



現代社会における諸問題解決のための横断型基幹科学 技術研究と学際領域研究についての一考察

大山 達雄*¹

A Perspective on the Application of the Transdisciplinary Scientific Research Approach and the Interdisciplinary Area Research Approach to Solving Complex Problems Occurring in Modern Society

Tatsuo OYAMA*¹

Abstract— First, we briefly describe the history of operations research, which has been developed to help make optimal decisions in both private and public sectors using actual quantitative and qualitative data. Then, we explain the transdisciplinary scientific research approach and the interdisciplinary area research approach, respectively. The former approach attempts to combine natural scientific and technological disciplines, while the latter tries to incorporate methods and insights from across a variety of academic disciplines such as the humanities, social science and natural science in order to solve a diverse range of social problems. Based upon these approaches, we emphasize the importance of the interdisciplinary area approach and its future benefit in cultivating and training human resources.

Keywords— Operations research, Transdisciplinary scientific research, Interdisciplinary area research, Human resources

1. オペレーションズ・リサーチの誕生から現代へ

オペレーションズ・リサーチ（以下、OR と略記）では、1950 年に出版された Morse and Kimball による文献 [1] が最も古典と呼ばれていることが、よく知られている。そこでは“OR は意思決定者あるいはその担当機関が合理的な意思決定をするための計量的な基礎となる「根拠」を与えるための一つの科学的方法である”と定義づけられている。この定義はそれから 70 年近く経った現在でも十分に通用するものである。もともと OR は第二次世界大戦の初期に、イギリスでは防空用レーダーをどのように配置すべきかについて陸海空 3 軍で作戦研究を行い、また米国では対ドイツの潜水艦攻撃に対する防衛戦略を考えるとということから誕生した。このような OR の軍事部門における誕生の経緯を経て、戦後には

民間部門における各種産業の経営戦略の作成に多大な貢献をすることになる。日米における高度経済成長期に対応する 1960 年代から 70 年代にかけての華やかな絶頂期を経て以来、OR への期待、そして関心度は停滞するが、OR の適用分野も新たに公的部門が加わることになる。公的部門への OR の適用に関しては、民間部門への適用のように評価基準の設定が利益最大化、コスト最小化、効率最大化、損失最小化、信頼性最大化といった明確なものが存在しないこともあって、容易ではないことは十分に予想されることである。このような状況の中では、公的部門への OR の適用に関しては、エネルギー、交通、環境、社会福祉、医療、教育、産業、公益事業、社会インフラといった各種社会問題の複雑さ、そして公平性、妥当性、平等性、効率性といった評価基準の曖昧さ、複雑さを考慮するとき、多くの解決困難な問題が存在しているのは明らかである。現代は、このような問題に対してどのようなアプローチで望むべきかを真険に考える必要に迫られている時代であるといえよう。

日本 OR 学会の会長役を 2016 年 5 月から引き受けている筆者は、1957 年に設立された OR 学会が還暦 60 周

*1 政策研究大学院大学 東京都港区六本木 7-22-1

*1 National Graduate Institute for Policy Studies, 7-22-1, Roppongi, Minato-ku, Tokyo

Received: 10 January 2018, Accepted: 27 January 2018.

年を迎える今、そしてまた OR 創立時の三種の神器ともいべき LP, PERT, シミュレーションといった理論と手法が、もはやいわゆる“OR のもの”ではなく、誰もが日常的に用いる常識的道具となった今では、まさに“OR の将来”, そして“将来の OR”について考えることが必要ではないかということ述べた^{1,2}。そこでは、OR の果たすべき役割として、(1) データ分析処理手法としての OR, (2) 数理モデル構築手法としての OR, (3) 理論構築手法としての OR, の3つを挙げた。(1)については、データを統計解析手法等を用いつつ詳細に分析、処理、加工することによって、新たな知見を得ることを目指すべきである。(2)については、最適化モデルを含めた数理モデルを用いることを OR の必須条件とすることなく、(i) 数理モデルをなぜ用いるか、なぜ必要かについて丁寧、詳細に説明すること、(ii) 決定変数、制約条件、評価基準は言葉で説明すること、(iii) モデルの解、最適解を得ることのみを目的とすべきではなく、モデルの操作性を駆使して、可能な限り多くの情報を得るべきであって、それがモデルの妥当性、正当性のチェックとなりうる。そして最後の OR の重要な役割としての (iii) については、現実の社会システムの中で生じる問題の中にも、理論的、数学的、学問的に未知、未解決の問題は数多く存在する。多くの未解決の問題に挑戦し、何らかの解決案を得ることも OR の重要な役割、貢献である。将来の OR の役割と貢献はこのような辺りに存在するのではなかろうかということ結論とした。このような OR に対する考え方をもとに、本稿では、OR と同様にまさに学問横断型科学としてこれまで貢献してきた諸学問分野の現在、そして将来について、“学際的であること”という観点から眺めてみたときの、筆者個人による一考察を述べてみたい。

2. 横断型基幹科学技術研究と学際領域研究

2.1 横断型基幹科学技術と知の結合

わが国において“横断型基幹科学技術”と“学際領域研究”が最初に提起されたのは2005年11月にNPO横断型基幹科学技術研究団体連合(横幹連合)によって出された「コトづくり長野宣言」であるといえるであろう(文献[2]参照)。文献[2]では、現代社会が抱える地球環境問題のようなグローバルな問題から、各国あるいは国内の各地方が抱える問題に至るまでの多くの問題、しかも場合によっては相互に矛盾する多くの複雑な課題の解決に当たっては、新たな価値創造の基盤を確立することが急務となっていると主張され、これらの問題解決に

は横断的視点に立った知の統合が不可欠であると提唱されている。まさにその通りであろうが、問題はどのようにして複雑かつ多様な各種社会問題を解決すればよいかということである。

文系、理系にまたがる40余の学会の連合体である横幹連合が2005年に長野で開催した第1回横幹カンファレンスは、異分野に属する学会の連合を通じた知の統合の試みとしてわが国では過去に例のない初めてのものであった。ここで提唱された宣言が具体的に実現されるための戦略、政策、施策を策定、実行することがいかに困難であるかは、その後15年近く経った現代のわれわれが現実実感するところである。横幹連合の主要な活動を表わす「知の統合」は、分野を横断する科学技術を軸に、広範囲の学問分野が連携して、人間社会の課題に取り組んでいこうとする活動とされている。したがって、このような知の統合に基づいて、(i) 横断型の基幹科学技術とは何か、そして(ii) どのような課題に向けて取り組んでいけばよいか、(iii) どのようにして課題解決をはかればよいか、ということが問題となる。

(i) については、現在までのところ横幹連合として40余の学会連合体を通じて知の統合を図ることを目指しているものの、既存の縦型研究分野あるいは産業界と連携して知の統合を活用しようとするということについて、すべて合意が得られているとは言えないのが多くの人々の現状認識ではないだろうか。しかもその実現は容易ではないこともまた多くの人々が述べていることである。筆者は、横断型の基幹科学技術とは何かを考えると、広範な科学的学問分野としての人文、社会、自然のすべての学問体系を包括、統合するものの基本となるものがこれに対応すると考えている。(ii), (iii) については、文献[2]においても、「モノづくり」重視から「コトづくり」重視への変換が必要かつ必須で、そのための科学的、学問的な基礎が知の統合にあると主張されている。換言すれば、各種目的を達成するために機能要素を適切に結合させた複合体としてのシステムに対して、その機能あるいは機能創造プロセスを重視して体系化することによってシステムを新たに構築することを目指すものである。そのために細分化された学問個別分野の「知の相互関係を探求」し、個々の知見の中から普遍的な原理を抽出して「汎用的な知への拡大する仕組み」を構築することが必要というわけである。その具体的な適用例として文献[2]ではサービス業を取り上げ、システム科学技術からのアプローチとしてサービスイノベーションが紹介されている。筆者は、現代社会における多くの解決困難な問題は、システムの体系化に基づく構築手法をどのようにして確立し、実現することが大切であることから、個々の課題に対してすべての学問体系をそれぞれの観点からの英知を集結し、利用することが必須であると考えている。

1. 大山達雄, 「OR の役割と貢献とは?」, オペレーションズ・リサーチ, Vol. 62, No. 1, pp2-3, 2017.

2. 大山達雄, “OR の将来”, そして“将来の OR”, オペレーションズ・リサーチ, Vol. 62, No. 6, pp. 365-367, 2017.

2.2 学際的であるということ

文献 [2] にも述べられている“学際的である”ということについて考えてみよう。前述のようにわれわれが現代社会の中で直面している、緊急な解決が必要とされているにもかかわらず、複雑かつ解決困難な難問である各種社会問題に対しては、単一の学問領域に基づく手法のみによって解決が可能とは思えない。すなわち、前述のエネルギー、交通、環境、福祉、医療、教育等のいずれの問題に対しても、ORに限らず、理学、工学、医学、生物学といった自然科学の単一の学問分野のみの力によって解決されるとは考えられないのである。経済学、政治学、行政学、法学といった社会科学、あるいは場合によっては文化人類学、社会学、心理学、教育学、といった人文科学さえも必要とされるのである。つまりこれらの社会問題の解決に当たっては、複数の学問分野の知の融合、あるいは統合、協力があってはじめて何らかの解決策が得られるのである。あるいはまたそれらをもってしても現代のわれわれの知識、経験では解決困難かも知れないのである。これがまさに複数の学問分野間の連携ともいうべき“学際的研究”が必要とされる具体的な姿であると思う。

筆者は現在政策研究大学院大学に勤務し、主として各国の中央政府、地方政府、国際機関から派遣された国内外のミッドキャリア大学院生に各種データを用いた政策の計画、策定、実施、評価を含めた計量的政策分析の教育、研究に従事している。このような経験を40年近く継続しているが、国際OR学会の機関誌の中で、わが国におけるミッドキャリアの学部、大学院における教育、研究指導が活発化している状況を説明したうえで、公共部門におけるOR教育の重要性を強調した³。さらには60周年を迎えたわが国OR学会の現状と将来課題についても述べ、特にわが国の場合、OR分野に限らず、情報の国際発信が不十分であることを述べた⁴。国際的な学会活動、海外学術誌への論文発表、等を積極的に行うべきであるというのは、OR分野に限らず、多くの研究分野で言えることではないだろうか。本学では教員の学問的専門分野は主として行政学、政治学、経済学等の社会科学と理学、工学等の自然科学の両分野が混在し、すべての教員が異なる専門を有しているといっても過言ではない。そのような中で筆者の教育研究経験から言えることは、学際的ということほど言うは易く、実行するのが難しいことはないということである。しかしながら多くの解決困難な未解決の社会問題を解決するには、学際的なアプローチが必須となり、場合によっては国際的

な協力活動も必要とされることは事実であろう。

3. 学際領域研究と人材育成の重要性

3.1 学際領域研究の積極的推進

学際領域研究は、横断型基幹科学技術の場合と同様に、複数の学問分野にまたがる理論、手法を用いた研究を進めることによって各種の問題解決を目指すものである。わが国最大の研究助成事業で年間2,400億円を超える科学研究費の学問分野分類として総合系複合領域(分野)の中の社会・安全システム科学(分科)が対象として最も関連深いものとなるだろうが、多種類に及ぶ社会システムの安全性、効率性、信頼性、持続可能性といった各種特性を考慮した上で分析し、適切かつ最適な意思決定、施策あるいは政策を計画、策定することが要求されるのである。その際、異なる学問にまたがる知の統合あるいは融合が必要とされ、それを通して有効かつ有益な学際領域研究が実現される。英語のinterdisciplinaryに対応する学際性、学際的といった用語に加えて、複数領域型とも言うべきmultidisciplinary、領域越境型とも言うべきtransdisciplinaryという用語もある。筆者としては、各種の問題解決にあたって、知の統合あるいは融合を目指す場合、異なる学問分野の中味、内容まで入り込んだ上での知の統合あるいは融合が必要となることから、interdisciplinaryに対応する学際性、学際的の表現の方が適切と考える。

ここで問題となるのは、(i)異なる学問分野をどのような範囲で考慮すべきか、(ii)学際領域研究に必要とされる人材育成をどのようにして実現すべきか、という大きな2つの課題である。(i)については、現在の科学研究費の学問分野分類において、社会システム工学と呼ばれるように、工学分野の中での複合領域として扱われている。筆者としては、むしろ社会システムを分析対象とする中では、工学的総合系というのではなく、社会科学、自然科学、そして場合によっては人文科学をも含めた意味での総合的な知の統合あるいは融合が必要とされていると考える。したがって、わが国最大の研究助成事業としての科学研究費助成事業としては、そのような知の統合あるいは融合を目指す学際領域研究への助成を推進すべきであろう。複数の学問分野にわたる共同研究を推進するための科研費助成の対象分野として具体的な学際研究を設けること、あるいはまた、たとえばJournal of Interdisciplinary Researchといった国際学術誌をわが国が率先して設けることなども考えられるのではないだろうか。そのようないくつかの試みの中からのみ、複雑な社会問題に対する何らかの解決案を得るべき理論、方法論が得られるものと筆者は信じる。(ii)については、横断型基幹科学技術、学際領域研究のいずれにとっても、

3. Oyama, T. "Educating Japanese Government Officials", "ORSJ to Celebrate 50th Anniversary", *OR/MS Today*, Vol. 34, No. 2, pp. 42-46, Institute for Operations Research and Management Sciences, 2007.

4. Oyama, T. "ORSJ @60: Revisiting the Past, Redefining the Future", *IFORS news*, March, Volume 11, No. 1, pp. 12-14, 2017.

そのような知の統合あるいは融合を実現可能とする人材育成が最重要課題の一つであることは誰もが認めることである。前述の2005年「コトづくり長野宣言」では、次のように述べられている。「横幹連合は俯瞰的視点を持って科学技術をマネージできる人材、横幹科学技術をベースとした新産業創出を主導できる人材の育成に向けた人材教育強化プログラムを提案し、関連学会や関連大学との連携により、その実現を目指す」、まさにその通りである。しかしながら、それではどのようにしてこのような人材を育成すればよいかについて考えるとき、筆者は、組織的、統一的に考えるのではなく、もう少し個人に注目した人材育成方策があってもよいのではないか、ということで、以下のように考える。

3.2 文理融合の必要性和人材育成の重要性

大学進学に際して、文系、理系という分類はわが国固有のもの、つまり他国では見られないものである。したがって、文系、理系に対応する英語表現も存在しない。学問体系を分類するものとして存在するのは、あくまでも各人が対象とする学問分野によって、人文科学、社会科学、自然科学といった類型があるのみである。一方、わが国には江戸末期、明治維新以来、学際的、融合領域、総合型、文理融合といったこれまでの複数の学問分野をまたぐような新たな学問領域を実践してきた偉人達が数多くいるという事実がある。筆者は文献 [3] (p.168) にも述べたが、1862年生まれの新渡戸稲造は明治14年(1881)に札幌農学校を卒業し、翌年の明治16年(1883)には東京大学に入学し、英文学、理財学、統計学を学んでいる。新渡戸稲造は、彼が東京大学文学部に入学するときの面接の中で、外山正一教授に対して、「経済、統計、政治学、そして最終的には農政学をやりたいが、ついでに英文学もやりたい」という意思表示と共に述べられたとされている。理系、文系と明確に分類あるいは分離される現代からは想像できない意思表示であろうが、このような彼の勉学体験が彼の後の大著「武士道」(“Bushido – the Soul of Japan”)を生み出したと言えるのではなからうか。

また一方、東京帝国大学工科大学の初代学長で工手学校第2代管理長を務めた古市公威は、フランスで「ポリテクニク(諸芸学, Polytechnique)」を学んでいるが、これも現在日本の文系、理系に分類されるものではない。このようないろいろな学問分野を横断的に学ぶということは、現代のように学問分野が細分化され、それぞれ深化されている中では容易ではないかもしれない。しかしながら、研究者に限らず、われわれの人間社会に対して影響を及ぼす知識人、政治家、リーダーたるものとして必須のものであろう。また博学博識の南方熊楠なども、いわゆる文系、理系の分類には当てはまらない学者として、わが国の近代化に大きな貢献をしてきた。あの自然

科学者であると同時に文学者でもある寺田寅彦も、文豪夏目漱石の弟子として漱石の注目を浴びて大きな存在感を示し、「吾輩は猫である」の中で水島寒月として力学、物理学、素粒子学といったいわゆる“理系”の学問について多くを論じている。夏目漱石と寺田寅彦は熊本第五高等学校の先生と学生という関係以来、お互いに交流を続け持った2人である。寺田寅彦門下の西川正治が述べている⁵ように、イギリスのブラッグ父子がX線研究の分野でノーベル賞を授与されたが、日本の地理的、研究設備上の不利さがなければ寺田寅彦がもたらしたはずなのが残念でならないほど“寺田物理学”は高い評価を得ている。一方で、彼は文学、俳句、随筆にも素晴らしいものを残している。人文科学の頂点に立つとも言うべき夏目漱石は「猫」の中でニュートン力学、工学、化学実験、化学といったことに頻繁に言及し、「三四郎」、「草枕」、「文学論」、そして彼の好んだ俳句の中でもいわゆる“理系学問”についての博学博識ぶりを遺憾なく発揮している。また漱石は、グルタミン酸ナトリウムの発見者として有名な世界的化学者の池田菊苗ともロンドン留学時代に親しく交流し、多くの交流録を残している。以上、わが国における文系、理系のように個人を分類することはあまり意味のないことを例示的に取り上げた。時によっては文系、理系のように個人を分類することは、個人の能力発揮を阻害することにもなりかねないと筆者は考える。

4. まとめと結論

いろいろと述べてきたが、これらの示唆するところは、各個人がそれぞれの関心と興味に従って学問をする、しかも学問分野にとらわれることなく学ぶことによって大きな成果が得られるということではないだろうか。換言すれば、いわゆる“マルチな”才能、能力、知識を持った人間を育て、活躍してもらう時期、時代が来ているといえるのではないだろうか。わが国でも研究に限らず産業、経済、行政、政治等のあらゆる分野で近年切に希求されるイノベーションはこのようにして育った人間によって可能になるのではないだろうか。昨今話題となっている大学入試改革についても、どのような入試が望ましいかは重要ではあろうが、決してそれは一通りではないはずである。入試改革が一通りではないばかりでなく、一通りでは優秀かつ有能な人間が能力を発揮する芽が摘まれてしまうかもしれないのである。それよりも、若い人がいろいろと多種多様に学べる環境を作ることのほうが大事なのではなからうか。つまり異なる学問分野を横断的につなぐというだけでなく、各学問分野の有する多層性を柔軟に結合することが必要である。人文、社

5. 「寺田寅彦追悼号」(「思想」, 岩波書店, 1936)

会、自然といった学問分野の専門家、研究者が共同で協力して各種社会問題の解決に当たることが必要である。わが国の第5期科学技術基本計画(平成28年-32年)のプラットフォーム構築のための基盤技術として取り上げられているAI、ビッグデータ処理技術、そしてこれらに基づくシステム化の対象分野システムとしての防災・減災、スマート生産、ものづくり、エネルギーバリューチェーン、高度道路交通、スマートフードチェーン、インフラ維持管理、地理環境情報などはいずれも横断型基幹科学技術あるいはORがそれぞれにこれまで研究成果の実績を持つ分野、そしてまた将来においても大きな貢献が十分に期待できる分野である。学際領域研究のさらなる推進、実施による成果を期待したい。

横断型科学技術をより多層型、深層型にすること、そして学際性に基づく学際領域研究を積極的に推進することを強く強調したい。そしてそのための人材育成を達成するためには、若い人がいろいろと多種多様に学べる環境を作ることが必要であることを主張して、本稿の結論としたい。

参考文献

- [1] Morse, P. M. and G. E. Kimball, "Methods of Operations Research", The Technology Press of Massachusetts Institute of Technology and John Wiley & Sons, Inc., New York, 1950.
- [2] 横幹<知の統合>編集委員会編, <知の統合>は何を解決するのか-モノとコトのダイナミズム, 東京電機大学出版局, 123p, 2016.
- [3] 大山達雄, 前田正史(編著), 「東京大学第二工学部の光芒-現代高等教育への示唆」, 東京大学出版会, 367p, 2014.

大山 達雄



東京大学工学部卒業, 同大学院工学系研究科応物部門修士課程修了, 電力中央研究所経済研究所入所. 1973-77年米国コネル大学大学院工学部OR部門Ph.D取得. 埼玉大学教養学部, 大学院教授を経て, 政策研究大学院大学政策研究科教授. OR, 公共政策分析, 数理モデル分析の教育研究に従事し, 研究科長, 副学長, 理事を歴任. 2016年同大学名誉教授. 現日本OR学会会長.
