

経営計画と多目的数理計画法

福川 忠昭

はじめに

この20年間の多目的意思決定問題に対する研究の発展はめざましいものがある。とりわけ、ここ5、6年の数理計画法における発展は、出版された文献や論文の数によっても知ることができよう。

多目的数理計画法については、すでに多くの解説論文が書かれているので、ここではこうした解法の適用分野の1つである組織体、とりわけ企業の経営計画（主に財務的側面を中心とした計画）設定問題の状況からみた解法のあり方を、実用性からみた最近の研究動向とあわせて考えてみることにしよう。

1. 経営計画のタイプ分け

生産計画、マーケティング計画、利益計画・予算編成、設備投資計画、製品開発計画等々、経営計画の多くのものは、たとえば利益とか費用といった、何か1つの財務指標のうちでその値を大きくする（あるいは小さくする）ような計画面案を探せばよいといったものではなく、いってみれば問題の望ましい解決の方向（解決案がもたらしてほしいと期待する結果の状態）をさまざまな側面から記述し、それら記述をそれぞれ目的として掲げるとともに、各目的の達成の程度を測定するため

表1 経営計画のタイプ

	長期的計画	短期的計画
部分的計画	戦略的計画	個別業務計画
全体的計画	長期経営計画	利益計画・年度予算

の評価尺度および評価尺度上の達成値をもとにして解を探索し、選択するといった、多目的決定問題として扱われるのが現実である。

他方、計画が、本質的に将来にかかわる問題であるため、常に不確実性をともなうものであることや、評価のもとになる組織の“総合的な価値体系”が、多くの場合必ずしも明確でないこと、またこうした目的の達成の間に、相互に対立する関係をもつ場合が少なくないことなどから、計画設定にあたっては、いわば各目的の達成値間に一種のバランスのとれた案を作り出すように要請される場合が多い。

経営計画を、ここではごく一般的に、計画の対象とする経営活動の範囲と計画の対象期間の長さの2つの側面から分けてみると表1のように分けられよう。

各計画の一般的な特徴を簡単に要約すると、

戦略的計画：企業の基本的な活動の枠組みを変革していくための計画で、製品開発、各種市場開発、工場建設など、資本・設備・人員などの大規模な資源投下をともなう計画である。計画対象活動の成果である産出量や効率の最大化が中心になる。必要な投入資源や他の活動に与える

ふくかわ ただあき 慶応義塾大学

影響は通常制約という形で扱われるが、目的の達成状況によってはそれらを可変的に扱う場合が少なくない。また、多くの条件や状態が可変的であるため、目的と制約とを必ずしも固定的に区別して考えてはいない場合も少なくない。

長期経営計画：全体としての産出量や効率を代表する財務上の諸目標を、長期的な観点から達成するように、個々の戦略的計画の実施上のバランスをはかり、実行可能な具体的手順を探し出すための計画である。

個別業務計画：生産計画や販売計画、資材調達計画、資金計画など、いわゆる個々の業務活動の短期の計画である。各計画のめざす目的は、比較的明確で、少数であり、計画すべき問題の状況の基本的枠組みや活動条件もかなり明確な制約として与えられる。

利益計画・年度予算：長期的な経営計画に則して個別業務計画を調整することにより、全体として一定以上の産出量を確保しながら、短期の経営効率を高める実行可能案を見つけるための計画である。対象期間が短いので、その期間の活動結果がその期以降におよぼす波及効果や、その期以降に計画している活動に必要な初期条件を事前に評価し、計画期末の望ましい状態をも制約の形で加えたり、目的として加えることにより、そうした状態に達するように、期間内の活動を計画するのが一般的である。

2. 経営計画の策定における特徴的事項

経営計画といっても、このように問題の状況はかなり異なったものである。たとえば、個別業務計画のなかには必ずしも複数の目的があるものとして扱わないでもよい場合もあろう。しかしながら程度の差はあっても経営計画の問題には基本的に次のような特徴がみられる。

1) 経営上の目的は、容易に定量化できるものばかりではない

企業イメージや技術力の向上など、いわゆる無

形の (intangible) 目的がある。計画の最終的な決定は、こうした目的の達成度を決定者が主観的に評価に加えて行なう必要があるので、単に定量化できる目的だけで“最適化”した解を1つつけ出すだけでは不十分である。

2) 定量化できるものでも、質的な違いをもつものがある

たとえば、計画がもたらす利益を考えた場合、それがプラスかマイナスか、あるいは前年実績値を上まわるか下まわるかは、経営者にとって単に数値上の正負や大小以上の意味をもつものである。こうしたことは売上高や生産高、利益率や稼働率等についても一般にいえることであろう。

3) 目的達成値間に通約性があるとは限らない

目的は多様であり、その達成度合を測定する尺度が金額であったり、個数であったり、あるいは割合であったりするので、各目的の測定単位間に共通した等価交換性 (通約性) をもたないのが普通である。そこで、各目的の達成度合を共通の尺度で測るように基準化する操作を無視した“機械的な”方法 (たとえば測定単位を無視した単純な距離概念を用いるような解法) は使えない。また、たとえば税引後利益と売上高と正味運転資本といったように、たとえ各目的が同じ円という単位で測られていても、それぞれの1円の増減を全体目的の達成に対して同等と評価するとは限らないので、距離概念を含めて一種の総合的な評価指標を目的関数として用いるためには、各目的の達成値間に通約性を与えるための何らかの操作を加える (たとえば代替率や加重係数、基準化係数等を利用する) 必要がある。

4) 目的間の代替性を決定者が明示できるとは限らないし、またそれが一定不変とは限らない

決定者が明確な価値体系や目標体系をもっている場合を除いて、各目的の達成度を総合的に評価する効用関数の存在を期待できないのが普通である。また、経営上の問題では、目的間に無条件な代替関係が認められないのが普通である。たとえ

ば利益目的の達成度が2倍になったからといって資金繰りのそれが半分になってもよいということにはならないであろう。したがって、効用やそれに代わる解の好ましさを表わす総合評価指標が、各目的達成値の線形関係として扱えるのはごくまれな場合である。また、目的達成値間のバランスを重視するといったことは、各目的の達成状況に応じてごく限られた範囲内で一定の代替性を仮定できても、広い範囲にわたっては仮定できないことを意味している。したがって、決定者にとっては、ある目的の達成状況を想定するか、あるいは達成状況を与えられて初めてその代替率や加重係数といった選好情報を答えることができるものである。

さらに、こうした選好情報が、問題状況の理解に応じて変化しないと期待できるかという問題もある。実行可能領域が目的空間内のどこにあるかがわかっているか、あるいは決定者が実行可能領域に関係なく明確な選好体系をもっている場合を除いては、一貫した答を通常期待しにくい。

5) 目的設定の形式が多様である

さまざまな経営活動の成果は、その産出量と産出効率（非効率）で通常測定されるが、経営目的はそれらの量や比率が単に大きければ（小さければ）良いといった形式で定められるものばかりではない。ある範囲にあれば良いとか、ある値以上（以下）であってくれば良いといった形式で設定される場合も少なくない。また、そうした上下限の目標値が厳密な目標制約といったものでは必ずしもなく、計画によっては他の目的の達成状況や環境制約などの条件によって可変的に考えられている場合が少なくない。

すなわち、多くの活動は利用可能な資源を通じて、また企業を取り巻く利害関係集団の要求を通じて対立する関係に置かれていることが多いのでこれらの目的の達成状況を総合的にみて良くすることであり、また対立する目的間の達成バランスをはかること（これも1つの目的となる）である。

また、計画対象期間以降の活動への継続性や可能性を確保するうえから、計画期末においてバランスのとれた状態であること（こうしたバランス目的は一定の比率の形で設定されることが多い）もまた目的とする計画も少なくない。

6) 問題の状況に非構造的側面を含んでいる

経営上の問題は、多数の人々の介在した、社会的・組織的事象であるため、たとえばある製品がある量生産するといった場合でも、生産能力の制約や生産効率、所要資源量、コストの発生額等々いずれをとってもそこに含まれる不確実性、とりわけ関連する要因およびそれら要因間の相互作用関係のあいまいさから、モデル化には自ずと限界があり、正確さのうえでいわば第1次近似的なものに留まらざるを得ない場合が多い。

特に、計画が長期的、全体的になるほど組織目的を達成するために、環境条件の変化にそって、あるいはそれらを取って現状の生産や販売構造自体を大規模に変化させることが問題の中心になるが、この変化は物理的・機械的事象のように構造がはっきりしたものとしてとらえることができないので、かなりあいまいなモデルとならざるをえない部分を多く含むことになる。

他方、経営計画では、一定の関係を定義づけたなら、実施段階でそうした関係が実現するように管理方策や手順を検討・設定するといったことが行なわれる。そこで、目的達成に好ましい関係づけ自体を逆に検討したいという要求もある。そのため、目的と制約の区別は必ずしも明確ではなく、いずれにも使いわけのできる操作性の高い問題のモデル化と解法の要求が出てくることになる。

3. 経営計画問題における数理計画法の役割

計画の決定者や関係者は、問題の状況をモデル化し、そのモデルを操作しながらさらに問題の状況をより深く理解し、よりよい解を探るといった、いわば反復的な思考過程を経て解を最終選択（決

定)していると考えられるので、計画手法の役割は、定量的側面の情報提供を通じて、決定者や関係者の問題状況のいっそうの理解と、設定目的自体の妥当性のチェック、目的達成にクリティカルな要因の確認といった点を支援するところにあるといえる。

そこで、解法の有効性は、定式化された問題の最適解を、できるだけ短い計算時間で正確に求められるという、解法の効率に関するものだけでなく、解法が積極的に利用されるために必要な決定者に与える信頼感に対しても検討される必要がある。これは、その解法を使って求められる解が問題の状況に対して、たしかに“最適解”であると納得できるか否かに関するもので、定性的ではあるが、実用上期待される特徴として次のような点があげられよう。

- (1) 多様な目的設定の形式を扱えること。特に、比率目的や目的達成値間のバランスをはかる問題が扱えること。
- (2) 問題の状況のあいまいさを解法の扱うモデルの中に直接組入れられるか、あるいは問題の諸条件の変化を操作的に処理しやすくなること。
- (3) “最適解”を含む“有効解集合の一部”とか“上位 k 個の解”といった複数個の解を得ることができること。“最適解”の“最適性の程度”を評価できるように、その近傍にはどんな解があるのかを知らせるとともに、最終的な解の選択は、無形の要因を加味した決定者の十分な検討にゆだねるようにする。
- (4) 選好情報を決定者に要求する場合に、決定者にとって答えやすいものであること。決定者の認知能力や表現能力を越えた形で無理に問い質せば、本人自身が信じてないウソが返ってくることになる。それを使って厳密な“最適解”を求めても、決定者はそれを信用しないであろう。
- (5) 逐次的に選好判断や選好情報を要求する対話形の解法の場合は、決定者の誤りや一貫性の無

さがある程度リカバリーできるものであること。これは反覆過程で決定者の判断に誤りが入らないとは限らない。特に、有効解集合に関する情報が不十分な初期の反覆過程で判断を誤った場合、それが後の解探索に決定的に影響してしまうのでは困るので、いわば“考え直し”の手だてや“決定的な判断を後に遅らせる”手だてを与えられるようになっている解法のほうが、計算手順が少々かかったり、探索過程が冗長になっても有効であろう。

- (6) 解法自体がわかりやすく、使いやすいこと。これは決定者がその解法を用いて問題の状況を多角的に検討するうえで必要な点であるが、特に対話形の解法では不可欠の条件である。

こうしてみると、多目的計画問題に対して多くの解法が開発されてきているが、実際に経営計画問題にたずさわる者を支援するのに有効な解法というものは、一部の対話形の解法と有効解集合の一部を“妥協解”の集合としてしぼり込んで見つけ出すような、一部の非対話形の解法を除いてそれほど多くはないように思える[1], [2].

ここでは、こうした特徴に応えようとする最近の研究動向についていくつか紹介しておこう。

- (1) 目的関数の係数値に幅を許す：その係数の範囲内であれば必ず有効解となる解集合のみを探し出すような解法の研究がなされている。
- (2) 目的間の代替率や加重係数値に幅を許す：その範囲内で有効解となる解集合をすべて探し出す解法で、プロジェクト選択形(決定変数が0-1形)の問題についても同様の考え方の研究が行なわれている。
- (3) ファジィ概念の導入：各目的の達成値や各制約の制約値に決定者が感じる“あいまいさ”をメンバーシップ関数として導入し、Max-min問題として解くものである。各加重係数に“あいまいさ”を導入したり、決定者の各目的に対する優越構造に導入した研究もなされている。
- (4) 事後有効性分析：目的関数の係数や制約値の

変化に対する有効解集合の感度を分析するもので、多目的計画問題の双対性とも関係づけられて研究されている。

(5) L字形選好関数の想定 (Min-max 問題に対する解法) : 各目的達成値間のバランスを扱うのに適した問題の定式化の1つに最小不達成目標の最大化をはかる Min-max 問題があり、こうした問題の解法が注目され研究されている。

(6) 比率目的を含む多目的問題を扱う : 目的の中に比率目的 (線形関数の比) を含む問題が目標計画法の拡張として研究されている。また、プロジェクト選択形の問題に対しても行なわれている。

これら6つの分野の解法の中には、対話形の解法にすることにより、さらに実用性を高めようと研究されているものもある。

おわりに

経営計画に役立つ多目的計画法の一般的なあり方を考察してきたが、それとは別に、汎用性はなくとも計画問題の個別のタイプを意識した実用的

な解法を含む決定支援システムの開発も必要であろう。

他方、問題によってはいわば、理論的研究の成果を実際の問題に応用するために必要な“モデル化の技術(ノウ・ハウ)”が欠けているために、解法があっても利用されていないように思えるものもある。そこで、そうした技術の開発と普及も要請されるところである。

設備投資の問題を例にとれば、投資案件や投資案にはさまざまなタイプがある。たとえば、政策的案件か選択的的案件か、新規投資か取替投資か改良投資か等々、投資案件とそれぞれの案件に含まれる複数の代替案を、どう整理して決定変数に結びつけるかといった定式化の問題があるし、さらにそれぞれの案の採択にともなう各目的への貢献値(いわゆる目的関数の係数)を算定することが、実際問題ではなかなか容易ではない。これは、投資効果を予測しなければならぬという意味の困難さだけでなく、そうした数値を予測したあとでも、それらを使って貢献値に置き換えるうえでの考え方や計算手続きが明確にされていないという問題や、状況の不確実性に対してどう対処したらよいかといった応用上の技術開発が不足しているからである。

実際の問題の状況と解法が適用できるモデルとの開きが大きいところでは、解法が使えるところまで問題をもっていく橋渡しの技術の開発や、その普及・発展のための解説や一種のマニュアルの整備をもっと重視する必要があるだろう。

参考文献

- [1] 福川忠昭: 多目標意思決定問題とその数理的解法について. 慶応経営論集, 3, 1(1981), 68-89
- [2] 福川忠昭: 経営計画問題と多目的計画法. 第2回数理計画シンポジウム予稿集, 1981, 27-34

第3回数理計画シンポジウム

第3回数理計画シンポジウムは下記の要領で開催されます。なお、今回は線形計画法の生みの親 G. B. Dantzig 教授をお招きしております。

主催: 数理計画シンポジウム委員会

(委員長 伊理正夫(東京大学工学部計数工学科))

協賛: 日本オペレーションズ・リサーチ学会 他

期日: 1982年10月20日(水), 21日(木)

会場: 東京農林年金会館(〒105東京都港区虎ノ門4-1-1 電話03(432)7261)

特別講演者: G. B. Dantzig 教授 (Stanford 大学)

セッションとオーガナイザー:

* 数理計画の最近の進歩

今野 浩(東京工業大学工学部)

* 数理計画のソフトウェア

小野勝章(小野勝章事務所)

* 応用 真鍋龍太郎(神戸商科大学管理科学科)

参加申込先: 学会事務局