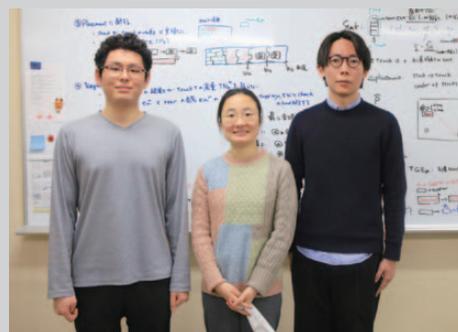


## 胡 艶楠 研究室

理学部第一部 応用数学科 講師

こ えんなん  
胡 艶楠 先生



ゼミの学生たちと共に

# 社会のニーズに合わせて 「組合せ最適化」で効率的な解を探る

世の中には数や量などに関係して数学で解決できそうな「問題」がたくさんある。完全な解を見出すことは難しくても、そこにある物事を数学で整理し、組み合わせることで様々な改善ができるからだ。

例えば、決められたスペースに効率よく品物を配置する方法や、広い地域に散在する行き先を効率的に訪ねる巡回路のを見つけ方だったりする。また、全く違ったジャンルで、複数の株式投資を異なる条件があることを認識した上で、効率よく運用する仕組み作りなども含まれると言う。この数学分野を「組合せ最適化」と言い、パズルゲームなどにもこの分野に関連するものがたくさんある。

### 「組合せ最適化」で様々な問題が解決する

「組合せ最適化」は順番や配置などを考え、ある意味、整数で扱えるものになっている。胡艶楠先生が「教室予約問題」を参考例として説明してくれた。

「例えば、高校生が部活動で学校の教室を利用したいと考えたとき、生徒たちは必ず利用予約をします。たくさんの部活グループがあり、それぞれの部には、自分たちが利用したい開始時間と終了時間があるでしょう。その中でお互いに重ならないようにしながら、利用できる部活の数を最大限にするという問題は、調整する側にとってとても頭を悩ませるものです。

こんなときに『組合せ最適化』が活用できます。それぞれの部にとっての解は『利用できる』『利用できない』の2つなので、組合せの数は『2のn乗』通

りあることとなります。『n』つまり部活の数が7あれば128通りであり、もし10あれば1,024通りに増え、グループが増えれば組合せは乗数倍で増えていくのです。こんなに多くなった組合せから皆が納得できる組合せを、人が頭と手作業だけで選び出すのは至難の技ですが、これに関しては、高校の教科書で紹介されている『領域における最大・最小』問題が利用できます。これは一次不等式で表される領域内で一次関数の値を最大化（または最小化）する問題で、『最適化』では『線形計画問題』と呼ばれるものです。

これを拡張し、領域内で整数値に限定した問題を『整数計画問題』と呼び、これを使って解を探ることができるのです。

さらに、この手法を利用するための『数理計画ソルバー（数理計画を解くことができるアルゴリズムを搭載したソフトウェア）』がいくつも開発されていて、一般的な表計算ソフトのアドイン機能などで利用できるものもあり、誰もが実用的に使える時代になっているのです」と話す。

組合せ最適化には、「配送計画問題」「配置問題」「巡回セールスマン問題」「ナップサック問題」などのたくさんの典型的な形があるが、どれも最適解にたどり着くのは難しそうだ。実際にこれらの問題はNP困難と呼ばれる問題クラスに属しており、厳密な最適解を求めることが難しいことが知られている。胡先生はこのような難しい問題に対しても実用的な近似解法の開発に取り組んでいる。

「世の中には、この『組合せ最適化』を使うことで、

ときには数十パーセントも作業効率を改善できることがたくさん存在します。完全に最適解を見出すのは難しくても、90%、95% という最適な解に近い解を見つければ仕事の効率化に十分役立つからです」と言う。

## アルゴリズムや最適化に特化した研究に浸る



「組合せ最適化」に関連したパズル。左は「駐車場問題」をモチーフにしている

令和5年度現在、研究室には大学4年3人、修士1年5人、2年4人が在籍しており、大学4年次卒論の研究テーマは胡先生が参考案を提示するが、独自の案を考える学生も毎年のようにいるようだ。

ゼミ活動の「本読みセミナー」では、英語の専門書を3~4人のグループで順番に読み解いている。1グループが1章分を受け持ち、聞き手にわかりやすくなるよう、スライドなどでまとめて発表することが求められる。『発表すること』は重要な学習であるため、発表者はその場で胡先生が指名している。

修士1年の梅田凌弥さんは「大学に入ってからずっとアルゴリズムの勉強をしてきました。できるだけ良い解を出せるアルゴリズムを作りたいと考えてこの研究室に入ったのです。

プログラミングのコンテストサイトがあり、その中で『最適化』のコンテストを極めたいと思うようになり、それに熱中して取り組んできました。卒業論文のタイトルは『重み付き矩形被覆問題の複雑度の分析と厳密解法』でした。

修士2年の沼口寛樹さんは「小さいときから頭の中で考え、スケジュールを組み立て、誰かと一緒に何かを作ることが好きでした。それを理論的に数学の力で解決できると考えこの研究室に入りました。

研究室では、研究だけでなく、研究したことを多くの人に知ってもらうために論文や学会発表などで伝えるための準備や、そこでも工夫することが求められ大変でしたが、それが重要なのだということを学んできたと思います。卒業論文のタイトルは『機械スケジューリング問題に対する動的計画法』でした」と話してくれた。

## 街の中、生活の中で活かせる数学を身につけたい

「私は子供の頃からずっと数学が好きでしたが、街



ゼミの「本読みセミナー」で利用されている教科書

の中を見ては、数学が世の中に何か役に立つようにできないかといつも考えているようなタイプでした。

日本へ留学し大学院に入った頃の私にとって、アルゴリズムは『そこにある問題を解決しようとするもの』だと思っていました。

念願の数学の研究を始めましたが、所属した研究室には、アルゴリズムを理論的に研究する先生と、応用的に使い『最適化』を研究する先生がいたのです。その環境の中で、『応用』には現実的な問題を解決するための研究がある、ということを知り、自分が本当にやりたいのは社会に応用できる数学であり、『最適化』だった、と思ったのです」と当時の思いを語ってくれた。

『「組合せ最適化」は社会のニーズに対応するために使われるので、国や地域によって求められることが異なるのです。例えば米国では土地が広いので、通勤・通学バスが発達していて、そのルートづくりなどの研究が行われています。

拠点（停留所など）選びや経費効率などを考えて作られますが、その国や街にあった数学があるのは面白いですね」と話してくれた。

太田 正人（ジェイクリエイト）