

MMRC
DISCUSSION PAPER SERIES


No. 350

中国における電気モビリティ社会の成立と持続成長
—中国における電気自動車ビジネスへの取り組みを中心に—

東京大学ものづくり経営研究センター

李 澤建

2011年4月

 **MONOZUKURI** 東京大学ものづくり経営研究センター
MMRC Manufacturing Management Research Center (MMRC)

ディスカッション・ペーパー・シリーズは未定稿を議論を目的として公開しているものである。
引用・複写の際には著者の了解を得られたい。

<http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/index.html>

Eco-innovation: Sustainability of China's Economic Growth and Strategies: A Case Study on for Chinese EV Business

Zejian LI, Ph.D.in Economics

Manufacturing Management Research Center, the University of Tokyo

Abstract

Since 1993, China has shifted from a net crude oil exporter to a net crude oil importer. However, Due to the country's fast economic development, the imports of crude oil has increased dramatically in the following years, and reached alarming levels, as 51.29%, in 2009. It means that more than 50% of total oil consumption of China mostly has needed to be imported from Africa & Middle Eastern Countries. Furthermore, since more than 75% of oil imports are supplied by shipping, the shipping security and energy self-sufficiency have become into an issue for China urgently.

Basing on the view from environmental management, in this paper, we focus on the sustainability in Chinese economy, as we have discussed above, and try to clarify the variation and interdependency in Chinese energy security issues by using DPSIR framework.

In this preliminary exploration, under China's present energy portfolio, we posit that: firstly, the structural risk management system of China needed to be optimized as a hedging for energy security risk from growing future dependency on oil imports and also from geographical ubiquity in coal; secondly, it is the risks me mentioned above that force Chinese government, as a potential factor, to promote eco-innovation through Coal-electricity integration project; finally, as a potential synergy between power generation and consumption, plug an electric vehicle (EV) into grid will not only enhance coal-fired power plant efficiency, also improve the energy efficiency of renewable energy. Therefore, that is why we use case studies on Baoya New Energy Vehicle and BYD Auto to show how corporate grow under above eco-innovation creation in China

Actually, we agree with those comments that a study from industrial organization is needed here to enforce our opinions; we like to cope with it within our following works.

Keywords: Chinese economy, energy security issues, sustainable development, Environmental Management, Electric Vehicle

中国における電気モビリティ社会の成立と持続成長

Eco-innovation: Sustainability of China's Economic Growth and Strategies

—中国における電気自動車ビジネスへの取り組みを中心に—

A Case Study on for Chinese EV Business

1. はじめに

2009年中国の原油生産量は1.89億トンで、原油輸入量はそれを上回った1.99億トンであった。1993年に中国が原油純輸入国に転落して以降（図1参照）、2000年ごろまでの原油輸入依存度は24.8%程度と依然として低い水準であったが、2009年になりそれが遂に50%という警戒線を越え51.29%に達した。それ故に、金融危機後の中国政府の経済運営において、持続可能な発展に必要とされるエネルギー安全問題がいつそう顕在化した。とりわけ、中国の原油輸入問題においては、調達量の75%が中近東とアフリカなどの政治不安定地域に集中しているため、石油輸入の大半が海上運送に頼らざるをえない状況にある¹。しかも、その海上運送量の8割がマラッカ海峡を経由しなければならない（張・管、2007）。調達先が偏った以上、航路に死角が存在するため、中国の石油事情において、調達、運送、消費にそれぞれ大きな不安が伴われる。更に、図1が示すように、近年中国の一人当たりの一次エネルギー（石油、石炭、天然ガス）消費量は2009年時点には、日本の4割弱の水準にすぎないが、一次エネルギー総消費量では、既に世界全体の17.29%を占めるようになっている。他方で、2009年中国のGDP総額は世界全体の8.48%で、両者をあわせて考慮すれば、中国のGDPあたりのエネルギー利用効率において改善の余地が依然大きいことが指摘できる。しかし、その一方で経済成長を最優先の目標に据える中国政府にとって、これからの高成長維持には、エネルギー安全問題が避けて通れない緊急な課題になっている。とりわけ、輸入原油に対する依存度が今後も大きく低減すると期待できないなか、石油の国際価格に対する影響力がいまだ薄い中国にとっては、経済の持続成長を維持するために、何より「脱石油依存」はエネルギー安全問題を解決するための最優先課題となっている。

だが、これまでの先進国の経済発展の歴史において、化石燃料が果たした役割は絶大である。中国のような人口超大国が主として非化石燃料に基づいて工業化が進行しつつ、低炭素社会への移行に成功した前例がまったく無かったため、脱石油依存の具体策には創発的戦略＝イノベーションが必要とされる。更に、原油輸入依存度が既に70%に達しているインド経済の今後の離陸を考えれば、持続経済発展のためのエネルギー問題は、中国の一国特有な問題ではなく、新興国の経済発展に共通する課題として認識する必要がある。

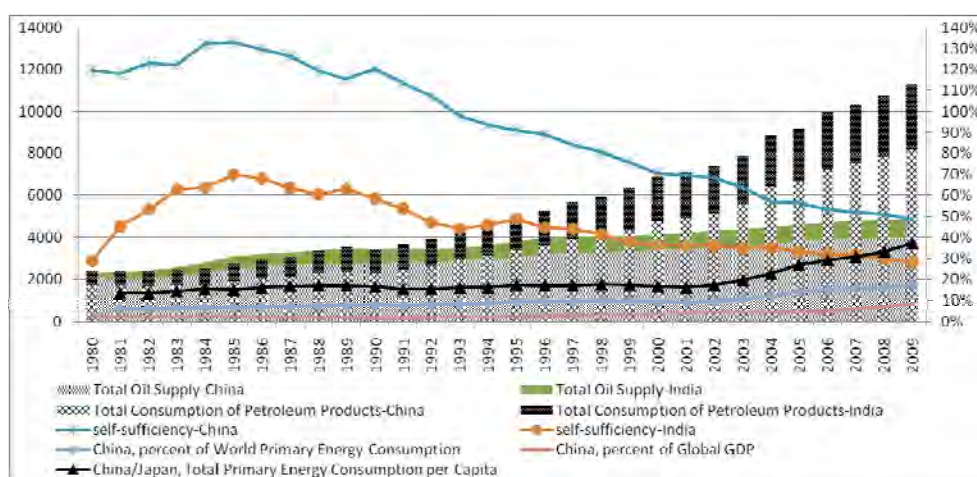


図1 中国とインドの経済成長と石油需給状況（単位：Thousand Barrels Per Day）

出典：International Monetary Fund, *World Economic Outlook Database, October 2010*, US Energy Information Administration, より筆者作成。

そこで、本稿の課題は環境経営学の視座から、DPSIR フレームワークを用いて、中国における持続可能な発展に必要とされるエコイノベーションを促す因果連鎖を解明し、政府が対応策の一部として推進し続ける電気自動車ビジネスを対象に、比亞迪自動車や宝雅新能源汽车が、戦略的にサステナビリティ維持需要を自社の成長戦略に織り込もうとする事例を試論することにある²。

2. サステナビリティからエコイノベーションへ：諸視点の整理

持続可能な成長発展に対する主な関心は、比較的資本主義が新たな変貌を遂げようとする20世紀（1960年代以後）の出来事であった。Fuller（1969）は、地球資源の有限性を、食糧が満載した閉じられた宇宙船（Spaceship Earth）という世界観を提起し、資源が無限性であるという認識に基づいた当時の人間社会の経済成長パターンとその無謀な資源消費のあり様に問題があると説き、世間のサステナビリティに対する関心を湧き立たせた。後に Spaceship Earth という概念の影響を受け、Boulding（1966）は従来の「消費は生産を呼ぶサイクル」をカウボーイ経済（cowboy economy）＝開かれたシステムと称し、その方式から将来的に閉じられたシステム＝宇宙飛行士経済（spaceman economy）へ移行すべきであると主張した。その主張を簡単に解釈すれば、カウボーイ経済では、大草原で移動しながら生活するカウボーイが、たとえ放牧地域内の資源を全部消費したとしても、移動すれば新たに資源を獲得でき、制約を受けないまま生活できる。すなわち、「資源は無限にあり、成長はいつまでも続く」という当時の社会認識をこの事例で喩えた。それに対して、宇宙飛行士経済では、将来の経済成長パターンとして、ストックが有限な宇宙船に生活する宇宙飛行士が全ての活動を閉じられた環境システムとしての宇宙船内で保障可能な範囲におさめる必要があるように、経済活動を持続させるためには、有限な資源を循環させる必要性に基づくステナビリティという理解は必要不可

欠であることをこのように比喩的にたとえたのである。この主張は Boulding (1966) の最大の示唆といえる。更に、ステナイビリティを厳密に論じる研究では、ダイナミック・システム・モデルに基づき、幾何級数的成長＝加速度的に進む世界人口、工業化、汚染、食糧生産、及び再生不可能な天然資源の消費という五つの独立変数の間の相互作用を、数学的工程式を用いて分析することを通して、成長限界が想定外に早く到来しうることを、そして持続可能な成長への早期移行の必要性を訴えた Meadows et al. (1972) が挙げられる。以来、サステナイビリティ問題に対する関心は、地球環境問題をはじめとする人口問題、地球温暖化、生物多様性の維持、環境保全、資源保護など多岐にわたって、定常経済、グリーン経済、生態経済などの多数の経済学的アプローチによって議論がなされてきた (Daly, 1973; Pearce et al., 1989; Daly et al., 2004)。

一方、経営学的アプローチから、企業行動とサステナイビリティとの結び付きを扱う環境経営理論 (Environmental Management) の登場が 20 世紀末から 21 世紀初頭にかけてようやく成立し始めたのである。その定義についていまだ諸説が試されているが、「企業のビジネス運営に起因した環境負担を低減させることを目標とする技術的・組織的活動を対象とする研究」として一般的に認識されている (Cramer, 1998)。その定義からわかるように、この学問の初期の研究関心は主に企業経営による環境負荷の改善を持続的に実現させるための制度設計に置かれ (Arthur D. Little, 1992; Hopfenbeck, 1993; Brezet and van Hemel, 1997)、反対に、企業がいかに自らの行動を通じて、環境経営を実践するかに対する関心は疎かになっていた (Vermeulen et al., 1995; Wallace, 1995; van der Mandele et al., 1995)。つまり、環境経営にまつわる議論は個別に識別かつ認証可能な企業のボランティア活動とそれに基づく政府の環境方針策定にそって展開され (Wagner, 2007)、主に企業が自ら環境問題に対する方針を設定したり、それに基づいて取り組んだり、結果を環境報告書としてまとめて公表したりする企業の社会的責任に関連する活動がメインな議論の対象になっていた。その反面、企業のビジネス運営に起因した自己責任による環境負担でなくとも、社会全般の環境負担の低減に取り組む活動に対する議論が欠如していたと指摘できる。こうした関心は 2000 年以後、ようやく環境問題に取り組む企業活動に見られるイノベーティブな側面として、環境イノベーション (Environmental Innovation) = エコイノベーション (Eco-Innovation) というテーマの下、着目されるようになってきた (Brunnermeier & Cohen, 2003; Ziegler & Rennings, 2004; Rennings et al., 2006)。

エコイノベーションとは新しいアイデア、行動、製品、プロセスを開発し、もしくはそれらを新たに導入・応用することを通じて、環境負荷の低減や生態学的に指定された持続可能な目標に貢献する企業と個人による取り組みをさす (Klemmer et al., 1999; Rennings, 2000;)。この定義からわかるように、エコイノベーションには

製品的イノベーション（Environmental Product Innovation）と過程的イノベーション（Environmental Process Innovation）という二つの構成要素が内包されている。従来の生産－消費サイクルにおいて、企業の社会的責任の下で行われる環境保全活動が主に環境に対する負の外部性を低減させる効果を有する一方で、エコイノベーションは、環境保全に必要とされる新製品・新手法を開発する行為を通じて、その行為自体に伴う負の外部性を低減させると同時に、環境に対する正の外部性を向上させる効果を併せ持っている。したがって、エコイノベーションは環境外部性において正と負の二面にわたり起用できる点に特徴がある。特に、正の外部性を向上させることを通じて、環境保全を達成できることは環境経営学において、エコイノベーションが注目される理由の一つとも言える。

本稿で後述する中国における電気自動車製品の普及は、この範疇の議論に属する。しかし、こうしたエコイノベーション活動には、政府、企業、個人、環境など数多くの主体が絡み、従来の一企業内で行われる狭義のイノベーションとは異なり、「社会性」が要求されている。このようにして、エコイノベーションに対する記述と評価は、その中の各主体間の因果連鎖関係に対する分析として置き換えることは可能であり、その中身を理解するために必要不可欠な作業となっている。その際に、ダイナミックシステムの各内部ファクターの因果連鎖関係及び内外相互作用の有効な分析ツールとして広く知られているのは DPSIR フレームワークである（図 2 参照）。DPSIR フレームワークでは、推進力（D:Driving forces）→圧力（P: Pressures）→状態（S: State）→負荷（I: Impact）という因果連鎖を特定できる一方、因果連鎖と相応しい対策（R:Response）をいかに策定できるかまで、分析を可能にしている。

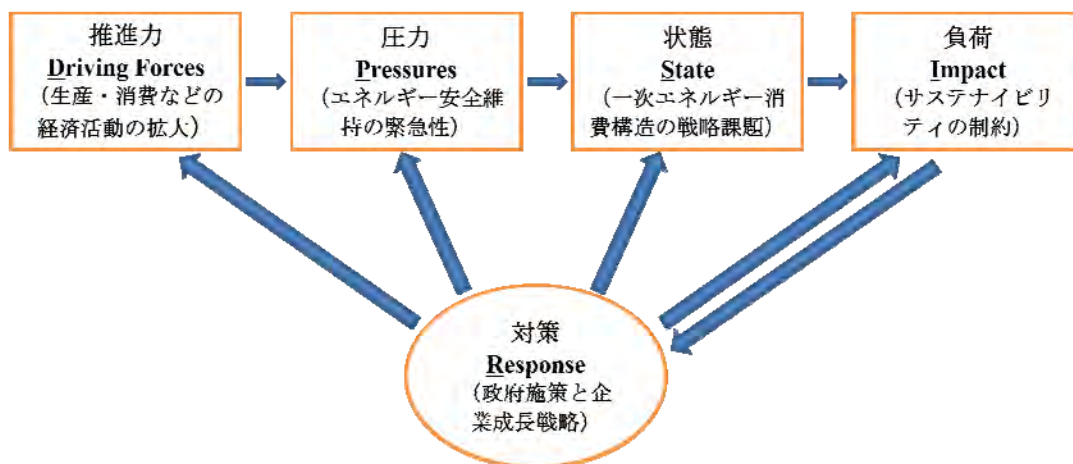


図 2 エコイノベーション諸ファクターの構造関係—DPSIR モデル

出典：EEA（1999）に基づき、筆者加筆。

推進力（D:Driving forces）とは生産・消費などの人類活動によって環境に圧力をもたらす潜在要因のことで、本稿では主に中国のエネルギー安全問題をもたらした潜在要因として分析する。圧力（P: Pressures）とは環境に波及した圧力そのものを

指すが、本稿では主として中国がエネルギー安全問題で直面している圧力として分析する。状態（S: State）とは上記圧力を受けた後のシステムの様子であり、本稿では、中国のエネルギー安全問題における一次エネルギーの需給構造に見られるねじれ構造として説明する。負荷（I: Impact）とはシステムの変化に起因した影響を指し、ここでは主にエネルギー安全問題の存在による中国経済のサステナビリティに与える制約を分析する。最後に、対策（R: Response）とは、前述した制約を解消するための取り組みで、本稿では政府施策と関連企業の成長戦略という二つアプローチにおいて、分析を進める。

3. DPSIR フレームワークによる中国のエコイノベーションの動因分析

（1）推進力（D: Driving forces）

図3が示すように、2010年1-10月期の中国の自動車生産実績を見ると、仮に11月と12月は10月と同様の水準で推移すると予測すれば、通年では総生産台数が1800万台に届く勢いである³。2009年の1379万台から30%以上の増加となり、2年連続世界最大の自動車生産国になるのは確実であろう。しかし、2000年当時の生産台数は僅か206万台だったという歴史を思い返せば、まさしく『成長の限界』（Meadows et al., 1972）で指摘された幾何級数的成長である。この10年間の自動車市場の拡大速度は平均して年率25%に達する。その加速度は、同期間内の道路総延長の年間平均増加率⁴の10.65%、原油生産量の年間平均増加率の1.69%、石油消費量の年間平均増加率の5.54%のいずれよりも高く、中国全体の石油消費量を上上げる主要なファクターになっている⁵。

一方、図3からわかるように、1960年ごろ日本では池田内閣による所得倍増計画、そして、同計画による各メーカー自動車生産能力の拡張を背景に、モータリゼーションが一気に進行し、マイカーブームが到来した。それ故に、1970年代初頭まで年間自動車生産台数に占める乗用車生産の比率＝「日本乗用車生産比率」が1962年の27.36%から、僅か10年の間で60.41%（1972年）に上昇した。一方、同図の「中国乗用車生産比率」が示すように、中国市場では「乗用車生産比率」が2000年の29.22%から、一気に2009年の75.29%に上昇し、日本の歴史経験に照合すれば、モータリゼーションが急進行した事が理解できよう。その中で注目したいのは、自動車保有台数の増加によって増え続ける潜在波及である。例えば、2010年2月に北京の自動車保有台数が400万台を突破し、1000人あたりの自動車保有台数が227台に達した。しかし、それは2007年5月に300万台を突破してから僅か2年7ヶ月の出来事である。同様の変化は東京では12年かかった。実際には、北京の自動車保有台数が200万台と300万台を突破した所要期間はそれぞれ6年半と3年9ヶ月であるのに対して、東京では5年と10年の歳月を費やしている⁶。倍増期間（Doubling time）で見れば、北京の自動車保有台数が100万台から200万台に倍増した所要期間は6年半だったのに対して、200万台から400万台に倍増したのは僅か6年4ヶ月

であった。一方、東京ではそれぞれ5年と22年であった。2006年以後、総じて「中国乗用車生産比率」の増加傾向が鈍化しはじめたものの、これまでの自動車市場は主に沿海部大都市圏に偏在していたが、2009年より、二段ロケットの点火役として期待される農村市場の始動が、引き続いてモータリゼーションを好調に牽引していくと思われる（李，2010a）。よって、エネルギーとインフラなどに対する圧迫問題が中国全土に亘り、エスカレートする可能性も懸念される。

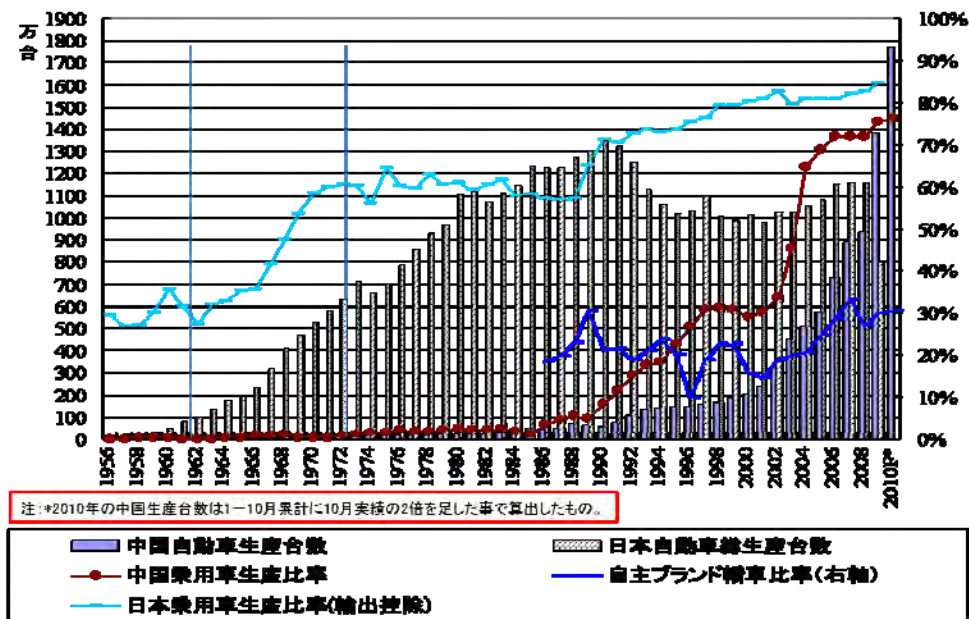


図3 中国の自動車生産（単位：万台）

注：*2010年の中国生産台数は1-8月までの実績の1.5倍として算出したもの。

出典：CATARC, JAMA, 筆者作成。

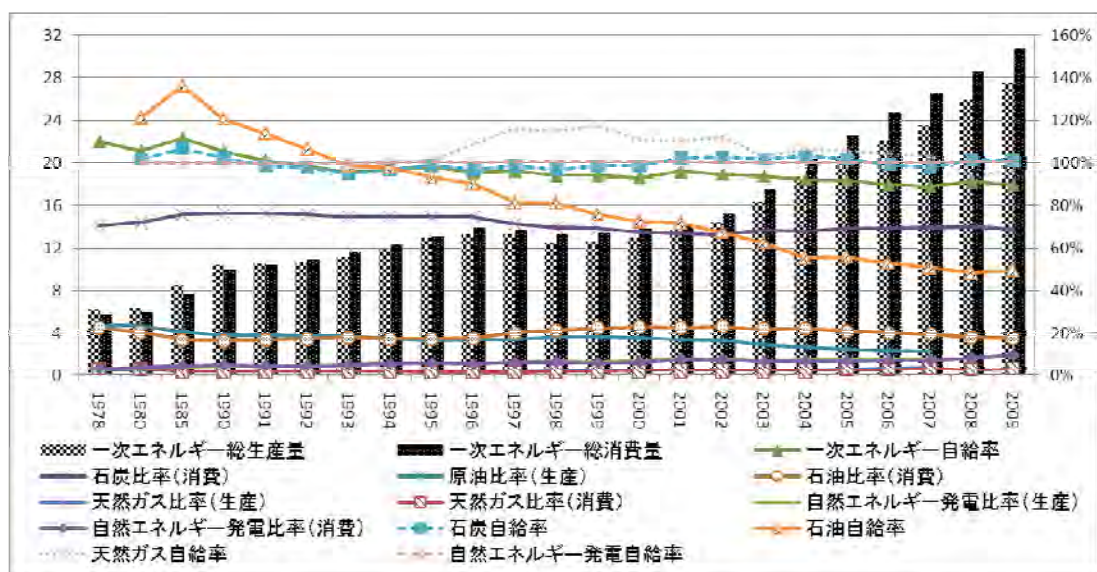


図4 中国の一次エネルギー生産消費構造（単位：億トンのSCE）

出典：『中国統計年鑑（2007）』、『2010中国自動車市場展望』、各種報道により筆者作成。

（２）圧力（P: Pressures）

モータリゼーションは、様々な社会的影響を引き起こしうるが、紙幅の関係上ここでは主にエネルギー関連で分析を進める。図 4 からわかるように、1990 年代を通して、中国の一次エネルギー総需給量はほぼ横ばいで推移してきたが、2000 年以後増加に転じ始めた。同時に、総消費量と総生産量の差額（＝エネルギー不足分）も次第に拡大し、2009 年には不足分が総生産量の 11.49%に達した。前述したように、2009 年の一次エネルギー総消費量では、中国が既に世界全体の 17.29%を消費する状況になっており、持続的成長を維持するためにまず乗り越えなければならないのがエネルギーの持続安定供給である。何より、自動車保有台数では 2000 年で 1608.91 万台にしか過ぎなかったのが、2005 年に 3160 万台に達し、2009 年には 7619 万台に急増した。保有台数の急増化は主に 2006 年以後に起こったため、石油消費に対する影響も今後加速度的に顕在化すると予想できよう。

図 1 と図 4 が示すように、1990 年代以降、中国石油製品の消費量が増え続けているが、自国の石油生産が追いつかない状態となっている。とりわけ自動車使用によって消費された燃料の比率が増加しつつあり、2008 年には、全体消費量の 40%に達しており、2020 年には、自動車燃料生産に使われる年間石油の総需要量が 5 億トンになる予測も立っている⁷。つまり、10 年後には自動車を走らせるためだけに、2009 年の中国石油総消費量の 1.25 倍の石油が必要とされるという計算になる。

（３）状態（S: State）

他方では、中国の石油確認埋蔵量が 2009 年には 27.9 億トン＝世界全体の 1%前後であり、2009 年の 1.89 億トンの原油生産量で割ると、静態的予測可採年数は 14.7 年になる。なお、中国では石炭可採埋蔵量は 2007 年に 1145 億トン＝世界全体の 13.5%で、米露に次ぐ世界 3 位の高さを誇る。そのため、2007 年時点では、石炭が 28.5%、石油が 35.5%、天然ガスが 23.7%、水力・風力・原子力などの自然エネルギー発電が 12.3%という世界の一次エネルギー消費構造に対して、中国では、石炭が 69.5%、石油が 19.7%、天然ガスが 3.5%、自然エネルギー発電が 7.3%となっており、全体需要が急拡大するなか、一貫して 70%を維持している石炭の役割が一目瞭然である（図 4 参照）。しかし、石炭にしても、2009 年の生産量で計算すれば、静態的予測原炭可採年数が僅か 40 年間しかないのである。このことは、加速度的に増加していく中国の石油消費量の大半が輸入に頼らざるを得ないことを意味する。このことはデータで検証することができる。1990 年代から 2000 年代にかけて、中国の一次エネルギー消費構造に占める石油の比率が緩やかに増加し、反対に、一次エネルギー生産構造における原油の比率が低下している（図 4 参照）。そのため、石炭、天然ガス、自然エネルギー発電における自給率が依然 100%前後に維持できたことに対して、石油の自給率が 2000 年以降に急低下し、2009 年には遂に 50%を下回ってしまい、全体の一次エネルギー自給率を 89.69%までに引き下げた。工業化、都

市化を背景に、さらには、モータリゼーションに突入する中国にとって、一次エネルギーの持続供給問題、そしてエネルギー消費における石油に起因した供給確保問題への対応は、エネルギー安全面にしても、サステナビリティ実現にしても、避けては通れない課題になっている。

(4) 負荷 (I: Impact)

「富煤・貧油・少気（豊富な石炭・欠乏した石油・希少な天然ガス）」というエネルギー供給構造を有する中国では、石油の欠乏だけではなく、石炭を中心に据えることによる独自の課題にも直面している。まず、資源の偏在性である。中国の石炭供給の60%は北西部（山西、陝西と内モンゴル）に集中しており、他方、消費地は主に経済が発達する東部沿海地域にある。そのため、石炭の消費には長距離運送の問題が生じる。現在、石炭運送の70%が鉄道に依存しているが、鉄道運送力の拡張が石炭の生産増加速度に追いつかず、一番の制約条件となっている⁸。鉄道の貨物運搬力が不足している中、自動車による石炭の道路運送量は2007年に総生産量の8.68%を占める2.2億トンにのぼる。しかし、鉄道と水上運送とを比較して、自動車による石炭運搬には多大な石油が必要とされる。2008年、交通運送・倉庫物流・郵便通信産業のエネルギー消費は全体の7.86%に上り、これからも加速度をもって増加していくと予測される。また、石炭資源の偏在性と大範囲の石炭運搬によって支えられる発電構造には、電気需要の増加に伴う運搬量増大にしたがって、システムリスクも増大する傾向にある。つまり、大規模自然災害や戦争によって石炭運送が止められると、75%以上の電力供給が火力発電に依存した中国の発電網には直ちに大きな支障が生じる。この点は中国のエネルギー安全問題に内包される構造的矛盾として指摘できよう。更に、2005年以後、石炭採掘に伴う人身事故の頻度と死亡人数が共に減っており⁹、大きな改善が見られるものの、一度に30人以上が死亡する事故の発生が大きな経済的損失と共に、社会に悪影響と不安を与えている。採掘段階の技術向上による安全対応が迫られている。最後に、CO₂排出低減と環境保全である。現に、中国では、粉塵排出の70%、二酸化硫黄(SO₂)の90%、CO₂の70%、窒素酸化物(NO_x)の67%の排出が石炭使用と関連している(陳, 2008)。よって、石炭使用段階の技術革新による排出物の低減をはかる環境保全活動による負の外部性抑制効果として期待されている。石油の欠乏と石炭資源立地の偏在性に伴うエネルギーシステムにまつリスクは、総じて中国社会をエコイノベーションに向かわせる最大な動因と言えよう。

(5) 対策 (R: Response)

2020年までに単位GDPあたりの二酸化炭素排出量を2005年比で40~45%削減する目標を定めた中国にとって、石炭を主体とする代替エネルギーの普及は問題解決のカギになっている。供給サイドにおいては、第一に、「煤電一体化」という火力発電のバリューチェーンの垂直統合を推進することによって、炭鉱立地の発電所を

建設し、石炭運送から電力運送へと切り替わり、総エネルギー利用効率の向上が図られている。そこには石炭運搬に伴うエネルギー消費と運送中断による電力供給中心というリスクを一括で回避する狙いである。第二に、零細火力発電所を淘汰し、火力発電所の集約化と大規模化を図るうえで、石炭ガス化複合発電（IGCC）技術を普及させ、石炭のエネルギー転換率をあげながら、CO₂と空気汚染物質の排出を低減させる。第三に、石炭化学の推進である。主に石炭液化と合成ガス化が主流であるが、特に後者の場合、ジメチルエーテル（DME）生産によって、将来的に大規模な軽油代替が期待されている。その他、再生可能エネルギー普及の推進も期待されているが、不安定な供給は制約になっている。こうした理由によって、石炭の偏在性という課題が「煤電一体化」で電力供給の北西部集約をもたらすものの、電力網改造による長距離高圧送電システムへの移行で、一括での解決が計画されている。こうした長距離高圧送電システムへの移行が実現できれば、水力、風力、原子力、バイオエネルギーなどの自然エネルギー受容と利用に大いなる潜在性がある。

しかし、周知の通り、自然由来エネルギーの利用において最も問題として指摘されるのは、出力予測困難に起因した供給の不安定性や、常に発電量と消費量を一致させる必要に応じた出力制御の困難性という点である。ところで、スマートグリッドへの移行は、こうした問題の解決策として期待されており、そのため「スマート充電システム」の一環として、電気自動車は戦略的に推進されている。紙幅の制約上、本稿では、中国経済の持続成長に関するエネルギー戦略の分析に関してこれ以上立ち入ることは避け、これから、自動車産業における電気自動車ビジネスの成立に関する政府の役割を説明したうえで、比亞迪汽車（以下「BYD」と略称する）と低速電気自動車を中国で切り開いた宝雅新能源汽车（以下「宝雅汽車」と略称する）の事例を説明する。

4. エコイノベーション創出に向けた中国自動車産業

（1）「ダウンサイジング」から「省エネ」へ：強まる政府の政策運営の影響力

2008年、米国に端を発した世界金融危機は、中国政府に自国産業構造をエコイノベーションへ移行する発展ロードマップへと向かわせる絶好なきっかけを与えた。世界同時不況で一気に冷え込んだ国内経済に対して、中国政府は、単に需要を喚起するための刺激救済策を一般的に実施するのではなく、好況期になかなか進まなかった自国産業の構造調整をはかる好機として捉えた。2009年2月に、製造大国から製造強国への飛躍をはかるために、エネルギー効率の低い部門や重複建設による生産能力の過剰を淘汰抑制することを目的として、自動車、鉄鋼、繊維、設備、船舶、IT、軽工業、石油化学、有食金属、物流といった10大重点産業の振興と構造調整政策が打ち出され、優位部門における自主創新によるイノベーション能力と産業集中度の向上、そして持続可能なグリーン経済への移転に伴って自主ブランド製品の育成が図られた。

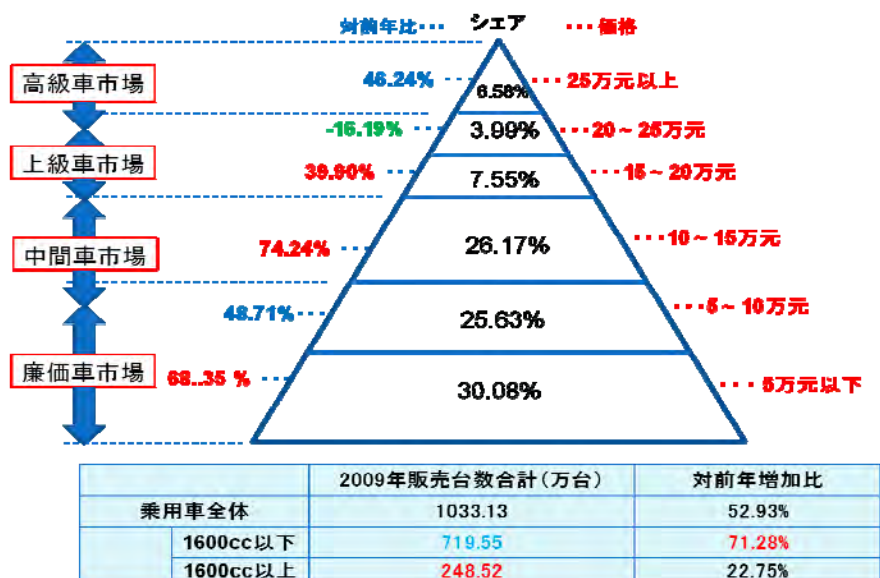


図5 2009年中国自動車市場の価格帯構成

出典：CATARC, SOHU 汽車より，筆者作成。

自動車産業に関して言えば，主に，エンジン排気量の1600cc以下の小型車に対して，取得税（購置税）率を10%から5%へ半減し，新車需要全体の「ダウンサイジング＝小排気量自動車普及」が図られた¹⁰。続いて，燃費の悪い高年式中古車の淘汰をはかる施策として，「汽車下郷」¹¹と「以旧換新」¹²を相次いで打ち出した。その政策の実施によって，1600cc以下の乗用車の販売台数が全体の7割を超え，同年では対前年比71%増の719万5500台になった。自動車市場全体では，製販台数が共に1300万台を超え，それぞれ，対前年比の54・11%と52・93%の急増となった。図5のように，2009年に一連の自動車産業振興政策が奏功し，10万元以下の廉価車市場が半分以上のシェアを占めるように拡大された。特に5万元（65万円）以下の超廉価車市場は，シェアと増加率のいずれからみても名実ともにボリュームゾーンになっている。この層の伸びに最も貢献しているのは，乗貨両用車，いわゆる日本の軽のワンボックス型ミニバンである。排気量は殆ど1600cc以下で，価格も5万元以下のため，「購置税半減」と「汽車下郷」などの政策の影響で，特に農村部において大いに販売されていた。さらに，上記施策のほか，上海，北京などの13都市での公共サービス用車両を対象としたエコカー購入に対する補助金支給政策の「十城千輛¹³」プロジェクトが並行して実施され，次世代自動車の普及における脱石油依存が正式に取り組み始めた。しかし，次世代自動車のロードマップに対するこの時期の中国政府の認識は，ハイブリッド車，Plug-inハイブリッド車（以下「PHEV」と略す），燃料電池車，クリーンディーゼル車と電気自動車などに分散しており，特に対象を絞ろうとはしなかったが，2010年に入ると状況が一転し始めた。図6のように，エンジンを中心とするハイブリッドとクリーンディーゼルを「省エネ」技術として認定し，台当たり3000元の補助金を支給するのに対して，モー

ターを中心とする PHEV と電気自動車を「新エネ」技術に認定し、手厚く補助して全面普及に取り組んだ。

2010 年の政策運営では、先ず、2010 年に入ってから、中国政府が、1600cc 以下の小型車に対する購置税減税を微調整し、税率を 7.5% に引き上げたことで、優遇幅を半減させた。代わりに、2010 年 8 月から、1600cc 以下の小型車の中から、既存燃費が 20% 以上に改善された省エネ型製品を対象に、更に台当たり 3000 元の助成金を支給する「節能産品惠民工程（省エネ製品キャンペーン）」を打ち出した。こうした微調整で、同様に 1600cc 以下の「省エネ車」の小型車を購入することで、購置税優遇幅の半減の影響を受けて 2136 元減以上に対して、3000 元が補助されるようになる。需要安定化をはかりながら、石油消費の増加勢いを抑制するという政府の思惑が明白である（図 6 参照）。

また、補助額の上限が中古車の下取り価格よりも安かったため、効果が薄かった「以旧換新」に対して、確実に廃車のメリットを感じさせるために、政府は上限額を 3000-6000 元から 5000-18000 元に引き上げる作戦に躍り出た。

現地生産自動車	1600cc	以上	補助金なし						
		以下	燃費規制値	範囲外	購置税減税優遇政策(期限付き)10%→5%→7.5% (10万円の商品だと、10万円÷(1+17%)×2.5%=2136元コスト増)			3000元/台	
					あり	省エネ車 (節能汽車)	ガソリン		3000元/台
							ディーゼル		
			なし	新エネ車 (新源汽車)	ハイブリッドHEV (E/G+Motor、二種燃料)	最高5万元			
					プラグインハイブリッドPHEV				
純電気自動車EV	最高6万元								
燃料電池車FC	最高25万元								

図 6 中国次世代自動車戦略補助スキーム

出典：各種報道に基づき、筆者作成。

最後に、「十城千輛」プロジェクトに第二次モデル都市¹⁴として、天津など 7 都市を新たに追加し、公共サービス部門におけるエコカー推進範囲を 20 都市まで拡張させた。同時に、20 モデル都市から、上海（VW, GM, 上海汽車, 華普）、長春（第一汽車, トヨタ）、深セン（BYD）、杭州（吉利, 万向, 衆泰, 青年蓮花）、合肥（奇瑞, 江淮）といった 5 都市を指定し、「新エネ車」の個人購入も補助の適用対象にした。各都市に立地するメーカーの状況を見ればわかるように、PHEV と電気自動車の最初の普及機会を民族系メーカーに振り分けようとする育成方針が見て取れる¹⁵。

（2）確立しつつある低速電気自動車という新ジャンル

近年、中国の都市化の下で、都市再開発が急速に推進されてきている。特に 90 年代後半より、一連の大規模開発が国民の生活様式を大きく変化させ、今日の低速電気自動車を誕生させる伏線となった。住宅と道路の建設が急ピッチに進む一方、公共交通の整備が比較的遅れたことが指摘できよう。特に定刻運転が達成できないことが、自転車やオートバイなどの需要に繋がった。しかし、90 年代以後、中国では交通渋滞、大気汚染、交通事故などを理由に、オートバイの走行を禁止したり、総保有台数を増やさないように制限したりする都市の数が 168 以上にのぼり、オートバイが都市部市場から追い払われた。他方で、都市再開発によって、中心部の地価が高騰し、都市住民は次第に周辺部へ住まいを移すことによって、通勤距離が延び、自転車での通勤も次第に不便となっていた。そのため、動力機関をエンジンからモーターに置き換えた電動自転車が、関連法規制が存在しないため、急速に普及するようになった。

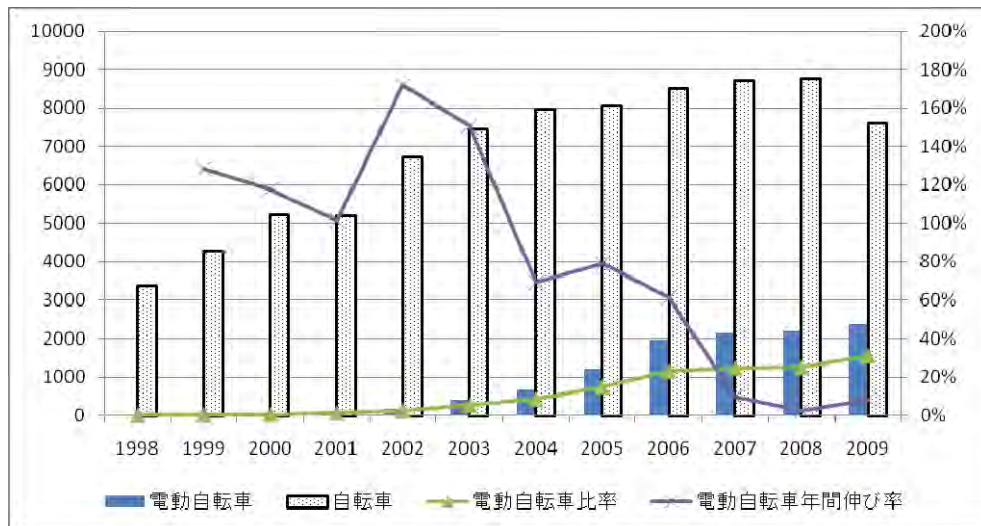


図7 中国電動自転車の生産状況（単位：万台）

出典：『中国自転車』各年版に基づき、筆者作成。

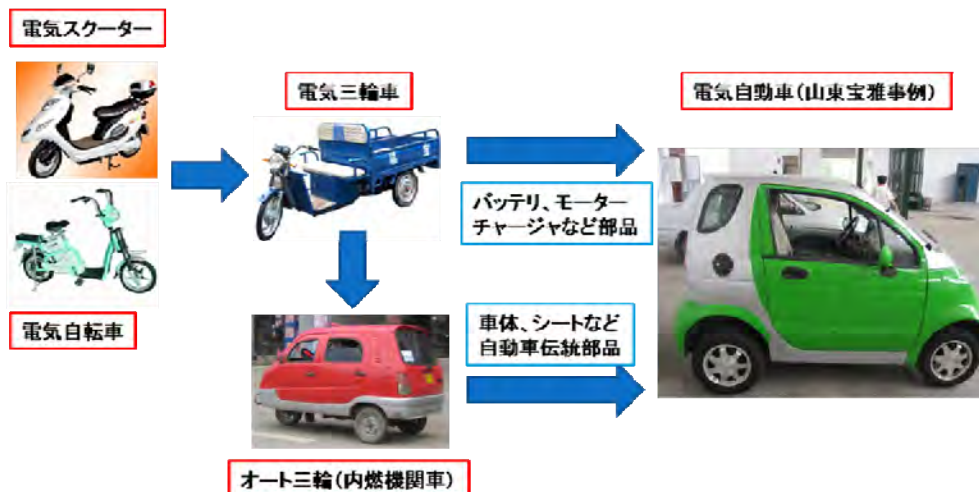


図8 低速電気自動車の進化経路

出典：筆者作成。

図7で示すように、1997年に初代製品が開発された後、2000年以後、急速に生産の勢いを増していった。2009年には、普通の自転車生産台数の3割に相当する2369万台の電動自転車が生産されていた。現在、中国では平均4世帯に1台の割合で電気自転車が保有され、保有台数も1億台を超えた。事実上、中国は既に、世界最大の電動モビリティ市場となっており、何よりも、電気モビリティの使用に馴染んだユーザーが大量に出現することは、低速電気自動車という新しいジャンルが確立され始めるきっかけとなった。つまり、電動自転車生産で広がる裾野産業に立脚しつつ、従来のオート三輪などの軽車両の生産資源との合体で、消費者の高まる電気モビリティニーズに対応することで、低速電気自動車¹⁶が登場したのである（図8参照）。鉛バッテリー搭載で、その値段は大体3万元=40万円前後である。その先兵役を果たしているのは宝雅汽車である。

（3）低速電気自動車ビジネスを牽引する宝雅汽車の成長戦略¹⁷

宝雅汽車の操業経緯は紆余曲折である。創業者の張海波（総経理）と周忠濱（執行取締役）は共にバイクメーカーの山東輕騎集團の関係者で、2007年に宝雅汽車の前身にあたる済南宝雅車業有限公司を設立した。済南宝雅車業有限公司の前身はさらに2001年に設立された周忠濱が関わる済南飛宝精機有限公司という貿易会社まで遡ることができる。

2000年以後、中国製全地形対応車（ATV：All Terrain Vehicle、俗称：バギー）の輸出が次第に増加し、最初の数十台規模から、一気にピーク時の2005年の71.05万台までに拡大した。周氏の貿易会社も当時バイク、オート三輪、ATV車両やその関連部品などの輸出に携わっていたのである。2006年に、海外のバイヤーから、米国向け電気コムーター（NEV：Neighborhood Electric Vehicle¹⁸）の納品は可能かどうかという打診をうけ、周氏が輕騎集團から技術者を集め、製造会社として、済南宝雅車業有限公司を設立し、試作に取り組みはじめた。2007年にサンプルカーを提示し、2008年より量産が開始された。やや遅れた2007年に低速電気自動車の開発に取り込み始めた山東時風集團と山東濱州紅星と異なり、宝雅汽車の製品は全て海外輸出向けで、国内販売は一切おこなっていなかった。一方、上記で言及した2社は農村市場をターゲットに、低速電気自動車を開発し、輸出はあまりおこなっていない。上記三社間の波及連鎖については、資料の制約上いまだ明らかになっていないところはあるものの、2006年から始まった宝雅汽車の試作活動が、先駆的な役割を果たし、そこで開拓された経営資源が、後に国内市場向けの低速電気自動車の製造に携わる多くのメーカーの出現に繋がった可能性は否めない。同社の影響力は、後に国内で販売された低速電気自動車製品からも確認することができる。

まず、2006年より、張海波が中心とする技術者が、既存の電動自転車、オート三輪などの軽車両、自動車関連分野から、利用可能な部品を選定し、NEVの試作に挑

んだ。米国の NEV 基準を満たすために、ボディの試作では、限られた既存のミニ車両製品のボディ設計をモチーフにして、少量ではあるが、FRP（繊維強化プラスチック）を利用し、最初のボディ製品の開発をおこなった。同様のボディを利用した製品が、後に他のメーカーからも発売されたが、これはボディメーカーに対する他社への並行納入に関する取り決めはなかった故に、起こった現象だと推測される。

また、「軽量・低速・廉価」という製品コンセプトに共通性も見られた。走行速度と車両重量に対する規制が存在しない中国では、米国で規制される NEV の特徴が強く出ることにはあまりにも不自然で、仮に、宝雅汽車の試作活動が、中国における低速電気自動車ビジネスの種を播いたと理解すれば、その最たる貢献は関連裾野産業の結成に貢献したこととして指摘できる。

低速電動自動車の芽生えについて、公共交通機関が発達しておらず、電気料金が安く、充電に便利な条件がそろっている農村部において、こうした 60Km 範囲内の農民の移動手段というニーズの存在¹⁹に対して、理解を示す意見も存在する一方で、関連法規制が存在しないために、大量の普及によるインフラ、特に道路に対する圧迫が危惧されている。そのため、公安交通管理部門が、このような理由によって、低速電動車の一般道の走行に対しては強く反対しており、低速電動自動車の製造活動はいまだに正式には許可されていない。

もう 1 点の障害要因としては、使用者の身の安全を考慮し、中央政府が普通の自動車と同様の衝突安全基準を要求する意向を見せる中で、時風を代表とする内販メーカーが、低速だからという理由から、逆に衝突安全水準の引き下げを申し入れていることである。いずれにせよ、現在、政府は普及可能な EV のスペックに対して、明確な要求（最高走行速度は 70Km/h 以上、航続距離は 160Km/h 以上）を提示して、低速電気自動車の氾濫に対し、選定条件を設けることで、インフラへの圧力を抑制しながら、将来の有望なメーカーが台頭する余地を残している。その理由は以下 2 点と考えられる。

まず、宝雅汽車が国内資源に立脚しつつ、海外需要に依拠して、進化を遂げている。同社は、自社開発、そして大学との共同研究を通じて、燃料電池技術、ハイパワーモーター、低出力 CVT トランスミッション、アルミシャシー軽量化、バッテリー制御技術、回生ブレーキ、独自意匠などにおいて、技術力と製品力の向上を図りながら、海外販売台数を操業当初の 2007 年には 100 台前後から、2008 年に 660 台、2009 年に 1365 台と順調に拡大させてきた。2010 年に 3000 台弱の販売台数が見込まれている。2011 年には、現行の月産 300 台の生産能力を 1000 台まで引き上げることも企画されており、更なる規模拡大を図っている。依然小規模ではあるが、正確な狙いによって、組織学習の指向性が明確であり、なにより、国内の政府その学習効果は同社取り組みをサポートするサプライヤーを通じて、他社への拡散が期待できよう。その中で、参入に関する国家レベルの法規制が存在しないために、現在、

国内販売を躊躇している宝雅汽車が、政府の政策運営を慎重に見守っている。

次に、中央政府レベルでは、大局を考え、低速電気自動車製品に対して、否定的な態度を取っているが、地域産業振興の観点から、山東省地方政府が支持的な態度を表明している。更に、地方条例を策定し、域内での使用を税金免除などの優遇政策を付け、認めている。現在山東省には低速電気自動車メーカーが確認できただけでも26社以上に上り、生産能力は10万台で、保有台数は3万台に達している。何より、山東省政府の保護姿勢に対して、中央政府は厳しい批判もおこなわず、山東省でのトライアル結果を見ようとする思惑も見て取れる。

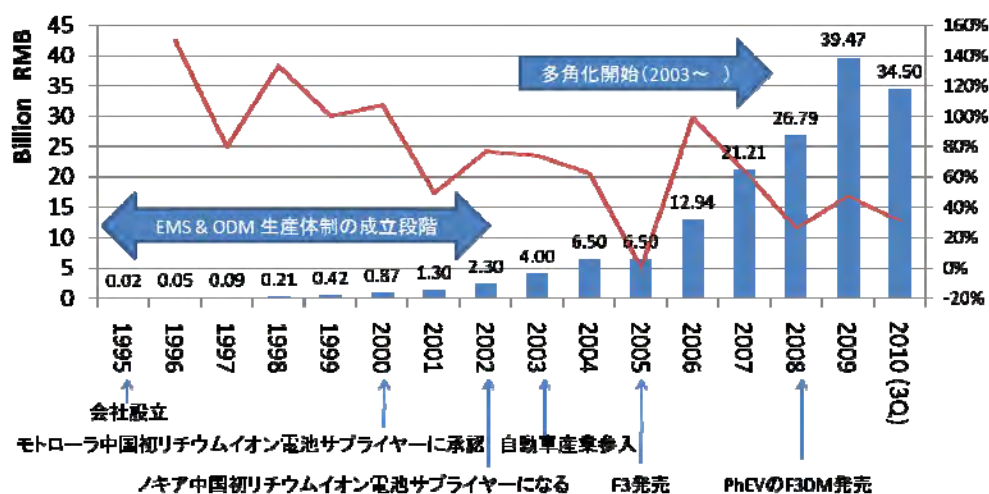


図9 BYDの年間売上高と年表

出典：BYD社年次報告書筆に基づき、筆者作成。

(4) 巨大エネルギー企業へ転身するBYD社の成長戦略

低速電気自動車に対する曖昧な態度と異なり、中国政府が明らかに期待しているのはハイスペックの電気自動車である。そのため、操業僅か16年のBYDが早くもそのフルスペックEV普及の風雲児として脚光を浴びている。

1995年、バッテリーメーカーとして創業したBYDは、その後、モトローラ、ノキアにリチウムイオン電池を納品したことをきっかけに、携帯端末本体を中心とする電子製品のEMS (Electronics Manufacturing Service) & ODM (Original Design Manufacturer) メーカーへと進化したのである。しかし、業界を大きく驚かせたのはやはり2003年の自動車製造への参入表明である。2003年に秦川汽車を買収したことで、乗用車製造に参入し、急成長を遂げた(図9参照)。また、2009年の振興政策で恵まれたこともあり、自動車販売において同社が、対前年比162.40%増の44.48万台の実績で大躍進し、初めてTOP10にランクインした。続いて2010年に80万台の販売目標を掲げ、更なる規模拡大を狙おうとした。だが、前述したように、購置税優遇幅半減の影響で、2010年の前半に、自動車市場全体が一転して冷え込む中、直近三年間で急拡張されたディーラーネットワークに隠された不安要因が噴出

した。その結果、BYDは2010年の年間販売目標を60万台に下方修正した。

周知のように、自動車メーカーとしてのBYDが世間一般から注目されるようになったのは、磷酸鉄リチウムイオン電池を搭載したF3DM (PHEV) とE6 (EV) を発表したからである。特にF3DMは世界初の量産品で、家庭で充電可能なプラグインハイブリッド車として、周囲から高く注目された。F3DMに搭載された1000ccのガソリンエンジンに駆動と発電という二つの役割が与えられ、25Kwと50Kwの大小二つのモーターと組み合わせることで、①純電気自動車走行モード、②エンジンが低出力モーターを駆動し発電しながら大出力モーターで走行するレンジエクステンダーモード、③エンジンとモーターが同時に車両を高速に駆動するパラレルハイブリッドモード、④減速時モーター発電によるエネルギー回収モードという4つの走行モードが実現されている。バッテリーのみであれば100Kmの走行が可能である。EVとHEVの長所を兼ね合わせてデュアルモードに自由に切替えるため、1000ccエンジンが実際に2400cc以上の出力を実現しており、トータル航続距離は500Kmに達している。

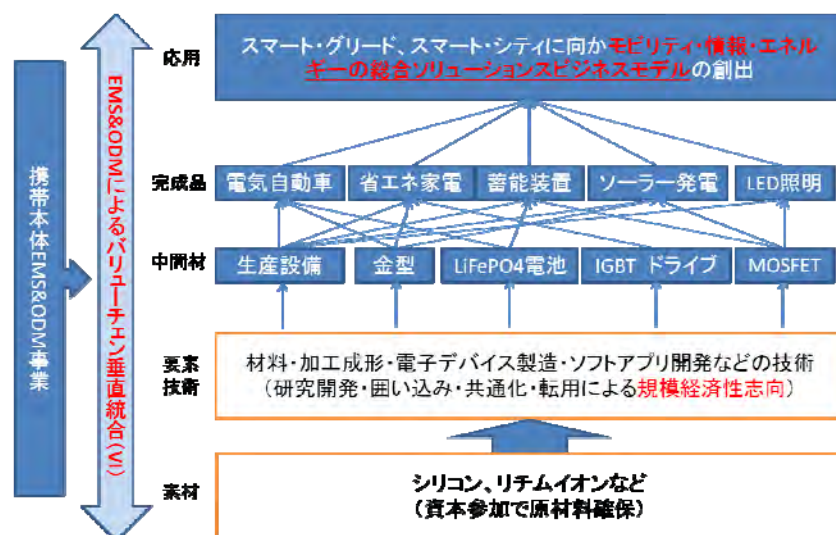


図10 BYDの成長戦略—要素技術の多角化と分野ごとの垂直統合

出典：筆者作成。

電気自動車のほか、省エネ家電、蓄能装置、ソーラー発電、LED照明など、環境に対する正の外部性を向上させる製品領域に続々と参入＝多角化したBYDは、携帯端末本体の事業の成立によって確立したEMS&ODMとして必要な生産体制とコストコントロール能力に依拠して、急成長の軌道に乗り始めた。詳細は紙幅の都合上別稿に譲るが、その可能性を示せる所以はBYDの「EMS&ODM＋垂直統合＋要素技術の規模経済性をはかる多角化」という独特な経営戦略にある（図10参照）。

操業当時より、二次電池の生産体制においては、徹底的な動作分解によって、大量の手作業による単純労働にと治具の大量採用によって、生産変動に対するフレキシビリティを確保している。かくして「人海戦術＋治具」という生産方式を武器に、

BYD が原価構成に大きく占める要素技術、もしくはコア部品について、最初は外部調達で賄うが、ゆくゆくは内部化し、さらに次の多角化のシーズに転用していくのである。例えば、EV 開発に必要なインバーター技術について、2008 年 10 月、BYD が倒産した中緯積体電路（寧波）有限公司という半導体メーカーを買収し、その能力を新たに EV 用大出力インバーターの中核を担う IGBT ドライブの開発に充てた。2010 年、IGBT モジュールの開発が成功したことによって、競合製品の数分の一の原価達成で、BYD の EV のコスト優位性の創出に大きく貢献した。なお、こうして垂直統合によって一度内部化された電子デバイスの生産設計能力を、後にインバーター技術を搭載した省エネ家電への多角化に転用するようになった。こうして、BYD がグリーンビジネスを狙い、原材料、要素技術、中間財、そして完成品までバリューチェーンを垂直統合し、要素技術の多角化を通じて、次々とエコイノベーション商品を世に送っている。

「人類社会の進歩と発展過程において避けては通れない課題＝サステナビリティ問題」をいかに解消できるかは「技術为王，創新為本（イノベーションに基づき、技術優位性を構築する）」という BYD の社是の真髄とも言えよう。それは、BYD にとって内部化と多角化を決定する判断指標、そして成長の原動力になっている。かくして、エネルギー生成、備蓄、分配、消費といった連鎖にそって、電気自動車、ソーラー発電、大容量蓄能装置、急速充填ステーション、EV、LED 照明などの事業を総合ソリューションビジネスにおさめ、BYD が巨大エネルギー会社に向かおうとしている。実現できれば、更なる飛躍が期待でいる。

5. 終わりに

本稿では、自動車産業を事例に、高成長を経験している中国経済に内包されるサステナビリティ問題の増大とそれをもたらした各変動要因間のシステムチックな因果連鎖をエネルギー安全確保という切り口で DPSIR フレームワークに基づき試論した。そこで、「富煤・貧油・少気」という資源ポートフォリオ上の構造リスクと共に、石炭資源の偏在性と石炭依存に由来するシステムリスクが増大しつつあり、前述構造リスクと共に、それらのリスクが中国経済のサステナビリティの実現に向けてエコイノベーション創出に向かわせる最大の潜在的動因力になったことが析出された。そのため、金融危機後、選択的な救済策を通じて、産業全体の構造改革を望む中国政府の一連の施策の下で、電気自動車ビジネスも次第に確立されつつある。しかし、宝雅自動車の事例で説明したように、米国市場で通用するエコイノベーション商品の低速電気自動車は中国では依然認められていない現状もある。山東省政府の保護の下で、宝雅汽車、時風集団などのメーカーなどが進化を遂げている。

なお、BYD のエネルギーバリューチェーン統合の取り組みにとって、無視できないのが地方政府の役割である。電気自動車の普及は単なるパワートレンの電氣化に

留まらず、スマートシティ実現という大規模な社会イノベーションの一部として政府から期待されている。こうしたゴールを目指す BYD を意図的に育てるために、中央・深セン市政府が制度設計したり、財政支援したりすることを通じて、産業全体をこうした方向へ誘導しようとしている。

2008年12月から法人向け販売を開始したプラグインハイブリッドのF3DMの販売価格は15万元=195万円で、月数台しか売れていなかった。そして、2010年3月に個人ユーザー向けのF3DM低炭版の価格は16.98万元=221万円で決して高くはないが、ベースとなるF3の6万元と比べるとはるかに高いことがわかる。しかし、前述した次世代自動車補助による5万元に、地方政府が提供した3万元の補助金を上乗せすれば、販売価格は8.98万元=117万円になる。かなり現実的になってきた。そのために、販売も少し上向き始め、2010年11月までの累計販売台数が421台に達している。対して、低速電気自動車が3万台に保有されていることを改めて吟味すれば、モーター中心の電気自動車ビジネスが中国において、金融危機後に急速に成り立ち始めたといえよう。中国政府の電気自動車産業を育成する姿勢に対して、既存内燃機関技術における追い上げをあきらめ、電気自動車で世界をリードしようとしているという指摘もあるが、自動車業界に閉じた発想で、必ずしも本質を見抜いているとは言えない。本稿で明らかにしたように、電気自動車の普及は、中国の国家エネルギー安全策として着々と進められるスマートシティへの移行の一環として位置づけられており、サステナビリティ実現に向かうエコイノベーションの諸変動要因の一つとして明確に認識されている。

この到達点をもって、3度目のEVブームが沸き起こっているなかで、「日本では電気自動車が戦略的に必要とされるのか」という議論に一石を投じたい。

参考文献

1. Arthur D. Little (1992) *Managing the Global Environmental Challenge*, Business International Corporation, New York.
2. Boulding, K. E. (1966). The economics of the coming spaceship earth. Jarrett, H. (ed.), *Environmental quality in a growing economy*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
3. Brezet, H. and van Hemel, C. (Eds) (1997) *Ecodesign: a Promising Approach to Sustainable Production and Consumption*, Rathenau Institute, Technical University Delft and UNEP, Paris.
4. Brunnermeier, S.B., Cohen, M.A., (2003). Determinants of environmental innovations in US manufacturing industries. *Journal of Environmental Economics & Management* 45, 278–293.
5. Cramer, J. (1998), Environmental management: from 'fit' to 'stretch'. *Business Strategy and the Environment*, 7: 162–172. July 1998.
6. Daly, H. E. (1973). *Toward a Steady-State Economy*. San Francisco: W. H. Freeman.
7. Daly H. E., Farley, J. (2004). *Ecological Economics: Principles and Applications*. Washington DC: Island Press.
8. EEA (1999). Environmental indicators: Typology and overview. Technical report No 25. European Environment Agency, Copenhagen.
9. EEA (2006). Eco-Innovation Indicators, European Environment Agency, Copenhagen.
10. Fuller, R. B. (1969). *Operating Manual for Spaceship EARTH*, Carbondale, IL: Southern Illinois University Press. (東野芳明訳 (1972) 『宇宙船「地球号」操縦マニュアル』, ダイヤモンド社)
11. Henderson, R. M. and Clark, K. B., (1990). Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms, *Administrative Science Quarterly*, 35, March 1990, pp. 9-30.

12. Hopfenbeck, W. (1993). *The Green Management Revolution: Lessons in Environmental Excellence*, Prentice-Hall, New York.
13. Klemmer, P., Lehr, U. and Lobbe, K., (1999). *Environmental Innovation*. Volume 3 of publications from a Joint Project on Innovation Impacts of Environmental Policy Instruments. Synthesis Report of a project commissioned by the German Ministry of Research and Technology (BMBF), Analytica-Verlag, Berlin.
14. Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. and Behrens III, W.W. (1972). *The Limits to Growth*. A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. New York: Universe Books (大来 佐武郎 監訳 (1972)『成長の限界- ローマ・クラブ「人類の危機」レポート』, ダイヤモンド社) .
15. OECD (1993) *OECD core set of indicators for environmental performance reviews*. A synthesis report by the group on the state of the environment OECD, Paris
16. Pearce, D., Markandya, A., and Edward B.B. (1989). *Blueprint for a Green Economy*, London: Earthscan Publications Ltd.
17. Rennings, K., (2000). Redefining innovation—eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Ecological Economics* 32, 319–332.
18. Rennings, K., Ziegler, A., Ankele, K., Hoffmann, E., (2006). The influence of different characteristics of the EU environmental management and auditing scheme on technical environmental innovations and economic performance. *Ecological Economics* 7(1), 45–59.
19. Van der Mandele, H. et al. (1995) *Duurzame Ontwikkeling: Onze Tweede Natuur* [Sustainable Development: Our Second Nature], RMNO 109, Rijswijk.
20. Vermeulen, W., Kok, M. and Cramer, J. (1995) *Perspectives on Integrated Chain Management: Options for Policy*, Publication of the Dutch Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, The Hague.
21. Wagner, M. (2007), On the Relationship between Environmental Management, Environmental Innovation and Patenting: Evidence from German Manufacturing Firms, *Research Policy* 36, 1587-1602.
22. Wallace, D. (1995) *Environmental Policy and Industrial Innovation: Strategies in Europe, the US and Japan*, the Royal Institute of International Affairs, Earthscan, London.
23. World Commission on Environment and Development (WCED) (1987). *Report Our Common Future*, Oxford: Oxford University Press.
24. Ziegler, A., Rennings, K., (2004). *Determinants of Environmental Innovations in Germany: Do Organizational Measures Matter?* Centre for European Economic Research, Mannheim.
25. 張宇燕・管清友 (2007) 「世界能源格局与中国能源安全」『世界經濟』2007年9期 17-30頁。
26. 陳新華 (2008) 『能源改變運命：中国應對挑戰之路』新華出版社。
27. 山本良一・鈴木敦史 (2008) 『エコイノベーション持続可能経済への挑戦』生産性出版。
28. 李澤建 (2010a) 「中国自動車調査：新車販売 3000万台市場への遠くて近き道のり（農村編）」 [ものづくり紀行 第四十五回], 単著, 月刊『赤門マネジメント・レビュー』(AMR) 9巻6号(2010年6月) (Global Business Research Center/Online)。
29. 李澤建 (2010b) 「需要要件適応の競争と企業成長メカニズム—韓国メーカーの市場適応と中国民族系メーカーの農村戦略—」『早稲田大学日本自動車部品産業研究所紀要』5号, 早稲田大学日本自動車部品産業研究所出版・編集委員会。

¹ 海上運送に依存する状況は、中国・ロシア、中国・カザフスタン、中国・ミャンマー間の国境越え石油パイプラインがフル稼働するまで、構造的に大きく改善され難いであろう。

² 本稿では、WCED (1987) の定義を援用し、サステナビリティを「将来世代の要求を満たす能力を損なうことなく、既存世代の要求を満たすような発展 (Development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.)」と定義する。

³ 中国の自動車輸出は2000年ごろには2万台前後に過ぎなかったが、その後、急成長し2007年には68.1万台に達した。しかし、その後の金融危機の影響で、輸出不振に陥り、2009年には37万台で、2010年1-10月現在では45.48万台程度である。通年では55万台と予測されている。従って、国内生産と国内販売との差が少なく、ここでは処理便利上、中国の輸出を控除せず、分析を進める。

⁴ 2000年ごろの中国の道路総延長は140.27万kmに対して、同値が2009年には386.08万kmに達しており、年平均増加率は10.65%である。

⁵ 1990年代以来、中国経済が工業化、都市化とモータリゼーションという3つの波に押され、高成長を遂げた。本稿では紙幅のため、主にモータリゼーションの関連議論に専念する。

⁶ 「北京市汽車保有413万台 増速世界罕見」人民網記事 (<http://cppcc.people.com.cn/GB/11832680.html>) 2010年11月20日閲覧。

⁷ 「工業和信息化部解読軽型汽車燃料消耗量標示管理規定」(中国政府ホームページ, 2010年11月20日閲覧) (http://www.gov.cn/zwhd/2009-08/06/content_1384841.htm)。

⁸ 2009年、中国の鉄道総延長距離は8.6万キロメートルに達し、世界第2位である。2007年に総鉄道運送量の49.3%が石炭に占められており、中国は世界の約6%の鉄道総延長距離で、世界の約24%

の貨物運送量を実現させている。現在、高速鉄道の大規模開設によって旅客運送と貨物運送の分離によって、在来線を貨物運搬に特化する動きが見られたが、依然石炭増産に追い付かない。

⁹ 石炭採掘安全指標として、「百万トン当たり死亡率」が使用されている。同指標が、2006年に2.041、2007年に1.485、2008年に1.182、2009年に0.892と初めて1を下回ったが、毎年の死亡人数は依然2000人を超えており、社会不安要素として注目されている。

¹⁰ 購置税の減税効果について、1600cc以下最も売れている10万円＝130万円製品で計算すると、 $10\text{万円} \div (1+17\%) \times 5\% = 4272\text{元}$ の余剰金になる。

¹¹ 50億円の財政資金を投入して、農村へ自動車を普及させるために、農民を対象に、農用車を廃車すれば、3輪タイプが2000元/台、4輪タイプが3000元のスクラップ・インセンティブが交付されるほか、軽トラックを買い換える際に、販売価格の10%、最高5000元まであわせて補助する。別途、1300cc以下の乗貨両用車（COPV: Crossover Passenger Vehicle）を新規購入する場合は、販売価格の10%、最高5000元までの補助金が交付される。

¹² 排気基準が国Ⅰに満たさないガソリン車と国Ⅲを満たさないディーゼル車を対象とするスクラップ・インセンティブ。車種と年式によって、3000～5000元の補助金が交付される。

¹³ 科技部主導の下、北京、上海、重慶、長春、大連、杭州、済南、武漢、深セン、合肥、長沙、昆明、南昌といった13都市において、バス、タクシー、清掃、公務と郵政などの公共サービス部門の車両購入を対象に、各都市では1000台規模のエコカー（HEV、EVとFC）とインフラの実験的運行を促進するプロジェクトである。乗用車と軽型商用車では、HEV、EVとFCの最高補助金額はそれぞれ、5万元、6万元と25万元になっており、バスの場合は、それぞれ最高42万元、50万元と60万元まで補助する。

¹⁴ 第二次モデル都市として、天津、海口、鄭州、アモイ、蘇州、唐山、広州が追加認定された。

¹⁵ 上海にVWとGM、長春にトヨタの関連合弁企業はあるものの、「新エネ車」に適用できる商品がなく、チャンスは同地に立地する上海汽車と第一汽車に与えたと理解できよう。蛇足であるが、トヨタのPHEV製品のプリウスが「省エネ車」に分類されたため、「新エネ車」の適用ができなかった。この点は日中間の次世代自動車に対する理解の最大な相違といえよう。日本ではハイブリッドを軸に据えて進化を見守る姿勢に対して、中国はいち早くエンジン中心のハイブリッドを通り抜け、モーター中心とする車両（PHEV、EV）を次世代自動車に据えたのである。

¹⁶ 中国において正式な定義が存在しないため、本稿で言及されている低速電気自動車は主に、最高速度が70Km/h以下、航続距離が150Km以下、重量が1トン前後の電気駆動される軽車両のことをさす。

¹⁷ ここでの記述は主に、2009年8月、2010年8月に宝雅汽車に対するインタビュー内容に依拠する。文責はもちろん筆者にある。

¹⁸ NEV車両は、米国では、低速走行車両（Low-Speed Vehicles）の電動駆動バージョンとして、定義されている。つまり、四輪着地動力付き車両で、最低32Km/h以上、最高40Km/h以下で走行可能な総重量1361Kg以下の車両をさす。詳細は“NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION LABORATORY TEST PROCEDURE FOR FMVSS 500, Low-Speed Vehicles” U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION,に参照。

(<http://www.nhtsa.gov/DOT/NHTSA/Vehicle%20Safety/Test%20Procedures/Associated%20Files/TP-500-02.pdf>)

¹⁹ 中国の農村地域には、専用規格として大量に存在したオート三輪、ないし軽トラックに代表される「農用車」という自動車とは異なる交通手段が存在する。しかし、農用車は、オートバイと同様、都市部における走行が規制されているため、近年では、農民の都市出入りに関して、交通手段の未発達と欠如が顕在化している。