



研究ノート

不確実・不確定状況下での最適化

石井博昭*

Optimization under Uncertainty and Ambiguity

Key Words : Information, Randomness, Fuzziness, Optimization, Decision making

1. はじめに

工学における1つのキーワードは最適化である。この最適化は品質の向上であったり、サイズの縮小であったり、低価格化であったり、信頼性の向上であったりする。

私の研究室ではこの最適化のための基礎理論やその応用の研究を行っている。

2. 確率的モデル

最初は助手時代も含めて組合せ最適化、特にネットワークやスケジューリングを研究していたが、その一方で当時の西田俊夫教授の影響もあり、確率的なモデルにも興味をもつようになった。最適化に一番有効な基礎理論は数理計画法であるが、この数理計画法モデルにおいて、そのデータが確実に知る事が難しい場合やその要因が確率変動する場合が現実にはみられる。数理計画法に確率的要素を加味したモデルは確率計画法モデルと言われるが、確率計画法の現実モデルとしては資産運用問題、今風に言えばポートフォリオ問題があり、当時はその研究が少なかったのであるが、確率変動要素の分布を統計的に推定をするとか、最悪の場合の犠牲を最小にするモデルを考えてきた。最近も工学としては通信網の設計の基礎となる確率ネットワーク上の信頼度解析を現鹿児島大学助教授新森修一先生と最近博士号を取っ

た流通科学大学小出武講師と行っている。

また、当時大阪工業大学からきていた能勢豊一先生の影響で腐敗しやすい製品の在庫管理問題の研究も始めた。この研究は今も続いており、能勢先生はこのテーマで博士号を取られた。

3. ファジィモデル

一方で、当時西田教授はファジィ理論の研究を始められていたので、今ではその道の大家となっておられるファジィ理論の研究者の発表を聞く機会に恵まれ、他の人がやっていないことでファジィが使える分野は何かと考えてファジィORでのファジィ組合せ最適化を始めた。最初は何だかんだと言われたが今ではこの名前も定着し、OR学会でも市民権をやっと得つつある。組合せ最適化では決定変数が離散であるので、データやパラメータの少しの変化で最適解が大きく変化する。確率要素が存在するときもそうであるが、ファジィ要素を考えて最適化する際には、何を基準に最適化するかという事も重要であり、“基準の最適化”を行わなければならない。この点で、我々には社会科学的考察が必要である。従来ともすれば効率重視過剰で、スケジューリング現場では遊休時間最小などという基準を考えて最適化するとチャップリンのモダンタイムズではないが、人間性を無視した解を考えることになる。働く人の要素も含めて、スケジューリング要素の重要性には大小の差はあるが、本来的に多目的である。また、そのスケジュールはフレキシブルでデータのあいまい性に対応できるものでなければならない。一方、多目的性は価値判断の多様性による不確定性を反映していると考えられる。この観点から、最近は多目的スケジューリング、ファジィスケジューリングあるいはこれらが合ったスケジューリングを研究している。もちろん、スケジューリング特に生産現場



* Hiroaki ISHII
1948年7月10日生
1976年京都大学大学院工学研究科・
数理工学専攻博士課程単位取得退学
現在、大阪大学大学院・工学研究科・
応用物理学専攻、教授、工学博士、
オペレーションズ・リサーチ
TEL 06-6879-7868
FAX 06-6879-7871
E-Mail ishiiha@ap.eng.osaka-u.
ac.jp

のスケジューリングは工学の重要な基礎技術である。ファジィスケジューリングについては、いろいろな要因をファジィ概念する必要がある。例えば、納期という仕事がそれまでに完了すべき時間の概念をフレシブルな方向で一般化したファジィ納期、仕事間の処理の先行関係をやはりフレシブルな方向で一般化したファジィ先行関係、仕事の処理ができる時間帯をフレシブルな方向で一般化したファジィ実行可能時間、仕事を完了するのに必要な所要時間はいつも一定ではなくかかる時間はある可能性に従うとする処理時間の曖昧性を考慮したファジィ処理時間、ファジィ納期とファジィ処理時間の下でのファジィ遅れ仕事、仕事を処理するのに必要な資源の量がある程度フレシブルとしたファジィ資源制約などである。このようなさまざまなファジィ概念を取り入れたより現実に近いスケジューリングモデルを考え、その効率的解法を開発している。また、多目的スケジューリングにもファジィ概念は有効で、完全数量化できない基準とかを満足度という概念を用いてこれらの最小値の最大化として表現したり、比較的重要度が低い幾つかの基準をまとめて1つの満足度で表して、2基準に帰着させるのに用いることもできる。

一方、多目的スケジューリングについてはまだまだ力不足で殆どが2目的のモデルしか扱っていない。最初の頃は現在帝塚山大学の益田照雄教授とか現在龍谷大学の多田実助教授とかと彼らの学生時代も含めて、2目的間のトレードオフをあらわす直線などの関係を求めた。次に上記のような多目的ファジィスケジューリングモデルを考察した。現在は神戸学院大学毛利進太郎講師等と多目的スケジューリング問題の近似解法の研究を行っている。多目的問題では全ての目的を同時に最適化する厳密な意味での最適解は存在しないので、他の解より劣っていない解を複数個求める解法を開発するのがメインとなる。多目的スケジューリング問題でもこのような解として非劣スケジュールを求めることが望まれる。しかし、単一目的のスケジューリング問題ですら殆どの問題がNP困難という難しいと思われるクラスに属するので、非劣スケジュールを求めることは殆どの多目的スケジューリング問題に対して難しそうである。ただ単一目的の問題と違って、非劣スケジュールの中にはどの目的についても最適でないがどの目的についてもある程度よいというバランスされたス

ケジュールがある。そして現実にはこのようなスケジュールが欲しいのである。従って、各目的についてよい近似スケジュールを求めれば十分である。我々は組合せ最適化の近似解法として有効であるとされる幾つかのメタヒューリスティックをとりあげ、その多目的スケジューリング版の開発に取り組んでいる。特にビームサーチの多目的スケジューリング版として、多目的フローショップ問題をベースに開発中である。さらに、もっと一般に新しい近似探索方法としてファジィ探索を考察しており、このビームサーチに組み込もうと悪戦苦闘している。

スケジューリング以外のファジィ組合せ最適化の研究としては、ファジィスパニングツリー問題、ファジィシュアリング問題、ファジィ輸送問題の研究を行ってきた。とりわけ、ファジィ輸送問題は通常の輸送問題が仮定していた「総供給量が総需要量より少なくない」条件が成り立たない状況も扱えることができる。「三方一両損」を数理的に実践するものとなっている。物流関係への応用が期待される。

4. ファジィランダムモデル

我々が今もっとも力を入れて研究しているのはファジィ・ランダムモデルである。現実には確率変動要素とファジィ要素の両方が存在するケースが多いと思われる。例えば、上記の腐敗しやすい商品の在庫管理で品切れ費用とか廃棄費用は曖昧であることが多いと思われるので、このようなときは確率的需要の下ではトータル利益関数は確率変動要素とファジィ要素の積となる。望ましい発注量は通常非ファジィの場合よりも常に多くなることが示せる。このような状況で有効な道具としてファジィランダム変数があり、数学的にはある程度解析がなされていたが、応用としては我々が最初であると思われる。在庫問題に限らず、ポートフォリオ問題、線形計画問題にも取り入れて、そのモデルの最適意思決定を解析してきた。現広島大学工学部の片桐英樹博士との共同研究である。今は農業問題への応用を考えている。

5. おわりに

よくよく考えてみると我々の研究は情報を如何に利用して最適化するかということに尽きるように思われる。また道具として使う数学は多岐に涉っているので浅くではあってもいろいろなものが使えないといけない。また新しい数学の道具の開発も必要で

あり、ファジィ微分やファジィ関数解析の研究を齋藤誠慈講師と始めており、現在客員研究員として滞在中の中国ハルビン工業大学陳明浩先生の協力も得てファジィ微分方程式の最適化への応用を目指している。

これからは製品の使用者としての消費者の意識や製品の環境への影響を考慮した製品設計を考えると技術者倫理の問題など社会科学的要素が工学に関連してくる。このような状況にも役立つ研究も行っていきたいと思っている。

