

自動車のIT化とその課題

杉山 克典*

目次

- はじめに
- 自動車産業に市場概要
- 自動車のIT化
- 技術開発における資本提携
- 自動車メーカーとIT産業の関連性
- IT産業が自動車業界に注目する理由
- 車載端末のシェア変化
- 環境対応車普及シナリオの崩壊
- EVシフト
- 自動車のIT化における課題

0. はじめに

広島経済大学研究集会で発表の機会を得ることが出来た。この研究集会に際し司会を快く引き受けて頂いた山本雅昭教授並びに地域経済研究所の担当者の方々に感謝したい。またこの研究発表に関しては、発表当時の資料等を参考にしているため、新たな提携や新技術により、現状と一致しない場合がある。自動車のIT化における課題に関しては、各種の資料を基に発表当時における筆者の推測も含めている点に注意して頂きたい。

この研究発表の目的は、次の2点である。

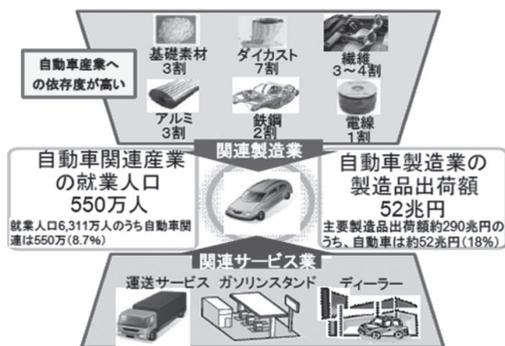
- 1) 自動車のIT化とIT産業の関連性を整理する。
- 2) IT産業が自動車産業に及ぼす影響とその課題を明らかにする。

尚この研究発表は『広島経済大学50周年記念論集』に掲載された「2020年に向けた自動車のIT化に関する検証」を基にした内容となっている。

1. 自動車産業に市場概要

平成27年11月に経済産業省製造産業局自動車課が公表した「自動車産業を巡る構造変化とその対応について」によると、自動車産業の出荷額は約52兆円であり、その額は主要製造業の2割である。また関連製造業人口は約550万人となっており、その割合は就業人口の1割となっている。輸出に関しても約15兆円の規模となっており、輸出額に占める割合は2割に上る(図1参照)。

さらに関連サービス業も含めると自動車産業は日本にとって重要な産業の1つと言える。その自動車産業に大きな変化が起きようとしている。1つは動力源のシフトチェンジであり、も



(出典：経済産業省)

図1 日本の自動車産業の現状

* 広島経済大学経済学部准教授

う1つは自動車のIT化である。この変化への対応を誤ってしまうと日本の産業の大きな損失となり得る可能性がある。

自動車のIT化の兆候として、ドイツのある企業は、今後の自動車メーカーはソフトウェア企業であると述べているように、自動車のハードウェアと同様にソフトウェアが重要な役割を占める事も予見している。

2. 自動車のIT化

車両には複雑な電子機器が搭載され、機械システムを置き換えている。現在では、電子機器(センサー)、アクチュエータ、マイクロプロセッサ、ダッシュボードや以下に示す主要なシステムがIT化(電子化)されている¹⁾。

- ・エンジンコントロール
- ・安全システム
- ・シャーシ制御
- ・測定及び診断モジュール
- ・エンターテイメントシステム
- ・ナビゲーションシステム
- ・コミュニケーションシステム

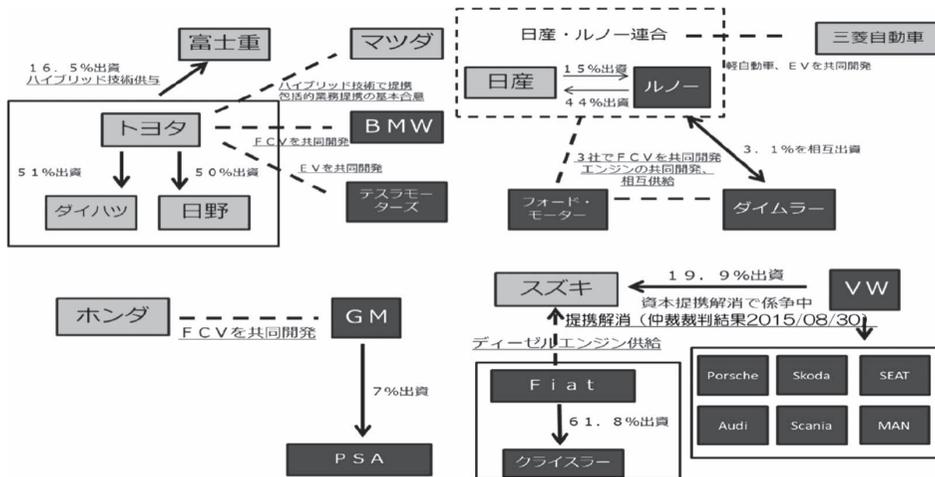
現在では車体のIT化(電子化)のみならず、他車との通信や、その他の外部環境との接続等

が議論されている。このように自動車は“走る”, “止まる”, “曲がる”という特徴に加え, “繋がる”という新たな特徴が必要となってきた。ただし“繋がる”という特徴は2003年頃に既に提唱されていた事ではあるが、その性質は車単体がネットワークに繋がっている状況から、他車や外部環境と協調して繋がっているというように変化している。

3. 技術開発における資本提携

現在の自動車産業は技術開発において他社と資本、提携関係にある。日系メーカーにおいても単独で技術開発を行っているのではない。図2は、日系メーカーの主な資本・提携関係を示したものとなっている。

図2が示しているように、同一業界に所属し競争関係にある企業であっても、資本関係や提携関係にあることが伺える。更に自動車産業は大きなグループを形成している事もうかがえる。これは、1,000万台クラブというような表現にも表れており、グローバルな市場で競争を行うとする場合、1,000万台規模の販売台数が必要となっていることの表れでもある。



(出典：経済産業省)

図2 日系メーカーに係る主な資本・提携関係

表1 2016世界販売台数ランキング

順位		社名	販売台数	増減
2016	2015			
1位	2位	VW	1,031万台	4%↑
2位	1位	トヨタ	1,018万台	0%
3位	3位	GM	996万台	1%↑
4位	4位	ルノー日産	996万台	17%↑
5位	5位	現代自動車	792万台	2%↑
6位	6位	フォード	665万台	0%
7位	7位	ホンダ	497万台	7%↑
8位	8位	FCA	448万台	3%↓
9位	9位	PSA	315万台	6%↑
10位	10位	スズキ	286万台	0%

(出典：DIAMOND Online)

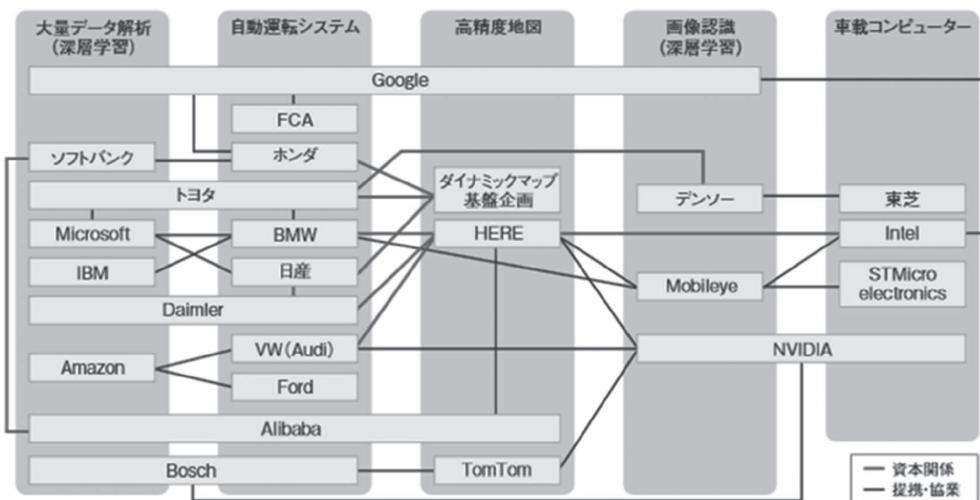
4. 自動車メーカーと IT 産業の関連性

自動車の IT 化は自動車メーカー単独で成し得る事ではない。その他の産業、特に IT 産業との協業が必要不可欠となっている。自動車の IT 化において特に注目されているものに「自動運転」が挙げられる。自動運転の走行性能は深層学習により左右され、その精度を高めるた

めには画像や音声のデータ量と質が重要となる。深層学習の研究開発は自動車メーカーよりも IT 産業が先行している分野でもある。その為自動車メーカーは IT 産業と業務提携や資本提携を行うようになってきた (図3 参照)。

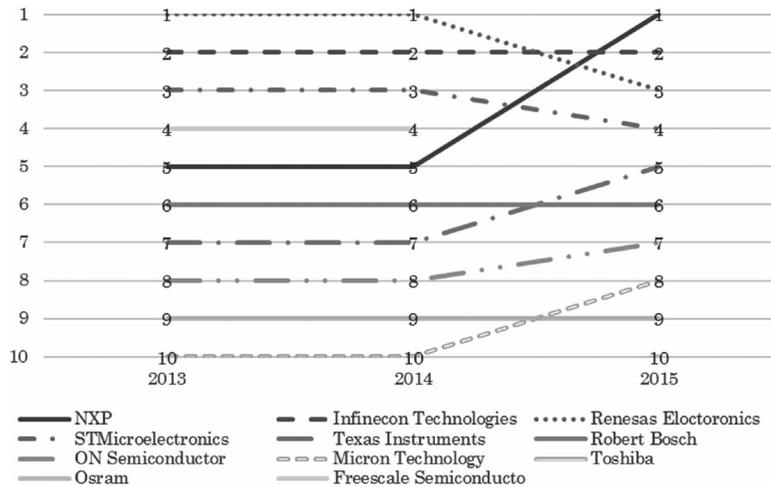
自動運転技術の開発において、自動車メーカーは映像認識や半導体企業とも提携や連携を加速している²⁾。例えば、Audi と BMW、Daimler の企業連合が買収した高度地図最大手の HERE³⁾ との連携が挙げられる。企業連合は HERE を介して、画像認識や車載コンピュータを手掛ける企業と提携も行っている。HERE は自動車メーカーのみではなく、半導体企業との提携を行っている。

自動車メーカーと IT 産業の提携は海外に限った話ではない。図3には示されていないが、トヨタ自動車は、2015年の12月にモビリティ事業分野における AI 技術の共同研究・開発を進めることを目的として、Preferred Networks に出資することで合意している⁴⁾ Preferred Networks は、自然言語処理技術、機械学習技術分野で世界トップレベルの技術力を有するベンチャー企業 Preferred Infrastructure 社から、IoT にフォー



(出典：Automotive Technology (2017.3) p. 39)

図3 自動車メーカーの IT 産業の連携



(出典：HIS の資料⁵⁾ を元に筆者作成)

図4 車載用半導体シェア変動

カスしたリアルタイム機械学習技術のビジネス活用を目的に独立させ、2014年3月に設立された企業である。

5. IT 産業が自動車業界に注目する理由

IT 産業が自動車産業に注目する理由は、自動車から収集されるデータには、ドライバーの行動や嗜好、さらに車内にカメラやマイク、心拍センサー等を設置すれば、健康状態や感情まで推定可能となるためである。生体情報の測定においては、非接触、非侵襲によりデータの測定が可能となっており、ユーザーの負担が軽減されている点にも注目する必要がある。

また、自動車から各種のデータをクラウド上で処理をするとエッジヘビーになってしまう為、ある程度自動車（端末）側でデータを処理する必要性が生じる。その為自動車に搭載する車載端末の重要性が増している。

6. 車載端末のシェア変化

自動車用の車載端末に使用されている半導体製造企業のシェアは図4のとおりである。2014、2015年にかけては Renesas が首位であったが、2015年にシェア5位であった NXP がシェア4

位の Freescale を118億ドルで買収し、車載端末用半導体シェアで首位となった（図4参照）。

図4から、車載用半導体市場は2014年まで比較的安定した市場を形成していたとみる事が可能である。しかし2015年にシェア5位であった NXP がシェア4位であった Freescale を買収し、Renesas を抜き車載半導体のシェアトップに躍り出るといふ市場再編が発生した。この再編成はさらなる“巨人”を車載半導体の市場へと導くことになる。2016年には、車載半導体首位の NXP をファブレス企業として携帯端末用の半導体を開発し、3G 世代の CMDA 技術を独占し「通信業界の巨人」と称されていた Qualcomm が470億ドルで NXP を買収することが発表された。半導体製造事業では、従来型の製造業者は少数派となっており、多くの事業者は「ファブレス」、「ファウンドリ」、「IP ライセンス事業者」等の専門化へと舵を切っており、半導体製造業者の主流は製造拠点を有していない点にある。Qualcomm のようなファブレス企業で携帯端末用半導体において十分なシェアを有している企業が、車載半導体製造企業を買収してまで車載半導体市場に進出してきた点は注目に値する。言い換えると Qualcomm は従来型のビ

表2 自動車メーカー別搭載センサーと認知対象

メーカー		トヨタ		ホンダ	マツダ	スバル	日産
システム名		TOYOTA Safety SenseC	TOYOTA Safety SenseP	HONDA SENSING	i-ACTIVE SENSE	EyeSight (Ver3)	エマージェンシーブレーキ
センサー		レーザーレーダー 単眼カメラ	単眼カメラ ミリ波レーダー	単眼カメラ ミリ波レーダー	単眼カメラ レーダー 短距離レーザー	ステレオカメラ	単眼カメラ
認知対象	車両	○	○	○	○	○	○
	自動二輪車	—	—	—	—	○	—
	自転車	—	—	—	—	○	—
	人間	—	○	○	—	○	○
	作動速度	約 10~80 km/h	約 10~80 km/h (歩行者) 約 10~最高速 km/h (車両)	5 km/h	4~30 km/h	全車速 (0~100 km/h)	10~80 km/h
自動ブレーキ速度	30 km/h 以下	30 km/h 以下 (歩行者) 40 km/h 以下 (車両)	80 km/h 以下	15 km/h 以下	50 km/h 以下	30 km/h 以下	

(出典：各社 HP の資料を元に筆者作成)

ビジネスモデルに反してでも、車載用半導体市場に参入する必要があったと言える。

一方 Intel は2016年7月に Mobileye と BMW と提携して2021年までに完全自動運転車を量産市場に投入することを発表した。その3か月後の2016年10月に Qualcomm が NXP の買収を発表している。Qualcomm による NXP 買収の約5ヶ月後の2017年3月に Intel は Mobileye を153億ドルで買収している。

画像認識では深層学習が重要になる。深層学習で実現する画像認識に対応する GPU 搭載車載コンピュータを他社に先駆けて開発したのは NVIDIA である⁶⁾。図3を見ても NVIDIA は多くの自動車メーカーと提携を行っている。Daimler と NVIDIA2017年1月の CES2017 において、NVIDIA の車載コンピュータを搭載した車両を Mercedes-Benz ブランドでの販売を計画している⁷⁾。

これらの動向を IT 産業の自動車運転市場への進出としてだけで捉えていると、自動車産業は自動運転市場において後手に回る可能性があ

る。即ち上述のような状況は、IT 産業、特に Qualcomm のこれまでのビジネスに照らし合わせて読み解く必要がある。Qualcomm は「通信業界の巨人」ではあるが、そのビジネスを紐解くと特許ライセンスを活用したビジネスモデルに帰結する。1990年代に入り Qualcomm は特許ライセンス事業を開始しており、QTL の営業利益率は80~90%と高水準となっている。上記の点を考慮すると、Qualcomm は自動運転における標準化による特許ビジネスでの高収益獲得を目指していると言える。これは Qualcomm のみに言える事ではなく、半導体産業にみられる傾向でもある。

IT 産業においては、標準化と特許は密接に関係してきた分野となっている。表2は自動車メーカー別の自動ブレーキシステムのセンサーと認知対象の一覧である。この表からも搭載されているセンサーは各メーカーにより異なり、センサーの種別により認知対象も異なる。

この点が、IT 産業の標準化と大きく異なる点と言える。Qualcomm や Intel のような半導

体産業における大型買収により、自動運転に必要なセンサー類がデファクトとして標準化される可能性も高くなってきた。センサー類の標準化は部品の標準化のみを意味しているものではない。これらの標準化は、開発環境も含めたプラットフォームの標準化を意味している。センサー類におけるプラットフォームの標準化が行われてしまった場合、自動運転における日本の地位は相対的に低くならざるを得ない。IT産業による自動運転に必要なテクノロジーによるロックインは既に始まっている。さらに日本では、ソフトウェアに対する投資がハードウェアに対する投資と比較すると相対的に低い傾向が見受けられる。自動運転に関する政府の補助金や予算を見ても、この点は改善されていない。自動運転に関して日本が先導していくのであれば、この点も課題の1つと言える。

7. 環境対応車普及シナリオの崩壊

現在は環境に負荷を与える内燃機関を有したガソリン自動車の存在は、タバコと同様な扱いを受けるようになってきている。その為環境に対応した自動車の開発に自動車メーカーは力を入れている。環境に対応した自動車が一気に普及する分けでは無く、従来のガソリン車から徐々に環境に対応した自動車へと移行していく

シナリオが考慮されていたが、欧州や中国の等のEVシフトがあり、ガソリン自動車から電気自動車が次の環境対応車の主役として注目されるようになってきた。この背景には全個体電池の実用化に目途がたったことも1つの要因として挙げられる。

8. EVシフト

環境対応車普及のシナリオがガソリン車から徐々に新しい動力源に移行しているシナリオから、急激な変化を遂げる可能性を示唆したものに以下のような発表がある。

2017年7月にフランスとイギリスの両政府が、2040年以降ガソリン車とディーゼル車の販売を禁止する事を発表した。フランスとイギリスの乗用車新車登録数は約445万と日本市場を上回っており、両国の決断が自動車産業に与える影響は少なくない⁸⁾。

日本経済新聞によると、2017年9月にはフランスとイギリスのガソリン車とディーゼル車の販売禁止を追従するかのごとく、中国もガソリン車とディーゼル車の販売を中止する方針を示している⁹⁾。

また家電メーカーのdysonも2020年に向けて電気自動車の開発を開始するという発表を行っている¹⁰⁾。

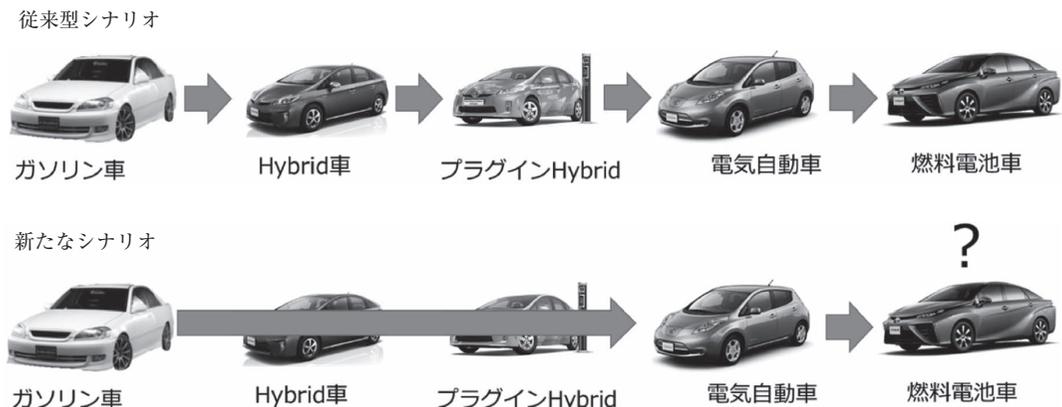


図5 環境対応車のシナリオ

環境対応車の EV シフトの潮流を生み出している 1 つの要因として次世代のバッテリーとして注目されている全個体電池の実用化に目途がたった事が挙げられる。EV の課題として、1 度の充電で走行できる距離と充電時間の問題がある。現在の EV の走行距離は使用状況等により大きく変動するが、販売されている EV 9 台の平均総経距離は約 256 km であり¹¹⁾、EV において最長走行距離を謳うテスラのモデル S でも 500 km となっている。Hybrid 車プリウスの E グレードは 1 ℓ あたり 40 km の走行が可能とされており、ガソリン容量が 38 ℓ のため、単純計算すると 1 度の給油で 1,520 km の走行が可能となる。現状では Hybrid 車と EV の連続走行距離に大きな隔りがある。EV における連続走行距離の問題を解決する一つとして全個体電池の実用化が挙げられる。EV のバッテリーに全個体電池を使用すると、1 度の充電で走行可能な距離が 800 km になり、さらに充電時間も 1 分程度で済むとされている¹²⁾。全個体電池が実用化されるのであれば、自動車の動力源の電力化は加速する可能性がある。

9. 自動車の IT 化における課題

自動車の IT 化における課題は以下の 3 点が挙げられる。

1) 参入障壁の低減

2) IT 産業の文化との相違

3) 標準化

1) 参入障壁の低減

現在の自動車産業は成熟した産業であり、新規に参入してくる企業も限られている。しかし自動車の IT 化や EV 化が加速すると新たな市場が形成される為、新規に参入してくる企業が現れる。その 1 つとして、EV 専業のメーカーとしてテスラが挙げられる。また、先ほども述べたが、dyson も EV に参加を表明している。これは、自動車の IT 化や EV 化により参入障

壁が低減していることの表れと言える。即ち自動車メーカーは、従来は競争相手とみていなかったような企業との競争も視野に入れなければならない。

一方で参入障壁が低減したとしても完成車を製造可能な企業は限られる事も予測される。自動車は多くの部品により構成されている為規模の経済が働きやすい産業と言える。また完成車を製造するためには施設が必要となり、1 から完成車を製造する施設を建設するにはリスクを伴う。その為、従来から製造施設を保持する企業に委託して製造を行う可能性が高くなる。

2) IT 産業の文化との相違

IT 産業は自社にその技術や資源が無い場合は、買収しても手に入れる傾向がある。また、資本力が高い企業も IT 産業には存在する。その為現在は競争相手ではない企業であっても、企業を買収して自動車産業に参入してくることもあり得る。この点は十分に注意しておく必要がある。

自動車は安全性を十分に考慮した製品である。この製品に自動運転という技術を適応した場合、先行導入してでも市場シェアを獲得したいと考える IT 企業が存在する可能性は否定できない。現状としてもテスラに自動運転技術の一部を提供していた Mobileye は安全性の理由により、テスラに部品供給を停止している。これらの点を考慮すると、自動車産業と IT 産業は相容れない関係と言えなくもない。但し、今後の自動車産業は IT 産業を無視していくわけにはいかない。

3) 標準化

自動車の IT 化の重要な点は、自動車の標準化を意味する点にある。現行では、自動車産業における様々な技術は各メーカー独自に開発を行っている。これは自動車単体で全てが完結している場合は問題ないと言えるが、自動車の IT 化は外部環境との接続も考慮しなければな

らない。この点は現在の自動車産業と大きく異なっている点と言える。

また標準化を行う場合、特許戦略を十分に考慮する必要性が生じる。標準化における特許に関しては IT 産業に経験値がある状況と言える。

自動車産業は日本の経済を支えており、新たな環境への対応を誤らずに進んでいく事が重要と言えよう。

注

- 1) Center for Automotive Research (2011), p. 1.
- 2) 清水 (2017), p. 58.
- 3) HERE は Nokia の地図事業であったが2015年に Audi, BMW, Daimler の企業連合に売却している。買取総額は28億ユーロ (当時) であった。
- 4) <http://newsroom.toyota.co.jp/en/detail/10680141>
- 5) <https://technology.ihs.com/580273/automotive-semiconductor-market-grows-slightly-in-2015-while-ranks-shift-ihs-says>
- 6) 清水 (2017), pp. 22-23.
- 7) <https://techcrunch.com/2017/01/06/nvidia-and-mercedes-benz-to-bring-an-ai-car-to-market-within-a-year/>
- 8) <https://www.mizuho-ir.co.jp/publication/column/2017/0905.html>
- 9) <https://www.nikkei.com/article/DGKKZO21011180S7A910C1MM8000/>
- 10) <https://twitter.com/Dyson/status/912704627514232838>
- 11) Web サイト (<http://car-moby.jp/37902>) に記載されている 9 台の EV の走行距離の平均。
- 12) <https://response.jp/article/2017/11/16/302562.html>

参考文献

- Center for Automotive Research (2011) "Automotive Technology: Greener Vehicles, Changing Skills ELECTRONICS, SOFTWARE & CONTROLS REPORT", CAR.
- Morgan Stanley (2016) "Autonomous Cars Self-Driving the New Auto Industry Paradigm" *MORGAN STANLEY BLUE PAPER*, Morgan

- Stanley.
- NHTS (2016) "Assessment of Safety Standards for Automotive Electronic Control Systems", NHTSA.
- NTCAustralia (2016) "Regulatory Reforms for Automated Road Vehicles", *Policy Paper*, NTCAustralia.
- VDA (2015) "Automation From Driver Assistance Systems to Automated Driving", VDA.
- 経済産業省 (2015) 「自動車産業を巡る構造変化とその対応について」経済産業省 製造産業局 自動車課.
- 清水直茂 (2017) 「ソフトバンクの野望 ゲーグルトヨタも飲み込むか」, 『日経 Automotive』, 日経 BP 社, 第72号, pp. 34-45.
- 杉浦孝明, 佐藤雅明 (2014) 『自動車ビッグデータでビジネスが変わる! プロブカー最前線』, 株式会社インプレス R&D.
- 杉山克典 (2015) 「次世代 Telematics と IT 産業の関連性」, 『広島経済大学経済論集』, 第37巻, 第4号, pp. 91-102.
- 杉山克典 (2017) 「2020年に向けた自動車の IT 化に関する検証」, 『広島経済大学五十周年記念論集』, 上巻, pp. 609-633.
- 鶴原吉郎, 中森智博 (2014) 『自動運転 ライススタイルから電気自動車まで, すべてを変える破壊的イノベーション』, 日経 BP 社.
- デロイト トーマツ コンサルティング (2016) 『モビリティ革命2030 自動車産業の破壊と創造』, 日経 BP 社.
- 蜂谷勝之 (2014) 「シリコンバレー発の自動運転にみるプラットフォームの構築」, 『みずほ産業調査』, みずほ銀行産業調査部, Vol. 45, No. 2, pp. 213-223.
- 桃田健史 (2009) 『エコカー世界大戦の勝者は誰だ?』, ダイアモンド社.
- 桃田健史 (2016) 『IoT で激変するクルマの未来 自動車産業に押し寄せるモビリティ革命』, 洋泉社.
- 山本雅昭 (2016a) 「2015年から2016年 Q1 のスマートフォン市場動向の検証」, 『広島経済大学経済研究論集』, 第39巻, 第3・4号, pp. 39-49.
- 山本雅昭 (2016b) 「2015年のスマートフォン市場動向からみる半導体業界」, 『広島経済大学経済研究論集』, 第39巻, 第3・4号, pp. 51-64.
- 山本雅昭 (2017a) 「ポスト 4G 移動体通信と規格標準化に関わる環境的課題」, 『広島経済大学50周年記念論集』, 下巻, pp. 293-320.
- 山本雅昭 (2017b) 「2016年のスマートフォン市場動向の検証」, 『広島経済大学経済研究論集』, 第40巻, 第1号, pp. 1-13.