

鉄道関連産業と特許

PATSTAT による国別比較

神戸大学大学院経済学研究科 准教授 **中村 健太**

要 約

本稿では、欧州特許庁の統計解析用データセットである PATSTAT を用いて、鉄道関連産業（メーカー）の特許出願行動に関する国レベルの包括的な分析を行った。結果は以下のとおりである。鉄道関連技術の特許化は、2000 年代の初めまでのおよそ 100 年の間、増加傾向かつ安定的に推移していた。ただし、2000 年代半ばから、中国が爆発的な勢いで出願を増加させている。中国発特許の急増に伴い、現地企業等による模倣や権利化を抑制するために、日米欧の企業が防衛的に中国への特許出願を増やしていることが示唆された。また、中国国内の急速な出願増加に反して、中国発の Patent ファミリーについては、自国外への出願が非常に限られていることも明らかになった。このことは、少なくとも中国特許の質が高いことを示すものではない。ただし、すべての発明が特許化されているわけではなく、革新的な技術が戦略的に秘匿されている可能性も否定できない。加えて、世界最大の鉄道車両メーカーである中国中車が国外市場で一定のシェアを獲得していることは事実である。設備・車両の高度化や安全性の要請によって、当該産業における技術開発の重要性が高まっていることに疑念の余地はない。

目 次

1. はじめに
2. 分析の準備
 - (1) データベース
 - (2) Patent ファミリー
 - (3) IPC 分類記号
 - (4) 鉄道技術に関する IPC 分類
3. 特許出願動向の分析
 - (1) 長期の出願動向
 - (2) 技術分野別の動向
 - (3) 国別の動向
 - (4) 外国出願の動向
4. おわりに

1. はじめに

インフラとは、生活や産業などの経済活動を営む上で不可欠な社会基盤と位置づけられ、公共の福祉のために整備・提供される施設の総称であり、道路、鉄道、上下水道、電気、電話網、通信網、あるいは学校、病院、港湾やダムなどが含まれる。インフラを施設の総称と捉えた場合、施設を提供する者（生産者）と、施設を利用してサービスを提供する者が存在し、それら両者を含めたものが広義のインフラ産業である。したがって、インフラ産業と知的財産権との関わりを論じる場合、インフラ提供者の視点に立つか、利用者の視点に立つかは、論者に任せられるところである。本稿では「鉄道」を取り上げるが、以下に述べる技術的特徴、費用構造、規模の経済性を鑑みて、鉄道事業者ではなく、関連メーカーに着目し、特許の出願動向等について検討する。

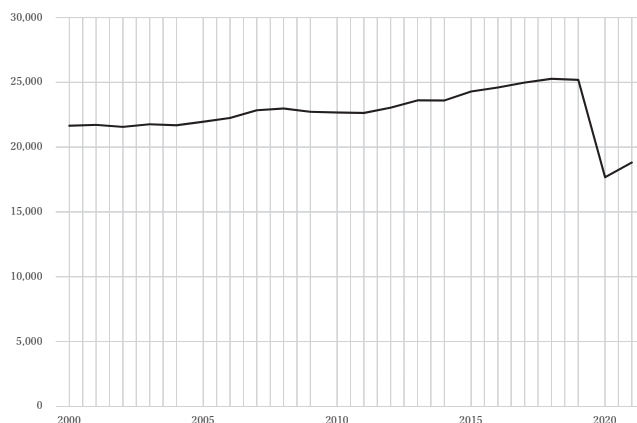
鉄道とは、2本のレールの上を汽車・電車などを走らせ、旅客や貨物を運ぶ交通システムである⁽¹⁾。レールの間隔（ゲージ）は固定のため、鉄道車両は元来規格化されやすい。また、進行方向はレール上に制限される。これらの特徴は、複数車両の牽引や大量輸送を可能にする。他方で、レール上を走行するという特徴は、他の交通機関にはない制約を鉄道にもたらす。待避設備を持つ駅などを除けば、鉄道は行き違いや追い抜きができない。したがって、安全性・信頼性の高い信号システムが必要である。また、レール上は摩擦が小さいため、鉄道は勾配に弱い。自動車交通と比較して地形の制約を受けやすいため、トンネルや切通し、橋梁などが必要となり、建設費や維持・管理費が高額になる可能性がある。

このように鉄道インフラ及びサービスの供給には大きな固定費用を要するため、規模の経済性が生じやすい。また、規模の経済性と関連するが、設備や車両における規格化・標準化の経済性も重要である。この特徴は、鉄道産業における技術開発の様態に影響を与えている。設備・車両の高度化や安全性への要請によって、技術開発の費用は上昇する傾向にある。したがって、鉄道事業者が自社のためだけに技術開発を行うことはおそらく効率的ではなく、開発された技術を複数の事業者で共用することが望ましい。当該産業において、鉄道事業者ではなくメーカー側が技術開発のイニシアティブを持つのはこのためである。同様の構図は、航空産業などでも見られる。自動券売機の仕様統一や保安システムの共通化、さらには近年注目を集める高速鉄道システムの海外輸出などは、規格化・標準化の経済性を享受することを目指した行動だと理解できる。

我が国の旅客輸送量は横ばいで推移しており鉄道の国内需要は比較的堅調なもの、今後の人口減少を見据えると、大幅な需要の増加は見込めない（図表1）⁽²⁾。これは、新造車両の生産に関しても同様であり、国内需要に依存し続けてきた鉄道産業（メーカー）は国内依存からの脱却が課題になっている（図表2）。世界の鉄道市場は2027年まで年平均3.0%の成長率を示し、2025年から2027年の間に世界市場規模は2,110億ユーロに達すると予測されている⁽³⁾。我が国鉄道車両メーカーは、近年アジアを中心に受注を獲得しているが、今後は、更に海外における事業展開を促進し、世界の増大する需要を積極的に取り込むことが重要である。

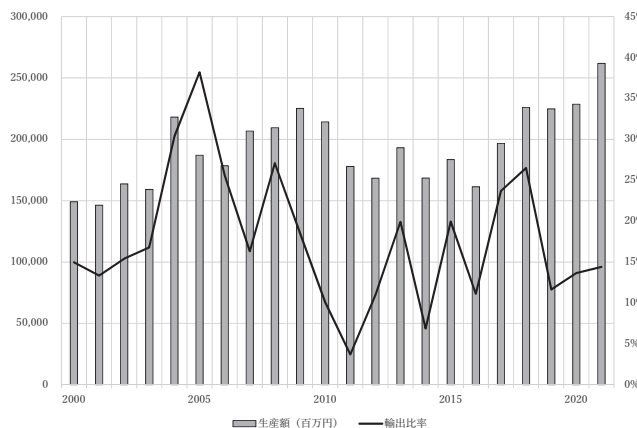
市場の拡大はより近代的な鉄道インフラへの投資

図表1 鉄・軌道旅客輸送数量（百万人）



注：鉄道輸送統計調査（国土交通省）より作成

図表2 鉄道車両（新造）生産金額と輸出金額比率



注：鉄道車両等生産動態統計調査（国土交通省）より作成

(1) 以下の二段落は、交通経済学の観点から鉄道インフラの特徴を論じた湧口（2010）を参考にして、まとめたものである。湧口清隆（2010）「3 鉄道インフラ」、杉山武彦（監修）、竹内健蔵・根本敏則・山内弘隆（編集）交通市場と社会資本の経済学、「第2章 鉄道サービス」所収、有斐閣。
 (2) 新型コロナウイルスの流行により、2020年度以降は旅客輸送量が減少している。
 (3) 数値の出所は、欧州鉄道産業連合（Union des Industries Ferroviaires Européennes）の報告書「World Rail Market Study」に関する報道情報による。
<https://www.globalrailwayreview.com/news/137559/ninth-world-rail-market-study-released-at-innotrans-2022/>（2022年10月1日閲覧）

を促し、世界のメーカーを巻き込んだ技術開発競争が展開される。そうした技術開発状況、競争状況を把握する上で、特許統計は有益なツールである。本研究では、欧州特許庁（EPO）が作成した統計解析用データセットである PATSTAT を用いて日本及び諸外国における鉄道関連特許の出願状況を国別に集計・概観する。その中で、鉄道関連技術の特許出願はどのように進展してきたのか、各国出願人において外国出願にはどのようなパターンがあるのか、近年出願を急増させている中国の出願にはどのような特徴があるのかなどを明らかにする。

2. 分析の準備

分析に先だって、本節では、データベース及び集計方針に関わるいくつかの用語について説明する。また、IPC 分類記号から鉄道関連技術を定義する。

(1) データベース

本稿で用いる特許データベースは、PATSTAT 2020 Autumn Edition である。PATSTAT は、EPO が作成した統計解析用データセットであり、収録されるデータの多くは、EPO の世界的な書誌データベースである EPO worldwide bibliographic data (DOCDB) から抽出されたものである。DOCDB は、世界 100 以上の国や地域、機関の特許等の書誌情報と要約文を収録したデータベースであり、多くの商用データベースのバックボーンになっている。

PATSTAT 2020 Autumn Edition の作成においては、2020 年 37 週末（37 週は 9 月 7 日から 13 日）時点の DOCDB が使用されている⁽⁴⁾。DOCDB への収録状況等に依存して、国や地域によってデータが利用可能な期間が異なる点は留意を要する。大まかな傾向としては、米国や欧州の主要国については 20 世紀初頭からそれ以前から、日本は 1970 年代から、中国は 1985 年の専利法施行以降で利用可能である。また、2019 年以降の出願については、収録時点で出願公開が行われていない可能性があるため、完全にはカバーされていない可能性が高い。

(2) パテントファミリー

本稿では、特に断りがない限りパテントファミリー単位で特許を集計する。したがって、特許文献単位での集計ではない点は留意されたい。また、以下では、パテントファミリーを単に「ファミリー」と記す場合がある。

パテントファミリーとは、発明がある国に出願された後、当該出願を基に優先権を主張して他の国へ出願された親子・兄弟のような関係にある出願のグループのことを指す。つまり、ある技術をカバーする特許文献の集合である。ファミリーの範囲を特定する方法は複数存在するが、本稿では、INPADOC 拡張パテントファミリー (INPADOC extended patent family) を採用している⁽⁵⁾。INPADOC 拡張パテントファミリーは、直接的または間接的に少なくとも 1 つの優先権を共有する特許文献の束として定義されるものである。したがって、ファミリーに含まれる各出願は完全に同一とは限らないが、それらがカバーする技術の内容は類似している。

同一出願人が同じ内容で複数の国に特許を出願した場合、それらの出願は同じファミリーに属するため、パテントファミリーの数は、出願された発明数の代理変数とみなすことができる。特許ではなくパテントファミリーに着目することで、発明のダブルカウントを防ぐことができるため、技術力の国際比較等の用途では有用な手段になり得る。また、例外は存在するが、ファミリー構成出願のうち最初のもは、出願人の居住する国で行われる可能性が高いと考えられる。この仮定を許容すれば、ファミリーの中で最先の出願が行われた国（第一出願国）を当該技術が生まれた国とみなすことができる。この他にも、出願人や発明者の住所

(4) 収録データの詳細等は EPO のホームページを参照されたい。

<https://www.epo.org/searching-for-patents/business/patstat.html> (2022 年 9 月 1 日閲覧)

(5) 代表的なものとしては、DOCDB シンプルパテントファミリーがある。

から技術が生まれた国を特定する方法もあるが、住所情報の入手可能性や作業負荷を考慮して、本稿では、第一出願国の情報を用いた方法を採用した。

本稿でパテントファミリー（あるいはファミリー）と記した場合、ファミリーを構成する特許文献の数が1の場合や、特許受理官庁の数が1である場合も含むこととする⁽⁶⁾。ただし、複数の国に出願された発明は、追加的な費用を負担して本国以外での権利化を目指しているわけであるから、単国出願よりも価値が高いと考えられる。

PATSTATには、日本、ドイツ、中国などの実用新案に関する出願情報も収録されている。そのため、パテントファミリーには、①特許のみから構成されるものに加えて、②特許と実用新案から構成されるもの、③実用新案のみから構成されるものが存在する。本稿では、基本的に特許のみからなるファミリー（①のみ）について論じるが、必要に応じて、実用新案を含めたファミリー（①+②+③）の件数についても検討する。なお、②のケースは多くないため、①と①+②はトレンドに大きな差はない。

(3) IPC 分類記号

PATSTATに収録されるIPCは、原則として最新のIPC8版に再分類されたものである。PATSTATの元データがDOCDBであることは既に述べた。各国特許庁が付与したIPCデータは、EPOのMCD（Master Classification Database）に蓄積されて一元管理されている。また、MCDでは、改正IPCが発効される度に、過去分も含めて改正後のIPCで検索可能なようにIPCデータの更新が行われている。MCDはDOCDBの一部として運用されているため、PATSTATにも最新版のIPC分類が反映されているわけである。したがって、時系列でIPCコードに基づく統計解析を行う場合であっても、PATSTATを用いた場合、IPC改正の影響を気にする必要はない。なお、PATSTAT 2020 Autumn Editionに収録されている最新のIPCは2020.01版である。

特許の内容が複数の技術によって構成されている場合、1件の特許文献に各技術に対応するIPC分類記号が複数付与されることは一般的である。このとき、「筆頭IPC」の概念を採用する特許当局（例えば、日本国特許庁やUSPTO）の場合、当該特許の最も中心的な技術に関するIPC分類記号がリストの先頭に配置される。しかし、すべての特許庁がこうしたルールを採用しているわけではない。例えば、EPOでは、IPCの位置に意味はなく、アルファベット順に配置されることが多い。したがって、すべての特許文献について対応するIPC分類記号を一意に定めることはできない。

(4) 鉄道技術に関するIPC分類

鉄道は、車両、土木、電気、情報、材料、環境、人間科学など広範な技術基盤に支えられている。そのため、それらのすべてについて特許を正確に特定することは困難である。そこで本稿では、特許分類を用いて鉄道技術に接近する。

まず候補になるのは、IPCのクラスB61である。例えば、鈴木（2015）はB61を鉄道関連技術として分析を行っている⁽⁷⁾。IPC2020.01版では、Bセクションが「処理操作；運輸」であり、Bセクションの60番台（B60～B68）が「運輸」関連のクラスである。この中のクラスB61が「鉄道」に割り当てられている。さらに、クラスB61は9つのサブクラスを含む。詳細は図表3のとおりであるが、B61Bは「ロープウェイやケーブルカー等を含む鉄道の方式」、B61Cは「機関車、動力車」、B61Dは「客車や貨車などの鉄道車両」、B61Fは「台枠、台車」、B61Gは「連結器、緩衝装置」、B61Hは「制動装置、減速装置」、B61Jは「転車台、遷車台など車両を移動するもの」、B61Kは「鉄道のための他の補助装置」、B61Lは「信号や転てつ器など

(6) ファミリーに含まれる特許文献の数または特許受理官庁の数をファミリー・サイズと呼ぶことがある。分析者によっては、ファミリー・サイズが2以上の場合に限り、パテントファミリーと称し、単独の国や地域のみに出願された特許と区別することがある。

(7) 鈴木潤（2015）「特許データによる鉄道技術の競争力分析」、一般財団法人商工会館 産業と技術の比較研究会、平成26年度産業と技術の比較研究報告書（副題：社会インフラの国際競争力）。

の案内、保安装置」となっている。

この他、B61 に若干のサブクラスを追加した定義も存在する。例えば、Gkoumas et al. (2021) は、B61 に B60L (電氣的推進車両の推進装置など) と B60M (電氣的推進車両のための動力供給線など) を、van Balen et al. (2021) はさらに E01B (鉄道または路面鉄道の軌道の構造) を追加している⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾。ただし、B60L や B60M に関係する「電氣的推進車両」には鉄道用電気車両のみならず、電気自動車、ハイブリッド自動車、燃料電池自動車などが含まれる点は留意を要する。実際、B60L や B60M が付与されている特許には、出願人名や発明の名称からして、自動車関連の技術であると推測されるものが多数含まれる。特に B60L は、その傾向が強い。B60M についても、従来は鉄道への電力供給に関する特許が多かったが、近年では電気自動車用の非接触給電システムの特許が急増している。したがって、これらサブクラスの出願推移をもって鉄道関連技術の動向を論じると、ミスリードになる可能性がある。以上の点を考慮し、B60L 及び B60M の採用を見送った。逆に、E01B は、レールに関する技術なので、鉄道関連技術に含めることにした (図表 3)。

既に述べたように、1 件の特許文献に複数の IPC が付与されることがある。したがって、単一の特許ファミリーが複数の鉄道技術サブクラスに該当することもある。以下では、ファミリーに含まれる特許文献のいずれかにクラス B61 またはサブクラス E01B が付与されている場合、当該ファミリーは、鉄道技術に関する特許とみなすことにする。

図表 3 鉄道関連技術 (IPC2020.01 版)

記号	タイトル
B61B	鉄道方式；他に分類されない設備 (リフトまたはホイスト、エレベータ、エスカレータ、移動歩道 B66B)
B61C	機関車；動力車 (車両一般 B60；フレームまたはボギー B61F；機関車のための特別な鉄道線路の設備 B61J、B61K)
B61D	鉄道車両の種類または車体細部 (特殊機構の車両 B61B；台枠 B61F；車両一般 B60)
B61F	鉄道車両懸架装置、例、台枠、台車または車軸装置；異なる軌間に使用する鉄道車両；鉄道車両の脱線防止；鉄道車両の車輪保護装置、障害物除去装置または類似のもの (車両用一般 B60；車軸または車輪 B60B；車両用タイヤ B60C)
B61G	鉄道車両に特に適合する連結器；鉄道車両に特に適合する引張または緩衝装置
B61H	鉄道車両に特に適した制動装置またはその他の減速装置；鉄道車両内に於けるその配列または配置 (車両の電氣的制動 B60L、一般 H02K；鉄道車両において、車両または軌道の状態変化に応じて車輪制動力を調整するための装置 B60T 8/00；補助動力または駆動動力を用いて初動装置から最終制動作用器への制動動作の伝達、そのような伝達装置が組み込まれた制動方式、例、空気圧制動方式、B60T 13/00；動力制動方式に組み込まれる弁の構造、配列、または動作 B60T 15/00；制動方式の構成部品、細部または付属品 B60T 17/00；制動装置一般 F16D)
B61J	車両を移動するものまたは入れ換えるもの (操車系統 B61B；車両を移動するもの一般 B60S)
B61K	他に分類されない、鉄道に特に適した補助装置 (エネルギー蓄積制動 B61H；天候の影響に対する軌道の保護 E01B；軌条清掃、除雪 E01H)
B61L	鉄道交通の案内；鉄道交通の保安 (制動装置または補助装置 B61H、B61K；転てつ器またははてっさの構成 E01B)
E01B	軌道；軌道用の工具；あらゆる種類の鉄道建設用機械 (軌道上の脱線または復帰ブロック、軌道制動またはリターダ B61K；軌道からの異物の除去、除草、液体の散布 E01H)

(8) Gkoumas, K., Marques Dos Santos, F., Stepniak, M., Ortega Hortelano, A., Grosso, M., Tsakalidis, A., and Pekár, F. (2021). Rail Transport Research and Innovation in Europe: An Assessment Based on the Transport Research and Innovation Monitoring and Information System (TRIMIS), EUR 30699 EN.

(9) van Balen, M., Pasimeni, F., and Georgakaki, A. (2021). Insights into Railway Innovation through Patenting Trends, European Union Agency for Railways, JRC124878.

(10) 実際には両研究とも、IPC ではなく CPC を用いて鉄道関連特許を特定している。

3. 特許出願動向の分析

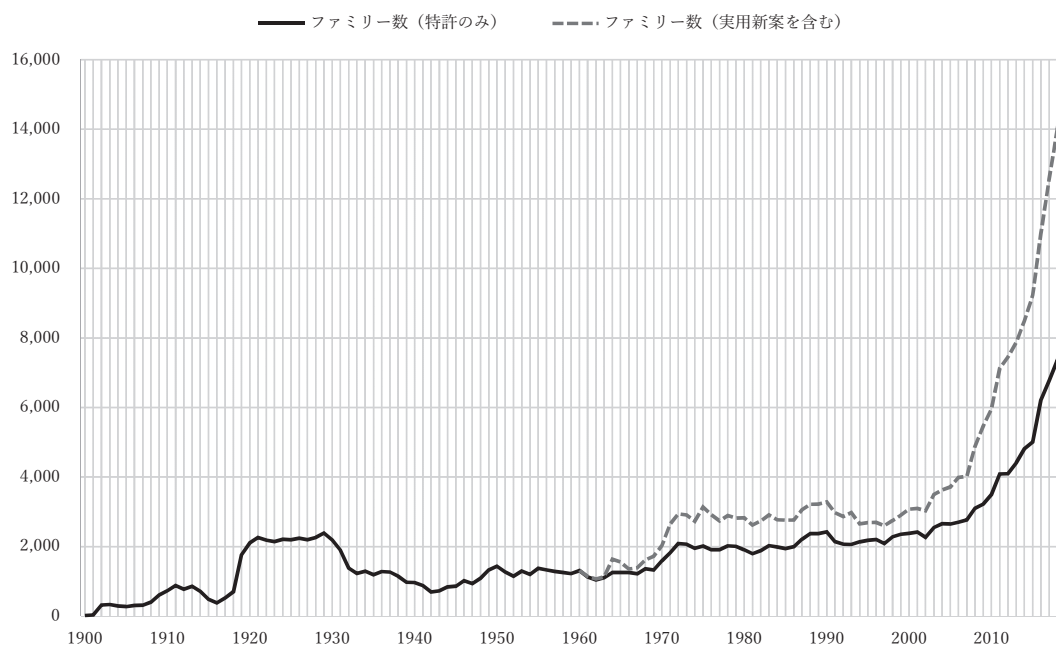
(1) 長期の出願動向

図表4は、観測単位をパテントファミリーとして、鉄道関連技術（B61 + E01B）の特許出願動向を示したものである。横軸は、ファミリーにおける最先の出願年を表している。図表4で1900年から始まる系列は、特許のみからなるファミリーの件数を示している。1960年からは、実用新案を含めたファミリーの件数も図示した。なお、2019年に件数が大きく減少しているが、これはPATSTATの切断バイアスの影響が大きいと考えられる。

120年間の出願推移は、おおよそ以下のようにになっている。まず、1920年代から30年代初頭にかけて一時的に出願が増加し、その後、減少している。詳細は後述するが、この時期の変化は、第一次世界大戦後の好景気に起因する米国での出願増による部分が多い。第二次世界大戦中は若干出願が減少するものの、1930年代から1960年代までは一貫して年1,000件前後の出願で推移している。1970年代に入り再び出願増加に転じている。これは、日本からの出願が活発化したことによる。その後、2000年代半ばからの急激な出願増加が観察される。これは、中国の出願人の行動をダイレクトに反映している。

また、2000年代半ばから、特許のみからなるファミリーと実用新案を含めたファミリーの差が拡大していることがわかる。このことは、当該期に実用新案を含むファミリー（実際には、実用新案のみからなるファミリー）が多数出願されていることを意味しており、特許のみからなるファミリーの比率は71%（2000年代）から54%（2010年代）に低下している。しかし、実用新案の影響を除外したとしても、特許の爆発的な出願増加が生じていたことに変わりはない。

図表4 鉄道関連特許の出願動向



(2) 技術分野別の動向

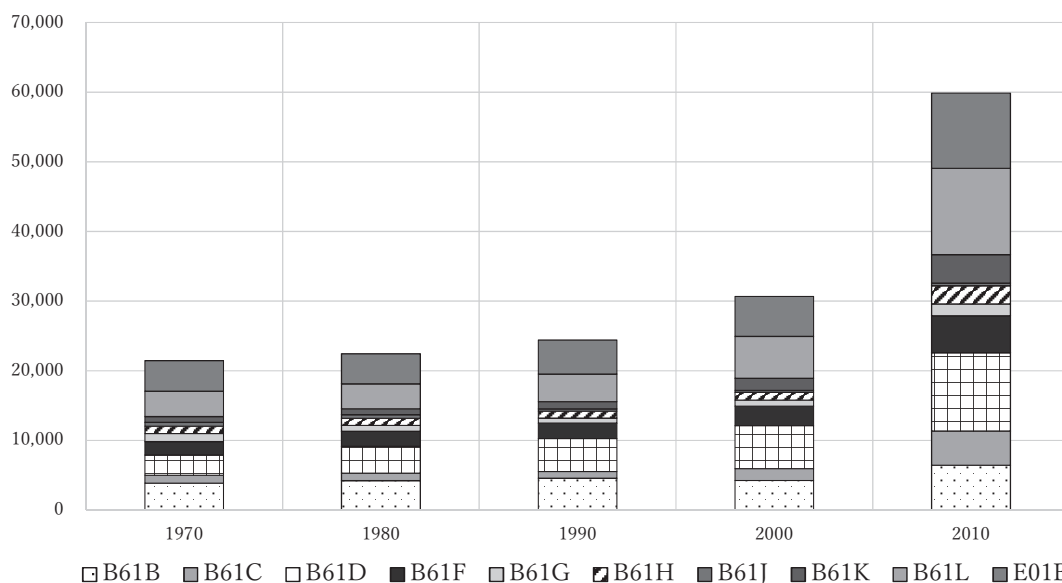
次にサブクラス別の出願動向を見てみよう。図表5は、PATSTATの収録開始（19世紀末）から2019年までを対象期間として、各サブクラスに該当するファミリーの数及びファミリー数合計に占める割合（特許のみからなるファミリー 221,402 件に対する割合）を示している。単一の特許ファミリーが複数の鉄道関連技術のサブクラスに該当することがあるため、10のサブクラスについて割合を合計すると100%を超える。図表5によれば、最も出願が多い技術分野は、B61L（信号や転てつ器などの案内、保安装置）であり、鉄道技術の21.4%がこれに該当する。次点は、E01B（軌道）の20.1%、B61D（鉄道車両）の19.5%、B61B（鉄道方式）、B61F（台枠、台車）と続く。

図表 5 技術分野別出願数

記号	内容	ファミリー数	(%)
B61B	鉄道の方式	27,037	12.2%
B61C	機関車、動力車	14,908	6.7%
B61D	鉄道車両	43,234	19.5%
B61F	台枠、台車	24,565	11.1%
B61G	連結器、緩衝装置	12,588	5.7%
B61H	制動装置、減速装置	12,237	5.5%
B61J	転車台、遷車台など	3,280	1.5%
B61K	鉄道のための他の補助装置	11,885	5.4%
B61L	信号や転てつ器などの案内、保安装置	47,380	21.4%
E01B	軌道	44,546	20.1%

図表 6 は、鉄道技術のサブクラスについて 1970 年代以降の出願推移を示したものである。各棒グラフは 10 年間の累積件数を表しており、例えば、横軸の「1970」は 1970 年から 1979 年までの集計期間を意味する。1990 年代までは安定的に推移し、2000 年代に増加、2010 年代に急増という傾向は、図表 4 で確認したとおりである。基本的にどの分野も 2010 年代に向けて出願を増加させているが、B61G（連結器）と B61J（転車台）のように、一時的に出願を減らし、その後回復した分野も存在する。

図表 6 技術分野別出願数（年代別）



また、図表 7 は、図表 6 で示したサブクラスごとのファミリー件数を同時期のファミリー件数の合計で除して割合にしたものである。これを見ると、B61B（鉄道方式）は近年シェアを低下させている。他方で、B61C（動力車）、B61K（補助装置）、B61L（保安装置）はシェアを拡大しており、これらの技術分野の相対的な重要性が高まっていると考えられる。

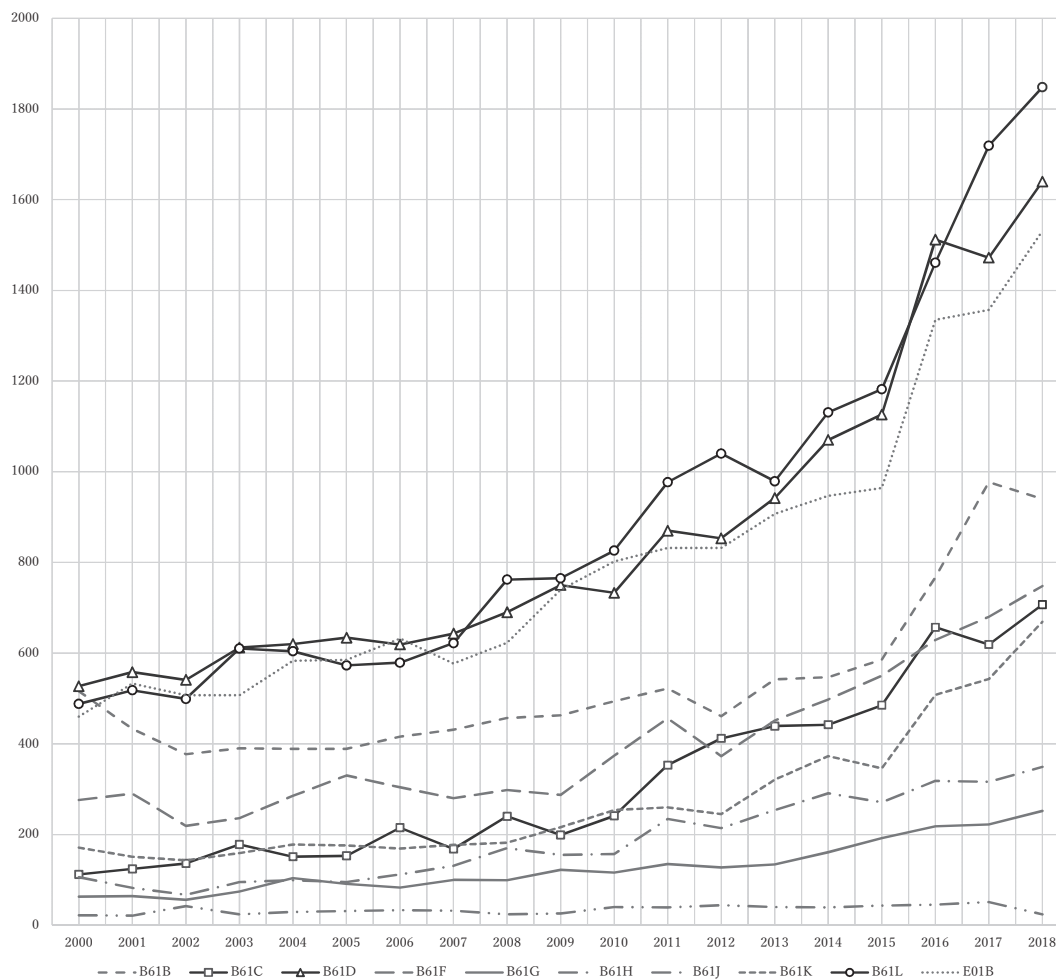
図表 7 技術分野別出願比率（年代別）

	方式 B61B	動力車 B61C	鉄道車両 B61D	台車 B61F	連結器 B61G	ブレーキ B61H	転車台 B61J	補助装置 B61K	保安装置 B61L	軌道 E01B
1970	20.0%	5.9%	14.8%	10.0%	5.9%	5.4%	2.8%	4.4%	18.7%	22.6%
1980	20.6%	5.2%	18.8%	10.6%	4.2%	5.0%	2.5%	4.1%	17.5%	21.0%
1990	20.8%	4.4%	21.5%	10.1%	3.3%	4.5%	1.4%	4.8%	18.1%	22.1%
2000	15.9%	6.3%	23.2%	10.5%	3.2%	4.2%	1.1%	6.4%	22.5%	21.5%
2010	12.5%	9.5%	21.8%	10.3%	3.2%	5.1%	0.8%	7.9%	24.0%	20.9%

図表 6 では、鉄道関連技術の過去 50 年間の出願動向を眺めた。2000 年代から 2010 年代にかけて技術分野によらず出願が増えているが、これは、中国からの出願が急増したことによる。詳細は後述するが、中国の出願件数は他国のそれとはレベル感が異なるため、中国を含めた集計と、除いた集計では見えてくる傾向が異なる可能性がある。そこで、図表 8 では、2000 年から 2018 年の期間について、「中国を第一出願国とするファミリーを除いて」サブクラス別のファミリー数の推移を示す。なお、中国を除いた場合、2019 年のデータに関して深刻な切断バイアスが認められたため、集計範囲から除外している。

図表 8 は、中国以外の地域においても、B61L（保安装置）の分野で出願数が上昇しており、当該分野の技術革新が活発化していることを示している。その他の分野においては、出願は総じて安定的に推移している。ただし、B61D（鉄道車両）の出願数が比較的高いレベルを保っていること、B61C（動力車）や B61D で若干の上昇トレンドが認められることを考えると、鉄道車両に関する技術開発が重要な位置を占めていることがうかがえる。

図表 8 技術分野別出願動向（中国を除く）



(3) 国別の動向

図表4では、約120年間の出願推移について、1920年代は米国、1970年代以降は日本、そして2000年代以降は中国が出願を活発化させたことに触れた。ファミリーを構成する出願のうち最初のもは、出願人の居住する国で行われる可能性が高いと考えられるため、ファミリーの中で最先の出願が行われた国（第一出願国）を当該技術が生まれた国だとみなすことができる⁽¹¹⁾。

図表9は、鉄道関連特許（パテントファミリー）の出願上位国に関する集計である。各国の件数は、第一出願国になっているファミリーの数を表している。また、ソビエト連邦とロシアは同じ国として扱っている。全期間（2019年まで）の合計で見ると、最も出願件数が多いのは米国の49,816件であり、日本（40,030件）、中国（28,220件）、ドイツ、ロシア（ソ連）、フランス、英国、韓国の順に続く。なお、実用新案を含むファミリーを加算すると、上位が中国（74,917件）、日本（58,205件）、米国の順に変化する。

図表9 国別の出願動向（第一出願国のみ）

	米国	日本	中国	ドイツ	ロシア	フランス	英国	韓国
1900	254	0	0	223	0	1,877	464	0
1910	2,723	2	0	244	24	1,689	2,677	0
1920	14,438	7	0	849	966	2,297	2,531	0
1930	7,913	2	0	874	984	1,693	1,317	0
1940	5,392	0	0	722	551	1,064	735	0
1950	4,038	6	0	4,057	550	1,572	1,195	0
1960	3,423	365	0	2,655	247	2,463	949	0
1970	2,453	5,898	0	2,716	2,499	982	628	12
1980	1,517	6,548	161	1,827	4,714	696	450	32
1990	1,924	10,228	320	2,889	2,031	747	307	262
2000	2,771	9,233	2,462	2,686	2,531	710	468	2,070
2010	2,970	7,741	25,277	2,884	2,510	1,131	352	4,246

米国の累積出願数第1位は、1920年代から30年代前半にかけてB61D（車両）、B61K（補助装置）、B61L（保安装置）を中心に大量の出願がなされたことによるところが大きい。当時の米国では、鉄道は最も一般的な移動・輸送手段であったものの、既にバスやタクシーの営業が開始され、さらには、航空路線の開業や高速自動車道の発達により、鉄道に対する競争圧力は高まっていた。例えば、米国の鉄道距離は、1916年の254,000マイルを頂点として、下降傾向に入っている。こうした中において、第一次世界大戦後の1920年代は空前の好景気であり、鉄道は好業績を上げることができた。つまり、1920年代に見られる特許の大量出願は、鉄道需要に牽引されたものだと考えることができる（Schmookler, 1962）⁽¹²⁾。1920年代以降、米国の出願は一貫して減少傾向にあったが、2000年代から再び出願を増加させている。近年の主要な出願人としては、GE、Westinghouse Air Brake、Wabtecなどがある。

日本の出願に着目すると、1970年代に急増し、90年代にピークに達し、その後減少傾向にあることがわかる。ただし、1960年代までの日本発の鉄道関連特許については、出願データ自体及びIPCデータの収録

(11) 少数ではあるが、最初の出願が複数の国で行われているケースが存在した。それらは、集計の対象外とした。

(12) イノベーションの誘因に関するマーケット・プル・アプローチ（あるいはデマンド・プル）を説いた研究として有名である。マーケット・プルとは、市場のニーズがきっかけとなり研究や技術開発が行われ、イノベーションが生まれることであるが、Schmooklerは、線路、客車、貨車の需要がそれぞれの特許出願のトレンドに先行していることを見出している。

Schmookler, J. (1962). Economic Sources of Inventive Activity. The Journal of Economic History, 22 (1), 1-20.

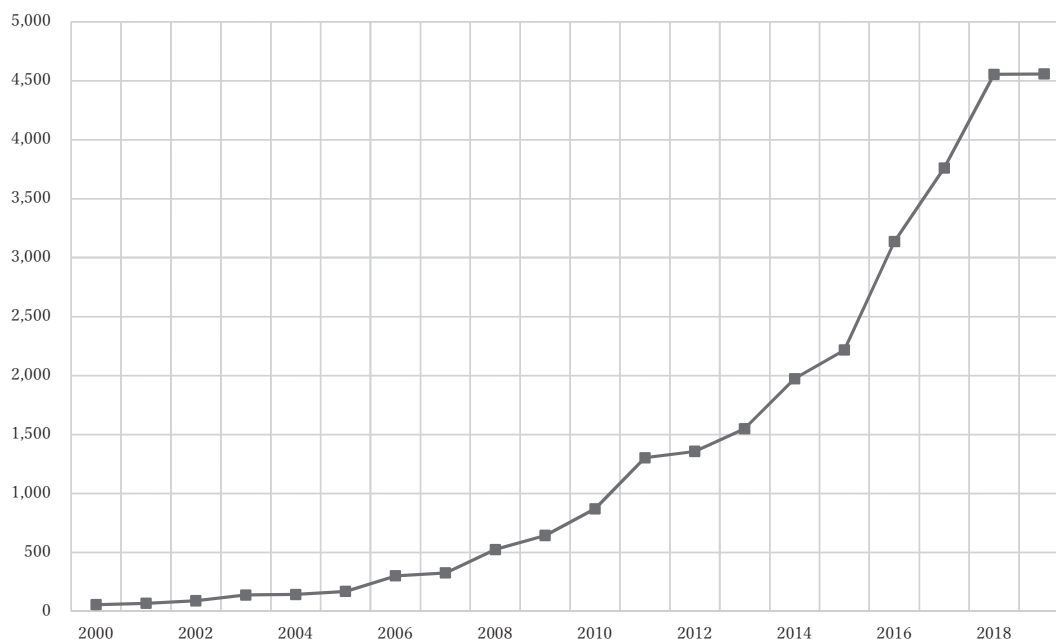
状況に起因して、過小評価になっている可能性が高い。したがって、実際には、1960年代から70年代にかけて図表9で示したほどには急増していないかもしれない。とは言え、90年代までは出願の増加が続き、2000年代に若干出願を減らしたものの、このころまでは世界最大の出願国であった。主要な出願人としては、車両メーカーの日立、三菱重工、川崎重工、日本車輛、近畿車輛の他に、東芝、三菱電機、日本信号、京三製作所、JR各社、鉄道総合技術研究所などがある。また、他国と比較して鉄道関連分野に参入している企業の数（出願人の数）が多いことも日本の産業構造の特徴である。

近年、出願の増加が著しいのは中国と韓国である。中国における爆発的な出願増加はよく知られた現象であるが、この傾向は鉄道関連技術でも観察される。図表10は、中国出願の推移を示したものであるが、2000年代を通じて徐々に増やし、2011年以降はさらに出願を加速させている。主要な出願人は、中国中車（及び前身の中国南車、中国北車）、中国鐵路、西南交通大学、北京交通大学である。特に、世界最大の鉄道車両メーカーである中国中車は、関係の出願人について名寄せを行うと、2010年代の出願件数は1万件を超える水準である⁽¹³⁾。

また、韓国においても2000年代から2010年代にかけて出願件数が2倍強になっており、鉄道関連技術の開発が活発化していることがわかる。

欧州では、ドイツを第一出願国とするファミリーが圧倒的に多い。これは、同国が強力な製造業を基盤としていること、総合鉄道メーカー「ビッグスリー」の一角であるSiemensを擁することによる。

図表10 中国の出願動向（第一出願国のみ）



(4) 外国出願の動向

パテントファミリーを構成する特許は、第一出願国に続いて、複数の国や地域に出願されている可能性がある。そこで、以下ではファミリーの国際的な広がりについて分析する。なお、PCT国際出願の場合、国内移行手続は、優先日から30ヶ月の期限が満了するまでに行えばよい。したがって、2018年以降のPCT出願については、PATSTATの収録期間内に国内移行が完了していない可能性がある点は留意されたい。

(13) 全国の研究会社、製造会社から分散して出願が行われていることが中国中車の特徴である。知財管理の観点からすると、この方法にメリットがあるとは考えにくい。地域会社に対して個別の出願インセンティブ（あるいはプレッシャー）が与えられているのかもしれない。

初めに自国単独出願の割合を見てみよう⁽¹⁴⁾。図表 11 は、米国、日本、中国、ドイツ、韓国の 1990 年代、2000 年代、2010 年代について、それぞれの国を第一出願国とするパテントファミリーの中で、自国のみに出願されているものの割合を示している。各年代のファミリー数は、図表 9 に示したとおりである。

日本を第一出願国にするパテントファミリーの場合、1990 年代は 96.4%、2000 年代は 91.3%、2010 年代は 78.2% が日本単独出願である。依然として自国中心（自国単独）の出願が比率的に多いが、近年は外国出願が増加していることがわかる。中国と韓国については、約 95% 以上が自国単独の出願であり、このことは 1990 年代、2000 年代、2010 年代を通じて変化していない。特に中国については、図表 11 の集計対象の他に、実用新案を含むファミリーが多数存在するので、それらを考慮すると自国単独の割合は更に上昇するはずである。

他方で、米国、ドイツの場合、自国単独出願の割合は低い。多国出願の傾向は年々強まっており、例えば 2010 年代では米国単独は 39.2%、ドイツ単独は 34.2% にまで低下している。一般論として複数の特許庁に出願された発明は価値が高いと考えられるので、米国やドイツの発明は平均的に価値が高い可能性がある。例えば、van Balen et al. (2021) は、鉄道関連特許の国際比較において、高価値の発明（複数特許庁へ出願された発明）の数は EU がトップであるとしている。しかしこれらの国では、陸続きの国境を跨ぐように鉄道が運行されていることを考えると、第一出願国に加えて近隣諸国においても特許出願を行うのは極めて自然な行動にみえる。したがって、日中韓の企業等と比較して、外国出願に要する発明価値の閾値は低い可能性がある。

図表 11 自国単独出願の割合

	米国	日本	中国	ドイツ	韓国
1990	48.2%	96.4%	99.1%	52.9%	93.5%
2000	47.6%	91.3%	96.8%	40.9%	95.3%
2010	39.2%	78.2%	97.2%	34.2%	96.3%

図表 12 は、図表 11 に示した国を第一出願国とするファミリーについて、出願先として上位に位置づけられる国や地域をまとめたものである。これを見ることで、各国の出願人がどの国や地域に市場機会を見出しているかをうかがうことができる。図表中の件数は各国・地域への出願を含むファミリーの数、比率は当該国・地域への出願比率を表している。

パネル (A) は、日本を第一出願国にするパテントファミリーを対象にして、外国出願の状況をまとめたものである。1990 年代は自国単独が 95% 以上なので、外国への出願は限定的である。具体的には、米国への出願が 2.6%、ドイツへの出願及び EPO への出願が 1.5% となっている。2000 年代は、ファミリーのうち 5.8% が中国へも出願されている。この比率は米国への出願とほぼ同じ水準である。2010 年代は、外国への出願傾向がさらに強まっており、中国、米国への出願はそれぞれ 14% 程度となっている。日本からの出願先としては、米国、韓国、台湾、香港、英国、ブラジル、シンガポールなどが登場する。また、表中には現れていないが 2010 年代にはインドへの出願も増えている。これらの国・地域は、日本企業が既に鉄道整備案件を受注しているか、あるいは、受注に向けた生産・保守体制の整備を目的として日本企業が相次いで進出している地域であり、現地での特許出願はこうした海外展開の動向と符合するものである。

パネル (B) は、米国とドイツを第一出願国とするファミリーに関する外国出願の状況である。両国に共通する傾向としては、隣国への出願が活発なことが挙げられる。米国のファミリーであれば、カナダやメキ

(14) ここでの自国単独出願は、自国以外への出願がないことを意味するものであり、必ずしもファミリーに含まれる特許文献の数が 1 であるとは限らない。

シコへの出願が多く、ドイツの場合は、EPO や欧州各国への出願が多い。

パネル (C) は、中国と韓国を第一出願国とするファミリーの外国出願状況を示している⁽¹⁵⁾。自国単独が圧倒的に多いことは既に述べたとおりである。中国については、自国への出願数が多いため、自国単独比率が高くても絶対数としてある程度の外国出願が行われている可能性も否定できない。しかし、パネル (C) を見る限り、日本、米国、ドイツを第一出願国とするファミリーと比べて、米国や欧州 (EPO) に外国出願される発明は、やはり少ない。中国国内の急速な出願増加が、国際的な権利取得につながっていないことが改めて確認された。ただし、結果の解釈は慎重であるべきである。中国からの外国出願が必ずしも多くないことをもって、「中国企業の技術レベルは高くない、日本企業や欧米企業に技術的な優位性が存在する」と判断する者もいるかもしれない。しかしながら、世界最大の鉄道車両メーカーである中国中車が売上高の約 10% を海外で獲得していることも事実である⁽¹⁶⁾。当該産業において技術的優位は重要である。しかし、それが競争優位の源泉のすべてではないのである。

次に、出願先国に共通する傾向を指摘する。パネル (A) と (B) によれば、米国及び中国が重要な特許出願先になっていることが確認できる。この背景には、両国の市場規模が大きいことが影響していると考えられるが、中国に関しては、現地の企業等による模倣を抑制するために日本企業、米国企業、ドイツ企業が防衛的に特許出願を増やしている可能性がある。なお、特許庁の「平成 26 年度特許出願技術動向調査報告書 (概要) 鉄道車両」は、鉄道関連技術に関する侵害訴訟は少ないと報告している⁽¹⁷⁾。また、訴訟の大半は米国を裁判籍としており、中国での訴訟は少なく (いずれも内国人同士の争い)、全体として活発に訴訟を提起するような業態ではないと指摘している。

最後に、パネル (B) によれば、米国やドイツの出願人が日本への出願を減らしている (あるいは相対的に減らしている) ことがわかる。これは、日本企業の国内競争力、制度的な参入障壁、市場の成長性が低いこと等の理由により、日本市場の魅力が低下していることを示唆している。

図表 12 主要国からの外国出願状況
パネル (A)

第一出願国：日本								
1990			2000			2010		
US	263	2.6%	CN	534	5.8%	CN	1,098	14.3%
DE	149	1.5%	US	517	5.6%	US	1,084	14.1%
EP	149	1.5%	KR	353	3.8%	EP	703	9.2%
KR	147	1.4%	EP	350	3.8%	TW	436	5.7%
CN	76	0.7%	TW	263	2.9%	KR	368	4.8%
TW	69	0.7%	DE	144	1.6%	SG	179	2.3%
CA	45	0.4%	HK	95	1.0%	DE	123	1.6%
AU	40	0.4%	CA	89	1.0%	CA	105	1.4%
GB	25	0.2%	AU	59	0.6%	BR	73	1.0%
ES	22	0.2%	BR	53	0.6%	GB	68	0.9%

(15) 図表 12 のパネル (C) では、10 件以上の出願がある国のみ示した。

(16) 同社財務資料 2016 年 1-6 月期より。

(17) 特許庁 (2015) 「平成 26 年度特許出願技術動向調査報告書 (概要) 鉄道車両」。

パネル (B)

第一出願国：米国						第一出願国：ドイツ											
1990		2000		2010		1990		2000		2010							
CA	794	41.6%	CA	954	34.6%	CA	1,001	33.9%	EP	1,136	39.3%	EP	1,364	50.8%	EP	1,491	51.7%
AU	468	24.5%	AU	573	20.8%	CN	620	21.0%	AT	763	26.4%	AT	684	25.5%	CN	684	23.7%
EP	354	18.6%	EP	547	19.8%	EP	595	20.1%	ES	454	15.7%	US	499	18.6%	US	563	19.5%
DE	213	11.2%	CN	501	18.2%	AU	572	19.4%	US	322	11.1%	ES	466	17.4%	ES	316	11.0%
JP	199	10.4%	MX	425	15.4%	MX	430	14.6%	JP	244	8.4%	CN	418	15.6%	PL	242	8.4%
BR	171	9.0%	BR	341	12.4%	BR	355	12.0%	DK	213	7.4%	PL	255	9.5%	RU	238	8.3%
MX	166	8.7%	ZA	224	8.1%	JP	211	7.1%	AU	207	7.2%	JP	198	7.4%	AU	135	4.7%
ZA	148	7.8%	JP	219	7.9%	RU	153	5.2%	PL	193	6.7%	AU	192	7.2%	DK	127	4.4%
CN	101	5.3%	DE	195	7.1%	ZA	132	4.5%	CZ	155	5.4%	RU	192	7.2%	JP	113	3.9%
KR	74	3.9%	RU	151	5.5%	KR	118	4.0%	CA	145	5.0%	DK	161	6.0%	CA	108	3.7%

パネル (C)

第一出願国：中国				第一出願国：韓国							
2000		2010		2000		2010					
US	46	1.9%	US	254	1.0%	US	53	2.6%	US	94	2.2%
AU	21	0.9%	EP	185	0.7%	CN	50	2.4%	CN	78	1.8%
DE	18	0.7%	AU	99	0.4%	JP	42	2.0%	EP	41	1.0%
EP	18	0.7%	BR	64	0.3%	EP	36	1.7%	JP	34	0.8%
JP	15	0.6%	JP	58	0.2%				DE	10	0.2%
			RU	49	0.2%						
			CA	32	0.1%						
			KR	27	0.1%						
			GB	20	0.1%						
			DE	19	0.1%						

4. おわりに

本稿では、インフラ産業の中から鉄道を選択し、特許出願動向を分析した。インフラ産業には、インフラ（施設）の提供者とインフラを利用したサービスの提供者が存在する。鉄道の場合、産業の技術的特徴、費用構造、規模の経済性の存在から、技術開発のイニシアティブは、インフラ提供者の側にある。そこで、本研究では、鉄道事業者ではなく、鉄道関連産業（メーカー）の特許出願行動に着目した。

欧州特許庁（EPO）の統計解析用データセットである PATSTAT を用いて、以下の点が明らかにされた。鉄道関連技術の特許化は、2000年代の初めまでのおよそ100年の間、増加傾向にありながら、安定的に推移していた。ただし、2000年代半ばから、中国が爆発的な勢いで出願を増加させている。また中国発特許の急増に伴い、現地企業等による模倣や権利化を抑制するために、日米欧の企業が防衛的に中国への特許出願を増やしていることが示唆された。

中国国内の急速な出願増加に反して、中国発の Patent ファミリーについては、自国外への出願が非常に限られていることも明らかになった。特許統計分析の世界では、特許発明の価値の代理変数として外国出願の有無や出願国数を用いることがある。そうであれば、中国特許の質は必ずしも高くないという評価もあり得る。ただし、結果の解釈は慎重を要する。すべての発明が特許化されているわけではなく、革新的な技術が戦略的に秘匿されている可能性も否定できない。加えて、世界最大の鉄道車両メーカーである中国中車が国外市場においても、一定のシェアを獲得していることは事実である。設備・車両の高度化や安全性への要請によって、技術開発の重要性が高まっていることに疑念の余地はない。しかし、当該産業において、技術的優位が競争優位の源泉のすべてではないのである。このことは、戦後の日本において既存技術の集積として「新幹線」という偉大なイノベーションが達成されたことから明らかである。

本稿は、特許統計から鉄道関連技術に接近し、包括的な分析を行った。企業レベルの行動について、さらなる定量的・定性的な分析が求められることは言うまでもない。また、鉄道関連技術の定義を拡大することも一案である。近年、保安装置に関する特許が増加していることを述べたが、関連して、運行制御等のプログラムやソフトウェアに係る技術の重要性も高まっていると推測される。本稿では、特許検索の技術的な問題から、鉄道関連のプログラム等を分析対象に含めることはできなかった。今後、補完的な研究が行われ、当該産業における知財活動への理解が進むことを期待したい。