特集　これからのOR

“オペレーションズ・リサーチ”の発展の方向

三平武男

戦後30年，日本の高度経済成長とともに，企業内におけるオペレーションズ・リサーチ(OR)活動も，「より安く」，「より多く」という，もの指向型単一方向をめざして高度成長し，大きな評価を受けてきた．一方，この高度経済成長のひずみとして，都市交通問題，資源問題，大気公害問題等がクローズアップされ，企業内部においても，「コスト」，「生産量」以外に「働きがいある職場づくり」，「労働環境改善活動」，「職務設計」といったテーマが示すように，仕事を通じての自己実現など，人間尊重を柱として，企業および個人の繁栄をはかるという考え方が強くなってきている．

このような時代の変遷にあって，ORが1つの科学としての立場を確立するためには，その領域拡大に対応するだけの整備がなされなければならない．現在ORに課せられている問題を，フィールドワーカーの立場から具体的にとらえ，ORを「実践の科学」として発展させる方向をさぐってみたい．

1. 高度経済成長下でのORの甘え

(1) 問題のとらえ方についての反省

成長期のORグループは，総じて，生産とシステムにまつわる諸問題をかかえた部門から，つぎつぎに提起される問題の処理に追われ，「つぎに起こる問題は何か」を考えるより，「すでにある問題の解決」を先行しなければならなかった．しかも，その解決が，一時的，刹那的であっても，十分意味があった時代であった．

たとえば，製鉄所の中の一連の製造工程の中で分塊工場がネックであったとする．ネック工程であれば当然のことながら，ORグループを含めて生産量増大のための方法が提案され実施に移されている．しかし，需要の伸びに対し，設備投資なしの方法改善はやがて限界に達し，設備増強の必要に迫られる．増強策として，分塊工場の均熱炉数を増加する策と，鋼塊を均熱炉へ装入したり，均熱炉から抽出したりするソーキングピットクレーンを増設する策と，いずれが有効か，という問題が掘りおこされ，そこにまたORグループが活用された．

その結果，いままでネックであった分塊工場能力アップがはかられると，つぎには前工程の製鋼工場能力のほうが新しいネックとなり，製鋼工場からの生産量，すなわち出鋼量をより増やす方法はないかということに，またまたORグループが投入されるといったことがくり返された．

つまり，一連の製造工程の中で，ネックになっている工程の能力アップに力を注ぎ，それが成功した結果，別の製造工程が新しいネックになればまたそこの問題解決にあたるというわけである．そこには，問題がでれば直ちに食いつき解決し，また別のところに問題があればそちらに走り，じっくり問題をとらえる暇のないORグループの，高度成長期における活動的な姿があった．

この間，待ち行列理論が登場し，シミュレーシ

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

ョンがくり返され，ORの手法も，単に抽象化されたモデルや巧妙な理論としてではなく，実践の科学として着実に現場に浸透していったことは事実である．

しかしながら，従来のORグループのこのような問題のとらえ方は，高度経済成長下では馬脚をあらわさずにすむかもしれないが，これからの低成長時代の成熟社会において，はたして通用するのであろうか．

ORは，それが実際に現実の問題を解決するために，どれだけ寄与したかにより評価され，その問題が困難なもの，重要なものであればあるほどORの価値は認められることになろう．したがって，「どのような問題をいかに見いだし，それをどうとらえるか」が鍵であるにもかかわらず，過去の成長期にあっては，生産の場からもちこまれる多数の問題[1),2)]を処理解決することに追われ，「問題発見」，「問題のとらえ方」については，その重要性を認識し，また吟味をしているつもりではあっても，十分な経験を積まずじまいになったケースが多い点を，まず第一に反省したいと思う．

(2) 目的関数のえらび方についての反省

成長期にあっては，多くの問題が，単一のメジャーで測定される目的関数を解くことで十分であった．

製鉄所内で例をあげれば，1本の高炉が改修に入ると，改修期間中の3～4カ月の間は，その高炉による出銑量は0となり，生産量は階段状で落ち込むことになる．そこで，改修日数を1日でも短縮することを目的として，PERTが利用された．高炉のように改修期間の長いものにかぎらず3～4日ですむ転炉の炉修においても，ORグループによってPERTは有効に活用され成果をあげた．

この時，ORグループは，「目的関数を何にするか」ということを考える必要はなく，「時間」という単一指標を小さくすれば十分であった（高度成長過程における不況時には，改修炉修にPERT／COSTの思想が導入されたことはもちろんである）．鉱石や石炭の購買計画にLPが利用されたが，その目的関数は，「ドル」で表示されるコストを小さくすればこと足りた．鋳型の最適寿命といった最適化モデルにしても，鋳型の使用回数を増やせば，それだけ鋼塊トンあたりの鋳型費は安くなるが，一方，鋳型の修繕費は増えるし，鋼塊の歩留りは悪くなるといった性格の問題としてとりあげ，要因の数がいくつあっても，経済性という同一の指標で測定可能であっただけに，目的関数をつくりだす際のORグループに悩みはなかった．

目的関数に複数の評価項目があるため，それらをどうさばくかについての議論が皆無であったわけではない．たとえば，製銑原料の配合計画を変更するときは，できるだけ成分変化の少ない配合が要求されるが，そのとき問題になる成分は，SiO_2，Al_2O_3，MgO，Mn，Ti，P，S…等々で決して1種類ではない．したがって，ある1つの成分にとっては，いちばん好ましい配合が，別の成分にとっては好ましくないといったことも当然でてくる．しかし，これらはいずれも成分であり，品質にからむという点では，いわば同種類の要因である．

ところが，現在ORグループに課せられている1つの問題は，複数の，しかも異質の要因をどう評価するかということである．現在ORが立ち向かおうとしている問題の多くは，単に経済性追求のメジャーだけでは身動きがとれず，公害問題を中心に，社会的側面が強調される中で考える必要がでてきた．

仕事を通じての自己実現など，人間尊重を柱として，企業および個人の繁栄をはかるためには，人間の反応とか，幸福感，充実感，さらに各人の自由意志をどのようにあつかうかといったむずかしい問題に触れることを避けてはいられないのが現状である．もの指向の単一のメジャーで測定する評価関数をもって解決されるOR問題はかぎら

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

れてきている．否，その時代は去ったと認識する必要があると思う．

(3) OR活動の評価についての反省

冒頭に「高度成長にのって，ORも高度成長し大きな評価を受けてきた」と述べた．企業内で，ORグループが職制の中で位置づけされ，現実の場で発生したさまざまな問題がORグループによって解決された事実の多さ[1),2),3)]は，それを証明しているといえよう．しかし，ここで反省しなければならないことは，過去のOR活動はその評価が得られやすい環境にあったということである．

一例として，製鉄所内の建設を例にとって考えてみたい．昭和30年代の建設は，製鋼部門においては，平炉を転炉にリプレースし，圧延部門においては，プルオーバーが去りストリップミルを新設するものであった．これらの建設にあたって，ORグループも設備の計画段階から種々の検討に参加した．しかし，これらの建設は，ORグループの参加があろうとなかろうと，大幅な技術革新がなされた設備のため，稼動すれば，従来の平炉やプルオーバーに比べ，確実にコストダウンが約束されていた設備であった．昭和40年代の建設では，世界一を誇る規模の高炉の建設があいついだ．これらは，スケールメリットが確実に保証されていた．このような環境の中で活動したORグループの活動成果が，技術革新の成果や，スケールメリットの成果に助けられ，過大評価されていなかったであろうか．

既述のように，問題のとらえ方がどうであれ，局所的，刹那的解決がなされても，それなりの意味があった時代なのである．ORグループに対する評価は，むしろ甘いものであったと反省したいと思う．建設の面でも，平炉から転炉へ，プルオーバーからストリップミルへ，といった大幅な技術革新も見あたらず，スケールメリットも限界に達しているようにも思われる現状にこそ，ORグループの真の評価が見られる素地があるといえるのではないだろうか．

2. ORの発展の方向について

フィールドワーカーの立場から，過去の活動に対する反省として，「どのような問題をいかに見いだし，それをどうとらえるか」に対しては，経験不足であること，人間的，社会的側面を含めた目的関数が要求されてきているが，評価が単純にはできないこと，そして，ORは甘い評価を受けやすい環境にあったことを述べてきた．このような状況下で，今後ORは具体的にどう対処すればよいか，を考察することが，ORを「実践の科学」として発展させる第一段階であろうと考える．

既述のように「コスト（円）」，「トン数」，「時間」といった単一の項目で明確に評価することによって解決された問題にかわって，人間的，社会的側面が強調される中で，複数の，しかも異質の評価項目をもつ問題に直面している．

そうすると，企業にとっての多目標はどのようにしてきめるか，それぞれの目標を何で測定したらよいか，つまり，問題をどのようにしてとらえそれをどう評価すればよいか，ということが迫られる．ORグループにとっては，これらの問題には，高度成長のかげで触れずとも活躍できたがために，実地経験の蓄積はなく，まさにその弱点をつかれた感がするのである．

そこで，ORの原点にもどって，「実践の科学」としてのORのなかに『問題提起のための科学』の立場を，もっと明確にすることを提案したいと思う．

ローマクラブが発表した資源有限論[4),5)]には，いろいろの批判はあった[5)]．人口と生産が幾何級数的に増えるだけでなく，技術の進歩も幾何級数的と見ていいのではないかとか，地球全体を1つのシステムとしてあつかうことに対する疑問とか，あるいは，資源，食糧，環境などのハードな面をとらえ，人間の社会とか心理とか政治制度といった，ソフトの面での考察が欠けているのではないか，などといったものであった．

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

しかし，この発表を境として，資源有限論は確立し，さらにその後の進歩の基盤となったことは確かである．この中でも，鉱物資源，エネルギー資源，食糧資源等すべての資源についての評価基準を明確にする必要性は残されてはいる．が，私は，この問題提起が与えた反応の大きさに着眼したいと思う．何故あれだけの反応を与えたか．それはもちろん人類の死活問題に触れる内容自身の重大さに依存するところが大きいであろう．しかし，問題提起の方法そのものの中に，われわれが直面している問題解決のヒントがあるように思われる．

ORは，あくまでも問題が先行し，それを解決するに必要な道具として各種手法がある．そして実際に現実の問題を解決したという多くの事実の中にORの価値が認められてきた．そこには，「実践の科学」としてのORの中の「問題解決のための科学」としての姿があった．

一方，ローマクラブの資源論は，問題を解決したわけではない．問題を提起したわけである．しかし，その仕方は，こういう政策をとればこうなるということが定量的に示されていて，それをもとに多くの他の意見を求めているという方法であり，そこに意義をもっていると思うのである．いままでのように，ORグループなりに最後まで解決しなければならないという立場から，一挙に問題解決をめざし，その手段として複数評価関数をつくりださねばならない，というアプローチをとるならば，ORグループは，いたずらにそのテクニックを論ずるにとどまり，問題解決どころか問題解決に近づく機会すら失することになりかねないと思う．いくつもある尺度の何を重く見るかということは，結局はその事柄自体の評価につながるものであり，たとえ価値を数値ではかったとしても，はかって得た数値によって価値が比較できるものではない．定量化されたものは，価値の一面にしかすぎないからである．

そこで，解決をあせるのではなく，複数の異質の評価項目は，そのまま全部を対象にとりあげ，考えられる政策によって結果がどう変わるか，ということを目で見える形で表現し，評価材料を提供するまでの科学の立場，つまり，ORに，「問題提起のための科学」の立場をもっと強調することにより，問題解決に一歩近づこうとするアプローチを，より重視しようということなのである．

そのためには，いいダイナミックなモデルをつくっておくことが必須の条件となる．これは単に，問題を羅列するという意味での問題提起ではなく，「予想される問題」と，それに対し予想される政策がどういう結果をもたらすかを示すことが可能な「モデル」との組合せセットをもとうということなのである．そして，どれだけ高く売れる「組合せセット」をつくり出すことができるかで，ORの価値が測られてもよいのではないだろうか．これは，一挙に問題解決にまで到達させるものとはならないが，産業のORも，経済問題に加え，社会，公共，環境の問題等，従来よりその幅を増しているだけに，政策に対してモデルが示す予想結果の評価も，自然科学的吟味にとどまらず，社会科学的アプローチが必要となる時代に入ってきたからである．

「問題提起のための科学」の立場では，社会科学的吟味をも含めた評価を下すべきルールをモデルに組み入れることにより，一挙に最適解を得ることを狙っているのではない．それは，先の「モデル」により示された予想結果に対し，自然科学，社会科学方面からの吟味を加えつつ，その過程の中から，なんらかの可能性を示唆されることにより，問題解決に近づかんとする意義を見いだそうとするものである．

評価しにくい人間的，社会的側面を各個が強調して，勝手な主張をするために結論を得られないようなとき，ダイナミックモデルがあって，「個々の主張に応じて，でてくる結果はこうなる」ということを示すことができれば，勝手気ままな主張も，あるところへ収れんしてくる可能性がある

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

と思うし，社会科学的吟味を加えることにより，芸術的ともいえるOR作品が生まれる可能性も期待できるかもしれない．

芸術は，人間の中にある「秩序を指向するアポロン的精神」と，これと相矛盾する「破壊を指向するディオニソス的精神」が，総合的に実現される場であり，芸術作品は，それを奇跡的に調和した形で解放してくれる場であるといわれる[6]．強い矛盾が，みごとに解決されるところに傑作が生まれることは，芸術にもORにも共通したものであろう．そこに奇跡があるかないかが，芸術とORのちがいともいえると思うが，数量化，最適化が先立つ従来のORからは，人間に感動を与える奇跡を生みだすことはむずかしいと考えられるからである．

「問題提起のための科学」の立場を維持，確立するためには，時代の変化，科学技術の発達，文明文化の進展，人間の価値感の変遷に応じて，「何が重要な問題となるか」をさぐる力の練磨と，その解決を早めるためのモデルづくりに，もっとも適した手法の開発の努力がなされなければならないことはいうまでもない．この意味では，「問題提起のための科学」としてのORは，常に時代とともに歩まねばならないという宿命と幸運があるといえる．

そして，工場レベル，企業レベル，都市レベル，国家レベルと，それぞれのレベルで，『ORグループが，つぎに提起する問題は何か』という期待と関心を常に集め得るようになったとき，「問題提起のための科学」としての立場が，ORに確立されたといえるであろう．

ここで，手法については，過去のORの歴史から推して，着実に開発されていくと思うが，「何が重要な問題となるか」を知る力の練磨については，一言触れてみたいと思う．

いかにして問題を発見するか，ということは，いかにして問題を解くか，ということ以上に困難である．われわれが過去に受けた教育では，テストに代表されるように，問題が先に提示されており，その問題をどれだけ正確に解くことができるか，ということによって，成績という形で結果が評価された．そのため，問題をつくりだす，あるいは発見するための訓練，経験には乏しかった．その結果，問題が与えられ，それを解くことを得手としても，問題をつくりだすこと，発見することは不得手としている場合が多い．

製鉄所内でも，成長期には，製銑，製鋼，圧延それぞれの部門が，生産とシステムにまつわる諸問題をかかえ，それらがつぎつぎにORグループに提起され，ORグループは，シミュレーション，LP，待ち行列理論といった手持ちの武器だけで，十分実用に耐え得る改善されたシステムを提案し問題を解決してゆくことができた．

いまや，問題そのものに，環境問題，厚生問題，満足感，充実感といった取りあつかいにくい要素が加わることにより，得手であったはずの問題を解くことにおいても障害にぶつかっており，「問題をとらえる」，「発見する」という比較的不得手な方向に目を向ける余裕がますます失なわれつつあるのが実情ではないだろうか．このように，問題発見のための訓練とか，経験を積むことに期待できない現状の延長からは，「きたるべき時代の問題をとらえ，それに対する政策と予想結果を提示せんとすること」にORの発展の方向を見いだそうとする考え方には少なからず不安が残る．

問題をとらえられるか否かは，問題意識をもっているか否かに左右されよう．すべてのことがらに真剣にかかわりあいをもつ精神こそが問題意識をもつための土壌となり，それは人間としての生き方に関与してくるものであると思う．ORの場で問題を見いだす力も，幼少の時代からの生活の中で，徐々に培われるものではないだろうか．お膳立てされた環境の中からは，問題意識は生まれてこないであろう．

既製のおもちゃもなく，ゲームもないとき，棒切れ1本で何かおもしろく遊べないか，山の中ま

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

でガキ大将に追いつめられたとき，何とかして家に帰れないか，といった苦労と経験が，まったく新しいものを発見したり，発明したりする生産力や応用力を養い，情緒的に健全な自我を育てることにつながるのではないだろうか．

人間の知力や能力をはかるものとして，筆記試験主義がとられ，その結果，全国で1000万人[8]もの学習塾人口があるという現実を，明日のORにとっての大きなポテンシャルと考えてよいのであろうか．私は不安でならない．なぜなら，人間の創造性にかかわっているといわれる「拡散思考」すなわち「何か新しいことを思いつく知能であり何か未知な世界に触手をのばしてみること」が，問題発見のために要求される力であろうが，これは，教えられたことを記憶することでもないし，また課題の認知能力でもないから，筆記試験の対象にはならないといわれるからである[7]．この問題は，現在の教育制度にかかわるものであろうが少なくともORもすべての科学と同様に，人間の科学であることを考えなければならないと思う．そして，この問題意識をもつための土壌が生まれたときこそ，各方面から，真に『ORグループがつぎに提起する問題は何か』という期待と関心が集められ，「問題提起のための科学」の立場が，ORに与えられることであろう．

まとめ

ORのフィールドワーカーとして，高度経済成長下で犯した3つの甘えを反省した．また，コスト，生産量といった単純なメジャーでは測定できない，人間的，社会的側面をどう評価するかの課題に対しては，ダイナミックモデルをつくり，「個々の要求がどんな結果をもたらすか」を提示することにより，意見の統一を容易にさせ，問題解決に1歩近づくことを提案した．そして，今後は，低成長下の成熟社会であることを前提として，その中で「実践の科学」として発展する方向は，「問題提起のための科学」の立場をORにつくりあげることであると強調してきた．

一方，現在アメリカでは，地球と月の中間に人工衛星を打ち上げ，そこに太陽熱発電所をつくり人が住むという，オニール・プリンストン大学教授のアイデアが，技術革新の可能性と，経済的可能性をもつということで大きな評判をよんでいるようである[9]．そこには，宇宙開発といった，画期的進歩社会実現のために，ORに再び急成長の時代が訪れる可能性が含まれているように見える．たとえそのような時代になっても，われわれは，高度経済成長下で犯した甘えを再びくり返すことなく，科学の原点にもどり，人間を考える姿勢がなければならないと思うのである．

参考文献

1) 第1回～第55回　IE事例研究分科会資料　日本鉄鋼連盟IE委員会
2) 第1回～第23回　システム設計分科会資料　日本鉄鋼連盟IE委員会
3) OR事典　事例編　日科技連
4) メドウス他「成長の限界」　ローマクラブレポート　1972　ダイヤモンド社
5) メサロビッチ　他「転機に立つ人間社会」ローマクラブレポート　1975　ダイヤモンド社
6) 別宮貞雄“自己革新の模範”「音楽の友」1977 No. 1　音楽之友社
7) 渡部昇一“戦後教育・三つの矛盾”「文芸春秋」1977　No. 2　文芸春秋社
8) 畑山　博“1000万人の学習塾狂騒曲”「文芸春秋」1977　No. 2　文芸春秋社
9) 氏家　尚“アメリカ経済の断面(1)”1977. 1. 27付朝日新聞

みひら・たけお　1936年生れ
東京教育大学大学院理学研究科（位相数学）了．理学修士
川崎製鉄(株)千葉製鉄所企画部能率課長を経て，現在同本社ツバロンプロジェクト協力本部企画調整部主査．

（日本OR学会創立20周年記念懸賞論文，入選佳作）

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．