

脱炭素に向かうモビリティ戦略

—特許分析から見るグリーンカーの未来—



MITSUI & CO.
GLOBAL STRATEGIC
STUDIES INSTITUTE

三井物産戦略研究所
技術・イノベーション情報部 知的財産室
石黒 隆介

Summary

- グリーンカーの技術革新と普及が進むなか、EV販売台数が欧州で低水準を記録した一方で、中国では過去最高を記録するなどの地域ごとに異なる動向が見られ、各社の戦略見直しが求められている。
- グリーンカーのうちEVとハイブリッド車が特許数でリードしている。プレイヤー別では、トヨタ自動車をはじめとする主要自動車メーカーの存在感が目立つなか、バッテリー製造、新興メーカーなども注目されている。
- 航続距離向上が共通課題となっているグリーンカーにおいて、各企業の注力分野が異なるなかで、戦略的な意思決定を支援するための特許分析が重要となる。

1. 特許で見る脱炭素社会に向けたモビリティ戦略

1-1. グリーンカーの環境変化における特許分析の重要性

環境に配慮したグリーンカーは、各国や企業が積極的に技術革新と普及促進に取り組んでいるが、電気自動車（EV）の販売台数が欧州で昨夏に低水準を記録した一方、中国では過去最高を記録するなどの報道もある¹ように、国や地域で異なる動向が見られる。米国では、ドナルド・トランプ氏が2025年1月から米国大統領に就任することで、EVや再生可能エネルギーへの支援策の見直しなどの政策変更も想定される。自動車関連企業にとって、各地域のインフラや規制、消費者ニーズに柔軟に応じる対策や、戦略見直しが求められるなか、各社の競争力を浮き彫りにする特許分析は、重要性を増している。

本稿では、グリーンカーを、電気自動車（EV）、ハイブリッド車、燃料電池車（FCV）、水素エンジン車の4つに分類し、それぞれと関連性の高い特許を特定²したうえで、その分析からどのような企業が時代を先取りし、中心的な役割を担っていくのか、また今後必要とされる戦略について考察したい。

1-2. 特許分析からわかる技術トレンドと企業戦略

¹ 出所：<https://jp.reuters.com/economy/industry/IYPCUTNWBKWHKPOTBXSER42Y-2024-09-12/>（最終アクセス：2024年11月11日）

² グリーン・トランスフォーメーション技術区分表（特許庁）を参考に、LexisNexis PatentSightを使用して検索。（2024年11月時点の出願中を含む有効特許）

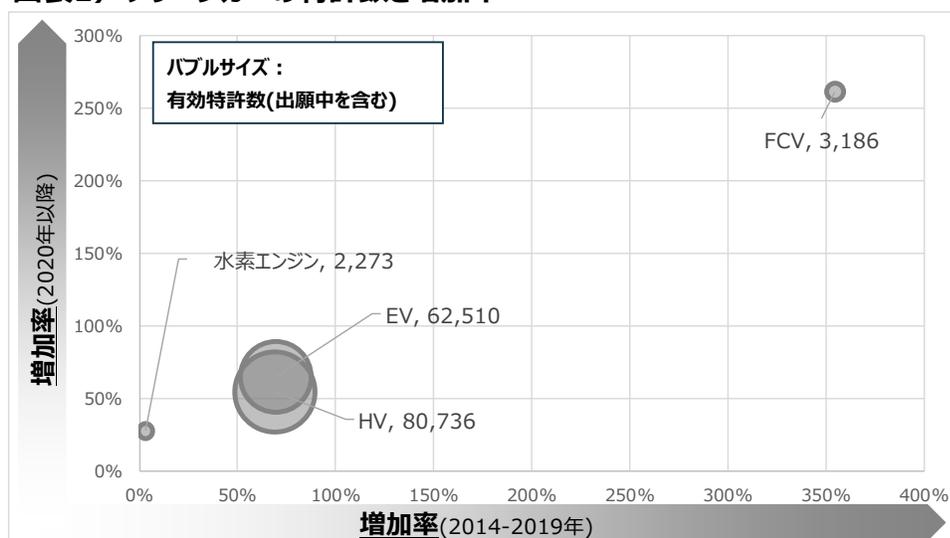
特許情報は、科学技術分野における重要な情報源で、知見共有により技術進展を促す目的を持つ。特許は出願や権利を得た後の維持などに費用が掛かるが、保有者は独占的な実施権と経済的利益を得られる。従って、実用化に近い最先端技術の情報ともいえる特許情報を、テーマを絞って分析することで各社の注力技術領域や将来的な狙いを読み取ることが期待できる。

2. 特許分析でみるグリーンカーのトレンドと競争

2-1. グリーンカーの特許トレンド

図表1は、4種類のグリーンカー（EV、ハイブリッド、FCV、水素エンジン）の特許数とその増加率を比較した結果で、バブルの大きさが特許数、横軸と縦軸でそれぞれの期間中の増加率を表している。特許数の多いEVやハイブリッドの分野で、技術革新と投資が著しく、増加傾向が見られるFCVは、近年の開発活動が活発であることがわかる。

図表1) グリーンカーの特許数と増加率

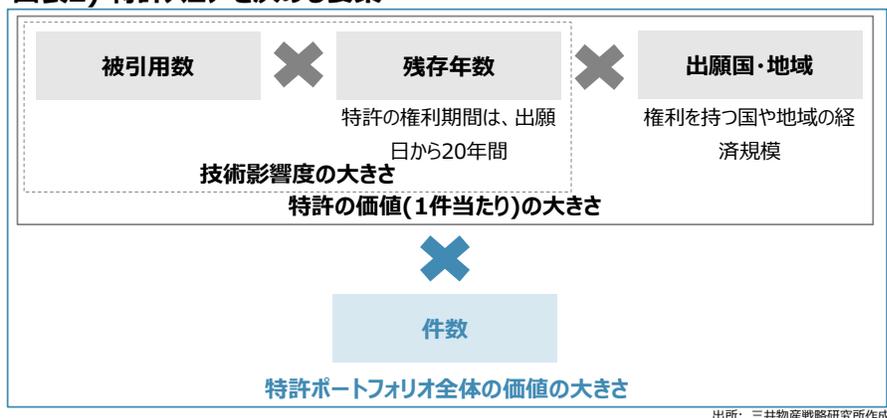


増加率(2014-2019年)：2019年末時点と2014年末時点での有効特許数(出願中を含む)の比較
 増加率(2020年以降)：2024年11月時点と2019年末時点での有効特許数(出願中を含む)の比較
 出所：LexisNexis PatentSightのデータから三井物産戦略研究所作成

2-2. 特許スコアで見るグリーンカーのリーダー

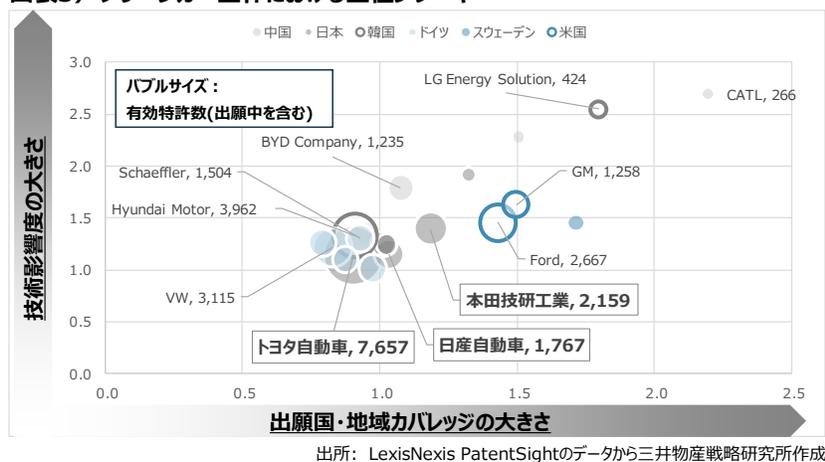
特許数やその増加率で明らかとなる技術トレンドのなかで、注目すべき企業や研究機関を特定する際には、特許の量だけでなく特許の質にも着目した分析も重要となる。図表2の例のように、現在では、被引用回数や特許権利の残存期間、出願国の経済規模などから各特許の質を評価し、特許ポートフォリオの価値を算出する方法を用いて、プレイヤー毎の特許スコアを評価することも可能となった。

図表2) 特許スコアを決める要素



このような特許スコアを用いてグリーンカーにおける上位プレーヤーを比較したグラフが図表3である。バブルサイズが特許数、横軸が国と地域のカバレッジのスコア、縦軸が技術影響度のスコアの大きさを示している。(日)トヨタ自動車が、特許数と特許スコアの両方で2位の(韓)Hyundai Motor Companyを引き離し、同社の環境技術への投資や革新への強い意欲を示している。それに次ぐ(独)VW Group、(米)Ford、(日)本田技研工業などの主要自動車メーカーが目立つなか、バッテリー製造の(中)CATLや(韓)LG Energy Solution (以下、LGES)も、数は少ないながらも技術影響度と国、地域カバレッジが共に大きく、上位陣のなかでも影響力が高まっていることを示している。

図表3) グリーンカー全体における上位プレーヤー



3. グリーンカーの種類別の特許トレンド

全ての特許には、技術分類コードが付与されており、国際的に幅広く使われているIPC (International Patent Classification) では、図表4の例で示すように、大区分から小区分に至るまで技術が細分化されている。本章では4種類のグリーンカーについて、IPCを用いた技術別分析、また特許スコアを用いたプレーヤー別分析で、技術発展の状況と各企業や研究機関の技術課題への取り組みを把握したい。

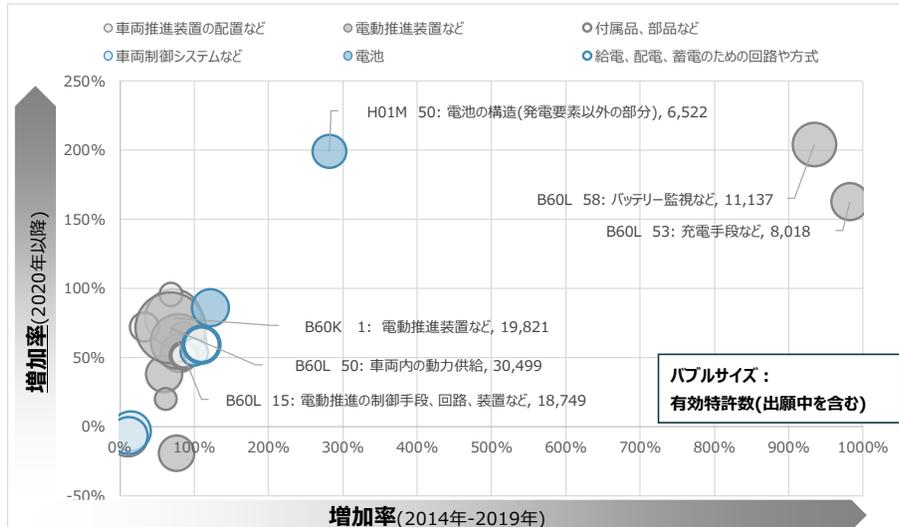
図表4) 技術分類コード(IPC)の例



3-1. EV、ハイブリッド

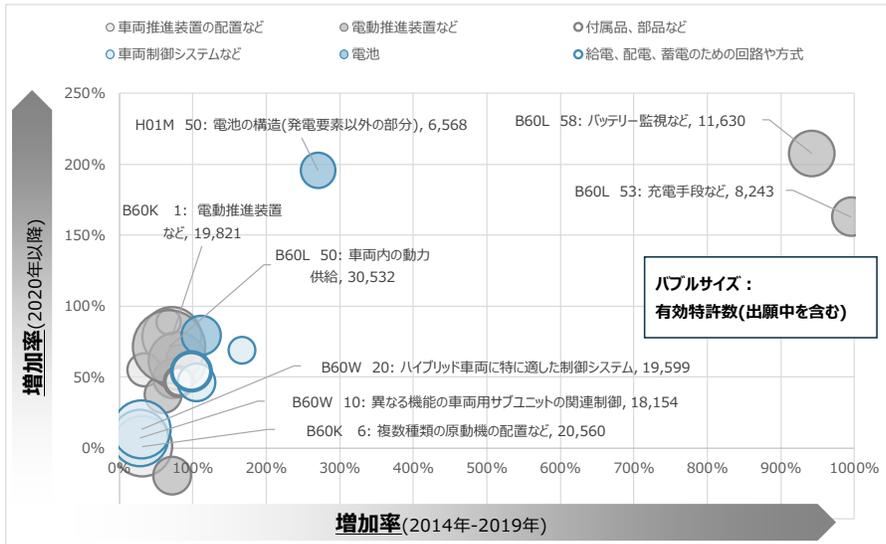
図表5と図表6は、EVとハイブリッドの特許をそれぞれIPC別に分析した結果で、バブルサイズで特許数、横軸と縦軸でそれぞれの期間中の増加率を表している。EVでは、機能的に欠かせないモーター（B60K 1）や動力供給（B60L 50）の特許が多いなかで、バッテリー監視（B60L 58）や、充電の手段や制御（B60L 53）の特許が近年急増している。ハイブリッドでは、動力供給や、車両の安全性や効率性を向上させるために重要となる制御関連（B60W）の特許が多いなかで、バッテリー監視が近年急増している。バッテリー寿命や性能の最適化につながるバッテリー監視技術は、走行距離や安全性に大きな影響を与えることから、両分野で引き続き共通した大きな課題となっていることを示している。

図表5) IPC別の特許数と増加率（EV）



増加率(2014-2019年) : 2019年末時点と2014年末時点での有効特許数(出願中を含む)の比較
 増加率(2020年以降) : 2024年11月時点と2019年末時点での有効特許数(出願中を含む)の比較
 出所: LexisNexis PatentSightのデータから三井物産戦略研究所作成

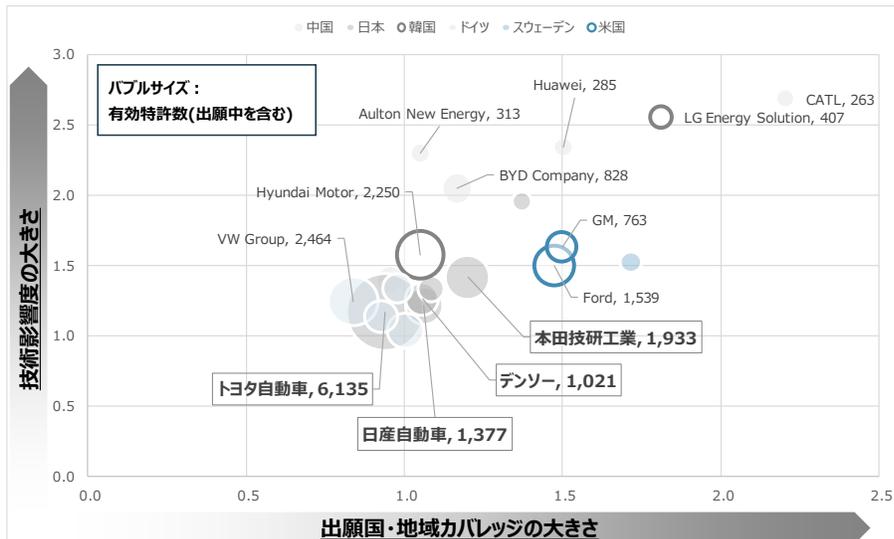
図表6) IPC別の特許数と増加率（ハイブリッド）



増加率(2014-2019年)：2019年末時点と2014年末時点での有効特許数(出願中を含む)の比較
 増加率(2020年以降)：2024年11月時点と2019年末時点での有効特許数(出願中を含む)の比較
 出所：LexisNexis PatentSightのデータから三井物産戦略研究所作成

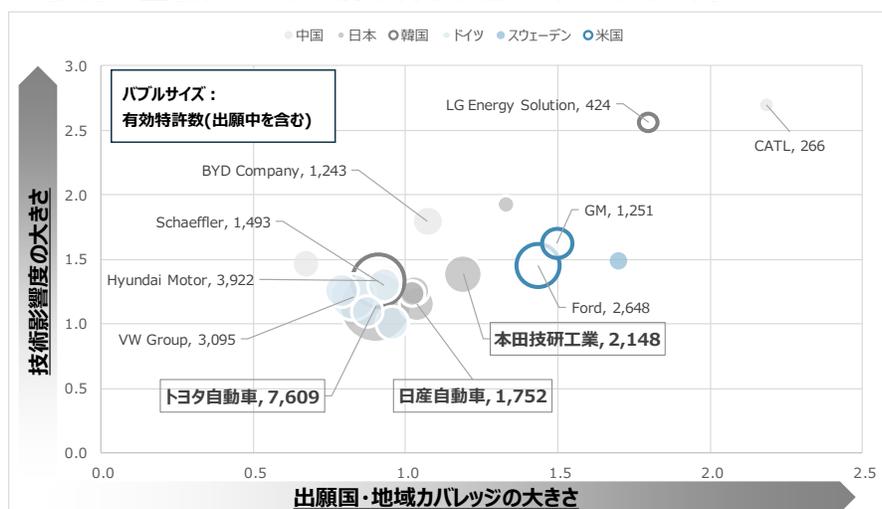
プレイヤー別では、図表7と図表8の通り、トヨタ自動車、両領域の特許数と特許スコアの両方でトップに立ち、存在感を示している。EVでは、(中)BYD Companyや、バッテリー交換サービスを提供する(中)Aulton New Energy Automotive Technologyに加えて、通信やスマートフォンを中心に様々な事業を展開するHuaweiなどの中国企業が高スコア特許を保有して目立っている。

図表7) 上位プレイヤー別の特許スコア（EV）



出所：LexisNexis PatentSightのデータから三井物産戦略研究所作成

図表8) 上位プレーヤー別の特許スコア（ハイブリッド）



出所: LexisNexis PatentSightのデータから三井物産戦略研究所作成

また、EVとハイブリッドの両分野で、CATLやLGESといったバッテリー関連企業の存在感が高まるなか、バッテリー特許の争いが激化している。米国内で中国製バッテリーへの規制が厳しくなり、2万件以上の特許を保有するCATLは、特許ライセンス収益の確保に動いている。Fordは、CATLからライセンスを含む技術提供を受け、2023年2月にリン酸鉄リチウムイオン電池工場の建設計画を発表³し、TeslaやGMでも同様にCATLからの技術提供と工場建設計画があると、米中の複数メディアが報じている⁴。一方、LGESはEVや消費者向けデバイスのバッテリーにおいて、同社の特許権の侵害が多数発生しているとの認識を示し、今後、積極的に特許侵害を取り締まり、特許権の保護に努め⁵、CATLを含む競合メーカーや、それらのバッテリーを利用する最終製品メーカーも取り締まりの対象となり得ることを示唆している。

3-2. FCV、水素エンジン

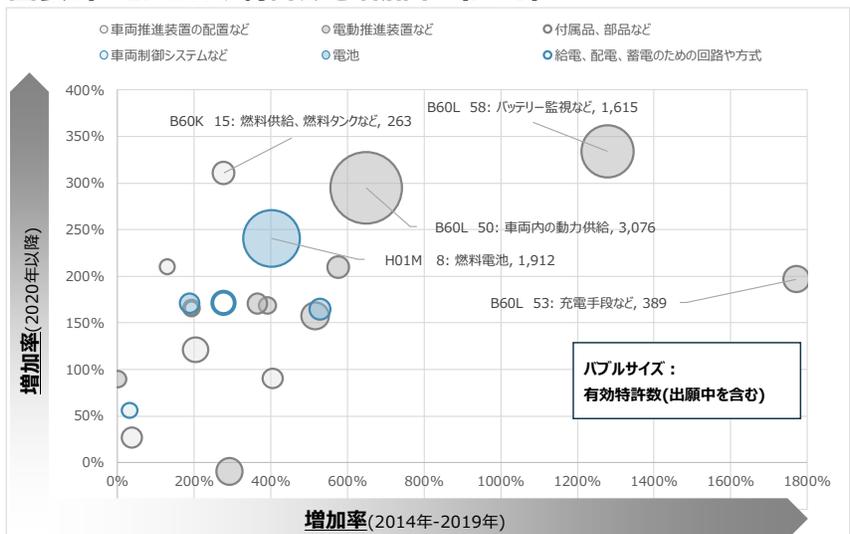
図表9と図表10は、FCVと水素エンジンの関連特許をそれぞれIPC別に分析した結果である。FCVでは、バッテリーやエネルギー変換システムの最適化などの車両内の動力供給 (B60L 50) の特許数が最も多く、近年も増加している。また、バッテリー監視 (B60L 58) や充電手段や制御 (B60L 53) も近年伸びており、走行距離の改善に向けて、補助用途としてのバッテリーの重要性が高まっていることが示されている。水素エンジンでは、エンジン制御 (F02D 19) や燃料供給 (F02M 21) に関連する特許が多くを占めるなかで、予燃焼室 (F02B 19) などのエンジン出力や効率の向上に関連する特許が近年増加している。

³出所: <https://media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/news/2023/02/13/ford-taps-michigan-for-new-lfp-battery-plant--new-battery-chemis.html> (最終アクセス日: 2024年11月15日)

⁴出所: <https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2024-03-25/SAW7EHTOG1KW00> (最終アクセス日: 2024年11月15日)、<https://news.qq.com/rain/a/20240328A0AG5800> (最終アクセス日: 2024年11月15日)

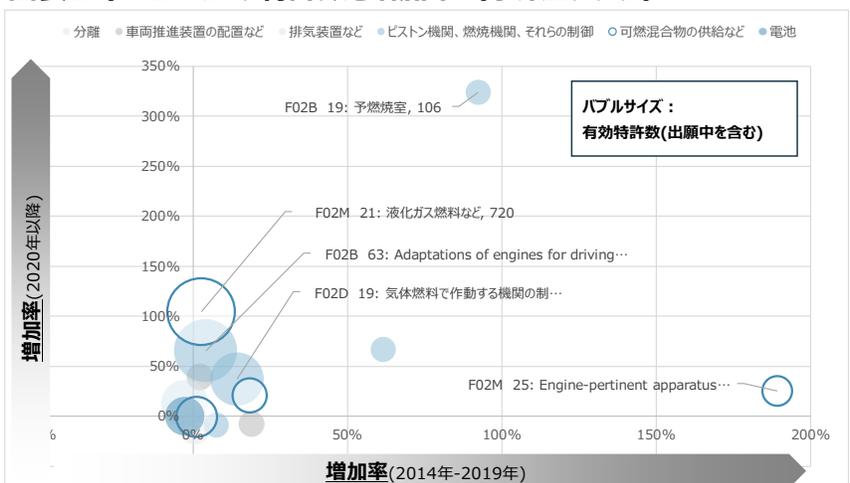
⁵出所: <https://news.lgensol.com/company-news/press-releases/2636/> (最終アクセス日: 2024年11月15日)

図表9) IPC別の特許数と増加率 (FCV)



増加率(2014-2019年) : 2019年末時点と2014年末時点での有効特許数(出願中を含む)の比較
 増加率(2020年以降) : 2024年11月時点と2019年末時点での有効特許数(出願中を含む)の比較
 出所: LexisNexis PatentSightのデータから三井物産戦略研究所作成

図表10) IPC別の特許数と増加率 (水素エンジン)



増加率(2014-2019年) : 2019年末時点と2014年末時点での有効特許数(出願中を含む)の比較
 増加率(2020年以降) : 2024年11月時点と2019年末時点での有効特許数(出願中を含む)の比較
 出所: LexisNexis PatentSightのデータから三井物産戦略研究所作成

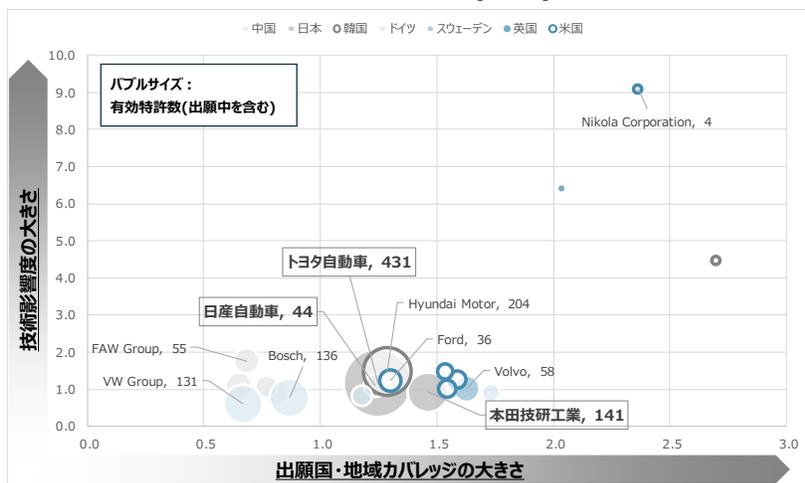
プレイヤー別では、図表11と図表12の通り、トヨタ自動車が特許数と特許スコアの両方でトップに立ち、この両領域においても高い存在感を示すなか、FCVではHyundai Motorなどの韓国勢も特許活動を推進している。また、数は少ないながらもEV、FCVの大型トラック製造メーカー（米）Nikola Corporationが、上位陣のなかでも存在感が大きい。同社は、同じく上位に顔を出す（独）Boschから技術ライセンスを受けて燃料電池パワーモジュールを開発、製造していることが明らかになっており⁶、2024年10月に最大500マイル（約805km）の航続距離を実現したFCVトラックが物流大手（独）DHLなどで導入されたことを発表している⁷。

⁶出所: <https://www.prnewswire.com/news-releases/nikola-announces-strategic-agreements-with-bosch-for-fuel-cell-manufacturing-301368083.html>（最終アクセス日：2024年11月25日）

⁷出所: <https://www.nikomator.com/dhl-supply-chain-and-diageo-north-america-power-up-sustainability-partnership-with-deployment-of-hydrogen-fuel-cell-trucks>（最終アクセス日：2024年11月25日）

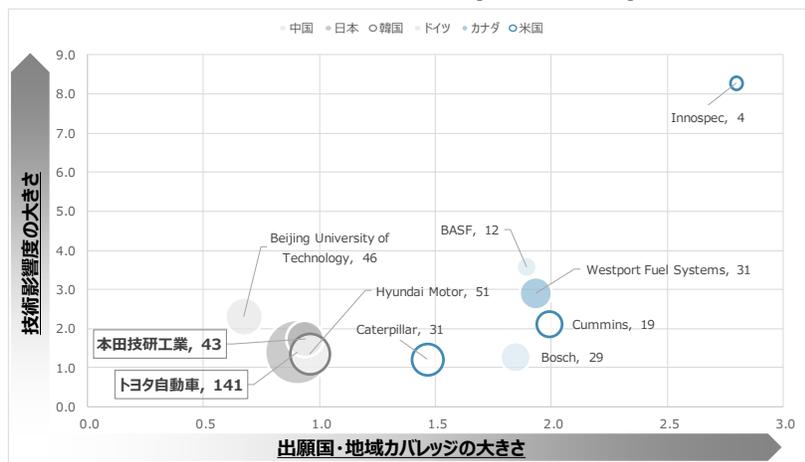
Nikola Corporationは、創設者であり初代CEOが2020年に投資家に虚偽情報を提供した疑いで調査を受ける⁸など、困難な時期があったものの、その後は他社からの技術ライセンスを通じて、技術やコストの優位性、市場展開の加速を実現しながら、特許ポジション向上も実現している。水素エンジンでは、トヨタ自動車などの主要自動車メーカーに加えて、（加）Westport Fuel Systemsなどのエネルギーや化学といった他業界の企業の存在感も大きい。

図表11) 上位プレーヤー別の特許スコア(FCV)



出所: LexisNexis PatentSightのデータから三井物産戦略研究所作成

図表12) 上位プレーヤー別の特許スコア(水素エンジン)



出所: LexisNexis PatentSightのデータから三井物産戦略研究所作成

4. まとめ

グリーンカーは、各国や企業の積極的な取り組みにより進展しているが、特許分析の結果（図表13）から、技術面では、走行距離改善に重要となるバッテリーやエンジンの効率向上が共通課題と考えられていることが明らかになった。また、プレーヤー別での分析結果からは、それぞれ注力分野を持つ戦略を取っ

⁸ 出所: <https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2020-09-21/QGZVRITOG1KX01> (最終アクセス日: 2024年11月25日)

ている企業が多いなか、いずれの種類でもトヨタ自動車は他社と差を付けてリードしていることが明らかになった。同社は、2024年11月に、航続距離の向上を目的にした水素エンジンと電動モーターを動力源とするハイブリッド試作車を公開⁹するなど、引き続きグリーンカーの最適解探索に積極的に取り組んでいる。

特許分析から航続距離向上が共通の課題となっていることが明らかになったグリーンカーにおいて、トヨタ自動車のように網羅的に対応できる企業は例外的であり、多くの企業はそれぞれに注力する分野が異なる。今後は世界の分断に伴う製造業のブロック化、各国におけるグリーンカーへの規制・消費者ニーズの相違などが想定されるなか、各地域の状況に柔軟に対応できる企業との連携はさらに重要性を増し、それに伴う知財紛争リスクを考慮した方策も必要となると考えられる。脱炭素社会の実現に向けて取り組む企業の戦略的意思決定の際に、技術動向や競争状況を把握するための重要なツールである特許情報分析の活用が広まることを期待したい。

図表13) 特許分析から見たグリーンカーの上位プレーヤーと注目技術まとめ

特許スコア 注目技術	EV	ハイブリッド	FCV	水素エンジン
1	(日) トヨタ自動車	(日) トヨタ自動車	(日) トヨタ自動車	(日) トヨタ自動車
2	(韓) Hyundai Motor	(韓) Hyundai Motor	(韓) Hyundai Motor	(加) Westport Fuel Systems
3	(日) 本田技研工業	(米) Ford	(日) 本田技研工業	(米) Innospec
4	(米) Ford	(日) 本田技研工業	(独) Bosch	(韓) Hyundai Motor
5	(独) VW Group	(独) VW Group	(スウェーデン) Volvo	(日) 本田技研工業
6	(中) BYD Company	(米) GM	(日) 日産自動車	(米) Cummins
7	(日) 日産自動車	(中) BYD Company	(中) FAW Group	(中) Beijing Univ. of Technology
8	(韓) LG Energy Solution	(米) 日産自動車	(米) Nikola Corporation	(独) BASF
9	(米) GM	(韓) LG Energy Solution	(独) VW Group	(独) Bosch
10	(日) デンソー	(独) Schaeffler	(米) Ford	(米) Caterpillar
注目技術 (特許数)	モーター、動力供給	モーター、動力供給、車両制御システム	動力供給、燃料電池	エンジン制御、燃料供給
注目技術 (増加率)	バッテリー監視、充電の手段・制御	バッテリー監視、充電の手段・制御	バッテリー監視	予燃焼室

自動車製造 (黒字)、トラック製造 (黒太字)、自動車部品 (青字)、バッテリー (青太字)、その他 (緑字)
出所: LexisNexis PatentSightのデータから三井物産戦略研究所作成

当レポートに掲載されているあらゆる内容は無断転載・複製を禁じます。当レポートは信頼できるとされる情報ソースから入手した情報・データに基づき作成していますが、当社はその正確性、完全性、信頼性等を保証するものではありません。当レポートは執筆者の見解に基づき作成されたものであり、当社および三井物産グループの統一した見解を示すものではありません。また、当レポートのご利用により、直接的あるいは間接的な不利益・損害が発生したとしても、当社および三井物産グループは一切責任を負いません。レポートに掲載された内容は予告なしに変更することがあります。

⁹ 出所: <https://www.nikkei.com/article/DGXZQ0FD172QZ0X11C24A1000000/> (最終アクセス日: 2024年11月21日)