

目 次

論 文

イノベーションに及ぼす企業進化速度と業界ボーダレスの影響

——企業進化速度の速いネットビジネス業界、

医薬品業界、自動車業界を中心には――

..... 村 山 博 (3)

フーコー権力論と会計学説史

..... 全 在 紋 (47)

自動運転車、燃料電池車、電気自動車に関するイノベーションの研究

——自動車会社、部品会社、IT企業による

次世代自動車の社会的価値の創造――

..... 村 山 博 (79)

日本の連結納税制度

..... 金 光 明 雄 (133)

研究ノート

A Review of Approaches to Model a Risk-averse Newsvendor

..... Shota OHMURA (147)

イノベーションに及ぼす企業進化速度と 業界ボーダレスの影響

—企業進化速度の速いネットビジネス業界、
医薬品業界、自動車業界を中心に—

村 山 博*

目 次

- 1章 はじめに
- 2章 特許の特徴と価値
 - 2—1 各種特許の特徴
 - 2—2 業界別の特許価値分析
- 3章 業界間の企業進化速度とイノベーション・タイムラグ
 - 3—1 業界間の企業進化速度
 - 3—2 業界間の研究開発費
 - 3—3 業界間のイノベーション・タイムラグ
 - 3—4 アクティブ・イノベーション
- 4章 企業進化速度とイノベーションの関係
 - 4—1 企業進化速度にブレーキをかける国の驕り
 - 4—2 企業進化速度にブレーキをかける業界の縛り
 - 4—3 生物の進化と業界のイノベーション
- 5章 業界ボーダレスとイノベーションの関係
 - 5—1 業界ボーダレスの現状
 - 5—2 業界ボーダレスが及ぼすイノベーション
 - 5—3 業界ボーダレスによるダイバーシティの加速
 - 5—4 業界ボーダレスを加速する異業界からの人材移動

* 本学経営学部教授

キーワード：イノベーション、ダイバーシティ、自動車業界、インターネット、特許

6章 まとめ

参考文献

1章 はじめに

今、私たちは人類史上最も速いスピードで変化する世界で生きている¹⁾。コンピュータの演算速度は50年間で1000億倍になり、今では10P (= 1京) FLOPSを超えるスーパー・コンピュータが稼働中である。情報通信技術（ICT）は万人に驚異の変化を体験させてくれた。インターネット、クラウド、ロボット技術は、リアルとバーチャルが混然一体となった仮想世界を誕生させた。これらの技術は、高性能でウエアラブルなコミュニケーションツールを提供し、知識や情報の共有化を促進させ、イノベーションが頻発する時代の扉を開けてくれた。これらのイノベーションは、企業に利益をもたらし、我々を心躍る新次元へ誘ってくれた。コンピュータは、体の延長としての役割を強め、我々の一部になった。その結果、我々は、未来さえも透視できる明晰な視力と、アイデアを無限に生産できる高度な頭脳を手に入れた。反面、コンピュータは、人間を介さずコンピュータ同士で語り始め、人間とコンピュータの役割分担を我々に詰問すると同時に、「創造性」と「俊敏性」を基軸とした激動の世界に、否応なく我々を扇動した^{2), 3)}。

1) K・ケリー著、服部桂訳 [2014] 「テクニウム テクノロジーはどこへ向かうのか？」みすず書房「ホモサピエンスがサルのような祖先から進化するのに数百万年がかかった。その人間化の過程で、DNAも数百万ビット分の変化を遂げた。人間の生物学的進化を情報の蓄積という観点から見ると、その速度は毎年約1ビットということになる。類人猿からの毎年1ビットずつと比べ、我々は毎年400エクサバイトもの新しい情報を加えており、我々のテクノロジー進化の速度はDNA進化に比べ、10億の10億倍も速い。DNAが10億年かけて処理してきた情報量を処理するのに、我々人間なら1秒もかかるない。」

2) ジェイムズ・グリック著、榎井浩一訳 [2014] 「インフォメーション情報技術の人類史」新潮社「「機械的」の意味は「創造的」の対極にある。機械の代表格であるコンピュータは、人間の指示だけに従う召使（サーバー）と呼ばれ蔑視されてきた。ところが、現在のコンピュータは、人間のようにコンピュータ同士で会話し、人間以上の創造性を持つようになった。」

3) 川北蒼 [2014] 「スティーブ・ジョブズがデザインしていた未来」総合法令出版「アマゾンの倉庫で稼働する自動運搬ロボットは、互いにコミュニケーションをとるために、ロボット同士がぶつからず、最適経路を自動計算し、人間より格段に速く商品を移動させる。コマツのトラクターやブルドーザーは工場出荷からICタグがついている。オーストラリアの鉱山で鉄鉱石の掘削するコマツのトラクターは無人自動運転である。過酷な環境では優秀な熟練ドライバーを集められないため、無人自動運転が必須となる。V2V（ビーカル・ツー・ビーカル：自動車間の自動コミュニケーション）と呼ばれ、高速道路におけるレーンの変更や急ブレーキなどを、自動車は周囲の車に知らせる。」

このような状況でも日本発のイノベーションが興っていない。これは欧米各国と比べ日本が停滞する要因になっている。米国は先進国で唯一の人口増加を継続中であり、最新の探査技術と水平掘削技術とインジェクション技術とフランクチャー技術によるシェールガス・シェールオイルが飛躍的に増産されている。グーグル、フェイスブック、ツイッター、アマゾン、アップルなどによる米国発のイノベーションが世界を席巻している。グーグルは、無料のウェブ検索サービスで集客力を高め広告収入を増大させている。フェイスブックは、同じ趣味や興味を持つ人たちにインタラクティブなコミュニケーションの場所を提供し、広告やバーチャルグッズの売上を拡大させている。ツイッターは、不特定多数とコミュニケーションがとれるリアルタイムな情報伝播サービスを提供し、広告収入を増加させている。アマゾンは、顧客満足度を向上させるカスタマーレビューを活用し、書籍などのオンライン販売で利益を増大させている。これらは、今まで存在しなかったビジネスモデルであり、情報通信技術を起点としたイノベーションの典型例である。

一方、日本は石油や鉱物などの天然資源がほとんどなく、唯一の資源ともいるべき人口の減少に歯止めがかからない。現在の世界の人口は約71億人であり、2025年に約81億人、2050年に約96億人に達する予測がある⁴⁾。反面、日本の人口は、約1億3000万人から2050年には1億人未満になり、15歳から65歳までの生産年齢人口比率が50%を切ることは確実である。すでに、日本企業の研究者は2013年から減少し始めている⁵⁾。たとえ日本政府が移民政策の転換を図ったとしても、この人口減少に歯止めをかけるのは至難の業である。人口減少はすべての企業に影響を及ぼすため、企業経営の方針転換は待ったなしの状況にある。しかし、日本企業はリスクの高い挑戦的な研究開発に対して極めて後ろ向きであり、イノベーションを積極的に推進する気概が感じられない。

イノベーションのない世界では、製品の差別化が難しいため、低価格化による過当競争が起き、その競争に負けた企業は撤退を余儀なくされる。つまり、イノベーションを興せなかった企業は、イノベーションを成功させた企業に飲み込まれ死を待つだけとなる。進化しない生命体が衰退し絶滅していった地球の歴史が物語るように、イノベーションという企業の進化は、企業が生き残る唯一の道である。

情報通信革命の真っただ中にいる我々は、インターネットで検索すればほとんどの情報や知識をいとも簡単に得られることを知った。その結果、以前のように情報や知識を持つことだけ

4) 国連人口基金「世界人口白書2013」

5) 日本経済新聞 [2014年5月30日] 「2013年の全産業の研究者は48万1400人と、12年より9500人少なくなった。今後、団塊世代の退職が続くと、研究者の減少が本格化する公算が大きい。研究補助者や技能者は08年以降、減少が続いている。研究者が薄くなると、技術革新の源泉となる独創的な成果が生まれなくなるおそれもある。」

では競争優位を確保できることを実感した。しかし、現在の日本企業の商品開発は、顧客の顔色を見過ぎたマイナーチェンジに終始し、今までにない挑戦的な商品や驚きや感動を与える斬新な商品はほとんど生まれていない。翻って、アップルやグーグルは、顧客の予想をはるかに越える画期的な商品を次から次へと発表している。何故、日本ではアップルやグーグルのようなイノベーションが生まれないのであるか、を研究することが本論文の出発点である。

日本のインターネット利用者は約8000万人に達し、BtoB、BtoC、CtoCなどの電子商取引やコンテンツ配信やネット広告などのインターネットビジネスが約170兆円に達している。近年の情報通信技術の飛躍的な進歩は、業界の壁を消滅させ、業界間の往来を激しくしている。その典型例がスマートフォン（以下はスマホ）やインターネットビジネス（以下はネットビジネス）である。スマホは、デジタルカメラ市場を侵食し、パソコン販売台数を減少させ、電子辞書市場を吸収し、新聞や雑誌の発行部数を激減させ、ゲーム専用機市場を奪い取り、カーナビを駆逐した。また、ネットビジネスは、テレビ、音楽CD、スーパーマーケット、外食市場、印刷市場を侵食し、書店や学習塾や語学教室を侵略している。さらに、3Dプリンターは製造業にパラダイムシフトを迫っている。クラウド技術は、資金力のある大企業にしかできなかつた事業へ小企業の参入を可能にした。ツイッターなどのSNSソーシャルネットワークは、チュニジア、エジプト、リビア、イエメンの独裁政権を崩壊に導いた。このようにネットビジネスは、仕事の仕方を変革しただけでなく、企業や国家の存立にも影響を及ぼしている。ネットビジネスを中心としたイノベーションは、既存の市場を消滅させ今までのビジネスモデルを破壊し、イノベーションに消極的な従来型の企業に変革を迫っている。好戦的で柔軟性の高い欧米企業は、この変化を好機と捉え、変化の渦の中に次々と飛び込んでいる。ところが、日本企業は、過去のビジネスモデルに固執し、グローバルなイノベーション競争に参戦する生氣も覇気も感じられない。

本論文の特徴は、イノベーションが業界ごとの企業進化速度に立脚しており、企業が所属する業界がイノベーションを抑制しているとの考えに基づき研究を行うことである。そのため、本論文は、日本企業の研究開発やイノベーションの特徴を業界別に研究することにより、どうすれば日本企業が再びイノベーションを興し続け、グローバルなイノベーション競争に勝利できるかを究明する。なかでも、本論文は、企業進化速度が速いネットビジネス業界、医薬品業界、自動車業界で起きている業界のボーダレス現象について調査し、それが及ぼすイノベーションへの影響について研究する。

2章 特許の特徴と価値

2—1 各種特許の特徴

イノベーションの成果として多くの知的財産、とりわけ、特許が生み出される。特許には、基本特許、改良特許、応用特許、中核特許、周辺特許、関連特許、防衛特許、共有特許、^{おり}囲特許、デザイン特許、休眠特許がある。特許は千差万別である。基本特許は特定分野の根源的で包括的かつ権利範囲が非常に広い技術や物質に関する特許である。改良特許は既存技術の優れた点を際立たせた特許である。応用特許は特定の分野の発明を他分野に適応し優れた成果を生み出す特許である。中核特許は特定分野の発明群においてその中に位置づけられる特許である。周辺特許は中核特許を取り囲み防御する役目を持った特許である。関連特許は特定分野の発明と権利範囲が一部抵触するが、隣接する環境条件でも適応可能であるときに出願される特許である。防衛特許は自社では必要ないが競合他社に取得されても困るため敢えて出願する特許である。共有特許は他社との共同研究などで得られた特許で、自社の意思だけでは勝手に売却できない。囲特許は競合他社を欺いて企業戦略や研究開発を混乱させ、誤った方向に誘導するために出願する特許である。デザイン特許（意匠権）は優れた美的感覚を持つ独自のデザインを他社の模倣から守る。休眠特許は発明後の企業の戦略転換で実施せず他社へ許諾もせず放棄もしない塩漬け状態にされる特許である。

さらに、自社のみで独占実施する特許、自社で実施するとともに他社にも実施を許諾する特許、自社では実施せず他社に実施を許諾する特許、自社でも他社でも実施しない特許も存在する。また、特許を広く解釈する均等論（doctrine of equivalents）に基づいて特許の価値を評価する米国では、日本における特許の価値の数百倍になることも珍しくない。プロパテント政策や裁判の陪審員制度や3倍賠償制度などの有無により特許価値の判断が分かれる。すなわち、同一特許でも実施される国の制度により特許価値は変動する。

1台の自動車は数百から数千の特許を基に製造され、1台のスマホは数万の特許を基に製造されるが、医薬品は1つの特許があれば製造可能になる。つまり、1つの特許発明だけで排他的かつ独占的に製品を製造できる場合と、1つの製品を製造するために複数の特許が必要なときがある。特許登録された後でも他社の侵害を合法的に許してしまう不完全な特許や、競合他社からの無効審判で特許権が消滅してしまう場合がある。また、競合他社が代替技術や代替製品を発明し、その方が優れているため実質的に特許の効力がなくなる場合もある。さらに、特許技術の模倣困難性が高いと特許価値が高く、比較的容易に模倣できると特許価値が低い⁶⁾。

6) インドでは医薬品の物質特許を認めていなかったため、簡単にコピー商品が作られ、外国の製薬企業がインドから撤退した。

特許の模倣は違法であるが、隠れて模倣する国があることも事実である。すなわち、実施される国で特許法が、厳密に順守され取り締まられているかが特許価値に影響する。

特許が業界標準を構成するときは、競合他社のライセンス許諾要求を拒否できず排他的独占権を行使できないことがあり⁷⁾、特許価値が低下する。しかし、特許ライセンスにより業界内の企業の発言力や位置づけが向上することによる経済的メリットが特許価値を上回ることも少なくない。ライセンス交渉において高価なロイヤルティ（特許使用料）を請求できる特許と安価なロイヤルティに甘んじなければならない特許がある。特許のロイヤルティは、特許が許諾される業界により大きく異なる。ちなみに、医薬品業界のロイヤルティは他の業界に比べ圧倒的に高く、そのため医薬品業界の特許価値は高い⁸⁾。

複数の企業が、それぞれ保有する特許を持ち寄り、パテントプールを結成することがある。そのとき、有利な立場に立てる特許と不利な条件を受けざるを得ない特許がある。また、パテントプールを結成しやすい業界と結成しにくい業界が存在する。競合他社が特許を無断使用しているときに容易に発見しやすい特許と発見が困難な特許がある。この侵害発見の容易性は、リバースエンジニアリング（reverse-engineering 他社の製品を分解し製法や材料を知る方法）が可能な製品であるかどうかで判断できる。さらに、ヘンリー・幸田が指摘するように、パテント・マフィア、パテント・トロール、パテント・ブローカー、パテント・アグルゲーター、パテント・オークション⁹⁾の増加により、特許の価値はますます高まる傾向にある。

企業の資金力や市場シェアや販売営業力の相違により、特許の価値は異なる。大企業へ特許を譲渡やライセンスするときは高額になるが、中小企業への譲渡やライセンス料は少額になる。これは、譲渡やライセンスされた企業で期待できる経済的メリットが大企業ほど大きくなるた

7) 業界標準を構成する特許を保有する企業が、公正で合理的かつ非差別的な条件で他社に使用を許諾するFRAND宣言ができる。ただし、FRAND宣言後の損害賠償の可否について議論がある。

8) 帝国データバンク「[2010]「知的財産の価値評価を踏まえた特許等の活用の在り方に関する調査研究報告書～知的財産（資産）価値及びロイヤルティ料率に関する実態把握～」業界別のロイヤルティ：医薬品業界6.0%，建設業界3.8%，印刷業界3.3%，鉄鋼業界3.2%

9) ヘンリー・幸田「[2013]「なぜ、日本の知財は儲からない」レクシスネクシス・ジャパン 『パテント・マフィア』個人発明家が有能な弁護士の助力を得て製造業者から巨額のライセンス料を得たレメルソンなど有名である。『パテント・トロール』パテント・マフィアのような小さな個人的組織ではなく、技術者、弁護士、経済学者、ITのプロ、金融のプロの専門家集団で、豊富な資金を元に第三者から特許権を購入し、侵害訴訟などを駆使して企業から高額のライセンス料や譲渡利益などを得る。『パテント・ブローカー』知的財産の秘密性、需要と供給のマッチングの困難性、知的財産評価の困難性を熟知したスペシャリスト。『パテント・アグルゲーター』第三者の特許権を多数取得し強力なパテント・ポートフォリオを構築し、それらの権利を高額で転売もしくはライセンスし高収入を得る。『パテント・オークション』知的財産を専門とするライブ・オークションであり、オーシャン・トモやIPAなどがある。

めである。レアメタルなどの原材料や物質に関する特許は、その原材料や物質の入手困難性が特許価値を左右する。また、厚生労働省の医薬品の許認可が遅れ、特許を使用できる期間が短くなると特許の価値が毀損する。このように特許の価値は業界や業種ごとに大きな差がある。次に、業界別の特許価値の分析を行う。

2—2 業界別の特許価値分析

図1は、パチンコ機業界における売上高と特許件数の関係を表している。横軸の公開特許件数は1994年～2013年の20年間の合計で、縦軸の売上高（億円）は2012年度実績¹⁰⁾を使用した。なお、横軸の特許公開件数は特許庁ホームページの検索ソフト¹¹⁾を利用している。特許出願の1年半後についての特許は公開される。一般的に特許出願から約2年後に特許が登録され排他的な独占権の行使が可能になることから、出願年ではなく公開年のデータを採用した。過去20年間の特許を対象とした理由は、企業の売上高は出願から20年間の独占期間が認められている特許に支えられていると考えられるためである。さらに、登録されなかった公開特許でもノウハウの蓄積に寄与しているため、調査対象は公開特許とした。なお、売上高は特許だけではなく、さまざまな企業努力で成り立っているが、ここでは敢えて売上高と特許件数の相関関係を調査することとした。

図1は、セガサミーホールディングス、株式会社三共、株式会社三洋物産、京楽産業株式会

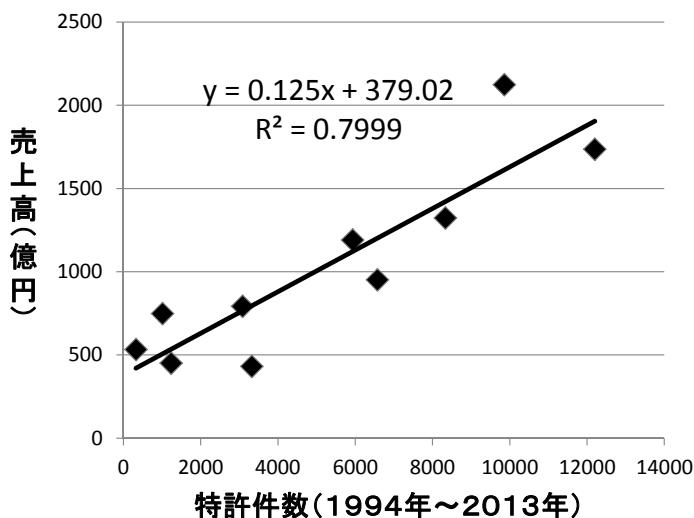


図1 パチンコ機業界における売上高と特許件数の関係

10) インタービジョン21 [2013]「最新2014年版業界地図」三笠書房

11) 特許庁ホームページ <http://www.jpo.go.jp/indexj.htm>

社、株式会社平和、株式会社ニューギン、株式会社ユニバーサルエンタテイメント、山佐株式会社、株式会社サンセイアールアンドディ、株式会社藤商事の10社のパチンコ機およびパチスロ機の製造企業を対象に単回帰分析を行った。相関係数（R）は0.8944、寄与率（R²）は80%となり、パチンコ機業界における売上高と特許件数の間には相関関係がある。つまり、特許件数が増加すればするほど売上高が増加することが分かる。また、回帰直線の傾きが0.125であることから、特許1件が売上高1250万円に相当する。

20年間のすべての特許が売上高に寄与していると考えるのは少し飛躍した議論であるが、20年間の特許が売上高と相関関係があることは間違いない事実である。横軸は20年間に積み上げた特許件数であり、研究開発に要した時間と解釈できる。縦軸は企業の売上高である。この回帰直線の傾きは、売上高を研究開発に要した時間の割り算であり、その業界における企業の進化する速さを表していると考えられる。つまり、図1は、パチンコ機業界における特許が及ぼす売上高の影響を表しただけでなく、この回帰直線の傾き自体が業界における「企業進化速度」であると言える。この業界に所属するすべての企業は、この企業進化速度に沿った進化を運命づけられているとも言える。すなわち、パチンコ機業界における企業進化速度は0.125である。ちなみに、パチンコ機業界は特許訴訟が頻発する極めて戦闘的な業界であり、アルゼがスロットマシンの特許を侵害しているとしてセガサミー等を訴え、賠償額80億円が決定された事件があった。

図2は、印刷業界における売上高と特許件数の関係を表している。凸版印刷株式会社、大日本印刷株式会社、トッパン・フォーム株式会社、共同印刷株式会社、大阪シーリング印刷株式

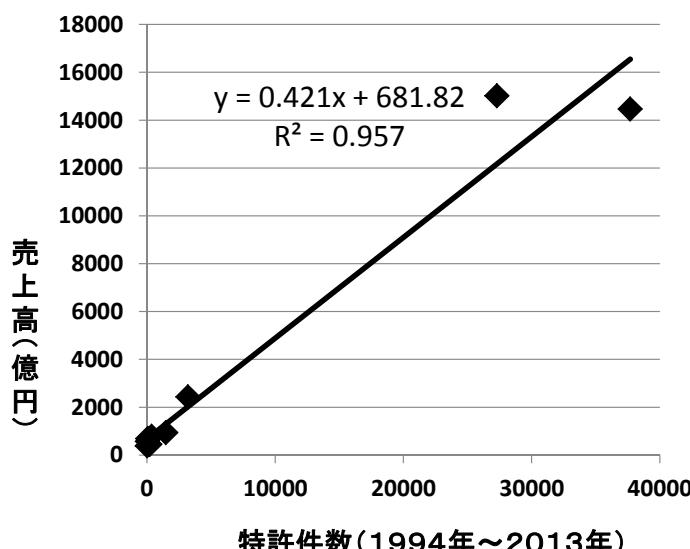


図2 印刷業界における売上高と特許件数の関係

会社、図書印刷株式会社、朋和産業株式会社、株式会社廣済堂の8社を対象に単回帰分析を行った。相関係数（R）は0.9783、寄与率（R²）は95.7%となり、印刷業界における売上高と特許件数の間には非常に良い相関関係がある。つまり、特許件数が増加すればするほど売上高が増加する。また、回帰直線の傾きが0.421であることから、特許1件が売上高4210万円に相当する。印刷業界における企業進化速度は0.421であり、前述の図1の業界に比べ、約4倍の企業進化速度を持っていることが分かる。

図3は、造船・重機・プラント・橋梁業界（以下は造船業界）における売上高と特許件数の関係を表している。三菱重工業株式会社、川崎重工業株式会社、株式会社IHI、住友重機械工業株式会社、三井造船株式会社、日立造船株式会社、今治造船株式会社、株式会社新来島どっく、株式会社大島造船所、株式会社名村造船所の10社を対象に単回帰分析を行った。相関係数（R）は0.9225、寄与率（R²）は85.1%となり、造船業界における売上高と特許件数の間には非常に良い相関関係がある。つまり、特許件数が増加すればするほど売上高が増加する。また、回帰直線の傾きが0.534であることから、特許1件が売上高5340万円に相当する。造船業界における企業進化速度は0.534である。

図4は、硝子業界における売上高と特許件数の関係を表している。旭硝子株式会社、日本板硝子株式会社、HOYA株式会社、日本電気硝子株式会社の4社を対象に単回帰分析を行った。相関係数（R）は0.9649、寄与率（R²）は93.1%となり、硝子業界における売上高と特許件数

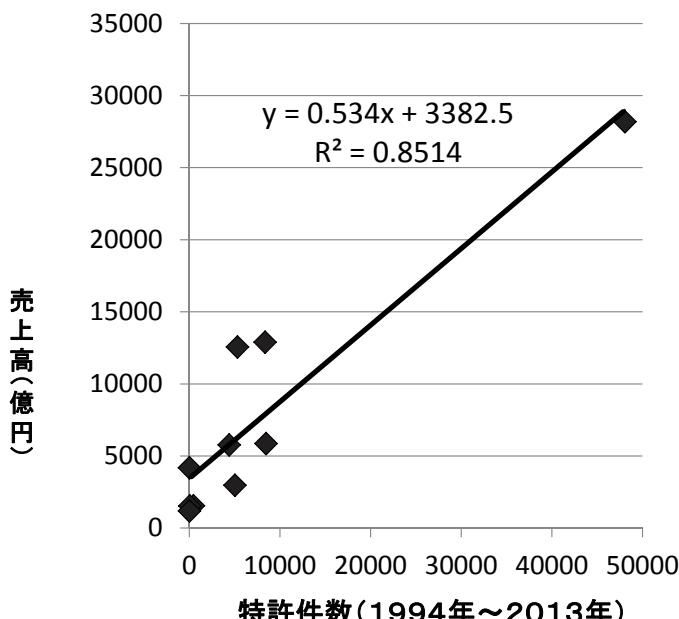


図3 造船業界における売上高と特許件数の関係

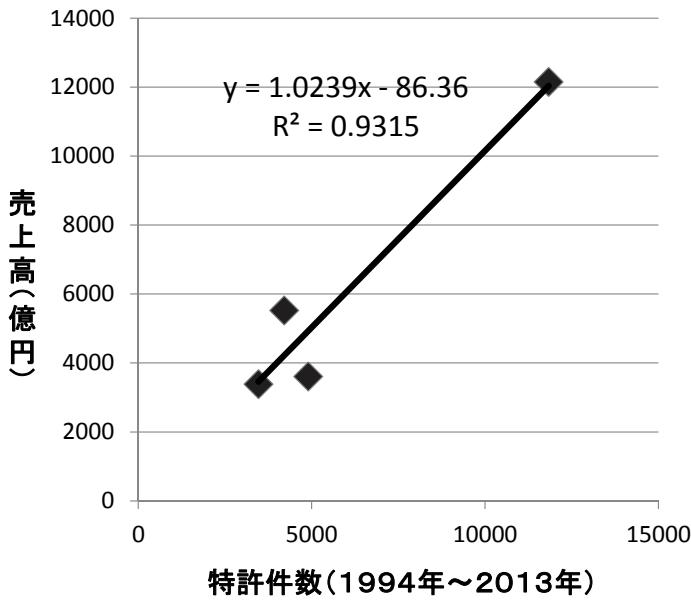


図4 硝子業界における売上高と特許件数の関係

の間には非常に良い相関関係がある。つまり、特許件数が増加すればするほど売上高が増加する。また、回帰直線の傾きが1.024であることから、特許1件が売上高1億240万円に相当する。硝子業界における企業進化速度は1.024である。

図5は、鉄鋼業界における売上高と特許件数の関係を表している。新日鐵住金株式会社、JFEスチール株式会社、株式会社神戸製鋼所、日新製鋼株式会社、日立金属株式会社、愛知製鋼株式会社、東京製鐵株式会社の7社を対象に単回帰分析を行った。相関係数(R)は0.9418、寄与率(R^2)は88.7%となり、鉄鋼業界における売上高と特許件数の間には非常に良い相関関係がある。つまり、特許件数が増加すればするほど売上高が増加する。また、回帰直線の傾きが1.056であることから、特許1件が売上高1億560万円に相当する。鉄鋼業界における企業進化速度は1.056である。

図6は、ゴム・タイヤ業界(以下はゴム業界)における売上高と特許件数の関係を表している。株式会社ブリヂストン、住友ゴム工業株式会社、横浜ゴム工業株式会社、東洋ゴム工業株式会社、東海ゴム工業株式会社、日本ゼオン株式会社の6社を対象に単回帰分析を行った。相関係数(R)は0.9813、寄与率(R^2)は96.3%となり、ゴム業界における売上高と特許件数の間には非常に良い相関関係がある。つまり、特許件数が増加すればするほど売上高が増加する。また、回帰直線の傾きが1.404であることから、特許1件が売上高1億4040万円に相当する。ゴム業界における企業進化速度は1.404である。

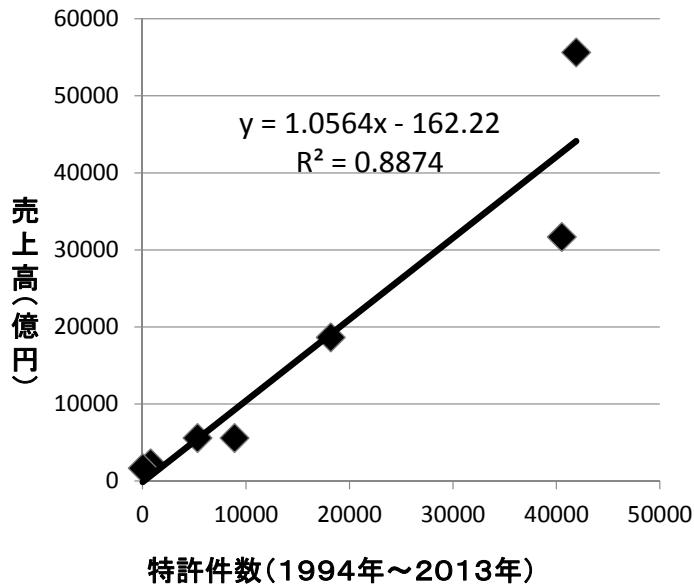


図5 鉄鋼業界における売上高と特許件数の関係

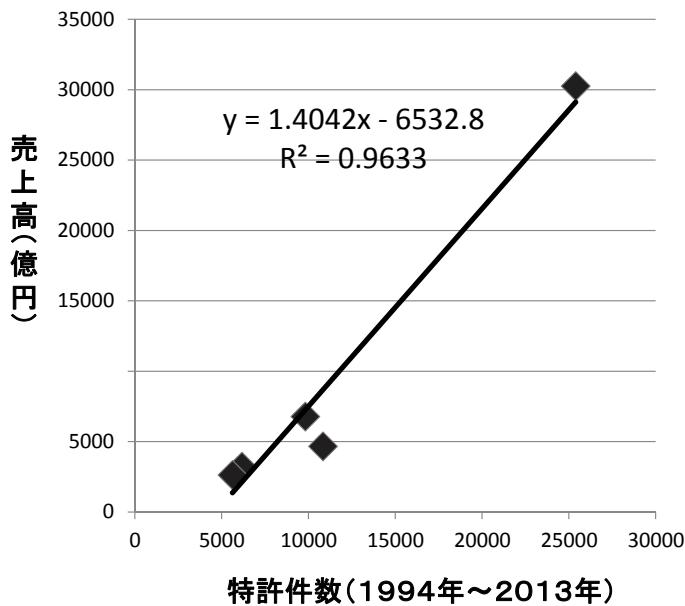


図6 ゴム業界における売上高と特許件数の関係

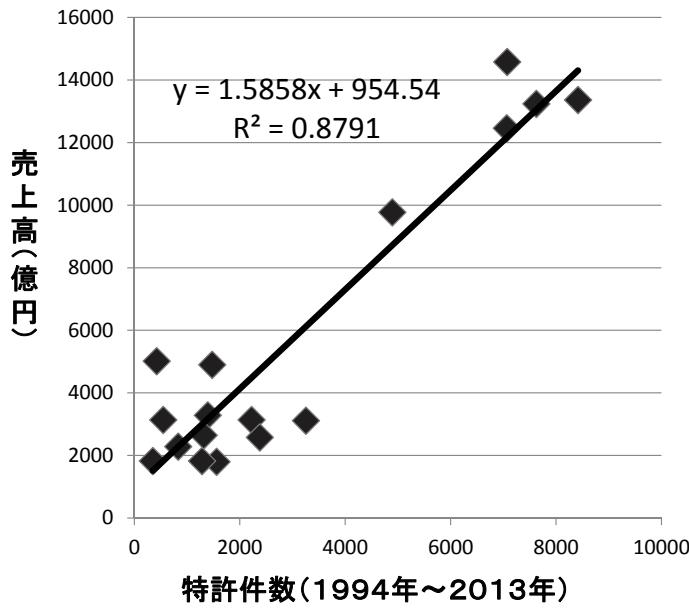


図7 建設業界における売上高と特許件数の関係

図7は、建設業界における売上高と特許件数の関係を表している。鹿島建設株式会社、清水建設株式会社、大成建設株式会社、株式会社大林組、株式会社竹中工務店、株式会社長谷工コーポレーション、戸田建設株式会社、五洋建設株式会社、三井住友建設株式会社、前田建設工業株式会社、西松建設株式会社、株式会社フジタ、株式会社熊谷組、東急建設株式会社、株式会社奥村組、株式会社間組、株式会社鴻池組の17社を対象に単回帰分析を行った。相関係数(R)は0.9375、寄与率(R^2)は87.9%となり、建設業界における売上高と特許件数の間には非常に良い相関関係がある。つまり、特許件数が増加すればするほど売上高が増加する。また、回帰直線の傾きが1.586であることから、特許1件が売上高1億5860万円に相当する。建設業界における企業進化速度は1.586である。

図8は、製紙業界における売上高と特許件数の関係を表している。王子製紙株式会社、日本製紙株式会社、レンゴー株式会社、大王製紙株式会社、北陸紀州株式会社、中越パルプ工業株式会社、特種東海製紙株式会社、株式会社トーモク、丸住製紙株式会社の9社を対象に単回帰分析を行った。相関係数(R)は0.9132、寄与率(R^2)は83.4%となり、製紙業界における売上高と特許件数の間には非常に良い相関関係がある。つまり、特許件数が増加すればするほど売上高が増加する。また、回帰直線の傾きが1.603であることから、特許1件が売上高1億6030万円に相当する。製紙業界における企業進化速度は1.603である。

図9は、自動車業界における売上高と特許件数の関係を表している。トヨタ自動車株式会社、

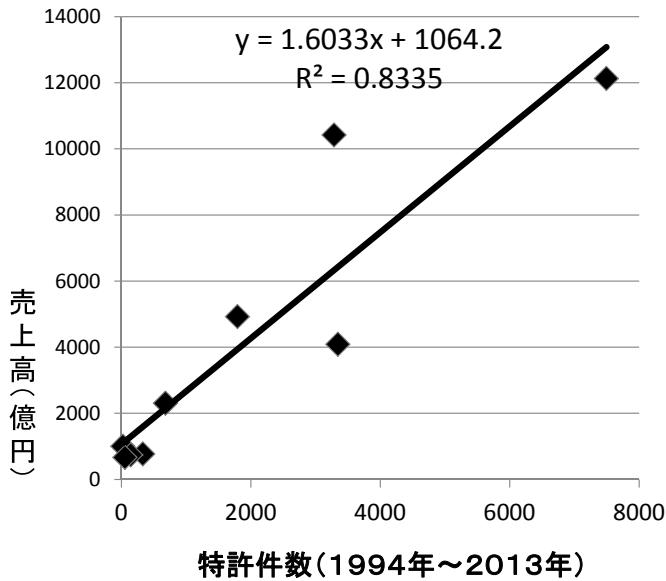


図 8 製紙業界における売上高と特許件数の関係

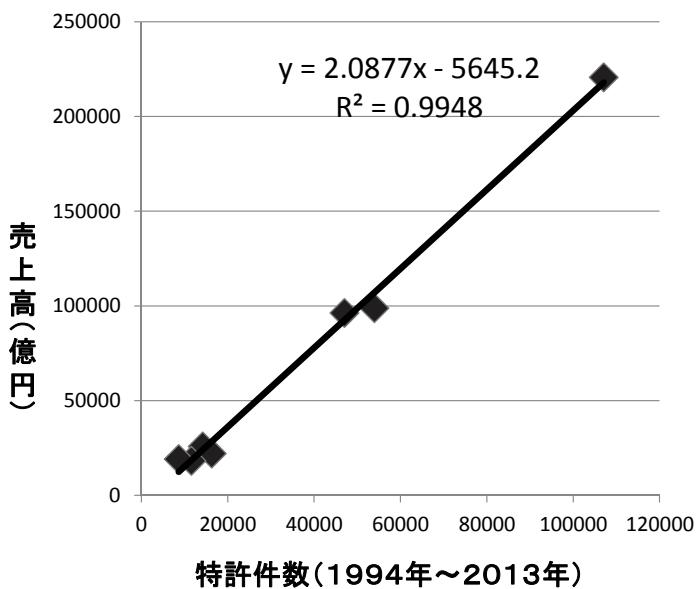


図 9 自動車業界における売上高と特許件数の関係

日産自動車株式会社、本田技研工業株式会社、スズキ株式会社、マツダ株式会社、三菱自動車工業株式会社、富士重工業株式会社、いすゞ自動車株式会社の8社を対象に単回帰分析を行った。相関係数（R）は0.9975、寄与率（R²）は99.5%となり、自動車業界における売上高と特許件数の間には非常に良い相関関係がある。つまり、特許件数が増加すればするほど売上高が増加する。また、回帰直線の傾きが2.088であることから、特許1件が売上高2億880万円に相当する。自動車業界における企業進化速度は2.088である。

図10は、医薬品業界における売上高と特許件数の関係を表している。武田薬品工業株式会社、アステラス製薬株式会社、第一三共株式会社、エーザイ株式会社、ファイザー、大塚製薬株式会社、田辺三菱製薬株式会社、大日本住友製薬株式会社、大正製薬株式会社、塩野義製薬株式会社、中外製薬株式会社の11社を対象に単回帰分析を行った。相関係数（R）は0.7622、寄与率（R²）は58.1%となり、医薬品業界における売上高と特許件数の間には相関関係がある。つまり、特許件数が増加すればするほど売上高が増加する。また、回帰直線の傾きが3.581であることから、特許1件が売上高3億5810万円に相当する。医薬品業界における企業進化速度は3.581である。

図11は、ネットビジネス業界における売上高と特許件数の関係を表している。楽天株式会社、サムスン電子、グーグル、アップル、フェイスブック、アマゾンの6社を対象に単回帰分析を行った。相関係数（R）は0.8222、寄与率（R²）は67.6%となり、ネットビジネス業界における売上高と特許件数の間には相関関係がある。つまり、特許件数が増加すればするほど売上高

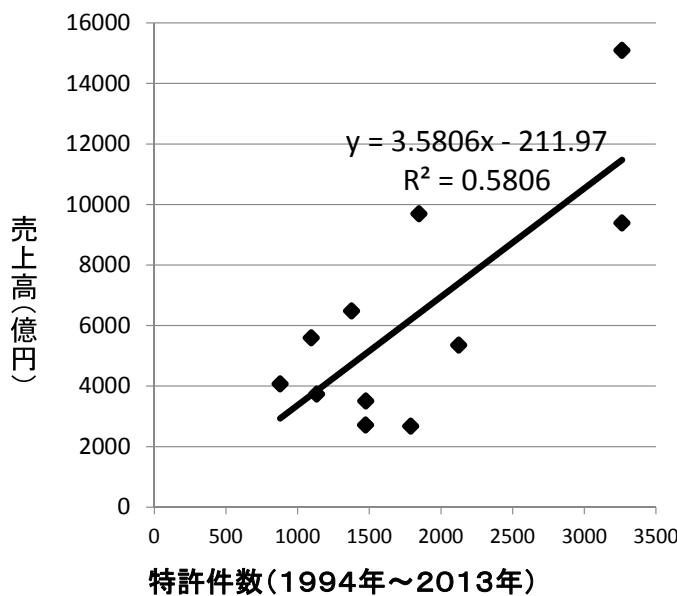


図10 医薬品業界における売上高と特許件数の関係

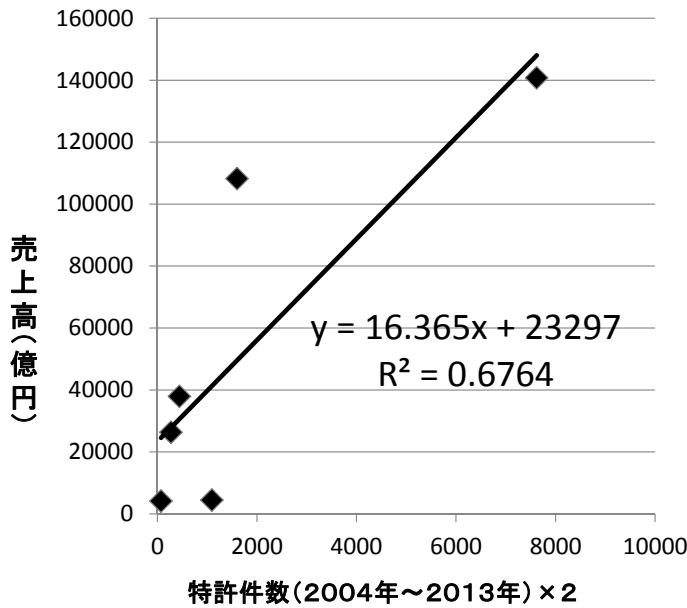


図11 ネットビジネス業界における売上高と特許件数の関係

が増加する。また、回帰直線の傾きが16.365であることから、特許1件が売上高16億3650万円に相当する。ネットビジネス業界における企業進化速度は16.365である。ただし、1994年から2013年までの過去20年間の特許ではなく、2004年から2013年までの過去10年間の特許を対象とした。その理由は20年前には企業が存在しない場合が多いためである。そこで、出願後20年間の特許である他業界のデータと比較しやすいように直近10年間のデータを2倍している。

それぞれの業界ごとでは売上高と特許件数の間には良い相関関係があるが、日本企業全体では売上高と特許件数の間には良い相関関係は見られない。その理由は、業界ごとに企業進化速度が大きく相違しているためである。図1のパチンコ機業界の企業進化速度が0.125で、図11のネットビジネス業界の企業進化速度が16.365であるように、約130倍の相違がある。換言すれば、企業が進化する速さは、企業単位で考えることは意味がなく、その企業が所属している業界ごとに解釈すべきである。そこで、それぞれの業界が持つ企業進化速度とイノベーションの関係について研究する。

3章 業界間の企業進化速度とイノベーション・タイムラグ

3-1 業界間の企業進化速度

日本企業は所属する業界の影響を強く受けている。日本企業は、業界における位置づけや業

界シェアを重要と考える慣習があり、業界の壁を越えた発想は厳禁されている。これが各業界における横並び発想の原点である。この発想が、独自の狭い業界の常識だけでビジネスを行い、その業界だけに安住する「業界引き籠もり」を蔓延させる。次に、業界間の企業進化速度を比較検討することにより、業界の実態を浮き彫りにする。

図12は、図1から図11までの売上高と特許件数の関係で得られた企業進化速度を表しており、3つのグループに大別できる。ネットビジネス業界、医薬品業界、自動車業界の3業界は企業進化速度が非常に速い【企業進化速度 ≥ 2 】。これらの業界は、基本発明を主体とする攻撃型研究開発を特徴とする。これらの特許は、中核特許とそれを取り囲む周辺特許から構成されて

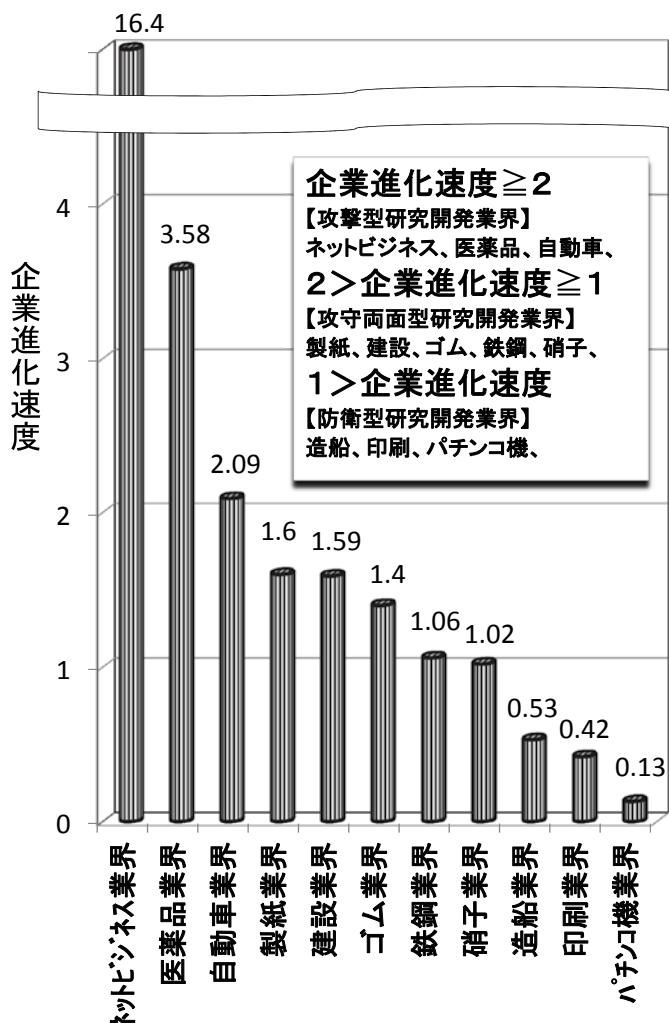


図12 企業進化速度の業界比較

いる。製紙業界、建設業界、ゴム業界、鉄鋼業界、硝子業界の5業界は、企業進化速度が比較的早い【2>企業進化速度 ≥ 1 】。これらの業界は、基本発明より権利範囲の狭い発明を主体とする攻守両面型研究開発を特徴とする。これらの特許には改良特許が多い。造船業界、印刷業界、パチンコ機業界の3業界は、企業進化速度が比較的遅い【1>企業進化速度】。これらの業界は、権利範囲の狭い小発明を主体とする防衛型研究開発を特徴とする。これらの特許には、防衛特許や休眠特許が比較的多い。

ここで重要なことは、企業進化速度が業界間で大きく相違していることである。図12は、企業の研究開発が業界内で秩序正しく行われている証左である。図12は、たとえ企業進化速度の速い業界が画期的な新商品や新技术の開発に成功しても、他の企業は異なる業界の出来事には関心を示さないことを裏付けている。もし新技术が他の業界にシームレスに拡散すれば、企業進化速度の相違がこのように大きくなることはない。この企業進化速度の相違の大きさが、日本企業の特徴であり、最大の弱点でもある。日本の企業は、ネットビジネス業界の企業進化速度が他の業界を圧倒している現実を直視し、自社が所属する業界の企業進化速度に刮目すべきである。とりわけ、企業進化速度の遅い業界は企業進化速度の速い業界の最新技術の取得が有効である。

このように企業進化速度が各業界で大きく相違している事実は、「各業界の時間が他の業界と独立して進み、業界には独自の時計が存在する」仮説を導くことができる。それは、あたかも地球の重力の影響で地球に住む我々の時間が、重力のない世界よりも遅く進むことと類似している。各業界にはそれぞれ異なった重力が存在することになる。重力の大きな業界は時間がゆっくり進み、重力の小さい業界は時間が速く進む。時間の流れを遅滞させる重力の役目は、業界の拘束や縛りや規制の強さで決まると考えられる。ちなみに、製紙業界、建設業界、ゴム業界、鉄鋼業界、硝子業界、造船業界、印刷業界、パチンコ機業界は大きな重力を持っているため、業界内の時間がゆっくり進む。一方、ネットビジネス業界、医薬品業界、自動車業界の重力は比較的小さく、業界を流れる時間が速く進んでいると考えられる。これらの3業界はドッグイヤーの中で企業進化が進行していると考えられる。今、日本企業に一番欠如している能力は「俊敏性」であり、企業進化速度の向上こそが企業発展の突破口となる。

クリステンセンが、「業界が違うとイノベーションの影響度も異なる。¹²⁾」と言っているように、業界におけるイノベーションの位置づけや考え方が異なるのは、業界ごとの企業進化速度の相違が原因である。また、クリステンセンが破壊的なイノベーションが頻発する業界があることを指摘しているが、これは企業進化速度が速く時間が速く流れる業界ではイノベーションが発生する機会が高まるためである。

12) クレイトン M. クリステンセン著 [2013] 「C. クリステンセン経営論」 ダイヤモンド社

ところで、生物の生存競争において同じ種の個体と個体が戦うことだけに目を奪われるが、現実は種と種との生存競争が重要であることは歴史が証明している。企業競争に目を向ければ、同じ業界の企業同士が優劣を競う熾烈な戦いを繰り返し、その戦いに勝利した企業が勝利の雄叫びをあげる。ところが、現実の企業競争では、たとえ同じ業界の企業に勝利しても、業界を越えた戦いに敗れ、企業が立ち行かなくなる場合が非常に多い。近年、業界内競争よりも業界間競争が雌雄を決する場合が増加している。環境変化の少ない時代では業界間競争を意識する必要はなかった。しかし、現代のような環境が激しく変化する時代では一瞬でも業界間競争を忘れる、異業界から来た新規参入企業に業界を蹂躪されることが少なくない。企業進化速度が速い業界で培われた最新式の高性能な武器を持った新規参入者は、企業進化速度が遅い業界の旧態依然とした武器と歴然とした戦力差があり、いとも簡単に業界の新しい支配者になる。企業は業界内競争のエネルギーを業界間競争に振り向けることが大切である。

生物は一定速度で進化してきたわけではない。ある限られた時期に爆発的に進化する「大進化」の時代があった。一方、ほとんど進化しない「小進化」の時代があった。生物の種に相当する企業が所属する業界は、今まさに「大進化」の中にある。この「大進化」による激変に適応できない業界は危急存亡のときを迎える。しかし、激しい変化の中でも進化せず生存可能な環境に逃げ込み死滅を逃れる生物種があったように、進化せずに生き残る業界もないわけではない。これらの進化しない業界は細々と生き延びるだけであり、新たな環境で成長し発展することは期待できない。現在、進化を加速する業界と、進化が遅い業界と、まったく進化しない業界が共存しているため、さまざまな企業進化速度を持つ業界が混在している。企業進化速度を目印にして企業が所属する業界を顧みることは非常に大切である。

3—2 業界間の研究開発費

スティーブ・ジョブズは、「研究開発費の多い少ないなど、イノベーションと関係はない。¹³⁾」と言っている。これは資金力の豊富な企業の意見であり、研究開発費がまったくなければイノベーションは興り得ない。研究開発は企業にとってリスクが高い投資であり、投資に見合った成果が得られなければ研究開発の継続は望めない。しかし、研究開発費の投資効率に関する考え方方が業界で異なるため、他の業界から見れば研究開発投資を増加すべき場合でも、その業界の企業は研究開発費を増加しない場合が少くない。富士フィルムの古森会長は、「研究開発費を減らせば、売上高比で3～4%の利益率はすぐに上乗せできる。経営者には常に研究開発費削減の誘惑がつきまとう。企業はたえず新しいものを生み続けていく文化や体質を持っていなければならない。¹⁴⁾」と言っている。富士フィルムは、デジタルカメラの趨勢を軽視して研

13) 桑原晃弥 [2011] 「スティーブ・ジョブズ全発言」 PHP研究所

14) 古森重隆 [2013] 「魂の経営」 東洋経済新報社

究開発を怠り破綻したイーストマン・コダックを反面教師としており、研究開発に余念がない。

研究開発に積極的な業界と消極的な業界が存在するため、業界ごとに研究開発費は大きく異なる。たとえば、建設業界の研究開発費は医薬品業界に比べ極端に少ない。ちなみに、売上高に占める研究開発費比率は、全製造業平均で3.7%である。なかでも、研究開発費比率が高い業界は、医薬品業界13%，情報通信業界6.3%，自動車業界4.5%の3つの業界である。一方、研究開発費比率が低い業界は、印刷業界1.9%，製紙業界1.2%，製鉄業界1.0%，建設業界0.38%である¹⁵⁾。欧米の医薬品企業の研究開発費は、日本の医薬品企業と比べ格段に大きい。新薬の開発には非常に長い期間と多くの研究者と膨大な研究開発費が必要になるだけでなく、研究開発期間を削減できるバイオベンチャーの買収費用も含まれる。そのため、資金力が脆弱な日本の医薬品業界はますます不利な競争を強いられる。日本で認可される新薬の約7割は欧米医薬品企業が取得しており、研究開発費が成果に直結するのが医薬品業界の特徴のひとつである¹⁶⁾。

日本企業で研究開発費を最も多く使っている企業はトヨタ自動車である。日本の自動車会社は、ハイブリッド車、燃料電池車、電気自動車、天然ガス車、無人自動運転車などを研究開発し、クリーンディーゼル、バイオファーチャルエンジン、プラグインハイブリッドなどの環境対策や安全性向上に邁進するため、貴重な利益を将来のために投資している。ところが、サムスン電子の年間設備投資額（含む研究開発費）は総資産の20%以上であるが、トヨタ自動車の年間設備投資額（含む研究開発費）は総資産の5%であり、両社の研究開発費は大きく異なる。今、日本政府はイノベーションの促進のため研究開発減税を模索中で、研究開発を増加させた企業の法人税の減税率を拡大させる方針を軸に検討が進められている。

研究開発は研究と開発に区別でき、開発費用は研究費用の数倍から数十倍を要する場合が少なくない。ちなみに、医薬品業界の研究では動物実験で有効性と安全性を確かめる段階の研究と、臨床試験で人間に対する試験を行う開発に分けられる。日本の会計基準では研究費と開発費は同じ扱いであるが、国際会計基準（IFRS）では研究費と開発費とは異なる取り扱いを受ける。その考え方は、研究は基礎研究であり、開発は基礎研究を基に製品化することであるた

15) 廉建築コスト管理システム研究所新技術調査検討会 [2008] 「ゼネコンの技術開発コストをどう考えるか」
建設コスト研究

16) 内田伸一 [2013] 「医薬業界がん治療薬」ばる出版 ファイザー（米国）：売上4兆6198億円vs研究開発費7290億円[15.8%]、ノバルティス（スイス）：売上3兆8340億円vs研究開発費7670億円[20.1%]、メルク（米国）：売上3兆3031億円vs研究開発費6770億円[20.5%]、サノフィ（フランス）：売上3兆2486億円vs研究開発費4830億円[14.9%]、ロシュ（スイス）：売上2兆9151億円vs研究開発費6100億円[20.9%]、武田薬品（日本）：売上1兆4045億円vs研究開発費2900億円[20.7%]、アステラス製薬（日本）：売上1兆18億円vs研究開発費1960億円[19.6%]、第一三共（日本）：売上9228億円vs研究開発費1910億円[20.7%]、

め、研究費は費用となり、開発費は資産となり費用計上されない。現在、研究開発費の多い医薬品業界や自動車業界の各社は、日本の会計基準に従い多額の研究開発費を計上しているが、今後、国際会計基準が適応されれば、研究開発が促進され、日本のイノベーションが加速する可能性が高い。日本の企業経営者は業界の常識にとらわれない大胆な研究開発投資を検討すべきであり、同時に、日本政府も研究開発投資に対する税制面の優遇策を急ぐ必要がある。

3—3 業界間のイノベーション・タイムラグ

研究開発が成功した後、企業がその果実を得るまでには相当の時間を要する。カラーテレビが市場に普及したのは開発完了から20年後である。飛行機、自動車、蒸気機関、冷蔵庫、電話、電子レンジ、レーザー、GPSなども、開発完了からイノベーションまで長い時間を要している。ところが、特許の存続期間は特許出願から20年間までと法律で定められている。企業が研究開発の果実を得る時点には虎の子の特許は消滅し、開発をしていない企業でも合法的に当該製品を製造できることが多い。日本の特許法において、研究開発終了からイノベーションまでの「イノベーション・タイムラグ」を考慮しているのは医薬品だけである¹⁷⁾。発明者が得る利益はイノベーション全体の利益の数%に過ぎず、遅れて来た模倣者が残り90%以上の利益をタイミングよく奪い去るのが通常である。このようにイノベーション・タイムラグは特許価値に大きな影響を与える。さらに、イノベーション・タイムラグは、前項で述べた売上高に占める研究開発費にも影響する。イノベーション・タイムラグが10年間のとき、10年前の研究開発費を現在価値に換算して売上高と比較する必要がある。たとえ、イノベーションの果実を得られたとしても、イノベーション・タイムラグが長いと研究開発計画の段階で蹉跌が生じる恐れがある。

このイノベーション・タイムラグは業界で大きく異なる。たとえば、医薬品業界では新薬の研究段階を完了した後でも、長期の臨床実験や承認取得などの開発段階を経なければ、その成果は期待できない。他の業界に比べ、医薬品開発のイノベーション・タイムラグは長い。ちなみに、医薬品業界における研究開発が長期化する例をあげると、バイアグラは当初狭心症の薬として開発が進められていたが、良い結果が得られなかった。その後、ファイザーはED治療薬へ方針転換し成功した。アステラス製薬の前立腺肥大による排尿障害の治療薬ハルナールは、当初血圧降下剤として作られた薬であった。鼠を殺すための殺鼠剤のワルファリンは、脳卒中や心筋梗塞を防止する血栓防止剤になった。第一次世界大戦で毒ガスとして使用されたマスタードガスは、世界初の抗がん剤ナイトロジエンマスターを誕生させた。このように用途転

17) 特許の存続期間は特許出願した日から20年間であるが、例外として医薬品には最長5年間の延長が認められる場合がある。治験期間と承認審査期間が延長の判断となる。

用による特許^{18, 19, 20)}は多く、これがイノベーション・タイムラグを生む要因のひとつになっている。体温調節のために進化した羽は、爬虫類を寒さから守った。その後、ジュラ紀になって始祖鳥は、その羽で空を飛んだ。用途転用は進化の手段であることは今も昔も変わらないが、いずれの進化も長時間を要している。このように研究開発は一本道の単純な道程ではないため、イノベーション・タイムラグは長期化するのが常である。企業にとってイノベーション・タイムラグの予見は、研究開発戦略を立案し実行する上で非常に重要である。これを見誤ると、企業が研究開発を完了した後、イノベーションの成果を回収できないリスクが高くなる。

このイノベーション・タイムラグは国ごとに異なる。たとえば、新薬の審査期間の長短を決める国の政策、高額商品の購入可否を決める国民の豊かさ、新製品を使いこなすための国民の教育レベル、新製品への拒絶反応に影響する国民性、新製品に関する宗教や商習慣の障壁など、イノベーション・タイムラグは国により大きく異なる。そのため、企業はイノベーション・タイムラグの長い国での研究開発や新製品の製造販売を敬遠する傾向が強くなる。すなわち、日本でイノベーションを興すためには、上記のイノベーション・タイムラグの長期化要因を取り除くことが大切である。

本田宗一郎は、「いくら良い発明、発見をしても、100万分の1秒遅れたら、発明でも発見でもない。」と言っているように、発明はタイミングが重要である。しかし、イノベーションの胎動は何の前触れもなく突然現れる。その時タイミング良く社会に受け入れられるのが「良いイノベーション」であり、タイミングが悪いのが「悪いイノベーション」である。残念ながら、大抵のイノベーションは悪いイノベーションである。もう少し遅く誕生すれば良いイノベーションになったと考えられる場合や、もう少し早く誕生すれば良いイノベーションになったと考えられる場合がほとんどである。ちなみに、1954年に出願した米国のレメルソンのバーコード認識に関する特許は、度重なる特許審査の補正や分割手続きに長い時間を要した結果、33年

18) 吉藤幸朔 [1997] 「特許法概説」有斐閣「既知の物質DDTに殺虫効果があるということが発見されれば、この属性を利用し、DDTを有効成分とする殺虫剤又はDDTを虫にふりかけて殺虫する方法の発明は、用途発明である。用途発明は、発見が直ちに発明として利用できることが自明であり、発見から直ちに発明が成立する場合であるから、発見と発明とは実質上ほとんど異なるところがないということもできる。」

19) 紋谷暢男 [1997] 「無体財産権法概論」有斐閣「発明は自然法則を利用したものでなければならない。ゆえに、発見は自然法則自体の新たな認識であり、その利用ではないので除外される。用途発明も本質的には新たな用途の発見であって、発明ではない。しかし、わが国ではこれに特許を与えていた。発見は発明に発展しうるものであり、両者の区別はきわめて難しいこともありうる。」

20) K・ケリー著 服部桂訳 [2014] 「テクニウム テクノロジーはどこへ向かうのか？」みすず書房「新しいアイデアや発明は、切り離されたアイデアを融合させたものだ。ビール醸造のために作られた炉は鉄鋼産業に役立ち、オルガン製作用に発明された機構は織機に応用され、織機の機構（パンチカード方式）がコンピュータのソフトウェアを生み出した。テクノロジーは関係のない別の用途でコンボーネントが改善され、知らぬ間に発展している。古いアイデアが融合して、アイデアの輪を孵化させる。」

後の1987年に特許登録された。もし、1950年代に特許登録されていたら、バーコードの使用者は存在せず無価値な特許であった。しかし、特許登録が33年後になったお陰で、世界中の企業がレメルソンの特許を侵害することになり、レメルソンは約1500億円のライセンス料を手にした。

研究開発が終了して即座にイノベーションが始まる例は数少ない。研究開発の完了後、多くのイノベーションの萌芽は、特定の環境条件になるまで開花する時期を待つことになる。新商品や新技术の研究開発よりも、開花する環境条件を整える仕事の方が、イノベーションを興すためには重要であると言っても過言ではない。この仕事は研究者だけでなく経営者や生産部門や販売部門、さらに業界の協力が必要となる。協力が得られやすい業界と得にくい業界が存在するため、イノベーション・タイムラグは業界により異なる。たとえば、業界の事実上の標準であるディファクトスタンダードをスムーズに決定できる業界であるかどうかが、イノベーション・タイムラグを決める。電機業界では、ソニーのβとパナソニック等のVHSのビデオテープやDVDのブルーレイ方式で、ディファクトスタンダードの争奪戦が長期にわたり繰り広げられた。一方、自動車業界ではハイブリッド車と電気自動車の日本案を国際標準にすることに成功した。その結果、トヨタ自動車のプリウスなどはイノベーション・タイムラグなしで拡販できたため、環境対策車のグローバル競争で非常に優位な立場を獲得した。トヨタ自動車は、事前に日産自動車やフォード等とハイブリッド車のライセンス契約を結び、自動車業界を一本化する根回しを行った。これにより、トヨタ自動車はイノベーション・タイムラグを最短化することができた。

3—4 アクティブ・イノベーション

業界ごとに商品サイクルが相違するため、業界のイノベーション・タイムラグが異なる。たとえば、スマホと自動車の商品サイクルの差は大きく、自動車の商品サイクルは約6年、スマホは1~2年で新機種に交代される。自動車業界に比べネットビジネス業界は進化速度が速いので、研究開発の成果を短期間で回収を迫られ、特許価値の小さい特許は出願せず、独占権を行使できる権利範囲の広い基本特許の取得だけを目指す傾向が強くなる。逆に、商品サイクルが長く、数十年間モデルチェンジや新商品がなくても売上が維持できる業界では、イノベーション・タイムラグが長くなる。前述の企業進化速度とイノベーション・タイムラグは一定の関係を有している。それぞれの業界が持つ時計が異なり業界ごとに時間の進み具合が相違するため、企業進化速度の速い業界はイノベーション・タイムラグが短い。この短いイノベーション・タイムラグが、情報創造連鎖²¹⁾を興し、イノベーションが新たなイノベーションを生み出す連

21) 村山博 [2006] 「情報創造型企業 情報創造連鎖の法則と創造型人材の活用」ふくろう出版

統的なイノベーションが発生する。このように企業進化速度の速い業界ではイノベーションが際限なく続発する。

今までのイノベーション研究は、イノベーションの閑門として、魔の川、死の谷、ダーウィンの海に関する研究が多い。それらは、それぞれの閑門の特徴やそれらの克服方法に関する論文である。しかし、これらの閑門を克服するだけではイノベーションは興せない。何故ならば、業界ごとに企業進化速度が異なり、業界を流れる時間の速さが異なるためである。たとえ運よくイノベーションを興せても、その時期には既に特許は消滅している場合が少なくない。イノベーションの果実に群がる、発明とは何の関係もない人々が、発明者に対しお礼の言葉も尊敬の念もなく、すべての果実を奪い取る。これがイノベーションのために研究開発する企業や発明家が少ない原因である。ところが、企業進化速度が速い業界では、イノベーション・タイムラグが短いため、発明に寄与しない他人の出る幕がない。企業進化速度が速い業界に興ったイノベーションは、発明者が独り占めできる可能性が高くなる。さらに、企業進化速度が速い業界では、情報創造連鎖による連続的なイノベーションが多発するため、発明者がイノベーションの成果を想定以上に回収でき、巨額の利益を得るチャンスが多い。

本論文はイノベーションを能動的に捉える必要性を強調したい。高速で進む技術革新と激しく変化する社会がタイミング良く巡り会うことが、イノベーションを興すことである。通常では、それらは互いがすれ違うことすら気付かないことが多い。何故ならば、技術革新と社会変化は、一直線上で追いかけているのではなく、多次元の時空間を猛烈なスピードで進んでいるためである。それらが巡り会うことは奇跡に近い。そこで、技術革新と社会変化のどちらか、または、両方を待ち伏せるために、イノベーション・タイムラグを人為的に短縮化、または、企業進化速度を積極的に加速するイノベーションが「アクティブ・イノベーション」である。本論文が繰り返し述べているように、企業進化速度とイノベーション・タイムラグには密接な関係がある。この関係を利用して、アクティブ・イノベーションは制御可能となる。

アクティブ・イノベーションの具体例のひとつが、敢えて特許をパブリックドメイン（特許の排他的独占権を使用しないこと）にする宣言を行うことである。奇異に感じられるが、企業が研究開発で獲得した成果物である特許自体が、イノベーションにブレーキをかけている。特許が、他社の参入を阻止するため市場形成を遅らせ、社会インフラ整備の遅れを招くためである。特許のパブリックドメイン化は、関連企業（競合他社を含む）や社会が特許を気にせず自由に活動でき、企業進化速度が速くなる（パブリックドメイン化は、図1～11の横軸の特許件数を減少させるため回帰直線の傾きが立ち上がり、企業進化速度が速くなる）。そのため、イノベーション・タイムラグを一挙に短縮でき、市場が急拡大する。このようにアクティブ・イノベーションは、イノベーション・タイムラグや企業進化速度を発明者の都合に合わせてコントロールすることを可能にする。発明者がイノベーションの果実を得て、その果実を次のイノ

ーションを興す糧とするために、アクティブ・イノベーションは不可欠である。

従来のイノベーションの考え方は、社会に適合する発明や発見を基にイノベーションを興すことであった。しかし、イノベーションの萌芽は社会に適合できるか、まったくお構いなしに現れるのが常である。そこで、イノベーションの萌芽の出現タイミングに合わせて、社会を適合させてイノベーションを興す、この逆転の発想がアクティブ・イノベーションである。アクティブ・イノベーションは、すでに完成された、あるいは、ほぼ完成に近い発明に社会や市場を人為的に変換させ、イノベーションを興すことである。このアクティブ・イノベーションはイノベーションのコペルニクス的転回と言っても過言ではない。

アクティブ・イノベーションの優れている点は、連続的なイノベーションが他の業界に速やかに伝播することである。通常ならば、業界ごとに企業進化速度とイノベーション・タイムラグが相違するため、他の業界のイノベーションは伝播しにくい。しかし、アクティブ・イノベーションを利用すると、業界ごとの企業進化速度の差が少なくなるだけでなく、業界ごとのイノベーション・タイムラグの差も少なくなる。アクティブ・イノベーションは、日本企業の弱点である業界ごとの企業進化速度の相違を解消し、業界の壁を越えてシームレスにイノベーションを伝播させる。アクティブ・イノベーションの最大の敵は、企業進化速度にブレーキをかけるさまざまな圧力である。次に、この圧力の特徴について考察する。

4章 企業進化速度とイノベーションの関係

4-1 企業進化速度にブレーキをかける國の驕り^{おごり}

国は企業進化速度にブレーキをかけ続けてきた歴史がある。国は、裁量権を活用して、指示、助言、勧告、警告による行政指導を行い、許認可権、税制上の優遇措置、公共事業、融資の指導を利用して業界を拘束し続けてきた。加えて、国家プロジェクトや国が主導するコンソーシアムが業界の自由度を削ぎ、企業進化速度にブレーキをかけてきた。このような国家の関与を歓迎する業界も少なくない。これが、イノベーションを国が主導するという「國の驕り」を助長させ、国と業界が二人三脚で企業進化速度を減速させている。

国は業界内の過当競争を好まない。国の指導は常に競争よりも協調が優先されてきた。電機業界では一社が新製品を作ると、即座に他社が類似商品を販売する。電機業界は日本国内の同業種の企業だけを競争相手にし、国の影響が及ぶ国内市场を主戦場にして競争してきた。その結果、日本の電機業界の利益率が大幅に低下したため、経済産業省は救済する口実で業界の縛りをさらに強化した。これにより電機業界は、企業進化速度にブレーキがかかっただけでなく、イノベーションにとって最も大切な自由度が失われた。国は電機業界だけでなく、多くの業界

の企業進化速度に影響を及ぼしてきた。ちなみに、鉄鋼業界への行政指導は、高炉新設による銑鋼一貫製鉄所の企業戦略に横槍（銀行融資の停止圧力）を入れた²²⁾。さらに、鉄鋼業界への行政指導は、鋼材価格安定化に激しく反対する企業を兵糧攻め（鉄鉱石や石炭の輸入枠の削減）にして、強制的に減産させ、鉄鋼カルテルを死守させた²³⁾。石油業界や航空機業界への行政指導は、保護育成する口実で規制を強めた²⁴⁾。半導体業界は、政府肝いりのコンソーシアムや巨額の税金を投じた国家プロジェクトを立ち上げた結果、衰退の一途を辿っている²⁵⁾。製造業以外の業界でも行政指導が行われている。とりわけ、銀行や大学への許認可権を使った拘束は非常に強い。手足を縛られた日本の銀行や大学は競争力を失い、外国勢にまったく歯が立たない状況に陥っている。

国家による業界の拘束は、業界内の企業の多様性を排除し、イノベーションに大切な業界内の異端児を滅亡させている。政府指導で多額の税金を投入した国家プロジェクトには業界の上位数社に召集令状が配られ、呉越同舟の共同開発が行われる。国家プロジェクトへの不参加は、監督官庁の不評を買い、さまざまな不利益を覚悟しなければならない。そのため、多くの企業は気に染まない国家プロジェクトに義務感だけで仕方なく参加する。このような理由から、プロジェクトが失敗し貴重な税金が無駄遣いされる。さらに、その副作用は、業界内の企業の同質化をますます高め、業界に所属する企業に競争心や闘争心を忘れさせる堅固な業界風土を築き上げる。

経済産業省は、他の業界からの新規参入が業界の秩序を壊すことを嫌うため、イノベーションの可能性を高める異業種からの参入を妨害する。また、業界も、競争相手を増やすことを歓迎しないため、異業種参入の妨害のために経済産業省に加担する。業界が仲良く協調し事前に

- 22) 竹中平蔵 [2010] 「経済古典は役に立つ」光文社「1950年に川崎製鉄は、千葉に日本初の鉄鋼一貫製鉄所の建設を計画したが、需給バランスが崩れるという懸念から、通産省と日本銀行に反対された。」
- 23) 安西巧 [2014] 「経団連」新潮新書「1965年に住友金属は、通産省が打ち出した鋼材価格安定化のための各社一律の減産指示に強く反発。通産省は鉄鋼生産に不可欠な原材料の枠を削り、住金を兵糧攻めにした。富士製鉄の永野社長が「住金を鉄鋼連盟から除名する」と息巻いたが、稻山は鉄鋼カルテルが破綻することを理由に永野をなだめた。」
- 24) 高橋洋一 [2013] 「ニュースの深層」現代ビジネス「日本の戦後成長の歴史を見ても、通産省がターゲットにした産業は、石油産業、航空機、宇宙産業などごとく失敗している。逆に、通産省の産業政策に従わなかつた自動車などは、日本のリーディング産業に成長している。」
- 25) 湯之上隆 [2013] 「日本型モノづくりの敗北」文芸春秋「日本は日米半導体摩擦後も呆れるほど多数のコンソーシアムをつくり、巨額の費用を投じて国家プロジェクトを立ち上げ、さらにエルピーダやルネサスなどの合弁会社を設立し、あげくの果てにこれら合弁会社の救済に公的資金まで投入した。これらはすべて経産省が主導したことである。経産省は日本半導体産業を国策まみれにしてきたが、日本の半導体シェアは低下の一途をたどっている。」

話し合いが行われる業界の風土が出来上がると、イノベーションは絶対に興らない。電機業界トップのパナソニックと医薬品業界トップの武田薬品の研究開発費は変わらないのに、武田薬品の特許価値はパナソニックに比べ非常に大きい。これは、国家が過当競争を嫌う体質を電機業界に根付かせ、目論見通りに同質化の陥穰に嵌まらせた結果、電機業界の特許価値を下落させたと考えられる。

また、国土交通省は自動車の衝突実験をいまだに義務化している。現在、コンピュータ・シミュレーションの信頼性が飛躍的に向上した。そこで、自動車業界では研究開発の主体が、スーパー・コンピュータを駆使した衝突実験や風洞実験に完全に移行している。時間とお金のかかる実車実験の義務化は、自動車業界の企業進化速度にブレーキをかけている。コンピュータ・シミュレーションとはスーパー・コンピュータで行う模擬実験である。これは、実際の実験と比べ、費用と時間の削減が可能になるため、さまざまな業界で行われている。ちなみに、医薬品の研究開発では、異常な働きをしているタンパク質を見つけ、薬となる化合物がそのタンパク質に結合し、異常な動きを抑えると新薬の発見になる。ところが、人間を構成するタンパク質は10万種類以上あり、化合物は10の60乗もある。それらの組み合わせの実験を繰り返すと莫大な時間と費用を要する²⁶⁾。コンピュータ・シミュレーションは、短時間に低コストでそれらの実験を可能にしている。

米国ネバダ州は、グーグルとスタンフォード大学が共同開発した無人自動運転車に公道での運転を許可した。その結果、グーグルは世界に先駆け走行データを獲得した。今ではネバダ州だけでなくカリフォルニア州やフロリダ州でも走行可能になり、ドイツやイギリスでも公道走行実験を行っている²⁷⁾。残念ながら、日本では、全盲の人が運転する自動車社会を思い描くことができなかった。そのため、日本の自動車業界は、日本政府の決断の遅れにより、無人自動運転車の公道走行では後塵を拝している。このように、日本政府および主管官庁は企業進化速度にブレーキをかけている。

警察庁はパチンコ機の製造販売の認可権を持っている。パチンコ機業界は警察庁の顔色を見ながらの研究開発が行われてきた。ちなみに、電動式パチンコ機の導入の際には、警察庁の指導が遺憾なく發揮された。ケンコーコムやウェルネットが国に強く要望している薬のネット販売は遅々として進まない。これは家の近所に薬局がない人や薬局に行けない病人を無視した所業と言わざるを得ない。欧米では処方箋が要らない一般用医薬品はネットで買うことができる。国は、薬局では薬剤師が患者の顔色を確認して対面販売するが、ネット販売はそれができないためリスクが高いと主張する。しかし、風邪で寝込んでいる人の家族が薬局で風邪薬を買うこ

26) 辛木哲夫 [2014] 「次世代スマートコンピュータ「エクサ」が日本を変える」 小学館新書

27) エリック・シュミット、ジャレッド・コーベン著、櫻井祐子訳 [2014] 「第五の権力」 ダイヤモンド社

とは許される。また、欧米では処方箋薬をネット販売で買うことができるが、日本ではネットで絶対に購入できない。処方箋薬は、患者が医師の診断を受け処方された薬であり、薬局の対面販売で顔色を見る必要がないことは当然である。ところが、日本では処方箋薬のネット販売を認可しない愚行が続いている。

国や厚生労働省などが仮想世界であるネットビジネスを嫌うのは、現実世界での権力や地位が仮想世界ではほとんど意味をなさなくなることを知っているためである。日本薬剤師連盟からの政治献金（パーティー券購入や寄付金）と、日本薬剤師の関連団体への天下り（日本薬剤師研修センターなどで厚生労働省OBが理事を務める）が、ネット販売阻止の根底にあると考えられる²⁸⁾。今後、国家とネットビジネスの対立はさらに激化すると考えられる。個人情報保護や著作権保護の詭弁を弄して、国家によるネット規制が今以上に強化されることは間違いない。ネットビジネス業界が他の業界よりも規制が少なく企業進化速度が速い現象は、将来、歴史を振り返ると今だけの束の間の出来事になる公算が高い。

日本では新薬の承認申請後、厚生労働省、医薬品機構、医薬品医療機器審査センターなどで審査が行われ、厚生労働大臣が中央薬事審議会に諮問し、学識経験者による審議が行われ、厚生労働省が認可の最終的な判断をする²⁹⁾。この承認期間が欧米に比べ非常に長いことが、日本

28) 原英史 [2014] 「日本人を縛りつける役人の掟」 小学館 【1】大事なことは法律ではなく省令で決める。法律は国会での議決を要するのに対し、省令は担当の官庁だけで決める。薬事法の条文には、販売方法について、「厚生労働省令」に委任するフレーズがある。「ネット販売禁止」や「対面販売原則」はまったく書かれていない。これは医薬品のネット販売にとどまらず、さまざまな分野の規制は法律ではなく省令で決めている。なぜ法律を作る政治家は役所に「白紙委任」してしまうのか。法律の条文は官庁の役人が書いているからである。役人たちにとってみれば、国会での審議に晒されることなく自分たちだけでルールを決められる方が望ましい。【2】米国、英国、ドイツなどの諸外国では大衆薬のみならず、処方箋薬についてもインターネット販売が認められている。処方箋薬の市場規模は6兆円を上回り、大衆薬の10倍。今回ネット販売が認められた大衆薬の0.2%（28品目）を囲にして、「本丸」の処方箋薬を死守した。【3】補助金が農業を蝕む。役所からの補助金は農協が窓口となり、市場競争を無視した画一的な農業が生まれる。サトウキビ1トン当たりの売買価格は約6000円だが、補助金1トン当たり1万6000円ができる。【4】待機児童が減らないのは、天下り社会福祉法人を守るために企業参入を拒んでいるからだ。【5】天下り先の特殊な法人は法人税を免除する。役人が認可した公益事業だけに法人税免除のメリットを与え、その代わりに天下り先を確保する。「公益社団法人・財団法人（約2万8000）」「学校法人（約8000）」「社会福祉法人（約1万9000）」「宗教法人（約18万2000）」「NPO法人（約4万8000）」

29) http://www.lifescience.co.jp/yk/jpt_online/review0906/index_review4.html

「1999年から2007年に米国、EU、日本のいずれかにおいて承認された新医薬品は398薬剤だった。これらのうち約90%が米国、EUで承認されているのに対し、日本において承認されている薬剤は約半数であった。米国、EUにおいて、世界初承認からの遅れがわずかであるのに対し（米国0ヵ月、EU 2.7ヵ月）、日本において承認されている薬剤の承認は41.0ヵ月遅れであった。」

の医薬品業界の進化速度にブレーキをかけ、日本発のイノベーションを激減させている。2014年に国が定めた運賃を下回るタクシー業界に値上げ勧告書が手渡された。国は、運賃が国の定める基準より下回る会社に口頭指導と文書勧告を行い、それでも従わなければ営業停止処分や運賃の変更命令を科する魂胆である。これらの行政指導や命令は、自由競争を阻止するだけでなく、将来のイノベーションの芽を摘む犯罪行為に近い愚行と言える。このように国の業界への縛りや拘束は枚挙に暇がない。

4—2 企業進化速度にブレーキをかける業界の縛り

いかに優秀な企業でも1社だけでは市場は作れない。競合する企業が互いに切磋琢磨し新たな市場が生まれ、複数の参入企業が競争を激化させることで市場が大きく育つ。これが業界の存在理由である。業界内の企業に対する縛りや拘束は必ず存在し、それらには非合法と合法がある。非合法な事例には、①業界内で価格調整し自由な競争を妨げる価格談合、②業界内で製造や販売数量を制限する数量制限談合、③設備の稼働や休止を業界内で相談し製造量を調整する設備制限談合、④業界内で競合しないように販売地域を調整する販路談合、⑤業界内の指名企業が事前相談し特定の企業に高額で受注させる入札談合、⑥公共事業の競争入札で発注する行政側が主導する官製談合がある。建設業界、土木業界、橋梁業界、製紙業界、段ボール業界、電線業界、電力業界、鉄鋼業界は談合を繰り返してきた過去がある。多額の資金を要する研究開発やリスクの高いイノベーションに挑戦するよりも、談合で業界を拘束した方が利益を得やすいと考える上記の業界では、企業進化速度が極端に遅くなる。ちなみに、談合は独占禁止法違反に該当し、刑法の談合罪（刑法96条）で処罰される。

合法な事例には、業界がディファクトスタンダードを作成し実質的に新規参入を妨害する業界標準の乱用や、業界内の主要な企業だけでパテントプールを結成し新規参入を排除する業界の不文律がある。パチンコ機業界などにパテントプールが存在する。業界団体³⁰⁾の会合は定期的に開催され、業界内の情報交換の場となっている。そこでは各種統計資料の作成、法律改定への意見集約、業界標準の作成、業界誌の発行、学術発表などが行われる。会合終了後、懇親会やゴルフコンペ等が開催される場合も多く、その情報交換が合法と非合法の間のグレイゾーンとなることもある。このように業界内の企業は堅い絆で結びついている。その絆が業界から抜け出せない呪縛を生み出している。業界の暗黙の約束として、業界内のヘッドハントの禁止、業界の秩序維持のための業界規則、新規参入者を村八分にする業界内の密約など、さまざまな業界の縛りがある。業界団体の人事は、業界に所属する企業が仲良く相談で決める。補

30) 業界団体:日本鉄鋼連盟、日本自動車工業会、日本機械工業連合会、電気事業連合会、日本製薬団体連合会、日本化粧品工業連合会、日本製紙連合会、石油連盟、日本ゴム協会、ガラス産業連合会など

助金申請、法律改正の要望、税制優遇の嘆願などは、官庁に対して業界団体が行うことが慣例になっている。さらに、多くの政治献金は、業界団体を通じて行われ、業界と国との関係を濃密にしている。このように業界の結束はますます強くなり、全国の業界団体を束ねる日本経済団体連合会（経団連）を頂点とする盤石な備えが完成する。

マイケル・ポーターが、「業界内の常識が強すぎて、競争を均質化してしまう例も多い。」と述べているように、業界の常識という縛りは自由な競争を奪うだけでなく業界自体を蝕むことになる。テレビの放送とインターネットのサイトが画面と一緒に表示されるパナソニックのスマートビエラのテレビコマーシャルは業界ルールに違反するとして、テレビ放送業界がコマーシャルを拒否した。これはテレビ放送業界が非常識と言われても仕方がない。ピーター・ドランカーが、「変化を脅威ではなく、機会としてとらえなければならない。」と言っているが、テレビ放送業界はテレビとネットの融合という絶好のチャンスを捉えることができなかつと言える。

ところで、誕生間もない業界ではパラダイムが確立されていないため、さまざまな業界のグラデーションがかかった境界は識別が難しくなっている。そのため、業界を縛る力が未だ脆弱で、既存の業界に比べ自由な企業活動が可能である。業界の縛りや規制が比較的少ない業界はネットビジネス業界であり、次から次へとイノベーションが生まれている³¹⁾。そのため、ネットビジネス業界の競争は非常に激しく、厳格な規制がある放送業界と比べると、イノベーションへの取り組みがまったく異なる。たとえば、ネットビジネス業界で働く人の平均年齢は30歳前後と低く、社長も若い。そのため、自由闊達な意見が飛び交い、他の業界のように、若い人が考えたイノベーションの萌芽を頭の固い年寄りが摘み取ってしまう可能性が少ない。ネットビジネス業界は上司に反対しにくい度合である権力格差指標³²⁾が低い。これは業界の縛りが少ない要因である。このように、ネットビジネス業界にある革新的なアイデアを重視する風潮が、人間や組織の縛りを軽減していると考えられる。

翻って、ネットビジネス以外の業界では、リスクの高いイノベーションが大嫌いな中間管理職は、若い従業員の挑戦的で革新的な商品企画を認めようとせず商品化にゴーサインを出さない。

31) 角川歴彦〔2013〕「グーグル、アップルに負けない著作権法」角川選書「規制の少ないインターネットの世界は、革新に革新を重ねてイノベーションの連鎖が生まれている。インターネットは規制の少ない激しい自由競争でイノベーションを繰り返している。」

32) 山口周〔2013〕「世界で最もイノベーティブな組織の作り方」光文社新書「権力格差指標（上司に反対しにくい度合）英国：35、旧西ドイツ：35、カナダ：39、米国：40、日本：54、権力格差の大きい国では、部下にとって上司は近づきがたく、面と向かって反対意見を述べることはほとんどない。」「本質的な発見によって新しいパラダイムへの転換を成し遂げる人間の多くが、年齢が非常に若いが、あるいはその分野に入って目が浅いかのどちらかである。イノベーションの芽を出す人と、そのアイデアの意思決定権限を持つ人の間には、組織内で大きな距離が存在する。」

い。そこで、若い従業員は競合他社のヒット商品を僅かに改良した陳腐な商品を提示し、中間管理職の機嫌を取ることを覚える。競合他社のヒット商品に類似した商品ならば、市場にすでに認知されているので売れて当たり前であり、もし売れなければ営業や販売部門の責任にできるため、研究開発部門を主管する中間管理職には失敗がなくなる。結局、他社の二番煎じを製造し販売することが多くなる。今まで市場にまったくなかった画期的な商品や、消費者が使い方さえ分からず革新的な商品を、勇気を持って決断する中間管理職は極めて少ない。これは、同じ業界で長く仕事し業界の常識に染まった中間管理職が、自ら作り出した業界の呪縛のひとつである。

大学で臨床研究する医師と医薬品会社との癒着は、医薬品業界が生み出した呪縛のひとつである。医薬品業界の新薬は、権威ある大学の論文がお墨付きを与えて、初めて新薬と認められる慣習がある。そのため、医薬品業界の各社は、大学に論文を書いてもらうために、高額な寄付金（研究費）やデータ解析の労務提供を行うのが一般的である。大学も、新薬開発の一翼を担え、豊富な研究費を手にできるため、大学と医薬品業界は一蓮托生となる。新薬認可後も、医薬品会社は処方箋に当該新薬を使用してもらうため、大学病院の医師との関係が継続する。

ところで、蒸気機関は馬車で運搬する仕事を消滅させ、電話は電報の仕事をなくし、ロボットは工場で働く人の仕事を奪い、コンピュータは会社の事務作業を奪った。イノベーションは雇用を激減させ、仕事を失った人々を苦しめただけでなく、今まであった業界を消滅させてきた。そのため、イノベーションは労働者から強い抵抗を受けてきた苦い歴史がある。労働組合が強い業界と弱い業界があるため、その抵抗の度合いは業界ごとに大きく異なる。変化への不安や現状維持を望む声は、イノベーションの足枷となる。イノベーションが保守的な勢力の抵抗を受けるのは当然であるが、労働者だけでなく経営者も巻き込んで業界の総意として、イノベーションに抵抗することも少なくない。ちなみに、電機業界の雄であるソニーさえも、ウォークマンが開発され商品化するかどうかの社内会議でほとんどが反対意見ばかりであった。イノベーションは、労働者、経営者、業界の大多数から徹底的に嫌われている。反対の大合唱が鳴り響く四面楚歌の中で、これに臆することない不屈の精神力と勇猛果敢な実行力がイノベーションの礎になる。

4—3 生物の進化と業界のイノベーション

生物の進化と業界のイノベーションには類似点が多い。池谷裕二は、「突然変異は進化を必ずしも前進させるものではないが、自然選択や進化の力となる遺伝的多様性を生み出す。突然変異なしでは生物の進化はあり得ない。³³⁾」と言っている。長沼毅は、「進化は生命であるこ

33) 池谷裕二 [2013] 「単純な脳、複雑な「私」」 講談社

との条件である。まず突然変異で異なる子が生まれ、自然環境に適応して生き残り、新しい種が創造される。³⁴⁾」と述べている。生物に進化のための遺伝的多様性を生み出す突然変異が必要なように、企業にさまざまな環境変化にも適応できる多様性を生み出すイノベーションが必要である。

アナロジー

ここで、企業の進化を生物の進化との類比で考察する。生命の進化は、生物の個体ごとに起こるのではなく、種ごとに進化することはよく知られている。環境の変化に適合した種だけが生存を勝ち取る自然淘汰があり、さらに、環境の変化に適合するだけでは生きることができないとき突然変異が種の形を変えて延命させる。これは生命の個体単独ではなく、種ごとに起こる現象である。生物の個体は、敵が来ると自分の危険も顧みず群れに警戒音を発するなど、個体の生存に不利な行動をとることがある。これは生物の個体が生き延びるよりも種として生き延びることを優先するためであり、生物が個体ではなく種として進化を続ける所以である。企業の進化も同様に、企業ごとの進化ではなく、種、すなわち、業界ごとに進化が起こっている。さまざまな環境変化に適応すべく企業は努力し生き残りを模索するが、それでも適応できないときには、生物の突然変異と似たイノベーションを興す。しかし、このイノベーションは企業単位で行われるのではなく、業界単位で進行する場合がほとんどである。すなわち、企業は生物の種に相当する業界として生き残りを模索すると同時に、その業界自体をイノベーションという進化で変貌させ発展させている。固定化した業界の呪縛に惑わされず、業界の企業進化速度を高めてイノベーションを加速することが、新たな業界に脱皮できる可能性を高める。

地球に生物が誕生して約40億年になるが、人類（ホモ・サピエンス）の進化の歴史は約20万年と短く、他の種に比べ人類の進化速度は比較的速いと言える。たとえば、ウイルスを生物と呼ぶのはいささか抵抗があるが、ウイルス遺伝子の進化速度は桁外れに大きく、哺乳類の数百万倍に相当する。同様に企業進化速度も業界ごとに大きく異なり、なかにはウイルスの進化速度に近い業界も存在する。生物は種を、企業は業界を単位として進化していると結論できる。

生命の進化速度はたんぱく質ごとに異なり、その機能的制約が弱いと高い進化速度を持ち、逆に、機能的制約が強いと進化が遅くなる。これと同様に、企業の進化速度は、国からの行政指導や業界の縛りが多い保守的な業界では制約が強いため、その業界の企業進化速度は遅くなる。逆に、誕生間もない業界は規制が少なく制約が弱いため進化速度が速いと考えられる。地球の歴史を見ると、それまでに誕生した生物種の99.9%が絶滅している。絶滅しなかった生物種の進化速度は速い場合が多く、企業においても進化速度の速さが企業存続の重要なファクターと考えられる。イノベーションを興そうとする前に、企業は企業進化速度を遅くする業界の縛りや各種の制約から抜け出すことから着手すべきである。

34) 長沼毅 [2013] 「死なないやつら」 講談社

5章 業界ボーダレスとイノベーションの関係

5—1 業界ボーダレスの現状

企業が所属する業界の壁を越えて他の業界や今まで存在しなかった新たな業界に頻繁に移動する状態を、「業界ボーダレス」と呼ぶ。これは企業進化を加速する役割を持っている。何故ならば、業界ボーダレスが業界ごとの企業進化速度を破壊するためである。破壊後、業界ボーダレスは新たな企業進化速度を誕生させる。そのとき、遅い企業進化速度は淘汰されるため、生き残る企業進化速度は以前の企業進化速度より速くなる。換言すれば、業界ボーダレスは、業界の縛りや国からの拘束による重力から業界を解き放させ、業界が持つ時間の遅れを解消し、時間の流れを速くする。このように業界ボーダレスは企業進化を加速する。業界ボーダレスを調査することは企業進化を考える上で重要である。

富士フィルムは、富山化学工業を株式公開買い付けし、医薬品業界への本格的な参入を果たした³⁵⁾。キリンホールディングスは、協和発酵工業を買収し、医薬品業界に参入した。キヤノン、味の素、旭化成、帝人、積水化学工業、カネカ、日東电工も、医薬品業界への参入を本格化させている。7兆円の日本の医薬品市場だけでなく、70兆円の世界市場を見据えた異業種企業の参入が相次いでいる。これらは、同業種での過当競争、言い換えれば、同質化競争を抜け出し、新たな業界への挑戦である。

また、化粧品業界への異業種参入が相次いでいる。食品業界のヤクルトや味の素、医薬品業界のロート製薬や第一三共が、化粧品業界への参入を決定している。ヤクルトは、乳酸菌飲料の技術を活用し化粧品パラビオを発売した。味の素は、得意のアミノ酸の技術を生かし、アミノ酸の持つ抗酸化力を特徴としたスキンケア化粧品を発売している。医薬品業界のロート製薬や第一三共は、医薬品業界が独自に保有する技術を生かし化粧品事業に注力している³⁶⁾。さらに、富士フィルムは、アンチエイジングなどの化粧品業界へ参入し、フィルムの研究開発で培った独自技術を活用し、アスタキサンチンやコラーゲンを配合した化粧品アスタリフトを開発している。

35) 古森重隆 [2013]「魂の経営」東洋経済新報社「富士フィルムは創業期にレントゲンフィルムで医療分野での取り組みをスタートし内視鏡を発売。世界で初めてX線画像のデジタル化を実現。デジタル化した画像を病院内のサーバーで保管する医療用画像情報ネットワークシステムを発売。写真フィルムの主な原料はゼラチン、つまりコラーゲンで、人間の皮膚も70%がコラーゲンで構成されている。抗酸化成分を溶かすナノテクノロジーも写真フィルムで培った。」

36) <http://www.business-i.jp/news/sou-page/news/200802140034a.nwc>

これらは、特定の業界内では誰でも知っている技術や物質でも、他の業界ではまったく新しい技術や物質として扱われるため、その業界で画期的な新商品となった典型的な事例である。このことは特許法にも規定されており、業界の「当業者」が知らなければ特許の進歩性³⁷⁾が認定され特許が登録される。換言すれば、写真業界では誰でも知っている当たり前の技術が、化粧品業界では知らない技術であれば特許となり得ることに、国がお墨付きを与えている。特許法が異業種参入を支援していると言っても過言ではない。

ネットビジネス業界でも自動車業界への参入が囁かれている。アップルは、スティーブ・ジョブズ時代にすでにiCarを考えていたと言われており、グーグルも無人自動運転車では自動車会社よりも先行している³⁸⁾。ガソリン車から電気自動車になれば、エンジン、トランスミッション、エキゾーストが不要となり、自動車会社が得意とする垂直統合によるインテグラル型生産も意味をなさなくなる。つまり、自動車業界の参入障壁は非常に低くなり、誰でも自動車会社になれる時代が迫っている。電気自動車のバッテリー、モーター、インバーターはモジュール型生産で十分であり、次世代の電気自動車は既存の自動車会社の得意分野を消滅させるリスクを内在している。このような自動車生産におけるアーキテクチャの変化は、バッテリーやモーターやインバーターの特許を有するパナソニック、日立製作所、東芝が電気自動車を製造し、次世代の自動車会社になる可能性を秘めている。

現在、一足飛びに電気自動車へ移行せずハイブリッド車の普及に成功したため、トヨタ自動車や本田技研は一息ついている。しかし、クリーンな地球環境を目指せば、電気自動車や燃料電池車への移行は衆目の一致するところである。その際、ネットビジネス業界の企業が次世代の自動車づくりにかなり優位な立場になると考えられる。グーグルカーなどの無人自動運転車は電気自動車や燃料電池車との親和性が非常に強く、ネットビジネス技術が次世代の自動車業界のキーテクノロジーになることは確実である。今までの業界の常識がまったく通用しない大変革の足音は高まるばかりである。

このように、グーグルやアップルのネットビジネス業界が自動運転による電気自動車を引っ提げて、自動車業界に参入する業界ボーダレスが起きる可能性が高い。その際、電気自動車の

37) 特許法29条の2（進歩性）には、特許出願前にその発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者が容易に発明をすることことができたときは、その発明は特許を受けることができないとされている。ここで言う通常の知識を有する者は「当業者」と呼ばれ、特定の業界で高い水準の知識を有する「当業者」が容易にできない発明は進歩性があるとされる。業界や分野が異なれば、同じ技術でも「当業者」が異なるため、業界ごとに「当業者」の水準も異なることになる。

38) 日本の自動運転車の状況 富士重：カメラを使って自動ブレーキを作動し衝突を回避するアイサイト。トヨタ：車同士で無線通信を行って安全な車間距離を維持。日産：自動車単体で歩行者や先行する車を認識し、自動で追い越し可能に。ホンダ：歩行者のスマートフォンと連動させ、自動車が歩行者の存在を検知。マツダ：レーダーを使い危険を認知し、衝突を回避する運転支援技術を開発。

充電箇所の設置や無人自動運転車の公道運転規則の整備などの社会変化が、参入時期とタイミング良く合致するかが重要になる。一方、前述したシェールガスが、燃料電池車を次世代自動車の主役の座に押し上げている。シェールガスを原料とするメタノールは、燃料電池車の水素を安価に作り出すためである。水素充填箇所（水素ステーション）の社会インフラの整備と、燃料電池車の低コスト化の技術革新のタイミングが合致すれば、電気自動車よりも燃料電池車の方が断然有利になる。このように、ネットビジネス業界と自動車業界の単純な競争ではなく、社会変化とのイノベーション・タイムラグを考慮したアクティブ・イノベーションが今後さらに重要性を増すことになる。

アップルは、iMac, iTunes, iPod, iPad, iPhoneを販売している。これらはコンピュータ業界、音楽業界、携帯電話業界、電子書籍業界、ゲーム業界、カメラ業界をカバーしている。さらに、アップルは2006年アップルテレビを発売している。これは、固定化した業界で業界トップを目指す日本企業とは対極的立場に立つ戦略である。アマゾンはカスタマーレビューやレコメンデーションの独創的な販売手法を特徴にして書籍のインターネット販売を開始した。現在のアマゾンは、CD, DVD, ソフトウェア、電化製品、健康用品、家具、宝石、時計、スポーツ用品、工具、衣服など、取り扱い分野を拡大している。さらに、アマゾンはクラウド技術を活用し音楽配信を行い、キンドルの発売で電子書籍分野までそ野を広げている。グーグルは画期的な検索で起業した。その後、グーグルは、Gメールやグーグルアースを足がかりに、さらに、アンドロイドやクロームOSなどによる携帯電話業界やコンピュータ業界にも進出し、グーグルテレビ（アンドロイドテレビ）も手掛けている。アップル、アマゾン、グーグルは、業界をまったく意識せず研究開発を開始し、完成した製品がどの業界に所属するか、まったく無頓着である。このように業界ボーダレスの時代は着実に迫っている。業界内で純粋培養された虚弱な日本企業が、疾風怒濤の業界ボーダレスを乗り切れるか否かが、日本企業の浮沈を決することになる。

5—2 業界ボーダレスが及ぼすイノベーション

研究者は、特定の専門分野や所属する業界の範囲だけで発見や発明を行おうとしない。そのため、完成した発明が異業種の境界を越境した新製品であることは少なくない。研究者に企業の定款を逸脱しないように指示する企業経営者は愚の骨頂である。研究者は、何ができるか自分でも分からぬ状態で研究に着手し、曖昧で不確かな混沌の中からイノベーションの微かな胎動に傾聴し、その萌芽を見つけ出す。研究者は、今まで深く研究されなかった専門分野や、異なる業界が重なり合った境界部分に興味を持つことが多い。その結果、研究の成果は企業が所属する業界を越える場合が多い。ちなみに、トヨタ自動車は自動車以外の特許を数多く出願

しており³⁹⁾、研究開発を自動車分野に限定せず、業界ボーダレスによるイノベーションを探求している。

さらに、賢明な研究者は、急激なテクノロジーの変革が起き新しい技術が次々と見出されている業界、つまり、企業進化速度の速い業界に研究の軸足を移す傾向がある。何故ならば、その業界では従来なかった技術や魅力的なアイデアが満ち溢れているためである。イノベーションの胎動を聞き分ける繊細な聴力を持った研究者は、企業進化速度の遅い業界に留まることはなく、企業進化速度の速い業界に引き寄せられることになる。すなわち、業界ボーダレスは経営者ではなく、研究者が異業種参入の水先案内人となる場合が多い。研究者が先導する業界ボーダレスは、企業の多様性を高め、企業にイノベーションの風を呼び込むことになる。

ジェイムズ・マキベイが、「これまでに達成された最高のイノベーションの多くは、複数の隣接領域におけるイノベーションが偶然重なって興った。隣接領域を探求し、融合的な隣接領域を活用することが大切である。⁴⁰⁾」と述べているように、特定の業界だけの探求ではなく、業界と業界のボーダーの近傍にイノベーションの萌芽が宿っていると言っている。業界ボーダレスが真の競争相手を炙り出し、イノベーションの核心へ近づくことになる。増田貴司は、「異なる業種・業態の企業同士の競争が増えている。異業種間競争の代表的な震源地はスマートである。スマートやタブレットによって世界中の人とつながる時代が到来した結果、個人が直接、生産現場や市場にアクセスできるようになり、産業界にコスト構造とビジネスモデルの劇的な変化をもたらしている。⁴¹⁾」と述べている。ネットビジネスとは無縁と見られる業界でスマートを使った新しいビジネスが急増している。

テレマティクス⁴²⁾は、テレコミュニケーション（情報通信）とインフォマティクス（情報工学）の融合であり、これが自動車の研究開発の主体になると桃田健史は述べている。今や自動車産業の拠点はデトロイトからシリコンバレーへ移動しており、グーグル、アップル、インテル、マイクロソフトなどが自動車業界への参入を画策している。シリコンバレーを拠点とす

39) トヨタ自動車の自動車以外の特許の一例（特許公開番号と名称）2014-3917：サトウキビ花成制御技術、2013-226094：植物の種子総量の増産方法、2013-113966：対話装置、対話方法及び対話プログラム、2012-81554：触覚センサシステム、2012-71317：給湯装置及びその方法、2011-212818：環境認識ロボット、2011-186291：擦弦楽器演奏ロボット及びその制御方法、2011-71012：建物の空調システム、2011-24515：食材管理システム、2011-84247：航空機衝撃低減装置、2010-207119：植物のバイオマス量及び／又は種子量を増産させる遺伝子及びその利用方法、2009-240661：健康管理ネットワークシステム、2009-169605：献立作成システム、2009-125114：化粧ユニット、2009-248193：接客システム及び接客方法、2008-261549：キッチン設備制御システム、

40) ジェイムズ・マキベイ、プレシ南日子訳〔2013〕「DIGITAL DISRUPTION」実業之日本社

41) 増田貴司〔2013〕「TBR産業経済の論点」東レ経営研究所

42) 桃田健史〔2014〕「アップル、グーグルが自動車産業を乗つとる日」洋泉社

る自動車会社テスラは、スマホと電気自動車を融合させた。車内を無線LAN環境にすることで同乗者はタブレットやゲーム機でネット接続できるだけでなく、ネット接続した自動車は、渋滞を避け燃費を向上させ安全性も格段に向上させることが可能となる。ネット接続できる自動車が増えれば、未来の交通システムが現実味を帯び、我々の生活圏を飛躍的に拡大させるイノベーションが期待できる。自動車業界に参入したいネットビジネス業界とネット技術を活用したい自動車業界は、競争と協調の二律背反に苦悩しつつ、未来のスマートカーの覇者を決めていくことになる。

現在の自動車開発は、電気自動車や燃料電池車や水素燃料車や天然ガス車だけでなく、バイオエタノール燃料のアルコール車、燃料電池車と天然ガス車の機能を併せ持つ天然ガスハイブリッド車、情報通信技術を駆使した無人自動運転車、小型飛行機と自動車の機能を併せ持つ空飛ぶ自動車など、従来の自動車会社の専門知識だけでは到底解決できない領域に突入しようとしている。業界ボーダレスが作りだす多面的で複眼的な発想や理念が、研究開発を成功に導き革新的な商品を生み出すことになる。次に、業界ボーダレスがダイバーシティを加速している現状について考察する。

5—3 業界ボーダレスによるダイバーシティの加速

日本の経営者は、「全社一丸となって難局に立ち向かおう。」とよく口にする。このように、企業内での摩擦や足の引っ張り合いをなくし、社内対立や異なる意見を避けることが優先されてきた。頻繁に行われる社内ローテーションは、従業員にさまざまな部門を経験させることで部署間の調整やコミュニケーションがスムーズになり、企業内の仲間意識を向上させてきた。反面、この社内ローテーションはまったく異論がない社内に変貌させ、従業員の同質化に拍車をかけた。その結果、奇抜な新製品やユーザーの心に刺さる新企画が社内から提案されないだけでなく、活力を奪われた無気力状態の企業が多くなった。日本の経営者は、競争力の源泉となる多様な人材が必要なことを知っている。しかし、彼らは、多様な人材の取り扱いに難渋した経験から、多様な人材とはまったく逆の同質でチームワークを乱さない人材を好む傾向がある。日本企業が未だに新卒一括採用を続ける理由は、企業の都合で気軽に配属転換できるジェネラリストを採用したいためである。経営者の気まぐれで採用した特殊な分野のスペシャリストは、たとえ卓越した才能を持っていても社内で受け入れ先が決まらず、ジェネラリストへの転換か退職か、の二者択一を迫られることになる。このような理由で、欧米企業に比べ、日本企業では博士号を持った人材の採用が極端に少ない。博士号を持った人材を活用することが、これから日本企業に極めて大切であると断言できる。

ダイバーシティを活用したマネジメントは、研究開発やマーケティングなどに有効であることは良く知られている。人種、国籍、性別、年齢、専門分野などの多様化なしにイノベーショ

ンは生まれない。ダイバーシティはグローバル化されたネット社会でビジネスを行うための競争力の源泉となっており、多様化自体がイノベーションを生むと言っても過言ではない。荒金雅子は、「組織が多様性を失うことは、変化する環境に適応するための情報を喪失することを意味する。環境の条件が変化するとき、組織の多様性に富んだシステムほど、満足できる解決策が手の内にある可能性がある。⁴³⁾」と述べている。コロンビア大学のデビッド・スタークは多様な人々が作る創造的な摩擦や不協和音が、新たなイノベーションに繋がると説いている。また、志賀敏宏は、「イノベーションのない組織は変化の激しい時代に生き残れず、イノベーションのためには多様性が必要である。チームに多様性があり、戦略・アプローチ・専門性が類似していない科学者は、そうでない科学者より高い業績を示す。⁴⁴⁾」と述べている。このように、研究開発などの創造的な仕事にはダイバーシティが必須となる。

ダイバーシティへの取り組みは業界ごとに大きく異なる。アステラス製薬は、2012年にJ-Win（ジャパン・ウイメンズ・イノベティブ・ネットワーク）のダイバーシティ・アワードを受賞している。医薬品業界では、管理職以上の女性比率が他の業界に比べほぼ倍でありダイバーシティに積極的である⁴⁵⁾。日産自動車は、2013年のJ-Winダイバーシティ・アワードを受賞した。日産自動車は、多様なバックグラウンドを持った人たちが切磋琢磨するとイノベーションの確率が高くなり、多様性を尊重していることが企業としての強みになると言っている。

池谷裕二は、「長い生物進化の過程でも、どれだけ変化しうるかを表す可塑性の高い動物が生き残ってきた。多様性が減少するのは危険で、多様性を持たなくなつた種は滅びる。⁴⁶⁾」と述べているように、進化のためには多様性を高める可塑性が必須であると指摘している。生物は、地球全体が凍りついたスノーボールアースや巨大隕石の衝突による絶滅の危機に幾度となく遭遇している。過酷な環境に追い込まれた生物の中で、多様性を高めて進化した生物だけが生き残ってきた。これが生物にさまざまな種が存在する事由である。過酷な環境に遭遇している企業は、多様性を高め新たな業種に転換する必要がある。そのためには、多様な専門領域や異文化からなる個性豊かな人材が必要である。これらの人材が持つ多面的で複眼的な視点から生み出される独創的なアイデアや奇抜な着想が研究開発を成功に導く。

スティーブ・ジョブズは、「アップルは他社からの難民で成り立っている。ものすごく頭がいいんだが、他社ではトラブルの種になるような連中ばかり。」と言っている。同じ意見の人ばかり集まるよりも、異なる考え方を持ったさまざまな種類の人が集まるとイノベーションを

43) 荒金雅子 [2013] 「多様性を活かすダイバーシティ経営」日本規格協会

44) 志賀敏宏 [2012] 「イノベーションの創発プロセス研究」文眞堂

45) 2011年J-WINダイバーシティ・センサス 女性部長比率：医薬業界8.1%（他の業界3.4%）、女性役員：医薬業界7.7%（他の業界2.5%）

46) 池谷裕二 [2013] 「単純な脳、複雑な「私」」講談社

創造しやすい。イノベーションを成し遂げる者は、好奇心が強く自分の夢を常に追いかけて自分の興味あることに無我夢中になり、その行動は他人のことを気にせず自由奔放で子供のようなわがままな行動に見える。このような人は常識や定説などの固定観念に影響されず、自由で大胆な発想ができる。学校の成績が良く何でも勉強から学び取ろうとする人よりも、夢中になれる趣味や遊びから多くのことを学ぶ人の方が、イノベーションを成し遂げることが多い。しかし、イノベーションを成し遂げる者は、ルールを無視する行動を取ることが多く、周囲から変わり者や異端児というレッテルを貼られる場合が少なくない。このような人は通常の入社試験に絶対に合格できないので、経営者はダイバーシティを重視する採用方針を人事担当者に強く指示することが大切である。

異業界から刺激を受け革新的な商品や技術を生み出す人には、次のような多様な能力を持った人材が必要になる。業界を問わず最新の技術革新や社会変革にフレキシブルに対応でき、外部の状況変化に高いアンテナを持ち、変化に俊敏に対応できる人材が必要である。あえて業界の常識を突き崩しても新たなパラダイムを築き上げる人材が必要である。また、業界の専門領域だけでなく関連領域も含めて鳥瞰できる幅広い視野を持ち、物事を大所高所から複眼的に捉え、あらゆる学問に通じた学際的な発想ができる人材が必要である。このような能力や才能を一人で持つことは不可能に近いため、さまざまな分野から人材を集めるダイバーシティが必須となる。

異なる業界間のM&Aや企業合併は企業に多様性を向上させる場合がある。しかし、日本企業では、同業種内の合併がほとんどであり、逆に、多様性を減少させながら生存する手段を選択している⁴⁷⁾。多様性を減少させる企業合併は他の業界からの侵略を招き入れることになる。なかでも、不確実性の高い研究開発に軸足を置く企業では多様性の減少が致命的となる。生稻史彦は、「企業は競争優位を高めるため、同じような戦略と組織を採用する企業は増える。つまり、同質化が進み、類似性の高い製品が販売される。⁴⁸⁾」と述べているように、同質化を高める戦略を採用する企業が多い。また、生稻史彦は、「同質化が創造的イノベーションを停滞させ、ユーザーにとっての産業の魅力度を削いで、産業規模の伸び悩み、もしくは縮小を招く。」と言っている。業界内の企業の同質化が業界を衰退させる。業界の枠を越えた大胆な多様化が不可欠である。

山口周は、「本質的な発見によって新しいパラダイムへの転換を成し遂げる人間の多くが、年齢が非常に若いか、あるいはその分野に入って日が浅いかのどちらかである。⁴⁹⁾」と述べている。斬新な発想で画期的な商品や企画を生み出す人は若い人が多い。しかし、若い人は企業

47) 村山博〔2014〕「研究開発に及ぼす企業合併の影響に関する研究」桃山学院大学環太平洋圏経営研究No15

48) 生稻史彦〔2012〕「開発生産性のディレンマ」有斐閣

49) 山口周〔2013〕「世界で最もイノベーティブな組織の作り方」光文社新書

内の決定権を持たない。日本の多くの企業では、イノベーションの萌芽を見出す人と、それを事業化する決定権を持つ人の間には大きな障壁が存在する。年齢や役職に関係なく自由闊達な意見のぶつかり合いが、イノベーションの推進に欠かせない。企業進化速度の速い業界では人材も若く意思決定も速いため、このような業界で育った人材が企業進化速度の遅い業界に加わるだけで、その業界に大きな変化が起きる可能性が高くなる。このように、業界ボーダレスはイノベーションに大切なダイバーシティを加速する重要な役目を果たしている。

5—4 業界ボーダレスを加速する異業界からの人材移動

今、業種や業界の垣根を越えた人材の大移動が起きている。東洋経済によれば、2013年に異業種へ転職した人の割合は59%であり、自分の知識や経験を活用できる同業種内の転職よりも不慣れな異業種を転職先に選ぶ人が多くなっている⁵⁰⁾。この理由は、次の2つである。第1の理由は、成長の著しい業界で活躍したいと望む転職者の増加である。第2の理由は、企業が同業界の経験者からは得られない異質の知識を持つ型に嵌まらない尖った人材を期待して、異業種の経験者の採用を増やしているためである。これは、社内に業界の常識が蔓延すると、先入観や固定観念に縛られて新しい発想が生まれにくくなり、イノベーションが期待できなくなることを企業経営者が知っているためである。このような異なる業界への転職者は業界ボーダレスを加速することになる。

イノベーションの核となるアイデアは組織の外部からもたらされる場合が多い。異なる元素が融合して新たな元素に変化する「核融合」は、膨大なエネルギーを放出する。異なる分野の知識の融合は、新たな融合知が生まれると共に、我々の社会を躍動させるイノベーションを放出する。そのためには、異なる知識を持った人々が融合する必要がある。しかし、米国企業に比べ日本企業は、勤続年数が長く⁵¹⁾、人材の流動性を欠きダイバーシティに消極的である。日本企業は「人材の核融合」が起こりにくい環境であると言える。人材の流動化が作りだす企業のフレキシビリティがイノベーションの孵化を助ける。さらに、イノベーションのためのダイバーシティは、属性の多様性だけでは不十分であり、意見の多様性、思考の多様性、感性の多様性が極めて重要である。

50) 上田真緒 [2014] 東洋経済オンライン「異業種・異業界への転職が多い。社内にいる人材の延長線ではない人が求められている。先入観や固定観念に縛られると新しい発想が生まれにくく。業種・業界を越えて、イノベーティブな発想で新しい価値を生み出していく人を、企業は採用したがっている。」

51) 内閣府、平成18年（経済財政政策担当大臣報告）賃金構造基本統計調査によると、短時間労働者を除いた一般社員の平均勤続年数は2005年で12.0年であり、米国の6.6年、英国の8年よりもかなり長くなっている。

クラウドソーシング^{52, 53)} (crowd-sourcing) は、インターネットを利用してあらゆる業界の企業と人材をマッチングする人材活用のための雇用システムである。これを使えば、世界中に散らばる各専門分野のキーパーソンの頭脳をリンクさせ、グローバルなソリューションネットワークを構築することも夢ではなくなる。個々の専門家だけでは想像もできなかったイノベーションが生まれる可能性が高い。米国政府はクラウドソーシングを活用したイノベーションを積極的に推奨している。これを活用して各種の業界や職種から研究開発人材を採用し、研究開発のスピードや生産性を向上させ、オープンイノベーションに成功する企業が現れている。企業内で解決できなかった課題をクラウドソーシングで集めた多様な人材が比較的容易に解決することを経験した結果、日本でも異業界からの人材移動が活発化している。今後、クラウドソーシングが業界ボーダレスをますます加速することは間違いない。

ところで、外国人の居住比率は、ドバイ83%，トロント45%，シンガポール35%，ニューヨーク33%であり、発展する都市は自国民に拘らず、積極的に外国人を活用する姿勢が見られる。しかし、東京の外国人の居住比率は4%と極端に低い。グローバル化が叫ばれる現在でも、日本は外国人居住比率において鎖国に近い状況を脱しきれていない⁵⁴⁾。このため、多くの日本企業では日本人だけで考案し日本固有のルールで仕事を行うため、日本でしか通用しないサービスやガラパゴス化製品が横行している。それらは外国人には不人気で話題にすらならない場合

52) 矢野経済研究所 [2013] 「クラウドソーシング市場に関する調査結果2013」「クラウドソーシング市場規模予測（年度）44億円（2011），106億円（2012），246億円（2013），391億円（2014），618億円（2015）」

53) 吉田浩一郎 [2014] 「クラウドソーシングでビジネスはこう変わる」ダイヤモンド社「クラウドソーシングは、ウェブ上の開かれた外部のネットワークを通して、世界中の群衆（クラウド）へ委託（ソーシング）する新しいワークスタイルである。オーディスク（oDesk）は、年間400億円の発注額で、米国全体では2013年で約3000億円。2015年には1兆円市場になる予想。オーディスクは、週30時間以上の仕事の発注が特定のワーカーに対して、オーディスクがそのワーカーの社会保障の一部を負担する。従来の人材派遣会社は、営業マンが仲介手数料を取っていた。その人件費を回収するためにも、一定額以上の契約が必要であった。クラウドソーシングは、営業マンなしで、世界中の人才のスキルと空き時間をインターネット上で見える化し、企業は気軽に発注することが可能になった。」

「2010年、オバマ大統領が各省庁に、オープンイノベーションのためのクラウドソーシングを新たなツールとしてるように通達を出した。企業は社内の人材以外の多彩な人材を活用して、イノベーションを興すことが大統領の狙い。クラウドソーシングは、開発、デザイン、ライター、事務、秘書、ユーザーサポート、カメラマン、法律、会計、コンサルタントなどのジェネラル型。写真、翻訳、ロゴ開発などの特殊分野に特化したジャンル型。企業のオープンイノベーションの支援する研究開発型。」

「クラウドソーシングがもたらす変化：①もたざる経営が進む。②イノベーションが加速する。③多様で柔軟な働き方が実現する。④仕事において個人の結びつきが重要になる。」

54) 日本経済新聞 [2014年4月29日] 「モノやカネの自由化は進んだがヒトの開拓は苦手分野。労働力人口に占める外国人比率は1.1%。米国（16.2%），ドイツ（9.4%），韓国（2.2%）」

が多い。ダイバーシティのないところからグローバルなイノベーションは生まれない。

グローバル企業における従業員の多国籍化は顕著であり，在日外国人の採用が活発化している。なかでも、日本の大学で学ぶ外国人留学生は、母国語と日本語のバイリンガルであるだけでなく、両国とのビジネスがスムーズに行え、海外進出や外国との取引に有利などの理由から、積極的に採用を増やす企業が多い。2011年度のパナソニックの新卒採用の8割が外国人であり、ユニクロも2012年度採用の8割が外国人である。

武田薬品は外国人社長（英グラクソ・クライン幹部のクリストフ・ウェバー）の起用を決めた。武田薬品の売上高の海外比率は5割を超え、従業員の3分の2が外国人であり、武田薬品の最高意思決定機関であるグローバル・リーダーシップ・コミッティは9人中5人が外国人である⁵⁵⁾。外国人トップを経験した企業は、日産自動車、マツダ、三菱自動車、ソニー、日本板硝子、オリンパスがある。自動車業界も医薬品業界も世界需要に占める新興国の割合は6～7割に達しており、日本人だけの視点で世界戦略を考えるのは不可能な状況になっている。

専門と専門を結合させる学際的な研究開発は、シナジー効果を生み出す可能性が高く、多くの分野で活発化している。また、文系と理系のダイバーシティや文理融合の人材による研究開発は、イノベーションのためには最も大切なことである⁵⁶⁾。理系出身者が文系を勉強し、逆に文系出身者が理系を学び、専門分野を転換した後、転職する例もある。専門分野を変更したことで成功した例は多い。ちなみに、進化論で有名なチャールズ・ダーウィンはキリスト教神学から生物学に転向し、DNAの二重らせん構造で有名な生物学者フランシス・クリックは物理学を学んだときのX線解析技術を利用し、いずれも大成功している。

一部の日本企業は、業界ボーダレス化を目論んで、異業種からの転職者や外国人を受け入れ、企業自体を多様化しようとしている。極めて大きな環境の変化に対応するには、企業自体の拡大や成長ではなく、企業の多様化を推進し、新たな種に生まれ変わることが必要となる。多様化による新たな種への変化は従来の多角化とは異なる。つまり、業界ボーダレスは、ひとつの企業に多くの業態を持ち企業を拡大することではなく、今までの業界から新たな業界に移り変わることを意味する。生物の世界も個体の変化ではなく、集団としての種の変化の方が生き残る可能性が高いように、それぞれの企業の変化ではなく、業界の変化が優先されるべきである。厳しい環境は、新たな生物の種を生み出し、イノベーティブな業界を誕生させる。

以上のように、企業進化速度を速め、イノベーション・タイムラグを短縮化し、業界ボーダレスを加速させ、それらを活用したアクティブ・イノベーションを実践することが、日本にイノベーションを興す唯一の道であると確信する。

55) 日本経済新聞〔2013年12月1日〕

56) 大谷和利〔2012〕「アップルの未来」アスキ新書「アップル社内でリーダー的立場になるには、ステイプ・ジョブズがそうであったように、文系と理系の両方の知識を併せ持つことが望ましい。」

6章　まとめ

イノベーションに及ぼす企業進化速度と業界ボーダレスの影響について研究した結果、次のことが分かった。

- 1) 企業進化速度は業界ごとに大きく異なる。進化を加速させる業界とほとんど進化しない業界が混在しており、企業進化速度の相違は最大130倍ある。
- 2) 業界には異なった重力が存在し、重力の大きな業界は時間がゆっくり進み、重力の小さい業界は時間が速く進む。時間の流れを遅滞させる重力の役目は、業界の拘束や縛りの強さで決まる。製紙業界、建設業界、ゴム業界、鉄鋼業界、硝子業界、造船業界、印刷業界、パチンコ機業界は大きな重力を持っており、業界内の時間がゆっくり進む。一方、ネットビジネス業界、医薬品業界、自動車業界の重力は小さく、業界を流れる時間は速く進むと考えられる。
- 3) ネットビジネス業界、医薬品業界、自動車業界の3業界は企業進化速度が非常に速い。これらの業界は基本発明を主体とする攻撃型研究開発を特徴とする。
- 4) 製紙業界、建設業界、ゴム業界、鉄鋼業界、硝子業界の5業界は、企業進化速度が比較的速い。これらの業界は攻守両面型研究開発を特徴とする。
- 5) 造船業界、印刷業界、パチンコ機業界の3業界は、企業進化速度が比較的遅い。これらの業界は防衛特許が比較的多く、防衛型研究開発を特徴とする。
- 6) 研究開発に積極的な業界と消極的な業界が存在するため、業界ごとに研究開発費は大きく異なる。これは業界ごとに企業進化速度が異なる原因となっている。
- 7) イノベーション・タイムラグが業界で大きく異なる。企業進化速度の早い業界はイノベーション・タイムラグが短い。そのため、企業進化速度の早い業界では、情報創造連鎖を興し、イノベーションが頻発する。
- 8) 高速で進む技術革新と激しく変化する社会がタイミング良く巡り合うことが、イノベーションを興すことである。このとき、イノベーション・タイムラグや企業進化速度を人為的に制御するアクティブ・イノベーションが重要になる。
- 9) 談合、業界標準の乱用、行政指導、許認可権、国家プロジェクトなどが業界を拘束し、企業進化速度を減速させる。
- 10) 企業が所属する業界の壁を越えて他の業界や今まで存在しなかった新たな業界に移動する業界ボーダレスが頻発している。これは企業進化を加速する役割を持っている。
- 11) 業界ボーダレスは、業界ごとの企業進化速度を破壊し、新たな企業進化速度を誕生させる。そのとき、遅い企業進化速度は淘汰されるため、生き残る企業進化速度は以前の企業進化

速度より速くなる。業界ボーダレスは業界の縛りや国の拘束による重力から業界を解放させ、業界が持つ時間の遅れを解消する。

- 12) 業界ボーダレスは、イノベーションに大切なダイバーシティを加速させる。なかでも、クラウドソーシングを利用した異業種からの人材活用が活発になっている。
- 13) スーパー・コンピュータを駆使したシミュレーションは、自動車業界における衝突実験や風洞実験などの開発スピードを高め、医薬品の研究開発では莫大な時間と開発費用の削減に寄与し、企業進化を加速させている。
- 14) 自動車業界に参入したいネットビジネス業界とネット技術を活用したい自動車業界は、競争と協調を繰り返して未来のスマートカーの霸者を決めていくことになる。

参考文献

『知的財産関連』

- ヘンリー幸田 [2013] 「なぜ、日本の知財は儲からない」 レクシスネクシス・ジャパン
 角川歴彦 [2013] 「グーグル、アップルに負けない著作権法」 角川選書
 佐久間健 [2013] 「特許と危機管理 アップルとサムスンの特許を巡る武闘裁判」 芙蓉書房
 阿刀田高 [2013] 「知的創造の作法」 新潮社
 渡辺惣樹 [2012] 「TPP知財戦争のはじまり」 草思社
 特許序監修 [2010] 「事業戦略と知的財産マネジメント」 発明協会
 帝国データバンク [2010] 「知的財産の価値評価を踏まえた特許等の活用の在り方に関する調査研究報告書～知的財産（資産）価値及びロイヤルティ料率に関する実態把握～」
 オウビヨンソク [2009] 「特許価値戦略」 発明協会
 広瀬義州 [2006] 「特許権価値評価モデル」 東洋経済
 吉藤幸湖 [1997] 「特許法概説」 有斐閣
 紋谷暢男 [1997] 「無体財産権法概論」 有斐閣

『イノベーション関連』

- 谷川史郎 [2014] 「2020年の日本 革新者の時代」 東洋経済
 倉重英樹 [2014] 「シグマクシス経営論Z」 日経BP
 エリック・シュミット、ジャレッド・コーベン著、櫻井祐子訳 [2014] 「第五の権力」 ダイヤモンド社
 桃田健史 [2014] 「アップル、グーグルが自動車産業を乗っ取る日」 洋泉社
 K・ケリー著 服部桂訳 [2014] 「テクニウム テクノロジーはどこへ向かうのか？」 みすず書房
 ジェイムズ・グリック著、榎井浩一訳 [2014] 「インフォメーション情報技術の人類史」 新潮社
 川北蒼 [2014] 「スティーブ・ジョブズがデザインしていた未来」 総合法令出版
 内閣府編 [2013] 「科学技術イノベーション総合戦略」 経済産業調査会
 古森重隆 [2013] 「魂の経営」 東洋経済新報社
 小林雅一 [2013] 「クラウドからAIへ」 朝日新書
 スティーブン・ジョンソン著、松浦俊輔訳 [2013] 「イノベーションのアイデアを生み出す七つの法則」 日経BP社

- 森博嗣 [2013] 「常識にとらわれない100の講義」 大和書房
- 山口周 [2013] 「世界で最もイノベティブな組織の作り方」 光文社
- 金子智朗 [2013] 「合理性を超えた先にイノベーションは生まれる」 クロスメディア・パブリッシング
- ビジネス哲学研究会 [2013] 「心に響く名経営者の言葉」 PHP研究所
- 瀧井宏臣 [2013] 「ダントツ技術」 祥伝社
- 企業と社会フォーラム編 [2013] 「持続可能な発展とイノベーション」 千倉書房
- ジェイムズ・マキベイ、プレシ南日子訳 [2013] 「DIGITAL DISRUPTION」 実業之日本社
- 芝浦工業大学MOT編 [2013] 「戦略的技術経営入門」 芙蓉書房出版
- 齊藤ウイリアム浩幸 [2013] 「その考え方は「世界標準」ですか？」 大和書房
- 生稻史彦 [2012] 「開発生産性のディレンマ」 有斐閣
- 上村輝之 [2012] 「なぜ日本でiPhoneが生まれなかつたのか？」 幻冬舎
- 雨宮寛二 [2012] 「アップル、アマゾン、グーグルの競争戦略」 NTT出版
- 大谷和利 [2012] 「アップルの未来」 アスキー新書
- 佐藤健太郎 [2010] 「医療クライシス」 新潮社
- 枝川公一 [2010] 「これならわかる！ ドラッカー思考」 PHP文庫
- 高野豊弘 [2009] 「研究開発における創造性」 白桃書房
- 村山博 [2008] 「経営情報技術とイノベーション」 星雲社
- 野家啓一 [2008] 「パラダイムとは何か」 講談社
- 黒川清 [2008] 「イノベーション思考法」 PHP新書
- 村山博 [2006] 「情報創造型企業 情報創造連鎖の法則と創造型人材の活用」 ふくろう出版
- 酒井邦嘉 [2006] 「科学者という仕事 独創性はどのように生まれるか」 中公新書
- 新藤宗幸 [1992] 「行政指導 官庁と業界のあいだ」 岩波新書
- トーマス・クーン著、中山茂訳 [1971] 「科学革命の構造」 みすず書房
《ダイバーシティ関連》
- 吉田浩一郎 [2014] 「クラウドソーシングでビジネスはこう変わる」 ダイヤモンド社
- 荒金雅子 [2013] 「多様性を活かすダイバーシティ経営」 日本規格協会
- 池谷裕二 [2013] 「単純な脳、複雑な「私」」 講談社
- 志賀敏宏 [2012] 「イノベーションの創発プロセス研究」 文眞堂
- デヴィッド・スターク、中野勉・中野真澄訳 [2011] 「多様性とイノベーション」 マグロヒル・エデュケーション
- 山下真弥 [2009] 「ハーフはなぜ才能を發揮するのか」 PHP新書
《生物の進化関連》
- 宮田隆氏 [2014] 「分子からみた生物進化」 講談社
- 中野信子 [2014] 「脳内麻薬」 冬幻舎
- ジェームス・D・ワトソン [2012] 「二重らせん」 講談社
- 杉春夫 [2012] 「人類はなぜ短期間で進化できたのか」 平凡社
- D.サダウイ他著、石崎泰樹他訳 [2010] 「大学生物学の教科書 第2版分子遺伝学」 講談社

(2014年9月1日 受理)

フーコー権力論と会計学説史

チヨン 全 在 ムン 紋*

1 はじめに

人間とは何か？ 「人間」に対する〈定義〉は、さまざまに考えられてきた。人間にに対する古来の定義のうち、代表的なものとして、「ホモ・ロクエンス」（＝コトバを話すヒト＝アニマル・シンボリクム）がある。コトバを話すことが人間の証し、というわけである¹⁾。

ただし、動物界における仲間同士のコミュニケーションで、コトバを用いるのは人間だけではない。イルカやハチなどは、ダンスをコトバにして仲間同士でコミュニケーションする。ゴキブリは、臭覚をコトバにして仲間同士でコミュニケーションすると言われている。

ただ、人間を除く動物界のコトバの特徴は、コトバとその意味とが「一対一の対応」（one-to-one correspondence）をなしているという点にある。すなわち、コトバの意味は、単数である。つまり、一義的である。

他方、人間という動物のコトバの特徴は、コトバとその意味とが「一対一の対応」をなしていない点にある。すなわち、コトバの意味は複数である。つまり、多義的である。たとえば、日本語の「はし」(/hasi/) というコトバ（音声）は、『端』の意味にも、『箸』の意味にも、『橋』の意味にも、あるいは『嘴』の意味その他の意味でも、用いられている。どの意味であるかは、「はし」(/hasi/) というコトバ（音声）と共に用いられる他の日本語との、関係（文脈）によって決まる。

言語学の領域では、コトバとその意味とが「一対一で対応」する、人間を除く動物のコトバを「シグナル」（signal）と呼ぶ。また、コトバとその意味とが「一対一で対応」しない、人

* 本学経営学部教授

* キーワード：ソシュール、勘定学説、フーコー、実証研究、言説

1) 丸山圭三郎、『カオスモスの運動』、講談社、1991年、213頁。

間という動物が用いるコトバを「シンボル」(symbol)と呼んで、区別することがある。

以上によれば、人間も動物界の一員として、そのコトバの中にはごく一部シグナルも存在する。しかし、およそ人間に特有のコトバは、どれもシンボル（=一義的でない）であるということになる。多義的であるということになる²⁾。人間が用いる「会計」(accounting)というコトバの意味も、その例に漏れない。「会計」とは何か？少なくとも2つの意味を含有している。

一つには、企業人の個人的な行為としてのアート（技術）を意味する。「会計とは、企業の経済的取引を記録・計算・報告するプロセスである」といった定義における含意である。それとは別に、他にもう一つある。「会計とは、〈企業の言語〉である」という定義における含意である。前者は企業人の個人的な行為としてみた会計の意味であり、後者は企業人相互間における社会的な機能からみた会計の意味である。

本章は、後者の定義をベースとした議論である。すなわち、会計を企業の言語と見立てての議論である。我われは、これまでソシュール言語学に依拠して、企業の言語としての会計に関する考察をいくつものしてきた。

本章ではむしろ、フーコー言説論に依拠して、企業の言語としての会計に関する省察を試みたい。フーコーによれば、知と権力とは一体であると見られている。ならば、権力変遷にともなう知識観の推移が、企業の言語としての会計に対する認識の変転と、どのように重なるのか。あるいは齟齬するのか。本稿はこれの究明を主題とする。

2 ラング（言語）とパロール（言説）

フーコーによれば、「知」と「権力」は〈一体〉であると見られる。ただ、その際、「権力」は〈所有〉の対象としてだけでなく、〈行使〉の対象として見られる時もある。我われは先ず、この点に留意しなければならない。

「権力者」というコトバの意味は、権力を所有する者ばかりではない。権力を行使する者の意味でもありうる。「金持ち」とは、一般に、大金の所有者と考えられがちである。しかし一方で、利己的にではなく、慈善事業など社会的に意義ある方法で大金行使する者であってこそ、眞の「金持ち」と見る見方もある。

たとえば、アメリカなどにおいては、寄付をしてこそ、金持ち（富裕者）として社会的リスクを受けるという。また、飲食店にとって、「金持ち」とは、「大金の所有者」ではなく、むしろ「金払いのよい客」を指すことであろう。フーコーにおける近現代の権力觀は、所有の

2) 丸山圭三郎、『文化=記号のブラックホール』、大修館書店、1987年、34頁、127頁。

対象としてではなく、行使の対象として「金持ち」かどうかを判断する、こうした見方に通脈している。

「コトバ（言葉）なくして認識なし。」これはソシュールに始まる言語観である。ソシュールの言語観は、フーコー言説論においても踏襲されている。コトバの意味として、「認識」と「知識」は重なる領域が大きい。じっさい、「認識」と「知識」は、同義で互換的に用いられる場合もめずらしくない。それゆえ、場合により、「コトバなくして認識なし」は、「コトバなくして知識なし」とも、読み替えが可能である。すると、フーコーにおいて「権力」と一体をなす「知」すなわち「知識」は、〈言語外存在〉よりも〈言語〉そのものの先在を必須条件にしていくこととなる。

ソシュールもフーコーも、知識をもたらすコトバの意義について探究している。コトバ（以下、広義で用いる「言語」というタームで代替）とは、記号の体系である³⁾。記号の理論（記号論）は、別拙稿で述べたとおり、3分野あった。記号および記号のあいだの関係をあつかう構文論（syntax），記号およびその指示物（世界または「経験」——現実のまたは想像上の）への関係をあつかう意味論（semantics），記号およびその使用者との関係をあつかう語用論（pragmatics）である⁴⁾。

現代言語学の知見では、人間の言語システム（言語体系）は、どのシステムであれバイアス（偏見）の包蔵が不可避である。実はこのバイアスが、言語の存在（実在）喚起力として作用している、とも言えるのである。ソシュールもフーコーも、共にこうしたバイアスの作用を前提として立論している⁵⁾。ただし、ソシュールは、総じて文（センテンス）を想定しながらラングとしての言語の意義を探究した。他方、フーコーは主に言説（一連の文=センテンス）を想定しながらパロールとしての言語の意義を探究した⁶⁾。

ソシュールはラングとしての言語を分析の基本的な対象とした。そして、主として構文論を展開した。フーコーはむしろ、パロールとしての言語を分析の基本的な対象とした。そして、主として語用論を展開した。フーコーは、記号とその使用者（権力者）との間の、関係的意味の解明に注力したのであった。

フーコーの著作においては、「言説」（discourse）というコトバが多用されている。それは、

3) 定延利之,『よくわかる言語学』,アルク,1999年,76頁。

宗宮喜代子,『ルイス・キャロルの意味論』,大修館,2001年,142頁

4) 全在紋,「国際会計基準への言語論的接近」,『環太平洋圏経営研究』,第14号,桃山学院大学総合研究所,2013年3月,11頁。

5) 難波江和英・内田樹,『現代思想のパフォーマンス』,松柏社,2000年,109頁,115頁。

6) ラングとパロールの違いについては、次の箇所を参照されたい。

全在紋,『会計言語論の基礎』,中央経済社,2004年,8頁。

歴史的にそれぞれの社会で形成された、言明のスタイルや様式の秩序のことを指す⁷⁾。その際、語られているものばかりでなく、タブーや慣習上語れない（語られていない）もの、および「言外の意味」（conversational implicature）や「不作為の作為」⁸⁾についての吟味も、重要な課題とされた⁹⁾。フーコーにより論じられている言説の好例として、しばしば取り上げられているのは、サイードの「オリエンタリズム」（Orientalism）である¹⁰⁾。

サイードの主張を要約すると、「オリエンタリズム」とは、西欧を中心とした世界がオリエントすなわち中東地域をどのように見てきたかを意味するコトバ（言説）である。それは「言外の意味」として、中東に対する偏見や誤解を植え付ける働きをしてきた。その偏見こそ、西欧がオリエントを植民地的な隸属状態においておくため、オリエントの現実とは関係なく、それにはかぶせたイメージ、言説である。オリエンタリズムは、現在の米国によるアラブ政策にも現れている。イスラム教に対し、原理主義とかテロリズムとか、そうした否定的な捉え方をすることにより、西欧社会に対する敵としての位置付けを誘導している¹¹⁾。

もちろん、言説の例はオリエンタリズムに限らない。言説は言明のスタイルや様式の秩序であるところから、その例は枚挙にいとまがないことであろう。「男ことば」や「女ことば」、「業界用語」や「専門用語」、「大阪弁」や「東京方言」、「マルクス経済理論」や「新古典派理論」などなど、である。すべて、語られているものと同時に、語れない（語られていない）ものも包蔵されている。

ここで、次の点は十分に注意しておきたい。すなわち、言説における「言外の意味」や「語れない（語られていない）ものの意味」は、通常〈意識されていない〉ことである。「語れない（語られていない）もの」とは、「意識して語ろうとしないもの」ばかりではなく、「無意識のうちに語っていないもの」も含むという趣旨である。「オリエンタリズム」という言説は、意識されていない言外の意味が、西欧社会（の権力者）に能動的に追従する結果をもたらしている、という文脈になる。

フーコーの言説論では、「語るもの」は、常に「語らないもの」を伴う、ということになろう。換言すれば、「語らないもの」なしに「語るもの」もない、ということになろう。こうした言

7) 児玉徳美,『ことばと論理』,開拓社,2008年,19頁。

8) 児玉,前掲『ことばと意味』,288頁。

9) 児玉徳美,『いまあえてことば・言語分析・言語理論のあり方を問う』,開拓社,2010年,vii, ix頁,62頁,153頁。

田中春美・田中幸子編著,『社会言語学への招待—社会・文化・コミュニケーション—』,ミネルヴァ書房,1996年,176頁,180~1頁。

10) エドワード・W. サイード（今沢紀子訳）,『オリエンタリズム』,平凡社,1986年,4頁。

11) 青木保,『異文化理解』,岩波書店,2001年,91~93頁,106頁。

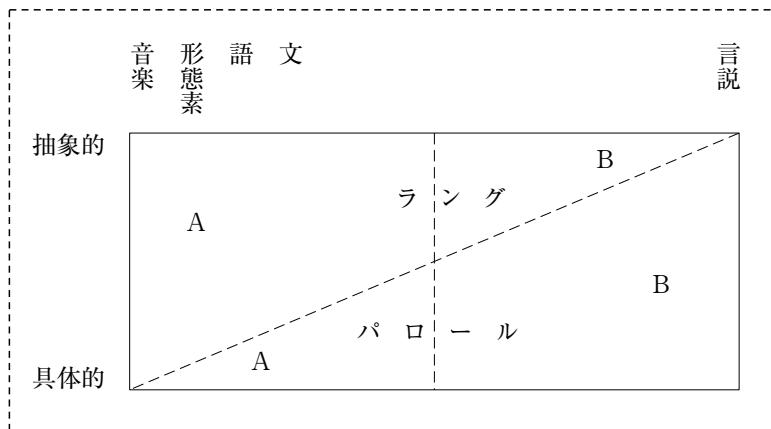
説の例は、会計（企業の言語）においても事欠くまい。数多く存在すると思われるが、それらは後述される。

ちなみに、会計学や経営学に関する論考においても、最近しばしば「言説」（discourse）というタームへの言及が見られる。しかし、その場合の言及は、哲学や言語学において現れた「言説」というタームを、そのまま複写的ないし総論的に引用・紹介するだけのケースが多い。とりわけ、言説において「語られる」ものの解説はあっても、「語られていない」ものへの言及はほとんど見られない。これでは、フーコー言説論の本意を損なっている。

要するに、専門的ないし各論的領域への展開（応用）が少ない。すなわち、哲学や言語学で言われる「言説」というタームを、会計学や経営学における個別各論的な言説例にまで敷衍して言及されていることは少ない。会計学者や経営学者たちの「言説」論の多くは、術学的なだけのターミノロジーに見えて、我われには〈飽き足らない〉ところである。

それはともかく、ソシュールのラングと、フーコーの言説との違いについて、児玉は図表7-1（ラングと言説の相關）のように解説している¹²⁾。

図表7-1 ラングと言説の相關



図表7-1に見られる用語を会計言語に置き換えれば、「語（記号）」は「勘定」に、「文」は「仕訳」に、「言説」はいわゆる「テキスト」として「財務諸表」に相当する、ということになろう¹³⁾。

ソシュールは、最初に語（ラングの構成要素）がなければ存在もない、と断じた¹⁴⁾。フーコー

12) 児玉徳美、『ことばと認識』、開拓社、2013年、37頁。

13) 青柳文司、『会計学の基礎』、中央経済社、1991年、81頁、117頁。

14) フェルディナン・ド・ソシュール（小林英夫訳）、『一般言語学講義』、岩波書店、1972年、157頁。

また、言説に先んじての存在はない、と断じた¹⁵⁾。両者ともに、コトバ（語ないし言説）の意味は、他のコトバ（語ないし言説）の意味との関係の「網目」により決定されたとした¹⁶⁾。広い意味で、両者は我わが言うところの「意味関係論」で共通している。

ソシュールやフーコーの主張に従えば、人間の認識や知識は、現実の言語外存在をそのまま反映（写像）するものではない。現実の言語外存在に先んじて、まずコトバに埋め込まれている思想・行動・感情・価値観の様式、すなわち世界観や文化認識によって規定されている。すなわち、我われの認識や知識は、コトバ（言説）によって事前に規定されている¹⁷⁾。それゆえ、フーコーは、コトバ（言説）とは人間が事物（世界=言語外存在）に加えた一つの侵犯（実践[パロール]）であるという¹⁸⁾。

上述のとおり、言説には、不可避的に包蔵された一定の「秩序」が存在している。我われは「無自覚」のうちに、その秩序に沿って、バイアスに満ちた存在認識を真っ当な知識と信じ込んでいる。ただ、こうした「秩序」は、時代の〈権力者〉によって造形されている。フーコーが力説するのは、この点である。古今東西、人間は時代や社会のバイアス（偏見）からは逃れられず、一体をなす「知と権力」の支配下にある¹⁹⁾。それゆえ、コトバ（言説）は、その時代・その社会における権力者の「番人」になりがっているとされている²⁰⁾。

3 エピステーメの変遷

フーコーは、言語を言表（énoncé）、言説（discourse）、エピステーメ（épistème）の3種に識別している。「言表」とは「言語表現」の約言である²¹⁾。言語のもっとも小さな単位で、ひとかたまりの発話や書字、行為（の記録）などをいう²²⁾。サール（John Searle）のいう「発話行為」に該当する²³⁾。「言説」とは、数ある諸言表のうちで、相互に何らかの秩序が形成さ

15) ミシェル・フーコー（渡辺和民・佐々木明共訳）、『言葉と物』、新潮社、1974年、91頁。

16) 丸山圭三郎、『文化記号学の可能性』（増補完全版）、夏目書房、1993年、236頁。

ミシェル・フーコー（中村雄二郎訳）、『知の考古学』〔改訳版新装〕、河出書房新社、1995年、74～75頁。

17) 児玉徳美、『言語理論と言語論』、くろしお出版、1998年、256～257頁。

18) ミシェル・フーコー（中村雄二郎訳）、『言語表現の秩序』、河出書房新社、1981年、55頁。

19) 浅見昇吾、「訳者あとがき」、ポール・ストラザーン（浅見昇吾）、『90分でわかるフーコー』所収、青山出版社、2002年、123～124頁。

20) 児玉徳美、『ヒト・ことば・社会』、開拓社、2006年、98頁。

21) 中村秀吉、『パラドックス——論理分析への招待』、中央公論社、1972年、59頁。

22) 橋爪大三郎、「知識社会学と言説分析」、佐藤俊樹ほか編、『言説分析の可能性——社会学的方法の迷宮から』所収、東信堂、2006年、183頁。

23) 田中智志、『教育思想のフーコー』、勁草書房、2009年、127頁。

れている言表の集合である。

田中の解説によれば、「エピステーメー」とは、同じ領域ないし近い領域のなかの言説が寄り集まって生み出す、言説より一ランク上のレベルにある規則の総体・編成である²⁴⁾。フーコーの「エピステーメー」は、クーン（Thomas Kuhn）の「パラダイム」と通底している²⁵⁾。フーコーによれば、「エピステーメー」とは、時代や社会（文化圏）に相対的な〈知の枠組み〉である。

会計学には、「会計公準」という概念が存在する。「企業実体」、「継続企業」、「貨幣的評価」などがよく例示される²⁶⁾。それら会計公準は、会計処理の「条件」ないし「前提」をいう。たしかに、会計公準は会計理論における一定の〈知の枠組み〉をなしている。ただし、会計公準は知の枠組みをなすものではあっても、「有自覺的」である。

たとえば、「継続企業」の公準について考えてみよう。当該公準は、企業が継続しないという反証のない限り、会計上の評価や処理はすべて、継続企業の立場から行われねばならないという前提である。企業が清算や解散に際会した場合には、「継続企業」の前提に基づいた評価（会計処理）などありえない。「継続企業」よりも「清算公準」の前提に立って、資産評価の原則はどうせん売却時価によることとなる。「継続企業」を前提とした時のような取得原価によらないことは、言うまでもない。

資産に対して取得原価を基準にした評価論、あるいは売却時価を基準にした評価論、それらはそれぞれフーコーのいう「言説」を構成する。会計理論におけるエピステーメーとは、それら会計公準のさらなる背後に潜む「無自覺的」な条件ないし前提を指している。こうした条件ないし前提における〈知の枠組み〉ということになるであろう。

フーコーは、その著『言葉と物』（*Les Mots et les Choses*）の中で、知（真理）の歴史について、3つの断層（4つの時代）における独自のエピステーメー観を提示した。20世紀最後の年（1999年）において、今村・栗原が整理したところによれば、次のとおりである²⁷⁾。

- (1) 16世紀ルネッサンス（中世）的エピステーメー
- (2) 17世紀・18世紀古典主義的エピステーメー

24) 上掲書、129～130頁。

25) ヒューバード・L・ドレイファス&ポール・ラビノウ（山形頼洋ほか共訳）、『ミシェル・フーコー 構造主義と解釈学を超えて』、筑摩書房、1996年、98～99頁。

26) 飯野利夫、『財務会計論』〔三訂版〕、同文館、1993年、1-14頁。

27) 今村仁司・栗原仁、『フーコー』、清水書院、1999年、81頁。

(1) から (3) までは前掲拙稿（「国際会計基準への言語論的接近」、14頁）でも紹介した。(4) が現代のエピステーメーである。

(3) 19世紀近代的・人間主義的エピステーメー

(4) 今後に到来が予感される新エピステーメー

時代の変遷について言えば、「歴史学」ではふつう、史実は時間的に連続的かつ昇順的に記述される。これに対し、フーコーは如上（1）から（3）までにおけるエピステーメーの変遷を、むしろ不連続的（断続的）かつ遡及的に論述している。すなわち、エピステーメーの変遷を歴史学的ではなく、考古学的（ないし系譜学的）に議論している。

竹内によると、考古学ないし「系譜学」というのは、今、絶対の真理や道徳として存在するものを、そのようには存在しなかったかもしれない何ものかとして歴史的に再構成する学である。系譜学という名称には、過去を現在に平坦につなげるきらいのある歴史学との、違いが込められている。」²⁸⁾

フーコーが従事した「考古学」とは、実際の経験に先立つア・プリオリ（先天的）なものを見方を発掘する学問、の意である。彼の議論の中核は、（3）の19世紀近代的・人間主義的エピステーメーにあったが、当該エピステーメーに関連している限りでの、知の枠組みにおける変遷について論じている。当該エピステーメーに関連しない中世に先立つ、いわゆる古代ギリシアやローマの権力体制などについては、議論の対象から外されている。

歴史学は一般に、進歩史観に立って叙述される。しかし、フーコーの系譜学はアンチ・ダーウィニズム（反進化論）に立っている²⁹⁾。たとえば、チョムスキーやサイードは「人権」や「正義」などに普遍的価値（時代や社会を超越した価値）を認めるが、フーコーは普遍的価値の存在を否定する³⁰⁾。

フーコーによれば、エピステーメーという知の枠組みは、ア・プリオリなものである。経験や実証によるものではない。彼によると、すべての「存在」は「言説」（ディスクール）の網の目を通してのみとらえられ、「存在」として現れる³¹⁾。ソシュールは、語や文のラング次元において、構文論的な意味関係論を提起した。それに対し、フーコーは言説（一連の文）のパロール次元において、語用論的な意味関係論を展開した。

ソシュールとフーコーは、「意味関係論」という点では共通していた。しかし、両者の相違を約言すれば、ソシュールの言語観は「意味文章³²⁾論」（the theory of meaning as

28) 竹内洋,『社会学の名著30』,筑摩書房,2008年,78頁。

29) ミシェル・フーコー（中村雄二郎）,『知の考古学』（改訳版新装）,河出書房新社,1995年,231~234頁,285頁。

30) 児玉徳美,『ヒト・ことば・社会』,開拓社,2006年,117頁。

31) フーコー（中村訳）,前掲『知の考古学』〔改訳版新装〕,74~75頁。

32) 「文」や「文章」という日本語の意味は多義的であるが、ここでいう「文章」は、英語でいうセンテンス（sentence）の意味である。日本語においては、「。」（句点）で終わるもの之意である。

sentence), フーコーのそれは「意味言説論」(the theory of meaning as discourse) と評しえよう。

「権力」と一体をなす「知（真理）」は、言語により表現されなければならない。表現されない知（真理）は、その存否を確認しえない。問題は、その際の〈言語観〉である。言語観が違えば、知（真理）の内容も異なって規定される。言語観の違いについての認識が、知（真理）と一体をなす権力の実相をあぶりだす。

フーコーによれば、中世・ルネサンス期においては、すべての物に「類似関係」の有無が読み込まれていたとされる。地上の草は天空の星に類似し、それを反映するものと考えられた。「頭部の病気を予防するためにクルミがしばしば用いられたのは、クルミの堅い殻が頭蓋骨に似ているからであり、さらにはクルミの実が脳を連想させたからであった。」³³⁾

この場合、類似関係はたんに人間の想像力によって作り出されたものではなく、「神の署名」であるとされた。たとえば、「世界の生物を調査することは、神が人間に示した秘密の〈記号〉を解読することだと考えられていた」³⁴⁾。

神崎の解説によれば、「ルネサンス期における類似性の重視は、『人々の習慣として、二つのもののあいだに何らかの類似を認めるたびに、両者の事実上の相違に関してさえ、一方において真と確かめた事柄を、両者についても言い立てる』と、デカルトが『精神指導の規則』の冒頭で述べているような事態にまで到達する。たとえば、双子はよく似ているが、仮に違った側面があったとしても、それは隠れていて、いつかはその双方に発現すると考えるのである。」³⁵⁾

中世では、「言葉はすなわち物であった。物の間の秩序とラングの秩序は、まったく同じものとして認識されていた。」³⁶⁾ この時代の言語は、自然に存在している事物と同等なものであった。言語が持つ意味も、類似を想起させるものでしかなかった。ルネサンス期における事物と言語は、まったく同一の表面上で相互に結び付けられ、相互に連想でつながっていた³⁷⁾。話し（言語）と事物（現実）とが、類似し（混同され）ていた、フーコーは、そういうのである。

ルネサンス（中世）のエピステーメーは、「言語」と「物」（言語外実在）とは、同一のレベルすなわち同じ地層で、交錯していると見られた。これに対して、古典主義時代のエピステーメーでは、「言語」と「物」（言語外実在）とは裁断された。言語は表象として、物（言語外存在）の世界からは自律していると見られた。「名は物の一部ではなく、物をさし示す記号なのである。物には固有の秩序はなく、ラングと同じ（狭義の同型的な）秩序が支配していると考

33) 今村・栗原、前掲『フーコー』、清水書院、1999年、82頁。

34) 中山元、『はじめて読むフーコー』、洋泉社、2004年、95頁。

35) 神崎繁、『フーコー 他のように考え、そして生きるために』、日本放送出版協会、2006年、22頁。

36) 池田清彦、『構造主義生物学とは何か』、海鳴社、1988年、108頁。

37) 今村・栗原、前掲『フーコー』、82頁。

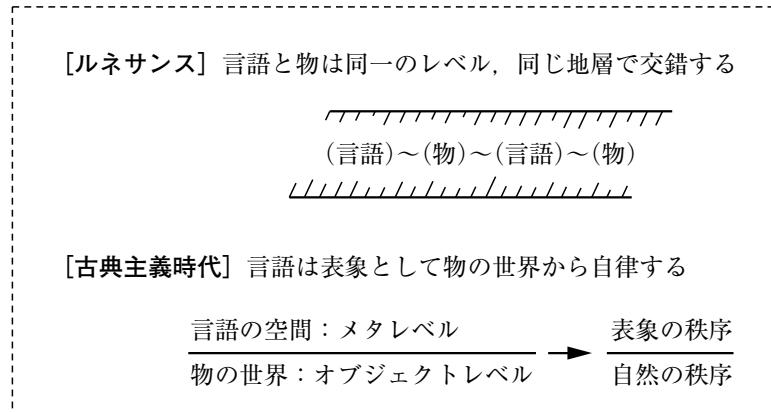
えられた。」³⁸⁾

言語による表象の秩序を言説（一連の文）とすれば、古典主義時代の言説は、世界（自然）の秩序そのものとは分け隔てられることとなる。フーコーの解説によれば、言説の構成要素をなすところの言語は、実体としての物を透明さのうちに示しながら、物を名指しする。その上で、言説の総体は、自然の秩序をそのまま写像し、一つの「表[タブロー]」として構成されることを目指す、というものであった³⁹⁾。古典主義時代の言説観は、言説の構成要素をなす語について、我われのいう「言語名称目録観」すなわち「意味実体論」をベースにしていたと言えよう。

ルネサンス（中世）と古典主義時代における言語観の違いについて、内田は図表7－2のように模式化している⁴⁰⁾。

セルバンテスの『ドン・キホーテ』は、17世紀初頭に出版された。フーコーの著作においては、主人公（ドン・キホーテ）のルネサンス的エピステーメ（知の枠組み）は〈時代錯誤〉であるとして、古典主義時代の読者にとり「もの笑いの種」になった例とされている⁴¹⁾。

図表7－2 ルネサンス（中世）と古典主義時代における言語観の違い



38) 池田、前掲『構造生物学とは何か』、110頁。

39) フーコー（渡辺・佐々木共訳）、前掲『言葉と物』、330頁。

手塚によれば、古典主義時代の「よくできた透明な言語」というのは、所与というよりも、「達成されるべき目標」であった。

手塚博、『ミシェル・フーコー：批判的実証主義と主体性の哲学』、東信堂、2011年、43頁。

40) 内田隆三、『ミシェル・フーコー』、講談社、1990年、69頁。

41) フーコー（渡辺・佐々木共訳）、前掲『言葉と物』、71～74頁。

次いで、19世紀近代的・人間主義的エピステーメーの時代における特徴は、「人間」の概念が登場したこととされる。言語は物の世界（自然の秩序）をそのまま表象（写像）するものではなく、その間に「人間」が登場して言語を支配することになったとする。物の世界（自然の秩序）と言語とは別物である。別物である両者を結び付けている張本人が「人間」である。こうして、古典主義時代において当然視されていた、物の世界に対する言語による表象（写像）の自明性は、根底的に懷疑されることになった。物の世界と言語の関係に対する人間による根拠づけ、その成否が絶えず問われることになった⁴²⁾。

じっさい、古典主義時代においては、認識の客体としての「人間」は、くだんの表（タブロー）の中にも存在していなかった⁴³⁾。古典主義時代の知は、「博物学」、「一般文法」、「富の学問」などと呼ばれていた。エピステーメーの転換により、それら学問は近代において、それぞれ「生物学」・「言語学（文献学）」、「経済学」、と呼ばれるようになった。それら近代の学問に共通しているのは、人が学問の客体として登場したことである⁴⁴⁾。それら学問は、ともに『人間についての科学』という性格を担った⁴⁵⁾。

古典主義時代においては、認識の客体であると同時に主体でもある『人間』は、存在しなかった。フーコーはそう言うのである⁴⁶⁾。とりわけ、認識の客体としての「人間」は、近代に特有の現象にすぎない。フーコーの権力観において、「人間」という概念は、せいぜい規律権力実現の道具とされた「錯覚」にすぎない⁴⁷⁾。

近代のエピステーメーにおいて、「人間」は過度に強調されている⁴⁸⁾。フーコーによれば、認識の客体かつ主体としての「人間」概念は、たかだかこの150年らしい話題でしかない⁴⁹⁾。フーコーは『言葉と物』の最後のパラグラフにおいて、「人間」概念は間もなく終焉を迎えると予告した⁵⁰⁾。「人間」という概念は、過去の中世・古典主義時代にも未来のポスト近代（現代）

42) 今村・栗原、前掲『フーコー』、86～87頁。

43) 中山元、『フーコー入門』、筑摩書房、1996年、106頁。

44) 上掲書、84頁、86頁。

池田、前掲『構造生物学とは何か』、114～115頁。

45) 今村・栗原、前掲『フーコー』、86～87頁。

46) フーコー（渡辺・佐々木共訳）、前掲『言葉と物』、330頁。

47) ミシェル・フーコー（慎改康之訳）、『精神医学の権力』、筑摩書房、2006年、74頁。

48) クリス・ホロックス（文）；ジョラン・ジェヴティック（イラスト）（白仁高志訳）、『フーコー』、現代書館、1998年、74頁。

49) 中村雄二郎、『知の変貌—構造的知性のために—』、弘文堂、1978年、24頁。

50) フーコー（渡辺・佐々木共訳）、前掲『言葉と物』、409頁。

にも存在しない、というのであった⁵¹⁾。フーコーの構造主義的言語観は、それをソシュール言語学などから学んだという⁵²⁾。

フーコーの認識では、近代の権力は、専制君主といった特定の人間にはない。むしろ社会の仕組み（ハノプティコン＝一望監視施設）の方にあるとされた⁵³⁾。

規律権力下における「知と権力の一体性」は、とりわけ学校教育における「教師への道」などに明白であろう⁵⁴⁾。近代において、学校の教師になるためには、教員資格を得なければならぬ。教員資格を付与する者（仕組み＝装置＝制度）こそが、近代の権力者である。すると、教師とは「権力の番犬」ということになろう。

それにしても、脱獄者の出現にあるとおり、監獄という近代の権力装置にもたまに「失敗」がある。これについては、「体制が非行を必要としているから」というフーコーディアンもいる⁵⁵⁾。その通りとすれば、近代の権力は懐が深い、ということになろう。

ドゥルーズのフーコー理解によれば、我われは今や近代の規律権力社会から脱却しつつある。そして、現代では、管理権力社会に足を踏み入れつつあるとする⁵⁶⁾。ただ、エピステーメ（知の枠組み）と一体をなす権力の変化は、いつの時代でも複合的である。分離的ではない。法メカニズム（君主権力）・規律メカニズム（規律権力）・安全メカニズム（管理権力）は、いつの時代でも相互に競合しながら併存している。

「つまり、ある要素があつて次に別の要素が来るとか、ある要素が登場してそれ以前の要素を消滅させる、というような一連の流れがあるわけではありません。規律メカニズムが法メカニズムに取って代わり、安全メカニズムが規律メカニズムに取って代わったというのではない

51) 神崎の評言では、近代における「人間中心主義」は思い上がりにすぎない。その訳は、人間をして役者と演出家を兼ね備えさせようとするような振る舞いだからといふ。

神崎、前掲『フーコー 他のように考え、そして生きるために』、40頁。

52) 柄谷行人談、中村雄二郎、『知の変貌・知の現在』所収、青土社、2001年、14頁。

中山、前掲『フーコー入門』、109頁。

フーコーは、当初は構造主義に同調する様子であった。しかし、1972年以来、自身は構造主義者ではないと宣言するようになった。にもかかわらず、フーコーは無意識的な構造を問題にしている点で、構造主義と明らかな類似点をもっている。ガッティングのような研究者たちはそう見ている。以下の2篇を参照せよ。

中山元、『はじめて読むフーコー』、洋泉社、2004年、24頁、35頁、201頁。

ガリー・ガッティング（井原健一郎訳）、『フーコー』、岩波書店、2007年、87頁。

53) 小野功生・大城信哉、『構造主義』、ナツメ出版企画、2004年、108頁。

54) 中山元、『フーコー 生権力と統治性』、河出書房新社、2010年、59頁。

55) クリス・ホロックス、『フーコー』、現代書館、1998年、119頁。

56) ジル・ドゥルーズ（宮林寛訳）、『記号と事件 1972-1990年の対話』（改訂版新装）、河出書房新社、1996年、288～289頁。

い。」⁵⁷⁾ 3種メカニズムはいつの時代でも複合的（相関的）に併存している。併存しながらも、主調（中心的なメカニズム）が代わっていく。これがフーコーの見方である。現代は、規律権力主調から管理権力（環境介入権力）主調への過渡期である。これが、ドゥルーズのフーコー解釈である。

現代の管理権力主調の時代にあっては、「安全メカニズム」の発動が特徴をなしている。ちなみに、この場合の「安全」は、普通われわれにイメージされるような、『危なくないこと』といった、そうした意味に理解すべきではない。そのような理解では、ここでいう「安全システム」の語意を誤解してしまいかねない。

「安全」(security)とは、語源的には、「気遣い（クーラ cura）の『ない（se）』こと」という意味とされる。君主権力や規律権力の場合のような、強権的な統治ではなく、不安や心配・懸念といった、ある種き遣いの少ない統治、それを目標とする「安全」である⁵⁸⁾。ここで言う「安全」とは、権力者にとっての「安全」の意であり、被支配者たちにとっての「安全」の意ではない。

現代の管理権力は、環境への介入を通じて、安全メカニズムを人口全体において機能させようとしている。規律権力は、個々人を可視化して監視しようとするものであった。しかし、管理権力は環境に介入して、諸個人よりも人口全体を保険統計的に統治しようとする。規律権力は、犯罪後における刑罰を通じて犯罪ゼロを目指す。しかし、管理権力は、犯罪前における環境介入（たとえばガードマンやカメラによる監視）を通じて、統治に対する全体的なコスト・パフォーマンスを上げようとする⁵⁹⁾。

佐藤の講説では、現代の管理権力すなわち「新自由主義権力とは、環境に介入し、環境を設計することで、統治不可能な偶然的要素を統治可能なものへと変換する権力なのである。私たちは例えば、そうした偶然的要素を『人口』と名づけてもよい。環境介入権力は、多様で偶然的要素を孕んだ人間の群れを、『人口』という統計的対象へと変換し、出生率、罹患率、死亡率といった統計的データとして捉えることで、統治可能なものに変えようとする。その意味において環境介入権力とは、人間の生をまるごと統治の対象とするような、生政治の一つのヴァリエーションなのである。」⁶⁰⁾

古典主義時代（君主権による法メカニズム）、近代（規律メカニズム）、現代（安全メカニズム）については、権力の行使空間が異なる。フーコーはそれを次のように整理している。被支

57) ミシェル・フーコー（高柔和訳）、『安全・領土・人口』、筑摩書房、2007年、11頁。

58) 高岡佑介、「群生の場としての『人口』一生政治学における『生』の概念について」、『早稲田大学大学院文学研究科紀要 第2分冊』、第55輯、2010年2月、134頁。

59) 佐藤嘉幸、『新自由主義と権力』、人文書院、2009年、68～71頁。

60) 上掲書、70頁。

配の対象となる「人の群れ」は、法メカニズムのもとでは君主権の及ぶ領土内の臣民である。規律メカニズムのもとでは諸個人の身体である。そして、安全メカニズムのもとでは人口全体である、としている⁶¹⁾。

「社会の代表的な病は、その社会のもっとも弱いところを、そのもっとも強いところを裏返して示す」⁶²⁾。「もっとも弱いところ」とは被支配者たちを意味し、「もっとも強いところ」とは権力者と意味する。

フーコーが取り上げた疾病モデル（代表的な病）によれば、法メカニズム時代では「癪病」であった。罹病者は『排除』された。規律メカニズム時代では「ペスト」であった。町を単位として、罹病者たちは『隔離』された。隔離にはエクリチュール（文書）化が須要とされ、しかも健康な者たちまでもが検査の対象となった。安全メカニズム時代では『天然痘』であった。環境に介入し、人口全体が罹病監視の対象となっている。

フーコーはソシュールの最も正統的な後継者である、という評がある⁶³⁾。にもかかわらず、言語観の点で、フーコーとソシュールとで大きく異なるところもある。ソシュールは文内の言語構造を中心に分析しており、文と文のつながりや言説についてはほとんど論じていない⁶⁴⁾からである。

たしかに、コトバ（言語）の意味は、語句や一文を単位としてのみ決まるというものでもなかろう。言説（文連鎖）の単位ではじめて明らかとなる意味もある。言説の点で、じっさい日本語と英語とでは、語句や一文の単位だけでは判明しない意味の違いが見られる。

一例をあげれば、日本語の『善処します』がしばしば空手形のあいさつ表現になっているのも、『善処』の素振りを見せるだけで十分であり、『善処』の結果を達成しなくても許されるためである。しかし『善処します』に対応する英語で例えば I'll do my best to realize it. は『善処』の成果が期待され、その成果が達成されない場合、約束違反の『うそつき』と非難されることもある。⁶⁵⁾これなど、日本語や英語における言説レベル（「文化の違い」や「言外の意味」）にまで立ち入らなければ、明らかとならない含意の差である。

権力変遷とともになう西洋社会言語観の推移が、企業の言語としての会計に対する認識の変転とどのように重なるのか。以下、本稿の主題に入って行こう⁶⁶⁾。

61) フーコー（高桑訳）、前掲『安全・領土・人口』、15～16頁、29頁。

62) 中山元、『フーコー 生権力と統治性』、河出書房新社、2010年、51～52頁。

63) 池田、前掲『構造生物学とは何か』、116頁。

64) 児玉、前掲『ことばと意味』、18頁。

65) 上掲書、23頁。

66) デイビス（Stanley Ward Davis）も、J. ハーバーマスの言語論を援用して、権力と会計との関係について論じている。言語としての会計は、権力支配の用具である。それは、パワー・エリートのための、現実を歪めるコミュニケーション装置でしかない。そう裁定している。次を参照せよ。

4 中世の会計理論と権力

ルネッサンス期（中世）は、封建制と莊園制からなる社会であった。一般的な人民統治形態としては、当時は地方権力の時代であった。この場合、地方権力者とは、貴族やキリスト教会などを指す。それら権力界層は、いずれもある一定領域内の人びとだけを統治していた⁶⁷⁾。経済的には、自給自足で農業を中心とする時代であった。また、中世後期になってからは、イタリアのベネチア等で、新しい界層としての自治都市が興った。会計的には、この時期に複式簿記が、パチョーリの『スムマ』により1494年に完成を見た。

既述のように、この時期の言語観は「類似」であった。私見によれば、会計学説史的には、いわゆる「人的勘定学説」(personalistische Kontentheorie) が、この言語観に重なると見られる。この学説は、勘定を「擬人化」して説明する会計言語観をとった⁶⁸⁾。擬人化とは、人間以外のものを人間に見立てて表現する修辞（レトリック）である。したがって、人間以外の勘定を人間に「類似」したものとして説明しようとした学説だった⁶⁹⁾。パチョーリによる貸借関係の解説は、初期の人的勘定学説であったとする指摘がある⁷⁰⁾。もし、この指摘のとおりとすれば、会計学説史においても、フーコーの時代区分が裏付けられることとなる。

ただ、ケーファーによれば、斯学においては人的勘定学説が長らく支配的であった。19世紀終わりまでは、イタリアやドイツにおいても人的勘定学説が支配的であった。この学説は、19世紀末葉に至ってから、物的勘定学説 (materialistische Kontentheorie) にとってかわられたとされている⁷¹⁾。19世紀末葉と言えば、フーコーの時代区分では、古典主義時代ばかりか、近代にもかなり食い込んでいる。会計理論において人的勘定学説は、複式簿記生成以来400年ほども続いたことになる。

人的勘定学説は、後世になって「擬人説」(personification theory)⁷²⁾とも呼ばれた古い会計

▽全在紋・永野則雄編著、『現代会計の視界』、中央経済社、1992年、34頁以下。

67) 箱田徹、『フーコーの闘争—〈統治する主体〉の誕生』、慶應義塾大学出版会、2013年、99頁。

68) 「人的勘定学説」、『月刊簿記』、第6卷第11号、中央経済社、1955年11月、100頁。

69) 擬人化（擬人法）とは、人間以外のものと人間との間に「類似点」を見つけて、それを表現する隠喻（メタファー）の一種である。

瀬戸賢一、『日本語のレトリック』、岩波書店、2002年、20頁、35頁。

70) 黒澤清、『簿記原理』、東洋出版、1934年、49頁。

片岡康彦、「複式簿記の誕生とパチョーリの簿記論」、平林喜博編著、『近代会計成立史』、同文館、2005年、32頁。

71) 安平昭二、『簿記理論研究序説』、千倉書房、1979年、135頁。

72) 横浜市立大学商学部会計学研究室編、『簿記事典』、同文館、1955年、395頁。

理論である。吉田・田島の解説によると、人的勘定学説は「複式記帳を、受取つた者は後日支払の義務を生ずるから借方に記入し、渡した者は後日受取る権利を生ずるから貸方に記入すると説く。それ故この説では受渡及び貸借なる語が、辞本来の意味に用いられている。この説は信用取引の記帳から出発したもので、それを他の財産部分にまで拡張し、各勘定を人格化して、その背後に管理者を想定することによって、全取引を同一記帳法則の下に説明する。例えば……商品を現金で買入れた取引は、商品を受け入れた庫番は受方としての彼の勘定の借方に、代金を支払つた出納掛は、渡方として彼の勘定の貸方にそれぞれ記入されるのである。……この説は……例えば減価償却や火災損失の如きは、擬人的に説明することが困難である。」⁷³⁾ 熊本は別に、人的勘定学説では、損益勘定や統制勘定等に対する説明も難しいと指摘している⁷⁴⁾。

人的勘定学説がもつ上のような擬制的構成を排除し、「経済的事実」に即して「貨幣・材料・機械などを実物そのものとしてとらえる」⁷⁵⁾ 理論が物的勘定学説であるとされる。人的勘定学説は勘定を人ととの関係として見る。物的勘定学説は勘定を物と物との関係として把握する。物的勘定学説においては、物と物との関係が、「経済的事実」と見られているのである。勘定を人ととの関係とみる人的勘定学説は、擬制的であるがゆえに「経済的事実」に即していない、と見られたのである。

言語観に関するフーコーの時代的区分と突き合せれば、会計理論の世界における人的勘定学説は、基本的にルネッサンス（中世）的言語観と重なる。物的勘定学説は、基本的に古典主義的言語観に重なる、と言えよう。ただ、会計理論の世界においては、人的勘定学説が、中世から古典主義時代をも過ぎ、近代の中ごろ（19世紀末）に至るまで、長らく引きずられたということになろう。

物的勘定学説の時代になっても、会計実務の世界における「借方」(debtor)・「貸方」(creditor)の呼称は、人的勘定学説時代の呼び名がそのまま踏襲された。人ととの関係と見られた時代の呼び名が、物と物との関係と見られる時代における呼称として、今に至るまでそのまま引き継がれている。そのため、複式簿記初学者たちの多くは、「『借方』と『貸方』って逆ではないか」といまだに戸惑いがちである⁷⁶⁾。貸借が逆に見えるのは、無自覚のうちに近時の言説（物的勘定学説）に引き寄せられ、往時においてはむしろ真っ当であった言説（人的勘定学説）を、

73) 吉田良三・田島四郎, 『簿記概論』(改訂版), 同文館, 1947年, 253~254頁。

74) 熊本吉郎, 「勘定學説の分類に関する一考察」, 『立命館三十五周年記念論文集法経篇』所収, 立命館出版部, 1935年, 501頁。

75) 安平昭二, 『簿記理論研究序説』, 千倉書房, 1979年, 135頁。

76) 坂手恭介, 「複式簿記の仕組み」, 全在紋・朴大栄・谷武幸編著, 『新版まなびの入門会計学』, 中央経済社, 2010年, 42~43頁。

一方的に見下しているためであろう。

19世紀末葉になって、ほとんどの会計学者は人的勘定学説に替えて物的勘定学説を受け入れた⁷⁷⁾と言われている。以来、物的勘定学説こそが「本来の勘定理論」であるとされている⁷⁸⁾。それは、企業会計において、今日も基本的に依拠されている考え方と見られる。物的勘定学説に与する多くの会計人によれば、人的勘定学説は勘定を「擬人化」した考えにすぎない。思想の整理が不十分で、科学上の学説たる要件が備わっていないとまで、批判する⁷⁹⁾。

ちなみに、そこで言われる「科学」とはいったい何であろうか？ 物的勘定学説からする人の勘定学説批判は、フーコー的には、後世の科学観（近代のエピステーメ）からする前世の科学観（ルネッサンス期および古典主義時代のエピステーメ）批判にすぎないと見られる。私見によれば、両学説とも大差はない。言わば、「五十歩百歩」の類の議論と見られる。

物的勘定とは別に、債権・債務勘定に限定しても、人名勘定の時代は長らく続いた。売掛金・買掛金など、統括勘定（統制勘定）が一般化したのは、近代も20世紀に入って以降であった⁸⁰⁾。ただ、物的勘定学説は貨幣・材料・機械などを実物そのものとしてとらえ、それら実物に与えられた勘定名称が「経済的事実」を正当に写像していると想定する。その言語観は、我われがいうところの「意味実体論」である。ソシュールの意味関係論からすれば、とうてい容認されるところではない。物的勘定学説は人的勘定学説を「擬制」でしかないと非を鳴らすが、人間の言語システムそのものが、いずれも「擬制」（fiction）でしかない。物的勘定学説者たちはそのことに無明でいる⁸¹⁾。

先に言及したとおり、フーコーのいう「言説」とは、歴史的にそれぞれの社会で形成された、言明のスタイルや様式の秩序のことを指す。「人的勘定学説」も「物的勘定学説」も、ともに会計理論においてそれぞれ異なる「言説」をなす例である。そう言ってよい。前節において紹介したとおり、田中智志の布置によれば、「エピステーメ」は「言説」の上位クラスであり、「言表」は「言説」の下位クラスであった。ただ「言説」には、その内部において、更に上位クラスと下位クラスとに分類（区別）されることがある。

ある『簿記事典』によれば、勘定学説は図表7-3のとおり分類されうるとしている⁸²⁾。

77) カール・ケーファー（安平昭二訳）、『複式簿記の原理』、千倉書房、1972年、24頁。

78) 安平昭二、「人的勘定学説」、神戸大学会計学研究室編、『第六版 会計学辞典』、同文館、2007年、700頁。

79) たとえば、次の文献を参照せよ。

レオン・ゴムベルグ（岡田誠一訳）、『批判的勘定學説史』、東洋出版、1935年、27頁。

熊本吉郎、前掲「勘定學説の分類に関する一考察」、505頁。

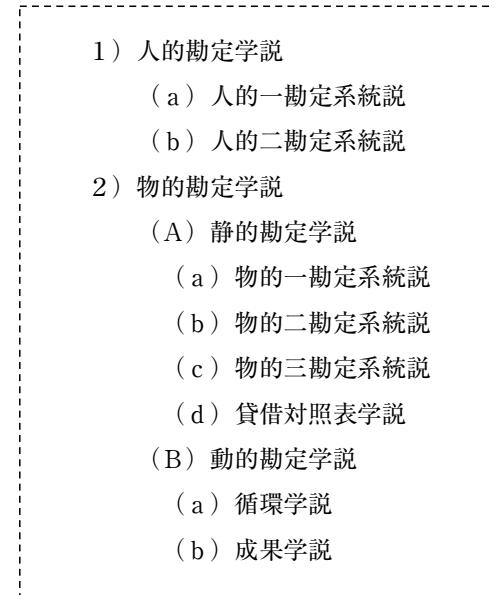
片岡義雄、「人的勘定学説（擬人法）の展望」、『駒大経営研究』、第3巻第3号、1971年12月、11頁。

80) 久野秀男、「英米古典簿記書研究拾遺（承前）」、『學習院大學經濟論集』、第16巻第3号、1980年3月、46頁。

81) 全在紋、前掲『会計言語論の基礎』、12～13頁を参照のこと。

82) 横浜市立大学商学部会計学研究室編、前掲『簿記事典』、394頁。

図表 7-3 勘定学説の分類



人的勘定学説内部の下位クラス勘定学説には、「人の一勘定系統説」と「人二勘定系統説」との区別がある。また、物的勘定学説内部の下位クラス勘定学説には、「静的勘定学説」と「動的勘定学説」との区別があり、それら下位クラス言説には、さらにその下位クラスをなす勘定学説が存在する。図表 7-3 のとおり、静的勘定学説内部に 4 学説、動的勘定学説内部に 2 学説が存在している。各種学説間の種差（分類基準）については、本稿の関知するところではない。よって、これ以上の言及は控えたい。もし関心のある読者がおられたら、原典（上掲『簿記事典』）を参照ねがう。

茂木説によれば、ルネッサンス期（中世）における会計制度は、口別損益計算が主調であった。17世紀古典主義の時代に入って、会計制度は口別計算から期間計算に転じたとされる。期間計算はオランダで誕生したと強調されている⁸³⁾。オランダ東インド会社の会計などはその画期的な例、ということになるのであろう。同社は、ルネッサンス期（中世）のイタリア企業とは異なり、永続資本（永久資本）による事業だったからである⁸⁴⁾。

古典主義時代になって、絶対王政になる集権的国家体制がとられることとなった。君主権の時代、暴力による「死の権力」の時代となった。君主に逆らう者は殺害された。経済史的には

83) 茂木虎雄、「会計史研究の方法について」、『産業経理』、第44巻第4号、1985年1月、1~9頁。

84) 水野和夫・川島博之、『世界史の中の資本主義』、東洋経済新報社、2013年、20~22頁。

重商主義の時代であった。重商主義とは、貿易などを通じて貴金属や貨幣を蓄積し、国富を増大させようという考え方である⁸⁵⁾。ただし、富と貨幣、価値と価格とは混同された。企業はあつたが、いまだ国営企業（武器製造などが好例）が中心であった。

5 近代の会計理論と権力

古典主義時代に続いて、時代は1800年（19世紀）を前後して近代に入る。主権は君主から市民階級に移った。西洋において、市民社会と資本主義が確立した。富の源泉は貨幣よりも農業にあると見られるようになり、まず重農主義（physiocracy）が強勢となった。その思想は、やがてアダム・スミス以降の古典的自由主義に影響を与えた。フーコー説によれば、時代は暴力による「死の権力」から、規律による「生の権力」の時代へと転じた。「生の権力」時代においては、被支配者たちは殺害するよりも生かしておいて、彼らからいっそう多くを収奪する。これが基本的な政策と化した。

18世紀後半、イギリスにおいて産業革命が起こる。これにより、ブルジョワ的産業資本主義が力を得た。ビジネスの形態は、国営企業中心から民間企業中心へと転化していった。周知のとおり、産業革命は、企業会計の世界にも大きな変化をもたらした。減価償却制度の誕生である。会計を企業の言語とみる観点からは、連辞関係側面では複式簿記のまま、連合関係側面では人的勘定学説から物的勘定学説へと主役が交代した。そして、今日に至っている。

フーコーによれば、近代においてはもはや、視覚的な「支配階級」など見えなくなった。規律システムを基礎とする近代的権力は、社会のいたるところで多数の微視的中心をなして分散されている。そして、それらは網目のように相互に連関し合っている。彼によると、近代的権力は局所的（非全体主義的）であるという。

マルクス主義やソビエト連邦は、近代においても全体主義的な支配を想定した。彼らが失敗したのは、そのためである。近代的権力における非全体主義性を見損なったからである⁸⁶⁾。全体主義の時代ではないところで、全体主義の理想を追い求めようとした。それは的外れの試みだった、ということになろう。ドン・キホーテはルネッサンス的エピステーメーの虜囚だったが、マルクス主義やソビエト連邦は古典主義的エピステーメーの虜囚だった、ということになろう。

近代の権力は分散していて、特定の権力者（支配階級）など見出すことはできない。それゆえ、権力者は「匿名」（anonymes）である⁸⁷⁾。「匿名の権力」とは「独裁者なき権力」という

85) 茂木誠,『経済は世界史から学べ』,ダイヤモンド社,2013年,191頁,195頁。

86) ガリー・ガッティング（井原健一郎訳）,『フーコー』,岩波書店,2007年,120~121頁。

87) ミシェル・フーコー（慎改康之訳）,『知の考古学』,河出書房新社,2012年,8頁。

Michel Foucault, *L'archéologie du savoir* (Paris : Gallimard, 1969), couverture de derrière.

意味になる。近代の規律権力は、特定の権力者による支配ではなく、制度（装置や構造）による支配を意味することとなる。例のパノプティコン（一望監視施設）は、権力を有する監視主体がいったい誰であるのか、知ることができない⁸⁸⁾。それゆえ、まさに「匿名」である⁸⁹⁾。

フーコーによれば、近代は「人間主義的エピステーメー」の時代である。前述のように、「認識の客体」ないし「学問の客体」としての「人間」概念は、近代に特有の発想であった。当該概念は、ルネッサンス期（中世）にも古典主義時代にもなかったとされる。エピステーメーとして、「人間」概念は近代においてたまたま過度に強調されただけである。前述したとおり、「人間」概念は間もなく終焉を迎える、とされた。

フーコーが近代において「人間の登場」があったというのは、『哲学』の中心的課題として初めて「人間」が位置付けられた、という意味である⁹⁰⁾。ここでいう『哲学』に『会計学』を代入すると、どうなるであろうか。人間を中心的課題とする研究領域として象徴的な事例が、会計学においても存在するかに見える。「人的資源会計」（human resource accounting）論である。

人的資源会計論における「人間」概念は、経営者や株主はじめ投資家といった人びと（近現代の権力者）に関する人的資源性の意味ではない。そうではなく、被支配者（組織）としての「従業員個々人や人の組織の重要性を正しく認識せしめ、企業組織のあり方を示唆して、人的資源の適正配置、有効利用、管理保全を行ない、……企業の経営効率の向上を期待しようとする」⁹¹⁾ ことに発する概念である。

若杉によれば、「人的資源会計に関する研究は1960年代から70年代にかけて主にアメリカにおいて活発に展開され、数多くの研究成果が発表された。……しかしながらその後研究活動もまた企業における実践も活性を失い、その重要性に関する認識は衰えないものの、人々の関心は低下していった」と言われる。ただ、21世紀に入る頃からヨーロッパ諸国やインドにおいて人的資源会計の必要性が再認識され、その実践例も見られるようになった、とも指摘している⁹²⁾。しかし、実際のところ、人的資源会計研究に、往時のような華々しさなど、今は見る影もない。

「米Google社がスキャンした書籍のうち約500万冊をもとに、5000億語からなるデータベー

88) 小野功生・大城信哉,『構造主義』,ナツメ出版企画,2004年,108頁。

89) 星野智,「匿名の権力—M・フーコーと権力」,『情況第二期』,第10巻第2号,1999年5月,183頁,187頁,196頁。

90) サラ・ミルズ（酒井隆史訳）,『ミシェル・フーコー』,青土社,2006年,44頁,49頁。

90) 神崎,前掲『フーコー 他のように考え、そして生きるために』,34頁。

91) 若杉明,『人的資源会計論』,森山書店,1973年,序2頁。

92) 若杉明,『人的資源会計』,神戸大学会計学研究室編,『第六版 会計学辞典』,同文館,2007年,701頁。

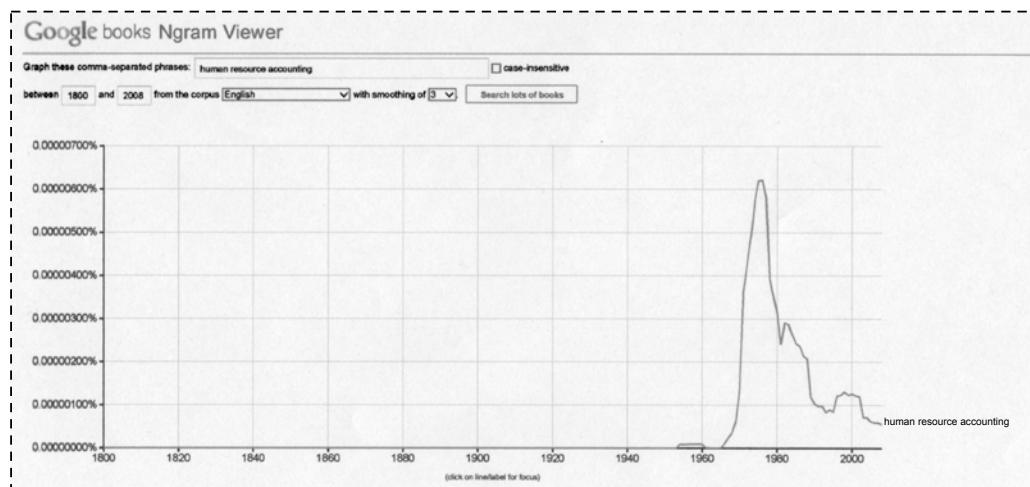
スが構築されていて、1500年代からの今までの出版された書籍に出現する語句について、その使用頻度の推移をグラフにできるGoogle Ngram Viewerというものがある。⁹³⁾『Google Ngram Viewer』は、グーグルでデジタル化され読み取れるようになった膨大な出版データの集計である。「人的資源会計」(human resource accounting)という用語について、1800年から2008年(2014年6月5日時点最新)に至るまでの変遷をたどると、図表7-4のようであつた。

人的資源会計実施の先鞭は、アメリカのパリー社にあるという⁹⁴⁾。当該会計においてもっとも困難なのは、社員という人的資産価値の評価法である。近代経済学的には、社員が会社にもたらす将来のサービスを貨幣価値で測定し、それを現在価値に割引いて測定することであろう。

しかし、こうした価値の直接的測定(direct measurement)は難しい。それゆえ、会計実践としては歴史的原価・取替原価・機会原価などによる規約的測定(measurement by fiat)で代用されようとした⁹⁵⁾。しかし、いずれの評価法も実務的に定着することはなかつた。

思うに、人的資源会計が実現できなかつたのは、単に人的資産価値測定の困難さにのみあるのだろうか。むしろ評価対象としての「人間」概念そのものの〈偽さ〉、そこにはりはしなかつたか。我われはフーコーの主張から、こうした示唆を読み取るものである。

図表7-4 「人的資源会計(human resource accounting)」使用頻度の変遷



93) <http://readingmonkey.blog45.fc2.com/blog-entry-538.html>

94) 青柳文司,『アメリカ会計学』,中央経済社,1986年,140頁。

95) 上掲書,536~537頁。

人的資産価値の測定が、真に必要であったならば、「測定の困難」や「測定の不正確性」など物の数ではあるまい。「必要は発明の母」だからである。じっさい、会計において測定されている数値に、直接的測定によるものなど存在しない。会計測定はもとより、「測定はすべて規約的測定である」というのが、デバイン（C. T. Devine）の結論であった。デバインの説は、つとに1966年の昔に表明されている。我われはデバイン説に賛同する⁹⁶⁾。

それにしても、会計学における「人間」概念への注目は、一般的思潮（哲学）に比べて、遅くやってきて、早く立ち去ろうとしているかに見える。会計学における「人間」概念への注目は、あまりにも短い期間だった。そのように論評しえよう。

それはともかく、フーコーが言うには、近代の規律権力が包括的で持続的なものであるためには、エクリチュール（文書）の使用が必須という。会計におけるエクリチュールとは、いわゆる「取引の帳簿記録」や会計基準などに他ならない。会計帳簿をもとにした「アカウンタビリティ」（説明責任）の強調も、近代の規律権力に至って特徴的な現象だと言えよう。フーコーによれば、規律権力社会では、「ルールの追加」が果てしなく続けられると強調されている⁹⁷⁾。たしかに、昨今、会計基準書はやたら分厚くなる一方である。すると、会計基準策定におけるいわゆる「細則主義」（rules-based approach）⁹⁸⁾も、近代に特有の現象ということになろう。

6 現代の会計理論と権力

第二次世界大戦のあと、古典的自由主義は、ケインズ主義と新自由主義とに分岐した。ケインズ主義の国家理念は福祉的統治であった。言わば、政治が経済をリードする形態であった。それは、理想を現実に合わせようとする企てであった。これに対し、新自由主義の国家理念は、飽くなき自由競争を目指す。新自由主義の下では、言わば経済が政治をリードするようになった。それは、現実を理想に合わせようとする試みである⁹⁹⁾。

フーコーの権力概念で言えば、福祉的統治は近代の「規律権力」を行使し、新自由主義的統治は現代の「環境介入権力」を行使するものと見られよう¹⁰⁰⁾。新自由主義統治の下では、企業の利益が国家の利益よりも優先される。じっさい、欧州連合（EU）で利得を得たのは、国家・

96) 全在紋、「会計測定論への形而上学的接近」、『桃山学院大学経済経営論集』、第20巻第1号、1978年6月。

97) ミシェル・フーコー（慎改康之訳）、『精神医学の権力』、筑摩書房、2006年、69頁。

98) 「細則主義」の対概念は「原則主義」（principles-based approach）である。

平松一夫・徳賀芳弘編著、『会計基準の国際的統一』、中央経済社、2005年、52～53頁。

99) 箱田、前掲『フーコーの闘争—〈統治する主体〉の誕生』、124～136頁。

100) 佐藤嘉幸、『新自由主義と権力』、人文書院、2009年、67頁、80～82頁、109頁。

国民ではなく、企業であるとの意見も存在する¹⁰¹⁾。

世にいうグローバリゼーション（globalization）は、国際資本の完全移動性実現を目指すものである。新自由主義は、こうしたグローバル資本主義がもたらした状況にほかならない。現代の権力者とは、新自由主義で益するグローバル資本家のことを指すといってよい。グローバリゼーションは、人類の進歩による自然の〈成り行き〉でもたらされた現象ではない。現代の権力者に存する〈戦略〉により生み出された現象、と見なければならない。

周知のとおり、1990年代のバブル崩壊に際して、日本では金融機関をはじめとする大企業に向けて、「公的資金」という名（コトバ）の『税金』が投入された。その意味するところは、強者（大企業）ばかりが救済され、そのツケはすべて弱者（一般国民）が負うというものであった。

バブル崩壊後、日本では「失われた20年」と呼ばれる長期のデフレ停滞が続いた。その後、2013年末以来のアベノミクスにより、「日本経済はようやくデフレを脱した。」そのように囁きもある。が、昨今の「法人税引き下げ」・「消費税引き上げ」は、強者救済・弱者切り捨ての再現にしか見えない。世は新自由主義的統治が深化するばかりに見える。

経済学者の見るところでは、新自由主義（グローバル資本主義）が強請する時価会計は、未来および弱者からの収奪である。水野は言う。「一九九〇年代に世界的な流れとなった時価会計とは、時価の数字がそのまま決算に反映されるシステムなので、『将来、これぐらいの利益を稼ぎ出すだろう』という投資家の期待を織り込んで資産価格が形成されていきます。そのとき、マーケットというのは、その将来価値を過大に織り込むことで、利益を極大化しようしますから、結果的には、将来の人々が享受すべき利益を先取りしていることになります。……時価会計は将来の人々の利益を先取りするのみならず、バブルが起きれば、弾けたときに巨額の債務が残るのですから、巨額の税負担の増加という損失をも先送る結果となってしまうのです。」¹⁰²⁾

読みの深さに驚かされる。この種の時価会計論（公正価値会計論）が会計学者たちの中から聞こえてこないのは、なぜだろうか。もし、我われの寡聞（知らないだけ）にすぎないならば、かえって幸いである。引用文中の「決算に反映されるシステム」という文言について、「決算＝会計＝企業の言語の体系（システム）」と推論[換喻（メトニミー）]してゆけば、この経済学者の時価会計論は我われの会計言語論と連係する。昨今の制度会計（法制会計）が、世界的に「資産負債観」すなわち時価評価重視に傾斜しつつあることは、ここで想起されてよい。

ケインズ主義から新自由主義への移行は、会計規範にも転換をもたらしたと見られる。プロ

101) 川口マローン恵美、『住んでみたドイツ』、講談社、2013年、96～97頁。

102) 水野和夫、『資本主義の終焉と歴史の危機』、集英社、2014年、177～178頁。

ダクト重視の会計基準から、ファイナンス重視の会計基準への移行である。1975年以来、会計基準の国際的統一が模索されてきた。この流れの中で、各国の会計基準は相互にかなり調和(接近)してきたかに見える。しかし、いまだ、国際的統一までは実現していない。

会計基準のあり方については、収益費用観と資産負債観の対立がある。両者も会計における言説の違いである。相対的に見れば、日本の会計基準はいまだ収益費用観の色彩が濃厚である。プロダクト重視的な会計基準である。アメリカの会計基準や国際会計基準は資産負債観の色彩が濃厚である。ファイナンス重視的な会計基準である。

歴史的には、収益費用観は資産負債観の〈アンチテーゼ〉として提示された¹⁰³⁾。両種会計観が公的な文書として最初に現れたのは、FASBにより1976年に公表された討議資料『財務会計および財務報告のための概念フレームワークに関する諸問題の検討：財務諸表の構成要素およびそれらの測定』(An Analysis of Issues related to Conceptual Framework for Financial Accounting and Reporting : Elements of Financial Statements and Their Measurement) [以下、「FASB1976年『討議資料』」と略称する]であった。

ここで注意しなければならないのは、まず収益費用観が存在していて、その後に資産負債観が発明されたのではない、ということである。資産負債観は収益費用観なしには存在せず、収益費用観また資産負債観が存在してこそそのもの、と理解するのが正鵠を得た見方である。両者の関係も、「会計におけるAとノンA」の関係である。

前拙著において解説されたように、複式簿記（A）でないものが単式簿記（ノンA）であり〔逆もまた同じ〕、発生主義（A）でないものが現金主義（ノンA）である〔逆もまた同じ〕という、それと同じ関係である¹⁰⁴⁾。したがって、収益費用観とは非資産負債観の謂であり、資産負債観は非収益費用観の謂であるという、関係になる。

FASB1976年『討議資料』において、資産負債観は収益費用観よりも望ましい会計基準として提示された。資産負債観と収益費用観は、同時に発明され提示された会計基準観と言つてよい。「収益費用観」(revenue and expense view) というコトバは、「資産負債観」(asset and liability view) いうコトバがなければ存在しえなかつた概念なのである。

ただし、我われによれば、資産負債観という会計言説と収益費用観という会計言説は、同種エピステーメーに内属する言説間の対立ではないと見られる。仮に、「資産負債観」という会計基準（言説）が現れる以前の、当時の一般的な会計実務を支える会計基準（言説）を「収益費用観」というコトバで代理させよう。その「収益費用観」が規律権力型言説であったとすれば、「資産負債観」と呼ばれる会計基準（言説）は環境権力型言説であると見られる。私見では、

103) 八重倉孝、「収益費用アプローチ」、神戸大学会計学研究室編、『第六版 会計学辞典』、同文館、2007年、631頁。

104) 全在紋、前掲『会計言語論の基礎』、262頁。

両種言説は、それぞれ異種エピステメーに帰属する権力闘争間言説と見られる。そして、近時における会計理論のエピステメーは、規律権力型（収益費用観的言説）から環境権力型（資産負債観的言説）への移行期にあたっている可能性が高い。そのように見られる。

他に、相互に異なる会計言説の例として、商品勘定の処理については「分記法」と「総記法」の差異がすでに存在していた。両者の最大の相違は、総記法の場合、売上商品原価と販売益とを分記する手数が省けた。同種商品を多数回かつ多量に購入・販売する業種には、今も利便である。また、決算手続については「大陸法」（大陸式決算手続）と「英米法」（英米式決算手続）の差異がすでに存在していた。両者の最大の相違は、「残高勘定」を設けるかどうか、という点にあった。「分記法」と「総記法」の対立、あるいは「大陸法」と「英米法」の対立などは、「資産負債観」という上位クラス会計言説が出現する以前の、共に規律権力型エピステメーに内属する下位クラス会計言説間の差異であった。

前述したように、現代の環境権力は、被支配者統治上の便宜のために、人間の環境をしきりに統計データ化する。繰り返しになるが、フーコーによれば、「知」と「権力」は〈一体〉であると見られた。会計の領域において、「現代の権力」と一体をなす「知」にかかわる研究としては、どのようなものが考えられるであろうか。

確率・統計を駆使してなされる所謂「実証研究」（empirical research）などは、その象徴例と言えよう。じっさい、藤井の分析でも、米国でも日本でも、「実証研究が今日の会計研究の主要潮流になっているということだけは、……議論の余地のない事実として確認することができるであろう」とされている¹⁰⁵⁾。欧米における会計研究は、70年代から実証研究がその主流となっていた¹⁰⁶⁾。会計研究においてアメリカの影響が甚大な韓国会計諸学会でも、近年は実証研究報告のオンパレードである。

会計を企業の言語であると見れば、言語（記号）の研究においては、基本的に3つの要素が識別された。記号・記号の指示物（「事物」）・記号の使用者である。記号と記号のあいだの関係を研究するのが構文論（syntax），記号とその指示物との関係を研究するのが意味論（semantics），記号とその使用者との関係を研究するのが語用論（pragmatics）であった。ただし、構文論・意味論・語用論（実用論）という3つの部門の識別は、「明確な別々の区分ではなくて、意味に関する議論をはっきりさせるための便宜上の分類」¹⁰⁷⁾にすぎない。

記号・記号の指示物・記号の使用者という3つの要素、それらすべてに関与するのが語用論（実用論），これから使用者を切り離して主として記号と記号の指示物との関係を扱うのが意味

105) 藤井秀樹,『制度変化の会計学』,中央経済社,2007年,165頁。

106) 太田浩司,「解題（特集 利益調整研究の新展開）」,『証券アナリストジャーナル』,第51巻第5号,2013年5月,2頁。

107) A.J.エイラーほか（市井三郎ほか訳）,『コミュニケーション』,みすず書房,1957年,80頁。

論、そして更にその中から記号の指示物との関係を切り離して記号間の関係だけを扱うのが構文論、という包含関係となる。したがって、語用論（実用論）が、抽象度のもっとも少ない言語理論ということになる¹⁰⁸⁾。

上で指摘したとおり、ソシュールとフーコーにおける言語観は、意味実体論を排し、意味関係論で共通している。そして、両者の言語論は、共に語用論を視野に収めて展開されている。ただし、語用論には「語彙語用論」と「言説語用論」の別がある¹⁰⁹⁾。前者がソシュールの語用論であり、後者がフーコーの語用論である。

ついでながら、企業会計における各社の「当期純利益」は、ほんらい〈単数〉か〈複数〉か？

「当期純利益」こそは企業会計における最終的な「真理」であり、フーコーによれば、その真理は知（識）として権力と一体であった。当該「当期純利益」を単数とみるのは意味実体論である。その利益觀は、中世から近現代に至るまでの一般的な経営理論の基調である。

ソシュールやフーコーによる意味関係論からすれば、「当期純利益」は複数と見られる。彼らの言語観をベースに「当期純利益」の意義を探れば、収益費用観における当期純利益と資産負債観における当期純利益との間に、優劣の差は存在しない。

閑話休題。会計において確率・統計を分析ベースとした実証研究は、いかにも〈客観的〉に見える。「客観」の対義語は「主観」である。会計を企業の言語（記号）とみる立場から言えば、客観性を重視した実証研究とは、記号（確率・統計値）と記号の指示物（確率・統計値の指示対象）との関係において、可及的高度な写像性（いわゆる「透明性」）をめざす意味論的な考察である。言いかえれば、主観を離れたところでの、意味論的な客観的真理を追究する考察である。すなわち、会計における実証研究においては、記号の使用者（主観）という要素が捨象されている。

アリストテレス以来、この世界には、主観と離れた客観的真理が存在すると考えられてきた。しかし、構造主義をはじめとする昨今の認知意味論は、「人間の主観から離れた所に客観的な真理があるとする考え方を否定し、世界のあり方は時と場合により人により異なる」と考える。¹¹⁰⁾たとえば、天動説から地動説へ、あるいはニュートン力学からアインシュタイン相対性原理へ、といった「真理の変転」を思い起こせば、明らかである。アリストテレス説にもかかわらず、歴史でまみえる〈真理〉は不動でない。移ろいやすい。

私見によれば、制度としての会計における記号の使用者こそ、フーコーのいう「権力者」に他ならない。そもそも、使用者がいてこそその記号である。使用者なしには、記号などはじめか

108) 太田朗・梶田優,『英語学大系4 文法論II』,大修館,1974年,42頁。

109) 鬼玉,前掲『ことばと意味』,45頁。

110) 宗宮喜代子,『ルイス・キャロルの意味論』,大修館,2001年,176頁。

ら存在しえない。会計における実証研究は、意味論（および構文論）にのみ目を奪われ、語用論（実用論）の視点が捨象されている。語用論あっての意味論（および構文論）である。このことを忘却していないか。その自覚もないままに、内容的に記号の使用者（権力者）である誰かに奉仕する、侍従的な考察に埋没していないか。

本稿第2節で述べたように、フーコーの言説分析では「語られているものばかりでなく、タブーや慣習上語れない（語っていない）もの、および『言外の意味』（conversational implicature）についての吟味も、重要な課題とされた。」フーコーの言説分析は、実証主義と鋭く対立する。なぜなら、目に見える具体的な行為や実態を絶対視しないからである¹¹¹⁾。

言説とは、言明のスタイルや様式の秩序のことであった。実証主義を背景とする「実証研究」も、確率・統計を駆使した客觀性重視の言明としてのスタイルや様式の秩序を構成している。それゆえ、「実証研究」も「言説」である。そもそもコトバ（言語）であるかぎり、語用論（実用論）と無縁な言語現象などありえない。会計が企業の言語であるかぎり、会計における実証分析（客觀性重視）は、記号の使用者（=主觀=権力者）を捨象している（語っていない）。かつ、そうした沈黙を顧みない点で、明らかにフーコーの所説をカバーしきれていない。

先述のように、現代の権力者とは、新自由主義で益するグローバル資本家である。その権力者も特定個人ではない、という意味で「匿名」である。匿名であるため、被支配者としての会計人には見えにくい。会計における主要潮流としての実証研究は、実は自らも気付かない（意識しない）うちに、当該匿名権力者に誘導されての流行にすぎないのではあるまい。

会計における実証研究は、いったい誰のための考察か。「人類すなわちこの世のすべての人びとに役立つための考察」と想定するなら、それはナイーブな思い込みではないか。確率・統計を駆使した実証分析が、圧倒的多数被支配者（弱者）にとって、どのように役立つ（有益な）のか。我われには、空想することさえ容易でない。会計における実証研究は、ごく少数グローバル資本家以外の人びとにとっては、〈空振り〉でしかない営為ではないか。

会計における実証研究の流行また、人類の進歩による自然の〈成り行き〉ではあるまい。むしろ、権力者による秘められた〈戦略〉の所産であり、権力行使の〈手段〉と見るのが至当であろう。既述のとおり、確率・統計的な実証分析は、現代権力者のためにコスト・パフォーマンスを高める役割を果たすだけであろう。この点、自他ともに再考してみる価値があろう。

収益費用観と資産負債観に並行しながらも、相互に交錯した関係をなす対立言説として、会計基準における「細則主義」と「原則主義」の交戦もある。現代会計における権力論を閉じるためにあたって、この点についても補記しておこう。

会計基準書の相対的ボリュームで言えば、細則主義は相対的にルールが多い。原則主義は相

111) 児玉徳美、『ことばと論理』、開拓社、2008年、173頁。

対的にルールが少ない。現状では一般に、日本やアメリカの会計基準は細則主義であり、国際会計基準は原則主義である、と見られている。

ただ、細則主義が規律権力型であるとすれば、それは収益費用観と同調しやすい。他方、環境に介入して例外を認めない原則主義¹¹²⁾が環境権力型であるとするならば、それは資産負債観と同調しやすい。会計基準の精粗においてもまた、会計理論におけるエピステーメーとして、現在は規律権力型から環境権力型への移行期にあたっている可能性が高い。

フーコー権力觀に依拠して制度会計の動向を予測するとすれば、どうなるであろうか。紆余曲折はあっても、日米の細則主義は、いずれ国際会計基準の原則主義に収斂してゆくのではないか。そのように予見される。ただし、そうした予見が仮に当たったとしても、フーコー的には「進歩」とは認められない。ダーウィニズムの進歩史觀は、フーコーの否定するところだからである。

以上に照らして、私見の総括をここに表明しよう。フーコー権力史觀を支えるエピステーメーの変遷論は、会計理論の変転においても十分に〈検証〉されうる。

7 むすび

以上的小考につき、我われなりの結論を要約して示せば、次のとおりである。

- (1) エピステーメーを支える言語觀について言えば、フーコーにおいてルネッサンス期（中世）は「類似」であるとされた。会計学說史的には、いわゆる「人的勘定学説」（擬人説）が、この言語觀に重なるであろう。パチョーリの『スムマ』における貸借関係の解説は、初期の人的勘定学説だったとする指摘がある。その通りとすれば、ルネッサンス期言語觀についてのフーコー説は、会計学說史的にも裏付けられることとなる。
- (2) 人的勘定学説は、勘定を人ととの関係として見る。物的勘定学説は、勘定を物と物との関係として見る。斯学の通説では、物的勘定学説こそが「本来の勘定理論」であり、「経済的事実」に即した科学的な会計理論であるとされる。物的勘定学説は人的勘定学説を「擬制」理論でしかないと批判する。しかし、ソシュール言語学的には、物的勘定学説も言語システム的には擬制に立脚した意味実体論でしかない。
- (3) フーコーによれば、近代は「人間主義的エピステーメー」の時代である。認識や学問の〈客体〉としての人間概念は、近代にのみ特有の発想でしかない。人間を中心的課題にすえる象徴的な会計研究事例は、「人的資源会計」論であろう。斯学において人的資源

112) 山田辰巳、「第3回ASBJオープン・セミナー IFRSの最新動向と我が國への導入 IFRSの今を説く」、『会計・監査ジャーナル』、第663号、2012年11月、55頁。

会計研究が進展しなかったのは、人的資産価値測定の困難さにもまして、人間概念の儂さにありはしなかったか。我わわれがフーコー説から得た示唆である。

- (4) 現代の管理権力は、統治上の便宜のために人間の環境をしきりに統計データ化する。それと軌を一にして、欧米でも日韓でも、確率・統計を駆使してなされる「実証研究」が、会計研究の主要潮流となっている。「知」としての会計学が、無自覚のうちに現代権力に奉仕している象徴例と言えよう。実証研究の流行は、人類の進歩による自然の〈成り行き〉ではあるまい。それは権力者による秘められた〈戦略〉の所産なのである。
- (5) 近代の規律権力は、何ごともエクリチュール（文書）化することで権力の維持を図る。会計理論的には、収益費用観や細則主義に通じている。現代の環境権力は、被支配者たちをある種き遣いの少ない安全システムに落とし込んで経済効率を高め、権力の維持を図る。会計理論的には、資産負債観や原則主義に通じている。人類の進歩かどうかとは関係なく、フーコー的には日米の会計基準とも国際会計基準に収斂していくであろう。
- (6) フーコーは、権力と一体をなす知（真理）の枠組みを、「エピステーメー」と呼んだ。エピステーメーについて、彼は考古学的に4つの時代を抽出した。①ルネッサンス（中世）期、②古典主義時代、③人間主義的時代（近代）、④今後に到来が予想される現代である。フーコー権力史観を支えるエピステーメーの変遷論は、会計理論の変転においても十分に〈検証〉されうるところである。これが我々の総括である。

（了）

（2014年11月19日受理）

Foucault's Power Theory and History of Accounting Theories

CHUN Jae Moon

The conclusions reached in this paper are summarized as follows:

- (1) In regard to the linguistic view in the background of *épistémè*, Foucault asserts that it was *ressemblance* in the medieval period. This linguistic view seems to overlap what is called the “personalistic theory of accounts” (personification theory). There is an opinion that the explanation of debit/credit relation in Pacioli’s *Summa* was an early personalistic theory of accounts. If this opinion is right, Foucault’s theory concerning the linguistic view in the Renaissance period will be supported by the theory of accounting history.
- (2) Personalistic theories of accounts take the view that accounts are the relation of person and person. Materialistic theories of accounts, on the other hand, take the view that accounts are the relation of material and material. In the popular opinion of accounting schools, materialistic theory is a “proper theory of accounts” and a scientific accounting theory in line with economic facts. Materialistic theories of accounts criticize personalistic theories of accounts to be simple rhetorical theories. However, based on Saussurian linguistics, materialistic theory is just the theory of meaning as substance and only a rhetorical doctrine too.
- (3) According to Foucault, modern society is in the age of “*épistémè*,” which stresses “the principle of human beings.” He asserts that the concept of “human beings” as an ‘object’ of learning is only a peculiar idea in modern society. A symbolic accounting example seems to be “human resource accounting,” which studies human beings as a central theme. Research into human resource accounting has not developed in accounting schools. That is because the vanity of the concept of “human beings” is much bigger than the difficulty in measuring the value of human resources. This is a suggestion we have obtained from Foucault.
- (4) Contemporary management power frequently interprets the human environment as many kinds of statistical data to more conveniently govern those people who are ruled. In line with this trend, "empirical research," which extensively uses probability and statistics, has recently become the mainstream in accounting research in Europe, the

US, Korea and Japan. This symbolizes the fact that accounting theories as intelligence serve contemporary power *unconsciously*. This remarkable trend of empirical research does not seem to be the outcome by human progress; it is just the result of the hidden strategy of contemporary power.

- (5) Modern disciplinary power plans the maintenance of power in everything by writing down rules (*écriture*). This leads to the revenue and expense view or the rules-based approach in accounting theories. Contemporary environmental power plans the maintenance of power by raising efficiency through a safety system which relies on a lesser amount of fear in a sense. This leads to the asset and liability view or the principles-based approach. According to Foucault's discourse, the U.S. accounting standards and Japanese accounting standards will come close to the International Financial Reporting Standards (IFRS), regardless of whether or not human progress is achieved.
- (6) Foucault called the framework of knowledge (truth) which is united with power "*épistémè*." Concerning *épistémè*, he archeologically identified four ages: ① the Renaissance period (the Middle Ages), ② the Classical period, ③ the Modern period, and ④ the Contemporary period, which is expected to arrive in the future. The change in *épistémè*, on which Foucault's power theory is based, is fully verified in the historical transition of accounting theories.

自動運転車、燃料電池車、電気自動車に関する イノベーションの研究

—自動車会社、部品会社、IT企業による
次世代自動車の社会的価値の創造—

村 山 博*

目 次

- 1章 はじめに
- 2章 自動車のコンピューター化によるイノベーション
 - 2—1 コンピューターと自動車の合体
 - 2—2 自動車のコンピューター化と系列崩壊の可能性
 - 2—3 トヨタとデンソーの絶妙な距離感
- 3章 電気自動車のイノベーション
 - 3—1 地球環境問題と電気自動車
 - 3—2 電気自動車の課題とその対策
 - 3—2—1 電気自動車の価格が高い問題
 - 3—2—2 電気自動車の走行距離が短い問題
 - 3—2—3 電力供給のための充電時間が長い問題
 - 3—2—4 スーパーチャージャー・ステーションが少ない問題
 - 3—2—5 希土類金属ネオジウムの偏在問題と石油会社の反対問題
- 4章 燃料電池車のイノベーション
 - 4—1 エネルギー問題がもたらす内燃機関の終焉と燃料電池車の登場
 - 4—2 燃料電池車の開発史
 - 4—3 燃料電池車のイノベーション
 - 4—4 燃料電池車の課題とその対策

* 本学経営学部教授

キーワード：イノベーション、コンピューター、自動運転車、燃料電池車、電気自動車

5章 自動運転車のイノベーション

5—1 自動運転車の胎動

5—2 自動運転車の社会的価値

6章 まとめ

1章 はじめに

日本の第2次産業は1995年にGDPの3分の1を占めていたが、現在では4分の1に下落している。日本経済は、戦後間もない1950年後半から平均10%の高成長を続けたが、現在ではその片鱗すらない。戦後の高成長は製造業が牽引し、現在の低成長は製造業の衰退の結果である。1000兆円を超える公的債務問題は製造業の減少が一つの要因である。電機会社や自動車会社の海外への工場移転が日本国内の製造業を減少させ、日本の雇用や法人税を減少させた。一方、米国はシリコンバレーに代表されるコンピューターやインターネットを活用した新たなビジネスが急増し、成長する米国と停滞する日本の差が鮮明になった。このような状況でも、日本の技術貿易収支は20年連続で増加し、その技術貿易黒字幅は10年で4倍に増加している。2012年の技術貿易収支は約2兆2724億円で過去最高を記録し、自動車などの輸送機用機械製造業が1兆4569億円の輸出超過で、技術貿易収支全体の6割を占めている。これは自動車を中心とした日本の製造業の研究開発力の高さを如実に示している。何故自動車産業だけが成長できるのか、また、どうすれば日本の製造業が高成長路線に復帰できるか、を探求するのが本論文の発端である。

2013年の日本の輸出額69兆8000億円の内、最大の輸出品は自動車で輸出額の20%（自動車14.9%、自動車部品5.0%）を占めている。日本の自動車業界は、国内で963万台を生産し内467万台を輸出し、常に国際競争力を念頭に経営戦略を練ってきた。日本独自の自動車生産システムであるトヨタ生産方式、ジャストインタイム、TQC・TQMなどは、海外企業が競って導入し、日本のリーン生産システムの優秀性は世界に知られている。これらにより、品質管理や技術管理や納期管理や在庫管理などが研ぎ澄まされ、日本の自動車産業は海外勢の追随を許さない所まで到達しつつある。反面、GDPの大半を占めるサービス産業は、輸出も輸入も製造業の20%に過ぎない。このように、日本における製造業、なかでも自動車産業の重要性は今でも揺るぎない。

輸出国での貿易摩擦を経験した結果、日本の自動車産業は、他の産業に先駆けて海外生産や国際提携を断行し、グローバル企業としての道を早くから歩んできた。逆に、米国自動車業界は、外国企業による米国への自動車輸入を停止するように、保護貿易を米政府に強く要求して

きた¹⁾。日本の自動車会社は、グローバル競争にさらされてきたため、どの産業よりも研究開発の重要性を熟知しており、その企業進化速度も他の業界を圧倒している。

2013年度のトヨタ自動車（ダイハツ工業、日野自動車を含む）は全世界で1013万3000台販売し、年間の販売台数が1000万台を超える世界初の自動車メーカーとなった。日本経済新聞が報じる「米ブランドコンサルティングのインターブランドの2014年世界ブランドランキングトップ100」²⁾において、トヨタ自動車（以下はトヨタ）は日本企業トップの世界9位であり、本田技研工業（以下ホンダ）20位、日産自動車（以下ニッサン）56位と、日本の自動車メーカーが上位を占めている。日本の自動車会社は、日本だけでなく世界経済の牽引役になっている。

日本の自動車メーカーは、電子制御燃料噴射技術、直噴ガソリンエンジン技術、リーンバーン（希薄燃焼）技術などによる内燃機関の技術開発で世界を圧倒してきた。さらに、トヨタやホンダは、厳しい排気ガス規制を世界に先駆けてクリアし、プリウスなどのハイブリッド車で最高の燃費性能を実現するなど、イノベーションを連発している。現在、トヨタが販売する自動車の半分がハイブリッド車である。トヨタのハイブリッド車は世界累計販売台数が700万台を超えており、米カリフォルニア州は無公害車（ZEV）規制において、燃料電池車、電気自動車、プラグイン・ハイブリッド車が新車の15%以上になることを要求している。また、欧州連合加盟国と欧州会議が、温室効果ガスの削減目標で合意し、自動車メーカーは新車の二酸化炭素排出量を2021年までに平均で95g/km以下に減らすように義務付けられることになった。現状の160g/kmに比べ、自動車メーカーは4割も削減しなければならない。これは、事实上、燃料電池車や電気自動車やプラグイン・ハイブリッド車の義務化に等しい基準である。今後、自動車業界では激しい研究開発が行われ、社会を変革するイノベーションが起きると考えられる。なかでも、燃料電池車、電気自動車、自動運転車が、研究開発の中心になると考えられる。

今まで日本の自動車産業は、小さな技術を巧みに組み合わせる漸進的なイノベーションが主

1) ウィリアム・J・ボーモル著、田中健彦訳〔2014〕「良い資本主義 悪い資本主義」書籍工房早山

「米国の自動車産業や鉄鋼業界は寡占の大企業が競合への意欲を失い、外国のライバルからの攻撃を鈍らせるように保護貿易を求めた。大企業は技術革新をしない。大企業は官僚化しすぎて、たとえ素晴らしい技術を見てもその意味を理解し、それに対応しようとする能力すら失う。大企業資本主義は硬直化し、革新に背を向け、変化に抵抗する。トヨタとホンダが、大企業でありながら、すでに高い車の信頼性をさらに改良する仕事と、市場のどれよりも燃費効率のよいハイブリッドカーを生み出す革新的な仕事を成し遂げることによって、大企業であっても継続していくことを示した。」

2) 2013年度（2013年4月～2014年3月）日本自動車の生産台数（全世界ベース）

《1位》トヨタ自動車：1023万6055台 《2位》日産自動車：507万8081台 《3位》本田技研工業：440万3072台 《4位》スズキ：285万6849台 《5位》マツダ：126万9296台 《6位》三菱自動車：126万8973台 《7位》富士重工業：81万3422台

(注) <http://building-pc.cocolog-nifty.com/helicopter/2014/04/post-d592.html>

体であった。それは日本の自動車業界が得意とする内燃機関を前提にした研究開発によるものであった。しかし、電気自動車と燃料電池車は内燃機関が不要になるだけでなく、自動車メーカーは経験がない二次電池や水素発電の研究開発をすることになる。さらに、自動運転車はコンピューターとインターネットの活用を中心となることから、ネットワーク外部性に無縁であった自動車業界に激震が走る可能性がある。これは日本の自動車産業の特徴であった完成車メーカーと自動車部品メーカーとの系列体制を揺るがしかねない。これから研究開発は、過去の技術蓄積がまったく活用できない未経験の技術分野で展開されることになり、今までのルールや常識を根底から変えてしまう革新的な研究開発になると考えられる。今、日本の自動車産業が立ち向かっている問題は、単なる技術開発競争や発明競争ではなく、自動車業界以外の業界や企業を巻き込んだ社会を激変させるイノベーションの創造である。

そこで、本論文は、主にトヨタ、ホンダ、ニッサンの自動車メーカーの特許を分析し、その特許に示されている研究開発内容を読み込み、各社の技術戦略を研究する。本論文は、自動運転車、燃料電池車、電気自動車などに関する諸技術課題を深く研究し、各社の研究開発やイノベーションに挑戦する姿を浮き彫りにし、日本の自動車業界が目指すべきイノベーションを提言するものである。

2章 自動車のコンピューター化によるイノベーション

2—1 コンピューターと自動車の合体

コンピューターの頭脳にあたるマイクロプロセッサーは、私たちの家にあるものだけでも100個を超え、私たちの便利で快適な生活を支えている。エアコン、冷蔵庫、洗濯機、炊飯器、テレビ、スマホなどに、多くのマイクロプロセッサーが組み込まれ、機能性や安全性の向上、省エネ対策になくてはならないものとなっている。その変化のスピードは人類が経験した歴史の中で最も速い³⁾。これは我々の生活やその環境がコンピューターの進歩に依存するようになったためである。

映画館のコンピューター化は、日本にある3290館の内90%がデジタル化するなど急速に進んでいる。コンピューターの飛躍的な進歩は、3Dアニメ映画を可能にしただけでなく、今まで

3) K・ケリー著、服部桂訳 [2014] 「テクニウム テクノロジーはどこへ向かうのか?」 みすず書房 「性能が倍増するまでの時間：無線（毎秒のビット数）10か月、磁気記憶の記憶速度（1平方インチあたりのギガビット数）12か月、デジタルカメラ（価格あたりの画素数）12か月、スーパーコンピューター（FLOPS）14か月、RAM（価格あたりのメガバイト数）16か月、ハードディスク（価格あたりのギガバイト数）20か月、半導体チップ（MIPS）21か月」

の2Dアニメ映画より格段に優れたストーリーや表現方法を実現した⁴⁾。井関農機は、田植え機の前輪にセンサーを搭載し超音波で土の深さを、電気抵抗で肥料の肥沃度を検知し、適正な肥料を自動的にまく田植え機を開発した。このような田植え機とコンピューターの合体は、稲の収穫量を向上させ肥料コストを低減させる効果がある。病院ではコンピューターが検査や診断に活用され、ベッドの空きの確認や患者の待ち時間の短縮に貢献している。コンピューター診断は、個人の体質やDNAを考慮したオーダーメイド医療を可能にした。スーパーコンピューターによるシミュレーションは、画期的な新薬の開発に寄与している。iPS細胞や再生医療や動植物のゲノム研究などのライフサイエンス分野、リニア新幹線などの超電導技術分野、ナノテクノロジー・バイオテクノロジー分野など、あらゆる研究開発にコンピューターはなくてはならないものとなっている。

グーグルは、人間の眼球やコンタクトレンズを使ってコンピューターを制御することを可能にした⁵⁾。超小型のカメラを埋め込んだコンタクトレンズを装着した視覚障害者が健常者と同じ生活を過ごせる世界が広がりつつある。身体障害者に優しい支援ロボットが実用化され、障害を気にせず快適な生活ができる日も近い。このように、コンピューターが医療や健康増進に飛躍的な進歩をもたらしている。人とコミュニケーションできる介護・生活支援ロボット、人の顔を認識できる警備ロボット、人の身体機能を助ける身に着けるロボット、人が入れない所で働く清掃ロボット、人が行けない場所で働く地雷探査ロボット、365日24時間待機するレスキュー・ロボットなどが当たり前の世界になってきた。今後、コンピューターは人間の生活に密着するだけでなく、人間とコンピューターとの境界が不明瞭になり渾然一体となった世界にな

4) フランシス・ヨハンソン著、幾島幸子訳 [2014] 「アイデアは交差点から生まれる」阪急コミュニケーションズ 「スティーブ・ジョブズ率いるピクサー社は、誕生して10年以上たつ3D技術を新たなレベルに引き上げた。コンピューター・アニメは、イノベーションのチャンスを限りなく広げた。伝統的なアニメの平均的な作品（1秒24コマ×75分）では、アニメーターは10万枚以上のセルアニメ画を1枚1枚手描きで描かなければならなかった。コンピューター・アニメは、何万台という超高速のコンピューターが作っている。アニメーターは手描きから解放され、登場人物の動きに集中できるようになり、実際にいきいきとした動きをさせることができた。したがって、ピクサーはアニメーターを採用する際、絵がうまいかどうかよりも演技の才能を重視するようになった。」

5) 小川和也 [2014] 「デジタルは人間を奪うのか」講談社現代新書 「2014年4月、グーグルが超小型のカメラをコンタクトレンズ内に埋め込むことを基本理念とした特許を申請した。このカメラ内蔵のコンタクトレンズは、視覚障害者に対して装着者の位置や危険な障害物の存在を知らせるなどの医療装置技術への応用が考えられる。糖尿病患者向けに、涙液中のグルコース濃度を測定するため、スマートコンタクトレンズが開発されている。レンズは極小のワイヤレスチップと小型化されたグルコースセンサーを備え、それぞれが2層になったレンズの間に組み込まれている。グルコース値は、運動や食事、あるいは発汗で変化する。従来は突然の上昇や急激な低下は危険なため、24時間の監視が必要で、身体に針を刺し血液検査をしなければならなかった。」

ると考えられる。現在の日本では約30万台のロボットが働いている。人口減少が確実視される日本では、ロボットの数が日本人の数を超える日はそれほど遠くない。将来、各国の人口は、人間の数とロボットの数を合算した数字を使うようになると考えられる。

これらのコンピューターの未来を誰よりも早く的確に理解し実用化しているのが、トヨタに代表される日本の自動車産業である。日本の自動車メーカーは、コンピューターと自動車を結婚させ、ハイブリッド車や電気自動車などの頼もしい子供を次々と誕生させている。コンピューターがなければ、ハイブリッド車や電気自動車もこの世に出現しなかった。現在の自動車はマイクロプロセッサーを200個以上搭載した「走るコンピューター」になった。このように多くのマイクロプロセッサーを搭載する理由は、マイクロプロセッサーの処理速度が電子の移動距離に依存するためである。年々、マイクロプロセッサーの集積度が高くなり、回路が微細化し、電子の移動距離が短くなり、マイクロプロセッサーの処理速度が飛躍的に向上した。そのため、人間では対応不可能な1000分の1秒以下の瞬時の判断をコンピューターに委ねた方が安全で正確な判断ができるようになった。さらに、マイクロプロセッサーが大量生産され、その価格が著しく低下した。このような理由から自動車のコンピューター化は拡大の一途を辿っている。

さらに、コンピューターとクラウドが合体することで、コンピューターの処理能力を無制限、かつ、無料で使うことができるようになった。その結果、コンピューター同士が結び付き、人だけでなくモノや機械やロボット同士が繋がった。クラウド技術のお蔭で自動車のコンピューター化はますます進展し、今までの自動車のコンピューター制御だけでなく、「自動車を起点とした繋がる社会」が現実味を帯びてきた。

自動車のコンピューターは、ガソリンと空気の混合比を運転状況に合わせ精密に調節し、一酸化炭素(CO)、窒素酸化物(NOx)などの有害物質を可能な限り無害化する役目を担っている。安全面でも、アンチ・ブレーキ・システム(ABS)や衝突時のエアバッグはコンピューターがなければ作動しない。ミリ波レーダーやレーザーレーダーを装備する自動車のコンピューターは、前を走る自動車との車間距離を測り、車間距離が縮まるとエンジンブレーキで減速し、さらに接近するとブレーキをかけて停止し衝突事故防止に貢献している⁶⁾。赤外線による暗視機能を装備する自動車のコンピューターは、夜間でも自動車や人体の温度を検知することにより、自動車や人間の姿を車内の液晶画面やフロントウインドウに映し出し、ドライバーに注意を喚起する。交通事故の3割を占める駐車場の事故もコンピューターが衝突回避性能を向上さ

6) 鶴原吉郎、仲森智博 [2014] 「自動運転」日経BP社 「ミリ波レーダーは、電磁波を前方に発信し、物体にぶつかって反射してきた電磁波を受信してから戻ってくるまでの時間を測ることで物体との距離を測定する。クルマに使っているミリ波レーダーは、周波数が76ギガヘルツの電磁波を使っている。これに対してレーザーレーダーは、赤外線レーダー光を使って同様に物体までの距離を測定する。レーザーは光であるため、空気中のちりや水分などで拡散されやすい。雨や雪が降っているときは、この傾向が強くなる。」

せている。自動車のコンピューターは、超音波センサーを使って駐車場の空き状況を把握しドライバーの死角をなくすことに成功している。自分の自動車を真上から俯瞰できるアラウンドビューモニターやパノラミックビューモニターやリアビューモニターやリアスルーモニターなどの画像は、車庫入れが苦手なドライバーのストレスを解消している。

電気自動車のコンピューターは、バッテリーの直流電流を交流電流に切り替えてモーターに供給するだけでなく、減速時には、モーターを発電機に切り替えて回生（充電）を行う。ハイブリッド車のコンピューターは、運転状況を検知しエンジンとモーターを最適な組み合わせになるように、即座に演算し優れた燃費性能を実現している。ハイブリッド車は、低速走行では電気自動車として走り、高速走行ではガソリン車として走る。その中間の速度では、電気自動車とガソリン車の最適組み合わせをコンピューターが演算し決定する。同時に、自動車のコンピューターは、ガソリンエンジンでの走行中にはモーターで充電するかを即座に演算し、最も燃費効率のよい走行を実現している⁷⁾。

このように現在の自動車には、コンピューターは不可欠な存在になっている。今後さらにコンピューターの活用が進み、ドライバーが指示しなくとも自動車のコンピューターが勝手に他の自動車のコンピューターと通信で結ばれ、自動車同士が会話することになる。このように、IoT(Internet of Things モノのインターネット)が進展すると、すべての自動車がインターネットに接続され相互に情報を共有することが可能になる。ドライバーの知らない情報を自動車のコンピューターが判断して、故障や燃料漏れや部品交換などの情報を提供してくれる。自動車のコンピューターは、運転状況と道路状況などの情報を基に、事故防止や保守点検に寄与し、自動車の安全性や信頼性がさらに向上すると考えられる。センサーによる橋梁の老朽化のモニタリングが始まっている。将来、自動車が橋梁やトンネルや道路のモニター情報を受け取り、通過可否を自動車のコンピューターが判断することになる。

7) [2014]「次世代自動車2014」日経ビジネス 「ハイブリッド車のトヨタ方式は、エンジン駆動とモーター駆動の比率を、燃費が最適となるように遊星歯車機構により切り替えながら運転する。走行モードはEV走行、HV走行の2つ。HV走行では、エンジン出力を遊星歯車で動力分割し、発電機で発電した電力によるモーター駆動力と、発電に回されなかつた分のエンジン出力を合わせて走行する。エンジンをかけたときは、できるだけ燃費の良い領域で運転し、駆動力が余ったり、足りなくなる部分は発電機を充電したり、モーターのアシストを使うことで補う。」「ホンダのアコードでは通常走行のほとんどをモーターの駆動力でまかなく。高出力のモーターで、EV走行の割合を増し、急加速や電池のSOC（充電状態）が下がった場合だけエンジンをかける。エンジンによる発電でSOCが上がると、EV走行に戻る。一方、車速が100km/hrを超えると、エンジンの駆動力による走行に切り替える。この場合、普段エンジン出力を駆動系から切り離しているクラッチを締結し、タイヤに直接出力を伝える。負荷が高いときにはモーターがアシストし、負荷が低いときには充電する。60km/hrの定常走行では、EV走行とHV走行の割合は半々、100km/hrの場合は、およそ1/3がEV走行になる。その結果、アコードの最大熱効率は38.9%まで向上した。」

インターネットビジネスの先駆者であるアップルやグーグルは、このような自動車のコンピューター化を見逃してはいない^{8, 9)}。アップルのCarPlay自動車連合には、GM、ヒュンダイ、ホンダ、メルセデス、ニッサン、ボルボ、ポルシェ、アキュラ、インフィニティが参加している。一方、グーグルのAndroid Auto自動車連合には、ヒュンダイ、アウディ、GM、ホンダが参加している。アップルとグーグルが完成車メーカーを従える企団が完成しつつある。興味深い点は、ホンダがどちらにも参加しており、逆に、トヨタがどちらにも属していないことである。トヨタは、自動車メーカーでもないアップルやグーグルが次世代自動車の主導権を握ることに強い違和感を持っていると推察される。

自動車関連分野でもコンピューター化が進んでいる。グーグルグラスのようなスマートグラスを活用した自動車修理では、修理に必要な道具の保管場所がスマートグラスに表示される。それぞれの道具に付けられたバーコードを読み取り確認が行われるので、初心者や素人でも熟練者と同じように自動車修理ができる。駐車場の出入り口にカメラを設置し、入出庫する自動車のナンバープレートが撮影され、コンピューターが自動車のナンバーからクラウドを使い自動車の登録地域を探し出す。その情報は、来店者の動向を細かく把握できるため、折り込みチラシの配付場所や誘導用の道路看板の設置場所を最適化し販売促進につながる。このように自動車の情報がさまざまなビジネスに活用され始めている。

図1は、トヨタ、ホンダ、ニッサンのコンピューター利用の研究開発比率の推移である。特許公開件数は特許庁ホームページの検索ソフトを利用している。各社の研究開発規模が異なるため、縦軸はコンピューター利用に関する特許件数を各社の全特許件数で割り算した特許比率とした。これにより、各社の研究開発の重点の置き方を推定することができる。特許出願の1年半後についての特許は公開される。一般的に特許出願から約2年後に特許が登録され排他的独占権の行使が可能になることから、出願年ではなく公開年のデータを採用した。横軸を1995年から2013年までの過去19年間の公開特許とした理由は、特許が出願から20年間（公開から18.5年間）の排他的独占期間が認められているためである。さらに、登録されなかった公開特許でもノウハウの蓄積に寄与しているため、調査対象は公開特許とした。

図1が示すように、トヨタはホンダやニッサンに比べ、自動車のコンピューター化に関する研究開発比率が最も高い。反面、ホンダはコンピューター化に関する研究開発比率が低く、そ

8) フランシス・マキナニー著、倉田幸信訳〔2014〕「日本企業はモノづくり至上主義で生き残れるか」ダイヤモンド社 「アップルとグーグルは自動車を「車輪の付いたクラウド接続デバイス」と見なしており、自動車業界におけるブランド順位を短期間でひっくり返す可能性もある。」

9) [2014]「次世代自動車2014」日経ビジネス

「アップルはiPhone、iPadのiOSを用いた端末をカーナビやゲームとして利用する機能を明らかにした。iOS 7はiOS in the Car機能に対応する。ホンダと日産はiOSに対応する。」

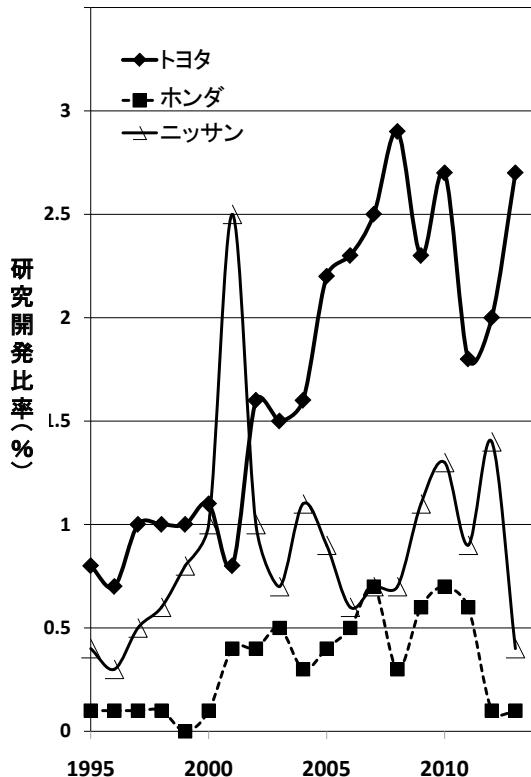


図1 コンピューター利用の研究開発比率の推移

の中間がニッサンである。トヨタはデンソーなどのコンピューター制御に強い系列企業を持っている。しかし、自動車のコンピューター化の研究開発を部品会社に丸投げせず、トヨタは自動車のコンピューター化に非常に熱心である。この傾向は1995年以前から長く続いている。トヨタの特徴のひとつとなっている。

2—2 自動車のコンピューター化と系列崩壊の可能性

現在のコンピューターはモジュール化されている。マイクロプロセッサー、オペレーション・システムOS、アプリケーション・システム、キーボード、ディスプレイなどのモジュールを別々の会社が製造し、コンピューターメーカーがモジュール部品を組み立てるだけでコンピューターが作られる。モジュールのインターフェイスは公開されるため、誰でもモジュールの製造に参入できる。そのため、参入企業が増え、企業間の切磋琢磨が技術革新を加速した。モジュールのインターフェイスさえ守れば、モジュール内は独自開発が可能であるだけでなく、公表する義務がない。他社が追随できないモジュールを開発した企業は、コンピューターメーカーを

支配下に置くだけでなく、ディファクト・スタンダードを握り、莫大な利益を得ることも可能になった。コンピューターを製造する企業よりも、コンピューターの一つの部品であるモジュールで主導権を獲得した企業の方が有利となった。コンピューターメーカーと部品メーカーが主従を逆転させたように、自動車のコンピューター化は、従来の完成車メーカーと自動車部品メーカーとの主従関係を逆転させる可能性がある。

コンピューターの中央処理演算装置CPUなどを製造するインテルが、部品を納入するIBMなどのコンピューター製造企業を支配する地位の逆転が発生した。IBMは、当初からインターフェイスを公開しIBM互換機への参入を促す戦略を採用していた。そこで、インテルはIBMのインターフェイスに従った独自のCPUを開発して急成長し、マイクロソフトも独自のOSを開発して急成長した。さらに、台湾のパソコン部品メーカー群が形成され、この部品で安価なパソコンを組み立てるメーカーが乱立し、IBMは2004年に中国レノボに売却され、パソコン事業から撤退した。これは、電機メーカーの主導権が半導体メーカーに完全に移った瞬間でもあった。この結果、日本のコンピューター国内生産は激減した。1997年のコンピューター国内生産は6兆6000億円であったが、2013年には1兆2000億円になり、日本はコンピューターの輸入国に転落した¹⁰⁾。

インテルがIBMを逆転した現象が、自動車業界でも起きないとは限らない。過去の自動車はコンピューター利用が限定されており、自動車は機械部品で組み立てられる機械であった。そのため、完成車メーカーは独自に研究開発・企画・設計・製造・販売を行い、自社で造るよりコスト面で有利な機械部品だけを部品メーカーから購入することが一般的であった。そのため、完成車メーカーごとに部品メーカーが系列化された。それは、あたかも完成車メーカーが太陽で、部品メーカーが太陽を回る惑星（中規模の部品メーカー）、その惑星を回る衛星（小規模の部品メーカー）の太陽系を形作っている。ところが、自動車のコンピューター化は、太陽の周りを回ると思っていた惑星が、いつの間にか太陽系の中心となり、完成車メーカーを太陽系の中心の座から追いやる可能性を秘めている。

自動車のコンピューター利用が進展している現状では、トヨタなどの完成車メーカーと、デンソーやボッシュなどの部品メーカーとの従来の関係が劇的に変わろうとしている。コンピューターの中核技術を握る部品メーカーが、「単なる組み立て屋」の完成車メーカーを支配する構図が浮き彫りになってきた。グローバルなM&Aを得意とする巨大資本と最先端技術を併せ持った部品メーカーは、モジュール化したコンピューターのソフトウェアとハードウェアを武器に、完成車メーカーと天下分け目の決戦に挑もうとしている。この機に乗じて、総合電機メーカーであるパナソニックは、スペインの自動車部品大手フィスコサを傘下に収めるなど

10) 西村吉男 [2014] 「電子立国は、なぜ凋落したか」 日経BP社

のM&Aを仕掛け、自動車部品メーカーに本格的に転身することで、完成車メーカーを支配下に置く戦略に転換している¹¹⁾。また、日本電産、日立製作所、東芝、三菱電機、ソニーなども、自動車部品メーカーとして参戦している。

自動車会社の系列はデンソーを除けば、ほとんどが機械部品を取り扱う部品メーカーである。自動車のコンピューター化は、系列の主役であった機械部品を製造する企業を脇役にすると同時に、自動車とは無関係であったパナソニックや日立製作所や三菱電機などの総合電機メーカーを新たな主役に押し上げた。ボッシュなどのグローバル部品メーカー、自動車部品メーカーに転身した総合電機メーカー、アップルやグーグルなどのIT企業が参戦した自動車のコンピューター化戦争の火蓋が切られようとしている。この戦争は、自動車メーカーの系列企業にとって、今までの機械部品加工ではなく、経験が少ないコンピューターという新しい武器での戦いになる。この勝敗は、自動車会社、自動車部品会社、総合電機会社、IT企業などの今後の力関係を決定する。このため、自動車のコンピューター化戦争は、否応なく系列の再編を加速させることになる。

トヨタはデンソーの株式24.9%、アイシンの株式22.2%を保有している。トヨタは、デンソーやアイシンを筆頭に、持ち株比率20%を超える部品メーカーが40社を超える。トヨタは系列企業との距離感に細心の注意を払いながら系列を維持してきた。トヨタは系列企業の間に厳しい競争を導入し、系列企業の1社しか製造できず系列内の競争がないときは、トヨタ自らが部品を内製してまで競争環境を生み出してきた。系列内で競争させることは、コスト削減や性能向上のメリットが大きい。反面、それぞれの企業は小規模になり、デンソーやアイシンを除けば、世界的に独り立ちできる企業が育たないデメリットもある。

デンソーの独自技術である最大2500気圧の燃料噴射圧力を実現できる燃料噴射システムやダウンサイ징・ターボ過給システムや予混合圧縮着火システム¹²⁾は、トヨタにとって、できれば普及させたくない技術である。これはトヨタが推進するハイブリッド車や燃料電池車に

11) 日経新聞2014年9月25日 「パナソニックはスペインの自動車部品大手フィスコサを傘下に収める。フィスコサは自動車ミラーで約2割の世界シェアを握り、独フォルクスワーゲンや仏ルノーなどの欧州勢を中心に戦う世界の自動車大手に納入。カメラを使って車両周辺の障害物を認識する技術開発も手掛けている。カメラでとらえた側方や後方の様子をミラーに映すなど、ミラーは自動運転などの運転支援システムでも中核部品。」

12) [2014]「次世代自動車2014」日経ビジネス 「次世代ディーゼルは、3000barの高圧噴射や電動ターボチャージャ、可変バルブ機構などを搭載することで、出力を維持しながら排気量を縮小することを可能にした。欧州メーカーは、燃費向上技術の柱に、過給によるダウンサイ징を据えている。中国はコストが高いHVではなく、より低コストで現実的なダウンサイ징に傾斜し始めた。中国という世界最大の市場でダウンサイ징技術が主流になれば、量産効果で部品コストが下がり、日本のメーカーが力を入れるハイブリッド技術が不利な状況に追い込まれる。」

対抗するクリーンディーゼル車やダウンサイ징車（ガソリンエンジンの排気量を縮小した自動車）の強力な援軍になるためである。このデンソーの技術は、ハイブリッド車や燃料電池車にコスト面で踏み切れない中国自動車メーカーに、ダウンサイ징車やクリーンディーゼル車を、タダ同然でプレゼントすることになる。さらに、デンソーの技術は、研究開発の努力をしない自動車メーカーに、研究開発費ゼロと研究開発期間ゼロのおまけまで付けることになる。

図2は、1995年から2013年までのトヨタ、ホンダ、ニッサンのクリーンディーゼルエンジンに関する研究開発比率の推移である。トヨタとニッサンは、クリーンディーゼルエンジンに関する研究開発を急激に減少させている。ホンダは元々クリーンディーゼル車に興味がないと考えられ、研究開発比率が最も少ない。この研究開発比率の低下は、クリーンディーゼルエンジンの研究開発の完了を意味するものではない。日本の自動車メーカーが、ハイブリッド車や燃料電池車や電気自動車に研究者や研究費を集中的に配分したため、クリーンディーゼル車の研究開発を仕方なく減少せざるを得なかったと考えられる。図3は、ディーゼルエンジン特許に

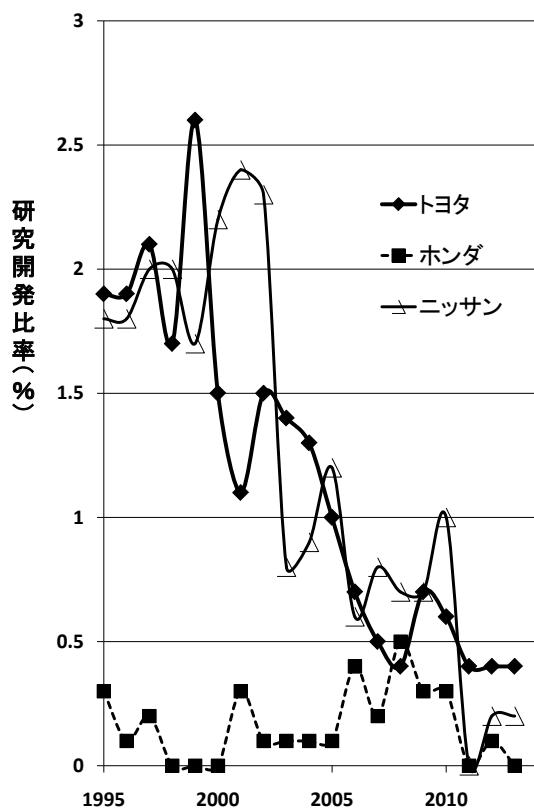


図2 クリーンディーゼルの研究開発比率の推移

における外国企業の比率であり、外国企業は1995年にはゼロであった公開特許を急増させている。図2のトヨタとニッサンによる急減と、図3の外国企業による急増は、クリーンディーゼル車戦略において、明瞭な違いとなって公開特許に現れている。

最近、トヨタが研究開発を縮小させたクリーンディーゼル車の販売が急増している。ディーゼルエンジンの圧縮比を低下すれば、ディーゼル車の振動や騒音を抑えられ小型軽量化できることは以前から良く知られていた。しかし、低圧縮比にすると、シリンダー温度が下がりエンジンの始動が難しくなるため、研究開発が必要であった。これを解決したのが燃料噴射を制御するコンピューターである。欧州の自動車メーカーや日本のマツダや三菱自動車がクリーンディーゼル車を販売し、好評を博している。欧州における新車の半分は、クリーンディーゼル車である。クリーンディーゼル車は、低騒音だけでなく燃費向上と窒素酸化物（NOx）減少と小型軽量化を同時に達成させた。ちなみに、トヨタが欧州で販売するクリーンディーゼル車は、競争相手の独BMWがディーゼルエンジンを供給している。トヨタがクリーンディーゼル車に関して遅れを取っていることは、衆目の一致するところである。

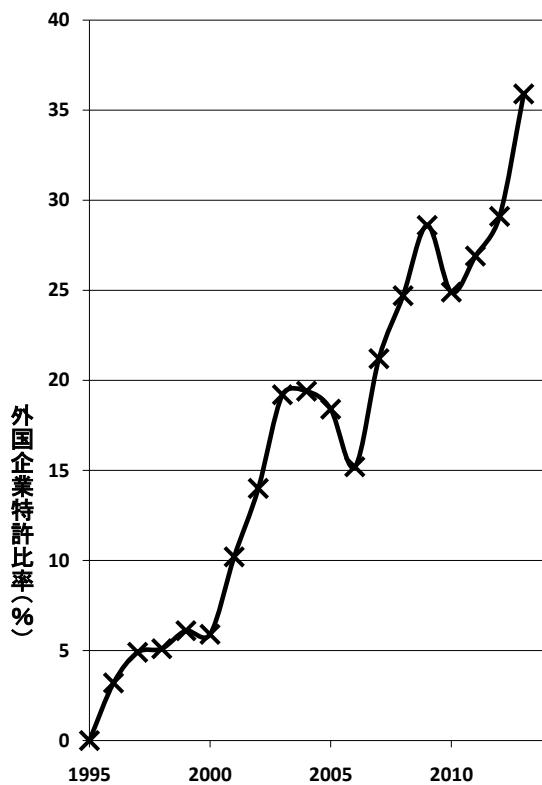


図3 ディーゼル特許における外国企業比率

このような状況の下、完成車メーカーと部品メーカーとの共同研究が活発化しており、各社は非常に興味深い動きをしている。従来の系列を越え、今まで敵や競争相手と考えられていた企業同士が共同研究する様は、自動車業界の特徴であった系列体制の終焉を予感させる。1995年から2013年までの共同研究による特許出願件数は次のようになる。デンソーとホンダとの共同特許件数は35件、パナソニックとトヨタは422件、パナソニックとホンダは73件、パナソニックとニッサンは6件、日立製作所とニッサンは138件、日立製作所とトヨタは29件、日立製作所とホンダは34件、東芝とトヨタは49件、東芝とホンダは14件、東芝とニッサンは8件、NECとトヨタは30件、NECとホンダは22件、ソニーとトヨタは20件、ソニーとホンダは10件、ソニーとニッサンは10件、シャープとトヨタは23件、シャープとホンダは25件、シャープとニッサンは11件、東レとトヨタは32件、東レとニッサンは25件、旭化成とトヨタは17件、旭化成とホンダは12件、ブリヂストンとトヨタは55件、ブリヂストンとニッサンは23件、出光興産とトヨタは10件、出光興産とホンダは28件である。

トヨタの系列会社であるデンソーがホンダと共同研究を行い、トヨタと親しかったパナソニックがホンダやニッサンと共同研究し、ニッサンと長い付き合いの日立製作所がトヨタやホンダとの共同研究を行っている。ソニー、シャープ、東レ、旭化成、ブリヂストン、出光興産も自動車メーカーに拘らず、すべての自動車メーカーとの共同研究を行っている。これらの企業間の共同研究の増加は、系列企業にも影響を与えている。系列企業は、系列以外の自動車メーカーへの接触を積極化し、自社の独自技術を主張し始めている。このような系列企業の系列以外への越境は系列の崩壊を加速する要因となっている。この系列崩壊の根本原因是、自動車のコンピューター化である。このため、系列企業内で調達できる電子部品を系列外企業の電子部品に変更した方が、安価で高品質なものになる場合も多くなった。逆に、系列企業は特定の自動車メーカーの呪縛から解き放たれ、自由に自動車メーカーを選択できるようになった。

2—3 トヨタとデンソーの絶妙な距離感

トヨタの系列企業がトヨタと共同研究開発する比率を比較すると、主要なトヨタ系列企業の中でデンソーが最低である。すなわち、デンソーは他の系列企業のようにトヨタと共同研究を行っていない。トヨタIT開発センターとトヨタの共同研究開発比率（1995年から2013年まで）が81.4%（370件中301件）、豊田中央研究所が32.6%（9153件中2983件）、トヨタ車体が22.2%（3282件中727件）、トヨタ・モーター・エンジニアリングが19.9%（181件中36件）、アイシン精機が14.3%（14017件中1999件）、豊田通商が13.8%（152件中21件）、愛知製鋼が13.6%（663件中90件）、トヨタ紡織が12.7%（3671件中465件）、豊田工機が8.6%（2754件中238件）、豊田自動織機が6.6%（12115件中801件）、デンソーが4.5%（58789件中2650件）である。デンソーの共同研究比率はアイシンの5分の1である。デンソーとトヨタとの間に一定の距離が存在することは間違いない。

い事実である。

デンソーは、日本にあるすべての自動車メーカーと共同研究を行い、トヨタ以外の自動車会社と特許を共同出願している。上述したように、デンソーとホンダの共同研究による特許出願は1995年から2013年までの間で35件ある。デンソーとニッサンが1件、デンソーと三菱自動車が22件、デンソーとマツダが20件、デンソーと富士重工業が12件、デンソーとスズキが8件、デンソーとダイハツが36件、デンソーと日野自動車が20件である。これらの共同研究および共同出願は、デンソーがすでにトヨタの系列企業としての頸木を外し終わっていると判断できる。

鈴木博毅によれば、「圧倒的な強さを誇るデンソーに対してトヨタは、重要とみなす部品で競争を挑める技術力がある。電子制御ユニット（ECU）分野の39部品のうちトヨタは10部品を内製し、デンソーやアイシンと競う姿勢を崩さない。技術力を磨くために、トヨタは自ら電子部品を生産する。最近では採用する技術系の人材のうち、約3割が電気系の出身者である。¹³⁾」これは経済原則から考えれば、絶対に許されないことである。世界一の技術力を有するデンソーに研究開発から製造まですべてを委託した方が、トヨタはコスト面で有利なことを百も承知している。

家電は多くても数千点の部品からできるが、自動車は3万点の部品から構成されている。すべてを自社で研究開発し製造することは不可能であり、たとえ可能であっても経済原則に反する。自動車メーカーは、独自開発を自慢し自社開発を推奨してきた歴史がある。ところが、近年の自動車メーカーは、インターフェイスを標準化しグローバル市場から購入するのが常套手段となっている。その流れに逆らうように、トヨタは最も信頼するデンソーにも委託せず、コンピューター制御部品の独自開発を貫こうとしている。

トヨタはデンソーの株式25%を保有し、トヨタの支配下にあるデンソーに戦いを挑むトヨタの姿は無謀に見える。明らかに、デンソーはトヨタが内製するよりも安く製品を納入できる。量産効果を無視してまで、トヨタとデンソーの両社で同じ電子部品を造り続ける理由は何か。これはトヨタの危機感の表れである。トヨタが常にデンソー以上の技術力を維持しなければ、インテルとIBMが主従関係を逆転させIBMがパソコン事業から撤退したたように、トヨタとデンソーの力関係が逆転し、トヨタは自動車業界の盟主の座から下野せざるをえなくなると考えるためである。

トヨタは、デンソーと技術開発競争をすると同時に、デンソーなどの系列企業との共同研究開発を積極的に推進している。トヨタの姿勢は、知的財産面で系列企業との連携を強化しており、欧米企業のような部品会社との敵対的関係はない。加えて、トヨタは、デンソーなどの系

13) 鈴木博毅 [2014]「戦略の教室」ダイヤモンド社 「何がトヨタ自動車を成長させているのか？技術革新が速い分野では、イノベーションで製品の強みが失われる変化が起きやすい。企業はイノベーションを起こし続けることでのみ繁栄できる。」

列企業がトヨタ以外の自動車メーカーと共同研究開発することを寛容に、かつ、戦略的に許している。一方、デンソーだけしかできない先端的な部品をトヨタ自身が内製し、デンソーとの技術開発競争を止めようとはしない。これがトヨタとデンソーとの戦略的関係であり、竹馬の友ともあえて競争する関係を築いている。換言すれば、トヨタとデンソーは、外柔内剛の関係であり、外面は柔軟で自由な関係であるが、精神はしっかりと結びついている。この関係がトヨタのイノベーションの源泉であると考えられる。トヨタは、トヨタ自身が系列企業以外との共同研究開発を行い、デンソーなどの系列企業がトヨタ以外の自動車メーカーとの共同研究開発を許すオーネン戦略と、トヨタの系列企業も競争相手と見なしてトヨタ単独の研究開発を行うクローズ戦略の両面を巧みに操っていると言える。

トヨタが内製に拘る体質は創業当初からの伝統である。トヨタの基礎を築いた大野耐一の言葉「仕事というのは一旦出してしまったら、二度と自分のところには取り戻せない。そういうつもりで内外製を決めなければならない。¹⁴⁾」のように、トヨタの内製への異常なまでの執念を感じることができる。この言葉は、トヨタ自身が製造できない製品を外注会社から購入し、それらを組み立てるだけの完成車メーカーに堕落すれば、いつかトヨタが潰れるという危機迫るトヨタ哲学である。

筆者は製鉄会社に勤務していたとき、自動車用の高強度材料（従来鋼の5倍の強度で価格は2倍）を開発し、トヨタに提案したことがあった。その時のトヨタの経営判断は内製を重視する哲学に満ち溢れていた。トヨタは、提案した高強度材料を本格採用する見返りとして、トヨタが特許使用料を支払うことなしにトヨタの系列会社に、その半分を製造させる条件を提示してきた。トヨタはトヨタの系列会社に製造させることを「内製化」と言っていた。トヨタとの資本関係もない筆者の会社だけが新しい技術を握ってしまうことを、トヨタが極端に恐れていることを肌で感じ取った。

ところで、細胞分裂や生殖による自己増殖機能は、人間などの生命体だけが有する特別の能力であった。しかし、現代の工場では最先端のコンピューターを駆使したロボットが新たなロボットを作っている。これは、生命体ではないロボットが自己増殖機能を持ったことに等しい。

14) 岩月伸郎 [2010] 「生きる哲学トヨタ生産方式」幻冬舎新書 「新たに生産場所を決める場合、ここで外注化は相当やっかいでした。「まったくの新規部品を立ち上げます。については諸般の状況を検討の上、外注に出します」という提案はなかなか承認されない。最も大変なのは、「現在、内製で実施しているものを外注化します」という場合。これはほとんど不可能に近い。なかでも絶対と断言できるほど、通らないケースがありました。「内製よりもコストが安いため、外注に切り替えます」このような理由が付けられた提案を上げようものなら、徹底的に叩かれました。大野さんの考え方は「仕事というのは一旦出してしまったら、二度と自分のところには取り戻せない。そういうつもりで内外製を決めなければならない」ということでした。」

さらに、ロボットの人工知能は、人間の知能を凌駕する領域を拡大している¹⁵⁾。将棋などのゲームや知識を問うクイズでは人間を遥かに越える能力を習得している。人間ではなくコンピューターが運転するロボット自動車は、人間のミスによる自動車事故を皆無にし、我々の世界から交通事故を忘れさせる可能性が高い。トヨタは、この近未来を確実に理解しており、その主役はデンソーではなくトヨタであり続けたいと考えている。そのため、あえてデンソーのコンピューターを駆使した最先端の電子部品をトヨタ自身が内製する茨の道を歩んでいると考えられる。

コンピューターと人間が融合し、その境界が不明瞭になる時代はすぐそこに迫っている。近い将来、人間の意識だけをコンピューターに移して無限に生き続ける生命体が出現する。この生命体は従来の定義では人間ではないが、明らかに人間の意思で考え行動する。このとき人間とコンピューターを線引きすることは極めて難しい仕事となる。人間の意思を持ったコンピューターが運転する自動車事故の責任は誰にあるか、人間の意思を持ったコンピューターが書いた著作権は誰のものか、人間の意思を持ったコンピューターが手術した医療トラブルは誰の責任か、などの難問が待ち構えている。コンピューターの活用が次世代自動車のキーテクノロジーになることは衆目の一致するところである。そうなれば、デンソーの得意とするコンピューター技術は、今以上に重要性を増し次世代自動車の必須技術になることは間違いない。しかし、この面でもトヨタは抜かりなく、人工知能などの研究開発を行い、数多くの特許出願をしている¹⁶⁾。

ところが、トヨタのコンピューター制御への異常なまでの拘りに異論もある。塚本潔は「トヨタは他社に比べコンピューター化の依存度が極端に高い。コンピューター制御が長所でありアキレス腱でもある。¹⁷⁾」と指摘している。確かに、トヨタはニッサンやホンダに比べ、コンピューター制御の研究開発は群を抜いており、コンピューター制御に関する特許出願も格段に多い。トヨタのコンピューター依存が強すぎるため、トヨタのハイブリッド車がホンダに比べ高性能であるが高コストである問題、コンピューターのソフトウェアのトラブルによるリコール問題、ドライバーの遊び心をコンピューターが奪い取る問題など、さまざまな問題がトヨタに問いかけている。それでも、トヨタは、デシシとの絶妙な距離感を保ちつつ、自動車のコ

15) ジョージ・ビーム著、林信行訳 [2014] 「Google Boys」三笠書房 「使う側がいちいち指示しないと作業ができないようでは困る。コンピューターに任せておけば、きちんと結果をだしてくれるようないと。人工知能は、こちらの求めるものを完璧に理解して、正しい答を与えてくれる。グーグルの夢は創業時から変わらない。人が無意識に知りたいと思っているものを、あえて検索しなくとも見つけられる世界を実現することだ。」

16) トヨタ自動車の人工知能特許：特許公開2008-230303「駆動力制御装置」、特許公開2008-168733「運転指向推定装置」、特許公開2008-74261「運転指向推定装置」など

17) 塚本潔 [2010] 「電気自動車ウォーズ」朝日新聞出版

シピュニタ化を前面に打ち出し果敢に挑戦し続けている。

3章 電気自動車のイノベーション

3—1 地球環境問題と電気自動車

毎年64億トンの二酸化炭素が排出され、海と森が吸収してくれた残りの34億トンの二酸化炭素が毎年増加している¹⁸⁾。そのため、地球は急激に温暖化し、さまざまな問題が発生している。ガソリン車のエネルギー効率は、改善したとは言え未だ20~30%で市街地では10%に留まる。この非効率はガソリン車がガリソンを無駄遣いしていることを物語っている。発電所から電気自動車に充電されるまでの送電損失と充電損失と、電気自動車内のモーターやインバーターの電力損失を考慮しても、電気自動車のエネルギー効率はガソリン車の2倍程度と優れている。

現在、世界で11億台の自動車が走っているが、中国を中心に自動車が急増し2020年には15億台になると予想される。世界の新車は、現在の年間9000万台から年間1億台を突破することは確実な状況である。人間は、数億年かけて作られた石油をたった100年で使い切ろうとしている。サトウキビをアルコールに変えて燃料にするバイオフューエル車は、ブラジル以外で普及する目処は立っていない。そこで、ガソリン車から電気自動車への転換は是非とも推進したいと誰もが考えている。

ガソリンエンジンの最大トルクは数千回転が必要であり、最大トルクを発揮するため6段変速などのトランスミッション（動力伝達装置）が必要となる。一方、電気自動車は、モーター回転が始まれば大きなトルクが得られ出足性能に優れており、トランスミッションが不要である。ガソリン車で後退するにはリバースギアが必要であるが、電気モーターでは電流を逆に流せば逆回転するため、リバースギアが不要である。ガソリン車でエンジンブレーキを使う時は、電気自動車では回生ブレーキが働き充電できるため、さらに燃費効率が良くなる。電気自動車は、エンジンもプラグもラジエーターもエキゾーストパイプも必要ない。このように電気自動車はガソリン車に比べ部品も無駄も少ない。

オランダで電気自動車が発明されたのは1834年であり、1886年にドイツのベンツがガソリン車を発明する前であった。ガソリン車よりも50年も前に発明された電気自動車を、誰が180年間という長い時間塩漬けにしたのか。その主犯は社会の反対勢力である。電気自動車になれば

18) 西川尚男 [2013] 「新エネルギーの技術」東京電機大学出版局 「海洋からの二酸化炭素の放出は年906億トンで、海洋への二酸化炭素が922億トンの溶け込み、毎年16億トンが海洋に吸収される。植物土壤からの二酸化炭素放出は1196億トンで、植物の光合成で二酸化炭素が1226億トン消費され、森林へ毎年14億トンの二酸化炭素が吸収される。すなわち、二酸化炭素64億トンが排出されるが、海洋と森林の吸収した残りは34億トンとなる。」

ガソリン車が減少し、社会に根付いた化石燃料のインフラで潤っていた企業やそこで働く人々が、既得権を守るために電気自動車に反対した。ちなみに、英国で蒸気自動車が最初に実用化されたとき、安全のため蒸気自動車の前で赤旗を持った人が先導することを義務付ける馬車団体の蒸気自動車反対運動が起きている。民主主義の多数決の原則が、電気自動車の普及を妨げ、180年間という途方もない時間をかけさせたと言える。最近、待ちに待った電気自動車がやっと産声を上げた。ところが、ニッサンのリーフや三菱自動車のアイミーブなどの電気自動車の販売は予想を下回り、普及とは程遠い販売台数に留まっている。これは電気自動車の普及に反対する社会勢力が今の日本では大勢を占めているためである。ガソリン車に引導を渡し電気自動車にバトンタッチさせるのは、トヨタやホンダやニッサンの自動車メーカーではなく、地球環境を最優先と考える社会である。日本の社会が電気自動車を待ち望まなければ、電気自動車は我々の下には来てくれない。独BMWが電気自動車を選択した理由は、最先端の環境技術を駆使することが独BMWのブランドイメージを向上させ、社会の変化を加速するためである¹⁹⁾。

電気自動車の走行時には二酸化炭素は排出されない。しかし、電気自動車に充電する電気は発電所で作られる時に二酸化炭素を発生させる。発電所で発生する二酸化炭素は従来のガソリン車の二酸化炭素に比べ少なく、電気自動車の二酸化炭素の排出量はガソリン車に比べ約75%削減される。これは電気自動車に使用されるリチウムイオン電池の技術進歩が寄与している。リチウムイオン電池は、出力密度が大きく、充電効率が高く、自己放電が極めて小さい特長を持っている。リチウムイオン電池の技術進歩は、パソコンや携帯電話や家電に頻繁に使用されるようになったためであり、その量産効果が技術の向上と製造コストの低下をもたらした。これが電気自動車を180年間の眠りから目覚めさせた主役である。

ところが、東日本大震災以降、日本では原子力発電所が停止し、太陽光発電や風力発電などの自然エネルギー利用が予定通りに進まず、ほとんどの電力が化石燃料から製造されるようになった。その結果、電気自動車の二酸化炭素の削減効果が以前よりも少なくなっている。ニッサンがトヨタやホンダよりも電気自動車に固執する理由は、ニッサンヒルノーとの関係にある。ルノーのあるフランスではほぼ100%が二酸化炭素を排出しない原子力発電であり、フランスで電気自動車指向が強いのは当然と言える。さらに、フランスは、理工系人材やエンジニアを重視する国として知られ、見た目だけが良い高級ブランドの自動車には目もくれず、最先端の電気自動車やクリーンディーゼル車に強い拘りを持つ国である。ちなみに、日本の発電は、

19) [2014]「次世代自動車2014」日経ビジネス 「BMWはEVに技術を惜しみなく投入しブランド力を高める。炭素繊維は、アルミより3割、鉄より5割軽い。ドイツの炭素繊維メーカーSGLカーボンと提携、米国に工場を新設。大量の電力が必要になる炭素繊維工場を湖畔に建設し、水力発電で全電力を確保、ライプチヒ工場は風力発電だけで電力を賄う。」

二酸化炭素を排出する化石燃料に90%を依存している。ルノーの影響を強く受けたニッサンが電気自動車に傾倒することは容易に理解できる。しかし、原発を停止し化石燃料に頼らざるを得ない日本の電気自動車は同じ論理は通じない。さらに、天然ガスが豊富な米国西部やロシア、石炭が豊富な米国東部やドイツなど、国や地域ごとに、電気自動車を望む声には温度差が大きい。今の日本で、電気自動車が優先されるべきか、疑問視する声も少なくない。

3—2 電気自動車の課題とその対策

図4は、トヨタ、ホンダ、ニッサンの電気自動車に関する研究開発比率の推移である。ニッサンは、2012年に研究開発の16%を電気自動車に集中させ、全社を挙げて電気自動車に命運をかけていることが分かる。また、電気自動車を販売していないトヨタも、ニッサンに引けを取らない研究開発比率である。これは、トヨタのハイブリッド車やプラグイン・ハイブリッド車の要素技術の研究開発と、電気自動車の研究開発が近接しているためである。トヨタはニッサンのように電気自動車を製造できる技術力を有していると考えられる。ただし、700万台販売

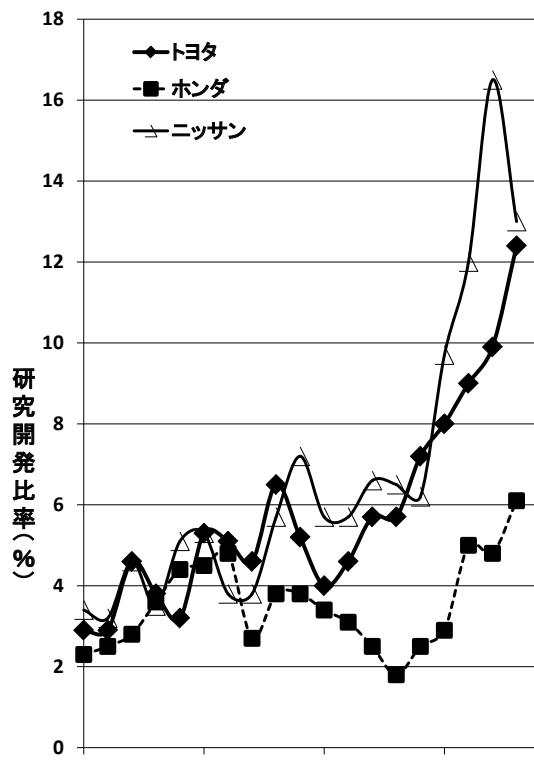


図4 電気自動車の研究開発比率の推移

されたトヨタのハイブリッド車はニッケル水素電池を使用しており（トヨタのプラグイン・ハイブリッド車はリチウムイオン電池を使用），電気自動車のためのリチウムイオン電池の製造体制は未だ不透明である。ホンダは、ニッサンやトヨタに比べ、電気自動車に関する研究開発比率が極端に少なく、もし電気自動車が次世代自動車の本命になれば、ホンダは大きく出遅れる可能性がある。

図5は、デンソー、アイシン、豊田中央研究所、豊田織機、豊田合成、ダイハツなどのトヨタ系列企業の電気自動車の研究開発と、トヨタと系列企業との電気自動車の共同研究開発と、トヨタ単独での電気自動車の研究開発を合算した公開特許件数である。トヨタ系列企業単独とトヨタと系列企業の共同研究開発の合計が、トヨタ単独の研究開発（58%，10524件中6094件）とほぼ同じである。すなわち、トヨタファミリー全体の電気自動車開発に注がれるエネルギーは、ニッサンを遥かに越えていると言っても過言ではない。翻って、このように電気自動車の研究開発が多い事実は、電気自動車が未完成なものであることを示している。

電気自動車の課題は次の6点である。①電気自動車の価格が高い問題、②走行距離が短い問

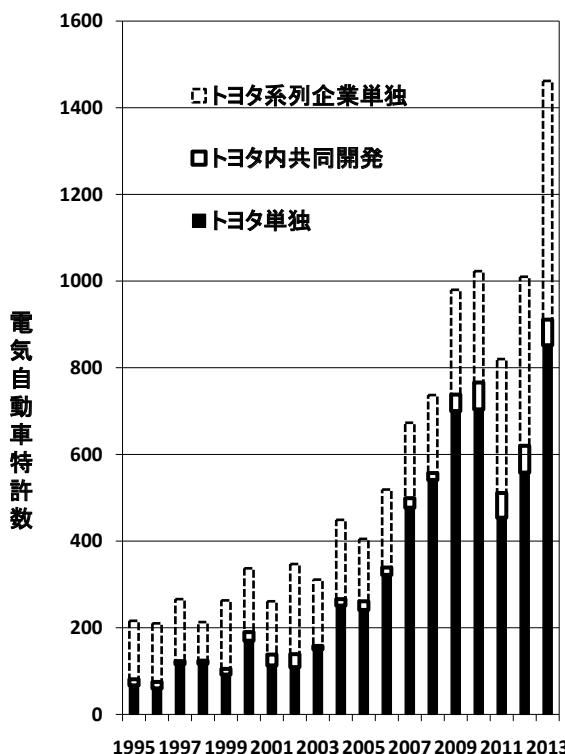


図5 電気自動車の研究開発におけるトヨタ系列企業の寄与（デンソー、アイシン、豊田中研、豊田織機、豊田合成、ダイハツ等）

題、③燃料供給の充電時間が長い問題、④急速充電のスーパーチャージャー・ステーションが少ない問題、⑤希土類金属ネオジウムなどの磁石材料が偏在する問題、⑥石油会社が電気自動車に猛反対している問題があり、これらは電気自動車の普及を妨げている。

3—2—1 電気自動車の価格が高い問題

電気自動車の価格が高い理由は、リチウムイオン電池が高価なためである。電気自動車が普及すれば量産効果が期待でき低価格化は不可能ではない。電気自動車の普及と電気自動車の低価格化は、卵が先か鶏が先かの関係であり、この壁を越えない限り電気自動車の未来はない。ニッサンの電気自動車リーフの価格は287万円である。トヨタのプリウスが223万円であり、電気自動車はハイブリッド車に比べ約60万円高い。二次電池、ガソリンエンジン、モーター、それらを使い分けるコンピューターを積み込んだ部品点数の多いハイブリッド車よりも、電気自動車の価格が高くなるのは、電気自動車専用の高価な二次電池が原因である。

自動車会社は電気自動車専用の大容量バッテリーの研究開発を行っている。しかし、テスラ・モーターズは、電気自動車専用の電池ではなく、パソコンや携帯電話のリチウムイオン電池を7000個集めて、それを制御するソフトウェアを作り、電気自動車を造った。パソコンや携帯電話のリチウムイオン電池はすでに大量生産され、低価格で安定的に入手可能である。しかし、トヨタやホンダの自動車メーカーはその手法を採用できない。テスラ・モーターズの手法が主流となれば、トヨタやホンダが今まで築いてきた自動車メーカーとしての技術開発力は簡単に吹き飛んでしまうことになる。また、携帯電話の寿命は3～4年であるが、電気自動車の寿命は10年程度必要であり、さらに自動車は悪路や悪天候などの過酷な環境条件で使用されるので、高い信頼性と安全性が必要となる。前者のテスラの手法を採用できない事情がトヨタやホンダの本音で、後者の寿命や環境の違いが建前である。テスラ・モーターズの電気自動車の信頼性は、時間が経たないと判定できない。

このパソコンや携帯電話のリチウムイオン電池をそのまま自動車に使用する発想は、トヨタ等を驚かせたことは間違いない。豊田章男社長はテスラ・モーターズのイーロン・マスク会長に面談した際、その技術を高く評価し、50億円の資金援助を行った²⁰⁾。パソコンや携帯電話のリチウムイオン電池を電気自動車に使用する発想がトヨタから出てこないことに最も落胆した

20) 竹内一正 [2013]「イーロン・マスクの野望」朝日新聞出版 「2010年5月21日、カリフォルニア州シュワルツネットガーデン知事の立ち会いの下、イーロンとトヨタ自動車の豊田章男社長は、電気自動車の開発に関する業務提携をこの場で発表した。テスラはトヨタから5000万ドル(約50億円)の出資を受けることになった。豊田章男社長は「高い技術力、モノ作りにかける強い思いや、ひたむきな姿勢に、テスラ社の無限の可能性を感じた」と言っている。テスラ社は、旧NUMMI工場を4200万ドルで買い取り、モデルSを生産すると決断した。」

のは、豊田章男社長自身であったと考えられる。2014年パナソニックは、テスラ・モーターズと米国に大規模電池工場を建設することで合意した²¹⁾。トヨタのハイブリッド車のニッケル水素電池を共同開発したパナソニック（パナソニックEVエナジー）は、今度は逆に、トヨタの敵となるテスラ・モーターズと組んで、リチウムイオン電池の生産を始める。これは、リチウムイオン電池がこれまでのデジタル家電用途から自動車用途へターゲットを転換したことを表している。また、これは、リチウムイオン電池の低価格化、ひいては電気自動車の低価格化につながると考えられる。

テスラ・モーターズは、2014年6月、自社が保有する電気自動車関連の特許を開放すると発表した^{22)、23)}。技術を開放することで電気自動車への新規参入を誘導し、量産効果で電気自動車部品の低価格を狙う戦略である。テスラ・モーターズのモデルS（年間販売目標2万台、走行距離480km、最高時速210km）は2013年カー・オブザイヤーを受賞し、タイム誌の2012年ベスト発明25に選ばれた。しかし、年間2万台は、量産効果を期待するにはあまりにも少量であり、電気自動車のコストダウンへの道はまだ遠い。

テスラ・モーターズの特許の開放はトヨタに衝撃を与えた。今までの自動車業界の常識は、特許こそが研究開発の砦であり、特許で他社の模倣を防衛し、特許で他社を攻撃することであった。研究者の血のにじむ努力と貴重な研究開発費を使いやっと手に入れた最先端の特許を競合他社が使用できるようにすることは、トヨタの哲学には存在しない。また、独BMWが電気自動車i3を発売した²⁴⁾。独BMWが得意とする炭素繊維強化プラスチック（CFRPは、鉄の重量の4分の1で強度は10倍）を贅沢に使用した軽量ボディの電気自動車は500万円と比較的安価であった点がトヨタを驚かせた。以上のような独BMWやテスラ・モーターズの電気自動車が、トヨタに燃料電池車の発売を急がせたことは間違いない。

米カリフォルニア州の無公害車（ZEV）規制は、電気自動車などの無公害車の販売台数が規制以下になるとペナルティーを科している。そこで、電気自動車のない自動車会社は、テスラ・モーターズからクレジットを購入しなければならない。そのため、テスラ・モーターズは、GM、クライスラー、ホンダからクレジット代として多額の金を得ており、この金を電気自動

21) 日経新聞2014年9月25日

22) 日経ビジネス2014年9月29日 「イーロン・マスクは、特許開放が継続的なイノベーションを生むと考えている。」

23) 日経新聞2014年8月12日 「米国電気自動車メーカーのテスラ社が自動車ビジネスの常識を破っている。技術革新を促す特許開放などIT産業の手法を採用。技術の公開で外部者や部品メーカーなどの協力を呼び込む戦略で、ソフトウェア業界の手法をものづくりの世界に持ち込んだ。」

24) 日経ビジネス2014年10月27日 「CFRP炭素繊維強化プラスチックを使用したBMW i3 電気自動車は500万円弱と格段に安い。CFRPの加工工程を自社で手掛けることでコストを極力抑えた。」

車の製造に活用すれば、電気自動車の低コスト化を加速できると考えられる。

3—2—2 電気自動車の走行距離が短い問題

電気自動車の走行距離が短い理由は、高価なリチウムイオン電池を限定的に搭載しているので電池容量が限られるためである。電気自動車が普及すれば量産効果で電池が安価に製造でき走行距離も長くなることは間違いない。ニッサンの電気自動車リーフの走行距離は230kmである。夜間のヘッドライト、雨天のワイパー、冬のヒーターを使用すれば、走行距離はこの数字を大幅に下回る。ちなみに、トヨタのプリウスの走行距離は1370kmであり、電気自動車の走行距離は極端に短い。この走行距離問題はドライバーから電気自動車が敬遠される最大の理由である。テスラ・モーターズの電気自動車ロードスターの走行距離は480kmであり、忍耐強い人ならば走行距離問題を何とか解決する電気自動車であると言える。この電気自動車は、リチウムイオン電池を7000個も搭載しているため車体重量が1235kgと重いが、最大出力288馬力、最高時速210kmで高速性能もガソリン車に引けを取らない性能を確保している。このように巨大な電池を搭載する自動車は、小型軽量がエコカーと信じる日本の社会で普及するには時間がかかると考えられる。しかし、この電気自動車は、走行中まったく二酸化炭素を排出しない自動車であり、正真正銘のエコカーである。これは、日本の自動車メーカーが歩んできた道ではないところに、正解が隠れている可能性を示唆している。

現状では、自動車の電力の約20%はシリコンのパワー半導体が消費している。シリコンに代えてシリコンカーバイドを用いたパワー半導体を使用すると、消費電力が約10分の1になり、その電力を電気自動車の走行に利用できるため、走行距離が長くなる²⁵⁾。トヨタは、電気でモーターを回転させるハイブリッド車や燃料電池車やプラグイン・ハイブリッド車に、シリコンカーバイドのパワー半導体を使うと表明している。これを電気自動車に適用すれば、電気自動車の走行距離は20%程度向上する。

インバーターは電気自動車の直流を交流に変換し、交流の周波数を変化させることでモーターの回転数を変える。パワー半導体によるインバーターの高性能化は走行性能の向上に寄与する。将来、シリコンカーバイドを超える性能を持った酸化ガリウムGaO₂が実用化されれば、さらにシリコンカーバイドの10分の1の消費電力になる可能性がある²⁶⁾。また、各社が研究開

25) 西川尚男 [2013] 「新エネルギーの技術」東京電機大学出版局 「シリコンカーバイド(SiC)に変えることにより、順方向の電圧低下を大きく低減でき、消費電力を約1/10に向上させる半導体素子が開発された。このシリコンカーバイドは、炭化珪素粉末を加熱して気体にしたものを再結晶化して製造する。」

26) [2014] 「次世代自動車2014」日経ビジネス 「SiC炭化珪素インバーターから酸化ガリウムに転換すると、モーターやインバーターを小型化できる。GaO₂酸化ガリウムは高耐圧で低損失なパワー半導体が安価に作成可能にし、低損失の指標とされるバリガ性能指数はSiCの約10倍と大きい。」「ポストリチウムイオン電

発で鎘を削っている全個体電池やリチウム空気電池やナトリウムイオン電池は、現状のリチウムイオン電池の性能を飛躍的に向上させ、電気自動車の走行距離問題を一挙に解決できる可能性がある²⁷⁾。トヨタの本音は、この段階で電気自動車を本格投入したい。しかし、上記の次世代二次電池の研究開発に手間取れば、トヨタはリチウムイオン電池の電気自動車を仕方なく販売することも視野に入れている。

ところで、電気自動車の走行距離問題を解決する方法として、超小型ガソリンエンジンを搭載した電気自動車がある。高価なりチウムイオン電池の代わりに、超小型ガソリンエンジンで充電し走行距離を延ばす電気自動車は、レンジエクステンダーと呼ばれている。これは、小さなエンジンがあるが、100%電気エネルギーで走る電気自動車であり、走行距離問題がまったくない。

電気自動車の車体重量を軽量化することで走行距離を向上させる動きも活発である。独BMWは電気自動車の軽量化のため炭素繊維強化プラスチック(CFRP)を採用した。世界シェアの70%を日本企業(東レ、帝人、三菱レイヨン)が占めるCFRPの自動車への採用は、日本の自動車メーカーに追い風となる。なかでも、東レは米ボーイング社の飛行機の機体に採用されており、飛行機の燃費向上を実現した実績がある。電気自動車の車体は高張力鋼板からCFRPに移ることは間違いない。東レは、日本のCFRP製造能力を凌駕するCFRP工場を米国に建設中であり、これが本格稼働すれば米国自動車メーカーの方がCFRPの調達では有利になる。電気自動車の走行距離問題から端を発した自動車の超軽量化は、自動車メーカーによるCFRPの獲得競争になる可能性が高い。このような努力にもかかわらず、電気自動車は寒くなると、二次電池の放電量が多くなり、さらにヒーター使用で大量の電気が消費され、走行距離が極端に短くなる。寒冷地向けの電気自動車の走行距離対策が最後に残る課題である。

✓池の開発が活発化。現状のEV向けリチウムイオン電池のセル単体でのエネルギー密度は60～140Wh/kg。

これは小型EVに1回の充電当たり160km程度しか走行できない。エネルギー密度は300Wh/kgにすれば300km走行可能に。Si系負極材料は理論的に黒鉛材料に比べ約10倍の容量、Siは充放電時の膨張・収縮が大きすぎて寿命が問題。大阪チタニウムのSiOなどのSi系酸化物の負極材料の容量は黒鉛の5倍。固体電解質を用いた全固体電池や1価のリチウムではなく2価のMg、Al、Caを用いた多価カチオン電池が期待されている。」

27) 鶴原吉郎、仲森智博〔2014〕「自動運転」日経BP社 「リチウムイオン電池のエネルギー密度を高める新しい電極材料として期待されているのが硫黄系、シリコン系の材料。現在のリチウムイオン電池は、正極材料として、主にマンガンやニッケル、コバルトの酸化物とリチウム化合物、負極材料として炭素が使われている。これに対して、正極材料にリチウムと硫黄系化合物を、負極材料にシリコン・酸素・炭素の化合物を組み合わせることで、理論的には1kg当たり400～500Whと、現在の3割以上のエネルギー密度を達成できる可能性がある。」

3—2—3 電力供給のための充電時間が長い問題

電気自動車を家庭の200vで充電すると約4時間、急速充電しても約30分間が必要であるのに対し、競争相手の燃料電池車は約3分間で水素供給が可能であり、充電時間は電気自動車の大きな問題である。日本経済新聞²⁸⁾によれば、トヨタと東北大学は、充電時間を10分の1に短縮する全固体電池を開発した。トヨタと東北大学は、真空装置を使い電解質と電極を密着させ、リチウムイオンが電池内を移動しやすくし、充電時間を10分の1に短縮することに成功した。この全固体電池を使えば、ガソリン車や燃料電池車とほぼ同じ3分程度になるため、電気自動車の充電時間問題が解決する。しかし、これはまだ研究段階であり、実用化までには少なくとも数年の開発期間が必要である。

電気自動車の車体価格はリチウムイオン電池が約半分を占めている。そこで、ニッサンは電池を切り離して車体本体のみを販売するアイデアを持っている。具体的には、電池のない電気自動車だけを購入してもらい電池だけをリースする。この電池リース方式は、電池交換時間が2分以内で可能で、電気自動車の充電時間問題を一挙に解決できる。これは、トヨタが一番恐れる自動車コモディティ化であり、電池だけをリースする電気自動車が、自動車のコモディティ化の火付け役になる可能性が高い。この電池交換のアイデアの成否はインフラ整備にある。急速充電のスーパーチャージャー・ステーションの建設も遅々として進まない現状では、電池交換のインフラは絶望的な状況にある。しかし、テスラ・モーターズは電池を丸ごと交換すると90秒で充電完了できるとし、その希望を捨てていない。また、テスラ・モーターズは充電する電気代をすべて無料で提供するサービスも開始している²⁹⁾。

3—2—4 スーパーチャージャー・ステーションが少ない問題

電気自動車の走行距離が短いにも関わらず、急速充電のスーパーチャージャー・ステーションが未だに不充分で安心して遠乗りできない状況にある。現在のスーパーチャージャー・ステーションは、ガソリンスタンド3万4700箇所に比べ、約2000箇所と少ないが、2015年3月までに6000箇所に増やす計画である。しかし、1箇所に1台の急速充電器が設置される場合がほとんどである。たった1台の充電器に数台の電気自動車が行列すれば、充電に2~3時間かかることになり、電気自動車の普及に水を差すことは間違いない。

米クアルコムは独自の無線技術を利用したワイヤレス充電技術を有している。これが実現できれば、電気自動車が走行中に充電できるようになり、急速充電のスーパーチャージャー・ス

28) 日本経済新聞2014年12月9日

29) 竹内一正 [2013] 「イーロン・マスクの野望」朝日新聞出版 「高速充電ステーション（スーパーチャージャー・ステーション）を全米に設置する。2014年、北米の人口の80%の都市をカバーする。」

テーション問題は解消される³⁰⁾。これは携帯電話で培った無線技術を電気自動車の充電に応用したものである。クアルコムが携帯電話やスマホで主導権を握っている理由は、無線技術に関する基本特許を多数保有しているためである³¹⁾。ワイヤレス充電のための周波数85kHz帯は日本とドイツと米クアルコムが主張するものである。ただし、走行中のワイヤレス充電の電力伝送効率は65%程度と低い。停止時の電力伝送効率は80%と高いため、当面、停止時のワイヤレス充電が主流になる。

しかし、電気自動車が本格的に普及し、昼間に急速充電が行われると、間違いなく電力供給不足に陥る。電気自動車のための安定した電力供給体制を整備するためには、電力会社は莫大な設備投資が必要になることも看過できない。たとえば、日本で走る6000万台の乗用車がすべて電気自動車になれば、日本の発電所を現在の数倍に増加させなければならない。原発が停止する中、火力発電所や水力発電所などの増設は、住民の反対運動が大きくなることが予想され、日本社会のコンセンサスが必須となる。

3—2—5 希土類金属ネオジウムの偏在問題と石油会社の反対問題

電気自動車は、ネオジウム磁石を使った永久磁石式モーターを使用する必要がある。ネオジウムの希土類金属は中国に偏在しており、中国がレアメタルの輸出禁止を行うと電気自動車を製造できなくなる。そのため、ネオジウム以外の磁石材料開発や希土類金属を削減した磁石材料の開発が進んでいる。特許公開2014-157845日立製作所「磁石材料」、特許公開2014-105796デンソー「クラッチ機構およびクラッチ機構用の永久磁石の製造方法」、特許公開2013-175705トヨタ「希土類磁石の製造方法」、特許公開2012-228072三菱電機「永久磁石型回転電機およびその製造方法」、特許公開2010-263093日立製作所「永久磁石材料」は、いずれもネオジウムなどの希土類金属を削減、または、皆無にする特許である。これらが実用化すれば、安定的に電気自動車を供給できる。

石油は自動車や飛行機や船の動力源として、約半分が輸送用に消費されている。その他、火力発電用に12%、暖房や調理用コンロなどの民生用に14%、化学原料用に21%消費されている。なかでも自動車用のガソリンは、石油会社の主力製品になっている。電気自動車が売れ過ぎる

30) 日経新聞2014年9月25日 「欧州でEV自動車の普及に向けた自動車メーカーの提携が相次いでいる。独BMWと独ダイムラーがワイヤレス充電の技術開発で提携。充電インフラの相互乗り入れも進む。両社は、競合であってもEVの市場開拓には協力の余地があるとしている。」

31) 鈴木博毅 [2014] 「戦略の教室」ダイヤモンド社 「携帯チップのクアルコムは、無線通信技術、CDMA方式やLTE方式の特許を広く押さえ、CDMA携帯電話用チップのほぼ100%、スマホのプロセッサの半分近いシェアを握っている。ここにPC向けプロセッサの王者、インテルの影はない。クアルコムは製造機能を持たず、技術開発に特化し、その特許使用料、外部製造によるチップ販売で収入を得ている。」

とガソリン車が売れなくなり、ガソリンの売り上げに依存する石油会社は死活問題となる。そのため、石油会社は電気自動車に猛反対の姿勢を崩さない。反面、電力会社は電気自動車の普及を後押ししており強力な味方になっている³²⁾。

トヨタが電気自動車をできるだけ回避し時間稼ぎしたい事由がもうひとつある。それは外国主体のリチウムイオン電池メーカーの存在である。現在のリチウムイオン電池メーカーの世界シェアは、サムスン25.1%，パナソニック20.7%，JG化学16.2%，その他が中国の天津力神、ATL社である。もし電気自動車が主流となれば、トヨタはリチウムイオン電池を外国の部品メーカーから大量購入する事態に陥ることは必定である。トヨタは、次世代自動車の主導権を外国のリチウムイオン電池メーカーに、ほんの一時でも渡したくないと考えている。

日本で電気自動車を販売しているのは、ニッサンと三菱自動車である。一方、トヨタとホンダは電気自動車よりも燃料電池車に傾注している。その理由は、上述のような充電時間問題や走行距離問題がある電気自動車が未熟な商品であり、自信を持って販売できる段階ではないと考えているためである。スーパーチャージャー・ステーションのインフラの遅れも、トヨタとホンダに電気自動車への参入を躊躇させる原因である。ニッサンの渡部英明は、「ニッサンはたかだか自動車メーカーでしかない。我々だけでインフラを構築することはできません。ニッサンがリーフを出すことで人々に刺激を与え、電気自動車が受け入れられる社会ができると思う。」と述べている。さらに、原発が停止した今の日本では、電気自動車が使う電力を発電する過程で大量の二酸化炭素が排出されている。先に発売した電気自動車はニッサンに任せ、トヨタは燃料電池車に勢力を投入する考え方には十分理解できる。

1911年、アムンゼンは北極を目指すための資金や資材の準備中に、クックやピアリーによる北極点到達の知らせを耳にした。アムンゼンは、すでに踏破された北極ではなく、前人未到の南極に目的地を変更した。北極が電気自動車で、南極が燃料電池車に置き替えると理解しやすい。南極は北極より気温が低く高い山があるため、極めて厳しい環境である。ニッサンの電気自動車の発売は、トヨタの虚を衝いたと考えられる。そこで、トヨタは、電気自動車に比べ、燃料電池車が数段に厳しい開発であることを承知しながら、あえて難しい燃料電池車の開発に方針転換したと考えられる。上述したように電気自動車用のリチウムイオン電池の性能が飛躍的に向上する可能性もある。もし電気自動車が普及すれば、量産効果で低価格の電気自動車の製造が可能になり、相対的に燃料電池車の存在価値が薄れることは異論のないところである。このような状況でも、トヨタは、燃料電池車という前人未到の地への歩みを止めない。

32) 日経ビジネス2014年10月13日 「米国の電力会社を救うのはEVである。米国のエネルギーに関連する支出は、電力代の10億ドル（約1100億円）と、車の燃料代の14億ドル（1500億円）である。EVこそが電力需要をもたらし、かつ環境目標を達成可能になる。」

4章 燃料電池車のイノベーション

4-1 エネルギー問題がもたらす内燃機関の終焉と燃料電池車の登場

宇宙や人間を支配するものはエネルギーである。エネルギーは高い方から低い方に流れ、差異がなければエネルギーは生じない。ちなみに、山がなく平地の多いオランダでは、水車は機能せず、風車エネルギーに頼るしかなかった。エントロピーは、高速で動くものを遅くし、秩序あるものをカオス（無秩序）に導き、エネルギーを放出し最終的には消滅する。その論理から化石燃料に強く依存した現代社会は必ず消滅する。消滅する前に、化石燃料からの脱却を試みる努力が行われている。しかし、皮肉にも人間が作り出した自動車などの機械が放出する二酸化炭素は、すべての動物の放出量を遥かに上回っているのが現状である³³⁾。

古くは木材がエネルギー源であった。産業が活発になると薪炭消費が急増し森林が破壊された。その理由は、煉瓦、製塙、製鉄、ビールなど、当時の主力産業には薪炭が必要であったためである。ちなみに、スウェーデンは鉄鉱石が豊富に採れるにもかかわらず、薪炭不足で溶鉱炉の閉鎖を余儀なくされている。薪炭不足の危機を救ったのが、石炭や石油や天然ガスなどの化石燃料であり、産業革命の立役者は石炭であった。エネルギーを支配した者が世界を制することを明確に示したのが、第二次世界大戦であった。日本は石油エネルギーを求めて東南アジア諸国に進出した。当時、豊富な石油エネルギーを有していた米国が勝利し、石油をほとんど入手できなかった日本は手痛い敗戦を経験した。現在でもエネルギーを持つ国と持たない国との従属関係は明白であり、各国はより安価で安定したエネルギーを追い求めている。

米国はロシアを抜き世界一の天然ガス生産国になった。これはシェールガス（天然ガスの一種）の大増産による。このシェールガスは、次世代自動車にも多大な影響を及ぼしている³⁴⁾。豊富に採れるシェールガスがガス価格を押し下げたため、シェールガスから製造した水素を燃料電池車の燃料として安価で安定的に使用できるようになった。これが次世代自動車の本命とされていた電気自動車を燃料電池車が抜き去る要因のひとつである。

シェールガス、シェールオイルは水平掘削技術、高圧掘削技術、精密地震探査技術（マイクロサイスマック技術）で、採取可能になった。水平井戸をパッカーでセクションに区切り、温水（ウォーターインジェクション）や表面活性を高める化学物質（ケミカルインジェクション）を数百気圧の高圧でシェール層に噴射し、多数の微細な割れ（フラクチャー）を作る。マイク

33) K・ケリー著、服部桂訳 [2014] 「テクニウム テクノロジーはどこへ向かうのか？」みすず書房

34) 泉谷渉 [2013] 「シェールガス革命」東洋経済新報社 「シェールガスから水素の原料メチルアルコールがとれるため、水素エネルギーを使う燃料電池車が一気に前倒しされる。パナマ運河の拡張工事は2014年に完成し、2015年からは運航が可能になる。」

ロサイスミック技術は、フランチャイズができるときの地震波をコンピューターが解析し3次元画像で可視化する。一方、米国民1人の原油消費量は、1970年に30バレル、1988年に24バレル、2008年に21バレルと着実に下がり続けている。今のところ、シェールガス掘削技術は米国の独壇場であり、シェールガスやシェールオイルが増産され、今まで通りに石油消費が落ちはれば、米国が石油や天然ガスの輸出国に蘇り、貿易赤字を解消する日も近いと考えられる。

高コストのシェールガスやシェールオイルに脚光が浴びること自体、石油や天然ガスの枯渇を意味するものであると認識する必要がある。たとえ画期的な技術を使ってもシェールガスやシェールオイルの採取は、従来型石油や天然ガスと比べ極端な高コストである。すなわち、取りやすいものから使っていく「Low Hanging Fruitsの法則」が指摘するように、シェールガスやシェールオイルの大増産は、石油や天然ガスの終焉を如実に物語っている。皮肉な言い方をすれば、従来型の石油や天然ガスが枯渇してきたお蔭で、シェールガスやシェールオイルが採取され始めたと言える。化石燃料の枯渇は着実に進行していることは間違いない。

石油の経済的枯渇はあと40年間であり、その期間をシェールガスやシェールオイルが僅かばかり延命させたとしても、せいぜい60年間程度と考えられる。脱原発運動で四面楚歌にある原子力燃料の経済的枯渇は60年間で、いずれ地球上から姿を消すことは間違ない。ウランにプルトニウムを混ぜて燃やすプルサーマル発電も脱原発運動で先が見えない。プルトニウムを原料とする高速増殖炉発電や核融合炉発電は未だ世界で本格的に実用化した例はない。水力発電は巨大ダムが自然を破壊する理由から新規着工が難しい。風力発電は近隣住民への低周波騒音問題やバードストライク問題から進んでいない。太陽光発電は1kw当たり32円という高価な買取価格に支えられ一時的に活発化した。しかし、天候に左右され必要な時に発電できない理由から電力会社が反発しており、今では太陽光発電は風前の灯にある。メタンハイドレート発電は、化石燃料と同じように二酸化炭素を排出する問題だけでなく、未だに採取技術が確立されていない。その他、地熱発電、潮力発電、波力発電、太陽熱発電、海洋温度差発電、スーパーソルガムなどのバイオエネルギー発電は、経済的に成り立たないのが現状である。つまり、結論は地球に残されたエネルギー源を無駄なく大切に使うことである。

ガソリン車で石油を無駄遣い（自動車のエネルギー効率は20%であり、80%は無駄遣い）していた20世紀が終わり、21世紀中には石油資源は完全に枯渇し、その終焉時には石油価格は高騰することは間違いない。今から100年後の人々は、エネルギー効率20%のガソリン車を我が物顔で走らせていた21世紀初頭の我々を嘲笑し軽蔑することになる。しかし、ガソリン車に代わる電気自動車は、充電する電気を発電する段階で大量の二酸化炭素を排出し、電気自動車用のリチウムイオン電池1kgを製造する段階で50kgの二酸化炭素を排出する。原子力発電が停止し太陽光発電や風力発電が未成熟な日本において、電気自動車はますます不利な環境になっている。そこで、脚光を浴びているのが、水素を燃料とする燃料電池車である。燃料電池は、

極めて高い発電効率と、発電時に二酸化炭素などの有害物質をまったく発生させない特徴を持っている。とりわけ、天然ガスを燃料とする燃料電池発電所は、発電効率を70%にまで向上させることに成功している。

燃料電池は水素と酸素を使った発電装置である³⁵⁾。酸素は空気中に20%存在し、水素は宇宙で最も多い元素である。さらに、水素の製造方法は多様で、化学工場の副産物としてタダ同然で生成され、これまで未利用だった低品位石炭などからも生成できる。電気は貯蔵できないが、余った深夜電力や太陽光を使い電力を水素に変換することで電気エネルギーを貯蔵することができる。このような理由から、川崎重工業と三菱重工業は水素発電所を検討している。

この水素を自動車に利用できれば、無尽蔵のエネルギー源が手に入るに等しい。水素は環境に優しいだけでなく、石油のように地球上で偏在することがなく、地政学的リスクがない。今のことろ天然ガスを燃料に使う燃料電池は、最も水素含有率が高いメタン(天然ガスの主成分)から水素を取り出し、空気の酸素と化学反応させて電気を得る。天然ガスから水素を取り出すときに二酸化炭素が出るが、発電所の火力発電よりも遥かに少ない。さらに、太陽光やバイオマスなどのクリーンで再生可能なエネルギーを利用して水素を製造することも可能であり、水素を燃料とする燃料電池は環境負荷からも理想的なエネルギーである。燃料電池はエネルギー効率が非常に高い³⁶⁾。一般的な火力発電所のエネルギー効率は35%であるが、燃料電池は40%が電力に40%が熱に変換でき、総合的なエネルギー効率は80%にも達する³⁷⁾。

つまり、水素と酸素の化学反応で作りだす燃料電池は、今までの発電と比べ二酸化炭素の排出量が極めて少ない。さらに、燃料電池は、大気汚染の原因となる窒素酸化物(NOx)、炭化水素(HC)、一酸化炭素(CO)、浮遊粒子状物質(PM)をまったく排出しない。加えて、電力は遠い発電所から送電線を使って送られる間に送電損失があるが、燃料電池は車内や家庭で発電するため送電損失がなく、100%利用可能である。とりわけ、燃料電池はカルノーサイクル効率(発電プラントの作動温度を高くしなければ高い効率が得られない)による制約がない

35) 御堀直嗣 [2009]「電気自動車は日本を救う」C&R研究所 「燃料電池車に使われる固体高分子型の構造は、水素原子から電子を分離するためのイオン交換膜が真ん中にあり、その両側に電極がある。電極には、薄く白金が塗ってある。この白金が、水素原子から電子を分離する触媒の働きをする。水素は、マイナス極側に供給され、白金触媒の影響で電子を分離。その電子が、電線を伝わってプラス極に流れる。これで発電したことになる。電子を分離した水素イオンは、イオン交換膜を通り抜け、プラス電極側に移動。そこに供給された酸素と、電線を移動してきた電子と化学反応し水を生成。このとき発熱するので、水は蒸気となって外に排出される。」

36) 西川尚男 [2013]「新エネルギーの技術」東京電機大学出版局 「燃料電池車で使用される水素は、水素ステーションで化石燃料から製造された水素であり、その水素製造効率は55~65%である。燃料電池のCO₂排出量は、ガソリン車に比べ55%削減できる。」

37) 「エコノミスト」2014年8月26日

ため、燃料電池は低温で小規模の出力でもエネルギー効率が高い特徴を持っている。さらに、日本だけの好都合な特殊事情であるが、パナソニック、東芝、京セラ、東京ガス、大阪ガス、東邦ガス、西部ガス、アイシン精機など、多くの企業が家庭用燃料電池を製造しており、燃料電池の認知度は非常に高く、その安全性も一般に広く認知されている。

個体酸化物形燃料電池SOFCは運転温度が1000度Cで、電解質が安定化ジルコニアである。溶融炭酸塩形燃料電池MCFCは運転温度が650度Cで、電解質が溶融炭酸塩である。個体酸化物形燃料電池と溶融炭酸塩形燃料電池は、分散電源用途と産業用途として用いられ、発電効率が45～60%と優れている。リン酸形燃料電池PAFCは運転温度が200度Cで、電解質がリン酸である。リン酸形燃料電池は、民生用途と産業用途として用いられ、発電効率が35～60%である。個体高分子形燃料電池PEFCは運転温度が80度Cで、電解質がイオン交換膜である。個体高分子形燃料電池は、小型産業用途、移動体用途、携帯用途に用いられ、発電効率は30～40%である。他の発電方法に比べ、いずれの燃料電池も発電効率が優れており、発電効率の高さが燃料電池の強みである。

寺田寅彦が「統合という事実がなければ多くの科学はおそらく一歩も進むことは困難であろう。何の関係もないような事実の間に密接な連絡を見出し、個々別々の事実を一つの糸にまとめるような仕事ははなはだ多い。³⁸⁾」と発言しているように、関係がないと思われる分野の発明を応用することの重要性を説いている。燃料電池技術は、日本ではさまざまな業界で多角的な技術に進化しており³⁹⁾、これを次世代自動車に活用することは、海外勢に差をつける絶好のチャンスである。

たとえば、水素製造企業は、岩谷産業、千代田化工建設、三菱重工機、日立造船、旭化成があり、水素貯蔵企業は、川崎重工業、千代田化工建設、中国工業、UACJがある。また、水素分離膜企業は、イリタケカンパニーリミテッド、日本精線、日本ガイシ、宇部興産が有名である。さらに、燃料電池製造企業は、フタバ産業、ニッポン高度紙工業、クラレ、トクヤマ、日清紡ホールディングス、東洋炭素、日本軽金属ホールディングス、ホソカワミクロン、田中化学研究所、第一希元素化学工業、日立マクセル、東レ、日本触媒、黒崎播磨、ニチアス、ハマ

38) 赤祖父俊一 [2013] 「知的創造の技術」日本経済新聞社

39) 泉谷渉 [2013] 「シェールガス革命」東洋経済新報社 「燃料電池関連企業：トヨタ、ホンダ、アイシン精機（家庭用燃料電池）、出光興産（LPガスや灯油型燃料電池）、NEC（燃料電池用ナノ材料活用）、NTTドコモ（携帯用燃料電池）、カシオ（携帯用燃料電池）、KDDI（携帯用燃料電池）、東芝（家庭用燃料電池）、パナソニック（家庭用燃料電池）、ヤマハ発動機（バイク用燃料電池）、日清紡（燃料電池用カーボンセパレーター）、昭和電工（燃料電池用カーボン樹脂セパレーター）、新日鉄住金（燃料電池用ステンレスセパレーター）、大同特殊鋼（燃料電池用金属セパレーター）、日立電線（燃料電池用金属セパレーター）、東海カーボン（燃料電池用セパレーター用黒煙剤）、東洋紡（燃料電池用高性能炭化水素系電解質）、トクヤマ（燃料電池用イオン交換膜）」

イ、チノー、島津製作所、東陽テクニカがある。このように日本は燃料電池分野で世界の先頭を走る技術力を持っている。また、水素ステーション（水素スタンド）を営業すると表明している企業は、JXホールディング、岩谷産業、神戸製鋼所、大陽日酸、住友精化、キッツ、シナネン、日本製鋼所、オーバル、アズビル、日東工器、愛知時計電機、新日鉄住金、東京ガス、大阪ガス、東邦ガス、豊田通商、加地テック、愛知製鋼、横浜ゴム、日本合成化学工業、八千代工業、伊藤忠エネクス、出光興産、新コスモ電機、共和電業などがある。

1995年から2013年までの自動車会社以外の燃料電池特許は、パナソニックが3172件、東芝が1974件、京セラが974件、富士電機が923件、アイシン精機（家庭用燃料電池）が887件、三菱重工が868件、日立製作所が604件、東京ガスが530件、大阪ガスが506件、ソニーが494件、JXホールディングが465件、出光興産が274件、東レが181件、旭化成が174件、日立マクセルが169件である。以上のように、高い技術力を持つ燃料電池関連企業が多くの業界に広がり、かつ、強固に結び付いた産業群を形成していることが、トヨタやホンダが電気自動車よりも燃料電池車の方を選択する理由である。

4—2 燃料電池車の開発史

燃料電池の歴史は古く、1932年の英国のフランシス・ペーコンによる燃料電池の発明が燃料電池のスタートである⁴⁰⁾。しかし、実用化されるまでには、電解質の研究開発、水素吸蔵合金の研究開発、水素を取り出す改質の研究開発、水素を貯蔵するための水素タンクの研究開発、電子を分離するための白金などの触媒の研究開発などが必要であった。なかでも、水素吸蔵合金に水素を貯蔵する研究開発と、メタノール改質（自動車に積み込んだメタノールから水素を取り出す方法）で燃料電池車を実現しようとする試みが失敗したため、燃料電池車は長い道草をすることとなった。

トヨタは1996年に水素吸蔵合金を使用した燃料電池車を試作し、1997年にメタノール改質を利用した燃料電池車を試作し、2001年に高圧水素タンクを搭載した燃料電池車を完成させている。同様に、ホンダは1999年に水素吸蔵合金を使用した燃料電池車とメタノール改質を利用した燃料電池車を試作し、2000年に高圧水素タンクを搭載した燃料電池車を完成させている。燃料電池用の水素吸蔵合金は、水素を貯蔵する手段として長期に渡り研究され、多くの特許⁴¹⁾

40) 水田裕二 [2014] 「燃料電池という選択」ダイヤモンド社 「1932年、英国のフランシス・ペーコンが燃料電池を開発し、1952年にペーコン電池として特許を取得。1958年、ペーコン電池特許は、米国のユナイテッド・エアクラウド社が獲得し、実用化に成功した。燃料電池は有人宇宙飛行のジェミニ5号に採用された実績もある。」

41) 水素吸蔵合金の代表的な特許：トヨタ自動車WO99/34025「水素吸蔵合金、水素吸蔵合金の製造方法、水素吸蔵合金電極、水素吸蔵合金電極の製造方法、及び電池」、トヨタ自動車WO98/13158「水素吸蔵合金粉ノ

が出願されているが、実用化されることはなかった。その最大の理由は、水素吸蔵量に比べ水素吸蔵合金自体の重量が大き過ぎたことであった。そこで、自動車に改質装置を搭載し、車内でメタノールから水素を取り出す方法を研究したが、起動時間が長くなるため、これを断念している。メタノール改質するためには250°C程度の加熱が必須となるためである。加えて、メタノールスタンドの整備も必要となるため、メタノール改質燃料電池車を決断できなかったと考えられる。

図6は、トヨタとトヨタ系列企業、ホンダ、ニッサンの燃料電池車に関する特許数の1995年から2013年の19年間の推移を示している。トヨタとトヨタ系列企業の燃料電池車の研究開発は、ホンダとニッサンを寄せ付けない技術的優位を確保している。ホンダとニッサンの研究開発が2000年から本格化したことに比べ、トヨタの燃料電池車に関する研究開発は他社よりも非常に早い。また、トヨタの特許数は2009年には年間1400件を超えており、トヨタの燃料電池車への

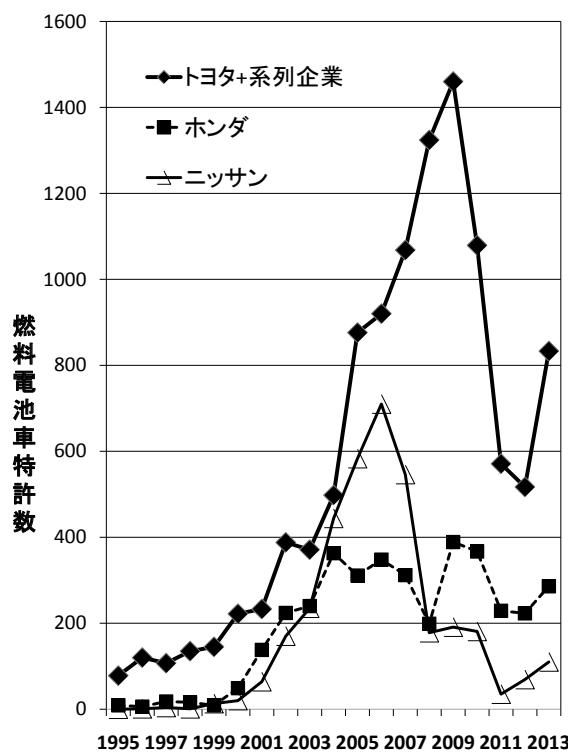


図6 燃料電池車の特許出願数の推移

✓末および水素吸蔵合金粉末の製造方法」、本田技研WO01-000891「水素吸蔵合金粉末およびその製造方法」、三井金属鉱業WO2008-123616「水素吸蔵合金」、三井金属鉱業WO2007-034892「低Co水素吸蔵合金」、東芝WO01-048841「水素吸蔵合金、二次電池、ハイブリッドカー及び電気自動車」

執念を感じさせる。一方、ニッサンは本格的な研究開始が2003年で、トヨタより遅れただけでなく、2008年以降、燃料電池車の研究開発を急減させている。燃料電池車に関する研究開発において、トヨタとニッサンの違いは明らかである。

図7は、デンソー、アイシン、豊田中央研究所、豊田織機、豊田合成、ダイハツ、日本自動車部品などのトヨタの系列企業単独の燃料電池車の特許数、それらの系列企業とトヨタとの共同出願特許数、トヨタ単独の燃料電池車に関する特許数である。図5に示したように、電気自動車に関するトヨタの研究開発は、系列企業も含めた全トヨタの約63%（10524件中6623件）である。しかし、図7が示すように、燃料電池車ではトヨタの研究開発が76%（10945件中8331件）に達している。上述したように、トヨタが最重要と考える仕事は、たとえ親しい系列企業にも渡さず、トヨタ自身が行う習性がある。このことからも、トヨタは少なくとも20年前から電気自動車ではなく燃料電池車の研究開発を優先してきたと考えられる。

1975年頃に研究開発がスタートした水素吸蔵合金は、ランタンニッケル合金 LaNi_5 、マンガン亜鉛合金 MnZn_2 、チタンモリブデンクロム合金 TiMoCr など、常温常圧のガスに対し貯蔵体

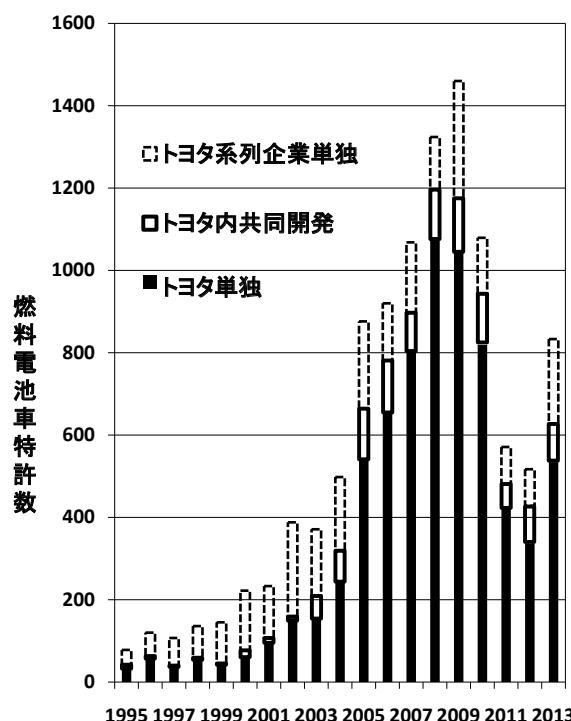


図7 燃料電池車の研究開発におけるトヨタ系列企業の寄与（デンソー、アイシン、豊田中研、豊田織機、豊田合成、ダイハツ、日本自動車部品総合研究所等）

積が約 1/1000になる成果を見出した。しかし、これらの水素吸蔵合金は、燃料電池車用の水素吸蔵用途には実用化されず、約20年間の研究開発が結実することはなかった。しかし、その水素吸蔵合金の研究成果は、ニッケル水素電池の負極材料に使われる水素吸蔵合金として蘇ることになる。現在でも水素吸蔵合金の技術開発は、新日本重工、日本製鋼所、那須電機鉄工などの企業で継続されている。

2014年5月に安倍首相は成長戦略第二弾で燃料電池車の普及に言及し、日本が燃料電池車に全力を投入する姿勢を示した。トヨタは2014年12月15日に燃料電池車「MIRAIミライ」を世界に先駆け発売した。燃料電池車の生産能力は年間700台であるが、発売日に年間生産台数を超える1000台の予約が入っている。そこで、トヨタは燃料電池車の増産体制を検討中である。

燃料電池車を期待するのは日本だけではなく、欧米でも燃料電池車に熱い視線を送っている⁴²⁾。そのような中、トヨタと独BMWが燃料電池車の共同開発を締結し、ホンダは米GMと提携し、ニッサンは独ダイムラーや米フォードと燃料電池車の日独米連盟を結成した⁴³⁾。燃料電池車の発電用部品に強いトヨタ、燃料電池車の水素ボンベ材料に強い独BMWというお互いの強みを生かした相互補完の技術提携である。国際提携は、研究開発の加速や効率化、部品の共有化に有効であり、社会インフラ整備にも弾みをつける意味もある。

反面、燃料電池の開発で先陣を切ったカナダのバラード社は、共同研究相手と燃料電池のリバースエンジニアリングを禁止する契約書を交わすなど、契約書で燃料電池技術を秘匿し、同時に、特許権で他社の模倣を阻止している。しかし、トヨタとホンダとニッサンは、燃料電池技術を秘密にするのではなく、技術を公開し、それを標準化することを優先させた。その結果、トヨタとホンダとニッサンの3社が提案した燃料電池車の国際標準が採択され、国内仕様のままで海外市場に輸出できることになった。日本の自動車企業は欧米企業との技術提携を行った結果、燃料電池車のディファクト・スタンダード取得競争のような無益な争いを回避できた。このためトヨタは、電気自動車を後回しにして燃料電池車を優先する決断をしたものと考えられる。

4—3 燃料電池車のイノベーション

燃料電池車と電気自動車は次世代自動車として共存していくことになる。トヨタやホンダは、

42) 佐藤昇 [2014] 「人材を育てるホンダ 競わせるサムスン」 日経BP社 「ブッシュ政権が発足すると、米国では水素社会システムを看板に掲げ、国家プロジェクトとして燃料電池車の開発に巨額の資金を投じた。水素燃料電池車に関してはその価値をEVの10倍、つまり燃料電池車1台がEV10台分の重みづけをした。」

43) 日本経済新聞2014年8月5日 「トヨタ自動車は2014年度に燃料電池車を市販。水素タンクは炭素繊維材料を独自の方法で巻き上げて700気圧に耐えるタンクを開発した。トヨタはBMWと組み、基幹部品を共同開発。日産はダイムラーやフォードと提携し、スタッツ、燃料タンクを共同開発する。」

ハイブリッド車やプラグイン・ハイブリッド車で電池開発を行っており、ニッサンは、電気自動車で電池開発を行ってきた。今後、今まで以上に自動車会社の研究開発は、次世代の電池開発に軸足を置くことになる。なかでも、全固体電池⁴⁴⁾とリチウム空気電池⁴⁵⁾とナトリウムイオン電池⁴⁶⁾の研究開発は激しい競争が起きており、これらの技術を獲得した企業が次世代自動車の覇者に近づくことになる。電解液を固体電解質に置き換えた全固体電池、正極に空気中の酸素を使うリチウム空気電池、ナトリウムやニッケルを含む正極とニオブなどの負極によるナトリウムイオン電池は、自動車の将来を塗り替える可能性がある。燃料電池車と電気自動車は、競争相手だけでなく、脱ガソリン車戦略では味方であり、両方ともモーターで走る電気自動車であり、共通する技術も多い。電気自動車の技術的進歩は燃料電池車の進歩を促すことも少なくない。

自動車会社の研究開発は、コンピューター制御のためのパワー半導体開発を加速させている。これは燃料電池車にも電気自動車にも強い味方となる。現在使用されているシリコンをシリコンカーバイドに変更できると、インバーターやコンバーターにおける電力損失を大幅に低減できる。そのため発熱量が減り、インバーターを小さく軽くできる。シリコンカーバイドのパワー半導体の研究開発は、日本で最も激しい競争が起きている分野である。インバーターやコンバーターは広く使われているため、この競争は自動車メーカーだけでなく、家電や産業機械や電機メーカーも巻き込んだ総力戦になっている。

シリコンカーバイドのパワー半導体の関連特許⁴⁷⁾（1995年～2013年）は2987件あり、トヨタ

- 44) 『全固体電池の関連特許』 日立造船：特許公開2012-89388「全固体電池の製造方法」、トヨタ自動車：特許公開2014-216131「全固体電池およびその製造方法」、トヨタ自動車：特許公開2014-203740「全固体電池」、トヨタ自動車：特許公開2014-146501「全固体電池」、トヨタ自動車：特許公開2014-146458「全固体電池および電池システム」。
- 45) 『リチウム空気電池の関連特許』 トヨタ自動車：WO2010/073332「リチウム空気電池」、本田技研：特許公開2014-209466「リチウム空気電池およびリチウム二次電池」、トヨタ自動車：特許公開2014-197454「リチウム空気電池用の電解液」、トヨタ自動車：特許公開2014-86256「リチウム空気電池正極用炭素材材料及びリチウム空気電池」、スズキ：特許公開2014-123459「リチウム空気電池、およびリチウム空気電池の負極複合体」。
- 46) 『住友ペークライトのナトリウムイオン電池の関連特許』 特許公開2014-154546「負極材料、負極活物質、負極およびアルカリ金属イオン電池」、特許公開2014-154290「負極材料、負極活物質、負極およびアルカリ金属イオン電池」、特許公開2014-132592「負極材料、負極活物質、負極およびアルカリ金属イオン電池」、特許公開2014-132556「負極材料、負極活物質、負極およびアルカリ金属イオン電池」、特許公開2014-132555「負極材料、負極活物質、負極およびアルカリ金属イオン電池」、特許公開2014-132551「負極材料、負極活物質、負極およびアルカリ金属イオン電池」。
- 47) 『パワー半導体の関連特許』 トヨタ自動車：特許公開2012-228114「パワーモジュール及び該パワーモジュールを搭載したハイブリッド車又は電気自動車」、特許公開2012-234908「炭化珪素半導体装置」、特許公開2013-214658「炭化珪素半導体装置およびその製造方法」、本田技研：特許公開2012-138459「パワー半導体モジュール、及びその製造方法」、日産自動車：特許公開2013-33812「パワー半導体モジュール」。

131件、トヨタ系列企業を含めた全体で430件、ホンダ18件、ニッサン103件が出願されている。エアコン・メーカーや電力会社はシリコンカーバイドのパワー半導体による効率向上を狙い、開発を急いでいる。200°C程度が限界のシリコンに比べ、シリコンカーバイドは耐熱性が高く300°C程度の高温で作動し、冷却装置が小型軽量になる。また、シリコンカーバイドはスイッチング周波数を高くできるため、スイッチング電源回路の周辺部品を小型化できる。さらに、自動車以外の分野でも使用されるため、歩留向上や量産効果によるシリコンカーバイドの価格低下が、シリコンカーバイドのパワー半導体へのシフトを加速している。

トヨタは、テスラ・モーターズのような電気自動車ベンチャーが数多く参入し、低価格競争になることを極端に恐れている。藤本雄一郎によれば、インドのタタ社は、50万円の超低価格の電気自動車を生産できるとしている⁴⁸⁾。インドの自動車メーカーは新車開発を始める前に、新車の仕様をオープンにし、世界の部品メーカーにコストで競争させ、最も安く作れる部品メーカーに決定する⁴⁹⁾。そこで、部品メーカーは新たに開発してコストを高くするより、既にある汎用的な部品を流用し、量産効果で低コスト要求に応じるのが常となる。電気自動車はガソリン車のような擦り合わせ技術が不要であり、部品を購入して誰でも組み立てられる。ガソリン車よりも部品点数が少なく単純構造の電気自動車（ガソリン車の部品点数は3万点、電気自動車の部品点数は1万点）は、コモディティ化の格好のターゲットになる可能性が高い。トヨタはこのような自動車のコモディティ化を最も嫌っているため、電気自動車の投入を可能な限り遅らせたいと考えている。

一方、燃料電池車はトヨタやホンダが得意とする擦り合わせ技術が必要であり、テスラ・モーターズのような新規参入は不可能と考えられる。燃料電池のスタックに電解質膜とセパレーターを組み込み、貴金属である白金を触媒として発電する研究開発は、資金力のない中小ベンチャーにはかなり難しい。これが、トヨタやホンダが電気自動車ではなく、コモディティ化にくい燃料電池車を優先させたいもう一つの理由である。

また、日本企業が得意とするCFRP燃料タンクの製造は、高い参入障壁になるため、燃料電池車に傾倒することは容易に理解できる。また、石油会社は、家庭でも充電できる電気自動車に危機感を抱いていたが、燃料電池車になればガソリンに加えて水素を販売できるため、燃料電池車の強力な応援団になっている。さらに、家庭用燃料電池の先駆者で豊富な実績のある東芝、パナソニックは燃料電池車の強い味方である。このような状況を考慮すると、今は電気自

48) 藤本雄一郎 [2013] 「破壊的イノベーション」 中央経済社

49) [2014] 「次世代自動車2014」日経ビジネス 「インドのバジアン・オートのRE60は、1台12～15万ルピー（約21～26万円）の最安自動車。4人乗り、エンジンは200ccで、20馬力、最高時速は70km、ガソリン1リッター当たり走行距離は35km。タタ・モーターのナノの価格15～20万ルピー（約26～35万円）よりも安い。東南アジアや中国で最も売れるクルマは50万円前後。超低価格部品のコモディティ化が進行中。」

動車ではなく燃料電池車に注力することに議論の余地はない。

トヨタは燃料電池車の販売を開始すると同時に、普通サイズの電気自動車は造らないと明言している。電気自動車は単純構造で部品点数も少なく誰でも簡単に製造できる。反面、燃料電池車は日系企業が国際標準を握れるほど強みを持っており、トヨタおよびトヨタ系列企業が独自の特許技術を活用できるため、トヨタは次世代自動車の本命を燃料電池車に据えたいと考えている。

トヨタの東富士研究所には、燃料電池開発部員が300人、量産化に向けて車の作り込みに近い開発をしている燃料電池技術部に300人配属され、開発要員だけで1000人を超えている。また燃料電池スタックの内製化だけでなく、水素タンクまで内製化している⁵⁰⁾。燃料電池への全社を挙げた人材投入はトヨタの真剣に取り組む姿勢が感じられる。また、豊田章男社長は、環境に優しい水素オリンピックを目指す2020年の東京オリンピックの組織委員会副会長に就任した。オリンピックは、水素ステーションなどのインフラ整備を加速する絶好の機会であり、トヨタの燃料電池車に対する強い情熱が国を動かすことは間違いない。燃料電池車が、環境対策に全力を挙げるトヨタのブランドのイメージアップができれば、販売当初の赤字は豊富な資金力のトヨタにとってまったく問題ない。世界初のハイブリッド車プリウスの発売、それに続く、世界初の燃料電池車ミライの発売が、環境に優しい先端企業トヨタをどれだけアピールできるかは、社会が決めることになる。

4—4 燃料電池車の課題とその対策

燃料電池車はまだ欠点が多く、今後、解決しなければならない課題も山積している。

1) 水素充填のための水素ステーションの建設費が高い問題

水素ステーションの建設費が高い理由は、水素脆性の少ない特殊な鋼材使用や立地に関する規制が多いためであり、日本の建設費は4億～5億円で欧米の1.5億円より遥かに高い。水素ステーションの規制緩和は、日本政府の本気度を測る物差しとなる。政府は水素ステーションの設置コストを半減するために、その建設基準や保安規制の緩和を検討し始めている。水素充填機の設置場所は、安全を考慮して公道から8m以上離れることを原則としているが、4m以上にする緩和案を検討中である。これが実現すれば、多くのコンビニが駐車場で水素ステーションを営業できることになる。太陽日酸は、ハイドロシャトルと呼ばれる移動式の水素ステーションで水素を販売する。これは、土地購入費がかからないため低コストであり、水素ステーションの建設費問題を解決する正解のひとつである。また、太陽光で発電した電力を使い、水から水素を生成して、水素充填する簡易ステーションの設置基準の見直しを政府が検討し始めてい

50) 週刊ダイヤmond 2014年10月25日

る。化石燃料を一切使わず、太陽光だけで走る燃料電池車が現実のものとなる日は目前に迫っている。

2) 白金触媒の高コストと偏在問題

燃料電池車には白金触媒が約100g必要であり、燃料電池車の価格を高くする最大の原因になっている。その白金の埋蔵量の9割は南アフリカに偏在している。石油や天然ガスの化石燃料をOPECが支配し、希土類金属（レアメタル）を中国が支配しているように、もし白金が禁輸されれば、白金を使う燃料電池車は風前の灯になる。

そこで、白金を削減⁵¹⁾、または、白金を不要とする研究開発が活発であり、多くの特許が出願されている。特許公開2014-91061熊本大学「鉄フタロシアニン／グラフェンナノ複合体、鉄フタロシアニン／グラフェンナノ複合体担持電極及びこれらの製造方法」の特許は白金触媒と同等の性能を有した白金フリーの安価な酸素還元触媒の発明である。特許公開2011-233283三菱重工業「燃料電池用電極触媒」の特許はストロンチウムとニッケルとタンゲステンの複合酸化物やバリウムと銅とタンゲステンの複合酸化物で白金触媒を不要にする発明である。特許公開2009-231196新日本石油「燃料電池用電極触媒、並びにそれを用いた膜電極接合体及び燃料電池」の特許も白金触媒を不要にする発明である。もし白金フリーの触媒が可能になれば、燃料電池車の価格は大幅に下がると考えられる。

3) 発電水の凍結問題

燃料電池で発電すると水が発生する。この水が零下の気温で氷になり、燃料電池の発電に不都合が生じることが懸念される。現在の解決策は、燃料電池の効率をあえて悪くし、発生させる電力を犠牲にすることで水を高温にし、凍結を防止している。燃料電池の効率向上と凍結防止の両立が残された問題である。

4) インバーター性能問題

上述したように、インバーター性能の向上のために、シリコンカーバイドのパワー半導体の開発が進行している。燃料電池で作られる電気は直流であり、モーターで使用するのは交流である。直流から交流に変換するインバーターが必要になる。燃料電池の出力が低電圧であるためインバーターの効率が悪くなる。インバーターを使用せず、直流モーターを使用することも不可能ではない。直流モーターは、出力と始動トルクが大きく、小型軽量で安価である。しかし、直流モーターは、自動車の減速時にモーターを発電機として使う回生（充電）を利用する事が難しく、さらに、整流子の摩耗を防ぐ目的でカーボンブラシを犠牲にするため定期的なブラシ交換が必要である。回生とブラシ交換の問題が解決すれば直流モーターが採用され、イ

51) 日本経済新聞2014年10月21日 「帝人が燃料電池車の触媒に、高価な白金を使わず、鉄と窒素を使う安価な触媒を開発。現在の触媒は炭素粒子に白金を付けているが、白金の産地は南アフリカとロシアに偏る。帝人は触媒の価格を10分の1以下にする目標。」

ンバーターを使わない燃料電池車が実現する可能性がある。

5) 水素爆発問題

水素タンクは、内層がプラスチック素材、中間層が炭素繊維強化プラスチック、外層がガラス繊維強化プラスチックの3層構造（肉厚25mm）で700気圧の耐圧を持っている。水素センサーや加速度センサーで水素の漏れや車両の衝突を検知すると、水素タンクのバルブが自動的に閉じられる。また、水素タンクや配管を車外に配置しているため、水素が外部に拡散する構造になっている。水素は空気よりも軽いため、たとえ漏れても空気に拡散し大事故になる可能性は非常に低い。しかし、水素による火災は伝播速度が速く爆発エネルギーも大きい。水素は静電気で簡単に引火し爆発することもあるため取り扱いには注意する必要がある。

世界初のハイブリッド車プリウスのブレーキ問題やレクサスの急加速問題など、2009年の米国での「トヨタたたき」は記憶に新しい。それはトヨタが米国の誇りであり米国民の期待の星であるGMを米国シェアで抜き去ろうとした瞬間の出来事だった。米国民の自尊心を傷つけたことがトヨタを炎上させた⁵²⁾。たとえ、トヨタの過失が一切ない水素爆発であっても、米国民はトヨタを絶対許さない。その理由は、GMよりも早く世界初の燃料電池車を販売したトヨタを我慢できない米国の国民性のためである。トヨタは、燃料電池車の販売を、万全の品質管理と丁寧なアフターサービス体制を整えて、米国での販売を開始することになる。

家庭用燃料電池が広く知られた日本は、燃料電池車の初適用として絶好の場所であり、先ず日本で実績を積むことが現実的である。原発が停止した現在の日本では、電気自動車は化石燃料による発電時の二酸化炭素の排出を考えると、地球にやさしい自動車は電気自動車よりも燃料電池車の方が優位に立っている。電気自動車が普及すれば、トヨタは二次電池やモーターやインバーターを購入する単なる組み立て屋になり、低価格競争に陥ることは必至である。これは日本の電機メーカーが歩んだ茨の道であり、トヨタの得意とする擦り合わせ型の生産方式の消滅を意味する。トヨタの独自開発による多様な内製部品を搭載した燃料電池車は、他社の追随を許すとは考えられない。燃料電池車「ミライ」には、トヨタが部品組み立て屋には絶対なりたくない決意と自信が溢れている。

52) 齋藤淳 [2014] 「アメリカ型ポピュリズムの恐怖」光文社新書 「リコールや急加速問題の発端となったレクサスの死亡事故は、NUMMI閉鎖の発表の翌日であった。事故後、トヨタたたきが強まり始めた頃、業界アナリストは「NUMMIでの生産打ち切りを決めたことでトヨタは米国の怒りを買った」と警鐘を鳴らした。NUMMIの閉鎖問題がトヨタによる従業員への退職支援金の特別支援合意などで決着した後、さらに、トヨタとテスラがEV共同開発を提携したこと、NUMMIの1000人をテスラが再雇用し、UAW関係者のトヨタへの不信感や嫌悪感を払拭できた。」

5章 自動運転車のイノベーション

5—1 自動運転車の胎動

自動運転車の胎動はすでに日本で始まっている。富士重工業のアイサイトのように、衝突防止技術や自動ブレーキが自動運転車レースの出発点である。自動車各社が争って自動ブレーキを搭載し、衝突安全装置を標準装備する自動車が急増している。衝突防止技術や自動ブレーキの普及は、自動車購入者が約10万円高く支払ってでも自動ブレーキを希望する場合が急増したためである。このことは、自動車会社に自動運転車の研究開発を急がせる要因になっている。

自動運転車はすでに各方面で実用化されている⁵³⁾。たとえば、コマツが製造するブルドーザー やトラクターは自動運転車が多い。人里離れた山奥の鉱山で働くのは人間にとって過酷であり、熟練したドライバーが集まりにくく。そこで、建設土木分野では自動運転車が人手不足を解消する有効な手段となっている。コマツは自動運転車を販売するだけでなく、稼働状況や無人運転作業も含めて総合的な請負サービスを行っている。また、無人航空機（UAV）は、レーダーで障害物を識別しGPSで位置を確認して無人で飛行するロボットである。無人航空機は人が行くことができない場所に迅速に到達できる。農家は無人航空機を活用し農薬散布と農産物の生育状況調査に活用している。セコムは夜間警備に無人航空機を利用し、警備員の安全や機動的な警備に役立てている。アマゾンは無人航空機を使い最大32kgの小包を宅配し、物流センターから10kmの範囲ならば30分以内で顧客に届けるサービスを始めている。コマツの無人ブルドーザーと、セコムやアマゾンの無人航空機は、自動運転車が本格化する前段階の胎動と考えられる。

社会を変革するような巨大なイノベーションの前には、このような胎動が必ず存在する。産業革命の立役者であった蒸気機関は、蒸気機関車が世に出る前に、炭鉱の水をくみ上げるために使われた胎動期間があった。現在のようにパソコン同士が情報をやり取りする前に、電話線を介したパソコン通信の胎動期間があった。携帯電話が普及する前に、自動車電話で通話した胎動期間があった。これらの胎動期間に存在したものは、次に続くイノベーションが本当に社

53) 川北蒼 [2014] 「スティーブ・ジョブズがデザインしていた未来」総合法令出版 「アマゾンが、2011年物流倉庫の自動運搬ロボット「キバシステム」を買収し、倉庫の自動化に自動運搬ロボットを導入した。アマゾンの倉庫で稼働する自動運搬ロボットは、互いにコミュニケーションをとり、ロボットの位置を制御し合ってぶつからないで、最適経路を自動計算し、最短時間で商品を移動させる。1400台のロボットを導入で、注文処理費や人件費を圧縮した。多数の運搬ロボットが商品棚を下から持ち上げてお互いにコミュニケーションをとり、位置を制御し合ってぶつからないで、最適経路を自動計算し、最短時間で移動させる。この運搬ロボットは、トイザラス、GAP、オフィスデポ、ウォルグリーンなどで大成功している。」

会に受け入れてもらえるかを決めるプロトタイプ(β版)であり、この胎動期間はイノベーションの社会的価値を育む熟成期間である。後で歴史を振り返ると、今が自動運転車の胎動期間であったことが明らかになる。

自動運転車は、目的地を指示すると自動車が勝手に道路状況や安全を確認して、人間や物を指示した目的地まで自動的に運んでくれるドライバーフリーの乗り物である。自動運転車は、オートパイロット（自動操縦）自動車、ハンズフリー自動車、オートマチック自動車、ロボットカー、スマートカー、無人自動車など、呼び名さえも定まっていない。自動運転車は、通った道を映像情報に記憶し、次に通る時、その情報と照合しながら位置を確認して運転する。道路の風景は天候や季節や時間で大きく変わる。落ち葉や降雪や風雨などは道路の景観を変化させるので、コンピューターが以前通った道と認識することは容易ではないが、センサーやカメラを駆使したビッグデータを瞬時に演算できるコンピューターがそれを可能にした⁵⁴⁾。

現在の自動車には200を超えるセンサーが装備され、我々の運転をサポートしている。自動運転車が実現すれば、さらに多くのセンサーが標準装備される。そのため、自動運転車が生み出すデータは毎秒1ギガバイトを超え、そのビッグデータを演算することはコンピューターでなければできなくなる。人間が情報を入手し脳に送り判断し、その命令を手や足に送り反応するのに少なくとも約200ミリ秒かかる。一方、センサーが情報を検知しコンピューターに送り演算しブレーキやタイヤが反応する時間は人間に比べ格段に短い。さらに、人間は居眠り運転やよそ見運転などのミスが多い。自動運転車は人間が運転するよりも非常に安全で正確であることが常識になる時代は、それほど遠くない。

最新の道路状況を知っているのは前方を走る自動車である。前方の数台前の自動車が急ブレーキを踏んだことを人間には見えなくとも、後続の自動運転車が即座に反応し衝突を回避する。前方の自動車が持つ映像情報を常に送信してもらえば自動運転の精度が向上し、人間が運転するよりも先に人や障害物を発見でき、交通事故の減少や渋滞の緩和に役立つ。このように自動運転車は、障害物や道路状況を知らせるセンサーと、その情報処理を行う人工知能から構成されている。自動運転車は、コンピューターとセンサーと通信技術を活用した走るロボットである。

NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）が、時速80kmで車間距離4mに保ちながら4台のトラックで縦列走行する実験を行った。その結果、空気抵抗が減少するため燃費が

54) 小川和也 [2014] 「デジタルは人間を奪うのか」 講談社現代新書 「自動運転車は、レーザー・レーザーで周囲の物と自動車の距離を数cmの精度で測り、3次元地図データの特徴点と照合して自車の位置を数~十数cmの精度で計算する。単眼カメラは人や自転車、標識などを見分け、ミリ波レーダーは長距離、超音波センサーは近距離の障害物検知に使う。」

15%向上することを確認している⁵⁵⁾。自動運転車は燃費向上も期待でき、エネルギー消費量を最小限にできる。社会に自動運転車が広く普及すれば、交通渋滞が解消されるだけでなく、時刻表通りに運行する新幹線のように到着時間の精度が秒単位にまで向上し、人の移動や物の運搬が正確に予測できるようになる。

日本の交通事故死は2013年4373人であり、全世界の交通事故死は年間124万人である。自動運転車になれば、自動車事故の法的責任がドライバーから自動車メーカーに移ることになる。当初、保険会社と自動車事故を専門とする弁護士は、法的責任が賠償金などの支払い能力の高い自動車メーカーになることに大賛成する。しかし、その後、自動運転車は交通事故を激減させることが証明される^{56, 57)}。その結果、交通事故の減少で自動車保険や運転免許制度や道路交通法が大きく変化する。自動車保険の加入者が激減し、損害保険の半分を占める自動車保険の収入がなくなるため、保険会社の屋台骨が緩み、保険会社の雇用は大幅に削減されることになる。無人タクシーや無人トラックが登場し、タクシードライバーやトラックドライバーは職を失う。自動運転車は、バス事業や宅配サービスや移動販売車などの雇用や仕事を奪う痛みを伴うイノベーションを興す。

それと同時に、自動運転車は、タクシーディーラーとトラック運賃を激減させ、経済損失が大きい交通渋滞を解消する恩恵を我々にもたらしてくれる。スマホや携帯電話から時間と場所を指定すると、自動運転車が我々を移動させてくれる社会が来る。換言すると、自動運転車はレールも時刻表もない個人専用の電車のような存在になる。電車に乗るのに運転免許証が要らないように、運転免許試験場で多額の金と時間を費やす必要がなくなる。しかし、諸外国に比べ既得権への固執に熱心な日本では、自動運転車の道路交通法改正は世界で最も遅れる可能性が高い。タクシー業界では、手を挙げてタクシーをつかまえるのではなく、スマホでタクシーを呼び出

55) [2014]「次世代自動車2014」日経ビジネス 「NEDOが、時速80kmの高速で、車間距離4mに保ちながら4台のトラックで縦列走行する実験に成功。1秒間に50回、クルマの速度と加速度を車間で無線通信し、縦列全体がほぼ同時に加速・減速することを可能にした。空気抵抗が減るため15%以上の燃費が向上し、車間距離が縮まるので、渋滞抑制などの効果もある。自動運転技術は、エネルギー使用量の削減や、配送時間の短縮などに有効。」

56) 小川和也 [2014]「デジタルは人間を奪うのか」講談社現代新書 「IEEEは、2040年には車の75%が自動運転車と予測。自動運転になれば交通事故を劇的に減らせ、効率的に流れるようになり、燃費効率が上がる。」

57) ジョージ・ビーム著、林信行訳 [2014]「Google Boys」三笠書房 「走行距離は32万キロメートルを超えるが、いまだ無事故。目的地を伝えると、ハンドルにいっさい手を触れずに勝手に走り、ちゃんと信号で止まり、駐車もしてくれるロボットカー（自動運転車）。グーグルは、自動運転車の技術を応用し、広告費で運営される無料のロボットタクシーを開発する噂。米国では車の事故が、16歳の若者の死亡原因のトップ。ペイジが自動運転車に取り組む理由は、交通事故をなくしたいからだ。人よりも情報処理が速く判断も正確なコンピューターが車を運転したら、世の中はどう変わるかを追及したのが自動運転車。」

すウーバーなどが米国で普及している。近い将来、スマホで自動運転車を呼び自宅に届けてくれる日が来る。日本では、スマホでタクシーを呼ぶサービスさえも認可されていないのが現状で、自動運転車によるタクシーの認可は、米国に比べかなり遅れると考えられる。たとえトヨタが自動運転車を世界で初めて販売しても、それに反対する勢力や規制が日本では強すぎるため、イノベーションは欧米に比べ小規模なものになる可能性が高い。

自動運転車の開発で最も重要なことはハッキング対策である。自動運転車が外部と通信で情報を取り取りする時に、ハッカーやクラッカーが自動運転車のコンピューターに不正侵入して情報を改竄し、事故を起こす危険がある。ハッカーやクラッカーは遠隔操作でエンジンやブレーキを思いのままに操ることで大事故を引き起こすことも可能になる。このハッキング対策が完璧なものにならないと、自動運転車は絵に描いた餅になる。ハッキングやサイバー攻撃対策で実績のあるIT企業は、自動運転車のオペレーション・システムOS開発において、自動車メーカーよりも有利な立場に立つと考えられる。

自動運転車は、どこでも乗り捨てて勝手に自宅に帰ってくれ、また、必要なときに迎えに来てくれる所以、レストランやショッピングモールやデパートやホテルには大駐車場が不要になる。また、地価の高い街の中心部に、大駐車場を設ける必要がなくなるため、土地の有効活用で街が活性化する。このように、自動運転車は新たなビジネスを誕生させる。自動運転車が一般化する時代には、我々一人一人が自動車を所有するのではなく、レールのない電車のような感覚で無人タクシーや無人ハイヤーを利用すると考えられる。インターネットは情報を繋げたが、自動運転車はリアルな人間や物を繋げるネットワーク社会を実現する。このネットワークで繋がった自動運転車を起点とする社会は、社会全体がコシピューター制御される。このコシピューター制御はネットワーク外部性が働くため特定の企業だけが占有し、その企業は社会全体を掌握する覇者になる。自動運転機能を組み込んだオペレーション・システムOSを手中に収める企業は、グーグルやアップルやクアルコムのようなIT企業になるのか、トヨタや独VWや米GMの御三家になるかは、今のところ誰にも読めない⁵⁸⁾。現時点で断言できるのは、スマートのOSや家電のOSと自動車のOSが異なるシステムになることは絶対にないことである。自動車を含め、社会のすべての物が同じOSで制御されるため、それを掌握した企業は巨万の富を

58) 小川紘一 [2014] 「オープン&クローズ戦略」翔泳社 「クルマがネットワークにつながり、付加価値の領域も競争ルールも大きく変わる現実が目の前に来ている。クアルコムは、自動車の中のデータと、運転情報などをネットワークへ送り出すルートに圧倒的な存在感を持つ。データの入り口をにぎるクアルコムは、クルマのネットワークにつながるとき、グーグル以上に大きな影響力を持つであろう。」「クアルコムはコア技術を知的財産で完全に守れる半導体チップに特化し、チップと他社の技術をつなぐインターフェイス領域にも知的財産を刷り込ませて公開し、その上で他をすべてオープン標準化するという、オープン&クローズ戦略を徹底させた。テキサス・インスツルメンツは、3Gでクアルコムの知的財産を使わざるを得なくなり、WiFi技術の開発・調達も遅れ、スマホの半導体チップ戦線から脱落した。」

永続的に得ることができる。いずれにしても、自動運転車が社会全体を変革するイノベーションを巻き起こす日は、すぐそこまで来ている。

自動運転車の開発競争は、自動車メーカーと、グーグルやアップルやクアルコムなどのIT企業が入り乱れ、熾烈を極めることになる。今までに豊富に蓄積した情報の解析に優れた自動車メーカー⁵⁹⁾と、全体のネットワークを制御するシステム構築に優れたIT企業との協調と競争が繰り返される。自動車メーカーの選択肢は、グーグルかアップルか、デンソーかボッシュか、パナソニックか日立か、燃料電池車か電気自動車かの二者択一ではない。自動車メーカーは、複数の未知数を含んだ連立方程式を短い制限時間で解くことが求められる。トヨタにとって最悪のシナリオは、アンドロイドOSや自動運転車や資金力に優れたグーグルと、電気自動車で実績のあるテラス・モーターズが提携し、トヨタの前に立ちはだかることがある。電気自動車と自動運転車は親和性が非常に強い。トヨタの手薄な電気自動車と自動運転車の合体が、社会を変革する起爆剤になることをトヨタは誰よりも良く理解している。IT企業と自動車メーカーだけでなく、運送業、保険業、旅行業、飲食業、小売業、製造業におけるM&Aが活発化し、社会システムが統一されることは間違いない。いち早く自動運転車を開発した企業ではなく、自動運転車の社会的価値を高めた企業が、自動運転車を起点とするイノベーションの果実を丸取りできると考えられる。

その企業は自動車メーカーである必要はない。自動運転車のイノベーションを興す企業は、次のようなケースが考えられる。自動運転車のOSを掌握した企業か、自動運転車を遠隔操作する技術に優れたソフトウェア会社か、自動運転車のワイヤレス充電を可能にする無線技術を持った企業か、自動運転車のハッキング対策に優れたIT企業か、自動運転車のタクシーやリース会社か、自動運転車によるカーシェアリング会社か、自動運転車を活用したトラック輸送会社か、自動運転車と鉄道を組み合わせたハイブリッド鉄道会社か、自動運転車や無人航空機を使つたアミューズメント型旅行会社か、自動運転車とロボットを利用した無人の移動販売会社か、自動運転車を利用した動くレストランを経営する飲食業か、自動運転車を利用し患者のいる場所に駆け付ける移動する病院か。これらのビジネスは、公共の道路を移動中に行われるため新たな土地取得が不要であり、客が店に出向く必要がなく、無人であるため人件費が一切からない。このように自動運転車は、血管を流れる血液のように、社会を循環する「移動ビジ

59) 廣松隆志 [2014] 「すべてがわかるIoT大全」日経BPムック 「ホンダはカーナビ向け情報配信サービス「インターナビ・リンク・プレミアムクラブ」を開始。185万台以上のホンダ車から59億キロメートル超の走行データを収集してクラウド上に蓄積し、カーナビのルート計算の高度化などに使っている。膨大な走行データを分析することで、急ブレーキ多発地点などを特定。こうした情報をクラウドから自動運転車に随時配信すれば、安全性の向上に直結する。また、自動運転に必要な情報処理の一部をクラウド化できれば車載システムを安価に構築できる。」

「ネス」を誕生させる。自動運転車のイノベーションは、非常に広範囲にわたり、その影響は我々の生活や社会を根本的に変えるものとなる。

5—2 自動運転車の社会的価値

高峰譲吉博士⁶⁰⁾は、豊田佐吉に、発明するだけでなく、それが実用化されて社会的価値を生み出すイノベーションになるまで育て上げることが発明者の仕事である、と説いている。この発明を育てる仕事を怠れば、発明に何も寄与しなかった企業がイノベーションの果実を得ることになる。鈴木博毅は、「イノベーションと価値を結び付けられなかった場合、技術イノベーションや市場のパイオニアは往々にして、自分たちで卵を産み落としていながら、他社にそれを孵化される、という運命をたどりかねない。⁶¹⁾」と言っている。自動運転車を発明しただけで、自動運転車を育てて社会的価値を生み出すことを忘れると、自動運転車のイノベーションは発明者の予想したものとならないだけでなく、発明とまったく関係ない者がその果実を奪い取ることになる。自動運転車の発明がもたらすイノベーションは自動車業界が支配する可能性はむしろ少ないと言える。それはイノベーションが常に越境する特性を有しているためである。自動車業界以外のイノベーションを着想する力こそが、自動運転車の社会的価値を拡大し発展させることになる。

K・ケリーが「電気式白熱電球は発明され、再発明された。つまり一緒に発明され、何十もの「最初の発明」があった。「エジソンの電球」の中で、エジソン以前に23人の白熱電球の発明者があったことを述べている。23の電球は、発明者によってフィラメントの形、線の材料、電気の強さ、ソケットの形などがさまざまであった。⁶²⁾」と言っているように、エジソンは電球の最初の発明者ではない。何故、エジソンだけが電球の発明で有名になり、歴史に残る名声を与えられたのか。それはエジソンが米国中で電球の有効性を宣伝した結果、電球の社会的価値が広く認知されたためである。吉村慎吾が「エジソンはスワンが生み出した白熱電球を発電所、送電網という組み合わせで社会的に価値あるものへと発展させた。彼が生み出したのは技術ではなく社会的価値である。⁶³⁾」と言っている。コロンブスはアメリカ大陸の最初の発見者

60) 木本正次 [2014] 「トヨタの経営精神」 PHP文庫 高峰譲吉博士の言葉に豊田佐吉は心を打たれた。「発明を完成するには、発明家は最後までその場を離れてはいけません。発明品を実用化するのもまた、発明家の責任であります。発明者は発明品から離れてはならないのです。卵や雛のうちに人手に渡すから、途中で死んだり不具になったりするのです。立派な丈夫な翼が生えて、もうどこへ放っても大丈夫、大空を翔けて行くという確信がもてるまで、発明家は面倒を見る責任があるのです。これが発明を完成するゆえんではあるまいかと思うのです。」

61) 鈴木博毅 [2014] 「戦略の教室」 ダイヤモンド社

62) K・ケリー著、服部桂訳[2014] 「テクニウム テクノロジーはどこへ向かうのか？」 みすず書房

63) 吉村慎吾 [2014] 「イノベーターズ 革新的価値創造者たち」 ダイヤモンド社

ではない。紀元前にアジア人がアラスカを経由して大陸を発見し、さらに、約1000年前に北欧のバイキングが大陸を発見している。何故、コロンブスだけがアメリカ大陸発見で歴史に名を残したのか。それは、コロンブスが大陸発見を欧州で報告し社会に広く認知され、欧州から米国への移住などの社会的価値を生み出したためである。

蒸気機関車の発明自体はイノベーションではない。蒸気機関車の発明を利用して鉄道を作り人々が便利に利用できるようにしたことがイノベーションである。この社会的価値を高める仕事がイノベーションである。燃料電池車や電気自動車を発明しただけでは、イノベーションは興せない。燃料電池車や電気自動車が今よりも豊かで便利で安全で持続可能な社会に変革し、広く社会的価値が認知されなければ、イノベーションとは言えない。また、自動運転車が発明されただけではイノベーションは興らない。自動運転車をベースに考えられた社会システムが構築され、その社会的価値が広く周知されなければ、自動運転車のイノベーションは完成しない。

社会的価値を広く認識されるには、発明者やエンジニアだけが理解できる難解な科学や数学や理論で説明するのではなく、万人が実際に体験できる具体的な物やサービスである必要がある。人類にどれ程有効な発明であっても、一般人が社会的価値を理解できなければ、イノベーションとは言えない。また、発明の社会的価値を高めるのは、発明の進歩性が必須である。しかし、進歩し過ぎた発明は社会に受け入れてもらえないばかりか、社会的価値を生まない。社会にイノベーションを興すには、発明の進歩の速度が重要である。社会の進歩より早すぎた発明は、社会が受け入れないため社会的価値がない。しかし、誰よりも早く発明をしないと特許などの知的財産を他社に取得される危険がある。社会の進歩より1歩か2歩だけ早い発明、すなわち、「遅すぎず早すぎない発明」がイノベーションに最も近いと言える。180年前に発明された電気自動車と80年前に発明された燃料電池車が、何故、今、注目されるのか。それは、燃料電池車や電気自動車が現代社会に間に合ったことと、同時に、社会が燃料電池車や電気自動車にぴったり追い付いたためである。これは、「遅れるのはダメだが、早すぎるのもダメ」とトヨタが言い続けてきた所以である。

その社会の変化は、地球環境問題やエネルギー資源の枯渇問題への関心の高まりだけではない。上述したように、コンピューターの飛躍的な進歩、クラウド技術の普及、パワー半導体の発明、二次電池の進歩、センサーによる画像処理技術の発明などの、自動車業界とは一見関係ない社会変化である。それらの社会変化と燃料電池車や電気自動車や自動運転車が運良く遭遇し、今まさにイノベーションが生まれようとしている。

イノベーションを興すには、社会がどのように生まれ変わるかを予見しなければならない。望遠鏡の発明は発明後1年以内に木星の衛星の発見をもたらしたが、顕微鏡の発明は微生物の

発見に200年も要した。これは天文学者が衛星の存在を予測していたが、生物学者は微生物の存在を予想できなかつたためである。発明者よりも、その発明を利用して社会的価値を先に見出した者がイノベーションの勝者となることを、ジム・コリンズが指摘している⁶⁴⁾。自動運転車のある社会を想定し、その時、我々の社会はどうあるべきかを考えることが大切である。自動運転車と人間が共存する社会を思い描くことができなければ、自動運転車のイノベーションは雲散霧消となる可能性も否定できない。

自動運転車の社会的価値を高めるのは、次のような事例が想定される。

1) 便利で快適な社会

- ・通勤時に車内で読書や仕事や仮眠などの自由時間を過ごせる書斎のある自動運転車
- ・趣味や興味に合わせて旅行に連れて行ってくれるツアーコンダクター型自動運転車
- ・外で飲酒した後、自動車のカーテンを閉めてリラックスして帰宅できる自動運転車
- ・車内で調理し、料理完成の時に合わせてデリバリー或はケイタリングする自動運転車

2) 交通死亡事故のない社会

- ・交通違反（飲酒運転、居眠り運転、わき見運転、速度違反等）をなくす自動運転車
- ・交通死亡事故がなくなり被害者も加害者もなくなり、交通裁判をなくす自動運転車
- ・運転免許や道路交通法を改正させ、傷害保険料や医療負担を激減させる自動運転車
- ・交通死亡事故による交通遺児や、交通事故による身体障害者等をなくす自動運転車

3) 弱者にやさしい社会

- ・盲人、児童、高齢者、身体障害者などが好きな時に好きな場所に行ける自動運転車
- ・保育園児の送り迎えを無人で行うため、親の保育負担を軽減してくれる自動運転車
- ・高齢者をデイサービスや病院へ送り迎えるため介護負担を軽減できる自動運転車
- ・鉄道やバスの廃止で買い物弱者になった高齢者をスーパーに送り迎える自動運転車

4) 健康で安全な社会

- ・自動車自体が盗難を察知し運転を中止し警察に通報する盗難防止に強い自動運転車
- ・交通事故や交通渋滞や地震や火災の危険な場所を事前に察知し回避する自動運転車
- ・深夜に無人で急速充電ステーションに行き、充電して自宅に帰ってくる自動運転車
- ・患者が助けを呼ぶ前に、患者の病気や怪我を遠隔診断し、走り出す自動運転救急車

5) 持続的可能な社会

64) ジム・コリンズ著、牧野洋訳 [2012]「ビジョナリー・カンパニー④」日経BP社 「先駆的なイノベーション企業のうち最終的に市場の覇者として競争に勝ったのはたった9%だった。安全カミソリを先駆者として開発したのはジレットではなくスター、インスタントカメラを開発したのはボラロイドではなくデュブローニ、パソコン向け表計算ソフトを開発したのはマイクロソフトではなくビジコープ、アマゾンはオンライン書籍販売の先駆者ではない。」

- ・ドライバーの乗り降りが不要になるため今までの2倍の駐車を可能にする自動運転車
- ・駐車場のないデパート、レストラン、ホテルを可能にし、街を活性化する自動運転車
- ・無人田植え機、無人稲刈り機、無人耕耘機で農業の生産性を向上させる自動運転車
- ・産地直送の野菜や果物や鮮魚を積み、人間ではなくロボットが販売する自動運転車

イノベーションは一つの企業が興すものではなく、さまざまな業界や社会が興すと解釈すれば、最初に革新的な技術開発をもたらした企業の多くが、そのイノベーションの霸者にならなかつた事実も容易に理解できる。社会的価値と自分の得意な土俵を合体させ、自分の領域に引き込むアクティブ・イノベーションができた企業がイノベーションの霸者になる。自動運転車、燃料電池車、電気自動車のある社会が、我々の生活、仕事、娯楽、医療、介護などと、どのように共存できるか、多角的で複眼的な議論が必要になる。

自動運転車がもたらす便利で快適な社会、交通死亡事故のない社会、弱者にやさしい社会、健康で安全な社会、持続可能な社会などの社会的価値と、ロボット、人工知能、センサー、コンピューターの飛躍的な進歩が合体し、今まさに自動運転車の胎動が聴こえるところまで来た。社会的価値の創造こそが、次世代自動車によるイノベーションを興すエネルギーになると確信する。

6章　まとめ

自動運転車、燃料電池車、電気自動車に関するイノベーションの研究を行った結果、次のことが判明した。

- 1) トヨタ、ホンダ、ニッサンの自動車メーカーは、自動車のコンピューター化を推進し、ハイブリッド車や電気自動車や燃料電池車を生み出した。なかでも、トヨタは自動車のコンピューター化に関する研究開発比率が非常に高い。
- 2) 自動車のコンピューター化は、一酸化炭素や窒素酸化物などの有害物質の無害化に寄与し、ミリ波レーダーやレーザーレーダーやカメラなどのセンサーを活用した衝突防止に貢献し、自動車のコンピューター同士が通信する繋がる社会を実現する。
- 3) 自動車のコンピューター化は、パナソニック、日立製作所などの総合電機会社が自動車部品事業を拡大し、アップルやグーグルなどのIT企業が自動車業界へ参入する契機を作った。
- 4) 自動車のコンピューター化は、自動車メーカーと部品メーカーとの力関係を逆転させる可能性があり、自動車会社と系列会社との関係を変化させている。
- 5) トヨタは、デンソーと絶妙な距離感を保ちつつコンピューター化を推進している。トヨタは、トヨタ自身が系列企業以外との共同研究を行い、デンソーなどの系列企業がトヨタ以

外の自動車メーカーとの共同研究を許すオープン戦略と、系列企業も競争相手と見なしてトヨタ単独で研究開発を行うクローズ戦略の両面を巧みに操っている。

- 6) デンソーは、日本にあるすべての自動車メーカーと共同研究を行い、すべての自動車会社と特許を共同出願している。これは、デンソーがすでにトヨタの系列企業としての顎木を外し終わっていると判断できる。
- 7) クリーンディーゼルエンジンの研究開発は、トヨタ、ホンダ、ニッサンとも極端に減少しており、トヨタ、ホンダ、ニッサンの弱点である。
- 8) ニッサンは、研究開発の16%を電気自動車に集中させており、電気自動車に命運をかけている。その理由は、仏ルノーとニッサンの関係から説明できる。
- 9) トヨタ系列企業単独と、トヨタと系列企業の電気自動車に関する共同研究の合計が、トヨタ単独の研究開発とほぼ同じである。すなわち、トヨタファミリー全体の電気自動車開発に注がれるエネルギーは、ニッサンを遥かに越えている。
- 10) ガソリン車よりも部品点数が少なく単純構造の電気自動車は、コモディティ化の格好のターゲットになる可能性が高い。
- 11) シリコンカーバイドのパワー半導体が、電気自動車の走行距離を20%向上させ、酸化ガリウムなどの新素材がパワー半導体の性能をさらに向上させる。
- 12) 高張力鋼板の4分の1の重量と10倍の強度を持つ炭素繊維強化プラスチックCFRPが自動車の超軽量化を実現させている。CFRPの世界シェア70%を誇る日本企業の存在は、自動車の超軽量化で外国自動車メーカーより優位に立つことができる強力な援軍である。
- 13) 日本に技術力が高い燃料電池関連企業が多分野に広がっていることが、燃料電池車を推進する最大の理由である。
- 14) 燃料電池車の研究開発において、水素吸蔵合金の開発やメタノール改質の研究の失敗が、長い道草をした原因である。
- 15) トヨタとトヨタ系列企業の燃料電池車の研究開発は、ホンダとニッサンを寄せ付けない技術的優位を確保している。トヨタの燃料電池車の研究開始は他社よりも早く、特許数は2009年には年間1400件を超えており、ニッサンの燃料電池車の研究開始は遅く、2008年以降、燃料電池車の研究開発は急減している。
- 16) 自動車会社の研究開発は、次世代の電池開発に軸足を置くことになる。なかでも、全個体電池とリチウム空気電池とナトリウムイオン電池の研究開発は激しく、これらの技術を獲得した企業が次世代自動車の覇者に近づくことになる。
- 17) トヨタの燃料電池車の研究開発において、系列企業を含めた全トヨタの中でトヨタの研究開発が76%を占めている。これは、トヨタが最重要と考える仕事は、たとえ親しい系列企業にも渡さずトヨタ自身で行うことを表している。

- 18) 自動運転車は、交通事故を皆無にし、運転免許や自動車損害保険や街中の駐車場をなくし、無人タクシーや無人トラックが走る社会を実現する。
- 19) 自動運転のブルドーザーや無人航空機などが実用化される現在は、自動運転車の胎動期間である。胎動期間は、次に続くイノベーションが社会に受け入れてもらえるかを決めるさまざまなプロトタイプ（β版）が存在し、その社会的価値を育む熟成期間である。
- 20) 自動運転車の研究開発は、自動車メーカーとIT企業との協調と競争を繰り返し、さまざまな業界を巻き込んだ総力戦になる。自動車メーカーの選択肢は、グーグルかアップルか、デンソーかボッシュか、パナソニックか日立か、燃料電池車か電気自動車かの二者択一ではない。自動車メーカーは、複数の未知数を含んだ連立方程式を短い制限時間で解くことが求められる。
- 21) トヨタにとって最悪のシナリオは、アンドロイドOSや自動運転車や資金力に優れたグーグルと、電気自動車で実績のあるテラス・モーターズが提携し、トヨタの前に立ちはだかることがある。トヨタの手薄な電気自動車と自動運転車の合体が、社会を変革する起爆剤になることをトヨタは誰よりも良く理解している。
- 22) ネットワークで繋がった自動運転車を起点とする社会は、社会全体がコンピューター制御される。コンピューター制御はネットワーク外部性が働くため特定の企業だけが占有し、その企業は社会全体を掌握する覇者になる。スマホのOSや家電のOSと自動車のOSが異なるシステムになることは絶対にない。
- 23) インターネットは情報を繋げたが、自動運転車はリアルな人間や物を繋げるネットワーク社会を実現する。さらに、自動運転車は、血管を流れる血液のように、社会を循環する「移動ビジネス」を誕生させる。
- 24) 自動運転車は、便利で快適な社会、交通死亡事故のない社会、弱者にやさしい社会、健康で安全な社会、持続可能な社会を実現する。このような自動運転車の社会的価値を高めた企業が、次世代自動車の覇者になる。

参考文献

- ジェイムズ・グリック著、榎井浩一訳 [2014] 「インフォメーション情報技術の人類史」新潮社
川北蒼 [2014] 「スティーブ・ジョブズがデザインしていた未来」総合法令出版
前田悟 [2014] 「イノベーションの起こし方」KADOKAWA
雨宮寛二 [2013] 「アップルの破壊的イノベーション」NTT出版
ジェイコブ・ゴールデンバーグ他、池村千秋訳 [2014] 「インサイドボックス究極の創造的思考法」文芸春秋
吉田浩一郎 [2013] 「世界の働き方を変えよう クラウドソーシングが生み出す新しいワークスタイル」総合法令出版
ラム・チャラン [2014] 「これから経営は「南」から学べ」日本経済新聞社

- 丸幸弘 [2014] 「世界を変えるビジネスは、熱から生まれる」 日本実業出版社
- 野口悠紀雄 [2014] 「変わった世界 変わらない日本」 講談社現代新書
- デボラ・ペリー・ピシオーニ著、桃井緑美子訳 [2014] 「シリコンバレー最強の仕組み」 日経BP社
- K・ケリー著、服部桂訳 [2014] 「テクニウム テクノロジーはどこへ向かうのか?」 みすず書房
- 赤池学 [2014] 「生物に学ぶイノベーション 進化38億年の超技術」 NHK出版新書
- 赤祖父俊一 [2013] 「知的創造の技術」 日本経済新聞社
- 藤本雄一郎 [2013] 「破壊的イノベーション」 中央経済社
- ジョゼフ・H・ボイエット、ジミー・T・ボイエット、太田修二訳 [2014] 「経営革命大全」 日経ビジネス
- 中屋敷均 [2014] 「生命のからくり」 講談社現代新書
- 小泉直樹 [2010] 「知的財産法入門」 岩波新書
- 伊丹敬之、宮永博史 [2014] 「技術を武器にする経営」 日本経済新聞出版社
- 古田健二 [2014] 「日本企業の真成長戦略」 中央経済社
- 福井健策 [2012] 「ネットの自由vs著作権」 光文社新書
- 石井彰 [2014] 「木材・石炭・シェールガス」 PHP新書
- 本間琢也、上松宏吉 [2010] 「燃料電池のキホン」 ソフトバンククリエイティブ
- 永田裕二 [2014] 「燃料電池という選択」 ダイヤモンド社
- W・ブライアン・アーサー著、日暮雅通訳 [2011] 「テクノロジーとイノベーション」 みすず書房
- フランシス・マキナニー著、倉田幸信訳 [2014] 「日本企業はモノづくり至上主義で生き残れるか」 ダイヤモンド社
- 五島綾子 [2014] 「科学ブームの構造」 みすず書房
- 西川有司 [2013] 「資源循環革命」 ビーケイシー
- クリステンセン等 [2014] 「イノベーションの最終解」 翔泳社
- 若松義人 [2013] 「トヨタが現場でずっと繰り返してきた言葉」 PHPビジネス新書
- スティーブ・ジョンソン著、田沢恭子訳 [2014] 「PEERピア」 インターシフト
- ケイン岩谷ゆかり著、井口耕二訳 [2014] 「沈みゆく帝国」 日経BP社
- 田村八洲夫 [2014] 「石油文明はなぜ終わるのか」 東洋出版
- 御堀直嗣 [2009] 「電気自動車は日本を救う」 C&R研究所
- 西川尚男 [2013] 「新エネルギーの技術」 東京電機大学出版局
- 西村吉男 [2014] 「電子立国は、なぜ凋落したか」 日経BP社
- 小川紘一 [2014] 「オープン&クローズ戦略」 翔泳社
- リタ・マグレイス著、鬼澤忍訳 [2014] 「競争優位の終焉」 日本経済出版社
- 吉村慎吾 [2014] 「イノベーターズ 革新的価値創造者たち」 ダイヤモンド社
- 長谷川英祐 [2010] 「働かないアリに意義がある」 メディアファクトリ新書
- 佐藤昇 [2014] 「人材を育てるホンダ 競わせるサムスン」 日経BP社
- ウイリアム・J・ボーモル著、田中健彦訳 [2014] 「良い資本主義 悪い資本主義」 書籍工房早山
- 江馬一弘 [2014] 「光とは何か」 宝島新書
- 泉谷渉 [2013] 「シェールガス革命」 東洋経済新報社
- 五十嵐淳平 [2013] 「人体特許」 PHP研究所
- 中沢弘基 [2014] 「生命誕生」 講談社現代新書

- 辻野晃一郎 [2014] 「成功体験はいらない」 PHPビジネス新書
- 鈴木博毅 [2014] 「戦略の教室」 ダイヤモンド社
- 山口利昭 [2014] 「国際カルテルが会社を滅ぼす」 同文館
- 三谷宏治 [2014] 「ビジネスモデル全史」 ディスカバリー
- 岩月伸郎 [2010] 「生きる哲学トヨタ生産方式」 幻冬舎新書
- 若松義人 [2014] 「新トヨタ式改善の教科書」 東洋経済新報社
- 木本正次 [2014] 「トヨタの経営精神」 PHP文庫
- 小川和也 [2014] 「デジタルは人間を奪うのか」 講談社現代新書
- リンダ・グラットソン著、吉田普治訳 [2014] 「未来企業」 プレジデント社
- 藤井剛 [2014] 「CSV時代のイノベーション戦略」 ファーストプレス
- カトリーヌ・ブルガン著、坪子理美訳 [2014] 「遺伝子の帝国」 中央公論新社
- 鶴原吉郎、仲森智博 [2014] 「自動運転」 日経BP社
- 高橋正明 [2014] 「レッド・オーシャンで儲ける7つの法則」 マイナビ
- ジム・コリンズ著、牧野洋訳 [2012] 「ビジョナリー・カンパニー④」 日経BP社
- 竹内一正 [2013] 「イーロン・マスクの野望」 朝日新聞出版
- 塚本潔 [2010] 「電気自動車ウォーズ」 朝日新聞出版
- 廣松隆志 [2014] 「すべてがわかるIoT大全」 日経BPムック
- [2014] 「次世代自動車2014」 日経ビジネス
- 柳澤大輔 [2009] 「アイデアは考えるな。」 日経BP

(2015年1月5日 受理)

⟨Note⟩

A Review of Approaches to Model a Risk-averse NewsVendor

Shota OHMURA *

1. Introduction

In the SCM literature, the inventory management of one product over one period is often modeled as a newsvendor model. The newsvendor model has been widely studied and used to manage inventory decisions in, for example, the fashion industry (See Khouja 1999; Qin et. al 2011). At the beginning of the selling season, the retailer must choose order quantity q and receive the q units with the unit wholesale price w from a wholesaler. The demand per period of the product D is uncertain at the time of purchase from the wholesaler. The retailer sells the product at unit retail price p during the selling season. At the end of the season, the retailer's unsold units can be salvaged for v per unit. The classical newsvendor model is to find the order quantity that maximizes the retailer's expected profit under the assumption of risk neutrality. Nowadays, the decision makers focus more on risk under an uncertain environment. The assumption of risk neutrality seems not to be applicable to contemporary business environment. Many researchers have studied a risk averseness in newsvendor model especially from the modeling perspective. In this paper, we review the typical four approaches, which are expected utility theory, mean-risk optimization approach, downside risk, and coherent measure of risk, from a modeling perspective and point out that why it is difficult to consider risk attitude in the newsvendor models.

* Lecturer, Faculty of Business Administration, Momoyama Gakuin University

Keywords: Risk-averse newsvendor, Expected utility, Mean-risk, CVaR

2. Literature review on the risk-averse newsvendor models

We review the risk-averse newsvendor literature in this section. Choi et al. (2011) provide a categorization of the risk-averse newsvendor models. There are four typical approaches to model a risk-averse newsvendor, which are expected utility theory, mean-risk optimization approach, downside risk, and coherent measure of risk.

The expected utility theory of von Neumann and Morgenstern (1944) derives the existence of a non-decreasing utility function from simple axioms about preference relation \geq of the decision maker, which are completeness, transitivity, continuity, and independence. In this model, the risk-averse newsvendor maximizes its expected utility function. Lau (1980) is the early paper considering the risk-averse newsvendor maximizing the expected utility. He shows that numerically the optimal order quantity becomes smaller than the risk-neutral one using the utility function approximated by a polynomial. Eeckhoudt et al. (1995) examine the newsvendor model with general utility function. Wang et al. (2009) analyses the classes of utility functions, which are CARA, IARA, and DARA classes, within the expected utility theory framework.

The mean-risk approach is well-known. The mean-variance function categorized in this approach is used in the context of portfolio optimization (Markowitz 1959). A merit of this function is that we can analyze a trade-off between the mean outcome and the variance as its measure of risk. It is also known that the utility function can be approximated by the mean-variance (MV) function if it is quadratic or if it is normally distributed. Chen and Federgruen (2000) model the risk-averse newsvendor in MV model, assuming that the newsvendor's utility function is quadratic. Choi et al (2008) consider the risk-averse players who maximize the expected profit subject to the standard deviation of the profit constraint. Lau and Lau (1999) also study the MV model numerically. Wu et al. (2009) analyze the MV model including stockout cost. Anvari (1987) uses the capital asset pricing model (CAPM) to study a newsvendor facing normal demand distribution. The mean-standard deviation (MS) value function considered in Tsay (2002) and Ohmura and Matsuo (2012a, 2012b) uses the standard deviation as its risk measure, and it is categorized as a mean-risk approach. Although it is not used much in the literature, Tsay (2002) uses this MS function and refers to Bar-Shira and Finkelshtain (1999), which argue that using a value function

that increases in mean and decreases in standard deviation is more robust than the approaches based on expected utility. Chiu and Choi (2013) review the literature focusing on mean-variance analytical models.

Some studies use the downside risk measures. Chance constrained programming is introduced in the field of stochastic programming (Charnes and Cooper, 1959). The Chance constraints are now called as Value-at-Risk (VaR), and are used in newsvendor type formulations as their constraints, limiting the probability of particular events happening. Gan et al. (2005) consider the risk-averse newsvendor with downside risk constraint in the context of supply chain coordination. Tapiero (2005) analyzes VaR inventory management as the “regret-disappointment model” in decision theory.

Recently, some studies use the Conditional Value-at-Risk (CVaR) to model the risk-averse newsvendor. The Conditional Value-at-Risk (CVaR) measures the average value of the profit falling below a certain percentile level. It is also called mean excess loss or tail VaR or expected shortfall. Artzner et al. (1998) suggest four axioms that a risk measure should satisfy, and the risk measure is called a coherent measure of risk if it satisfies the four axioms. CVaR is a coherent measure of risk. And CVaR has better computational characteristics than VaR. Ahmed et al. (2007) solve the CVaR maximization problem for the newsvendor model and shows the existence of an optimal solution. Choi and Ruszcynski (2008) also uses the CVaR and shows that CVaR actually represents a trade-off between the expected profit and a certain risk measure, and thus can be regarded as a special mean-risk criterion. Chen et al. (2009) provides conditions where there exists optimal price and order quantity for both additive and multiplicative demand models.

Krokhmal et al. (2011) surveys the most recent decision making model under uncertainty. Although they do not focus on the newsvendor model, various approaches to decision making and optimization under uncertainty in management science and operations research are presented.

3. Risk-neutral newsvendor models

The demand per period of the product is D , with pdf $f(D)$ and cdf $F(D)$. $F(D)$ is differentiable, strictly increasing and $F(D) = 0$. Let $D > 0$ and $\bar{F}(D) = 1 - F(D)$. At the beginning of the selling season, the retailer must choose order quantity q and receive the q units with the unit wholesale price w from a wholesaler. The retailer sells the product at

unit retail price p during the selling season. At the end of the season, the retailer's unsold units can be salvaged for v per unit. To avoid trivial cases, we assume $v < w < p$. If the realized demand D is greater than q , the retailer incurs unit shortage penalty cost s for the unsatisfied demand $x - D$. The retailer's payoff function, $\pi_R(q)$, is represented as follows:

$$\pi_R(q, D) = \begin{cases} \pi_R^-(q) = (p - w)D - (w - v)(q - D) & \text{if } D \leq q \\ \pi_R^+(q) = (p - w)q - s(D - q) & \text{if } D > q \end{cases}$$

The newsvendor model is to find an optimal order quantity q^* that maximizes the retailer's expected profit. That is, the retailer maximizes the following expected profit.

$$E(\pi_R(q, D)) = \int_0^q \pi_R^-(q)f(D)dD + \int_q^\infty \pi_R^+(q)f(D)dD \quad (I)$$

Since F is strictly increasing, $E(\pi_R(q))$ is strictly concave and the optimal order quantity q^* is uniquely determined. The optimal q^* satisfies the following first-order condition.

$$(w - v)F(q^*) = (p - w + s)\bar{F}(q^*) \quad (2)$$

Equation (2) shows that the retailer determines the order quantity by balancing the cost of being overstocked and the cost of being understocked. If the retailer overstocks, then the retailer loses $w - v$ per unit of unsold inventory. This cost is called as overage cost denoted as c_o . If the retailer understocks, then the retailer incurs the opportunity loss $p - w$ and the shortage penalty cost s . This cost is called as underage cost denoted as c_u . From (2), q^* satisfies following equation.

$$F(q^*) = \frac{c_u}{c_u + c_o} = \frac{p + s - w}{p + s - v} \quad (3)$$

The right hand side of Equation (3) is known as the critical fractile.

4. Risk-averse newsvendor models

In the risk-averse case, the retailer maximizes its own risk-averse objective function

instead of the expected profit in (1). In the SCM literature, there are four typical approaches to model risk-averse decision making. They are expected utility theory, mean-risk optimization approach, downside risk, and coherent measure of risk. We describe these models in detail.

4.1. Expected utility theory

The expected utility theory of von Neumann and Morgenstern (1944) derives the existence of a non-decreasing utility function from simple axioms about preference relation \succcurlyeq of the decision maker, which are completeness, transitivity, continuity, and independence. In the maximization context, risk-averse decision makers have concave and non-decreasing utility functions and maximize it.

The function $u(W)$ defines the retailer's utility of the final wealth W and W_0 is the initial wealth. The retailer's payoff function, $\pi_R(q)$, is represented as follows:

$$\pi_R(q) = \begin{cases} \pi_R^-(q) = W_0 + (p - w)D - (w - v)(q - D) & \text{if } D \leq q \\ \pi_R^+(q) = W_0 + (p - w)q - s(D - q) & \text{if } D > q \end{cases}$$

The retailer maximizes the expected utility represented as follows:

$$E(u(\pi_R(q))) = \int_0^q u(\pi_R^-(q))f(D)dD + \int_q^\infty u(\pi_R^+(q))f(D)dD \quad (4)$$

The first and second order derivatives of (4) are as follows:

$$\frac{dE(u(\pi_R(q)))}{dq} = -(w - v) \int_0^q u'(\pi_R^-(q))f(D)dD + (p + s - w) \int_q^\infty u'(\pi_R^+(q))f(D)dD \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \frac{d^2E(u(\pi_R(q)))}{dq^2} = & -(w - v)u'(\pi_R^-(q, q))f(q) + (w - v)^2 \int_0^q u''(\pi_R^-(q))f(D)dD \\ & - (p + s - w)u'(\pi_R^+(q, q))f(q) + (p + s - w)^2 \int_q^\infty u''(\pi_R^+(q))f(D)dD \end{aligned} \quad (6)$$

where $\pi_R^-(q, q) = \pi_R^+(q, q) = W_0 + (p - w)q$. Since $w > v$, $p > w$ and $u''(W) < 0$, $d^2E(u(\pi_R(q)))/dq^2 < 0$. In addition, $dE(u(\pi_R(0)))/dq > 0$. Thus, there exists a unique optimal order quantity q^* that satisfies the first order condition for $0 < q^*$. The optimal order quantity q^* satisfies the

following.

$$(w - v) \int_0^{q^*} u'(\pi_R^-(q^*)) f(D) dD = (p + s - w) \int_{q^*}^{\infty} u'(\pi_R^+(q^*)) f(D) dD \quad (7)$$

Using the conditional probability, Equation (7) can be rewritten as follows:

$$(w - v) F(q^*) E(u'(\pi_R^-(q^*)) | D \leq q^*) = (p + s - w) \bar{F}(q^*) E(u'(\pi_R^+(q^*)) | D > q^*) \quad (8)$$

Compare (8) with (2). When maximizing the expected utility, the risk-averse retailer determines the order quantity by balancing the expected marginal utility in addition to the cost of underage c_u and overage c_o . The risk-averse retailer with the utility function orders less than it the risk-neutral orders, since $E(u'(\pi_R^-(q^*)) | D \leq q^*) > E(u'(\pi_R^+(q^*)) | D > q^*)$ for $u''(W) < 0$. An increase in risk aversion is equivalent to a concave transformation of the utility function. Thus, replacing the $u(\pi_R)$ with $k(u(\pi_R))$ in Equation (5), where $k'(\cdot) > 0$ and $k''(\cdot) < 0$, the optimal order quantity q^{k*} satisfies the following first order condition.

$$\begin{aligned} -(w - v) \int_0^{q^{k*}} k'(u(\pi_R^-(q^{k*}))) u'(\pi_R^-(q^{k*})) f(D) dD \\ + (p + s - w) \int_{q^{k*}}^{\infty} k'(u(\pi_R^+(q^{k*}))) u'(\pi_R^+(q^{k*})) f(D) dD = 0 \end{aligned} \quad (9)$$

Replacing q^{k*} with q^* yields

$$\begin{aligned} -(w - v) \int_0^{q^*} k'(u(\pi_R^-(q^*))) u'(\pi_R^-(q^*)) f(D) dD \\ + (p + s - w) \int_{q^*}^{\infty} k'(u(\pi_R^+(q^*))) u'(\pi_R^+(q^*)) f(D) dD \\ < k'(u(\pi_R(q^*, q^*))) \left[-(w - v) \int_0^{q^*} u'(\pi_R^-(q^*)) f(D) dD \right. \\ \left. + (p + s - w) \int_{q^*}^{\infty} u'(\pi_R^+(q^*)) f(D) dD \right] = 0 \end{aligned} \quad (10)$$

where $\pi_R(q^*, q^*)$ is the retailer's payoff for $D = q^*$. Equation (10) implies $q^{k*} > q^*$. Therefore the optimal order quantity will decrease as risk aversion increases.

EECKHOUDT et al. (1995) examine the newsvendor model with general utility function.

They use the newsvendor model including emergency order after demand realization and shows that risk aversion leads to lower order quantities. They also conduct comparative static analysis of retail price and cost (wholesale price in our work). They show that increasing the retail price and cost can affect the order quantity in both directions. In risk-neutral case, order quantity increases as retail price increases and cost decreases, which is clear in Equation (3). However, the effect on the marginal utility makes the optimal decision more complicated as shown in (8).

Wang et al. (2009) analyses this complexity with classes of utility functions within the expected utility theory framework. Utility functions are commonly classified into three categories of the Arrow-Pratt measure of absolute risk aversion represented as $r(W) = -u''(W)/u'(W)$. If $dr(W)/dW < 0$, then the utility function called as decreasing absolute risk aversion (DARA) utility function. If $dr(W)/dW = 0$, then the utility function called as constant absolute risk aversion (CARA) utility function. If $dr(W)/dW > 0$, then the utility function called as increasing absolute risk aversion (IARA) utility function. Wang et al. (2008) show that for utility functions except for the some unbounded DARA, the risk-averse newsvendor decreases the order quantity as retail price becomes greater once the price is beyond a threshold value. This result is not consistent with the result based on risk neutrality and is not intuitive. They show that an unbounded DARA utility function such as the logarithmic and power function can avoid this anomalous result. Although such functions are subject to another counterintuitive result known as the St. Petersburg paradox, they claim that the choice of such unbounded DARA utility functions is one alternative for managers facing the risk-averse newsvendor problem.

In the application of utility function to supply chain coordination, the manufacturer's decision on the wholesale price is not a simple problem. Depending on the retailer's form of utility function, the order quantity might increase or decrease in response to the wholesale price increase. It is important to identify the utility function, but the utility function is too conceptual to identify. There is an advantage of the use of risk measurement over the use of utility function.

4. 2. Mean-risk optimization approaches

Mean-risk analysis is developed in finance especially in portfolio management. It quantifies the problem in a form of mean which is the expected value of the outcome and risk which is variability of the outcome. In the newsvendor problem, the retailer solves the

following minimization problem with risk measure $\rho(\cdot)$ and certain predefined profit level π_0 .

$$\min_q \rho(\pi_R(q)) \text{ subject to } E(\pi_R(q)) \geq \pi_0 \quad (11)$$

Alternatively, the following maximization formulation is employed with certain predefined risk level ρ_0 .

$$\max_q E(\pi_R(q)) \text{ subject to } \rho(\pi_R(q)) \leq \rho_0 \quad (12)$$

Or maximization of a weighted combination of risk and expected profit is used.

$$\max_q E(\pi_R(q)) - k * \rho(\pi_R(q)) \quad (13)$$

Mean-variance (MV) model formulated by Markowitz (1959) is widely used today. Using this function, we can analyze a trade-off between the mean outcome and the variance as its measure of risk. It is also known that the maximization of utility function is equivalent to the maximization of mean-variance function under the assumptions of the CARA utility function and normally distributed profit. And it can be approximated by maximization of the mean-variance function if it is quadratic or if the profit is normally distributed. Thus, the mean-variance function is often used in finance and economics. However, in newsvendor problem it is difficult to satisfy such assumptions primarily because of kinked profit function. Figure 1 shows that the retailer's profit with respect to the realized demand at order

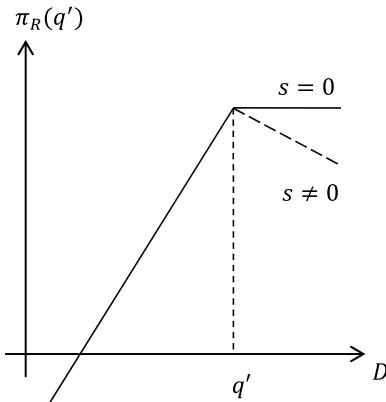
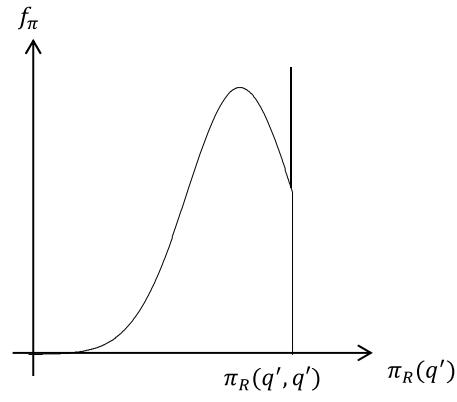


Figure 1: The retailer's profit with respect to the realized demand at order quantity q'



The retailer's profit when $D = q'$

Figure 2: The distribution of the retailer's profit

quantity q' . Figure 2 is the distribution of the retailer's profit. As shown in Figure 2, even if the demand is normally distributed, the profit is not normally distributed. In addition, the form of the profit distribution changes depending on the retailer's decision variable q' .

Chen and Federgruen (2000) model the risk-averse newsvendor in the mean-variance criteria, assuming that the newsvendor's utility function is quadratic. They show that the risk-averse newsvendor's decision might be different, depending on whether the objective is profit maximization or cost minimization, which is equivalent in risk-neutral model. The reason is as follows. The distribution of profit is bounded by the profit when the order quantity is equal to the demand, that is, $\pi_R(q', q')$ in Figure 2. On the other hand, the newsvendor incurs the opportunity cost when the demand exceeds the order quantity. Thus, the distribution of cost is not bounded and the probability of the demand exceeding the order quantity affects the variance of cost. This inconsistency between the profit variance and the cost variance causes the difference of the newsvendor decision. When the mean-variance is applied for the profit maximization, they show that the order quantity is less than it in the risk-neutral case. When it is applied for the cost minimization, they show that the order quantity might be greater than it in the risk-neutral case, depending on the parameter of demand distribution.

Although the consistency between the utility function and the mean-variance formulation exists under the limited assumption mentioned above in newsvendor model, Van Mieghem (2003) claims that the benefits of mean-variance formulation are implementable and useful. It is implementable because only two moments are required and it is useful because it provides "good recommendations," even when the decision maker does not know her utility function. He also quotes the following statement in Markowitz (1991).

We seek a set of rules which investors can follow in fact—at least investors with sufficient computational resources. Thus we prefer an approximate method which is computationally feasible to a precise one which cannot be computed. I believe that this is the point at which Kenneth Arrow's work on the economics of uncertainty diverges from mine. He sought a precise and general solution. I sought as good an approximation as could be implemented. I believe both lines of inquiry are valuable.

In that sense, use of the model based on mean-variance formulation is valid for the contract model in the SCM context which seeks to provide guidance in negotiating the terms of the relationship between buyer and seller. The mean-risk approaches using

another risk measure instead of variance have the same benefits and the meaning in the SCM research.

Although the mean-risk approaches have benefits in the SCM research, it is difficult to analyze the effect of the risk aversion on the supply chain because of complexity of the equation. We cannot obtain the closed form of optimal order quantity in general. Thus, the analysis is often conducted numerically. Ohmura (2014) shows the interaction of the risk aversion analytically as much as possible and do numerical analysis using the mean-standard deviation and mean-variance formulation.

4.3. Downside risk approach

Variance and standard deviation treat over-performance equally as under-performance. It is natural to exclude the upside deviation as risk measurement, because the upside deviation is not undesirable deviation. Downside risk measurement only captures the undesirable deviation. Value-at-Risk (VaR) is a popular downside risk measurement and widely used in practice, since it is considered as a risk measure in the 2001 proposal of the Basel Banking Supervisory Committee. Gan et al. (2005) model the risk-averse newsvendor with VaR constraint. VaR constraint is known as a chance constraint in the Operations Research literature. It was formulated in the well-known paper of Charnes and Cooper (1959). And VaR constraint is often used in finance. Under VaR constraint, the retailer's problem is as follow:

$$\max_q E(\pi_R(q)) \text{ subject to } P\{\pi_R(q) \leq \alpha\} \leq \beta$$

where α is the retailer's target profit level and the probability that his profit fall below α is restricted under the probability β . Note that for risk-aversion pair (α_1, β_1) and (α_2, β_2) , if $\alpha_1 \leq \alpha_2$ and $\beta_1 \geq \beta_2$, then (α_2, β_2) means a higher risk aversion than (α_1, β_1) . Although VaR constraint is intuitive and implementable in practice, we need two parameters for analysis of the risk sensitivity. Gan et al. (2005) avoid this problem, setting the target profit α at the expected profit of the risk-neutral newsvendor. This kind of techniques is required for analysis of the risk sensitivity. And then VaR itself does not seem to be appropriate as a risk measure, since VaR is not a coherent measure of risk.

4.4. Coherent measure of risk

Artzner et al. (1998) suggest four axioms that a risk measure should satisfy, and the risk measure is called a coherent measure of risk if it satisfies the four axioms. The axiomatic approach has become the dominant framework in risk analysis, and has been used in SCM literature. The risk measure $\rho(\cdot)$ is called coherent if and only if it satisfying the following four axioms.

- *Convexity* : $\rho(\lambda X + (1 - \lambda)Y) \leq \alpha\rho(X) + (1 - \lambda)\rho(Y)$ for all random variables X and Y , and all $\lambda \in [0,1]$;
- *Monotonicity* : If $X \geq_{\text{FSD}} Y$, then $\rho(X) \leq \rho(Y)$; ($X \geq_{\text{FSD}} Y$ means that $F_X(z) \leq F_Y(z)$ for all z where $F_X(\cdot)$ is cdf of X and $F_Y(\cdot)$ is cdf of Y .)
- *Translation Equivariance* : $\rho(X + a) = \rho(X) + a$ for $a \in \mathbb{R}$;
- *Positive Homogeneity* : $\rho(tX) = t\rho(X)$ for $t \geq 0$;

CVaR is a coherent measure of risk. In addition, CVaR has computational advantage in the newsvendor model as shown later. The retailer having CVaR measure criterion maximizes the following function.

$$CVaR_R(\pi_R(q)) = E(\pi_R(q) \mid \pi_R(q) \leq q_{\eta_R}(\pi_R(q)))$$

where $q_{\eta_R}(\pi_R(q))$ is the η_R -quantile of the retailer's profit. Thus, $\eta_R \in (0,1]$ and it reflects the degree of risk-aversion for the retailer. When $\eta_R = 1$, the retailer is risk neutral. As η_R decreases, the retailer is more risk-averse. Rockafellar and Uryasev (2000, 2002) and Pflug (2006) show the following equivalent definition.

$$CVaR_R(\pi_R(q)) = \max_{\tau \in \mathbb{R}} \left\{ \tau + \frac{1}{\eta_R} E(\min(\pi_R(q) - \tau, 0)) \right\} \quad (14)$$

This also can be rewritten as follows:

$$CVaR_R(\pi_R(q)) = E(\pi_R(q)) - \frac{1}{\eta_R} \rho_{\eta_R}(\pi_R(q)) \quad (15)$$

where ρ_{η_R} is a risk measure which represents the weighted mean deviation from quantile:

$$\rho_{\eta_R}(\pi_R(q)) = \min_{\tau \in \mathbb{R}} E(\max\{(1 - \eta_R)(\tau - \pi_R(q)), \eta_R(\pi_R(q)) - \tau\})$$

The relation in (15) allows us to interpret CVaR as a mean-risk model (Choi and Ruszczynski, 2008). If the shortage penalty $s = 0$, then it is known that the optimal order quantity q^* satisfies following equation.

$$F(q^*) = \eta_R \frac{p - w}{p - v} \quad (16)$$

We can obtain the optimal order quantity in closed form. And it is clear that as the retailer is more risk-averse, the order quantity decreases. This computational advantage is a reason why CVaR model is used recently in the SCM literature.

When the shortage penalty $s \neq 0$, the problem is complex because of the distribution of the profit. Considering the shortage penalty, there is no one-to-one mapping between the realization of demand and the resulting profit (See Figure 2). Thus, the optimization requires repeated resorting of profit. Fichtinger (2010) discuss the inventory control with shortage penalty and analyze the newsvendor model under CVaR criterion with shortage penalty.

5. Conclusion

There are four typical approaches to model a risk-averse newsvendor. These are expected utility theory, mean-risk optimization approach, downside risk, and coherent measure of risk. In this paper, we have provided a detail review of these approaches within the context of a single player model. The expected utility theory is a major theory in decision making under uncertainty. However, depending on the player's form of utility function, the order quantity might increase or decrease in response to the wholesale price increase. Thus, it is important to identify the utility function, but the utility function is too conceptual to identify. The mean-risk approach is widely used in finance. It is implementable because only two moments are required and it is useful because it provides "good recommendations," even when the decision maker does not know her utility function. However, it is difficult to analyze the effect of risk aversion analytically. Variance and standard deviation treat over-performance equally as under-performance. It is natural to

exclude the upside deviation as risk measurement, because the upside deviation is not undesirable deviation. Downside risk measurement is more desirable risk measurement than variance and standard deviation, since it only captures the undesirable deviation. However, VaR is not a coherent measure of risk. Artzner et al. (1998) suggest four axioms that a risk measure should satisfy, and the risk measure is called a coherent measure of risk if it satisfies the four axioms. The axiomatic approach has become the dominant framework in risk analysis, and has been used in the SCM literature. CVaR is a coherent measure of risk. In addition, CVaR has computational advantage in the newsvendor model. These approaches have both merits and demerits in their concept and application.

References

- Ahmed, S., Cakmak, U. and Shapiro, A. (2007), "Coherent risk measures in inventory problems," *European Journal of Operational Research*, Vol. 182, No. 1, pp. 226–238.
- Anvari, M. (1987), "Optimality criteria and risk in inventory models: The case of the newsboy problem," *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 38, No. 7, pp. 625–632.
- Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J. and Heath, D. (1999), "Coherent measures of risk," *Mathematical Finance*, Vol. 9, No. 3, pp. 203–228.
- Bar-Shira, Z. and Finkelshtain, I. (1999), "Two-moments decision models and utility-representable preferences," *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 38, No. 2, pp. 237–244.
- Cachon, G.P. (2003), "Supply chain coordination with contracts," in De Kok, A.G. and Graves, S.C. (Ed.), *Handbooks in Operations Research and Management Science*, Elsevier, Amsterdam, Vol. 11, pp. 229–340.
- Charnes, A. and Cooper, W. W. (1959), "Chance-constrained programming," *Management Science*, Vol. 6, No.1, pp. 73–79.
- Chen, F. and Federgruen, A., (2000), "Mean-variance analysis of basic inventory models," *Working paper, Division of Decision, Risk and Operations, Columbia University*, New York.
- Chen, Y., Xu, M. and Zhang, Z.G., (2009), "Technical note--A risk-averse newsvendor model under the CVaR criterion," *Operations Research*, Vol. 57, No. 4, pp. 1040–1044.
- Chiu, C. H. and Choi, T.M. (2013), "Supply chain risk analysis with mean-variance models: a technical review," *Annals of Operations Research*.
- Choi, S., Ruszcynski, A. and Zhao, Y. (2011), "A multiproduct risk-averse newsvendor with law-invariant coherent measures of risk," *Operations Research*, Vol. 59, No. 2, pp. 346–364.
- Choi, T.-M., Li, D. and Yan, H., (2008), "Mean-variance analysis of a single supplier and retailer supply chain under a returns policy," *European Journal of Operational Research*, Vol. 184, No. 1, pp. 356–376.
- Choi, T.-M. and Chiu, C.-H., (2012), "Mean-downside-risk and mean-variance newsvendor models: Implications for sustainable fashion retailing," *International Journal of Production Economics*, Vol. 135, No. 2, pp. 552–560.
- Donohue, K.L. (2000), "Efficient supply contracts for fashion goods with forecast updating and two

- production modes." *Management Science*, Vol. 46, No. 11, pp. 1397-1411.
- Eeckhoudt, L., Gollier, C. and Schlesinger, H., (1995), "The risk-averse (and prudent) newsboy," *Management Science*, Vol. 41, No. 5, pp. 786-794.
- Emmons, H. and Gilbert, S.M. (1998), "The role of returns policies in pricing and inventory decisions for catalogue goods," *Management Science*, Vol. 44, No. 2, pp. 276-83.
- Fichtinger, J., (2010), "The single-period Inventory model with spectral risk measures," *WU Vienna*, Doctoral Dissertation.
- Gan, X., Sethi, S.P. and Yan, H. (2004), "Coordination of supply chains with risk-averse agents," *Production and Operations Management*, Vol. 13, No. 2, pp. 135-149.
- Gan, X., Sethi, S.P. and Yan, H. (2005), "Channel coordination with a risk-neutral supplier and a downside-risk-averse retailer," *Production and Operations Management*, Vol. 14, No. 1, pp. 80-89.
- Gurnani, H., Sharma, A. and Grewal, D. (2010), "Optimal Returns Policy under Demand Uncertainty," *Journal of Retailing*, Vol. 86, No. 2, pp. 137-47.
- Kandel, E. (1996), "The right of return," *Journal of Law Economics*, Vol. 39, pp. 329-56.
- Khouja, M. (1999), "The single-period (news-vendor) problem: literature review and suggestions for future research," *Omega*, Vol. 27, pp. 537-553.
- Krokhmal, P., Zabarankin, M. and Uryasev, S. (2011), "Modeling and optimization of risk," *Surveys in Operations Research and Management Science*, Vol. 16, No. 2, pp. 49-66.
- Lariviere, M. A. and Porteus, E. L. (2001), "Selling to the newsvendor?: An analysis of price-only contracts," *Manufacturing & Service Operations Management*, Vol. 3, No. 4, pp. 293-305.
- Lariviere, M. A., (2006), "A note on probability distributions with increasing generalized failure rates," *Operations Research*, Vol. 54, No. 3, pp. 602-604.
- Lau, H.-S., (1980), "The newsboy problem under alternative optimization objectives," *The Journal of the Operational Research Society*, Vol. 31, No. 6, pp. 525-535.
- Lau, H.-S. and Lau, A.H.-L., (1999), "Manufacturer's pricing strategy and return policy for a single-period commodity," *European Journal of Operational Research*, Vol. 116, No. 2, pp. 291-304.
- Markowitz, H. M. (1959), *Portfolio Selection*, Wiley, New York.
- Markowitz, H. M., (1991), "Foundations of portfolio theory," *Journal of Finance*, Vol. 46, No. 2, pp. 469-477.
- Ohmura, S. (2014), "Interaction between a manufacturer and a risk-averse retailer: a supply chain perspective on risk-averse newsvendor model," *The Journal of Japanese Operations Management and Strategy*, Vol. 4, No. 2, pp. 31-45.
- Ohmura, S. and Matsuo, H. (2012a), "The effect of retailer's risk aversion on supply chain performance under a wholesale price contract," *The Journal of Japanese Operations Management and Strategy*, Vol. 3, No. 1, pp. 1-17.
- Ohmura, S. and Matsuo, H. (2012b), "The effect of risk aversion on the retailer-manufacturer relationship with respect to returns policies," *Proceedings of the Fourth World Conference on Production and Operations Management*, Amsterdam, Netherlands, pp. 1-10, digital format.
- Pflug, G.C., (2006), "A value-of-information approach to measuring risk in multi-period economic activity," *Journal of Banking & Finance*, Vol. 30, No. 2, pp. 695-715.

- Padmanabhan, V. and Png, I. (1997), "Manufacturer's returns policies and retail competition," *Marketing Science*, Vol. 16, No. 1, pp. 81–94.
- Padmanabhan, V. and Png, I. (1995), "Returns policies: Make money by making good," *Sloan Management Review*, Vol. 37, pp. 65–72.
- Pasternack, B. (1985), "Optimal pricing and return policies for perishable commodities," *Marketing science*, Vol. 4, No. 2, pp. 166–76.
- Rockafellar, R. and Uryasev, S. (2000), "Optimization of conditional value-at-risk," *Journal of risk*, Vol. 2, No. 3, pp. 21–41.
- Qin, Y., Wang, R., Vakharia, A.J., Chen, Y. and Seref, M.M.H. (2011), "The newsvendor problem: Review and directions for future research," *European journal of operational research*, Vol. 213, pp. 361–374.
- Rockafellar, R.T. and Uryasev, S. (2002), "Conditional value-at-risk for general loss distributions," *Journal of Banking & Finance*, Vol. 26, No. 7, pp. 1443–1471.
- Spengler, J. (1950), "Vertical integration and antitrust policy," *Journal of Political Economy*, Vol. 58, No. 4, pp. 347–352.
- Tapiero, C. S. (2005), "Value at risk and inventory control," *European Journal of Operational Research*, Vol. 163, No. 3, pp. 769–775.
- Tsay, A.A., Nahmias, S. and Agrawal, N. (1999), "Modeling supply chain contracts: A review," in Tayur, S., Ganeshan, R. and Magazine, M. (Eds.), *Quantitative Models for Supply Chain Management*, Kluwer Academic Publishers, pp. 299–336.
- Tsay, A.A. (2001), "Managing retail channel overstock: Markdown money and return policies," *Journal of Retailing*, Vol. 77, pp. 457–92.
- Tsay, A.A. (2002), "Risk sensitivity in distribution channel partnerships: implications for manufacturer return policies," *Journal of Retailing*, Vol. 78, No. 2, pp. 147–60.
- Van Mieghem, J.A. (2003), "Commissioned Paper: Capacity Management, Investment, and Hedging: Review and Recent Developments," *Manufacturing & Service Operations Management*, Vol. 5, No. 4, pp. 269–302.
- von Neumann, J. and Morgenstern, O. (1944), *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Wang, C.X., Webster, S. and Suresh, N.C. (2009), "Would a risk-averse newsvendor order less at a higher selling price?," *European Journal of Operational Research*, Vol. 196, No. 2, pp. 544–553.
- Webster, S. and Weng, Z.K. (2000), "A risk-free perishable item returns policy," *Manufacturing & Service Operations Management*, Vol. 2, No. 1, pp. 100–6.
- Wei, Y. and Choi, T.-M. (2010), "Mean-variance analysis of supply chains under wholesale pricing and profit sharing schemes," *European Journal of Operational Research*, Vol. 204, No. 2, pp. 255–262.
- Wu, J., Li, J., Wang, S. and Cheng, T. (2009), "Mean-variance analysis of the newsvendor model with stockout cost," *Omega*, Vol. 37, No. 3, pp. 724–730.

(Accepted on 5 January, 2015)

CONTENTS

Articles

Influence of Speed of Company Evolution and Industry Borderless on the Innovation : A Study on The Automotive Industry and The Pharmaceutical Industry and the Internet Business Industry	Hiroshi MURAYAMA (3)
Foucault's Power Theory and History of Accounting Theories	CHUN Jae Moon (47)
A Study on the Innovation of Automatic Driving Vehicle and Fuel Cell Vehicle and Electric Vehicle : Creation of the Social Value about the Next Generation Vehicles by Automobile Companies and Automobile Component Companies and Information Technology Companies	Hiroshi MURAYAMA (79)
Consolidated Taxation System in Japan	Akio KONKO (133)

Notes

A Review of Approaches to Model a Risk-averse Newsvendor	Shota OHMURA (147)
---	--------------------