

特許分析からみる自動運転技術の将来展望

産業調査ソリューション室 前川 大、佐無田 啓

要旨

- 自動運転を巡って世界がしのぎを削っており、足元は無線通信技術の活用も必要とされる中で、業界の垣根を越えたさまざまなプレイヤーが開発を行っている。
- 特許情報をもとにした分析により自動運転、隊列走行の技術価値を分析すると、自動運転における価値のシフトや、隊列走行における2種類の主要な技術など、技術開発のトレンドが浮かび上がる。
- 隊列走行分野ではOEMとIT系企業の提携が増加すると予想され、特に技術のブレイクスルーとなるポテンシャルのあるスタートアップを他社に先駆けてみつけ、協力関係を構築することが重要になるだろう。

自動車の変革を表すCASEの中でも、A (Autonomous) にあたる自動運転は、C (Connected、通信) やE (Electric、電動化) を伴いつつ自動車産業に変化をもたらすものと考えられる。本稿では、自動運転の技術開発動向について特許をもとにした分析を実施し、社会実装に向けて今後どのような取り組みが各社に求められるのか考察する。

1. 自動運転技術開発の現状整理

世界で初めて自動運転に関する構想を打ち出

したのは20世紀前半のGM(米)といわれており、以来米国を中心に自動運転の実現に向けた取り組みが進められてきた。国内でも1960年ごろから自動運転に関する研究がスタートし、現在では政府が主導して開発を押し進める中国をはじめ、世界が自動運転技術を巡りしのぎを削る状況にある。

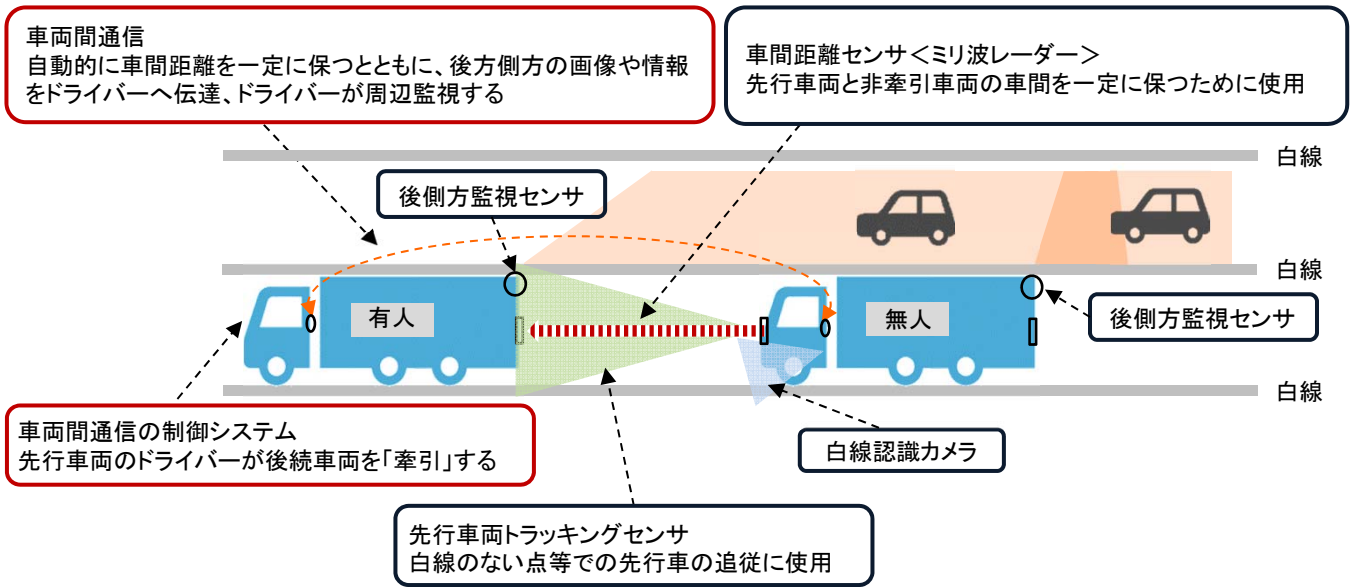
自動運転の自動化度合いを図る指標として最も一般的なのは、2016年にSAE(米国自動車技術者協会)が定めたレベル1~5の5段階区分である(図表1-1)。各レベルでは運転時にドライバーと機械が担う領域が異なっているが、あらゆる環境に対

図表1-1 SAEによる自動運転レベル区分

技術レベル	自動運転		運動制御	検知・反応	有事対応
	レベル	説明	システム	システム	システム
自動運転	L5	完全自動運転 いかなる環境においても運転自動化が可能、運転状況の監視・操作義務なし	システム	システム	システム
	L4	特定環境下での運転自動化、運転状況の監視・操作義務なし	システム (限定領域)	システム (限定領域)	システム (限定領域)
	L3	特定環境下での運転自動化、緊急時ドライバーによる操作義務	システム (限定領域)	システム (限定領域)	ドライバー
	L2	前後・左右 双方の制御	システム (限定領域)	システム・ドライバー	ドライバー
運転支援	L1	前後・左右 いずれかの制御	システム・ドライバー	ドライバー	ドライバー
			ドライバー 100%	システム 100%	システムの運転関与度

(備考) SAE資料により日本政策投資銀行作成

図表1-2 隊列走行を構成する主な技術



注: :ADASに関する機能 :車両間通信に関する機能

(備考)国土交通省資料により日本政策投資銀行作成

応じた安全運行を実現するうえで、機械が担う領域が拡大するレベル3以上では周辺環境を踏まえたより高精度な判断が求められるようになり、開発の難易度は大幅に上昇する。他方、高度な自動運転が社会実装されることでヒューマンエラーがなくなり、交通事故による死者数をゼロにする社会価値の創出が可能になる。自動車メーカー各社、さらに各国政府ではより高いレベルの自動運転技術を実現すべく取り組みを進めている。

これまでの自動運転開発については、レベル1～2の運転支援実現を目的に、ADAS (Advanced Driver-Assistance Systems) によるドライバーサポート技術が発展してきた。他方、今後レベル3以上の自動運転の実装を進める段階においては、ADASのみでは対応が困難であり、V2X (Vehicle to Everything) により車両とあらゆるモノを無線通信で接続し、周辺環境を把握する必要がある。開発にかかわるプレイヤーについても、OEMやサプライヤーといった従来の自動車業界の事業者だけによる技術高度化には限界も感じられつつあり、通信技術に強みを有するIT系企業や電機メーカーなど、業界の垣根を越えた新たなプレイヤーが参入してきている。

レベル3の実用化に近い技術のひとつとして、トラックの隊列走行が挙げられる。すでに国内外でさまざまな実証実験が行われており、米国では一部商業利用が開始されるなど、まさに足元実装が進みつつある技術であり、注目を集めている。

隊列走行の実現に際しては、先行車両の操舵を後方車両がデータとして受領するための車両間通信に関する技術が求められ、従来のADASと組み合わせることで後方車両の操舵を行う(図表1-2)。こうした機能はCACC (Cooperative Adaptive Cruise Control) と呼ばれ、車両間通信により従来のACC (Adaptive Cruise Control) と比べ車間距離をきめ細かく制御することができるのが特徴である。CACCを構成する2種類の技術(ADAS、車両間通信)の変遷をみることで、隊列走行およびより高度な自動運転技術に関して、今後の社会実装の流れを推測することが可能と考えられる。

2. 自動運転・隊列走行に関する特許価値分析

各種の自動運転技術について、今後の社会実装の方向を占うためには、企業の取り組みを定性的に確認するだけでなく、各社の技術が自動運転の社会実装に貢献する価値を定量的に示すことが

有用である。本稿では、自動運転に関する技術開発動向の整理にあたって、各社が保有する特許に着目した分析を行った。特許情報は一般に各国特許庁のデータベース上で公開されており、技術の内容、技術開発にあたって引用した特許、出願国など、さまざまな情報を取得することが可能である特許分析・コンサルティング企業であるPatentSight(独)は、こうした公開情報から特許ファミリー1件ごとの価値(Competitive Impact:CI)を算出し、各特許価値の総和をPatent Asset Index (PAI)と定義して技術力の定量化を行う。CIは(1)対象特許がほかの特許からどの程度引用されているかの相対的尺度であるTechnology Relevance、(2)対象特許の出願国の市場規模を示すMarket Coverageの2つをもとに、平均値を1として正規化された数値である(図表2-1)。この評価手法の考え方は一般に公開されており、特許の技術的価値と市場価値を統合した直観的な指標となっている。以下では同社の手法をもとに自動運転技術の動向について分析を行う。

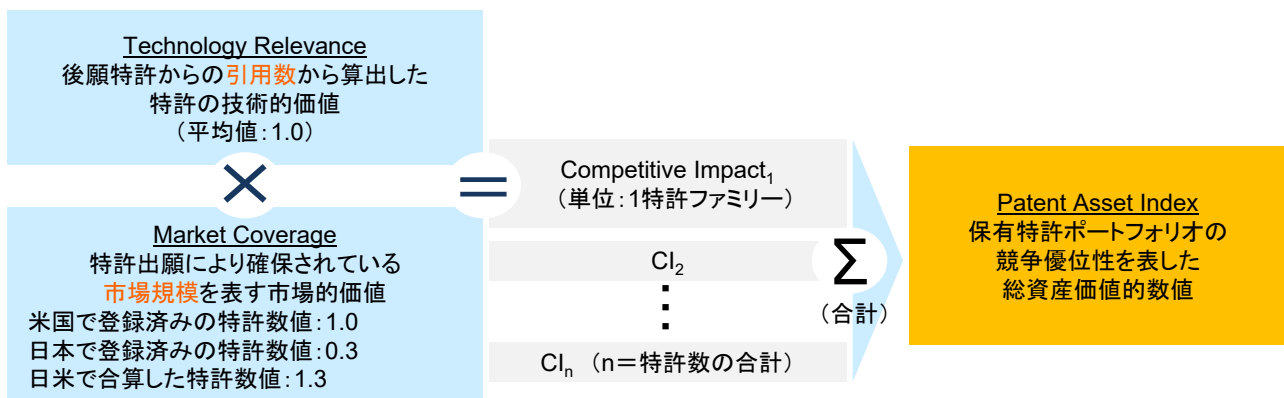
本分析で用いる自動運転関連特許群および隊列走行関連特許群を図表2-2のとおり設定した。以下では、それぞれの特許群において技術がどのように変化し、足元どのような技術が注目されているのか整理する。

2-1.自動運転

図表2-3は、自動運転関連特許群に含まれるTechnology ClusterごとのCIを時系列で示したものである。このグラフから、2000年代中ごろに盛り上がりを見せた駐車支援(①)関連特許、2010年代中ごろに注目された運転経路特定(②)関連特許のCIが低下しており、一方で足元は地図情報(③)、データ利用(④)関連特許のCIが高いことがわかる。この流れは、駐車支援機能に端を発し、駐車時以外でもADASを活用して車両の操舵を行い、さらに通信技術の発展により地図情報の獲得を含むデータ活用を進めてきた自動運転技術の発展の経緯とも符合する。また、図表2-4では上記Technology Clusterに該当する特許について、各プレイヤーの特許ファミリー数を業界別に円の大きさを示しており、駐車支援についてはOEMやサプライヤー、地図情報はMobileye(イスラエル)やNvidia(米)、Baidu(中)といったIT系企業を中心に特許を保有することがわかる。

以上から2つのポイントが示される。(1)自動運転の技術開発が進展する中で、注目される領域が変化している。(2)従来自動運転開発の主役であったOEMやサプライヤーなどのプレイヤーに対し、近年ではIT系企業の保有する特許が注目度を高めており、自動運転の社会実装に向けてはIT系企業の取り組みが不可欠となっている。

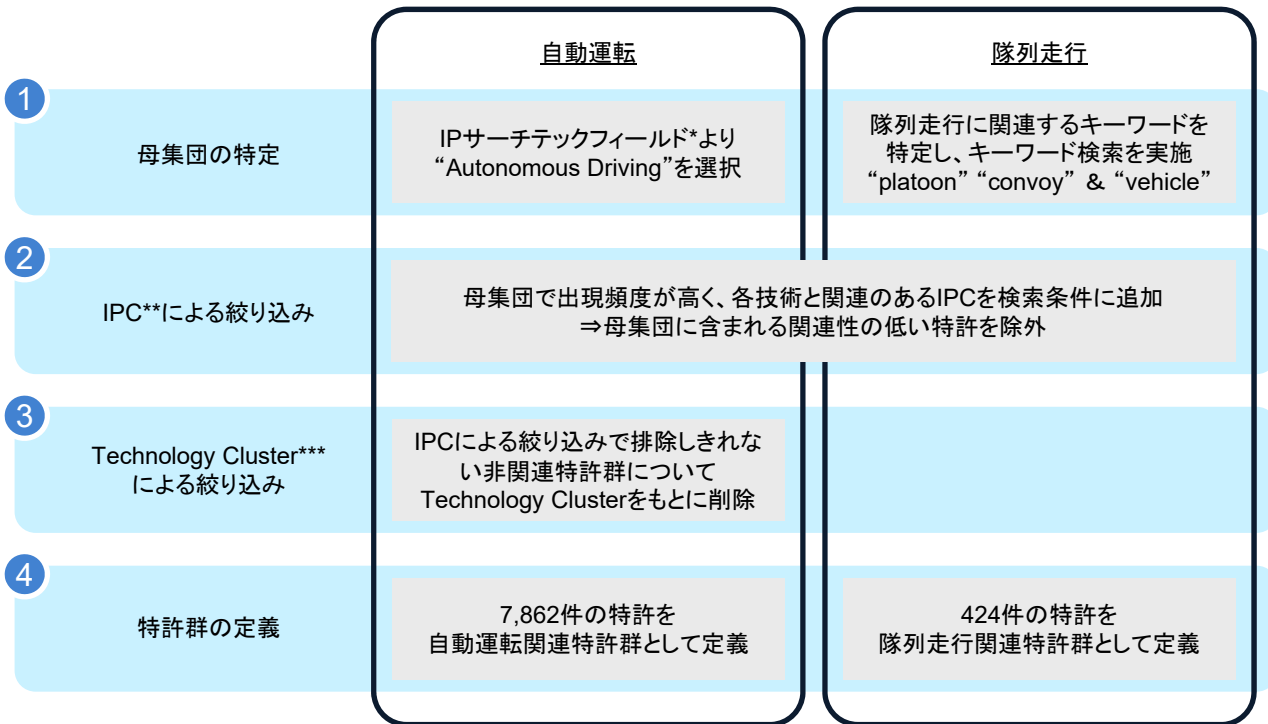
図表2-1 PatentSightによる特許価値分析の手法



注: 詳細な分析方法は下記参照
 Ernst, H., Omland, N. (2011): The Patent Asset Index – A New Approach to Benchmark Patent Portfolios. World Patent Information 33, pp. 34–41. An overview can be found in the document “Introduction to the Patent Asset Index” available from PatentSight.

(備考) © LexisNexis PatentSight資料により日本政策投資銀行作成

図表2-2 自動運転関連特許群、隊列走行関連特許群の定義



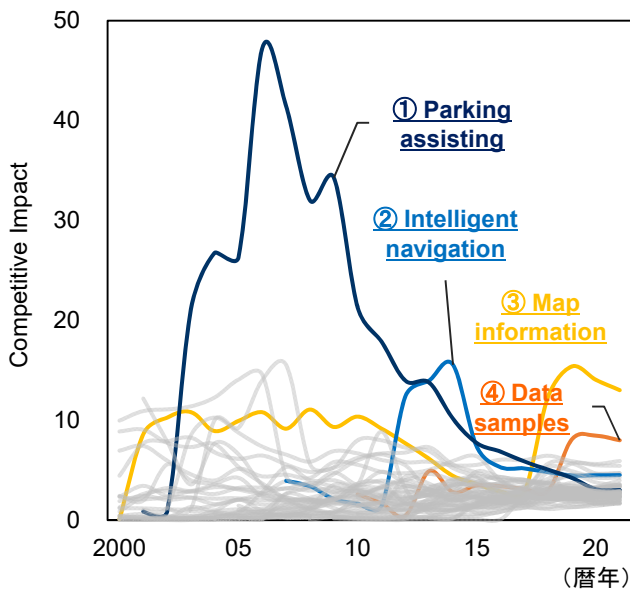
* スイス特許庁の技術区分に基づきPatentSightが作成した特許群

** International Patent Classification : 国際特許分類

*** AIによるテキストマイニングに基づきPatentSightが独自に作成した技術分類

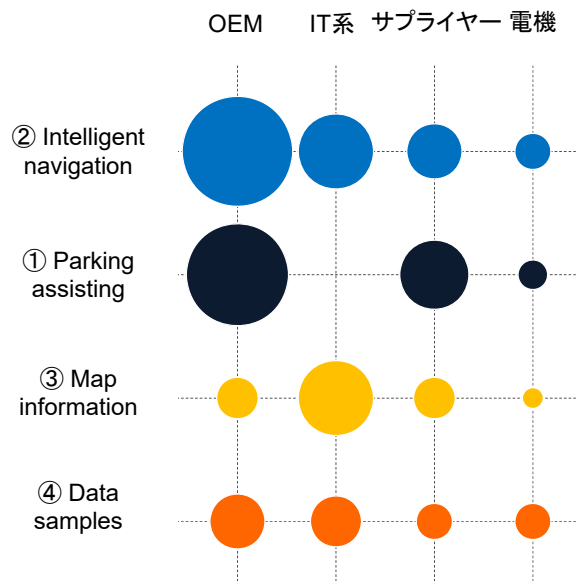
(備考)© LexisNexis PatentSight資料により日本政策投資銀行作成(データ時点は2021年12月末)

図表2-3 自動運転関連特許の分野別CI推移



(備考)© LexisNexis PatentSightデータにより日本政策投資銀行作成(データ時点は2021年12月末)

図表2-4 業界・分野別特許ファミリー数



(備考)1. © LexisNexis PatentSightデータにより日本政策投資銀行作成(データ時点は2021年12月末)
2. 特許ファミリー数の多い順にソート

2-2. 隊列走行

図表2-5は、隊列走行関連特許群におけるTechnology Clusterごとの分布を示したものであり、外側にいくほど詳細な技術分類を確認することができる。ここから、隊列走行関連特許について運転支援(⑤)と車両間通信(⑥)という2つの技術分類におけるPAIが高いことがわかる。これらのTechnology Clusterについて特許ファミリー数、CI、PAIの推移をみると、2010年代前半ごろからPAIを伸ばしていた運転支援に対し、近年では車両間通信分野のPAIが高まっていることがわかる(図表2-6)。ここから、上述したCACCに関する2種類の主要技術が特許の観点からも注目度を高めていることがわかる。隊列走行に関する技術開発が進み、実証実験も繰り返されてきたが、車両間通信に関する特許が価値を伸ばしてきたことで、CACCに必要な2つの技術を活用できる環境が整ってきたと考えられる。

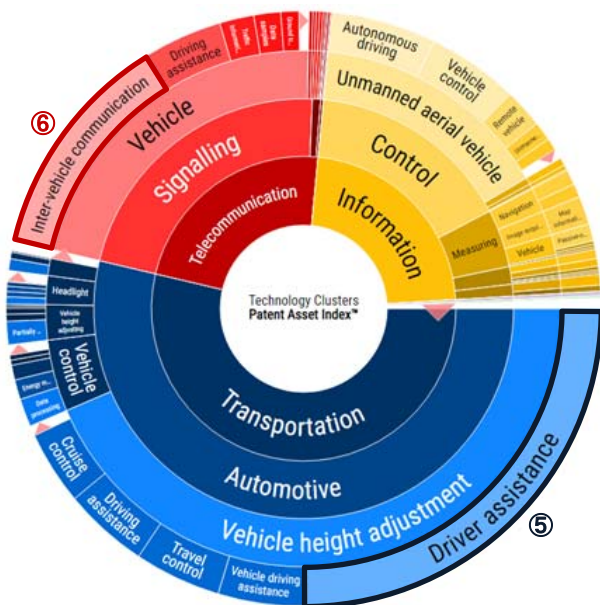
2-3. 隊列走行分野における企業間提携の可能性

運転支援と車両間通信それぞれにおける主要企業のPAIを図表2-7に示す。この図から、各企業は隊列走行に関する2つの主要技術のうち一方に強

みを有するケースが多いことがわかる。それぞれの技術分類にはOEMやサプライヤー、IT系企業などが分散していることから、業界特性というより個々の企業による隊列走行技術開発の方向の違いといえよう。この分析から、隊列走行の実用化に向けては、得意領域の異なる2社間での提携により、それぞれの技術を組み合わせたCACCとして活用することが有用であると推測される。

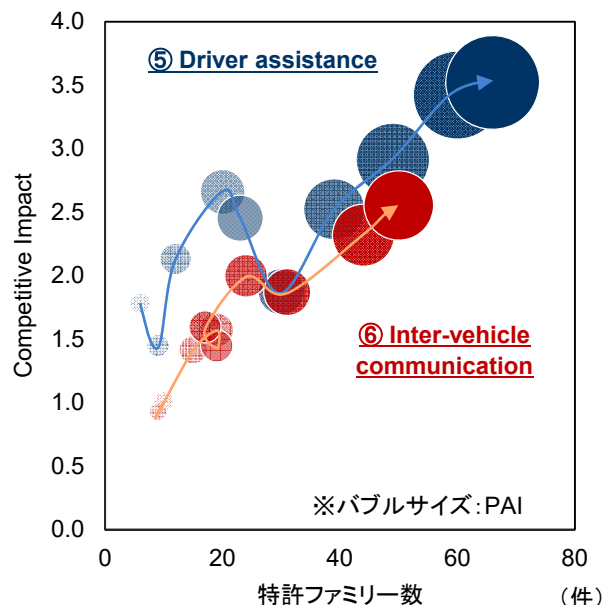
実際、こうした動きは一部で進みつつある。一例として、デンソーの米国子会社であるDenso International Americaが2015年5月に発表したPeloton Technology(米)への出資が挙げられる。この提携は、車両間通信分野に強いデンソーが要素技術の不足を補うべく、運転支援分野に強いPelotonに出資した事例ととらえられる。また、自動運転トラック開発を手がける中国系スタートアップのTuSimple(米上場)に対して、2020年9月にVWグループ(独)の商用車子会社であるTraton(独)が出資を発表している。Tratonは自社が製造するトラックにおいて、車両間通信分野に優れるTuSimpleのシステムを搭載し、レベル4自動運転の実用化を目指して欧州内での実証実験を進めている。

図表2-5 隊列走行関連特許の分類別PAI構成



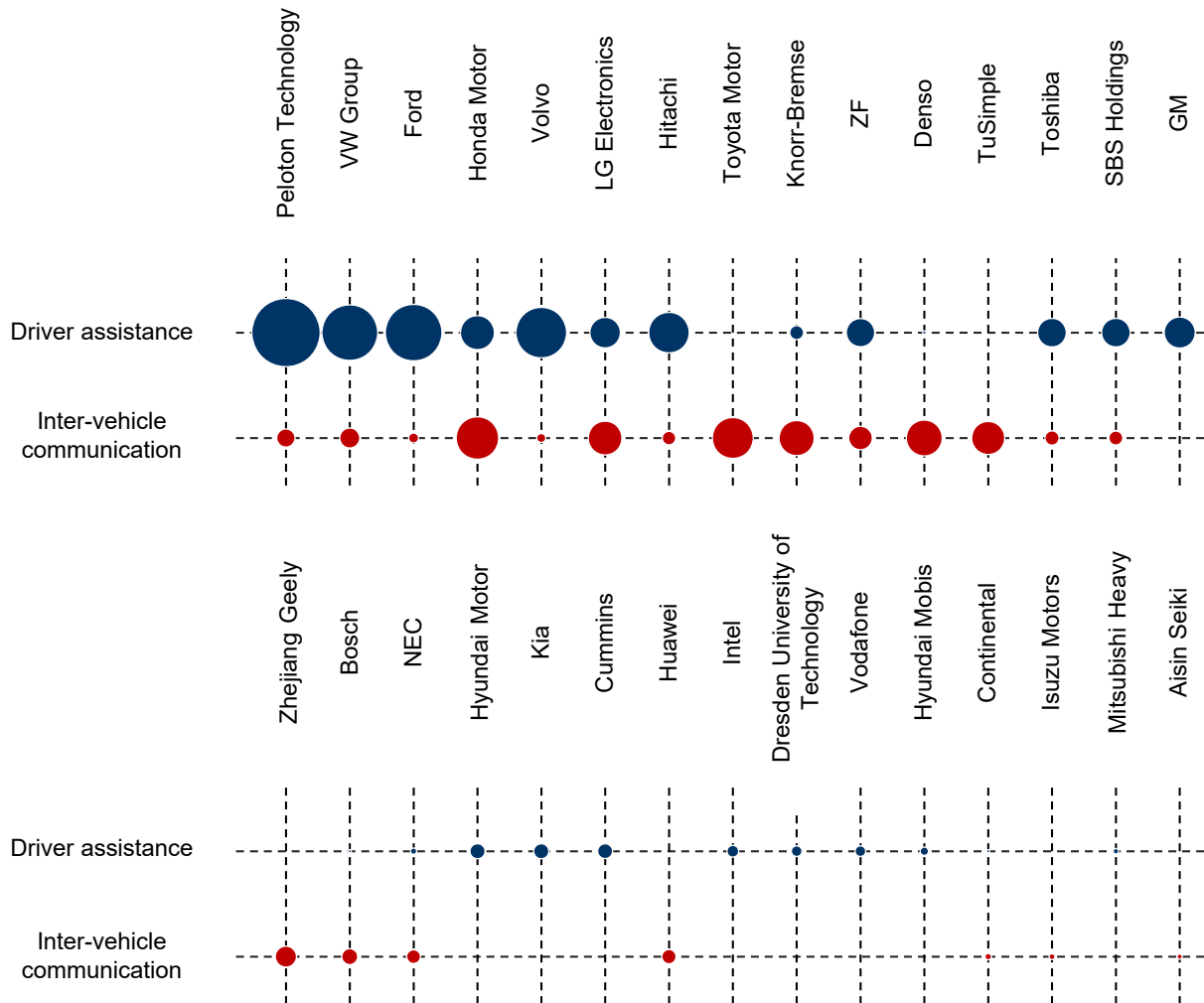
(備考) © LexisNexis PatentSightデータにより日本政策投資銀行作成(データ時点は2021年12月末)

図表2-6 主要分類におけるPAI推移(2012~14年)



(備考) © LexisNexis PatentSightデータにより日本政策投資銀行作成(データ時点は2021年12月末)

図表2-7 主要企業・分類別隊列走行関連特許のPAI



(備考) 1. © LexisNexis PatentSightデータにより日本政策投資銀行作成(データ時点は2021年12月末)
 2. バブルサイズ: PAI

異なる技術の組み合わせではないものの、Continental(独)とKnorr-Bremse(独)の2018年9月の提携も興味深い。両者とも車両間通信分野に強みを有し、提携により隊列走行開発を加速させるとともに、将来的には高速道路での商用車自動運転を進めるとしている。上述した仮説とは異なるものの、同様に有用な提携であると考えられる(図表2-8)。

3. 特許価値分析からみえる自動運転の社会実装に向けた今後の方向性

ここまで、自動運転関連技術のトレンドについて、特許による技術価値分析を紹介してきた。最後に、

今後の自動運転開発の方向性について考察する。

自動運転においてIT系企業の存在感は高まっており、特にレベル4やレベル5といった高レベルの自動運転技術を開発するに際しては、地図情報の活用に加え、高速・大容量かつ遅延の少ない5G通信技術や、周辺環境データを踏まえた最適な走行判断を学習するディープラーニングといった技術の活用が必要不可欠になってくる。従来主役を務めたOEMやサプライヤーにとって、IT系企業の参入は脅威となる一方で、こうした技術を保有する企業と提携し、自社の自動運転車両に組み込むことで、これまで以上に精度の高い複雑な自動運転への対応が可能になると予想される。

図表2-8 隊列走行分野における提携事例

発表年月	概要	強みを踏まえた提携パターン
2015年5月	Denso International AmericaがPeloton Technologyに出資	車両間通信 (デンソー) × 運転支援 (Peloton)
2018年9月	ContinentalとKnorr-Bremseが自動運転開発に係る提携を実施	車両間通信 (Continental) × 車両間通信 (Knorr-Bremse)
2020年9月	VWグループの商用車子会社TratonがTuSimpleに少額出資	運転支援 (VW) × 車両間通信 (TuSimple)

(備考) 各種資料により日本政策投資銀行作成

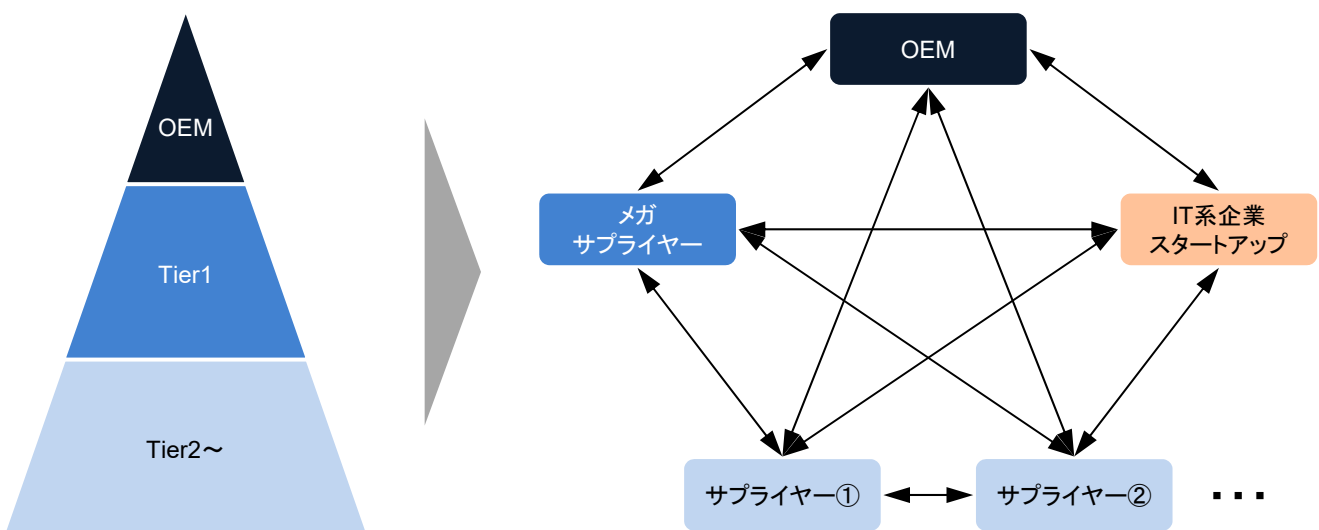
隊列走行分野においては、事業者間の提携が今後ますます加速することが予想される。車両間通信の技術に関しては現状さまざまなプレイヤーが特許を保有しているが、中でもIT系企業の存在感は大きく、TratonのTuSimpleへの出資に代表される、OEMとIT系企業との提携事例も今後さらに増加するだろう。従来の自動車産業において受発注の関係にあったOEMとサプライヤーの階層構造から、階層にとらわれず共同で開発を進めるパートナーとして、IT系企業を含む各社の連携や協業が促され、これまでの産業構造から大きな変革を迎えることとなる(図表3)。

さらに、IT系企業の中でもPeloton TechnologyやTuSimpleといったスタートアップの活躍には目を見張るものがある。企業規模が小さい分、技術開

発においても小回りのきく対応が可能であり、隊列走行に特化したシステム開発など、大企業では特化した開発の難しい技術領域において、高い技術を有する企業が存在する。こうした技術は高度な自動運転の社会実装に向けたブレイクスルーとなりうることから、技術開発競争の渦中にあるOEMやサプライヤーにとって、こうした独自技術を有するスタートアップを他社に先駆けて発見し、資本提携などにより協力関係を構築することが、競争上の優位を確立するために必要になるだろう。

多数のスタートアップの中から優れた技術を探査するという観点においても、特許価値分析は有用である。保有する特許数は少なくとも価値の高い特許を保有するプレイヤーを探査することで、上記のように技術のブレイクスルーとなるポテンシャルのあ

図表3 自動車業界における産業構造の変化



(備考) 日本政策投資銀行作成

る企業を見つけることができる。

従来、特許情報は知財部門が取り扱っており、研究開発部門や企画部門がその内容を十分に把握していないケースが多かった。しかし、自動運転や隊列走行の分析で示したとおり、特許を基にした技術価値の把握により、これまでのトレンドなどから将来の技術開発の方向性に関する示唆を得られることから、今後はこうした情報を全社展開することで、各社が事業戦略を検討する材料として活用することも考えられよう。

本稿では、特許を基に自動運転、隊列走行に関する技術トレンドを紹介し、今後の社会実装に向けた取り組みの方向性を示唆した。特許が持つ情報は技術の将来を占ううえで有用であり、自動運転以外でも幅広い分野での活用が期待される。引き続き各分野での分析を実施し、提携を含む技術発展の可能性を示していきたい。

©Development Bank of Japan Inc.2022

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引等を勧誘するものではありません。本資料は当行が信頼に足ると判断した情報に基づいて作成されていますが、当行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しましては、ご自身のご判断でなされますようお願い致します。本資料は著作物であり、著作権法に基づき保護されています。本資料の全文または一部を転載・複製する際は、著作権者の許諾が必要ですので、当行までご連絡下さい。著作権法の定めに従い引用・転載・複製する際には、必ず、『出所：日本政策投資銀行』と明記して下さい。

お問い合わせ先 株式会社日本政策投資銀行 産業調査部
Tel: 03-3244-1840
e-mail(産業調査部): report@dbj.jp