

論 説

組込みシステムの共同研究開発と標準化

欧州技術プラットフォームの分析

徳 田 昭 雄

目 次

はじめに

1 共同研究開発活動としての欧州技術プラットフォーム

2 ETP の JTI としての ARTEMIS

3 ARTEMIS の概要

3-1 ビジョン共有, SRA の策定と実施

3-2 ARTEMIS のビジョンと戦略的研究アジェンダ

3-3 ARTEMIS の組織と研究プロジェクト

おわりに

は じ め に

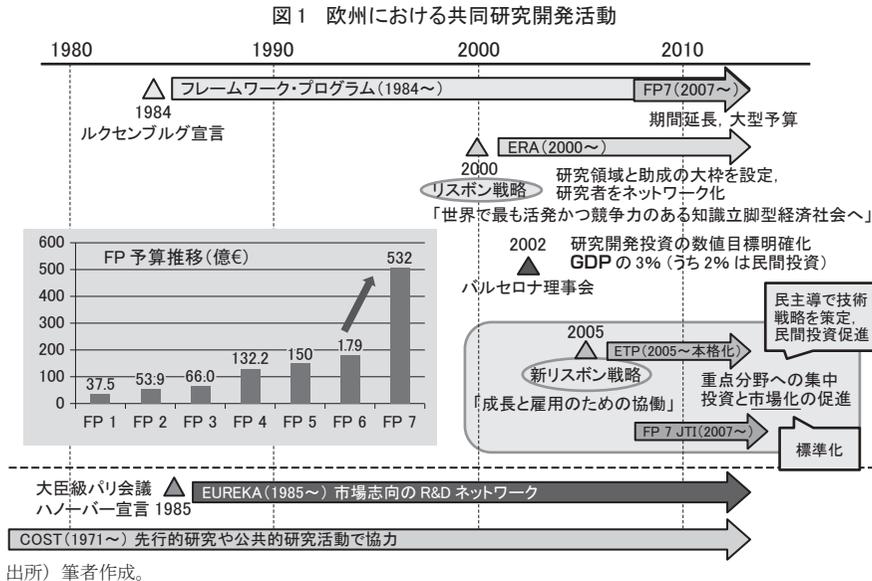
電子機器を内蔵するあらゆる製品に組込みシステムの応用領域の拡大が見込まれる中で、2009 年 EU は、航空宇宙や自動車、家電や携帯電話など組込みシステム全般を対象としたより広範囲なイノベーション環境の構築に向けた取組みを開始した。その代表的なものが、組込みシステムの研究開発や標準化、さらには知的財産管理や情報公開政策、産学連携、国際協力を推進する ARTEMIS (Advanced Research & Technology for Embedded Intelligence and Systems) の活動である。ARTEMIS は、民間企業主導による研究開発投資の増大に向けて EU 全体の科学技術政策を立案・実施するためのディスカッション・ネットワークのひとつであり、「組込みシステムの開発環境と普及環境の整備」について、産業横断的なオープン・イノベーションを促進する超国家レベルの仕組みである。

筆者はこれまで、欧州の自動車分野における組込みシステムの開発・普及プロセスを調査してきた (e.g. 徳田 2010a, b, c ; 徳田 2009a, b, c, d)。そこでは、欧州には様々なレベル (企業, コンソーシアム, 地域, 国家) において、組込みシステムの開発・普及を促進する重層的なオープン・イノベーションの存在が明らかにされた。また、様々なレベルの取り組みをを有機的・長期的に連動させるメカニズムが浮き彫りになってきている。例えば EU では、産業レベルのコンソーシアムの活動が EU レベル (EUREKA プログラムやフレームワーク・プログラム : 以下 FP) や国家レベルで示される技術ロードマップ、技術ロードマップに基づいて策定される標準化政策、産官学連携政策、研究開発政策、中小企業育成政策等と有機的に連動している。

本稿は、このような一連の調査・分析の一環として、組込みシステム分野において EU が実施している超国家レベルの共同研究開発プロジェクト ARTEMIS の活動を考察する。

1 共同研究開発活動としての欧州技術プラットフォーム

EU には、主要な 3 つの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)、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) イニシアチブである (図 1 参照)。



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寄り、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での先行研究を中心に行っている。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 EUREKA 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。産業政策の一環として、EU の方針に基づき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中心に行っている。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、必要な人材育成、研究ネットワークなど研究開発環境の整備を強化するという、包括的な仕組みになっている。

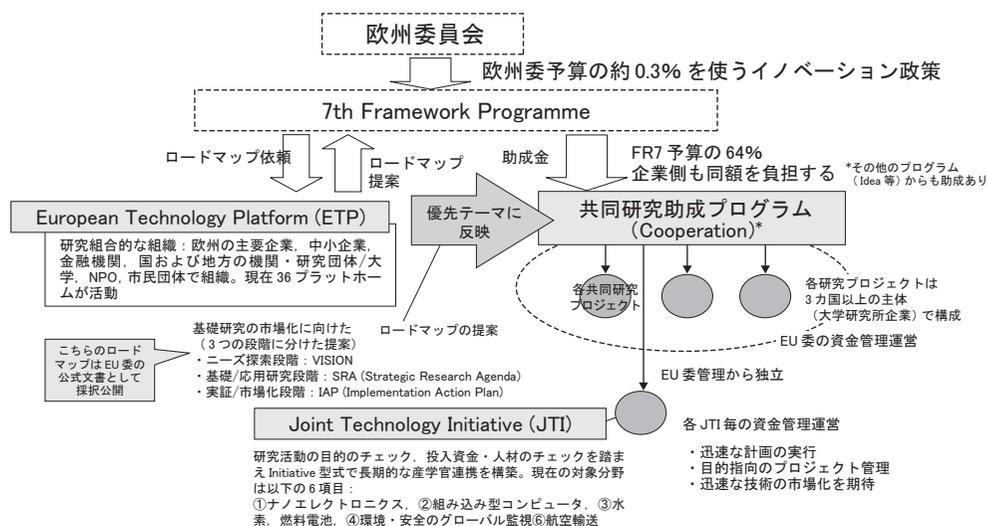
EUREKA では、応用研究や実用化に向けた開発研究が行われている。活動主体は企業や業界団体である。参加者は自らのニーズに合わせてテーマを提案し、他国の研究パートナーとコンソーシアムを形成して市場指向型の開発を行う。そういう意味において、FP とは対照的に、ボトムアップ型の共同研究開発と描写されることが多い。共同研究開発の資金は、参加国の政

府によって賄われる。

これら3つの活動に加えて、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地域（ERA）構想を受け、2002年に欧州委員会により提案された共同研究開発に対する新たなアプローチが欧州技術プラットフォーム（European Technology Platform：以下ETP）である。ETPは、欧州の産業の競争力強化を目的として、産業界との協働を強く意識した新しいアプローチである。ETPは、産業界主導により特定技術分野の関係者を束ねたディスカッション・ネットワーク¹⁾を組織する。そして、当該分野の①ビジョンを共有し、②戦略的研究課題（strategic research agenda：SRA）を策定し、③そのSRAを実行する。ETPの実行主体はあくまで産業界を中心とした参加者であり、欧州委員会はオブザーバー的な役割を果たすに過ぎないという意味においてボトムアップ型の共同研究といえる。

2005年の新リスボン戦略とともに、欧州委員会は「ETPと共同技術イニシアチブに関するレポート（Report of European Technology Platforms and Joint Technology Initiatives）」を発表した。そこには、ETPをFP（cooperation）²⁾の実現手段としてFP7（2007年開始）から新たに導入された共同研究開発の形態「共同技術イニシアチブ（joint technology initiative：以下JTI）」の戦

図2 欧州の共同研究開発プログラムとETP・JTIの関係



出所) (財)自動車研究所 (2010)。

1) ネットワークには、企業や研究機関、大学、金融機関、消費者団体、規制団体、NGO、各国政府、地方自治体が含まれる。
 2) FPの支援のカテゴリーには、優先分野別の共同研究開発プロジェクトに助成する Cooperation、学術基礎研究に支援する Idea、研究人材の育成に助成する People、研究開発のためのインフラストラクチャに助成する Capacity、欧州委員会直属の7研究機関へ助成する JRCがある。ETPと最も深い関わりをもつカテゴリーが、Cooperationになる。

略基盤に利用する意図を読み取ることができる³⁾。すなわち、ボトムアップ的に ETP において共有されたビジョンと策定された SRA は、従来トップダウン的な特徴をもっていた FP の共同研究開発課題のセレクション・プロセスに織り込まれ、その実行主体である JTI に反映されることになる。また FP7 から導入された JTI は、新リスボン戦略にもとづいて欧州全域の研究開発活動と産業界との強いリンクの構築を意図していることから、「公・民パートナーシップ (Public Private Partnership: PPP)」による共同研究開発の実行手段になっている。そのため、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資金調達メカニズムになっている。こうして FP は、トップダウンの特徴とボトムアップの特徴を併せ持った包括的かつ柔軟なプログラムとして、EU の超国家的なオープン・イノベーションを担うようになっている (図 2 参照)。

2 ETP の JTI としての ARTEMIS

欧州委員会 (European Commission, 2009) 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 SRA を提出している (表 1 参照)⁴⁾。ETP の急増は、分散している欧州の研究体系の改善という本来の ETP の目的に対して逆効果となることが考えられる。このため、新たなプラットフォームについては既存プラットフォームとの重複を避け、協力のニーズについて特定することが重要課題である。

34 のプラットフォームでは、共通の「ビジョン」について合意し、SRA を策定している。

表 1 ETP の分野

革新的医療	建設技術
医療ナノ技術	次世代製造技術
生活のための食物	ロボティクス
森林関連技術	環境対応化学
世界的動物の健康	太陽電池
次世代植物	無公害化石燃料発電所
給水・公衆衛生技術	バイオ燃料技術
移動・ワイヤレス通信	スマートグリッド技術
ネットワーク化ソフトウェア・サービス	風力発電技術
メディアのネットワーク化・電子化	水素・燃料電池
組込みインテリジェントシステム	鉄道研究諮問委員会
統合スマートシステム技術	自動車交通研究諮問委員会
フォトリソグラフィ	航空工学研究
ナノエレクトロニクス	水上輸送技術
次世代繊維・衣料品技術	産業の安全技術
金属技術	宇宙技術
先端エンジニアリング材料・技術	統合衛星通信

出所) 筆者作成。

3) European Commission (2005)。

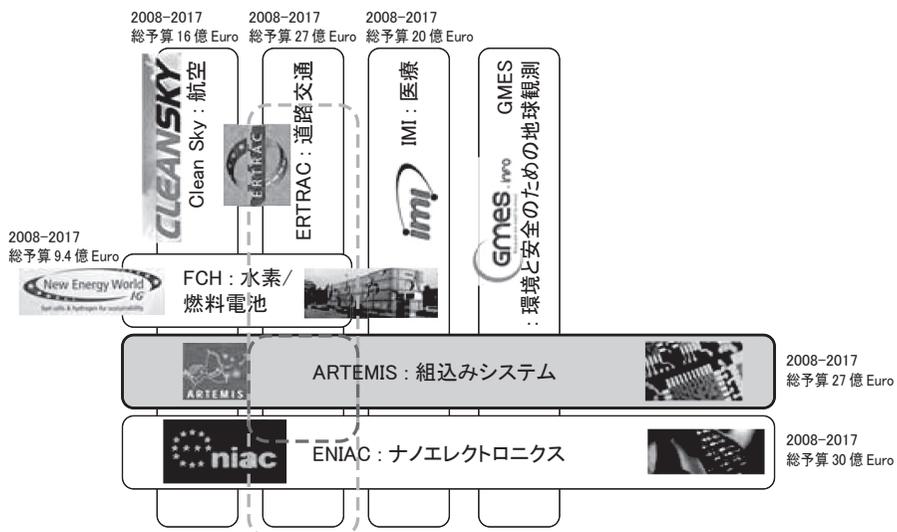
4) < http://cordis.europa.eu/technology-platforms/individual_en.html > 参照。

そしてほとんどの ETP では、ステークホルダー・フォーラム、運営委員会（理事会）、諮問グループ、作業グループなどの組織構造が確立されている。そのほか多くの ETP で、コミットメントの程度は様々であるが、主要ステークホルダーによる公式な契約締結も行われている。また、プラットフォーム参加国ミラーグループもほとんどの ETPs で設立されている。ミラーグループは、通常、参加国により任命された専門家により構成されており、ETP とそれを補完する国家レベルの活動間の効率的な双方向インターフェイスを提供しコーディネートすることを目的としている。政府など、国家レベルの公的機関のプラットフォームへの参加コミットメントの重要性を考慮して設定される。自国の産業や研究及び学術機関にとってより必要とされる ETP に焦点を当て、そのプロモーターや技術の消費者として関与することにもなる（European Commission, 2007）。

さらに ETP の中でも、特に将来の戦略的技術分野として生産性や産業競争力の強化を図るべく、ARTEMIS をはじめ、ナノエレクトロニクス分野の ENIAC（European Nanoelectronics Initiative Advisory Council）、革新的医薬（IMI）、航空学と航空輸送（Clean Sky）、燃料電池・水素（FCH）、環境安全のためのグローバル監視（GMES）の 5 つの分野が JTI（Joint Technology Initiative）に選定されている⁵⁾（図には交通分野の ETP である ERTRAC と、欧州宇宙機関 ESA からの予算獲得となった環境安全のためのグローバル監視：GMES を編入している）。JTI の対象になるには、以下の要件が必要になる。

- ① SRA 実施のために、産業界が資金的・人的な貢献を宣言していること

図 3 6 つの JTI



出所）筆者作成。

5) < http://cordis.europa.eu/fp7jtis/home_en.html >

② SRAの実施期間が長くFP7計画の期間（7年）を超えたものであること（長期計画）

③ 対象とする技術分野の研究費用が大規模であり、リスクが高いこと

5つのJTIは、EUおよび参加企業各社から2008年から2017年の10年間で総予算100億ユーロを越える規模の資金を調達し運営されている。JTIに認定されたテーマは、欧州委員会ではなくJU（Joint Undertaking）が管理を行う。これにより、テーマ遂行の機動力・柔軟性が保たれる。

3 ARTEMISの概要

それでは組込みシステム分野において設置されたETPのJTIとしてのARTEMISの概要（ビジョン、戦略、組織、プロジェクト）を紹介していくことにしよう。

3-1 ビジョン共有、SRAの策定と実施

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型システムにおいて、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、十分な投資の欠如により、競争優位が脅かされつつある。ARTEMISは、欧州の競争優位を維持し、新興市場における潜在性の実現を目指すイニシアチブである。この設立の背景には、電気機器やソフトウェアの進化に伴い、製品やインフラへの組込みシステムの応用が急速に進みつつある上、組込みソフトウェアによる最終製品への付加価値が、その製品コストに比べ桁違いに大きいという事実がある。また、ハードウェアの技術能力は急速に進歩しており、デザイン生産性を大きく上回っている。ARTEMISは、この生産性のギャップを埋めることも目標としている（European Commission, 2007）。

2004年に設立された当初のARTEMISでは、ハイレベル・グループ（High-Level Group）と呼ばれる当該分野の各企業の経営陣が協業で今後10年以上に渡る長期的なビジョンの共有化が図られる。次いで、共有されたビジョンに対応した重点開発領域の決定および長期の技術目標や開発スケジュールを織り込んだSRA（Strategic Research Agenda）がSRAワーキング・グループによって練られる。ワーキング・グループでは、具体的な技術テーマ間の優先度順位分析（Priority Analysis）が行われ、エキスパート・グループ（Expert Group）⁶⁾によってより詳細な技術ロードマップが提示される（なお、各ワーキング・グループで選定された研究ドメインのクラスタとその概要については章末 捕捉1「研究ドメインのクラスタとその概要」参照）。ここでは、タイムスパンの違いに応じて、5年または10年計画のMASP（Multi-Annual Strategic Plan）、2年計

6) ARTEMISには、3つの研究ドメイン毎にエキスパート・グループを設置している。RDA（Reference Designs and Architectures）グループのチェアマンはウィーン工科大学のH. コベッツ教授（詳細は徳田（2009d））、SCM（Seamless Connectivity & Middleware）はCEAのJ-L. Dormoy、DMT（Design Methods and Tools）のCo-Chairは、SMEからEsterelのE. BantegnieとIMECのJ. Vounckx。

画の研究課題（Research Agenda）、1年ごとの研究計画である 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15%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15%短縮すること、標準化により異なる産業分野間で同じシステムが使用できるようになることを促す、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）へと進み、IAP（Implementation Action Plan）にもとづいて SRA が実行に移される。

3-2 ARTEMIS のビジョンと戦略的研究アジェンダ

ARTEMIS のビジョンは、組込み型システム技術の発展、またその産業やサービスセクターに留まらない大規模な応用により、すべての電気機器が自律したリソースによりデジタル化され、通信が可能になることである。そのためには、少なくとも米国やアジアに匹敵するだけの投資を集中して行う必要があると ARTEMIS は指摘している。また、2016年までに世界の組込みシステムの50%以上が ARTEMIS の成果にもとづくものにする等の野心的なターゲットを打ち立てている（ARTEMIS SRA WG, 2006）。

ARTEMIS は、必要な焦点を明確にするために、次のようなハイレベル・ターゲットを2016年までに達成すると定めた。

- 世界中で配備される組込みシステムの50%を ARTEMIS の成果に基づくものにし、組込みシステム用のハードウェア、ソフトウェア、およびシステム設計を含めて、ARTEMIS が確立したエンジニアリング法で開発されたものにする。
- ARTEMIS は、欧州市民用に構想されている「アンビエント・インテリジェント環境」（家庭で、旅行中に—各種モードで、仕事場で、公共スペースで、……）間でシームレスな相互運用性の実現に必要なクロス・ドメイン接続性とコミュニケーション能力を獲得する。
- ARTEMIS の後援のもとで、構想から設計、製造、納品、支援に至る組込みシステムのサプライ・チェーンに携わる欧州の SME の数を、現在の2倍にする。
- ユーザー要件からシステム設計を経てシステム・オン・チップ生産に至る組込みシステムの開発を支援するために、ARTEMIS の成果に基づく欧州製ツールの統合チェーンを完成させる。
- ARTEMIS は、マイクロプロセッサ、デジタル信号処理、およびソフトウェア無線に対してパラダイム転換を迫るようなラディカル・イノベーションを少なくとも5件生み出す。イノベーションの一般的指標として、ARTEMIS に携わる欧州の企業が取得する年間関連特許数を2倍にする。
- 2016年までに、欧州研究インフラおよび教育システムが、ARTEMIS の推奨に基づいて、

デザインスキルに関する組込みシステム業界のニーズを迅速かつダイナミックに発展・支援する能力を開発していること。主要な教育プログラムと技術取得プログラムによって、2年以内に新しいスキルをもった技術者を養成する。

- 潜在的可能性と実際の能力との間のデザイン生産性ギャップ (design productivity gap) を埋めるために、ARTEMIS は以下を実行する。
- ・システム設計コストの 50% を低減する。成熟した製品群 (product family) 技術によって、全ての人工物をより高いレベルで戦略的に再利用可能になるとともに、コンポーネント技術によって、組込みシステムのアセンブリを掌握することができる。
 - ・開発サイクルの 50% 削減を達成する。デザインの卓越性について目指すところは、確認、検証、認証 (Validation, Verification and Certification) を含めて、2016 年までに “right first time, every time (最初から、いつも正確)” という目標を達成することである (現在と同等ないし、それより高い標準に向けて)。
 - ・複雑さ 100% 増にたいしては、20% 減の努力で対処する。設計プロセスの不確実性を管理し、ライフサイクルを通して独立ハードウェアおよびソフトウェアの品質改善を維持する能力が、決定的に重要になる。
 - ・変更後の再確認と再認証に必要な努力と時間を 50% 減らして、それらが機能性の変化と線形的に関連づけられるようにする。
 - ・組込みシステム・デバイスをクロス・セクションに再利用する。ハードウェアであれソフトウェアであれ、例えば自動車や航空宇宙、工業製品に利用される相互運用性のあるコンポーネントは、ARTEMIS の成果を使って開発する。

さて、組込みシステムの場合、システムが顧客向けに設計されているので、顧客にとって高い付加価値があり、個々のプロジェクトや製品も利益性が高い。他方、その市場は否応なく分断 (fragmented) される。これがサプライヤ業界の分断と研究技術開発投資の分断を生み出していた。ARTEMIS の戦略は、この分断を克服して技術開発の効率を高めると同時に、組込みシステム技術の供給分野で競争力のある市場の確立を促進するために構想されている。

そういうわけで、ARTEMIS のアプローチは、アプリケーション部門間の障壁を無くし、創造性を刺激し、多領域で再利用できる成果を産み出すところにある。組込みシステムは、対象となる製品やそれを利用する顧客のニーズに適応した設計を行う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、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。この分断化の課題の克服と高い付加価値を創出すべく ARTEMIS の SRA では、研究プロジェクトのテーマを決定する際に、2つの軸によってプロジェクトを分類している。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 (Application Contexts) と研究領域をあらわす研究ドメイン (Research Domain) である。そして、プロジェクト間の優先順位付けや互換性の確保を実施することによって、限られた予算の中で世界トップレベルの研究成果を創出しようとしている（補捉1を参照）。

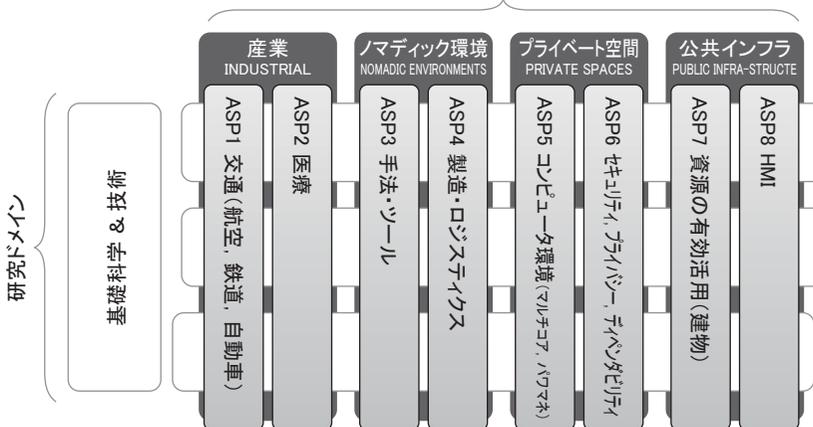
1) アプリケーション・コンテキストの特定

ARTEMIS のアプローチでは、リファレンスアーキテクチャを定めている。アプリケーション・コンテキストは、組込みシステムの応用にあって技術的に共通の基盤をもつ産業部門を4つのアプリケーション領域にまとめ、他の領域と区分するものである。4つの領域とは、

- ① 産業システム：大規模かつ複雑で、安全性が決定的に重要なシステム。自動車、航空宇宙、製造、および特異的な成長領域、例えば生物医学を含む。
- ② ノマディック環境:変動し、移動する環境の中でコミュニケーションが得られる装置で、移動中の情報とサービスへのアクセスをユーザーに提供する。例えば、PDA や携帯システム。
- ③ プライベートスペース（私的空間）：楽しみ、快適さ、福利、安全性を増加するためのシステムや、解決策を提供するスペース。家庭、自動車、オフィス等。
- ④ 公共インフラストラクチャ：空港、都市、幹線道路等の大規模インフラストラクチャ。大部分の市民に恩恵のあるシステムとサービスの大規模な配備を含む(通信ネットワーク、移動性の向上、エネルギー分配、インテリジェントビル等)。

である（図4参照）。ARTEMIS はアプリケーション部門全般にわたり最大限の共通性を求めるが、領域が異なれば開発すべき技術に対する要求も異なることが認識されている。コンポー

図4 ARTEMISのアプリケーション・コンテキスト
アプリケーション・コンテキスト



出所) ARTEMIS SRA WG (2006) 等の資料をもとに作成。

ネットの選択とコンフィギュレーションは、特定のアプリケーション領域のニーズに合わせて作られる。

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) としての特定領域のアプリケーション内部で利用されている組込みシステムが他のアプリケーション領域とのネットワーク化を余儀なくされてくると、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っていく。したがって、イノベーションの管理には領域間の相互依存性の排除が不可欠である。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、領域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、コンポーネントを組み合わせることで特定アプリケーションに望ましいシステムデザイン・プロセスの実現が可能になる。

これらのコンテキストの各々の技術要件を分析することによって、異なるアプリケーション・コンテキストに通じる共通特性をもつ具体的な障壁を特定できる。また、コンテキスト間の障壁の解決に向けて、様々な業界で活躍している開発技術者が共同で研究に取り組むことが可能になる。その結果、研究成果の再利用が顕著になり、投下された研究努力に対して高いリターンが得られることが期待できる(章末 捕捉 2 「コンテキスト別 組込みシステム導入の目的」参照)。

2) 研究ドメイン・共通技術の設定

「既存の市場の構造および科学技術の世界の構造の中で科学技術のニーズに少しずつ取り組むというのであれば、分断化問題は解決しない」、との認識に立って、ARTEMIS 戦略は、広範囲の応用部門全般にわたり、付加価値の高い開発をサポートする共通技術を確立することである。主要なアプリケーション・コンテキストを特定した上で、ARTEMIS の戦略は、研究ドメイン (Research Domain) と称してアプリケーションに関する共同研究および組込みシステムのメソッド、ツール、技術に関する共同研究と、一般技術と特定技術の識別を行っている。研究ドメインは、各プロジェクトにおける成果が何に貢献できるかという観点から、3つの研究領域に分けられている。すなわち、レファレンスデザイン・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)、システムデザイン・メソッドとツール (System Design Methods & Tools) である。前節でみたように、開発対象となるアプリケーション・コンテキストが異なっても (i.e. インダストリアル、ノマディック環境、プライベート空間、公共インフラストラクチャ)、標準化できる技術領域を定めることで、研究の効率化や互換性の向上を狙っている。

ARTEMIS の戦略は、広範囲のアプリケーション部門全般にわたり、付加価値の高い開発をサポートする共通技術を確立することである。

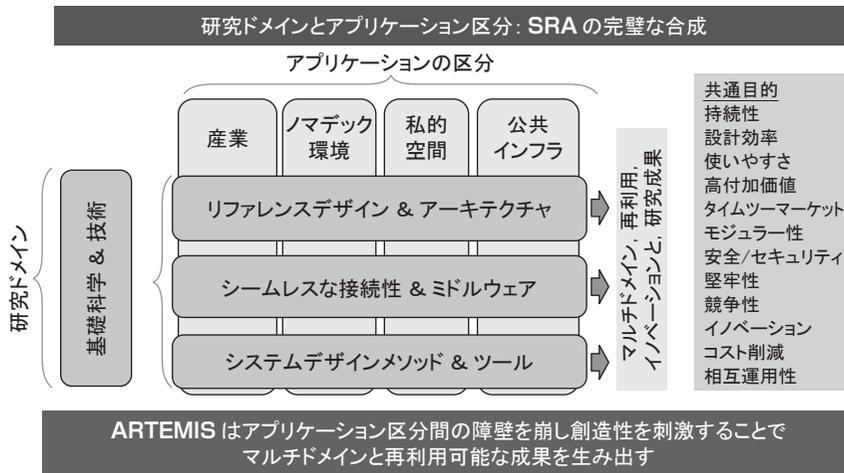
① リファレンス設計とアーキテクチャ (Reference designs and architectures) : 一定の応用

範囲で複雑な課題に取り組み、市場部門間に共働関係を築き上げる標準的な構造的アプローチを示すリファレンス設計

- ② シームレス接続性とミドルウェア（Seamless connectivity and middleware）：シームレス接続と広範囲にわたる共同利用性によって新しい機能性と新しいサービスをサポートし、周囲にインテリジェント環境を築くことができるようにするミドルウェア
- ③ システム設計メソッドとツール（Design methods and tools）：設計開発を促進するためのシステム設計メソッドと関連ツール基礎科学から導き出される、実効性のある一般技術

以上のように、4つのアプリケーション・コンテキストと3つの共通技術を組み合わせて、ビジョンの実現に向けた ARTEMIS の SRA が構造化されている（図5参照）。

図5 ARTEMISの研究ドメイン



出所) ARTEMIS (2006) を参照して筆者作成。

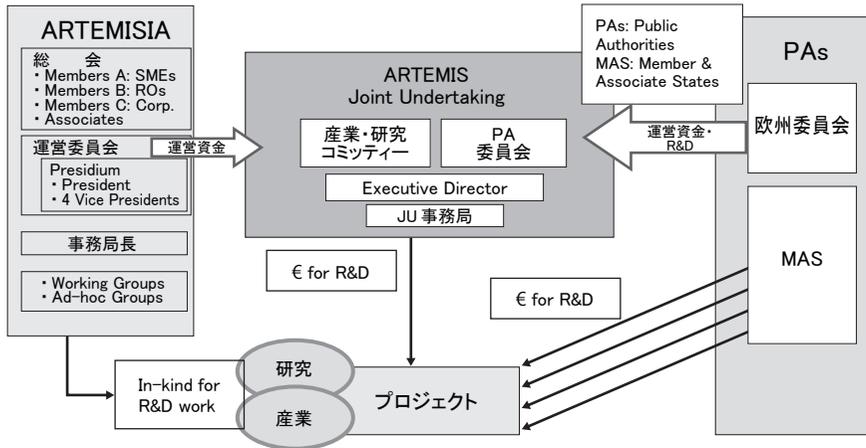
3-3 ARTEMIS の組織と研究プロジェクト

1) ARTEMIS の組織と研究開発資金の流れ

JTI に認定されている ARTEMIS は、ETP を引き継ぎ JTI の活動を実施する組織として 2009 年から 2017 年までの 9 年間に総額約 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%、EC（欧州委員会）が 16% を拠出する見通しである。実際に研究開発費の分配などを実施する法的組織（Art. 171 EU Treaty）として、2008 年 2 月に ARTEMIS JU（ARTEMIS Joint Undertaking）が設立されている。

図 6 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

図 6 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。

Authorities) の間に立つて調整機能を果たす組織である。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。

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 (Daimler)、ノキア (Nokia)、フィリップス (Philips)、ST マイクロエレクトロニクス (STMicroelectronics)、ターレス (Thales) 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で、共通のビジョンと組込みシステムの目標を設定するための評議会 (フォーラム) の機能を提供する。ここの成果は ARTEMIS の SRA に反映され、SRA は 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。SRA 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、欧州の公的な研究開発計画に影響を与えることになる。

ARTEMISIA には 3 つのメンバー区分があり⁷⁾、現在、200 以上の関係者が参加している。そのほか、12 の団体がアソシエイトメンバとして ARTEMISIA に登録されている⁸⁾。

7) Chamber A: 中小規模の企業 (62 社)、Chamber B: 大学・研究機関 (ミュンヘン工科大、ベルリン工科大、ブラウンシュバイク工科大学、CEA、INRIA、IMEC など 102 機関)、Chamber C: 大規模企業 (38 社)。() 内の数字は 2010 年 11 月現在。

8) Aerospace Valley (仏)、Akhela (伊)、ALMACG (仏)、BTC Embedded Systems AG (独)、Confederation of Danish Industries (デンマーク)、DSP Valley (ベルギー)、Electronics Knowledge Transfer Network (英)、Hungarian Association of IT Companies (IVSZ) (ハンガリー)、Minalogic (仏)、NICTA (豪)、SafeTRANS e.V. (独)、System@tic (仏)。

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 WG が設置されている。Spring Event 2010 で報告された各 WG の活動内容は以下の通りである。

1 SRA WG

- ・ SRA2010 の策定
- ・ SRA のスキーム（FP7, ARTEMIS JU, EUREKA, National）の検討
- ・ ARCADIA プロジェクトで、ERA との整合

2 SME Involvement WG

- ・ ARTEMIS, ARTEMISIA への SME の参加促進
- ・ Eurostars, CORNET, EraSME, また CoIE WG との連携

3 Center of Innovation Excellence & Ecosystems WG

- ・ ラベリングクライテリア、ストラクチャなどについて検討

4 標準化 WG

- ・ 標準化の進捗
- ・ EC 助成の ProSE（Promotion of Embedded Systems）との連携

5 教育・訓練 WG

- ・ オーケストラフェスタの実施
- ・ 欧州委員会助成の COSINE2 と連携

6 Success Criteria & Metrics WG

- ・ 経済的／社会的効果、市場における成功の観点から評価方法を検討中
- ・ 2011 年 3 月までに運営委員会に報告（欧州委員会も 2010 年に評価予定）

7 プロセス & ツール WG

- ・ コンテキスト共通のプロセス、ツールを検討

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、各国からの助成金によってその共同研究開発資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投資と EU 及び各国政府の公的な助成金が結び付けられているのである。

2) ARTEMIS の研究プロジェクト

① Call 2008

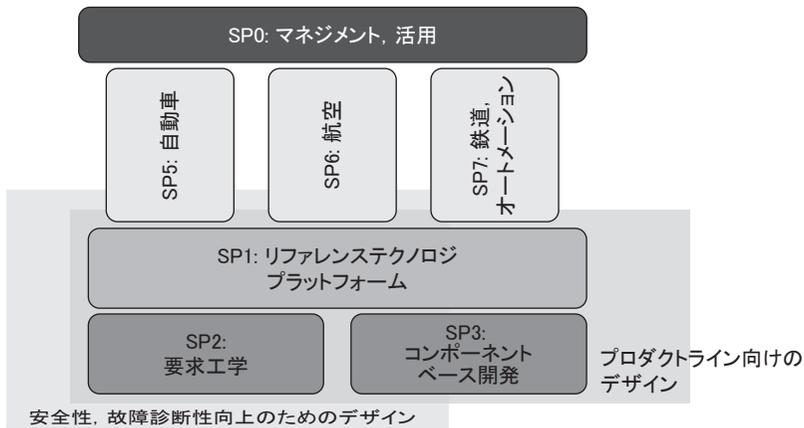
ARTEMIS JU によって ARTEMIS における最初の公募 Call 2008 の結果、2009 年から全

12 の研究プロジェクトが開始された。

そのうちのひとつ CESAR (Cost-efficient methods and processes for safty relevant embedded systems) について見てみると、CESAR は自動車や航空宇宙、医療など大規模かつ複雑で安全性が極めて重要なアプリケーションを対象とする。そして、ハードリアルタイムシステム向けのメタモデル、手法、ツールを開発し、開発工数を 30 ~ 40% 低減することを目指している。総予算は、2009 年 3 月からの 3 年間で 5,850 万ユーロ。CESAR には、自動車、航空、鉄道などの企業や研究機関、大学から成る 58 のパートナーが参画、コンテキストをまたいだ横断的 4 サブプロジェクトが設置されている (図 7 参照)。

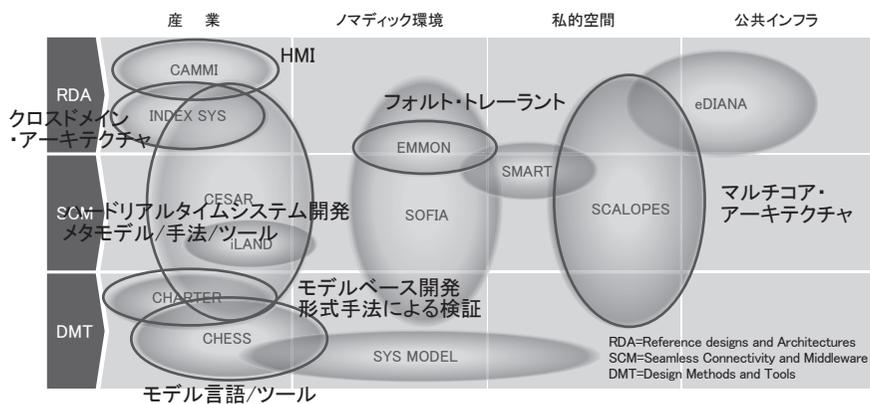
既述のとおり、ARTEMIS の SRA では、アプリケーション・コンテキストと ARTEMIS Sub-Programme (ASP) によって対象アプリケーションが定義される。ここで実際に公募さ

図 7 CESAR プロジェクトの構成



出所) CESAR HP <<http://www.artemisia-association.org/cesar>>より筆者作成。

図 8 Call 2008 における自動車に関連するプロジェクト



出所) ARTEMISISA HP <http://www.artemisia-association.org/artemis_ju_call_2008>

れたプロジェクトの中で、例えば自動車に係わるプロジェクトを見てみると、アプリケーション対象領域が異なるところにも関連性のあるプロジェクトが散在していることがわかる（図8参照）。将来的にクロス・インダストリアルなソリューションの提供が必要になってきた場合、共同研究開発の成果が産業全体の中でどのようにマッピングされるかを予め把握しておくことは、産業（場）のみならず世代（時）を越えた蓄積された技術の通用性や互換性、相互運用性を確保し、重複投資を避けるうえで有益な見通しを提供することになる。

② CALL 2009

Call 2009 では、65 の提案の中から 13 のプロジェクトが採択され、2010 年 1 月から順次開始されている（表 2 参照）。プロジェクトの詳細はそれぞれの Web サイトなどによる情報公開を待たなければならないが、自動車に関わると見られるのは、高信頼、高性能なマルチコア／マルチプロセッサに対応したアーキテクチャやツールの開発プロジェクト ACROSS や ASAM、自動車の本格的な電動化を睨んだ分散型のシステム開発プロジェクト POLLUX、自動運転に必要なロバストなシステムの ECU やセンサ／センサフュージョン技術を開発するプロジェクト R3-COP などである（図 9 参照）。

このほか、セキュリティやプライバシー、メンテナンスなど、日本の研究開発プロジェクトではともすれば実装上の問題として除外されがちな周辺の課題も、独立したプロジェクトとして採択されている点が注目される。これは、SRA の検討過程において組込みシステムに関わる技術課題が評価・選定され、網羅的・体系的な技術マップの作成が本章で見えてきたような仕組みとして担保されているからにはかならない。

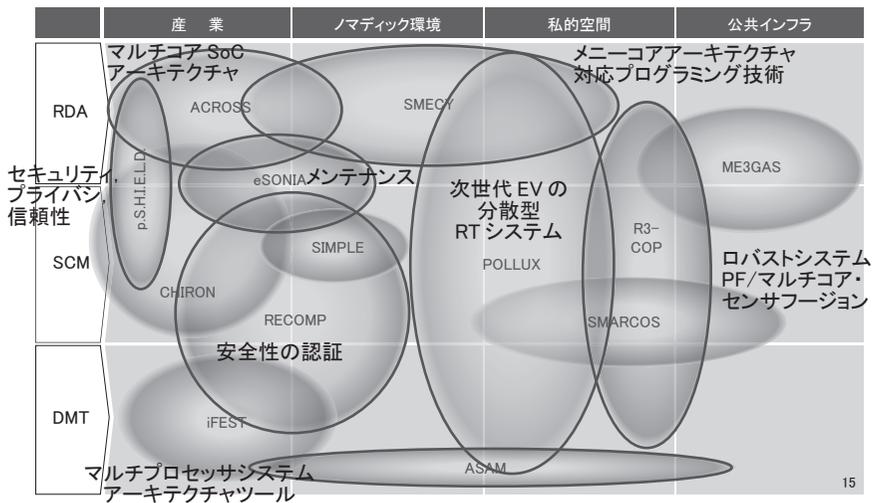
表 2 ARTEMIS JU Call 2009 で採択された 13 プロジェクト

名称	期間／予算	概要
ACROSS	Start: 1 April, 2010 Total cost: 16.1 M€ Duration: 3 Years	FP7 の GENESYS の成果をもとに組込用マルチコア SoC (MPSoC) のクロスドメインアーキテクチャの開発、FPGA に実装する。
ASAM	Start: 1 April, 2010 Total cost: 5.83 M€ Duration: 3 Years	ヘテロジニアスでマルチプロセッサの組込システム・アーキテクチャの自動合成とアプリケーション割付のプロセスを統一するためのメソドロジやツールチェーンを開発
POLLUX	Start: 1 March, 2010 Total cost: 33.3 M€ Duration: 3 Years	次世代 EV のための分散型リアルタイム組込システムの開発
R3-COP	Start: 1 March, 2010 Total cost: 18.3 M€ Duration: 3 Years	安全でロバストな自動装置のための、マルチコアアーキテクチャや、センサフュージョンなどロバストな周辺環境認識装置を採用したフォルトトレラントで高性能なプラットフォームを開発
SIMPLE	Start: 1 Sept., 2010 Total cost: 7.43 M€ Duration: 3 Years	センサや RFID 網の自動構成のためのミドルウェアプラットフォームの開発
p.S.HI.E. L.D.	Start: 1 March, 2010 Total cost: 5.4 M€ Duration: 1 Year	組込システムのセキュリティやプライバシー、信頼性に関するビルトイン機能の先導プロジェクト

名称	期間／予算	概要
iFEST	Start: 1 April, 2010 Total cost: 15.8 M€ Duration: 3 Years	複雑な産業用組込システムの開発ツールチェーンの構築, メンテのための統合フレームワークを規定, 開発
SMECY	Start: 1 February, 2010 Total cost: 20.5 M€ Duration: 3 Years	メニー (100s) コアアーキテクチャの適用のためのプログラミング技術の開発
SMARCOS	Start: 1 January, 2010 Total cost: 13.5 M€ Duration: 3 Years	組込システムの相互接続と相互運用に向けていくつかのパイロットシステムやプロトタイプを開発。2012年ロンドンオリンピックでもトライアル
CHIRON	Start: 1 March, 2010 Total cost: 18.1 M€ Duration: 3 Years	ヘルスケア関連
eSONIA	Start: 1 January, 2010 Total cost: 12.1 M€ Duration: 3 Years	メンテナンス (監視, 診断) 関係
ME3GAS	Start: 1 April, 2010 Total cost: 15.7 M€ Duration: 1 Year	省エネ, CO2 削減に資するスマートなガス計量器の開発

出所) ARTEMIS-IA and ARTEMIS-JU (2010)

図 9 Call 2009 における自動車に関連するプロジェクト



出所) ARTEMISISA HP <http://www.artemis-association.org/artemis_ju_call_2009>

おわりに

本稿では、EU による組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 の活動を、他の共同研究開発プロジェクトとの関係性や ARTEMIS のビジョン、戦略、組織、プロジェクトに着目して概観した。国家の壁を越え、産業の壁を越え、産官学の壁を越え、基礎研究と応用研究の壁を越えて、オープン・イノベーションの促進に努める EU の取組みの一端を把握することができた。

翻って ARTEMIS の技術領域に対応する米国のプログラムが、Cyber-Physical Systems

（CPS）である。米国では、すべての応用分野での製品実現に共通する基礎技術として CPS を定義し、新しい産業と雇用の創出、産学連携の新しい進め方に力点を置きはじめている。実用的な技術と基礎研究とを一体的に捉えて、組込みシステムの技術進化の方向性を見定めている仕組みを構築しつつある点において、欧米の取組みは日本のそれよりも一歩先んじているように思われる。今後は、EU の ARTEMIS とあわせて米国の CPS の活動を継続的に追いかけていながら、日本の組込みシステム分野の産業技術政策立案に資する情報を発信していきたい。

捕捉1 「研究ドメインのクラスタとその概要」

リファレンス設計とアーキテクチャに関するワーキング・グループは、ARTEMIS プラットフォーム構想に対する主要な研究課題として付表1に示す7課題を特定している。この7つの課題にもとづき、研究項目を156個定め、産業界からのヒアリングをもとに研究の優先順位評価を行っている。

付表1 ARTEMIS プラットフォーム構想の研究課題

No.	課題	内容
1	組込み性	汎用プラットフォームから得られるアーキテクチャは無制約な挙動無く、コンポーネント（サブシステム）から大型システムの構築をサポートする。
2	ネットワークとセキュリティ	コンポーネントは悪環境条件下でも信頼性等を遵守し、無線、有線手段で多重通信（チップ上～ローカルエリア～広域ネットワーク）を行う。
3	ロバスト性	システムは、ハードウェアのフォルト、設計上のフォルト、偶発的なフォルトなどが発生しても許容できるサービスを提供する。
4	診断とメンテナンス	汎用プラットフォームから得られる実例はコンポーネントの機能、性能のモニタリングを行い、故障したサブシステムを割り出す。
5	統合されたリソースマネジメント	将来の組込みシステムにおける電力や効率などのリソースマネジメント
6	進化可能性	汎用プラットフォームから得られる実例は、新たなユーザ要求事項や新技術を組み込む必要性や社会的な制約条件への適応をサポートする。
7	自己組織化	高度の目標を自立的に達成できるように、組込みノードのアセンブリは環境や内部状況を考慮して内部組織を適応させ、行動計画をサポートする。

出所）（財）日本自動車研究所（2010）

シームレス接続性とミドルウェアのワーキング・グループが定めた研究ドメインは、付表2に示された以下の6つクラスタである。

付表 2 シームレス接続性とミドルウェアで選定されたクラスタ

No.	ドメインクラスタ	概要
1	デバイス&プラント	航空電子工学, 自動車, 一部の製造業 (非重大), 防衛・安全保障, 電力グリッドのような公共サブ領域。 実際には現地ですは遠隔から監視し, 操作し, 保守し, 診断することができる技術システムがある時に該当。
2	クリティカル	航空電子工学, 自動車, 一部の製造業 (例えば, 核プラント), および一部の医療装置, 少なくともそのうち重大問題に係る部分
3	プライベートノホーム	健康, エネルギー, ビル・オートメーション, 大型家庭用品, 快適と健康, およびマルチメディアとゲームを含む, 多くのサブ領域
4	ノマディック	ノマディック自体が応用領域であり, それを構成するコンポーネントは, 必要なユニバーサル機能を提供するので, 他の領域の組み込みコンポーネントになることもできる。その意味で, ほとんど全ての領域が該当。
5	システムの中のシステム	二重系で防衛・安全保障領域 (の一部), 電力グリッドのような公共インフラストラクチャー。 将来は大規模保健システムと超大型の交通管理システム
6	アドホックコネク	自動車 (の一部), 航空電子工学では, ローカルな交通管理や, 例えば車車間または自動車とデジタル標識の間の検知と情報処理

出所) (財)日本自動車研究所 (2010)

デザイン・メソッドとツールのワーキング・グループでは, 「ツールリファレンスフレームワーク」を実施するためのメソッドとツールの要件が付表 3 に示されている。

付表 3 ツールリファレンスフレームワークのための要件

No.	大項目	中項目
1	アーキテクチャ・ツール	性能エンジニアリング
		環境モデリング
		機能的設計ツール
		システム・アーキテクチャ, 共同設計, 分配
2	設計, 実装および検証ツール	アプリケーション・ソフトウェアの設計と検証
		ハードウェア関連ソフトウェアの設計と検証
		アプリケーション・ソフトウェアのコード生成, IDE, コンパイラ……
		ハードウェアの設計と検証 (行動合成および信号完全性)
3	統合ツール	リアルタイム・オペレーティングシステム
		システムの統合とテスト
4	横断的ツール	シミュレーションおよびバーチャル試作
		認証, 安全プランニング
		要件およびトレーサビリティ管理 (使用事例を含む) および構成管理, メソッド, およびライフサイクル管理
		ツールの統合, フレームワーク……

出所) (財)日本自動車研究所 (2010)

メソッドとツールが有効に共同して作動することにより, 「エンド to エンドプロセスの最適化」を達成するために, 横断的な研究技術開発が必要とされる要件が付表 4 に示されている。

付表 4 エンド to エンド開発プロセスの最適化のための要件

No.	大項目	中項目
1	モデルベース設計フローの最適化	リアルタイム組込み（RTE）設計技法およびパターン
		リアルタイム組込み [メタ] モデリング
		エンジニアリングの連続および影響解析
		再利用のためのモデル変換
		異質かつ多領域のモデルの使用
2	モデルベースバリデーション および検証フローの最適化	早期設計バリデーションサポート
		早期製品バリデーションサポート
		形式証明技法およびサポート
		実際の試作とシミュレートされたプロトタイピングの混合
		バリデーション戦略の最適化
3	グローバルな HW+SW 解決策の 検証および最適化	モデリングツールと V&V ツールの間の自動接続
		解決策浮上のための意思決定補助
		HW 設計ツールによるふるまいの統合
		タイミングおよび電力・資源消費量の検証と最適化
		ハードウェア/ソフトウェア最適化

出所) (財)日本自動車研究所 (2010)

捕捉 2 「コンテキスト別 組込みシステム導入の目的」

①産業（工業システム）

自動車：「燃費が良くて安全な自動車」

燃料消費と汚染を低減するために、「ほとんどゼロエミッション」の自動車を開発することが目標である。西欧の自動車業界はフリートの平均燃費を既に大幅に低減している（1976年から2002年の間に35%減、そして2008年までに1995年レベルと比較して更に25%の低減を公約している⁹⁾。同様に、道路死亡件数を減らすために、運転者も自動車も事故原因にならない「100%安全」な自動車の構想が出されている。この極めて野心的な目標は「アクティブ・セーフティ」システムと呼ばれる更にインテリジェントなシステムを使うことによって初めて達成できる。このシステムは、運転者の作業負荷を減らすために、センサ、アクチュエータ、自動車全体に組込まれるスマート・ソフトウェアによるHMIのコンテキスト認識が必要である。アクティブ・セーフティシステムには、車車間通信のためのアドホック・ネットワークングが前提条件となる。だれもが享受できる魅力的な輸送安全を確保するために、安全で再利用可能なコンポーネントによって、更に多くの特性を比較的低コストで提供できる技術が構想されている。自動車製造全般、サプライヤーチェーンの統合、関連物流の分野における高性能生産の実現に向けても、組込みシステムは重要な技術である。さらに、カスタマイズ可能な自動車（customisable car）

9) VDA/ACEA

という構想は、ユーザーに対する付加価値を高め、メーカーにとっては製品差別化の強力な可能性を生み、その結果として競争で優位に立つことができる。

航空・宇宙：「カスタマイズ可能で時間効率の高い安全な航空輸送」

組込みシステムは、欧州の民間航空輸送産業にとっても差別化の可能性を開く鍵を握っている。組込みシステムは、カスタマイズ可能で、手ごろで、持続可能なライフサイクルをもつ製品とサービスによって、環境に優しく、安全かつ確実で、時間効率の高い人と物資の輸送を欧州内および大陸間で確保するという構想に寄与する。2011年までに、組込みシステムが航空輸送のエネルギー消費量を30%改善することによって、燃料効率・性能が増し、環境への負荷が低減する。組込みシステムの持つ高い精度と完全な予測、高度の堅牢性によって、100%の操作性と信頼性が確保される。完全な状況認識と人間が主役となる直観的ペーパーレス操作 (intuitive paperless operation) が可能になり、どのような状況でも全体的な安全性が保証される。飛行環境でも地上環境でも飛行機との通信が高帯域幅で安全かつシームレスに可能になり、乗客の便宜と全フリートの管理に資する。先進的診断と予測的メンテナンスの支援によって、20年ー30年のライフサイクルを保証する製品が確保される。組込みシステムの設計環境とツールによって、開発サイクルが大幅に短縮するとともに、特別注文製造と品質改善が進み、複雑性の先進的な管理、迅速なプロトタイプ製作、構成能力と高度の検証・確認戦略によって、最適のライフサイクルをもつ製品の設計が最終的に可能になる。

製造および加工業：「効率的でフレキシブルな製造」

「100% 利用可能向上 (100% available factory)」は製造業の環境面での緊張を軽減するとともに、製造効率を最大化する。組込みシステムは、汚染物質の積極的な削減を含むプロセス・パラメータを厳密に制御し、これによって総製造コストが低減する。製造業のさらなる競争優位は、コスト削減に資する効率性、100% 利用、安価なメンテナンスコストによって確保される。これは欧州における製造雇用を拡大するだけでなく、製造機器自体の設計と製造に関する雇用の確保にもなる。市場の需要 (とりわけ個々のカスタマイゼーション) に機敏に適応して競争的地位を強化するためには、製造のフレキシビリティが必須である。これは、稼働時間と生産立ち上げ時間を短縮して、製品のタイプとグレードの変更を敏速に実施できるようにすることによって達成される。具体的目標は、稼働時間を3ー6ヶ月から1ヶ月以内に短縮し、迅速な転換時間を確保することである。その場合には、モデル切り換え時間が8ー12週間から1ー2週間に短縮される。最終製品の品質改善も、製造工程を積極的に制御し、「オフライン」品質管理から先進的オートメーションを使った「インプロセス」品質管理への移行によって達成できる。先進的組込みシステムと「ヒューマン・イン・ザ・ループ (human-in-the-loop)」制御

システムによって人／機械の相互作用を改善してオペレータの誤りをゼロにすれば、事故削減と品質・生産性の向上が実現する。

②ノマディック（Nomadic）環境：「歩く，話す，聞く，見る」

携帯電話システムが成功するために重要な要素は、伝える、知らされるという人間の基本的ニーズに対処することである。これは、特定の場所に縛られないモバイル・ライフの初期の例であり、ユーザーは生活経験の拡大と生産性の向上を享受することができる。しかし、技術の進歩にもかかわらず、いつでも、どこでも人々と話し、情報／娯楽にアクセスできるという夢は、新しい創造的なサービスを簡単には提供することができないという技術的制約によって挫かれている。解決すべき問題の一つは、サービスに対するユビキタスで安全かつ瞬時のワイヤレス接続（末端から末端への接続）への要求である。同時に、これらは機能のみならずグローバルおよび狭域（センサ）ネットワークの収斂が可能でなければならない。軽くてハンディな高機能端末が求められている。そこには、熱を封じ込め、バッテリーが決して切れない高度のエネルギー管理技術が要求される。これは、低電力設計の主たる関心事になりつつある。組込みシステムは、超低電力接続の改善及び、プロセッシング、ストレージ、ディスプレイ能力の向上にも資する。これらの領域の進歩は、それ自体がモバイルサービスを提供する巨大な第二次市場を開く。多くの人々の利用を促すために、開発の早い段階から将来のユーザーの積極層とともにヒューマン・デバイス・インターフェースが開発される。

③プライベート空間：「住宅での効率，安全，楽しみ」

ニュー・デジタルメディア（New digital media）の周辺にビジネスが既に続々と生まれ始めているが、どこに居ても適当な内容の情報や娯楽に確実かつ安全で使いやすくアクセスできているわけではなく、ユビキタスの目標は未だ実現されていない。組込みシステムの再利用と認証によって、コンシューマ・エレクトロニクスはサイクル期間が3ヶ月という極めて足の速い市場に上手く適応できるようになる。さらに近い将来、ほとんど全てのデバイスが、なんらかのネットワークに接続することになる。これらのデバイスが集まると、家庭のオーディオ／ビデオシステムのようなシステムを形成するようになる。多数の異なるデバイスが接続された状況において、システムの挙動を望み通りに確実にするための複雑性の管理は、非常に挑戦的なものである。組込みシステムは、例えば集中的で合理的なエネルギーの利用を通じて、家庭の快適性と経済効率を更に向上させることができる。同時に組込みシステムは、ベンダーが複数存在する環境において、家族だけでなく、単身者にとっても高齢者にとっても身障者にとっても安全かつ安心な住宅を提供する。更に、組込みシステムの使用によって携帯型医療ケア機器のコストを大幅に下げることができれば、健康モニタリングの基礎になる携帯型インテリジェ

ントシステムによる eヘルスサービスの導入が促進される。この分野への投資によって、「デジタル・ディバイド」を解消するための教育の拡大 (eラーニング) も可能になる。さらに、社会的に有益な e政府計画への参加も可能になる。これら全てのポテンシャルを実現するためには、適当な価格/性能をもたらす複数のドメインにわたって複数の目的をもったシステムのデザイン技法が求められる。

④公共インフラストラクチャ：「安全で信頼できる環境」

組込みシステムは、公共インフラストラクチャの運用と安全性の改善に現実的なきっかけを与えるが、それが経済的競争力をつけるためには多くの課題を果たさなければならない。高速で効率的で安全かつ利用しやすい公共輸送 (列車, 地下鉄, 道路, 海上輸送, ……) によるヒトとモノの移動の改善, ユーティリティとエネルギーの供給, コミュニケーション・インフラストラクチャの接続改善, これらは全て組込みシステムがもたらす大きなポテンシャルによって利益を得ることができる公共インフラストラクチャの例である。組込みシステムは、利用のシンプルさ, 接続性, 相互運用性, フレキシビリティおよび安全性の向上に解決策を提示している。安全で確実に上手く管理された道路インフラストラクチャは、組込みシステムの統合を通して達成される。

公共であれ民間であれ、各種のセンサとアクチュエータを統合し、ユーザーのニーズに自然に反応する直観的インターフェイスを備えた建物は、より快適であるが経済的でもあり、確実なアクセスと利用を提供する。ユーティリティおよびエネルギー部門におけるインテリジェント・インフラストラクチャの将来は、所属がバラバラの多数の独立した自律的システムのグローバルな統合を必要とするだろう。これによって、インテリジェント・サブシステムを統合して集合的に使用できるようにするという新しい課題が生まれる。ネットワークの利用によって組込みシステムは、全てのタイプのインフラストラクチャに対して、いつでも、どこでも、どんな方法でも、起動・作動される。この能力をサポートするために、組込みシステムは「ネットワーク能力」を備え、自動管理・自動監督能力・故障からの自動修復メカニズムを組み込まなければならない。組込みシステムは当該インフラストラクチャのライフサイクルの全ての側面、例えば、所有権、長期ストレージ、システムデータの記録、メンテナンス、アラーム、緊急サービスの措置、アクセスと使用の許諾、および様々な利用条件下の料金請求と徴収をサポートする。

<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, 21st 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
- European Comission (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 Comission (2009) *Forth Status Report on European Technology Platforms – Harvesting the Potential*, August 2009, European Communities
- Sztipanovits, J., Stankovic, J. A., Corman, D.E., ed. (2009). “Industry-Academy Collaboration in Cyber Physical Systems [CPS] Research, V.1 :Aug 31, 2009, *White Paper*.
- Tokuda, A (2009a) International Framework for Collaboration between European and Japanese Standard Consortia, Kai. Jacobs, eds. *Information and Communication Technology Standardization for E-Business Sectors: Integrating Supply and Demand Factors*, IDEA Group Publishing, pp. 152-170.
- 徳田昭雄 (2009b) 「ドイツ連邦政府の産業技術政策:ドイツ・ハイテク戦略を中心に」『立命館経営学』第48巻1号, pp. 25-48.
- 徳田昭雄 (2009c) 「車載エレクトロニクス分野における欧州の産学連携拠点:ステュツガルド大学」『立命館ビジネスジャーナル』第4号, pp. 59-70.
- 徳田昭雄 (2009d) 「車載エレクトロニクス分野における欧州の産学連携拠点:ウィーン工科大学 リアルタイムシステムグループ」『立命館経営学』48-4, pp. 305-316.
- 徳田昭雄 (2010a) 「AUTOSAR を取り巻くコンソーシアム間の協業:産業レベルのオープン・イノベーションに向けて」『社会システム研究』vol. 21. pp.163-184.
- 徳田昭雄 (2010b) 「車載エレクトロニクス分野における欧州の産学連携拠点:カールスルーエ大学」『立命館ビジネスレビュー』4号, pp. 59-70.
- 徳田昭雄 (2010c) 「欧州における組込みシステムの開発と標準化:産業コンソーシアム AUTOSAR の標準化活動の考察」『立命館経営学』49-1, pp. 57-82.
- (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

<参考 URL >

- ETP HP < http://cordis.europa.eu/technology-platforms/individual_en.html >
- ETP HP < http://cordis.europa.eu/fp7jtis/home_en.html >
- ARTEMIS HP < http://www.artemis-association.org/artemis_ju_call_2008 >
- CESAR HP < <http://www.artemis-association.org/cesar> >

