

# 車載・小型軽量・多チャンネル セントラルゲートウェイユニット

On-vehicle Compact and Lightweight Multi-channel Central Gateway Unit

宮下 之宏\*  
Yukihiro Miyashita

安川 博  
Hiroshi Yasukawa

黒崎 郁之助  
Ikunosuke Kurosaki

松尾 智貴  
Tomoki Matsuo

堀端 啓史  
Satoshi Horihata

小林 直人  
Naoto Kobayashi

自動車の電子制御化が進むにつれ車載制御ユニット (ECU : Electric Control Unit) が増加し、複数のネットワークを接続して車載LAN (Local Area Network) を構成することが必要となっている。これまでは2系統のネットワークを接続する2チャンネルゲートウェイ ECU を使って多段のネットワークを形成してきたため、車両の通信設計が複雑になっていた。今回、車載LANプロトコルの一つである CAN (Controller Area Network) 通信のインタフェースを6チャンネル持ち、各チャンネル間の通信データを中継できるセントラルゲートウェイ ECU を開発した。これにより、車載LANをシステム別に分けシステム間の独立性を高めることができるため、多くの ECU を接続する場合も通信設計をシンプルにできる。セントラルゲートウェイ ECU は車載LANの核となる ECU であるため、住友電気工業 (株) がワイヤハーネス、J/B (Junction Box) と合わせて車載インフラ全体のシステム提案を行っていくうえで重要な製品となる。

With the rising number of electronically controlled devices used in vehicles, the demand for ECUs (electronic control units) has been increased, and it is now required to configure an in-vehicle LAN (local area network) that connects multiple networks. In the past, multistage networks were formed using a two-channel gateway ECU that connected two different networks, making vehicle communication design complicated. We developed a central gateway ECU that is equipped with six network interfaces to relay communication data between channels. This central gateway ECU secures the independence of respective systems, resulting in a simple communication design even with many ECUs being connected. The central gateway ECU, the main ECU for the in-vehicle LAN, allows Sumitomo Electric Industries, Ltd. to offer vehicle infrastructure systems in combination with wiring harnesses and junction boxes.

キーワード：セントラルゲートウェイ、車載LAN、CAN (Controller Area Network)

## 1. 緒言

自動車の電子制御化が進むにつれ、多数の ECU が車載 LAN に接続され互いに通信することで車両制御を行っている。

車載 LAN では CAN<sup>(1)</sup> と呼ばれる通信プロトコルが使われている。CAN のネットワークトポロジーはバス型であり、1つのバス (通信線) に接続できる ECU 数は通信信号の反射の影響などにより最大で16個程度という制約がある。最近の自動車では70個以上の ECU が搭載されている車種もあるが、この制約のため複数の CAN バスを搭載する必要がある。

これまでは ECU の増加に伴い、2つの CAN バス間で通信データを中継する2チャンネルゲートウェイ ECU (2ch GW ECU) を使ってネットワークを増設してきた。本稿ではこのようなネットワークを機能アドオン型ネットワークと呼ぶ (図1)。

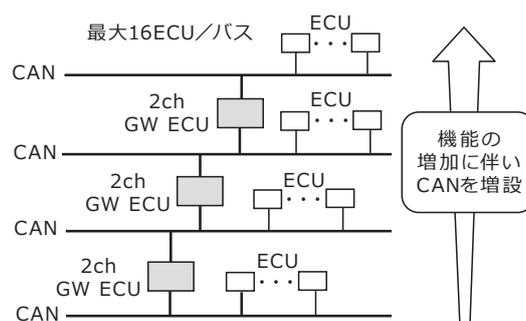


図1 機能アドオン型ネットワーク

## 2. 機能アドオン型からシステム別LANへの移行

### 2-1 機能アドオン型ネットワークにおける課題

CANプロトコルはCSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) 方式であり時間スケジューリングをしないため、送信 ECU がメッセージを送信してから受信 ECU が受信するまでの時間は、同一バスに接続

されている他ECUの送信メッセージの影響を受ける。

例えば図2のような機能アドオン型ネットワークでは、ECU1が送信したCANメッセージをECU6が受信するまでに3個のGW ECUを経由し、各バス毎に他ECUの送信メッセージの影響を受ける。そのため、車両全体で各ECU間の通信遅延時間の要件（メッセージごとに異なるが短いものでは数ミリ秒）を満たすようにネットワークを設計するのは非常に困難である。

また、機能アドオン型ネットワークでは、ECUを新規追加したり既存のECUのメッセージ送信条件が変わると、他のECU間の通信遅延時間にも影響を及ぼすため、ネットワーク全体の設計を見直す必要がある（図3）。

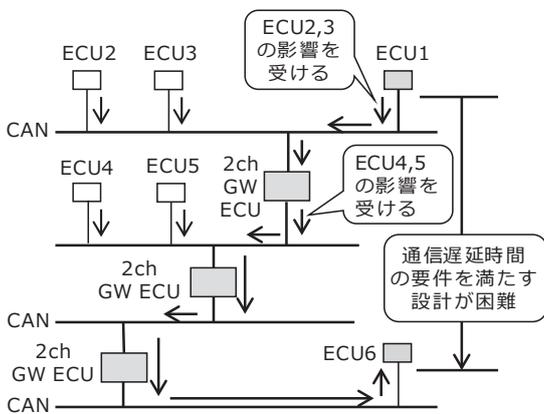


図2 機能アドオン型ネットワークでの課題(1)

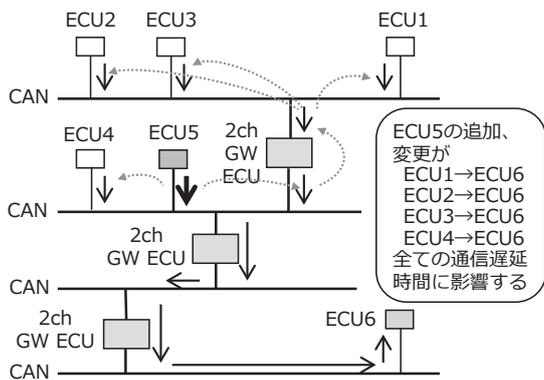


図3 機能アドオン型ネットワークでの課題(2)

## 2-2 セントラルゲートウェイECUによる課題解決

これらの課題を解決する方法として、図4のような複数のCAN通信チャンネルを持つセントラルゲートウェイECU（以降、単にセントラルゲートウェイ、セントラルGWと記述する場合もある）を導入し、制御・ボディ・安全・情報な

どのシステム別LANを構成することが考えられる。

システム別LANでは、ECU数が増加してもバス間の中継は最大1段なので、各ECU間の通信遅延時間は2バス間の通信で設計すればよく、機能アドオン型ネットワークの課題(1)を解決できる。

また、ECUの新規追加や既存ECUのメッセージ送信条件変更時の影響も、新規メッセージや変更メッセージが送信されるバスと中継先バス間の通信で考えればよいいため、機能アドオン型ネットワーク課題(2)のようなネットワーク全体設計を見直す必要はなくなる。

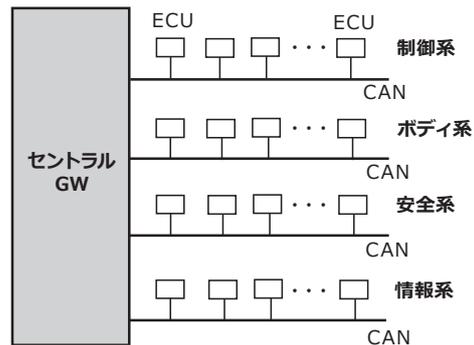


図4 セントラルGWによるシステム別LANの構成

## 2-3 カーメーカー各社の動向

セントラルゲートウェイおよびシステム別LANの導入は欧州カーメーカーが先行していたが、電子制御化の進展に伴うECU数の増加により、日本・米国など欧州以外のカーメーカーでもセントラルゲートウェイおよびシステム別LANの導入が進んでいる。

## 3. セントラルゲートウェイECUの開発

カーメーカーや車種によりセントラルゲートウェイへの要求は異なるが、全て個別に開発するのは効率が悪い。そこで、カーメーカーや車種間の仕様差を吸収しやすい設計とし、また小型・軽量で車両に搭載しやすいことを目標として、CANを6チャンネル持つセントラルゲートウェイの開発を行った。

本章では開発したセントラルゲートウェイの機能・特徴について記す。

### 3-1 中継機能

セントラルゲートウェイの主機能はCANバス間でメッセージを中継することであり、代表的なものとして、①逐次中継、②周期変換中継、③データ組替中継の3種類の中継機能を持つ。

### ①逐次中継

車載LANの通信では、エンジン回転数など絶えず変化するデータを数十ミリから数百ミリ秒の間隔で周期的に送信することが多い。また、通信量を減らすために1つのCANメッセージにエンジン回転数と吸気温度など複数のデータを格納する。

逐次中継では、受信したCANメッセージの周期もデータの内容も変えず、受信後ただちに中継先のCANバスに送信する(図5)。このとき1つのCANメッセージを複数のCANバスに送信することも可能である。

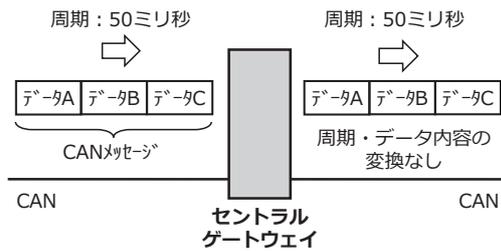


図5 逐次中継

その場合、図7のようにセントラルゲートウェイがデータを組み替えて中継することで中継先バスのCANメッセージ数を減らせるため、中継先バスのバス負荷及び受信ECUの処理負荷を軽減することができる。

車載LANではCANメッセージ内のデータのことをシグナルとも呼ぶので、この機能をシグナル中継と呼ぶこともある。

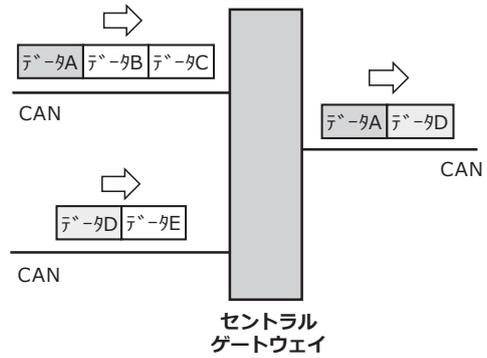


図7 データ組替中継

### ②周期変換中継

メッセージによっては、中継元では短い周期でのデータ更新が必要であるが、中継先では更新周期が長くてもよいものがある。中継先ではデータ更新が長くてもよいメッセージの送信周期を長くすると、中継先のバス負荷が低くなるためECU間の通信遅延時間を小さくできるメリットがある。

これに対応できるよう、セントラルゲートウェイは図6のように中継時に周期変換を行う機能を持つ。

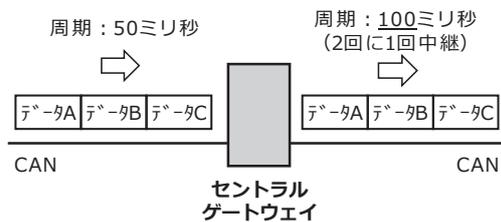


図6 周期変換中継

### 3-2 通信遅延時間とバッファ構造

CANメッセージはそれぞれIDを持っており、同じバス内で送信タイミングが重なった場合、IDの小さいメッセージが優先して送信される(図8)。これはCANプロトコルの仕様であり、この仕組みをアービトレーション(調停)と呼ぶ。

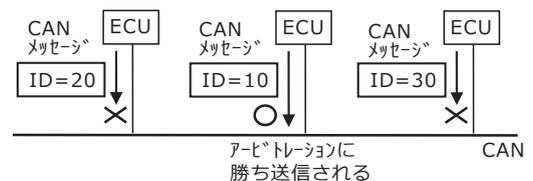


図8 CANのアービトレーション

### ③データ組替中継

前述のように1つのCANメッセージには複数のデータが格納されているが、中継先のECUは1つのCANメッセージに含まれるデータを全て必要としないことがある。

CANメッセージはそれぞれ許容される通信遅延時間が異なるが、一般に許容される通信遅延時間が短いメッセージの優先度は高く設定される。

セントラルゲートウェイでCANメッセージを中継する場合、受信したメッセージをいったん中継用バッファに保存するが、バッファの構造によっては優先度の低いメッセージがアービトレーション負けを繰り返し中継されない

間、優先度の高いメッセージが待たされ、通信遅延時間の要件を満たせないということが発生する(図9)。

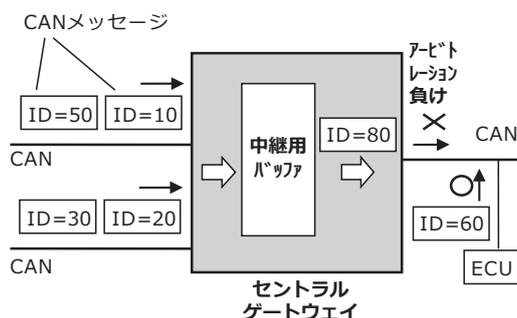


図9 CANアビトリジョンの中継への影響

今回、通信遅延時間が最短になるように、受信メッセージの優先度に応じた中継用バッファへの格納方法を定めるアルゴリズムを開発し、カーメーカーや車種ごとに異なる車両1台分のメッセージセットの情報を入力すると自動的にバッファ構造を決められるツールを開発した。

また、ネットワークシミュレータを用いて各メッセージが通信遅延時間の要件を満足できるか検証できる環境も構築した。

これにより、異なるカーメーカーの様々な車種への対応が容易となった。

### 3-3 中継以外の機能

#### ①ウェイクアップ/スリープ制御

セントラルゲートウェイには、CANの中継処理を行う通常状態と中継処理を行わずマイコンが低消費電力モードに入るスリープ状態がある。

車両駐車時のバッテリー消費を抑制するため、エンジン停止後に一定時間CANメッセージを受信しないなど特定の条件が成立した場合に通常状態からスリープ状態に遷移する。また、スリープ状態でエンジン始動やCANメッセージ受信などウェイクアップ条件が成立すると通常状態に遷移する。

セントラルゲートウェイは、これら通常状態とスリープ状態の遷移を管理するウェイクアップ/スリープ制御機能を持つ。

#### ②故障診断(ダイアグ)

中継時のメッセージ送信処理において一定時間経過しても送信できない場合などに、発生した現象の内容を記憶し、カーディーラの故障診断ツールで読み出すことができる機能を持つ。

#### ③プログラム書換え(リプログラミング)

マイコンやメモリなどの部品を交換することなく、車両

診断用コネクタに接続した故障診断ツールからセントラルゲートウェイのプログラムを書き換えることができる。

#### ④情報セキュリティ

前述の故障診断やプログラム書換えでは、セントラルゲートウェイは故障診断ツールとCAN通信を行う。故障診断ツールは、車外機器のため、その通信においては情報セキュリティを確保する必要がある。その対応として、セントラルゲートウェイがファイアウォールの役目を果たす。

### 3-4 共通機能と固有機能の分離

中継機能では、各CANメッセージをどのように中継するかはカーメーカーおよび車種によって異なるので、その情報をルーティングマップと呼び設定表に切り出し、カーメーカー共通にできる部分と車種固有となる部分を分けた。中継機能以外も含めると、各機能は表1のように分けることができる。このように、共通部分と固有部分に分けることで、効率良く開発でき将来の拡張性もある設計とした。

表1 共通機能と固有機能の分離

機能	共通/固有	カーメーカー固有	
		車種共通	車種固有
中継機能	逐次中継	○	
	周期変換中継	○	
	データ組替中継	○	
	ルーティングマップ		○
ウェイクアップ/スリープ制御		○	
故障診断		○	
プログラム書換え		○	
情報セキュリティ		○	

### 3-5 小型・軽量化

今回開発したセントラルゲートウェイは、以前に開発した2チャンネルゲートウェイに対してCANを4チャンネル追加しているが、厳しい車載品質を確保したうえで、①表面実装型コネクタ採用による部品実装率の向上、②小型電子部品の採用、③基板の多層化などを行い、従来サイズ比27%減(基板面積比)の79mm×55mm×18mm、質量比23%減の42gを達成した(図10)。

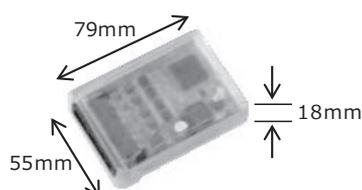


図10 セントラルゲートウェイのサイズ

以上のように、カーメーカーや車種間の仕様差を吸収しやすい設計とすることで効率の良い開発が可能で、また小型・軽量で車両に搭載しやすいセントラルゲートウェイを開発することができた。

#### 4. 今 後

車の高機能化・自動運転化に向けて、車載通信の面では更なる高速化および車外との通信機能が求められる。高速化としては、従来のCAN 500kbit/sを5Mbit/s程度まで高速化できるCAN-FD (CAN with Flexible Data rate)<sup>(1)</sup>やEthernetによる通信への対応と、それら異なるプロトコル間での中継が必要となる。また、車外との通信機能は、LTEやWiFiによるサーバ・スマートフォン等との通信であり、それらの通信においては暗号化や認証など民生のコンピュータ通信と同等の情報セキュリティ機能が必要となる。

図11に次世代セントラルゲートウェイの構成例を示す。この中の破線部は今回開発した部分である。

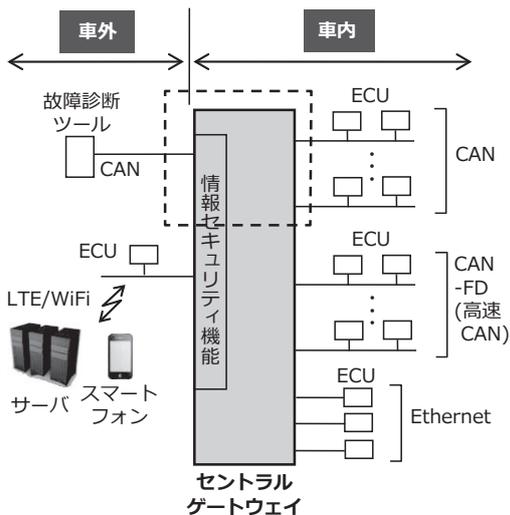


図11 次世代セントラルゲートウェイ

#### 5. 結 言

今回、小型・軽量で車種バリエーションに対応しやすいCAN 6チャンネルのセントラルゲートウェイを開発した。

今後は、高速マルチプロトコル通信・情報セキュリティ強化に対応した次世代セントラルゲートウェイの開発を進めていく。

・ Ethernet は Xerox Corporation の登録商標です。

参 考 文 献  
 (1) ISO 11898-1 : 2015, Road vehicles -- Controller area network (CAN) --, Part 1: Data link layer and physical signaling

#### 執 筆 者

宮下 之宏\* : (株)オートネットワーク技術研究所  
 情報ネットワーク研究部 グループ長



安川 博 : 住友電装(株) 電子第4設計部  
 グループ長



黒崎郁之助 : 住友電装(株) 長崎ソフトセンター  
 グループ長



松尾 智貴 : 住友電装(株) 制御システム設計部  
 主席



堀端 啓史 : (株)オートネットワーク技術研究所  
 情報ネットワーク研究部 室長



小林 直人 : (株)オートネットワーク技術研究所  
 情報ネットワーク研究部 技師



\*主執筆者