

令和 6 年 6 月 18 日現在

機関番号：25406

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20K01941

研究課題名(和文)EVの設計思想(クローズド・インテグラル型対オープン・モジュラー型)に関する考察

研究課題名(英文)A Study on Visualization Method for Module Types in Product Architecture Using Patent Information of BEV and Battery Makers

研究代表者

朴 唯新 (PARK, YOUSIN)

県立広島大学・地域創生学部・教授

研究者番号：20435457

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、EVにおける製品の設計思想に関するクローズド・インテグラル型対オープン・モジュラー型の対立概念をEV関連企業の研究開発・事業戦略の側面から検証するものである。日本の自動車企業の場合、急激な技術革新に対応するために、企業間関係を従来のクローズド・インテグラル型に軸足を置きながら、徐々にオープン・モジュラー型を取り入れる戦略が主流である。一方、欧米韓中のEV企業とEV用電池企業は、EV事業においてオープン・モジュラー型を促進させる傾向もみられる。本研究では、EV関連企業の製品設計思想の変遷を社会ネットワーク分析とテキストマイニングで動的・複眼的に可視化する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究の学術的独自性と創造性は、第一に、日韓米中のEV各社の製品設計思想の観点から、各社の研究開発・事業戦略のパターンと経営成果との関連性を検証する点である。第二に、日韓米中のEV企業の研究開発・事業戦略について「特許情報」と「非特許情報」を交差させながら、経時的に比較検討する点である。本研究の方法論的な独自性は、第一に、テキストマイニングと社会ネットワーク分析の併用した点である。第二に、申請者らは本研究課題に向けた予備分析を通じて、海外の大学・企業等との共同研究体制の基礎を築いてきた点である。今回の研究対象は現在進行中の事例であり、研究上の未開拓分野で新たな知見が多く得られると期待できる。

研究成果の概要(英文)：This study examines the conflicting product design concepts of closed-integral and open-modular types in EVs from the aspect of R&D and business strategies of EV-related companies. In the case of Japanese automobile companies, the dominant strategy is to gradually adopt an open-modular product design while maintaining traditional closed-integral type inter-firm relationships to respond to rapid technological innovation. On the other hand, EV companies and EV battery companies in Europe, the U.S., Korea, and China also tend to promote the open modular type in their EV business. In this study, we use social network analysis and text mining to visualize the evolution of product design concepts of EV-related companies in a dynamic and multidimensional manner.

研究分野：技術経営論

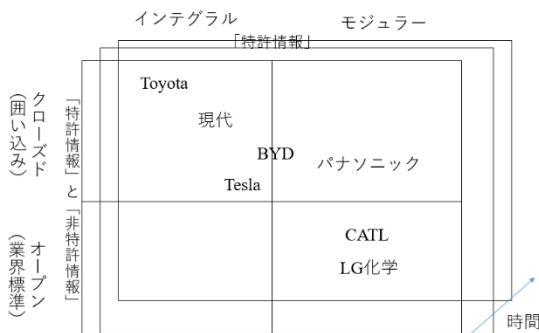
キーワード：研究開発戦略 電気自動車 トヨタ自動車 Tesla, Inc. LG Panasonic モジュール化

## 1 研究開始当初の背景

独ダイムラーの Dieter Zetsche 社長は 2016 年 9 月にパリのモーターショーにおいて、自動車産業が今後取り組むべきテーマとして同社の中長期戦略である「CASE」を発表した。ここで「CASE」とは、「Connected」「Autonomous (自律運転)」「Shared & Service (カーシェアリング)」「Electric (電気自動車)」の頭文字である。この CASE は自動車のデジタル化と電動化が融合した世界であり、自動車企業、関連産業の在り方、価値、概念を根本から変えてしまうデジタル革命につながると言われている。そこで、日本の自動車産業はこのような技術革新に対応するため、製品の設計思想を従来のクローズド・インテグラル型からオープン・モジュラー型に変えるべきであるという主張がある。なぜなら、急成長する EV (Electric Vehicle: 電気自動車) はガソリン車よりモジュラー化に適しており、上記の C, A, S と融合するためにも PC や携帯電話と同様のオープン化が進むからである。一方、それに対して、日本の自動車産業は従来のクローズド・インテグラル型に軸足を置き、対応すべきであるという反論もある。なぜなら、高い安全性などを追求する自動車産業の特徴上、EV の設計思想はモジュラー化がある程度進むものの、PC のように標準部品を組み合わせるオープン・モジュラー型まで至らず、クローズド・インテグラル型に近いところに留まるはずであるからである。また、この論争点を深掘りするためには、特に、EV の最重要部品である EV 用電池に注目する必要がある。なぜなら、上述の理由から組立企業はクローズド・インテグラル型に重点を置きながら、オープン・モジュラー型に対応すると思われるが、EV 用電池はオープン・モジュラー型が急速に進行しているからである。従って、日本の自動車産業の競争優位性に大きな影響力を持つ製品設計思想の論争を正確に理解するために、EV 関連各社の研究開発・事業戦略ポジションを社会ネットワーク分析とテキストマイニングで検証し、日本の自動車企業に有効な研究開発・事業戦略を立案することが重要である。

## 2 研究の目的

本研究の目的は、昨今の自動車産業の急激な技術革新(例、CASE)が製品の設計思想(クローズド・インテグラル型対オープン・モジュラー型)に与える影響力を検証するために、日韓米中の EV 関連企業の研究開発・事業戦略を「特許情報(共同発明者、特許分類)」と「非特許情報(資本・取引・提携関係)」などで比較検討するものである。本研究は以下のような流れで行う。第一に、EV 関連企業の研究開発・事業戦略を各社の「特許情報」と「非特許情報」で変数に操作化し、各社の戦略ポジションを鳥瞰する。第二に、各社の研究開発・事業戦略についてインタビュー調査を行う。第三に、各社の研究開発戦略を「特許情報」から明らかにし、各々のインテグラル・モジュール化レベルを可視化する。第四に、各社の事業戦略を資本・取引・提携関係などの「非特許情報」で変数に操作化し、クローズド・オープン化レベルを測る。最後に、各社の戦略パターン(クローズド・インテグラル型対オープン・モジュラー型)をモデル化し、経営成果との関係性について検証する。



## 3 研究の方法

本研究では EV 関連各社の製品設計思想をモジュラー・インテグラル型とオープン・クローズド型の二つの軸でマトリックスとしてモデル化することで、各社の研究開発・事業戦略ポジションの動的な変化を可視化する(上記の図)。そのため、各社の研究開発・事業戦略に関連する「特許情報」と「非特許情報」などから社会ネットワーク分析とテキストマイニングで各軸を変数に操作化する。そして、それらの分析結果から、各社の製品設計思想に関する戦略ポジションが可視化できる。最後に、各社の戦略ポジションと経営成果との関連性を検証することで、日本の自動車企業に有効な研究開発・事業戦略が立案できるはずである。

## 4 研究成果

ここでは各社の特許情報から研究開発戦略におけるモジュール化程度を可視化したものを示す。図 1 は、Toyota, Tesla, LG, Panasonic の特許件数の推移である。Toyota, LG, Panasonic の特許件数が多く、Tesla の特許件数が少ないことが分かる。

図 1 主要企業の特許件数の推移

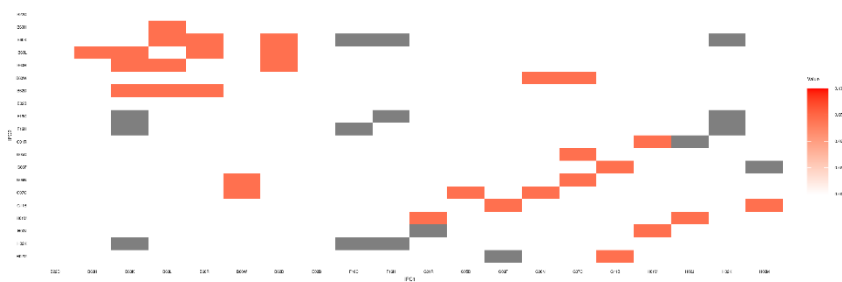
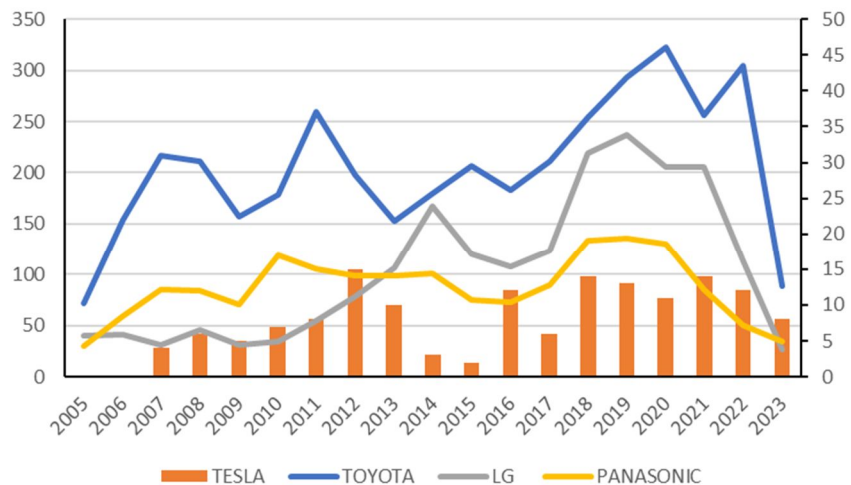


図 2 (a) Tesla 2018

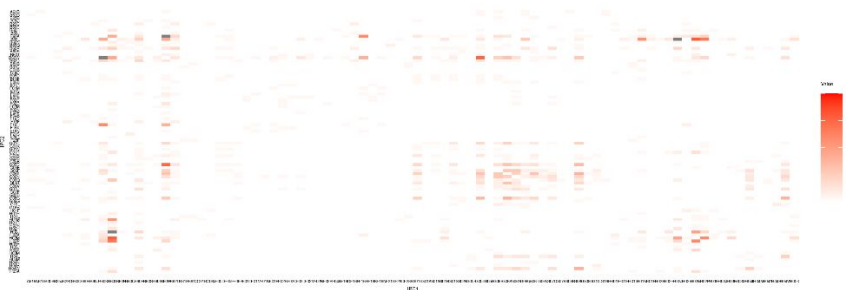


図 2 (b) Toyota 2018

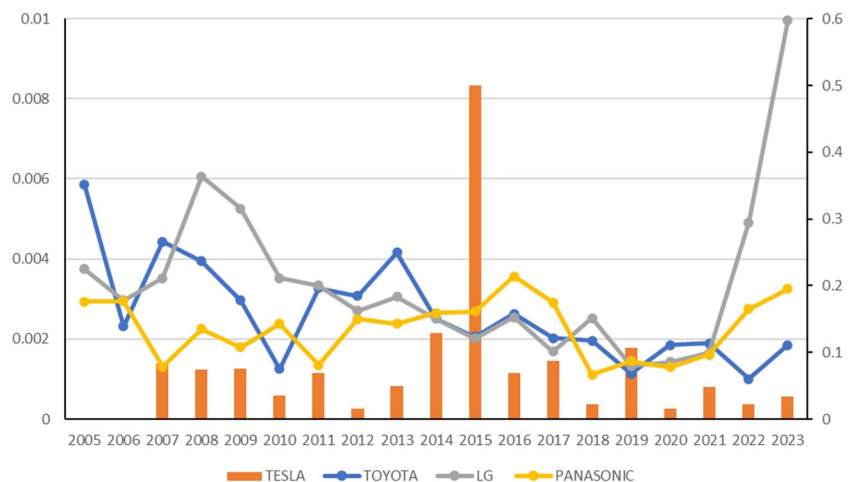


図 3 各社のモジュラー型度合いの推移

図(a)と図 2(b)は、特許情報(分類基準)に基づく製品アーキテクチャの可視化手法から算出した技術構造マトリックスマップの例である。技術のモジュール性の度合いが強ければ、マトリックスマップの対角線上に集まる。ヒットマップが対角線から離れている場合は、各社が摺合せ型の研究開発を行っていることを意味する。例えば、2005年から2023年までの各社の変遷を、各社の図 2(a)と図 2(b) (例: Tesla と Toyota) から得られるモジュール化の度合いで定量化した部分である。上記の図らを見ると、Tesla の対角線上に技術開発する傾向が見られ、Toyota は対角線上と対角線外に散らばっており、技術開発の一部がモジュール化に近い性質を持っていることが確認できる。最後に、図 3 を見ると、近年、各社のモジュール化の度合いは徐々に低下しているが、LG の値は最近上昇している。ただし、BEV のみを製造している Tesla は、同じ条件下での調査であるにもかかわらず、特許数が他企業に比べて圧倒的に少なく、技術開発に関して異なる戦略を持っている可能性が高い。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yousin Park, Iori Nakaoka, Yun-ju Chen	4. 巻 Vol. 3
2. 論文標題 Competitive Positioning of R&D Strategies at Productive Frontier: The Case study on Cooperative Relationship between EV and Battery Maker	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Advances in Artificial Life Robotics	6. 最初と最後の頁 184-188
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.57417/jaalr.2.4_184	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yousin Park, Iori Nakaoka, Yunju Chen	4. 巻 27
2. 論文標題 The R&D Direction and Business Strategy: The case study on the cooperation of EV and battery makers	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of International Conference on Artificial Life and Robotics	6. 最初と最後の頁 pp 58-61
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5954/ICAROB.2022.OS2-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yousin Park, Iori Nakaoka, Yunju Chen	4. 巻 Vol. 7(3)
2. 論文標題 The R&D Strategy of Automobile Companies in Radical Innovation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Robotics, Networking and Artificial Life	6. 最初と最後の頁 184-189
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2991/jrnal.k.200909.009	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 陳韻如, 朴唯新, 中岡伊織
2. 発表標題 電気自動車をめぐる組織間関係の在り方: 製品アーキテクチャの観点に基づくグローバル企業の戦略的提携の比較分析
3. 学会等名 国際ビジネス研究学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Iori Nakaoka, Yunju Chen, Yousin Park, Hirochika Akaoka, Seigo Matsuno
2. 発表標題 A Study on Ambidextrousness of R&D Organization on ICT Companies
3. 学会等名 International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	陳 韻如 (Chen Yunju)  (00389404)	滋賀大学・経済学系・教授  (14201)	
研究分担者	中岡 伊織 (Nakaoka Iori)  (50469186)	星城大学・経営学部・准教授  (33938)	
研究分担者	吉元 浩二 (Yoshimoto Koji)  (70876713)	創価大学・経営学部・教授  (32690)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------