

東亜燃料におけるOR活動

小田部 齊

本稿はOR学会月例講演会(7月12日)での講演の要約であり、内容的には過去にOR誌や、研究発表会等で発表したものと重複もあることをあらかじめご了解いただきたい。

はからずも去る4月の本学会総会において、当社に対し、第2回OR実施賞が授与された。ここに学会各位に対し衷心より御礼申し上げる。

しかしながら、周囲を見わたすと、企業内ORの歴史で、実践で、規模で、当社よりはるかにすぐれた企業が身近に多いのを知る者として、今回の授賞には内心ためらいを感じないわけにはゆかない。なお、本賞状は額に入れてORグループ室の壁に掲げ、日々の反省と励みの糧としている。

さて、この機会に当社のOR活動の足跡をふりかえって、その一端を申し述べ、諸賢の忌憚のないご批判・ご教示を受けたいと思う。

1. OR導入の条件

企業内にOR活動が発芽し成長するためには、最低限つぎの4つの条件がそろふ必要がある。

すなわち、1)風土(ないし土壌)、2)源流(起源)、3)ニーズ、4)道具立て、である。

まず第1の条件「風土」は、企業の生い立ち、創業者とそれにつづく経営陣の性格に負うところが大きい。その点当社の場合、幸か不幸か会社設立が航空ガソリンと航空潤滑油の国産化を目的とした軍需専門の生産会社で、かつ販売部門をもたず、経営の主流は技術屋集団で構成されていたため、徹底した合理主義経営の社風が早くから確立されていた。それに加えて戦後積極的に外資導入をはかり、石油メジャー(今日のエクソンおよびモービル)と提携関係に入ったため、米国の各種経営管理方式や科学的合理主義も同時に流入し、当社の体質強化にいちじるしい効果があつた。すなわち、「和魂洋才」の

徹底した合理主義経営の姿勢、これが当社に企業内ORを発芽させる土壌となっている。逆にいえば、合理主義を好まず精神主義的風潮の強い企業は、ORにとって不毛の地といふことができよう。

第2にOR活動の「源流」となったものは何か。これは1つには前述のメジャーとの間に技術援助契約が締結され、かつその中にOR・コンピュータ技術の情報が含まれたことだ。それにともなって最新の技術・ノウハウが移入された。線形計画法(以下LPと略す)の石油精製への適用の可能性について、最初の技術論文が伝えられたのは1953年のことである。また、一方海外情報とは別に、国内からのOR伝来の源流は日科技連のOR教育コースと、日本OR学会への参加であった。やがて、これら内外からの源流は、当社の風土の中で絶えることのない河へと成長していった。

第3の条件「ニーズ」こそ、もっとも肝要なOR導入の原動力となる。その点われわれの場合、大変幸運なチャンスに遭遇した。すなわち、1960年に経営戦略上の大転換期に直面した。そして、これを安全確実に乗りきるために、やがてLPの導入が不可欠となるのであつた。具体的にいえば、石油精製会社の経営上の根幹である原油選択を、長年のアラムコ原油一本から一挙に十数種類におよぶ多様化へと戦略転換をはかったのである。この原油多様化への戦略転換の影響するところは甚大であつた。まず製油所のタンク・パイプラインから精製設備にわたる各種プロセスは複雑化をきたし、それにともなって原油処理方法、装置操業条件や、製品混合調製比率等の決定にいたる一連の生産計画の立案、また、装置の増設・改造等の設備計画の立案作業もいちじるしく複雑化し、計画担当のエキスパートでも、従来のトライアル・アンド・エラー方式では計画の最適化(厳密な意味ではなくても)は不可能に近い状態となつた。このような、計画担当者が従来方式にゆきづまり、そこからの脱出を強く求めている混迷期こそ、方法改革の使者ORが登場

そのときにタイミングよく第4の条件「ORの道具立て」が完成した。すなわち、ハードウェアとしてIBM 7090、ソフトウェアのL P / 90、それに本格的な大規模 L P モデルづくりの手法の実現である。当社の場合、これら道具類活用のためのノウハウはエクソン直伝として移入され、ただちに消化吸収されていった。1961年のことであった。

なお、若干余談にわたるが、近ごろ内外の企業でOR担当の組織をもつことの得失がしばしば話題となっているが、これは軽率に結論を出すべき問題ではないと思う。ことに内外企業の実例を見て結果としていえることは、一時OR組織をもちながらその後、各業務部門にORの機能を分散化させたり、あるいはEDPのシステムグループと一元化したりして専任組織を解散した場合は、ほとんどのOR活動は沈滞するか消滅してしまっ

2. ORの定着化

これらのLP利用の内でもっとも中核をなしているのは生産計画管理に関する分野であって、大は5～10年の長期計画から、小は工場の日常運転管理にいたるまで実に奥行き深い活用の場を形成している。いま、その利用形態を階層的、体系的に示すと図1ようになる。ここでIの領域が本社レベルを意味し、長期計画(設備・



装置・工場の新設・増設・改造等の方針決定)、中期計画(原油の選択と予約、年次予算収支予想の基準)、短期計画(原油処理量ならびに製品生産量の工場別割当)を包含している。また、IIの領域は工場レベルの計画管理活動を含み、月次の生産計画、月間内のスケジュールから日次の原料混合・運転目標の指示管理等が中心的役割を成している。IIIの領域の生産計画管理情報システムに含まれるものには、本社レベルから工場レベルまでの幅広い範囲があるが、そのうち、基幹をなすものは、工場における生産実績の収集・データベースへの格納・報告を行なうデータ処理システムと、生産実績と計画との対比分析を行なうデータ解析・採算管理システムとであろう。このようなデータ解析・実績検討の分野でのLP活用は比較的珍しい例と思われる。これは、実績値の中のある制限条件を自由にしてLPを解き、もっと有利な計画管理方法がなかったか、と調査したり、あるいは月間内の状況変化(たとえば装置の不調)に対応するもっと上手な計画の軌道修正法がなかったかをさぐって、それらの結果を将来計画への指針ないし助言とするやり方で、われわれはこの方法をLPによる事後最適法とよんでいる。ただし定期的に実施するにはいたっていない。

さて、LPが今日の盛況を見るまでに成長した陰には、定着化をめざして長年にわたり環境整備のために積み上げてきた幾多の施策があった。いまこれらのうちからおもな4つのアクションを取り上げて紹介しよう。

まず第1の方策は教育である。1961年、前述のとおりORの組織的活動を開始し、最初に着手したのが社内LP教育コースの開設であった。これはつぎの判断から出発した。すなわち、LPを特定のOR担当課のみが取りあつかう専門的手法とはしない。長い目で見てLPは社内の各種計画機能に広く活用させる価値の高い手法であり、かつそのためにも各部門が自主的に使いこなせることが肝要である。いわばユーザーオリエンテッドにまでLPを普及させる必要があるとの判断に立ったからである。したがって、コースの内容も、受講者の実用本位に編成するように、いろいろの工夫がこらされ、最終的に3週間で約110時間にセットされた。このカリキュラム等の詳細については、本OR誌12巻4号と5号に紹介してあるとおりで、今日でも大枠に変化はない。なお、本コースは現在までに19回開催され約400名が受講した。このなかには直接の計画担当者以外で間接的にLPに関連する立場の者、ないしLPをベースとして作成された計画を利用する部門の者等が多数含まれている。たとえば、技術設計、新製品開発研究、経理の原価管理、予算管理等々。教育の効果は、長期的に見て所期のねらいどおりにあげられたと評価できる。全社への普及浸透の一

例として、シャドープライスのLP/90流の用語「πバリュー」は社内の慣用ビジネス用語として上は重役陣から、下はラインの一若手担当者にいたるまで普及し、日常社内文書にもとくに注釈なく使われているほどである。

第2の環境づくりは、共通のデータ・ベースないしデータ・ライブラリーの整備であった。この主旨は、LPが本社や各工場で使われはじめるとともに、各部門相互間で納得のいくデータ(係数)をモデルに組み込むことが不可欠となったからである。たとえば、A工場のa装置の収率係数が、本社の月次計画モデルと工場側の当該月間管理モデルとでくいと違っている、全社的に一貫性、統一性のある計画管理を行なううえで支障をきたすことになる。とくに、部門間の立場の違いによる主観的理由から係数に差が生じるようなことはもっとも避けなければならない。そこで事前に部門のコンセンサスを得る場として、また、生産計画管理へLPを定着させるための推進機関として1962年に、関係部門により構成されるLP計数管理会議が常設された。この会議は3カ月ごとに2〜3日間開催されて、単に係数についての検討のみでなく、モデルの構造、解の解析方法、関連する新手法の紹介や討論も活発に行なってきた。ただし、近年のようにLP利用の密度も濃くなるとともに3カ月サイクルの枠はずして、今日では随時に必要部門間で情報の連絡確認を行ない、大きい問題を6カ月ごとに審議することとしている。

つぎに第3の施策は、ソフトウェアの整備であった。上記の係数の管理方式が軌道に乗り、他方ハードウェアも進歩するとともに、データ・ベースを使ったモデルビルディングが、あつかいやすいプログラムで迅速・的確に遂行できるようなソフトウェアの開発がユーザー部門から待望されるようになった。もちろん、この種のLP周辺ソフトウェアはメーカーからも提供されたが、残念ながら当社に設置の中型コンピュータにとっては荷が重すぎてあまり実用的ではないことが確認された。そこで社内のニーズを集約して自主開発にふみきった。その結果、社内の各部門担当者が自分で自由にかつ、容易にモデルを構築し管理できるソフトウェアをもつようになり、日常十分な働きをしている。

第4の対策は、LP計算のターンアラウンド・タイム(計算の要求からアウトプットを入手するまでの所要時間)を短縮してケース・スタディを増やし、計画の質を高める方策である。具体的には、CRTを介して計画担当者がコンピュータと直接対話型でモデル修正・条件変更・計算開始指令等を実行できるようにハードウェアとソフトウェアを用意することであり、すでに2年来実

用化して顕著な効果があがり関係部門に大変喜ばれている。

以上4つのアクションはLPの定着化展開への各段階の中で、それぞれユーザー部門のニーズを先取りして実施し、いずれもひとつずつ、それなりの成果を上げてきたが、正しくはこれらの複合的相乗効果として評価すべきであろう。ただし、多少の反省面を申し添えるならば、ユーザーへのサービスも、あまり便利になりすぎるとLP本来のありがた味を見過して安易に使われてはいないか、ということである。たとえば、LPはいまさら申すまでもなく最適化手法であり、LP解の経済的分析を抜きにしてはLP計算の意味がないことはもちろんである。しかるに現実の計画部門担当者の中には、計画案作成の期限に追われてくると経験による勘で制約条件の自由度を減らして計算し、単に結果の物量バランスのみを使っている場合がある。つまりLPをオプティマイザーとして活用せず、バランスカルキュレータとして低次元に利用してしまうことであり、厳にいましめるべきことと思う。また、LPは実用上感度がよすぎて方向を見誤ることがあるという声を耳にする。たしかに目的関数の係数を1円でも誤ると、(利益を高くつけると)その方

向に解はゆがんでしまう。しかし企業内の計画モデルの場合、担当者は各係数の意味を熟知しているはずであって、LPの感度に振り回されることのないように、解にとくに大きく影響する要素については事前に重点的に注意をはらっておかなければならない。しかも、そのようなクリティカルな条件変動の経済的効果や全体計画への影響度を調査確認するためにも、十分なケース・スタディは不可欠であり、CRT対話方式の有効性もここにあると思う。ケース・スタディを通してLPを使いこなしていけば計画の質的向上をはかることができ、計画の信頼性(確実に実行可能な計画)、経済性(より利益水準の高い計画)、柔軟性(条件の変化に即応しやすい計画)を高めることができよう。

以上LPを中心として当社のOR導入から実務への定着化の過程と、そのためにとられてきた諸方策の一端を紹介してきたが、LP以外のOR手法の適用も含めた現状の概観を図2に示す。この図は中心に各実務分野を軸としておき、右側に適用OR手法、左側にはOR手法をサポートするコンピュータ技術を示している。空白欄は未着手分野か、将来とも適用が該当しない分野である。見方としては、たとえば上から3段目の生産の短期計画では数理計画法(LP)ならびにシミュレーションが実用化されており、かつこれらに対するコンピュータ処理にはバッチ方式と対話型とがあり、データ・ベースも利用している、という表示である。

また、OR手法別に見ると、数理計画法は、一部整数計画法も利用しているが、ほとんどは線形計画法である。シミュレーションは各種目的に幅広く利用されており、代表例としては、輸送と貯蔵の計画への適用があげられる。これは石油精製業にとって原油選択について経済的効果の大きい原油のタンカー輸送と貯蔵に関するシミュレーションで、当社の場合も十数年にわたる各種モデル開発の歴史がある。その一例については、1975年7月に京都で開催された第7回国際OR会議(IFORS)に日本代表論文の1つとして“An application of the Markov process to a marine transportation and storage System”を発表した。

なお、シミュレーションも短期計画用に活用されてくると必然的に作業処理の迅速性が要求され、かつケース・スタディも数多く必要になる。そのような目的にはコンピュータを対話型で利用すると効果が明確に上ることはLPの場合と同様で、たとえば手計算とバッチ処理で3日かかる計画作業を対話型に切り換えたところ3時間にスピードアップされ、しかも内容的に濃いもののできた例もある。

対話型	データベース	リモートバッチ	コンピュータ技術	適用分野	OR手法	数理計画法	シミュレーション	SPERTD	計量経済モデル	統計技法
生産/設備計画										
○	○			長期		○	○			
○	○	○		中期		○	○			
○	○	○		短期		○	○			
	○	○		特殊		○	○	○		
工場管理										
○	○	○	○	月次計画		○	○			
○	○	○	○	日次管理		○	○			
○	○	○	○	実績検討		○	○			○
○	○			運転制御		○	○	○		○
○	○	○		輸送・貯蔵計画		○	○	○		
	○	○	○	装置設計・解析		○	○			○
		○	○	資材管理						○
		○	○	建設・保安全管理				○		○
		○	○	予測				○	○	○
○	○	○		経理財務管理				○		○
	○	○		人事管理			○	○		
○	○	○		研究開発			○	○		○

図 2

つぎにシステム・ダイナミックス(SD)。これはシミュレーションの一分野ではあるが、比較的多方面の利用が生まれているのでとくに分離してみた。適用例としては、設備計画でのタンクローリーや、タンク車の出荷サービスの窓口数や積込能力の決定を代表とする。また、装置運転の解析分野で、各種精製工程の動的シミュレーションモデルによる運転効率の改善や、省エネルギーへの応用などがあるが、これらはSDとしては珍しい利用例であろう。また、石油需要予測モデルや、経理財務部門における長期短期収支予想モデル等もあり、後者は頻度高く活用されている。

なお、SDとアナログ・コンピュータの活用を含めた社内教育「ダイナミック・シミュレーション・コース」は11回開催して84名が受講し、これを通じて各種の新しい実施例も生まれている。

つぎに、PERT/CPMは1962年に最初の試行がなされて以来、石油精製装置・石油化学装置の建設管理に実用化されてきたが、近年の減速経済下で大型の設備建設が影をひそめて以来建設モデルはもっか休止中である。しかし、各種装置の定期整備保全業務への適用はいろいろ実施し、作業人員の平準化・効率化に貢献している。

その他の手法では、計量経済モデルによる石油製品の需要予測や、各種統計技法による工場管理面における原単位の分析、ロスの追求、計量値誤差の分析等をはじめ、装置の運転実績の解析・機器類の部品の取替管理、整備時期の算定等々があり、幅広く活用されている。

なお、統計手法についての社内教育コースは、初級と上級とが用意され、とくに初級については、本社主催のみでも13回200名以上の受講生を送り出しており、別に工場主催のコースも自主的行なわれている。

また、統計・OR・コンピュータ利用技術を中心とした技術会議やワークショップも主テーマをきめて1～2年に1回ずつ開催し、関係者の技術水準の向上、ユーザーへの普及に貢献している。

以上、若干、手法中心的に当社におけるORの概要を紹介したが、実際には手法面で、きれいに取りあつかえないOR活動のほうが多いくらいで、各OR担当者は泥臭い実務上の問題に試行錯誤しながら取り組んでいるのが実態である。

3. OR活動をめぐる今後の問題

1973年10月6日の第四次中東戦争勃発を着火点としたOPEC、とくにOAPECによる石油の大幅値上げと輸出制限攻勢、いわゆるオイルショック以来、わが国はじめ先進工業国の高度成長経済は一転して減速ないしマイナス成長の長いトンネルに突入してすでに久しい。このよ

うな環境の激変期には、しばしば「ORは実戦の役に立たない」という風説が横行した。事実、過去の成長パターンを統計的に外挿した需要予測モデルは、経済の構造変化にまったく対応できなかったため、経営者も管理者も統計的方法に失望と不信感をもち、それがORを含めた計量的科学的アプローチへの懐疑へと発展したようである。

しからば、変革期において本当にORは役に立たないのか？ オイルショック以降ORのニーズは失われてしまったのか？ 結論からいえば明らかに「No.」である。なぜならば、高度成長期には大方の企業の第一の経営目標は利益の確保よりシェアの確保におかれていた。そのために、量的拡大への積極投資が不可欠であった。結果として若干の過剰投資が常につきまとっていた。しかしそれも数年のサイクルで起こる景気・需要の上げ潮によって消されていった。すなわち高度成長期にはむしろORは不用であったといっても過言ではない。ところが1974年以降の低成長期に入ってから、過剰投資はそのまま残され、ときにはマイナス成長によって過剰分はいっそう増幅された損失として経営にのしかかってきた。そのため経営者は、変動の不確定要素からくるリスクを重視し、常に採算性の限界を追求するようになった。利益の確保こそ経営の最重点目標となった。換言すれば、経営管理が最適化指向の姿勢をとらざるを得なくなったのである。つまりオイルショック以降、むしろORのニーズ、潜在需要はいちじるしく増大したと断言できる。当社の場合も、原料コストの高騰、製造費増加の圧迫もあり計画管理全般を従来よりも一段ときめ細かい視点で把握するようになった。必然的にLPをはじめとして、ORスタディも一段と活発化した事実にもニーズの増大を見ることができよう。

このようなORのニーズの変化については、OR誌の本年5月号の東レ・木下雄三氏の論説「企業における経営科学に未来はあるか」や、7月号の北川一栄会長による巻頭言にもくわしく述べられているところである。

ところで注目しなければならないことは、最近では企業をとりまく解決すべき問題がいちじるしく複雑化しつつあり、かつ計量化しにくい社会的あるいは世界的な要因のウェイトが増加してきたことである。

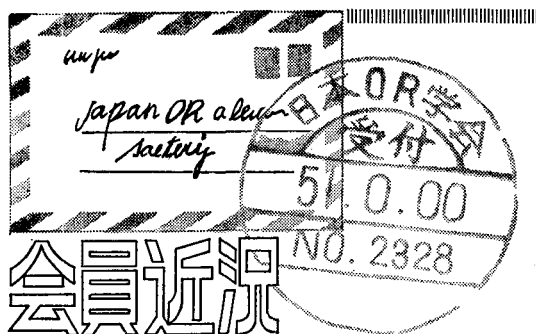
たとえば石油産業が今日直面している諸問題から2、3列記してみると ①価格問題(OPEC攻勢による原油価格の慢性的高騰とその多面的インパクト；原油高製品安の是正の時間遅れと、結果として企業財務体質の恒常的悪化) ②強制備蓄制度(国民経済安全保障体制の一環として)の強化への対応 ③多角的省エネルギー型への社会構造の変化 ④環境問題 ⑤炭化水素系資源の有限

問題(資源開発と枯渇への対応; 代替エネルギーの開発, 総合エネルギー産業化への展開; 経営戦略の多様化)等々, いずれも不確定性の大きい問題が山積している。これらに対してORはどこまで挑戦し, 経営の意思決定をサポートできるのか, 現実の実力をふまえて, そう簡単に軽々しいことはいえないが, これらの大波はどれも企業経営上避けて通れない難問ばかりであって, その大波をどう乗りきれるかが, 今後の経営者の死活問題となってくる。そこで, ひかえ目にいっても, 経営者, 管理者, 計画担当者にとって, ORがどこまで頼りになり, 助けになりうるか, によってORが(O.Rの組織ないし担当者が)企業内に安定した市民権を確保できるか否かの評価尺度とされることとなろう。しかも率直にいうと, これらの荒海を航海するための計画管理手法としては, われわれが従来手がけてきた道具(O.R手法)のみでは, どうしても力不足であることは否めないし, 世間で近來手がけられている同種の大規模問題への諸方法論も一長一短, 未だしの感が強い。それが, この時期に新しいO.Rの誕生が待望されるゆえんである。

話は変わるが, O.R誌7月号の座談会『発想をめぐって』で, 地球物理学の竹内均先生がふれておられるが, 同先生は持論として, 学問の領域で, 第一世代, 第二世代につづく第三世代の学問の形成の必要を力説しておられる。つまり, 第一世代とは自然を観察し, 記述し, 分類する博物学的方法, 第二世代とは帰納し, 演繹する実験的分析的方法で, 今日あらゆる科学的方法論の主流をなしている。ところが第二世代は分析的にすぎるため, ミクロ的, 断面的になりがちで本来「自然は縫目のない織物である」のに, とかく全体像を見失ってしまう。そのため今日, 科学の直面する諸問題が, 全体的・根本的・起源的な解決を迫られているのに適切な解決方法がない。そこで, 第一世代, 第二世代を乗り越えた, 新しい視点に立った第三世代の論理「創造的仮説法」(アブダクション)が必要となってくる。これが, 竹内先生の主張であるが, ひるがえってO.Rの世界にも相似性があると思う。今日, われわれが取りあつかっているO.R的問題解決法は, まさに分析的・実験的な第二世代のO.Rの方法にかたよりすぎて, 本来「企業は縫目のない織物であり, しかも同時に常に変化する生命体である」ことを見失いがちではなからうか。そこで, まず温古知新, もういちど第一世代のO.R, 対象を正しく観察し, 記述し, 分類するO.Rの原点に立ちかえってみる必要があるように思われる。かのモース・キンボールの「O.Rの方法」に見られる特攻隊対策の実例などは, まさにO.Rの原点そのものを示している。そこでは, 生死の境界ぎりぎりの極限状態を冷静に観察して問題の本質をつかみ, 的確

有効な解決方法を引き出す, そのひらめきが光っている。企業内O.Rの場合でも, 常に, 社会・政治・経済・技術等々企業をめぐる諸問題を横断的・多角的に観察し, 問題の本質を洞察できる目を養うこと, そのうえで第二世代の方法を駆使し, さらに第三世代の新しい創造的問題解決法へと取り組むべきであろう。われわれ自身のO.Rの原点への反省とともに, 学界の諸先生により, 大型複雑問題の解決への新世代の「総合化のO.R」を一日も早く創造されることを待望して, 本講演を終わらせていただく。

(おたべ・ひとし 東亜燃料工業 情報システム室長)



トヨタ自動車販売
交通プロジェクトチーム 大江 秀和

交通という複雑で得体のしれない怪物(恐竜でないことは確かです)をとらえるべく孤軍奮闘してはや5年が経過しました。現在は通産省大型プロジェクト「自動車総合管制(CAC)システム」の研究開発の一部にたずさわって今年10月から行なわれるパイロット実験準備のためあわただしい毎日です。

なにかと自動車が矢面に立たされる昨今ですが, 自動車屋の一員として交通に関する公共プロジェクトへの参画を通じて社会的な交通問題の解決や自動車を社会でうまく活用するための活動をつづけております。そして, よりよき自動車交通を実現させるべく皆様方のご協力をお願いいたします。

元来, 交通は衣食住とともに人々の生活と直接結びついている生き物であり, 単なる思いつきや遠い夢物語の改善ではうまくいかない要素も多いと思われます。そこで, より抜本的解決のため遅々とした活動ではありますが足もとから一步一步確実に交通・輸送問題の改善の歩みを進めるべく努力している次第です。