

本論文は

世界経済評論 2019年11/12月号

(2019年11月発行)

掲載の記事です



世界経済評論

定期購読のご案内

年間購読料

1,320円×6冊=7,920円

6,600円

税込

17%

送料無料

OFF



富士山マガジンサービス限定特典

※通巻682号以降

定期購読
期間中

デジタル版バックナンバー読み放題!!



世界経済評論 定期購読



☎0120-223-223

[24時間・年中無休]

お支払い方法

Webでお申込みの場合はクレジットカード・銀行振込・コンビニ払いからお選びいただけます。
お電話でお申込みの場合は銀行振込・コンビニ払いのみとなります。

Fujisan.co.jp
雑誌のオンライン書店

デジタル強国への活路 ：不都合な真実に潜む イノベーション



信州大学先鋭材料研究所特任教授 鶴岡 秀志

つるおか しゅうじ 大手洗剤メーカー、大手商社を経て、大学でナノカーボン材料の安全性評価研究。地方行政政府依頼により中小企業振興のためにナノカーボン技術を活用した製品工業化のサポート。早稲田大学応用化学修士、米国アリゾナ州立大学化学工学 Ph.D. 欧州研究機構 (ESI) 2018/2019 夏季学期 Faculty。

2019年8月28日、韓国が貿易管理令のホワイト国（Aグループ）から除外され、我国の技術で生産される材料の重要性がクローズアップされ、原材料の調達可否は国家の存立に重大な影響を及ぼすことが多くの国民に周知された。なぜ、このことが真剣に語られてこなかったのか？ 我国に潜む不都合な真実を直視すると我国再興の鍵が見えてくる。

I ITイノベーションの最大受益者は 特殊詐欺

優れた技術や産業にインパクトを与える工業製品の重要性が顧みられない状態が続いていた。2019年7月1日に経産省が発表した対韓国、貿易管理令ホワイト国除外発表は、たった一つの工業材料でも国家存立に多大な影響を与えることを国民に教えた。戦後、いつしか忘れ去られていた材料開発の重要性を多くの国民が認識したことだろう。特にフッ化水素は半導体洗浄などの工業材料だけではなく核物質精製濃縮に必須の材料である。1980年代から地道な技術改良により進化したので関係者以外に注目されていなかったが、これがなければ5Gイノベーションも実現できない。今回、経産省が韓国向け輸出手続を標準に戻す3品目以外にも我国が実質

独占する原材料が存在する。逆に、未だに米国やフランスから輸入に頼る材料がある。

IT分野のGAFAsは、その時々インフラを活用して既存ビジネスをデジタル化により成長してきた。Appleでさえも技術を消費者が受け取れる小型化という出発点から始まっている。ところが、最近のデジタル化はペーパームーン（見せかけの月）ならぬ物体を伴わない虚像（VR）が主流なので、起業・投資の双方に短期で立ち上げて資金回収可能という夢物語を提供した。そのため、ユニコーンと称されるベンチャーはほとんどITテック系である。GAFAsという前例を見ているので、既存ビジネスのIT化であれば気軽に投資する。話題のシェアビジネスなど新しいモノの生産に関与する必要が無いのでグリーンフィールド立ち上げの労力を必要とせず、お金の回収方法開発に特化すれば良いことになる。しかし、新ビジネスとして

登場したレンタル家族はデリヘルと実質同じモデルである。投資回収の点から見た場合、最も成功を収めているのは、既存インフラ（電話、ATM、プリペイドカード、自動転送、他）を最大限活用している特殊詐欺であろう。

歴史を顧みるに、シェアエコノミーのようにモノを循環させるだけのシステムは消費の縮小再生産へ導く。あるいは詐欺行為の温床になる。衣食住の基盤さえもコト消費にしてしまうので投資意欲減退に繋がりがどこかで行き詰まる。これを礼賛する方々はどのように考えているのだろうか。

II 投資側が決めるユニコン

日経新聞 2018 年末の「NEXT ユニコンを探せ」や 2019 年 3 月 18 日の「続々ユニコンに進化中」で注目を集める企業は殆どテック系である。すなわち、既存ビジネスのプロトコルを IT 化するものである。当然、デジタル化可能なビジネスの取り合いになり無理筋の案件も登場する。IoT もかんぱん方式ロジ運営管理のデジタル化であることは周知の事実である。資金回収に偏った投資性向は初な科学者から見ると誠に不健全であるが、決定権は投資側が有しているので科学技術も資産運用を行うマネー市場環境に大きく左右される。

科学技術史を見れば、モノとコトを統合・調和したシステムの開発には数十年単位の時間を要する。写真は、スイス・ジュネーブの科学博物館が所蔵するボルタの電池の実物で、希硫酸を含ませた紙を亜鉛と銅の板で挟み積み重ねた構造である（許可を得て筆者撮影）。モバイルに欠かせない現在の電池も基本構造は西暦 1800 年の発明と全く同じで、材料だけが 200 年をか

けて進化した。

モノの技術開発は長期のマネジメントが必要なので、必然的にそれなりのリソースのある国や地域の国家的プロジェクトか、金持ちに頼ることになる。Apple と Microsoft 以降の IT テクノロジーベンチャー創設者は主に米国の有名大学の出身、つまり、中流以上の家庭の若者たちが中心であったことを指摘したい。決して、貧民街や難民キャンプから生まれてきたシンデレラストーリーではない。

現在の IT テック全盛の時代への道筋を振り返ってみると、経済金融市場の変遷がテック系の成長に影響していることが推測される。2008 年のリーマンショック後に主要国が景気回復を目指して大量のマネーを市場に投入し、主要国が軒並み政策金利を下げた。金融市場は現在に至るまで、各国主要中央銀行のゼロ金利政策が続いたために、伝統的な長短金利差等の資金運用の方法が働かず、当たれば莫大なリターンが得られるテック系ベンチャーへ向かって投資が



傾いていったと見ても良いのではないか。テック系の立ち上げは、極端な場合、事業計画書作成だけなので、時間と資金を必要とするデュー・デリジェンスよりも市場で試行錯誤をしてみる方が効率的である。その典型例と言えるのがサブスクで、あっという間に似たような会社が生まれて消えつつある。

世界中の投資が日本の役所顔負けの前例踏襲でテック系ベンチャーを探し、逆にそのような題材を基に起業すればお金が集まるということで持て囃された。他方、我国では日経2019年6月18日「大機小機」で指摘されるように投資信託がゾンビ化する、あるいは内部留保の積み増しといったお金の塩漬けがあり、余剰資金がベンチャー投資に向かわなかった可能性がある。そのために国内ベンチャーが資金不足で負けてしまったのではないだろうか。もしこれが真なら、国・企業の戦略的敗北である。

IT技術史的には、モノ系の技術進化がある水準に達した段階でソフト系のカンブリア爆発のようなことが起こった。生き抜いて進化したGAFAsはティラノサウルスのように生態系の頂点に君臨している。生物の生存競争のごとく、サブスクのように容易に真似できるものであれば競合があっという間に増えて熾烈な競争となっていく。メルカリも大成功と思っていたら競合が出てきた。

テック技術の進化速度は凄まじく、さすがにプロトコルだけでお金になりそうな案件が枯渇してきたので、次はセンサーとソフト組合せというリアルとVRのインターフェースが狙い目だろう。

Ⅲ 中国的進化

業務の効率化は資本主義の根本であるのでテック技術進化は西側先進国のものと考えられてきた。ところが中国が信じられない速さで台頭した。

自由主義経済でのIT技術進化は競争であるが、中国の社会主義市場経済では、中国共産党の生存のために技術が位置付けられ個人の資産ではない。中国は漢王朝以来の歴代王朝が目指した中央集権体制を現政府も踏襲しているので、情報収集と民衆支配に最新デジタル技術を採用した。そして自ら開発を進めて獲得した技術を、国家の利益と支配、更には国外領域への覇権に利用しようとしている。米国も情報収集技術の高度化を行っているが、国家そのものが中央集権ではない。昔から技術は盗むものであったが、中国は国外からの進出企業へ強制的に技術の開示を要求してきた。そのため、技術の進展は国家管理となり、どこかで発明された技術やビジネスモデルも国益に沿って知財所有権など関係なく集中的に開発が進められて急激な発展を可能にしている。このような技術開発は、資金人材インフラを集中投下できるので、自由主義経済市場で活動している個人や企業と比べて圧倒的な競争力を持つ。

これまでも中国は西側先進国の産業を潰すことを目標として国策的ダンピングを行ってきた結果、マグネシウムなど、幾つかの非鉄金属製造の大半を握っている。いずれも、西側諸国ではありえない低価格で市場シェアを伸ばし西側企業を壊滅させた。次の段階として化学品分野を狙っているのだから、既に一部顔料や薬品原体が中国からの供給に頼らざるを得ない事態が発

生している。更に半導体及びIT分野で世界制覇を狙っていることが米中貿易摩擦で明確になった。

中国が近い将来、狙ってくるのは、バイオと医療、アンドロイドであろう。特にアンドロイドは、中国国内の結婚適齢期男女比率に大きな偏りがあるので、これを解消するセックスビジネスとして「健全な」発展が急進すると予想される。西側先進国の主要企業の感覚では「キワモノ」なのだが、西側大手企業が株主やマスコミの非難を避けて躊躇するような開発が中国で進捗し、世界のアンドロイド市場を凌駕するという事態になる可能性が高い。我国はアニメとVRという非実在型のアダルト市場を作り上げてきたが、これからは実在型のアンドロイドとの競争を強いられるだろう。

IV 負け戦は止めて勝てる分野で

IT強者のGAFAYや国策的な中国企業がひしめいているIT市場で覇権を狙うことは、竹槍で戦車に対峙するに等しく無謀である。むしろ、韓国ホワイト国外しで明確になったように、我国の得意分野は材料技術であることを戦略的に使うことが求められる。課題は、材料技術で優位に立っても出口の応用製品ビジネスが脆弱という点である。そのために我国の材料メーカーが海外のユーザーに貶められ「スマイルカーブ」のボトムに甘んじている。しかし、そのボトムは時としてバリューチェーン（VC）下流企業の殺生と奪権を持つ。即ち、「スマイルカーブ」は瞬時に「逆スマイルカーブ」に転換する可能性を有している。グローバル経済での「スマイルカーブ」論は、低コスト材料調達とビジネススクール出身者の就職口である企

画・マーケティングとコンサルの高報酬を正当化するための陰謀とも思える。VC下流製品企業は中堅大手が主力となるが、これらの経営者が守旧的であり戦略的な思考よりも前例踏襲を好むことが問題である。昨今の潮流ではなく、昔、福沢諭吉翁が政府の守旧的な優等生の量産を目的とした高等教育に警鐘を鳴らしていたことから、既に明治中期に顕在化していた病巣であることを顧みる必要がある。

我国の指針を示す内閣府平成30年度年次経済財政報告の分析をみても役所の作文の域を出ていない。「企業において、新技術（IT分野）に対応する人材が不足している、雇用の流動性が低く、イノベーションの基礎力や適合力に対応する国際連携が不足している、ICT戦略を進める上で組織体制に向上の余地がある」。対応策として、「オープンイノベーションの推進、組織の柔軟性を高める、労働市場や金融資本市場の効率性を高める、電子政府の利便性向上」。肝心の「具体的な目標と行うべきこと」が記述されていないので全く役に立たない。猿でも判る説明とは言わないまでも、イノベを標榜するなら手段を列記するのではなく、もっと尖った目標の提案があっても良いと思うがどうか。

政府が推進するIT分野の模範例となりそうな具体例を取り上げる。

既存化学品名簿という産業を健全に発展させる土台である化学物質管理（日本は化審法）が変革されようとしている。20世紀末に登場したナノ材料を契機に、安全性評価を費用と時間のかかる動物実験からシミュレーション予測に変えようという機運が欧州で生まれた。従来から試行されていた分子構造から反応性を予測するQuantitative Structure-Activity Relation-

ship (QSAR) と呼ばれる手法に、遺伝子研究から発達したバイオインフォマティクスというデータ処理数学を組み合わせる手法が欧州プロジェクトとして2007年に開始された。

データベースは学術論文を主に用いるので、質の悪い論文が混じると結果が不安定になる。例えば、フグ毒を摂取したらスーパーマンになるという論文があるとフグ毒は危険ではないという可能性が出現する。そのため、数学の専門家だけではなく、物理、化学、毒性の専門家を巻き込んで緻密に研究されている。特に毒性研究は職人芸的な部分が多く判定に曖昧さを含んでいるので、標準化のために集中的に研究が進められている。

初期は欧州プロジェクトであったが、次世代化学品名簿としてOECDが参加してEffect-Pediaという化学物質管理情報システムの構築を図っている。この国際標準化では、更に情報処理技術の進化を目指して論文の誤りや情報欠落をカバーするために、Read-Across Assessment Framework (RAAF) という妥協案ともいべき推定方法（もちろん数学的に正しい）を構築している。この過程で京都大学の数理解析研究所のバイオインフォマティクス研究成果が取り入れられている。

我国ではビッグデータとAIで新規物質合成を行うというプロジェクトがメディアを賑わせるが、上記の欧州-OECD連携プロジェクトは同様のテーマを10年以上も先行して研究開発している。我国のAI応用開発を成功に導くためにこの欧州-OECDプロジェクトは良い「前例」であり、この内容の検討を進めることで我国データ処理技術が周回遅れになる惨事を避けられるだろう。

V 「安全安心」という表現を 禁句にしてみよう

我国の科学者・技術者は独創性に欠けるといって辛辣な意見がマスコミや評論家から出てくる。我国は時間を掛けて開発・改良を進めることに長けているのだが、この指摘は当たらずも遠からずなので歯がゆい思いをする。米国スミソニアン博物館で称賛される海軍航空艦隊を始めとした数々の技術や戦略、戦後のソニーを生み出した大正から昭和の日本人はどこに行ってしまったのであろうか。科学技術会議が非論理的なDual Use禁止を頑なに堅持することも含めて、その答えの一つが、70~80年代の社会の雰囲気であった。

安保闘争後の70年代は公害問題を契機に市民運動が盛んになった。全学連活動家の元学生が数多く、町内会の寄合から地域の組織へと変容していた生協に活動の場を求めた。そして反公害運動等の核を形成して市民活動組織が生まれてきた。当時、主要大学理工系学生が「資本主義に加担する」理工系を批判して市民活動家を目指すことが珍しくなく、大学で真面目に勉強をしているとブルジョアと批判される変な時代であった。公害問題を提起したのは市民運動だが解決したのは技術者という事実は無視され、特に応用工学系にとっては肩身の狭い時代が続き、理系と文系の乖離が次第に深化した。本当のことを発言すると袋叩きにされる怖さが理系人間の頭の隅にこびりついたのもこの頃である。下手に社会に向かって発言すると朝毎と旧社会党から「自己批判」的な吊し上げに晒されるので、科学者は自分たちの世界へ籠もってしまった。そのため、数十年の時を経るうちに

科学的議論を仲間内以外の一般社会に発信しないことが暗黙の了解になり、学会では阿吽の呼吸が求められ、本来、左右の論戦を公の場で行うことが必須である科学技術討論が衰退していった。

いつしか「安全安心」という意味不明の言葉が常套句になった。この英語に訳せない「四字熟語」は完璧な安全を保証、絶対安全という意味に使われている。しかし、全ての技術は必ず安全率があり墜落しない飛行機は存在しない。そのため、コストを考えて最大の安全性を確保するのが工学の役目である。ところが、大事故が起こるたびにマスコミと旧社会党を中心とした市民団体と「知識人（非保守系）」の「安全安心」要求が有無を言わせぬ圧力になり、正しくないと解っていないながら政府は政治的必要性から「安全安心」を唱えるようになった。科学者はこれについていけないので、マスコミ敬遠、すなわち社会との関係を断絶した。そして、2011年の大震災と原発事故で、「原子力に詳しい」首相率いる旧民主党政府の対応があまりにも酷かったことが決定打となり多くの国民が科学を信じなくなってしまった。科学と社会は常に対話が必要なのだが対話のリンクが失われている。昨今の高齢者の自動車事故報道も統計数値を無視したマスコミの視聴率・話題優先の印象操作としか見えない。

安倍内閣を嫌いなマスコミもイノベーションに関しては前述の内閣府報告と同じことを述べている。報道とは緻密な分析を行って事実から導き出されることを紡ぎ出していく作業だと思いが、日本の主要マスコミは不勉強、あるいは自らの主義主張に沿わないことは無視してしまう。有識者のコメントも切り貼りなので結果的に断片化してしまい、おかしな方向へと向か

う。典型的な例が、東日本大震災と福島原発事故以降の再生可能エネルギーの議論で、環境汚染物質を含む太陽光パネルの廃棄処理を考えずに導入の大礼賛を行った。国民と企業に余計な費用を負担させて技術課題は先送りの状態を生み出したにもかかわらず、主要マスコミと旧民主党関係者は責任を取らない。

社会の雰囲気は科学者に伝搬する。各々の技術・経済関係白書が自由闊達な発想とイノベーションを提唱するならば、前例主義を一旦止めてみるという率先垂範を行う必要がある。前例主義に傾倒して「安全安心」を叫ぶ社会の雰囲気は、最近ネットで喧しいマナーを強制する市井の人の言動等にも見て取れ、「同質」を求める風潮が増している。絶対を要求する雰囲気を醸し出す「安心安全」という言葉を発することを直ちに停止して、数値を基準に安全を論じることが必要である。

「安全安心」の意味を考えもせず叫び続けるマスコミと評論家は、科学技術にとって害をもたらすまでに凋落してしまった。ある会合で、この旨を講演したら参加していた主要マスコミ関係者らから「社会への正しい情報提供に努めてきた」と反論されたが、TVショッピング並の内容を科学番組らしく放送するNHKの社会的責任を逆質問したら何も答えられなかった。結局、不勉強なのである。芸能人を「庶民代表」として使いたいのなら徹底的に事前指導を行うか、真面目に作成した台本通りに喋らせるべきである。政治とお笑いを科学にかき混ぜて報道するような無責任さは我国の科学技術衰退を進行させるだけである。

VI 日本産業の強み

米中歐に支配されておらず我国がかろうじて頭一つ前にいる分野は材料である。我国 GDP の約 30% は材料関連（経産省「ものづくり白書」2015 年度）であることや、米中貿易摩擦で注目される国内企業が素材、部品、製造装置であることを踏まえると、我国が未だ競争力を維持している分野である。

ところが、この材料分野というのは IT とは対極に位置する。商業生産可能な新規材料、あるいは既存材料の加工方法改良は 10 年単位の仕事である。加えて、21 世紀になってからは、材料の安全性が厳しく問われるようになったので、開発から市場投入までに余計に時間と費用がかかるようになった。一時期のお祭騒ぎを抜け出して実用化に入りつつあるナノ材料も、欧州のグリーン派を中心とした理想論的社会正義というハードルが待ち構えている。「代替できる既存物質を確かめよ」という欧州グリーン派の考え方は、欧州中世の教会教条主義の再来のようであり科学技術発展を否定している。最近のプラスチック使用制限も同じ理屈といえる。欧州環境過激派の主張を見ると、ライフサイクル・アセスメントでは環境負荷が低いペットボトルは政治的に悪者である。Eco は「葵の御紋」みたいなものだが、過激派の思想は化学の進歩とは相容れない。

欧州各国で Eco に対する考え方は様々なのに我国マスコミは過激な議論をあたかも欧州全体のように報道する。予見される矛盾や迷惑を無視してゴリ押しをするドイツと欧州環境過激派（主に英国）は 90 年代から様々なことを行っていたが、結局、欧州の大国ドイツは新規

材料を生み出して産業化することに遅れをとった。自動車の電動化、炭素材料、二次電池、磁性材料、その他、現在の新技術のコアとなる分野でプレゼンスの衰退を起している。もちろん、パワー半導体や自動運転用ソフトなど世界の先端で競争力を持つ分野もあるが、材料分野では競争の舞台からは遠ざかりつつある。プラスチック排出の削減対策についても、声高に叫ぶ政治家や環境団体に引きずられているドイツよりも、環境中で分解するプラスチック技術を持つ米日中が結局は中心になるだろう。マスコミの好きな紙はプラ代替にはならない。廃プラリサイクル率も温暖化ガス排出量計算と同じで、欧州の数字が大きくなるような我田引水の定義であるのでマスコミの報道を一方向的に信じてはいけない。原発も世界的に見れば増設へと動いている。ドイツしか見ないマスコミは失格である。

覇権争いが根幹となっている米中の摩擦では、情報通信技術に焦点が当たっているが隠れた主題は軍事技術である。サイバーも武力なので、今後の宇宙の覇権も含めて、武力の優位が外交の帰趨を左右する常識を考慮すると新材料の持つ価値は大幅に高まっていく。例えば、最新型のロケットやミサイルは炭素繊維を取り入れている。つまり、炭素繊維の製造量の 60% 以上を支配する我国は、衛星や弾道ミサイルを多数持つ米中露にとって重要なポジションを持つ。炭素繊維の次のナノカーボン材料製造技術の開発競争は中国、ロシアも含めて混沌としているが、国策で重点強化を図っていないにもかかわらず我国は先頭集団にいる。我国の民間のチカラを顧みる良い例である。

VIII 数学を奨励しよう

材料技術では競争力を持つ我国の足を引っ張るのがマスコミと文系出身ジェネラリスト官僚と経営陣である。特にマスコミ関係者は、数学や理科がからきし駄目だから業界に入ったという方が多い。そのため少しでも算数や数学を使うと大はしゃぎする。グラフを読めないのにデータ分析を語る芸人や評論家は結果的に誤ったことを広め、ますます技術への誤解を助長する。

「 $1+1=2$ であることを証明せよ」という設問が1974年の東大理系2次試験で出題され、数学プアのマスコミは珍問という認識しか持たなかった。反対に、多くの数学大好き受験生はこの設問にショックを受けた。受験生の論理的な発想と説明の実力を問われるのである。当時、大学受験ラジオ講座では背理法で解答すれば簡単みたいなことを言っていたが、今では不十分であることが知られている。ここに教育の進むべき答の一つがある。暗記させるのではなく Why と How の実力を高めるための教育である。事象を分解して単純化し、数式で表して論理的に説明する。そのために、まず、日本語の能力を磨くことが重要である。これは理系に限らず論理的思考を養うために文系にも科すべきマターである。小学生にプログラミングや英会話をさせて大騒ぎするよりも、国語算数理科を徹底的に鍛えれば良いのである。大学（大学院）の学位取得は専門必修科目の60分以上の

口頭試問を必須とすべきであろう。大学教員の負担が大きくなりすぎるという不満がでるなら口頭試問以前に落第させることや学生定員を減らせば良いだけである。落第学生のモンスター親の苦情は無視して良い。世界との競争に勝てなければ大学の価値はない。

高校から数学を徹底奨励するというと長期的対策と取られるが、たった7年後には数学能力の高い人材が多数卒業してくる。数十年に渡り停滞している我国の科学技術力を復活させるために必要な期間である。明治から昭和の時代まで、我国の発展を支えたのは教育である。振り返れば、理系文系を断絶させた起点は全学連運動であった。理念だけが尊ばれ「ソ連・中共は我がふるさと」的言動は何も産まず理系が文系を忌避するだけであった。

物理や化学など材料開発の基礎となる分野も今後ますます高度化して数学的素養が要求される。技術を支えるデータ処理のための数理計算も数学である。義務教育で教えるべきは今も昔も「算数国語理科」と常識を育む「社会」の基礎学問である。

科学技術のイノベーションは、天才的着想を具体化する工学がなければ妄想で終わる。そのための教育は初等教育から積み重ねる必要がある。いつまでも前例主義を続ける「秀才」を削減し、流行だけを追い求め甘言を弄するマスコミと評論家を排除することが我国の科学技術再興への第一歩である。