

特集事例

広島大学 生産システム工学研究室 紹介

高橋 勝彦*・森川 克己*・長沢 敬祐*

Invitation to Production Systems Engineering Laboratory, Hiroshima University

Katsuhiko TAKAHASHI, Katsumi MORIKAWA, and Keisuke NAGASAWA

キーワード：経営工学，生産システム，研究室，研究指導

1. はじめに

生産システム工学研究室の前身をたどっていくと、昭和21年に広島市立工業専門学校の機械科の1学級を工業経営学科に改めた時点まで遡れます [1]。当時の校長先生の回想によれば、「アメリカの考え方を取り入れ、よくわからないがIEを取り入れてみよう、工業経営というものは設備にお金もかからないであろう」というような考えのもと、当時、工業経営に関する学科があった早稲田大学と東京工業大学の諸先生のアドバイスを得て工業経営学科が立ち上がったようです [2]。昭和24年に新製の広島大学工学部に移管され、当時の工業経営学科の定員は30名、と記されています [1]。生産システム工学研究室の生みの親ともいえる新宮哲郎先生は、工業専門学校から広島大学工学部に昭和26年に着任され、IEとQCに関する研究に精力的に取り組まれました。多くの卒業生から慕われる先生でしたが、在職したまま昭和63年に他界されました。

広島大学工学部においては、時代の流れとともに改組や学科名称変更が何度かなされ、その際に経営

工学分野の授業科目が漸減し、ついには学科や課程の名称から「経営」の文字が消えました。しかしながら、経営工学分野の人材が産業界から必要とされていることを踏まえ、生産システムやサプライチェーンを主対象としつつ、それらのシステムが抱える諸問題が解決できる人材の輩出を目指した教育研究を一貫して行っています。

2. 研究室の研究テーマ

生産システム工学研究室は、現在のスタッフ体制、具体的には、高橋勝彦（教授）、森川克己（准教授）、長沢敬祐（助教）の3人構成で4年が過ぎました。それぞれの出身大学は、早稲田大学、広島大学、上智大学で、学部時代より経営工学を学ぶとともに、経営工学分野の研究室を経て現在に至っています。

研究室が掲げている主テーマは「人と地球に優しい生産システムを目指して—ものづくりのマネジメントを工学する—」です。このテーマのもと、スタッフ3人は研究内容に重なりをもたせつつ、それぞれが重点を置く研究テーマに取り組んでいます。あわせて、企業が抱える問題の解決を目指した共同研究にも携わっています。以下では、最近取り組んでいるいくつかの研究テーマについて簡単に紹介します。

* 広島大学大学院工学研究科

受付：2020年10月20日

2.1 循環型サプライチェーンの生産物流計画

企業が生き残るためには利益を確保することが不可欠ですが、今日では、環境に優しい仕組みや製品、地域貢献や労働環境への配慮、情報開示や法令遵守などの重要性も強調されており、個々の企業のみならず、複数企業で構成されたサプライチェーン全体の最適化も研究課題となっています。サプライチェーンのなかでも、消費者へ製品を届けるまでの動脈物流と、消費者が使った製品を回収して次の製品に再利用するまでの静脈物流を含む循環型サプライチェーンを対象として、どのような構成とすればよいか、その構成のもとでどのように運用すればよいか、といった研究課題に取り組んでいます。

2.2 需要予測と在庫管理

消費者の要求するものを要求されるタイミングで提供できる仕組みが望まれる一方で、無駄な在庫を保持することも許されない時代を反映し、需要の予測方法と在庫の管理方法を組み合わせた研究を行っています。特に注目しているのは、補修部品などのような突発的に需要が発生する環境で、このような需要は間欠性需要とよばれています。製品の品切れが与える影響の大きさも踏まえ、できるだけ精度の良い予測を実現する方法と、予測誤差を適切な量の在庫でカバーする仕組みを研究しています。

2.3 協調型生産システムの管理方式

1台以上の生産機械を切り替えることで、見込み生産と受注生産の両方に対応することのできる生産環境があります。利益率の高い受注生産の比率を高めたいものの、受注生産に対して生産機械を専用化しても生産機械の稼働率が低く、また受注生産の需要の増大が十分に期待できないとき、見込み生産品も作ることで稼働率を高めることが有益です。ただし、見込み生産品も作りすぎは避けなければならない、見込み生産と受注生産の切り替え時に生じるロスも考慮する必要があります。見込み生産品の在庫量と受注生産に対する注文数の状態に基づく確かな判断を支援するモデルの構築や解法を研究しています。

2.4 機械作業の生産性評価式

必要とされる作業の内容はおおよそ同じであっても、詳細な作業内容は対象物の状態によって異なることがあります。例えば、自然の作り出した物进行处理する場合や、市場から回収した製品をリサイクルする場合などがあげられます。対象物ごとに詳細な作業内容が異なりうるために自動化が進めにくく、最適な作業手順も明確ではないような状況下で、作業者が機械を用いて行った内容を自動的に記録して分析することで、作業者が熟練者か非熟練者かの識別を行うとともに、非熟練者についてはどのようなところに無駄があるのかを指摘できる仕組み作りを研究しています。

2.5 大規模スケジューリングの支援と自動化

注文の納期に遅れないようにしつつ、生産環境に含まれる複雑な制約条件を満たし、個々の作業者に無駄な待ち時間が生じないような生産スケジュールが要求されている実規模環境を想定した研究を行っています。大まかな生産スケジュールを自動的に生成し、その後、スケジューリング担当者が現場の状況や解決されていない細かい制約を考慮して、スケジュールを対話的操作で修正していくというアプローチが現実的な方法の一つであると考え、複雑な条件を考慮できるスケジューリング手法の開発と、スケジューリング担当者が使いやすいスケジューリング支援システムはどのようなものであるべきか、について研究しています。

2.6 複数資源制約のあるフレキシブルジョブ

ショップのスケジューリング

類似の機能をもつ機械が複数台存在する環境で、仕事の内容によって必要とする機械の系列が異なる場合、機械の選択と各機械での仕事の順序の決定が必要となりますが、これはフレキシブルジョブショップのスケジューリング問題とよばれています。特に、各機械で行われる作業のなかに自動的に行われる部分と作業者の介入を要する部分が混在していて、従事可能な作業者の人数が限られている場合、機械と作業者という2種類の資源制約がある

問題となります。本研究では、このような煩雑な制約がある状況でのスケジューリング手法を研究しています。

3. 研究室学生の指導

3.1 研究室配属から卒業・修了まで

学部生は3年次が終わる3月に開催される卒業論文研究テーマ説明会に出席し、そのあと実施される配属調整を経て、3月中旬に研究室に配属されます。毎年7名程度が配属されていますので、この人数に対応した卒業論文研究テーマを用意していますが、学生本人から希望研究テーマの申し出があれば、前向きに検討するようにしています。大学院生の研究テーマは、卒業論文研究で取り組んだ内容も踏まえつつ、参考となる論文の選定と研究題目案の作成を本人が行うように指導しています。

研究室の様々な活動は実質的には4月から始まりますが、大学院への進学希望者は8月下旬に実施される入学試験に向けた勉強が始まり、就職希望者は就職活動が本格化するため、それらの活動の結果が判明する8月から9月頃になって、ようやく卒業論文研究・修士論文研究に集中して取り組むようになります。

学部4年生、修士2年生の最終発表会は2月中旬と下旬にそれぞれ開催されますが、それに先立つ11月に中間発表会が設けられており、これが研究に真剣に取り組む強制力になっているのが実情です。学部4年生にとって研究発表は初めてになるため、発表に含めるべき内容の指導、予稿の添削、発表スライド作成に際して注意すべき点、発表リハーサル、などで10月より学生はもとよりスタッフも慌ただしくなります。大学院生はすでに卒業論文発表会や研究発表会等を経験していますが、大学院生に要求される研究レベルも高くなるため、スタッフも指導に多くの時間を割いています。

中間発表会と最終発表会の間はさほど期間があるわけではないため、中間発表会終了後に研究ペースが減速しないように注意しつつ、各自が研究成果に充実感を感じてもらえるような卒業論文研究・修

士論文研究になるように指導しています。発表会も重要ですが、後輩が目にするのは論文です。年度末はスタッフも多忙のため、各学生の卒業論文や修士論文の添削を短期間で済ませることも難しいため、スタッフが受け入れ可能と判断できる論文が仕上がるのは3月中旬になることが一般的です。しかしながら、その間を縫って、学生は卒業旅行などに出かけていると聞いています。

3.2 学生への研究指導

研究室学生は、希望する研究テーマなどに基づき、3人のスタッフから1名の主指導教員が定められ、そのスタッフの研究グループに割り振られます。それぞれのグループ単位で週1回のゼミ、月1回を目安に全体ゼミとよぶ研究室全体のゼミを実施しています。ただし、全体ゼミは学年単位で開催することが一般的です。大学院1年生に対しては、別途、サプライチェーンなどに関する洋書の輪読を課すことで、幅広い知識が身につくように心がけています。

博士課程後期(ドクター)の学生は週1回、高橋・森川が担当する週次ゼミと、月1回のスタッフ3名ならびに県立広島大学の広谷先生が出席する月次ゼミを実施することを原則としています。ただし、社会人ドクターの学生は平日に登校することが難しいため、土曜日午前などにゼミを実施することもありました。ドクターの学生は入学試験のなかで研究計画を発表して合格しているため、その計画に基づいた研究を進めるように指導しています。そのため、ドクターの学生の研究テーマははかなり幅広いものとなっています。博士課程学生の大半は留学生であり、これまでの受け入れ国はインドネシア、中国、ネパールです。

3.3 研究発表

学内で開催される中間・最終発表会とは別に、学外で開催される学会等でも研究成果を発表することを学生に求めています。特に、大学院生については、最低1回の発表を義務化しています。地域で開催される大会での発表が中心となりますが、タイミ

ングや本人の希望によっては、全国大会や国際会議で発表することもあります。

ドクターの学生は国際会議での発表が学位取得の前提条件になっていますので、APIEMS (Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems) Conference, ICPR (International Conference on Production Research), ICIM (International Conference on Industrial Management) などの国際会議に参加しています。

3.4 研究室の行事

毎週1回、全学生を対象とした茶話会を開催しています。スタッフや学生からの連絡事項、興味あるニュース、体調報告など、幅広い内容が話題となります。かなり以前には、文字どおりコーヒーなどを飲みながら話をしていたのですが、最近では時々お土産にいただいたお菓子を配る程度になっています。学生には、この茶話会までに週報を作成して研究室内ファイルサーバーに提出するように指示しています。茶話会に続けて掃除をしています。

前述のゼミとは別に、研究室全員が一堂に集まって、それぞれの研究内容を10分程度で発表する年末大発表大会をクリスマスが過ぎた頃に開催しています。発表に対する評価とコメント作成を全員に課し、コメントについては発表会終了後に取りまとめて発表者にそのまま伝えています。また、評価の高かった3名には表彰状にささやかな副賞を添えて大会後の研究室忘年会で表彰しています。

3.5 研究環境

研究室は工学研究科研究棟の最上階にあたる8階に位置し、教員居室、学生居室、セミナー室、資料室、などで構成されています。全学生は140 m²余りの大部屋に個々の机・椅子とパソコンが与えられ、ドクターの机がある区域には部分的に仕切り壁が設置されているものの、そのほかは低いパネルが数カ所設けられているだけで、お互いの様子が容易に確認できるようになっています。

今日では研究を進めるための学術論文がほぼオンラインで読めることもあって、書籍を保管する本

棚の存在は小さくなっています。研究を遂行するうえでツールはパソコンが中心となっており、最適化パッケージの Gurobi, シミュレーションソフトウェア AnyLogic などを研究室で購入しています。ソフトウェアは安価とはいえませんが、ハードを扱う研究室に比べれば、お金がかからないと思われていた IE の特徴をそのまま体現しているといえるでしょう。プログラム作成に際して使用するプログラミング言語は、学生が得意とするものを利用することを勧めています。今日では Python が主流のようです。優れたプログラミング環境やパッケージが無償で利用できる時代ですので、それらを有効に使いこなせる力を学生に身につけてもらいたいと思っています。

4. 学生の進路

学部4年生の大半は大学院に進学し、博士課程前期修了時でほとんどの学生が就職の進路を選んでいます。就職先は多岐にわたりますが、自動車・機械、エレクトロニクス機器、情報通信、資源・エネルギー・素材、などの業界が中心となっています。出身都道府県に戻ることを希望する学生もいますが、関西圏か関東圏の企業を選ぶ学生が多いと感じています。公務員を希望する学生もおり、公務員試験に合格して、国家・地方公務員として活躍している卒業生もいます。

博士学位を取った留学生は多くが帰国して大学で教鞭を執っています。日本人で博士学位を取った卒業生は大半が日本の大学で働いていますが、企業に所属したまま博士学位を取った方は、引き続きその企業で活躍されています。

5. まとめ

企業や社会が抱える問題は時代の流れとともに変化していますが、その背後にある問題の本質を見極めながら、スタッフのみならず学生も様々な問題に果敢に取り組んでおり、研究成果は研究室ホームページ (<http://www.pse.hiroshima-u.ac.jp>) に掲載しています。スタッフ間で切磋琢磨するとともに、

一人では研究指導に行き届かないところがあっても、3人体制で補い合うことで、学生に粘り強さと考え抜く力を身につけてもらえるように、これからも精進したいと思います。

参 考 文 献

- [1] 片島三朗：“創立より工学部 50 周年までの略史（大正 9 年～昭和 45 年）”，広島大学工学部七十五周年記念誌，pp.5-9 (1995)
- [2] 小笠邦久：“工業経営学科設立のうらおもて”，来しかた行く末（広大経工会設立二十周年記念誌），pp.7-15 (1992)

たか はし かつ ひこ
高 橋 勝 彦

広島大学大学院工学研究科教授。1988 年，早稲田大学大学院博士課程後期単位取得退学。早稲田大学助手，広島県立大学講師，助教授，広島大学助教授を経て，2003 年より現職。工学博士。生産システムの分析と設計のなかでも，特に生産工程の生産量を計画する際の生産指示方式について，個別の生産

管理システムを統合した生産管理システムについて，および，生産システムを分析する際のシミュレーション技法について研究している。

もり かわ かつ み
森 川 克 己

広島大学大学院工学研究科准教授。1987 年，広島大学大学院工学研究科博士課程前期修了。広島大学助手を経て，1998 年より現職。博士（工学）。生産管理システムの生産計画とスケジューリングに対するモデル化と最適化手法の提案，また，人間との対話処理を支援するスケジューリングシステムの開発などを行っている。

なが きわ けい すけ
長 沢 敬 祐

広島大学大学院工学研究科助教。2015 年，上智大学大学院理工学研究科博士課程修了。2015 年より現職。博士（工学）。生産管理システムの分析および生産・物流・在庫管理のモデル化と最適化手法について研究している。