

## 研究ノート

## 車載通信ネットワークの標準化の動向 — FlexRay と MOST を中心に —

後藤 正博\*・徳田 昭雄\*\*・立本 博文\*\*\*

### 要 旨

本稿テーマは、欧州における車載通信ネットワークの標準化の最新動向をおさえることである。1980年初頭に通信ネットワーク技術が自動車に導入されて以来、多くの自動車メーカーがそれぞれ独自にバスシステムを開発してきた。車載通信ネットワークの自動車への導入は、ボディ系制御システムから始まった。しかし、それらは光ファイバを用いた制御システムであったため、コストやメンテナンスの面に課題があり普及には至らなかった。本格的に LAN が導入され始めたのは、1980年代後半以降である。1990年代に入ると、自動車メーカー各社は各社独自のボディ系通信ネットワークを採用していた。しかし2000年以降、欧米を中心にプロトコルの標準化が進展していく。ドイツのボッシュによって開発された CAN (Controller Area Network) をダイムラーベンツが採用したのを皮切りに、BMW やアウディ、ボルボが CAN を採用することになったのである。2000年以降には、CAN が SAE J1850 よりも通信速度が速いという利点や SAE が CAN を標準として認定したことから、SAE でも CAN の標準化が進められた。そして、2000年に SAE J2411 (低速)、2002年に SAE J11898 (高速) として CAN が米国でも標準化されたこれにより、米国自動車メーカーも CAN の採用を開始した。

本稿では、これら通信プロトコルが標準となった背景に言及したうえで、欧州が標準化に取り組んでいる代表的な通信プロトコル、FlexRay、MOST の現状について述べる。車載通信ネットワークの標準化の事例は、欧州企業が標準化を戦略的に使っている典型である。標準化活動が開始され、参加可能になった時点ですでに標準化の大枠は決まっている。ゆえに、後から参加する企業は、詳細に肉付けを行う作業のみに終始し、本質的な議論には入れない。この方法を欧州企業は繰り返し実施しており、その動向を押さえておくことが日本の自動車産業にとっては必須である。

### キーワード

通信ネットワーク、FlexRay、MOST、CAN、LIN、標準化

---

\* 執筆者：後藤正博

機関/役職：株式会社デンソー 電子プラットフォーム開発部先行技術開発室長

\*\* 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

\*\*\* 執筆者：立本博文

機関/役職：兵庫県立大学経営学部 准教授

## はじめに

本稿の目的は、欧州における車載通信ネットワークの標準化の最新動向を紹介することである。1980年初頭に通信ネットワーク技術が自動車に導入されて以来、多くの自動車メーカーがそれぞれ独自にバスシステムを開発してきたが、本稿の前半では独自の通信プロトコルが標準化されていくプロセスについて言及する。そのうえで、後半では欧州が標準化に取り組んでいる代表的な通信プロトコル、FlexRay、MOSTの標準化の現状について述べる。

### 1 車載通信ネットワークの標準化

#### 1-1 自動車のネットワーク化

かつて自動車の通信システムは、操作系など集中配置されたスイッチ群と、そのスイッチ信号を受け取って集中制御を行う電子制御ユニット（ECU：Electronic Control Unit）間のローカルな“point to point システム”であった。スイッチ群と ECU 間にはハーネス結線部が LAN（Local Area Network）化され、低速のシリアル通信やカスタム通信プロトコルなどが使用されていた。ECU により集中制御されたローカルな通信システムでは、制御範囲がシステム内で完結していた。そのため、1つの ECU の故障がシステム全体に影響することはなかった。

それらローカルな通信システムは、次第に複数の ECU が1つの通信回線（通信バス）に接続される電装系ネットワーク・システムに発展していく。これらの車載 LAN 通信プロトコルは、自動車メーカーごとにオリジナルのプロトコルとして開発され、大規模な電子システムが実現化されていった。その後2000年頃から、主に基幹車載 LAN に業界標準の CAN（Controller Area Network）を使用した制御システムにとって代わられるようになってきた。この変化により、自動車の走行性・安全性・快適性の向上に向けて、増大する ECU をネットワーク化し分散協調制御することが可能になってきたのである。

たとえば自動車のブレーキシステムであれば、自動車の基本機能である「止まる」機能の性能向上に加えて、より安全で快適な高機能ブレーキシステムへと進化している。さらに「走る」「曲がる」機能と連動しながら、走行安全性を向上させている。システムック・イノベーション（systemic innovation）を要する、より高次の機能を発揮する新しいアプリケーションの開発にとって、個別の機能を担う ECU の高機能化・高度化をはかるだけでなく、各々の ECU をネットワーク化した協調制御が自動車に求められるようになってきているのである。

図1は、将来の車載通信ネットワーク・システムを構想したものである。ボディ系・パワートレイン系・シャーシ系・安全系・情報通信系・故障診断系など、通信速度や通信方式などそれぞれの制御対象に合わせて、最適なネットワーク・システムを敷設するという車載 LAN の

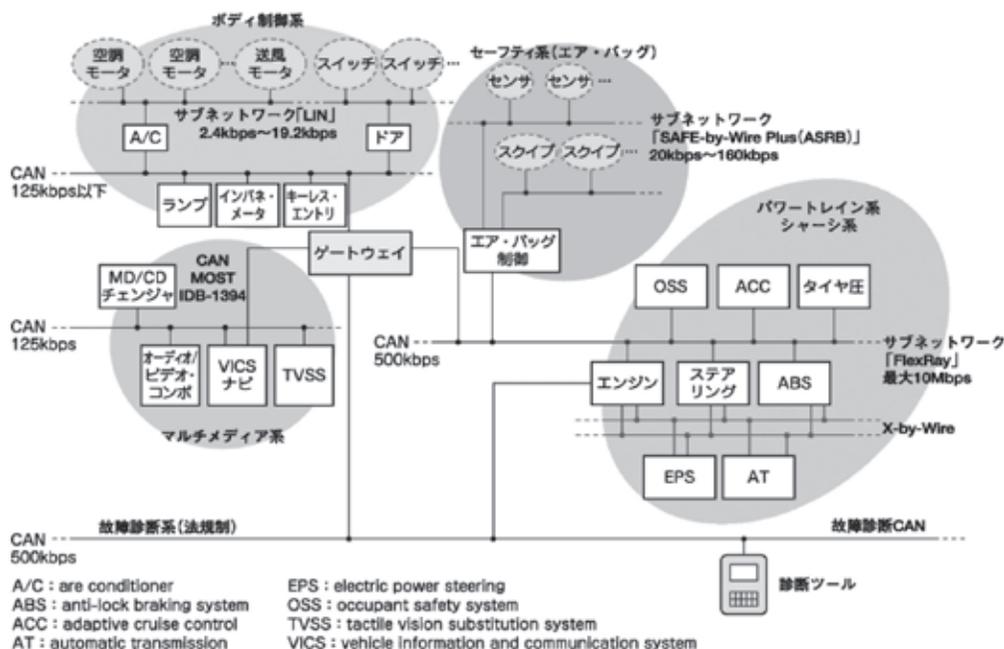


図 1 車載 LAN の構成

出所) 古谷 (2005) および <http://www.kumikomi.net/archives/2005/12/19snet.php?page=2>

構成になっている。

ドアや電動シート、インテリジェント・キー、エアコンなど、ボディ系システムは CAN で、その下位システムは LIN (Local Interconnect Network) で接続する。エンジンやパワーステアリング、ブレーキ、自動変速機など高速かつ信頼性の高い通信システムが求められるパワートレイン系システムについては FlexRay で接続する。また、エアバックシステムに代表される安全系システムでは ASRB (Safe-by-Wire Plus) などのプロトコルを、情報通信システムでは MOST や IDB1394 などを用い、それぞれの制御システム間はゲートウェイを介して相互接続され、自動車全体での分散協調制御の実現が目指されることになる。

## 1-2 車載通信ネットワークの標準化への歩み

### (1) 独自仕様から標準仕様へ

エレクトロニクス化に伴う自動車の制御用途は、大きくボディ系 (車載機器) 制御、情報通信系制御、パワートレイン系 (駆動走行) 制御、シャーシ系 (保安装置: 安全系・エアバック系) 制御などに分類階層構造化され、それぞれの階層が車載 LAN プロトコルを使ってネットワーク化されている (表 1)。階層化されるのは、要求レベルの異なるものを同一のプロトコルで扱うことが非効率だからである。

表1 各用途に適した車載 LAN プロトコルの特徴

用途	ボディ系	安全系	パワートレイン系	情報系
主なアプリケーション	ドア、シート エアコン、照明	エアバッグ 衝突センサ	エンジン、ブレーキ ABS、トランスミッション	カーナビ、カーオーディオ
通信速度	低速 LAN (125kbps 以下)	中速 LAN (数10kbps ~ 500kbps)	中速~高速 LAN (500kbps ~ 10Mbps 程度)	高速 LAN (数 Mbps ~ 数 100Mbps)
特徴	・低コスト ・銅線通信	・タイムスロット通信 ・高信頼性 ・2重系	・タイムスロット通信 ・高信頼性 ・2重系 ・光通信 (高速 LAN の場合)	リアルタイム・データ通信 映像情報通信は光通信必須
車載 LAN プロトコル	・CAN (低速) ・BEAN ・LIN	・CAN (中・高速) ・Safe-by Wire ・BST	・CAN (高速) ・FlexRay	・CAN (中速) ・D2B/Optical ・IEBus ・MOST ・IEEE1394 ・MOST II

出所) 筆者作成

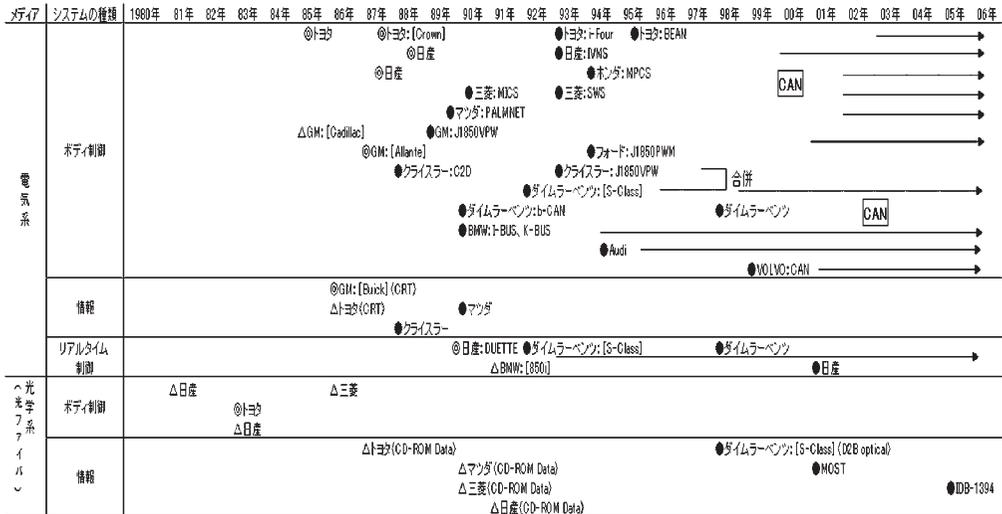
SAE (Society of Automotive Engineers) の報告によれば、ワイヤレス通信も含めると、自動車には用途に合わせて8つの分野で通信ネットワークが必要になる (Lupini, 2003)。そして、それぞれのネットワークでは、車載 LAN プロトコルの標準化をめぐり熾烈な競争が展開されてきた。たとえば、ボディ制御のプロトコルでは、10以上の規格が乱立していたが、現在 LIN がデファクト標準になっている (SAE, 2003 : 1-3)。

1980年初頭にプロトコル技術が自動車に導入されて以来、多くの自動車メーカーがそれぞれ独自にバスシステムを開発してきた。その変遷を図2で確認しておこう。

車載 LAN の自動車への導入は、ボディ系制御システムから始まった。しかし、それらは光ファイバを用いた制御システムであったため、コストやメンテナンスの面に課題があり普及には至らなかった。本格的に LAN が導入され始めたのは、クライスラーの「C2D」、GM の「J1850VPW」など、1980年代後半以降である。1990年代に入ると、ダイムラーは「CAN」、BMW は「I-BUS」「K-BUS」、クライスラーは「J1850VPW」、フォードは「J1850PWM」、トヨタは「BEAN」、ホンダは「MPCS」、日産は「IVMS」など、各社独自のボディ制御系車載 LAN プロトコルを採用していた。

しかし、欧米を中心にプロトコルの標準化が進展していく。1990年代に米国では GM、フォード、クライスラーが米自動車技術会 (SAE) の認定した J1850 を採用するようになった。

た。欧州ではダイムラーベンツが CAN (Controller Area Network) を採用して以降、BMW やアウディ、ボルボが CAN を採用することになった<sup>1</sup>。2000年以降には、CAN が SAE J1850 よりも通信速度が速いという利点や SAE が CAN を標準として認定したことから、SAE でも CAN の標準化が進められた。そして、2000年に SAE J2411 (低速)、2002年に SAE J11898 (高速) として CAN が米国でも標準化されたこれにより、米国自動車メーカーも CAN の採用を開始している。



注)△ Point to Point システム ◎集中制御システム ●分散制御システム  
 [ ]内は車種を示している。→は CAN の採用時期を示すが、車種により異なるため採用時期は厳密ではない。  
 出所)後藤・秋山(2001)を修正・加筆し筆者作成。

図 2 自動車メーカーの車載 LAN プロトコルの変遷

そもそも CAN は、1980年代にボッシュによって開発されたプロトコルである。1983年にダイムラーベンツからの依頼に応じて開発に着手し、1986年2月の SAE 年次総会にて CAN を発表、1992年にメルセデス・ベンツの S クラスで実用化された。1992年には、CAN の標準化を推進する CAN in Automation (CiA) がドイツにて設立され、1993年に ISO 11898 (高速)、1994年に ISO 11519-2 (低速) として承認され、国際デジュール標準となった。これにより、欧州メーカーがボディ系と一部パワートレイン系のプロトコルとして CAN が広く採用されるようになった (後藤・秋山, 2001)<sup>2</sup>。

## 2 FlexRay の標準化

車両運動制御のために、現在の車両では CAN を主として500kbps で使用し、多数の ECU を接続している。しかし、電子制御の急速な進展により現在では通信速度やノード数などの点で限界が近く、多数の CAN ネットワークをゲートウェイによって接続し制御を成立させてい

るのが現状である<sup>3</sup>。FlexRayは、高速(最高10Mbps、CANの実質20倍)・高信頼(2重系をサポート、決定論的な送信権の割り当て)の通信を可能とするCANを代替する制御系ネットワーク規格であり、2000年からFlexRayコンソーシアムによって規格化が進められてきた。以下では、FlexRayの最新動向(FlexRay version3.0)を紹介する。

## 2-1 基本的な特徴と標準化の動向

FlexRayの基本的な特徴は以下の3つである。

- ① TDMA (Time Division Multiple Access) 方式によるシステムに接続されたECU全体の時間同期が可能
- ② 接続されたECUへ時間に基づく送信権(確実に送信ができる)を付与する“Static Segment”と優先順に基づく送信権調停がなされる(優先度の高いものが送信され低いものは送信されない場合がある、CANと同様の特徴)“Dynamic Segment”が設定可能
- ③ 物理層(トランシーバ、通信線)の仕様も規定される

2002年にv1.0が策定されて以来、FlexRayは継続的に改良が進められてきた。2005年末には、v2.1Aが発表された。FlexRayは、すでにBMWとAudiが量産車両に採用している。2009年末にはv3.0が確定し、この発行をもってFlexRayコンソーシアムの活動は実質的に終了している<sup>4</sup>。

## 2-2 最新仕様FlexRay v3.0の変更点

最新の仕様であるv3.0の変更点を以下に示す。基本となる通信プロトコルの変更はないが、より使用しやすいように規格内容を追加・変更している。

### (1) コントローラ・ホスト・インタフェースの変更

FlexRayの通信をつかさどる機能をコントローラと呼び、この機能とホスト(通信を使用するマイコン)間のインタフェースを規定している部分の変更がある。

- ・ Slot Multiplexing (sharing of static communication slots between multiple nodes)
- ・ FIFO Buffer
- ・ Cycle Counter
- ・ Timers
- ・ CHI Commands
- ・ Network Management Vector

### (2) プロトコルの変更

大きな変更点として、時間同期方法の追加がなされた。

- ① 通信速度 (Bit Rate) : 10Mbps に加えて, 5Mbps, 2.5Mbps が正式に追加された.
- ② **Dynamic Segment** のノイズ対策の強化 : ノイズ対策が施され, 短い対称ノイズや非対称ノイズが混入した場合やフレームの後にノイズが混入した場合に, スロット・カウンタの同期がずれないように仕様変更される.
- ③ 時間同期方式の追加 : 2つの同期方式が新たに追加された. 追加された同期方式は, **TT-L (Time-Triggered Local Master Synchronization)** と **TT-E (Time-Triggered External Synchronization)** である. v2.1A で規定されている **TT-D (Time-Triggered Distributed)** 方式ではネットワーク・クラスタ内に最低2つの同期ノードが必要であるが, **TT-L** 方式ではクラスタ内に1つ存在する **TT-L cold-start node** が唯一の同期ノードとして機能する (図3). **TT-L** 方式は, 高速な起動と精度向上を狙ったものとされる.

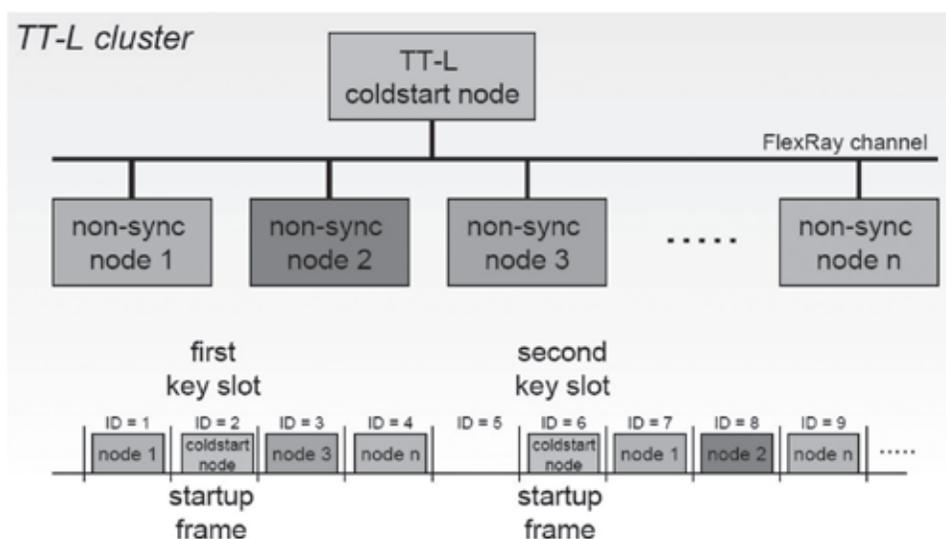


図3 TT-L (Time-Triggered Local Master Synchronization)

出所) HANSAR (2009) Presentation material.

TT-E 方式は, TT-D 方式のネットワーク・クラスタとゲートウェイで結び同期信号をもらう方式である (図4). 開発途中では, TT-M (Time-triggered Master) 方式と呼ばれていた. 独自の同期ノードを持たないため, ゲートウェイが故障した場合, TT-E クラスタは停止する (機能しない). ゲートウェイを冗長化することは可能である. TT-E 方式は, 信頼性を確保するためなどの理由で分割した2つのクラスタを同期させたい場合などに採用されるものと考えられる.

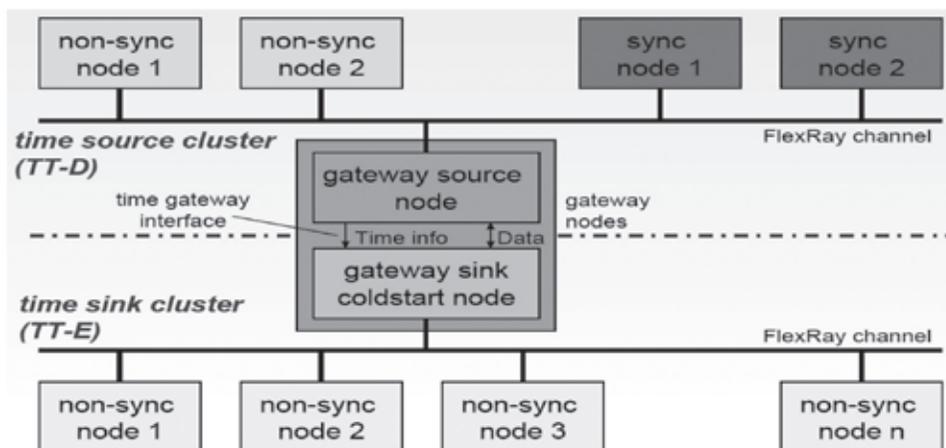


図4 TT-E (Time-Triggered External Synchronization)

出所) 前掲書

④ Wakeup への機能追加：WakeUp During Operation (WUDO) Process が規定される。Wakeup は、コントローラのスタートアップ前に行なわれるプロセスである。ready 状態でないノードをネットワークに復帰させるためには、v2.1A では、バスを再起動するか、Wakeup Pattern Emulation を用いる必要があった。これに対し、v3.0 ではネットワーク作動中でもシンボルウィンドウに信号を送出することによりノードをネットワークに参加させることができるようになる (図5)。

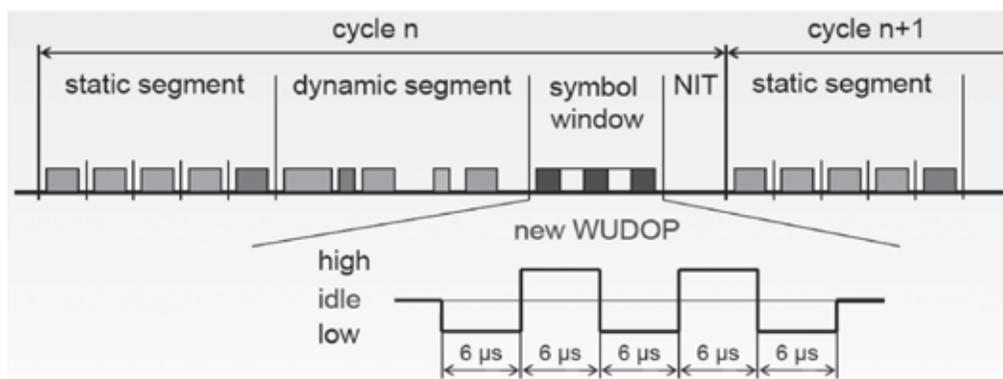


図5 WakeUp During Operation (WUDO) プロセス

出所) 前掲書

この機能は、「ネットワーク作動中にエラー等の理由でリセットされたノードを復帰させる」「省電力のため待機状態にある ECU を覚醒させる」などの用途が考えられる。

本機能は、Wakeup 側の機能であり、FlexRay では Sleep (待機状態) 側の手順などに

については規定されていない。それにもかかわらず機能が追加されたのは、AUTOSAR<sup>5</sup>で規定されている待機状態にする機能の使用を考慮したものと考えられる。

- ⑤ 物理層の規定変更：信頼性向上、EMC 対策などのため通信線上の波形や電圧などに関する規定が厳密になった一方で、トポロジに関する制約はほぼなくなった。

### 2-3 FlexRay の採用動向

すでに述べたように、BMW、Audi ではすでに FlexRay を量産車両に適用している。その他のドイツ自動車メーカでも採用を前提とした活動が盛んに行われている。

VW では、より効率の良い通信帯域の使用方法を検討している。これは、FlexRay で通信する ECU をそれぞれの間で通信するデータの頻度により、頻度の高い ECU グループごとにサブネットワークに分割しその間にスイッチ (Switch) を設け、サブネットを跨ぐ通信をスイッチによって制御することで、サブネット毎に独立したスケジューリング (多次元スケジューリング) を可能とするものである。このメカニズムによって、実効通信帯域をより有効に利用することができる。VW の提案は、FlexRay の通信を採用するに当たって、その高速性を十分に活用しながら効率よく通信ができる仕組みを導入することで、コスト増を抑制し、かつネットワーク構成の複雑化も回避しようとするものであると考えられる。

FlexRay の使用目的の中でも重要視されている安全分野に対して、機能安全に対応した通信ソフトウェアの準備も着々と進められている。Audi の機能安全要求に対し、TTTech が AUTOSAR のソフトウェア・モジュールに要件を追加した SafeCOM を開発し、そのモジュールに対して、機能安全の規格である IEC61508 の SIL-3 認証を TÜV NORD より取得している。

AUTOSAR の活動は FlexRay と協調したものとなっている。AUTOSAR4.0 では、ECU ステート・マネージャー (State Manager)、通信マネージャー (Communication Manager)、

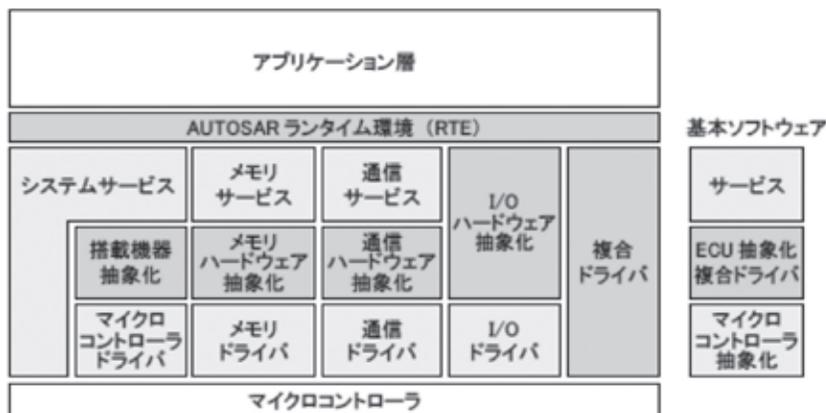


図6 AUTOSAR 基本ソフトウェアでの FlexRay 管理機能

出所) 筆者作成

FlexRay ネットワーク・マネージャー (Network Management), FlexRay ステート・マネージャー (State Manager) などノードのウェイク・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, AUTOSAR 基本ソフトウェア (Basic Software) サービス層 (Services Layer) に配置される (図6).

このように欧州では, FlexRay を使用するための開発が, さまざまな欧州発の活動と協調して実施されている.

日本から JASPAR の活動を通じて, FlexRay コンソーシアムと協調してきた成果として, 2.5Mbps, 5Mbps の通信速度が正式に採用された. その他詳細なパラメータに関しても, 最新の FlexRay3.0 に反映されている. このように日本の自動車メーカ, サプライヤが実使用環境を考慮して提案した内容が FlexRay3.0 に採用された<sup>6</sup>.

### 3 MOST の標準化

#### 3-1 MOST の特徴と標準化の動向

MOST (Media Oriented System Transport) は, 主に, カーオーディオやカーマルチメディアシステムなどの車載エンターテインメント・システムを構築する際に利用される通信プロトコルである. 欧州で開発が始まり, 現在では MOST Cooperation によって標準化が推進されている (図7). MOST Cooperation のメンバーは, 初期からのコア・パートナー (Core Partner) である, Audi, BMW, Daimler, Harman/Becker, SMSC と世界中の主な車両メーカ, サプライヤで構成されるアソシエイト・パートナー (Associated Partner) からなる.



図7 MOST のネットワークポロジと主として対象とする機器

出所) <http://www.hueggenberg.com/images/MOST/MOST-Network.jpg>

他の CAN, LIN や FlexRay と異なり, MOST では OSI (Open System Interconnection, ISO によって制定されたコンピュータの持つべき通信機能を階層化して定義したもの: ISO7498) 7層のすべてが標準化されている. これに対し, たとえばボッシュ社が最初に策定した CAN の規格は, OSI7 層のうち DLL (Data Link Layer) のみが定義され, その後, ISO1189 の制定に伴い物理層 (トランシーバの電気的特性など) やネットワーク・マネジメントが追加されている. そのため, MOST の規格量は膨大なものになっている.

### 3-2 最新規格 MOST150

MOST には, 既に量産車に採用されている MOST25 と MOST50 がある. 最初に規格化された MOST25 は, 通信速度が25Mbps である POF (Plastic Optical Fiber: プラスチック光ファイバ) によりリング型ネットワーク接続を行い, 欧州の自動車メーカを中心に広く採用している. 2 番目に規格化された MOST50 は, 通信速度が50Mbps である, 一般的なツイストペア・ケーブルにより, ネットワーク接続を行う. 日本では, トヨタ自動車は MOST50 を採用している.

MOST150 は現在策定中の規格で, 通信速度は150Mbps と, 従来のものより3倍速くなる. 通信には POF を使用し, 静止画でなく動画の伝送やインターネットとの接続が可能である. 動画などの *Isochronous channel* (ストリーミング・データ用のチャンネル) と *Ethernet Channel* (イーサネット・フレームを直接取り扱うことができるチャンネル) を同時に備えている. 規格の策定はすでに最終段階に入っており, 2010年には完了, 2011年から MOST Cooperation を牽引している VW グループとダイムラー社によって, 量産車両に搭載予定である.

このように, 主要自動車メーカが規格策定を牽引しているため, マルチメディア系の主要プロトコルになる可能性は高い. しかし他方では, イーサネット (*Ethernet*) がこの分野 (画像伝送など) へも導入され始めており, コンシューマ機器との接続性を武器に広がりを見せる可能もある.

## 4 結びにかえて: 欧州主導で進む標準化の影響

以上, 車載通信ネットワークの欧州における最新動向を概観してきた. 通信の標準化については, FlexRay, MOST を始めとして, 欧州で提案され欧州主導で進められている. 今後, ISO での規格化を目指すものもあるが, この議論も欧州主導で進められることになる.

欧州企業は標準化を戦略的に使っている. 標準化活動が開始され, 参加可能になった時点ではすでに標準化の大枠は決まっている. ゆえに, 後から参加する企業は, 詳細に肉付けを行う作業のみに終始し, 本質的な議論には入れない. この方法を欧州企業は繰り返し実施している.

このような状況では、欧州企業の使用条件を第一に考え、または、欧州ですでに導入しているシステムをもとに規格に関する議論が進められる可能性が高い。このため、設計手法やシステム構成も欧州の考え方に近いものになってゆくことになり、日本が得意としてきた「すり合わせ型の業務プロセス」に整合させるために労力を要することになる。

もしも標準化に対して立ち遅れた場合でも、「標準化の活動を公にアナウンスし、参加者を募る」ことを行うことによって巻き返しを図ろうとするケースもある。たとえば、エアバッグ用の通信バスとして **DSI (Distributed System Interface: TRW, FreeScale)**、デンソーが仕様を作り上げ製品に適用した通信バスが、現在すでに広く使用されている。これに対して、欧州では、2005年に **PSI5 (Peripheral Sensor Interface 5)** コンソーシアムをポッシュ、オートリブ、コンチネンタルが立ち上げ、仕様策定を実施している。現在の製品数では **DSI** が大多数を占めているものの、今後 **PSI5** のチップがリリースされた後の勢力争いが激化する可能性がある。また、フリースケール (**FreeScale**) と **TRW** は、**PSI5** にも正式に参加しており、負担は大きいが欧州での標準化活動の影響の大きさを鑑みていると考えられる。

基幹となる車載通信プロトコルは、ほぼすべての領域で欧州によって標準化がなされている。今後サブシステム内部(例：上記のエアバッグや、ガソリンエンジンに搭載されるアクチュエータ、センサのバスなど)の通信方式を標準化するのか、自社専用のバスとして運用するのかを戦略的に判断してゆく必要がある。

最後に認証機関について触れておくと、通信ネットワークに係る規格は **ISO/IEC** が用いられ、また、認証試験の仕様は **TTCN-3** という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言語を用いて記述されている<sup>7</sup>。認証機関の現状を鑑みると、欧州はいわば「規格を用いてビジネスを創出している」といっても過言ではない<sup>8</sup>。これに対して日本には、この分野に対応する機関や企業がない。言語の壁が存在するので、提出資料の翻訳から始まり、ヒアリング時の通訳が必要となる場合もある。また、すり合わせ型の業務プロセスで品質を確保してきた方法は、海外認証機関には理解しにくい場合が多い。そのため、言葉の壁がより説明を困難にする傾向がある。日本に根ざした認証機関が日本の認証を支援する土壌を作り上げてゆかない限り、経験が得られず、いつまでも欧州の機関に依頼しなければならない状況が繰り返されることになる。日本企業の競争力に影響するのではないかと懸念される。

## 謝辞

本稿の作成にあたっては、匿名のレフェリーに貴重なコメントを頂いた。記してここに御礼申し上げたい。

## 註

- 1 自動車での使用に開発された CAN シリアル・バス・システムは、その後、農業機械や船舶、医療器具、織物機械、エレベータ制御、ファクトリー・オートメーション (規格名: DeviceNet) などにも採用されている。
- 2 自動車用ネットワークのプロトコル規格には様々なものがあるが、容量が低く (10kb/s 程度)、シビアな条件でないものは Class-A と呼ばれている。この分野では、価格弾力性が高く、本文にあるとおり様々な規格が乱立していた (GM: UART, FORD: ACP, トヨタ: BEAN)。しかし、エアコンなどは独自プロトコルを使った安価品を作ることもあり得そうだが、製品の差別化に繋がるような違いをそれ以外に見出すことは難しく、独自規格のメリットはほとんどないといってよい。プロトコルの違いといっても、データ長やヘッド長の違い程度である。しかし、こうした独自路線に近年変化が生じてきており、低容量 (Class-A) は LIN 一色になりつつある。この動きを牽引したのが、LIN コンソーシアムである。もともとが自動車メーカ発でなく、半導体/通信機器企業のモトローラが普及を推進したので、多くの企業が参加しやすかったと見られている。加えて、LIN が低容量 (Class-A) で標準の地位を占めたのは、上位の中容量 (Class-B) の標準であり、ボディ周りのネットワークに用いている CAN/Class-B と接続できるようになっていることにある。
- 3 CAN は主としてボディ系、走行制御系で実現されており、通信速度も CAN-C で最大 1 Mbps である。近年、車載 LAN 上を流れるデータの量は年ごとに増大してきており、主流となっている CAN では対応に限界が見えてきている。このような事情から、新しい車載 LAN プロトコルが必要となってきた。
- 4 2011年以降は、FlexRay コンソーシアムの知的財産権の処理をめぐるメンバー企業間の調整や、デジュール標準の策定に向けた公的標準化機関での活動が進められることになる。
- 5 AUTOSAR (AUTomotive Open System Architecture) は、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 E/E システムの“真の標準: THE Standard for E/E system in the automotive domain”) の開発とその普及に取り組んできたコンソーシアムである。AUTOSAR が開発・標準化している車載ソフトウェアの仕様のことも AUTOSAR と呼んでいる。2010年には、AUTOSAR リリース4.0が AUTOSAR メンバーに公開された。現在では、AUTOSAR 仕様の保守・管理、仕様の成熟化の促進、新規ハードウェア・メカニズムのサポート、既存 AUTOSAR システムのさらなる強化が推進されている。
- 6 日本の自動車メーカが FlexRay を量産車両へ適用した事例は未だない。
- 7 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。

- 8 標準が規定された場合、ある製品がその標準に準拠していることを保証するために「認証 (Certification)」を必要とする場合がある。ISO9000 などの認証が一般的に実施されているが、AUTOSAR においても認証のプロセスが規定されている。また、2011年に策定される ISO26262 に関しても、さまざまな認証機関がその規格のひな形となった IEC61508 の経験をもとに認証の準備を行っている。

### 参考英文献

英語：

- ・ HANSER (2009) *FrexRay Product Days 2009*, presentation materials.
- ・ Lupini, C. A (2003) "Multiplex Bus Progression 2003", *SAE Technical Paper Series*, SAE International.
- ・ MOST Cooperation (2008) *Most Cooperation tech brochure Screen 2008*.
- ・ SAE (2003) *Technical Paper Series*, SAE, 2003-01-0111

邦語：

- ・ 古谷壽章 (2005) 「自動車のセーフティ機能の多様化に対応するセンサ・ネットワーク」  
『Design Wave Magazine』 October, pp. 40-49.
- ・ 後藤正博・秋山進 (2001) 「自動車用ネットワーク技術の動向」『デンソーテクニカルレビュー』  
Vol.6, No.1, pp. 82-89.

参考 URL

<<http://www.hueggenberg.com/images/MOST/MOST-Network.jpg>>

<<http://www.kumikomi.net/archives/2005/12/19snet.php?page=2>>

## Trend of Standardization in Automotive Communication Network System Case: FlexRay and MOST

Masahiro Goto\*, Akio Tokuda\*\*, Hirofumi Tatsumoto\*\*\*

### Abstract

Today, there are a number of sets of automotive communication protocols which serve as international *de facto* standards, differing according to the object of control. In each object, electronic devices are connected by the standardized protocol. After the fierce battle between local protocols, a body control is standardized by LIN, a multimedia control is standardized by almost MOST, a safety control is standardized by safe-by-wire, and a powertrain control and a chassis control will be nearly standardized by FlexRay. Amazingly, all of these standardized protocols were developed by German origin consortia. And these subsystems are mainly networked via CAN which developed by German ECU supplier Bosch.

Since the beginning of the 1980s, when automotive LAN protocol technology was introduced in automobiles, many OEMs have developed their own individual bus systems. The introduction of automotive LAN protocol began with body control systems. However, since these control systems were based on optical fibers, there were issues in terms of cost and maintenance, so that they failed to gain currency. The introduction of the LAN protocol began in earnest in the second half of the 1980s. The individual protocols for body control systems were adopted by the respective OEMs. In the 1990s, however, after Daimler-Benz adopted CAN, BMW, Audi, and Volvo also adopted it. From 2000, because CAN had the advantage of a faster communication speed than SAE J1850 and because the SAE authorized CAN as its standard, standardization based on CAN came to be promoted in the United States too. Subsequently, CAN became the US standard with SAE J2411 (low speed) in 2000 and SAE J11898 (high speed) in 2002.

In this research note, we firstly refer to the background why these communication protocols are standardized, and then introduce the state of art automotive communication networks in Europe. For this purpose we trace recent standardization trend by dealing with the activities of FlexRay and MOST respectively.

### Keywords

automotive communication network, FlexRay, MOST, CAN, LIN, standardization

---

\* Masahiro Goto  
General Manager, Software Technology R&D Department, Corporate ePF Division, DENSO CORPORATION.

\*\* 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

\*\*\*Hirofumi Tatsumoto  
Associate Professor, Faculty of Business Administration, University of Hyogo.

