平成 16 年度環境省請負調査

温暖化対策クリーン開発メカニズム事業調査

韓国の液晶工場より排出される
代替フロンを対象としたＣＤＭ事業化調査
報　告　書　概　要

(日本語版)

２００５年3月

株式会社 産業立地研究所

韓国の液晶工場より排出される代替フロンを対象としたＣＤＭ事業化調査

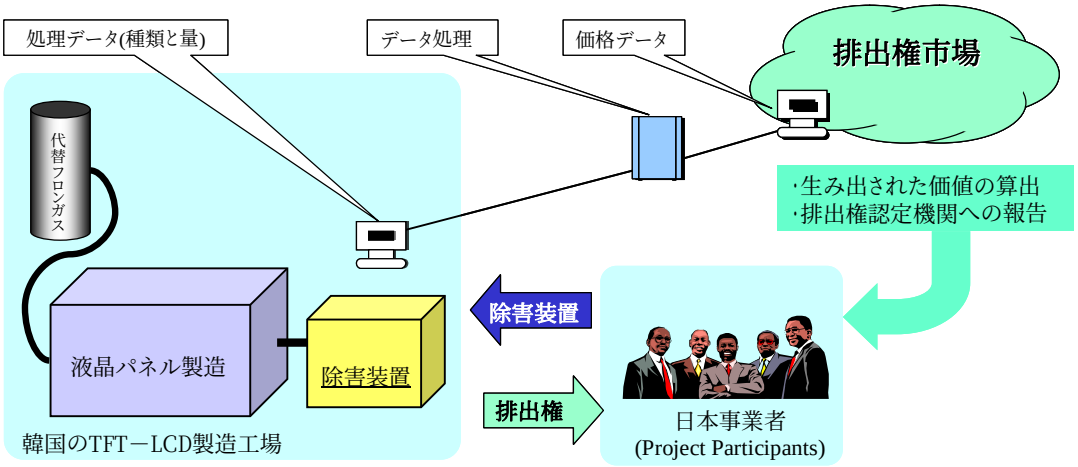
概　要　版

１．プロジェクトの概要

・TFT－LCD 製造工場で使用される代替フロンガスの排出を抑制するためには、代替ガスの開発や新プロセスの開発等の対策がある中で、代替フロンガスを分解し無害化する除害装置の設置が有効である。

・本プロジェクトは、下図に示すように、日本のＣＤＭプロジェクト実施者が韓国の TFT－LCD 製造企業へ除害装置を設置し、排出権を獲得するものである。

図－１　プロジェクトの概要



２．調査の背景

・TFT－LCD は、ガラス基板上に液晶パネルを駆動する回路を形成することができるため、コスト面で優れており、さらに高精細な表示が可能なことからカーナビゲーション、ノートパソコンなどへの需要が高まっている。

・世界の TFT－LCD 市場はディスプレイサーチ社(米国)によると、2003 年で 2,324,000 万ドルに達しているとみられており、韓国、台湾、日本の３国がシェアを競っている。2003 年の第一四半期における出荷面積による国別シェアでは、韓国が 41%、台湾が 39%、日本が 20%となっており、生産面では韓国、台湾に差を付けられている。

・韓国、台湾、日本の３国が世界の TFT－LCD 生産を担っている中で、その生産工程に欠くことができない PFC 等ガスの大気放出が地球温暖化効果ガスに指定されている。

・地球環境保護の観点から環境に配慮した液晶産業の発展を目指して国際的な協調体制を構築するために、2001 年７月に世界液晶産業協力会議を発足させ、2003 年１月に３国の工業会によって提案された PFC 等の排出削減目標を承認した。

株式会社　産業立地研究所

・TFT－LCD 製造で最も生産量の多いのが韓国であり、1998 年以降６年間トップシェアを誇っている。さらに、韓国における TFT－LCD 製造ロットの大型化及び生産量の増大を目標に大型の設備投資が続けられている。

このため、次の４点から韓国を調査対象国とした。

◇液晶産業における使用済み代替フロンの大気中放出量が最も多いこと.
◇使用済み代替フロンの破壊などの対策が遅れていること.
◇既にＣＤＭ事業の実施に向けたプロジェクトが進められていること.
◇現地パートナーが存在することからＣＤＭ事業化の実現性が高いこと.

・このように、TFT－LCD 製造の業界が自主的に温暖化効果ガス削減に向けた努力を行っており、ＣＤＭ事業を推進することで一層の削減目標に早く到達できる。

・既に、韓国のウルサンにおける HFC23 破壊プロジェクトの提案を韓国政府は審査した経験を持っており、政府内においては国務総理室産業審議官が窓口になって対応するシステムが構築されている。

３．ホスト国の概要

表－１　韓国の主要指標

項　　目	指　　標	備　　考
国名	大韓民国(Republic of Korea)	
面積	99,585 平方キロメートル	
人口	47,925 千人	2003 年央推定
首都	ソウル　(人口 1,027 万 6,968 人)	2003 年 12 月 31 日時点
言語	韓国語	
宗教	仏教、儒教、キリスト教など	
実質 GDP 成長率	3.1%	*1
名目 GDP 総額	721 兆 3,459 億ウォン	*1
ドル換算	6,052 億ドル	*1
一人あたりの GDP(名目)	1 万 2,499 ドル	*7
消費者物価上昇率	3.6 %	*3
失業率	3.4 %	*4
経常収支(国際収支ベース)	123 億 2,070 万ドル	*4
外貨準備高	1,552 億 8,400 万ドル	金を除く　*5
対外債務残高	1,598 億 800 万ドル	*4
為替レート	100 ウォン＝約 9.4 円	[2004 年 6 月末]*5
財政赤字対 GDP 比	－3.5 %	「－」は黒字　*6
輸出額	1,938 億 1,700 万ドル	通関ベース　*1
対日輸出額	172 億 7,600 万ドル	通関ベース　*1
輸入額	1,788 億 2,600 万ドル	通関ベース　*1
対日輸入額	363 億 1,300 万ドル	通関ベース　*1
直接投資受入額	64 億 6,700 万ドル	契約ベース　*2

資料)　*1：韓国統計月報(統計庁)　*2：産業資源部　*3：月刊経済動向(財政経済部)
*4：調査統計月報(韓国銀行)　*5：ＩＦＳ　*6：Economic Outlook(ＯＥＣＤ)
*7：World Economic Outlook Database（ＩＭＦ）

４．TFT－LCD の生産設備投資動向　(世代の変遷)

・TFT－LCD 製造ラインの設備費は、生産能力によって幅はあるが第５世代で約 800 億円といわれている。生産ラインはガラス基板のサイズにより、320 ㎜×400 ㎜である第１世代から順次拡大しており、1.000 ㎜×1,200 ㎜を第５世代と呼んでいる。現在は、第７世代（1,870 ㎜×2,200 ㎜)が稼働しており、現在、サムスンとソニーが韓国で第８世代(2,300 ㎜×2,600 ㎜）のラインを合弁で、2006 年に生産開始を目指している。

・このようにガラス基板の大型化は、TFT－LCD を搭載する機器のパネルサイズの大型化と生産性向上によるパネルのコスト低減を目的とするためである。この結果、第１世代から第５世代の期間に比べ、その後の第７世代までのガラス基板サイズは急速な拡大となっている。

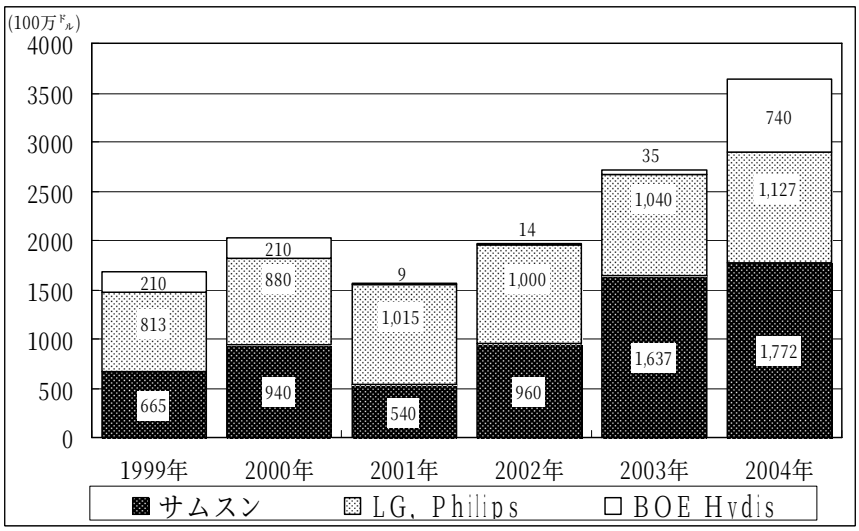
・ガラス基板は 1991 年から 2000 年頃までは概ね３年毎に 1.8 倍づつ拡大していたが、その後は約２年毎に 1.8 倍のスピードで拡大している。

・TFT－LCD のガラス基板の大型化に伴う設備投資額は、2004 年で韓国の３社の総額が 36 億 3900 万ﾄﾞﾙとなっており、世代交代には膨大な投資が必要となっている。

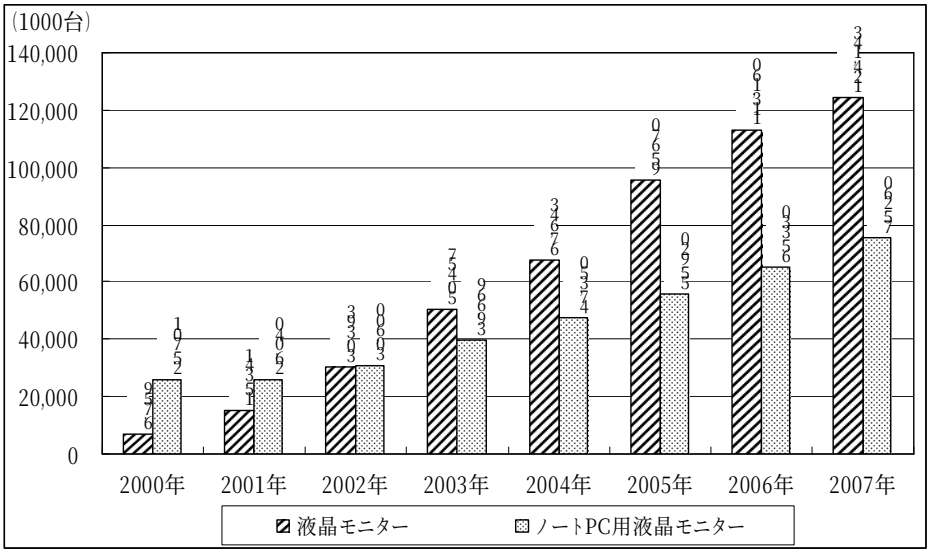
・ノート PC を含む液晶モニターの需要は伸びが低いものの、サイズの大型化の傾向が続くことで、TFT－LCD の生産量（ガラス基盤の生産面積）は、今後も拡大するものと考えられる。

・このため、TFT－LCD 製造に使用する代替フロンガスの需要量も生産量に比例して増加することが予想される。

図－２　TFT－LCD 製造３社の設備動向



図－３　液晶モニターとノート PC 用液晶モニターの世界需要

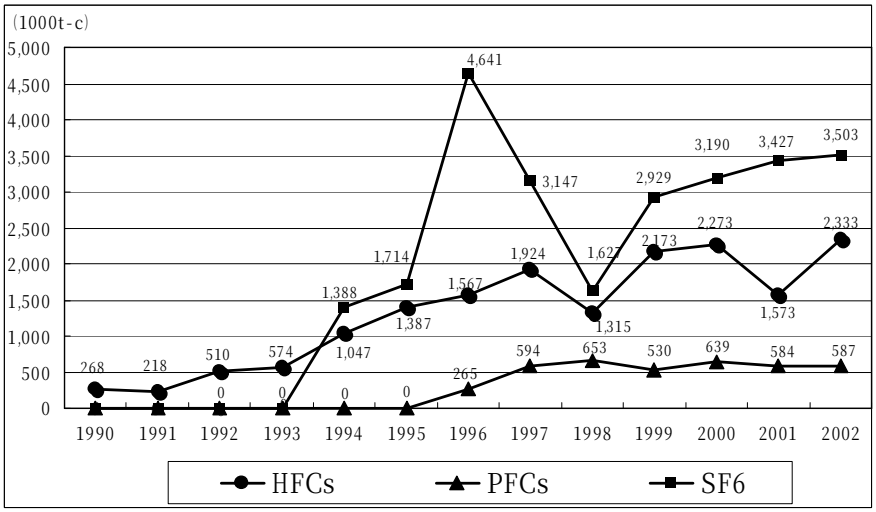


５．ＰＦＣ等ガスの削減の取組

・韓国におけるＰＦＣ等のガス排出量については、TFT－LCD 製造や半導体製造をはじめとする産業において多く使用されている。

・韓国産業資源部が集計した資料によると、TFT－LCD 製造に使用されている PFC 類が 2002 年で約 59 万 t-C、また SF6 が約 350 万 t-C となっている。PFC 類が 1996 年以降、SF6 が 1994 年以降について収集されているが、1998 年の経済的不況を除けば、総じて増加傾向にある。

図－４　ＰＦＣ等の排出量の推移



資料）産業資源部

・このような状況に対して、代替フロンの排出削減については、産業サイドの自主的な努力に期待しているため、韓国政府としは削減策を未だ講じていないのが実情である。しかしながら、温暖化効果ガス削減については前向きであり、省エネルギー機器の研究開発、その成果に基づく省エネルギーの実施、さらには新エネルギーの導入を基本的に推進している。

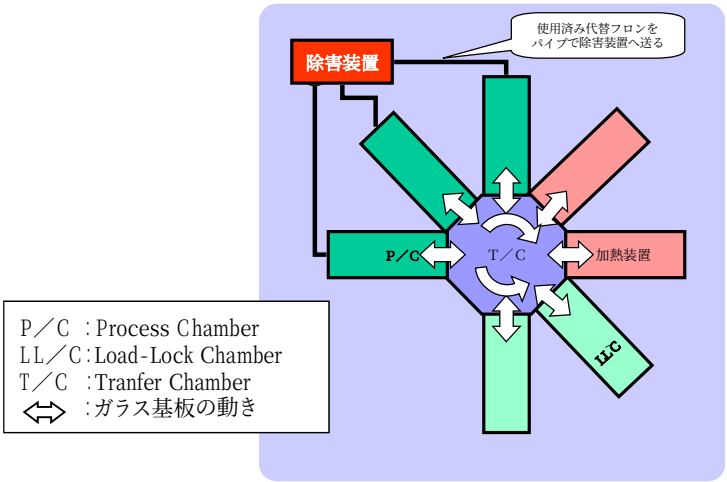
６．プロジェクトの具体的な内容

・TFT－LCD 製造工場で使用された代替フロンガスを除害装置で分解・破壊するもので、日本のＣＤＭプロジェクト実施者が韓国の TFT－LCD 製造企業へ除害装置を設置し、排出権を獲得するものである。

・TFT－LCD 製造ラインごとに除害装置を設置するもので、本プロジェクトでは２ラインを持つ工場を対象としている。

・除害装置は、配管長を最小限にするために、工場内のチャンバーに隣接した位置に設置する。使用済み代替フロンガスは腐食性が強いため、配管にはステンレス材を使用し、配管の腐食による漏洩などの危険性を回避するために最短距離で配管する。

図－５　チャンバーと除害装置の配置



７．プロジェクト境界・ベースラインの設定・追加性の立証

・代替フロンガスを使用する工程は、液晶工場内のエッチング工程並びにクリーニング工程であり、これらの工程を取り込んだ密閉されたチャンバー内であることから、工程の途中において外部への漏洩は考えにくい。

・日本国内の場合では、除害装置に至るパイプは腐食しにくいステンレス製(SUS　径 50 ㎜程度)を使用している。また、パイプの腐食によるガス漏れを想定して、チャンバー

と除害装置間のパイプ延長を最小限にすることを前提に施工されている。

・日本と同様の考えで除害装置の設置と配管敷設を行えば、パイプの腐食の危険性、継ぎ目からの漏れも考えにくい。

・ベースラインは、現行及び過去の排出実績に基づくもので、排出削減量は実際に代替フロンガスを破壊した量とする。

8．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

・年間総排出量の推計結果は次に示すとおりで、年間約 24 万 t-c である。

表－２　モデル工場における代替フロンの排出量

ガ　ス	算　　出　　式	排出量　(GWP ﾄﾝ)
CF_4	170×0.9×{(1−0.2)× 5,700}	698
SF_6	17,300×0.9×{(1−0.5)×22,200}	172,827
NF_3	34,500×0.9×{(1−0.8)×10,800}	67,068
	合　計	240,593

・定量化の手法は、(社)電子情報技術産業協会における「電子デバイス地球温暖化対策実行委員会　ＰＦＣ排出削減・測定ＷＧ」が取りまとめた『代替フロンガス排出算出式』を使用する。

・これは、代替フロンの各種ガスの投入量をベースに、工程間のガスの性質の変化などを考慮して排出側の代替フロンガスの排出量をＧＷＰ値で求めることができる。

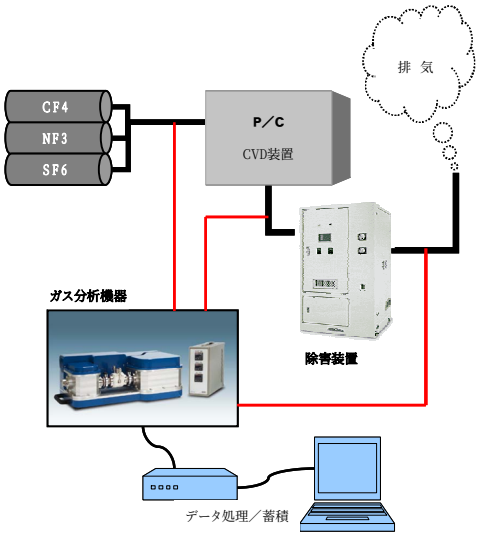
9．モニタリング計画

・基本的には、TFT−LCD 製造工程の中で、チャンバーから排出される使用済み代替フロン排出量と除害装置における代替フロン破壊量を計測するものである。

・代替フロン削減量を可能な限り正確に把握するためには、下図に示すポイントにおいて測定データを収集する必要がある。

・測定方法は、「インテルプロトコル」に準ずるもので、インテルプロトコルを補完するＦＴ−ＩＲを用いた計測方法により測定を行う。

図－６　モニタリングのイメージ



１０．環境影響

・使用済み代替フロンガスを除害装置内でスクラバーに通した後の排水の処理が課題になる。しかし、TFT－LCD 製造工場全体の排水と合わせて処理することが可能と考えられる。

１１．利害関係者のコメント

・韓国政府：既に HFC23 破壊プロジェクトを経験していることから、当プロジェクトに対する関心は高い。

・EDIRAK：液晶製造企業は、関心が高く、日本側の投資家と直接話をしたいとの意向がある。なお、事前のヒアリングではＣＤＭ事業に対する理解はあるが、除害装置の設置方法で基本的考えが異なっていることが判明した。

１２．プロジェクトの実施体制

・日本側のプロジェクト実施体制は、本調査における実施体制で進めることになると思われる。しかし、韓国側の対応が未だ明確になっていないことから、当面は実施に至る状況にない。

１３．プロジェクト実施のための資金計画

・本プロジェクトの実施に対する資金については、除害装置メーカー、ガス分析機器メーカーなどの参画によって、装置や機器の提供によって比較的容易に進めることができると考えられる。

１４．費用対効果

(1) プロジェクト実施期間・クレジット発生期間

・液晶商品のクリスタルサイクルによる TFT－LCD 製造装置の更新、除害装置の耐用年数等を考慮し、プロジェクト実施期間は 7 年間とし、クレジット獲得期間も７年間とする。

(2) 事業採算シミュレーションの前提条件

・排出権価格については、５US＄／ｔ-CO_2 を最低価格と想定し、７US＄／ｔ-CO_2、９US＄／ｔ-CO_2 の３ケースを想定した。

・法人税については 30%、法人住民税は 20.7%として、税引前利益に 0.3621 を乗じて税引後利益とした。

・また、以下の事業実施前の経費については考慮に入れていない。

・ＰＤＤ作成費
・指定運営機関の審査費用（CDM 理事会が指定する運営機関と韓国が指定する運営機関）
・温室効果ガス削減の検証・認証費用

・事業資金調達については、現在のところ未確定であるが、ＣＤＭ事業推進に必要とされる除害装置及びガス分析機器については、それぞれのメーカー側からの協力を得ることも可能と考えられる。さらに、除害装置のメンテナンスや計測に従事する技術者の人件費についてもそれぞれの現地の事業所などの支援を受けることも可能と考えられる。
・これらの総費用は投資家の出資とし、キャッシュ・イン・フローはこれらの投資家に分配することを原則とする。また、当初の事業資金で不足分については、日本側の同業である TFT－LCD 製造業の企業からの出資も考えられる。

(3) 事業採算シミュレーションの結果
・この結果、５US＄の場合では事業期間７年のＩＲＲ(Internal Rate Return：内部収益率)が３％となり、事業化が難しいレベルである。
・排出権価格７US＄であれば事業期間７年で 20%となることから、事業として成立するものと考えられる。排出権価格９US＄では、５年目で 24%となることから充分に事業として成立しうる。
・したがって、排出権価格が５US＄では先に挙げた考慮していない経費を差し引くと事業として成立しないが、排出権価格が７US＄～９US＄の範囲であれば必要経費を差し引いても事業が成立しうると考えられる。

表－３　条件別ＩＲＲ

事業期間	ケース-1 ５US＄	ケース-2 ７US＄	ケース-3 ９US＄
３年	－	－28%	－12%
５年	－11%	８％	24%
７年	３％	20%	34%

１５．具体的な事業化に向けての課題

(1)除害装置設置の考え方の相違
・韓国企業は工場単位で大型の除害装置１基を設置する方針であり、いわゆる使用済み代替フロンを集約処理するシステムである。

・このシステムは、日本、台湾のメーカーが現在実施しているチャンバー毎に除害装置を１～２台設置する分散システムとは異なったものである。
・韓国の除害装置の設置の考え方や理由については、今回情報を得ることができなかったが、この方針で進めているといわれ、本プロジェクトの方法についての理解はあるものの韓国側は考えを変えるところまでは至っていない。

(2)急速な生産設備の世代更新への対応
・ガラス基板の大型化傾向は加速度的に高まっており、第１世代が誕生した時は面積で僅か 0.128 ㎡であったが 2006 年に稼働させる予定の第８世代は 5.98 ㎡と第１世代の 46.7 倍にもなる。したがって、代替フロンの使用量も比例して増加していることになる。
・本調査では、現在最も多く採用されている第５世代(1.200 ㎡)を生産する工場を想定したが、具体的な計画を進める場合には、プロジェクト実施期間を７年間として、その期間内での生産設備の世代交代が大きく変化することも想定する必要がある。
・また、先のように除害装置の設置の考え方の相違にあるように、将来の生産設備の大型化を考慮していることも考えられるため、確認する必要がある。

(3)排出権の分配
・ＣＤＭ事業における排出権獲得による利益を日本側の事業者のみが享受するのではなく、その利益の１／２を韓国側事業者にも得られるように配慮してほしいとの意見である。
・また、韓国側の TFT－LCD 製造の関係者によると、ＣＤＭ事業で得られた利益に相当する額を自社工場の植栽などの環境保全のための事業費に充てる考えを持っている。さらに、海外での TFT－LCD 製造工場の建設の際の環境保全関連の事業費にも当てていきたいとしている。
・このような考え方については、好ましいと思われるが、具体的には排出権を得る日本側事業者（出資者）としては利益が半減されることになり、事業者の理解が求められる。