

## 理系と文系の融合

——自然科学者の見方——

真 柄 欽 次

プロローグ

はじめに

1. 専門性と総合性
2. 理が先か、工が先か？
3. 理から工へ
4. 工から理へ
5. 理と工の融合
6. 石油産業における文理工の総合化
7. 本学における総合政策学と北東アジア地域研究
8. 未来の学問の融合

結論

プロローグ

「この世のことは、すべて『物理』か『物語』のどちらかであると思う。  
『物理』は証明（理解）できなければならない。そして『物語』は共感されなければならない。……そして私たちはこの『理解』と『共感』の二つの世界のあいだを、揺れる振子のように行きつもどりつしながら生きるのである」。

～五木寛之『元氣』（幻冬舎）<sup>1)</sup>

はじめに

五木寛之によれば、モノによって証明（理解）されるものはすべて「物理」であり、言葉によって語られ、文字によって書かれるものは、すべて「物語」である。古代から中世にかけての「物語」中心の時代は、やがて地球の自転、電気、電磁波、細菌、遺伝子などの発見によって、徐々に「物理」の時代に入ってきたが、「物語」世界が完全に後退したとも思われない。20世紀は共産主義、民主主義、あるいは市場原理などの「物語」全盛の時代であったのかも知れない。

モノを発見し、分析し、証明することに明け暮れた「理系人間」としての私の「物理」人生においても、家庭生活、友人との交流を含む、世の中の変化に対応して、楽しく生きる「物語」能力なしには生きることは出来なかった。「物語」人間である作家でさえ、子供たちの理数系科目の宿題を助ける「物理」力も、たまに必要となろう。

また「物理」人間の典型である数学者にしても、隣人と世間話の一つや二つ出来る「物語」能力がないと暮らしにくい。つまり、どんな精密な論理に基づく「物理」があったとしても、それだけで生きることとはできず、「物語」のなかの説明不可能ながら、共感できる部分がなければ、人生は成り立たないと言えるかも知れない<sup>1)</sup>。

「物語」と「物理」のもとである、人間が持っている「話す能力」と、両手を使った「技術力」および「文章を書く能力」はどこから得たのであろうか？

約1500万年前、アフリカ東部に出来た地球最後の割れ目である大地構帯の両側に出来た山脈高地のために、その東側の地域環境が乾燥化し、約500万年前の初期人類発生の原因を作ったと言われる。突然変異によって猿から進化したと言われる初期人類が2本足で立ち上がったことによって得たものは、4つあった。

その第一はのどが垂直になり、発声が容易になり、言葉によるコミュニケーションが可能になった。その第二は両手が自由になり、文字によるコミュニケーションと技術開発が可能になったこと。また、その第三は立ち上がることで、4つ足時代よりも移動するスピードは遅くなったものの、長時間歩行することが出来るようになり、地球上の陸地の広範囲な部分に移動し、居住できるようになったこと。そして、第四に背骨を垂直にすることにより、大きな頭脳を支えることが容易になり、さらに進化を遂げることができた<sup>2)</sup>。

螺旋形のDNAに詰め込まれている情報は、基本的に二種類のものからなると言われる。

1) 人類は、もともと単細胞生物から始まって魚類、両棲類、爬虫類、哺乳類を通過して進化した。2) 個人はユニークな存在であり、同一の二人はこの世に存在しない。立ち上がるために欠かせなかった背骨は、もともと魚類が塩類を多く含む海水から、淡水である川や湖へ移動するに当たって必要になったカルシウムの貯蔵庫であったと言われる。このカルシウムの貯蔵庫は両棲類、爬虫類を越えて、哺乳類に受け継がれたが、後に人類が直立するに当たっても役立つことになった。海水中に住む「くらげ」、「たこ」、「いか」など背骨のない生物が、事実上カルシウム欠如状態にある川や湖に住めない事実は興味深いことである。また、鉄分を含むヘモグロビンで出来ている動物や人間の「赤い血液」も、われわれが、もともと多くの鉄分を含んだ原始の海に、かつて生息していた証拠と言われる。

両手を使う能力は技術や科学を発達させ、その方法や結果を言葉や文字で表現することによって、人間同士のコミュニケーションの輪を広めることが出来た。文字によるコミュニケーションは遠隔地に住む人たちとの知的交流を可能にし、かつ「世代」を越えた知識や経験の伝達が可能となった。初期人類の約500ccの頭脳から、今日われわれ人間が持っている約1500ccの頭脳への進化も、この過程を助けたことになる。結果として、数学を基本とした理科系の学問や技術が生まれ、文字と言葉による文章を基本とした文科系の学問が生まれたのであろう。理科系の考えや理論を実証するためには「実験」や「モデル化」が考えられ、文科系の考えを検証するために「歴史に照らす」ことが出来る。

しかし、例外もいくつか存在し、例えば、理科系に属する地質学は立派な歴史科学であり、その理論の多くは、われわれ人間に与えられる時間が、「地質学的時間」に比べてあまりに短かすぎるため、「実験で証明すること」はほぼ不可能である。また、文科系に属する現代政治学などにおいて、論議される様々の現象、例えば「イラク戦後処理」、や「IT革命」と「地球環境問題」の及ぼす「社会的影響と意義」など、現在、人類が歴史上

初めて経験している事柄を「歴史の鏡」に照らし合わせることはできないかも知れない。もうひとつの文科系科学である経済学は理系の諸科学に匹敵するくらい「数学的」かつ「定量的」でもある。

本稿の課題は、筆者自身のこれまでの研究・教育経験にもとづいて、従来の理科系・文科系というタテ割り教育を脱し、未来の学問における諸科学総合の可能性を展望することである。

## 1. 専門性と総合性

一昔前まで、多くの大学は「文学部」「教育学部」「法学部」「政治学部」「経済学部」などの人文・社会科学（文科）系学部と「理学部」「工学部」「農学部」「医学部」「薬学部」などの自然科学（理科）系学部で構成されていた。これらの学部はさらに学問的手法を基にして多くの学科に分けられ、教育と研究が行われて来たわけである。産業革命以降、科学や技術の発展に伴って、知識量が急激に増大したにもかかわらず、大学における修業年限は4年間と定められて来たため、一定の仕事进行处理できる人材をこの限られた年限内に教育するには、専門の細分化を行うしか方法が無かったのであろう。

このような「タテ割り教育」は我が国の近代化に大いに貢献したものの、各人が狭い専門領域に閉じこもり、関連分野の考え方なり、他の専門家達との知的交流を怠ってきた弊害について近年指摘される様になってきた。解決策のひとつは「総合政策学」「国際関係（開発）学」「人間学」「環境学」等々、一般性や総合性を持った学部構成に変えることであった。しかし、このような解決法にも問題がない訳ではない。

「タテ割り」と「総合性」をスポーツに例えると、前者が100m 競争なり、マラソンなり、レスリングなどのうちの一種目に絞って、練習を積み上げて、金メダルを獲得するため努力するのに比べて、後者においては種目を特定せず、ただ世界のトップ・レベルのスポーツ・マンになることを追求するのに似ている。種目が特定されなければ具体的な練習を積み上げることは出来ず、ただ体力を増強させるぐらいしか方法はない。スポーツ活動に適する「人生の若い時間」は短く、ただ体力を増強させているだけでは、なかなか金メダルに到達できないかも知れない。

「タテ割り教育全盛時代」に学生時代を送った筆者の若かった頃の理学部は理論中心の数学、物理学、宇宙物理学、および理論と実験の地球物理学と化学、並びに、分類や記載を中心とした地質学、植物学、動物学を専攻する諸学科で構成されていた。植物と動物の違いを厳格に規定できないのに植物と動物を二つの学科に分けていたのも奇異なことであったと思う。しかし、時代は変わり、理学部にも総合化の波が押し寄せ、物理学、宇宙物理学、地球物理学、化学と、地質学、生物学（植物学+動物学）を合体させた「地球科学」的発想がなければ、地球や生命の進化を解く鍵は得られないし、地球環境を守ることにも出来ないのではないかと考える様になって来た。また、この分野の研究を発展させるためには、工学とくにITとロケット工学に基づくりモート・センシングやバイオ・テクノロジーの助けも借りなければならない。

## 2. 理が先か、工が先か？

自然や物体を観察し、その結果に基づいて理論をつくる純粹「理系」の学問がまずあり、

それらの理論を基にして、ものを構築したり、合成する「工業技術」がその後を追うものと一般に考えられているふしがある。また、「科学技術」という表現があり、科学が技術に常に先行するかのごとき印象を受けるが、英語では Science and Technology となり、二つの独立した方法なり、考え方であり、どちらが先かは決めにくい<sup>1)</sup>。

人を誉める言葉として He is a man of principles. というのがあるが、これは信念とか理論をしっかり持っていて、行動することが良いことで、実地のことしか分からない人間は低級という意味だと思う。しかし、ほとんどの理論は過去の限られた経験に基づくもので、新しい未経験の状況下では理論通りには行かないかも知れない。また、理論が過去の全ての経験に基づいているという保証はない。だから観察し、理論化する「理学」が、実行を主な目的とする「工学」に先行するというパターンだけが、正しいと考えること事態が問題であるかも知れない。工が理に先行したり、理と工が交互に関係したり、影響し合いながら発展したこともある。

観察された、いくつかの事象の間の相関関係を説明するために、まず仮説が立てられ、その仮説がより多くの研究者達によって支持されれば理論とかモデルとか呼ばれることになる。つまり、理論は複雑な事柄を簡単に理解し易くするために、考えられているが、物事の全ての面をカバーしているかどうかや、異なった条件下でも当てはまるかどうかは分からない。にもかかわらず、ある理論を知っているかどうかで、人の能力を評価したり、人に理論を押し付けるごときは問題であろう。まして、理論に合わせるために、実験結果や観察結果を歪曲するようなことは、真に慎むべきと考える。科学における正直さ (Scientific Honesty) には、1) どの様な条件下で研究されたかを明確に示す、2) 導かれた結論の適用範囲を明確に示す、3) 他の研究者による業績を明確に自己のものと区別して表示する<sup>2)</sup> ことなどが含まれるが、科学に従事する者が守らねばならないルールと考える。

結論として、理論というものは物事の理解をより易しく、便利にするために考えられているにもかかわらず、理論というツールを使って、人を差別したり、不便や間違えさえも作り出す可能性があることは憂慮すべきことである。

### 3. 理から工へ

約2万年前にピークを迎えた地球最後の氷河期 (Würm) には大陸地域の約3分の1が氷で覆われ、海水面は現在より約100m 低下していたため、大陸棚のかなりの部分が陸化していて、初期人類の移動を助けたといわれる。この時期、朝鮮半島南端から北九州と山陰地方へ、そしてシベリア東部からサハリン島へは地続きであった。渤海湾は大部分が陸化していて、マレー半島からインドネシア本島を通り、スマトラ島まで陸続きであったと考えられる。さらに、シベリア東端とアラスカ間のベーリング海峡やオーストラリア大陸とニューギニアの間なども陸化しており、初期人類が移動することができた。中東ではアラビア半島南部のイエメンとソマリア (アフリカ大陸) の間やペルシャ湾自体も、ほとんど陸続きであった。

農業を始める以前の人類は採取のみによって、食料を得ていた訳であるが、夏期間の低温のお陰で食料の保存が比較的容易であったと思われる。当時の年平均気温は現在より6-8度C 低かったものと思われ、とくに夏が涼しかったため、雪がとけ切らず、積み重

なった圧力によって氷として固化し、蓄積された。川、湖、沿岸地域で魚を取るには、氷に穴を開け、針と糸をたらすだけで可能であったし、車輪が発明されていなかった当時、ものを運ぶためには「そり」を引くだけで良かった。

最後の氷河は約1万年前に消滅し、農業が始まったのは中東地域（現在のパレスティンとトルコ、カタルフューク）においてであった。当時の麦は実ると種がはじけるタイプで、麦の子孫の広範囲な伝播と繁殖には適した種であったが、実（み）の収穫には誠に不便なものであった。初期人類のなかに、素晴らしい観察眼を持った、現代における理系人間のような人達がいて、ときたま突然変異によって現れる、はじけないタイプ（つまり、実ったときに収穫し易いタイプ）の麦を発見、保存し、栽培したのが農業の始まりといわれる。もし、人類が採取だけに頼っていたら、地球が養える人口はせいぜい1000万人といわれるが、農業のお陰で、その600倍、60億人以上の食糧を賄っている。それは全て、初期人類による素晴らしい観察を生産に結び付けた、理から工（農）への応用のプロセスであった。

#### 4. 工から理へ

次の例は、農業の発見以後、さらに5000年経過し、古代エジプト時代に建設された多くのピラミッドは地球の北半球をイメージしたものと言われる。16世紀のコペルニクスによる地動説より4000年以上前に地球がまるいことを知っていたことになる。しかも、カイロ市西方にある第四王朝（2800年 BC 頃）、クフ王時代に建てられたギザのピラミッドの4底辺の合計（約230米 x 4）を高さ（約146米）で割ると6.28、つまり円周率 $3.14 \times 2$ という値になる<sup>4)</sup>（この事実は底辺を円周とし、高さを半径とした、半球をイメージしたことの証拠でもある）。

後にギリシャの数学者達が苦勞をして、求めた円周率の基本を2000年以上前に知っていたことになる。古代エジプト時代にはファラオ、僧侶、律法学者の下に職人（Artisan）という現代の Engineer に相当する人達が存在したが、当時はまだ科学者に相当する職業はなかった。つまり、古代の工学専門家達は、科学者がこの世に現れる2000年も前に科学の基本を発見していたことになる。

ちなみに、古代中国では紀元前1650年頃に円周率を3としていた記録がある。ギリシャの天文学者プトレミーが二世紀ごろ（つまり、ギザより2千数百年後）に円周率3.1416を求めていた事実がある<sup>5)</sup>。

#### 5. 理と工の融合

「大陸移動説（プレート・テクトニクス）」の証明にかかわるストーリーは工学技術の助けなしには達成できなかった科学的発見の話である。20世紀初頭にドイツ人の気象学者、ウエゲナーが大西洋をはさむ両側の大陸海岸線の類似性に基づいて提案した大陸移動説は、30年間ぐらい学会に取り上げられなかった。石油産業が開発した海洋掘削技術に基礎をおく深海掘削により、海底下を構成する「海洋プレート」が大陸を構成する「大陸プレート」より重い物質で出来ていることを証明し、陸のプレートが「いかだ」のように浮かんで、移動する「プレート・テクトニクス説」の基礎をつくった<sup>6)</sup>。また、音波による水深の測定によって、大西洋や太平洋の中央付近に海嶺とよばれる「盛り上がった」部分を発見し、深海底から採集された岩石サンプルの絶対年代の測定によって、海嶺に近づくほど岩

石の年代が若くなることも分かった。つまり、海嶺を中心とした海洋プレートの対流による動きが両側の大陸を横に押しやったことになる。

大陸の地塊は移動の過程で方向も変化するが、その様子は古磁気（Paleo-magnetism）の記録として残される。つまり、地質時代の過去にマグマが地下で冷えたり、火山岩として地表に噴出後、冷えるときに、磁鉄鉱などの磁性鉱物が当時の地球磁北（磁南）を保有する。岩石中の古磁気の記録を当時の方向に復元することにより、大陸移動の様子が判る。

海嶺付近に住む微生物が地球最初の生物である可能性が高く、また、大陸の分割によって取り残されたために進化から取り残された生物や、大陸の移動に伴う地殻変動や環境変化の影響で突然変異した生物種など、ダーウインの「適者生存、進化」のメカニズムを理解する上で、プレート・テクトニクスは欠かせない要素であることも判明してきた。

結論として、気象学ないし地形学（理）に始まり、工学の助けを借りたゆえに、証明することが可能になった生命科学（理）への道は、まさしく理と工の融合の典型的なストーリーであった。

## 6. 石油産業における文理工の総合化

大学卒業後、筆者が18年間働いた石油産業は、川の流れに例えられて「上流部門」と「下流部門」に分けられる。石油・天然ガスの探査の仕事は「上流部門」に属し、この部門はさらに細分化されていた。

1. 物理、地化学探査（探査井掘削以前の調査と評価）
2. 地質調査、掘削作業（掘削中ないし掘削後の調査と評価）
3. 生産作業（生産井と地上施設の完成、および石油とガスの生産）

これらの専門的な仕事につくための大学での専攻は1. が理学部地球物理学科および化学科または工学部応用化学科、2. は理学部地質学科と工学部機械工学科／電気工学科、そして3. が工学部石油工学科／資源工学科などであった<sup>9)</sup>。

過去において1. から3. への流れは誠にシステムティックかつ一方的（つまり逆の流れがないこと）であった。しかし、1990年代以降の1. 物理探査部門における技術開発が「掘削井を掘る前に地下の石油や天然ガス存在の有無をかなり高い精度で探知する」レベル達したことから、3. 「生産に伴う油層内での石油とガスの挙動の変化をモニターする」ために1. 物理探査が使われるようになってきた。また「石油の流れ」の最後に位置し、現在実験段階にある排気ガス（二酸化炭素 CO<sub>2</sub>）の地下貯留、固定の状況をモニターするために新しい物理探査法が使われ始めている。また、二酸化炭素を超臨界状態（高温、高圧下）で油層に圧入することにより、石油の増産をはかりつつ、地球温暖化対策を実施する実験も始まっている。つまり、石油産業の最先端と最後端が結びつくことになる。また、2. 掘削部門での進化、例えば「水平掘り技術」が石油の探査法や生産方式に与えた影響は大きい。これらの事実は全て、石油産業における技術の総合化が進んでいることを示す。現在、急速に進行している「グローバリゼーション」は世界経済のほとんどの分野に及んでいるが、石油産業について語れば、「グローバリゼーション」は第二次大戦以前から、国際石油資本（メジャーズ）を中心として、また、1960年代以降は石油輸出国機構（OPEC）も加わって行われている。このグローバル化に当たっては政治、経済、国際法などの文系的思考と理工学的手法を総合的に使わねばならない。つまり、文理工融合の典

型であった。

## 7. 本学における総合政策学と北東アジア地域研究

島根県立大学は平成12年の発足当時「総合政策学部」と「北東アジア地域研究センター」で構成され、平成15年4月には新しく修士課程大学院「開発研究科」、並びに博士課程大学院「北東アジア研究科」が加わった。つまり、本学は「総合政策学」と「開発学」という学問的な手法を総合化する学部・研究科と日本、朝鮮半島、中国、モンゴル、極東シベリアを主対象とした「北東アジア地域研究」を志向する研究センター・研究科で構成されている。諸科学を総合する「総合政策学」には政治学、経済学、社会学などの社会科学を中心として、人文科学と自然科学や工学が含まれる可能性がある。開発学もこれらの諸科学を総合化する学問である。一方、北東アジア研究はあくまで地域研究であって、研究の延長線上や比較研究のためにヨーロッパや北米が登場することはあり得ても、主目的は「日本（島根県）を含む北東アジア地域」に絞られるものと理解している。

したがって、筆者流に考える本学設立の主目標は「総合政策学」と「開発学」の中のいくつかの手法と方法論を「北東アジア」という地域に当てはめることではないだろうか？もし、この考えが正しいとすれば、自然科学を専攻してきた筆者の仕事は、人口過密なこの地域におけるエネルギーと環境問題、並びに食糧・農業・地下水などの諸問題について提言するために研究を続けることではないかと考えている。

## 8. 未来の学問の融合

最近、脚光を浴びている「ロボット工学」の分野では、昆虫学や動物学（理）と工学との連携、また、バイオ・テクノロジーの分野における生物学や化学（理）と工業技術間の総合化と融合化が進展している。新しい気象学や天文学（理）もロケット工学の助けによる衛星情報をコンピューターで分析することで可能になってきている。現代医学もまたCTやPETやMRI等々の新しい医療機器（工）の助けを得て、進化を続けている。

さて、理工のみに止まらず、今後、社会科学や人文科学と自然科学、工業技術の融合と総合化が進む分野として、第一に地球環境問題がある。環境破壊の現状を把握し、適切な対策を立て、恒久的に良好な地球環境を維持し続けるためには、自然科学、工学、農林学、海洋学、政治学、経済学、社会学、医学、薬学、哲学、倫理学、教育学などの融合が望まれる。第二の可能性は生命科学の分野であり、この分野の科学技術の発達と利用に一定のはじめをかける制度や倫理観の確立が望まれる。しかし、各専門分野における知識と経験が深まり、専門化が進展する一方で、幅広い視野無くしては究極的発展が望めないというパラドックス（矛盾、逆説）に直面している。

大学では「教育」と「研究」を両立させると言う。しかし、「教育」と「研究」は共通する部分がある一方、相反する部分もある。新しい研究を進めるためには、基礎となる古いものを研究メンバーに教育する必要があるが、古いものを理解し、記憶しているだけでは「物知り」になるだけである。百科事典の一部を丸暗記しても、新しい発見には繋がらないであろう。「研究」とは過去を打ち破ることであるからである。

音楽に譬えると、ベートーベン、モーツァルト、チャイコフスキーなどの名曲を深く理解し、記憶し、自己の解釈も入れて、オーケストラをまとめ、演奏することにより、トス

カニーニ、フルトヴェングラー、カラヤンなどの名演奏家たちが生まれた。しかし、彼ら自身が作曲（研究）した名曲は知られているであろうか？

江崎玲於奈博士はソニーの前身であった東京電気工業に在職中、トランジスターの原料であるゲルマニウムを純化することにより、性能を向上させ得ると一般に信じられていた当時、不純物を混ぜ合わせることで、新しいトランジスターの開発に成功したと聞く。物質の純度を上げることは、その逆よりもコスト高で、かつ工業化も難しい。もう一人のノーベル賞受賞者である白川秀樹博士は、偶然とは言え、プラスチックに電気を通すという奇想天外、過去に生きる人間とは無関係な考えを成功させたことにより、今日のIT時代に貢献した。

これらの有能な学者達の例は過去に得られた知識（教育）にこだわらず、それらを打ち破り、新しいもの（研究）に立ち向かった「教育」と「研究」のパラドックスの例であろう。

世の中はパラドックスに満ちたものであり、そのことを否定して生きることが出来ないが、パラドックスを認識しつつ、より良き方向に進むために努力することが、21世紀に生きる我々に課せられた使命であるかも知れない。

## 結論

自然や物体を観察した結果に基づいて仮説や理論をつくる純粋「理系」の学問がまずあり、それらを基にして、ものを構築したり、合成する「工業技術」がその後を追うものと一般に考えられているふしがある。しかし、人類の歴史には「工」が「理」に先行したり、「工」と「理」が互いに影響を与えながら、発展したこともある。

現在、急速に進行中のグローバリゼーションは政治や経済の分野だけに止まらず、工業技術や自然科学、医学などの分野に及んでいるが、近い将来においては地域と地球環境保護や生命倫理に関して、国際的なコンセンサスとルールを確立するために、理工のみに止まらず、文科系諸科学との融合が求められる。

島根県立大学においては、「総合政策学」と「開発学」という学問的手法を総合化する目的で作られた学部と研究科、並びに「北東アジア」地域を指向する研究センターと研究科で構成されている。従って、筆者の考える島根県立大学設立の展望はこれらの多くの学問的手法を融合させ、日本を含む「北東アジア地域」に適用することにより、幅広い人材を養成し、地域と世界の平和と発展に貢献することであると信ずる。

## 注

- 1) 五木寛之『元気』幻冬舎、2004年。
- 2) 真柄欽次「国際開発学における工学教育の重要性」『工学教育』（日本工学教育協会）第46巻、第3号、1998年、6－8頁。
- 3) Hubbert, M. K., "Presentation of the Penrose Medal to M. King Hubbert (Response)," *Geological Society of America Bulletin*, (Geological Society of America), vol.85, p.1341, 1974.
- 4) グラハム・ハンコック（大地舜訳）『神々の指紋』（上下）翔泳社、1996年。
- 5) World Book-Childcraft International, Inc., *The World Book Encyclopedia*, Chicago, 1979.



- 6) 真柄欽次「専門性と総合性、並びに石油産業における文理工の融合」『石油開発時報』（石油鉱業連盟）No.142（2004年8月号）43－47頁。

謝辞：本稿の原案を査読し、有益で建設的なコメントを提供された本学教員の赤坂一念、村井洋、林裕明の各氏に深く感謝の意を表します。

キーワード：専門性 総合性 総合政策学 北東アジア 地域研究 学問の融合

(MAGARA Kinji)