

査読研究ノート

AUTOSAR を取り巻くコンソーシアム間の協業関係： 産業レベルのオープン・イノベーションに向けて

徳田 昭雄*

要 旨

本稿は、欧州を舞台としたオープン・イノベーションの実態の把握を目的とする。事例として欧州発の標準コンソーシアムである AUTOSAR を考察の中心に据えながら、車載組込みシステムの標準化に向けた産業コンソーシアム間の協業関係を明らかにする。本考察により、コンプレックス製品システムとしての組込みシステムのイノベーションに向けた、様々な産業コンソーシアムや標準化機関のシステムティックな協調関係が明示される。

キーワード

標準化, コンソーシアム, 組込みシステム, AUTOSAR, オープン・イノベーション

はじめに

本稿では、欧州を舞台としたオープン・イノベーションの実態の把握を目的とする。事例として欧州発の標準コンソーシアムである AUTOSAR を考察の中心に据えながら、車載組込みシステムの標準化に向けた産業コンソーシアム間の協業関係を概観する。

オープン・イノベーション・パラダイムは、企業内の R&D が製品の社内開発を主導し、その製品を同じ会社が流通させるという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アイデアも活用できるしそうすべきだということ、そして市場への進出にも他社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。チェズブロウ等によると、殆どの研究は企業レベルでオープン・イノベーションを検討してきた。それは、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である。しかし、従来よりもさらに分散的なイノベーション環境で様々な人々が演ずる役割を含め、分析のレベルも社外重視の視点が必要であるとする (Chesbrough, et al, 2006)。我々は車載組込みシス

* 執筆者：徳田昭雄

機関/役職：立命館大学経営学部 准教授

連絡先：〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1

E-mail：att20023@ba.ritsumei.ac.jp

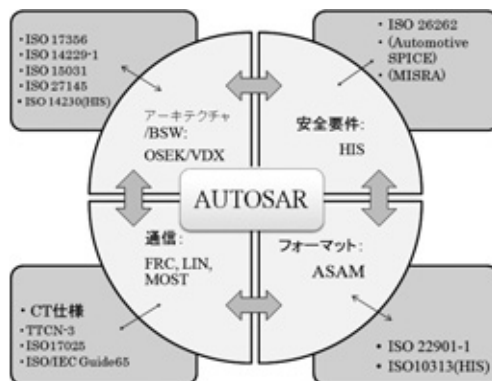
テムの標準化プロセスを含むイノベーション活動を理解するために、企業レベルを越えて産業レベル（コンソーシアム間）のオープン・イノベーションの実態把握に努めるものである¹。

1 組込みシステムの標準化に向けたコンソーシアム間の協業関係

1-1 AUTOSAR とコンソーシアムの協調関係

欧州発の AUTOSAR (AUTomotive Open System ARchitecture) は自動車メーカ、システムサプライヤ（電装部品メーカ）、半導体メーカ、ソフトウェアハウス、ツールベンダ等、100社以上の企業や研究機関によって構成されている世界規模の産業コンソーシアムである。AUTOSAR は“標準で協調し、実装で競争する”(Cooperate on Standards, Compete on Implementations) をモットーに据え、2003年からオープンな標準ソフトウェア・アーキテクチャ（車載ドメインにおける組込みシステムの“Open Industry Standard” 擁立に取り組んできた (Fürst, et al. 2009; 徳田, 2008)。組込みシステムとは、「マイコンを応用したハードウェアの上で、その機器や製品の機能/性能を専用ソフトウェアで実現、制御するシステム」である。組込みシステムのアプリケーションが自動車用となると、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される。また、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、そのすそ野となる要素技術も幅広い。例えばソフト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。まさに車載組込みシステムは、コンプレックス製品システム (CoPS: Complex Product Systems) である。

図1 コンソーシアム間の連携/デジュール標準との対応関係



出所) 筆者作成.

組込みシステムの“Open Industry Standard” 擁立に関与する企業は、コンソーシアムを構成する AUTOSAR のメンバーに限られない。AUTOSAR の背後には、様々な産業コンソーシアムや標準化機関が存在する。

図1は、車載組込みシステムの標準化に向けた産業コンソーシアム間の協業関係とデジュール標準との対応関係を示したものである。標準化に向けた AUTOSAR の主要なタスク（アーキテクチャ／BSW、通信、フォーマット、安全要件）が、他のコンソーシアムとの調整の上に成立しているものとして描かれている。

① アーキテクチャ／BSW

図の左上は、AUTOSAR のアーキテクチャの基本概念や BSW の各種モジュールが OSEK-VDX との調整プロセスを経て成立していることを表す。AUTOSAR では OSEK/VDX において策定されたリアルタイム OS、通信仕様、ネットワーク管理仕様の成果が部分的に引き継がれていることから、両コンソーシアム間の連携は世代間の互換性確保を目指した調整プロセスと捉えることができる。

デジュール標準との対応関係をみると、たとえば AUTOSAR が参照する OSEK/VDX の仕様は ISO 17356 に認定されている。また診断については、AUTOSAR は ISO のダイアグ標準 (ISO 14229-1 : Unified Diagnostic Services, ISO 15031-x:OBd 関連) に準拠している²。ISO 27145 (WWH-OBd : World Wide Harmonized OBd) が ISO 14229-1 の完全なサブセットとして開発されるために、AUTOSAR の調整範囲はデジュール標準を目指す様々な通信プロトコルとの間にも広がっていくことになる³。

② 通信プロトコル

通信プロトコルの標準化にかかわるタスクは、FlexRay コンソーシアムや LIN, MOST といった通信プロトコルの標準化を専門とするコンソーシアムと連携している (左下)。たとえば、2012年リリース5.0に向けた活動の中で、AUTOSAR は新たに MOST と連携しながら既存リリース4.0の通信メカニズムの拡張に向けた調整が図られている。同じくリリース4.0では FlexRay コンソーシアムの成果と関わって、ノードのウェイクアップや起動、停止に関する機能、診断やエラーハンドリングの機能が強化され、それらが AUTOSAR の BSW のサービス層に配置されている。

つづいて AUTOSAR のコンフォーマンス・テスト仕様とデジュール標準との関係を見ておこう。コンフォーマンス・テスト仕様は、AUTOSAR 仕様に対する準拠確認やサプライヤに対する関連証明書類の発行のためにテストを行うエージェントによって利用される。この仕様を満たすことによって AUTOSAR の商標が付与され、商標が付与された製品は、“一定程度”の SW の相互接続性・再利用性・移動性・スケーラビリティを担保し得るものとして市場で流通していくことになる。AUTOSAR で策定されているコンフォーマンス・テスト仕様が TTCN-3⁴において部分的に明示されているように、AUTOSAR 単独でコンフォーマンス・テ

スト仕様の標準化活動が行われているわけではない。それは、TTCN-3, ISO17025⁵, ISO/IEC ガイド65といった欧州で使いこなされてきた標準を参照し整合を図りながら進められている。

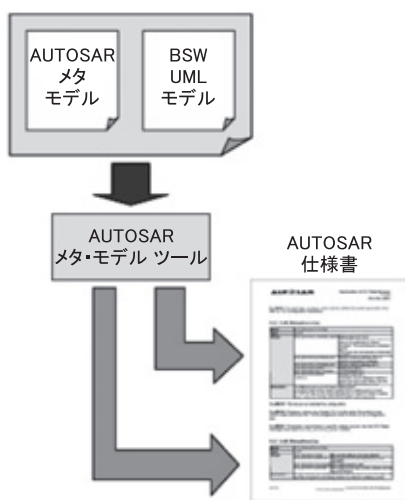
③ フォーマット

通信フォーマットの標準化にあたっては、これまで AUTOSAR において進められてきたテンプレートの改善によって、ASAM の FIBEX 標準と AUTOSAR システムテンプレートとの間の互換が実現された(右下)。双方のメタ・モデルは、現在標準化されている。FIBEX ツールが記述するトポロジー、ネットワーク、そして通信は、容易に AUTOSAR のメソドロジとツールに統合可能になっている(図2参照)。ダイアグフォーマットの標準については、ASAM から提案された ODX MCD-2 D (商品名 ODX) が2008年にデジュール標準化(ISO 22901-1)されている。

④ 安全要件

安全要件については、たとえばソフトウェア開発プロセスについてサプライヤの能力や成熟度を判定するアセスメント標準の確立・普及にあたる HIS の成果が AUTOSAR にインプットされている。もともと HIS は、自動車メーカ主導してシステムサプライヤを介さずに直接半導体メーカやソフトハウスと一緒に標準を作ろうとする意図を持って設立された。そういう意味では AUTOSAR とは一線を画する組織ともいえる。しかし、HIS で策定された仕様の実装や適応という観点からはシステムサプライヤとの調整が必須なことから、両コンソーシアムのタスクは相補的な関係にあるといえる。現に HIS では、自らのタスクを中間的な(intermediate)ソリューションを策定し AUTOSAR へ橋渡しするものと位置づけている

図2 モデルベースの仕様の生成



出所) Kinkelin (2008 b) より筆者作成。

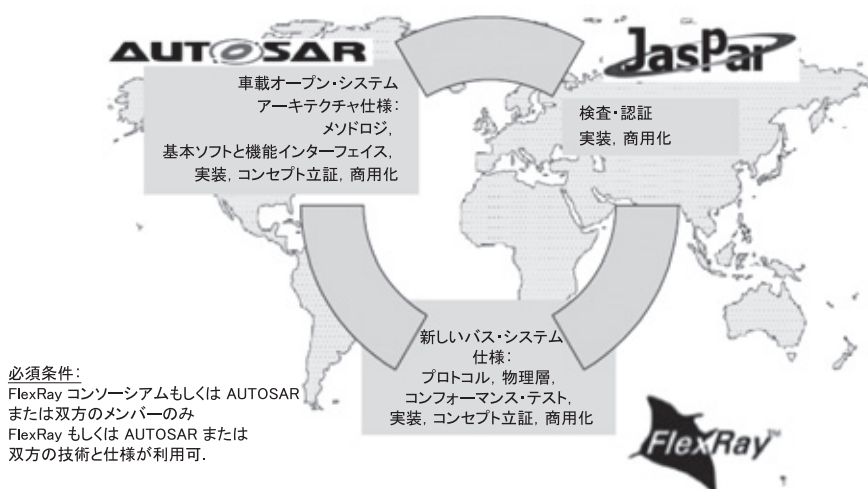
(HIS, 2009). HIS との調整のうえ策定された安全要件にかかわる仕様は、機能安全にかかわるデジュール標準 (ISO 26262) へのインプットとなっていく。

1-2 コンソーシアム間の協調関係

ここまでは AUTOSAR との関係に焦点を当てて、様々なコンソーシアムとの協調関係を概観してきた。しかし、これらコンソーシアムは AUTOSAR との調整を図るに止まらない。図 1 の太矢印が示すように、車載組込みシステムの標準化に向けて、それぞれのコンソーシアム間でも同様に様々な調整が図られている。たとえば FlexRay コンソーシアムや LIN, MOST は、それぞれ通信フォーマットの標準化にあたって ASAM と連携しているし、ASAM はテスト自動化ツールを HIL (Hardware-in-the-Loop) システムに接続するためのインターフェイスの標準化活動で HIS と協調している⁶。OSEK における通信仕様 (OSEK-COM) やネットワーク管理仕様 (OSEK-NM) の標準化には通信関連のコンソーシアムとの連携は不可欠だし、HIS のソフトウェアの構造は OSEK 仕様 (OS, COM, NM) を踏襲したものになっている。

そのほか、これら欧州発祥のコンソーシアムは、日本のコンソーシアムとも連携している。その一例として、図 3 は JasPar と AUTOSAR, FlexRay コンソーシアムの関係を表したものである。ここでは、AUTOSAR や FlexRay コンソーシアムが車載組込みシステムの各種仕様を策定する一方、JasPar がこれら仕様を検証しながら「実際に使える」システムを仕上げて貢献していく関係が描かれている⁷。AUTOSAR や FlexRay コンソーシアムでは仕様書の作成が主要な目的となっているのに対して、JasPar では紙ベースで出来上がった仕様書を実際に実験して具体的なパラメータ設定などを行い、補足すべき点を提案していくという関係であ

図 3 JasPar-AUTOSAR-FlexRay コンソーシアム協調枠組み



出所) Automotive Technology Days 2005 Autumn 資料より筆者作成。

る。たとえば、FlexRay 仕様には数多くのパラメータがあるが、それらのデフォルト値を決めるなど、実際に使う場合に必要な要件を実験し決定するのが JasPar の役割である。言い換えるならば、AUTOSAR や FlexRay コンソーシアムが仕様知財 (Specification IP: 技術の機能面の詳細を記述した占有情報) の策定を重視し、JasPar が実装知財 (Implementation IP: 技術を実際の製品に適用するために必要な占有情報) の策定を重視しているといえる⁸。

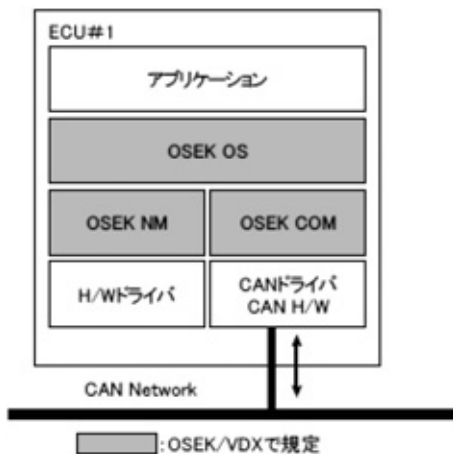
2 OSEK/VDX の標準化活動

2-1 OSEK/VDX の概要

OSEK (Offene Systeme und deren Schnittstellen für die Elektronik im Kraftfahrzeug) コンソーシアムは、ダイムラー、BMW、オペル、VW、ボッシュ、シーメンス、そしてカールスルーエ大学 IIT の 6 企業 1 大学によって 1993 年に設立された。1994 年にフランスの自動車メーカーの PSA とルノーによる共同プロジェクト VDX (Vehicle Distributed eXecutive) が OSEK と協調路線をとることになり、OSEK/VDX となった (John, 1998)。OSEK/VDX は、アプリケーションを除く ECU (electronic control unit) 関連の車載ソフトウェアの開発・管理に莫大な費用がかかるようになったこと、異なるインターフェイスや車載 LAN プロトコルによって ECU 間の互換性がないことを背景として、これらの課題を解決しアプリケーションのポータビリティと再利用性を支援する目的を持って設立された。

OSEK/VDX の管理・運営体制は、運営委員会、技術委員会、ワーキング・グループ (WG) によって構成されている。実際の仕様策定は各 WG が担当し、WG のリーダーの割り当ては運営委員会が決定している。2010 年時点で、運営委員会はオペル、BMW、ダイムラー、GIE.

図 4 OSEK/VDX のソフトウェアのアーキテクチャ



出所) 徳田 (2008)。

RE. PSA, ルノー, ボッシュ, シーメンス, VW, IIIT によって構成され, 技術委員会には60以上の企業が参加している。

OSEK/VDX が策定している車載ソフトウェアの仕様は, 次の3つの部分からなる。すなわち, リアルタイム OS 仕様 (OSEK-OS), ECU 内 / ECU 間の通信仕様 (OSEK-COM), ネットワークマネジメント仕様 (OSEK-NM) である (図4参照)。

OSEK-OS では, マルチタスクやリアルタイム動作 (自動車用に特化), 複数のコンフォーマンス (適合) クラス (BCC1, BCC2, ECC1, ECC2), 2つのタスクモデル (基本 / 拡張タスク), 3つのスケジューリング機能の仕様を規定している。OSEK-COM では, ネットワークを介した ECU 間の通信や複数のコンフォーマンスクラス (CCC0, CCC1, CCC2, CCC3) の準備, 通信インターフェイスの標準化, 3種類の転送方式 (直接 / 周期 / 混合送信), デッドラインモニタ, 通知機能 (Task へのメッセージ送受信通知) などの仕様を規定している。OSEK-NM では, ネットワークに接続された各 ECU 動作状態のモニタリング, ノード動作状態モニタ, 動作確認, バス・スリープモードへの移行などの仕様が規定されている。

2-2 OSEK/VDX の標準化活動と産官学連携

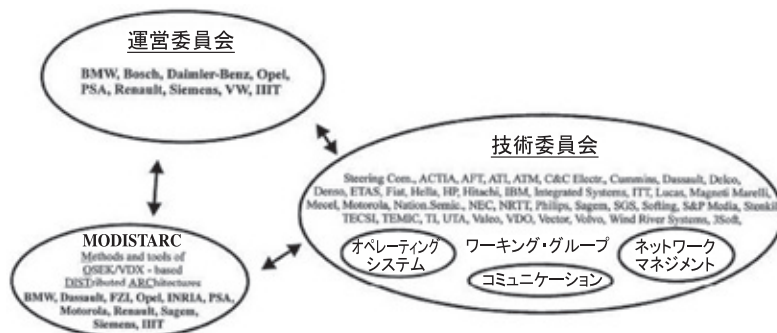
前項で触れたように, OSEK/VDX で策定された仕様は ISO 17356 として車載機器制御用 OS の国際標準の認定を受けている。また, OSEK/VDX の商標使用ならびにライセンスのためにはシーメンスと契約を結ぶ必要があるほか, OS の認証 (OSEK-OS と OSEK-COM) は MB-tech (Mercedes-Benz Technology) が有償で行っている。

そのほか, OSEK/VDX では MODISTARC (Methods and tools for the validation of OSEK/VDX based distributed architectures) プロジェクト (1997-1999年) と協働しながら, OSEK/VDX 仕様のコンフォーマンス・テスト仕様の標準化も進められてきた。MODISTARC プロジェクトは ESPRIT (European Strategic Programme for Research in Information Technology) の一環として EU の管轄のもと運営されていたプロジェクト (No. 25332) である。

認証には大きく, 開発者自らが行う自主認証と第三者にテストを委託する第三者認証があるが, ここでは後者用にコンフォーマンス・テスト仕様が定められている。第三者機関による認証システムは, 日本の自動車産業の様な系列関係のない欧州において, 自動車メーカーがユニットを調達する際の品質を担保する条件として整備されてきた仕組みにほかならない。現在, 第三者認証は ISO/IEC ガイド25としてデジュール標準化され, ISO/IEC 17025 として第三者認証試験所認定制度を規定する枠組みが作られている。第三者認証機関におけるコンフォーマンス・テストの仕様書は, OS については Forschungszentrum Informatik Karlsruhe (FZI) が, 通信およびネットワーク管理については Thomson-CSF Detexis がそれぞれ発行している。

一方では実装に近い部分で OSEK/VDX のコンソーシアムにおける開発およびデファクト標準化活動に関わりながらも, 他方でシステムの安全性・信頼性を担保すべくコンフォーマン

図5 OSEK/VDXとMODISTARCプロジェクトの協働



出所) 徳田 (2010).

ス・テスト仕様のデジュール標準設定を目指す EU の助成プロジェクトのリソースを上手く活用しながら、双方の開発・標準化活動のバランスを図る役割を担っていたプロジェクトの調整役がカールスルーエ大学 IIT である (図5参照)。IIT は、コーディネータとして次のように立場を明確にして調整にあたっていた。すなわち、

- ・すべての WG のアクティブ・メンバーであること
- ・WG 間のインターフェイスであること
- ・プロジェクトに対する疑義に回答すること
- ・OSEK/VDX の代表であること
- ・プロジェクトにおいて中立的立場であること

IIT を結節点として、デジュール標準を目指す EU の助成プロジェクトとデファクト標準を目指す産業界のコンソーシアムの活動がリンクしている。なお、MODISTARC プロジェクトに参画している企業10社すべてが OSEK/VDX にも参画していた。

3 FlexRay コンソーシアムの標準化活動

3-1 FlexRay コンソーシアムの概要

CAN に続くプロトコルとして、FlexRay が注目を集めている。近年、ネットワーク上を流れるデータ量が増大してきており、CAN よりも高速通信が可能な通信プロトコルが必要になってきた。FlexRay は通信速度が最大10Mbps (CAN の10倍) により、どの ECU がいつ送信を実行するか厳密なスケジュール設定が可能である。また、通信経路を2重化できるので信頼性も高い。このことは、高信頼性が必要とする X-by-Wire⁹アプリケーションにも対応できることを意味し、たとえば Steer-by-Wire システムの商品化に道が拓かれたことになる。

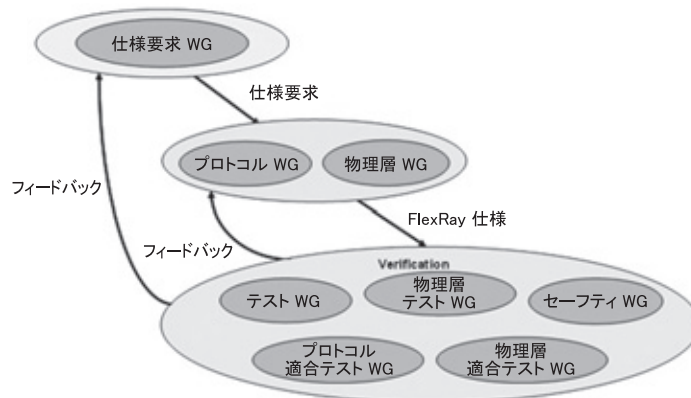
そもそも FlexRay は、BMW 独自のプロトコル仕様 byteflight をベースとして開発がはじ

まったものである。1998年からBMWとダイムラー・クライスラーが次世代車載通信プロトコルの新規格を検討し始め、2000年にプロトコルの共通要求仕様書（非公開）が作成された。FlexRay コンソーシアム自体の設立は、2000年9月のことである。その目的は、車載通信プロトコル FlexRay の共同開発とそのシステムの普及によるデファクト標準の獲得であった。BMW、ダイムラー・クライスラー、モトローラの半導体部門（2004年7月以降、フリースケールとして独立）、フィリップスの4社がコア・パートナーとなって発足した。2000年にCANやTTCANのノウハウを持っているBoschが、2001年にはGMがコア・パートナーに加わった。そして、CANにかわるプロトコルとしてTTP/C（Time Triggered Protocol/C-class）の導入を推進していたVWも2003年にコア・パートナーとして加わった。日本企業では、2002年から2003年にかけてトヨタ、日産、ホンダ、デンソーがプレミアム・アソシエイツ・メンバーとしてFlexRay コンソーシアムに加入した（Murray, 2004）。

FlexRay コンソーシアムの組織構造は、理事会、運営委員会、WG ワーキング・グループ、アドミニストレータ、スポークスマンで構成され、実質的なワーキング・グループは、FlexRay 通信システムに必要な仕様の開発活動を担っていたのがWGである（図6参照）。

FlexRay コンソーシアムのWGは、仕様要求WG、プロトコルWG、物理層WG、テストWG、物理層テストWG、セーフティWG、プロトコル適合テストWG、物理層適合テストWGから構成されていた。仕様要求WGは、FlexRay 通信における必要要件を定義するタスクを有していた。これらの要件は、必要要件要求仕様書を作成する上で重要であり、他の技術的なWGにも欠かせない役割を果たしてきた。プロトコルWGは、FlexRay 通信プロトコルの開発（インターフェイスの定義などを含む）を、物理層WGはFlexRay 通信システムの物理層の開発を担ってきた。プロトコルWGと物理層WGは、プロトコル・コントローラ、バス・ドライバー、バス・ガーディアン相互接続・相互動作を保証する活動を行っていた。

図6 ワーキング・グループの構造



出所) <http://www.FlexRay.com/about.php?menuID=72> を元に筆者作成。

セーフティ WG は、安全に関連するシステムとして、開発プロセスの必要要件およびエンジニアリング・プロセス必要要件を検証してきた。プロトコル適合テスト WG、物理層適合テスト WG は、相互接続性などの適合テスト・検証を行ってきた。

次世代車載通信プロトコルをめぐることは、コンソーシアム発足以前から技術的な検討がなされていたが、コンソーシアム発足後、それら検討事項が仕様要求 WG によって要求仕様書がまとめられた。要求仕様書がまとめられると、それをもとにプロトコル WG と物理層 WG がシステムを開発し、FlexRay 仕様書が作られる。この FlexRay 仕様書を検証するのがセーフティ WG、プロトコル適合試験 WG、物理層適合試験 WG の3グループである。これらのワーキング・グループによって仕様書の妥当性が検証され、それが仕様要求 WG やプロトコル WG、物理層 WG にフィード・バックされる仕組みになっていた。こうして FlexRay は更新を重ねて2009年にバージョン3.0を公開、2009年の FlexRay Product Day において今後の標準化活動が国際的なデジュール標準機関に引き継がれることがアナウンスされ、10年にわたる FlexRay コンソーシアムの活動が終了した。

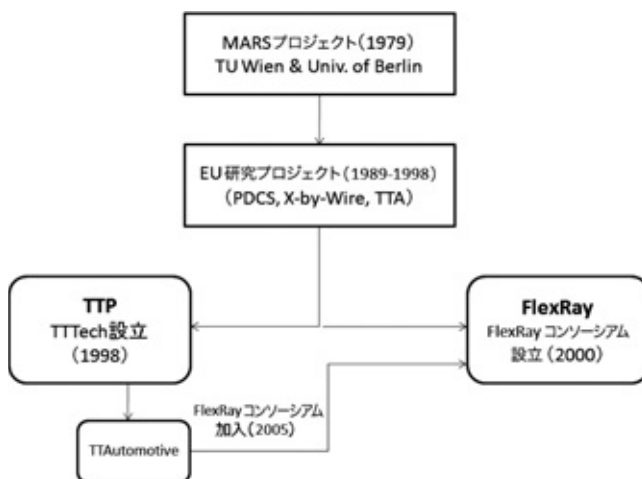
3-2 FlexRay コンソーシアムの標準化活動

FlexRay コンソーシアムの戦略上の課題は、FlexRay の普及とデファクト標準の獲得であった。そこで FlexRay コンソーシアムは、CAN の採用においても重要となった SAE (Society of Automotive Engineers) に FlexRay を提案する活動を行う一方、FlexRay の認知度を高めるために国際ワークショップをドイツ、米国、日本で開催してきた。日本においては、FlexRay コンソーシアムと協調関係にある JasPar が次世代車載通信プロトコルとして FlexRay の採用を検討、開発を進めてきた¹⁰。

FlexRay コンソーシアムの標準化活動は、競合するコンソーシアムへの対応にも向けられた。特に、FlexRay と激しい標準化競争を展開していた TTP/C の対策が重要な課題であった。TTP/C は、ウィーン工科大学 RTSG が中心となって MARS プロジェクトを皮切りに EU の BRITE-EuRam 研究プロジェクトやオーストリア政府の FIT-IT プロジェクトのファンディングに支えられ、TTTech が主体となって開発したプロトコルである。TTP/C の標準化は、2001年に設立されたコンソーシアム TTA-Group (元は TTA フォーラム) が推進しており、設立当初はアウディ、プジョー、ルノー、VW、ハネウェル、デルファイなどが参加していた。しかし、2003年に TTP/C の推進者であった VW が FlexRay コンソーシアムに取り込まれ、2004年にはルノーとプジョーが相次いで FlexRay に加入することになった。競合する TTP/C 陣営の自動車メーカを FlexRay コンソーシアムに引き込むかたちで、最終的に FlexRay が次世代車載 LAN プロトコルのデファクト標準を握ったのである¹¹。

なお、図7が示すようにウィーン工科大学 RTSG のコペッツ教授が EU から研究助成を受けながら TTP を開発し TTTech を設立、その後 TTP 陣営と FlexRay に枝分かれしたが、

図7 TTP/C および FlexRay の成立過程



出所) 徳田 (2009).

2005年に TTTech の子会社 TTAutomotive が FlexRay コンソーシアムに加盟することによって自動車では FlexRay がデファクト標準になった。標準化を巡って激しい競争を演じてきた双方のコンソーシアムであるが、その技術的な源流は欧州の研究助成と産業コンソーシアムの結節点に位置したウィーン工科大学 RTSG に遡ることができる。

4 ASAM の標準化活動

4-1 ASAM の概要

1998年に設立された ASAM (association for standardization of automation and measuring systems) は、基本的に自動車の計測 (Measurement) ・ 適合 (Calibration) ・ 診断 (Diagnosis) (総称して MCD) のプロトコルやデータ・フォーマット、ツール内の API を標準化するための AUTOSAR に似たコンソーシアムである。ASAM は1991年にドイツ自動車メーカ及びボッシュ、ルノーが主導して設立した Work Group for Standardization of Automation and Measuring Systems がその前身である (1996年から1999年まで FP4 と連動して活動)。1998年当初のメンバーは33社であったが、2010年には、自動車メーカ9社 (Approved user, アウディ, BMW, ダイムラー, GM, MAN Nutzfahrzeuge, ポルシェ, ルノー, SAIC, VW), Tier1 7社 (AFT Atlas Fahrzeugtechnik, AVL List, Continental Automotive, デルファイ, Drepc Daniel Technologies, FEV Motorentchnik, ボッシュ), 部品サプライヤやツールベンダ70社, 大学や研究所9機関 (アリストテレス大学, ケルン応用科学大学, FTZ 技術研究所, FZI 情報技術研究センター, ドレスデン工科大学 IAD, カッセル大学, シュトゥットガルト

大学 FKFS, オルレアン大学, FH ブラウンシュウエイグ大学)によって構成されている。参加メンバーの多くがドイツの自動車関連企業であり、大学等研究機関が多数参画しているのが特徴的である。ASAM には日系自動車メーカーは参加していないものの、日系サプライヤは複数参加している。

ASAM 設立の背景には、車両における電子制御機能の重要性が増大していることが大きな要因として挙げられる。従来、電子部品の独立性が高く、連携があまり考慮されていなかった頃は自動車メーカーとシステムサプライヤ間には明確な分業関係があった。しかし、近年ネットワークで繋がれた電子部品を密接に連携させることでより高い制御機能を達成することが志向されるに伴い、自動車メーカーとシステムサプライヤ間で“タテの(垂直的)”な調整が必要となる作業が多くなった。その結果、ネットワーク上でやりとりされるデータ・フォーマットなどの標準化の必要性が高まり、ASAM が設立された。このような経緯から、たとえば通信分野のフォーマットの標準化にあたって ASAM は、多様なコンソーシアム (CiA, FlexRay コンソーシアム, LIN, MOST) との連携を図っている。

データ交換インターフェイスの標準化と開発プロセスで使われるソフトウェア・コンポーネントやハードウェア・コンポーネント間の相互接続性の確保は、シームレスな開発プロセスの構築に不可欠である。ツールベンダーは、これらのインターフェイス仕様をさまざまなツールに組込んで、シームレスな自社のツールチェーン構築を目指すことになる。ASAM の公開資料を精査する限り、たとえば ASAM AE (Automotive Electronics) カテゴリーの標準の策定にあたっては、Tier1 サプライヤのボッシュ、コンチネンタル、ツールベンダのベクター、dSPACE, ETAS の活動が目立っている (ASAM, 2009)。

4-2 ASAM の標準化の対象

ASAM のよく知られた標準には、ECU の内部データを適合のために読み書きするためのプロトコル XCP (eXtended Calibration Protocol), FlexRay のデータ記述時に準拠することになる FIBEX (Field Bus Exchange Format), そしてダイアグツールのために ECU が出力するデータの意味などを記述する XML 交換フォーマット ODX (ISO22901-1) がある。そのほか、ECU のパラメータや計測のディスクリプション・フォーマットでデファクト標準となっている ASAP2 (適合データの標準名称) など、自動車が形になってから ECU 内部を合わせこむための標準を独占し、ダイアグツールのような修理工場で使用するものから、エンジンベンチ、シャーシダイナモ、排ガス計測装置などといった必須の計測機にまで搭載されている。

現在、ASAM には表1に示した5つの領域の標準が存在する。ASAM では、ASAM 仕様準拠製品の適合性を測定するテスト手法やツールを準備しており、適合性テストをクリアした製品を認証している。

表1 ASAM 標準

ASAM ACI (Automatic Calibration Interface)	ECU などの電子制御システムにとって最適なタスクを実行する自動化構成要素と最適化構成要素の間のインターフェイスの定義
ASAM AE (Automotive Electronics)	車載電子機器の開発工程およびテスト工程のインターフェイスの定義およびそこでやりとりされるデータの構造の定義
ASAM CEA (Components for Evaluation and Analysis)	特定アプリケーションの作成のために必要となる測定データを評価あるいは分析するモジュラー方式のツール群の部品インターフェイスや必須基本機能の定義
ASAM GDI (Generic Device Interface)	測定機器やインテリジェントサブシステムのプラグ&プレイを実現するためのインターフェイスの定義
ASAM ODS (Open Data Service)	ストレージ、データの翻訳および交換のためのインターフェイスの定義

出所) 徳田編 (2008)

5 HIS の標準化活動

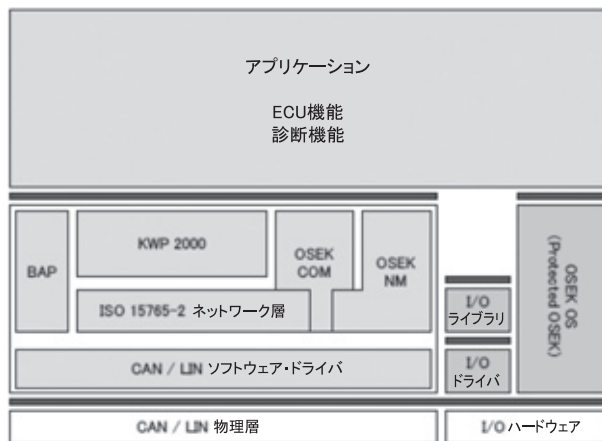
5-1 HIS の概要

HIS (Hersteller Initiative Software) は、ドイツの自動車メーカー5社 (アウディ, BMW, ボルシェ, ダイムラー・クライスラー [現 ダイムラー], VW) によって2001年に設立された利益集団 (interest group) である。システムサプライヤを外して HIS が設立された背景には、自動車メーカーが組み込みシステム技術のブラックボックス化に対する危惧があったことは想像に難くない。だからこそ、自らソフトウェアハウスやツールベンダとともに SW プラットフォームを開発してシステムのブラックボックス化を抑制しつつ、特定のシステムサプライヤやマイコンメーカーに依存する状況に終止符を打とうとするのである。

HIS の当初の目的は、車載ソフトウェアの設計や品質保証の手法を標準化し、その手法を活用することであり、標準化の領域は次の5つの分野からなっていた。

- ①標準ソフトウェア・モジュール
- ②ソフトウェア・テスト
- ③ECU のフラッシュ・プログラミング¹²
- ④プロセス・アセスメント
- ⑤シミュレーションとツール

図8 HISのソフトウェア・アーキテクチャ



出所) HIS (2004) p.42より筆者作成。

図8はHISのソフトウェアのアーキテクチャを示している。OSEK仕様(OS, COM, NM)を踏襲しているが、新たな部分が追加されている。CAN通信に求められる機能の場合、HISでは数種類のソフトウェア・モジュールに分類される。すなわち、CANソフトウェア・ドライバ、BAP、ISO 15765-2ネットワーク層、KWP2000、I/O、OSEK-COM、OSEK-NM、OSEK-OSである。そのうち、HISの基本的な追加仕様は以下の3つである。1つ目は車両の故障診断用としてECUの診断情報を扱うKWP2000仕様、2つ目はメータ情報関連のBAP(Bedien-und Anzeigeprotokoll)仕様、3つ目はハードウェアに依存するI/O関連部分をHAL(Hardware Adaptation Layer)としてライブラリ化してハードウェアの設計の違いを吸収する仕様である。HISは、OSEK仕様にこれらの3つの仕様を新たに追加し、それぞれのインターフェイスを標準化することで、アプリケーション・ソフトウェアの自由度を高いものにしてきた。しかし、HISにECUサプライヤが参加していないことから、仕様の策定と実装という点で標準化活動に限界があったのである。

5-2 開発プロセスの標準化

最近のHISは、車載ソフトウェアのコンポーネント化、インターフェイスの標準化だけではなく、Automotive SIGの策定したAutomotive SPICEの業界内での導入を推進するなど、他の標準化コンソーシアムと連携しながら開発プロセスに関わる各種インターフェイスの標準化とその普及に注力している。たとえば、HISは上流工程から連動したグローバルな電子商取引の基盤構築に取り組んでおり、商取引に関係する上流要件(仕様書など)に関する要件電子フォーマットRIF(Requirements Interchange Format)の標準化を視野に入れて活動している。RIFの採用により、開発仕様書、設計書、評価結果など、開発の上流工程から下流

工程までのドキュメントのトレーサビリティを向上するとともに、自動車メーカ、サプライヤの要件交換を電子化することでV字開発工程全体の資源再利用を促進する狙いがある（鈴木・香月，2009）。

RIFに関連した標準化活動として、STEP/ISO10313（電子商取引に関するデータ標準化）、AP233（STEPの中でSE要件管理分野を標準化）の2つの取り組みがある。このうち、STEP（Standard for the Exchange of Product model data）は、ライフサイクルを通して必要となる製品の全データを交換・共有することを目的とした標準仕様である。自動車産業をはじめ、電気電子、プラント、建築、造船等の産業ごとに国際標準規格（ISO10303）の策定に向けた活動が行われている。これらの産業では、製品製造プロセスにおいて扱う情報量が増加してオブジェクト指向技術の必要性が増大しているため、今後ともSTEPへの期待・必要性は大きくなってゆくものと考えられる。

そのほかHISではシミュレーションおよびツールに関するWG（以下S&T WG）を設け、さまざまな標準の策定を行っている（徳田編，2008）。このS&T WGでは、自動車メーカやサプライヤが利用しているツールの比較などを行い、開発工程の各工程で利用しているさまざまなツールの要求事項やインターフェイスを明確にし、自動車メーカやサプライヤの共通認識を整理することを目指している。具体的には、要求管理、モデリング、テスト、変更管理やコンフィグレーション管理のために利用している開発ツールの一般要求事項と特殊要求事項の定義、これら開発ツールのユーザビリティに関する定義、自動車メーカとサプライヤの間で行われる要件管理に必要となるオープン交換フォーマット、ツール間のインターフェイスの明確化、ツール評価のための共通見解や要求事項の定義である。その他、要求事項に関してツールベンダが直面する課題、ツールインターフェイスに関してサプライヤが直面する課題などについても議論されている。

5-3 Automotive SPICE との関係

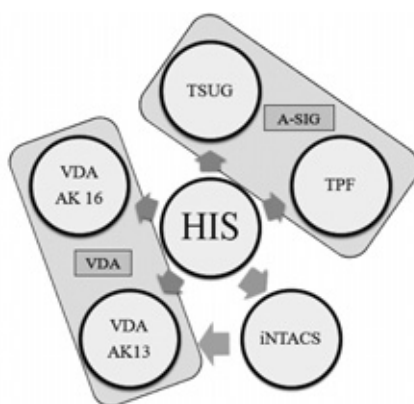
Automotive SPICE は、SPICE のサブ規格として The SPICE User Group (TSUG) と The Procurement Forum (TPF)¹³が協力して検討し、HIS が2005年に推奨ガイドを策定行した。発行主体は、HIS のメンバーであるアウディ、BMW、ダイムラー、ボルシェ、VW を中核として、フィアット、ジャガー、フォード、ボルボなどを加えた自動車メーカと、TSUG、TPF による業界団体 Automotive SIG (Special Interest Group) である。Automotive SPICE は、上位の ISO 12207 (プロセス参照モデル)、ISO 15504 (アセスメント・モデル) を参照しつつ、自動車産業の固有プラクティスを具体化している。安田 (2008) によると、Automotive SPICE の動向は欧米自動車メーカが車種の多様化に伴うリソース不足に対して Tier1 メーカやエンジニアリング企業への外注比率を高めた結果、品質保証が難しくなったことと関係している。従来、サプライヤが納品する部品の品質保証は各サプライヤが担当し、自動車そのもの

の品質保証は自動車メーカが担当してきたが、外注部品の増大や外注先の多様化によって従来の品質保証の仕組みでは十分に対応できなくなったのである。ソフトウェアの部品化とその流通の推進にあたって、客観的な品質のアセスメントが不可欠である。この課題を開発プロセスの標準化の利用によって解決を目指すという点において、Automotive SPICE と ISO 26262 の取り組みに相違はない。

ISO 9000 シリーズや ISO/TC 16949 などと異なり、Automotive SPICE 専用の第三者機関が存在し認定を行うわけではない。アセスメントを行う主体は自動車メーカ、もしくは自動車メーカに委託された代理の認定アセッサーである。ここで、iNTACS (International Assessor Certification Scheme) のガイドラインや教育プログラムに従って Automotive SPICE のアセッサーを認定する機関がフランクフルトに拠点を置くドイツ自動車工業会 (VDA) の品質管理部門 (QMC) である (intac.info, 2008)。VDA は、ISO 26262 と Automotive-SPICE の双方に深く関与しており、将来的には双方の統合アセスメントの道が VDA によって拓かれることになる。

HIS はメンバーの経験や成果を VDA での活動に活かしており、機能安全については VDA AK16 と、プロセス・アセスメント (Automotive SPICE) については VDA AK13 と足並みを揃えている (intac.info, 2009)。以上の構図から、AUTOSAR の第三期において進められる機能安全の標準化に向けた活動は、HIS と VDA の協調を含めた、より包括的な枠組みの中で把握しておく必要がある (図9 参照)。

図9 安全要件規格の策定に関わる組織間関係



出所) 筆者作成。

5-4 MISRA との関係

最後に、機能安全とかわかって HIS と MISRA (Motor Industry Software Reliability Association) の関係に触れておく。MISRA は、1990年に英国を拠点として自動車業界が中心になって設立された。メンバーは、ベントレー (Bentley)、フォード、ジャガー、ランド・

ローバー、サプライヤの AB Automotive Electronics, TRW, ビステオン (Visteon), コンサルティング企業の Lotus, MIRA, Ricardo とリーズ大学である。MISRA は、ソフトウェアの信頼性を高めるためのガイドライン策定を行う団体である。もともとは英国の MIRA¹⁴ でスタートしたプロジェクトであり、その起源は英国政府の SafeIT プログラムである¹⁵。当時策定中だった機能安全規格 IEC61508 のドラフトを基に、多くの原則を IEC 61508 から盛り込みつつ、自動車分野に特化したガイドラインを策定してきた。MISRA は、主にソフトウェアのプログラミング言語である C 言語によるコーディングのガイドラインを取り決めており、車載アプリケーションと他の産業向けのアプリケーションとの違いを定義している¹⁶。

MISRA では、C 言語規格上の危険性を回避しソフトウェアのバグを減らすために、C 言語プログラミングの品質向上ガイドラインとして、「MISRA-G : Development Guidelines for Vehicle Based Software (1994年11月発行)」や「MISRA-C : Guidelines for the Use of the C Language in Vehicle Based Software (1998年4月発行)」を発行してきた。最新のガイドライン MISRA-C (Ver2.0) には、C 言語規格上、危険な部分の禁止、プログラマーが間違えやすい部分は使用しないなど、改造やメンテナンス性のよいコードの記述が定められている。HIS では、MISRA の MISRA 2004 “Guidelines for the Use of the C Language in Critical Systems” から適用可能な全ての仕様を用いて、MISRA C ガイドライン v2.0 を発行している。

おわりに

本稿では、産業レベルでのオープン・イノベーションの実態の把握を目的として、車載組込みシステムの標準化に向けた AUTOSAR とその“背後にあるもの”との協業関係を描写してきた。AUTOSAR に見られる標準化プロセスは、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ようなイノベーションに直面した関係諸企業の協調プロセスに他ならない。ここで協調プロセスの中身は、バリューネットワークを構成する関係諸企業によってシステミックなイノベーションを自律的イノベーションへと収束させる取り組みであり、それはインターフェイスによる組込みシステムの分割に基づく統合を目的とした“タテの（垂直的）”調整活動であり、インターフェイスの汎用性を高めることを目的とした“ヨコの（水平的）”調整活動である。垂直的な調整活動によって、モジュール間やコンポーネント間、階層間、プロセス間の相互接続性が確保され、専門化のメリットが活きてくる。水平的な調整活動によってインターフェイスの汎用性が高まり規模の経済性が発揮できるようになるし、イノベーションに必要な補完的資源との連結が可能になる。

組込みシステムの“Open Industry Standard”の策定作業に関与する企業は、コンソーシアムを構成する AUTOSAR のメンバーに限られない。AUTOSAR の背後には、コンプレックス製品システムとしての組込みシステムのイノベーションに向けて、様々な産業コンソーシア

ムや標準化機関が協調関係にある。AUTOSARは、それら諸団体と企業間ネットワークよりも一段大きなレベルで連携を図りながら相互に成果を集約して、車載組込みシステムの標準化を進めている。そしてコンソーシアムで策定された標準は、往々にしてISO等の標準化機関においてデジュール標準に認定されていく。あるいは、既存のデジュール標準を参照しながらAUTOSAR仕様の策定が行われている。

車載組込みシステムのバリューネットワークは、関係諸企業の枠を越えた産業コンソーシアム間や国際的な標準化機関の調整にまで及んでいる。そして、その調整の中心には非競争領域の設定で足並みを揃えつつ産業コンソーシアムを牽引するドイツの自動車メーカーが存在する。特に、車載組込みシステムの競争力が生命線となる高級車セグメントを得意とし、且つ規模の経済性を十分に発揮するほどのマーケット規模を持たないダイムラーやBMWにとっては、自社の取り組みだけでは太刀打ちできない裏返しとして、産業大での標準化のメリットを相対的に享受しやすい。日本から眺めたときに欧州における各種コンソーシアム活動がシステムティックに見えるのは、標準化を使って競争力を向上させようとする戦略的意図とともに、規模の経済性の観点から「そうせざるを得ない」明快なインセンティブをもったダイムラーやBMWのような企業によって標準化が推進されているという背景が存在するからかもしれない。

註

- 1 本稿はオープン・イノベーションの中でも、とりわけ技術が標準化される過程とそこに関わる諸機関の関係を描くことに力が置かれている。いわば、「技術管理」の側面におけるオープン・イノベーション・プロセスの実態把握を主眼としている。「技術開発」や「技術の資本化」のオープン・イノベーション・プロセスについては稿を改めて検討したい。
- 2 ISO 14229-1はHISで策定されたISO 14230(KWP2000)を置き換えて、自動車業界の標準規格になりつつある。ISO 15031はCARB(California Air Resource Board:カリフォルニア大気資源保護局)OBD法規参照規格。
- 3 AUTOSAR, WWH-OBD GTR(Global Technical Regulation:統一技術基準)の要件に合致させるためにISO 14229-1のほか、関連するプロトコル規格との調整も必要になっている。ISO 27145は重量車のWWH-OBDにおけるGST(Generic Scan Tool:汎用外部診断機)との通信規格として開発が行われている(2006年PAS:Public Available Specificationとして発行)。PASでは、第一段階としてCANを利用した仕様を構築した。次の段階として、他の仕様を追加して標準化が図られていく(屋敷, 2008:2009)。
- 4 TTCN:Testing and Test Control Notation. テストおよびテスト制御記法は通信プロトコルのテストだけでなく、他のソフトウェアのテストにも使われる。TTCNは、欧州電気通信標準化機構(ETSI)や国際電気通信連合(ITU)で通信プロトコルのテストに広く使われている。ETSIでは、ISDN, DECT, GSM, EDGE, 第三世代携帯電話, DSRCといった標準規格の

適合試験のテストケースが **TTCN** で書かれている。最近では **Bluetooth** や **IP** といった他のプロトコル標準のテストにも使われている。

- 5 **ISO17025** とは試験所が試験を行う際に、一般的な能力があることを証明するための国際標準規格。 **ISO17025** を取得している試験所が行った分析・試験はその品質が第三者機関によって保証されている。 **ISO9001** との相違は、 **ISO9001** 規格では事業所における品質システムが要求され、試験結果の品質を要求するものではない。これに対して **ISO17025** では、分析・試験結果の品質を要求するものとなっている（日本規格協会，2003）。第三者認証の枠組みは、軍の調達試験の種類や量が膨大になりすぎたため、1947年にオーストラリア軍がこれをアウトソースするために民間認証機関 **NATA**（**National Association of Testing Authorities**）を発足させてことが始まり。ここで整備された手法が **ISO/IEC** ガイド25として規格化され、 **ISO/IEC 17025**制度のもとになった（中西，2006）。
- 6 **ASAM HIL API** の標準化における共同開発（**ASAM**，2009）
- 7 日本企業でも **AUTOSAR** や **FlexRay** コンソーシアムのメンバーは多数存在しているが、一部主要欧米企業がインナーサークルを形成している状況や地理的なハンディによって、日本企業はなかなか思うようにコンソーシアム活動に関与することができない。したがって、それら不利な状況を克服するひとつの方策として設立されたのが **JasPar** といってよいだろう。
- 8 **FlexRay** コンソーシアムでは、電気的物理層（**Electrical Physical Layer**）仕様について、その使い方に関わる仕様は電気的物理層アプリケーション・ノートという形で別立てしている。
- 9 **X-by-Wire** とは、機械駆動システムや油圧駆動システムで制御するのではなく、ワイヤによって電子的に制御することであり、具体的には **Brake-by-Wire**、**Steer-by-Wire**、**Suspension-by-wire** などがある。例えばパワー・ステアリングシステムであれば、**Steer-by-wire** 化することで、ステアリング・コラムやオイル・ポンプ、油圧ホースなどの制御ユニット部品がワイヤに変わることを意味する。
- 10 **FlexRay** に関して、 **FlexRay** コンソーシアムや **AUTOSAR** では、10Mbit/s のフルスペックで **FlexRay** を標準化しようとしているのに対し、2.5Mbit/s および5Mbit/s の低速版を別に用意したのが **JasPar** である。10Mbit/s の通信帯域を必要とするアプリケーションを載せる自動車は一部の高級車に限定されるであろうが、2.5Mbit/s や5Mbit/s なら中級クラス以下の幅広いニーズに対応できるというのが **JasPar** の意図である。また、10Mbit/s は配線自由度が低くネットワーク全体を見直す必要があり、コストが割高になる。
- 11 新しいプロトコル対応の部品開発にあたって投資負担の大きなサプライヤにとって、双方のコンソーシアムを両天秤にかけながら標準化の行く末を占うような状況は望ましくない。一方、価格競争の厳しい状況にある自動車メーカーにとっても、他社との差別化要因になりにくいプロトコル技術が標準化されないが故に、部品やツールを安価でタイムリーに調達できない状況は望ましくない。 **FlexRay** コンソーシアムが“ヨコの（水平的）”調整を図って主要な自動車メー

カをコンソーシアムに引き込むことに成功したこと、そして FlexRay を次世代プロトコルとして使用するよう自動車メーカーに働き掛けながら、半導体メーカーやツールベンダ、ソフトウェアハウスなど補完業者の参入を促したことが、デファクト標準を獲得した要因になっているものと思われる。特に、プレ・コンペティション期における標準化競争では、最終ユーザー（自動車メーカー）を多数コンソーシアムに引き込んだうえで、当該技術がデファクト標準となるという補完業者の予測を形成することが重要と思われる。

- 12 フラッシュ・メモリに書き込むプログラム。
- 13 TSUG は、ISO/IEC JTC1/SC7/WG10 のリエゾンとして2003年に設立された SPICE の普及を推進する非営利団体である。現在、車載用のほか医療業界用の SPICE の普及・推進も担っている。TPF は ICT 製品やサービスの調達に関わる問題について検討するフォーラムである
- 14 詳細は、<http://www.mira.co.uk/> ～を参照。
- 15 MISRA は策定されたガイドラインを販売するものの、ガイドラインに準拠しているかの認定活動やそのためのスキーム作成を行わない非営利組織である。
- 16 C 言語規格は、プログラミング上いくつかの危険性（例えば、記述の自由度と複雑度に関するリスク [タイプミスでもエラーにならない] や、プログラマーの言語理解に関するリスク [規格詳細を知らなくてもプログラムが組める]）を内包しており、それらが原因でソフトウェアの不具合がたびたび発生していた。ECU ソフトウェアの不具合は、少なからず C 言語の規約解釈のあいまいさに原因がある。

<参考文献>

- ・ ASAM (2009) *Solution guide 2009: Directory of ASAM members and ASAM related products*, Association for standardization of automation and measuring systems
- ・ AUTOSAR (2004) “AUTOSAR – An Industry-Wide Initiative to Manage the Complexity of Emerging Automotive E/E-Architectures,” 2004
- ・ AUTOSAR (2005) “VDI Conference ‘Electronic Systems for Vehicles’,” 24 October, 2005
- ・ AUTOSAR (2006) “AUTOSAR – Current results and Preparation for exploitation,” 3 May 2006
- ・ AUTOSAR (2006) “AUTOSAR – Enabling Technology for Advanced Automotive Electronics,” October, 2006
- ・ HIS (2004) “HIS_Praesentation 2004_05” HIS
- ・ HIS (2006) “Hersteller Initiative Software-Working Group Assessment,” 19 July, 2006
- ・ HIS (2009) “Herstellerinitiative Software: OEM Initiative,” Press release (<http://portal.automotive-his.de>)
- ・ intac.info (2008) “intacs Newsletter – August 2008 Edition” intac.info

- ・ intac.info (2009) “intacs Newsletter – October 2009 Edition” intac.info
- ・ Joerg Barrho und Mathias Adam (2005) *Lehrbeispiel zur Signalverarbeitung in der Messtechnik*, Institut fuer Industrielle Informationstechnik
- ・ John, D (1998) OSEK/VDX history and structure, *OSEK/VDX Open Systems in Automotive Networks, IEEE Seminar*, 13 Nov 1998
- ・ Kinkelin, G. (2008 a) “AUTOSAR Top Level Project View”, 1st AUTOSAR Open Conference & 8th AUTOSAR Premium Member Conference, October 23, Detroit, 2008
- ・ Kinkelin, G. (2008 b) “AUTOSAR on the Road”, CTEA, <http://www.autosar.org>
- ・ Murray, C. J (2004) , “Four Asian automaker join FlexRay Consortium”, *Electronic Engineering Times*, March 1, 2004.
- ・ Senft, C (1988) A Computer-Aided Design Environment for Distributed Realtime Systems, *IEEE CompEuro 88, System Design: Concepts, Methods and Tools*, pp. 288-297
- ・ 鈴木延保・香月伸 (2009) 「車載組み込み技術開発の欧州全体俯瞰と動向」 IPSJ SIGEMB 第14回研究発表会
- ・ 徳田昭雄 (2008) 『自動車のエレクトロニクス化と標準化』 晃洋書房
- ・ 徳田昭雄 (2009) 「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：シュトゥットガルト自動車・原動機研究所」 『社会システム研究』 第19号
- ・ 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産業情報技術研究所」 『立命館ビジネスレビュー』 第4号
- ・ 中西康之 (2006) 「車載 LAN におけるパフォーマンス・テストの意義」 『Design Wave Magazine』 July, pp. 75-77
- ・ 屋敷哲也 (2009) 「国際標準化会議出席 報告書：2009年5月14日」 (社) 自動車技術会, <http://tech.jsae.or.jp/>
- ・ 屋敷哲也 (2008) 「国際標準化会議出席 報告書：2008年04月21日」 (社) 自動車技術会, <http://tech.jsae.or.jp/>
- ・ 安田賢憲 (2008) 「車載ソフトウェアの開発プロセスの標準化動向：欧州 OEM が導入を進める Automotive SPICE を中心に」 『アジア経営研究』 アジア経営学会, 第14号
- ・ ASAM Fibex Standard: http://www.asam.net/03_standards_06.php
- ・ Official website of the FlexRay Consortium: <http://www.FlexRay.de>
- ・ Official website of the MIRA : <http://www.mira.co.uk>
- ・ Official website of the ASAM : <http://www.asam.net/>

The Cooperative Relationship between Consortia in the Development and
Standardization of the Automotive Embedded System:
Toward the Realization of an Industrial-level Open Innovation

Akio Tokuda *

Abstract

The purpose of this paper is to grasp the actual state of European “open innovation” activities by means of dealing with, as a case study, the standard setting process of AUTOSAR in the automotive embedded-system. In our investigation, we were able to clarify the cooperative standard setting process amongst not only the firms which make up the industrial consortia AUTOSAR itself, but also amongst the various consortia which cooperate with AUTOSAR in order to enhance innovation in that sector.

Keywords

Standardization, consortium, embedded system, AUTOSAR, open innovation

* Correspondence to : Akio Tokuda
Associate Professor / Faculty of Business Administration, Ritsumeikan University
1-1-1 Noji-higashi Kusatsu-city Shiga 525-8577 Japan
E-mail : att20023@ba.ritsumei.ac.jp