

EUにおけるオープン・イノベーション政策の新しい展開  
ー共同技術イニシアティブ ARTEMIS の事例ー  
**New Deployment of Open Innovation Policy in European Union:  
Case of the Joint technology Initiative ARTEMIS**

徳田 昭雄

(立命館大学経営学部)

要旨

本稿の目的は、EUにおける超国家的なオープン・イノベーションのメカニズムを明らかにすることである。分析の対象は、欧州研究エリア構想を受けて開始された欧州技術プラットフォームのひとつARTEMISである。ARTEMISは、組込システムの共同研究開発・標準化に向けた欧州委員会の新しい取り組みである。考察の結果、EUの新しいオープン・イノベーションのメカニズムは、欧州委員会が共同研究開発体制の枠組みと資金の一部を提供し、その枠組みと資金を使って産業界が具体的なロードマップを立案、自らも投資主体となってロードマップを実行するものであることが明らかにされた。このメカニズムによって、EU各国関係機関の連携、目的基礎研究と応用研究の連携、相互接続性と横断的基幹技術の標準化による産業間の連携、共同技術イニシアティブの設置による産官学の連携が図られている。

**Abstract**

The objective of this paper is to grasp the mechanism of super-national open innovation system in European Union. In line with this purpose, we set a target on ARTEMIS (Advanced Research & Technology for Embedded Intelligence and Systems), one of the European Technology Platform initiatives which has been launched under the concept of European Research Area. ARTEMIS is a new project introduced by European Commission toward the enhancement of cooperative R&D and standardization activities in European embedded system sector. In this paper, we clarify the EU's open innovation mechanism in which European Commission, on the one hand, provide industrial research associations with both an institutional framework of cooperative R&D system and a part of its R&D funds, the industrial associations, on the other hand, frame and implement a concrete technology roadmap by means of taking risks on investing their resources in cooperative R&D activities. Because of the mechanism, collaborative works have been identified in a variety of aspects: amongst national authorities, between objective basic research and applied research activities, amongst various industrial sectors, and between industries, public authorities and academia.

キーワード

オープン・イノベーション、欧州技術プラットフォーム (ETP)、ARTEMIS、共同技術イニシアティブ (JTI)、組込みシステム、標準化

## Keywords

Open innovation, European Technology Platform (ETP), ARTEMIS, Joint Technology Initiative (JTI), Embedded System, Standardization

はじめに

2010年3月、欧州理事会において中期成長戦略「欧州2020 (Europe 2020)」が承認された。「欧州2020」は2000年に策定された「リスボン戦略」の後継となる、経済成長と雇用に関する方向性を定めたEUの最重要戦略である。「欧州2020」には、金融・経済危機からの脱却に不可欠なEUの取り組みとして、7つの旗艦イニシアティブが示されている (European Commission, 2010)。

EUのイノベーション政策との関わりでいえば、「欧州2020」はイニシアティブのひとつに「イノベーション・ユニオン (innovation union)」を提示している。これは、「民間部門によるR&D投資の環境を改善し、GDP比3%の目標を達成する」というリスボン戦略にて掲げられた「未達」の数値目標を達成すべく、イノベーションの連鎖を強化してEU全体で投資水準を高めるためのイニシアティブである。同イニシアティブには、単一のEU特許や特別特許裁判所の創設のような新規の提案が含まれるものの、これまで実行されてきた既存の取組みの踏襲という側面が色濃い。すなわち、コンソーシアム型共同研究開発を推進する「欧州研究エリア (ERA : European Research Area) の完成」や「知識パートナーシップの促進と産・学・研究・イノベーションの連携強化」など、リスボン戦略の枠組みの中で立案されてきたEUのオープン・イノベーションの取組みの継続的な推進である。

本稿の目的は、このような EU において継続的に実行されている超国家的なオープン・イノベーションのメカニズムを明らかにすることにある。分析の対象は、欧州研究エリア (ERA) 構想を受けて開始された「欧州技術プラットフォーム (European Technology Platform)」のひとつ ARTEMIS (Advanced Research & Technology for Embedded Intelligence and Systems) である。欧州技術プラットフォーム (以下 ETP) は、欧州の産業の競争力強化を目指して各国及び EU レベルの政策立案者と産業界とのさらなる協力関係の促進が期待されているオープン・イノベーションのプラットフォームである (IDEA Consult, 2008)。そして ARTEMIS は、組込システムの共同研究開発・標準化に向けた超国家的な産官学連携の新しい取り組みである。

本稿の構成は次のとおりである。第一に、EUにおける超国家的なオープン・イノベーションの分析の前提として、先行文献のサーベイを通じて「オープン・イノベーションとは何か」を明らかにしておく。オープン・イノベーションといっても、その定義や研究の焦点は観点に応じてさまざまである（OECD, 2008 ; Gassmann, et al., 2010 ; 真鍋・安本, 2010）。そのため、イノベーションの様態をあらわすコンセプトとして登場したチェズブロウ等（Chesbrough, et al., 2006）のオープン・イノベーション論について関連する先行研究に言及しながら、その特徴を明らかにする。第二に、EUにおける超国家的なオープン・イノベーションの実態としてのETPの位置を、EUにおける他の共同研究開発活動との関わりの中で相対的に把握する。第三に、新しい産官学連携の取り組みであるARTEMISを取り上げ、欧州における超国家的なオープン・イノベーションのメカニズム（ビジョン、戦略、組織、資金調達）の把握につとめる。最後に、本稿の意義と課題を確認して、今後の研究の方向性を定める。

## 1 オープン・イノベーションとは何か

### 1-1 チェズブロウのオープン・イノベーション論

20世紀中葉にかけての重要な産業技術の発現は、欧米の垂直統合型企業によるクローズド・イノベーションによって主導されてきた。垂直統合型企業は専門経営者のマネジメントによる調整を通じてR&D活動によって産み出された技術の消散（diffusion）リスクを抑えつつ、その一方で高位の通量（throughput）技術とそれによる大量生産を維持することで国際的・多角的に規模（scale）と範囲（scope）の経済性を発揮し、成長を遂げるものとしてモデル化されてきた（Chandler, 1977, 1990 ; Buckley and Casson, 1976）。しかし「チャンドラー型企業」とも称される、このような垂直統合化した現代企業の歴史的通用性について、学会では白熱した議論が展開されるようになった（i.e. Langlois, 2003 ; Lamoreaux, et al., 2003 ; Sabel and Zeitlin, 2004）。専門経営者による調整の下、必要な経営資源を全て自ら開発・所有し、そこから生み出される製品やサービスを自ら市場で販売するという、いわゆる「チャンドラー型企業」によるクローズド・イノベーションは色褪せてしまった。こうした企業観の変化が、オープン・イノベーションをはじめとする社外の組織との関係性をも視野に入れて企業活動を分析していく新たな研究領域へと多くの研究者を誘ってきた。

それでは、オープン・イノベーションとは何なのか。チェズブロウ等（Chesbrough, et al., 2006）によれば、オープン・イノベーション・パラダイムは、従来の垂直統合モデルに対するアンチテーゼである。それは、自社の技術を発展させたいのなら他社の知識も活用できるし、場合によっては積極的に活用すべきであり、また市場への進出にも他社のリソースを活用すべきだということを前提にしたパラダイムにほかならない。オープン・イノベーション・パラダイムのもとでは、プロジェクトを立ち上げるきっかけとなる知識や技術は社内外どちらでもよい。なおいえば、イノベーションに必要な知識や技術は生産プロ

セスの様々なステージで導入することができる、というのが彼らの考え方である。

しかし、このような考え方が殊更、目新しいというわけでもない。たとえば、様々なステージの中でも、顧客やユーザーとの関係性に着目して、リード・ユーザーによるイノベーションの活用が企業のパフォーマンス向上をもたらすことを実証している研究や、イノベーションにおけるユーザーと生産者の相互作用に着目した研究もある (e.g. von Hippel, 1986, 1988, 2005 ; Lundvall, 1985, 1988)。プロジェクトが市場に向かう方法も、他社へのライセンス供与やフランチャイズ方式など他社と提携する仕方もある。

また、チェズブロウ等によると、殆どの研究において企業レベルのオープン・イノベーションが検討されている。というのも、イノベーションは伝統的に単一の企業の意識的な活動の成果と考えられ、R&Dの競争は複数の企業によるイノベーションの競争と見なされてきたからという。しかし従来よりも分散的なイノベーション環境においてイノベーション活動を理解するためには、企業レベルだけでなく複数の分析レベルを持つことが必要であると説く。その分析レベルとは、個人とグループ、組織と企業、バリューネットワーク、産業とセクター、国家体制の各レベルである。ただし、それぞれのレベルにおけるオープン・イノベーション研究には、既に重厚な蓄積が築かれている。オープン・イノベーションという言葉を明示的に使用していなくとも、その性質についての言及の多くは、取引を調整する際の知識の役割を重視したハイエク (Hayek, 1937) や、市場でも階層でもない非公式の調整メカニズムを重視したリチャードソン (Richardson, 1972) の分析視角を発展させたものと読み取れる。

既存の研究は、イノベーションの源泉としての個人の知識が組織レベルの知識へと伝播・活用されるプロセスを取り扱ってきた。たとえば、野中・竹内 (Nonaka and Takeuchi, 1995) は、イノベーションの創造という観点から、そのままではイノベーションに結実しがたい、暗黙でしばしば高度に主観的な洞察や直感や従業員個々人の発見を企業組織レベルで利用するプロセスを知識変換のサイクルモデル (SECI モデル) として概念化した。また、クライン＝ローゼンバーク (Kline and Rosenberg, 1986) は、企業内部門間のイノベーション・プロセスを、川上の R&D 部門で開発された新製品技術が川下へと単線的に進んでいく「線形モデル」としてではなく、様々な専門部門間の相互学習を通じて必要な情報や知識が同期的に生み出されていく「鎖状リンク・モデル (chain-link model)」として描いた。

「ネットワーク型イノベーション・モデル」を提唱した今井 (1990) のように、イノベーションを企業間および産業間の相互学習として捉える研究も豊富である。大企業間の研究組合方式による共同 R&D の研究がその代表的なものである。同じ「ネットワーク型イノベーション・モデル」の中でも、地理的な近接性に着目して地域のイノベーション・プロセスを明示的にオープン・イノベーションの観点から分析した研究もある (cf. Cooke, 2005)。

産業集積やクラスター、経済地理研究の分野では、特定地域における集積・クラスタリング効果やネットワーク効果と、諸アクターによるローカルな知識のスピルオーバーとの

因果関係が考察されてきた。サクセニアン (Saxenian, 1994) が描いた ICT 産業のシリコンバレーにおける興隆、ピオリ・セーブル (Piore and Sabel, 1984) が明らかにしたイタリア中・北西部の専門化された製造業に見られる柔軟なネットワーク等は、そのような事例研究の先駆けである。

国家レベルについても、オープン・イノベーションの実態を明らかにした研究や政策提言に枚挙にいとまがない。もともと国家的イノベーションの研究は、“イノベーションの国家システム” (Lundvall, 1992)、“国家イノベーション体制” (Nelson, 1993) などの呼称を用いながら、イノベーションの成果とイノベーションを支援する制度を結びつけようとしてきた。今日では、政府資金による産学連携や大学との共同研究のスピルオーバー効果に焦点を当ててオープン・イノベーションを促進する政府の役割が言及されるようになってきている。

以上のような様々なレベルの研究蓄積を前にすると、「イノベーションに必要な知識や技術はプロセスの様々なステージで導入することができる」、「企業レベルだけでなく分析レベルを複数持つ」というチェズブロウ等の指摘それ自体に、ことさら目新しさがあるわけではなさそうである。オープン・イノベーションはクローズド・イノベーションに対峙する型として提示されているに過ぎない。いつ何をどの程度、いかなる条件下でオープンにすべきかについて、多くのことが語られないままである。しかも彼ら自身、複数の分析レベルが重要であるとしながら、具体的にそのような枠組みを用いて、ひとつのオープン・イノベーションを重層的に描いているわけでもない。

とはいうものの、ステージやレベルの別に応じてイノベーションの調整主体が異なることや、それぞれの調整主体による協調の可能性を言外に読み取り得るという意味において、彼らが提示した分析枠組みはオープン・イノベーションの理解に有益であることに変わりはない。そして彼らの枠組みに本稿の分析対象を位置づけるならば、それは EU における超国家的主体 (欧州委員会) による、組込みシステムのイノベーション・プロセス (研究開発から標準化まで) における、関係諸機関との協調関係の考察ということになるだろう。

## 1-2 コンプレックス製品システムとオープン・イノベーション

本節では、オープン・イノベーション論を使って ARTEMIS を考察することの意味を、別の角度から示しておきたい。それは、分析対象である「組込みシステム」とオープン・イノベーションの関わりを、製品特性との関わりで把握しておくことである。

分析対象である組込みシステムは、「ひとつの大きなシステムの部分として、特定の機能を処理するためにプログラムされたコンピュータ」のことである (Juliussen and Robinson, 2010)。組込みシステムの応用領域が飛行機や自動車など輸送機器用となると、安全性や信頼性、リアルタイム性の観点からコンシューマ・エレクトロニクス製品よりも厳しい制約要件が課せられる。また、組込みシステムに関連する要素技術はソフトウェア、メカトロニクス、ハードウェアまで広範に亘り、すそ野となる要素技術も幅広い。例えばソフトウ

ウェアの開発にあたっては、最終的に組込みシステムに実装された時の安全性や信頼性要件を満たす形で開発環境基盤、プログラム言語、モデリング言語、開発プロセス、テスト環境、シミュレーション環境を整備しておかなければならない。まさに組込みシステムは、コンプレックス製品システム（CoPS：Complex Product Systems）である。ホブデイ（Hobday, 1998a, 1998b）によれば、イノベーションのプロセスや組織形態、調整メカニズムの形成は製品の性質によって大きく規定される。以下では、多数のコンポーネントと技術からなるコンプレックス製品システム（以下 CoPS）とオープン・イノベーションとの関係を明らかにする。

CoPS のイノベーションをマス・プロダクション製品のそれと比較したのがホブデイ（Hobday, 1998a, 1998b）である。ホブデイは、マス・プロダクション製品と区別される CoPS の 4 つの性質を明らかにしている。それは、①カスタマイズされ相互に連結した多くの要素からなる高価で階層的な製品、②一社以上で協働する多くの組織が参加するプロジェクトにおいて生産される製品、③システムのある部分的変化が他の部分に大きな変化をもたらす製品、④ユーザーの参画程度が高く、それを通じてユーザー・ニーズが直接的にイノベーション・プロセスに反映される製品の 4 点である。そして、マス・プロダクション製品に比して CoPS のイノベーション・プロセスの調整が困難である理由のひとつに「組織間の事前のプロジェクト・ベースの協働」が必要であることを上げている。それは、CoPS の開発と生産について仔細にわたって異なるタイプのサプライヤ、ユーザー、規制当局、専門機関の合意をとりつけるための時限的なプロジェクトにおける協働である。時限的プロジェクトは、市場の立ち上げ、企業間の意思決定の調整、プロジェクトへの買い手の参画、技術的・資金的資源の配分に責任を持つ。そして製品の設計やアーキテクチャに関する知識を伝達し、多くのサプライヤのもつ独自の資源やノウハウ、スキルを連結するために存在する（Hobday, 1998b : 21）。製品の性質上、関わる企業が広範に及ぶことが CoPS のイノベーション・プロセスの調整を困難にしているのである。

くわえてホブデイは、CoPS の調整が困難な理由のひとつに「システムのある部分的変化が他の部分に大きな変化をもたらす」ことを上げている（Hobday, 1998b : 16-18）。すなわち、個別のコンポーネントや技術のイノベーションの影響が CoPS 全体に及ぶシステムミック（systemic）なものになるということである。システムミック・イノベーションとは、「企業が組み込まれている事業システムの別の部分にまで大きな調整を加えなければならない性質のイノベーション」のことである（Teece, 1986 ; Chesbrough and Teece, 1996）。それは、関連する補完的イノベーションとともに実現されるため、相互依存する要素やアクティビティを調整するコストが指数関数的に増大する。しかも、今日のシステムミック・イノベーションはあまりに規模が大きく複雑なので、もっともすぐれた統合力を持つ大企業でも単独による管理は難しくなっている。ゆえに、システムミック・イノベーションは、益々オープン・イノベーションのプロセスを必要としている（Chesbrough, 2003; Chesbrough, et al., 2006）。製品の性質上、関わる企業が広範にわたり、それらが相互に依

存していることが CoPS のイノベーション・プロセスの調整を困難にしているのである。

かつてティース (Teece, 1984, 1988) は、イノベーションの及ぶ範囲が一企業内でおさまらないシステム・イノベーションは、調整が大変であるがゆえに統合的に管理されるべきであると指摘した。しかし、CoPS のシステム・イノベーションにおいて企業が垂直統合を選択する余地は多くない。そのような背景から、自社内のみならずサプライヤ、大学、規制当局等、関連するアクターの様々なアクティビティの調整を行うシステム・インテグレータの役割が強調されてきた (Rothwell, 1992)。あるいは、アーキテクト (Chesbrough, 2003)、プラットフォーム・リーダー (Gawer and Cusmano, 2002) などの呼称によって、このような企業の役割に注目が集まるようになってきたのである。

ただし、企業レベルのシステム・インテグレータに焦点を当てた分析だけでは、複雑化・大規模化する CoPS のイノベーション・プロセスの全体像を把握することが困難になってしまった。いまや CoPS のイノベーションは、企業、産業の枠を越えて国家や超国家各レベルの複数のインテグレータによるオープン・イノベーション・システムとしての調整プロセスを経なければならなくなっている。「企業レベルだけでなく分析レベルを複数持つ」というチェズブロウ等のオープン・イノベーションの分析枠組みが評価されるのは、以上のような背景による。

### 1-3 インターフェイス標準とオープン・イノベーション

システム・インテグレータと並んで、CoPS のイノベーション・プロセスの調整メカニズムとして注目されているのがインターフェイス標準である。本節では、CoPS のオープン・イノベーションがインターフェイスの標準化を伴って進行している理論的な把握につとめる。そのために、イノベーションとインターフェイス標準の関係を明らかにした新制度派経済学の進化ケイパビリティ論を検討する。進化ケイパビリティ論を取り上げるのは、同論者の代表格ラングロア (Langlois, R. N.) 等が、19 世紀末の垂直統合型企業の勃興から 20 世紀末に始まる脱垂直統合への歴史的文脈の中で、イノベーションとインターフェイス標準の関わりを理論的に提示しているからである。

CoPS に特徴的なシステム・イノベーションは、自律的イノベーション (autonomous innovation) を対概念とする。自律的イノベーションとは、他の段階との調整を必要とせずにある生産段階における変化が進展していくものである (Langlois and Robertson, 1995: 151)。これらは、「市場と組織」の境界のあり様の理論化を試み、新制度派経済学の進化ケイパビリティ論の鍵理論として取り扱われてきた。進化ケイパビリティ論者の代表格ラングロアは、20 世紀末に始まる企業の脱垂直統合の動向を、企業による市場への資源調整メカニズムの回帰と捉えた。そして市場への回帰を「消え行く手 (vanishing hand)」と称して、「消え行く手仮説」を提示した。「消え行く手仮説」とは、市場の発達が進むにつれ、資源の調整メカニズムはスミスの見えざる手 (invisible hand) からチャンドラーの見える手 (visible hand) へ、そして消え行く手へと変化するというもの

である。この消え行く手にかわって、市場の自律的イノベーションを促す調整メカニズムとして現れてきたのがインターフェイス標準である。

ラングロアを代表とする論者等は、企業が垂直統合を行うようになるのは、市場には動的取引コスト (dynamic transaction cost) が発生するからであるという。動的取引コストとは、経済変化やイノベーションに直面した際に外部のサプライヤにたいして、説得、交渉、調整、そして教示するコスト (Langlois and Robertson, 1995: 37)、あるいは組織化されずしばしば暗黙的な知識をサプライヤに伝え、企業家のビジョンを共有も理解もしていない独立した資産の保有者を説得するコストのことである (Langlois, 2004: 361)<sup>1</sup>。動的取引コストが高くなる場合として、彼らは企業がシステムック・イノベーションに直面した時を指摘する。関連する生産段階の間に高位の相互依存性がある場合、そしてある生産段階における変化が単一ないし複数の他段階における変化を同時に必要とする場合、段階間の調整を実現するコストは極めて高くなる (Langlois and Robertson, 1995: 37)。

市場をサポートする既存の制度 (existing market-supporting institutions) が新技術と新しい収益の機会のニーズにとって不十分であるときに、システムック・イノベーションの動的取引コストは高くなる。そもそも、イノベーションの実現にあたってニーズを伝達する市場自体が存在しない。生産段階間の調整をサポートする既存の制度も存在しない。ゆえに、生産活動の調整にあたっては市場よりも内部組織が優位性を持ち、企業は垂直統合を行うようになるというのが進化ケイパビリティ論者のロジックである (Langlois and Robertson, 1995: 36-38)。

しかし、20世紀後半までの歴史的な時間経過は、市場の密度 (thickness of markets) を高め、バッファリングの緊急性 (urgency of buffering) を低下させた (Langlois, 2003: 353)。市場の範囲の拡大と交換をサポートする制度の進化が、動的取引コストを低減させたというのである。その結果、階層組織による管理的調整の市場に対する相対的優位性が低減した。そして、資源の調整メカニズムは市場に委ねられるようになっていった。ここでラングロアは、企業を脱垂直統合化に向かわせる要因、つまり市場の範囲の拡大と交換をサポートする制度のひとつとして、生産段階間の公式的インターフェイス (formal interface) を通じて規定される生産のモジュラー化をあげている (Langlois, 2003: 355)。公式的インターフェイスによって分解されたシステムでは、モジュール間の相互作用は最小限に抑えられる。仮に環境の不確実性に直面してひとつのモジュールが変化しても、システム全体の破壊につながらないように公式的インターフェイスがバッファリングの役割を果たすという。このようなシステムック・イノベーションにともなう調整コストを削減し、市場での交換をサポートしたり市場の範囲の拡大をもたらしたりする制度として、インターフェイス

---

<sup>1</sup> 多国籍企業論では古くから市場の失敗の中でも市場の構造的不完全性 (structural market imperfections) から生ずるコストとして位置づけられてきたものである。これはコース (R. H. Coase) 流の取引そのものに内在する市場の不完全性 (transaction cost market imperfections) によるコストとは区別されてきた。前者は、ハイマー・テーゼの基礎概念として、後者は内部化理論の基礎概念として理論展開されてきた。



ス標準に着目しているのである。

インターフェイス標準は、一方では元来未分割のシステミックな性質をもったCoPSを諸要素に分化させる（専門化と交換をサポートする）調整メカニズムとして、他方では外部ケイパビリティを補完的・代替的にCoPSに連結させる調整メカニズムとして、階層や市場における調整機能を補完する。ますますオープン・イノベーションのプロセスを要するCoPSの調整コストを削減したい場合や、外部ケイパビリティを活用してシステムの将来的な拡張性や諸要素の移植性の向上を視野に入れた場合、インターフェイス標準はますますその効力を発揮する。このことが、今日のオープン・イノベーションがインターフェイス標準の設定をともなう背景といえる。

## 2 ETP（欧州技術プラットフォーム）と ARTEMIS

本節では、EUにおける超国家的なオープン・イノベーションの新しいプラットフォームであるETP（欧州技術プラットフォーム）を取り上げる。ここでは、ETPの従来のオープン・イノベーションの取組みとの違いや、調整主体としての欧州委員会の役割に着目する。

### 2-1 EUにおける共同研究開発

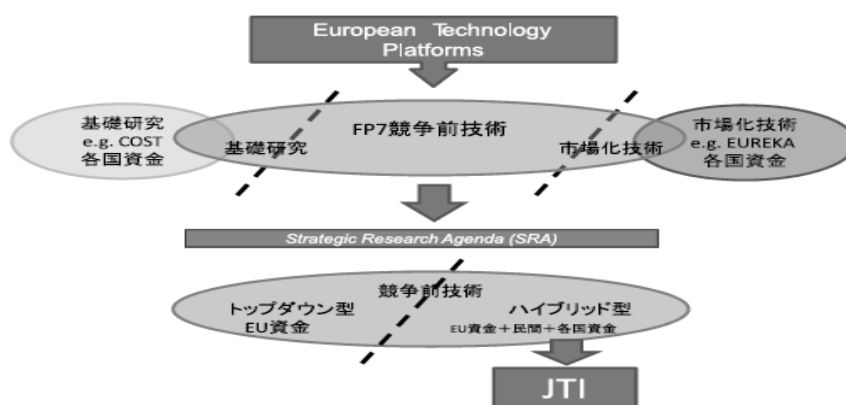
EUには、3つの主要な共同研究開発プログラムがある。それは、1971年設立の欧州科学技術研究協力（COST：European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research）、1984年からはじまったフレームワーク・プログラム（Framework Programme：以下FP）、そして1985年に開始したユーレカ（EUREKA）イニシアティブである。COSTでは、主に基礎研究が行われている。各国政府がすでに個別に取り上げている共同の課題を持ちより、環境や食品衛生などの公共的研究や将来問題となりそうな萌芽的な分野の先行研究を行っている。COSTからは、欧州規格（EN）や標準化のための基礎資料のほか、FPやユーレカの研究へと繋がる成果が期待されている。FPでは、目的基礎研究・応用研究が行われている。欧州委員会のトップダウンによって、主に競争前（pre-competition）段階にある技術の共同研究開発を行っている。活動資金はEUから拠出される。FPでは、直接的な共同研究助成のみならず、人材育成、研究ネットワークなど研究開発環境の整備も助成の対象になっている。ユーレカでは、応用研究や実用化に向けた開発研究が行われている。活動主体は企業や業界団体である。参加者は自らのニーズに合わせてテーマを提案し、他国の研究パートナーとコンソーシアムを形成して市場指向型の開発を行う。そういう意味において、FPとは対照的にユーレカは、ボトムアップ型の共同研究開発と称される。活動資金は、参加国の政府によって充当される。

2000年のリスボン戦略や複数国参加コンソーシアム型共同研究開発を推進する欧州研究エリア構想を受け、これら3つの活動を再構築すべく欧州委員会により提案された共同研究開発の新たなオープン・イノベーションのアプローチがETP（欧州技術プラットフォーム）である。その背景には、産業界の研究開発投資が日米に比して思うように伸びてこない現状の改善や、目的基礎研究と応用研究の連携による欧州発技術イノベーションの確実な実

用化、技術イノベーションの収益化の手段としての標準の擁立を指摘することができる。

ETPは、産業界主導により特定技術分野の関係者（研究機関、大学、金融機関、消費者団体、規制団体、NGO、各国政府、地方自治体）を束ねたディスカッション・ネットワークとして組織され、EUとして取り組むべきテーマとそのロードマップの作成を担う。そして、ETPが作成したロードマップに基づいて当該分野のビジョンと戦略的研究アジェンダ（strategic research agenda）が策定される。そのアジェンダ実行主体として設置された機関が「共同技術イニシアティブ（joint technology initiative：以下JTI）」である（図1参照）。新たなアプローチを具体化するために、欧州委員会は2005年の新リスボン戦略とともに「ETPと共同技術イニシアティブに関するレポート」を発表した（European Commission, 2005）。そこからは、FP7（2007年開始）から導入された共同研究開発の形態であるJTI（共同技術イニシアティブ）を、従来にはなかった特徴をもつオープン・イノベーションの要に位置づける欧州委員会の意図を読み取ることができる。

図1 欧州の共同研究開発プログラムとETPの関係



出所) 筆者作成。

新たなアプローチの特徴は、ハイブリッド型の共同研究開発形態にある。ETPとJTIは、一方において欧州委員会が主導して、これまで連携が上手く図られてこなかった研究開発活動の川上・川中・川下までを通して見通すことが可能な枠組みとして構築されている。他方においてロードマップの立案主体（ETP）・実行主体（JTI）は、あくまで産業界が中心のディスカッション・ネットワークである。たとえば意思決定プロセスについては、産業界主体のETPにおいてボトムアップ的に策定されたロードマップ、ビジョン及び戦略的研究アジェンダが、欧州委員会の主導するFPのセレクション・プロセスに織り込まれる。そして、欧州委員会にて承認されたイニシアティブが実行主体であるJTIの活動に反映される。イニシアティブ承認の意思決定主体は欧州委員会だが、その判断材料の全てはETPの提示するロードマップに依存する。そして、ロードマップの実施はJTIに委ねられる。そのほかファイナンス面についても、共同研究開発資金は欧州委員会のみならず、産業界とEU各国政府が資金を拠出するというFP6までには見られなかったマッチングファンド形式の

資金調達メカニズムになっている。マッチングファンド方式にすることによって、目的基礎研究と応用研究の連携を図り競争前段階にある技術の実用化が促進され、産業界のコミットメントの高まりが期待できる。

## 2-2 ETPのJTIとしてのARTEMIS

欧州委員会によれば、現在、欧州の成長と競争力強化の鍵となる主要技術分野 34 の ETP が欧州委員会に戦略的研究アジェンダ (SRA) を提出している (European Commission, 2009)。34 のプラットフォームには、EU に倣って米国オバマ政権が「グリーンニューディール」政策の一環に掲げた「スマートグリッド」技術も含まれている。34 のプラットフォームでは、共通のビジョンに基づき戦略的研究アジェンダを策定している。

2011年現在、34あるプラットフォームのうち5つの分野が共同技術イニシアティブ(JTI)に選定されている。5つの分野とは、産業横断的イニシアティブに位置づけられている組み込みコンピュータ分野の ARTEMIS、ナノエレクトロニクス分野の ENIAC (European Nano-electronics Initiative Advisory Council)、燃料電池・水素分野の FCH (Hydrogen and Fuel Cells Initiative) と、革新的医薬 IMI (Innovative Medicines Initiative)、航空学と航空輸送 Clean Sky の産業分野ごとに分かれた 2つのイニシアティブである。JTI では、2008年から2017年の10年間で総額100億ユーロを超える規模の研究開発投資が見込まれている。

以上、本章では欧州委員会の役割に着目して、ETPの活動を概観してきた。欧州委員会が共同研究開発体制の枠組みと資金の一部を提供し、その枠組みと資金を使って産業界が具体的なロードマップを立案、自らも投資主体となってリスクをとりながらロードマップを実行するという関係が、EUの新しいオープン・イノベーションのあり方である。次章では共同技術イニシアティブ (JTI) のひとつである組み込みシステム分野のイニシアティブ ARTEMISに焦点を当て、より詳細にオープン・イノベーションのあり様を考察していく。

## 3 ARTEMIS の概要

### 3-1 設立の経緯

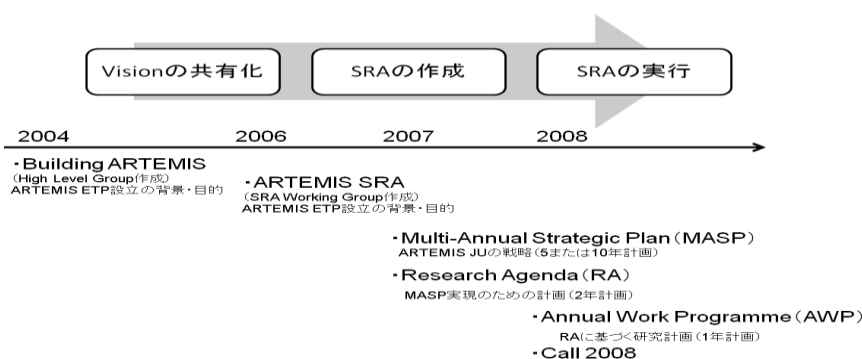
今日、組み込みシステムは至る所に存在する。それは、自動車、道路、橋梁とトンネルに組み込まれ、医療機器と手術ロボットに、家庭、オフィス、工場に、航空機と空港に、携帯電話と通信機器、さらに衣服にさえ使用されている場合もある。欧州委員会は、組み込みシステムが搭載されたコンポーネントが2010年に160億に達し、2020年までに世界全体で400億を超えることになるかと予想している (ARTEMIS SRA WG, 2006)。

組み込みシステムの応用領域の拡大が見込まれる中で、欧州委員会は航空宇宙や自動車、家電や携帯電話など組み込みシステム全般を対象としたより広範囲なオープン・イノベーション環境の構築に向けた取組みを開始した。その代表的なものが、組み込みシステムの研究開発や標準化、さらには知的財産管理や情報公開政策、産学連携、国際協力を推進する

ARTEMIS である。欧州は現在、航空、自動車、消費者及び通信市場における組込みシステムにおいて、世界をリードする立場にある。しかし、グローバル競争や断片的に行われている研究活動、十分な投資の不足により、競争優位が脅かされつつあると欧州委員会は認識している (European Commission, 2007)。

2004 年の設立当初の ARTEMIS では ETP の運営規則に基づき、他の JTI と同じくハイレベル・グループと呼ばれる当該分野の各企業の経営陣によって長期的なビジョンの共有化が図られた。次いで、ビジョンに対応した重点開発領域と技術目標、開発スケジュールを織り込んだ戦略的研究アジェンダ (SRA) がワーキング・グループによって練られた。ワーキング・グループは、具体的な技術テーマ間の優先度分析 (Priority Analysis) を行い、エキスパート・グループ (Expert Group) によって、より詳細な技術ロードマップが提示される。ここでは、タイムスパンの違いに応じて、5 年ないし 10 年計画の MASP (Multi-Annual Strategic Plan)、2 年計画の研究アジェンダ、1 年ごとの研究計画 AWP (Annual Work Programme) が示される。たとえば、2008 年 10 月に公表された MASP の草案では、組込みシステム設計にかかるコストと期間を 2014 年までに 2005 年に比べ 50%削減すること、設計変更後の認証の再取得にかかる時間を同様に 50%短縮すること、標準化によって異なる産業分野間で同システムの使用を促進するなどの目標が掲げられた。最後に、具体的な研究プロジェクトの公募 (Call : 2008 年開始) へと進み、実施行動計画 (Implementation Action Plan) にもとづいてアジェンダが実行に移される (図 2 参照)。

図 2 ビジョンの共有からプロジェクトの実施まで



出所) (財) 日本自動車研究所 (2010)

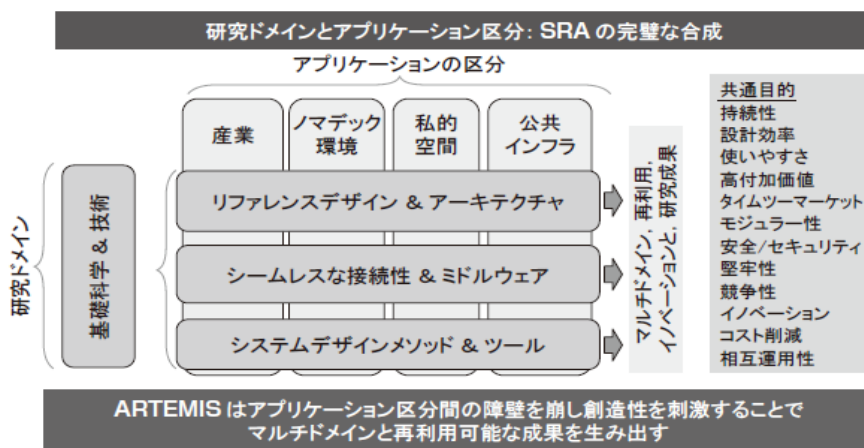
### 3-2 プロジェクト・デザインの特徴

ARTEMISを推進するビジョンは、「全てのシステム、機器そして物体が、デジタル化され、繋がり、そして自主的に管理された (self-managed) リソースとなって、我々の社会を大きく進化させる」ことである (ARTEMIS SRA WG, 2006)。そのために、ARTEMIS は標準化を使って組込みシステムが適用される応用分野間の障壁を無くし、多領域で再利用できる成果を産み出すための制度設計がなされている。

組込みシステムは汎用システムと異なり、対象となる製品やそれを利用する顧客のニー

に適應することで付加価値を創出することが可能である。しかし、個々の製品ごとにカスタマイズ設計を行うとシステム全体の複雑性が高まり、必然的に市場が分断化され（fragmented）、開発効率が低下してしまう。この複雑性や分断化の克服と、付加価値の創出の相反する二つの目標を同時に追求するために、ARTEMISでは研究プロジェクトのテーマを決定する際、縦横2つの串によってプロジェクトの構造化を図っている。すなわち、対象アプリケーション領域を示すアプリケーション・コンテキストと研究領域をあらわす研究ドメインである（図3参照）。

図3 ARTEMISのアプリケーション・コンテキストと研究ドメイン



出所) ARTEMIS (2006) より筆者作成

縦串にあたるアプリケーション・コンテキストは、組込みシステムが適用される産業部門を4つのコンテキストにまとめ、他のコンテキストと区分するものである。4つのコンテキストとは、産業システム（自動車、航空宇宙、製造等）、ノマディック環境（PDA、携帯システム等）、私的空間（家庭、オフィス等）、公共インフラストラクチャ（空港、都市、幹線道路等）である。ARTEMISは複雑性の低減に向けて、コンテキスト全般にわたり最大限の共通性を求める。しかし、コンテキストが異なれば技術に対する要求も異なるものと認識されている。したがってコンポーネントの選択とコンフィギュレーションは、特定のコンテキストのニーズに合わせることになる。しかし、スマートグリッドの例からも容易に予測できるように、コンプレックス製品システム（CoPS）としての特定コンテキストにて適用されている組込みシステムが、他のコンテキスト領域とのネットワーク化を余儀なくされると、そのシステム的な性質によってイノベーションの調整コストは指数関数的に大きくなる。ゆえに、イノベーションの管理にはコンテキスト間の相互依存性の排除が欠かせない。そこで、組込みシステムの自律的イノベーションの実現に向けて、コンテキスト間にインターフェイス標準が定められることになる。インターフェイス標準に準拠している限り、特定のコンテキストのニーズに合ったシステムデザイン・プロセスの実現しつつ、システム全体としての相互接続性が担保される。

横串にあたる研究ドメインとは、アプリケーション・コンテキスト全般にわたって適用

される、基盤科学・技術 (foundational science & technology) に根ざした横断型基幹科学技術領域<sup>2</sup>のことである。欧州委員会では、既存の産業および学術ネットワークの構造を抜本的に変革しない限り複雑性や分断化の問題は解決しないとの認識に立ち、アプリケーション領域全般にわたる共通技術の確立を狙いとしている。そこで ARTEMIS は、レファレンス設計アーキテクチャ (Reference Design Architecture) 、シームレスな接続性とミドルウェア (Seamless connectivity & Middleware) 、システム設計メソッドとツール (System Design Methods & Tools) の3つの研究ドメインを設定した (図3参照)。これら3つのドメインが4つのアプリケーション・コンテキストの横串となつて、コンテキスト横断的な設計効率、コスト削減、相互運用性、利便性などの共通目標の実現を目指す格好である。3つの研究ドメインには、それぞれ先述のエキスパート・グループが設置されている。エキスパート・グループでは詳細な技術ロードマップが提示のほか、ITEA など他の EU のプロジェクトとの調整が行われている。グループの委員長には、レファレンス設計アーキテクチャにはウィーン工科大学のヘルマン・コペッツ教授、シームレスな接続性とミドルウェアにはフランス原子力庁 (CEA) の J-L Dormoy 博士<sup>3</sup>、システム設計メソッドとツールには共同委員長として ESTEREL Technologies CEO の E. Bantégne と IMEC の J. Vounx が就いている。

研究ドメインの設置によって、コンテキスト固有の技術開発項目と、コンテキストを越えて標準化すべき技術開発項目とを区別することができる。また、研究ドメインはコンテキスト間の障壁の解決に向けて、異なる業界の技術者が共同で研究開発に取り組む意義を明示することができる。そして一旦、横断型基幹科学技術のうちコンテキストを越えて標準化し得る技術開発項目が定まれば、それらを技術プラットフォーム (非競争領域) として、参加企業はそのプラットフォームの上 (競争領域) での差別化競争に焦点を当てることができる。プラットフォームの汎用性が高まれば、それがインターフェイス標準となつて、参加企業にとってシステム拡張性の魅力も高まっていく。拡張性の高いプラットフォームには益々多くのアプリケーションが接続され、プラットフォームの外部性も同時に益々高まっていく好循環が生まれる。

以上のように、ARTEMISは分断化の克服と付加価値の創出の相反する二つの目標を同時に追求するために、標準を上手く使っている。すなわち、システム的な性質をもった組込みシステムをコンテキストごとに分化させる調整メカニズムとして、あるいは外部ケイパビリティを補完的・代替的に連結させる調整メカニズムとして、共同研究開発と同時並行しながらインターフェイス標準の設定が進められている。以上が、ARTEMISにおけるインターフェイス標準を媒介とした産業横断的なオープン・イノベーションの仕組みづくりの内容である。

<sup>2</sup> 横断型基幹科学技術とは、純粋工学に対応する研究領域のことであり、制御工学、システム工学、信号処理論など、応用工学のすべての分野で必要とされている学問領域である (木村, 2009)。

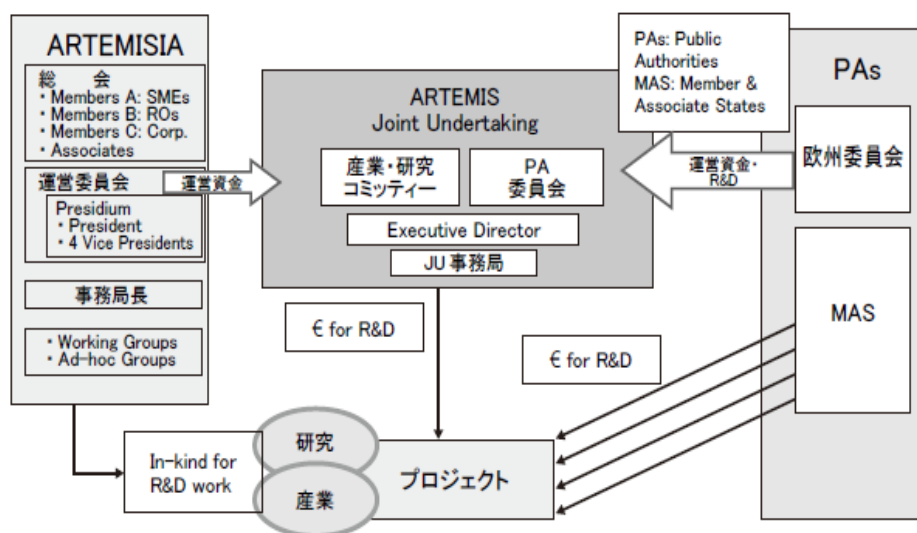
<sup>3</sup> 2009年よりドイツのエネルギー供給企業 Yello Strom に在籍。

### 3-3 組織構造と研究開発資金の流れ

最後に ARTEMIS の組織構造と活動資金の流れを見ておく。ARTEMIS には、2009 年から 2017 年までの 9 年間に総額 25.6 億ユーロが投資され、このうち産業界が 55%、各国政府が 29%、欧州委員会が 16%を拠出する見通しである。2008 年 2 月には、研究開発費の分配を実施する法的組織 (Art. 171 EU Treaty) として、ARTEMIS JU (ARTEMIS Joint Undertaking) が設立された。

図 4にあるように、ARTEMIS JU は、産業界サイドの ARETMISIA (産業界と大学・研究機関のフォーラム) と、官界サイドの PAs (欧州委員会と EU 加盟国メンバーからなる Public Authorities) の間で調整機能を担っている。運営資金は、ARTEMISIA と PAs によって拠出される。また、JU の傘下におかれる JTI を実行するための欧州委員会からのファンドは、JU を通して配分される。

図 4 ARTEMIS の組織構造と資金の流れ



出所) ARTEMISIA (2008a, b, c)をもとに筆者作成。

産業界サイドの ARETMISIA (ARTEMIS Industry Association) は、2007 年 1 月に EU 主要各国の代表的な企業であるダイムラー、ノキア、フィリップス、ST マイクロエレクトロニクス、ターレスによって設立された。ARTEMISIA は ARTEMIS JU の設立メンバーであり、ARTEMISIA は、産業界と大学・研究機関を主導し協働することによって、共通のビジョンとフォーラム機能を提供する。その成果は ARTEMIS の戦略的研究アジェンダに反映され、JTI の公募内容の基礎になる。ARTEMISIA の執行理事会は、JU の産業・研究コミッティーの許容の範囲で、公募の具体的スコープを JU の PA 委員会に提案する。PA 委員会はミラーグループとして、自国の産業や研究及び学術機関の実情に応じて選択的に専門家を派遣し、ETP と自国の利害調整を図る。アジェンダの一部は、FP の公募内容ともなる。さらには、地域、国家、国家間の組込みシステムの研究開発計画にも影響を及ぼ

す。これにより、ARTEMISIAはEUの共同研究開発計画に影響を与えることになる。

ARTEMISIAには3つのメンバー区分（中小規模の企業、大学・研究機関、大規模企業）があり、200以上の機関がメンバー登録し、12団体がアソシエイトメンバになっている。ARTEMISIAはJUへ運営資金を拠出し、JUの産業・研究コミッティー（Industry & Research Committee）を構成している。また、ARTEMISIAには7つのWGが設置されている。JTIを実践するJU傘下のプロジェクトは、ARTEMISIAに参画する企業や大学・研究機関による出資と、上述のようなPAs側の欧州委員会からJUを通して拠出されたEUの助成金に加えて、各国からの助成金がファンディングされている。こうして、JUを通して研究開発に対する産業界の研究開発投資と欧州委員会及び各国政府の助成金が結び付けられている。

## おわりに

本稿では、EUにおける組込みシステムの研究開発や標準化を推進するARTEMISのオープン・イノベーションのメカニズムを考察してきた。そのメカニズムとは、表面的には欧州委員会が共同研究開発体制の枠組みと資金の一部を提供し、その枠組みと資金を使って産業界が具体的なロードマップを立案、自らも投資主体となってリスクをとりながらロードマップを実行するという関係として描くことができる。しかし、メカニズムの内面には複雑性や分断化の問題を克服すべく、様々な局面における壁を越えた連携—国家の壁を越えたEU各国関係機関の連携、研究開発ステージの壁を超えた目的基礎研究と応用研究の連携、相互接続性と横断的基幹技術の標準化による産業間の連携、共同技術イニシアティブ（JTI）の設置による産官学の壁を越えた連携—が欧州委員会によって意識的に組込まれていた。

ARTEMISのように、産業界のコミットメントを得ながら策定・実施されるロードマップは、単なる技術ロードマップではない。それは、EUが目指す社会システムの実現に必要な欧州各国に散在するリソースを組織化するための仕組みづくりであり、技術ロードマップを超えた「イノベーション・ロードマップ」とでも言って然るべき仕組みである。もちろん、産業界のコミットメントを高めるといっても、最終市場で競合する各国の企業の能力を糾合するのは容易ではない。だからこそ、欧州委員会にとっては競争前段階にある技術の共同研究開発こそが、産業界のコミットメントを得るための数少ない手段のひとつとなる。

ただし、共同研究開発による技術的成果が標準化と結びついてくると、共同研究開発のアグレッシブな性格があらわになり、産業界のコミットメントを得やすくなる。すなわち一方では、EU域外に対して当該標準を拡張して技術成果の収益化を最大限に図るインセンティブが産業界に働く。他方では、EU域内に対して“外敵”から市場を守る参入障壁として当該標準を利用するインセンティブが産業界に働く。ゆえに、欧州委員会にとっては、FPのような競争前段階にある技術の共同研究開発において標準化を意識したオープン・イノベーション政策を打ち出すことが合理的なのである。EUにおける欧州委員会の役割が高



まるに従い、この傾向は一層強くなるであろう。また、標準化をともなうEUのオープン・イノベーション政策は、ますます新重商主義的・競争的通商政策の色彩が濃いものになっていくであろう。すなわち、それは“外敵”に対して“クローズド”な「オープン・イノベーション」政策である。

本稿ではEUにおける組込みシステムのオープン・イノベーションのメカニズムについて、超国家的レベルでの分析に終始してきた。しかし、チェズブロウが提示したように、オープン・イノベーションの分析レベルは重層的であらねばならない。EUにおける組込みシステムのオープン・イノベーションについては、産業コンソーシアムレベル、国家レベル、地域の産業クラスターレベルの活動が確認されている。各々のレベルにおけるオープン・イノベーションの実態を総合していく作業が、今後の課題である。

【謝 辞】本稿の作成にあたっては、三人の匿名の査読者による有益な助言を頂いた。記して感謝したい。

#### 参考文献

- ARTEMIS SRA WG. (2006) . *ARTEMIS Strategic Research Agenda*, ARTEMIS.
- ARTEMIS-IA and ARTEMIS-JU. (2010) . *ARTEMIS Magazine*, March 2010. No.6.
- ARTEMISIA. (2008a), “ARTEMIS: A step further For European R&D Initiatives”, *ARTEMIS Magazine*. March 2008, No. 3, ARTEMISIA Office.
- ARTEMISIA. (2008b). “How to submit an ARTEMIS proposal”, Presentation material at Information Day. Brussel, 21<sup>st</sup> May 2008. ARTEMISIA Office.
- ARTEMISIA. (2008c). “Building ATREMIS, ARTEMISIA and ARTEMIS-JU”, presentation material presented by Dr. Jan Lohstroh. June 30, 2008. ARTEMISIA Office.
- ARTEMISIA. (2006). *Artemisia Supplementary Agreement*, execution copy. November 3, 2006. ARTEMISIA Office.
- Buckley, P. J., Casson, M. (1976). *The Future of Multinational Enterprise*. London: Macmillan (清水隆雄訳『多国籍企業の将来(第2版)』文眞堂、1993年)
- Chandler, A. D., Jr. (1977). *The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business*, Harvard University Press. (鳥羽欽一郎・小林袈裟治訳『経営者の時代：アメリカ産業における近代企業の成立』東洋経済新報社、1979年)
- Chandler, A. D., Jr.(1990). *Scale and Scope: The Dynamics of Industrial Capitalism*. Boston: Harvard University Press . (安部悦生・川辺信雄・工藤章・西牟田裕二・日高

- 千景・山口一臣訳『スケール アンド スコープ：経営力の国際比較』夕斐閣、1993年)
- Chesbrough, H. W. (2003). “The era of open innovation”, *Sloan Management Review*. 44 (3): 35-41.
- Chesbrough, H. W., Vanhaverbeke, W., West., J. eds., (2006). *Open Innovation: Researching a New Paradigm*. Oxford: Oxford University Press.
- Chesbrough, H.W., Teece, D. J. (1996). “When is virtual virtuous? Organizing for innovation”, *Harvard Business Review*. 1, (Jan-Feb): 65-73.
- Cooke, P. (2005). “Regionally asymmetric knowledge capabilities and open innovation: Exploring ‘Globalisation 2’—A new model of industry organisation,” *Research Policy*. 34 (8) (October): 1128-1149.
- European Commission. (2005). “Report on European Technology Platforms and Joint Technology Initiatives : Fostering public-private R&D partnerships to boost europe’s industrial competitiveness”. *Commission Staff Working Document*. SEC.
- European Commission. (2007). *Third Status Report on European Technology Platform – At the Launch of FP7*, March 2007, European Communities.
- European Commission. (2009). *Forth Status Report on European Technology Platforms – Harvesting the Potential*, August 2009, European Communities.
- European Commission. (2010). *Communication from the Commission: Europe 2020 A Strategy for Smart, Sustainable and Inclusive Growth. March 3, 2010*. Brussels: European Commission.
- Gassmann, O., Enkel, E., Chesbrough, H. (2010). “The future of open innovation”, *R&D Management*. 40(3): 213-221.
- Gawer, A., Cusmano, M. (2002). *Platform Leadership, How Intel, Microsoft, and Cisco Drive Industry Innovation*. Boston: Harvard Business School Press. (小林敏男監訳『プラットフォーム・リーダーシップ：イノベーションを導く新しい経営戦略』有斐閣、2005年)
- Hobday, M. (1998a). “Product complexity, innovation, and industrial organization”, *Research Policy*. 26 (6): 689-710.
- Hobday, M. (1998b). “Product complexity, innovation, and industrial organization”, *Working Paper*. Complex Product Systems Innovation Centre, Cops Publication No. 52, pp. i-38.
- Hayek, F. A. von. (1937). “Economics and Knowledge”, *Economia* (New Series). 4: 33-54.
- IDEA Consult (2008). *Evaluation of the European Technology Platforms (ETPs): Request for Services in the Context of the DG BUDG Framework Service Contracts on Evaluation and Evaluation-related Services*, Ref. nr.: BUDG06/PO/01/Lot 3, IDEA Consult.

- Juliussen, E., Robinson, R., edited by Bogdanowicz, M., Turlea, G. (2010). *Is European in the Driver's Seat? The Competitiveness of the European Automotive Embedded Systems Industry*. European Commission Joint Research Centre.
- Kline S., Rosenberg, N. (1986). "An overview of innovation," in: Landau, R., Rosenberg, N., eds. *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*. National Academy Press.
- Lamoreaux, N. R., Daniel M. G. Raff., Temin, P. (2003) . "Beyond markets and hierarchies: Toward a new synthesis of American business history", *American Historical Review*. 108 (April): 404-433.
- Langlois, R. N. (2003). "The vanishing hand: the changing dynamics of industrial capitalism", *Industrial and Corporate Change*. 12(2): 351-385.
- Langlois, R. N. (2004). "Chandler in a Large Frame: Markets, Transaction Costs, and Organization Form in History". *Enterprise and Society*. 5(3): 355-375.
- Langlois, R. N., Robertson, P. L. (1995), *Firms, Markets and Economic Change: A Dynamic Technology of Business Institutions*. Routledge.
- Lundvall, B. A. (1985). *Product Innovation and User-Producer Interaction*. Aalborg University Press.
- Lundvall, B. A. (1988). "Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation," in Dosi, G. et al., eds. *Technical Change and Economic Theory*. Pinter Publisher
- Lundvall, B. A. (1992). *National System of Innovation: Towards a Theory of innovation and Interactive Learning*. London: Pinter
- Nelson, R. R. ed., (1993). *National Innovation System: A Comparative Analysis*. NY : Oxford University Press.
- Nonaka, I., Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press (邦訳：野中郁次郎著、竹内弘高著、梅本勝博訳 (1996) 『知識創造企業』東洋経済新報社)
- OECD. (2008). *Open Innovation in Global Networks*. OECD, Paris.
- Piore., M. J., Sabel, C. F. (1984). *The Second Industrial Divide: Possibilities for Prosperity*. New York: Basic books (山之内靖・永易浩一・石田あつみ訳『第二の産業分水嶺』筑摩書房、1993年、)
- Richardson, G. B. (1972). "The Organization of Industry," *Economic Journal*. 82, pp. 883-896.
- Rothwell, R. (1992). "Successful industrial innovation: critical factors for the 1990s", *R&D Management*. 22 (3): 221- 240.
- Sabel, C. F., Zeitlin, J. (2004). "Neither Modularity nor Relational Contracting:

- Inter-Firm Collaboration in the New Economy” *Enterprise and Society* 5 (3): 388-403.
- Saxenian, A. (1994). *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Sztipanovits, J., Stankovic, J. A., Corman, D.E., eds. (2009). “Industry-academy collaboration in cyber physical systems [CPS] Research. V.1 :Aug 31, 2009, *White Paper*.
- Teece, D. J. (1984). “Economic Analysis and Strategic Management“, *California Management Review* 26(3): 87-110.
- Teece, D. J. (1988). “Technical Chnge and the Nature of the Firm”, in Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G., Soete, L. eds., *Technical Change and Economic Theory*. London, Pinter, pp. 256-281.
- von Hippel, E. (1986). “Lead users: A source of novel product concepts” *Management Science* 32 (7): pp. 791–805.
- von Hippel, E. (1988). *The Source of Innovation*. New York: Oxford University Press.
- von Hippel, E. (2005). *Democratizing Innovation*. MIT Press (邦訳：サイコム・インターナショナル監訳「民主化するイノベーションの時代」ファーストプレス)
- 今井賢一 (1990) 『情報ネットワーク社会の展開』筑摩書房
- 木村英紀 (2009) 『ものづくり敗戦：「匠の呪縛」が日本を衰退させる』日経プレミアムシリーズ
- 真鍋誠司・安本雅典 「オープン・イノベーションの諸相：文献サーベイ」『研究 技術 計画』25(1): 8-35.
- (財) 日本自動車研究所 (2010) 『自動車電子システムの海外調査報告書』日本自動車研究所