

平成 25 年度

アジアの低炭素社会実現のための  
JCM 大規模案件形成可能性調査事業

「フロン類の回収・破壊処理の戦略的推進事業」  
報告書

平成 26 年 3 月

イー・アンド・イー ソリューションズ株式会社



## 目次

要約.....	i
<b>1. 調査概要.....</b>	<b>1</b>
1.1. 調査の実施方針、目的.....	1
1.2. 調査の実施方法.....	4
1.2.1. 調査の実施体制.....	4
1.2.2. 机上調査.....	4
1.2.3. 現地調査.....	5
1.3. 対象国の概況.....	8
1.3.1. タイ.....	8
1.3.2. マレーシア.....	11
1.3.3. インドネシア.....	15
<b>2. フロン類の概要.....</b>	<b>19</b>
2.1. フロン類の概要.....	19
2.1.1. フロン類の性質.....	19
2.1.2. フロン類の用途.....	21
2.2. 国際的な取り組み、動向.....	24
2.2.1. モントリオール議定書.....	24
2.2.2. 先進国での取り組み.....	30
2.2.3. 対象国での取り組み.....	33
<b>3. 対象物の状況調査.....</b>	<b>42</b>
3.1. タイにおける対象物の状況.....	42
3.1.1. フロン類含有製品の状況.....	42
3.1.2. 対象物の保有者の情報.....	45
3.1.3. 廃棄後の処理の概況.....	47
3.1.4. 対象物の廃棄量.....	48
3.1.5. フロン類の推計.....	51
3.2. マレーシアにおける対象物の状況.....	53
3.2.1. フロン類含有製品の状況.....	53
3.2.2. 対象物の保有者の情報.....	57
3.2.3. 廃棄後の処理の概況.....	59
3.2.4. 対象物の廃棄量.....	61
3.2.5. フロン類の推計.....	62
3.3. インドネシアにおける対象物の状況.....	65
3.3.1. フロン類含有製品の状況.....	65

3.3.2.	対象物の保有者の情報.....	67
3.3.3.	廃棄後の処理の概況.....	69
3.3.4.	対象物の廃棄量.....	70
3.3.5.	フロン類の推計.....	71
<b>4.</b>	<b>機器製造メーカーの状況調査 .....</b>	<b>73</b>
4.1.	タイにおける機器製造メーカーの状況.....	73
4.1.1.	進出状況.....	73
4.1.2.	E-waste、フロン処理に関する取組.....	73
4.1.3.	回収インセンティブ等の可能性.....	73
4.1.4.	その他.....	74
4.2.	マレーシアにおける機器製造メーカーの状況.....	75
4.2.1.	進出状況.....	75
4.2.2.	E-waste、フロン処理に関する取組.....	75
4.2.3.	回収インセンティブ等の可能性.....	78
4.2.4.	その他.....	78
4.3.	インドネシアにおける機器製造メーカーの状況.....	79
4.3.1.	進出状況.....	79
4.3.2.	E-waste、フロン処理に関する取組.....	79
4.3.3.	回収インセンティブ等の可能性.....	79
4.3.4.	その他.....	80
<b>5.</b>	<b>処理インフラ調査 .....</b>	<b>81</b>
5.1.	タイにおける処理インフラ.....	81
5.1.1.	廃棄物処理ビジネス.....	81
5.1.2.	フロン類処理が可能な施設.....	81
5.1.3.	対象物解体後のスクラップ等の処理施設.....	82
5.1.4.	ロジスティクスの状況.....	85
5.2.	マレーシアにおける処理インフラ.....	85
5.2.1.	フロン類処理が可能な施設.....	85
5.2.2.	対象物解体後のスクラップ等の処理施設.....	86
5.2.3.	ロジスティクスの状況.....	87
5.3.	インドネシアにおける処理インフラ.....	87
5.3.1.	フロン類処理が可能な施設.....	87
5.3.2.	対象物解体後のスクラップ等の処理施設.....	89
5.3.3.	ロジスティクスの状況.....	90
5.4.	日本への輸出.....	90

<b>6.</b>	<b>現地政府、地方自治体の状況調査</b>	<b>92</b>
6.1.	タイにおける政策、取り組み	92
6.1.1.	フロン類の規制動向、管理体系	92
6.1.2.	関連法制度の概要	93
6.1.3.	関係する業界、関係団体	94
6.1.4.	将来的な JCM 案件・フロン回収破壊事業に関するニーズ把握	96
6.2.	マレーシアにおける政策、取り組み	97
6.2.1.	フロン類の規制動向、管理体系	97
6.2.2.	関連法制度の概要	98
6.2.3.	関係する業界、関係団体	100
6.2.4.	将来的な JCM 案件・フロン回収破壊事業に関するニーズ把握	101
6.3.	インドネシアにおける政策、取り組み	102
6.3.1.	フロン類の規制動向、管理体系	102
6.3.2.	関連法制度の概要	103
6.3.3.	関係する業界、関係団体	104
6.3.4.	将来的な JCM・フロン回収破壊事業に関するニーズ把握	105
<b>7.</b>	<b>温室効果ガス削減量の計算方法等の検討</b>	<b>107</b>
7.1.	GHG ベースラインの算定方法の検討	107
7.2.	モニタリング方法の検討	110
<b>8.</b>	<b>事業化に向けた検討</b>	<b>111</b>
8.1.	検討のための概念整理	111
8.1.1.	破壊処理の状況整理	111
8.1.2.	破壊のための考慮事項	112
8.2.	タイにおけるフロン類の回収、破壊方法の検討	113
8.2.1.	全体システム構築のための提案	113
8.2.2.	回収に当たっての適切なインセンティブの検討	115
8.2.3.	適切な破壊方法の検討	115
8.2.4.	大規模案件候補の絞り込み	117
8.2.5.	大規模案件形成可能性にかかる評価、課題	118
8.2.6.	実証事業の方向性、計画	118
8.2.7.	調査、取り纏め状況	119
8.3.	マレーシアにおけるフロン類の回収、破壊方法の検討	120
8.3.1.	全体システム構築のための提案	120
8.3.2.	回収に当たっての適切なインセンティブの検討	120
8.3.3.	適切な破壊方法の検討	120
8.3.4.	大規模案件候補の絞り込み	121

8.3.5.	大規模案件形成可能性にかかる評価、課題.....	121
8.3.6.	実証事業の方向性、計画.....	122
8.3.7.	調査、取り纏め状況.....	123
8.4.	インドネシアにおけるフロン類の回収、破壊方法の検討.....	123
8.4.1.	全体システム構築のための提案.....	123
8.4.2.	回収に当たっての適切なインセンティブの検討.....	127
8.4.3.	適切な破壊方法の検討.....	128
8.4.4.	大規模案件候補の絞り込み.....	128
8.4.5.	大規模案件形成可能性にかかる評価、課題.....	130
8.4.6.	実証事業の方向性、計画.....	130
8.4.7.	調査、取り纏め状況.....	131
<b>9.</b>	<b>評価、考察.....</b>	<b>132</b>
9.1.	事業の評価.....	132
9.2.	事業展開にあたっての共通事項.....	136

## 要約

アジアの各国では経済発展とともに多くの冷凍冷蔵・空調機器が普及してきている。これらに使用される冷媒であるフロン類は、オゾン層破壊および GHG ガスとして認識されており、日本を含めて多くの先進国ではフロン回収、破壊処理を実施している。しかしながらアジア諸国において現在このスキームを持つ国はなく、フロン類は大気放出されていることも考えられ、フロン類の回収・破壊処理スキームがないことは、温暖化防止に対して多くの負荷をかけ続ける結果となる。

この点については、我が国では知見を有するものであり、対象国に受け入れられる回収システムを構築できれば、フロン類の破壊によって、大きな GHG 削減効果を得られるものと想定している。また、使用済み製品の回収を促し、エネルギー使用効率等の良い最新の機器（日系メーカーが有する技術）にリプレイスすることにより、直接的なエネルギー消費量削減効果も生むことになり、こちらからの GHG 削減効果を期待できる。加えて、使用済み（End of Life : EOL）機器が集約され、廃棄物の適正処理がなされることにより、環境汚染が防止され、環境汚染修復に関わるエネルギーが削減できることも期待される。さらに、環境性能の高い日本製品の有利な販売促進、金属資源回収への主体的関与など多くの付加価値の創造が見込まれる。

本事業は、機器等の普及率が高く、今後の回収システムの構築が効果的に運用しやすい人口集積地域、あるいはリサイクル制度構築が検討されている国として、インドネシア、マレーシア、タイを対象とした。

日本ではフロン類に関して以下に示す制度の下、削減・破壊の取り組みを進めている。特に、フロン使用機器の種類に応じてフロン類（CFC、HCFC、HFC）の回収及び破壊に関する法律が定められており、これらのもとに一定の回収・破壊モデルを形成している。

- フロン回収・破壊法：業務用冷蔵・冷凍機器、空調機器
- 家電リサイクル法：家庭用エアコン、家庭用電気冷蔵庫等
- 自動車リサイクル法：カーエアコン

日本の家電リサイクル、自動車リサイクルは全体システムとしては、世界的にも高いレベルで行われており、フロン類の破壊も同様である。このような破壊を行う設備インフラについて、当該国に建設することが出来れば日本がノウハウを有するオペレーションの活用を期待することができる。また、フロン類を含有する製品である冷蔵庫、エアコン、車などの製品については日系メーカーの得意とする領域であり、このリプレイスにつながることを考えると、社会システムを含めた事業全体が日本の技術活用と考える。

## 対象物の状況調査

調査対象 3 か国におけるフロンを含有する機器の普及、流通状況のほか、使用済み機器の

フローの確認、取引価格について調査を行っている。3 か国いずれにおいても、使用済のフロンに関する詳細なインベントリ調査がこれまで行われていないが、本調査において使用済機器に含まれるフロン量の推計を行っている。また、本事業においてはマレーシアの主要都市における商業施設の冷蔵機器等の利用状況に関する調査も実施している。

### 機器製造メーカーの状況調査

タイで空調機器等を製造する企業としては、工場から発生するフロンをタイで適正に処理するための施設に必要性を感じている企業もある。調査対象 3 か国において E-waste リサイクルの制度化が検討されており、企業としても重要性を認識しているが、企業単位での取り組みでは難しく、政府主導による取り組みが期待されている。フロン破壊、E-waste リサイクルについては費用負担が大きな課題であり、今後の関係者間での調整が必要となっている。メーカーのサービス拠点調査を実施しており、故障品あるいは廃棄品のフロー把握を行っている。

### 処理インフラ調査

インドネシアではフロン破壊を積極的に行っているのはセメント会社の 1 社のみであり、高い処理費用の問題や破壊処理を促す制度がないなどの理由で、処理量は少ない。今後は回収する仕組みと一体化した推進策を検討していく必要がある。

タイについては自社処理分の破壊を行っている企業があるが、事業として受入処理している施設はない。タイには焼却施設があることから、日本の知見を活用した破壊試験を実施して、効果、技術、管理方法にかかる実証を行うことが、今後の回収、破壊システムの構築に効果的である。

マレーシアについては有廃棄物処理施設で処理されているが、処理量は限定的である。マレーシアにはセメントプラントもあり、今後の活用を想定した具体的な検討が必要である。

### 現地政府、地方自治体の状況調査

対象 3 か国においてフロンのフェーズアウトプランの実施が主眼であり、破壊については関心があるものの、現状では積極的に進めるための動機が少ない。このため、回収及び破壊に関する取り組みを推進するために、今後は普及啓発なども積極的に行うことが有効なアプローチと考えられる。3 か国の廃棄物関連の所管官庁では、E-waste のリサイクルの制度化に関心を有しており、フロン破壊についてはフロンを含有する空調機器の適正処理にも資することから、総合的な効果に対する理解を得ることが重要なポイントとなる。

### 事業化に向けた検討

タイでは工業団地公社 (IEAT) がタイ国内の工業団地 (Industrial Estate) を所管しており、



家電、自動車などの日系メーカーもこれらの工業団地内に立地している。このような工業団地を対象に事業を進めることにより、団地内の複数の企業を対象とした総合的、集約的な対応をはかることができ、実際の回収にあたっても効率的に実施することが期待できる。また、将来的な省エネ機器の普及との連携により、工業団地のエコ化、低炭素化をはかることができ、工業団地のエコ化を目指すタイのニーズにもつながるものと考えられる。

大規模なショッピングセンターの他、小規模でもチェーン展開を行いネットワークを有する小売業などと提携することにより、効率的なフロン回収を見込めるほか、商業施設そのものの省エネ化の取り組みにつなげていくことも期待できる。

家庭用機器に関しては、エアコンなどを回収する制度は現状構築されておらず、効率的な回収は困難が予想される。今後の展開の足掛かりとするためにも、PCD、地方自治体などの政府機関を対象とした普及啓発セミナーなどを実施することが当面のアプローチと考えられる。

フロン破壊に関しては、タイの焼却施設において日本の知見を活用した破壊試験を実施し、現地政府関係者の理解を深めて、将来的な活用のための検証をしていくことが有用である。

マレーシアについては、産業機器からのフロンについては再生用途のフロンを事業所から回収しているフロン再生業者との協調により、再生に不適な品質として、回収されていなかったフロンを回収するルートが考えられる。

空調・冷蔵機器メーカーで構成される業界団体と協調することにより、業界としての政府への働きかけなども期待でき、大きな展開につなげることも可能と考えられる。

家庭用機器に関しては、使用済みとなった場合には、現状、適正なライセンス（SW110）を有するリサイクラーに流れる仕組みがなく、今後の国としての制度設計が重要な要件となる。現状の扱い量は少ないが、将来的な適正処理を推進するにあたっては、SW110のライセンスを有するリサイクラーとの協調は必要である。エアコンについては特別な技術を要するため、サービス拠点を通過せずに、専門の会社に委託される。専門の会社は集約的にエアコン（故障品）を受け入れており、修理ができないエアコンからのフロン回収見込みがあるため、将来の拠点としての活用を検討する。

フロン破壊に関してはマレーシアのセメント工場の将来的な活用、あるいはオプションとして日本での破壊処理に関して、今後費用、方法等を具体的に検証していく必要がある。

インドネシアにおいては、将来的なフロン類の回収には、現在のフロンの廃棄フローを作成する必要がある。そのフローの中でフロン類がもっとも集まるポイントを調査する必要がある。

破壊については、既存施設の活用、現地日本企業の活用、日本への輸出を検討している。回収については、次年度のFSにおいて、空調機器に関する業界団体や大学等との協力体制

を築き、効率的かつ自発的な回収が推進される方法を選択し、事業化体制を構築する。また、他の省エネ製品普及プロジェクトとも協調して取り組むことも検討する。

#### **留意事項**

対象となる機器が廃棄後は E-Waste であることは、重要なポイントである。現在は行われていないが、今後、これらの国々でこのような電気電子機器リサイクルが実施されるようになった場合に、それらの中でのフロン類破壊の意味づけを明確にしておく必要があり、その意味でも、G-G ベースでの取り組みが必要である。今後は、破壊あるいは省エネ機器の適正なリプレイスを進めるにあたってのインセンティブの導入施策の検討が必要であり、加えて普及啓発事業を通じて、取り組みの効果・意義の認知を当該国において高めていく必要があると思われる。

## 1. 調査概要

### 1.1. 調査の実施方針、目的

#### (1) 事業全体の実施方針、目的

日本は温室効果ガス排出量を大幅に削減する努力を進めている。2050年に温室効果ガス（GHG）排出を世界で半減させるためには、経済成長が著しいアジアの国々において、温室効果ガス排出削減プロジェクトを大規模に発掘・形成し、アジアにおける持続可能な低炭素社会の構築が重要となっている。JCM（Joint Crediting Mechanism）大規模形成支援事業では海外における我が国のエネルギー起源 CO2 排出削減への貢献を適切に評価する新たなメカニズムの構築に向けた実現可能性調査等を踏まえ、都市や地域などの面的かつパッケージでの大規模実施案件形成するための実証事業等を実施し、JCM の円滑な本格実施につなげることを目的としている。

一方で、アジアの各国では経済発展とともに多くの冷凍冷蔵・空調機器が普及してきている。これらに使用される冷媒であるフロン類（CFC、HCFC、HFC）は、オゾン層破壊および GHG ガスとして認識されており、EU や我が国等多くの先進国では回収後に破壊処理を実施している。しかしながらアジア諸国において現在このスキームを持つ国はなく、多くのフロン類は大気放出されていると考えられる。フロン類の地球温暖化係数は 140～14,000 であり、このような回収・破壊処理スキームがないことは、温暖化防止に対して多くの負荷をかけ続ける結果となる。この問題を解決するためには、対象となるアジアの国々で、以下に示す2つの側面の構築が必要であると理解している。

- ▶ **社会システム**：フロン類を含有する使用済機器等（冷凍庫・エアコン・カーエアコン等）を回収する社会システムの構築と、回収にかかる費用負担や当該地域・国での意識改革・インセンティブ付与などが並行して作られていく必要がある。
- ▶ **技術・インフラ**：フロン類を抜き取る設備（冷媒・断熱材両方のフロン類）と回収したフロン類を安全に破壊出来る設備が必要である。

この点については、我が国では知見を有するものであり、対象国に受け入れられる回収システムを構築できれば、フロン類の破壊によって、大きな GHG 削減効果も得られるものと想定している。また、使用済み製品の回収を促し、エネルギー使用効率等の良い最新の機器（日系メーカーが有する技術等）にリプレイスすることにより、直接的なエネルギー消費量削減効果も生むことになり、こちらからの GHG 削減効果も期待できる。加えて、使用済み（End of Life：EOL）機器が集約され廃棄物の適正処理がなされることにより環境汚染が防止され、環境汚染修復に関わるエネルギーが削減できることも期待される。さらに、環境性能の高い日本製品の有利な販売促進、あるいは他国の製品（エネルギー効率の悪い）の参入障壁となりえること、金属資源回収への主体的関与など多くの付加価値の創造が見込まれる。

本事業は、家電製品等に利用されるフロン類の破壊処理、並びに前段階で必要となる使

用済機器の回収、それを実施するためのインセンティブなどの施策検討にかかる事業を実施する。本事業は、機器等の普及率が高く、今後の回収システムの構築が効果的に運用しやすい人口集積地域、あるいはリサイクル制度構築が検討されている国として、インドネシア（ジャカルタ）、マレーシア（ペナン、イスカンダール）、タイ（バンコク）を対象とした。

平成 25 年度において実施した本大規模案件形成可能性調査と事業全体の流れは以下の通りである。

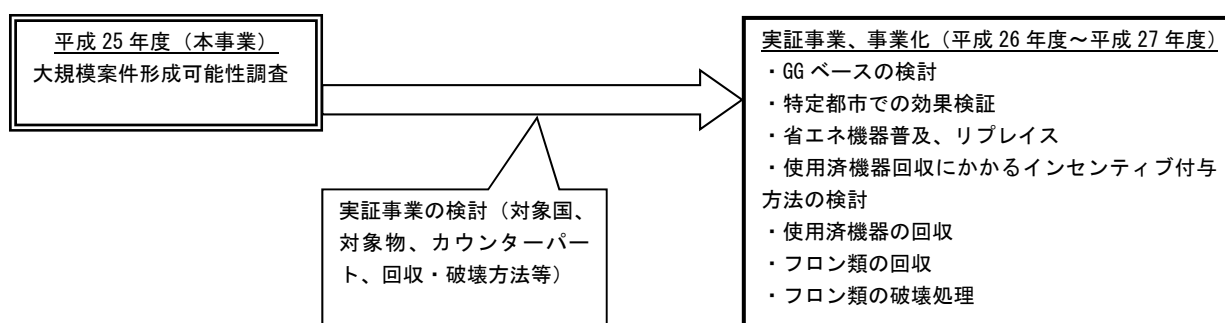


図 1-1 本事業と将来事業の流れ

ただし、本事業においてはフロン類使用機器の回収とフロン類破壊のための制度構築が課題となるが、他国における社会システム構築に直接的に関係するため、使用済機器自体のリサイクル制度をも意識した G-G ベースと連動した動き、あるいは、例えば機器製造メーカーとも協力したインセンティブ付与など推進策と合わせ行う必要がある。また廃棄物に関わる制度に関しては、地理条件、民族構成、産業構成、所得レベル、宗教・文化等により、管理に関する考え方が違うと考えられる。そのため、本邦制度を 100%そのまま導入することには困難であるが、技術的な部分は前述したように本邦制度で使われている技術を導入し、社会システム、特に費用負担の部分などは、相手国の現行の関連法制度、文化、地勢などを考慮しながら、ともに収集システムを作り上げるということが必要であると考ええる。

## (2) 今年度事業の内容

対象国ではフロン類に係る状況調査が十分に行われていない状況であることから、今年度事業では、フロン類に係る状況調査を中心に実施し、冷凍冷蔵・空調機器等に利用されるフロン類の破壊処理、並びに前段階で必要となる使用済み機器の回収、それを実施するためのインセンティブなどの施策を検討した。今年度事業の調査の進め方は図 1-2、調査課題は表 1-1 の通りである。

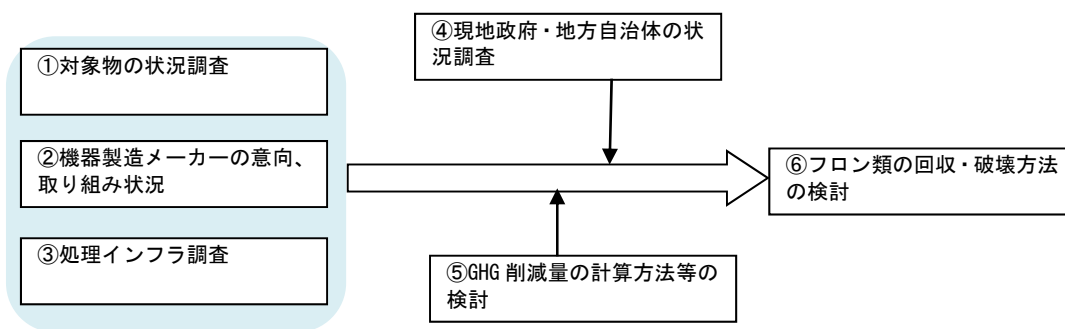


図 1-2 調査の進め方

表 1-1 今年度事業の調査課題

①対象物の状況調査	
調査項目：	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ フロン類含有製品の現在の普及量</li> <li>➢ 使用済機器の概略フロー</li> <li>➢ 廃棄量、廃棄後の処理の概況</li> </ul>
調査方法：	➢ 文献、統計データによる調査及びメーカー・業界団体への聞き取り調査
②機器製造メーカー状況調査	
調査項目：	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 販売側からの回収インセンティブなどの可能性の有無</li> <li>➢ その他（課題等）</li> </ul>
調査方法：	➢ メーカー・業界団体への聞き取り調査及び文献調査
③処理インフラ調査	
調査項目：	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ フロン類処理が可能な施設情報（セメント、有害廃棄物焼却炉等）</li> <li>➢ 対象物を解体した場合のスクラップなどの処理施設の情報</li> <li>➢ ロジスティックに関する情報</li> </ul>
調査方法：	➢ 文献調査、有識者等聞き取り調査及び現地視察
④現地政府・地方自治体の状況調査	
調査項目：	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ フロン類の規制動向、管理体系</li> <li>➢ 関係する業界、関係団体</li> <li>➢ 関連法制度の概要</li> <li>➢ 将来的な JCM 案件への意向確認、ニーズ把握、課題抽出</li> </ul>
調査方法：	➢ 文献調査、有識者等聞き取り調査及び現地聞き取り調査
⑤GHG削減量の計算方法等の検討	
調査項目：	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ GHG のベースラインの算定方法の検討</li> <li>➢ モニタリング方法の検討</li> </ul>
調査方法：	➢ 既存の算定手法を参考にし、有識者等への聞き取り調査を行い、検討を行う。
⑥フロン類の回収・破壊方法の検討	
調査項目：	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 回収方法の検討</li> <li>➢ 回収にあたっての適切なインセンティブの検討</li> <li>➢ 当該国で適切な破壊方法の検討</li> </ul>
⑦評価、考察	
調査項目：	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 大規模案件候補の絞り込み</li> <li>➢ 大規模案件形成可能性にかかる評価、課題</li> <li>➢ 実証事業の方向性、計画</li> </ul>

## 1.2. 調査の実施方法

### 1.2.1. 調査の実施体制

温室効果ガス削減にかかる事業・研究、当該国での廃棄物処理等の状況、フロン処理、制度構築などの本事業に関係する分野での経験、知見を有する以下の3者により本事業を実施した。イー・アンド・イー ソリューションズ株式会社は海外での調査事業を行う企業として、DOWAエコシステム株式会社はアジアでの廃棄物・リサイクルを行う事業者として、地球環境戦略研究機関は当該分野での政策提言を行う機関として参画し、それぞれが得意分野を担当し、補完できる体制とした。

### 1.2.2. 机上調査

既存文献、及び有識者やメーカー等へのヒアリングを行うことにより、机上調査を実施した。具体的には、既存の調査や、既存の輸出等の統計データを利用し、出荷台数や使用済機器の台数及びそれらの状況などからフロン類量の推計等を実施した。各国の使用済機器中のフロン類量の推計には、日本がCFC管理戦略の検討やフロン回収・破壊促進方策を検討するために実施した冷媒フロン回収対象量の推計手法を参照した。なお、各機器の平均使用年数、平均冷媒フロン充填量、冷媒フロンの種類と主要機器出荷時期については、本調査の中で入手したデータを適宜活用している。

使用済機器の台数については、本事業では、基本的には各国で実施されている機器廃棄台数に関する推計データを活用することとし、式3を主に用いて冷媒フロン回収対象量の推計を実施した。また、国の統計などオフィシャルなデータ以外についても、本調査の中で入手したデータを活用している。

#### 冷媒フロン回収対象量の推計式

式1

(x年後の機器廃棄台数①) = (n年次の機器国内販売台数②) × (x年後の機器廃棄率③)

式2

(x年後の機器廃棄率③) = F(x) - F(x-1)

ここで  $F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{t_0}\right)^m}$ 、m: 形のパラメーター、 $t_0$ : 尺度のパラメーター

式3

(x年後の冷媒フロン回収対象量④) = (x年後の機器廃棄台数①) × (x年後の1台あたりの冷媒フロン回収対象量⑤)

ここで⑤ = 1台あたりの初期充填量と仮定

出典：平成12年7月31日 冷媒フロンの廃棄等の見通しについて

表 1-2 推計対象機器の概要（日本の例）

機器名	平均使用 年数（年）	平均冷媒フ ロン充填量 （グラム）	冷媒フロンの種類と主用機 器出荷時期（年次）		
			CFC	HCFC	HFC
ルームエアコン	12	800	—	～2002	1998～
カーエアコン	9.3～12.3	400～5,000	～1994	—	1992～
家庭用冷蔵庫	12.3	150	～1995	1989～ 1995	1993～
業務用 冷凍 空調 機 器	業務用エアコン	10	—	～2003	2001～
	遠心冷凍機	25	420,000	～1995	1991～ 2008
	冷凍冷蔵ユニット	10	2,000	～1995	～2003
	密閉形コンデンシングユニット	10	2,200	～1995	～2003
	半密閉形コンデンシングユニット	10	32,000	～1993	～2003
	チリングユニット	15	30,000	—	～2003
	製氷機	8	300	～1994	1993～ 2003
	冷水機	10	100	～1995	—
	除湿機	8	100	～1995	—
	内蔵形冷蔵ショーケース	10	450	～1995	1993～ 2003
	内蔵形冷凍ショーケース	10	1,700	～1995	1993～ 2003
	別置形冷蔵ショーケース	10	7,000	—	～2003
	別置形冷凍ショーケース	10	14,400	～1995	1993～ 2003
	輸送用冷蔵ユニット	11	2,700	～1995	—
輸送用冷凍ユニット	11	3,000	～1995	1992～ 2003	
自動販売機	7	300	～1995	1993～ 2002	

出典：平成 12 年 7 月 31 日 冷媒フロンの廃棄等の見直しについて

### 1.2.3. 現地調査

今年度事業では、以下の通り計 7 回にわたって現地調査を実施し、関係機関との面談・視察を行うことにより、情報収集、将来事業の検討を行った。

表 1-3 第 1 回現地調査の行程表

日付	行程・業務	国
7月14日(日)	【移動】東京⇒(シンガポール)⇒ジョホール	出国
7月15日(月)	マレーシア工科大学 (Universiti Teknologi Malaysia, UTM)、天然資源環境省環境局 (Department of Environment) 面談 現地視察	マレーシア

日付	行程・業務	国
7月16日(火)	イスカンダール開発ワークショップ 【移動】 ジョホール⇒クアラルンプール	マレーシア
7月17日(水)	マラヤ大学 (University of Malaya, UM) 面談 現地有識者面談 【移動】 クアラルンプール⇒バンコク	マレーシア⇒タイ
7月18日(木)	電気電子研究所 (Electrical and Electronics Institute, EEI) 面談 工業省工場局 (Department of Industrial Works, DIW) 面談 現地視察	タイ
7月19日(金)	【移動】 バンコク⇒東京	帰国

表 1-4 第2回現地調査行程表

日付	行程・業務	国
9月17日(火)	【移動】 東京⇒(シンガポール) ⇒ジャカルタ インドネシア環境省面談	出国
9月18日(水)	現地廃棄物処理会社面談 【移動】 ジャカルタ⇒バンコク	インドネシア⇒タイ
9月19日(木)	現地廃棄物処理会社面談 バンコク都庁面談	タイ
9月20日(金)	環境管理局 (Pollution Control Department, PCD) 面談 DIW 面談	タイ
9月21日(土)	現地視察	タイ
9月22日(日)	【移動】 バンコク⇒クアラルンプール⇒ジョホール	タイ⇒マレーシア
9月23日(月)	マレーシア工科大学面談 現地日系メーカー面談	マレーシア、シンガポール
9月24日(火)	フロン再生業者面談 【移動】 ジョホール⇒クアラルンプール	マレーシア
9月25日(水)	DOE 面談 マラヤ大学面談 【移動】 クアラルンプール⇒(東京)	マレーシア
9月26日(木)	(クアラルンプール) ⇒東京	帰国

表 1-5 第3回現地調査行程表

日付	行程・業務	国
12月1日(日)	【移動】 東京⇒バンコク	出国
12月2日(月)	DIW 面談 現地廃棄物処理会社面談	タイ
12月3日(火)	タイ国立金属材料技術研究センター (National Metal and Materials Technology Center, MTEC) 面談	タイ
12月4日(水)	タイ工業団地公社 (Industrial Estate Authority of Thailand, IEAT) 面談	タイ
12月5日(木)	【移動】 バンコク⇒クアラルンプール	タイ⇒マレーシア
12月6日(金)	現地日系メーカーのサービス拠点視察 マラヤ大学面談	マレーシア



日付	行程・業務	国
12月7日(土)	【移動】クアラルンプール⇒ジョホール	マレーシア
12月8日(日)	取り纏め	マレーシア
12月9日(月)	内部打合せ、取り纏め	マレーシア
12月10日(火)	マレーシア工科大学、イスカンダール開発庁、ジョホール環境局、Malaysian Air-Conditioning & Refrigeration Association (MACRA) と面談 現地日系メーカーのサービス拠点見学 【移動】ジョホール⇒シンガポール	マレーシア⇒シンガポール
12月11日(水)	【移動】シンガポール⇒ジャカルタ 現地廃棄物処理会社面談 現地セメントメーカー面談	シンガポール⇒インドネシア
12月12日(木)	インドネシア環境省、廃棄物管理協会面談	インドネシア
12月13日(金)	取り纏め、 【移動】ジャカルタ⇒(東京)	インドネシア
12月14日(土)	(ジャカルタ) ⇒東京	帰国

表 1-6 第 4 回現地調査行程表

日付	行程・業務	国
2月10日(月)	【移動】 東京⇒シンガポール、シンガポール⇒ジョホールバル	出国
2月11日(火)	マレーシア工科大学面談	マレーシア
2月12日(水)	イスカンダールワークショップ 【移動】ジョホール⇒シンガポール	マレーシア
2月13日(木)	【移動】シンガポール⇒ジャカルタ Surya 大学面談	インドネシア
2月14日(金)	インドネシア環境省 (KLH) 面談 【移動】ジャカルタ⇒シンガポール、シンガポール⇒(成田)	インドネシア
2月15日(土)	(シンガポール) ⇒成田	帰国

表 1-7 第 5 回現地調査行程表

日付	行程・業務	国
2月19日(水)	【移動】 東京⇒ジャカルタ	出国
2月20日(木)	インドネシア報告会 【移動】ジャカルタ⇒⇒(成田)	インドネシア
2月21日(金)	(ジャカルタ) ⇒成田	帰国

### 1.3. 対象国の概況

#### 1.3.1. タイ

##### (1) 国の概要

タイの概要は以下の通りである（外務省の各国・地域情勢より抜粋）。

表 1-8 タイの概要

正式名称	タイ王国	首都	バンコク
面積	51.4万km <sup>2</sup>	人口	6,593万人
民族	大多数がタイ族。その他、華僑、マレー族、山岳少数民族等		
宗教	仏教 94%、イスラム教 5%		
言語	タイ語		
政体	立憲君主制（元首はプミポン・アドゥンヤデート国王（ラーマ9世王））		
内政	タイにおいては、2006年2月以降、親タクシン首相（当時）派と反タクシン派の社会的対立が激化し、同年4月の選挙は、野党がボイコットする等の異例の事態となり、司法当局により選挙は違憲無効と判断され、選挙のやり直しが検討される中、2006年9月、ソンティ陸軍司令官（当時）を中心とする軍部による政変が発生し、タクシン政権は終焉を迎えた。 その後、政権は国民の力等、民主党と政権が移り、2011年5月、民主党アピシット首相は、同年12月の任期満了を待たず、下院を解散、同年7月3日に総選挙が行われた。選挙の結果、タクシン元首相支持派のタイ貢献党が500議席中、265議席を獲得し議会内第1党となった。アピシット首相は敗北宣言を行い、民主党は野に下った。8月10日、国会においてインラック・シナワット女史が、首班指名を受け、インラック政権が成立した。		
外交基本方針	タイは伝統的に柔軟な全方位外交を維持しつつ、ASEAN 諸国との連携と日本、米国、中国といった主要国との協調を外交の基本方針としている。		
略史	タイ王国の基礎は13世紀のスコータイ王朝より築かれ、その後アユタヤ王朝（14～18世紀）、トンブリー王朝（1767～1782）を経て、現在のチャックリー王朝（1782～）に至る。1932年立憲革命。		
名目GDP	3,650億米ドル（2012年）	一人当たりGDP	5,382米ドル（2012年）
経済成長率（実質）	6.4%（2012年）	消費者物価指数	103.0（2011年が基準年）
為替レート	1ドル＝約31.08バーツ（2012年平均）		

##### (2) 産業構造

タイの主要産業は製造業及び農業である。農業は就業者の約40%弱を占めるが、GDPでは12%にとどまる。一方、製造業は就業者は約15%だが、GDPの約34%、輸出額の90%弱を占める。主要な輸出品目はコンピューター・同部品、自動車・同部品、機械器具、電子集積回路、天然ゴムとなっている。また、主要な輸入品目は原油、機械器具、電子部品である。タイの実質GDPに占める産業の構成比は下表のとおりである。

表 1-9 実質 GDP に占める産業の構成比

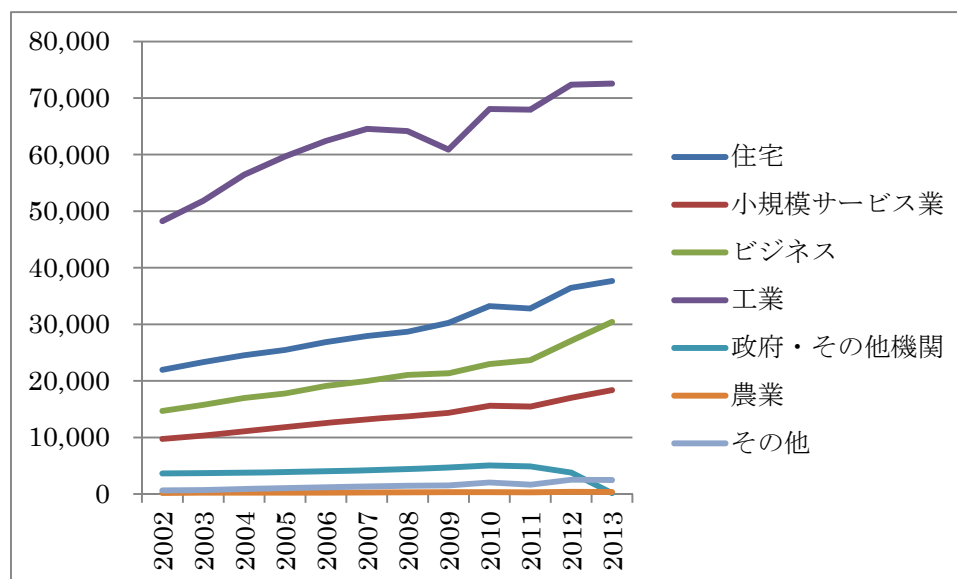
	実質GDP								
	実額 (10億バーツ)				(構成比)				
	95	00	05	10	95	00	05	10	(差分)
合計	2,942	3,008	3,858	4,596	(100.0%)	(100.0%)	(100.0%)	(100.0%)	(+0.0%)
第一次産業	277	310	348	382	(9.4%)	(10.3%)	(9.0%)	(8.3%)	(-1.1%)
農林業	226	259	289	313	(7.7%)	(8.6%)	(7.5%)	(6.8%)	(-0.9%)
漁業	51	51	59	69	(1.7%)	(1.7%)	(1.5%)	(1.5%)	(-0.2%)
第二次産業	1,266	1,334	1,811	2,240	(43.0%)	(44.4%)	(46.9%)	(48.7%)	(+5.7%)
鉱業	45	64	88	101	(1.5%)	(2.1%)	(2.3%)	(2.2%)	(+0.7%)
製造業	958	1,096	1,500	1,873	(32.6%)	(36.4%)	(38.9%)	(40.8%)	(+8.2%)
公益業	79	98	129	164	(2.7%)	(3.2%)	(3.3%)	(3.6%)	(+0.9%)
建設業	184	76	94	102	(6.2%)	(2.5%)	(2.4%)	(2.2%)	(-4.0%)
第三次産業	1,399	1,364	1,699	1,974	(47.6%)	(45.3%)	(44.0%)	(43.0%)	(-4.6%)
卸売・小売	517	475	542	611	(17.6%)	(15.8%)	(14.0%)	(13.3%)	(-4.3%)
ホテル・レストラン	105	113	136	174	(3.6%)	(3.8%)	(3.5%)	(3.8%)	(+0.2%)
輸送・通信	239	290	384	430	(8.1%)	(9.7%)	(10.0%)	(9.4%)	(+1.2%)
金融	210	84	136	180	(7.1%)	(2.8%)	(3.5%)	(3.9%)	(-3.2%)
不動産	110	120	151	177	(3.7%)	(4.0%)	(3.9%)	(3.9%)	(+0.1%)
行政・防衛	77	95	116	127	(2.6%)	(3.2%)	(3.0%)	(2.8%)	(+0.1%)
教育	66	84	96	118	(2.2%)	(2.8%)	(2.5%)	(2.6%)	(+0.3%)
医療・福祉	31	41	49	57	(1.0%)	(1.4%)	(1.3%)	(1.2%)	(+0.2%)
その他	44	61	89	100	(1.5%)	(2.0%)	(2.3%)	(2.2%)	(+0.7%)

(出所) NESDBより作成

出典：国際協力銀行「タイの投資環境（2012年10月）」

### (3) エネルギー消費、温室効果ガスの排出状況

タイのセクター別電力消費量の状況は図 1-3 の通りである。電力消費量の約半数は工業セクターが占めている。



出典：Energy Policy and Planning Office, Ministry of Energy, Thailand のデータより作成

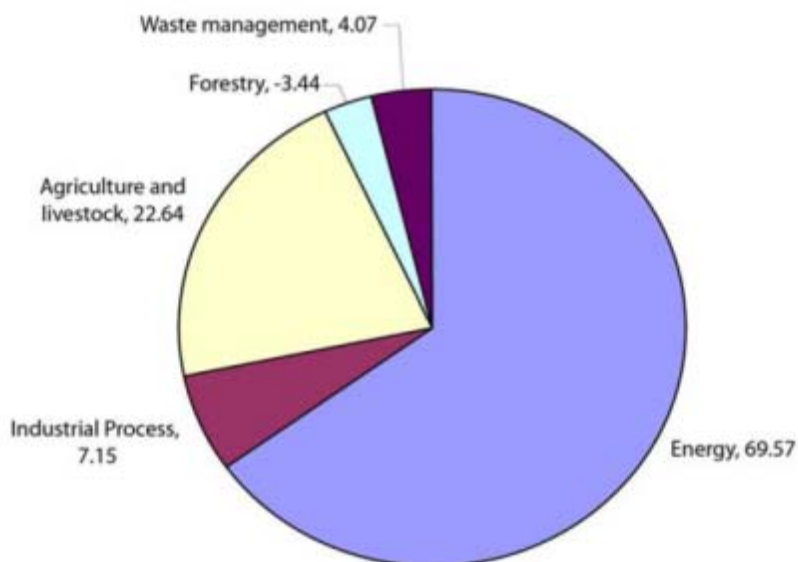
図 1-3 タイのセクター別電力消費量の状況 (GWh)

タイの温室効果ガス排出量に関する公式のデータは 2011 年に天然資源環境省によって作成された「Thailand Second National Communication Under UNFCCC (TNC2)」である。データ自体は 2000 年のものが使用されている。タイの温室効果ガスの排出状況は以下の通りである。なお、本プロジェクトの対象物質である HFC の排出量は TNC2 では算定されていない。

表 1-10 タイの温室効果ガス排出量 (2000 年)

	CO <sub>2</sub> 排出 (Gg)	CO <sub>2</sub> 吸収 (Gg)	CH <sub>4</sub> (Gg)	N <sub>2</sub> O (Gg)
エネルギー	149,914.6	0	413.9	2.5
製造業	16,059.3	0	6.4	0.6
農業	-	-	1,977.0	33.4
土地利用・森林	44,234.1	-52,374.0	10.4	0.1
廃棄物	23.3	-	393.8	3.3
合計	210,231.2	-52,374.0	2,801.5	40.0

出典：Thailand Second National Communication



出典：Thailand Second National Communication

図 1-4 排出源毎の温室効果ガス排出割合 (%) (CO<sub>2</sub>換算、2000年)

### 1.3.2. マレーシア

#### (1) 国の概要

マレーシアの概要は以下の通りである（外務省の各国・地域情勢より抜粋）。

表 1-11 マレーシアの概要

正式名称	マレーシア	首都	クアラルンプール
面積	33万km <sup>2</sup>	人口	2,933万人
民族	マレー系（67%）、中国系（約25%）、インド系（約7%） （マレー系には中国系及びインド系を除く他民族を含む）		
宗教	イスラム教（連邦の宗教）（61%）、仏教（20%）、儒教・道教（1.0%）、ヒンドゥー教（6.0%）、キリスト教（9.0%）、その他		
言語	マレー語（国語）、中国語、タミール語、英語		
政体	立憲君主制（議会制民主主義）（元首はアブドゥル・ハリム・ムアザム・シャー第14代国王）		
内政	<p>2008年3月の総選挙では、独立以来政権を担ってきた与党連合は議席を大幅に減らし、2009年4月にナジブ副首相に政権を移譲してナジブ政権が成立した。</p> <p>ナジブ首相は、「1(one) Malaysia」をスローガンに掲げ、民族融和と行政改革を前面に打ち出すとともに、市場志向的な「新経済モデル」の提示や2020年迄の先進国入りに向けたロードマップに相当する「政府変革プログラム」「経済変革プログラム」等を発表し、各民族・階層からの与党連合への広汎な支持回復を図っている。その一方で、アンワル元副首相が2008年8月に下院補欠選挙で当選して以降、野党連合首班として名実ともに野党を牽引する他（同性愛容疑の公判は高裁で継続中）、野党連合は次期総選挙を控えて連携を強化している。</p> <p>2013年5月5日、総選挙が実施され、ナジブ首相率いる与党連合が現有議席から2議席減の133議席を獲得して勝利した。翌6日、ナジブ首相が再任し、16日に新内閣が発足した。</p>		
外交基本方針	ASEAN 協力の強化、イスラム諸国との協力、大国との等距離外交、南々協力、対外経済関係の強化が対外政策の基本。ナジブ政権は、中国、米国、インド等との実務的な関係を強化。PKOには1960年より積極的に参加。		
略史	年月	略史	
	1824年	マレー半島及びボルネオ島西北部のイギリスによる植民地支配。	
	1942-1945年	日本軍による占領	
	1948年	英領マラヤ連邦形成	
	1957年	マラヤ連邦独立	
	1963年	マレーシア成立（シンガポール、サバ、サラワクを加える）	
	1965年	シンガポールが分離、独立。	
名目GDP	303,526百万米ドル (2012年)	一人当たりGNP	9,890米ドル (2010年、名目)
経済成長率	5.6% (2012年)	物価上昇率	1.6% (2012年)
為替レート	1ドル=約3.24リンギ、1リンギ=約30円（2013年10月1日現在（マレーシア中央銀行））		

## (2) 産業構造

主要産業は製造業（電気機器）、農林業、鉱業である。主要輸出品目は電気製品、パーム油、化学製品、原油・石油製品、LNG、機械・器具製品、金属製品、科学光学設備、ゴム製品等である。また、主要輸入品目は電気製品、製造機器、化学製品、輸送機器、金属製品、原油・石油製品、鉄鋼製品、科学光学設備、食料品等となっている。

表 1-12 は主要産業の名目 GDP 構成比を示している。第 3 次産業の構成比が 50%以上と、高い比率となっている。

表 1-12 主要産業の名目 GDP 構成比

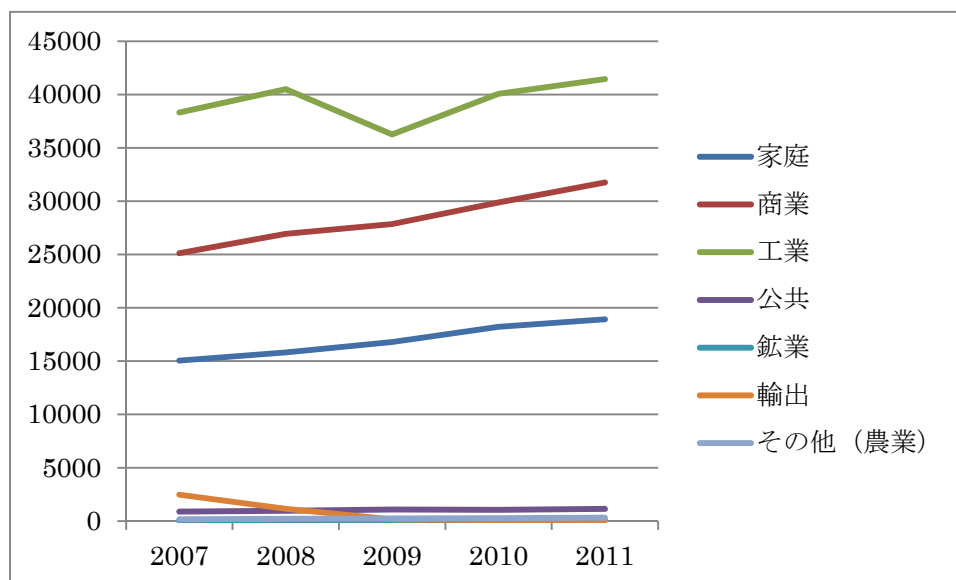
	金額（億リンギ）			構成比		
	2002	2012	（年率）	2002	2012	（差分）
全体	3,832	9,412	9.4%	(100.0%)	(100.0%)	(+0.0%)
第 1 次産業	344	946	10.6%	(9.0%)	(10.1%)	(+1.1%)
第 2 次産業	1,609	3,625	8.5%	(42.0%)	(38.5%)	(-3.5%)
鉱業	342	980	11.1%	(8.9%)	(10.4%)	(+1.5%)
原油	189	519	10.6%	(4.9%)	(5.5%)	(+0.6%)
天然ガス	147	450	11.8%	(3.8%)	(4.8%)	(+0.9%)
その他	6	11	6.9%	(0.2%)	(0.1%)	(-0.0%)
製造業	1,121	2,281	7.4%	(29.2%)	(24.2%)	(-5.0%)
食品・飲料、タバコ	111	291	10.1%	(2.9%)	(3.1%)	(+0.2%)
繊維、革製品、衣料	37	33	-1.1%	(1.0%)	(0.4%)	(-0.6%)
木材・木製品、印刷	80	139	5.7%	(2.1%)	(1.5%)	(-0.6%)
石油製品・プラスチック・ゴム製品	243	795	12.6%	(6.3%)	(8.5%)	(+2.1%)
石油製品	100	373	14.0%	(2.6%)	(4.0%)	(+1.3%)
化学製品	74	272	14.0%	(1.9%)	(2.9%)	(+1.0%)
ゴム製品	34	70	7.5%	(0.9%)	(0.7%)	(-0.1%)
プラスチック製品	35	80	8.5%	(0.9%)	(0.8%)	(-0.1%)
非鉄金属	94	298	12.3%	(2.4%)	(3.2%)	(+0.7%)
電機・電子部品	391	472	1.9%	(10.2%)	(5.0%)	(-5.2%)
機械・設備	36	63	5.9%	(0.9%)	(0.7%)	(-0.3%)
PC等	84	39	-7.4%	(2.2%)	(0.4%)	(-1.8%)
家電製品	23	47	7.3%	(0.6%)	(0.5%)	(-0.1%)
テレビ・ラジオ・通信機器	248	323	2.7%	(6.5%)	(3.4%)	(-3.1%)
輸送機器	165	253	4.4%	(4.3%)	(2.7%)	(-1.6%)
建設業	147	364	9.5%	(3.8%)	(3.9%)	(+0.0%)
第 3 次産業	1,986	4,739	9.1%	(51.8%)	(50.4%)	(-1.5%)
電気・ガス・水道	120	220	6.3%	(3.1%)	(2.3%)	(-0.8%)
卸売・小売	423	1,279	11.7%	(11.0%)	(13.6%)	(+2.6%)
ホテル・レストラン業	90	254	10.9%	(2.4%)	(2.7%)	(+0.3%)
運輸・倉庫業	151	302	7.1%	(3.9%)	(3.2%)	(-0.7%)
通信業	131	295	8.5%	(3.4%)	(3.1%)	(-0.3%)
金融業	318	527	5.2%	(8.3%)	(5.6%)	(-2.7%)
保険業	70	177	9.7%	(1.8%)	(1.9%)	(+0.0%)
不動産業	69	128	6.4%	(1.8%)	(1.4%)	(-0.4%)
公的機関	102	342	12.9%	(2.6%)	(3.6%)	(+1.0%)
その他民間サービス	238	417	5.8%	(6.2%)	(4.4%)	(-1.8%)
政府サービス	275	798	11.3%	(7.2%)	(8.5%)	(+1.3%)
輸入関税	66	102	4.4%	(1.7%)	(1.1%)	(-0.6%)
（間接的に計測される金融仲介サービス）	-173			(-4.5%)	(0.0%)	(+4.5%)

（出所） Department of Statistics より作成

出典：国際協力銀行「マレーシアの投資環境（2014年2月）」

### (3) エネルギー消費、温室効果ガスの排出状況

図 1-5 はマレーシアのセクター別売電量である。タイと同様に、工業セクターの消費量が多くなっているが、それに加えて、商業セクターも高い消費量を示している。



出典：Electricity Supply Industry in Malaysia Performance and Statistical Information 2011より作成

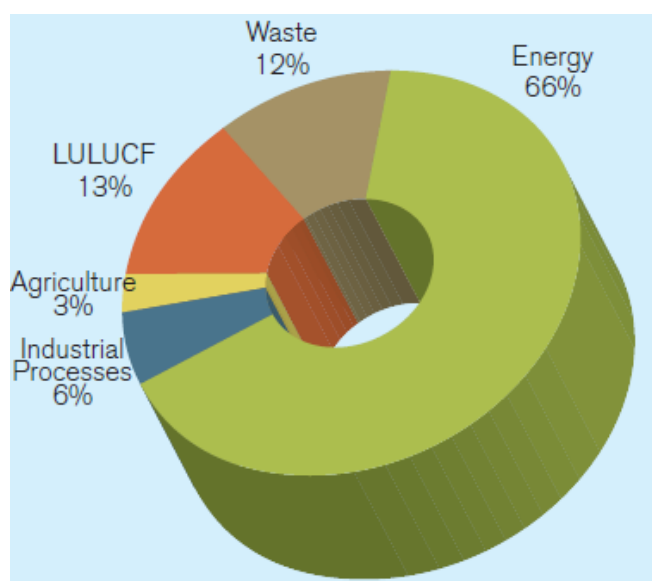
図 1-5 マレーシアのセクター別売電量 (GWh)

マレーシアの温室効果ガス排出量に関する公式のデータは 2011 年に天然資源環境省によって作成された「Malaysia Second National Communication to the UNFCCC (MNC2)」である。データ自体は 2000 年のものが使用されている。マレーシアの温室効果ガスの排出状況は以下の通りである。なお、本プロジェクトの対象物質である HFC の排出量は製造業において 0.11Gg と算定されているが、具体的な排出源は不明である。

表 1-13 マレーシアの温室効果ガス排出量 (2000 年)

	排出 (Mt、CO <sub>2</sub> 換算)	吸収 (Mt、CO <sub>2</sub> 換算)
エネルギー	147.00	-
製造業	14.13	-
農業	5.91	-
土地利用・森林	29.59	-249.78
廃棄物	26.36	-
合計	222.99	-249.78

出典：Malaysia Second National Communication



出典：Malaysia Second National Communication

図 1-6 排出源毎の温室効果ガス排出割合 (%) (CO<sub>2</sub>換算、2000年)



### 1.3.3. インドネシア

#### (1) 国の概要

インドネシアの概要は以下の通りである。(外務省の各国・地域情勢より抜粋)

表 1-14 インドネシアの概要

正式名称	インドネシア共和国	首都	ジャカルタ														
面積	189万km <sup>2</sup>	人口	2.38億人														
民族	大半がマレー系（ジャワ、スンダ等約 300 種族）																
宗教	イスラム教 88.1%、キリスト教 9.3%（プロテスタント 6.1%、カトリック 3.2%）、ヒンズー教 1.8%、仏教 0.6%、儒教 0.1%、その他 0.1%																
言語	インドネシア語																
政体	大統領制、共和制（元首はスシロ・バンバン・ユドヨノ大統領）																
内政	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2009年7月の大統領選挙において、ユドヨノ大統領が約60%の得票で再選し、10月20日に正式に就任。</li> <li>・2期目のユドヨノ政権は、（イ）国民福祉の向上、（ロ）民主主義の確立、（ハ）正義の実践を今後の五カ年計画の核とし、特に、競争力のある経済発展と天然資源の活用及び人的資源の向上を政府の最優先課題と位置付けている。</li> </ul>																
外交基本方針	国益を重視した独立かつ能動的な全方位外交。この外交理念に基づき、ASEANを重視した地域外交、国際的な課題への対応に積極的に取り組んでおり、アジア太平洋における民主主義の普及を目的にバリ民主主義フォーラムを主催。																
略史	<table border="1"> <thead> <tr> <th>年月</th> <th>略史</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1949年</td> <td>ハーグ協定によりオランダがインドネシアの独立を承認</td> </tr> <tr> <td>1968年</td> <td>スハルト大統領就任（第2代大統領）</td> </tr> <tr> <td>1998年</td> <td>アジア通貨危機をきっかけに、ジャカルタを中心に全国で暴動が発生。民主化運動も拡大し、スハルト大統領は辞任。</td> </tr> <tr> <td>1999年</td> <td>住民投票により東ティモールの独立が決定</td> </tr> <tr> <td>2004年</td> <td>国民による初の直接投票によりユドヨノが大統領に選出。ユドヨノ大統領就任（第6代大統領）</td> </tr> <tr> <td>2009年</td> <td>ユドヨノ大統領再任</td> </tr> </tbody> </table>			年月	略史	1949年	ハーグ協定によりオランダがインドネシアの独立を承認	1968年	スハルト大統領就任（第2代大統領）	1998年	アジア通貨危機をきっかけに、ジャカルタを中心に全国で暴動が発生。民主化運動も拡大し、スハルト大統領は辞任。	1999年	住民投票により東ティモールの独立が決定	2004年	国民による初の直接投票によりユドヨノが大統領に選出。ユドヨノ大統領就任（第6代大統領）	2009年	ユドヨノ大統領再任
年月	略史																
1949年	ハーグ協定によりオランダがインドネシアの独立を承認																
1968年	スハルト大統領就任（第2代大統領）																
1998年	アジア通貨危機をきっかけに、ジャカルタを中心に全国で暴動が発生。民主化運動も拡大し、スハルト大統領は辞任。																
1999年	住民投票により東ティモールの独立が決定																
2004年	国民による初の直接投票によりユドヨノが大統領に選出。ユドヨノ大統領就任（第6代大統領）																
2009年	ユドヨノ大統領再任																
名目GDP	8,794億米ドル（2012年）	一人当たりGDP	3,563米ドル（2012年、名目）														
経済成長率（実質）	6.2%（2012年）	物価上昇率	4.3%（2012年）														
為替レート	1ドル=11,365ルピア（2013年10月18日、インドネシア中央銀行）																

#### (2) 産業構造

インドネシアの主要産業は製造業（輸送機器（二輪車等）、飲食品等）、農林水産業（パーム油、ゴム、米、ココア、キャッサバ、コーヒー豆等）、商業・ホテル・飲食業、及び鉱業（LNG、石炭、ニッケル、錫、石油等）である。主要輸出品目は石油・ガス、鉱物性燃料、動物・植物油等である。また、主要輸入品目は石油・ガス、一般機械機器、機械・電

機部品となっている。

表 1-15 は実質 GDP に占める産業の構成比を示しており、第 2 次産業の製造業と第 3 次産業の商業・ホテル・レストラン業が高い構成比となっている。製造業の中では輸送機械と食品・飲料・タバコの構成比が高い。

表 1-15 実質 GDP に占める産業の構成比

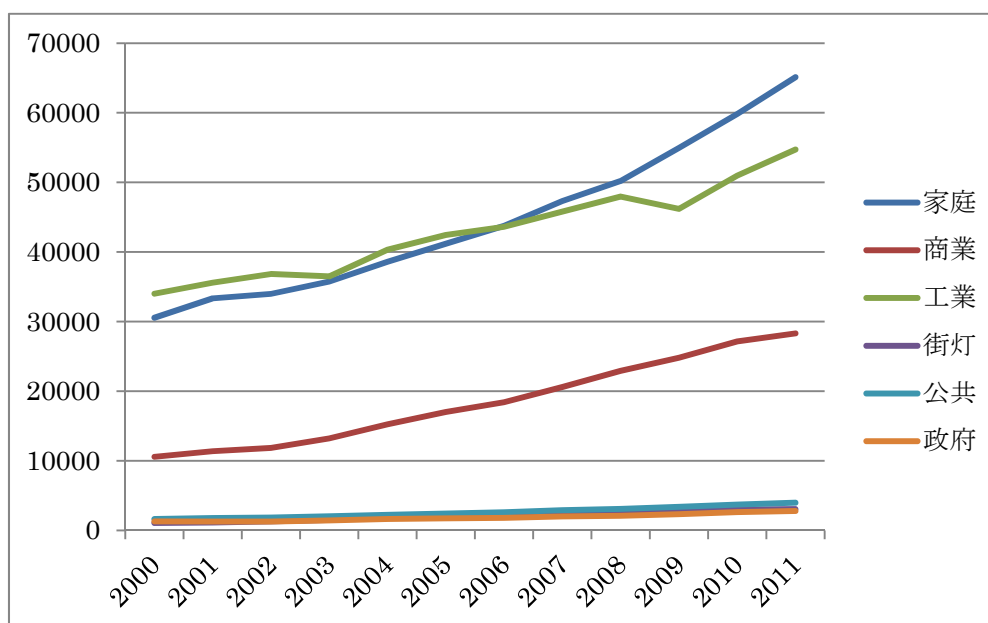
	実額 (兆ルピア)			構成比		
	2000	2010	(年率)	2000	2010	(差分)
全体	1,390	2,311	5.2%	(100.0%)	(100.0%)	(+0.0%)
第 1 次産業	217	304	3.5%	(15.6%)	(13.1%)	(-2.5%)
第 2 次産業	638	950	4.1%	(45.9%)	(41.1%)	(-4.8%)
鉱業・採石業	168	186	1.1%	(12.0%)	(8.0%)	(-4.0%)
原油・天然ガス	117	96	-2.0%	(8.4%)	(4.1%)	(-4.3%)
その他工業	39	68	5.8%	(2.8%)	(2.9%)	(+0.1%)
採石	12	23	6.9%	(0.8%)	(0.9%)	(+0.1%)
製造業	386	595	4.4%	(27.7%)	(25.7%)	(-2.0%)
食品・飲料、タバコ	112	160	3.6%	(8.0%)	(6.9%)	(-1.1%)
繊維、革製品、衣料	45	52	1.4%	(3.2%)	(2.2%)	(-1.0%)
木材・木製品	20	19	-0.5%	(1.4%)	(0.8%)	(-0.6%)
紙・印刷	20	28	3.3%	(1.4%)	(1.1%)	(-0.3%)
石油精製	23	21	-0.6%	(1.6%)	(0.9%)	(-0.7%)
液化天然ガス	32	24	-2.7%	(2.2%)	(1.0%)	(-1.2%)
化学・ゴム	43	73	5.4%	(3.0%)	(3.1%)	(+0.1%)
セメント・非鉄	10	16	4.9%	(0.7%)	(0.7%)	(+0.0%)
鉄鋼	9	8	-1.5%	(0.6%)	(0.3%)	(-0.3%)
輸送機械	69	190	10.7%	(4.9%)	(8.2%)	(+3.3%)
その他製造業	3	4	3.8%	(0.1%)	(0.1%)	(+0.0%)
公益業	8	18	8.0%	(0.6%)	(0.7%)	(+0.1%)
建設業	77	150	7.0%	(5.5%)	(6.4%)	(+0.9%)
第 3 次産業	535	1,056	7.0%	(38.4%)	(45.7%)	(+7.3%)
商業・ホテル・レストラン業	224	401	6.0%	(16.1%)	(17.3%)	(+1.2%)
運輸・通信業	65	217	12.8%	(4.6%)	(9.4%)	(+4.8%)
金融・不動産業	115	221	6.7%	(8.3%)	(9.5%)	(+1.2%)
サービス業	130	218	5.3%	(9.3%)	(9.4%)	(+0.1%)

(出所) 国家統計局より作成

出典：国際協力銀行「インドネシアの投資環境 (2012 年 10 月)」

### (3) エネルギー消費、温室効果ガスの排出状況

図 1-7 はインドネシアのセクター別売電量を示している。インドネシアでは工業セクターに加え、家庭での消費量が高い状況にある。



出典：Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2012 より作成

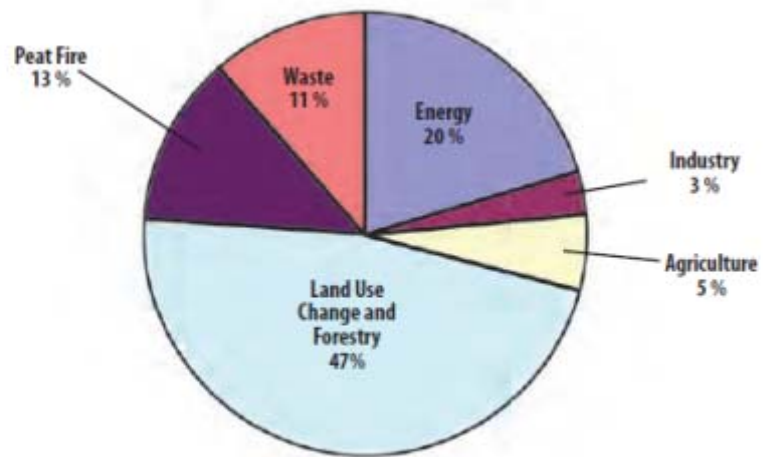
図 1-7 インドネシアのセクター別売電量 (GWh)

インドネシアの温室効果ガス排出量に関する公式のデータは 2010 年に環境省によって作成された「Indonesia Second National Communication under the UNFCCC (INC2)」である。データ自体は 2000 年のものが使用されている。インドネシアの温室効果ガスの排出状況は以下の通りである。なお、本プロジェクトの対象物質である HFC の算定は INC2 では実施されていない。

表 1-16 インドネシアの温室効果ガス排出量 (Gg、CO<sub>2</sub> 換算)

	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年
エネルギー	280,938	306,774	327,911	333,950	372,123	369,800
製造業	43,044	49,810	43,716	47,902	47,985	48,733
農業	75,420	77,501	77,030	79,829	77,863	80,179
土地利用・森林	649,254	560,546	1,287,495	345,489	617,423	674,828
泥炭火災	172,000	194,000	678,000	246,000	440,000	451,000
廃棄物	157,328	160,818	162,800	164,074	165,799	166,831
合計	1,377,983	1,349,449	2,576,952	1,217,244	1,721,193	1,791,372

出典：Indonesia Second National Communication



出典：Indonesia Second National Communication

図 1-8 排出源毎の温室効果ガス排出割合 (%) (CO<sub>2</sub>換算、2000年)

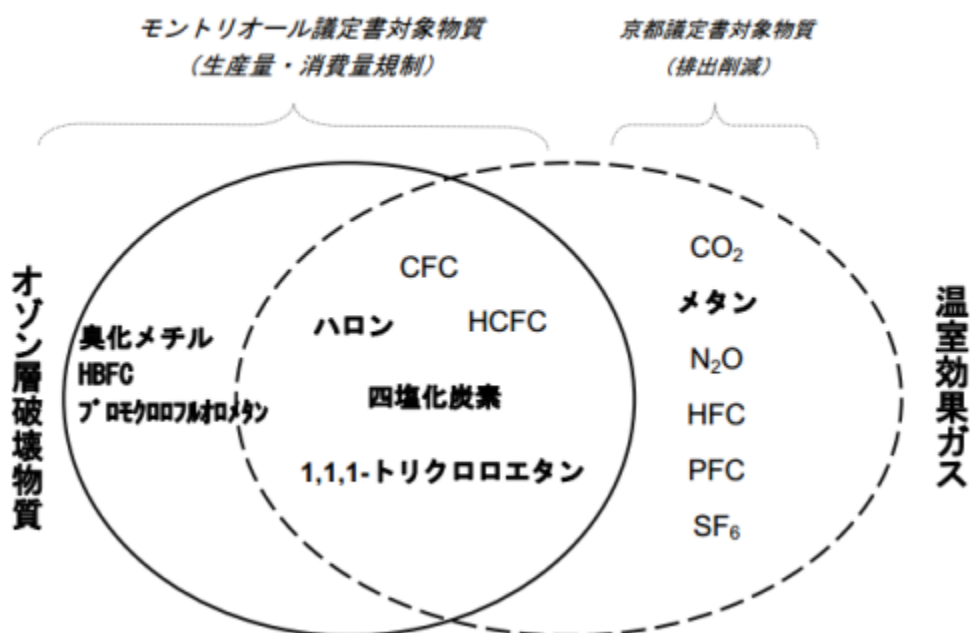
## 2. フロン類の概要

### 2.1. フロン類の概要

#### 2.1.1. フロン類の性質

フロンはメタンやエタン等の炭化水素の一部がフッ素原子や塩素原子に置き換わった化合物であるフルオロカーボンの総称であり、CFC（クロロフルオロカーボン）、HCFC（ハイドロクロロフルオロカーボン）等の様々な種類が存在する。フロンは低毒性、不燃性、難燃性等の安全性と、省エネルギー（高断熱性、高エネルギー効率）、省スペース（設備の小型化）等の経済性的特徴を有することから、主に冷媒や発泡剤として大量に使用されてきた。

しかしながら、フロンは安定な物質であるため対流圏では分解されないが、成層圏に達すると強い紫外線により分解され、放出された塩素原子によってオゾン層が破壊されることが明らかとなった。このため、後述するモントリオール議定書の下でフロン類の代替が進められている。また、オゾン層破壊効果のない代替フロンを含め、フロン類は温室効果ガスとしての性質もあり、二酸化炭素と比して100～10,000倍以上という高い温室効果を有する。モントリオール議定書対象物質はモントリオール議定書の下で取り組みが進められ、モントリオール議定書の対象物質となっていないHFC等は、京都議定書の下で排出量削減の取り組みが進められている。



出典：フロン類等対策小委員会 産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止対策小委員会フロン回収・破壊ワーキンググループ 合同会議（第1回）

図 2-1 オゾン層破壊物質と温室効果ガスの関係

表 2-1 各ガスのオゾン破壊係数と地球温暖化係数

	物質	オゾン破壊係数	地球温暖化係数
オゾン層破壊物質	CFC	0.6～1.0 (例) CFC12: 1.0	3,800～8,100 (例) CFC12 : 8,100
	HCFC	0.005～0.52 (例) HCFC22: 0.055	90～1,800 (例) HCFC22 : 1,500
	ハロン	3.0～10.0 (例) ハロン 1301: 10.0	5,400 (例)ハロン 1301 : 5,400
代替フロン等	HFC	0	140～11,700 (例) HFC134a : 1,300
	PFC	0	6,500～9,200 (例) パーフルオロメタン : 6,500
	SF6	0	23,900

(備考) オゾン破壊係数：CFC11 のオゾン破壊効果を 1 とする。

地球温暖化係数：CO<sub>2</sub> の地球温暖化効果を 1 とする。代替フロンは地球温暖化対策の推進に関する法律に基づく。オゾン層破壊物質もこれに合わせた。

出典：中央環境審議会地球環境部会フロン等対策小委員会 フロン回収・破壊ワーキンググループ

## 2.1.2. フロン類の用途

前述の通り、フロンは無毒性、不燃性、化学的安定性といった優れた性質をもつことから、冷媒（エアコン、冷蔵庫等等）、発泡剤（断熱材、緩衝剤等）、洗浄剤（精密部品、電子部品等）、噴射剤（医薬用エアゾール等）、その他（消火剤、半導体エッチング剤、中間原料等）の用途で使用されてきた。以下に電化製品に主に使用される冷媒の概要を示す。

表 2-2 フロン類の冷媒としての用途等

冷媒	冷媒番号	冷媒成分	化学式	主な用途	オゾン層破壊係数	温暖化係数	
CFC	単独	R11	-	CFCl <sub>3</sub>	ビルの空調機等大型の冷媒、断熱材等の発泡剤	1.0	4,750
		R12	-	CF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	カーエアコン、自動販売機、家庭用冷蔵庫の冷媒	1.0	10,900
	混合	R502	R22/115	家庭用冷蔵庫、チラー、業務用低温機器等	0.334	4,660	
HCFC	単独	R123	-	C <sub>2</sub> HF <sub>3</sub> Cl <sub>2</sub>	ターボ冷凍機等	0.02	77
		R124	-	C <sub>2</sub> HF <sub>4</sub> Cl	冷媒	0.022	609
		R22	-	C <sub>2</sub> HF <sub>2</sub> Cl	家庭用ルームエアコン、業務用冷凍空調機器	0.055	1,810
HFC	単独	R23	-	CHF <sub>3</sub>		0	14,800
		R32	-	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	冷媒	0	675
		R125	-	C <sub>2</sub> HF <sub>3</sub>	冷媒	0	3,500
		R134a	-	CH <sub>2</sub> FCF <sub>2</sub>	カーエアコン、家庭用冷蔵庫、業務用冷蔵庫の冷媒等、スプレー	0	1,430
		R143a	-	CF <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	冷媒	0	4,470
	混合	R404A	R125/143a/134a		チラー、業務用低温機器等	0	3,920
		R407C	R32/125/134a		ルームエアコン、パッケージエアコン、チラー、業務用低温機器等	0	1,770
		R410A	R32/125		ルームエアコン、パッケージエアコン、チラー、業務用低温機器等	0	2,090
		R507A	R125/143a		チラー、業務用低温機器等	0	2,280

出典：有限責任中間法人 フロン回収推進産業協議会（INFREP）「フロン回収ガイドライン」  
 京立商事株式会社 HP (<http://www.e-kyoritsu.co.jp/freon/class.html>)  
 日本フルオロカーボン協会 HP

表 2-3 用途別代替冷媒の一覧

用途	従来の冷媒		代替フロン	冷媒充填量 kg/台
	CFC	HCFC	HFC	
パッケージエアコン	-	HCFC-22	HFC-407C HFC-410A	2-200
ルームエアコン	-	HCFC-22	HFC-410A	0.5-3
家庭用冷蔵庫	CFC-12 CFC502	HCFC-22	HFC-134a	0.005-2
業務用冷蔵庫	CFC-12 CFC-502	HCFC-22	HFC-404A	0.1-0.5
冷水器			HFC-407C	0.005-3
チラー			HFC-410A	1-100
スクリーン冷凍機			HFC-507A	90-300
低温冷凍機			HFC-134a	
遠心式冷凍機（ターボ冷凍機）	CFC-11 CFC-12	HCFC-123	HFC-245ca HFC-134a	100-10,000
GHP（ガスヒートポンプエアコン）			HFC-404A	3-200
冷凍冷蔵ユニット	CFC-12 CFC-502	HCFC-22	HFC-404A	1.5-3
別置型ショーケース			HFC-407C	2-20
内蔵型ショーケース			HFC-410A	0.05-20
輸送用冷凍冷蔵ユニット			HFC-507A HFC-134a	1-5
カーエアコン	CFC-12	-	HFC-134a	

出典：フロン回収処理技術

フロン回収・破壊法パンフレット（2008年7月版）

日本フッ素フロン協会

一般社団法人日本冷凍空調工業会



業務用冷凍空調機器は様々な場所で利用されている。業務用冷凍空調機器の設置場所別機器種類の例を下表に示す。

表 2-4 業務用冷凍空調機器の設置場所別機器種類の例

設置場所		機器種類の例
スーパー、百貨店、コンビニエンスストア、オフィスビル、ホール	全体	ビル用マルチエアコン（パッケージエアコン） ターボ冷凍機 スクリーン冷凍機 チラー 自動販売機 冷水機（プレッシャー型） 製氷機
	食品売り場	ショーケース 酒類・飲料用ショーケース 業務用冷蔵庫
	バックヤード	プレハブ冷蔵庫（冷凍冷蔵ユニット）
	生花売り場	フラワーショーケース
レストラン、飲食店、各種小売店	魚屋、肉屋、果物屋、食料品、薬局、花屋	店舗用パッケージエアコン 自動販売機 業務用冷蔵庫 酒類・飲料用ショーケース すしネタケース 活魚水槽 製氷機、卓上型冷水機 アイスクリーマー ビールサーバー
工場	工場、倉庫	設備用パッケージエアコン ターボ冷凍機 スクリーン冷凍機 チラー スポットクーラー クリーンルーム用パッケージエアコン 業務用除湿機 研究用特殊機器（恒温恒湿器、冷熱衝撃装置など）
学校	学校、病院	パッケージエアコン（GHP含む） チラー 業務用冷凍冷蔵庫 自動販売機 冷水機 製氷機 病院用特殊機器（検査器、血液保存庫など）
その他	地下鉄構内	空調機器（ターボ冷凍機など）
	鉄道	鉄道車両用空調機
	自動車	冷凍車の貨物室、大型特殊自動車、小型特殊自動車、被牽引車
	冷凍・冷蔵倉庫	冷凍倉庫用空調機（スクリーン冷凍機など）
	船舶	船舶用エアコン、鮮魚冷凍庫（スクリーン冷凍機など）
	ビニールハウス	ハウス用空調機（GHP）

出典： 経済産業省・環境省「フロン回収・破壊法第一種特定製品のフロン回収に関する運用の手引き第3版（平成18年度改正対応）」

## 2.2. 国際的な取り組み、動向

### 2.2.1. モントリオール議定書

#### (1) モントリオール議定書の概要

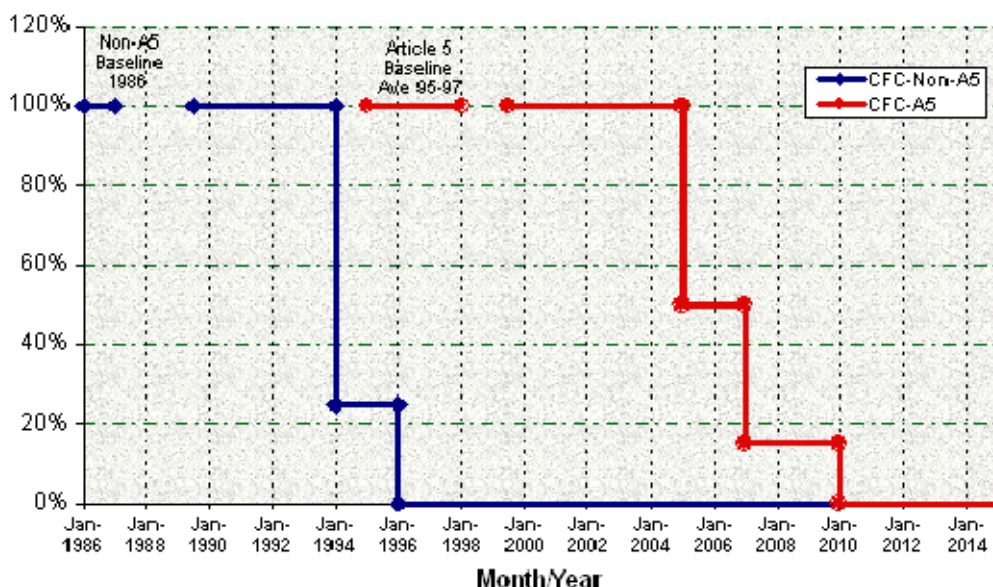
オゾン層を破壊するフロン類に対する取組は、モントリオール議定書の枠組みの下で、各国で進められている状況にある。1970年代中頃からオゾン層破壊のメカニズム、及びその悪影響が指摘され始め、国際的な議論の結果、1985年3月22日に「オゾン層の保護のためのウィーン条約」が採択された。また、1987年9月16日に同条約の下で、オゾン層を破壊するおそれのある物質を特定し、当該物質の生産、消費及び貿易を規制して人の健康及び環境を保護するための「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書」が採択された。条約及び議定書の事務局は、両者ともナイロビの国連環境計画（UNEP）に置かれている。現在のモントリオール議定書の締約国数は197ヶ国であり、本事業対象国であるインドネシア、タイ、マレーシアも締結している。

モントリオール議定書では、規制物質（表 2-5 参照）ごとに定められた削減スケジュールに従い、その生産量及び消費量を段階的に削減・全廃するとともに、非締約国との規制物質の輸出入の禁止又は制限等を規定している。また、最新の科学、環境、技術及び経済に関する情報に基づき、規制措置の評価及び再検討を行うこととしており、アセスメントパネル（技術経済アセスメントパネル（TEAP）、科学アセスメントパネル（SAP）、環境影響アセスメントパネル（EEAP））が設置されている。その他、開発途上国における規制措置の実施を可能とするために、資金協力及び技術協力を行うことを目的に、先進国の拠出による多数国間基金制度が設けられており、国連開発計画（UNDP）や世界銀行等の協力及び援助を得て実施されている。

締約国は先進国グループ（non-Article 5 group）と途上国グループ（Article 5 group）に分けられ、それぞれ別の削減スケジュールが規定されている。本事業の対象国であるタイ、マレーシア、インドネシアは途上国グループとなっている。先進国グループと途上国グループのモントリオール議定書におけるフロン削減スケジュールを図 2-2～図 2-5 に示す。

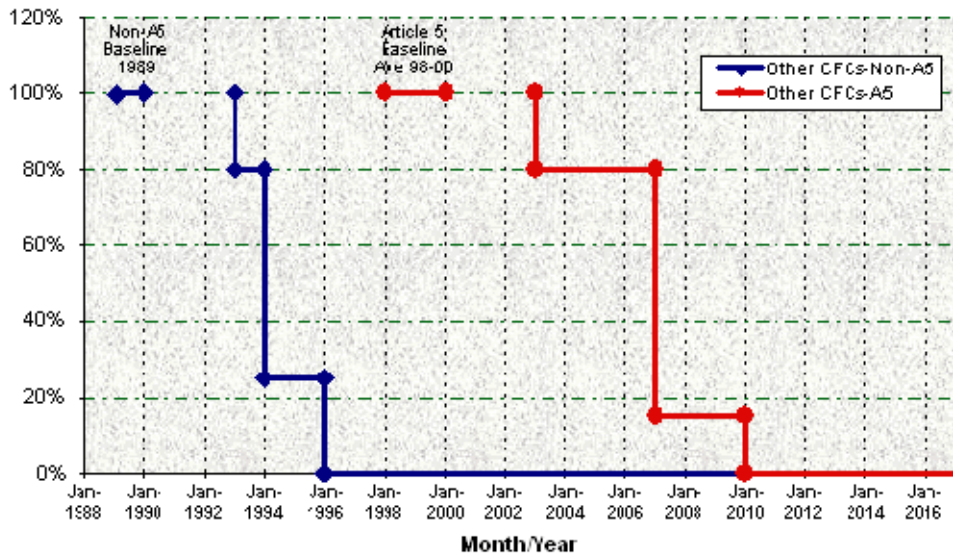
表 2-5 モントリオール議定書規制対象物質

附属書	グループ	物質
A	I	CFCs (CFC-11、CFC-12、CFC-113、CFC-114、CFC-115)
	II	ハロン (ハロン-1211、ハロン-1301、ハロン-2402)
B	I	その他の CFCs (CFC-13、CFC-111、CFC-112、CFC-211、CFC-212、 CFC-213、CFC-214、CFC-215、CFC-216、CFC-217)
	II	四塩化炭素
	III	1・1・1-トリクロロエタン (メチルクロロホルム)
C	I	HCFCs (HCFC-21、HCFC-22、HCFC-31、HCFC-121、HCFC-122、HCFC-123、 HCFC-123、HCFC-124、HCFC-124、HCFC-131、HCFC-132、HFCF-133、 HCFC-141、HCFC-141b、HCFC-142、HCFC-142b、HCFC-151、HCFC-221、 HCFC-222、HCFC-223、HCFC-224、HCFC-225、HCFC-225ca、HCFC-225cb、 HCFC-226、 HCFC-231、HCFC-232、HCFC-233、HCFC-234、HCFC-235、HCFC-241、 HCFC-242、HCFC-243、HCFC-244、HCFC-251、HCFC-252、HCFC-253、 HCFC-261、HCFC-262、HCFC-271)
	II	HBFC (CHFBr <sub>2</sub> 、HBFC-22B1、CH <sub>2</sub> FBr、C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> FBr <sub>4</sub> 、C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>2</sub> Br <sub>3</sub> 、C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>3</sub> Br <sub>2</sub> 、 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> Br、C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>2</sub> Br <sub>3</sub> 、C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>3</sub> Br、C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> F <sub>2</sub> Br <sub>2</sub> 、2H <sub>3</sub> F <sub>2</sub> Br、 C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> FBr、C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>2</sub> Br <sub>5</sub> 、C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>3</sub> Br <sub>4</sub> 、C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> Br <sub>3</sub> 、C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>5</sub> Br <sub>2</sub> 、 C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>6</sub> Br、C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>2</sub> Br <sub>5</sub> 、C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>2</sub> Br <sub>4</sub> 、C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>3</sub> Br <sub>3</sub> 、C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> Br <sub>2</sub> 、C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>5</sub> Br、 C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> F <sub>2</sub> Br <sub>4</sub> 、C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> F <sub>2</sub> Br <sub>3</sub> 、C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub> Br <sub>2</sub> 、C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> F <sub>4</sub> Br、C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> F <sub>2</sub> Br <sub>3</sub> 、C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> F <sub>3</sub> Br <sub>2</sub> 、 C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> F <sub>3</sub> Br、C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> F <sub>2</sub> Br <sub>2</sub> 、C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> F <sub>2</sub> Br、C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> FBr)
	III	ブロモクロロメタン
E	I	臭化メチル



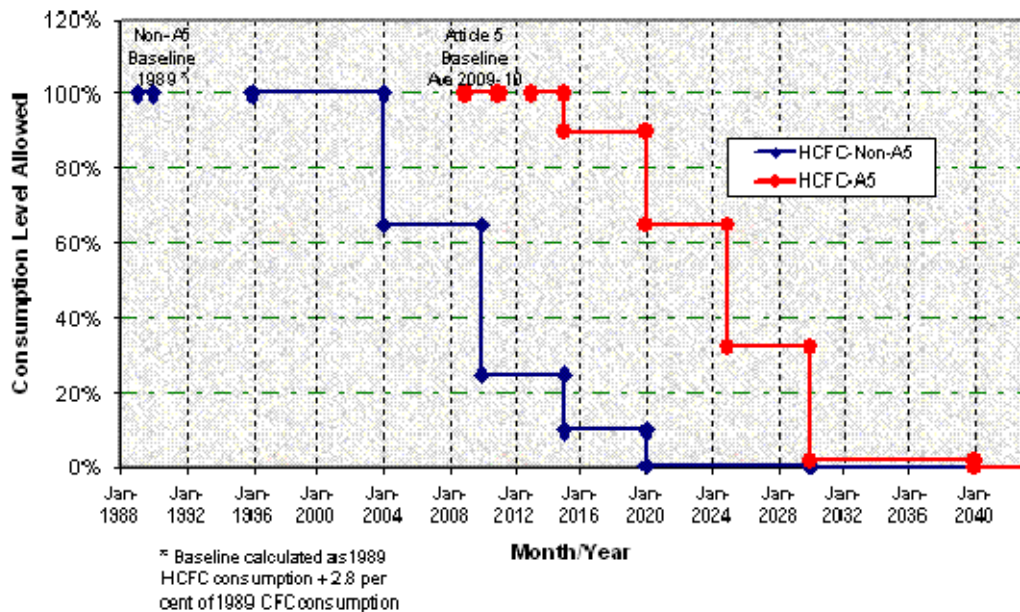
出典：Handbook for the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer Ninth Edition (2012)

図 2-2 CFCs (附属書 A グループ I) 生産量・消費量の削減スケジュール



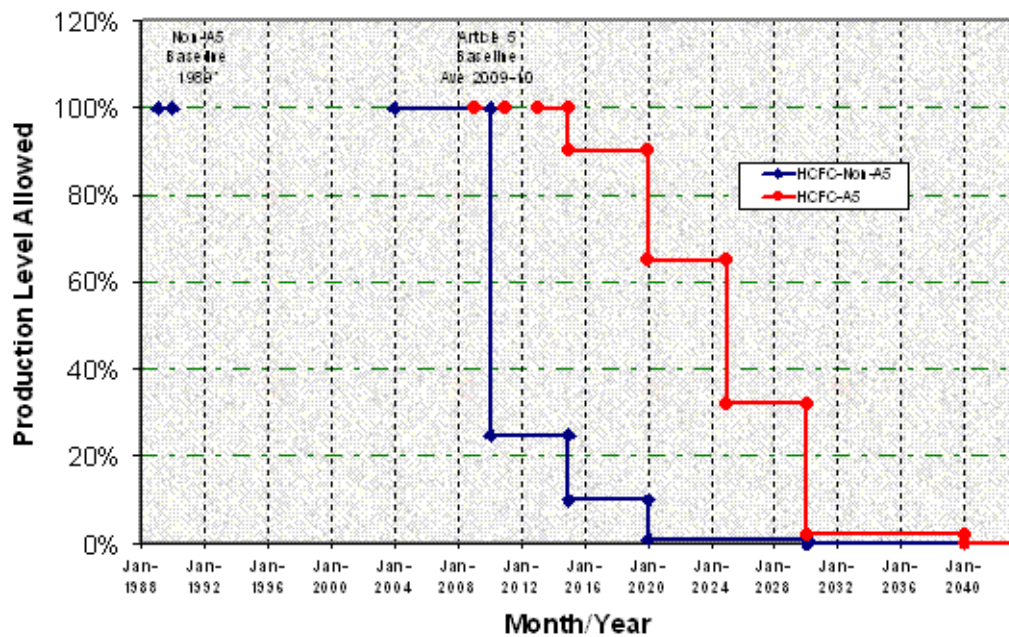
出典：Handbook for the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer Ninth Edition (2012)

図 2-3 CFCs (附属書 B グループ I) 生産量・消費量の削減スケジュール



出典：Handbook for the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer Ninth Edition (2012)

図 2-4 HCFCs (附属書 C グループ I) 消費量の削減スケジュール



\* Base line calculated as average of 1989 HCFC production + 2.8 percent of 1989 CFC production and 1989 HCFC consumption + 2.8 percent of 1989 CFC consumption

出典：Handbook for the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer Ninth Edition (2012)

図 2-5 HCFCs (附属書 C グループ I) 生産量の削減スケジュール

## (2) フロン破壊技術

モントリオール議定書の下に設置された TEAP においてフロン破壊技術に関する検討が進められており、現時点でフロン破壊技術として承認されているのは以下の破壊技術である。なお、破壊効率は、各技術で実現可能なレベルを示したものであり、達成すべき破壊効率は各国で定めることとされている。また、表 2-7 に示す物質についてモニタリングを行うことが推奨されている。

表 2-6 モントリオール議定書において承認されたフロン破壊技術

	Concentrated Source <sup>1)</sup>			Dilute Source <sup>2)</sup>
	Annex A I (CFCs)	Annex B II (その他 CFCs)	Annex C I (HCFCs)	
破壊効率 (DRE)	99.99%	99.99%	99.99%	95%
アークプラズマ 法	○	○	○	-
セメントキルン	○	○	○	-
水素・二酸化炭素 との化学反応	○	○	○	-
触媒分解(脱ハロ ゲン)	○	○	○	-
ガス/ヒューム酸 化	○	○	○	-
誘導結合高周波 プラズマ	○	○	○	-
液体注入法	○	○	○	-
マイクロ波プラ ズマ法	○	○	○	-
一般廃棄物焼却	-	-	-	○
多孔質熱反応炉	○	○	○	-
リアクタークラ ッキング	○	○	○	-
ロータリーキル ン	○	○	○	○
加熱蒸気分解法	○	○	○	-
メタンとの熱反 応	○	○	○	-

1) virgin, recovered, and reclaimed ozone depleting substances

2) ozone depleting substances contained in a matrix of a solid, for example foam

出典：Handbook for the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer

表 2-7 モニタリングの実施が推奨される項目

項目	単位
PCDDs/PCDFs	ng-ITEQ <sup>*</sup> /Nm <sup>3</sup>
HCl/Cl <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>
HF	mg/Nm <sup>3</sup>
HBr/Br <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>
粒子状物質 (TSP)	mg/Nm <sup>3</sup>
CO	mg/Nm <sup>3</sup>

\*International Toxic Equivalency

出典：Handbook for the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer

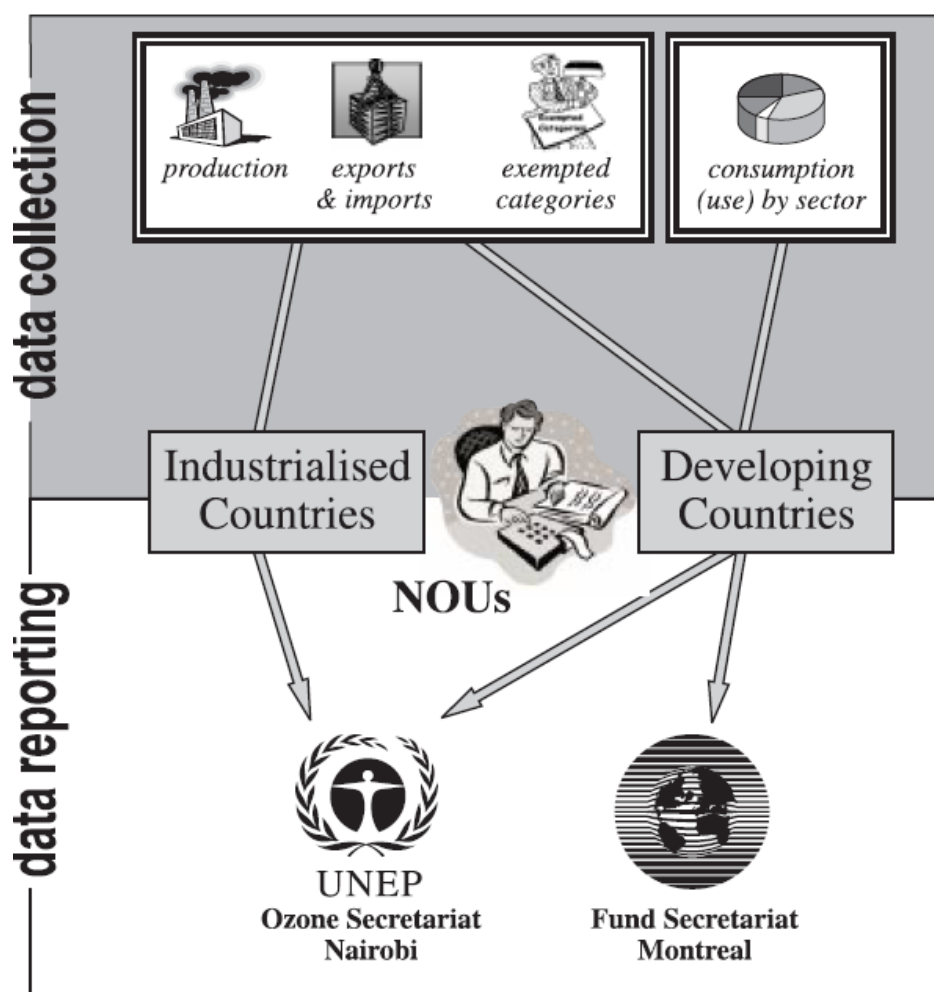
### (3) その他の制度

モントリオール議定書においては、規制物質の破壊目的での輸出は規制されていない。ただし締約国は、規制物質の内、未使用、使用済み、再利用されるもの、及び再生されたものの輸入及び輸出に関するライセンス制度を設け、及び実施する必要がある。

また、締約国は附属書 A、附属書 B、附属書 C 及び附属書 E に掲げる規制物質ごとの自国の年間生産量、及び次の量に関する統計資料を事務局に提出することとなっている。

- 原料として使用された量
- 締約国により承認された技術によって破壊された量
- 締約国及び非締約国それぞれとの間の輸入量及び輸出品

加えて、締約国は、附属書 A のグループ II 及び附属書 C のグループ I に属する規制物質であって、再利用されたものについて、当該規制物質ごとの自国の年間の輸入量及び輸出品の統計資料を事務局に提出する必要がある。



出典：Handbook on Data Reporting Under the Montreal Protocol

図 2-6 モントリオール議定書における締約国のデータ報告システム

## 2.2.2. 先進国での取り組み

### (1) 日本での取り組み

日本ではフロン類に関して下表に示す制度の下、削減・破壊の取り組みを進めている。特に、フロン使用機器の種類に応じて冷媒フロン類（CFC、HCFC、HFC）の回収及び破壊に関する法律が定められており、これらのもとに一定の回収・破壊モデルを形成している。

- フロン回収・破壊法：業務用冷蔵・冷凍・空調機器
- 家電リサイクル法：家庭用エアコン、家庭用電気冷蔵庫
- 自動車リサイクル法：カーエアコン

表 2-8 フロン類に関する国内法の概要

	オゾン層保護法	輸入貿易管理令	フロン回収・破壊法 家電リサイクル法 自動車リサイクル法	地球温暖化対策 推進法	PRTR 法
概要	モントリオール議定書に対応するための国内法。	外為法第五十二条等の規定に基づき、輸入貿易の管理を行うための国内法。	業務用冷凍空調機器、家庭用エアコン・冷蔵庫・乾燥機、カーエアコンからのフロン類の回収・破壊をカバー。	温室効果ガス排出の抑制を行うための規定を定めている。	指定される化学物質の事業所から環境への排出量及び廃棄物として事業所外への移動量を、事業者が自ら把握し国に対して届け出る制度。
対象物質	CFC、ハロン、四塩化炭素、トリクロロエタン、HCFC、HBFC、ブromoclorometan、臭化メチル	CFC、ハロン、四塩化炭素、トリクロロエタン、HCFC、HBFC、ブromoclorometan、臭化メチル	業務用冷凍空調機器、家庭用エアコン・冷蔵庫・乾燥機、カーエアコンに含まれるフロン類。	CO <sub>2</sub> 、メタン、N <sub>2</sub> O、HFC、PFC、SF <sub>6</sub>	第一種指定化学物質：オゾン層破壊物質
報告	生産量、消費量、その他省令で定める数量の実績を公表。	-	製造業者等はフロン類の回収量と破壊量を記録する必要がある。	国は毎年温室効果ガス排出量及び吸収量を算定し、公表する。 特定排出事業者は温室効果ガス排出量を国に報告する。	事業者が環境（大気・公共用水域・土壌）へ排出される量（排出量）、及び対象物質を含む廃棄物が事業所外へ移動される量（移動量）を報告。
輸出	特定物質を輸出する場合、輸出量とその他省令で定める数量を経済産業省に報告する。	-	-	-	-
輸入	特定物質を輸入する場合、外為法の規定により、輸入の承認を受ける義務がある。	承認を必要とする貨物を輸入する場合、経済産業大臣の承認を得る必要がある。	-	-	-

出典：各国内法を参照して作成



表 2-9 フロン類の破壊に関する制度の概要

	フロン回収・破壊法	家電リサイクル法	自動車リサイクル法
対象物質	フロン類：CFC、HCFC、HFC	特定物質：CFC、HCFC、HFC	フロン回収・破壊法と同じ
回収量の記録	フロン類回収業者	製造業者等	フロン類回収業者が自動車メーカーへ引き渡した量、再利用した量、年度末時点での保管量を報告
破壊量の記録	フロン類破壊業者	製造業者等（破壊を委託した量と破壊された量を含む）	—*
破壊施設に関する規定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フロン類の分解効率が99%以上で、排出口から排出されるガス中におけるフロン類の含有率が1ppm以下。</li> <li>・フロン類の分解効率が99.9%以上で、排出口から排出されるガス中におけるフロン類の含有率が15ppm以下であること。</li> </ul> ※フロン類の分解効率＝ $\left(1 - \frac{\text{フロン排出量}}{\text{フロン投入量}}\right) \times 100$	—*	フロン回収・破壊法と同じ

\*参照した国内法では、特段の規定が見当たらなかったもの。

出典：各国内法を参照して作成

2014年1月8日時点において、フロン類破壊業者として66施設が認定されている。日本での回収量の例として、フロン回収・破壊法におけるフロン類の回収量（再生量＋破壊量）と破壊量を以下に示す。

表 2-10 使用済み機器からのフロン類回収量（トン）

年度	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
CFC	338	298	292	348	241	197	146	163	138
HCFC	1,458	1,665	1,823	1,987	1,847	1,879	1,814	1,964	2,090
HFC	94	140	183	206	186	199	230	269	352
合計	1,889	2,102	2,298	2,542	2,273	2,276	2,190	2,396	2,579

\*小数点以下は四捨五入

表 2-11 フロン類回収量の中の破壊量（トン）

年度	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
CFC	264	247	212	283	195	186	115	142	105
HCFC	1,173	1,371	1,518	1,658	1,547	1,633	1,475	1,569	1,628
HFC	72	96	136	171	150	173	196	226	282
合計	1,509	1,714	1,866	2,112	1,891	1,991	1,787	1,937	2,016

\*小数点以下は四捨五入

日本の家電リサイクル、自動車リサイクルは全体システムとしては、世界的にも高いレベルで行われており、フロン類の分解も同様である。このような分解を行う設備インフラについて、当該国に建設することが出来れば日本がノウハウを有するオペレーションの活用を期待することができる。また、フロン類を含有する製品である冷蔵庫、エアコン、車などの製品については日系メーカーの得意とする領域であり、このリプレイスにつながることを考えると、社会システムを含めた事業全体が日本の技術活用と考える。

## (2) 米国、EU 等の先進国における取り組み

### ①EU

EUにおける使用済み機器は、電気電子機器については WEEE Directive 2008/98/EC、使用済み車については ELV Directive 2000/53/EC に従って回収が実施されている。回収したフロン類については、オゾン層破壊物質（CFC、HCFC 等）については ODS Regulation (EC) No.1005/2009、F-ガス（HFC 等）については F-gas Regulation (EC) No. 842/2006 の下で規制している。

ODS Regulation (EC) No.1005/2009 は ODS を含有する機器からの漏洩、放出を防ぐ措置を事業者に対して求めている。使用済み機器については、使用済み ODS 含有機器の解体処理等を行う前に ODS を回収し、破壊、或いは再生することとしている。特に附属書において、ODS 回収が義務となる機器を指定している。同法は EU 内の承認された破壊施設での破壊を目的とする場合、ODS の輸入を許可している。一方で、破壊処理のための輸出は禁止している。また、F-gas Regulation (EC) No. 842/2006 についても F-ガス（HFC 等）に関して同様の措置を規定している。2010 年時点において、EU 内では 23 施設がフロン類破壊のための許可を有しており、破壊能力は EU 全体で 145,000~225,000 トンであると見積もられている。

### ②米国

米国ではモントリオール議定書の批准を受けて、Clean Air Act (CAA) にオゾン層保護に関する事項が追加され、米国環境保護局 (US EPA) がオゾン層破壊物質削減に関する取組を主導して実施することとなった。CAA Section 608 において National Recycling and Emissions Reduction Program が策定され、ODS の安全な取扱いと放出の禁止が規定された。米国では 2009 年時点において 20 施設で ODS 破壊を実施しており、これらの施設は主に有害廃棄物焼却施設として稼働している。およそ半数はセメントキルンであり、その他、ロータリーキルン、流動床炉等となっている。

米国は国内での破壊を目的とする場合、海外からの ODS の輸入を許可しており、40 CFR Part 82 に規定されている。輸入を行う場合には、毎回申請を行い、破壊量について EPA に報告する仕組みとなっている。

## 2.2.3. 対象国での取り組み

### (1) 対象国でのフロン類の取り扱い状況

本プロジェクトの対象国であるタイ、マレーシア、インドネシアにおける、CFC、HCFC、及びHFCの削減の取り組み、及び使用状況を以下に取り纏める。

表 2-12 対象国でのフロン類の取り扱い状況

		タイ	マレーシア	インドネシア
共通	CFC	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 国内では生産していない。輸入のみ。</li> <li>● 冷凍用機器を中心に1995年までCFC-12の需要が急増。</li> <li>● 1995年にDIWがCFC-12の年次輸入割当制度を導入。</li> <li>● DIWの抑制策により1996年以後削減。</li> <li>● 2005年に製造業におけるCFCの使用禁止。</li> <li>● 2009年時点では、CFCの輸入量は141トン。</li> <li>● 2010年にサービスセクターにおけるCFCの使用禁止。</li> <li>● 現状ではCFCの扱いはほとんどないが、リサイクル品が400パーツ/kg程度で入手可能。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 国内では生産していない。輸入のみ。</li> <li>● 2001年にNational CFC Phaseout Planを策定。</li> <li>● 1993年にEnvironmental Quality (CFC及び発泡剤としてのその他のガスの使用禁止) Orderにより、エアゾール及びフォーム製造部門におけるCFCの使用を禁止。</li> <li>● 1994年からCFCの輸入割当制度を導入。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 国内では生産していない。輸入のみ。</li> <li>● 2002年にPhase-out Management Plan for CFCs (カーエアコンと冷蔵・冷凍セクター)を策定。</li> <li>● Environment Law 23/1997の元でODSの輸入を規制。</li> </ul>
	HCFC	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 国内では生産していない。輸入のみ。</li> <li>● HCFC-22がHCFCの消費量の増加の大部分を占める。</li> <li>● 2013年にHCFCの輸入割当制度を導入。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 国内では生産していない。輸入のみ。</li> <li>● 2011年にHCFC Phaseout Management Planを策定。</li> <li>● 2013年から輸入割当制度を導入。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 国内では生産していない。輸入のみ。</li> <li>● 1996年から2007年頃にかけてHCFCの消費量が急増。</li> <li>● 2006年からHCFCの輸入割当を実施。</li> <li>● 2011年にHCFCs Phase-out Management Planを策定。</li> <li>● 2015年からHCFCを使用する冷凍空調機器の輸入、製造、組み立てが禁止される予定。</li> </ul>
	HFC	<ul style="list-style-type: none"> <li>● World Bankの協力の下で、HFC-32への代替が促進。小型機器での使用を想定。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● HFC-32への代替が進められると想定される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● HFC-32への代替が進められると想定される。</li> </ul>

		タイ	マレーシア	インドネシア
家庭用機器	CFC	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1996年にはCFCを冷媒とした、家庭用冷蔵庫の生産と輸入を禁止(1997年より開始)。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1996年に家庭用冷蔵庫及び冷凍庫の製造施設は1996年末までにnon-CFC技術に転換。</li> <li>● 2000年の家庭用冷蔵庫の台数(出荷?)は380万台で、そのうち360万台がCFCを使用。</li> <li>●</li> </ul>	
	HCFC	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 国内では生産していない。輸入のみ。</li> <li>● 家庭用エアコンに使用される冷媒の約95%がHCFC-22。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ルームエアコンの冷媒用として使用されるHCFC-22がODS消費量の80%を占めている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2000年時点で、空調機器の製造においてはHCFC-22への代替が完了。</li> <li>● 冷蔵冷蔵機器の製造には主にHCFC-141bが使用されており、空調機器には主にHCFC-22が使用されている。</li> </ul>
	HFC	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1990年代半ばには全ての家庭用冷蔵/冷凍庫生産者は、主にHFC-134aに転換</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 日系メーカーはルームエアコンへのHFC-32搭載を表明している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現在、冷凍空調機器をHCFC-22からHFC-32へ転換する計画。</li> </ul>
産業機器	CFC	<ul style="list-style-type: none"> <li>● CFC-12が冷蔵倉庫・大型冷蔵システムで使用。</li> <li>● CFC-12は古いユニット(冷蔵トラック等)に限定。</li> <li>● 1993年以降に設置されたビル用チラーの大部分はCFC以外の冷媒を使用。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 業務用冷蔵庫には主にCFC-12が使用される。</li> <li>● チラーは1990年代半ばまではCFC-11が使用されていた。</li> <li>● 1999年からEnvironmental Quality (Refrigerant Management) Orderにより、チラー及び冷蔵システムの新たな設備におけるCFCの使用、CFC冷媒の放出を禁止。</li> <li>● 陳列ケースなどは継続してCFCが使用される。</li> <li>●</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2007年のフェーズアウト完了に向けて、2001年にCFC Phase-out Planが策定された。</li> </ul>
	HCFC	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2004年頃までに業務用冷凍冷蔵機器のHCFCへの代替が完了。</li> <li>● HCFC総消費量(ODPトン)の約66%が冷凍空調機器及び断熱材の製造部門で使用。</li> <li>● HCFC-22が冷蔵倉庫・大型冷蔵システムで使用。</li> <li>● 業務用エアコンに使用される冷媒の約95%がHCFC-22。</li> <li>● スーパーマーケットの冷蔵システムではHCFC-22が依然として多い(一部大手ではHFCへの転換が進む)。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1990年代以降、新たな業務用冷蔵器の大部分はHCFC-22を冷媒として、使用(大型冷蔵機器の場合)。</li> <li>● 大型のチラー等はHCFC-123導入以降に拡大した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2000年時点で、空調機器の製造においてはHCFC-22への代替が完了。</li> <li>● 現在、冷凍空調機器のHCFC-22からHFC-32へ転換する計画。</li> <li>● 冷蔵冷蔵機器の製造には主にHCFC-141bが使用されており、空調機器には主にHCFC-22が使用されている。</li> </ul>

		タイ	マレーシア	インドネシア
	HFC	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 標準的なユニット式業務用冷蔵庫/冷凍庫には HFC-134a/HFC-404A を使用。</li> <li>● HFC-134a、HFC-404A が冷蔵倉庫・大型冷蔵システムで使用。</li> <li>● HFC-134a (CFC-12 の代替)、R-404a (R-502 の代替) が冷蔵トラックの冷媒として使用。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 業務用冷蔵庫では、大部分において HFC-134a と R-404a を使用している。</li> <li>● コールドチェーン冷蔵の場合には、R-404a と R-507 が使用される。</li> </ul>	
カー エ ア コ ン	CFC		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2000 年において、カーエアコンサービス産業における CFC 使用量は、同国の CFC ユーザーの中で群を抜いて多かった。</li> </ul>	
	HCFC			
	HFC	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1996 年以降、新車両に HFC-134a を冷媒としたカーエアコンを設置することで産業界と合意。2007 年に代替が完了。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1995 年に新車への搭載分について、CFC-12 から HFC-123a に転換開始。1997 年に大部分が HFC-134a に転換。</li> </ul>	

出典：平成 24 年度環境問題対策調査等（フロンガスの分布及び回収・破壊方法に関する国際調査事業）（平成 25 年 3 月）（株式会社野村総合研究所、経産省委託事業）

## (2) タイのフロン類の使用状況

タイにおける部門別 CFC、及び HCFC の消費状況は以下の通りである。

表 2-13 CFC の部門別消費量 (2000 年) 単位：トン (かっこ内は%)

	CFC-11	CFC-12	CFC-113	CFC-115
エアゾール	5 (0.4)	25 (1.2)	—	—
断熱材	<b>1,055 (82)</b>	—	—	—
冷凍空調 (機器製造)	97 (7.5)	106 (5.2)	—	—
冷凍空調 (サービス)	130 (10)	163 (7.9)	—	<b>0.82 (53)</b>
カーエアコン (サービス)	—	<b>1,760 (86)</b>	—	—
接点洗浄剤	—	—	20 (24)	—
コンプレッサー製造	—	—	<b>46 (55)</b>	—
医薬品製造	—	—	2.5 (2.9)	—
光学レンズ製造	—	—	4 (4.8)	—
電子機器製造	—	—	11.5 (14)	—
温度自動調節機器製造	—	—	—	0.72 (47)
合計	1,287	2,054	84	1.54

出典：Thailand National CFC Phaseout Plan (35<sup>th</sup> Meeting Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol)

表 2-14 HCFC の消費量の推移 (単位：上段トン、下段%)

	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
HCFC-22	11,811.2 (83)	11,401.5 (82)	12,611.5 (88)	12,544.2 (86)	11,276.5 (85)	14,780.7 (88)
HCFC-141b	2,029.1 (14)	1,943.4 (14)	1,608.7 (11)	1,841.6 (13)	1,810.4 (14)	1,921.5 (11)
HCFC-123	64.7 (0.5)	156.1 (1.1)	97.6 (0.7)	145.6 (1.0)	179.3 (1.3)	140.2 (0.8)
HCFC-124	1.7 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1.9 (0.0)	0 (0.0)	6.8 (0.0)
HCFC-142b	64.4 (0.5)	39.4 (0.3)	6.5 (0.0)	3.6 (0.0)	3.6 (0.0)	0.0 (0.0)
HCFC-225	316.3 (2.2)	329.1 (2.4)	0.0 (0.0)	69.0 (0.5)	68.6 (0.5)	40.7 (0.2)
計	14,288	13,869	14,324	14,606	13,338	16,890

出典：Thailand National HCFC Phaseout Plan (66<sup>th</sup> Meeting Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol)

表 2-15 セクター別 HCFC 消費量

項目	物質	2009 年 (トン)	2010 年 (トン)	Baseline (トン)	割合%
冷凍空調機器の製造	HCFC-22	312.79	484.28	398.5	43
チラー導入時	HCFC-123	1.04	1.04	1.1	0.5
ポリウレタンの製造	HCFC-141b	178.09	189.53	183.8	20
溶剤 (洗浄)	HCFC-141b	21.12	21.78	21.5	2
溶剤 (試験用)	HCFC-225	3.41	1.2	2.3	0.5
製造業全体		516.45	697.83	607.2	66
サービスセクター	HCFC-22	308.71	329.16	318.9	34
	HCFC-123	1.42	1.46	1.5	0
サービスセクター全体		310.13	330.62	320.4	34
合計		826.58	1028.45	927.6	100

出典：Thailand National HCFC Phaseout Plan (66<sup>th</sup> Meeting Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol)

タイでは 2012 年に HCFC Phase-out Management Plan を定めており、2015 年までをステージ I としている。ステージ I での計画内容は以下の通りである。

- 発泡剤メーカー185 社と、ローカルの家庭用エアコンメーカー14 社について、non-HCFC 技術への転換を進める。エアコンについては HFC-410A へ転換を進める。
- コンプレッサー製造業者が商業用冷凍冷蔵機器向けの低 GWP コンプレッサーを開発するための技術的支援、及びエアコンメーカーがタイの建物における Energy Efficiency Initiative を達成するための支援を実施。
  - ・ バンコク都 (BMA) において低 GWP 空調システムの普及と HCFC を使用した空調機器の導入禁止のための取り組みを実施。(Green Energy for Low Carbon Growth Project の一環として)
  - ・ オゾン層保護と温暖化防止に関する啓発活動
  - ・ Non-HCFC 機器の普及を促進するため、政府の Energy Efficiency Subsidy Program より助成
  - ・ ステージ I において実施するサブプロジェクトを 150 社程度から公募

### (3) マレーシアのフロン類の使用状況

マレーシアにおける部門別 CFC、及び HCFC の消費状況は以下の通りである。

表 2-16 CFC の部門別消費量 (2000 年) 単位：トン (カッコ内は%)

	CFC-11	CFC-12	CFC-113	CFC-115
エアゾール	20 (3.4)	—	—	—
断熱材	<b>351 (60)</b>	—	—	—
冷凍空調 (機器製造)	139 (23.6)	35 (2.4)	—	0.8 (3.8)
冷凍空調 (サービス)	77 (13)	155 (10.4)	—	20 (96.2)
カーエアコン (サービス)	—	<b>1,300 (87.2)</b>	—	—
溶剤 (洗浄)	—	—	3.15 (100)	—
合計	587	1,490	3.15	20.8

出典：Malaysia National CFC Phaseout Plan (35<sup>th</sup> Meeting Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol)

表 2-17 HCFC の消費量の推移 (2007 年～2012 年、トン)

	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
HCFC-22	4,471.00	6,255.00	6,455.58	6,167.26	7,635.02
HCFC-141b	1,206.00	1,335.00	1,620.21	1,242.06	2,869.16
HCFC-123	106.00	68.00	45.31	33.70	64.29
HCFC-141	0.00	0.00	26.75	80.00	0.00
HCFC-142b	35.56	4.20	20.00	1.80	0.00
HCFC-21	5.80	37.20	0.00	0.00	0.00
HCFC-225	3.40	0.67	1.55	1.08	1.18

出典：Malaysia National HCFC Phaseout Plan (71<sup>th</sup> Meeting Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol)

表 2-18 セクター別 HCFC 消費量 (2009 年、トン)

項目	HCFC-22	HCFC-141b	その他	合計	割合%
製造業					
ポリウレタン	-	1,335	-	1,355	17.3
空調機器	1,915	-	21	1,936	25.1
冷蔵冷凍機器	330	-	20	350	4.5
消火剤	-	-	13	13	0.2
ポリスチレン	6	-	4	10	0.2
溶剤	-	-	1	1	0.0
サービスセクター	4,004	-	51	4,055	52.7
合計	6,255	1,355	110	7,700	100

出典：Malaysia National HCFC Phaseout Plan (65<sup>th</sup> Meeting Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol)

マレーシアでは 2011 年～2015 年を HCFC Phase-out Management Plan (HPMP) のステージ I としており、主な実施事項は以下の通りである。

- HCFC を使用する産業機器を、ノンフロン・低 GHG の機器に変換する。
- HCFC 消費量を抑制するための、サービスセクターへの支援を実施。



- ・ 10 箇所の Training and Refrigerant Management Center において、Containment、Recovery、及び Reclamation を行う。TRMC は mini-reclaim unit を 1 機配布される。
  - ・ TRMC で技術者に対して訓練を行い、recovery unit を 60 台配布する。また、回収済みのフロンに対して reclamation service を提供する。
  - ・ Pilot retrofitting/replacement programme の実施。空調機器の大口利用者である apartment complex と commercial air conditioning、冷蔵機器の大口利用者である cold storage と supermarket に対して、HCFC 利用機器からの切り替えを行うための補助金を支給する。
  - ・ 冷凍、空調機器のメーカーについては、ステージ I の対象外となっている。(代替技術が確立していないため)
- HCFC 削減のための技術的支援、教育、啓蒙の実施。
  - HCFC 削減のための規制の実施。

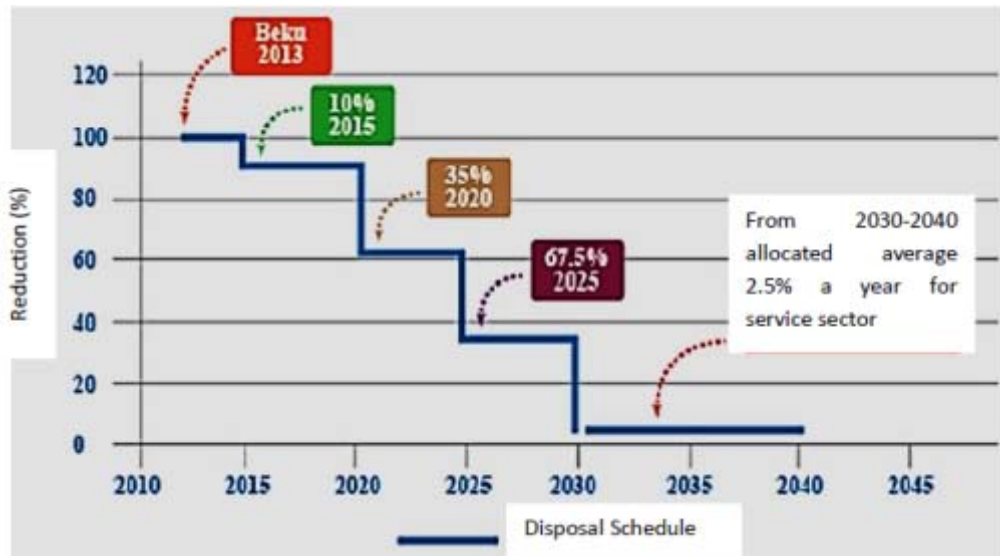
2015 年～2020 年のステージ II では、製造業セクターにおける HCFC 使用の全廃、サービスセクターでの HCFC 使用量の削減、規制の実施、モニタリング等が計画されている。2020 年以降はさらにサービスセクターでの HCFC 使用量の削減が計画されている。HPMP ステージ I の実施状況について、第 71 回締約国会議で以下の通り報告されている。

- 国内のポリウレタン製造メーカー13社のHCFC-141bからシクロペンタン利用技術への転換を進めており、94.60DS トンの削減効果が見込まれる。
- 冷蔵冷凍・空調機器の設計、運転、メンテナンスを対象とした指導者養成訓練 (train the trainer session) が実施された。また、UNDP の予算の下で、10 セットの mini reclamation unit と、30 セットの recovery unit を調達中である。これらは refrigerant management centres と民間企業に配布される。
- 2013 年 1 月から、HCFC の輸入割当制度が開始された。2013 年は 515.80DS トン分の輸入許可が発行されている。

また、今後 (2014 年～2015 年) の実施事項として、以下の計画がある。

- ポリウレタンセクターの技術転換の支援
- サービスセクター等への訓練の継続
- HFC-32 を使用した冷蔵冷凍・空調機器への転換を進めるための、技術者と消費者向けパイロットプロジェクトの実施

その他にも、authorities training centre を 26 箇所に拡大し、HCFC に関するトレーニングを実施する等計画されている。



出典：UM 提供資料

図 2-7 マレーシアの HCFC 削減スケジュール

#### (4) インドネシアでの取り組み

インドネシアにおける部門別 CFC、及び HCFC の消費状況は以下の通りである。

表 2-19 CFC の部門別消費量 (2000 年、ODP トン)

	CFC-11	CFC-12	その他の CFC	合計
冷凍冷蔵機器製造	674	591	10	1,275
冷凍冷蔵機器サービス	0	905	23	928
カーエアコンサービス	0	262	0	262
チラーサービス	35	35	5	75
合計	709	1,793	38	2,540

出典：Indonesia CFC Phaseout Plan (38<sup>th</sup> Meeting Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol)

表 2-20 HCFC の消費量の推移 (2005 年～2009 年、トン)

	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年
HCFC-22	2,339.9	2,387.8	3,094.0	3,668.4	4,327.0
HCFC-141b	1,635.8	1,526.0	1,007.5	874.2	1,186.0
HCFC-123		34.7	288.4	91.5	318.0
HCFC-124			0.1		0.1
HCFC-225			0.5	1.4	0.6
Total	3,975.7	3,948.5	4,390.4	4,635.5	5,831.7

出典：Indonesia HCFC Phaseout Plan (64<sup>th</sup> Meeting Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol)

表 2-21 セクター別 HCFC 消費量 (2009 年、ODP トン)

セクター	HCFC-22	HCFC-141b	その他	合計
製造業セクター				
空調機器	32.30	-	-	32.30
冷凍冷蔵機器	9.08	45.43	-	54.51
消火剤	-	-	3.04	3.04
発泡剤	-	85.03	-	85.03
溶剤	-	-	-	-
サービスセクター	196.61	-	3.32	199.93
Total	237.99	130.46	6.36	374.81

出典：Indonesia HCFC Phaseout Plan (64<sup>th</sup> Meeting Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol)

インドネシアは 2011 年に HCFC `Phase-out Management Plan を策定しており、2015 年までをステージ I としている。ステージ I では主に製造段階での削減を目的としており、サービスセクターは 2015 年以降のステージ II において取り組まれる予定となっている。ステージ I における計画内容は以下の通りである。

- 2015 年までに冷凍冷蔵・空調機器使用における HCFC-22 の使用量を 0 とするため、製造機器の転換を進める。
- 2015 年までに商業用冷凍冷蔵機器、輸送用冷凍冷蔵機器等に使用される HCFC-141b の使用量を 0 とするため、技術転換を進める。
- 代替技術等の技術情報の提供、意識啓発活動等

## (5) その他

現在、京都議定書の下で、附属書 I 国のみ温室効果ガスのインベントリー作成を行っているが、COP16 のカンクン合意により、非附属書 I 国についても、隔年のインベントリー (Biennial Updated Report, BUR) が作成される事となった。また、COP17 において、最初の BUR は 2014 年 12 月までに作成されることと決まった。

また、UNFCCC が USAID や WGIA 等と共同で SEA GHG Project (Phase1: 2008-2010、Phase2: 2011-2014) を実施し、東南アジアにおける温室効果ガスインベントリーのキャパビルを行っている。参加国はカンボジア、マレーシア、パプアニューギニア、フィリピン、タイ、ベトナムの 6 ヶ国である。ただし、農業や森林利用による温室効果ガス排出量のインベントリーにフォーカスしており、E-waste については特別な活動は行われていない。

### 3. 対象物の状況調査

#### 3.1. タイにおける対象物の状況

##### 3.1.1. フロン類含有製品の状況

###### (1) 家庭用機器の普及状況

タイではルームエアコン、家庭用冷蔵庫、一部のマルチタイプのオフィス用空調を生産しているが、その他のチラーなどの大型機器は輸入している。家庭用エアコンについては、2013年時点で37社のメーカーが存在し、三菱、サムソン、ダイキン、LG、及びSAIJO DENKIの製品で市場の半分を占めている状況である。統計手法により数値には若干のばらつきがあるが、エアコンについて、近年では生産台数は600～800万台/年、国内販売分は150～250万台/年程度であると想定される。電気冷蔵庫については、生産台数は350～500万台、国内販売分は100万台/年程度と想定される。

表 3-1 タイにおける家庭用空調機器の製造・販売状況

(単位：千台)

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
<b>PCD が 2012 年に実施した調査結果</b>								
生産台数	-	-	7,089	7,908	5,809	8,419	-	-
輸入台数	-	-	604	411	352	602	-	-
輸出台数	-	-	7,125	6,669	4,424	7,192	-	-
国内販売台数	-	-	568	1,650	1,737	1,829	-	-
<b>タイ Electric and Electronics Institute がウェブで公表しているデータ</b>								
生産台数	-	3,895	5,291	6,484	4,864	7,232	6,887	8,607
国内販売台数	-	1,330	1,927	2,032	1,568	2,410	2,046	2,595
<b>アジア太平洋研究所「アジア白物家電市場と日系家電メーカーの取組」のデータ</b>								
需要推計	600	630	660	685	667	-	-	-
生産台数	6,235	6,664	8,390	6,484	6,210	-	-	-
輸出台数	5,125	5,347	7,641	7,577	5,924	-	-	-
輸入台数	240	253	374	373	343	-	-	-
<b>冷凍空調工業会「世界のエアコン需要推定（2013年4月）」</b>								
ウィンド <sup>o</sup> 型 需要	-	-	-	-	-	13	9	9
セパ <sup>o</sup> レート型 需要	-	-	-	-	-	944	846	959
需要合計	-	-	660	685	698	957	855	965

表 3-2 タイにおける冷凍冷蔵庫の製造・販売状況

(単位：千台)

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
<b>PCD が 2012 年に実施した調査結果</b>								
生産台数	-	-	4,455	5,093	4,736	5,656	-	-
輸入台数	-	-	67	69	56	91	-	-
輸出台数	-	-	3,048	3,610	3,158	4,027	-	-
国内販売台数	-	-	1,167	1,401	1,392	1,630	-	-
<b>アジア太平洋研究所「アジア白物家電市場と日系家電メーカーの取組」のデータ</b>								
需要推計	1,209	1,230	1,260	1,260	1,200			
生産台数	4,030	4,605	5,214	3,606	3,338			
輸出台数	3,429	3,489	5,049	4,468	4,171			
輸入台数	56	38	52	51	49			

タイ国内での冷蔵庫、エアコンの新品購入の割合は 95%と高く、中古品の購入は少なくなってきた状況にある。2009 年時点でのエアコン、冷蔵庫の世帯普及率<sup>1</sup>はそれぞれ 13.6%、及び 87.3%となっている。また、2012 年度に、PCD が 2007 年～2010 年における家庭用空調機器、及び冷凍冷蔵庫に関する調査を実施しており、その結果によると、それぞれ 40%、及び 95%と伸びている。PCD による調査の結果を以下に示す。

表 3-3 タイの空調機器、冷凍冷蔵庫の普及状況

	所有率/世帯 (%)	使用年数 (年)	所有台数/世帯 (台)
空調機器	40	5	0.5
冷凍冷蔵庫	95	6-7	1.3

出典：PCD からの提供資料より作成

**(2) 産業機器の普及状況**

タイにおけるパッケージエアコン（業務用で中・大型のセパレート型エアコン、リモートコンデンサ型、シングルパッケージ型のエアコン、及びビル用マルチシステム）の需要推計が冷凍空調工業会により実施されており、その結果は以下の通りとなっている。

表 3-4 パッケージエアコンの需要推定

(単位：千台)

	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
需要推計	63	71	62	77	78	82

出典：冷凍空調工業会「世界のエアコン需要推定（2013年4月）」

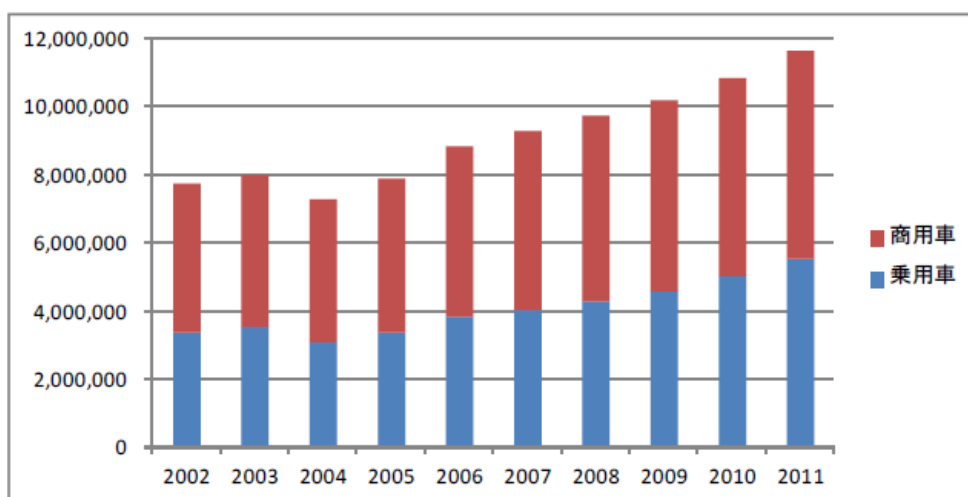
<sup>1</sup>経済産業省委託事業：インドネシアにおける銅製錬所を活用した非鉄金属リサイクル事業に関する実施可能性調査（平成 24 年 2 月）のデータ。ただし、同年のチュラロンコン大学の調査結果（1,529 人対象）では、エアコンの普及率は 55%、冷蔵庫の普及率は 96.5%となっており、調査方法により結果が異なっている。

ただし、同協会の海外冷凍空調機器受給統計において冷凍空調機器の生産・輸出・輸入台数を各国の生産統計、輸出統計、及び輸入統計に基づいて取り纏めているが、チラーやターボ冷凍機等の業務用空調機器、及び輸送用冷凍冷蔵ユニットやショーケース等の業務用冷凍冷蔵機器の統計データは入手不可とされている。以上の点から、産業機器の普及状況について、まとまった統計データはないものと想定される。

### (3) 自動車の普及状況

タイは東南アジアの中で自動車生産台数と自動車販売台数が最も多い国である。タイにおける自動車の保有台数は下図の通りと想定される。タイでは製造から20年以上経過した車両も日常的に使われており、30年程度使用される場合もある。

タイの新車販売では、日本車が91%のシェアを占めている。上位5社が日本車ブランドで、これら5社で自動車市場の86.1%に達している。



(資料) タイ運輸省資料

出典：経済産業省 平成23年度「タイ国等における自動車排ガス触媒からのレアメタル（白金族）リサイクルに関する事業化可能性調査事業」

図 3-1 タイの自動車保有台数の推移

表 3-5 ブランド別新車販売実績 (単位：千台)

順位	ブランド	2004年	2005年	2006年		2011年*	
				台数	シェア	台数	シェア
1	トヨタ	233.8	277.8	289.1	42.4%	290	36.5
2	いすゞ	150.4	177.0	179.3	26.3%	132	16.6
3	ホンダ	75.0	58.5	66.6	9.8%	84	10.6
4	日産	45.7	40.3	30.3	4.4%	69	8.7
5	三菱	35.6	45.3	29.7	4.4%	65	8.2
6	GM	17.3	33.9	29.6	4.3%	41	5.2
7	Ford	20.5	21.8	18.5	2.7%	-	-
8	マツダ	17.5	19.5	16.7	2.4%	-	-
9	日野	9.9	8.7	7.8	1.1%	-	-
10	メルセデス ベンツ	5.3	5.5	3.9	0.6%	-	-
-	その他	17.0	15.0	10.7	1.6%	-	-
-	Total	628.0	703.4	682.2	100%	794	100%

出典：平成19年度アジア産業基盤強化等事業（自動車リサイクル等調査）（平成20年2月）

\*2011年 世界主要国の自動車生産・販売動向（ジェトロ）

### 3.1.2. 対象物の保有者の情報

表 3-6 はタイにおける名目 GDP の産業別構成比を地域別に示している。この表から、タイの経済規模の42%はバンコク都周辺に集中しており、次いで東部地域（15.6%）となっていることがわかる。東部には自動車産業や化学産業が集積している。また、中部は製造業の構成比が高くなっており、自動車産業や家電メーカーが集積している地域である。

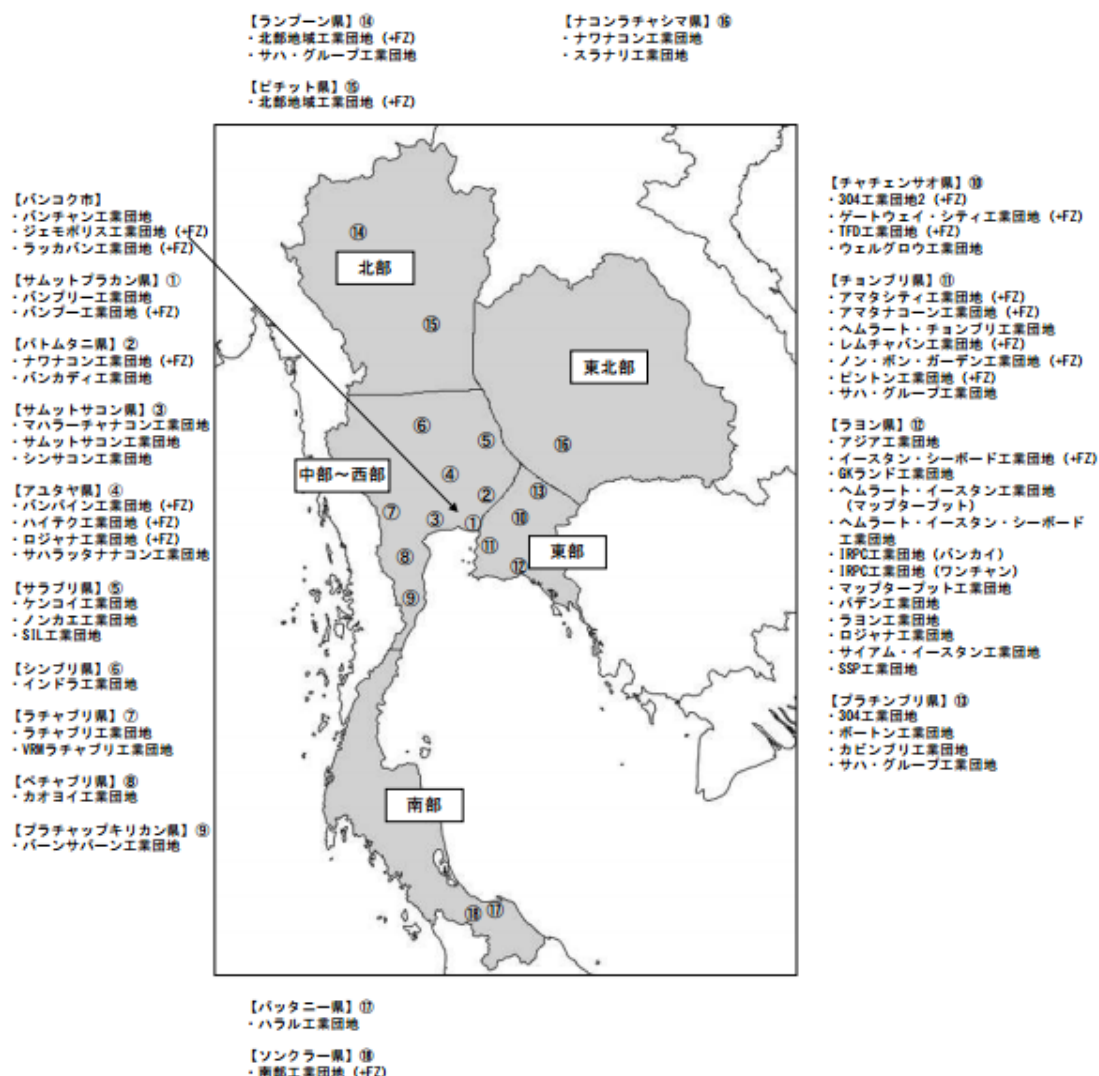
表 3-6 タイにおける名目 GDP の産業別構成比（地域別）

	全国	首都 及び 周辺部	東部	東北部	南部	北部	中部	西部
全体	100.0%	42.0%	15.6%	11.5%	9.6%	9.4%	7.6%	4.3%
第1次産業	11.5%	0.5%	1.1%	2.5%	3.3%	2.4%	0.6%	1.0%
農業、林業	10.3%	0.3%	0.9%	2.4%	2.7%	2.4%	0.6%	1.0%
漁業	1.2%	0.2%	0.2%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	0.1%
第2次産業	43.3%	18.3%	10.9%	2.7%	2.0%	2.6%	5.4%	1.5%
鉱業	3.4%	0.0%	2.3%	0.1%	0.3%	0.5%	0.1%	0.1%
製造業	34.2%	16.3%	7.4%	1.8%	1.2%	1.6%	4.9%	0.9%
公益業	3.1%	0.9%	0.9%	0.2%	0.2%	0.2%	0.3%	0.4%
建設業	2.7%	1.1%	0.3%	0.5%	0.3%	0.3%	0.1%	0.1%
第3次産業	45.2%	23.1%	3.6%	6.4%	4.3%	4.4%	1.7%	1.8%
卸売・小売	14.1%	7.0%	1.3%	2.3%	1.0%	1.4%	0.5%	0.6%
ホテル・レストラン	4.9%	3.4%	0.3%	0.1%	0.6%	0.2%	0.1%	0.1%
輸送・通信	7.2%	4.7%	0.8%	0.4%	0.5%	0.3%	0.2%	0.2%
金融	4.1%	2.6%	0.2%	0.4%	0.3%	0.3%	0.1%	0.1%
不動産	2.4%	1.1%	0.2%	0.3%	0.3%	0.3%	0.2%	0.1%
公共・防衛	4.6%	1.9%	0.4%	0.7%	0.5%	0.6%	0.3%	0.2%
教育	4.6%	0.8%	0.3%	1.5%	0.7%	0.8%	0.2%	0.2%
その他	3.4%	1.5%	0.2%	0.5%	0.4%	0.4%	0.2%	0.2%

（出所）NESDB 統計より作成

出典：国際協力銀行「タイの投資環境（2012年10月）」

下図はタイ国内の工業団地の分布図を示している。この図からも、バンコク都周辺、東部、中部地域に工業団地が多数存在することがわかる。



(注) 工業団地名に (+FZ) が付いているのは一般加工区に加えて免税区を併設しているもの。

(出所) BOI 資料より作成

出典：国際協力銀行「タイの投資環境（2012年10月）」

図 3-2 タイ国内の工業団地の分布

また、バンコク都周辺地域では製造業に加え、卸売・小売、ホテル・レストラン等の第3次産業も集積している。これは、人口がバンコク都に集中しており、観光客等も多いためであると考えられる。バンコク都周辺の一人当たりの月平均所得は、全国平均の約2.6倍の水準となっている。また、バンコク都には伊勢丹や東急などの日系百貨店や、セントラルワールド、サイアムパラゴン等の大型商業施設が多数立地している。

以上の点から、本プロジェクトの対象となる機器もバンコク都周辺を中心に東部・中部等にも集積しているものと想定される。



### 3.1.3. 廃棄後の処理の概況

#### (1) 家庭用機器の廃棄までのフロー

タイにおいては、エアコンは生活必需品の中では高価な製品であるため、修理を繰り返して使用される。家庭やオフィスでは、主に零細のメンテナンス業者が冷媒の再充填を行っている。再充填を行う際に漏洩するフロンは回収されていない。メーカーのサービスセンターも存在するが、市民の生活レベルでは零細メンテナンス業者に依頼することが多く、オフィス等の場合には保証期間内はサービスセンターに依頼し、保証期間後は民間や零細の業者に依頼することが多い。サービスセンターは純正の部品を使用するため、零細業者に比べて修理コストが高くなるためである。

製品が劣化して再利用できなくなると、リアカーによる廃品回収や中古品買取店へ売却される。その際、リサイクル可能な有価な部品は取り外され、スクラップ業者等に売却され、フロンは大気放出されていると想定される。このようなインフォーマル業者による買取価格<sup>2</sup>はエアコン S 約 1,700 円、エアコン L 約 2,000 円、冷蔵庫小約 550 円、冷蔵庫大 約 750 程度である。一般ごみとして排出も可能であり、そのような場合には処理責任は自治体にあるが、適正な廃棄処理が十分になされていないのが現状と言われている。以上のように、タイでは家庭用機器のフォーマルな回収ルートは構築されておらず、使用済み製品からのフロン回収もほとんど行われていない。また、商習慣としても、大型の小売店を含め、小売店が新商品と交換で回収する等のテイクバックの仕組みはできていない。

その他、タイ独自の使用済み家電の回収ルートとして、寺院における回収と売却がある。ノンタブリ県のある寺院では廃品（衣類、什器等）を寄付として集め、売却し、利益を寺院の運営に利用しており、回収品目には冷蔵庫やエアコンも含まれている。

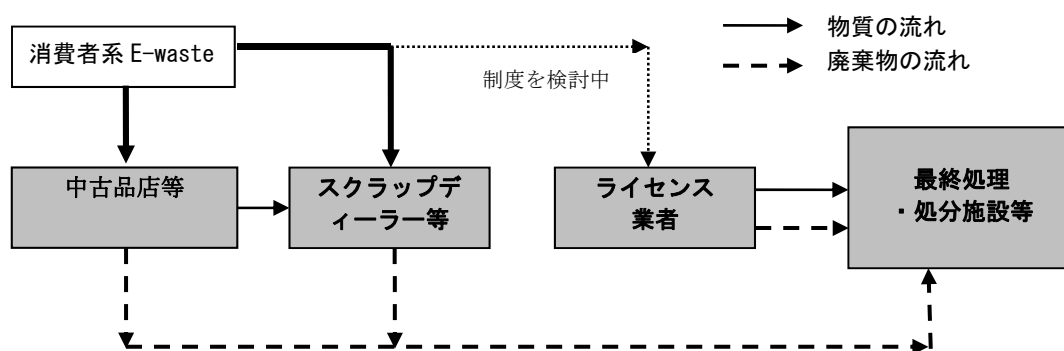


図 3-3 タイにおける消費者系 E-waste フローの現状

<sup>2</sup> 経済産業省委託事業：タイ国における電気・電子機器廃棄物のリサイクル事業に関する実施可能性調査（平成 24 年 2 月）から引用。

表 3-7 タイの使用済み空調機器、冷凍冷蔵庫の処分方法

処理方法	空調機器 (%)	冷凍冷蔵庫 (%)
売却	67	65
退蔵	18	18
一般ごみとして処分	9	9
その他	6	8

出典：PCD からの提供資料より作成

## (2) 産業機器の廃棄後の流れ

工場から排出される廃棄物の場合には工場法が適用されることから、ライセンス 105（廃棄物の分別・埋立処分を行う施設）、或いはライセンス 106（廃棄物を再使用・リサイクルする施設）を有する施設に処理を委託する必要がある。実際に、外資系企業等の一部の企業は 106 等のライセンスを有する事業者等に処理を委託している。ただし、事前にフロンが抜かれている場合もある。商業施設で使用される機器の廃棄後の流れについては、今後も継続して調査が必要である。

## (3) 自動車の廃棄後の流れ

タイでは個人間取引での中古車販売が多く、中古車販売業者の多くは、自社で買い取った車両に加え、個人間取引の仲介も行っているといわれる。中古車に対する高い需要に支えられ、中古車の取り引き価格は比較的高いとされている。タイ国内で自動車は、長いものでは 30 年間にもわたって利用され続けるといわれている。

タイ国内の自動車保有者は、補修や部品の交換を繰り返し、自動車を可能な限り利用し続けると言われている。走行が困難になった自動車については、他の自動車の修理を行うための部品取り車両としても利用可能であり、売買される。

カーエアコンについては、メンテナンス時には、カーエアコンから冷媒を一度抜いてから再充填している。小規模中古部品店が自動車を分解・解体した際のカーエアコンからのフロンは大気中に放出されているのが現状である。タイでは日本のような車検システムやリサイクルシステムが構築されていないため、フロンを使用する車が残っている状況にある。

### 3.1.4. 対象物の廃棄量

#### (1) 家庭用機器に関する統計

タイでの E-waste に関する統計データについては、工場発生は DIW、家庭発生（DIW 管轄外）は PCD が管轄となる。また、バンコク都（BMA）等の自治体も、ショッピングセンター等を含む地域内のデータを把握していると想定される。PCD の E-waste に関する調査結果を示す。冷蔵庫は家庭用のみ、エアコンは家庭用とオフィス用で 40,000BTU 以下のものが対象となっている。

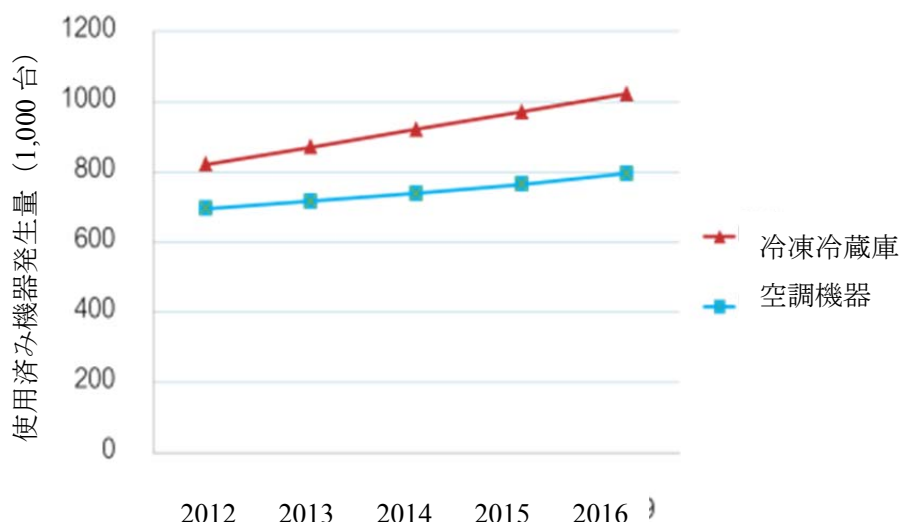
表 3-8 家庭用 E-waste 発生量

	エアコン		冷蔵庫	
	トン	ユニット	トン	ユニット
2007 年	60,211.45		52,914.98	
2013 年 (予測)		717,000		872,000
2019 年 (予測)	93,926.4	911,000	791,595.0	1,174,000
2020 年 (予測)		949,000		1,223,000
2025 年 (予測)		1,106,000		1,444,000

出典：2007 年値 (PCD 調査結果)

重量予測値 (経済産業省委託事業：インドネシアにおける銅製錬所を活用した非鉄金属リサイクル事業に関する実施可能性調査 (平成 24 年 2 月))

ユニット予測値 (EEI プレゼン資料)



出典：PCD からの提供資料

図 3-4 使用済み冷凍冷蔵・空調機器の発生量予測 (2012 年実施)

## (2) 産業機器に関する統計

近年のデータについては、普及状況に関する情報が不十分であることから、廃棄量に関する既存統計データはないものと想定される。2000 年の CFC Phaseout Plan 策定時に、CFC を使用する産業機器のベースラインデータが収集されている。ただし、その後 10 年以上経過していることから、多くの機器は代替されたものと想定される。2000 年に収集された情報は以下の通りである。

- ▶ 約 1,400 ユニットのチラーが CFC (主に CFC-11、一部 CFC-12) を冷媒として使用しており、約 76%は容量が 300~500 トン以上で、使用年数は 6~37 年。約 42%が織物等の生産工程、19%がホテル、18%がデパート、18%がオフィス、残りは病院や国営企業等。また、大部分はバンコク都に設置されている。
- ▶ 業務用冷蔵庫の平均製品寿命は約 7 年であり、全ユニットの 15%が年に 1 回の冷媒補充を実施している。年間の生産台数は 22 万ユニット、市中稼働台数は約 150 万ユ

ユニットで、内約 30 万ユニットには HFC-134a が冷媒として使用されている。平均充填量は 0.6kg/ユニットとなっている。

表 3-9 CFC を使用する業務用冷凍冷蔵機器のストック量（2000 年時）

対象機器	ストック量	初期充填量	充填頻度	製品寿命
商業用冷凍冷蔵機器	1,500,000台	0.6 kg/unit	年間15%	5-7年
冷凍冷蔵倉庫	1,000台	10 kg/unit	年間50%	20 年
水冷チラー	1400台	400-500 kg/unit	年間20%	20-30年
冷凍冷蔵コンテナ	10,000台	5kg/unit	年間50%	20年

出典：Thailand National CFC Phaseout Plan

### (3) 自動車に関する統計

平成 23 年度に実施された経済産業省「タイ国等における自動車排ガス触媒からのレアメタル（白金族）リサイクルに関する事業化可能性調査事業」による廃車台数の推計によると、乗用車の廃車台数は平均（2003 年～2011 年）で 1.7 万台、商用車についても平均（2003 年～2011 年）で 1.7 万台と推計されている。また、2000 年の CFC Phaseout Plan 策定時のベースライン調査結果は以下の通りとなっている。

表 3-10 CFC を使用する車両のストック量（2000 年）

対象機器	ストック量	初期充填量	充填頻度	製品寿命
カーエアコン、バス用エアコン	2,546,070 台	0.8-5kg/unit	下表参照	8-10 年

出典：Thailand National CFC Phaseout Plan

表 3-11 CFC を使用する車両のサービスに関するデータ（2000 年）

車両の種類	台数	サービス時の充填量 (kg)	充填頻度 (年間)	CFC-12消費量 (kg/年)
乗用車	2,467,448	0.4	1	986,979
タクシー	40,634	0.8	4	130,029
国営バス	1,130	1.86	12	25,222
民間バス	19,977	1.86	12	445,887
観光バス	3,974	1.86	12	88,700
個人所有バス	3,230	1.86	12	72,094
トラック	9,677	1.5	1	14,516
合計	2,546,070			1,763,425

出典：Thailand National CFC Phaseout Plan

### 3.1.5. フロン類の推計

#### (1) 家庭用機器由来のフロンに関する推計

フロンの排出量については、現地での関係者への聞き取り調査の結果、タイにおけるフロン類の既存データは存在しない様子である。E-waste に関する推計は行われているが、各使用済機器にフロンがどの程度含まれているかは把握されていない。以上の点から、既存の家庭用エアコン、及び家庭用冷蔵庫に関する 2013 年の E-waste 発生量と、日本が過去に実施したフロン類回収対象量の推計手法を参照して、以下の通り使用済機器中のフロン類量を推計する。前述した冷媒フロン回収対象量の推計式の内、式 3 を使って推計を行う。

#### 式 3

(x 年後の冷媒フロン回収対象量④) = (x 年後の機器廃棄台数①) × (x 年後の 1 台あたりの冷媒フロン回収対象量⑤)

ここで、①x 年後の機器廃棄台数は E-waste 発生量推計値を使用する。⑤x 年後の 1 台あたりの冷媒フロン回収対象量は 1 台あたりの初期充填量の内、50%が廃棄段階まで残留していると仮定する。初期充填量は以下に示す日本での値を参照する。

機器名	平均使用年数 (年)	平均冷媒フロン充填量 (グラム)	冷媒フロンの種類と主用機器出荷時期 (年次)		
			CFC	HCFC	HFC
ルームエアコン	12	800	—	～2002	1998～
家庭用冷蔵庫	12.3	150	～1995	1989～1995	1993～

#### <ルームエアコン>

①2013 年における E-waste 発生予測量：717,000 ユニット

⑤初期充填量の 50%値：800g×50% = 0.4kg

**2013 年における冷媒フロン回収対象量 = ①×⑤ = 717,000×0.4kg = 287 トン**

#### <家庭用冷蔵庫>

①2013 年における E-waste 発生予測量：872,000

⑤初期充填量の 50%値：150g×50% = 0.075kg

**2013 年における冷媒フロン回収対象量 = ①×⑤ = 872,000×0.075kg = 65 トン**

上記の推計結果の妥当性を検証するため、既存文献における推計結果との比較を行う。「平成 24 年度環境問題対策調査等（フロンガスの分布及び回収・破壊方法に関する国際調査事業）」（以下、「フロンガスの分布及び回収・破壊方法に関する国際調査事業」）において、ルームエアコンに関する冷媒のストック量に関する推計が以下の通り行われている。

表 3-12 HCFC のストック量の推計

	市中稼働機器中の冷媒量 (トン)		使用済み機器中の冷媒量 <sup>※1</sup> (トン)	
	2010 年	2013 年	2010 年	2013 年
ルームエアコン (HCFC-22)	12,000 <sup>※2</sup>	15,000 <sup>※3</sup>	204	255

※1 [表中の市中稼働機器中の冷媒量]×[3.4% (我が国の 2010 年度の使用済み機器台数の市中稼働機器台数に対する割合)]×[5% (冷媒残存割合)]

※2 2010 年のストック台数の推定値である 12,000,000 台に対して 1 台当たり冷媒充填量を 1kg として計算

※3 年間百万台のストック増加という推定に基づいて計算

この結果から、2013 年における冷媒ストック量は 255 トンと推計されており、本事業における推計結果の 287 トンと同程度の値となっており、推計結果は妥当であると考えられる。

## (2) 産業機器由来のフロンに関する推計

業務用機器については、「フロンガスの分布及び回収・破壊方法に関する国際調査事業」において、使用済み機器中の冷媒量に関する推計が以下の通り行われている。

表 3-13 使用済み機器中の HCFC 量の推計

	市中稼働機器中の冷媒量 (トン)		使用済み機器中の冷媒量 <sup>※1</sup> (トン)	
	2010 年	2013 年	2010 年	2013 年
業務用冷凍冷蔵機器	17,719 <sup>※2</sup>	18,712 <sup>※3</sup>	302	319
チラー (HCFC-22)	281 <sup>※2</sup>	296 <sup>※3</sup>	5	5
チラー (HCFC-123)	366 <sup>※4</sup>	539 <sup>※3</sup>	6	9

※1 [表中の市中稼働機器中の冷媒量]×[3.4% (我が国の 2010 年度の使用済み機器台数の市中稼働機器台数に対する割合)]×[5% (冷媒残存割合)]

※2 2010 年のサービスに使用された HCFC-22 が 329.160 ODP トンであり、ODP を乗じて、5,985 トンと計算。5,985 トンに対して、40%がルームエアコンに使用されるとされていることから、業務用冷凍冷蔵機器とチラー用は、60%に当たる 3,591 トンと計算。HCFC-22 の業務用冷凍冷蔵機器とチラーの初期充填量の割合を用い、さらに、ルームエアコンのサービスに使用される HCFC-22 の 2,394 トンとストック量の 12,000 トンから計算される、ストック量に対するサービスの量の割合を用いて (20% : 2,394 トン ÷ 12,000 トン)、ストック量を推計

※3 2010 年から 2013 年まで HCFC 使用機器の廃棄は発生しないと想定し、2011 年、2012 年、2013 年の推定消費量を加算

※4 2010 年のサービスに使用された HCFC-123 が 1.46 ODP トンであり、ODP を乗じて、73 トンと計算。これをルームエアコンのサービスに使用される HCFC-22 の 2,394 トンとストック量の 12,000 トンから計算される、ストック量に対するサービスの量の割合で割ることで (20% : 2,394 トン ÷ 12,000 トン)、ストック量を推計

## (3) 自動車由来のフロンに関する推計

自動車については、前述の乗用車の廃車台数推計値である 1.7 万台と商用車の廃車台数推計値である 1.7 万台を合計し、3.4 万台を廃車台数として仮定する。また、初期フロン充填量は 800g と仮定、初期充填量の 50%が廃車段階で残存していると仮定すると、冷媒フロン回収対象量は以下の通りとなる。

① 廃車発生台数の予測量 : 34,000 台

⑤ 初期充填量の 50%値 :  $800\text{g} \times 50\% = 0.4\text{kg}$

**2013 年における冷媒フロン回収対象量 = ① × ⑤ =  $34,000 \times 0.4\text{kg} = 13.6$  トン**

### 3.2. マレーシアにおける対象物の状況

#### 3.2.1. フロン類含有製品の状況

##### (1) 家庭用機器の普及状況

マレーシアでは現在 21 社が空調機器、及び冷凍冷蔵機器の製造を行っており、その内 18 社は組み立て、3 社はマレーシアを主要な拠点として製造を行っている。主要なメーカーは Acson Malaysia、Panasonic Appliances Air-Conditioning (M)、Fujiaire (M)、York Group Associated (C&L) 等である。エアコン、冷蔵庫については、設置等の手続きが必要なこともあり、新製品の購入が主流となっている。

マレーシアのエアコン、冷蔵庫は日本製品がシェアの大部分を占めている状況にある一方で、中国製品も多数輸入されているが、正確な統計が取られていないという話もある。マレーシアの家庭用空調、及び冷凍冷蔵庫の普及状況は以下に示す通りである。

表 3-14 ルームエアコンの普及状況に関する統計

(単位：千台)

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
経済産業省「アジア消費トレンド研究会 各国マクロ経済データ」								
普及率 (%)	45.6 (2004)**							
アジア太平洋研究所「アジア白物家電市場と日系家電メーカーの取組」								
普及率 (%)					26.2			
需要推計	550	658	690	674	662			
生産台数	1,693	1,648	1,857	2,168	1,941			
輸出台数	3,180	3,825	5,888	4,780	3,806			
輸入台数	167	264	735	457	435			
冷凍空調工業会「世界のエアコン需要推定 (2013年4月)」								
ウィンド型 需要	-	-	-	-	-	7	6	5
セパレート型 需要	-	-	-	-	-	744	743	781
需要合計	-	-	690	674	669	751	749	786

表 3-15 電気冷蔵庫の普及状況に関する統計

(単位：千台)

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年
経済産業省「アジア消費トレンド研究会 各国マクロ経済データ」					
普及率 (%)	97.3(2004)				
アジア太平洋研究所「アジア白物家電市場と日系家電メーカーの取組」					
					84.8
需要推計	480	495	510	470	446
生産台数	1	n.a.	12	19	19
輸出台数	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
輸入台数	n.a.	365	405	565	515

## (2) 産業機器の普及状況

マレーシアの HCFC Phase-out Management Plan によると、マレーシアでは以下の空調機器、及び冷凍冷蔵機器が製造されている。その内の太字の機器が主に業務用で使用されるものである。

表 3-16 マレーシアで製造される冷凍空調機器

分類	機器の種類
空調機器	Air cooled split and packaged unit *2009 年の空調機器セクター使用量の 91%を占める。多くは 2.5HP 以下の小型機器。
	<b>Water-cooled packaged unit</b>
	<b>Heat pumpus</b>
	<b>Direct-expansion chillers</b>
	<b>Flooded chillers (centrifugal chillers)</b>
冷凍冷蔵機器	Domestic Refrigeration
	<b>Commercial Refrigeration</b>
	<b>Cold Chain Refrigeration</b>

出典：Malaysia HCFC Phase-out Management Plan

マレーシアにおけるパッケージエアコン（業務用で中・大型のセパレート型エアコン、リモートコンデンサ型、シングルパッケージ型のエアコン、及びビル用マルチシステム）の需要推計が冷凍空調工業会により実施されており、その結果は以下の通りとなっている。

表 3-17 パッケージエアコンの需要

(単位：千台)

	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
需要推計	79	93	106	78	67	69

出典：冷凍空調工業会「世界のエアコン需要推定（2013 年 4 月）」

ただし、同協会の海外冷凍空調機器需給統計において冷凍空調機器の生産・輸出・輸入台数を各国の生産統計、輸出統計、及び輸入統計に基づいて取り纏めているが、業務用冷凍空調機器については入手できるデータが少なく、国内販売量等を推計できるだけのデータは揃っていない。一方で、本業務で行ったマレーシアにおける調査では、業務用冷凍空調機器の使用状況は以下の通りとなっていた。

現地調査で訪問したマレーシア工科大学内には各教室にエアコンが設置されており、YORK 社、TOPAIRE 社製の室外機が多く見られた。冷媒は、確認した限りでは全て HCFC-22 である。



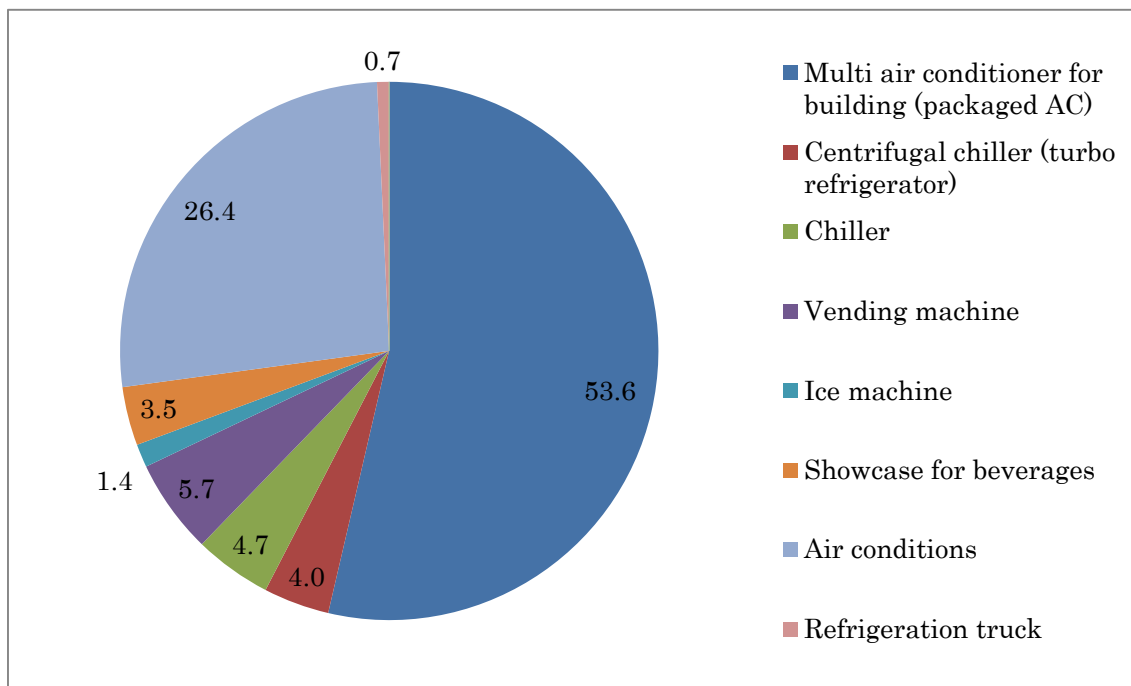


マレーシア工科大学内のエアコンの設置状況  
(現地調査時に撮影)

また、本プロジェクトの下でマレーシア大学（University Malaya : UM）が Petaling Jaya、Johor Baru、Kuala Lumpur、及び Putrajaya の大型商業施設における冷凍空調機器の使用状況に係る調査を実施している。調査結果によると、台数ベースでは全ての施設においてパッケージエアコンが主に使用されている結果となった。特に大型施設では、パッケージエアコンだけで数百台を設置している施設もあった。



出典：UM 提供資料

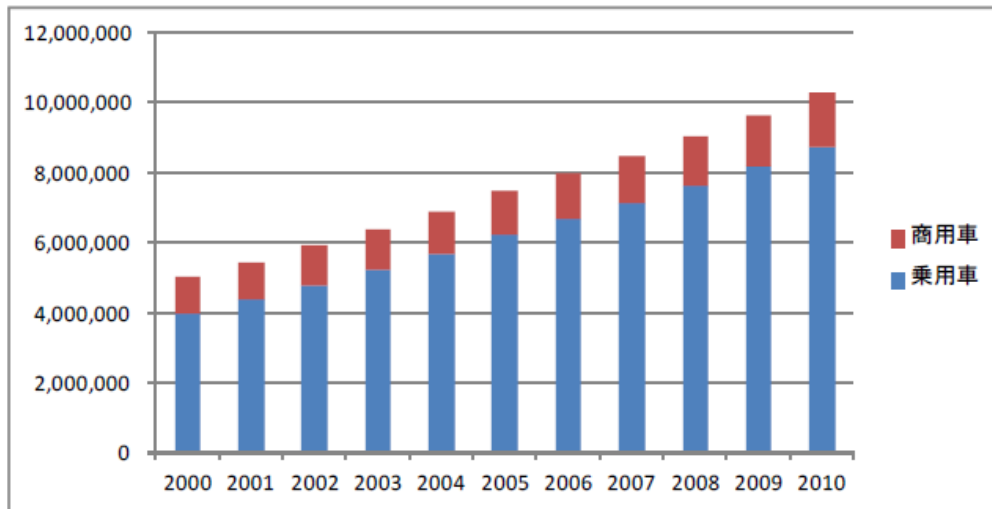


出典：UM 提供資料より作成

図 3-5 大型商業施設における冷凍空調機器の使用状況（台数ベース、%）

### (3) 自動車の普及状況

マレーシアにおける自動車保有台数は年々増加しており、2010年時点で1千万台を超えていると推計されている。これは、国内の道路インフラが近隣諸国に比べて整っていること、所得水準が比較的高いこと等に起因する。マレーシアの国産ブランドである Perodua、Proton、Naza、Inokom が、2011年時で新車販売のシェア58.9%を占めている。Perodua（ペロデゥア）はダイハツやトヨタの小型車を受託生産していた背景から、主に660ccから1,300ccクラスまでを主力として展開しているため、台数ベースでの販売シェアが高い。



出典：経済産業省 平成 23 年度「タイ国等における自動車排ガス触媒からのレアメタル（白金族）リサイクルに関する事業化可能性調査事業」

図 3-6 マレーシアの自動車保有台数の推移

表 3-18 ブランド別新車販売台数と比率

順位	ブランド	2006 年		2011 年*	
		販売台数	シェア	販売台数	シェア
1	Perdua	155,419	31.7%	179,989	30.0%
2	Proton	115,706	23.6%	158,657	26.4%
3	Toyota	81,808	16.7%	86,951	14.5%
4	Honda	26,527	5.4%	32,480**	(5.4%)
5	Naza	31,763	6.5%	9,347	1.6%
6	Nissan	22,578	4.6%	26,322**	(4.4%)
7	Inokom	6,776	1.4%	5,337	0.9%
8	Daihatsu	5,333	1.1%	-	-
9	Mitsubishi	2,806	0.6%	12,053	2.0%
10	Mercedes	3,805	0.8%	-	-
-	その他	38,247	7.8%	-	-
-	Total	490,768	100.0%	600,123	100.0%

出典：平成 19 年度アジア産業基盤強化等事業（自動車リサイクル等調査）（平成 20 年 2 月）

\*2011 年 世界主要国の自動車生産・販売動向（ジェトロ）

\*\*乗用車だけのデータ（他は商用車込み）

### 3.2.2. 対象物の保有者の情報

マレーシアの HCFC Phase-out Management Plan においては、空調機器の主要な保有者を集合住宅業者と業務用空調機器使用者としている。また、冷蔵機器の主要な保有者は低温貯蔵業者とスーパーマーケットとして、HCFC 削減プログラムを計画している。

表 3-19 はマレーシアの地域ごとの GDP 内訳を示している。GDP の構成比は高い方から、セランゴール（23%）、クアラルンプール（15.2%）、ジョホール（9.5%）、ペナン（8.3%）の順となっており、特に製造業についてはセランゴール、ペナン、ジョホール、サービス

業についてはクアラルンプール、セランゴール、ジョホールに集積している。ただし、タイのように首都圏に GDP の 40%以上が集中しているといった状況ではなく、ある程度全国に分散している。また、業種別ではサービス業の構成比が 55.4%と高くなっている。

表 3-20 は小売売上高のセグメント構成比を示しており、食品小売りにおいては、ハイパーマーケットやコンビニエンスストア等の構成比が半数を超え、近代化してきていることがわかる。非食品小売りについても都市部の百貨店等が増加している状況にある。日系の百貨店では、伊勢丹や AEON 等が進出している。

以上の点から、本プロジェクトが対象とする機器は、クアラルンプール、セランゴール、ジョホール、ペナン等の製造業や商業施設が集積する地域に集積していると想定される。

表 3-19 マレーシアの GDP 内訳 (2010 年実績、2000 年価格ベース)

	全体	農業	鉱業	建設業	製造業	サービス業	輸入関税
全国	100.0%	7.2%	7.0%	2.9%	26.2%	55.4%	1.3%
半島マレーシア							
セランゴール	23.0%	0.4%	0.0%	1.1%	7.8%	13.0%	0.7%
ジョホール	9.5%	1.0%	0.0%	0.3%	3.2%	4.8%	0.2%
ペラ	5.4%	0.7%	0.0%	0.1%	1.0%	3.6%	0.0%
ケダ	3.3%	0.3%	0.0%	0.1%	1.0%	1.9%	0.0%
クアランブール	15.2%	0.0%	0.0%	0.5%	0.9%	13.5%	0.2%
ペナン	8.3%	0.2%	0.0%	0.1%	4.1%	3.8%	0.1%
クランタン	1.8%	0.3%	0.0%	0.0%	0.1%	1.3%	0.0%
パハン	4.4%	0.7%	0.0%	0.1%	1.2%	2.4%	0.0%
トレンガヌ	2.6%	0.2%	0.0%	0.1%	0.8%	1.5%	0.0%
ネグリ・センビラン	3.7%	0.2%	0.0%	0.1%	1.8%	1.6%	0.0%
マラッカ	2.7%	0.2%	0.0%	0.1%	1.2%	1.3%	0.0%
ペルリス	0.5%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%
東マレーシア							
サバ	5.6%	1.3%	1.0%	0.1%	0.4%	2.8%	0.0%
サラワク	9.1%	1.4%	1.7%	0.2%	2.4%	3.3%	0.0%
ラブアン	0.4%	0.0%	n.a.	0.0%	0.1%	0.3%	0.0%
(連邦レベル)			4.3%				

(注) 鉱業の付加価値額は大部分が連邦レベル (Supra) のものとして計上されているため、統計局ウェブサイトを参考に連邦レベル分を推計した。

(出所) 統計局ウェブサイトを参考に、CEIC より作成

出典：国際協力銀行「マレーシアの投資環境 (2014 年 2 月)」

表 3-20 小売売上高のセグメント構成比

分類	金額 (100万リンギ)			構成比		
	2002	2012	年率 成長率	2002	2012	差分
小売売上高	76,829	115,764	4.2%	100.0%	100.0%	0.0%
店舗型小売	72,038	107,524	4.1%	93.8%	92.9%	-0.9%
食品小売店	21,994	34,972	4.7%	28.6%	30.2%	1.6%
モダントレード	3,826	18,568	17.1%	5.0%	16.0%	11.1%
コンビニエンスストア	299	1,910	20.4%	0.4%	1.7%	1.3%
ガソリンスタンド付属店舗	337	1,281	14.3%	0.4%	1.1%	0.7%
ハイパーマーケット	1,712	12,300	21.8%	2.2%	10.6%	8.4%
スーパーマーケット	1,479	3,077	-7.6%	1.9%	2.7%	0.7%
トラディショナルトレード	18,168	16,404	-1.0%	23.6%	14.2%	-9.5%
非食品小売店	50,044	72,551	3.8%	65.1%	62.7%	-2.5%
アパレル専門店	8,119	13,923	5.5%	10.6%	12.0%	1.5%
電化製品専門店	4,346	5,683	2.7%	5.7%	4.9%	-0.7%
健康及び美容関連製品専門店	5,405	8,046	4.1%	7.0%	6.9%	-0.1%
日用品、家具、園芸専門店	6,149	8,483	3.3%	8.0%	7.3%	-0.7%
レジャー、スポーツ用品専門店	9,382	12,675	3.1%	12.2%	10.9%	-1.3%
百貨店等	4,497	9,351	7.6%	5.9%	8.1%	2.2%
デパート	4,497	9,031	7.2%	5.9%	7.8%	1.9%
バラエティストア	0	320	-	0.0%	0.3%	0.3%
他の非食品小売店	12,146	14,392	1.7%	15.8%	12.4%	3.4%
非店舗型小売	4,791	8,240	5.6%	6.2%	7.1%	0.9%
訪問販売	4,490	7,011	4.6%	5.8%	6.1%	0.2%
インターネット小売	132	939	21.6%	0.2%	0.8%	0.6%
自動販売機	169	290	5.5%	0.2%	0.3%	0.0%

出典：国際協力銀行「マレーシアの投資環境（2014年2月）」

### 3.2.3. 廃棄後の処理の概況

#### (1) 家庭用機器の廃棄までのフロー

マレーシアでは、冷蔵庫やエアコンを含む E-waste のフォーマルな処理システムは構築されていない。ただし商習慣として、冷蔵庫やエアコンなどの大型家電は、消費者が新製品を購入する際に、小売店が交換でテイクバックする仕組みが機能し始めている。粗大ごみとしての処理も可能だが、その場合は住宅地方自治省（Ministry of Housing And Local Government, MHLG）の管轄となり、電話での申し込みや書類作成などの手続きが必要となるため、主流ではない。小売店からはスクラップディーラー等に売却されている。この他、インフォーマルの回収業者が循環し、各家庭より買い取るという流れも存在する。下表は2年前に実施された JICA によるペナンでの E-waste 回収プロジェクトにおいて調査された、インフォーマル業者の E-waste 受け入れ価格と、プロジェクトにおいて採用されたバウチャーの価格である。バウチャーは消費者が持ち込む E-waste と交換に渡された。

表 3-21 マレーシア（ペナン）における E-waste 受入の現状（1 ユニット）

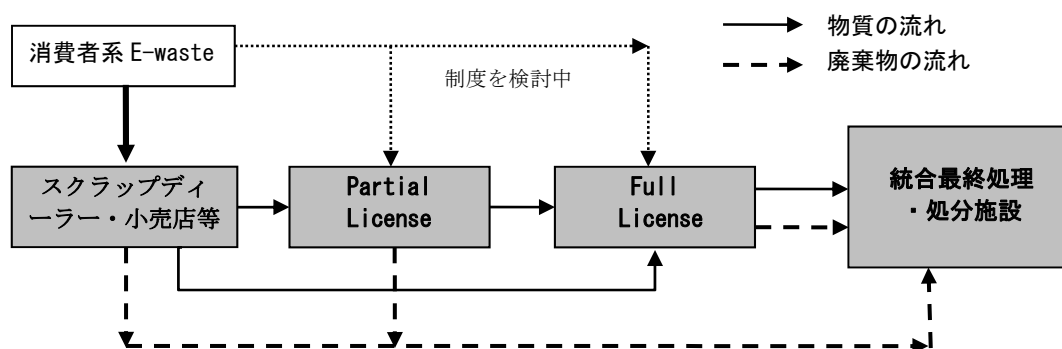
	インフォーマル (市場価格)	フォーマル (バウチャー相当金額)
冷蔵庫	RM15/¥381	RM10/¥254
エアコン	RM62/¥1,574	RM20/¥508

(1 マレーシアリングgit (RM) = 25.4 円)

出典：About the project and this workshop, Hideki Wada

本業務の現地調査で訪問した電化製品修理・再販業者では、エアコンを修理して再販し、修理できないものは、地元のスクラップディーラーに売却している。敷地内に置かれていたエアコンの冷媒はすべて HCFC-22 で、漏洩防止のためにバルブは閉じられていた。また、本業務の下でマレーシア工科大学（UTM）が実施した調査においても、同地区では家庭用エアコン等の大半はスクラップディーラー等に売却され、部品取等のために解体されているという結果になった。さらに、解体の段階でフロン類は大気中に放出され、冷媒タンクは埋立処分されている。

現地調査の結果から、マレーシアでは一部の純度の高いフロンはリサイクルされているが、純度の低いものは大気放出されていると想定される。



出典：NEDO 平成 24 年度成果報告書 情報収集事業「アジア等における有用金属等を含む廃棄物の高度なリサイクルシステム構築に関する情報収集」より作成

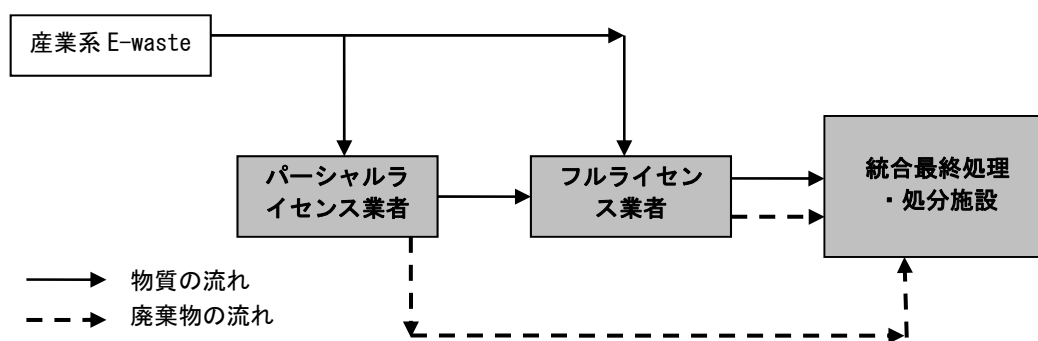
図 3-7 マレーシアにおける消費者系 E-waste フローの現状

## (2) 産業機器の廃棄までのフロー

産業機器は契約業者が持ち帰るか、退蔵されている様子である。一定の量の産業機器は E-waste として、ライセンスを有するリサイクラーにより処理、リサイクルされていると想定できる。産業機器のフロン処理の状況は明らかになっていないが、チラー等の大型機器については、メンテナンスを実施する者による冷媒の回収が一部で行われている。一部の事業者では、サービス時に回収した冷媒で、品質が劣化したものについては、TEXCARRER 社に送り、再生処理がなされ、リサイクル冷媒として市中に戻るか、破壊のため輸出され

ている。

マレーシア大学の商業施設に関する調査では、調査対象の全施設において、設置している冷凍空調機器の7割～全量はメーカーに返却されている。また、返却時には6～8割の冷凍空調機器の冷媒はメーカーや業者により回収されている。



出典：NEDO 平成 24 年度成果報告書 情報収集事業「アジア等における有用金属等を含む廃棄物の高度なリサイクルシステム構築に関する情報収集」より作成

図 3-8 マレーシアにおける産業系 E-waste フローの現状

### (3) 自動車の廃棄までのフロー

平均寿命が 15 年程度とも言われるマレーシア国内の自動車は、修理や部品の交換が繰り返され、長年にわたって可能な限り使用され続ける。その間、中古車として売買が繰り返され、何らかの理由で走行不可になった自動車であっても、他の自動車の補修部品として転用され、再利用(リユース)が繰り返される。そのため、マレーシア国内の一般ユーザーには、「使用済自動車」という概念はほとんどない。最終的に使用済自動車として処理するのは、ほとんどの場合、中古部品・中古素材回収業者である。

カーエアコンについては、自動車を分解・解体した際のカーエアコンからのフロンは大気中に放出されているものと想定される。

## 3.2.4. 対象物の廃棄量

### (1) 家庭用機器の廃棄量

マレーシアにおける E-waste のインベントリー調査が 2009 年に実施されている。冷蔵庫とエアコンに関する結果は以下のとおりである。ただし、同推計では家庭用だけでなく、オフィスや商業施設も対象となっており、推計された発生量の内、どの程度が家庭から発生するのかという点は不明である。

表 3-22 マレーシアにおける E-waste の推計発生量

(単位：ユニット)

	2010 年	2013 年	2014 年	2015 年	2018 年	2020 年
冷蔵庫	1,049,000	870,000	894,000	916,000	989,000	1,041,000
エアコン	2,383,000	2,426,000	2,470,000	2,448,000	2,342,000	2,425,000

出典：「The E-Waste Inventory Project in Malaysia」

## (2) 産業機器の廃棄量

産業機器の廃棄量に関する統計データは作成されていないが、前述の通り、マレーシアが実施した E-waste インベントリー調査において、オフィスと商業施設も推計の対象となっている。ただし、全体に占める業務用機器の割合や、推計の対象となった特定の機器名称は明らかでないことから、E-waste インベントリーのデータから業務用機器の廃棄量を推計することは難しい。

## (3) 自動車の廃棄量

平成 23 年度に実施された経済産業省「タイ国等における自動車排ガス触媒から誘レアメタル（白金族）リサイクルに関する事業化可能性調査事業」による廃車台数の推計によると、乗用車の廃車台数は平均（2000 年～2010 年）で 1,700 台、商用車については平均（2000 年～2010 年）で 840 台と推計されている。

一方で、National CFC Phase-out Plan によると、2000 年時点で、CFC を使用するカーエアコンを取り付けた車両が 320 万台存在している。平均充填量は 0,96kg であり、約 2 年間でフル充填量相当が交換されていた。

タイにおける自動車の統計・推計値と比較すると、マレーシアの廃車台数の推計値は明らかに低い値となっている。上述の推計では、対象国の登録台数から登録抹消台数を計算し、その値から廃車台数を推計しているが、マレーシアを含む東南アジア諸国では車両の登録が正確に行われていないとの話もあり、その点で誤差が生じているものと考えられる。

### 3.2.5. フロン類の推計

#### (1) 家庭用機器に関する推計

現地調査での聞き取り調査の結果から、マレーシアではフロン類の排出に係る既存統計データがない様子である。2000 年の時点では、家庭用冷蔵庫の台数は 380 万台であり、内 360 万台が CFC を含んでいたが、現在では多くの機器が代替されているものと想定される。また、マレーシアの経済成長によって販売を伸ばしてきた機器は CFC を使用していないことから、シェアから考慮すると、CFC 含有機器は非常に少ないものと考えられる。

以上の点から、既存の家庭用エアコン、及び家庭用冷蔵庫に関する 2013 年の E-waste 発生量と、日本が過去に実施したフロン類回収対象量の推計手法を参照して、以下の通り使



用済み機器中のフロン量を推計する。タイと同様に、前述した冷媒フロン回収対象量の推計式の内、式3を使って推計を行う。

**式3**

(x年後の冷媒フロン回収対象量④) = (x年後の機器廃棄台数①) × (x年後の1台あたりの冷媒フロン回収対象量⑤)

ここで、①x年後の機器廃棄台数はE-waste発生量推計値を使用する。⑤x年後の1台あたりの冷媒フロン回収対象量は1台あたりの初期充填量の内、50%が廃棄段階まで残留していると仮定する。初期充填量は以下の値を参照する。

機器名	平均使用年数(年)	平均冷媒フロン充填量(グラム)	冷媒フロンの種類と主用機器出荷時期(年次)		
			CFC	HCFC	HFC
ルームエアコン	12	800	—	~2002	1998~
家庭用冷蔵庫	12.3	150	~1995	1989~1995	1993~

**<ルームエアコン>**

①2013年におけるE-waste発生予測量：2,426,000ユニット

⑤初期充填量の50%値：800g×50%=0.4kg

**2013年における冷媒フロン回収対象量 = ①×⑤ = 2,426,000×0.4kg = 970 トン**

**<家庭用冷蔵庫>**

①2013年におけるE-waste発生予測量：870,000

⑤初期充填量の50%値：150g×50%=0.075kg

**2013年における冷媒フロン回収対象量 = ①×⑤ = 870,000×0.075kg = 65 トン**

上記の推計結果の妥当性を検証するため、既存文献における推計結果との比較を行う。「フロンガスの分布及び回収・破壊方法に関する国際調査事業」において、冷媒のストック量に関する推計が以下の通り行われている。

**表 3-23 HCFCのストック量の推計**

	市中稼働機器中の冷媒量(トン)		使用済み機器中の冷媒量 <sup>※1</sup> (トン)	
	2010年	2013年	2010年	2013年
家庭用空調(HCFC-22)	7,578 <sup>※2</sup>	9,617 <sup>※3</sup>	129	164
家庭用冷蔵庫(HCFC-22)	0	0	0	0

※1 [表中の市中稼働機器中の冷媒量]×3.4%(我が国の2010年度の使用済み機器台数の市中稼働機器台数に対する割合)×50%(冷媒残存割合)

※2 2009年の7百万台のストック台数に対して、1台当たりの冷媒充填量1kgとする。2005年から2009年のHCFC-22の伸び率は、計算すると年平均8.3%であることから、2010年、2013年の冷媒量は、2009年を基点として、この年平均伸び率を使用した。

本業務での推計でを使用した E-waste 発生予測量は家庭用と業務用を対象としたものである。その為、比較するために既存文献における家庭用空調の推計結果である 164 トンに、次項の産業機器の推計結果の合計値 263 トンを足すと、427 トンとなり、本業務における推計結果である 970 トンと大きな開きがある。推計の過程における様々な仮定が誤差に繋がっていると考えられるが、回収対象量の規模としては、ルームエアコンについては数百トン規模であると想定される。

## (2) 産業機器に関する推計

業務用機器には、CFC-11 などが使用されてきた。これらは 20 年以上の使用期間となることから、未だに存在しているものもあると考えられるが、一方で、大型のチラー等は、HCFC-123 の導入以降に拡大したこともあり、CFC 機は少ないものと考えられる。

業務用機器については「フロンガスの分布及び回収・破壊方法に関する国際調査事業」において、使用済み機器中の冷媒量に関する推計が以下の通り行われている。

表 3-24 使用済み機器中の HCFC 量の推計

	市中稼働機器中の冷媒量 (トン)		使用済み機器中の冷媒量 <sup>※1</sup> (トン)	
	2010 年	2013 年	2010 年	2013 年
業務用空調機器 (HCFC-22)	11,190 <sup>※2</sup>	14,200 <sup>※2</sup>	191	242
チラー (HCFC-22)	775 <sup>※3</sup>	984 <sup>※3</sup>	13	17
チラー (HCFC-123)	162 <sup>※4</sup>	206 <sup>※4</sup>	3	4
商業用冷凍冷蔵庫 (HCFC-22)	536 <sup>※5</sup>	680 <sup>※5</sup>	9	12
Cold Chain 冷蔵庫	1,674 <sup>※5</sup>	2,125 <sup>※5</sup>	29	36

※1 [表中の市中稼働機器中の冷媒量]×[3.4% (我が国の 2010 年度の使用済み機器台数の市中稼働機器台数に対する割合)]×[5% (冷媒残存割合)]

※2 ルームエアコン (Air-cooled split and packaged units) と業務用冷凍空調機器 (Water-cooled Packaged units and Heat pumps) の市中ストック量の比率は、タイと同様と考え、タイの比率を用いて、マレーシアのルームエアコンの数字を基として推計。2010 年、2013 年値の推計方法は※1 と同じ。

※3 マレーシアにおける HCFC-22 の輸入は、1996 年に開始されたこととされ、当初 841 トンであり、2009 年に 6,255 トンに拡大した。この間の年平均成長率は、16.7%である。2009 年の 6,255 トンの内、チラーの機器製造時に使用された HCFC-22 は 116 トン、この割合は、1996 年から継続していると想定し、1996 年は 16 トン、2009 年まで、先の成長率で成長させ、一方で、チラーの寿命は 20 年以上とされていることから、1996 年以降に機器製造時に充填された HCFC-22 は全量、市中にあると想定し、1996 年から 2009 年までの合計を市中稼働機器に含まれる冷媒量とした。2010 年、2013 年値の推計方法は※1 と同じ。

※4 チラー用 HCFC-123 は、2009 年のチラー製造時に使用された HCFC-22 と HCFC-123 の比に比例すると考え、※3 の推計値とこの比により計算した。

※5 ※3 と同様の方法で推計した。

## (3) 自動車に関する推計

前述の廃車発生台数の予測量は誤差が大きいと考えられることから、タイの計算例を利用して推計する。

マレーシアの自動車の普及状況をタイの値と比較すると、マレーシアの自動車保有台数はタイの自動車保有台数より 200 万台程度少ないことから、タイの廃車台数の推計値から

20%減じることでマレーシアの廃車台数予測値とする。また、初期フロン充填量は 800g、初期充填量の 50%が廃車段階で残存していると仮定すると、冷媒フロン回収対象量は以下の通りとなる。

①廃車発生台数の予測量：34,000 台×80% = 27,200

⑤初期充填量の 50%値：800g×50% = 0.4kg

2013 年における冷媒フロン回収対象量 = ①×⑤ = 27,200×0.4kg = 10.9 トン

### 3.3. インドネシアにおける対象物の状況

#### 3.3.1. フロン類含有製品の状況

##### (1) 家庭用機器の普及状況

インドネシアで家庭用空調機器を製造するメーカーはパナソニック社のみであり、その他の日系（ダイキン、三菱等）、韓国系（LG、Samsung）、米系（Carrier、Trane）、中国系（Gree、Midea）等のメーカーはインドネシア国外から輸入して販売している。その他、商業用の小型空調機器のメーカーが 4 社、中小規模の組み立て等を行う事業者が 18 社存在する。

表 3-25 家庭用空調機器に関する統計

(単位：千台)

	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
アジア太平洋研究所「アジア白物家電市場と日系家電メーカーの取組」								
普及率 (%)					6.7			
需要推計	690	690	900	996	1,148			
生産台数	192	255	262	287	n.a.			
輸出台数	7	2	7	8	7			
輸入台数	537	533	861	1,096	1,264			
冷凍空調工業会「世界のエアコン需要推定 (2013 年 4 月)」								
ユニット型 需要	-	-	-	-	-	32	28	28
セパレート型 需要	-	-	-	-	-	1461	1560	1883
需要合計	-	-	900	996	1224	1493	1588	1911

表 3-26 家庭用冷凍冷蔵庫に関する統計

(単位：千台)

	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年
経済産業省「アジア消費トレンド研究会 各国マクロ経済データ」					
普及率 (%)	19.0(2004)**				25.1
アジア太平洋研究所「アジア白物家電市場と日系家電メーカーの取組」					
普及率 (%)					25.1
需要推計	2,100	2,000	2,200	2,368	2,486
生産台数	1,212	826	1,130	1,119	n.a.
輸出台数	224	257	252	208	354
輸入台数	119	140	169	207	183

## (2) 産業機器の普及状況

インドネシアにおけるパッケージエアコン（業務用で中・大型のセパレート型エアコン、リモートコンデンサ型、シングルパッケージ型のエアコン、及びビル用マルチシステム）の需要推計が冷凍空調工業会により実施されており、その結果は以下の通りとなっている。

表 3-27 パッケージエアコンの需要推定

（単位：千台）

	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
需要推定	27	28	33	39	50	57

出典：冷凍空調工業会「世界のエアコン需要推定（2013年4月）」

同協会の海外冷凍空調機器受給統計においても冷凍空調機器の生産・輸出・輸入台数を各国の生産統計、輸出統計、及び輸入統計に基づいて取り纏めているが、産業機器の普及状況を推計するための十分なデータは揃っていない状況にある。

2000年のCHC Phase-out Plan策定時において産業用の冷凍冷蔵機器の稼働機器総数が調査されている。その後10年以上経過していることから、CFCから代替フロンへの転換や新しい機器への置き換えがある程度進んでいると想定される。

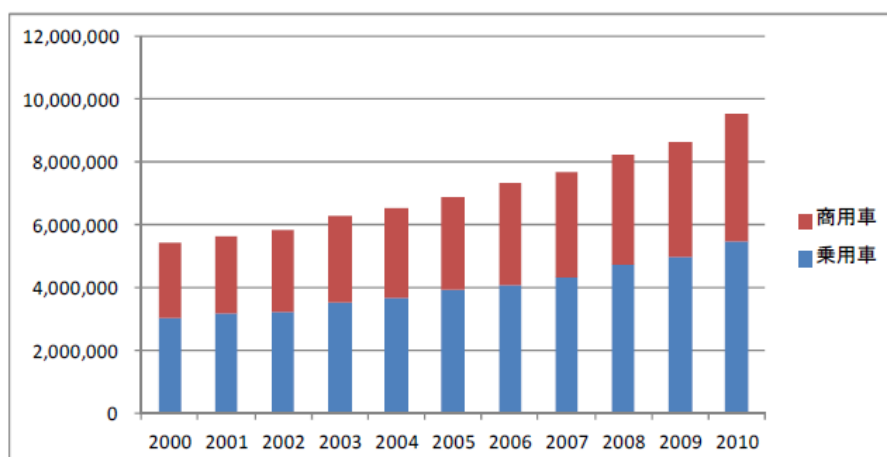
表 3-28 2000年時点での産業機器の稼働台数

	推計保有台数	CFC冷媒使用機器割合 (%)	推計 CFC冷媒使用機器保有台数
業務用冷凍冷蔵庫（小規模）	450,000	40	180,000
業務用冷凍冷蔵庫（中規模）	45,648	40	18,259
工業用冷凍冷蔵庫（小規模）	45,800	40	18,320
工業用冷凍冷蔵庫（中規模）	21,700	25	5,425
工業用冷凍冷蔵庫（大規模）	1,970	15	296

出典：Indonesia CFC Phase-out Plan

## (3) 自動車の普及状況

インドネシアの自動車保有台数は増加傾向にあり、2010年時点での保有台数は900万台以上と推計されている。新車販売台数に占めるブランド別シェアを見ると、日本車のシェアが約98%（2006年）と極めて高いことが確認できる。Toyotaについては40%のシェアを有している。



(資料) 日本自動車工業会「世界自動車統計年報」、GAIKINDO、インドネシア統計局より作成

出典：経済産業省 平成 23 年度「タイ国等における自動車排ガス触媒からのレアメタル（白金族）リサイクルに関する事業化可能性調査事業」

図 3-9 インドネシアの自動車保有台数の推移

表 3-29 ブランド別新車販売実績 (単位：台)

順位	ブランド	2004 年	2005 年	2006 年		2011 年*	
				台数	シェア	台数	シェア
1	トヨタ	141,940	91,563	123,700	40%	310,674	34.7%
2	三菱	89,890	51,510	47,000	15%	134,416	15.0%
3	スズキ	82,242	51,120	44,700	14%	94,569	10.1%
4	ホンダ	46,500	30,432	33,000	11%	45,416	5.1%
5	ダイハツ	47,621	28,538	30,000	10%	139,544	15.6%
6	いすゞ	23,452	14,317	16,500	5%	28,746	3.2%
7	日野	6,401	3,879	4,100	1%	24,652	5.8%
8	日産	12,201	6,993	4,000	1%	56,193	6.3%
9	KIA	6,211	4,881	3,800	1%	9,081	1.0%
10	Ford	6,097	3,159	3,500	1%	15,676	1.8%
-	Total	462,255	286,392	310,300	100%	894,164	

出典：平成 19 年度アジア産業基盤強化等事業（自動車リサイクル等調査）（平成 20 年 2 月）

\*2011 年 世界主要国の自動車生産・販売動向（ジェトロ）

### 3.3.2. 対象物の保有者の情報

表 3-30 は地域別の名目 GDP の産業別構成比を示している。ここから、ジャワ島とスマトラ島に経済活動が集中していることがわかる。特に、スマトラ島は第 1 次産業や鉱業が集積しているのに対し、ジャワ島は第 2 次産業、及び第 3 次産業が集積している。これはジャカルタ首都圏を中心に人口が集中していることから、様々なサービスのニーズがあり、また西ジャワ州を中心に製造業が集積しているためであると考えられる。特に表 3-31 からわかる通り、日系企業はジャカルタ首都圏と西ジャワを中心に進出している。また、インドネシアには自動車、二輪車メーカーが集積しており、地域別の集積状況は図 3-10 の通りである。以上の点から、本プロジェクトが対象とする機器は、ジャワ島のジャカルタ首都圏、及び西ジャワ等の製造業や第 3 次産業が集まるエリアに集積しているものと想定される。

表 3-30 地域別名目 GDP の産業構成比

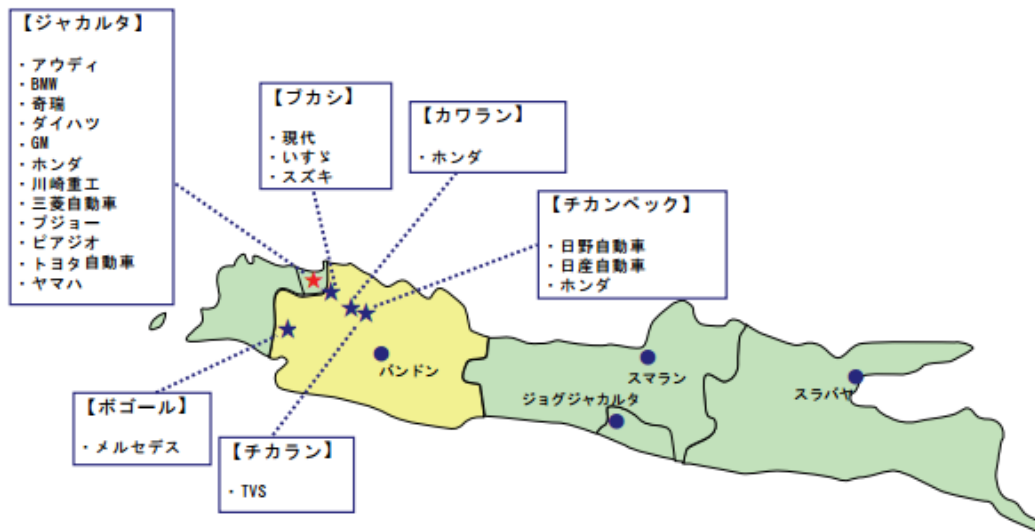
	全国	スマトラ	ジャワ	小スンダ	カリマンタン	スラウェシ	マルク・パプア
全体	100.0%	23.4%	58.1%	2.7%	9.2%	4.5%	2.0%
第1次産業	14.9%	5.2%	6.3%	0.6%	1.1%	1.4%	0.3%
農業（穀物）	6.7%	1.5%	3.9%	0.3%	0.3%	0.5%	0.1%
農業（非穀物）	3.3%	1.9%	0.7%	0.1%	0.3%	0.4%	0.0%
畜産業	1.8%	0.4%	1.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%
林業	1.1%	0.7%	0.1%	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%
漁業	2.0%	0.8%	0.5%	0.1%	0.2%	0.3%	0.1%
第2次産業	41.4%	10.6%	22.3%	0.6%	5.7%	1.0%	1.2%
鉱業	9.7%	4.3%	0.7%	0.3%	3.2%	0.2%	1.0%
製造業	24.4%	4.8%	16.9%	0.2%	2.0%	0.4%	0.1%
石油・ガス	3.5%	0.7%	1.4%	0.0%	1.4%	0.0%	0.1%
非石油・ガス	20.9%	4.1%	15.4%	0.2%	0.7%	0.4%	0.1%
公益業	1.4%	0.1%	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
建設業	6.0%	1.4%	3.6%	0.2%	0.4%	0.3%	0.1%
第3次産業	43.7%	7.7%	29.5%	1.4%	2.4%	2.1%	0.5%
卸売・小売	15.6%	3.0%	10.5%	0.3%	1.0%	0.6%	0.2%
ホテル・レストラン	3.4%	0.3%	2.7%	0.3%	0.1%	0.1%	0.0%
輸送・通信	7.1%	1.5%	4.3%	0.3%	0.5%	0.4%	0.1%
金融・不動産	8.1%	1.0%	6.3%	0.2%	0.3%	0.3%	0.1%
その他	9.5%	2.0%	5.7%	0.4%	0.6%	0.7%	0.1%

出典：国際協力銀行「インドネシアの投資環境（2012年10月）」

表 3-31 地域別の日系進出企業の業種内訳（2010年）

	全地域	スマトラ	ジャワ	ジャバ					小スンダ	カリマンタン	スラウェシ
				ジャカルタ	西ジャバ	東ジャバ	中部ジャバ	その他			
全業種	658	34	616	293	253	32	10	28	6	1	1
農林水産	7	2	5	5	-	-	-	-	-	-	-
鉱業・建設	32	1	31	28	2	1	-	-	-	-	-
製造業	423	29	392	106	221	31	10	24	-	1	1
食料品	14	-	14	6	5	2	1	-	-	-	-
繊維・衣服	31	-	31	10	17	1	2	1	-	-	-
パルプ・紙	3	-	3	1	1	-	-	1	-	-	-
化学	70	2	67	28	30	5	1	3	-	1	-
医薬品	8	-	8	7	1	-	-	-	-	-	-
ゴム製品	14	2	12	3	6	1	-	2	-	-	-
ガラス・土石	13	-	13	4	9	-	-	-	-	-	-
鉄鋼	13	-	12	3	8	1	-	-	-	-	1
非鉄金属	7	-	7	2	1	3	-	1	-	-	-
金属製品	22	1	21	3	15	2	-	1	-	-	-
機械	32	1	31	8	17	2	2	2	-	-	-
電気機器	81	20	61	7	44	5	2	3	-	-	-
輸送機器	86	1	85	16	55	5	-	9	-	-	-
精密機器	3	2	1	-	-	-	-	1	-	-	-
他製造業	26	-	26	8	12	4	2	-	-	-	-
電力・ガス	4	-	4	3	1	-	-	-	-	-	-
運輸	38	-	38	30	5	-	-	3	-	-	-
通信・放送・広告等	6	-	6	6	-	-	-	-	-	-	-
情報・システム・ソフト	7	-	7	6	1	-	-	-	-	-	-
卸売	79	1	78	61	16	-	-	1	-	-	-
小売	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
金融	26	-	26	25	1	-	-	-	-	-	-
サービス	25	1	18	18	-	-	-	-	6	-	-
不動産	10	-	10	4	6	-	-	-	-	-	-

出典：国際協力銀行「インドネシアの投資環境（2012年10月）」



(出所) インドネシア商工会資料より作成

出典：国際協力銀行「インドネシアの投資環境（2012年10月）」

図 3-10 主な二輪・四輪メーカーの集積地

### 3.3.3. 廃棄後の処理の概況

#### (1) 家庭用機器の廃棄までのフロー

インドネシアでは、小売店等が使用済みのエアコンや冷蔵庫を回収する商習慣等はなく、一般消費者は通常 dumping area に大型家電等を廃棄している。廃棄されたものはインフォーマル業者等が回収している。実際、インドネシアの E-waste のフローは未だ不明な点が多い状況にある。電子機器等はインフォーマルセクターが買取・解体を行い、金属分については国内あるいは国外での資源化、その他は埋立処分されているという話もある。例えば、冷蔵庫であればインフォーマルセクターが 50,000 ルピア程度で買い取っている。

このような状況から、フロン回収についてもほとんど実施されていない状況であると想定される。

#### (2) 産業機器の廃棄までのフロー

工場や商業施設で使用される機器については有害廃棄物法が適用されるため、フォーマルリサイクルに流れることになっている。ジャカルタ、スラバヤ、バタムなどの工場地域には、工場から発生するスクラップを取り扱う地元企業が存在する。地元企業へ集められ、一部選別・破碎された後に、シンガポールに輸出されている。フロンは解体や破碎の段階で大気中に放出されているものと想定される。

有害廃棄物法の下ではフォーマルリサイクルとして 4 社が承認されており、一部の企業等からの E-waste を回収していると思われる。

### (3) 自動車の廃棄までのフロー

中古車として使用可能な車両は修理して販売する業者もある。このような修理業者には、トラックなどの大型車を専門に扱う従業員数 50～100 人程度の規模の企業もあり、「Reconditioning companies」と呼ばれている。現在、自動車の使用年限に関する規制はなく、何年でも使える限り自動車を使用し続けることが一般的である。もし修理が難しく使用済自動車とする場合は、小規模の中古品回収業者に売ることが多い。

自動車を分解・解体した際のカーエアコンからのフロンは大気中に放出されているものと想定される。

### 3.3.4. 対象物の廃棄量

#### (1) 家庭用機器に関する統計

インドネシアにおける E-waste のインベントリーについて、公に実施され、公開されているデータはない。バーゼル条約の下で Preliminary Inventory of E-waste in Indonesia が 2007 年に実施されているが、E-waste 発生量の推計までは実施されていない。

平成 23 年度に実施された経済産業省委託事業である「インドネシアにおける銅製錬所を活用した非鉄金属リサイクル事業に関する実施可能性調査」において、国内出荷台数から 2019 年における E-waste の発生量が推計されている。結果を以下に示す。

表 3-32 インドネシアにおける E-waste の推計発生量

品目	排出量予測 (トン/年) (2019 年)
エアコン	78,178.7
冷蔵庫	384,527.3

出典：経済産業省委託事業：インドネシアにおける銅製錬所を活用した非鉄金属リサイクル事業に関する実施可能性調査(平成 24 年 2 月)

#### (2) 産業機器に関する統計

インドネシアでは、家庭用機器に関する E-waste インベントリー調査が実施されていない状況であることから、産業機器の廃棄量に関する統計データも作成されていないと想定される。普及状況に関するデータも乏しいことから、既存統計データより業務用機器の廃棄量を推計するのは困難である。

#### (3) 自動車に関する統計

平成 23 年度に実施された経済産業省「タイ国等における自動車排ガス触媒から誘レアメタル（白金族）リサイクルに関する事業化可能性調査事業」による廃車台数の推計によると、乗用車の廃車台数は平均（2000 年～2010 年）で約 1 万台、商用車については平均（2000 年～2010 年）で約 5,260 台と推計されている。



### 3.3.5. フロン類の推計

#### (1) 家庭用機器に関する推計

インドネシアでは使用済み機器中のフロン含有量に関するデータは作成されていないと想定される。その為、既存の家庭用エアコン、及び家庭用冷蔵庫に関する 2019 年の E-waste 発生量と、日本が過去に実施したフロン類回収対象量の推計手法を参照して、以下の通り使用済み機器中のフロン量を推計する。

タイ、マレーシアと同様に、前述した冷媒フロン回収対象量の推計式の内、式 3 を使って推計を行う。

#### 式 3

(x 年後の冷媒フロン回収対象量④) = (x 年後の機器廃棄台数①) × (x 年後の 1 台あたりの冷媒フロン回収対象量⑤)

ここで、①x 年後の機器廃棄台数は E-waste 発生量推計値を使用する。⑤x 年後の 1 台あたりの冷媒フロン回収対象量は 1 台あたりの初期充填量の内、50%が廃棄段階まで残留していると仮定する。初期充填量は以下の値を参照する。

機器名	平均使用年数 (年)	平均冷媒フロン充填量 (グラム)	冷媒フロンの種類と主用機器出荷時期 (年次)		
			CFC	HCFC	HFC
ルームエアコン	12	800	—	~2002	1998 ~
家庭用冷蔵庫	12.3	150	~1995	1989~1995	1993 ~

#### <ルームエアコン>

①2019 年における E-waste 発生予測量 : 78,178 ユニット

⑤初期充填量の 50%値 :  $800\text{g} \times 50\% = 0.4\text{kg}$

**2013 年における冷媒フロン回収対象量 = ①×⑤ =  $78,178 \times 0.4\text{kg} = 31$  トン**

#### <家庭用冷蔵庫>

①2013 年における E-waste 発生予測量 : 384,527

⑤初期充填量の 50%値 :  $150\text{g} \times 50\% = 0.075\text{kg}$

**2013 年における冷媒フロン回収対象量 = ①×⑤ =  $384,527 \times 0.075\text{kg} = 29$  トン**

上記の推計結果の妥当性を検証するため、既存文献における推計結果との比較を行う。「フロンガスの分布及び回収・破壊方法に関する国際調査事業」において、冷媒のストック量に関する推計が以下の通り行われている。なお、当該調査においても、市中で稼働している機器の台数に関する情報等が不足していることから、サービスとして供給されている冷媒の量と、市中ストックに対するサービス時の冷媒供給の割合から、市中ストック量及び使用済み機器に含まれる冷媒量の推計を行っている。また、定置型 AC は家庭用と業務用の区別ができず、両者を含んだ値となっている。

表 3-33 HCFC のストック量の推計

	市中稼働機器中の冷媒量 (トン)		使用済み機器中の冷媒量 <sup>※1</sup> (トン)	
	2010 年	2013 年	2010 年	2013 年
定置型エアコン	15,347	20,427	261	348
家庭用冷蔵庫	437	582	7	10

※1 [表中の市中稼働機器中の冷媒量]×[3.4% (我が国の 2010 年度の使用済み機器台数の市中稼働機器台数に対する割合)]×[5% (冷媒残存割合)]

家庭用冷蔵庫については、既存文献の推計結果では家庭用と業務用の区別がされていないことから、比較は困難である。一方で、家庭用冷蔵庫については、既存文献の推計量が 10 トン、本業務での推計量が 29 トンとなっている。推計の精度は十分ではないが、規模感としては数十トンレベルであると確認できる。

## (2) 産業機器に関する推計

業務用機器については、「フロンガスの分布及び回収・破壊方法に関する国際調査事業」において、使用済み機器中の冷媒量に関する推計が以下の通り行われている。空調機器については、前述の通り家庭用機器との区別が困難であり、業務用機器としての推計値は得られていない。

表 3-34 使用済み機器中の HCFC 量の推計

	市中稼働機器中の冷媒量 (トン)		使用済み機器中の冷媒量 <sup>※1</sup> (トン)	
	2010 年	2013 年	2010 年	2013 年
業務用冷蔵庫	3,090	4,113	53	1070
工業用冷蔵庫	423	563	7	10
輸送用冷蔵庫	364	485	6	8

※1 [表中の市中稼働機器中の冷媒量]×[3.4% (我が国の 2010 年度の使用済み機器台数の市中稼働機器台数に対する割合)]×[5% (冷媒残存割合)]

## (3) 自動車に関する推計

前述の廃車発生台数に関する推計結果より、乗用車と商用車の廃車発生台数を 15,000 台と仮定する。また、初期フロン充填量は 800g、初期充填量の 50%が廃車段階で残存していると仮定すると、冷媒フロン回収対象量は以下の通りとなる。

①廃車発生台数の予測量：15,000 台

⑤初期充填量の 50%値：800g×50% = 0.4kg

2013 年における冷媒フロン回収対象量 = ①×⑤ = 15,000×0.4kg = 6 トン

## 4. 機器製造メーカーの状況調査

### 4.1. タイにおける機器製造メーカーの状況

#### 4.1.1. 進出状況

タイには多数の機器製造メーカーが進出しており、冷凍冷蔵・空調機器を生産しているメーカーとしてパナソニック、ダイキンなどが進出している。

家電については、特に冷蔵庫、エアコンについて、日系メーカーのみならず、韓国、欧州、中国メーカーなどが、タイを主要な生産拠点としての展開を行っている。

タイでは、現在、ルームエアコンと家庭用冷蔵庫、一部のマルチタイプのオフィス用空調を生産している。チラー等の大型機器は輸入となっている。タイは冷凍空調関係の部品業界の集積があり、生産国としては優れている。一方で、労働集約的な産業には、タイで生産することのメリットが減りつつある。また、自動車産業の集積が進み、自動車産業の方が賃金が良いため、労働の流動化が進んでいると言われている。

#### 4.1.2. E-waste、フロン処理に関する取組

##### (1) E-waste に関する取組

タイでは、後述の通り E-waste に関する法律が検討中の状況であり、現状では、E-waste の回収について、特段の義務はメーカーに課せられていない。ただし、法律を検討するにあたって政府主導で実施されている E-waste 回収に係るパイロットプロジェクト等において、日系メーカーは回収拠点や、景品の提供等を行うことによって協力を行っている。

##### (2) フロンに関する取組

日系メーカーにおいて、機器の製造時及び出荷前に性能及び冷媒回路の点検等を実施する際に用いられる冷媒に対する取組が実施されている。破壊施設（加熱蒸気法）を自社導入した 1 社では、導入前に、廃棄物処理施設での処理の検討を行ったが、炉に対する影響及び破壊後の臭気の問題から、自社施設設置を選択している。破壊量は、破壊施設の能力に対し、1 週間に 1 日程度の稼働で破壊できるレベルの量となっている。現在同社は、タイの他の工業団地に設置されている同社系工場からの冷媒の引き取りを検討していたが、廃棄物処理業に関わるライセンス取得に際して、タイ政府との交渉に数年単位の時間を要しており、手続き上の課題に直面した。

#### 4.1.3. 回収インセンティブ等の可能性

日系メーカーは、製品のライフサイクル全般での保証に配慮し、メンテナンス契約を必要とする機器については、製品保証の一環として、冷媒についても配慮している。日系以外のメーカーについては、製品を安く納品する一方で、製品は売りきりであるため、サービス時に充填される冷媒にまで配慮されていない。日系メーカーは、エアコン市場において高所得層を狙ってきたが、中間から下の層でエアコンの購入が増えつつある現状で、日

系企業としても低価格品の導入を進めているところであり、収益性とのバランスを取る必要がある。

家庭用機器については E-waste 回収に関する法制度が成立しない状況にあり、メーカーとしてもアクションを行いにくい状況にあるが、一方でフロン類自体は後述の通り、有害物質として指定されており、工場等で使用される機器に含まれるフロン類は有害物質として処理される必要がある。その為、工場等で使用される機器については、一定の回収に対する必要があるものと想定される。

また、タイでは今後、商業施設等でも冷凍冷蔵・空調機器の省エネ機器へのリプレイスが進んでいくものと想定され、その際に古い機器の回収に対する需要が発生すると想定される。

#### 4.1.4. その他

##### (1) フロン類の処理について

既存文献によると、CFC や HCFC 使用機器の代替化を進めた結果、リユースできない冷媒の処理が課題となっている。ストックされた冷媒には不純物が混じっているため、再生したとしても採算性が低く、セメントキルンでの破壊が検討されたが、塩素処理の問題で実施されていない。輸出については、バーゼル条約の対象となるため、断念している。以上から、タイのメーカーは、生産時に発生するフロンの適切な処理ができる施設を必要としている。

タイでは 2017 年に、輸入及び新規設備への充填が禁止される見込みである。但し、サービスでの充填は可能であり、冷凍冷蔵機器の使用期間が長いタイの社会/業界としては、破壊よりも再生に力を入れたいと考えている。

大型の機器のみならず、小型のショーケース等（但し高価）についてもメンテナンス契約を結ぶことが多く、そういった観点からは、メーカー側では冷媒のストック量のある程度把握することは可能であり、使用済みとなった段階を捉えることも可能である。

##### (2) 制度、社会システム面について

メーカー側では、回収等の問題から率先して冷媒のリサイクルや破壊を進めることは難しく、中央集権的な仕組みを国が作り上げ、そこに民間を誘導するような仕組み作りが望ましいと考えている。

タイ政府や外資系企業は、HCFC -22 のフェーズアウトが始まった年から、いかに転換を進めるかにも着目しており、転換によって発生する HCFC -22 については、従来通りリユースさせ、現状のリユースビジネスを維持しようとしている。その為、破壊に目を向けている日系企業の取り組みはなかなか理解されない状況にある。現状では、いかにタイの国内でこういった環境への取り組みに対する理解者を増やしていくかが最大の課題となっている。

## 4.2. マレーシアにおける機器製造メーカーの状況

### 4.2.1. 進出状況

マレーシアでは、エアコンについては日系メーカーのシェアが大きい。家庭用品を中心に、大型製品についてもマレーシアで製造している。家庭用機器についてはパナソニック、業務用機器を中心にダイキンが進出している。大型機器の空調メーカーとしては、地元メーカーの York が存在する。

### 4.2.2. E-waste、フロン処理に関する取組

#### (1) E-waste に関する取組

本プロジェクトで実施した調査において、日系家電メーカーA社のサービスセンターを視察した。A社では、E-wasteの処理について社内用手続きを定めており、サービスセンターは基本的には修理品を受け入れ、修理を行わない機器はリサイクラーに処理を委託している。サービスセンターによっては、修理を行わない機器を顧客に返却する場合、或いはサービスセンターで解体して素材を売却している場合もある。パーシャルリサイクラーに処理を委託する場合には、顧客からは処理費を受け取っていないが、パーシャルリサイクラーへ委託費を支払っている。エアコンについてはほとんど回収されていない様子である。

修理と廃棄の判断は顧客に委ねられる。保証期間（1年）が過ぎている製品には修理料金が発生するため、顧客に見積書を提示し、修理料金等に基づいて、顧客が修理か買い替えの判断を行っている。保証期間を過ぎている製品については、消費者はディーラーに修理、買い替え等を依頼するケースが多いため、使用済機器の多くはメーカーに戻ってこない状況にある。

サービスセンターには、さらに修理を行うコントラクターが登録されており、修理の内容に応じて修理品が振り分けられている。エアコンはエアコンを専門に取り扱うコントラクターが存在する。大型家電の場合、修理する製品の80%程度は、顧客の家への出張修理となっており、サービスセンターに回収しての修理はほとんど行っていない。

消費者が新製品の冷蔵庫を購入・買い替えする際に、回収業者が消費者から回収料を得て使用済機器を回収し、サービス拠点で回収業者から使用済機器を購入する例もある。サービス拠点はその製品を中古品として売却している。エアコンの流通（販売、修理、廃棄等）に関する関係者とフローを以下の図に示す。

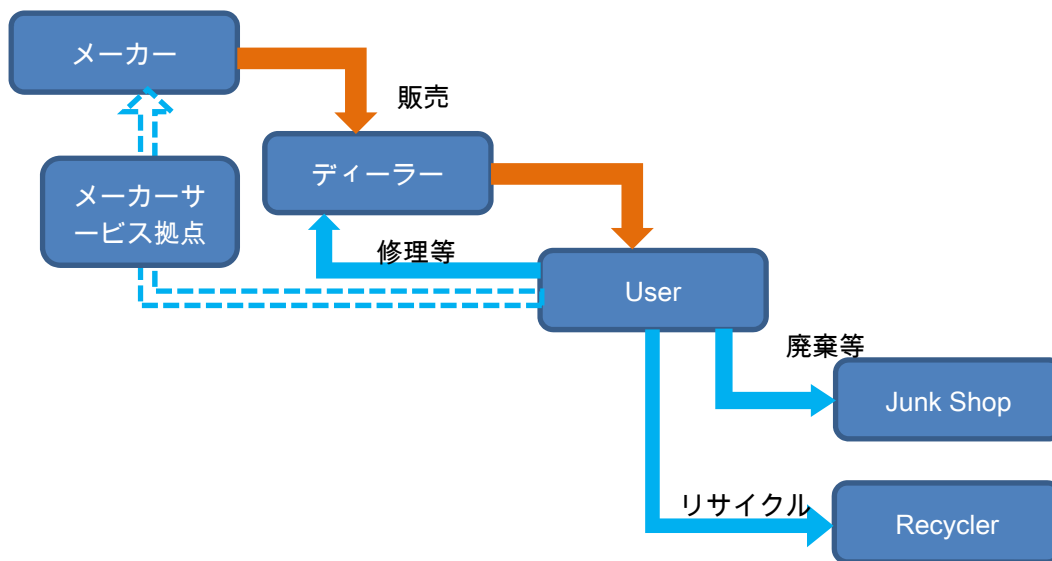


図 4-1 エアコンの概略フロー

マレーシアではメーカー単位での取り組みも進んでおり、東芝は DOE、現地リサイクラーとの協力のもと、E-waste を回収するプログラムを公表している。詳細は以下の通りである。

<2013年2月5日のプレスリリース（要約）>

Toshiba Singapore Digital Products & Service Group (DS)は DOE と Shan Poornam Metals 社と協調により、E-waste のテイクバックプログラムを実施。JICA が実施したテイクバックプログラムのデータ等を検討し、**Toshiba Voluntary e-Waste Takeback Scheme** を立ち上げた。プログラムは Toshiba Sales and Services Sdn Bhd、及び Tele Dynamics Sdn Bhd 主導により DOE 協力の下で実施され、Shan Poornam Metals Sdn Bhd 社は回収された E-waste のリサイクルを実施する。Klang Valley、Johor Bahru、及び Penang に位置する 14 の小売店が本プログラムに参加する。実施期間は 6 ヶ月であり、その後評価が行われる。回収の対象は東芝が販売した TV、冷蔵庫、洗濯機、ノートブック PC 等の製品である。小売店ではその他のメーカーの機器も受けつけられる。消費者は使用済み機器の受け渡し時に、東芝の製品に使用できる商品券が渡される。

回収拠点

地域	小売店名
ペナン島	Gadgetzone Pranglin Mall
	NC Computer Nanyang
	Gadgetzone One Shop
	Mindmakere_sg Dua
	E Tech Bukit Jambul
Petaling Jaya (KL 近郊)	Emerge Marketing Sdn Bhd – Digital Mall
クアラルンプール	FOSA Marketing – Plaza Low Yat
ジョホール	GreX Multimedia

商品券の金額

製品名	金額 (RM)
TV (ブラウン管)	5
TV (フラットタイプ)	5
冷蔵庫	0
洗濯機	0
PC (ノートブック)	10
PC (ノートブック、HDD なし)	7
タブレット	5
プロジェクター	5
ポータブル HDD	3

(2) フロン破壊に関する取組

既存文献からの情報によると、マレーシアにおけるフロン類の破壊実績は、日本メーカーの工場から出された冷媒の破壊が一部ある。日本企業は、CSR の観点から、冷媒の処理は先進的な取り組みをしているが、他の外資系企業や現地企業は行っていないことも想定される。

本業務で視察を行った日系メーカーにおいては、エアコンや冷蔵庫への再充填 (R-134、R-22) は行っているが、使用済み製品からのフロンガスの回収は行っていない。マレーシアでは修理等でフロンを取り扱う技術者は資格 (Certificate) が要求される。その為、顧客の家を訪問して機器の問題点を確認し、冷媒の補充が必要な場合には、資格を有するサー

ビスセンターのスタッフが補充を行う仕組みとなっている。廃棄製品については、エアコンからのフロン回収機器を有しており、以前は回収してリユースしていたが現在は回収を行っていない。

#### 4.2.3. 回収インセンティブ等の可能性

エアコンの販売ルートは日本と異なり、小売店の店頭で個人がエアコンを選ぶのではなく、住宅・公営住宅のオーナーが調達する仕組みとなっている。さらに内装業者が介在している場合もあり、店頭エアコンは置いてないケースが多い。また、コスト負担等の問題もあり、適切な法制度がなければ、家庭からの E-waste 回収は難しいと考えられている。

一方で、E-waste 自体は有害廃棄物として指定されるものであり、工場等で使用される機器については適切に処理される必要がある。その為、工場等で使用される機器については、一定の回収に対する需要があるものと想定される。

また、マレーシアでは商業施設の近代化が進み、多数の冷凍冷蔵・空調機器が使用されている。さらに今後は商業施設等で冷凍冷蔵・空調機器の省エネ機器へのリプレースが進んでいくものと想定され、その際に古い機器の回収に対する需要が発生すると想定される。

#### 4.2.4. その他

2年前に JICA が実施したマレーシア・ペナンでの E-waste 回収プロジェクトでは、フロンを回収するスキームが提示されず、回収したフロンの保管場所もなかったため、メーカー側としてはフロン類への対応が取れなかった状況にあった。また、エアコン自体も殆ど集まらず、別ルートで売却されていると想定されている。

マレーシアでの E-waste の規制動向は現地に進出した日系メーカーも注視している。メーカー側の意見としては、マレーシアでは市民からの E-waste の回収はマレーシアでは難しいと感じており、意識啓発が重要とされている。使用済機器の回収についてはフロン類の回収・保管・管理にコストがかかるため、コスト負担が問題となっている。メーカーとしては、適切な法制度がなければ、E-waste 及びフロン回収は難しいため、DOE 等との協議を始めたが、外資系企業はあまり積極的な姿勢を示していない。地域限定での取り組みから始め、全国に展開していくアプローチが有効と考えられる。

DOE はフロンの処理方法として、再生・再利用を推奨しているが、純度が問題となる。回収されたフロンの中には汚染され、再利用できないものもあり、そのような場合には破壊が必要。ただし、回収されたフロンのすべてを破壊すると、市場で必要とされる供給量を満たすことができなくなる恐れもある。



### 4.3. インドネシアにおける機器製造メーカーの状況

#### 4.3.1. 進出状況

インドネシアでは、家庭用機器についてはLG等のシェアが大きい状況にある。日系家電メーカーでは、パナソニック社やダイキン社が生産を行っている。また、シャープは2013年にインドネシアに白物家電の生産工場を設立し、冷蔵庫と洗濯機の生産を行う計画である。

#### 4.3.2. E-waste、フロン処理に関する取組

ダイキンとパナソニックは、インドネシアのHCFC削減計画ステージ1の実施における遵守目標に従い、ルームエアコンを含む冷凍空調機器のためのR-32技術(GWP675、大気寿命4.9年及びエネルギー効率他他の代替物に比べ最大10%増加)を導入、支援を促進する計画である。

また、KLHが主催した、機器メーカー、ユーザーを対象にしたフロンに関するセミナーにおいて、フロン類のフェーズアウトにかかる以下の方針が示された。

#### <2013年9月17日 新聞記事(要約)>

2013年9月16日にジャカルタの環境省オフィスにおいてOzone Dayのセミナーが開催された。2015年に施行されるHCFC削減に関する規制に伴い、メーカーはフロンの削減努力をしている。エアコンメーカー(P社)は代替フロンとしてR-32を採用し、次年度の製品は全てR-32を使用する計画。東芝の販売代理店であるTopjaya Antariksa Electronics社は冷蔵庫でのHCFC-141bの仕様をやめ、シクロペンタン等の炭化水素系冷媒を使用する方針。

一方で、本事業で実施した調査においては、メーカーによる特段のE-waste回収に関する取組は確認できなかった。フロン類処理については、外資系企業が後述するフロン破壊施設に処理を委託している実績がある。また、フロン破壊施設による意識啓発活動等も実施されている。

#### 4.3.3. 回収インセンティブ等の可能性

インドネシアにおいても家庭からのE-waste回収に係る法制度の検討段階であり、成立に時間がかかっている状況にある。また、既存のインフォーマル業者の存在が強く、複雑な利害関係が存在し、家庭用機器の回収は容易ではない。

一方でフロン類自体は後述の通り、有害物質として指定されており、工場等で使用される機器に含まれるフロン類は有害物質として処理される必要がある。その為、工場等で使用される機器については、一定の回収に対する需要があるものと想定される。

また、インドネシアでは、商業施設等の大規模な土地開発が進められており、新たに開発される施設では省エネへの関心も高くなっている。そのような状況において、商業施設

で使用される冷凍冷蔵・空調機器に含まれるフロン類の適切な管理については、需要があるものと想定される。また現在は、商業施設等で使用される多数の冷凍冷蔵・空調機器の寿命が迫ってきており、省エネ機器へのリプレイスが進んでいくものと想定され、その際に古い機器の回収に対する需要が発生すると想定される。

#### **4.3.4. その他**

日系メーカーの多くはタイやマレーシアに進出して生産を行っており、インドネシアで生産を行うメーカーは限られている。また、E-waste やフロン類処理に関する状況については、タイ、マレーシアの方が取り組みが進んでおり、メーカー側でも取組を優先する傾向にある。以上の状況から、インドネシアに関する最も主要な関心事項は、現在検討中のE-waste 回収に関する法制度の動向と、コスト負担の問題であると想定される。

## 5. 処理インフラ調査

### 5.1. タイにおける処理インフラ

#### 5.1.1. 廃棄物処理ビジネス

タイにおける廃棄物処理ビジネスを展開している企業として DOWA エコシステムグループの Waste Management Siam 社 (WMS) がある。WMS グループのタイにおける廃棄物処理・リサイクルの拠点は ESBEC(リサイクル、非有害廃棄物最終処分等)及び BPEC (非有害廃棄物の焼却等)のほか、集荷のための中継基地をタイに複数有している。

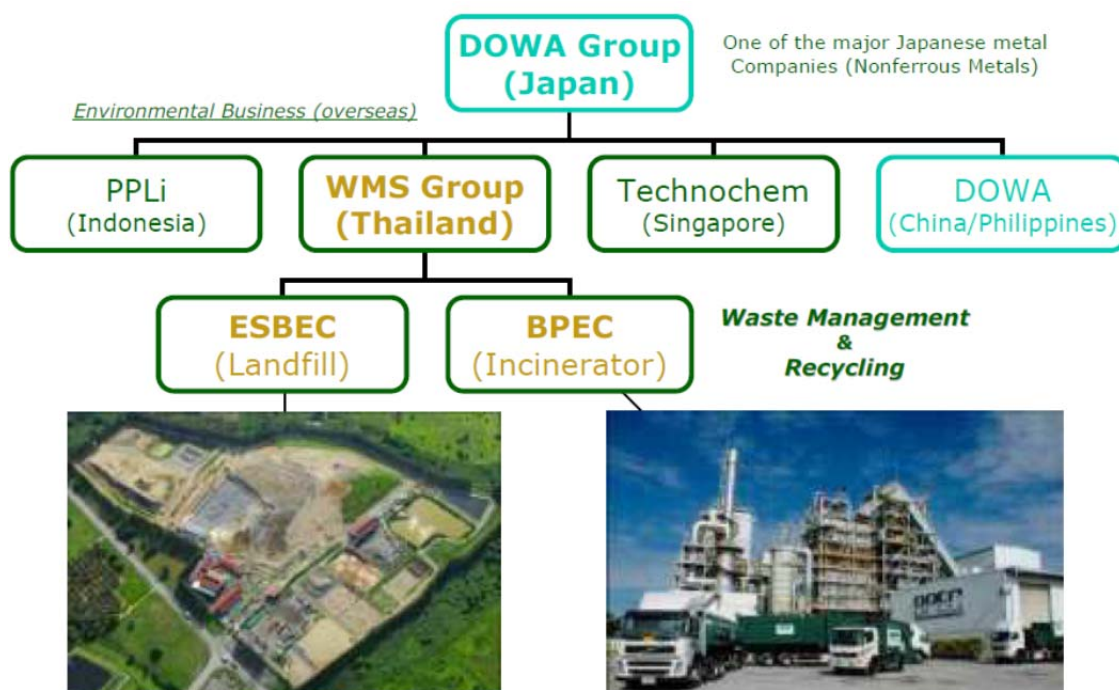


図 5-1 DOWA グループの環境ビジネスのアジア展開

#### 5.1.2. フロン類処理が可能な施設

タイの Bangpoo 工業団地に位置する Akkhe Prakarn Co.,Ltd は、タイで唯一の有害廃棄物の焼却設備であり、有害廃棄物に定義されるフロンは同施設での処理が可能である。同施設以外でフロンを処理するにあたっては手続きの上、DIW の上の判断をうける必要がある。

日系企業が企業活動としてフロンの破壊を計画した際、適切に処理できる外部機関がなかったことから、2007 年に自社内に処理施設を導入した経緯がある (セメントキルンや一般廃棄物焼却施設での破壊が検討されたが、塩素の問題や炉への損傷に関する問題が解決できなかった)。導入したのは加熱蒸気法を採用した装置であり、加水分解で処理をするため、廃棄物処理施設ほどの煩雑な手続きが必要ない。

DOWA グループの BPEC はタイの焼却施設の 1 つで、NEDO「タイにおける工業団地産業廃棄物有効利用設備モデル事業」としてスタートしている。焼却炉は流動床炉タイプで

あり、処理能力は 100t/日である。元々米国(Waste Management 社)基準での事業運営をしているが、ホールディング会社を DOWA エコシステム(株)が買収している。許認可は非有害廃棄物のみであり、有害廃棄物は有していない。処理対象は日本で言えば、事業系一般廃棄物と産業廃棄物（特別管理廃棄物を除く）である。BPEC については、DOWA グループとなる以前の稼働率は 20%程度であったが、稼働率をあげてきているが、タイでこのような稼働率を維持し、安定した操業を行っている施設はほとんどないといわれている。許認可対応の課題があるが、日本の技術、操業ノウハウを活用したフロン破壊を実践する場としての候補の一つと考えられる。

フロンの再生処理については、UNEP にタイの Reclamation Facility（再生処理施設）として、Techno Chem Co., Ltd.が報告されている。

### 5.1.3. 対象物解体後のスクラップ等の処理施設

2007 年時点では、ライセンス 105（廃棄物の分別・埋立処分を行う施設）を 614 施設、ライセンス 106（廃棄物を再使用・リサイクルする施設）を 368 施設が保有している。タイ国内で解体を行う大規模なリサイクラーはほとんど存在しない。TES-AMM などのようにタイ国内に集荷拠点を設けて、タイ国外で処理を行うビジネスモデルも存在するが、基本的には PC 等の貴金属を含む機器を対象としている。

タイ大手のリサイクラーであるウォンパニ社は、冷蔵庫についてはプラスチック等を選別して、リサイクルしている。フロンを含むコンプレッサーについては、フロン回収後、コンプレッサーより銅を回収している。また、確定的な情報ではないが、E-waste を処理するためのモデル工場を建設する動きもある。

表 5-1 タイのリサイクル・ライセンス業者

名前	国	取扱い	概要
ウォンパニ	タイ	消費者系・産業系の資源ごみ	国内に 700 拠点を有しており、E-waste を含む消費者系・産業系の資源ごみを回収・解体している。
Eastern Seaboard Environmental Complex	日本	E-waste	IT メーカーからの使用済み製品を引取り、解体を行っている。
Fuji Xerox Eco-Manufacturing	日本	E-waste (OA 機器)	使用済みコピー機を解体する工場を建設し、東南アジア諸国、オーストラリア、ニュージーランドからの使用済みコピー機を集めて解体し、再生資源をタイ・日本のリサイクル工場に送っている。
TES-AMM	シンガポール	E-waste	タイ国内で回収した E-waste を海外で解体、リサイクル。
Umicore	ベルギー	E-waste	タイ国内で回収した E-waste を海外で解体、リサイクル。

ESBEC は 2000 年に非有害廃棄物の埋立最終処分場として建設され、これまでに 100 万トン以上の廃棄物の埋め立て処分を行っている。処分場の構造は、高密度ポリエチレン遮水シートの 2 重構造に粘土層を加えた 3 重の遮水構造を取り、周辺の環境を汚染する恐れのない構造を採用している。処分場の閉鎖後にかかるタイの法制度上の規制はないが、自主的に閉鎖後の対策にかかるファンドを設けている。

タイにおける国際的な企業（IT メーカー）からは、タイにおける同社の使用済機器（パソコン等）の適正処理（解体、回収した資源の適正なネットワークによる活用）の受け皿となるリサイクル事業の要請があり、DOWA グループのノウハウを活用することができることから、WEEE のリサイクル事業を 2010 年に開始している。

WEEE リサイクル事業を立ち上げる上での基本方針として、①有害廃棄物の処理を適切に行う、②一部の部品の転売等を行わないこととしている（パーツが市中に出ることによる顧客のブランドイメージ低下を防止）。現在取扱っている品目は、パソコン、その周辺機器、CRT モニター、サーバー等である。

WEEE リサイクル（解体等）にかかるライセンスについては対応する 106 ライセンスを取得している。また、Waste Management Classification で金賞（優良事業者）を受賞している。クライアントの要求事項に対応するためにも、財務面での健全性について、環境モニタリングのための資金を積み立てる制度を利用している。

WEEE 処理の流れとして、①パッキング（要求に応じて顧客の目の前で機能破壊⇒不適切なリサイクルを防ぐ）、②受け入れの際に計量を記録、写真撮影、③解体後にも解体結果のレポートを作成する、④分解された部品は事業者へ再度委託し、リサイクルを行う。各金属等の種類に応じて委託先が決まっており、クライアントの方でも確認されている。原則としてタイ国内でリサイクルを完結することとしているが、タイで適正処理ができないため例外としてプリント基板は国外に送っている。

## 工程とトレーサビリティ



## マテリアルフロー (リサイクルネットワーク)

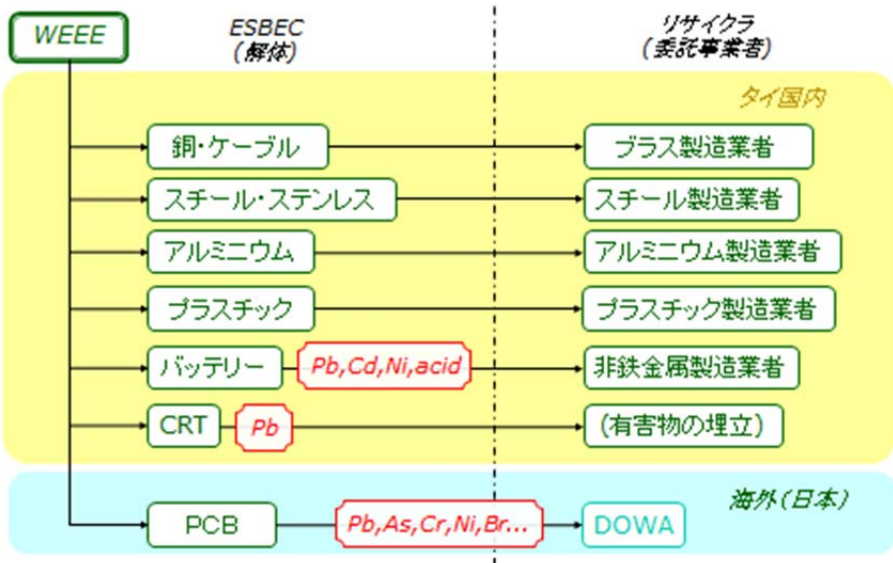
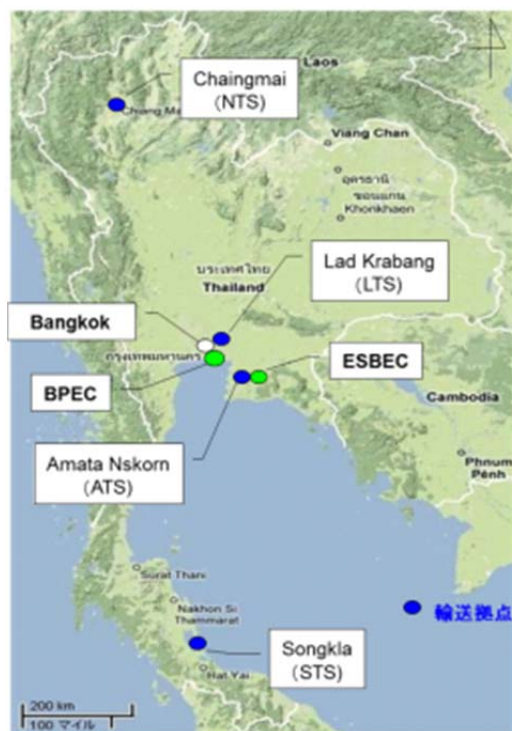


図 5-2 ESPEC のプロセスフロー及びリサイクルネットワーク

今後は、WEEE の制度化整備にかかる現地政府の支援、WEEE Can Do プロジェクトのサポートも引き続き行い、タイでのベストプラクティスの実践をアピールしていくことを目指している。また、日本からの技術移転として、リサイクル技術をタイに導入し、タイ国内でのリサイクル事業の拡張を行うとともに、解体後の適正処理業者のネットワークを拡大することを目指している。

#### 5.1.4. ロジスティクスの状況

前述の WMS 社はタイ全土に廃棄物の中継基地を有している。また、タイ全土からの廃棄物等の収集を効率的に行うために、輸送拠点（集荷拠点）を各地に設けている。現在では4か所の輸送拠点を有しており、北部（Chaingmai）にある NTS、中部（Lad Krabang）にある LTS、東部（Amata Nakorn）にある ATS、南部（Songkla）にある STS である。上記の ESBEC、BPEC とこれらの輸送拠点のネットワークにより、タイにおけるリサイクル、廃棄物処理事業を展開している。



©2014Google Map Data ©2014Auto Navi, Google, MapIT

図 5-3 タイにおける WMS の輸送拠点

ウォンパニ社はフランチャイズ形式で廃棄物の回収、リサイクルを行っており、タイ国内に広く拠点を有する。

## 5.2. マレーシアにおける処理インフラ

### 5.2.1. フロン類処理が可能な施設

機器メーカーから、製造時や出荷前点検などの段階で排出される冷媒フロンの一部は、マレーシアで唯一の有害廃棄物処理施設である Kualiti Alam 社で破壊処理されている。2007年度の破壊量は10トン程度であるが、Kualiti Alam 社のフロンガスの受入能力は不明である。基本的には化学廃棄物を中心に扱う施設であり、E-waste 等の処理はほとんど行っていない。現在、Kualiti Alam 社は有害廃棄物全体の約7%程度を処理しており、その他の45%はリサイクルされている。

TEXCARRIER 社ではサービスセクター等から回収されたフロン類の再生を実施している。再生機器にはオーストラリアの資本が入っており、再生できないフロンはオーストラリアに輸出され、破壊されている。ただし、フロン類を輸出するためには、Special Permit が必要となる。回収してボンベに圧縮した CFC と HCFC は有害廃棄物に指定されないため、バーゼル条約の対象とならない。TEXCARRIER 社の主な事業は、日本等からのフロン（製品として）（200t/年）輸入と販売である。小分け後、マレーシアのほか、ベトナム、インドネシアなどにも輸出している。国内修理業者にフロンを卸ろす際、回収フロンを混合している。回収、再生ビジネスを手がけて 2 年程度で、回収のためにメンテナンス業者等に 2000 程度のボンベを配布して回収を依頼している。混合ガスの処理はできないため、純度の高いもののみを引取している。このため、処理（破壊）にまわすフロンはほとんど受け入れていない。多くて年間 1 トン程度の回収量である。

その他、Rafarge、Tasek、YKL 等のセメント会社がフロン破壊に関心を示しており、DOE の方でインドネシアのホルシムの事例等を紹介し、協議している。

## 5.2.2. 対象物解体後のスクラップ等の処理施設

マレーシアでは E-waste は指定廃棄物として扱われる。マレーシアの E-waste (SW110) のフォーマル業者には 2 種類存在する。フルライセンス業者は E-waste の破砕、選別から、金属の回収までを行い、パーシャルライセンス業者は破砕・選別のみを行い、得られた産物をフルライセンス業者に処理を委託する必要がある。集荷量が少ないなどの理由から、一部のフルライセンス業者については機能としてはパーシャルライセンス業者と同様な事業を行っている業者もある。フルライセンス業者は、ある程度は自社工場で処理しているが、そのまま転売している場合も多く見受けられる。

表 5-2 マレーシアの E-waste リサイクラー

州	パーシャル ライセンス	フルライセンス
ジョホール	15	4
ケダ	16	1
マラッカ	14	3
ヌグリ・スンビラン	4	1
ペラ	5	0
ペナン	38	7
サラワク	7	0
セランゴール	25	4
クアラルンプール	8	0
合計	132	20

出典：DOE ウェブサイトの情報より作成（2012 年 9 月時点）



### 5.2.3. ロジスティクスの状況

前述の E-waste (SW110) のライセンスを有するパーシャル、及びフルライセンス業者は、E-waste を運搬することも可能であり、フロン含有機器についても運搬可能である。

## 5.3. インドネシアにおける処理インフラ

### 5.3.1. フロン類処理が可能な施設

インドネシアのセメント生産者であるホルシム インドネシア社が 2007 年からインドネシア環境省の許可を得て、セメントキルンによるフロン類破壊を行っている。なお、本プロジェクトは日本の環境省も支援を行っている。フロン破壊施設導入にあたっては日本環境省が支援し、その後もフロン処理に際しての破壊試験や破壊許可に関するガイダンスの作成等についても継続的に支援している。設備導入に際しては日本のセメント会社などを視察している。GIZ（ドイツ国際協力公社）、DEG（ドイツ開発公社）などの支援も得ながら、破壊処理のための設備の導入の他、普及啓発を進めている。東南アジアにおける数少ないフロン処理工場として国内外からの視察を受け入れている。ただし、現状は処理費が高いこともあり、処理量は限定的である。施設の概要は以下の通りである。

- セメントキルン：
  - 1号炉：4800 トン/日、1994 年～
  - 2号炉：8000 トン/日、1997 年～
- ODS 処理施設：
  - 液体、気体両方の ODS の取り扱いが可能。液体は Hot Bath を使って気化。
  - 技術面では日本のセメント会社の支援を受けている
  - 1時間当たり 100kg の ODS の処理が可能。
  - 処理費用は 1kg あたり \$7-10。
- KLH と GIZ（ドイツ国際協力公社）が共同で作成した、廃棄物の Co-processing ガイドライン 2008 年に沿って操業している。
- 2012 年は PPP (public-private partnership) project として、“Raise Indonesia”という啓発活動を実施した。工場や商業施設からの排出管理をターゲットとした。また、技術者へのトレーニングの実施や、stakeholder meeting の実施等を行っている。DEG（ドイツ開発公社）からの出資で、Assist という NGO とコラボして実施された。

表 5-3 フロン破壊施設の排ガス基準値

項目	基準値	単位
HF	10	mg/Nm <sup>3</sup>
HCl	70	mg/Nm <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	1000	mg/Nm <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	800	mg/Nm <sup>3</sup>
CH <sub>4</sub>	35	mg/Nm <sup>3</sup>
CO	750	mg/Nm <sup>3</sup>
As	1	mg/Nm <sup>3</sup>
Cd	0.2	mg/Nm <sup>3</sup>
Cr	1	mg/Nm <sup>3</sup>
Pb	5	mg/Nm <sup>3</sup>
Hg	0.2	mg/Nm <sup>3</sup>
Tl	0.2	mg/Nm <sup>3</sup>
粒子状物質	80	mg/Nm <sup>3</sup>
オパシティー	20	%
ダイオキシン (2,3,7,8 TCDD toxicity equivalent)	0.1	TEQ ng/Nm <sup>3</sup>
PCDDs/PCDFs/PCBs の破壊効率	99.9999	%
POHCs の破壊効率	99.99	%

\*酸素濃度 10%、標準状態 (25°C、760mm Hg) 換算  
 出典：Geocycle 社提供資料

(環境省のプレスリリース要約)

インドネシアにおけるフロン破壊処理施設の稼働について

<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=9057>

■インドネシア国のフロン破壊処理施設の概要

事業所の名称：PT ホルシム Indonesia Tbk. Narogong Plant

(ホルシム・インドネシア社 ナロゴン工場) 所在地：Jl. Raya Narogong Km.7 Bogor 16820, Indonesia 破壊可能なフロンの種類：CFC 及び HCFC フロンの破壊能力：50～100kg/時フロン破壊処理技術：セメント焼成炉混入法方式フロン破壊処理施設が完成した年月日：2007 年 2 月上旬フロン破壊許可年月日：2007 年 8 月 30 日 (試運転許可は 2007 年 1 月 23 日) これまでの破壊実績：CFC-11 を 9.18 トン破壊処理

(CO2 換算で 4 万トン強の温室効果ガスを削減)

■フロン破壊処理施設の整備経緯と日本の協力

環境省では、2005 年度に、アジア地域における不要なオゾン層破壊物質の存在状況調査を実施し、インドネシア国においては、不要なオゾン層破壊物質の処理ニーズ (CFC-11/CFC-12 の混合物 1 t、余剰となった 1,1,1-トリクロロエタン 74 t 及び汚染された CFC-11 11t) が存在することを確認した。これを受け、インドネシア政府及び使用済フロンの処理事業に積極的であった PT ホルシム Indonesia Tbk.社と協議し、日本及びインドネシア間の協力事業を検討した。

2006 年度にインドネシア政府担当者及びホルシム社技術者を日本に招へいし、日本におけるフロン回収・破壊に関する法制度の説明及びフロン破壊処理施設の実地見学等を行った。以後、日本のフロン類破壊業者の協力のもと、ホルシム社におけるフロン破壊処理施設整備のために必要な技術的・制度的助言、専門家の派遣等を行ってきた。これによりフロン破壊処理施設は 2007 年 2 月に完成し、その後、試運転等を経て、8 月 30 日にインドネシア政府がフロンの破壊処理を許可した。

この 11 月 16 日に環境省担当官が同施設の現地確認を行い、フロンの受入が可能となっていることを確認した。

ホルシムにおける最新のフロン破壊状況は以下のとおり。

表 5-4 ホルシムにおける最新のフロン破壊状況

	2007	2008	2009	2010
CFC-12, HCFC-22, HFC-134a, ハロン (kg)	339	650	210	2,394
CFC-11 (kg)	9,180	6,340	-	780
合計 (kg)	9,519	6,990	210	3,174

(出典：「平成 22 年度環境問題対策調査等 途上国におけるフロン等対策支援事業」)

### 5.3.2. 対象物解体後のスクラップ等の処理施設

E-waste に関するライセンスを有する業者が複数存在しており、ブカシの Mukti Mandri 社、バタム島の PT. Citra Asia Raya(CAR)、及びジャカルタ周辺の P.T. Teknotama Lingkungan Internusa (TLI)等である。

また、インドネシア国内唯一の有害廃棄物の埋立処理施設として、ジャカルタ近郊にの PT. Prasadha Pamunah Limbah Industri (PPLi) が存在する。PPLi の株式の 95%は DOWA グループが、5%はインドネシア政府が有している。

### 5.3.3. ロジスティクスの状況

PPLi はジャワ島を中心とした廃棄物の集荷網を有しており、西ジャワ、東ジャワ、及びバタム島に中継基地を有している。現在、インドネシア国内に処分事業者として有害廃棄物の埋立処分施設を有しているのは PPLi 社 1 社のみである。同社は 1994 年に設立され、資本金の 95%は Modern Asia Environment Holdings (MAEH) が、5%をインドネシア政府が出資している。同社の有害廃棄物処理事業は廃液処理、安定化処理とともにインドネシアにおける唯一の最終処分受託事業となっている。



図 5-4 PPLi のインドネシアにおける集荷ネットワーク

### 5.4. 日本への輸出

日本にオゾン層破壊物質を輸入する場合には、オゾン層保護法において、外為法の下での輸入許可を得る必要があるとされている。また、外為法の下で輸入貿易管理令が策定されており、輸入許可に関する規制が定められている。オゾン層破壊物質に関する輸入規制は下表に示す通りとなっている。

ただし、現在の制度においては破壊目的でのオゾン層破壊物質の輸入が想定されておらず、輸入プロセスがないと言える状況にある。このため、日本への輸出を破壊オプションの一つとするためには、オゾン層破壊物質の輸入について、関係当局に確認を取る事が重要である。

また、モントリオール議定書で定められているフロンは、原料フロンの取扱についての  
み言及されており、厳密には回収された使用済フロンは、これらの基準、手続きに該当し  
ないという考えもある。これらの点について、今後も議論が必要である。

表 5-5 オゾン層破壊物質に関する輸入制度

	輸入割当	二号承認	二の二号承認	事前確認	通関時確認
承認の概要	輸入される貨物の数量（又は金額）を国内の需要等に基づき、輸入者等に割りあてる。	特定の原産地又は船積地域に係る輸入について承認を必要とする。	原産地又は船積地域にかかわらず特定の貨物について承認を要する。	特定の貨物を輸入する場合に、事前に経済産業大臣等の確認を受けることにより承認が不要となる。	特定の貨物を輸入する場合に、輸入通関時に定められた書類を税関に提出すると承認が不要となる。
担当部署	経済産業省貿易経済協力局貿易管理部貿易審査課	経済産業省	経済産業省	経済産業省	
対象品目	モントリオール議定書附属書に定める規制物質 二号承認の対象物質を除く	モントリオール議定書の規制物質で、輸入公表（三の九の（４））の国・地域以外を船籍地とするもの。 タイ、インドネシア、マレーシアは対象外。	バーゼル条約附属書Ⅳ、廃掃法（固形または液状の廃棄物）に該当する廃棄物。	モントリオール議定書の規制物質で、他の化学物質の製造の原料として使用されるもの、試験研究に使用されるもの等。	モントリオール議定書に関する規定はない。
手続き	輸入割当を申請する場合には、経済産業省製造産業局化学物質管理課オゾン層保護等推進室より内示書を取得する必要がある。				

出典：輸入貿易管理令より作成

## 6. 現地政府、地方自治体の状況調査

### 6.1. タイにおける政策、取り組み

#### 6.1.1. フロン類の規制動向、管理体系

##### (1) フロン類に関する規制・所管官庁

タイの工業省工場局（DIW）は工場の操業に関する許認可権等を含む事項を管轄している。その一部として、大気汚染規制や産業廃棄物に関する排出許可等も管轄している。工業省が所管する工場法の下での Notification of MOI on Disposal of Wastes or Unusable Materials B.E. 2548 (2005)において、有害産業廃棄物の分類が行われている。使用済み電気電子機器から生じる廃棄物は廃棄物コード 16-02 に指定され、その内、CFC、HCFC、HFC を含む機器は 16-02-11 に指定される。使用済み車両（EoL Vehicle）から生じる廃棄物は廃棄物コード 16-01 に指定されており、フロン類については直接指定されていないが、解体された使用済み車両から排出される廃棄物の内、有害物質を含むものは 16-01-21 に指定される。

モントリオール議定書、バーゼル条約の事務局も DIW となっており、モントリオール議定書関連については Ozone Protection Unit が、フロンの破壊処理・輸出に関しては Industrial Waste Management Bureau が担当となる。

天然資源環境省の公害管理局（PCD）が所管する有害物質法（hazardous substance act B.E.2535）の下での The Notification of MOI B.E.2546 List of hazardous substances（2003 年工業省告知有害廃棄物リストの改定）において、CFC-11、CFC-12、HCFC-22 等のフロン類が有害物質として指定されている。これにより、輸入・生産・輸送・消費・処分・輸出が規制の対象となる。HFC 等の代替フロン類は有害物質に指定されていない。天然資源環境省内には、京都議定書の事務局である Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning が設置されている。

その他、フロンの破壊処理・輸出に関しては、有害廃棄物に関する法律、廃棄物の輸送（マニフェスト）に関する法律、E-HAI for disposal function（労働安全関連の法律）、大気汚染防止に関する法律等が関与する。一方で、使用済み機器からのフロンの抜き取り方法等を具体的に規定する規則は存在しない様子である。

##### (2) 規制の動向

タイではフロン類に関し、以下の新たな規制の導入が計画されている。

- 2013 年から HCFC の年次輸入許可制度の開始
- 2015 年から発泡剤製造において、HCFC-141b の使用禁止
- 2017 年 1 月 1 日から、HCFC-22 を使用するエアコンの製造禁止と、HCFC を使用するエアコンで 14.5kW 以下の大きさの機器の輸入禁止
- 2017 年 12 月 31 日より、HCFC-22 を使用するエアコンの販売禁止

## 6.1.2. 関連法制度の概要

### (1) E-waste 関連制度

現在 E-waste に関して適用される規制は下表の通りである。タイの廃棄物は排出源別に規制が異なり、家庭由来の廃棄物は公衆衛生法、工場由来の廃棄物は工場法で規制される。

表 6-1 タイの E-waste に関する法律の概要

区分	法律名	内容
家庭由来	公衆衛生法（1992 年）	家庭から排出される一般廃棄物、及び感染性廃棄物について規制しており、家庭から排出されるものであれば、有用金属を含むものも当法律でカバーされている。廃棄物の処理責任は地方行政である。
工場由来	工場法（1992 年）	工業団地内の工場操業を規制する法律であり、廃棄物の処分、汚染または環境に影響を及ぼす汚染物質に関する工場の運営を管理することを目的に、工場法に関連する規則と規制が公布されている。工場から排出される廃棄物について、有用金属を含む廃棄物を含めてカバーしている。工業省工場局が所管。
	有害物質法	有害物質の輸入・生産・輸送・消費・処分・輸出に関する規制基準を定めている。この法律は事業者を管理するものであり、一般消費者は対象外である。WEEE は「Type3」の有害物質の指定を受けている。公害管理局（PCD）が所管。

現在タイでは WEEE に関する法案の検討が行われているが、処理手数料の徴収に関する事項で停滞しており、成立の見通しは立っていない。WEEE の処理等に必要な資金の確保については、政府管理の基金（Fund）に、メーカー・輸入業者が販売・輸入額に応じて製品上乗せ費用（Product fee）を支払い、それを原資に消費者からの買取（バイバック）を可能にする回収システムの運営が提案されている。製品ごとの料金、買取率等は中央政府により取り決められ、買取システムの運営は地方政府が運営することが想定されている。

バンコク等の大都市から制度を開始し、人口 5 万人相当の地方自治体にバイバックセンターを設置し、その後市域、郡部へとそれぞれ拡大させるアプローチが提案されていた。また、WEEE Strategy 2007、WEEE Strategy 2012 等によって、政府主導による WEEE 管理のためのプロジェクトが実施されてきている。ただし、関係者への聞き取り調査によると、WEEE の新戦略案の対象は 10 品目であるが、エアコン・冷蔵庫などフロン含有機器は現状は対象外となっている。

表 6-2 検討されている処理手数料とその内訳

品目	処理手数料 (パーツ/台)	パイバックセンターへの補助金 (91.5%) (パーツ/台)		関係機関の管理コスト (8.5%) (パーツ/台)
		運営費用 (保管、輸送、リサイクル)	買戻し金	
エアコン (S) (12,000BTU 未満)	900	740	600	124
エアコン (L) (12,000BTU 以上)	1000	2,410	450	266
冷蔵庫 (小)	325	1656	300	182
冷蔵庫 (大)	1000	2410	450	266

(出典：経済産業省委託事業：電炉ダスト等からのベースメタルリサイクル事業化可能性調査 (平成 24 年 2 月))

表 6-3 WEEE Strategy 2012 の骨子 (案)

戦略 1	Strengthening the Control of Import/Export of Used EEE and E-waste	電気製品およびエレクトロニクス製品廃棄物、ならびに、低品質電気製品およびエレクトロニクス製品の輸入-輸出管理に強固な対応を追加すること
戦略 2	Promotion of Environmentally Sound Production and Consumption of E-Products	環境に優しい電気製品およびエレクトロニクス製品の製造ならびに購入の選択に対する支持表明
戦略 3	Improvement of E-wastste Data System	電気製品およびエレクトロニクス製品の廃棄物の数量に関するデータ・ベース機構の充実
戦略 4	Improvement of E-waste Collection	電気製品およびエレクトロニクス製品の廃棄物の分別、集積、搬送に関する機構の充実と改善
戦略 5	Capacity Building and Promotion of Investment of Recyclers	分別、集積、搬送の機構から生まれた電気製品およびエレクトロニクス製品の廃棄物の分別およびリサイクル工場の実力の限界を増大補強して環境に対して安全で系統的に一貫性を保った処理を行う
戦略 6	Awareness raising on E-waste Impact and Resource Recycling	電気製品およびエレクトロニクス製品の廃棄物の処理、ならびに、資源の有効的、効率的、計画的消費に関する関心および興味を持つことに対する奨励

## (2) 自動車

自動車の廃棄やリサイクルに特化した規制は存在せず、産業廃棄物・有害廃棄物に対する規定が存在するのみである。タイ国内において、廃棄物に関する法規制は、工場法、有害廃棄物法、産業廃棄物法等細切れに分散しており、使用済自動車の廃棄からリサイクルまでを横断的に規制する制度が整っていないのが現状である。

### 6.1.3. 関係する業界、関係団体

#### (1) IEAT

タイの工業団地公社 (IEAT) は全国で 48 箇所の工業団地を運営しており、工業団地内の排水、廃棄物管理等の管理権限を有している。IEAT は工業省の下に位置し、各規制は工業省の規制と整合性が取れている。

#### (2) BMA

バンコク都庁 (BMA) は地方自治体として、家庭や商業施設の廃棄物の回収を行って



る。家電はゴミ収集の対象外であるが、BMA として、特定の地区を決めて、家電等の有害廃棄物の回収を行うキャンペーンを実施している。2012 年と 2013 年で計 6 回実施する計画である。2012 年は住宅街、2013 年はオフィス街にて実施が予定されている（方法：収集日を予め伝えておき、景品と交換する）。

### (3) MTEC

MTEC (National Metal and Materials Technology Center) は研究施設のコンプレックス (タテ国立研究センター、パトゥムタニ県) の一つで、グループ研究機関が同じ敷地に收容されている。PCD の予算で、フロン回収とプリント基板のリサイクルに関する調査を実施し、プロジェクト自体は 2013 年 10 月で終了した。本 PCD 事業はプリント基板リサイクルがメインであり、フロン回収の位置付けは副次的なものである。PCD 事業の結果として、エアコン用フロンの主な成分である HCFC-22 は、回収してもバージン単価が約 300 円/kg と安価であるため、ビジネスとしての価値は限りなく低いという結論になっている。カーエアコンに使われている HFC-134a は単価が 1,000 円/kg と高価なため、回収して再利用しようと考えているものもいた。(自動車メーカー毎に回収・再利用することは可能と考えている)

上記予算でアメリカ製のフロン回収装置 (約 20 万円) を購入し、回収のデモ実演を含めたフロン回収によるセミナーを実施している。対象者は、大学、政府、職業訓練学校、エアコン等のコレクター、リサイクラー、カーエアコン取扱者等である。セミナーの主題が上記のとおりプリント基板リサイクルであり、フロンは副次的なテーマであるため、フロン関係者は一部とされている。PCD 事業完了に伴いフロン回収装置は職業訓練学校等への装置の譲渡 (貸与) を検討している。回収したが売却できないフロン類については大気放出することもできず課題となっている。



出典：PCD 提供資料

#### (4) TGO (Thai land GHG Management Organization)

TGO は温室効果ガスを管理している組織で、3 年前に CDM の案件を立ち上げ、生産工程での削減をメーカーに働きかけ、啓蒙などを行っている。その他、本事業に関連する組織・企業は以下の通りである。

表 6-4 本事業に関連する組織・企業

団体	概要	対象機器
Thai Hotels Association	会員企業は 303 件 (2000 年時点) であり、客室 200 室以上のホテルは約 160 件。	家庭用冷蔵庫、業務用冷蔵庫
Songserm Intercool	大手業務用冷蔵庫メーカー (2000 年時点での市場占有率は 80%)	業務用冷蔵庫
Siam Cooler	大手業務用冷蔵庫メーカー	業務用冷蔵庫
Sahakarn Intercool	大手業務用冷蔵庫メーカー	業務用冷蔵庫
Thai Retailers Association	小売業の業界団体	家電
Zexel	カーエアコンメーカー (2000 年時点の市場占有率は 30%)	カーエアコン
Denso	カーエアコンメーカー (2000 年時点の市場占有率は 30%)	カーエアコン
シャープ	電気機器メーカー	冷蔵庫、電子レンジ
パナソニック	電気機器メーカー	冷蔵庫
日立	電気機器メーカー	冷蔵庫
東芝	電気機器メーカー	冷蔵庫、エアコン、電子レンジ
三菱	電気機器メーカー	冷蔵庫、エアコン
三菱重	電気機器メーカー	エアコン
富士通	電気機器メーカー	エアコン
ダイキン	電気機器メーカー	エアコン
BOC Thai Industrial Gases Public Company	産業ガスのサプライヤー	
Linde Thailand PLC	産業ガスのサプライヤー	

出典：Thailand CFC Phase-out Plan、JBIC タイの投資環境、野村総研「平成 24 年度環境問題対策調査等 (フロンガスの分布及び回収・破壊方法に関する国際調査事業)」より作成

#### 6.1.4. 将来的な JCM 案件・フロン回収破壊事業に関するニーズ把握

本事業で実施した現地調査において、各ステークホルダーの意向、ニーズ等を以下の通り確認した。

##### (1) DIW

- 2013 年から 2014 年にかけて、DIW はエコタウンに関するプロジェクトを実施しており、その中に低炭素に関するものも含まれている。本事業を、この中の一部として実施することが可能。
- IEAT 管轄の工業団地内の施設を利用してフロン破壊試験を行う場合には、必ず DIW の長官の認可 (同意書) を得ること。
- フロン単独回収だけではなく、エアコン等の機器そのものも引取っての総合的な処理が理想である。
- 輸出については、危険物取扱法とバーゼル条約が適用されるので、これらに則った手続きが必要。

## (2) IEAT

- IEAT 傘下には 48 か所の工業団地があり、工業団地を対象とした本事業の機器回収等への協力（協力要請等）は可能である。

## (3) PCD

- 本事業への取り組み（E-waste の適正処理、フロン回収・破壊）について賛同する。
- 将来的な事業で協力することは可能である。
- フロンを輸出する場合には、申請に対して、PCD がコーディネートし、DIW が承認する役割分担となっている。

## (4) BMA

- BMA としては中央政府（DIW、PCD）の決めたことに従う立場で、フロン回収等に関しての独自の取り組みは行っていない。
- PCD 等の意向によっては、本プロジェクトに協力する可能性はある。

## 6.2. マレーシアにおける政策、取り組み

### 6.2.1. フロン類の規制動向、管理体系

#### (1) フロンに関する規制、所管官庁

マレーシアでは、フロン類は有害物質として指定されていないが、フロンの大気中への放出は Environmental Quality (Refrigerant Management) Regulations 1999 により禁止（輸入、消費、使用、回収に関する規定）されている。現在の所、同法の対象は CFC のみで、サービスセクターからの排出に関する規制も含まれている。同規制は環境局（DOE）が所管しており、全国 10 か所に Authorized training center（Training and refrigerant management centres）を設置し、フロン回収のトレーニングや回収したフロンを再生する等の取り組みが実施されているが、十分な法の施行が行われていないことが課題となっている。また、同トレーニングはサービスセクターを対象としており、廃棄段階は対象としていない。トレーニングは 2 日間で、費用は 200MR である。HCFC Phase-out Management Plan の下でフロン回収機器が配布されており、既に 500 台以上が配布されている。回収したフロンは再利用のために売却される。

なお、マレーシアではモントリオール議定書、及び京都議定書の担当事務局は両者とも DOE となっている。ただし、DOE はオゾン層破壊物質や温室効果ガス自体に対する制度の作成と運用を実施する役割であり、実際の市中からの対象廃棄物の回収等は住宅自治省（MHLG）の管轄となる。

## (2) 規制の動向

現在、Environmental Quality (Refrigerant Management) Regulations の改訂作業が進められており、2013 年の改訂により、HCFC も規制の対象となる予定である。また、フロン類の破壊に関する規定も入れる方向であり、具体的には、破壊する際には、Kualiti Alam やセメントキルン等の許可施設に委託しなければならないという内容を想定している。

その他、以下の規制の導入が検討されている。

- ▶ HCFC 取扱い技術者の Certification システム導入 (2013 年)
- ▶ HCFC を使用したエアコンの製造・組み立て・販売の禁止 (2015 年)
- ▶ HCFC を規制ガスリストに追加 (2015 年)

## 6.2.2. 関連法制度の概要

### (1) E-waste に関する制度、動向

マレーシアでは、産業系の E-waste は Environmental Quality (Scheduled Wastes) Regulations, 2005 によって指定廃棄物 (SW110) に指定され、SW110 のライセンスを持つ業者が処理することとして規制されている。家庭系についても E-waste 自体は DOE の所管となる。しかしながら、家庭系の廃棄物の回収、処理については、MHLG の所管であり、E-waste については回収方法等について、DOE と MHLG で検討を進めているところである。E-waste は有害廃棄物と指定されるものの、回収されたフロン類は有害廃棄物に指定されていない。そのため、バーゼル条約の対象とはならないものの、回収したフロン類を輸出する際には、許可を取得する必要がある。

マレーシアにおいては、2008 年より「電気・電子機器のリサイクル及び廃棄に関する規則」(通称 E-Waste Regulation) の検討が進められていた。当初案では製造業者等には使用済み機器の引き取り義務が規定され、使用済み機器の収集、リサイクル、再使用に関する計画を製造業者等が自ら策定し、DOE 局長に提出することを義務付けているなど、製造業者にとって厳しい内容であった。その後、財団法人海外技術者研修協会 (AOTS) を通じた政策担当者研修など日本政府として制度構築に協力しており、2011 年 7 月には「廃電気・電子機器リサイクル：実施に係る文書」に国際協力機構 (JICA) とマレーシア環境省の間で署名され、2013 年度まで、家庭から廃棄される電気電子系廃棄物の収集、分別、輸送の体制を全国に展開するためのパイロット事業がペナンで実施された。今後の制度化の内容については、パイロット事業の成果等を踏まえて、検討されることになっており、現在のところ、全国の大規模な都市 (マラッカ、ペナン (継続)、クアラルンプール、ジョホールバル、セランゴール等) においてさらにパイロット事業を実施することが計画されている。対象品目にはエアコンや冷蔵庫も入る見込みであり、2014 年頃の開始に向けて検討が進められている。また、マレーシアは 2014 年に省エネルギーの機器の普及を進める法律を施行することを計画しており、同法律はエアコン、冷蔵庫、照明器具の最低消費エネルギーの規定を定めるものとなると想定される。

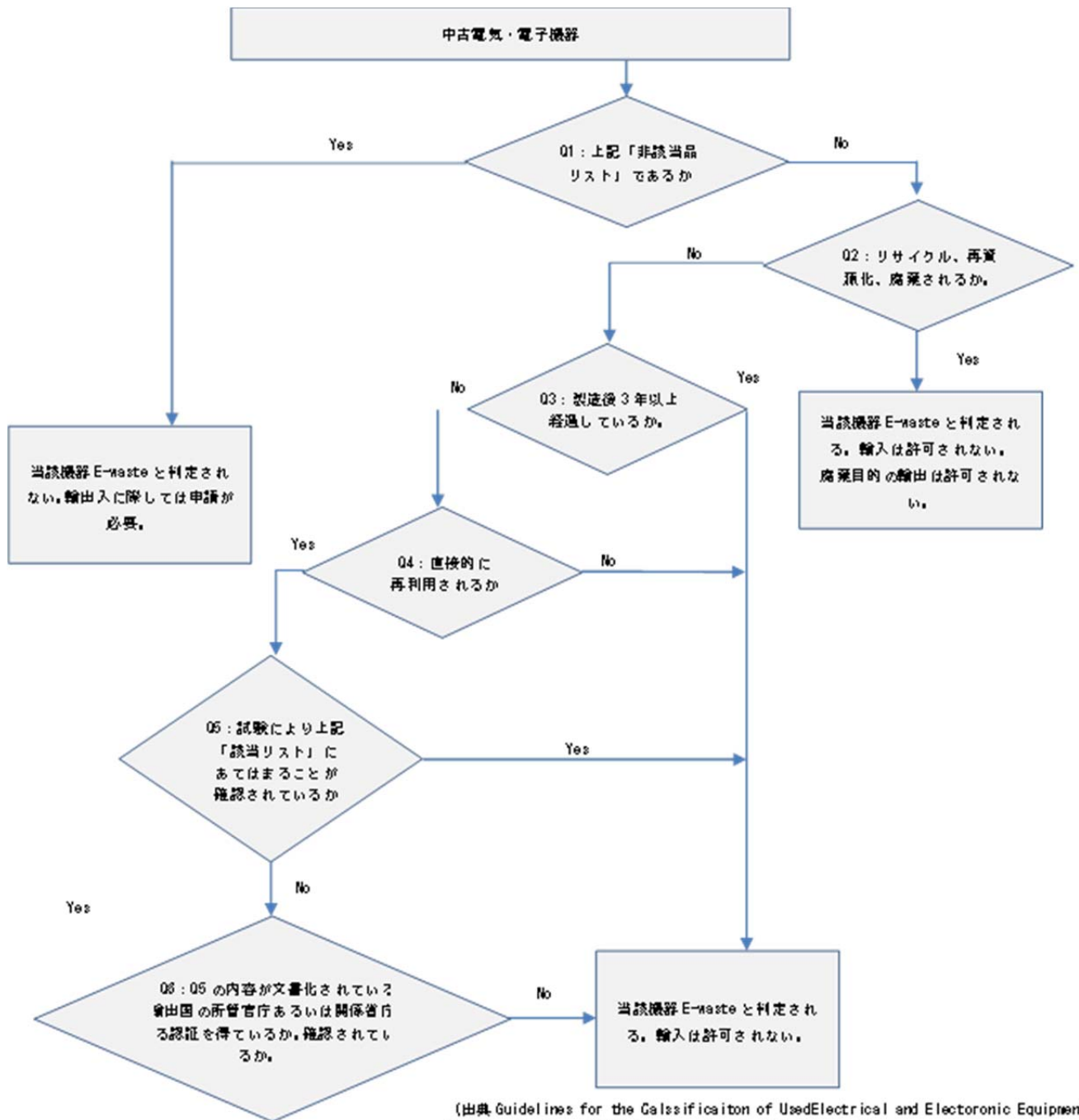


図 6-1 マレーシアにおける E-waste の判断フロー

## (2) 自動車に関連する制度、動向

マレーシアでは自動車に関して、国際貿易産業省と税関が輸入と関税をコントロールし、交通省が自動車関連法の運用を実行し、環境局が環境保護の観点から自動車に関しても規制を行っている。

マレーシアは中古車部品の輸出入が盛んであると言われており一方で、中古部品の品質が自動車事故に繋がる等の理由から問題視されていた。2009年に National Automobile Policy の見直しが行われ、中古部品および商業車の輸入、及び使用済み自動車に関する規制を徐々に導入していくことが決められている。使用済み自動車に対する規制としては、15年以上経過した自動車に対して毎年車検を実施し（現在は車のオーナーが変更になるときのみ車検が課される）、道路税を徴収するという、買い替えを促す提案もされている。しかしながら、使用済み自動車に関する規制は国内の中古マーケットに多大な影響を与えること等から大きな反発があり、当面の実施は見送られている様子である。

車検制度としては、道路交通法(Road Transport Act 1987)により、商用車にのみ年1回の車検制度が適用される。車検の内容としては、排気ガス、違法改造等の安全基本性能の検査などである。一方、一般車両には車検制度がなく、一般のユーザーは車検を受ける必要がない状況となっている。

### 6.2.3. 関係する業界、関係団体

#### (1) UTM

マレーシア工科大学 (Universiti Teknologi Malaysia) はジョホールに位置しており、イスカンダール開発計画に加えて、上記の E-waste に関するパイロット事業に関与している。また、DOE の National Ozone Unit と協調して、規制の改訂等に関する取組も行っているほか、イスカンダール開発庁 (IRDA) より Low Carbon Society Blueprint に対してリサーチプロジェクトの提案書を提出することを提案されている。

#### (2) MACRA

MACRA はパナソニック、三菱電機等の空調・冷蔵機器メーカーで構成される業界団体であり、適切な冷媒管理に対する取組に積極的な姿勢を示している。UNEP の Ozone Action Branch の下に設置される、4th Ozone2Climate Technology Roadshow and Industry Roundtable が 2013 年 11 月にマニラで開催されたが、MACRA がマレーシアからの唯一の出席者となっている。

その他、マレーシアにおいて本事業に関連する組織・団体は以下の通りである。

表 6-5 マレーシアにおいて本事業に関連する組織・団体

メーカー	対象機器
Dunham-Bush	チラーメーカー。
Denso	カーエアコンメーカー
UCM Industrial Corporation	カーエアコンメーカー
APM Air Conditioning	カーエアコンメーカー
Sanden International	カーエアコンメーカー
Seasonair	カーエアコンメーカー
PATCO	カーエアコンメーカー
York	地元エアコンメーカー
Panasonic Appliances Air-Conditioning	エアコンメーカー
Topair	エアコンメーカー
Acson	エアコンメーカー
Malaysian. Air-Conditioning & Refrigeration Association (MACRA)	空国機器メーカーの協会
Federation of Manufacture Malaysia	メーカーの協会

出典：Malaysia CFC Phase-out Management Plan、現地調査での取得情報より作成

#### 6.2.4. 将来的な JCM 案件・フロン回収破壊事業に関するニーズ把握

##### (1) DOE

マレーシアのリサイクル施設では、WEEE からの金属回収には注目しているが、フロン類の処理については注意が払われておらず、回収機器等も使用されていない。そのため、回収機器等を配布するという事は可能と考えている。

##### (2) UTM

本プロジェクトで、回収拠点として既存リサイクラーを活用する場合には、DOE の承認が必要となるため、留意する必要がある。次年度の調査においても、調査や現地コーディネートを実施することが可能と考えている。イスカンダールのヌサジャヤ地区での調査対象候補として、以下が挙げられている。

表 6-6 対象廃棄物に関する調査対象候補地

住宅エリア	工業・商業エリア	研究施設等
<ul style="list-style-type: none"> <li>• East Ledang</li> <li>• Horizon Hills</li> <li>• Nusa Idaman</li> <li>• Nusa Bayu</li> <li>• Ujana</li> <li>• Impiana</li> <li>• Ledang Urban Retreat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Southern Industrial and Logistics (SiLC)</li> <li>• Bio-XCell</li> <li>• Legoland Malaysia</li> <li>• Mall of Medini</li> <li>• Puteri Harbour Family Theme Park</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Newcastle University Medicine Malaysia</li> <li>• Netherlands Maritime Institute of Technology</li> <li>• University Southampton Malaysia Campus</li> <li>• International Students Village</li> <li>• Marlborough College Iskandar</li> <li>• Raffles University Iskandar</li> <li>• University of Reading Malaysia</li> <li>• Raffles American School</li> <li>• Johan Cryuff Institute Malaysia</li> <li>• Multimedia University (MMU)</li> </ul>

## 6.3. インドネシアにおける政策、取り組み

### 6.3.1. フロン類の規制動向、管理体系

#### (1) フロン類に関する規制、所管官庁

インドネシアでは、オゾン層破壊物質自体の規制は有害廃棄物法の下にある。これはフロン類が GHS コードに入っているためであるとされている。CFC に関しては、“危険・有害物質に関する政令 No.74”にその取扱いが規定されている。インドネシア環境省 (KLH) の Regulation No.2 2007 において、使用済み機器のリサイクル等を行う業者に対して、オゾン層破壊物質の放出を禁止している。ただし、法の施行はほとんど行われていない状況にある。また、オゾン層破壊物質の輸入は禁止されているが、輸出は可能となっている。ただし、輸出の実績はないと思われる。

規制ではないが、インドネシアでは PROPER 制度でリサイクルの項目があり、フロンに関する個別の項目があれば、先進的な企業の取り組みが進むことも期待される。

#### <PROPER>

企業の環境パフォーマンスの格付制度である Performance Level Evaluation Program (PROPER) を 1995 年から実施している。最初は水質のデータのみであったが、2002 年からは水、大気、有害廃棄物について、さらに 2005 年からは地域開発を評価するようになり、2006 年からは CSR を側面として加えた。参加は任意となっているが、上場企業、輸出企業、環境負荷が大きい企業は参加が義務づけられる。(http://www.env.go.jp/earth/coop/oemjc/H17\_csr\_asia/H17\_all.pdf)

インドネシアでは、KLH の National Ozone Unit がモントリオール議定書の事務局となっている。また、National Ozone Committee が商用の代表者とステークホルダーから構成され、戦略的及び政策的指針を示すこととなっている。2009 年には Technical Working Group (エアコン、フォーム、冷蔵庫、消火剤) を設立し、HCFC 消費セクターにおけるフェーズアウト戦略の開発を行っている。

ただし、National Ozone Unit はオゾン層破壊物質自体を対象とする部署であり、有害物質としてのフロン類は KLH の Hazardous Waste 部門が所管である。E-waste も同部署が担当している。その為、工場等から廃棄される原料フロンや大規模商業施設等から廃棄されるエアコン等に含まれるフロンは、KLH の Hazardous Waste 部門の管轄となり、家庭から排出されるエアコン等に含まれるフロンに関しては、同様に一般廃棄物関連部署と地方自治体の管轄となり、その責任官庁が異なる。

前述のフロン破壊施設については、破壊処理のライセンスは Hazardous Waste 部門から発行されているが、National Ozone Unit も破壊施設の確認を行い、Recommendation を出している。



## (2) 規制の動向

フロンの回収について、E-waste の処理・リサイクルとの関連で規制することには可能性があるが、単独でフロン回収の法制度を作ることは難しいと認識されている。フロンに関しては、以下の規制の導入が計画されている。

- 2015年1月1日より HCFC を使用した冷凍冷蔵・空調機器の輸入を禁止
- 2015年1月1日より HCFC-22 を使用した冷凍冷蔵・空調機器の製造・組み立てを禁止

## (3) 温室効果ガス削減対策におけるフロンの位置づけ

温室効果ガス削減計画は、2005年を基準年とし、2020年までに自国での対策によって26%を削減し、国際支援を受ければ15%の削減を目標としている。しかし、その施策の多くは、森林の乱開発の抑制と緑の回復といった森林対策と言われている。

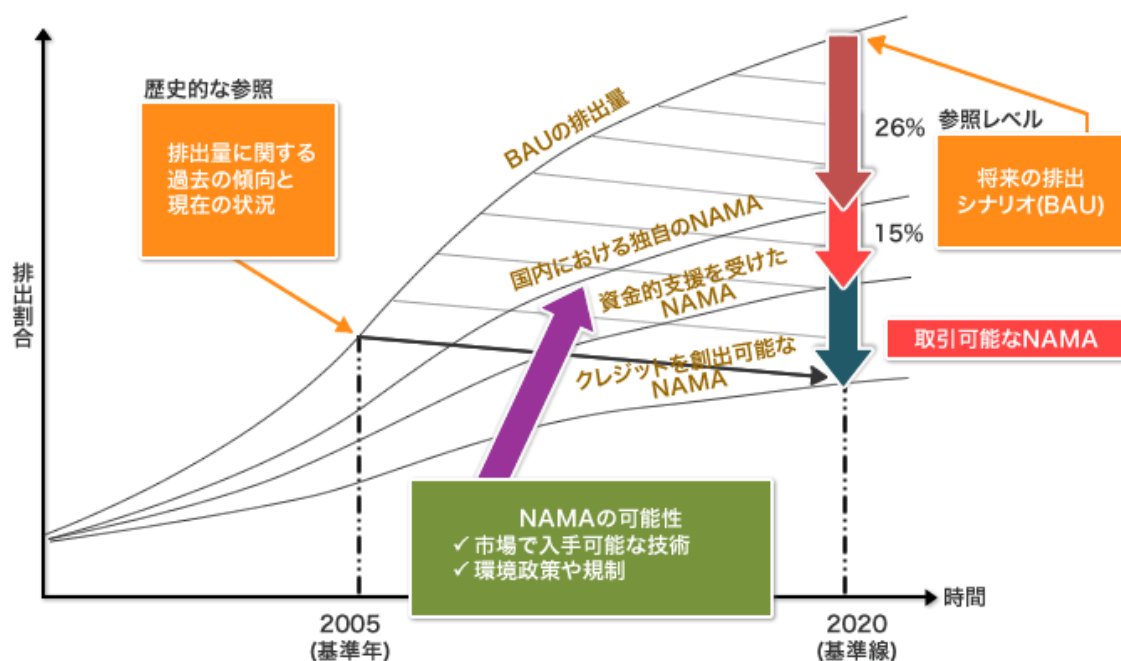


図 6-2 インドネシアの温暖化ガス削減の計画イメージ

(<http://www.mmechanisms.org/country/IDN.html>)

### 6.3.2. 関連法制度の概要

#### (1) E-waste に関する規制

インドネシアでは、家庭廃棄物と有害廃棄物に関する法律はあるが、E-waste に特化したものはない。家庭からの E-waste はこの二つの法律が関係しており、これに特化した規制を作成している。有害廃棄物としては、Ministry regulation で E-waste がカバーされており、危険・有害廃棄物(インドネシアで B3 と呼ばれる)に指定されているが、具体的にどのように管理を行うかということが決められていない。また、EPR についても家庭廃棄物に関する

る法律に含まれているが、具体的な管理方法は決められていない。そのため、管理方法に関する規制を作成している状況にある。地方自治体は家庭からの廃棄物を回収する責任を有するが、まだキャパビルが必要な状態である。

KLH は家庭からの E-waste に関する規制を作成中 (Drafting) である。作成中の規制では、家庭からの E-waste を Collection Point に集めて、その後フォーマルリサクラーに送る仕組みを想定している。また、インフォーマルセクターのフォーマル化も行う予定である。作成中の規制は来年度 (2014 年度) 完成を目標にしている。

## **(2) 自動車に関する規制**

現在のところ自動車に特化した廃棄物の規制に関する法律はないが、B3 廃棄物の処理に関する規制があり、B3 廃棄物に指定されている物質の中には自動車のバッテリーに含まれる酸、エアコンに使用されている CFC (フロン) 等も含まれている。中心となる法令は、1982 年に制定され、1997 年に改正された“環境管理法(Environmental Management Act No. 23, 1997)”であり、その下にいくつかの関連法令がある。

自動車リサイクル制度に関しての、具体的な議論はいまだない模様であるが、車検制度については、商用車 (バス、公共交通機関として使用される車両、商用トラック) に対しては 6 ヶ月ごとに義務付けられている。乗用車に車検を義務付けるかどうかは、現在政府内で議論されているところであり、将来乗用車にも車検が義務付けられるようになると見られている。

### **6.3.3. 関係する業界、関係団体**

#### **(1) Surya 大学**

Surya 大学はジャカルタ近郊の 2013 年度に設立された新しい大学であるが、かつてより廃棄物に関する研究を行ってきた研究者を擁している。

Suriya 大学があるエリアはスマラコンというディベロッパーがここ 10 年ほどの間に開発を進めている地域であり、ホテル、商業施設、研究施設、住宅施設等が存在する。Surya 大学はスマラコンと廃棄物とエネルギーに関する MOU を締結しており、スマラコンは低炭素化に取り組んでいることから、この地域でパイロット事業を行うことも想定できる。

#### **(2) AMRI (Asosiasi Management Refrigerant Indonesia、Indonesian Association of Refrigerant Management)**

2013 年に設立された、冷媒取扱い業者の業界団体である。輸入業者、製造業者、契約業者、設置業者等が参加している。その他、本プロジェクトに関連する業界、団体は以下の通りである。

表 6-7 本プロジェクトに関連する業界、団体

メーカー	対象機器
Panasonic Indonesia	ルームエアコンメーカー
Denso	カーエアコンメーカー
UCM Industrial Corporation	カーエアコンメーカー
APM Air Conditioning	カーエアコンメーカー
Sanden International	カーエアコンメーカー
Seasonair	カーエアコンメーカー
PATCO	カーエアコンメーカー
AMRI (Asosiasi Management Refrigerant Indonesia)	冷媒取扱い業者の業界団体

#### 6.3.4. 将来的な JCM・フロン回収破壊事業に関するニーズ把握

##### (1) KLH

##### (E-waste 担当部署)

- KLH は EPR で E-waste 問題に取り組むつもりである。ただし、他省庁はネガティブで足並みがそろわない状況にある。  
EPR (フロン) と省エネを組み合わせ、進めていくしかないと思える。その中で、インドネシア側 (国、国民) に目で見えてわかるインセンティブが必要。
- フロンに関する問題点、現状が認識されていない。フロンに関するインベントリーがまったく不足している状態。
- E-waste の発生量はジャカルタが最も多く、自治体の環境への取り組みでは、北九州市が支援しているスラバヤが最も熱心である。

##### (National Ozone Unit)

- メンテナンス等においては、サービスショップが ODS の主要な排出源となっている。
- インドネシアは島国で、回収した ODS の輸送コストだけでも高くなる。
- これまでに UNEP や World Bank の支援の下で、サービスショップ等にフロン回収・再生機器 (3R) を配布している (約 900 台)。この機器は CFC、R-22、R-134a 等に対応している。回収は行われているが、汚染されており再利用できない ODS の処理方法がないため、課題となっている。ホルシムでの破壊は可能だが、1kg あたり \$5-7 の処理費が必要となるため、難しい。
- Ozone Unit のトレーニングに関する部門がフロンの取り扱いに関する講習を実施している。サービスセクター等は講習を受けて Certificate を取得する必要がある。ただし、受講者は多くなく、enforcement に問題が多い。特に、新しい冷媒が \$2/kg で入手できる一方で、破壊についてはホルシムに \$7/kg を支払う必要があるため、インセンティブがない。

- 家庭用機器のサービスセンターは Certificate を取得していない場合が多い。顧客が気にしないため。Commercial、Industrial Building の契約業者については、特に ISO40000 等を取得するような企業から依頼を受ける場合には、Certificate を取得している場合が多い。小規模事業者にサービスを提供する契約業者も Certificate を取得していない場合が多い。
- 今後は可燃性のある冷媒も使用されることになるので、取扱業者のトレーニングが重要となる。
- 国内の 5 エリア（メダン、ジャカルタ、バリ、ボルネオ、スラバヤ）に ODS の再生（Reclamation）を行うための機械を配布しているが、実際にはほとんど活用されていない。
- インドネシアには 300 以上の島があるが、破壊施設はボゴールに 1 か所（ホルシム）しかなく、ロジスティクス面に課題がある。
- National Ozone Unit では HCFC Phase-out Management Plan の 2nd Phase を作成するためにインベントリー調査を実施する予定。
- プロジェクトベースで破壊することは可能だが、それでは短期間のみの解決となるため、持続可能なシステムを作ることが重要。
- 今後はリサイクルを行うための純度の基準等についても検討する必要がある。パイロットプロジェクトを実施する場合には、より具体的な計画を National Ozone Unit に提案する。

## 7. 温室効果ガス削減量の計算方法等の検討

### 7.1. GHG ベースラインの算定方法の検討

本プロジェクト（フロンの回収及び破壊）の実施に係る新たな GHG 排出源、及び削減効果については以下の事項が挙げられる。

#### ①フロンの破壊処理に係る熱エネルギー

フロンの破壊については、廃棄物を焼却処理する際の熱を使用することを想定しており、同排熱は廃棄物処理事業を実施するには必然的に発生するものであると解釈されることから、新たな排出増としてはカウントしない。つまり、新たな排出源とも削減対象ともならない（BAU：Business as usual として捉えられる）。

#### ②フロンの破壊によって生成する副生成物

フロンを焼却により破壊すると、フロンの組成にもよるが、熱により二酸化炭素とフッ化水素等に分解する。このため、BAU としてはフロンのまま大気中に放出され、削減のシナリオとしては、フロンの破壊から二酸化炭素が生成され、排出されることになる。

#### ③フロンの回収に係る排出

フロンの回収時に、回収車等の走行に伴う CO<sub>2</sub> 排出等については、回収経路が通常の廃棄物回収と別に設定される場合には、上記式に追加的な排出またはリークageとしてカウントする必要がある。つまり、BAU としては排出源はなく、削減シナリオとして、フロンの回収に係る排出源が追加される。

以上の点から、フロンの破壊によって、フロンの回収に係る排出を相殺できることが重要である。なお、CFC と HCFC は温暖化係数が高く、冷蔵庫、エアコン等の冷媒や断熱材にも広く用いられているが、京都議定書では CFC・HCFC は排出削減対象ガスとして指定されておらず、カーボンオフセットの検討対象となっていない。一方で、CFC・HCFC はモントリオール議定書で規制対象となっているにもかかわらず、インドネシア、タイ、マレーシアをはじめ、多くの途上国で適正な回収処理が行われていないという実態があることから、本プロジェクトでは、モントリオール議定書規制対象物質についても削減効果を算定する方針である。

具体的なプロジェクトのバウンダリー、及び詳細な BAU のシナリオ等については、対象国のフロンの処理に係る状況において、不明点があることから、今後も精査を進めて決定する必要がある。特に、各国における家電・断熱材等の回収率や使用されるフロンの種類の内訳が明確で無い現時点では積算的な手法により削減効果を推計することは困難である。ただし、算定手法としては、以下の手法を参照する。

フロンの破壊による削減効果は、UNFCCC インベントリー報告ガイドライン

(FCCC/SBSTA/2006/9)を参照する。日本では、HFCを含む温室効果ガスの年次インベントリを作成するにあたり、締約国会議によって採択されたUNFCCCインベントリ報告ガイドライン(FCCC/SBSTA/2006/9)に則して報告を行っている。また、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)により作成された「1996年改訂版 温室効果ガスの排出・吸収に関する国家目録作成のためのガイドライン」に準拠している。

前述のUNFCCCガイドラインにおける具体的なHFCの算定方法は以下の通りである。

### 家庭用冷蔵庫

#### 1) 算定方法

生産・出荷台数及び冷媒充填量を使用して、①生産時漏洩率、②使用時(故障時を含む)漏洩率、③廃棄時の機器に含まれる冷媒量から法に基づく回収量を減じたものをそれぞれ推定し、合計している。使用時、廃棄時の排出量は機器の製造年別に計算を行い、合計値を排出量としているため、化学・バイオ部会の資料には詳細を記載していない。

#### 2) 算定式

$$\begin{aligned} \text{HFC 排出量} &= \text{製造時 HFC 充填総量} \times \text{生産時漏洩率} + \\ &\Sigma (\text{HFC 使用機器国内稼働台数} \times \text{稼働機器 1 台あたり充填量} \times \text{使用時漏洩率}) \\ &+ \Sigma (\text{HFC 使用機器廃棄台数} \times \text{廃棄機器 1 台あたり充填量}) \\ &- \text{HFC 回収量} \end{aligned}$$

### 業務用冷凍空調機器

#### 1) 算定方法

IPCC ガイドラインに準拠し、以下に分類された機種及びそれらに使用されている冷媒毎に、各年の生産・出荷台数及び冷媒充填量を使用して、①生産時漏洩率、②現場設置時の漏洩率、③冷媒補充時の漏洩率、④故障発生率、⑤廃棄機器に含まれる冷媒量から法に基づく回収量を減じたものをそれぞれ推定し、合計している。

遠心式冷凍機、スクリュー冷凍機、冷凍冷蔵ユニット、輸送用冷凍冷蔵ユニット、別置型ショーケース、内蔵型ショーケース、製氷器、冷水器、業務用冷凍冷蔵庫、パッケージエアコン、ガスヒートポンプ、チリングユニット等が対象である。

#### 2) 算定式

機種及び冷媒ごとに、以下の考え方をを用いて計算している。

$$\text{生産時漏洩量} = \Sigma (\text{生産台数} \times \text{生産時冷媒充填量} \times \text{冷媒漏洩率})$$

$$\text{現場設置時漏洩量} = \Sigma (\text{現場充填機器生産台数} \times \text{冷媒充填量} \times \text{冷媒漏洩率})$$

$$\text{冷媒補充時漏洩量} = \Sigma (\text{市中稼働台数} (*) \times \text{稼働時冷媒充填量} \times \text{冷媒補充時冷媒漏洩率})$$

$$\text{故障時排出量} = \Sigma (\text{市中稼働台数} \times \text{稼働時冷媒充填量} \times \text{全量放出故障発生率})$$

廃棄時排出量＝ $\Sigma$ （使用済機器発生台数(\*)×廃棄時冷媒充填量×（1－回収率））（2001年まで）

廃棄時排出量＝ $\Sigma$ 〔使用済機器発生台数×廃棄時平均冷媒充填量〕－法律に基づく回収量（2002年以降）

(\*) 市中稼働台数及び使用済機器発生台数は、各年の出荷台数及び機器寿命より推定。  
輸送機器用冷蔵庫→業務用冷凍空調器に含む

## 固定空調機器

### 1) 算定方法

IPCC ガイドラインに準拠し、生産・出荷台数及び冷媒充填量を使用して、①生産時漏洩率、②設置時漏洩率、③事故・故障発生率、④事故・故障時冷媒漏洩率、⑤廃棄時の機器に含まれる冷媒量から法に基づく回収量を減じたものをそれぞれ推定し、合計している。

### 2) 算定式

生産時漏洩量＝ $\Sigma$ （生産台数×冷媒充填量×冷媒漏洩率）

設置時漏洩量＝ $\Sigma$ （国内出荷台数×冷媒充填量×冷媒漏洩率）

故障時排出量＝ $\Sigma$ （市中稼働台数×稼働時冷媒充填量×事故・故障発生率×事故故障時漏洩率）

廃棄時排出量＝ $\Sigma$ （使用済機器発生台数(\*)×廃棄時冷媒充填量×（1－回収率））（2000年まで）

廃棄時排出量＝ $\Sigma$ 〔使用済機器発生台数×廃棄時冷媒充填量〕－法律に基づく回収量（2001年以降）

(\*) 使用済機器発生台数は、各年の出荷台数及び機器寿命より推定。

上記の算定方法に加え、冷媒フロン（代替フロン）類および断熱材フロンの回収・破壊または温暖化係数の低い媒体への置き換えによる GHG 削減効果を算定するための既存の方法論としては、これまで AMS-III.N. (Avoidance of HFC emissions in rigid Poly Urethane Foam (PUF) manufacturing)、AMS-III.X. (Energy Efficiency and HFC-134a Recovery in Residential Refrigerators)、AMS-III.AB. (Avoidance of HFC emissions in Standalone Commercial Refrigeration Cabinets) 等の CDM 小規模方法論が作成・承認されているが、これらの方法論はフロン類の回収・破壊を大規模に実施することは想定していないことから直接的な適用を行うことはできない。但し、フロン処理や断熱材からの経年的な排出割合等については、IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 2006 Volume 3『Industrial Processes and Product Use』や既存方法論においてデフォルト値の妥当性が検討されていることから、Tier 2 レベルでの推計手段として、これらの値を援用することも考えられる。

省エネルギー機器普及に関しては、家庭部門を対象に省エネ活動や再生可能エネルギー導入によって GHG 排出量を削減する事業に対して適用可能な CDM 方法論として、AMS-III.AE : Energy efficiency and renewable energy measures in new residential buildings (算定式を以下に示す) 等を参照する。

#### 算定式

$$ER_y = \sum_i ES_{y,i} \times EF_{elec,y} \times (1 + TD_y)$$

$ER_y$  削減効果 (tCO<sub>2</sub>)

$I$  居住タイプ (単一世帯、複数世帯等)

$y$  クレジット期間

$ES_{y,i}$  年間電力削減量 (MWh)

$EF_{elec,y}$  グリッド排出係数 (tCO<sub>2</sub>/MWh)

$TD_y$  年間送電ロス

AMS-III.E については、新築住宅のみが対象の方法論である。一方で、電力系統からの電力購入量の増減によって排出削減量を算定する方法となっているため、複数の省エネ家電や再生可能エネルギー設備を導入しても、個々の電力消費量の算定は求められない。

## 7.2. モニタリング方法の検討

本事業では、現段階においてフロン類の具体的な回収・破壊方法を特定することは困難であることから、具体的なモニタリング方法については、今後具体的に検討していくこととなる。ただし、基本的には以下の方針でモニタリング方法の検討を進める。

- 回収した使用済み機器等に含まれるフロン類の種類・量は、フロン類を回収する段階で実測する。
- フロン類の回収、破壊等で消費される電力については、既存の電力排出係数を使用する。既存の電力排出係数は、対象国における公表値、京都メカニズムにおいて採用される排出係数、その他国際機関が公表する数値等を参照し、妥当な数値を採用する。
- フロン類の回収、破壊等で消費される燃料については、IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用する。
- バウンダリー内に軽微な排出源が存在する場合で、特に問題とならない場合には、排出削減量から一定量を減じる。
- バウンダリー外に顕著なリーケージがある場合には、個別に検討を行う。
- 省エネルギー機器普及に関しては AMS-III.E を参照し、適切なモニタリング項目 (対象地域の気温、既築住宅、及び新築住宅の家族構成や床面積当) の検討を行う。



## 8. 事業化に向けた検討

### 8.1. 検討のための概念整理

#### 8.1.1. 破壊処理の状況整理

本事業により、調査対象国において、定常的にフロン類破壊を行っている施設は極めて限定的であることが確認された。実際に利用されているのはタイの自社処理施設のほか、公式に破壊能力が認められているものはホルシムセメント（インドネシア）、マレーシアの Kualiti Alam（マレーシア）のみと考えられる。

しかしながら、日本の例を参考にすれば、プラズマ分解、水熱分解といった専用の破壊設備のほかに、一般的には廃棄物処理設備、セメント製造設備による混合燃焼方式による処理方法がコスト的な優位点が大きいため大きく普及している。この方式の普及の際、環境省は多くの工場で分解試験を行った後に許可制度を導入しており、収集運搬なども含めて、非常に信頼度の高いシステムとして形成されてきた。

長期的に見れば、東南アジア諸国においても、自立してのフロン破壊を行うためには、破壊設備としては、このような廃棄物処理設備やセメント製造設備をうまく利用していくことが得策であると考えられる。今後のポテンシャルも含め、このような施設の状況を以下に示す。

#### (1) タイ

タイの Bangpoo 工業団地に位置する Akkhie Prakarn Co.,Ltd は、タイで唯一の有害廃棄物の焼却設備であり、有害廃棄物に定義されるフロンは同施設での処理が可能である。同施設以外でフロンを処理するにあたっては手続きの上、DIW の上の判断をうける必要がある。

日系企業が企業活動としてフロンの破壊を計画した際、セメント工場や廃棄物焼却施設での破壊が検討されたが、塩素の問題や炉への損傷に関する問題が解決できなかった。

DOWA グループの BPEC はタイの焼却施設の 1 つで、焼却炉は流動床炉タイプであり、処理能力は 100t/日である。許認可対応の課題があるが、日本の技術、操業ノウハウを活用したフロン破壊を実践する場としての候補の一つと考えられる。

タイにはセメント工場が存在しており、またプーケットの都市ごみ焼却施設が操業しており、更にはバンコクでも都市ごみ焼却施設の設置が検討されており、これらはフロン破壊に関する将来的な候補となりうるものである。

#### (2) マレーシア

機器メーカーから製造時や出荷前点検などの段階で排出される冷媒フロンは、マレーシアで唯一の有害廃棄物処理施設である Kualiti Alam 社で破壊処理されているが、処理量は限定的である。

Rafarge、Tasek、YKL 等のセメント会社がフロン破壊に関心を示していると言われており、DOE によりインドネシアのホルシムの事例等をマレーシアにおいて紹介しているが、

具体的な処理は進んでいない。また、マレーシアでも都市ごみの焼却施設の建設が検討されており、これらについても将来的なフロン破壊を行う候補地として想定できる。

### (3) インドネシア

インドネシアのセメント生産者であるホルシムインドネシアが 2007 年からインドネシア環境省の許可を得て、セメントキルンによるフロン類破壊を行っている。GIZ（ドイツ国際協力公社）、DEG（ドイツ開発公社）などの支援も得ながら、施設の導入、普及啓発を進めている。東南アジアにおける数少ないフロン処理工場として国内外からの視察を受け入れている。ただし、現状は処理費が高いこともあり、処理量は限定的である。

#### 8.1.2. 破壊のための考慮事項

日本において破壊がスムーズに行える状況にあつて実際に処理ができていく現実には以下の要素が重要であった。東南アジアの各国の状況を考えれば破壊を行うこと以外に、それを取り巻く状況を整備していく必要がある。

##### (1) フロン類の法的扱いの配慮

気体は日本の廃棄物処理法における廃棄物ではなかった。また、フロン類は基本的に人の健康を脅かすものでもないが、拡散させるべきものではないとして、別の法律体系の中で処理を規定している。基本的には、処理の責任主体、費用の負担方法など、破壊などの処理に至る前段部分や、破壊の基準などが決まっている。

対象とした3カ国において、フロン類は有害廃棄物と分類されている例がほとんどである。それにもかかわらず、それに対処する方法が現実に規定されないことから、大気放出されるという事態が起こっている。多くの場合このような行為は安易に考えられているが、製造者側としても適正処理のニーズがあるにもかかわらず、実的にこれを防ぐ手段が提供できないため、拡大生産者責任（EPR）的なアクションもとりにくく、全く進まないという状況にある。この部分については先進的事例のある我が国で多くの努力を行っていく余地がある。

- フロン破壊に関する制度構築への提言
- フロン破壊を達成しうる設備の考え方や基準設定方法の提言
- 収集運搬の実施などに関する提言

##### (2) フロン類の分解の確認と GHG 換算法、破壊に要する GHG の算定

フロン類の破壊に関する費用（基本的には受益者負担）は、制度の中で決まることになるが、そもそものインセンティブは ODS や GWP への対処であるので、はっきりと明示できることが重要である。それぞれの化合物による換算の係数が異なるため、前後による分解や破壊の確認、その換算は分析法なども含め現地で確立して行かなくてはならない。

さらに、いかなる方法を利用しても、破壊のためには何らかのエネルギーを使うことになり、その際余計に排出される GHG は収集に使われたものと併せて評価しておく必要がある。

## 8.2. タイにおけるフロン類の回収、破壊方法の検討

### 8.2.1. 全体システム構築のための提案

タイでは工業団地公社 (IEAT) がタイ国内の工業団地 (Industrial Estate) を所管しており、家電、自動車などの日系メーカーもこれらの工業団地内に立地している。本事業を通じて IEAT との面談を実施しており、本事業への理解を得ている。工業団地内には空調機器、冷蔵冷凍機器の使用者 (ユーザー) であるほか、これらの機器を製造するメーカーも一部には存在している。このような工業団地を対象に事業を進めることにより、団地内の複数の企業を対象とした総合的、集約的な対応をはかることができ、実際の回収にあたっても効率的に実施することが期待できる。また、将来的な省エネ機器の普及との連携により、工業団地のエコ化、低炭素化をはかることができ、工業団地のエコ化を目指すタイ (IEAT) のニーズにもつながるものと考えられる。

ホテル、オフィスビル、ショッピングセンターなどの商業施設も集中的に空調機器等を利用している。大規模なショッピングセンターの他、小規模でもチェーン展開を行いネットワークを有する小売業などと提携することにより、効率的なフロンの回収を見込めるほか、商業施設そのものの省エネ化の取り組みにつなげていくことも期待できる。

家庭用機器に関しては、エアコンなどを回収する制度、仕組みは現状構築されておらず、効率的な回収は困難が予想される。今後の展開の足掛かりとするためにも、PCD、地方自治体などの政府機関を対象とした普及啓発セミナーなどを実施することが当面のアプローチと考えられる。一方、家庭からの使用済家電などの回収、リサイクルを行う全国的なネットワークを有するウォンパニ社なども存在しており、今後これらの企業に対してエアコン等の取扱状況を調査するほか、今後の連携見込みなどを調査することにより、家庭系機器への展開につながることも期待できる。

回収に関するタイでの方向性を以下に示す。

- 工業系機器：IEAT と連携し、傘下の工業団地における回収の仕組み作りを検討 (機器製造メーカー、機器ユーザー)。また、工業団地の省エネ化との連携も視野に入れる。
- 商業系機器：特定の商業施設 (大規模ショッピングセンター、チェーン店等) との協調。また、商業施設の省エネ化との連携も視野に入れる。
- 家庭用機器：PCD、地方自治体を対象としたセミナー開催による普及啓発を行う。ネットワークを有するリサイクラーとの協調も模索する。

タイにおいて廃棄物処理事業を展開する WMS については、タイ全土をカバーする廃棄物の集荷ネットワークを構築している。以下の図 8-1 に示す通り、タイ全国 4 箇所に中継基地を設けており、各地からの廃棄物を中継基地に運搬し、保管後、処理施設 (ESBEC、BPEC 等) に運搬している。

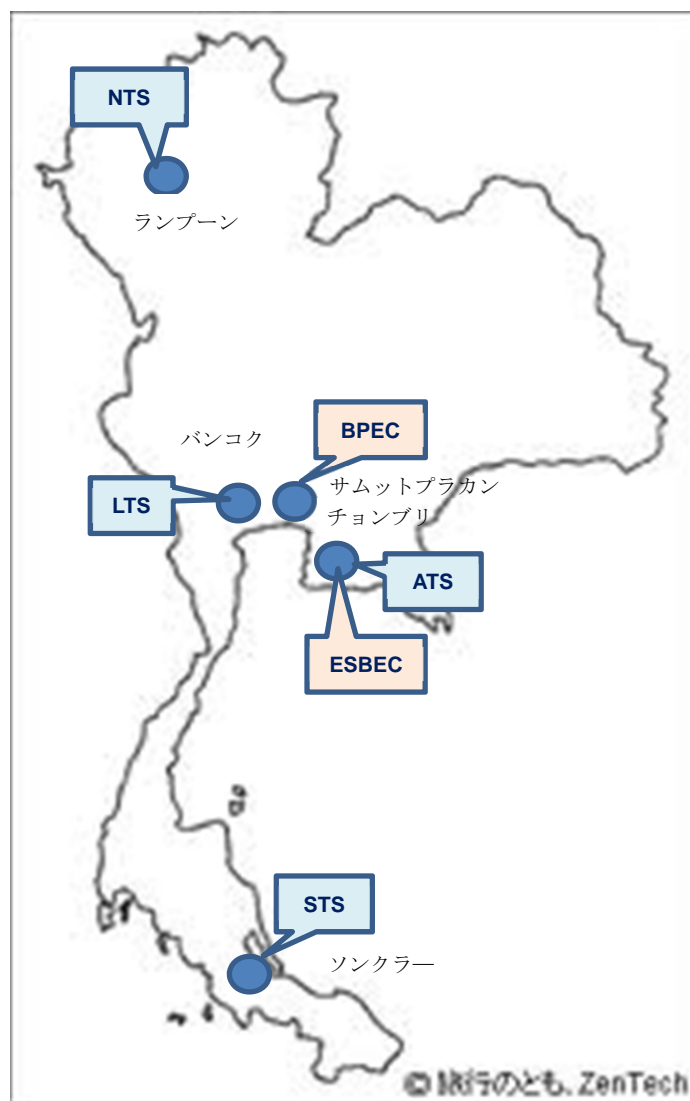


図 8-1 WMS の集荷ネットワーク (中継基地)

本プロジェクトの将来事業においては上記の静脈物流のネットワークを活用することができ、フロン及びフロンを含有する機器を運搬するにあたって、追加的なエネルギー消費、設備増強等の負担を軽減することでき、効率的な回収を行うことができるというメリットがある。また、フロン及びフロンを含有する機器の一時的な保管施設として上記の中継基地を活用することができる。

### 8.2.2. 回収に当たっての適切なインセンティブの検討

タイにはエアコン製造メーカーも多く、製造側でのオフスペック品などのフロン処理についてはニーズがあるものと推察される。このため、現地での処理実現のための回収の仕組み作りが必要であるが、フロン破壊に関して、従来煩雑な許認可手続きがもったことから、現地政府の理解を得られることが、仕組み作りを動かす要点となると思われる。このためには、フロン破壊に関する日本の経験（法制度、技術等）を伝えていくとともに、実際にタイでの施設（廃棄物焼却施設等）において、破壊試験を行うことが、有効なアプローチと考える。

ショッピングセンター等の商業施設については、フロンを含む使用済機器を適正に処理するケースに対して、省エネ機器導入の際に優遇措置を講じることができる仕組み作りを現地政府に対して働き掛けていく。この場合には現地政府についても複数の省庁が関与することになるが、総合的なメリットがあることから、理解を得られるようセミナー等を通しての普及啓発を今後実施することが有用と思われる。

また、CSR を重視する企業があることから、環境への取り組みの一環として、地球温暖化防止、低炭素化に取り組む企業の表彰などの動機づけの方策について、現地政府等との協議を継続的に行うことが重要である。

### 8.2.3. 適切な破壊方法の検討

一部の自社処理分を処理しているケースを除いて、タイにおいてフロン破壊を行うことが可能な施設として廃棄物焼却炉、セメント工場が想定される。タイのセメント工場についてはかつて破壊が検討されたが、塩素等の問題により実現に至っていないという経緯がある。廃棄物焼却炉については、有害廃棄物処理施設（Akkhie Prakarn）において日本メーカーが協力して破壊処理を検討したが、こちらについても実現に至っていない。

日本の DOWA グループの現地企業である BPEC については、現状フロンの破壊を行っていないが、DOWA グループとして国内の施設（エコシステム秋田、エコシステム山陽）においては、すでに国からの許可を得て、廃棄物焼却処理を活用したフロン破壊処理の実績を有し、破壊処理、モニタリングなど一連の知見を有している。このため、次のステップとして、BPEC において試験的にフロン破壊を実施し、今後の現地でのフロン破壊に向けた知見及び課題を整理することが考えられる。また、破壊試験の視察等により、フロン破壊の効果、フロン破壊の作業、環境管理などの一連の取り組みを現地政府関係者等に理解を深めてもらうことが、今後の事業の展開において重要なポイントとなると考える。

日本におけるフロン破壊業者の許可申請の一部を以下に示している。タイでの破壊試験実施の際にはタイでの知見が少ないことから、日本及び海外の事例を紹介し、政府関係者による理解を深めて、今後の円滑な破壊処理の実現に結びつけるものとする。

## フロン類破壊業者の許可（日本の事例）

### フロン類破壊業者許可申請に必要な書類一覧

（出典：フロン回収破壊法 フロン類の破壊に関する運用の手引き（第6版））

#### 表紙

##### 別紙1 フロン類破壊施設の構造

・廃棄物混焼法方式施設の場合

（ロータリーキルン方式施設、都市ごみ直接熔融炉方式施設、固定床二段階燃焼炉方式施設、流動床式製鉄ダスト焙焼炉方式施設、都市ごみストーカー炉方式施設等）

- a 燃焼装置（ロータリーキルン、熔融炉等）
- b フロン類供給装置
- c 助燃剤供給装置
- d 空気供給装置
- e 使用及び管理に必要な計測装置（温度センサ等）
- f 破壊の結果生じた排ガスその他の生成した物質を処理するための装置（集じん機、バグフィルタ、触媒反応塔等）

##### 別紙2 フロン類破壊施設の破壊の能力

破壊しようとするフロン類の種類（CFC、HCFC、HFC）ごとに分解効率（%）及び排ガス中のフロン類の含有率（ppm）を記入。

$$1. \text{ フロン類の分解効率(\%)} = \left\{ 1 - \left( \frac{\text{フロン類の排出量}}{\text{フロン類の投入量}} \right) \right\} \times 100$$

破壊の能力 分解効率 99.99%以上、排ガス中のフロン類の含有率 0.1ppm 以下

##### 別紙3 フロン類破壊施設の使用及び管理の方法

1. 運転方法、フロン類等の供給方法
2. フロン類破壊施設の保守点検の方法
3. フロン類破壊施設の状態の定常的な確認
4. 排ガス中のフロン類の含有率及び分解効率の測定
5. 異常事態への対応方法
6. フロン類破壊施設の管理責任者の選任
7. その他（分解生成物・副生物の測定）

**別表 1 保守点検の項目・方法****別表 2 異常事態の対応方法**

フロン破壊に関しては現地破壊が望ましいが、当該国の状況（許認可等）によっては現地破壊の実現が難しいことも想定される。フロン破壊の実現にあたっては、将来的な我が国の適切な施設での破壊も選択肢として考慮する必要があると思われる。我が国の施設では技術上の問題は無く、今後の課題としては、回収したフロンのタイからの輸出、日本への輸入についての手続きを確認し、作業、費用の検証としてトライアルでの試験を行うことが有効であると考えられる。

**8.2.4. 大規模案件候補の絞り込み**

タイは IEAT 傘下の工業団地を対象とした事業から検討を進めていく。工業団地に入る企業の使用済み産業機器、空調機器の回収、適正なリサイクル、そしてフロン回収・破壊を行う仕組み作りを目指す。仕組み作りを行う前には、既存の使用済み機器のフロー、廃棄ポテンシャル、フロン含有機器の状況調査を行い、事業化のための基礎情報を整理する。IEAT 傘下の工業団地はタイ全国で 48 あることから、バンコク近郊の主要な工業団地を絞り、モデル事業としての展開を図る。将来的な使用済み機器の回収については、WMS 等の静脈物流を活用し、使用済み機器のリサイクル及びフロン回収については ESPEC などで行うことも想定している。また、他の優良リサイクラーとの連携も視野に入れた検討を行うものとする。

商業系機器については、バンコクあるいはバンコク近国の大規模ショッピングセンター、あるいは小売りチェーン店などと連携をはかり、案件形成をはかるものとする。

フロン破壊については現地破壊を優先し、BPEC 等での破壊試験を行い、現地破壊を行うための知見整理、政府関係者の理解向上を図る。また、現地破壊を行えないことも想定し、日本へ輸出して、日本で破壊処理を行うための許認可の確認を行う。

また、将来的には工業団地の省エネ機器普及にかかる展開をメーカー等と協調して、省エネ機器普及とリプレイスによるフロンの適切な破壊を行う仕組み作りを目指す。

家庭用機器についてはタイでの制度化の進展がないことから、市中に散在する使用済み機器を回収するのは当面困難であるが、PCD としては E-waste の適正処理については関心を示しており、将来的な事業展開を想定して、PCD と協調した普及啓発を優先的に実施する。

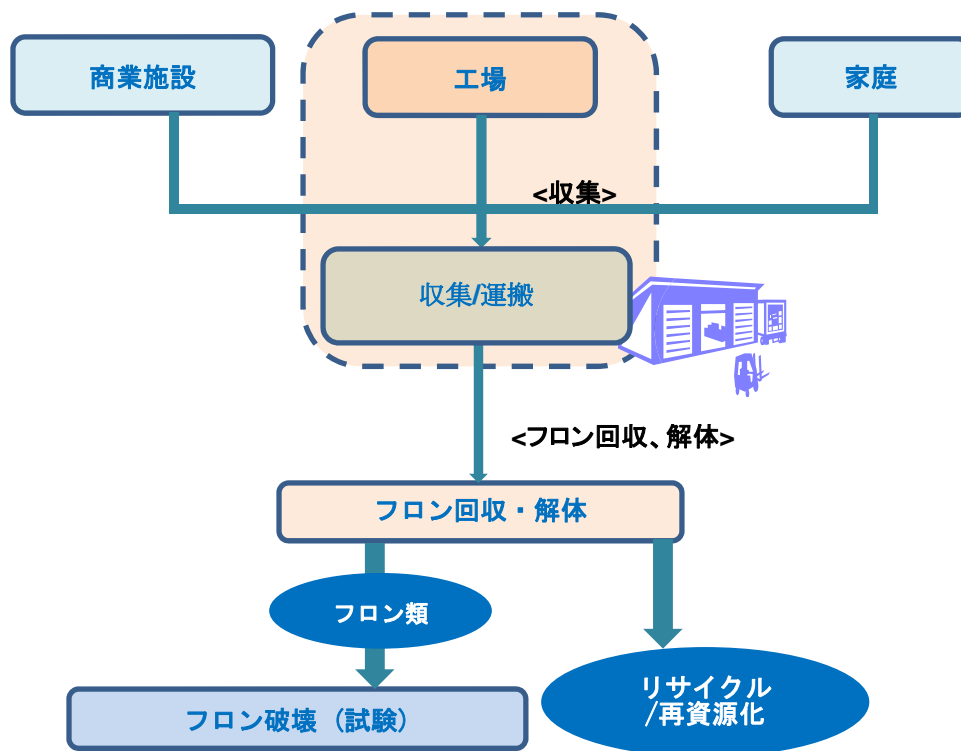


図 8-2 タイの事業化イメージ

#### 8.2.5. 大規模案件形成可能性にかかる評価、課題

タイではフロンは有害廃棄物として法的に位置づけられているが、処理については明確な規定がなく、破壊を行うための動機がない。また、E-wasteのリサイクルについても制度化が進展しておらず、個々のビジネスの展開に依存しており、フロン、有害物質についての適正処理が担保されていない。タイの政府関係者においても、フロン破壊の意義についての認識が低い場合もあり、意識向上をはかる普及啓発を行うことが、今後の事業展開においても重要である。

#### 8.2.6. 実証事業の方向性、計画

フロンの破壊については、現地の廃棄物焼却施設の活用を想定した検討を引き続き行うとともに、オプションとしての輸出の検証（手続き、費用等）を行う。フロンの回収については、IEAT傘下の企業に対する調査を実施し、フロンを回収する仕組み作りを検討するとともに、省エネルギー機器導入・リプレイスの可能性を調査する。また、商業施設に関しては、ショッピングセンター等の省エネ機器促進事業への拡大、あるいは関係する事業との連携をはかるものとする。

平成 26 年度には以下のテーマを中心とした詳細調査を実施し、平成 27 年度以降の事業化を目指すものとする。



<p><b>1. 工業団地を対象とした検討調査</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● フロン及びフロン含有機器の実態調査</li> <li>● フロン含有機器を利用あるいは製造する企業の意向調査</li> </ul> <p><b>2. フロン回収にかかる検証（将来事業のためのデータ取得）</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● フロン及びフロン含有機器のロジスティックの検証</li> <li>● フロン含有機器解体及びフロン回収の試験実施</li> </ul> <p>（機器の種類、含有するフロンの種類・組成、作業内容、時間・コストの検証）</p> <p><b>3. フロン破壊に関する調査</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● タイの焼却施設を想定した破壊処理の検証（破壊試験の調整（関係機関）・準備）、日本側の知見提供、規制面などのタイ側の要求事項の反映）</li> </ul> <p><b>4. 省エネ機器の普及に関する調査</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 工業団地及び商業施設に対する省エネ機器導入・機器リプレイスに関する可能性調査</li> <li>● 省エネ機器普及事業との協調、連携</li> </ul> <p><b>5. 現地セミナー</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 今後の省エネ機器普及、フロン回収・破壊を推進するための現地政府関係者、企業等を対象としたセミナーをタイで実施</li> </ul>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 8.2.7. 調査、取り纏め状況

タイ事業の調査、取り纏め状況について以下の表に示す。

表 8-1 タイ事業の調査、取り纏めの状況

項目	調査結果	今後の課題
1. 対象物の状況調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>● フロン・機器の概略フローの把握</li> <li>● 家庭用機器の利用、廃棄フローの把握</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 工業団地など特定サイトの調査</li> </ul>
2. 機器メーカーの意向、取り組み状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機器メーカーの意向・課題の確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 将来的な協調の可能性把握</li> </ul>
3. 処理インフラ調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 将来的なフロン回収、破壊に関する施設の調査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 具体的な役割、作業内容の検証</li> <li>● 許認可手続き</li> <li>● 破壊試験</li> </ul>
4. 現地政府・地方自治体の状況調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>● DIW、PCD、IEAT、バンコクに対する状況・意向確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 工業団地を中心に協調体制を確立</li> </ul>
5. GHG削減量の計算方法等の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 将来事業（現時点で詳細未確定）に向けた情報整理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 確定した事業内容に対応した具体的検討</li> </ul>
6. フロン類の回収・破壊方法の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現地関係者の特定と方向性の検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 具体的な事業内容の検討</li> </ul>

### 8.3. マレーシアにおけるフロン類の回収、破壊方法の検討

#### 8.3.1. 全体システム構築のための提案

産業機器からのフロンについては再生用途のフロンを事業所から回収している Texcarrier との協調により、再生に不適な品質として、回収されていなかったフロンを回収するルートが考えられる。このような従来のフロン再生ビジネスのルート及び顧客を利用することにより、効率的な回収を行うことができる。

MACRA (Malaysian Air-Conditioning & Refrigeration Association) はパナソニック、三菱電機等の空調・冷蔵機器メーカーで構成される業界団体であり、適切な冷媒管理に対して活動的である。このような業界団体と協調することにより、業界としての政府への働きかけなども期待でき、大きな展開につなげることも可能と考えられる。

家電機器メーカーに関しては、故障品を受け付け、修理するサービス拠点が各地に設置されている。サービス拠点では修理が不能、あるいは費用がかかる場合には、廃棄されることになる。エアコン以外の機器については修理はサービス拠点で行われるが、エアコンについては特別な技術を要するため、サービス拠点を通過せずに、専門の会社に委託される。専門の会社は集約的にエアコン（故障品）を受け入れており、修理ができないエアコンからのフロン回収見込みがあるため、将来の拠点としての活用を検討する。

家庭用機器に関しては、使用済みとなった場合には、多くがジャンクショップなどに買い取られ、適正なライセンス (SW110) を有するリサイクラーに流れる仕組みがなく、今後の国としての制度設計が重要な要件となる。現状の扱ひ量は少ないが、将来的な適正処理を推進するにあたっては、SW110 のライセンスを有するリサイクラーとの協調は必要であり、パイロット事業的にフロンを含有する機器の回収、フロンの回収、そして機器のリサイクル（解体、選別）を行うことが有効であると考えられる。

#### 8.3.2. 回収に当たっての適切なインセンティブの検討

省エネ機器の普及とリプレイスされる機器の適正処理（フロン破壊を含む）を組み合わせることでトータルでの GHG 削減を実現することが望ましい姿である。省エネ機器の普及を進めることにより、確実なフロンの回収を行うことができるため、省エネ機器の普及を推進するポイントを検討する必要がある。現状の販売体系についてはエアコンは我が国と異なる様相を呈している。マレーシアでは小売店などでのエアコンの販売は公営住宅などの住宅施設のオーナー等が調達することが主流で、個人購入は少ないと言われる。今後はこれらの住宅施設のオーナーなどが関心を持つような仕組みを検討する必要がある。

#### 8.3.3. 適切な破壊方法の検討

マレーシアでは有害廃棄物処理施設 (Kualiti Alam) があるが、処理費用が高く、破壊処理は多くないと言われる。マレーシアにはセメント工場があり、DOE としてはフロン破壊を行う候補としては想定しているが、具体的に破壊処理を進める動きは見られない。将来

的な現地破壊を考えた場合、これら施設もポテンシャルサイトとして想定できるが、回収する仕組みを構築しつつ、現地での破壊のための検討（技術、許可）を進める必要がある。特に、フロン破壊の効果、技術を現地政府関係者に理解を深めてもらうことが、仕組みを構築するにあたって重要な要素となり、現地でのセミナーなどを通じた普及啓発事業を行うことが有効である。

### 8.3.4. 大規模案件候補の絞り込み

使用済機器の回収、フロンの回収については、ジョホールバルを中心に現地リサイクラー、フロン再生業者など適切なライセンスを有する地元企業と協調体制を築いて、実施することを想定している。また、機器の回収については日系家電メーカーのほか、ディーラー等と協調し、動脈側の産業との一体化した仕組み作りを目指す。

フロン破壊については将来的な現地破壊を想定して、現地のセメント会社との協調のほか、適切な処理を行うための日本へ輸出しての破壊処理も選択肢として検討する。

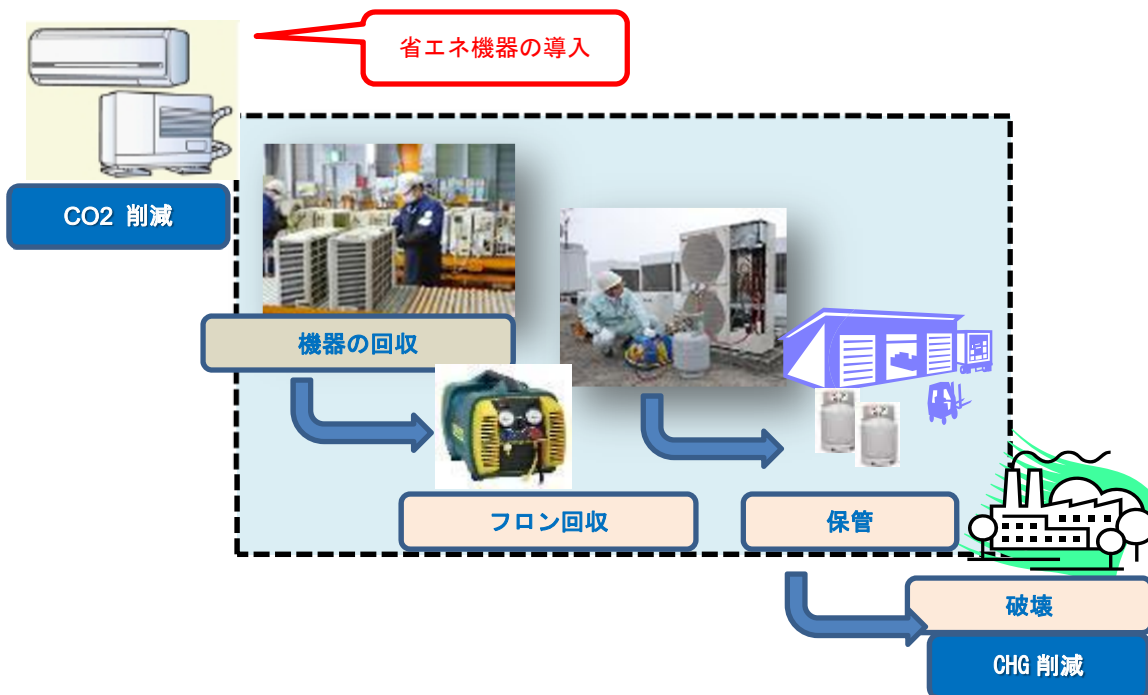


図 8-3 マレーシアの事業化イメージ

### 8.3.5. 大規模案件形成可能性にかかる評価、課題

フロン破壊についてはタイと同様に国としての明確な位置づけが規定されていない。一方、ペナンでの E-waste 回収プロジェクト（JICA）など、DOE としても E-waste の適正処理の関心はみられる。E-waste リサイクルを行うにあたっての適正処理の一貫としてのフロン破壊、あるいは省エネ機器推進の際のリプレイスもあわせたパッケージ化などを展開するにあたっては、現地政府の支援が必要であり、更には GG ベースの協力事業の枠組みが構築されることが重要な要素となる。

### 8.3.6. 実証事業の方向性、計画

フロンの回収については、ジョホールバルをサイトとして回収の仕組み作りを検討するとともに、使用済フロンの状況調査（フロー、組成、量）の検証を行い、今後の事業化の基礎データを得るものとする。また、ショッピングセンター等の省エネ機器促進事業への拡大、あるいは関係する事業との連携をはかるものとする。

これらに関係して、以下の表に示すようなジョホールバルの住宅エリア、商業エリアを対象とした機器利用、廃棄状況にかかる現地調査を行い、ローカル固有の情報を得て、現地に適した仕組み作りの検討を行うことも想定している。

表 8-2 ジョホールバルにおける調査候補地

住宅エリア	工業・商業エリア	研究施設等
<ul style="list-style-type: none"> <li>• East Ledang</li> <li>• Horizon Hills</li> <li>• Nusa Idaman</li> <li>• Nusa Bayu</li> <li>• Ujana</li> <li>• Impiana</li> <li>• Ledang Urban Retreat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Southern Industrial and Logistics (SiLC)</li> <li>• Bio-XCell</li> <li>• Legoland Malaysia</li> <li>• Mall of Medini</li> <li>• Puteri Harbour Family Theme Park</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Newcastle University Medicine Malaysia</li> <li>• Netherlands Maritime Institute of Technology</li> <li>• University Southampton Malaysia Campus</li> <li>• International Students Village</li> <li>• Marlborough College Iskandar</li> <li>• Raffles University Iskandar</li> <li>• University of Reading Malaysia</li> <li>• Raffles American School</li> <li>• Johan Cryuff Institute Malaysia</li> <li>• Multimedia University (MMU)</li> </ul>

フロンの破壊については、現地のセメント会社の状況、活用見込みを検討するとともに、オプションとしての輸出の検証（手続き、費用等）を行う。

平成 26 年度には以下のテーマを中心とした詳細調査を実施し、平成 27 年度以降の事業化を目指すものとする。

<p><b>1 フロンの流通・回収に関する調査</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● フローの精査（再生利用されていないフロンの性状、処理先、ポテンシャルの把握）</li> <li>● 機器利用等にかかる現地調査（ジョホールバルの商業施設等を対象）</li> </ul> <p><b>2. フロン回収にかかる検証（将来事業のためのデータ取得）</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● フロン及びフロン含有機器のロジスティックの検証</li> <li>● フロン含有機器解体及びフロン回収の試験実施 (機器の種類、含有するフロンの種類・組成、作業内容、時間・コストの検証)</li> </ul> <p><b>3. フロン破壊に関する調査</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● セメントプラントの状況調査</li> <li>● フロン破壊に関する意向調査</li> </ul> <p><b>4. 省エネ機器の普及に関する調査</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 商業施設に対する省エネ機器導入・機器リプレイスに関する可能性調査</li> <li>● 省エネ機器普及事業との協調、連携</li> </ul> <p><b>5. 現地セミナー</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 今後の省エネ機器普及、フロン回収・破壊を推進するための現地政府関係者、企業等を対象としたセミナーをタイで実施</li> </ul>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 8.3.7. 調査、取り纏め状況

マレーシア事業の調査、取り纏め状況について以下の表に示す。

表 8-3 マレーシア事業の調査、取り纏めの状況

項目	調査結果	今後の課題
1. 対象物の状況調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>● フロン・機器の概略フローの把握</li> <li>● 大規模商業施設での機器利用状況の把握</li> <li>● フロン再生業者と特定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 使用済フロンの詳細インベントリー調査</li> </ul>
2. 機器メーカーの意向、取り組み状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>● サービス拠点調査を実施し、エアコンの概略フローを把握</li> <li>● 業界団体（MACRA）の特定と取り組み動向の把握</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 将来的な協調の可能性把握</li> </ul>
3. 処理インフラ調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 有害廃棄物処理施設での破壊事例の確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● セメントプラントの活用可能性調査</li> </ul>
4. 現地政府・地方自治体の状況調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 使用済みフロンの取り組み動向把握</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 特定の自治体との協調可能性把握</li> <li>● E-waste リサイクル事業との連携可能性調査</li> </ul>
5. GHG削減量の計算方法等の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 将来事業（現時点で詳細未確定）に向けた情報整理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 確定した事業内容に対応した具体的検討</li> </ul>
6. フロン類の回収・破壊方法の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現地関係者の特定と方向性の検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 具体的な事業内容の検討</li> </ul>

## 8.4. インドネシアにおけるフロン類の回収、破壊方法の検討

### 8.4.1. 全体システム構築のための提案

将来的なフロン類の回収には、現在のフロンの廃棄フローを作成する必要がある。そのフローの中でフロン類がもっとも集まる（＝効率的に回収できる）ポイントを調査する必要がある。フロンの発生源は大きく分類して3つあると考えられる。工場等の製造現場で原料から発生する「原料フロン」と、商業施設等の大規模設備におけるリプレイス時に発生する「使用済フロン（施設発生）」と、各家庭から個々に個々のタイミングで発生する「使用済フロン（家庭発生）」である。これらは区別して検討する必要がある。それらの特性や管轄部署に合わせた持続性のある回収方法の検討が必要である。

表 8-4 廃棄されるフロンの分類

分類	発生源	該当する法律
原料フロン	製造工場	有害物
使用済フロン（施設発生）	商業施設	有害物
使用済フロン（家庭発生）	家庭	一般ごみ、固形廃棄物

● 「原料フロン」（工場発生）の回収方法について

対象となるフロンは、エアコンや冷蔵庫、冷凍機、チラーなどを製造するメーカーや冷蔵庫等に使用される断熱材（断熱用のウレタン）を製造するメーカーが挙げられること、それらのメンテナンス時に、フロンを補充、交換を行う修理業者や、そこにフロンを卸しているフロンを扱う商社など、原料（未使用）フロンを扱っている企業からの発生するフロンである。これらのメーカーや修理業者等から発生するフロンは、産業からの発生に分類されるためその管轄は、インドネシア環境省における有害廃棄物に該当する。

これらの産業から発生するフロンを収集するには、廃棄されるフロンの実際のフローを把握する必要がある。インドネシアは、モントリオール議定書に批准しており、定期的なフロンの製造量や輸入量、消費量に関する報告を行っており、関連データは存在していると考えられる。そのデータより、フロンを取り扱う産業、工場の状況調査（業種、使用量、入手ルート等）を実施し、原料フロンの流れ（インベントリーデータ）を作成することが可能である。原料フロンの流れや廃棄状況についてさらなるヒアリングを実施し、ボンベ等の何らかの形で廃棄フロン等が保管されていれば、その保管状況（容器や接続口の口径等）の確認と使用済フロンの廃棄方法等についての調査を実施し、さらに、廃棄方法については、自社内で無害化処理が可能であるかの確認を実施する。これらの方法によりフロンの現状の流通フローと廃棄・保管状況の把握をすることができる。

実際の回収方法については、プレ調査（次年度以降予定）をもとにインドネシア政府やホルシムセメントの協力の下で、フロン回収破壊キャンペーンの提案をする。このキャンペーンにより、フロンの流通フローが明らかになり、さらに適正処理の方法の周知されることで、フロン処理適正化の準備を整えることができる。また同時にフロン回収にかかるコスト試算も実施する。

次にパイロット試験として、インドネシア環境省の協力の下でこれらのフロンに関する回収破壊に関するキャンペーンを実施し、ホルシムセメントでの適正処理を推奨し、実際の問題点やコストの把握を実施する。これらをベースに持続可能な制度としてのフロン回収処理システムを構築する。

これらによって現行の企業毎におけるフロンの生産量、消費量、破壊量に加えて、移動

量、保管量を行政が管理することと適正処理方法の周知によりフロンの適正処理を促すことができる。このように原料フロン処理については、適正処理のためのシステム構築と適正処理方法の周知を行い、企業の CSR の範疇で継続的かつ自発的にフロン回収が進む仕組みを構築することを目指す。

表 8-5 回収方法選定までの調査計画

	目的	実施項目
プレ調査	現状の確認（存在量、保管状態）	メーカー・産業団体調査、モニトリオール議定書に関する報告書調査
詳細調査	フロンの廃棄フローの確認、フロン回収キャンペーンの立案、コスト試算	輸送、運搬方法の確認、回収コスト予想
パイロット回収試験	回収キャンペーンの実施	問題点の把握、コストの把握
最適回収方法の選定	持続可能な回収方法の選定 フロンの移動、保管、破壊の把握	問題点の改善

● 「使用済フロン（施設発生）」の回収方法について

対象となるフロンは、ホテルやショッピングセンター等の商業施設や役所・大学、病院等の公共施設から大量発生する EOL に含まれるフロンである。商業施設では、定期的な空調機器や冷蔵庫、冷蔵ショーケースの交換や施設の撤去時にこれらが大量の EOL となり発生する。また冷媒交換等のメンテナンスが行われる場合にも使用済フロンの発生が考えられる。

インドネシアの商業施設や公共施設に納入されているエアコン等の機器の総量の把握は難しいが、プレ調査として、いくつかの商業施設・公共施設をピックアップし、調査することで、おおまかな空調機の設置状況を把握することができる（施設規模：フロアー数、延床面積、テナント数、来客数、売上等）。これらから、商業施設規模での保有量を推計することができる。

また空調機器等の保有者を調査し、フロン処理に関する責任を有する者を確認する必要がある。また、商業施設の対象機器交換時に交換された機器の処理方法を確認する必要がある。再利用目的での取り外しであれば、フロンを抜かないで取り外しが行われるが、廃棄やスクラップ目的で取り外す場合は、フロン回収はなされていない可能性が高い。これには工事施工者（取り付け業者）にヒアリングを行うことが有効である。

次にこれらから適正に回収を行うには、実際にフロンを回収する機器やポンペを準備し、そして回収方法を示す必要がある。また、フロン回収に対して、施工業者へのメリット（インセンティブ）を示す必要がある。このメリットの試算のために回収コスト等の調査が必要である。これらを基に政府と協力して、キャンペーン型の回収計画を立案する。

実際のパイロット試験としては、協力的なもしくは、政府から推薦等を得て、大手の施工業者に対して、フロン回収の依頼と説明を行い、回収テストを実施し、実際のフロン回

取にかかる費用（作業賃、運賃）を把握する。フロン回収テストにより、費用対効果を求め、適正なフロン処理に対するインセンティブを検討する。そして、フロン回収が継続的に行われるための方法の検討を行う。

また大学や政府機関等の公共機関においては、施工主（＝国や自治体、大学）等からの施工条件（要望）としてのフロン回収をさせる方法も考えられる。

表 8-6 回収方法選定までの調査計画

	目的	実施項目
プレ調査	現状の確認（存在量、保管状態） 所有者（＝処理責任をもつ者）の把握	商業施設（ショッピングモール等）、公共施設（政府、大学、病院）をピックアップし、現地調査
詳細調査	フロンの廃棄フローの確認、フロン回収キャンペーンの立案、コスト試算	輸送、運搬方法の確認、回収コスト予想、回収機器の検討、適正なインセンティブの試算
パイロット回収試験	回収キャンペーンの実施	問題点の把握、コストの把握
最適回収方法の選定	持続可能な回収方法の選定 フロンの移動、保管、破壊の把握	問題点の改善

● 家庭から発生する EOL に含まれるフロンに関して

対象は、各家庭が保有するエアコン等の管轄は、有害廃棄物に該当するが、一般ごみにも該当する。この場合は、都市ごみ関連部署の担当となり、その責任は地方自治体となると考えられる。

プレ調査として、家庭が対象機器を排出する理由の確認（故障や買替）が必要である。故障ではなく、再利用目的での取り外しであれば、フロンを抜かないで取り外しが行われるが、重度の故障等で廃棄やスクラップ目的で取り外す場合は、フロン回収はなされていない可能性が高い。また、取り外しの工事を行う業者やその後の物の流れ、コレクター等の存在についても調査する必要がある。このフローについて大まかな流れを把握できれば、最も適した位置フローにおいて、実際にフロンを回収する機器やポンペを準備し、そしてその方法を示すことでフロンを回収することができる。

そしてこれらのプレ調査を基に、実際のフロン廃棄の流れを把握する。取り外し業者の施工の段階でフロンが放出されているのであれば、彼らにフロン回収を委託することを検討する。このフロン回収に対して、施工業者へのメリット（インセンティブを示す必要がある）に関するヒアリングを行い、フロン回収の依頼と説明を行い、実際のフロン回収にかかる費用（作業賃、運賃）を資産と運搬方法を提案をする。

一部の業者に対してキャンペーン回収を実施し、その費用対効果を求め、適正なフロン処理に対するコストとインセンティブを算出する。そして、フロン回収に関する仕組みの構築を行う。



最終的には最適な回収方法の選定を実施すべきであるが、フロンを回収した後の機器の処理についても考える必要があり、これは WEEE 処理の観点からも国家プロジェクトとして検討されるべき案件である。

表 8-7 回収方法選定までの調査計画

	目的	実施項目
プレ調査	現状の廃棄方法の確認（セカンドハンド、スクラップ等）	セカンドハンド、スクラップ業者の現地調査、
詳細調査	フロンの廃棄フローの確認、フロン回収キャンペーンの立案、コスト試算	輸送、運搬方法の確認、回収コスト予想、適正なインセンティブの試算
パイロット回収試験	回収キャンペーンの実施	問題点の把握、コストの把握
最適回収方法の選定	持続可能な回収方法の選定 フロンの移動、保管、破壊の把握	問題点の改善

● フロンリサイクルに関する企業の調査

インドネシアにおいて他の東南アジア（マレーシア等）で行われているフロンリサイクルの有無とその実態の調査をする必要がある。フロンも再利用されることが理想的であるが、高純度のフロンに関してはリサイクルできるが、低純度のものについては、返品、大気放出されている。フロンのリサイクル業者から、規格外の低純度フロンを適正処理することで、フロン破壊が推進される可能性がある。

● 回収の将来性

現行のプロジェクトでは抜き取られたフロンだけを対象にしており、フロンが入ったままの機器の回収は考えてないが、将来的に家電リサイクル等と組み合わせることで、有害物管理と同時に資源循環も成すことができる。

● 省エネ機器との買い替えにおけるフロンガスの処理

現在、インドネシアでは、他の JCM プロジェクト等によって、日本製の省エネタイプのエアコン等の普及事業の検討が進められている。リプレイスによって発生する古い機器のフロン回収破壊についても重要なポイントである。今後はこれらの事業との連携、協調も考慮することが望ましい。

8.4.2. 回収に当たっての適切なインセンティブの検討

フロン回収におけるインセンティブを受ける対象を誰とするかが重要である。以下に対象とするフロン類ごとのインセンティブの案を示す。

表 8-8 回収にあたってのインセンティブ

種類	インセンティブの考え
「原料フロン」(工場発生)	処理に困っているが実施できていない事業者が抱える課題などを明らかにする。また、破壊処理費等に対する補助金を検討する必要がある。
「使用済フロン(施設発生)」	施工主や施工業者に対して、フロン回収機器の貸し出しと作業費の支払いを行う。回収に対する対価の支払いがあれば回収は可能である。また、破壊処理費等に対する補助金の検討が必要である。
「使用済フロン(家庭発生)」	一般家庭から引き取る場合、施工業者やコレクターなどにフロン回収機器の貸し出しと作業費の支払いを行う。回収に対する対価の支払いがあれば回収は可能である。

フロンリサイクル業者からの回収については、低純度フロン(リサイクル不可)品についての買取も検討する。リプレースに係るフロン発生に関して、日本企業主導の場合は、リプレース費用にフロン処理関わる計画、費用を予め含めて回収することを検討する。

#### 8.4.3. 適切な破壊方法の検討

現状のインドネシアでの適切な破壊方法は、現状唯一の破壊許可のあるホルシムセメントでの処理委託となる。しかし、ホルシムセメントのフロンの許可処理量は、100kg/hr であり、年間でも最大 800t 程度の処理となる。現状年間のフロン類の消費量は 5,000t とされており、回収、破壊が推進されると将来的には不足することが予想される。その対策として、新たな処理施設の追加が必要である。しかし、フロン専用の破壊施設はインシヤルコストやランニングコストがかかるため不採算である。よって、廃棄物焼却やセメント製造炉へのフロン供給設備の追加が効率的である。もしくは、新設する焼却炉やセメント製造炉へのフロン供給設備の設置が考えられる。また、日本へ輸出し破壊することも有効である。日本では、許認可を受けた施設での処理量には余裕があると考えられる。これには、輸出に係るコストや GHG 排出を計算する必要があるが確実な破壊に向けて有効な手段である。

確実な破壊の保証方法については、受け入れたものがフロンであることの確認方法が重要である。これは、空気や違うものを入れて納入されても判断ができないからである。これらについては、分析方法等の検討が必要である。また破壊に関しては、現状も行われているが、破壊業者から破壊証明が発行されるのが一般的である。破壊証明書には、破壊に関して、種類、量、日時、場所等が記されており、この破壊量の合計を届け出させることで、政府機関国内外への報告義務を果たすことができる。

#### 8.4.4. 大規模案件候補の絞り込み

過去のフロンに関する調査報告書においては、回収・処理については、明確な情報や提案がされていないが、事業化においては、「確実な破壊」と「効率的な回収」2つの側面か

ら検討する必要がある。

「効率的な回収」に関しては、回収対象のフロンは先述した発生源別に「原料フロン」（工場発生）、「使用済フロン」（施設発生）、「使用済フロン」（家庭発生）の3つに分類される。またこれらを絞り込む条件としては、「保有量」、「収集の容易さ」、「持続性」の観点から判断すべきである。

回収の容易さにおいては、集中して保管されている「原料フロン」（工場発生）が回収しやすく、エアコンの大量更新時等に発生する「使用済フロン」（施設発生）についても比較的回収しやすいと考えられる。個別に随時発生する「使用済フロン」（家庭発生）が最も回収が困難である。

さらに持続可能性については、発生源が限られており、CSRの観点からも継続的かつ自主的な回収が見込まれる「原料フロン」（工場発生）が有効である。また商業発生については、施設オーナーやデベロッパーを通じた回収とインセンティブの付与方法が確立できれば、継続的に回収が可能である。しかし、家庭発生分については、セカンドハンド市場やスクラップ市場など個別なルートを紹介しており、また都市ごみとして、その責任と権限は各自治体となる。そのため統一的な回収方法の策定には、日本における家電リサイクル法のような廃家電の回収制度が求められる。しかし、廃家電に関する回収制度があるのは、先進国等を中心とした一部の国であり、対象国においてそれが実現されるのは、当分先と思われる。

これらより、優先的に回収すべきフロンは、「原料フロン」（工場発生）、「使用済フロン」（施設発生）である。また、政府や大学・製造メーカーや製品協会等を通じたデータ収集が必要であり、その中で最もフロンが集まるポイントでの回収を実施する必要がある。これらの効率的な回収に向けてさらなる調査が必要である。

「確実な破壊」に関しては、対象国において、破壊設備の存在は確認されているが、その能力や実効性には、不透明な部分が多い。事業化においては、回収したフロンを確実に処理できる最終的な受け皿として日本への移動と処理の検討が不可欠である。同時に現地でのフロン破壊施設の実効性の確認とその破壊能力の担保の確認が必要である。現地で破壊することを最優先で考えるが、それに何らかの問題が生じた場合は、速やかに日本へ輸送し破壊する手段も必要である（そうしない場合は、処理できない物質を現地で多く抱えることになり、その管理や責任に大きな問題が生じる）。この「確実な破壊」と「効率的な回収」は双方が並行して進むことが重要である。次年度のFSにおいて、この確認を行っていく計画である。また、JCMにおける他の案件において、エアコン等の省エネ機器への普及推進事業がある。これらの買替によって生じる廃製品に含まれるフロンの処理を優先的に行うことも有効である。

図 8-4 には、事業化のイメージを示している。3つに分類された発生源からの使用済フロンやそれを含む機器に適した収集方法を検討する必要がある。これらの収集には、インドネシアでの既存の静脈物流のネットワークの活用（例えば WMI（Waste Management Indonesia））によって、効率的な回収運搬が期待できる。インドネシアは多数の島からなるため、効率的な回収は、現存する効率化されたネットワークを利用することが最もよいと考えられる。その後は、必要に応じて、PPLi（5.3）などの適正なライセンスを有する処理施設にて保管・管理するほか、空調機器のまま搬入された場合は、フロンの抜き取りや断熱材処理に伴うフロンの回収等の回収業務全般を行うことも想定している。その後にはフロン破壊施設として唯一の処理施設であるホルシムセメント（5.3.1 参照）での破壊を想定しているが、他の日本の技術が組み込まれた施設での処理も検討が必要と考えられる。

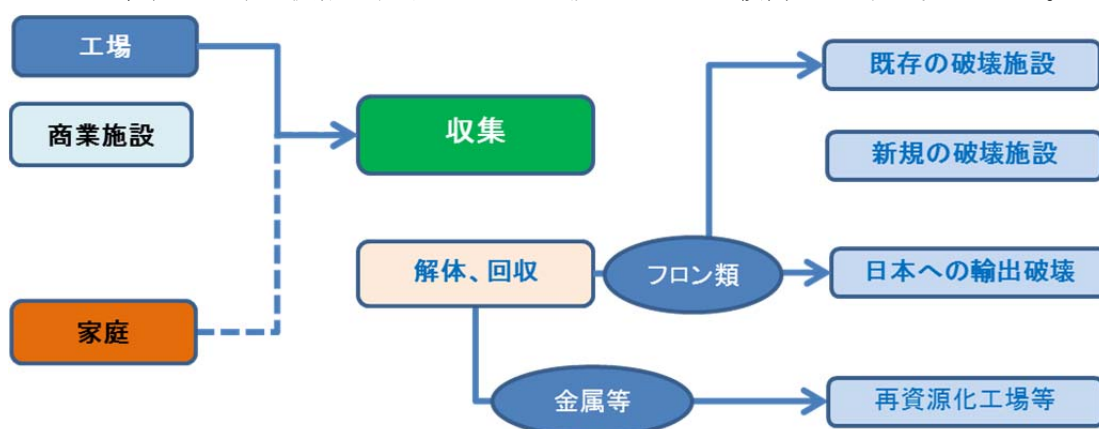


図 8-4 インドネシアの事業化イメージ

#### 8.4.5. 大規模案件形成可能性にかかる評価、課題

フロン類は多くの種類があり、また、クレジット制度において地球温暖化に寄与する物資ではあるが、評価を認められていないフロンも存在する。これらのフロンをどう区別し、評価していくかが大きな課題である。回収フロンを個々に分析することは、コスト的にも効率的にも不可能である。

また、回収インセンティブに関する財源、費用負担も重要である。ステークホルダーとしてのメーカー、政府、消費者等による役割、費用負担あり方は当該国の社会制度等を十分に考慮する必要がある。

#### 8.4.6. 実証事業の方向性、計画

実証事業においては、「確実な破壊」と「効率的な回収」2つの側面から検討する必要がある。対象国において、破壊設備の存在は確認されているが、その能力や実効性には、不透明な部分が多い。実証事業においては、回収したフロンを確実に処理できる最終的な受け皿として日本への移動と処理の検討が不可欠である。同時に現地でのフロン破壊施設の実効性の確認とその破壊能力の担保の確認が必要である。また、回収においては、政府や

大学・製造メーカーや製品協会等を通じたデータ収集が必要であり、その中で最もフロンが集まるポイントでの回収を考える必要がある。

### 1 フロンの流通・回収に関する調査（大都市を中心に実施）

- ・工場発生フロンの保管状況と処分方法
- ・大規模商業施設からの排出時のフローの解明  
（再生利用されていないフロンの性状、処理先、ポテンシャルの把握）
- ・フロン回収拠点候補の実現検証（作業場所、作業時間、作業内容、コスト等の検討）
- ・政府関係者、企業を対象とした現地セミナー

### 2 省エネ機器の普及に関する調査

- ・省エネ機器導入・機器リプレイスに関するポテンシャルの評価
- ・使用済機器からのフロン回収と適正処理方法の検討
- ・事業化に向けたパートナー、関係者との仕組み作り
- ・省エネ機器買替案件との連携

#### 8.4.7. 調査、取り纏め状況

インドネシア事業の調査、取り纏め状況について以下の表に示す。

表 8-9 インドネシア事業の調査、取り纏めの状況

項目	調査結果	今後の課題
1. 対象物の状況調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>● フロン生産・消費に関するデータ収集</li> <li>● 使用済フロンに関するデータは整備されていない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 使用済フロンの詳細インベントリ調査の実施</li> </ul>
2. 機器メーカーの意向、取り組み状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2013年に設立された空調関連の業界団体を特定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 関係者との協力体制の構築</li> </ul>
3. 処理インフラ調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 破壊施設の確認を実施、処理、管理能力を確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● バックアップ的な処理フローの検討</li> </ul>
4. 現地政府・地方自治体の状況調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現時点では使用済みフロンに関する取組はない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 特定の自治体との協調可能性把握</li> <li>● E-waste リサイクル事業との連携可能性調査</li> </ul>
5. GHG削減量の計算方法等の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 将来事業（現時点で詳細未確定）に向けた情報整理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 確定した事業内容に対応した具体的検討</li> </ul>
6. フロン類の回収・破壊方法の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現地関係者の特定と方向性の検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 具体的な事業内容の検討</li> </ul>

## 9. 評価、考察

### 9.1. 事業の評価

#### (1) 日本技術の導入促進

本プロジェクトで対象とする空調機器等は省エネ性能、その他の機能も含めて、日系メーカーが高度な技術を有している分野であり、本プロジェクト対象国含めて、海外での展開も盛んである。一方、韓国系、中国系メーカーなども機能を絞った安価な機器を中心に、東南アジアで展開しており、旺盛な機器需要に食い込むことにはかかっている。

本プロジェクトで想定するフロン回収、破壊は、制度、技術含め、我が国に知見が有るところであるが、本プロジェクト自体が日系メーカーの省エネ機器普及に際しての使用済機器・フロンの適正処理までカバーを行うというトータルサポートを行う要素となるものであり、他国メーカーにはない、仕組み作りを提案できるものとする。

#### (2) エネルギー起源 CO2 及び GHG 排出削減効果

将来事業については内容、対象、計画が特定されていないため、ここでは仮定を入れた効果の試算を行うものとする。将来事業で1か国5か所程度の回収拠点設置を想定(200台/年・拠点)すると、CO2削減効果は1,488トンCO2/年となる。なお、残存量を50%と仮定した場合には、回収可能なフロン量が半減するため、CO2削減効果は724トンCO2/年となる。残存量、フロンの種類等については、今後の詳細調査で確認していく必要がある。家庭用エアコン以外の産業用機器から回収されるフロン、あるいは工場等で回収されるフロンについては対象となりうるが、以下の算定では現状含めていない。このため、将来的に商業施設、工場等を対象とした場合にはこれら施設に起因する削減効果も見込まれる。

・CO2削減量(1,448トンCO2/年)

$$= \text{エアコン1台あたりのフロン(R-22)充てん量 (0.8 kg/台)} \times \text{回収台数 (1,000台/年)} \times \text{GWP (1,810)}$$

参考として「フロンガスの分布及び回収・破壊方法に関する国際調査事業」での使用済エアコン由来のフロン量(ストック、排出ポテンシャル)と比較する。表中の使用済み機器中の冷媒量は各国全体のポテンシャルとしての量であるが、1,000台規模の回収、破壊効果はポテンシャルの0.5%程度となっている。回収システムの構築とインセンティブの導入が必要条件となるが、本事業の目指す社会システムの構築により、国全体での大きな効果も期待できることが分かる。また、これらは家庭用エアコン(インドネシアは除く)のみの値であり、商業機器、工業機器を対象とすることにより、さらなる効果も期待できる。

表 9-1 排出ポテンシャルとの比較 (HCFC)

	HCFC 回収仮定量		使用済み機器中の冷媒量(2013年 <sup>1)</sup> )
	回収仮定量量	回収仮定量÷使用済み機器中の冷媒量	
タイ	0.8 トン	0.3%	255 トン
マレーシア		0.5%	164 トン
インドネシア		0.2%	348 トン <sup>2)</sup>

1) 「フロンガスの分布及び回収・破壊方法に関する国際調査事業」

2) 家庭用のほか、商業用機器も含む。

上記 1,000 台分（1 か国あたり）が省エネ機器に買い替えられたと想定した場合の試算を以下に示す。省エネ機器導入による、直接的なエネルギー削減効果は 480 トン CO<sub>2</sub>/年と見込まれる。ただし、機器の定格消費電力等のデータは日本の文献値等にもとづく、仮定値であり、今後現地での具体的なデータ取得による算出が必要である。

・ CO<sub>2</sub> 削減量（480 トン CO<sub>2</sub>/年）

$$= (\text{更新前の定格消費電力 (3.4kW)} - \text{更新後の定格消費電力 (1.8kW)}) \times \text{機器稼働率 (60\%)} \times \text{台数 (1,000 台)} \times \text{日稼働時間 (8 時間)} \times \text{年間稼働日数 (160 日)} \times \text{CO}_2 \text{ 換算係数 (0.000387tCO}_2\text{/kWh)}$$

### (3) コベネフィット効果

本プロジェクト実施により、省エネ機器普及促進によるエネルギー起源 CO<sub>2</sub> の削減効果があるほか、使用済み機器から回収フロンの破壊による GHG 削減効果が期待される。また、途上国等で不適正な方法でのリサイクル、そして付随する有害物質の環境及び人体への影響が問題になっているが、本事業により環境に配慮した E-waste のリサイクルの推進及び有害物質の管理にもつながる。調査対象国はいずれも E-waste の適正処理の必要性を考慮しており、法制度の検討も行っており、フロン及びフロンを含有する機器の適正処理を切り口に当該国での 3R の推進が図られるものと期待できる。また、フロン破壊にあたっては、廃棄物焼却施設などで廃棄物の熱量を利用した焼却を行うことにより、フロン破壊において追加的なエネルギーの消費を抑制することも可能となる。

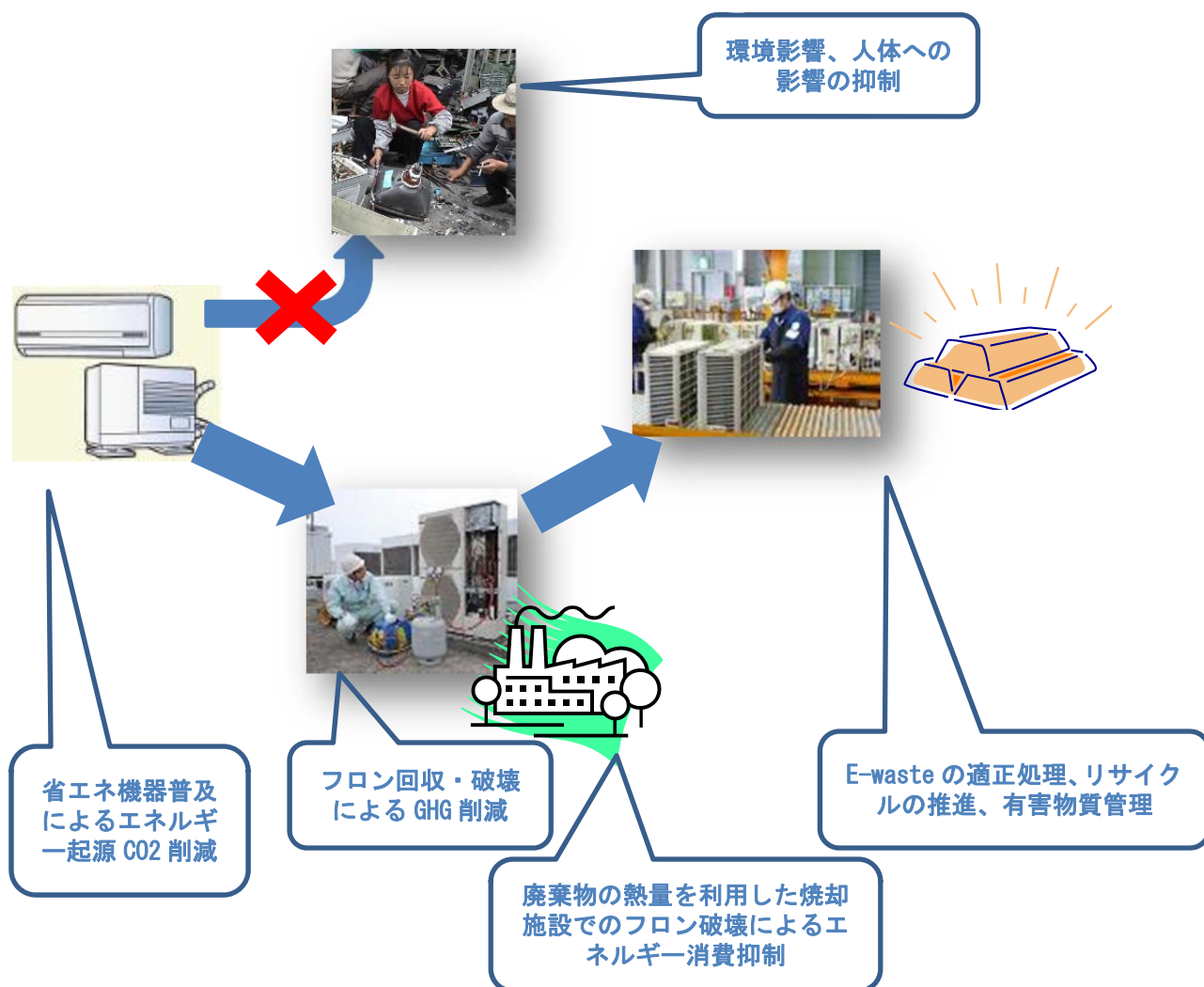


図 9-1 本事業のコベネフィット効果

#### (4) 将来事業の費用の考え

将来プロジェクトについてはそれぞれの国において対象地、スキームなど現地の状況に応じた計画、ステップを今後検討していくことを想定している。このため、本項では以下のシナリオに基づく、事業費の推定を行うものとする。なお、以下のコストについては本調査で現地事業者等からヒアリングを行った数値をもとに仮定値として設定している。



表 9-2 プロジェクト実施にかかる前提条件

分類	項目	費用等
<b>I. エアコン買替</b>		
	エアコン買替台数 (購入)	1,000 台
	エアコン (省エネ) 購入価格	50,000 円/台
	エアコン (省エネ) 購入価格 (5 年償却)	10,000 円/台年
	<b>計 10,000,000 円/年</b>	
<b>II. 廃棄エアコン</b>		
	エアコン廃棄台数 (購入)	1,000 台
	エアコン (省エネ) 購入価格	1,700 円/台
	<b>計 1,700,000 円/年</b>	
<b>III. フロン吸引器、ポンペ等</b>		
	フロン吸引器台数	5 台
	吸引機価格	500,000 円/台
	フロン吸引器価格 (5 年償却)	100,000 円/台年
	ポンベ台数	20 本
	ポンベ価格	50,000 円/本
	ポンベ価格 (5 年償却)	10,000 円/本年
	<b>計 700,000 円/年</b>	
<b>IV. フロン回収、機器処理費用</b>		
	フロン回収、処理費用	300 円/台
	台数	1,000 台/年
	<b>計 300,000 円/年</b>	
<b>V. 運搬</b>		
	運搬 (使用済機器回収拠点⇒フロン回収・リサイクル拠点)	300,000 円/年
	運搬 (フロン回収・リサイクル拠点⇒破壊施設)	50,000 円/年
	<b>計 350,000 円/年</b>	
<b>VI. フロン破壊</b>		
	フロン量	1 kg/台
	台数	1,000 台/年
	フロン破壊費用	800 円/kg
	<b>計 800,000 円/年</b>	
<b>VII. 分析費用</b>		
	分析費用	600,000 円/回
	分析回数	4 回/年
	<b>計 2,400,000 円/年</b>	

**計 (I.~VII.) 16,250,000 円/年**

事業全体費用 (管理費などは含めていない) としては上記のとおり、16,250,000 円/年であり、エネルギー起源 CO2 排出削減量を 480 トン/年とした場合、費用対効果は約 34,000 円/年・CO2 トンとなる。

## **(5) 将来事業の資金支援について**

本プロジェクトのアプローチとしては、プロジェクト参加メンバーの知見のある領域であるフロンの回収・破壊から入っている。事業としては、フロンの回収、破壊については現地のリサイクラーなどと協力して回収作業を行い、回収のための設備（吸引器等）の設置を行うことを想定している。

本年度事業は使用済フロンの回収、破壊をフォーカスして行ったが、次年度事業（予定）は省エネ機器の普及事業との連携・協調を検討し、リプレイスにより発生する機器からのフロン回収・破壊までの一体化した枠組みの構築を目指す。

資金支援スキームについては「二国間クレジット制度（JCM）プロジェクト設備補助事業」を想定しているが、次年度事業の中でも検討を行う。また上記の通り、省エネ機器普及も考慮した資金支援スキームの検討も行う。

## **9.2. 事業展開にあたっての共通事項**

### **(1) 事業展開のための必要条件**

現状、対象各国において、フロン類（CFC、HCFC）の破壊義務に関する明確な規定はなく、不要となったフロンについては破壊のためのインセンティブが働かず、大気放出が行われることも考えられる。また京都議定書においても温室効果ポテンシャルを有するフロン（CFC、HCFC）についてはクレジットが認めておられず、ここでの経済的なインセンティブも存在しない。

今後は、フロン類の破壊あるいは省エネ機器の適正なりプレイスを進めるにあたってのインセンティブの導入施策の検討が必要であり、加えて普及啓発事業を通じて、取組みの効果・意義の認知を当該国において高めていく必要があると思われる。

フロン類の破壊が行われている国々では、破壊に関する費用は最終的に受益者（使用者）が負担するように、制度が生まれおり、実行には製造メーカーも EPR として大きな役割を果たしている。しかしながら、フロン及び使用済機器については当該国の廃棄物関連の法律と密接に関係しているため、適正処理の仕組みを導入するに当たっては、企業等が仮にアクションを起こしても、推進できないことになるという側面がある。例えば、有害廃棄物と規定されている場合などは、当然、現地中央政府の理解が必要であり、このためには日本政府との G-G ベースでの種々の方向からの支援が重要である。

さらに、対象となる機器が廃棄後は E-Waste であることは、重要なポイントである。現在は行われていないが、今後、これらの国々でこのような E-Waste リサイクルが実施されるようになったきた場合に、それらの中でのフロン類破壊の意味づけを明確にしておく必要がある、その意味でも、G-G ベースでの取り組みが必要である。

## (2) 制度面の構築促進に関する進め方

事業で明らかになった課題については、既述の通りであり、今後、これらを具体化していくわけであるが、どのような設備であれば適正な処理ができ、そのように管理するのかについて、現地行政レベルが多く知見を持っていない点が課題である。

これによって、有害物に区分されているフロン類の破壊設備の設置に行政が消極的となり、最終的な施設がないために収集を行うこともできない。むしろ、このシステムがないかぎり、普及啓発は積極的に行われず、地球環境に影響を及ぼす物質であっても、現地ではそのことをあまり理解しないで安易な大気放出が行われる。製造者側は、このような排出が行われることを自身の製品のサステナビリティの視点からも適切でないと考えても、なんらアクションができない。

特に、他国の事例を見る限り、製造者側にも、実行面で協力の意志があり、今後とも省エネ機器への転換を図ってより、省エネルギーを達成しようともくろむ中で、この問題は、機器の入れ替えと廃棄機器の発生（＝現状ではフロンの大気放出）がトレードオフの関係であり、大きな問題となる。

このような悪循環を断ち切るためには、まず、政府関係者に対して日本の実態を見せていくことが非常に効果的である。実際に行っているところを数多く見せ、日本の基準に関してレクチャーし、現実に各国で行う際には、その制度構築に対して全面的に協力をする姿勢を見せることで、制度構築を促すことが必要である。下記に述べる実証試験を日本で行うところを見せることも一つのやり方としてある。

また、もう一面で、より政府側が必要を感じるよう、住民、製造者側からの声の高まりも重要である。これには、現地でのセミナーその他のイベントを開きアピールしていくことがある。併せて、収集のデモンストレーションは現地で行い、操作的には特に困難ではないこともアピールすると共に、リサイクラーには、世界標準がそうであるという認識を徐々に持ってもらう必要がある。

## (3) 破壊施設面の進め方

現地の廃棄物処理設備やセメント設備が将来、許可を持って行えるような、実際の破壊試験による評価方法や分析法などについて現実のものとして進める必要がある。その際、戦略的にはなるべく日本にとって有利な設備で破壊を実証することで、他の設備の評価のベースとすることが望ましい。実証試験を経て設備を作っていくという姿勢が定着すれば日本にとっても望ましい。すなわち、日本の技術では問題なく行える対象物でも、今までは、単なる許可の問題だけでできなかった処理が、今後いろいろな有害物質を処理することも、実証試験を経ることによって行えることになる。

#### **(4) 破壊環境整備に至るまでの考慮**

上記に述べたような、破壊に関してソフトとハード面が整備できるのには、一国の制度とその制度を定着させるという話であるが故に、一定の時間が必要であることは間違いがない。

JCMの目標としては、当然早い段階からのGHG削減があり、我々はこのギャップを埋めておく必要がある。具体的には、①機器の入れ替えと廃棄機器の発生（＝現状ではフロンの大気放出）というトレードオフの問題の解決、②破壊を前提とすれば開始可能である収集ネットワークを開始できるかの問題、である。

本来、現地で蓄積したものを日本の設備を使って破壊してしまえば、問題解決につながるが、報告にあるように、主に日本側の手続きの課題のため実現できていない経緯がある。この点については本プロジェクトの趣旨を踏まえれば行うべく進めるべき問題と認識することから、鋭意可能性を追求したい。

## 【参考文献】

- Thailand Second National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change
- Malaysia Second National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change
- Indonesia Second National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change
- Handbook for the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer Ninth Edition (2012)
- EU Regulatory approach to the management of banks of ozone depleting substances and fluorinated greenhouse gases
- ODS destruction in the United States of America and abroad (May 2009)
- (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 平成 24 年度成果報告書 情報収集事業「アジア等における有用金属等を含む廃棄物の高度なリサイクルシステム構築に関する情報収集」
- 一般財団法人 アジア太平洋研究所 マクロ経済分析プロジェクト 2011 年度特別研究「アジア白物家電市場と日系家電メーカーの取組」
- 株式会社野村総合研究所 平成 24 年度環境問題対策調査等（フロンガスの分布及び回収・破壊方法に関する国際調査事業）
- 株式会社 矢野経済研究所 平成 19 年度アジア産業基盤強化等事業（自動車リサイクル等調査）
- 経済産業省 平成 23 年度インフラ・システム輸出促進調査等委託費（アジアリサイクルビジネス展開可能性調査事業）「タイ国等における自動車排ガス触媒からのレアメタル（白金族）リサイクルに関する事業可能性調査事業」
- 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 平成 24 年度地球温暖化対策技術普及等推進事業「タイ、ベトナム、マレーシアにおける規模別商業施設向け省エネシステム導入プロジェクトの案件組成調査」
- 株式会社 国際協力銀行「タイの投資環境」（2012 年 10 月）
- 株式会社 国際協力銀行「マレーシアの投資環境」（2014 年 2 月）
- 株式会社 国際協力銀行「インドネシアの投資環境」（2012 年 10 月）
- 経済産業省製造産業局オゾン層保護等推進室 環境省地球環境局環境保全対策課フロン等対策推進室 「フロン回収破壊法 フロン類の破壊に関する運用の手引き」（第 6 版）（平成 18 年 6 月 24 日）
- Energy Policy and Planning Office, Ministry of Energy, Thailand HP
- Malaysia Energy Commission, Electricity Supply Industry in Malaysia Performance and Statistical Information 2011
- Ministry of Energy and Mineral Resources Indonesia, Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2012