

温暖化対策クリーン開発メカニズム事業調査

中国における半導体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

平成16年2月

株式会社 日商岩井総合研究所

目 次

第1章 調査概要

1 - 1 . 目 的	1
1 - 2 . 調査概要	2
1 - 3 . カウンターパートの概要	4
1 - 4 . 事前調査	5

第2章 中国の概況

2 - 1 . 中国の概要	7
2 - 2 . 中国の半導体産業の現状と将来	15
2 - 3 . 中国の環境問題	24

第3章 本プロジェクト実施にあたっての前提条件

3 - 1 . 環境関連の法規制等	29
3 - 2 . 代替フロンへの排出抑制対策の実態	33
3 - 3 . 中国における代替フロンの使用量等の現状と将来	40
3 - 4 . 中国におけるC D M関連基礎調査	47

第4章 本プロジェクトとその実現可能性

4 - 1 . 半導体工場における代替フロンの大気放出削減量の想定	53
4 - 2 . 事業採算に係るシミュレーション	57
4 - 3 . C D M事業に向けた留意事項	63

第5章 本プロジェクト実施に向けた課題

1 . ハード面の課題	65
2 . ソフト面の課題	66

参 考 資 料

P F C ガス測定に関するガイドライン	69
ヒアリング結果	83
第7回「世界半導体会議(WSC)」共同声明	95

第1章 調査概要

1-1. 目的

二酸化炭素(CO₂)排出量が1980年から1999年の間世界規模で2倍以上に増加し、現在世界で2番目の排出国となっている中国では、地球温暖化を含めた環境問題が深刻化している。このため中国政府は、地球温暖化問題に対して、15省庁から構成された国家気候変化対策協調小組を設立して総合的な検討を行っており、CDMプロジェクトへの対応にもこの組織が対応している。

現在、中国政府は真剣に取り組んでいるオゾン層破壊物質のフロン削減問題に関連し、地球温暖化物質である代替フロンについても重要な課題であると認識している。特に、世界の工場となりつつある中国では、相次ぐ半導体工場の建設が行われており、半導体製造工程で使用される代替フロンの排出量の増加が懸念される。

温暖化効果ガス排出抑制の観点から、代替フロンについても排出量削減への取り組みの必要性が国際的に提唱されており、産業界の自主的規制等が導入され始めている中で、日本をはじめ、米国、欧州、韓国、台湾の半導体業界5団体では、1999年の世界半導体会議において、製造ラインで使用されている代替フロン等の排出を「2010年までに10%以上削減すること」という方針を打ち出している。

他方、NEDO(New Energy Development Organization)は、CTI(Climate Technology Initiative)活動の一環として2002年に中国においてCTI産業界合同アジア技術移転セミナーを行っており、この中でも代替フロン類の回収・破壊の必要性を指摘している。

中国における新たな半導体製造の拡大に伴う代替フロンの排出抑制のためには、除害装置の設置が有効であり、日本から抑制効果測定を含む技術移転が必要である。

このため、本調査は半導体製造工場を対象に、代替フロンの排出量の推計に加え、除害装置によるCDM事業の成立可能性の検証を目的とした。

1 - 2 . 調査概要

半導体工場では一般に、エッチングおよびクリーニングの工程で代替フロンガス(PFC および SF₆)を使用しており、その排ガスの多くが大気中に放出されている。

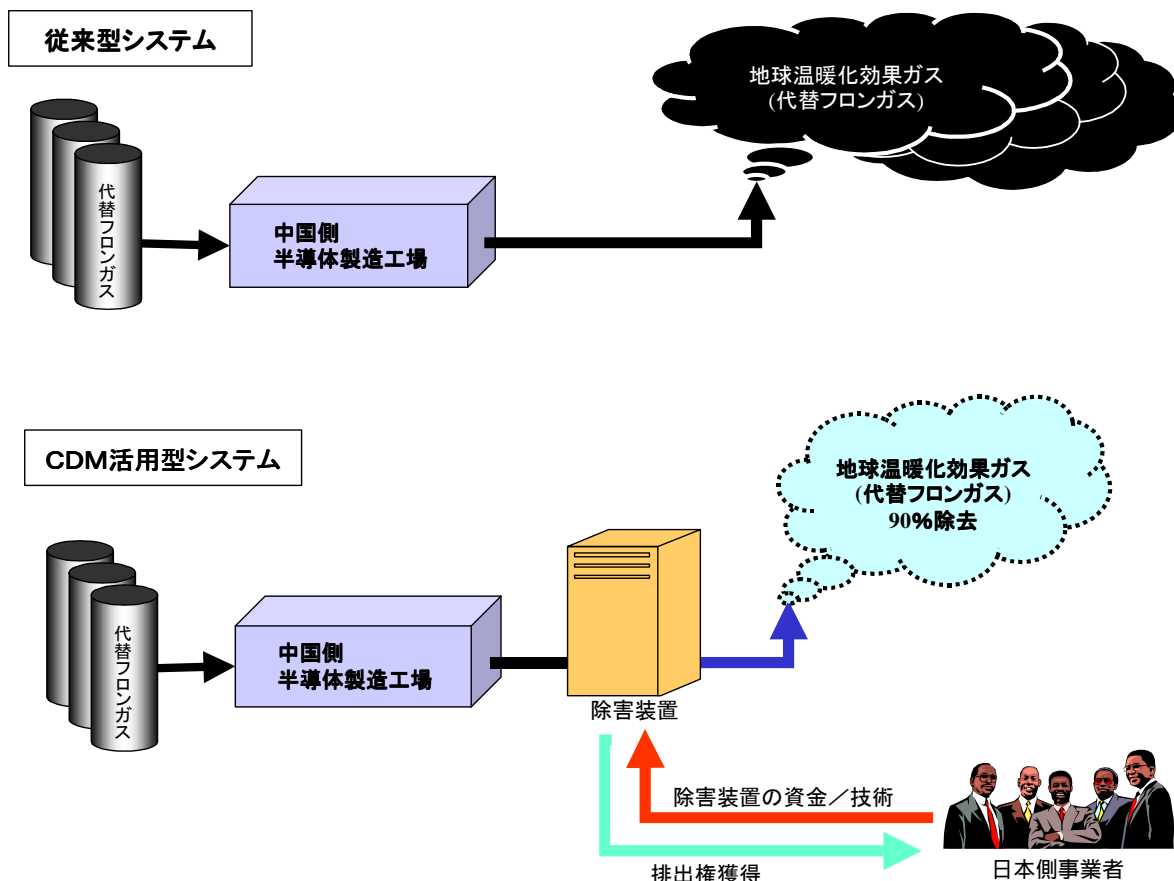
日本を除くアジアエリアにおける半導体工場の設備投資は 2002 年に 150 億ドル以上に達しており、韓国、台湾、中国が中心ではあるが、近年中国の急成長が著しい。特に、アジアにおける半導体製造の前工程(代替フロンを使用する工程)の新增設計画は 36 件あり、このうち 7 割に当たる 26 件が中国に集中している。

このように半導体工場の設備投資が積極化する中で、今後数年で相当量の代替フロンが中国国内で排出される可能性が高い。

半導体工場で使用される代替フロンの排出を抑制するには、除害装置と呼ばれる PFC 類分解装置の設置が有効であるが、半導体製造企業は利益を生まない投資に積極的ではなく、また中国では法規制および業界の自主規制もないことから、相当量の代替フロンが排出される可能性が高く、地球温暖化への影響が懸念される。

本プロジェクトは、日本の CDM プロジェクト実施者がこれら半導体工場に、代替フロンガスを分解し無害化する除害装置を設置し、除去された分(地球温暖化効果ガス)の排出権を獲得する事を目的とするプロジェクトである(図 1-2-1 参照)。

図 1 - 2 - 1 半導体製造工程における従来型と CDM 活用型の概念



1-2-1. 中国における C D M 関連基礎調査

中国における地球温暖化対策の方針、C D M 関連法制度の実態、Capacity Building の必要性などの調査を行うとともに、中国における C D M の受け入れ体制や代替フロン排出抑制ニーズの確認を行い、半導体工場から排出される代替フロン抑制の事業実施の諸条件、課題などを抽出した。

1-2-2. C D M に係るデータ分析

ベースライン設定のため、現状における半導体工場(前工程)の代替フロンの使用量から推計して、排出量を把握した。

代替フロンを無害化するための除害装置を設置した場合の除害率については、日本における除害装置メーカーなどの公表値を収集・整理の上、推定した。

排出量算出方法については、(社)電子情報技術産業協会がとりまとめた「2002年 P F C 排出削減技術調査結果」(平成 15 年 6 月)による方法を使用した。

1-2-3. 事業採算性に関する調査

事業採算性分析に係るパラメーターの整理、炭素クレジットの認証及び排出権取引市場の動向を調査し、事業のリスク分析を行った。

この調査結果をもとに、当プロジェクト実施による温室効果ガス削減効果、費用対効果、実施体制、事業の持続性などの検討と評価を行った。

1-2-4. 調査実施体制

本調査に係る株式会社日商岩井総合研究所における従事者は以下の通りである。

今 井 邦 雄	取締役事業グループ・リーダー
中 島 英 信	事業グループ 主任アナリスト
鳥 生 毅	事業グループ 主任アナリスト
松 尾 篤 憲	主任研究員
坂 本 雅 生	エヌエヌ・ケミカル株式会社 機能化学品・電材事業部

1 - 3 . カウンターパートの概要

1-3-1. 半導体製造工場 (概要)

当社のカウンターパートは下記のとおりである。なお、一般に半導体企業は生産プロセスや詳細な製品内容については、企業競争を維持するために企業秘密としていることが多い。このため、本報告書については、具体的な企業名を秘匿することとした。

設 立 年 : 1997 年

資 本 金 : 7 億米ドル

従業者数 : 900 人 (製造部門 400 人 技術部門 350 人 業務部門 150 人)

生 産 品 目 : M O S (Metal Oxide Semiconductor)

生 産 量 : 3 万枚 / 月 (8 インチウェハー換算)

面積規模 : 敷地面積 = 約 200,000 m²

建築面積 = 約 80,000 m²

クリーンルーム床面積 = 約 13,000 m²

1-3-2. 現地協力先

親会社である日商岩井(株)の下記中国事務所と協力体制を構築し、本調査を実施した。

N I S S H O I W A I (SHANGHAI) CORPORATION

[日商岩井(上海)有限公司 化工塑料部]

(所在地 : 上海市盧湾区茂名南路 205 号瑞金大厦 2201 号)

N I S S H O I W A I (CHINA) CO., LTD.

[日商岩井 株式会社(北京事務所) 化学品部]

(所在地 : 北京市朝陽区東三環北路 5 号発展大厦 19 階)

1 - 4 . 事前調査

1-4-1. 文献調査

本調査における参考文献は、以下の通りである。

-
- ・「S F 6 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 N E D O
 - ・「中国における共同実施活動及び C D M 適用要件調査」平成 14 年 3 月 N E D O
 - ・「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」平成 15 年 6 月
経済産業省
 - ・「中国の高度成長の陰に潜むエネルギー、環境問題」2003 年 3 月
(財)日本エネルギー経済研究所客員研究員 李志東
 - ・「H F C , P F C , S F 6 排出削減方策の動向と国際協力」2003 年 9 月
オゾン層・気候保護産業協議会
 - ・「国別環境情報整備調査報告書(中国)」平成 14 年 2 月 国際協力事業団
 - ・「半導体製造装置に関する環境ハンドブック」平成 10 年 7 月
(社)日本半導体製造装置協会
 - ・「はじめての半導体製造装置」2002 年 3 月 前田和夫(著)
 - ・「日本半導体起死回生の逆転」2003 年 10 月 泉谷涉(著)
 - ・「中国エレクトロニクス企業総覧 2003」2003 年 3 月 産業タイムズ社
 - ・「半導体工場ハンドブック 2004」2003 年 12 月 産業タイムズ社
 - ・「2002 年 P F C 排出削減技術調査結果報告書」平成 15 年 6 月
(社)電子情報技術産業協会
 - ・「中国情報ハンドブック 2003 年版」2003 年 8 月 21 世紀中国総研(編)
 - ・「中国産業ハンドブック 2003 - 2004 年版」2003 年 4 月 丸山知雄(編)
 - ・「上海経済圏情報」2003 年 11 月 蒼蒼社(編)
 - ・「中国のしくみ」2003 年 6 月 稲垣清(著)
 - ・「中国・日本 2010 年のエネルギーバランスシミュレーション」2000 年 3 月
国際協力銀行 / 開発金融研究所
-

1-4-2. 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。

C D M 関連

- ・ 中華人民共和国 国家発展改革委員会 地区経済司
国家気候変化対策協調小組弁公室 処長 孫 翠華 氏

半導体業界関連

- ・ 上海市集成電路協会 副秘書長 Xue Zi 氏
- ・ 株式会社 堀場製作所 営業本部半導体システム初業部
営業チームマネジャー 岸 宏行 氏
- ・ 半導体産業新聞 中国・上海地区担当 特派員 黒政典善 氏
- ・ A C T (Astro Clean Technology Corporation) Manager Robert Qu 氏

代替フロン排出削減技術関連

- ・ 松下電器産業 株式会社 半導体社 事業本部 プロセス開発センター
所 長 上田誠二 氏
- ・ 松下電器産業 株式会社 半導体社 事業本部 環境推進グループ
環境技術・渉外担当 副参事 松下圭成 氏

1-4-3. 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（日商岩井(上海)有限公司 化工塑料部）と共同して現地調査を実施した。さらに、統計データ等の資料収集については、日商岩井 株式会社(北京事務所)化学品部の協力を得た。

第 2 章 中国の概況

2 - 1 . 中国の概要

近年の中国における経済、産業等に関する既存資料をもとに、その概況を整理した。

2-1-1. 中国の概要

1) 概 況

中国の概況は下記のとおりである。

国名：中華人民共和国 (People's Republic of China)

面積：約 9,598,000 km²(2002 年、香港、マカオ、台湾を含む)

人口：約 128,453 万人 (2002 年末現在)

首都：北京

民族：56 の民族で構成する多民族国家(人口の 9 割が漢民族)

言語：漢語 (56 の民族言語が存在)

宗教：仏教、イスラム教、キリスト教 (新教、カトリック) など

政体：社会主義国

元首：胡錦濤 国家主席

2) 内 政

日本の内閣に当たる国務院(中央人民政府)は、最高国家権力の執行機関であるとともに、国家行政機関である。

国務院は、1998 年 3 月の全国人民代表大会 (日本の国会に当たる) で 40 あった部 (日本の省に当たる) を 29 (部、委員会) に再編した。さらに、2003 年 3 月の全国人民代表大会では、WTO 加盟 (世界貿易機関) を踏まえ、国家経済貿易委員会と対外貿易経済合作部を合併し、商務部としたため、現在 28 の部、委員会で構成されている。

・外 交 部	・公 安 部	・労働・社会保証部
・農 業 部	・国 防 部	・国家安全部
・国土資源部	・商 務 部	・国家発展改革委員会
・監 察 部	・建 設 部	・文 化 部
・教 育 部	・民 政 部	・鉄 道 部
・衛 生 部	・科学技術部	・司 法 部
・交 通 部	・国家人口・計画出産委員会	・国防科学技術工業委員会
・財 政 部	・情報産業部	・中国人民銀行
・国家民族事務委員会	・人 事 部	・水 利 部
		・審 計 署

3) 外資政策

中国では、1995年6月に「外国企業投資方向指導暫定規定」を公布したが、2001年12月のWTO加盟に伴い、この規定を大幅に見直し、外資導入の基本的条件を緩和した(表2-1-1参照)。

この規定では、国外からの投資を誘導するために、奨励、許可、制限、禁止の4項目に分けた上で、次のように、それぞれの項目別に業種を挙げている。なお、許可については「外国企業投資産業指導目録」には記載されていない。

表2 1 - 1 外資企業投資の条件緩和

	旧ガイドライン	新ガイドライン
奨励	荒地開発 バイオ・医療 交通インフラ(空港、鉄道) 電力、石炭、冶金、機械、電子、 エレクトロニクス	田畑改良 野菜、果樹、花の開発、生産 石油、ガスの探査、開発 自動車、同機関部品製造 デジタルテレビ製造 デジタルカメラ開発、製造 電力、ガス、水道の生産、供給 鉄道、道路、空港の建設、運営 貨物輸送業務 バイオ等の研究開発センター
制限	洗濯機、冷蔵庫 タクシー、ガソリンスタンド 交通運輸 フィルム 自動車 カラーテレビ 商業、貿易 金融、保険、証券	タバコ、綿紡績、の一部 医薬品、コンテナ、汎用ベアリング 鉄道輸送、通信会社 卸売、小売、貿易 金融、保険、証券 映画館、測量製図 土地の総合開発、高級ホテル
禁止	電力網の建設運営 郵便電信業務 テレビ放送、新聞発行 都市公共事業 武器生産	象牙加工 緑茶、漢方薬剤加工 電力網の建設運営 航空管制、郵政 義務教育 新聞発行、ラジオ放送、テレビ放送 武器生産

資料)外国企業投資産業指導目録

2-1-2. 中国経済の概要

1) 経済一般

「中国統計年鑑」2002年版及び「中国統計摘要」2003年版をもとに、中国経済一般の指標を整理すると下記のとおりである。

GDP：102,398億元(2002年)

一人当りGDP：7,997元(2002年)

経済成長率：1990～2001年に10.0%(GDP年成長率)

物価上昇率：-0.8%(2001-2002年の消費者物価指数)

失業率：4.0%(2002年)

中国の失業率は、国有企業の改革によって企業の統廃合が進んだためである。さらに、WTOの加盟が企業の統廃合を一層促進することで、失業率が拡大する恐れがある。

貿易収支：303.7億ドル(2002年)

貿易収支は、2002年の実績によると、輸出額が3,255.7億ドル、輸入額が2,952.0億ドルであり、303.7億ドルの輸出超となっている。しかし、WTOの加盟による関税の引き下げなどによる輸入が拡大するとみられ、貿易収支は赤字に転じる恐れがある。

主要貿易品目(2002年の金額ベース)

輸出品目では、第二次産品が9割、輸入品目についても第二次産品が8割強を占めており、貿易額の上位5品目は下記のとおりである。

表2-1-2 貿易額の上位5品目(2002年)

輸 出		輸 入	
上位品目	金額(万ドル)	上位品目	金額(万ドル)
衣服・同付属品	4,119,009	ICマイクロ電子部品	2,564,787
織糸・織物・同付属品	2,058,330	プラスチック	1,333,085
自動データ処理機	2,013,483	原 油	1,275,734
自動データ処理機部品	1,312,008	鋼 材	1,236,585
靴 類	1,109,053	自動データ処理機部品	919,437

資料)「海関統計」2002年

対中投資実績：

1992年以降、中国政府は内陸部への外資導入の促進策や第三次産業への段階的な認可を実施するようになり、日本をはじめとする諸外国による直接投資が高まってきた。2001年における世界の海外直接投資額7,600億ドルのうち、中国は6.2%を占める468億ドルとなっており、発展途上国の中では最も大きいシェアとなっている。

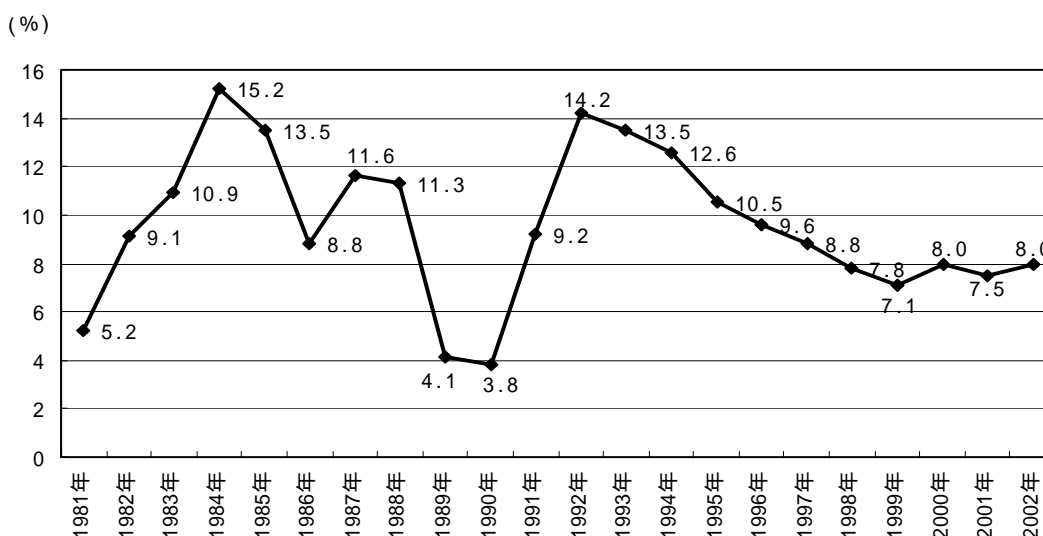
投資国では、香港と台湾が合わせて約53%と半数を占めており、次いで欧州、米国、日本などの順となっている。日本からの直接投資額は全体の9.3%に当たる43.5億ドルとなっている。

わが国の対中国直接投資先の業種をみると、製造業が全体の6割強と最も多く、特に電子・電気機械が全製造業の58.2%となっており、次いで輸送機械が23.0%、化学が16.9%などの順となっている。製造業以外では、コンビニエンスストアやデパートなどの商業が多くみられ、外資系企業の投資条件(業種)の緩和による効果と考えられる。

2) 経済概況

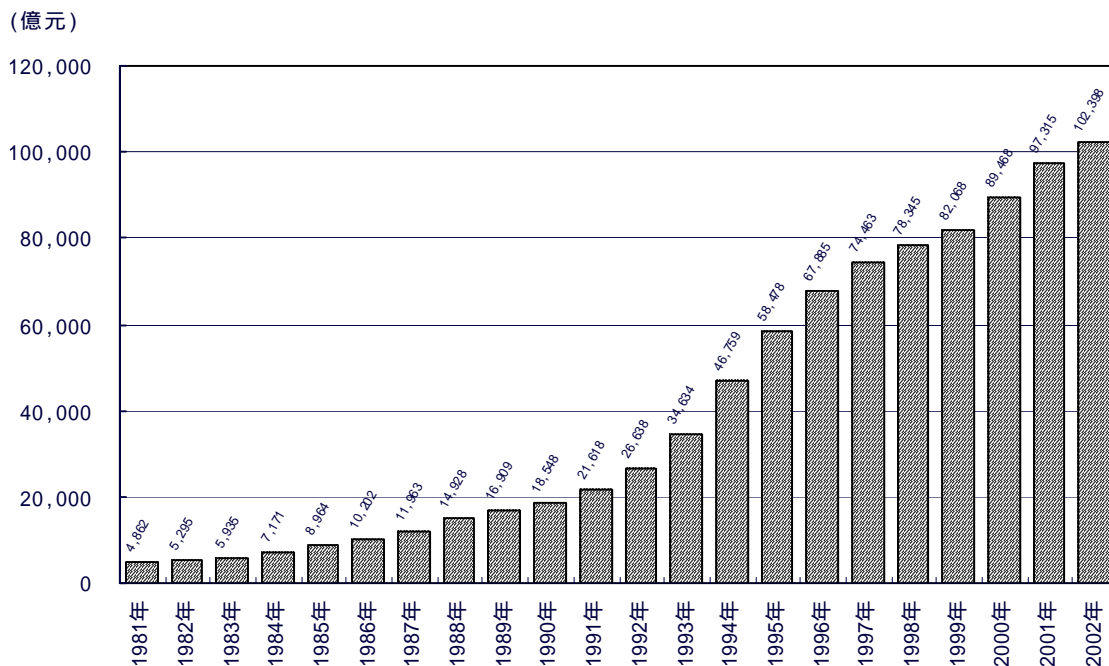
中国における近年の経済成長は、1979年以降に進められた改革・開放によって大きく躍進してきた。人民公社の解体などの農業の改革や南部地域の経済特区の積極的な開放を進めてきた結果、それまでの経済成長を大きく上回る。10%前後の成長率を維持している(図2-1-1参照)。特に、社会主義にも市場経済が存在することを主張した「社会主義市場経済」の思想のもとで、国有企業の民営化、外国企業による小売業、物流、不動産などのサービス業への投資も認可されるなどの指示経済化が奏効した形となっている。

図2-1-1 GDPの成長率の変化



資料)「中国統計年鑑」2002年版

図 2 - 1 - 2 名目 GDP の推移



資料)「中国統計年鑑」2002年版

中国では5年毎に経済計画を策定して、この計画に基づいて経済運営が図られてきている。第6次以降の計画期間におけるGDPの年平均伸び率は、最も低い第7次でも7.9%の成長をみせている(表2-1-3参照)。

表 2 - 1 - 3 第6次以降の計画期間におけるGDPの伸び

	計画期間	年平均伸び率
第6次	1981～1985年	10.7%
第7次	1986～1990年	7.9%
第8次	1991～1995年	12.0%
第9次	1996～2000年	8.3%

2001年3月の全国人民代表大会では、第9次五カ年計画の期間において、『アジア金融危機の衝撃を効果的に防ぎ止め、五カ年計画期間前期のインフレの影響を克服したのみでなく、中・後期のデフレ傾向をも抑え、深刻な洪水・災害にもうち勝った』として、中国経済は持続的でテンポの速い健全な発展を遂げたと評価している。

第9次の実績と10次(2001～2005年)の計画の主な項目を整理すると次のとおりである。

表 2 - 1 4 主な指標による第 9 次の実績と第 10 次の五カ年計画

	第 9 次 (2000 年実績)	第 10 次 (2005 年計画)
G D P	89,404 億元	125,000 億元
1 人当り G D P	7,078 元	9,400 元
産業別 G D P 比 (1 次 / 2 次 / 3 次)	16 / 51 / 33 %	13 / 51 / 36 %
産業別就業者比 (1 次 / 2 次 / 3 次)	50 / 23 / 28 %	44 / 23 / 33 %
輸出入総額	4,743 億ドル	6,800 億ドル

第 10 次五カ年計画では、第 9 次に比べ、農業の地位強化と農民の収入の増加、西部大開発、人民の生活改善と社会保障制度の充実の 3 点が新たに挙げられている。

< 国民経済と社会発展に関する第 10 次五カ年計画綱要 >

- ・「第 9 次五カ年計画」期の国民経済と社会発展の回顧
- ・「第 10 次五カ年計画」期の奮闘目標と指導方針
- ・農業の基礎としての地位を強化し、農民の収入の増加のために努力する
- ・産業構造の最適化とグレードアップを大いに推進する
- ・西部大開発を実施し、地域間のバランスのとれた発展を促す
- ・科学技術・教育による国家振興の戦略を実行に移し、人的資源を大いに開発する
- ・改革をさらに深化させ、対外開放を拡大する
- ・人民の生活を絶えず改善し、社会保障制度を充実させる
- ・引き続き持続可能な発展戦略を実施する
- ・精神文明と民主・法制建設を強化し、国防建設を強化する

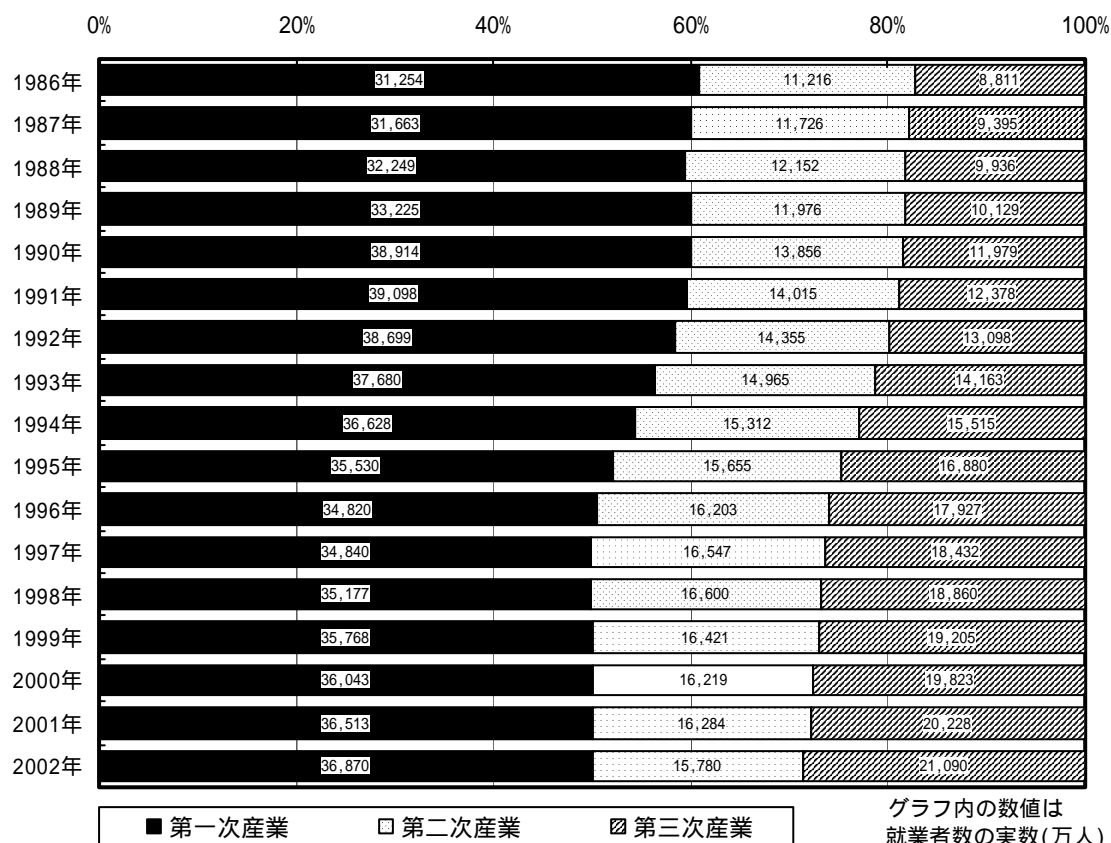
2-1-3. 中国の産業

1) 総論

中国の産業を就業構造でみると、2002年では第一次産業が全体の50.0%を占め、次いで第三次産業が28.6%、第二次産業が21.4%となっている。1986年と比較すると、第一次産業は60.9%であったが、そのシェアを10ポイント以上も縮小しており、第二次産業についても21.9%から僅かであるが縮小している。一方、第三次産業は17.2%から10ポイント以上拡大しており、第一次産業の縮小分に相当している。

しかし、就業者数では人口増加に比例し、この期間に2億2,500万人も増加しており、第一次産業が5,616万人、第二次産業が4,564万人、第三次産業が1億2,279万人増加している。

図2-1-3 産業別就業構造



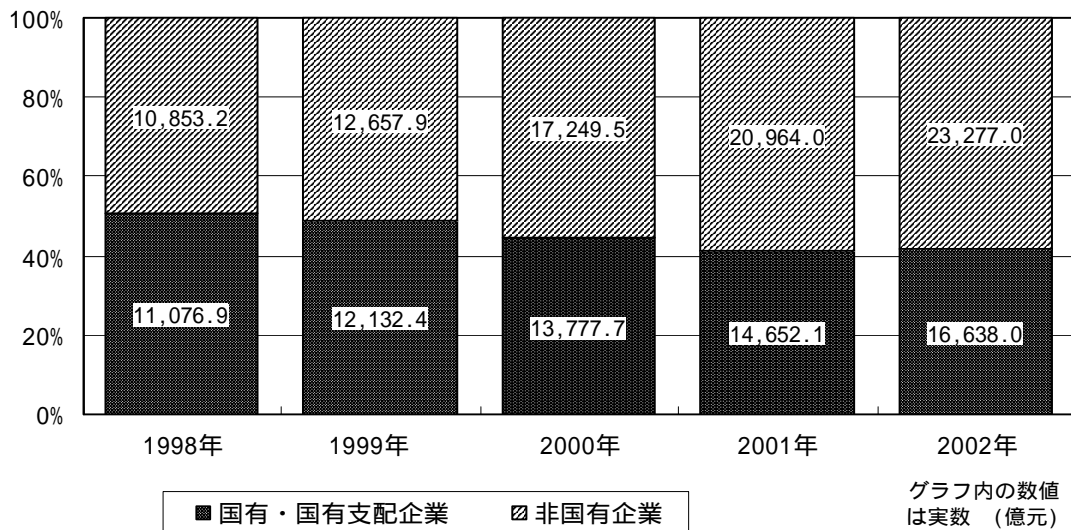
資料)「中国統計摘要」2003年版

2) 工業生産

工業生産額は、年々増加傾向を辿り、2002年に3兆1,482億元に達している。このうち重工業が6割を占めており、ここ5年間のシェアに大きな変化はみられない。

国有・国有支配企業と非国有企業のシェアの変化をみると、1998年は国有・国有支配企業が50.5%を占めていたが、翌1999年には48.9%と50%を切り、その後シェア縮小して2002年には41.7%までに縮小しており、計画経済から市場経済への移行の進展が表れているものとみられる。しかし、石油化学、鉄鋼、自動車、造船などの重厚長大産業では、未だ国有企業の存在が大きい。

図2-1-4 工業生産額における企業の形態変化



資料)「中国統計摘要」2003年版

表2-1-5 国有企業と非国有企業の工業生産額の推移

(億元)

	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年
合計	19,421.9	21,564.7	25,394.8	28,329.4	31,482.0
軽工業	7,725.5	8,448.3	9,513.8	10,516.9	12,294.0
重工業	11,696.4	13,116.5	15,881.0	17,812.5	19,188.0
国有・国有支配企業	11,076.9	12,132.4	13,777.7	14,652.1	16,638.0
非国有企業	10,853.2	12,657.9	17,249.5	20,964.0	23,277.0
集団企業	3,302.2	3,170.8	3,071.6	2,615.5	2,769.0
株式合作企業	572.5	659.0	730.7	759.7	847.0
株式制企業	2,923.4	3,977.2	7,356.8	10,460.7	11,570.0
外資企業	4,055.1	4,850.9	6,090.4	7,128.1	8,091.0

注)非国有企業：売上高500万元以上の企業

国有・国有支配企業と非国有企業を合わせると合計値と一致しない

資料)「中国統計摘要」2003年版

2 2 . 中国の半導体産業の現状と将来

2-2-1. 中国の半導体生産の実態

1) 中国における半導体産業の変遷

中国における半導体産業の誕生は、河北省石家荘市にある第4機械工業部第13電子研究所で半導体の試作に成功した1965年である。その後の変遷を4つの段階に分けると次のとおりである。

自力更生期(1965年～1977年)

当時はココム(対共産国輸出統制委員会：Coordination Committee for Export Control)により、日本、欧米等から半導体技術や製造設備を中国へ輸出することは制限されていたため、中国は独自の力で技術開発せざるを得なかった。

1965年に試作開発に成功した後、半導体生産は歩留まりが低く製品となる量は僅かであり、その全量が軍用製品に使用されていた。

技術導入期(1978年～1989年)

1979年から始まる改革開放政策により、国家資金を投じて華晶電子集団公司(当時は江南無線電器材廠)に、東芝から半導体量産ラインが導入された。これを契機に、日本をはじめ海外から主に中古の半導体生産ラインを導入し、国内向けテレビをはじめとする家電製品向けの半導体生産を開始し、これまでの軍需から民需への転換を進めた。

重点建設期(1990年～1999年)

1990年に電子工業部は、「908プロジェクト」の名称で政府主導による半導体産業の重点発展地域(華東地域)に重点育成企業(華晶電子集団公司等5社)を立ち上げ、半導体の量産を推進した。

さらに、1995年には第9次5カ年計画において「909プロジェクト」の名称で国家半導体重大プロジェクトが盛り込まれた。このプロジェクトは国家企業を立ち上げ、半導体の設計、シリコンウェハー製造、製造装置開発など広範な半導体産業の育成に重点が置かれた。特に、最先端(8インチ)の半導体製造の前工程については、日本電気の協力のもと華紅NECを設立し、1999年2月に生産開始した。

発展期(2000年～)

華紅NECの生産を契機に、世界が中国の半導体製造技術のレベルの高さを認識するところとなり、2000年以降、欧米、韓国、台湾各社も相次いで中国に半導体製造の前工程ラインの設備投資を行うなど、その生産能力が急速に高まっている。

国務院は、半導体産業の育成強化を後押しする方向で「ソフトウェアと集積回路産業の発展を促進する若干の政策」を通達した。この通達は、半導体産業に適用する様々な政策手段を打ち出している。例えば、金融・財政面の優遇、インフラ整備への支援、安価な工場用地の提供、税制面における減免などである。税制については「五免五半減」として、法人税率が設立後5年間無税、その後5年間は1/2減免といった政策が進められている。

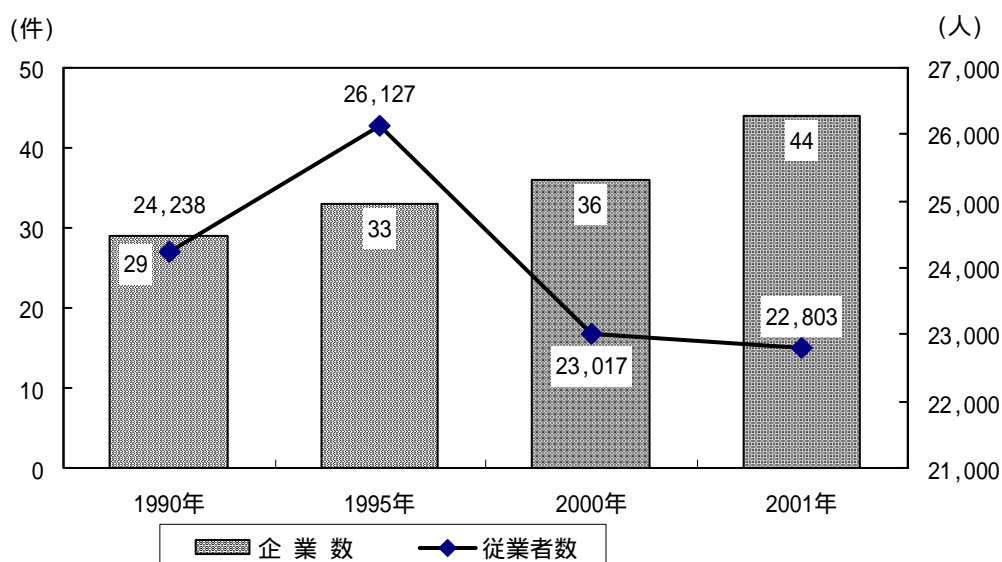
2001年から始まった「第10次5カ年計画」では、半導体産業の育成を継続させることが位置付けられている。また、2001年11月に公布された「十五計画期工業構造調整ビジョン要綱」では、サブミクロン(0.25ミクロン以上)集積回路のプロジェクトを推進するともある。

2) 中国の半導体産業の規模

中国の半導体産業は、2001年で企業数44件、従業者数約22,800人と1企業当たり520人程度である。

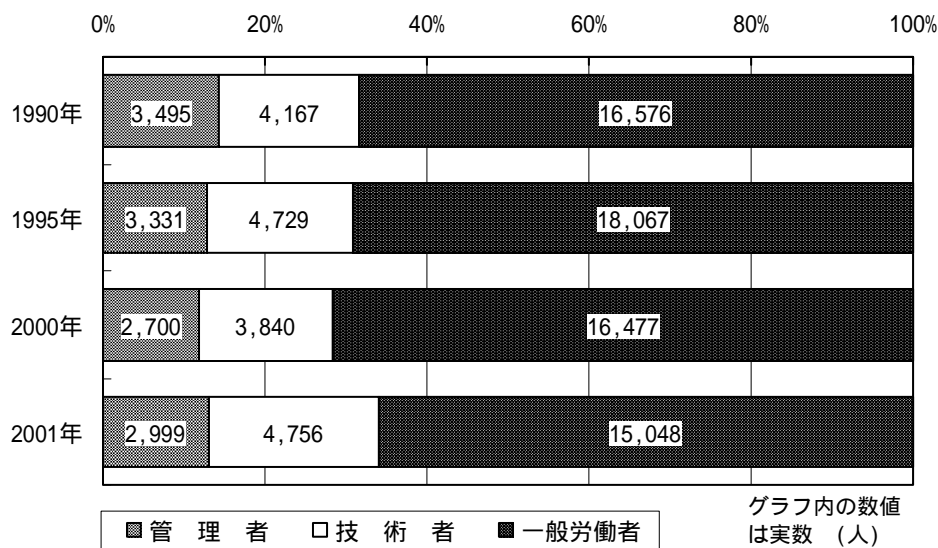
1990年の29件から10年間で7件増加しているが、2000年から僅か1年間に8件と、急増している。従業者数はこの10年間に増減の変動がみられる(図2-2-1参照)。しかし、2000年から2001年に総数は減少しているものの、技術者は増加しており(図2-2-2参照)、ハイレベルの技術が求められる8インチクラスの半導体生産を手がける工場が増加したことが要因である。

図2 1 1 半導体製造企業の企業数と従業者数の推移



資料)「中国(機械)電子工業年鑑」2002年版

図2 2-2 半導体製造企業の従業員の職種構成の変化



資料)「中国(機械)電子工業年鑑」2002年版

3) 中国の半導体生産の実績と将来見通し

中国における半導体の市場

中国における半導体の市場は、急速に需要が高まっている冷蔵庫、洗濯機、カラーテレビなどの家電製品(図2-2-3参照)に加え、携帯電話、エアコンなどに組み込まれる5インチクラスを中心とする需要が逼迫しているといわれている。さらに、パソコン向けの8インチクラスの半導体も需要が高まっている。

上海集成电路行业协会によると、2001年の中国国内の需要量が245億枚に対して、国産生産量は需要量の約1/4に当たる63.6億枚となっており、需要過多の状況となっている(図2-2-5参照)。さらに、販売額と国内生産額の比較においても販売額が生産額を大きく上回っている(図2-2-6参照)。

また、2004年2月に上海で開催された「2004年中国半導体市場年会」によると、2003年の中国国内の半導体産業市場規模は2,074億元に達し、2002年に比べ41%の増加となった。中でもウェハー生産量では、134億4,000万枚で、2002年と比べ39.3%の増加となっている。2003年は、外資系企業による半導体製造工場の新規操業が開始されたことが牽引している。

しかし、中国で製造される半導体の多くは、中・低レベルの消耗品に属するものであり、パソコンや通信機器などに向けたハイレベルの半導体は未だ供給不足となっている。

因みに、世界市場における半導体の販売価格は平均約2ドル/個に対し、中国の半導体は約0.36ドル/個と格差がみられる。

将来の生産見通し

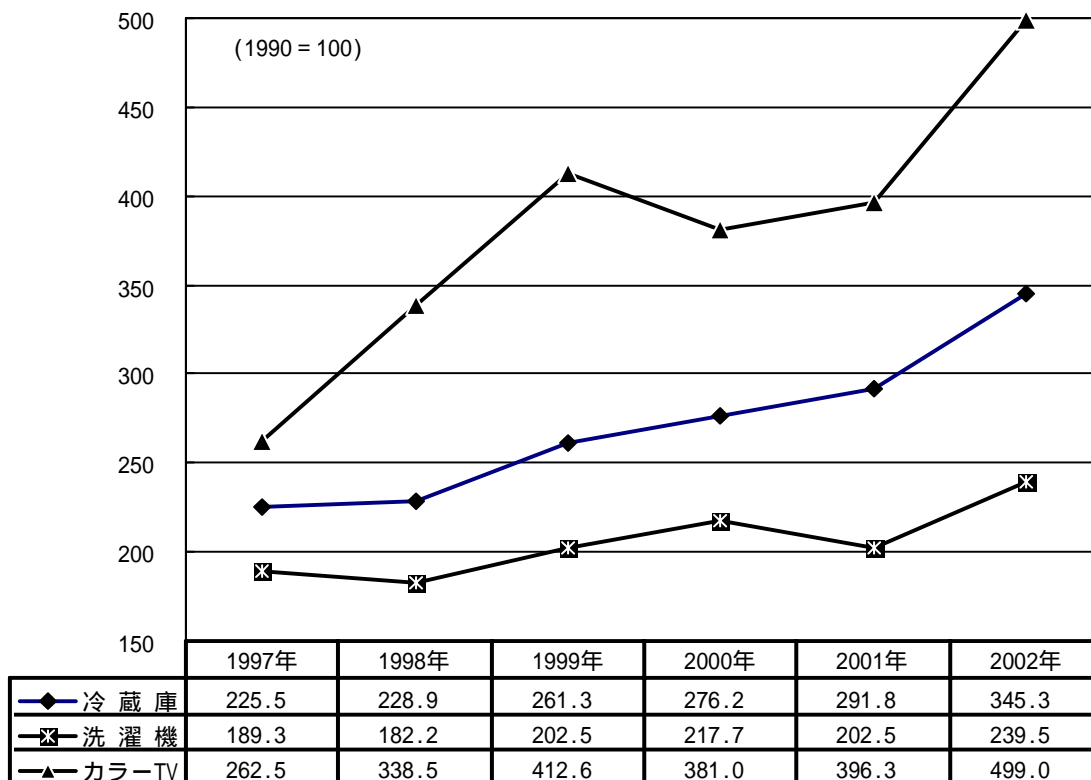
2002年の共産党大会において、2020年までにGDPを2000年の4倍にするという目標を発表している。現在、2008年の北京オリンピック、2010年の上海万博の招致に成功しており、さらには2008年頃には上海にユニバーサルスタジオが進出するなど、高度経済成長に弾みを付けるプロジェクトが進められている。

これまでの白モノ家電の需要拡大に加え、DVD、デジタルカメラ、液晶大画面テレビなどのAV機器も急速に需要が高まるものと考えられ、これら機器は需要のある中国国内で生産されるものとみられる。これに伴い半導体や液晶などの電子部品の需要は一層高まり、国内生産の増強が求められる。

現在、台湾、韓国系企業などによる半導体の生産工場の新規立地や既存工場における生産ラインの増強が相次いで行われている。

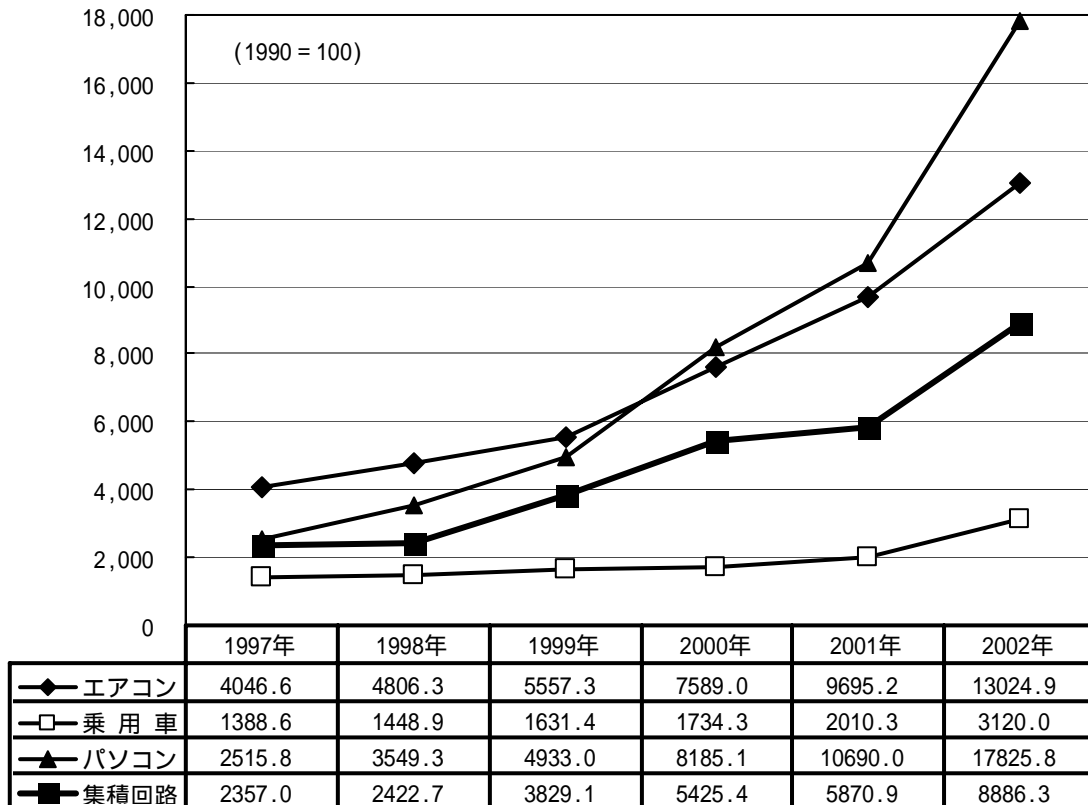
このような状況を踏まえ、上海集成电路行业协会では、2005年には半導体需要量500億枚に対し、国内生産量を200億枚と国内供給率を4割と見込んでいる(図2-2-5参照)。また、信息产业部が策定した「IC産業発展5カ年計画」では、2010年には国内生産量を500億枚、国内供給率を50%としている。また、2010年の世界シェアの5.0%を中国が5.0%担うとしている。

図2 2 3 中国における白モノ家電の普及状況(指数)



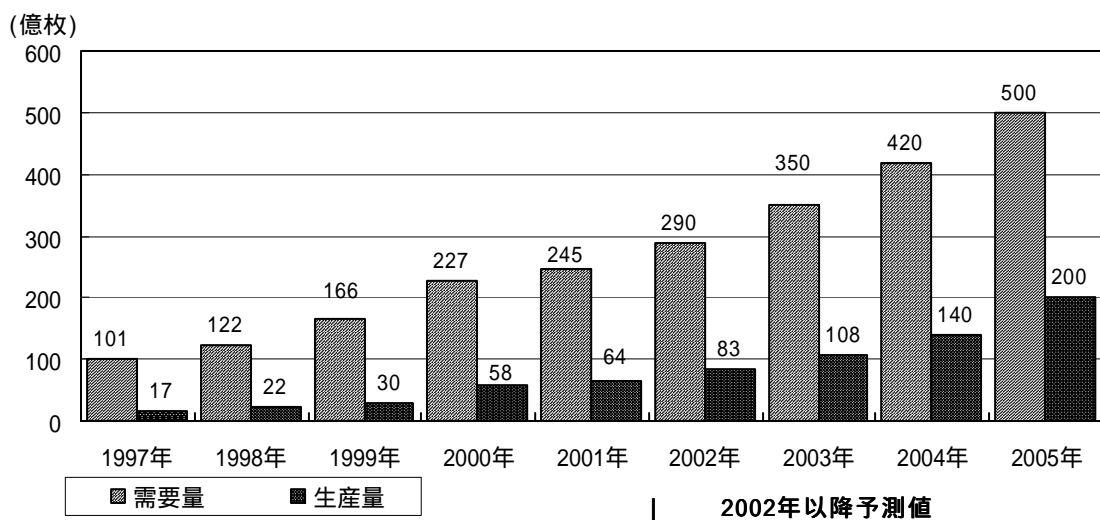
資料) 「中国統計年鑑」2002年版 「中国統計摘要」2003年版

図 2 - 2 - 4 エレクトロニクス製品、自動車等の普及状況(指数)



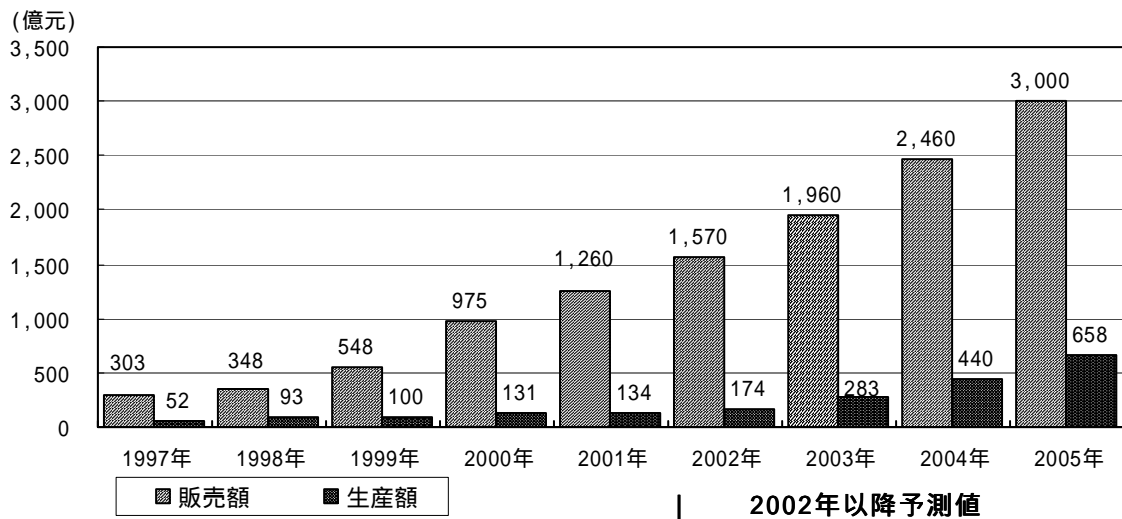
資料)「中国統計年鑑」2002年版 「中国統計摘要」2003年版

図 2 2 5 中国における半導体の需要量と生産量の実績と将来予測



資料)上海集成电路行业协会 資料より作成

図 2 - 2 - 6 中国における半導体の販売額と生産額の実績と将来予測



資料)上海集成电路行业协会 資料より作成

2-2-2. 中国半導体工場の立地状況

1) 企業別工場数の現状と将来動向

中国における半導体工場の立地は、日本をはじめ韓国、台湾、米国などの外資系企業による半導体組立工場(後工程)の立地が中心であった。これは、技術レベルが高い半導体前工程を任せることができる技術者が不足していたこと、中国の豊富な労働力の活用が可能なることから後工程を中心に設備投資が行われてきた。

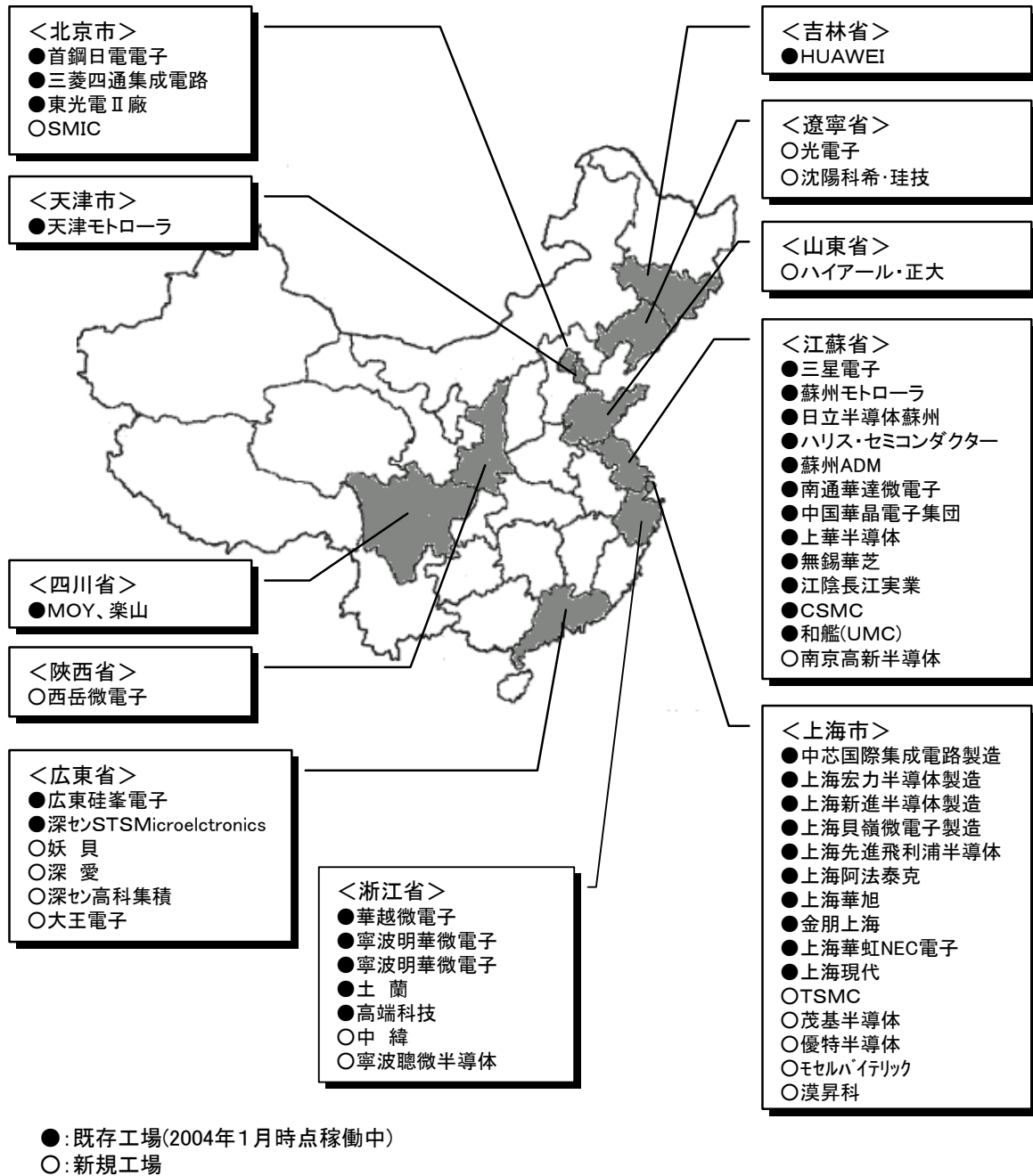
近年、外資系企業の技術指導により、技術レベルの向上が図られ、半導体の前工程の生産も中国国内で可能となってきた(図 2-2-7 参照)。

これまでの外資系企業の半導体工場の立地は、北京の一部と上海地域に集積立地していたが、近年は優秀な技術者の確保、安定した電力や用水を確保するために、特に上海の周辺の慈溪、寧波、南京、無錫等の都市へ拡大しつつある。

このような半導体工場の立地展開は、2000年6月の国务院が通達した「ソフトウェアと集積回路産業の発展を促進する若干の政策」によるインセンティブが要因しているものとみられる。具体的には、金融・財政面の優遇、用地の安価提供、税制の優遇などである。

生産能力増強にもかかわらず、中国国内における半導体需要の急速な高まりに対して供給不足となっており、中国国内の企業では、日本などから一世代前の中古設備を輸入して生産するケースがみられる。その実態は把握されておらず、技術レベルもさることながら製品自体の品質は低いとされる。半導体の供給不足は当面続くとみられ、このような品質の低い製品が相当数市場へ出回ると予測されている。

図 2 - 2 - 7 中国における半導体工場の分布



資料)半導体産業新聞等の資料

表 2 2 1 半導体工場の設備計画(前工程のみ)

企業名	立地場所	新增設 の状況	生産品目 ウエハ口径(インチ) / デザインルール(μm)	生産量 (枚/月)	投資額 (億円)	完成時期
S M I C	北京市	新規	12 / 0.13	30,000	1,500	2004
光電子	遼寧省大連	新規	6 / 0.5	25,000	200	2004
沈陽科希・珪技	遼寧省沈陽	新規	6 ~ 8 / 0.35	20,000	200	2004
H U A W E I	吉林省ハルビン	稼働中	5 / 1.0			
		増設	6 / 0.5	-	-	-
上海華紅 N E C	上海市	新規	12 / 0.1	10,000	1,000	-
上海貝嶺 *	上海市	新規	8 / 0.25	25,000	450	2005
T S M C	上海市	新規	8 / 0.25	35,000	1,100	2004
茂基半導体	上海市	新規	6 / 0.35	50,000	500	2004.6
優特半導体	上海市	新規	6 / 0.5	15,000	150	-
上海イリック	上海市	新規	8 / 0.25	20,000	600	-
漢昇科	上海市	新規	8 / 0.25	20,000	600	2004
和艦 (U M C)	江蘇省蘇州	稼働中	8 / 0.25	30,000	900	2004
C S M C	江蘇省無錫	稼働中	6 / 0.35	60,000	400	2004
南京高新半導体	江蘇省南京	新規	6 / 0.5	60,000	430	2004
中緯	浙江省寧波	新規	6 / 0.5	15,000	240	2004
寧波聰微半導体	浙江省寧波	新規	6 / 0.35	20,000	100	2004
寧波明華微電子	浙江省寧波	稼働	5 / -	-	-	-
寧波明華微電子	浙江省寧波	稼働	4 / -	-	-	-
土蘭	浙江省杭州	稼働中	5 / 0.8	20,000	-	-
		増設	6 / 0.5			
高端科技	浙江省慈溪	新規	6 / 0.35	20,000	240	2004
ハルビン 正大	山東省青島	新規	8 / 0.25	30,000	330	-
妖貝	広東省深セン	新規	8 / 0.25	20,000	730	-
深愛	広東省深セン	新規	5 / 1.0	-	-	-
深セン高科集積	広東省深セン	新規	6 / 0.5	30,000	300	2004.5
大王電子	広東省珠海	新規	8 / 0.25	20,000	730	-
西岳微電子	陝西省西安	新規	6 / 0.35	30,000	300	-

*) 華虹 NEC に買収

資料)半導体産業新聞 資料より作成

2) 関連企業の現状と将来動向

中国における半導体産業は、1990年代前半まで豊富な労働力と低賃金のメリットを活かし、半導体の組立工場(後工程)が日本などの外資企業主導で展開してきた。2000年に入ってから、8インチクラスの半導体前工程の工場が盛んに立地するようになってきた(表2-2-1参照)。

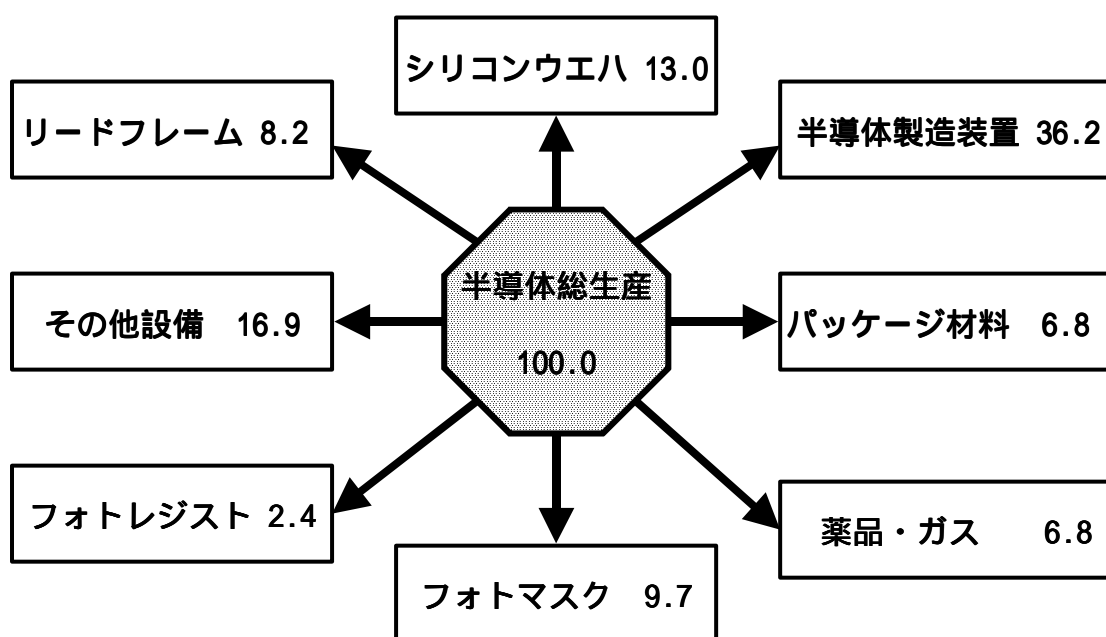
そして、2001年に発表された「第10次5ヵ年計画」では、先進的IT技術の導入、半導体とソフトウェア産業を強力に発展させることが記載されている。

さらに、「IC産業発展5ヵ年計画」では、半導体生産に関わる材料、装置、設計などに

も目標が設定されている。

半導体産業は、次の図のように半導体製造装置、シリコンウェハー、フォトマスクなど周辺の関連産業が形成される。この図は日本における構造を示したものであるが、中国においては、これらの多くが海外から供給されており、中国の半導体産業の弱みにもなっている。

図 2 - 2 - 8 半導体産業とその関連産業の市場割合



資料)「はじめての半導体製造装置」前田和夫著 より作成。

中国における半導体産業は、シリコンウェハーなどの材料、半導体製造設備などに加え、これらの製造技術、設計などソフト面の技術が、米国や韓国、日本などに比べて不足している。ただし、半導体の設計分野については、2001年時点で国有企業、私営企業、外資系企業などを合わせると200社になっており、これらのトップレベル企業の技術水準は、世界先進水準に接近しつつあるとされる。また、製造分野については、日本、韓国などの半導体企業の技術者OBが中国企業との個人契約で指導に当たっている。

半導体関連産業の技術レベルの向上が進められており、半導体生産の先進国と肩を並べる時期が遠くないものと思われる。

2 - 3 . 中国の環境問題

中国のGDPは、過去20年間に6.3倍にも拡大しているが、その反面、エネルギー消費の急増、国内環境汚染、越境汚染、二酸化炭素排出量の急増などの問題を引き起こしている。特に大都市人口の7割が大気汚染にさらされており、7大水系(遼河、海紅、淮河、黄河、松花江、珠江、長江)の7割が汚染されている。

2-3-1. エネルギー需要

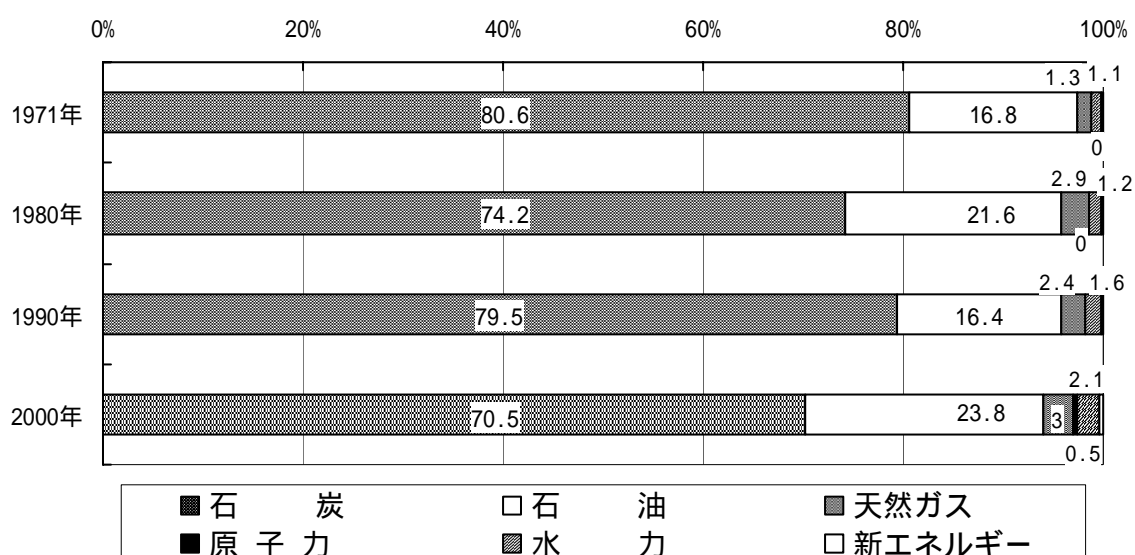
中国におけるエネルギー需要は、石炭換算で2002年に14億8,000万トンである。中国のエネルギーは、石炭を中心とした構造となっており、火力発電所からの煤煙が大気汚染の大きな原因となっている。

この30年間の推移では、全体に占める石炭のシェアが縮小しているが、石油は逆に拡大方向にある(図2-3-1、2-3-2参照)。

この石油消費量の拡大は、経済成長に伴う自動車やトラックのガソリン、軽油、重油などの燃料油の需要が急速に伸びたためである。

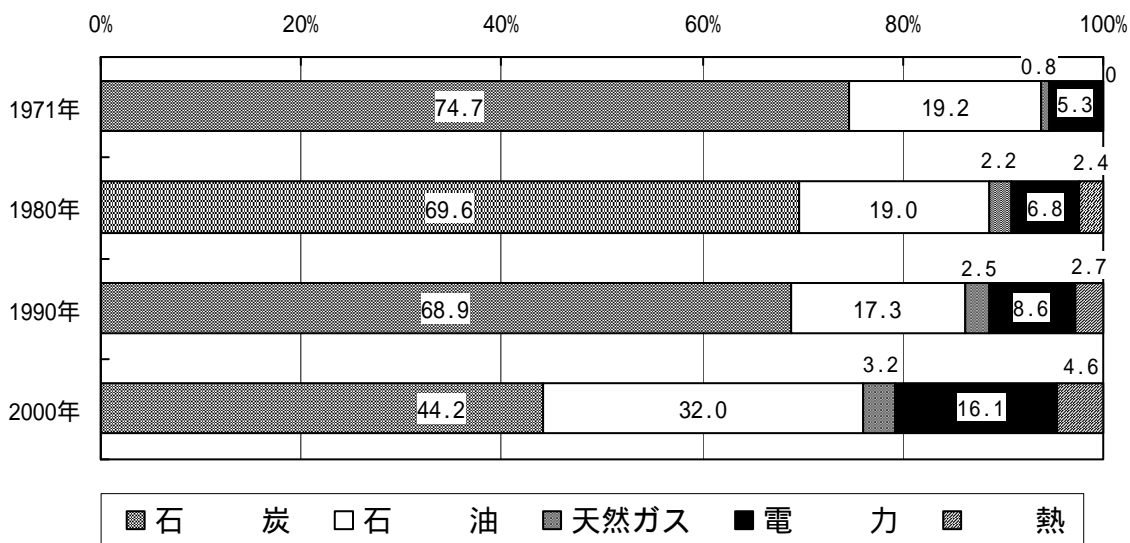
中国では、1995年の国有企業改革以降、非効率な石炭利用が抑制され、良質の石炭を生産する企業へ転換されてきた。また、市場競争力の強化に伴い、エネルギー効率の高い石油、天然ガスなどへの転換が行われている。

図2 - 3 - 1 一次エネルギー消費ベースのエネルギー源の構成



資料) I E A 資料

図 2 - 3 - 2 最終エネルギー消費ベースのエネルギー源の構成



資料) I E A 資料

当面は石炭への依存が続くが、石炭を輸送する鉄道インフラの整備が遅れていることから、石油への依存割合が高まってくる。国内の石油生産には限界があり、結局中東からの輸入国となっている。

中国の二酸化炭素の排出量は米国に次ぐ世界第 2 位の排出国となっている(表 2-3-2 参照)。

中国のエネルギー消費は増大する方向にあり、二酸化炭素の排出量はこの 20 年間に約 2 倍と全世界の 1.25 倍に比べ著しい増加がみられる(表 2-3-1 参照)。

表 2 - 3 - 1 エネルギー起因による二酸化炭素の排出量

	1980 年	1999 年	1980 - 1999 年
a 世界(億 t-c)	50.03	62.34	1.25 倍
b 中国(億 t-c)	4.06	8.34	2.05 倍
b/a (%)	8.1	13.4	-

資料)「中国の高度成長の陰に潜むエネルギー・環境問題」2003 年 3 月 李志東

表 2 - 3 - 2 国別二酸化炭素排出比較(2000 年)

国名	米国	中国	ロシア	日本	インド	その他	合計
排出量(千ト/CO2)	5,610,681	2,795,021	1,437,407	1,186,441	1,072,613	10,919,908	23,022,071
構成比(%)	24.4	12.1	6.2	5.2	4.7	47.4	100.0

資料) オークリッジ国立研究所

2-3-2. 中国の環境汚染

1) 大気汚染

都市における大気汚染は悪化しており、人口や自動車台数の多い西部地域の都市では、二酸化窒素の濃度が高くなっている。二酸化硫黄や煤塵の排出源としては、産業部門が8割、民生部門が2割となっており、急速な経済発展が優先されてきた弊害が大気汚染を牽引している。わが国及び朝鮮半島へも酸性雨となって表れており、越境汚染問題が生じている。

現在、都市部を中心として自動車台数の急増による大気汚染が深刻化している。例えば、北京市の自動車台数は約200万台あり、これらの自動車からは、二酸化炭素(CO₂)の8割、窒素酸化物の4割が排出されている。特に全自動車台数の1割に相当するタクシーやバスの排気ガス量が、総排気ガス量の3割を越えており、タクシーやバスの排気ガス対策が課題となっている。

2) 水質汚染

中国国内の主要な河川では、アンモニア性窒素、過マンガン酸塩、COD等の指標によると、遼河、海紅、淮河、黄河、松花江、珠江、長江の汚染が著しい。さらに、淡水湖では、巢湖、洞庭湖、南四湖、太湖、洪澤湖などが富栄養化が著しい。

また、都市部の地下水も汚染が深刻化しており、産業部門からの未処理廃水等が地下に浸透しているとみられている。

3) 土壌汚染

中国全土で、土壌汚染が広がっている。その主な要因は廃棄物の不適切な処理、不法投棄となっており、重金属含有量も基準を超えている。

4) 地盤沈下

水の利用増加による表流水の水質悪化が進み、産業や生活用水を確保するために地下水の利用が増えている。このため、地下水位の低下に伴い、上海市では地盤沈下が進んでいる。

2-3-3. 環境汚染対策

第10次五カ年計画では、「生態系の改善、環境保護を経済発展と人民の生活の質的向上を重要な内容とし、生物多様性の保全手法の刷新、環境法制度の強化し、生態の悪化を食い止め、環境の保護と対策に力を入れ、都市・農村環境の質を高めなければならない」としている。

この中には、以下のような項目も記載されており、地球規模の気候変化の緩和にも対応する意向が窺える。

- ・環境汚染総合対策を強化し、大中都市環境の質を大幅に改善する。
- ・水汚染源対策に力を入れ、遼河、海紅、淮河の3河川、巢湖、洞庭湖、太湖の3湖の水汚染対策の成果を高め、長江上流、三峡ダム地区、黄河中流、松花江流域の水汚染総合対策事業をスタートさせる。
- ・大気汚染防止対策を強化し、酸性雨と二酸化硫黄の制限地区の二酸化硫黄排出量を2000年より20%減らす。
- ・クリーンプロダクションを推進し、重点業種の汚染防止対策に力を入れ、工業汚染源を抑制・対処し、汚染がひどく、人民の健康に害を及ぼす企業を法に基づき閉鎖する。
- ・環境基準と法規を整備し、不合理な汚染物質排出基準を改正し、環境モニター体系を整備し、環境保護の法執行と監督を強化する。
- ・世界的環境・開発事業に積極的に参加し、義務を履行し、地球規模の気候変化の緩和に有効な政策・措置を実行する。

中国の環境関連の国際条約批准状況については、「気候変動に関する国際連合枠組条約」や「オゾン層保護のためのウィーン条約」、「ラムサール条約」などをはじめ、海洋環境保全、原子力汚染防除、自然・文化遺産の保護などの多岐にわたる分野において批准している。その中で主な条約と批准年を整理すると次のとおりである。

表2 - 3 - 3 主な国際条約の批准

区 分	批准年月日	名 称
気候変動	1992. 6. 11	気候変動に関する国際連合枠組条約
	1997. 12. 10	気候変動に関する国際連合枠組条約に関する京都議定書
オゾン層保護	1985. 3. 22	オゾン層保護のためのウィーン条約
	1987. 9. 16	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（改訂）
有害廃棄物管理	1989. 3. 22	有害物質の国境を越える移動及びその処分の規制に関するバーゼル条約
	1995. 9. 22	バーゼル条約（改定）
国際貿易における有害物質駆除剤の事前情報に基づく同意手続き	1987. 6. 17	London rule on exchange of chemical products
	1998. 9. 11	国際貿易における特定の物質の有害物質及び駆除剤の事前の情報に基づく同意手続きに関する条約（ロッテルダム条約）
化学物質に関する安全使用と環境管理	1990. 6. 25	Convention on safe use of chemical products in working places
	1990. 6. 25	Convention on safe use of chemical products during work
	1990. 6. 25	Proposal on safe use of chemical products during work

第3章 本プロジェクト実施にあたっての前提条件

3-1. 環境関連の法規制等

現状における環境関連の法律、条例、基準等を既存資料により把握・整理した。

中国における環境政策では、国務院中国計画開発委員会による第10次五カ年計画において、生態に優しい構造 (Ecological construction) および環境保護の両面での計画メニューが挙げられている。

第10次五カ年環境計画

< 国家経済の発展を促進するための環境の重要な役割の発現 >

1. 長江上流及び黄河流域の環境に配慮した開発及び保全
2. 北部3箇所の保全林を取り囲む保全林の創造
3. 北部の牧草地とチベット高原に重点を置いた草地の保護と開発
4. 北京、天津周辺のエコロジカルベルトの創造
5. 生態農業、国家エネルギーと環境の保護
6. 水と土壌の統合的資源保護、継続利用
7. 都市環境の包括的修復
8. 重要集水域及び地域環境の包括的修復
9. 生態系、環境、資源、災害の総合監視システムの構築
10. 他の対策手法：生物多様性の保全手法の刷新、環境法制度の強化、自然に有益な課金制度の開発、自然資源開発の政策移転

3-1-1. 法律・基準

中国における環境関連の法律・基準について、大気汚染、水質汚染、土壌汚染、地盤沈下など14の項目に分けられている。ここでは、次のように半導体工場に関連すると考えられる5つの項目に法律名、基準について整理した。

1) 大気汚染

大気関連法：

- ・大気汚染防除法(国家人民会議採択2000.4.29改正)

環境大気基準：

- ・大気環境基準(GB 3095-1996, SEPA 公布)

排出基準(固定・移動発生源)：

- ・大気汚染物質に関する総合排出基準(GB 16297-1996, SEPA 公布)

大気モニタリング結果：

- ・環境監査に関する国家規模の規制(EPDTCC、1983.7 公布)
- ・環境監査報告書作成規則(SEPA 1996.11 公布)
- ・大気質監視地点の追加と適正化に関する告示(SEPA 2001.9 発行)

ガイドライン：

- ・自動車排気監視方法(SEPA、公安部、国家対外内監視局、軍兵站部、交通部、中国自動車産業、1990.8)
- ・有鉛ガソリンの生産・流通中止の期限に関する告示(国務院発行)
- ・管理地域における酸性雨と二酸化硫黄に関する質問に対する国務院回答(国務院1998.1)

注) SEPA: 国家環境保護局
EPDTCC: 城郷建設環境保護部

2) 水質汚染

水関連法：

- ・水質汚濁防除法(国家人民会議 1996.5 改正)
- ・海洋環境保護法(国家人民会議 1999.12.25 改正)

水質環境基準：

- ・表流水質環境基準(GB3838-88)
- ・海洋水質基準(B3097-1997)
- ・水産水質基準(GB1160-89)
- ・農用地の灌漑用水水質基準(GB5084-92)

排水水質基準：

- ・排水に関する統合排出基準(GB8978-1996)
- ・産業系三廃排出基準(GBJ4-73、国家計画委員会及び衛生部公布)
- ・医療系排水水質基準(GBJ48-83、衛生部公布)
- (その他、多様な産業排水水質基準については、城郷建設環境部保護部(EPDTCC)で定めている)

水質モニタリング結果

- ・環境監査に関する国家規模の規則、城郷建設環境保護部(EPDTCC)1983.7 公布
- ・産業汚染源監視規則(SEPA1991.2.22 公布)
- ・汚染源監視規則(SEPA 公布)

3) 土壌汚染

土壌汚染関連法

- ・土地管理法(国家人民会議 1998.12 改正)
- ・水・土壌保全法(国家人民会議 1991 公布)
- ・農薬安全使用規則(農業部・衛生部 1982 公布)

汚染土壌基準

- ・土壌環境基準(GB15618-1995)
- ・都市廃棄物の農業利用の管理基準(GB8172-87)

4) 地盤沈下

地盤沈下関連法

- ・水供給事業での実施対策（建設部 1991.10 公布）
- ・土地管理法（国家人民会議 1998 改正）
- ・市街地における水利用管理に関する規則（建設部 1988.11 公布）
- ・土地の再埋立に関する規則（國務院 1988.11 公布）

5) エネルギー保全

エネルギー利用・保全関連法

- ・エネルギー資源保護法（国家人民会議 1997.11 公布）

その他

- ・クリーンプロダクション開発構想(SEPA1997.4 発行)

表 3 - 1 - 1 環境関連の項目と関連政府機関

	大 気 汚 染	水 質 汚 濁	騒 音	土 地 盤 沈 下	廃 棄 物	エ ネ ル ギ ー	水 供 給	汚 水 管 理	森 林 保 全	生 物 多 様 性	天 然 資 源	自 然 災 害	環 境 教 育
国家環境資源委員会													
国家環境保護総局													
中国人民政治協商会議人口資源環境委員会													
中国環境科学研究院 / 中国環境企画院													
日中友好環境保全センター													
中国科学院生態研究センター													
国家環境分析試験センター													
地球環境科学研究院													
国家 省 局 産 業 協 会	国家計画委員会												
	資源部												
	交通部												
	海洋局												
	農業部												
	林業局												
	中国科学院												
	国家気象局												
	中国煤炭協会												
	国家石油化学工業局												
	国家軽工業局												
	国家建材局												
	国家有色金属工業局												
	水利部												

資料)「国別環境情報整備調査報告書」平成 14 年 2 月 国際協力事業団

3-1-2. 代替フロンへの排出ガスに対する法規制等

フロン等(C O P 3 対象の 6 ガス)の排出規制あるいは業界による自主規制等については、中国において存在しない。

しかし、海南省では、C F C (クロロフルオロカーボン)を全面的に使用禁止する制度を実施している。海南省は省になり、経済特区が設置されてから約 10 年間に、海外における経済立法の成果を参考にした経済政策を実施してきた。その 1 つに 1999 年「ノンフロン省づくりの決定」を公布し、段階的にフロンを使用しない省づくりを進めてきている。2002 年 12 月 31 日から全面的にフロンの使用が禁止されている。フロンを使用する冷媒ガスを非フロン冷媒ガスへ交換するとともに、フロンそのものを生産、使用するプロジェクトを禁止している。

海南省のように、環境保全に対する意識は高く、今後はクロロフルオロカーボンの代替フロンへの転換が促進されていくものと考えられ、地球温暖化効果ガスの増大が懸念される。

3 - 2 . 代替フロン排出抑制対策の実態

3-2-1. 代替フロンの環境への影響

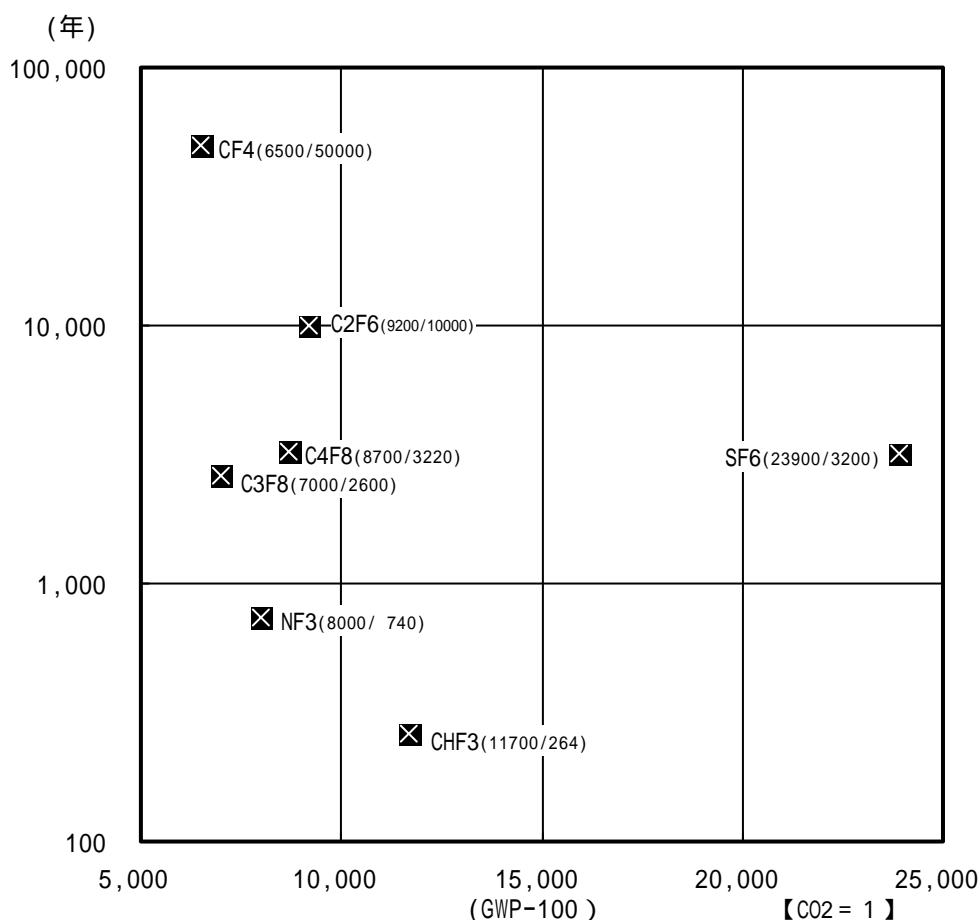
代替フロンは、京都議定書において削減対象となっている温室効果ガスのうち、フロン系の人工化学物質であるHFC(ハイドロフルオロカーボン)、PFC(パーフルオロカーボン)、SF₆(六フッ化硫黄)の3ガスのことであり、「代替フロン等3ガス」と呼ばれている。

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)の代替として開発されたが、最大で二酸化炭素(CO₂)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、半導体の生産に必要不可欠なPFC(CF₄、C₂F₆など)及びSF₆については、図3-2-1に示すように、温室効果ガスの中でも温暖化への影響が極めて大きいガスとなっている。

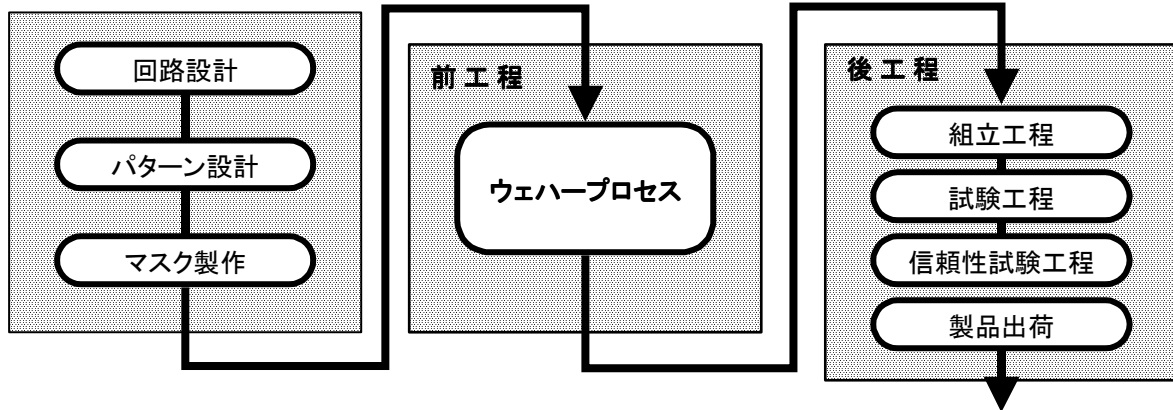
図3 - 2 - 1 PFC等の地球温暖化係数とライフタイム



3-2-2. 半導体製造業における代替フロンの使用状況

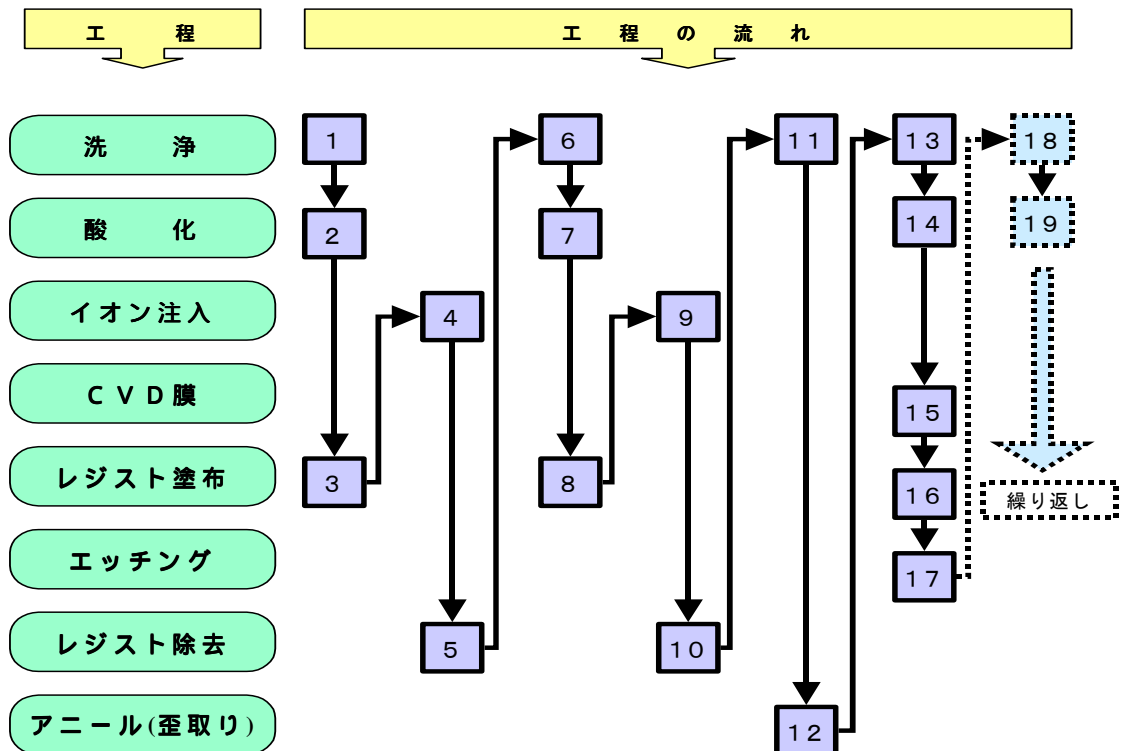
半導体製造の工程は、回路設計を始めに前工程と呼ばれるウェハープロセス、後工程と呼ばれる組立工程から製品出荷に至るものである(図 3-2-2 参照)。

図 3 - 2 - 2 半導体製造の工程



ウェハープロセスは図 3-2-3 に示すとおり、半導体デバイスの基板であるシリコンウェハをエッチングする工程で、腐食性、毒性のあるフッ素が必要不可欠であるが、フッ素は直接取り扱うことは非常に危険である。

図 3 - 2 - 3 ウェハープロセスの流れ



このため、漏洩を防ぐために負圧に保たれた反応室内で、代替フロンにマイクロ波やプラズマ等のエネルギーを加え分解することにより、代替フロンからフッ素を取り出しエッチングや洗浄に利用している(表 3-2-1 参照)。

表 3 - 2 - 1 半導体プロセスの概要と使用する主な薬品類

工 程	内 容	主な薬品類
薄膜形成 (CVD膜)	・熱処理成膜装置の中にウェハーを入れて設定された温度(約 1000)にして、酸素ガスを流すとシリコン(Si)と酸素(O ₂)が結びついて表面に酸化膜(SiO ₂)が形成される。	Si, O ₂
レジスト塗布	・ウェハーを高速回転させながら UV 光(紫外線)によって性質の変化する感光剤(フォトレジスト)をウェハー全面に均一に塗布する。	
露 光	・IC 回路を描いたガラスマスクをウェハーに合わせて置き、ステッパーにより UV 光(紫外線)を照射して、フォトレジスト上にパターン(IC 回路)を転写する。	窒素ガス
現 像	・現像液をウェハー上に均一にかけ、描かれたパターンをつくり出す。 ・ポジ式レジストでは光のフォトレジストは可溶性となり、ウェハー上にパターンが残る。	現像液
エッチング	・活性ガスプラズマを利用して、フォトレジスト上に現像されたパターンに従って酸化膜を削り取る。 ・フォトレジストで保護されている部分は削られずに残る。	CF ₄ , CHF ₃ , C ₂ F ₆ , C ₃ F ₈ , C ₄ F ₆ , SF ₆
レジスト除去	・残ったフォトレジストを剥離して除去する。	O ₂ , N ₂ 生成ガス CO ₂ , CO, H ₂ O 等
洗 浄	・ウェハーの表面にある粒子、有機物、金属表面の不純物などの汚れを液体、気体の洗浄剤の化学作用で除去する。	C ₂ F ₆ , NF ₃
イオン注入	・導入したい元素(ホウ素、ヒ素等)を電氣的にイオン状態にし、これを弾丸のように打ち込む。酸化膜が残っている部分にはイオンは注入されない。	PH ₃ , A ₅ H ₃ , A ₅ P, BF ₃ 等
へ戻り、15～20 回程度繰り返す。		

注) C V D : Chemical Vapor Deposition = 化学的気相成長 .

資料)各種資料より作成

3-2-3. 代替フロンの排出抑制

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。

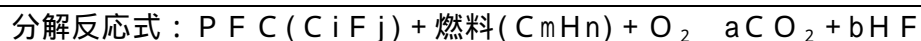
現在、日本の半導体工場における実績から、量産ラインで使用されるPFCの除害装置については、燃焼方式、熱分解方式、触媒方式の3つに大別され、それぞれの特徴を活かして使用されている。

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

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CO₂に分解する方式である。



- ・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、SiH₄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。

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 - 2 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 ₂ O → CO ₂ + 4HF	1,400
	C ₃ F ₈ → 3C + 8Hラジカル	
	CF ₄ + 4Hラジカル → C + 4HF	
CHF ₃	CHF ₃ + 2H ₂ O + 1/2O ₂ → CO ₂ + 3HF	1,000
SF ₆	SF ₆ + 4H ₂ O → H ₂ SO ₄ + 6HF	1,200
NF ₃	2HF ₃ + 3H ₂ O → NO + NO ₂ + 6HF	800
	NF ₃ + NH ₃ → N ₂ + 3HF	

資料) (社)電子情報技術産業協会資料

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CF₄の分解率が高いことも大きな特徴となっている。
- ・なお、SiH₄のような酸化によって固体(SiO₂)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 - 3 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 ₂ O (+触媒) → CO ₂ + 4HF	750
CHF ₃	CHF ₃ + 2H ₂ O + 1/2O ₂ (+触媒) → CO ₂ + 3HF	
SF ₆	SF ₆ + 4H ₂ O (+触媒) → H ₂ SO ₄ + 6HF	
NF ₃	2NF ₃ + 3H ₂ O (+触媒) → NO + NO ₂ + 6HF	

資料) (社)電子情報技術産業協会資料

2) 代替ガスの開発

日本国内の特殊ガス生産のメーカーでは、代替ガスである 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。

これに先駆け、現在使用されている代替フロン C_2F_6 の代替ガスの開発は、国家プロジェクトとして平成11年度から15年度までの5年間で研究開発が行われている。

現在の成果としては、 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。

この国家プロジェクトは、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要な代替プロセス技術の研究開発を目的としている。

平成14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。15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ている。

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、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。

3-2-4. 代替フロンガス測定に関するガイドライン

温暖化物質の削減に関して、わが国の半導体業界(2002 年度社団法人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 PFC 排出削減・測定ワーキンググループ)では IPCC の Tier2C により集計を行うこととしている。測定には FT-IR を用い、インテルプロトコルをベースとした簡易測定法で標準化を行っている。

これは簡易でかつ正確な測定を行うことで負担を少なくし、データの企業間差を無くすることができる。このガイドラインを各社が運用することにより、代替フロンの分解率、除害率のデータの信頼性を担保することが可能となる。

3 - 3 . 中国における代替フロンの使用量等の現状と将来

中国の半導体工場における代替フロンの使用量及び排出量をカウンターパートの資料をもとに推計した。さらに、将来（2010年）についても半導体生産量の予測値をもとに推計した。

3-3-1. 現 状

中国では、半導体工場で使用される代替フロンの使用量についての資料が無いことから、カウンターパートの協力により、年間の使用実績値をもとに推計した。

1) 前提条件

代替フロンの使用実績

年間の代替フロンの種類別使用実績値は、次の通りである。

表 3 - 3 - 1 年間の代替フロンガスの使用量

ガ ス	C F ₄	C ₂ F ₆	C ₃ F ₈	C ₄ F ₈	C H F ₃	S F ₆	N F ₃
使用量(kg/年)	260	5,200	0	180	180	1,840	150

なお、ガスのレシピは、半導体チップの種類や企業サイドの生産方式、半導体製造装置などによって異なるが、本調査では半導体工場の個々のデータを得ることができないため、上記のレシピをそのまま使用することとした。

年間の生産量

年間の生産量は、8インチウェハーで360,000枚とした。

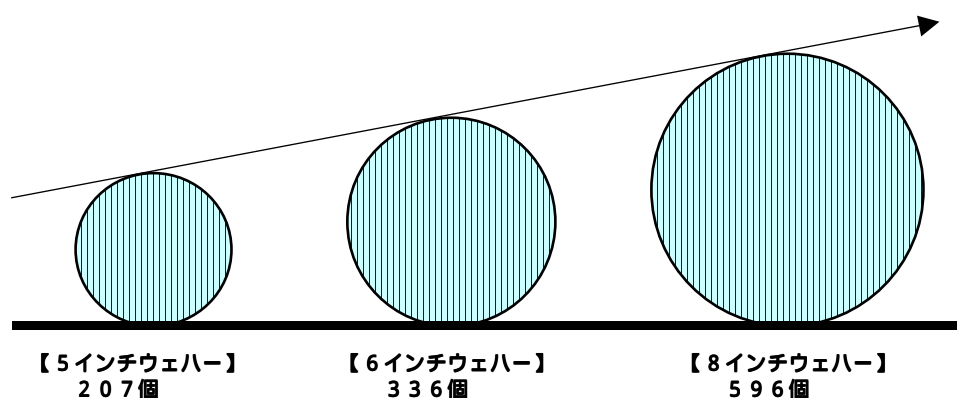
6インチウェハー換算のための補正

中国国内では、5インチ及び6インチウェハーの生産が主流であることから、
、
の与件の値を補正することとした。8インチウェハーと5インチ、6インチウェハーの1枚から得られるチップ数の比で補正した(図 3-3-1 参照)。

$$8 \text{ インチ } 6 \text{ インチの補正值} = 336 \text{ 個} / 596 \text{ 個} = 0.56$$

$$8 \text{ インチ } 5 \text{ インチの補正值} = 207 \text{ 個} / 596 \text{ 個} = 0.35$$

図3-3-1 ウェハのサイズ別チップ数のイメージ



中国国内における生産量実績

上海集成电路行业协会の資料によると、中国国内における生産量はウェハのサイズが明かではないため、5インチと6インチの2種類で算出した。結果は2001年実績で64億枚(5～6インチウェハ)である。

2) 代替フロンの使用量の推計

前提条件のと から8インチウェハ1,000枚当りの年間当りの代替フロンガス使用量原単位を算出した。

表3-3-2 ウェハ1,000枚当りの代替フロン使用量原単位

(kg/年)

ガ ス	C F ₄	C ₂ F ₆	C ₃ F ₈	C ₄ F ₈	C H F ₃	S F ₆	N F ₃
使用量	0.722	14.444	0	0.500	0.500	5.111	0.417

この算出結果を5インチウェハ(0.35)と6インチウェハ(0.56)に補正した。

表3-3-3 ウェハ1,000枚当りの代替フロン使用量原単位

(kg/年)

ガ ス	C F ₄	C ₂ F ₆	C ₃ F ₈	C ₄ F ₈	C H F ₃	S F ₆	N F ₃
使用量(5インチ)	0.253	5.055	0	0.175	0.175	1.789	0.146
使用量(6インチ)	0.404	8.089	0	0.280	0.280	2.862	0.234

次に、中国における2001年の半導体生産実績(64億枚)を表3-3-3に乗じて、代替フロンガスの使用量を算出した(表3-3-4参照)。

表 3 - 3 - 4 中国における代替フロンの使用量

(千kg/年)

ガ ス	C F ₄	C ₂ F ₆	C ₃ F ₈	C ₄ F ₈	C H F ₃	S F ₆	N F ₃
使用量(5 ｲﾝﾁ)	1,619	32,352	0	1,120	1,120	11,450	934
使用量(6 ｲﾝﾁ)	2,586	51,770	0	1,792	1,792	18,317	1,498

3) 代替フロンの排出量の推計

代替フロンの排出量の推計には、「2002 年 P F C 排出削減技術調査結果報告書」(平成 15 年 6 月 (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 P F C 排出削減・測定ワーキンググループ)による各ガス排出量推計式(Tier2c)を使用して算出した(表 3-3-5 参照)。

<代替フロンガス排出算出式>

各ガス排出量

$$= P_i \times 0.9 \times \{ (1 - C_i) \times (1 - A_i \times F_i) \times GWP_i + B_i \times (1 - A_{CF4} \times F_{i,CF4}) \times GWP_{CF4} \}$$

P_i : (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。

C_i : (各ガスの反応消費率) 下表の値を用いる。

A_i : (各ガスの除害効率) 下表の値を用いる。

F_i : (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。

GWP_i : (温暖化係数) 下表の値を用いる。

B_i : (副生成物の発生率) C2F6、C3F6、C4F8 についてのみ CF4 が発生するものとする。下表の値を用いる。

A_{CF4} : (CF4 の除害効率) 下表の値を用いる。

F_{i,CF4} : (副生成物の発生率) 副生成物 CF4 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} : (CF4 の温暖化係数)

表3 - 3 - 5 代替フロンの排出量算出結果(2001年)

ガ ス	使 用 量 (ト)		排 出 量 (GWP 千ト)	
	5 インチ	6 インチ	5 インチ	6 インチ
C F ₄	1,619	2,586	6,644	10,613
C ₂ F ₆	32,352	51,770	259,140	414,678
C ₃ F ₈	0	0	0	0
C ₄ F ₆	1,120	1,792	3,599	5,758
C H F ₃	1,120	1,792	3,629	5,806
S F ₆	11,450	18,317	114,386	182,987
N F ₃	934	1,498	1,816	2,912
合 計	48,595	77,755	389,214	622,754

現在、中国国内における半導体製造装置は、日本などで使用していた中古の設備を使用している。このため、生産設備内には除害装置がほとんど装備されていないものとみられる。ただし、外資系企業の設備は最新設備を導入しているため、生産設備内に除害装置が装備されているケースがあるが、その導入台数が少ないことから、本推計では考慮していない。

したがって、上記の式にある Ai (除害効率)、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、副生成物の除害装置についても同様に省くこととする。

各ガス排出量の算出式は、次の通りである。

$$\begin{aligned} &< \text{各ガス排出量の算出式} > \\ &= P_i \times 0.9 \times \{ (1 - C_i) \times GWP_i + B_i \times GWP_{CF_4} \} \end{aligned}$$

この算出式により、中国国内における代替フロンの排出量を算出した(表 3-3-7 参照)。

表3 - 3 - 6 代替フロンの前提条件

	C F ₄	C ₂ F ₆	C ₃ F ₈	C ₄ F ₈	C H F ₃	S F ₆	N F ₃
Ci	0.2	0.3	0.6	0.7	0.7	0.5	0.8
Ai	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Bi	0	0.1	0.2	0.1	0	0	0
GWPi	5700	11900	8600	10000	12000	22200	10800

注) GWP 値は、2003 年 2 月 WSC ESH-TF (韓国) での決定値。

表 3 - 3 - 7 代替フロン排出量の算出式(2001年)

ガス	口径	算出式	排出量(千 GWP トン)
C F ₄	5in	$1619 \times 0.9 \times \{(1 - 0.2) \times 5700\}$	6,644
	6in	$2586 \times 0.9 \times \{(1 - 0.2) \times 5700\}$	10,613
C ₂ F ₆	5in	$32352 \times 0.9 \times \{(1 - 0.3) \times 11900 + 0.1 \times 5700\}$	259,140
	6in	$51770 \times 0.9 \times \{(1 - 0.3) \times 11900 + 0.1 \times 5700\}$	414,678
C ₄ F ₆	5in	$1120 \times 0.9 \times \{(1 - 0.7) \times 10000 + 0.1 \times 5700\}$	3,599
	6in	$1792 \times 0.9 \times \{(1 - 0.7) \times 10000 + 0.1 \times 5700\}$	5,758
C H F ₃	5in	$1120 \times 0.9 \times \{(1 - 0.7) \times 12000\}$	3,629
	6in	$1792 \times 0.9 \times \{(1 - 0.7) \times 12000\}$	5,806
S F ₆	5in	$11450 \times 0.9 \times \{(1 - 0.5) \times 22200\}$	114,386
	6in	$18317 \times 0.9 \times \{(1 - 0.5) \times 22200\}$	182,987
N F ₃	5in	$934 \times 0.9 \times \{(1 - 0.8) \times 10800\}$	1,816
	6in	$1498 \times 0.9 \times \{(1 - 0.8) \times 10800\}$	2,912

以上より、中国国内における代替フロンによる総排出量は、年間に約 3.9 億 GWP トンから約 6.2 億 GWP トンと推計される。

3-3-2. 将来

中国における将来の半導体生産量は、上海集成电路行业协会の資料によると、2005 年の半導体需要量が 500 億枚で国内供給比率を 4 割の 200 億枚と推計している。また、信息产业部が策定した「IC 産業発展 5 ヵ年計画」では 2010 年に国内供給率 5 割として 500 億枚と推計されている。

近年の中国における半導体工場(前工程)の新規立地の状況からみても、2010 年には 500 億枚が国内で生産される可能性はあるものと考えられる。

したがって、本調査では、2001 年の 64 億枚の生産量に対する代替フロンの使用量の推計結果をもとに、2010 年の生産枚数(7.8 倍 : 500 億枚 / 64 億枚)で代替フロンの使用量を算出した。

ただし、半導体製造装置の性能が高まることが予測されるため、代替フロン排出算出式にある除害効率及び除害装置設置率を想定した上で算出した。

除害効率は表 3-3-6 による値を使用した。また、除害装置設置率については、2 割と想定して算出した(表 3-3-8、図 3-3-2、3-3-3 参照)。

表 3 - 3 - 8 2010 年の代替フロンの使用利用と排出量算出結果

ガ ス	2010 年の使用量 (ト)		2010 年の排出量 (千 GWP ト)	
	5 インチ	6 インチ	5 インチ	6 インチ
C F ₄	12,628	20,171	62,190	99,338
C ₂ F ₆	252,346	403,806	2,540,469	4,065,277
C ₃ F ₈	0	0	0	0
C ₄ F ₆	8,736	13,978	67,618	108,191
C H F ₃	8,736	13,978	81,140	129,828
S F ₆	89,310	142,873	1,605,972	2,569,142
N F ₃	7,285	11,684	59,481	95,398
合 計	379,041	606,490	4,416,870	7,067,174

表 3 - 3 - 9 代替フロン排出量算出式(2001 年)

ガ ス	ウレハ	算 出 式	排出量(千 GWP ト)
C F ₄	5in	$12628 \times 0.9 \times \{(1 - 0.2 \times 0.2) \times 5700\}$	62,190
	6in	$20171 \times 0.9 \times \{(1 - 0.2 \times 0.2) \times 5700\}$	99,338
C ₂ F ₆	5in	$252346 \times 0.9 \times \{(1 - 0.3 \times 0.2) \times 11900 + 0.1 \times (1 - 0.9 \times 0.2) \times 5700\}$	2,540,469
	6in	$403806 \times 0.9 \times \{(1 - 0.3 \times 0.2) \times 11900 + 0.1 \times (1 - 0.9 \times 0.2) \times 5700\}$	4,065,277
C ₄ F ₆	5in	$8736 \times 0.9 \times \{(1 - 0.7 \times 0.2) \times 10000 + 0.2 \times (1 - 0.9 \times 0.2) \times 5700\}$	67,618
	6in	$13978 \times 0.9 \times \{(1 - 0.7 \times 0.2) \times 10000 + 0.2 \times (1 - 0.9 \times 0.2) \times 5700\}$	108,191
C H F ₃	5in	$8736 \times 0.9 \times \{(1 - 0.7 \times 0.2) \times 12000\}$	81,140
	6in	$13978 \times 0.9 \times \{(1 - 0.7 \times 0.2) \times 12000\}$	129,828
S F ₆	5in	$89310 \times 0.9 \times \{(1 - 0.5 \times 0.2) \times 22200\}$	1,605,972
	6in	$142873 \times 0.9 \times \{(1 - 0.5 \times 0.2) \times 22200\}$	2,569,142
N F ₃	5in	$7285 \times 0.9 \times \{(1 - 0.8 \times 0.2) \times 10800\}$	59,481
	6in	$11684 \times 0.9 \times \{(1 - 0.8 \times 0.2) \times 10800\}$	95,398

この結果、中国国内における 2010 年の代替フロンによる総排出量は、年間に約 44 億 GWP トンから約 71 億 GWP トンと推計され、2001 年の約 10 倍に増加する。

図3 - 3 - 2 ウェハーサイズ別GWP排出量の変化の推計

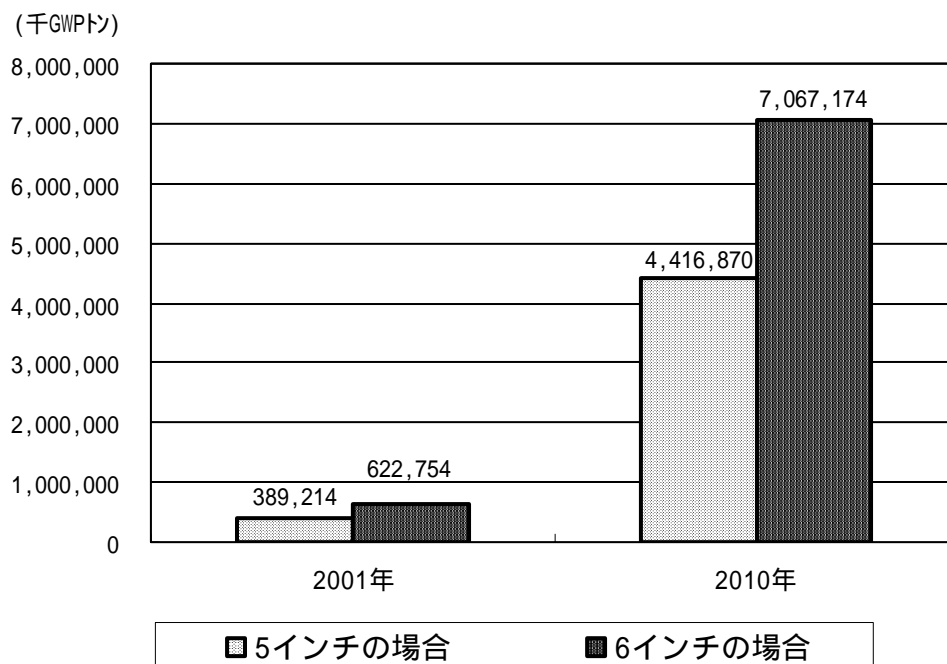
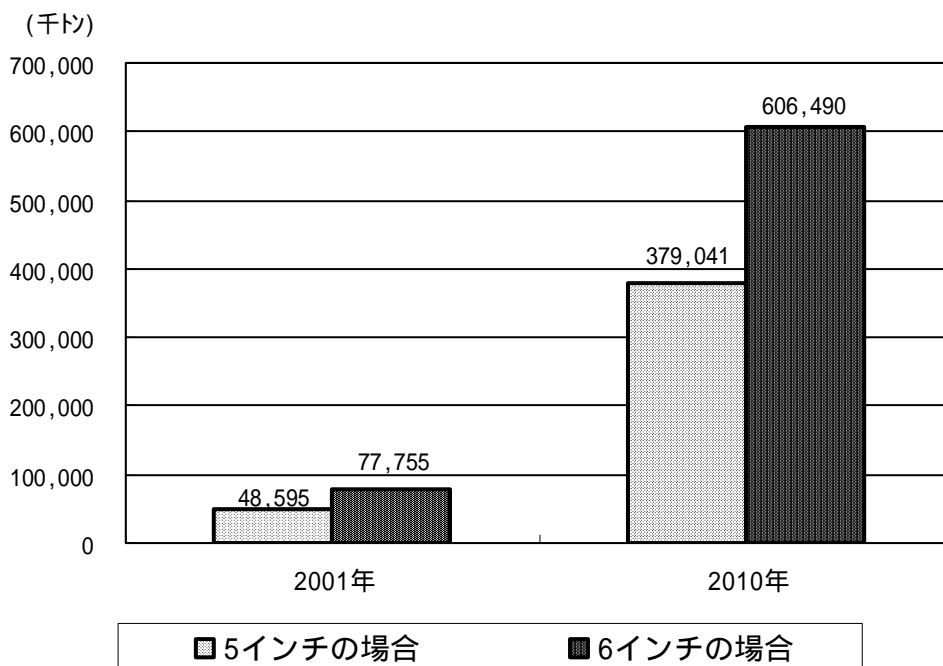


図3 - 3 - 3 ウェハーサイズ別代替フロン使用量の変化の推計



3 - 4 . 中国における C D M 関連基礎調査

既存資料をもとに、中国における C D M の適用動向について整理した。また、中国政府に対するヒアリング調査を実施し、C D M プロジェクトを実施する際の要件等について整理した。

3-4-1. 中国における C D M の適用動向

中国政府は、京都会議において中国が中進発展国になるまでは温室効果ガスの削減の約束はできないと述べている。その後は、資源・環境・経済の調和的発展を目指す政策を進めてはいるものの、温暖化効果ガスの排出削減に関わる方針や発言はみられなかった。しかし、わが国の環境大臣が 2002 年 1 月に訪中した際に、「京都議定書のルールでは、直ちに温室効果ガス削減の義務を負うことはないが、経済成長率を下回る増加に留めたい」と中国側は述べている。

すなわち、中国では電力、ガス供給が追いつかず、火力発電所やガス製造工場などのエネルギー効率の向上とクリーンエネルギーの導入が重要な課題となっている。中国における C D M は、化学、セメント、製鉄、発電、運輸の産業分野においてフィージビリティスタディ、ケーススタディが実施されている。しかし、どの産業分野を優先的に実施するかについては、明らかになっていない。

中国政府としては、C D M の利用に関する管理規則弁法の案を作ったが、未だ公式には発表されていない。現在（2004 年 1 月時点）国家気候変化対策協調小組が中心になって他部署（政府内 14 機関）との調整を行っており、年内には発表する予定とのことである。

C D M についての研究では、表 3-4-1 のような案件があり、ベースラインやコストなどの方法論について分野別分析や政策研究が行われている。

表 3 - 4 - 1 中国における C D M の研究対象

国・機関名	内 容
世界銀行 ドイツ政府 スイス政府	・2001 年 11 月に 18～24 ヶ月間にわたる発電部門での C D M 適用に関するフィージビリティスタディのため、57 万ドルを中国へ供与。
アジア開発銀行	・エネルギー効率と再生可能エネルギーに焦点を当てた 1 年間の C D M 技術協力プロセスを実施したい意向。
オランダ政府	・鉄鋼分野、化学工業分野におけるフィージビリティスタディに資金を投入しており、プロジェクトの成果に対して、5～10 ドル/t 相当の C E R の取得を打診。
カナダ国際開発局	・国家発展計画局、同局エネルギー研究所、清華大学、中国科学院、国家経済貿易委員会、南開大学、China United Coalmine Methane Corp と共同による運輸部門と炭素吸収に関する 2,000 万カナドル規模のキャパシティ・ビルディング・プロジェクトを引き受け。
国連開発計画	・中国企業と直接実施する 3 つのフィージビリティスタディ・プロジェクトについて検討中。

資料)「中国における共同実施活動及び C D M 適用要件調査」平成 14 年 3 月 NEDO

中国におけるCDM事業を実施するためには、中国政府と実施する国の双方が合意することが重要である。「中国における共同実施活動及びCDM適用要件調査」(平成14年3月NEDO)の研究成果を引用すると、次のような2つのパターンを挙げており、1つは中国の政府が主導する場合、2つは企業が主導する場合である。

1) 政府主導の場合

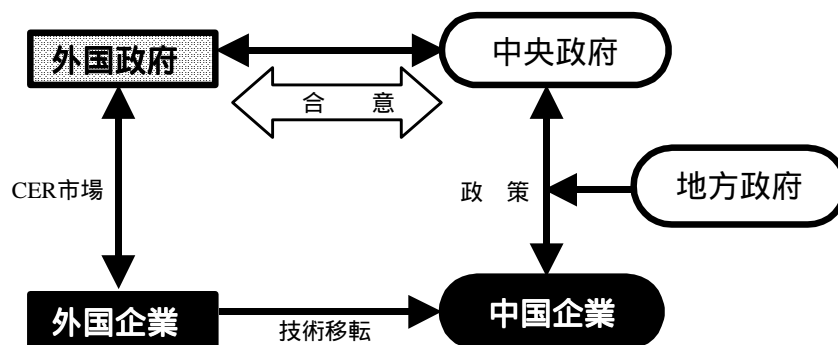
中央政府が排出削減に関する協定を外国政府と結び、CDMプロジェクトに参加させる企業の選定、必要技術などを決める。

地方政府は、中央政府の方針の実施に責任を負い、外国企業と中国企業の双方がCDMの目標と両立するプロジェクトの選択に参加する。

外国企業は、CDMクレジット市場を形成し、外国政府は市場メカニズムを利用して各CDMプロジェクトの実施企業を選択する。それと同時に中国政府はCDMプロジェクトへの参加を中国企業に奨励する。

外国政府と中国政府は、プロジェクトの円滑な運営を確保するための共同監督システムを設ける。

図3-4-1 政府主導の場合のCDM



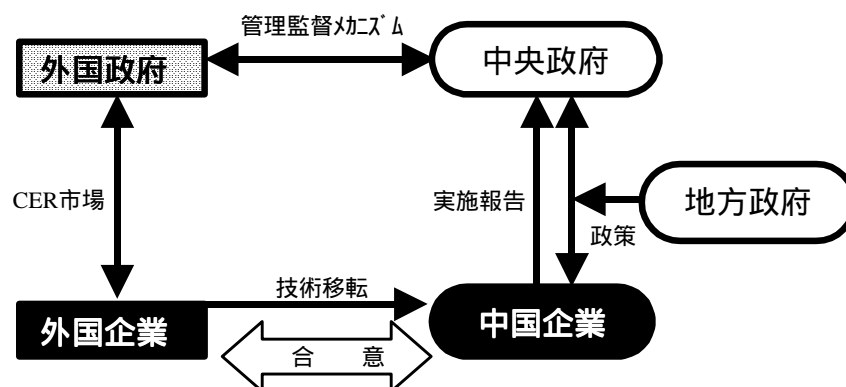
中国政府は主導的な役割を担う。
 中国政府は、中国内におけるCDMプロジェクトの推進と外国企業からの技術移転の先頭に立つ。
 外国政府と中国政府の間で、排出削減協定を結ぶ。
 中国政府は、国際交渉の経験を活かし、力の乏しい企業を不利な契約の締結から守ることが可能となる。

資料)「中国における共同実施活動及びCDM適用要件調査」平成14年3月 NEDO

2) 企業主導の場合

企業間で排出削減契約が結ばれる。市場主導の形態であり、だれがCDMプロジェクトを実施するかを市場が決定する。

図3-4-2 企業主導の場合のCDM



企業は最初にパートナーシップを自由に結ぶことが可能である。
企業は、それぞれの政府に対し報告する。
認定排出削減量の監視は、両方の政府の責任で行う。
企業の技術力、経済力、国際交渉の経験を活かすことができる。

資料)「中国における共同実施活動及びCDM適用要件調査」平成14年3月 NEDO

3-4-2. 中国におけるCDMプロジェクトの要件

中国では、現在、温室効果ガス削減に寄与することよりも、持続的経済発展が最優先事項としている。しかしながら、省エネルギー及び新エネルギーの分野に関するプロジェクトについて優先したいとしている。

中国におけるCDMプロジェクトに対する要件は以下のとおりである。

CDMプロジェクトは中国の発展継続戦略と関連する政策にマッチしていなければならない。

現在の重要協力分野は、エネルギー効率の向上、新エネルギーと再生可能エネルギーに関するプロジェクトである。

国家がCDMプロジェクトに使用する資金は、現行の政府開発援助資金とは別枠にする必要がある。

プロジェクトによって先進国から発展途上国への技術移転が促進されねばならない。

中国側のCDMプロジェクト実施機関は、中国国内の中国企業あるいは中国資本による株式会社でなければならない。

中国におけるCDMの主管機構は、国家発展計画委員会が指定されており、政府を代表してCDMプロジェクトの承認文書を発行する。

半導体工場より排出される代替フロンを対象とするCDMプロジェクトについて、国家発展計画委員会の考えは、次のとおりである。

CDMプロジェクトの分野

中国にとっての協力できる重要な分野としては、省エネルギー、新エネルギーに関わるプロジェクトである。しかし、HFCなどの代替フロンに関するプロジェクトでも受理することは可能である。

中国側のパートナーは中国国内の中国企業、中国資本による株式企業、国営企業でなければならない。すなわち、中国側にメリットを享受する点から外資系企業との合弁企業や外資による独資企業(外資100%企業)は対象外である。

しかしながら、日本企業がこのCDMプロジェクトを様々な考えで持ち込んできており、中国側企業も興味を持っている。

* 現在、オランダが風力発電CDMプロジェクトを内モンゴルの輝騰錫勒(ホイトンシラ)で進めている。この場合も発電された電力は売電することでリターンがある。このプロジェクトは、現在OEにおいて算出方法について再検討されている。
因みに、二酸化炭素の想定価格は5.41-0/t-cとしている。

CDMプロジェクトによる環境汚染

当該プロジェクトが実施されることによる新たな環境汚染が発生しないことを求めており、すなわちリーケージに関しては厳しく審査されるものと考えられる。

CDM規範への該当性

中国企業はリスクを一切負わないし、クレジットに伴う配当も求めない。このことはクレジットの単価の問題にも関係する。()

コスト負担

プロジェクトの初期投資及びランニングコストとして7~14年間の一括したコスト負担を外国側が担うことを条件として求めている。

想定価格

中国側の考えでは、二酸化炭素の想定価格は、5ドル/t-CO₂を目安としている。

CDMプロジェクトを提案する場合、二酸化炭素の価格が安い場合を想定し、例えば2ドル/t-c以下で採算がとれないプロジェクトの場合は中国政府として認めない。すなわち、

プロジェクトに問題があるとして再度検討することになる。

中国側のメリット

中国におけるCDMは、現在テスト段階である。中国側の利益をどのように具現するかを検討しているところであり、企業側の利益だけでは認められない。

国策として進めるためには、国益の表し方をどうするかが課題であり、税収増、課徴金収入の拡大などのメリットを如何に享受できるかの検討が行われている。

その他

プロジェクトにおける中国側パートナーが確定した場合は、早めに気候変化対策協調小組弁公室へその情報を知らせれば、適切なアドバイスを実施する用意がある。

3-4-3. 中国におけるCDMプロジェクトに関する政策の展開について

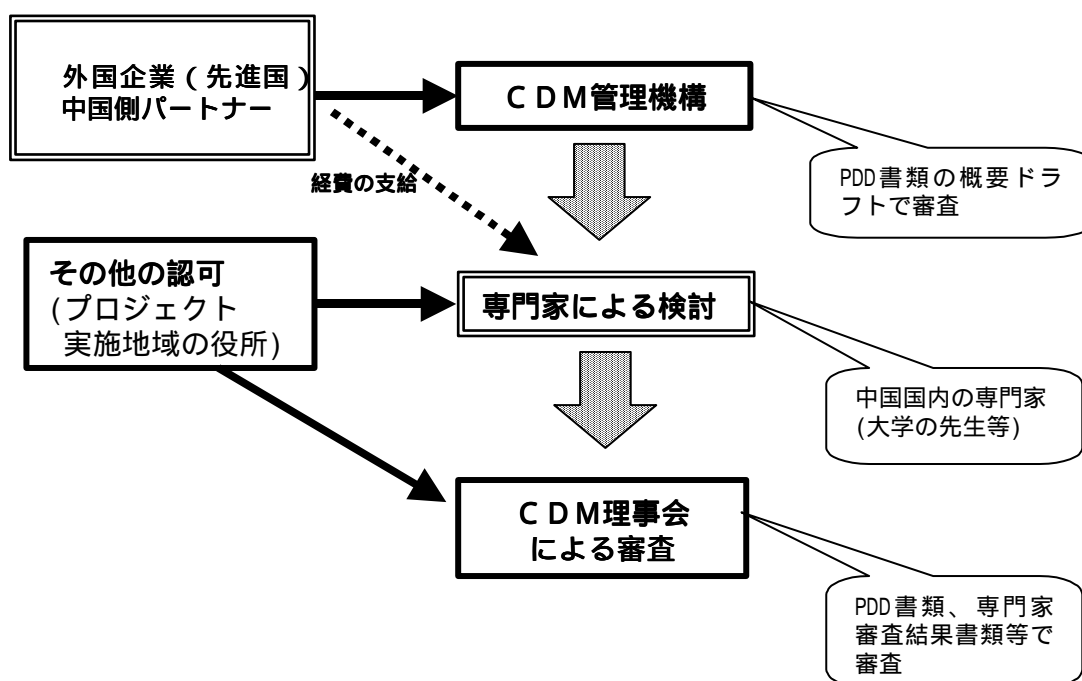
中国におけるCDMプロジェクトに関する組織構造は以下の機関から構成されている。

- ・気候変化対策協調小組
- ・気候変化対策協調小組弁公室
- ・CDMプロジェクト審査理事会
- ・CDMプロジェクト管理センター(未成立、現在気候変化対策協調小組弁公室が兼ねている)

気候変化対策協調小組はCDMに係る最高意思決定機関であり、15の省庁から構成され、国家発展と改革委員会が組長、外交部、国家環境保護総局、中国気象局、農業部、財政部などの副組長を担当する。気候変化対策協調小組弁公室は気候変化に関するCDMなどの政策や基準作りを行う。

CDMプロジェクト審査理事会は、初期審査で合格したCDMプロジェクトの審査をPDD書類で行う。CDMプロジェクトの執行や実施状況を気候変化対策協調小組弁公室に報告する。

図3-4-1 CDMプロジェクト推進フロー(概要)



部門構成は、リーダーが国家発展和改革委員会と科学技術部、副リーダーが外交部と国有資産監督管理委員会が担い、環境に係る国家環境保護総局、中国気象局、財政部、農業部が当たる。

CDMプロジェクト管理機構は、CDMプロジェクトの審査をPDD概要ドラフトで行う。審査は、専門家（清華大学の先生等*）にCDMプロジェクトの日本側事業主体の資金で依頼する。なお、その際の資金の出資分担は中国側パートナーと分担してもかまわないが、あくまでも日本側が提供する形式にする。

また、CDMプロジェクトを実施する地域のその他認可などについて、地域の役所の審査が必要になる。

中国側のパートナーが早く見つければ、審査のための費用と時間がかかると思われるため、中国の専門家とコンタクトをとり、速やかに行動する必要がある。

* 清華大学の先生：劉徳順教授、張茂生教授、劉彬教授など。

第4章 本プロジェクトとその実現可能性

4 - 1 . 半導体工場における代替フロンの大気放出削減量の想定

次の節で算出する事業の採算性の検討のために、前提となる半導体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出した。また、半導体工場から排出される代替フロンの除害装置を設置した場合の排出量についても想定した。

4-1-1.半導体工場のモデル想定

カウンターパートの資料をもとに、次に示す半導体工場のモデルを想定した。なお、半導体企業は、中国政府の考え方（非公式）から、CDM事業の中国側企業を非外資系企業とした。

年間の生産量

年間の生産量は、8インチウェハ換算で360,000枚とした。また、製造設備は3ラインとした。

代替フロンの使用量

年間の代替フロンの種類別使用実績値は、次の通りである。

表4 - 1 - 1 年間の代替フロンガスの使用量

ガ ス	C F ₄	C ₂ F ₆	C ₃ F ₈	C ₄ F ₆	C H F ₃	S F ₆	N F ₃
使用量(kg/年)	260	5,200	0	180	180	1,840	150

代替フロンの排出量

の代替フロンガス使用量から3-3で使用した代替フロンガス排出算出式を使用した。

<代替フロンガス排出算出式>

各ガス排出量

$$= P_i \times 0.9 \times \{ (1 - C_i) \times (1 - A_i \times F_i) \times GWP_i + B_i \times (1 - A_{CF_4} \times F_{i,CF_4}) \times GWP_{CF_4} \}$$

P_i : (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。

C_i : (各ガスの反応消費率) 下表の値を用いる。

A_i : (各ガスの除害効率) 下表の値を用いる。

F_i : (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。

GWP_i : (温暖化係数) 下表の値を用いる。
 B_i : (副生成物の発生率) C₂F₆、C₃F₆、C₄F₆ についてのみ CF₄ が発生するものとする。下表の値を用いる。
 A_{CF₄} : (CF₄ の除害効率) 下表の値を用いる。
 F_{i,CF₄} : (副生成物の発生率) 副生成物 CF₄ 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} : (CF₄ の温暖化係数)

表 4 - 1 - 2 代替フロン の前提条件

	C F ₄	C ₂ F ₆	C ₃ F ₈	C ₄ F ₆	C H F ₃	S F ₆	N F ₃
C _i	0.2	0.3	0.6	0.7	0.7	0.5	0.8
A _i	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B _i	0	0.1	0.2	0.1	0	0	0
GWP _i	5700	11900	8600	10000	12000	22200	10800

注) GWP 値は、2003 年 2 月 WSC ESH-TF (韓国) での決定値。

以上の条件をもとに、半導体製造のモデル工場における代替フロン の排出量を次のように算出した。

したがって、モデル工場における代替フロンガスの総排出量は、約 91,000 千 GWP トとなった。使用量が最も多い C₂ F₆ が全体の 57.5% と最も多く、次いで S F₆ が 36.4% となっており、これら 2 つを合わせると全体の 9 割を超えている。

図 4 - 1 - 1 代替フロン の排出量の構成

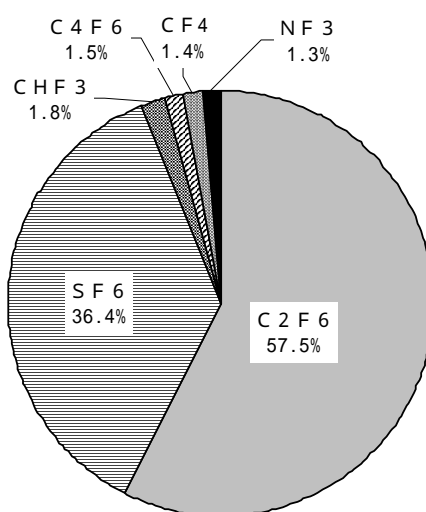


表4 - 1 - 3 モデル工場における代替フロンの排出量

ガ ス	算 出 式	排出量 (GWP 千ト)
C F ₄	$260 \times 0.9 \times \{(1 - 0.2 \times 0.2) \times 5700\}$	1,280
C ₂ F ₆	$5200 \times 0.9 \times \{(1 - 0.3 \times 0.2) \times 11900 + 0.1 \times (1 - 0.9 \times 0.2) \times 5700\}$	52,350
C ₄ F ₆	$180 \times 0.9 \times \{(1 - 0.7 \times 0.2) \times 10000 + 0.1 \times (1 - 0.9 \times 0.2) \times 5700\}$	1,393
C H F ₃	$180 \times 0.9 \times \{(1 - 0.7 \times 0.2) \times 12000\}$	1,672
S F ₆	$1840 \times 0.9 \times \{(1 - 0.5 \times 0.2) \times 22200\}$	33,087
N F ₃	$150 \times 0.9 \times \{(1 - 0.8 \times 0.2) \times 10800\}$	1,225
	合 計	91,007

4-1-2. モデル工場の代替フロンの使用量と排出量の想定

1) 事業採算の考え方

事業採算の検討に際し、次の条件を想定した。

除害装置

除害装置の形式は、比較的管理が容易な燃焼式（燃焼後の冷却に水を使用）とし、燃料にはLPガスを使用することとした。

また、除害装置のランニングコストは、日本の除害装置メーカーのヒアリングにより、次のように設定した。なお、1 US \$ = 100 円で換算した。

- ・LPガス：4,800US \$ / 年
- ・水道：4,800US \$ / 年
- ・電気：2,400US \$ / 年

除害装置の設置台数は、それぞれの半導体生産設備別に設置することとした。ラインによって生產品目が異なることがあること、メンテナンスなどで1ラインのみを停止した場合の除害装置へ流入する排ガスの圧力低下などによる除害処理のばらつきを無くすこと、などを考慮することとした。また、除害装置が不具合になった場合は、他の2台によって処理することが可能であり、事業の継続性、安全性、信頼性の面で除害装置を複数設置する。

したがって、除害装置は3ラインを想定したことから、3台設置する。価格は、設置費用を含めて150,000US \$ / 台、総額450,000US \$ とした。

事業期間

事業期間については、10年間を想定した。

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熟練した人材が必要になる。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。

除害装置については、技術的な面で経験を求めることはない。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が除害装置のメンテナンスも行うこととし、日本から年間12回程度、1名を派遣することとした。

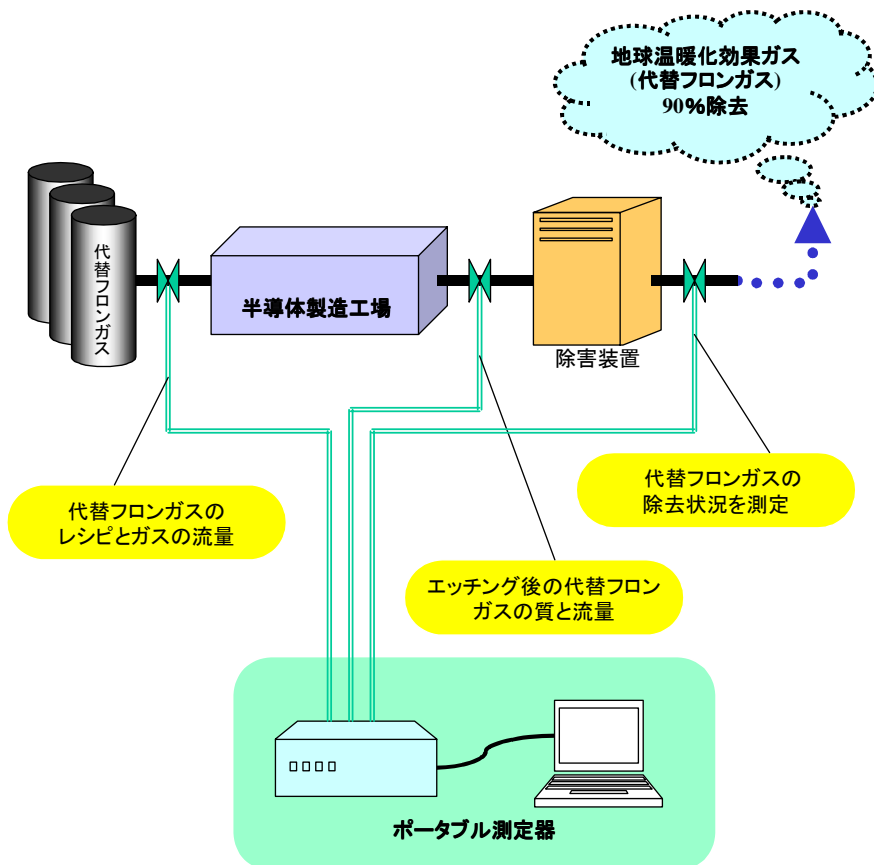
人件費は日本から現地までの交通費などを含め、100,000USD / 年とした。

モニタリング

半導体生産設備から排出される代替フロンガスの量については、除害装置で除害され、無害なガスとして大気中に放出されるが、除害装置の入り口側と出口側の代替フロンガスの量を計測する。(巻末の参考資料を参照)

モニタリングの頻度については、除害装置のメンテナンスを兼ねて年間12回程度とする。また、計測機器については、ポータブル測定器を1台使用することとし、価格は概ね100,000US\$ / 台とした。

図4 - 1 - 2 モニタリングのイメージ



4 - 2 . 事業採算に係るシミュレーション

排出権価格については、中国政府のヒアリングによると、5 \$ / t -CO₂を一つの目安に置いており、2 \$を下回るようなCDMプロジェクトは認められないとしている。このため、次の4ケースを想定した。

ケース 1-1：排出権価格 US \$ 3

ケース 1-2：排出権価格 US \$ 5

ケース 1-3：排出権価格 US \$ 7

ケース 1-4：排出権価格 US \$ 9

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、US \$ 3の場合でも事業期間7年のIRR (Internal Rate Return：内部収益率)が18%となり事業として成立しうる。

ケース 1-1：排出権価格 US \$ 3

- ・事業期間 5年のIRR = 5%
- ・事業期間 7年のIRR = 18%
- ・事業期間 10年のIRR = 24%

ケース 1-2：排出権価格 US \$ 5

- ・事業期間 5年のIRR = 48%
- ・事業期間 7年のIRR = 57%
- ・事業期間 10年のIRR = 60%

ケース 1-3：排出権価格 US \$ 7

- ・事業期間 5年のIRR = 85%
- ・事業期間 7年のIRR = 91%
- ・事業期間 10年のIRR = 93%

ケース 1-4：排出権価格 US \$ 9

- ・事業期間 5年のIRR = 120%
- ・事業期間 7年のIRR = 125%
- ・事業期間 10年のIRR = 125%

【ケース 1-1：排出権価格 US\$ 3】

前 提		
年間削減量(ton	ton/年	91
GWP	na	10,000
CO2換算削減量	ton	91,007
CER価格	USD	3
CER収益	USD	273,021
分担金	USD	5,460
LPガス	USD	4,800
電 気	USD	2,400
水 道	USD	4,800
人件費	USD	100,000
除害装置	USD	450,000
測定器	USD	100,000

年		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
収入			273,021	273,021	273,021	273,021	273,021	273,021	273,021	273,021	273,021	273,021
分担金			5,460	5,460	5,460	5,460	5,460	5,460	5,460	5,460	5,460	5,460
経費	LPガス		4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800
	電 気		2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
	水 道		4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800
	人件費		100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
税引前利益		0	155,561	155,561	155,561	155,561	155,561	155,561	155,561	155,561	155,561	155,561
設備費		-550,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
資金収支		-550,000	155,561	155,561	155,561	155,561	155,561	155,561	155,561	155,561	155,561	155,561

IRR	2年	#NUM!
	5年	5%
	7年	18%
	10年	24%

【ケース 1-2：排出権価格 US\$ 5】

前 提		
年間削減量(ton	ton/年	91
GWP	na	10,000
CO2換算削減量	ton	91,007
CER価格	USD	5
CER収益	USD	455,035
分担金	USD	9,101
LPガス	USD	4,800
電 気	USD	2,400
水 道	USD	4,800
人件費	USD	100,000
除害装置	USD	450,000
測定器	USD	100,000

年		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
収入			455,035	455,035	455,035	455,035	455,035	455,035	455,035	455,035	455,035	455,035
分担金			9,101	9,101	9,101	9,101	9,101	9,101	9,101	9,101	9,101	9,101
経費	LPガス		4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800
	電 気		2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
	水 道		4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800
	人件費		100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
税引前利益		0	333,934	333,934	333,934	333,934	333,934	333,934	333,934	333,934	333,934	333,934
設備費		-550,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
資金収支		-550,000	333,934	333,934	333,934	333,934	333,934	333,934	333,934	333,934	333,934	333,934

IRR	2年	-39%
	5年	48%
	7年	57%
	10年	60%

【ケース 1-3：排出権価格 US\$ 7】

前 提		
年間削減量(ton/年	ton/年	91
GWP	na	10,000
CO2換算削減量	ton	91,007
CER価格	USD	7
CER収益	USD	637,049
分担金	USD	12,741
LPガス	USD	4,800
電 気	USD	2,400
水 道	USD	4,800
人件費	USD	100,000
除害装置	USD	450,000
測定器	USD	100,000

年		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
収入			637,049	637,049	637,049	637,049	637,049	637,049	637,049	637,049	637,049	637,049
分担金			12,741	12,741	12,741	12,741	12,741	12,741	12,741	12,741	12,741	12,741
経費	LPガス		4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800
	電 気		2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
	水 道		4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800
	人件費		100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
税引前利益		0	512,308	512,308	512,308	512,308	512,308	512,308	512,308	512,308	512,308	512,308
設備費		-550,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
資金収支		-550,000	512,308	512,308	512,308	512,308	512,308	512,308	512,308	512,308	512,308	512,308

IRR	2年	-7%
	5年	85%
	7年	91%
	10年	93%

【ケース 1-4：排出権価格 US\$ 9】

前 提		
年間削減量(ton/年	ton/年	91
GWP	na	10,000
CO2換算削減量	ton	91,007
CER価格	USD	9
CER収益	USD	819,063
分担金	USD	16,381
LPガス	USD	4,800
電 気	USD	2,400
水 道	USD	4,800
人件費	USD	100,000
除害装置	USD	450,000
測定器	USD	100,000

年		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
収入			819,063	819,063	819,063	819,063	819,063	819,063	819,063	819,063	819,063	819,063
分担金			16,381	16,381	16,381	16,381	16,381	16,381	16,381	16,381	16,381	16,381
経費	LPガス		4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800
	電 気		2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
	水 道		4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800
	人件費		100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
税引前利益		0	690,682	690,682	690,682	690,682	690,682	690,682	690,682	690,682	690,682	690,682
設備費		-550,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
資金収支		-550,000	690,682	690,682	690,682	690,682	690,682	690,682	690,682	690,682	690,682	690,682

IRR	2年	26%
	5年	120%
	7年	125%
	10年	125%

本事業の内容は、比較的簡素化しているが、除害装置のメンテナンスと測定技術が重要な要素となる。

このため、除害装置のメンテナンス技術、及び測定技術について、緊急時においても即応できる体制が望ましい。現地の技術者を育成する意味から人件費を 200,000USD / 年とした場合の採算性について検討した。

なお、その他の条件は同じとする。

ケース 2-1：排出権価格 US \$ 3

ケース 2-2：排出権価格 US \$ 5

ケース 2-3：排出権価格 US \$ 7

ケース 2-4：排出権価格 US \$ 9

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、US \$ 3 の場合では事業が成立しない。US \$ 5 の場合には期間 5 年の IRR が 25% となり事業として成立しうる。

ケース 2-1：排出権価格 US \$ 3

- ・事業期間 5 年の I R R = -28%
- ・事業期間 7 年の I R R = -13%
- ・事業期間 10 年の I R R = -2%

ケース 2-2：排出権価格 US \$ 5

- ・事業期間 5 年の I R R = 25%
- ・事業期間 7 年の I R R = 36%
- ・事業期間 10 年の I R R = 41%

ケース 2-3：排出権価格 US \$ 7

- ・事業期間 5 年の I R R = 65%
- ・事業期間 7 年の I R R = 72%
- ・事業期間 10 年の I R R = 74%

ケース 2-4：排出権価格 US \$ 9

- ・事業期間 5 年の I R R = 101%
- ・事業期間 7 年の I R R = 106%
- ・事業期間 10 年の I R R = 107%

【ケース 2-1：排出権価格 US\$ 3】

前 提		
年間削減量(ton/年)	91	
GWP	na	10,000
CO2換算削減量	ton	91,007
CER価格	USD	3
CER収益	USD	273,021
分担金	USD	5,460
LPガス	USD	4,800
電 気	USD	2,400
水 道	USD	4,800
人件費	USD	200,000
除害装置	USD	450,000
測定器	USD	100,000

年		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
収入			273,021	273,021	273,021	273,021	273,021	273,021	273,021	273,021	273,021	273,021
分担金			5,460	5,460	5,460	5,460	5,460	5,460	5,460	5,460	5,460	5,460
経費	LPガス		4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800
	電 気		2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
	水 道		4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800
	人件費		200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000
税引前利益		0	55,561	55,561	55,561	55,561	55,561	55,561	55,561	55,561	55,561	55,561
設備費		-550,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
資金収支		-550,000	55,561	55,561	55,561	55,561	55,561	55,561	55,561	55,561	55,561	55,561

IRR	2年	#NUM!
	5年	-28%
	7年	-13%
	10年	-2%

【ケース 2-2：排出権価格 US\$ 5】

前 提		
年間削減量(ton/年)	91	
GWP	na	10,000
CO2換算削減量	ton	91,007
CER価格	USD	5
CER収益	USD	455,035
分担金	USD	9,101
LPガス	USD	4,800
電 気	USD	2,400
水 道	USD	4,800
人件費	USD	200,000
除害装置	USD	450,000
測定器	USD	100,000

年		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
収入			455,035	455,035	455,035	455,035	455,035	455,035	455,035	455,035	455,035	455,035
分担金			9,101	9,101	9,101	9,101	9,101	9,101	9,101	9,101	9,101	9,101
経費	LPガス		4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800
	電 気		2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
	水 道		4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800
	人件費		200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000
税引前利益		0	233,934	233,934	233,934	233,934	233,934	233,934	233,934	233,934	233,934	233,934
設備費		-550,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
資金収支		-550,000	233,934	233,934	233,934	233,934	233,934	233,934	233,934	233,934	233,934	233,934

IRR	2年	#NUM!
	5年	25%
	7年	36%
	10年	41%

【ケース 2-3：排出権価格 US\$ 7】

前 提		
年間削減量(ton/年)	91	
GWP	na	10,000
CO2換算削減量	ton	91,007
CER価格	USD	7
CER収益	USD	637,049
分担金	USD	12,741
LPガス	USD	4,800
電 気	USD	2,400
水 道	USD	4,800
人件費	USD	200,000
除害装置	USD	450,000
測定器	USD	100,000

年		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
収入			637,049	637,049	637,049	637,049	637,049	637,049	637,049	637,049	637,049	637,049
分担金			12,741	12,741	12,741	12,741	12,741	12,741	12,741	12,741	12,741	12,741
経費	LPガス		4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800
	電 気		2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
	水 道		4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800
	人件費		200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000
税引前利益		0	412,308	412,308	412,308	412,308	412,308	412,308	412,308	412,308	412,308	412,308
設備費		-550,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
資金収支		-550,000	412,308	412,308	412,308	412,308	412,308	412,308	412,308	412,308	412,308	412,308

IRR	2年	-25%
	5年	65%
	7年	72%
	10年	74%

【ケース 2-4：排出権価格 US\$ 9】

前 提		
年間削減量(ton/年)	91	
GWP	na	10,000
CO2換算削減量	ton	91,007
CER価格	USD	9
CER収益	USD	819,063
分担金	USD	16,381
LPガス	USD	4,800
電 気	USD	2,400
水 道	USD	4,800
人件費	USD	200,000
除害装置	USD	450,000
測定器	USD	100,000

年		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
収入			819,063	819,063	819,063	819,063	819,063	819,063	819,063	819,063	819,063	819,063
分担金			16,381	16,381	16,381	16,381	16,381	16,381	16,381	16,381	16,381	16,381
経費	LPガス		4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800
	電 気		2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
	水 道		4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800
	人件費		200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000
税引前利益		0	590,682	590,682	590,682	590,682	590,682	590,682	590,682	590,682	590,682	590,682
設備費		-550,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
資金収支		-550,000	590,682	590,682	590,682	590,682	590,682	590,682	590,682	590,682	590,682	590,682

IRR	2年	7%
	5年	101%
	7年	106%
	10年	107%

4 - 3 . C D M事業に向けた留意事項

中国におけるC D M事業を展開するに当たり留意すべき事項について、これまでの検討結果、現地等のヒアリング結果などを踏まえ、次のように整理した。

4-3-1. プロジェクトバウンダリー

当プロジェクトは、半導体製造工場の中でもエッチング及びクリーニング工程を取り込んだ密閉されたチャンバー内であること、除害装置に至るパイプの継ぎ目からの漏れも考えにくいことから、植林などのC D Mプロジェクトと比較して影響を及ぼすことはほとんど無いと考えられる。

4-3-2. プロジェクト活動の追加性・ベースラインシナリオ

除害装置の設置に積極的でない中国企業であっても、一部の外資系企業は若干量の代替フロンを除害している模様である。

このため、ベースラインの設定については中国の半導体業界全体の動向をまず調査し全体像を掴んだ上で検討する必要がある。

なお、日・韓・台・欧・米の半導体協会は、1995～1998年を基準年として、2010年に少なくとも10%削減することを、2002年のW S C (World Semiconductor Council : 世界半導体会議)の場で確約した。

中国のC S I A (China Semiconductor Industry Association : 中国半導体工業協会)は、W S Cへの参加について検討していることからP F Cの排出規制を中国国内に導入する可能性がある。今後、C S I Aの参加が実現されると、業界主導のトップダウンアプローチとしてベースラインを設定できると考えられる。

ベースラインの設定のアプローチは、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を破壊した量で定義される。

4-3-3. プロジェクト期間、クレジット獲得期間

半導体関連技術の進歩により、京都議定書に定められたP F C、S F₆が半導体工程において、10年後以降には新しいガスに取って替わる可能性があるため、プロジェクト期間は概ね10年間とした。

ただし、外資系半導体工場を除く中国国内の半導体工場は、日本などから輸入された一世代前(6インチ)の製造装置によって生産されているのが実態である。このため、将来において現在日本などで使用されている半導体製造装置(8インチ)が中国国内で再度使用されることもあり得る。

したがって、クレジット獲得期間については、当面10年間とするが、中国の半導体生産の動向、さらには半導体製造装置が日本などから中国へ移行する状況などを再度精査し

た上で、クレジット獲得期間を決める必要がある。

4-3-4. リークージ

当プロジェクトの場合は、密閉されたチャンバー内から使用済み代替フロンガスをパイプで除害装置に導き、無害化するため、半導体工場外への放出はほとんど無いものと考えられる。

ただし、除害装置の方式の中には、プロパンガスなどの燃焼ガスの放出があるが、量は極めて少ないものと考えられる。

4-3-5. モニタリング手法/計画の概要

半導体製造工程の中で、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把握するためには、測定するデータ等を把握する必要がある。主なものとしては、次の情報収集が必要である。

半導体プロセス装置情報

ガスレシピ情報

排ガス情報

除害装置情報

測定データ

この為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、またこれを管理する。

半導体会社で使用する代替フロンガスの測定方法としては、インテルプロトコルをベースとした簡易測定法があるが、これら手法をベースとして、半導体会社が簡易測定方法を開発しているのでこれを利用する。

* その他のデータ等

除害装置に必要な電力、およびLPガス等についてもモニタリング体制の構築を検討する必要がある。除害装置は流入するガス圧により仕様が決定される。したがって、除害装置の処理量によって、除害装置自体の消費エネルギー量が把握できるが、排出ガスの圧力が企業のガスレシピや製造機器の性能などで格差が広がる。

これらの体制作りには現地半導体製造会社との調整、除害装置会社からの協力が必要で、今後具体化に向け検討する必要がある。

第5章 本プロジェクト実施に向けた課題

5 - 1 . ハード面の課題

5-1-1. 中古半導体製造装置

近年、中国における企業が独自に半導体生産を手がけるようになってきた。このような企業の技術レベルは、半導体製造先進国の技術レベルの一世代から二世代前の段階(5～6インチレベル)といわれており、それでも国内需要を満たすのに十分な製品が生産されている。

さらには、日本をはじめ半導体製造先進国で不用となった中古の製造設備を輸入して生産している。日本においても、中古半導体製造設備の輸出では中国向けが最近拡大している。因みに、今年度から中国向け中古半導体設備の輸出量の実態調査を始めた業界団体もある。

このような状況において、地球温暖化効果ガスを排出する製造装置の国外持ち出しを業界が自主的に規制する手だてが必要である。

世界半導体会議においては、温暖化効果ガス排出抑制を業界団体が自主規制で努力している。例えば、中古半導体製造設備の中でチャンバーの部分の再使用については、除害装置設置を義務付けることも必要と思われる。

5-1-2. 代替フロン類の除害装置の導入普及

中国国内では、代替フロン類の除害装置の普及はまだ低く、台湾資本の半導体工場の一部に日本製の除害装置を導入している事例がみられる程度である。

このような除害装置を導入している工場においては、その除害効果を把握せずに使用していたり、さらには除害装置の不具合に対する処置を怠っていたりするケースもあるといわれている。

日本では除害装置の製造販売を専門業とする企業が少なく、基本的には単純な構造であることから、電気機械製造業や特殊ガス製造業などが参入しているケースが多い。

今後、中国国内において、温暖化効果ガス排出抑制に向けた関心の高まりによって、除害装置の導入が進むことになり、中国国内での除害装置の製造販売が不可欠となる。

したがって、中国では未だこの分野の需要が無いことから、日本からの技術・ノウハウを移転できる手だてが必要と思われる。

5 - 2 . ソフト面の課題

5-2-1. キャパシティビルディング

中国は、温室効果ガス排出の監視体制が未だ確立されていない。また、国家環境保護総局においても二酸化炭素排出量について把握しつつある状況にある。このような状況において、CDMプロジェクトを支援する政府としては、国内における温室効果ガスを排出する産業の実態を把握する必要がある。

中国の産業界においても、温室効果ガス排出に対する意識は極めて低く、上海市及び周辺地域に集積する半導体企業では、外資系企業も含め、その意識は低い。さらには、企業内、工場内に環境関連を担当する部署が無いことから、意識の低さが伺える。

今後は、CDM事業を実施する以前に、キャパシティビルディングの実施が重要と思われる。

半導体工場が集積する上海市とその周辺都市における半導体工場の企業に対しては、地球温暖化対策に対する意識が極めて低い点から、是非実施する必要がある。

上海市には半導体工場の集積が高いことから、「上海集成电路協会」が設立され、半導体企業間の情報交流の機能を持っているため、当協会を中核にして各企業への地球温暖化対策の指導・助言など、啓発活動を展開する必要がある。

5-2-2. 除害装置、測定ノウハウの技術移転

使用済み代替フロンガスを処理する除害装置の管理技術と除害効果を測定する測定技術の2点である。

除害装置は、その構造から燃焼方式、熱分解方式、触媒方式に大別されるが、いずれも装置の定期的な点検・整備が必要になるため、各方式に精通する人材育成が必要である。

除害装置は比較的簡単な構造であることから、中国においても日本からの技術移転による製造の可能性が考えられ、公害防止機器分野の技術育成に寄与できるものと考えられる。

測定技術については、測定機器の専門の技術者による扱いやノウハウが必要になるが、時間をかけることで、技術移転は十分にあり得るものと考えられる。

5-2-3. 当該プロジェクトの実現に向けた課題

外資系半導体工場における代替フロンガス除害装置設置については、概ね理解されるものと考えられるが、中国政府はCDMプロジェクトに参画できるのは外資系企業を除く中国国内の企業を対象としている。

外資系企業以外の半導体工場については、半導体製造装置自体について日本などの中古装置を導入しているため、代替フロンガスの使用量、あるいは半導体の生産量の統計資料の把握が極めて困難である。

このため、半導体工場を含め、温暖化効果ガスを多く排出している中国国内の企業の実態を把握するとともに、それぞれの工場から排出されるガスの種類、排出量などを把握することが必要である。

5-2-4. 実施体制の検討

当事業の円滑な実施に向けて、二酸化炭素排出権獲得を目的とする日本側の民間資金によるファンドの組成を想定しているが、わが国と中国における法的、税制などにおける問題点の摘出とそれをクリアするための調査検討が必要である。

参 考 资 料

P F C ガス測定に関するガイドライン

* 「2002年PFC排出削減技術調査結果報告書」 平成15年6月 社団法人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 PFC排出削減・測定WG より抜粋

1. 目的

各社においてPFC排出量の把握をする上で、各種プロセス装置/除害装置のPFCガス分解率/副生成ガス生成率のデータを円滑に取得するためのPFC計測に関するガイドラインである。

2. 適用範囲

PFCガスを使用する半導体製造装置、及び半導体製造装置に付属するPFCガス分解装置(以下、除害装置)のPFC反応効率&副生成物計測と除害効率設定に適用する。

- 1) 各プロセス装置のPFC反応効率&副生成率を求める場合の測定対象の分類・測定頻度
- 2) IPCCの排出量集計方法において、除害装置の維持管理のための測定頻度、実測値を使用可能となった場合の測定頻度及び除害率の取り扱い

2.1 プロセス装置について

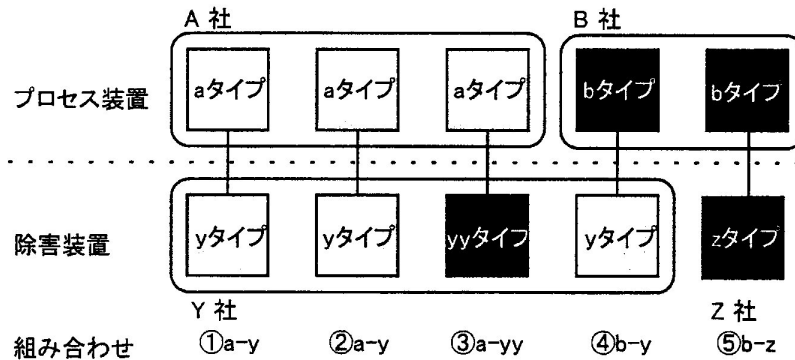
- 1) 反応効率はプロセス装置に投入及び排出されたPFCガス量の比較で求める。
- 2) 装置で使用される各ガスの中心的な分解率を示すレシピ1つを測定する。
- 3) 1つのレシピですべてのPFCガスを計測できない場合は複数のレシピについて測定する。例えば、PFCガスA,B,Cを使用するプロセス装置があった場合で、レシピ1はPFCガスA,Bを使用し、レシピ2はPFCガスCを使用する場合はレシピ1,2の両方を計測すること。
- 4) 装置型式が同じ場合や、プロセス性能に関わる装置仕様が同じ場合は、装置間で同等のガス分解性能が得られるため、装置間で反応効率等の値を代用可とする。

2.2 除害装置について

- 1) 除害効率は除害装置に投入及び排出されたPFCガス量の比較で求める。
- 2) 接続されるプロセス装置の性能に関わる装置仕様が同じ場合で、除害装置の分解性能に関わる装置仕様が同じ場合は、装置間で同等のガス分解性能が得られるため、装置間で除害効率等の値を代用可とする。
- 3) 除害装置は温度や添加ガスなどの違いで分解性能が大きく変化することから、これらが異なる場合は同型式であっても個別に測定する。つまり、プロセス装置と除害装置の組合せ*が同じ場合は、除害効率等の値を代用可とする。複数のプロセス装

置(チャンバー)に除害装置が接続されている場合の測定は、4.3.2 で詳細を記述する。

例*)



組合せ ①と組合せ ②はプロセス装置と除害装置のタイプが同いため、どちらか一方を測定し、値は両者に利用できる。しかし、組合せ ③の除害装置メーカーは同一だがタイプが異なるため、別途計測が必要である。組合せ ④の除害装置はY社のyタイプで同一だが、プロセス装置が異なることから別途測定が必要である。

この例では最終的には or ①と ②の合計4つの組合せについて、測定が必要である。

2.3 測定頻度について

各種装置の測定頻度と、除害効率の取り扱いに関するガイドラインである。

測定対象は少なくとも2.1, 2.2で示すようなモデルに対し測定する。

2.3.1 定期的な測定

1) プロセス装置について

プロセス装置は経年変化に対して比較的安定した性能を維持すると考えられるため、反応効率及び副生成率を把握するためにも1回測定する。

分解率に実測値を用いる場合、2回/年以上測定する。ただし、メンテナンス前後を含む分解率の変動要因とその変動範囲を把握した場合は、測定回数を削減できる。

2) 除害装置について

除害装置の維持管理のため、1回/年以上測定する。除害性能がIPCCの排出量計算で用いられるデフォルト値以上であることを確認すること。デフォルト値未満であれば分解率の改善努力を行い十分な除害能力を確保するように努める。尚、副生成ガスの生成率についても、デフォルト値を目安に削減努力をする。

分解率に実測値を用いる場合、除害効率の変動を把握するために、上記1)同様2回/年以上測定する。ただし、メンテナンス前後を含む分解率の変動要因とその変動範囲を把握した場合は、測定回数を1回/年まで削減できる。

2.3.2 不定期的な測定

反応効率及び除害効率等の著しい低下が予測されるような装置変化時には測定する。

例) プロセスレシピ変更時(ガス変更など)

分解率の変化が予想されるプロセス装置・除害装置の改造時

分解率の変化が予想されるメンテナンス時(メンテナンス前後)

等

3. 測定データの管理

社内における測定データの管理上必要な情報を記録する。今後、データを公開する場合は、装置、レシピ情報等を含む機密事項を伏せた形で実施する。

3.1 使用測定器の情報

FT-IRをはじめとするガス計測器

メーカー 型式 FT-IRの場合セル長など

データの解析条件など。

3.2 装置構成及び測定条件の情報

1) 装置情報

測定日、測定対象装置の装置名称(装置 NO.)、測定対象装置の設置工場(ライン名)

製造会社、プロセス名称

測定器情報、測定者、その他

2) レシピ情報

レシピ名称、使用ガス・流量と時間、RF パワー、圧力、枚葉・バッチ式(枚数)

多ステップレシピは各ステップの情報を記録

3) 排ガス情報

各ガスの投入/排出量と分解率、PFC 総分解率、マスバランス

4) 除害装置情報

装置名称(装置 NO.)、製造会社、除害方式など

5) 測定データ

データの信憑性を示す必要性が生じた場合を想定して、5.2 で説明するキャリブレーションカーブと排ガス測定データのチャート及び測定データを管理する。

4. 測定手順

計測は FT-IR や QMS などの一般的に認められた手法を用いるものとする。ここでは、現場における測定手順と測定対象毎の注意点を記述する。

また、新たな測定手法が提案された場合、その手法による測定精度を十分確認した上で使用すること。例えば ND-IR はある波長領域の吸収を検出するため、吸収ピークの干渉を考慮した上での検討が必要である。

4.1 測定方法

基本的に [Equipment Environmental Characterization Guidelines (通称：インテルプロトコル)] に順ずるものとする。但し、より簡易に計測するため、[Equipment Environmental Characterization Guideline を補完する FT-IR を用いた PFC の簡易計測方法 (通称：エプソンメソッド) *1] により、測定を補うものとする。

*1_PFC 類に特化した FT-IR の簡易測定方法の詳細を記載した。

4.2 校正の確認

対象装置で使用可能な PFC ガスを用いてキャリブレーションカーブを取得する。(インテルプロトコル・エプソンメソッド参照) その結果を基に正しく測定された状態かどうかを確認する。対象とするガス量に対し適切な濃度範囲に収まっていない場合、希釈量の変更やセル長の変更等で測定可能な範囲にシフトさせ、再度キャリブレーションカーブを確認する。

4.3 測定フローと測定データの確静

計測は、インテルプロトコルに準ずる。基本的に FT-IR を用いての計測、分解率等を算出、マスバランスが 90% 以上であることを確認する。マスバランスが 90% 未満であった場合、別途理由を検討すること。原因調査には QMS 等の計測データによる追加調査を推奨する。マスバランスが 90% 未満である原因として対象成分のチャンバー内への堆積、FT-IR で検出できない成分として排出、溶媒などへの溶け込みなどが主な原因として挙げられる。(マスバランスの合いにくいガスとして C_4F_8 、 NF_3 等が既に公表されている)

FT-IR と QMS を用いた場合の測定のフローを図 1 に紹介する。マスバランスを追求する場合実線のフローに従い QMS を併用する。

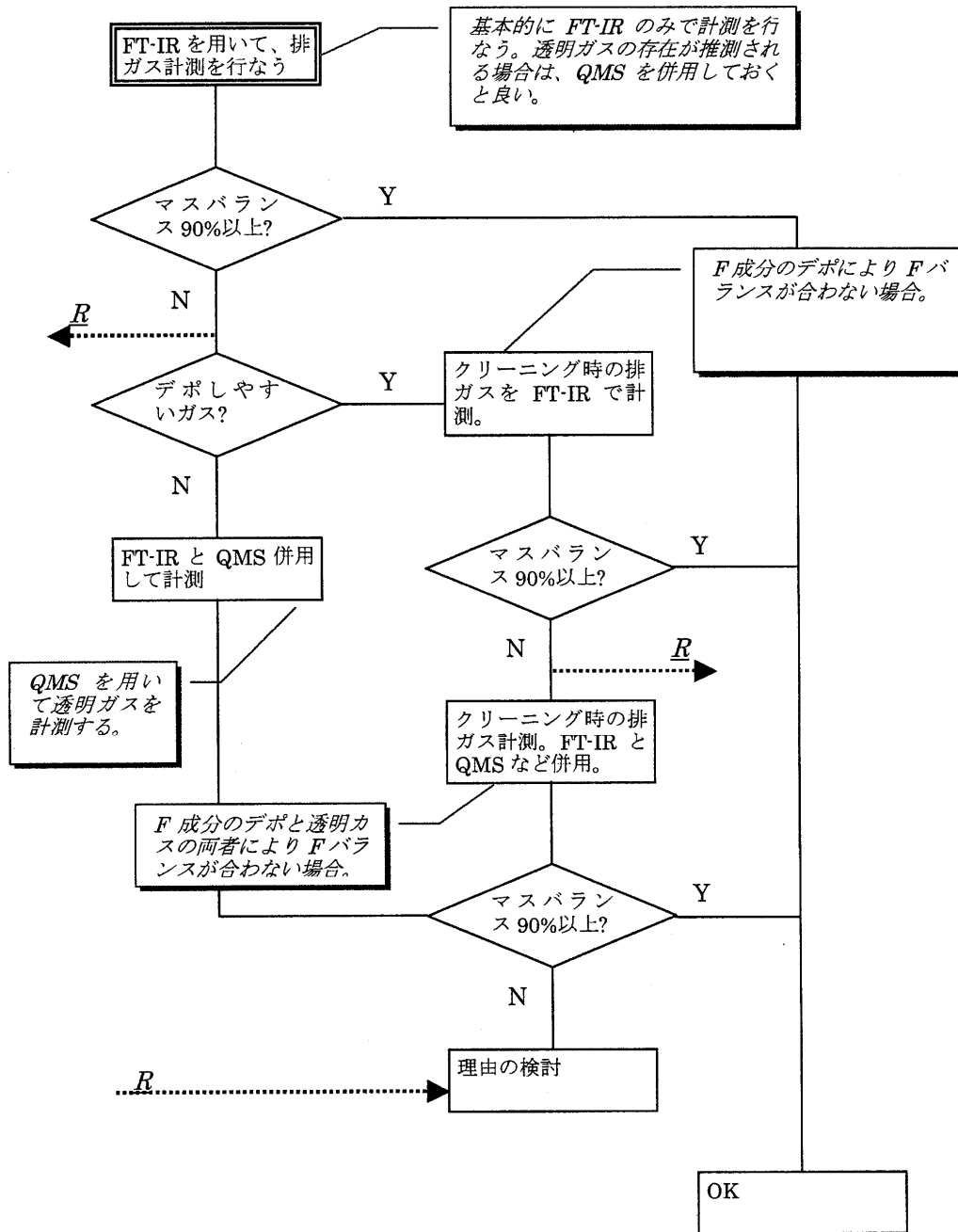


図1 測定時のフロー図

※透明ガス：FT-IR で検出できないガスとして表現しています。

		プロセス装置	除害装置
分解率として Tier2C に規定されている数値を使う場合(装置の能力確、管理)	頻度	1回以上	1回/年以上
	理由	・プロセス装置の場合、分解率に関わる変動は小さい為、一度の計測で確認が可能である。	・配管詰まりや触媒、薬剤などの劣化要因が考えられる為、除害装置の維持管理の上で1回/年以上の確認を行なう必要がある。
分解率として実測値を用いる場合	頻度	2回/年以上(削減可)	2回/年以上(削減可)
	理由	・2回/年以上の測定で実際の分解率の変動を証明する上で2回/年以上の測定を目安に実施する。 ・ただし、分解率の変動要因を把握し、分解率の変動範囲を確認した場合は測定回数を削減できる。	・配管詰まりや触媒、薬剤などの劣化要因で、分解率の変動があるため、2回/年以上の確認を必要とする。 ・ただし、分解率の変動要因を把握し、分解率の変動範囲を確認した場合は測定回数を削減できる。

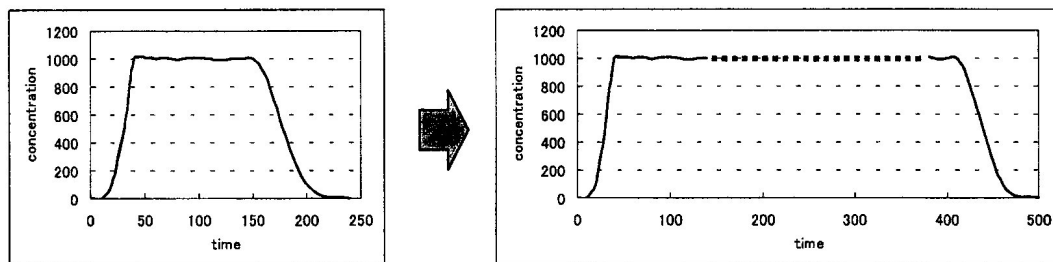
FT-IR による計測が不可能なガス類は QMS・GC-MS などの計測器で併用することが望ましい。また、マスバランスが合わない場合別途理由を検討する。

吸着式などの除害装置の場合、マスバランスが合わない可能性が高く、別途検討が必要である。

4.3.1 プロセス装置

CVD のクリーニングでは成膜の有無で、PFC ガスの分解率、副生成ガスの生成率に影響を及ぼすため、実際の運用状況に準じた成膜後のクリーニングを推奨する。

バッチ式 CVD のクリーニングの場合、クリーニング時間が長時間にわたる。そのため、投入 PFC 量計測時に、未処理 PFC ガスを長時間に渡り排出しつづけることになる。従って、時間を短縮して計測、前後の平均から安定領域のデータを補って、短縮時間分を補うことで投入 PFC 量を求めることも可能である。



4.3.2 除害装置

複数のプロセス装置(チャンバー)に対し、除害装置が接続されているような場合、除害対象ガスの最大流量における(除害装置への負荷が最大となる条件の)除害効率を確認すること。測定方法の一例として、複数の装置(チャンバー)を同時にコントロールできない場合などは、最大負荷時の再現を行うことで、確認することも可能である。この場合、ドライポンプの希釈 N_2 や除害対象ガス等の流量を最大負荷時に合わせ込むなどの注意が必要である。

(1) プラズマ式

プラズマ除害装置の ON-OFF でガス量を比較し、除害効率を求める。

H_2O 添加の場合、FT-IR の検出波形で水のスペクトルが非常に強くなるため、水の波形を差し引くことが望ましい。特に、水のピークと重なるガスについては十分な配慮が必要である

(2) 燃焼式、触媒式

A または B の方法により計測する。

A: 除害装置の燃焼・加熱の有無でガス量を比較し、除害効率を求める。添加ガス量やその反応ガスによる希釈分の検討を要する。

B: 除害装置の前後でガス量を比較し、除害効率を求める。除害装置による希釈量を検討する。(TI 値と除害効率は区別必要)

水スクラバーを設置しているタイプが多いので、FT-IR の検出波形で水の波形を差し引くことが望ましい。特に、水のピークと重なるガスについては上記プラズマ式と同様の配慮が必要である。

(3) 薬剤式など

除害装置の前後でガス量を比較し、除害効率(吸着率)を求める。マスバランスが合わない場合、物理吸着と化学吸着の両者が考えられるので、別途検討する。

4.4 FT1R の測定・解析の詳細参考

1_[Equipment Environmental Characterization Guidelines]

(通称:インテルプロトコル)

2_「Equipment Environmental Characterization Guideline を補完する FT-IR を用いた PFC の簡易計測方法(通称:エプソンメソッド)」

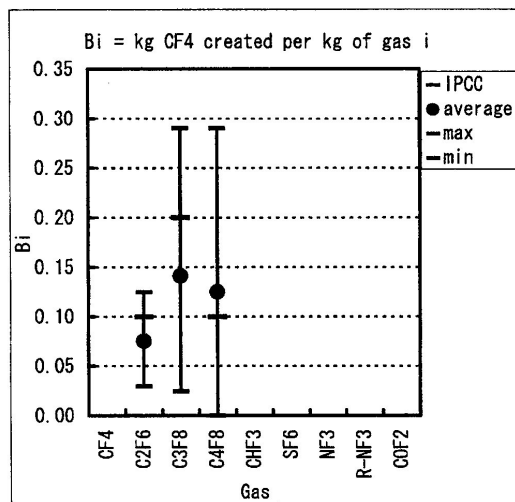
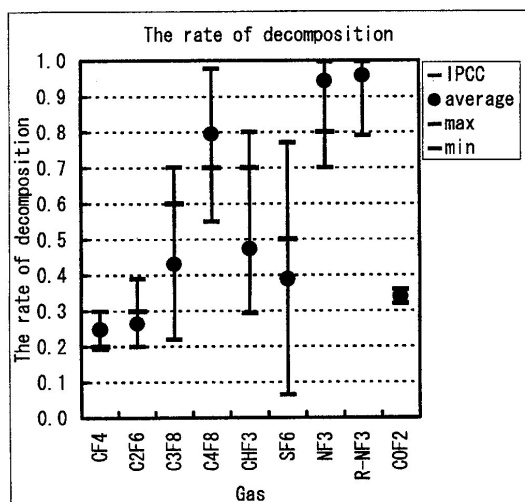
集計データまとめ

測定のガイドラインに従って、各社から収集したデータを元に各ガスの分解率、除害率を一覧にしたデータを紹介します。

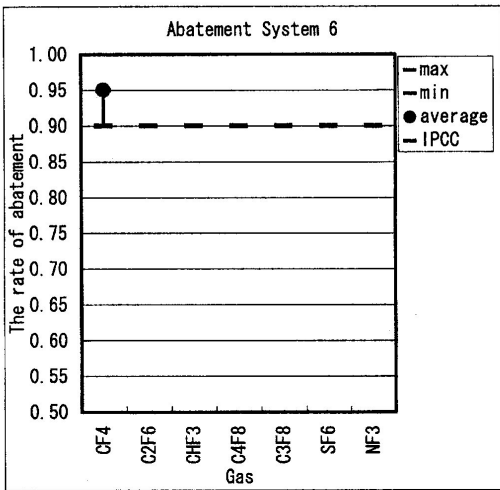
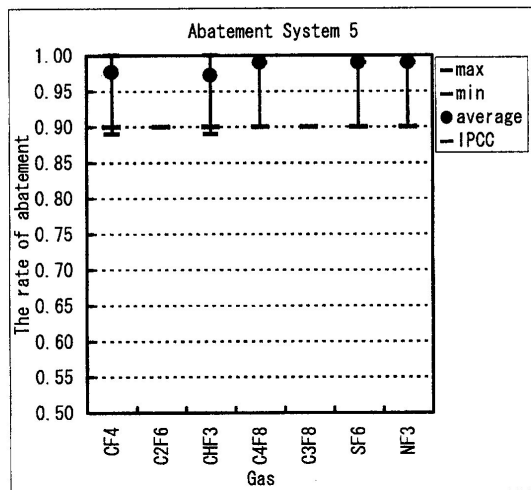
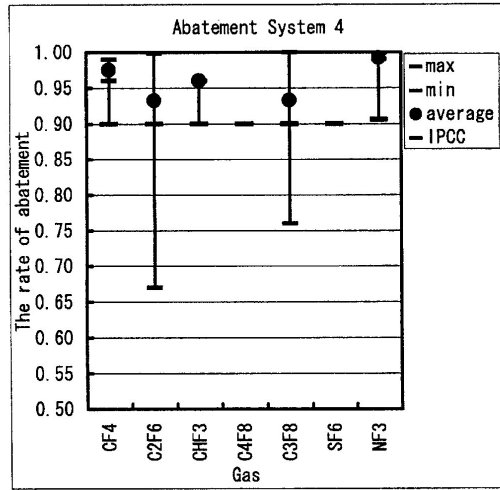
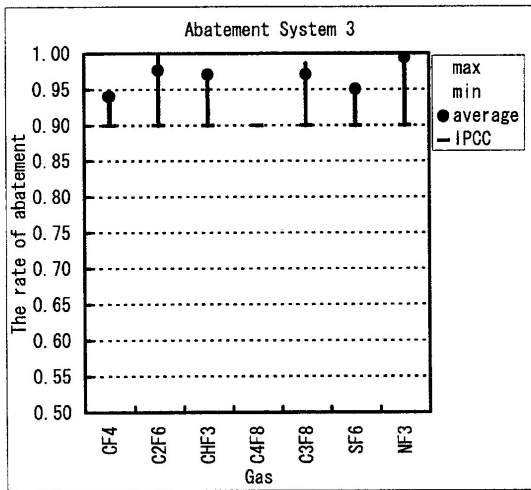
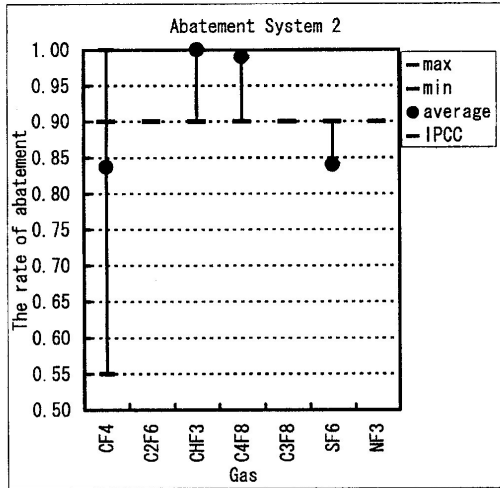
DEFAULT EMISSION FACTORS STUDY

30/01/2003 JEITA

		CF ₄	C ₂ F ₆	C ₃ F ₈	C ₄ F ₈	CHF ₃	SF ₆	NF ₃	R-NF ₃	COF ₂	F ₂
C	IPCC	0.20	0.30	0.60	0.70	0.70	0.50	0.80			
	average	0.249	0.264	0.430	0.794	0.474	0.390	0.941	0.957	0.340	
	max	0.300	0.390	0.701	0.977	0.800	0.770	0.996	0.996	0.360	
	min	0.193	0.200	0.220	0.550	0.294	0.065	0.700	0.790	0.320	
B	IPCC		0.10	0.20	0.10						
	average		0.075	0.141	0.125						
	max		0.125	0.290	0.290						
	min		0.030	0.025	0.000						
A	N02 Plasma	IPCC	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90		
		average	0.837			0.990	1.000	0.840	0.950		
		max	1.000			0.990	1.000	0.840	0.950		
		min	0.550			0.990	1.000	0.840	0.950		
	N03 Heater	average	0.940	0.976	0.971		0.970	0.950	0.994		
		max	0.940	0.998	0.986		0.970	0.950	1.000		
		min	0.940	0.900	0.960		0.970	0.950	0.990		
	N04 Combustion	average	0.975	0.932	0.933		0.960		0.992		
		max	0.990	0.998	1.000		0.960		0.999		
		min	0.960	0.670	0.760		0.960		0.990		
	N05 Catalytic	average	0.977			0.990	0.972	0.990	0.990		
		max	1.000			0.990	1.000	0.990	0.990		
		min	0.890			0.990	0.890	0.990	0.990		
	N06 Chemical adsorption	average	0.950								
		max	0.950								
		min	0.950								
	N07 Water scrubber	average	0.950								1.000
		max	0.950								1.000
		min	0.950								1.000



nothing
plasma
heater
combustion
catalytic
chemical adsorption
others



集計表(記入例)

Attachment 1 Processor datasheet

General information		File No.	010621_1(e.g.)		<File name of data measured		
		Date	01.06.21		<Date of measurement		
	Measured equipment information		Process name	OX-ET		<Name of process	
			Equipment name			<Equipment name/information	
			Line name				
			Manufacturer				
		Number of units					
	Measuring device		Measuring device name	FT-IR Model XX			
			Manufacturer	Z Co.			
			Measured by	Matsu chan			
		Other (cell length, etc.)					
	Total amount of diluted gas (slm)	15			<Purged N2 from the dry pump, Air, added gases etc.		
Recipe information		Process recipe name	step1	step2			
	Process gas	Flow (sccm)	CF4				
			C2F6	10			
			C3F8		20		
			CHF3				
			C4F8				
			SF6				
			NF3				
		Process step					
		Time (sec)	100	30			
	RF Power (W)	800	800				
	CH Press	100mTorr	100mTorr				
	Wafer-rod/batch (no.)						
Gas output information (per wafer)	Input/output gas (per wafer)	CF4	input (cc)			<Amount of gas input	
			output (cc)			<Amount of gas output	
			efficiency (%)			<Decomposition rate	
		C2F6	input (cc)	100,000			
			output (cc)	80,000			
			efficiency (%)	20.0%			
		C3F8	input (cc)				
			output (cc)				
			efficiency (%)				
		CHF3	input (cc)		33,000		
			output (cc)		8,000		
			efficiency (%)		75.8%		
		C4F8	input (cc)				
			output (cc)				
	efficiency (%)						
	SF6	input (cc)					
		output (cc)					
		efficiency (%)					
	NF3	input (cc)					
		output (cc)					
		efficiency (%)					
	Byproduct gas (per wafer)	C2F4	cc				<Gas byproduct
		COF2	cc				
		OF2	cc				
		HF	cc				
		SOF2	cc				
		SO2F2	cc				
SOF4		cc					
CO		cc					
CO2		cc					
SiF4		cc					
NO		cc					
NO2		cc					
N2O		cc					
others	cc						
others	cc	10,000	300		<CF4 occurring as byproduct		
CF4	g						
Object gas	C2F6						
index of formation (in weight)	10%	1%			<Ratio of byproduct to input		
Mass balance	F	input	600,000			<Input F value	
		output	560,000			<Output F value	
		balance (%)	93.3%			<F balance	
C	input					<Input C value	
	output					<Output C value	
	balance (%)					<C balance	

Attachment 1 Processor chart

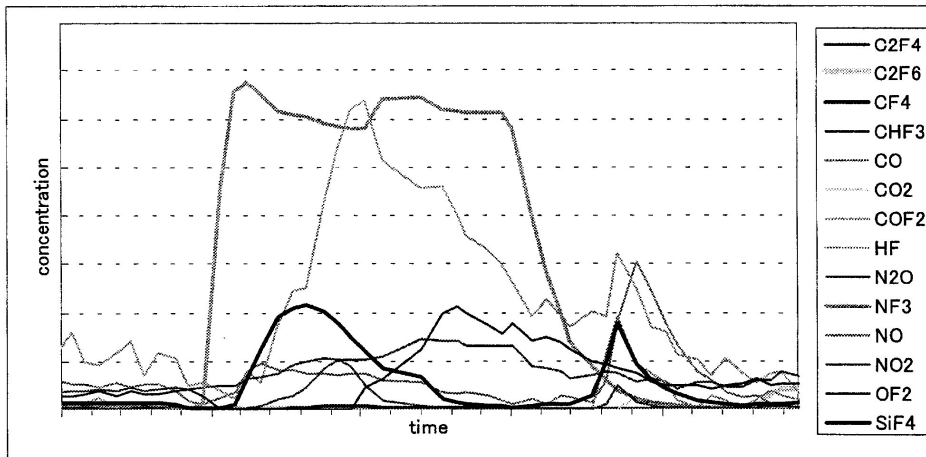
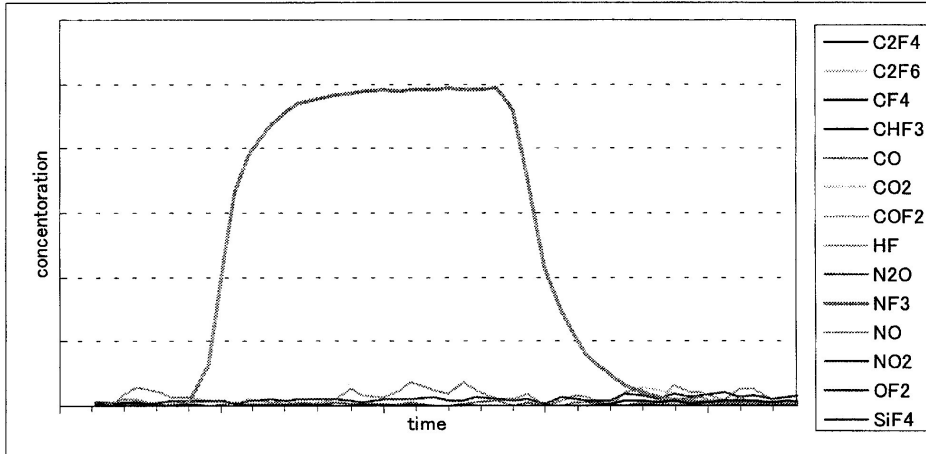
FT-IR time chart (Processor data)

Show the figure comparing the data of RF-ON & RF-OFF

E_Plant **CVD (example)

above : RF-OFF

below : RF-ON



Comment

Attachment 2 Gas abatement system datasheet

General information			File No.	010621_1(e.g.)		<File name of data measured	
			Date	01.06.21		<Date of measurement	
		Equipment information (if multiple CH are connected, give information on each)*	Process name	OX-ET		<Name of process	
			Equipment name			<Equipment name/information	
			Line name				
			Manufacturer				
			Number of units				
		PFC abatement system	Equipment name, info.			<Abatement system name	
			Abating type	Combustion		<Combustion, catalytic, heater,	
			Manufacturer	Y Co.			
			Combination information	Connected to processor A		<Information on processors and decomposers in system	
			No. of combinations	5			
			Date of maintenance	010621			
		Measuring device	Period of measurement in the maintenance cycle			<before or after maintenance, middle of the term (before, after, middle)	
			Measuring device name	FT-IR Model XX			
	Manufacturer		Z Co.				
	Measured by		Jones				
	Other (cell length, etc.)						
	Total amount of diluted gas (slm)		1000		<Dry pump purge N2, Air, added gases etc.		
Recipe information	Process gas	Flow (sccm)	Process recipe name				
			CF4				
			C2F6	10			
			C3F8				
			CHF3				
			C4F8				
			SF6				
			NF3				
			Process step				
			Time (sec)	100			
RF Power (W)	800						
CH Press	100mTorr						
Wafer-fed/batch (no.)							
Gas output information (per wafer)	Input/output gas (per wafer)	CF4	input (cc)			<Amount of gas input	
			output (cc)			<Amount of gas output	
			efficiency (%)			<Decomposition rate	
		C2F6	input (cc)	100,000			
			output (cc)	80,000			
			efficiency (%)	20.0%			
		C3F8	input (cc)				
			output (cc)				
			efficiency (%)				
		CHF3	input (cc)				
			output (cc)				
			efficiency (%)				
		C4F8	input (cc)				
			output (cc)				
			efficiency (%)				
		SF6	input (cc)				
			output (cc)				
			efficiency (%)				
	NF3	input (cc)					
		output (cc)					
		efficiency (%)					
	Byproduct gas (per wafer)		C2F4	cc			<Gas byproduct
			COF2	cc			
			OF2	cc			
			HF	cc			
			SOF2	cc			
			SO2F2	cc			
			SOF4	cc			
			CO	cc			
			CO2	cc			
			SiF4	cc			
			NO	cc			
			NO2	cc			
			N2O	cc			
			others	cc			
others			cc				
CF4			cc	10,000	300	<CF4 occurring as byproduct	
Mass balance			F	Object gas	C2F6		
	index of formation (in weight)	10%			#DIV/0!	<Ratio of byproduct to input	
	input	600,000				<Input F value	
C	output	560,000			<Output F value		
	balance (%)	93.3%			<F balance		
	input				<Input C value		
output				<Output C value			
balance (%)				<C balance			

* Write the equipment information in order to link processors data to abatements data

Attachment 2 Abatement chart

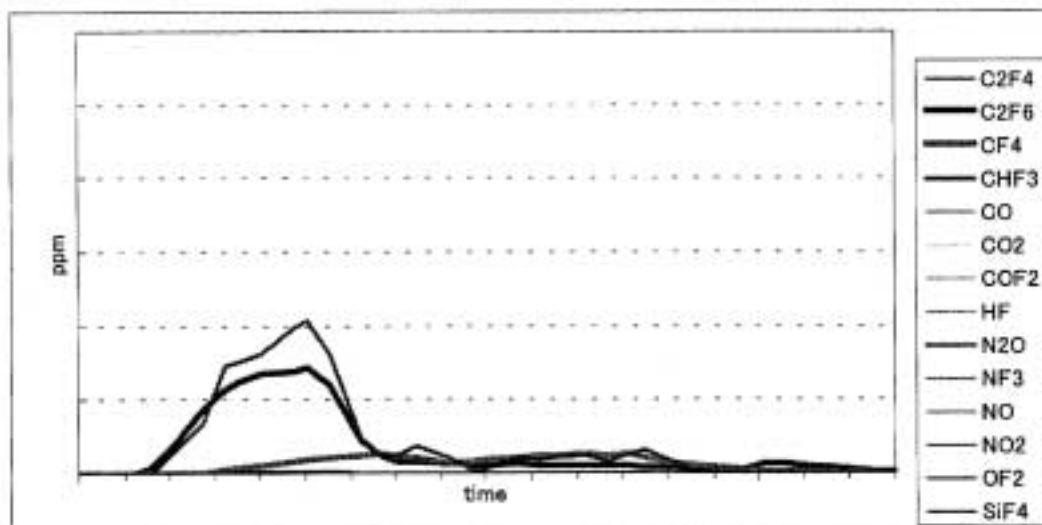
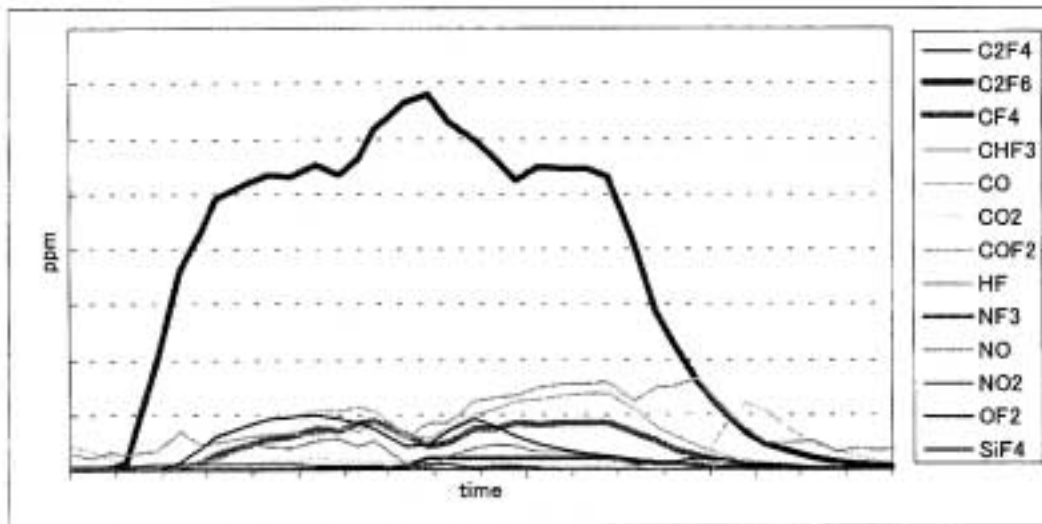
FT-IR time chart (Abatement data)

Show the figure comparing the data of before & after abating

E_Plant **CVD (example)

above : before abatement

below : after abatement



Comment

CVDクリーニング、C2F6/*socm 除害後の測定。

中国半導体企業の環境対応について

日 時：2003年9月4日 13時～15時

場 所：上海市浦東新区長江ハイテクパーク内 ACT office

出席者：

(株)堀場製作所

- ・営業本部半導体システム営業部 営業チーム マネージャー 岸 宏行 氏
- ・上海代表処 Shao Qijun 氏

ACT (Astro Clean Technology Corporation)

- ・Manager Robert Qu 氏

面接者：

(株)日商岩井総合研究所

- ・主任研究員 松尾篤憲

CDMについての説明 【日商総研よりCDMプレゼン資料をもとに概要説明】

半導体製造企業の環境への認識について 【Robert Qu 氏】

- ・台湾系企業の場合は、ISO14001の認定を受けている工場では代替フロンガスの除害装置を設置しているケースもある。
- ・設置している工場では、代替フロンガスが従業員に対し健康上、有害であるとの認識にたって設置している。
- ・代替フロンガスが二酸化炭素排出の根元となっていることは、全く認識されていない。
- ・しかも、企業組織として環境対策を講じる部署自体が存在しないのが現状である。
- ・ただし、上記のように除害装置を設置している工場は、個人的に環境に対する意識がある人間が居るため、その人が台湾へ戻ると工場自体の環境対策は皆無となる。
- ・したがって、代替フロンガスを対象とするCDM事業については、工場側は全く理解できないとみられる。

- ・中国政府としては、ハイテク産業の生産量の需要に対して、出来る限り自国で賄うことを最優先にする考えでいる。
- ・半導体(ICウエハー)の場合は、2005年で500億枚の需要に対し、国内での供給量は200億枚と言われており、携帯電話や家電製品などに装着する半導体は供給不足になることは確実である。
- ・このため、目標とする生産量(200億枚)を確保することが優先され、環境に配慮した生産は到底考えられない。
- ・中国政府は環境対策に関心はないわけではなく、現在、国民の日常生活で最も身近な自動車の排気ガス対策に力を入れているため、代替フロンガス対策までには考えが及ばないとみられる。

- ・特に、代替フロンガスは特定の工場に限られていること、自動車の排気ガスや工場の煙突からの煙は目に見えるのに対し、代替フロンガスは見えないことが起因している。
- ・半導体工場に対する除害装置を始めとする関連機器の売り込みは、台湾企業の方が引き合いとして大きい。中国系の企業は生産量を如何に高め、かつ価格を低く抑えるかが第一に考えている。
- ・台湾系で除害装置を設置している工場でも、実際に装置が機能しているかは、疑問である。除害装置の維持管理に費用がかかることもあって実態としては装置のスイッチを切っているケースもあると考えられる。

代替フロンガスの除害装置を設置した企業(工場)【Robert Qu 氏、岸 宏行 氏】

- ・これまでに除害装置及び検査装置(FT-IR)を導入した工場は、把握されている範囲で整理すると以下の通りである。

企業名	出資国名	除害装置導入	FT-IR 導入
S M I C	台湾	CT × 4 台	導入予定
G S M C	台湾		
A S M C	台湾		
H J (台湾 U M C 系)	台湾	CT × 4 台 KK × 18 台	
C S M C			
N E C 上海	日本		測定予定(04年3月)
N E C 北京	日本		
Belling	中国		
S inomos			測定
T S M C	中国		

CT:クリーン・テクノロジー(株) 本社 - 大阪府堺市

KK:カンケンテクノ(株) 本社 - 大阪府吹田市

注)NECについては、別途調査予定。

資料)本ヒアリングによる情報

- ・除害装置の形態は、CT 及び KK とともにサーモウェット式である。
- ・上記以外のメーカーは、相当数あるが具体的な企業数、工場数は全く把握されていない。
- ・特に、中国資本の企業は中古の半導体製造装置を購入して製造している。生産の歩留まりも悪いと言われており、除害装置は設備費削減のために設置されていない。

FT-IRについて 【岸 宏行 氏、Shao Qijun 氏】

- ・個人的に環境に関して興味を持つ人がいる企業では、検査装置の売り込みに行っても話を聞いてくれる。しかし、これは極一部の例であって、なぜ測定する必要があるのかが理解されないのが実態である。
- ・特に、排出側のガスを測定すること自体、全く理解されない。排出するガスを何故測定するのか、と聞かれる。環境に対する意識が日本企業に比べ全く異なっていることを認識する必要がある。
- ・中国政府からの指示で測定する企業も若干みられるが、強制力は無く、ペナルティも無いため、ほとんどの企業では測定されていない。
- ・排出ガスの測定に意欲を見せている企業では、1台で数種類の測定ができる汎用性のある装置を求めており、求める仕様の機器を提供できない。少しでも経費を削減したい意向が窺える。
- ・日系企業は、ガス供給企業(東横化学)がガス成分調整から除害装置までを一貫して受注しており、日本国内と同等の基準で代替フロンは除去されているものとみられる。

今後の代替フロンガスを対象とする CDM 事業の進め方について

【Robert Qu 氏、岸 宏行 氏】

- ・代替フロンガスの需給動向、除害装置の設置状況、工場別半導体生産量などの実態を把握する統計資料は無いことから、新たに調査する必要はあるが正確な情報は得にくい。
- ・掘場製作所としては、A T Cのような代理店情報や直接工場へ売り込みに行った折りの情報などで類推している。
- ・ISO14001 を取得している企業を対象に調査することが理解されやすい。
- ・中国政府は、全ての工業製品に対し、未だ生産量の拡大を求めていることから、代替フロン削減の指導強化は考えられない。
- ・S E M I ジャパン (Semiconductor Equipment and Materials International:東京) を通して、S E M I C H I N A にヒアリングすることで、情報を得ることができるのではないか。全てのことは難しいが、中国全体の状況はある程度把握できる可能性がある。

以上

上海市の半導体企業の環境対応について

日 時：2003年12月8日13時30分～15時30分

場 所：上海市浦東新区張江碧波路518号B209室

出席者：

上海市集成电路協会

副秘書長 Xue Zi 氏

日商岩井(上海)有限公司

化学塗料部 廣岡 幹也 氏

半導体産業新聞

中国・上海地区担当 特派員 黒政 典善 氏

面接者：

(株)日商岩井総合研究所

・主任研究員 松尾篤憲

CDMについての説明 【日商総研よりCDMプレゼン資料をもとに概要説明】

環境保全についての認識について

- ・京都議定書については、聞いたことはあるが、内容については知らなかった。
- ・恐らく、環境科学研究院(研究機関?)においては、京都議定書のことを把握しているのではないかと思う。
- ・代替フロンが地球温暖化に大きく影響を及ぼすことが良くわかった。現状では、半導体工場から代替フロンガスが除害装置を付けずに放出されている。このガスに対する認識を改める必要がある。

上海市による環境調査

- ・今年の4月から8月に、上海市環境保護局と当協会が共同で、上海市内のファンドリー23工場を対象に、環境対策に関する調査を行った。
- ・調査項目は、大気、水質などの基本的な項目(NOx、SOx等で、単位としてはppmが用いられていた)に留まり、代替フロンに関する項目は無かった。また、二酸化炭素(CO2)についても記載されていなかった。
- ・2年前にも同様の調査が行われたが、その時は石炭、重油、ガソリンなどの燃料投入量についての数値を記載する内容であった。
- ・今回の調査も含めて、調査結果についての発表は未だ無く、調査した結果を基に環境基準づくりに活かされていない。
- ・これらの調査結果及びCDMについては、「上海市環境保全局国際合作所」(住所：上海市華山路1038-161号)が担当と思われる。

- ・協会では、台湾企業の進出が多いこともあって、環境基準については台湾の基準を参考にしている。台湾の環境基準の資料：「廃棄物整合法規」科学工業園区管理局。

環境に対する市民の意識

- ・上海市民の中にも環境に対する意識が高まってきていると思う。例えば、ノンフロン冷蔵庫や電気自転車は、大分普及している。
- ・企業側についても環境に対する意識を高める必要がある。

以上

半導体工場の環境対応について

日 時：2003年12月9日13時00分～15時00分

場 所：上海市浦東新区金橋出口加工区川橋路1188号線合楼613号

出席者：

上海華紅NEC電子有限公司

計画部部长 松野 宏幸 氏

動力部副部长 長町 雅仁 氏

半導体産業新聞

中国・上海地区担当 特派員 黒政 典善 氏

面接者：

(株)日商岩井総合研究所

・主任研究員 松尾篤憲

CDMについての説明 【日商総研よりCDMプレゼン資料をもとに概要説明】

上海に工場を建設した理由について

- ・上海に工場を建設した理由は、中国で世界最先端でかつ量産化できる工場をつくることであった。
- ・当初、8インチで2万枚を生産することで建設され、2000年9月には輸出することができ、国家検収を終えた。
- ・当工場の成功により、中国でも半導体の生産が可能であることが、世界に知られることになり、今日のように日本はもとより、台湾や韓国の企業が参入するようになった。

CDM事業について

- ・1工場を対象としたCDM事業は、ほとんど地球温暖化防止に効果が表れない。
- ・例えば、上海全体の半導体工場が全て参画することが必要であり、CDM事業としての利益を生むことにもなる。
- ・このためには、中国政府が環境に対する前向きな考えを持たない限り、CDM事業は成立しないだろう。

環境基準について

- ・当工場は、日本と全く同じ仕様で建設されている。したがって、環境基準も日本に準じた内容になっている。
- ・ただし、排水基準については日本と異なる仕様となっている。日本の場合では、排水の水質基準は工場から外へ放流する時の基準が定められ、工場内で一括処理した上で敷地の外へ排出している。しかし、上海ではライン毎の排水に対する処理基準があるため、

排水処理設備がライン毎に必要となる。

- ・恐らく、代替フロンの除害装置の設置は、チャンバー毎になるものと思われる。したがって、1工場においてはラインの本数に相当する除害装置が必要になり、その分の出費が生じる。
- ・環境基準については、上海市の環境保護局の示す環境基準をクリアしている。これは、中国政府が定める基準に上乘せされているものと思う。
- ・しかし、基本的な基準はNECグループ内の基準でこの工場を建設しているため、上海の基準を上回るものになっている。
- ・中国に進出している外資系半導体企業は、本国の環境基準をベースに工場を建設している。このため、中国の基準以上に厳しい条件で操業している。
- ・環境情報は日本から得ているが、代替フロンについては聞いてはいたが、これほど温暖化係数が高いとは知らなかった。

代替フロンガスについて

- ・建設当初から工場建屋、製造装置などは日本の広島工場と同じ仕様でつくられた。このため、仕様するガス類も日本と同じ仕様であり、日本からボンベで輸入している。
- ・消耗品は、品質が同じであれば中国の方が価格が安いので、中国製品へシフトしている。
- ・例えば、動力系ではモータ、化学品では化成ソーダなどは中国の方が1/10と安い。
- ・しかし、製品の品質に直接関わる材料やガスなどは、まず変えることはない。変える場合は、品質評価に時間と費用がかかるため、よほどのことがない限り変更することはない。
- ・しかしながら、オゾンホール拡大対応のために代替フロンを使用することになったのに、今度は地球温暖化対応のための処置が必要になるとは意外であった。

今後の半導体工場の立地について

- ・上海市に立地した大きな理由は、半導体工場に必要な人、電力、水が揃っていたためである。
- ・最近では北京市にも立地がみられるが、結局、水が無いのが問題となる。どんなに汚れた水でも綺麗にして使用することはできるが、そのような水さえも無いと半導体工場は立地できない。
- ・この点では、上海市は十分に水があり、さらに電力、人も居ることから、上海市及びその周辺に半導体工場の集積が高まるだろう。

6インチクラスの半導体工場の代替フロンガス使用量について

- ・日本からの中古製造装置で、家電製品向けに半導体を製造する企業がみられるが、その代替フロンガスの使用量は把握しにくい。
- ・8インチに比べ、6インチは表面積が小さいこと、精度が低いこと、工程数が少ないこ

となどから代替フロンの使用量は少ないと思われる。

・しかし、1工場での代替フロンの使用量に中国国内の工場数を乗じても、中国全体の使用量とすることには無理があるのではないか。

・6インチを生産する工場の実態が不明確である。

・外資系企業については、既に8インチクラスの生産が主流になっているため、代替フロンの総使用量を把握することは難しいと思う。

以上

中国におけるC D Mプロジェクトについて

日 時：2004年1月19日14時30分～16時30分

場 所：中華人民共和国国家気候変化対策協調小組弁公室

出席者：

国家気候変化対策協調小組弁公室

処長 孫 翠華 氏

(財)日中経済協会 北京事務所

所長代理 今村 健二 氏

面接者：

(株)日商岩井総合研究所

主任研究員 松尾篤憲

C D Mについての説明 【日商総研よりC D Mプレゼン資料をもとに概要説明】

中国側から見た当案件について

- ・中国は京都議定書を批准していることから、中国政府としては、C D Mプロジェクトについては積極的に対応していきたい。しかし、C D Mの概念についての理解には、各国で若干の相違がある。
- ・C D Mのメカニズムでは、プロジェクトに使用する資金と技術が先進国から発展途上国へ移転が行われなければならない。C D M規範によれば、発展途上国の持続的成長と先進国の二酸化炭素削減を同時に満足させなければならない。
- ・風力発電を例に挙げると、発電では二酸化炭素の発生が伴わない。さらに売電で経済の見返りを受けることができる。つまり、経済の見返りが無いC D Mプロジェクトを受け入れることはできない。また、C D Mプロジェクトにおいて経済的利益が発生した場合、それを日本へ持ち帰ってはならない。
- ・この日商総研のC D Mプロジェクトでは、副産物によるホタル石の生産について評価できる。
- ・ただし、中国企業がリスクを負うことが無いようにしてほしい。さらに、日本側企業が利益の一部を受け取ることは、京都議定書のコンセプトに合わないためできない。
- ・除害装置の設置費や管理運営の人件費などのランニングコストも全て日本側が受け持ってもらいたい。

中国におけるC D Mプロジェクトの要件について7つの要件

- ・中国では、現在、温室効果ガス削減に寄与することよりも、持続的経済発展が重要である。
- 中国にとっての協力できる重要な分野としては、省エネルギー、新エネルギーに関わる

プロジェクトである。しかし、HFCでも受理することは可能である。中国側のパートナーは中国国内の中国企業、中国資本による株式企業、国営企業でなければならない。すなわち、外資系企業との合弁企業や外資による独資企業は対象外である。しかしながら、日本企業がこのCDMプロジェクトをたくさん持ち込んできている。一方、中国側企業も興味を持っている。

・現在、オランダが風力発電CDMプロジェクトを内モンゴルの輝騰錫勒(ホイトンシラ)で進めている。この場合も発電された電力は売電することでリターンがある。このプロジェクトは、現在OEにおいて算出方法について再検討されている。

当該プロジェクトの発進により、新たに別の汚染が発生しないこと。

CDM規範への該当性 中国企業はリスクを負わないし、配当も求めない。このことはクレジットの単価の問題にも関係する。()

プロジェクトの初期投資及びランニングコストとして7~14年間の一括したコスト負担を外国が持つこと。

二酸化炭素の想定価格は、5ドル/t-cを目安としている。

・二酸化炭素の価格が安い場合は、中国政府が関与する。5ドル/t-cが目安になるが2ドル/t-c以下は認めない。価格が低い場合は、プロジェクトに問題があるとして検討することになる。

・中国政府としては、CDMの利用に関する管理規則弁法を作ったが、未だ起草中であり、公式には発表されていない。現在、他部署(政府内14機関)との調整を行っており、年内には発表することになる。

CDMはテスト段階である。中国側の利益をどのように表すかを検討中である。すなわち、企業側の利益だけでは認められない。

・国策として進めるためには、国益の表し方をどうするかが問題であり、税収増につながるとか、課徴金収入が拡大するとか、である。

最後に助言であるが、プロジェクトの中国側パートナーから早めに当弁公室へ情報を提出させること。

中国におけるCDMプロジェクトに関する政策の展開について

・中国におけるCDMプロジェクトに関する組織構造は以下の機関から構成されている。

- ・ 気候変化対策協調小組
- ・ 気候変化対策協調小組弁公室
- ・ CDMプロジェクト審査理事会
- ・ CDMプロジェクト管理センター(未成立、現在気候変化対策協調小組弁公室が兼ねている)

・気候変化対策協調小組は最高意思決定機関であり、15の省庁から構成され、国家発展と改革委員会が組長、外交部、国家環境保護総局、中国気象局、農業部、財政部などの副組長を担当する。気候変化対策協調小組弁公室は気候変化に関するCDMなどの政策や基準

作りを行う。

- ・ C D Mプロジェクト審査理事会は、初期審査で合格した C D Mプロジェクトの審査を P D D書類で行う。 C D Mプロジェクトの執行や実施状況を気候変化対策協調小組弁公室に報告する。

- ・ 部門構成は、リーダーが国家発展和改革委員会と科学技術部、副リーダーが外交部と国有資産監督管理委員会が担い、それに国家環境保護総局、中国気象局、財政部、農業部が当たる。

- ・ C D Mプロジェクト管理機構は、 C D Mプロジェクトの審査を P D D概要ドラフトで行う。審査は、専門家（清華大学の先生等）に C D Mプロジェクトの日本側事業主体の資金で依頼する。その際の資金の出資分担は中国側パートナーにも負担してもらっても良いが、あくまでも日本側が提供する形式にしてほしい。

- ・ また、 C D Mプロジェクトを実施する地域のその他認可などについて、地域の役所の審査が必要になる。

- ・ 清華大学の先生は、例えば劉徳順教授、張茂生教授、劉彬教授などがいらっしゃる。

- ・ 中国側のパートナーが早く見つければ、中国の専門家とコンタクトしてほしい。時間と費用がかかるため、速やかに行動する必要がある。

その他

- ・ モントリオールの会議以降、 H F C の排出状況については、環境保護局が関わっているはずである。現在、排出企業のリストを作成していると思う。

以上 .

第7回「世界半導体会議（WSC）」共同声明

< 2003年5月15日：フランス、ニース >

欧州半導体産業協会（ESIA）
（社）電子情報技術産業協会（JEITA）
韓国半導体産業協会（KSIA）
米国半導体工業会（SIA）
台湾半導体産業協会（TSIA）

本日、欧州半導体産業協会（EECA-ESIA）、（社）電子情報技術産業協会（JEITA）、韓国半導体産業協会（KSIA）、米国半導体工業会（SIA）及び台湾半導体産業協会（TSIA）のメンバーは、ニース（フランス）にて「第7回世界半導体会議（WSC）」の会議を開催した。

本会議は、1999年6月10日に開催された第3回WSC会議で承認された「新世界半導体会議設立に関する合意」に基づき開催された4回目の会議となる。

WSCは、情報通信製品・サービスの世界市場拡大、公正な競争の促進、技術革新の促進、健全な環境・安全対策の推進といった半導体産業における世界的な関心事項に取り組むことを目的として、環境対策、安全・保健、知的財産権保護、貿易と投資の自由化及び市場開発等の分野における協力を推進している。

WSCの活動は、世界貿易機関（WTO）ルールとWSCメンバーを構成する業界団体の国・地域で定められた法律に基づき、公正であることと市場原理を尊重することを前提として実施している。また、WSCでは、市場は開放されかつ競争的であるべきことを確認した。本会議には、独占禁止法弁護士も出席した。

会議は、インフィニオンテクノロジー AG（EECA-ESIA）のウルリヒ・シューマッハ氏によって議事が進められ、各国業界団体を代表して、NEC エレクトロニクス株式会社・戸坂馨氏（JEITA）、三星電子の李潤雨（ユン・ウ・リ）氏（KSIA）、マイクロテクノロジーのステイブン R. アプルトン氏（SIA）、TSMCのモーリス・チャン氏（TSIA）から開会の挨拶があった。

会議には下記事項に関するレポートが提出・検討され、これらに関する活動が承認された。

1. WSC メンバー

WSCは、中国半導体行業協会（CSIA）へWSCへの参加を呼びかけており、条件が整った

段階で直ちに CSIA が参加することを歓迎するものである。

2. 世界的な環境保護を目指した協力体制

WSC は、健全かつ科学的根拠に基づく積極的な環境対策を推進することを表明している。また、半導体業界は、地球環境の保護に多大な貢献をしており、WSC メンバーも地球環境保護に向けて積極的に活動している。

PFC 排出削減

WSC メンバー企業は、引き続き、PFC 排出削減に向けた努力を行う。そのために JEITA、EECA-ESIA、SIA は 1995 年を基準年として、KSIA は 1997 年を基準年として、TSIA は 1998 年（1997、1999 年の平均）を基準年として、PFC の排出を 2010 年で少なくとも 10%削減することを確約している。

WSC は、プログラムの開始以来、目標値を下回っており、所定の約束を果たすことを目指している。

省エネルギー

2002 年 WSC 会議で、省エネルギー分野の作業の道筋を示す「省エネルギーコンセンサスペーパー」が採択された。このペーパーは、半導体業界がこれまで成功してきたことの理由の一つが、消費者に対するコストを大幅に減らすと共に環境により優しく、より優れた製品を供給出来たことにあるとの認識を示したものである。

エネルギー資源の効率的な使用は、半導体製造メーカ及びサプライヤー双方の製造コストを継続的に低減する上で重要な要素である。WSC は、省エネルギー問題を世界の半導体分野における環境問題の重要課題として取上げ、世界の半導体製造メーカー間における協力を推進し、情報を共有することを決定している。

エネルギー削減という目標の達成においては、半導体業界の戦略的サプライヤーが重要な役割を果たすことになる。そのため、本件についてはサプライヤー間での検討が継続される。また、半導体業界は、エネルギー削減の共通の測定基準を採択し、各工業会からデータの収集を開始している。

化学物質の管理

WSC は引き続き、化学物質管理の活動を継続する。WSC 環境・安全（ESH）タスクフォースでは今後の課題を検討してきた。化学物質のリスク評価、汚染防止及び環境・安全の法制化に関する調査等がその内容である。

ESH タスクフォースは、汚染防止に向けた努力として、まずは対象とすべき化学物質を明らかにしている。

他の環境・安全（ESH）問題

WSC は、環境保護のために数値目標を設定することを確認し、実施可能な目標を絞り込んで 2004 年 2 月に確立するよう ESH タスクフォースに指示した。

3. 自由で開放された市場

WSC は、設立以来、市場は差別なく開放され、オープンであること、また企業と製品の競争が産業の成功と国際貿易を決定付ける重要な要因であることの重要性を認識している。また、WSC は、世界市場における知的財産の適切な保護の必要性を積極的に支持してきた。こうした原則は 2003 年の会議でも確認された。

経済発展に半導体を利用した IT 製品の利活用が活発になっている。IT 製品は生産性を向上させ成長を促すものである。このため、ドーハ開発アジェンダは、半導体や IT 製品をより入手しやすくし、これらの分野への投資を促進するものでなければならない。

政府/当局は、知的財産の全面的保護、政府の施策と規制の完全な透明性の確保、全ての市場における外国製品の差別撤廃、技術移転を条件とした投資制限の抑制を実施し、世界中の消費者が情報技術（IT）の恩恵を享受できるよう、情報技術協定（ITA）未加盟の国々にも加盟を促すべきである。

WSC は中国とエジプトが情報技術協定（ITA）加盟し、合計で 59 カ国となったことを歓迎する。

全ての製品に対する内国民待遇

世界貿易機関（WTO）は、製品に対する内国民待遇を保証しており、あらゆる企業はこれを基本として世界の市場で公正かつオープンに競争している。今日、中国は世界で最も急成長している半導体市場の一つである。

ITA への参加及び半導体その他情報技術（IT）製品に対する関税の撤廃など、中国は WTO 加盟の一環として市場開放に向けて大きく歩み出した。しかし、中国が現在行っている増値税（VAT）では、17%の VAT が全ての半導体に適用されている。しかも、国内の半導体の設計及び製造企業には支払った VAT から多額のリベートが還付され、VAT の負担はわずか 3%と、VAT の負担から実質的に逃れている。差別によって市場参入が制限され、貿易と投資のパターンが歪められており、中国が WTO に加盟した時点で確約した恩恵が相殺されてしまっている。WSC は中国に対して、原産国を問わず全ての半導体に対する VAT を 3%に引き下げるよう求めるものである。

WSC は、2003 年 11 月にカリフォルニア州で開催が予定されている GAMS（半導体に関する政府/当局会議）において WSC 提言を各国政府/当局に対する正式な要請として提出する予定である。SIA から提出された VAT 慣行に関する文書を参考までに添付する。

公正かつ効果的なアンチダンピング措置

このペーパーは、半導体産業の特性及びアンチダンピング問題に関する半導体業界の豊富な経験を勘案し、特にドーハ開発アジェンダの中で進行中のルールに関する交渉の一環として、国際貿易協定の原則及び具体的提案について政府や当局に助言する内容になっている。

この原則及び提案は、「公正かつ効果的なアンチダンピング措置とは何を意味するか」という国際的な共通理解を基に、現行のアンチダンピング体制の欠点を指摘し、アンチダンピング救済措置の所要時間の短縮、アンチダンピングという観点からウエーハ製造（拡散工程）を公認の原産地と定め、またはアンチダンピングに関する質問状の内容の調整等具体的な措置を求めるものである。

WSC は「半導体産業における公正かつ効果的なアンチダンピング措置に関するペーパー」を採択した。WSC は、2003 年 11 月にカリフォルニア州で開催が予定されている GAMS（半導体に関する政府/当局会議）において WSC 提言を各国政府/当局に対する正式な要請として提出する予定である。

知的財産の全面的保護

半導体メーカーは、売上の大半を研究開発に投じなければならず、研究開発から生まれる知的財産は企業の命である。知的財産が適切に守られないと半導体業界は大打撃を受けるが、IC その他半導体の模倣例は増加する一方である。チップを直接光学的に不当にコピーし、それをもとにマスク（レイアウトデザイン/トポグラフィ）を作り込み、これを基に半導体の組み立てが行われ、別会社の名前で販売されている例がある。また他のケースとして、チップをリバースエンジニアリングなどの方法でコピーして物理的に同じチップを作り、許可なく製造元の企業名と商品名で販売されている場合もある。いずれの違法な模倣も迅速に対応して中止させなければならない。

WSC は、2003 年 11 月にカリフォルニア州で開催が予定されている GAMS（半導体に関する政府/当局会議）において各国政府/当局に提出する WSC 提言を用意する予定である。但し、この提言は半導体業界に新しい法的義務を課すためのものではない。

市場をベースとした競争

WSC は 1999 年 6 月 10 日に EC 及び日米韓政府によって発表され、2001 年 5 月に再度発表された「半導体問題に関する共同声明（Joint Statement Concerning Semiconductors）」に盛り込まれた市場競争原理を改めて確認する。

この市場競争原理とは、半導体メーカーは通商の妨げとなるような手段が講じられることなく、全ての市場で競争することが出来るということである。

4. 「インターネット社会」の成長を支えるために

半導体は情報技術（IT）革命実現の鍵を握る技術であると共に、インターネット社会が成長・拡大するためには不可欠なものである。インターネットを支える情報技術（IT）の成長は、教育を改革し、新しい産業を創造し、既存産業を改革している。さらに、コミュニケーションのスピードを加速している。

通信技術の普及は当業界の成長の主な牽引役を果たしている。この分野における取引は、可能な限りオープンであるべきであり、国際的な規則、国内的な規制がオープンで競争的な市場を促すものであることが極めて重要である。

政策によっては、インターネットという主要分野の成長が支えられる可能性も阻害される可能性がある。世界貿易機関（WTO）ドーハ閣僚宣言では、「電子商取引は、通商の新しい挑戦と機会を創出しており、（WTOメンバーは）電子商取引の将来における発展に望ましい環境の創出と維持の重要性を認識している」と述べられており、WSC はこれを支持する。

一般的に、予知可能かつ透明性の高い規制を確立すると同時に、可能な限り産業界の責任に委ねることがこの分野の施策を策定する政府/当局の最善の策である。そのためには、WTO の電子商取引に関する作業計画には下記の点を盛り込むことが必要であると考えられる。

ドーハ閣僚会議では2003年の次回WTO閣僚会議まで電子商取引に対する関税を一時停止することが決定されたが、これを恒久化すべきである。

電子商取引においては、物理的な形で配送される商品と比べて不利な扱いを受けるべきではなく、最も制限の少ない扱いがなされるよう国際的な合意が形成されるべきである。政府は電子商取引を阻害するような通商関連施策は控えるべきである。

規制が必要な場合には、政府は透明で、差別のない規制とすべきであり、かつ最も通商上の制約が少ない手段を採用すべきである。

この点について、WSC は以下を採択した。

著作権の賦課金に関する WSC ペーパー

WSC は、インターネット社会の成長を促す取り組みを明確に示すため、デジタル環境における「著作権料の賦課の危険に関するペーパー」を採択した。

具体的に、「デジタル機器に対する著作権料の賦課が蔓延することは、インターネット社会の発達を阻害するものであるとともに新しい貿易障壁の急速な台頭であるとして、これに取り組むべきである」と考える。本来、著作権料の賦課は、一般市民による営利目的以外の“個人的複製”に対して著作権所有者を補償するためにアナログの記録媒体に課せられたものであった。しかし、現在、多くの諸国では、この“個人的複製”に対する賦課金をコンピュータ、ソフトウェア、周辺機器のみならず、一般消費者向けデジタル電子機器にまで拡大し、（賦課金は、著作権侵害ではなく合法的な個人的複製に対する補償のために設

けられているにもかかわらず)“個人的複製”及び著作権侵害による収入の減少に対して著作権所有者を補償しようとしている。賦課金は、用途に関係なく全ての技術に不公正かつ無差別に課せられている。技術製品の販売先の大半は企業や公的機関であり、そこに賦課金を適用するのは明らかに不適切だが、賦課金は全ての技術製品に適用されている。賦課金が製品のコストを上回る場合すらある。また、コンテンツ提供者と技術業界は、消費者がデジタルコンテンツを活用する一方でアーティストに対する補償も直接行われる、新しく柔軟性に富んだ素晴らしい方法を共同で開発しているが、賦課金はこの努力を台無しにするものである。

政府/当局は、デジタル機器や空の記録媒体に対する著作権料の賦課を認めないように確約すべきであると WSC は考える。また、WSC は、賦課金に反対する文言を新しい貿易協定に盛り込むこと、また WTO の仕組み(電子商取引に関する作業部会や ITA など)を利用して賦課金を貿易障壁として扱うことを呼びかけている。また、賦課金はどこに支払われているのか、いくら支払われているのか、何を補償するためのものなのか、一般市民に分かるよう、賦課金方式に関する適切な説明責任や透明性を確保することも政府/当局に呼びかけている。

WSC は、2003 年 11 月にカリフォルニア州で開催が予定されている GAMS (半導体に関する政府/当局会議)において WSC 提言を各国政府/当局に対する正式な要請として提出する予定である。

5. 法規制問題

半導体等の先端技術製品は、世界中の市場において様々な規制の対象となることが増加しつつある。消費者や環境を保護するために、製品に対する何らかの規制が必要であれば、それは差別的なものではなく、科学的な根拠や公開された技術情報に基づくべきもので、市場の効果的機能を害するものであってはならない。現行の WTO ルールに則って、貿易規制は最低限度にとどめるべきである。

この点について、WSC は、特に EU の化学薬品に対する施策及び EU の RoHS (有害物質規制: Restriction on Hazardous Substances) 指令のプロセスについて検討した。

6. 半導体市場データ分析

WSC では、半導体の市場規模、市場の成長等半導体の市場動向について報告を受け、意見交換を行った。長期的に見れば、半導体業界は依然として堅実であり、技術の進歩により世界中の消費者及びビジネスに利益をもたらし続ける産業である。

半導体市場は、中国を含むアジア太平洋市場の急速な拡大により、更に成長が促進されるだろう。

7. 将来の半導体技術の開発

生産性の向上は半導体技術の進歩によるところが大きい。これが更に継続されれば今後とも多大な利益をもたらすこととなる。2010 年までには、メモリーのコストは現在の 20 分の 1 まで削減され、マイクロプロセッサのスピードは 10 倍となろう。これらによって、ストリーミングビデオの配信、遠隔医療、他の重要な意味をもつ先端的应用が可能となる。

WSC は、これらの発展のためには、投資の拡大と広範な技術が必要であると認識している。これらの課題に適切に取り組むには、国際的な協力と努力が必要である。このため、WSC では引き続き、「半導体技術に関する国際フォーラム (IFST)」と「半導体技術の国際ロードマップ (ITRS)」の活動を支援していく。

新しい材料、新しいリソグラフ技術、新しいデバイスの構造などの導入を含めて、現在の技術進歩を今後とも継続するためには、多くの挑戦が必要であることを ITRS は示している。

これらの挑戦によって半導体業界の成長・発展が促進されること、またそのために追加の資源が必要とされていることについて、WSC メンバー全体の意見は一致している。例えば、157nm 以降の EUV 技術やその他の先端リソグラフ技術の開発は複数の WSC 会員地域においてプロジェクトが進行中である。しかし、開発には莫大な費用がかかる上に作業が複雑であるため、単一地域では対応しきれないという問題もある。WSC は、非競争分野における技術開発について、あらゆる地域の研究者がより協力するよう呼びかけるものである。

8. 各国政府/当局への報告

本日の結果は、2003 年 11 月に米国で開催される WSC 代表者と関連各国政府及び当局との年次会合に提出される。政府及び当局へ提出されるレポートは、以下の点が含まれる。

- 1 . 業界のエキスパートが作成した半導体市場に関する最新レポート
- 2 . アンチダンピングなどの通商問題に関する提言、知的財産保護、電子商取引の促進、内国民待遇、著作権料の賦課など WTO その他の手段を通じて対応できる市場開放策と提言
- 3 . 環境・安全に関する協力活動のレポート及び法規則に関する提言

9. 次回会合

次回 WSC 会議は、2004 年 5 月に韓国半導体産業協会 (KSIA) の主催によって開催される。

以上

第7回世界半導体会議（WSC）にて SIA より提出された参考文書

SIA（米国半導体工業会）参考ペーパー 半導体に対する中国の差別的増値税（VAT）について （2003年5月）

概 要

中国の半導体市場は 190 億ドル規模で世界第 3 位にあり、成長率も世界最高である。2010 年までには、米国に次いで世界第 2 位の半導体市場に成長すると予測されている。

我々は、中国の昨今の市場解放に向けた大きな前進を大変嬉しく思っている。特に、世界貿易機関（WTO）および情報技術協定（ITA）への加盟は賞賛に値する。中国市場の成長は、中国政府による国内経済の開放・改革に向けた多大な努力による側面でもある。

不可欠な自由貿易

現在の半導体産業は、顧客やサプライヤーが世界中に広がっている文字通りグローバルな産業であり、通常、本社のある国以外で収益の大半を確保している。例えば、米国企業の場合、売上の 60%は米国外における実績である。

半導体産業は、そのグローバルな性質上、障壁のない自由で開放された貿易を支持している。自由貿易によってもたらされる競争は全ての関係者に力を付けるものである。

中国と半導体産業

現在、中国は、半導体産業においてサプライヤーとしても顧客としても重要な役割を果たしている。成長の可能性を秘めた中国のような大市場で外国の全てのチップメーカーが公正に競争できることは必須条件である。

中国政府は、2000 年に 20 億ドルであった国内の半導体生産量を 2010 年には外資を含めて 240 億ドルに増やすことを目指す第 10 次 5 ヵ年計画を発表し、同国ではこの 5 ヵ年計画に沿って国内半導体産業の生産能力が急速に上昇している。

VAT（増値税）

中国は全ての半導体に対して 17%の VAT を課し、国内生産推進のために国内で製造された製品についてリベートを還付している。中国で製造された半導体は 11%（結果的に VAT は 6%となる）、国内で設計・製造された半導体は 14%（結果的に VAT は 3%となる）の VAT リベートが受けられるのである。

複数の報告書によれば、還付金は中国国内における研究開発に還元しなければならない

という。この差別的な VAT 政策は、本来 2000 年 6 月に発表された国務院文書 18 で整備されたものである。同文書では、国内のソフトウェアや集積回路（IC）産業を推進する数々の政策が明らかにされている。

WTO（世界貿易機関）ルール

中国は 2001 年 12 月に WTO に加盟し、WTO/GATT の課税要件を含む WTO ルールに全面的に従うことを約束した。内国税や国内規制の内国民待遇に関して定められた GATT 第 III 条では、輸入品に対して「類似の国産品に対して直接的・間接的に国内で課せられる税金・課徴金を上回る税・課徴金を直接的・間接的に課してはならない」とされている。

この規定は、国が国内産業を保護するために差別的な課税を行うこと、すなわち輸入品に対して関税と同じ経済効果をもたらす行為を禁じるものである。国産品に限定した VAT 率の引き下げが WTO に対する中国の義務に違反していることは明らかである。

中国の競争力を損なう高い VAT

半導体に対して高い VAT が課せられると中国製のパソコンや携帯電話その他半導体を使用している重要な IT 製品のコストが高騰する。こうした下流製品は、米国を始めとする諸国で普及し、生産性を向上させ、インフレを抑制していることが分かっている。

チップに高い VAT を課税すれば、国外生産者が市場に参入しにくくなるだけでなく、中国の IT 部門の成長が妨げられ、中国経済が技術改良の恩恵に浴せなくなることも考えられる。また、輸入半導体に高い VAT が課税されれば密輸が再燃することにもなる。

報告書は、中国では半導体関税（6～9%）が撤廃されたためにチップの密輸入が激減したと伝えているが、こうした進展が水泡に帰しつつあると言える。

提 言

世界の半導体産業、中国の IT の発展、さらには中国全体の経済成長のため、中国が原産国を問わず全ての半導体の VAT を引き下げまたは撤廃することが法律的・政策的視点から見て最善の策である。

中国の全ての半導体に対する VAT の税率は、製造された場所を問わず 3%を超えるべきではない。この目標実現に向けて速やかに政府間協議を行うべきである。