

# 組合せ最適化問題に対するアルゴリズムの設計

東京理科大学 応用数学科 胡研究室  
yannanhu@rs.tus.ac.jp

組合せ最適化問題は、問題の解が定義される空間や制約などが離散的である問題で、社会で現れる様々な問題は組合せ最適化問題として表現できる。例えば、服の紙型やガラスを切り出す配置問題、巡回路を求める配送計画問題など実用的な問題がある。このような組合せ最適化問題に対するアルゴリズムの設計を目指して研究を行っている。

問題をコンピュータを用いて解くには、その手続きを設計する必要がある。そのような手続きのことをアルゴリズムと呼ぶ。出発地から目的地までの最短のルートを求める問題には効率の良いアルゴリズムがあり、カーナビなどに応用されている。しかし「いくつかのお店で買い物をして自宅に帰るまでの最短のルートを求める」という問題は、一見最初の問題に似ているように思えるにもかかわらず、難しいことが知られている。

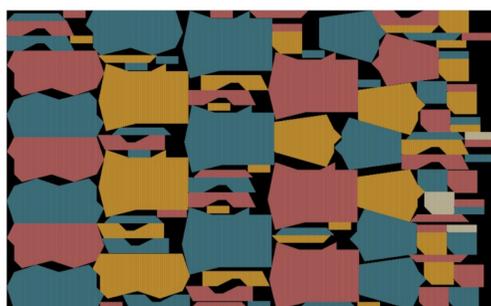
問題の難しさを解明したり、効率の良いアルゴリズムを開発するのが主要な研究テーマです。

これまでの研究成果として、[2次元と3次元の配置問題](#)に対する構築型解法と厳密解法、[配送計画問題](#)に対する効率的な探索型解法、[スケジューリング問題](#)に対する列生成法などが挙げられる。

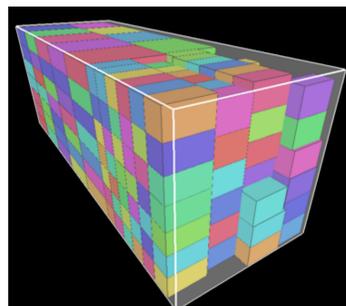
## 配置問題

配置すべきもの（製品と呼ぶ）の集合と配置される空間が与えられたとき、製品を空間内に、様々な制約の下でできるだけ隙間なく詰め込む問題である。2次元や3次元のさまざまな形状に対して研究されており、倉庫やトラック等に物をなるべくたくさん詰め込むというような効率よい詰め込みを求める応用の他に大きな布から洋服の部品を切り出したり、大きな鉄板から船や自動車等の製品の部品を切出し、製品にならない無駄な部分をできるだけ少なくするというような応用もある。

服の部品を切り出すレイアウトの一例と、直方体の箱をコンテナに詰め込むレイアウトの一例を示す。



(服の部品を切り出す一例)



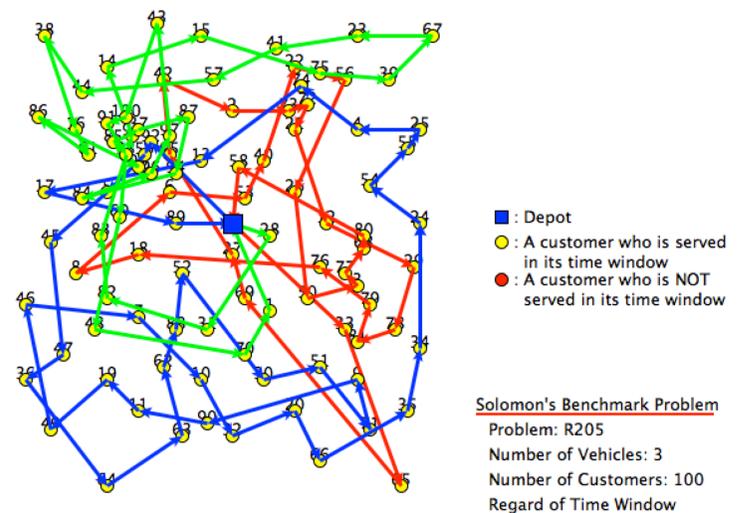
(直方体配置問題の一例)

## 配送計画問題

配送計画問題は、様々な制約条件の下で、複数の車両を用いて全ての客をちょうど1回ずつ訪問するような経路の中で、コストが最小のものを求める問題である。制約条件としては、例えば各車両の容量制約や時間枠制約がある。

配送計画問題に対する最も有望な解法の一つは局所探索法である。また、局所探索法を基本ルーチンとして戦略的に探索するなどの方法により、多少時間はかかってもより精度の高い解を求める枠組は**メタ戦略**とよぶ。

時間枠制約と容量制約を満たすことが難しい問題例では、以下のように制約を満たすために複雑な巡回路の一例を示す。



(時間枠制約と容量制約を満たす巡回路の一例)

## スケジューリング問題

スケジューリング問題は、様々な制約の下で、与えられた全ての業務を行うようにスケジュールを作成するとき、人件費等のコストを最小化することを目的とする問題である。一般にスケジューリング問題には非常に多くの制約があり、すべての制約を満たしつつ効率のよいスケジュールを作成することは極めて困難です。

航空乗務員スケジューリング問題に対して、**集合被覆問題に基づく列生成アプローチ**を用いた解法を提案した。実際の航空会社のデータを用いて計算実験を行った結果、一部の問題例の厳密な最適解を得ることができた。

## 整数計画モデリング

汎用解法として整数計画ソルバ、例えば、CPLEXやGUROBIなどが普及している。生産計画問題など現実問題に対して、整数計画問題として定式化し、整数計画ソルバで実行可能解と下界を求められる。

自動車組立て工場のグローバル最適配置問題に対して、実世界のデータを収集と整理し、**混合整数計画モデル**を提案し、比較的実世界に近いデータを得られた。このモデルを利用してグローバル自動車産業の将来を予測することが期待できる。