

OR 覚え書

刀根 薫



1. 起

学会が50周年を迎えることはまことに慶賀の至りです。私のOR歴も約50年になり、学会とほぼ同じ年月を過ごしたことになります。私は第1.5~2世代に当たると思いますが、創始者である先代の方々の偉業にはただただ頭が下がるばかりです。ORはQC, IEとともに前の大戦後1950年代に世界各地で華々しく登場しました。私が学生であった1950年代の初めには大学にORの講座はまだ無かったと思います。私のOR入門はVajdaの*The Theory of Games and Linear Programming* (Methuen and J. Wiley, 1956) を読むことからでした。同じころShannonの“*A Mathematical Theory of Communication*” (*Bell System Technical Journal*, 1948) も読みましたが、ORの方により興味をもちました。

そこで関根智明先生の門下に入りORの勉強を始めました。当時は米ソの軍拡競争の最中でソ連が先に大陸間弾道弾を完成したために、米国は原子力潜水艦で敵の近くまで行きそこから攻撃する作戦を取ったようです。そのためポラリス型原子力潜水艦の建造が急務でした。その計画のスケジューリングを検討するためPERT (Program Evaluation and Reviewing Technique) が誕生しました。クリティカルパスを短縮することで工期が短縮されこの計画は大成功を収めました。その後、月面着陸のアポロ計画にも利用されて評価を高めました。わが国でもORの代表的な手法として取り上げられ、LP, PERT, シミュレーションは「巨人、大鵬、卵焼き」にたとえられ、戦後経済成長を支える大事な役目を果たしました。PERTの

とね かおる
政策研究大学院大学リサーチフェロー
平成8・9年度会長

実施では多くの方々と仕事をしました。国鉄審議室におられた矢部真さんと一緒に新清水トンネルの工事現場を訪れ掘削の最先端を見学しましたが、岩盤の強度が強く難工事で工期が遅れており、このままでは冬場のスキーパークをシーズン逃してしまい、国鉄の経営に悪影響がでかねないということで、PERTを組んで検討しました。その結果、一部の作業を平行作業化し、さらにクリティカルパスを短縮することによって予定どおりの完成が可能となりました。また、日本で最初の超高層ビルとなった霞ヶ関ビルの建造では、鹿島建設の庄子幹雄さんと鉄骨組み立ての頂上まで上がって現場の作業を見学させてもらいましたが、PERTによって見事に管理された工程に感心したものです。中国電力の権藤元さんや中部電力の本告光男さんは火力発電プラントの定期改修工事の日程管理にPERTを使って成功されました。東亜燃料工業の川野幸三郎さんは石油精製業に、日立製作所の岡野屋正男さんは新製品開発に、千代田化工建設の大塚哲朗さんはプラント建設にそれぞれ応用されて成功しました。これら同好の人たちの協力を得て「PERT講座」全4巻を東洋経済新報社から出版しました。1966年のことです。これが私のORにおける最初の仕事でした。編集者藤井眞人君の献身的な尽力もありましたが、皆若くORに情熱をもって取り組んでいました。当時は学界と産業界の連携が非常にうまく機能していたような気がします。

日本OR学会は理論と実践の両面でその活動をリードしてきました。産業界と学会との蜜月関係は国の産業政策にも支えられてその後しばらく続きました。しかし、数度のオイルショック、バブル経済とその崩壊、急激な円高、アジアNIESの台頭等の大波を受けて学会は大きな岐路を迎えました。私が会長を務めた1996~1997年はまさにそのような時期でした。この困難の中で学会は40周年を迎えました。関係者の多

大な援助のもとに記念事業を盛大に催しました。当時、日本 IBM の社長であった北城氏の特別講演「情報化社会と経営」、鳩山由紀夫氏の特別講演「新時代の政治と OR」もあり、壮年期にさしかかった OR 学会に OR と縁の深い 2 人の経営者と政治家から注文と励ましを受けました。私は各支部の記念集会にもすべて出席しましたが、学会員の危機感を強く感じました。果たしてそれから 10 年経った今学会はどのような成長を遂げたのでしょうか。50 周年を迎えて青木利晴会長のご指導のもとで一層の発展に期待したいと思います。

以下、私がここ 20 年ほど研究している DEA (Data Envelopment Analysis : 包絡分析法) について自分史を書いてみますが、一研究者のメモワールとして読んでください。

2. 承

さて、恋愛でも、結婚でも、就職でもほんのちょっとした機縁から始まることがあります、私の DEA との遭遇は 1986 年の Abraham Charnes 先生からの拙宅への一通の国際電報によります。当時はメールが無かったので外国との通信は主として航空便を使っていましたが、せっかちで有名な先生は電報をしばしば使われました。その電報は “No Karmarkar, No No No …” で始まるもので、そのころ私が Karmarkar (Bell 研) の LP 新解法に熱中していることを知っていた先生が DEA の研究を手伝うために Texas に来るようという要請でした。先生とは住田潮君 (当時 Rochester 大) に紹介されて、1984 年に Texas 大の先生の研究室を訪問していました。ちょうどそのとき雑誌 Science に Karmarkar 法が突如衝撃的に発表されました。先生は研究室の同僚を集めてその記事を紹介し、このようなマスコミを利用した発表がいかに非学問的であるかを激しく非難しました。そして Bell 研での Karmarkar の上司に電話でそのことを伝えました。特許がらみの事情があるのだろうというのがそのときの推測でしたが、その後 Karmarkar 特許は世界的な大問題に発展してゆきます。その辺の事情は今野浩さんの著書「カーマーカー特許とソフトウェア」(中公新書) に詳しく書かれています。

その電報のすぐ後に 10 センチ程の厚さの書類の束がどさっと送られてきましたが、その中に 1978 年の European Journal of Operational Research (EJOR) の CCR 論文をはじめ Charnes-Cooperを中心とした Texas 一派の主要文献がすべて含まれていました。

ちなみにこの CCR 論文は EJOR の最も影響力のあった論文に選ばれています。Texas に来る前にこれだけは読んでくるようにということです。さて、そのときの訪問は 2 週間でしたが、テーマは DEA において企業体が無限個の場合の解法を求めるのことでした。幸いいうまい解法が見つかり論文 Charnes and Tone “A Computational Method for Solving DEA Problems with Infinitely Many DMUs” (Research Report Center for Cybernetic Studies 561, The University of Texas at Austin, January 1987) を完成しました。これが先生との唯一の共著論文です。そのとき論文の書き方について実に多くのことを先生から学びました。これは貴重な体験でした。先生はその後体調を崩され 1992 年に 75 歳で亡くなられます。奥様の Kay によれば 「Abe は戦争中 Manhattan (原爆) 計画に関係されていて、そのころの仲間がほぼ同じころ亡くなっている」ということです。OR にとっては全く惜しまれる損失でした。

さて、この訪問を機に私は DEA がこれから重要な OR のテーマになると判断し、当時「オペレーションズ・リサーチ」の編集長であった山田善靖さんの許可を得て同誌に「企業体の効率性分析手法」(1987~88) を連載しました。その後、加筆して「経営効率性の測定と改善」(1993 年) を日科技連から出版しました。

DEA のもう一人の創始者である William W. Cooper 先生とは Texas で何度かお会いしていましたが、本格的な交際は Cooper 先生が 1993 年に青山学院大学のご招待で高森寛さんのところに来られたときから始まります。その後、共著で教科書を書く話が決まり、私が日科技連の本を基に初稿を書き Cooper 先生が加筆するという方針が決まりました。具体的には 1996 年の暮れから執筆が始まり 1999 年の暮れに Kluwer から出版されました。その辺の経緯について書いておきましょう。我々は執筆にあたり覚え書を交わし、この本はあくまでもテキストを目的とするもので、モノグラフではないということを確認して作業に入りました。以前に先生が Charnes と共にした LP の大著 2 卷 (Wiley) が最初テキストのつもりが最後にはモノグラフに化けていたという苦い経験があったからです。さて、この共著は難航しました。その昔駒場の教養学部の学生時代に Immanuel Kant の Prolegomena をレクランム文庫で読んでいましたが、句読点の無い長い文章に苦労した覚えがあります。哲学者の頭脳の構造とドイツ語のポリフォニックな構造に驚嘆

したものです。Cooper 先生の文章もそれに似たものがあります。また、英語の重層構造も改めて認識しました。私がさらっと数行で書いた部分を、レポート用紙何枚にもわたって書き直します。その文章が句読点の少ない長い文章です。手書きでしかも先生は稀代の悪筆ときています。これはご本人も認めていることですからここで暴露しても怒られることはないでしょう。もっとも本人に言わせると「自分は小学生の頃までは習字が得意で賞をもらったことがある。自分が現在のようになったのはボールペンの発明のせいだ。滑るように書くのでどうしてもこのような字になる」ということです。頭の回転に合わせて速記するでしょう。しかし、出来上がってみると重層構造の格調のある文章になっているのは驚きます。こうして2年半のやり取りがあった末に Lawrence Seiford さん（現 Michigan 大）の書誌を付けて本が完成しました。Data Envelopment Analysis: Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software (Kluwer, 1999) です。

INFORMS は 2006 年の INFORMS Impact Award を Charnes (故人) と Cooper に贈りました。もちろん DEA の創始者としての功績を称えたものです。93 才になる Cooper 先生はまだ活火山で論文執筆、論戦にも衰えを知らないようです。最近も Thanks, but no thanks: A response to M. Stone's "How not to measure the efficiency of public services (and how one might)" という論文を書いています。これは *Journal of Royal Statistical Society*. A pp. 405-434 (2002) に Stone さんが書いた DEA と SFA に対する批判に反論したものです。

3. 転

さて、ここからは私と私の周辺で行っている研究について書いてみます。CCR モデルをはじめ多くの DEA モデルでは複数の入力や出力の比例的な（構成比率を変えない）縮小や拡大を前提として企業体の効率性を定義しています。いわゆる radial model です。しかしながら、現実の姿はそうではない。企業はある特定の部門を縮小したり、アウトソーシングしたりしてバランスを変えた行動を取ります。non-radial な変化です。そこで各入力や出力のもつ余剰や不足をもとに効率性を定義するモデルを提案して SBM (slacks-based measure) を EJOR に発表しました (2001 年)。実はほぼ同じ頃スペインの Pastor 達も同

じ結果を出していることが後になって分かりましたが、私の結果は埼玉大学の Working paper として 1997 年に発表しているので、この先陣争いは判定が困難です。別にそのことにこだわっているわけではないのですが、皆さんも結果が出たらなるべく早く論文にして working paper や web 等に載せることをすすめます。

DEA にコストモデルがあります。このモデルは各事業体の入力要素の単価が同一であるという前提に立って作られています。しかしながら、現実には単価は異なります。例えば、日本とインドの労働単価のように、従来のコストモデルを用いて入力要素が 1 つの場合の配分効率を計測するとすべての事業体の配分効率が効率的であるという非合理的な結果になるという事実を Necmi Avkiran 君 (Queensland 大、豪州) から知らされて、新しいコストモデルを作り英国の Journal of the Operational Research Society に投稿しました。この論文には 2 人のレフェリーがつきましたが、1 人は OK、もう一人は reject という判定でした。その理由は価格の単価はいずれ均衡点に収束するので異なる単価を考えたモデルなど意味がないとするものでした。おそらく経済学者でしょう。この Journal ではこのような split decision の場合、仲裁者 (arbitrator) に両方の査読結果を示して裁定をゆだねるようです。このやりかたはうまい方法で私は自分が関係している Journal でも何度か使っています。幸い仲裁者の OK が出ましたが、論文のタイトル A strange case of the cost and allocative efficiencies in DEA というのが学術論文にそぐわないのではないかという注文がついてきました。そこで編集長に手紙を書き、私は幼いころから Robert Stevenson の愛読者で、この表題はもちろん The strange case of Dr. Jekyll and Mr. Hyde から借りたものであると告げて、このタイトルにこだわりました。話の分かる編集長はそのままのタイトルで通してくれましたが、この新コストモデルはその後 Bires K Sahoo 君 (Amrita School of Business, インド) や筒井美樹君 (電力中央研究所) と一緒にスケール弾力性の計測やコスト分解に展開されてゆきます。

英文の論文を書く際、Introduction の部分の重要性について触れておきます。日本人というか私はついこの部分を短く書いて本文に入りがちであるが、この部分には取り上げているテーマの重要性、歴史、自分の貢献等丁寧に述べる必要があります。ここしか読まない人もいるからです。その点、インドの Sahoo 君は実にうまい。ついで引き込まれて読んでみようとい

う気にさせられる。国民性に由来することもあるでしょう。Avkiran 君も分かりやすく書く。同君は3週間で短編小説を書き上げるほどの文才の持ち主であるが、OMEGA や Socio-Economic Planning Sciences に載っている同君の論文が Most downloaded article のトップ 10 に入っているのは、内容ばかりでなく、文章力によるところも大きいと見ています。私のように native でない者には常に隔靴搔痒の感が伴うが致し方ないことであろうか。Socio-Economic Planning Sciences の Editor-in-Chief の Barnett Parker さんはいい論文の条件として五つの W: Who, What, When, Where and Why が明確に書かれていることを挙げています。それによれば、文法などはさほど重要ではなく、編集者が手を入れて直せばよいということになる。事実 Parker さんは赤ペン先生として有名でそのジャーナルに掲載される論文はほとんどがその洗礼を受けています。文法はもちろんですが、上記の条件について徹底的に書き直しを要求するのです。そのような編集長がいれば英文にあまりこだわらなくてもよいが、ご本人の負担は大変なもので時に半狂乱になることもあるとこぼしている。文章、論理の両方で舌足らずの論文がありにも多いからでしょう。

さて、Kluwer から出版した本も 6 年近くが経過し、その間 DEA のモデルも多数出現したこともあり、Second Edition を書くようにという要請が Springer の編集者 Gary Folven から寄せられました。「クラシックと呼ばれる本は Second Edition から始まる」という同氏独特のおだてとも脅しともとれる誘いでした。Kluwer は Springer に吸収合併されたのである。この業界も M&A の激しい分野らしい。そこで私の周りで展開した新しいモデルを取り入れることにした。中林健君(防衛省)と開発した DEA Game, Jinming Liu 君(人民銀行、中国)と行った Multi-stage model, Sahoo 君との Scale elasticity and congestion, 筒井君とのコスト分解、その他 Economies of scope 等の章を追加して 2006 年末に出版しました。初版が 318 ページ(9 章)であったが第 2 版は 490 ページ(16 章)に増加しました。

OR 学会では研究部会「評価の OR」を上田徹さん(成蹊大)や篠原正明さん(日大)と一緒に立ち上げ今に至っています。昨年からは森田浩さん(大阪大)に主査をお願いしています。同時に日本学術振興会の研究助成金をいただいて研究活動を行っていますが、その一環として昨年度は海外から若手の研究者を招待

して大阪 DEA シンポジウムを開きました。わが国の若手研究者との交流を促進するためである。いずれは国際シンポをわが国で開催することになるであろう。

DEA の研究にはまだ終りはない。私の目下の研究課題は Network DEA です。これまでの DEA では入力と出力の間はブラックボックスとして処理されてきたが、その内部は、ある部門の出力が次の部門の入力になっているといった具合に Network 構造をなしていることが多い。この内部構造をもとに効率性を調べなければ、眞の姿は解明されないでしょう。内外の研究者と連係を取りながら、銀行、保険、医療福祉、通信放送、ロジスティックスの各分野の内部構造の探索を進める予定です。こういった国際的な研究協力はこれからますます重要になると思います。

4. 結

50 年という年月は多くの偉大な達成を実現します。50 年間に偉大な達成がなければその分野は消滅するといえるのではないでしょうか。少し突飛な比喩になるかと思いますが、ヴァイオリンの歴史を回顧してみます。結論から言えば 1690~1740 年の 50 年間に、今日傑作と呼ばれるヴァイオリンのほとんどが製作されていることです。アントニオ・ストラディヴァリウス Antonio Stradivarius (1644~1737) とグアルネリ・デル・ゼス Guarneri del Gesu (1698~1744) という 2 人の天才がそれぞれの名を冠するモデルを完成しました。このヴァイオリンの上に西洋音楽が創造されました。Bach, Mozart, Beethoven, Brahms 等の音楽はこの優れた楽器がなければ完成しなかったでしょう。交響楽団のなかでこの楽器が占める大きさをみればいかにこの 2 人の天才の寄与が大であるかが分かります。

幸いなことに OR は極めて初期の段階で 2 つの偉業を達成しました。それは Dantzig の LP に対する単体法と von Neumann の双対性の発見です。前者は最適化という現代文明の基盤を築く具体的な方法を与えましたし、後者は経済社会に存在する双対性を明確に指摘し新しい認識(文化)を人類にもたらしました。しかし、過去の遺産にすがって生き延びることができると思うほど世の中は甘くはありません。もし我々が努力を怠れば数百年の歴史を誇る経済学、統計学といったマンモスやブラックホールに OR が飲み込まれるでしょう。また、新しい学問分野も次々に誕生しています。OR のアイデンティティを堅持していかねばなりません。学会員諸氏の一層の発展に期待します。