



児玉誠樹\*

# 車社会の将来展望と技術動向

Prospective Stories and Engineering Trend in Automotive Society

Seiki Kodama

## 要旨

現在、私たちの社会では車は必要不可欠な道具になっているが、環境負荷や交通事故等、解決していかねばならない課題も多く併せ持っている。

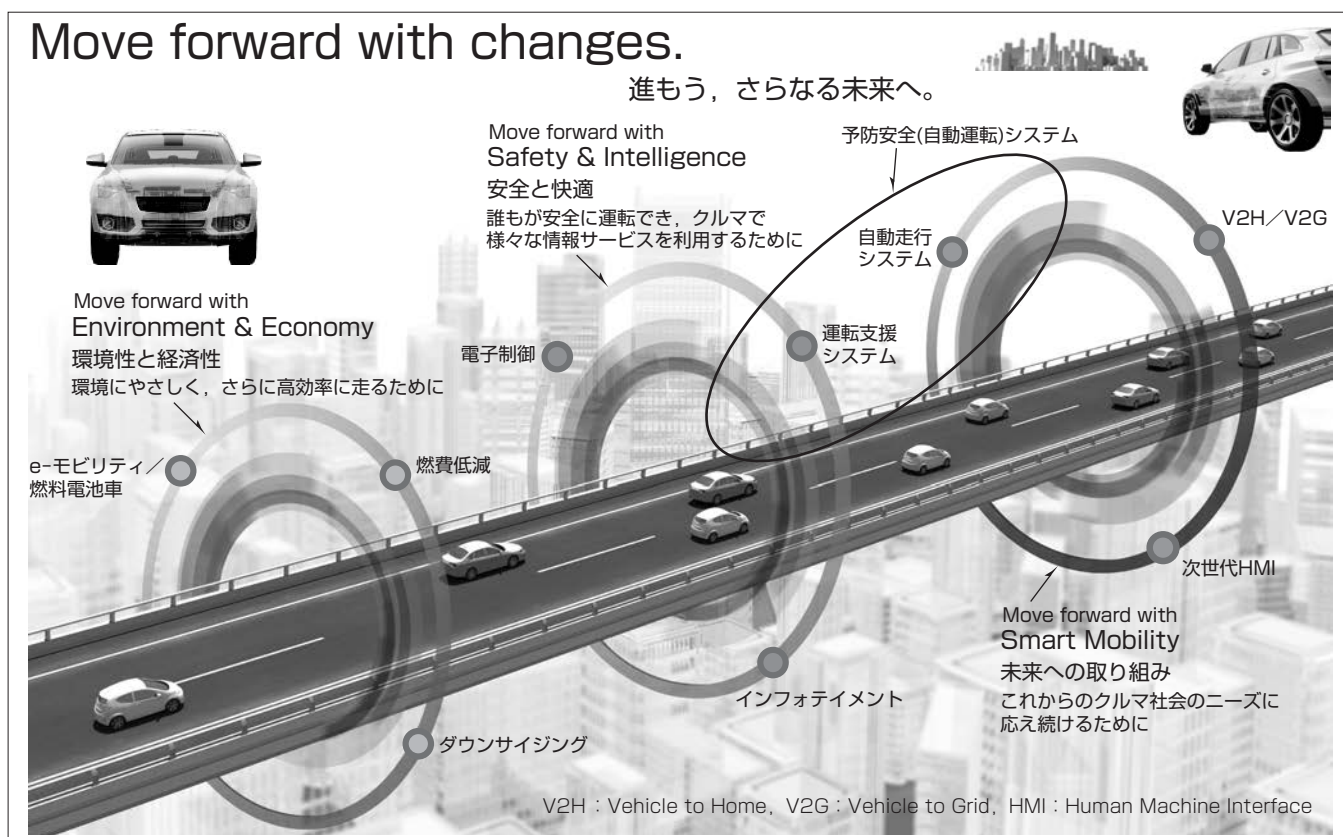
環境面では、自動車は温室効果ガスである二酸化炭素を排出するため、地球温暖化への影響が大きいとされている。自動車業界ではゼロエミッションを目指して電気自動車(Electric Vehicle:EV)の開発・普及に取り組んでいるが、様々な課題から当面は化石燃料に頼らざるを得ない。

安全面では、交通事故による死者や負傷者の発生が問題となっている。日本国内では、様々な安全機器の進歩や法規制の強化、インフラの整備に伴い減少傾向であるが、いまだ改善すべきレベルにある。グローバルでは、車の普及

に対して安全対策とインフラ整備が追い付いていない状況にある。将来の自動運転を見据えた予防安全技術を進歩させて、日本をモデルケースとしてその技術を世界に普及させることで交通事故の削減に取り組まなければならない。

車載情報機器は、パソコンやスマートフォンが普及しているインターネット社会で車の利便性・快適性を決定づけるものであり、世の中の通信技術の進歩に対応していく必要がある。また、車の環境負荷低減や安全面の向上との関わりも深いことを忘れてはならない。

三菱電機は、総合電機メーカーとしての技術力を結集して車の進化に貢献するとともに、“低炭素社会”“循環型社会”の実現を目指して、より良き社会づくりに貢献していく。



## Move forward with changes

当社は、環境ビジョンで“低炭素社会”“循環型社会”の実現に貢献することを定めている。総合電機メーカーとして、環境、安全、情報の各分野の技術力を結集して自動車の進化に貢献し、環境にやさしく経済性と両立させて、安全で快適な運転を実現し、未来の車社会のニーズに応え続けて、その実現を目指していく。

## 1. ま え が き

自動車の定義は“発動機の動力で軌道なしに走る四輪車”（角川国語辞典）とされ、1700年代のフランスの蒸気式自動車を起源とするといわれている。ガソリンが燃料となるのは1870年ごろ、その大衆化は1907年のT型フォードから始まったとされるため、我々は実に100年以上もの車社会を過ごしてきたことになる。一方、車が生活必需品となるモータリゼーションが日本で始まったのは1970年ごろであり、我々は、この個人的な移動手段を手に入れることで様々な利益を享受すると同時に、大気汚染や交通事故等による人的影響にとどまらず、温暖化に伴う自然破壊など負の側面も発生させている。現在、そのモータリゼーションの波は中国を始めとした新興国に押し寄せており、世界で生産される車の数は2015年で8,900万台に達し、2020年には1億台を超える予想されている（図1）。これに伴い、環境や安全への脅威に対する国際社会の改善要求は強まり、一方で個々の消費者の利便性・快適性への要求もますます高くなってきている。

本稿では、これからの車社会での課題と、その解決に向けた自動車機器の技術動向について、環境、安全、情報の3つの視点から述べる。

## 2. 環 境

我々が住む地球の最大の環境問題は、温室効果ガスによる温暖化現象である。温暖化の影響は、生態系の変化による感染症の拡大や、海面上昇、異常気象などが考えられ、人類の存続を脅かす重大な問題である。温室効果ガスの主なものには二酸化炭素、メタン、代替フロン等があり、その中でも二酸化炭素は環境中での寿命が長く温暖化への影響が大きいとされている。人為的に発生する二酸化炭素の多くは火力発電や工場、自動車の排気ガスによるもので、全体の排出量の20%が自動車を含む運輸関係によるとされ、その抑制が求められている。

この対策として世界各国では燃費規制を行い、2015年時点での中国(14.5km/L)、北米(16.0km/L)、日本(16.8km/L)、欧州(17.8km/L)から、2020年時点では欧州の24.3km/Lを筆頭に各地域が20~30%減の規制値を制定している。特に、世界最大の車市場である中国では、新エネルギー車(NEV) (PHEV (Plug in Hybrid Electric Vehicle), EV, FCV (Fuel Cell Vehicle) が含まれる) を戦略産業として育成する方針であり、2020年以降にクレジット方式の中国版ZEV (Zero Emission Vehicle) 規制を導入して罰則金を補助金に充てることで、NEVの普及を図ろうとしている。

このような国際環境に対応して、各国の自動車メーカーは後に述べる様々な対策に取り組んでいる。

## 2.1 低 燃 費 化

自動車のパワートレインは電動化の方向にあるものの、2025年時点でもHEV (Hybrid Electric Vehicle) を含めた普及率は15%程度と予想されており（図1）、依然としてガソリン／ディーゼル車の低燃費化技術の進化が求められている。代表的なガソリンエンジンのJC08Cモードでの分析ではエンジンの正味仕事量は30%に過ぎず、冷却や排気による熱損失が60%、エンジンやポンプの摩擦損失が10%あるとされている。このため、車両の軽量化やタイヤの転がり抵抗の低減などによる走行エネルギーの低減、希薄燃焼化や高圧縮化による燃焼の改善などのベーシックな試みに加えて、過給機との組合せによるエンジンの低排気量化(ダウンサイジング)が進められている。また、電動パワーステアリングの適用によるポンプ損失の削減、無段変速機の適用による伝達損失の低減等も拡大している。最近ではアイドリングストップ機能の普及が顕著であり、2020年以降には半数以上の車に適用されるとの予想もある。スタータのピニオンギヤを常時噛合い(かみあい)又は同期噛合いとすることで再始動を容易にして、比較的低価格でアイドリングストップ機能を実現したことが普及につながった。スタータ方式以外にも、シリンダ内への燃料噴射で再始動させるもの、発電機に電動機能を持たせて再始動させるものなど、様々な方式のアイドリングストップシステムが実用化されている。

## 2.2 電 動 化

電動化の究極はEVであるが、バッテリーの容量に依存する航続距離の短さや充電時間の長さ、充電施設の問題などがあり、当面は急速な普及が望めない。近年、Li(リチウム)イオンバッテリーの容量を現行の2倍以上にするための研究・開発開始が相次いで発表されているが、その実用化

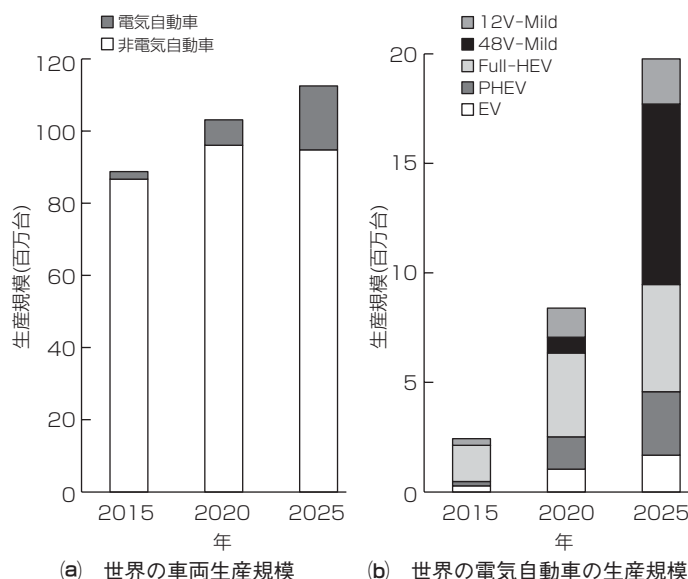


図1. 車両と電動化の規模トレンド

は2020年以降とされており、それまでの補完技術として期待されているHEVは次のような方式で既に実用化されている。

先に述べたアイドリングストップシステムの発電機兼用の電動機能を拡大して低速走行を可能にしたものがMild-HEVである。この方式は、減速時のエネルギー回生が可能で優れた低燃費技術と目されており、欧州の主要カーメーカーでは、この48V-Mild方式の採用拡大を計画している。

これに対して、搭載する内燃機関とほぼ同等の出力の電動機を持って、定常的な電動走行を可能にしたものがFull-HEVである。また、EVと同様に、直接外部電源でのバッテリー充電を可能にしたものがPHEVであり、家庭用電源でも充電できるものが実用化されている。PHEVは、夜間の長時間充電を前提とすれば急速充電インフラが不要なこと、近距離使用だけに限定すればガソリンを使わないEV相当の環境性を持つことから、EV普及までの有力なHEVと見られている。構造は複雑になるため、コスト低減も課題の1つとなっている。

また、EVの欠点を補う他の技術として、バッテリー充電専用の内燃機関を搭載するRE-EV (Range Extender EV) や、内燃機関の代わりに燃料電池を搭載したFCVがある。燃料電池は水素を燃料に発電してバッテリーを充電するか直接電動機を駆動するが、燃料の水素と外部から導入した酸素(空気)の化学反応で発電して、生成される水だけが排出物となるため究極の環境適応車ともいわれている。燃料の水素の安全性確保や水素生成工程の効率化などの課題があるが、2015年には初の量産車が販売された。

近年、EVの欠点である航続距離の短さを運用面の工夫で補うことで、その普及を図る試みも始まっている。一人乗り又は二人乗りの小型EV車を近距離専用のレンタカーとして配置する構想である。一般的な車の用途のかなりの範囲をカバーできると考えられることから、EVとしての環境性に加えて、車の供給過剰に伴う渋滞問題や駐車場問題への解決にもつながる可能性があり、今後の普及状況が注目される。

### 2.3 ネットワーク化

住宅や工場が電力ネットワークとつながってエネルギー効率の向上を目指すスマートグリッド構想と同様に、車も情報ネットワークや電力ネットワークとつながることでエネルギー効率を改善することが可能と考えられている。EVやPHEVは、HEMS(Home Energy Management System)とつながって電力を供給されるだけではなく、蓄電池として家側に電力を供給することで電力ネットワークの効率化に貢献することが期待されている。また、情報ネットワークにつながることで道路工事や事故、新しい道路情報、更には地理的条件(起伏や曲率)を考慮した自動運転が可能になれば、エネルギー効率を向上させることも可能である。車社会の環境負荷低減では、次に述べる安全や情報が密接に関係してくる。

## 3. 安全

### 3.1 日本と世界の交通事情

環境問題に加えて、交通事故による死傷者の増加は車社会の発展に伴って生まれたもう1つの大きな問題である。

世界保健機構(WHO)の調査では、2012年時点での世界の交通事故による死者は年間120万人以上と報告されており、2020年には200万人を超えるとの予想もある。

また、車の普及が急速に進んでいる中国やインドでは、人口当たりの死亡率が日本の4倍程度との試算もある。一方、日本国内では、交通事故による死者数が1970年に16,765人に達した。この低減対策の1つとして、1991年に国土交通省が事務局となって産学官共同の新技术開発と普及の促進を目的としたASV(Advanced Safety Vehicle)推進会議を設立してASV推進計画を立案・推進しており、現在第5次計画が進行中である。また、国土交通省所管の独立行政法人自動車事故対策機構で1995年から自動車アセスメント(自動車の安全装置の性能評価とランク付け)が行われている。これは、安全な車の指標として衝突安全性の評価結果を一般ユーザーに公表することで、自動車メーカーの開発を促進させることを意図したものである。

このような対策の効果や、危険運転や飲酒運転に対する刑罰の厳格化やシートベルト装着の義務化等の法規制の影響もあり、2014年の交通事故による死者数は4,113人と14年連続の減少を記録しているが、その減少幅は鈍化傾向にある。また、近年、死者に占める高齢者の割合が増加しており、2014年では65歳以上の死者が2,193人と半数を超えている(“平成26年中の交通事故発生状況”警察庁交通局 2015年3月19日)。

日本政府として“2018年を目途に、交通事故死者数を2,500人以下とし、世界一安全な道路の実現を目指す”(2010年1月 内閣府特命担当大臣談話)という目標を掲げており、その実現に向けて、高齢者や若年者を含むドライバーへの交通教育などの人的対策、道路環境の整備などのインフラ対策、車自体の安全性向上などの車両対策に加えて、人・インフラ・車の連携による安全性向上策が必要と考える。

### 3.2 車両の安全性向上

車両の安全性に関わるシステムは、利便性向上を主目的とした“運転支援システム”, 明らかな危険状態に際し警告を発して積極的に機能する“事故回避&被害低減システム”, 支援によってリスクを低減することを主目的とした“予防安全システム”の3つに分類できる。

#### 3.2.1 運転支援システム

運転支援システムの代表的な事例では駐車支援システムがある。超音波ソナーで近接物の存在を知らせる警告レベルの装置に始まり、カメラで後方の視認を可能にしたもの、

最近では前後左右の4つのカメラを使ってあたかも車の上方から見たような画像を表示する周囲監視システムが実用化されている。始動・発進時の支援システムとして超音波ソナーとブレーキシステムとの組合せで踏み間違い・誤発進防止システムが実用化されており、初心者や高齢者の事故低減への効果が期待されている。

3.2.2 事故回避&被害低減システム

事故回避&被害低減システムには、法規制の関係から既に必須又は標準装備となっているアンチロックブレーキや横滑り防止装置に加えて、エアバッグなどが含まれる。

エアバッグの進化型として、車内に設置したカメラで全ての乗員の体格や着座位置を判定して、衝突時のエアバッグ展開の箇所や速度を最適に制御する技術も研究されている。また、カメラと近赤外線レーザーの組合せで、車両や人・障害物を検出してブレーキをかける衝突被害低減システムも量産化されている。特に、時速30km/h以下の低速走行を対象としたシステムは、街中や短距離の走行を繰り返すことが多い軽自動車を中心に適用が拡大している。

3.2.3 予防安全システム

予防安全システムには、カメラでの車線検出と電動パワーステアリングの組合せによる車線逸脱警報・予防支援システム、定速走行装置の発展型ともいえるミリ波レーダやカメラでの車両検出とアクセル・ブレーキの組合せによる前車追従装置、側方や後方の車両をソナーやミリ波で検出して警告を発する車線変更支援システムなどがある。これらはいずれも外部情報に基づくシステムであるが、最近では車内(内部)情報、つまり運転者の状態情報に基づく予防安全システムも注目されている。

既に実用化されている比較的簡便なものとして、電動パワーステアリングに内蔵されている角度センサでハンドルの動きを検出して、運転者の操舵(そうだ)パターンから疲労度を検出して休憩を進める疲労検出システムがある。また、最近開発が進められている事例では、運転者の顔画像から開眼度や瞬(まばた)きの頻度を検出して居眠り状態を検出することや、顔や視線の方向の情報とハンドルの操作状態を組み合わせることで集中力の低下を判定するなどの試みがなされている。

このような予防安全システムの普及を狙って、先に述べた自動車アセスメントのアイテムとして2014年から対車両の自動ブレーキと車線逸脱警報装置が採用され、今後、車両周辺視界提供装置や対歩行者の自動ブレーキのアセスメントへの導入が検討されている(2015年11月時点)。

3.3 人・インフラ・車の連携

このような車両単独での安全システムでは限界があることから、人(歩行者)・インフラ・車の連携による安全システムの開発・適用が進んでいる。代表的な事例は、DSRC(Dedicated Short Range Communication)路車間通信によ

る事故防止情報の配信であり、通信時間の短縮によってリアルタイムに前方障害物警報を提供すること、合流支援を行うこと、交差点での歩行者の存在を通知すること等が検討されている。また、このような通信システムを車車間通信にも発展させることで、急ブレーキや右折時の衝突防止、出会い頭の衝突の防止などへの応用も考えられている。最近ではスマートフォンの所有比率が上昇しているため、このスマートフォンと車両を通信でつなぐことで歩行者と車に相互の存在を通知して事故防止につなげることも検討されている。

3.4 自動運転に向けて

現在、自動車事故の大半が人の過失に起因するものであるため、車の自動運転が将来的な安全対策として期待されている。内閣府は戦略的イノベーション創造プログラムの1アイテムとして車の自動走行を選定し、米国運輸省国家道路交通安全局が定義した自動運転レベルに準じて、官民ITS(Intelligent Transport Systems)構想のロードマップでレベル3(表1)の実現時期を2020年として研究・実証を推進している。これに呼応して多くのカーメーカーが2020年に向けた自動運転の実用化に取り組んでいる。

自動運転では、先に述べた様々な運転支援・予防安全システムの組合せによる車両制御に加えて、高精細地図情報と高精度測位(自車位置推定)が必要となる。測位精度は、従来のGPS(Global Positioning System)レベルでは不十分とされており、自動運転に必要な精度の見極めと並行して補完・補正情報による様々な精度向上策が検討されている。

この測位情報を人工衛星から提供する場合、高角軌道に位置してビルや山岳などの影響を受けにくい準天頂衛星の利用が有力とされており、補正情報の提供が開始される2018年以降、具体的な開発の進展が見込まれている。高精度地図は、この高精度測位装置とレーザスキャンを搭載した車両で実際に走行して地形や構造物の3Dデータを取得することで作成される。

表1. 自動化レベル

分類	概要	左記を実現するシステム	
情報提供型	ドライバーへの注意喚起等	安全運転支援システム	
自動化型	レベル1：単独型	準自動走行システム	自動走行システム
	レベル2：システムの複合化		
	レベル3：システムの高度化		
	レベル4：完全自動走行	完全自動走行システム	

いずれのレベルにおいても、ドライバーは、いつでもシステムの制御に介入することができる。  
 出典：内閣官房ホームページ：  
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20150630/siryou7.pdf>

自動運転レベル3の状態では、必要なときにはいつでも人が介入可能なことが求められる。したがって、運転者に対して、車の制御状態や行動予定を常に正確に知らせておくことや、運転者と車の間の権限委譲のプロセスでは、運転者側の必要な行動(操作)が適切なタイミングでわかりやすく提示されることが必要である。運転者や同乗者に安心をもたらすためにも、4章で述べる情報系の装置によるHMIの向上が求められる。また、運転者側が権限委譲可能な状態にあることを車側が認識できることも必要であり、自動運転レベル3では、予防安全システムの項で紹介した運転者の状態検出装置の搭載が必須と考えられている。

#### 4. 情報

車載情報システムが、従来のインフォテイメントの役割、つまり情報を提供することで快適性を維持することに加えて、環境負荷物質の低減や安全運転を支援する役割を担うことを求められていることは先に述べたとおりである。今、車載情報システムは人と車と社会をつなぐ役割を求められている(図2)。

##### 4.1 人とつながる

車載情報機器は、従来のインフォテイメント機能の進化の過程で、運転中の人の操作負荷軽減のための直観的かつ簡便な操作性と認識性向上を目的とした様々なHMI技術の進歩を示してきた。音声認識や音声合成、液晶表示などが主なものであるが、電子機器の情報処理能力の向上に伴って音声認識率や映像表示速度が格段に進歩することで利便性が大幅に改善されている。複数の会話や雑音や音楽

等から特定の人の要求を抽出することや、反応型タッチパネルの採用、ジェスチャー操作が可能なナビゲーションシステムの2016年中での量産化が発表されている。表示機器は大型化・集中化するとともに、表示品質の改善に伴ってHUD(Head Up Display)などの新しい表示装置の普及が望まれる。

また、ウェアラブルデバイスとの連携など、スマートフォンの技術の応用も進みつつある。これらのHMI技術は、機械的深層学習の進歩に伴って更に急速に進化していくことが予想される。

##### 4.2 車とつながる

運転支援システムの高度化が進むことで、車(制御系)と情報系との通信能力の向上が必要になっており、高速Ethernet<sup>(注1)</sup>の車載化が進みつつある。制御系との連携は車の基本機能である“走る・曲がる・止まる”との連携を意味するため、高速でかつ強固なセキュリティ技術が求められる。

(注1) Ethernetは、富士ゼロックス株の登録商標である。

##### 4.3 社会とつながる

パソコンやスマートフォンによるインターネットへの接続が普及し、クラウド活用等が進んでいる。車載情報機器とスマートフォンの連携機能は既に実用化されており、自宅で検索した目的地を再入力することなくナビゲーションで指示・経路案内することができる。3章で述べたとおり、路車間や車車間の情報通信機能、自動運転につながる高精細地図情報や測位機能の搭載も進められる。

また、人が社会とつながるだけではなく、車が社会と直接つながる、いわゆるIoT(Internet of Things)への利用も検討されている。安全性や秘匿性などの課題は多いが、部品の品質状態を把握して整備情報として利用することなどが検討されている。

#### 5. むすび

環境、安全、情報の3つの視点から自動車機器の技術動向を述べ、改めて自動車が地球環境や人間社会に深く関わっていることを確認した。当社の環境ビジョンでは、“低炭素社会”“循環型社会”の実現へ貢献することを定めている。当社は総合電機メーカーとしての技術力を結集して自動車の進化に貢献しつつ、環境ビジョンの実現を目指していく。

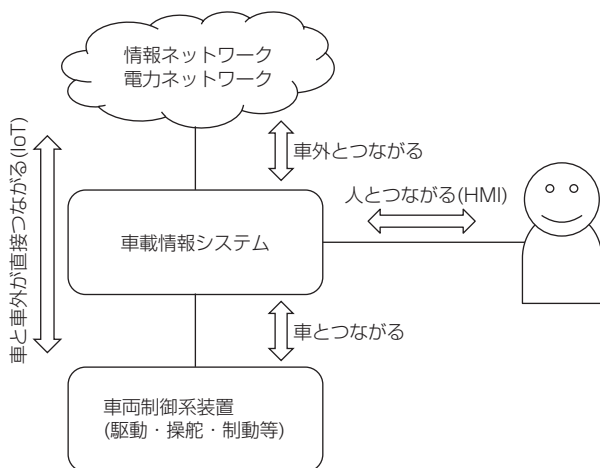


図2. 車載情報システムの役割