

自動車産業のパラダイムシフトと非主要国

ORIHASHI, Shinya / 折橋, 伸哉

(出版者 / Publisher)

法政大学経済学部学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

The Hosei University Economic Review / 経済志林

(巻 / Volume)

89

(号 / Number)

2

(開始ページ / Start Page)

193

(終了ページ / End Page)

230

(発行年 / Year)

2022-03-20

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00025152>

自動車産業のパラダイムシフトと 非主要国¹⁾

折 橋 伸 哉

1. はじめに

地球温暖化を抑制する必要があること、さらには化石燃料の埋蔵量には限りがあることなどから、現在まで1世紀あまり主流であった化石燃料を燃料とした内燃機関（Internal Combustion Engine, 以下ICE）を搭載する自動車に代わって、電気自動車を筆頭に、種々の動力装置を搭載した自動車が提案されている。さらにIoTへの流れなども相俟って、自動車産業はまさにパラダイムシフトに差し掛かっているといえるのだが、関連する既存研究やマスコミなどによる言説の多くは、専ら先進国や中国といった「主要国」の動向に注目している。しかし、言うまでもなく自動車が利活用されているのは主要国だけではない。高速度での移動や大量輸送といった、自動車によって初めて満たされるさまざまなニーズをほぼ全ての人類が持つに至り、多様な文化・社会に適応してその使われ方はそれぞれ進化を遂げた結果、世界各地に多種多様な「クルマ社会」が存在しているのである。自動車が普及していった際には、それまでのヒトや動物などを活用した各種移動・輸送手段を代替して新たな市場を構築したといえるため、主要国で発明されて改良を重ねた自動車を非主要国でもそのまま導入して普及を

1) 本稿は、折橋（2021）第1章および第6章の記述を基にして、さらに考察を加えたものである。

図るということが大きな問題を招くことはなかった。しかし、自動車の利活用を前提にした社会が各国・地域において確立してそれぞれ独特な進化を遂げた現代において、その次世代自動車への移行にあたって、主要国で形成された製品・システムを再び一方的に押し付けるのはいかなものか？化石燃料を燃料としたICE車からそれ以外への移行が不可避であることについては筆者も異論はない。その前提に立った上で、全世界的に受容可能な次世代のモビリティの在り方を新興国や開発途上国にも議論に参加してもらい、共に考えていくべきなのではないだろうか。そもそもカーボンニュートラルでありさえすれば、地域の抱える事情に合わせて一定の多様性が許容されるべきなのではないだろうか。現在は、欧州諸国が自分たちの国益が最大化する方向へと強引に全世界のモビリティを誘導しようとしているようにしか見えない。

以上の問題意識に立ち、本稿ではまず、自動車産業が直面している変化を垣間見る。その上で、「非主要国」が自動車産業のパラダイムシフトにどう向き合おうとしているのかについて概観し、それらの国々が抱えている課題について考察する。そしてその考察を踏まえて、自動車産業のパラダイムシフトの方向性についての私見を述べる。

第2節では、漸進的に進行している自動車産業におけるパラダイムシフトに伴うさまざまな変化について、近年の各種報道・諸研究や筆者自身の観察に基づいて概観する。

第3節では、新興国・後発開発途上国におけるモビリティの実態および自動車産業のパラダイムシフトに向けた取り組みを、それぞれの代表的な事例の一つと言える、タイおよびミャンマーの事例を通じて考える。

そして、第4節において筆者の見解を改めて述べる。

2. 自動車産業のパラダイムシフトに向けた変化

自動車産業のパラダイムシフトについては、CASEがしばしばキーワー

ドとされている。CASEとは、C：コネクティッド（Connected）、A：自動運転（Autonomous）、S：シェアリングサービス（Shared & Service）、E：電動化（Electric）のそれぞれの頭文字をとった造語である。以下では、CASEのそれぞれについて概観していく。

(1) コネクティッド（Connected）

自動車がインターネットと常時接続されるようになることを意味している。これに伴ってさまざまな影響が想定されるが、端的には車の状態や周囲の道路状況などをインターネットに常時接続している車両から収集することによってビッグデータを獲得し、それを蓄積・分析することで、新しい価値を創造することが期待されている。この分野には、自動車メーカーだけではなく、メガ・サプライヤーやGAFa、通信会社など、多くの企業が関心を示し、それぞれが積極的に研究開発を進めている。既に実用化されている要素技術も数多くあり、今後段階的に普及していくとみられる。以下では、自動車がインターネットに常時接続することによって可能になる主なサービスについてみていく。

①車載ソフトウェアの随時アップデート

スマートフォンやパソコンなどで既に慣れ親しんでいる機能であるが、車載ソフトウェアについても移動体通信の高速化の進展などによって、インターネット経由で随時アップデートすることが可能になっている。既に、米テスラはこれを実践に移しており、トヨタもモビリティサービス・プラットフォームを通じて同様のサービスの提供を開始している。

②適時のメンテナンス実施

車両がインターネットに常時接続することにより、車両の状態を常時遠隔でモニターし、不具合を検知した際にはドライバーや運行管理者に伝えるとともに修理の手配も行うといったサービスも可能となる。なお、これ

に類したサービスは、米GEが航空機エンジン事業でかねてより提供している。自社製航空機エンジン全てにエンジンの状態を測定するセンサーを搭載し、そのセンサーが収集したデータをインターネット経由で常時受信・蓄積・分析することで、航空会社に適切なメンテナンス時期を知らせ、そのことによって機材故障による遅延の防止や燃費の劇的な改善などをもたらしたりしているのである²⁾。こうしたサービスの提供は、ユーザーである航空会社にとって収益性の劇的な改善に寄与することから、航空機エンジンでのGEの市場占有率を高めるのに大いに貢献している。

自動車業界において既にサービスを開始している例としては、商用車大手いすゞがある。同社は、自社製トラックの新車（一部非搭載車種有）に車両コンディションの自己診断機能を搭載している。そして、いすゞが日本全国に展開している販売・サービス会社において、そのデータを活用して適時に必要なメンテナンスを効率よく行う「プレイズム」を提供している（折橋，2021）。まず、故障に至る前の予兆データを検知した段階で予兆・予防整備を実施することで、車両データを活かして高い精度で故障の芽を摘むことが可能となり、故障を抑制できる。さらに、車両データの事前把握により、入庫前に整備内容がある程度予測できるため、整備効率・精度が高められ、整備時間を短縮することも可能であるという。

③安全運転支援

5Gなどの高速化した移動体通信とV2X（Vehicle-to-Everything）通信，さらには狭域通信（DSRC）技術を組み合わせることによって，他の車両やインフラ，クラウドと直接通信して最新の交通情報や路上の危険情報などをリアルタイムで交換できるようになって，安全性や効率性を向上させることができると考えられている。車載のセンサーやカメラだけで道路上の危険を全て把握するのは困難であるため，次項でふれる自動運転を支え

2) 同社はこうした取り組みを「インダストリアル・インターネット」と呼んでいる。

る基幹技術としても大きな期待を集めている。

④インターネット常時接続や情報化そのものによるリスク

インターネットに車両を常時接続させることによって、前目まで幾つか紹介してきたように画期的な新しいサービスが実現可能になる。その反面、インターネットに接続していることは即ちハッキングの脅威に常時晒されていることを意味しており、その脅威からの完璧な防御を担保するという命題は必ず達成しなければならない。さらに、ソフトウェアに元来つきものであるバグへの対処も欠かせない。これらだけではなく、克服しなければならない課題はまだ極めて多いのが実態である。

(2) 自動運転 (Autonomous)

①自動運転のレベル

自動運転は運転者が全ての動的運転タスクを担うレベル0を含めると6つのレベルに分類されている。(表1)自動車メーカー各社やGoogleなどが開発にしのぎを削っており、例えば新車には自動ブレーキが既にかなり採用されているなど、レベル1やレベル2に相当する技術を搭載した自動車は発売済みである。自動運転の実現のためにはソフトの開発も多岐にわたり、したがって開発者や予算の確保が課題になっている。

表1 運転自動化レベルの定義

| レベル | 概要 | 操縦の主体 |
|------------------------------|--|--------------------------|
| 運転者が一部又は全ての動的運転タスクを実行 | | |
| レベル0 運転自動化無し | 運転者が全ての動的運転タスクを実行 | 運転者 |
| レベル1 運転支援 | システムが縦方向又は横方向のいずれかの車両運動制御のサブタスクを限定領域において実行 | 運転者 |
| レベル2 部分運転自動化 | システムが縦方向及び横方向両方の車両運動 | 運転者 |
| 自動運転システムが（作動時は）全ての動的運転タスクを実行 | | |
| レベル3 条件付運転自動化 | <ul style="list-style-type: none"> システムが全ての動的運転タスクを限定領域において実行 作業継続が困難な場合は、システムの介入要求等に適切に回答 | システム (作動継続が困難な場合は運転者) |
| レベル4 高度運転自動化 | システムが全ての動的運転タスク及び作動継続が困難な場合への応答を限定領域において実行 | システム |
| レベル5 完全運転自動化 | システムが全ての動的運転タスク及び作動継続が困難な場合への応答を無制限に（すなわち、限定領域内ではない）実行 | システム |

出典：折橋（2021）表1-2

②自動運転の実現可能性について

一部の企業は2020年代に完全自動運転車の市場投入を目指しているが、筆者は懐疑的である。実際には、その実現にはかなりの時間を要するだろう。米カリフォルニア州のシリコンバレーなどでは所定の手続きを経て合法的に公道実験が行われていたり、中国でも自動運転の実験都市・地区を指定して官民挙げてその研究・開発に取り組んでいたりしているが、世界中のどこでも恒常的に実現可能なのかというと、まだ高いハードルが残されているのではないかと。

というのは、実際の道路交通においては、多様な性格・認知能力を持つ運転者が操る既存車両や、多様な運動能力を持ちしかも不規則な動きをする歩行者、さらには自転車やオートバイなどの多様な軽車両も混在している。そういった中で自動運転の車両が事故を起こさないようにするためには、あらゆるシチュエーションを想定してセンサーを数多く付ける必要がある。そうすると自ずと、各センサーから逐次送られてくる膨大な情報を瞬時に処理して的確な判断を下すために、車載コンピューターやソフトも、

格段に高度化しなければならない。当然、それはかなりのコストアップ要因となって車両価格の大幅な上昇へとつながり、普及を図っていく上で大きな障害となるだろう。

また、この自動運転を実現するためには、高精度な地図を作成しなければならない。これにも莫大なコストと手間を要する。日本ではゼンリンなどの地図メーカーが高精度地図の作成に向けて努力している。ただこの側面については、先述の通り、5Gや狭域通信（DSRC）技術を使った車両間通信などを活用することで高精度地図なしに自動運転を可能にする技術が一部の企業によって追求されている。（折橋，2021）

さらに、3. で改めて述べるが、新興国や後発開発途上国などにおいては、インフラ整備が遅れているのみならず、道路法規の順守の徹底さえも進んでいない国も多い。世界各国が道路交通や自動車の利活用について抱えている事情は実にさまざまである。自動車は今後共グローバルに利用される工業製品であるので、当然のことながら自動運転機能を具備した自動車のドミナント・デザインは世界中で共有可能なスタンダードにのっとっていなければならない。さらには、万一の事故発生時の責任の所在についても同時に明確に規定する必要がある。

こうした諸事情を考慮すると、自動運転機能を搭載した自動車のドミナント・デザインの確立には、かなりの困難が伴うのではないだろうか。

③自動運転社会に向けた模索

では、自動運転を比較的短期間に実現させるためにはどうすればいいのか。先述の理由から、更地に一から自動運転車のみが走ることを前提とした街を作り、そこに順次移住していく方法しか、筆者には考えられない。そうした取り組みの一例としては、トヨタが推進している、人々の暮らしを支えるあらゆるモノやサービスがつながる実証都市「Woven City」がある。

トヨタの構想では、街を通る道を3つに分類し、それらの道が網の目の

ように織り込まれた街を作るとしている³⁾。すなわち、

第一に、スピードが速い車両専用の道として、「e-Palette」など、完全自動運転かつゼロエミッションのモビリティのみが走行する道。

第二に、歩行者とスピードが遅いパーソナルモビリティが共存するプロムナードのような道。

第三に、歩行者専用の公園内歩道のような道。

やはり、自動運転かつ一定以上の高速度で走行する自動車と歩行者、二輪車などを同じ道路を通行させるのは困難で、別々に通行させるという方向性を示しているといえる。筆者もトヨタが示した方向性に同意するが、だからこそ全世界の津々浦々にそうしたインフラを整備するのは非現実的であると考えている。もちろん「中高速の自動運転車専用道路」の距離当たりの整備・維持コストは鉄道の線路および各種保安設備を整備・維持するコストよりはるかに安く済むであろうが、イメージとしては線路のような輸送路を四方八方に張り巡らすことになるからである。

なお、2021年の東京五輪などにおいて選手村などで運用された完全自動運転自動車「e-Palette」について、実証都市では人の輸送やモノの配達に加えて、移動用店舗としても使われるなど、街の様々な場所で活躍させるとしている。ただ、東京五輪に続いて開催された東京パラリンピックにおいて日本人パラリンピック選手との接触事故が発生するなど、その課題を改めて示したが。

④自動運転実現による可能性・波及効果

少なくとも短期的には実現不可能であると考えているが、もし世の中を走行する自動車が全て自動運転となり、かつ現時点では山積している課題を首尾よく克服して「完全自動運転」が実現すれば、移動時間や車両内部の空

3) トヨタ自動車株式会社ニュースリリース「トヨタ、「コネクティッド・シティ」プロジェクトをCESで発表」、2020年1月7日を参照しつつ、一部改変。

間を活用した、新たな付加価値を提供するサービスの登場が想定される。そして、運転者の人件費が不要になるということで、それによるメリットを生かした、車両を利用した移動・物流サービス市場が拡大することが考えられる。これまで運転業務に割いてきた人的資源を他産業に振り向けることもできる。さらに、事故が無くなることによって、衝突安全性にかけてきたコストが低減され、車両の製造コストが格段に低下することもメリットとして考えられる。

(3) シェアサービス

①MaaS (Mobility as a Service)に伴う変化

サービス化は待ったなしで進んで、新しい担い手も続々と参入してくると考えられる。背景には、顧客の移動手段の選択がMaaSへと変化しつつあることがある。MaaSとは、MaaS Allianceの定義によると、「様々な形態の交通サービスを統合した、オンデマンドでアクセス可能な単一のモビリティサービス」である（折橋，2021）。また、MaaS AllianceはMaaSの目的として、「自家用車利用よりも便利で、かつより持続可能で、混雑やキャパシティによる制約を緩和し、しかもより安い代替案を提供すること」と述べている（折橋，2021）。この変化に伴って、自動車についていえば、自ら所有するのではなく、他の移動手段と適宜組み合わせつつ、必要な時に都度利用する形態へと次第に移行していくことが予想されている。その根拠の一つとして佐伯（2018）は、2016年のデロイトトーマツコンサルティングによる試算結果を基に、一般ユーザーが自動車購入の意思決定をする際に、毎月1000キロメートル走行するかどうかを経済性の観点から所有と共有の分岐点になると指摘し、日本の自家用車の平均走行距離はそれを下回っていることを挙げている。もちろん、他方で「自家用車or MaaS」の選択には、MaaSのサービスへのアクセシビリティも、さらに言えば自己所有へのこだわりの強弱など客観化しづらい要素も影響してくることは指摘しておかなければならない。

共有を選択する消費者が増えると、稼働率の向上に重きを置いた、モビリティ提供サービスの出現・充実が期待できる。それに伴って、車両の所有者が各個人からサービスの提供者へと移行する。そうなると、その利用者、所有者、サービス提供者、そしてインフラとをつなぐマッチングサービスやプラットフォームの重要性が飛躍的に高まることが予想される。また車両（ハードウェア）、駐車場、エネルギーなど多くの分野で共有が進み、資産効率が向上することが期待できる。こうした変化を通じて、事業者にとっては収益が得られるポイントが車両の製造や販売、アフターサービスから、車両の企画およびモビリティサービスへとシフトすると考えられる。これはすなわち、ビジネスモデルが抜本的に転換することを意味しているといえる。

②車両のシェア化の越えなければならない課題

車両のシェア化が定着するためにはまず、自己所有のモノと同様に共有物を丁寧に扱うというモラルが社会的に形成されることが欠かせないのではないだろうか。

また、モビリティ（移動）のシェアサービスにおいては、利用者の総数を拡大していくだけでなく、いかに移動ニーズのベクトルを常時均衡に近づけていくかというのも成功の鍵になってこよう。つまり、利用者を増やすとともに、都市計画や産業政策なども総動員しつつ、全ての時間帯について移動ニーズのベクトルを均衡へといかにして近づけていくかが、モビリティのシェアサービスが本格的に離陸する上ではまさに肝要なのではないかと考える。もっともこの課題は、道路交通、鉄道、バス、航空などあらゆる交通手段が古来抱えてきたものなのだが。

③新型コロナウイルスのパンデミックが与える影響について

2020年初頭からの新型コロナウイルス（COVID-19、以下コロナ）のパンデミックが、ウイルスを媒介しかねないモノをシェアするという形のシ

シェアリングの拡大にいかなる影響をもたらすかについても注視していく必要があるだろう。ハードウェアの稼働時間の空きをシェアするライドシェアについては、モノに加えてそれ以上にコロナを媒介するリスクが高い人間（運転手）の存在が問題視された。そのため、コロナが米国で猛威を振るった2020年上半年にはライドシェア世界最大手の米ウーバーテクノロジーズ（Uber Technologies, 以下、ウーバー）の稼働率は著しく低下した（折橋, 2021）。まさに、コロナのパンデミックが、ハードウェアの共有という側面についてシェアリング・エコノミーの拡大に短期的には急ブレーキをかけたのである。今回のパンデミック収束後も、来るべき次なるパンデミックを見据えてどういった動きがあるかを注視していく必要がある。

(4) 電動化

①これまでの電動化に向けた動き

電動化はこれまで述べてきたCASとは異なり、今世紀に入ってから始まった動きではない。かねてよりICE車への電装品の搭載は徐々に増えてきていた。加えて1990年代には、それまでは摩擦ブレーキを使用することで熱エネルギーとして大気中に放出してきた減速時の運動エネルギーの減少分を、モーターを発電機として回転させることで電気エネルギーへと変換する回生技術が自動車に搭載できるようになった（折橋, 2021）。そして、減速回生によって得られた電力を自動車の動力の一部として活用すべく、搭載した大容量のバッテリーなどにためて、その電力で動かすモーターをICEと併用することで、ICE車の燃費を飛躍的に向上させるハイブリッド自動車（Hybrid Electric Vehicle以下、HEV）が登場した。現在では、マイルド・ハイブリッドやストロング・ハイブリッドなど、その多様なバリエーションが一定程度普及している。こうしたHEVの登場に伴い、自動車の電動化はさらに一層進行した。このように、電動化はCASよりも早い時期から漸進的に進行してきている一連の動きであると捉えるのが正確なのである。

②電動車のいろいろ

部分的にでも電力を動力として活用する自動車を総称して、電動車(xEV)と呼ぶことが増えてきた。現在商品化されているものでは、HEV、プラグインハイブリッド自動車(Plug-in Hybrid Electric Vehicle以下、PHEV)、電気自動車(Battery Electric Vehicle以下、BEV)、燃料電池自動車(Fuel Cell Electric Vehicle以下、FCEV)がある。電動車が今後、自動車の主役となっていくことは、事実上業界のコンセンサスとなっている。

③BEVの課題と可能性

1世紀前にICE車に敗れた要因の一つとなった電池が、BEVが自動車のドミナント・デザインの座をICE車から奪う上で、現時点までのところやはり最大の障害になっている。充電に要する時間の長さや航続距離など、その競争劣位は未だに克服できてはいない。さらにそもそも、自動車が真に環境に優しいかどうかを判断する上では、「Tank to Wheel」(燃料タンクから車輪まで)ではなく、「Well To Wheel」(油井から車輪まで)の環境負荷を考慮しなければならない。(ライフサイクルアセスメント⁴⁾) そうなると、日本のように原子力発電所の再稼働が進まずに火力発電に多くを依存している国では発電プロセスで大量のCO₂を排出していること、そしてリチウムイオン電池の製造過程で大量のCO₂を排出していることなども考慮に入れなければならなくなる。また、当初は間違いなく高くつくであろうBEVの製造コストを世界中の全ての国々に普及させることができる水準にまで下げるには相当の時間を要するだろう。以上の諸要素を勘案すると、比較的所得水準が高く、しかも豊富な水力発電資源に恵まれているノルウェーなど、例外的に再生可能エネルギーによる発電コストが極めて安いところでは「Well To Wheel」を考慮しても優位性のあるBEVが既に比重を高めてきているが、そうしたごく一部の例外を除くと、現時点においてはモ

4) ライフサイクルアセスメントについては、加藤(2001)参照。

ーターとICEとを併用する各種のHEVが最適解であると考えている。BEVへの移行にとりわけ積極的であるフランスにおいては原子力発電が発電量の大半を占めているが、CO₂排出量とはもかく、放射性廃棄物の問題などを考慮しても真に地球環境に優しいのか、筆者には疑問である。

このように、BEVは少なくとも現時点においては「究極のエコカー」などでは決してない。むしろトヨタなどが引き続き研究・開発を進めているFCEVこそ、本格的な実用化にこぎつけることができればその名にふさわしいだろう。加えて、次目でふれるトヨタが試行を始めた水素をICEで燃焼させて動力を得る方式や水素とCO₂の合成燃料e-fuelの活用などにも期待したい。

ちなみに、トヨタは近距離、小型宅配車両などはBEV、乗用車はHEV、PHEVおよびFCEV、そして長距離トラック、バス、宅配トラックなどはFCEVが適しているとしており、多様な動力装置を備えた車両によるモビリティ社会の実現を目指している。

BEVへの完全移行があるとすれば、低コストかつ高効率の電池の発明、給電・充電方式の高効率化、さらには蓄エネルギーシステムの研究開発が進展して再生可能エネルギーで以って電力需要を全て充足できるようになる、といった条件が全て満たされた時ではないだろうか。加えて、現に走行しているICE車が完全にBEVに置換されるまでにはさらにかかりの時間を要するだろう。

したがって、実現するとしてもまだかなり先の話になるであろうが、世の中を走る全ての自動車が完全にBEVへと移行し、かつ完全自動運転も実現した暁には、自動車の製品アーキテクチャがモジュラーアーキテクチャ寄りに変化するといった大きなインパクトをもたらすことも十分に考えられる。燃焼系、排気系、駆動系、保安関係（事故が無くなるため）などにおいて不要となる部品が多く、それらを生産してきた企業や地域は、転換を迫られることになる。加えて新たに動力源となる電力の発電および供給を行うインフラの拡充・整備も必要であるし、ガソリンスタンドをはじめ

とする既存インフラの廃棄・転換や担ってきた企業・労働者の事業転換・再就職先確保といったことも、取り組まなければならない課題になってくる。

④水素を燃料としたICE車の可能性について⁵⁾

トヨタは、2021年5月22日から23日にかけて富士スピードウェイにて行われた「スーパー耐久シリーズ2021」第3戦の24時間耐久レースに、カローラスポーツを改造して水素エンジンと水素タンクを搭載した車両を参戦させ、完走した。水素エンジンは、「GRヤリス」の1.6リッターガソリンエンジンをベースにしたものであった。デンソー製の水素インジェクターやFCEVミライに搭載した水素タンク、水素の配管を追加したものの、それ以外にはハードウェアの改造はほとんどしていないという。トヨタの担当者は、現有技術を応用すれば十分に製造可能であるとしている。

もちろん、記事でも指摘していた通り、水素がガソリンよりも着火しやすいことに起因する「プレイグニッション」など、乗り越えなければならない技術的な課題は多く残されているとみられるが、実用化に漕ぎつけられれば次世代の自動車の新たな選択肢となり、首尾よくドミナント・デザインとなれば、ICE車を支える裾野産業の多くを維持することができ、日本経済の先行きにも明るい材料となるのではないだろうか。

(5) 小括

化石燃料の埋蔵量に限りが見えてきている上に、地球温暖化に伴う様々な弊害が表面化してきていることから、これまでのモビリティはもはや持続可能ではなくなっている。ただその一方で、自動車を使えば気軽に移動したり大量に物資を輸送したりできることを知ってしまった現代人は、もはや自動車発明以前の生活に戻ることは出来ない。したがって、化

5) 日経BP社刊『Nikkei Automotive』2021年7月号所収、「トヨタが着手もFCVと両立するか「水素エンジン」」52ページ～55ページ参照。

石燃料に依存しない、持続可能かつ環境に優しいモビリティへの転換を実現することがまさに喫緊の課題となっている。

主な検討課題としては、まず動力装置をどうするかということがある。現在多くのメーカーが考えているようにそれがモーターであるとしても、それを動かすのに必要な電力の発電方法によっては反って環境負荷を増してしまう。さらにBEVの場合、一度の充電で走行できる航続距離や充電に要する時間、バッテリーの重量やその冷却方法など、克服することが難しい課題が山積している。

それからコストを抑制していく必要がある。搭載されるセンサーやソフトウェアの増加、原材料コストや人件費などの高騰など、自動車というハードウェアの製造にはコストアップ要因が多い。個人所有からライドシェアに移行して稼働率をアップさせることで、利用者のコスト負担を一定程度軽減することが可能だと考えられるが、先述のようにモビリティにおけるシェアリングを離陸させる上では克服しなければならない課題がやはり同様に多く、しかも、先進国だけでなく、全世界で普及可能なものにしていかなければならないことを決して忘れてはならない。

3. 非主要国におけるパラダイムシフトへの対応

本節では、新興国・後発開発途上国におけるモビリティの実態および自動車産業のパラダイムシフトに向けた取り組みを、それぞれの代表的な事例の一つと言える、タイおよびミャンマーの事例を通じて考えていく。

1) タイ

(1) ICE車時代の自動車産業における位置づけ

まず、タイにおける自動車産業のこれまでの歩みを概観する。詳しくは、筆者の前著、折橋（2008）などを参照いただきたい。

1960年代前半のトヨタなどによる自動車組立開始以来、現在に至るまで一貫して地場資本単独の自動車メーカーは皆無である。なお、外国資本100%出資の企業設立が認められていなかったため、現地生産工場にはタイ最大級の華僑系財閥であるサイアムセメントやタイ王室の資金管理団体などといった地場資本が資本参加していた。当初は、CKD部品を日本から持ち込んで、それを組み立てるのみであったが、1970年代前半に導入された部品国産化政策（段階的に国産化義務拡大）に伴う、自動車メーカーの進出要請に応える形で日本の自動車部品メーカーの生産拠点が次第に増加した。

1980年代から、自動車に対する各種規制の緩和に加えて経済成長の本格化による購買力向上によってモータリゼーションが本格化することを予感した各メーカーによる生産拡大が本格化した。トヨタ、いすゞ、本田、三菱自工など既進出メーカーによる量産工場の建設が相次いだのに加えて、フォード、GMなど米系も進出を表明した。生産台数の急増に呼応し、日系を中心に自動車部品メーカーの生産拠点進出・増設も加速した。米系がタイを進出先として選択した背景にも、東南アジアでは最も充実しつつあった裾野産業の集積があった。

しかし、1997年7月のタイバーツの大暴落を端緒としたアジア通貨危機の影響でタイの自動車市場は著しく収縮し、その販売台数は1998年には危機前の1996年と比較して4分の1にまで激減した。生産能力を拡大したばかりであった各社は三菱自工を除いて苦境に陥り、存続するために日本本社から仕向け先の譲渡を受ける形で輸出を開始した。多くのメーカーが最初の輸出先として選んだのはタイと同じく右ハンドルの豪州で、輸出車種を中心となったのは、従来からタイの自動車市場の過半を占めてきた1トンプックアップトラックをはじめとする小型商用車であった。国内市場が回復した後も、トヨタが小型商用車ベースの世界戦略車IMV（International Innovative Multinational Vehicle）の中核拠点に位置付けるなどしたことを背景にして輸出をさらに拡大させた。加えて米系も生産を本格化させたことで、東南アジアにおける自動車産業のハブ的な存在となった。

小型商用車に次ぐ第二の柱を築くことと、高燃費かつ低公害の小型乗用車への乗り換えを促すことを目的として、タイ政府は2000年代からエコカー政策を実施した。2007年に第1期を、2013年に第2期を実施した。詳しくは後述する。日本においてとりわけ話題になったのが、タイ国内での販売力は強くない日産と三菱自工が、政策による恩典を受ける条件の一つであった最低生産台数をクリアするために、日本への完成車輸出（いわゆる逆輸入）に相次いで踏み切り、本稿執筆日現在に至るまで継続していることであった。

このように、ICE車時代の自動車産業においては、タイは小型商用車および一部の小型乗用車の国際分業の一翼を担う生産国となっている。ただし、タイオリジナルの技術を持つ地場資本メーカーは存在せず、タイの自動車市場の大半を半世紀以上にわたって占めてきた日系多国籍メーカーが一貫してその主役であり続けている。

(2) タイの自動車市場

気候・風土や道路の整備状況、そしてそれを踏まえて制定された物品税制による影響などから、タイの自動車市場の多くの部分を占めてきたのは小型商用車（1トンピックアップトラックおよびその派生車種）であった。所得水準の向上やエコカー政策の実施などに伴って、バンコク首都圏を中心に乗用車の比率が次第に上昇してきているが、現在もタイの自動車市場の主役は引き続き小型商用車である。

背景には、先述の通り、小型商用車について物品税率が低く抑えられていることに加え、道路整備が進んできたバンコク首都圏以外は依然として悪路が多い上に、バンコク首都圏も含めて洪水が多発していることがある。そのため、車高が比較的高くて水没のリスクがより低く、足回りもモノコック構造の乗用車よりも相対的に頑強なラダーフレーム構造を採用している1トンピックアップトラックおよびその派生車種が選好されている。貨物運搬のみならず、荷台に座席と屋根を取り付けて乗り合いバスにしたり、

ダブルキャブについては乗用車のように使用したりと、タイ人の生活の多様なシーンにおいて使い勝手が良いことも依然として愛好されている要因である。

(3) 自動車産業のパラダイムシフトへの政策対応と展望

① 低燃費小型自動車優遇政策（エコカー政策）

外国資本の対内直接投資の誘致政策全般を担っているタイ政府投資委員会（Board of Investment, 以下BOI）は、国内自動車産業の大きな柱として成長した小型商用車に加えて、世界的に需要の増加が今度とも見込める小型乗用車を第二の柱とすることを目指し、2000年代半ばよりいわゆるエコカー政策の第1期を推進した。この政策は、それ以前の同国の自動車産業政策と同様に外国資本による対内直接投資に専ら依存するものであり、表3左側の諸条件を全て満たす場合、8年間にわたって法人税が免除となるのに加え、機械設備の輸入関税免除、原材料・部品関税を2年間で90%減免すると共に、物品税を17%に減免するといったものであった。（ちなみに、同クラスの非エコカーの物品税は当時30%であった）

BOIは、第1期が一定の成功を収めたのを受けて、2013年8月から第2期の募集を行った。第1期との主な違いは表3に示した通りである。スペースの関係で表3に記していない変更点としては、E85燃料（エタノールを85%、ガソリンを15%の比率で配合した）対応車の税率（12%）が設定されたことと、アクティブ・セーフティー技術の採用が要件に加わったことなどがある（折橋、2021）。

表3 タイにおけるエコカー政策の概要

| 項目 | 第1期 | 第2期 | |
|------|--------------------|--|---|
| 性能条件 | エンジン排気量 | ガソリン車：1300cc以下 ディーゼル車：1400cc以下 | ガソリン車：1300cc以下 ディーゼル車：1500cc以下 |
| | 燃費 | 100kmにつき5.0ℓ以下 | 100kmにつき4.3ℓ以下 |
| | 排ガス規制値 | ユーロ4以上 CO ₂ 排出量：120g/km以下 | ユーロ5以上 CO ₂ 排出量：100g/km以下 |
| 投資条件 | 生産台数 | 5年目以降 10万台以上 | 4年目以降 10万台以上 (2019年までに達成義務) |
| | 主要部品の製造 | <ul style="list-style-type: none"> ・シリンダーヘッド，シリンダーブロック，クランクシャフト，カムシャフト，コネクティングロッドのうち少なくとも4品目の製造工程をタイ国内に有する。 ・シリンダーヘッド，シリンダーブロック，クランクシャフトの機械加工工程をタイ国内に有していなければならない。 | |
| | 投資額 | 50億パーツ以上 (土地代と運転資金を除く) | 65億パーツ以上 (土地代と運転資金を除く) ※1 |
| 優遇措置 | 法人所得税 | 8年間免除 | 6年間免除 ※2 |
| | 機械輸入税 | 製造機械の輸入関税を免除 | |
| | 原料・部品輸入税 | 部品・部材の輸入関税を2年間，最大90%引き下げ | |
| | 物品税 | 17% | 14% |
| 参加企業 | 日産，本田，トヨタ，三菱自工，スズキ | 左記5社＋フォード，マツダ，GM，VW，上海汽車CP | |

出所：折橋（2021）表6-1を一部改変

※1 第1期認定企業は50億パーツ以上

※2 5年以内にタイ部品メーカーに対する投資または支払いを5億パーツ以上実施した場合は，免除期間をさらに1年間延長。同8億パーツ以上の場合は，さらに2年間延長。

②物品税改正（CO₂排出量ベースへ）

タイ政府は，2016年に自動車購入時に課税される物品税(excise tax)を大幅に改正した。表4に示した通り，新たにCO₂排出量によって税率に差を設け，より環境に優しいエンジンを搭載した自動車へと需要を誘導しているという政策である。また，E85燃料または液化天然ガス（CNG）を燃料とする自動車の税率を5%（エコカーは2%）割り引いているなど，タイ国内において自給でき，かつ環境負荷が石油由来の燃料よりも少ないといわれている代替燃料へと誘導しようという狙いも垣間見える。

表4 タイにおいて自動車に課されている物品税（2020年3月現在）

| タイプ | エンジン | CO ₂ 排出量（走行1キロあたり） | | | |
|-------------|----------|-------------------------------|-----------|-----------|-------|
| | | ～100g | 101g～150g | 151g～200g | 201g～ |
| 乗用車 | 3000cc以下 | 25% | | 30% | 35% |
| | 3000cc超 | 40% | | | |
| E85/CNG | 3000cc以下 | 20% | | 25% | 30% |
| | 3000cc超 | 40% | | | |
| HEV, PHEV※1 | 3000cc以下 | 8% | 16% | 21% | 26% |
| | 3000cc超 | 40% | | | |
| EV, 燃料電池車※1 | | 8% | | | |
| エコカー | ※2 | 14% | 17% | n/a | |
| エコカー-E85 | | 12% | n/a | | |
| シングルキャブ | 3250cc以下 | 2.5% | | | 4% |
| スペースキャブ | | 4% | | | 6% |
| ダブルキャブ | | 10% | | | 13% |
| PPV | | 20% | | | 25% |
| ピックアップ全種 | 3250cc超 | 40% | | | |

出所：折橋（2021）表6-2を一部修正

※1 電動車については、その後軽減税率が適用に。表7を参照。

※2 ガソリンエンジン1300cc以下、ディーゼルエンジン1400cc以下

③電動車（xEV）推進政策

タイ政府は電動車推進政策を、いわゆる「中所得国の罫」を乗り越えるべく構想した「Thailand 4.0」という国家戦略の一環として推進している。「Thailand 4.0」は各種先端技術を外国資本の誘致を通じてタイに取り込み、それを足掛かりにしていずれは先進国入りを目指そうという構想である。ドイツ政府主導で進められている「Industry 4.0」の影響を強く受けている。

まず、2010年代後半に実施された政策では、BEVだけでなく、HEVやPHEVも推進対象となった。表5に、その概要をまとめた。車両の生産について種別によって得られる恩典は異なるが、いずれの種別についても「総合パッケージ」として以下の項目を申請書類に盛り込むことが条件となった。

1. 車両組立・主要部品の生産
2. 機械輸入, 据付計画
3. 車両生産計画 (1年目～3年目)
4. 部品生産・調達計画 (車両の組み立て+ 3年以内に少なくとも1種類の主要部品を生産することが申請の条件)
5. 使用済みバッテリーの廃棄管理計画
6. タイサプライヤーの開発計画

さらに、電動車の主要部品等をタイ国内で生産するメーカーに対しては、機械輸入税を免除すると共に法人所得税を8年間免除する恩典を付与した。EEC (東部経済回廊) 指定地域内に工場を立地した場合には、8年間の免税期間満了後にさらに法人所得税を5年間にわたって50%減税した。

表5 2010年代後半のタイの電動車奨励政策 (車両生産) の概要

| 種別 | 各種税免除・減免 | | | | 申請期限 |
|------|----------|--------|-------|---------|----------------------|
| | 機械輸入税 | 完成車輸入税 | 法人所得税 | 物品税 | |
| HEV | 免除 | なし | なし | 50%減免※3 | 2017年末 ⁶⁾ |
| PHEV | | | 3年※1 | | |
| BEV | | 2年 | 5年※2 | 2%に※3 | 2018年末 |
| BEバス | | なし | 3年※1 | 50%減免※3 | |

出所：折橋 (2021) 表6-3を一部修正

※1 主要部品 (バッテリー, モーター, BMS, DCU) の生産を1種追加するごとに1年間免除期間を追加。

※2 主要部品 (バッテリー, モーター, BMS, DCU) の生産を1種追加するごとに1年間免除期間を追加。上限である8年間の法人所得税免除取得後に、技術移転を伴った場合にはさらに2年間追加され、計10年間免除される。

※3 プロジェクト内でバッテリーを生産する場合に適用。

法人税免除に加え、奨励対象となった車両への需要喚起を狙って、物品税の減免を打ち出した。非奨励車の税率を各種ハイブリッド車は半減、BEVは2022年末まで免除、2023年以降3年間は4分の1に減免している。

6) 自動車業界からの要望を受けて、申請の受付を再開し、2019年末に再度締め切った。フォーイン『FOURIN アジア自動車調査月報』2020年7月号参照。

なお、現時点ではBEVのピックアップトラックについては、ICEを搭載したピックアップトラックよりも税率が高いままになっており、どうするかをタイ財務省において検討しているのだという。

表6 タイにおける電動車の物品税率（2021年1月現在）

| 車種 | エンジン | CO ₂ 排出量 (走行1キロあたり) | 物品税率 | |
|----------|----------|-----------------------------------|--|-------|
| | | | BOI非奨励 | BOI奨励 |
| HEV/PHEV | 3000cc以下 | 100g以下 | 8% | 4% |
| | | 101g-150g | 16% | 8% |
| | | 151g-200g | 21% | 10.5% |
| | | 200g以上 | 26% | 13% |
| BEV | n/a | 8% | 0%（2022年末まで） 2% （2023年～2025年末まで） | |
| BEピックアップ | n/a | | 10% | |

出所：BOI2021年資料を基に筆者作成⁷⁾

こうした優遇政策の結果、表7のように日本、中国、ドイツの企業だけでなく、BEVやBEバスにはこれまで部品生産を担ってきた地場メーカーや地場資本のベンチャー企業が応募し、一部メーカーは既に生産を開始している。とりわけ注目すべきなのは、認可を受けてBEVの生産を既に開始しているのが、共に日本企業のタイ法人であり、しかも日本国内では車両の組立生産を行ったことは一切なく、車両の大量生産を行うのはタイが初めてであることである。FOMMについては後述するが、もう一社のTakano Auto Thailandは、自動車用アフターパーツの製造・企画・販売を手掛けている高野自動車用品製作所（東京都大田区）のタイ法人である。日本で技術力を育んだ両社が、BEVの生産を始める地として選んだのが、日本では

7) BOI投資促進第2部（先進製造事業担当）上級投資促進専門官イティチョート・ダンロンラッタム氏講演資料『タイの自動車産業と新EV 奨励政策』2021年1月28日参照。以下では、BOI2021年資料と記載。<https://www.boi.go.th/upload/content/Thailand%20Automotive%20Industry%20and%20The%20New%20EV%20Promotion%20Policy.pdf>（2021年12月12日アクセス）。

表7 タイの電動車電動車奨励政策（車両生産）の応募状況

| 種別 | 投資額 (百万バーツ) | 件数 | 計画台数 | 奨励企業（*は奨励証書未発給） | 生産開始済 |
|----------|----------------|----|---------|---|---|
| HEV | 50,366 | 5 | 352,500 | トヨタ, 日産, 本田, 三菱, マツダ | トヨタ, 日産, 本田 |
| PHEV | 14,150 | 7 | 92,240 | トヨタ, 三菱, マツダ, <u>上海汽車CP</u> , メルセデスベンツ, *アウディ, BMW | 三菱, <u>上海汽車CP</u> , メルセデスベンツ, BMW |
| BEV | 16,165 | 14 | 126,140 | トヨタ, 日産, 本田, 三菱, マツダ, FOMM, 高野, * <u>上海汽車CP</u> , <u>Skywell</u> , * <u>Sammitr</u> , <u>Mine mobility</u> , メルセデ スベンツ, *アウディ, *BMW | FOMM, 高野 |
| BE バス | 665 | 2 | 1,600 | * <u>Scan Inter</u> , * <u>Sakung C. Innovation</u> | 無し |

出所：BOI2021年資料を基に筆者作成

(注) 下線は中国企業、二重下線はタイ企業

なく手厚い恩典を提供してサポートしてくれるタイであった事実は考えさせられる。

次に、2020年3月に設置された国家電動車政策委員会(National Electric Vehicle Policy Committee)は、2025年までに電動車生産の地域ハブとなり、2030年には電動車の生産台数75万台（同時期の自動車生産の30%）をめざすとしている⁸⁾。これを実現するために、2020年11月に電動車生産誘致奨励策を発表し、応募受付を開始した⁹⁾。乗用車については、前回と同様に総合パッケージを提出すること、奨励証書発給から3年以内に車両およびバッテリー（モジュール工程も含む）の生産を始めること、車両生産開始から3年以内に主要3部品（駆動用モーター、DCU、BMS）のうち1種類以上の製造を追加で開始すること（PHEVの場合は、電動車用部品17種類のうち2種類を生産すること¹⁰⁾）、そしてタイ国内で販売する場合、電動車

8) BOI2021年資料参照。

9) BOI2021年資料、およびフォーイン『FOURIN アジア自動車調査月報』2021年4月号参照。

10) BOIが指定している主要部品は、空調システム、DCDCコンバーター、電気バス用アクスル、サーキットブレーカー、EV充電機器、スマート充電システム、車載充電器、トラクションモーター、携帯型EV充電器、インバーター、BMS、DCU、バッテリー、高圧ハーネス、減速装置、バッテリー冷却システム、回生ブレーキシステム。これらをタイで生産すると、法人税が8年間免除される。（バッテリーは5年間、モジュール工程も伴う場合は8年間免除）

のUN規則およびユーロ5などの指定された規格を取得することが条件となっている。なお、工業団地またはBOIが投資を奨励している工業地区に立地した場合に付与される恩典と重ねて受けることは出来ない。その他、新政策の旧政策からの主な変更点は以下の通りである。

第一に、乗用車生産での奨励対象はPHEVとBEVになり、HEVは対象から除外された。

第二に、奨励対象に二輪車、三輪車、トラックが新たに加わった。いずれもバッテリー電動タイプのみが対象となる。

第三に、車両生産の際に、バッテリーをモジュールから現地生産することを義務付けた。

表8は、乗用車以外の対象車種を含めた、車両生産に対する恩典の一覧である。

表8 2020年代末に発表されたタイの電動車奨励政策（車両生産）の概要

| 種別 | 法人税免除期間 | 追加免除 | 追加免除の条件・内容 |
|--------------------------|---------|------|--|
| PHEV | 3年 | なし | |
| BEV (投資額50億 パーツ未満) | 3年 | 最大8年 | <ul style="list-style-type: none"> ・2022年に製造開始する場合：プラス2年 ・基本条件に加えて、主要3部品を追加で製造開始する場合：1種類につきプラス1年 ・3年以内に年間生産台数が1万台を超えた場合：プラス1年 ・研究開発を行う場合：プラス1～3年 |
| BEV (投資額50億 パーツ以上) | 8年 | 最大3年 | <ul style="list-style-type: none"> ・研究開発を行う場合：プラス1～3年 |
| BEトラック・バス | 3年 | 最大7年 | <ul style="list-style-type: none"> ・奨励証書発給後3年以内にモジュール工程からバッテリー製造を開始する場合：プラス1年 ・奨励証書発給後3年以内にその他の主要3部品を追加製造する場合：1種類につきプラス1年 ・研究開発を行う場合：プラス1～3年 |
| BE二輪 | 3年 | 最大8年 | <ul style="list-style-type: none"> ・2022年に製造開始する場合：プラス2年 ・奨励証書発給後3年以内にモジュール工程からバッテリー製造を開始する場合：プラス1年 ・奨励証書発給後3年以内にその他の主要3部品を追加製造する場合：1種類につきプラス1年 ・研究開発を行う場合：プラス1～3年 |
| BE三輪 | 3年 | 最大7年 | <ul style="list-style-type: none"> ・奨励証書発給後3年以内にモジュール工程からバッテリー製造を開始する場合：プラス1年 ・奨励証書発給後3年以内にその他の主要3部品を追加製造する場合：1種類につきプラス1年 ・研究開発を行う場合：プラス1～3年 |

出所：BOI2021年資料を基に筆者作成

折橋（2021）発表以降に明らかになったこうした最近の動向を踏まえて、ここでタイ政府の現時点の対電動車戦略を改めて評価したい。

第一に民間主導での電動車普及を、物品税の税率を表6のように破格なまでに低減させることによって図るものの、その価格の高さから少なくとも当面は十分な需要規模は期待できないため、公的セクター主導で可能な範囲で導入していく。

第二に、自国には電動車に関連する技術蓄積がないため、さまざまな恩典を提示して外資の対内直接投資・技術移転を促す。

第三に、将来的にBEVが増えてきた時に必要となるであろうインフラをソフト、ハード両面で準備しておく。

以上の3本柱で当面は対応していこうという戦略だといえる。

(4) タイにおける電動車の現状

タイ国内で2021年3月現在販売されているBEVの価格・スペックなどは表9の通りである。元来、電圧および家庭用コンセントの形状は欧州規格を採用していたこともあってか、直流の充電規格は日米韓のモデルも含めて欧州規格を採用している車が多い。交流の急速充電規格についても日本のチャデモを採用しているものは日本製のみで、日本限定の「ガラパゴス規格」となってしまうことを示している。

表9 2021年3月にタイ国内で販売されていたBEV

| メーカー・モデル | 充電規格 | | 航続距離 (km) | 電池容量 (kWh) | 生産 | 関税 | 物品税 | 販価 (万バーツ) |
|------------------------|------|----|--------------|---------------|----|-----|-----|--------------|
| | AC | DC | | | | | | |
| FOMM ONE | 2 | — | 160 | 11.8 | 泰 | n/a | 0% | 66.4 |
| 高野TTE 500 | 2 | A | 100 | 11 | 泰 | n/a | 0% | 43.6 |
| レクサスUX300e | 2 | B | 360 | 54 | 日 | 20% | 8% | 349 |
| 日産リーフ | 1 | B | 311 | 40 | 日 | 20% | 8% | 149 |
| BYD E6 | 2 | — | 400 | 80 | 中 | 0% | 8% | 140 |
| BYD M3 | 2 | — | 300 | 50.3 | 中 | 0% | 8% | 108.9 |
| BYD T3 (5席) | 2 | — | 300 | 50.3 | 中 | 0% | 8% | 105.9 |
| BYD T3 (2席) | 2 | — | 300 | 50.3 | 中 | 0% | 8% | 99.9 |
| MG ZS EV | 2 | A | 337 | 44.5 | 中 | 0% | 8% | 119 |
| MG EP Wagon EV | 2 | A | 380 | 50.3 | 中 | 0% | 8% | 98.8 |
| ボルボXE40 recharge | 2 | — | 418 | 78 | 中 | 0% | 8% | 259 |
| テスラModel 3 | 2 | A | 386 | 62 | 米 | 80% | 8% | 299 |
| 現代Kona Electric SE | 2 | A | 312 | 39.2 | 韓 | 40% | 8% | 184.9 |
| 現代Kona Electric SEL | 2 | A | 482 | 64 | 韓 | 40% | 8% | 225.9 |
| 現代IONIQ Electric | 2 | A | 280 | 28 | 韓 | 40% | 8% | 174.9 |
| 起亜Soul EV | 1 | C | 452 | 64 | 韓 | 40% | 8% | 238.7 |
| Audi e-tron 55 quattro | 2 | A | 417 | 95 | 独 | 80% | 8% | 509.9 |
| BMW i3s | 2 | A | 280 | 33 | 独 | 80% | 8% | 373 |
| ボルシェTAYCAN (4S) | 2 | A | 407 | 79 | 独 | 80% | 8% | 710 |
| ボルシェTAYCAN (Turbo) | 2 | A | 447 | 93 | 独 | 80% | 8% | 990 |
| ボルシェTAYCAN (Turbo S) | 2 | A | 412 | 93 | 独 | 80% | 8% | 1,170 |
| ジャガー I-Pace (S) | 2 | A | 470 | 90 | 英 | 80% | 8% | 549.9 |
| ジャガー I-Pace (SE) | 2 | A | 470 | 90 | 英 | 80% | 8% | 629.9 |
| ジャガー I-Pace (HSE) | 2 | A | 470 | 90 | 英 | 80% | 8% | 699.9 |
| MINI Cooper SE | 2 | A | 217 | 32.6 | 英 | 80% | 8% | 229 |

出所：EVATホームページ掲載資料（Summary of Battery Electric Vehicle Models in Thailand）を和訳の上で一部改変¹¹⁾。

※充電規格の略号について
直流

1：AC Type 1：日本・米国で採用されている規格

2：AC Type 2：欧州で採用されている規格

交流（急速充電器規格）

A：CCS 2 (Combined Charging System Type 2)：欧州の急速充電器規格

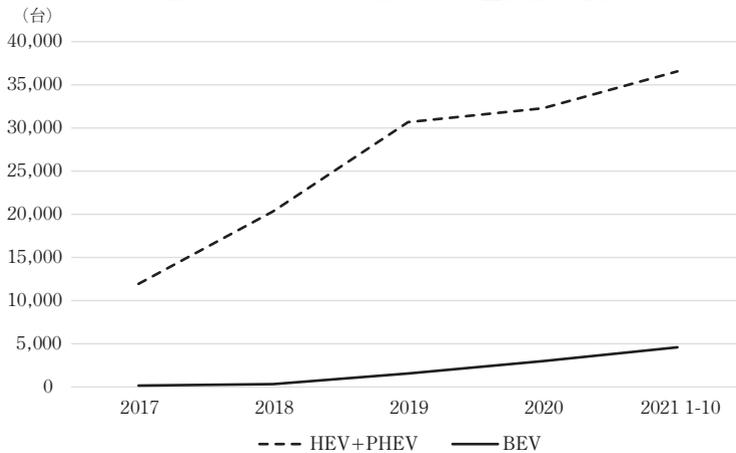
B：CHAdeMO：日本の急速充電器規格

C：CCS 1 (Combined Charging System Type 1)：米国の急速充電器規格

11) EVATホームページhttp://www.evata.or.th/attachments/view/?attach_id=253038参照（2021年9月12日アクセス）

なお、EVATの集計による、タイにおける電動車の新規登録台数の推移について、図1を参照いただきたい¹²⁾。2020年および2021年も、コロナ禍の影響で本来の伸びがかなり抑制されているとみられる中でも堅調に増加を続けている。なお、この数字には二輪車、バス、トラック、トゥクトゥクの台数も含まれている。2021年10月末現在の電動車の累積登録台数は、HEVが19万1614台、PHEVが2万9953台、BEVは1万115台となっている¹³⁾。

図1 タイにおける電動車新規登録台数推移



出所：EVATホームページ掲載資料から筆者作成

12) EVATホームページhttp://www.evat.or.th/attachments/view/?attach_id=253811参照（2021年8月24日アクセス）

13) EVATホームページhttp://www.evat.or.th/attachments/view/?attach_id=257398参照（2021年12月5日アクセス）なお、台数には四輪車だけでなく、二輪車、バス、トラック、トゥクトゥク（三輪車）も含まれている。HEVの内訳は、乗用車18万3068台、二輪車8544台、バスとトラックが各1台である。PHEVは全て乗用車である。BEVの内訳は、二輪車が最も多くて5843台、乗用車が3822台、バス191台、トゥクトゥクが258台。HEVとPHEVの新規登録の傾向については、乗用車が大半を占めている状況に変わりはない。

(5) タイにおける電動車に関する企業の取り組み

①タイトヨタの取り組みと超小型BEVシェアリングサービス¹⁴⁾

2019年にカローラHEVの生産を開始し、タイでのHEVの現地生産モデルを、既に生産を開始していたカムリとC-HRと合わせて3モデルとした。2019年5月よりHEV用のニッケル水素電池の現地生産（乗用車の全生産を担うゲートウェイ工場での内製）および使用済みバッテリーの再生事業も開始しているという。再利用可能なモジュールは、定置用バッテリーステーションとして、工場や家庭の蓄エネとして再利用、また再利用できないものは新設するリサイクル工場に送り、新しい電池原料やステンレス原料とする資源循環スキーム＝3R（リビルト・リユース・リサイクル）を、日本国外では初めて構築したのだという¹⁵⁾。

2020年1月7日付で、2018年末に提出していた、東部チャチュンサオ県にある既存工場（ゲートウェイ工場）に投資して生産設備を整え、2023年1月までにBEVとPHEVの生産を始めるという投資計画案が承認された¹⁶⁾。

また、チュラロンコン大学と共同で、超小型EVシェアリングシステム「Ha:mo」を、バンコク市内の同大学構内に2017年12月に導入した。「Ha:mo」は、公共交通手段の最寄り駅・バス停から目的地までの間のラストワンマイルの移動手段を提供する、トヨタが日本国内外で導入してきた、短距離移動に適した超小型EVのワンウェイ・カーシェアリングシステムである。

トヨタ車体制の超小型BEVコムス（COMS）30台を用い、ステーションは大学敷地と最寄り駅やバス停を結ぶ周辺に12箇所に設置し、33台分の駐車スペースを提供する。うち10箇所には充電設備も併設するという。そして、サービス対象者は、学生や教員関係者を中心に、地域の方の利用を想

14) トヨタ自動車株式会社ニュースリリース「タイトヨタ、チュラロンコン大学と協業し、Ha:mo カーシェアリングサービスをバンコクにて導入」2017年8月3日。

15) トヨタ自動車株式会社「サステナビリティ データブック 2019」78ページ参照。

16) 日経電子版「トヨタ、タイで23年までにEV生産 現地政府が計画承認」2020年1月16日付。

定し、利用者は初回登録の後、都度、使用時間に応じた料金を支払うこととなるのだという。

「Ha:mo」は2018年11月に世界遺産として知られる古都アユタヤでも導入された。ここでは、走行に使用する電力の多くについて、駐車場屋根に設置した太陽光パネルで発電した電力を利用しているのだという。もちろん、発電した電力をリアルタイムで給電していたのでは電圧が不安定となるために車両の充電には不向きであることから、充電用電力を蓄電するために、HEVの使用済みバッテリーを再利用したバッテリーステーションも設置しているのだという。ここで使用されているバッテリーステーションは、ゲートウェイ工場内の使用済みバッテリー再生工場にて製作されたものである。

②タイで花咲きつつある日本のBEVベンチャーFOMM

川崎市に本社を置いているBEVベンチャーFOMMは、2019年3月に同社初の量産モデル「FOMM ONE（フォーム・ワン）」をタイにおいて発売した。日系サプライヤーからの調達も含めると、構成部品の約7割がタイで調達しているという。

「FOMM ONE」は、同社の社名の由来（First One Mile Mobility＝最初の1マイルの乗り物）の通り、例えば自宅から最寄りの駅や商店までの移動など、近距離走行に特化している。EUの超小型車向け規格であるL7e規格に準拠しており、規格を制定したEU諸国をはじめ、同規格を採用しているタイ以外の国々でも販売できる。電動2輪車について台湾など東南アジア地域を中心に普及が急速に進んでいる着脱式のリチウムイオン電池パックを採用した。容量3kWhの電池パックを、車両の後部に2個、左右の側部に1個ずつの計4個搭載する。電池パックは1個あたり30kg、交換に要する時間は約5分だという。ガソリンスタンドなどに充電ステーションを配置し、そこで充電済みの電池パックと使用済みの電池パックを交換するビジネスの展開も考えているという。

BEVの普及の障害の一つが、先述の通り充電に長時間を要することである。これを一挙に解決できるのが、この電池交換式である。筆者も台湾製の電池交換式スクーターのシェアリングを石垣島において体験し、その有望さを確認した。

『日経ものづくり』2019年6月号は、電池交換式の利点を以下の3つに整理している。

第一に、充電の待ち時間がほぼ無くなり、車両を連続して使えること。

第二に、電池技術の進歩に合わせて、最新式の電池に載せ替えることができること。

第三に、1個の電池を多用途に使い回すことができるため、コストダウンしやすいこと。

これに加え、電池交換プラットフォームでの覇権を確保すると、ハードウェアの販売のみではなく電池の交換サービスでも持続的に収益を上げるというビジネスモデルを構築できる。さらに、これをハードウェアのメーカーが手掛けることができれば、電池交換サービスの利用データを新たな車両・サービスの開発に活用できるほか、利用者に紐づいた利用データそのものも収益源になりうる。

ただし、現在主流であるリチウムイオン電池では、現実的に電池交換式で対応できるのは超小型車までで、より大型の車両についてはその分電池の質量も重くなるために採用するのは困難である。

さて、創業者がFOMMを立ち上げる契機となったのが、東日本大震災の際に自動車で津波から逃れようとした多くの方々が車ごと津波にのまれて亡くなったことを知り、同様の非常時には車両ごと水に浮くことで救命できるようなBEVを開発しようと思いついたことがあった。そのため「FOMM ONE」ではバスタブのような構造を採用し、前輪のホイールが水を吸い込んで後ろに吐き出し、水上でも前進や方向転換ができる。

技術基盤、基幹人材が共に日本であり、しかも着想の一部分を、東北地方などを襲った激甚自然災害から得たFOMMが、最初のメイン市場とし

て日本ではなくタイを選んだことは、その東北地方に居住する日本人として深く考えさせられる。背景には、かねてより言われているが、日本は各種規制によって拘束されがちであるために自由な発想でビジネス展開をすることが難しく、これまでに存在しなかった製品・サービスを導入するにはかなり高いハードルがあることがある。トヨタが私有地で実証都市を建設する背景にもこの「岩盤規制」があり、日本はこのままでは二流国へと成り下がってしまうのではないだろうか。

2) ミャンマー¹⁷⁾

ミャンマーについては、2021年2月に発生した軍事クーデターによって、経済成長が長期間停滞することが強く懸念されている。本節の記述、分析は、それ以前に実施した現地実態調査（2019年3月）、およびその後軍事クーデター発生前までに収集したデータに基づいており、最新情報を報道に基づいて追加した以外は軍事クーデターによる影響を考慮していない。

(1) ICE車時代の自動車産業におけるポジション

国内での自動車生産は、スズキなど一部メーカーがごく小規模にCKDまたはSKD生産を行っているに過ぎない。しかも、部品メーカーの集積も皆無に限りなく近く、国内で組み立てられている自動車の部品はそのほとんどを輸入に依存している。

このうちスズキは、戦後賠償関係以外では、ミャンマーに最も早い時期から進出している。近隣のインドにいち早く進出して50%前後の市場シェアを現在まで一貫して維持しているなどと大きな成功を収めていることから、その再現を目指しているといえる。2013年5月に小型トラックCarry、2015年7月に小型多目的車Ertiga、そして2017年2月に小型セダンCiazの

17) 本節の記述は折橋（2021）に基づいているが、その後得られた最新情報に基づいてアップデートを加えている。

組立を開始し、現在はさらに同社のグローバル主力車種であるスイフトを加えた4モデルを現地生産している。2018年には、ヤンゴン近郊のティラワ経済特区にて新工場を稼働させた。さらに、2020年3月に年間4万台の生産能力を持ち、溶接・塗装・完成車組立の工程を備える新工場を同じくティラワ経済特区内に2021年9月に建設・稼働させることを発表した。

日産は、2013年にTan Chong Motorグループをミャンマーにおける日産車の特約店にするとともに、同グループと共にミャンマー政府からミャンマーにおける自動車の生産と販売のライセンスを受けた。2017年に、同グループの既存施設に車両組立ラインを新設して、小型セダン・サニーの組立を開始した。2020年1月に中部バゴー地区に新設した新工場に移転して、引き続きサニー1車種のSKD生産を行っている。スズキ、トヨタがクーデター発生に伴って操業を見合わせて、日本人駐在員も国外に退避させている中、操業を続けているという¹⁸⁾。

トヨタは、2019年に豊田通商と合弁（トヨタ85%、豊田通商15%）で、ティラワ経済特区に車両組立工場を建設することを発表した。2021年2月に、全ての部品を輸入した上で組み立てるSKD方式で、1トンピックアップトラック・ハイラックスを年間生産能力約2,500台で生産する予定だったが、延期された。同モデルの中核拠点は隣国タイであることから、タイから全部品を供給する計画とみられる。

(2) ミャンマーの自動車市場

ミャンマーにおいては、新車および中古車の輸入が一定の条件で認められている。

そのため、中古車が自動車市場の9割を占めているといわれている。というのは、所得水準が決して高くはないために自動車需要の価格弾力性が

18) 「日系の新車、好調だったミャンマーが 各社は見直し検討」『朝日新聞』2021年4月8日付
<https://www.asahi.com/articles/ASP474W6XP47ULFA017.html> (2021年12月12日アクセス)

極めて高い中で、中古車の輸入が可能であることから、相対的に安価な中古車が選好されるためである。

(3) 環境対応自動車および自動車産業のパラダイムシフトへの対応と展望

① 電動車について

ミャンマーにおいて電動車を普及させるには、以下のようにかなり高いハードルがある。

第一に、電動車を整備・補修することができるエンジニアリング人材が不足している。ミャンマー人は、機械を分解し、不具合を修繕した上で再組立てすることは比較的得意であり、ICE車であれば対応可能であるという（もっとも、最近のICE車はかなり電動化が進んできているのだが）しかし、電動車はそうはいかない。ICE車よりも高圧の電流が機構内を流れており、一定以上の電気関係の知識が必要となる。実際に、あるミャンマー人エンジニアがICE車のつもりで日本製のHEVを分解・修理しようとして感電死したという、痛ましい事故の発生も報告されたという。

第二に、気候が電動車に向いていない。高温多湿である上に、熱帯モンスーン気候に属していることから、モンスーンの季節には排水インフラが十分ではないこともあり、大規模な洪水がしばしば発生する。こうした、電動車にとって過酷な気候が、そのシステムにダメージを与える恐れは否定できない。

第三に、電力の供給能力が乏しいこと。通常の電力供給でさえも停電が頻発するなど不安定であるため、自衛のために自家発電装置を備えるオフィスビル・施設が多いのが現状である。したがって、自動車のBEV化が仮に進んだ場合、いっそう高まる電力需要に対して十分な電力を供給できるのかについて、疑問符がどうしても付く。

② カーシェアリング

ヤンゴン都市圏では、スマートフォンの急速な普及に後押しされ、スマ

ートフォンのアプリを活用した米UberやシンガポールのGrab（Grab）といったライドシェア事業者と契約したタクシーが急増し、既存の交渉制タクシーを事実上駆逐している¹⁹⁾。

この背景には、以下のような事情がある。

第一に、タクシー強盗や運転手による性犯罪など、交渉制タクシー利用時の犯罪が増加したこと。それに対して、ライドシェア事業者が提供するプラットフォームには、乗車した後にお互いに星をつけるといった運転手と乗客の相互評価システムがある。この星の数はライドシェア事業者のアプリ上で一目瞭然であるので、犯罪抑止上極めて有効なのである。

第二に、運賃はライドシェア事業者のアプリ上で決まるため、交渉制タクシー利用時には避けられない運転手との運賃交渉の煩雑さを避けることができる。

第三に、運賃はライドシェア事業者のアプリ上で、クレジットカードを使って決済するため、現金のやり取りが必要なく、便利であること。乗客はもちろん、運転手にとっても釣銭の用意やタクシー強盗のリスクが軽減できるという大きなメリットがある。ただ、その一方でクレジットカードを作れるほどの信用を持っている層は同国ではまだ極めて限られているのが実態であり、大多数の国民に普及可能なシステムとは言えないのも事実である。

③自動運転の導入可能性について

ほとんどの人は、交通法規を遵守していない。赤信号であっても人々は隙を見ては平気で横断する上に、交通標識もほとんど意味をなしていない。自動運転はすべての交通が交通法規を遵守することを前提としていることから、レベル3以上の自動運転はミャンマーでは当分の間実現困難であると断じて差し支えないだろう。

19) 2018年3月に実施した現地調査直後に、Uberの東南アジア事業をGrabが買収したため、現時点ではGrabの独占となっているとみられる。

4. まとめ

2. で述べたように、化石燃料に依存しない、持続可能かつ環境に優しいモビリティへの転換を実現することがまさに喫緊の課題となっている。すなわち、自動車産業においてはパラダイムシフトがまさに進行中である。

3. で述べたように、新興国の一角を占めているタイは、主要国が主導して研究開発・事業化が進んでいる自動車産業のパラダイムシフトの流れ、すなわち「CASEを柱とする次世代モビリティ社会への漸進的な移行」を迫認する一方で、関連する自前の技術的資源は極めて乏しいため、各種優遇策を用意することで、関連技術を持つ外国資本の対内直接投資を促し、パラダイムシフト後の自動車産業についても少しでも国内に取り込もうと努力している。タイはICE車について、隣国マレーシアが採った「国民車構想」に代表されるように地場資本の主体的な参画を徒に図ることなく、ひたすら外資を誘致し続けた。その結果、東南アジアでの車両生産のハブとして君臨するに至るなど一定の成功を収めたが、その産業政策を現在到来しつつある自動車産業のパラダイムシフトに際しても繰り返し、アセアン地域における電動車のハブとなってその「成功」を再現することを期待している。タイは、既に人口ボーナス期が終わり、日本の後を追って少子高齢化社会へと移行しつつある。そのため、産業構造の高付加価値産業への転換がまさに喫緊の課題である。政情は依然としてやや不安定ながら、産業政策を駆使して課題解決に積極的に取り組んでおり、現在までのところアセアン域内において一歩リードしている状況であると捉えられる。

一方、後発開発途上国であるミャンマーでは自動車産業のパラダイムシフトに対する政策的な対応は特には見られない。次世代モビリティについても自国経済成長の起爆剤としようといった意欲があるようには見えないのである。基盤技術および国富の蓄積が共に乏しいなど、国家資源が乏しいことを勘案すると、ミャンマーがそうした意思決定をすることは致し方ない。ただ、タイと遜色ない人口規模を有し、潜在的にはモビリティへの

需要は決して小さくはないことから、次世代モビリティの在り方については無関心であってはならない。「CASEを柱とする次世代モビリティ社会への漸進的な移行」について、とりわけその主役として考えられている電動車の受容可能性は述べた通り、現時点では極めて乏しいと言わざるを得ない。また、自動運転も実現に至らしめるためには、車両・インフラ双方について莫大な投資が必要であり、ミャンマーを含む後発開発途上国がその負担に耐えられるとはとても思えない。ミャンマーなど世界の人口の過半を占める後発開発途上国でも受け入れ可能で、かつ地球環境や天然資源の側面からも持続可能性のある移動手段をいかにして提供していくのかについて、関連技術を持ち、パラダイムシフトを現在主導している先進国や中国も、それらの国々の立場に立って共に考えていく必要があるのではないだろうか。

さらにいえば、冒頭でも述べたが、カーボンニュートラルでありさえすれば、電動車の採用を強制することなく、国・地域の抱える事情に合わせて一定の多様性が許容されて然るべきなのではないだろうか。例えば、ブラジルにおいて長年にわたってガソリンに混合されており、本稿で取り上げたタイも近年混合燃料車の優遇を開始した、バイオエタノールの燃料への活用も当然のことながら今後とも許容されるべきである。ブラジルでは、バイオエタノールの混合比率が如何なる割合でも、さらにはバイオエタノールのみでも走行できる、いわゆるフレックス車が新車販売台数の大半を占めている。加えて、トヨタが研究開発を進めている水素エンジン車や、トヨタやドイツメーカーなどが研究開発を行っている水素とCO₂の混合燃料であるe-fuelをICE車の燃料として活用することも、当然のことながら選択肢とすべきである。

こうした模索の結果生み出される世界のモビリティの在り方は、欧州が中心となって進めている「BEV至上主義」よりもより優れたものになるかもしれない。すなわち、次世代モビリティを先進国だけでなく新興国や後発開発途上国の事情やニーズにも配慮しながら検討・開発を進めることこ

そが、モビリティの持続可能なあるべき姿への真の近道と言えるかもしれないのである。

〈参考文献〉

折橋伸哉編著（2021）『自動車産業のパラダイムシフトと地域』創成社。折橋執筆章は第1章および第6章。

加藤博和（2001）「交通分野へのライフサイクルアセスメント適用」、『国際交通安全学会誌』Vol.26, No.3, 55～62ページ。

佐伯靖雄（2018）『自動車電動化時代の企業経営』晃洋書房。

Paradigm Shifts in the Automotive Industry and its Impact on Minor Powers

Shinya ORIHASHI

《Abstract》

Meeting the challenge of global warming as well as the coming of age of the IoT, the automotive industry is now in a time of paradigm shifts. Regarding paradigm shifts in the automotive industry, developments in the major powers, including developed countries and China, have been receiving attention. However, automobiles are running everywhere on the entire planet, and thus the next-generation automobiles must be acceptable by all countries, including not only major powers but also minor powers. In this paper, the minor powers consist of emerging countries (except China) and the least developed countries. Regarding the powertrain of automobiles, the transition from the internal combustion engine to the electric motor is becoming the consensus, while several kinds of hybrid system are being utilized as transitional technologies. xEV consists of all kinds of hybrid electric vehicles, fuel cell electric vehicles and battery electric vehicles. Among these, while the battery electric vehicle is considered as an ideal for the next generation automobile, it is unacceptable by most least developed countries, including Myanmar. Nevertheless, some emerging countries, including Thailand, are working hard to catch up with the movement towards xEVs. I think the next-generation automobile will not necessarily be the battery electric vehicle. As far as meeting the condition that it is carbon-neutral, multiple options must be admitted.