

慶應義塾大学理工学部管理工学科の オペレーションズ・リサーチ教育

枇々木 規雄, 栗田 治

1. はじめに

まずは少しだけ歴史を振り返るところから説明を始めさせていただきます。

慶應義塾大学の管理工学科は 1959 年に工学部（小金井キャンパス）に学科定員 80 人で発足しました。現在の定員は 100 名あまり、教員数は 21 名（有期を除く）で、多くが OR 学会会員です。学科の立ち上げに貢献され初代学科主任を務めたのは山内二郎先生（元東京大学計測工学科教授）です。設立趣旨には「品質管理や市場調査などに応用する統計的手法、意思決定支援の数学的手法であるオペレーションズ・リサーチ、経営資源の効率運用のための作業手順や工程を管理するインダストリアル・エンジニアリング、電子計算機を中核とした情報処理技術、人間の作業動作や作業環境に関わる人間工学や計量心理学、および企業経営のために必須な経営・経済学などを柱とし、総合的な視野に立つ『計画と管理』学に対する産業界の需要に応えるため」と記されています [1]。ヒト・モノ・お金・情報を取り巻く意思決定に資する学問としての管理工学を主として数学的手法の面から支えるという、正に実学としてのオペレーションズ・リサーチ（以降、OR と略記）を目指して発進したことが読み取れます。

この“実学”を目指すという強い思想は、慶應義塾大学理工学部に一貫して流れています。その源流は製紙王・藤原銀次郎氏の私財によって設けられた藤原工業大学です。藤原翁は「経済を離れて技術はない」と説き、実学指向の学び舎を目指しました。初代学長は、当時の慶應義塾長であった小泉信三先生です。藤原工業大学は藤原翁の実学指向に加え、基礎を重視する工学教育をも旨としつつ発進しました。その後、1944 年に慶應義塾大学に移管されて工学部が開設され（機械工学・電気工学・応用化学の 3 学科）、1981 年には理

工学部に改称され、現時点の学科数は 11 です。その中でも管理工学科は藤原翁が望んだ「技術もわかる経営者、経営・経済もわかる技術者」を育成するための学科と位置づけられます。

このように現実世界とのつながりを強く意識するという基調に沿う管理工学科の中で、OR 教育のあり方が模索されてきました。その一方、OR のモデル分析を支えるのが応用数学の諸分野と最適化技術であるという観点から、数理的基礎とその展開力を重視した学科教育が行われてきたという歴史もっています。

関根智明先生、柳井浩先生、森雅夫先生といった OR 学会の発展に大きく寄与された先生方が本学科においても OR 教育の進展に大きな貢献を果たされました。沢山の卒業生が実業界と学界の双方で活躍していることは皆様ご存じのとおりです。

2. OR 教育のカリキュラム

2.1 授業科目の構成

現在の管理工学科の OR 教育を授業科目の構成から見ると、次のようになっています：

- ・ OR 第 1 [田中健一]：OR を支える最適化理論
OR が数学的なアプローチによって経営を始めとする諸問題の解決を支援する知的枠組みであることを示し、その代表的な手法である、線形計画法、整数計画法、非線形計画法などの最適化理論とその応用を中心にさまざまなモデル分析手法を解説する。
- ・ OR 第 2 [小澤正典・田中健一・栗田 治]：種々の基礎的 OR モデル
さまざまな組織体の意思決定を支える基礎的 OR モデル群を詳しく解説する：AHP（階層化意思決定法）、ファジィ理論、DEA（包絡分析法）、在庫管理（新聞売り子の問題）、マルコフ連鎖、待ち行列理論、非集計ロジットモデル、組合せ最適化問題とその解法、多目的最適化法。
- ・ OR 第 3 [栗田 治]：都市の OR

都市空間の科学と人間行動に焦点を当て、都市の OR の基礎を述べる：空間的相互作用モデル、多角形を取り巻く計算手法、施設への距離分布、ランダムな点分

ひびきのりお、くりた おさむ
慶應義塾大学理工学部管理工学科
〒 223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1
hibiki@ae.keio.ac.jp, kurita@ae.keio.ac.jp

布と応用, 領域間距離の積率近似理論, 最適施設数モデル, ミニサム型施設配置モデル.

・OR 第 4 [小澤正典]: 組合せ最適化

経済的・社会的問題を定式化する際に現れる離散的な側面に注目し, その分析技術を解説する: グラフ理論の基礎とグラフ分割問題, 最短距離問題, 最大流問題, 最小費用流問題, スケジューリング問題と PERT, 最小木問題やネットワーク上の配置問題, 輸送問題, 整数計画問題の種々の類型, 集合被覆・分割問題, 巡回セールスマン問題.

こうした授業構成は先輩教員たちが用意してくださったルール上にありますが, OR の理論基盤を包括的に取り上げることと並行して, 今日的な社会やインフラストラクチャの問題などへの OR の実践的な応用を視野に入れつつ, 少しずつ変化させている面もあります.

上述は座学としての OR 教育ですが, これ以外に 2 年生の『管理工学基礎演習』では, 管理工学の他分野と並行する形で「PERT 演習」(小澤), 「線形計画法演習」(田中), 「施設配置モデル演習 (ホテルの立地競争と社会的最適化問題)」(栗田) といった内容の十分に時間をかけた演習を実施し, 技術に対する深い理解と OR に対する興味を育てるべく努力しています. 最終評価はレポートに期末試験を合わせて行います.

また, 3 年生を対象とする『管理工学実験・演習 II』においては, OR 系の 3 人の教員が共同で学生指導を行います. 前半で (1) OR モデルの展望, (2) 各種数理計画法のソルバによる具体的な解法手続き, (3) 数式処理システム (Mathematica) によるモデル分析, (4) 各種統計データの紹介と手法, といった演習を行います. そして後半では少人数からなる班に分けて, 受講生自身が OR の問題を発見し, それまでに体得した OR モデルを利用することによって解決法を探ります. 最後には班ごとに発表を行います. 発表の内容と技術を他班の学生たちにも評価させるという工夫も取り入れて, 達成感を醸成しています. 優秀な成果を上げた班には『OR 関連の大学交流会』で発表してもらい, という表彰が与えられます. 詳しくは文献 [2] をご覧ください.

2.2 卒業論文

管理工学科では, 1 人の教員が 6~7 名程度の卒論生を受け持ちます. OR 系の 3 研究室では学生の自主性を重んじつつ卒業論文の執筆を支援し, 合同卒論発表会に向けた努力をしてもらっています. 参考までに最近の卒業論文の題名をいくつか紹介します:

小沢研究室

- ・短時間雇用を利用した一方向配送問題

- ・処方箋数を用いた調剤薬局の立地モデルとグループ化問題
- ・首都圏地下鉄網における大晦日終夜運転スケジュールの検討

田中研究室

- ・歩行者数に着目した任意形状の閉路における単一リンクの最適敷設モデル
- ・面的施設の配置および形状の最適化モデル—ライブステージの設計を例として—
- ・対戦型競技における圧勝確率の数理—投票定理を用いた得点過程のモデル化—

栗田研究室

- ・介在機会モデルに基づく高速道路休憩施設への立ち寄り自動車台数推定モデル
- ・放射環状道路パターンの数理—移動速度を考慮したボロノイ境界線の導出—
- ・歩行者の位置と視線を反映した並木の緑視率—壁面モデルと球体モデルに基づく立体角の計算法—

3. 分野間相互作用とカリキュラム改革

OR は実践の学問であるため (1) OR が役立ちそうな不特定の分野を見直し, (2) 社会や技術の変化に対応していくべきです. 現在, 管理工学科では学科主任 (枇々木規雄) 主導で, 学科内のある分野の要素技術が他分野の学習に役立つ様を顕わにしたカリキュラムの再構成ならびに授業内容の改善を行うべく, ワーキング・グループによる作業を進めています. 特に, 社会や技術の変化という面では, 国や地方自治体が保有するデータのオープン化の動きや, 高性能なフリーの最適化ソルバの登場が重要であるものと考えています. 2.1 節で述べた『管理工学実験・演習 II』におけるフリーソフトウェアによる演習やデータ入手法の伝授は, これらに対応したものに他なりません.

管理工学科の卒業生がデータサイエンティストやコンサルタントとして, OR を基礎とする社会貢献を行えるように, 不断の努力をして参ります. 読者の皆様には, お気づきの点などありましたら, 何卒ご教授くださいますように, お願い申し上げます.

参考文献

- [1] 慶應義塾大学理工学部創立 75 年記念史編集委員会, 『慶應義塾大学理工学部 75 年史』, 慶應義塾大学理工学部, 2014.
- [2] 小澤正典, “学部学生による OR 関連の大学交流会—問題解決の演習成果の発表会—,” オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, **61**(11), pp. 778–781, 2016.