

広島大学学術情報リポジトリ
Hiroshima University Institutional Repository

Title	STEMの図式と研究者等の多面性
Author(s)	北垣, 郁雄
Citation	大学論集 , 49 : 131 - 144
Issue Date	2017-03
DOI	
Self DOI	
URL	http://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/00042968
Right	Copyright (c) 2017 by Author
Relation	



広島大学 高等教育研究開発センター 大学論集
第49集（2016年度）2017年3月発行：131-144

STEMの図式と研究者等の多面性

北 垣 郁 雄

STEMの図式と研究者等の多面性

北垣郁雄*

1. はじめに

本稿では、STEM系の研究や研究者等に関し、多面性に一つの関心をおきつつその様相をまとめている。S/T/E/Mとは、Science / Technology / Engineering / Mathematicsの略である。大学において、将来職業的研究者を目指そうとする学生は、一つの専門に関心を絞り、そこを深く追究する。一方、科学技術者としての著名人であっても、多面的に専門的興味を有していたり幅広い教養を特徴としていることがある。如何なる実務キャリアを有するかは、主専門の特質や各人の資質に依存する。本稿では、多面性があるとされる若干名のの人をとりあげて、そのキャリアに共通する要素を調査する。キャリアの多面的様相や種類の調査結果は、学生が各自の将来像をイメージするのに資するものと思われる。

2節では、STEM、科学、技術、工学といった基本的用語を吟味するとともに、必要に応じてそれらの関係を図式的に考察する。また、大学の職務を構造化して図式表現し、その職務の多面性を考察する。

3節では、STEM研究(者)における多面性の類型をまとめる。ここでは、“多面性”を、研究内容、役割等数個の要因に分類している。

4節では、多面的に活躍した過去の研究者や実業家たちの行動のあらましをまとめ、その行動の類型を探る。主に、アメリカでSTEMを含む研究や実務で活躍した人たちを参考にする。

本稿では、STEM系の話題に指向しながらも、キャリアの“多面性”に大きなポイントを置いている。そのため、ここで取り上げた事例は、結果として、STEM系への関連の度合が大小さまざまと相成った。また研究素材として、STEMの研究者のみならず、一般の実業家等にも言及する。

2. STEMの構成と背景

前提 STEMを取り上げるにあたっては、次の2つの前提を設ける必要がある。

第一は、STEMの中のTに関することである：S/T/E/Mの4領域は、その区別が必ずしも明確とは言えない場合がある。“Technology”は、“Engineering”や“Science”と組み合わせて表記されることがあるからである。例えば、表1はアメリカのNational Digest of Education Statisticsの一部であるが、そこに示された分類では、TechnologyとEngineeringが一つのカテゴリとして表記されているのを確認することができる。

*東京都市大学客員教授／広島大学名誉教授

しかし一方、先の区別が明確な場合もある。日本の大学では、1大学内に理学部と工学部を並置させることは珍しくない。理学部の中に、数学、物理、化学等の領域が別個に存在する。

すなわち、STEMのうちS, E, Mの3つの領域は、その区分けが比較的明確である。だが、Tだけはその概念範囲が明確とは言えないのである。そこで、本稿では、Tのみの分析は省略することにした。

第二は、STEMの中のMに関することである：日本では、1大学内に理系部局として、医学部が理学部や工学部とともに存在することは珍しくない。すると、STEMに医学(Medicine)を加えて、STEMM(またはSTEM²)として5つの領域を統一的に扱うのが自然とも思われる。しかし、アメリカのあるSTEM研究者によると、Medicineはprofessional schoolで扱うので、STEMとは別個の領域とみなす。実際、STEMで博士号を取得するとPh.Dの称号が付与されるのに対し、Medicineの場合はMDという異なる称号が付与されるという。

以上を踏まえ、本稿では、STEMを必要に応じてSTEM²とみなす。つまり、文脈によっては医学も含めるものとする。また、医学における事例が“本来のSTEM”にも参考になると思われる場合は、その事例にも言及する。

科学、技術およびSTEMの図式 いくつかの英和辞典を照合すると、scienceには科学、technologyには科学技術、engineeringには工学、そしてmathematicsには数学という訳語が標準に対応する。これを前提にして、科学、技術、工学等の関係をまとめ、その上でS/T/E/Mの関係を図式化する。

S/T/E/Mを比較するには、最初に、科学や技術の発展の経緯にも多少言及する必要があるだろう。

中島(2008)によると、科学と技術は、別個に発達した。科学は、自由な市民の哲学的思索としてギリシャで始まった。そして、17世紀の科学革命とともに科学が制度化され、のちに専門職業と化した。技術の起源は、より古いが、その後の中世の産業革命と、18世紀後半に始まるイギリスの産業革命やその後のアメリカンシステムを経て、20世紀にいたる。科学と技術は、19世紀後半になってその接合を見る。つまり、科学を基礎とする技術が発展し、科学技術と呼べるものが誕生した。その後、科学の発展が技術の進歩につながりそれが人類の福祉をもたらすはずだ、というリニアモデルを生み出した。

科学は、人間社会の実利に根付いて発達したものとは言えない²⁾。思索として発達したものであるから、仮説-実験-検証という枠組や意味の検証理論というような哲学的課題が提案されたりもした。その枠組を通して、自然法則の発見を試みた。

一方、技術は、古代の社会から、衣食住とともに発達した。ローマ時代の水回りの整備や建築がその好例である。いわば、衣食住をより機能的に快適にするためのしくみの造り出すことであった。したがって、“技術”は、人間技を含むものであり、実利を目指すものが多かった。

しかし、今日の技術は、多分に自然科学の成果を基礎とする様相を見せており、以前に比べてか

表1 STEMとnon-STEM

STEM field, total
:Mathematics
:Physical sciences
:Biological/life sciences
:Engineering/technologies
:Computer/information sciences
Selected non-STEM field
:Social/behavioral sciences
:Humanities
:Business
:Education
:Health sciences

(National Digest of Education Statistics¹⁾を翻案)

なりの変質を遂げている。いわば技術の高度化であり、これこそが科学技術である。

このように見ると、“技術”は、時代に (a) よってその内容がかなり異なるものの、今日では「自然法則をうまく組み合わせる所望の高度な有機体を構成するしくみ」と捉えることができる³⁾。さらに、所望のしくみを仮説-実験-検証という科学的手法によって開発するのが、工学という学問領域ということになる。しかも、その有機体は常に人間社会の実利に資するという方向性を持っている。したがって、今日の工学は、(直接的か間接的かはともかく)技術面で人間社会の実利に資する学問領域という共通理解があると言えるだろう。

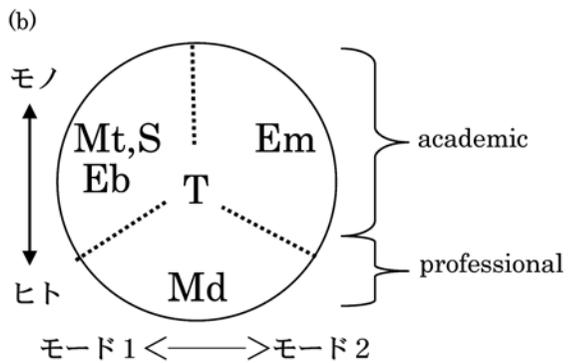
一方数学は、よく知られているように、数の性質を探究する学問という側面を持っている。林 (2006) は、数学を統計科学やコンピュータ科学とともに論理科学の一つとみなし、自然科学、社会科学等の経験科学とは別個の存在とみなしている。林自身、経験科学の範囲を弾力的に捉えてはいるが、少なくとも、数学のMは、S/T/Eとはある程度の距離のある領域と見てよいだろう。

しかし、以上のような領域の関係はともかくとして、改めてS/T/E/Mの4つを日本語として並置させてみると、次のような違和もある。すなわち、S、E、Mはいずれも“学問領域”を指す一方、Tは“しくみ”を指すという、表現上の異質さを禁じえないのである。TがEと併置できるのかという疑問と言い換えてもよい。

いずれにせよ、“T”は、ナノテクノロジー、バイオテクノロジー、環境テクノロジーに代表されるように、科学的成果が人類の福祉に直結するとの印象を与えることが多い。実際、ナノテクノロジーには超電導素材という一兆円産業に結び付く研究課題があり、バイオテクノロジーには不治の病とされているものに対する挑戦的な研究課題がある。科学が技術に直結しているのである。

以上に述べたことを視野にいれて、STEMの図式化を行う。図1 (a) は、これらをモード論⁴⁾に対応させたものである。工学 (E) は、研究内容が多様であるので、モード1 (Eb)、2 (Em) の双方にまたがるものとした。Tは、科学と技術の直結性が高いものとして、モード1と2の中間に配置した。図 (b) では、MとしてMedicineを加えている。Tは、便宜上中程に配置しているが、その位

分野	モード1	モード2
(自然)科学	S	—
科学技術	T	
工学	Eb <—> Em	
数学	Mt	



Eb : Engineering(basic)
 Em : Engineering(mission oriented)
 Mt : Mathematics
 Md : Medicine

図1 STEMの図式化

置は具体的な領域によってある程度変わる。例えば、バイオテクノロジーの場合は、ヒトと密接な関係があるので、よりMdに近く配置するのが妥当である。

教員の研究業務 STEMにかかわる教員の研究業務は、総合研究大学ではどのような位置づけになるであろうか。STEMを含め大学の全領域にかかわる教職員を対象にして、その職務属性を図式化してみよう。STEM教員はむろん研究という職務を大きな基本とするが、現実には管理的な職員や事務的職員との連携を図りながら研究業務が進む。その関係を図2に示す。その中で、(本来の)STEM関連の用語にはアンダーラインを付している。以下に、各要素を説明する：

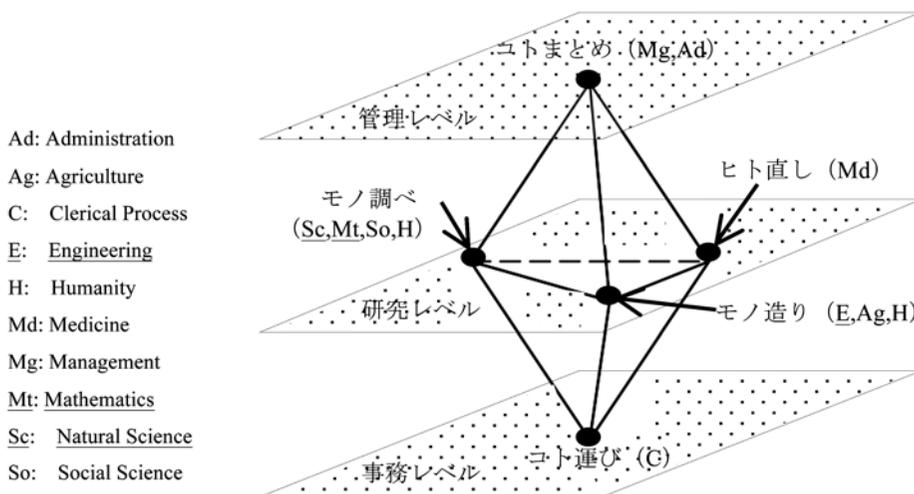


図2 総合研究大学の職務属性
—双三角錐モデル—

これは、管理レベル、研究レベル、事務レベルという3つの層から成る双三角錐モデルである。研究レベルにおいて、工学 (E) は、モノ造りの世界である。農学 (Ag) もそうである。医学 (Md) はヒト直しを目的とする。Sc (自然科学), M (数学), So (社会科学) はモノ調べとしている。このうち、Scは自然現象をモノ調べの対象とする。Soは社会現象をモノ調べの対象とする。モノ調べの対象が“自然”か“社会”かという点において、ScとSoは対照的である。一方、科学技術 (T) は、既述のようにSやEとの境界が不明確なので、図内に記載していない。個別に見れば、例えばAg (農学) はバイオテクノロジーという領域においてTと共有部分を有する。

このように、図2に示す研究レベル上の分類は、境界が明確な対があればあいまいな対もある。むろん、個々の研究内容に大きく依存する。

以上の議論を含みつつ、大学研究者の業務上の多面性をまとめる。

第一は、管理レベルの業務への従事である。研究レベル上にある教員は、時として管理レベルの部分業務を請け負うことがある。本来の業務の軽減を受けつつ、管理業務に携わることが多い。その機会に、さまざまな管理情報を得ることで、所属元にプラスになることもある。

第二は、事務レベルとの連携業務である。大学教員が直接事務に携わることはないが、教職協働という形で連携することがある。全学FD等ある程度の規模で図るべき企画立案では、この連携が

必要になる。

第三は、社会との連携である。地域社会における活動を率先したり補助したりするような業務がある。特にSTEMの研究成果に関し、その実用化の可能性が高いときは、外部企業との連携活動もある。研究者自身の起業によって、実業家の道を拓くこともある。

第四は、他の研究分野との連携である。研究展開の都合で、他領域の研究者と協働することがある。学貫的立場から、新しい研究パラダイムを模索する動きもある（林，2006）。それに関連して、林（2006）は、経済と物理の近縁性、社会学と生物学の近縁性を指摘する。この多様性は、研究分野自体の進化にもつながるだろう。

以上にまとめた研究業務の多面性のうち、第三の連携は、大学を越えた課題であるので、図2には記載しにくい。また、第四の多面性で、一研究者自身が他の研究領域に踏み込むような場合は、その研究者にとって多面性の形成となる。そのような多面性は、新たな研究モデルの模索に資する。一研究者の多面性は、次節以降で論じる。

3. STEM 研究（者）の多面的様相

この多面的様相を、表2に示すように、内容・方法、業務レベル、所属、役割の4つに分けて整理する。その整理結果は、若手の研究人が将来の研究キャリアを構想するにあたってその参考モデルになることが期待される。

「内容・方法」で、研究連携の多面性については、これを3つに分けた。「連携なし」は、研究活動が単独であるかあるいは専門を概ね同じくする研究者グループの場合である。「学際 (interdisciplinary)」と「学貫 (transdisciplinary)」は、いずれも複数の領域にまたがる研究連携である。学際は、所与の課題が複数の領域に跨っているという研究状況を指す。一方、学貫では、複数領域を包含する視点と新しい問題解決の探索を特徴とする（有本, 2003）。複数の領域から新たな研究パラダイムの創出を期待するという研究状況と見られる。

研究者の型には、I（アイ）型、T（ティー）型、 Γ （ガンマ）型、 Π （パイ）型、 Π （アイアイ）型、等がある。I型は、特定の一専門のみを深く追究する人材である。いわゆるシングルメジャーである。T型では、それに加えてその専門に関連した幅広い知識や教養的知識を有する人材である。中小企業のコンサルタントではこの型の人材が必要とされる。 Γ 型は、例えば生命科学を専門としまた広い視野を有しつつも情報科学にも通じた人材である。東京工業大学にその事例を見ることができる。 Π 型は、2つの専門を有する人材である。医学と文学（森鷗外）、数学と音楽（E.アンセルメ）、化学と音楽（ボロディン）等がその例に挙げられる。 Π 型は、ダブルメジャーに加えて幅広い知識を有するような人材である。

「業務レベル」の多面性は、一大学内での諸業務を意味する。「管理」、「研究」、「事務」の3者とそれらの関係は、図2に図式化したとおりである。研究を一本務とする教員が事務職を兼務した事例は探しにくいだが、必要な情報を事務方に提出するなど教職協働という形で「事務連携」を図ることがある。「教育」は、当該研究の領域体系に基づいて行う。「社会貢献」は、産学連携という形で関与

することが多い。

「所属」は、一研究者のキャリア形成に関する。また、「役割」の中の「研究促進」もそうである。これらの多面性は、次節で紹介する。

「主従」は、コミュニティの中での当該研究者の立ち位置を意味する。コミュニティの活動の趣旨等によって、リーダー、フォロワー、オブザーバーのいずれにもなり得る。

表2 研究（者）の多面性

内容・方法	領域連携	連携なし（特定の一領域）、学際、学貫
	研究者	I型、T型、Γ型、II型、II型、…
業務レベル		管理、研究、教育、社会貢献、事務連携
所属		大学、政府・官庁、企業、自営
役 割	研究促進	ジェネレータ、プロモーター、メンター
	主 従	リーダー、フォロワー、オブザーバー

4. 研究者・実業家の活動事例

アメリカの研究者や実業家たち STEM研究者やSTEM関連の企業人は、組織の特定部署に所属することで、自ずと当該領域に専心しているとみなされる。しかし、当該専門に秀でた人であっても、多面的な生き方を特色とすることがある。I（アイ）型以外の類型に該当する人たちのことである。特に企業で働く若手研究者の場合、興味の範囲を限定してしまうと、企業内の活動に不都合を来すことがある。長期的視野で将来のキャリア形成を図ろうとするときには、多面性ある人たちの生き方も、ときには参考になる。

多羅尾（1998a, b, 1999, 2001, 2003）は、興味関心の多面性に着眼し、アメリカや日本で活躍した著名人のキャリアを論じている。そこでは、技術的発想を生み出したり実証したりするジェネレータ、ジェネレータに助言を行ったりその精神的バックアップを図ったりするメンター、ジェネレータの成果をビジネスに結び付けるプロモーターという3つの役割を設定して、各人の多面的特色を図ろうとしている（多羅尾, 1998a）。以下では、これらの情報の一部を要約するとともに、異色の“マルチメジャー人”や意外性ある活動事例を列挙する。さまざまな研究・実務事例が、多様化時代に相応しい研究展開の参考に資することを期待するものである。特にアメリカの事例を総じてみれば、以下のような特色が窺われる。

1) 所属や役割に関して「縦割り」を感じにくい：一人の研究者が、生涯のうちに、ジェネレータ、メンター、プロモーターのどれかの役割を演じている。あるいは、2つ以上の役割を同時に演じていることもある。いずれにしても、周囲の環境に対応しつつ、“自然な流れ”の中で役割を選んだり、実行したり、あるいは役割変更したりもする。また、所属先としての大学、政府機関、企業の3者間で、これまた“自然な流れ”の中で異動が図られている。そこには、無理なこだわりや不自然さを感じさせるものがない。恐らく、彼らの意識には、所属や役割に関しての縦割り性を感じさせる

ものが存在しないのであろう。そして、その意識を動かす根源とは、仕事に対する飽くなき情熱であり、その情熱は研究成果が必ずや社会貢献に寄与できるはずだという期待に支えられたものである。健全で自然な動機に基づく活動と言えるのである。研究者の多面性は、そのような属性が表に躍り出て活動を取り仕切るというより、活動の中に溶け込んだ形で、活動の動機的存在として読み取ることができるのである。

2) それぞれの場で「人との出会い」がある：全般に、生涯の活躍の場が一か所に止まっていない。また、大学が活動の場の最高点という意識は、読み取りにくい。仕事場が、企業研究所、大学や企業からのスピンオフとしてのベンチャー企業、政府、軍隊等、ときには目まぐるしく感じる。しかし、そのような職業機会における自然な出会いとして、メンター、共同出資者、共同経営者が現れ、これが創業につながる。創業を試みる当事者の基本的姿勢としては、資金集め、提案の評価、適格な経営者の選定である。創業の前提は、アカデミックな知識である。活動全体に、基礎研究と実用化の切れ目を感じさせるものがない。だから、大学—企業—社会という連携が滑らかであり、不自然な落差を感じさせないのである。

このように、ベンチャー創業には、いろいろな要素を必要とするが、活動をうまく支える主要な事柄は「人との出会い」である。

3) 営利か非営利かはともかく、常に社会的な活動に対する関心を忘れない。また、チャレンジ精神にあふれている。：発明王エジソン（1847-1931）は、10代半ばから社会的実務を経験している。15歳時に鉄道で新聞売りを始めた。その後、17年の間、主に電信技手として職場を転々とした。15歳時にグランド・トランク・ヘラルド紙を創刊し、列車や駅馬車の時刻表等、人々が求めるような情報を提供した。今で言う情報誌である。そのようなダイナミックな活動ぶりは、その後のさまざまな発明と実用化の過程でも引き続いて展開される（多羅尾，1998b）。鉄鋼で巨額の富を得たアンドリュー・カーネギーも、無名時に類似の経験をしている。

一方、ロジャー・アダマス（1889-1971）とヘルマン・マーク（1895-1992）は、化学系企業デュポン（化学系企業）のコンサルタントとして高く評価されている（多羅尾，1999）。アメリカ生れのアダマスは、研究活動だけでなく、政府関係活動でも長期にわたり要職を務めた。1917年、化学戦部陸軍少佐として化学兵器研究責任者となった。その後、ルーズベルト大統領の科学顧問委員会メンバーとなった。著書の有機化学関係の2種類の叢書シリーズは、多くの学生や研究者に読まれている。その収益を基金にしてロジャー・アダマス有機化学賞を2年ごとに実施している。2人とも、大学での研究と教育に多大な功績を挙げ、産業界にも大きな影響を及ぼした。研究活動のみならず、国家、社会、大学や企業の研究について幅広い知識を有した。特に、企業の研究者が社会からどのような貢献が期待されているかを学生に教授した。

やはりこれらの事例からも、研究者の興味関心の多面性と活動の原動力としての社会貢献意識を感じ取ることができる。

4) 科学技術に対して、フィランソロピスト（博愛主義者）からの貢献があった：アンドリュー・カーネギー（1835-1919）、ジョン・ロックフェラー（1839-1937）、ジョンズ・ホプキンス（1795-1873）は、巨額の寄付を行ったフィランソロピストとして知られている。以下、彼らの活動を要約してみよう

(多羅尾, 1999)。

カーネギーは、スコットランドに生まれたが、その後一家でアメリカに移住した。10代半ばから電信局に配達夫、技手として働いた。新聞には機会あるごとに自分の考えを投書し、掲載されることが多かった。フィランソロピストの先駆者とされるベンジャミン・フランクリンを尊敬した。カーネギー・スチールを設立し、鉄鋼で大成功を納めた。彼の自伝は、フランクリンの自伝とともにアメリカの勤勉精神を伝える傑作とされている。1880年代に、1881年に故郷のスコットランドに公共図書館を寄付し、ピッツバーグ市には百万ドルを寄付した。これにより、ピッツバーグでは、図書館、美術館、女子校、工業学校が設立された。その一部が、現在のカーネギー・メロン大学に至っている。1901年に、カーネギー・スチールはモーガンに売却され、ユナイテッド・スチールとなった。そして、売却代金の四億ドルを人類福祉のために使うことが、実業界から引退したカーネギーのその後の仕事になった。

ロックフェラーは、クリーブランドの質素で厳格なバプテストの家庭で育った。商業学校卒業後いくつかの仕事を経て石油精製業に入った。1870年に、スタンダード石油を設立し、全米石油精製の70%を傘下に収めた。1897年ごろから、石油精製業を後継者に譲り、自分自身はフィランソロピーをライフワークとした。シカゴ大学は、1891年に彼の60万ドルの寄付で設立された。その前身はバプテスト系の小規模な大学である。1891設立時には、バプテスト派は積極的に協力したが、その後は無宗派となった。ロックフェラーは、会社の乗っ取りなど、事業面ではかなり強引な手法を用いている。息子の教育には、バプテストの信仰と儉約を基本とし、小遣い銭は労働の対価以外には与えなかったという。1901年には、ロックフェラー医学研究所が設立されている。

ジョンズ・ホプキンスは、メリーランド州でクエーカー教徒の両親から生まれた。彼は、奴隷解放運動のあおりで困難な生活を送り、しかしその中で、勤勉、節約の習慣や責任感などを身につけていった。独立して開いた食料雑貨店が大成功を納めてから、零細企業への融資や不動産投資を行い、一鉄道会社の大株主にもなった。1870年の遺書では、財産のうち700万ドルを2等分して病院と大学の創立資金とすることとした。大学の構想は、遺言書で指名した12名の理事に委ねられた。彼らは、ハーバード大学長のエリオットとコーネル大学長のホワイトらに意見を求めるとともに、学長候補者の推薦を依頼した。初代学長のギルマンのリーダーシップの下、大学院を含む研究型のジョンズ・ホプキンス大学が1876年に誕生した。初期の留学生の中に、歴史と政治を学んだ新渡戸稲造がいる。

アメリカでは、フィランソロピストの社会貢献は長い歴史と蓄積をもっている。いわばアメリカの伝統精神である。彼らは、幸運にして得た巨額の富を社会に還元することを忘れていない。ただし、その精神は、人によって同じではない。例えば、カーネギーは、30代にしてその富の社会還元を心がけていた。彼の寄付は「自ら助ける者を助ける」を基本精神とし、貧民の救済とか金のバラマキとは一線を画していた。一方、ロックフェラーは、初期にはフィランソロピーについての明確な理念を持っていなかった。シカゴ大学の設立のために寄付を行ったのは、彼の長女が前身の大学の学長に嫁いでいたのが一動機である。その後、シカゴ大学が社会に大きく貢献し、その寄付が評価されてから、フィランソロピストの道を歩み始めたという。

研究者・実業家たちの“地中部分”は何か

以上に述べた1)～4)は、STEM系研究者・実業家の多面的特質や彼らの活動を取り巻く背景を示したものである。多羅尾は上記のほかにも多面的な活躍人を列挙しているが、特に研究畑の場合は、シングルメジャーを志してはいるものの、「閉じた体系」としての研究活動に捉われるものを感じさせない。表2の「研究者」の類型は、さらに拡張する必要があるだろう。

しかし、その表には記述し得ないものがある。例えば、T型については、その物体を支える「何か」が重要なのである。い

わゆるコミュニケーションスキルや異文化理解は、ある程度はふつうの学力のように測定することができる。しかし、図3の図示例でいえば、(地上部分の様態もさることながら) T型電信柱を支えるための、測定困難な地中部分が問題なのである。そこには、地中部分を涵養する、もっと漠とした「何か」があるはずである(北垣, 2015)。研究への信念のようなものに対応するから、おそらくその素材は、社会的使命感、チャレンジ精神、フィランスロピー、伝統精神、広義の宗教心等、を含むであろう。

社会的使命感については研究組織的課題として、また広義の宗教心については個別の追究課題として、模索が求められる。これが、STEM系研究者に係る一つの根源的課題と思われるのである。特に日本の場合、フィランスロピーに対応する伝統精神とは何かを模索することが、科学技術の発展にとっては間接的な事柄かもしれないが、日本のリーダーとして本質的に重要なことと思う。

5. 考察

本稿では、STEM系の研究者、実業家等多岐にわたって、その多面性を論じた。2節では、STEMの概念範囲を整理するとともに、大学教員の職務属性を図式化し、大学内外の多面性を整理した。3節では、STEM研究(者)の多面性を一つの枠組として提供した。4節では、研究者や実業家のさまざまなキャリア形成事例を調査し、共通する事柄を抽出した。

本稿で述べた多面性に関連して、2点考察しておく。

第一は、学問領域の近縁性に関することである。2節では、経済と物理といった本来無縁と感じられる2領域の近縁性を述べた。一方、社会科学と工学でもそのような近縁性があると思う。図2に基づく、社会科学はモノ調べに該当し、工学はモノ造りに該当する。一方、自然科学は自然的真理を求めることに関心を抱くから、モノ調べに該当する。この限りでは、社会科学は自然科学と類似し、自然科学と工学は類似しない。つまり、自然科学と工学は、しばしば理工学という表現で一



図3 T型研究様式例とそれを支えるもの

括りに称されるものの、研究関心がかなり異なると言えるのである。同じ観点から、社会科学と工学も研究関心がかなり異なると言える。したがって、社会工学という両者を接合するユニークな領域が存在することになる。

社会工学科は、昭和42年度に東京工業大学において運用が開始された。その学科を特徴づける(当時の)主要なキーワードは、「都市計画」であった。それは、都市を創造するという大きな目標をもつ。つまり、モノ造りである。しかし、それを実現するには、広域かつ多面的な調査を必要とする。つまり、モノ調べである。したがって、社会工学が、社会科学と工学の双方の属性を兼ね備えたものとして、接点の領域になる。

このように、無縁と思われたいくつかの領域は、内容、方法、属性等を多面的に眺めることによって、新たな領域を生み出す可能性がある。

第二は、研究者の独自性に関することである。林(2006)の言論を参考にすると、特定の研究領域で、いわゆるナンバーワンよりもオンリーワンを目指す多様な可能性があると言える。彼は、そのために、若いうちにいくつかの“研究対象の卵”を準備するのが望ましいと述べている。

しかし、いずれを目指すかは、やはり研究者個人の資質や嗜好に大きく依存する。木下空太郎(野田, 1980)は、多専門型研究者の典型とみられる。医学を主専門とし突出した業績をあげたが、一方では、随筆、詩、画事、切支丹研究等、機会あるごとにその分野をマスターしようとした。英独仏伊支の語学にも堪能で、出張先でも常に研究素材を求めようとした人物である。

多様化時代には、それに相応しい新しいスタイルの研究者が求められよう。キャリア形成は、若いうちにある程度その方向性を定めておくことができる。しかし、途中で如何なる偶発(または出会い)が作用するかは、人知を超えた課題である。その意味からも、林の指摘や多専門型研究者のキャリアは参考になると感じる。

【注】

- 1) <http://nces.ed.gov/pubs2013/2013152.pdf>
- 2) 古代には天文現象を農耕に結びつけたり、17世紀にはイギリスの科学的学会であるロイヤル・ソサイエティで、海運、軍事等に関係する研究活動があったりもした。しかし、ロイヤル・ソサイエティの研究活動が現実にそのような実利に結び付いたということは知られていない。なお、社会学者マートンによると、同学会で取り上げた研究のうち、約6割が海運、鉱山、軍事、農業に関係していた(中島, 2008)。
- 3) “技術”は、広辞苑によれば「①物事を巧みに行うわざ。技巧。技芸。②科学を実地に応用して、自然の事物を加工・改変し、人間生活に利用するわざ」とある。本稿では、②に定義に準じているが、STEMに限定してより狭く捉えている。
- 4) 武内清⁵⁾によると、モード1では専門領域内部での自己完結的かつ論理的な発展に従って新たな研究テーマが形成される。それに対して、モード2では具体的な問題解決を目指す「ミッション・オリエンティッド」な文脈のなかで研究テーマが設定される。

- 5) <http://www.takeuchikiyoshi.com/%E3%83%A2%E3%83%BC%E3%83%891-%E3%81%AE%E7%A7%91%E5%AD%A6%EF%BC%88%E7%9F%A5%E8%AD%98%EF%BC%89%E3%80%80vs%E3%80%80%E3%83%A2%E3%83%BC%E3%83%892-%E3%81%AE%E7%A7%91%E5%AD%A6%EF%BC%88%E7%9F%A5%E8%AD%98/>

【参考文献】

- 有本章編（2003）『大学のカリキュラム改革』玉川大学出版部，172-187頁。
- 北垣郁雄（2015）「論説－“わけあり論文”，研究者養成，そして大学教育(2)－高等教育の改革に向けて－」『知能と情報（日本知能情報ファジィ学会誌）』27巻，6号，216-226頁。
- 多羅尾良吉（1998a）「【連載】多面的に生きる科学技術者たち1」『化学装置』40巻，6月号，79-83頁。
- 多羅尾良吉（1998b）「【連載】多面的に生きる科学技術者たち2」『化学装置』40巻，8月号，121-125頁。
- 多羅尾良吉（1999）「【連載】多面的に生きる科学技術者たち10」『化学装置』41巻，11月号，221-225頁。
- 多羅尾良吉（2001）「【連載】多面的に生きる科学技術者たち17」『化学装置』43巻，12月号，226-230頁。
- 多羅尾良吉（2003）「【連載】多面的に生きる科学技術者たち19」『化学装置』45巻，9月号，94-99頁。
- 中島秀人（2008）『社会の中の科学』放送大学教育振興協会。
- 野田宇太郎（1980）『木下空太郎の生涯と藝術』平凡社。
- 林周二（2006）『研究者という職業』東京図書。

Visualization of STEM and the Multi-sided Features of Research Worker and the others

Ikuo KITAGAKI*

This study discusses the multi-sided features of STEM-related research workers. STEM is an acronym for Science, Technology, Engineering, and Mathematics, respectively.

First, it deals with the definition of those four words, and then visualizes university activities which include those fields and summarizes the multi-sided feature of the research workers.

Second, a framework of STEM-related research workers and others in terms of multi-sided feature is developed.

And third, the property of STEM related research workers and social prominent workers who had multi-sided careers are examined. Finally, the characteristics of their career development is discussed.

*Guest Professor of Tokyo City University/Professor Emeritus of Hiroshima University