

## 公開講演会報告 「欧州とアジアにおける EV シフトと自動車産業」

立教大学経済学部・経済研究所主催  
プロジェクト研究「コロナ危機と EU 統合の再検討」  
立教大学 SFR 共同プロジェクト研究「欧州における EV シフトと  
生産・インフラ・ネットワークの再構築と日系企業への影響」共催

開催日：2022 年 2 月 19 日（土）13：30～17：30

会 場：オンライン開催（Zoom ウェビナー）

報告者：◇蓮見 雄（本学経済学部教授）

「EU のクリーンモビリティ戦略と新産業戦略」

◇家本 博一（名古屋学院大学名誉教授）

「『欧州バッテリー同盟』と『電池規制』」

◇李 在鎬（広島市立大学国際学部教授）、ステファン ハイム（京都大学文学  
研究科准教授）、垣谷 幸介（豊田自動車技術中心（中国）有限公司）、塩地 洋  
（鹿児島県立短期大学学長）

「車載 2 次電池のバリューチェーンと日中韓における企業間分業関係：中国で  
の現地調査を踏まえ」

◇ステファン ハイム（京都大学文学研究科准教授）

「中国における EV バッテリー産業の構造と展開」

◇垣谷 幸介（豊田自動車技術中心（中国）有限公司）

「中国 NEV 市場と動力電池を巡るメーカー戦略の考察～トヨタ自動車の事例  
を中心に～」

◇李 在鎬（広島市立大学国際学部教授）

「現代自動車グループの脱炭素化の移行期における両利きの経営」

討論者：◇清 响一郎（関東学院大学名誉教授）

司 会：遠山 恭司（本学経済学部教授）

遠山：昨今の自動車産業の EV シフトと自動車産業の構造変動についてはご存じのことで世界的なカーボンニュートラルや、ヨーロッパを中心としたグリーンニューディールという産業、環境政策の進行が、経済社会、産業全体に影響を及ぼしています。そうした背景を踏まえて、自動車産業に競争力を持っていた日本の企業がどのように対応していくのか、もしくはもっと大きな枠組みで申し上げますと、産業政策や環境政策に対して、どのような貢献や課題があるのか。今回は欧州から東アジアまで非常に大きな枠組みで、そして自動車産業の構造変動というものも織り交ぜて、多様な議論を展開し、さまざまな知見を交換し、発展的な議論ができればと期待しています。

本日の研究発表の中心は、広島市立大学の李在鎬先生の研究会で科研費をもとに取り組

んでおられる「自動車産業の電動化の移行期におけるバリューチェーンと企業間分業～日中韓の比較～」の共同研究者の皆様のご協力を得て開催します。

## ■ 「EU のクリーンモビリティ戦略と新産業戦略」

蓮見 雄（本学経済学部教授）

近年、ヨーロッパと中国で EV が急増しています。ただし、世界全体で見ると、その割合は、ほんの数%です。圧倒的に世界的にはガソリン車やディーゼル車というのが現状であり、これを変えていくということは、まさに現在の自動車産業が全部変わるということです。

欧州グリーンディールは、フォン・デア・ライエンさんという欧州委員長が出てきて急に打ち出されたというイメージがあるかもしれませんが、それは違います。ヨーロッパの場合、もうずいぶん前から、エネルギーだけではなくて環境問題に配慮し、持続可能性という基準が EU を支えている基本条約の中に組み込まれています。欧州グリーンディールを支えているのが、2009 年に批准されたリスボン条約の 191 条から 194 条で、ここに環境政策とエネルギー政策に関する EU の権限が明記されています。重要なポイントは、EU のエネルギー政策と環境政策が一体になっていることです。その上に、2050 年気候中立を法的に拘束する欧州気候法ができたのです。

今後、脱炭素を可能にする、EV を実際に使えるようにするということを考える上で確認しておかねばならないのは、10 年前と今では条件が根本的に変化しているということです。例えば、大型の再生可能エネルギー技術を設置し稼働させて廃棄するまでコストを全部含めた均衡化発電原価（LCOE）をみると、確かに 10 年前の太陽光発電は高かったのです。ところが 10 年の間に 9 割コストが落ちていて、平均してみるともう化石燃料のコスト以下です。つまり、これだけ考えれば、最も収益性の高いビジネスとして、再生可能エネルギーを語る時代になったということです。こうした技術的な変化があるからこそ、欧州グリーンディールが打ち出され、EU はその国際標準を作ろうと考えているのです。

もう 1 つはバッテリーです。バッテリーも高かったのですが、この 10 年間でコストが 89% 減少しました。ただし、世界的にバッテリー争奪戦になっていますので、今後価格が上がるかもしれません。

では、欧州グリーンディールはどうなっていくのでしょうか。2019 年末に欧州グリーンディールが出て、2020 年にタクソノミーと呼ばれる経済活動の環境分類と新産業戦略が出てきます。そして 2021 年 5 月に新産業戦略のアップデートが行われました。そのときに出てきたのが、産学官連携による移行経路（transition pathways）をつくっていかなくてはならないというものでした。これはまさに自動車産業においても、いかにして既存の分業構造を変えていくかという問題です。ヨーロッパは、特にバッテリーなどでは圧倒的にアジアに依存している状態ですから、それをなんとか自分たちでできるようにするために柔軟な産学官連携を進めるとしています。

2021 年年 7 月には、欧州気候法が承認され、Fit for 55 という炭素国境調整メカニズム

などを含む非常に野心的な提案が出ました。さらにタクソミーの委任規則というのが出まして、例えば内燃エンジンによる自動車は、事実上、2035年に禁止されるルールが設定されています。ガス価格の高騰もあり、2022年2月に条件付きながら天然ガスと原子力もタクソミーに加える提案がなされていますが、基本的にはグリーン化、脱炭素化を加速することになっています。

Fit for 55 シナリオは魅力的なのですが、本当にできるのだろうか、私は、正直なところ心配しています。やはり交通、工業、発電の部門、この3つが温室効果ガスの三大排出源です。発電に関しては風力や太陽光で減ってきているのですが、もっと減らそうと思えばエネルギーシステム全体を変えなければならないので、これからが実は大変です。工業分野、交通分野は今まで減らせていません。しかも、交通分野と工業分野は、合わせて雇用の半分ぐらいを占めていて、その社会的影響が大きいです。

Fit for 55 の内容ですが、1つは炭素国境調整メカニズムの問題です。それから規制強化ですが、2035年にはもうハイブリッドも駄目だというお話で衝撃が走ったと思います。それに代わってバイオ燃料や水素のためのインフラ整備や充電設備の整備が示されています。航空や船舶については、無償排出枠があったのですが、それがなくなっていくます。

このように、欧州グリーンディールは、産業全般のつくりかえを意味するので、社会的影響が大きく、社会的移行基金を設定し、グリーンジョブを創出することが提案されています。ただし、この政策を進めると、石炭、ガス、石油などの関連分野の雇用は激減することが予想されます。しかも各国がバラバラの行動をとると、グリーンジョブも生まれないかもしれない。もちろん、みんなで協力してグリーン化を進めれば、他の分野で雇用が生まれるかもしれません。ヨーロッパ人々の生活を守りながら転換ができるかどうかという問題、産業分野ごとの分業構造の特性を踏まえて、段階的に脱炭素に移行ができるかどうかは極めて大きな問題になっているのです。

EUのエネルギーミックスをみると、2005年と2019年の実績では、EUが石油、ガス、石炭に依存していることがわかります。基本的には、従来は石炭は思い切って減らす、ガスと石油は段階的に減らしていきましょうという計画でした。ところが、2050年 Fit for 55 シナリオでは、ほとんどガスも使わず、代わってバイオガスや風力を激増させることになっています。これを本当にやるのですか、というのが正直なところ。ご存じのとおり、昨年、夏場に風が吹かず、ガス火力発電を使わなければならない、結果的にガス備蓄が減って、ガスが6倍に高騰するということが起こっているからです。

欧州グリーンディールは、エネルギー・環境を軸にEU産業を作り替える成長戦略として打ち出されたものですが、そのためのルールを世界に広げようとする通商戦略と補完関係にあります。この成長戦略としての欧州グリーンディールは、過去の成長戦略の反省を踏まえています。一言でいえば、産業界の協力や市場の信頼も、市民の支持も得られなかったということです。その反省を踏まえ、今回は産業界を総動員することによって、産学官連携で産業をつくり変えるための移行経路をつくることを提案している点が、これまでと違います。また、サステナブル・ファイナンスという形で、このプロジェクトに民間資本を引き入れるということを考えています。それから、移行の痛みを緩和するための「公正

な移行メカニズム」という予算を設定しています。

そこで産業界を総動員するためにどうするかということで、具体策として出てきたのが、欧州新産業戦略です。特にグリーンとデジタルへの移行ということが意識されていて、しかも「地政学的プレートが動く中で」と指摘されています。これは明らかにアメリカと中国との対立を意識しています。この中でしっかりグリーンとデジタルに移行する道筋を見いださないと、ヨーロッパはもう駄目ですよ、ということを行っているのです。

それを実現するために、機動的な官民パートナーシップが必要であるとして、バッテリー同盟やグリーン水素同盟などを打ち出しました。これは正しい方向だと思いますが、いずれも始めたばかりです。

その矢先に、ガス価格が高騰してしまいました。2021年秋のガス価格の高騰はロシアのせいではなくて、基本的にはヨーロッパのガス市場がスポット市場になっていて、ガスが足りなくなり値段上がることが予想できたので、皆さんが先物市場でガスを買って値段が急騰したということです。欧州グリーンディールによる脱炭素化の移行経路がはっきりしていればよかったのですが、始めたばかりで、市場はそれを全く信頼していなかったということです。

もう1つの問題は、グリーンとデジタルへの移行が新たな資源依存をもたらすかもしれないということです。欧州委員会が、5,200品目を調べてみたら、非常に重要な部品をほとんど輸入に頼っている137品目が見つかりました。EUは、その重要なコアになるような分野の資源や技術の半分以上を中国に依存しています。危機感を抱いた欧州委員会は、産業界、公的機関、社会的パートナーシップ、その他のステークホルダーと協力して各分野のビジネスエコシステムにおける移行経路をつくらなければいけないことを強調し、特に原料、バッテリー、医薬品原液、水素、半導体、クラウドエッジ技術を産学官連携で強化しなければならないとしました。

そういう政策の一環として、EUは「持続可能なスマートモビリティ戦略」を打ち出しています。自動車産業は輸入化石燃料に依存しており、温室効果ガスをたくさん排出し、同時に1,200万人の雇用を抱えており、しかも車というのは交通インフラ全体とつながっています。

自動車産業が集中している地域というのは、ドイツから中東欧にかけての地域です。これらの地域への影響をどう緩和するかという問題があります。きっかけはフォルクスワーゲンのディーゼル不正ですが、それからパリ協定などを経て、EUはクリーンモビリティ・パッケージというのを打ち出し、その延長線上に現在のスマートモビリティ戦略があります。EUの政策の影響もあって、各主要メーカーがEV開発に動き出しはじめています。

また、電動車になるとファブレスメーカーやサプライヤーが新規に参入してくる可能性があり、これから競争が非常に激しくなるかもしれません。EUとしては、2020年12月に「持続可能なスマートモビリティ戦略」を出して、2030年までにゼロエミッション車を3,000万台、15%にすると同時に、高速鉄道を整備するとしています。

こうした動きが進んでいるのですが、私が強調したいのは、次の点です。EV化を進めると世の中がクリーンになる、資源は要らなくなるのかということ、そんなことはなく、

むしろ新たに様々な金属鉱物資源が必要になります。道路輸送関係の変革には、膨大なEVの車体のためのアルミニウム、充電インフラのための銅、さらにニッケル、コバルト、リチウムも非常に重要になっており、金属需要が2040年までに年平均で10%、20%増となるとの予想があり、既に争奪戦が始まっています。

グリーンとデジタルに必要な重要な資源ですが、EUは、これらの重要鉱物資源の44%を中国に依存しています。資源をしっかりと確保することと、買って来た資源をやはり再利用するというのが理想ではなくて、現実的な経済安全保障問題として出てきているのです。

補足ですが、欧州委員会は通商戦略を強化するという一方で、EUと中国の包括的投資協定について大筋合意していますが、欧州議会は審議そのものを拒否しています。ただし、ヨーロッパの産業界は大賛成です。この協定案は、そんなに変な内容ではなく、ヨーロッパが求めている公正なルールを基礎にしています。もちろんこれを中国が守るかどうかに疑問が残るとしても、中国をこうしたルールに引き込むということは間違いではないし、特にEVを進めようと思えば、これは絶対にやらなければいけないと私は思います。しかし、欧州議会の政治的判断で拒否しているという現状があります。

最後に、化石燃料に依存してきた自動車産業を変革するという事は重要なのですが、これは産業のあり方だけでなく、我々の生活スタイル全てにもかかわります。ですから、ステークホルダーの合意形成が必要であり、産学官連携のあり方について考えなければなりません。自動車産業は、やはり温室効果ガスも多いですし、我々の経済活動の中核なので、これをいかに変革していくかは、極めて大きな課題だと思います。

## ■ 『欧州バッテリー同盟』と『電池規制』

家本 博一（名古屋学院大学名誉教授）

私のテーマは、欧州のバッテリー同盟と電池規制です。電池規制に関しては、廃電池、Waste battery まで含めた規制の現状、問題点、及び特徴についてお話をし、EUの新たな成長戦略での位置づけを明らかにしたいと思います。その際のキーワードは、スライドに示す①～⑤の5つであり、それらは、各分野での変革、あるいは転換を目指すものです。各キーワードには、環境に関しては脱炭素、気候に関しては中立、さらには、産業に関してはサーキュラーエコノミー、持続可能でサーキュラーな産業を創る、という目標が設定されています（なお、DXとオープンイノベーションについては、お話の中では取り扱いません）。また、EUの新産業戦略に関連して留意しておくべき点は、COVID-19の影響によってサプライチェーンの分断が発生し、EUの域内産業に大きな悪影響があった、ということです。今後も、こうしたことが起きる、あるいは、国家間、地域間の関係が芳しくない状況になった時に、サプライチェーンの分断がいかなる影響と結果をもたらすのかという問題が、最近より強く意識されるようになったと思います。

バッテリー同盟の創設と電池規制の策定に関しては、EU域内では、6つの分野、つまり、車載電池（現在はほぼ全て液体電解質のリチウムイオン電池Li-B）、そして原材料、水素、半導体、クラウド、原薬といった6つの分野を選んで、可能な限り域外依存度を低下させ

ることが主眼となっている点は重要です。車載電池の分野は、東アジア勢（とくに中国、韓国、日本）への依存度が圧倒的に高いため、こうした状況を改善しなければならず、そのためには、動員できるリソースは何でも動員し、産学官連携、場合によってはスタートアップ企業まで組み入れてアライアンス方式で進めると。そして、アライアンスについては、最初に創設されたエネルギー同盟であっても、わずか7年しか経過しておらず、軌道に乗っているとはなかなか言いにくいところがあります。ましてや、バッテリー同盟については、ウクライナ問題の影響も含めて幾つか新たな問題に直面しつつあります。

電池規制の問題に関しては、新たな支援策に注目する必要があります。従来は、加盟国政府が自国企業に対して直接支援することは原則として認められませんでした。これを一転して認めることとなりました。これまでEUが一貫して保持してきた支援ルールを大きく変えてまで、加盟国の中央・地方政府や民間の資金を投資として車載電池産業に集中させる、という新たな支援策が予定されています。

こうした点を前提として、2つの産業戦略、1つはバッテリー同盟が、もう1つは電池規制が相互に連動するように実施されようとしています。しかも、電池規制については、各国の関連法令の上位に位置する規則として制定する。今、EUが何を狙っているのか、つまり、世界的な規模での新たなルール、基準の策定、あるいはそれを活かして先陣を切るということを目指していることについては、これをゲームチェンジという言葉を使って表現する人もいます。

まず、バッテリー同盟についてお話しすると、これは、2017年に創設され、2018年から実働しています。その背景は、EV化を進める際に、自動車産業、環境政策、エネルギー政策などのセクターカップリング効果を、EU域内を舞台として創り上げようという点が重要な目標の1つになっています。バッテリー同盟が創設された直接の契機は、車載電池の主流であるリチウムイオン電池Li-Bが圧倒的に東アジア系企業に占められ、しかも、大幅に立ち遅れている現状を急ぎ変えなければならない、というEU首脳の高い危機感とされています。Li-Bの製造・供給のシェアを見ると、2020年と2021年のわずか2年間のデータを見ても、東アジア勢が圧倒的なシェアを示している、中でも、中国系のCATLが世界全体の3割を占め、次に、韓国系のLGエナジーソリューションが約4分の1を占めている。中国系と韓国系の両方を合わせると、そのシェアは約3分の2に達しています。残念ながら、日本については、今のところ、実質的にパナソニック一本頼みであり、それも、米テスラ社への供給が中心ですが、最近、そのシェアは低下しつつあります。

また、車載電池産業に関しては、例えば、日本からだけでも数百人もの人材が中国や韓国に流出しているという人材面、さらには技術面や資金面も含めて、中国系、韓国系を中心とした東アジア勢に圧倒的にシェアを奪われていることが指摘されています。

だからこそ、今、EUで以下のような基本構想が出てくる。1つは、サプライチェーンのブロック化、つまり、囲い込みということです。製品、技術、人材、資金などをEU域内に一度取り込んだら二度と外へは出さないように努めることによって対外依存度を下げたい、という強い思いがあると言えます。

さらに、車載電池の完成品だけでなく、原材料の調達と加工、材料・部材の開発・製造、

中間製品、完成品、応用製品などの開発・製造、そして廃電池の回収という全ての工程を EU 域内に囲い込むという構想を立てています。そのため、リサイクル、リユース、リカバリー、これら「3つのR」が非常に重要となります。しかし、リサイクルとリユースについては、技術面で東アジア勢、とくに日本と比較しても大きく立ち遅れている点が指摘されています。こうした点から、EU 域内に持続可能で循環型の新たなサプライチェーンを創り、その上で、ビジネス事業としてこれを完成させるため、リサイクル、リユース、リカバリーを含めた新たなバリューチェーンを創り上げたいという点がバッテリー同盟の目標となっています。

次に、電池規則に関しては、2020年12月に「2020年電池規則」の素案が公表されました。当初は、数ヶ月にわたる意見公募の後、2021年3月から欧州委員会の各部署で公募意見に基づく検討・審議に入っていく日程を想定していましたが、これが、COVID-19のため大幅に遅れ、2022年1月下旬になってようやく公募意見の集約結果が公表されました。

電池規制の目的とは、第1に、電池と廃電池の両方をカバーする統一指令を策定する、という点です。廃電池の回収に関する、つまり、費用の負担、回収の主体などを含む詳細な内容を含んだ統一指令を目指しています。また、電池のほぼ全ての種類と類型が対象となっています。第2の目的とは、EU市場に上梓される、つまり、EU域内市場で取引される、あるいは機能を開始する電池について、その性能や機能ごとに基準が設定される、という点です。満たされるべき基準の中で最も注目されていた項目とは、誰がこれを回収し、誰がリサイクル、リユース、リカバリーの費用を負担し、実施するのか、という点であり、製造企業という形でその主体が明らかにされています。東アジア勢が圧倒的なシェアを有するという現状を見れば、こうした規程が誰をターゲットにしているかはっきりしています。さらには、各基準値は具体的な数値や係数の形で設定されており、かつ違反行為に対しては高額な罰金が設定されているという点も、これまでには見られないものとなっています。第3に、電池規則案が目指すものとは、EU域内市場でビジネスを展開する非EU主体を含めた全ての主体を対象とした上で、世界的な規模での共通ルールを策定する、ということです。そして、EU域内市場での車載電池の生産、技術、人材、投資をバッテリー同盟を舞台としてEU域内市場に集中させること（つまり、生産、技術、人材、投資の集中と集約）によって技術革新競争に勝ち抜き、大幅な立ち遅れを急ぎ改善したい、というものです。

最近、欧州委員会の首脳らがバッテリー同盟と電池規則案について色々発言していますが、そこで共通して言われている言葉に注目すると、戦略的な自律性の確立とか、世界に先駆けてルールを定めるとか、域外依存度が高いことはリスクそのものだとか、さらには、EUは他国には模倣することができない要素を手にしようとしているのであり、これらを有効に使わない手はない、そして、最後に、持続可能な循環型社会をつくるためのリサイクル、リユース、リカバリーなどのビジネスと産業をより強くする必要がある、等々。これらが意味することは、EV化にとって最重要とされている車載電池ビジネスの分野で、EUは世界で主導する地位を築くという点であると考えられます。

最後に、最近公表された電池規則案の策定に向けての「業界11団体による共同政策提言」

(以下、「提言」と略記)について3つの点に絞ってお話します。「提言」は、問題点や批判点を示すだけでなく、今後どうすればよいか具体的に示されている文書です。注目すべきは3番と4番であり、原材料のリサイクル、カーボンフットプリント、性能や耐久性についての基準やその範囲の設定などに関するもので、「提言」が詳細な内容になっているということは、欧州委員会の担当部局がこうした「提言」に対していかなる反応を示すのかが注目されます。自動車連盟も含む業界11団体による「提言」に対して、欧州委員会の担当部局が何らかの新たな解決策を示すのか、あるいは白旗を上げるのか、こうした点が担当部局の力量を判断するための良い材料であると考えています。

第2に、電池規制は、確かに様々な他のイニシアティブや構想や計画にとってもブループリントとなるものであり、また、デュー・デリジェンスやカーボンフットプリントに関しても、全く新しい規制措置を導入するものとなっていますが、それぞれの業界や企業は、非常に唐突な内容になっているという印象を持っています。

第3に、車載電池関連の産業や分野をテスト・ケースの一つとして利用してよいのか、という点です。EVを進展させようとする時に、自由度をもう少し広く設定できないのかという批判があります。今後、実施時期の2020年代中頃までに、「提言」を反映した規則案の整備や整理が可能となるのか、これは、世界的な規模でのルールの策定を目指す電池規制案にとって極めて重要な問題であると思います。

お話の終わりとして1つだけ追加して申し上げておきますが、現時点の車載電池としては、Li-Bしか対象にしていませんが、新たな車載電池の実用化という点では、2020年代中頃には、ナトリウムイオン電池に加えて、半固体電池、全固体電池などの非液体電解質の車載電池が実用化されると言われています。新たな電池の実用化段階では、この電池規則はどのような変更を迫られるのか、この点は今から議論しておく必要があると思います。

## ■ 「車載2次電池のバリューチェーンと日中韓における企業間分業関係：中国での実地調査を踏まえ」

李 在鎬 (広島市立大学国際学部教授)

ステファン ハイム (京都大学文学研究科准教授)

垣谷 幸介 (豊田汽車技術中心(中国)有限公司)

塩地 洋 (鹿児島県立短期大学学長)

4人の共同報告です。昨今、自動車産業には電動化の波が押し寄せています。その中でも中国は電気自動車の世界への輸出拠点となってきています。バッテリーEVの生産台数の世界シェアにおいても、中国は4割近くを占めて存在感を示しています。また、車載電池の世界シェアにおいても、日中韓の企業が世界市場を支配していますが、その中でも中国は頭角を現しているわけです。

このような環境変化の中で、我々は自動車電動化すれば、企業間分業関係はどのように変わるのかという問題意識のもとで、中国における日系及び民族系有力車載電池関連企業及び関連機関への実地調査に基づきまして、中国における2次電池のバリューチェーン、特に企業間分業関係の特徴について、日系や韓国電池企業との対比を交えて析出を試みた



いと思います。

まず2次電池のバリューチェーンについてちょっと押さえておきたいと思います。ここでは主流となっているリチウムイオン電池の例を挙げて説明をいたします。2次電池のバリューチェーンは、このように原材料から、正極材、負極材、セパレーター、電解液などの電池の部材、その後には電池セル、そして電池セルを複数、直列でつないで自動車の走行に必要な電力を引き出すためにパッケージ化した電池パック。その際に電池の充放電を管理するバッテリーマネジメントシステムというものが必要になります。BMS (Battery Management System) と、ここでは呼ぶことにします。このバッテリーパックが電動車に搭載され、市販、あるいはリースを経て最終的に2次電池のリサイクルに至る一連の価値創出の流れとなっています。

その中で、ここでは特に電池セルから電池パックまでの工程について、BMW の i3EV に搭載される Samsung SDI の2次電池の例を挙げて説明します。このように Samsung SDI から供給された電池セルを、まず12個ずつ括り、電池モジュールにしていきます。さらに、この電池モジュールを8つずつケースに収めまして、その上にBMSなどを装着し、ワンセットにまとめた電池パックの形で自動車に搭載していくというプロセスとなっています。電池セルのコストは電池パックのコストの約75%と言われていますが、このセルは形状によってこのように円筒型、パウチ型、角形型というふうに分かれます。電池セルの生産工程は、このように、鉱物や金属の粉末からまず電極を作り出す電極工程、そして電池セルの容器に正極材、負極材、セパレーター、電解液などを詰め込む組み立て工程。最終的に電池セルからガスを抜き、また長時間、放電させることで使える状態にしていく活性化工程に分かれます。ラインの長さは、だいたい100mを超えるようです。高度に自動化された流れ生産です。

ここで留意すべきは、ハイブリッド向けの電池セルと、プラグインハイブリッド及びバッテリーEV向けの電池セルの仕様も搭載される容量も全く異なるという点です。例えば、プリウスハイブリッドには56個のセルが搭載されますが、これがプラグインハイブリッドになりますと95セルになります。また、これが日産のバッテリーEVの日産リーフe+になりますと、ここにはパウチ型が採用されていますが、288個の同一規格の電気セルが搭載されるという点を念頭に置いていただきたいと思います。電動車の中にはこのように大量の同じ規格の電池セルが搭載されるという点に留意していただきたいと思います。

では、これを踏まえまして自動車産業の電動化による企業間分業関係の変化に関する研究について紹介をいたします。複雑なエンジンやトランスミッションなどの駆動システムが搭載される内燃機関自動車は、製品アーキテクチャにおいて、インテグラル型、あるいはすり合わせ型で開発、生産されることで得られる利点が大きいと言われています。藤本先生によりますと、すり合わせ型製品としての内燃機関自動車の開発は、その機能、構造、工程、この3要素間の相互依存関係が複雑であるとされています。よって、関連した部署が緊密に連携と調整を図ることが必要になります。これが企業間分業関係になりますと、いわゆる系列関係、あるいは垂直的な分業関係が多少の市場競争の制限などのデメリットを勘案しても経済的に合理的であるとみなされてきました。

電気自動車の歴史そのものが非常に長いわけですが、市場で求められる性能に近い量産型バッテリーEVが登場したのは、2000年代後半、三菱や日産により、i-MiEV、日産リーフなどが発売されてからのことではないかと思えます。これによって我々研究者にとっても初めて実証を伴う電動車産業の分業関係論が展開できるようになったと言えます。例えば、村沢先生はバッテリーEVというのはモジュラー型製品であると説かれます。すなわち、電動化によって、部品点数も大幅に減少するため、複数のサプライヤーが2次電池や電気モーターなどの相互交換可能な部品を組み合わせることで開発生産ができる。よって、中小企業でもバッテリーEVを開発し、企業間水平的分野により短期間で成長できるため、今まで垂直的分業の頂点に君臨してきた車両メーカーは凋落するだろうと見られています。

ただ、これに対して佐伯先生は、現時点バッテリーEVというのは、実態としてはインテグラル型に近いとされています。実際、日産がバッテリーEVを開発した際に、ソフトウェア開発などにおいて車両メーカーとサプライヤー間で高度なインタラクションと綿密な調整が必要があったため、結果的に内燃機関自動車と同様の開発プロセスが用いられていたということを挙げられまして、車両メーカーが凋落するという指摘は当面は当たらないとしたものです。

その後、日系と韓国の電池企業との戦略の違いに注目する研究が現れました。東谷先生は、バッテリーEVというのは、佐伯先生がおっしゃるようにインテグラル型であると認めつつも、部分的にはモジュラー性を内包していると解釈しました。つまり、初期の日系車両メーカーと日系電池企業との関係性を見ると、強い関係に基づいた電池パック中心の垂直的分業であったということですが、同じ時期の欧米車両メーカーと韓国電池企業との関係性に目を転じますと、どちらかという弱い関係をベースにした電池セル中心の水平的分業であったということです。つまり、初期の日系間の分業関係を見ていただきますと、例えば、トヨタとパナソニックの間で現地セルの開発の時点から緊密に連携が図られています。それに加えて、両者の合弁企業であるPEVEで電池セルを電池パックに集成化する工程が行われています。こういった関係性が三菱、ホンダ、日産においても見られます。

これに対して、韓国の電池企業、例えばSamsung SDIの場合は、このように、BMWやStellantisの一員になった旧Fiat、Porscheなどと電池セル中心の、どちらかというフットワークの軽い関係性のもとで取引が行われていたのです。

これに対して、東谷先生は、電池パックと電池セルにおけるアーキテクチャの違いを指摘されています。つまり電池パックのレベルでは確かにインテグラル型ですが、電池セルのレベルではモジュラー性が内在しているということです。つまり、先ほど日産リーフに288個の電池セルを搭載するという話をしましたが、このように同一形状、同一性能を持つ電池セルが多数使用されるということで、一定の標準化、量産効果、互換性の効果が期待できるという点に注目されます。よって、韓国電池企業の戦略は、このような2次電池のアーキテクチャの二重性に適応的と評価し、今後このような関係性が増えると示唆しています。

確かに、佐藤先生の『電池の覇者』という著書を読みますと、2015年以降の欧米車両メー

カーの戦略には大きな転換があったことが見てとれます。つまり、車両メーカーが電池パック技術を要求するビジネスモデルから、モジュール以降の工程を自社で手がけるビジネスモデルへ大きく転換を図ったとされています。その背景には日韓電池企業間での技術力の格差が大幅に縮小してきたという点と、車両メーカーの方で車載電池技術の蓄積があった点が挙げられています。

その後、中国勢が浮上したわけですが、湯進先生によりますと、中国での車載電池取引関係は日系のケイレツ取引と対照的に電池セル中心の水平的分業が多いと述べられています。ただし、CATLは日系に類似する戦略、BYDは内製化する戦略、国軒高科、孚能科技は韓国企業と同じような戦略をとっていると評価されています。

また、これに対してはWangとZhao先生のGERPISA（パリに本部をおく自動車産業研究者の国際的ネットワーク）の最近の報告を聞きますと、実は2018年に、「ホワイトリスト」という、これは電池セルの認可制度で、後ほど詳しく説明しますが、この制度の緩和によって外資参入が自由になっていたため、民族系企業がこれに対抗するために特化型垂直統合戦略を採用したとしています。その中で電池企業も電池セルだけだと不安なので、BMSも電池パックも対応できるような能力を身につけたという見方です。

以上を踏まえて、本研究の研究手法と調査概要について説明します。本研究は聞き取り調査による定性的な分析によって行われた研究です。調査先の一覧はこのスライドに書いてあるとおりです。2018年には中国汽連流通協会とパナソニックの当時中国の車載電池セルの拠点で中合弁企業であるPAEDLについて実施調査を行いました。2019年には主に惠州市を中心として、民族系電池関連企業であるYipeng、BYD、KDL、BNET、EVE、Sunwodaといった企業について深度あるフィールドワークを実施しました。中国の電池業界は非常に集中度の高い寡占市場となっています。プレーヤー全体は約58社あると言われていますが、1位のCATL、2位のBYDのシェアが非常に高いのが特徴です。その中で、我々の調査対象には、中国のトップテンに入るようなBYD、EVE、Sunwodaといった有力な企業が含まれています。

調査内容として、特に顧客との取引関係、車両メーカーと電池セル企業との関連性について重点を置いて設問を行いました。惠州市は少なくとも9か所の車載電池生産拠点を有する2次電池の産業集積として有望な地域の一つです。

では、発見事実について説明いたします。まず、日系企業間にも一定の分化が見受けられます。まず、日産はアウトソーシング化を強化しています。2019年、AESCの持ち株の多くを中国のエンビジョングループに譲渡し、2次電池事業の多くをこのエンビジョングループの子会社となったエンビジョンAESCに移管しています。加えて、日産独自のハイブリッドe-POWER向けの2次電池の一部を中国のSunwodaから調達することとなっています。これに対して、トヨタは電池事業への関与をさらに強化する動きを見せています。2010年には、PEVEへの出資率を8割にまで引き上げて子会社化しています。加えて2020年には、パナソニックとの間でPPESという電池セルの合弁企業を新たに設立して、パナソニックが今までやってきた車載電池事業の中でテスラ向けを除いて、関連従業員も含め、経営資源を丸ごと新会社に移管したことから、今後はトヨタとパナソニックは一体

となって電池、車載電池事業を展開すると見られます。

この事実は我々が調査した大連の PAEDL にも影響しています。つまりその PAEDL の日本側の出資者がパナソニックから PPES に変わったわけです。我々が 2018 年に同社を見学したときは、将来的にはパナソニックのブランドで、中国の顧客（車両メーカー）の獲得も視野に入れていたと思うのですが、日本側の出資者が PPES に変わってからはどのようにされるのか、今後、注視していきたいと思います。

2 点目として、2 次電池、バリューチェーン形成と国産化が中国において急ピッチで進められていることを確認しました。2 次電池のバリューチェーンの広い範囲において中国企業が活躍していることが分かりました。また、セルの製造設備においても国産化が進んでいるように見受けられます。例えば、Yipeng という企業は、ターンキー方式で電池セルの全自動組立装置が提案できる世界的にみても珍しい業態の企業だそうです。

ただ、このような 2 次電池のバリューチェーンの国産化には、中国企業優先の支援策も一因としてあるという見方もあります。例えば、湯先生のこの本にも「ホワイトリスト」には発展初期における中国現地企業の産業保護の一面があると述べられています。つまり、「ホワイトリスト」に掲載された電池企業からの電池を搭載した NEV（新エネルギー車）だけが補助金交付の対象になります。ただ、制度導入初期においては、掲載された全ての企業が中国企業であったという事実があります。また政府の直接的な研究開発費の支援についても、民族系企業が有利であったとされています。

3 点目ですが、中国の 2 次電池、バリューチェーンに見られる企業間分業関係には、多様性と開放性が見られました。BYD のように、バリューチェーンの広い範囲においてビジネス領域として事業を展開する企業もあれば、このように Yipeng や EVE のように、セル、BMS パック中心に展開する企業もありました。また、BNET のように、BMS に特化する企業もありました。また、中国と日系における 2 次電池取引方式には大きな違いがありました。中国でも、日本でも日系電池企業から日系車両メーカーへはセル、あるいはモジュールの形で調達されることが多いのですが、これに対して、中国では有力な電池企業から民族系車両メーカーには電池パックとしてまとめて調達されるケースが多いということを発見しました。これは、各社の納入実績を調べても同じような結果が見てとれます。例えば、Sunwoda の場合、このように XPENG や Yudo のような民族系車両メーカー向けにはこのように電池パックや、電池パック以上に集成度の高いバッテリーシステムという形で納品が行われています。EVE におきましてもそのような動きが見られます。

4 点目になりますが、NEV への補助金交付政策終了を控えてのハイブリッド及びハイブリッド用の 2 次電池の見直しがなされています。中国の環境規制は、いわゆる CAFC（Corporate Average Fuel Consumption）—欧米の CAFE 規制と同じようなもの—と、NEV のダブルクレジット制度で運用されています。このダブルクレジットによると、CAFC、NEV 両方において、クレジット、すなわち点数化された排出権の企業間取引を統合的に管理するということですが、NEV のほうが優先とされているものの、まだこの CAFC があるので、ハイブリッドの環境対応効果も依然大きいのです。ですから、ハイブリッドが依然重要な選択肢、現実的なオプションとなっています。

最後になりますが、ハイブリッドとバッテリーEV向けの2次電池取引における車両メーカーによる調整と関与の度合いも異なるということがわかりました。Sunwodaからは、ハイブリッド用電池の納品の準備においてより細かいところまで車両メーカーと調整を合わせる必要があったという証言がありました。

日中韓における分業関係をこのように整理することができるかと思います。初期の日系車両メーカーと日系電池企業との間には、電池パック中心の垂直的分業がメインでありました。ただ、現在はこのように一定の分化が見られます。欧米車両メーカーと韓国の電池企業の間には、電池セル中心の水平的分量が顕著に見られます。中国車両メーカーと有力な電池企業の間には多面性が見られますが、民族系車両メーカー向けにはカスタム化された電池パック中心の水平的分業もよく見られているという点が特筆すべきかと思います。また、BYDは内製型、CATLは複数車両メーカーと合弁を組んで展開していますし、BNETのように集中戦略を採用する企業もあります。

遠山：李様及び共同研究者の皆様、ありがとうございました。

それでは、ここで3つ報告をいただきましたので、コメンテーターである関東学院大学名誉教授の清 响一郎様より10分間コメントをいただきます。

#### ■コメント 清 响一郎（関東学院大学名誉教授）

今日のテーマのうち第1報告と第2号報告が欧州のグリーンディール戦略とEV化、それからバッテリー同盟など、欧州の問題がテーマになっており、第3報告から第6報告までが東アジアEV市場における動力電池をめぐる企業行動を扱っています。そこで前半のコメントを第1、第2報告に限らせていただき、アジアの問題は後半でやりたいと思います。

最初に欧州に関するご報告、蓮見先生、家本先生ともに大変な蓄積のあるご研究で、私がコメントできるような立場ではないのですが、簡単に要約した後、いくつかの質問、ご意見を伺えればと思います。

蓮見先生のご報告について、EUの政策形成がリスボン戦略から欧州2020、そして今のグリーンディールへと、歴史を追って蓄積されてきた政策体系だという点、またこの政策の「全体を理解することが非常に重要」であり、その上で個々を評価していくというスタンスが大切だという指摘をいただきました。これはヨーロッパでの政策形成のあり方を学ぶ上では重要であると思います。

もう1つの非常に重要な指摘は、グリーンとデジタルへの移行は競争の本質に影響する地政学的プレートが動く中で生じるという点です。この具体的な内容を明らかにしてゆくことは今後の課題で、これはヨーロッパの今後の地位を考えるうえで非常に重要なことだと思います。また、近年の欧州グリーンディールの取り組みに関しては2019、20、21年と加速されてきていますが、これに対して産業界の懸念が示されるというリアクションが起こっています。法令パッケージまで含めた非常に大仕掛けの政策体系ですが、果たしてこれが可能か、その軸の1つになっているスマートモビリティ、交通運輸分野の変革をどうしていくか、雇用も含めて大きな問題だと思います。

第2報告は、家本先生から欧州とアジアにおけるEVシフトとバッテリー同盟に関して、リスボン条約からの展開、欧州委員会の取り組みと産業の枠組みなど、大変わかりやすいご報告をいただいております。この産業政策は数年に一度ローリングで見直しが行われていくこと、産業競争力の維持向上、自律性の強化というビジョンを持ち、その中でリチウムイオン電池が重要分野の1つに取り上げられました。こうして車載用電池に関しては欧州バッテリー同盟が構築されたわけですが、中国、韓国、日本という非常に大きなアジア先行グループがあるなかで、絵に描いた餅がうまく機能するかどうかは問題です。実態を見ると政策が先行して2020電池規制がさらに21年に具体化されてきていますが、業界からは非常に厳しい反発がある。これにどう対応するかという点が家本報告の締めだったと思います。

お二人のご報告を伺った感想は、蓮見先生のご指摘されたEUの政策展開の全体像を理解した上で個別に評価すべきという点が大事、ということです。この政策体系が、ヨーロッパでこれが本当に可能かどうかということはともかくとして、世界のエネルギー政策、産業政策をリードする位置を占めているということは非常に高く評価できると思います。EUの政策形成を見ていていつも思いますが、非常に理性的、論理的に政策体系が構想されようとしています。理念に基づいて政策形成は優れたものだと思います。この政策体系を評価する場合、全体像の側面とそれを支える個別の側面と両方から果たしてどう評価されるのか、両方の側面から研究を進める必要があると思います。

この政策でもう1つ、評価されるのは、自動車産業では「100年に一度の技術革新」と言われているわけですが、気候変動・環境問題という立場からは、産業革命以降の近代資本主義の発展そのものを考え直す必要がある。そういう意味では「200年に一度の大変革」ということになる訳で、その場合、新しい社会の未来図をどのように具体的な描いていくのか。その経過的なルート、パスウェイはどういう形になるのか、大変に興味深いお話でした。

そこでいくつか追加的にお話を伺いたいです。特にその経過措置として、具体的にいえば利潤原理だとか資本の論理をどうコントロールするか、あるいは投資の規制もその一つですが、実際どういうふうにコントロールしていくのか。あるいはそれが可能なのかについて、お考えを伺いたいです。

第2は、そうは言ってもこれは一面では欧州が追い詰められて、やむを得ず出してきた政策だという側面があって、2015年のVW社の排ガス不正によって「クリーンディーゼル」路線を放棄し、結局EVに行かざるを得なかったわけです。その中にはEVへの転換によって欧州がグローバルスタンダードを確保していこうという意図が垣間見られる訳です。これをどういうふうに考えるべきか。それはそれとして、日本も協力し、大きな政策をサポートしながら、一緒にやっていく以外にないのかと、いかがでしょう。

第3は、「欧州の地政学的ポジションの変化」についてもう少し具体的な中身を伺えるとありがたいです。今の情勢から言うと、ヨーロッパとアジア、つまりユーラシアの全体がどういう形で再構築されていくか。ロシア、ウクライナ、トルコ、それからその先には中国があるわけですが、このあたりの経済的な協力体制というのを大いに考えなければい

けないことかと思えます。その中で日本は一体どうしたらいいかと。

第4に、欧州バッテリー同盟に関して、政策の意図はわからないことはないが、域内への囲い込み、対外依存度の低下など非常に難しい課題があります。またそれ以前に電力供給が大丈夫なのか、自動車に膨大な電力を割くことができるのかどうか。フランスや北欧は比較的積極的だが、ドイツの場合、原発を放棄した状態で自動車まで電力が回らないのではないか。このあたりの欧州の温度差はどうなのだろうかということです。

最後に1点、バッテリー製造時のCO<sub>2</sub>の話です。調べてもよくわからない。バッテリー1個当たりのCO<sub>2</sub>排出量が8～20トンとか、4～14トンなどと様々な値がありますが、相当のCO<sub>2</sub>排出量になる。リチウムイオン電池の重量エネルギー密度の理論値は700W/hと書いてあり、鉛蓄電池に比べると5倍、石油の1万2,000W/hに比較するとごくわずかでしかない。こういうレベルの技術水準で本当に電気自動車が可能かどうか、やはり根本的なところから考えてみる必要があるのではないかなと感じました。

#### 【質疑応答】

遠山：ありがとうございました。それでは報告者のほうからリプライがございましたら、いかがでしょうか。

蓮見：実際できるかどうかというのは、まさにその移行経路ができるかどうかということです。その点では電池が、採算が取れる形で再利用できるかどうかが大問題です。リサイクル市場、つまり経済の静脈系の市場はまだできていないので、そこが大きなネックです。ですから、欧州グリーンディールの構想そのものは素晴らしいが、社会実装の面で、やはり非常に難しいと思えます。

もう1つは資本の論理ということで申し上げますと、やはりタクソノミーです。欧州では、ビジネスをする際に環境上の基準があり、これだけは守らなければならないという共通のルールを、つまり環境の持続可能性というロジックを資本蓄積のゲームの中に組み込むということは、ある程度成功していて、グリーンボンドによる資金調達なども成功しています。これは今までなかった試みなので評価されてよい、と私は思います。

それから再生可能エネルギーをもっとたくさん作ることはできます。ただ、問題なのはやはり安定供給ができるかで、実はこれはシステムの問題です。2つ要件があって、1つは自由に送電網が使える、つまり電力市場が自由化していること。もう1つは物理的に送電網がきちんと完全に整備されないといけないですし、ほとんどゼロコストで調達できるような余剰の風力発電を利用した水素生産などを含めたエネルギーシステム全体の統合が必要です。これができているならば、リアルタイムの電力調整をする場合にさえ、EVを補足的に使えるという展望が出てきますが、これはいずれにしてもEVそのものの問題ではなく、エネルギーインフラの問題です。

ユーラシアの問題は、ウクライナの話にも関わります。ヨーロッパは脱炭素をすることによって、ロシアの資源に頼る状況から脱することを目指していると言えるかもしれません。同時に、ほとんど化石燃料の大半をヨーロッパ市場に売ってきたロシアも、それができなくなるので、中国をはじめとするアジアの国々に化石燃料を売るという形で転換して

きています。これは20年近く前からやっていて、ウクライナをめぐる様々ないざこざがあり、結果としてはロシアがアジアへのエネルギー供給にはっきりと方針を変えたということです。ロシアという国は、以前ほとんどの機械工業製品、産業用機械をドイツから買っていたのですが、今はドイツよりも中国から買っているほうが多いぐらいです。そういう意味では、ロシアの行動は、実は欧米からアジアへのパワーシフトへの適応という面があります。ただし、今回のガス価格高騰のように、ヨーロッパは、本当にロシアは要らないのかというと、やはりそんなことはないと思います。ロシアの安価なガスがあったから、脱炭素が進められたという面があります。

家本：投資の集中というのに関してですが、今現在、実はこれに関して先ほど言いました業界の11団体からの意見調書、そういうものに基づいて、規制委員会のほうで議論されています。その中のキーワードで出てきているのが投資の結果として出てくる利益の再配分システム。これをどのようにこれから制度化していくかが重要だという意見があります。私は今のところこのこれ以上の知識は持っていませんので、申しわけありません、こういう動きがあるということが1つ。

もう1つ、バッテリー製造時のCO<sub>2</sub>に関しましては、これはもう最初から、バッテリー同盟ができたときからの大きな反対意見として出ているものです。現在バッテリーに関して例えばLi-Bであれば価格は大幅に下がりましたが、それを製造するためのCO<sub>2</sub>に関しては依然としてなんともならない。特にエネルギー密度に関しましては、これはもう本当に従来のものと比べたらなかなか厳しいものがあるということで、1つはエネルギー密度を高めることによるCO<sub>2</sub>の排出の問題を少し横に置いておいて、エネルギー密度を高めることを目指す半固体、全固体電池。そちらの動きが加速化しているという、こういう動きで、なんとかこの製造時のCO<sub>2</sub>排出量の問題をクリアできないかという動きがあるように思います。

遠山：司会のほうから簡単にご質問します。EUという大きな枠組みでのテーマのお話でしたが、EUの中の構成国においてもやはり自動車産業の中心となればやはりドイツだと思いますが、一方でこの電池等に関しましては中東欧地域への投資と連携といいますか、もしくは、国による中国メーカー、韓国メーカーの投資措置、投資に対する誘致といいますか、そういうものが活発になっていますが、そうしたその国同士の、もしくはEUの中での地政学的な問題というのは、この大きな議論の中ではどういう位置づけで見ておけばよいのでしょうか。

家本：私の一番のフィールドであるポーランドに関して、ポーランドやハンガリー、チェコはもうほとんどを部材も含めて、車載電池の部材も含めてほとんどやっていません。話としてはポーランドとハンガリーということになります。中でもポーランドとハンガリーは、今皆さんご存じのように、EUの執行部とあるいは中心国と対立しているところがあります。これは直接、車載電池にかかわることではないですが、それに伴ってポーランドに関して言うと、はっきりと幾度も、自動車関連産業、自動車及びその部品関連産業は繰り返し現在の法と正義という政権に対して、このEUとの連携を強化しようということを言っています。これは、EUからもらう補助金の問題もありますし、それからEUが承認



してくれた、欧州委員会が承認した投資の問題、それに対して国家補助を出すことができません。これが今のところ止められています。補助金は来ない、国家補助の実施に関しても止められています。これをやりますと、現在、これまで3年間、約3年なのですが、集中してやっていた車載電池部材の供給企業の活性化、それから企業と、例えば北欧の企業、フィンランドやスウェーデン、ドイツ、フランス、イタリア、北イタリア、こういうところの企業との技術連携、人材交流が一気に進みます。これに関してはもう業界が政府に繰り返し言って、業界の代表者のツイッターを見ますと、首相、大統領をクビにしろというところまで言っています。これは実際、政治問題として今は意識されてるということです。

ハンガリーに関しても同じような主張があるということ、私はハンガリー語が読めない、英語の文献で、英語のニュースでそういうことを知りました。ただそこまでハンガリーの業界が、オルバン政権に対して真正面から批判しているという声は、私自身は聞いたことはないです。

蓮見：EU全体としては、まず加盟国によってもエネルギーミックスが全く違います。もう1つは復興基金です。復興基金で一番の受益国になるのがポーランドで、そのうちの多くの部分をグリーン投資するということになっています。それが動き出せば、家本先生が指摘されたように、うまく中東欧地域がグリーン化を進めながら経済発展できるわけです。しかし、今のような状態が続くと、中東欧が足手まといになるとして、EUへの拠出金をたくさん出してる北欧の国などが反発をしています。そういう意味では、EUとしての連帯、協力ができなくなると、欧州グリーンディールが空中分解し、タクソノミーに対する信頼も失われるかもしれない。EUの中の問題だが、東欧と北欧、西欧の協力は、非常に重要なポイントになると思います。

## ■ 「中国におけるEVバッテリー産業の構造と展開」

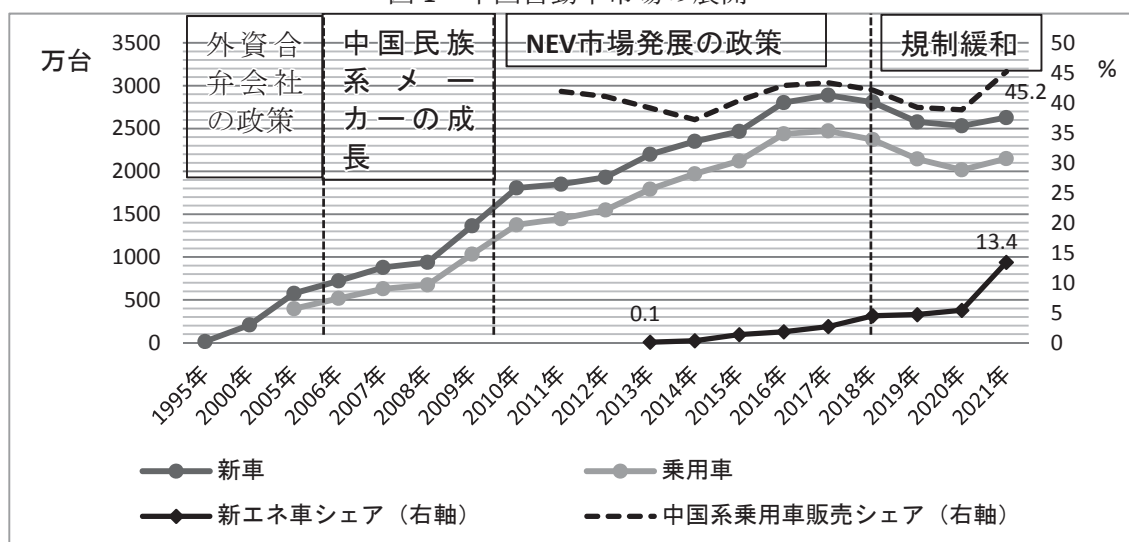
ステファン・ハイム（京都大学文学研究科准教授）

本日の報告は中国におけるEVバッテリー産業の構造と展開についてお話しします。はじめに、新エネルギー車市場（以下NEV市場）構造の観点より、助成市場から成熟市場への推移を考察します。中国における2021年の全新車販売の15%は新エネ車でした。これは自動車産業において非常に大きなマーケットシェアですので、成熟市場への移行期間に入ったと推測されます。このように至った背景を考察するにあたり、中国の中央政府や地方政府の政策だけではなく、さまざまな企業の戦略を分析したうえで、2010年代の中国バッテリー産業の生成とその特徴について見ていきたいと思っています。そのなかでも中国の民族系バッテリーメーカーが非常に高い競争力を得ることになった経緯やきっかけ、バリューチェーンやどのような産業になったか、また、トヨタ、GM、フォード、VWなどの完成車メーカーとの取引がどのように変化したかを考える必要があります。これらを踏まえて、中国におけるNEV市場の展開、中国バッテリーバリューチェーンの構造、中国民族系バッテリーメーカーの競争力の3点についてお話しします。

## 1. 中国の自動車産業と新エネルギー車市場の展開

中国国内の生産と市場は1990年代後半から急拡大しました。図1に示されるように市場を取り巻く動きは4つの期間に分類できると思います。1つ目は1980年代後半から1990年代、外資メーカーが中国国内で投資する場合、中央政府や地方政府の政策により地元のメーカー（上海汽車や北京汽車、第一汽車など）との合弁会社を設立する必要がありました。これは中国側のメーカーが技術や能力をスキルアップできるようにするのが目的でした。2つ目は2000年代、合弁政策が失敗した時期です。3つ目は、リーマンショック後、初めて中国の中央政府は新エネ車に関する明確な政策をつくりました。同時にSUVや大型車など新たなニッチ市場が出てきたのとともに、安い民族系ブランドのマーケットシェアが緩やかに成長しました。4つ目は2018年以降、NEV補助金制度、燃費規制とNEVクレジット制度、外資規制の撤廃など政策緩和の時期に入りました。

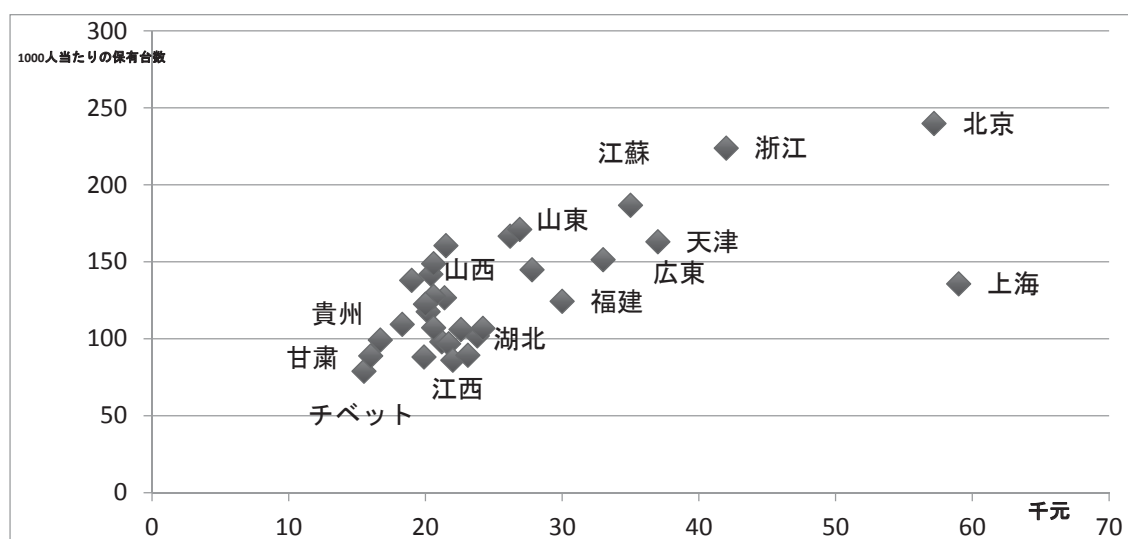
図1 中国自動車市場の展開



出所) マークラインズのデータより著者作成

このような変化は消費者にどのような影響があったのでしょうか。日本、米国、欧州などの大きな市場をもつ国では、1000人当たり約600台が平均の乗用車保有台数となっているのに対して、中国での地域別1世帯当たりの年間可処分所得と乗用車保有率（図2）を見ると、中国国内では最高値の北京でも1000人当たり250台にも達していません。また、所得に連動して北京や上海などの都市部で保有率が高くなっていますが、上海などの大都市では販売台数が急増しないようにナンバープレート規制や抽選を行っています。しかし、新エネ車はこの政策の対象外のため他の車種より購入しやすくなりました。

図2 地域別可処分所得と乗用車保有率（2017年）



出所) ハイム、2020 : 22

## 2. 新エネルギー車市場に対する政策

次に、政策の面から考察したいと思います。中国中央政府の科学技術部は、特に新エネルギー車に対して非常に大切な役割を担っています。同時に工業情報化部は、産業に関して圧倒的でパワフルな委員会です。これに関連して、CATARCなどは2018年からエネルギー対策と車両の開発について考えるようになりました。また、中央政府からの新エネルギー車推進補助金の制度は2009年から導入されました。この補助金は純粋な電気自動車（BEV）とプラグインハイブリッド車（PHEV）だけを対象とし、2015年からNEV市場が成長し始めました。しかし、補助金は年々減っており、2022年には廃止される予定です。

2015年の新エネルギー車販売の地域構成を見ると、1万台以上の第1グループ、3千台～1万台の第2グループはともに8省、3千台以下の第3グループは15省と3つのグループに分類できます（ハイム、2020）。BEV、PHEV、それぞれの販売割合から見ても、圧倒的に第1グループが占めています。同時に3グループとも人口割合が30前後なのに対して、第1グループは乗用車の保有率も高く、都市移住者の割合も多くなり、2015年のNEV市場は北京、上海、広州などの大都市に集中しました。2015年以降には、中国の農村地域と西中部のNEV市場にも展開がありました。消費者目線で考えると、NEVの購入価格は高いですが、維持費はICE車に比べると安いです。しかし、NEV中古車は電池の消耗が不安定ですので、買取価格も安価になります。

2022年の新エネルギー車販売は500～600万台に達するのではないかと予想があります。恐らく、全新車販売の25～30%の市場ですが、その市場構造は2015年に比べると劇的に変わっています。1つ目は、300万～400万円の車種販売が非常に多くなりました。2つ目は全消費者のうち、家庭の消費者が77%と増加しました。3つ目は、農村の市場向きに安価な車種が増加し、2021年にはほぼ100万台になりました。4つ目は、BEVとPHEVが補助金政策の対象でしたが、2020年以降ハイブリッド車の販売も急増加しています。最後に、民族系の完成車メーカーとテスラは寡占市場をつくりました。

表1のとおり、2021年の車種別NEV販売を見ると、テスラ、上汽通用五菱汽車と比亞迪（以下BYD）が全NEV販売の半分以上のマーケットシェアを占めています。上汽通用五菱汽車の宏光ミニEVは低価格、低航続距離、低エネルギー密度が特徴で、農村の消費者を対象にした車です。テスラのモデル3とYは高価格マーケットが対象ですが、LFP電池が搭載されているのが特徴です。このように、寡占的な市場が形成されました。

表1 2021年NEV販売上位4車種の特徴

2021年 順位	メーカー	車種	セグメント	販売台 数	価格 単位：万円	バッテリー 種類
1	上汽通用 五菱汽車	宏光ミニEV	A	426,484	58~70	LFP
2	テスラ	モデル3	D	283,999	475~578	LFP NCA
3	比亞迪	秦（Plus、 Pro）	D	138,228	313~613	NMC LFP
4	テスラ	モデルY	SUV-D	200,131	588~763	LFP NCA

出所) 著者作成

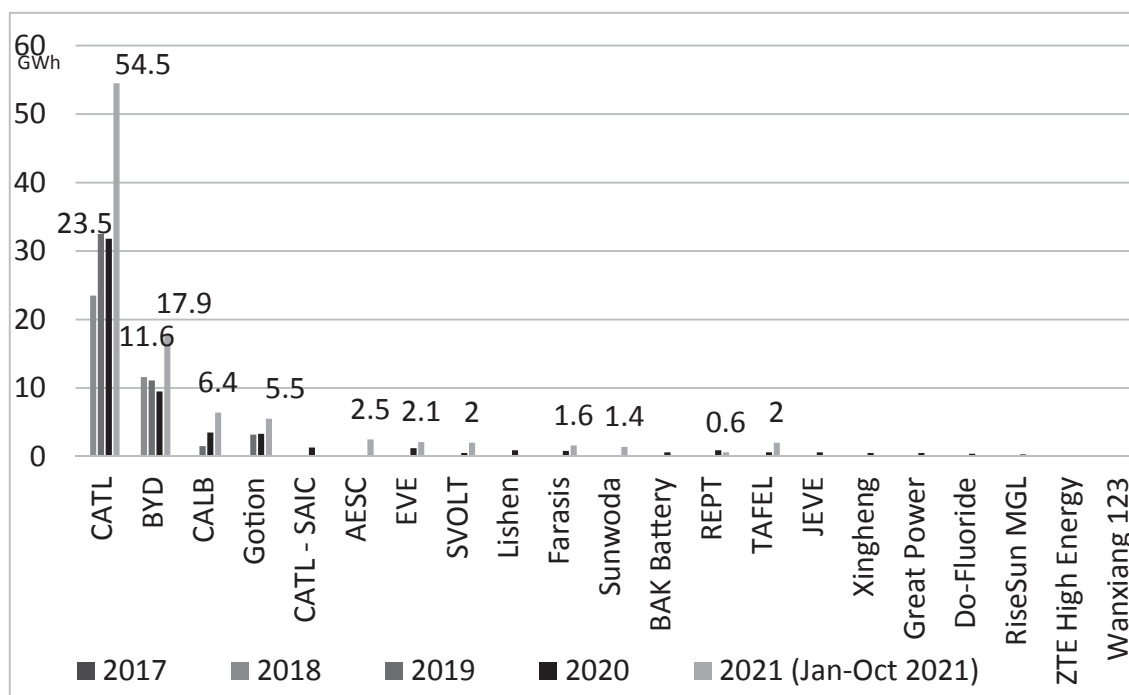
### 3. 中国バッテリー産業の構造

中国のバッテリー産業において、2015年から2021年に至るまで主に3つの変化がありました。1つ目は、バッテリーメーカーが600社以上から30社まで激減し、寧徳時代新能源科技（以下CATL）とBYDが独占するようになった寡占化へのプロセスです（図3）。

2つ目は、それぞれの大手バッテリーメーカーが原材料からバッテリーパック生産までのプロセスを担うような傾向が伺えます。これにより、2021年の大手バッテリーメーカーは取引ルール、バッテリーコスト、技術、バッテリーマネジメントシステム（以下BMS）などを内製化できるようになりました。

3つ目は、ニッケル・マンガン・コバルト酸リチウム（以下NMC）とリン酸鉄リチウム（以下LFP）の2つの電池の種類によって産業が区分されています。全てのバッテリーメーカーはNMCのバッテリーを生産し、2021年には最も標準化されたバッテリーになりました。従前からのバッテリー原材料による効率を比較すると、LFPはNMCよりエネルギー密度もコストも低いですが、寿命が良いとコバルト依存も低いので、それぞれのバッテリーメーカーはさまざまなLFP電池を開発し続けています。それにもかかわらず、CATL、BYDと広州鵬輝能源科技は86%のマーケットシェアを占めています。

図3 中国民族系バッテリーメーカーの展開



出所) マークラインズのデータより著者作成

このように大手のバッテリーメーカーは、原材料の精製過程とコストをコントロールできるように精製に投資して、開発と生産を内製する戦略を立てました。これに対して、大手の鉱業会社（主にガンフォシリチウム、天齊リチウム、浙江華友コバルト、格林美能源材料など）はバッテリーのセルなども生産し始めました。天賜高新材料と杉杉科技などの一部の陰極と陽極メーカーはセルの生産などへの多様化戦略を展開しています（表2）。最後に、完成車メーカーがバッテリー産業を支配できないため、バッテリーメーカーはハードウェアとソフトウェアの技術も展開して、BMSを内製化できるようになりました。

表2 中国バッテリー産業の主要メーカー（2021年）

メーカー	設立 (年)	資本金 (1000億円)	純売上高 (1000億円)	営業利益 (%)	従業員数 (人)
比亜迪	1995	142.7	27.9	6.64	224,300
寧徳時代新能源科技	2011	278.3	9.14	13.83	33,078
浙江華友コバルト	2002	28.1	3.85	7.15	8,079
格林美能源材料	2002	9.33	2.27	4.34	5,129
ガンフォシリチウム	2000	23.5	1	20.55	5,533
天齊リチウム	1992	32	0.58	-31.56	1,644
天賜高新材料	2000	22.86	0.74	15.39	2,933
杉杉科技	2003	10.27	1.49	3.76	4,760

出所) 著者作成

主要メーカーの中では、2011年に設立されたCATLがバッテリー産業を支配するようになりました。それぞれのバッテリー類をさまざまな完成車メーカーに提供できるだけでなく、カスタマイズ能力も向上させて、産業の取引ルールを構築するようになりました。資本金、純売上、営業利益率も非常に高く、多様な面から見てもドミナントなアクターになりました。BYDは、最初は電気自動車しか生産していませんでしたが、バッテリーの開発と生産に投資して自社化し、他の完成車メーカーにも販売し始めました。このように、NEV クラスターの広州から発展したBYDは、完成車メーカーおよび1次部品メーカーとしても事業を確立し、マーケットを構築できるようになりました。

以上のことをまとめますと、中国のNEV市場とバッテリー産業は中国民族系の民間企業によって形成されてきました。2009年以降のさまざまな政策により中国の中央・地方政府は重要な役割を当てられました。民間企業の発展に伴って中国のバッテリーメーカーは完成車メーカーよりもキープレイヤーになりました。また現在は、原材料、BMS、セルとバッテリーパックを内製化した上で、この産業の取引ルールが構築され、競争パターンも構成されています。グローバルの展開と競争力の側面から考えた場合、株主優先のアメリカ型資本主義に比べると、独立された資金と株主による低いプレッシャーの中国民間企業は優位な環境をもたらすようになりました。

参考文献：ハイム・ステファン、2020年、「中国自動車産業における新エネルギー自動車市場の発展」『経済論叢（京都大学）』、第194巻第2号、17-36。

## ■「中国NEV市場と動力電池を巡るメーカー戦略の考察～トヨタ自動車の事例を中心に～」 垣谷 幸介（豊田汽車技術中心（中国）有限公司）

### 1. 報告テーマとその方法

本日は「中国NEV市場と動力電池を巡るメーカー戦略の考察」のテーマで報告します。私はトヨタ自動車（以下トヨタ）から豊田汽車技術中心（中国）に出向している垣谷です。本日の報告内容は、近年急成長している中国新エネルギー車（以下NEV）市場の概況と業界動向を分析し、それに対してトヨタはどのような戦略の打ち手を練り出しているのか、公開情報を基に考察し明らかにすることです。

最初にお断りですが、本日の報告内容は、トヨタの公式見解ではなくて個人の見解であること、また学術的な形式を踏襲していないことをご理解いただきたいと思います。

### 2. 中国NEV市場の概況

#### 2.1 中国自動車総市場

2021年販売実績が公表されましたので、中国全体の状況から説明します。中国国産車総市場は2,628万台で、史上4番目の高い実績でした。アメリカ総市場の1.7倍程度の市場規模です。2009年以降世界第一位をキープしており、近年マイナス成長が続いていましたが、4年ぶりにプラス成長でした。乗商比率は8:2で、乗用車中心の市場です。次にセグメント別に分析すると、過去10年間SUV比率が非常に増加しており、セダン系と

SUV で市場は 2 分されています。量販モデルは、日産のシルフィー、上海 GM 五菱の宏光 MINI (BEV)、フォルクスワーゲン (以下 VW) のラビダ、長城汽車の SUV の Haval H6 です。上位ブランドは VW がトップで、一汽 VW が 1 位、上汽 VW が 2 位です。VW は近年徐々にシェアを落としつつありますが、まだ圧倒的に強い。3 位が上汽 GM です。その後に吉利汽車、長安汽車、長城汽車の民族系が続き、日系では 6 位東風日産に、一汽トヨタ、广汽トヨタ、广汽ホンダ、東風ホンダが続きます。一方 NEV 専門メーカーは工場出荷ベースで、18 位にテスラ、29 位に民族系の广汽埃安等で、年産 10 万台を超えるレベルです。

2021 年は民族系が非常に躍進しました。大きな要因は、半導体供給問題が外資系より影響を受けなかったこと、NEV の販売が非常に好調なことと推定します。全体で民族系が 44%、日系とドイツ系が各々 20% ぐらいのシェアを持っています。

## 2. 2 中国 NEV 市場

2021 年 NEV 市場は、おおよそ 320 万台ぐらいと推定されます。これは一昨年の 137 万台から 2 倍以上伸びています。320 万台は、日本の登録車両、軽自動車を除いた市場よりも既に大きいということです。乗用車市場で純電動車 (以下 BEV) の占める割合が 10% を超えてきており、2021 年はエポックメイキングな年だったと思います。

どのような BEV が売れているかですが、大きく分けて低価格帯と高級車に二分された市場です。一番売れているのは宏光 MINI、それに対して高級ブランドのテスラ、小鹏等も売れている。2021 年の大きな特徴は、低価格車が地方で売れたこと。以前は 8 つの規制都市、つまりナンバープレート発給や走行制限のある所で NEV が優遇されており、この規制都市で売っていたのですが、2021 年は地方に広まりました。市場構造変化が起きたと思われまます。

宏光 MINI の値段は 3 万元、日本円にして 50 万～60 万円の軽自動車のような車で、航続距離は 120 キロ。また女性のユーザーも増えていることが特徴です。業界団体から 2022 年予測が出ていますが、540 万～600 万台です。そうすると、2022 年総市場に占める NEV 構成比は約 18% となり、「ロードマップ 2.0」の 2025 年構成比 20% という目標は、現実味のある数字になってきました。

もう 1 つ特徴は、2021 年完成車輸出が非常に多かったこと。全体で 201 万台輸出し、遂に 200 万台を突破しました。その中で、NEV が約 30 万台で、非常に高く、完成車輸出全体の 15% が NEV でした。テスラ 1 社で 16 万台輸出しており、テスラに負うところは大きいものの、NIO・小鹏・長城など民族系の輸出も増えており、きちんと分析したわけではないですが、NEV の国際競争力が非常に高くなったと思われまます。





価格競争では、従来、乗用車＝三元系、商用車＝リン酸鉄系の棲み分けがありましたが、2021年は安価なリン酸鉄系が大きく伸長しました。2021年電池販売では、リン酸鉄系が過半数を占めています。テスラのモデルY、BYDの漢（HAN）、小鵬のP7の乗用車が、リン酸鉄系の電池を搭載しています。テスラは、電池種類変更と同時に値下げに踏み切りました。

2021年電池ランキングでは、圧倒的に中国の電池メーカーが強く、CATLが過半数を占め、BYD、CALB、国軒高科が続きます。5位に韓国LGで、残念ながらパナソニックはトップ5圏外になりました。

### 3. 2 技術競争と標準化（電池交換型サービス）

次に充電設備ですが、中国全土で85万機と数的には多いですが、これでも足りない状況です。今年（2022年）の春節では、高速道路の充電場所で渋滞が起きたという報道もありました。一方電池交換型サービスの普及の動きがあります。2021年5月工業情報化省が、国家標準を出しました。現時点で電池交換型サービス箇所は、1,000カ所程度しかなく、そのほとんどがNIOに対応した設備です。NIO自身は、今後ガソリンスタンド併設を目指しSinopecと提携し、グローバルにはロイヤルダッチシェルと提携して数を増やす動きがあります。一方CATLは、子会社を通して電池交換サービス事業に乗り出しました。NIO以外にも、北京汽車や上海汽車等が、今後電池交換型モデルを投入していますので、特定の価格帯・セグメントでは電池交換型のモデルが開発される可能性があります。NIOの電池交換設備は、ショッピングセンター地下やガソリンスタンドに併設されており、10分ぐらいで交換出来る。最新型だと1～2分で可能とも言われています。更にNIOは、「車電分離販売」方式も選択できます。単純に説明すると、車両本体は販売するが、電池はリースとして、月々リース料を払えば電池交換サービスを受けられる。これは利便性だけでなく、中古車下取り価格下落に対する消費者の不安解消が狙いだと思います。

### 3. 3 内製化と外販

次に、電池を巡る動きです。BYDは垂直統合型企業ですが、部品事業を「弗迪」という会社に切り離し、ここから外販をしたり、一汽集団と合弁会社を作ったり、従来のBYD内製品を、外販事業化する動きがあります。

VWは、まず3番目の合弁会社を設立しました。元々一汽VWと上汽VWがありましたが、第3の合弁会社としてJAC-VWを設立しました。その後、このJAC（江淮汽車）に出資して、事実上JAC株主の半分がVWになりました。その結果、JAC-VWの75%支配力を持ち、JAC商用車にまで支配力を持つようになりました。同じく安徽省にある業界4位の電池メーカー「国軒科技」に対し、VWは約4分の1の筆頭株主になりました。「VWの狙い何か」はなかなか難しい問いですが、1つは電池事業の手の内化と、もう1つは商用車の事業強化ではと、私は思っています。

電池の動きは、技術競争と価格競争が同時に起こっていること、技術開発力による差別化と標準化も同時に起こっていること、内製化の動きと外販化の動きが同時に起こっている

ることと思います。自動車メーカーと電池メーカーのせめぎ合いは、当面続いていくと思います。

#### 4. トヨタの戦略の打ち手

このような競争の中、トヨタは何をやっているのか説明します。本日はお話しするポイントは3つです。1番目は商品力、2番目は動力電池、3番目はシステムサプライ、つまりパワートレインをどうしていくのかです。

まずトヨタは、中国市場でどのようなNEVを販売し、2021年販売実績はどのようなのか。BEVはC-HRとその姉妹車で、PHEVはカローラ・RAV4とその姉妹車を販売しており、計6モデルを投入しています。いずれもガソリン車からの派生モデルで、ガソリン車、ハイブリッド車（以下HEV）との併売です。PHEVで約1万5千台、BEVに至っては2,750台しか売れていなくて、全部で17,843台です。販売実績はあまりにも少なく、桁が間違っているかと思われたかかも知れませんが、これが実力です。これはNEVシェアで0.5%ぐらい、中国トヨタ全体のNEVが占める割合は1.1%。導入しているけれど全く競争力がない状況です。

##### 4. 1 BEV専用モデル

2022年からようやくBEV専用モデルが発売されます。上海モーターショーで発表の通り、先ずスバルと共同開発したbZ4Xが販売されます。これは中国と日本の両国で生産します。次にBYDとの共同開発モデルが出る予定ですので、ここからが勝負、厳しいBEV市場で戦っていく局面になります。

##### 4. 2 動力電池の業務提携と内製化

2019年に電池の協業体制について、いろいろな会社と一緒にやることが発表されました。先ずパナソニックについては、合弁会社の設立を進め、実際できた会社がプライムプラネットエナジー&ソリューション（PPES）です。トヨタ51%パナソニック49%出資した会社で、大連パナソニックもPPESの子会社になりました。

CATLとの業務提携を進めています。これは資本提携ではありません。電池のリユースとリサイクルまでやっていくことが発表されています。

最後にBYDですが、電池にとどまらず、セダンとSUVのBEVモデル共同開発を進めます。2020年4月にBYD TOYOTA EV TECHNOLOGYと呼ばれる合弁会社を設立しました。

アメリカでは少し違う動きをしています。2021年12月にノースカロライナで電池工場をつくることが発表されました。アメリカのトヨタ投資会社90%、豊田通商10%の合弁会社で、トヨタグループ単独での展開です。

##### 4. 3 システムサプライと仲間作り

最後のテーマとしてシステムサプライの話をしていきます。2019年にトヨタシステムサプライという部署ができ、他社に積極的に動力システムを売っていくことになりました。最初

に清華大学と FCEV 推進の話があります。「連合燃料電池システム研究開発（北京）」は、清華大学系の北京億華通と商用車の燃料電池システムを開発する目的で、第一汽車、東風汽車、広州汽車、北京汽車も出資しました。更に 2021 年 3 月、北京億華通と合弁で、生産販売会社「華豊燃料電池」を設立。上海の REFIRE とも業務提携をしていて、北京・上海それぞれの拠点で FCEV システム販売を強化しています。

最後に、トヨタはハイブリッド系システム開発販売の BluE Nexus（ブルーイーネクサス）に出資しました。BluE Nexus は元々デンソーとアイシンの合弁会社ですが、そこにトヨタも出資して 3 社合弁会社で進めています。BluE Nexus の中国現法もあり、2021 年上海モーターショーで発表された広汽ブランド GS8 に、HEV システムを供給し、2021 年 12 月から販売しています。

佐伯先生（関西大学）が Tier 0.5 という概念で、ドイツ系のメガサプライヤーがシステムサプライヤー化してシステム全体を供給することを説明していますが、自動車メーカー側もシステム供給を強化している。トヨタも NEV のシステム供給を強化しています。

## 5. まとめ

簡単にまとめますと、中国 NEV 市場は 350 万台を超え急拡大していること、その中心は乗用車 BEV で、高級車と低価格車に二極化していること。低価格車は地方で普及していること。BEV 輸出台数は 30 万台を超え国際競争力を持ちつつあること。動力電池は技術競争と価格競争、差別化と標準化が同時に進んでいること。車両メーカーと電池メーカーの関係性は、今後大きく変化する可能性があること。トヨタは 2021 年の NEV 販売台数で評価すると競争力がなく、その中でいろいろやりはじめているが、その評価はこれからです。

### ■「現代自動車グループの脱炭素化の移行期における両利きの経営」

李 在鎬（広島市立大学国際学部教授）

本研究はこれまでファスト・フォロワーと評価されてきた現代自動車グループが、自動車産業の脱炭素化の移行期におけるバリューチェーンのシフトに如何に適用しているかを捉えて、その組織行動の特徴を、両利き経営の視座から分析し、その経営実践的な示唆点を導出することにあります。

現代自動車について簡単にご紹介します。同社は、韓国を代表する民族系自動車メーカーでありまして、1968 年、当時イギリスフォードのコルチナという車種のライセンス生産から自動車産業に参入しました。1976 年には自主ブランドモデル、Pony という車種を発売するに至りますが、ただこの際には、三菱のサターンエンジンが搭載されていました。この会社が独自のエンジンの開発に成功したのは 1991 年のことです。1998 年には経営危機に陥っていた起亜自動車を統合しまして、その後、モジュラー化、品質経営に注力し、世界市場でシェアを拡大してまいりました。近年におきましては、新車販売台数で起亜を含めて世界 4 位へ成長を遂げてきました。

現代自動車グループがファスト・フォロワーと呼ばれるほど急速に成長できた要因とし

ては、固有資源の構築と依存分散による技術、経営の自立化、車両からエンジンなどの主要部品順の開発、起重買収後に顕著にみられる経営トップの品質経営への強いコミットメントや管理ツール、研究所内パイロット生産による「つくり込みの上流化」、現代、起重自動車間での経営資源の集約と共同利用、モジュラー化、同期序列生産システム、新興国ボリュームゾーンへの資源集中、デザイン能力重視、熟練節約型作業組織とエンジニア主導の機敏な生産方式、海外生産ネットワークにおける高い知識の移転可能性などが取り上げられてきました。これらに共通している点としては、内燃機関自動車市場でのフォロワーの有利さをうまく活用してきたことかと思えます。そろそろ現代自動車グループの脱炭素化への対応についても研究が必要ではないかと思ひ、この研究を始めています。

従来の自動車メーカーが脱炭素化の移行期へ適応する上で、広義のバリューチェーン、あるいは広域のバリューチェーンの視野と両利き経営の視座が重要になるのではないかと思います。これまではバリューチェーンというと、原材料から完成品までの価値創出プロセスが分析の中心となっていました。つまり、事実上サプライチェーンの同義語でしたが、脱炭素化の移行期においては、顧客価値のみならず、社会価値、その両方を反映できる意味で、このデマンドサイクル、顧客が製品を手に入れて、補完的なサービス、補完的な製品とともにどのように利用するかというプロセスも含めて統合的に捉える必要があるのではないかと思います。

広義のバリューチェーンのメリットとしては、まず顧客価値においては顧客が当該製品やサービスを利用する上で不可欠な補完的な製品やサービスの供給と利用との相互依存関係が示せるという点です。車両というのは単体ではなくて、エネルギーだとか、燃料等、つまり補完財との組み合わせ全体として利用されるものです。

また、社会価値においても、広義のバリューチェーンを採用することによってCO2が排出されるプロセスを、当該製品及び主要補完財の生産、利用、処分、再利用の全ての局面で網羅的に捉えることができるのではないかと思います。

これに加えて、脱炭素化の移行期においては、両利きの経営の視座が大事ではないかと思うのですが、特にこの脱炭素化の移行期が急速に進められるとはいえ、従来のガソリン車とNEVが共存する期間が非常に長いのです。そこで、現在の事業の需要と環境変化への適用という2つの課題を効率的かつ統合的に同時並行的に管理する組織能力が備わっていれば、両利き経営を自動車メーカーが採用することによっていろいろなメリットがあるのではないかと考えています。

私自身は経営組織論がバックボーンであり、探索と深化の話は院生の時からずっと聞いてきたのですが、なぜ最近になってこの両利き経営が注目を浴びるようになったかというところ、クリステンセンの影響が1つあると思ひます。破壊的な変化が起こった際にクリステンセンは未来志向的な事業組織を独立させたほうが良いという解決策を出されているということです。これに対して、オリイラーらの研究者たちは、それはちょっともったいないのではないかと考えます。探索と深化の能力が備わっていれば、共有できる場所があるのではないかということで、本業の資源の活用の可能性が高く、かつ戦略的に重要な領域においては、両利きの経営というのが非常に有効かと思ひます。

脱炭素化の移行期におきまして、本業の資源がどの程度活用できるかについては、ガソリン自動車を電気自動車に置き換える際に、コスト構造がどのように変わるかを見れば非常にわかりやすいと思います。一台の小型 ICEV が小型バッテリー EV に置き換えられる場合、このようにコストが大幅に増えるわけです。内燃機関自動車の駆動システムを支えるエンジン、吸気系、排気系などが、電気自動車の駆動システムの構成要素であるモーターだとか、パワーデリバリーモジュールだとか、減速機、あと電池など—この電池がコストの大きい部分を占めていますが一に取って代わるわけです。ただ、共通しているところも少なくないです。車体、外装、内装、シャシー、電装、組立なども含めてです。ですから、探索と深化を同時並行することで得られるメリットは少なくないと思われます。

そこで現代自動車は何をしてきたかについて述べます。まず現代自動車グループの電動化への対応の現状について共有すると、同社は 2015 年にはエコカーの主要 4 モード、ハイブリッド、プラグインハイブリッド、バッテリー EV、FCEV、これらの量産販売体制を構築している数少ない自動車メーカーの 1 つです。近年におけるバッテリー EV、あるいはプラグインハイブリッドなども含めて、世界 5～6 位にランクされています。水素燃料電池車においては、世界首位を守っています。同社は 2026 年にはバッテリー EV だけで 170 万台の販売目標を立てています。2015 年以降の現代自動車グループのエコカー 4 モードの構成比は、世界トレンドと非常に整合的となっています。

では、脱炭素化の移行期における現代自動車グループの両利き経営適応能力ですが、まず現有経営資源を有効活用してきたという点をお示しします。先ほど内燃機関自動車がバッテリー EV に置き換えられる際にコストが 47% 増加するといいましたが、それに加えて、トヨタのように、現代自動車も全方位型電動化を進めていますので、ハイブリッド、プラグインハイブリッド、バッテリー EV、水素燃料電池車、この 4 モードの開発・生産に経営資源を分散投資することのコストもあると思います。こういった膨大なコストを吸収するためには、節約的な投資、あと新旧事業間の資源共有が大事であるということです。その際にモデル名だとかプラットフォーム、組立ラインの共有から専用への円滑な移行が重要ですが、現代自動車は 2009 年で初めて LPG のハイブリッド車を発売して以来、モデル名、プラットフォームにおいて、従来型車と長い期間、共有を図ってきました。ただ、エコカー市場での性能競争が本格化すると、徐々に専用化を進めまして、例えば 2021 年にはバッテリー EV 専用の E-GMP という専用のプラットフォームを採用しています。組立ラインにおいては、もっと柔軟に、2020 年までに従来型車のモデルと混流生産を行ってきました。2021 年からは、急速にバッテリー EV が普及するということで、バッテリー EV の専用の組立ラインを採用しています。

ちなみに現代自動車グループのバッテリー EV におけるバリューチェーンは、このような形になるかと思えます。電池セルはモデルごとに LG、SK、CATL から調達しています。BMS は、完全子会社の現代 Kefico から、そして一部は現代モービスから調達しています。また、セルをパックに集成化していく工程は、現代モービス—現代自動車グループの Tier 0.5 サプライヤーとも呼ばれる—と LG との合弁企業の HL Green Power で対応してきました。ただ、昨年 5 月に現代モービスが HL Green Power を買収することを発表し、昨年 12

月に現代モービスと一体となりました。現代自動車グループの資本関係は、このように現代モービス、現代自動車、起亜自動車、現代製鉄の間で循環出資構造になっています。これについては、グループ一体となって対応する上ではいいのですが、この中で1社でも経営の危機に陥ったりすると、グループ全体が共倒れする恐れもあるという点で、これについてはさまざまな対応策が検討されています。

続いて、中核技術の探索と深化について、ここでは水素燃料電池車の開発の沿革についてご紹介します。現代自動車グループは1998年から水素燃料電池車の研究開発を開始しています。ただ、転機を迎えたのは2000年に行われた米国のIFC社との水素燃料電池車共同開発の契約締結からのことです。このIFC社の母体の母体がアポロ宇宙船などに水素燃料電池を供給していた元祖の燃料電池の企業です。2000年の共同開発の契約内容を見ると、役割分担として、IFC社は車両用の燃料電池システムを開発し、現代自動車側は車両と燃料電池用専用モーター及び制御機を開発するという内容になっていました。そこで、早い時期に試作車の開発に成功しますが、その後2003年から独自の水素燃料電池車の開発プロジェクトを立ち上げます。第1目標の2006年までの世界最高水準の水素燃料電池車の独自開発をクリアし、その後、主要部品の国産化を達成しました。さらに、4段階の改良を経て、2013年には世界初の量産型水素燃料電池車ix35 Tucsonの生産開始にこぎつけます。その後2018年には第2世代水素燃料電池車モデルのNEXOを発売し、2018年9月にはスイスのH2 エナジー社と、2023年までに水素トラックのXcientを1,000台供給するMOUを締結し、2020年7月から輸出を開始しています。その後、2020年からは水素燃料電池の独自のブランドも立ち上げて、2030年までに年70万基の燃料電池システムを外販することを目標として掲げています。2030年には水素燃料電池車を年産50万台まで増やす計画となっています。

現代自動車は、このようにグループ主導で燃料電池の開発及び生産の国産化を進めてきました。同社は水素燃料電池車の開発においても、まず車両の開発から入って、中核部品、中核要素の順に開発を行ってきました。その後は実用化、原価低減に努めてきました。

ただし、ここで広義のバリューチェーンを思い出していただきたいのが、仮に非常に完成度の高い水素燃料電池車、例えばMIRAIやNEXOなどの車両が市場で販売され、リースで利用されているとしても、水素ステーションというインフラが支えてくれなければ、普及を見ることはないと思うのです。では、水素ステーションはどの程度普及しているかを見ていくと、昨年5月3日の時点で、韓国国内に69カ所と、少ないですが、世界的に見るとこれは多い方になります。全世界で533カ所しかないのですから。つまり、この広義のバリューチェーンに大きなボトルネックがあるので、完成度の高い水素燃料電池車が開発され、量販段階に入ったところで、普及する上では非常に隘路があるということです。そこで、ホンダのように、一時的に水素燃料電池車の事業を止めるという方法もあると思います。ただし、現代自動車グループは、水素経済に積極的に携わる利害関係者団体に参加して、先行企業による初期投資を節約しようとしています。例えば、水素協議会という団体に入り、さまざまな地域や政府などに水素経済のためのインフラの拡充を促しています。ただし、これだけだと不十分で、スイスで今試みているのが、水素燃料電池トラック

のスマートバリューチェーンの共創です。つまり、現代自動車グループが現地の H2 エナジー AG 社と共同出資し、現地で HHM (Hyundai Hydrogen Mobility) という、総合型リース合弁会社を設立し、水素トラックのモビリティを提供するということです。その際に、この水素ステーション、水素のサプライチェーン全般においては、現地の HydroSpider 社と、そして水素燃料電池車の修理点検のサプライチェーンにおいては、例えば現地の Auto AG Truck 社と戦略的提携を結ぶことにより、とりあえずスマートバリューチェーンを回して、生態系、エコシステムの呼び水にするという試みを行っています。

本研究では、広義のバリューチェーンの視野と両利きの経営の視座から、自動車産業の脱炭素化の移行期における現代自動車グループの適応行動を分析しました。現代自動車グループは、ハイブリッド、プラグインハイブリッド、バッテリー EV、FCEV のバリューチェーンを構築すると同時に、移行期への適応コストを節約するために、以下のように対応をしてきたと言えます。1 点目は、脱炭素の移行期に新旧製品を並行生産する過程でモデル名、プラットフォーム、組立ラインという現有経営資源を有効活用し、範囲の経済を生かしてきたという点です。2 点目は、FCEV といった中核技術の探索と深化を計画的に遂行してきたという点です。最後に、水素燃料電池車の商用車においては、パートナーとスマートバリューチェーン共創による未来市場の先取りを試みているという点です。

総じて、現代自動車グループの脱炭素化への適応行動の分析から、現代自動車グループの強みとして、従来型車市場での後発者の有利さとは多少性格が異なる広義のバリューチェーンでの一定の両利き経営組織能力を引き出すことができたかと思えます。

遠山：李様、ありがとうございました。それでは、3つの報告が終わりましたので、ここで第1部と同様、第1部の第3報告も含めた東アジアにおけるコメントを、関東学院大学名誉教授の清 响一郎様、よろしく願いいたします。

#### ■コメント 清 响一郎（関東学院大学名誉教授）

それでは後半の4つの報告についてコメントします。

3番目の報告は「車載用2次電池のバリューチェーンと日中韓における企業間分業関係」について李先生、ハイム先生、垣谷さん、塩地先生のグループで調査された結果の報告です。報告ではバッテリー製造プロセスも詳細に報告され、ここでのサプライチェーンと生産の集積も具体的な分析に入ると難しいことが良くわかりました。カソード、アノードとその材料の違い、セパレーター、電解液、セルを作りモジュールにし、パックにする。また全固体電池など次世代電池など、電池業界の分業構造と技術革新について大変勉強になりました。

最初に李先生の第3報告ですが、自動車産業の電動化による企業間分業関係の変化に関する研究で、いわゆる自動車部品ではなかった分野で新しい企業間関係はどう構築されていくのか、大変興味深いお話でした。先行研究のサーベイを要約された上で、広東省惠州市での二次電池産業集積の調査を行われた結果報告ですが、深圳に近く、自動車部品、電気関係の下請け生産もある惠州市の調査で、恐らく、電池産業の分業関係調査は他にはな

いのではないか。一番興味深かったのは、2次、3次、4次の分業構造が深く、中国企業が相当数参加して電池生産の分業関係が構築されている点です。

すなわち「非常に多面的で複雑な様相を呈している」わけですが、ある意味では最初の問題設定とあまり変わらない。類型でいえば初期の日本型、日産型、トヨタ型、欧米企業のもとと水平分業型、現代自動車の電池パック中心の垂直分業。いくつか考えられるわけですが、それに対して中国の電池生産は「いろいろ多様性がある」ということで、現在に至っても「多様性」を特徴としている。今回の調査結果もそれを裏付けている。

1つ重要なことは、動力電池の生産に関して分業関係が変化する兆しがあるという指摘です。これは後ほど垣谷さんが報告されていることでもありますが、非常に多面的で複雑な様相を呈しながら、自動車メーカーが次第にこの分野に手を伸ばして新しい方向に行くように思われる。やはりバッテリーが最も重要なキイテクノロジーなのかと改めて感じました。

次にハイムさんの「中国におけるEVバッテリー産業の構造と展開」ですが、バッテリーバリューチェーンの構造を紹介された後、バッテリーの形式の変化、現在のバッテリー、将来のバッテリー、ソリッドステート、それから、sodium-ion、ナトリウムイオン、ということも指摘された上で、今の民族系バッテリーメーカーの競争力を検討されました。この中で非常に興味深かったのは、車両メーカー、電池メーカー、さらにさかのぼって原材料メーカーの経営実態と、それからその中で利益率まで紹介された点です。バリューチェーンについては、サプライチェーンの中でどういうふうに利益が配分され、それが産業構造を形成するか、その姿について初めて見せていただきました。印象としては、鉄鉱石採掘企業と鉄鋼メーカーに見られるような資源側の方が2桁の利益率上げ、鉄鋼はどんな巨大化しても駄目だという状況とはちょっと違うという感じを受けました。今後の見通しとして3つのシナリオで市場の再生産、市場の混乱化、市場適応化を紹介されましたが、少なくともここも変化の兆しがあるというお話だったと思います。さらにバッテリーパラドックスに触れ、BEVの直面する三重苦、高価格、低航続距離、充電インフラ問題を紹介されましたが、これを解決しながらの前進は容易ではないと感じました。

第5報告、垣谷報告「中国のNEV市場と動力電池をめぐるメーカーの戦略の考察」では動力電池をめぐる各社の動向とトヨタの戦略が報告されました。動力電池をめぐる技術開発と価格競争についてCell to Pack、ブレードセル、ナトリウム電池、それから1,000kmを超える航続距離、全固体電池など、技術開発競争が急速に進み、航続距離はだいたい見通しがついたのでここからは価格競争に入る。この場合、安価なリン酸鉄が改めて見直されて、結局安いものをどうやってつくるかということが最大テーマになってくる。それから電池交換サービス、さらに車電分離販売つまり動力は交換可能で、車から切り離される側面も持つなど、大変興味深いお話でした。

動力電池の内製では企業間取引がさらに変化しつつあり、自動車メーカーが結局電池を含めた技術を内製化する動きが見えている。さらにBYDの場合はその上で外販を進めることになっている。なかでもトヨタはBEV専用モデルを大々的に公開し、電池関係も1兆5,000億円の投資を発表しましたが、垣谷報告では「システムサプライヤーとの仲間



づくり」としてカーメーカー自身が 0.5 次になり、システムサプライヤーも Tier0.5 化する、新しい動きが紹介されている。今後、この動きがどう展開されるか、興味深いところです。

第 6 報告、李先生の「現代グループの脱炭素化の移行期における両利きの経営」では、まず現代グループが「ファスト・フォロワー」になった理由が整理された上で、移行期によってどういう経営が行われてきたかが紹介されます。ここで非常に重要なデータが示されました。内燃エンジン車と電動車のコスト比較、120 万円と 177 万円、エンジンに関して言うと 45 万円と 102 万円となる。その中で占める割合が、電池が 70 万円。そうすると、お金の面でも CO2 発生の面でも、ありとあらゆる面で電池が本当に EV 問題のコアに来るのだなということが明示される。この新しいものに取り組んでいくときに、既存施設を利用しながら、効率よく進めてきたという両利きの経営が紹介され、最後に FCEV について、現代グループの技術の深化と探索の取り組みが紹介される。

全体として電池の問題が非常にやはり深刻だということですが、その上に、EV への移行となるともはや充電インフラの整備などは自明の課題として、将来の社会にツケを回すことになる、大変な投資をしなければいけない段階に来ていると実感しました。それは社会システムをどうつくり変えるかという大変な課題だなと思います。

第 4 報告について、利益率の紹介では、この利益率の違いについて何か理由があるのかどうかということが 1 点です。それから、2 点目は、トヨタの 0.5 次ということですがけれども、これは要するに、電動車と駆動系に関するものか、それともそうではなくて、一般的にサプライヤーとの関係で、自動車メーカーとの間ではその 0.5 次という考え方が一般化してくるということなのかどうかということです。

最後は FCEV の話ですが、そこだけが中核技術というのは、やや絞りすぎなのではないか。FCEV というのは、水素自身が二次エネルギーなので、元来の直接発電という形ができない限り、ある意味ではバッテリー EV と同じような 2 次エネルギー的な側面があるということです。

#### 【質疑応答】

ハイム：ありがとうございます。清先生、コメントと質問、ありがとうございます。とても大切な質問をして頂きました。中国民族系のバッテリーメーカーの今まだ研究の最中です。特にその利益の面、その資金がどこから来るかについて、私は、最近、これにも非常に関心があります。国営企業と違うパターンがあるのではないのでしょうか。だとすれば、バッテリーメーカーはどのような成長のパターンなのかという観点からお答えします。

まずは、第一には、CATL は 2011 年に設立して、最初は BMW と取り引きして、それから能力は非常に幅広くなって、どんどん他のメーカーのほうも始まって、去年は新しい開発センター設立して、もう CATL は今の資本の面で考えても、カスタマイジングの能力で考えても、その開発能力で考えても、圧倒的に強いポジションにいます。これに対して、2 次とか 3 次の部品メーカー、アノードとかカソードを開発とか生産をするメーカーの利益は非常に低い。なぜなら、2015 年と 2020 年の間に 2 つの方向がありました。専門化された企業、例えばカソード BMS だけとか、アノードだけやる、セパレートだけと言う方

向がありましたが、1つは倒産しました。あるいは買収されました。主に買収された中小企業は、もはや原材料の価格に何も交渉能力がないです。特に去年のリチウムなどは非常に値上がりしました。加えて、新しい制度化されたシステムは、やはり長期間の契約になります。工業メーカーとバッテリーメーカーは、ある程度ここで交渉します。もう2年間、3年間の契約をして、その値段は変化しないようにといったルールは近いうちに制度化されると思われます。そうすると、3次の部品メーカーなどはもう交渉力がないし、自動車メーカーも交渉力がなくなっています。特に去年11月ぐらいにBYDは、12%もの大幅な値上げをしました。また、BYDは、他のメーカーに供給するようになった。ですから、まだまだ先は読めないですね。CATLはいろいろな面で考えると、もう圧倒的に強いポジションになった。プラス、チャンキー、Ganfeng Lithiumも、バッテリーもあって、セルパック、バッテリー、全部を生産できるようになりましたから、そこでは、工業者としては基本的に利益率は非常に低いですね。逆に、チャンキーやGanfengは、チャンキーは去年はマイナスで、問題になっていろいろ投資し、オーストラリアのマイニングなどを買収しました。この結果、この2、3年で、チャンキーやGanfengの利益率はどんどん上がるようになりました。そうすると、もう自動車メーカーはそれに関連して、例えば2025年、2030年を考えると、こうした取引パターンになることははっきりしていて、恐らく多分以前のように、トヨタさんとかは原材料を買って部品メーカーに提供するといった取り組みはなくなる可能性は高いと思います。

遠山：ありがとうございます。それでは、垣谷様、お願いいたします。

垣谷：コメントありがとうございます。まず、Tier 0.5という表現とか定義がいいかというのは、これは関西大学の佐伯先生のあの言葉を使っているだけなので、ちょっと私からは難しいコメントなのですが、ただ、自動車メーカーとして言えるのは2つあります。トヨタ自動車としては2019年にこのシステムサプライヤーをやっているという方針転換をしたのは、やはり大きな理由として2つありました。1つはやはり自分たちが開発した技術を、俗な言葉で言えば、ガラパゴス化させたくない。中国の場合は、幸い、李先生の報告のとおり、ハイブリッドという車を否定しているわけではない。ダブルクレジット制の中で、民族系もハイブリッド車を生産販売していきたいということであれば、そこにトヨタがいわゆるサプライヤーとして供給していくということをやりたいという思いがあります。それがさらにFCの場合は、もっと当時厳しい状態にあって、やはり乗用車の、MIRAIという車だけでは全然そのFCシステムが普及しないと。それよりも商用車に適している技術ではないかということでもいろいろやっているということで、その中で中国では、同じように電気自動車一本槍の政策から、2008年ぐらいからちょっと方向性を変えたので、そことうまくタイアップできていると思います。

あともう1つは、もちろん量販について、規模の経営というものもありますので、なかなかやはりこういった技術の開発の開発費は回収できない中で、多く出ればそれだけ原価が下げられるという企業側の論理もあると思います。

李：大変貴重なコメント、ご質問ありがとうございます。まず、第6報告に関する質問について答えさせてください。現代自動車の水素燃料電池車の技術のみを中核技術としてい

いかというご質問ですが、これは先生のご指摘のとおりで、私としては中核技術の1つとして位置づけています。一方で、現代自動車は水素燃料電池車を開発するプロセスの中で、実は電気自動車の技術も身につけたと見られています。これは日産も同じような経緯があったと思いますが、水素燃料電池車には、ご存じのように、走行用のモーターと、エネルギー密度は低いのですが、ほとんどハイブリッド車に相当する電池が搭載されます。ということで、現代自動車は、実は2014年までハイブリッドの次は水素燃料電池車が主流となると見ていましたが、その見立てには確かに誤りがありました。その過程で、エコカー全般に関する技術を身につける1つのきっかけになったのではないかと認識しています。

続いて第3報告に関しては、確かに中国での車載電池取引のパターンには多様性、多面性があるというちょっと歯切れの悪い結論になっています。ただ、重要な発見として、湯先生が指摘された、中国でも欧米企業と韓国電池企業との間で行われている電池セル中心の水平的分業が多いという見方に対して、民族系車両メーカーによっては、電池セルに関する能力にさまざまな格差があり、電池パック中心での水平的分業が多く見られたということを発見したという点では、それなりに意義があったのではないかと思います。

このように多面性、多様性が見られる要因としては、いくつかのリスクや不確実性があるからではないかと思います。1点目は、まず需給のバランスにおけるリスクがあるのではないかと思います。自動車の電動化が加速化する中で多くの車両メーカーが車載電池の供給が逼迫するのではないかとという危機意識から、アメリカの車両メーカーも最近韓国電池企業と合併を組んで、まず十分な供給を確保しようという動きがあります。LGとGMの間ではUltium Cells（アルティウムズ・セルズ）ですね。あとSK Innovationとフォードの間ではBlue Ovalといった国際合弁車載電池企業が設立され、車載電池の安定的な供給先の確保が図られています。

2点目ですが、イノベーションの不確実性が挙げられます。電池セルにおいて、現状ではリチウムイオン電池が主流となっていますが、今後は全固体電池、ハイニッケル、こういったイノベーションがどのように進むかという予測にはリスクが伴います。電池パックのレベルにおいてもブレードセル電池といったモジュールを介しない電池パック、あとCell-to-Packといったイノベーションが試みられており、これらのイノベーションが支配的なモードになれば、電池パックのアーキテクチャの性質が大きく変わる可能性があります。最後に、佐藤先生が指摘しているように、中国のバッテリー企業の技術能力には、依然として大きな格差があるということです。つまり、技術能力の平準化が進んでいないということから、こういった多面性が見られるのではないかと認識しています。

遠山：ありがとうございます。それでは、フロアからの質問もお願いします。

質問者：3つの質問をしたいと思います。1番目は、電池の話ですが、この電池といっても電池の中でもいくつか、混ぜ方によっていろいろ変わってくる場所があります。ニッケルだとかマンガンだとか、そういう中の混ぜ方がLFP型とNMC型と2つあり、日本など従来のやり方だと、NMC型がメインでした。中国などバッテリーメーカーがやっていたのはLFP型であって、そこはどちらかという充電能力が約300キロメートルから400キロメートルの間で動いているものだったと思います。それが、特許が今年切れると

ということで、バッテリーメーカーの中でも、どういうバッテリーを中心に、それはもちろんどういったお客さんが多くなっているかによりますが、それによって最初に理論的な背景で言っていた破壊的なイノベーションというものと関連づけて考えると、どちらに行くのか、それによって分業構造というものも変わりそうな気がします。その点を伺いたいと思います。

2番目は、李先生への質問で、現代自動車の、いわゆる脱炭素化の話です。確かに現代自動車がハイブリッドをやりながら、いろいろ技術を学習して、ついにトヨタの水素の特許公開を境目に、おそらく水素自動車に本格的に参入することになり、そのときに、どちらかというところ現在の政府の投資について、イノベーションの方向性を水素経済へとすごく推し進めたところがあるかと思えます。それによって今、水素をやっているということが、本当の事実だろうかという気がして、いわゆる最近の国際会議とか、あるいは全世界で今、脱炭素という流れに乗りたくてそういうことをやっていたということは、ちょっとどうだろうかと思っているのです。もちろん結果的にそれができればいいという話ですが、両利きと言いながら、本格的には国内では水素を政策の支援の上で進めていくと。グローバルで見ると、実はそっちよりも電気自動車や、あるいはガソリン自動車を中心に回していくというようなイメージがあるので、その点どうお考えでしょうか。

3番目は、BYDとCATLの話です。BYDの場合は、どちらかというところ最初は内製用として電池を開発して、CATLの場合は元々バッテリーメーカーとして、異業種から入ってきているのです。ですので、バッテリーの特化した専用メーカーとして、彼らは戦略的に外販中心のやり方で、BYDの場合は内製を中心に、中国政府の政策転換とともに外販を始めたというふうに把握しています。けれども、それによって、実際の垂直統合型とか水平分業型だという話をしたとしても、やはり質が違うのではないかという気がするのです。この質というのは、やはりどこまでを水平と言うのかということと、垂直と言ったときに、いわゆるガバナンス向上の中にあれば垂直と見られるというのが一般的だと思うのですが、今日の発表でご指摘、あるいは見方としては必ずしもそうでもないような印象を受けるのです。その点を教えていただければと思います。非常に詳細な調査で、大変勉強になりました。ありがとうございます。よろしくお願いします。

李：大変貴重なご質問ありがとうございます。まずはLFPです。このLFP電池というのはノーベル賞受賞者のグッドイナフさんともかかわって、なぜか中国で生産が行われていたのですが、実は韓国の電池企業も、この特許が解けるとLFP電池に参入するという動きを示しております。リチウムイオン電池は、正極材として「ニッケル・コバルト・マンガン」などを使用する「三元系」とリン酸鉄リチウムを使用するLFPに大別されます。LFP電池は、エネルギー密度は相対的に低いですが、安価で長寿命という特徴を持つとされています。中国でよく売れている車種モデルを見ていただきますと、中国の上海汽車と米国GMの合弁企業であります上汽通用五菱が開発した宏光Mini EVのように、日本の軽自動車よりも一周り小さい超小型バッテリーEVが売れ筋の上位を占めています。そうすると、クリステンセンが言ってるように、超小型バッテリーEVという新たな市場においてはリン酸鉄型のほうが普及する可能性もあります。

2点目のご質問については、確かに、現代自動車グループがバッテリーEVに注力しつつ、水素燃料電池車の製品開発を重ねている背景には近年韓国政府による水素経済への投資があります。実際、私が2014年に最後に現代自動車本社に行かせていただいた際には、同社は未来市場の主流は水素燃料電池車だと言い張っていました。同社が水素燃料電池車からバッテリーEV重視へ舵を切ったのは2015年頃のことだと思います。2015年に大きな転機が3点あったと思います。1つは、気候変動枠組条約締約国会議、すなわちCOP21のパリ協定において初めて先進国と途上国が合意した形で、環境規制がシステム的に導入されたことが挙げられます。2つ目に2015年はフォルクスワーゲンのクリーンディーゼル不正のことが発覚した年でもあります。これによってヨーロッパがクリーンディーゼルからハイブリッドはなかなか難しいので、バッテリーEVに大きく開発の方向性を転換したという経緯があります。3つ目は、中国が2015年に「中国製造2025」という国家的目標を打ち出し、急速に自動車産業の電動化を推し進め始めたことがあったかと思います。2014年に現代自動車グループが標榜している電動化のロードマップと、2020年の実際の同社のエコカーモデル発売実績を比べてと、同社のバッテリーEVのモデル数が当初の計画よりはるかに多いということが分かります。

最後の質問については、BYDというのは電池企業からスタートし、車載電池から車両の組立まで垂直的に統合した企業と言ってもいいのでしょうか。CATLはバッテリー企業でありながら、世界各国の車両メーカーとの間で複数の合弁電池企業を構えてビジネスを展開しています。水平的分業と垂直的分業の定義ですけれども、我々は深い関係性に基づいた少数のプレイヤー間での長期的な取引を垂直的分業として捉えています。これに対して、弱い関係性をベースにした多数対多数の関係性のもとで行われる取引を水平的分業とみなしてみます。そこで、湯進先生の研究によると、中国は電動車とともに電池に対しての先行投資が国家的に行われていたとされています。それによって多くの電池企業が設立され参入したわけです。自動車メーカーも多いので、そういう意味では実は水平的分業が成り立ちやすい土台があります。土台があるのですが、もちろん電池のセルレベルで水平的取引をしたほうがアーキテクチャ的には整合的ですが、中国ではそういう環境にないので、電池パック中心の取引が行われている現象が顕著に見られるのではないかと認識しています。

蓮見：本日は、本当に勉強になりました。清先生がご指摘されたとおりだと思いますが、EV車を使えるようにするためには、社会資本全体をつくり変えなければなりません。ヨーロッパの場合は、これを組織的にやろうとしていて、アジアの場合は、おそらく国任せになっていると思います。そこが長期的な発展にどのような影響を及ぼすだろうか、ということを考えていく必要があります。

関連して、李先生が報告された水素自動車のお話ですが、確かに一時よりも水素自動車に対する熱が冷めたというのがあります。その大きな理由は、電気はとりあえずエネルギーとしても既に存在し、その商流ができています。ところが、水素は作って運んでという商流がまだできていません。それは1企業だけではできないことですから、水素市場の将来は、やはり国策次第なわけですね。ですから、企業としてはまだ手が出せないというのは

わかります。ただし、ヨーロッパのように再生可能エネルギーをどんどん使い出すと、大量の余剰再生可能エネルギーが出てきます。それを市場取引すると需給の変化によっては、ほとんどゼロコストで供給されることがあるのです。その余剰電力を利用すれば、貯蔵でき、運べる水素が安価に製造できるようになります。しかも、ガスパイプラインが張り巡らされているので、パイプラインに混入もできるのです。この点では、韓国は日本よりも条件がいいと思います。韓国は主要都市が天然ガスパイプラインでつながっています。そうすると、韓国で風のよく吹く地域に風力発電を建てて、余剰電力で水素を作って、それを天然ガスパイプラインでつなぐということも可能になってきます。国の政策として水素に真面目に取り組めば、実は水素自動車、少なくとも韓国市場においては非常に大きなポテンシャルがあるのではないかな、と私は考えています。

コメントになってしまうのですが、サプライチェーンだけではなくて、リサイクルチェーンの構築が問題になってきます。これからバッテリーがどんどん普及します。それはいいことかもしれませんが、製造の際のCO<sub>2</sub>が増える面もあります。さらに申し上げれば、それをリサイクルするときの商流が全然できていません。リサイクルする時にも有害物質が出る可能性があり、ヨーロッパでは、そのリサイクルの商流のルールを作り始めようとしています。それも作っていかないと、どんどん電池を作ると、結果的には地球を今よりももっとひどく汚してしまうというリスクがあります。ですから、リサイクルや再利用、およびその商流についてきちんとしたルールを作って、そのルール上で企業が競争できるような新しいマーケットをつくらない限りは、EVも含めて再生可能エネルギー市場というのは成立しないのではないかな、と私は考えています。少なくともヨーロッパではそれに着手していますが、他の地域ではほとんど始まっていない状況で、EVを増やすとか再エネを増やすというだけで地球がクリーンになるのかというといえ、それは違うと思います。コメントになってしまいましたが、韓国メーカーはやはり水素自動車を諦めないほうがいいのではないかというのが私の意見です。

遠山：ありがとうございます。それではお時間も超過しましたので、本日の最後、先ほど蓮見教授がディスカッションの際に言及しましたけれども、自動車産業と、それから環境政策と世界的な地球環境をどう維持、そして経済成長や、そういうものと調和していくかという非常に大きなテーマです。ですから、こうしたさまざまな参加者の皆様や研究者の皆様、それから実務家の皆様とさらなる議論を深めたりして考えていくことは非常に重要な機会になるのかなということで、本日の公開講演会もたいへん盛況でした。

この公開講演会は実は第1報告をした蓮見教授が主催者でございますので、最後に、蓮見教授から一言よろしく願いいたします。

蓮見：ありがとうございました。脱炭素と言いますか、環境政策を社会実装していく時に、まさにバッテリーの部品という実務レベルのお話と、私などが取り組んでいる大きなマクロのお話をいかに組み合わせていくかが重要だ、と改めて思いました。なかなか異なるアプローチの研究者が出会う場がないのですが、今回、皆様にご協力いただき、ありがとうございました。

これからも、皆さんと協力させて頂ければと考えております。幸い、私どもは、2022

年から3年間、市村清新技術財団から地球環境研究助成を頂きました。そこでの問題意識というのは、欧州グリーンディールをいかに社会実装するかということです。先日、助成金の贈呈式がありまして、審査委員長の小宮山宏先生が強調されていたのですが、社会実装を考える上で、本当に細かな技術の問題と社会システムの問題をあわせて考えていかなければならないと思います。今日は、改めてそのことを強く感じた次第です。今後ともぜひいろいろ教えていただければと思います。

長時間にわたりまして、パネリストの皆さん、それから参加者の皆さん、本当にありがとうございました。

遠山：本日の報告者の先生方、それからコメンテーターの方、ありがとうございました。それでは、これでお時間となりましたので、本日の立教大学経済研究所主催の公開講演会を終わりたいと思います。ありがとうございました。