

# 論文誌掲載論文概要

JORSJ

Vol. 45, No. 1

## 一般廃棄物焼却場の立地選定に対する改良型 AHP の適用

藤田 真一 (財関西環境管理技術センター)  
田村 坦之 (大阪大学)

本論文では、改良型 AHP を用いて一般廃棄物焼却場の立地候補地を評価する手法について提案する。この手法の具体的な適用については、仮想的な市を想定し、その中に複数箇所の一般廃棄物焼却場の候補地を代替案として設定し、自治体の廃棄物担当者へのヒヤリングに基づいて代替案を評価することにより検証した。本論文で用いた改良型 AHP は、代替案の満足度を表現する選好特性と、意思決定者を取り巻く状況を評価する状況特性とを考慮したものであり、選好順位逆転現象を統合的に説明することができることから、一般廃棄物焼却場の立地選定問題のように立地候補地の数が変わり得る場合に対して有効であることが示された。

## 局所有効性の仮定を緩和した最適探索努力配分

飯田 耕司, 宝崎 隆祐, 坂元 忠彦  
(防衛大学校)

最適探索努力配分問題は、古典的な Koopman 問題の研究以来今日に至るまで、「目標存在地点 (又は地域) に投入された探索努力のみが目標探知に寄与する」という「探索努力の局所有効性」の仮定の下でいろいろな問題を扱ってきた。現実の探索センサーはある探知距離をもっているため、この仮定は近似モデルであるが、特に連続空間の探索問題ではモデルの適合性にかかわる影響をもつと考えられる。本論文はこの探索努力の局所有効性の仮定を緩和するために、目標地点と探索努力の投入地点の離隔距離に応じて探索努力の有効性の低減率を表す関数を導入して、Koopman 問題の最適探索努力配分を求めたものである。問題は上述の関数を核とする努力配分関数の変換によって局所有効性をもつ配分問題に変換されるので、これまでの

研究の最適解の必要十分条件を適用して解かれる。最適解 (又は準最適解) の解法の手順が示され、目標分布が正規分布の場合の例題が分析される。Koopman 問題以外の最適探索問題や拡張モデルについても本モデルが適用できることが論じられる。

## ファジィ分割法とその貯水池運用問題への応用—マルコフ連鎖による多段決定—

Adel Azar, Mehran Hosseiny Farazmand,  
Ali Asghar-Anvary Rostamy  
(Tarbiat Modarres University)

本論文では、貯水池運用問題の数学モデルを開発し、イランにある Karkheh ダムのマルコフ連鎖時系列に関するファジィモデルを作成した。時系列データから計算される月単位の流量のファジィ分割に基づいてマルコフ型の予測モデルを開発した。さらに、この貯水池運用問題に対する動的計画モデルとして、決定論的なモデルとファジィ分割型確率モデルを定式化し、過去のデータを使って貯水池の最適運用に関する比較シミュレーションを行った結果、本論文で提案したファジィ分割型確率モデルによる最適運用の優位性が明らかになった。(田村坦之 訳)

## 擬似モンジュ性を伴う最適要求ハミルトン閉路問題

穴沢 務 (札幌大学)

本論文では、節集合が  $V$  の単純グラフ  $G$  と「要求」の集合  $\{r_{vw} | v, w \in V\}$  が与えられたとき、Hu が提示した最適要求木問題の目的関数に似た関数を最小化するハミルトン閉路を求める問題を考察する。そして、 $G$  が完全かつ  $\{r_{vw}\}$  がモンジュ性と関係の深い逆スーパニック性を満たすとき、ある特殊なハミルトン閉路  $C^*$  (それは陽に定義可能) が最適解であることを示す。興味深いことに、この  $C^*$  は (逆でない) スーパニック性を伴う対称巡回セールスマン問題の最適解でもある。

さらに本論文では、リング型ネットワークの構築に

において逆スプニク性を自然に仮定できる場合があることと、その場合は  $C^*$  が最適なリング型ネットワークとなることを示す。

## 階層構造を有する成長現象の微分方程式モデル—家庭用ゲーム機の販売実績に基づく分析例—

中桐 裕子, 栗田 治 (慶應義塾大学)

本研究は、従来のモデルでは追従しきれない成長現象を記述するモデルとして、階層構造を有する成長現象の微分方程式モデルを取り上げ、考察を加えるものである。ある種の成長現象は、 $n$ 種の性質を順番に取得するといった「階層的な」構造を持っている。そこで本研究では、ある段階の性質を身に付ける個体数の成長速度が、その段階及び直前の段階の性質を入手している個体数に依存するという仮定を設けて、『段階的成長微分方程式モデル』を作成した。同様の仮定から、宅地化を経て市街化面積が広がる様子を上手く記述するモデル等が提案されているが、本研究では、従来の研究にはなかった多段階成長の連立微分方程式に着目して、これに一般解を与える。モデルの適用例としては、特にゲーム機の売上データを取り上げた。ハード購入希望者→ハード購入者→ソフト購入者といった階層的な構造を定式化したモデルを実データに当てはめた結果、発売直後のハード売上を再現するには、段階的成長モデルが有効であることが確認できた。更にこのモデルを応用して、値下げキャンペーンによる売上増を記述できる簡便なモデルを作成することに成功した。過去の分析例や今回の研究結果より、ゲーム機売上の記述に留まらず、他の社会現象の中にも、このモデルによる記述が有効な局面も存在するのではないかと考えられる。

## 多面体ホモトピー法から生じる条件付き線形不等式系の全解列挙法

武田 朗子 (東芝)

小島 政和 (東京工業大学)

藤沢 克樹 (京都大学)

1995年に多面体ホモトピー法が提案されて以来、多項式方程式系の全根列挙問題に関する研究は飛躍的に発展してきた。多面体ホモトピー法はそれまでのホモトピー法に比べて計算量が少なく済むという素晴らしい性質を持つ反面、ホモトピー法に必要な“初期方程式系”を形成するために「条件付き線形不等式系に

対する全解列挙」という新たな組合せ問題が生じてしまう。現在、多項式方程式系の全根列挙に必要な計算時間の約3分の1が、この組合せ問題を解くことに費されており、この部分の高速化が望まれている。

本論文では、条件付き線形不等式系の全解列挙問題に対して、線形計画法の感度分析テクニック、双対理論を使ったアルゴリズムを提案する。また、本アルゴリズムに対して効率の良い並列計算処理が可能であり、並列計算機に実装した結果、今まで解けなかった規模の問題まで扱えるようになった。本アルゴリズムの必要とする計算機メモリーや計算時間などを既存の実験結果と比べることにより、その有効性を検証する。

## 注文量と納期に制約がある動的機械加工工程の最適化モデル

Tian-Syung Lan (Tatung University)

Chun-Hsiung Lan

(Tungnan Institute of Technology)

Long-Jyi Yeh (Tatung University)

機械加工工程の材料除去率の最適制御を行うために、注文量と納期に対して制約がある条件下での、動的加工工程最適化モデルを提期に対する制約条件の下で、動的加工工程最適化モデルを提案する。本論文で提案するモデルは、材料除去率を動的に評価する目的関数を持つ。この連続時間最適制御問題を、変分法を用いて解く手法を提案する。この最適化手法を用いて、製品の納期に対する制約を満足した上で加工コストを最小化する最適解を求めることができる。複数の解から適切なものを選択するための意思決定の規範や、各決定変数が最適解に及ぼす影響を評価する感度解析についても議論する。最後に、実際の機械加工の工程設計問題を取り上げ、最適設計の数値シミュレーションを示す。本論文で提案する手法は、今日の機械加工産業において加工工程設計を行う生産管理エンジニアにとって重要な貢献である。(茨木創一 訳)

## エネルギー制約のある離散搜索割当ゲーム

宝崎 隆祐, 飯田 耕司, 小宮 享

(防衛大学校)

搜索者は搜索努力を搜索空間に投入しつつ逃避者の探知に努め、逃避者は搜索者から逃れるように自らの移動パスを決めることによりプレーされるゲームを搜索割当ゲームと呼ぶ。論文は、このゲームを離散時間、離散空間上で扱っている。搜索努力には、各時点での

において逆スプニク性を自然に仮定できる場合があることと、その場合は  $C^*$  が最適なリング型ネットワークとなることを示す。

## 階層構造を有する成長現象の微分方程式モデル—家庭用ゲーム機の販売実績に基づく分析例—

中桐 裕子, 栗田 治 (慶應義塾大学)

本研究は、従来のモデルでは追従しきれない成長現象を記述するモデルとして、階層構造を有する成長現象の微分方程式モデルを取り上げ、考察を加えるものである。ある種の成長現象は、 $n$ 種の性質を順番に取得するといった「階層的な」構造を持っている。そこで本研究では、ある段階の性質を身に付ける個体数の成長速度が、その段階及び直前の段階の性質を入手している個体数に依存するという仮定を設けて、『段階的成長微分方程式モデル』を作成した。同様の仮定から、宅地化を経て市街化面積が広がる様子を上手く記述するモデル等が提案されているが、本研究では、従来の研究にはなかった多段階成長の連立微分方程式に着目して、これに一般解を与える。モデルの適用例としては、特にゲーム機の売上データを取り上げた。ハード購入希望者→ハード購入者→ソフト購入者といった階層的な構造を定式化したモデルを実データに当てはめた結果、発売直後のハード売上を再現するには、段階的成長モデルが有効であることが確認できた。更にこのモデルを応用して、値下げキャンペーンによる売上増を記述できる簡便なモデルを作成することに成功した。過去の分析例や今回の研究結果より、ゲーム機売上の記述に留まらず、他の社会現象の中にも、このモデルによる記述が有効な局面も存在するのではないかと考えられる。

## 多面体ホモトピー法から生じる条件付き線形不等式系の全解列挙法

武田 朗子 (東芝)

小島 政和 (東京工業大学)

藤沢 克樹 (京都大学)

1995年に多面体ホモトピー法が提案されて以来、多項式方程式系の全根列挙問題に関する研究は飛躍的に発展してきた。多面体ホモトピー法はそれまでのホモトピー法に比べて計算量が少なく済むという素晴らしい性質を持つ反面、ホモトピー法に必要な“初期方程式系”を形成するために「条件付き線形不等式系に

対する全解列挙」という新たな組合せ問題が生じてしまう。現在、多項式方程式系の全根列挙に必要な計算時間の約3分の1が、この組合せ問題を解くことに費されており、この部分の高速化が望まれている。

本論文では、条件付き線形不等式系の全解列挙問題に対して、線形計画法の感度分析テクニック、双対理論を使ったアルゴリズムを提案する。また、本アルゴリズムに対して効率の良い並列計算処理が可能であり、並列計算機に実装した結果、今まで解けなかった規模の問題まで扱えるようになった。本アルゴリズムの必要とする計算機メモリーや計算時間などを既存の実験結果と比べることにより、その有効性を検証する。

## 注文量と納期に制約がある動的機械加工工程の最適化モデル

Tian-Syung Lan (Tatung University)

Chun-Hsiung Lan

(Tungnan Institute of Technology)

Long-Jyi Yeh (Tatung University)

機械加工工程の材料除去率の最適制御を行うために、注文量と納期に対して制約がある条件下での、動的加工工程最適化モデルを提期に対する制約条件の下で、動的加工工程最適化モデルを提案する。本論文で提案するモデルは、材料除去率を動的に評価する目的関数を持つ。この連続時間最適制御問題を、変分法を用いて解く手法を提案する。この最適化手法を用いて、製品の納期に対する制約を満足した上で加工コストを最小化する最適解を求めることができる。複数の解から適切なものを選択するための意思決定の規範や、各決定変数が最適解に及ぼす影響を評価する感度解析についても議論する。最後に、実際の機械加工の工程設計問題を取り上げ、最適設計の数値シミュレーションを示す。本論文で提案する手法は、今日の機械加工産業において加工工程設計を行う生産管理エンジニアにとって重要な貢献である。(茨木創一 訳)

## エネルギー制約のある離散搜索割当ゲーム

宝崎 隆祐, 飯田 耕司, 小宮 享

(防衛大学校)

搜索者は搜索努力を搜索空間に投入しつつ逃避者の探知に努め、逃避者は搜索者から逃れるように自らの移動パスを決めることによりプレーされるゲームを搜索割当ゲームと呼ぶ。論文は、このゲームを離散時間、離散空間上で扱っている。搜索努力には、各時点での

利用総量に制約がある。また、逃避者の移動には、各時点での移動可能範囲に制約があり、かつ移動にはエネルギー消費が伴うとした場合のエネルギー消費総量に制約がある。ゲームの支払関数は逃避者の探知確率である。論文では、この離散ゲームの解の存在を証明し、線形計画法による2つの解法を提案している。1つは逃避者側の戦略として定義通りに逃避パスを採用した解法、他の1つは存在確率を変数として動的計画法を用いた解法である。前者は、逃避者のパス全体を

羅列する必要があるため大きなサイズの問題を解くことは困難であるが、単純で明快な解法であり、逃避者の厳しい移動制約によりパス集合が小さくなる場合に有効である。後者は、必要とするメモリサイズが多項式オーダーですむため大きな問題にも適用可能である。さらに、問題を主問題または双対問題として取り扱うことによりプレイヤーの他の制約条件も柔軟に取り込むことが可能で、様々なモデルに適用できることが論文で示されている。