

マレーシア国  
エネルギー・科学・技術・環境・気候変動省 環境局

マレーシア国  
オゾン層保護と気候変動対策に資する  
フロンガス回収・再生・破壊処理  
産業創出普及・実証事業

業務完了報告書

平成31年3月  
(2019年)

独立行政法人  
国際協力機構(JICA)

太洋商事株式会社

国内
JR
19-016

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

- ・ This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- ・ Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

# 目次

巻頭写真 .....	iii
略語表 .....	vi
地図 .....	vii
図表番号 .....	viii
案件概要 .....	xi
要約 .....	xii
1. 事業の背景 .....	1
(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認 .....	1
① 事業実施国の政治・経済の概況 .....	1
② 対象分野における開発課題 .....	3
③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度 .....	5
④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析 .....	10
(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要 .....	12
2. 普及・実証事業の概要 .....	17
(1) 事業の目的 .....	17
(2) 期待される成果 .....	17
(3) 事業の実施方法・作業工程 .....	18
(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他） .....	18
① 要員 .....	18
② 資機材 .....	21
③ マレーシア国政府機関側の投入 .....	23
(5) 事業実施体制 .....	23
(6) 事業実施国政府機関の概要 .....	25
(7) 運営委員会の設立 .....	26
3. 普及・実証事業の実績 .....	28
(1) 活動項目毎の結果 .....	28
① 活動結果 1：制度検討の促進に向けた情報提供及び検討会の開催 .....	31
② 活動結果 2：ステークホルダーの理解促進に向けた普及活動 .....	34
③ 活動結果 3：人材育成 .....	41
④ 活動結果 4：実証活動実施及び現地適合理化 .....	49
⑤ 活動結果 5：ビジネス展開計画の策定 .....	104
⑥ 運営委員会の開催 .....	105
⑦ その他の活動 .....	112
(2) 事業目的の達成状況 .....	113

①	活動 1: 制度検討の促進に向けた情報提供及び検討会の開催	113
②	活動 2: ステークホルダーの理解促進に向けた普及活動	113
③	活動 3: 人材育成	114
④	活動 4: 実証活動実施及び現地適合理化	115
⑤	活動 5: ビジネス展開計画の策定	116
⑥	その他の活動	117
(3)	開発課題解決の観点から見た貢献	117
(4)	日本国内の地方経済・地域活性化への貢献	120
①	現時点における提案企業の地元経済・地域活性化への貢献	120
②	本事業で見込まれる地元経済・地域活性化への貢献	120
(5)	事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について	121
(6)	今後の課題と対応策	122
4.	本事業実施後のビジネス展開計画	123
(1)	今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定	123
①	ビジネス展開方針	123
②	ビジネスの仕組み	123
③	マーケット分析（競合製品及び代替製品の分析を含む）	124
④	想定されるビジネス展開の計画・スケジュール	125
⑤	ビジネス展開可能性の評価	126
⑥	国内ビジネスへの波及効果	126
(2)	想定されるリスクと対応	126
(3)	普及・実証において検討した事業化による開発効果	127
(4)	本事業から得られた教訓	127
	参考文献	129
	添付資料 1：新聞掲載記事	131
	添付資料 2：伝票	137
	要約（英文）	143



## 巻頭写真



油分量分析試験 (2017年5月)



再生機の設置作業 (2017年7月)



第一回運営委員会 (2017年7月)



再生機オペレータ調印式 (2017年7月)



ハンズ・オン・トレーニング (2017年7月)



ハンズ・オン・トレーニング (2017年7月)



本邦受入活動 (2017年8月)



本邦受入活動 (2017年8月)



フロンガス（左：再生前、右：再生後）  
（2017年9月）



National Ozone Day 参加  
（2017年10月）



DOE による再生機視察  
（2017年10月）



回収機オペレータ会合  
（2018年1月）



冷媒の移し替え（小型容器から大型容器へ）  
（2018年3月）



再生処理（左：暖房室、右：冷却室）  
（2018年3月）



再生ガス  
（2018年11月）



普及セミナー  
（2018年11月）





啓発セミナー（ILP Kepala Batas と共催）  
（2018年6月）



第三回検討会  
（2018年10月）



第三回運営委員会  
（2018年11月）

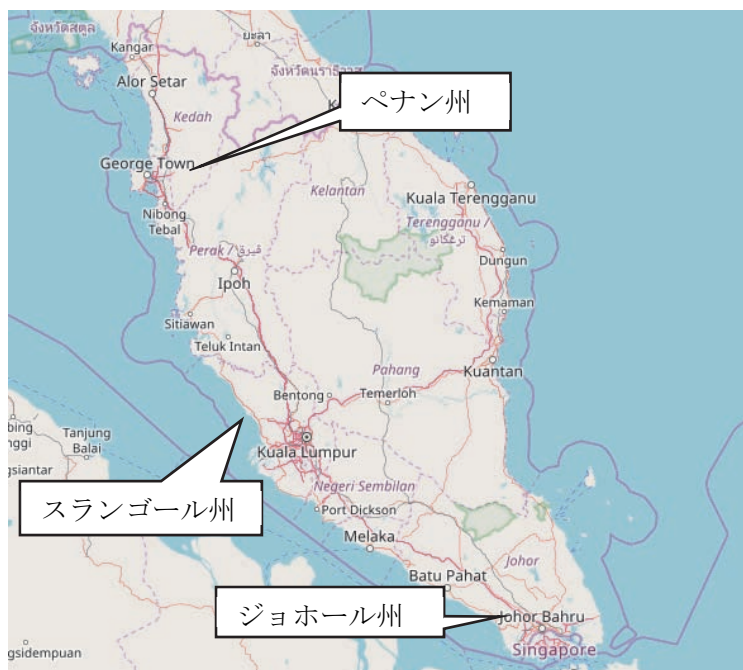


普及セミナー（DOE、MACRA と共催）  
（2018年11月）

## 略語表

略語	正式名称	日本語名称
AGC	Attorney General's Chambers	マレーシア司法長官室
ATCs	Authorized Training Centers	認定トレーニングセンター
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CFC	Chlorofluorocarbon	クロロフルオロカーボン
C/P	Counterpart	カウンターパート
CSR	Corporate Social Responsibility	企業の社会的責任
CSTP	Certification of Service Technician Program	サービス技師認定プログラム
DOE	Department of Environment	環境局
EPU	Economic Planning Unit	経済計画局
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
GWP	Global Warming Potential	地球温暖化係数
HCFC	Hydro chlorofluorocarbons	ハイドロクロロフルオロカーボン
HFC	Hydro fluorocarbons	ハイドロフルオロカーボン
HPMP	HCFC Phase-out Management Plan	HCFC 段階的削減管理計画
ILP	Institut Latihan Perindustrian	産業訓練校
JACTIM	The Japanese Chamber of Trade & Industry, Malaysia	マレーシア日本人商工会議所
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
KETHA	Ministry of Energy, Green Technology and Water	エネルギー・環境技術・水資源省
MACRA	Malaysia Air-Conditioning & Refrigeration Association	マレーシア冷凍空調協会
MESTECC	Ministry of Energy, Science, Technology, Environment and Climate Change	エネルギー・科学・技術・環境・気候変動省 *2018年5月の政権交代後の省庁再編により、天然資源環境省からエネルギー・科学・技術・環境・気候変動省に再編された。
MIDA	Malaysian Investment Development Authority	マレーシア投資開発庁
MITI	Ministry of International Trade and Industry	国際貿易・産業省
NCFCP	Malaysia National CFC Phaseout Plan	国家 CFC 段階的削減計画
ODP	Ozone Depletion Potential	オゾン破壊係数
ODS	Ozone Depleting Substance	オゾン層破壊物質
SOP	Standard Operating Procedure	標準業務手順書
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画

## 地図



地図 1: 半島マレーシアの主な州

出典 : © OpenStreetMap contributors (<https://openstreetmap.jp>)



地図 2: スランゴール州 (詳細)

出典 : © OpenStreetMap contributors (<https://openstreetmap.jp>)

## 図表番号

表 1-1：マレーシアの概要	2
表 1-2：HCFC 消費量の段階的削減スケジュール	6
表 1-3：政府系認定トレーニングセンター（ATCs）の分類	8
表 1-4：冷媒取扱いに関するトレーニングプログラム	8
表 1-5：対象分野における ODA 事業	11
表 1-6：導入する機材パッケージを構成する製品の概要	13
表 1-7：管理主体及び設置（利用）場所	16
表 2-1：作業工程表	19
表 2-2：要員計画表	20
表 2-3：資機材リスト	21
表 2-4：マレーシア政府機関側の投入	23
表 2-5：運営委員会の概要	27
表 3-1：活動工程及び活動内容	28
表 3-2：検討会の参加者・団体	32
表 3-3：ILP Kepala Batas との共催セミナーの概要	36
表 3-4：ILP との共催セミナー・プログラム	37
表 3-5：普及セミナー・プログラム	38
表 3-6：普及セミナー・参加者	38
表 3-7：ハンズ・オン・トレーニングの実施概要	47
表 3-8：ハンズ・オン・トレーニング・プログラム（午前の部：一般公開）	48
表 3-9：ハンズ・オン・トレーニング・プログラム（午後の部：回収機オペレータ 10 社対象）	48
表 3-10：譲与機材のオペレータの基本情報	50
表 3-11：再生機オペレータの企画書フォーム記載項目	51
表 3-12：選定基準及び採点結果	52
表 3-13：回収機オペレータとの合意書の概要	54
表 3-14：回収機オペレータの申請フォーム記載項目	55
表 3-15：選定された回収機オペレータ	56
表 3-16：不採択事業者の概要	56
表 3-17：オペレータの評価の時期と基準	57
表 3-18：2018 年 8 月 31 日時点の回収機オペレータの目標達成状況	68
表 3-19：回収業者による回収量と回数	69
表 3-20：冷媒タイプ別の回収割合	69
表 3-21：回収ガスの分析結果（再生向け量・破壊向け量）	72

表 3-22 : 再生ロス率 .....	74
表 3-23 : 再生効率 .....	75
表 3-24 : 再生機オペレータの作業従事時間 .....	77
表 3-25 : 再生にかかる電力消費量 .....	77
表 3-26 : 排出量算定に用いたパラメータ .....	78
表 3-27 : フロンガスの大気放出回避による排出削減量.....	79
表 3-28 : 温室効果ガス削減量 .....	79
表 3-29 : 基本パラメータ及び前提条件（再生処理事業） .....	80
表 3-30 : 再生機に関する想定 .....	81
表 3-31 : 運転費用（再生処理事業、4 トン規模、全冷媒共通） .....	81
表 3-32 : 運転費用（再生処理事業、4 ケース） .....	82
表 3-33 : 収入算定のためのパラメータ（再生処理事業） .....	83
表 3-34 : 収入（再生処理事業、4 ケース） .....	83
表 3-35 : 再生処理事業の投資回収年数（R22） .....	84
表 3-36 : 再生処理事業の投資回収年数（R134a） .....	84
表 3-37 : 再生処理事業の投資回収年数（R410A） .....	84
表 3-38 : 感度分析のケース設定（再生処理事業） .....	85
表 3-39 : 冷媒市場価格に対する感度分析 .....	85
表 3-40 : 初期投資額に対する感度分析 .....	86
表 3-41 : 破壊向け割合に対する感度分析 .....	86
表 3-42 : 再生ガスの割引率に対する感度分析 .....	87
表 3-43 : 分析の前提条件（回収活動） .....	88
表 3-44 : 基本パラメータの設定（回収活動） .....	88
表 3-45 : 初期投資（回収活動） .....	88
表 3-46 : 運転費用算定のためのパラメータ（回収活動） .....	89
表 3-47 : 冷媒の回収の作業手順 .....	90
表 3-48 : 第三回検討会で合意された回収作業時間（2 人 1 組体制） .....	91
表 3-49 : 運転費用 .....	92
表 3-50 : 収入算定のためのパラメータ .....	92
表 3-51 : 収入（回収活動） .....	92
表 3-52 : 作業時間あたりの想定純利益 .....	93
表 3-53 : 回収作業の収支及び採算性 .....	94
表 3-54 : 感度分析のケース設定（回収活動） .....	94
表 3-55 : 冷媒小売価格の感度分析 .....	95
表 3-56 : 再生ガスの購入割引率に対する感度分析 .....	96
表 3-57 : 回収インセンティブに対する感度分析 .....	97
表 3-58 : 回収費用に対する感度分析 .....	98

表 3-59 : 作業時間の増減に対する感度分析 .....	99
表 3-60 : 現地適合化対応 .....	101
表 3-61 : 再生機オペレータの中間評価 .....	106
表 3-62 : 回収機オペレータの中間評価 .....	108
表 3-63 : 再生機オペレータの実施項目と最終評価 .....	110
表 3-64 : 回収機オペレータの回収量と回収回数 (詳細) .....	111
表 3-65 : 回収機オペレータの実施項目と最終評価 .....	111
表 3-66 : ステークホルダーの理解促進への貢献 .....	118
表 3-67 : 冷媒取扱技師の技能向上への貢献 .....	119
表 3-68 : 「あいち産業労働ビジョン 2016-2020」の施策及び本事業の貢献 .....	121
表 3-69 : 機材の所有と管理主体 .....	122
表 4-1 : 想定するリスクと対応 .....	126
図 2-1 : 事業の全体図 .....	17
図 2-2 : 事業の実施体制図 .....	23
図 2-3 : カウンターパート (C/P) 機関組織図 .....	26
図 3-1 : 実証活動のイメージ .....	60
図 3-2 : 実証活動におけるガスと支払の流れ .....	60
図 4-1 : ビジネス展開の概要 .....	124



# オゾン層保護と気候変動対策に資する フロンガス回収・再生・破壊処理産業創出普及・実証事業

マレーシア国

提案企業の技術・製品  
太洋商事株式会社（愛知県）

## マレーシア国の開発ニーズ

- ▶ フロンガスの回収・再生・破壊処理に係る費用負担メカニズムの欠如への解決策。
- ▶ 関係事業者のフロンガス大気放出禁止に関する理解向上。
- ▶ エアコン等メンテナンスを行う冷媒取扱技術者の技能向上。
- ▶ 現地の実状に即したフロンガス回収・再生・破壊処理産業モデルの創出。



### 製品・技術名

- (1) 回収フロンガス再生機
- (2) フルオートカーボン回収機
- (3) 冷媒分析器
- (4) 回収容器 (10kg, 100kg)

- フロンガスの回収から再生、破壊に至る総合的な管理システムで、コンプライアンス重視の顧客に対応したビジネス

- 一貫したシステム故に、フロンガス再生量の最大化が可能

### 事業概要

相手国実施機関：  
エネルギー・科学・技術・環境・気候変動省 環境局 大気課(オゾン層保護グループ)  
事業期間: 2017年～2019年  
事業サイト: スランゴール州に位置する冷媒販売会社

## 普及・実証事業の内容

- ▶ 検討会の開催と、日本におけるフロンガス規制やガイドライン提供等の制度検討の促進活動の実施。
- ▶ ユーザー及び冷媒取扱技師向けのセミナー、DOEとの共催セミナー等の普及活動の実施。
- ▶ 冷媒取扱技師に対する本邦受入れ活動、ハンズ・オン・トレーニング等の人材育成活動の実施。
- ▶ 再生機等の必要な機材を用いた実証活動の実施と、現地適合性の検証。
- ▶ 実証活動で得られた知見に基づき、ビジネス展開計画を策定。

## マレーシア国側に見込まれる成果

- ▶ 政策関係者の規制に対する理解の向上と、フロンガス処理費用の徴収等の制度化を含む枠組み検討のための報告書の作成。
- ▶ フロンガス規制や再生事業に関して、関係事業者の理解促進。
- ▶ 冷媒取扱技師の実践的技術の向上。
- ▶ フロンガス回収・再生・破壊処理事業の好事例の創出と、機器の仕様等の現地適合理化。
- ▶ ビジネス展開計画の策定と、フロンガス回収・再生・破壊処理の事業モデルの提案。

## 日本企業側の成果

### 現状

- ▶ パートナー企業と連携して国内で年間約200トンのフロンガスの回収・再生・破壊処理事業を実施。

### 今後

- ▶ 普及・実証事業で策定する事業体制、計画に基づき、フロンガス再生の事業化の取り組みを行うほか、再生機及び分析器は、マレーシア国内の冷媒販売企業を、回収機は、空調機等のメンテナンス業者等を主な顧客と捉え、製品販売事業を展開予定。
- ▶ マレーシア国内の営業状況やアジア近隣諸国の市場動向を踏まえ、近隣諸国への横展開も検討。

## 要約

I. 提案事業の概要	
案件名	(和文) マレーシア国オゾン層保護と気候変動対策に資するフロンガス回収・再生・破壊処理産業創出普及・実証事業 (英文) Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Creation of Fluorocarbons Reclamation Industry that Contributes to Ozone Layer Protection
事業実施地	機材設置：マレーシア・スランゴール州 フロンガス回収範囲：半島マレーシア
相手国政府関係機関	エネルギー・科学・技術・環境・気候変動省 環境局 (DOE) 大気課 (オゾン層保護グループ) ※2018年5月の政権交代後の省庁再編により、天然資源環境省からエネルギー・科学・技術・環境・気候変動省に再編された。
事業実施期間	2017年3月~2019年4月 (実証活動：2017年7月~2018年11月)
契約金額	99,999,360円 (税込)
事業の目的	マレーシアにおけるフロンガスの大気放出に関する規制の実効性を担保するため、フロンガスの回収・再生に必要な機器を導入するとともに、回収・再生・破壊処理の実証活動を通じて、フロンガスの回収・再生・破壊処理産業の創出に向けたハード・ソフト両面の実施基盤を構築する。
事業の実施方針	① <u>実証データの確実な収集</u> ：現地適合性検証、事業モデルの構築、回収・再生・破壊処理費用負担の制度検討に利用可能な実証データの収集を確実に行う。 ② <u>確実な好事例の創出</u> ：本事業において、マレーシア初の商業規模でのフロンガス回収・再生・破壊処理事業を実現することにより好事例(グッドプラクティス)の創出を確実に行う。 ③ <u>フロン回収・再生・破壊事業の普及に繋がる冷媒取扱技師の技能の底上げ</u> ：フロンガス処理産業に必要な不可欠な冷媒取扱技師の技能の底上げに必要な人材をトレーニングによって養成し、その成果を実証期間中に確認する。 ④ <u>枠組み検討の促進に向けた相手国実施機関との緊密な意見交換</u> ：相手国実施機関と緊密に意見交換を行い、必要な情報を提供するとともに、検討会を通じて規制実施に向けた枠組み検討を促進する。
実績	1. <b>制度検討の促進に向けた情報提供及び検討会の開催</b> DOE関係者の参加の下、マレーシアのステークホルダーを招き、実証活動の実施方法、回収を促進する枠組みを含む両国のフロン規制に関する情報交

換、実証活動の結果に基づく課題抽出とその解決方法の検討を議題とする検討会を3回開催し、事業概要とフロンガス回収・再生にかかる経済分析結果について報告書を取りまとめるとともに、3回の検討会の議事録を参加者に共有した。

その他、日本のフロン関連制度の概要、及び関連法の英訳版10点をDOEに提供した。これらの活動を通じて、DOEを始めとする関係者の規制の運用方法に関する知識向上が図られた。

## 2. ステークホルダーの理解促進に向けた普及活動

マレーシア冷凍空調協会（Malaysia Air-Conditioning & Refrigeration Association : MACRA）の総会等の定例イベントやマレーシア日本人商工会議所（The Japanese Chamber of Trade & Industry, Malaysia : JACTIM）工業部会への参加を通じて、新規制や回収・再生活動の重要性に関する理解促進及び取り組みの促進を目的とした啓発活動を行った。

また、2018年6月には冷媒技師教育の中核として位置付けられる産業訓練校のILP Kepala Batasとの共催セミナーを開催し、約400名の参加者を得るなど、ステークホルダーの理解促進に貢献した。

実証活動終了後の2018年11月には、109名の参加を得て、DOE及びMACRAと共催で普及セミナーを開催した。セミナーでは本事業の意義及び成果について理解促進を図るとともに、今後のマレーシアでの持続的な活動の重要性とその実現のための課題に関する啓発を行った。

## 3. 人材育成

日本におけるフロンガス回収・再生の現場で発生頻度が高い問題の理解と解決方法の習得を目的とした人材育成プログラムを開発し、座学及びフロン回収現場におけるハンズ・オン・トレーニングを2017年7月に実施し、冷媒取扱技師に対する実践的な技能向上を図った。その後の実証活動での実績より、技能定着が確認できた。ハンズ・オン・トレーニングの実施内容に関する動画形式のトレーニング・マニュアルを作成し、2018年5月にDOEに提供した。

同年8月には6日間の日程で本邦受入活動を実施した。同活動では、8名の専門家（6名の認定トレーニングセンターの教官、2名の冷媒販売会社の専門家）を日本に招聘し、国内のフロンガス回収・再生・破壊産業の取り組みを紹介するとともに、座学及び実技講習を通じて、フロンガス回収における重要な知識について実践的な理解・技能の向上を図った。

## 4. 実証・普及活動

- 実証活動の準備：譲与機材のオペレータ選定、実証活動の詳細な実施方法の決定、実証データの収集にかかるフォームを作成した。

- 実証活動の実施：再生機オペレータ 1 社（ウェステック社）及び回収機オペレータ 10 社に対して機材を貸与し、2017 年 7 月 24 日から 2018 年 11 月 15 日まで実証活動を実施した。実証活動期間中に、3,902 kg のフロンガス（R22、R134a、R410A）が回収され、ウェステック社の回収センターに持ち込まれた（うち、2,496 kg が回収機オペレータ、1,406 kg が外部回収業者による回収量）。また、約 3,400 kg の回収ガスを再生機に投入し、3,210 kg の再生ガスを得た。再生効率は約 95%と高い数値が達成された。
- 回収ガスの分析と再生／破壊の仕分け：回収ガスの 99.8%である 3,707 kg が再生向け基準である 98%の純度を満たし、破壊向けとなったのはわずか 8 kg であった。
- 再生ガスの販売：ウェステック社は 2019 年 1 月末までに 600 kg の再生ガスを割引インセンティブ価格（対象冷媒の小売価格の 33.3%引き）で回収機オペレータに販売した。
- インセンティブの支払：実証活動に参加した回収業者に対して、ウェステック社及び本事業予算から、回収インセンティブの支払を行った。
- 破壊向けガスの破壊処理：破壊処理施設（クオリティアラム社）において、2019 年 2 月 26 日に破壊向けガス 8 kg の破壊処理を行った。
- 機材譲与：すべてのオペレータが機材譲与の条件を満たしたことを運営委員会で承認し、機材譲与を行うとともに、2018 年 11 月 29 日の普及セミナーにて譲与式を行った。
- サービス技師認定プログラム（Certificate for Service Technician Programme：CSTP）：DOE の CSTP 推進政策に貢献するべく、調査チーム独自に認定費用の半額を補助することで、本事業内で 18 名（うち、15 名の認定費用の半額を補助）の技師が新たに認定を取得した。
- 温室効果ガス（GHG）削減量：実証活動におけるフロンガス回収により、大気中へのフロンガスの放出が回避され、6,170 ton\_CO<sub>2</sub>の温室効果ガスの排出が削減された。
- 経済分析・ビジネスモデル検討：実証活動で得られたデータに基づき、再生、回収の両事業が持続可能なビジネスとして成立するための条件を明らかにした。
- 現地適合性の検証：実証活動期間中に、現地適合化の一環として冷媒容器に対する加温ベルト及びオイルセパレータを導入した。また、経済分析及びビジネスモデル検討の結果に基づき、実証活動の計画、譲与機材の仕様等に関する現地適合性の検証と考察を行った。

<sup>1</sup> その他に MACRA から 1 名、冷媒販売会社から 2 名が自費で参加したため合計で 11 名が参加した。

	<p><b>5. ビジネス展開計画の策定</b></p> <p>2018年4月に現地法人（販社）の設立申請を開始し、2018年7月1日に現地法人の設立を完了した。現地法人を通じて、今後、①回収機販売、②メンテナンス・サービス、③再生機販売、④再生及び破壊事業への参画、⑤冷媒輸入の5つのビジネス展開を図る（当面は①及び②を中心）。太洋商事株式会社が築いてきた国内のコンプライアンス重視の顧客ネットワークを活用したマレーシアへの事業展開により、国内とマレーシアとのビジネスの相乗効果を実現可能なビジネス展開計画を策定した。</p>
課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>法改正の遅延への対応</u>：採算割れする小規模の回収作業の普及・拡大を図るためには、法的強制力や政策支援などが必須となるが、2016年中に予定されていたハイドロクロロフルオロカーボン（Hydrochlorofluorocarbons：HCFC）を新たな排出規制対象として加える現行環境法の改正は、いまだ施行時期については見通しが経っていない。一方、2017年、中国からのフロンガス供給の滞りにより、世界的にフロンガス供給量が不足し、一時的に市場価格が高騰し、フロンガスの回収・再生事業の後押しとなった。制度的な枠組みの外でも収益性が確保できる回収規模や冷媒価格の高いハイドロフルオロカーボン（Hydrofluorocarbons：HFC）をターゲットの中心とするなどして、政策的な働きかけを図りつつも、市場ベースでできることから回収及び再生を進めていくよう、関係者に働きかけを行っていく。</li> <li>• <u>費用負担メカニズムの推進</u>：本実証活動を通じて、以下に挙げる活動については、現在の諸条件の下ではビジネスとして成立することは容易ではなく、その推進のためには、政策的な費用負担メカニズムが有効と考えられる。今後も MACRA やウェステック社、その他、マレーシアのステークホルダーとビジネスを通じた交流を継続し、DOE への働きかけを行う。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 収益性の確保が困難な小規模設備（特に R22）</li> <li>・ 新規再生設備の導入</li> <li>・ 再生不可能な品質のガスの破壊処理費用</li> </ul> </li> </ul>
事業後の展開	<p>本事業で導入した機材のマレーシアでの販売事業が想定されるが、本事業における回収機及び冷媒容器のサプライヤーである（株）イチネン TASCOTとの連携を前提に、今後の調査において現地パートナーを選定し、ビジネス展開方針を構築する。</p>

Ⅱ. 提案企業の概要	
企業名	太洋商事株式会社
企業所在地	愛知県名古屋市中川区富田町大字千音寺字烏帽子 275 番地
設立年月日	1961 年 10 月 1 日
業種	①製造業、②卸売業
主要事業・製品	フロンガス販売、フロンガス回収・再生・破壊処理、空調部材・産業用高圧ガス等の販売
資本金	1,200 万円
売上高	27 億 4,000 万円
従業員数	30 名

# 1. 事業の背景

## (1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

### ① 事業実施国の政治・経済の概況

マレーシアは、人口 3,033 万人（2015 年）、面積は約 33 万平方キロメートル（日本の約 9 割）で、東南アジアの中心に位置するマレー半島とボルネオ島の一部から成り<sup>2</sup>、国際海上交通の要衝であるマラッカ海峡の沿岸国として地政学的重要性を有している<sup>3</sup>。また主にマレー系、中国系、インド系民族から成り、公用語はマレー語であるが、中国語、タミール語、英語も広く使用されている<sup>2</sup>。2018 年 5 月に実施された連邦議会下院選挙で、マハティール元首相が率いる野党連合の希望連盟が過半数を獲得し、1957 年の独立以来、与党連合の支配が続いたマレーシアで初の政権交代が実現するとともに、92 歳のマハティール氏が、2003 年の退任以来 15 年ぶりに首相に就任した。

経済面では、雇用状況の改善を背景とする個人消費の伸びや、輸出の増加傾向等により、堅調な拡大を続けており、一人当たりの GDP が 1 万ドルを超える経済水準を実現している。GDP の実質成長率は 5%前後で推移してきたが、先進国入りを目前に経済成長が滞る「中所得国のワナ」からの脱却<sup>4</sup>及び財政健全化が急務とされている。マレーシア政府は 2018 年 10 月に 2020 年までの 5 年計画を改定、GDP 成長率などを下方修正した<sup>4</sup>。新政権は、政権交代後、物品・サービス税（GST）の廃止、最低賃金の引き上げ等の選挙公約「政権発足後 100 日間で取り組む 10 項目」を実行している<sup>5</sup>。

日本との関係を重視した「東方政策」を 30 年以上に亘り推進しており<sup>3</sup>、投資や貿易、技術協力などの経済面、さらには文化や留学生の交流を通じた、良好な二国間関係を構築してきている。「東方政策」の生みの親であるマハティール首相は、新政権発足後、6 月と 11 月に続けて訪日するなど、日本との関係性をさらに強化する方向性を示している。マレーシアは日系企業の海外進出拠点として（約 1,400 社が進出）、また天然ガスの輸入先として重要である。マレーシアにとっても日本は、対内直接投資が、香港、中国について第三位、輸出額が第四位の貿易相手国である<sup>3</sup>。我が国政府の「対マレーシア国別開発協力方針」<sup>2</sup>の基本方針では、協力パートナーとしての関係構築、東アジアの地域協力の推進を掲げている。また先進国入りに向けた均衡の取れた発展と環境保全に資する支援につき、官民連携の観点も考慮しつつ実施するとしている。

マレーシアは熱帯雨林気候に属し、年間を通して気温が高く、日中平均気温は 27～33℃、年較差は 1～2℃である<sup>2</sup>。主要産業である製造業（電子機器）をはじめ、各商業施設におけ

<sup>2</sup> マレーシア観光局：[http://www.tourismmalaysia.or.jp/kihon/kihon\\_b.htm](http://www.tourismmalaysia.or.jp/kihon/kihon_b.htm)

<sup>3</sup> 対マレーシア 国別開発協力方針：<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000072250.pdf>

<sup>4</sup> マレーシア経済の現状と展望（公益財団法人国際通貨研究所）：  
[https://www.iima.or.jp/Docs/newsletter/2018/NL2018No\\_21\\_j.pdf](https://www.iima.or.jp/Docs/newsletter/2018/NL2018No_21_j.pdf)

<sup>5</sup> JETRO 世界貿易投資報告 2018 年版：[https://www.jetro.go.jp/ext\\_images/world/gtir/2018/08.pdf](https://www.jetro.go.jp/ext_images/world/gtir/2018/08.pdf)

る商業用空調機器は通年稼働している状況であり、長期間使用される商業用空調機器の冷媒に用いられるフロンガスの再生ビジネスは、オゾン層破壊対策のみならず地球温暖化防止の観点からも、極めて重要であるといえる。

表 1-1：マレーシアの概要

一般事情	
面積	約 33 万平方キロメートル（日本の約 0.9 倍）
人口	3,200 万人（2017 年*1）
首都	クアラルンプール
民族	マレー系（約 69%）、中国系（約 23%）、インド系（約 7%）（注：マレー系には中国系及びインド系を除く他民族を含む）
言語	マレー語（国語）、中国語、タミール語、英語
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
政治体制・内政	
政体	立憲君主制（議会制民主主義）
元首	アブドゥラ第 16 代国王 （2019 年 1 月就任、任期 5 年、統治者会議で互選。パハン州スルタン）
議会	二院制 上院：70 議席、任期 3 年。44 名は国王任命、26 名は州議会指名。 下院：222 議席、任期 5 年。直接選挙（小選挙区制）
政府	首相：マハティール・ビン・モハマッド（2018 年 5 月就任） 外相：サイフディン・アブドゥッラー（2018 年 7 月就任）
経済	
主要産業	製造業（電子機器）、農林業（天然ゴム、パーム油、木材）及び鉱業（錫、原油、LNG）
名目 GDP	13,534 億リンギット（2017）*1、一人当たり 11,340 ドル（2017）*2
経済成長率*3	5.9%（2017）
物価上昇率*3	3.7%（2017）
失業率*3	3.4%（2017）
総貿易額*1	輸出額 9,354 億リンギット（2017）、輸入額 8,364 億リンギット（2017）
貿易品目	輸出：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 輸入：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
主要貿易相手国（上位より）	輸出（2017）：シンガポール、中国、米国 輸入（2017）：中国、シンガポール、米国
為替レート	1 米ドル＝約 4.14 リンギット、1 リンギット＝約 26.6 円*4
経済協力	
日本の援助（2016 年度までの累計）	(1) 有償資金協力：9,760 億円 (2) 無償資金協力：146 億円（交換公文ベース） (3) 技術協力：1,168 億円（JICA 経費実績ベース）
主要援助国 ODA 実績*5	(1) 日本（47 百万ドル）、(2) ドイツ（12 百万ドル）、(3) 英国（6 百万ドル）

\*1: マレーシア統計局、\*2: 世界通貨基金、\*3: マレーシア投資開発庁、\*4: マレーシア中央銀行（2018 年 12 月 31 日終値）、\*5: 2016 年、OECD/DAC

出典：外務省ウェブサイト「各国・地域情報」マレーシア

<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/malaysia/index.html>



## ② 対象分野における開発課題

本事業で対象とするマレーシアにおけるフロンガス関連政策の推進に関する開発課題は以下のとおりである。

### 1) フロンガス回収・再生・破壊処理費用負担メカニズムの欠如

マレーシアでは、クロロフルオロカーボン（Chlorofluorocarbon：CFC）の大気放出を禁止する「環境質（冷媒管理）規制」が1999年に制定（2001年施行）され、実質的にCFCの回収が義務付けられた。しかし、規制に伴い実施されるフロンガスの回収・再生・破壊処理にかかる費用負担の責任の所在が不明確であり、かつ規制の不順守に対する罰則が徹底されなかったことにより、CFCの大気放出の歯止めにはならなかったとされる。

マレーシアにおける産業用大型空調機器の多くは、フロンガス（特にHCFC）を冷媒として使用している。産業用空調機器は、家庭用空調機器とは異なり、その耐用年数は20年以上と長く、頻繁にメンテナンスを繰り返しながら使用されるのが通常である。メンテナンス時に、設備の配管中のフロンガスを抜き出す必要があるが、多くの場合、抜き出したガスは回収されず大気中に放出されている。

一方、大規模設備の場合、メンテナンス作業後に充填する新規冷媒の購入費用を節約する観点から、設備からフロンガスを回収し、作業後に再充填する<sup>6</sup>ことも頻繁に行われている。この対応は、抜き出した冷媒の代わりとなる新規冷媒の購入費用を節約する経済合理性に基づくものであるため、回収量の少ない小型設備や、冷媒の再充填が不要な設備交換の際には行われない。

マレーシア政府は、CFCに対する規制に続き、マレーシアの冷媒市場で最も需要の高いHCFCを規制対象とする法改正を予定している。しかし、法律の実施を確実なものとし、フロンガスの回収と、その後の再生（及び破壊）処理を産業全体に広く普及させるためには、「フロンガス使用機器ユーザーの規制順守の動機付け（費用負担の促進）」と、「回収・再生・破壊処理ビジネス参入に対するインセンティブ付与」を政策的に担保する取り組みが必要であると考えられる。

### 2) ステークホルダーの理解不足

フロンガス関連政策の推進のためには、フロンガス規制内容、フロンガス回収及び再生の意義等に関して、フロンガスを使用する設備の所有者、及びそれらの設備のメンテナンスサービスを行うメンテナンス業者の理解促進が重要である。特に、設備所有者に関しては、企業イメージを重視する企業や、既にフロンガスの回収を会社方針として義務付けているグローバル企業、コンプライアンス意識の高い企業へのアプローチが有効と考えられる。

---

<sup>6</sup> 回収したフロンガスを簡単なフィルター付きの再生機器を通じて不純物を取り除いてから再充填する場合もある。

太洋商事株式会社（以下、太洋商事）が2015年に実施したJICA委託事業「マレーシア国オゾン層保護と気候変動対策に資するフロンガス回収・再生・破壊処理産業創出のための案件化調査」（以下、「案件化調査」）において、コンプライアンス意識が高いとされる日系企業約80社に聞き取りを行った結果、ほとんどの企業が規制対応を必要コストとして認識しており、法律が施行された際は追加費用を支払ってもフロンガス回収を行う予定であるとの回答が得られた。しかし、実際の現場作業は下請けのメンテナンス業者や、孫請けの会社の実施に委ねるケースも多く、設備所有者が、フロンガス回収を委託内容に含め、回収状況を確認する等の手段を講じない限り、価格競争の厳しいメンテナンス業界では、最も経済的な手法としての「大気放出」が選択されることは想像に難くない。

一方、設備から回収したフロンガスを当該設備に再充填する対応は、フロンガスの大気放出を抑制するものの、使用済みの質の悪いフロンガスの不純物を除去するプロセスを経ないため、設備の劣化加速などの要因となる。そのため、フロンガスの回収に関する啓発は、フロンガスの大気放出防止の側面だけでなく、設備の最適管理の観点からも重要である。

企業に対して理解促進を図る際、経営者や管理者側と現場作業員の間には、法制度や環境配慮に対する認識や理解度に乖離があることに配慮しなければならない。現場作業員にまでフロンガスの大気放出禁止に関する理解を促すことが課題となる。

### 3) 冷媒取扱技師の技能不足

フロンガスの回収・再生・破壊処理事業に関して、マレーシアの先に行く日本では、フロンガス取扱技師の安全対策と再生処理を効率的に行うための正しい知識、及び技能の習得が、事業成立に不可欠であることの認識が浸透している。特に再生事業において、異なる種類のフロンガスが混合されて純度が下がると、回収したフロンガスが再生利用できずに、破壊処理をせざるを得ないという事態が生じる。日本におけるフロンガスの再生事業においても、当初は容器内の冷媒の純度が課題とされていた。また安全面では、高温下での取り扱いや作業員の凍傷防止など、「高圧ガス、低温ガスを安全に取り扱うための作業現場での安全確保の徹底」も重要である。

マレーシアにおいても政府策定の HCFC 段階的削減管理計画（HCFC Phase-out Management Plan：以下、HPMP）ステージ1に、マレーシアのメンテナンス業者の抱える課題として、以下が挙げられており、冷媒取扱技師に対するトレーニング強化の必要性が記されている<sup>7</sup>。

- 産業基準を満たす再生ガスの利用が不十分又は全く利用できない
- 不適切な漏えい対策や発火など外部要因による冷媒の漏えい
- 最適ではない取扱いによる冷媒の非効率な消費
- 規制や冷媒に関する情報や知識不足による規制順守に対する課題
- 空調機器取替え時の価格の影響による寿命を越えた機器の使用

<sup>7</sup> <http://www.doe.gov.my/portalv1/wp-content/uploads/2014/01/Malaysia-HPMP-Book-Final-R4-1-Part2.pdf>

マレーシアでは、認定トレーニングセンター（Authorized Training Centers : ATCs）が全国に 51 ヶ所（2018 年 12 月現在）あり、2014 年から冷媒管理に関するトレーニングコースを開始しており、冷媒管理に関するマスタートレーナーも年々増加している。一方、品質基準を満たしたフロンガスの再生実績のほとんどないマレーシアの現状においては、冷媒取扱技師の技能の底上げに加えて、現場で発生しうる実践的な課題や現場対応の運営技術について指導者を含めた知識・技能の共有も重要と考えられる。

#### 4) フロンガス回収・再生・破壊処理産業の未形成

案件化調査では、上記 1)~3) の課題の結果として、マレーシア国内にフロンガスの回収・再生・破壊処理産業は形成されていないことが明らかとなった。

環境問題への意識の高い設備所有者からの依頼や、環境配慮を付加価値とするメンテナンス業者の自主的な取り組みにより、フロンガスの回収が行われる場合があるが、品質基準を満たした再生施設が存在せず、結果として、回収されたフロンガスが、回収業者やユーザーの敷地内にやむなく保管されている状況が案件化調査で確認された。また、半島マレーシアで唯一フロンガスの破壊が可能な施設としてクオリティアラム社が挙げられるが、破壊処理は、処理後の冷媒の販売が可能となる再生処理と異なり、純粋な費用負担となることから、再生処理以上に市場ベースでの推進の困難が推察される。

特にコンプライアンスを重視する日系企業などは、新規規制の施行によって HCFC の大気放出禁止に関する規制への速やかで確実な対応が必須となることから、回収ガスの受け皿としての再生処理施設の整備が緊急の課題である。

### ③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度

#### 1) モントリオール議定書に基づく削減計画及びフロンガス規制

オゾン層保護のために 1987 年に採択された「モントリオール議定書」<sup>8</sup>では、先進国、途上国それぞれに対して、オゾン層破壊物質であるフロンガス（CFC、HCFC）の全廃に向けたスケジュールが定められている。マレーシアを含む途上国では、CFC は 2010 年まで、HCFC は 2040 年<sup>9</sup>までの生産量と消費量の全面廃止が決定されている。

マレーシア政府は、同議定書に基づくフロンガス全廃に向けたフロンガスの消費量及び輸入量<sup>10</sup>の削減計画として、国家 CFC 段階的削減計画（Malaysia National CFC Phaseout Plan 2002-2010：以下、NCFCP）及び HPMP（ステージ 1 及びステージ 2）を策定し、実施している。

<sup>8</sup> 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

<sup>9</sup> メンテナンス用の HCFC については 2030~2040 年の間、2013 年を基準年とした 2.5%の消費は認められ、2040 年に全面廃止となる。

<sup>10</sup> マレーシアにおいて、CFC および HCFC は生産されていない。

マレーシアの HCFC 消費量は 2013 年に 6,779 トン (515.8ODP トン) であったが、段階的削減計画において 2013 年を基準年として、ODP 比で 2015 年には 10%、2020 年には 35%、2025 年には 67.5%、2030 年には 97.5%の消費量を削減し、2040 年には全面廃止とする計画である (表 1-2)。

表 1-2 : HCFC 消費量の段階的削減スケジュール

削減目標	最大消費レベル (ODP トン)
2013 年 1 月 1 日	515.8
2015 年 1 月 1 日 (10%削減)	464.2
2020 年 1 月 1 日 (35%削減)	335.3
2025 年 1 月 1 日 (65%削減)	167.6
2030 年 1 月 1 日 (97.5 %削減)	12.89 (サービス向けに厳しく限定)
2040 年 1 月 1 日 (廃止)	0

出典 : DOE

## キガリ改正

2016 年 10 月にルワンダ・キガリで開催された第 28 回締約国会合において、地球温暖化対策の観点から、オゾン層破壊物質ではないが温暖化係数の高い HFC を新たに議定書の規制対象とする「キガリ改正」が採択され、HCFC に加えて HFC について最大 85%の削減スケジュールが合意された。マレーシア政府による批准はまだ行われていないが、DOE の情報ではマレーシアにおいても HFC に対する規制が検討されつつある。

## 2) 国家 CFC 段階的削減計画 (NCFCP)

マレーシア政府は、2001 年 9 月に世界銀行との協力<sup>11</sup>のもと開始された NCFCP において、モントリオール議定書に基づく CFC の全面廃止スケジュールに沿った CFC の消費量削減とそのための冷媒転換政策に重点を置き、主に冷媒が使用される製品の製造段階における取組みを実施してきた。

2001 年に施行された「環境質 (冷媒管理) 規制 (PU (A) 451/1999) 」<sup>12</sup>では、CFC の故意の大気放出を禁止したほか、CFC の新規埋め込み式ビル空調への使用や冷媒としての使用の禁止、CFC を取扱う技師の認定トレーニング受講、承認済み回収機・リサイクル機の使用を規定した。しかし、DOE が認定トレーニングコースや回収機・リサイクル機の認定基準を設定していなかったため、実効性はなかったとされる<sup>13</sup>。

<sup>11</sup> 資金はモントリオール議定書の多数国間基金 (Multilateral Fund : MLF) より提供され世界銀行が実行、<http://www.doe.gov.my/portalv1/en/info-umum/bahasa-inggeris-ncfcp-refrigeration-service-sector-rss/240>

<sup>12</sup> Environmental Quality (Refrigerant Management) Regulations 1999

<sup>13</sup> Malaysia National CFC Phase out Plan

### 3) HCFC 段階的削減管理計画 (HPMP) ステージ 1 (2012-2016 年) <sup>14</sup>

HPMP ステージ 1 (2012-2016 年) は、「多数国間基金 (Multilateral Fund)」の資金 USD 9.59 百万を活用して、国連開発計画 (United Nations Development Programme : UNDP) と DOE が共同で策定し、DOE により実施された。

HPMP ステージ 1 では、モントリオール議定書と HCFC の高い温暖化排出係数を考慮した地球温暖化対策に基づき、以下に挙げる事業者をターゲットとした取り組みを行った<sup>15</sup>。

- HCFC 輸入業者
- 発泡剤製造業者
- ポリオール製造業者のシステムハウス<sup>16</sup>
- 空調機器や冷蔵庫のサービス業者
- 空調機器や冷蔵庫の製造業者

HPMP ステージ 1 に基づき、2012~2016 年までの間に 111.85ODP トン相当の HCFC の消費が削減された。その主な成果は下記のとおりである。

#### 輸入規制 (輸入許可制度)

- HCFC の輸入規制および製造業者の冷媒転換による HCFC の消費量削減 (HCFC の輸入規制では、輸入許可 (Application Permit : AP) システムが 2013 年より開始され、フロンガス輸入に関する登録業者のみが電子的な AP システムを通じ DOE の許可を取得した上で、割当量を輸入できる仕組みとなっている)。
- 税関職員 331 人のトレーニング修了、及び 15 台の冷媒識別機の配布。

#### 冷媒サービスセクター

- 冷媒取扱技師 8,430 人のトレーニング修了、及び 82 人のマスタートレーナー認定。
- 冷凍空調セクターの冷媒取扱技師に対するトレーニング教材の開発と配布。
- CSTP プログラムのオンライン化の実施。
- 実施能力の高い ATCs、30 ヶ所へのサービス工具及び回収機の供与。
- 小型再生機器 6 機の供与先の選定。
- クアラルンプール大学及びマレーシア環境研究所における R22 使用の空調設備 82 機を R32 使用機器に転換するパイロット・プロジェクトの実施。

なお、UNDP の最新情報によると、マレーシア全土に ATC<sup>17</sup>は 51 ヶ所、うち政府系の認定トレーニングセンターは 35 ヶ所である (表 1-3 参照)。

<sup>14</sup> HCFC Phase-out Management Plan Stage 2 (2017-2022)

<sup>15</sup> Malaysia's HCFC Phase-Out Management Plan (HPMP) Stage-1 (2012-2016) *Broacher*

<sup>16</sup> ポリオール等製品の製造販売拠点のこと

<sup>17</sup> Malaysia National CFC Phaseout Plan, September 10, 2001

表 1-3 : 政府系認定トレーニングセンター (ATCs) の分類

組織名	センター数	所管省庁
産業訓練校 (ILP <sup>※1</sup> )	10	人間開発省
高等技術トレーニングセンター (ADTEC <sup>※2</sup> )	2	(Ministry of Human Resources)
国立青少年上級技能訓練学校 (IKBN <sup>※3</sup> )	6	青年スポーツ省 (Ministry of Youth & Sports)
マラ活動センター (GiatMARA)	8	国民信託評議会 (MARA) <sup>※4</sup>
IKMARA <sup>※5</sup>	6	
クアラルンプール大学	1	
Polytech	2	教育省 (Ministry of Education)
合計	35	

※1 : Institut Latihan Perindustrian: Industrial training center

※2 : Pusat Latihan Teknologi Tinggi, Advance Technology Training Centre

※3 : Institut Kemahiran Belia Negara Bukit Mertajam, the National Youth Training Institute

※4 : Majlis Amanah Rakyat (People's Trust Council)

※5 : Institut Kemahiran

出典 : UNDP へのヒアリングに基づき JICA 調査団が作成

また、冷媒取扱いに関するトレーニングプログラムの詳細は下記のとおりである。

表 1-4 : 冷媒取扱いに関するトレーニングプログラム

背景	マレーシアでは2013年より、オゾン層を破壊する可能性のある物質 (Ozone Depleting Substance : ODS) を取扱う技師には修了証の取得が義務付けられた。
対象	冷媒取扱い技師 ※フロンガスの回収や再生に限らず、ODS を取り扱う技師全てが対象
修了証	トレーニング機関はトレーニング実施前に DOE に通知し、CSTP 認定証の発行準備を依頼した上で、修了証は DOE が発行
教材	DOE 作成のトレーニング教材 (Training Manual for Technician in Refrigeration & Air-conditioning Servicing Sector : 2014 年 9 月第 1 版発行) をベースに、ATCs が独自トレーニング教材を作成・使用

出典 : 各種資料に基づき JICA 調査団が作成

### フォームセクター

- 13 ポリウレタンフォーム製造者におけるシクロペンタンへの転換による 860MT (94.6ODP トン) に相当する R141b が削減された。

### プロジェクト実施及びモニタリング

- DOE のオゾンユニット管理の下、HPMP の実施状況のモニタリングが実施された。

## 継続実施事項

以下の項目は、2016 年末までの実施期間中に完了しなかったため、継続して実施される。

- HCFC を規制対象とする法改正
- 約 40 名の税関職員への冷媒識別機の使用に関するトレーニングの実施
- 非公式の事前通知制度の導入
- ラベリング基準及び実施
- 冷媒の好事例に関するトレーニングワークショップの開催（約 400 名の技師）
- 10 台の冷媒識別機の DOE トレーニングセンター及び選定された ATCs への配布
- 6 ヶ所の再生センターと DOE 間の MOU 締結及び機材の供与（2017 年に実施済み）
- 産業用・商用冷媒セクターへの CO<sub>2</sub> 換算システム導入に関するパイロット・インセンティブ・プログラムを含む冷媒管理活動
- CO<sub>2</sub> 実証プロジェクトの完了 等

## 4) HCFC 段階的削減管理計画（HPMP）ステージ 2（2017-2022 年）<sup>18</sup>

HPMP ステージ 2 の主な実施項目は下記のとおりである。

- フォームセクターにおける R141b に対する優先的な 2020 年の削減目標の達成
- 2.5 馬力以下の空調機器の製造・組立における禁止冷媒（R22 を含む HCFC）の使用を禁止する法改正に関連して、冷凍空調機器製造における HCFC 使用機器の早期削減
- 可能な限り産業界の受容性、（産業及び顧客の）安全、長期的な持続可能性に配慮した低 GWP<sup>19</sup>物質の利用促進
- 必要不可欠な用途以外で、空調機器の製造・組立・輸入における HCFC のできる限り早期の全面使用禁止
- サービスセクターの訓練学校のインフラ整備への支援

## 5) 環境質（冷媒管理）規制（PU (A) 451/1999）の改定

マレーシア政府は、フロンガスの大気への排出抑制に関して、「環境質（冷媒管理）規制（PU (A) 451/1999）」により CFC を禁止してきたが、冷媒市場の多くを占める HCFC についても規制対象に加わる法改正が計画されている。2015 年 7 月 13 日付けで法規制の改正案が公表され、意見公募手続き（パブリックコメント）が実施<sup>20</sup>された。しかし、その後、改正案は司法長官室（Attorney General Chamber : AGC）および閣議での承認が完了せず、施行時期については見通しは立っていない。

<sup>18</sup> HCFC Phase-out Management Plan Stage 2 (2017-2022)

<sup>19</sup> 地球温暖化係数（Global Warming Potential）

<sup>20</sup> 2015 年 7 月 13 日付けパブリックコメントより

この改正案の主な内容は以下の通りである。

<使用の禁止>

- (R11,12 を含む) CFC の使用先として、新規の埋め込み式ビル空調、冷凍冷蔵システムの設置に加え、自動車空調、空調機器の新規設置が新たに明記。(2010年1月から施行)。
- 2.5馬力以下の空調機器の製造・組立における禁止される冷媒(R22を含むHCFC)の使用禁止。
- 必要不可欠な用途以外で、空調機器の製造・組立におけるHCFCの全面使用禁止(2025年1月から施行)。

<冷媒の取り扱い>

- 対象冷媒(CFCとHCFC)の取扱技師に対してDOE長官(Director General)が付与する認定(certification)取得の義務付け。
- 再利用・リサイクル機器に関する認可制度の導入(認可はDOE長官が付与)。
- 対象冷媒の再利用、リサイクル、処分にあたり、倫理規定の順守。
- 対象冷媒を使用する製品及び容器について、ラベル表示の義務化。

<大気放出の禁止>

- DOE長官による事前の許可がある場合を除き、対象冷媒の大気放出の禁止。

<移動・廃棄・代替冷媒・報告>

- DOE長官による事前の許可がある場合を除き、対象冷媒の国境移動の禁止。(ただし、マ国内で処理不可能な再生・破壊の実施を目的とし、かつ処理の過程で発生する副産物はマ国に輸送される場合のみ許可の可能性あり)
- 対象冷媒の廃棄は許可された施設のみで実施可能。
- DOE長官は対象冷媒の代替となる冷媒の認可を行う場合がある。
- 許可された販売、再利用、リサイクル、処理を行う者は関係書類の最低3年間の保管およびDOE長官への年次報告義務。

<罰則規定>

- 上記の違反に対し、最大10万リングットの罰金、もしくは2年以内の禁固刑、あるいはその両方が課される。

また、DOEの新たな動きとして、現在、環境有害廃棄物(化学物質)に関する個別の規制をまとめた包括的な法令の草案策定作業が行われており、フロンガスに関する新規制も、AGC及び閣議承認後に新しい包括的な法令の一部に組み込まれる見込みである。

#### ④ 事業実施国の対象分野におけるODA事業の事例分析及び他ドナーの分析

##### 1) ODA事業の先行事例分析

マレーシアの廃棄物管理分野及び気候変動分野におけるODA事業としては、以下の取組みが実施されている。



表 1-5 : 対象分野における ODA 事業

ODA スキーム	年度	案件名
技術協力プロジェクト	2015~2018	マレーシアにおける E-waste 管理制度構築支援プロジェクト
草の根技術協力事業 (草の根協力支援型)	2015~2018	コタキナバル市における廃棄物管理の改善
草の根技術協力事業 (地域提案型)	2014~2016	フレーザーヒル廃棄物管理改善事業
草の根技術協力(地域 経済活性化特別枠)	2013~2015	マレーシアの廃棄物管理における住民の協力体制の構築 支援
国別研修	2012~2015	EPP 廃棄物管理行政
草の根技術協力事業 (地域提案型)	2012~2015	マレーシア・サラワク州クチン市における環境保全と廃 棄物処理対策
技術協力プロジェクト	2011~2013	廃電気・電子機器リサイクルプロジェクト
草の根技術協力事業 (地域提案型)	2011~2013	マレーシア国における廃棄物管理業務の効率化事業
草の根技術協力事業 (地域提案型)	2010~2011	マレーシア・シブ市市民参加型廃棄物管理推進事業
開発調査	2004~2006	固形廃棄物減量化計画

出典：JICA ホームページに基づき、JICA 調査団作成

「マレーシアにおける E-waste 管理制度構築支援プロジェクト (E-waste プロジェクト)」では家電リサイクル制度の構築が進められており、リサイクルの対象品目の第一次リストに冷蔵庫とエアコンが含まれている。冷蔵庫とエアコンにはフロンが使われており、環境への影響から使用後はその回収が望まれている。一方で、冷蔵庫とエアコンには価値の高い銅とアルミがその熱交換器部分に使用されているため、廃棄されるとすぐにその部分だけ抜き取られてしまう場合が多い。また、これらの家電が抜き取りされずリサイクル施設に渡ったとしても、フロンの処理には費用がかかるため、フロンは回収されず、大気放出されている場合が多い。そのため、この E-waste プロジェクトでは、いかにフロンを中に残したまま廃製品を回収し、リサイクル施設にフロンを回収させ、適正に処理させるかが課題となっている。

本事業では、フロンの回収と適正処理という技術的な部分について、日本から導入したフロンの回収機を用いて、E-waste プロジェクトで回収した廃家電からのフロン回収の実演及びトレーニングを実施した。今後、本事業で導入した再生施設を活用して効果的な連携を図ることが想定される。また、この E-waste プロジェクトでは、廃家電の回収・処理にかかる費用について、新製品の販売時にメーカーからリサイクル料金を徴収することで補助金を出すという費用負担の仕組みの検討が進められている。本事業の対象であるフロンの回収・再生・破壊処理も費用が発生する廃棄物処理事業であり、事業の持続可能性を高めるために

も、同様の費用負担の仕組みの検討が必要である。そのため、本事業では検討会において制度構築について検討を行う際、E-waste プロジェクトの関係者を招き、情報共有を図った。

## 2) 他ドナーの分析 (UNDP)

マレーシアにおけるフロンガスに関する他ドナーの取組みとして、UNDP が 1992 年から協力して実施した NCFCP フェーズ 1 (1992-2001) と NCFCP フェーズ 2 (2002-2010)、HPMP ステージ 1 (2012-2016) と現在実施されている HPMP ステージ 2 (2017-2022) がある。これらのプログラムの主な内容は、CFC 及び HCFC の製品製造段階等における消費を全廃に向け段階的に削減するための支援であるが、使用済みのフロンガスの回収・再生・破壊に関する取組みも実施されている。UNDP による取組みは、冷媒取扱業者のフロンガス回収に関する意識を高め、回収機を配布することで回収手段を提供し、小規模再生センターを設立することで使用済みフロンガスの再生利用を促進しようとするものであるが、本実証活動と同時期に設置された小規模再生センターにおけるフロンガス回収量は伸び悩んでおり、回収量の増加に向けた取り組みを行っている。本事業で導入した大規模再生プラントと異なり、小規模再生センターは携行も可能なサイズであるというメリットを生かし、回収ガスを現場で再生する用途への適用も有効と考えられる。

## (2) 普及・実証を図る製品・技術の概要

### 1) 太洋商事株式会社の強み

本事業で普及・実証を図る製品は、フロンガス再生機、回収装置、分析器及び回収容器からなる「設備技術」と、これら技術を用いた「運営技術」の 2 つの要素により、フロンガスのサプライチェーンを管理するビジネス・パッケージである。

フロンガスのサプライチェーンを自社のシステムを用いて管理するのが太洋商事の本ビジネスにおける強みであり、その競争優位性は以下のとおりである。

- 回収から再生・破壊に至る一貫した効率的なシステムと運営技術の集積 (フロンガスの再生量の最大化が可能)
- 顧客ニーズに合わせてカスタマイズが可能な冷媒管理システム (必要に応じて管理システムモジュールを組合せることが可能)
- 処理能力の高い自社開発の再生機 (JIS 規格対応)
- 長年のサービス実績に対する日本における高い信頼性



破壊処理プラント



充填設備



分析施設



フロンガス回収容器

(写真：太洋商事 本社プラント)

## 2) 導入製品の概要及び仕様

本事業で普及・実証を図る製品の概要は以下のとおりである。

表 1-6：導入する機材パッケージを構成する製品の概要

機材 1：フロンガス再生機		
メーカー	太洋商事株式会社	
スペック（仕様）	再生可能冷媒	R12, R22, R134a
	処理能力	200 kg/時間、1 トン/日
	接続可能回収ポンベ	~100 kg (116l) フロートセンサー付ポンベ（別売）
	付属品	充填装置、真空ポンプ、台秤等
特徴/ 競合他社製品と 比べた比較優位性	<ul style="list-style-type: none"> <li>再生品は JIS 規格対応</li> <li>高い処理能力</li> <li>省スペース</li> <li>メンテナンスフリー</li> </ul>	
国内外の販売実績	自社工場	
サイズ	幅 6,058 mm×奥 2,438 mm×高 2,591 mm (20 フィートコンテナと同じサイズ) / 5 トン	
本事業での導入数	1 式	
価格	製造原価: 22.1 百万円/式 販売価格: 46 百万円(想定)/式	



加温室内部



フロンガス再生機

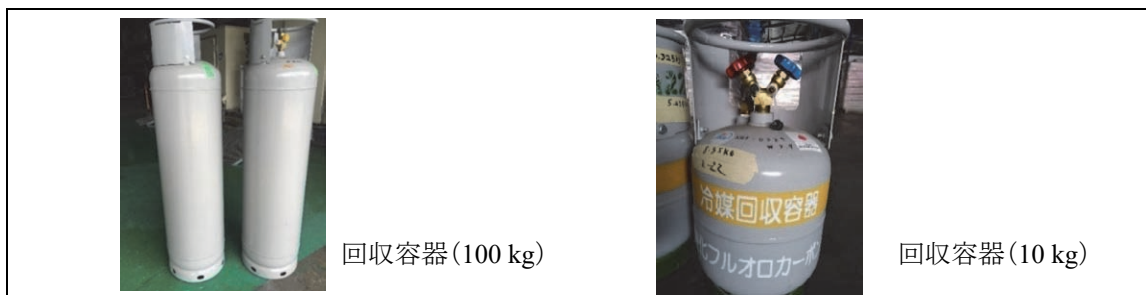


冷却室内部

## 機材 2：冷媒回収装置

メーカー	株式会社イチネン TASCO	
型番	TA110X-220P	
スペック（仕様）	回収可能冷媒	R12, R22, R500, R502, R410A, R32, R404A, R407C, R507A, R134a 及び FC1, FC2, FC3 類のフロン系冷媒（可燃性を除く）
	処理能力	R22 の回収能力：気体 220 g/min、半液体 2,500 g/min、液体 5,200 g/min
	電源	100 V、50/ 60 Hz
	コンプレッサー	750 W（1HP）ツインオイルレス
	回収方法（気体・半液体・液体）	圧縮式冷媒回収方式（吸入冷媒をコンプレッサーで圧縮・液化しボンベに封入する方式）
	回収方法（液体）	プッシュプル方式（回収機で加圧し液回収する方式）
	騒音値	63 db
	真空到達レベル	連続運転時...約 0.05MPa（- 380 mmHg） 自動停止時...約 0.06 MPa（- 300 mmHg）
	付帯機能	クリーニング機能として、回収機内残冷媒処理機能
	使用温度範囲	0℃ ~ 39℃
	接続可能回収ボンベ	~90 kg（100 L）フロートセンサー付ボンベ（別売）、ウェイトリミッター（別売）使用時=~90 kg（100 L）FC3（別売）
特徴／競合他社製品と比べた比較優位性	<ul style="list-style-type: none"> <li>超大型コンデンサー搭載（高温環境下での使用可）（コンデンサー銅管長 6 m で冷却能力が高く、結果回収速度が早い）</li> <li>ツインコンプレッサー採用で高い回収能力（高温な地域で威力を発揮）</li> <li>大型ファン搭載で冷却能力が高い</li> <li>グリセリン入りゲージで耐震性に優れる</li> <li>3バルブで常に最高の回収量を維持</li> </ul>	
国内外の販売実績	国内約 10 万台	
サイズ	幅 430 mm × 奥 260 mm × 高 360 mm / 16.0 kg	
本事業での導入数	10 台	
価格	75,000 円	

機材 3 : 冷媒分析器		
メーカー	株式会社イチネン TASCО	
型番	TA-400BR	
スペック (仕様)	分析可能ガス	R410A, R32, R404A, R407C, R134a, R22, Air, HC (R600, R600a, R290)
	識別対象ガス	R12, R1234yf, R408A, R409A, R417A, R421B, R422A, R422B, R422C, R427A, R124, R125, R142b, R143a, R401A, R401B, R401C, R402A, R402B, R406A, R407A, R407B, R407D, R407E, R407F, R409B, R414b, R438A, R507A など
	分析精度	±2%
	電源	100 V (50/60 Hz)
	付属品	1/4 ガスサンプルホース、液用サンプルホースセット、サンプルフィルタ、AC アダプタ、キャリングケース
特徴/ 競合他社製品と 比べた比較優位性	<ul style="list-style-type: none"> <li>• プリンター内蔵型分析器で、記録が容易に残せる。</li> <li>• ハンディタイプで軽量、持ち運びに優れる。</li> <li>• 回答が早い。</li> <li>• R32 及び R410A も判別可能。</li> </ul>	
国内外の販売実績	国内外で多数	
サイズ	200 (L) × 395 (W) × 100 (H) mm / 1.4kg	
本事業での導入数	2 台	
価格	450,000 円	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>冷媒回収装置 (TA110X-220P)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>冷媒分析器 (TA-400BR)</p> </div> </div>		
機材 4 : 冷媒回収容器		
メーカー	株式会社イチネン TASCО	
型番	10 kg : TA110-12、100 kg : TA110-100N	
スペック (仕様)	内容積	10 kg : 11.5 L、100 kg : 116L
	規格	FC 3
	耐圧試験圧力	5.0 MPa
	重量	10 kg : 約 10.5 kg、100 kg : 約 51.6 kg
	サイズ	10 kg : 481 (H) × 250φ、100 kg : 1,385 (H) × 355φ
	センサー	フロートセンサー付
特徴/ 競合他社製品と 比べた比較優位性	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 回収ガスの液面が回収容器の 85%に達した事を検知する液面検知方式</li> </ul>	
国内外の販売実績	国内外で多数	
サイズ	10 kg : 524 H×220φ / 約 9.8 kg、100 kg : 1,358 H×355φ / 約 51.6 kg	
本事業での導入数	10 kg : 50 本、100 kg : 50 本	
価格	10 kg : 21,000 円、100 kg : 42,000 円	



出典：メーカー情報に基づき、JICA 調査団作成

### 3) 管理主体及び設置先

再生機材は、再生機、分析器、100 kg 冷媒回収容器、回収機材は回収機、10 kg 冷媒回収容器のセットでそれぞれ、再生機オペレータおよび回収機オペレータに管理・運転される。それぞれのオペレータの設置場所ならびに利用条件は表 1-7 に示すとおりである。

表 1-7：管理主体及び設置（利用）場所

機材	管理主体及び設置（利用）場所
<再生機材> <ul style="list-style-type: none"> <li>再生機 1 式</li> <li>分析器 2 台</li> <li>100 kg 回収容器 50 本</li> </ul>	<管理／運転主体> 再生機オペレータ 高圧ガスであるフロンガスを安全に扱うことが可能な民間の冷媒販売会社 <sup>21</sup> 。 <利用場所> <ul style="list-style-type: none"> <li>■再生機と分析器：選定された冷媒販売会社の敷地内</li> <li>■100 kg 回収容器：再生向けのフロンガス用（20 本）、再生後のフロンガス用（20 本）は敷地内で利用。破壊向けフロンガス用（10 本）は破壊施設までの輸送容器として利用。</li> </ul>
<回収機材> <ul style="list-style-type: none"> <li>回収機 10 台</li> <li>10 kg 回収容器 50 本</li> </ul> ※[回収機 1 台と回収容器 5 本]×10 セット	<管理／運転主体> 回収機オペレータ（MACRA が支援） <利用場所> 空調機器のメンテナンス時などで、各回収機オペレータが携行し、機器のユーザーの敷地内で利用。

出典：JICA 調査団

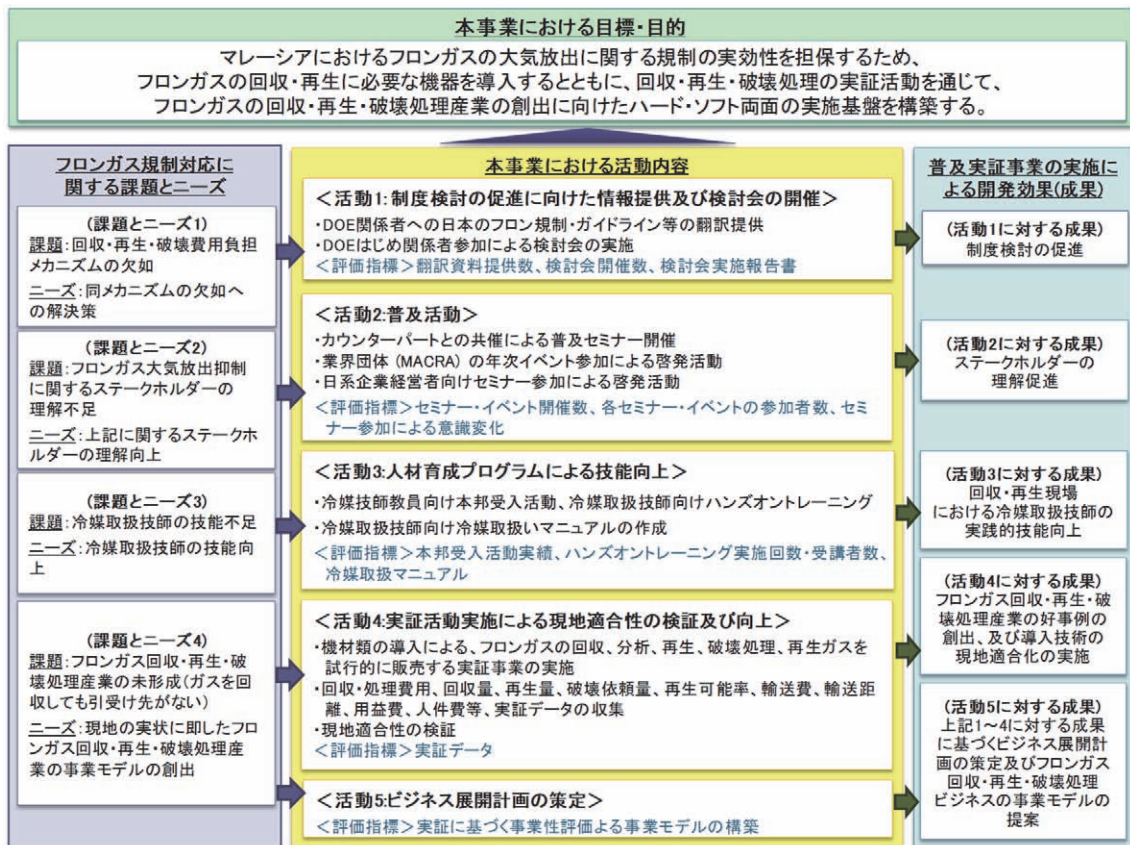
<sup>21</sup> オペレータの選定方法に関しては、「(4-1) 実証活動の準備」(p.49) 参照。



## 2. 普及・実証事業の概要

### (1) 事業の目的

本事業は、「マレーシアにおけるフロンガスの大気放出に関する規制の実効性を担保するため、フロンガスの回収・再生に必要な機器を導入するとともに、回収・再生・破壊処理の実証活動を通じて、フロンガスの回収・再生・破壊処理産業の創出に向けたハード・ソフト両面の実施基盤を構築する」ことを目的として実施した。



出典：JICA 調査団

図 2-1：事業の全体図

### (2) 期待される成果

本事業は、以下に挙げる成果を期待して実施された。

#### 成果-1：制度検討の促進

相手国実施機関（C/P 機関）である DOE を始めとする関係者の規制の運用方法に関する知識向上が図られるとともに、罰則強化、空調機器のメンテナンス業者に対するライセン

ス製の導入、フロンガス処理費用徴収に関する制度化等、フロンガスの回収を促進する枠組みに関する検討会が開催され、報告書が取りまとめられる。

#### **成果-2：ステークホルダーの理解促進**

普及活動によりフロンガス規制、再生の必要性に関する空調機器のユーザーやメンテナンス業者等のステークホルダーの理解が促進される。

#### **成果-3：回収・再生現場における技能向上**

フロンガスの回収・再生・破壊処理活動の実績が豊富な日本の経験に基づき、人材育成プログラムを開発・実施することにより、冷媒取扱技師に対する実践的な技能向上が図られる。

#### **成果-4：導入技術の現地適合性の向上**

機器の仕様や料金の徴収方法を含むフロンガス回収・再生（・破壊処理）産業に関する諸条件に関し、制度・規制、流通する関連機材の特徴、ビジネス慣習等の現地の状況に即した現地適合性の検証が行われる。

#### **成果-5：（成果1～4に基づく）フロンガス回収・再生・破壊処理ビジネスの事業モデルの提案**

太洋商事を事業主体とするビジネス展開計画が策定され、フロンガス回収・再生（・破壊処理）事業モデルが提案される。

### **（3）事業の実施方法・作業工程**

本事業実施の作業工程は表 2-1 のとおりである。

### **（4）投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）**

#### **① 要員**

要員計画は、表 2-2 のとおりである。



表 2-1 : 作業工程表

活動項目		2017年												2018年												2019		
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
活動 1: フロンガス回収・再生・破壊処理事業の推進に向けた制度検討の促進			...		第1回検討会											第2回検討会			...	第3回検討会								
活動 2: 普及活動による関係事業者の理解促進		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....				
活動 2-1	業界団体 (MACRA 等) のイベントへの参加		—	—	...					—						—	—											
活動 2-2	各地で開催される日系企業の経営者向けセミナーへの参加	.....	.....	.....	.....							—																
活動 2-3	DOE との共催による普及セミナーの開催																			.....	.....	—						
活動 3: 冷媒取扱い技師教官に対する人材育成			.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....				
活動 3-1	本邦受入活動による指導者研修				.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....				
活動 3-2	冷媒取扱い技師に対するハンズ・オン・トレーニングの実施					—			—							.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....				
活動 3-3	トレーナーマニュアルの作成		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....				
活動 4: パイロット・プロジェクト実施による現地適合性の検証							.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....				
活動 4-1	パイロット・プロジェクト実施						.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....				
活動 4-2	実証データの収集						.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....				
活動 4-3	現地適合性検証						.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....				
活動 5: ビジネス展開計画の策定											.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....				

..... 現地作業 (予定)    —— 現地作業 (実績)  
..... 国内作業 (予定)    —— 国内作業 (実績)

表 2-2 : 要員計画表

担当業務	氏名	所属先		2017年度												2018年度												2019年度			合計			
				3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	現地	国内				
業務主任/ビジネス展開計画	堀 慎治	太洋商事株式会社	予定		3	6	3	3	6	2	7	6	3	2			5	3													40.00	34.00		
			実績		3	6	5	3	3	12	2	8	6	3	2			4	3			4	1	6			2			5	2	5	64.00	30.00
人材育成	松尾 秀人	太洋商事株式会社	予定		2				5	2	6	3	2				3													10.00	18.00			
			実績		2			5		2	8	6	3	2				3												5		18.00	18.00	
機材設置	勅使 武人	太洋商事株式会社	予定		3		3	3		7																				21.00	14.00			
			実績		3		3	3		8																					8.00	14.00		
チーフアドバイザー/開発効果の評価	河村 愛	株式会社エックス都市研究所	予定		5	14		16	5	12	9	8	12			7															74.00	110.00		
			実績		2	10		8	2	1	10	17	8	2	3	2	9	5	5	8	3												83.00	138.00
制度検討	山下 真	株式会社エックス都市研究所	予定		5		5		12	5		5																			22.00	39.00		
			実績		5		5		5	5		5		2	4			2															18.00	37.00
パイロット・プロジェクト (フロンガス回収再生破壊の実施状況確認)、業務調整	飯田知遥	株式会社エックス都市研究所	予定		5	14		10	6	5	9					7															36.00	28.00		
			実績		5	14		7		10	5	10	2	2	5																		31.00	28.00
パイロット・プロジェクト (フロンガス回収再生破壊の実施状況確認)、業務調整	岡本 晋介	株式会社エックス都市研究所	予定										10	7	3	3	7														32.00	60.00		
			実績											7	10	3																30.00	36.00	
																																	受注企業 人・月 (予定)	71.00
																																	受注企業 人・月 (実績)	90.00
																																	外部人材 人・月 (予定)	401.00
																																	外部人材 人・月 (実績)	401.00
																																	合計 人・月 (予定)	472.00
																																	合計 人・月 (実績)	491.00
報告書等提出時期 (△と報告書名により表示)																																		
			月報	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△			
			進捗報告書									△																						
			業務完了報告書 (案)																															
			業務完了報告書																															

凡例  
 現地業務  
 国内作業

## ② 資機材

本事業では、表 2-3 に示す資器材を導入した。資器材の日本からの輸出は、2017 年 6 月に二回に分けて行い、第 4 回現地調査時の 2017 年 7 月 20 日に、納品先である再生機オペレータのウェステック社（Westech Chemicals Sdn. Bhd.）において、納品検収を行った。また、2017 年 7 月 21 日には、稼働確認を行い、JICA マレーシア事務所の確認を得た。

表 2-3 : 資機材リスト

	機材名	型番	数量	納入年月	設置先
1	再生機	太洋商事	1	2017 年 7 月	Westech Chemicals Sdn. Bhd.
2	冷媒分析器	TA400BR	2	2017 年 7 月	Westech Chemicals Sdn. Bhd.
3	冷媒回収容器 100 kg	TA110-100N	50	2017 年 7 月	Westech Chemicals Sdn. Bhd.
4	冷媒回収装置	TA110X- 220P 01AT-5031	10	2017 年 7 月	以下の 10 社に各 1 台ずつ貸与。 Aqua Green Tech Sdn Bhd Blueaire Services Sdn Bhd CK Wong Electrical Services Cooling Innovation Sdn Bhd Ener-Save Sdn Bhd Gain Twin Engineering Sdn Bhd Lesota Sdn Bhd Seimei Engineering (M) Sdn Bhd S.M.A.R.T Parts and Services S/B Zofar Mechanical & Electrical
5	冷媒回収容器 10 kg	TA110-12	50	2017 年 7 月	以下の 10 社に各 5 本ずつ貸与。 Aqua Green Tech Sdn Bhd Blueaire Services Sdn Bhd CK Wong Electrical Services Cooling Innovation Sdn Bhd Ener-Save Sdn Bhd Gain Twin Engineering Sdn Bhd Lesota Sdn Bhd Seimei Engineering (M) Sdn Bhd S.M.A.R.T Parts and Services S/B Zofar Mechanical & Electrical

出典：JICA 調査団



機材搬入 (2017年7月)



機材搬入 (2017年7月)



納品検収の実施 (2017年7月)



納品検収の実施 (2017年7月)



再生機設置作業 (2017年7月)



回収容器塗装作業 (2017年7月)



稼働確認の実施 (2017年7月)



稼働確認の実施 (2017年7月)

### ③ マレーシア国政府機関側の投入

本事業におけるマレーシア国政府機関側からは、以下の実施事項に対する投入（人的・物的）を得た。

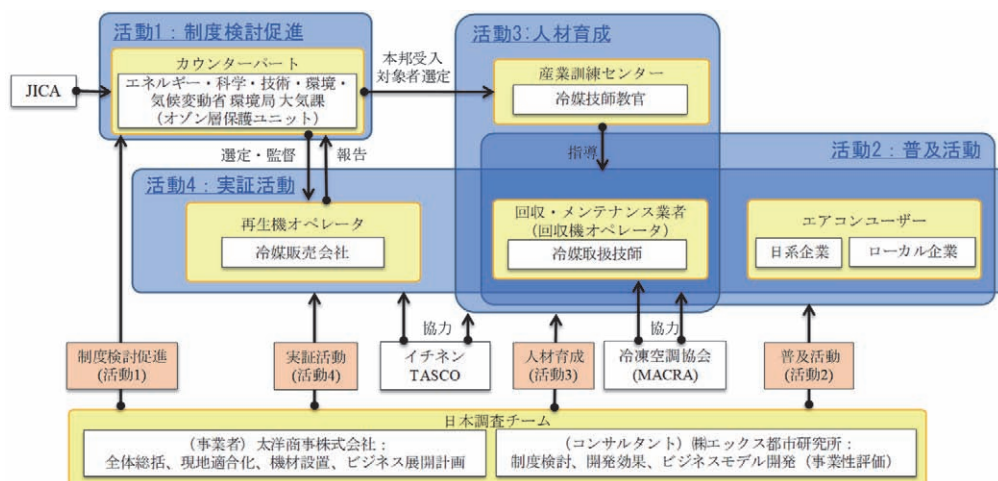
表 2-4：マレーシア政府機関側の投入

実施事項	投入
全般的な協力	本事業期間中、常時、DOE の担当官と緊密なコミュニケーションに努め、必要なリソースの投入を得た。 <人的投入> C/P：主担当の3名
運営委員会	JICA 調査団と C/P の共同で事務局運営を行い、オゾンユニット課長が議長を務める運営委員会を3回実施した（第三回委員会のみ、DOE 副長官が議長を務めた）。 <人的投入> C/P：5名、その他、政府機関：6名 <その他の投入> 会場及び出席者の昼食の提供。
検討会	計3回の検討会を実施した。<人的投入> C/P：のべ8名
ナショナル・オゾン・デー	2017年10月5日に開催されたマレーシア・ナショナル・オゾン・デーにおいて、JICA 調査団の展示スペースの無償提供を得た。
普及セミナー	2018年11月29日に太洋商事、DOE、MACRA 共催、JICA 後援の普及セミナーを開催した。DOE の長官が来賓として参加し、再生機オペレータならびに回収機オペレータに対する譲与式に登壇した。（「普及セミナーの実施（DOE、MACRA と共催）、p.37 参照）

出典：JICA 調査団

### （5）事業実施体制

本事業の実施体制を以下に示す。関連するマレーシア側関係者は活動ごとに異なる。



出典：JICA 調査団

図 2-2：事業の実施体制図

### <マレーシア側実施機関及び実施パートナー>

- マレーシア エネルギー・科学・技術・環境・気候変動省 環境局 大気課（オゾン層保護ユニット） Ministry of Energy, Science, Technology, Environment and Climate Change, Department of Environment (DOE) :

マレーシアにおけるフロンガス規制の所管部署であり、フロンガス大気放出禁止を定める「環境質（冷媒管理）規制（PU(A)451/1999）」を所管する。モントリオール議定書のCFC、HCFCの全面廃止スケジュールに基づく国連開発計画のHPMP実施のC/P機関である。本事業では、選定したオペレータの承認及び監督、検討会及び事業運営委員会の共同事務局、本邦受入活動に招聘する冷媒技師教官の選定、実証活動におけるデータ評価、普及セミナー共催を担当する。全ての活動に関与したが、活動1の対象者であり、活動2、活動3はJICA調査団と協力して実施した。

- 再生機オペレータ :

本事業において、再生機材を設置し、回収フロンガスの再生処理および再生ガスの試行的販売を含む実証活動を実施する機関である。マレーシアにおいて、HCFCの輸入ライセンスを取得している全19社のうち、DOEが推薦した4社の中から、ウェステック社が選定され、活動3、活動4に参加した。

- 回収機オペレータ :

本事業において、回収機材を運用し、フロンガス回収および再生機オペレータのコレクションセンターまでの輸送を実施する機関である。MACRAを通じた公募により10社が選定され、活動3、活動4に参加した。

- マレーシア冷凍空調協会 Malaysia Air-Conditioning & Refrigeration Association (MACRA) :

約600名の会員（個人及び法人）で構成されるマレーシアで唯一の冷凍空調セクターの協会である。本事業では、外部回収業者によるフロンガス回収促進のためのプロモーション活動（活動2）ならびに回収機オペレータとのコーディネーション（活動4）に対して協力を得た。

### <日本側実施体制>

- 太洋商事株式会社 :

本事業の事業主体であり、堀慎治代表取締役が全体総括を務める。また機材の設置、フロンガスの回収・再生・破壊産業構築にかかる導入機材の現地適合化、及び外部人材が担当するビジネスモデルの事業性評価に基づき、本事業後のビジネス展開計画の策定を担当した。構築を目指すフロンガスの回収・再生・破壊処理産業に関して自社単独での実施が困難なマ

レーシアの事情、現地ネットワーク、ODA スキーム、財務分析等の知見が必要な項目や現地での調整業務を伴う項目等に関して外部人材を有効に活用して事業を実施した。

- 株式会社エックス都市研究所（外部人材）：

都市・環境分野を得意とする開発コンサルタント。JICA 中小企業海外展開支援事業の多数の従事経験を活かし、本事業の案件化調査にも従事した。現在、JICA がマレーシアで実施した「E-waste 管理制度構築支援」技術協力プロジェクト（2015～2018 年）の実施主体でもあり、本事業との連携による相乗効果の検討も行った。本事業では、マレーシアにおけるフロンガス回収・再生・破壊処理事業の推進に向けた制度検討、フロンガス回収促進のための啓発・普及活動、実証活動の実施データ収集・分析、開発効果の評価、ビジネスモデル開発（事業性評価）を担当した。

- イチネン TASCO 株式会社：

本事業で導入する再生機以外の機材の製造メーカーである。活動 3 の本邦受入活動及び現地でのハンズ・オン・トレーニングの講師を務めるとともに、活動 2 の普及活動に対しても協力を得た。

## （6）事業実施国政府機関の概要

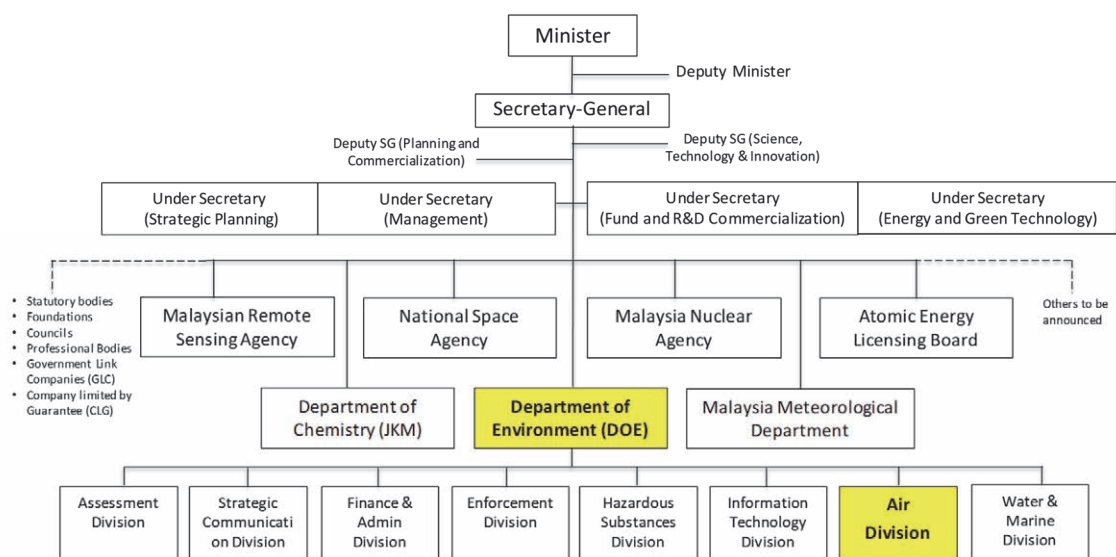
- 機関名：エネルギー・科学・技術・環境・気候変動省（Ministry of Energy, Science, Technology, Environment and Climate Change：MESTECC） 環境局（DOE） 大気課（オゾン層保護グループ）  
※DOE は、2018 年 5 月の政権交代後の省庁再編により、天然環境資源省からエネルギー・科学・技術・環境・気候変動省に再編された。
- 所在地：Level 1 - 4, Podium 2 & 3, Wisma Sumber Asli, No.25, Persiaran Perdana, Precint 4, Federal Government Administrative Centre, 62574, Putrajaya
- 設立年：1975 年
- 組織の規模：局員合計 1,570 名、15 の州地方事務局と 25 の支局と 1 つの本部がある（2015 年時点）
- 事業内容：DOE の目的は国づくりの過程における持続可能な発展を担保することであり、その主な機能は、1974 年の環境品質法の目的に沿った汚染の防止、排除、管理、環境改善である。同規制の下、DOE は、オゾン層保護のためのウィーン条約（1985 年）、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（1987 年）、有害廃棄物の越境移動とその処理に関するバーゼル条約（1989 年）等の条約決議の実施に責任を負う。インドネシア、シンガポールおよび他の ASEAN 諸国間の環境管理に関する二国間協力と多国間協力の促進を実施する。マレーシアにおけるフロンガス規制の所管部署で



あり、フロンガス大気放出禁止を定める「環境質（冷媒管理）規制」を所管する。モントリオール議定書及び京都議定書の担当事務局、及びモントリオール議定書の CFC、HCFC の全面廃止スケジュールに基づく国連開発計画の HPMP 実施の C/P 機関である。

- **体制概要**：DOE 長官の下にある 8 課の一つである。Mashita Darus 課長の下に 6 つのグループがあるが、本事業では同課長以下、オゾン保護グループを C/P 機関とする（2 つのユニットに各 4 名とサポートスタッフ 2 名）。
- **選定理由**：モントリオール議定書に基づくフロンガス全廃スケジュールの実施に向けた取り組みを行う部署であり、UNDP の協力事業である「多数国間基金（Multilateral Fund）」を活用して、複数のプロジェクトの実施を通じて、関連機材の維持管理・監督等を経験してきている。フロンガス削減計画のエキスパートも擁しており、体制面、技能面において本事業の C/P として最適の機関である。

### Ministry of Energy, Science, Technology, Environment and Climate Change (MESTECC)



出典：各種資料に基づき、JICA 調査団作成

図 2-3：カウンターパート（C/P）機関組織図

## （7）運営委員会の設立

本事業で構築するフロンガス回収・再生・破壊産業のモデルケースは、事業終了後にマレーシア側で譲与機材の持続的な活用、並びにビジネスの持続的な運用を実現していく必要があるため、可能な限りマレーシア側の関係者の巻き込みを図りながら事業を実施した。その一環として、本事業における意思決定機関として、マレーシア政府機関で構成される運営



委員会を設立した。運営委員会の設立方針及び、委員会開催回数及び主な機能は表 2-5 のとおりである。（「運営委員会の開催」 p. 105 参照）

表 2-5：運営委員会の概要

委員会名称	Steering Committee for Promotion of Fluorocarbons Reclamation to ban to release Fluorocarbons to the atmosphere
設立趣意	実証活動の実施状況を含む、プロジェクト全体の意思決定機関であり、監督を行う。またフロンガス回収・再生・破壊処理産業の推進に向けた制度構築を見据え、事業の実施方針に係る助言を行うことを目的とする。
機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業実施に関する重要事項の承認</li> <li>実証活動実施状況の確認（オペレータの実施状況の評価）</li> <li>実証活動を含むプロジェクト全体に対する助言</li> </ul>
実施回数	全 3 回
構成	<p>&lt;マレーシア側&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギー・科学・技術・環境・気候変動省 DOE (C/P)</li> <li>エネルギー・科学・技術・環境・気候変動省 (Ministry of Energy, Science, Technology, Environment and Climate Change : MESTECC)</li> <li>経済計画ユニット (Economic Planning Unit : EPU)</li> <li>エネルギー・環境技術・水資源省 (Ministry of Energy, Green Technology and Water, KETHA)</li> <li>国際貿易・産業省 (Ministry of International Trade and Industry : MITI)</li> <li>マレーシア投資開発庁 (Malaysian Investment Development Authority : MIDA)</li> <li>税関局本部 (Custom Department HQ)</li> </ul> <p>&lt;日本側&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>太洋商事株式会社</li> <li>JICA マレーシア事務所</li> </ul> <p>&lt;事務局&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>DOE 及び株式会社エックス都市研究所</li> </ul>

出典：JICA 調査団

### 3. 普及・実証事業の実績

#### (1) 活動項目毎の結果

##### 【活動工程と活動内容】

本事業の調査工程及び調査内容は以下のとおりである。

表 3-1：活動工程及び活動内容

年月	国内作業	現地作業
2017年 4月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・業務計画書作成</li> <li>・現地調査の資料作成</li> <li>・機材の発注・調達</li> <li>・関係者への説明</li> <li>・実証活動の事業性シミュレーション検討</li> </ul>	<p>【第1回現地調査】(4/16~29、3名渡航)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ JICA マレーシア事務所との打合せ</li> <li>・ DOE との協議</li> <li>・ 再生機オペレータの選定</li> <li>・ 回収機オペレータ選定方法の検討</li> <li>・ 実証活動の詳細検討</li> <li>・ ハンズ・オン・トレーニングの計画・準備</li> <li>・ 本邦受入活動の計画・招聘者選定準備</li> <li>・ 検討会の詳細検討</li> <li>・ 運営委員会の詳細検討</li> <li>・ その他関係者への事業概要説明及び打合せ</li> </ul>
5月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現地調査資料の作成</li> <li>・ 実証活動の事業性シミュレーション検討</li> <li>・ MACRA 年次総会発表資料作成</li> <li>・ 本邦受入活動関連書類作成・参加者への案内等の事務手続き</li> <li>・ 回収機オペレータ公募資料の最終化及び関係者との協議</li> <li>・ 機材の原産地証明に取得作業・HSコード確認</li> <li>・ 機材発送の準備</li> </ul>	<p>【第2回現地調査】(5/21~27、4名渡航)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 再生機オペレータとの合意に関する協議</li> <li>・ 機材搬入・設置・保管方法の協議・調整</li> <li>・ 回収機オペレータ選定方法の検討・募集</li> <li>・ MACRA 年次総会での事業紹介・回収機オペレータ募集案内</li> <li>・ 実証活動の詳細計画、記入フォーム、標準業務手順書（Standard Operating Procedure：SOP）に関する関係者との協議</li> <li>・ ハンズ・オン・トレーニングの会場手配、実施内容の協議</li> <li>・ 本邦受入活動のプログラム、招聘者選定手順に関する DOE との合意</li> <li>・ 検討会及び運営委員会のプログラム・参加者に関する DOE との合意</li> </ul>
6月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 機材調達・輸送・発送の完了</li> <li>・ 輸出管理該否判定所の取得</li> <li>・ 回収機オペレータの選定に向けた面接の設定</li> <li>・ 実証活動の記録フォーム、SOP の作成</li> <li>・ ハンズ・オン・トレーニング準備</li> <li>・ 本邦受入活動招聘者の選定</li> <li>・ 検討会の資料作成</li> <li>・ 運営委員会の資料作成</li> </ul>	
7月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 機材調達・貸与に関する書類作成</li> <li>・ 実証活動</li> <li>・ ハンズ・オン・トレーニング</li> <li>・ 本邦受入活動</li> </ul>	<p>【第3回現地調査】(7/2~8、3名渡航)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 第1回検討会の実施</li> <li>・ 回収機オペレータ10社の選定</li> </ul>

年月	国内作業	現地作業
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 検討会</li> <li>・ 運営委員会</li> <li>・ その他：事業の立て看板を作成（運営委員会、検討会、署名式、ハンズ・オン・トレーニング等で使用）。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実証活動に係る各種記録フォームに関する協議・作成</li> <li>・ 再生機・回収機オペレータとの合意書に関する協議</li> <li>【第4回現地調査】(7/17~26、5名渡航)</li> <li>・ 機材の搬入・据え付け・稼働の実施及び確認</li> <li>・ 第1回運営委員会の実施</li> <li>・ 再生機・回収機オペレータとの合意書の締結</li> <li>・ ハンズ・オン・トレーニングの実施</li> <li>・ 実証活動の詳細設計（SOP）に関する協議</li> </ul>
8月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本邦受入活動準備</li> <li>・ 本邦受入活動の実施</li> <li>・ 冷媒技師トレーニング・マニュアルの作成</li> <li>・ 実証活動の実施状況の確認</li> <li>・ 実証活動のSOPの改定</li> <li>・ オゾン・デーに向けた調整・資料作成</li> <li>・ 進捗報告書の作成</li> </ul>	
9月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実証活動の実施状況の確認</li> <li>・ オゾン・デーに向けた調整・資料作成</li> <li>・ 進捗報告書の作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【第5回現地調査】(9/4~8、2名渡航)</li> <li>・ 稼働状況の確認</li> <li>・ ビジネス展開に向けた活動（ダイキン訪問）</li> </ul>
10月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実証活動の実施状況の確認</li> <li>・ 進捗報告書の作成</li> <li>・ 電子フォームの改良</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【第6回現地調査】(10/1~7、3名渡航)</li> <li>・ ナショナル・オゾン・デーへの参加</li> <li>・ 実証活動の実施状況の確認</li> <li>・ MACRA 年末夕食会での展示に関する協議</li> </ul>
11月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実証活動の実施状況の確認</li> <li>・ MACRA 年次イベントの準備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【第7回現地調査】(11/15~19、3名渡航)</li> <li>・ 実証活動の実施状況の確認</li> <li>・ MACRA 年次イベントへの参加</li> <li>・ ビジネス展開計画の検討</li> <li>・ JETRO への表敬訪問</li> <li>・ JICA マレーシアとの情報共有</li> <li>・ メディア取材対応</li> </ul>
12月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実証活動の実施状況の確認</li> <li>・ 第二回運営委員会準備・資料作成</li> <li>・ 第二回検討会準備・資料作成</li> </ul>	
2018年 1月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 第二回運営委員会準備・資料作成</li> <li>・ ビジネス展開計画の策定</li> <li>・ JICA 本部との打合せ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【第8回現地調査】(1/28~31、2名渡航)</li> <li>・ 再生機オペレータの進捗確認</li> <li>・ 回収機オペレータ中間評価会の開催</li> <li>・ 第二回運営委員会の開催</li> <li>・ 回収機オペレータの新規公募</li> <li>・ JETRO 訪問</li> <li>・ JICA マレーシア事務所訪問</li> </ul>
2月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実証活動の実施状況の確認／データ解析</li> <li>・ 日本の法規制の翻訳作業</li> <li>・ 第8回現地調査のフォローアップ</li> <li>・ 第9回現地調査の準備</li> <li>・ 進捗報告書作成</li> <li>・ トレーニング・マニュアルの作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【第8回現地調査（続き）】(2/1~3、2名渡航)</li> <li>・ ケパラバタス産業訓練校（ILPKB）訪問</li> <li>・ Dykin（回収機オペレータ）の訪問</li> <li>・ ペナン収集センター訪問</li> <li>・ JACTIM 分科会での本事業の紹介</li> </ul>

年月	国内作業	現地作業
3月	<ul style="list-style-type: none"> <li>第9回現地調査の準備</li> <li>進捗報告書作成</li> <li>日本の法規制の翻訳作業</li> <li>トレーニング・マニュアルの作成</li> </ul>	
4月	<ul style="list-style-type: none"> <li>実証活動の実施状況の確認／データ解析</li> <li>日本の法規制の翻訳作業</li> <li>現地調査の準備</li> <li>進捗報告書作成</li> </ul>	
5月	<ul style="list-style-type: none"> <li>実証活動の実施状況の確認／データ解析</li> <li>日本の法規制の翻訳作業</li> <li>第二回検討会の発表資料及び議事録作成</li> <li>セミナー発表資料の作成</li> <li>現地調査の準備</li> </ul>	<p>【第9回現地調査】(5/6~12、4名渡航)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>第二回検討会の開催</li> <li>実証活動の実施状況の確認</li> <li>回収機オペレータに対するヒアリング</li> <li>ビジネス展開計画／ビジネスモデルの策定</li> </ul>
6月	<ul style="list-style-type: none"> <li>実証活動の実施状況の確認／データ解析</li> <li>機材委譲に関する手続きの確認</li> <li>ビジネス展開計画の策定</li> <li>現地調査の準備</li> <li>トレーニング・マニュアルの作成</li> </ul>	<p>【第10回現地調査】(6/24~29、3名渡航)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ILPKB との共催セミナーの開催</li> <li>回収機オペレータに対するヒアリング</li> <li>機材委譲手続きに関する確認</li> <li>ビジネス展開計画の策定</li> <li>UNDP へのヒアリング</li> </ul>
7月	<ul style="list-style-type: none"> <li>実証活動の実施状況の確認／データ解析</li> <li>ビジネス展開計画の策定</li> <li>機材の委譲手続きの確認</li> </ul>	
8月	<ul style="list-style-type: none"> <li>実証活動の実施状況の確認／データ解析</li> <li>機材の委譲手続きの確認</li> <li>第三回検討会の準備</li> <li>第三回運営委員会の準備</li> <li>普及セミナーの計画・準備</li> </ul>	
9月	<ul style="list-style-type: none"> <li>実証活動の実施状況の確認／データ解析</li> <li>機材譲与手続き</li> <li>ビジネス展開計画</li> <li>第三回検討会の準備</li> <li>普及セミナーの計画・準備</li> </ul>	
10月	<ul style="list-style-type: none"> <li>実証活動の実施状況の確認／データ解析</li> <li>機材譲与手続き</li> <li>第三回検討会の準備</li> <li>普及セミナーの計画・準備</li> </ul>	<p>【第11回現地調査】(10/17~23、3名渡航)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>第三回検討会の実施</li> <li>破壊向けガスの破壊処理業者への持込みに向けた調整</li> <li>実証活動のデータ確認</li> <li>機材の委譲手続きに関する関係者との協議</li> <li>普及セミナーの準備</li> <li>ビジネス展開計画策定に関する協議</li> </ul>
11月	<ul style="list-style-type: none"> <li>実証活動の実施状況の確認／データ解析</li> <li>機材譲与手続き</li> <li>第三回運営委員会の準備</li> <li>普及セミナーの計画・準備</li> </ul>	<p>【第12回現地調査】(11/25~30、3名渡航)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>実証活動のデータ確認</li> <li>第三回運営委員会の実施</li> <li>破壊向けガスの破壊処理業者への持込みに向けた調整</li> <li>普及セミナーの開催</li> </ul>
12月	<ul style="list-style-type: none"> <li>最終成果報告書の作成</li> </ul>	

出典：JICA 調査団

## ① 活動結果 1 : 制度検討の促進に向けた情報提供及び検討会の開催

### (1-1) 情報提供

第二回検討会の実施に合わせて 2018 年 5 月に以下の情報提供を行った。

#### 1) 日本の関連制度に関する概要:

フロンガス回収及びそれに関連する経済的メカニズム、啓発活動の観点に焦点を当てた概要を第二回検討会で発表した。

#### 2) フロン規制に関連する法規制及びガイドラインの英訳版:

フロン規制に関連する日本の法規制及びガイドライン等の英訳版として、以下を DOE に提供した。

- Fluorocarbons Recovery and Destruction Law 2002
- Act on Rational Use and Proper Management of Fluorocarbons 2013
- Outline of Amendment of F-gas Law
- ELV Recycling Law 2005
- Home Appliance Recycling Law 2001
- Guideline Destruction CFC 1999
- Japanese Technology to Reduce F-gas Booklet
- Summary Rational Use and Proper Management of F-gas 2013
- Let's Protect Ozone Layer Pamphlet
- Natural Refrigerant leaflet

### (1-2) 検討会の開催

DOE 関係者の参加の下、実証活動の実施方法、回収を促進する枠組みを含む両国のフロン規制に関する情報交換、実証活動の結果に基づく課題抽出とその解決方法の検討を議題とする検討会を 3 回開催し、事業概要とフロンガス回収・再生にかかる経済分析結果について報告書を取りまとめるとともに、3 回の検討会の議事録を参加者に共有した。

#### 1) 目的:

3 回の検討会の主たる目的は、実証活動の詳細な実施方法の議論を検討段階からステークホルダーの参画の下に行い、また、実証活動の実施状況の共有を通じて、マレーシアにおけるフロンガス回収・再生（及び破壊）の産業創出に向けたステークホルダーによる議論を深めると共に、DOE 内での検討を促進することである。

## 2) 参加者：

DOE との協議に基づき、本事業に関わる産業界を中心とした重要なステークホルダーとして選定した検討会の参加メンバーは下表に示すとおりである。なお、3回の検討会のコーディネーター（議事進行）は、マレーシア天然環境資源省の職員として20年以上にわたりフロンガスの管理政策に携わり、官民の関係者ならびにフロンガス政策の背景・現状を最も理解している専門家である（2017年5月27日に同省を退官した）Ali Aminah 氏に委嘱した。

表 3-2：検討会の参加者・団体

カテゴリー	団体・個人名	参加人数		
		第1回	第2回	第3回
コーディネーター	Ms. Ali Aminah	1	1	1
回収機オペレータ	MACRA	2	2	5
再生機オペレータ	Westech Chemicals Sdn Bhd	2	2	2
冷媒輸入業者	Aurora Chemicals Sdn. Bhd.	2	1	2
車両関連専門家	Mr. David Lim	1	1	1
製造業	Daikin, Panasonic, Carrier, Traine	3	5	5
フロンガス破壊業者	クオリティアラム社	1	1	0
認定トレーニングセンター (ATCs)	クアラルンプール大学	1	1	1
	ILP Kapala Batas	1	4	1
JICA マレーシア		1	2	1
C/P 機関	DOE オゾンユニット	3	3	2
JICA 調査団 (JST)		6	7	6
	合計	23	29	26

出典：JICA 調査団

## 3) 検討会の実施内容

### <第一回検討会>

第一回検討会を2017年7月6日に実施し、各セクターのステークホルダーとして、表3-2に示す23名（事務局を含む）の参加を得て、実証活動の実施方法に関して活発な議論を行った。検討会終了後、出された意見に基づき実施方法を最終化した。ディスカッションでは、フロンガスに関する持続可能な回収・再生・破壊事業の構築のためには、マレーシア政府の規制等による取り組みが必要であるとの意見が出された。

#### (議題)

- 発表1：フロンガスに関する規制の最新状況（DOE）
- 発表2：本事業の概要説明（JICA 調査団）
- 発表3：実証活動の実施計画（JICA 調査団）
- ディスカッション：実証活動の詳細計画に対する議論



第一回検討会（2017年7月）



第一回検討会（2017年7月）

### <第二回検討会>

ステークホルダー29名（事務局を含む）の参加を得て、2018年5月7日にクアラルンプール市内で、第二回検討会を実施した。日本におけるフロン管理規制、マレーシアで実施中の関連プロジェクトについて話題提供を行うとともに、本実証活動の進捗状況を共有した。ディスカッションでは、実証活動の詳細や日本の制度に関する質疑を行った。

#### （議題）

- 発表1：日本におけるフロン管理の規制の枠組み（JICA 調査団）
- 発表2：マレーシアにおける家庭系電子廃棄物管理の仕組み構築について（E-waste プロジェクト専門家）
- 発表3：使用済み冷媒の回収・再生に関する実証活動の進捗報告（JICA 調査団）
- ディスカッション：実証活動の詳細及び日本の制度に関する質疑／議論



第二回検討会（2018年5月）



第二回検討会（2018年5月）

### <第三回検討会>

ステークホルダー26名（事務局を含む）の参加を得て、2018年10月23日にクアラルンプール市内で、第三回検討会を実施した。本事業における最終の検討会であり、以下の議題に示すとおり、JICA 調査団からの発表に加え、検討会に参加するステークホルダーからの情報提供も行うことで、活発な意見交換が促進された。

#### （議題）

- 発表1：実証活動の財務分析結果（JICA 調査団）
- 発表2：日本におけるフロン管理の規制状況（追加情報）（JICA 調査団）



- 発表 3：フロンガス回収活動の好事例とビジネスモデルの紹介（Ener-save 社）
- 発表 4：HCFC の段階的削減と再生ガス受け入れに対する業界の備え（MACRA）
- 発表 5：冷媒再生および施設の実施計画の好事例紹介（ウェステック社）
- 発表 6：多国籍企業の視点からの冷媒管理に関するビジョンと行動（ダイキン・マレーシア）
- ディスカッション：実証活動終了後の活動の継続性に関する議論



第三回検討会（2018年10月）



第三回検討会（2018年10月）

## ② 活動結果 2：ステークホルダーの理解促進に向けた普及活動

### (2-1) 日系企業の経営者向けセミナーへの参加

2018年2月7日にクアラルンプール市内の JACTIM（マレーシア日本人商工会議所）事務所において開催された日系企業の経営者が出席する JACTIM 工業部会に参加し、フロンガスを使用する空調・冷凍機器ユーザーに対して以下の情報提供を行い、規制対応に向けた取り組みを促すことを目的とした啓発活動を行った。

- 新規制の概要
- 日本の事例紹介
- 本事業における実証活動の紹介
- 不要となったフロンガスの回収先情報の案内

製造業を中心とした日系企業約 50 社が参加し、当日の新聞（Star 紙）で紹介された本事業の実証活動に関する記事についても紹介を行った。



JACTIM 工業部会での発表の様子  
(2018年2月)



JACTIM 工業部会での発表の様子  
(2018年2月)



2018年2月7日付 Star 紙紙面

## (2-2) 業界団体のイベントへの参加

2017年5月25日にクアラルンプール市内で開催されたMACRAの年次総会（参加者：約100名）に参加し、回収機オペレータ募集案内を行うとともに以下の情報提供を行い、新規制に対する取り組みの促進を目的とした啓発活動を行った。

- 新規制の概要
- 日本の事例紹介
- 本事業における実証活動の紹介
- 回収機オペレータの募集案内 等



MACRA 年次総会での事業紹介の様子  
(2017年5月)



MACRA 年次総会での事業紹介（堀業務主任）  
(2017年5月)

その他、2017年11月17日に開催されたMACRAの年次イベントにも参加し、展示ブースを出展した。



MACRA 年次イベントへの参加  
(2017年11月)



MACRA 年次イベントでのブース出展  
(2017年11月)

### (2-3) 普及セミナーの開催

#### 産業訓練校（ILP）との共催セミナーの実施

本邦受入活動に参加した ILP Kepala Batas の Mr. Azman bin Hussin より、潜在的な回収業者であるメンテナンス業者に対して、本事業の認知度を上げ、回収量の増大を図ることを目的として、共催セミナー実施の提案があった。ILP Kepala Batas は、ペナン州に所在する ILP であり、50 団体以上ある ATCs の中でも、クアラルンプール大学とともに、半島マレーシアで中核的研究拠点（Center of Excellence）に位置付けられる団体であり、高い普及効果が期待された。そのため、当初の活動計画にはなかったが、（株）イチネン TASCO 及び再生機オペレータのウェステック社の協力を得てセミナーを開催した。開会セレモニーには労働力省の次官も出席し、産業、行政機関、大学・学校等のセクターから冷媒取扱技師を中心とする約 400 名の参加があり、多くの参加者から良好な反応が得られるなど、意義あるセミナーとなった。

表 3-3 : ILP Kepala Batas との共催セミナーの概要

日時	2018年6月27日 09:00～16:30
会場	ILP Kepala Batas（ペナン州）
主催	JICA 調査団と ILP Kepala Batas の共催
対象	ペナン州、ケダ州、イポー州、ペルリス州のメンテナンス業者
参加者数	約 400 名
言語	英語／マレー語

出典：JICA 調査団



表 3-4 : ILP との共催セミナー・プログラム

時間	プログラム	発表者
08:30-09:30	参加者登録	
09:30-09:35	Citation Doa	
09:35-09:55	開会挨拶	労働力省 次官 JICA マレーシア 角氏
09:55-10:30	発表 1 : ILP Kepala Batas の活動紹介	ILP Kepala Batas
10:30-11:00	休憩	
11:00-11:50	発表 2 : 日本の法制度紹介	エックス都市研究所
11:50-12:40	発表 3 : 実証活動の紹介	エックス都市研究所
12:40-13:00	発表 4 : 再生事業の紹介	ウェステック社
13:00-14:30	昼食	
14:30-15:00	質疑応答	
15:00-16:30	回収作業に関する講義及び実演	イチネン TASC0
16:30-16:40	閉会挨拶	ILP Kepala Batas

出典 : JICA 調査団



ILP Kepala Batas との共催セミナー集合写真  
(2018年6月)



労働力省次官からの記念品贈呈  
(2018年6月)

### 普及セミナーの実施 (DOE、MACRA と共催)

実証活動の終了時 (2018年11月) に、マレーシアでも今後本格化することが期待されるフロンガス回収と再生に関して、本事業の成果報告とマレーシアにおける最新動向をご紹介するため、マレーシア政府と共同で普及セミナーを実施し、マレーシア側から 95 名、日本側から現地日系企業を含む 14 名の合計 109 名が参加した。

また、セミナー内で、DOE の Dato Dr. Ibrahim 長官の立会いの下、本事業の譲与機材の再生機 (1 台) と回収機 (10 台) の譲与式を開催した。譲与先となる 11 機関に対して、JICA マレーシア事務所の府川賢祐所長より譲与レターが、本調査団の堀慎治業務主任より、実証活動の成果証書が授与された。

また、本事業で多大な貢献のあった MACRA に対して、太洋商事とイチネン TASC0 株式会社より、1 台ずつ回収機を贈呈した。MACRA は、本事業終了後、CSTP トレーニングの修了者に対して、回収機材を最大 3 ヶ月間の周期で貸与し、回収の実践経験の蓄積に貢献する用途で使用することが約束されている。

普及セミナーの概要は以下のとおりである。

日時： 2018年11月29日（木） 9:30～15:30  
 場所： Pulse Grande Hotel, Putrajaya, Malaysia  
 タイトル： オゾン層保護と温暖化防止のためのフロンガスの回収及び再生  
 (Recovery and Reclamation of Fluorocarbons for protection of ozone layer and mitigation of global warming)

表 3-5：普及セミナー・プログラム

時間	プログラム	発表者
8:30 - 9:30	受付	
9:30 - 9:45	開会挨拶	JICA マレーシア事務所 府川賢祐所長
9:45 - 10:00	開会挨拶	マレーシア・DOE Dr. Ibrahim 長官
10:00 - 10:30	機材譲与セレモニー & 写真撮影	
10:30 - 10:45	休憩	
10:45 - 11:15	マレーシアの冷凍空調セクターにおける HPMP と進捗	DOE オゾンユニット Ms. Shafiza Basha
11:15 - 12:00	JICA 普及・実証活動の成果報告	エックス都市研究所 河村愛
12:00 - 12:30	フロンガス再生プラントの好事例の紹介と 将来展望	ウェステック社 Mr. Noel Chong
12:30 - 13:00	フロンガス回収活動の好事例の紹介と将来 展望	MACRA 啓発担当役員 Mr. Gan Chok Ser
13:00 - 14:15	昼食	
14:15 - 15:15	冷凍空調及びフロンガス回収に関する製品 紹介	(株) イチネン TASCO 西益弘、松本圭司 太洋商事 (株) 堀慎治取締役
15:15 - 15:30	閉会挨拶	JICA マレーシア事務所 角幸康氏
15:30 - 16:00	名刺交換	
展示ブース	(株) イチネン TASCO	

出典：JICA 調査団

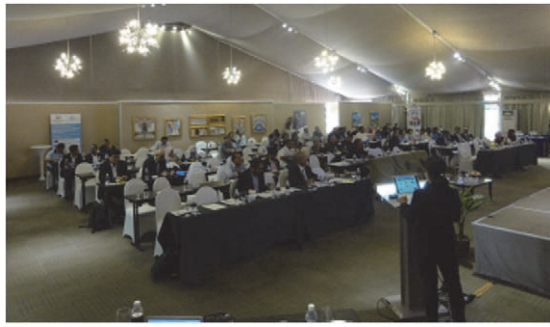
表 3-6：普及セミナー・参加者

マレーシア側		日本側	
所属	人数	所属	人数
マレーシア政府機関 (DOE 21 名を含む)	23	JICA 事務所	3
回収機オペレータ及び再生機オペレータ	19	日本大使館	1
民間企業 (現地日系企業 11 名を含む)	34	JICA 調査団	6
職業訓練学校	18	(株) イチネン TASCO	4
国際機関 (UNDP)	1		
(マレーシア側) 小計	95	(日本側) 小計	14
		合計 (マレーシア側+日本側)	109

出典：JICA 調査団



普及セミナー（2018年11月）



普及セミナー（2018年11月）



機材譲与式（2018年11月）



集合写真（2018年11月）

#### （2-4）その他：

##### 啓発用グッズの作成

より多くのフロンガスを回収するために本実証活動の認知度を高め、関心を喚起することを目的として、本事業の概要を記した立て看板、ポスター及びフライヤーを作成した。立て看板は、本事業内で実施するイベントごとに会場で使用し、イベントがないときは、MACRA のオフィスに設置した。ポスターは、2017年10月5日に開催されるマレーシアの国家行事「ナショナル・オゾン・デー」における本事業の展示ブースにて掲示するとともに、10枚程度印刷し、再生機オペレータ、DOE、ATCs等に配布した。フライヤーは、オゾン・デーの展示ブースや普及セミナーで配布するとともに、回収業者への周知効果を高めるため、1~2ヶ月に一度開催する冷媒技師向けCSTP講習の参加者への配布向けにMACRAに提供した。

Ministry of Natural Resources and Environment  
JICA  
Japan International Cooperation Agency (JICA)

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for  
**Creation of Fluorocarbons Reclamation Industry that Contributes to Ozone Layer Protection**

Funded by Japan International Cooperation Agency (JICA)

Duration: March 2017 ~ February 2019

**Activity 1: Promotion of Regulatory Framework**  
Provide information for regulatory framework development  
Conduct stakeholders' discussion sessions

**Activity 2: Dissemination Activity**  
Conduct a joint seminar with DOE  
Participate in MOCSS annual events  
Conduct seminars for corporate managers of Refrigerator and Air Conditioner (RAC) users

**Activity 3: Human Resources Development**  
Conduct a trainers training in Japan  
Conduct hands-on training for refrigeration technicians  
Produce a training manual for refrigeration technicians

**Activity 4: Demonstration of Technology**  
Provide a reclamation facility and recovery machine packages  
Conduct a pilot project to recover, reclaim and destroy used fluorocarbons to utilize the facilities  
Collect data from the pilot project activities  
Verify adaptability of the technology in Malaysia

**Activity 5: Formulation of Business Development Plan**  
Establish a business development plan to disseminate a model for a fluorocarbons recovery, reclamation and destruction industry

TAYO  
EX  
MACRA

立て看板

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for  
**Creation of Fluorocarbons Reclamation Industry that Contributes to Ozone Layer Protection**

Funded by Japan International Cooperation Agency (JICA)  
Duration: March 2017 ~ February 2019

**Project Background and Objectives:**  
Malaysia has actively engaged in implementing environmental measures. These include measures for ozone depleting substances (ODS), fluorocarbons, including CFCs & HCFCs, are ODS and also contribute to global warming. Malaysia has already banned the release of CFCs, and banning of the release of HCFCs is expected soon.

**Project Activities:**

**Activity 1: Promotion of Regulatory Framework**  
Provide information for regulatory framework development  
Conduct stakeholders' discussion sessions

**Activity 2: Dissemination Activity**  
Conduct a joint seminar with DOE  
Participate in MOCSS annual events  
Conduct seminars for corporate managers of Refrigerator and Air Conditioner (RAC) users

**Activity 3: Human Resources Development**  
Conduct a trainers training in Japan  
Conduct hands-on training for refrigeration technicians  
Produce a training manual for refrigeration technicians

**Activity 4: Demonstration of Technology**  
Provide a reclamation facility and recovery machine packages  
Conduct a pilot project to recover, reclaim and destroy used fluorocarbons to utilize the facilities  
Collect data from the pilot project activities  
Verify adaptability of the technology in Malaysia

**Activity 5: Formulation of Business Development Plan**  
Establish a business development plan to disseminate a model for a fluorocarbons recovery, reclamation and destruction industry

**Refrigerants in Your Refrigerators or Air Conditioners Might be Ozone Depleting and Global Warming!**

In your refrigerators and air conditioners, fluorocarbons, such as Chlorofluorocarbons (CFCs) or Hydrochlorofluorocarbons (HCFCs) might be used as refrigerants. These fluorocarbons have both ozone depleting and global warming effects once released into the atmosphere. By collecting these fluorocarbons, we can mitigate both ozone depletion and global warming.

Ministry of Natural Resources and Environment  
JICA  
TAYO  
EX  
MACRA

ポスター

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for  
**Creation of Fluorocarbons Reclamation Industry that Contributes to Ozone Layer Protection**

Funded by Japan International Cooperation Agency (JICA)  
Duration: March 2017 ~ February 2019

**Project Background and Objectives:**  
Malaysia has actively engaged in implementing environmental measures. These include measures for ozone depleting substances (ODS), fluorocarbons, including CFCs & HCFCs, are ODS and also contribute to global warming. Malaysia has already banned the release of CFCs, and banning of the release of HCFCs is expected soon.

**Project Activities:**

**Activity 1: Promotion of Regulatory Framework**  
Provide information for regulatory framework development  
Conduct stakeholders' discussion sessions

**Activity 2: Dissemination Activity**  
Conduct a joint seminar with DOE  
Participate in MOCSS annual events  
Conduct seminars for corporate managers of Refrigerator and Air Conditioner (RAC) users

**Activity 3: Human Resources Development**  
Conduct a trainers training in Japan  
Conduct hands-on training for refrigeration technicians  
Produce a training manual for refrigeration technicians

**Activity 4: Demonstration of Technology**  
Provide a reclamation facility and recovery machine packages  
Conduct a pilot project to recover, reclaim and destroy used fluorocarbons by utilizing the facilities  
Collect data from the pilot project activities  
Verify adaptability of the technology in Malaysia

**Activity 5: Formulation of Business Development Plan**  
Establish a business development plan to disseminate a model for a fluorocarbons recovery, reclamation and destruction industry

TAYO  
EX  
MACRA

フライヤー（表面）

**Refrigerants in Your Refrigerators or Air Conditioners Might be Ozone Depleting and Global Warming!**

In your refrigerators and air conditioners, fluorocarbons, such as Chlorofluorocarbons (CFCs) or Hydrochlorofluorocarbons (HCFCs) might be used as refrigerants. These fluorocarbons have both ozone depleting and global warming effects once released into the atmosphere. By collecting these fluorocarbons, we can mitigate both ozone depletion and global warming.

In our pilot project, we are collecting used refrigerants (mainly R22, R134a and R12) from your old refrigerators and air conditioners. Once these used refrigerants are collected, we process them to be reclaimed refrigerants.

If you need to dispose of used refrigerants, please contact our collection centres:

Ministry of Natural Resources and Environment  
JICA  
TAYO  
EX  
MACRA

フライヤー（裏面）

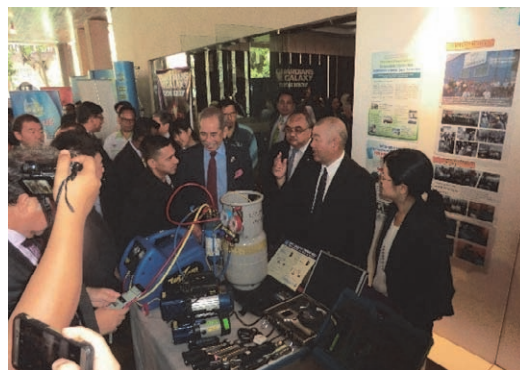


## オゾン・デーへの参加

2017年10月5日にマレーシア国家行事であるナショナル・オゾン・デーに出展し、本事業の活動を紹介するパネル及び回収機材を展示した。展示ブースに天然環境資源省大臣及びDOE長官が来訪し、本事業についての説明を行った。2017年10月5日の時事速報マレーシア、及び翌6日のNNAマレーシアに記事が掲載された（添付資料1.参照）。



ナショナル・オゾン・デー出展  
（天然環境資源省大臣、DOE長官の来訪）  
（2017年10月）



ナショナル・オゾン・デー出展  
（中央3名：左から天然資源環境大臣、  
DOE長官、太洋商事の堀代表取締役）  
（2017年10月）

### ③ 活動結果3：人材育成

#### （3-1）トレーニング・マニュアルの作成

ハンズ・オン・トレーニングで習得した技能を定着させるためのトレーニング・マニュアルを（株）イチネンTASCOの協力を得て作成した。冷媒取扱いマニュアルとしては、DOEが作成したマニュアルが存在し、ATCsで使用されているため、付加的な情報のみを抜粋して冊子として取りまとめる予定であったが、作業手順を視覚的にわかりやすく解説する効果的な手法として、動画で作成する方針に転換した。動画は、冷媒回収機のバルブの開閉やスイッチのOn/Off、圧力計の動きといった操作手順を、工程ごとに順を追って約3分間にまとめて解説したユーザーの視点に立ったものとなった。

#### （3-2）本邦受入活動

2017年8月20～25日（日本滞在期間）に、本邦受入活動を実施した。同活動の様子は、中部経済新聞（2017年8月22日）、中日新聞（2017年8月23日）、日刊工業新聞（2017年8月31日）にて、記事に取り上げられ、関心の高さが伺えた（添付資料1.参照）。



実施概要及び成果は以下のとおりである。

## 1) 招聘者選定

- 人数：8名（ATCs 教官 6名、冷媒輸入業者 2名）
- 選定：ATCs 教官については、全国 51 ヶ所の ATCs のうち、冷媒取扱技師向け研修や教育についての活動が活発なセンターから、地理的分布及び官民の公平性も踏まえ DOE が推進した教官 6 名を招聘者として選定した。冷媒輸入業者については、再生機オペレータ候補として DOE が推薦した 4 社のうち、再生機オペレータに応募した 2 社から各 1 名、適任者を選定した。
- 主な参加条件：
  - (ア) 申請者は回収及び再生プロセスを含む冷媒の取り扱いに関する知見を申請者が関与する団体及び他の関連団体への普及が可能な立場にあること。
  - (イ) 関連フィールドでの経験を有すること。
    - ATCs からの招聘者：冷媒技師教官としての DOE トレーニング修了者であること。
    - 冷媒販売会社からの招聘者：マネージャークラスが望ましい。
  - (ウ) 英語でのコミュニケーションが可能なこと。
  - (エ) 日本での研修に全日程参加可能であること。
  - (オ) (ATCs 教官は) マレーシアで開催予定のハンズ・オン・トレーニングに太洋商事の要請に応じて指導者として参加可能なこと。
- その他の参加者：再生機オペレータのウェステック社の実証活動担当者 2 名と MACRA の啓発担当役員 1 名が本邦受入活動への自費参加を希望したため、DOE の同意を得て参加を認めた。

## 2) 実施概要：

### ■ 目標と活動内容

目標	日本の知識・経験の共有ならびに好事例の視察を通じ、マレーシアにおける冷媒技師マスタートレーナーならびにフロン再生産業に従事する関係者の知識向上を図ること。
具体的な活動内容	<ul style="list-style-type: none"><li>① 冷媒回収に関する座学およびハンズ・オン・トレーニング</li><li>② 日本のフロン回収・再生・破壊産業の概要に関する講義</li><li>③ フロン再生技術、再生ガスの販売に関する講義</li><li>④ 太洋商事の取組みの紹介（好事例の視察）</li><li>⑤ 中規模再生プラントの視察（好事例の視察）</li></ul>

■ 受入期間： 2017年8月20日～8月25日

■ 参加者リスト：下記リスト記載の8名のJICA招聘者のほか、MACRAから1名、再生機オペレータより2名が自費で参加し、計11名が参加した。

氏名	所属	役職
Ms. Wong Keng Shin Joyce	Westech Chemicals Sdn Bhd	Director
Mr. Mohd Yazid Bin Pangat	Aurora Chemicals Sdn. Bhd.	Production Supervisor
Mr. Nik Ismadi bin Nik Salleh	MACRA	Head of Programme
Mr. Mohd Nazle bin Hashim	Ministry of Youth and Sports	Assistant Vocational Training Officer
Mr. Roslan bin Zulkifli	Advanced Technology Training Center	Vocational Training Officer
Mr. Mohd Zaki Mohamed	Universiti Kuala Lumpur (UniKL)	Section Head, Heating, Ventilating, Air-Conditioning and Refrigerating Section
Mr. Azman bin Hussin	Center of Excellence in HVAC Technology, Industrial Training Institute (ILP Kepala Batas)	Head of Programme / Lecturer
Mr. Amran bin Ismail	Industrial Training Institute Kuala Lumpur	Assistant Vocational Training Officer

■ カリキュラム、日程表

日付	時刻	活動内容／移動	講師・研修先担当者		活動場所
			氏名	所属	
8/19	22:50	クアラルンプール→成田(移動)			
8/20	11:15	中部国際空港到着			
	14:00	チェックイン			
8/21	9:00-17:00	冷媒回収に関する講義	西 益弘	(株)イチネン	JICA 中部
8/22	9:00-12:00	冷媒回収の実技講習	(他9名)	TASCO	太洋商事
	13:00-17:00	太洋商事の事業内容・工場説明	堀 慎治 (他5名)	太洋商事	太洋商事
8/23	9:00-17:00	阿部化学訪問	堀 慎治	太洋商事	阿部化学(静岡県)
8/24	9:00-10:30	報告会	堀 慎治 河村 愛 (他2名)	太洋商事 エックス都市研	JICA 中部
		自由行動			
	18:00	送別会			
8/25	8:20-17:45	中部国際空港→クアラルンプール(移動)			



座学 (1) (2017年8月)



実技講習 (1) (2017年8月)



実技講習 (2) (2017年8月)



太洋商事施設内見学 (2017年8月)



講義 (2017年8月)



太洋商事での記念撮影 (2017年8月)



JICA 中部センターでの発表会  
(2017年8月)



JICA 中部センターでの記念撮影  
(2017年8月)

### 3) 所見

#### ■ 本邦受入活動の結果・課題（目標の達成状況、成果、改善点等）

<b>目標の達成状況</b>	日本の知識・経験の共有ならびに好事例の視察を通じ、マレーシアにおける冷媒技師マスタートレーナーならびにフロン再生産業に従事する関係者の知識向上が図れた。
<b>成果</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>冷媒回収に関する座学および実技講習を実施し、冷媒回収に必要な手順・工具・安全面／環境面の配慮に関する参加者の理解が向上した。</li> <li>日本におけるフロン回収・再生・破壊産業の好事例の視察を通じて、フロン回収・再生・破壊産業に関する理解が向上した。</li> <li>マレーシアでフロン回収・再生・破壊産業に従事する参加者間でのネットワークが形成された。</li> </ul>
<b>改善点等</b>	実技講習に関しては、実際の現場での知見・実践をより学びたかったという声があった。

#### ■ 参加者の意欲・受講態度、理解度

<b>参加者の意欲・受講態度</b>	全参加者が非常に意欲的・積極的に参加し、特に実技講習や施設見学では、多くの質問がなされた。全行程通じて、プログラムの遂行に協力的であった。また、最終日の報告会では、実技講習で使用した工具や機器をマレーシアに導入するための具体的な方策についての議論や、参加者間で連携しての啓発セミナーの開催の可能性等についての意見交換が自発的に行われた（この成果として、ILP Kepala Batas との共催セミナーを開催した。詳細は p.36 参照）。
<b>理解度</b>	積極的な質疑、及び各自提出するレポートから、冷媒回収に必要な手順・工具・安全面／環境面の配慮に関する理解、フロン回収・再生・破壊産業と、その背景にある法制度に関して、本受入活動で目指した理解度は達成できたと考えられる。さらに、冷媒回収に関しては、すべての参加者が冷媒に関する専門的な素養があったことから、十分な理解が得られたと考えている。

#### ■ 本邦受入活動の成果を生かした今後の活動計画

各参加者から表明された今後の活動計画は以下のとおりである。

氏名	活動計画
Ms. Wong Keng Shin Joyce (Westech Chemicals Sdn Bhd) <冷媒輸入業者>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本活動で得た知見に関する直接的、間接的な顧客に対する啓発活動を実施する。</li> <li>ATCs との連携によるセミナー及びトレーニングを実施する。 (2018年6月27日に ILP Kepala Batas との共催セミナーとして実現した。p.36 参照)</li> </ul>
Mr. Mohd Yazid Bin Pangat (Aurora Chemicals Sdn. Bhd.) <冷媒輸入業者>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本活動で得た知見を活かした自社内でのトレーニングを実施する。</li> <li>本活動で得た知見を知人へ共有する。</li> </ul>
Mr. Nik Ismadi bin Nik Salleh (MARA) <ATC>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本活動で得た知見を学生に教授する等、マレーシアで知見を共有する。</li> <li>本活動で使用した(株)イチネン TASC0 製品は非常に素晴らしくマレーシアに普及させるために、まず自ら使用したい。</li> </ul>

氏名	活動計画
Mr. Mohd Nazle bin Hashim (Ministry of Youth and Sports) <ATC>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本活動で得た知見を活かした所属組織でのトレーニングを実施する。</li> </ul>
Mr. Roslan bin Zulkifli (Advanced Technology Training Center) <ATC>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本での取り組みをマレーシアに適用する際のDOEへの支援を行う。</li> <li>本事業の実施面でのサポートを提供する。</li> </ul>
Mr. Mohd Zaki Mohamed (UniKL) <ATC>	<ul style="list-style-type: none"> <li>所属組織内のシラバスに組み込み、学生に対する付加価値を向上させる。</li> <li>所属組織内の実践クラスにおいて、本活動で知った工具の紹介を行う。</li> <li>本活動で得た知見の全てをマレーシアのステークホルダーと共有する。</li> </ul>
Mr. Azman bin Hussin (Center of Excellence in HVAC Technology, Industrial Training Institute) <ATC>	<ul style="list-style-type: none"> <li>マレーシアにおける規制の導入に向けて取り組む。</li> <li>本活動で得た知見のサービス・コントラクターへ普及する(メンテナンス時の回収)</li> <li>システムのマレーシアへの導入を促進する。</li> <li>日本の技術を用いた破壊処理プラントのマレーシアにおける導入を提案する。</li> </ul>
Mr. Amran bin Ismail (Industrial Training Institute Kuala Lumpur) <ATC>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自らの指導スキルを向上させ、自ら担当する学生のみならず、所属組織、さらにはマレーシア全土の学生に本活動で得た知見を共有する。</li> <li>マレーシアのすべてのサービス・コントラクターの技師が回収を行い、環境保護を実践するように教育する。</li> </ul>

■ その他のコメント

- 講師陣の知識・情報量が極めて豊富だった。
- 企業のトップマネジメントが重要であることを感じた。統合的なソリューションのパイオニアとしての太洋商事の整備のよさとシステムティックなアプローチに感銘を受けた。
- 日本で成立したフロン回収・再生・破壊産業の構築には、マレーシアにおいて企業の環境に対する責任の意識啓発を図ることが重要だが、マレーシア政府による規制の導入は必須である。
- 日本人の規律正しさ、及び環境に対する責任意識に感銘を受けた。
- マレーシアで高品質の再生ガスに対する認識転換をいかに図ればよいかをもっと学びたい。
- より経済的なオプションの提示があるとよかった。
- イチネン TASCO 製品はこれまでに見た製品の中で最高のものであるが、低価格の中国製品と競争となる。
- 所属組織の全ての教員が日本での研修を受けられるとよい。
- 回収についてよりシステムティックなオペレーションができるとよい。
- 情報量の多いとてもよいプログラムだった。
- 太洋商事のシステム全体のフローや阿部化学での破壊プロセスのフロー詳細を知りたかった。
- 成分分析の OJT もできるとよりよかった。
- オゾン層破壊防止に向けた産業のコミットメントとしての非常によい実例である。
- マレーシアにおける回収・再生プロジェクトが太洋商事や阿部化学等の日本企業のインプットを得て、成功してほしい。

## ■ 実施側の反省点

本邦受入活動では、招聘した 8 名の専門家に対して、日本におけるフロンガス回収・再生・破壊産業の取り組みに対する理解、フロンガス回収における重要な知識について理解を深めるという目的は達成できた。

反省点としては、実技講習の様子をビデオ撮影していなかったことである。技術的なポイントは、文字表現と併せて視覚的に確認できることにより理解が深まると考えられ、回収時の作業の手順、ポイントをまとめたビデオを参加者に配布することで、参加者が帰国後に、所属組織内、あるいは他の組織に対してもトレーナーとしてトレーニングを実施する際の効果的な教材となると考える。

この反省に基づき、本事業で配布するトレーニング・マニュアルは、冊子形式ではなく、動画形式での配布することとした（「(3-1) トレーニング・マニュアルの作成」、p.41 参照）。

### (3-3) ハンズ・オン・トレーニングの実施

(株) イチネン TASCО の協力を得て、冷媒取扱技師に対するハンズ・オン・トレーニングを 2017 年 7 月 24 日にクアラルンプール近郊のバンギにあるクアラルンプール大学で実施した。

トレーニングは、午前と午後の二部制で実施した。午前の部は、MACRA を通じて広く募集し 18 名の参加、午後の部は、回収機オペレータ 10 社から各社 2 名程度の 21 名の参加を得て、合計 39 名に対してトレーニングを実施した。また、午後のトレーニング終了後に、回収機オペレータに対して、回収機（1 台/社）及び回収容器（10 kg×10 本/社）の引き渡しを行った。

トレーニングの実施概要は以下のとおりである。

表 3-7：ハンズ・オン・トレーニングの実施概要

日時	2017 年 7 月 24 日
会場	クアラルンプール大学 (UniKL) University Kuala Lumpur, Malaysia France Institute (MFI-Bangi)
主催	JICA 調査団（太洋商事、エックス都市研究所）
講師	イチネン TASCО、JICA 調査団
内容	<ul style="list-style-type: none"><li>本事業及び実証活動の概要</li><li>回収及び再生の必要性</li><li>回収機及び回収容器の使用方法</li><li>フロン回収におけるキーポイント</li></ul>
参加数	<午前>18 名、<午後>21 名、合計 39 名

出典：JICA 調査団

また、午前と午後それぞれの部のプログラム構成を表 3-8 及び表 3-9 に示す。

表 3-8 : ハンズ・オン・トレーニング・プログラム  
(午前の部 : 一般公開)

時間	活動	内容	担当
8:45	9:00	登録	JICA 調査団
9:00	9:15	事業概要説明	JICA 事業の概要説明
9:15	10:15	講義	目的、重要ポイント、取扱注意
10:15	10:30	休憩	
10:30	11:45	実技講習	回収機／回収容器の使用方法、重要ポイント
11:45	12:00	Q & A, 閉会挨拶	JICA 調査団

出典 : JICA 調査団

表 3-9 : ハンズ・オン・トレーニング・プログラム  
(午後の部 : 回収機オペレータ 10 社対象)

時間	活動	内容	担当
12:45	13:00	登録	JICA 調査団
13:00	13:45	事業概要説明	JICA 事業の概要説明
13:45	14:45	講義	目的、重要ポイント、取扱注意
14:45	15:00	休憩	
15:00	17:00	実技講習	回収機／回収容器の使用方法、重要ポイント
17:00	17:30	Q & A, 閉会挨拶	回収機及び回収容器の引き渡し

出典 : JICA 調査団



集合写真 (午後の部) (2017 年 7 月)



集合写真 (午前の部) (2017 年 7 月)





講義（2017年7月）



実技講習（2017年7月）



実技講習（2017年7月）



実技講習（2017年7月）

なお、一回のトレーニングで技能習得が十分でないと判断される技師に対しては、要望に応じて、フォローアップ・トレーニングの実施を検討していたが、2018年1月29日に開催した回収機オペレータとの合同ミーティングにおいて、追加トレーニングの必要性について確認したところ、参加したすべてのオペレータより、トレーニングの内容は全て習得済みで、追加トレーニングは不要との回答があったこと、及び再生機オペレータへ持ち込まれる回収ガスの品質等に問題がなかったことから、フォローアップ・トレーニングの実施は見送ることとした。

#### ④ 活動結果4：実証活動実施及び現地適合化

##### （4-1）実証活動の準備

譲与機材のオペレータの選定、実証活動の詳細設計、各種フォームおよび標準業務手順書（SOP）の作成を実施するとともに、2017年7月24日より実証活動を開始した。これまでの活動内容を以下に記す。

##### 1) 譲与機材のオペレータ選定

本事業開始から機材の現地到着までに見込まれる期間が約3ヶ月であったため、機材到着のタイミングで実証活動を開始できるよう、事業開始後、直ちにオペレータの選定を行った。再生機、回収機のそれぞれに対する選定基準を定めた後、希望する事業者から提出され



た企画書をもとに実施能力を確認した上で、選定は本調査団が中心となり、DOE、JICA と協力して行った。選定される再生機オペレータによって、フロンガス収集センターの数及びその所在地、引受け条件などが変わるため、回収機オペレータの選定の前に、再生機オペレータを選定した。

表 3-10：譲与機材のオペレータの基本情報

	再生機オペレータ	回収機オペレータ
オペレータ数	1	10
契約期間	2017年7月24日（貸与開始日）より 2018年8月31日	2017年7月24日（貸与開始日）より 2018年8月31日
運転譲与機材	<再生機パッケージ> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 再生機：1台</li> <li>• 冷媒分析器：2台</li> <li>• 回収容器（100kg）：50本</li> </ul>	<回収機セット> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 回収機：1台</li> <li>• 回収容器（10kg）：5本</li> </ul> x 10セット（各オペレータに1セット）
主な実施内容	回収機オペレータからの HCFC 及び HFC の引受け、分析、再生又は破壊処理の判断、再生処理、再生フロンガスの試行的な引渡し又は販売	CFC（R12）、HCFC（R22）及び HFC（R134a）の回収

出典：JICA 調査団

### 再生機オペレータの選定

DOE から推薦された候補機関である冷媒販売会社を対象に、敷地条件、必要機器の有無、フロンガス回収・再生実績、実施方法、ビジネス展開の観点から、採点を行い、最も実証活動の成果が見込める事業者を選定し、DOE 及び運営委員会の承認を得た。

#### ■ 再生機オペレータの要件：

- 必要面積・高さ：75 m<sup>2</sup>（15 m × 5 m）・2.5 m（1 階に設置）
- 高圧ガス取り扱いが可能な技術者の存在
- 冷媒充填装置の保有
- 回収されるフロンガスを有する空調機器ユーザーからアクセスのよい立地に位置
- 回収容器の搬出入がスムーズにできる余裕のある敷地

#### ■ DOE からの推薦 4 企業：

- Aurora Chemicals Sdn Bhd（所在地：プチョン）
- Daichem Enterprise (M) Sdn.Bhd.（所在地：シャーアラム）
- Texcarrier Industries Sdn. Bhd（所在地：ジョホールバル）
- Westech Chemicals Sdn Bhd（所在地：シャーアラム）

■ 選定プロセス：

以下のプロセスで選定を行った結果、60点満点中、オーロラ社(Aurora Chemicals Sdn Bhd) 46点、ウェステック社 50点で、ウェステック社を再生機オペレータに選定した。選定結果は、2017年7月20日の運営委員会において、承認された。

• 2017年4月7日	：	DOEからの推薦4企業に対して、本事業概要、仕様書、企画書フォーム（表3-11参照）のメール送付
• 2017年4月17日	：	応募締切（オーロラ社及びウェステック社の2社が応募）
• 2017年4月18～27日	：	面談及びサイト確認
• 2017年4月28日	：	選定基準に基づく採点結果（表3-12参照）に基づき、オペレータの決定（オーロラ社：46点、ウェステック社：50点で、ウェステック社に決定）

表3-11：再生機オペレータの企画書フォーム記載項目

一般情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>組織図 ※技術的な体制、会社の窓口としてコミュニケーションを十分に図ることのできる組織体制を有しているか確認する目的。</li> <li>配送センターの住所、機能、人員体制</li> <li>本事業の実施体制</li> </ul>
敷地、設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>再生機材の設置場所（住所、敷地内の図面、面積、電力配線）</li> <li>酸度・湿度分析機の所有の有無、及び所有しない場合の購入意思</li> <li>冷媒充填装置の保有の有無</li> </ul>
業務遂行能力	<ul style="list-style-type: none"> <li>担当する冷媒技師の経験年数（DOEのトレーニング受講の有無）</li> <li>独自のフロンガス回収ネットワークの有無</li> <li>過去のフロンガス回収実績（冷媒種類、量、回収元）</li> <li>過去のフロンガス再生実績（冷媒種類、量、販売先）</li> <li>回収容器の管理の有無（ある場合は、その管理方法）</li> </ul>
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>フロンガス回収計画（冷媒種類、量、方法）</li> <li>再生したフロンガスの販売計画（冷媒種類、量、方法）</li> <li>回収機の運用計画（何台管理可能か、管理方法）</li> <li>実証活動で指定されるモニタリング項目のモニタリング及び月次報告（JICA調査団から要請があれば随時報告）の可否</li> <li>回収機オペレータへの回収費用の支払代行の可否</li> <li>機材の受け取り（コンサイニー）、GST、通関費用等の一時立て替えの可否</li> <li>普及セミナーでの視察対応の可否</li> <li>ユーティリティコスト負担の可否</li> <li>貸与機材の使用・管理方法に関するトレーニングの受講意思</li> <li>サイト準備費用負担の可否</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>アピール可能な特記事項</li> </ul>

出典：JICA調査団

表 3-12 : 選定基準及び採点結果

No	Item	Remarks	Score	Aurora	Westech
			60	46	50
<b>1.</b>	<b>Site Conditions for Installing the Facilities</b>		12	6	12
(1-1)	Sufficient space for facility which requires 75 m <sup>2</sup> (15 m × 5 m) with 2.5 m height on the ground floor.	必須事項	4	3	4
(1-2)	Sufficient working space & safety measures for operation	必須事項	4	1	4
(1-3)	Sufficient space for container installation.	必須事項	4	2	4
<b>2.</b>	<b>Required facilities</b>		12	9	10
(2-1)	A filling machine(s) of refrigerants at the premise.	必須事項	3	3	3
(2-2)	Water content measuring machine at premise.	必須事項	3	3	3
(2-3)	Acidity measure at premise		3	1	1
(2-4)	A laboratory for analyzing gas		3	2	3
<b>3.</b>	<b>Fluorocarbons recovery and reclamation experiences</b>		9	9	7
(3-1)	Fluorocarbons collection and reclamation experiences		3	3	2
(3-2)	Fluorocarbons reclamation amount (HCFC)		3	3	3
(3-3)	Number of returnable cylinders		3	3	2
<b>4.</b>	<b>Implementation</b>		21	16	17
(4-1)	Strong intention for the project		3	3	3
(4-2)	Number of the staff		3	2	3
(4-3)	Number of refrigerant technicians / engineers certified by DOE		3	3	1
(4-4)	Number of distribution (collection) centers		3	3	1
(4-5)	Collection center management (own management or outsourcing)		3	1	3
(4-6)	Implementation framework of this project within your company and company network		3	3	3
(4-7)	Current clear payment options for reclamation of collected fluorocarbons and sales of reclaimed fluorocarbons		3	1	3
<b>5.</b>	<b>Business</b>		6	6	4
(5-1)	Business passion		3	3	3
(5-2)	Experiences to provide awareness raising/education for customers, CSR		3	3	1

出典 : JICA 調査団

■ 選定結果について：

ウェステック社、オーロラ社ともに再生機オペレータとしての素養を備えており、評価は拮抗したが、敷地面積が広く作業スペースが十分に確保できていた点、実証活動において回収機オペレータが持ち込む回収ガスに対して、実質的な買取りに相当するインセンティブの付与をコミットした点で、ウェステック社が高い評価を得たことが、最終判断に繋がった。

特に、HCFCの大气放出を禁止する法改正スケジュールが大幅に遅延し、法改正の施行が実現しない中で実証活動を実施するにあたり、ユーザーからの回収費用の徴収が極めて困難であることが予想された。この状況において、再生機オペレータが実質的な回収ガスの購入をコミットしたことは、今後の回収・再生・破壊事業の持続的な運用において、大きな意味を持つと評価した。

2017年7月20日に、DOE及びJICAの立会いの下、再生機オペレータとして選定されたウェステック社と太洋商事とで、機材の運用にかかる合意書の調印式を行った。



再生機オペレータ調印式（2017年7月）

左から Mashitha 課長（DOE）、Joyce マネージャー（ウェステック社）、堀代表取締役（太洋商事）、角氏（JICA マレーシア）

### 回収機オペレータの選定

MACRAの年次総会及びメールを通じて公募通知を行い、応募のあった16社から、回収機オペレータの要件でスクリーニングを行った上で、「技術」、「コミュニケーションスキル（言語）」、「環境配慮志向のユーザーや大企業とのネットワーク」、「動機／意欲」の5つの観点から評価を行い、実証活動の成果が見込める可能性が高いと評価された10社を選定し、DOE及び運営委員会の承認を得た。

なお、不誠実なオペレータの対応があった場合のリスクヘッジとして、本調査団とオペレータとの間で結ぶ合意書には、実証期間中であっても、不適切な対応があった場合、本調査団はオペレータに対して機材の即時返却を求めることを可能とする項目を含めた。

■ 回収機オペレータの要件：

<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 冷凍空調機のメンテナンス業務に従事していること。</li> <li>・ R22 (HCFC) 及び/もしくは R134a (HFC) の取り扱いがあること (オゾン層破壊物質である R22 を優先)。</li> <li>・ 再生機オペレータの回収センター (シャアラム、ペナン) からアクセスのよい立地であること。</li> <li>・ 本実証活動への参画に関する合意書の内容に同意すること。</li> </ul>
--

表 3-13：回収機オペレータとの合意書の概要

項目	内容
対象期間	機材の貸与開始日から 2019 年 4 月 <sup>22</sup>
貸与機材リスト	回収機：1 台、10 kg 回収容器：5 本
貸与条件	全ての機材は、本実証事業の実施のみに使用される。実証活動中に機材の紛失・損壊があった場合で、それまでに実証活動の実施内容を適切に実施されていない場合、太洋商事は回収機オペレータに弁償を求めることがある。
機材の返還	実証期間終了時点、もしくは太洋商事が機材の返還を求めた場合には、直ちに機材を返還すること。
実証活動終了後の扱い	実証期間終了後に、オペレータが実施内容を適切に遂行した場合、同オペレータが事業終了後も継続して機材の運転を継続することを運営委員会が承認するよう、太洋商事は運営委員会宛に推薦文を提出する。
免責事項	実証期間内に機材の使用において発生した損害や事故に関して、太洋商事及び JICA は一切の責任を負わない。
実施内容	<p>&lt;回収対象ガス&gt; R22 及び R134a</p> <p>&lt;最低回収量&gt; 実証期間中に R22 と R134a の合計で 500 kg</p> <p>&lt;モニタリング項目&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実証活動向けのモニタリングフォーム (複写式伝票) に基づき、必要情報を記入し、定められた主体に提出する (詳細は「(4-2) 実証活動の実施とデータ収集結果」、p.66 参照)。</li> </ul> <p>&lt;インセンティブ&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <u>回収インセンティブ (再生機オペレータによる支払)</u>：再生機オペレータへ持ち込んだ回収ガスのうち再生ガス量が 1,000 kg に達するまでは、再生機オペレータが再生量 1 kg に対して 2RM を支払う。1,000 kg 達成以降は、回収業者と再生機オペレータの両者の交渉の基づき、異なる形態でのインセンティブが検討される。</li> <li>・ <u>回収インセンティブ (本事業予算からの支払)</u>：再生機オペレータへ持ち込んだ回収ガスのうち再生ガス量が 500 kg に達するまでは本事業から再生量 1 kg に対して 2RM をインセンティブとして支払う。</li> <li>・ <u>再生ガス購入ディスカウント</u>：自社が持ち込んだガスの再生量に相当する再生ガスを新品ガスの市場価格の 8 割の価格で再生機オペレータから購入可能。</li> <li>・ 2 名の冷媒技師に対するハンズ・オン・トレーニングの無償提供 (必要に応じてフォローアップあり)。</li> </ul>

出典：JICA 調査団

<sup>22</sup> 当初の本事業終了月 (その後、契約変更により、事業終了時期は 2019 年 4 月に変更)

■ 選定プロセス：

以下のプロセスで、10社の回収機オペレータを選定した（9社がシャープアラム近隣、1社がペナンに立地）。選定結果は、2017年7月20日の運営委員会において、承認された。

なお、Aqua Green Tech社については、選定要件に含めていた実証期間中500kgの回収について、明確な達成見込みは示されず努力目標とするとの回答であったが、環境配慮志向の高い日系企業とのネットワークを有するという強みとの兼ね合いが論点となった。最終的には、回収機を自社で7機所有し、回収ネットワークも既に構築できているD社との比較となったが、D社は既に多数の回収機を有しており、自前の回収機で本実証活動への参画可能である一方、Aqua Green Tech社は潜在的な回収量及び業界へのインパクトを持ちうる可能性はあるが、そのノウハウがなく実施できていない状況にあり、本事業を通じた能力強化の意義が大きいと考えられたことから、Aqua Green Tech社を選定した。

• 2017年5月25日	： MACRAの年次総会にて公募予告を実施（参加者 約100名）
• 2017年6月1日	： MACRAのメーリングリスト及びMACRAメンバー以外で関心のありそうな団体へのメールによる公募情報の送付
• 2017年6月16日	： 応募締切（締切内に14社、締切後に2社が応募）
• 2017年7月3~7日	： 個別面談の実施
• 2017年7月7日	： MACRAとJICA調査団にて、5つの評価観点から10社をオペレータとして決定

表 3-14：回収機オペレータの申請フォーム記載項目

基本情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 住所、電話、担当者連絡先</li> <li>• 企業概要及び業態</li> <li>• 人員体制：従業員数、冷媒技師数、DOE認定の冷媒技師数</li> <li>• 主要顧客のセクター</li> <li>• 取扱機器の規模</li> <li>• 回収対象冷媒</li> </ul>
フロン回収	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 回収機所有数</li> <li>• 回収容器所有数</li> <li>• 冷媒回収経験の有無、（経験有の場合は）目的と再生の有無</li> <li>• 実証期間中の冷媒種別回収見込み量</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 実施計画の概要</li> <li>• 仕様書（案）への同意の有無</li> <li>• アピール可能な特記事項</li> </ul>

出典：JICA調査団

表 3-15 : 選定された回収機オペレータ

	会社名/所在地	取扱冷媒	500 kg 達成 の可否	回収機 所有数	DOE 認定者	主な事業	選定根拠/ 特記事項
1	Aqua Green Tech Sdn Bhd/シ ャーアラム	R22, R410A	努力目標	0	有	事業者/家庭向け 空調機の保守修繕	500 kg 達成は努力 目標だが、環境配 慮志向企業とのネ ットワークが強い
2	Blueaire Services Sdn Bhd/シ ャーアラム	R22, R410A	達成可能	0	無	事業者/家庭向け 空調機の保守修繕	必須要件合致
3	Cooling Innovation Sdn Bhd / プチョン <sup>23</sup>	R22, R410A, R134a	達成可能	1	有	事業者/家庭向け 空調機の保守修繕	必須要件合致
4	Ener-Save Sdn Bhd/シャーア ラム	R22, R410A	達成可能	1	有	HCFC から炭化水 素冷媒への転換	必須要件合致 回収見込み及び環境 意識が高い
5	Seimei Engineering (M) Sdn Bhd /シャーアラム	R22, R410A	達成可能	2	有	事業者/家庭向け 空調機の保守修繕	必須要件合致 回収スキルが高い
6	CK Wong Electrical Services Sdn Bhd/シャーアラム	R22, R410A	達成可能	0	有	事業者/家庭向け 空調機の保守修繕	必須要件合致
7	Gain Twin Engineering Sdn Bhd /シャーアラム	R22	達成可能	1 (古い)	無	冷凍空調機の販 売、保守修繕	必須要件合致
8	Lesota Sdn Bhd/ペナン	R22, R134A	達成可能	1	有	産業向け冷凍空調 機の保守修繕	必須要件合致、 ペナン州での回収 着手に貢献
9	S.M.A.R.T. Parts and Services Sdn Bhd/シャーアラム	R22	達成可能	4	無	産業向け空調機の 保守修繕	必須要件合致 回収見込量が高い
10	Zofar Mechanical & Electrical Engineering S/B/シャーアラ ム	R22, R410A	達成可能	0	有	事業者/家庭向け 空調機の保守修繕	必須要件合致

出典：JICA 調査団

表 3-16 : 不採択事業者の概要

	応募者	取扱冷媒	500 kg 達成 の可否	回収機 所有数	DOE 認定者数	主な事業	不採択理由
1	A 社	R410A	可能性低い	0	無	新規空調機の保障期 間中の保守修繕	ガスが対象外、回収見込 みの低い業態
2	B 社	R32, R410A	不可能	2	有	グループ会社のトレ ーニング	ガスが対象外、回収機使 用目的が不適
3	C 社	R134a	達成可能	7	無	チラーの販売及び保 守修繕	ガスが R134a のみ、回収 機を多数有し本事業のイ ンパクトが低い
4	D 社	R12, R22 R134a	達成可能	0	無	冷凍機、冷凍倉庫、 チラーの保守修繕	実施意欲が低い
5	E 社	-	-	-	-	-	面接後に辞退
6	F 社	-	-	-	-	-	面接後に辞退

出典：JICA 調査団

<sup>23</sup> シャーアラムに隣接する地域



活動に関する回収機オペレータとの質疑  
(2017年7月)



回収機オペレータ調印式  
(2017年7月)

## 2) オペレータの評価基準の設定

実証活動におけるオペレータの評価基準は、以下に挙げる実施事項の達成とした。最終評価で基準を満たすことが認められたオペレータは、実証事業終了後に、機材の譲受を受け、機材を継続利用する権利を得られることをオペレータに説明して実証活動を開始した。なお、回収機オペレータに対する最終評価基準は、当初、「500 kg の回収」のみであったが、実証活動を実施する中で、小規模設備を主な対象とする回収機オペレータにとり、基準達成のハードルが極めて高いことが把握されたことから、第二回運営委員会において、「500 kg の回収」か「12 回の冷媒回収<sup>24</sup>」のいずれかを選択できるよう変更した（「第二回運営委員会」、p. 105 参照）。

表 3-17：オペレータの評価の時期と基準

評価時期	評価基準	
	再生機オペレータ	回収機オペレータ
中間評価 (第二回運営委員会)	合意書記載項目の実施 ・持込み冷媒の受付け	50 kg の冷媒回収
最終評価 (第三回運営委員会)	・回収ガスの計測・記録 ・再生向けガスの再生 等	500 kg、もしくは 12 回の冷媒回収 (マニフェストの提出数で評価)、及び その他の合意書記載項目の実施

出典：JICA 調査団

## 3) 実証活動の実施方法

実証活動の実施方法の詳細については、本事業終了後も継続可能な方法としなくてはならないため、本調査団のみで決定せず、ステークホルダーの意見を重視し、2017年7月6日の検討会（23名参加）で十分な議論を経た後、練り上げた最終案に対して、2017年7月20日の運営委員会にて承認を得た。実施方法の詳細は以下のとおりである。

<sup>24</sup> 月に1回程度を目安として設定。



## 回収対象

ガス回収は、工場、モール、病院、ホテル、冷凍倉庫等の空調機器を使用するユーザーを対象として行う。

## 回収業者

ガス回収は、回収機オペレータによる実施を主とするが、回収機オペレータ以外でも、回収に必要な機材（回収機と冷媒容器）を所有し、回収ガスを再生機オペレータに持ち込むことを希望する事業者からの回収ガスの引受けも可能とする。このような、実証活動において回収ガスの持ち込みを行う回収機オペレータ以外の事業者を「外部回収業者」とする。また、回収機オペレータと外部回収業者を併せた事業者の呼称を「回収業者」とする。

外部回収業者は、回収機オペレータと異なり、所定のフォームに対するモニタリングの義務は発生しない。一方で、回収機オペレータに適用されるインセンティブの付与についても、適用外となる。持ち込み条件については、ウェステック社との個別の交渉という位置づけとした。

## 回収ガスの引受け条件

以下の項目に当てはまる場合には、ウェステック社の判断で、外部回収業者からの持ち込みガスの受け取りを拒否できる取り決めとした。

- 回収用でない使い捨て冷媒容器の改造容器を持ち込みした場合（高圧ガスを取り扱うため、安全性の確認できない容器の取り扱いが危険であるため）
- 持ち込みガスの品質が極度に悪い場合（ただし、破壊量 2 トン分までは本事業予算で破壊費用をカバーするため、2 トンまでは受け取り拒絶は行わない）。



使い捨て冷媒容器に冷媒再充填用の充填口を取り付けた改造容器  
(2017年5月)

## 回収・再生・破壊の作業フロー／費用負担主体

- i) 回収業者がユーザーからガスを回収し、回収したガスを回収センターまで輸送  
[回収・輸送費] ユーザー及び再生機オペレータ負担<sup>\*1</sup>（事業予算で一部負担<sup>\*2</sup>）
- ii) 再生機オペレータが回収業者から回収センターにてガスを引受ける。

[引受費] 再生量に対して買取<sup>※1</sup>（再生機オペレータが負担）

iii) 再生機オペレータが回収センターから再生プラントまで回収ガスを輸送する。

[輸送費] 無償（再生機オペレータが負担）

iv) 再生機オペレータが再生プラントで回収ガスの分析を行い、再生可能なガス（純度 98% 以上）は再生し、再生後のガスを販売する。

[再生費] 無償（再生機オペレータが負担）

[販売益] 再生機オペレータが取得（新品の市場価格の 2/3 の価格で回収機オペレータに販売：回収機オペレータに対する割引インセンティブ）

v) 再生不可能な品質のガスは再生機オペレータが外部に委託して、破壊向けガスとして破壊プラントまで輸送の破壊処理を実施。

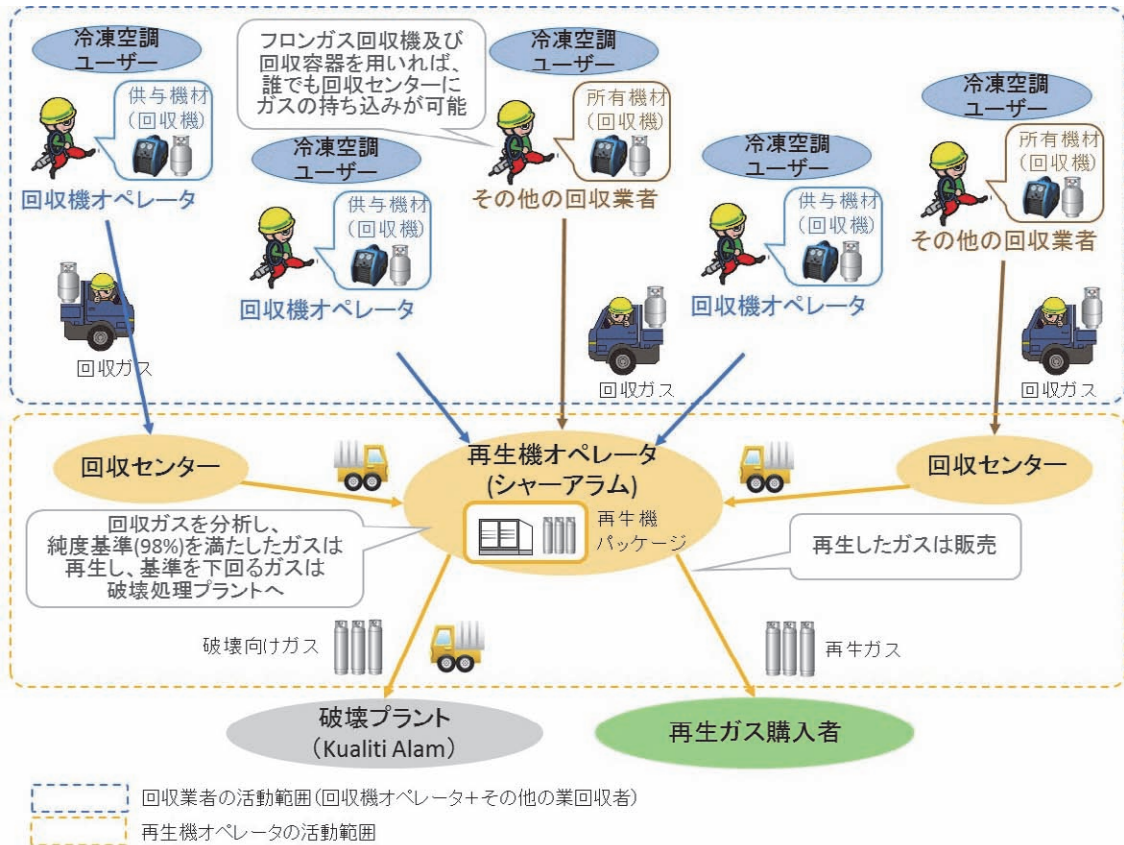
[輸送費] 2 トンまでは事業予算で負担<sup>※3</sup>

[破壊費用] 2 トンまでは事業予算で負担<sup>※3</sup>

※1：再生機オペレータは、回収機オペレータあたりの再生ガス量が 1,000 kg に達するまでは、再生ガス量 1 kg に対して RM2 の支払いを行い（回収インセンティブ）、1,000 kg 達成後は、他の形態でのインセンティブを付与する。

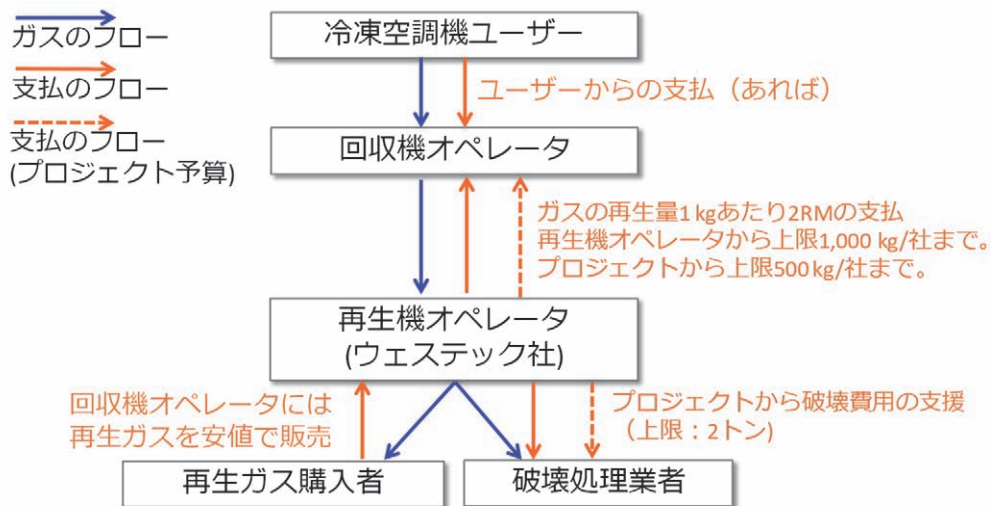
※2：回収業者は、回収及び輸送費用をユーザーからの徴収と再生機オペレータからの支払、及び、後述する再生ガスの割引購入によって、自立的に回収事業を実施していくことが前提となるが、実証活動開始時点で法改正の施行が実現していないことから、ユーザーからの費用徴収は容易ではないと考えられる。そのため、再生ガス量が回収機オペレータあたり 500 kg に達するまでは、本事業の予算から回収業者へのインセンティブ（再生ガス量 1 kg に対して RM2）を付与することとした。

※3：2 トンまでは事業予算で負担し、2 トンを超えた分は別途協議して決めることとした。



出典：JICA 調査団

図 3-1：実証活動のイメージ



出典：JICA 調査団

図 3-2：実証活動におけるガスと支払の流れ

## 再生／破壊の仕分け基準

太洋商事の日本でのオペレーションでは、純度が99.8%以下の回収ガスは破壊向けとして仕分けている。一方、マレーシアでは低いグレードの新品冷媒は98%の純度<sup>25</sup>で販売されていることから、本調査団とウェステック社とで協議した結果、本実証活動における、再生向けと破壊向けの冷媒純度の仕分け基準は、98%とした。

なお、本事業で導入する再生機は、蒸留分離機能がないため、再生機に投入する冷媒に、他の種類の冷媒が混入している場合、それを分離することはできない。つまり、仮に98%の純度の冷媒の純度を上げたい場合には、より純度の高い同種の冷媒と混合させることでしか純度を上げるしか方法がない<sup>26</sup>。そのため、回収作業においては、他のガスの混入を発生させないよう細心の注意を払う必要がある。

## 再生効率の設定

回収機オペレータに対する回収インセンティブの支払いは、回収量ではなく、再生量に対して行うため、回収機オペレータへの支払額の算定には再生効率の決定が必要となる。再生効率は各回収機オペレータによる持ち込み量ごとに特定できることが望ましいが、本事業で採用する基本的な再生プロセスでは、持ち込まれた回収ガスは小型の冷媒容器（10 kg）から大型の冷媒容器（100 kg）に移されてから再生機に投入される。そのため、再生プロセスで計量が可能な再生効率は、大型冷媒容器に関するものとなり、個々の持ち込み冷媒に対する再生効率の特定が困難である。そのため、本事業では、支払計算に用いる再生効率のデフォルト値を事前に設定して実証活動を行うこととした。

回収したフロンガスに含まれる不純物には、潤滑油等の油分、金属分、空気、酸分、水分、そして、他の冷媒の混入等が考えられるが、このうち、油分、金属分に関しては、液体、固体として、回収容器内の下方に溜まっているため、ガス分析機で表示される不純物には含まれず、分析機で表示される不純物に含まれるのは、空気、酸分、水分、他の冷媒の混入分となる。したがって、回収容器の中の50%が油分だったとしても、ガスの組成が100%純度ということがありうる。また、油分は、ガス再生後、そのまま回収容器の中に残るため、油分が混入していても、そのまま再生機にかけ、最後に容器内に残った油を除去するという方法をとる。また、回収で用いる小型の冷媒容器（10 kg）から再生用の大型冷媒容器（100 kg）へ冷媒を移し替える工程では、小型の冷媒容器内の気体状の冷媒の全てを移し替えることは不可能であり、必ず容器内に残る冷媒がロスとなる。そのため、再生向けに仕分けられた回収容器から再生可能なガス量は、以下の算定式で計算される。

$$\text{再生ガス量 (kg)} = \text{回収ガス量 (kg)} \times (1 - \text{油分量}) \times (1 - \text{ロス分})$$

再生効率 (%)

<sup>25</sup> 回収機オペレータへの聞き取りによると、新品冷媒でも純度が98%以下の場合もある。

<sup>26</sup> 冷媒以外の不純物により純度が低い場合には、再生によって純度が上昇することがある。純度の低い新品冷媒の純度が、再生機を通すことで上昇するのはこのような不純物の除去による。

本調査では、油分量については、マレーシアにおける回収ガスの純度や油分量を計測すべく、2017年5月24日に約20サンプルに対して実測を行った結果、家庭用のエアコンからの回収ガスには3～5%、チラーからの回収ガスには5～8%の油分が含まれていた（油内に溶存する冷媒分も含む）。これらのサンプルに対するロス分も含めた再生効率（回収ガスからの再生ガス回収率）は、ウェステック社の集計により、平均がおよそ80%となったことから、本実証活動ではこの数値を採用することとした。

### 再生効率の見直し

実証活動終了後、実績に基づく再生効率を検証した結果、本実証活動における実際の再生効率は95%であることが判明した。そのため、最終的な回収インセンティブの支払いは、再生効率を95%として行うことで、ウェステック社、及びC/Pと合意した。（「iii」再生効率」、p.74 参照）

### 4) 記入フォーム

実証活動では、回収機オペレータ及び再生機オペレータの活動について、3種類の記入フォームおよび、それらを管理するための電子フォームを用いて、実証データの収集及び記録を行った。外部回収業者に対しては、フォームへの記入は求めなかったが、再生機オペレータで引受けたガスの情報について再生機オペレータで電子フォームに記録し、実証データとしての分析対象とした。

#### フォーム1

- 形態：3枚の複写式伝票
- 記入者：（黒字項目）回収機オペレータ，（赤字項目）再生機オペレータ
- 保管者：（1枚目）ユーザー，（2枚目）回収機オペレータ，（3枚目）再生機オペレータ

1枚目：ユーザー保管用

2~3枚目：回収機／再生機オペレータ保管用

Left Screenshot (User Copy):

- ユーザー(回収元)情報
- 回収機オペレータ情報
- 回収ガス/容器情報
- フロンガス回収意義等のユーザー向け案内 (印刷部分)

Right Screenshot (Operator Copy):

- ユーザー情報
- 回収機オペレータ情報
- 回収ガス/容器情報
- 回収情報
- 機材故障有無/自由記載
- 受取署名

#### フォーム2

- 形態：2枚の複写式伝票
- 記入者：（黒字項目）回収機オペレータ，（赤字項目）再生機オペレータ



- ・ 保管者：（1 枚目）回収機オペレータ，（2 枚目）再生機オペレータ


Original for RMO Form 2: Summary of Used Fluorocarbon Gas

Recovery Entity Info		Date of Delivery	
Company Name		DD/MM/YYYY	
Company (shop)		Person in charge	

Cylinder No.	Refrigerant Type / Weight recorded by the recovery entity			Acknowledgment requested	Weight of reception
	R22	R134a	Other	Y / N	kg
	R22	R134a	Other	Y / N	kg
	R22	R134a	Other	Y / N	kg
	R22	R134a	Other	Y / N	kg
	R22	R134a	Other	Y / N	kg

Recovery Entity Info		Recovery collection number		Person in charge	
Watech Chemicals Sdn Bhd No.1, Jalan Pelanduk 23/7, 43300, Serdang Alam, Selangor, Darul Ehsan Tel: 03-9243 2622 Email: watech@watech.com.my		<input type="checkbox"/> Bulk Alarm <input type="checkbox"/> Parking <input type="checkbox"/> John Bahru		Signature	

This is a form of the 'Used Project of Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Creation of Fluorocarbon Recyclable Industry that Contributes to Ozone Layer Protection'. Email: jica@watech.com



回収機オペレータ情報記入欄

回収ガス／容器情報記入欄

受取署名欄

### フォーム 3

- ・ 形態：電子フォーム（PDF）
- ・ 記入者：再生機オペレータ
- ・ 保管者：再生機オペレータから回収機オペレータにメール送付

Form 3: Analysis Result and Payment Calculation

Recovery Entity Info		Date of Delivery	
Company Name		DD/MM/YYYY	

<Analysis Result of Refrigerant>

No.	Cylinder No.	Refrigerant Type	Weight	Analysis Result	Good to Recycle	Reclaimed amount	Acknowledgment
1		R22		R22: % R134a: % Other: %	<input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> No	kg	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
2		R22		R22: % R134a: % Other: %	<input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> No	kg	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
3		R22		R22: % R134a: % Other: %	<input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> No	kg	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
4		R22		R22: % R134a: % Other: %	<input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> No	kg	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
5		R22		R22: % R134a: % Other: %	<input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> No	kg	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No


Reclaimed amount is calculated "weight x purity (%)" assuming XX % of oil is contained on average.

Analysis Info		Analyzed by (Name)	
		DD/MM/YYYY	

<Payment Calculation>

Refrigerant Type	A. Reclaimed amount	B. Unit Price	C. JICA incentive	Payment Amount A + (B+C)
R22	kg RM2.00/kg	RM /kg	RM	RM
R134a	kg RM2.00/kg	RM /kg	RM	RM
Eligibility for JICA incentive <input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> No				
Total				RM
Total Amount of Reclaimed Gas				kg
Accumulated Amount of Reclaimed Gas				kg
Reduction of GHG (Greenhouse Gas) Emission				kgCO <sub>2</sub> equivalent

This is a starting form of the 'Used Project of Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Creation of Fluorocarbon Recyclable Industry that Contributes to Ozone Layer Protection'. Email: jica@watech.com



回収機オペレータ情報記入欄

フロンガスの分析結果記入欄

分析者署名欄

支払額・根拠記入欄・CO<sub>2</sub>削減量

### 電子フォーム

再生機オペレータは、フォーム 1~2 の内容を電子フォーム（エクセル）に記入し、自動計算された支払情報に基づき、フォーム 3 を作成する。電子フォームには、その他のオペレーション情報も全て記録する。

## 5) 回収にかかる実証データの収集方法

- i) データ記入[1]: JICA 調査団で作成し、事前に配布するフォーム 1 (3 枚の複写式伝票) 内の記入欄に、ガス回収時に回収機オペレータが以下の必要情報を記入。一枚をユーザー (回収元) に控えとして渡す。
- (ア) ユーザー (回収元) 情報 (社名、電話番号、ガスの再生量に関する確認書発行の希望の有無)
  - (イ) 回収機オペレータ情報 (社名、回収日時、担当者署名)
  - (ウ) 回収ガス/容器情報 (回収容器番号、冷媒名、回収前後の容器重量)
  - (エ) 回収理由 (メンテナンス、空調機器更新、ガス交換等)
  - (オ) 回収情報
    - 回収元からの回収費用支払の有無
    - 設備情報 (チラー、空調機器、その他)
    - 回収に要した時間 (作業開始時間、作業完了時間)
    - 作業員 (作業員名、ハンズ・オン・トレーニングへの参加有無※)  
※フォーム記載内容及びガス純度等からフォローアップ・トレーニングの必要性を判断するため
  - (カ) 機材故障有無 (回収機、冷媒容器の不具合の有無)
  - (キ) 自由記述欄
- ii) データ記入[1-2]: 回収センターもしくは再生プラントでのガス引受時に、回収機オペレータが持参するフォーム 1 (複写式伝票) に再生機オペレータが以下の必要情報を記入する。
- (ア) 引受日
  - (イ) 受取者署名
- iii) データ記入[2-1]: 回収機オペレータは、回収センターもしくは再生プラントへのガス持ち込み時に、フォーム 2 (2 枚の複写式伝票) に以下の必要情報を記入し、再生機オペレータに渡す。
- (ア) 回収機オペレータ情報 (会社名、持込み日、担当者名)
  - (イ) 持込みガス情報 (回収容器、冷媒名、ガスの再生量に関する確認書発行の有無)
- iv) データ記入[2-2]: 再生機オペレータは、回収センターもしくは再生プラントへのガス引受け時に、フォーム 2 (2 枚の複写式伝票) に以下の必要情報を記入し、控えを回収機オペレータに渡す。
- (ア) 引受け量 (回収機オペレータの立会いの下、計測)
  - (イ) 引受けセンター名
  - (ウ) 担当者署名

- v) 分析結果の作成及び送付：回収センターで引き受けたガスは再生プラントまで輸送する。ガス分析を再生プラントで行い、分析後、再生機オペレータがフォーム3に、分析結果及び支払に関する以下の必要情報を記入し、回収機オペレータにメールで発送する。
  - (ア) 品質分析結果（回収容器番号、冷媒名、引き受け量、再生の可否、再生量、ガスの再生量に関する確認書発行の有無）
  - (イ) 分析情報（分析日、分析者署名）
  - (ウ) 支払情報（再生量、インセンティブ支払額、再生量、累積再生量、CO<sub>2</sub>削減量）
- vi) 回収機オペレータへの支払い：引き受けたガスの再生後、あるいは破壊向けガスとして仕分け後、フォーム3に基づき、回収業者への支払いを銀行振り込みで行う（振込代金は、送金記録に基づき、JICA調査団が精算）。
- vii) 回収元への確認書の発行：フォーム1で確認書の発行を希望した回収元に対し、再生機オペレータが再生量、破壊量を記した証書を発行する。
- viii) 回収機オペレータへの証書の発行：実証活動の終了時に、回収機オペレータに対し、実証期間中の回収量、再生量、破壊量を記した証書を発行する。

#### 6) 再生機オペレータによる再生にかかる実証データの収集方法

- i) 引き受けたガスを再生プラントで再生する際、再生機オペレータが以下の必要情報を記入する。
  - (ア) 事業者リスト：社名、所在地、担当者連絡先、等を事業者リストとして作成する。
  - (イ) 再生ガスの品質：再生機オペレータが回収容器ごとに再生後のガスの品質を記録する。
  - (ウ) 分析結果：分析日、純度、再生の有無、再生量、累計再生量、CO<sub>2</sub>削減量、破壊仕向け量を記録する。
  - (エ) 販売額の記録：再生機オペレータが再生ガスの販売単価と販売量を記入する。
  - (オ) 販売先業種の記録：再生機オペレータが販売先の業種を記録する。
  - (カ) 回収業者（回収機オペレータ、オペレータ以外の業者）への支払額：送金先業者名、及び送金額、送金日を電子データとして記した送金記録、証票のスキャンデータの保管。
  - (キ) データ電子化：複写式伝票を再生機オペレータが保管し、伝票番号と照合できる形で電子データ化（エクセルデータ化）し、再生機オペレータから JICA 調査団にメール送付。
- ii) 再生機オペレータは、再生プラントの稼働及びスタッフの作業にかかる以下の必要情報を稼働日ごとに記録・保管し、JICA調査団にメールで送付する。



- (ア) 人件費：担当者名、実施作業分類（選択式）、作業開始時間、作業終了時間を記録する。
- (イ) 再生プラント稼働情報：担当者名、稼働開始時間、稼働終了時間、回収容器番号、冷媒名、再生ガス量、油分含有量を記録する。
- (ウ) 破壊処理施設への輸送にかかった所要時間をログブックに記録する（輸送に伴う人件費に相当する情報）。（毎回）

## （4-2）実証活動の実施とデータ収集結果

### 1) 実証活動期間

実証活動は、2017年7月24日から2018年8月31日までの約13ヶ月間としたが、一部の回収機オペレータの達成状況を鑑み、救済措置として実証活動期間を延長し、譲与先としての評価を2018年11月15日までの活動状況で判定することとした（「2018年8月末時点の評価基準達成状況」、p.67参照）。

### 2) 回収業者（回収機オペレータ及び外部回収業者）の活動結果

#### i) オイルセパレータの配布

回収ガスに含まれる油分量に関しては、日本とは異なる状況は推測されたものの、実際に回収を開始してみなければわからない不確定要素であった。実際には、想定範囲内ではあったものの、日本では通常想定されない水準の油分を含むサンプルも存在した。油分量が多い場合、回収容器内を油分が占め、輸送効率が悪くなることに加えて、再生機のフィルターを汚し、フィルター交換頻度や再生品の品質を低下させる要因にもなりうる。そのため、太平洋商社の判断（費用自己負担）で、現地適合化の一環として、本事業では、回収機オペレータに回収時に使用するオイルセパレータの追加配布を行った。

オイルセパレータを配布後、再生機オペレータであるウェステック社からは、回収ガスに含まれる油分量が激減した旨の報告を受けた。



油分量分析試験（1）  
（2017年5月）



油分量分析試験（2）  
（2017年5月）

## ii) CSTP 認定と実証活動参加一時停止の通告

実証活動開始後、選定した回収機オペレータにマレーシアの「環境質(冷媒管理)規制(PU(A) 451/1999)」で規定される DOE 認定(CSTP) 技師を擁しない業者が含まれていることについて、DOE から指摘を受けた。調査の結果、10 社のうち、Blueaire Services Sdn Bhd、Gain Twin Engineering Sdn Bhd、S.M.A.R.T. Parts and Services Sdn Bhd の 3 社に、DOE による認定者が不在であることが判明したことから、2017 年 9 月 19 日に回収機オペレータに対して説明会を開き、認定非取得者については、早期の認定取得を求めるとともに、認定者のいないオペレータは認定取得まで実証活動の参加を停止する旨、通告した<sup>27</sup>。

また、実証活動に従事する冷媒取扱技師の認定取得を担保することに加えて、DOE が取組む認定取得の促進に貢献するべく、2017 年 10 月に MACRA が開催した講習に限定して、既に DOE 認定者のいる回収機オペレータも含め、一社につき最大 4 名まで、JICA 調査団として、回収機オペレータに関しては認定に必要な講習受講費用の半額を支給することとした。その結果、認定取得者を擁しない上記 4 社の冷媒取扱技師 13 名に加え、Ener-save 社から 4 名、ウェステック社からのエントリー 2 名を含む、本事業内で 18 名<sup>28</sup>が新たに CSTP 認定を取得した。



CSTP 認定講習 (17 名が参加)  
(2017 年 10 月)



CSTP 認定講習 (17 名が参加)  
(2017 年 10 月)

## iii) 活動結果

### 2018 年 8 月末時点の評価基準達成状況

当初の実証活動終了予定日であった 2018 年 8 月 31 日時点で、回収機オペレータに課した実証期間中の評価基準(「500 kg の回収」もしくは「12 回の回収」)を達成した回収機オペレータは、オペレータ全 10 社のうち、半数の 5 社のみにとどまった。

<sup>27</sup> HCFC の規制が実施されていないマレーシアでは、厳密には HCFC の取扱いに関する CSTP の義務付けについての法的根拠はないと考えられるが、DOE の求めに応じて実証活動に参加するすべてのオペレータの CSTP 取得を義務付ける判断とした。

<sup>28</sup> 18 名中 15 名に受講費用の半額を支給した。

表 3-18 : 2018 年 8 月 31 日時点の回収機オペレータの目標達成状況

	回収機オペレータ名	回収量 (kg)	回収回数	達成状況	事業前の回収機の所有
1	Aqua Green Tech	4.1	3 回	未達	なし
2	Blueaire Services	68.7	8 回	未達	なし
3	CK Wong Electrical Services	52.7	6 回	未達	なし
4	Cooling Innovation	196.5	14 回	達成	あり
5	Ener-Save	351.6	13 回	達成	あり
6	Gain Twin Engineering	57.4	6 回	未達	なし
7	Lesota	655.7	2 回	達成	あり
8	Seimei Engineering (M)	223.2	14 回	達成	あり
9	S.M.A.R.T Parts and Services	581.5	5 回	達成	あり
10	Zofar Mechanical & Electrical Engineering	68.4	3 回	未達	なし

出典：JICA 調査団

目標を達成した 5 社は、比較的大規模の設備のメンテナンスを行う事業者であり、本事業の実施以前より回収機を所有していたのに対し、目標未達の 5 社は、比較的小規模の設備を対象とする本事業で初めて専用の回収機を使用し始めた会社であった。本実証活動では、産業の実態を把握するために、意図的に対象設備規模の大小、回収機所有の有無等、多様な条件のオペレータを選定していたため、初めて回収に取り組む事業者が、回収の実績を積み上げることに苦戦する状況は、想定通りの結果であった。

本事業で初めて回収機を手にした事業者によるフロンガス回収の成果は、無から有を生んだ本事業の成果といえることから、諦めかけていた回収機オペレータを激励するとともに、救済措置として、実証活動の評価期間を 2018 年 11 月 15 日まで延長することを決定した。その結果、MACRA による組織的な支援もあり、延長した 2 か月間の間に、すべての回収機オペレータが、最終的に目標を達成することができた。

### 最終成果

実証活動期間に回収されたフロンガスの合計は 3,902 kg であり、このうち、回収機オペレータによる回収量は 2,496 kg であった。外部回収業者としては、定常的にまとまった量のフロンガスが発生し、自社で回収機も所有している空調メーカーから、ウェステック社の既存顧客である T 社と新規顧客の C 社から、合計 1,406 kg のフロンガスが持ち込まれた。

表 3-19 : 回収業者による回収量と回数

		R22 (kg)	R134a (kg)	R410A (kg)	合計 (kg)	回収回数 (回)
1) 回収機オペレータ						
1	Aqua Green Tech	76.9	0.0	5.3	82.2	13
2	Blueaire Services	72.1	0.0	0.0	72.1	13
3	CK Wong	55.4	0.0	0.0	55.4	13
4	Cooling Innovation	139.1	56.1	1.3	196.5	14
5	Ener-Save	351.6	0.0	0.0	351.6	13
6	Gain Twin	62.8	0.0	0.0	62.8	12
7	Lesota Sdn Bhd	135.7	520.0	0.0	655.7	2
8	Seimei Engineering	83.9	0.0	147.3	231.1	17
9	S.M.A.R.T Parts	534.9	46.6	96.8	678.3	6
10	Zofar	110.4	0.0	0.0	110.4	12
	小計	1,622.6	622.7	250.6	2,496.0	115
2) 外部回収業者						
11	C 社	0.0	476.2	0.0	476.2	-
12	T 社	80.0	850.0	0.0	930.0	-
	小計	80.0	1,326.2	0.0	1,406.2	-
	合計	1,702.6	1,948.9	250.6	3,902.2	-

※Cooling Innovation の回収量は、実証活動開始前に回収・保管されていた冷媒（約 80 kg）を含む。

出典：JICA 調査団

冷媒タイプ別には、R22 が 1,702 kg、R134a が 1,949 kg、R410A が 251 kg であった。回収機オペレータは、回収量の約 65%が R22 であるが、外部回収業者による持ち込みは約 94%が R134a であった。

表 3-20 : 冷媒タイプ別の回収割合

	R22	R134a	R410A	合計
回収機オペレータ	65%	25%	10%	100%
外部回収業者	6%	94%	0%	100%
合計	44%	50%	6%	100%

出典：JICA 調査団



持込みされたガス(譲与容器)  
(2017年8月)



外部回収業者の持込みガス  
(2018年3月)



Ener-Save の事前回収ガス  
(2017年9月)



回収ガス  
(2018年11月)

### 回収に関する課題（回収機オペレータへの聞き取り調査より）

実証活動期間中に行った回収機オペレータへの聞き取り調査により、フロンガス回収が普及するための課題として以下の意見が挙げられた。対応策のある課題もあり、今後のさらなる回収の促進の際に役立てられるべき指摘である。

- フロンガス使用設備所有者の意識の低さ／理解不足
- 冷媒容器不足（ウェステック社に持込後、冷媒容器の返却までの間に追加で回収業務が入る場合、シリンダーが不足することで回収機会を逃すことがあった）
- 回収機不足（1社に複数のチームがいる場合、回収機はチームごとに必要。大規模の設備からの冷媒回収の場合は、1台では回収速度が遅く時間がかかるため、複数台の回収機の同時利用が有効）
- 現場作業時間の制約（設備所有者によっては、2時間で全てのメンテナンス業務を終えなくてはならないなどの制約により回収作業が実施できない）
- コンプレッサーの設置位置によって回収機や回収容器の持込ができない（屋上等の高所や狭い空間など）



## 回収機オペレータ合同ミーティングと様式4の導入

中間評価実施後の2018年1月29日に回収機オペレータとの合同ミーティングを開催し、各オペレータの中間評価を共有するとともに、実証活動への継続参加の意思を確認した。また、中間評価時点で、回収量が伸び悩んでいた状況について意見を求めたところ、フロンガス使用機器のメンテナンス・サービスの現場では、機器の所有者（発注者）の意向により、回収機を用いてシステムから抜き取った冷媒を（再生プロセスを経ずに）そのままシステムに戻す場合が多いことが分かった。回収ガスの品質が相当程度、劣化している場合には、オペレータが所有者に冷媒交換を助言することもあるが、新規の冷媒購入費用を節約したい所有者の意向が強い場合には、自費で新規冷媒の調達を行わない限り、発注者の意向に従わざるを得ず、回収量の伸び悩みの一因となっていたことが判明した。

このような産業の実態を把握する目的で、新たに記入様式（フォーム4）を策定し、回収ガスをそのまま再利用する場合の記録を任意で求めるとともに、2018年5、6月に回収機オペレータに個別に聴き取り調査を行った。

しかしながら、新様式（フォーム4）は、実証活動中盤から導入、かつ任意提出としたため、Aqua Green Tech社から2回の提出があったのみで、全体像の把握には至らなかった。聴き取り調査では、回収ガスを直接戻す割合として40%と回答したオペレータが1社、50%が3社、90%が1社であった。回収機オペレータのうち、半数の5社は従来より自社独自に回収機を保有し、上記の作業目的で使用しており、このような回収機の活用はマレーシアにおける慣行となっており、実証活動で記録した「回収回数」よりも高い頻度で回収機が使用されていたことが推察された。



回収機オペレータ合同ミーティング  
(2018年1月29日)



回収機オペレータ合同ミーティング  
(2018年1月29日)

<フォーム4>

- 形態：一枚紙
- 記入者：回収機オペレータ

Form 4: Record of Recovery Activities for Reuse of Refrigerant									
Please fill your company name									
Date of Report: _____									
Please fill in necessary information and tick applicable options of your case work.									
No.	Activity	Refrigerant Type	Amount (kg)	Recovery Method	Recovery Status	Recovery Location	Recovery Date	Recovery Time (hr)	Remarks
1	Recovery of refrigerant from air conditioning system	R410A	1.5	Direct recovery	Yes	On-site	2018/01/29	2	Refrigerant is recycled and reused.
2	Recovery of refrigerant from air conditioning system	R410A	1.5	Direct recovery	No	On-site	2018/01/29	2	Refrigerant is recycled and reused.
3	Recovery of refrigerant from air conditioning system	R410A	1.5	Direct recovery	No	On-site	2018/01/29	2	Refrigerant is recycled and reused.
4	Recovery of refrigerant from air conditioning system	R410A	1.5	Direct recovery	No	On-site	2018/01/29	2	Refrigerant is recycled and reused.
5	Recovery of refrigerant from air conditioning system	R410A	1.5	Direct recovery	No	On-site	2018/01/29	2	Refrigerant is recycled and reused.
6	Recovery of refrigerant from air conditioning system	R410A	1.5	Direct recovery	No	On-site	2018/01/29	2	Refrigerant is recycled and reused.
7	Recovery of refrigerant from air conditioning system	R410A	1.5	Direct recovery	No	On-site	2018/01/29	2	Refrigerant is recycled and reused.
8	Recovery of refrigerant from air conditioning system	R410A	1.5	Direct recovery	No	On-site	2018/01/29	2	Refrigerant is recycled and reused.
9	Recovery of refrigerant from air conditioning system	R410A	1.5	Direct recovery	No	On-site	2018/01/29	2	Refrigerant is recycled and reused.
10	Recovery of refrigerant from air conditioning system	R410A	1.5	Direct recovery	No	On-site	2018/01/29	2	Refrigerant is recycled and reused.

回収機オペレータ情報記入欄

再利用情報記入欄

(冷媒タイプ、  
設備、サービス種別、  
フィルターの使用有無)

### 3) 再生機オペレータの活動結果

#### i) 回収ガスの分析

ウェステック社による回収ガスの分析結果は、表 3-21 に示すとおりである。また、特筆すべきこととして、破壊向けのガス（純度が 98%以下）は、8 kg のみであり、総回収量の 0.2%であった。破壊向け割合が低い水準に抑えられたことにより、本実証活動に参画したオペレータによる回収作業が極めて正確に行われたこと（異なる冷媒を誤って混合することがなかった）と、もともと設備に充填されていた冷媒にも不適切な冷媒混合がなかったことが示された。

表 3-21：回収ガスの分析結果（再生向け量・破壊向け量）

	回収量 (kg)			再生向け量 (kg)			破壊向け量 (kg)
	回収機オペレータ	外部回収業者	合計	回収機オペレータ	外部回収業者	合計	
R22	1,623	80	1,703	1,541	76	1,617	8.2
R134a	623	1,326	1,949	592	1,260	1,851	-
R410A	251	0	251	238	0	238	-
合計	2,496	1,406	3,902	2,371	1,336	3,707	8.2

出典：JICA 調査団

#### ii) 再生向けガスの再生処理

本事業期間中のウェステック社による冷媒再生量は下表のとおりである。同社は実証活動以前にも独自に回収したフロンガスの在庫を有しており、本事業内で再生処理を行った。実証期間中に再生されたフロンガス量は、R22 は 1,125 kg、R134a は 2,085 kg、合計 3,210 kg である。本実証活動期間中に回収されたガスを含め、約 1,530 kg の回収ガスの再生を引き続き実施する予定である。



持込みガスの計量  
(2017年8月)



冷媒純度の計測  
(2017年10月)



酸分の計測  
(2017年8月)





水分の計測 (2017年8月)



ポンプを用いた冷媒移し替え (2018年3月)



ポンプを用いた冷媒の移し替え



再生の様子 (加温室)



再生の様子 (冷却室)



再生ガス  
(2018年11月)



冷媒の再生前後 (左:再生前、右:再生後)  
(2017年9月)



再生ガス保管容器 (R22)  
(2018年11月)



再生ガス保管容器 (R134a)  
(2018年11月)

### iii) 再生効率

ウェステック社が再生を行った 3,210 kg のうち、再生効率に関するデータが記録で来ていたのは 1,417 kg の再生分のみであった。表 3-22 の「投入量」、「再生量」は、それぞれ「再生向けガスが充填された冷媒容器の重量」と「再生後の冷媒が充填された冷媒容器の重量」から、それぞれの容器重量を差し引いた容器内の中身の重量である。この差分を投入量で割ったものが「再生ロス率」である。再生ロス率には多少の開きはあるが、10%を上回るロスが生じたのは 37 データ中、2 データのみ（全体の 0.5%に相当）であり、5%を上回るロスも 9 データ（全体の 24%に相当）のみであった。

表 3-22 : 再生ロス率

実施日	冷媒タイプ	投入量 (kg)	再生量 (kg)	再生ロス (kg)	再生ロス率 (%)
		(a)	(b)	(c) = (a) - (b)	(c) / (a)
2018/9/29	R22	57.8	56.28	1.52	2.6%
	R22	54.4	52.94	1.46	2.7%
	R134a	60.26	59.34	0.92	1.5%
	R134a	63.32	62.34	0.98	1.5%
2018/10/3	R134a	58.7	57.8	0.9	1.5%
	R134a	50.6	49.4	1.2	2.4%
2018/10/6	R22	56.3	55.2	1.1	2.0%
	R22	43.4	42.5	0.9	2.1%
	R134a	59.7	57.2	2.5	4.2%
	R134a	63.3	62.4	0.9	1.4%
	R134a	49	48	1	2.0%
2018/11/10	R22	60	55.1	4.9	8.2%
	R22	60	55.1	4.9	8.2%
	R134a	62.4	60	2.4	3.8%
	R134a	55.2	53	2.2	4.0%
2018/11/17	R22	54.3	51.02	3.28	6.0%
	R22	50	48.92	1.08	2.2%
	R134a	49	47.58	1.42	2.9%
	R134a	28.36	26.22	2.14	7.5%
2018/11/21	R22	37.7	36.1	1.6	4.2%
	R22	27.92	25.9	2.02	7.2%
	R134a	38.24	37.3	0.94	2.5%
	R134a	27.3	22.3	5	18.3%
2018/11/22	R22	81.86	76.34	5.52	6.7%
	R22	46.16	43.24	2.92	6.3%
	R134a	29.94	29.14	0.8	2.7%
	R134a	59.36	58.24	1.12	1.9%
2018/11/23	R22	26.5	22.98	3.52	13.3%
	R22	39.52	38.66	0.86	2.2%
	R134a	28.12	26.78	1.34	4.8%
合計		1478.66	1417.32	61.34	4.1% (総平均)
				最小値	1.4%
				最大値	18.3%

出典：JICA 調査団

再生ロスには、冷媒と混ざって回収された油分、水分、その他の不純物、及び冷媒容器内に残されるガス量が含まれる。再生機内に残されるガス量については、システムを継続利用することで相殺されるため、再生機内の配管のクリーニングなどを行わない限り、考慮は不要である。一方、回収業者が持ち込む回収容器については、異種冷媒の混合（コンタミ）を防ぐ観点から、ウェステック社が洗浄してから回収業者に返却する。そのため、回収容器に残される冷媒残分については、再生効率の算定に含める必要がある。ウェステックの経験上では、80 kg 容器で 200 g のロス（ロス率：0.25%）が生じるとのことから、本事業ではこの数値を算定に用いることとした。回収容器と再生向け冷媒容器の 2 つについてのロスを考慮する。

表 3-23：再生効率

再生ロス (a)	冷媒移し替え時のロス (b)	ロス率 (合計) (c) = (a)+(b)	再生効率 (d) = 1 - (c)
4.1%	0.5%*	4.6%	95.4%

※移し替えロス(0.25%)×2 回分

出典：JICA 調査団

算定の結果、本実証事業における再生効率は 95.4%であった。ウェステック社と協議の結果、回収業者への支払いは、再生効率を 95%として行うこととなった。

95%の再生効率は、太平洋商社の日本での経験に照らしても、高い値であるといえる。これは、本実証事業で冷媒回収を行った回収業者は、ウェステック社の顧客 2 社と、事業内でハンズ・オン・トレーニングを受講し、回収時にもオイルセパレータを使用できる等の好条件が整った回収機オペレータ 10 社のみであったことも一因と考えられる。本事業終了後、より間口を広く回収ガスを引き受ける場合には、再生効率が低下する可能性もあるため、支払条件としての 95%の適用は本実証活動内に限定される。

#### iv) 破壊向けガスの破壊処理

実証活動期間中の回収ガスのうち、再生基準（98%純度）を満たさなかった破壊向けガス 8.2 kg については、ウェステック社を通じて、半島マレーシア内で唯一のフロンガス破壊処理施設であるクオリティアラム社に破壊処理を委託し、2019 年 2 月 26 日に破壊処理を実施した。

＜クオリティアラム社 (Qualiti Alam) ＞

2018年11月29日に、DOE、ウェステック社とクオリティアラム社を訪問し、フロンガスの破壊処理の実施状況、並びに破壊処理委託の手続きを確認した。

- フロンガス処理プロセス：破壊処理向けのフロンガスは、冷媒容器から配管を通じて直接、燃焼温度 1,000°C のロータリーキルンに投入し燃焼させており、その様子を見学した（写真撮影は許可されなかった）。
- フロンガス処理：破壊量に応じて異なるが、輸送コストを含まず 10 kg の冷媒容器あたり、約 RM150 との回答であった。
- フロンガスの引受け形態：小型使い捨て冷媒容器から、ISO タンク形状まで幅広く、冷媒容器は真空処理後、所有者に返却するが、使い捨ての冷媒容器の場合は所内で潰して埋め立て処理している（リサイクルはしない）。
- 廃油処理：再生プロセスで発生する油分については、再生燃料として所内で利用可能な場合は、有償で引き取る可能性があることも確認した。
- フロンガス処理実態：主に R22、R32、R410A、R12 を受け入れている。2009 年より ODS の破壊処理を受け入れており、2014 年以降は年間 10 トン以上の引受けを行い、直近 3 年間の破壊量は、2016 年：13.7 トン、2017 年：11.0 トン、2018 年 7.6 トン（1～11 月）となっている。2009 年からの破壊量の合計は 81 トンである。

v) 回収インセンティブの支払

実証活動での実績に基づき、回収機オペレータに対してウェステック社から RM4,743（日本円換算 128 千円<sup>29</sup>）、本事業予算から RM3,714（日本円換算 100 千円）、合計 RM8,457（日本円換算 228 千円）の回収インセンティブの支払を行った。

vi) 再生ガスの販売

ウェステック社は、2019 年 1 月末までに、回収機オペレータである S.M.A.R.T. Parts 社に 570 kg、Cooling Innovation 社に 30 kg、合計 600 kg の再生ガスを割引インセンティブ価格（対象冷媒の小売価格の 33.3%引き）で販売した。

vii) 再生機オペレータの作業時間・運転時間の記録

再生機オペレータの作業従事者の従事記録に基づく、作業項目ごとに従事時間は表 3-24 に示すとおりである。

<sup>29</sup> 27.0 円/RM（三菱 UFJ 銀行、2018 年 12 月）

表 3-24 : 再生機オペレータの作業従事時間

作業項目	作業回数	従事時間		割合
		(人時)	人日	
回収ガスの受付	29	84.5	10.6	20%
分析		22.5	2.8	5%
再生処理	28	278.3	34.8	65%
その他	10	44.5	5.6	10%
合計	-	429.8	53.7	100%

出典：JICA 調査団

再生機の電力消費は、冷却室と加温室のエアコン各 1 台と冷媒容器間の冷媒移動の際のポンプの動力とで、定格電力で合計 5 kW 未満である。また、従事記録より、再生処理に要した作業時間は 278 時間であるが、保守的な推計とするため、作業時間中は、再生機は常に稼働していることを想定した。再生処理においても、回収業者から持ち込まれた冷媒容器から残らず冷媒を回収するために回収機が使用される。実証活動期間中に持ち込まれた冷媒容器数は合計で 156 本であり、冷媒容器 1 本あたりに 30 分、回収機を使用したとして回収機の作動時間は 78 時間と推計した。

また、本実証活動では、下表に示すとおり、再生機に投入された処理量当たりの電力消費量は、0.43 kW/kg となった。

表 3-25 : 再生にかかる電力消費量

機材	定格電力 (kW/時間)	作動時間 (時間)	電力消費量 (kWh)	再生向けガス 処理量 (kg)	処理量当たり の電力消費量 (kW/kg)
	(a)	(b)	(c)=(a)*(b)	(d)	(e)=(c)/(d)
エアコン+ポンプ類	5	278	2,780	1,390	0.41
回収機	0.75	78	59	3,380	0.02
合計	-	2,800	2,859	3,380	0.43

出典：JICA 調査団

#### 4) 温室効果ガス削減への貢献

本実証活動で回収したフロンガスは、本実証活動がなければ大気放出されていたであろうことを前提として、温室効果ガス削減量の算定を行う。なお、本事業では、以下に示すとおり簡易な算定を行うが、将来的にクリーン開発メカニズム (CDM) や二国間クレジット制度 (JCM)、その他の排出権市場における排出削減量の定量化を目指す場合には、プロジェクトがない場合の想定として、ベースライン排出量やリファレンス排出量について、より厳密な算定方法の検討が必要となる。

i) 本実証活動の実施による排出量

本実証活動の実施に伴う温室効果ガスの排出量は、以下の算定式により 2.8ton\_CO<sub>2</sub> と推計された。

電力の消費に伴う排出量

$$\begin{aligned}
 &= \text{実証活動に伴うグリッド電力消費量 (kWh)} \times \text{グリッド電力の排出係数 (kg\_CO}_2\text{/kWh)} \\
 &= 1,365 \text{ (kWh)} \times 0.718 \text{ (kg\_CO}_2\text{/kWh)} \div 1000 \text{ (kg/ton)} \\
 &= \underline{1.0 \text{ (ton\_CO}_2\text{)}}
 \end{aligned}$$

輸送用化石燃料の消費に伴う排出量

$$\begin{aligned}
 &= \text{実証活動に伴う輸送距離 (km)} \div \text{車両燃費 (km/L)} \times \text{軽油比重 (kg/L)} \times \text{輸送回数 (回)} \\
 &\times \text{軽油の真発熱量 (GJ/ton)} \times \text{軽油の CO}_2\text{ 排出係数 (ton\_CO}_2\text{/GJ)} \\
 &= 60 \text{ (km)} \div 10 \text{ (km/L)} \times 0.84 \text{ (kg/L)} \times 115 \text{ (回)} \times 43 \text{ (GJ/ton)} \times 0.0741 \text{ (ton\_CO}_2\text{/GJ)} \\
 &\quad \div 1000 \text{ (kg/ton)} \\
 &= \underline{1.8 \text{ (ton\_CO}_2\text{)}}
 \end{aligned}$$

実証活動の実施に伴う排出量

$$\begin{aligned}
 &= \text{電力消費に伴う排出量 (tCO}_2\text{)} + \text{輸送用化石燃料の消費に伴う排出量 (ton\_CO}_2\text{)} \\
 &= 1.0 \text{ (ton\_CO}_2\text{)} + 1.8 \text{ (ton\_CO}_2\text{)} \\
 &= \underline{2.8 \text{ (ton\_CO}_2\text{)}}
 \end{aligned}$$

表 3-26 : 排出量算定に用いたパラメータ

パラメータ	単位	数値	根拠/出典
実証活動に伴うグリッド電力消費量	kWh	1,365	実証活動における再生機稼働時間及び消費電力量に基づき算定
グリッド電力の排出係数	kg_CO <sub>2</sub> /kWh	0.718	IGES List of Grid Emission Factor (2018年IGES)
実証活動に伴う輸送距離	km	60	1トリップあたり60kmと想定
車両燃費	km/L	10	想定
軽油比重	kg/L	0.84	
輸送回数	回	115	実績値
軽油の真発熱量	GJ/ton	43	Gas/Diesel Oil, table 1.2 of Chapter1 of Vol. 2 (Energy) of the 2006 IPCC Guidelines on National GHG Inventories
軽油のCO <sub>2</sub> 排出係数	ton_CO <sub>2</sub> /GJ	0.0741	Gas/Diesel Oil, table 1.4 of Chapter1 of Vol. 2 (Energy) of the 2006 IPCC Guidelines on National GHG Inventories

出典：各種資料に基づき JICA 調査団作成

ii) 本実証活動の実施によるフロンガスの大気放出回避による排出削減量

本事業活動を通じたフロンガスの大気放出回避による温室効果ガス排出削減量は、冷媒タイプごとの再生向け量と破壊向け量の和に地球温暖化係数（GWP）を乗じることで求められる。算定の結果、表 3-27 に示すとおり、6,173 ton\_CO<sub>2</sub> と推計された。

表 3-27：フロンガスの大気放出回避による排出削減量

冷媒タイプ	再生向け量 (kg)	破壊向け量 (kg)	GWP* (kg_CO <sub>2</sub> /kg)	GHG 排出削減量 (ton_CO <sub>2</sub> )
	(a)	(b)	(c)	(d) = {(a)+(b)} * (c) /1000
R22	1,617	8	1,430	2,324
R134a	1,851	0	1,810	3,351
R410A	238	0	2,090	498
合計	3,707	8	-	6,173

※IPCC 第 5 次報告書

iii) 本実証活動の実施による温室効果ガスの削減量

本実証活動の実施による温室効果ガスの削減量は、大気放出回避による排出削減量から実証活動実施に伴う排出量を差し引くことで求められ、6,170 ton\_CO<sub>2</sub> と推計された。

表 3-28：温室効果ガス削減量

フロンガスの大気放出回避 による排出削減量 (ton_CO <sub>2</sub> )	実証活動の実施に伴う 排出量 (ton_CO <sub>2</sub> )	実証活動の実施による 排出削減量 (ton_CO <sub>2</sub> )
(a)	(b)	(c) = (a) - (b)
6,173	3	6,170

出典：JICA 調査団

なお、上記のとおり、本実証活動においては、排出削減量に対して活動の実施に伴う排出量は極めて微小（0.05%）であることから、将来的に本事業活動に伴う排出量算定の際、本事業での諸条件と大きな変化がなければ事業実施に伴う排出量の算定は省略可能である。



## (4-3) 経済分析

### 1) 再生処理事業にかかる経済分析

#### 前提条件

再生処理事業に関する経済分析で用いるパラメータは、本実証活動で得られたデータに基づき設定することを原則とした。本推計で想定した基本パラメータ並びに前提条件を表 3-29 に示す。

表 3-29 : 基本パラメータ及び前提条件 (再生処理事業)

項目	内容
対象冷媒	R22、R134a、R410A
冷媒小売価格	R22 : RM14.0/kg、R134a : RM24.0/kg、R410A : RM26.0 /kg
年間冷媒引受量	本実証事業で達成した実績に基づく年間 4 トンを最小規模として、10 トン、20 トン、30 トンの 4 ケースを想定。
再生向けガス割合	99.8% (0.2%が破壊向け)
再生効率	95 %
再生機オペレータからの回収インセンティブ	持ち込まれた回収ガスのうち、再生向けの冷媒 1 kg に対して、RM 2 の支払い
再生ガスの購入割引率 (再生ガス割引インセンティブ)	対象冷媒の小売価格の 33.3%引きで再生ガスを回収業者に販売
維持管理費	毎年初期投資額の 0.5% (本再生機は維持管理費が小さいことが優位性のひとつである)
為替レート	27.0 円/RM (三菱 UFJ 銀行、2018 年 12 月平均)
不考慮事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>規模の大小に応じた作業効率等の原単位の変化</li> <li>資金調達に伴う借入金利</li> <li>精緻な純度分析が可能なガスクロマトグラフの購入費用</li> </ul>

出典 : JICA 調査団

#### 初期投資

実証活動では 3 種類の冷媒タイプの再生処理を行ったが、異なる冷媒タイプの再生処理は、それぞれ独立した再生処理ラインで行う必要があるため、R22、R134a、R410A の 3 種の冷媒の再生処理を実施するためには、最低 3 つの再生処理ラインが必要となる。

本実証活動で導入した設備は、10 時間で 100 kg の処理能力のあるラインを 5 系統備え (最大 5 種類の冷媒を独立した系統で再生可能)、年間 300 日稼働で 75 トンの処理が可能な大規模な再生機である。しかし、経済性を確保しやすい投資規模を考慮する観点から、本推計では実証活動で導入した設備ではなく、太洋商事が販売可能な最小規模の再生機を想定し、3 つの冷媒タイプごとに経済性の評価を行った。

表 3-30：再生機に関する想定

項目	内容
設備能力	12時間で100kgの処理能力の設置型再生機（1ライン）
設備費用	RM360,000（円換算で9,720千円）

出典：JICA 調査団

### 運転費用

再生機の運転にかかる費用は、以下に挙げる7項目からなる。運転費用は冷媒タイプに依らず、すべての冷媒に共通である。

- 作業員の人件費
- ユーティリティコスト（電力）
- 維持管理費
- 吸着剤購入費
- 回収業者への回収インセンティブ
- 破壊向けガスの破壊処理費
- 廃油の処理費

「破壊向けガスの破壊処理費」に関しては、本実証活動ではプロジェクト予算から支出したが、事業終了後は、再生事業者が負担する費目であるため、本分析では運転費用に含めた。また、「廃油の処理費」に関しては、2018年11月27日のクオリティアラム社との面談時に、再生燃料油としての買取り可能性も示唆されたが、2018年12月時点では確定的ではないため、保守性の観点から、有害廃油の処理費用を適用した。

算定の結果、表 3-31 に示すとおり、年間4トン規模の運転費用は RM31,738（円換算で857千円相当）と推計された。

表 3-31：運転費用（再生処理事業、4トン規模、全冷媒共通）

項目	単位	値	備考
1. 人件費			
a) 作業従事量	人・時	320	ウェステック社の作業員従事記録より算定
b) 人件費単価	RM/時間	60	ウェステック社より聴き取り
小計	RM/年	19,200	a)×b)
2. ユーティリティ			
c) 単位電力消費量	kWh/kg	0.43	ウェステック社の運転記録より算定。
d) 回収ガス引受け量	kg/年	4,000	実証活動の実績に基づき設定
e) 再生向け冷媒割合	%	99.80%	実証活動の実績に基づき設定
f) 再生向け冷媒量	kg/年	3,992	d)×e)
g) 電力単価	RM/kWh	0.46	マレーシア国営電力会社（TNB）低電圧産業向け電力料金。
小計	RM/年	790	c)×f)×g)

項目	単位	値	備考
3. 維持管理費			
h) 初期投資額	RM	360,000	太洋商事が販売可能な最小規模の再生機の現地販売想定価格
i) 初期投資額に対する割合	%	0.50%	太洋商事の提供情報に基づき設定
小計	RM/年	1,800	h)×i)
4. 吸着剤購入費			
j) 冷媒処理量 1kg あたりの吸着剤購入量	kg/kg	0.01	標準的な交換頻度である処理量 10 トンごとの交換を想定。システム内を通る油分制御により、交換頻度を下げることが可能。
k) 吸着剤単価	RM/kg	50.00	マレーシア国内での市場価格想定
小計	RM/年	1,996	f)×j)×k)
5. 回収インセンティブ			
l) 再生効率	%	95%	
m) インセンティブ単価	RM/kg	2	本実証活動での想定。
小計	RM/年	7,585	f)×l)×m)
6. 破壊処理（破壊向け冷媒）			
n) 破壊量	kg	8.0	f)×(1-e)
o) 破壊処理単価	RM/kg	15	クオリティアラム社の提供情報に基づく。
小計	RM/年	120	m)×n)
7. 廃油処理			
p) 廃油発生率	%	2%	想定（保守的な数値を採用）
q) 廃油発生量	kg	79.8	f)×o)
r) 廃油処理単価	RM/kg	3.1	再生燃料原料として買取り可能性もあるが保守性の観点から有害油の処理費用を想定
小計	RM/年	247	p)×q)
8. 合計（1+2+3+4+5+6+7）			
合計	RM/年	31,738	857 千円（円換算）

出典：JICA 調査団

表 3-31 に基づき、再生処理規模別の運転費用は表 3-32 に示されるとおりである。

表 3-32：運転費用（再生処理事業、4 ケース）

項目	単位	4 トン／年 (本実証活動相当)	10 トン／年	20 トン／年	30 トン／年
運転費用	RM/年	31,738	79,345	158,690	238,035
	千円/年	857	2,142	4,285	6,427

出典：JICA 調査団

## 収入

再生処理事業の、収入は再生ガス販売による売上である。収入算定に用いたパラメータを表 3-33 に、冷媒別、規模別に算定された収入を表 3-34 に示す。

表 3-33 : 収入算定のためのパラメータ (再生処理事業)

項目	単位	値	備考
再生向け冷媒割合	%	99.8%	実証活動の実績に基づき設定
再生効率	%	95%	実証活動の実績に基づき設定
冷媒販売価格 (R22)	RM/kg	14	ウェステック社等からの情報に基づき設定
冷媒販売価格 (R134a)	RM/kg	24	ウェステック社等からの情報に基づき設定
冷媒販売価格 (R410A)	RM/kg	26	ウェステック社等からの情報に基づき設定
再生ガス割引率	%	33%	実証活動における設定

出典 : JICA 調査団

表 3-34 : 収入 (再生処理事業、4 ケース)

項目	単位	4 トン/年 (本実証活動相当)	10 トン/年	20 トン/年	30 トン/年
R22	RM/年	35,573	88,932	177,864	266,795
	千円/年	960	2,401	4,802	7,203
R134a	RM/年	60,982	152,454	304,909	457,363
	千円/年	1,647	4,116	8,233	12,349
R410A	RM/年	66,064	165,159	330,318	495,477
	千円/年	1,784	4,459	8,919	13,378

出典 : JICA 調査団

### 経済性評価

運転費用及び収入に基づく再生処理事業の年間収支、投資回収年数、プロジェクト IRR は、表 3-35 に示されるとおりである。投資回収年数及びプロジェクト IRR は、各規模、冷媒タイプごとに、1 ラインを導入するケースを想定して算定した。

算定の結果、いずれの規模の場合にも、年間収支はプラスとなった。例えば初期投資が不要のウェステック社のケースや初期投資が全額補助されるようなケースでは、規模によらず収益を生むことが可能となる。初期投資に対する採算性の観点からは、R134a 及び R410A については、年間引受量が 10 トン以上の規模が確保できればビジネスベースで採算が見込まれるが、R22 は 30 トン規模でも十分な収益は見込めない結果となった。

表 3-35 : 再生処理事業の投資回収年数 (R22)

項目 \ 年間処理量	4 トン/年 (実証活動)	10 トン/年	20 トン/年	30 トン/年
収入 (RM/年)	35,573	88,932	177,864	266,795
運転費用 (RM/年)	31,738	79,345	158,690	238,035
純収益 (RM/年)	3,835	9,587	19,174	28,760
投資回収年数 (年)	93.9	37.6	18.8	12.5
プロジェクト IRR (税引前、10 年)	-	-	-	4.5%

出典 : JICA 調査団

表 3-36 : 再生処理事業の投資回収年数 (R134a)

項目 \ 年間処理量	4 トン/年 (実証活動)	10 トン/年	20 トン/年	30 トン/年
収入 (RM/年)	60,982	152,454	304,909	457,363
運転費用 (RM/年)	31,738	79,345	158,690	238,035
純収益 (RM/年)	29,244	73,109	146,219	219,328
投資回収年数 (年)	12.3	4.9	2.5	1.6
プロジェクト IRR (税引前、10 年)	-	16.9%	42.2%	65.1%

出典 : JICA 調査団

表 3-37 : 再生処理事業の投資回収年数 (R410A)

項目 \ 年間処理量	4 トン/年 (実証活動)	10 トン/年	20 トン/年	30 トン/年
収入 (RM/年)	66,064	165,159	330,318	495,477
運転費用 (RM/年)	31,738	79,345	158,690	238,035
純収益 (RM/年)	34,326	85,814	171,628	257,442
投資回収年数 (年)	10.5	4.2	2.1	1.4
プロジェクト IRR (税引前、10 年)	-	21.3%	49.7%	75.9%

出典 : JICA 調査団

### 感度分析

上記の基本ケースに対して、以下のパラメータを変動させて感度分析を行った。なお、冷媒タイプ別の分析において、唯一の影響を与えるパラメータは冷媒市場価格であるが、R134a と R410A は、経済性に大きく影響する冷媒小売単価がほぼ同水準であり、収益性もほぼ同水準（いずれも R410A がやや高い）と考えられることから、R410A は分析対象から外し、R22 及び R134a に対して感度分析を行った。

表 3-38 : 感度分析のケース設定 (再生処理事業)

パラメータ	分析の変動幅
a) 冷媒価格	-20% ~ +60%
b) 初期投資額	- 50% ~ +30%
c) 破壊向け割合	0.2% ~ 15%
d) 再生ガスの割引率	0% ~ 50%

出典：JICA 調査団

a) 冷媒市場価格

日本や米国では、R22 の輸入規制の進展に伴い、R22 の市場価格が大幅に上昇した。マレーシアにおいても、今後、HPMP への対応による R22 の規制により供給減が見込まれるが、ノンフロンガスへの代替の進展による需要減とのバランスではあるものの、冷媒価格は今後上昇する可能性もある。そこで、冷媒市場価格の変動が再生処理事業に与える影響についてシミュレーションを行った結果を表 3-39 に示す。R134a の場合、引受け量が年間 20 トンの規模が確保されれば、冷媒価格が 20%低減しても、投資回収は 4 年以内と収益性は確保された。一方、R22 の場合は、年間 20 トンの規模の場合、冷媒価格が 20%上昇で IRR は 11.3% (投資回収 5.8 年)、40%上昇で 23.9% (投資回収 3.7 年)、60%上昇で 35.1% (投資回収 2.7 年) となった。R22 の事業性は、2030 年の HCFC 全廃に向けた R22 の市場価格の推移が重要なファクターとなる。

表 3-39 : 冷媒市場価格に対する感度分析

項目	規模 冷媒価格	R22				R134a			
		4 トン	10 トン	20 トン	30 トン	4 トン	10 トン	20 トン	30 トン
純収益 (RM/年)	-20%	-3,295	-5,599	-9,397	-13,196	17,161	46,505	95,544	144,492
	0% (基本)	3,835	12,226	26,252	40,277	29,373	77,033	156,602	236,078
	20%	10,964	30,050	61,900	93,750	41,584	107,562	217,660	327,665
	40%	18,056	47,780	97,359	146,939	53,758	137,996	278,528	418,967
	60%	25,186	65,604	133,008	200,411	65,969	168,525	339,585	510,553
投資回収年 (年)	-20%	-109.3	-64.3	-38.3	-27.3	21.0	7.7	3.8	2.5
	0% (基本)	93.9	29.4	13.7	8.9	12.3	4.7	2.3	1.5
	20%	32.8	12.0	5.8	3.8	8.7	3.3	1.7	1.1
	40%	19.9	7.5	3.7	2.5	6.7	2.6	1.3	0.9
	60%	14.3	5.5	2.7	1.8	5.5	2.1	1.1	0.7
プロジェクト IRR (税引前、 10 年)	-20%	-	-	-	-	-	4.9%	23.3%	38.6%
	0% (基本)	-	-	-	2.1%	-	16.9%	42.2%	65.1%
	20%	-	-	11.3%	22.7%	2.7%	27.2%	59.9%	90.9%
	40%	-	5.5%	23.9%	39.3%	8.0%	36.6%	77.1%	116.3%
	60%	-	12.7%	35.1%	55.0%	12.9%	45.7%	94.2%	141.8%

出典：JICA 調査団

b) 初期投資額

初期投資額が増減する場合について感度分析を行った結果、R134a の場合は、引受量が年間 10 トンを確保できれば、仮に初期投資額が 3 割増加したとしても、IRR は 10%の水準を

維持し、投資回収年は6年間となった。一方、R22は、初期投資額が半額(-50%)になった場合でも、年間引受量は20トンの水準以上でなければ、採算性の確保は難しいという結果が得られた。

表 3-40：初期投資額に対する感度分析

項目	規模 初期投資	R22				R134a			
		4トン	10トン	20トン	30トン	4トン	10トン	20トン	30トン
純収益 (RM/年)	-50%	4,735	13,126	27,152	41,177	30,273	77,933	157,502	236,978
	-30%	4,375	12,766	26,792	40,817	29,913	77,573	157,142	236,618
	0% (基本)	3,835	12,226	26,252	40,277	29,373	77,033	156,602	236,078
	30%	3,295	11,686	25,712	39,737	28,833	76,493	156,062	235,538
投資回収年 (年)	-50%	38.0	13.7	6.6	4.4	5.9	2.3	1.1	0.8
	-30%	57.6	19.7	9.4	6.2	8.4	3.2	1.6	1.1
	0% (基本)	93.9	29.4	13.7	8.9	12.3	4.7	2.3	1.5
	30%	142.0	40.0	18.2	11.8	16.2	6.1	3.0	2.0
プロジェクト IRR (税引前、 10年)	-50%	-	-	8.3%	18.8%	10.8%	42.0%	87.3%	131.6%
	-30%	-	-	1.1%	9.9%	3.2%	28.2%	61.9%	93.8%
	0% (基本)	-	-	-	2.1%	-	16.9%	42.2%	65.1%
	30%	-	-	-	-	-	10.1%	31.1%	49.4%

出典：JICA 調査団

### c) 破壊向け割合

本実証活動では、破壊向け割合は0.2%と、予想をはるかに上回る良好な結果となったが、今後、広く回収ガスを受け入れていくと、破壊向け割合が上昇する可能性があるため、破壊向け割合が増加した場合の感度分析を行った。その結果、R22は、破壊向け割合が5%以上に上昇すれば、投資回収の見込みは限りなく低くなった。一方、年間収支については、5%までであれば、プラスを維持できた。しかし、破壊向け率が10%を超えると、収支はマイナスとなった。R134aの場合は、仮に15%まで破壊向け率が上昇しても年間収支はプラスを維持し、年間20トン以上の規模を確保できれば投資回収は5年以内となり、十分な採算性が見込まれた。

表 3-41：破壊向け割合に対する感度分析

項目	規模 破壊割合	R22				R134a			
		4トン	10トン	20トン	30トン	4トン	10トン	20トン	30トン
純収益 (RM/年)	0.2% (基本)	3,835	12,226	26,252	40,277	29,373	77,033	156,602	236,078
	5%	-258	1,996	5,791	9,587	24,017	63,686	129,785	195,970
	10%	-4,520	-8,661	-15,522	-22,384	18,444	49,742	101,946	154,191
	15%	-8,784	-19,318	-36,836	-54,354	12,857	35,801	74,028	112,294
投資回収年 (年)	0.2% (基本)	93.9	29.4	13.7	8.9	12.3	4.7	2.3	1.5
	5%	-1,394.3	180.4	62.2	37.6	15.0	5.7	2.8	1.8
	10%	-79.6	-41.6	-23.2	-16.1	19.5	7.2	3.5	2.3
	15%	-41.0	-18.6	-9.8	-6.6	28.0	10.1	4.9	3.2
プロジェクト IRR (税引前、 10年)	0.2% (基本)	-	-	-	2.1%	-	16.9%	42.2%	65.1%
	5%	-	-	-	-	-	12.0%	34.1%	53.7%
	10%	-	-	-	-	-	6.4%	25.4%	41.5%
	15%	-	-	-	-	-	-	15.8%	28.7%

出典：JICA 調査団



d) 再生ガスの割引率

再生ガスの割引率に関しては、回収機オペレータから 5 割引になれば魅力的なインセンティブとなるとのコメントがあったが、R134a については、年間 20 トンの規模が確保されれば、再生ガスの販売価格を 50%割引引いても 5 年以内の投資回収が見込まれた。一方、R22 については年間収支がマイナスとなり、50%割引きは現実的な選択肢ではないことが分かった。

表 3-42：再生ガスの割引率に対する感度分析

項目	規模 割引率	R22				R134a			
		4 トン	10 トン	20 トン	30 トン	4 トン	10 トン	20 トン	30 トン
純収益 (RM/年)	0	21,356	56,028	113,856	171,684	59,409	152,123	306,781	461,347
	15%	13,392	36,118	74,036	111,954	45,756	117,991	238,518	358,952
	33% (基本)	3,835	12,226	26,252	40,277	29,373	77,033	156,602	236,078
	50%	-5,191	-10,339	-18,878	-27,417	13,900	38,351	79,237	120,031
投資回収年 (年)	0	16.9	6.4	3.2	2.1	6.1	2.4	1.2	0.8
	15%	26.9	10.0	4.9	3.2	7.9	3.1	1.5	1.0
	33% (基本)	93.9	29.4	13.7	8.9	12.3	4.7	2.3	1.5
	50%	-69.3	-34.8	-19.1	-13.1	25.9	9.4	4.5	3.0
プロジェクト IRR (税引前、 10 年)	0	-	9.0%	29.2%	46.7%	10.3%	40.9%	85.0%	128.1%
	15%	-	0.1%	15.8%	28.6%	4.6%	30.5%	65.8%	99.6%
	33% (基本)	-	-	-	2.1%	-	16.9%	42.2%	65.1%
	50%	-	-	-	-	-	1.2%	17.7%	31.1%

出典：JICA 調査団

## 2) 回収活動の経済性分析

### 前提条件

回収機は、設備から冷媒を回収後、回収した冷媒を再生機オペレータに輸送・引き渡しを行う用途で使用される場合と、設備内の冷媒を抜き出してから再生を経ずに設備に再充填する用途で使用される場合がある。いずれの場合も、回収業者の本業であるメンテナンス業務を実施する際に付加的に行われる作業である。回収コストの算定において、前者は、多くの場合、設備所有者の意向に関わらず回収業者の独自の作業として分離されるものであり、作業に伴う費用及び収入の推計が可能である。一方、後者に関しては、多くの場合、設備所有者の意向に沿う形でメンテナンス業務の一環として実施されるものであり、当該作業単体としての収支の金額換算が困難である。

そのため、本分析では、収支計算の対象とする「回収作業」を、「フロンガス使用設備から回収機を用いて冷媒を抜き出し、冷媒容器に充填し、再生機オペレータに輸送・引き渡しを行う作業」と定義し、その他の用途の経済便益は考慮の対象外とした。

また、回収機の使用頻度は事業者によって大きく開きがあることから、使用頻度を考慮しない「100 kg の回収作業」に関するものとして収支分析を行った。

表 3-43 : 分析の前提条件 (回収活動)

項目	内容
対象の定義	「フロンガス使用設備から回収機を用いて冷媒を抽出し、冷媒容器に充填し、再生機オペレータに輸送・引き渡しを行う作業」を「回収作業」と定義し、分析の対象とする。
不考慮事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>「回収作業」用途以外の回収機の使用に伴う便益</li> <li>回収作業の頻度</li> </ul>
分析方法	100 kg の対象冷媒の回収作業に伴う「運転費用」、「収入」から、「純収益 (収入 - 運転費用)」及び、投資回収に必要な回収作業回数を求める。

出典：JICA 調査団

分析における基本設定は、表 3-44 に示すとおりである。

表 3-44 : 基本パラメータの設定 (回収活動)

項目	内容	備考
分析の対象とする回収量	100 kg	
対象冷媒	R22 : 100%、R134a : 100%、R410 : 100% の 3 ケース	
1 回あたりの回収量	1 kg、5 kg、10 kg、30 kg、100 kg の 5 ケース	
冷媒小売価格	R22 : RM14.0/kg、R134a : RM24.0/kg、R410A : RM26.0 /kg	ウェステック社提供情報
再生効率	95 %	実証活動の実績
再生機オペレータからの回収インセンティブ	持ち込んだ回収ガスのうち、再生向けの冷媒 1 kg に対して、RM 2 の支払い	実証活動の実施内容に基づく
再生ガスの購入割引率	33.3% (再生ガス割引インセンティブ)	実証活動の実施内容に基づく
冷媒技師人件費	RM20/時間	表 3-52、p.93 参照

出典：JICA 調査団

### 初期投資

回収作業にかかる初期投資として、本事業で導入した回収機及び冷媒容器の現地販売価格として以下を想定した。

表 3-45 : 初期投資 (回収活動)

項目	単価 (RM)	数量	小計
回収機	5,000	1	5,000
10 kg 冷媒容器	250	5	1,250
合計	6,250	1	6,250

出典：JICA 調査団

## 運転費用

運転費用は、回収作業にかかる人件費、輸送・引き渡し作業にかかる人件費、輸送に伴う燃料費である。各費用は下式で求められる。

### <回収作業にかかる人件費>

=回収作業に要する単位作業時間(時間/kg)×作業員人件費単価(RM/時間)×回収量(kg)

### <輸送・引き渡しにかかる人件費>

=輸送・引き渡し時間(時間)×運転手人件費単価(RM/時間)×100 kgあたりの輸送回数(回/100 kg)

### <燃料費>

={輸送 1 回あたりの輸送距離(km/回)÷燃料効率(km/L)×燃料単価(RM/L)+高速道路利用料金(RM)}×100 kgあたりの輸送回数(回/100 kg)

また、上記算定に必要なパラメータは、表 3-46 のとおりに設定した。

表 3-46 : 運転費用算定のためのパラメータ (回収活動)

項目	単位	値	備考
回収作業に要する単位作業時間	時間/kg	1~10 kg : 1 30 kg : 1.8 100 kg : 5	表 3-48 参照
作業員人件費単価	RM/時間	20	回収機オペレータへの聞き取り等に基づき設定
回収量	kg	100	表 3-44 参照
輸送・引き渡し時間	時間	2	回収機オペレータへの聞き取り等に基づき設定
運転手人件費単価	RM/時間	20	回収機オペレータへの聞き取り等に基づき設定
100 kg あたりの輸送回数	回/100 kg	1~30 kg : 2 100 kg : 1	1 回の輸送量を 50 kg と想定 (冷媒容器 10 kg×5 本)
輸送 1 回あたりの輸送距離	km/回	60 km	追加の輸送距離として回収業者の所在地から回収センターまでの輸送距離を 60 km (片道 30 km) と想定
燃料効率	km/L	10	想定
燃料単価	RM/L	2.3	軽油単価 (Euro 5 diesel) The Domestic Trade and Consumer Affairs Ministry (KPDNHEP) の設定単価 RM2.28/L (2018 年 12 月)
高速道路利用料金	RM	10	想定

出典：JICA 調査団

■ 回収作業にかかる作業時間の算定:

回収作業にかかる作業時間の推計のためには、どのような作業が通常のメンテナンス業務に対して追加的な作業であるかの考察が必要となる。そのため、作業項目及び作業時間の詳細を把握するため、2018年5月から6月にかけて、ペナン州に位置する Lesota 社を除き全回収機オペレータに聴き取り調査を行った。聴き取り調査で明らかとなった、冷媒回収を行う場合と、回収せずに大気放出する場合との作業手順の違いを表 3-47 に示す。回収作業にかかる追加の作業時間は、表中の黄色に網掛けした項目となる。

表 3-47：冷媒の回収の作業手順

	作業手順	冷媒を放出する場合	冷媒を回収する場合	聴き取り調査に基づく想定時間
1	回収機の移動・設置作業	-	✓	1 台の設置であれば設備規模に依らない。作業員の習熟度、設置場所の制約等に応じて 2~30 分。
2	冷媒回収作業	-	✓	設備規模により大きく異なる。回収作業の完全度によっても大きな差のある作業。
	冷媒放出作業	✓	-	小規模設備ではほとんど時間を要しない。SMART 社は、100 kg を超える設備の冷媒放出には、1 時間程度を要すると回答。
3	記録用紙記入作業	-	✓	約 5 分。ウェステック社は事業終了後も同様の記録様式の記入を求める予定である。
4	回収ガスの輸送（自社と回収センター間）	-	✓	回収した冷媒は、通常、メンテナンス業者の所在地に持ち帰り、まとめて回収センターへ持ち込む。
5	引き渡し作業	-	✓	5~10 分。本実証活動では、記録用紙の記入を引き渡し時に行う場合や待ち時間がある場合は、20 分程度
-	共通する作業	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業先と自社間の移動（輸送）</li> <li>設備の真空引き作業と新規冷媒の充填作業（コンプレッサー交換の場合はいずれも不要）</li> </ul>		回収作業は本来の業務（コンプレッサー交換や冷媒交換等）に付加的に実施されるため、メンテナンス業者の所在地と作業先（設備所在地）との往復移動は回収の有無に依らない。

出典：JICA 調査団

回収機の設置作業は、多くの場合、数分間で完了するが、設備が大規模の場合、冷媒容器も 60 kg 容器など、一人で運べない大型のものとなり二人がかりでの移動が必要となるほか、作業環境等により設置作業に手間がかかる場合もあり、最大で 30 分程度を見込む必要があることが把握された。また、設置時間は、作業員の習熟度も大きく影響を与えると考えられる。

回収作業に関しては、回収機の定格回収速度は、気体状態で 220 g/分、半液体状態で 2.5 kg/分、液体状態で 5.2 kg/分である。設備内の冷媒は、液体状態で充填されているが、充填量が減り内部の圧力が低下すると、気化状態となる。そのため、回収時においても、高圧の液体状態では高速回収できるが、回収作業の終盤で、設備内の冷媒量が少なくなり冷媒が気

化状態となると、回収速度が極度に遅くなる。そのため、回収作業は、どこまで完全に内部の冷媒を回収するかによっても作業時間が大きく変動すると考えられる。実証活動の様式1には、作業時間にかかる記入欄も用意していたが、本業のメンテナンス業務も並行して作業する中、回収作業としてカウントすべき作業項目の理解が十分でなかったことなどから、全体的に過大と思われる作業時間が記録されていた。

そこで、様式1の記入情報、及び回収機オペレータからの聴き取り情報を提示した上で、回収作業に要する作業時間について、回収機オペレータ4社も同席した第三回検討会で議論し、表3-48に示す数値を経済分析で適用することが合意された。

表 3-48 : 第三回検討会で合意された回収作業時間 (2人1組体制)

1回の回収あたりの回収量	1回の回収あたりの回収作業時間 (hrs)	1 kg 回収あたりの回収作業時間 (hr/kg)
1 kg	1.0	1.0
5 kg	1.0	0.2
10 kg	1.0	0.1
30 kg	1.8	0.06
100 kg	5.0	0.05

出典：JICA 調査団

■ 輸送距離等に関して：

輸送距離に関しては、回収センターは多くの産業が立地する地域にあるため、実際には近隣での業務のついでに立ち寄る場合も多いと考えられるが、保守性の観点から、ここでは冷媒容器の引き渡しのためだけに回収センターに出向くことを想定する。回収業者は、回収センターの半径 30 km 以内の業者を想定し、高速料金も RM10 程度で設定した。

以上に基づき、運転費用を算定した結果を表 3-49 に示す。運転費用のうち、回収作業にかかる人件費は、回収規模が大きくなるほど大幅に低減し、運転費用に大きなインパクトを与えていることがわかる。このことは、「1回あたりの回収費用」が、回収量が 1 kg/回の場合に比べて、10 kg/回では回収量は 10 倍になるのに対して、運転費用は約 1.5 倍であり、100 kgに至っては回収量が 100 倍であるのに対して、運転費用は約 8 倍と、回収規模が大きくなるほど、運転費用は大幅に低減することに表れている。

表 3-49 : 運転費用

項目		単位	1 kg	5 kg	10 kg	30 kg	100 kg	備考
人件費(回収作業)		RM	2,500	500	250	150	125	
人件費(輸送・引き渡し)		RM	100	100	100	100	50	
燃料費		RM	28	28	28	28	14	
高速料金		RM	20	20	20	20	10	
合計	100 kg の回収あたり	RM	2,648	648	398	298	199	1+2+3
	1 kg の回収あたり	RM/kg	26	6	4	3	2	(1+2+3) / 100 kg
	1 回の回収あたり	RM	<b>26</b>	32	<b>40</b>	89	<b>199</b>	

↑ 約 1.5 倍
↑ 約 8 倍

出典 : JICA 調査団

### 収入

収入は、再生業者から支払われる回収インセンティブと再生ガスの割引インセンティブである。各費用は下式で求められる。

#### <回収インセンティブ>

=回収量(kg) × 再生効率(%) × 再生向け冷媒 1 kg あたりの回収インセンティブ(RM/kg)

#### <再生ガスの割引インセンティブ>

=回収量(kg) × 再生効率(%) × 対象冷媒の市場小売価格(RM/kg) × 割引率(%)

また、上記算定に必要なパラメータは、表 3-50 のとおりに設定した。

表 3-50 : 収入算定のためのパラメータ

項目	単位	値	備考
再生効率	%	95%	表 3-44 より
1kg あたりの回収インセンティブ	RM/kg	2	
対象冷媒の市場小売価格	RM/kg	R22 : 14.0、R134a : 24.0 R410A : 26.0	表 3-44 より
再生ガスの割引率	%	33.3%	

出典 : JICA 調査団

表 3-51 : 収入 (回収活動)

収入項目	R22					R134a					R410A				
	1kg	5kg	10kg	30kg	100kg	1kg	5kg	10kg	30kg	100kg	1kg	5kg	10kg	30kg	100kg
一回の回収量															
回収インセンティブ	2	10	19	57	190	2	10	19	57	190	2	10	19	57	190
再生ガスの割引インセンティブ	4	22	44	133	443	8	38	76	228	760	8	41	82	247	823
作業時間あたり	6	26	45	63	90	9	40	68	95	136	10	42	72	101	145
合計	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1
1 回の回収あたり	6	32	63	190	633	10	48	95	285	950	10	51	101	304	1,013

出典 : JICA 調査団

## 収支及び採算性

### <採算性の指標>

本分析では、回収作業の採算性を検討するにあたり、メンテナンス業者が一般的なメンテナンス業務で得る「作業時間あたりの純収益」を用いて、採算性の有無の指標とすることとした。

表 3-52 は、MACRA 及び日系のメンテナンス業者 2 社へヒアリングを行った結果である。MACRA 及び A 社は、作業時間あたりの想定純収益としては、ほぼ同水準であり、B 社はやや高い水準となった。本推計では、作業時間当たりの人件費として、聴き取りで得られた最大値の「RM20/時間」を人件費単価として用い、作業時間当たりの想定純収益として、ローカル企業の水準の中でも最も高い値である「RM15/時間」を採算性の有無の指標として分析を行うことで、一定の保守性を担保した。なお、いずれの回答者も、作業は 2 人 1 組のため原則 2 人分を請求するとの回答であった。

表 3-52：作業時間あたりの想定純利益

回答者	作業時間あたりの 請求単価	作業時間あたりの 人件費	作業時間あたりの 想定純収益	備考
MACRA	RM20~30/時間	RM12~22/時間	RM8~15/時間	マレーシア・ローカルの会社の平均水準としての回答
A 社	RM32/時間	RM18~22/時間	RM10~14/時間	日系企業
B 社	RM40/時間	約 RM21/時間	約 RM19/時間	日系企業
本推計での採用値	-	<b>RM20/時間</b>	<b>RM15/時間</b>	

出典：JICA 調査団

### <回収作業の収支と採算性>

純収益は、回収作業で得られる収入と作業にかかる運転費用の差分で求められる。また、「初期投資」を「一回の回収当たりの純収益」で除することで、「投資回収に必要な回収回数」が求められる。収入と運転費用に基づき得られる、回収作業の収支及び投資回収に必要な回収回数を表 3-53 に示す。なお、表内のセルを以下に色分けして表示した。

白色：	回収作業にかかる運転費用が収入を上回り、採算割れが見込まれるケース
薄い橙色：	収支はプラスだが採算性指標未満のケース
濃い橙色：	純収益が平均的なメンテナンス業務の純収益水準を上回り、採算が見込まれるケースである。



R22 は、1 回の回収量が 30 kg 以下、R134a は 10 kg 以下、R410A は 5 kg 以下の場合、採算が合わず、1 回の回収量が 1 kg 以下の場合、すべての冷媒タイプにおいて採算割れとなった。一方、R134a 及び R410A は一回の回収量が 30 kg 以上で、R22 は 100 kg 以上で、高い採算が見込まれた。

表 3-53：回収作業の収支及び採算性

冷媒価格の増減	R22					R134a					R410A				
	1kg	5kg	10kg	30kg	100kg	1kg	5kg	10kg	30kg	100kg	1kg	5kg	10kg	30kg	100kg
作業時間あたりの純収益 (RM/人・時)	-18	-9	1	12	27	-16	-1	14	31	54	-16	0	17	35	59
1 回の回収あたりの純収益 (RM/回)	-36	-19	3	56	330	-33	-3	34	151	646	-32	0	41	170	710
投資回収が可能な回収回数 (回)	-	-	2,429	112	19	-	-	183	41	10	-	-	154	37	9

注) 採算性の指標：「作業時間あたりの想定純収益」が RM15/人・時以上で、採算性有。

□ 採算割れケース    □ 収支はプラスだが採算性指標未満のケース    □ 採算性が見込まれるケース

出典：JICA 調査団

### 感度分析

回収活動の採算性について、条件の変化によるインパクトを分析するため、以下に挙げる項目別に感度分析を実施した。分析結果を、①～⑤に示す。

表 3-54：感度分析のケース設定（回収活動）

パラメータ	分析の変動幅
①冷媒小売価格	-20%～+60%
②再生ガスの購入割引インセンティブ	0%～50%
③回収インセンティブ	RM 0/kg～RM 6/kg
④回収にかかる作業時間	-50%～+50%
⑤設備所有者からの回収費	0%～RM50

出典：JICA 調査団

① 冷媒小売価格

R22の規制導入後、日本やアメリカではR22の市場価格が大幅に上昇したことを考慮し、冷媒価格が採算性に与える影響を分析した。最大60%まで上昇するケースを設定したが、一回の回収量が5kg以下の場合、すべての冷媒タイプで採算割れ、もしくは採算性の指標を下回った。いずれの場合も価格上昇に伴い採算性は向上するが、R22は一回の回収量が10kg以下の場合には、冷媒価格が60%上昇しても十分な収益は得られない結果となった。

表 3-55：冷媒小売価格の感度分析

	一回の 回収量 冷媒価格 の増減	R22					R134a					R410A				
		1kg	5kg	10kg	30kg	100kg	1kg	5kg	10kg	30kg	100kg	1kg	5kg	10kg	30kg	100kg
作業時間 あたりの 純収益	-20%	-18	-11	-3	6	20	-17	-5	8	22	41	-16	-4	10	25	45
	0 (基本ケース)	-18	-9	1	12	27	-16	-1	14	31	54	-16	0	17	35	59
	20%	-17	-6	5	17	35	-15	2	21	41	67	-15	4	24	46	73
	40%	-17	-4	8	23	42	-14	6	27	50	79	-14	8	31	56	87
	60%	-16	-2	12	28	50	-14	9	33	60	92	-13	11	37	66	100
1回の回 収あたりの 純収益	-20%	-37	-23	-6	29	241	-34	-10	19	105	494	-34	-8	24	120	545
	0 (基本ケース)	-36	-19	3	56	330	-33	-3	34	151	646	-32	0	41	170	710
	20%	-35	-14	11	82	418	-31	5	49	196	798	-30	9	57	219	874
	40%	-34	-10	20	109	507	-30	12	65	242	950	-29	17	74	269	1,039
	60%	-33	-5	29	136	596	-28	20	80	288	1,102	-27	25	90	318	1,204
投資回収 が可能な 回収回数	-20%	-	-	-	215	26	-	-	328	59	13	-	-	259	52	11
	0 (基本ケース)	-	-	2,429	112	19	-	-	183	41	10	-	-	154	37	9
	20%	-	-	546	76	15	-	1,324	126	32	8	-	734	110	29	7
	40%	-	-	308	57	12	-	507	97	26	7	-	373	85	23	6
	60%	-	-	214	46	10	-	314	78	22	6	-	250	69	20	5

注：採算性の指標：「作業時間あたりの想定純収益」がRM15/人・時以上で、採算性有。

□ 採算割れケース    □ 収支はプラスだが採算性指標未満のケース    □ 採算性が見込まれるケース

出典：JICA 調査団

## ② 再生ガスの購入割引率

再生ガスの購入割引率が 5 割まで上昇すれば、インセンティブのインパクトが相当程度向上すると回収業者のコメントに基づき、割引率が 0%～50%まで変化させて感度分析を行った。割引率が 0%の場合は、すべての冷媒タイプで採算割れとなった。一方、割引率を 50%まで増大させると、R22 でも 10 kg 以上で、作業時間当たりの純収益が RM10/人・時となるなど、収益性は一定程度向上した。R22 に関しては、再生事業の感度分析において、50%の割引率は現実的な選択肢ではないとの結論が出ている。また、R22 よりも、冷媒市場価格の比較的高い R134a 及び R410A の方が、収益性向上の割合は大きくなる傾向となった。しかし、この場合も 1 回あたりの回収量が 1 kg 以下の場合には、いずれの冷媒タイプでも採算割れとなった。

表 3-56：再生ガスの購入割引率に対する感度分析

	一回の 回収量 再生ガス 価格の割引率	R22					R134a					R410A				
		1kg	5kg	10kg	30kg	100kg	1kg	5kg	10kg	30kg	100kg	1kg	5kg	10kg	30kg	100kg
作業時間 あたりの 純収益	0%	-20	-19	-17	-16	-9	-20	-19	-17	-16	-9	-20	-19	-17	-16	-9
	15%	-19	-14	-9	-4	7	-18	-11	-3	5	19	-18	-10	-2	7	21
	33% (基本ケース)	-18	-9	1	11	27	-16	-1	14	31	53	-16	-0	17	35	58
	50%	-16	-3	10	25	46	-14	7	30	55	86	-14	9	34	61	93
1 回の回 収あたり の純収益	0%	-40	-41	-42	-77	-114	-40	-41	-42	-77	-114	-40	-41	-42	-77	-114
	15%	-38	-31	-22	-17	86	-37	-24	-8	25	228	-36	-22	-5	34	257
	33% (基本ケース)	-36	-19	2	54	325	-33	-3	33	148	639	-32	-0	40	167	701
	50%	-34	-8	25	122	551	-29	16	72	265	1,026	-28	21	82	293	1,121
投資回収 が可能な 回収回数	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15%	-	-	-	-	73	-	-	-	247	27	-	-	-	185	24
	33% (基本ケース)	-	-	2,934	115	19	-	-	187	42	10	-	-	157	37	9
	50%	-	-	253	51	11	-	388	87	24	6	-	299	76	21	6

注：採算性の指標：「作業時間あたりの想定純収益」が RM15/人・時以上で、採算性有。

□ 採算割れケース    □ 収支はプラスだが採算性指標未達のケース    □ 採算性が見込まれるケース

出典：JICA 調査団

### ③ 回収インセンティブ

回収インセンティブを RM0/kg ~ RM6/kg まで変化させて、回収インセンティブの多寡が収益性に与える影響を分析した。②の割引率と似た傾向となったが、R134a、R410A と、R22 との間での純収益差は、冷媒単価の影響を受ける割引率の場合より小さくなった。また、他のパラメータの場合と同様、一回の回収量が 1 kg 以下の場合には、すべての冷媒タイプで採算割れとなった。

表 3-57：回収インセンティブに対する感度分析

	一回の 回収 インセンティブ	R22					R134a					R410A				
		1kg	5kg	10kg	30kg	100kg	1kg	5kg	10kg	30kg	100kg	1kg	5kg	10kg	30kg	100kg
作業時間 あたりの 純収益	RM 0/kg	-18	-13	-7	-0	12	-17	-6	6	20	38	-17	-4	9	23	43
	RM2/kg (基本ケース)	-18	-9	1	12	27	-16	-1	14	31	54	-16	0	17	35	59
	RM4/kg	-17	-4	9	23	43	-15	3	22	43	70	-15	4	25	47	75
	RM6/kg	-16	0	17	35	59	-14	7	30	55	86	-14	9	33	59	91
1 回の回 収あたり の純収益	RM 0/kg	-38	-28	-16	-1	140	-34	-12	15	94	456	-34	-9	22	113	520
	RM2/kg (基本ケース)	-36	-19	3	56	330	-33	-3	34	151	646	-32	0	41	170	710
	RM4/kg	-34	-9	22	113	520	-31	7	53	208	836	-30	10	60	227	900
	RM6/kg	-32	0	41	170	710	-29	16	72	265	1,026	-28	19	79	284	1,090
投資回収 可能な回 収回数	RM 0/kg	-	-	-	-	45	-	-	410	67	14	-	-	290	55	12
	RM2/kg (基本ケース)	-	-	2,429	112	19	-	-	183	41	10	-	-	154	37	9
	RM4/kg	-	-	290	55	12	-	944	117	30	7	-	639	105	28	7
	RM6/kg	-	-	154	37	9	-	388	87	24	6	-	324	80	22	6

注：採算性の指標：「作業時間あたりの想定純収益」が RM15/人・時以上で、採算性有。

□ 採算割れケース    □ 収支はプラスだが採算性指標未満のケース    □ 採算性が見込まれるケース

出典：JICA 調査団

#### ④ 設備所有者からの回収費

日本の回収・再生産業で実施されており、また、マレーシアでも法改正の実施後に想定される設備所有者から回収費徴収が、回収作業の採算性に与えるインパクトを分析した。ここでは、特に小規模回収量の採算性向上に寄与する回収量徴収方法として、回収量に依らず一回の回収あたりに回収費を徴収するケースを想定した。その結果、表 3-58 に示すとおり、特に小規模回収量のケースで採算性が大幅に改善した。RM40/回の回収費で、すべての冷媒タイプで、少なくとも採算割れのケースはなくなった。一方、他のインセンティブで相当程度の純収益が見込める大規模回収量のケースにおける収益性改善のインパクトは限定的となった。

表 3-58 : 回収費用に対する感度分析

	一回の回収量 回収料金	R22					R134a					R410A				
		1kg	5kg	10kg	30kg	100kg	1kg	5kg	10kg	30kg	100kg	1kg	5kg	10kg	30kg	100kg
作業時間あたりの純収益	RM0/回 (基本ケース)	-18	-9	1	12	27	-16	-1	14	31	54	-16	0	17	35	59
	RM10/回	-13	-4	5	14	28	-11	3	18	33	55	-11	5	21	37	60
	RM20/回	-8	1	9	16	29	-6	8	23	36	56	-6	9	25	40	61
	RM30/回	-3	5	14	18	30	-1	12	27	38	56	-1	14	29	42	62
	RM40/回	2	10	18	20	31	4	17	31	40	57	4	18	34	44	62
	RM50/回	7	14	22	22	32	9	21	35	42	58	9	23	38	46	63
1回の回収あたりの純収益	RM0/回 (基本ケース)	-36	-19	3	56	330	-33	-3	34	151	646	-32	0	41	170	710
	RM10/回	-26	-9	13	66	340	-23	7	44	161	656	-22	10	51	180	720
	RM20/回	-16	1	23	76	350	-13	17	54	171	666	-12	20	61	190	730
	RM30/回	-6	11	33	86	360	-3	27	64	181	676	-2	30	71	200	740
	RM40/回	4	21	43	96	370	7	37	74	191	686	8	40	81	210	750
	RM50/回	14	31	53	106	380	17	47	84	201	696	18	50	91	220	760
投資回収が可能な回収回数	RM0/回 (基本ケース)	-	-	2,429	112	19	-	-	183	41	10	-	-	154	37	9
	RM10/回	-	-	497	95	18	-	878	141	39	10	-	608	124	35	9
	RM20/回	-	4,858	277	83	18	-	365	115	37	9	-	308	103	33	9
	RM30/回	-	554	192	73	17	-	230	97	35	9	-	206	89	31	8
	RM40/回	1,468	294	147	65	17	842	168	84	33	9	776	155	78	30	8
	RM50/回	438	200	119	59	16	359	133	74	31	9	346	124	69	28	8

注：採算性の指標：「作業時間あたりの想定純収益」がRM15/人・時以上で、採算性有。

□ 採算割れケース    □ 収支はプラスだが採算性指標未達のケース    □ 採算性が見込まれるケース

出典：JICA 調査団

⑤ 回収にかかる作業時間

最後に、冷媒取扱技師の技能習熟度や、サイトの特性等に影響を受ける作業時間の増減が採算性に与えるインパクトを分析した。その結果、作業時間が半減する場合、相当程度のインパクトが見られたが、全体的には影響は限定的となった。

表 3-59：作業時間の増減に対する感度分析

	一回の 回収量 回収 時間の増減	R22					R134a					R410A				
		1kg	5kg	10kg	30kg	100kg	1kg	5kg	10kg	30kg	100kg	1kg	5kg	10kg	30kg	100kg
作業時間 あたりの 純収益	-50%	-8	1	9	19	36	-6	8	23	39	62	-6	9	25	43	67
	-30%	-12	-3	6	16	32	-10	4	19	36	59	-10	6	22	40	64
	0 (基本ケース)	-18	-9	1	12	27	-16	-1	14	31	54	-16	0	17	35	59
	30%	-23	-14	-4	7	22	-22	-7	9	27	49	-22	-5	12	31	54
	50%	-27	-18	-7	4	19	-26	-10	6	24	46	-25	-9	9	28	51
1回の回 収あたりの 純収益	-50%	-16	1	23	92	430	-13	17	54	187	746	-12	20	61	206	810
	-30%	-24	-7	15	77	390	-21	9	46	172	706	-20	12	53	191	770
	0 (基本ケース)	-36	-19	3	56	330	-33	-3	34	151	646	-32	0	41	170	710
	30%	-48	-31	-9	34	270	-45	-15	22	129	586	-44	-12	29	148	650
	50%	-56	-39	-17	20	230	-53	-23	14	115	546	-52	-20	21	134	610
投資回収 が可能な 回収回数	-50%	-	4,858	277	68	15	-	365	115	33	8	-	308	103	30	8
	-30%	-	-	429	81	16	-	685	135	36	9	-	509	119	33	8
	0 (基本ケース)	-	-	2,429	112	19	-	-	183	41	10	-	-	154	37	9
	30%	-	-	-	183	23	-	-	281	48	11	-	-	219	42	10
	50%	-	-	-	317	27	-	-	439	54	11	-	-	304	47	10

注：採算性の指標：「作業時間あたりの想定純収益」がRM15/人・時以上で、採算性有。

□ 採算割れケース    □ 収支はプラスだが採算性指標未満のケース    □ 採算性が見込まれるケース

出典：JICA 調査団

### 3) 経済分析のまとめ

再生処理事業及び回収活動の事業収益性は以下のとおりにまとめられる。

#### 再生処理事業

- 基本ケースでは、冷媒タイプによらず年間収支はプラスとなった。つまり、初期投資が不要のウェステック社のケースや、何らかの支援により設備費が補助されると、規模によらず収益を生むことが可能となる。
- 初期投資に対する採算性の観点では、R134a 及び R410A については、年間引受量が 10 トン以上の規模が確保できればビジネスベースで採算が見込まれるが、R22 は 30 トン規模でも十分な収益は見込めない結果となった。
- 感度分析の結果、採算性に特に大きな影響を与えるファクターは、引受量及び冷媒市場価格であった。破壊向け割合も影響は純収益幅が小さい R22 にとっては大きなインパクトをもつが、R134a や R410A については、仮に 15%まで上がっても、引受量を大規模に確保できれば、致命的なインパクトは見込まれなかった。

#### 回収活動

- 再生処理事業と同様に、市場価格の低い R22 と比較的高い R134a 及び R410A との間で、採算性に明確な差がでた。
- R22 は、1 回の回収量が 30 kg 以下、R134a は 10 kg 以下、R410A は 5 kg 以下の場合に採算が合わず、1 回の回収量が 1 kg 以下の場合には、すべての冷媒タイプにおいて採算割れとなった。一方、R134a 及び R410A は一回の回収量が 30 kg 以上で、R22 は 100 kg 以上で、高い採算が見込まれた。
- 感度分析では、いずれのパラメータも収益性に一定の影響があったが、回収量が小規模のケースで、最もインパクトが大きなファクターは、設備所有者からの回収費であり、一回の回収あたり RM40 の回収費用が得られれば、すべての冷媒タイプで、少なくとも採算割れのケースはなくなった。

#### 分析に関する留意点

- 本分析における「回収作業」は、メンテナンス作業等の本業に付加的に行われることを前提としており、回収作業を単体として受注した場合の経済分析ではない。
- 表 3-52 (p.93) で示したとおり、回収作業時間あたりの採算確保のための基準は、企業によって大きく差があるが、本分析は、作業時間当たりの純収益の指標として RM15/時間を採算性の指標として評価したものである。
- 事業性に大きなインパクトをもたらす回収作業時間（冷媒容器の輸送を含む）に関しては、技師の作業効率、熟練度、個々の現場条件などによっても大きく影響を受ける。同様に、再生処理事業に関しても、本分析は実証活動期間中のパフォーマンスで得られた運転記録等のデータに基づいている。そのため、今後、補助制度等の検討に向けた議論の際には、想定するケースについての精査が望まれる。



#### 4) 考察

- R22 は、より市場価格の高い R134a や R410A に比べて、再生事業も回収活動も収益性は低いが、HCFC 全廃に向けて R22 の市場価格が上昇する可能性を考慮すると、収益性が改善する可能性は十分にある。
- 特に小規模の場合、一回の回収当たりの収益は大きくないため、本業のメンテナンス業務の付加的位置づけで同日に完了する作業量であれば追加収益をもたらすが、回収作業が一日で完了せず日をまたぐなどの状況の場合には、追加コストが大きくなるため、採算性は下がると考えられる。
- 小規模な回収活動の実現可能性を高め、回収活動を広く促進していくためには、設備所有者からの回収費徴収や何らかの政策的インセンティブが必要と考えられる。
- コストをかけて回収活動に取り組むメンテナンス業者が、冷媒を大気放出する業者と比較して価格競争力を失うことのないよう、法改正後は、政府による規制の強力な実行、及び冷媒を使用する設備の所有者の意識向上が必要である。
- 再生冷媒を市場に普及させるために、再生冷媒の品質保証及びブランド化も重要である。
- 破壊処理に関しては、経済的インセンティブを伴わないため、回収・再生処理においていかに破壊処理向けの冷媒の発生を最小限にとどめるかが、回収・再生処理事業の持続性に重要な要素といえる。
- 回収・再生事業の持続可能な運営とさらなる産業の促進のためには、本事業終了後も、引き続きステークホルダー間の継続的な議論と具体的な行動に向けた協力が望まれる。

#### (4-4) 現地適合性の検証

##### 1) 実証活動中の現地適合化

2017 年 7 月の運転試験の段階で、現地での状況を勘案し、現地適合化の一環として以下の対策を講じた。

表 3-60 : 現地適合化対応

対策	目的
空調機の温度制御再生時に使用する冷媒容器に対する加温ベルトの利用	外気温が高いことにより再生機の暖房室側に導入した空調機が暖房機能を十分に発揮せず、暖房室側が十分に加温されなかったため、温度制御機能を外す工事を行った。さらに、再生速度を向上させるために、暖房室側の冷媒容器を直接加温するベルトを導入した。
フロンガス回収時のオイルセパレータの利用	試験的に回収した冷媒の分析の結果、油分含有割合が日本の回収ガスに比べてかなり高かったことから、回収時に油を除去し回収容器内の油量を削減し、回収効率の向上および油分による再生機フィルターの交換頻度増加を回避するため、回収機オペレータにオイルセパレータを配布した。

出典：JICA 調査団



オイルセパレータの使用方法的説明  
(2017年9月)



加温ベルト  
(2017年10月)

## 2) 実証活動で得られたデータに基づく現地適合検証

本事業の計画段階での想定について、実証活動で得られたデータに基づき、現地適合検証を行った。

### 再生向けガスの純度に関するベンチマーク

実証活動の結果、99.8%の引受けガスが再生向けの純度のベンチマークとして設定した98%を上回り、結果的に破壊向けに分類された冷媒<sup>30</sup>は0.2%に留まり、実証活動で回収されたガスに関しては、再生純度の設定に伴う問題は生じなかった。

#### <より効果的な運用のための工夫>

冷媒の純度は、単純化すると、98%純度の冷媒と100%純度の冷媒を1:1で混合した場合、99%純度の冷媒となる。また、95%純度の冷媒と100%純度の冷媒を1:4で混合しても99%純度の冷媒となる。つまり、98%を下回る純度の低い冷媒であっても、純度の高い冷媒と混合することで、98%以上の純度を満たす再生冷媒の生成が可能となる。このことを踏まえ、今後、ウェステック社が、多くの回収業者から回収ガスの引受けを開始していくにあたり、以下の対応も有効と考えられる。

- 破壊向けガスの割合を最小限にとどめ、再生量を最大化するための方策として、ベンチマークを若干下回るガスに対しても多少の受入れを許容する。
- 再生ガスの付加価値を最大化する観点からは、引受けガスを純度別に分類し、100%の高純度再生ガスと、98%の低純度再生ガスなど、グレード分けを行い販売価格も差別化する。

### 回収業者、再生業者の費用負担可能性、インセンティブ額の妥当性

回収作業及び再生処理事業の経済性については、「(4-3) 経済分析」(p80)に示したとおり、再生処理事業については、R22再生の場合は引受量が年間20トン以上、R134a及び

<sup>30</sup> 破壊向けに仕分けられたガスの純度は50%であり、明らかな異種冷媒の混入状態であった。

R410A の場合は、年間 10 トン以上の引受け量で採算が見込める結果となった。また、年間収支は、冷媒によらずいずれのケースでもプラスが確保されたことから、本実証事業で導入したウェステック社の再生機材に関しては、回収ガスさえ集まれば小規模からでも持続的な運転が可能との見込みがたった。

R22 は、1 回の回収量が 30 kg 以下、R134a は 10 kg 以下、R410A は 5 kg 以下の場合、採算が合わず、すべての冷媒タイプにおいて回収量が 1 kg 以下の場合、費用が収入を大きく上回り、機材費が無償譲与される場合でも、採算割れとなった。一方、R134a 及び R410A は一回の回収量が 30 kg 以上で、高い採算が見込める結果となった。

R134a 及び R410A は、一定の規模が見込めればビジネススペースで自立的な運転が可能と考えられる反面、R22 に関しては、再生処理・回収いずれの場合も、回収・再生の普及拡大を図るためには、今後の法改正に合わせて、何らかの資金メカニズムの導入が必須と考えられる。

#### <より効果的な運用のための工夫>

- 改正法の確実な実施のためには、R22 の回収・再生に限定した資金メカニズムの検討が有効と考えられる（R134a 及び R410A は一定の条件下でビジネススペースで成立する見込みがあるが、R22 に関しては現状ではその見込みは薄い）。

#### 回収機材の仕様（回収機、冷媒容器、導入数量 等）

回収機に関しては故障や紛失もなく運用上の問題点は報告されなかった。一方、回収機オペレータからは、大規模設備からの回収時には、複数台の回収機の利用により、所用時間を削減できることが望ましい旨の発言があった。

冷媒容器に関しては、回収機オペレータ用には一人で容易に運べる 10 kg のポータブルタイプ、再生機オペレータ用には、100 kg タイプの冷媒容器を提供した。いずれも容器の仕様については、問題点は報告されていない。一方、回収機オペレータ 1 社あたり 5 本の冷媒容器を提供したが、再生機オペレータへ持込後、返却までに時間を要することがあり、回収作業が続く場合に、回収機会の逸失や、冷媒容器の受け取りのための輸送コストの増加などの問題が報告された。今後の円滑、かつ効率性を最大化するためには、再生機オペレータが貸出用の小型冷媒容器を保有するか、持ち込まれた冷媒容器を数日内に返却できるワークフローとすることが有効であると考えられる。

#### <より効果的な運用のための工夫>

- 冷媒容器のローテーションの改善：再生機オペレータが貸出用の小型冷媒容器を保有するか、持ち込まれた冷媒容器を数日内に返却できるワークフローとする。

### 再生機販売の仕様及び価格

本実証活動で導入した再生設備は、10時間で100kgの処理能力のあるラインを5ライン備え（最大5種類の冷媒を同時に再生処理可能）、年間300日稼働で75トンの処理が可能な大規模な再生機であるが、同タイプの再生機をマレーシアで販売する際には、約4,000万円の販売価格となるため、新たな設備導入向けには、オーバースペックの設備と考えられた。そのため、より経済性を確保しやすい投資規模の機材として、1ラインタイプの再生機（12時間で100kg処理、想定販売価格RM360,000、円換算で9,720千円相当）が、より現地に適合した機材であると考えられる。

#### <より効果的な運用のための工夫>

- 再生機の小型化：1ラインタイプの再生機（12時間で100kg処理、想定販売価格RM360,000、円換算で9,720千円相当）の販売を優先する。

### 機材の管理者・管理方法の現地適合性

機材の管理者及び管理方法については、故障や紛失もなく運用上の問題点は報告されておらず、現地適合性に関する問題は把握されなかった。

## ⑤ 活動結果5：ビジネス展開計画の策定

本事業で導入した再生プラントにおいて、本事業終了後、4年次以降に年間30トン程度のフロンガスが回収・再生されることを想定しているが、太洋商事のマレーシアにおけるビジネス展開は、マレーシアにフロンガスの回収・再生・破壊処理産業が創出され、持続的に産業活動が継続していくことが前提となる。

太洋商事の想定するビジネスは、①回収機販売、②メンテナンス・サービス、③再生機販売、④再生及び破壊事業への参画、⑤冷媒輸入の5つのビジネス展開を図る（当面は①及び②を中心）である。当面は①及び②を中心とし、フロンガスの回収・再生・破壊処理産業の拡大に向けて、必要に応じて④のビジネス参画を検討する。

2018年7月に現地法人（販社）を設立済みである。太洋商事が築いてきた国内のコンプライアンス重視の顧客ネットワークを活用し、国内とマレーシアの両ビジネスの相乗効果を実現可能とするビジネス展開計画を策定した（「4.本事業実施後のビジネス展開計画」p.123参照）。

## ⑥ 運営委員会の開催

### 1) 第一回運営委員会

2017年7月20日に、第一回運営委員会を開催し、以下の議題すべてについて、委員の承認を得た。また、再生機オペレータの合意書署名セレモニーは、DOE 会議室にて、第一回運営委員会の開催後に行った。

#### 【議題】

- 本事業の実施概要
- 実証活動の詳細計画
- オペレータの選定（再生機オペレータ、回収機オペレータ）
- ハンズ・オン・トレーニング（参加者募集方法、実施内容）
- 本邦受入活動（招聘者選定、プログラム内容）
- 検討会（メンバー、議題、開催時期）
- 実証活動の立ち上げセレモニー※

※実証活動の立ち上げセレモニーについては、マレーシアの国家行事である国家オゾン・デーのプログラムの一部として実施する方向で調整をしたが、最終的には立ち上げセレモニーはDOEにより中止が決定された。



第一回運営委員会の開催  
(2017年7月)



第一回運営委員会の開催  
(2017年7月)

### 2) 第二回運営委員会

2018年1月30日に、第二回運営委員会を開催し、以下の議題について報告と再生機オペレータ、回収機オペレータのそれぞれについて中間評価を行った。

#### 【議題】

- 普及・実証事業の進捗報告
- オペレータの中間評価
- 今後のスケジュール

再生機オペレータについては、受け入れたフロンガスの分析、再生を適切に行っていることから、特段の課題なく運転の継続が承認された。評価項目及びその達成状況は、表 3-61 に示すとおりである。

一方、回収機オペレータには、2017 年末までに 50 kg の回収及び持ち込みの達成を実証活動の中間評価の指標として伝達していたのに対し、回収機オペレータ 10 社中、自己申告の回収量ベースで 5 社が、再生機オペレータへの持込量ベースでは、7 社が目標量を達成できなかった。表 3-62 は、中間評価の対象となる 2017 年末時点での回収機オペレータの回収活動の実績及び、オペレータとの合意書に書かれた実施項目の達成状況をまとめたものである。この状況に対して、HCFC に対する排出規制が実施されていない現状における産業の実状とフロンガス回収・再生・破壊産業の創出に向けた課題のあぶり出しも本事業の目的に含まれることを踏まえると、運転に課題を抱えるオペレータの実状の把握は、今後の制度検討の上でも貴重なデータとなることが考えられたため、委員に対してその旨を説明し、全オペレータの継続運転に対する承認を得た。

なお、回収機オペレータに対する最終評価基準は、当初、「500 kg の回収」のみであったが、実証活動を実施する中で、小規模設備を主な対象とする回収機オペレータには、基準達成のハードルが極めて高いことが把握された。そのため、JICA 調査団より、最終評価基準を「500 kg の回収」か「12 回の冷媒回収」のいずれかを選択できるよう運営委員会に提案し、承認された。



第二回運営委員会  
(2018 年 1 月)



第二回運営委員会  
(2018 年 1 月)

表 3-61 : 再生機オペレータの中間評価

項目	評価
a) Providing a-ppropriate site for facility installation,	完了
b) Clearing legal procedures for facility installation,	非該当 (該当業務が発生しなかった)
c) Becoming a consignee of the Products delivered from Japa-nd make a necessary payment such as GST, Custom clearing cost. (the expenses will be reimbursed later by the JICA project team based on receipts)	非該当 (該当業務が発生しなかった)

項目	評価
d) Determining layout of the facilities,	完了
e) Receiving the fluorocarbons from recovery operators and pay the incentives to them (collection incentive 2RM/kg, discount incentive).	未実施
f) Analyzing the quality of the received and reclaimed fluorocarbons,	適切に実施中
g) Reclaiming the fluorocarbons that satisfy the quality requirement for reclamation,	適切に実施中
h) Outsourcing to appropriate company for destruction of the fluorocarbons that do not satisfy the quality requirement for reclamation (JST will provide the whole destruction cost for up to 2 tons. For the amount of destruction beyond 2 tons, TAIYO and the Operator will consult with each other.),	未実施 (1月30日の段階で、8.2 kg の破壊向け冷媒を保管)
i) Selling the reclaimed fluorocarbons on trial assuming at 2/3 of the market price of virgin refrigerant,	未実施
j) Covering costs of the facilities operation including running cost of the plant, site preparation cost for installation such as piping and electrical works,	適切に実施中
k) Monitoring the items described below and record it in electronic format	適切に実施中
l) Reporting the monitoring items and operation status to the JICA project team (upon request by JICA project team, at least monthly),	適切に実施中
m) Accepting the visitors for the reclamation plant requested by JICA project team including the participants of the dissemination semi-r.	適切に実施中

出典：JICA 調査団



表 3-62：回収機オペレータの中間評価

	S.M.A.R.T	Lesota/Dykin	Ener-Save	Cooling Innovation	Seimei	Zofar	CK Wong	Blueaire	Gain Twin	Aqua Green
1) 結果	回収機オペレータによる自己申告	304.2 kg	228.9 kg (一部、事業開始前回収)	151.5 kg	58.8 kg	46.0 kg	22.5 kg	31.0 kg	19.3 kg	7 kg
	再生プラントへの持込量	0.0 kg	93.9 kg	111.5 kg	43.1 kg	46.0 kg	22.4 kg	30.7 kg	19.3 kg	0.0 kg
CSTP 認定	回収回数	データ無	3 回以上	データ無	2 回以上	2 回以上	3 回以上	3 回以上	2 回以上	データ無
	活動停止期間	9/19 ~ 10/15	-	-	-	-	9/19 ~ 10/15	9/19 ~ 10/15	9/19 ~	-
回収機の使用	参加人数	4	3	-	-	-	4	4	-	-
	回収機の使用	全ての業務で使用	全ての業務で使用	全ての業務で使用	全ての業務で使用	全ての業務で使用	全ての業務で使用	全ての業務で使用	全ての業務で使用	解体及び圧縮機交換業務のみ使用
2) 合意書の実施項目への対応	対象冷媒回収量 (>50kg)	○	○	○	○	×	×	×	×	×
	再生プラントへの冷媒の持ち込み	○	○	○	○	○	○	○	○	×
	様式1へのデータ入力	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)
	様式2へのデータ入力	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	JICA 調査団への報告	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ハンズ・オン・トレーニングへの参加	○	✓	○	○	○	○	○	○	○
CSTP 認定取得の有無	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○
3) その他	主な顧客の規模	産業(60 hp 未満, チラー)	中小企業(主に改修)(1-4 hp, チラー)	中小企業(<1,000hp, チラー)	中小企業/家庭系(1-50hp)	事業所(1-50 hp)	中小企業/家庭系(1-50hp)	中小企業/家庭系(1-50hp, チラー)	中小企業/家庭系(10-300hp)	中小企業(1-50 hp, チラー)
	課題	仕事減による回収量伸び悩み	仕事減による回収量伸び悩み	仕事減による回収量伸び悩み	仕事減による回収量伸び悩み	仕事減による回収量伸び悩み	仕事減による回収量伸び悩み	仕事減による回収量伸び悩み	仕事減による回収量伸び悩み	仕事減による回収量伸び悩み
	今後の目標達成計画 回収機の状態	仕事減による回収量伸び悩み 計画なし 問題なし	無回答(窓口担当者との長期出張のため連絡取れず)	計画なし 問題なし	受注計画有 問題なし	計画なし 問題なし	計画なし 問題なし	受注計画有 問題なし	計画なし 問題なし	計画なし 問題なし

出典：JICA 調査団

### 3) 第三回運営委員会

2018年11月27日に、第三回運営委員会を開催し、本事業の最終成果報告と再生機オペレータ、回収機オペレータのそれぞれについて最終評価を行った。過去2回の運営委員会は、C/Pの実務責任者である大気局の Mashita Darus 課長が議長を務めたが、第三回運営委員会は、DOEの副長官である Mokhtar bi-bdul Majid 氏が議長を務めた。

#### 【議題】

- 第二回運営委員会議事録の確認
- 普及・実証事業の最終活動報告
- オペレータの最終評価
- 機材譲与手続きとスケジュール
- 普及セミナーの案内
- 事業終了までのスケジュール

本事業の最終活動報告を JICA 調査団より行い、2018年11月29日に実施予定の普及セミナーの開催を除く、すべての活動の完了が承認された。DOEからは、マレーシア政府による規制実施が遅れている状況下で、フロンガスの回収・再生のプラットフォームとして、目覚ましい成果を上げたことに対して、本事業の関係者に対して感謝の意が表された。

また、オペレータの最終評価については、全ての再生機オペレータ、回収機オペレータが実証活動における活動義務を果たした旨を JICA 調査団から報告するとともに、実証活動で使用した機材の譲与先として全オペレータを推薦し、運営委員会から承認された。



第三回運営委員会  
(2018年11月)



第三回運営委員会  
(2018年11月)

表 3-63 : 再生機オペレータの実施項目と最終評価

項目	評価
a) Providing a-ppropriate site for facility installation,	完了
b) Clearing legal procedures for facility installation,	業務として発生せず
c) Becoming a consignee of the Products delivered from Japa- nd make a necessary payment such as GST, Custom clearing cost. (the expenses will be reimbursed later by the JICA project team based on receipts)	業務として発生せず
d) Determining layout of the facilities,	完了
e) Receiving the fluorocarbons from recovery operators and pay the incentives to them (collection incentive 2RM/kg, discount incentive).	115 回のガス引受けを実施。 インセンティブ支払は 2018 年 12 月に実施予定 (実施状況の確認中)。
f) A-lyzing the quality of the received and reclaimed fluorocarbons,	完了
g) Reclaiming the fluorocarbons that satisfy the quality requirement for reclamation,	以下の再生が実施 (ウェステック社報告ベース) R22 : 1,125 kg R134a : 2,085 kg R410A : 約 30 kg
h) Outsourcing to a-ppropriate company for destruction of the fluorocarbons that do not satisfy the quality requirement for reclamation (JST will provide the whole destruction cost for up to 2 tons. For the amount of destruction beyond 2 tons, TAIYO and the Operator will consult with each other.),	破壊向けガス (8.2 kg) に関して、 クオリティアラム社への破壊委 託に関する調整中。
i) Selling the reclaimed fluorocarbons on trial assuming at 2/3 of the market price of virgin refrigerant,	Cooling Innovation 社に対して 30 kg の再生ガスを販売済み。 S.M.A.R.T.社から大量購入の意 思を確認済み。
j) Covering costs of the facilities operation including running cost of the plant, site preparation cost for installation such as piping and electrical works,	完了
k) Monitoring the items described below and record it in electronic format	完了
l) Reporting the monitoring items and operation status to the JICA project team (upon request by JICA project team, at least monthly),	完了
m) Accepting the visitors for the reclamation plant requested by JICA project team including the participants of the dissemi- tion semi-r.	完了

出典 : JICA 調査団

表 3-64 : 回収機オペレータの回収量と回収回数 (詳細)

No	オペレータ	回収ガスの持込み記録							回収量 (kg)	回収回数
		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th		
1	Aqua Green Tech	4.1 (27/7/18)	10.4 (3/9/18)	10.7 (12/10/18)	5.2 (12/10/18)	2.7 (12/10/18)	49.1 (2/11/18)		82.2	13
2	Blueaire Services	13.4 (6/11/17)	4.2 (5/12/17)	13.1 (22/12/17)	13.2 (19/3/18)	13.1 (6/4/18)	11.7 (30/5/18)	3.3 (13/11/18)	72.1	13
3	Cooling Innovation	80.0 (15/6/17)	31.5 (11/9/17)	56.0 (26/1/18)	29.0 (21/8/18)				196.5	14
4	Ener-Save	22.5 (30/10/17)	23.7 (5/12/17)	47.7 (22/12/17)	255.6 (19/3/18)	2.3 (30/5/18)			351.6	13
5	Seimei Engineering (M)	10.1 (23/10/17)	33.0 (31/10/17)	64.0 (7/5/18)	77.4 (23/7/18)	46.8 (13/9/18)			231.2	17
6	Gain Twin Engineering	7.0 (5/12/17)	12.4 (22/12/17)	12.7 (19/3/18)	16.7 (6/4/18)	8.7 (30/5/18)	5.3 (13/11/18)		62.8	12
7	CK Wong Electrical Services	7.0 (6/11/17)	4.4 (5/12/17)	11.0 (22/12/17)	12.3 (19/3/18)	18.0 (6/4/18)	2.7 (13/11/18)		55.4	13
8	Lesota	135.7 (26/1/18)	520.0 (18/4/18)						655.7	2
9	S.M.A.R.T Parts and Services S/B	138.2 (11/8/17)	166.0 (9/9/17)	69.7 (6/6/18)	46.6 (25/8/18)	161.0 (28/8/18)	96.8 (4/9/18)		678.3	6
10	Zofar Mechanical & Electrical Engineering	46.0 (12/10/17)	13.1 (19/1/18)	9.3 (31/5/18)	42.0 (12/11/18)				110.4	12

出典 : JICA 調査団

表 3-65 : 回収機オペレータの実施項目と最終評価

項目	評価
回収目標 (500 kg もしくは 12 回)	全オペレータが達成
再生機オペレータへの回収ガス持込み	全オペレータが実施 (表 3-64 参照)
マニフェストフォーム (様式 1) の記録	全オペレータが実施 (ウェステック社記録に基づき確認)
要約フォーム (様式 2) の記録	全オペレータが実施 (ウェステック社記録に基づき確認)
JICA 調査団に対する活動報告	全オペレータが大きな問題なく対応。
ハンズ・オン・トレーニングへの参加	全オペレータが参加。
CSTP 認定の取得	2017 年 10 月時点で 4 社が CSTP 認定技師を擁していなかったが、同 4 社を含む回収機オペレータの 16 名が実証活動期間内に新たに認定を受けた。

出典 : JICA 調査団

## ⑦ その他の活動

### 他の ODA との連携：

2015 年から 2018 年まで実施されていた技術協力プロジェクト「マレーシアにおける E-waste 管理制度構築支援プロジェクト（E-waste プロジェクト）」では、パイロット・プロジェクトとして、廃家電の回収・処理の取り組みが行われた。回収されてくる冷蔵庫とエアコンにはフロンガスが含まれているが、リサイクル施設の多くでは、フロンガスを回収したことが無かった。そのため、本事業からの協力として、以下に挙げる連携を計画し、2017 年 10 月 11 日にシャーアラムに所在する Jaring Metal Industries Sdn Bhd.にて、1)～4) を実施した。

- 1) E-waste プロジェクトにおけるフロンを含む廃家電（エアコン、冷蔵庫）の回収
- 2) 本事業における回収機オペレータの 1 つである Seimei Engineering Sdn, Bhd.によるフロン回収に関するトレーニング
- 3) Seimei Engineering Sdn. Bhd.による廃家電からのフロンガス回収の実演（トレーニング）
- 4) 回収したフロンの再生（ウェステック社に設置してある再生機を使用）

また、2018 年 5 月 7 日に開催した第二回検討会において、E-waste プロジェクトの専門家より、同プロジェクトで検討されている処理費用負担の仕組みの話題提供を行った。



家電リサイクル施設におけるフロン回収  
トレーニング（2017 年 10 月）



家電リサイクル施設におけるフロン回収  
トレーニング（2017 年 10 月）

## (2) 事業目的の達成状況

### ① 活動1: 制度検討の促進に向けた情報提供及び検討会の開催

期待される成果	達成状況の分析
<p>&lt;制度検討の促進&gt; 相手国実施機関であるDOEを始めとする関係者の規制の運用方法に関する知識向上が図られるとともに、罰則強化、空調機器のメンテナンス業者に対するライセンス制の導入、フロンガス処理費用徴収に関する制度化等、フロンガスの回収を促進する枠組みに関する検討会が開催され、報告書が取りまとめられる。</p>	<p>(1-1) 情報提供 2018年5月7日に開催した第二回検討会、並びに2018年10月23日に開催した第三回検討会において、日本の関連制度に関する情報提供を行った。また、2018年5月に、日本のフロン関連制度の概要、及び関連法の英訳版10点をDOEに提供した。これらの活動を通じて、DOEを始めとする関係者の規制の運用方法に関する知識向上が図られた。</p>
	<p>(1-2) 検討会の開催 マレーシアのステークホルダーを招き、全3回の検討会を実施した。第一回検討会では、実証活動の実施方法についてステークホルダーと意見交換を図り、実証活動の実施計画に反映させた。第二回検討会ではマレーシアにおける法規制のあり方、処理料金徴収制度の選択肢に関する議論に着手でき、第三回検討会では、メンテナンス業者に対するライセンス制の導入に関する情報提供を行うとともに、本実証活動に基づく回収・再生の経済分析データも踏まえ、マレーシアにおけるフロンガス回収・再生の枠組みや取り組みの促進に向けた課題と各ステークホルダーの役割に関する議論が展開できた。検討会の議論の内容を議事録としてまとめるとともに、実証活動に基づく経済性及びビジネスモデルに関するレポートをとりまとめ、ステークホルダーと共有した。</p>

### ② 活動2: ステークホルダーの理解促進に向けた普及活動

期待される成果	達成状況の分析
<p>&lt;ステークホルダーの理解促進&gt; 普及活動によりフロンガス規制、再生の必要性に関する空調機器のユーザーやメンテナンス業者等のステークホルダーの理解が促進される。</p>	<p>(2-1) 日系企業の経営者向けセミナーへの参加 JACTIM（マレーシア日本人商工会議所）工業部会で発表を行うことにより活動目的である新規制に対するステークホルダー（特に日系企業の経営者）の理解の促進を目的とした啓発活動の実施は達成された。</p>
	<p>(2-2) 業界団体のイベントへの参加 2018年5月のMACRA年次総会への参加により活動目的である新規制や、回収・再生活動の重要性に関する理解促進及び取り組みの促進を目的とした啓発活動の実施は達成された。年末開催のMACRA</p>

	<p>の年次イベントである夕食会へも参加するなど、MACRA 関係者を通じた啓発活動に努めた。</p>
	<p>(2-3) 普及セミナーの開催</p> <p>2018年11月に、109名の参加を得て、DOEとの共催の普及セミナーを開催した。セミナーでは本事業の意義及び成果について理解促進を図るとともに、今後のマレーシアでの持続的な活動の重要性とその実現のための課題に関する啓発を行い、普及セミナーの目的は達成された。さらに、2018年6月にはILP Kepala Batasとの共催セミナーを開催し、約400名の参加者を得るなど、当初の計画になかった追加的な活動も実施し、ステークホルダーの理解促進に貢献した。</p>
	<p>(2-4) その他：啓発グッズの作成</p> <p>上記、(2-1)～(2-3)の達成を後押しするため、本調査団独自に、本事業及び実証活動に関する立て看板、ポスター、フライヤーを作成し、主要なステークホルダーに配布する等、啓発活動の効果を高めた。</p>

### ③ 活動3：人材育成

見込まれる成果	達成状況の分析
<p>＜回収・再生現場における技能向上＞</p> <p>フロンガスの回収・再生・破壊処理活動の実績が豊富な日本の経験に基づき、人材育成プログラムを開発・実施することにより、冷媒取扱技師に対する実践的な技能向上が図られる。</p>	<p>(3-1) トレーニング・マニュアルの作成</p> <p>ハンズ・オン・トレーニングで習得した技能を定着させることを目的とした動画形式のトレーニング・マニュアルを作成し、5月にDOEに提供した。</p>
	<p>(3-2) 本邦受入活動</p> <p>8月に6日間、8名の専門家（認定トレーニングセンターの教官、2名の冷媒販売会社の専門家）を日本に招聘し、日本におけるフロンガス回収・再生・破壊産業の取り組みを紹介するとともに、独自の人材育成プログラムである座学及び実技講習を通じて、フロンガス回収における重要な知識について実践的な理解・技能の向上を図った。</p>
	<p>(3-3) ハンズ・オン・トレーニングの実施</p> <p>日本におけるフロンガス回収・再生の現場で把握されている発生頻度の高い問題の理解と解決方法の習得を目的として、本事業向けに開発した人材育成プログラムに基づき座学及びフロン回収現場におけるハンズ・オン・トレーニングを実施し、冷媒取扱技師に対する実践的な技能向上を図った。その後の実証活動での実績より、技能の定着が確認できた。</p>



#### ④ 活動 4: 実証活動実施及び現地適合化

期待される成果	達成状況の分析
<p>＜導入技術の現地適合性の向上＞</p> <p>機器の仕様や料金の徴収方法を含むフロンガス回収・再生（・破壊処理）産業に関する諸条件に関し、制度・規制、流通する関連機材の特徴、ビジネス慣習等の現地の状況に即した現地適合性の検証が行われる。</p>	<p>(4-1) 実証活動の実施</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>実証活動の準備</u>：譲与機材のオペレータ選定、実証活動の詳細な実施方法の決定、実証データの収集にかかるフォームを作成し、運営委員会で承認を得た。</li> <li>• <u>機材の設置・貸与</u>：2017年7月20～21日に再生機の設置及び作動確認を完了、2017年7月24日に回収機オペレータ10社に対して、機材を貸与した。</li> <li>• <u>実証活動の実施</u>：2017年7月24日から2018年11月15日まで実証活動を実施した。実証活動期間中に、回収及び再生機オペレータであるウェステック社の回収センターに持ち込まれたフロンガス（R22、R134a、R410A）の合計量は3,902kgであった。このうち、2,496kgが回収機オペレータ、1,406kgが外部回収業者による実績である。このうち、約3,400kgの回収ガスが再生され、3,210kgの再生ガスが得られた。再生効率は約95%であった。</li> <li>• <u>回収ガスの分析と再生／破壊の仕分け</u>：回収ガスの99.8%である3,707kgの回収ガスが再生向け基準である98%を満たし、破壊向けとなったのはわずか8kgであった。</li> <li>• <u>再生ガスの販売</u>：ウェステック社は2019年1月末までに600kgの再生ガスを割引インセンティブ価格（対象冷媒の小売価格の33.3%引き）で回収機オペレータに販売した。</li> <li>• <u>インセンティブの支払</u>：実証活動に参加した回収業者に対して、ウェステック社及び本事業予算から、回収インセンティブの支払を行った。</li> <li>• <u>破壊向けガスの破壊処理</u>：破壊処理施設（クオリティアラム社）において、2019年2月26日に破壊向けガス8kgの破壊処理を行った。</li> <li>• <u>機材譲与</u>：すべてのオペレータが貸与機材の譲与を受けるための条件を満たしたことを確認し、運営委員会で機材譲与を承認、2018年11月29日の普及セミナーにて、譲与式を行った。</li> <li>• <u>CSTP認定</u>：DOEが認定取得を義務とするCSTP認定者を擁していなかった回収機オペレータ3社の実証活動への参加を一定期間停止したが、3社ともにCSTP受講と認定試験の合格を果たし、実証活動を再開した。この問題に関連して、DOEのCSTP推進政策に貢献するべく、本調査団独自に認定費用の半額を補助すること</li> </ul>

期待される成果	達成状況の分析
	<p>で、本事業内で18名（うち、15名の認定費用を半額補助）の技師が新たに認定を取得した。</p> <p>(4-2) 実証データの収集</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>フォーム1~3</u>：回収機オペレータ及び再生機オペレータが記入したフォーム1~3及び電子フォームに基づき、実証データを収集した。</li> <li>• <u>フォーム4</u>：2018年4月に設備から回収した冷媒をそのままシステムに再充填するという現地での慣行に関して、新たにフォーム4を導入し、実態把握のためのデータ収集を開始することとしたが、任意としたことから有益な情報を得るには至らなかった。</li> <li>• <u>GHG削減量</u>：実証活動におけるフロンガス回収により、大気中へのフロンガスの放出が回避され、6,170 ton_CO<sub>2</sub>の温室効果ガスの排出が削減された。</li> <li>• <u>経済分析・ビジネスモデル検討</u>：再生処理事業及び回収活動に関して、実証活動で得られたデータに基づき、様々なパラメータを変化させて感度分析を行い、両事業が持続可能なビジネスとして成立するための条件や今後の対応策について検討を行い、今後のマレーシアでの政策検討に役立てるため、技術レポートとしてDOEを始めとする検討会メンバーと共有を図った。</li> </ul> <p>(4-3) 現地適合性の検証</p> <p>実証活動期間中に、現地の状況を勘案し、現地適合化の一環として冷媒容器に対する加温ベルト及びオイルセパレータの利用を開始した。また、経済分析及びビジネスモデル検討の結果に基づき、実証活動の計画、譲与機材の仕様等に関する現地適合性の検証と考察を行った。</p>

### ⑤ 活動5：ビジネス展開計画の策定

期待される成果	達成状況の分析
<p>太洋商事を事業主体とするビジネス展開計画が策定され、フロンガス回収・再生（・破壊処理）事業モデルが提案される。</p>	<p>ビジネス展開計画の策定</p> <p>2018年4月に現地法人（販社）の設立申請を開始し、2018年7月1日に現地法人の設立を完了した。現地法人を通じて、今後、①回収機販売、②メンテナンス・サービス、③再生機販売、④再生及び破壊事業への参画、⑤冷媒輸入の5つのビジネス展開を図る（当面は①及び②を中心）。太洋商事が築いてきた国内のコンプライアンス重視の顧客ネットワークを活用したマレーシアへの事業展開により、</p>

期待される成果	達成状況の分析
	国内とマレーシアとのビジネスの相乗効果を実現可能なビジネス展開計画の策定を完了した。

## ⑥ その他の活動

- ・ 他の ODA との連携:2015 年から 2018 年 4 月まで実施された技術協力プロジェクト「マレーシアにおける E-waste 管理制度構築支援プロジェクト」では、パイロット・プロジェクトの中でフロンガスを含む冷蔵庫とエアコンが回収されていたが、リサイクル施設の多くではフロンガス回収の経験が無かったため、本事業と連携して、廃家電からのフロンガス回収の実演（トレーニング）を行い、回収したガスの再生を行った。この連携により、今後展開される家電リサイクル施設におけるフロンガス回収を促進と、回収したフロンガスの再生がマレーシアで実施可能であることの啓発に貢献した。

### （3）開発課題解決の観点から見た貢献

#### 1) フロンガス回収・再生・破壊処理費用負担メカニズムの欠如

本事業は、HCFC を対象とする新規制の実効性の担保するためのハード・ソフト両面での実施基盤の構築に貢献することを目的として実施された。その前提として、本実証活動の実施時には新規制が施行されていることを想定し（案件化調査時には、遅くとも 2016 年末には新規制が施行される見込みが DOE より示されていた）、規制実施のタイミングで実証活動を展開することで、DOE と連携して、規制対応のショーケースとなる好事例の創出と、制度検討に直結するデータの提供や、改善すべき点の共有を目指した実施設計を計画していた。しかし、実際には本事業実施中の新規制の施行は実現せず<sup>31</sup>、実証活動も、規制を根拠とする義務的な活動という前提が崩れた点は残念であった。

しかし、本実証事業で構築した 3.9 トンの回収と 3.2 トンの再生を実現したフロンガス回収・再生ネットワークは、今後、新規制の施行後の規制対応を推進するためのプラットフォームとなる好事例であり、この成果に対して DOE から謝意が表された。

本実証活動では、純粋ビジネスベースでも経済的合理性を担保し得る条件について考察を行うなど、本事業を通じて、近い将来的に DOE が費用負担メカニズムを検討するために役立て得る貴重なデータ及び知見の提供に貢献できた。特に、純粋ビジネスベースで回収・再生処理事業が成立する見込みが立ったことは、本事業実施前には DOE も予想していなかったことであり、そのことを実証できたことの意義は極めて大きい。

さらに、既に日本で運用されているフロンガス管理、家電リサイクル、自動車リサイクル等の費用負担メカニズムに関する情報を提供するとともに、検討会において、DOE とステ

<sup>31</sup> 改正案は AGC および閣議での承認が完了せず、2019 年 3 月時点で施行時期の見通しは立っていない。

ークホルダー間での意見交換の場を設けることにより、産業が抱える問題点に関する DOE 担当者の理解を深めることに貢献した。

## 2) ステークホルダーの理解不足

本事業では、フロンガス規制、フロンガス回収及び再生の意義、本実証活動で構築するフロンガス回収・再生のプラットフォームの機能等に関して、以下に挙げる取り組みを通じて、ステークホルダーの啓発・理解促進に貢献した。

表 3-66：ステークホルダーの理解促進への貢献

活動	対象者	参加人数 <sup>※</sup>
検討会の開催	・ フロンガス回収・再生・破壊に関する専門家 (DOE、MACRA、冷媒販売会社、製造業、破壊業者、ATCs)	延べ 54 名
本邦受入活動	・ 冷媒取扱技師の教官 (ATCs)、冷媒販売会社、MACRA	11 名
ハンズ・オン・トレーニング	・ 冷媒取扱技師 (回収機オペレータ 21 名を含む)	39 名
日系企業の経営者	・ JACTIM 会員企業経営者 ・ 日系企業経営者集会 <sup>32</sup> (シャーアラム地域、バンギ地域、ジョホールバル地域)	約 150 名
業界団体イベントへの参加	・ MACRA 年次総会	約 100 名
産業訓練校との共催セミナー	・ ペナン州、ケダ州、イポー州、ペルリス州のメンテナン業者、教育機関関係者、政府関係者、ATCs、冷凍空調産業関係者 等	約 400 名
普及セミナー (DOE、MACRA と共催)	・ マレーシア政府機関、再生機/回収機オペレータ、民間企業、職業訓練学校、国際機関 等	96 名
上記イベント以外の展示ブース出展	・ 国家オゾン・デー ・ MACRA 年次行事	-
啓発素材の配布・展示	・ 本事業の立て看板：MACRA、DOE オフィス ・ ポスター：国家オゾン・デー、ウェステック社、ATCs ・ フライヤー：国家オゾン・デー、CSTP 講習 (MACRA が主催のもの)	-
現地メディアへの露出	・ スター紙一面 (マレーシアの英字新聞で最大部数の日刊新聞)	-

※：イベント参加者から JICA マレーシア事務所及び JICA 調査団関係者を除いた人数

出典：JICA 調査団

## 3) 冷媒取扱技師の技能不足

本事業では、下表に示す活動における座学と実技指導を通じて、冷媒回収機、冷媒回収容器の使用方法、及びフロン回収におけるキーポイントについて、技能強化を図った。

<sup>32</sup> 日系企業経営者集会へは、本事業の紹介として事業開始前に独自に実施。

表 3-67：冷媒取扱技師の技能向上への貢献

活動	対象者	参加人数
ハンズ・オン・トレーニング	・冷媒取扱技師（回収機オペレータ 21 名を含む）	39 名
本邦受入活動	・冷媒取扱技師の教官（ATCs）、冷媒販売会社、MACRA	11 名
産業訓練校との共催セミナー	・ペナン州、ケダ州、イポー州、ペルリス州のメンテナンス業者、教育機関関係者、政府関係者、ATCs、冷凍空調産業関係者 等（ステージ上で数名が実技体験）	約 400 名

出典：JICA 調査団

ハンズ・オン・トレーニング及び本邦受入活動は指導者講習（ToT）として実施し、参加者（特に回収機オペレータの参加者）が所属組織で習得した技能・知見を共有する役割を担うことにより、より多くの冷媒取扱技師の技能向上への貢献を目指した。

技能定着の評価に関しては、技能試験などは実施していないが、回収機オペレータからの参加者に関しては、以下の観点より、十分に技能定着が図れたと評価している。

- ① 本実証活動を通じて、他種冷媒の混入による冷媒純度低下が回収量全体の 0.2%に留まったこと。
- ② 95%という高い再生効率は、適切な回収作業が行われたことを示唆していること。
- ③ 再生機オペレータであるウェステック社より、回収機オペレータの持ち込み冷媒に関して技能不足による問題の報告がなかったこと。
- ④ 回収機オペレータ自身からハンズ・オン・トレーニングの追加実施の要望が出なかったこと。

#### 4) フロンガス回収・再生・破壊処理産業の未形成

本実証活動の実施以前には、マレーシアにおけるフロンガス回収について、環境意識の高い回収業者が自主的に回収を行っても、商業規模かつ品質が担保された再生施設が存在せず、また、破壊処理も経済的負担が大きいことから、フロンガスを回収した後、自社内に保管し続けているという現状が確認された。環境意識の高い企業の取り組みへの対応に加えて、HCFC の回収を実質的に義務付ける新規制の実施に向けて、マレーシアにおいて、回収ガスの受け皿としての再生処理施設の整備は緊急課題であった。

これに対して、本事業の実施を通じて、再生プラントが稼働し、回収ガスの買取りを開始したことにより、マレーシアにおいて環境配慮志向のある企業は、これまでに比べて圧倒的な低コスト<sup>33</sup>で冷媒回収と適正処理を行えるインフラが構築された。さらに、ウェステック

<sup>33</sup> 従来、1 kg あたり RM15（条件により幅がある）程度の破壊処理費が発生していたのに対して、本実証活動で導入した枠組みの場合、持ち込んだガスの純度が 98%以上であれば、持込量に対して RM1.9/kg が取得できる上に、再生ガスを新規冷媒の購入価格の 2/3 の価格で購入が可能となる。一方で、持ち込んだガスの純度が 98%以下の場合、従来と同様のコストが発生する。

社は今後、再生ガスの品質保証を確実にするためにガスクロマトグラフを購入し、冷媒分析について認定を取得する計画もある。

本事業を通じて形成された大規模の再生施設の存在は、マレーシアにおける今後のフロンガス対策の推進において、大きなインパクトを持つ。

#### **(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献**

##### **① 現時点における提案企業の地元経済・地域活性化への貢献**

太洋商事は1961年に愛知県名古屋市に設立し、現在では従業員約30名、全国に3営業所、2工場、倉庫1カ所を有す中小企業である。同社は全国から回収フロンを受け入れ、愛知県に所在する自社工場で破壊処理を行うほか、三井・ケマーズ フロロプロダクツ株式会社との業務提携によりフロンガスの再生を実施している。フロンガスの再生事業は再生化の工程のみならず、その前後にフロンガスの回収事業、回収したフロンガスの輸送等ロジスティック事業、フロンガス回収機や回収容器等製品の販売といったビジネスを伴い、これら関連産業の活性化・雇用の創出にも貢献している。

太洋商事は2018年7月1日にマレーシアに現地法人を設立したが、そのことが中部経済新聞の一面トップで報じられ、太洋商事の海外展開による地域経済の活性化に対する期待と関心の高さが伺えた。（「添付資料1：新聞掲載記事」、p.130 参照）

##### **② 本事業で見込まれる地元経済・地域活性化への貢献**

愛知県では「あいち産業労働ビジョン2016-2020」<sup>34</sup>を策定し、具体的には(1) 中小・小規模企業の企業力強化、(2) 地域創生に資する産業の新興、(3) 次世代産業の育成・強化、(4) 研究開発機能・立地環境の整備、(5) グローバル展開への支援、(6) 観光の促進、(7) 就労の促進・能力の活用、(8) 生き生きと働ける環境づくりの8つの施策の柱を展開している。また「あいち国際戦略プラン」<sup>35</sup>の中で、国際的に活躍できる高度人材の集積、グローバル化に対応した活力ある産業構築、国内外からの魅力ある存在を目標に掲げ、特にアジアの地域との関係構築を重要視している。

本事業で提案するフロンガス回収・再生・破壊事業は、愛知県の支援する中小企業の有する環境技術を活用しアジアの新興国であるマレーシアにおいて新規産業領域を創出することで海外における新規事業開拓を図るものであり、県として推進する産業振興政策とも合致する。また、マレーシアを皮切りに他のアジア等新興国に同モデルを横展開し海外展開することが可能である。

さらに、本事業は工場建設・稼働等の単体事業にとどまるものではなく、再生事業、回収・販売にかかるロジスティックス事業、販売事業といった複数の領域にまたがった事業

<sup>34</sup> 愛知県、2015年12月、あいち産業労働ビジョン2016-2020 概要版

<sup>35</sup> あいち国際戦略プラン：<http://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/35279.pdf>

モデルを形成し、フロンガス処理に関するバリューチェーン・新産業領域を創出するものである。このことから事業化により太洋商事のみならず、太洋商事の国内事業に關与する関連企業や連携企業の海外展開にも同時に貢献し、これにより産業クラスターの活性化や雇用の創出にもつながることが期待される。

表 3-68 : 「あいち産業労働ビジョン 2016-2020」の施策及び本事業の貢献

施策	本事業の貢献
(1) 中小・小規模企業の企業力強化	県内の中小企業である太洋商事が、マレーシアのフロンガス回収・再生・破壊産業を構築することにより、同社の企業力が強化される。
(2) 地域創生に資する産業の新興	本事業で導入する機材の調達や輸送を通じ、地域企業が活性化される。既に太洋商事は、本事業をきっかけとしてウェステック社との間で具体的な冷媒ビジネス活動を開始している。 また本邦受入活動を通じ、11名の研修生が来日した際にも、中部冷凍空調協会とも面談を行ったが、マレーシアと日本の協会間の今後の連携に発展する可能性もあるなど、地域産業の活性化に貢献する。
(3) 次世代産業の育成・強化	本事業への取組みに関する新聞報道や JICA の広報活動への反響は大きく、国内においても環境意識の高い顧客の取り込みに繋がり、フロンガス排出抑制やコンプライアンスを重視した環境振興に貢献する。
(4) グローバル展開への支援	本事業の実現は、太洋商事の海外展開における大きな前進となり、同社の有するフロンガス再生機のマレーシアへの展開に加え、フロンガス回収機等周辺機器製造業者や代理店、及びフロンガス回収・販売にかかるロジスティクス事業等複数領域の事業者への波及効果が望める。
(5) 観光の促進	11名（自己負担参加者を含む）に対する本邦受入活動を通じ県内観光に貢献をもたらした。
(6) 就労の促進・能力の活用	上記への貢献により、太洋商事はもとより、取引関係にある製造業者、関連企業及び県内企業の雇用増大が見込まれ、地域経済に貢献する。

出典：JICA 調査団

### (5) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

C/P 機関の DOE は、事業実施機関ではないため、事業後の自立的な活動継続のためには、機材の運転は機材を実際に活用可能な団体が管理することが必要となる。本事業では、各機材の管理主体として想定する再生機オペレータ及び回収機オペレータに直接譲与し、DOE は、事業終了後 1 年間にわたり、譲与先団体の運営状況を監督するとともに、譲与機材によるフロンガスの回収・再生・破壊量のモニタリングデータの提出を求め、設備の運営状況を監督することとした。



事業終了後の機材の所有と管理を行う譲与先団体を表 3-69 に示す。

表 3-69：機材の所有と管理主体

機材	団体
再生機材	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Westech Chemicals Sdn Bhd</li> </ul>
回収機材	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aqua Green Tech Sdn Bhd</li> <li>• Blueaire Services Sdn Bhd</li> <li>• CK Wong Electrical Services Sdn Bhd</li> <li>• Cooling Innovation Sdn Bhd</li> <li>• Ener-Save Sdn Bhd</li> <li>• Gain Twin Engineering Sdn Bhd</li> <li>• Lesota Sdn Bhd</li> <li>• Seimei Engineering (M) Sdn Bhd</li> <li>• S.M.A.R.T Parts and Services S/B</li> <li>• Zofar Mechanical &amp; Electrical Engineering S/B</li> </ul>

出典：JICA 調査団

## (6) 今後の課題と対応策

本事業終了後の課題と対応策は以下のとおりである。

- 法改正の遅延への対応：採算割れする小規模の回収作業の普及・拡大を図るためには、法的強制力や政策的支援策などが必須となるが、2016 年中に予定されていた HCFC を新たな排出規制対象として加える現行環境法の改正の施行時期については、いまだ見通しが経っていない。一方、2017 年、中国からのフロンガス供給の滞りにより、世界的にフロンガス供給量が不足し、一時的に市場価格が高騰し、フロンガスの回収・再生事業の後押しとなった。政策的な働きかけを図りつつも、制度的な枠組みの外でも収益性が確保できる回収規模や冷媒価格の高い HFC をターゲットの中心とするなどして、市場ベースでできるところから回収及び再生を進めていくよう、関係者に働きかけを行っていく。
- 費用負担メカニズムの推進：回収・再生産業については、本事業を通じてインフラ整備を行うとともに、一定の条件の下でビジネスとして成立することを実証した。一方、以下の活動については、現在の諸条件の下ではビジネスとして成立することは容易ではなく、その推進のためには、何らかの政策的な費用負担メカニズムが有効と考えられた。

  - 収益性の確保が困難な小規模設備（特に R22）
  - 新規再生設備の導入
  - 再生不可能な品質のガスの破壊処理費用

今後も、MACRA やウェステック社、その他のステークホルダーから、DOE に対して検討を促すよう働きかけを行う。また、破壊産業に関しては、破壊向けのガスを最小限に如何に抑えるかの方策検討も重要である。（「実証活動で得られたデータに基づく現地適合検証」、p.102 参照）

## 4. 本事業実施後のビジネス展開計画

### (1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

#### ① ビジネス展開方針

太洋商事のビジネス戦略は、本事業を通じて実現したフロンガスの回収・再生・破壊処理産業の持続的な実施基盤が構築されたビジネス環境において、同産業の成長に寄与するとともに、その成長に伴いビジネスを拡大させていくものである。具体的には、以下の5つのビジネスを想定する。

ビジネス1：フロンガスの回収機、及び工具を含む関連製品の販売

ビジネス2：ビジネス1及び国内ネットワークを活用したメンテナンス・サービスの実施

ビジネス3：再生機パッケージの販売

ビジネス4：ビジネス1~3を強化・促進するためのフロンガスの再生及び破壊事業参画

ビジネス5：現地冷媒販売会社とのネットワークによる冷媒輸入

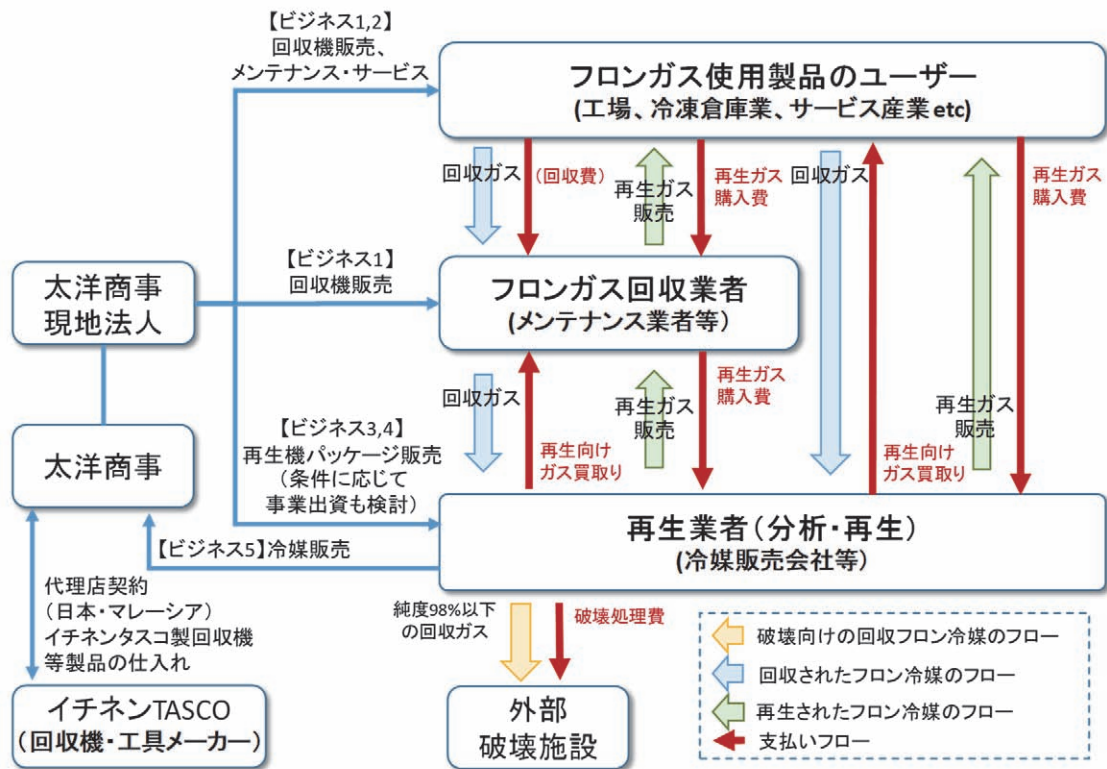
#### ② ビジネスの仕組み

ビジネス1と2は、日系企業等のコンプライアンス意識の高い企業を主たるターゲットとして、フロンガス回収のための機器販売と合わせて、日本品質のメンテナンス・サービスの提供を行う。営業活動については、現地で営業ネットワークのあるパートナーとの連携を想定するが、マレーシア国内の営業活動にとどまらず、太洋商事の強みである日本全国の顧客ネットワークの中から、マレーシアに支社及び工場のある顧客に対して営業をかけることにより、マレーシアのビジネス拡大と日本の既存の顧客に対する付加価値を生むとともに、マレーシアにおけるフロン再生市場の拡大にも貢献する一石三鳥のビジネス展開が可能となる。既に、ダイキンやパナソニックに対して、このアプローチでの営業に着手している。太洋商事は、日本国内で、回収機や工具メーカーである(株)イチネンTASCOの代理店として、回収機や工具販売ビジネスを行っているが、マレーシア現地法人の立ち上げに合わせて、(株)イチネンTASCOのマレーシアにおける総代理店となることにより、国内営業にも影響力を強めることが可能となる。

回収ガスの引き受け先としては、当面は、本事業により導入したウェステック社の再生プラントが想定されるが、産業の拡大はマレーシア全土への展開に合わせて、他地域にも再生プラントのニーズが増大すると考えられるため、そのニーズに対して、再生プラントの販売(ビジネス3)や、本事業で導入した施設の運営を手掛けるウェステック社と合弁で、第二、第三の再生プラントの立ち上げ(ビジネス4)等の展開可能性がある。なお、再生プラントに関しては既に引き合いが来ており、今後、本格的な営業展開を図る。また、破壊処理プラ

ントについては、その実施が上記ビジネスの醸成に繋がると判断すれば、事業化の可能性を検討する。

ビジネス5については、太洋商事の冷媒販売商社としてのビジネス展開である。本事業を通じて、ウェステック社と良好な関係を構築できており、国内で調達しにくい冷媒を同社から購入するという展開が、本事業の副次的な効果として生じている。ビジネスとしての規模は現段階では大きくはないが、市況の変化により、拡大の可能性もある。



出典：JICA 調査団

図 4-1：ビジネス展開の概要

### ③ マーケット分析（競合製品及び代替製品の分析を含む）

#### ■ ビジネス 1：フロンガスの回収機、及び工具を含む関連製品の販売

回収機に関しては、現地での競合が既に存在する。価格競争力ではなく、メンテナンス業務との組み合わせによる付加価値により、営業展開を図る。また、工具に関しては、これまでの調査により、（株）イチネン TASCО の商品ラインナップは、現地にはない便利な工具類を提供可能であり、本事業内でも反響が大きかった部分であり、それらの製品に対する競合は現状では存在しない。

#### ■ ビジネス 2：ビジネス 1 及び国内ネットワークを活用したメンテナンス・サービスの実施 MACRA の会員 600 メンバーの多くが地元のメンテナンス業者であり、価格面では地

元業者の方が圧倒的に優位である。一方、コンプライアンスを重視する日系企業にとり、言語的にもハードルのある現地メンテナンス業者への委託に関する不安に対して、日本語対応が可能であることを付加価値として、日系企業を主たるターゲットとして展開を図る。なお、連携パートナーである清明エンジニアリング社は、日本でマレーシア人の技師を多数人材育成し、日本語に堪能なマレーシア人技師を多数、擁する。そのため、日本語、日本品質のメンテナンス・サービスの提供が可能となる。

#### ■ ビジネス 3：再生機パッケージの販売

これまでの調査では、簡易再生を行える小型再生機は存在するが、競合となる再生設備パッケージの存在は確認できていない。海外からの競合製品の輸入に関しては、太洋商事は、現地で、しかも日本語でメンテナンス・サービスを行えることが優位性となる。

■ ビジネス 4：ビジネス 1～3 を強化・促進するためのフロンガスの再生及び破壊事業参画  
ビジネス 4 に着手する場合、ウェステック社の事業に参画する場合は、パートナーとなるが、新たな再生機導入を自社プロジェクトとして実施する場合には、ウェステック社と競合関係になる。

#### ■ ビジネス 5：現地冷媒販売会社とのネットワークによる冷媒輸入

ウェステック社から既に購入を開始している。ビジネス 5 に関しては、競合は想定していない。

### ④ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール

太洋商事は 2018 年 7 月に現地法人を設立しており、本事業で築いたネットワークを生かし、本格ビジネス展開に着手している。2018 年 11 月には、ウェステック社より日本国内での販売向けに冷媒輸入を開始したほか、2018 年 12 月には、ダイキンマレーシアより、サービス工具の年間売上 10 百万円程度の専売契約を成約に至っている。基本的に設備等の初期投資がほぼ不要なビジネス形態であるため、状況に応じてフレキシブルな展開が可能である。2021 年までに、売上 1 億円、10~20 百万円の営業利益の達成を目指す。

- 2018 年 7 月： 現地法人 (Taiyo Malaysia Sdn) を設立
- 2018 年 11 月： ウェステック社からの冷媒輸入 (日本国内での販売向け)
- 2018 年 12 月： 現地での本格営業開始 (サービス工具・回収機・再生機)  
工具・回収機の販売開始 (ダイキンマレーシアよりサービス工具販売の成約済み、年間売上 約 10 百万円)
- 2019 年 1 月： ILPKB の産業パーク内での製品ショーケースの設置
- 2021 年： 売上 1 億円 (目標)

## ⑤ ビジネス展開可能性の評価

「④想定されるビジネス展開の計画・スケジュール」(p.125 参照)で述べたとおり、サービス工具は大型案件の成約が完了し、再生機に関しても引き合いがきており、早期受注に繋がる可能性がある。回収機に関しても、経済分析の結果、HCFC に比べて市場価格が高い R134a、R410A、R32 等の HFC は、ウェステック社が提供するインセンティブで十分に採算が取れることが明らかとなった(「(4-3) 経済分析」、p.80 参照)ことから、この分析結果も営業に活用し、回収機の販売促進に繋げる。

特に、キガリ改定への対応として温室効果が高い HFC 排出削減への取り組みが迫られる大手日系企業に対して、太洋商事の国内の既存顧客のルートから国内の本社に営業をかけ、現地側でフォローを行う方法で、サービスの付加価値を高めることで、2021 年までの売上 1 億円の達成を見込む。

## ⑥ 国内ビジネスへの波及効果

前述の通り、本事業の実施により、(株)イチネン TASCО のマレーシアでの総代理店になることにより、国内営業にプラスの影響が表れている。さらに、本事業に対する国内外の反響は大きく、韓国の再生機メーカーの BUMSUM エンジニアリングよりコンタクトがあり、同社と協同で、大型回収機の日本国内でのレンタルビジネスを新しく展開するに至っている。太洋商事にとっての初の本格的な海外展開となる本事業の実施をきっかけとして、様々なビジネスパートナーとの新たなビジネス展開に繋がっている。

### (2) 想定されるリスクと対応

ビジネス展開する上で、想定するリスクとその対応は以下のとおりである。

表 4-1：想定するリスクと対応

想定するリスク	リスクと課題	対応
制度順守リスク	HCFC の回収・再生事業の収益性を確保するためには、規制の実施と規制を順守するユーザーの存在が必要不可欠となる。マレーシアでは HCFC に関する規制実施が近い将来に見込まれるものの、採算性の低い小規模の回収作業、破壊処理に要する費用負担のメカニズムが未確立であることが、広くビジネス展開を行なう際の障害となる可能性がある。	本事業では、コンプライアンスを重視する日系企業や ISO 取得企業を優先的な顧客ターゲットとして営業活動を展開する。事業実施と並行して、DOE との関係も維持し、規制徹底に向けた情報提供や、事業者への啓発に協力することで、マレーシアにおけるフロンガス回収・再生・破壊処理のためのインフラ構築、市場醸成に尽力する。
ビジネス競合リスク	太洋商事の強みは「冷媒管理システム」及び「運営技術」であり、機材自体は特許に裏付けられる優位性を有するものではない。そのため機材パッケージ販売に関しては、マレーシア国内にフロン回収・再生・	機材だけでなく、付加価値を生み出すサービスメニューを工夫するなど、競合他社と差別化を検討する。

想定するリスク	リスクと課題	対応
	破壊処理事業が普及し、設備販売の競合他社が参入する段階では、価格競争も見込まれ、十分な利益を確保した営業展開が困難となるリスクが存在する。	
現地商習慣に関するリスク	現地の商習慣や法制度に対する知識不足に伴うリスクが想定される。	現地の商習慣、法務等の事情に精通するパートナーとの連携を図る。

出典：JICA 調査団

### (3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果

太洋商事のフロンガスの回収・再生（・破壊処理）事業展開は、フロンガス大気放出防止というマレーシアの課題解決へ以下のインパクトをもたらす。

- 大気放出量の抑制：年間 30 トンのフロンガスを回収し、大気放出を抑制する。
- ビジネスとしての成功モデル創出による取り組みの拡大効果：フロンガス回収・再生ビジネスの成功モデルを作ることで、他社の参入ハードルを下げより多くのフロンガスが回収・再生される。
- 機器販売による貢献：回収・再生（・破壊処理）設備パッケージや回収装置を購入した企業がそれらの機器を活用することによりフロンガスの大気放出量が低減される
- 啓発によるフロンガス大気放出防止の推進：販促活動の一環として実施する啓発セミナーにより参加者の行動変化を起し、フロンガスの大気放出量が低下する。
- その他の効果：モントリオール議定書に基づき輸入が漸減する HCFC を主とするフロンガスを年間約 28 トン<sup>36</sup>再生利用することで資源の有効活用に貢献する。

### (4) 本事業から得られた教訓

今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓として、本事業から得られた教訓は以下のとおりである。

#### • データ検証の重要性：

実証活動開始時、回収機オペレータからは、取り扱う回収規模の大小にかかわらず、「インセンティブは、取るに足りない額であり、フロンガスの回収コストは、決して賄えない。賄えたとしても収益性は全くなく CSR で行っている」という反応が大勢であった。

実際に、実証活動データに基づく経済分析の結果でも、R22 は 5 kg 以下、R134a や R410A は 1 kg 以下の小規模設備からの回収に関しては、実証活動で提供するインセンティブでは十分でなく、また、実証活動での運用面の経験不足から、想定外の輸送や回収ガス持ち込み時などの非効率な対応もあったと考えられる。しかし、R134a、R410A

<sup>36</sup> 30 トンの回収量に対する再生ガス生産量

であれば 10 kg 以上の回収、R22 でも 30 kg 以上の回収量が確保されれば採算が取れ、それ以上の回収規模であれば、とりわけ R134a や R410A に関しては、非常に高い収益性が見込まれる結果となった。

その道のプロたちの言うことであっても、実証的なデータに裏打ちされない「業界の先入観」である場合があり、経験に基づく考えに対する敬意と注意は払いつつも、それを絶対視することなく、実証的なデータによる検証を行うことの重要性を改めて示唆する事業であった。今後は、実証データに基づく収益性についての理解・周知を図り、マレーシアのステークホルダーの先入観に対して啓発していくことが重要と考えられる。

- **十分な実証活動の準備期間の確保：**

本事業では、事業開始後、機材が現地に到着するタイミングで実証活動を開始できるよう、逆算して実証活動の計画詳細、様式の作成、オペレータの選定、ハンズ・オン・トレーニングの実施等、実証活動に必要な活動の計画を立て実施した。また実施に際して、現地側のオーナーシップを促すため、できる限り関係者を巻き込み、また現地関係者の要望にもできる限り添えるよう、活動計画を微調整しながら実施した。実証活動に先立つ綿密な準備作業とその際の現地関係者の巻き込みは、本実証活動の円滑な実施に繋がった一要素であると考えられるが、本事業では当初、短期間に多くの作業が集中した。このような作業はスムーズに進まないことも想定し、実証活動の準備期間は、十分に余裕をもって組み立てることが望ましいという点が、本事業から得られた教訓として挙げられる。



## 参考文献

- OpenStreetMap contributors <<https://openstreetmap.jp>> 2017年9月26日アクセス
- マレーシア観光局、「マレーシアの概要」  
<[http://www.tourismmalaysia.or.jp/kihon/kihon\\_b.htm](http://www.tourismmalaysia.or.jp/kihon/kihon_b.htm)>
- 外務省、ODA（政府開発援助）「対マレーシア 国別援助方針」  
<<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000072250.pdf>>
- 外務省、国・地域、「マレーシア」  
<<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/malaysia/index.html>>
- Ministry of Natural Resources & Environment、Department of Environment Malaysia、  
「HCFC Phase-out Management Plan」 <<http://www.doe.gov.my/portalv1/wp-content/uploads/2014/01/Malaysia-HPMP-Book-Fi-l-R4-1-Part2.pdf>>
- Ministry of Natural Resources & Environment、Department of Environment、Environmental Quality (Refrigerant Management) Regulations 1999
- Ministry of Natural Resources & Environment、Department of Environment、「NCFCP: Refrigeration Service Sector (RSS)」 <<http://www.doe.gov.my/portalv1/en/info-umum/bahasa-inggeris-ncfcp-refrigeration-service-sector-rss/240>>
- Ministry of Natural Resources & Environment、Department of Environment Malaysia、  
「HCFC Phase-out Management Plan」 『Malaysia's HCFC Phase-Out Management Plan (HPMP) Stage-1 (2012-2016) Broacher』
- Ministry of Natural Resources & Environment、Department of Environment Malaysia、  
「Malaysia National CFC Phaseout Plan, September 10, 2001」
- Ministry of Natural Resources & Environment、Department of Environment Malaysia、  
「DOE 2013 Annual Report」
- Trainingmalasya.com <<http://www.trainingmalaysia.com/index.php>>
- 経済産業省「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）報告書」(榊野村総合研究所、2013年3月)
- 環境省「フロン類の回収・破壊処理の戦略的推進事業」報告書、イー・アンド・イーソリューションズ（株）、2014年3月
- 愛知県、「あいち産業労働ビジョン2016-2020 概要版」2015年12月
- 愛知県、「あいち国際戦略プラン」  
<<http://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/35279.pdf>>

## 添付資料 1 : 新聞掲載記事





【2017年10月6日 The Daily NNA マレーシア版】

【マレーシアー公益】

## JICAと太洋商事、フロンガス回収を支援

太洋商事（名古屋市）は5日、マレーシアの行政都市プトラジャヤで開催された国家行事「ナショナル・オゾンデー」のイベントに展示ブースを出展した。同社は今年7月～来年8月までの1年間、国際協力機構（JICA）の中小企業支援事業として、マレーシアでフロンガス回収・再生に向けた普及・実証事業を実施している。JICAの事業費は1億円規模。



太洋商事の展示ブースに並べられたフロンガス回収装置と工具＝5日、プトラジャヤ（NNA撮影）

マレーシアでは現在、モントリオール議定書で同国に課されたフロンガスの全廃スケジュール達成に向け、オゾン層破壊物質の輸入量と消費量を制限している。将来的にフロンガスの回収が義務化される流れにあるもの

の、現状で対応を促す法令は整っておらず、フロンガスのほとんどが回収されず、大気に放出されている状況にある。

太洋商事は、日本でフロンガス対策が求められる前からフロンガスの回収・再生事業に取り組んできたパイオニア的存在で、今回フロンガスの回収装置10台をマレーシア企業10社に納入した。回収装置は当面はJICAからの貸与となるが、将来的には現地企業の所有物となり、フロンガスの回収作業を長期的にマレーシアに根付かせたい考えだ。同社の堀慎治社長は、東南アジア各国の環境対策が発展途上であるとした上で、「装置を導入して終わりではない。オペレーターへのトレーニングを行って、現地でいかに使いこなしてもらえるかがポイント」と話す。同社は8月に、日本でマレーシア政府関係者、技術者11名へのトレーニングを行っている。

JICAマレーシア事務所の角幸康プロジェクト・フォーミュレーション・アドバイザーは、「開発課題を日本の技術で乗り越えていくことができる。両者をつなぐのがJICAの得意分野」と話し、これまで以上に優れた民間企業の技術をマレーシアの発展に取り込んでいく考えだ。日本の環境技術は世界の先端を行き、マレーシアをはじめ、諸外国に展開する余地が見込まれる分野だ。

ワンジュナイディ・ジャーファー天然資源・環境相はイベント冒頭で、2017年～20年に代替フロン35%の削減目標を掲げ、61億米ドル（約6,869億円）の資金を充当すると述べた。

【2017年10月5日 時事速報マレーシア】

産業

### 太陽商事、ナショナルオゾンデーに出展＝フロンガス回収のJICA事業紹介

【クアラルンプール時事】国際協力機構（JICA）は、マレーシア政府がプトラジャヤで5日に開催するイベント「ナショナルオゾンデー」で、太陽商事（名古屋市）が展示ブースを出すと発表した。太陽商事は、JICAの中小企業支援事業でフロンガスの回収・再生のための普及・実証事業を行っており、マレーシアでのフロンガス回収の取り組みを紹介する。

JICAによると、マレーシアではフロンガスの回収が実質的に義務化される予定だが、これまでフロンガスはほとんど回収されていない。フロンガス処理産業が育っていないことや冷媒を取り扱う技師の技能不足、費用負担メカニズムの欠如など、フロンガスの回収・再生・破壊処理をめぐる環境が整っていないことが原因と考えられるという。

こうした状況を受け、太陽商事はJICAの中小企業支援事業で、マレーシア政府とともにフロンガスの回収・再生・破壊のメカニズム構築と事業化に取り組んでいる。

【マレーシア Biz ナビ（2017年10月6日掲載）】

### 太洋商事がフロン回収事業の展示ブース、JICA 事業で

【プトラジャヤ】 国際協力機構（JICA）が手掛けるマレーシアのフロンガス回収・処理産業実証事業を請け負っている太洋商事（本社・名古屋市）は、5日にプトラジャヤで開催されたマレーシアの国家オゾン・デーのイベントにおいて展示ブースを設置。多くの来場者の注目を集めた。

太洋商事は日本におけるフロンガス回収・再生・破壊のパイオニア企業。JICA が実施する中小企業支援事業の一つ、「マレーシア国オゾン層保護と 気候変動対策に資するフロンガス回収・再生・破壊処理産業創出普及・実証事業」（実施期間：2017年3月-2019年2月）を実施し、マレーシア政府とともにフロンガス回収・再生・破壊のメカニズム構築及び事業化に取り組んでいる。

実証事業では、イチネン TASCО が製造する高性能の冷媒回収装置 10 セットを日系・清明エンジニアリング（M）などのマレーシア空調及び冷蔵協会（MACRA）の会員企業 10 社が使用し、顧客のエアコンなどからフロンガスを安全に回収する。熱交換によってフロンガスを分離・液化して回収した上で、集めたもののうち利用可能なものはリサイクルにまわし、できないものは破壊処理。このサイクルの事業化を実証する。イチネン TASCО はすでに、マレーシアと日本で冷媒回収装置の取り扱いに関するマレーシア人技術者の技術訓練を実施している。

マレーシアはモントリオール議定書において課されたフロンガスの全廃スケジュール達成に向け、オゾン層破壊物質の輸入量と消費量を制限しているが、国内に処理産業自体がほとんど存在しないこと、冷媒取扱技師の技能が不足していることなどの理由でこれまでフロンガスはほとんど回収されずに大気放出されているとみられている。







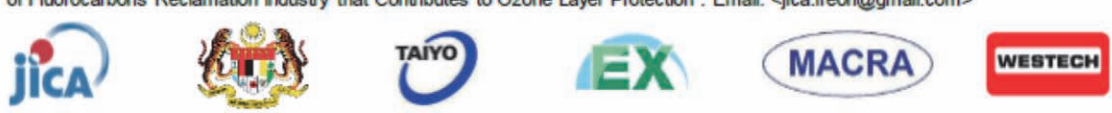










## 添付資料 2 : 伝票

<フォーム 1> 冷媒回収情報（回収元ごとに記入）







- 1 枚目：回収元保管用（上段：原本）

Original for User		Form 1: Manifest for Used Fluorocarbon Gas			
1. User Info	Company name				
	Acknowledgement requested	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	If yes, provide TEL no.	
2. Recovery Entity Info					
Company Name			Date of Recovery (DD/MM/YYYY)	/ /	
TEL, Email			Person in charge (Signature)		
3. Cylinder No.	Refrigerant Type		Weight of cylinder		Weight of recovered refrigerant (b-a)
		<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> Other ( )	before (a)	after (b)	
		<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> Other ( )	kg	kg	kg
		<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> Other ( )	kg	kg	kg
		<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> Other ( )	kg	kg	kg
		<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> Other ( )	kg	kg	kg
		<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> Other ( )	kg	kg	kg
<p>"Pilot Project: Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Creation of Fluorocarbons Reclamation Industry that Contributes to Ozone Layer Protection"</p> <p>Dear Customer,</p> <p>Thank you for your cooperation in the abovementioned Pilot Project. This Project is funded by the Japan International Cooperation Agency (JICA) in collaboration with the Department of Environment (DOE), Ministry of Natural Resources and Environment, Government of Malaysia, and other stakeholders in Malaysia.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Why does your refrigerant (R22, R134a, etc) need to be recovered? Fluorocarbons, including CFC (R12) &amp; HCFC (R22), are substances that deplete the ozone layer and increase global warming. Malaysia has already banned the release of R12. Banning of the release of R22 is expected shortly. HFC (R134a, etc) also increases global warming.</li> <li>● How will the recovered fluorocarbons be treated? The recovered fluorocarbons will be sent for quality analysis at the Shah Alam reclamation facility. If the refrigerant is pure enough for reclamation, it will be reclaimed for reuse. If not, it will be sent to a destruction plant, to prevent its release to the atmosphere.</li> <li>● What is "Acknowledgement" for? If you would like to receive an "Acknowledgement" as proof of how much of your refrigerant has been reclaimed, with information on CO<sub>2</sub> emission reduction, please inform your service agent for recovery of your refrigerant. Acknowledgement will be issued for a cylinder (of refrigerant) from a single user only.</li> </ul> <p style="text-align: right;">JICA Study Team</p>					
<p>This is a form of the "Pilot Project of Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Creation of Fluorocarbons Reclamation Industry that Contributes to Ozone Layer Protection". Email: &lt;jica.freon@gmail.com&gt;</p>					
					

- 2 枚目：再生機オペレータ保管用（上段：控え、下段：原本）

Copy for RFO		<b>Form 1: Manifest for Used Fluorocarbon Gas</b>				
1. User Info	Company name					
	Acknowledgement requested	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	If yes, provide TEL no.		
2. Recovery Entity Info						
Company Name TEL, Email			Date of Recovery (DD/MM/YYYY)	/	/	
			Person in charge (Signature)			
3. Cylinder No.		Refrigerant Type		Weight of cylinder		Weight of recovered refrigerant (b-a)
				before (a)	after (b)	
		<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> Other ( )		kg	kg	kg
		<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> Other ( )		kg	kg	kg
		<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> Other ( )		kg	kg	kg
		<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> Other ( )		kg	kg	kg
		<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> Other ( )		kg	kg	kg
4. Recovery Info						
Is recovery fee paid by the user?			<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No			
Facility info	<input type="checkbox"/> Chiller		<input type="checkbox"/> Air-conditioner	<input type="checkbox"/> Other ( )		
Service type	<input type="checkbox"/> Retrofitting of refrigerant		<input type="checkbox"/> Maintenance (Replacing of components)			
	<input type="checkbox"/> Renewal of the facility		<input type="checkbox"/> Other ( )			
Recovery of fluorocarbons	Time (hh:mm)	From	To			
	Name of technician 1			<input type="checkbox"/> Participated in hands-on training		
	Name of technician 2			<input type="checkbox"/> Participated in hands-on training		
	Name of technician 3			<input type="checkbox"/> Participated in hands-on training		
5. Equipment Info						
Tick if equipment has any problem		<input type="checkbox"/> Recovery machine		<input type="checkbox"/> Cylinder (Cylinder No. )		
6. Any Comment or Additional Info.						
<i>Above tables need to be filled by Recovery Entities.</i>						
Reception Info by Reclamation Facility Operator		Received by (Name)				
		Date(DD/MM/YYYY)	/	/		
<i>Note: Signing for the receipt of the cylinder does not mean admittance of the weight written by the recovery entity.</i>						
This is a form of the "Pilot Project of Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Creation of Fluorocarbons Reclamation Industry that Contributes to Ozone Layer Protection. Email: <jica.freon@gmail.com>						
						
						
						


■ 3 枚目：回収機オペレータ保管用（控え）

Copy for RMO		<b>Form 1: Manifest for Used Fluorocarbon Gas</b>			
1. User Info	Company name				
	Acknowledgement requested	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	If yes, provide TEL no.	
2. Recovery Entity Info					
Company Name TEL, Email			Date of Recovery (DD/MM/YYYY)	/	/
			Person in charge (Signature)		
3. Cylinder No.	Refrigerant Type			Weight of cylinder before (a)	Weight of recovered refrigerant (b-a)
	<input type="checkbox"/> R22	<input type="checkbox"/> R134a	<input type="checkbox"/> Other ( )	kg	kg
	<input type="checkbox"/> R22	<input type="checkbox"/> R134a	<input type="checkbox"/> Other ( )	kg	kg
	<input type="checkbox"/> R22	<input type="checkbox"/> R134a	<input type="checkbox"/> Other ( )	kg	kg
	<input type="checkbox"/> R22	<input type="checkbox"/> R134a	<input type="checkbox"/> Other ( )	kg	kg
	<input type="checkbox"/> R22	<input type="checkbox"/> R134a	<input type="checkbox"/> Other ( )	kg	kg
4. Recovery Info					
Is recovery fee paid by the user?		<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No			
Facility info	<input type="checkbox"/> Chiller	<input type="checkbox"/> Air-conditioner	<input type="checkbox"/> Other ( )		
Service type	<input type="checkbox"/> Retrofitting of refrigerant		<input type="checkbox"/> Maintenance (Replacing of components)		
	<input type="checkbox"/> Renewal of the facility		<input type="checkbox"/> Other ( )		
Recovery of fluorocarbons	Time (hh:mm)	From	To		
	Name of technician 1	<input type="checkbox"/> Participated in hands-on training			
	Name of technician 2	<input type="checkbox"/> Participated in hands-on training			
	Name of technician 3	<input type="checkbox"/> Participated in hands-on training			
5. Equipment Info					
Tick if equipment has any problem		<input type="checkbox"/> Recovery machine	<input type="checkbox"/> Cylinder (Cylinder No. )		
6. Any Comment or Additional Info.					
<i>Above tables need to be filled by Recovery Entities.</i>					
Reception Info by Reclamation Facility Operator	Received by (Name)				
	Date(DD/MM/YYYY)		/ /		
<i>Note: Signing for the receipt of the cylinder does not mean admittance of the weight written by the recovery entity.</i>					
This is a form of the "Pilot Project of Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Creation of Fluorocarbons Reclamation Industry that Contributes to Ozone Layer Protection". Email: <jica.freon@gmail.com>					
					




<フォーム 2> : 引受け/持込みフロンガスのサマリー (引受け/持込みごとに記入)

- 1 枚目 : 回収機オペレータ保管用 (原本)


Original for RMO		<b>Form 2: Summary of Used Fluorocarbon Gas</b>			
Recovery Entity Info					
Company Name (company chop)		Date of Delivery (DD/MM/YYYY)		/ /	
		Person in charge			
Cylinder No.	Refrigerant Type / Weight recorded by the recovery entity			Acknowledgement requested	Weight at reception
	<input type="checkbox"/> R22	<input type="checkbox"/> R134a	<input type="checkbox"/> Other ( ) /	kg	YES • NO
				kg	kg
	<input type="checkbox"/> R22	<input type="checkbox"/> R134a	<input type="checkbox"/> Other ( ) /	kg	YES • NO
				kg	kg
	<input type="checkbox"/> R22	<input type="checkbox"/> R134a	<input type="checkbox"/> Other ( ) /	kg	YES • NO
				kg	kg
	<input type="checkbox"/> R22	<input type="checkbox"/> R134a	<input type="checkbox"/> Other ( ) /	kg	YES • NO
				kg	kg
Reclamation Entity Info		Received collection center		Person in charge	
Westech Chemicals Sdn Bhd No5, Jalan Pelabur 23/1, 40300, Shah Alam, Selangor, Darul Ehsan Tel: 03-5541 0612 Email: noelchong@tenco.com.my		<input type="checkbox"/> Shah Alam <input type="checkbox"/> Penang <input type="checkbox"/> Johor Bahru		(Signature)	
This is a form of the "Pilot Project of Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Creation of Fluorocarbons Reclamation Industry that Contributes to Ozone Layer Protection". Email: <jica.freon@gmail.com>					
					

- 2 枚目 : 再生機オペレータ保管用 (控え)

Copy for RFO		<b>Form 2: Summary of Used Fluorocarbon Gas</b>			
Recovery Entity Info					
Company Name (company chop)		Date of Delivery (DD/MM/YYYY)		/ /	
		Person in charge			
Cylinder No.	Refrigerant Type / Weight recorded by the recovery entity			Acknowledgement Requested	Weight at reception
	<input type="checkbox"/> R22	<input type="checkbox"/> R134a	<input type="checkbox"/> Other ( ) /	kg	YES • NO
				kg	kg
	<input type="checkbox"/> R22	<input type="checkbox"/> R134a	<input type="checkbox"/> Other ( ) /	kg	YES • NO
				kg	kg
	<input type="checkbox"/> R22	<input type="checkbox"/> R134a	<input type="checkbox"/> Other ( ) /	kg	YES • NO
				kg	kg
	<input type="checkbox"/> R22	<input type="checkbox"/> R134a	<input type="checkbox"/> Other ( ) /	kg	YES • NO
				kg	kg
Reclamation Entity Info		Received collection center		Person in charge	
Westech Chemicals Sdn Bhd No5, Jalan Pelabur 23/1, 40300, Shah Alam, Selangor, Darul Ehsan Tel: 03-5541 0612 Email: noelchong@tenco.com.my		<input type="checkbox"/> Shah Alam <input type="checkbox"/> Penang <input type="checkbox"/> Johor Bahru		(Signature)	
This is a form of the "Pilot Project of Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Creation of Fluorocarbons Reclamation Industry that Contributes to Ozone Layer Protection". Email: <jica.freon@gmail.com>					
					

<フォーム 3> : 分析結果、支払情報（引受け/持込みごとに作成）

（再生量算定に用いる数式内のパラメータを実証活動の実績に基づき決定した後に使用）

Form 3: Analysis Result and Payment Calculation												
Recovery Entity Info												
Company Name												
<b>&lt; Analysis Result of Refrigerant &gt;</b>												
No.	Cylinder No.				Refrigerant Type	Weight	Analysis Result			Good to Reclaim	Reclaimed amount*	Acknowledgment
1					<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> Other (    )	kg	<input type="checkbox"/> R22:            % <input type="checkbox"/> R134a:           % <input type="checkbox"/> Other (    ):    %	<input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> No		kg	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
2					<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> Other (    )	kg	<input type="checkbox"/> R22:            % <input type="checkbox"/> R134a:           % <input type="checkbox"/> Other (    ):    %	<input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> No		kg	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
3					<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> Other (    )	kg	<input type="checkbox"/> R22:            % <input type="checkbox"/> R134a:           % <input type="checkbox"/> Other (    ):    %	<input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> No		kg	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
4					<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> Other (    )	kg	<input type="checkbox"/> R22:            % <input type="checkbox"/> R134a:           % <input type="checkbox"/> Other (    ):    %	<input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> No		kg	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
5					<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> Other (    )	kg	<input type="checkbox"/> R22:            % <input type="checkbox"/> R134a:           % <input type="checkbox"/> Other (    ):    %	<input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> No		kg	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
*Reclaimed amount is calculated "weight x purity (%) x XXX" assuming XX % of oil is contained on average.												
Analysis Info		Analyzed by (Name)										
		Date(DD/MM/YYYY)			/    /							
<b>&lt; Payment Calculation &gt;</b>												
Refrigerant Type	A. Reclaimed amount		B. Unit Price		C. JICA incentive		Payment Amount A x (B+C)					
R22	kg		RM2.00/kg		RM    /kg		RM					
R134a	kg		RM2.00/kg		RM    /kg		RM					
Eligibility for JICA Incentive							<input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> No					
Total							RM					
Total Amount of Reclaimed Gas							Kg					
Accumulated Amount of Reclaimed Gas							Kg					
Reduction of GHG(Greenhouse Gas) Emission							kgCO <sub>2</sub> equivalent					
<p>This is a reording form of the Pilot Project of Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies For Creation of Fluorocarbons Reclamation Industry That Contributes to Ozone Layer Protection. (email: jica.freon@gmail.com)</p>												
												

<フォーム 4> : 冷媒の再利用状況（回収機を用いて冷媒をシステムに再充填する際に記録）  
2018年4月より使用開始。







**Form 4: Record of Recovery Activities for Reuse of Refrigerant**

*Please tick your company name:*

Recovery Entity Info				
<input type="checkbox"/> Aqua Green	<input type="checkbox"/> Blueaire Service	<input type="checkbox"/> CK Wong	<input type="checkbox"/> Cooling Innovation	<input type="checkbox"/> Dykin / Lesota
<input type="checkbox"/> Ener-Save	<input type="checkbox"/> Gain Twin	<input type="checkbox"/> Seimei Engineering	<input type="checkbox"/> S.M.A.R.T	<input type="checkbox"/> Zofar

*Please fill in necessary information and tick applicable options of your reuse work:*

Date (DD/MM)	Facility info	Service type	Type of gas	Amount of gas reused (roughly)	Do you use any filter for the process?
/	<input type="checkbox"/> Chiller <input type="checkbox"/> Air-conditioner <input type="checkbox"/> Other (            )	<input type="checkbox"/> Retrofitting of refrigerant <input type="checkbox"/> Renewal of the facility <input type="checkbox"/> Maintenance (including components replacement) <input type="checkbox"/> Other (            )	<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> R410 <input type="checkbox"/> Other (            )	kg	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
/	<input type="checkbox"/> Chiller <input type="checkbox"/> Air-conditioner <input type="checkbox"/> Other (            )	<input type="checkbox"/> Retrofitting of refrigerant <input type="checkbox"/> Renewal of the facility <input type="checkbox"/> Maintenance (including components replacement) <input type="checkbox"/> Other (            )	<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> R410 <input type="checkbox"/> Other (            )	kg	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
/	<input type="checkbox"/> Chiller <input type="checkbox"/> Air-conditioner <input type="checkbox"/> Other (            )	<input type="checkbox"/> Retrofitting of refrigerant <input type="checkbox"/> Renewal of the facility <input type="checkbox"/> Maintenance (including components replacement) <input type="checkbox"/> Other (            )	<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> R410 <input type="checkbox"/> Other (            )	kg	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
/	<input type="checkbox"/> Chiller <input type="checkbox"/> Air-conditioner <input type="checkbox"/> Other (            )	<input type="checkbox"/> Retrofitting of refrigerant <input type="checkbox"/> Renewal of the facility <input type="checkbox"/> Maintenance (including components replacement) <input type="checkbox"/> Other (            )	<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> R410 <input type="checkbox"/> Other (            )	kg	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
/	<input type="checkbox"/> Chiller <input type="checkbox"/> Air-conditioner <input type="checkbox"/> Other (            )	<input type="checkbox"/> Retrofitting of refrigerant <input type="checkbox"/> Renewal of the facility <input type="checkbox"/> Maintenance (including components replacement) <input type="checkbox"/> Other (            )	<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> R410 <input type="checkbox"/> Other (            )	kg	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
/	<input type="checkbox"/> Chiller <input type="checkbox"/> Air-conditioner <input type="checkbox"/> Other (            )	<input type="checkbox"/> Retrofitting of refrigerant <input type="checkbox"/> Renewal of the facility <input type="checkbox"/> Maintenance (including components replacement) <input type="checkbox"/> Other (            )	<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> R134a <input type="checkbox"/> R410 <input type="checkbox"/> Other (            )	kg	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No



## 要約 (英文)

**Department of Environment (DOE),  
Ministry of Energy, Science, Technology,  
Environment and Climate Change  
(MESTECC)**

**Summary Report**

**Malaysia**

**Verification Survey with the Private Sector  
for  
Disseminating Japanese Technologies for  
Creation of Fluorocarbons Reclamation  
Industry that Contributes to  
Ozone Layer Protection**

**March, 2019**

**Japan International Cooperation Agency  
Taiyoshoji Co., Ltd.**

**Verification Survey with the Private Sector for  
Disseminating Japanese Technologies for Creation of Fluorocarbons Reclamation  
Industry that Contributes to Ozone Layer Protection**

**Summary Report**

<b>1. BACKGROUND.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME'S TECHNOLOGIES .....</b>	<b>1</b>
(1) Purpose:.....	1
(2) Activities: .....	2
(3) Information of Product/ Technology to be Provided:.....	2
(4) Counterpart Organization: .....	4
(5) Target Area and Beneficiaries:.....	4
(6) Duration: .....	4
(7) Progress Schedule: .....	4
(8) Manning Schedule:.....	5
(9) Implementation System:.....	6
(10) Operation of the Product: .....	7
<b>3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY .....</b>	<b>7</b>
(1) Outputs and Outcomes of the Survey.....	7
(2) Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization .....	15
<b>4. FUTURE PROSPECTS.....</b>	<b>15</b>
(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country .....	15
(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey.....	16

ATTACHMENT: OUTLINE OF THE SURVEY

### **Acronyms and Abbreviations**

ATCs	Authorized Training Centers
CFC	Chlorofluorocarbons
CSTP	Certification of Service Technician Program
DOE	Department of Environment
GHG	Greenhouse Gas
GWP	Global Warming Potential
HCFC	Hydro chlorofluorocarbons
HFC	Hydro fluorocarbons
HPMP	HCFC Phase-out Management Plan
ILP	Institut Latihan Perindustrian
JACTIM	The Japanese Chamber of Trade & Industry, Malaysia
MACRA	Malaysia Air-Conditioning & Refrigeration Association
MESTECC	Ministry of Energy, Science, Technology, Environment and Climate Change
ODS	Ozone Depleting Substance
RAC	Refrigeration and Air-Conditioners

## **1. BACKGROUND**

Malaysia is located by the Strait of Malacca, which is a strategic international maritime passage, and is also one of the major countries in which Japanese companies set up overseas bases. Moreover, Japan imports natural gas from Malaysia, making it an important economic partner. According to Japan's "country-based plan for Malaysia", as part of "supporting balanced development to achieve developed country status", Japan plans to assist Malaysia, with the possibility of public-private partnerships, in areas that contribute to a balanced society including environmental protection.

Malaysia is actively engaged in implementing environmental measures, including those for ozone depleting substances (ODS), as specified in the Montreal Protocol, which restricts the overall import volume as well as domestic consumption of ODS with the aim of completely phasing-out the production of fluorocarbons (Chlorofluorocarbons (CFCs) and Hydro chlorofluorocarbons (HCFCs)).

In connection with the recovery, reclamation and destruction of fluorocarbons, the release of CFCs into the atmosphere is already prohibited in Malaysia under the "Environmental Quality (Refrigerant Management) Regulations 1999 [PU (A) 451/1999]". In accordance with the HCFC Phase-out Management Plan (HPMP), the Malaysian government plans to revise the Regulations to make it mandatory to recover HCFCs which account for majority of the refrigerant market in Malaysia.

Fluorocarbons are hardly recovered in Malaysia, partly because of the high financial costs associated with their recovery, reclamation, and destruction and partly because of the lack of a mechanism to finance such costs. In addition, the fluorocarbons recovery, reclamation and destruction industry in Malaysia is almost non-existent, which means that even if fluorocarbons are recovered, there is no way of processing them. Moreover, most of the maintenance service companies for air-conditioners, which have the potential to recover fluorocarbons, are not sufficiently aware of the Refrigerant Management Regulations. Therefore, Malaysia still lacks the infrastructure to recover, reclaim and destroy fluorocarbons.

Taiyoshi Co., Ltd. (hereafter "Taiyo") is a pioneering enterprise that was the first commercial operator in Japan to establish a consistent fluorocarbon-related business from sale to recovery, reclamation and destruction. By utilizing the fluorocarbons treatment technologies and expertise that Taiyo has acquired through its business in Japan, this survey aims to showcase the fluorocarbons recovery, reclamation and destruction industry and encourage Malaysian government policymakers to consider adopting a cost financing mechanism.

## **2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME'S TECHNOLOGIES**

### **(1) Purpose:**

In order to secure the effectiveness of regulations related to reducing atmospheric emission of fluorocarbons in Malaysia, the Survey aims to examine methods for disseminating the overall fluorocarbons processing system. This will include technology transfer to government agencies of Malaysia through verification activities aimed at constructing a base for establishing the fluorocarbons recovery, reclamation and destruction industry.

## (2) Activities:

[Activity 1] Provide relevant information for policy framework development and hold Technical Working Committee meetings for promoting the fluorocarbons recovery, reclamation and destruction industry:

- (1-1) Technical Working Committee meetings with Malaysian stakeholders
- (1-2) Provision of reference materials including fluorocarbons regulations and guidelines in Japan

[Activity 2] Conduct dissemination activities to promote the understanding of stakeholders including users and maintenance companies of refrigerators and air conditioners:

- (2-1) Participation in annual events of industry groups
- (2-2) Holding of joint dissemination seminars with the Department of Environment (DOE)

[Activity 3] Enhance the practical skills and knowledge of technicians in the fluorocarbons recovery, reclamation and destruction industry:

- (3-1) Hands-on training for refrigerant technicians
- (3-2) Instructors' training in Japan
- (3-3) Production of a video manual

[Activity 4] Verify and enhance local adoption of the Product based on conducting a Pilot Project:

- (4-1) Preparation of a Pilot Project
- (4-2) Implementation of a Pilot Project
- (4-3) Collection of demonstration data
- (4-4) Verification of suitability of the Product including financial feasibility

[Activity 5] Formulate a business development plan for disseminating the model of the fluorocarbons recovery, reclamation and destruction industry.

## (3) Information of Product/ Technology to be Provided:

The Product provided in the Survey is shown in Table 1.

**Table 1: List of Main Equipment and Its Specifications**

Facility	Specification		No. of Units
Reclamation facility package	Manufacturer	Taiyo	1 unit
	Reclaimable refrigerant	R12, R22, R134a	
	Capacity	200 kg/hour, 1 ton/day	
	Standard	JIS	
	Accessories	Filling machine, vacuum pumps, weighing machine	
Recovery machine	Manufacturer	Ichinen TASC0 TA110X-220P	10 units
	Recoverable refrigerant	R12, R22, R502, R410A, R32, R404A, R407C, R507A, R134a, FC1, FC2, FC3 (except for flammable gas)	
	Voltage	Corresponding to electric voltage in Malaysia	
	Compressor	750 W (1 Hp) Twin oil-less	
	Recovery method	· Gas, Semi-liquid: Compressing recovery method · Liquid: Recovery of liquid with high pressure	
	Noise level	63 db	

Facility	Specification		No. of Units
	Vacuum reach level	<ul style="list-style-type: none"> <li>Continuous operation: Approx. 0.05 MPa (-380 mmHg)</li> <li>Automatic stop: Approx. 0.06 MPa (-300 mmHg)</li> </ul>	
	Size	360(H)×430(W)×260(D) mm / 16.0 kg	
	Capacity	Gas 220 g/min, Semi-liquid 2,500 g/min, Liquid 5,200 g/min	
	Temperature	0 - 39 Centigrade	
	Additional function	Cleaning function (removing function of residue refrigerant in the recovery machine)	
Cylinders	Manufacturer	TA110-10	10 units
	Capacity	10 kg (11.5 L)	
	Weight	Approx. 9.8 kg	
	Standard	FC3	
	Hydrostatic test pressure	5.0 Mpa	
	Size	524(H) ×220 φ	
	Manufacturer	TA110-100N	50 units
Capacity	100 kg (116 L)		
Weight	Approx. 51.6 kg		
Standard	FC3		
Hydrostatic test pressure	5.0 Mpa		
Size	1,385(H) ×355 φ		
Refrigerant analyzer with printer function	Manufacturer	Ichinen TASC0 TA400BR	2 units
	Size	200(L)×395(W)×100(H) mm	
	Weight	1.4 kg	
	Accuracy	±2%	
	Sensor	NDIR (Non Dispersive InfraRed)	
	Accessories	1/4 gas sample hose, sample hose set for liquid, sample filter, AC adopter carry-in case	
	Analyzable refrigerant	R22, R410A, R32, R404A, R407C, R134a, Air, HC (R600, R600a, R290)	
	Identifiable refrigerant	R12, R1234yf, R408A, R409A, R417A, R421B, R422A, R422B, R422C, R427A, R124, R125, R142b, R143a, R401A, R401B, R401C, R402A, R402B, R406A, R407A, R407B, R407D, R407E, R407F, R409B, R414b, R438A, R507A etc	



Reclamation facility



Recovery machine



Cylinder (100 kg)



Cylinder (10 kg)

The Product is divided into two components as shown in Table 2 below:

**Table 2: Category of the Product**

Category	Items
Reclamation facility (1 set)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reclamation facility package x 1 unit</li> <li>Cylinders (100 kg) x 50 units</li> <li>Refrigerant analyzer with printer function x 2 units</li> </ul>
Recovery machines (10 sets)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reclamation machine x 1unit</li> <li>Cylinders (10 kg) x 5 units</li> </ul>



#### (4) Counterpart Organization:

Department of Environment (DOE), Ministry of Energy, Science, Technology, Environment and Climate Change: MESTECC)

#### (5) Target Area and Beneficiaries:

<Target Area>:

Pilot plant: Selangor State, Malaysia

Recovery area: Peninsula Malaysia

<Beneficiaries>:

- Industries that use fluorocarbon-using electrical equipment such as air-conditioners and refrigerators,
- Industry that conducts maintenance services of air-conditioners and refrigerators,
- Reclamation industry operators,
- Destruction industry operators; and
- Government agencies in charge of fluorocarbon management policy and regulations.

#### (6) Duration:

< Project period > March 2017 - April 2019

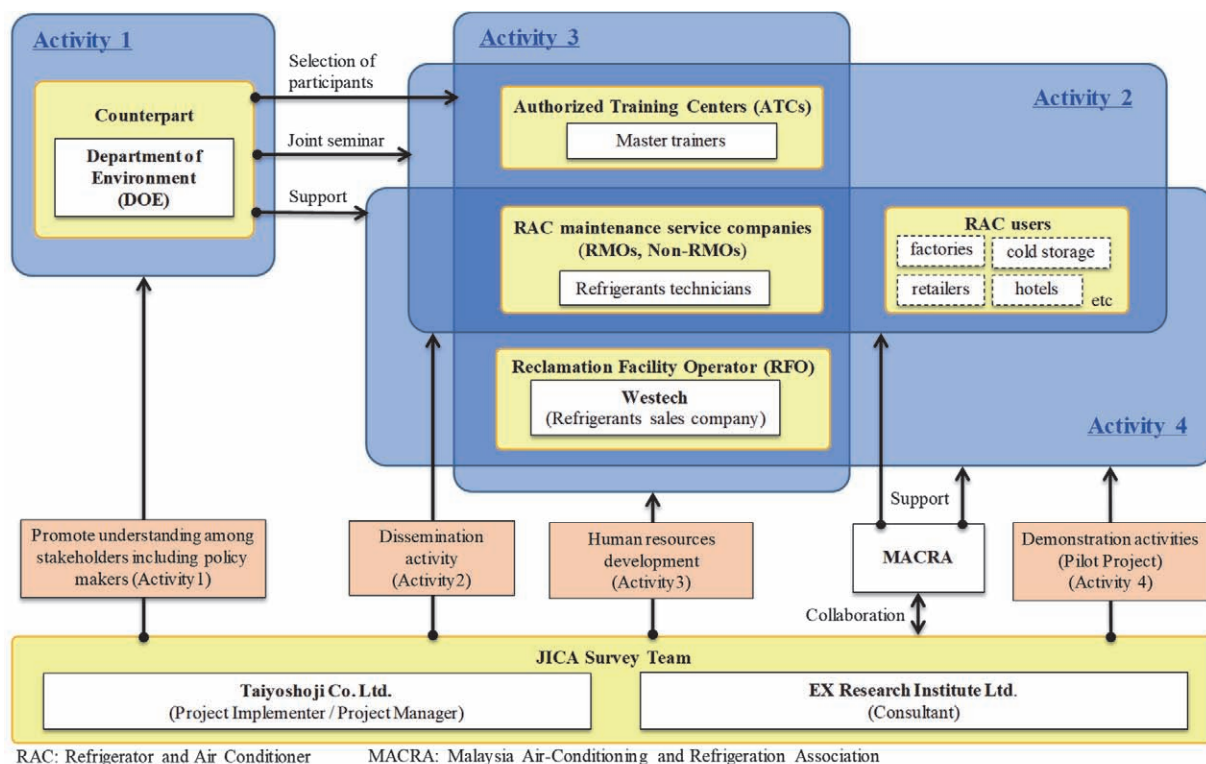
< Pilot Project period > July 2017 - November 2018

#### (7) Progress Schedule:

Activities	2017												2018												2019	
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2			
Visit to Malaysia by the JICA Survey Team (JST)	■	■	■	■	■			■				■			■				■	■						
Project Steering Committee (PSC)				★						★										★						
				1st Committee (7/20)						2nd Committee (1/30)										3rd Committee (11/27)						
Activity1 Provision of relevant information for regulatory framework development																										
1-1 Technical Working Committee Meetings (3 times)				★										★					★							
				1st Committee (7/6)											2nd Committee (5/7)						3rd Committee (10/23)					
1-2 Provision of reference materials including Japanese regulatory information																										
Activity2 Dissemination Activities																										
2-1 Participation in annual events of the industry group (including a seminar with the ILPKB)		★						★		★				★												
		MACRA annual event(5/25)					MACRA annual event(11/16)				JACTIM event(2/7)				ILPKB (6/27)											
2-2 Holding of joint dissemination seminars with the DOE								★												★						
								Participation in the National Ozone Day (10/5)												Joint seminar/ handover ceremony (11/29)						
Activity3 Human Resources Development																										
3-1 Hands-on trainings for refrigerant technicians				★				★																		
				Hands on training (7/24)				Instruction on oil separator																		
3-2 Training of Trainers (ToT) in Japan					★																					
					Training in Japan																					
3-3 Production of video manual																										
Activity4 Demonstration of technology (Pilot Project)																										
4-1 Preparation of a Pilot Project																										
4-2 Implementation of a Pilot Project				★																						
				Installation																						
4-3 Collection of demonstration data																										
4-4 Verification of suitability of the Product including financial feasibility																										
Activity5 Formulation of a business development plan																										



**(9) Implementation System:**



**Figure 1: Implementation System of the Survey**

**Table 3: Roles of Each Entity in the Survey**

<b>JICA</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Owning the Product during the Survey period and transferring it to entities endorsed by the DOE</li> <li>(2) Supervision of the JICA Survey Team (JST)</li> <li>(3) Allocation of budget for project implementation</li> </ol>
<b>Department of Environment (DOE)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Overseeing the progress of proper and effective operation and maintenance of the Product (see Table 1 and Table 2) handed over to and transferred from JICA, after completion of the Survey</li> <li>(2) Nomination of appropriate participants for “Training of Trainers” in Japan</li> <li>(3) Provision of the JST with reasonable support, at the DOE’s own expense, including the following items throughout the implementation period in cooperation with stakeholders in Malaysia: <ul style="list-style-type: none"> <li>• assignment of the DOE's personnel in charge of the Survey</li> <li>• arrangement of Technical Committee meetings, including the attendance of appropriate personnel and technical inputs</li> <li>• arrangement of the Project Steering Committee (PSC) meetings including the venue, attendance of appropriate personnel and technical inputs and chairing the Committee meetings</li> <li>• approval of the process of selecting business operators of the Product</li> <li>• facilitation and coordination work of the dissemination seminar co-hosted by the DOE and JST</li> </ul> </li> </ol>
<b>Project Steering Committee (PSC)</b>	<p>The PSC, consisting of representatives of the DOE, JICA Malaysia and Taiyo, was organized as the decision-making body for Pilot Project implementation. The main functions of the Committee were:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) selecting the business operator of each component of the Product (see Table 2)</li> <li>(2) endorsing the plan for implementing the Pilot Project</li> <li>(3) overseeing the progress of proper and effective operation and maintenance of the Product</li> <li>(4) at the end of the Survey, endorsing each business operator to continue operating the Product after the Pilot Project</li> </ol>
<b>JICA Survey Team (JST)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Coordination and reporting work of the Survey</li> <li>(2) Conducting a survey on policy framework including arrangement</li> <li>(3) Conducting training in Japan including producing a training manual</li> </ol>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>(4) Conducting hands-on training in Malaysia for refrigeration technicians</li> <li>(5) Transportation, export, installation, and test operation of the Product</li> <li>(6) Verification of the Product and the suitability of the system of recovery, reclamation and destruction of fluorocarbons through the Pilot Project</li> <li>(7) Conducting financial analysis on the fluorocarbons recovery and reclamation industry in Malaysia</li> <li>(8) Secretariat of the PSC meetings and Technical Committee meetings</li> <li>(9) Preparation of the Technical Committee meetings with support from the DOE</li> <li>(10) Organization of a dissemination seminar with support from the DOE</li> </ul>
<b>MACRA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promoting understanding of fluorocarbons recovery, reclamation and destruction activities through a joint seminar with the JST and other activities</li> <li>• Arranging subcontractors for participating in Pilot Project activities and hands-on training of the refrigerant recovery activities</li> </ul>

**(10) Operation of the Product:**

- During the Survey: The DOE commissioned the operation of the Product to business operators, which were selected by the PSC as the responsible parties of operation of each assigned component of the Product.
- After the Survey: The DOE commissioned the operation of the Product to business operators that the PSC endorsed the fact that they had satisfied the scope of work agreed with the DOE.

**3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY**

**(1) Outputs and Outcomes of the Survey**

[Outcome 1] Improvement of understanding among policymakers along with completion of a report as an outcome of the Technical Working Committee meetings.

- Technical Committee meetings: Held three meetings with the participation of Malaysian stakeholders to discuss the challenges to promoting the framework and efforts for fluorocarbons recovery and reclamation in Malaysia, as well as the role to be played by each stakeholder.
- Provision of relevant Japanese regulatory information: Provided the DOE with ten reference materials including fluorocarbons regulations, guidelines, automobile recycling law, etc. in Japan, concerning the mechanism for collecting recovery, reclamation and destruction fees and providing them to the counterpart organization.



The 2nd Technical Committee Meeting (May 2018)



The 3rd Technical Committee Meeting (Nov 2018)

[Outcome 2] Improvement of understanding among relevant stakeholders regarding the fluorocarbons regulation and reclamation business

- Participation in annual events of the industry group: Participated in periodic events of the Malaysia Air-Conditioning & Refrigeration Association (MACRA), including the annual general meeting and the Japanese Chamber of Trade & Industry, Malaysia (JACTIM) Manufacturing Group Meeting, in order

to enhance understanding of the importance of new regulations and recovery and reclamation activities, and to promote the recovery and reclamation business.

- Co-hosting of a seminar with the ILPKB: In June 2018, a seminar was held with the Industrial Training Institute (ILP) Kepala Batas, the Center of Excellence for training refrigerant technicians. This seminar, attended by about 400 persons, helped deepen stakeholders' understanding.
- Holding of the joint dissemination seminar with the DOE: In November 2018, a dissemination seminar was co-organized with the DOE with 109 participants to raise awareness of the achievements of the Survey, the significance of continuous activity in Malaysia, and issues to be addressed to this end.
- Production and delivery of awareness-raising materials: The JST also produced awareness-raising materials such as buntings, flyers and posters and distributed them to relevant agencies such as the DOE, MACRA and the RFO.



The National Ozone Day (Oct 2017)



The joint dissemination seminar (Nov 2018)

### [Outcome 3] Improvement of refrigerant technicians' practical skills

- Hands-on training for refrigerant technicians: In July 2017, an original human resource development program, which consists of classroom lectures and hands-on training in the field of fluorocarbons recovery, was implemented to enhance the practical skills of refrigerant technicians. Its purpose was to promote the participants' understanding of problems that frequently occur in the field of fluorocarbons recovery and reclamation and how to resolve them.
- Training of Trainers (ToT) in Japan: Eight experts (six master trainers of the Authorized Training Centers (ATCs) and two experts of the refrigerant sales company) were invited to Japan for six days in August. They acquired important knowledge and skills on fluorocarbons recovery through classroom lectures, hands-on training and visits of good practice sites.
- Production of video manual: A training manual video was produced to ensure that trainees master what they learned through the hands-on training. It was provided for the DOE in May 2018.



Lecture at the Hands-on-Training (Jul 2017)



Training of Trainers (ToT) in Japan (Aug 2017)

[Outcome 4] Creation of good practices for the fluorocarbons recovery, reclamation and destruction business along with modifications to adapt to the local situation

### 1) Preparation of the Pilot Project:

- The operators of the Product were selected, the detailed implementation plan of the Pilot Project was finalized, and the forms for collecting demonstration data were set up.

**Table 4: List of the Business Operators selected as the Operators of the Products**

Category	Business Operators	Location
Reclamation Facility Operator (RFO)	Westech Chemicals Sdn Bhd	<u>Reclamation plant</u> : Selangor (Shah Alam) <u>Collection centers</u> : Selangor (Shah Alam), Penang & Johor
10 Recovery Machine Operators (RMOs)	Aqua Green Tech Sdn Bhd	Selangor (Shah Alam)
	Blueaire Services Sdn Bhd	Kuala Lumpur
	CK Wong Electrical Services Sdn Bhd	Kuala Lumpur
	Gain Twin Engineering Sdn Bhd	Selangor (Kajang)
	Ener-Save Sdn Bhd	Selangor (West Port)
	Cooling Innovation Sdn Bhd	Kuala Lumpur
	Seimei Engineering (M) Sdn Bhd	Selangor (Shah Alam)
	Lesota Sdn Bhd	Penang
	S.M.A.R.T Parts and Services S/B	Selangor (Petaling Jaya)
	Zofar Mechanical & Electrical Engineering S/B	Selangor (Taman Industri Selesa Jaya)

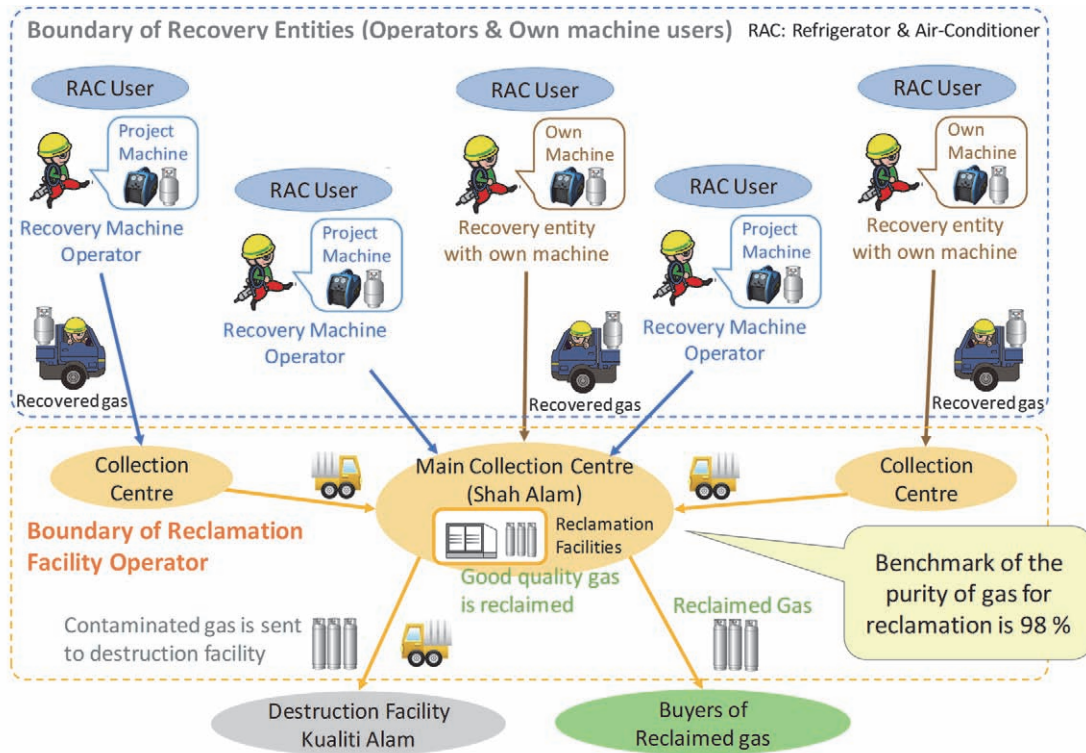
**Table 5: Outline of the Pilot Project Implementation Plan**

Items	Contents
Objective	To establish an implementation framework by creating a model for fluorocarbons recovery, reclamation & destruction industry.
Period	24 July 2017 - 15 November 2018
Targeted refrigerants	HCFC (R22), HFC <sup>37</sup> (R134a, R410A)
Recovery area	All Peninsula Malaysia
Targeted refrigerant users	Refrigerator and Air-Conditioner (RAC) users at factories, shopping malls, hotels, hospitals, freezer warehouses etc.
Benchmark for reclamation	98% of purity of refrigerant <sup>38</sup>
Incentives provided by the JST	<u>Reclamation incentives</u> : RM2/kg of the reclaimed amount of refrigerant (only for 10 RMOs)
Incentives provided by the RFO	<u>Reclamation incentives</u> : RM2/kg of the reclaimed amount of refrigerant (for all the recovery entities including 10 RMOs). <u>Discount incentives</u> : one third of the market price of the applicable virgin refrigerant (the RFO sells the reclaimed refrigerant at two thirds of the market price)
Reclamation efficiency used for reclamation incentive calculation	Originally set at 80% and modified to 95% based on the actual data obtained in the pilot project
Destruction cost	Covered by the Survey

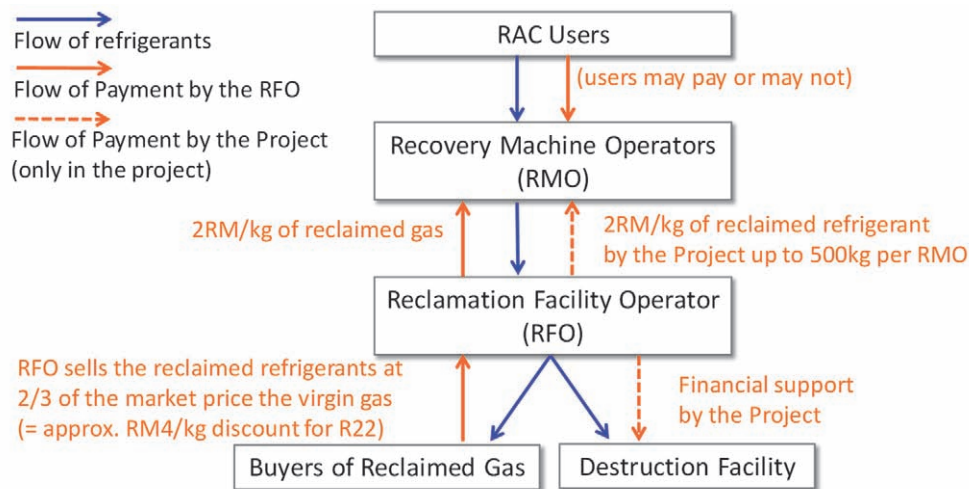
<sup>37</sup> Hydro fluorocarbons

<sup>38</sup> Refrigerant with a purity below 98% is not eligible for reclamation and is sent to Kualiti Alam for destruction.





**Figure 2: Outline of the Pilot Project**



**Figure 3: Payment flow of the Pilot Project**

**2) Recovery of fluorocarbons:**

- The Product was lent to one reclamation facility operator (RFO) and 10 recovery machine operators (RMOs) to implement the Pilot Project from 24 July 2017 to 15 November 2018. In the Pilot Project, 3,902 kg of fluorocarbons (R22, R134a, R410A) were recovered and delivered to collection centers of Westech (2,496 kg was delivered by RMOs and 1,406 kg by non-RMOs).

**3) Analysis and reclamation/destruction of recovered gas:**

- 99.8%, or 3,707 kg, of the recovered gas met the benchmark for reclamation that requires 98% purity. Only 8 kg was sent for destruction.



**Table 6: The number of recoveries of the refrigerants**

		R22 (kg)	R134a (kg)	R410A (kg)	Total (kg)	No of recoveries (Times)
<b>1) Recovery Machine Operators (RMOs)</b>						
1	Aqua Green Tech	76.9	0.0	5.3	82.2	13
2	Blueaire Services	72.1	0.0	0.0	72.1	13
3	CK Wong	55.4	0.0	0.0	55.4	13
4	Cooling Innovation	139.1	56.1	1.3	196.5	14
5	Ener-Save	351.6	0.0	0.0	351.6	13
6	Gain Twin	62.8	0.0	0.0	62.8	12
7	Lesota Sdn Bhd	135.7	520.0	0.0	655.7	2
8	Seimei Engineering	83.9	0.0	147.3	231.1	17
9	S.M.A.R.T Parts	534.9	46.6	96.8	678.3	6
10	Zofar	110.4	0.0	0.0	110.4	12
	<b>Sub-total</b>	<b>1,622.6</b>	<b>622.7</b>	<b>250.6</b>	<b>2,496.0</b>	<b>115</b>
<b>2) Non-RMOs</b>						
11	Company C	0.0	476.2	0.0	476.2	-
12	Company T	80.0	850.0	0.0	930.0	-
	<b>Sub-total</b>	<b>80.0</b>	<b>1,326.2</b>	<b>0.0</b>	<b>1,406.2</b>	<b>-</b>
	<b>Total</b>	<b>1,702.6</b>	<b>1,948.9</b>	<b>250.6</b>	<b>3,902.2</b>	<b>-</b>

**Table 7: Proportion of the recovered refrigerants by type**

	R22	R134a	R410A	Total
RMOs	65%	25%	10%	100%
Non-RMOs	6%	94%	0%	100%
Total	44%	50%	6%	100%

**4) Reclamation and destruction of the recovered gas:**

- Approximately 3,400 kg of recovered gas was reclaimed and turned into 3,210 kg of reclaimed gas. Reclamation efficiency was as high as 95%.

**Table 8: Analysis result of recovered refrigerants**

	Recovered Amount (kg)			Amount for Reclamation (kg)			Amount for destruction (kg)
	RMOs	Non-RMOs	Total	RMOs	Non-RMOs	Total	
R22	1,623	80	1,703	1,541	76	1,617	8.2
R134a	623	1,326	1,949	592	1,260	1,851	-
R410A	251	0	251	238	0	238	-
<b>Total</b>	<b>2,496</b>	<b>1,406</b>	<b>3,902</b>	<b>2,371</b>	<b>1,336</b>	<b>3,707</b>	<b>8.2</b>

**Table 9: Reclamation efficiency**

Reclamation loss (a)	Transfer loss (b)	Loss ratio (total) (c)=(a)+(b)	Reclamation ratio (d)=1-(c)
4.1%	0.5%	4.6%	95.4%

### 5) Incentive payment:

- Westech paid RM 4/kg for reclaimed gas to RMOs.

**Table 10: Incentives provided by the Survey**

	By RFO	By JST	Total
Reclamation incentive	RM 7,414	RM 4,208	RM 11,622
Discount incentive	RM 22,067	-	RM 22,067
Total	RM 29,481	RM 4,208	RM 33,689

### 6) Responses by users:

- Recovery fee: In most cases, users did not intend to pay the recovery cost, however, three RMOs answered that some of the users had paid (or intended to pay) the recovery cost.
- Acknowledgement: In the Pilot Project, a recovery acknowledgement was issued by the RFO at the request of users. Users can publicize their eco-friendly actions to enhance their corporate image by acknowledging the amounts of recovered refrigerants (HCFC and HFC) and how these refrigerants have been treated (reclaimed or sent for destruction). Monitoring data showed that users requested acknowledgement for 40% of the recoveries.

### 7) Evaluation of the Pilot Project and handover of the Product:

- Based on the fact that all operators in the Pilot Project satisfied the requirements to have handed over the assigned component of the Product, the PSC endorsed the handover of the Product to them. The handover ceremony was held at the dissemination seminar on November 29, 2018.



The 3rd Project Steering Committee meeting (Nov 2018)



Handover Ceremony of the Product (Nov 2018)

### 8) CSTP certification

- The JST decided to pay half of the training/certification fees to contribute to the DOE's policy to promote the Certification of Service Technician Program (CSTP). As a result, 18 technicians, 15 of whom received this support, obtained CSTP certification in this Project.

### 9) Greenhouse gas (GHG) emission reduction:

- The GHG emission reduction achieved by avoiding the release of fluorocarbons is calculated as 6,173 ton\_CO<sub>2</sub> (see Table 11).
- GHG emissions relevant to the Pilot Project activities due to power consumption and vehicle transportation were calculated as 3 ton\_CO<sub>2</sub>.
- Thus, the recovery of fluorocarbons in the Pilot Project reduced GHG emissions by 6,170 ton\_CO<sub>2</sub>.

**Table 11: GHG emissions reduction by the Pilot Project**

GHG emission reduction by avoiding the release of fluorocarbons					GHG emissions (power consumption & transportation)	Net GHG emission reductions
Refrigeration type	Amount for reclamation (kg)	Amount for destruction (kg)	GWP <sup>*</sup> (kg_CO <sub>2</sub> /kg)	GHG emission reductions (ton_CO <sub>2</sub> )		
	(a)	(b)	(c)	(d)={a)+(b)}*(c)/1000	(e)	(f)=(d)-(e)
R22	1,617	8	1,430	2,324	/	/
R134a	1,851	0	1,810	3,351		
R410A	238	0	2,090	498		
Total	3,707	8	-	6,173		

\* GWP (Global Warming Potential), the source is IPCC Fifth Assessment Report (AR5)

#### 10) Financial analysis and business model development:

- Conditions for both recovery and reclamation activities to grow into a sustainable business were identified based on the demonstration data collected through the Pilot Project. The conclusions of the financial analysis were as follows:

##### Reclamation:

- ✓ In the basic case, the annual performance is in surplus regardless of the type of refrigerant. Therefore, the reclamation is financially feasible if initial investment can be financed by outside sources such as the case of Westech.
- ✓ When initial investment is necessary, reclamation of R134a and R410A is profitable if the annual transaction volume is 10 tons or more. However, reclamation of R22 is not profitable even if the transaction volume is as large as 30 tons.
- ✓ The sensitivity analysis showed that factors greatly influencing profitability are the transaction volume and the market value of refrigerants.

##### Recovery:

- ✓ Profitability evidently differed between R22 whose market value is low and R134a and R410A whose market value is relatively high. If the one-time recovery volume of R22, R134a, and R410A is not more than 30 kg, 10 kg, and 5 kg, respectively, the recovery activity is unprofitable. The activity of recovering 1 kg or less at one time is unprofitable regardless of the type of refrigerant. On the other hand, if the one-time recovery volume of R134a and R410A is 30 kg or more, or if that of R22 is 100 kg or more, the recovery activity is highly profitable.
- ✓ According to the sensitivity analysis, all parameters have some effect. However, when the recovery volume is small, the cost of recovery from appliance owners is most influential. If RM40/time of the recovery cost is paid by the appliance owners, the recovery activity for any type of refrigerant is profitable.

#### 11) Verification of local adoptability:

- The use of heater belts and oil separators for refrigerant cylinders started as part of local adoption during the Pilot Project period.
- As a result of the financial analysis and the examination of the business model, the following conclusions were obtained with respect to local adoptability and local adoption desired after the Survey was completed.

• **Table 12: Verification of local adoptability**

Items	Verification of local adoptability	Toward local adoptability for more effective operation
Benchmark of gas purity for reclamation	As a result of the Pilot Project, 99.8% of the recovered gas met the benchmark of gas purity (98%) for reclamation, while 0.2% did not meet it and was sent for destruction <sup>39</sup> . As far as the recovered gas in the Pilot Project is concerned, no problems arose with respect to the benchmark.	The following actions also seem effective for Westech to start collecting the recovered gas from many recovery entities: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reclaim a certain quantity of the recovered gas below the benchmark, too, to minimize the gas sent for destruction and to maximize the quantity of reclaimed gas<sup>40</sup>.</li> <li>• With a view to maximizing the added value of reclaimed gas, classify collected gas by purity, for instance, distinguish 100% pure gas from 98% pure gas, and differentiate sales prices as well.</li> </ul>
Ability of recovery and reclamation operators to bear the costs and the reasonability of the amount of incentives	According to the financial analysis, the recovery and reclamation of R134a and R410A seems profitable if a certain quantity of gas is collected, while the recovery and reclamation of R22 cannot be promoted unless some sort of financial mechanism is introduced along with future regulatory reform.	To ensure the enforcement of the new regulation, it is thought to be effective to consider a financial mechanism targeting the recovery and reclamation of R22 because unlike R134a and R410A, the processing of R22 is unlikely to be commercially feasible under the current situation.
Specifications of recovery equipment (recovery machines, cylinders, No. of units)	Recovery machines: Breakdown, loss, and other problems were not reported. However, RMOs commented that they could more efficiently recover the gas collected from large-scale RAC users, if they had plural recovery machines. Cylinders: Problems with their specifications were not reported. It was found to be necessary to improve the rotation of small cylinders (five cylinders per operator).	To improve the rotation of cylinders, the RFO should hold small cylinders lent to RMOs or return cylinders brought to it within a few days.
Specifications and price of the reclamation facility to be sold	The facility used for the Pilot Project was a large one with five lines, each of which can process 100 kg of gas in 10 hours and can reclaim a different type of refrigerant. The facility can reclaim 75 tons of recovered gas in 300 days a year. However, a more economic and smaller facility was desirable for future operation.	A more economic one-line facility, which can process 100 kg of gas in 12 hours and whose estimated price is RM360,000, will be added to the product lineup.
Local adoptability of the manager and the method of managing the Product	No breakdown or loss was reported. With respect to the local adoptability of the manager and the method of managing the Product, no problems were found.	

<sup>39</sup> The purity of the gas sent for destruction was 50%. Obviously different types of refrigerants were mixed.

<sup>40</sup> When 98% pure refrigerant and 100% pure refrigerant are mixed at a ratio of 1:1, the purity of the mixture is 99%. Or, when 95% pure refrigerant and 100% pure refrigerant are mixed at a ratio of 1:4, the purity of the mixture is again 99%. Therefore, if refrigerant of less than 98% purity is mixed with refrigerant of very high purity, it becomes possible to produce reclaimed refrigerant of 98% or higher purity.

[Outcome 5] Formulation of business development plan for fluorocarbons recovery, reclamation and destruction

- Taiyo established a local company in July 2018 and also drew up a business development plan to assist the fluorocarbons recovery, reclamation and destruction industry in Malaysia with a focus on compliance.

**(2) Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization**

In this Survey, the Product was directly handed over to the RFO and the RMOs as the management entities of assigned equipment, and the DOE was in charge of overseeing the progress of their operations, requesting them to submit monitoring data on the recovery, reclamation and destruction of fluorocarbons by using assigned equipment, and overseeing the management of the equipment for one year after the Survey completed.

**4. FUTURE PROSPECTS**

**(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country**

- In Malaysia, there is an urgent need to assist efforts by environmentally conscious companies and to establish a reclamation facility that processes the recovered gas toward the enforcement of new regulations that effectively require the recovery of HCFCs. The Survey led to the establishment of gas collection centers and a reclamation plant as infrastructure for properly processing recovered refrigerant. Continued operations will have a major impact on promoting efforts to recover and reclaim fluorocarbons in Malaysia.
- Taiyo will contribute to solving development issues in Malaysia by further expanding the infrastructure built through the Survey and by working with local partners to promote the sales of equipment used for the Survey.

The Survey made the following contributions to solving development challenges.

**Table 5: Contribution of the Survey**

Development challenges	Contribution of the Survey
No financial mechanism to cover the costs for recovery, delivery, reclamation and destruction of fluorocarbons	<p>The fluorocarbons recovery and reclamation network, which enabled the recovery of about 3.9 tons of gas and the reclamation of 3.2 tons of gas, can be considered as a good practice that provides a platform for promoting actions to meet the new regulations.</p> <p>The Pilot Project contributed to presenting data and knowledge, including requirements for ensuring economic rationality on a pure business basis. The DOE can use such data for considering a financial mechanism.</p>
Awareness-raising among stakeholders	<p>The Survey contributed to raising stakeholders’ awareness of fluorocarbons regulations, the significance of recovering and reclaiming fluorocarbons, the function of the recovery/reclamation platform built by the Survey, etc. through the following activities:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technical Committee Meetings (a total of 54 participants)</li> <li>• Instructors’ training in Japan (11 participants)</li> <li>• Hands-on training (39 participants)</li> </ul>

Development challenges	Contribution of the Survey
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Events for managers of Japanese companies (approx. 150 participants)</li> <li>• Participation in MACRA events (approx. 100 participants)</li> <li>• Seminar co-hosted with ILPKB (approx. 400 participants)</li> <li>• Dissemination seminar (co-hosted by the DOE and MACRA) (96 participants)</li> <li>• Exhibition at exhibition booth</li> <li>• Production and delivery of awareness-raising materials</li> <li>• Exposure in local media</li> </ul> <p>*The number of participants does not include those from Japan.</p>
Enhancing practical skills and knowledge of refrigerant technicians	<p>The Survey offered opportunities for enhancing practical skills and knowledge through classroom lectures and hands-on training, concerning the use of the recovery machine and the cylinder and the key points in recovering fluorocarbons.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hands-on training (39 participants)</li> <li>• “Training of Trainers” in Japan (11 participants)</li> <li>• Seminar co-hosted with ILPKB (approx. 400 participants)</li> </ul>

## (2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

- Possible actions beyond the institutional framework: It is still uncertain when the current environmental law concerning HCFCs will be revised. In 2017, however, the fluorocarbons recovery and reclamation business benefited from the worldwide escalating fluorocarbon prices due to the stagnant supply from China. It is necessary to continue to encourage stakeholders to consider political responses and at the same time start to work on what they can do on a market basis, including starting with recovering HFC or large quantities for securing profitability, beyond the institutional framework. After the new regulations are enacted, it is crucial to make users aware of the importance of meeting the regulations and to promote the payment of collection fees.
- Development of a financial mechanism to cover the costs: The survey showed that the recovery and reclamation industry could be profitable under certain conditions. The market price of R22 is likely to increase due to a gradual reduction of HCFC imports. However, the following matters are not easy to promote as a business under current circumstances. In order to do so, the Malaysian government may need to consider a financial mechanism to cover the costs.
  - Recovery from small-sized facilities where it is hard to secure profitability (in particular R22)
  - Introduction of new reclamation equipment
  - Destruction costs for non-reclaimable gas
- It is desirable that the DOE and Malaysian stakeholders continue to cooperate to discuss the following issues:
  - How to minimize gas for destruction
  - Effective implementation of regulations by the government and awareness-raising of owners of appliances using fluorocarbons refrigerant, to ensure that maintenance service companies that recover refrigerant are not put at a disadvantage in price competition compared to companies that release refrigerant into the atmosphere
  - Quality assurance and branding of reclaimed refrigerant to boost its use in the market

## ATTACHMENT: OUTLINE OF THE SURVEY

### Development Needs in Malaysia

- Needs for financial mechanism to cover the costs for recovery, reclamation and destruction of fluorocarbons
- Needs to promote understanding among stakeholders regarding prohibition of fluorocarbons release into the atmosphere
- Needs to enhance skills of refrigerant technicians of Refrigeration and Air Conditioning (RAC) machines
- Needs of creation of an industry for recovery, reclamation and destruction of fluorocarbons

### Contents of Project

- **Activity1:** Provide relevant information for policy framework development and hold Technical Working Committee meetings for promoting the fluorocarbons recovery, reclamation and destruction industry
- **Activity2:** Conduct dissemination activities to promote the understanding of stakeholders including users and maintenance companies of refrigerators and air conditioners
- **Activity3:** Enhance the skills of technicians in the fluorocarbons recovery, reclamation and destruction industry
- **Activity4:** Verify and enhance local adoption of the Product based on conducting a Pilot Project
- **Activity5:** Formulate a business development plan for disseminating the model of the fluorocarbons recovery, reclamation and destruction industry

### Technology/Product

- (1) **Fluorocarbons reclamation facility package (a reclamation facility, 2 units of refrigerant analyzers, 50 units of 100 kg cylinders) [1 set]**
- (2) **Fluorocarbons recovery machine package (a fluorocarbons recovery machine, 5 units of 10 kg cylinders) [10 sets]**

### Future Outcomes of the Survey

- Realization of reclamation business according to business scheme.
- Expansion to neighboring countries with consideration of Malaysian and other countries' market situation.

### Impact on the Development Issues in Malaysia

- Enhancement of understanding among policy makers by holding of Technical Committee meetings as well as provision of reference materials
- Enhancement of understanding among relevant stakeholders regarding fluorocarbons regulation and reclamation business through dissemination activities
- Enhancement of refrigerant technicians' practical skills and knowledge
- Creation of a good practice for fluorocarbons recovery, reclamation and destruction business through the Pilot Project
- Formulation of a business development plan for disseminating the model of the fluorocarbons recovery, reclamation and destruction industry in Malaysia