

平成 16 年度環境省委託事業

平成 16 年度

温暖化対策クリーン開発メカニズム事業調査

「メキシコ冷媒メーカーの大気放出 HFC-23 破壊プロジェクト」調査

報告書

概要版

平成 17 年 3 月

ユニコ インターナショナル株式会社

(1)プロジェクト実施に係る基礎的要素

提案プロジェクトの概要と企画立案の背景

本プロジェクトはフロン製造メーカーについて研究してゆく中でメキシコのQUIMOBASICOS社との出会いがあり、彼等がメキシコ政府のモントリオール議定書（オゾン層を破壊する物質に関する議定書：フロン 5 種、ハロン 3 種を規制対象、後でトリクロロエタン、四塩化炭素を追加）の遵守政策下で既に 2000 年迄にクロロフルオロメタンの製造の中止、生産拠点の移転等の対応処置の中で、商品名Genetron "G-22"（HCFC22 ハイドロクロロフルオロメタン）の生産を継続しており、且つ副生成物のHFC23（ハイドロフルオロメタン）なる温室効果 11,700 倍×CO₂のガスを大気に放出している事が判明、CDMプロジェクト化する方向で話し合いを開始。2004 年 3 月には共同でF/Sを実施する事で合意、4 月には具体的な話し合いに着手をした。

メキシコでは地球温暖化ガス排出レベルはANNEX I国及びNON-ANNEX I国合わせた中で排出量（CO₂e）が第 9 位にあり、上位 3 ヶ国に比べ絶対値は小さいものの 4 位の日本の約 55%レベルにあり、削減への大きな努力が必要であった。従っていち早くCDMの先駆けともなる“AIJ（Activities Implemented jointly）なる共同実施活動”を立ち上げて早々と 2 件の国際協力プロジェクト（ILMEX：ノルウェー政府&GEFと、Renewable Energy Mini-Grid Project：USAと）を 1995 年と 1998 年にスタートさせている。

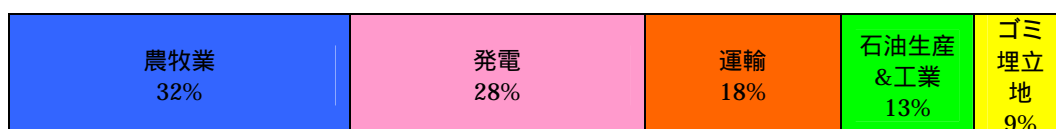
一方エネルギー省を中心にメキシコ国独自の省エネルギープロジェクトが計画され、ビルの省エネ、旧式の効率の悪いフロンタイプの業務用冷蔵庫の更新、ソーラーヒーターの適用の 3 つのプロジェクトが推進されていた。これ等のプロジェクトはエネルギー省の中の CONAE（National Commission for Energy Savings：国家省エネルギー委員会）が中心となって進めているもので、このテーマで約 20 万台の業務用大型冷蔵庫の更新が当面の目標となり、冷媒の HCFC22 の生産が求められていた。一方冷媒ガス圧縮機のより効率の良い日本製のコンプレッサーの研究も進められていた。この様に国家省エネプログラムの中での冷媒ガス HCFC22 の生産の継続が行われていた背景があった。

このフロンの製造プロセスは限られており、この製造プロセス上副生するHFC23を分離、除去しない限りHCFC22の合成反応が進まないの沸点差（約 40℃）を利用して蒸留により分離するか、或いは低温で分離するかの方法が選択される。問題は分離後のHFC23をどう処理するかであるが、オゾン層破壊の影響力が小さい為に、又この副生成物HFC23のYield（収率）が 3%± と云う少ない量である事もあって、一般的には大気に放散されている。ところがオゾン層破壊力は小さいが温室効果はCO₂ガスの 11,700 倍と云う極めて削減効果の高いGHGである事から破壊処理するプロジェクトが企画された。

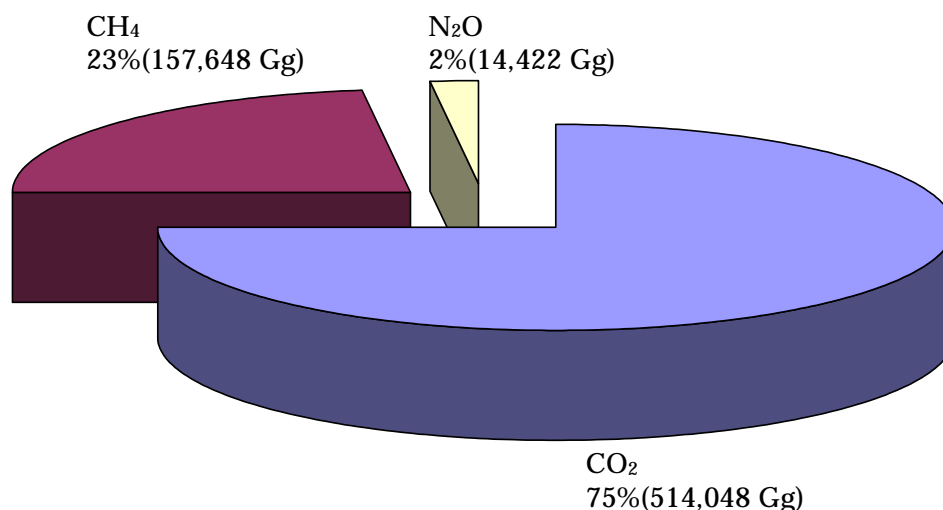
適用する破壊技術はUNEPが認定する 7 種の技術の 1 つである“プラズマ分解法”を適用して低コストで完全に分解（プラズマ発生場の温度 10,000℃）する事を計画したプロジェクトである。

ホスト国の概要

メキシコ合衆国のUNFCCCに提出されたNational Communications (2001年9月)によれば、CO₂eのGHG量は673MM Ton- CO₂e /年でフランスよりも大きく、UKの680 MM Ton- CO₂e /年に比肩しうるものである。これ等の温暖化ガスのセクター別排出割合は下図の如くであり、メキシコの生活のスタイルが反映されていると云える。主食のトルティーヤに肉(牛、豚、チキン)の生活が中心で、それだけ農・牧場(Pig-firms、Cow-firms)が非常に大きく、これ等からのGHG排出量が膨大となっている。



更にこれ等の温暖化ガス排出量の構成比を見ると以下の様である。



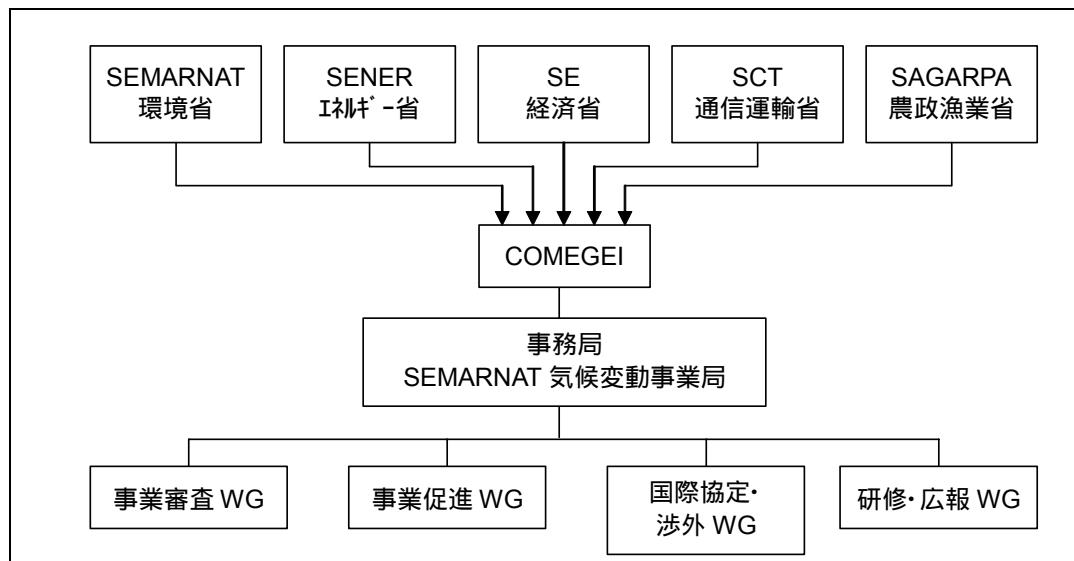
この様にエネルギー起源の温暖化ガスであるCO₂量に比べて主として非エネルギー起源と見られるCH₄の量が多いのも上述の農牧場エリアからの発生量が多い事を物語っている。

メキシコは人口約1億320万人で面積が日本の5.2倍、人口密度1/6である。国土は約40%近くが砂漠化が進んだ土地で、熱帯雨林はユカタン半島に広がる程度で森林の面積は小さい。

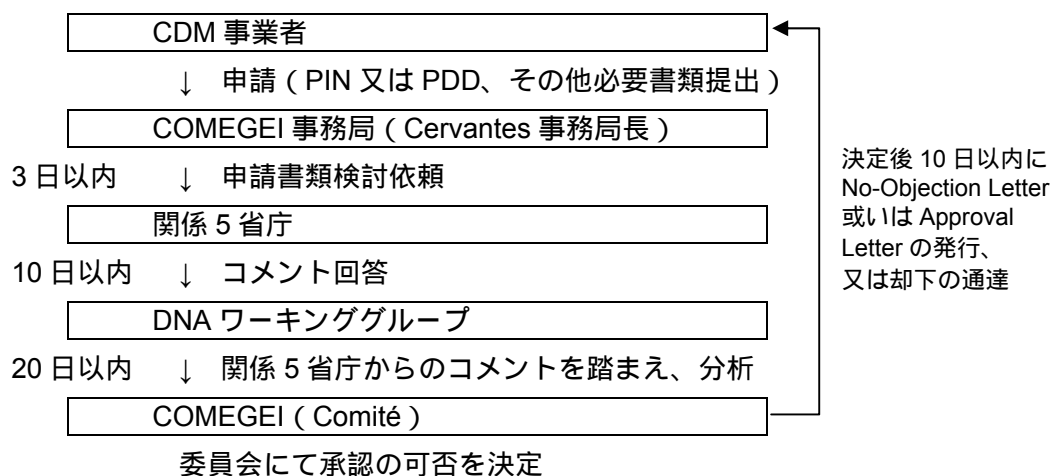
ホスト国のCDM/JIの受入のクライテリアやDNAの設置状況など、CDM/JIに関する

政策・状況

(1) DNA 設置状況 (2004 年 1 月 23 日 以下の組織をスタートさせた)



(2) CDM 事業承認プロセス



(3) CDM 事業認定クライテリア

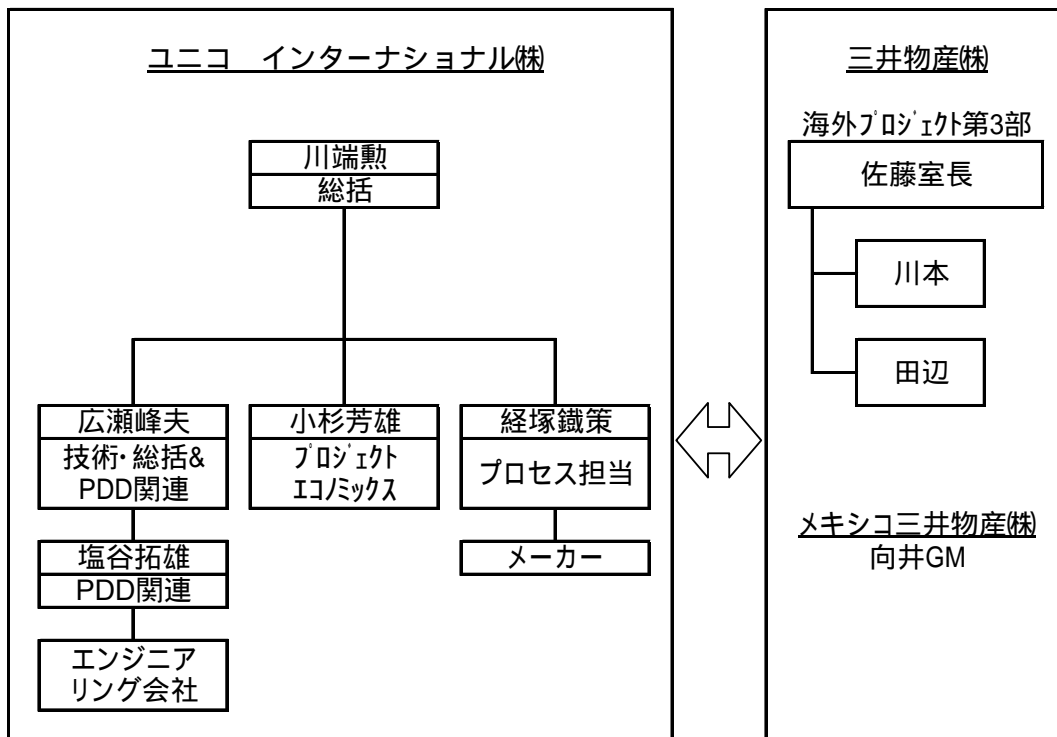
- * Sustainable development project である事
- * Project mind 或いは intention に於いて、voluntary である事。言い換えれば、第三者によって強制 (not forced by others) されたものでない事。
- * EIA Report により環境評価を受けたもの、但し not all (法律により義務づけられているもののみ)

"We wanted the criteria for CDM projects in Mexico to be simple. Basically, our attitude is that if all Mexican laws are fulfilled, the project is OK. But we do ask developers to submit a letter on the sustainability of the project at national and local level, on social, technological and environmental grounds."

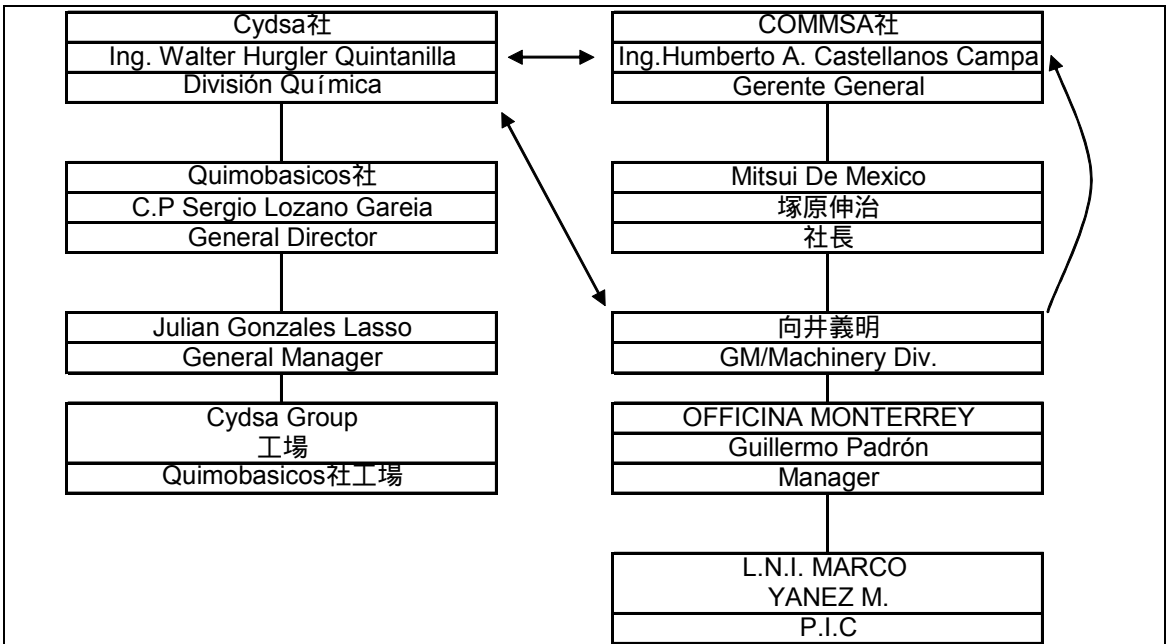
- M.A. Cervantes, 2004.4.21 Point Carbon 記事より -

調査の実施体制（国内・ホスト国・その他）

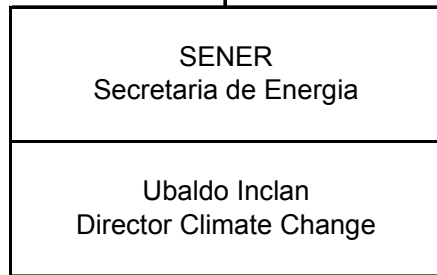
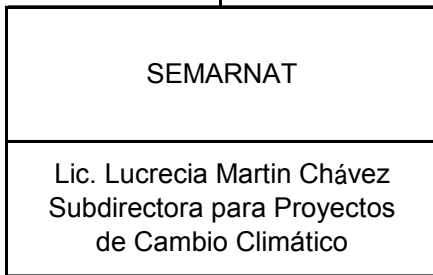
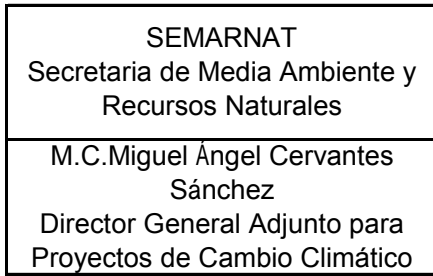
(1) 国内調査体制



(2) ホスト国調査協力体制



(3) ホスト国の情報提供への協力者



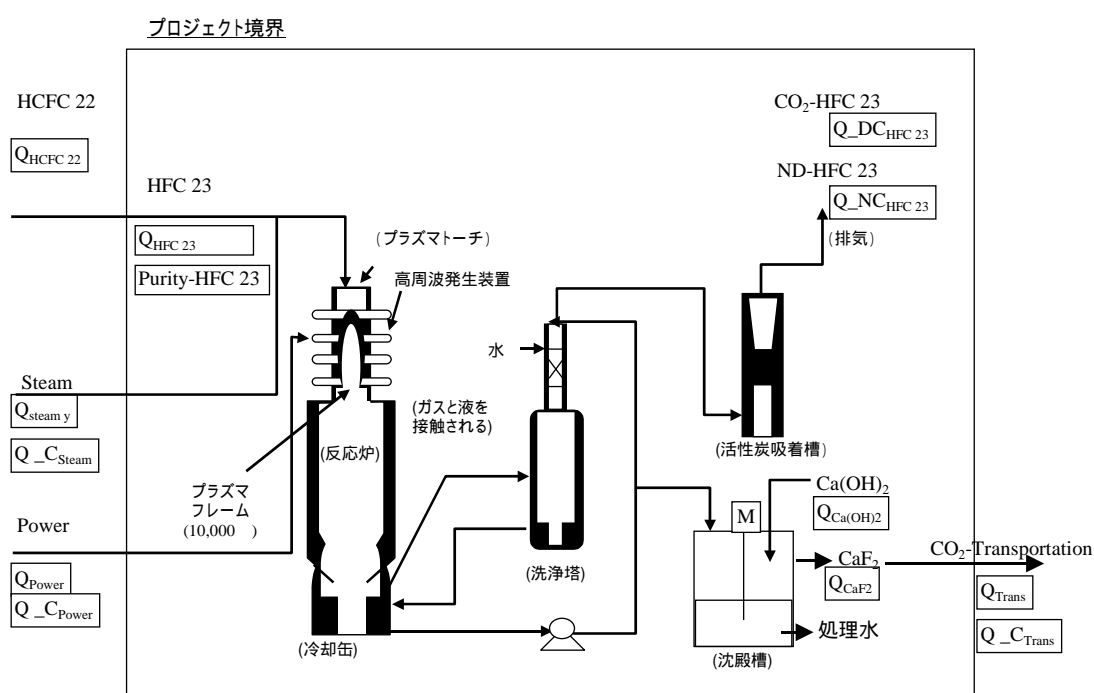
(2) プロジェクトの立案

プロジェクトの具体的な内容

本プロジェクトは、メキシコ合衆国・モンテレー市にある Quimobasicos 社の冷凍、冷房用冷媒であるクロロジフルオロメタン（ CHClF_2 ：一般名 HCFC22）製造設備から大気に放出されているトリフルオロメタン（ CHF_3 ：一般名 HFC23）を分解処理する事によって地球温暖化防止へ寄与しようとするものである。具体的には HCFC22 製造設備に本邦においてフロン類分解処理で実績を有する高周波プラズマ分解設備を設置して HFC23 を水蒸気存在のもと理論最高温度 10,000 の高温条件に曝す事によって分解し、その温室効果をなくした上で大気放出すべく設備改造を実施する。HFC23 は、温室効果が炭酸ガス（ CO_2 ）の 11,700 倍に設定されている為、大気放散の絶対量が少ない場合でも、プロジェクトの温室効果ガス排出量削減効果は大きくなる。Quimobasicos 社の場合には、 CO_2 換算の温室効果ガス削減量は、年間 250 万トン（本調査後 140 万強）レベルと見込まれ京都議定書に規定された京都メカニズムの適用に資すると考えられる。本プロジェクトは本邦とメキシコとの間の CDM プロジェクトとして実施し、設備改造後に達成した温室効果ガス排出削減量を排出権として日本に応分に引取るものである。

プロジェクト境界・ベースラインの設定・追加性の立証

(1) プロジェクトの境界



「我が国の新しいフロン等破壊技術の把握調査」平成 12 年 3 月、
新エネルギー・産業技術総合開発機構、(株)野村総合研究所、
平成 11 年度調査報告書 NEDO-GET-9903-1、-9903-2 を参考に行っている。

(2) ベースラインの設定

当該プロジェクトで設定される基準分解対象量所謂ベースライン（ QB_{HFC23} ）は、当該ホスト国の法的規制値である。当該ホスト国の法的規制上生成HFC23の全量が分解すべきとなっている場合はその全量がベースラインとして設定される事になる。

$$QB_{HFC23} = Q_{HFC23} \times R$$

上式において、Rは生成HFC23（ Q_{HFC23} ）の当該年度に適用される規制分解比率である。本プロジェクトのホスト国・メキシコにおいては、現在のところHFC23の排出量規制値(率)が存在しておらずその為に、一部企業での自主的対策を除けば、HFC23が大気放出されている。かかる状況下では、HFC23の分解量0の状況をもってCO₂排出量ベースラインと設定する事となる。

HFC23は代替フロン的一种であるHCFC22の生産工程で生成される不可避副生品である。本プロジェクトのパートナーであるQuimobasicos社においては、現在までのところHCFC22の生産量は35トン/日であり、2003年の生産量は6,000トン/年、又HFC23の副生率は2% [Q_{HFC23} / Q_{HCFC22}] (注2-1)とされている。よって2003年の上記実績値をもって下記式により算出された量を本プロジェクトのHFC23排出量ベースラインと設定する。

$$\begin{aligned} QB-HFC23_y &= HCFC22 - \text{年間生産量} \times HFC23 \text{ 副生率} \\ &= 6,000[\text{ton} - HCFC22/y] \times 2[\%] \\ &= 120[\text{ton} - HFC23/y] \end{aligned}$$

(3) 追加性

本プロジェクトのホスト国メキシコには現在HFC23の分解に係る法的規制は設けられておらず、その為に直接の経済的利益の見込めないHFC23の分解の為に新規設備投資、運転維持費の投入は一部企業による自主対応を除いてはなされてはならずHFC23の大気放出が容認されている。ここでは、分解されるHFC23の量がベースライン量を超える事があればその超過量は追加量として考慮する事になる。

(注2-1) HFC23の対HCFC22副生率としては、IPCCの規定値として最大値4%と発表されているが、本プロジェクトでは当該工場の実績報告平均数値2%を採用している。

プロジェクト実施によるGHG削減量(CO₂吸収量)及びリーケージ

(1) 削減量

本プロジェクトの実施による GHG 削減量を下記式によって算出する。

$$\begin{aligned} ER &= BE - (PE^{(in)} + PE^{(out)}) \\ &= (Q_{\text{-HFC23}} - QB_{\text{-HFC23}}) \times GWP_{\text{-HFC23}} \\ &\quad - (Q_{\text{-ND-HFC23}} \times GWP_{\text{-HFC23}} + Q_{\text{-DC-HFC23}} + Q_{\text{-C-Power}} + Q_{\text{-C-Steam}} + Q_{\text{-C-Trans}}) \end{aligned}$$

ER	:	GHG排出削減量（炭酸ガス換算量、ton-CO ₂ eq/y）
BE	:	GHGベースライン排出量（CO ₂ 換算量、ton-CO ₂ eq/y）
PE ⁽ⁱⁿ⁾	:	プロジェクト境界内GHG排出量（CO ₂ 換算量、ton-CO ₂ eq/y）
PE ^(out)	:	プロジェクト境界外GHG排出量(CO ₂ 換算量、ton-CO ₂ eq/y）
Q _{HFC23}	:	HFC23 排出量(ton/y)
QB _{HFC23}	:	ベースライン HFC23 排出量(ton/y)
GWP _{HFC23}	:	温暖化係数（11,700ton-CO ₂ eq /ton、IPCC SARベース）
Q _{-NDHFC23}	:	未分解 HFC23 量（ton/y）本プロジェクトで採用する高周波プラズマ分解法では0.01%以下となる。
Q _{-DC-HFC23}	:	HFC23 の分解により発生する炭酸ガス排出量（ton-CO ₂ /y）
Q _{-C-Power}	:	分解用電力の発電に伴う炭酸ガス排出量（ton-CO ₂ /kwh）
Q _{-C-Steam}	:	分解用水蒸気発生に伴う炭酸ガス排出量（ton-CO ₂ /ton-Steam）
Q _{-C-Trans}	:	固体（スラッジ）輸送用車両燃料の消費に伴う炭酸ガス排出量（ton-CO ₂ /y）

$$\begin{aligned} ER &= BE - (PE^{(in)}+PE^{(out)}), (\text{CO}_2\text{排出削減量}) \\ &= 1,404,000 - 510 = 1,403,490 \quad 1,403,000[\text{ton-CO}_2\text{eq/y}] \end{aligned}$$

(2) リークージ

本プロジェクトの実行に関連してプロジェクト境界外において生ずる排出 GHG は前項 PE(out)に示す通りである。

- ・ 本プロジェクトに外部から導入するエネルギー（電力）並びに分解用水蒸気の生成に伴い排出される GHG
- ・ 本プロジェクトで生成する固体（スラッジ）の搬出輸送用の燃料消費に伴い排出される GHG

そのGHG排出合計量は $281.7 + 12.4 + 0.4 = 294.5\text{ton-CO}_2\text{eq/y}$ である。

モニタリング計画

本プロジェクトで適用されるモニタリングは、上記プロジェクト境界(1)の概念図に示した各物質即ち、分解対象のHFC23 量並びにその分解処理に関連して発生するプロジェクト境界内外のエネルギー消費に伴うCO₂量をできる限り直接的に測定する事で行なう。

本プロジェクトの実施に供されるモニタリング計画(項目並びにその測定頻度等)は別途作成する。

本プロジェクトの高周波プラズマ分解プロセスでは 10,000 という超高温下、水蒸気存在下での極短時間でのHFC23 及び混在するHFC22 分解を行うが、これによる生成物は、HF、CO₂及びHCl限られるとの報告もあるが、極微量ではあろうが以下に列記する物質も発生する可能性は否定できないのでそれらの排出物質についてもモニター項目に網羅する事が必要である事は論を待たない。

他の排出可能物質	表示	発生理由
一酸化炭素	Q _{CO2}	水洗過程及び活性炭吸着過程での未捕捉分
塩素ガス	Q _{Cl2}	同上
窒素酸化物	Q _{NOx}	同上
ダイオキシン	Q _{Dioxins}	同上
芳香族化合物	Q _{Aromaticus}	同上

(添付ファイル「GEC 概要版 添付資料」参照)

環境影響/その他の間接影響

(1) 排出ガスの影響

本プロジェクト境界内の高周波プラズマ分解装置に後続する付属装置からの排出ガス、又は、排出可能性のあるガスは以下の通りである。

- HFC23 及びその不純物として混在するHCFC22 の熱分解により生成される又は生成される可能性のあると考えられるガス物質は、CO₂、HF、HCL、の他微量のCl₂、CO、NO_x、ダイオキシン並びに芳香族化合物等である。
- これらの物質は、当該排ガスが上記分解装置を出た後に洗浄塔で水洗・吸収処理をされる事によって除去された後、更に完全を期して活性炭吸着槽に通された後当該槽上の排出口から大気放出される。従って、この排ガスによる環境影響は微小で無視可能であると推定できる。
- 上記洗浄塔で水洗・吸収されたCO₂、HF及びHCL等を含む洗浄水は、沈殿槽に於いてCa(OH)₂と反応させて生成したCaF₂の固形分を分離した後、同時に生成されるCaCl₂を溶存した状態でPH値を調整の上排出する。

本プロジェクト境界外での排出ガスは、前述の付属施設の一つである沈殿槽で生成されるCaFスラッジの移送用トラックの燃料消費に伴うCO₂の排出、煤塵及び騒音等であるが、燃料(軽油)消費量は年間 150 リッターであり、その影響は微小で無視可能量と推定できる。又、本プロジェクトで消費する電力(年間 468,000kwh)及び水蒸気(年間 60 トン)の発生に伴う環境影響はそれぞれの発生設備に設けられた排ガス処理や排水処

理設備により対策が講じられる事が前提であり、本プロジェクトでの検討範囲から除外できると考えられる。

(2) 排水

本プロジェクトの実施に係る排水は、プロジェクト境界内にあつては上記の沈殿槽からの処理済排水であり、又、プロジェクト境界外にあつては上記本プロジェクトで消費する電力及び水蒸気の発生設備からの排水である。前者については、上記の通り沈殿槽での適正処理の後排出する。この場合、排水中には、洗浄塔で吸収されたHClのCa(OH)₂による中和生成物であるCaCl₂が溶存するがそれらの環境に対する影響は軽微であると推定される。一方、後者については、それらの発生設備に於いての適正処理の後排出される事が前提であり、本プロジェクトでの検討範囲から除外できると考えられる。

(3) 騒音・振動及び悪臭

本プロジェクトで採用する高周波プラズマ分解装置の運転による音が軽微である事、並びにその付属装置（排ガス及び排水処理装置）には、振動や騒音上問題となり得るサイズの回転機器等が含まれてない。又、上記の通り本分解装置からの排ガスは、洗浄塔での処理の後活性炭吸着槽での処理による悪臭成分の除去を行った後排出する事となっている。従って、これらの影響は無視できると考えられる。

(4) 建設工事に伴う環境影響

- ・高周波プラズマ分解装置： 本邦からコンパクトにモジュール化した装置として輸出する事で、その輸送及び現地据付工事を最小限度に抑えるべく配慮をする。
- ・排ガス及び排水処理装置： これらの機器は現地調達をする事になるが、いずれも小型機器であり、その輸送並びに現地据付工事の過程での環境影響は軽微で無視できるレベルにあると推定できる。

利害関係者のコメント

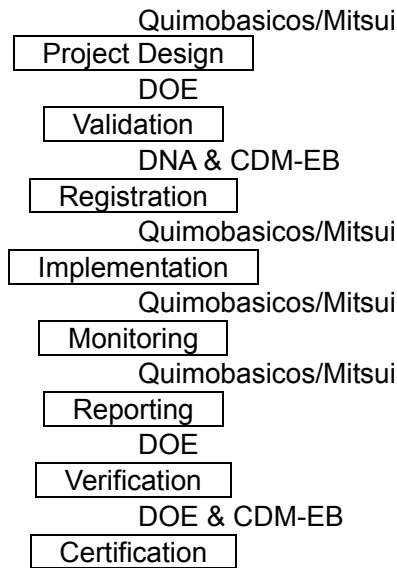
1. 本プロジェクトの実施に於いて、日本側の当事者として期待される三井物産(株)は排出権量の大きさに魅力があり、是非実現したいとのコメント。
2. QUIMOBASICOS 社単独の立場では、クレジットによる収入が企業として魅力があり、GHG 削減（解消）により国に貢献し、社会的責任を全うできる事に期待があった。
3. メキシコ政府関係者の中でも COMEGEI の事務局は大きな関心を示した。SENER（エネルギー省）はエネルギー起源の GHG 削減プロジェクトではなく、所掌外にて聞き流

した。

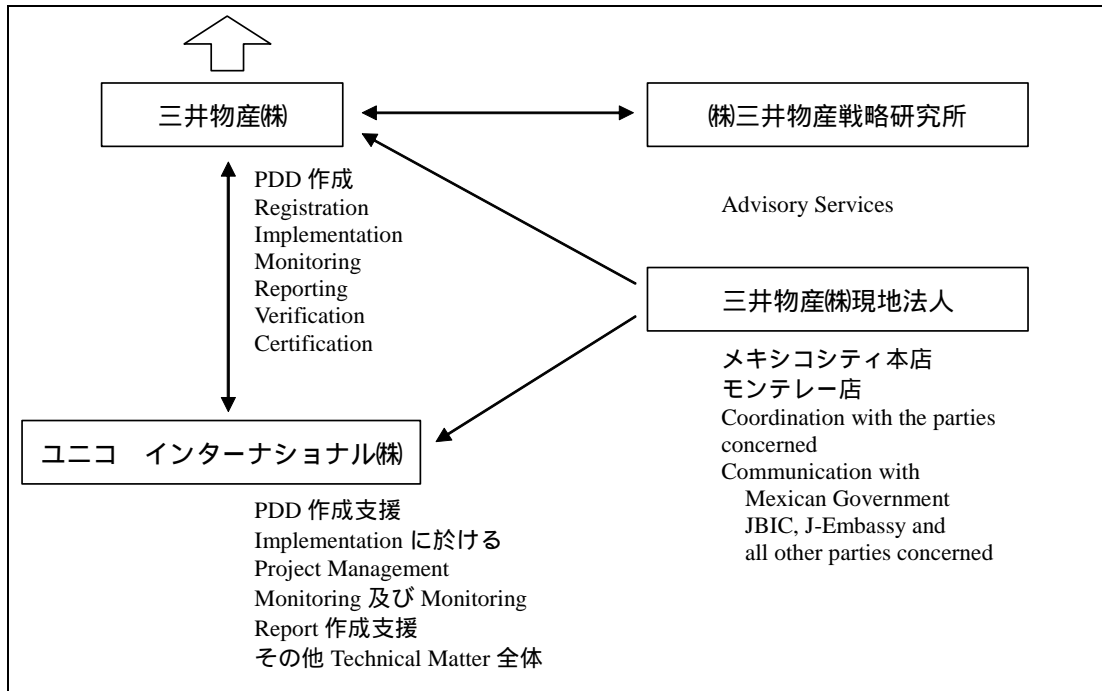
4. モンテレー市商工会議所の有力メンバー企業の社長は大いに興味を示し、大変協力的であった。

(3)事業化に向けて

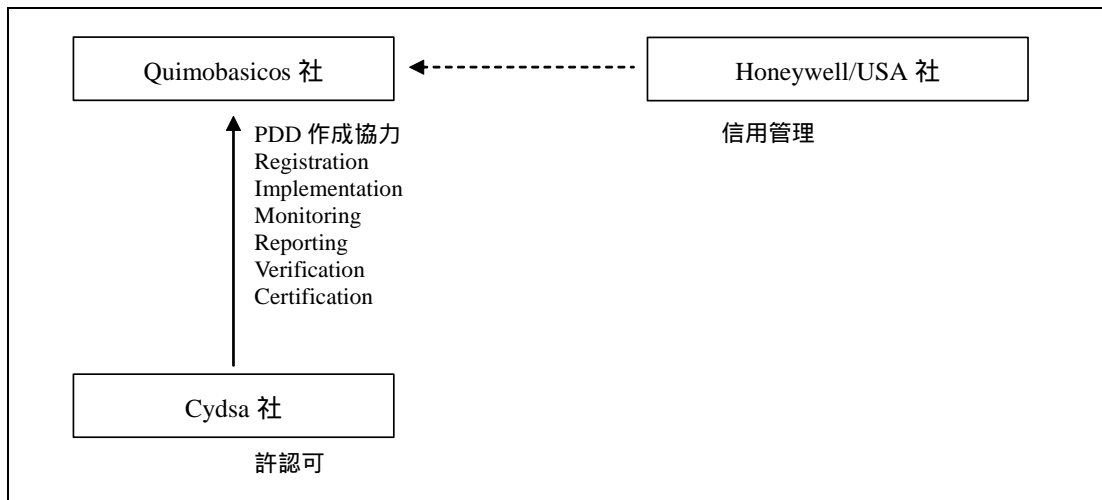
プロジェクトの実施体制（国内・ホスト国・その他）



(1) 日本国内



(2) ホスト国



プロジェクト実施のための資金計画

1. 100% Equity で事業化し、Equity の資金調達に制度金融を利用するケース

J/V としての S.P.C.が排出権を獲得した場合に日本に引取り得るクレジット枠を最大限にする方法の1つとして出資比率でプロポーショナルに配分する事が比較的し易く且つ受け入れられ易い算式である。

この方式が成立する前提ならば次の2方式が資金計画であり得る。

	ホスト国 パートナー	日本企業
出資比率	$x\%$	$100-x\%$
クレジット配分	$\frac{x}{100}$	$\frac{100-x}{100}$

ここでプロジェクトコストを 100%Equity でまかない実質借入金はずで済ませるとなると排出権を出来るだけ日本に引取るには x を限りなく小さくするよう交渉すべきである。

Fund Source としては政府補助金以外にも JBIC の輸出・投資金融、NEXI の投資保険の活用が考えられる。

2. 投融資事業とした場合

上記の投資型プロジェクトから投融資型プロジェクトに対応を変えるならプロジェクトコストの 25%を Equity で調達し、残り 75%を日本の資金を調達する事でファイナンスアレンジメントを行う事も通常あり得るスキームにて以下の Funding Scheme が検討される。

費用対効果

プロジェクトの経済性について分析した結果を一覧表にすると以下の通りである。

投資内部収益率 (FIRROI)

		CO ₂ クレジット価格 US\$/ton-CO ₂		
		1.50	2.00	5.00
Equity 100%	建設コスト上昇分 ± 0%	17.2%	26.8%	76.9%
	建設コスト上昇分 + 20%	12.8%	21.3%	64.1%
Equity 25% (ローン金利 4%)	建設コスト上昇分 ± 0%	15.5%	25.2%	75.2%

具体的な事業化に向けての見込み・課題

具体的な事業化の為には QUIMOBASICOS 社の財務的経営状態の把握と USA の Honeywell 社との間の縛りが如何なる実態なのか、出来るだけ早く糸口を見出し、この F/S をもって事業化に向けて加速する事となるが、時間の制限から考えると今年の前半に目途をつける必要がある。

(4)バリデーション/デターミネーション (本プロセスを行った場合)

バリデーション (デターミネーション) 又は、デスクレビューの概要

OE とのやりとりの経過