

特許情報を用いた電子部品の技術開発に関する国際比較

赤岡 広周

中岡 伊織

1 はじめに

CASE (Connected, Autonomous/Automated, Shared, Electric) に代表されるように、現在自動車を取り巻く環境は変革期にある。従来、日本の自動車産業は完成車メーカーの能力のみならず、系列に代表される自動車部品メーカーの高品質な自動車部品をも含みながら、作りこみ、すりあわせの能力の高さで国際的な競争優位を築き上げてきた (Womack, *et al.*, 1990, 藤本・西口・伊藤, 1998)。一方、今後の自動車産業では高度な情報処理が求められるようになるなど、競争優位を築くためのポイントに変化が生じている。必ずしも従来のように自動車産業単独で競争優位を維持できる状況ではなくなっており、情報分野における国際的な優位性の獲得に後れを取った日本では、自動車産業のみならず、様々な分野における今後の国際競争力について先行きに対する不安が指摘されている状況である。

自動運転、シェアリングなど、ビッグデータに基づく高度な情報処理を要する分野もあり、現状ビッグデータを制するのが日本勢ではない点を踏まえると、日本勢の先行きを案じる指摘もあり得る。また、電動化により自動車の構成部品の部品点数が大幅減となることから、自動車のインテグラルからモジュラーへとの指摘もある (伊藤, 2021 など)。しかしながら、動力が変わったとしても快適性の実現など、作りこみを要する要素は残る。また、高度な情報処理は実際には電子部品のなかで実行される。電子部品は、処理速度などパワーも求められるが、あわせて信頼性・耐久性も求められる。特に自動車は、高額であるため長期間にわたって使用されるものである。その期間途中では、たとえば ECU (Electronic Control Unit) に搭載された電子部品を定期的に交換するものではない。期間途中で電子部品が不具合を生じた場合、車全体の動作不良につながる場合もあるため、ユーザーが自動車を購入後、使用終了まで安定動作する電子部品が求められることとなる。故障のモードは様々あり、その結果として自動車が「全く動かない」という場合は、動かないので事故は起きない。安全面においては大きな問題は生じないともいえる。しかし、電子部品の故障の結果、例えば意図せぬ危険な走行に至るなど、安全面で大きな問題を生じさせるケースも考えうる。特に今後、自動運転の進展が予想されているが、自動運転は様々な機器によって支えられる高度システムであるため、安全な自動運転を支えるために、信頼性・耐久性の高い電子部品は今以上に求められると考えられる。これは Rasmussen (1983), Reason (2003) などの「自動化の落とし穴」現象に通じる。従

来型の自動車の運転のように人間が介在するシステムは、運転者のエラーによる事故発生の危険性をはらむ。人間はミスをする生き物である。事故防止のためには、操作において人間が介在しない自動システム化という方策が考えられる。しかしながら、人間が操作するシステムと比較して人間が介在しない自動システムは、システムとして高度なものと化す。日常のオペレーションには人間が介在しないため、ヒューマンエラーによる事故発生は防ぐことが可能であるが、反面、システム的设计・製造・保守の際においてハイレベルな技術が求められることになる。

自動車を取り巻く国際規格としては、品質マネジメントシステムに関する ISO9001 をベースとした IATF 16949 などがある。一方、近年の自動車の電子・電気的な性質の進展に対応すべく、従来から存在する電気・電子などに関する安全規格を自動車にも適用し、自動車の電気・電子的な機能安全の国際規格として ISO26262 が定められている。壊れない製品というのは従来より日本企業が得意としてきた領域である。今後、日本企業の果たす役割および国際競争力は必ずしも悲観的なものではないとの考え方も可能である。自動車産業の競争力に関する研究としては先に述べた *Womack, et al.* (1990), 藤本・西口・伊藤 (1998) など多くあり、日本の電子部品産業の競争力に関する研究としては中島 (2019) などがある。しかしながら、低故障であることにより自動車の安全・安心を支えるという視点から、電子部品産業の技術開発を分析するという研究はみられない。そこで本研究では、次世代自動車の安全・安心に不可欠となる電子部品分野を対象として日本企業の技術開発の現状を国際比較し、日本企業の国際的地位を分析することを目的とする。

2 電子部品と自動車の現状

2.1. 電子部品の種類と自動車の関係

電子部品は、能動部品、受動部品、機構部品に大別される。能動部品は IC などに代表されるように、電気により処理を行い、信号を発信する機能を有している。受動部品はコンデンサなどに代表されるように、信号を発信する機能はもたず、能動部品が適切に信号を処理・発信することができるよう、電圧や電流を整える機能をもつ。機構部品は、信号を目的となる先に届ける機能を担っている。機器類の開発では高機能化、小型化、省電力化などが進行している。これらを実現するための一要素をこれらの電子部品が担っている。機器類の高機能化、小型化、省電力化のためには、機器類を構成する電子部品の高機能化、小型化、省電力化が必要となるためである。そのため、電子部品の分野でも高機能化、小型化、省電力化を目指した開発が行われている。そして、改良されたこれらの電子部品の登場が、機器類の新製品開発・改良を支えている。

IC など能動部品の分野においては、日本企業はかつては世界市場をリードする存在であった。しかしながら近年では諸外国のリードを許す状況である。一方、受動部品分野では日本企業は依然として世界のトップクラスにあり、市場シェアおよび開発力ともに、依然として国際競争力を発揮できる産業領域といえる。図 1, 図 2 では、受動部品のうち本研究にて分析するコンデンサの世界生産

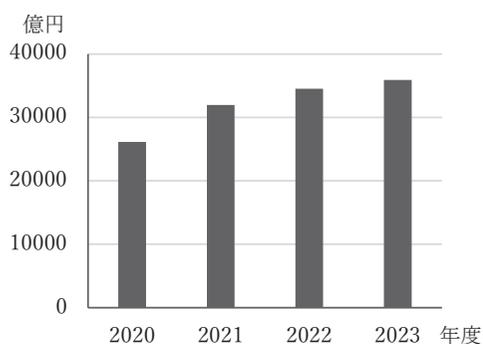


図1 世界のコンデンサ生産金額
(2023年度は中日社予測)

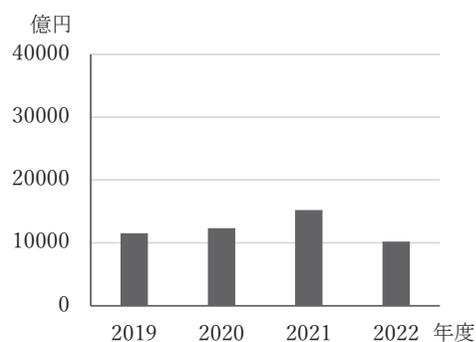


図2 JEITA 参加企業によるコンデンサ出荷金額
(2022年度は4-11月計)

出典：中日社（2023）をもとに筆者作成（図1，図2ともに）

金額，および JEITA 参加企業による出荷金額を示した．先に述べたとおり，電子部品の分野において国内メーカーは，受動部品，とりわけコンデンサ，フィルター，水晶振動子の分野で高い国際競争力を有する．野村総研（2022）によると，国内各社はハイエンド品を中心に競争力を有する一方，海外にはコスト優位を武器とする社が多数存在している．また，韓国，台湾など高い技術力をもつ企業も見受けられる．たとえば韓国サムスン電子は，コンデンサを中心として様々な製品を手掛けている．

電子機器は能動部品，受動部品，機構部品のそれぞれを必要とする．高度システムとしての性質をもつ自動運転自動車も同様である．高品質な能動部品だけでは高品質な最終製品は成立しない．能動部品は，電源周りや他の部品からのノイズに曝されており，受動部品はノイズ対策の役割も担っている．受動部品が安定動作に貢献を果たしており，高品質な受動部品もまた必要である．受動部品の領域でリーダー的な地位にあることにより，安定した自動運転自動車の実現には日本企業の存在が必要であると考えられる．

2.2. 自動車に求められる電子部品

電子部品自体は自動車や PC といった高額製品から廉価な電卓など，幅広い領域の製品に搭載されている．しかし，必ずしもすべての領域において高い技術開発力で作られ，価格も高くなるハイエンド品が要求されるわけではない．野村総研（2022）によると，(1) スマートフォンなどへの組み込み用としては，筐体のスペースの制約も大きく，小型品・薄型品への引き合いが強い．(2) 自動車用途品は，温度，湿度，振動など苛酷な環境下での使用となるほか，買い替えまでの期間が長いこと，安全第一であることから，高い信頼性と耐久性が求められる．(3) 家電組み込み用途としては，スマートフォンのようなスペース上の制約は少なく，自動車用レベルの信頼性は必ずしも必要ない．コストも重視され，標準品で可能，と指摘される．

一方，神谷（2020）によると，近年の自動車は電子制御化，環境対応，エネルギー効率向上，使

用期間の長期化という傾向にある。そのために、制御の高度化、電子部品の小型軽量化および省スペース化、長期にわたる信頼性が求められているとする。特に自動車は、振動、風雨や湿気、寒暑の影響に曝される。機器や部品にとって過酷な環境に長期間耐えうる信頼性が求められている（神谷、2020）。

2.3. 小括

上述のとおり日本企業の強みを発揮できるか否かはものによる面があると考えられる。従来より日本の自動車業界をはじめとする日本産業界は、高品質化および小型化を強みとしてきた。一方、キャッチアップ勢となる諸国はコスト競争力を優位性としてきたとしてしばしば対比される。スマートフォン、自動車、家電など、受動部品を必要とする製品は多岐にわたるが、それらのすべてにおいて、日本企業が従来より強みとしてきた高品質・小型化といった長所を生かして開発・製造された製品が要求されるわけではないことがわかる。高品質・小型化よりもコストを要求される製品群の領域もあり、そこでは日本企業は必ずしも競争優位を發揮できない。しかし、自動運転自動車など、特に安全に関わるため信頼性・耐久性が要求される領域も存在する。このような領域では、日本企業の優位性が發揮されるであろう。なお、自動運転自動車をはじめとする「つながる車」は、自動車としての性質と通信機器としての性質の双方を併せもつものといえる。先に述べた自動車の場合に要求される信頼性・耐久性と小型化、さらには通信機器の場合に要求されると述べた性能も同時に求められる。

3 本研究の着目点

3.1. コンデンサ

本研究では、高度システムとしての自動運転自動車が、安全・安心な製品として機能を維持するために必要とする構成部品のうち、電子部品としてコンデンサに着目する。自動運転自動車が安全・安心に機能を維持するために必要となる部品は、ブレーキ系統やバッテリー系統など多岐にわたる。たとえばブレーキ系統に関しては、自動車に限らず、あらゆる車両において、車両の安全・安心を考えるうえで基本となる共通事項のひとつに「止める」ということがある。自動運転自動車であれ、コンピュータをもたない昔の自動車であれ、自転車であれ、安全・安心のためにはブレーキ系統の信頼性が重要であることは共通してあてはまることである。また、バッテリー分野に関しては、車両に限らず各種機器において、搭載された大容量バッテリーが発火する問題が近年クローズアップされている。自動車の安全・安心を考えるうえではバッテリーの安全問題も重要である。

しかしながらコンデンサをはじめとする電子部品は、自動車において必要とされるのみならず、自動車に限らない多様なシステムの安定動作のうえで欠かせないものである。日本企業が現在も競争優位を維持する受動部品において、日本企業の技術力が他国企業を上回るものであるとすれば、

自動運転自動車分野に限らず、他の様々な高度システムの分野を広く支えるうえでも日本企業が優位性を発揮できることを意味している。以上の理由により、本研究では用途が自動車に限定されやすい自動車部品ではなく、電子部品を対象とすることとした。

なお本研究では、電子部品のなかでもコンデンサに着目する。日本企業は電子部品のうち、受動部品の領域で競争優位を維持しているが、コンデンサは、フィルターや水晶振動子と並び日本企業が特に競争優位を有する受動部品であることが理由の一つである。また、例えば自動車のECUに搭載された電解コンデンサの不具合に起因して自動車が故障となるケースがある。自動車の安定動作のためにはコンデンサの信頼性も必要となることが第二の理由である。

3.2. コンデンサの役割と仕組み

コンデンサ技術的な役割および仕組みについて、村田、渡邊、澤村、キンハーン（2023）を引用しつつ以下に示す。

コンデンサは電気を蓄え、回路に電気を適切に供給する役割を果たす部品である。ノイズ対策やフィルタ等の用途にも用いられる。例えばカメラのフラッシュ等、一時的に大電流が必要とすることがある。この場合、コンデンサに蓄えられた電気を放出することでランプを発光させる。蓄えた電気を適切な形で放出し、瞬間的に必要な電気を供給することが、コンデンサによる電気の供給の仕方の一つである。また整流された（電圧などの安定したきれいな）電気を供給させるためにも使用される。コンセントや電池等から供給される電気は、常に安定したものではなく、変動することもある。精密な回路では、この電気の変動が誤作動や故障の原因になるからである。

一般的なコンデンサは絶縁体を2枚の金属板や金属箔（電極という）で挟む構造になっている。一面にプラスの電気、もう一面にマイナスの電気がたまることになる。

コンデンサには、いくつか種類があり、使用される用途、目的に応じて使い分けられる。積層セラミックコンデンサ（MLCC）、アルミ電解コンデンサ、タンタルコンデンサなどがある（以上、村田、渡邊、澤村、キンハーン、2023）。

3.3. コンデンサに関わるトラブル事象

Torki, Joubert and Sari（2023）は、コンデンサの故障は事故につながり、経済的被害・損失を招くことがあるとして、コンデンサについても故障発生後の対応ではなく予防保全を行うことの重要性を説いている。それはいわゆる「壊れたら直す」ではなく「壊れる前に保守する」考え方である。「壊れたら直す」方式、すなわち故障発生後に対応する場合、発生するコストは故障による被害額と修理コストの合計となる。一方、「壊れる前に保守する」場合のコストは保守プログラムのコストとなり、両者を比較すると保守プログラムのコストのほうが低廉となり、コスト優位の面でも予防保全の有効性を説くものである。

予防保全を行うためには、老朽化や故障の予兆を検出することで、故障を予測することが必要で

ある。非破壊検査、あるいは非侵襲的な方法で診断を行うためには、稼働中の機器について定期的なパラメーターのモニタリングを行う必要がある。センサーのデータを用いてシステムを監視し、実際の異常が発生するよりも前に異常の予兆をつかまなければならない。それにより、第1に機器故障の発生が予防され、機器の信頼性と有効性が良好に保たれる。また第2に、早すぎず、遅すぎない部品交換のタイミングを確定することができ、予防保全にかかるコストを最小化することができる (Torki, Joubert and Sari, 2023)。

このように適切な予防保全により適切なコンデンサ交換を行うためには、コンデンサの故障の原因、メカニズム、モードを確定させることが必要である。例えば様々な経年劣化は、故障の主要因のひとつである。Torki, Joubert and Sari (2023)によると、第1に、部品の摩耗は故障原因のひとつであるため、故障を扱ううえでは部品の摩耗を反映した性能低下指標を策定することが必要である。性能低下指標および性能低下モデルにより、部品の残存寿命および機能健全性が測定できる。第2に、これを予防保全に適用可能とするためには、コンデンサの故障につながる原因、メカニズム、モードを定義することが必要である。コンデンサの特性と様々な使用環境下における経年変化(温度、電流、電圧について)に基づき、適切な性能低下指標を導出することができる、とする。

電解コンデンサは、温度と周波数の変化に敏感であることが知られている。これらは故障発生率に影響を与える要因であり、コンデンサの故障につながる原因、メカニズム、モードの一つとなる。温度や周波数に加え、電解コンデンサの故障につながる原因は、図3のとおりである。

4 コンデンサの技術開発に関する国際比較

本研究では、世界的に見て技術開発力、市場シェアとも優位性がある日本の受動部品業界として日本のコンデンサの技術開発力に着目する。日本のコンデンサの技術開発力は各国と比較して、どのような特徴、差異を示しているのか分析する。そのために、本研究では、コンデンサ分野を対象とした特許分析を行う。特許は各社の技術開発の成果であり、特許情報には申請各社が行った技術開発の内容が記載されている。Richard (1983), Pavitt (1985) は、技術開発の動向を示す指標として特許に着目する。従って、特許情報を通じて、各社の技術開発の傾向と態様を把握することができる。

本研究用のデータベース作成にあたっては、特許等プラットフォームである Patent Integration よりデータを収集した。Patent Integration には、申請日、出願者、技術の分野別分類記号、説明文、要約などの情報が記載されている。特許分類記号としては世界共通の国際特許分類である IPC (International Patent Classification) が約 17 万通り、IPC をもとに日本独自の性質を考慮し細分化した記号である FI が約 19 万通り、日本独自の分類記号である F タームが約 34 万通り規定される。

本研究では、これらの特許分類記号のうち IPC を用いて、特許情報データベースからコンデンサ関連の特許情報を抽出する。本研究では各国企業の技術開発の傾向を分析し、国際比較することを

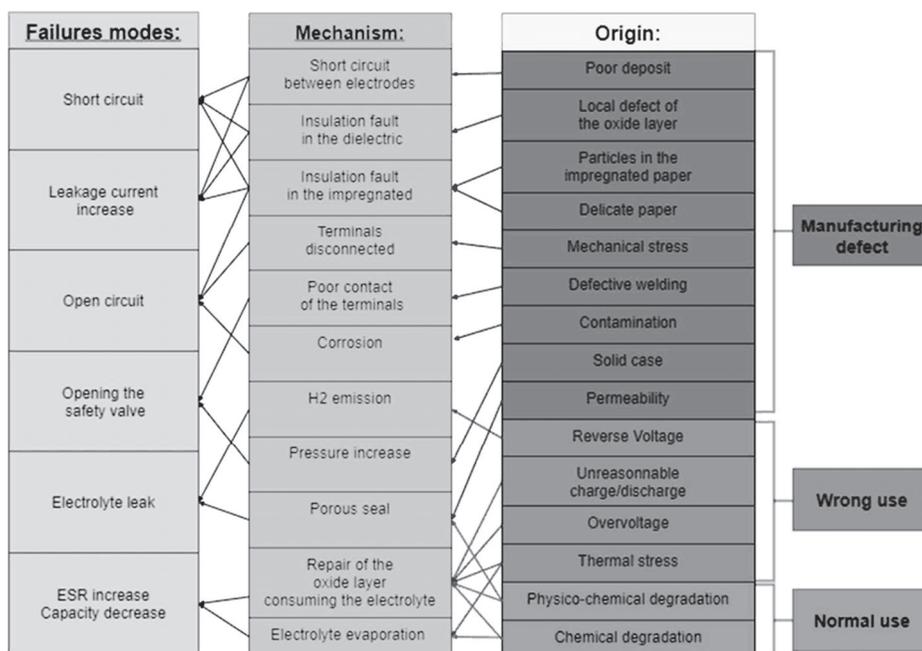


図3 圧力による電解コンデンサの故障メカニズムとモード

出典：Torki, Joubert and Sari (2023) より引用

目的としており、そのために特許情報を用いることとしている。同一分野の技術開発の傾向について特許情報を用いながら国際比較を行うためには、一律の基準にて各国の特許情報を収集することが適切である。そのため複数ある特許分類記号のうち、世界共通の分類記号となる IPC により、コンデンサ分野の特許情報を抽出することとした。対象とした IPC コードは H01G である。また、Patent Integration に掲載された特許情報には、英語情報、日本語情報、フランス語情報など、複数の言語による翻訳が併記されている場合がある。このようなエントリについては、英語特許のみを抽出して分析対象としている。

なお、特許情報はおおむね出願から約 1 年半後に情報が掲載され検索・閲覧可能となる。そのため本研究では、特許出願から掲載までのタイムラグを勘案し、2010 年から 2022 年までに出版された特許情報を収集・分析対象とすることとした。このように得られた本研究用データベースを用いて、下記のとおり分析を行った。

4.1. 分析 1 各国の特許出願件数の年次推移

第 1 に、本研究用のデータベースに収録された各特許情報について、年別に分類、および申請者となる企業の国別に分類を行った。これにより、コンデンサに関する世界全体の特許件数（すなわち技術開発の程度）の年別推移と、各国の特許件数（同）の年別推移をみることができる。世界全体または各国の年ごとの特許件数が増加傾向にある場合は、世界全体または国ごとの技術開発が活

発である様を示す。減少傾向にある場合は世界全体または国ごとの技術開発が落ち着き傾向であることを示す。

なお、国別分類に関しては、申請者となる企業の所在に応じて日本（JPN）、韓国（KOR）、アメリカ（USA）、ドイツ（GER）、その他（ETC）、の5分類とした。

4.2. 分析 2 各国の特許出願内容における重点領域の年次推移

1) 分析用データベースの準備手順について

第2に、期間中における技術開発のトレンドの年別推移を世界全体、各国別に導出し、時系列比較および国際比較を行う。そのために、まず特許情報データベースから得られた本研究用のデータベースに収録された特許情報の要約文全文を語句ごとに分解し、そのうえで分解された単語を解析に用いる。なお、特許情報の要約文を語句ごとに分解すると、出現頻度等を参考に各社の技術開発において重視されているポイント、トレンド等を導出することも可能である。さらには、特許情報を申請者の国別に分類・集約することにより、各国全体の技術開発力として扱うことができる。そして、これを用いて、技術開発力の国際比較を行うことも可能である。

なお、特許情報の要約文全文を用いた分析に際し、本研究では語句の抽出と集約・整理を行っている。文章では、本来的には同じ語が、異なる形式で用いられることがある。たとえば、本来的には同じ語が、接尾辞が変化することによって、名詞として用いられたり、形容詞として用いられたりする。この場合、接尾辞の違いに特段の配慮を行うことなく機械的に分析を行うと、本来的には同じ語であるにもかかわらず、データ上は2種類の異なる単語として扱われることになる。このようなケースについては、接尾辞の差を考慮した事前処理を行い、接尾辞が異なる複数の単語を同じものとして包括的に取り扱うことが望ましい。よって、本研究では事前にステミングを行っている。

2) 分析の方法

上記のとおり、ステミングを行って語句ベースとした分析用データベースをもとに、期間中の技術開発のトレンドについて年別推移を各国別に導出し、時系列比較および国際比較を行った。ただし、分析用データベースには膨大な種類の語句が含まれている。これらの膨大な語句のなかから、本研究で必要とする語句のみをピックアップする。ピックアップの基準として、先に述べた Toriki, Joubert and Sari (2023) の指摘する電解コンデンサの故障につながる原因、メカニズム、モードのリスト（図3）を使用した。ピックアップする語句は、表に示す29の語句である。なお、ここではステミングを行った後の形式で示している。

5 分析結果

分析の結果は下記のとおりである。

図4は、コンデンサに関する各国企業による特許件数（すなわち技術開発の程度）の年別推移を表したものである。本分析の結果、日本企業のコンデンサ分野に関する技術開発が国際的にみても活発であることが示された。ただし、日本企業による技術開発は分析期間始点となる2010年から2017年まではほぼ増加を続けていたものの、2017年からは減少基調であることが示された。また、2018年頃からアメリカ企業に代わり韓国企業の存在感が上昇傾向にあることが示された。

続いて、語句ベースとした分析用データベースを用いて、期間中の各国の技術開発のトレンドについて年別に時系列比較・国際比較を行った。なお、語句ベースとした分析用データベースは、各国企業等による2010年～2022年の特許情報から構成されるため、膨大な種類の語句が含まれている。そのなかから、表に挙げた語句のみを抽出して分析を行い、これらの語句は図5, 6に縦軸として表示した。ただし、国によっては期間中の出現件数が僅少となる語句もある。この場合は当該国の縦軸から削除処理を行っている。

表 技術開発の傾向を測定するための用語一覧

electrod	dielectr	electrolyt	termin	oxid	particl
porous	contact	current	case	solid	voltag
seal	circuit	open	deposit	thermal	pressur
hydrogen	valv	weld	impregn	short	stress
safeti	esr	leakag	defect	revers	

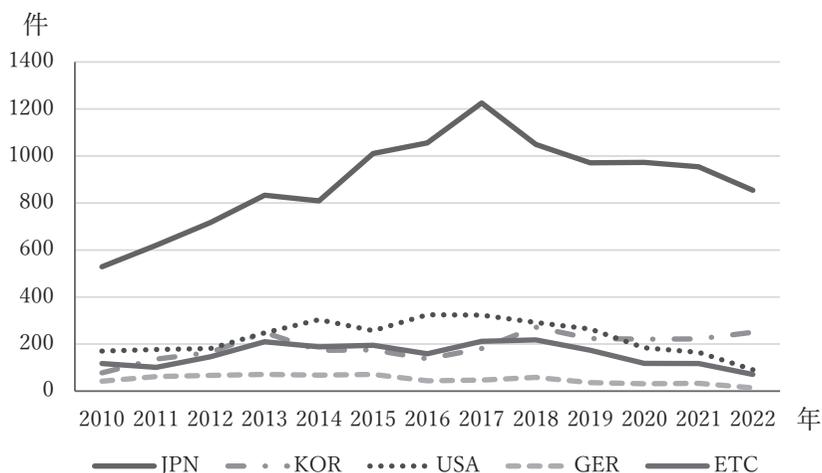


図4 国別特許件数の推移

図5はそれぞれ、語句の出現件数（出現頻度）を国別・年次別に示したものである。また図6はそれぞれ、各国の語句の出現件数について2010年を1とした場合の比率を年次別に示したものである。これらの図はヒートマップの形式で出力した。濃淡は数値の多寡を示しており、濃色ほど数値が大きいことを示している。

図4に示したとおり、日本企業の特許件数は他と比較して総じて多い水準である。そのため、図5

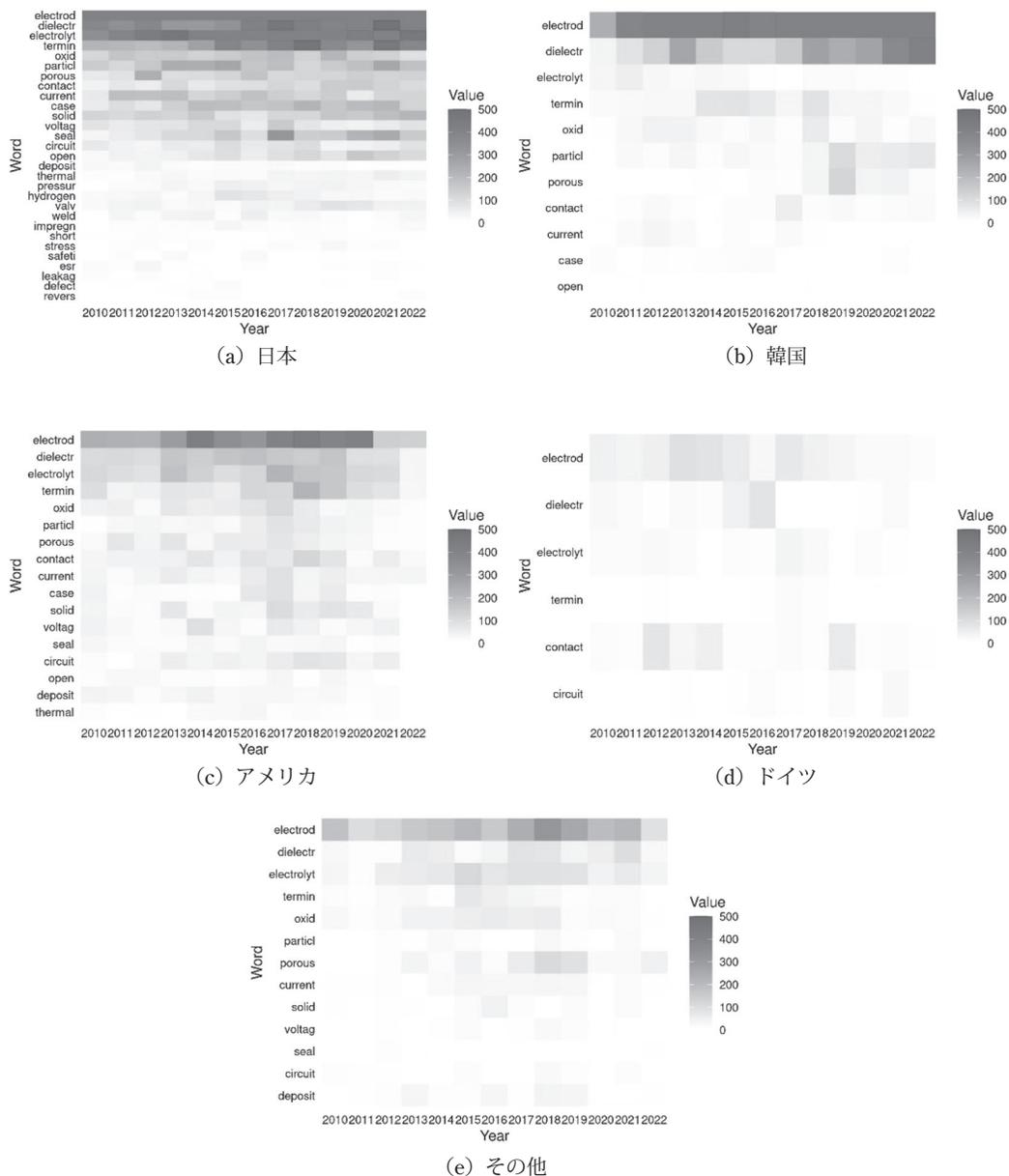


図5 語句ベース件数の推移

に示したヒートマップでは、おおむね、日本企業を示す図 5 (a) は他と比べて濃色寄りとなる。これを踏まえたうえでこれらの図を概観すると、日本企業の技術開発では他国と比較して electrolyt (電解質) に関するものが多いことがうかがえる。なお、各国ともに出現頻度が最も高い語は electrod (電極) である。

図 6 では、各国の語句の出現件数について 2010 年を 1 とした場合の比率を年次別を示した。図 5

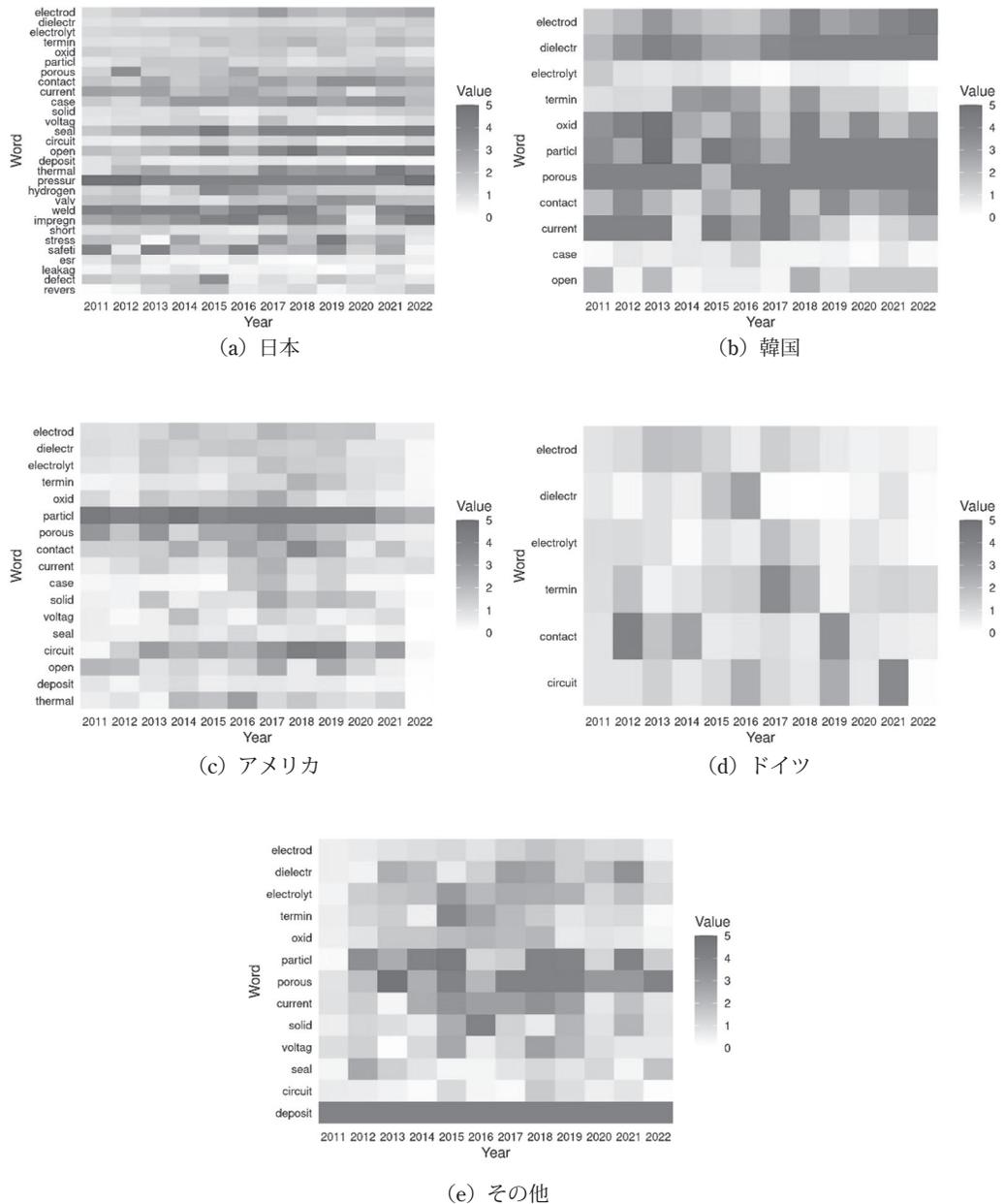


図 6 2010 年比の推移

に関して先に述べたとおり、日本企業の electrolyt（電解質）に言及する技術開発は他国と比較して活発であったが、図6(a)にて2010年を1とした場合の以降の増減に着目すると、日本企業の electrolyt（電解質）に言及する技術開発の増減は特に目立った動きを示してはいないことがわかる。日本企業の electrolyt（電解質）に言及する技術開発は2010年時点ですでに多く、以降も同様の傾向であることがうかがえる。一方、図6(a)からは日本企業の技術開発の傾向として、pressur（圧力）に言及するものが2010年以降、2010年と比較で高い基調であること、分析期間後半にあっては seal（シール）に言及するものが増加傾向にあることが示されている。

また、韓国企業（図6(b)）については先に図4で示したとおり、2020年にアメリカと順位を入れ替え第2位の地位となったが、2010年比では分析期間全体を通して porous（多孔質）の出現頻度が高い基調を続けている。また、2020年の直前のタイミングとなる2018年以降は dielectr（誘電）および particl（粒子）の出現頻度が高まる一方、current（電流）の出現頻度は期間前半に一旦高まり、その後期間後半では低調となることが示された。

アメリカ企業（図6(c)）については、particl（粒子）の出現頻度が2010年以降高基調であることが特徴を示している。また、その他の国々を示す群（図6(e)）では、porous（多孔質）および deposit（蓄え）の出現頻度が2010年比で以後高い基調であることが示された。

以上のように、各国のトレンドには特徴的な差異が見られた。

6 おわりに

本研究では、従来型自動車から CASE（Connected, Autonomous/Automated, Shared, Electric）に代表されるような次世代自動車への変革期にあって、技術開発のポイントや傾向が IT 分野の技術開発とリンクするという変化が生じたことにより、従来、高品質な自動車の開発・生産において国際的優位性を維持してきた日本の産業の競争力が揺らぎつつある、とされる現在、自動車の開発・製造に関する日本企業の国際競争力をあらためて評価することを目指した。

高品質な自動車は高品質な自動車部品により実現される面があるが、自動運転に代表されるように自動車が高度システム化しつつある現在、安全・安定した自動車の実現には高品質な電子部品が安定して動作することも重要度を増す。

本研究では、自動車に搭載される電子部品のうち、依然として高い国際的優位性を維持している受動部品のひとつとしてコンデンサに着目し、その技術開発の状況を国際比較するために、特許情報データベースを用いたテキスト分析を行った。分析の結果、日本企業はコンデンサ分野の技術開発において、依然として重要な位置にあることが示された。電子部品は能動部品、受動部品、機構部品に分類される。IC を始めとする一部能動部品の技術開発において日本勢はかつての競争優位の地位について諸外国勢の猛追を経たものの、一部受動部品の分野では依然として国際優位の地位を維持する。自動車が IT の領域とリンクし、高度システム化しつつある現在、安全・安心な自動車を実

現するうえでの屋台骨を支える領域において、日本勢は未だ欠かせない存在であることが示された。

次世代自動車はモジュラーとしての性質を帯びようになり、従来からの日本企業の強みが失われることを懸念する向きもある。しかし、自動車の性質が変わることにより、従来より自動車に使われていた受動部品は、安全・安心な自動車を実現するうえでより重要性を増す。一部受動部品の分野では、本研究で示されたとおり日本勢は依然として高い技術力を示す。昨今の自動車の技術開発を取り巻く環境変化について、もしも、「次世代自動車の時代を迎え、安全・安心な自動車を実現するうえでの重要ポイントが部分的に変化しつつあるに過ぎない」と捉えるならば、日本企業の技術力は新たな時代においても重要度をもつものといえることができる。

なお、本研究の課題として、以下の2点が挙げられる。第1に、本研究では、Torki, Joubert and Sari (2023) が「圧力による電解コンデンサの故障メカニズムとモード」として一覧とした各項目に沿って、特許情報データベースに収録された文章等からテキスト分析に供する語を抽出した。その際、Torki, Joubert and Sari (2023) の一覧および特許情報データベースに収録された文章等の双方をSTEMMING処理し、語句への分解を行ったうえで定量テキスト分析を行っている。そのため、たとえば図3に挙げられた“open circuit”（断線）は、“open”と“circuit”の2語として分析されている。そのため“open”が“open circuit”という文脈で特許情報の文章中に登場する場合だけでなく、他の文脈で登場する場合にも特許情報への出現頻度としてカウントされることになる。

第2に、本研究では電子部品の技術開発を分析するうえで受動部品、とりわけコンデンサに着目し、コンデンサ分野の特許情報を分析対象とした。しかし電子部品は受動部品に限るとしてもコンデンサ以外にも様々ある。フィルターや水晶振動子など、日本企業が高い競争力を維持する領域もあるが、コネクタなど外国勢がアドバンテージを築く領域もあり、状況は多様である。今後、コンデンサ以外の領域についても考慮が求められる。

参考文献

中日社 (2023) 『2023年版 電子部品年鑑』。

藤本隆宏, 西口敏宏, 伊藤秀史 (1998) 『サプライヤー・システム』有斐閣。

伊藤元昭 (2021) 「CASE時代のクルマづくり PC同様の水平分業化が不可避」『日経エレクトロニクス』, 1226, 90-91。

神谷有弘 (2020) 「車載電子製品の実装技術と信頼性向上のポイント」『エレクトロニクス実装学会誌』, 23 (3), 212-218。

村田朋博, 渡邊あき子, 澤村勇城, センキンハーン (2023) 『最新 電子部品産業の動向とカラクリがよ〜くわかる本 第2版』秀和システム。

中島裕喜 (2019) 『日本の電子部品産業 国際競争優位を生み出したもの』名古屋大学出版会。

野村総合研究所 コンサルティング事業本部 (2022) 『電子部品業界のしくみとビジネスがこれ1冊でしっかりわかる教科書』技術評論社。

パテント・インテグレーション HP (<https://patent-i.com/>) (2023年12月16日アクセス)

- Pavitt, K. (1985). "Patent Statistics as Indicators of Innovative Activities: Possibilities and Problems", *Scientometrics*, 7 (1-2), pp.77-99.
- Rasmussen, J. (1983). "Skills, Rules, and Knowledge; Signals, Signs, and Symbols, and Other Distinctions in Human Performance Models", *IEEE Transactions on Systems, Man, & Cybernetics*, SMC-13 (3), 257-266.
- Reason, J. (2003), *Managing Maintenance Error: A Practical Guide*, Ashgate Publishing
- Richard, S. (1983). "Patent Trends as Technological Forecasting Tool", *World Patent Information*, 5 (3), pp.137-143.
- Torki, A., Joubert, C., and Sari, A. (2023). "Electrolytic Capacitor: Properties and Operation", *Journal of Energy Storage*, 58, 106330.
- Womack, J., Jones, D., and Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*, Rawson Associates.

本研究は、JSPS 科研費 22K01737 の助成を受けたものです。

A Comparative Study of R&D Activities of Electronic Components Industry Using Patent Information

Hirochika AKAOKA

Iori NAKAOKA

ABSTRACT

The high reliability of electronic components takes on an important role for the high safety of the entire system and its performance. This research focuses on firm's R&D activities in electrolytic capacitors. Using patent information, this study demonstrated R&D patterns of capacitor manufacturers. The current study found first, R&D activities of capacitors in Japan are higher than other countries. Second, R&D activities in Japan are more strongly focusing on "electrolyt" and "pressur" than others. Third, since late 2010s, R&D activities in Japan are more strongly focusing on "seal" than others. Fourth, since 2010, R&D activities in Korea are more strongly focusing on "porous" than others. Fifth, since 2010, R&D activities in United States are more strongly focusing on "particl" than others.

The current study found that each countries pursue advanced R&D in this category on various themes.

