

人間と社会を見据えた研究開発 新しい倫理を創る

小泉 英明

Koizumi Hideaki

物理学と脳科学の視座から、「物質」(エネルギー)と「情報」(エントロピー)で構成される自然界を俯瞰し、今後のイノベーションを実現させる鍵を探る。特に、自然界に住む人間に焦点を当て、言語・記号を獲得した現生人類が、進化史において、さらに未来を切り開く可能性に言及する。脳科学を基調とした新たな知能の形成、人工的な幹細胞技術による生命の製造、遺伝子編集により設計された人間など、その実現の可能性が直近に迫った科学技術は過去

にない意味を持つ。すなわち人間は、今、生命進化の特異点に立っているのである。

この視座から、科学技術や企業の在り方に必須な倫理の意味を考える。同時に、企業における研究開発の在り方も吟味してみたい。最後に、日立グループ黎明期の志の意義を再度捉え直してみる。そして、今、最も重要なのが新たな倫理の確立であることを提言したい。

1. はじめに

生命の進化史の中で、私たち現生人類 (homo-sapiens) は、今、進化の特異点に立つ。脳科学を基調とした新たな情報処理や、人工多能性細胞 (iPS cell)・遺伝子編集の人間への適用が現実のものとなり始めているからだ。前者の一例は人工神経回路網 (artificial neural-network) による深層学習 (deep learning) であり、後者の一例は、皮膚の一部から人間を創ったり、簡便な遺伝子の挿入・削除法によって、人を望む姿に改造したりする可能性の浮上である。実験動物ではすでに研究が進みつつあり、今、「新たな倫理」を確立することが焦眉の急である。

一方、人間は身体器官が物質系で構成されている。同時に、身体器官に張りめぐらされた抹消神経系などの情報系は、ハブである脊髄を通して中枢神経系の中心である脳と広大かつ緻密な神経ネットワークを形成している。脳内の島 (insula: 両側頭葉の裏側に位置) は身体の状態に関する情報の中枢であり、いわゆる身体性を司ることも分かってきた。外界からの情報は感覚器によって入力され (いわゆる五感)、脳で処理された情報系の結論は筋肉によって外界へ出力される。感覚系 (入力) - 中央情報処理系 - 行動系 (出力) から成る総合システムである。さらに、物質代謝とエネルギーに関わる循環系、そして情報系の頂点には

自己意識がある。「物質系と情報系」の視座から見ると、現在の世界は、社会全体も「脳と心」に象徴される人間システムに接近してきている。

最近関心が高くなっている IoT (Internet of Things) は、「物質系」と「情報系」をネットワークで結合させる一例であり、その概念は自然界の一部として普遍的に存在してきた^{1), 2)}。本稿では古代から現代への科学史・産業史を、さらに未来へと外挿することを試みる。さらに「未来からの反射」を基調にして、イノベーションと研究開発の在り方考える。後述するように、現生人類だけが未来を思考することができる³⁾。今、進化史の特異点でますます重要になる「人倫」を、生命倫理そして CSR (Corporate Social Responsibility: 企業の社会的責任) の視座から議論したい。

2. 物質と情報が織り成す自然界

2.1 現生人類特有の新たな脳機能

デカルト (Rene Descartes, 1596~1650) は「吾思う故に我在り」(Cogito ergo sum) (『方法序説』) と述べ、パスカル (Blaise Pascal, 1623~1662) は「人間は考える葦である」(『パンセ』) と述べた。思うこと、考えることは、「思考」であるが、これは脳の働きそのものである。したがって、脳を知ること、人間自体の本質を知ることにつながる

る。その点で、脳科学研究は従来の自然科学研究と大きく異なり、人文学や自然科学にも深い関係を持つことになる。しかも、その成果は私たちの生活の根幹や思想にも直接かかわってくる。最近の脳神経科学の最先端を見ていると、「哲学」、「倫理学」を含む人文学の分野、あるいは「経済学」、「社会学」を含む社会科学や教育の分野で、今まで見通せなかった議論に新たな光を当て始めているように思われる。

さらに、最近では、4万年前に生存したネアンデルタール人の骨髄化石から、情報学 (Informatics) を駆使した遺伝子解析が成功し、現生人類の段階で初めて変異した言語遺伝子が報告された⁴⁾。1990年代の映画『ジュラシック・パーク』の頃には、汚染された化石から誤った遺伝子を抽出した研究結果が世界に喧伝されたが、今回のマックスプランク研究所 (ドイツ) の遺伝子解析結果は、信頼性が高いと考えられる⁵⁾。

現生人類は、長い進化の歴史の中で初めて階層文法を持つ言語を得たが、これによって現生人類は未来を計画する能力を獲得した可能性が大きい⁶⁾。機能的磁気共鳴描画 (fMRI : functional Magnetic Resonance Imaging) や近赤外光トポグラフィ (OT : Optical Topography/fNIRS : functional Near-infrared Spectroscopy) を開発して、私たちの言語の本性を研究してきた中で、未来を思考するには言語あるいは記号無しでは不可能であることに気付いた³⁾。

経営学者のドラッカー (Peter F. Drucker, 1909~2005) は、「未来をつくる」という表現を多用したが、それは脳から見れば、現生人類特有の能力である。言語機能の背景には、前頭前野のワーキングメモリ (作動記憶) を含む言語野の音韻ループの存在が分かかってきた。現生人類は意識下でも、言語の音韻ループを働かせて、高度な思考を行っている可能性が高い³⁾。しかも、人間の言語には、「転位性」 (displacement) という「空間」、「時間」を簡単に移動できる機能や、「恣意性」 (arbitrariness) という自然界に存在しない状況をも表現できる機能がある。

現生人類は、未来を予測する能力で大きな発展を遂げたと思われるが、一方で、未来について深く悩む業 (ごう) を負った。自らの未来を考えていくと、やがては死の場面に立ち至る。精神を患う疾病の一部は、この点に起因している可能性があるとして仮説を立てて検討中である。現在、光トポグラフィを用いた代表的気分障害 [うつ病・双極性障害 (躁うつ病)・統合失調症] の鑑別診断法開発の中で研究を進めている。

なお、光トポグラフィは、多くの大学・国立研究所の精

神科の先生方の尽力により、うつ症状の鑑別診断補助装置として、2009年に厚生労働省の先進医療制度に認可された。極言すれば問診と観察しか方法がなかった精神科に、初めて公式に認可された鑑別診断補助装置である。さらに、2014年には健康保険にも収載された。

2.2 未来からの反射

研究開発でも事業開発でも、極めて大切なのは未来を的確に予測することである。その未来は普遍性と歴史性によって創られる。偶然の結果が色濃い歴史性による部分は予測困難であるが (例えば遺伝的浮動)、普遍性に基づいた、起こるべくして起こる未来は予測が可能である。先に述べたように、長い進化の歴史の中で、初めて現生人類が獲得した能力である。的確に未来を読めれば、研究開発も事業もぶれることがない。

武見太郎先生 (日本医師会・世界医師会会長, 1904~1983) は、今から40年前の1976年に「未来からの反射」という概念を最初に提示した^{7), 8)}。すなわち、過去から現在を見て、それを未来へと外挿する。さらに、推定された未来から現在へ投射し、制御された未来を実現する。これは古代インド論理学の因明論に根差すものであると伺ったが^{9), 10)}、筆者は図1の形で示すことができると考えている^{11), 12)}。

一方、これとは独立に1990年代になって、スウェーデンを中心とした環境問題の取り組みの中で、Backcastingという類似の手法が提案・研究された^{13), 14)}。これも「未来からの反射」に包含される概念であるが、最近、日本の国家プロジェクトではBackcastingの手法が盛んに取り入れられている。

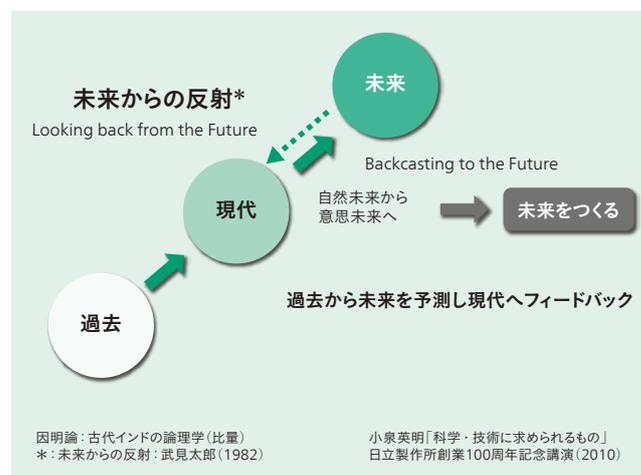


図1 | 未来からの反射の概念

2.3 イノベーションとIoTの時代背景

「イノベーション」という言葉は、経済発展のために世界中が重要視している。ドラッカーは、顧客を創造するマーケティングと、顧客の新しい欲求と満足によって市場を創出するイノベーションが車の両輪であり、ハンドルとして企業目的に向けた舵取りをするのが経営マネジメントだと述べた¹⁵⁾。シュンペーター(Joseph A. Schumpeter, 1883~1950)が『経済発展の理論』(1912)で述べたイノベーションの原義である「新結合」(neue Kombination)にも深い意味がある。新しい意味や機能を創発するイノベーションを「新結合」と取ると、初期の科学技術白書で狭義に訳された「技術革新」やドラッカーが述べたイノベーションとはかなり異なってくる。この創発がなければ原義のイノベーションとは言えない。すなわち、見える目標があって進む漸進型ではなく、不連続的な飛躍(Leap)や創発(emergence)を生むのがイノベーションの目的だ。不連続的に現れる創発は、始めからは見えていない。漸進型の研究開発は「順問題」への取り組みとなるが、不連続的な飛躍や創発は「逆問題」への取り組みとなる。多数の組み合わせの解の中から、まだ見ぬ価値を見いだす過程であるからだ。

シュンペーターが恐れたのは、イノベーションが生まれなくなることで資本主義が衰退することだった。イノベーションによって経済発展が進み、やがて社会が豊かになると、ハングリーな気持ち、すなわち「情熱」が失せて、イノベーションを起こす起業家も技術者もいなくなっていくという構造的な側面を危惧したのである。脳の報酬系の働きが明らかになってくると、この事情がよく見えてくる。当然ながらイノベーションも脳の働きで起こる。

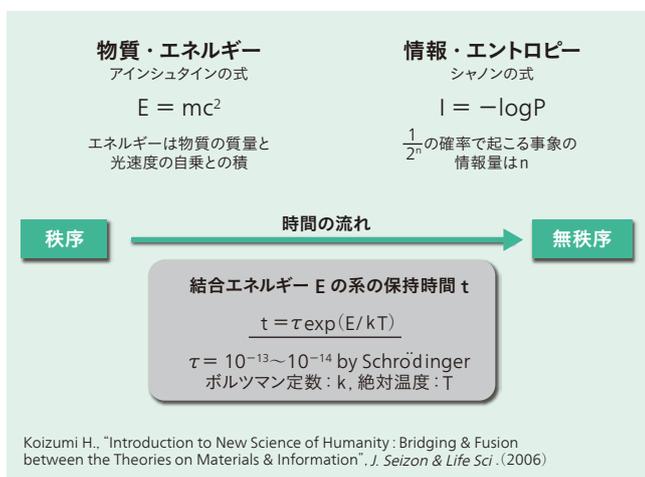


図2 | 物質と情報から構成される自然界

IoTは、前述したように、時代背景から生まれるべくして生まれてきたものと考えられる。図2に示すように、自然界自体が物質と情報から形成されているからだ。熱力学第1法則はエネルギー(質量)不変を、熱力学第2法則は秩序・情報を表すエントロピーの増大を述べている。自然界も人間界も物質と構造・情報から構成されている。「脳と心」は、「物質と情報」の関係となり、哲学の対象であった形而下(身体・物質)と形而上(心・情報)にも対応する。「構造」が秩序だっているときには、そこに「情報」が存在し、エントロピーも低い。形を成した系の保持時間は、同図のシュレーディンガーの式で表される結合エネルギーの大ききで決まってくる。この式は、例えばDNAの安定性、すなわち突然変異の確率を予測する。言い換えれば、ピラミッドやスフィンクスの像も、時代とともに形が崩れ、最後は砂塵に帰すことを予測する。

人間が「物質」系である身体と「情報」系である脳を持ったのと同じように、「物質」系である種々の装置は脳に相当する「情報」系を具備する方向へ進歩する。生命の明瞭な化石が存在する35億年間の進化によって、人間の脳の至るところは最適化されている。「物質系である多くの装置に、進歩を遂げた情報系が大量に入ってくる時代」が現代である。

2.4 時代の変曲点

情報技術の根幹は、いわゆるデジタル技術であるが、その源流は数千年前に始まる中国の易にある。デジタルの1と0は、「陰陽」の2要素に対応する。2進法で「卦」が規定された(図3参照)。やがて2,500年ほど前に、『四書五経』の一つとして『周易』(易経)に、その基本がまとめられた。

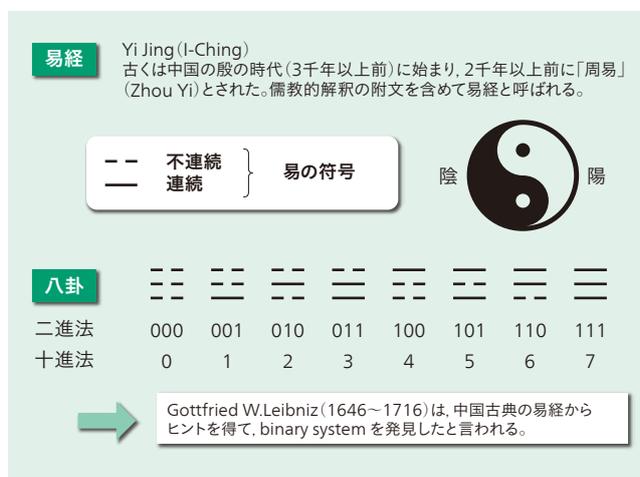


図3 | デジタルシステムの原点

中国古代文化にも造詣が深かったドイツの哲学者・数学者、ライプニッツ (Gottfried W. Leibniz, 1646~1716) は、強い関心を寄せていた『周易』をヒントに2進法体系(binary system)を完成させた(1698)。また、論理学における形式言語を考案し[後のブール代数(Boolean algebra)],さらに機械式計算機を製作した。しかし、1940~1950年代に初期の電子計算機が実用化されるまでには、300年近くの歳月を要した。大きなイノベーションであればあるほど時間が必要である。イノベーションの一例として、この情報機器の現在に至る過去を振り返ってみたい。

なお、生命の情報処理はアナログ的であると考えがちであるが、動物の情報処理の基本はデジタル的である。神経への信号は、閾値を超えると1とされ、超えないと0とされる。生命の本質を理解するうえでこの機序は重要である(図4参照)。さらに、自然界のエネルギーも場も量子化されているのでデジタルである。

さて、電子計算機実現までの過程で、飛躍があったのは「印刷」技術、すなわち半導体素子製造の光リソグラフィである。この印刷の概念も千年以上前に中国で生まれた。年代が確定された精密印刷物は、法隆寺の『百万塔陀羅尼』(770年印刷)や、敦煌で発見された『金剛教』(868年印刷)である。

ドイツのグーテンベルク (Johannes G. Gutenberg, 1398?~1468) は、木版印刷から金属による活字印刷システムへと展開し、1455年には美しい『聖書』を大量に印刷した。それは最近の3Dプリンティングにつながっている。

その後、1904年に真空管が発明され、エレクトロニクスが生まれた。基本原理はエジソンによって、電球の製作

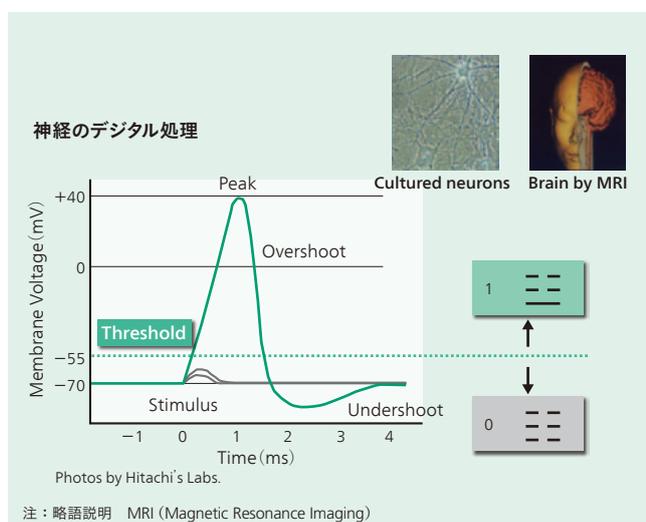


図4 | 自然界の根本はデジタル

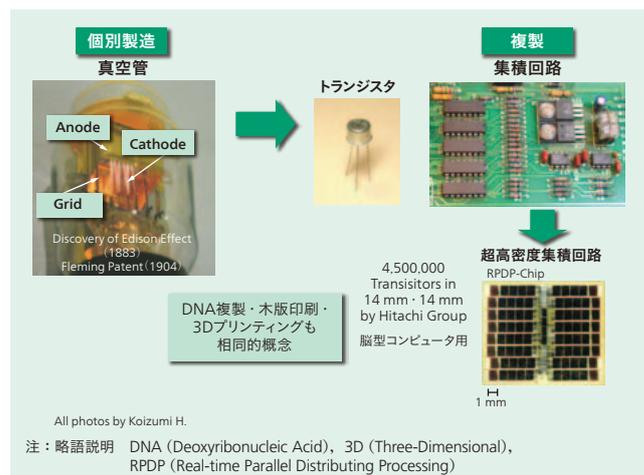


図5 | 生産におけるイノベーション [ICTの基盤]¹⁶⁾

の際に発見されたが(エジソン効果, 1883), エジソンはその現象の重要な応用に気付かず特許を出願していない。真空管は型式番号で性能が規定されているが、内部構造は製造者によってかなり異なる。個別製造の真空管から、複製技術(印刷)を基本とした半導体へ移行する過程で、製造に質的な変化が生まれた(図5参照)。半導体の性質から可能になった光リソグラフィによる印刷によって、信頼性が高く、かつ高密度の集積回路が実現した(1ビット当たり3極真空管2本として、1キロバイトで約16,000本もの真空管が必要であって、真空管による電子計算機では本格的な実用化は困難である)。

実用的な電子計算機は、約300年にわたる上記すべての過程を経由して初めて実現した。真空管では不可能な超高速・大規模な演算回路が、情報処理技術を支えた。そのため多くの装置に頭脳や中枢神経系の機能を持つ情報処理装置を装着できる可能性が生じている。その結果、必然的に現れたのがIoT時代である。この潮流は、「未来からの反射」によって、すでにかかなり前から予測されていた(図6参照)。

2.5 人類進化の極み

もう一つの時代の特異点は、「生命科学」(life science)と「生命工学」(bioengineering)による生命への新たな挑戦である。資金さえあれば、人間を人為的に生み出すこと、そして意図に沿った人間を設計することも、至近距離に來ていると言わざるを得ない。前述したiPS cellをはじめとする幹細胞工学は、再生医療の名の下に急速に発展しつつある。さらに、遺伝子工学(genetic engineering)は、数年前にすでに第3世代へと到達した。市販のキットによって実

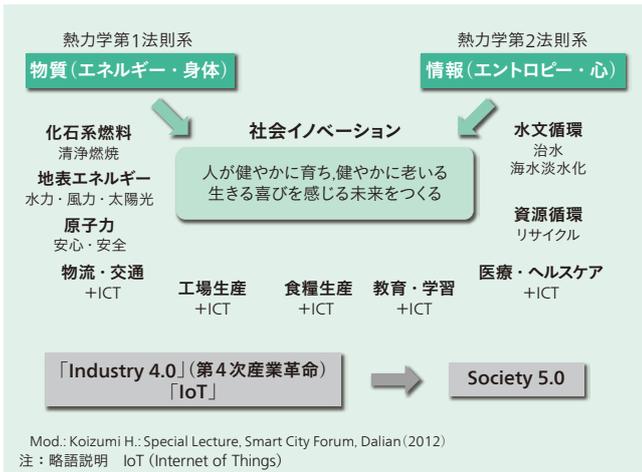


図6 | 物質と情報が協創する未来社会

実験動物の遺伝子編集ができる時代である(図7参照)。

脳科学は複雑すぎて、まだ遺伝子操作のような段階には遠い。しかし、深層学習(deep learning)は、ニューロコンピューティング技術の一つでありながら、人工知能が引き起こす可能性の高い倫理問題を、社会に気付きさせ始めている¹⁶⁾。

ゲーテ(Johann W. Goethe, 1749~1832)の『ファウスト』の挿絵には、錬金術師が試験管の中で小さな人造人間(ホムンクルス)を創っているものがある。錬金術の究極の目的は、貴金属とともに人間を創るところにあった。現在は、それに近い状況にあると言って過言ではないだろう。製造コストを除けば、「人造元素」という錬金術の目標の一つは、「テクネチウム」(technetium, 1937)ですすでに達せられている。究極の「人造人間」も目前である。

昨年、新たな科学誌創刊の準備で、Nature誌の編集長と議論する機会があったが、現在、科学技術の焦眉の急で

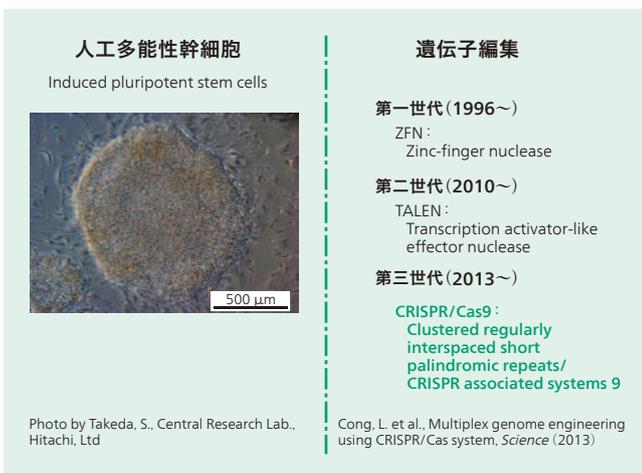


図7 | 人工多能性幹細胞 [iPS cell] と遺伝子編集

ある課題は「倫理」だという点で、意見が一致した¹⁷⁾。

図8に示すように、Science/Engineering/Technologyのそれぞれの語幹は、sci-/gin-/techno-である。図中に示すように、それぞれ古代ギリシャ系の語幹の意味するところは、「分ける/生み出す/自然を真似る」ことである。

Scienceは自然界をより深く正確に知ることであり、それによって直接何か実体を生み出すことはしない。分けるということは、システムを要素に分けて理解することである。すなわち「分析」することであり、デカルトが『方法序説』に述べた要素還元論にもつながる(デカルトは「分析」の次の段階で再び「総合」することで最終的な理解が得られるとしているが、この点は見落とされる場合も多い)。

一方、Engineeringは、人工物(human artifact)を自然界に生み出すことである。したがって、人間が創造するのはEngineeringの範疇である。素晴らしい科学上の発見をしても、それは自然がもともと持っていた属性であって、人間が創造したことにはならない。

Technologyの言幹のtechno-は、古代ラテン系のarsと同根であり、人間が自然を真似て造ることである。芸術(Art)と語源を一にする。

研究開発では、この3つの直交する(互いにまったく異なる)概念を峻別して管理・計画することが肝要である。さらに、ここで重要なのは、倫理性が特に問われるのが、Scienceではなく、EngineeringとTechnology(Art)だということである。創り出したものが、人間あるいは地球にどのような影響を与えるかが直接問われるのである。

本年1月に閣議決定された第5期科学技術基本計画には、「Society 5.0」について記載されているが、このビジョンにも注目すべき新たな概念が含まれている。海外では、

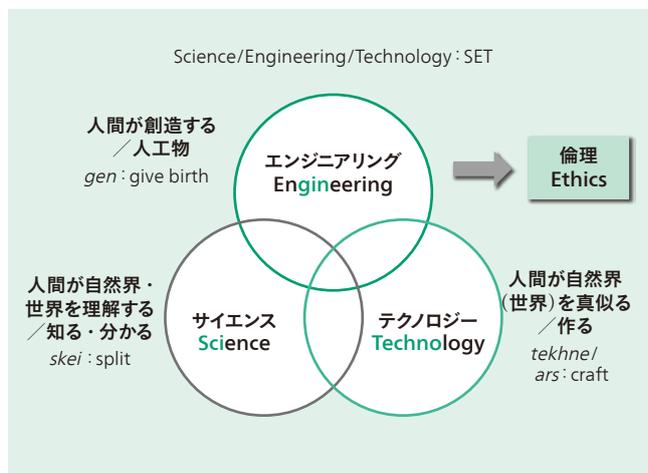


図8 | サイエンス・エンジニアリング・テクノロジーの相互関係

産業政策に理工学アカデミーが深く関わっている。ドイツの「Industry 4.0」(AcaTec) や中国の「中国製造2025」(中国工程院) 等々、それぞれの工学アカデミーが原案を策定し、政策へ反映する次の段階で、政府に委ねられている。欧米アジアの産業政策も、顧客市場とイノベーションを基調にした計画がほとんどであるが、日本のSociety 5.0は、最終目的である「豊かな社会」をめざしており、その手段である科学技術とともに、「人々の安寧とより良き生存」(Human Security & Well-Being) の視座を含めている。このビジョンをさらに深耕し、人々の心豊かな未来につなげることが、企業にも求められている^{18), 19)}。2012年に中国の大連にて、類似の概念を述べたが、今後、概念の深耕が大切だと思われる(図6参照)。

3. コンプライアンスから倫理へ

3.1 倫理への道程：水俣病の有機水銀の計測と解析

筆者自身、日立製作所に入社して、最初に新しい原理を創ったのは、偏光ゼーマン原子吸光分析法(Polarized Zeeman Atomic Absorption Spectrometry: PZAA)という微量元素の高感度・高精度の分析法である(図9参照)。有機水銀による水俣病が深刻な社会問題となっていた時期であり、さらにカドミウムによるイタイイタイ病、阿賀野川や、カナダ・インドネシア、そしてアマゾンでの水銀中毒(有機水銀の排出や、金の採掘時に使用された水銀アマルガムによる)、中国や東南アジアでのヒ素中毒、六価クロム汚染などが相次ぎ、新開発装置は連日連夜フル稼働することもあった。この日立170-70偏光ゼーマン原子吸光光度計は、輸出第一号機がドイツの分析科学博物館に展示されるとともに、現在、日本の「科学機器・分析機器遺産」

(2013)に指定されている。また、この基本特許は特許制度創設100周年記念時(1982)に、通産省「日本の代表50特許」にも選定された。また、初作番の装置から本年までの40年間に、1万台以上のシステムが確実に世界に送り出された。この間、日立製作所計測器事業部から、株式会社日立ハイテクノロジーズ、株式会社日立ハイテクサイエンスへと引き継がれた。

この原理(PZAA)は、光子(photon)の極めて特異な性質を利用している。すなわち、とどまることなく常に高速で動いており、質量も電荷もない。スピンは整数の1で、電子や陽子などの素粒子と相互作用する。光子は日常どこにでもありながら、最も特異的な素粒子なのである。スピン ± 1 の二つのみの光子の状態を原理として、直交する偏光成分を天秤のように用いて差分検出する。一方、光子と相互作用させる試料中の電子のエネルギー順位の縮退を磁場で解いて、光子スピンの ± 1 状態の差分を創り出す。廃品を用いて行った夜中の実験が、この原理に導いてくれた。元素分析の分野では、大規模な同位体希釈質量分析法(isotope-dilution mass spectrometry)に次ぐ、高い正確度と感度の分析が可能になった。なお、偏光ゼーマン原子吸光法は光子と電子の相互作用時のゼーマン効果を用いたが、光子と陽子の相互作用時のゼーマン効果を利用すると、医療用の磁気共鳴描画法(MRI: Magnetic Resonance Imaging)となる。

公害問題から地球環境問題へと進み、さらに環境と脳の相互作用から脳科学研究や教育の重要性に気付いた自分にとって、研究の原点は常に環境問題にあった。環境問題の原点が足尾や水俣に存在したように、公害は人間が自然の中に人工物(human artifact)を持ち込む、あるいは排出することから発生する。さらにアマゾンでは、欲望に駆られて金の採集に入り込んだ人々が水銀を大量に撒き散らした。水銀アマルガムにして金を簡単に採るためである。先住民たちは生活の場を水銀に汚染され、子々孫々苦しむことになる。

3.2 科学技術の両義性(dual-use)

倫理・道徳は古くて新しい課題である。アリストテレス(Aristoteles, BC384~BC322)の『ニコマコス倫理学』や各宗教の道徳規範から始まった。近世になって、よく議論されるのは、スウェーデンのノーベル(Alfred B. Nobel, 1833~1896)が発明したダイナマイトである。鉱山だけでなく治水工事に使われて多くの人々の命を救った一方

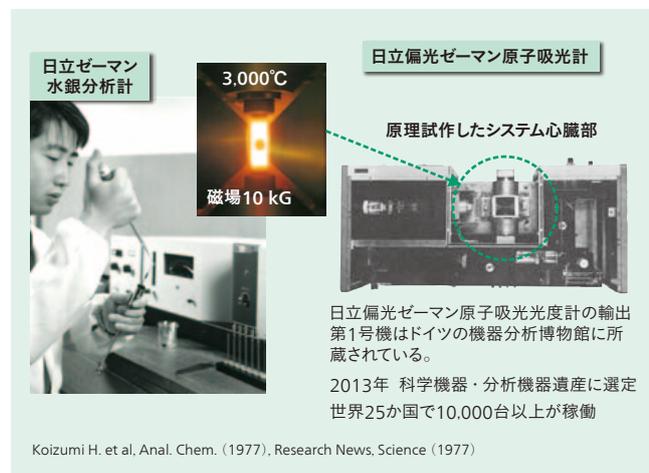


図9 | 正確な微量元素分析法による環境問題解明

で、世界各地で軍事利用されて莫大な富を築いたのである。銃砲に多用される無煙火薬もノーベルの発明である (ballistite, 1887年特許化)。市場と顧客の強い要望に応えて、紛争当時者の双方に、新しい高性能爆薬を製造・販売したことには批判があるが、この富の運用利益はノーベル賞の原資ともなって現在も生きている。

天才的な化学者であったドイツのハーバー (Fritz Haber, 1868～1934) は、大気中窒素の固定法 (ハーバー/ボッシュ法) を発明し、合成窒素肥料を実用化して地球に住む人々の生存に貢献した (1912年ノーベル化学賞)。現在も、世界人口の半数は、合成窒素肥料による食糧に支えられている。しかし、大気中から固定された窒素化合物は爆薬の原料でもある。軍事技術へと走ったハーバーは毒ガス研究に没頭し、第一次世界大戦の「第二次イーペルの戦い」(1915) では毒ガス戦を指揮した。ハーバーの妻クララ・イマーヴァール (Clara Immerwahr, 1870～1915) は、その毒ガス戦の直後、自らの命をもって夫に抗議した。彼女は、博士号を持った女性として、当時は稀有な化学者であった。

このような科学技術の成果からもたらされたダイナマイト、毒ガス、あるいは原子爆弾の使用も、ノーベル、ハーバー、オッペンハイマー (Julius R. Oppenheimer, 1904～1967) らによる、「高性能兵器は戦争を早く終結させ、あるいは抑止力となって、多くの人々の命を救う」という論理が常に用いられてきた。しかし現実には、軍備拡大競争や拡散という結果を引き起こした。

強い放射線を出す元素ラジウムを発見したキュリー夫妻 (Pierre Curie, 1859～1906, Maria S. Curie, 1867～1934) は、受賞記念講演の最後を次のような趣旨で結んだ (1903年ノーベル物理学賞)。

「科学自体は中立的なものであって、結果を善用するか悪用するかは、ひとえに使うものの人間性にかかっている。人間は科学技術を善用できるだけ、既に成熟していると信じていたい。」

この科学技術の「用途の両義性」(dual-use) も古くて新しい問題であり、内閣府日本学術会議でも活発な議論が進められている。

3.3 日立倫理の源流

日立グループの黎明期を調査すると、当初から「倫理」への強い理想を備えていたと感じられる。本調査の契機となったのは、『戦後日本公害史論』を上梓した宮本憲一先生 (元滋賀大学学長) からの指摘であった^{20), 21)}。

日立鉱山や日立製作所の黎明期は、日露戦争 (1904～1905) 後の産業勃興期に始まる。日立製作所創業社長の小平浪平 (1874～1951) は東京帝国大学工科大学電気学科を卒業すると、藤田組小坂鉱山に入社して発電所の建設に携わった (1900)。1905年10月にポーツマス条約が結ばれると、小坂鉱山での上司であった久原房之助 (1869～1965) は、同年の12月12日に赤沢銅山を買取り、21日には日立銅山として開業した。久原は藤田組総帥の叔父の命で、1891年藤田組小坂銅山へ入ったが、黒鉱の自溶製錬法をいち早く取り入れて大きく成功した。しかし、内紛により小坂銅山を離れ新天地日立へと赴いたのである。

一方、同じように小坂銅山を離れてから、日立へ赴任するまでの小平の経緯 (広島電燈から東京電燈へ異動、そして渋沢元治との猿橋大黒屋会談等々) は、多くの書物で知られているので割愛したい。むしろ、東京電燈 (現在の東京電力) を辞してまで、久原の声掛けに再度応えたのであるから、その久原の人となりには大きな魅力があったと想像する。実際、小平は『日立製作所史』の冒頭 (序) に、「(略) 感謝の念を禁じ得ないのは久原房之助氏及び鮎川義介氏の恩顧である。久原氏には個人的にも小坂鉱山以来知遇を受けた。日立製作所の発足は久原氏の力によるものであり、日立の今日あるのは両氏の指導べんたつに負うところすこぶる多い。」と記している^{22), 23)}。

公害史の中で久原の行動を見ていくと、宮本先生に指摘いただいたように、企業の良心として環境対策に正面から取り組んだと感じられる。

3.4 製錬時の環境汚染とその対策

水銀によって脳神経系を破壊される水俣病が「地球環境問題のグラウンドゼロ」とされるが、日本ではその前に足尾銅山の鉱毒問題があった。国会議員の田中正造が明治天皇に直訴 (1901) したことで知られるが、製錬時の亜硫酸ガスは大気より2倍以上も重く、降り注いで周囲の環境に甚大な被害を与える。田畑だけでなく森林も死に、禿山からは土砂が流出する。天井川となった渡良瀬川は大洪水を繰り返し、環境対策のために渡良瀬川遊水池も造られた。しかし、昨年 (2015年) 秋にも大洪水に見舞われたのは記憶に新しい。

このような公害の歴史の中で、日立銅山は例外であったことを、前述の宮本先生のご指摘から学んだ。筆者自身、40年以上前から水俣病の原因である有機水銀の迅速かつ正確な計測に没頭したが、その後、家族を連れて日立の神

峰山付近をよく歩いた。日立銅山のズリ（低品位鉱石の捨て場）から宝石のような結晶を見つけたりしたが、周囲に公害特有の現象は予想外に少なかった。これが日立銅山に興味を持った最初の理由でもある。

久原は小坂銅山の経験を生かし、日立周辺でも数か所の発電所を確保して多くを電化し、また大型モーターで駆動する圧搾空気を坑内での動力源とした。発電・変電・送電設備、動力源としてのモーター、輸送用の軌道と小型ながらも電気機関車、深い坑道へのリフト（エレベーター）、暗い坑道の電燈照明、空気式削岩機、元素分析装置、測量用光学機器、気象観測機器と通信装置など、現在の日立グループのミニチュアに相当する実体がそこにはあった。さらに、鉱山で働く人々の生活へと展開され、社宅、食堂、売店、病院、学校などの福利厚生施設へと発展した。

さらに周囲に住む人々の生活に気遣い、公害補償は最初から被害額と見舞い金を足して毎年支払われた。しかし、増産に次ぐ増産に、補償額は膨らみ経営困難に立ち至る。銅の生産という言い訳を言えたはずの戦争の時代に、苦心惨憺の末に造られた「日立大煙突」は、日本公害史に打ち立てられた「金字塔」である。もちろん亜硫酸ガスの完全捕捉技術の完成には時間を要したので、煙の遠隔地拡散の問題がたばこの葉などに現れたことも事実である²⁴⁾。

大雄院の製錬所から尾根に沿って煙を導く「百足煙道」（以下、通称）、政府の技術委員会の設計がまったく役に立たなかった「阿呆煙突」、そして苦心惨憺の結果として完成した海拔480.7 mを誇った「日立大煙突」の基底部三分の一は現在も残っている（図10参照）。日立鉱山跡の「日鉱記念館」には、久原が「苦心惨憺」と揮毫した書と礎石がある。高邁な言葉を記す経営者は多いが、「苦心惨憺」は、



図10 | 日立鉱山の現況

氏のの人となりを表すとともに実感が表れている。

「日立大煙突」は1915年に完成した。高さは155.75 mで、当時、米国モンタナ州製錬所の152 mの煉瓦煙突を抜き世界第1位であった。40年以上前から、この大煙突を時折訪れたが、よくこんなものが造れたと感心したものである。山頂にあって台風にも耐えるように、この大煙突は世界で初めて鉄筋コンクリート製で開発された。遠く海岸からさえ、山の上に聳え立つその威容はよく見えた。

亜硫酸ガスは空気より2.26倍も重いので、上昇気流に乗せて拡散させないと周囲に降ってくる。そのために現地の高層気象を観測し、この高さが決定されたのである。時折起きることもある突発的な下降気流には、煙突周囲の山々に置かれたかかれた気象観測所の情報が中央に集められ、その判断の下に製錬を一時中断する措置も取られた。測候所周辺の被害はほぼ解消され、付近の住民と信頼関係が続いた記録がある²⁵⁾。

1972年には亜硫酸ガスを全量硫酸として回収し、完全無公害化を達成した。筆者が日立大煙突を訪れたのは、この直後であった。役目を終えた「日立大煙突」は、基底部の三分の一（57 m）を残して、1993年に突然倒壊した。

4. おわりに

国連財団（United Nations Foundation）の理事会が東京で開かれた際、英国ケンブリッジ大学のエマ・ロスチャイルド先生 [Emma Rothschild : Amartya Sen先生（1998年ノーベル経済学賞）の奥様] からのお声掛けで出席した。最初に財団創立者のテッド・ターナー氏 [Ted Turner : 米国CNN（Cable News Network）の創立者] に紹介された。米国は1984年にユネスコ（国際連合教育科学文化機関）を脱退していたが（2003年に復帰）、理由は拠出金が米国の利益に還元されないということだった。それに対して、ターナー氏は「人間性の未来への投資」であると位置付けて\$1-Billion（約1,000億円）を寄付し、1998年に国連財団が創立した。

会議の中で、急に日本の企業から意見を聞きたいという流れになった。富士ゼロックスの小林陽太郎会長（当時、1933～2015）が、流れるような英語で日本企業の現況を語った。その直後にロスチャイルド先生は、「小泉の意見も聞きたい」と提案した。急なことで何の準備も無かったが、日立の小平浪平創業社長のビジョンを紹介させていただくことにした。「企業は社会の為に在り、実現には確かな経営が必須」という企業の目的と手段の関係を、たどた

どしい英語でその場で述べた。すると、会議の終了直後に、一人の紳士が目の前に現れた。会うなり握手を求められ、「感動した」と言われた。差し出された名刺を見ると、そこには「Muhammad Yunus」と記されていた。かのグラミン銀行 (Grameen Bank of Bangladesh: 貧困層に小口の融資をする銀行。常識に反して約98%の返済率を実現) を創ったムハマド・ユヌス氏である(2006年ノーベル平和賞)。

西洋の一般的な経営理論からすれば、企業の目的は顧客の創造や顧客の欲する価値の創造とされるのが、現在でも一般的であろう²⁶⁾。しかし、小平浪平創業社長の志は、次元が一段上のところにあった。前述したノーベルに始まるケースを是としかねない現在にあって、「人倫」を中心に置いた志は、欧米の経営者にも新鮮に映ったように感じる。

昨今、国内外の企業で、「コンプライアンス」のみならず「倫理」が問題となる事例が多発しているが、日立鉱山と日立製作所の黎明期の志は、再考されて然るべきであろう。

東洋哲学の泰斗、中村元先生(1912~1999)の最後の著作は、他者を思いやる『温かな心: 東洋に理想』(1999)であった。また、西洋哲学のカント(Immanuel Kant, 1724~1804)最晩年の著作『人倫の形而上学』(1797)でも、他者への思いやりこそ倫理であるとの趣旨が垣間見られる(「他人の幸福を自己の目的として促進する」)。筆者自身も倫理の本質を、「温かな心」(warm-heartedness)と捉えたい。

さらに倫理教育に関連する論考については、次の機会に譲りたいと思う^{27), 28), 29), 30)}。

参考文献

- 1) 小泉英明: 異分野の「知」の架橋・融合が創造する新しい価値, 日立評論創刊一千号記念フォーラム Innovate the Future 講演報告, 日立評論創刊一千号記念特別号, 32~40 (2006.2)
- 2) 小泉英明: 新・人間学を求めて—自然科学と社会科学の架橋・融合—, 学術の動向, 2004.2: 32-45 (2004)
- 3) 小泉英明: ご挨拶と趣旨説明—感動と幸福, そして未来という概念, 第3回応用脳科学シンポジウム「未来という人間特有の意識は何をもたらすのか?」(松沢哲郎, 佐々木博康, 萩原裕子, 定藤規弘), 生存科学B, 21, 87-96 (2010)
- 4) T. Maricic, et al.: A recent evolutionary change affects a regulatory element in the human FOXP2 gene, Mol Biol Evol 30 (4), 844-852 (2013)
- 5) S. Pääbo: The diverse origins of the human gene pool, Nat Rev Genet, 16 (6), 313-314 (2015)
- 6) 小泉英明: 脳の科学史: フロイトから脳地図, MRIへ, 角川SSC新書, 角川書店, 東京 (2011)
- 7) T. Takemi: Human Survival: The Environment and Medical Care, The Korea-Japan Medical Economics Symposium at the JMA (Japan Medical Association) House, Tokyo (1976)
- 8) T. Takemi: In Socialized Medicine in Japan, Japan Medical Association, Tokyo, pp.296-305 (1982)
- 9) T. Takemi: Private communication with Koizumi H., 5th February 1983 (1983.2)
- 10) 小泉英明: 武見太郎先生との一年半, 武見太郎の人と学問, 武見記念生存科学研究基金・武見太郎記念論文集編集委員会(編), 丸善, 東京 (1989)

- 11) H. Koizumi: Toward a new educational philosophy, In: Suarez-Orozco M and Sattin-Bajaj C (eds.) Educating the whole child for the whole world, New York University Press, New York, pp.81-94 (2010)
- 12) 小泉英明: 科学・技術に求められるもの: 時代の分水嶺としての2010年(吉川弘之との対談), 日立創業100周年記念講演録, 日立評論特別号, 73~80 (2010.11)
- 13) K. H. Dreborg: Essence of backcasting, Futures, 28 (9), 813-828 (1996)
- 14) J. Holmberg & R. Karl-Henrik: Backcasting from non-overlapping sustainability principles: a framework for strategic planning, International Journal of Sustainable Development and World Ecology, 7, 291-308 (2000)
- 15) P. F. Drucker: Innovation and Entrepreneurship, Harper Collins Publishers, New York (1985) [邦訳: P.ドラッカー: イノベーションと起業家精神, ドラッカー名著集<5>, ダイアモンド社, 東京 (2007)]
- 16) H. Koizumi, et al.: Dynamic optical topography and the real-time PDP chip: An analytical and synthetical approach to higher-order brain functions, In the Proceedings of the Fifth International Conference on Neural Information Processing, 337-340 (1998)
- 17) P. Campbell & H. Koizumi: Private communications at Science of Learning Symposium, the launching symposium on a new Nature Partner Journal, Science of Learning, Brisbane (2015.4)
- 18) 中西宏明: 日立グループが挑む社会イノベーション, 日立創業100周年記念講演録, 日立評論特別号, 9~18 (2010.11)
- 19) アマルティア・セン: 日本と世界の将来, 日立創業100周年記念講演録, 日立評論特別号, 44~53 (2010), A. Sen: Japan and the Future of the World, Hitachi Hyoron Special Edition Autumn 2010, 44-53 (2010.11)
- 20) 宮本憲一: 戦後日本公害史論, 岩波書店, 東京 (2014)
- 21) 宮本憲一: 第13回パピルス賞授賞式(公益財団法人関記念財団) 私信 (2015)
- 22) 日立製作所臨時50周年事業部社史編纂部(編): 序文(小平浪平)・はしがき(洪沢元治), 日立製作所史, 日立製作所, 東京 (1949年初版, 1960年改訂版)
- 23) 嘉屋實(編・著): 序文(久原房之助), 日立鉱山史, 日本鉱業株式会社日立鉱業所 (1952)
- 24) 中澤稔, 井原聡: 日立鉱山煙害事件の技術史的再考, 茨城大学教養部紀要 (15), 69~87 (1983)
- 25) 新田次郎: ある町の高い煙突, 文藝春秋, 東京 (1978)
- 26) P. F. Drucker: The Practice of management, Harper & Row, New York (1954) [邦訳: P.ドラッカー: 現代の経営, ドラッカー名著集<2 & 3>, ダイアモンド社, 東京 (1954)]
- 27) H. Koizumi: A new science of humanity: A trial for the integration of natural science and the humanities towards human security and well-being, In: Sorondo MS (ed) What is our real knowledge about the human being, Pontifical Academy of Sciences, Vatican (2007)
- 28) H. Koizumi: Developing the brain: A functional imaging approach to learning and educational science, In: Battro MB, Fischer KW, Lena PJ (eds) The Educated Brain, Cambridge University Press, Cambridge UK (2008)
- 29) H. Koizumi: Brain-science and education in Japan, In Della Sala S and Anderson M (eds) Neuroscience in education, Oxford University Press, Oxford (2012)
- 30) H. Koizumi: Scientific Learning and Education for Human Security and Well-Being, In Battro A, Lena P, Sorondo MS and Von Braun J (eds) Children and Sustainable Development: A challenge for Education, Springer-Verlag GmbH, Berlin (in press) (2016)

執筆者紹介



小泉 英明

日立製作所 フェロー

1971年東京大学教養学部基礎科学科卒業, 同年日立製作所計測器事業部入社。1976年東京大学に論文を提出し理学博士。2000年基礎研究所所長, 2003年技師長を経て, 2004年よりフェロー。公益社団法人日本工学アカデミー(EAJ) 上級副会長, 国際理工学アカデミー連合(CAETS) 理事, 内閣府日本学術会議(SCJ) 連携会員, 中国工程院外国籍院士・東南大学名誉教授, 米国・欧州・豪州などの各種研究機関や財団のボードを兼務(B.D.)。東京大学客員教授・55代日本分析化学会会長など歴任。環境・医療などの分野で、多くの新原理を創出して社会実装した。大河内賞計3回, 米国R&D100賞計3回受賞 (Oscars of Innovation, IR100賞含む) 他。近著に『アインシュタインの逆オメガ: 脳の進化から教育を考える (Evolutionary Pedagogy)』(パピルス賞受賞作品, 文藝春秋社刊)。