

これからの日本 OR 学会に向けて

# “ORの将来”， そして“将来のOR”

大山 達雄



わが国にオペレーションズ・リサーチ (OR) 学会が創立されたのは、今から 60 年前の 1957 年 (昭和 32 年) である。日本 OR 学会が“還暦”を迎える今、暦が還るという名称に倣って、われわれは OR 暦を“リセット”したうえで、OR 学会の創設時を思い起こし、これまでを振り返り、そして将来へ思いをめぐらすことが必要なのではなからうか。このような意図の下に、OR の来し方、行く末を探る旅に出てみたいというのが本稿をしたための筆者個人の気持ちであり、また希望である。

## 1. 創世期から成長期へ

OR の起源は、第二次世界大戦の初期であると一般に言われている。イギリスで開発された防空用レーダーをどのように配置したらよいかという問題に関連して、マンチェスター大学教授の P. M. S. Blackett を中心とする OR チームが、1939 年頃に大战中での陸海空 3 軍の作戦研究を行ったのが起源であると言われている。その直後、米国では 1942 年頃に M.I.T. の教授である P. M. Morse を中心とした OR チームが編成され、潜水艦 (ドイツの U ボート) の攻撃による被害を最小に食い止めるための輸送船団の編成の問題などに関する作戦研究を行い、著しい効果を上げた。その後、第二次大戦中に、カナダ、フランスを含む連合軍の参謀本部においても、コンサルタントとして OR が広く用いられた。米国において、OR の“超”古典とも言うべき本 Morse and Kimball [1] が出版されたのは 1950 年 (昭和 25 年) である。そして米国 OR 学会 (当時の ORSA) が経営科学会 (当時の TIMS) とともに設立されたのがその 3 年後の 1953 年である。

このように、OR は作戦研究として第二次大戦中に

誕生し、発展したが、科学的な作戦研究はそれ以前にもなかったわけではない。兵力と火力の戦力への依存関係を数量的に把握した有名なランチェスター (Lanchester) の法則がすでに 1916 年には得られている。しかし、OR という言葉を用いて組織的に研究されたのは 1939 年頃からであると言えるであろう。戦後になって、イギリスでは、軍事から離れた OR 関係者は、国有化された鉄鋼、石炭、運輸などの基幹産業に吸収され、疲弊した産業の再建に貢献することとなった。ところが、アメリカでは、戦後も大部分の OR Worker は軍隊にとどまり、防衛研究に従事していた。アメリカで OR が産業界に導入されたのは、オートメーションの進展による第二次産業革命が契機となっている。

代表的 OR 手法としての線形計画法が米国スタンフォード大学の George B. Dantzig によって 2 次計画法とともに初めて提起されたのは 1951 年、そして Ford and Fulkerson の著名な著書 *Flows in Networks* が出版されたのが 1962 年 (ネットワークフロー理論は 1957 年) である。線形計画法に端を発し、整数計画法、動的計画法、非線形計画法 (SUMT など)、待ち行列、シミュレーション手法、ゲーム理論、マルコフ理論、確率過程論といった“OR の花形理論”とも言うべき各種基礎理論が実に華やかな“OR 理論”として登場するのは、この頃から約 10 年間、1965 年あたりまでのことである。しかもこれらの新たな手法や理論が OR の起源となった英国でなく、米国でなされたというのは興味ある事実である。

作戦研究として誕生した OR は、戦後になって、科学的経営の有力な手段として石油精製産業をはじめとする多くの企業で採用されることになった。Morse and Kimball [1] では、「OR とは執行部 (executive department) に、その管轄下にあるオペレーションズに関する決定に対して計量的な基礎を与える一つの科学的方

法である」(原文まま)と定義づけられている[1]ではさらに、「O.R.は執行部が行う行為決定の基礎を与える際に、ある特定の問題を解く道具(tool)としてすべての既知の科学的技術を利用する一つの応用科学(an applied science)である。O.R.では数学を用いるが、数学の一分野ではない」とも述べられている。加えて[1]では一般に工学は何らかの設備、施設などを科学の成果を利用して作るのに対して、ORは装置を使用する際に種々の技術、知識を利用するために必要とされることから、工学の一分野として分類すべきではない。さらにまたOR Workerと最終決定を行うもの(執行担当者)とは義務と活動を分離すべきであって、OR Workerに執行担当者の地位を与えると、(OR Workerは有能な執行者となりうるものの)OR Workerとしての能力の大部分が失われると主張しているのは興味深い。

特に米国を中心としてOR手法が企業の経営、企画、管理部門で大いに利用されるのは1970年代から80年代にかけてである。この時期はわが国においては二度にわたる石油危機を経験する時期に対応する。ORの企業経営における応用は、品質管理、経営工学などの分野のOR担当者が主として担うことになるが、企業におけるORの導入形態としては、企画、経営調査、経営管理、システム経理、情報管理といった部門が主要な組織であった。日本OR学会の会員数(個人、法人、学生会員の合計値)も学会誕生の1957年に350程度であったのが、その後は毎年70~80程度以上もの増加の一途をたどり、1990年には3,000名を越すことになり、ピーク期を迎えた[2]。

ORの国際的な組織であるIFORS(International Federation of Operational Research Societies)ができたのは日本OR学会の創設と同じ1957年、そして日本OR学会がIFORSに加盟するのが1960年である。この後、日本のOR学会の国際的活動はIFORSを通して行われることになった。IFORS、TIMSの同時開催が京都で行われたのが1975年で、日本のOR学会活動が会員増加とともに最も活発に、これ以降のピーク時である1990年頃にかけて行われたと言えるのではなからうか。その後もわが国においては、ORの応用は民間部門、そして公共部門と並行して活発に行われ、特に後者に関しては、筆者の所属する公共政策大学院などにおいてもORの応用研究が数多くなされた[3]。

## 2. ピーク期から停滞期へ

日本OR学会の会員数が1990年から1998年頃までにかけて3,000を超える時期を過ぎると、年間140~150くらいずつ会員数は減少することになり、最近の数年間ではほぼ一定となり、2016年12月現在ではほぼ2,000となっている。1990年以降ほぼ現在に至るまでの最近の20数年間という時期はORの分野においても“新たな発見”、すなわち“ORイノベーション”が見られなかった時期で、いわば停滞期とも呼べるのではないだろうか。

ORの理論と手法が次々と提起され、それらが世の中の各分野に普及する時代を経て1990年代になると、いわゆる“オペレーションズ・リサーチ”という名称自体が新鮮味をもたなくなってくる時代に入ったと言える[4, 5]。つまり最適化・シミュレーションを含めた典型的な“OR的手法”が世の中に普及すると、“これがOR手法だ”という感動がなくなるということである。華やかな成長期が終わる頃に近づく、R. L. Keeney and H. Raittaによる多目的計画法の著書<sup>1</sup>、小さな初期値の変動(“蝶のはばたき”)がその後のシステムの状態に大きな影響を及ぼすというバタフライ効果に基づいて予測の困難性、初期値の影響、感度分析を象徴的に示したカオス理論、そしてその理論をより具体的に見える形の非線形現象として説明しようと試みたフラクタル理論、相互に関連する複数の要因が合わさって全体として何らかの性質あるいは振る舞いを見せるシステムで、しかも全体としての挙動は個々の要因、要素からは明確にならないものとしての複雑系を解析した理論、あるいはフランスのトポロジー学者のRene Thomが力学系分岐理論としての不連続現象の説明を試みたカタストロフィー理論など、ほぼ1970年代後半から1980年以降に次々と現れた。しかしながら、これらの理論のいずれも、さらなる発展を遂げつつ現実の複雑な問題の解決に大きく貢献したとは言えないのではなからうか。

## 3. “ORの将来”と“将来のOR”

OR理論の応用については、その発生、誕生からの流れとしては軍事部門から民間部門そして公共部門へとという大きな流れがあることは前述のとおりである。そしてまたこれまでORがこのような3部門のすべてにおいて大きな貢献をしてきたこともまた事実であろう。

<sup>1</sup> *Decisions with Multiple Objectives*, Wiley, 1976.

しかしながら、わが国のみに限らず国際的にもこれらの三つの部門の境界が不明確になりつつあるというのが最近の傾向である。たとえば民間部門と公共部門に関しては、いわゆるニュー・パブリック・マネジメント (New Public Management) において民間企業における経営理念、手法などを公共部門においても適用することによって行政サービスの効率化、質の高度化を図ろうという動き、あるいは軍事、民間両部門に関しては、政府の総合科学技術会議においても取り上げられている軍事技術を民生用にも適用しようという、いわゆる軍民両用技術、デュアルユースの研究推進が目指すのもこのような両部門の融合化の一端であろう。このような昨今の状況の中で、問題解決の理論と手法、そして意思決定の科学としての OR の将来はどうか、そしてまたそのような将来展望の中で将来の OR はどうあるべきかといったことについて筆者の私見を述べたい。

軍、民、官の3部門の境界が不明確になりつつある中、われわれに解決を迫られている問題は複雑化しているのが現状である。各種問題は大きくミクロ、マクロの二つに分類できるであろう。前者は主として一企業における製造、輸送、各種といった計画に関する意思決定問題のような規模の小さなシステムにおける意思決定問題であるのに対して、後者はたとえば国家あるいは国際的なレベルのエネルギー、環境、医療、農業といった規模の大きなシステムにおける意思決定あるいは公共政策決定問題に対応する。今から10年前の日本 OR 学会 50 周年記念招待講演会の中で、当時 INFORMS 会長であった Dr. Brenda Dietrich は、“OR はこれまで輸送問題、施設配置、航空産業、スケジューリング、生産システムといったモデル分析手法の適用が多くの成果を発揮してきた領域 (“OR comfort zone”) から新たな領域へ踏み出し、挑戦することが必要である”と強調した。OR の将来を示唆する重要な提言と言えるのではなかろうか。筆者は今年の1月号 [5] の中で、OR の果たすべき役割として、次の三つを挙げた。(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。上記 (1) については、データを統計解析手法など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、下記のようなことを

認識すべきである。そしてさらに、(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、パラメトリック分析などを用いて、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。上記 (i)、(ii) については、OR 研究が当初の実学にとどまらず、科学としての存在感と貢献を示す貴重な学問分野であることを証明することにもつながる。科学的意思決定の手法ということが OR の大前提であるとするならば、その将来を考えると、上記のマクロな問題に対する強力な成果が得られたとは言えないのが現状であることからも、OR の将来としては、完全な解決策とは言えなくても、このような問題に対する何らかのより説得力のある解を提示することが必要である。そのためには、これまでの伝統的な OR の理論と手法のみでは不十分であることは皆目の一致するところであろう。マクロな問題が学際的、すなわちいくつかの学問領域からのアプローチを必要とするタイプの問題であることから、OR 研究者としてはどのような側面からどのような貢献ができるか、あるいはシステム分析を得意とする OR 研究者がどのような解決方法を見いだすかにかかっていると見えよう。さらにまた、もう一つの OR の重要な役割としての上記 (iii) については、[5] にも述べたように、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 はこのようなあたりに存在するのではなかろうか。

## 参考文献

- [1] P. M. Morse and G. E. Kimball, *Methods of Operations Research*, The Technology Press of Massachusetts Institute of Technology and John Wiley & Sons, 1950 (日本科学技術連盟訳, 『オペレーションズ・リサーチの方法』, 日本科学技術連盟, 1955.)
- [2] T. Oyama, “ORSJ @60: Revisiting the past, redefining the future,” *IFORS*, **11**(1), pp. 12–14, 2017.
- [3] T. Oyama, “Educating Japanese government officials,” *OR/MS Today*, **34**(2), pp. 42–46, 2007.
- [4] 大山達雄, “日本 OR 学会の3つの“務め,” オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, **61**(7), p. 419, 2016.
- [5] 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: 経営の科学, **62**(1), pp. 2–3, 2017.