進む可能性を示している。これは代替物質によっては GWP が高い物質が存在するからである。つまり温室効果を促進することとなりかねない。

図 36 全世界での CO₂ の排出量と HFC（CO₂ 換算）量の相関



出典：“The large contribution of projected HFC emissions to future climate forcing” by Guus J. M. Velders et. al.

表 60 にモントリオール議定書と京都議定書における削減物質の相関を示す。HFC はオゾン層を破壊しない物質であるが、一方で温室効果が大きいことを示している。既にいくつかの CDM プロジェクトで「HFC の破壊プロジェクト」が採択されているように、HFC は温室効果ガスとして認識されていることは周知の事実である。

従い、HCFC の代替物質を選択する際には ODP のみならず GWP においても低い物質を選択することが温室効果を削減する為に望ましい。表 61 に各物質の GWP を示す。

表 60 モントリオール議定書と京都議定書における削減物質の相関

	目的	削減物質	地球温暖化係数 GWP	オゾン層 破壊効果
京都 プロトコル	温暖化防止	SF ₆	23,900 極めて大きい	全くオゾン層を破壊しない
		PFC	6,000～9,000 極めて大きい	
		HFC	数百～約 4,000 大きい	
モン ト リ オ ー ル プ ロ ト コ ル	オゾン層破壊 防止	HCFC	数百～約 2,000 大きい	比較的小さい
		CFC	約 10,000 極めて大きい	大きい

出典：MURC 作成

表 61 HCFCs、HFCs、混合系物質の GWP

分類	略称 冷媒番号	地球温暖化係数(GWP)			
		法律値 *1	20年*2	100年*2	500年*2
HCFC	HCFC-22	—	5,160	1,810	549
	HCFC-123	—	273	77	24
	HCFC-124	—	2,070	609	185
	HCFC-141b	—	2,250	725	220
	HCFC-142b	—	5,490	2,310	705
	HCFC-225ca	—	429	122	37
	HCFC-225cb	—	2,030	595	181
	HCFC-23	11,700	12,000	14,800	12,200
HFC	HFC-32	650	2,330	675	205
	HFC-125	2,800	6,350	3,500	1,100
	HFC-134a	1,300	3,830	1,430	435
	HFC-143a	3,800	5,890	4,470	1,590
	HFC-152a	140	437	124	38
	HFC-227ea	2,900	5,310	3,220	1,040
	HFC-236fa	6,300	8,100	9,810	7,660
	HFC-245fa	—	3,380	1,030	314
	HFC-365mfc	—	2,520	794	241
	HFC-43-10mee	1,300	4,140	1,640	500
	HFC-C447ef	—	840	250	80
	HFC-507A	—	6,120	3,990	1,350
混合系	R-404A	—	6,010	3,920	1,330
	R-407A	—	4,540	2,110	655
	R-407B	—	5,440	2,800	878
	R-407C	—	4,120	1,770	548
	R-407D	—	3,980	1,630	500
	R-407E	—	3,830	1,550	477
	R-410A	—	4,340	2,090	653
	R-410B	—	4,540	2,230	697
	R-413A	—	—	2,050	—
	R-417A	—	—	2,350	—
	R-422A	—	—	3,140	—
	R-422D	—	—	2,730	—

出典：各種資料より MURC 作成

8-4-1 二国間メカニズムにおける検討

上記のとおり、HCFCs と HFC には様々な温暖化係数の物質があることから、高い温暖化係数の HCFC から他のより温暖化係数の低い HFC 質に代替する場合に、代替物質の選択によっては温室効果ガスの排出削減を達成することが可能となる。

このような考え方にに基づき、2 国間クレジットのビジネスモデルとして「HCFCs を GWP の低い物質に代替する場合にその GWP の差分を二国間でのクレジットと認める」ことは検討に値すると考えられる。

まず、以下ではこの HCFC 代替プロジェクトの排出削減の考え方を整理する。

(1) プロジェクトタイプ 1 :

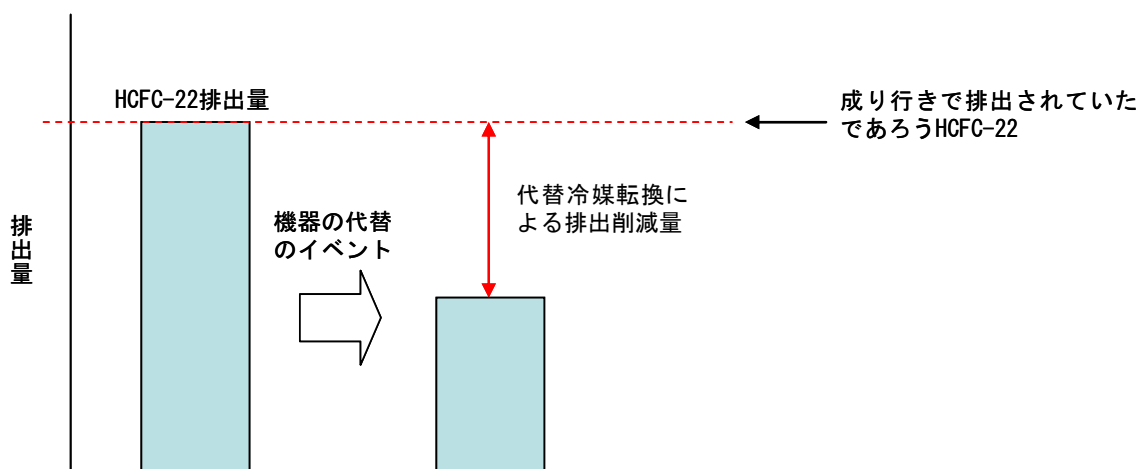
- ① HCFC から低温暖化係数冷媒への転換もしくは 0 温暖化係数の冷媒への直接転換
- ② HCFC から成り行きであれば、温暖化係数の比較的高い代替物質を採用するところをより温暖化係数の低い冷媒に転換

(2) プロジェクトタイプ 2 : HCFC もしくは HFC の回収・破壊

プロジェクトタイプ 1 の考え方は、さらに 2 つに細分化可能である。まず HCFC を現在使用している製品から、低温暖化係数（もしくは温暖化係数 0）の製品へ移行する場合が考えられる（上記①）。

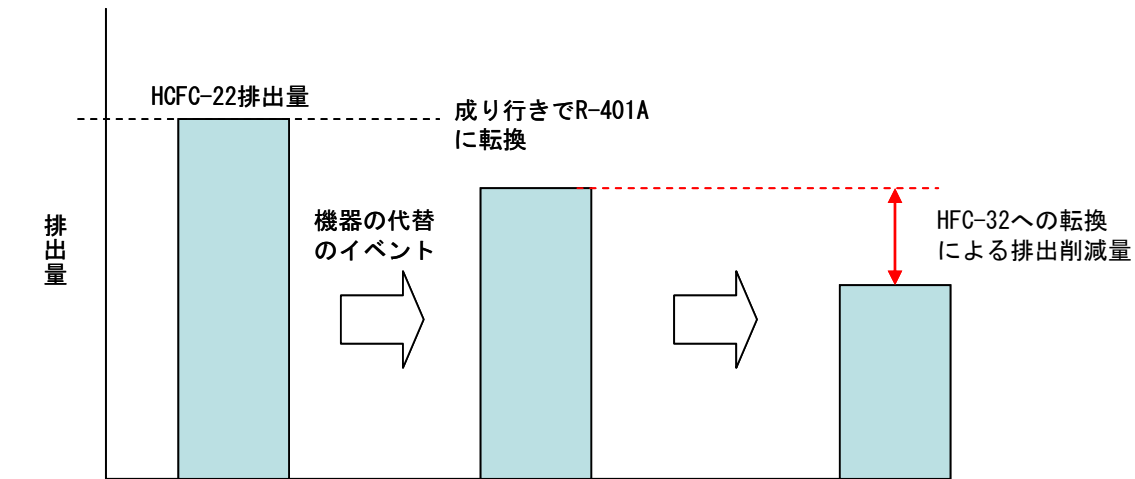
次に成り行きであれば、HCFC から温暖化係数の比較的高い代替物質を採用するところをより温暖化係数の低い物質を選択することで排出削減が起きる場合（上記②）である。それぞれの考え方を図解すると下記のとおりとなる。

図 37 HCFCs から代替冷媒等へ転換することによる排出削減の考え方
HCFCs から代替冷媒に直接転換するケース



出典：MURC 作成

図 38 HCF Cs から代替冷媒等へ転換することによる排出削減の考え方
HCF Cs から成り行きでは高温暖化経数の代替冷媒に変わるところを
低温暖化係数の冷媒に転換するケース



出典：MURC 作成

図 37 の考え方では、HCFCs を代替することによる排出削減を想定している。一方、現在 HCFCs はモントリオール議定書で管理されている物質であり、京都議定書では対象としていない。このため、HCFCs を直接削減する取組みが現在気候変動枠組条約で検討されている二国間クレジット制度において受け入れられない可能性がある。これは同条約で対象としている温暖化ガスが CO_2 、 N_2O 、 CH_4 、 SF_6 、HFC、PFC の 6 種類であることによる。

図 38 では、成り行き（BaU：Business as Usual）シナリオにおいては京都議定書で対象とする HFC に転換されるところを二国間クレジット制度のインセンティブにより、より先進的な技術である低温暖化係数冷媒を使用することを想定している。これにより、本来であれば R-401A が使用されていたところをより温暖化係数の低い HFC-32 を使用し、排出削減を達成するという考え方である。

日本には GWP の低い冷媒を活用する冷凍冷蔵技術等を保有していることから、こうした方針を検討することも可能であろう。次頁に例として 3 例を記す。

① 冷蔵ショーケース

対象国：中国、インド北部³²

現状冷媒：HCFC-22 GWP:1810(100年)

BaU 冷媒：R-401A GWP:2090(100年)

代替冷媒：CO2 GWP:1

② 空調設備：RAC³³

対象国：中国、インド、タイ、マレーシア

現状冷媒：HCFC-22 GWP:1810(100年)

BaU 冷媒：R-401A GWP:2090(100年)

代替冷媒：HFC-32 GWP:675(100年)

③ 空調設備：チラー³⁴

対象国：中国、インド、タイ、マレーシア

現状冷媒：中国 HCFC-22 GWP:1810(100年)、HFC-134a GWP:1430(100年)

インド、タイ HCFC-22 GWP:1810(100年)

マレーシア HCFC-22 GWP:1810(100年)、HFC-134a GWP:1430(100年)

R-404A GWP:3920(100年)、R-407C GWP:1770(100年)

BaU 冷媒：R-401a GWP:2090(100年)

代替冷媒：HFC-32 GWP:675(100年)

上記では、R-401A の GWP と代替冷媒（CO₂、HFC-32）の GWP を比較しており、その GWP の差を排出削減と考慮することが可能である。また代替冷媒が HFC-32 の場合は、HCFC-22 に比較して、エネルギー効率に優れることと、エアコン等の製品に対する充填回数が削減できることから、製品の耐用年数で排出削減量を考えると、より大きな排出削減を達成することが可能となる。

またタイプ2では、HCFCs や HFCs を取り扱う工場や、既に市中に出回る HCFCs や HFC を充填されている製品からの HCFCs 及び HFCs 回収・破壊システムの構築が考えられる。本調査においては、調査対象国の現地インタビューにおいて、日系のメーカーが既に独自に工場で試験的に使用された冷媒等を熱分解処理施設において破壊している。

これらの企業は温暖化の防止を考慮し、規制のない途上国において、自主的に HCFCs 等の破壊を行っている。規制のない中でこのような活動を行う課題としては、処理設備の維持管理費等が追加的な製造コストの増加になる点である。

³² タイ、マレーシアは室温が高いことから CO₂ 冷媒の効果（32 度以上）は明確でない為、対象から外した。

³³ HFC-32 を使用した RAC は研究段階である。

³⁴ HFC-32 を使用したチラーは研究段階である。

こうした企業の先進的な取組みによって生じる排出削減に対して、経済的なインセンティブを与えることで、より排出削減が進むような二国間クレジット制度の構築が可能であると考えられる。

8-4-2 CDM における事例

前述の排出削減の取組みに関しては、類似した取組みが京都議定書におけるクリーン開発メカニズム（CDM）において実施されている。以下では、CDM における考え方をまとめる。

現在 CDM において類似した取り組みとして認められているものに、下記がある。

表 62 冷媒に関する CDM 事例

方法論番号	方法論名称	概要
AM0071	Manufacturing and servicing of domestic and/or small commercial refrigeration appliances using a low GWP refrigerant	温暖化係数（GWP）の低い冷媒を利用した家庭用冷蔵庫・小規模商業用冷蔵庫の製造及び修理による排出削減
AMS-Ⅲ.X	Energy efficiency and HFC-134a recovery in residential refrigerators	家庭用冷蔵庫のエネルギー効率改善及び HFC-134a の回収による排出削減
AMS-Ⅲ.AB	Avoidance of HFC emissions in Standalone Commercial Refrigeration Cabinets	独立型冷却房商業施設における HFC 排出の回避

出典：MURC 作成