

# 問題の質の変遷に合わせた オペレーションズ・リサーチモデルの発展過程

浪平 博人

## 1. はじめに

筆者は、タイヤ製造業に約20年間在籍し、オペレーションズ・リサーチ（以下 OR という）活動に従事した。その時期は日本経済が高度成長期から2度のオイルショックを経て安定成長に入り、いわゆるバブル期にさしかかるまでの間であった。仕事の中心は“需要への対応”に関する問題の解決であり、これは時代と共に変わっていくものであった。これらには試行錯誤的に対処したが、結果として見ると、問題に適合した対処の方法が取れなかったものは、大変混乱したことが観察される。これにより、ORの適用には問題の状況に適した方法があり、この知識がひろく実際の問題解決場面でもきわめて有効なものであることに気がついた。

ところで、タイヤ製造業はモータリゼーションに直結し、したがって社会・経済の変化へは敏感に対応せざるを得ない産業である。また、その製品の供給の形態においても、数千種の製品を多くの工場で複雑な工程を経て生産し、不特定多数の需要に対応せねばならないという点で、他の多くの製造業と異なるものではない。したがって、タイヤ産業において観察された事柄は、他の製造業でも共通性をもつ可能性が高い。すなわち、そこでの経験を知識化したものは、ある程度の普遍性を持つことが期待される。

本論文は、筆者の企業での問題解決の経験を素材として、工業的生産を行う大規模企業における OR 実施場面での、問題への取り組み方の指針としての OR 方法論の構築を試みたものである。論の展開はいささか強引であるかもしれないが、OR 実施の方法論の議論を始めるための作業仮説として必要な措置だと考えた。

## 2. 企業での経験の整理

上述のごとく、筆者はタイヤ製造業において OR を含めた問題解決活動に従事したが、需要対応に関する実施事例の主なものを経年的に並べてみれば次のようになる。

- 1 工場勤務最適ローテーション（'70）
- 2 競合品予測の研究（'73）
- 3 生産日程計画作成へのヒューリスティックアプローチの研究（'73）
- 4 短期需要予測手法の開発（'74）
- 5 タイヤ需要予測の研究（'75）
- 6 長期生産計画の作成（'75）
- 7 在庫補充方式の研究（'75）
- 8 自動車メーカーへの需要対応生産システムの研究（'76）
- 9 在庫補充方式に連動する出荷方式の研究（'76）
- 10 国内需要短期予測方式の研究（'77）
- 11 全社物流システム全般の設計、管理、実施（'77-'81）
- 12 国内需要月次予測システムの作成（'81）
- 13 生産計画作成支援システム（'82）
- 14 スノータイヤ展開システムの作成（'83）
- 15 タイヤ需要予測の拡張（'84）

これらを通覧するとき、後期に発生したものは初期のものに較べて、次のような点で問題の質の変化がみられる。第1に、扱う要素の数の増大と範囲の拡大が認められる点である。たとえば、事例1は工場での効率的な生産体制の導入に伴う合理的な勤務ローテーションを考えるものであり、そこでは扱う要素数も考える範囲も小さかった。ところが、事例9の在庫補充の問題では、範囲は販売と出荷の全般にわたるものであり、考慮する要素数も多かった。第2に、要素間の関連の様相の変化の点である。たとえば、初期の事例3は工場での日程計画の問題であるが、そこでの要素の

関連は計画時点のみでの静的なものである。ところが、事例11で扱う問題は、要素どうしが常時相互に関連し合うものであった。すなわち、その扱う要素・範囲の増大と要素自体の互いの関係が次第に動的・相互的になることにより、問題の質が変化していくことが読み取れる。

### 3. 問題の発生段階的解釈

問題の質的变化は、その発生時点において意味が正確に把握されるわけではない。しかし、それが重要な課題と意識されれば、企業はその時点から全社的かつ組織的活動を展開する。個々の事例はその展開された活動の一部であり、そこでの質的变化はその源の質の変化を反映したものである。そこで、タイヤ企業において実施された運営技術改善のための全社的な組織的活動を洗い出してみた。そして、これらをその当時の企業をとりまく社会環境と対比させて、問題の質的变化を社会の発展の流れと関連づけてみた。この結果、問題の解決の要点が変わっていくことを見出し、これに着目して問題を4段階に分けて考える図式を得た。

#### 3.1 運営技術改善に関する組織的活動

60年代以降、タイヤ企業の運営技術改善のための課題に対し全社にわたる組織的活動の形をとって解決が図られたものに、次の4つが認められた。

##### (1) 品質管理賞応募への対応：'63-'68

品質管理技術のレベルの認定を行うある民間団体（日科技連）の発行する賞に応募したもので、販売、生産、物流、技術のすべての分野に及んだ活動である。作業の規格化、標準化を通して、品質管理手法の普及活用により部署ごとの問題の改善体質の確立を狙ったものである。

##### (2) 自動車会社の新生産方式への対応：'73-'80

「トヨタ自動車」により考案されたいわゆる“カンバン方式”への対応である。タイヤ企業側は“必要なとき必要な数だけ”の製品納入形態を迫られ、従来の一括大量生産方式の変更を余儀なくされた。これに対し、3項目に分けて対策が取られた。第1は、生産リードタイムの短縮を目指した設備機械の切り替え時間縮小への改良である。第2は、細切れな生産指示のための計画サイクルの短縮である。第3は、現場での職務の再設計である。責任の明確化と指令通りの仕事の遂行が徹底され、また、工具に対しては多能工化への再訓練が行われた。

##### (3) 全社物流プロジェクト：'75-'80

変化する需要への即時的対応を目指し、製品の供給に関連する部署の統合システムを指向した大規模プロジェクトである。具体的には、生産部門では工場指令計画、出荷部門では工場出荷計画およびいろいろなレベルの在庫基準の設定、販売部門では需要予測の機械化が行われた。

##### (4) 業務改善運動：'83-

新事業の展開や海外への生産移行等のため、その要員の捻出を目的とした業務の見直し運動が83年から始まった。これが、それ以降続く海外工場買収およびその維持発展のための手当、事業の多角化への展開、さらに為替の急激な円高を契機とするいわゆる「リストラ活動」へと続いている。

#### 3.2 問題発生時の4段階

ここで、上述の組織的活動とその背景となる社会・経済の発展状況とを対応させ、そのような課題の特徴と解決の要点を考えてみる。

まず、(1)の“品質管理賞応募への対応”は、製品の種類の増大と共にその量の供給が最大の問題であった企業の拡張期の課題であった。この“規模の単純拡大”ともいえる局面では、発生した個々の問題を個別に改善することが目標となり、それらの問題の境界は比較的明瞭であった。

(2)の“自動車会社の新生産方式への対応”は“Just In Time”方式と呼ばれる、自動車の生産に合わせた部品納入要求に対するものであった。これへのタイヤ企業の対応は、製品の供給に関連する分野の作業のリードタイムを計画レベルで短くするものであった。したがって、このとき発生した個々の問題は、計画レベルで互いに関連があるものであり、問題解決の要点は全体の整合性の実現にあった。

(3)の“全社物流プロジェクト”は、需要の変化を早く感知してそれに各部署が連動して対応する統合システムを目指すものであった。それ故、このとき発生した個々の問題の解決には、含まれる要素間はもちろんのこと、関連する問題との間に動的・即時的な応答関係が相互に要求されるものであった。そして、問題解決の要点は、全体の動的統合性の実現にあった。

(4)の“業務改善運動”は、今までの企業行動の大前提とされていた枠組み自体を変えることである。ここでの問題の要点は、価値観や行動規範の変化を伴った企業組織の変革である。

以上の考察により、問題の質の変化とは個々の問題間の関係の変化であることが分かった。企業をとりまく時代の状況を企業の背景と呼べば、社会の発展にともなう企業の背景の変化は、多くの先進諸国において自然なものと考えられる。そして、企業の背景が変われば、発生する問題の解決の要点も変わってくる。そこで、大規模製造業で発生する問題を、社会の発展を反映したその解決の要点の変化により、次の4段階に特徴づけた。

- ① 企業の規模が単純に拡大する局面で発生する個別の問題の段階
- ② 計画レベルで全体の整合性を目指す局面で発生する問題の段階
- ③ 需要の変化に対して統合的対応を目指す局面で発生する問題の段階
- ④ 需要対応に関し企業組織の変革を目指す局面で発生する問題の段階

#### 4. 発生段階に応じた OR の適用方法

ここではまず、OR の活用の概略を振り返りその不具合点を指摘しよう。次に、需要への対応活動の全体を機能面から考察しよう。そして、問題が動的になるにつれその境界を通して他との関連が相互的になることを明らかにし、問題の発生段階とこの境界の関連とを対応づけた5段階のOR方法論を提唱しよう。

##### 4.1 ORと現状の問題点

企業における問題へのORの適用の現状を見てみよう。問題のモデル化に際しては、範囲を限定して考察対象を明確にし、その境界での条件を既定のものとして固め、その下で最適化を図ることが多い。これは比較的分かりやすい実行可能な解を提供し、これまで大きな効果を挙げってきた。また、大きな問題に対しては、その内容を既知のものに分解し、その個々に対してほとんどパターン化されたといってもよいような接近法を用いることが多かった。

しかしながら、現在はOR実施に関するいろいろな条件が変わってしまった。企業が直面する重要な問題は、需要の変化に対する統合的な対応を必要とする段階、あるいは対応の枠組みそのもの見直しが必要な段階になっている。ORの実施環境の社会的な面からみても、24時間営業店舗あるいは宅急便に象徴されるように、いつでもどこでもという質の高いサービスの要求が普通になりつつある。技術的な面でも、情報コ

ストの低下傾向はほとんど革命的と言ってよい。このような状況の変化を考えれば、従来の“固い対応”とでもいうべきパターン化された方法論では、問題の解決に適合しない面も多く出てくる。

また、ORのあり方自体についての議論もしばしば試みられている[1]、[2]、[3]、[4]。文献[1]においては、問題中心の視座に立つことの重要性や、単独でなくチーム活動の必要性が指摘されており、また、ORとは課題解決に至る思考過程であるとの主張もなされている。文献[2]、[3]においては、これまでのORを、量、計画、階層的管理の3つの論理に貫徹されたものだという視点に立ち、それでは新時代のニーズに対応できないと指摘している。これらの議論はいずれも、これからのORの直面する問題が従来とは大きく変わることを、ORに関連するもの自身が強く感じていることを示唆している。

##### 4.2 需要対応活動の機能的考察

そもそも、自由市場経済における製造業の製品の供給の問題とは、需要への対応形態を考えることでもある。通常、企業の需要への対応活動は、販売、予測、計画、生産、出荷、在庫等に分けて論じられてきた。しかし対応活動の全体としての機能は、不確定な需要を“満足され、対応された需要”に変えることであり、各活動はその一部をなすものである。すなわち、予測活動は需要の不確定性の一部を除くものであり、計画はそれにもとづきリスクを考慮した対処を考えることである。修正活動は計画と現実との差を感知して、計画の変更でその縮小を図ることである。この予測と修正活動で吸収しきれない不確定性部分に対応して備えるもの、それが在庫である。予測には精度が、また、修正活動には迅速さが大切であり、この2つの働きを合わせたものが、企業の需要への対応能力を構成するものである(図1)。そして、企業は常にこの対応能力の向上を求められているのである。

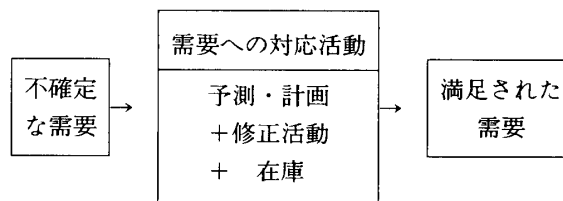


図1 不確定な需要への対応

3章で述べた“問題の発生段階”の議論を、上の考察に重ね合わせてみよう。すると、問題の発生段階の

推移につれ、対応活動に置かれた重点が推移することが指摘できる。すなわち、初めの段階では“在庫”に在った重点が次第に“予測・計画”に移っていき、さらに“修正活動”へと推移していく。この重点の移動とともに、発生する個々の問題間の相互関係の様相が変わっていく。

需要の変化への具体的な対応行動を考えることによっても、このことが指摘できる。いま、ある製品を予測にもとづいて計画的に生産し販売しているとき、その計画期間の途中で需要の実勢が予測と異なれば、当然、実勢に沿って生産の計画を修正することが望ましい。これを効果的に行うためには、販売部門における早い時点での変化の感知と、生産部門でのこの情報への迅速な反応が要る。それと同時に、両方の部門の行動を、変化に沿って適切に調整することが必要である。すなわち、部門間の関係が同時的、相互的なものになってくる。

さらに、この部門間の関係の様相の変化を問題の質の変化である発生段階の推移と重ね合わせてみよう。初めの段階、すなわち規模の単純拡大が求められる局面では製品の供給力の優劣が最も重要である。そこでは部門間の境界での関係はそれほど重要ではなく、互いに独立なものとして扱われる。次に予測・計画に重点が移れば、計画時点での整合性の確保を目的として境界での相互関係は重要性を増す。しかしながら、一時的で一方向的である。さらに修正活動に重みに移る段階に至ると、部門間の境界での関係が同時的に双方向的になる。これによって、問題の質の変化というのは部門間の関係の変化でもあることが指摘できる。

#### 4.3 5段階方法論

ORの方法とはモデル化である。いま問題自体の質が変わるとき、モデル化に際しての空間的・時間的範囲の捉え方もそれに合わせて適切なものに変わるべきであろう。そこで、問題の質と発生した個々の問題間の相互関連に着目して、5つの段階に分けたOR適用を1つの方法論として提唱したい。

すなわちまず第1段階は、①個別モデルの確立である。これは問題の境界を固定化した上でその構造を明らかにして、個別の境界条件下での問題解決を図る段階である。

次は、②モデルの柔軟性拡大の段階である。これは、境界の固定化の条件をやわらげ、モデルに柔軟性の導入を図る段階である。パラメトリックに境界条件の変

化を表現するなどは、その1つの方法である。

これに続くのが、③モデル間の境界のモデル化の段階である。これは、境界自体をモデルの中に変動するものとして取り入れる段階である。これにより、個別に存在していたモデルどうしが、互いにその変化の影響を評価できるようになる。

このような段階を経て、次は、④モデル間のすり合わせの段階になる。これは、2つのモデルを統一して最適になるようにその境界条件を定め、それに合うように各々のモデルの内部をすり合わせる段階である。

そして、さらにより多くのモデルの統合を目指した⑤トータル化の段階へと進んで行くと考えられる。

この先は、新しい社会形態への組織の変革という局面になる。そして、変革が落ちつけば、新しい社会形態の下で形を変えながら再び上記のような①から⑤までのプロセスをたどるものと考えられる。

### 5. 事例による検証

ここでは、実施事例のいくつかを精査して、さきに提唱した5段階のOR方法論に位置づけることにより、その図式がなりたつことを述べる。次に、企業での需要への対処事例および一般のOR事例を考察して、もう1つの検証とする。

#### 5.1 実施事例全体の位置づけ

筆者自身のOR事例に対する接近法を2章で挙げた実施事例に沿って振り返ってみる。すると、その初期においては、それらはやはりパターン化された接近法であり、それがまた実状に即して有効でもあったことが認められる。事例1から5までがこれに当たる。

事例6は長期にわたる生産枠の決定問題であるが、ここではモデルの境界のモデル化の試みがみられる。すなわち、このモデルからみれば他システムである工場と販売との接点の要素を積極的に取り入れ、より広い範囲での最適性を検討可能なようにしている。

事例7から10までは全社物流プロジェクトに関連したものであるが、そこでは従来のパターン化された接近法では実状に合わなかった。すなわち、問題の境界を通しての外界との相互作用が本質的に重要であるとの認識に至っている。たとえば、事例9においては、計画性を重んじる出荷システムと即時的な対応を要する在庫補充システムとの統合がなされている。

これらの仕事の成果は、個々の問題の範囲内で十分有効であったが、プロジェクト全体の“動的統合性を

もって変化へ対応する”という目的に対しては、寄与が少なかった。この原因は、大半のプロジェクトメンバーに、問題の質の変化およびそれに応じたアプローチの重要性への認識が欠けていたことによる。

この弊害をさらに顕著に意識したのは、物流システム全般の設計、実施（事例11）に携わったときである。これは正に需要の変化への統合的対応を目指すものであった。問題の実状に合わない進め方の結果は、たび重なる設計方針の変更と混乱につながった。

## 5.2 5つの実施事例による検証

ここで、実施事例の中からいくつかを選び、その背景ととられた解決法との対応が、提唱する5段階のOR方法論の枠組みに適合することを示す（図2）。

### （1）競合品予測の研究 [5]：個別モデルの確立段階

企業の規模の単純拡大による商品の種数の増加に伴う品種間の競合関係の問題である。乗用車タイヤの需要を対象とし、新製品と従来品の競合関係を確率的推移で表し、その推移確率を製品特性、製品使用特性、販売特性等と関連づけて論じたものである。段階としては、個別モデルの確立段階に当たる。

### （2）生産日程計画作成へのヒューリスティックアプローチの研究 [6]：個別モデルの確立段階

企業の規模が拡大して製品数が増大し、それによる多品種少量製品の効率的な生産日程計画の問題を扱ったものである。考える要素は、生産要求、数十台の同一機種 of 機械、3直体制、機械使用に関する一種の整数条件であり、この下で“直”ごとになるべく均等な負荷で中間在庫の少ない計画を作ることが問題であった。これを動的計画的な考えにもとづいて、製品を機械に逐次的に割り付けるヒューリスティックな方法を開発して解決したものである。段階としては、個別モデルの確立段階に当たる。

### （3）タイヤ需要予測の研究 [7]：モデルの柔軟性の拡大段階

長期のタイヤ需要予測のモデル作成において、その構成要素のパラメータ化に着目して、応用範囲を広げモデルの実用価値を高めたものである。全国レベルの乗用車タイヤの買い替え需要のモデル化において、初めは構成要素の内容を固定としたモデルであったものを、需要に関連する環境の変化に応じて変わり得るようにパラメータ化し、長期にわたって実績と適合するモデルに拡張したものである。段階としては、モデル

の柔軟性の拡大の段階に当たる。

### （4）長期生産計画の作成 [8]：モデル間の境界のモデル化の段階

自動車会社の新生産方式への対応のために生じた問題である。ここでは、関連する計画との間での整合性の考慮が重要であった。そこで、製品群単位の長期にわたる生産枠の最適決定問題において、計画部門からみれば外部からの制約になる2つの要素をモデルに取り込んだ。すなわち、工場の生産対応の能力範囲および販売での荷繰り能力である。その下で、期間内コスト（生産コスト＋在庫コスト）を最小にする計画を、動的計画法を使って作成したものである。これにより、工場および販売部門を含めた広範囲な最適化を目指す長期生産計画の検討が可能になった。段階としては、モデルの境界のモデル化の段階に当たる。

### （5）在庫補充方式と対応する出荷方式の研究 [9]：モデル間のすり合わせの段階

需要への迅速な対応策の一環として、在庫と出荷の2つのシステムの統合を図ったものである。在庫補充方式は、製品ごとの販売特性を考慮して指定のサービス率に対応した在庫基準を定めるシステムであった。統合された出荷システムは、作業上の要請である出荷量の平均化、ロット単位出荷等の要件を満たしつつ、変動する補充要求に応えるものでなければならなかった。これを、調整期間という新しい概念を導入して解決したものである。段階としては、モデル間のすり合わせに当たる。

これらの検討により、提唱したORの5段階の方法論の妥当性は否定されないと考える。

## 5.3 企業の需要への対処の調査による検証

扱う製品の性格を反映して業界ごとに需要の内容の変化の速度が異なるが、その激しいものから穏やかなものにわたって次のような7業種を選んだ。

\*家庭電気 \*トイレットリー \*ビール製造販売  
\*重機電気 \*石油 \*医療機器 \*物流専門

これより、全国レベルで業務を展開している大規模な企業を10社選び、調査の対象とした [14]。需要への対応の問題は、経営の最重要課題の1つであるが、継続しながらも内容は絶えず変化していき、かつ、結果のみが注目されるものである。したがって、それへの対処の経緯が一貫して記録として残されることは少ない。あるとしても、関連する者のみ理解し得る年表のような形式のものであった。そこで、実際にそれ

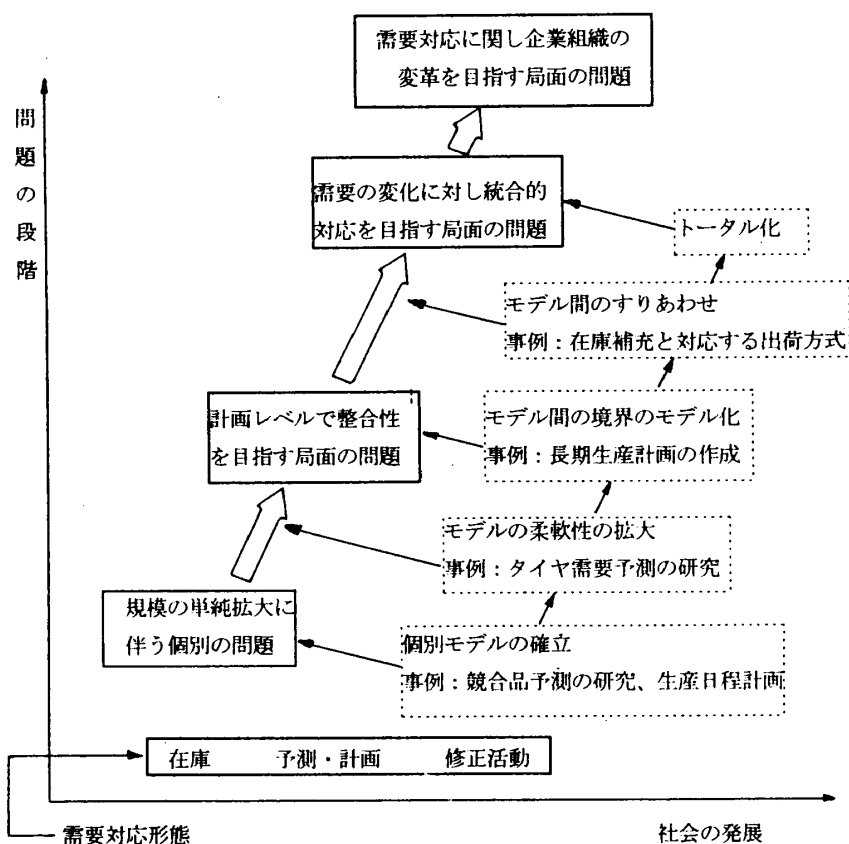


図2 問題の発生段階とORの方法論および事例

らの問題の解決に携わった人々の協力を仰ぎ、インタビュー形式でこれまでの問題の推移とそれへの対処を聞き出し、次の観点から整理した。

- a 扱う製品の特徴
- b 製品の供給に関連する環境の変化
- c 具体的な対処

そして、問題の背景をその時の社会・経済の発展状況やその業界の特殊事情と関連づけて考えた。その上で、具体的な対処の中に読み取れる意識に着目して、問題を発展段階に位置づけることを試みた。これより、企業で発生する問題は、製品の特徴や課せられた制約に大きく依存しながら、企業環境と対応した発展段階をたどるものとして解釈し得ることを示すことができた。また、扱う製品が特に激しい変化にさらされている2社では、問題の発展につれてそれへの対処が広い関連を考慮した視点で捉えられていくことが強く観察された。これは、問題解決の視点が境界での動的な関係に移ることを示すもので、これらにより提唱する“5段階方法論”の妥当性を見いだすことができた。

#### 5.4 一般の事例による検証

わが国におけるOR応用の具体的事例は学会報告、社内報告等に発表されているが、その主なものは文献

[10], [11], [12] にアブストラクトの形でまとめられている。これらより、製造業での需要への対応を扱った事例を予測、計画とその修正、在庫等とり扱う問題の場面によって分類した。そして解決法の斬新性、応用の可能性および効果等の観点からいくつか選びだし、扱った問題へのアプローチの視点からこれらを批判的に検討してみた [13]。

取り上げられている問題全般を検討してみると、計画と現実との差を感知して計画の変更でその縮小を図る修正活動に関する事例が非常に少ない。前掲の事例集より選び出して詳しく調査した数十の事例の中で、修正活動を扱うかあるいは設定した問題の境界を通しての他問題への相互関連について言及のあったものは、[11]からは1件、[12]からは2件が認められるのみであった。文献 [10], [11], [12] は、それぞれ '75年, '83年, '91年にそれまでの事例を集めたも

のであるから、その年代を考慮すれば、問題の境界を通しての他との相互関連の重要性への意識が時代を追って次第に散見されるともいえる。しかし、ほとんどの問題の内容は、それぞれの分野の計画段階に関するものであり、いわば“孤立した静的な問題”として解析されている。この点で、伝統的なORの問題へのアプローチに工夫の余地があるものと思われる。

#### 6. まとめ

本論文は、筆者の製造業におけるOR実施経験の知識化を試みたものである。すなわち、筆者の“製品の供給”の方法に関するOR実施事例を素材として、企業が直面する問題の質が4段階を経て発展することを見いだした。そして、それに応じたORの適用方法を5段階にまとめて提唱してこれを検証し、経験を一般のORの実施場面での有効な知識としてまとめた。

このORの方法論の提唱の意義は、複雑化する問題に対し、モデル自体の精緻化による対処を指向したり、あるいは使い慣れた方法に合わせて問題を取り上げる傾向から、発展する問題の性格に合わせてORの方法論を変えろという問題中心の見方への1つの足がかりを与えることである。本論は経験の強引な展開かもしれないが、これを機に、産業界の実務家のOR実践経

験の体系化および知識の共有化に関する議論が進めば、望外の幸せである。

## 謝 辞

本論文の作成においては、慶応義塾大学理工学部教授 柳井浩先生 の御指導を賜りました。ここに、心よりの感謝を申し述べる次第です。

## 参考文献

- [1] 「特集 OR 普及への鍵」, オペレーションズ・リサーチ, vol. 38, no. 12, 1993, 日本オペレーションズ・リサーチ学会
- [2] 「特集 クオ・バディス」, オペレーションズ・リサーチ, vol. 39, no. 2, 1994, 日本オペレーションズ・リサーチ学会
- [3] 「特集 リエンジニアリングの理念と本質」, オペレーションズ・リサーチ, vol. 39, no. 8, 1994, 日本オペレーションズ・リサーチ学会
- [4] 「経営工学研究連絡委員会報告」, 日本学術会議 経営工学研究連絡委員会, 1990年2月
- [5] 浪平博人: 「競合品予測モデルの一考察」, オペレーションズ・リサーチ, vol. 37, no. 5, 1992, 日本オペレーションズ・リサーチ学会
- [6] 浪平博人: 「生産日程計画作成へのヒューリスティック・アプローチの一考察」, オペレーションズ・リサーチ, vol. 38, no. 2, 1993, 日本オペレーションズ・リサーチ学会
- [7] 浪平博人: 「タイヤ需要予測の研究」, オペレーションズ・リサーチ, vol. 45, no. 6, 1995, 日本経営工学会
- [8] 浪平博人: 「長期最適生産計画作成システム」, オペレーションズ・リサーチ, vol. 31, no. 12, 1986, 日本オペレーションズ・リサーチ学会
- [9] 浪平博人: 「出荷より見た在庫補充方式の一考察」, オペレーションズ・リサーチ, vol. 37, no. 5, 1992, 日本オペレーションズ・リサーチ学会
- [10] 日本オペレーションズ・リサーチ学会編: OR 事典, 1975, 日科技連
- [11] 日本オペレーションズ・リサーチ学会編: OR 事例集, 1983年度版, 日科技連
- [12] 日本オペレーションズ・リサーチ学会編: OR 事例集, 1991年度版, 日科技連
- [13] 浪平博人: 「企業の需要対応活動へのOR実施例の調査」, Technical Report No. 95013, 18・x・1995, 慶応義塾大学理工学部管理工学科
- [14] 浪平博人: 「企業で発生する問題の発展段階的解釈の実証」, Technical Report No. 97001, 23・IV・1997, 慶応義塾大学理工学部管理工学科