

[研究室紹介]

神戸商船大学計画系研究室

商船学部 輸送システム工学講座

物流工学分野 三木楯彦
今井昭夫

交通計画分野 小谷通泰

海事システム科学講座

操船論・港湾計画分野 井上欣三

概 要

神戸商船大学は、交通の便のよい阪神間、神戸港の東部に面した神戸市東灘区深江に位置している。本学は東京商船大学とならびわが国で2つある商船系の大学の一つであり、現在、総数991名（大学院生58名を含む、内女子47名）の学生を擁している。かつては、このあたりも白砂青松の地であったが、今日では工場群や埋め立て地、それに幹線道路にまわりを囲まれてしまい様相は一変してしまった。しかしそれでも、背後には六甲の山並みを真近に望むことができ、また大学構内にある係船池には練習船が係留されているユニークな大学である。

本学の特徴としては、まず学際性があげられよう。教官数は100名足らずであるが、船という巨大システムから、海洋利用、輸送物流に至るまで、その研究内容はきわめて多様である。したがって本学には土木工学、土木計画とも関連の深い分野の教官も多い。近年、沿岸域では大規模な開発が進められているが、港湾をはじめ様々な海洋構造物の設計のようなハードな分野にとどまらず、海上空港や海上の横断橋による海上交通への影響評価といったソフトな分野での研究もみられる。また最近、特に重要性を増した輸送と情報の関わりについても多角的な研究が行われている。

今一つの特徴として、海運そのものが元来世界を舞台としていることから、国際性に富んでいることである。諸外国からの海事関係者の来訪も多く、また数多くの留学生も受け入れている。諸外国の大学との姉妹校提携も進められ、本年75周年を迎え、これを契機に国際交流基金の創設も予定されている。

沿 革

神戸商船大学は、昭和27年5月に設置されたものであるが、その起源は、大正6年(1917年)9月、私立川崎商船学校の創設に始まる。その後、大正9年文部省直轄の神戸高等商船学校に昇格し、戦時中には一時、東京、清水の両高等商船学校とともに高等商船学校(清水市)に統合された。しかし戦後、太平洋戦争によって大きな被害を受けたわが国海運界の復興、拡充に伴い、高級船

員の育成が要望され、神戸商船大学の設置が昭和27年議決され、深江の地に新制大学として発足した。

神戸商船大学は、長く航海学科・機関学科の二学科であったが、昭和47年に原子動力学科を新設し、昭和49年には大学院修士課程が設けられるなどしているが、さらに大学の社会の要請に応えるべく昭和54年には航海学科の一部を分離改組して輸送科学科が、さらに昭和55年には同じく機関学科の一部を分離改組して海洋機械管理学科が誕生した。この結果従来の2学科から5学科体制へと移行していった。

そして平成2年には、東京商船大学と時を同じくして大幅な学科改組が行われ、学生の教育組織として、商船学士となる商船システム学課程(航海学コースと機関学コースで学生定員各60名、50名)と、工学士となる輸送情報システム工学課程(40名)、海洋電子機械工学課程(40名)、動力システム工学課程(30名)の4つの課程に再編成された。これにあわせて教官の研究組織も、専門分野については、8大講座制(航海システム学講座、海事システム科学講座、輸送システム工学講座、情報システム工学講座、海洋機械工学講座、機械電子工学講座、機関システム工学講座、原子力システム工学講座)に変更された。現在引き続き、教養課程、大学院修士課程の改組、ならびに大学院博士課程の設置に向けて準備が進められている。

このように土木工学や土木計画に関連する講座も少なくないが、ここでは土木学会第IV部門で主に活動している物流工学、交通計画、港湾計画分野の研究者を紹介する。なお、ここに紹介する以外の分野として、輸送システム工学講座には、海上交通工学、交通経済学、海運経済学、経営工学、港湾工学があり、またその隣接講座である情報システム工学講座には、情報・通信工学、制御工学、数理計画、応用数学がある。

物流工学分野

物流工学分野は、三木(教授)と今井(助教授)が担当している。

物流研究は雑学か

物流に代わってもっと広義のロジスティクスという言葉が愛用され始めている。しかし物流という言葉を使うにせよ、その守備範囲はすこぶる広い。筆者らは「物流は雑学である」と心得、雑学の取得にも意欲を持っている。

それは大学での研究が、自由に課題選択ができることとも大いに関係がある。企業の研究開発では経営戦略との整合性が重視される結果、個人目的は犠牲を強いられるとしばしば言われる。しかし自由がある場合は、それだけテーマの効果的選択が要請される。よい研究を進めるには、まず予測に始まる。予測と研究計画との間に何

回もの行き来があつてようやく研究の照準が定まってくる。

三木はいま、ネットワーク理論におけるある種の最短経路問題に関心を寄せている。この研究の一部は日本物流学会の関西支部で共同研究者の1人が報告したが、それは許容時間（例えば納期は12時間）内に到着できる全経路中から安くて済む経路が選ぶ問題である。あるいは逆に許容費用（例えば支出できる運賃の上限は5万円）内に到着できる全経路中から納期に行ける経路が選んでもよい。

複合輸送への応用

二目的最短経路問題の解法の手順に従ってパレート集合を求める方法は、物流業における多角的な顧客サービスの内容を的確に表現するものであり有用と考える。鉄鋼業界では日本から北米向け製品輸送に関して様々な複合輸送を検討している。そこで事例として複合輸送ネットワーク上での最適輸送の探索にこの最短経路問題の解法を適用してみた。荷主が納期と運賃の許容値を与えると、複合輸送業者が許容水準にあるトラックや河川バージ輸送の利用などの輸送ルートの品揃えを提供し、荷主が様々な顧客サービス水準の中の1つを選ぶのである。

こうした研究は、企業の国際物流における意思決定に何らかのシステムアプローチが利用できないかという意図の下で行っており、このほかに製造業を中心とした国際物流戦略の基礎的研究を行っている。

コンテナリゼーションにおける OR

上述の研究も元来は、コンテナ輸送の研究に端を発したもので、筆者らは、米国内陸におけるコンテナ流動の分析、国際海上コンテナ運用計画に関する考察を行ってきた。また配船計画という面のみを取り出してコンテナ船の配船計画、目標計画法による配船計画に関する研究を行っており、その成果の一部は「配船の経営科学」（成山堂書店）として著した。

またトラックの配車管理を初め、物流全般の問題にも広く関心を持ち、内航海運とフェリー輸送による物流合理化、戦略的対応の研究も行っている。数年前には「物流システムの構築」（白桃書房刊）を著したが、物流業の抱える管理上の諸問題に経営科学的手法でもってどれだけ迫り得るかを意図したものである。

一方、今井は、従来から海上交通、特にコンテナ輸送システムに関する研究を行ってきた。コンテナ輸送に関しては日本でも港湾ターミナルの容量決定に関する研究などが行われてきたが、それらは概ねターミナルの建設主体である港湾管理者サイドのものが多かった。商船大学は（今は大きく様変わりしたが）その卒業生の多くを海運会社に送り込んできた。コンテナ輸送の運用面の主役はそのような船会社であるが、この船会社の視点から

みると港湾管理者とはまた違った点が問題になる。ターミナルでいえばどこにどの程度の器を造ればよいかが管理者の問題であり、それをどう使えばよいかは船会社側の問題である。

コンテナ輸送は海陸（空も含むときもある）一貫輸送であるため運行者である船会社の抱える問題は単にターミナルだけでなく、陸上輸送や海上輸送にもまたがっているのが大きな特徴であろう。さらにこれら個々の領域は独立しているわけではなく、有機的なつながりがある。このような観点から今井は船会社のとるべきターミナル立地戦略問題、コンテナ船の配船問題、荷主の貨物需要と港湾選択に関する問題、ターミナルにおけるカーゴハンドリングの問題、空コンテナの再配置問題さらにコンテナのパッキング問題を中心に研究を行ってきた。

最近はこのような海上輸送システムと並行して陸上交通の問題にも目を向けている。近年トラック交通量が増し、それに起因するさまざまな公害やまた運輸会社からみればドライバー不足などが問題になってきている。その元凶の一つは宅配便などに代表される小口多頻度輸送であろう。先に触れたようにこの問題は公共的な問題であると共に運行者の利益に関する問題でもある。従来から土木では交通流としての研究は盛んであるが、このようなアプローチでは上記問題の解決には限界がある。とりわけ運行者サイドの問題にはあまり効果がない。

欧米ではこの問題に対する解決策の一つとしてトラックの運行の適正化に関する研究、つまり配車経路問題の研究が盛んである。日本でも OR の面からこの種の研究が行われているが、欧米ではそのことはもちろん実用化を念頭に置いた様々な配車経路問題が研究されている。日本ではこの種の実用的な研究は稀有であり、さりとて欧米の研究成果の直輸入では対応できない特殊事情も日本には少なからずある。このような観点から現在この種の配車経路問題について精力的な研究を行っている。いってみればアメ車もいいけれど、日本では日本車の方が良いだろうということである。なお、このような配車経路問題は多少制約条件を変えれば、陸海空いずれの輸送モードにも適用可能である。

交通計画分野

交通計画分野は、小谷（助教授）が担当しており、現在大きく分けて次の3つの研究に取り組んでいる。

まず第一に、京阪神都市圏を対象として、幹線道路ネットワーク計画を支援するシステムの開発を手がけている。支援システムでは、データベースの構築、予測・評価モデルの開発とともに得られた種々の情報のプレゼンテーション技術もきわめて重要な要素である。こうした観点から CG の積極的利用を進めており、今後はアニメーションの作成も検討している。具体的な成果として

は、湾岸道路などの将来道路網計画の効果分析、自動車排ガス削減のための交通対策の効果分析を行っている。こうした支援システムの開発と関連して、学生の実験、演習用にパソコンを使ってゲーム感覚でネットワーク計画を学習できるシステムを作成しており、毎年改良を加えながら教育効果を上げている。

第二に、瀬戸内海における海上輸送に関する研究に取り組んでいる。瀬戸内海は古くから海上交通路として重要な役割を果たしてきた。特に近年は本州、四国間における連絡橋や関西新空港の建設など、瀬戸内海を取りまく交通環境の変化は著しい。従来から、大阪湾を中心として、内航貨物の流動や船舶のトリップ特性の分析、フェリー・高速艇といった旅客による海上輸送機関の選択モデル、さらに瀬戸大橋完成後のトラックの輸送経路選択モデルを構築してきた。今後は、関西新空港、明石大橋の完成による海上輸送への影響とともに、高速艇の夜間航行やフェリーの高速化の効果、さらに近年高まりをみせているクルーズ船の需要予測などにも関心を向けて行きたい。

第三は、都市における自動車交通抑制に関する研究である。クルマ社会の進展にともなって、人とクルマがどのようにして折り合いをつけ、共存を図っていくかということは重要な課題である。とりわけ我々が居住している地域内では、クルマに対してきめの細やかな対処が求められている。こうした観点から、従来から歩車共存道路の設計、計画にたずさわってきたが、近年ヨーロッパ諸国では、こうした方法は「交通静穏化 (Traffic Calming)」と呼ばれ、一つの交通政策として定着しつつある。今後も、諸外国との対比を行いつつ、わが国に適応した交通抑制手法の開発、定量的な効果の分析、ならびに計画への住民参加といった観点から研究を進めていきたい。

操船論・港湾計画分野

港湾計画分野は、井上(教授)が担当している。

操船論とは、船の操縦および船体の係留を安全かつ能率的に行うための技術的方法論を船の運動制御の面から解析し体系化したものである。井上は、その理論と技術のうえにたつて、船-操船者-環境系で構成される操船システムの望ましいあり方を設計・計画・評価するための手法について研究教育している。ここにいう環境とは、船の運動と操船者の行動に影響を及ぼす自然、社会、施設的环境を指しているが、操船システム全体を操船者にとってより好ましい状態におくための改善目標をとくに航路および港湾における水域施設環境に設定するとき、操船者の立場からみた港湾計画への研究アプローチが成立する。

航路、泊地などの水域施設整備計画の代替案評価は基

本的には計画実施に伴う費用の面と施設利用上の安全性向上がもたらす便益の両面から行われるべきである。このためにはとるべき施策が操船の事故率低減にどのような効果を及ぼすかが把握されていなければならない。しかし、これまでのところ、航路、泊地の設計諸元と操船の安全性とを関連づけるための適切な評価手法は確立されてはこなかった。このことの波及は、運輸省「港湾の施設の技術上の基準」において水域施設以外の諸施設がすべて適切な評価方法により安全性を定量的に検討したうえで設計基準が定められているにもかかわらず、水域施設に関しては安全性の水準とは対応のないままあいまいな表現に終始している点にみられ、また、港湾管理者が作成した計画案がそのつど操船実務者の主観的判断のもとで手直しを受けるといった点にもみられる。

これらの諸問題を解決するためには、まず、与えられた水域施設の設計諸元のもとで確保できる操船の安全性を定量的に評価するための手法を確立することが必要と考え、操船研究室では、船がバースにアプローチし桟橋に着離岸するときの操船の危険度やターニングバースンでの回頭操船中に包含される危険度の定量化、さらには、桟橋係留船の波浪中船体運動に伴うロープ破断の危険度や泊地で錨泊する船が強風下で流される走錨現象に伴う危険度の評価等々、操船のあらゆる局面におけるリスクレベルの定量化が可能な安全評価用操船シミュレーションモデルを作成してきた。いまでは、これらの評価モデルは操船シミュレータに組み込まれ、与えられた水域施設の設計諸元のもとで行われる操船状況やそのときの危険度レベルがアニメーションにより視覚的に表現できるまでに開発が進んでいる。

これらはすでに、荒天時においてもハーバー機能が確保できるための港湾施設整備方策決定法、東京湾や大阪湾に代表される内湾における海上構造物の建設と船舶交通との競合問題の解決、台風時における避泊容量減少に伴う危険度増加の評価等々に役立てられてきた。そして現在、これらのモデルは、埋め立て造成地の沖合展開が活発化するなかで顕在化するであろう諸問題、すなわち、埋め立て法線の設定によって形成される長いアプローチ水路や奥まった水域における船舶出入操船の安全確保、埋め立て護岸の配置が操船者に与える心理的圧迫およびこれが操船行動にどのように反映され操船の安全性にどのように影響するかといった評価問題への適用がすすめられている。また、このようにして得られる施設利用時の安全性情報を港湾計画にフィードバックすることにより、施設の提供者と利用者相互の評価の整合性を計画立案の初期段階においてはかろうとする研究もすすめられている。

(1991.12.2 受付)