

D B J R E P O R T

経済成長との調和を図るシンガポールの環境維持政策

2 0 0 0 年 4 月
シンガポ - ル 駐 在 員 事 務 所
日 本 政 策 投 資 銀 行

目 次

1. 序論.....	3
(1)現状での成功例及び将来的関心事項について.....	4
シンガポールを環街街面で持続可能にするための ENV の役割	
大気質: 産業及び車両によって引き起こされる空気汚染の防止	
水質: 下水処理施設の改善	
固形廃棄物管理	
(2)シンガポール・グリーンプランへの積極的取り組み.....	11
新しいアプローチの必要性	
資源の保護	
クリーンテクノロジーの促進	
環境技術の促進	
(3)シンガポールのグリーンビジネス.....	17
環境技術専門技術のリージョナル・ハブとしての展望	
(4)研究及び開発: 環境技術機関 (ETI).....	18
ETI の現状	
ETI の主な実績	
(5)ビジネスチャンス.....	21
ISO 14000 一連の基準	
その他奨励策	
(6)産業レベルでの実践例: SEMAC、NOVO 及び SEMAS.....	25
(7)ケース・スタディー: プラウ・セマカウの沖合い埋立地.....	29
(8)要約及び結論.....	31
参考文献	31
<別表>	

序 論

シンガポール国民は、長年にわたって経済成長とクリーンで緑の多い環境が、共に両立可能であるという事実を目の当たりにしてきた。1999年現在、シンガポールの在住人口は320万人おり、島面積648.1平方キロメートルに対しての人口密度は、アジアで最も高い都市の一つとなっている。過去30年間、シンガポールのGDPは順調に成長を続けてきており、99年の国民一人あたりのGDPは3万6979S\$, 製造業生産高は1345億533万S\$であった。個人消費は高級住宅の需要増加とともに上昇傾向を続けており、シンガポール国民の豊かなライフスタイルがもたらす大量の生産、消費および廃棄は土地と資源に乏しいシンガポールにおける重要な関心事項の一つである。

こうした制約要因にもかかわらず、過去30年以上にわたりシンガポールは、すぐれた設計による土地利用計画、及び総括的で高度な環境インフラを兼ね備えた都市としてアジア中にその名を響かせる「ガーデン・シティー」を建設し、ハイスピードの産業開発及び急速な都市化に対応してきた。

工業化、インフラの整備もしくはハイテク技術の導入といった過程の中でも、シンガポール国民は生活の質と自然環境のどちらも犠牲にすることなく、アジアで最も高いレベルに属する生活水準と国民一人あたりの所得を維持している。そして限られた貴重な土地の中に公園や自然保護地区が確保された緑の美しい田園都市の真ん中に、これら要素の全てが存在している。

本報告書が、このような経済開発が必ず環境破壊という代償を払わなければ成し得ないものであるという一般的な概念を払拭できるようなものになれば、と願っている。確かに国家は緊急の対応を要する人口増加、住宅不足及び失業といった問題に対処せねばならず、持続的発展への道は険しい。しかしながら、同時に汚染の防止、水資源の節約と健康的な環境を共に達成するのは、決して不可能なことではないのである。

本報告書は、工業化の過程の中でのシンガポールの主要な環境保護機関である環境省(ENV)の業績と国の環境を維持かつ向上させるための、環境保護技術(ET)に投資することによるENVの計画について焦点を絞っている。テーマの範囲がきわめて広いため、ここでは差し迫った課題である、大気質、水質、固形廃棄物処理関連の、緊急の課題についてビジネスの見通しについて限定して報告を進めたい。

本報告書は2つの部分に分かれており、前半ではシンガポールの現状での環境保護への取り組みと政策について、後半では前途有望な環境のビジネスについて論ずる。ビジネスについては、3社に的を絞り、プラウ・セマカウにある新しい沖合いの埋立地についてのケース・スタディーを報告する。図表については、すべて報告書の末尾に添付する。シンガポールが経済成長を遂げながら、同時にその環境維持にも成功しているのは、まさに政府が企業に対して包括的なアプローチを行っているからに他ならないといえる。環境分野に参入している民間セクターは、まだ産業としては若く、規模も小さい。産業に活気がでて

くるのは、少なくとも数年先になると見られる。

(1) シンガポールの環境政策への取り組みとその成果

シンガポールは、開発の非常に初期の段階で、環境保護のためのプログラムを整備した。シンガポールの環境が世界中においても抜きん出て恵まれた状況であることからしても、これらのプログラムが成功を収めていることは明らかである。例えば外気中の汚染物質含有量は、全水準において WHO とアメリカ環境保護局 (EPA) の定める基準値の範囲内である。内陸地の水質が良いため、水生生物、沿岸域の水質、ともにリクリエーショナル・ウォーターとしての水準も満たしており、都会化と限られた土地面積というハンディにもかかわらず、非常に広域の土地は自然環境が保護された状態に保たれている。

経済成長と高速度の工業化が、環境破壊を代償に成し遂げられたものではないことを裏付けるため、ENV は汚染および廃棄物の防止と管理のための法律と条例を整備した。

シンガポールを環境面で持続可能にするための ENV の役割

環境省 (ENV) は、公衆衛生の保全と国内環境の整備の実現を目的とする主要な政府の機関として、1972 年 9 月に設置された。ENV の使命は、国民に対して、清潔な生活環境と伝染病の流行から守られた高水準の環境公衆衛生を提供するところにある。

上記目標を達成するため、ENV は三本柱の方策を掲げている。

1. マネジメント・コントロールを目的とする機関及び行政上の枠組みの制定
2. 下水ネットワーク及び処理施設、汚水及び固形廃棄物処理施設のような法律の整備
3. 食料管理、衛生、道路清掃、保菌生物、疫学、そして公衆衛生教育のような公衆環境衛生サービスの供給

ENV の管理戦略は、防止、励行及び監視に基づいている。汚染防止のためには、適切な土地利用計画、綿密な計画に基づく産業立地、開発及び建設計画の管理と環境法律の整備などが必要となる。いったん予防方策が確立されると、その管理体制は厳密に遵守される。例えば汚染制御施設の適切な運営維持を確保するため、定期検査が行われているほか、清潔で健康的な環境の維持にあたって、これらの管理プログラムが適切で効率的なものであるかどうかを評価するため、外気、内陸および沿岸部の水質検査が定期的に行われている。

会社の体質や、本社所在地の国がどこであるかどうか、といったことには係わりなく、シンガポールに所在する企業に対しては、環境維持政策が一律に適用される。このような

偏見のない取り組みにより、企業に対する統一施策を実施することができるのである。

大気質：産業および車両が引き起こす大気汚染の抑制

シンガポールは、WHO の長期目標とアメリカ環境保護局（USEPA）の設定する基準値内に、大気質を抑制することに成功してきている。USEPA が定めた大気質指標によれば、1998 年の測定値は、年間日数のうち「良好」が 70%、「標準」が 30%であった。付属の表 1 には 1989 年から 1998 年にかけて PSI に基づいて測定された大気質についての詳細データ、表 2 には 1989 年から 1998 年までの総体的な汚染レベルの詳細データが示されている。

シンガポールにおいて主な大気汚染の原因となるのは、発電所、自動車などを含む産業である。大気汚染の原因となるものについては、下記のように分類できる。

- a) 発電所、石油精製所と関連産業などのような、固定的な汚染源
- b) 自動車などの動的汚染源
- c) 廃棄物の屋外焼却と域外への大気汚染

大気中の主な汚染物質は、二酸化硫黄、窒素酸化物、一酸化炭素、オゾン、鉛、炭化水素、粒子物質などである。ENV は自動車免許や交通警察を統括する陸運局などの他政府機関と同時に民間企業とも連携して、大気汚染防止にあたっている。ENV は発生源で排気を最小限に抑え、慎重な産業立地計画に基づいた周辺開発を行うことにより、前記以外の発生要因からの汚染による影響を最小限に抑えている。

産業汚染防止政策

都市計画に基づいた産業立地

限られた土地面積という制約要因により、持続的開発達成にあたって都市計画は重要な要素であるため、開発計画が環境に与える影響については、全て開発への認可がおりる前に評価及び検討が加えられる。ジュロン・タウン・コーポレーション（政府系工業団地造成会社）のような開発業者、住宅開発委員会やその他の開発業者は、新規の建設計画にあたって、汚染防止局（PCD）のコンサルトをうける。PCD は該当産業及び住居開発計画が環境に与える障害や汚染などの影響を評価し、その建設計画が適切な場所に位置しているか、周辺地域と調和できそうか、そして処理不可能な汚染を生み出したり、健康や安全上の基準を乱すものでないかどうかを判断する。

新規産業の開発にあたっては、PCD は建設計画を検討し、その新規産業が収拾不可能な健康及び安全基準、国内の汚染問題を引き起こしたりすることがないかどうかといった環境への影響を評価する。当該産業は、適切な産業用地に立地し、しかも汚染防止基準適合

が認められて初めて、操業が認可される。大量に有害な物質を使う電力発電所や、石油精製所、化学プラントやその他深刻な汚染を引き起こすおそれのある産業については、沖合いの島や、住民の居住区域から遠く離れた場所に立地する。以上の適合基準について一つでも違反している場合には、認可も取り消される可能性がある。

クリーナー・フュエルの使用

いかなる産業も、大気汚染を最小限に防止するため、ENV が指定する燃料を使うことが義務づけられている。電力会社、石油精製所及び関連産業は、重量中の硫黄濃度が 2% を超えない燃料石油の使用が許可されている。また、産業施設や燃料を燃やす装置を設置するホテルで住宅地域や商業地域近隣に立地しているものについては、硫黄濃度 0.3% 以下のディーゼルもしくは都市ガスを燃料として使用することが義務づけられている。

車両による汚染についての防止策

排気基準の設定

先進国での技術向上に応じて 1997 年には、現在の基準に適合したスリーウェイ触媒コンバーターを搭載しなければ、使用登録が認められないというように新車についての排気基準が改正され、より厳密なものになった。また、乗用中の車両については、排気ガスを規定排気基準に適合させるため、定期点検が義務づけられている。

1991 年 1 月に無鉛ガソリンが導入されたのち、有鉛ガソリンは段階的に使用が抑制されていき、1998 年の 7 月 1 日をもって完全に廃止された。これにより、外気中に鉛が発散される最大の要因がなくなったことになる。また、ディーゼル中の硫黄含有量許可値は 1996 年 7 月 1 日をもって、総重量あたり 0.5% から 0.3% に削減され、1999 年 3 月 1 日にはさらに 0.05% に削減された。

交通量規制

路上の車両数増加を防止すれば、道路渋滞を緩和すると同時に、大気汚染防止にもつながるため、1990 年 5 月には車両数割り当て計画が施行された。これにより、マーケットを通じて車の所有を希望する者は、新車両購入の権利を得るために購入資格証明書 (COE) を入手することが義務づけられている。

道路料金電子決済システム (ERPS) は、都心部の渋滞を緩和するために導入された。このシステムは、車両毎にプリペイドの金額が記憶された電磁気カードを常備させ、ビジネス中心街の渋滞区域を通過する毎に、料金がカードから自動的に引き落とされるものである。課税料率は、交通量がピークに達する時間帯が最も高く、日曜日と祭日は無料となっている。

大気質のモニタリング

戦略計画研究局は、遠隔操作大気質モニタリング管理システムにより、定期的に外気質のモニタリングを行っている。シンガポールには国内全体で 15 ヶ所の遠隔空気モニタリング中継所があるが、1998 年の大気汚染レベルは国際基準の範囲内であった。表 3 参照。

車両基準の改訂について

2000 年 8 月 1 日からは、オフロード用のディーゼルエンジンについてはすべて、アメリカ、EU、もしくは日本のディーゼル排気ガス基準に適合することが義務付けられる。これにより、メインもしくは補助の原動力としてディーゼルエンジンを装備する機械装置で、陸運局から公共道路の使用許可を受けていないものについては、すべて輸入前に許可を得ることが義務づけられることになる。

また、2001 年 1 月 1 日からは、シンガポールでの使用登録前に、ガソリンもしくはディーゼル駆動の全車種について最大積載量 (MLW) 3.5 トン未満の軽車両については 96/69EC、最大積載量 3.5 トン以上の重車両については 91/542/EFC Stage II といった、ヨーロッパ仕様の規定に沿った排気ガス基準への準拠が義務付けられている。

水質：下水道施設の整備

水生生物が保護されるような水路環境の質を維持するため、ENV では家庭内及び外敷地からの廃水については、すべてが下水道に排出されるよう義務づけている。繁忙な都市国家の常として、シンガポールにおける水質汚染の主な原因は、家庭内からの廃水並びに産業廃液である。ENV は、下記条項により水質汚染を抑制している。

- 1) 汚染を根源から防止するための、下水道設備基盤及び固形廃棄物処理管理システムの整備
- 2) 全産業に対する、産業廃水を下水システムに排出する前段階における、基準に沿った事前処理の義務化
- 3) 貯水池区域内での大量の産業用化学物質使用もしくは貯蔵の禁止

産業排水規制

ENV では、公共の下水道が整備されていない場合、産業排水については規定基準に基づいた処理を行ってから、下水道もしくは水路に排出することを義務づけている。これらの基準は、下水道基盤を保護し、処理作業の過程において、下水道システムの管理労働者が悪影響を被るのを防止すると同時に水生生物を保護する目的で設定されており、一般的に

言えば、下記の 2 条項が適用される。

- 1) 大量の酸性産業廃液を排出する産業に対しては、酸化廃液の公共下水道排出防止のため、pH モニタリング及び遮断コントロールシステム設置を義務づけるものとする。
- 2) 生態分解性の汚染物質含有廃液を排出する産業に対しては、課徴金と引き換えに下水道への直接放流を許可するものとする。汚染物質かどうかの判断基準については、生物化学的酸素要求量と公共下水道に排出される浮遊物質が許容範囲を超えているかどうかによって決定される。課徴金は、汚水処理場においてより汚染のはげしい場所を整備する場合に余分な負担となるコストを考慮したものである。

下水道施設のアップグレード

コンパクトでカバー付きの下水道処理施設

1972 年より、ENV はシンガポールの経済開発状況と足並みを揃えるため、総括的な下水道システムを整備するためのプログラムを始動させた。これは廃水をいったんすべて集めて処理したのちに排出するというものであり、1998 年までに約 25 億 S\$がこの下水処理システムに対して投入された。

汚水処理作業については、ENV が一括して管理している。ENV は 6 つの汚水処理事業を展開し、145 の揚水施設、2371 キロに及ぶ下水道ネットワークと産業用上水道 1 つをそれぞれ運営しており、ENV によって処理される下水の容量は、年々確実に増えてきている。付表 4 参照。

シンガポールにおける下水処理工程の設計は、広域に蓋なしのタンクを拡散させるといったような、伝統的なデザインコンセプトに立脚してきたが、ENV は現在、コンパクトなカバー付きの下水処理場デザインを採用している。処理作業地域周辺や緩衝地帯及び高度利用開発用地に発生する悪臭を抑えるために、下水処理施設と近隣開発との間に 1 キロ設けられている緩衝地帯が、このデザインを採用することによって 200 メートルから 500 メートルに縮小される予定である。クランジ、セレーター及びウル・パンダンにある既存のカバーなし処理施設には、総額 1 億 9400 万 S\$を投入し、カバーと悪臭処理施設の設置が行われている。1998 年までに下水道の細網化システムの改善、アップグレードと拡張、揚水施設及び下水処理施設等関連の、総額 2 億 6740 万 S\$もの開発工事契約が落札された。付表 5 は 6 ヶ所の処理施設での拡張プロジェクトについて示している。

深層トンネル下水管システム

21 世紀の需要を見込んで、環境省は 68 億 S\$を投じて深層トンネル下水管システム (DTSS) を長期的に導入しようとしている。これは 2 つの島内縦断型トンネルと下水道の連結型ネットワークを構築して、チャンギ・イーストとジュロン・アイランドの両再開発

地域に構築予定の 2 つのセンター廃水処理施設に汚水を集めることにより、既存の細網状下水道システムからの汚水流出を遮ろうとするものである。これにより、既存の揚水・下水処理施設は徐々に淘汰していき、約 290 ヘクタールに及ぶこれらの用地は、居住並びにその他の開発に割り当てられる予定である。

深層トンネル下水管システムは、2 段階で構築される。まず第 1 段階としてはチャンギ・イーストに、流入揚水・排水処理施設を設備するノース・トンネルを建設し、2005 年末までには操業を開始する予定である。既存の下水処理施設のうち 3 施設からの排水はノース・トンネルで処理された後、再び排出されて最終的には、シンガポール海峡へと排出されることになる。そして 2007 年末までにチャンギ・イーストの排水処理プラントが完成して操業を開始したのは、既存の下水処理施設で処理している汚水についても段階的にノース・トンネルとその付属プラントに機能が移行されることになっている。

第 2 段階の DTSS については、2015 年までの操業開始が予定されている。これは、ジュロン・アイランドに、もう一つの汚水処理・排出プラントとなるサウス・トンネル下水道連結ネットワークが建築される計画であり、チャンギ・イースト汚水処理プラントもそれまでには施設の拡充が成される予定である。既存の下水処理施設処理分はチャンギ・イーストとジュロン・アイランドの両プラントに移行されていくことになり、2045 年を目途とする完全廃業に向けて、既存下水処理施設と汚水揚水施設は段階的に操業を終えていく見込みとなっている。表 6 は、DTSS 計画を示している。

固形廃棄物管理

加速する経済成長による人口増加、都市化、さらに生活水準の向上により、シンガポールの廃棄物排出量は、年々急激に増えつづけている。1970 年当時 1 日当たり 1300 トンだった廃棄物排出量は 1990 年には 5700 トンへと増加、これは 10 年単位毎にほぼ倍増の勢いであり、2000 年までには 1 日あたり 8000 トンを超える見込みである。

国土面積の乏しいシンガポールにおいて、廃棄物の焼却は、最も実用的でコストを節約できる固形廃棄物の処理方法である。ENV では、修復、再利用及びリサイクルが不可能で、かつ焼却可能な廃棄物については、全て焼却する方針をとっており、現在までのところ、廃棄物全体の 85% が焼却可能なものとして、焼却プラントで処理されている。

ENV は当初、固形廃棄物収集サービスを提供していたものの、就労者の募集が困難となったため、廃棄物収集部門が別に会社組織化され、自治体廃棄物の収集を引きうけることになった。こうして 1996 年 4 月 1 日に設立されたのが SEMAC 株式会社であるが、これについては、本報告書第 6 項に詳述するものとする。

廃棄物処理システム

廃棄物管理システムは次の3カテゴリーに分類することができる

- 1) 一般家庭、市場及び商業施設から廃棄される家庭内並びに商業廃棄物管理
- 2) 産業施設から発生する産業廃棄物管理
- 3) 行政法令組織、学校、病院等公共施設からの廃棄物管理

1998年に収集された廃棄物の合計は284万tに達し、前年比1.6%の増加となった。内訳は、カテゴリー1)が46.8%、カテゴリー2)が53%、そして0.2%からが公共施設からとなっている。98年現在、国民一人当たりの廃棄物排出量は、一日当たり1.1キログラムである。表7には、1994年から1998年にかけて収集された廃棄物の重量が示されている。

焼却プラントに持ち込まれる廃棄物の内訳は、食べ物のゴミが44.4%、紙、厚紙、木などが28.3%、プラスチックが11.8%、ガラスとセラミックが5.7%、金属が4.8%、布、革、ゴムが3.0%、その他が2.0%となっている。

収集された廃棄物は、焼却プラントもしくは埋立地において処理される。ENVはウル・パンダン、チュア、セノコの3ヶ所で焼却プラントを運営しており、廃棄物総量のうちの66.3%に当たる188万トン进行处理しているが、残りについてはロロング・ハルスのゴミ捨て場で処理されている。

新規開発：5ヶ所の焼却施設と沖合いの廃棄物処分場

ENVは、テュアス・サウスに国内4ヶ所目の焼却施設を建設するにあたって、10億S\$を投じている。工事は1996年7月に着工され、2000年までに竣工の予定である。また、テュアス・サウスに隣接した5ヶ所目のプラントについても現在建設計画が進行中で、2004年の完成が予定されている。

これまで利用されていたロロング・ハルスの廃棄物処分場は1999年3月で容量が一杯になったため、ENVはシンガポールの南西に位置する、ブラウ・セマカウの沖合いに、廃棄物処分場を開発するという壮大なプロジェクトに着手している。このプロジェクトにより、2030年以降までの廃棄物処分場が確保される予定である。周辺地域と廃棄物処分場用地との間には7キロの堤防が築かれ、最終的には630万立方メートル、全域350ヘクタールに及ぶ廃棄物処理容積を持つ。建設計画費用は6億1千万S\$、工事は1995年4月に着工し、1999年4月1日より廃棄物処分が開始された。表8は、過去10年間に処分場及び焼却プラントで処理された廃棄物の量を示している。

ブラウ・セマカウの廃棄物処分場の事例研究については、後述するものとする。

廃棄物排出量削減とリサイクル・スキーム

廃棄物排出量削減局は廃棄物削減へ向けた活動の推進及びコーディネートのために、1992年に環境省に設置された。この局では、ビジネスセクターと一般のコミュニティーに対して廃棄物削減とリサイクルを推進するためのプログラム開発、促進、実行と政策の設定などを行っている。例えば、廃棄物量削減を推進するため、プライベートセクターに対するリサイクルプラント建設奨励策のほか、様々な廃棄物削減計画やリサイクル・スキームを提供している。

- a) ホテル、病院、学校、会社、工場、クラブハウス、居住用ビルディングのすべてが、800以上あるリサイクル計画の中に組み込まれている。古紙再生はシンガポールでもっとも広く普及したリサイクル方法であり、同時に利益の大きいビジネスである。コミュニティーでは、住民達が「屑屋」(古紙収集業者の通称)に新聞を売り、そして「屑屋」は回収新聞をリサイクル用に販売することが行われている。また事業体組織や学生のグループは、各戸ごとに回収して集めた古新聞をリサイクル用に売却した利益を慈善事業体に還元することが行われている。また、古い教科書を回収し、分類して貧しい家庭の子供に配布するという計画もある。
- b) ENVのアドバイスにより、産業セクターの中での廃棄物量削減を推進かつ調整する目的のため、様々な環境関連の委員会が立ち上げられている。例としては、シンガポール産業連盟やシンガポールホテル連盟等があげられる。

また、その他 ENV がコーディネートする活動としては、廃棄物交換、廃棄物管理、包装の簡略化等の試みがある。

(2) シンガポール環境政策「グリーンプラン」への積極的取り組み

シンガポール政府は、工業化が始まったばかりの段階から、自然環境を破壊せずに産業の振興をはかるために、国家の限られた資源の保護を確実にするための政策を設定してきており、その主な戦略方針は、防止、励行、監視の3つである。

防止政策は、土地利用計画によって成される。工業開発による潜在的な環境破壊は、様々な土地利用形態を策定し、綿密な計画による産業立地によって、最小限に抑えることができる。用地は、貯水池区域と緑化地域を保護するため、金融都市中心地、宅地開発地域、工業団地に振り分けられる。

そして、このような防止策励行のため、法律的な枠組みが策定された。政治的な支持及び権限の基盤を確保するため、1969年には汚染阻止局が設立され、続いて1972年に設立されたのが環境庁(ENV)であり、1986年には大気汚染局がENVに統合された。更に、1971年のクリーン・エア条例、1975年の水質汚染防止・排水条例、1987年の毒物条例と環境公衆衛生条例として、海洋汚染防止条例等の環境関連の法律も制定された。

新しいアプローチの必要性

1980年代が終わりに近づくにつれ、環境管理に対するより新しいアプローチの必要性が認識されるようになった。年月を経て、環境管理は行政による指導という形から、バラエティーに富んだ奨励スキームによる、産業自体の自己規制という姿勢による取り組みにシフトしており、例えば「責任管理プログラム」、「ODS 検証計画」、「ISO14001EMS」がそれに当たる。これは伝統的な「指導と管理」によるアプローチも効果をあげることは立証済みであるものの、行政と産業の双方にとってのコスト負担が非常に重くなってきているためである。

80年代の終わりまでには、固形廃棄物、汚水及び雨水を除去するような基本的社会基盤はすでに整備されており、更に空気や水の汚染を取り締まるために計画管理と排気基準も整備されていた。しかしながら、生活要求水準が高まる中での人口増加によって、シンガポールにおける資源消費と廃棄物排出量の限られた許容量が限界を迎えてしまうことが予想された。

また同時に、地球温暖化、オゾン層の保護、野生動物の保護、海岸汚染の防止といったようなシンガポールが積極的に活動・提唱してきた地球環境問題について、国際的にも活動を起こす必然性への機運が高まっていた。

上記のような要因から、ENVによって、「シンガポール・グリーン・プラン」が創案され、1992年の5月に公布される運びとなり、更に翌6月にはブラジルで開かれたリオ地球サミットで正式に発表された。グリーン・プランには、シンガポールがその持続的発展を達成するための、戦略的な方向性が示されている。この計画は2000年までの「モデルグリーンシティ」実現を視野に入れた行動プログラムの基礎となるものである。「行政からの指導」から、より積極的にアプローチするスタイルへのシフトに伴い、社会の全セクターによる参加に主眼がおかれており、1993年から実施されている。

6つの戦略的方向性

1. 資源の保護
2. クリーンテクノロジーの開発及び推進
3. 環境技術の開発及び推進
4. 国際的・地域的な協力体制による地球環境の保護
5. 一般市民に対する環境保護啓蒙活動
6. 地域環境の保護

本報告書では上位3項目についてのみ、詳述するものとする。

資源の保護

国家が経済的に成長するにつれ、廃棄物産出量とエネルギー消費量も増加する。1991年までには、固形廃棄物排出量は1970年から比べてほぼ4倍へと増加し、エネルギー消費量に至っては、同比7倍にまで跳ね上がっている。このため、二酸化炭素排出量の削減、エネルギー効率のアップ及び廃棄物量の削減は緊急の課題である。

シンガポールにおいて消費される資源の大部分及び廃棄物量の半分以上は産業・ビジネス関連によるものである。そのため「グリーンプラン」は、民間セクターが資源保護に対する責任を認識し、より積極的に取り組み、環境監査を行い、リーダーシップをとって国民一般の認識を向上させる役割を担うことを目的としている。

企業は、環境保護への旧来的な取り組み方を改める必要にせまられている。環境保護に費やす費用を付加的なコストと見なし、取締り当局との摩擦回避のために、必要最低限の基準を満たそうというのではなく、ビジネス上のアドバンテージに繋がるという取り組み方への転換である。すぐれた環境対策実績を持つ企業は従業員の人材確保、効率性及び競争率のアップ、コスト削減といったことの実現がしやすいからである。

資源環境の保護を達成するための様々なプログラムについては、表 に詳しい。グリーンプランのもと、シンガポールは省エネルギー奨励策を推進して二酸化炭素をOECDの平均値未満に抑えることを目標としており、2000年までに家庭及び商業廃棄物を現在の国民一人当たり一日1.1キロから、0.9キロへ削減することをめざしている。

クリーンテクノロジーの促進

シンガポールの現状として、石炭の燃焼を原因とする汚染の中では、二酸化硫黄の排出が最も重大な関心事項である。発生源としては発電所と精製所が最大で、全体の91.8%、224、133tに達している。表9参照。

グリーンプランでは、2000年までに二酸化硫黄の排出量を1991年の水準にまで引き下げることを目的としている。その他の施策としては自動車台数の増加の抑制、公共交通機関の利用推進による、自動車の原因となる大気汚染の防止、オゾン層破壊物質使用の段階的廃止等、様々なものがある。個々の施策については、表 に要約の通りである。

環境技術の促進

20年以上にわたる工業化の過程で、確かな環境管理を行ってきたシンガポールは、高度な環境水準を維持し、近代的な環境インフラと効率的な環境管理システムをかね備えた国家として知られている。

シンガポールはアジア地域における環境ビジネスのハブ（中心）となることを目指しており、具体的には公式な二国間の連携や環境技術についての地域的関心を高めるための合同プロ

グラムの開催等による、先進国との関係強化を目指している。さらに積極的にローカル企業と、先進国の優秀な戦略的環境技術のパートナーとの間のビジネス連携を推進する一方で、アジア地域への環境技術輸出サービスを技術的にバックアップし、また自国の環境技術を強化することを目指している。

経済開発庁と貿易振興庁は様々な環境技術振興策を実施している。これらについては、後述するものとする。

今後、シンガポールが開発及び振興に努める予定の環境技術は、次のような分野である。

- ・ 特にエネルギー、水、土地などの乏しい資源の確保
- ・ 汚泥など、産業から排出される汚染物質の処理・処分
- ・ 産業及び家庭から排出される廃棄物の再生及びリサイクル
- ・ CFC を含有しない代用品等、環境にやさしい代用品の開発
- ・ ガス排気と污水排出を抑制・監視する技術
- ・ 都市環境における騒音規制と遮断システム
- ・ 環境影響評価及び地理的な情報システムについてのコンサルタント

研究と開発

現在、クリーンテクノロジー分野の研究・開発は、国立科学技術委員会の定めたナショナル・テクノロジー・プランに基づいており、主に太陽エネルギー、産業廃棄物再生、ガス発電自動車、ハイ・エネルギー電池技術、リサイクル技術、廃棄物管理システムの改良、CFC 回復等の分野に的が絞られている。

環境技術研究所 (ETI) は、ニッチテクノロジーを開発するため、ローカル産業を支援する目的で 1996 年 6 月に設立された。より優秀な人材を集め研究活動を行なえるよう、民間セクターからの研究者には、奨学金が与えられている。環境技術に関連した 2 件のパブリックセクタープロジェクトと 10 件の民間セクタープロジェクトに、合計 1420 万 S\$ の補助金が授与された。

シンガポールが有する環境関連の専門技術は、次のようなものである。

- 1) 製造業における専門技術
ガス、液体、固体廃棄物の排出を防止、抑制、処理、廃棄するためのプラント装置の設計、組立、建築に係わる専門技術及びモニタリング、テスト、分析のための処理管理設備とシステムに関する同技術。
- 2) コンサルタントサービス
汚染防止、プランの実現可能性と問題点研究、環境影響の研究についてのコンサルタント及び廃棄物管理、リサイクル、廃棄、処理について技術的援助の提供、さらに下水道システム

焼却施設、排水システム等の環境工学技術サービスの提供。

(3) シンガポールの環境ビジネスと政府の支援策

これまでのところ、政府は ENV を通して、シンガポールにおける環境インフラの整備と政策の指針設定上の原動力となってきた。シンガポールは環境管理において確固たる実績を積みあげ、域内でもっともクリーンな都市となった。シンガポールは環境技術の応用についての経験と技術的ノウハウを築き上げることに成功しており、具体的には建設技術、獲得、機械装置の制御と維持、廃棄物と廃水処理、汚染抑制、研究所とコンサルタントサービス等が挙げられる。

これにより、小規模だが事業活動の活発な環境技術研究や開発に従事する企業が増加してきている。シンガポールには約 100 社の環境技術企業があるが、大部分はエコインダストリアル・エンバイロメンタル・エンジニアリング、シンガポート・クリーンシー等のような小規模な追加企業であり、センバワン社やシンガポール・テクノロジーのような上場企業は数社である。環境技術 (ET) 事業を展開する外資系企業が基盤をシンガポールに置き、ビジネスチャンス獲得のために追加企業との連携を組む動きが活発になるにつれ、そのような小規模企業の数が増加するものと見られる。

環境技術産業はこれからのアジアにおいて、最も成長が見込まれる産業の一つであると予測されている。アジアの多くの国々が、経済危機を脱しつつある状況の中で、環境配慮型の製品、サービス及び技術に対する潜在需要がきわめて高いためである。OECD による調査では、アジアの ET 市場規模を 2000 年までに 220 億 US ドルに達するものと見通している。

環境専門技術のアジア地域における役割を目指して

21 世紀の地球規模での市場競争にシンガポールが優位性を持つ上で、経済に付加価値をつけるためには、ET 分野の中心として発展することが、優先事項の 1 つである。シンガポールはこの前途有望な市場への参入を目指して、着々と準備を進めている。

ET が将来を担う分野であると認知されてから数年の間に、数社の大企業がシンガポールにその本部を構えた。R&D 活動は大学や、環境技術研究所 (ETI) そして生産性・基準委員会付属環境技術センター等において行われている。また、シンガポールの企業は、環境関連の新技术開発のパイオニアとして寄与している。例としてはマリ・クレイを建築材料として使えるようリサイクルする事業を行っている SH ソイル・ワークス、新しい脱塩技術の開発事業を行っているアクアゲン、汚水の皮膜処理技術の先端を行くハイドロケム、自治体の焼却施設フライ・アッシュ (MIFA) の処理技術開発と、汚泥の合成土への変換技術の開発事業を行っているクリーンウェイ・システムズ・アド・テクノロジーズ等がある。

更にシンガポール政府は非常に幅広い多くの奨励策や認定システムの実施により、環境技術と関連ビジネスの振興をはかっている。

環境技術の発展を支援する環境技術研究所 (ETI)

環境技術研究所 (ETI) は 1996 年、シンガポール国立科学技術委員会 (NSTB) によって、シンガポールの研究開発の中心としての役割を担い、環境技術の開発を援助する目的のために設立された。ETI は、シンガポールに基盤を持つ企業が、知識集約型で高付加価値製品とサービスの提供を行えるよう援助するため、関連する革新的でコストの低い環境技術を発見、評価及び開発することを目的としている。ETI は太平洋アジアにおける多大な潜在成長性を持つこのエリアでの、環境技術の地域全体の中心地となるべく、シンガポールを育成することを目指している。

原材料使用、廃棄物排出量、エネルギー消費を削減し、環境保護と生活環境の質の改善につながるような環境関連技術に焦点を絞っている。ETI の 65 名のスタッフのうち、50 名は研究者である。ETI の研究所とパイロットプラントは東南アジアの中でも最先端の設備の 1 つであり、環境技術に着手しようとする企業に対し、基本的なノウハウを提供している。

シンガポールの技術ノウハウは、大学や工科大学における研究プログラムと、ETI を含む 13 ヶ所の研究機関とセンターを保有する NSTB によってサポートされている。NSTB は、シンガポールの産業に実質的な利益をもたらすような第 1 級の知識ノウハウの整備を推進する役割を担うことになっており、1997 年には、総額約 4 億 S\$ の研究開発支援を行った。また同年、研究センター及び機関からは 62 件の特許が出願され、そのうちの 11 件の申請が受理され、また民間セクターとの間に 300 件以上のジョイントプロジェクトが着手された。

ETI の現状

ETI の目標：

- 1) シンガポールの企業に対し、経費効率のよい環境技術の確認、開発そして商業的に成功させるための援助を行うこと。
- 2) 知識集約型で高付加価値製品と事業活動構築のため、革新的な新興企業の設立、および援助を行うこと。
- 3) シンガポールの先端環境技術企業と、その経営者たちのネットワークを構築し、成長を続けるアジア市場で今後競争していこうとする追加企業に対する援助を行う。

ETI が特に力を入れているのは、環境技術の利用者もしくは開発者である、民間セクター企業や政府系機関と共同で、実用的、応用的、使命に基づき、かつ市場要素を加味した研究開発を行うことであるため、基礎研究は全体業務の 15% に過ぎない。現在、ETI は個

人セクター（外資・ローカル問わず）と科学コミュニティの橋渡し役として商業的ニッチ環境技術の開発に必要な専門技術を提供するために必要な役割を果たしている。ETI は現在約 38 件のプロジェクトに係わっており、うち 25 件は商業へのパートナーである。表 10 参照。

ETI は国立科学技術委員会からの資金と連携 R&D プロジェクト参加民間産業からの寄付金により、運営されている。ETI はまた、投資会社として機能するための ETI インベストメントという子会社を保有している。この会社の業務は、株式、社債および有価証券の保有もしくは発行であり、これによってビジネス上のパートナーシップやジョイントベンチャーまたは企業分割による新会社設立への参入が可能になっている。ETI は、将来的にビジネスベンチャーからの収入増加を期待している。

シンガポールにおける特別関心事項であるため、ETI でも水処理技術は最優先課題となっており、R&D 全体の 50% を占めている。水道料金が上昇を続ける中で、ETI では製造コスト引き下げのための、水処理技術の開発に対する民間セクターからの需要は根強いものと見込んでいる。高度浄化水生産及びリサイクルを優先課題とすることにより、製品製造過程の開発及び改善のために連携し、当該国内産業の競争力向上の援助を目的としている。このような技術は、水質と水不足問題を抱える東南アジア諸国において、早速実用化が期待できるものと予測される。

固形廃棄物処理の R&D は、国内産業に対し処理と処理条件の改善による原料の効率的な使用と廃棄物量の縮小、経費のかさむ「end of pipe」処理方式の廃止といった経済廃棄物の処理とリサイクル技術の開発及び実用化の援助を行うことを目的としている。

大気中への排出抑制プログラムは、排出量減少システムの導入により、国内政府及び産業に対し、事業上の処理から生じる大気中への望ましくないガスや微粒子の排出量を最小限に抑えるための援助を行うことを目的としており、ETI は行政機関による大気質基準設定、モニタリングをサポートする。

ETI は、追加及び外資企業が連携し、共同で技術と能力を利用するために技術的、科学的能力を集約して、双方にとって有利な状況を生み出すような機会を歓迎している。これは相互利益を持つジョイント・ベンチャーが、企業の新市場とパートナー獲得への突破口となるだけでなく、シンガポールの技術移転と技術開発の刺激策となり得るためである。

ETI の主な実績

ETI が敷地内に建設した、超高純度の水処理パイロット・プラントは、世界 4 施設あるうちの 1 つで、かつ日本を除くアジアの中では唯一のものである。UPW パイロット・プラントの完備にあたって、ETI は、A クラスの 100 室の無菌室を有するウルトラトレース分析研究所を付設している。

より高純度の浄水への需要は高まっており、それは特にエレクトロニクス、製薬、食品、

生物医学の分野において顕著である。超高純度水は、半導体業界における需要の高まりに応じて、研究が進められてきた。半導体の場合、1兆分の1程の微量レベルであっても不純物が含有されていた場合、製品使用に重大な影響を与える可能性がある。超高純度浄水のマーケットは非常に大きく、市場調査では、UPW システムの販売量は、1996年から2001年の間に、2倍以上、年間世界売上720億\$へ跳ね上がるものと見込まれている。

エレクトロニクスはシンガポールの基幹産業である。政府は2010年までに1500億\$相当の生産高を達成するために、150件の新しいエレクトロニクス・プロジェクトの実現を目的としている。加えて13ヶ所以上の半導体工場を誘致する計画もある。平均的なプラント建設費用は約15億\$、うち3千万\$は超高度純水システムに投資されている。これによって政府は技術の高度化を推し進め、2005年までに合計25ヶ所の半導体工場を立地させる計画である。それゆえ、産業にとっては、増加する水リサイクル及び再利用のためのUPW処理技術向上が渴望される場所である。表11参照。

シンガポールがアジアでの環境技術の中心地としての地位を確立するためには、民間セクターの自信をつけ、企業との親密な関係を築き、時間をかけて名声を広めるために絶えずその専門技術を証明し、プロジェクトの研究を続けていかねばならないが、それは骨が折れることではあっても、決して不可能ではない。活発な政府の主導、十分な財政資源、さらに環境技術分野における技術的能力をもった人的資源の連携（ローカル・外資共に）、ETIとシンガポールはアジアでNo1のR&D中心地となるべく、絶好のポジションにいる。

(4) 環境配慮型経営に向けてのインセンティブ 奨励策

ISO14000 スキーム

ISO14000は国際規準の流れに沿って1996年、シンガポールが導入した環境管理基準である。ISOの14010、14011、14012が環境監査についての基準であるのに対し、ISOの14001、14004は環境管理システムについての基準である。ISO14000シリーズでは、環境管理システム(EMS)、環境監査と関連検査、環境実績評価、環境ラベリング、ライフサイクル評価及び用語定義、の6分野について規定されている。この一連の基準、特に環境管理システムもしくはEMSについての基準を定めたISO14001は、シンガポールの企業にとって長い目でみた、生産性の向上と競争力強化達成への枠組みを与えるものであるため、好意的に受け入れられている。EMSは機関の概要管理システムの一部であり、機関による環境政策の開発及び規定政策への準拠の裏付けを行うためのものである。具体的には、当該機関の事業活動が環境に与える深刻な影響についての認識基準を提供し、影響を最小限に抑えるための目標を設定し、さらにその目標と対象を達成のプログラムと、規定された環境政策への準拠を裏付けするその他の運営管理手段を設定するものである。

ISO14001EMS認定スキームは、1996年5月からシンガポールで実施された。これは、

シンガポールに所在する全セクターのローカル及び外資企業すべてについての適用が可能な自発的スキームであり、現在のところ 131 社以上が認可を受けており、シンガポール国家生産性基準委員会（PSB）は、このうちの 66%にあたる、86 社を認定している。

ISO14001EMS スタンダード実施による利益

企業にとって、ISO14001EMS 規準を採用することによって得られる利益は、主に経費節減、企業イメージのアップ、基準不履行及び罰金課徴リスクの減少の 3 点である。

毒性がある危険な原料の使用を控え、環境的にクリーンな処理過程を採用し、包装を簡素化または省略し、廃棄物の再利用やリサイクルを行うことによって、企業はその成果を処理コストの削減から結果として企業の利益につなげることができる。内部通達や研修制度を実施して従業員をそのシステムに精通させておけば、それは結果として運営効率のアップとコスト削減につなげることができるのである。

EMS によるコスト削減

企業	経費節減額（単位：S\$）
サンヨーインダストリーズ	
エネルギー使用量削減	4000/半年
一般的廃棄物削減	1800/半年
ニッポンペイント	
エネルギー使用量削減	9000
チャンギ・ジェネラルホスピタル	
エネルギー使用量削減	840000
バクスター・ヘルスケア	
危険廃棄物の削減	1996 年からの累計 20000
非危険廃棄物の削減	1996 年からの累計 100 万
有毒排気排出排出量の削減	1996 年からの累計 20000
エネルギー使用量削減	1996 年からの累計 300000
水使用量削減	1996 年からの累計 474000

資料：シンガポール国家生産性・基準委員会

EMS を採用すれば、企業はそのイメージを高めることができるため、これによって、顧客、納入業者、従業員、公共政府、投資家および金融機関に対するマーケティングが有利になる。更に消費者の環境意識が高まる中で、競争上優位に立つことができる。

組織として EMS に取り組むことにより、法的に準拠していることも裏付けられる。法律を遵守する実績を持つ企業は取り締まり機関からの締め付けも少なく、将来の負債となるような事故、紛争も少なく、政府との関係も向上し、これによって更に保険のプレミアム

も低く設定される。表 12、13、14 には、このスキームについての最新の傾向が示されている。

ISO14000 活動推進公共団体

ISO14000 の推進活動に携わっている主な公共団体は、PSB と、約 1500 の産業の連合体であるシンガポール産業連合 (SCI) の 2 つである。特に PSB は ISO14000 の主推進役であり、スキームに基づいた認定活動や企業間での環境意識を高める目的でセミナーを行ったりしている。SCI は産業の枠組みを超えた全体的キャンペーンを展開し、持続的発展を目的とするシンガポールビジネス憲章への企業の署名登録推進活動を行っている。これまでのところ、1200 社が環境管理基準に準拠した「グリーン・プレッジ (誓約)」に署名登録している。尚、その他機関としては、企業への ISO14000 EMS 導入を推進する国家調整委員会、EMS を国際規準に適合させていくための環境管理専門委員会 (EMTC)、エレクトロニクス産業内での環境上の情報をシェアする目的で設置されたエレクトロニクス産業環境委員会 (ECEI) 等がある。

その他奨励策

ISO14000 認定シリーズはシンガポールにおいて最も知名度の高い環境奨励策であるが、ここでは企業が環境配慮型経営へと積極的に転換する誘因となる、その他奨励策について、述べてみたい。

ENV による奨励策

ENV は、ビジネス及び産業における、省エネルギーもしくは汚染削減推進のための奨励策として、下記の 3 スキームを設定している。

- 1) エネルギー効率の良い機器と技術に対する 1 年間の加速度減価償却
- 2) 高度汚染管理機器に対する 1 年間の加速度減価償却
- 3) 新車自動車及びバスについての 1 年間の償却措置

スキーム 1) および 2) は、初年度での全額減価償却を目的として 1996 年 1 月より施行されている。これは企業の基準に適合した機器購入費用については、購入後 1 年間で企業に対する課税項目から完全償却されることを意味する。スキーム 3) は、旧式のディーゼルエンジン車の所有者への新車への買い替え奨励のための、新車自動車及びバス購入について償却を認めるものである。

労働省による奨励策

労働省による税制上の優遇策は次の2つである。

- 1) 化学汚染防止装置への1年間の加速度減価償却
- 2) 工場内での騒音抑制措置への1年間の加速度減価償却

本奨励策は、工場における職業病の主要原因である、騒音や化学汚染防止施策の実施に伴い、負担経費を補助するところにある。

ローカル企業技術援助スキーム (LETAS)

LETAS は政府による中小企業 (SMEs) に対する財政上の援助を提供する目的で 1982 年より開始された。シンガポール生産性基準委員会とシンガポール産業連合会は、環境意識の向上と企業にとって ISO14001 への布石となる、クリーナー・プロダクション達成のための援助を行うために連携し、SMEs の廃棄物量削減と汚染防止分野確認の手助けを行ってきている。SMEs は、LETAS により、コンサルタント料の 70%、最大 4 万シンガポールドルまでの財政助成金を受けることが可能であり、ローカルの株式保有率が少なくとも 30% 以上で、払込資本金が 1500 万 S\$ 未満の中小企業が応募できる。

本プログラムの目的：

- 1) SMEs およびローカル企業による環境管理システム実施の援助
- 2) 多国籍企業が提供できる、実際経験や資源の追加 SMEs への活用
- 3) SMEs に対する省資源への援助
- 4) 環境ビジネス分野におけるトップクラスの多国籍企業との連携強化

シンガポール環境業績認定賞

本認定賞は 1997 年、産業界の環境意識向上促進を設置目的とする常設の産業委員会により、シンガポール環境委員会 (SEC) の中に設置された。製造プロセスおよび製品におけるローカル企業の環境配慮の達成度を認定するシンガポールで最初のものである。イニシアチブの革新性や他の企業への応用性、管理職と従業員の環境保護に対するコミットメント及び活動のレベル、明白な形で環境改善の達成についてのイニシアチブの度合い、そしてそのイニシアチブの環境および商業的実現度についての確証性を主な基準の尺度としている。

レスポンシブル・ケアプログラム

1990年にシンガポール化学産業協議会（SCIC）が採用したレスポンシブル・ケアプログラムは、もともと1988年にカナダの化学産業によって始められたものである。

レスポンシブルケアは、産業における環境、健康及び安全性においての持続的改善を実現目的とする10項目の運営原則と6項目の管理実践基準をベースとして設定されている。

10項目の運営原則の中には、安全な化学物質の製造、輸送及び廃棄の実現性、化学関連の健康・環境障害防衛手段についての報告及び奨励、政府と連携の地域社会、職場及び環境の保護を目的とする法律制定、等が含まれる。

6項目の運営実践基準には、処理安全性、汚染防止、ディストリビューション、地域社会の認識と非常時への対応、従業員の健康と安全、製造管理が含まれている。

SCICは、レスポンシブルケア・プログラム推進をはかるため、数多くのイベントを運営してきた。例として、ENV、労働省、シンガポール国防軍及びシンガポール港湾庁と連携した研修政策、ワークショップとフォーラムがある。1999年10月15日、SCICは事業運営上における環境上、健康及び安全性の向上を目的とするレスポンシブルケア・公式誓約を65企業との間に、締結した。

ODS非含有認証スキーム

この自発的第三者プロセス認定システムは、企業に対し、その製造過程におけるオゾン層破壊物質（ODS）使用の段階的削減を行っている企業に対し、その認定を下す目的により1993年に開始された。シンガポール生産性・基準委員会が実施する本スキームは、環境保護に注力している企業を表彰し、かつODS非含有製品を必要とする多国籍企業への市場アクセスを容易にするためのものである。

本スキームにより、企業は潜在顧客毎に認証を行う必要がなくなり、それぞれの顧客にとっても企業運営監査を重複して行う必要がなくなったため、双方にとって時間とコストの節約につながっている。また、環境配慮型企業に対し、競争上の優位性をもたらし、多くの企業のマーケティングにおいて成功をおさめている。

本プログラムは好意的に受け入れられ、スキーム参加企業は、その顧客が第三者ODS非含有認証プログラムを歓迎したと報告している。このプログラムは、シンガポールでの生産及びサービス市場へのアクセスを容易にするため、有効なエコ指標であり、特に納入業者に対してODS非含有品を発注する多国籍企業の関心を集めている。現在までのところ、35社がスキームへの参加資格を与えられている。

（5）シンガポールにおける代表的な環境ビジネス企業

SEMAC

SEMAC は ENV コーポレーションの 100%子会社で、シンガポール最大の廃棄物管理会社である。1996 年の 4 月に組織され、その後 3 年で民営化された。民営化は競争導入及び効率性向上のため、政府保有のビジネスを民営化しようとする政府主導の動きと連動しており、それ以前には ENV が固形廃棄物収集サービスを提供していた。

民営化されたことにより、SEMAC は求人力の枠をよりフレキシブルに展開し、かつ効率的な廃棄物収集サービスを続けることができている。現在、SEMAC は今日の多様化する環境需要に合致し、オールマイティーな急成長のワンストップ・カンパニーである。

毎日操業し、約 50%の廃棄物管理市場を網羅し、900 名のスタッフを擁する SEMAC のサービスには、廃棄物収集、粗大廃棄物回収、廃棄管理コンサルタント、洗浄サービス、機械清掃、機械廃棄物収納設備の設置とメンテナンスと装置取り扱い等があり、1 日あたり 2000 キロ以上の道路・高速道路清掃と年間 100 万 t 以上の廃棄物収集を提供している。

民営化以降、外資を含む多くの廃棄物管理会社が市場に参加するようになってきている。SEMAC は今後の競争激化を踏まえたチャレンジとして、サービスの向上、生産性アップ、ハイテク技術の導入、機械化された顧客対応、等によって備えていく予定であるが、改善事項の 1 つとして商業施設や公共住宅への廃棄物運搬システムの導入があげられる。これは、廃棄物を地下倉庫タンクへためてからバキューム収集トラックによって吸い出すシステムであるが、これにより廃棄物を手作業で運ぶ作業が省かれて、こぼれ、漏れを防止できると同時に、悪臭を取り除き、周囲の美的景観を改善することができる。

SEMAC はまた、国内及び域内の新規関連事業を探求中であるが、現状では、まだプロジェクトは初期段階にある。

シンガポールは廃棄物の管理上、9 つのセクターに分割される。競争原理導入の動きにより、すでにこのうちの 2 つは入札制になっている。価格提示の低い企業が受注を受けることとなるが、この 2 つのセクターの廃棄物収集会社は、それぞれ国内、外資 1 社ずつとなっている。残りの 7 セクターについては SEMAC が管理している。ENV は、廃棄物管理においては運営事業体から規制事業体へと転換した。今後、他のセクターについても入札方式が実施される予定である。シンガポールの廃棄物収集マーケットは小さく、既に国内に相当数の収集会社もあるが、廃棄物量が段階的に拡大してくるにつれ、固形廃棄物管理に対する総合的なアプローチには、より大きなビジネスチャンスがあるものと見込まれている。

NOVO 環境テクノロジーサービス (ETS)

NOVO ETS は、ISO 14001 EMS と OHSAS 18001 OHS コンサルタント業と研修制度を提供する、シンガポールでのパイオニアかつマーケットリーダーである。そのサービスとしては：

1.環境、健康及び安全性 (ETH) についてのコンサルタント

ISO 14001 環境管理システム

職業上の健康及び安全性管理システム (OHSMS)

2. 環境、健康及び安全性研修制度 (組織内・公共)
3. 環境、健康、安全性監査制度
4. 環境上の検査、モニタリング/ベースライン研究
5. 産業衛生監査と評価
6. 環境工学
7. ISO14001 EMS メインテナンスサービス

NOVO ETS のコンサルタントは、ISO14001 EMS 規準の策定もしくは改訂にあたっての ISO/TC 207 においては、シンガポールを代表する。コンサルタント業務により、シンガポールと周辺地域の 180 社以上の企業について、ISO14001 もしくは OHSAS18001 の認定を得る手助けをしてきている。NOVO ETS は国内及び海外での需要に応じて企業等団体が ETS を維持するために必要なワンストップサービスを提供しており、その顧客層は MNC、行政機関、製造業及びサービス業の SMEs にまで、多岐にわたる。

今年 1 月の時点で、120 社が ISO14001EMS の認定を受けている。NOVO ETS はこの市場で 75%以上のシェアをつかんでいる。シンガポールでは、NOVO ETS は総合的な一連の ISO14001 と OHSAS18001 研修コースを実施しており、コース指導者とコンサルタント育成のため、タイ、ベトナム、フィリピン、インドネシア、インドなどにおいて、アジア生産性機関 (APO) のような機関との間の共同のプロジェクトが着手されている。

NOVO ETS は、この産業自体のビジネスチャンスが増えるにつれ、同時に競争も激化するものと予測しており、利用可能な最新の技術、開発していく必要性を認識しており、そのために絶えず顧客の需要をくみ上げ、向上をはかっている。プログラム及び研修コースはコンサルタントとスタッフの能力向上手段として認められている。

NOVO ETS は、域内の他の地域へのサービスの拡大も計画しており、ローカルの需要にあったサービス供給を行うため、パートナーとの潜在的な連携関係を築くべく、連絡体制をとっている。

シンガポール環境管理エンジニアリング・サービス (SEMES)

SEMES は、固形廃棄物管理、汚水、汚水処理処分、土地排水管理、洪水防止、汚染防止等、環境管理及び環境エンジニアリングの様々な分野について、コンサルタント、プロジェクト管理及び研修を専門に行っている企業である。

環境庁管轄の ENV コーポレーションと、シンガポール・センブコープ廃棄物管理会社によるジョイントベンチャーとして組織されたため、SEMES は環境省から完璧な財源上と専門技術のバックアップを受けている。

SEMES は外国行政機関や民間企業に対し、環境管理と環境エンジニアリングについてのコンサルタントサービスを提供しており、またアジア太平洋及びアセアン諸国向けにはシンガポール政府を代表して環境トレーニングを実施している。表 はこれまでの業績分野を示している。

SEMES は更に、環境管理とエンジニアリングにおける上記の分野において総合的な研修を行っており、ベトナム、マレーシア、中国、フィリピン、インド、パキスタン、バングラディシュ、インドネシアといった様々なアジア諸国から、ジャマイカ、フィジー、セイチェルス、パプア・ニューギニア、モンゴル等にまで渡る様々な国々からの参加者に対する幅広い研修プログラムの実施実績を持っている。また、日本、韓国、世界銀行、ADB、WSCAP との間にも様々なパートナーシッププログラムを持っており、環境管理、海岸・海域環境管理、効率的な水利用、汚染管理、固形廃棄物管理及びその他様々なトピックについてのコース、セミナー等を行っている。

(6) 廃棄物処理に関するケース・スタディー：ブラウ・セマカウの沖合い廃棄物処分場

シンガポールの増えつづける廃棄物量に対応するため、シンガポール沖合いの島の一つであるブラウ・セマカウに新しい処分場が建設された。6億1000万S\$が投入される、この1995年4月より始動した当プロジェクトは、島内唯一の処分場ロロング・ハルスが1999年3月に許容量一杯となったため、2000年4月より廃棄物処分(埋め立て)が開始された。

ブラウ・セマカウは、世界でも数少ない、本土から離れた処分場の一つである。通常、処分場は輸送を容易にして、コストを抑えるため、本土に近い場所に位置しているものであるが、シンガポールにおいては土地が不足しているための対応策である。セマカウ処分場は2030年以降まで、国内の固形廃棄物処理の需要に応えることができるものと見込まれている。現在、この処分場では1日当たり3000tの廃棄物を処理しているが、実際にはこの倍量の処理が可能であり、廃棄物の種別としては、建築廃材、非有害産業廃棄物、不活性灰等が含まれる。

用地は、ブラウ・セマカウ及びブラウ・セケングという2つの小島をつなぎ、処分場(埋立地)面積は合計350ヘクタール、処理容量は6300万立方メートルである。用地内施設は海洋生物が保護されるよう、島の長期に渡った有効利用を目標とし、また自立運営を確立できるよう、建設されている。

必要とされる処分場スペースの確保のため、ブラウ・セマカウ及びブラウ・セケングを取り囲む周囲7キロの岩盤の埠頭が建設された。埠頭は、廃棄物からの廃液が埋立地外に浸出するのを防ぐため、不浸透性の皮膜と海洋性粘土質の層で覆われている。また、その他の特徴としては廃棄物に接触する水の収集と処理が挙げられる。降雨等による不活性廃

廃物流出による汚染防止策としては、濁度沈殿法、環境皮膜ライナーズ、浸出液収集、排水ギャラリーシステム等が挙げられる。汚泥と廃棄物を堆積させることになる境界エリアとしては、化学プラント及び一連の**バッチ・リアクター**技術を用いた生物学的処理プラントの両方が浸出液処理施設となる。

また廃棄物セルは、低浸透性の蓋でふさがれることにより、暴風雨から守られる。

オペレーション

廃棄物はテュアス・マリン・運搬ターミナルから、プラウ・セマカウへと運搬される。ゴミ集積所では、廃棄物運搬車両は計量されてから廃棄物受付ホールに進み、スペースを最大限利用するため、堀削器を使って廃棄物は直接、特別仕様の荷船上にばらまかれ廃棄される。その後荷船はタグボートでおされてプラウ・セマカウへ向う。テュアス・マリンターミナルまでの距離は、ほぼ 25km、船で 3 時間かかる。海上運搬船を最大限に利用するため、運搬は夜行われる。

埋立地に着いた荷船は降荷のため巨大な堀削器のそばに停泊され、堀削器はダンプカーもしくはチップング・フロアーに廃棄物を放出する。チップング・フロアーに放出された廃棄物は車輪のついたローダーズでかき集めてダンプカーに入れられ、廃棄場所に運搬される。

(7) 要約及び結論

シンガポールでは、常にクリーンな環境と汚染されない空気、土地及び水の保持に力が入れられてきた。

開発成長が始まってからというもの、政府は一貫して環境維持にあたって主導権をとってきている。シンガポール政府は污水処理、排水、固形廃棄物処理及び処分等環境インフラの整備のため、多大な投資を行っている。シンガポールでの環境管理は主に、環境汚染防止条例や規制、污水・排水条例や規制といった様々な立法上の枠組みとその施行によって成り立っており、その立法措置が効力を発するよう、調査監査システムが機能している。

国の環境管理、ニーズの変化及びコストの増大は避けがたい事実のため、シンガポールではクリーンで緑の多い環境の維持に貢献するよう、プライベート・セクターに対する奨励が行われている。「シンガポール・グリーン・プラン」は、このようなプライベート・セクターのより積極的な活動促進目的のため制定され、企業排出廃棄物量の削減と資源の再利用を促進のための様々なスキーム及び奨励策が提示された。シンガポール環境協議会やシンガポール化学産業協議会のような機関は、そのメンバーへの ISO14000 推進を目的として、設立された。また、シンガポールをアジア地域の主要な環境センターとして機能させるため、研究センターが設置された。廃棄物収集産業は事業の効率化を狙って、民営化さ

れた。

国の電力プラント民営化計画はまだ初期段階にある。今後、より多くの分野についても民営の廃棄物収集業者への事業開放が見込まれる。主要な環境産業当事者は、サービス拡大を目指し、地域でのプロジェクト実現のための連携者を探そうとしている。関連企業では将来、より多くの企業の市場参入による競争激化を予見しているが、多くの当事者はそれによって同時にビジネスチャンス及び利益も増大するものと見込んでいる。

この市場の成長を妨げる主な要因としては、シンガポール経済がまだ規模として小さいということがあげられる。シンガポールでも、リサイクルは進行中プロジェクトではあるものの、まだ紙と金属のリサイクルに限られており、しかもまだ産業規模としては小さい。リサイクルペーパーは新しい紙よりもコストがかかるが、また、廃棄物の分別作業は、労働者にとって健康上の悪影響を受けやすいため、リサイクルプラントでの就労を希望するものは少ない。更に新しく製品を作るよりも、リサイクルを行うほうがより多くの資源を消費する。ガラス、プラスチック、ゴムは市場規模が利潤を生み出す域に達していないため、リサイクルが行われておらず、国内に残っていた最後のガラス工場は、数年前に閉鎖されている。

以上のような挫折要因を乗り越え、シンガポールは調査管理、十分な財的資源、有能な人的資源、奨励策、多国籍環境企業や研究手腕についての戦略的提携等を積極的に展開しており、「モデル田園都市」として、域内他の国々の見本としての地位を保っている。

参考文献

Camp Dresser & McKee Inc (Dec 1999) CDM News Vol.33 No.3, Pg.2-3

Environmental Technology Institute (1998/99) Annual Report

Environmental Technology Institute (1997/98) Annual Report

Environmental Technology Institute (Nov/Dec 1999) Enviro News

Environmental Technology Institute (Dec 1999) A new ET dimension

Ministry of the Environment Engineering Services Department (1999) Semakau Landfill & Tuas Marine Transfer Station

Ministry of the Environment (1998) Annual Report

Ministry of the Environment (1997) Singapore – A Sustainable City

Ministry of the Environment (1993) Singapore Green Plan – A New Approach

Ministry of the Environment (1992) Singapore National Report for the 1992 United Nations Conference on Environment and Development Preparatory Committee

National Science and Technology Board (1999) Extending your wings through Research and Development

NOVO Environmental Technology Services (Dec 1999) Nets Connection Issue 6

NOVO Environmental Technology Services Private Limited Company Brochure
SEMAC Private Limited Company Brochure
SEMES Private Limited Company Brochure
Singapore Productivity and Standards Board (1999) Singapore Case on ISO 14001 EMS
Implementation Process

<http://www.eti.org.sg>

<http://www.gov.sg/env>

<http://www.psb.gov.sg/pservices/awards.html>

<http://www.scic.org.sg/press-release.htm>

<http://www.semacpl.com>

<http://www.singstat.gov.sg/FACT/KEYIND/keyind.html>

<http://www.wov.sg/moh/hfacts.html#pvs>

インタビュー

Patrick K. Chui

P.E., Eng

Vice President, Business Development, Environmental Technology Institute