

台湾科学園区における Eco-Industrial Park 建設と  
リーディング企業による環境経営推進

公益財団法人国際東アジア研究センター  
岸本 千佳司

Working Paper Series Vol. 2013-10  
2013 年 3 月

この Working Paper の内容は著者によるものであり、必ずしも当センターの見解を反映したものではない。なお、一部といえども無断で引用、再録されてはならない。

公益財団法人 国際東アジア研究センター

# 台湾科学園区における Eco-Industrial Park 建設と

## リーディング企業による環境経営推進

岸本 千佳司

公益財団法人国際東アジア研究センター

E-mail: kishimoto@icsead.or.jp

要旨：経済・環境・生活の調和を伴う持続可能な社会づくりに向けた取組みが世界的潮流となる中、工業開発区のエコ化、即ち、Eco-Industrial Park (EIP) の建設が先進国、発展途上国を問わず世界各地で進められている。東アジアの日本・韓国・中国でもエコタウン、生態工業園区等の名称で EIP 建設プロジェクトが存在しているが、本研究では、台湾の科学園区 (science park) のエコ化の取組みに注目する。従来、多くの科学園区に関する研究では、ハイテク産業クラスターとしての役割が主要な関心事であったが、ここでは、科学園区は新産業振興基地として重要なだけでなく、省エネ・リサイクル等の環境保全活動および生態系保護やアメニティ向上の分野でも先端的取組みを行い、台湾における持続可能な社会づくりの 1 つのモデルケースとも看做される点を強調する。本研究では、既存研究より EIP 建設成功にとって重要な条件を抽出し、台湾の科学園区で、それが相当程度実現されていることを示す。また園区の活動と周辺地域あるいは台湾全土のエコ化計画との連携にも注目する。さらに、科学園区内に位置するリーディング企業の積極的でオープンな環境保全活動が、園区の EIP 建設を活性化するのみならず、園区が台湾全土への環境経営普及の発信源となることにも寄与していることを示す。

キーワード：台湾科学園区、持続可能な社会、Eco-Industrial Park (EIP)、環境保全、環境経営

## 1 はじめに

環境重視の世界的な潮流の中、台湾においても、省エネ・グリーンエネルギーの推進と低炭素化、国土回復に向けた取組みが活発化している。またこれと関連し、市民社会の成熟や生活の質向上を含めた持続可能な社会への転換が進められている。

本研究では、科学園区 (science park) が台湾における持続可能な社会づくりの1つの核となっていると考える。台湾において、PC、半導体、液晶パネル、バイオなどハイテク産業の推進基地として科学園区が果たしてきた役割は広く知られているが、ここでは、持続可能な社会づくりにおいても科学園区が重要な役割を担うとの仮説の下、その取組みの詳細を明らかにしていく。即ち、「持続可能な社会づくり」には、大別して、①グリーン産業振興 (太陽光発電、LED、EV など新エネルギー・環境産業の育成)、②省エネ・節水・資源リサイクル、生態系保護のような環境保全活動、③アメニティ向上 (環境に配慮した良質な居住地づくり、広義にはコミュニティ活性化も含む) の3側面がある。台湾の科学園区は、①のグリーン産業の推進基地としてだけでなく、②や③の側面でも重要な役割を担い、いわば台湾全土のエコ化のモデルケースとなっていると考えられる。

以下では、分析視角と課題、台湾の持続可能な社会づくりに向けた政策の解説、科学園区の産業活動の概観に続き、科学園区および園区内のリーディング企業の環境保全への取組みを詳細に分析し、その近隣地域については台湾全体の持続可能な社会づくりとの繋がりについて検討する。

## 2 分析視角と課題

環境問題への関心の世界的高まりを背景に、廃棄物削減・再利用による循環経済と省エネ・節水等による低炭素経済の実現の手段として、「エコインダストリアルパーク (eco-industrial park : EIP)」建設の取組みが世界各地で進められている。EIP の定義として広く受け入れられているのは、「共同地区に立地する製造業やサービス業のコミュニティで、環境・資源問題処理での協力を通して、環境的・経済的・社会的パフォーマンスの向上を目指している。協働することで、このビジネスコミュニティは、個々の企業が産業パフォーマンス最大化を通して実現する利益の合計を上回る集合的利益を追求する。EIP の目標は参加企業の経済パフォーマンスを改善すると同時に、その環境的影響を最小化すること

である。このアプローチの構成要素として、パークのインフラや工場（新設、改築）のグリーン設計、クリーナープロダクション、汚染防止、エネルギー効率（向上）、企業間のパートナー形成が含まれる。」（Lowe, 2001, Ch.1 p.1）というものである。この土台には、産業プロセスを相互作用的なシステムとみなし、物質とエネルギーの効率的な循環を通して環境に与えるダメージを最少化しようとする「産業エコロジー（industrial ecology）」の概念とそれを複数の企業間での種々の副産物・廃棄物や余剰エネルギーの共有と相互利用を通して実現しようとする「産業エコシステム（industrial eco-system）」の考え方がある。

産業エコシステムの初期モデルとしては、デンマークのカルンボー（Kalundborg）の事例が有名である。1960年代後半より、カルンボー市の企業・発電所・製油所の間で、工場廃棄物、蒸気、ガス、冷却水等の相互利用ネットワークが形成され、環境負荷・環境対策費用の軽減を図るとともに付加価値のある製品の開発・販売を実施した。またこれらの企業・施設は、地方政府と協力して廃熱を温室・漁業養殖・暖房用として地域に供給し、また薬品工場の有機系廃棄物をコンポスト化して周辺農家に提供するなど、産業と地域社会との連携もみられる（環境省, 2001, 序章第3節）。

欧米先進国で始まったこうした動きは、現在、発展途上国も含め世界中に広がっている。東アジアでは、日本の「エコタウン事業」（1997年創設）が先駆的である。これは環境産業振興を通じた地域振興、および廃棄物の発生抑制・リサイクル推進を通じた資源循環型経済社会構築を目的に、地方自治体による先進的な環境調和型まちづくりを国（経済産業省、環境省）が支援するものである。北九州市や川崎市をはじめとして国の認定を受けたエコタウン事業が全国で26ヵ所あり、加えて各地で類似の試みが散見される（関, 2009; 岸本, 2011）。

韓国においても、2003年、EIP構築事業推進計画が樹立され、事前企画研究事業を経て、2005年以降、浦項、麗水、蔚山、さらに清州と首都圏に位置する半月・始華の5ヵ所の産業団地がEIP試験事業地に選定され本格的に推進されている。主な事業内容は、①企業間連携事業によるエネルギーおよび資源循環ネットワーク構築、②フォーラム設立によるステークホルダー間の議論と課題掘り起こしの促進、③統合データベース構築による関連機関の情報連携推進と課題管理システム形成、④EIP事業の専門家養成のための教育教材やプログラムの開発、ワークショップ・セミナー・国際会議などの開催、成功事例の継続的なPRである。同計画を管轄する知識経済部は、2005～2009年は第1段階（試験事業推進）、2010～2014年にかけては第2段階（全国的に8つ以上のEIP建設を通じた資源循環

型地域ネットワークの構築を目指し、約 6,800 万米ドルの経済効果を上げる)と位置付け、2015 年からの 5 年間は、韓国独自の EIP モデルを完成し、全国に拡大させていく方針である (株式会社 NTT データ経営研究所, 2010, 第 6 章第 2 節)。

中国では、国を挙げての循環経済構築への取組みは 2000 年前後から本格化し、その一環として国家環境保護総局 (現在は、国家環境保護部) は、全国各地の産業園區を「国家生態工業モデル園區」(「国家生態工業示範園區」) に認定し工業開發区レベルでの循環経済建設を進めてきた。企業の生産効率向上、工場内・企業間の廃棄物等のリサイクル、クリーンプロダクションの推進が主な目的である。2013 年 2 月 22 日現在で、国家生態工業モデル園區建設が進められている開發区が 53 ヲ所、同モデル園區として既に認定されたものが 20 ヲ所あり、合計 73 ヲ所である。<sup>1</sup> モデル園區の類型には、業種別類、総合類、静脈産業類の 3 つがある。先ず業種別類とは、化学工業、製糖業、鉄鋼業など特定の業種を核にした園區で、園區内の企業間で製品、中間製品、廃棄物を交換し、資源の最適配置と有効利用を図るものである。例えば、広西壮族自治区の「貴港国家生態工業 (製糖) モデル園區」では、製糖業を核に「甘蔗—製糖—酒精—製紙—發電—セメント・化成肥料」という産業連鎖が形成されている。次に総合類とは、複数の異なる業種を包含するもので、既存の経済技術開發区や高新技术 (ハイテク) 開發区を改造して生態園區にする場合が多い。代表例として、「蘇州工業園區国家生態工業モデル園區」では、元々、電子・通信、精密機械等の産業が密集しており、そこから出た廃棄物の回収・再利用推進のプロジェクトや再生処理水活用による水不足への対応、園區内企業での循環経済試点工作の積極的推進、園區内居住区や学校等におけるエコ化推進などの取組みが実施された。最後に静脈産業類は、廃棄物の回収処理・再生資源化を専門とするもので日本のエコタウンに近い。「青島新天地工業園国家生態工業モデル園區」が代表的である。廃旧家電・電子製品と廃棄タイヤ、廃棄自動車、廃棄鉱物油、医療廃棄物等の処理と汚染土壌修復事業を行っている (孫, 森, 2008; 岸本, 2012)。

なお、産業エコシステムの形成、すなわちパーク内企業間で副産物・廃棄物や余剰エネルギーの共有と相互利用を通して資源使用量削減とゼロ・エミッションを実現することこそが EIP の基本的な特徴であるという認識が広く持たれており、それをある程度実現した事例もあるが (Behera, Kim, Lee, Suh and Park, 2012; Park, Rene, Choi and Chiu, 2008; Shi,

---

<sup>1</sup> 中華人民共和國環境保護部 HP より ([http://kjs.mep.gov.cn/stgysfyq/m/201302/t20130222\\_248379.htm](http://kjs.mep.gov.cn/stgysfyq/m/201302/t20130222_248379.htm))。

Chertow and Song, 2010)、実際は、これには多くの技術的・制度的ハードルがある。<sup>2</sup> EIP建設の大半の事例では、こうした企業間の資源・エネルギー的な共生関係は単に潜在的な可能性か、あるいはごく初歩的な段階に達したに過ぎず (Gibbs and Deutz, 2007)、この形成は長期的なプロセスであり、後述するようなEIP推進のための様々な条件が揃った後に実現できるものであると言われる (Elabras Veiga and Magrini, 2009; Sakr, Bass, El-Hagggar and Huisingh, 2011)。本研究の対象も、汚染物処理や廃棄物リサイクルに特化した工業区に限定せず、また現状で産業エコシステムが本格的に機能しているかどうかに関わらず、それに向けた活動に広く焦点を当てる。

さてEIP建設 (既存工業開発区のEIPへの転換を含む) の取組みは世界各地で行われ、事例研究の蓄積も少なくない (例えば、松本、劉, 2007; Gibbs and Deutz, 2007; Tudor, Adam and Bates, 2007; Park, Rene, Choi and Chiu, 2008; 森、孫, 2008; Elabras Veiga and Magrini, 2009; Shi, Chertow and Song, 2010; Sakr, Bass, El-Hagggar and Huisingh, 2011; Behera, Kim, Lee, Suh and Park, 2012; Taddeo, Simboli and Morgante, 2012; Ding and Hua, 2012)。ここで既存研究に基づき、EIP建設推進にとって重要な要因について概観したい。<sup>3</sup>

(1) 関係アクター間の共生的な関係の構築 :

- EIP の発展には企業に加え様々なステークホルダーのコミットが必要とされる。例えば、中央・地方政府機関、業界団体、労働組合、教育・研究機関、専門家・コンサルタント、NGO である。また EIP の計画立案には周辺地域住民の参加と理解が不可欠である。
- 企業やパーク管理局など主要なアクター間に信頼関係や良好な個人的繋がり、協力を重視する文化的雰囲気的基础があることが、EIP 建設の初期段階およびその後の推進にとって重要である。
- 他社との協力や情報交換を受容し、あるいは企業の社会的責任 (corporate social responsibility : CSR) を重視するような企業制度や経営姿勢があることが望ましい。

---

<sup>2</sup> 原材料をバージン原料から副産物に転換するには、供給と需要の安定性確保、副産物の形状や構成要素のマッチング、副産物の利用の費用的メリットの存在、取引に関する情報収集、企業組織の調整、政府の規制が副産物の取引にブレーキとならないこと、といった多くの課題がある (森、孫, 2008, pp. 27-28)。

<sup>3</sup> 以下、EIP 建設推進のための重要条件についての記述は、Sakr, Bass, El-Hagggar and Huisingh (2011) を主に参考としているが、同論文と類似の指摘もしくは補完的な指摘を他論文からも取り入れ、筆者なりにまとめている。他論文とは、Gibbs and Deutz (2007)、Tudor, Adam and Bates (2007)、Elabras Veiga and Magrini (2009)、Taddeo, Simboli and Morgante (2012) である。

- ・ こうした協調的な関係とネットワークの形成に向けてビジョンと影響力を発揮するファシリテーター（個人、グループ、機関等）の存在が成功の鍵となる。
- ・ とりわけサプライチェーンのグリーン化や副産物利用ネットワークの中核となる大企業の存在が重要である。

(2) 利益の獲得：

- ・ EIP 建設や共生的関係の構築には一定の投資が必要で、そのためのリソースがあることと、参加者がそこから相応の利益が得られることが必要である。EIP 推進のコストを政府のみが負担すべきではない。
- ・ 企業にとっての直接的利益としては、エネルギー・資源の節約によるコスト削減、副産物（再利用可能な廃棄物）の売却益、融資優遇（の可能性）、節約した資金の有効投資などである。地域全体としては協働による地域の団結強化と関連ビジネス創出による雇用増加が（潜在的）利益として期待される。

(3) 教育・宣伝と情報交換：

- ・ EIP のコンセプトと（潜在的）利点についての理解を広めるために、企業や地域住民等に対する宣伝・教育活動が必要である。それには以下が含まれる。
- ・ EIP 推進に関する情報の収集・交換のための透明で効率的なシステム。
- ・ 啓蒙活動に続いて、必要に応じて企業（特に中小企業）に対して技術支援を提供するための効果的な仕組み。

(4) 政府の適正な関与：

- ・ 上述の経済的利益こそが企業が産業エコシステムの活動にコミットする主要な原動力だが、政府は企業経営者にそれを認識し促すための触媒的役割を果たす必要がある。ただし、過度の介入（とりわけ企業の観点からは魅力のない活動を奨励するための）は逆効果である。
- ・ 厳格な環境規制と効果的なモニタリングが実施され、しかも産業エコシステムに向けた活動を阻害する効果を持たないようにすべきである（例えば、廃棄物貯蔵への規制を過度に厳しくしたため、資源再生と交換にブレーキをかけるなど）。
- ・ EIP 建設を地域あるいは国の発展計画の中にしっかりと統合し（他の主要目標・政策と矛盾し周縁的項目として孤立しないように）、地域・国が持続可能な産業発展を達成するための重要手段の 1 つとして位置付ける。ただし、EIP の発展は長期的プロセスで、手っ取り早い成果の獲得はあまり期待すべきでない。

(5) 技術的土台の存在：

- ・ 工場廃棄物の再生処理や余熱、ガス、冷却水等の相互利用を可能とする技術の有無（コスト的に可能な）、とりわけ当該地域での技術ノウハウの蓄積が考慮されるべきである。
- ・ エコ産業活動に対するガイダンスやその成果を評価しランキングやベンチマーキングするための広く受け入れられた標準の整備が望ましい。

本研究では、台湾の科学園區における環境保全活動をEIP建設の1つの事例とみなし、こうした既存研究からの洞察を踏まえその実情を詳しく分析する。台湾には科学園區の他にも多数の一般的な工業開発区や数カ所のリサイクル工業団地的な開発区<sup>4</sup>が存在するが、ここで特に科学園區に注目する理由としては、次のようなことがあげられる。第1に、台湾の科学園區は1980年の「新竹科学工業園區」（「科学工業園區」は「科学園區」もしくは単に「園區」とも記述される）開設が嚆矢となり、その後、南部と中部地域にも姉妹園區が建設されているが、当初より、台湾のハイテク産業化の基地としてシリコンバレーをモデルとし、また先進国企業や米国等からの帰国人材誘致の目的もあり、良好な自然・住居環境を重視する基本設計が採られていた。第2に、ハイテク産業は、必ずしもクリーン産業ではない。むしろ長年、園區の主力産業であった半導体製造では、大量の水・電力が必要で、かつ劇性・有毒性の化学品も多く使用されるため環境対策が不可欠である。第3に、園區への入居企業には優遇措置が与えられる代わりに厳正な資格審査がなされ、環境規制についても一般地区より高い基準が課せられている。また、入居企業の多くは台湾を代表するハイテク大手企業や先進国企業の子会社で、こうした要求に応え得るリソースを持っている。第4に、科学園區の対象業種は適度に絞られ（現状では、IC、光電子、PC・周辺機器、通信、精密機械、バイオが6大主要産業とされる）、園區および周辺地域にはこれら特定産業のクラスターが形成されており、産業エコシステムの形成に有利とみられる。第5に、園區の活動は、「アジアのシリコンバレー」として常に国内外の注目を浴び、環境保全活動においても1つの模範的位置付けにあると目される。以上から、科学園區は事実上、

<sup>4</sup> 廃棄物回収再資源化やクリーナープロダクション技術活用に特化した工業区として「環保科技園區」（行政院環境保護署管轄）がある。同園區は、高雄、花蓮、桃園、台南の4カ所にあり、各々、高雄市岡山本洲工業区、花蓮県鳳林開發区、桃園県桃園科技工業区、台南市柳營科技工業区の中に設置されている。ただし、4つの園區で正式操業している企業は、各々、21社、4社、6社、7社、合計38社に過ぎず（2013年1月現在）、台湾の産業発展全体の中での存在感はそれほど大きくないとみられる（「環保科技園區推動計畫」HP参照<<http://wm.epa.gov.tw/estp/big5/index.htm>>）。

台湾におけるEIP建設の先端的事例とみなされ、かつ周辺地域・国全体への影響も大きいと思われる。また作業仮説としては、以下の2つを提示する。

- ・ 仮説1：科学園区は、台湾におけるハイテク産業の推進基地として重要なだけでなく、持続可能な社会づくりにおいても1つの模範的役割を果たす。
- ・ 仮説2：科学園区は産業クラスターを成し、特定産業のサプライチェーンの重要部分とそのコアをなすリーディング企業が存在するため、効果的に環境保全活動が進められる。

仮説1は、既存の台湾の科学園区に関する研究は、筆者の知る限り、半導体等のハイテク産業振興基地もしくは産業クラスターとしての側面に注目したものが中心である（例えば、Shih, Wang and Wei, 2007; 陳, 2008; 岸本, 2008）ことに鑑み、園区のそれとは違った側面に光を当てようとするものである。また、上述のようにEIPに関する事例研究は多いが、そこでの活動が周辺地域や当該国全体の持続可能な産業・社会建設とどのように関わっているかについては、十分関心が向けられていないと思われることを踏まえている。<sup>5</sup>

仮説2は、上述のように、地域クラスターの中核をなす大企業が産業エコシステム構築やその土台となる環境保全活動のファシリテーターとして重要と指摘されており、しかしその実態についての研究は寡聞であることに対処しようとしたものである。本研究では、台湾の科学園区の手 IC 製造企業（TSMC）を事例として取り上げ、環境経営推進におけるその役割を分析する。

### 3 台湾における持続可能な社会づくりへ向けた政策

本節では、台湾における環境問題と持続可能な社会づくりに向けた政策の経緯を概観し、次節以降の分析の背景説明とする。<sup>6</sup>

台湾では政府による環境政策の萌芽は1950～60年代に遡るが、1970年代後半から各地で公害問題が深刻となり住民による抗議運動も発生し、それへの対応が急務となっていた。1971年に行政院（内閣に相当）「衛生署・環境衛生処」が設立され、1982年には「環境保

<sup>5</sup> 筆者の知る限り、中央・地方政府がEIP建設計画へ如何にコミットしたかについて言及した論文はあるが（例えば、韓国蔚山のEIPの事例として、Park, Rene, Choi and Chiu, 2008 参照）、逆にEIPでの成果が他地域のエコ化にどう寄与しているかについて検討したものは少ないようである。

<sup>6</sup> 本節の記述は、特に断りのない限り、環境保護署（2012a, 2012b）に基づいている。

護局」へ、さらに1987年には「環境保護署」へと昇格され、これにより汚染防止や公害問題処理、環境保護教育などの環境保全に向けた行政管理がそれ相応に進むこととなった(陳, 2012)。1990年代に入ると公害紛争の発生も下火になり、産業型公害から都市生活型公害へと環境問題の焦点がシフトしていった。1998年には2011年までの長期的取組みを定めた「国家環境保護計画」が策定され、自然災害防止や公共衛生・公害防止のみならず歴史文化環境保全や文化芸術・美的環境整備まで視野に入れられている。2002年には汚染者負担原則とクリーナープロダクションの推進も盛り込まれた「環境基本法」が公布され、それと前後して「資源回収再利用法」(2002年)や「廃棄物処理法」(「廃棄物清除法」、2004年)等も制定されて、環境関連の法体系が一通り整備された(村上, 2007; 日本貿易振興機構, 2011 参照)。近年、環境保護署は、廃棄物発生量の削減とリサイクル推進によるゼロ・エミッション政策を推進しており、拡大生産者責任制度も導入された。具体的成果を紹介すると、2010年の資源回収再利用率が57%で2007年の43%より14ポイント増加している(なお、1998年は僅か6%であった)。ごみ収集量では2010年は年間合計407万tで、2007年の487万tより80万tの減少(1998年は888万t)であった。<sup>7</sup> なお環境保護署は、中央政府(行政院)の中では經濟部等の主要部門と比べて影響力が小さいが、現在、環境政策の重要性和多方面に跨る性質を考慮し、環境保護署に經濟部、内政部、交通部、農業委員会等から関連業務を移行させた強力な「環境資源部」の設立が計画されている。

地球環境問題への対応という点では、環境政策を強調した民進党の陳水扁政権(2000年5月から2期8年)の下、以後の原発建設の凍結、火力発電の原料のシフト(石油からより環境負荷の少ない液化天然ガスへ)、最新のごみ発電プラント展開、工場新設の際の環境アセスメント強化などの政策が実施された。2005年の「全国エネルギー会議」(「全国能源會議」)では、CO<sub>2</sub>削減が打ち出され、台湾は国連に加盟していないが、これ以降、京都議定書の先進国並み水準を目指すことが明言された(日本貿易振興機構, 2010, pp. 3-4)。

2008年5月には国民党の馬英九政権への政権交代がなされ、その直後の6月に行政院によって「持続可能なエネルギー政策綱領」(「永續能源政策綱領」)が策定された。同綱領は、クリーンエネルギー化と省エネ化を柱とし、CO<sub>2</sub>排出量を2020年には2005年の水準へ、2025年には2000年の水準へ(長期的目標は、2050年には2000年の排出量の50%へ)帰することが目標とされた。その後、この綱領を具体化した行動計画も出されたが、2010

---

<sup>7</sup> 環境保護署 HP より (<http://www.epa.gov.tw/ch/aioshow.aspx?busin=14742&path=14754&guid=c6547b7f-0782-4bf0-a1c3-b8c1b421f6ea&lang=zh-tw>)。

表 1 国家省エネ炭素削減総合計画の概要

<p>■10大プラン：</p>	
①健全な法規体制構築	⑥グリーン景観造成とグリーン建築普及
②低炭素エネルギーシステムへの改造	⑦省エネ・炭素削減科学技術力の拡充
③低炭素コミュニティ・社会の建設	⑧公共事業における省エネ・炭素削減推進
④産業構造の低炭素化	⑨省エネ・炭素削減教育の深化
⑤グリーン運輸網の構築	⑩省エネ・炭素削減推進に向けた宣伝・対話強化
<p>■炭素削減目標：</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CO<sub>2</sub> 排出量を 2020 年には 2005 年の水準へ削減する</li> <li>・ CO<sub>2</sub> 排出量を 2025 年には 2000 年の水準へ削減する</li> </ul>	
<p>■省エネ目標：</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ エネルギー効率を 8 年間 (2008 年以降) で毎年 2% 以上向上させ、エネルギー密度を 2015 年には 2005 年水準の 20% 以上低減させる</li> <li>・ 技術的ブレークスルーと関連措置により、エネルギー密度を 2025 年には 2005 年水準の 50% 以上低減させる</li> </ul>	

(注) エネルギー効率とは、広義には投入したエネルギーに対する回収 (利用) できるエネルギーの比。狭義には、燃焼 (反応) させるエネルギーのうちどれだけのエネルギーが回収できるかという比率を指す。エネルギー密度とは、1 国のエネルギー使用効率で、GDP 単位当たりの消費エネルギー量で測られる。  
(出所) 經濟部 HP より ([http://www.moea.gov.tw/Tapp/main/content/ContentImages.aspx?menu\\_id=3649](http://www.moea.gov.tw/Tapp/main/content/ContentImages.aspx?menu_id=3649))

年にはこの行動計画と他の幾つかの関連する計画を統合した「国家省エネ炭素削減総合計画」(「国家節能減炭総計画」)が打ち出された。同計画では、上述の綱領と同じ炭素削減目標に加え、省エネ目標も提示されている。なお、同計画は 10 大プランで構成されており (表 1)、細かくみるとその下の 35 のプロジェクトに分かれる。省エネ・炭素削減政策には、環境保護署以外にも經濟部や交通部、内政部、教育部など多くの部門が関わるが、2009 年末には、既にこれら関係する政府部門間の調整のために「省エネ炭素削減推進会」(「節能減炭推働会」)が設立されている。

なお馬政権は、総統選挙 (2012 年 1 月実施) での再選と 2 期目 (2012 年 5 月から 4 年間) の施政を睨んで 2011 年 9 月から 10 月にかけて「黄金の 10 年国家ビジョン」(「黄金十年国家願景」)を公表し、その 8 大ビジョンの 1 つとして「持続可能な環境」(「永続環境」) 10 年計画 (2011~2020 年) を打ち出した。<sup>8</sup> その中で、2020 年までの達成目標として、①グリーンエネルギー・炭素削減：風力発電用風車 1,000 基、太陽光発電システム 100 万セッ

<sup>8</sup> 他の 7 つは、活力ある経済、公正な社会、清廉・効率的な政府、優れた文化教育、国土建設、两岸和平、国際友好である。

トの屋上設置、CO<sub>2</sub>排出量の 2005 年水準への回帰、低炭素コミュニティ建設、②生態コミュニティ：83 ヲ所の自然保護区建設、森林カバー率 60%以上、③防災：集水エリア整備率 46.7%、防災用クラウドシステムの完成、防災訓練・観測強化、以上を掲げている。<sup>9</sup>

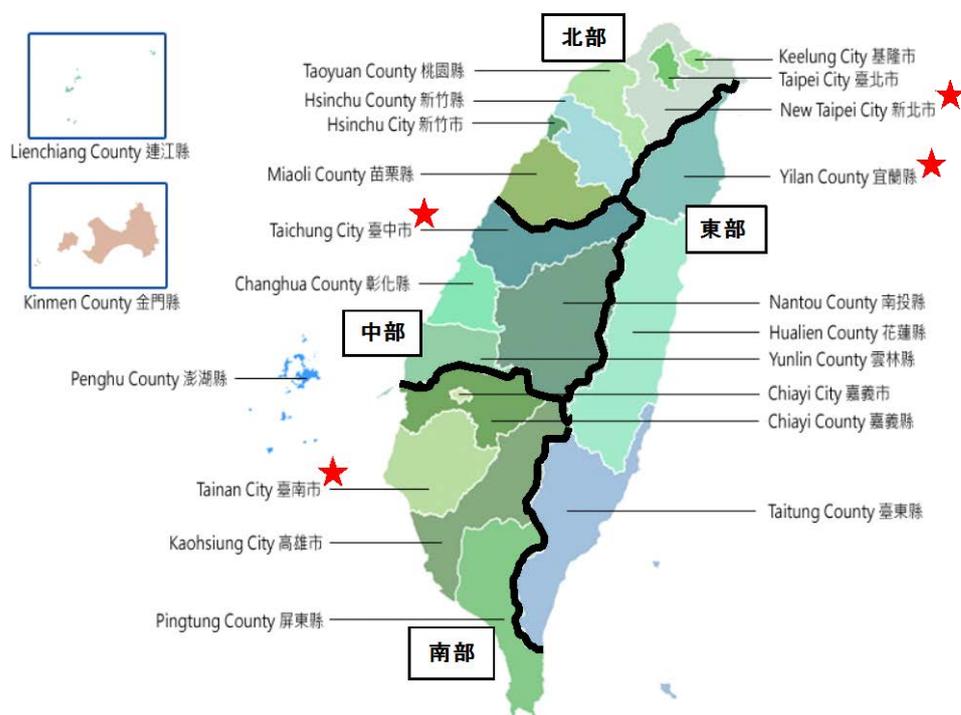
こうした大方針に含まれる諸計画の中で、低炭素社会づくりを直接対象とするものとして「低炭素持続可能なコミュニティ推進計画」（「低炭素永続家園推動方案」）があり、ここでやや詳しく解説する。<sup>10</sup> 同計画は、2011 年までに、台湾全土で 52 の「低炭素居住区」（「低炭素社区」。村里レベルで、各縣市より少なくとも 2 つずつ選抜）を設定して低炭素化への取組みを支援する。次に 2014 年までに、6 つの「低炭素（モデル）都市」（「低炭素城市」。離島の澎湖島と金門島に加え、台湾の北部・中部・南部・東部より各々、新北市、台中市、台南市、宜蘭県が選ばれた）でより広範囲な取組みを行い、最後に 2020 年までに、台湾を北部・中部・南部・東部の 4 つの生活圏に分け全土で低炭素化を進めるというものである（図 1）。具体的な取組みは、再生可能エネルギー、省エネ、低炭素運輸、低炭素生活、資源循環、環境緑化、グリーン建築の 7 方面に加え、防災・救難、法律・経済財政手段（の工夫）、社会行動科学応用・評定手段（の考案）の 3 つが加わる。

同計画の注目すべき特徴としては、第 1 に、低炭素都市の選抜では、コンテスト方式を採用して地方の主体的参加と相互学習を促し、全土で一体的に取り組む雰囲気を作り出したことである。これと関連し、第 2 に、計画立案と実施において、中央と地方の協力が重視されていることである。即ち、コンテストの過程で、各地方政府に当該地域の環境に即したプランを提出させ、その後、地方と中央が「低炭素持続可能」の精神に合致しているかどうかを討論し改良した。さらに中央政府だけでなく北部・中部・南部・東部より選抜された 4 つの低炭素都市の各々に産官学研からの 10 名以上の専門家で構成される「技術情報諮詢グループ」が設置され計画実施がサポートされている。第 3 に、計画実施による省エネ効果や雇用創出効果、支出費目の重複回避や民間活用による節約効果への配慮といった予算の効果的支出が重視されていることである。以上を一言でいえば、従来のように中央から予算と要求が与えられ地方はその通りに実施し予算消化すればよかった体制を大きく変革しようとする意図がみられる。

<sup>9</sup> 行政院 HP より（[http://www.ey.gov.tw/News\\_Content.aspx?n=3D06E532B0D8316C&s=4C2D9CB0DB5E8CF6](http://www.ey.gov.tw/News_Content.aspx?n=3D06E532B0D8316C&s=4C2D9CB0DB5E8CF6)）。

<sup>10</sup> 以下の低炭素持続可能なコミュニティ推進計画に関する記述は、筆者自身による環境保護署の同計画担当者との面談（2012 年 7 月 24 日実施）から得られた資料・情報に主に基づく。

図1 台湾の4大生活圏と低炭素モデル都市（新北市、台中市、台南市、宜蘭県）

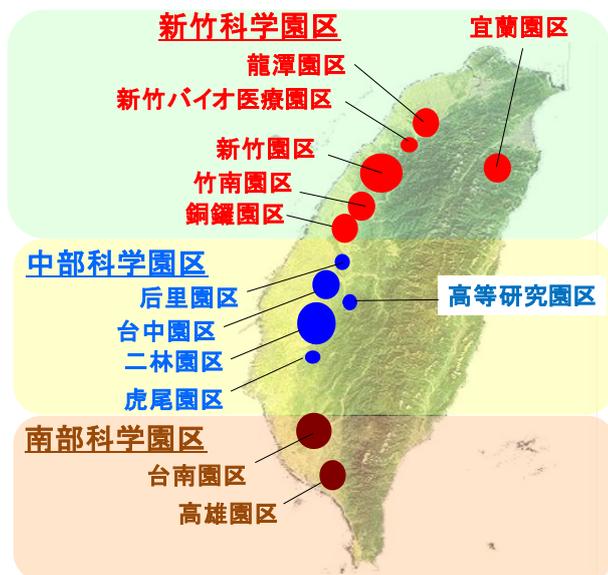


(出所) 内政部台湾地区地名検索 (<http://placesearch.moi.gov.tw/search/>) の図を修正

#### 4 科学園区の産業活動の概要

周知のように1980年の「新竹科学園区」の開設は、労働集約的産業中心の台湾の経済構造がハイテク産業中心にシフトする転換点となった。米国シリコンバレーをモデルに設計された同園区は、各区画の建物が占める比率を制限し緑地帯を設けるなど空間的なゆとりをもたせ、また海外から帰国した技術者の子弟のためにバイリンガル教育を実施できる学校を設置するなど良好な住環境を提供している。園区内に立地する企業に対しては、5年間にわたる法人税の免税、輸入機械・材料に対する関税免除(最終製品が輸出される場合)、土地のリースへの補助金等各種インセンティブが用意されている。さらに近接する台湾最大の政府系研究機関である財団法人工業技術研究院 (Industrial Technology Research Institute : ITRI)、理工系では台湾トップクラスの清華大学、交通大学のような研究・教育機関との連携、シリコンバレーとの間の人的ネットワークなど人材・技術面でも優れた環境にある (Shih, Wang and Wei, 2007; 陳, 2008)。

図2 台湾の科学園区の地理的分布



(出所) 新竹科学園區管理局提供資料より

表2 台湾の科学園区の概要

園區	開設年	面積 (ha)	主要産業
<b>新竹科学園區</b>	<b>1980</b>	<b>1,342</b>	
新竹	1980	653	IC、PC・周辺、通信、光電子、精密機械、バイオ
竹南	1999	123	通信、光電子、バイオ
銅鑼	2003	350	通信、光電子、マイクロエレクトロニクス、航空電子
龍潭	2004	107	光電子
新竹バイオ医療	2005	38	バイオ
宜蘭	開発中	71	通信知識サービス、デジタルコンテンツ
<b>中部科学園區</b>	<b>2003</b>	<b>1,655</b>	
台中	2003	413	IC、通信、光電子、精密機械、航空宇宙機器、ナノ材料
虎尾	2006	97	バイオ
后里	2006	255	IC
二林	開発中	631	精密機械、IC、光電子、バイオ、グリーンエネルギー
高等研究	開発中	259	文化創意、ハイテク研究開発
<b>南部科学園區</b>	<b>1996</b>	<b>1,613</b>	
台南	1996	1,043	光電子、IC、PC・周辺、通信、精密機械、バイオ
高雄	2001	570	光電子、IC、通信、バイオ

(出所) 新竹・中部・南部園區の各 HP、新竹科学園區管理局提供資料、国家科学委員会 HP、台湾科学工業園区科学工業同業公会 HP の情報に基づき筆者作成

新竹科学園區の成功を受け、その発展モデルに倣いつつ南部および中部地域の新産業振興の原動力とすべく 1996 年には「南部科学園區」が、2003 年には「中部科学園區」が開設された。また各科学園區で当初開設されたエリア（新竹、台南、台中）が手狭になり、もしくは若干異なる開発コンセプトの実現や特定業種振興のために、幾つかのサテライト園區が建設されていった。図 2 と表 2 は、各々、その地理的分布と概要について示している。以下では便宜的に、新竹、南部、中部の各科学園區のことを「新竹科学園區」（もしくは「新竹園區」）のように記述し、各サテライト園區のことを「台南サイト」のように記述する。

3 つの科学園區には 1 つずつ管理局があり（各々、新竹サイト、台中サイト、台南サイトに位置する）、環境保全も含めた園區一般業務の運営・管理に当たっている。新竹の管理局は 3 つの園區管理局の代表も兼ねており、いずれも行政院国家科学委員会の傘下にある。3 つの園區は基本的には同様の法規・政策に従い、また密接に連絡・協調しつつ運営されているが、其々の開設時期や立地条件の違いを踏まえ、開発方針や重点産業選択、周辺地域アクター（地方政府、大学、企業等）との関わり方に一定の独自性もある。また国際交流や国内外からの企業誘致は各々独自に実施しており、競合することもある。

表 3 から、主要産業のうち IC と光電子（optoelectronics。液晶ディスプレイが中心で、太陽電池や LED 等も含まれる）の比重が大きく、両者のシェア合計で全体の 8~9 割に達することが分かる。これは台湾政府が IC と液晶ディスプレイを「両兆産業」（生産高が 1 兆台湾元を超えることが期待される産業）として重視してきたことの結果である。とりわけ後から開設された南部と中部園區では、各々、開設当初に薄膜トランジスタ液晶ディスプレイ（thin film transistor liquid crystal display : TFT-LCD）の大手メーカーである奇美電子（Chi Mei Optoelectronics）と友達光電（AU Optoelectronics）が進出を決め関連メーカーを誘引したため光電子産業が中心となっている。

なお本研究と関係の深いグリーンエネルギー産業の主力である太陽電池と発光ダイオード（light emitting diode : LED）関連企業は、やはりその多くが科学園區に立地している。即ち、太陽電池産業では、新竹園區を中心とした北部に多く、南部園區の比重も少なくない。2011 年の台湾太陽電池産業の総生産額 1,680 億台湾元の地理的配分をみると、新竹園區 43.0%、中部園區 2.0%、南部園區 15.4%、その他工業区（科学園區以外）39.6%となっている（光電科技工業協進会, 2012a, p. 45）。

LED 産業では、2011 年の台湾 LED 産業総生産額 1,376 億 8,300 万台湾元の地理的配分は、

表3 科学園區の産業別売上高シェア（2012年）

科学園區	各産業シェア(%)								売上高 (億台湾元)
	IC	光電子	PC・周辺	通信	精密機械	バイオ	その他	合計	
新竹	69.7	17.7	6.2	2.9	2.4	0.7	0.4	100.0	10,588
中部	27.3	66.4	0.6	0.0	5.1	0.1	0.3	100.0	3,233
南部	43.0	50.3	0.3	0.6	4.3	1.0	0.5	100.0	6,220
合計	54.6	35.7	3.5	1.7	3.4	0.7	0.4	100.0	20,041

(出所) 行政院国家科学委員会 HP (科学工業園區統計資料庫) 資料より作成

(<https://nscnt12.nsc.gov.tw/WAS2/sciencepark/AsSciencePark.aspx>)

新竹園區 29.8%、中部園區 2.8%、南部園區 10.8%、その他 56.6%となっている。ただしこれはLED製造プロセスの比較的上流に位置するエピウエハ&LEDチップとその下流のパッケージ&モジュール製造工程の合計額に関してである。資本集約的かつ技術的難易度の高いエピウエハ&LEDチップ製造工程に限ってみると、総生産額 529 億 1,600 万台湾元の地理的分布は、新竹園區 46.1%、中部園區 7.3%、南部園區 28.1%、その他 18.5%となり、科学園區への集中度が高いことが分かる（光電科技工業協進会, 2012b, p. 98 のデータより計算）。

このように、台湾の主力産業であるICや光電子産業で科学園區と周辺地域に多くの関連企業が集積し産業クラスターを形成していると考えられる。クラスターについての踏み込んだ分析は本研究の課題を超えるので、<sup>11</sup> ここでは科学園區がハイテク・グリーンエネルギー産業の推進基地となっていることを確認するに止める。

## 5 科学園區における EIP 建設推進

本節では、台湾の科学園區における環境保全への取組みについて具体的に解説する。取組みの主体は主に園區管理局であるが、入居企業や中央・地方の政府、外部の大学・研究機関、近隣の住民との協力のもとで行われている部分も多く含まれている。上述したように、台湾には新竹、中部、南部と3つの園區があり、各々の下に複数のサテライト園區（便宜的に「サイト」と呼ぶ）がある。環境規制や環境保全の基本的な取組み方法は園區全般

<sup>11</sup> IC 産業クラスターに関しては、岸本（2008）を参照せよ。

で概ね共通すると思われるが、特定の園区（もしくはサイト）に限定される事柄についてはその園区・サイト名を引用して記述する（ただし、資料的に確認出来なかつただけで、他の園区・サイトでも同様の活動や制度が存在する可能性もある）。一般的には、開設時期の新しい園区・サイトほど、先駆者の経験を学習し、また近年の環境重視の世論の高まりを背景に、当初から計画的に整備が進められているとみられる。<sup>12</sup>

## 5.1 園区における環境保全活動

### (1) 汚染物質（廃棄物・排水・排気）の管理

廃棄物に関しては、園区では、2002年10月より「科学工業園区事業廃棄物再利用管理弁法」に基づき廃棄物の再利用が推進されており、廃棄物処理の仕組みが構築されることが義務付けられている。先ず、園区では各企業・工場レベルでの廃棄物の削減と回収再利用が奨励されている。各企業・工場でのこうした努力の後、園区共同の処理場へと送られる。例えば、南部園区の台南サイトには園区内に「資源再生センター」（管理局所属、運営は専門の民間業者に委託）があり、園区内の廃棄物回収・処理を担当すると同時に園区内企業に対して廃棄物再利用の指導もし、その効果もあつてか再利用率が年々上昇している（2009年の74.2%から2011年の81.7%へ）。新竹園区には自前の処理施設はなく、外部の専門業者・施設と協力している。なお業種別にみるとICと光電子産業で廃棄物排出量が非常に多い。

排水管理では、園区内の生産・生活活動から出た排水は、先ず各企業・施設で前処理された後、排水管を通じて全て各園区の共同の汚水処理場へ集められる。科学園区では、企業からの汚水と当処理施設からの放流水の汚染度は、一般より厳しい基準が課せられている。さらに、排水量の多い企業や前月に異常が疑われた企業に対しては、不定期に抜き打ち検査を行っている。

---

<sup>12</sup> 以下、園区の環境保全活動に関する記述は、特に断りのない限り、各園区のCSR報告書／環境報告書（新竹科学園区管理局, 2011; 南部科学園区管理局, 2011, 2012b）、年報（新竹科学園区管理局, 2012; 南部科学園区管理局, 2012a; 中部科学園区管理局, 2012）、各園区HP、筆者自身による3つの園区管理局での面談（新竹園区は2012年1月18日と12月7日、南部園区は2012年1月17日と12月5日、中部園区は2012年1月16日に実施）、およびこれら管理局からメール等を通して得た追加的資料に基づく。なお、環境保全活動についての情報は、3つの園区（およびその下の各サイト）に関して一定の書式で包括的かつ比較可能な形で整理された資料があるわけではない。そのため以下の記述は、情報が得られた範囲内で、重要と思われる活動を例示したもので、園区の活動の全容を網羅的に紹介したものではない。しかしながら、多岐にわたる園区の出組みの大要を理解することは出来るであろう。

排気処理について述べると、園区では、汚染物総量規制（「汚染排放総量管理」）<sup>13</sup> が実施されている。大気汚染対策としても、汚染物質の排出総量の管理が厳格に実施され、加えて園区内に多くの観測地点を設け定期的に監視している。なお、環境品質の監視は、大気汚染に関してだけでなく、悪臭、騒音・振動、水質（汚染処理施設からの放流水）、土壌・地下水、交通量、生態系についても実施されている。

## **(2) 省エネ・炭素削減**

2008年5月の馬英九政権成立後、台湾では省エネ・炭素削減が強調されており、園区管理局も、園区企業のエネルギー効率向上の指導、再生可能エネルギー使用推進（管理局所管施設や工場の屋上、空き地での太陽光発電システム設置など）、省エネ施策に関する教育・研修・指導、省エネ成績が優秀な企業の表彰を行っている。

なお管理局は企業に対して省エネ・減炭を奨励・指導するだけでなく、率先垂範のため自らが所管する施設（行政ビルや污水处理場等）でも、資源再利用、節水も含めた様々な取り組みを行っている。また管理局所管の污水处理場や廃棄物処理場は、自身の活動から排出されるCO<sub>2</sub>量を調査し率先してカーボンフットプリント認証を獲得し、パーク内企業のカーボンフットプリント管理を誘導している。さらに南部園区の台南サイトでは、2011年に管理局の管理下の計119の事業体を対象にカーボンインベントリ（1年間に、どのような活動分野からどの温室効果ガスをどのくらい排出・吸収したかを示す目録）作成を実施し、ISO 14064-1認証を取得した。工業開発区レベルでの認証取得は台湾で唯一のものであるという。

## **(3) グリーン建築**

台湾においては建設分野を管轄する行政院内政部によって1999年に「グリーン建築ラベル」（「緑建築標章」）制度が導入され、グリーン建築が推奨されている。主に行政府機関、自治体、公的教育機関などを念頭に、建築費5,000万台湾元以上の公共建築はラベル取得を義務付けられている。この評価システムは、米国のLEED（The Leadership in Energy and Environmental Design）<sup>14</sup>などを参考に、台湾の気候風土を考慮したもので、生態（ecology）、

<sup>13</sup> 大気汚染や水質汚濁の防止にあたって、一定地域における汚染・汚濁物質の許容排出総量を算定し、これをその地域内の工場などに配分して総排出量を規制する方式。

<sup>14</sup> LEEDは、非営利団体の米国グリーンビルディング協会（USGBC）が開発・運用している、環境に配慮した建物に与えられる認証システムである。米国を始め世界数十カ国が取り入れ、世界的な

表4 台湾のグリーン建築評価指標 (EEWH)

**生態 (ecology)**

- ①生物多様性指標
- ②緑化指標
- ③敷地保水指標

**省エネ (energy saving)**

- ④日常省エネ指標

**廃棄物削減 (waste reduction)**

- ⑤CO<sub>2</sub> 減量指標
- ⑥廃棄物減量指標

**健康 (health)**

- ⑦水資源指標
- ⑧汚水・ゴミ処理改善指標
- ⑨室内健康と環境指標



(出所) 南部園區 HP ([http://gsp.stsipa.gov.tw/jp/main03\\_1.html](http://gsp.stsipa.gov.tw/jp/main03_1.html)) より

省エネ (energy saving)、廃棄物削減 (waste reduction)、健康 (health) の頭文字を取ってEEWHとよばれる。EEWHには9つの指標があり (表4参照)、認証には最高級のダイヤモンド級から黄金級、銀級、銅級、合格級という5つのランクがある。施設の改修なども念頭におき、認証の有効期間は取得から翌3年間と短い (環境保護署, 2012b, 第8章第15節; 日本貿易振興機構, 2011, p. 15)。

科学園區においては、管理局に所管の施設 (汚水処理場、行政ビルのような公有建築物、管理局が建設した標準工場) は基本的にグリーン建築の認証取得が要求されている。民間建築では認証取得は任意とされているが、園區管理局は企業に可能な限りの取得を指導・奨励しており、企業も積極的に対応している。グリーン建築はコスト高とされているが、長期的には、後年、建物のメンテナンスが容易で、水・電力費を含めた全体コストは相当程度低減する。<sup>15</sup> 現在園區では、新工場の建設時にはほとんどの場合、認証取得を念頭に置いた企画設計が行われているという。

EEWH 認証はその後基本型に加え工場向けや住宅向けなど数種類に分化しているが、その中にコミュニティを対象としたものもある (EEWH-EC、Eco-community)。南部園區は、

---

基準になりつつある (<http://leedjapan.com/>)。

<sup>15</sup> 例えば、TSMCの台南工場では、外壁、クーラー、照明システム等の設計時にグリーン建築の省エネ要求を採用し、同時に米国エネルギー省が開発したDOE-2/eQUESTソフトウェアを導入して建物のエネルギー使用状況をシミュレートすることで、基準建築物との比較で、エネルギー節約効率が20%に達しているという (南部科学園區管理局, 出版年不詳, p. 14)。

園区自体のグリーンエココミュニティ化に取り組んでいる。即ち、行政院の「生態都市グリーン建築推進方案」（「生態城市綠建築推動方案」、2008-2011年）に応じて、2009年には「持続可能な環境グリーン園区」（「永續環境綠色園区」）推進チームを立ち上げ、南部園区を世界的なグリーン園区にすべく精力的な取り組みを実施している。2010年にはEEWHの運用主体である行政院内政部建築研究所から全国のグリーンエココミュニティの模範例として指定された。さらに同園区の「持続可能な環境グリーン園区推進計画」は、2011年に、行政院より「国家持続可能な発展賞」（「国家永續發展獎」）を授与されている。

#### **(4) 生態系保護・生活環境整備**

園区では、「生産、生活、生態」の調和を成り立たせることを基本設計とし、全般的に低密度の開発方針が採られ、建設当初より公園緑地や景観池・貯水池のために多くの面積が保持されてきた。また、人口湿地・生態池・草箱の設置、ミミズク等の台湾原生鳥類の保護、植樹活動などの取り組みを積極的に行い、生態系保護については一般の工業開発区と比べ相当良好な状況にあると目される。これを背景に、上述の廃棄物・污水处理施設等も含め、環境教育施設の認証を取得し、科学園区を環境教育推進の先駆的地区とすることが構想されている。

加えて、広義の環境保全として、台南サイトでは考古学的な文化遺産の保護にも積極的に取り組んでいる。即ち、台南サイトや近隣地区には、古くは4800年前に遡る遺跡や各種の考古学的遺産が埋まっており、サイト内で発見された遺跡は計27カ所に上る。産業開発との衝突を極力回避しつつ遺跡の発掘も継続され、その成果はサイト内に設けられた「考古学文化財陳列室」に展示されている（南部科学園区管理局，出版年不詳，p.7）。なお、南部園区は、環境グリーン園区構築において文化芸術との結合が不可欠との認識を持ち、「産業集積発展、持続可能な発展環境構築、文化芸術推進」を3大方針としている。

このように園区では、産業活動の他に、生態系保護や生活・文化環境改善も重視されてきたが、園区の公園緑地や文化施設は、園区内企業・団体の従業員だけでなく周辺地域の住民にとっても憩いの場となっている。

以上、園区における環境保全活動について概観したが、その詳細・具体例については表5に整理・紹介している。ただし、全ての取り組みを網羅したものではなく、資料が得られた範囲内で、重要と思われる事項を例示したものである。

表5 台湾の科学園區における環境保全活動の具体例

活動分野	具体的取組み内容・成果
<p>(1) 汚染物質管理</p> <p>① 廃棄物</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 廃棄物回収再利用推進。新竹園區新竹サイトでは、エリア内で報告された廃棄物は18万216t、うち83.1%が再利用。南部園區台南サイトでは、廃棄物16万7,506tのうち81.7%は再利用(2011年)。</li> <li>・ 共同の廃棄物処理場での対処。南部園區台南サイトの「資源再生センター」では、2011年に運び込まれた廃棄物総量は3万1,981t、大半は焼却処理・埋立てへ(焼却後の灰・泥の一部は外部施設でレンガ等に再生)。一部の焼却不能・不適合なものは外部の専門業者・施設に処理を委託。</li> <li>・ 業種別には、ICと光電子産業からの廃棄物が多い。新竹園區(2010年)ではICと光電子産業からの廃棄物産出量は、各々、10万7,337tと4万5,622tで、この2業種で6大産業(IC、光電子、PC・周辺、通信、精密機械、バイオ)廃棄物産出総量の97.9%を占める。この2業種では再利用率も高く、各々、79.9%と85.1%である。</li> </ul>
<p>② 排水</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 南部園區台南サイトの污水処理場(「環工センター」、管理局所属、運営は専門の民間業者に委託)では、処理能力は13万t/日、台南サイト内の污水(産業廃水と生活排水を含む)は、各企業・施設で前処理後、排水管を通じて全てここへ。水量を測定し処理費用を課金(汚染物質の濃度にもよる)。ここで処理後、規制基準を満たしていることを確認し外部河川へ放流。処理後の水の汚染度は、国家基準よりはるかに低い値に。</li> <li>・ 処理済みの放流水の一部は、設備の冷却・洗浄、灌漑、道路への散水、貯水池・景観池等に再利用。処理過程で出た下水汚泥は水分除去の後、焼却処分。一部はレンガや骨材として再生され道路舗装等に利用。</li> <li>・ 節水推進の取組み。新竹園區では、1999年以降建設の工場は用水の製造工程からの回収率は85%以上、工場全体からの回収率は70%以上が要求され、2005年以降建設の工場では最低3日分の用水の貯水が要求される。2002年に「園區節約用水指導委員会」(学者、園區企業団体専門家、ITRI、コンサルティング会社等で構成)が設立され、2010年までにのべ111工場への指導を実施。2010年には、10社への指導を行い、69.6万t/年の節水効果(CO<sub>2</sub>削減量144.1t/年に相当)を上げた。</li> <li>・ 同様に南部園區でも、2004~2011年の間に合計のべ55社に対して節水指導を実施。2011年には165.2万t/年の節水効果(CO<sub>2</sub>削減量342.0t/年に相当)を上げた。</li> <li>・ 中部園區では、世界に先駆けて、製造プロセスに使用する浄水循環再利用の節水システム(water inter-use system : WIS)を開発することによって、製造工程用水の回収再利用率90%を実現。</li> </ul>
<p>③ 排気</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 大気汚染対策として、最良利用可能制御技術による処理に加え、浮遊微粒子、SO<sub>2</sub>、CO、窒素酸化物、揮発性有機物等の空気汚染物質の排出総量管理を厳格に実施。</li> <li>・ 観測地点を設け定期的に監視し、大気汚染物質の広がりや濃度、基準値を超える異常事態の発見と対処を随時実施。不定期に園區内全工場の汚染防止対策の検査も行われ、自主管理の理念の徹底を図る。</li> </ul>

(出所) 各種資料に基づき筆者作成

表5 台湾の科学園区における環境保全活動の具体例（続き）

<p>(2) 省エネ・炭素削減</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>園区企業に対する省エネ・節水・炭素削減のための各種指導・奨励。新竹園区では、2010年に15社を指導し3万3,083tのCO<sub>2</sub>削減量を達成。南部園区では、2011年に省エネ教育訓練のセミナーが3回開催され、計29人が参加し、企業5社に対して指導が行われた。年間の省エネ効果は、33万1,164kℓ石油換算トン、節電量が1,965万kWh、CO<sub>2</sub>削減量が1万2,031t。</li> <li>中部園区でも、2010年、廃棄物削減・再利用促進に加え、「温室効果ガスインベントリ(ISO 14064)作業」、「温室効果ガス減量法(草案)」への説明会を行い、21工場に対して「カーボンインベントリ」作成を支援。</li> <li>管理局は所管施設で率先垂範の取組み実施。例えば、新竹園区管理局では、年間の電力使用量が2007年の149万kWhから2010年の107万kWhへ、同じく年間の石油使用量が22.83kℓ石油換算トンから9.49kℓ石油換算トンへと、各々、28%と58%低減。また南部園区台南サイトでは、園区レベルでのカーボンインベントリ認証取得。</li> </ul>
<p>(3) グリーン建築</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>園区はグリーン建築で先端的な取組み実施。例えば、2011年6月末時点で、全国で17件のEEWHダイヤモンド級グリーン建築認証のうち、8件は科学園区内のもの(新竹園区3件、南部園区5件)。</li> <li>特に南部園区台南サイトはグリーン建築の認証件数が科学園区内でも最高で、2012年8月時点で、ダイヤモンド級7件(台湾全土で21件)、黄金級1件、銀級2件。さらに園区レベルの認証(EEWH-EC)獲得を目指す。</li> </ul>
<p>(4) 生態系保護・生活環境整備</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>中部園区では、公園緑地、貯水池の総開発面積に占める割合は約30%に上る。老木は保護し、新たに植樹する場合は台湾原生種を中心にし、現在園区内では約11万株の草花と約6万7,000本の樹木を植えている。台中サイトでは、8つの洪水防止貯水池に隣接した遊歩道と自転車道を兼ねたグリーンベルトを周辺に配し、洪水防止貯水池を含む洪水防止生態公園の面積は約51haで、良好な景観を創出。公園内には、親水スペース、音楽広場、運動場、遊歩道等が設置され、地元コミュニティとの交流にも寄与。</li> <li>南部園区台南サイトでは、緑化面積はサイト総面積の約45%(うち公園緑地の面積は約24%)、施設敷地の建蔽率は50%で容積率は200%に制限。開発前はサトウキビ畑であったため各種鳥類の飛来や繁殖行為のエリアが存在し、サイト内に約30haの「保育鳥類棲息地」を設け、燕千鳥や高麗雉等の保護を実施。また治水・洪水対策用の遊水地も自然に近い形で建設され、蝶や蜻蛉、蛙のような昆虫・水生生物も繁殖。</li> <li>新竹園区でも、比較的最近開設された銅鑼サイト(苗栗県)では、近隣に水田灌漑地区があり環境保全要求が非常に厳格。また苗栗県には客家村落があり、銅鑼サイト内に「客家文化園区」を設置し、文化教育・娯楽施設として一般開放する。さらに宜蘭サイトは環境規制が一層厳格で、研究開発や文化創意産業を主とする。</li> <li>科学園区では生活圏としての機能充実も重視。行政窓口や銀行・郵便・法律事務所等のビジネスサポートに加え、教育機関(幼稚園・小中高等学校)、宿舎、レストランを含むショッピングセンターやコミュニティセンター、スポーツ娯楽施設、無料巡回バスを整備。</li> </ul>

(出所) 各種資料に基づき筆者作成

## 5.2 園区とステークホルダーとの連携

ここでは環境保全に関連して、園区の管理・運営を担当する管理局と他の関連アクターとの交流・連携の状況をみてみたい。主要なステークホルダーとして、園区企業、周辺地域住民、地方政府を取り上げる。

### (1) 園区企業

上で言及したように、管理局は、汚染物質処理、省エネ・低炭素化、グリーン建築、生態系保護について園区企業に規制の遵守と積極的な取組みを促し、自らの所管施設でも率先垂範の活動をみせている。また、外部の大学・研究機関の専門家やコンサルティング会社と協力し、企業に対するセミナー・訓練クラスの実施や特定企業への指導も行っている。さらに毎年、環境保全活動で良好な成果を上げた企業・工場を選抜・表彰し、時折ワークショップを開催してこの方面のノウハウ・経験をシェアするよう企業間の交流を促すなど、ファシリテーターとして重要な役割を果たしている。

企業側でも個別の取組みの他に、園区企業からなる「台湾科学工業園区科学工業同業公会」(Association of Industries in Science Parks : AISP) が存在し、企業同士の交流・協力推進に加え、政府との間の政策伝達や意見交換のプラットフォームともなっている。AISP の下には、環境保護の他に財務会計、人的資源、広報等十数個の専門的な委員会がある。省エネ・節水・炭素削減については「水電力ガス供給委員会」(「水電気供給委員会」) が設置され、水道・電力・ガス会社との協調や関連事務、会員企業への技術支援などに当たっている。筆者の現地調査によれば、環境保全のノウハウや経験に関しては、(競合も含め) 台湾企業同士の情報公開や相互学習が相当進んでいるが、AISP やその他の業界団体を通じた日常的な交流と信頼醸成がその土台となっているとみられる。なお、AISP は 1983 年に新竹園区で成立したが、1999 年と 2004 年には各々、南部園区事務所と中部園区事務所が設立され、其々の下に新竹と類似の委員会が設置されている。

なお園区の開発・用地拡張に際しては、環境影響評価を行いそれに基づいて環境基準を制定するが、一部は管理局が基準を設定する権限を持つ。その際、入居予定の主要企業から意見聴取し、もし企業が難色を示せば、環境影響評価委員会と討議し、技術上、費用対効果上で確かに無理なものと判断されれば基準を緩和するよう要求することもある。

## (2) 周辺地域住民

園区管理局は周辺地域住民の環境被害への不安を取り除くため幾つかの取組みをしている。まず、環境品質観測システム（空気、水、土壌・地下水、騒音・振動）の構築である。例えば、空気品質では、気流の流れによる汚染物質の移動を観測することで周辺地域への影響に配慮している。また汚水処理場や資源再生センター等の関連施設に対する定期的および抜き打ちの検査を通して環境規制の遵守に努めている。

新竹園区では、園区企業、管理局の代表者と近隣村里長、環境保護団体、学者・専門家、環境関連行政機関からなる「環境保護監督委員会」（「環保監督小組」）が設置され、2ヵ月ごとに定期的にミーティングを開催している。その中で、園区側が環境品質観測結果を公表し、園区が一層力を入れるべき課題について意見を聞く。なお同委員会は園区管理局の組織ではなく、外部の代表者が園区の取組みを監視するためのものである。

中部園区にも同様の組織があり、地域のオピニオンリーダーや環境 NGO 代表をも交えてコミュニケーションと協調を進めている。また「中部園区環境監察ネット」を通じて観測結果や関連する環境保護研究計画の成果を公表し、一般市民への情報公開に努めている。さらに后里サイト（七星地区）では、地域住民の健康保護計画を有し、2011年にはボランティア診察活動や健康診断とアンケート調査、成人健康検査自費負担額への補助も行った。

なお科学園区は環境規制が一般より厳格で、周辺地域への環境被害は相対的に少ないとされるが、周辺住民からの苦情があれば速やかに汚染源を特定し対策を講じている。ちなみに南部園区では、2011年に28件の苦情があり、内訳は異臭3件、空気汚染（異臭除く）6件、騒音2件、水汚染6件、廃棄物3件、環境衛生8件であった。

## (3) 地方政府

科学園区の建設は、行政院国家科学委員会の管轄下で国家プロジェクトとして行われるが、周辺地域にとってはハイテク大手企業の誘致による地域経済の活性化と雇用創出の起爆剤であり重大な関心事である（南部園区管理局, 2010）。また用地買収や周辺住民との交渉、園区従業員の住居・生活手段・交通手段の確保、水・電力の供給、汚染対策、災害対策に関する地方政府との協力は少なからずあると思われる。

環境保全に関しても、これまでみたような取組みが近隣都市の低炭素化・エコ化政策に影響を与えているとみられる。ここでは特に第3節でも言及した「低炭素持続可能なコミュニティ推進計画」（「低炭永続家園推動方案」）に関して検討する。同計画で「低炭素（モ

デル) 都市」)として選抜された台南市と台中市は、其々、南部園區台南サイト、中部園區台中サイトと一定の連携がある。新竹市・県は選に漏れたため、新竹園區との連携は今のところ特にないようである。

このうち、とりわけ南部園區台南サイトと台南市との連携が緊密であると言われている。台南市は、再生可能エネルギー、省エネ、低炭素交通、低炭素建築、資源循環、低炭素キャンパス、低炭素生活、環境緑化の8大分野を対象とし、2014年にBAU (business as usual、特段対策を講じない場合に比べ) シナリオで炭素削減量44%、2020年に同58%の達成を目標としている。<sup>16</sup> 8大分野のうち、科学園區と特に関係する分野は次の3つである。第1に、低炭素キャンパスであり、南部園區台南サイト内に学校建築としては全国初のEEWHダイヤモンド級認証を獲得した国立南科国際実験高級中学(南科=南部科学園區)があり、これが台南市の計画の一部となっている。第2に、低炭素建築分野であり、南部園區台南サイトは、グリーン建築認証件数が科学園區内でも最多であることが重視された。第3に、再生可能エネルギー分野である。南部園區は太陽光発電産業を振興しており、台南市での太陽光発電システム設置に供される。一般に台湾では太陽電池の生産は多いものの大部分は輸出用である。太陽電池製造は電力多消費型でむしろCO<sub>2</sub>排出増加に繋がっていた。この計画に賛同する太陽電池メーカーは、自社製品が地元で使用され、さらに政府の炭素削減活動に協力することで、エコ商品として海外販売において有利となることが期待される。

## 6 リーディング企業の環境経営への取組み—TSMCの事例

ここでは、台湾積體電路製造 (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company : TSMC) の事例研究を通して、リーディング企業による環境経営への取組みとEIP推進に果たす役割を分析してみたい。TSMCは1987年設立の世界的IC製造企業であり、専門IC製造ファウンドリ (ウェハプロセスの受託製造企業) としては世界最大手である。<sup>17</sup> なお、TSMCは本社と製造拠点の多くは新竹園區にあるが、新竹が手狭になってきたこともあり、最新鋭の12インチウェハ工場は新竹の他、南部と中部園區にも設置している。

<sup>16</sup> 「台南市低炭素都市ネット」より (<http://tainan.carbon.net.tw/Default.aspx>)。

<sup>17</sup> TSMCは、2011年の売上高は145億米ドルで、インテル、サムスンに次いで世界第3位である。またファウンドリビジネスに限定すると、2011年の世界市場シェアでは7割以上を占め、生産能力では5割前後を占めている (TSMC提供資料より)。なお以下の記述は、特に断りのない限り、同社HPとCSR報告書 (TSMC, 2012)、および筆者自身による同社での面談 (2012年7月26日、12月6日実施) から得られた情報に基づく。

## 6.1 汚染物質の管理

TSMCでは原材料使用量の最適化・最少化を推し進め、廃棄物減量とコスト低減の一石二鳥を迫及している。廃棄物資源管理の専門部局を設け、定期的に全社内での減量成果を検討し、また廃棄物の分別収集を徹底し回収再利用を促進している。主な原材料であるシリコンウェハについては、今のところ回収再利用はされていないが、TSMCは不良率が低く廃棄物は少ない。新設備のテスト用に使用されたウェハは、重複使用ののち（純度の相対的に低いウェハを使用する）太陽電池メーカーに売却されている。対外的には、製造装置メーカーにもIC製造時に要する資源・エネルギーや化学品使用量の合理化・削減に向けた技術開発が要求され、装置の購入は“SEMI-S23”（半導体製造装置用の省エネに関するSEMI規格。SEMIは半導体・FPD・ナノテクノロジー・MEMS・太陽光発電の製造装置・材料メーカーの国際的な業界団体）に基づいて行われる。廃棄物処理業者とも協力し、回収再利用方法の開発・探求がなされる。なお半導体工場からの廃棄物には様々なものが含まれるが、回収再利用の中心は化学品である。サプライヤーとの協力により、化学品使用量の削減と使用後の回収再資源化に向けた研究も実施されている。<sup>18</sup> 廃棄物の種類は益々増加してきているが、こうした努力の結果、廃棄物回収再利用率は2007年の85%から2011年の92%へと向上した（以上の数値は海外工場含まず）。ただし、IC製造は高純度の原材料が要求されるので、TSMC自社内での再利用は少なく、大半は国外も含めた他企業へ売却される（再利用には顧客の同意が必要である）。

汚水処理に関しては、半導体製造ではウェハに付着した化学薬品や塵を洗浄するための超純水が大量に使用される。これらは工場内で回収・処理され、その純度に応じて再利用される。即ち、純度の高いものは製造ラインで使用され、中程度のものは冷却水塔用、排ガス洗浄装置、水洗トイレ用等に回されるという具合である。TSMCでは処理効率を上げるため、廃水はそれに含まれる汚染物質（フッ素、銅、酸、研磨剤等）に応じて細かく分類され（20種類以上に上る）、別々に回収・処理される（15種類以上の回収・処理系統がある）。再利用不能のものは一定の環境基準値を満たした後に、園區共同の汚水処理施設に送られ最終処理・放流される。こうした努力の結果、2008年には一部の工場では製造工程

---

<sup>18</sup> 高価な化学品の場合、サプライヤー自身がリサイクルのノウハウを持ち、原材料販売時に、使用済みのものを返還するよう要求し、時に回収量に応じて価格を割引することもあるという（南部園區管理局での面談より。2012年12月5日実施）。

用水回収率が90%に達し、世界の半導体業界でも傑出した存在となった。2011年の同社全工場（海外工場除く）の平均値は85%である。

排気処理については、IC製造プロセスから出る排気は酸性排気、アルカリ性排気、揮発性有機物排気と一般排気の4種に分類され処理される。特定の有毒性、可燃性および過フッ素化合物（perfluorinated compound：PFC）排気に対しては、製造設備の末端に排ガス洗浄装置を設置・処理し、残存する酸・アルカリ成分を中央排ガス洗浄塔で水洗・中和し、さらに残った少量の有機成分のゼオライトローターによる吸着・燃焼処理を経て大気中に排出する。揮発性有機物排気の平均除去率は93%に達する（2011年のデータ。海外工場除く）。以上の措置により、大気汚染物質排出濃度は環境保護署の排出基準値を大きく下回っている。

## 6.2 省エネ・炭素削減

TSMCは2010年に省エネ委員会を設け、技術や工場、設備、安全・環境保全といった関係部局との協力の下、省エネ指標の設定と5カ年行動計画を策定した。<sup>19</sup> 既存工場の運営と製造装置のエネルギー効率改善への様々な取組みを実施すると同時に、新工場建設や新装置購入時の最良省エネ設計の採用を定め、装置メーカーにもグリーン認証の取得を奨励している。こうした努力の成果として、例えば、ウェハ1枚当たり（8インチ換算）の製造に使用する平均電力量では、2009年の13.1 kWhから2011年の10.7 kWhへと約18%の削減がみられた。TSMCのIC製造プロセスでの電力使用量削減成果は、世界の同業者の中でも最良の部類に属する。

なお省エネ等の取組みは、コスト削減や企業イメージ向上によるビジネス促進（エコ製品を志向する顧客からの要求もある）のためにも必要で、TSMCは早い時期から省エネ・節水を含めた環境保全活動を行っていた。その成果の一端を紹介すると、過去10年間に（2002年と2011年の比較で）TSMCのウェハ製造量は約5倍に増えたが、ウェハ1枚当たり（8インチ換算）の環境負荷は低減している。例えば、電力使用量では47%、水消費量では55%の削減である。<sup>20</sup>

低炭素化の推進には温室効果ガス排出の実態について客観的・数量的に把握することが

<sup>19</sup> なお、省エネ・節水などの環境保全技術については、本社中央に専門の研究開発部局があるわけではなく、多くの関連部局が各々、機会を探求し全社的に取組んでいるという（TSMCでの面談より。2012年12月6日実施）。

<sup>20</sup> TSMC提供資料より（2012年7月26日訪問時に取得）。

必要であり、TSMCは2005年から台湾の全工場について、前年のカーボンインベントリ作成を制度化し（ISO14064-1に準拠）、同時に企業内部の環境保全と安全・衛生情報システムを構築して、インベントリの結果を登録している。またTSMCに原材料を供給するサプライヤーに対してもインベントリ作成を要求している。TSMCのサプライヤーには日米等の大手企業も含まれているが、数的には台湾の地場企業が中心で、<sup>21</sup> 能力・認識が不十分な一部地場業者に対しては積極的に支援もしている。即ち、2009年には20社のサプライヤーと共に「サプライチェーン・カーボンインベントリ支援計画」を実施した。その成果は政府にも提出され、政府がカーボンインベントリ登録のプラットフォームを構築する作業にも寄与したという。

さらに翌2010年には經濟部工業局とITRIの支援の下、TSMCとそのサプライチェーン上に位置する業者15社が共同で「半導体サプライチェーン・カーボンフットプリント指導と普及計画」に参加した。その中で、12インチ・ウェハプロセス工場とパッケージング工場のIC製品に関する温室効果ガス排出調査を実施し、原材料の採掘・製造と輸送、ウェハの製造・輸送、ICパッケージングまでのカーボンフットプリントを算定した。TSMCはこの作業を6インチと8インチウェハ製品にも広げ、2012年までに全ての製品のカーボンフットプリントの算定に繋げる計画を立てた。

TSMCはこうした共同の取組みを通して、自らの経験をサプライヤーに教えるだけでなく、外部の専門家・学者やコンサルタントを講師とするセミナーを開催して、台湾の主要サプライヤーの参加を義務付けた。こうして共に学習し、加えて毎年、省エネ・低炭素化をどのように実施したかアンケート調査や監査を行うことを通して、サプライヤーの能力構築を確実なものとしている。

### 6.3 グリーン建築

TSMCは2005年以降、グリーン建築への本格的な取組みを開始し、新たに建設される工場・オフィスビルは全て最新のグリーン建築標準に依拠することが掲げられている。この結果、2011年までに米国のLEEDゴールド級認証<sup>22</sup>を4つ取得し（台南Fab14第3期工場、台南Fab14第4期工場、新竹Fab12第4期工場、新竹Fab12第4期オフィスビル）、台湾の

<sup>21</sup> ちなみに2011年の調達金額中のサプライヤー国別シェアでは、日本41%、台湾35%、米国15%、欧州4%、その他5%である（TSMC, 2012, p. 39）。

<sup>22</sup> LEEDの認証の等級は、上からプラチナ級、ゴールド級、シルバー級、合格級の4つがある。

EEWHダイヤモンド級認証を3個取得している（台南Fab14 第3期工場、新竹Fab12 第4期工場、新竹Fab12 第4期オフィスビル）。TSMCはグリーン建築認証の取得では国内最多の企業である。さらに一歩進めて、同社は2010年に、新竹Fab12と台中Fab15、台南Fab14の工場敷地をグリーン工場エリアとする計画を打ち出し、工場サイトの包括的なプランニングを通じて、省エネ・省資源・廃棄物削減再利用によるコスト低減および自然環境保全をより効果的に実施しようとしている。

こうしたTSMCの取組みは、グリーン建築の模範となっており、国内外から多数の視察者が訪れ、これまでに累計でのべ3,300人以上に上る。その中にはアジア太平洋経済協力会議（Asia-Pacific Economic Cooperation : APEC）やアジア生産性機構（Asian Productivity Organization : APO）、国際セマテック 製造イニシアティブ（International SEMATECH Manufacturing Initiative : ISMI）のような国際組織からの視察団も含まれる。

なおEEWHは学校、住宅、病院等全ての建物が対象であったが、工場は特別な部分があり、それ専用の評価システムが必要との認識に基づき、2012年に「グリーン工場ラベル」（「緑色工場標章」、EEWH-Green Factory）制度が公布された。これは建物についての評価指標とクリーナープロダクションに関するものを統合したものである。この認証制度の構築に当たって、TSMCを含む5つの大手企業（他の4社はUMC、AUO、Delta、Chimei）が政府に協力した。

#### 6.4 生態系保護・労働環境の整備

生態系保護は園区共同の公園緑地や景観池を通して行われるだけでなく、グリーン建築等の取組みにより各工場の敷地内でも行われる。即ち、TSMCの工場敷地内には生態池や緑地帯が設けられ、雨水やHVAC（暖房、換気、空調）システムから集められた水が緑地灌漑や池への注水に用いられる。<sup>23</sup> 生態池には多孔質の岩が配置され、水生植物や昆虫・小動物の生息地となっている。敷地内に植えられた樹木には鳥類の巣も形成される。

建物自体にも、屋上緑化に加えバルコニー緑化により従業員の憩いの空間となり、建物の中に設けられた多層の中庭には約8,700本の植物が植えられ、CO<sub>2</sub>吸収とリラクゼーションに寄与する。建物の周囲は露地を多く残し、水浸透性のブロックを採用して、地表の

---

<sup>23</sup> なお TSMC の台南工場では「雨水回収システム」が採用され、主に工場敷地内の庭園等の灌漑に用いられる。水不足の際は、空調の結露水で補充し、灌漑には全く水道水を用いないようになっている（南部科学園区管理局，出版年不詳，p. 17）。

排水を適度にコントロールしている。

加えて、TSMCでは従業員の通勤・移動用のシャトルバスの運行、カーシェアリングや自転車奨励を通して、1年間で合計9,570 t分のCO<sub>2</sub>削減に繋がったと目されている。

なおTSMCは従業員と家族を主な会員とするスポーツ・レクリエーション施設も建設し、エアロビクス、ヨガ、サイクリングなど70以上のフィットネスカリキュラムを提供し、2011年には、毎月平均のべ約1万名がこれらの施設を利用した。

## 6.5 ステークホルダーとの連携

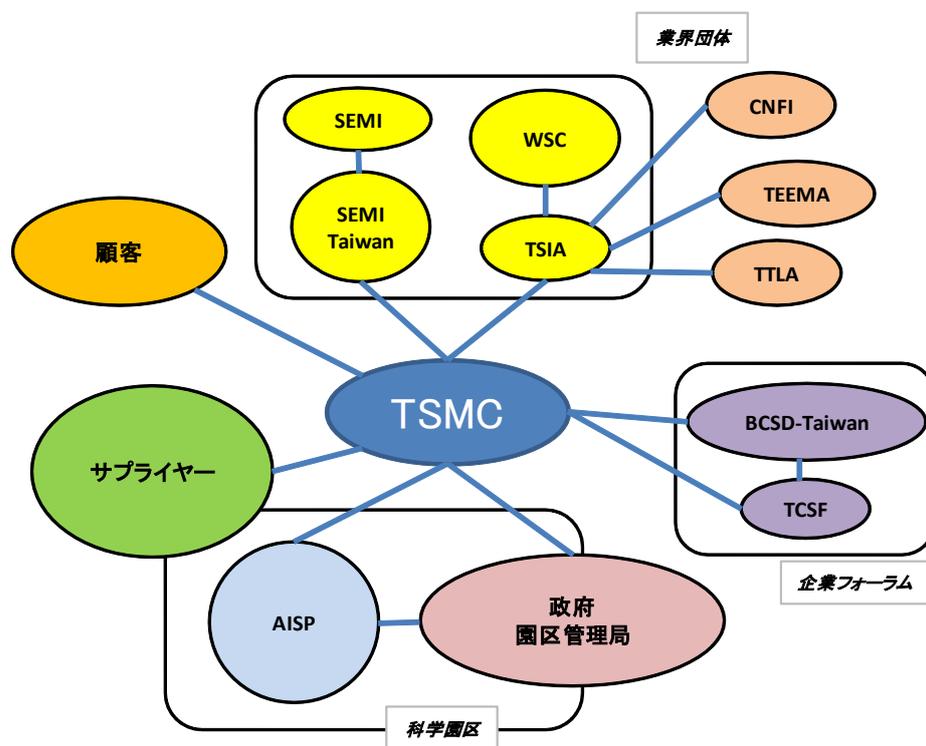
TSMCは、専業ファウンドリとして顧客の知財を堅守するため元来秘密主義的な企業文化を持っているが、環境保全のノウハウ・経験については積極的に他社（半導体業界の競合や他業種の企業も含め）との交流・普及に努めている。この方面では同社の基本方針は「共通テーマを探求し、積極的に貢献し、影響力を発揮する」（「尋找共同義題、積極奉獻、發揮影響力」）で、これは、単に自社の宣伝のためだけでなく、環境保全は1社が注力しても事は成らず、半導体業界だけの努力でも依然不十分で、全ての産業、政府、社会が協働してこそ台湾の発展に繋がるという考えに基づいている。以下で主要関連アクターとの関わりについて解説する（図3参照）。<sup>24</sup>

先ず、既に部分的に言及したが、科学園区内の企業、および原材料・装置サプライヤー（園区外部に立地している業者も含む）との協力である。園区管理局との協働の場合もあれば、TSMC独自の活動の場合もある。例えば、汚水処理・節水については、上述の台湾科学工業園区科学工業同業公会（AISP）の活動の一環として、他のメンバー企業と経験のシェアを行い節水率向上に寄与した。また関連トピックの討議や共同研究の実施、毎年技術研究会開催、管理局との協力による一部中小企業への水資源管理の改善指導などにより、園区全体の共同目標達成に貢献した。さらに、TSMCは独自に「産業節水技術課程」を開催し、関心のある企業（業界競合も含む）に向けて自社の経験と成果を公表し業界全体の節水取組みを促している。

---

<sup>24</sup> ここでの関連アクターとの連携については、基本的にTSMCの環境保全部門担当者との面談からの情報に基づいている（2012年12月6日実施）。

図3 TSMCの環境経営におけるステークホルダー



(注) 略語の意味： AISP : Association of Industries in Science Parks, BCSD : Business Council for Sustainable Development, CNFI : Chinese National Federation of Industries, SEMI : Semiconductor Equipment and Materials International, TCSF : Taiwan Corporate Sustainability Forum, TEEMA : Taiwan Electrical and Electronic Manufacturers' Association, TSIA : Taiwan Semiconductor Industry Association, TTLA : Taiwan TFT LCD Association, WSC : World Semiconductor Council

(出所) TSMC 提供資料を修正

サプライヤーについては、前出のカーボンフットプリント算定に関する事例にみられたように、サプライチェーンのグリーン化にも精力的に取り組んでいる。省エネ・炭素削減に加えて節水や廃棄物再利用、有害物質管理等も対象となっている。サプライヤー（主に台湾の地場業者）への指導について具体的な手順をみると、毎年、1、2月にその年の要求について TSMC から告知が出され、大体7、8月に監査が始まる（サプライヤー自身と TSMC によって）。サプライヤーの所在地が園区から離れていることもあるが、台湾は国土が狭小で高速鉄道（台湾式新幹線）を利用すれば容易にアクセスでき、TSMC の担当者がサプライヤーの工場に直接出向き監査を行う。9月までに監査が終了し、大体10月頃にサプライヤーを対象とした環境保全関係のフォーラムが開催される（サプライヤーは出席を義務付

けられている)。例年 100 人以上の参加者があり、監査結果の公表と今後の改善について討議がなされ、優れた成果を収めたサプライヤーの表彰も行われる。なお TSMC のサプライヤーは、UMC 等の他の半導体メーカーのサプライヤーと重複している部分が多く、こうした取組みの成果は他の半導体メーカーも間接的に享受できるので、台湾半導体産業全体の発展にも貢献していると目される。

第 2 に、TSMC は台湾トップ、そして世界有数の半導体製造企業として、国内外の業界団体の活動にも積極的に関与している。直接半導体産業に関係するものとしては、「世界半導体会議」(World Semiconductor Council : WSC) と「半導体製造装置材料協会」(Semiconductor Equipment and Materials International : SEMI) といった国際的な業界団体があり、国別組織として、其々、「台湾半導体産業協会」(Taiwan Semiconductor Industry Association : TSIA) と「SEMI Taiwan」がある。半導体・電子業界は世界的にも国内的にも環境問題へのコミットが進んでおり、これらの国際的団体でも環境関連議題は非常に重視されている。この繋がりを通じて国際的な動向や他の主要国の法規・環境基準について情報を得、選択的に国内サプライヤーにも伝え、改善要求をすることもある(ただし、自社に対するほど厳格ではないという)。またこれらが主催する国際会議において、海外の製造装置メーカーに対してエコフレンドリーなコンセプトを踏まえた装置設計・開発を要求することもある。

半導体産業に特化したもの以外にも国内に関連する業界団体がある。主要なものとして、「中華民国全国工業総会」(Chinese National Federation of Industries : CNFI)、「台湾区 電機電子工業同業公会」(Taiwan Electrical and Electronic Manufacturers' Association : TEEMA)、「中華民国台湾薄膜電晶体液晶顯示器産業協会」(Taiwan TFT LCD Association : TTLA) がある。このうち CNFI は、台湾全工業の組合で最上層の団体である。TSMC は、その中の「環保及安全衛生委員会」で副委員長を務め、政府・産業間の対話を支援し政府が適切に関連法規を制定できるよう協力する。半導体は台湾の主要産業なので CNFI の中でも影響力がある。こうした業界団体活動に参加するのは時間と人手がかかるが、大企業にとって政府や外部社会の動向を知るのは非常に重要であるという。

第 3 に、大企業のフォーラム的なものとして、国際組織「持続可能な開発のための経済人会議」(Business Council for Sustainable Development : BCSD)<sup>25</sup> に加盟している「中華民国企業永續發展協会」(BCSD-Taiwan, ROC、1997 年成立) がある。また 2008 年には TSMC

---

<sup>25</sup> 1992 年の国連地球サミット (UNCED) において、経済界から「持続可能な開発」についての提言をなすことを目的に、世界各国の主要企業のリーダーが集まり創設された団体である。

主唱の下で同協会の支持を得て「台湾企業永續論壇」(Taiwan Corporate Sustainability Forum : TCSF) が設立された。TCSFには、2010年6月末時点で22社が参加しており、半導体、鉄鋼、石油、電力、電信、小売、銀行など多数の業種の主要企業から環境保全・CSR担当者が集い、交流と相互理解を進めている。<sup>26</sup> 一般に半導体や光電子のような科学技術産業は環境保全に積極的で従来型産業はそれほどでもないため、前出のCNFIやここで触れた業種横断的な団体を通じて意見調整を行っている。またTSMCが1つのモデルとなり、多くの影響力ある企業が経験・ノウハウのシェアを進めるよう働きかけているという。

第4に、政府との関係について言えば、政府は関連法規を制定する際、主要な業界団体等を公聴会に招致するため、TSMCもこれら団体の重要メンバーとして参加する。それ以外にも、政府と直接に対話・協力する機会は多く、例えば、前出のグリーン工場ラベル制度の構築に関する協力やTSMC主催の環境セミナーに環境保護署署長を講師として招くこともあり、法規制定についても相談し得るという。

第5に、顧客との関係をみると、TSMCの顧客は米国・欧州等の先進国に多く、同社は専業受託IC製造企業であるため同社およびサプライヤーのカーボンフットプリントは同時に顧客製品のカーボンフットプリントとなることから、これら顧客からの炭素削減要求が高まっている。またEU RoHSやEU REACHのような主要輸出先の環境規制をクリアするための取組みも不可欠である。さらに、IC製品自体の高効率化・低消費電力化による付加価値向上も重視されている。

最後に、TSMC自社従業員の環境意識を高めるための取組みも重要である。新人教育やeラーニング、また毎年定期的に「地球を大切に、自ら始めよう」(「珍愛地球、由我開始」)活動を実施し、各部門での自主的なエコ活動を奨励している。こうした会社ぐるみのコミットは、外部関連団体との連携を通じた地域貢献活動にも繋がっている(例えば、植樹活動や園区排水路での汚染行為の見回り隊、工場周辺道路の清掃等)。

## 7 ディスカッションとまとめ

ここでは、これまでの議論を踏まえ、必要に応じて追加的な資料も引用しつつ、台湾の

---

<sup>26</sup> 中華民国企業永續發展協會 HP (<http://www.bcsd.org.tw/>) 参照。なお、CNFI等の業界団体では法規に関する討論・処理が中心になされるが、TCSFではこうした話題はあまり取り上げられず、技術協力や省エネ・低炭素化の経験などについて論じられるという。

科学園区の事例が第2節で提示したEIP建設にとって重要な5つの条件（関係アクター間の共生的な関係の構築、利益の獲得、教育・宣伝と情報交換、政府の適正な関与、技術的土台の存在）をどの程度満たしているかを検討し、その後、2つの仮説について分析する。

まず、重要要因の第1「関係アクター間の共生的な関係の構築」についてみると、科学園区は、台湾のハイテク産業推進の基地であり、同時に地域の産業活性化の起爆剤として、国家プロジェクトであると同時に地方の期待も集めながら開発が進められてきた。またシリコンバレーのような先進国の先例をモデルに、近隣の大学・研究機関と連携し、国内外の優良企業および優秀な人材を誘致する必要からも、当初より「生産、生活、生態」の調和が基本設計として掲げられていた。さらに周辺地域住民に対しても環境被害への不安を取り除く様々な取組み（例えば、環境品質観測システム構築、ウェブによる情報公開、住民代表も含む環境保護監督委員会設置、苦情への迅速な対応）を実施し、同時に園区内の公園緑地や生活・文化施設を一般に開放することで地域の憩いの場ともなっている。以上より、EIP推進へのステークホルダーのコミットは基本的に確保されていると思われる。

園区内の企業の経営者・従業員（技術者・管理者）は、多くは高学歴で類似の文化的・学問的素養を持ち、学閥的な繋がりも存在する。また日本と比べ転職率も高く、結果的に企業の壁を超えた人的繋がりも多いため信頼関係を築き易いと考えられる。これを土台に、AISPをはじめとする業界団体を通じた省エネ・節水・炭素削減推進のための協力・相互学習および園区管理局による環境保全に関する企業間のノウハウ・経験のシェアを促す活動が協調的な関係とネットワークの形成に寄与している。

管理局に加え、TSMCのような半導体業界を代表する大手企業が、環境保全活動についてはオープンな姿勢をとり、ファシリテーターとしての役割を果たしていることも確認された。即ち、自らが率先して経験・ノウハウの公開と自社サプライヤーや中小企業への支援を行い、さらに業界団体を通じて他の大手企業にも同様の取組みを行うよう促している。

なお、筆者は大手ICファウンドリとしてTSMCに次ぐ地位にある聯華電子（United Microelectronics Corp. : UMC。1980年設立、本社所在地は新竹園区）へも訪問調査を実施したが、同社も程度の差はあれ概ね同様の取組みを行っていることが判明した。UMC社内では環境保全も含めたCSRの概念が強く意識され始めたのは2005年からであり、2008年には社内にCEOを主任委員としハイレベルのマネージャー計6名より成る「企業社会責任管理委員会」（企業ガバナンス、環境保護・安全衛生、省エネ、グリーン生産、社会参加の5つのテーマ別委員会傘下にある）が設立され全社的な取組みが開始された。また同社は、

2010年4月22日のアースデイに合わせ、台湾企業では初となる気候変動に対する政策（「聯電気候変遷政策」、UMC Climate Change Policy）を公表し注目を浴びた。さらにUMCによるCSR活動が国外にも及んでいる例として「LCA to go計画」がある。同社は、カーボンフットプリントについて自社内での精力的な取組みに加え、2010～2011年にサプライヤーに対する支援も行った。これと並行して2010年、同社にとって重要な市場であるEUの産学研18団体による共同研究計画に参加し、「既存製品のライフサイクルアセスメント（life cycle assessment : LCA）の方法と応用ツール」の研究開発に貢献した。カーボンフットプリントの算定は多大の手間暇や費用を要し、また化学品やウェハなどの原材料サプライヤーからもデータを入手しなければならない。このプロジェクトでは、UMCは自社の経験に基づいて半導体製造についてカーボンフットプリントの算定が簡単にできるプラットフォームの構築に寄与した。さらにこの経験を經濟部技術處の科学技術研究プロジェクト（「科学技術専案」）制度からの補助を受け国内にも応用し、電子産業分野での中小企業のための簡易式カーボンフットプリント算定公式を作成した。一旦こうしたプラットフォームが構築されると、UMC自身や同社顧客もこれを利用し、UMCに製造委託している製品の大体のカーボンフットプリントを容易に把握できるという利点もある。<sup>27</sup>

第2に「利益の獲得」について検討しよう。EIP建設に向けた環境保全活動には一定のコストを負担しなければならず、企業にとってそれ相応のメリットがなければ持続しないと指摘される。狭義の利益として、断片的にはこれまで本文や注で紹介してきたが、環境会計の収支バランスをみってみる。例えばTSMCの2011年の数値では、環境保全の支出で、ハードウェア投資費用は50億3,900万台湾元、経常性支出（汚染防止設備操作・メンテナンス、環境保全管理、検査、認証およびその他のハード設備以外の費用）は25億8,000万台湾元で、合計76億1,900万台湾元であった。他方、環境保全の収益（省エネ・節水・原材料使用量削減、廃棄物回収再利用等による）は7億1,700万台湾元で、差し引き69億200万台湾元の支出超過である。2011年はハードウェア投資費用が過去数年と比して突出して多いため、これを2010年並み（24億1,400万台湾元）として計算すると、42億7,700万台湾元の支出超過となる。<sup>28</sup> このように狭義の収支バランスだけみれば大幅な支出超過だが、これはIC製造業で先端的な地位を維持するために膨大かつ継続的な工場・設備への投資が

---

<sup>27</sup> 以上UMCについての記述は、同社HPとCSR報告書（UMC, 2012）、および筆者自身による同社での面談（2012年7月26日と12月6日に実施）から得られた情報に基づく。

<sup>28</sup> TSMCの2011年CSR報告書（TSMC, 2012）pp. 71-72より。

不可欠であることに因る部分が大きいとみられる。加えて、台湾は（とりわけ科学園區は）環境規制の基準が高くかつ厳格に施行されており、そもそも一定の環境投資をしなければ操業できない。

次に、広義の利益としては、環境保全活動による企業イメージ向上があり、先進国を含めた海外顧客の多い園區企業にとっては、ビジネスチャンス獲得と優秀な人材の誘引にとって必要不可欠なものとして認識されている。なお、環境保全の技術・ノウハウ自体のビジネス化・収益化については、筆者が園區企業数社と管理局での訪問調査で聞いた限りでは、現状では考慮されておらず、基本的には社会貢献、および台湾全体の環境改善による競争力基盤の全般的な底上げが目的であるという。<sup>29</sup>

第3に、「教育・宣伝と情報交換」についてみると、EIPのコンセプトと利点についての宣伝・教育活動に相当するものとして、園區管理局による汚染物質処理、省エネ・節水、炭素削減、グリーン建築等に関する企業向けのセミナー・訓練クラスや交流会の開催と特定企業向けの技術指導サービス提供、優良企業の選抜・表彰、植樹活動や生態系保護へのコミット、および管理局所管施設でのISO認証取得や太陽電池システム設置などのエコ活動による率先垂範があげられる。TSMCのような一部大手企業も、節水技術セミナー（公開）の開催やグリーン建築のモデルとなった自社工場への視察者受け入れといった、これに類する活動を大なり小なり行っていることは上述の通りである。

周辺地域住民や一般市民向けには、環境報告書やCSR報告書の発行（主要企業だけでなく、園區管理局自身も作成している）およびウェブを通じた活動紹介、園區内の公園緑地や生活・文化施設の一般開放による良好な環境のアピール、および污水处理場等の園區内施設や生態系保護用地を活用した環境教育の推進が、これに該当するだろう。

第4に、「政府の適正な関与」について検討すると、第3節でみたように、台湾全般の動向として、2002年に環境基本法が公布されその後順次環境関連の法体系が整備されてきた。近年は、環境保護署がゼロ・エミッション政策をとり資源回収再利用率も急速に上昇してきている。省エネ・炭素削減への取組みも、2000年代半ば以降、とりわけ2008年5月の国民党・馬英九政権成立後に強力に推進されており、2010年には国家省エネ炭素削減総合

---

<sup>29</sup> 園區企業5社（ICメーカー2社、LEDメーカー2社、太陽電池メーカー1社）と3つの園區管理局での聞き取り調査（2012年1月、7月、12月に3回に分けて実施）。なお、ISOの標準的手続きやその他のガイダンスを含め、環境保全ノウハウの大半は原則的（手順・手法的）なもので、基本的に公開されている。ただし、装置メーカーとの協力により開発された新技術や特定顧客（装置使用者）のレシピについては機密扱いとなる（UMCでの面談より。2012年12月6日実施）。

計画が、そして 2011 年には持続可能な環境 10 年計画（黄金の 10 年国家ビジョンの一部として）が打ち出された。これが科学園區における EIP 推進の取組みの背景であり、第 5 節・第 6 節でみた園區管理局や園區企業の活動も、こうした国の環境規制と持続可能な発展に向けた国家政策を踏まえている。また、低炭素持続可能なコミュニティ推進計画においても、南部園區の台南サイトや中部園區の台中サイトは、各々、台南市や台中市の低炭素都市プロジェクトと大なり小なり関係がある。ただし、科学園區はこれからグリーン化される対象としてではなく、先駆的なモデルとしての役割が大きいとみられる。

筆者の知る限り、台湾政府による環境保全活動やグリーン建築、省エネ・炭素削減促進において、公的予算から多額の補助金を支給してインセンティブを与えるという方法はあまり採用されていないようである。<sup>30</sup> むしろ、高まる市民の環境意識を背景とした省エネ・節水・廃棄物回収再利用に向けた宣伝・キャンペーンや、県市ごとの取組み状況の点数化とウェブ上での公開、<sup>31</sup> コンテストや優良団体の表彰による環境保全活動の奨励、<sup>32</sup> 散発的に行われる省エネ技術サービスチーム（經濟部管轄）による支援、エネルギー技術サービス産業（energy service company : ESCO）振興といった触媒的方法が目につく。政府の政策で環境保全やEIP推進と矛盾する可能性のあるものとしては、石油や電力供給が国営企業（中国石油、台湾電力）によって基本的に担われ、電気料金（台湾は火力発電主体）が政策的に低く設定されているため省エネへのインセンティブが働き難いことがあげられる。エネルギー料金の国際市況に応じた上昇を容認する政権は、次回の選挙で不利になると言われている（Hwang, 2011, p. 11）。

なお、台湾では環境規制は厳格に実施されているが、同時に企業事例でみたように、環境基準設定や認証制度の構築において、大手企業や業界団体は政府との間に意見交換のチャンネルがあり、技術的および費用対効果的にみて無理がないか一定の考慮がなされているとみられる。

---

<sup>30</sup> ただし、「再生エネルギー発展法」（「再生エネルギー発展条例」、2009 年成立）では、フィード・イン・タリフによる買電推進が謳われている。また、太陽電池や LED 等のグリーンエネルギー産業に対しては、従来は、主要な輸出先の EU 諸国で補助政策があったため台湾政府は特別な補助をしなかったが、EU の財政難により補助が期待できなくなったことを受けて、国家科学委員会は 2013 年に低炭素グリーンエネルギー推進のための計画を打ち出し、そこに企業への補助金交付も含まれるという（南部園區管理局での面談より。2012 年 12 月 5 日実施）。

<sup>31</sup> 「Eco Life Taiwan 清浄家園願曆邊綠色生活網」参照（<http://ecolife.epa.gov.tw/>）。

<sup>32</sup> 全国的なものとして「国家持続可能な発展賞」（「国家永續發展獎」）がある。行政院国家永續發展委員会主催で、教育機関、企業、社会団体、持続可能な発展に向けた行動計画の 4 部門に分かれコンテストが行われ、毎年、数個の団体・計画が表彰される（<http://nsdn.epa.gov.tw/CH/NEWS/NEWS001.HTM#4>）。

第5に、「技術的土台の存在」についてだが、環境保全のための技術の取得・開発では、本研究の企業事例をみる限り、一部は原材料サプライヤーや装置メーカーとの共同で、一部は政府（環境保護署、経済部）の指導により、一部は自前の全社的な努力により長年にわたり実施・蓄積してきている。園區やリーディング企業の事例でみたように、廃棄物や水の回収再利用、節水、温室効果ガスの排出削減、ウェア製造工程での使用電力量削減、グリーン建築の各方面で優れた成果を上げている。他方で、筆者による現地調査の中で、一般に台湾にある環境保全ノウハウは、その多くは日米欧等の成熟した技術を参考にしており、台湾はこの方面の研究開発でまだそれほど卓越しているわけではないという指摘もあった。<sup>33</sup>

産業活動エコ化に際しては、カーボンインベントリ作成における ISO14064-1 への準拠にみられたように、広く受け入れられた標準の存在が助けとなる。カーボンインベントリやカーボンフットプリント管理については、管理局に加え、TSMC のようなリーディング企業による支援と率先垂範による認証取得が重要な役割を果たしていたことが認められた。またグリーン建築に関しては、台湾は独自の EEW H 評価指標を持ち、さらに現状では EEW H は、基本型 (EEW H-BC、basic version)、工場向け (EEW H-GF、green factory)、リノベーション向け (EEW H-RN、renovation building)、住居向け (EEW H-RS、residential building)、コミュニティ向け (EEW H-EC、eco-community) と専門分化もみられ、グリーン建築においては、台湾は世界でも取組みの熱心な国の1つである (林, 2011 参照)。科学園區は、この分野で (特に最高等級のダイヤモンド級認証取得数で) 台湾をリードしており、南部園區においては、園區レベルのグリーンエココミュニティ化に取り組んでいることは上述の通りである。

最後に、第2節で提示した以下の2つの仮説に関して検討する。

- ・ 仮説1：科学園區は、台湾におけるハイテク産業の推進基地として重要なだけでなく、持続可能な社会づくりにおいても1つの模範的役割を果たす。
- ・ 仮説2：科学園區は産業クラスターを成し、特定産業のサプライチェーンの重要部分とそのコアをなすリーディング企業が存在するため、効果的に環境保全活動が進められる。

仮説1については、主に第5節で検討したように、科学園區は基本的にはハイテク産業基地として、産業活動による環境への否定的影響を抑えるための国内最先端の取組みを行

---

<sup>33</sup> 新竹園區管理局における面談より (2012年12月7日実施)。

っている。同時に、園区の開発用地が元々茶園やサトウキビ畑等で希少種も含めた動植物の生息地も点在していたこと、国内外の優良企業・優秀な人材の誘致のため良好な生活・労働環境が求められていたこと、周辺地域住民にとっても憩いの場ともなるよう考慮されていたことから、基本設計として「生産、生活、生態」の調和が目指された。

とくに南部園区台南サイトでは、偶々用地内とその周辺に考古学的遺産の埋蔵が発見されたこともあり文化財との共存が重視された。また園区レベルでのカーボンインベントリ実施（ISO 14064-1 認証取得）やグリーンエココミュニティ建設推進（EEWH-ECのダイヤモンド級認証取得を目標とする）といった取組みにみられるように、周辺地域ひいては台湾全土の都市や工業開発区のエコ化のモデルとなることを意図していると考えられる。<sup>34</sup>

ただし、一部のサイトを例外として、<sup>35</sup> 園区内部に大規模な居住区の建設は行わない方針とみられ、隣接都市・地域に住居・生活機能の多くを依存している。持続可能な社会づくりのうち、アメニティ向上の側面（環境に配慮した良好な居住地づくり、広義にはコミュニティ活性化も含む）に関しては、科学園区単独では無理があり、近隣都市圏との一層の連携が必要であろう。

環境保全技術の応用範囲についても、制限があると考えられる。科学園区ではIC・光電子産業分野の大規模工場を中心とする汚染物質処理・再資源化や省エネ・節水の技術・ノウハウが蓄積されており、これが他業種にどの程度応用できるかは検討を要する。台湾の専門家によれば、台湾は中小企業が多く、多種類の廃棄物が少量ずつ排出されるため、それに応じたりサイクルとなると、(科学園区の大規模量産工場のケースと違って) 個々の企業でやるより、どこかでひとまとめに様々な廃棄物に対応できるパッケージ化された施設があることが理想的とのことである。<sup>36</sup>

---

<sup>34</sup> 筆者が南部園区管理局に対して行った面談（2012年1月17日実施）では、これを裏付ける発言が聞かれたが、これが台南市政府あるいは中央政府の持続可能な都市・社会の建設に向けた政策の中に公式に位置付けられているかどうかは不明である。

<sup>35</sup> 中部園区高等研究サイトは、量産工場はなく研究開発拠点設置用に特化している。同サイトは、元々、台湾省政府が置かれていた「中興新村」（南投県）を引き継ぎ活用することを狙いの1つとしているので、サイト内に広大な居住区がある。これを「庭園都市」として改修・保存し、コミュニティの再活性化と新産業育成につなげようとしている。例えば、居住区にアーティスト用の住居を設け文化創造産業振興の一助とする、地域住民の協力を得て最新スマート技術のヘルスケア分野への応用等を試みる「生活実験室（Living Lab）」の構想を掲げるといったことである。

<sup>36</sup> 国立成功大学環境工学系（台南市）での面談（2012年1月17日実施）より。成功大学は、台湾有数の総合大学で、特に環境工学分野の研究では南部地域のみならず台湾全土で大きな影響力を持つ。なお、同学系の張祖恩教授は環境保護署署長（2003-2005年）を務めた経験がある。

表6 ディスカッションの要約

<b>EIP 推進のための重要要因と台湾科学園区の取組み</b>	
<b>(1) 関係アクター間の共生的な関係の構築</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 園区は国の最先端のハイテク産業基地、「生産、生活、生態」の調和重視、周辺地域への環境影響・交流にも十分配慮→EIP 推進へのステークホルダーのコミットと理解を確保。</li> <li>・ 園区企業関係者の文化的・学問的背景の類似性、転職による企業を超えた人脈、業界団体での協力と管理局による交流・相互学習促進→環境保全(環保)面での協調的地域文化形成。</li> <li>・ 管理局に加え、一部大手企業が、環保活動については積極的でオープンな姿勢→ファシリテーターの役割。</li> </ul>
<b>(2) 利益の獲得</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 狭義には、環境会計の収支バランスで、大幅な支出超過のケースもある。</li> <li>・ 広義には、環保活動で企業イメージ向上→ビジネスチャンス獲得と優秀な人材の誘引にとって必要不可欠との認識。</li> <li>・ 環保技術・ノウハウ自体のビジネス化・収益化は現状では射程外→社会貢献と地域・国全体の環境改善による競争力基盤の底上げのため。</li> </ul>
<b>(3) 教育・宣伝と情報交換</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 管理局による環保セミナー・交流会開催と特定企業向け技術指導等→EIP のコンセプトと利点についての宣伝・教育活動に相当。一部大手企業による独自の貢献もある。</li> <li>・ 地域住民・一般市民向けには、CSR 報告書・ウェブによる活動紹介、園区内公園緑地や生活・文化施設の一般開放、園区内施設や生態系保護用地を活用した環境教育の推進。</li> </ul>
<b>(4) 政府の適正な関与</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2000 年代(特に後半)以降の環境関連法体系整備、ゼロ・エミッション政策、持続可能な発展に向けた国家戦略→高まる市民意識と相俟って、園区管理局と企業の活動の背景に。</li> <li>・ 台湾では環境規制は厳格に実施。同時に環境基準設定や認証制度構築で、大手企業・業界団体と政府との間に意見交換・協力もある→実効性について一定の配慮。</li> <li>・ 低炭素・持続可能な発展は国家戦略の主要項目の 1 つで、園区のエコ化推進の背景に。低炭素都市プロジェクトでも、園区と地方政府との間に一定の連携あり。</li> </ul>
<b>(5) 技術的土台の存在</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 環保技術の取得・開発は、原材料サプライヤーや装置メーカーとの共同、政府の指導、自前の全社的な努力により長年にわたり実施・蓄積。</li> <li>・ 優れた成果の反面、一般に台湾の環保ノウハウの多くは日米欧等の成熟技術を参考にしており、台湾はこの方面でまだそれほど卓越してはいないという指摘もある。</li> <li>・ ISO のような一般的標準の存在が助けになる。グリーン建築では台湾独自の EEWB 認証があり、園区は特に先端的。管理局・国による優良企業・団体の選抜・表彰制度もある。</li> </ul>

(出所) 筆者整理

表6 ディスカッションの要約（続き）

仮説検証
<p><b>仮説 1: 科学園区は、台湾におけるハイテク産業の推進基地として重要なだけでなく、持続可能な社会づくりにおいても1つの模範的役割を果たす。</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国の最先端のハイテク産業基地として、「生産、生活、生態」の調和が基本設計に。</li> <li>・ 特に南部園区台南サイトでは、文化財保全、園区レベルでのカーボンインベントリ実施やグリーンエココミュニティ化推進→周辺地域ひいては台湾全土の都市・工業開発区エコ化のモデルを志向。</li> <li>・ ただし、隣接都市・地域に住居・生活機能の多くを依存→アメニティ向上の側面では、近隣都市圏との一層の連携が必要。</li> <li>・ 環境技術の応用範囲にも制約がある。園区は IC・光電子分野の大規模工場中心→一般に台湾は中小企業が多く、様々な廃棄物が少量ずつ排出され、それに応じた処理・再資源化技術が必要。</li> </ul>
<p><b>仮説 2: 科学園区は産業クラスターを成し、特定産業のサプライチェーンの重要部分とそのコアをなすリーディング企業が存在するため、効果的に環境保全活動が進められる。</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ リーディング企業は、サプライヤー支援や業界団体を通じた活動等の様々な形で環境経営普及に貢献→園区のエコ活動活性化、さらに園区が台湾全土への環境経営普及の発信源となることに寄与。</li> <li>・ 逆に、園区は厳格な環境基準、「生産、生活、生態」の調和重視、管理局の奨励・指導により、リーディング企業のエコ活動を刺激・サポートした。</li> <li>・ ただし、産業エコシステム構築では、基本的に工場ごとの省エネ・節水・再資源化推進、共同の廃棄物処理場等での資源回収再利用と無害化処理の徹底に止まる。資源再利用でも、排出元企業あるいは園区内で使用されるとは限らず、多くは国外を含めた外部に売却。</li> </ul>

(出所) 筆者整理

仮説 2 についてみると、本研究ではリーディング企業として IC ファウンドリ大手の TSMC の事例を取り上げたが、自社内での精力的な取組みとサプライヤーの環境対策への積極的な奨励・支援に加え、一般公開のセミナー開催や自社工場への視察者の受け入れ、各種業界団体を通じた他企業との交流・協力、半導体産業の国際的団体への参加とそこから得られた海外動向情報の国内への伝達、園区管理局や政府との直接・間接（業界団体を通じた）の接触と意見交換による環境法規や標準制定への関与・協力といった様々なチャネルを通じて環境経営の普及に貢献していると言える。この影響は科学園区の外部、および半導体業界の外にも及んでいるとみられる。こうしたリーディング企業の存在は、科学園区内におけるエコ活動の活性化のみならず、園区が台湾全土への環境経営普及の発信源となることにも寄与していると思われる。逆に、科学園区は厳格な環境基準や「生産、生活、生態」の調和を目指す基本設計を有しており、また園区管理局の奨励や指導もあつ

たため、ここに立地することでリーディング企業のエコ活動を刺激・サポートした面もあるだろう。なお、半導体・電子産業主体の園区企業は、一般に環境保全やCSRに対して他業種・地区に比べ積極的であるものの、現状では、多くの企業は依然自社内の活動に専念し、他社への協力・連携ではTSMC（およびUMC）ほど積極的ではないとの指摘もあり、<sup>37</sup> 今後一層の展開が期待される。

しばしばEIPの理想とされる産業エコシステム（パーク内企業間で副産物・廃棄物や余剰エネルギーの共有と相互利用を通して資源使用量削減とゼロ・エミッションを実現すること）構築の現状についてみると、技術的にハードルが高く、基本的に各工場内での省エネ・節水・リサイクルの推進（あるいは原材料メーカーや専門の回収業者による化学品等の回収再資源化）、それに続く園区共同の汚水処理場や廃棄物処理場での可能な限りの資源回収再利用と環境基準を満たしたのちの最終処分（埋立て、放流）に止まっているとみられる。また資源再利用でも、IC製造のように高純度の原材料を要する産業では、排出元の企業、あるいは園区内の他企業で使用されるとは限らず、多くは国外を含めた外部に売却されている。

以上をまとめると（表6参照）、第2節で提示したEIP建設推進のための重要要因について、台湾の科学園区では、5つの側面全てで条件がかなり高度に整っていることが示された。続いて、2つの仮説についても、概ね妥当であることが確認されたと言える。産業エコシステムの形成という点では不十分とみられるが、EIP建設の成否をこの基準だけで評価することは必ずしも有意義ではなく、周辺地域の都市・工業開発区エコ化への影響、また環境経営普及の発信源としての役割にも注目すべきことが示されたと思う。

## 参考文献

### <日本語>

株式会社NTTデータ経営研究所（2010）『平成21年度産業技術研究開発委託費アジア大の3Rネットワーク構築プロジェクト 北東アジアにおける循環経済構築のための交流促進事業報告書』経済産業省。

環境省（2001）『平成13年版 循環型社会白書』環境省。

<sup>37</sup> TSMC環境保全担当者との面談による（2012年12月6日実施）。

- 岸本千佳司 (2008) 「台湾の半導体産業クラスター」山崎朗編著『半導体クラスターのイノベーションー日中韓台の競争と連携ー』中央経済社, pp. 111-135.
- 岸本千佳司 (2011) 「戦後北九州市における持続可能な地域づくりー公害克服からスマートコミュニティ創造へ「北九州方式」の展開ー」『東アジアへの視点』(2011年3月号, 国際東アジア研究センター) 22 (1), pp. 23-36.
- 岸本千佳司 (2012) 「中国における循環経済の発展」『東アジアへの視点』(2012年6月号, 国際東アジア研究センター) 23 (2), pp. 22-34.
- 関満博編 (2009) 『「エコタウン」が地域ブランドになる時代』新評論.
- 孫穎, 森晶寿 (2008) 「中国における循環経済政策の到達点と課題」森晶寿, 植田和弘, 山本裕美編著『中国の環境政策ー現状分析・定量評価・環境円借款ー』京都大学学術出版社, pp. 71-92.
- 中部科学園区管理局 (2012) 『2011 中部サイエンスパーク 2011 年年報』台中: 中部サイエンスパーク管理局.
- 陳添枝 (2008) 「IT クラスターとしての新竹サイエンスパークの台頭」山下彰一, S. ユスフ編著『躍進するアジアの産業クラスターと日本の課題』創文社, pp. 34-58.
- 陳禮俊 (2012) 「台湾ー公害紛争処理から制度化された環境政策へー」森晶寿編『東アジアの環境政策』昭和堂, pp. 80-93.
- 南部科学園区管理局 (2010) 『南科風華ー南部科学工業園区管理局 局史専刊』台南: 南部科学園区管理局.
- 南部科学園区管理局 (出版年不詳) 『人文×科技・対話南科 南部科学工業園区』台南: 南部科学園区管理局.
- 日本貿易振興機構 (2010) 『台湾、地球環境問題への真摯な取り組みと萌える環境ビジネス』独立行政法人日本貿易振興機構 (ジェトロ) .
- 日本貿易振興機構 (2011) 『台湾の環境に対する市民意識と環境関連政策』独立行政法人日本貿易振興機構 (ジェトロ) .
- 松本亨, 劉娟 (2007) 「環黄海におけるエコインダストリアルパーク (生態産業団地) 建設に向けた動き」『東アジアへの視点』(2007年9月号, 国際東アジア研究センター) 18 (3), pp. 49-60.
- 村上理央 (2007) 「台湾における産業廃棄物・リサイクル政策」日本貿易振興機構アジア経済研究所『平成18年度 アジア各国における産業廃棄物・リサイクル政策情報提供事業報告書』日本貿易振興機構アジア経済研究所, pp. 87-115.
- 森晶寿, 孫穎 (2008) 「中国の生態工業団地での副産物利用の進展と課題ー蘇州工業団地と包頭アル

ミ業生態工業団地の事例研究—」『環境経済・政策研究』1 (2), pp. 26-36.

<英語>

- Behera, S.K., J.-H. Kim, S.-Y Lee, S. Suh, and H.-S. Park (2012), "Evolution of 'designed' industrial symbiosis networks in the Ulsan eco-industrial park: 'research and development into business' as the enabling framework," *Journal of Cleaner Production* 29-30, pp. 103-112.
- Ding, J., and W. Hua (2012), "Featured chemical industrial parks in China: history, current status and outlook," *Resources, Conservation and Recycling* 63, pp. 43-53.
- Elabras Veiga, L.B., and A. Magrini (2009), "Eco-industrial park development in Rio de Janeiro, Brazil: a tool for sustainable development," *Journal of Cleaner Production* 17, pp. 653-661.
- Gibbs, D., and P. Deutz (2007), "Reflections on implementing industrial ecology through eco-industrial park development," *Journal of Cleaner Production* 15, pp.1683-1695.
- Hwang, J. (2011), "Hot, and getting hotter," *Taiwan Review* (October 2011), pp. 4-11.
- Lowe, E. (2001), *Eco-industrial Park Handbook for Asian Developing Countries*, Indigo Development, USA (downloadable from <<http://indigodev.com/ADBHBdownloads.html>> ) .
- Park, H.-S., E.R. Rene, S.-M. Choi, and A.S.F. Chiu (2008), "Strategies for sustainable development of industrial park in Ulsan, South Korea: from spontaneous evolution to systematic expansion of industrial symbiosis," *Journal of Environmental Management*, 87, pp. 1-13.
- Sakr, D., L. Baas, S. El-Haggag, and D. Huisingh (2011), "Critical success and limiting factors for eco-industrial parks: global trends and Egyptian context," *Journal of Cleaner Production* 19, pp. 1158-1169.
- Shi, H., M. Chertow, and Y. Song (2010), "Developing country experience with eco-industrial parks: a case study of the Tianjin Economic-Technological Development Area in China," *Journal of Cleaner Production* 18, pp. 191-199.
- Shih, C., K. Wang, and Y.-L. Wei (2007), "Hsinchu, Taiwan: Asia's pioneering high-tech park," in H. S. Rowen, M. G. Hancock, & W. F. Miller (Eds.), *Making IT: The Rise of Asia in High Tech*, Stanford: Stanford University Press, pp. 101-122.
- Taddeo, R., A. Simboli, and A. Morgante (2012), "Implementing eco-industrial parks in existing cluster: findings from a historical Italian chemical site," *Journal of Cleaner Production* 33, pp. 22-29.
- Tudor, T., E. Adam, and M. Bates (2007), "Drivers and limitations for the successful development and functioning of EIPs (eco-industrial parks): a literature review," *Ecological Economics* 61, pp. 199-207.

## <中国語>

- 環境保護署 (2012a) 『環境保護 25 年 回顧與展望』 台北：行政院環境保護署.
- 環境保護署 (2012b) 『(中華民國) 101 年版 環境白皮書』 台北：行政院環境保護署.
- 光電科技工業協進會 (2012a) 『2012 年太陽光電市場與產業應用暨標準發展年鑑』 台北：財団法人光電科技工業協進會.
- 光電科技工業協進會 (2012b) 『2012 年 LED 市場與產業應用暨標準發展年鑑』 台北：財団法人光電科技工業協進會.
- 林憲德 (2011) 「台湾綠建築政策的成就」 『科学發展』 (2011 年 4 月) 460 期, pp.6-13.
- 南部科學園區管理局 (2011) 『中華民國 99 年南部科學工業園區環境報告書』 台南：南部科學園區管理局.
- 南部科學園區管理局 (2012a) 『2011 南部科學工業園區年間報告書』 台南：南部科學園區管理局.
- 南部科學園區管理局 (2012b) 『(中華民國) 100 年南部科學工業園區企業社會責任報告書』 台南：南部科學園區管理局.
- TSMC (2012) 『台灣積體電路製造股份有限公司 民國一百年度 企業社會責任報告』 新竹：台灣積體電路製造股份有限公司.
- UMC (2012) 『UMC 企業社會責任報告書 2011』 新竹：聯華電子股份有限公司.
- 新竹科學園區管理局 (2011) 『2010 科學工業園區管理局 企業社會責任報告書』 新竹：新竹科學園區管理局.
- 新竹科學園區管理局 (2012) 『2011 新竹科學工業園區 中華民國一百年年報』 新竹：新竹科學園區管理局.

## <主な団体, 企業等の URL>

- 財団法人台湾建築中心 (EEWH ラベルについて) <http://www.tabc.org.tw/GB/>
- Eco Life Taiwan 清淨家園顧厝邊綠色生活網 <http://ecolife.epa.gov.tw/>
- 国立成功大学環境工程学系 <http://www.ev.ncku.edu.tw/main.php>
- 南部科學園區 <http://www.stsipa.gov.tw/>
- 南科綠色園區地圖 <http://w3.stsipa.gov.tw/guide/greenPark/index.jsp>
- 永續 LOHAS 綠色園區 (南部園區) <http://gsp.stsipa.gov.tw/index.php>
- 台南市低炭城市網 (台南市低炭素都市ネット) <http://tainan.carbon.net.tw/Default.aspx>

台南市環境保護局 <http://www.tnepb.gov.tw/>

台灣半導體產業協會 (TSIA) <http://www.tsia.org.tw/>

台灣區電機電子工業同業公會 (TEEMA) <http://www.teema.org.tw/>

台灣科學工業園區科學工業同業公會 (AISP) <http://www.asip.org.tw/index.php>

台中市低炭城市建構專屬網 (台中市低炭素都市建設專用ネット) <http://taichung.sambacode.com/>

行政院 <http://www.ey.gov.tw/>

行政院國家科學委員會 <http://web1.nsc.gov.tw/>

行政院國家永續發展委員會 <http://nsdn.epa.gov.tw/>

行政院環境保護署 <http://www.epa.gov.tw/index.aspx>

低炭永續家園資訊網 (低炭素持續可能なコミュニティ情報ネット) <http://lcss.epa.gov.tw/>

環保科技園區推動計畫 <http://wm.epa.gov.tw/estp/big5/index.htm>

行政院經濟部 <http://www.moea.gov.tw/>

新竹科學園區 <http://www.sipa.gov.tw/>

園區環境保護資訊網 (園區環境保護情報ネット) <http://saturn.sipa.gov.tw/SPAEGI/index.jsp#>

中部科學園區 <http://www.ctsp.gov.tw/>

中華民國企業永續發展協會 <http://www.bcsd.org.tw/>

中華民國全國工業總會 (CNFI) <http://www.cnfi.org.tw/>

中華民國台灣薄膜電晶體液晶顯示器產業協會 (TTLA) <http://www.ttla.org.tw/>

Business Council for Sustainable Development (BCSD) <http://www.wbcd.org/home.aspx>

Semiconductor Equipment and Materials International (SEMI) <http://www.semi.org/en/>

TSMC <http://www.tsmc.com/>

UMC <http://www.umc.com/>

World Semiconductor Council (WSC) <http://www.semiconductorcouncil.org/wsc/>