

# イノベーション支援組織とマネジメント・システム — ドイツ・フラウンホーファー協会とベルギーimecの事例から —

小竹 暢隆

ヨーロッパでは産業のイノベーション推進する公的な技術開発支援組織、技術移転組織がしばしば存在する。こうしたイノベーション支援機関は、契約型研究機関として外部資金の割合が高く、域内外の産業発展を使命としつつも、公的資金依存度を抑制し自律的運営を行うことにより自らも発展し、それに伴って社会的成果も増大している。いずれの機関も、イノベーション普及政策としてのナショナル・イノベーション・システムとも連動している。本稿では、ドイツFhGとベルギーimecのマネジメント・システムを比較することにより、イノベーション支援組織としての公的研究機関の発展するマネジメント・システムのあり方を考察した。

## 1. はじめに

産業の技術開発を促進する公的なイノベーション支援機関（契約型研究機関）あるいは技術移転機関が注目されている<sup>1</sup>。政府の産業・技術政策を具体的に推進し既存産業を活性化し及び新産業の創出を促す主体、特に、研究開発型企業を育成し地域のハイテク化を促すエージェントの役割も担っている。

ヨーロッパにおいてはオランダTNO、フィンランドVTT、ドイツ・フラウンホーファー協会（以下、FhG）、ベルギーimec等が有名であるが、昨今、アジアでも台湾ITRI、韓国ETRIなどが注目されてきている。ヨーロッパの4機関についての収入の内訳をみると、いずれも外部資金の割合が高くなっている。政府の補助金ではなく受託研究、共同研究等、民間企業がかかわるプロジェクトをベースとして運営されているといえる。

表1 公的な契約型研究機関の比較（2009年度）

	TNO	VTT	FhG	imec
法的形態	TNO-Act	独立研究機関	非営利組織	非営利組織
設立年	1986 (1932)	1942	1949	1984
職員数 (人)	4,424	2,935	17,150	1,850
総収入 (M€)	576	276	1,617	280
外部資金 (M€)	373	184	1,340	250
外部資金比率	84. 4%	66. 7%	82. 9%	89. 3%

注) FhGのプロジェクト収入1,340M€のうち産業界からの収入は407M€で他は、連邦、州及びEUなど

出典：各研究機関のAnnual Reportより作成

これらの中から、本稿ではFhG及びimecを対象とし、パートナーシップとマネジメント・システムに注目し、そこからイノベーション支援組織のあり方を探った。

本研究を進めるに当たって、FhGについては現地の4都市7研究所（インスティテュート）、FhGのIFAM（製造技術&新素材開発研究所：ブレーメン及びドレスデン）、IST（薄膜&表面エンジニアリング研究所：ブラウンシュバイク）、WKI（木質研究所：ブラウンシュバイク）、IWS（材料&ビーム技術研究所）FEP（エレクトロン・ビーム&プラズマ研究所）、IKTS（セラミック&焼結研究所）（以上、ドレスデン）、LBF（実用強度構造研究所：ダルムシュタット）に対して訪問ヒアリングを実施、またimecについては研究会及び国際シンポジウムを開催してヒアリングを行った。

## 2. イノベーション支援組織のモデル

イノベーション支援組織のモデルとして取り上げたFhG及びimecは、地域経済開発や中小企業振興を目的として連邦政府や州政府から委託を受けて、独自の手法でサービスを提供している政府所管の非営利型産業支援機関である。「民間企業や公的機関に直接役立つ応用研究を実施・促進し、社会への広範な利益に貢献すること」（FhG）あるいは「ICT、ヘルスケア、エネルギー分野における科学的知識をグローバル・パートナーシップのイノベーション力によって活用すること、技術的問題を解決すること、最高の人材がユニークなハイテク環境で基本的要素を提供すること」（imec）を使命としている。各拠点が自律的に顧客の問題解決に資する技術開発支援・技術移転を行い、共に成果を挙げつつ発展している組織である。

## 2-1 ドイツ・フラウンホーファー協会 (FhG) <sup>2</sup>

### 2-1-1 FhGの概要

FhGの名称は、研究者であり発明家であり起業家でもあったヨゼフ・フォン・フラウンホーファー (1787-1826) に因んでいる。彼はバイエルン州出身で、ミュンヘン市の名誉市民でもある。FhGについては、基礎研究機関であるマックス・プランク協会 (以下、MPG) <sup>3</sup>に対する応用研究機関、あるいは産学連携機関としての位置づけで議論されることが多い (前田2000、塚本ら2002等)。FhGは1949年の設立以降、発展を続けドイツ国内全域に研究所のネットワークを構築している。2009年の総収入は18億ユーロに達する世界最大級の公的な契約型研究機関である<sup>4</sup>。設立当初の目的は、応用研究の実施による、戦後経済と荒廃した国土の復興と支援であった。頭脳流出とそれに伴う研究の衰退に対する懸念が背景にあった。研究コミュニティの意向を受け、研究活動への政府介入を極力排除することが原点にある。

ドイツでは、1970年代に米国と比較してイノベーションが停滞しているとの認識が高まり、大学や公的研究機関の役割として技術移転を積極的に進め、産業界との連携が必要であるとの議論が始まった。1980年代に入ると大学や公的研究機関から民間企業への技術移転の必要性が認識され始め、技術移転を強く意識した産学協力が行われるようになった。1980年代前半にBMBW (教育科学省) は、技術移転に焦点を当てた科学プロジェクトを創設している (塚本ら2002 p. 245)。こうした流れを受け、連邦や州の各レベルにおいてコンサルティングや技術開発、技術移転のためのセンターが数多く設置されてきた。

FhGの本部は、創設地のミュンヘン (バイエルン州) にあり、60の研究所 (institute) およびその分室等を含めた80拠点はドイツ国内すべての州に展開している。有力な大学のある主要な都市 (40都市) に立地しており、ベルリンの壁崩壊後は東部諸州への立地も拡大している (図1) <sup>6</sup>。一つの都市に複数の研究所が立地することも少なくない。例えば、シュトゥットガルト (バーデン＝ヴュルテンベルグ州)、ベルリン、ドレスデン (ザクセン州) 等では、分室を入れるとそれぞれ5研究所以上が集積し、多くの場合同じ敷地内に立地している。大学との強い関係からしばしば大学の近傍にも立地している。ベルリンにあるIPK (生産システム&設計技術研究所) は、ベルリン工科大学の機械工学部とは同じ建物を分け合っており、ノンリニアに結合している (前田2000)。シュトゥットガルトにあるIPA (製造エンジニアリング&オートメーション研究所) はシュトゥットガルト大学のキャンパス内に設置されている。ブレーメンにあるIFAM (製造技術&新素材開発研究所) は、ブレーメン大学を中核としたブレーメン・テクノロジーパークにMPGの研究所と隣接して立地している。



図1 フラウンホーファー協会の研究所分布

FhGは、その発展過程で、既存の公的研究所、民間研究所あるいは大学の研究部門等を統合することにより、それらの人的・物的資源を核にそのまま引き継ぐ形で急速に拡大を続けてきた<sup>7</sup>。1991年東西両ドイツ統合を契機に旧東ドイツのGDR (当時) を統合し、9研究所とそれらの8分室、約1,000人を統合した。また2001年にはGMD (国立情報処理研究所) との合併手続きが完了し8研究所がFhGの傘下に入り、FhGはヨーロッパ最大のICT研究機関となった。GMDを含めそれぞれの研究所 (institute) の持つ背景は異なる。例えば、IPAは1959年シュトゥットガルト大学の一部門が母体となって設立されキャンパス内に立地している。エアランゲンのIIS (集積回路研究所) はエアランゲン大学のリエゾンオフィスとして1981年に発足した民間企業が前身で、バイエルン州の政策に関連したFhGに吸収される形で1990年に設立されている (三菱総合研究所2004 p.40)。ブラウンシュバイクのWKIは、1946年に木材の最適利

用を目指した民間企業として設立され1964年にWKI (Wilhelm-Klauditz-Institute) となり1970年にFhGに編入されている。ダルムシュタットのLBFは材料・建設会社として1938年に設立、1950年にLBFGmbHとなり1962年にFhGに編入された。

1990年代に入り市場指向に方針を転換し、企業からの研究開発の受託に力を注いできた。FhG全体の収入の構成は、企業からの受託研究が約4割、連邦政府及び地方政府からのプロジェクト資金が約3割、補助金が約3割となっている。但し、その割合は研究所 (institute) によって異なる。国防関係の研究所は民間企業からの委託はほとんどない。受託研究とプロジェクト資金を併せ、市場からの委託で財政の約7割を賄っているという見方も可能である (約3割を占める補助金は、連邦政府と州政府が9:1の割合で負担)。FhGは、自律的研究所群で構成する連合体組織である。各研究所は、自ら顧客開拓し研究の方向性を自己決定する自律的な運営を行い、赤字を出さない限り本部が介入することはない。現実にはASICの量産工場や海外拠点を閉鎖するなど不採算事業から撤退するケースもある。FhGの定款 (Statute) では、受託研究資金獲得額の目標値は研究所ごとに定めるとしている。FhG全体としての研究テーマの効率性・重要性は、外部機関により5年ごとに評価を受ける。

職員数は約17,150名、60の研究所 (institute) があり各研究所では、平均200~300名の職員を擁していることになる。60の研究所 (institutes) は、①ICT、②ライフサイエンス、③マイクロエレクトロニクス、④光&表面、⑤生産、⑥素材・材料、⑦防衛・安全、の7グループに分類されている (Fraunhofer-Gesellschaft 2009)。

それぞれの研究所は、一企業では保有することが難しい、工場に匹敵する規模の施設や設備を保有しているが、機関助成がそれを支えている。中にはLBF (実用強度構造研究所:ダルムシュタット) のように、大型装置による「検証」をコア・コンピタンスとして位置づけている研究所もある。

### 2-1-2 FhGのマネジメント・システム

FhGは、あくまで受託により問題解決を行う応用研究機関であるため、自主研究は原則として行っていない。基礎研究は他で行われていないときのみ実施<sup>8</sup>、そのため、FhGの各拠点においては研究型大学やMPG等、基礎研究を行っている主要な研究機関との広範かつ緊密なネットワークを形成している。各研究所の所長は、企業における研究部門の経験を有し“Habilitation”の資格を持つ人材から選任され、産業界や大学に広く呼び掛け委員会を開催して最終決定される<sup>9</sup>。基本的に私立大学のないドイツにおいては「教授」は国家資格であり、大学の教員でなくても「教授」の肩書を持つ人をしばしば見掛ける。各研究所は近隣の大学と契約し、通常、所長がその大学の教授を兼任する。一方、大学から博士号取得を目指した学生を研究プロジェクトのスタッフとして大量に受け入れている。大学教員がFhGの研究員を兼任し実際の研究を行うこともある。多くの学生がFhGで研究を行っており、博士号取得等を目指して提出された学術論文数は毎年1,000件を超えている。企業の信頼を確保する一つのシステムとして、研究所にアドバイザーボードを設置しており、メンバーの一定割合は産業界の人材が担っている。理工系卒業生は、期限付き雇用で5年程度働いた後、企業に就職することも多く、キャリアパスとして捉えられている。また、研究者のFhG平均在職期間は約7年といわれており (Wagener 2001)、多くの研究者が企業や大学に転出している。新陳代謝が機能しているといえるが、相対的に民間企業より賃金水準が低いこともあり、好調な業界から引き抜かれるケースも少なくない。

FhGには狭義の技術移転に関する研究所 (institute) としてPST (ドイツ研究のための特許部) という部門が置かれている。「BMBF (教育研究技術省) の委託により高等教育機関や研究機関の一般研究者や一般個人発明家等による特許活動を支援するための組織として、1955年に連邦、州、ドイツ科学連盟、FhG、ドイツ特許庁により共同で設立されたものである。PSTはFhG研究者のための活動、企業に対するその他サービス (技術探索、特許関連、研究開発の提携先仲介等) も行っている。BMBFより事業資金を90%の支援を受けて、FhG及び外部の研究者個人の発明の特許取得活動を支援している」(塚本ら2002 p. 248)。

民間企業の顧客数はFhG全体で約2,700社、そのうち約2,000社近くが中堅中小企業 (以下、SME) であるが、顧客層はかなり広域に広がっている。ただ、一般的な傾向として大企業との長期的な研究開発への指向性が強く、SMEとの関わりがやや不十分になることもある。

各研究所内は、比較的階層の少ないタスクフォース型の組織を形成している。プロジェクト単位の研究者チームの中で担当者を決めて、市場開発や顧客対応を研究者自身が行うことが多い。研究者は一般的に時間の20%から25%をマーケティング活動に使っている。また新技術のマーケティングにおいては、カタログはもとよりサンプルや試作品の製作を活用している。さらに、具体的に市場化を目指すためには、新技術の実装や新素材の安定供給も必要となる場合もあるが、FhG自体は量産の仕組みを持たないため協力企業の存在が重要である。海外との取引では、研究所ごとに代理人と窓口契約することもある。

一方、民間企業からの受託研究の実績は本部の組織評価や人事評価にも連動している。具体的には、各研究所で行う競争的研究<sup>10</sup>としての企業からの受託研究資金獲得額が多いほど機関助成金が多くなるという基本原則がある。企業に対する問題解決の仕組みを提供しながら一定の収入を確保すること、言い換えれば、受託費に見合った成果を還元することが、活動を発展させていくことの前提と捉えている。ただ、受託研究機関として研究所同士が競い合っていること、成立の背景・経緯がそれぞれ異なることなどから、研究所間の連携が十分行われないことが多い。このため、いくつかの研究所が集まってコンソシアムを編成して市場に対応するケースも見られる。

FhGの研究者は学術指向 (discipline-oriented) というよりは問題解決指向 (issue-oriented) の研究者が中核となっている。自

らを起業家と捉えている研究者も多く、研究所内の潜在的起業家の数は、FhG全体で約900名に上っており、全体の1割を超えている (ATHENE-Projekt p.31)。2011年3月まで約150社スピノフしている。

技術移転の視点から見ると、「FhGにおける最も重要な要素は企業からの受託研究であり、次いで行政の責任に関連した公的なプロジェクトやプログラムに対する契約型研究である」(Abramson&Encarvação 1997 p.328)。FhGは、ドイツ経済の競争力向上、地域経済発展、SMEの振興を目的とした連邦(BMBF)の産業技術政策のエージェントであるが、連邦政府の他の部門の公的プロジェクト、例えば、ヘルスケア、環境保護、エネルギーや情報基盤、国防等の推進主体でもある。同様に州政府の政策とも連動している。拠点展開においては地方政府の要請に応える形で設置する場合もある。FhGは、連邦のイノベーション政策をベースにおきながら、地域レベルでは様々なパートナーシップを編成し、クラスターに対して技術基盤を提供している。また、各研究所の活動は、国や州の産業政策・技術政策と連動したものであるが、研究内容は自己決定しており決して国や州などに対しては従属的ではない。

FhG全体の規模こそ大きい、自律的研究所の連合体組織である。各研究所は立地に依拠しており、その運営は所長の考え方、裁量色が濃く出ている。受託研究やコンサルティング等市場から調達した資金で研究開発の方向性を自己決定できることが発展的展開を支えている。機関助成が民間からの受託金額に連動していることも重要なインセンティブとなっている。

問題解決は様々な要素技術、技能の組み合わせで可能になる。各研究所は、絞り込んだ専門領域に関わる様々な問題、企業固有の問題に対応した競争的研究を目指している。こうした競争的研究の効率を向上させるためには、研究型大学、基礎研究機関とのネットワークが重要である。FhGは、受託研究等のプロジェクトを推進する過程で大学や研究機関の知識と成果を企業に移転し事業化に結び付けており、大学の基礎研究と企業の商品化をつなぐ橋渡しの役割を果たしているといえる。特に、FhGは大学では難しい試作品製作や技術の実装などにも対応することにより応用研究機関として差別化している面もある。FhGは、実践的な産業人材養成機関である。博士号取得を目指した大学院学生を大量に受け入れ受託研究を推進するというプロジェクトを体験させる仕組み、理工系卒業生を5年程度契約採用する仕組みは、キャリアパスとして極めて有効である。組織間の契約により所長が近隣大学の教授を兼任し講座を持つことの意味が表れている。加えて平均在職期間が7年ということも産業界への研究人材の供給につながっている。研究所発ベンチャーの仕組みも、産業界への技術移転の要素と産業界への人材供給の要素を併せ持っているといえる。

### 2-1-3 FhG-IFAM (製造技術&新素材開発研究所) の事例

ブレーメンに本拠を置くFhGのIFAM (製造技術&新素材開発研究所:1968年設立)は、標準的な規模の研究所 (institute) の一つである。1999年ブレーメン市によって整備された、ブレーメン大学を中核とするブレーメン・テクノロジーパークに集約移転した。隣はMPGの海洋微生物学研究所である。職員数約260人 (内ブレーメンには約210人)、敷地約13,000㎡、床面積約6,200㎡が、事務所、実験室、パイロットプラント施設として利用されている。このテクノロジーパークには、既に多くのハイテク企業が集積し拡張されることになった。ブレーメン以外にドレスデンに40人規模の分室があり、互いに競争している。一方、米国デラウェア州の拠点は赤字が続き2003年に閉鎖した。

IFAMでは、金属加工における「形状化及び機能素材」と「接着」の2つ分野で構成され、それぞれ約100人のスタッフを擁している。前者は金属に関する射出成形技術、中空球体、マイクロパーツの粉末冶金、特殊鋳造技術、ラピッド・プロトタイプング等を、後者は様々な異種材料の接着を研究対象としている。ブレーメン市から250km圏内には自動車生産工場が6ヶ所ありドイツの新車生産台数の約3分の1が生産されているほか、300社以上の部品工場が立地しており、IFAMの研究は自動車部品に関連しものが多い。「形状化及び機能素材」部門の所長は「鋳造技術と特殊領域の冶金」、「接着」部門の所長は「高分子材料」の講座をブレーメン大学で持っている。

一方、プロジェクトを受託するに当たっては、マイルストーン方式と呼ばれる、提供するサービスの内容に応じて費用を柔軟に設定する積算システムを採っている。新しい金属成型技術に関する受託研究のプロジェクトの例では、第一段階は試作金型やテストピース製作等の試作品や技術資料など成果物の提供、第二段階は技術移転、ノウハウ移転のためのコンサルティング・サービスに大別して見積書を提示している。通常、後者の費用は前者を上回ることが多い。

IFAMのサービス内容を表2に示す。IFAMでは市場分析、フィージビリティスタディ、試作品製作、それに関連した高度化研修を行っている。さらに、製造工場の建設や操業、品質保証などの包括的なサービスを提供している。研究領域を絞り、それに関する多様なエンジニアリングの問題に対応していることが特徴といえる。

### 2-1-4 研究所発ベンチャーの事例

FhGの大目標はイノベーションを産業界に移転することであるが、実際の技術移転には様々なパターンがある。FhGの研究者が在職中に自ら開発した技術をもとに起業する場合がある。FhGでは研究所発ベンチャーを奨励しており、産業界のパートナー発掘、資金調達、低価格でのラボ施設の貸与などで便宜を図っている (Wagener 2001 p.376)。5年間の猶予期間を設け、失敗すれば元に戻れるシステムである。

バイオゲート社 (本社:ニュルンベルグ)は、IFAMの研究者がエアランゲンの医学研究者と共同で2000年に設立したベンチャー企業である。食品産業や医療機関においては様々な雑菌からの感染や侵入の防止が必要である。様々なプレポリマーや液状担体の中にPVD (物理的気相成長法)により銀のナノ粒子を生成させる。こうしてできるナノ複合材は、ポリマー (ポリ塩化ビニル、ポリアミ

ド、ポリプロピレン、PET、シリコン等）から構成され、抗菌作用を有する銀のナノ粒子を包含する。この技術は、独立した研究者がIFAMに在職中に開発したナノテクノロジーの技術を活用して新素材の製造技術の実用化に成功したものである。

このケースの研究者は、IFAMと契約し研究所の設備を使い事業をスタートした。同社設立の2000年に50%の賃金で兼業をスタートし徐々にバイオゲート社のウェイトを増やし2004年3月に完全に独立したが、IFAMが立地するブレーメン・テクノロジーパーク内に拠点を置き協力関係は続けている。

表2 FhG-IFAMのサービス内容

サービス項目	内 容
市場分析	製品の市場分析、顧客ヒアリングにより市場性評価
フィージビリティスタディ	新技術・新製品開発の各段階で試験・検証を実施
試作品製作	量産化に向けた試作とテストの繰り返し
ノウハウ移転	工場建設や操業開始に必要な技術・技能情報マニュアルの提供
製造工程・設計工場建設支援	製造工程を設計、工場建設支援、装置価格の積算や発注の支援
高度化研修、操業開始支援	製造部門の管理者・技術者への理論的・実践的なトレーニング
試験・解析・評価、品質保証	プロセスごとに製品をチェック
新技術・新製品開発情報提供	関連した新技術・改良技術、新製品開発情報を継続的に提供

出典：FhG-IFAM資料より作成

## 2-2 ベルギー・imec

### 2-2-1 ベルギー・フランデレン（フランダース）地域<sup>11</sup>の研究環境

ベルギー、特にフランデレン地域は、研究活動の拠点としても古い歴史があるが、緊密な大学間のネットワークが存在している。imecが立地している都市ルーヴェンとその周辺は、imecの研究所だけではなく、様々な研究活動、特に先進的な科学技術の研究機関が集中して立地している。環境技術の研究をしているVITO、バイオテクノロジーの研究所のVIB、近年では情報通信技術等、ブロードバンド技術研究のIBBT等が研究所ネットワークを構成している。中でもimecは公的研究機関としては最も古く1984年に設立された。ルーヴェン・カトリック大学<sup>12</sup>は、ヨーロッパで最古の大学の一つで1425年に設立された。現在約3,000人の学生を擁し、その成果を、技術移転オフィスを通じて産業界に移転するという機能を果たしている。また同大学付属のガストウイスベルク（Gasthuisberg）病院は、欧州でも有数の研究型大学病院である。

その他、サイエンスパークもいくつか立地している。アレンバーグ（Arenberg）サイエンスパークは特にICT研究に強く、また、バイオインキュベータもあるハースローデ（Haasrode）リサーチパークには、多くのスタートアップ企業から大企業まで様々なハイテク企業が立地している。

### 2-2-2 imecの概要

imecは1984年にルーヴェン・カトリック大学のフォン・オベルシュトラテン（Roger van Overstraeten）教授の提唱で始まった。先立つ1976年に同大学にクリーンルームを持つ半導体研究室ESAT（Electronics, Systems, Automation and Technology）が設置されたが、フランデレン地域の他の大学でもクリーンルームを持つようになっていた。それぞれの大学で設置すると小さなものしか持てないため、一つのクリーンルームを共同で使おうという動きが出てきたことがimec設立の背景である。元々Interuniversity Micro-electronics Centreの略称としてIMECと呼ばれていたが、2010年にimecが正式名称となった。

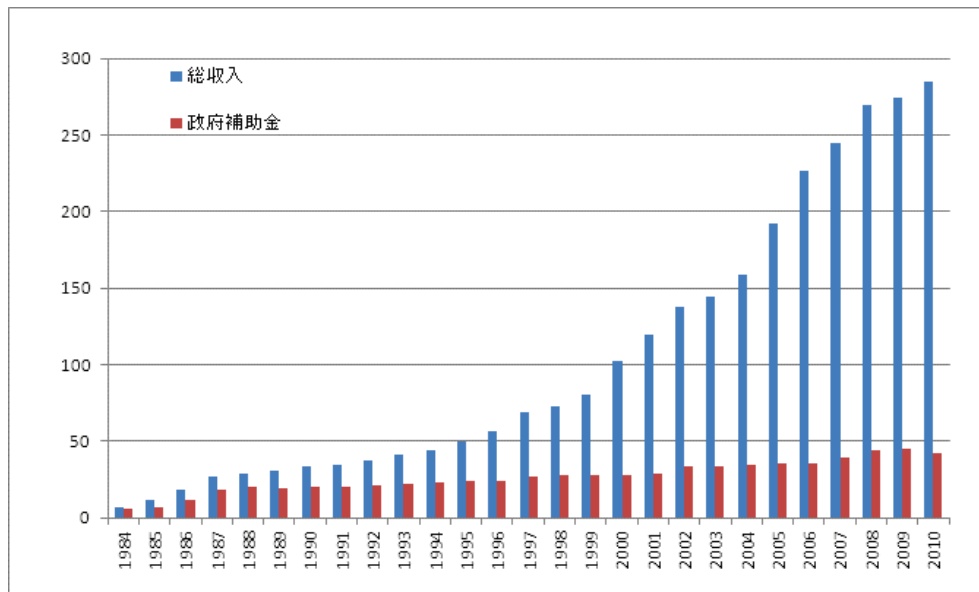
設立当初は、スタッフ70人、予算は3,000€という小さな非営利組織であった。外部資金を50%にすることが当初の目標であったが、2009年現在、約2億2千万€をヨーロッパの産業界から受け入れており、フランデレン政府（4,473万€）とオランダ政府（800万€）からなる政府助成は全体予算の約20%程度にとどまっている。imecの本部はベルギーのルーヴェンにあるが、オランダにも旧Philipsの土地を利用して、TNOと連携したオランダのimec（Holst Centre）がある。アメリカや中国に代表事務所、台湾には代表事務所と研究所（新竹サイエンスパーク内）を設置している。日本にもimecの代表者が2人いる。

imecのミッションは、ナノエレクトロニクスのR&Dで、科学的知識を活用してICT、ヘルスケア、エネルギーにおけるグローバル・パートナーの革新力とつなげることで、産業に関連した技術的問題解決を提供することである。類のないハイテク環境において、世界的な研究者は、持続可能な環境におけるより良い生活のための基本的要素の提供に努める、としている。

実際、産業のニーズを先取りしたもので、ほとんどが中・長期的な研究である。そして、imecのミッションをどの程度達成しているかという業績の基準として次の3つを挙げている。

- ① 世界的な研究拠点となっているかどうか：委託研究による収入総額、論文等の出版数、imecの研究者が出した招待論文の数。
- ② 長期的な先行研究がどのくらい行われているか：Ph.Dの取得数、様々な大学との共同プロジェクトの数、並びに、その研究成果の発表の数。

- ③ 地域の産業界に対する貢献：スピノフの企業が年間にいくつ生まれたか、あるいは、協力プロジェクトがいくつ行われているか、地元の人材育成にどのくらい貢献したか、地域の中小企業との交流がどのくらいあるか。



出所：imec の各年のAnnual Reportより作成

図2 imecの収入の推移 (単位：百万€)

### 2-2-3 imec の研究分野

imec の研究分野は大きく2つある。

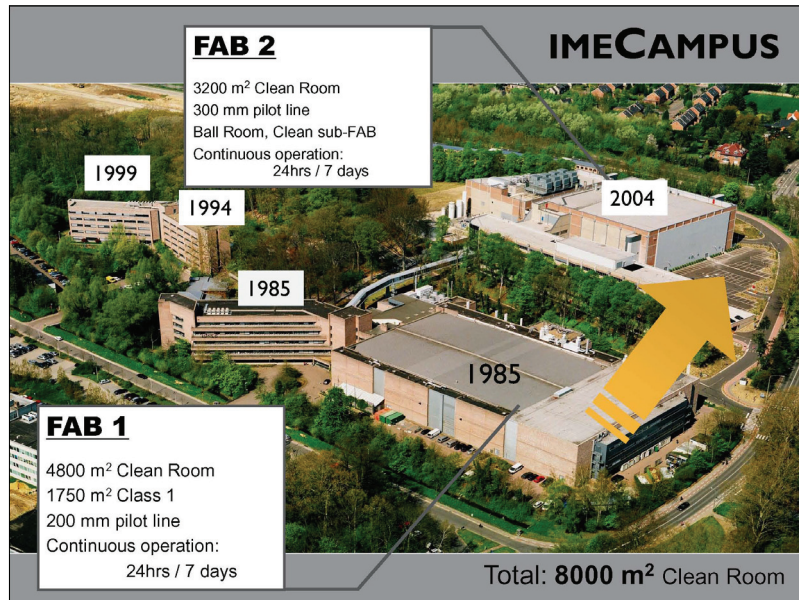
一つは、CMOS関係の技術開発のプロジェクトで、「More Moore」という愛称で呼ばれている。Mooreの法則をさらに普遍化したもので、具体的にはエレクトロニクス・デバイスやITのスケールダウンに関する技術の研究開発を行っている。二つ目は、異種統合、あるいは異種研究の統合プログラムで、愛称は「More than Moore - CMORE」である。Mooreの法則を超えたものということで、単なるCMOS技術、あるいはスケールダウンの研究だけではなく、周辺分野や異分野との統合による研究を行っている。CMOSは主な側面として、フォトリソグラフィ、特に最近では極紫外線を使ったリソグラフィの研究、ロジックとメモリの両方からのデバイス研究、それらを接続するインターコネクト技術、特に窓を使ったlow-k<sup>13</sup>のものに力を入れている。CMOREの方は、使われる技術としてはMEMS、アナログとデジタル両方の信号を取り扱うMixed-Signal、窒化ガリウム (GaN) を使ったパワーエレクトロニクス、3Dのパッケージング技術、フォトニクス、あるいは有機エレクトロニクス等がある。

imec が必要とされるようになった背景は、研究ニーズが非常に高くなっていること、そしてそれに従って研究コストが増えていることが挙げられる。研究ニーズとして、シリコンの技術に使われる元素がどのように増えてきたかということ、元素表の中でICのシリコン技術に使われる元素の数は、80年代にはシリコン自身、酸素、水素、窒素、それからボロンやリン等に限られていたが、年を追うごとに増えて、2000年代になると非常に多くの数の元素がいろいろな目的で必要とされるようになってきた。したがって、研究の必要も増えている。さらに、それらの組み合わせで新しい組成物が出てくるので、素材の研究だけでも必要性が増大している。

一方、0.25 μmの時代を基準とした時に、45nmという今日の産業標準になるまでに研究コストは、0.25 μmの時代から10~12倍を要するようになった。デバイスの小型化がさらに進むに従い、コストはさらに増大していくと考えられる。いかなる大企業でも、将来的技術のR&Dを1社で負担することは難しいため、様々な企業や研究所、あるいは大学の協力以外になく、コラボレーションの中核としてimec のような組織が必要とされるに至った。

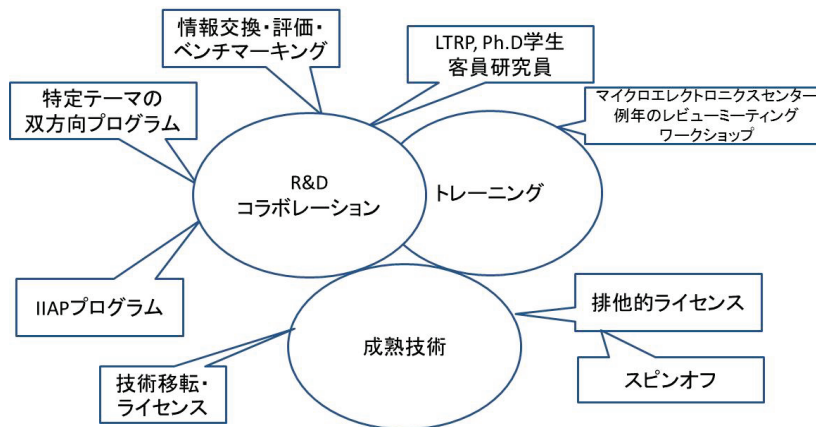
### 2-2-4 imec の施設概要

imecの施設は増設が繰り返している (図3)。1985年に最初の200mmのパイロットラインを持つ施設FAB1を建設したが、活動が増大したので、1994年と1999年に施設を拡張し、2004年には300mmのプロセス専用の新しいクリーンルームFAB2を建設、さらに、50mmの作成ができる新しいクリーンルームを建設している。FAB2には、現在の産業標準である300mmのウェハの先進的なラインがある。それぞれがどのような研究を担当しているかについては、CMORE プログラムと、今後さらに力を入れる太陽電池のプログラムのエリアである。中央棟の手前側が従来のCMOSのさらに発展的な研究、そして中央の棟の奥の建物が今後さらに成長させていく分野として、ニューロエレクトロニクスとバイオテクノロジーのコンビネーションも含んだバイオエレクトロニクスの分野の研究にあてている。



出所 : imec 資料

図 3 imec の施設



出所 : imec 資料

図 4 imec のコラボレーションの類型

### 2-2-5 産業界との連携

imec が推進するコラボレーションは、例えば、ICの研究でも、ICメーカーだけではなく、装置メーカー、設備機器メーカー、ICメーカー、材料のサプライヤーやソフトウェアのサプライヤー等、すべてを含んだ産業界をパートナーとして活動を行っている。そして、アカデミアでの協業、公共部門とは、地方政府の助成だけではなく、ヨーロッパという広域のバックアップも必要とするので、産学官のパートナーとのコラボレーションを基盤としている。

imec が行っている産業との連携、協力の活動のタイプには、パートナー1~2社と、特定の研究テーマに関する2社間のプロジェクトという形で行うものもあるが、最も特徴的なのは、多くの産業パートナーと行うものである。時には競合関係にある場合もあるが、市場では競合相手であっても、IIAPというimecの産業連携プログラムのスキームの中では共同して新しい技術を開発し、それを共有するというスキームで行っている点である。ただし、imecは、育てた技術が成熟した場合、それを自身で商品化や生産をせずに、ライセンスという形で外部に供与する。あるいは、専有ライセンスという形で特定企業に売却し、そこからスピンオフして地域産業が形成するという形もある。

もう一つの大きな任務は研修である。人材やこれらの研究能力を通じて、ワークショップや会議を開催し、研究成果を外部に発表、あるいは、共有する形で行う。例えば、日本との関係では毎年報告ミーティングを開催するため、毎年20名以上のスタッフがimecから赴き、日本の産業界と協力して活動の成果等を発表している。世界中のほぼすべての大企業とIC技術のR&Dで連携しており、日本企業のキャノン、パナソニック等も含まれる。

### 2-2-6 imec のスタッフ構成

imec の研究者構成は、imec が直接雇用しているプロパーのスタッフが約1,100人、出向あるいは客員研究員が540人である。540人の内訳は、約185人が大学の博士課程の学生、350人余りが企業からの出向研究員である。研究員の増加率を見ると、企業等からの出向研究員の方がimec のプロパーの研究員よりも急増している。研究者の国籍も多岐にわたり、約1,850人の中で1,000人余りがベルギー国籍であるが、その他の約800人は60カ国から来ており、その数はさらに増えている。注目すべきは、事業開発の活動を行うスタッフも10人以上を擁していることである。研究活動と市場を常にリンクさせているといえる。

### 2-2-7 産業連携プログラム (IIAP) の概要

IIAPの位置づけはR&Dのコラボレーションで、2社間ではなく、多社連携の産業連携プログラムである (図5)。

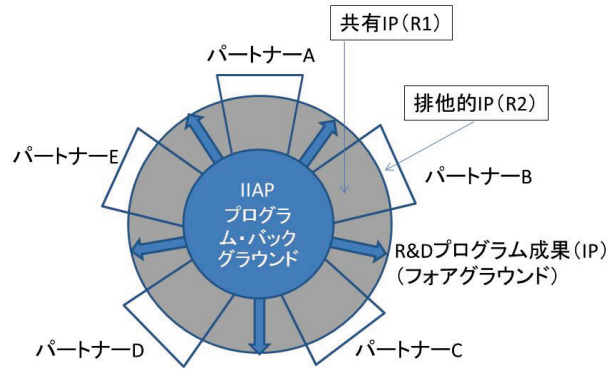


図5 imec のIIAP

#### ① IIAPのスキーム

IIAPのスキームによって産業界とコラボレーションのプロジェクトを行うことが決まった場合、そのプロジェクトに使用される、imecが持つノウハウや特許その他の知財を含む様々なIPをバックグラウンド IPとして、imecからそのプロジェクトに提供する。このプロジェクトに含まれる複数のパートナーは、ここではパートナー A～Eとしているが、20社以上に上ることもある。それが中心円のバックグラウンド IPを共有し、共同で利用しながら、共同研究を通じて、さらに特許等の数や知財を拡大、拡張し大きい円形を作っていく。この連携のスキームに含まれるパートナーは、それぞれが分担したR&D活動を行い、またimec 自身のスタッフも共同で研究を行って、その協力の結果として知財の大きな円が積み上げられて蓄積されるわけである。

#### ② IPの取り扱いに関するルール

このように多数のパートナーを含む共同研究は、IPの取り扱い方によっては混乱や争いを生じることもあるので、imecは知財の扱いについては明確なルールを設けている。

まず、参加する各パートナーは、imecと共同で行った研究の中で自らが担当した特定部分の研究結果となるIPをimecと共同所有する。加えて、自らが関わった研究の成果に関するライセンスだけでなく、このスキームの中の共同研究に関しては、他のパートナー企業の研究によって得られたライセンスも使う権利を持つ。つまり、大きな円の重なっている部分については、例えば、パートナー Aは重なっている部分の自社の研究から成果が生まれた場合には、パートナー B～Eが分担して行った部分のライセンスも使用する権利を得るということである。その場合、参加したパートナーすべてが使用する権利を持つわけであるから、このライセンスは非排他的なものとなる。また、参加パートナーは、全参加者の合意がない限り、このスキームの外の第三者にライセンスを譲渡はできないという非譲渡の条件が設けられている。さらに、参加パートナーはこのプロジェクト発足前にimecが既に開発して保持していたバックグラウンド IPについてはすべてアクセスする権利を持ち、それを使用できる。このプロジェクト自体で開発されたIPではないが、その基盤としてimecが提供したものについては、全パートナーがそれにアクセスし、利用可能である。ただし、このバックグラウンド IPはこのプロジェクト外のプレイヤーに譲渡はできない。

一方、R2の部分はそれぞれが担当した部分で、プロジェクトの大きな円に収まらずに外に出ている部分の成果に関しては、パートナー BならBのみが排他的に専有するIPを持つことができる。これはすべてのパートナーについて等しく、自社が担当した部分で共同の円の外に出るものに関しては、専有の知財を獲得することができるというルールになっている。

ただ、最後のルール、つまり各パートナーが自社の専有知財として獲得できる部分は、後から「これを自分の専有にしたい」と言っても事後承認で与えられるのではなく、プロジェクトを始める時に「こういうものが成果としてできたら、それはこの会社が権利を持つ」というように、前以てプロジェクトで合意されていることが必要であり、自然発生的に好きな部分を取ることはできないことになっている。



### ③ 参加の利点

IIAPにおける参加者の利点は、例えば、パートナー Bの視点から見た場合、パートナー Bは自分が担当する台形部分のコストだけを負担するが、IIAPに参加することによって、大きな円の部分に関してはすべてアクセス権を持つ。ただし、他のパートナーの専属になるR2部分についてはアクセス権がない。しかし、台形部分の費用を負担するだけで、すべてのIP (R1) に対するアクセスが得られることが大きな利点となる。

IIAP開始当初は、パートナー企業にとってもこのスキームは馴染みがなかったが、実績を積み重ねることによって、今ではIIAPはimecのコラボレーションの成功モデルとなり、広く産業界に受け入れられている。

#### 2-2-8 imecのオープンイノベーションシステム

こうしたコラボレーションモデルが生まれた背景には、ベルギーあるいはフランダース地域がヨーロッパの小国であったゆえに外を見るしかなく、オープンイノベーションという選択肢しか残されていなかったことがある。国内には、半導体メーカーもなく、あるいはハイテク産業を牽引するような国内メーカーもなかった。限られたポテンシャルを利用し合うとともに、外部の力を活用することが不可欠であった。

一番重要な基準は、オープンコラボレーションシステムを作り上げ、誰とでも協力できる文化を形成していることである。常にインフォーマルな形で柔軟に行っている。独立機関であり、臨機応変に速く対応すること、すなわちサイクルタイムが非常に重要である。一方、オープンイノベーションを推進していくためには、競合関係の調整が重要である。オープンイノベーションの場では、競合会社が参加する。まず、競争前段階の研究では、パナソニックも、インテルも、全ての会社が同じプロジェクトにおいて、皆でソリューションを見つけなければならない。ノウハウを持っているところがそれを提供して、皆がそれを自社に持ち帰るが、その段階ではまだ競争は起こっていない。それが、製品のイノベーションやコンテンツを争う段階になって、漸く市場で競争が起こる。一方、日本の大手電気メーカーは皆ファウンドリーを持っているので、技術の部分で競争しないで、生産段階で競争しているといえる。

imecの強みは、完全に独立した研究機関であり、自らの進路、研究の方向性を自ら決められることで、産学官との緊密な協力と参加を得ることができる。次に、ユニークな産業連携のオープンコラボレーションシステムがあり、参加する産業界のパートナーがコストもリスクもIPも共有分担できる仕組みになっている。さらにマイクロ・ナノエレクトロニクスに特化した先進的なインフラを構築している。関連して、産業界のパートナーとの緊密なネットワークがあり、企業等の委託研究で予算の80%が賄われている。

科学的な研究のレベルも高い質を保っており、例えば、年間1600以上に上る論文等の文献の発行、それから、招待講演や、招待論文の発表なども年間100以上を数え、また、特許取得も年間100以上ある。この背景には、一つの建物の中に複数の異なる専門分野が集まって、学際的、あるいは分野横断的な研究ができるということがある。成果としての要件を満たしている限り政府の介入はなく、資金の使用用途についても自由度が高いことは大きい。

### 3. 両機関の比較とイノベーション支援組織の方向性

企業のイノベーションを促進するためには、企業がどのような問題を抱えているかを知る必要がある。大学等の研究者は、一般的に知識創造には長けているが技術の商業化に時間を割く体質を持たないことが多い。顧客の発見から顧客の技術的課題の整理、プレゼンテーション、打ち合わせ、交渉などを含めた営業プロセスにより、顧客ニーズに照準を合わせた応用研究が可能になる。さらに研究開発は、基礎研究を受けて開発を行うといった時系列的なものでなく、大学の研究者を含めたプロジェクトチームを編成してコンカレント型で対応していくことが多い。個別企業の問題解決に重点を置いているが、研究開発やコンサルティングの受託では、大学、基礎研究機関、協力企業等の組み合わせがポイントとなる。

両機関の位置づけは、大学でも産業界でもなく、その中間に位置し、まさに大学と産業界を結びつける役割をしている。大学の研究は基礎的で長期にわたるが、産業界は相対的に短期なので、その中間で、大学のアイデアを実際にアプリケーションとして使えるものにするようになる。コスト的にも中間的である。これは双方向に流れており、アイデア、あるいは要求を聞いて、新しいコンセプト、新しいアイデア、新しい材料を作る方に結び付けている。このようなリンクは非常に重要であり、成功するための重要な鍵がこの関係性である。

産学の協力が成果を上げるための第一の要件は、自組織だけが持つ差別化したユニークなインフラとそれを活用したサービスを提供できることである。さらに、世界のトップレベルの人材、そしてアイデアを持った人たちがいなければならない。もちろん、自組織だけでは限界があるため、グローバルなパートナーシップが必要である。また、企業が求めるものに対して、それを提供できる能力、完結できる体力が必要である。このために、先導的なインフラが必要である。また、インフラがあってもそれが機能しなければ何も生まれないため、研究活動には高い運営能力が必要である。研究成果は最優先されるが、同時にサービスの質としてのサイクルタイム、すなわち再現性があり、きちんと定義できるような研究、あるいは実験ができることが重要である。

両組織とも公的機関であるが、ともに自律的運営が特徴である。それを可能にしているのは収入のかなりの部分を占める外部資金である。受託収入で運営資金のすべてを賄うのであれば民間企業と変わらないが、市場の中で評価される仕組みを残しながら、機関助成や公的プロジェクトの受託により公益性を担保している。応用研究は企業等に活用されてこそ意味があるという考え方に立って外部資金確保を捉えており、企業ニーズに照準を合わせた新技術、先端技術の商業化を推進している。また、受託研究・共同研究には、企業

現場の知識情報が研究機関にフィードバックされる構造があり、そのプロセスにより課題解決手法が蓄積されるという循環を形成している。さらに、営業活動、交流活動を推進していくためには、潤滑剤としての資金があることは大きな意味を持つ。民間から獲得した資金の用途は限定されず、一定の成果を上げ適切に運用されていけば、政府が運営に介入することはない。これらのことは組織が発展していく上で不可欠な要素である。

FhGは国際的な研究ブランドであるが、公的セクターにおける新技術支援のネットワークであるナショナル・イノベーション・システム<sup>14</sup>と、地域レベルにおけるエージェント・システムが連動したモデルである。受託型の研究プロジェクトが中心で開発段階に近い競争的研究を得意としており、インスティテュートごとに研究分野を特定しインフラを整備している。

一方、imecは国の政策と連動したR&Dセンターとしてオープン・コラボレーション型のイノベーション・システムを作り上げており、同じく国際的な研究ブランドとなっている。マイクロ・ナノエレクトロニクスに特化し集中的なインフラ整備を行っており、製品化に至る以前の競争前研究を志向している。

表3 FhGとimecの比較

	FhG	imec
組織の特徴	独立した研究所（インスティテュート）の連合体	多様な連携を軸とする研究センター（コーディネーション）型
研究形態の特徴	個別企業からの受託研究型・マイルストーン方式	複数企業（10社以上）を対象としたオープン・コラボレーション型
研究ステージ	製品化段階に近い競争的（コンペティティブ）研究あるいは応用研究	製品化に至る以前の競争前（プリコンペティティブ）研究あるいは目的基礎研究
研究分野・研究インフラ	各インスティテュートが関連インフラを整備	マイクロ・ナノエレクトロニクスに特化した整備

4. おわりに

両機関は、技術開発支援拠点であるとともに人材育成拠点でもあり、産業界と大学をつなぐ架け橋である。組織の発展が地域産業の発展にリンクしており、パフォーマンスの総和がというイノベーション・システムのブランドを形成しているといえる。ともにナショナル・イノベーション・システムを基盤に置きながら主観的内部モデルを持って研究コミュニティに関わっている。

両機関の事例分析から得られた結果を踏まえ、公的なイノベーション支援組織の方向性を示し結論にかきたい。

① 発展するマネジメント・システム

公的機関であっても発展するマネジメント・システムを構築していることが重要である。すなわち資金のサステナビリティが前提であり、外部資金を獲得する能動的な姿勢により組織の自律性を高めている。そうした取り組みにより自らの発展を伴ってこそ社会的成果は拡大し、イノベーション支援組織としての存在価値が増していくことになる。

② 比類のないインフラとそれを活かしたサービス産業としての特質

国内外の企業を惹きつけるものとしてユニークな研究環境・インフラや優れた人材が必要であるが、それを支えるのはサービス産業としての特質である。サイクルタイム等を含めた顧客志向の研究開発支援とともにトレーニング機能、産業人材育成機能を持つことは非常に重要である。

③ 問題解決のための域内外との広範なネットワーク

企業の技術開発過程には複数の技術要素が内在しており、問題解決には大学をはじめとする外部資源の活用が不可欠である。立地に依拠したパートナーシップは、限られた資源を有効に活用しようとする考え方でもあるが、そのためには域内外の広範なネットワークを持つことが必要である。

注

1. 技術移転は、狭義には知的所有権のライセンスや技術シーズの斡旋・提供であるが、広義には技術開発、技術的問題解決やそれに関連した活動による知識情報の移転・普及と捉えられる。ここでいう技術開発支援機関、技術移転機関は、研究成果の特許化・ライセンスを中心とするのではなく、技術開発を支援することにより技術の普及を目指した組織である。
2. FhGの記述の多くは、小竹（2005）のデータを更新し再掲している。
3. 基礎科学分野の研究振興を目的としたマックス・プランク協会（Max Plank Gesellschaft）は1948年に設立された。ドイツ全国に80研究所、スタッフの総数は13,384名に上る（2009年現在）。前身は1911年創設のカイザー・ウィルヘルム協会である。
4. 大手契約型研究機関としてはSRI社、Battelle社等がある（共に米国）。両者は民間企業またはそれに準ずる組織である。
5. BMBW（Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft：教育科学省）はBMBF（Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie：教育研究技術省）の前身である。
6. 研究拠点は、研究所（institute）とその分室（branch）からなり80ヶ所に上る。明文化はされていないが、分室の規模が70名規模になれば研究所に「昇格」できる。一方、研究所間の連携や人事異動は基本的にない。

7. 元理事長 (Max Syrbe 1983-1993) 時代には大胆な吸収合併を繰り返して急成長を遂げてきたが、1990年代に入って連邦の予算削減に伴い政府依存の体質が表面化した。1993年に就任した前理事長 (Hans-Jürgen Warnecke 1993-2002) は、市場指向を強め、企業からの委託研究を推進してきた (Fraunhofer-Gesellschaft 1999)。
8. 創造的な研究に対しては、計画にない実験を行える仕組みがある。FhGには内部基金が計上されており、研究所単位で総予算の20～30%で金額は研究所の規模 (職員数) や企業からの受託研究資金の割合で算出される。 (Wagener 2001)
9. “Habilitation” は正教授となるための国家資格である。取得には、博士論文以外に別の論文を提出する。IFAMの例では、前所長はブレーメン大学及びクラウシュタル工科大学、現所長はブレーメン大学で教授を兼任している。
10. 競争的研究 (コンペティティブ) は特定企業の特定テーマで行うもので、製品技術や生産技術に直結させることによりその企業の競争力向上を目指している。これに対し競争前 (プレコンペティティブ) 研究は、直接的な競争のための研究ではないが、いずれ製造のために役立つことが期待できる公益的な研究である。競争的研究の成果は (場合によっては委託そのもの) 非公開を原則としているため、取引開始に先立って秘密保持契約を取り交わすなど顧客に対する信頼性の確保に配慮している。
11. ベルギーは、建国以来、単一国家であったが、オランダ語系住民とフランス語系住民の対立 (言語戦争) が続いたため、1993年にフラマン行政政府 (フランデレン地域) とワロン行政政府 (ワロン地域) からなる連邦制に移行した。因みに、フランデレン (Vlaanderen) はオランダ語由来、フランダース (Flanders) は英語由来、フランドル (Flandre) はフランス語由来である。
12. ルーヴェン・カトリック大学は1425年にローマ教皇によってルーヴェンに創立されたが、ベルギー言語戦争の激化に伴い、1968年に大学の分割が行われ、フランス語圏のルーヴェン＝ラ＝ヌーヴに建設されたルーヴェン・カトリック大学にフランス語を母語とする教員・学生が移動し、二つの大学が並立して存在することとなった。
13. LSI配線を支える層間絶縁膜材料として使われる誘電率の低い材料のこと。
14. ナショナル・イノベーション・システムという用語を創称した一人であるFreeman (1987) は、「新しい技術を開始し、輸入し、修正し、普及させるような、指摘・公的セクターにおける諸制度のネットワーク」と定義している。

#### 参考文献

1. Abramson, H.N., Encarvação, J. (1997) Technology Transfer Systems in the United States and Germany, National Academy of Science
2. Fraunhofer-Gesellschaft, “Annual Report 2010”
3. Freeman, Christfer (1987) Technology Policy and Economic Performance; Lessons from Japan, Printer Publishers Ltd. (大野喜久之輔監訳『技術政策と経済パフォーマンス：日本の教訓』晃洋書房, 1989)
4. imec, “Annual Report 2010”
5. 前田昇 (2000) 「産学“連携”から“結合”へードイツから学ぶ起業促進ー」『組織科学』第34巻第1号pp.22-29
6. 株三菱総合研究所 (2004) 「海外の公的研究機関の企業連携に関する調査研究報告書ー産業競争力強化を使命とする欧州の公的研究機関の事例ー」平成15年度産業技術総合研究所調査研究報告書
7. 野中郁次郎, パトリック・ラインメラ, 柴田友厚 (1998) 「知識と地域」オフィス・オートメーション, Vol.19, No.1, pp.3-13
8. 小竹暢隆 (2005) 「イノベーションと地域エージェント・システムードイツ・フラウンホーファー応用研究機構の事例からー」『日本中小企業学会論集24』pp.63-76
9. 塚本芳昭, 西尾好司, 富士原寛, 野田龍彦 (2002) 「ドイツの産学連携システムに関する研究」『研究 技術 計画』Vol.17, No.3/4, pp. 243-260
10. Wagener, Michael. (小竹暢隆訳) (2002) 「フラウンホーファー協会におけるイノベーション・マネジメントと技術移転の手法ードイツ有数の応用研究機関のケースー」『化学工学』第65巻第7号pp. 374-376

