

# 車載組み込みソフトウェアの品質確保と開発効率向上

Automotive embedded Software

トヨタ自動車株式会社 BR制御ソフトウェア開発室 室長

林 和彦 Kazuhiko HAYASHI

## 1 はじめに

近年、車載エレクトロニクスの進歩は著しく、特にソフトウェアの複雑化、規模拡大が進んでいる。開発の効率化、品質確保には新しい発想が必須であり、自動車業界以外にも知恵を集め、難局を乗り切る舵取りが必要でありトヨタBR制御ソフトウェア開発室の活動を説明する。

## 2 電子プラットフォーム

電子プラットフォームとは、車種個別の開発をせず、カバレンジを考慮して全モデルに電子装備群を仮配置し、全体設計を手がける手法で、2001年から企画・開発を手がけ、2002年には展開計画を立案。

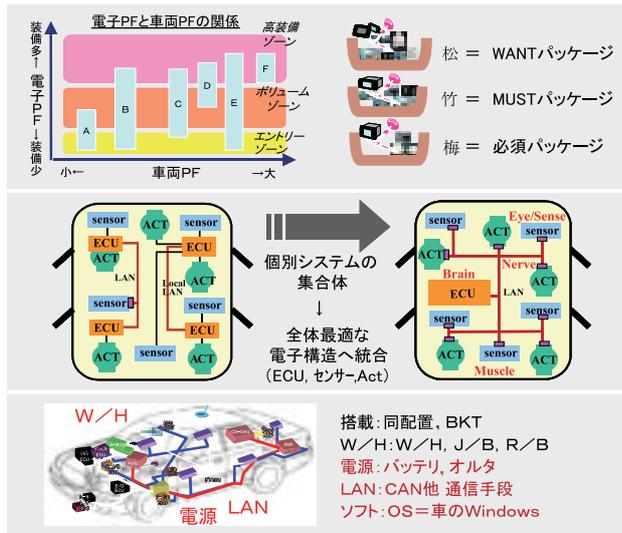


図1 電子プラットフォームの考え方  
Fig.1 Concept of Electronic Platform

ECU間のインターフェースを揃えるのを第1ステップ、ECU内部のソフトウェアを揃えるのを第2ステップとした。第1ステップは2005年の小型車を頭出しとして、プッシュスタート・スマートシステムの全車展開を計画。第2ステップは2006年の高級車をターゲットにソフトウェアプラットフォームの導入を計画した。

ソフトウェアプラットフォームは、電子部品群を繋げるソフトウェアの共通基盤であり、ソフトウェアの開発効率化、品質向上を狙ったもので、システムの連携を容易にし、新しい価値創造を促進する土台である。

LS460では、仕入先を入れた専門集団にて開発し、ブレーキ、運転支援、エンジン制御のECUにソフトプラットフォームを導入した。

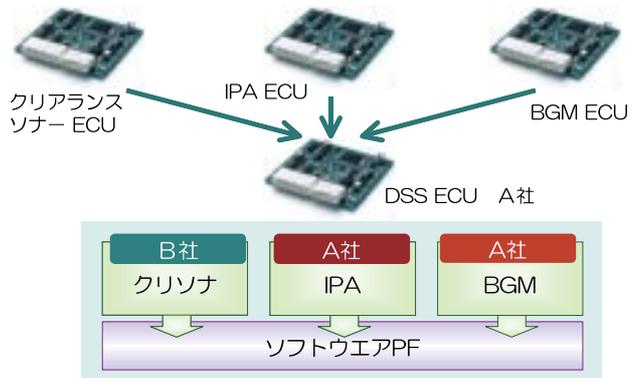


図2 運転支援DSS ECUの例  
Fig.2 Example of Driver Support, DSS ECU

仕入先の異なるアプリケーションソフトをソフトウェアプラットフォーム上に配置し、A社にて結合・検査し納入してもらったが、A社単独では結合評価仕様を決めることができず、何度かのやり直しにて品質を確保した。

## 3 BR制御ソフトウェア開発室発足

仕入先が異なるアプリケーションの結合はトヨタがすべきとの考えからBR制御ソフトウェア開発室を2007年4月に発足。全体の要求定義と構造設計、結合仕様作成をめざし活動を開始した。

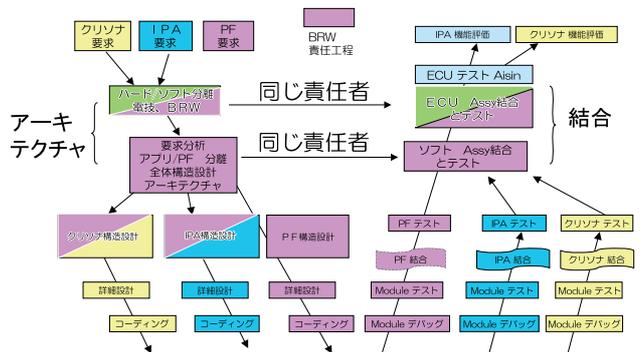


図3 BR制御ソフトウェア開発室責任工程  
Fig.3 Responsibility Process of BR Control Software Development Department

### 3.1 ミッション

- ・『人』を作り、『よい車』を作ることで社会に貢献
- ・車載ソフトウェア開発で世界No.1の技術集団

### 3.2 実施事項

- ・ソフトウェア開発プロセスの定義
- ・技術領域別、ソフトウェアの開発
- ・共通ソフトプラットフォームの開発
- ・共通マイコン仕様開発
- ・多重通信プロトコル開発
- ・海外でのソフトウェア開発仕組み構築
- ・ソフトウェア人材育成仕組みづくり

## 4

### 活動事例

#### 4.1 ソフトウェア開発プロセスの定義

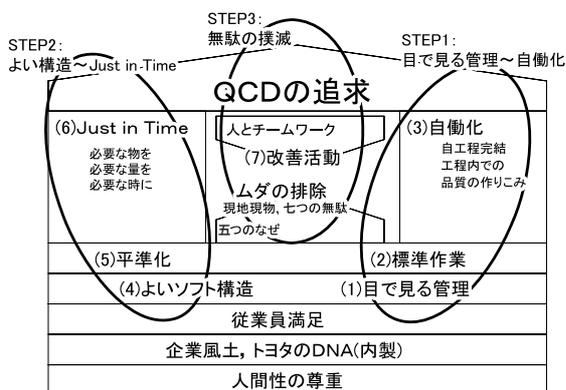


図4 ソフトウェア開発プロセス概念

Fig.4 Process Concept of Software Development

ソフトウェア開発を自らの手で行うことをDNAとしてプロセスを作っているベースは、情報処理推進機構SECが発行しているESPR。これは後述する海外での開発にもつながる大事な基本理念である。

#### 4.2 技術領域別・ソフトウェアの開発

ガソリンエンジン、マルチメディア、エアコン・メータなどのボディー電子、エコラン、電源制御などのパワーマネジメント、で領域別のソフトウェア開発を手がけている。現在は優先度の高いHVを関係者と協議しだしている。その後はディーゼルエンジン、車両運動制御なども検討しなければならない。

ここでは例としてガソリンエンジンの活動を紹介します。

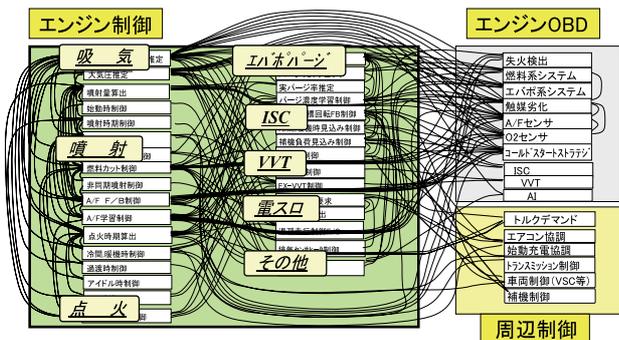


図5 現状のガソリンエンジン制御の構造

Fig.5 Structure of Current Gasoline Engine Control

1970年代後半にマイコン制御を開始したガソリンエンジンは、1990年代後半の32bitCPU採用時に、一度構造化を実施したが、その後の仕様変更には修正で対応しており、気がつけば図5のような構成になっていた。

『保守性が悪い』構造であり、1箇所の変更が複数のプログラムに影響し、確認時間が増大している。

一つのモジュール、パージ制御を解析した結果、現状の構造はモジュールを結ぶインターフェースの数が50本に及び、上下に入り乱れた俗にいうスパゲティ構造であることがわかった。

DFDをベースにBRW独自の構造化マトリクスを作成し、これに基づく階層化構造にすると、同じモジュールの数でもインターフェースは25本、データは上位から下位に流れる構造となった。この成果は本年度中に設計基準として手の内化する予定である。

また開発V字プロセスにて作られていなかった設計書類の整備(図6)も開始し、システム部署のヒアリングを実施した結果、大変わかりやすいと好評である。特に要求定義書はシステム部署との共同産物であり、システム理解を深めるだけでなく人材育成にも役立っている。

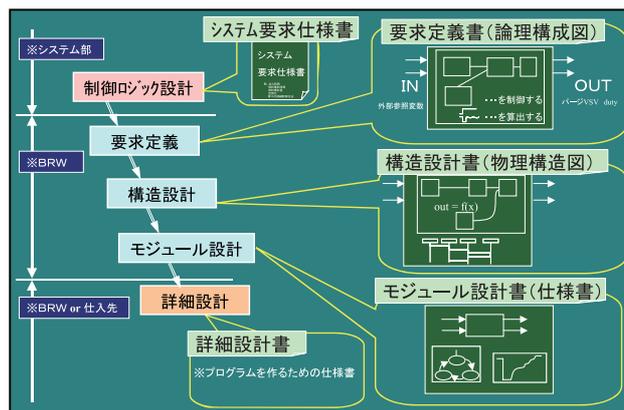


図6 設計書類の整備

Fig.6 Maintenance of Design Documents

#### 4.3 共通ソフトプラットフォーム・マイコン仕様の開発

AUTOSARのBasic Software (BSW)にあたるものをTMCオリジナルに開発・設計している。

もっとも種類が多くて工数がかかるのはMCALであり従来は仕入先がCPU選定していたが、今後はTMCにてCPU案を出し、仕入先と協議の上決めていくプロセスとすべきである。

またCPUは従来、技術領域ごとに選定していたが、領域をまたぐ共通技術としてBRWにてソフトウェアとセットで仕様開発を担当していく。

#### 4.4 多重通信プロトコル開発

LS460の多重通信網は図7に示すように非常に複雑であり今後、更にノードが増える、冗長さの要求が増える、通信速度が上がる、複雑化することを考慮すると、Flex Rayの開発は必須である。



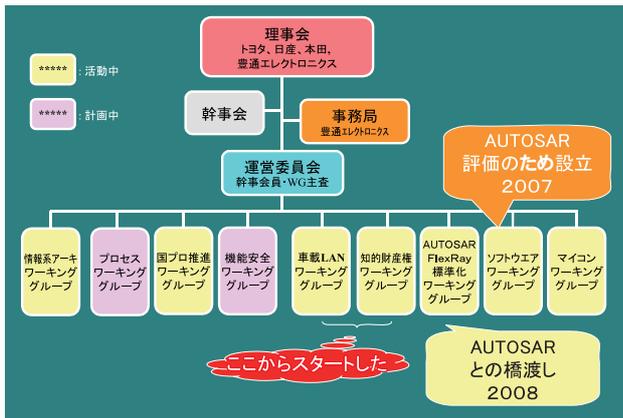


図10 JasPar体制図

Fig.10 Structure Diagram of JasPar

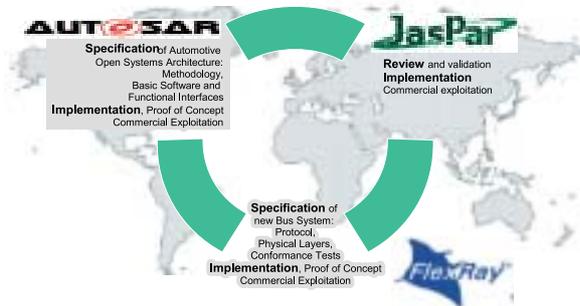


図11 協調関係図

Fig.11 Relationship Diagram of Cooperation

## 5.2 国プロ

経済産業省は日本の組込ソフト体制強化を狙い、提案を公募、JasParが応募し受託。2006年JasParに国プロWGを立上げ、人材育成と日本のソフト・ツール会社強化のプロジェクトがスタート。標準実装TF、開発ツールTF、プロセスTFを立上げ、日産、本田、トヨタがそれぞれリーダーを担当。標準実装TFはAUTOSAR発行のBSW仕様を基に、日本に合った仕様・ソフトを作成、プロセスTFはETSSをベースにした人材育成と開発ツールTFと共同した開発支援を担当している。

## 6

### 品質について

ソフトウェアの品質向上にはBRW発足の前からEQFにしているような仕組みを構築してきた。昨今はコードの監査からプロセス監査に移行したが、プロセスは監査のみで、標準プロセスの提示はできていなかった。

### 社外執筆者紹介



林 和彦  
(はやし かずひこ)

1978年入社以来、パワートレイン・シャシー・走行系電子制御システムの開発・設計を担当。クルーズコントロールでマイコン採用以来ソフトウェア開発に従事。

1989-1993年欧州駐在で電子関係の認証・国際標準化を担当  
1993年 第2電子技術部に昇任、OBD、排気センサ、EPSなどを担当  
2001年 先行車両開発企画室にて電子PFの考えを提示社内外の改革を推進  
2003年 BR制御システム開発室長(統合システム開発部の前身) LS460 DSSを提案  
2004年 第2電子技術部長 DSS用ソフトPF開発、JasPar立ち上げ、AUTOSAR参画  
2005年 第1電子技術部長 東京開発センター開所・マルチメディア大部屋  
2007年 BR制御ソフトウェア開発室長 ルーセントタワー開所、ソフト開発プロセス構築

BRWではプロセスGrを作り、専任でプロセスを構築している。SECの発行するESPR (Embedded Software Process Reference) (図12) をベースに自動車用の特徴を付け加えトヨタGr用ソフトウェア開発プロセスを構築。

これに照らし合わせ、ドメイン毎の評価を行い、弱い工程の強化につとめている。また車両展開時は素早い開発が必要であり、簡易プロセスも作成予定である。

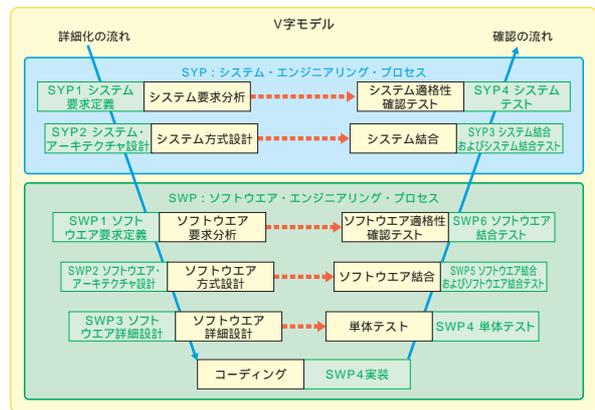


図12 ESPRプロセス

Fig.12 ESPR Process

2005年、第1電子技術部長の時に電子実験課と相談し製作不具合半減活動を開始した。単品未評価は車両評価に織り込まない、不具合発生時は再発防止策を部長説明を義務付け、という厳しい内容であったが、これで設計と評価の連携がよくなり、今思うとV字プロセスの左右が繋がったという気がする。本来は評価仕様は設計側からの提示が必要だが、これはまだうまくできていない。BRWではソフト結合の責任を持つため、結合評価仕様の作成は必須であり、今後の大きなテーマである。

## 7

### まとめ

1. BRWは1年の試行により方向性を定め、あるべき姿に向け活動を開始
2. ソフトウェア開発はプロセス構築が大事、特に要求定義がもっとも大事であり、本工程がやり直し削減に繋がる
3. 構造設計には自動車以外の知恵も入れていく仕組みが必要
4. ソフトウェア開発を委託するには委託元でのプロセス構築と、要件定義、構造設計、結合評価仕様作成が必須
5. JasPar・AUTOSARとの連携を図り、国際協調路線をとりながら、競争に勝っていくことが必要
6. 品質は経営に繋がる最重要課題との認識が必要