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

２００５年3月

株式会社 産業立地研究所

目　　次

概　要　（日本語）　---------- 1
（英　語）　----------10

第１章　調査概要
１－１　調査目的　---------- 21
１－２　調査背景　---------- 22
１－３　調査対象国　---------- 23
１－４　調査体制　---------- 24
１－５　事前調査　---------- 25

第２章　調査地域の一般概況
２－１　概　　要　----------29
２－２　内　　政　----------30
２－３　経　　済　----------32
２－４　社会環境　----------34
２－５　環境保全　----------35

第３章　液晶産業の動向
３－１　液晶産業の現状と将来　----------41
1.TFT－LCD の生産量の推移　----------41
2.TFT－LCD の使用製品の生産量及び販売額の推移　----------44
3.TFT－LCD の生産設備投資動向（世代の変遷）----------47
4.TFT－LCD の将来動向　----------50
３－２　液晶製造に係る技術動向　----------ー----------52
1.TFT－LCD 製造工程　----------52
2.PFC 等ガスの削減の取組　----------56
3.プロセスガス　----------59
4.除害装置----------61
5.ガス分析機器　----------65

第４章　ＣＤＭ事業立案
４－１　前提条件 ----------69
1.TFT－LCD 製造工場のモデル設定 ----------69
2.ＣＤＭ事業実施に必要な設備機器 ----------72
４－２　事業立案 ----------75
1.プロジェクトバウンダリー ----------75
2.ベースライン ----------75
3.リーケージ ----------75
4.モニタリング計画 ----------75
5.環境影響 ----------77
6.費用対効果 ----------77

第５章　事業の実施に向けた課題
５－１　除害装置設置の考え方の相違 ----------83
５－２　急速な生産設備の世代更新への対応 ----------84
５－３　排出権の分配 ----------84
５－４　その他 ----------84

第６章　ＰＤＤ(草案)
A. General Description of Project ----------88
B. Application of a baseline methodology ----------92
C. Duration of the project activity / Crediting period ----------94
D. Application of a monitoring methodology and plan ----------94
E. Calculation of GHG Emissions by Sources ----------96
F. Environmental impacts ----------100
G. Stakeholders’ comments ----------101

参考資料
１．TFT－LCD 生産ラインの世代と基板サイズ ---------- 参- 1
２．TFT－LCD 製造工程 ---------- 参- 2
３．TFT－LCD 製造の地球環境対応 ---------- 参- 3
４．PFC ガス測定に関するガイドライン ----------参-11
５．ヒアリング結果 ----------参-25

用　語　解　説

CFC　[Chlorofluorocarbon]：フロンガス

CO_2　[Carbon Dioxide]：二酸化炭素

COP3　[The Third Conference of the Parties]：気候変動枠組条約　第３回締約国会合

GEF　[Global Environment Facility]：地球環境ファシリティ

GHG　[Greenhouse Gases]：温室効果ガス

HCFC [Hydrochloro Fluorocarbon]：代替フロン

HFC [Hydro Fluorocarbon]：代替フロン

INC/FCCC　[Intergovernmental Negotiating Committee for a Framework Convention on Climate Change]：気候変動枠組み条約に関する政府間交渉委員会

IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change]：気候変動に関する政府間パネル

NO_x　[Nitrogen Oxide]：窒素酸化物

PFC　[Per Fluoro Carbons]：CF_4、C_2F_6等の代替フロン

PPP　[Polluter Pays Principle]：汚染者負担原則

SO_2　[Sulphur Dioxide]：二酸化硫黄

SO_x　[Sulphur Oxide]：硫黄酸化物

第１章　調査概要

１－１　調査目的

現在、急速に伸長している液晶産業の中で、半導体と同様の製造方法による TFT－LCD*1 もナビゲーション、ノートパソコン、モニター、大型テレビ向けに生産が急伸している。

わが国の TFT－LCD の生産量を上回る韓国や台湾においては、さらに新たな大型製造ラインの設備投資が活発化している。

この TFT－LCD 製造工程(エッチング・洗浄等)においては、半導体製造と同様の製造方法であることから代替フロンが使用されており、半導体製造業と同様にその多くが大気中に放出されている。これら放出ガスの地球温暖化係数が極めて高いことから温暖化防止という観点から、その対応が望まれる。

TFT－LCD 製造の業界では、液晶産業の環境問題に関する世界的な情勢を踏まえて、自主的に国際的な目標を積極的に揚げることとした。

韓国における 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、日本のＣＤＭプロジェクト実施者が設備増強を進めている韓国の 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。

＊１：Thin Film Transistor－Liquid Crystal Display

薄膜状のトランジスタを利用したもの。ガラス基盤上にアモルファスシリコンなどで構築されたトランジスタで、液晶ディスプレイ装置。残像が少なく、視野角も広く、コントラストが高く、反応速度が速いという特徴から、コンピュータのディスプレイなどに広く使われている。

１－２　調査背景

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(ＷＬＩＣＣ*1)を発足させ、2003 年１月に３国の工業会*2 によって提案された PFC 等の排出削減目標を承認した。

---

*1：WLICC(World LCD Industry Cooperation Committee)

*2：日本－液晶産業研究専門委員会　LIREC/JEITA
韓国－韓国 LCD 環境委員会　EALCD/EDIRAK
台湾－TFT－LCD 工業会　TTLA

１－３　調査対象国

TFT－LCD 製造工場は、現在、日本、韓国、台湾の３国に集積しており、その中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.

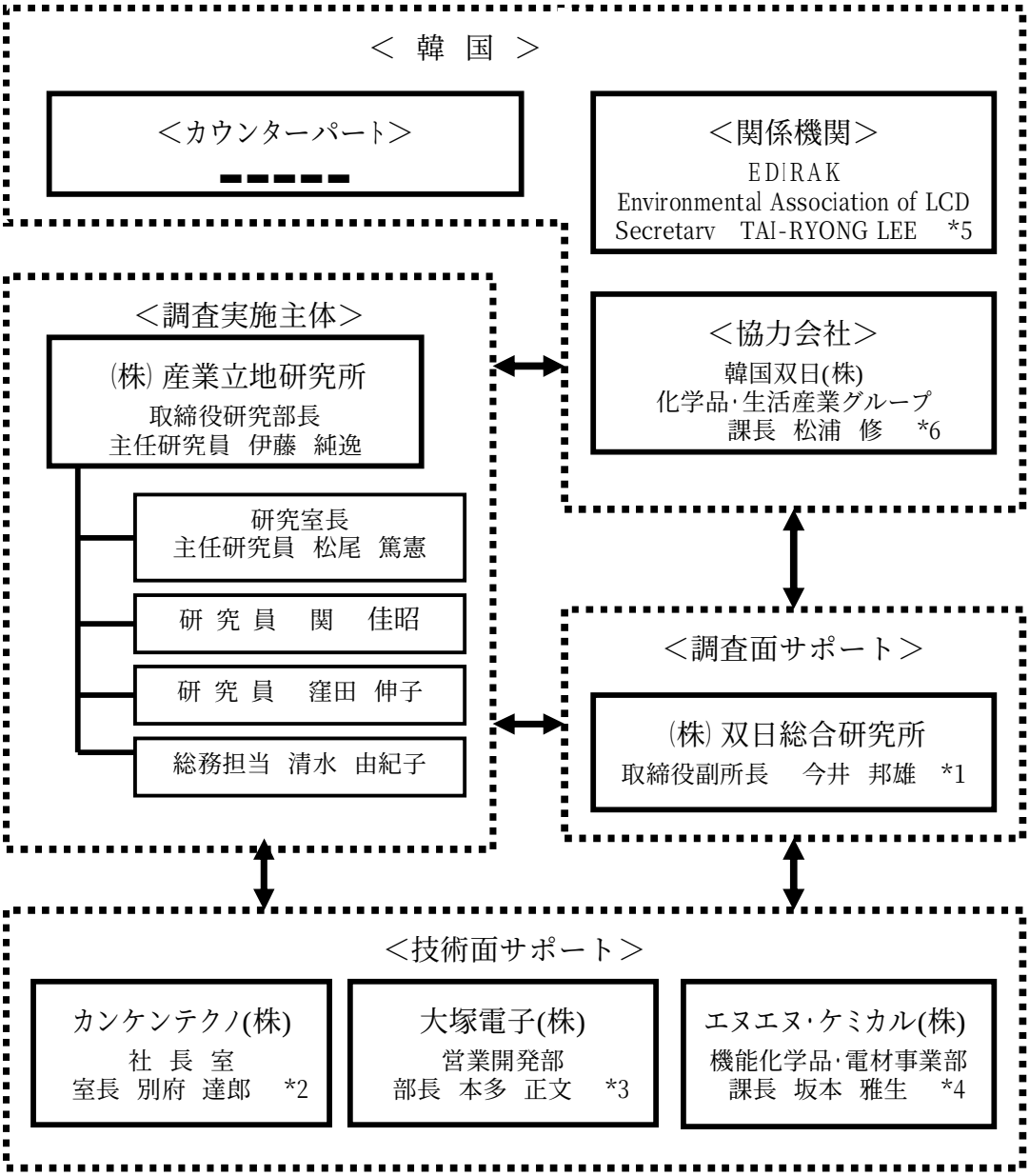
◇使用済み代替フロンの破壊などの対策が遅れていること.

◇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.

１－４　調査体制

本調査に係る調査体制は以下の通りである。



＜調査実施における主な役割＞

*1：調査面のサポート
*2：除害装置に関するサポート
*3：計測機器に関するサポート
*4：代替フロンガスに関するサポート
*5：現地政府、カウンターパート等との調整
*6：現地情報収集等

１－５　事前調査

１．文献調査

本調査における参考文献は、以下の通りである。

「次世代ディスプレイ」　2004 年 10 月　東洋経済新報社

「液晶の本」　2003 年 10 月　日刊工業新聞社

「液晶産業」　2001 年 12 月　工業調査会

「代替フロンの探索」　1989 年 12 月　工業調査会

「ディスプレイ部品・材料最前線」　2002 年 12 月　工業調査会

「電子材料４月号」　2004 年４月　工業調査会

「電子ディスプレイ技術 2004」　2004 年６月　工業調査会

「液晶ディスプレイ技術」　2001 年６月　産業図書

「液晶ディスプレイ製造装置用語辞典」　2003 年７月　日刊工業新聞社

「液晶・PDP・EL メーカー計画総覧 2004 年度版」　2004 年２月　産業タイムズ社

「アジア半導体／液晶ハンドブック 2004」　2004 年６月　産業タイムズ社

「ＦＰＤガイドブック」　2003 年 10 月　電子情報技術産業協会

「SF6 等に代替するガスを利用した電子デバイス製造クリーニングシステムの研究開発」
平成 14 年２月　ＮＥＤＯ／ＲＩＴＥ

「COF2 をモチーフとした安全利用指針の確立について」
平成 14 年２月　ＮＥＤＯ／ＲＩＴＥ

「PFC 除害装置評価」　2002.3　(株)半導体先端テクノロジーズ　PFC グループ

「PFC 排出削減技術まとめ」　2002.3　(株)半導体先端テクノロジーズ　PFC グループ

「2002 年 PFC 排出削減技術調査結果報告書」　平成 15 年６月　電子情報技術産業協会

「2003 年の代替フロン等３ガス排出抑制自主行動計画の進捗状況及び排出量報告」
平成 16 年５月　経済産業省

「変わる韓国」　2004 年５月　新日本出版社

「早わかり韓国」　2002 年５月　日本実業出版社

「韓国のしくみ」　2002 年５月　中経出版

２．専門家ヒアリング

本調査を進めるに当たり、下記の現地専門家及び有識者等のヒアリングを実施した。さらに、液晶業界等に関する助言を受けた。

○Ministry of Environment Republic of Korea

Global Environment Office　(地球環境担当官室)

Senior Deputy Director　SEOK-JIN SEOL 氏

SHIN,BONG WOO 氏

〇Ministry of Commerce Industry & Energy

P&M Coordinator　Kee-Woong Suh 氏

エネルギー管理公団　五大　菌　氏

〇EDIRAK(Environmental Association of LCD)　Secretary　TAI-RYONG　LEE 氏

３．現地調査

本調査に必要となる情報、データの収集を行うため、現地協力先機関(産業タイムズ社、韓国双日)と共同して現地調査を実施した。

［現地協力者］

〇産業タイムズ社　SEOUL 特派員　EOM JIN HAN 氏

〇韓国双日(株)　化学品・生活産業 Group　課長　松浦 修 氏

また、韓国企業のＣＤＭ事業の取り組みについて、大韓国商工会の協力を得て意見交換を実施した。

［大韓国商工会］

○THE KOREA CHAMBER OF COMMERCE & INDUSTRY

ASSISTANT MANAGER　YUN TAEK JO 氏

○KUMHO ASIANA GROUP　MANAGER　SEUNG-HEE TOON 氏

○KUMHO ASIANA GROUP　SENIOR MANAGER　CHO GANG JO 氏

○SSANG YONG CEMENT INDUSTRIAL CO.Ltd MANAGER HYUN-HO,CHOE 氏

○SSANG YONG CEMENT INDUSTRIAL CO.Ltd MANAGER KWANG-JAE CHO 氏

○KOREA GAS CORPORATION SENIOR ECONOMIST HYO-SUN KIM 氏

○POSCO CDM TEAM TEAMLEADER LEE JA-MYOUNG 氏

○HANWHA ECO INSTITUTE CHIEF RESEARCHER JOON-HAK KI 氏

○LG ENVIRONMENTAL STATEGY INSTITUTE

RESEARCHER EUN-JUNG KIM 氏

第２章　調査地域の一般概況

２－１　概　　要

韓国の概要について、韓国政府資料、日本外務省資料等をもとに以下のように整理した。

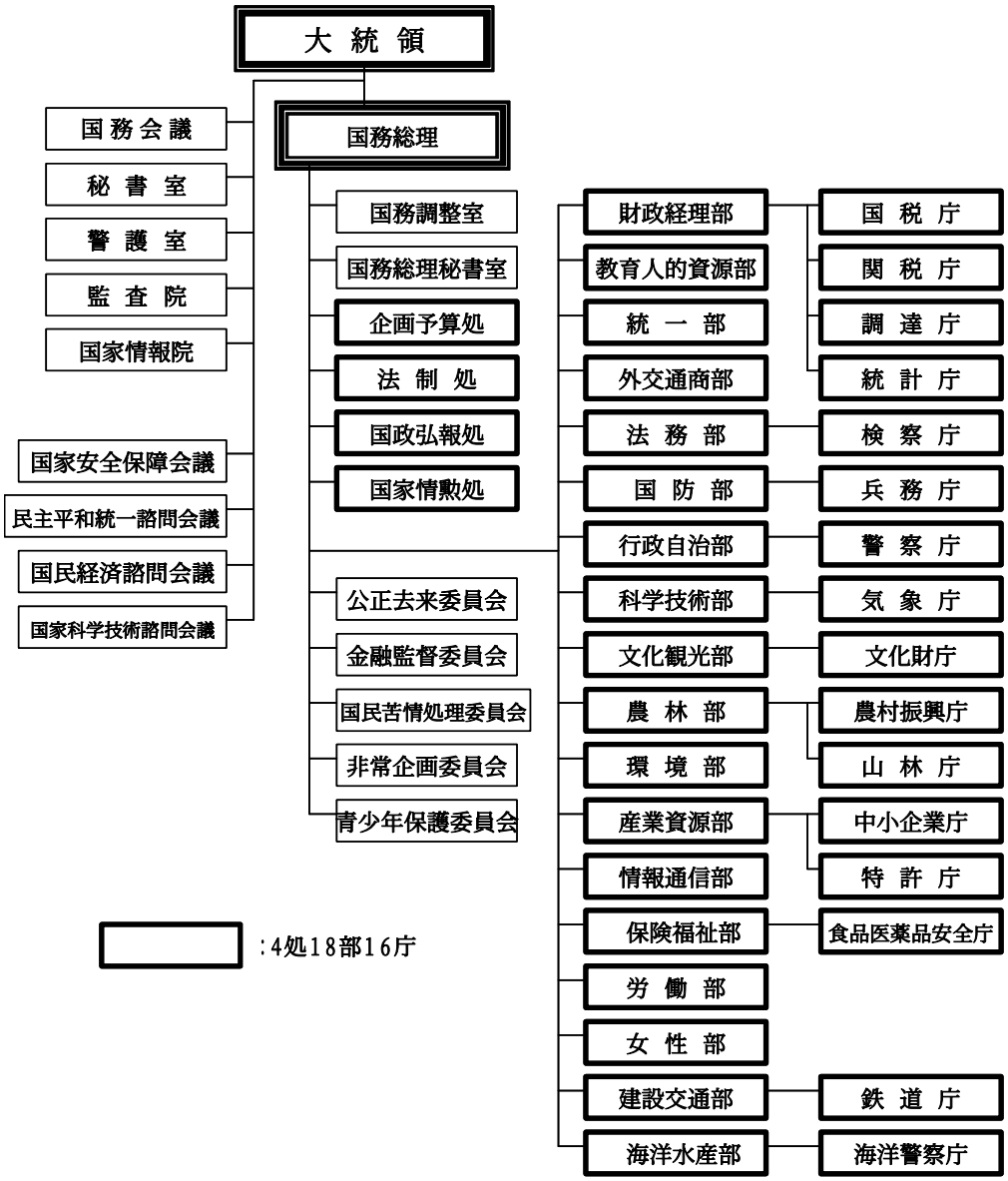
国名：大韓民国　(Republic of Korea)
面積：99,585 平方キロメートル
人口：47,925 千人［2003 年央推定］
首都：ソウル（人口 1,027 万 6,968 人）［2003 年 12 月 31 日時点］
言語：韓国語
宗教：仏教、儒教、キリスト教など

２－２　内　　政

韓国は大統領制であり、国家元首である大統領は国民の直接選挙によって選出される。大統領を補佐する副大統領は置かず、権限代行第一位の国務総理が存在する。

大統領は、国会に対して予算提出権や法律案拒否権、行政に対して行政公務員任命権、司法に対して憲法裁判所所長・裁判官の任命権、軍に対して国軍統帥権など、大きな権限をもっている。

図 2-2-1　韓国の行政組織



現在の盧武鉉大統領は、2002 年 12 月の選挙によって選出され、2003 年２月 25 日に第 16 代大統領に就任し、新政権が発足している。

新政権の特徴は、日本外務省の資料によると、主要閣僚に革新志向をもつ人物を配置しており、他方では国務総理や各省次官に実務派を配置している。また、大統領府の秘書室の規模を拡大しており、政策室長（長官級）の下にタスクフォースを設置し、柔軟な対応を行うとしている。

○内閣の主要閣僚

大 統 領	ノ・ムヒョン	Roh Moo-hyun
国務総理	イ・ヘチャン	Lee Hai-chan
統一部長官	チョン・ドンヨン	Chung Dong-young
財政経済部長官	イ・ホンジェ	Lee Hun-jai
外交通商部長官	パン・キムン	Ban Ki-moon
行政自治部長官	ホ・ソングァン	Huh Sung-kwan
産業資源部長官	イ・ヒボン	Lee Hee-beon
環境部長官	クゥク・キュルホ	Kwak Kyul-Ho
法務部長官	キム・スンギュ	Kim Seung-kyu
農林部長官	ホ・サンマン	Huh Sang-man
建設交通部長官	カン・ドンソク	Kang Dong-suk

盧武鉉政権は、就任直前に約 80%の支持率にあったが、大統領側近らの不正疑惑露呈したこと、与党であった民主党が分裂して大統領派議員によるウリ党を結成したが少数与党のため、国政を円滑に運営できなかったことなどによって、2004 年３月には 31%にまで低下した。このような経緯から国会本会議において、否定的な世論に反して弾劾訴追案が議決され、４月には国会議員総選挙が実施された。

総選挙の結果、ウリ党が大きく躍進し、ハンナラ党が 1/7 にまで減少して政党の構図を大きく変えた。

○議会制度：一院制

○議会概要：議席数 298　(内訳)与党：ヨルリン・ウリ党 150

野党：	ハンナラ党	121
	民主労働党	10
	民　主　党	9
	自由民主連合	4
	無　所　属	4

弾劾事由の妥当性について憲法裁判所による審判の結果、棄却すると決定された。

日本の外務省によると、ウリ党が過半数を確保したことにより、大統領の対北挑戦政策が推進し易い環境となっていること、対日重視の基本的な姿勢に変化がないことから、対外政策に与える影響はないとみている。

２－３　経　　済

韓国のＧＤＰ成長率は、2002 年に 7.0%と高い成長となったが、2003 年は国内の信用不良者の増加、ストの多発、北朝鮮の核兵器開発問題などの要因で 3.1%と鈍化した。2004 年は信用不良者が減少し始めたことを要因に目標の 5.0%には届かなかったものの 4.6%と上向いている。

貿易収支は、堅調な輸出が続き、韓国経済を支えている。特に、中国貿易の拡大が増えており、2003 年に米国を抜いて初めて対中国輸出が第１位となった。2004 年は 298 億ドルの黒字となっているが、対日貿易では 2004 年で 200 億ドルの赤字となっている。

対日貿易は慢性的に赤字になっており、日本からの中間財、資本財を輸入し、製品に加工して輸出するといった韓国の産業構造に起因しているためである。

表 2-3-1　韓国の主要指標

項　　目		指　　標	備　　考
実質 GDP 成長率	2004 年	4.6%	*1
名目 GDP 総額	2003 年	721 兆 3,459 億ウォン	*1
ドル換算	2003 年	6,052 億ドル	*1
一人あたりの GDP(名目)	2003 年	1 万 2,499 ドル	*6
消費者物価指数	2004 年	3.0 %	*3
失業率	2004 年	3.7 %	*4
経常収支(国際収支ベース)	2003 年	123 億 2,070 万ドル	*4
外貨準備高	2003 年	1,552 億 8,400 万ドル	金を除く　*5
対外債務残高	2003 年	1,598 億 800 万ドル	*4
為替レート	2004 年	100 ウォン＝約 9.4 円	[2004 年 6 月末]*5
輸出額	2004 年	2,538 億 4,500 万ドル	*2
対日輸出額	2004 年	217 億 100 万ドル	*2
輸入額	2004 年	2,244 億 6,300 万ドル	*2
対日輸入額	2004 年	461 億 4,400 万ドル	*2
直接投資受入額	2004 年	64 億 6,700 万ドル	*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
*7：World Economic Outlook Database（ＩＭＦ）

韓国への直接投資受け入れ額は、2004 年で 64 億ドルを越えており、このうち日本は前年の４倍強の 22 億 5,000 万ドルとなっている。日本は 2001～2003 年の対中投資が盛んであったことから対韓投資は 2003 年に５億ドルまで減少したが、2004 年は電子部門などを中心に 22.5 億ドルと対前年比で４倍強と拡大している。

韓国国内の製造業についてみると、主要なメーカーはサムスンやＬＧ、現代自動車などの企業グループ、いわゆる戦前の日本と同様の「財閥」を中心にした経済構造となっていた。韓国の財閥の特徴は、家族・親族による封鎖的な所有・支配であること、高度に多角化された事業構造であること、の２点であり、30 大財閥と呼ばれる大規模企業集団が形成された。これらの財閥の経済規模は、韓国ＧＤＰの７割を占めるといわれた。

韓国は、1973 年の「重化学工業化宣言」後、造船、建築、鉄鋼、自動車などを中心とする産業によって急速な経済成長を果たし、1971～1997 年までに平均成長率が 8.0%となった。1996 年にはアジアでは 2 番目の OECD（経済協力開発機構）加盟国になった。しかし、1997 年に起きたアジア通貨危機によって韓国は IMF（国際通貨基金）の監視下に入った。IMF 体制下における構造改革は、五大財閥(サムスン、ＬＧ、現代、大宇、ＳＫ)のうち、経営破綻や経営権紛争などにより、現代や大宇の財閥が解体され、韓国の経済構造の大きな変化が生じた。韓国政府も企業の再建のために、金融機関に対して融資金を出資金に転換させるなどの支援を行った。

2001 年に IMF 体制から脱却すると、世界的な半導体好況、デジタル家電やインターネット関連の事業が急成長してきたサムスンを筆頭に、韓国経済が上向きに転じた。

2003 年頃から、企業体力を持った韓国企業の中には、日本企業と同様に、人件費が安く、市場が拡大している中国等に生産拠点を移す動きがみられる。

韓国の中小企業は、1980 年代から大企業が協力会を組織し、部品製造の下請けメーカーを育成し、部品開発や原価節減等が実施され、その結果国内調達率が向上している。

最近では、将来の韓国経済を担う新たな企業の創出や知識集約型産業への転換が求められるようになってきた。特に、ベンチャー企業の創業に対して政府が資金面での支援を行うなど、政策的支援が強化されている。

韓国内のベンチャー企業数は、中小企業庁の資料によると 2003 年時点で 7,702 社であり、このうち新技術開発企業が全体の７割、研究開発投資企業が２割、ベンチャーキャピタル投資企業が１割といった構成である。

業種別では、先端製造業が 1,935 社(全体の 33.9%)、一般製造業が 1,760 社(30.8%)、ソフトウェア・情報通信サービス業が 1,525 社(同 29.7%)、その他が 487 社(同 8.5%)となっている。特に、情報通信分野のソフトウェア開発業が 1,300 社(全体の 22.8%)とシェアが高い。

２－４　社会環境

韓国の社会環境は、主な社会指標を日本と比較した場合で大きな格差は見られない。また、インフラストラクチャー指標で見た場合も、国土面積や総人口の違いを考慮すれば日本と同水準にある。

表 2-4-1　社会指標による日本と韓国の比較

指標			韓国	日本
小学校就学率	2000 年	%	100	100
中学校就学率	2000 年	%	94	100
高等教育就学率	2000 年	%	78	48
労働年齢人口比率	2001 年	%	72.6	67.9
失業率	2001 年	%	4.1	4.8
新聞発行部数	2000 年	部／1000 人	393	578
電話回線数	2001 年	回線／1000 人	1,106	1,185
ラジオ受信機台数	2001 年	台／1000 人	1,034	956
テレビ受信機台数	2001 年	台／1000 人	363	731
エネルギー消費量(原油換算)	2000 年	kg／人	4,119	4,136
都市人口比率	2001 年	%	82	79

資料)外務省資料等

表 2-4-2　インフラストラクチャー指標による日本と韓国の比較

指標			韓国	日本
道路延長	2000 年	Km	86,990	1,161,894
舗装率	2000 年	%	74.5	46.0
乗用車台数	2000 年	台／1000 人	171.0	413.2
鉄道営業キロ	2002 年	Km	3,129	20,096
電化キロ比率	2002 年	%	21.6	61.1
乗客輸送	2002 年	100 万ﾄﾝｷﾛ	41,332	218,363
貨物輸送	2002 年	100 万ﾄﾝｷﾛ	25,017	60,120
電力発電量	2000 年	10 億 kWh	292.5	1,081.9
電力消費量	2000 年	kWh／人	5,607	8,628

資料)外務省資料等

また、住宅の普及率、上下水道の普及率などにおいても先進国の水準にあるといわれている。

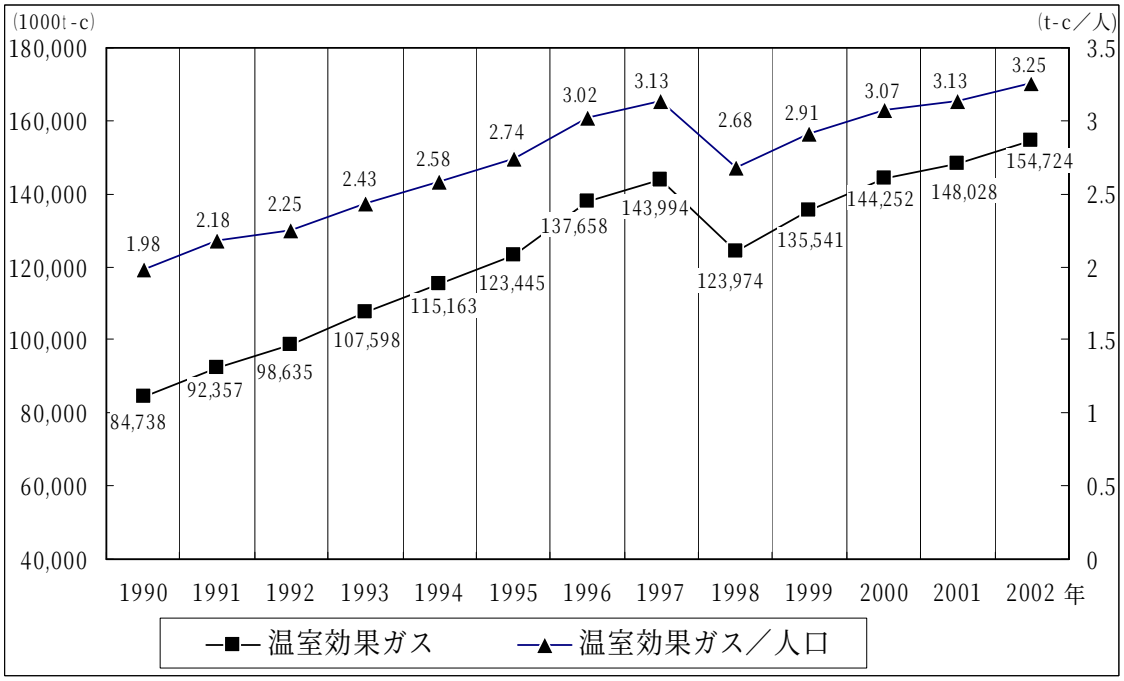
さらに、韓国政府の景気対策として進められている光ファイバーの敷設が農村まで広域化しており、その結果、インターネットの利用者が急速に拡大した。1998～1999 年の伸びが 250.0%と急速な増加となり 1,086 万人となった。その後順調に伸び、2004 年６月時点で 3,067 万人に達している。

２－５　環境保全

１．温室効果ガス削減の取組

韓国における温室効果ガスの排出量は増加傾向にあり、1990 年の 8,474 万 t-c から 2002 年には 15,472 万 t-c と 1.8 倍にもなっている。また、人口１人当りでは、1990 年の 1.98t-c／人から 2002 年の 3.25t-c／人と 1.6 倍の増加となっている。

図 2-5-1　韓国における温室効果ガス排出量の推移



資料)産業資源部

温室効果ガス排出が増加している中で、韓国の産業界においては、気候変動枠組条約による韓国経済への影響が大きいとみている。

特に、石油化学、セメント、鉄鋼などのエネルギー多消費型産業による研究結果では、2008～2012 年の間の温室効果ガス排出量を 1990 年の水準に抑制すると、2010 年に予測されているＧＤＰの 22%減(金額ベースで 6,120 億ﾄﾞﾙ減)の損失が予測されている。さらに、2018～2022 年の間の排出量を 1995 年の水準に抑制する場合は、2020 年のＧＤＰの 15%減(同 9,080 億ﾄﾞﾙ減)の損失となると予測されている。

このため、韓国政府は温室効果ガス排出削減に向けての対策として、その有効な技術を持つ産業への支援、省エネルギーと温室効果ガスの削減する分野における規制緩和などを挙げている。

一方、産業界は排出量削減の目標、期限、方法について自主協定が政府との間で結んでいる。

産業界の具体的な取組としては、石油化学、セメント、鉄鋼を中心に次のような対策で、温室効果ガス排出の削減に努めている。

◆エネルギー多少費型産業の主な対応策
- 石油化学 → オペレーション、メンテナンスに新技術を導入
- セメント → エネルギー管理システム(省エネルギー)を導入
- 鉄　　鋼 → 電機炉、スラグからの熱回収　等

ＬＧ環境安全研究院の成俊鎔院長によると、韓国企業が省エネルギー技術の移転を行う際の課題として、次の３点を挙げている。

◆韓国企業が省エネルギー技術等を導入する際の課題
- 採用する技術の効果に確信が持てない場合は、その技術への転換を躊躇する。
- 政府の指導、外資の直接投資に依存したくない姿勢にある。
- 省エネルギーなどに関する情報提供、新技術にアクセスする機関がない。

また、韓国政府は温暖化対策として再生可能エネルギーを積極的に支援する方針を示しており、日本の総合商社と韓国の企業が風力発電事業会社を設立し、2005 年５月には商業運転を開始する予定である。

事業概要は、日本側が約１／３を出資する事業会社を設立し、慶尚北道地区に出力 1,650kW の風車を 24 基設置（総事業費：約 65 億円）する。発電された電力は、全量を韓国政府が支援制度に基づいて買い取ることになっている。

２．環境技術水準の向上

韓国では、遅れていた環境技術を発展させるために、環境技術の水準を先進７ヵ国に達成させることを目的に 1992 年から 10 ヵ年計画で「G-7 環境工学技術開発事業」を展開させた。この事業には、総額で 3,573 億ウォンが投入され、総事業数は 11 事業であった。

第Ⅰ期(1992～1994 年)では、大気汚染防止や廃棄物処理技術等の７分野(排煙脱硫、低公害焼却技術等の 15 テーマ)、第Ⅱ期(1995～1997 年)は第Ⅰ期の技術開発の成果を基に環境保健技術、環境生態技術等８分野(廃棄物埋立、洗浄製品等 23 テーマ)について研究開発が進められた。

第Ⅲ期(1998～2001 年)では、それまでの研究開発の成果を踏まえ、常用化、実用化に向けた技術開発(293 テーマ)が行われた。

表 2-5-1　G-7 環境工学技術開発事業

期　　間	基　本　目　標	テーマ数	事　　業　　費(億ウォン)		
			政　府	民　間	計
第Ⅰ期 (1992～1994 年)	基盤技術確保	15	255	301	556
第Ⅱ期 (1995～1997 年)	核心技術開発及び 実用化基盤の構築	23	637	695	1,332
第Ⅲ期 (1998～2001 年)	実用化・商品化及び総 合環境管理体系の構築	293	917	768	1,685
	計	331	1,809	1,764	3,573

資料)環境部

「G-7 環境工学技術開発事業」が展開されていた 10 年間に新たにダイオキシンや環境ホルモンなどの環境汚染物質対策の課題が生じたことから、韓国政府は、これまでの環境技術開発を基に環境産業を戦略産業の柱に位置づけ、「次世代核心環境技術開発事業」を推進することにした。

この事業は、2001 年から 2010 年までの 10 ヵ年計画で、先の「G-7 環境工学技術開発事業」に加え、先進国の環境技術開発を基にして重点技術開発目標、分野別事業目標を作成した上で推進している。

なお、上記の事業における研究課題には、PFC 等の代替フロン対策に関連する技術開発事業は見あたらない。

表 2-5-2　次世代核心環境技術開発事業の概要

目　　的	・核心環境技術を集中的に開発する。 ・懸案の環境問題を解決し、環境産業技術を育成して環境と経済が共生する環境福祉国家を確立する。
計画期間	2001 年～2010 年　　10 ヵ年
事業予算	１兆ウォン(＝1,000 億ウォン／年　×　10 ヵ年)
研究方法	産・学・研究機関　又は　コンソーシアムによる推進
主な課題	・クリーンで安全な空気 ・環境にやさしい素材・製品 ・環境にやさしい工程 ・土壌及び地下水の復元・管理 ・生態系復元・管理 ・満足度の高いミネラルウォーター ・下・廃水処理の高度化 ・環境にやさしい廃棄物資源の循環 ・危害性評価・管理 ・測定分析装備・装置 ・静穏な生活環境づくり ・環境施策の効率性向上

資料)環境部

３．ＣＤＭ事業への対応

北東アジアの中核である日本、韓国、中国の３ヵ国の環境大臣が会し、本地域及び地球規模の環境問題に関する対話を行い、協力関係を強化するために、1999 年から毎年開催されている TEMM(The Tripartite Environment Ministers Meeting)は、2004 年 12 月に日本で第６回会議が開催された。

前年に中国で開催された第５回 TEMM では､地球環境問題に関して以下のような共同コミュニケが取り纏められている。

◆京都議定書の早期発効に向けて、未批准国に対して働きかけを行うべきとの認識を共有した。
◆ＣＤＭ、ＪＩを始めとする京都メカニズムの活用についても、３ヵ国が共通の取り組みができるよう協力していくことを確認した。
◆３ヵ国は、気孔変動枠組条約の究極的な目標の達成に向け、あらゆる努力を行うべきとの共通認識に立って、それぞれが取組を進めることで一致した。

このような会合の結果を踏まえ、韓国政府は地球環境問題に対処するために、ＣＤＭ事業に対して積極的に導入を進める姿勢にある。既に、日本のイネオスケミカルが韓国のウルサンケミカルと共同事業におけるフロンの副生ガス「HFC-23 の破壊プロジェクト*1」の審査を終えており、この事例を環境部のホームページに載せたところ、産業界からの問い合わせが多くあり、関心の高さが窺える。

このような状況を踏まえ、環境部は 2004 年９月に産業界を対象にＣＤＭ事業の説明会を開催し、ウルサンのプロジェクトを紹介することになった。

なお、ＰＦＣ等の代替フロンガスの排出抑制については、民間企業への指導は未だであり、今後も韓国政府としては排出規制や排出抑制に関する指導等を行っていく予定は無いとしている。

*1：「HFC-23 の破壊プロジェクト」は、2005 年２月に国連のＣＤＭ理事会で京都議定書に基づくＣＤＭ事業での登録が決定。

第３章　液晶産業の動向

３－１　液晶産業の現状と将来

１．TFT－LCD の生産量の推移

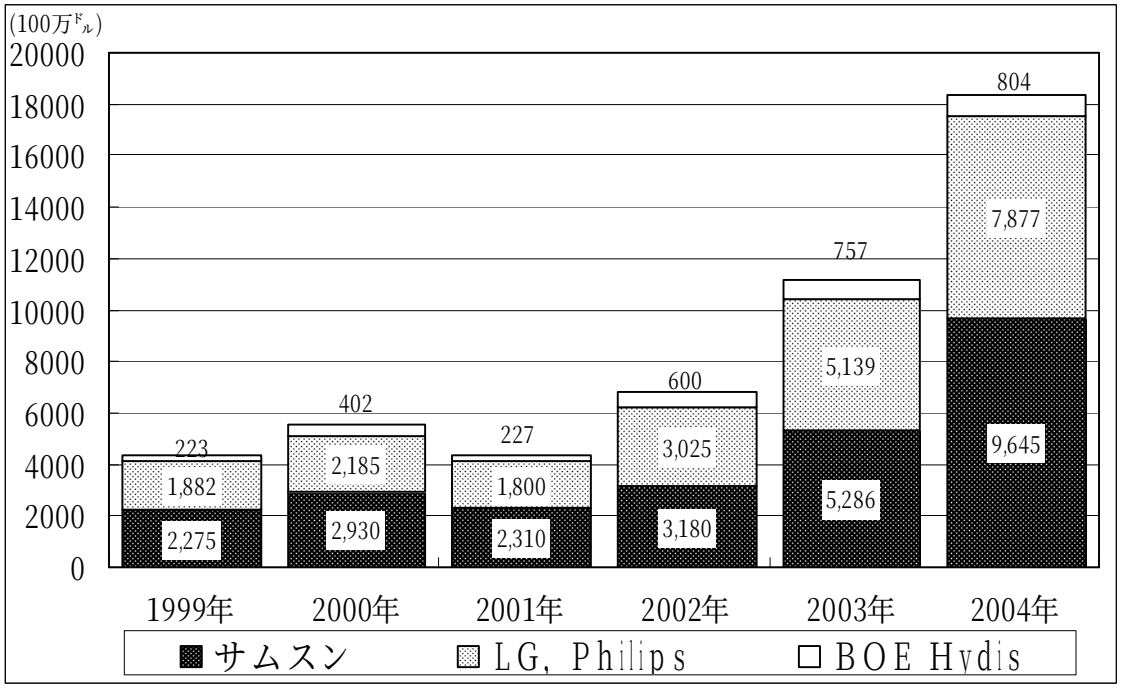
韓国における TFT－LCD 製造のメーカーは、サムスン、ＬＧPhilips、ＢＯＥHydis の３社があり、2004 年の生産能力の国別シェア（米国ディスプレイサーチ社のガラス基板投入面積ベース）では台湾の 39.1%に次いで 35.1%と第２位になっている。

ちなみに、日本は 24.6%と第３位となっており、2000 年時点の 50%から急速にシェアを縮小している。

３社の売上高は、2004 年で 183 億 2,600 万ﾄﾞﾙになっており、前年の 111 億 8,200 億ﾄﾞﾙの約４割増と大きく伸びている。

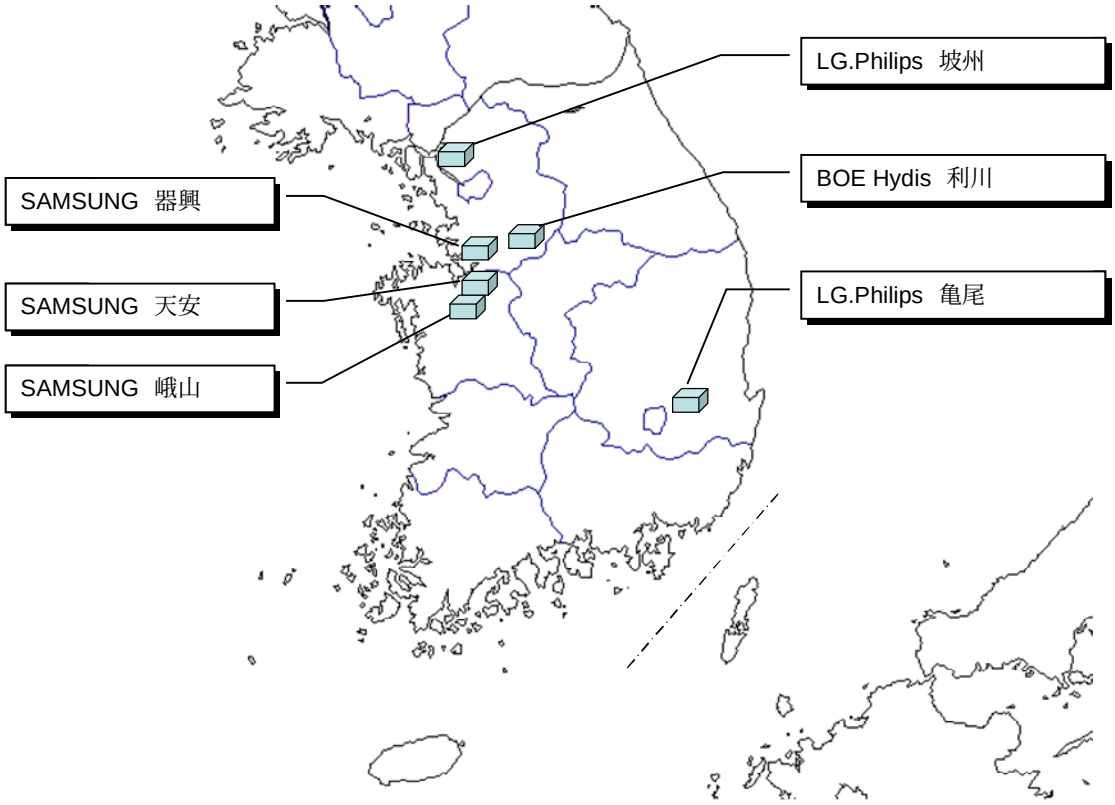
2004 年の３メーカー別シェアは、サムスンが 52.6%を占めており、次いでＬＧ　Philips が 43.0%、ＢＯＥ Hydis が 4.4%となっている。

図 3-1-1　韓国における TFT－LCD の売上高の推移



韓国における３メーカーの TFT－LCD 製造工場は、６カ所に立地しており、サムスンが３工場（７ライン）、ＬＧ Philips が２工場(７ライン)、ＢＯＥ Hydis（３ライン）が１工場となっている。

図 3-1-2　韓国における TFT－LCD 製造拠点の分布



韓国の TFT－LCD メーカーは、台湾が 2003 年から量産に入る第５世代ライン（ガラス基板サイズ：1,000 ㎜×1,200 ㎜）に対向して、LG Philips が 2002 年５月に世界初の第５世代を稼働、サムスンが 2003 年３月に本格稼働させている。

その後も台湾の追撃を交わすように、韓国の２メーカーは第６世代(1,100 ㎜×1,300 ㎜)、７世代(1,870 ㎜×2,200 ㎜)へと設備能力を高めつつある。

TFT－LCD の用途としては、ノートパソコン、ディスクトップ型コンピュータのモニター、テレビ、携帯電話などである。これらの製品は、画面の大型化と低価格化のニーズに対応するため、ガラス基板サイズの大型化傾向が加速的に進んでいる。

なお、韓国の３つ目の TFT－LCD 製造企業である BOE Hydis は、医療用器機のモニターや自動車搭載向けの製品に特化していることから、第２世代(550 ㎜×650 ㎜)の設備で対応しており、2000 年に第５世代を投入して２ラインから３ラインへと生産能力を高めている。

また、BOE Hydis は中国に本社を持つ BOE と合弁で BOE-OT 社を設立して、北京に第５世代の工場を建設（2005 年稼働予定）することにしている。中国初の TFT－LCD 製造工場である SVA-NEC（上海市：2004 年 10 月立地）に次ぐ２番目の立地となっている。

表 3-1-1　TFT－LCD のガラス投入能力の推移

【サムスン】　(千枚／月)

工　場 ライン	ガラスサイズ (㎜)	稼働 年	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005 計画
器興１	370×470	1995	30	30	43	45	42	38	40	42	45
器興２	500×650	1996	25	30	38	40	40	42	40	40	40
天安１	600×720	1998		20	50	70	75	78	100	100	100
天案２	730×920	2000				30	60	70	90	93	93
天案３	1100×1250	2002						60	100	110	110
天案４	1100×1300	2003							20	100	100
峨山	1870×2200	2004								10	65

【ＬＧ Philips】　(千枚／月)

工　場 ライン	ガラスサイズ (㎜)	稼働 年	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005 計画
亀尾１	370×470	1995	12	12	17	85	85	85	90	90	90
	370×470	1996	30	40	65	85	85	85	90	90	90
亀尾２	590×670	1997	20	35	70	70	75	80	80	80	80
亀尾３	680×880	2000				25	70	80	80	80	80
亀尾４	1000×1200	2002						60	65	80	80
亀尾５	1100×1250	2003							60	25	100
亀尾６	1500×1850	2004									70

【ＢＯＥ Hydis】　(千枚／月)

工　場 ライン	ガラスサイズ (㎜)	稼働 年	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005 計画
利川１	370×470	1996	20	20	20	20	20	20	20	20	20
利川２	550×650	1997	15	15	15	15	15	15	15	15	15
利川３	100×1200	2000				45	45	45	45	45	45

資料)半導体産業新聞

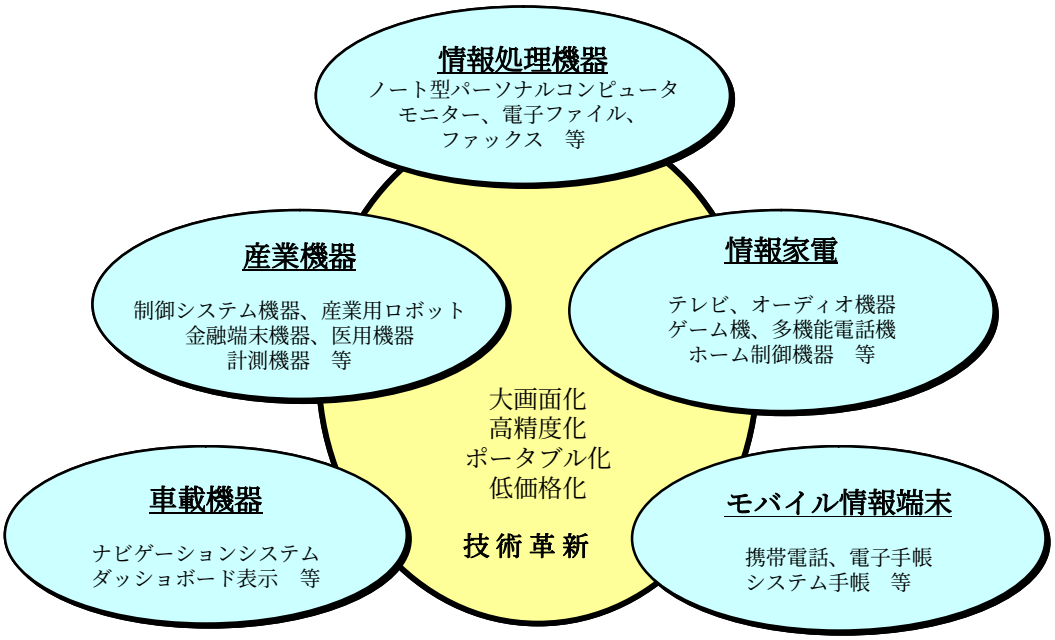
２．TFT－LCD の使用製品の生産量及び販売額の推移

TFT－LCD の用途は、ノート型パソコン用とディスクトップ型パソコン用のディスプレイなどであり、従来のＣＲＴ*1 に置き換わり TFT－LCD へ急速に増えている。

電話やファクシミリの表示や携帯電話やＰＤＡ*2、ゲーム機のディスプレイとして小型の TFT－LCD が使用されている。特に携帯電話の急速な普及と商品ライフが短いことから、その需要はめざましい。また、日本や欧州などにおいて普及が目覚ましいはカーナビゲーションにも使用されている。最近では自動車の計器類の表示にも軽量化を狙って採用されはじめている。

このように、TFT－LCD の用途が拡大するとともに、より鮮明な画質、大画面化を求められている。

図 3-1-3　TFT－LCD の使用製品



---

*1：Cathode Ray Tube　別名ブラウン管（Braun tube）

*2:Personal Digital Assistance　個人用の携帯情報端末。手のひらに収まるくらいの大きさの電子機器で、パソコンのもつ機能のうちいくつかを実装したもの。

図 3-1-4　液晶テレビ(10 型以上)の世界需要

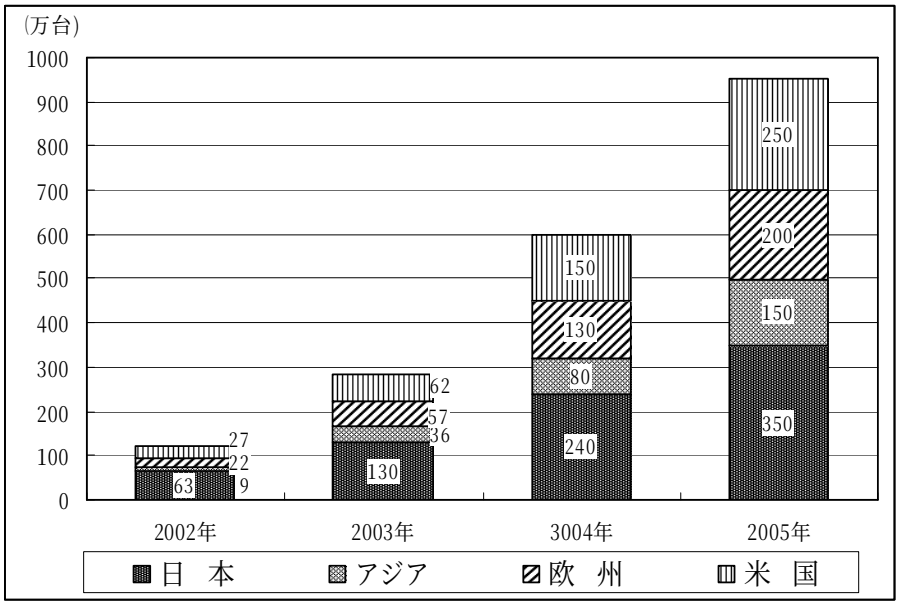


図 3-1-5　デジタルカメラの世界需要

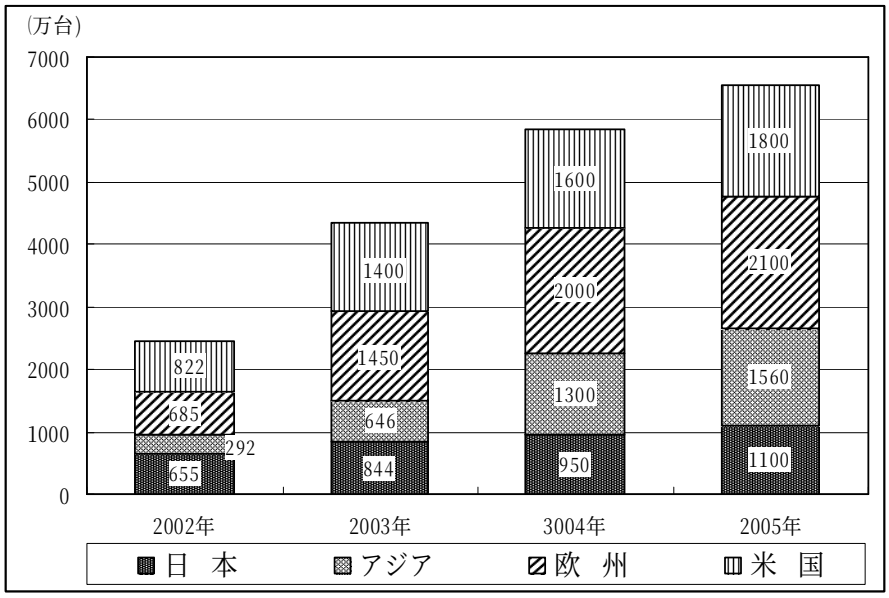


図 3-1-6　カーナビゲーションの世界需要

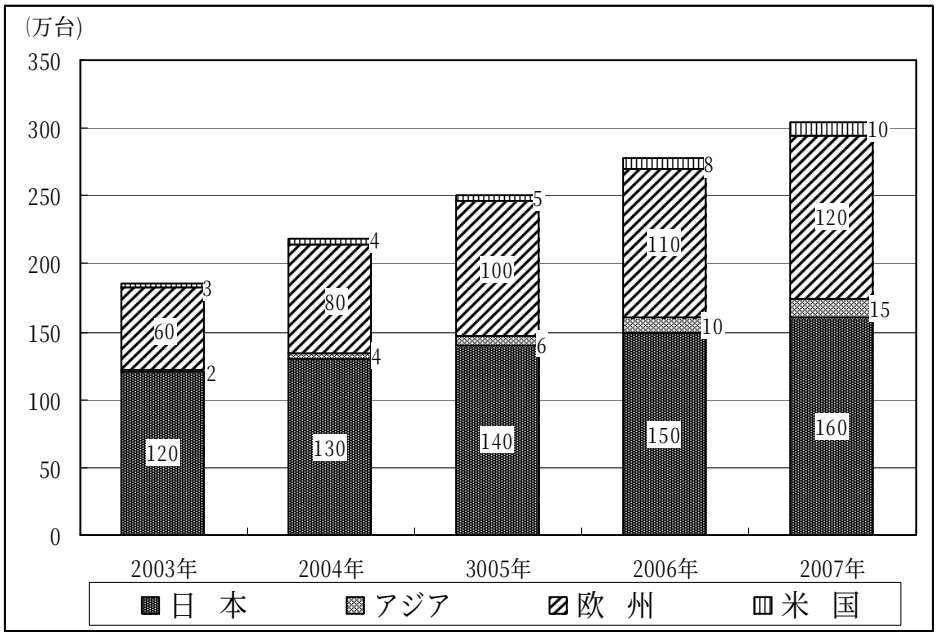
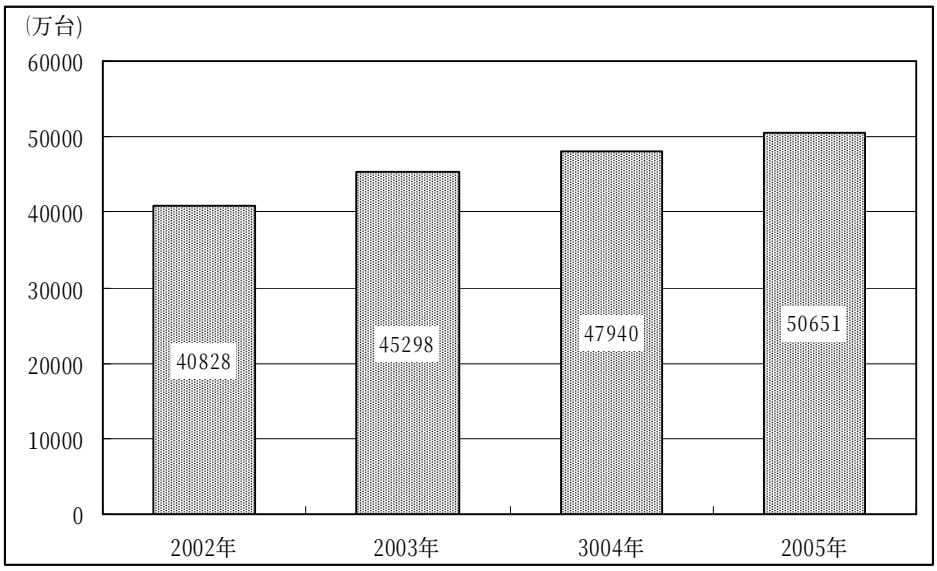


図 3-1-7　携帯電話の世界需要



３．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。

ちなみに、ガラス基板は、薄板化、大型化、低コスト化が進展しており、ガラスの厚さは 0.7～0.6 ㎜が主流であったが、最近では 0.55～0.4 ㎜にもなってきている。

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低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、参勤の第７世代までの急速にガラス基板サイズが拡大している。

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。

図 3-1-8　TFT－LCD のガラス基板サイズの拡大推移

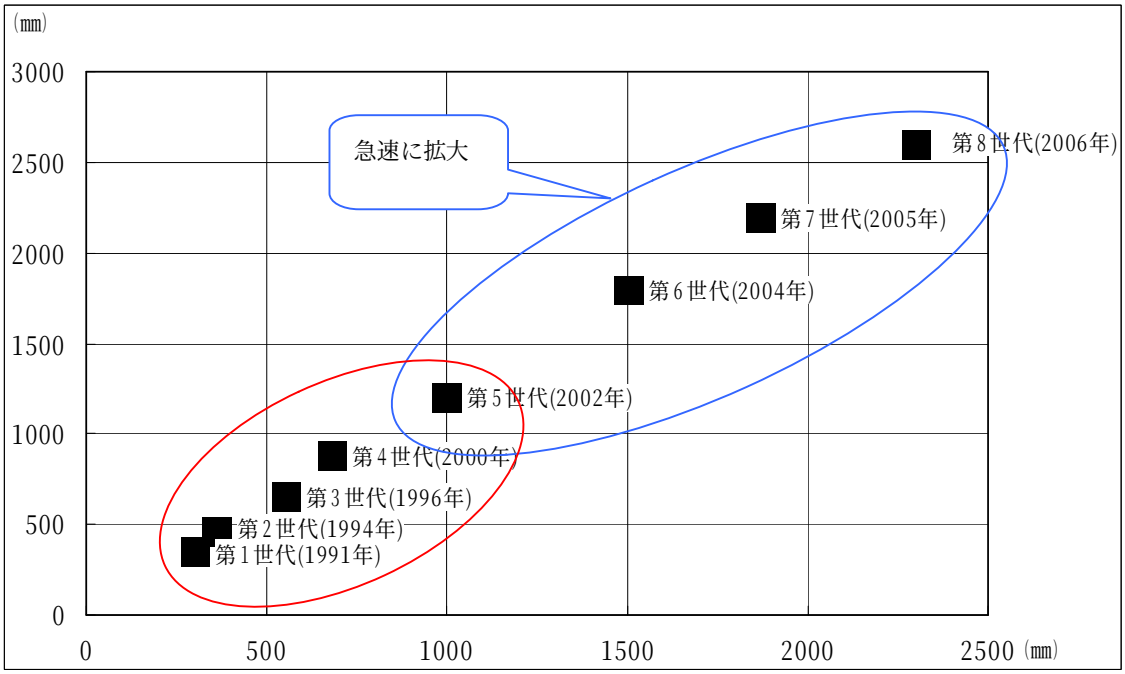
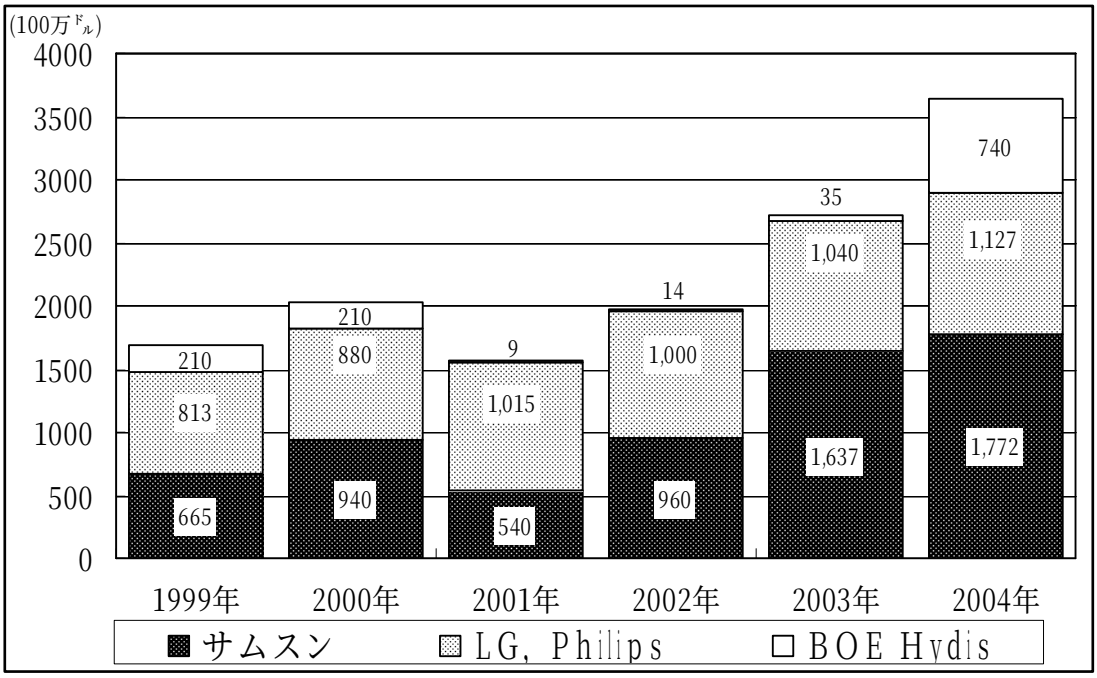


表 3-1-2　パネルサイズとパネル取り枚数

世　代	パネルサイズ（インチ）	パネル取り枚数（枚）	主な用途
2	10.4	4	ノート型パソコン 携帯電話　等
3	12.1	6	
4	15～17	6	各種モニタ
5	19～24	6	
6	37 ﾜｲﾄﾞ	6	液晶ワイドテレビ
7	46 ﾜｲﾄﾞ	6	

図 3-1-9　TFT－LCD 製造３社の設備動向



ガラス基板サイズの拡大は、第３世代までの用途をみるとノート型パソコンや携帯電話などに使用されていたが、第４～５世代ではモニタ向け、第６～７世代では液晶テレビ向けとなった。１枚のガラス基板から取れる枚数は第２世代までは４枚であったがその後、利用される用途の大型化に伴い６枚取りが主流となっている。

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。

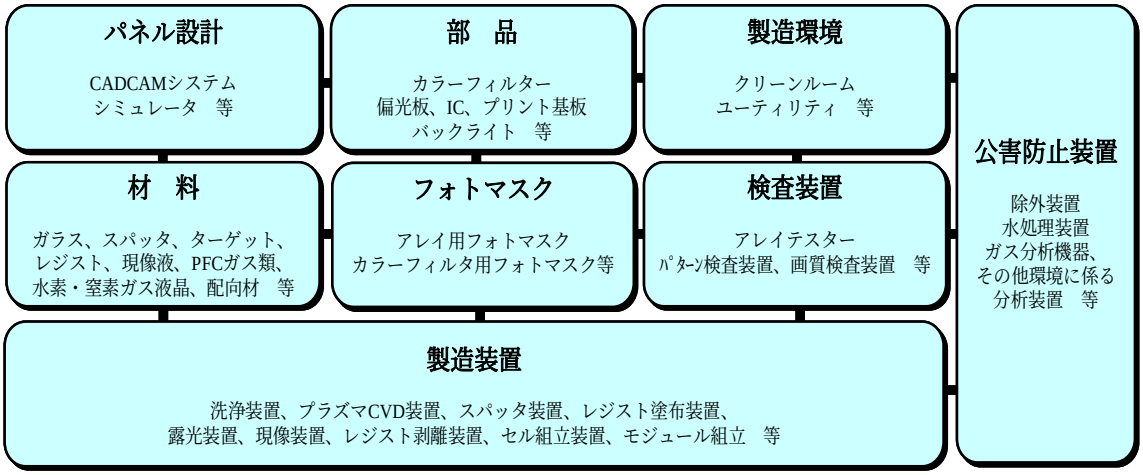
なお、2004 年のＢＯＥ Hydis の設備投資は、韓国内の設備投資よりも中国北京に第５世

代の工場建設のためと思われる。

TFT－LCD 製造の関連産業については、製造装置メーカーや部品・部材メーカー、材料メーカーなど、多くの産業が係わっている。

現在、韓国内では第７世代の設備投資が進められており、これに伴い大型ガラス基板の供給や製造装置自体の大型化に伴い、日本からの輸送が物理的に困難になったことから、日本のガラスメーカー、製造装置メーカーなどが需要地である韓国に工場を立地しつつある。さらには生産に必要な部品、薬剤、検査装置などの営業所、代理店の展開もみられる。

図 3-1-10　TFT－LCD 製造に関連する部品部材、装置



４．TFT－LCD の将来動向

1990 年以降、現在までに TFT－LCD 製造は概ね年率 20%の成長を示してきた。しかしながら、クリスタルサイクルと呼ばれている好況、不況の繰り返しがあった。これは、半導体で呼ばれているシリコンサイクルと同じでもので、概ね３年程度のサイクルとなっている。

半導体の場合は、シリコンウェハの径の拡大はあるが、チップの大きさは概ね同じである。これに比べ、TFT－LCD はパネルの拡大が市場から求められていることが、生産効率や低価格などの課題を解決するためにはガラス基板サイズの大型化を指向している。

現在の TFT－LCD の市場は、供給過多にあるため、価格低下が進んでいる。今後は、韓国を始めとする TFT－LCD 製造の第７世代の新規生産設備の完成が相次ぎ、２～３年後には第８世代の大型 TFT－LCD が市場に出てくると予想されている。

このように供給過多になり、価格の下落などの恐れはあるが、TFT－LCD の特徴である透過率が大きいこと、バックライトの電力利用効率が大きいことから用途拡大に繋がっていくものと考えられる。

一方、TFT－LCD の需要製品である液晶ディスプレイとノート PC(パーソナルコンピュータ)用液晶モニターについての世界需要予測が(社)電子情報技術産業協会より発表された。

近年は世界規模で CRT モニターから液晶モニターへ急速に移行しており、その需要の伸びは 2000 年から 2001 年に 2.27 倍にもなっている。

2004 年は液晶モニターの出荷台数で 6,760 万台(対前年 1.34 倍)にもなり、2000 年の約 10 倍の増加となっている。

液晶モニターのサイズは、2003 年に 15 型サイズ以下が全体の 51%を占めていたが、2004 年は 17 型サイズへ移行したことから逆転し、サイズの大型化が進展した。

ノート PC 用液晶モニターは、2004 年のノート PC の出荷台数で 4,700 万台（対前年 1.19 倍）であり、2000 年の 1.8 倍に増加している。

サイズについても先の液晶モニターと同様に、15 型サイズ以上が全体の 60%に達している。これは、AV 用途の需要の高まりを背景に 15 型及び 17 型のワイド画面のノート PC が伸びたためとみられている。

したがって、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重要量も生産量に比例して増加することが予想される。

図 3-1-11　液晶モニターとノート PC 用液晶モニターの世界需要

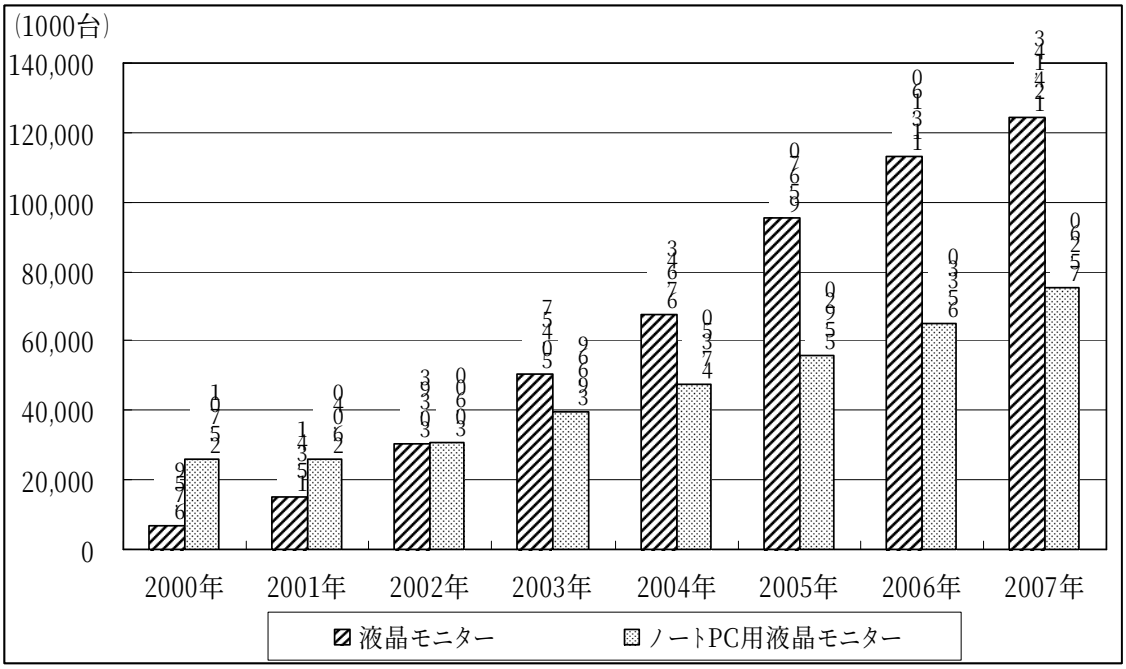
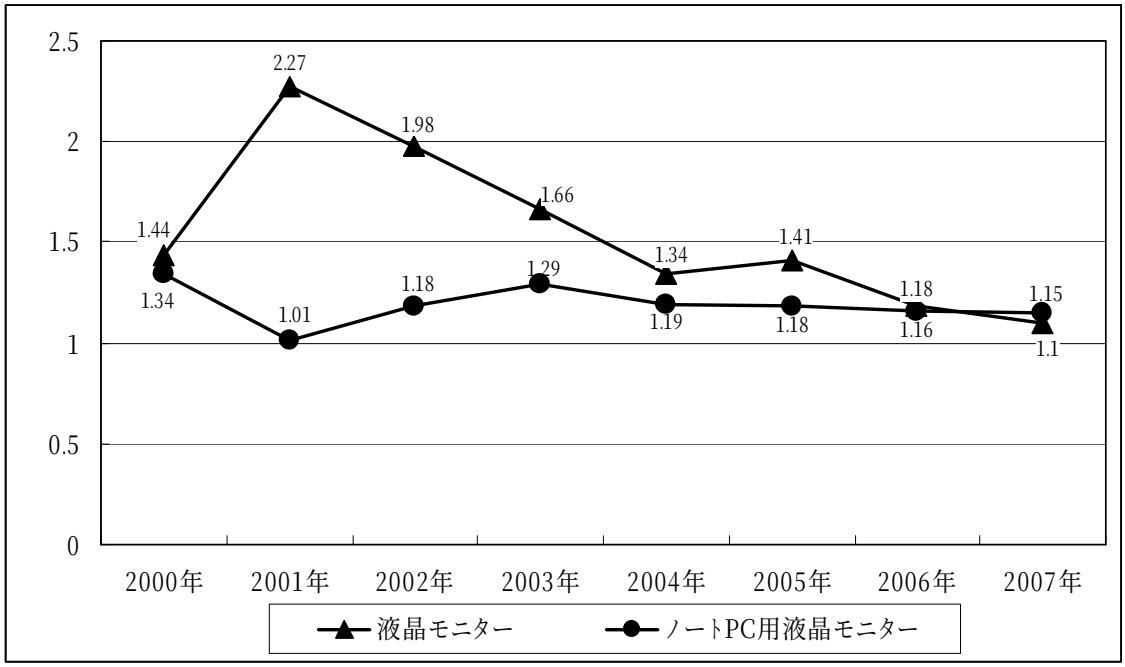


図 3-1-12　液晶モニターとノート PC 用液晶モニターの世界需要の対前年比の推移



３－２　液晶製造に係る技術動向

１．TFT－LCD 製造工程

TFT－LCD ディスプレイの前工程に当たるアレイ工程は、ＴＦＴ素子や画素電極などをガラス基板に形成する。

アモルファスシリコン TFT－LCD の場合は、アモルファスシリコン膜や各種金属薄膜を、成膜、レジスト塗布、露光、現像、エッチング、レジスト剥離の工程を４～５回繰り返して行うもので、半導体製造に似た工程である。ＰＦＣなどの代替フロンガスを使用する工程は、洗浄工程とエッチング工程である。

表 3-2-1　温室効果ガスの特性

分　　類	物　質　名	化 学 式	大気寿命 (年)	温暖化係数 (100 値)	ＴＬＶ値*1 (ppm)
ＨＦＣ	HFC－23	CHF3	264	11,700	無
ＰＦＣ	PFC－14	CF4	50,000	6,500	無
六フッ化硫黄	六フッ化硫黄	SF6	23,900	23,900	1,000
その他	三フッ化窒素	NF3	8,000	8,000	10

製造工程で使用されるこれらのガスは、京都議定書において削減対象となっており、温暖化係数の高いＨＦＣ(ハイドロフルオロカーボン)、ＰＦＣ(パーフルオロカーボン)、ＳＦ$_6$(六フッ化硫黄)の３ガスのことであり、「代替フロン等３ガス」と呼ばれている。

これらのガスはオゾン層破壊物質であるＣＦＣ(クロロフルオロカーボン)やＨＣＦＣ(ハイドロクロロフルオロカーボン)の代替とて開発されたが、最大で二酸化炭素(CO_2)の約２万倍の温室効果ガスであり、なおかつライフタイムが最大で５万年にも及ぶガスである。

これらのガスの用途には、オゾン層破壊物質の代替品として冷蔵庫、エアコンなどの冷媒用、断熱材、変電所の絶縁材、半導体や液晶の製造や洗浄用などがあり、これら使用済み製品の廃棄の際や半導体・液晶分野、発砲・断熱材分野などの生産工程で使用された後、大気中に放出されているケースが多い。

特に TFT－LCD 製造工程において使用量の多いＳＦ$_6$、ＣＦ$_4$、ＣＨＦ$_3$を使用するエッチング装置は、ガラス基板を対向電極側に置いて、上部からＳＦ$_6$、ＣＨ$_4$、ＣＨＦ$_3$のガスが電極を兼ねたシャワーヘッドから放電空間に均一に供給されることで a-Si などが成膜される。なお、ＣＨＦ$_3$は使用されていないケースが多く、韓国ではＳＦ$_6$が多く使用されている。

---

*1：Threshold Limit Values　　労働者が作業環境中で暴露される大気中の化学物質の許容濃度。

図 3-2-1　TFT－LCD 製造工程と使用する代替フロン

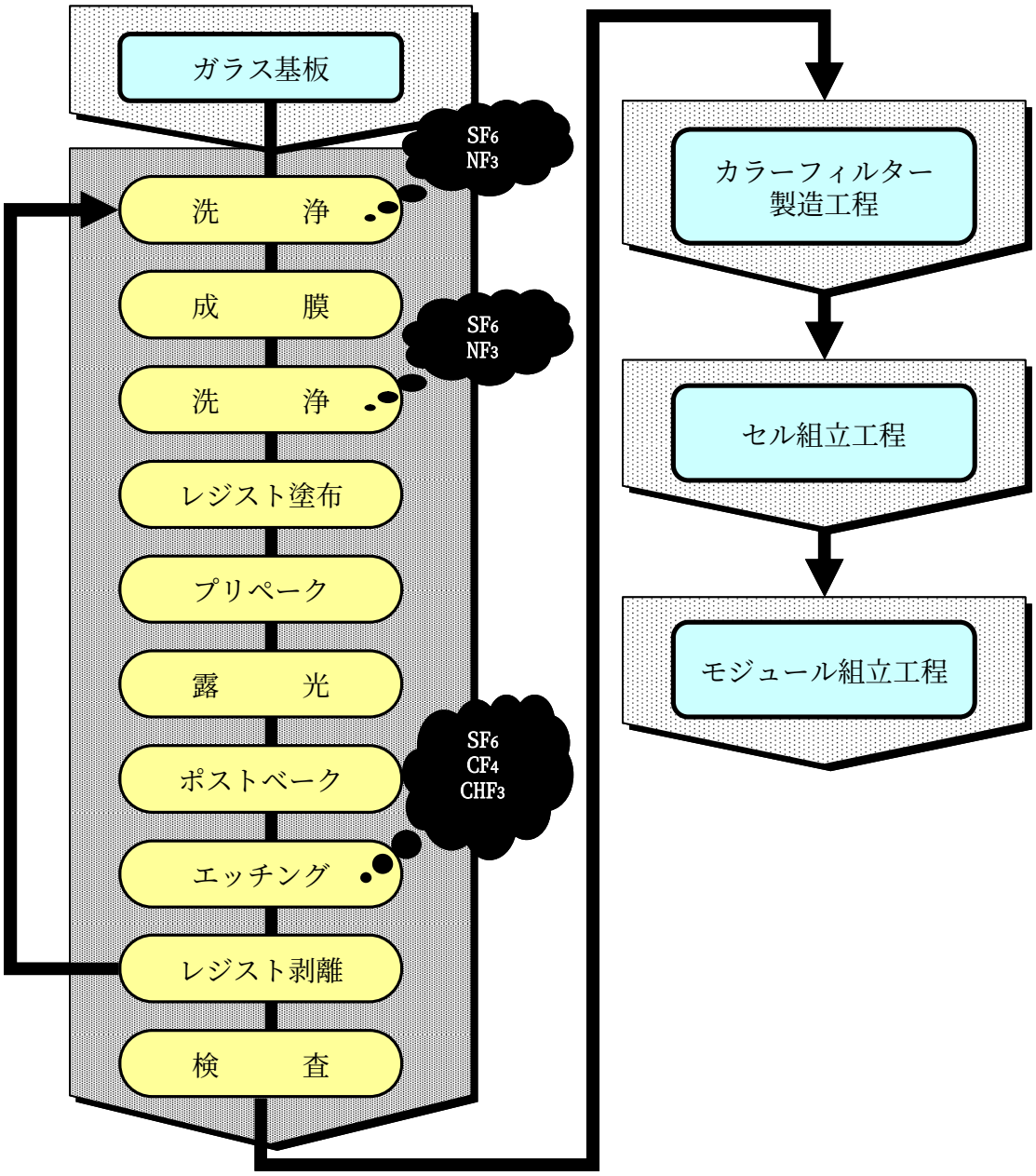
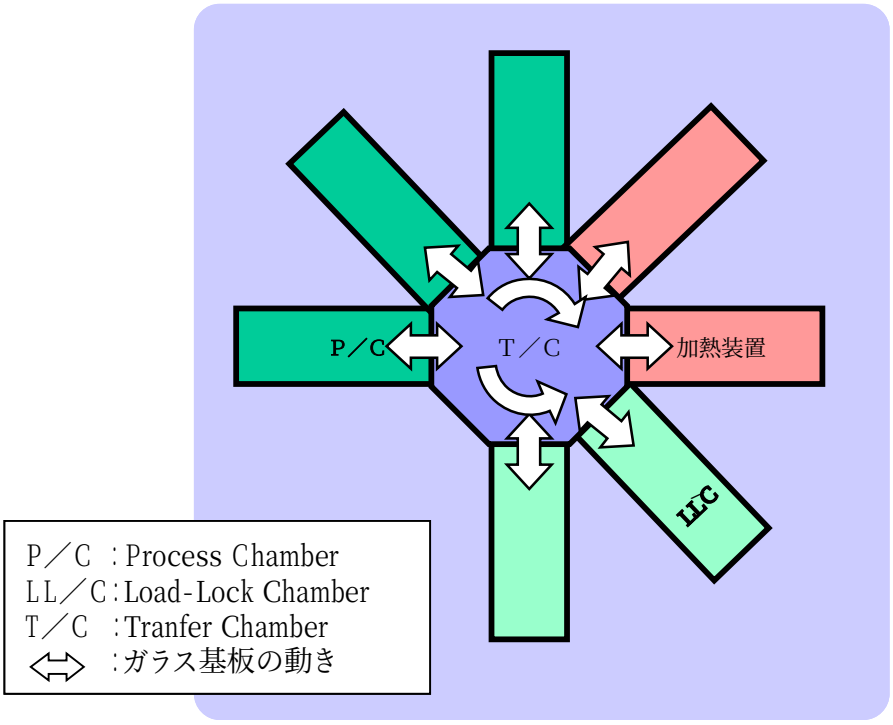


図 3-2-2　ＣＶＤ装置の平面構成

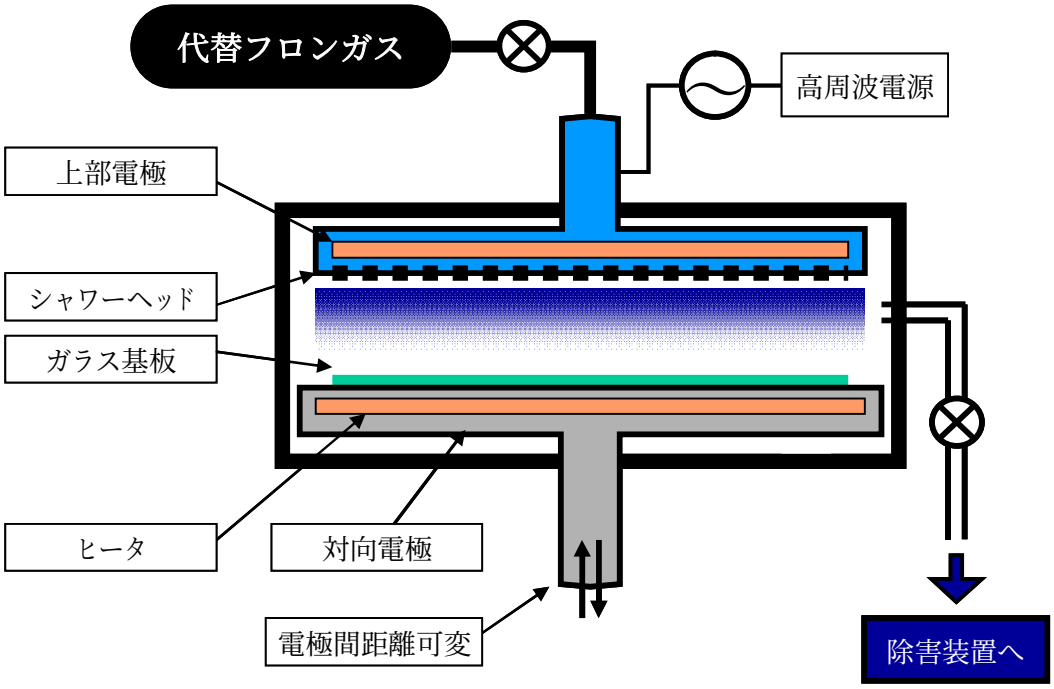


○Ｐ／Ｃ
・ＣＶＤ装置を取り込んだチャンバーである。

○ＬＬ／Ｃ
・ガラス基板の取り入れ、取り出しを行うための真空のチャンバーで、プロセスチャンバーとバルブを介して配置される。ガラス基板を１枚ずつ真空にする枚葉式と複数枚を同時に行うバッジ式がある。

○Ｔ／Ｃ
・チャンバー内に真空搬送ロボートを備え、ガラス基板をプロセスチャンバー又はプロセスチャンバーとロードロックチャンバーの間を搬送するための装置である。

図 3-2-3　Ｐ／Ｃ内のＣＶＤ装置の構造(概念)



ＣＶＤ装置(Chemical Vapor Deposition)は、平行平板型の電極構造が用いられ、高周波電力が上部電極より投入される。

ガラス基板は背後からヒータによって加熱され、電極間の放電中での反応により膜が形成される。

ガスを原料として成膜を行うため、比較的容易に大面積に均一な厚さの薄膜を形成することが可能である。

２．ＰＦＣ等ガスの削減の取組

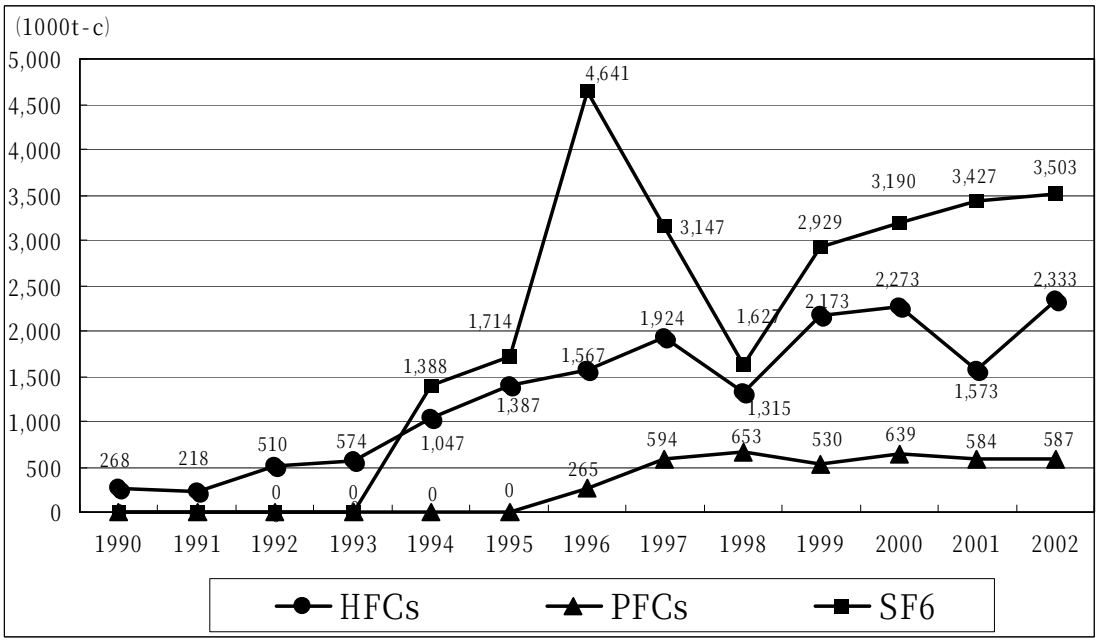
韓国におけるＰＦＣ等のガス排出量については、TFT－LCD 製造や半導体製造をはじめとする産業において相当量が使用されている。

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。

資料では、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。

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。

図 3-2-4　ＰＦＣ類の排出量の推移



資料）産業資源部

産業サイドの温暖化効果ガス削減に向けた自主努力としては、液晶産業におけるＰＦＣ等ガス削減に関して以下の自主行動計画を作成している。

この自主行動計画に即して、台湾、日本の TFT－LCD 製造の各メーカーでは、使用済み代替フロンを無害化する除害装置を逐次設置しているが、韓国のメーカーでは基板の大型化投資を優先することからＷＬＩＣＣによる自主努力目標に到達できないものとみられている。

このため、除害装置設置によるＣＤＭ事業を推進することで温暖化効果ガス削減が期待できる。

＜WLICC の活動方針と確認事項＞

液晶ディスプレイは省エネルギー、省スペースという特性から、環境面で優れた製品である。需要は今後とも拡大を続けていくと予測される。世界的レベルでの環境問題の関心がますます高まる中、地球環境保護の観点から、より進化し、一層環境に配慮した LCD ディスプレイの開発を促進するため、効果的な産業協力の機構を確立すべく全メンバーは共通の認識をもってあたる。

＜今後の活動テーマ＞

○地球温暖化対策への適切な対応を採択し、メンバーの公正、公平な分担による PFC の排出削減努力を進める。

これに関して第 2 回 WLICC 会議では、WG1 より提出された「PFC 削減目標に関するポジションペーパー」（添付参照）を採択した。このペーパーは WG1 が過去 5 回の会議を経て、現在のメンバーである、JEITA、EDIRAK、TTLA が 3 地域の TFT-LCD 製造工程から排出される PFC 等の総絶対排出量を 2010 年までに 0.82MMTCE*1（＝82 万炭素換算ﾄﾝ＝二酸化炭素(CO2)換算で 295.2 万ﾄﾝ）以下にすることに合意するもので、この削減目標は JEITA、EDIRAK、TTLA で分担され、また今後の技術進歩に応じて適宜、見直しされるものである。

○LCD の廃棄処理などに関連し、情報交換を行う。また今後の廃 LCD の増加の中で、水銀、液晶材料への管理、規制強化の方向にあるため、WLICC は今後とも LCD の製造段階と使用済み製品の廃棄時における環境負荷を最小にする努力を続けていく。

---

*1：MMTEC　Million Metric Tons Carbon Equivalent(100 万炭素換算ﾄﾝ)
　１炭素換算ﾄﾝ＝3.6 ﾄﾝ-CO2

＜PFC排出削減目標に関するポジションペーパー＞

2003年1月20日に台湾の新竹で開催された第2回世界液晶産業協力委員会（WLICC）において、日本の液晶産業研究専門委員会（LIREC/JEITA）、韓国LCD環境委員会（EALCD/EDIRAK）、台湾TFT-LCD工業会（TTLA）のメンバーは、WLICCのWG1によって提案されたPFCの排出削減目標を承認した。WLICCは、TFT-LCD（薄膜トランジスタ液晶ディスプレイ）製造工程から排出されるPFC等の排出削減を積極的に推し進めることにコミットするものである

① ＰＦＣ等の排出削減目標に関する合意

LIREC、EALCD、TTLAは、TFT-LCD製造工程から排出されるPFC等の総絶対排出量を2010年までに、0.82MMTCE（ミリオン・メトリック・トンズ・オブ・カーボン・イクイバレント）以下に削減することで合意に達した。この目標排出量は1998年の地球温暖化ガス世界全体放出量の0.013%程度に相当する。もし、削減対策がとられなければ、2010年の総排出量は目標排出量の10倍以上になり、また半導体産業の目標排出量をも超えるだろう。この削減目標は、LIREC、EALCD、TTLAで分担され、また今後の技術進歩に応じて適宜、見直される。

② 排出削減目標の背景

TFT-LCD業界は、液晶産業の環境問題に関する世界的な情勢を踏まえて、国際的な目標を積極的に掲げることを選択した。この世界的なコミットメントは、世界半導体会議（WSC）の対応を見習って行った我々の自主的な努力の成果である。

TFT-LCD業界は、日本では90年代の初め、韓国では1998年、台湾では2000年に実質的にスタートし、以来伸長しており今後も伸長し続ける。

このような成長産業にとって、この時点で2010年のPFC目標排出量を決めることは極めて難しいと思われたが、WLICCのメンバーが新ラインには全て除害装置を付ける等の最善の努力をすることを決意することによってこの難局を克服した。今後、この産業に新しく参入する工業会についても、同様の削減対策をとることを期待する。なお、WLICCは、世界のLCD産業の成長を阻害することなく、ＰＦＣ排出削減を可能にする継続的かつ経済的な代替案を見つける努力を続ける。

③ 情報開示

ＰＦＣ排出に関する情報は、これまでの合意に従って、各国の工業会を通して入手することが出来る。

３．プロセスガス

韓国の TFT－LCD 製造のメーカーでは、プロセスガスを日本や米国などからの輸入に依存している。このため、温暖化効果を削減するプロセスガスは、輸入先のガスメーカーに期待しているのが実態である。

一方、日本においては、現在使用されている代替フロンの代替ガスの開発が国家プロジェクトとして 1999 年度から 2003 年度までの５年間で研究開発が行われた。その成果としては、C_2F_6の代替としてC_3F_8、NF_3等がある。また、ドライエッチング用の代替ガスの開発、さらには代替フロン(ＰＦＣ)そのものを使用しない新プロセス技術の研究開発が進められている。

このプロジェクトは、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(ＮＥＤＯ)が半導体メーカー11 社と半導体製造装置メーカー３社の参加を得て研究開発を実施しているものである。このプロジェクトは、エッチング工程において、ドライエッチング効率・省エネルギー効率が高く、かつ地球温暖化効果等の環境負荷の少ないガスを使用する SiO_2 のドライエッチングプロセス技術の研究開発、SiO_2 に代替する層間絶縁膜を用いたドライエッチングプロセス技術の研究開発及びエッチング工程が不用な代替プロセス技術の研究開発を目的としている。

2002 年度における代替ガスの研究開発結果については、毒性の問題が残されており、さらには反応生成物として CN 系の化合物が検出されていることから、今後は安全面を考慮したエッチングプロセスの提案が必要とされている。2003 年度は、これらの課題をクリアするための研究開発が実施された。

この研究開発は、これまでの代替フロンと比べ、ＧＷＰ値が小さく、かつ大気中寿命の短い物質に焦点を当て、さらには除害まで含めたトータルシステムで既存システムを上回るものがないかを試みているものである。有望な代替ガスの研究開発は、次のようなプロセスにて抽出されている。

フッ素化合物の科学的特性データベースから沸点その他によって絞り込みを行い、約 700 種を抽出した。さらに、取り扱い易さなどにより約 100 種に絞り込み、予め設定した評価基準をもとに評価した。評価得点の高いものから毒性などに関するデータ調査を行い、24 種を抽出した。

次に、半導体６インチシリコンウェハー上に成膜しておいた SiO_2、あるいは Si_3N_4 に対するエッチング速度でクリーニング性能の概略評価を行った。

この結果、次の物質が特定の条件で使用した場合に、温室効果ガス排出削減効果が大きくなる可能性があるとみられている。

このように研究開発を進めている中で、次のような代替ガスが提案されており、温室効果抑制や安全性、経済性など評価試験が進められている。

・フッ化カルボニル：COF_2
・三フッ化ニトロシル：F_3NO
・三フッ化メチルハイポフルオライト：CF_3OF
・フッ素：F_2　等

また、この他にドライエッチングの場合、直鎖型 C_4F_8、C_4F_6、C_3F_6などが提案されている。

このうち、C_4F_6(ヘキサフルオロブタジエン)の量産技術を確立し、2005 年から年間 20～30 トンの量産を目指している。このガスは、回路線幅が 90 ナノメートル以下の最新半導体製造に利用できるもので、かつ環境負荷が小さいことから、ニーズは高いものとみられている。

４．除害装置

代替フロンの排出削減対策としては、わが国において未分解の代替フロン及びシリコンと反応しなかったフッ素を除害装置によって、無害化する方法が行われている。さらには、国家プロジェクトにおいてドライエッチング用の代替ガスの開発が行われている。また、ＰＦＣを使用しない新プロセス技術の開発も進められている。

ここでは、半導体製造企業が採用している除害装置と環境負荷が小さい代替ガスについて、その概要を整理した。

１）除害装置の設置

半導体製造の場合は、負圧に保たれた反応室で代替フロンが使用されているため、使用済み排ガスを比較的回収処理しやすい。半導体製造業では、自主行動計画を策定し、その達成に向けた排出抑制対策として除害装置の設置が進められている。

日本の実態をみると、2003 年６月に経済産業省が発表した 2002 年の代替フロン等３ガス排出抑制自主行動計画の進捗状況では、排出量が 2,800 万トンで、基準年(1995 年)の排出量 5,000 万トンと比べ、2,100 万トン(42%減)の減少となっている。

半導体製造業界では、除害装置の設置率が 2002 年で 19%であり、前年の 12%に比べ拡大している。2002 年の半導体生産量が前年比９％増加したにもかかわらず、代替フロンの排出量は前年比３％減少しており、各企業の自主行動の努力が実績に現れている。

代替ガスの開発や新プロセスの研究開発などが進められているが、現状で排出量抑制効果の高い方法としては、除害装置の設置が有効である。

現在、日本の半導体工場における実績から、量産ラインで使用されるＰＦＣの除害装置については、燃焼方式、熱分解方式、触媒方式の３つに大別され、それぞれの特徴を活かして使用されている。

ＣＶＤ(Chemical Vapor Deposition)：燃焼方式、熱分解方式 ドライエッチング：燃焼方式、熱分解方式、触媒方式

①燃焼方式

・燃焼方式は、代替フロンをＬＰガス等の燃料とともに燃焼し、下記のようにＦ(フッ素)成分をＨＦに、Ｃ(炭素)成分をCO_2に分解する方式である。

分解反応式：ＰＦＣ(ＣｉＦｊ)＋燃料(ＣｍＨｎ)＋O_2→aCO_2＋bＨＦ

・この方式は、生成したＨＦを処理する水スクラバが必要となるが、SiH_4のようなＣＶＤのプロセスガスも同時に除害できる特徴をもっている。

②熱分解方式

・熱分解方式は、電気ヒータを利用して加熱分解するもので、燃焼方式に比べて大流量の処理には劣るが、均一な加熱処理が可能となりコンパクトで操作性と安全性に優れた処理が可能である。

・この方式は、分解に水を添加させた反応で行っているのが特徴である。

表 3-2-1　熱分解方式による分解反応式

ガ　ス	分　解　反　応　式	分解温度
CF_4	$CF_4 + 2H_2O \rightarrow CO_2 + 4HF$	1,400 ℃
	$C_3F_8 \rightarrow 3C + 8H$ラジカル	
	$CF_4 + 4H$ラジカル$\rightarrow C + 4HF$	
CHF_3	$CHF_3 + 2H_2O + 1/2O_2 \rightarrow CO_2 + 3HF$	1,000 ℃
SF_6	$SF_6 + 4H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 6HF$	1,200 ℃
NF_3	$2HF_3 + 3H_2O \rightarrow NO + NO2 + 6HF$	800 ℃
	$NF3 + NH_3 \rightarrow N_2 + 3HF$	

資料)(社)電子情報技術産業協会資料

③触媒方式

・触媒方式は、熱による分解法の一つであり、反応温度の低減のために触媒を用いるものである。

・触媒を利用することで安定的なＰＦＣ等を低い温度で分解できるため、消費エネルギーを低減できる特徴をもっている。また、通常分解しづらいCF_4の分解率が高いことも大きな特徴となっている。

・なお、SiH_4のような酸化によって固体(SiO_2)を生成するガスは、触媒層を詰まらす原因となることから、本方式による除害装置を使用することは不適切である。

表 3-2-2　触媒方式による分解反応式

ガ　ス	分　解　反　応　式	分解温度
CF_4	$CF_4 + 2H_2O$(＋触媒)$\rightarrow CO_2 + 4HF$	750 ℃
CHF_3	$CHF_3 + 2H_2O + 1/2O_2$(＋触媒)$\rightarrow CO_2 + 3HF$	
SF_6	$SF_6 + 4H_2O$(＋触媒)$\rightarrow H_2SO_4 + 6HF$	
NF_3	$2NF_3 + 3H_2O$(＋触媒)$\rightarrow NO + NO_2 + 6HF$	

資料)(社)電子情報技術産業協会資料

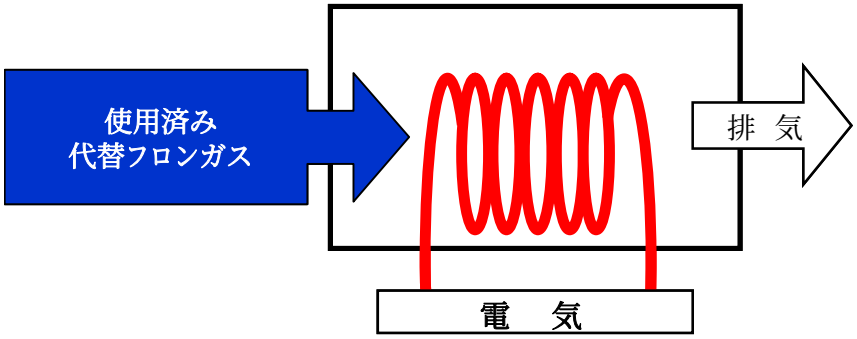
以上の３方式の中で、触媒方式は触媒を定期的に交換する必要があり、触媒の処理・処分までを考慮する必要がある。

熱分解方式と燃焼方式との比較では、燃焼方式の場合は燃料が必要であること、燃料配管接続が必要なこと、設置面積が大きく火炎による安全性に注意が必要なこと、排気ガスの発生などの問題が生じる。このような問題点に対し、熱分解方式は電力消費があるものの直火を使用しないこと、温度管理が容易で温度ムラがないこと、設置場所の制約が少ないことなどの利点があり、本プロジェクトを実施する際の新たな環境負荷を最小限にすることが可能である。

したがって、本プロジェクトでは、電気ヒーターによる熱分解方式を採用することとした。

図 3-2-5　除害装置のタイプ別概念

【熱分解方式】



【燃焼方式】

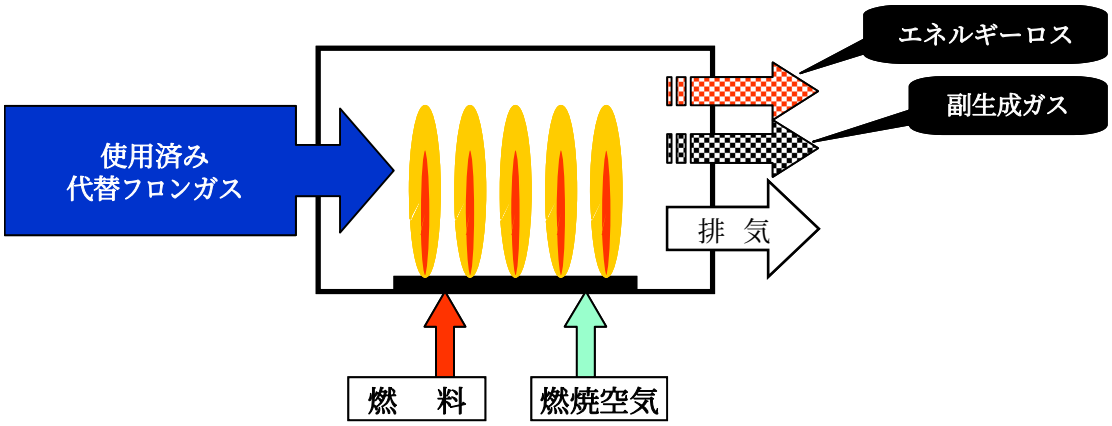
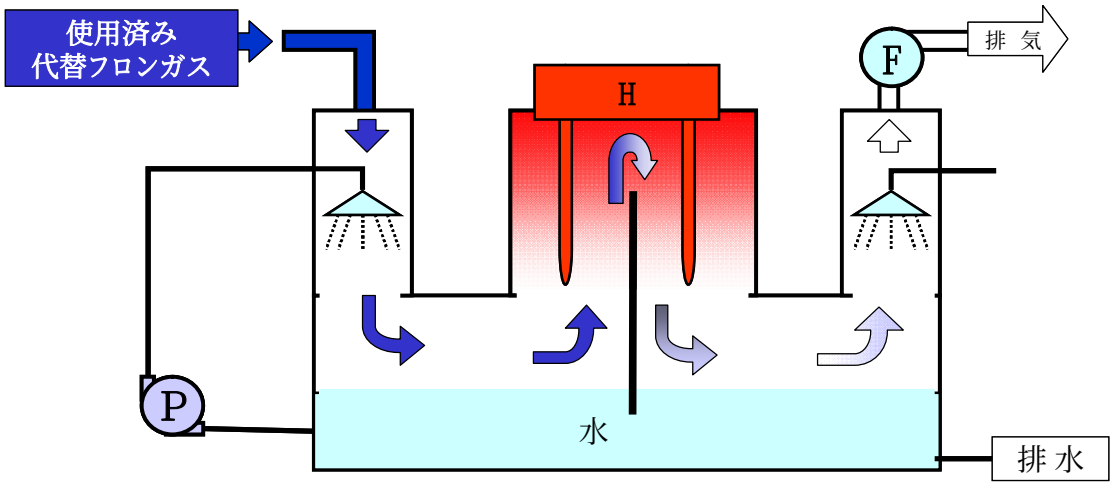


図 3-2-6　除害装置の構造(概念)



外形寸法	W 1,050 × D 1,050 × H 2,000 mm
電　　気	15Kw (AC200V)
用　　水	40 ﾘｯﾄﾙ／分
重　　量	1,500 kg

５．ガス分析機器の開発動向

ガス分析機器は、PFC 等のガス使用量、プロセスと除害装置を経たあとの排出量とその成分をリアルタイムで分析できることが求められる。

このような要求を満たすガス分析機器として、TFT－LCD 製造現場でのガス成分の分析が容易にできる高感度プロセス用 FTIR ガス連続モニターが開発されている。

このガス分析機器は、米国のメーカーが販売しているものが主流となっていたが、最近では日本国内の分析機器メーカーにおいても独自の技術力で開発され、わが国の TFT－LCD 製造工場や半導体製造工場で使用されつつある。

比較的ポータブルなガス分析機器であり、製造現場まで容易に移動できること、誰にでも簡単に高精度なガス分析ができることである。

このガス分析機器は、プロセス装置から排出される PFCs ガスの分解効率、排出量試算、およびプロセス最適化、除害装置の除害効率評価などに最適である。

図 3-2-7　ガス分析機器の設置事例

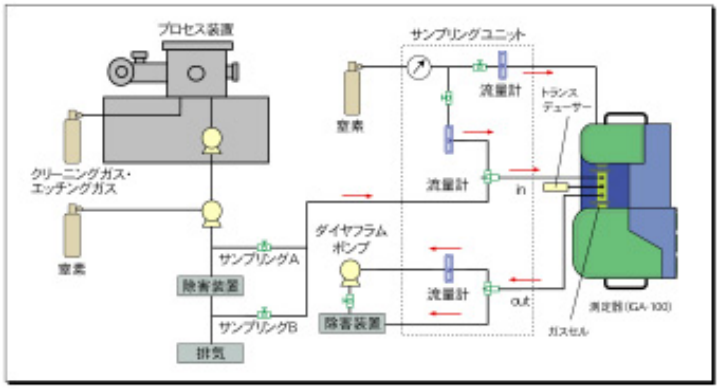


図 3-2-8　ガス分析機器本体

■除害率の測定方法

CVD 装置から排出される PFC ガス測定と異なる点は、除害装置によって排出されるガスには多量の水分が含まれている。水分は下図に示す赤外吸収を持っており、FTIR の測定に影響を与え。特に、水分の影響を受ける成分として酸化窒素（NOx）と酸化イオウ（SOx）がある。

したがって、除害装置から排出されるガスの測定には、水分の赤外スペクトルも定量する成分として解析する。ここで用いる最も簡便で、良好な定量結果を与える水分の赤外スペクトルは、除害装置に PFC ガスを導入せず、窒素を導入した状態で、FTIR を用いた測定で得た大気の赤外スペクトルである。

大気の赤外スペクトルには、水分(H2O)と二酸化炭素(CO2)が含まれているので、波形処理にて二酸化炭素のピーク波形を削除し水分の赤外スペクトルとして用いる。

図 3-2-9　　酸化窒素と酸化イオウに対する水分の影響

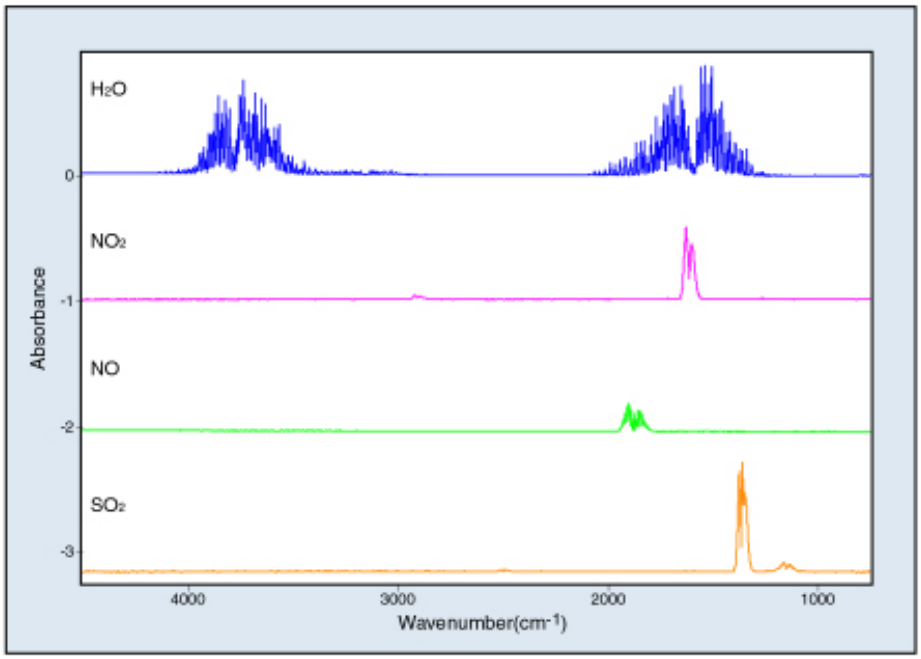
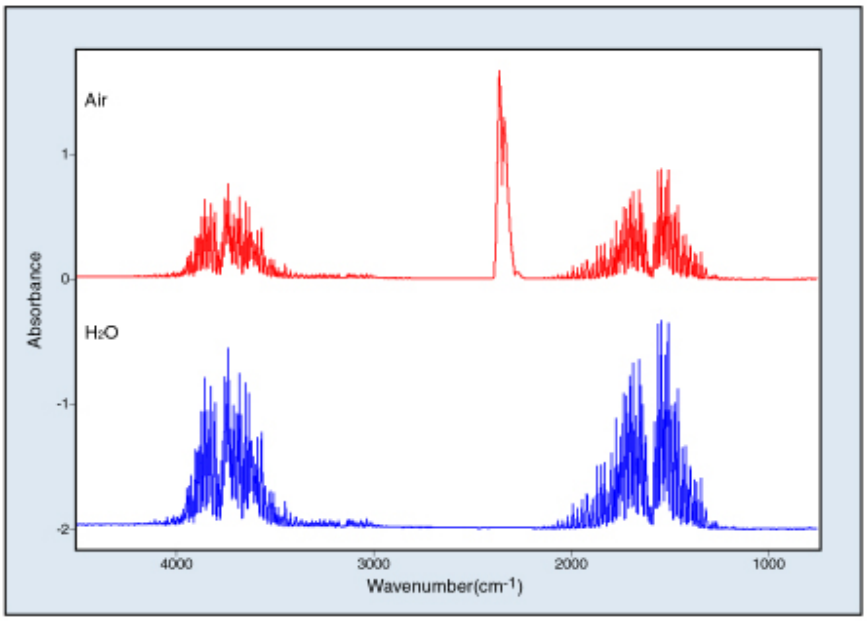


図 3-2-10　大気（Air）と水分（H20）のみの赤外スペクトル



除害率は、次に示すように、除害装置に導入された PFC 絶対量と除害された PFC 絶対量の割合である。

除害率＝１－除害後のＰＦＣ絶対量／除害前のＰＦＣ絶対量

したがって、除害装置から排出されたＰＦＣ絶対量は、実測定で得られた濃度とその時の排出総流量を考慮し、絶対量を求める必要がある。

インテルプロトコルでは、主なプロセスレシピにて実際にウエハー5 枚を処理し、そのデータの標準偏差が±10%以下であることを確認し、その平均的な分解率のデータを取得するとなっている。しかし、測定のガイドラインにて、個々のレシピで除害率を求められない場合は、（１除害装置に複数のプロセス装置が繋がっている場合など）、除害率を評価するために除害装置に導入するＰＦＣ類ガス量は、その装置への最大負荷量（除害対象ガスの最大流量）で検討するという記述がある。

電気加熱分解式除害装置

電気加熱分解式除害装置の場合、除害するための加熱部とスクラバー部より構成される。最終的に除害されたガスは、安全のためにさらエアーで希釈されてから排出される。電気

加熱分解式除害装置は、エアーの導入箇所によって２つのタイプがあり、サンプリング箇所がエアー導入口より前方の場合と後方の場合である。

ここでは、サンプリング箇所が後方の場合として、エアー導入のバルブを閉じて測定を行い、除害装置の処理前と処理後のＰＦＣ類絶対量を比較し除害率を求める。

第４章　ＣＤＭ事業立案

４－１　前提条件

TFT－LCD 製造工場のモデルを想定し、代替フロンガスの使用量と排出量を算定した。

TFT－LCD 製造で使用する代替フロンガスのレシピは企業機密になっていることから、カウンターパートの資料をもとに数値を概数で設定した。

１．TFT－LCD 製造工場のモデル設定

カウンターパートである TFT－LCD 製造工場の資料をもとに、年間生産量、使用済代替フロンの排出量、除害装置、モニタリングに使用するガス分析機器について、次に示す内容で設定した。

①年間生産量

TFT－LCD の年間生産量は、現在主流となっている第５世代(1000 ㎜×1200 ㎜)で、生産効率の面で理想的といわれている月産３万枚の生産ライン２本とした。

■年間生産量(ガラス基板総面積)
(1000 ㎜×1200 ㎜)×３万枚／月×２ライン×12 ヶ月
＝1.2 ㎡×60,000 枚／月×12 ヶ月
＝864,000 ㎡／年

②代替フロンガスの使用量

代替フロンガスの使用量は、TFT－LCD 製造工程のＰ－ＣＶＤ装置のクリーニング工程とエッチング工程で使用される実績値より次のように設定した。

ＣＦ4	：	170 kg／年
ＳＦ6	：	17,300 kg／年
ＮＦ3	：	34,500 kg／年

③代替フロンの排出量

代替フロンの排出量の推計には、各種ガスの年間使用量(実績)をもとに、「2002 年 PFC 排出削減技術調査結果報告書」*1 による各種ガス排出量推計式(Tier2c)を使用して算出した。この計算式は、TFT－LCD 製造工程のチャンバー内で各種ガスがプラズマやガス同士の化学変化などにより、成分が変化することを考慮した GWT 値を求めるものである。

*1:（社）電子情報技術産業協会　電子デバイス地球温暖化対策実行委員会

＜代替フロンガス排出算出式＞

各ガス排出量

$$=Pi\times0.9\times\{(1-Ci)\times(1-Ai\times Fi)\times GWPi+Bi\times(1-A_{CF4}\times F_{i,CF4})\times GWP_{CF4}\}$$

Pi　【各ガスの購入量】　：購入量のうち 90%をプロセスに供給し、10%は残して容器(ボンベ)返却する。

Ci　【各ガスの反応消費率】：下表(表 4-1-1)の値を用いる。

Ai　【各ガスの除害効率】　：下表(表 4-1-1)の値を用いる。

Fi　【各ガスの除害装置設置率】：各ガス使用の生産設備のうち、除害(処理)装置が装備されている割合。ただし、各ガスを目的としない除害装置(例：シランの分解を目的としたもの等)は含まれないものとする。

GWPi【温暖化係数】　：下表(表 4-1-1)の値を用いる。

Bi　【副生成物の発生率】：C_2F_6、C_3F_6、C_4F_6 についてのみ CF_4 が発生するものとする。下表(表 4-1-1)の値を用いる。

A_{CF4}　【CF_4 の除害効率】　：下表(表 4-1-1)の値を用いる。

$F_{i,CF4}$【副生成物の発生率】：副生成物 CF_4 が発生するガスを使用する生産設備のうち、副生成物を除害できる除害(処理)装置が装備されている割合。

GWP_{CF4}【CF_4 の温暖化係数】：5700

表 4-1-1　代替フロンの前提条件

	CF_4	SF_6	NF_3
Ci	0.2	0.5	0.8
Ai	0.9	0.9	0.9
Bi	0	0	0
GWPi	5700	22200	10800

注）GWP 値は、2001 年 IPCC 値である.

韓国の TFT－LCD 生産設備内における除害装置は、設置されていないため、上記の式にある Ai(除害効率)と Fi(除害装置設置率)については、それぞれ省くこととする。また、副生物の除害装置についても同様に省くこととした。

各ガスの排出量の算出式は、次の通りである。

＜代替フロンガス排出算出式＞

各ガス排出量＝Pi×0.9×{(1－Ci)×GWPi＋Bi×GWP_{CF4}}

この算出式により、下記のとおりモデル工場における代替フロンの排出量を算出した。

表 4-1-2　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

したがって、モデル工場（ガラス基板月産６万枚）における代替フロンの排出量は、年間で約 24 万ﾄﾝと推定される。

２．ＣＤＭ事業実施に必要な設備機器

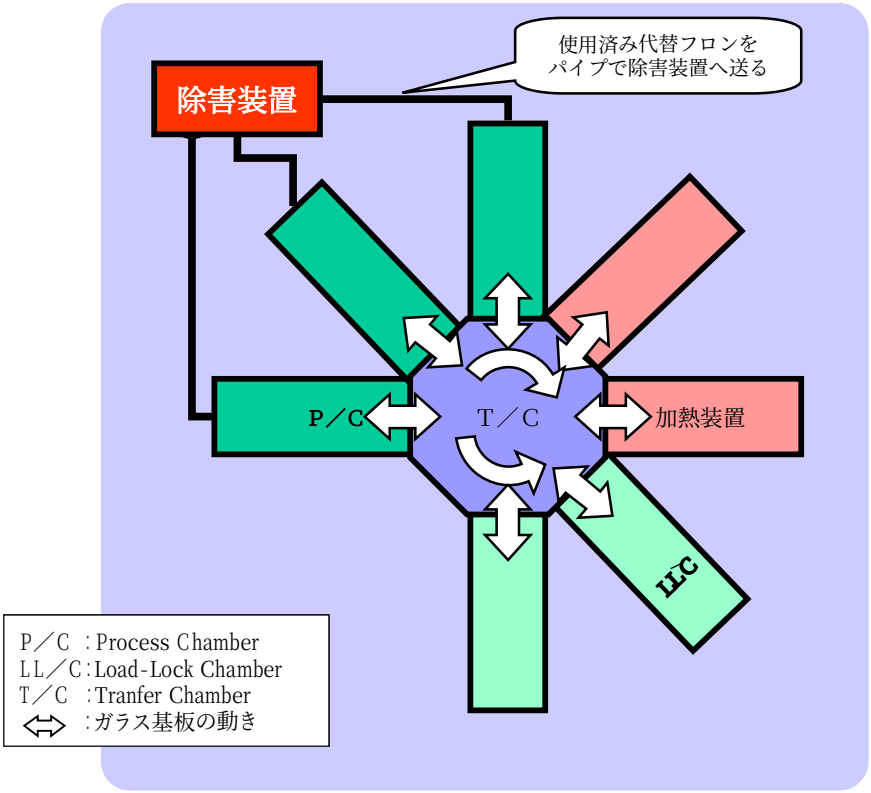
①除害装置

除害装置の設置は、P-CVD 装置＊とエッチング装置のそれぞれにつき熱分解方式の除害装置を１台設置することとした。

１ラインに対し P-CVD 装置は３台、エッチング装置は２台と想定すると、除害装置は５台必要である。

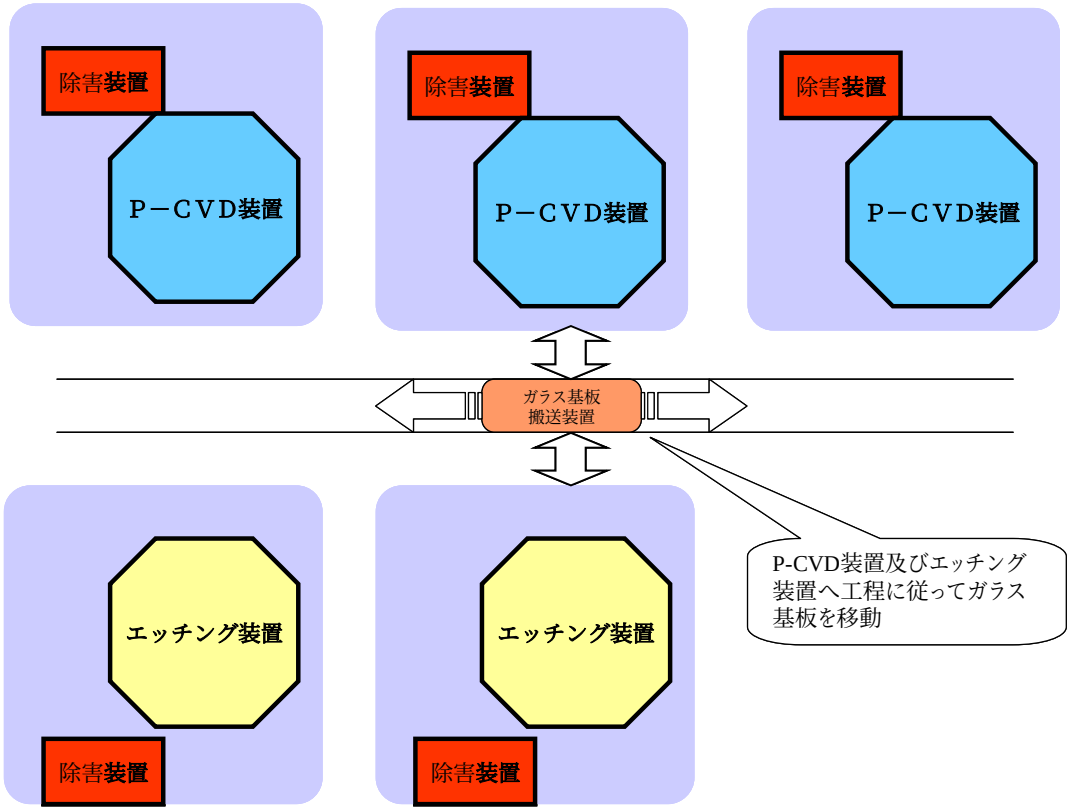
したがって、２ラインを想定していることから全体で 10 台の除害装置を設ける。

図 4-1-1　TFT－LCD 製造における P-CVD 装置と除害装置の配置イメージ



＊：Plasma-Chemical Vapor Deposition

図 4-1-2　TFT－LCD 製造の１ラインにおける P-CVD 装置とエッチング装置の配置イメージ



除害装置の価格は、使用済み代替フロンガスの排出流量によって格差が生じるが、除害メーカーの価格をもとに、１台当り 250,000 米＄と想定した。なお、この価格には除害装置設置工事費、配管工事費などを含む。

■除害装置の価格
250,000 米＄／台　×　10 台　＝2,500,000 米＄

除害装置の運転費用は、除害装置メーカーの標準仕様をもとに設定した。

除害装置１台当りの運転費は、水スクラバーに使用する用水が 40 ﾘｯﾄﾙ／分程度、また、熱分解のヒータ及び水循環用ポンプ、給排気ファンの動力に使用する電力が AC200V で 15kW である。

■除害装置１台当りの運転費
電気の使用料　　：約　5,040 米＄／年
工業用水の使用料：約 17,700 米＄／年

１ラインで５台の除害装置を２ライン、10 台導入することから、工業用水と電力の使用料は次のとおりである。

■除害装置の運転費
電気の使用料　　：約　5,040 米＄／年　×10 台　＝ 50,400 米＄
工業用水の使用料：約 17,700 米＄／年　×10 台　＝177,000 米＄

②ガス分析機器

モニタリングで使用するガス分析機器については、前章で示した機器を使用することとした。

比較的ポータブルなガス分析機器であることから、１工場で１台とし、価格は 100,000 米＄と想定した。

③人件費

除害装置のメンテナンス及びモニタリングに専門の人材が必要になる。特に、除害装置による除害効果を測定することについては、測定器メーカーのヒアリングによると、測定ノウハウが求められることから測定技術者の経験年数が多いことが望まれる。

除害装置のメンテナンスについては、技術的な面で経験を求めることはない。また、その頻度は日本の場合で年間２回程度である。したがって、本調査における人件費の想定では、モニタリングを行う技術者と除害装置のメンテナンスを行う人材として２名を派遣することとした。派遣頻度はモニタリングの確実性や信頼性を維持するために、除害装置のメンテナンスとモニタリングを１ヶ月に１～２日程度実施すると想定した。

人件費は日本から現地までの交通費などを含め、100,000 米＄／年／人とした。

４－２　事業立案

１．プロジェクトバウンダリー

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。

２．ベースライン

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。

因みに、第 18 回ＣＤＭ理事会会合において、韓国のウルサンにおけるＨＦＣ23 の回収・破壊プロジェクトがＣＤＭ事業として登録することが承認された。

３．リーケージ

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。

４．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。

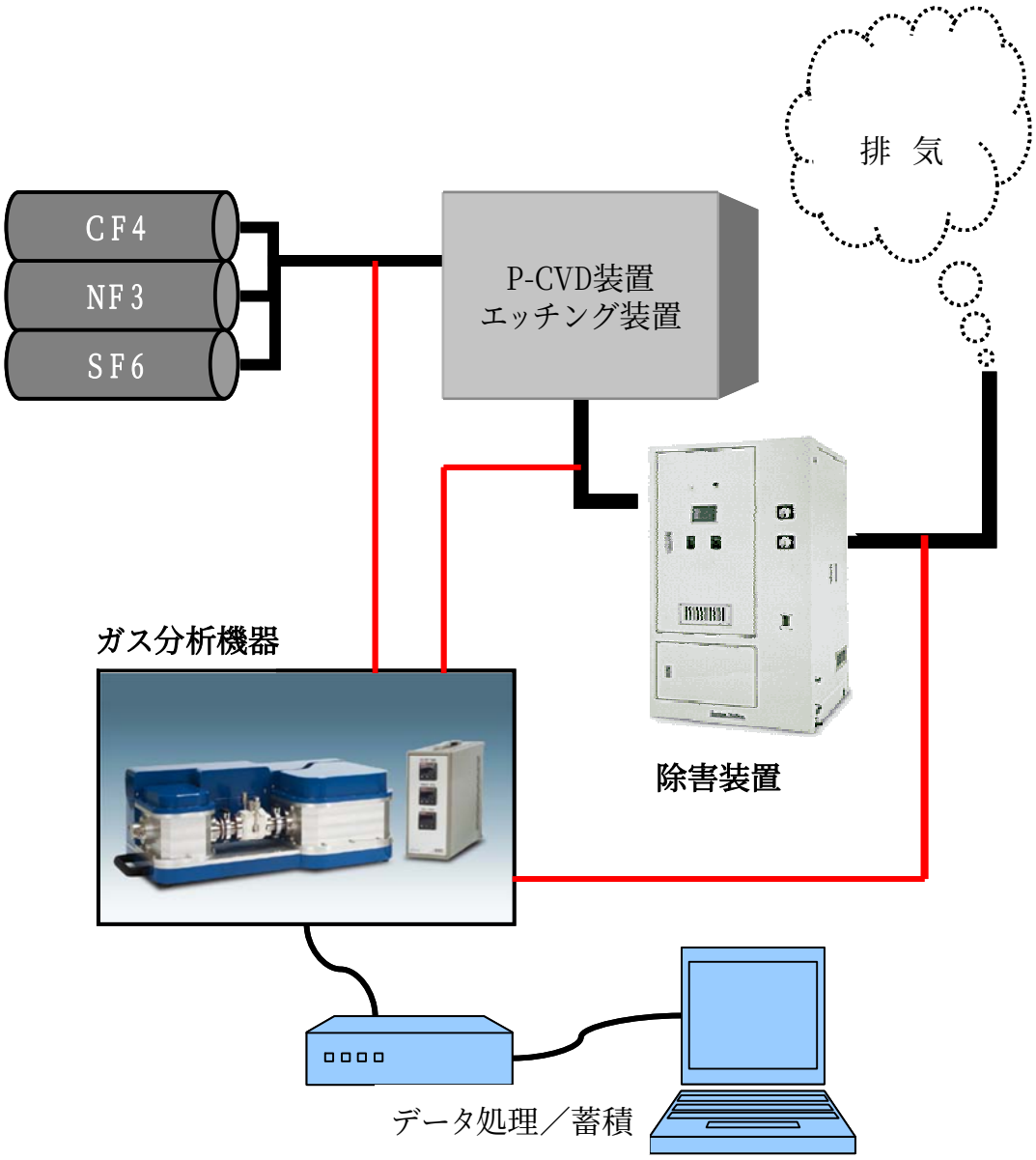
このためにモニタリング体制を構築し、データの測定は定期的に行ない整理･分析する。

TFT－LCD 製造で使用した代替フロンガスの測定方法としては、「2002 年ＰＦＣ排出削減技術

調査結果報告書」(平成 15 年6月　JEITA　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)による『測定ガイドライン』を利用する。

測定方法は、「インテルプロトコル」に準ずるものとする。より簡易に計測するため、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 4-2-1　モニタリングのイメージ



５．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。

６．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

事業採算シミュレーションについては、前提条件として以下のように年間経費、設備費等を想定した。

経　費	除害装置運転費	電気使用量	50,400 US$
		水道使用量	177,000 US$
	モニタリング費 メンテナンス費	人　件　費	200,000 US$
設備費	除害装置		2,500,000 US$
	測定器		100,000 US$

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

また、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。

なお、本プロジェクトの実現化に向けての調整が必要であることなどの不確定要素があることから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。

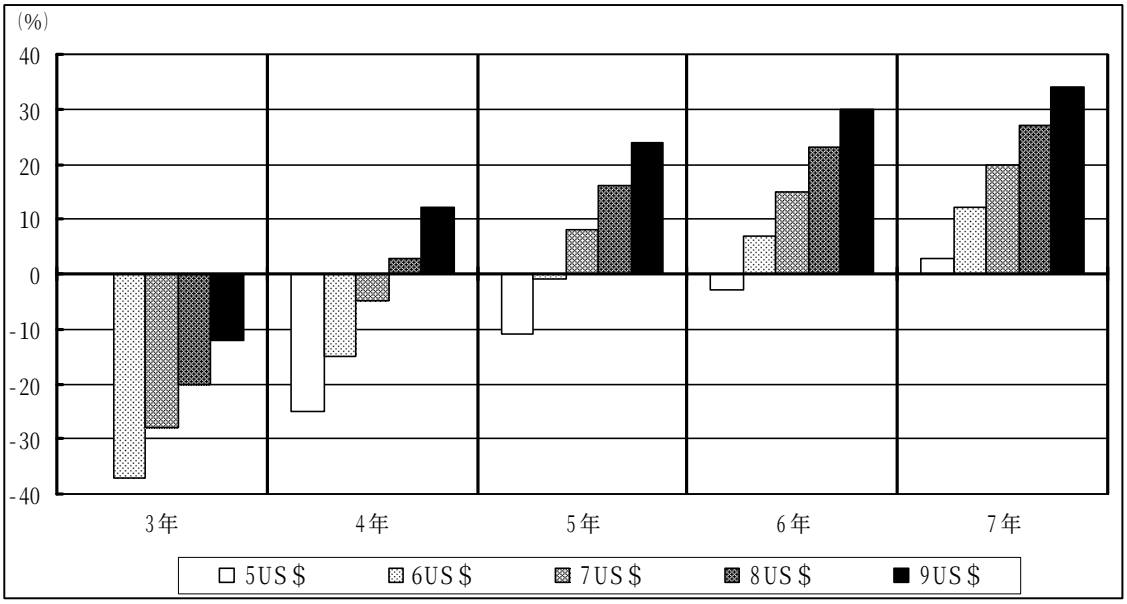
上記の条件を取り入れて、シミュレーションした結果、ケース別事業期間別に事業成立の可能性を検討した。

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、事業化がやや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、４年目でも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＄以上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。

図4-2-2　排出権価格別の事業採算（IRR）



○排出権価格５US＄

・事業期間３年のＩＲＲ＝　－
・事業期間５年のＩＲＲ＝－11%
・事業期間７年のＩＲＲ＝　３％

○排出権価格７US＄

・事業期間３年のＩＲＲ＝－28%
・事業期間５年のＩＲＲ＝　８％
・事業期間７年のＩＲＲ＝　20%

○排出権価格９US＄

・事業期間３年のＩＲＲ＝－12%
・事業期間５年のＩＲＲ＝　24%
・事業期間７年のＩＲＲ＝　34%

表 4-2-1　事業採算シミュレーション結果

前　　提		
CO2換算削減量	ton	240,000
CER価格	USD	5
CER収益	USD	1,200,000
分担金	USD	24,000
電　気	USD	50,400
水　道	USD	177,000
人件費	USD	200,000
除害装置	USD	2,500,000
測定器	USD	100,000

年		0	1	2	3	4	5	6	7
収入			1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000
分担金			24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000
経費	電　気		50,400	50,400	50,400	50,400	50,400	50,400	50,400
	水　道		177,000	177,000	177,000	177,000	177,000	177,000	177,000
	人件費		200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000
税引前利益		0	748,600	748,600	748,600	748,600	748,600	748,600	748,600
税引後利益		0	477,532	477,532	477,532	477,532	477,532	477,532	477,532
設備費		-2,600,000	0	0	0	0	0	0	0
資金収支		-2,600,000	477,532	477,532	477,532	477,532	477,532	477,532	477,532

IRR	3年	#NUM!
	4年	-25%
	5年	-11%
	6年	-3%
	7年	3%

前　　提		
CO2換算削減量	ton	240,000
CER価格	USD	6
CER収益	USD	1,440,000
分担金	USD	28,800
電　気	USD	50,400
水　道	USD	177,000
人件費	USD	200,000
除害装置	USD	2,500,000
測定器	USD	100,000

年		0	1	2	3	4	5	6	7
収入			1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000
分担金			28,800	28,800	28,800	28,800	28,800	28,800	28,800
経費	電　気		50,400	50,400	50,400	50,400	50,400	50,400	50,400
	水　道		177,000	177,000	177,000	177,000	177,000	177,000	177,000
	人件費		200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000
税引前利益		0	983,800	983,800	983,800	983,800	983,800	983,800	983,800
税引後利益		0	627,566	627,566	627,566	627,566	627,566	627,566	627,566
設備費		-2,600,000	0	0	0	0	0	0	0
資金収支		-2,600,000	627,566	627,566	627,566	627,566	627,566	627,566	627,566

IRR	3年	-37%
	4年	-15%
	5年	-1%
	6年	7%
	7年	12%

前　　提		
CO2換算削減量	ton	240,000
CER価格	USD	7
CER収益	USD	1,680,000
分担金	USD	33,600
電　気	USD	50,400
水　道	USD	177,000
人件費	USD	200,000
除害装置	USD	2,500,000
測定器	USD	100,000

年		0	1	2	3	4	5	6	7
収入			1,680,000	1,680,000	1,680,000	1,680,000	1,680,000	1,680,000	1,680,000
分担金			33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600
経費	電　気		50,400	50,400	50,400	50,400	50,400	50,400	50,400
	水　道		177,000	177,000	177,000	177,000	177,000	177,000	177,000
	人件費		200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000
税引前利益		0	1,219,000	1,219,000	1,219,000	1,219,000	1,219,000	1,219,000	1,219,000
税引後利益		0	777,600	777,600	777,600	777,600	777,600	777,600	777,600
設備費		-2,600,000	0	0	0	0	0	0	0
資金収支		-2,600,000	777,600	777,600	777,600	777,600	777,600	777,600	777,600

IRR	3年	-28%
	4年	-5%
	5年	8%
	6年	15%
	7年	20%

前　　提		
CO2換算削減量	ton	240,000
CER価格	USD	8
CER収益	USD	1,920,000
分担金	USD	38,400
電　気	USD	50,400
水　道	USD	177,000
人件費	USD	200,000
除害装置	USD	2,500,000
測定器	USD	100,000

年		0	1	2	3	4	5	6	7
収入			1,920,000	1,920,000	1,920,000	1,920,000	1,920,000	1,920,000	1,920,000
分担金			38,400	38,400	38,400	38,400	38,400	38,400	38,400
経費	電　気		50,400	50,400	50,400	50,400	50,400	50,400	50,400
	水　道		177,000	177,000	177,000	177,000	177,000	177,000	177,000
	人件費		200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000
税引前利益		0	1,454,200	1,454,200	1,454,200	1,454,200	1,454,200	1,454,200	1,454,200
税引後利益		0	927,634	927,634	927,634	927,634	927,634	927,634	927,634
設備費		-2,600,000	0	0	0	0	0	0	0
資金収支		-2,600,000	927,634	927,634	927,634	927,634	927,634	927,634	927,634

IRR	3年	-20%
	4年	3%
	5年	16%
	6年	23%
	7年	27%

前　　提		
CO2換算削減量	ton	240,000
CER価格	USD	9
CER収益	USD	2,160,000
分担金	USD	43,200
電　気	USD	50,400
水　道	USD	177,000
人件費	USD	200,000
除害装置	USD	2,500,000
測定器	USD	100,000

年		0	1	2	3	4	5	6	7
収入			2,160,000	2,160,000	2,160,000	2,160,000	2,160,000	2,160,000	2,160,000
分担金			43,200	43,200	43,200	43,200	43,200	43,200	43,200
経費	電　気		50,400	50,400	50,400	50,400	50,400	50,400	50,400
	水　道		177,000	177,000	177,000	177,000	177,000	177,000	177,000
	人件費		200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000
税引前利益		0	1,689,400	1,689,400	1,689,400	1,689,400	1,689,400	1,689,400	1,689,400
税引後利益		0	1,077,668	1,077,668	1,077,668	1,077,668	1,077,668	1,077,668	1,077,668
設備費		-2,600,000	0	0	0	0	0	0	0
資金収支		-2,600,000	1,077,668	1,077,668	1,077,668	1,077,668	1,077,668	1,077,668	1,077,668

IRR	3年	-12%
	4年	12%
	5年	24%
	6年	30%
	7年	34%

第５章　事業の実施に向けた課題

５－１　除害装置設置の考え方の相違

韓国の TFT－LCD 製造の各メーカーでは、2003 年１月に開催された世界液晶産業協力会議によって提案された PFC 等の排出削減目標に対し、日本、台湾メーカーでは、既に除害装置を順次設置しつつある中で、最近になって韓国のメーカーでは除害装置の設置の検討に入ったところである。

しかしながら、EDIRAK(Electronic Display Industrial Research Association Korea)によると、韓国企業は工場単位で大型の除害装置１基を設置する方針とのことである。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に至る過程については、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。

韓国側の集約処理システムは、日本の分散処理システムに比べ以下のような問題点がある。

今後は、このような問題点があることを再度説明した上で、除害装置の分散処理システムによる事業化を説得していく必要がある。

集約処理システム(韓国)	分散処理システム(日本)
・各チャンバーから収集するためのパイプ総延長が長くなり、使用済み代替フロンによってパイプの腐食によるガス漏れの危険性が高い。	・分散システムでは、パイプ数mと極めて短く、除害装置のメンテと同時にパイプのチェックも毎回できることから安全性が高い。
・除害装置が１基であることから、装置にトラブルが発生した場合は、工場全体の操業にも影響を及ぼす。さらに、トラブルが長期化すれば TFT－LCD を使用する製品の生産にも大きな影響を及ぼす恐れがある。	・チャンバー１台について、１台の除害装置で十分に対応が可能である。 ・除害装置の構造が単純で不具合が生じることが少ない。万が一除害装置が不具合を生じた場合でも、工場全体の操業を止めるまでの影響は極めて少ない。
・除害装置の規模が大きくなることや安全性を考慮する必要があることなどから、工場敷地内での配置に制約が生じる。	・除害装置が小型であるため、工場建屋内のデッドスペースに設置ができる。 ・特に、チャンバーに隣接した位置にも設置が可能であり、チャンバーからのパイプ延長も最短で連結できる。

５－２　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のスピートは加速度的に拡大しており、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予測した対応のために、１カ所で集約的に使用済み代替フロンを処理すること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。

５－３　排出権の分配

ＣＤＭ事業が実施された場合は､日本側事業者及び韓国側の TFT－LCD 製造の事業者が双方満足行くことが望ましい。

韓国の環境部のヒアリングにおいては、投資国のみが利益を得るのでは不公平であることから、ホスト国にも利益を還元すべきと主張している。

すなわち、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、事業者の理解が必要になる。

５－４　その他

TFT－LCD の生産は、韓国、台湾、日本の３国が世界の需要を満たしている状況にあり、かつこれら３国の企業間競争は激しい。

各国では、企業経営にも影響を及ぼす生産部門の内容については厳しい規制が敷かれていることから、代替フロンガスのレシピについては、日本のメーカーも含めて公表されていないのが実態である。なお、国別の代替フロンガスの使用量と排出量などは、ＷＬＩＣＣに参画する工業会では把握されている。

このような状況の中で、本調査では代替フロンのレシピのデータを収集する点で困難な場面があった。

具体的にTFT－LCD製造工場を対象にＣＤＭ事業を推進する上で、激烈な企業間競争の世界で企業機密を如何に守りながら、事業計画を作成していくかが課題である。

第６章　ＰＤＤ(草案)

CONTENTS

A. General Description of Project
B. Application of a baseline methodology
C. Duration of the project activity / Crediting period
D. Application of a monitoring methodology and plan
E. Calculation of GHG Emissions by Sources
F. Environmental impacts
G. Stakeholders' comments

A. General Description Project

A.1. Title of the project activity

The CDM feasibility study for the chlorofluorocarbon-replacing material discharged from a South Korean liquid crystal factory

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

A.2. Description of the project activity

TFT-LCD has an advantage in product cost because it can form a circuit that operates liquid crystal panel on a glass substrate. In addition, the demand of TFT-LCD is increasing in car navigation systems, note type PCs and so on due to high quality display.

The world TFT-LCD market seemed to reach to $23,240 million in 2003, researched by Display Research (USA). South Korea, Taiwan and Japan are major players in the market. In the countries' market shares in the first-quarter of 2003, South Korea shared 41%, Taiwan held 39%, and Japan had 20%. Japan was behind South Korea and Taiwan on manufacturing.

Under the circumstance that the market of TFT-LCD manufacturing is occupied by three countries, South Korea, Taiwan and Japan, even though PFC gases are indispensable for the process of TFT-LCD manufacturing, these gases have categorized as greenhouse gas. Thus, PFC gases have to be hopefully treated.

TFT-LCD manufacturing industry has aggressively set a voluntary international goal, considering global awareness of environmental issues on liquid crystal industry.

In order to restrain emissions of the chlorofluorocarbon-replacing material in South Korean TFT-LCD manufacturing plants, to install waste gas abatement system that decomposes and detoxifies gases should be an effective measure, including invention of an alternative chlorofluorocarbon-replacing material or development of new process of TFT-LCD manufacturing.

The purpose of the project is that the Japanese project participants acquire emission rights in terms of setting up waste gas abatement system in a South Korean TFT-LCD manufacturing plant.

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おり、その対応が望まれている。

TFT－LCD 製造の業界では、液晶産業の環境問題に関する世界的な情勢を踏まえて、自主的に国際的な目標を積極的に揚げることとした。

韓国における 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、日本のＣＤＭプロジェクト実施者が設備増強を進めている韓国の 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。

A.3. Project participants

・Kanken Techno CO., LTD. [Manufacturing of waste gas abatement system]
・Otsuka Electronics CO., LTD. [Manufacturing of measuring device]
・NN Chemical CO., LTD. [Trading of chemical products]
・Sojitz Research Institute, LTD. [General research organization]
・Environmental Association of LCD (EDIRAK)

＊Companies indicated above are cooperative entities for the study, but it has not been authorized that they will participate in the project.
＊上記の企業は本調査における協力企業であり、具体的にプロジェクト参画は未確定である。

A.4. Technical description of the project activity

A.4.1. Location of the project activity

A.4.1.1. Host country Party:

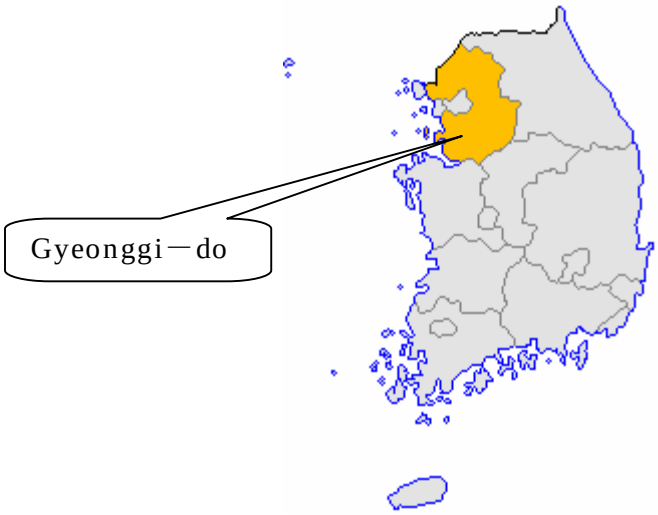
Republic of Korea
大韓民国

A.4.1.2. Region/State/Province etc：

Gyeonggi－do

京畿道

Figure－1



A.4.1.3. City/Town/Community etc:

A.4.1.4. Detailed description of the physical location, including information allowing the unique identification of this project activity:

Gyeonggi-do is that the west of the region faces to the Yellow Sea, the east is adjacent to Gangwon-do, and the south is next to Chungchengbuk-do and Chungcheongnam-do. And the north is contiguous with Hwanghaepuk-to and the Kaesong industrial region across the military boarder with North Korea.

Main local industries are heavy industries which are ship-building, steel and glass manufacturing, and car-manufacturing and electronics industries have been agglomerating in the region. The share of local GDP is approximately 20%. Three liquid crystal manufacturing plants agglomerate in Gyeonggi-do.

The TFT~LCD manufacturing plant of the project has good traffic infrastructure which is connected with two international airports, Gimpo and Inchon, and two international trade ports, Gyoeggi and Inchon, by highway,.

京畿道は、西を黄海に面しており、東を江原道（Gangwon－do）、南を忠清北道（Chungcheongbuk－do）と忠清南道（Chungcheongnam－do）に接する。そして軍事境

界線を経て北朝鮮の統治範囲、黄海北道及び開城工業地域と接する。
主要な産業は造船や鉄鋼、ガラス生産など重工業をはじめ、自動車やエレクトロニクス産業の集積が高く、国内総生産の 20%を占めている。京畿道は、韓国の液晶製造企業である３社の工場が集積している。

本プロジェクトにおける TFT－LCD 製造企業の工場は、金浦、仁川の２つの国際空港と平澤、仁川の２つの国際貿易港へ高速道路によって結ばれ、交通アクセスに恵まれている。

A.4.2. Category of project activity

The place where the project is carried out is in an existent plant in Gyeonggi-do, Republic of Korea.

プロジェクトが実施される場所は、韓国京畿道における既存工場である。

A.4.3. Technology to be employed by the project activity

Compared between exhaust gas treatment equipment by thermal oxidation and decomposition process and that by incineration process, exhaust gas treatment equipment by incineration process contains some issues, which are necessity of fuel, necessity of pipe joint for fuel, attention to fire for safety, necessity of large space for setting equipment and generation of emission gases. According to these issues, exhaust gas treatment equipment by thermal oxidation and decomposition process has some merits, which are indirect combustion, easiness to control temperature that is not uneven performance and less limitation of setting equipment, in spite of that it must utilize electronics. That enables environmental damage to minimize in the implementation process of the project.

Therefore, the project is adopted by the exhaust gas treatment equipment by thermal oxidation and decomposition process.

熱分解方式と燃焼方式との比較では、燃焼方式の場合は燃料が必要であること、燃料配管接続が必要なこと、設置面積が大きく火炎による安全性に注意が必要なこと、排気ガスの発生などの問題が生じる。このような問題点に対し、熱分解方式は電力消費があるものの直火を使用しないこと、温度管理が容易で温度ムラがないこと、設置場所の制約が少ないことなどの利点があり、本プロジェクトを実施する際の新たな環境負荷を最小限にすることが可能である。

したがって、本プロジェクトでは、電気ヒーターによる熱分解方式を採用する。

A.4.4. Brief explanation of how the anthropogenic emissions of anthropogenic GHG by sources are to be reduced by the proposed CDM project activity,including why the emission reduction would not occur in the absence of the proposed project activity, taking into account national and/or sectoral policies and circumstances

The exhaust chlorofluorocarbon-replacing material in the process of TFT-LCD manufacturing discharges 240,000 ton per year as greenhouse gas unless waste gas abatement system is installed. The project enables to reduce greenhouse gas without decrease of productivity of TFT-LCD manufacturing in terms of CDM project which is to install waste gas abatement system.

TFT－LCD 製造工程における使用済み代替フロンは、除害装置を設置しない場合に温室効果ガスを 24 万ｔ／年排出することになる。本プロジェクトは、ＣＤＭ事業により、除害装置を設置することで TFT－LCD 製造の生産効率を低下させることなく、温室効果ガスを削減することが可能でなる。

A.4.5. Public funding of the project activity

Public funding of the project activity has been undecided.

プロジェクト活動への公的な融資の利用は未定である。

B. Application of a baseline methodology

B.1. Title and reference of the approved baseline methodology applied to the project activity

Approved baseline methodology: leakage by product or consumption of HFC11and SF6
Similar project: AM0001 The HFC destruction project in Ulsan

承認方法論：「11 ハロカーボン及び六フツ化硫黄の製造及び消費による漏洩」
類似プロジェクト：「AM0001　ウルサンにおける HFC 破壊プロジェクト」

B.2. Description of how the methodology is applied in the context of the project activity

The precedent project of Ulsan, Korea is to eliminate HFC. Hence, the project is applied the precedent methodology because it aims to destruct and detoxify the exhaust chlorofluorocarbon-replacing material (PFC, SE6 etc.) in the process of TFT-LCD manufacturing.

既に、韓国のウルサンにおけるプロジェクトでは、HFC の除害を行うものである。本プロジェクトは、TFT－LCD 製造工程における使用済み代替フロン(PFC、SF6 等)を除害装置にて破壊、無害化するものであることから、先の方法論を適用した。

B.3. Description of how the anthropogenic emissions of GHG by sources are reduced below those that would have occurred in the absence of the registered CDM project activity

Baseline is grounded on the present and the past volume of emissions, and the amount of emission reduction is defined as the destruction volume of the chlorofluorocarbon-replacing material.

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。

B.4. Description of how the definition of the project boundary related to the baseline methodology selected is applied to the project activity

The project targets to discompose and detoxify the exhaust chlorofluorocarbon-replacing material in terms of passing waste gas through pipe from a chamber to waste gas abatement system in a TFT-LCD manufacturing plant. Thus, the baseline methodology is applied in solely the project activity in the plant. Then, there is no possibility to leak the exhaust chlorofluorocarbon-replacing material out from a chamber in the plant.

本プロジェクトでは、TFT－LCD 製造工場におけるチャンバーから使用済み代替フロンをパイプで除害装置へ送り、破壊、無害化するものである。したがって、ベースライン方法論は、工場の中でのプロジェクト活動にのみ適用される。なおかつ、工場内におけるチャンバー内から使用済み代替フロンが漏洩することはない。

B.5. Detail of baseline information, including the date of completion of the baseline study and the name of the person / entity determining the baseline

The completion date of the basement study:
Entity: Research Institute of Industry Location
Address: Chiyoda-city Tokyo, Japan
Telephone number: +81-3-3265-8751

ベースライン調査の完成日：XXX
社名：株式会社　産業立地研究所
住所：東京都千代田区
電話：+81-3-3265-8751

C. Duration of the project activity / Crediting period

C.1. Duration of the project activity

The beginning date of the project activity has been undecided.

本プロジェクトの活動開始日については、未定である。

C.2. Choice of the crediting period and related information

Duration of the project activity is fixed as seven years, and crediting duration is also set as seven years, considering renewal of TFT-LCD manufacturing equipment due to crystal cycle of liquid crystal products and durable years of waste gas abatement system and so on.

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、クレジット獲得期間も７年間とする。

D. Application of a monitoring methodology and plan

D.1. Name and reference of approved monitoring methodology applied to the project activity

Approved baseline methodology: leakage by product or consumption of HFC11and SF6
Similar project: AM0001 The HFC destruction project in Ulsan

承認方法論：「11 ハロカーボン及び六フツ化硫黄の製造及び消費による漏洩」
類似プロジェクト：「AM0001　ウルサンにおける HFC 破壊プロジェクト」

D.2. Justification of the choice of the methodology and why it is application to the project activity

ID number	Data type	Data variable	Data unit	Measured(m) calcutated(c) or estimated(e)	Recording Frequency	Proportion of data to be monitored	How will the data be archived? (electronic/paper)	For how long is archived data to be kept?	Comment
1									
2									
3									

D.3. Quality control and quality assurance procedures are being undertaken for data monitored

Data	Uncertainty level of data	Are QA/QC procedures planned for these data	

D.4. Please describe the operational and management structure that the project operator will implement in order to monitor emission reductions and any leakage effects generated by the project activity

The project requires organizing a project by an abasement system company and abatement system company in order to survey the results of destruction and detoxifier of the exhaust chlorofluorocarbon-replacing material through waste gas abatement system.

本プロジェクトでは、使用済み代替フロンを除害装置で破壊、無害化した結果を監視するため、除害装置メーカー及びモニタリングに使用する測定機器メーカーによるプロジェクトを組織する。

D.5. Name of person/entity determining the monitoring methodology

Entity: Otsuka Electronics CO., LTD.
Address: Hachioji-city Tokyo, Japan
Telephone number: +81-426-44-4951

モニタリング方法の確定者／社名：大塚電子 株式会社
住所：東京都八王子市
電話：+81-426-44-4951

E. Calculation of GHG Emissions by Sources

E.1. Estimate of GHG emissions by sources

Quantitative method will utilize a calculation formula for the chlorofluorocarbon-replacing material emissions that was established by Japan Electronics and Information Technology Industries Association.

That is able to estimate the amount of the chlorofluorocarbon-replacing material emissions as GWP, based on the inputs of the chlorofluorocarbon-replacing materials, and considering the transforming quality of gas among processes.

<Calculation formula for the chlorofluorocarbon-replacing material emissions>

Emissions of each gas ＝$Pi \times 0.9 \times \{(1-Ci) \times (1-Ai \times Fi) \times GWPi + Bi \times (1-A_{CF4} \times F_{i,CF4}) \times GWP_{CF4}\}$

Pi 【Purchases of gas】：90%of purchases of gas is supplied to the process, and then 10% reminder in a gas cylinder is restored
Ci 【Ratio of reactive consumption of gas】：to adopt the values in the below table-1
Ai 【Abatement efficiency of gas】 ：to adopt the values in the below table-1
Fi 【Ratio of setting abatement system】：proportion of setting waste gas abatement system in the manufacturing system. Nonetheless, it excludes abatement systems for other gases (eg: decomposition of silane and so on).
GWPi【Global warming potential】：to adopt the values in the below table-1
Bi 【Incidence of by-products】 ：CF_4 is produced in the cases of C_2F_6、C_3F_6、C_4F_6 to adopt the values in the below table-1
A_{CF4} 【Abatement efficiency of CF_4】：to adopt the values in the below table-1
$F_{i,CF4}$【Incidence of by-products 】 ：percentage of setting abatement system for eliminating by-products in manufacturing equipments which use by-product CF4 gas.
GWP_{CF4}【Global warming potential of CF_4】：5700

Table-1 Conditions of PFC

	CF_4	SF_6	NF_3
Ci	0.2	0.5	0.8
Ai	0.9	0.9	0.9
Bi	0	0	0
GWPi	5700	22200	10800

Therefore, estimated result of the annual total emissions is 240,593t-c per year as below.

Table-2 The amount of PFC emissions in a model plant

Gas	Formula	GWP （t/Year）
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
	Total	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。

したがって、年間総排出量の推計結果は次に示すとおり、240,593t-c／年である。

＜代替フロンガス排出算出式＞

各ガス排出量

$$= Pi \times 0.9 \times \{(1 - Ci) \times (1 - Ai \times Fi) \times GWPi + Bi \times (1 - A_{CF4} \times F_{i,CF4}) \times GWP_{CF4}\}$$

Pi　【各ガスの購入量】　：購入量のうち 90%をプロセスに供給し、10%は残して容器(ボンベ)返却する。

Ci　【各ガスの反応消費率】：下表(表-1)の値を用いる。

Ai　【各ガスの除害効率】　：下表(表-1)の値を用いる。

Fi　【各ガスの除害装置設置率】：各ガス使用の生産設備のうち、除害(処理)装置が装備されている割合。ただし、各ガスを目的としない除害装置(例：シランの分解を目的としたもの等)は含まれないものとする。

GWPi【温暖化係数】　：下表(表-1)の値を用いる。

Bi　【副生成物の発生率】：C_2F_6、C_3F_6、C_4F_6 についてのみ CF_4 が発生するものとする。下表(表-1)の値を用いる。

A_{CF4}　【CF_4 の除害効率】　：下表(表-1)の値を用いる。

$F_{i,CF4}$【副生成物の発生率】：副生成物 CF_4 が発生するガスを使用する生産設備のうち、副生成物を除害できる除害(処理)装置が装備されている割合。

GWP_{CF4}【CF_4 の温暖化係数】：5700

E.2.　Estimated leakage

The chlorofluorocarbon-replacing material is used on the etching process and the cleaning process in a TFT-LCD plant. The exhaust chlorofluorocarbon-replacing material is in a closed chamber of both etching and cleaning processes, so it seems to be difficult to leak out on the processes.

In Japan, pipe jointed to waste gas abatement system is made of stainless (SUS 50mm) that resists rust. Additionally, the pipe between a chamber and waste gas abatement system is constructed to minimize its length in case gas leaks out from the erosion pipe.

If waste gas abatement system is installed and pipe is laid like the Japanese way, it would be less damaged erosion of pipe and less leaking gas in joint.

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。

E.3. The sum of E.1 and E.2 representing the project activity emissions

The project activity emissions are calculated by the formula indicated at E.1.

Hence, the estimated result of the annual project activity emissions is 240,593t-c per year as below.

プロジェクト活動による排出量は、E.1 のみの計算式で求める。

したがって、年間総排出量の推計結果は次に示すとおり、240,593t-c／年である。

E.4. Estimated anthropogenic emissions by sources of greenhouse gases of baseline

Anthropogenic emissions by each source of greenhouse gases in the project would not discharged.

本プロジェクト活動における温室効果ガス発生源毎の人為的排出量は発生しない。

E.5. Difference between E.4 and E.3 representing the emission reductions of the project activity

Hence, the reminder between E.4 and E.3, equivalent to the emission reduction of the project activity, is 240,593t-c per year.

本プロジェクト活動における温室効果ガス発生源毎の人為的排出量は発生しない。

したがって、プロジェクト活動の排出削減量に相当する E.4 と E.3 の差は、240,593t-c／年である。

E.6. Table providing values obtained when applying formulae above

Duration of the project activity is fixed as seven years, and crediting duration is also set as seven years

Table-3 the estimated annual emissions reduction of the project

Year	1	2	3	4	5	6	7	Total
t-c	240,593	240,593	240,593	240,593	240,593	240,593	240,593	1,684,151

本プロジェクトにおけるクレジット実施期間は７年間、クレジット獲得期間も７年間とする。

F. Environmental impacts

F.1. Documentation on the analysis of the environmental impacts, including trans boundary impacts

Environmental impacts of the project have solely positive aspect. The project would contribute to reduce air pollution because abasement system decomposes and detoxifies all exhaust chlorofluorocarbon-replacing material instead of discharging in the air.

本プロジェクトの環境影響は、プラス影響のみである。使用済み代替フロンを大気に放出されていたものを全て除害装置にて破壊、無害化することから、大気汚染の削減に貢献する。

F.2. If environmental impacts are considered significant by the project participants or the host Party

The project aims to detoxify the exhaust chlorofluorocarbon-replacing material through waste gas abatement system instead of that it was not treated before. Thus, the project participants or host country would consider that environment impacts of the project are harmless.

本プロジェクトは、従来処理されずに排出されていた使用済み代替フロンを除害装置により無害化するものである。したがって、プロジェクト当事者またはホスト国が影響を重大と判断することはない。

G. Stakeholders' comments

G.1. Brief description of the process on how comments by local stakeholders have been invited and compiled

The project will be carried out in an existent TFT-LCD manufacturing plant. Stakeholders' comments have expressed general favors as a result of explanation to the companies' executives. Nevertheless, announcement to inhabitants around the TFT-LCD manufacturing plant has not been implemented because the operation of the project has been uncertain.

本プロジェクトは、既存の TFT－LCD 製造工場内において施行される。利害関係者のコメントは、企業幹部に対する説明を実施しており、基本的に理解を得ている。しかし、本プロジェクト実施が決定されていないため、TFT－LCD 製造工場周辺の地域住民に対する説明は実施されていない。

G.2. Summary of the comments received

No comments have been received.

コメントの受領なし。

G.3. Report on how due account was taken of any comments received

No comments have been received.

コメントの受領なし。