

## 1 制限方式とゲート方式の混在する多重 M/G/1 待ち行列の解析

平山 哲治(筑波大学)

我々は、1 制限方式とゲート方式の混在する M/G/1 優先権待ち行列を考察する。システム内の客は、優先権を持つ複数のグループに分割されている。グループ 1 の優先権が一番大きく、以下グループ 2, ..., グループ  $J$  となっている。さらに、 $L_i$  クラスの客がグループ  $i$  内に存在することにする。各グループ内でとられるサービス方式によって、それらのグループは 1 制限グループとゲートグループに分けられる。さらに、ゲートグループは、サービス施設内での各クラスのサービス順序により、FCFS 方式のグループと優先度順方式のグループに分けられる。この待ち行列は、従来考察されてきたゲートバッチ方式、純ゲート方式、固定優先権 (HOL) 方式などとする優先権待ち行列を含んでいる。

グループやクラスが複合し、かつサービス方式の混在するこれらのシステムの平均待ち時間を求める解析法を本論文では示した。優先権待ち行列の全稼働期間の期待値を解析することにより、客が到着した時点でのシステムの状態を条件とする待ち時間の条件付き期待値をまず求める。定常なシステムの平均待ち時間は、その条件付き期待値がシステムの状態に関してある種の線形性を持つことから (リトルの公式と PASTA を用いると) 自然に導かれる。平均待ち時間や平均系内容数が行列を用いて表現される。

## 制御されたマルコフ集合連鎖の割引を考慮しない場合の最適政策

保坂 正徳, 蔵野 正美(千葉大学)

数理モデルを適用して実際の問題を解析する場合、適用するモデルは実際問題に対する近似モデルと考えられる。従って、近似に対して頑健性や柔軟性をもつモデルが有効とされる。有限状態非斉次マルコフ決定過程の推移確率行列の変動範囲を区間で記述した、頑

健性と柔軟性に富むモデルとして制御されたマルコフ集合連鎖が考えられる。

本論文はマルコフ集合連鎖モデルについて、各期の期待利得のアーベル和の最大化問題を扱っている。ある正則条件の下で、割引率を考慮した総期待利得に対して、割引率を 1 に近づけたときの漸近的性質を角谷の不動点定理を適用して解析し、定常政策に対する各期の期待利得のアーベル和の集合は閉区間で表されることが示される。また、政策改良法を用いて最適方程式を導出し、最悪のシナリオのもとでのアーベル和 (閉区間の左端点) を最大にする政策の中で最良のシナリオのもとでのアーベル和 (閉区間の右端点) を最大にする最適政策が求められている。ここで用いたアイデアや計算法の数値例として、おもちゃ製造者の問題が取り扱われている。

## 数値逆変換を目的とする確率密度関数のラプラス変換を用いた無限列表現法

Joseph Abate, Ward Whitt(AT & T)

待ち行列とそれに関連するモデルに現れる確率密度関数や分布関数などをラプラス変換形から数値的に変換して求めるためには、そのラプラス変換の値を計算することが必要になる。多くの場合、求めるべきラプラス変換の値 (例えば待ち時間の分布関数) は、そのラプラス変換の構成要素となる確率密度関数 (例えばサービス時間の確率密度関数) のラプラス変換が計算できる場合について計算できることになる。しかしながら、その確率密度関数が純粋に指数分布の裾野をもたない場合については、その形が陽に与えられているものは少ない。

この問題を改善するために、本稿では確率密度関数のラプラス変換を無限列を用いて表現する方法を提案し、それらをラプラス変換の値を計算するのにどのように利用することができるのかを示す。この無限列を用いた表現の基礎として、指数分布のラプラス変換形、ラゲール関数、アーラン分布のラプラス変換形を用いる。また、この無限列表現のために、いくつかの特殊

な確率密度関数族を関与した。さらに、この無限列表現から確率密度関数の形を漸近的に定める方法について示すとともに、その形を保つための打ち切り法について示す。(紀一誠 訳)

## 投票者の許容範囲とシンプルゲームのコアの関係について

山崎 輝, 猪原 健弘, 中野 文平  
(東京工業大学)

党派が形成されるような社会集団での投票による意思決定状況は、従来、協力ゲームの特別な形であるシンプルゲームで記述され、社会選択へのゲーム理論的アプローチとして様々な研究がされてきた。本論文では、今まで考慮されてこなかった「意思決定主体の意見の柔軟性」を扱うために「投票者の許容範囲」という概念をシンプルゲームの枠組に導入し、また、「意見調整ゲーム」や「敗因分析ゲーム」という、投票状況の新たなモデルを用いることで、「意思決定主体の意見の柔軟性」が意思決定に与える影響を調べる。分析の結果、1) 従来のシンプルゲームを用いたモデルは、本論文で提案する「意見調整ゲーム」の特別な形であること、2) 直接の投票では決定が得られない場面でも、調整可能な意見が存在しうること、3) 複数の党派の意見の相違は十分な情報交換を行うことで解消できること、そして特に、4) シンプルゲームの解概念として提案されているコアと決定案の間には「シンプルゲームのコアは各意思決定主体が後悔のない許容範囲を取ったときの安定した代替案の集合である」という関係が成立すること、が明らかになる。

## 遺伝的アルゴリズムを用いたファジィ推論ルールの最適化とその債券格付への応用

譚 康融, 時永 祥三(九州大学)

本論文ではファジィ推論ルールを用いて判別分析を行う場合に、メンバーシップ関数の形状を遺伝的アルゴリズム(GA)を用いて最適化する方法を示し、応用例として債券格付への適用を示している。簡易型ファジィ推論ルールでは、それぞれのルールに付随するウェイトをニューラルネットワーク設計において使用する逆伝播法により最適化することができる。しかし、ファジィ集合に対応するメンバーシップ関数の形状が最適でない場合には判別能力が低下する。本論文では、GAを用いてこの形状を最適化する部分を全体のアルゴリズムに組み込んでいる。メンバーシップ関数の特

徴点をGAにおける個体として表現し、それぞれの個体に対応して得られるファジィ推論システムの評価(判別効率)を求め、これをGAにおける個体の適度として用いてGAを適用する。応用例として企業の公表する財務データを用いて債券の格付けを予測するシステムを構成し、GAを用いない場合より改善されることを確認し、本手法の有効性を示している。

## 同一種類の2機械におけるベイズ的逐次スケジューリングに関する考察

濱田 年男(神戸商科大学), 玉置 光司(愛知大学)

同じ性能を持つ2台の機械を用いて、2つのタイプのジョブ $J_0$ と $J_1$ を、それぞれ $m$ 個、 $n$ 個ずつ加工するものとする。ジョブ $J_0$ および $J_1$ を1つ加工するのに要する時間は、それぞれパラメータ $u$ および $v$ の指数分布に従うものとする。 $u$ の値は既知であるが、 $v$ の真の値は未知であり、 $v$ はパラメータ $w$ と $\alpha$ のガンマ分布を事前分布として持つことが事前情報として与えられているものとする。1つのジョブの加工を開始してから加工を完了するまでの間に、加工の中断はないものとする。目的は滞留時間の和の期待値を最小にすることである。ベイズ的観点から、この問題の構造を明らかにして動的計画法により定式化し、再帰方程式を求めた。さらに特殊な場合として、 $n=1$ の場合および $m=1$ の場合を考え、前者については滞留時間の和の期待値を明示的に表現し、最適解を明らかにした。また後者の場合には、すでに $J_0$ が加工開始されている場合には、滞留時間の和の期待値を明示的に表現し、そうでない場合には再帰式を含む形で表現した。

## 混合先行制約を有する単一機械スケジューリング問題

Eugene Levner

(Center for Technological Education Holon),

Milan Vlach(北陸先端科学技術大学院大学)

本論文は、通常の先行制約とファジィ先行制約を同時に有する一般的な先行制約構造を持つ単一機械スケジューリング問題を扱う。スケジュールはコストだけでなく先行制約を満たす度合によっても評価される。この二目的スケジューリング問題の非劣解を求める $O(m \log n + \max(n^2, kn^2))$ 時間アルゴリズムを提案する。ここで、 $n$ はジョブ数、 $k$ はファジィ制約の数、 $m$ は先行制約の総数を表す。(加藤直樹 訳)

## ランダムなバックオーダー率を有する確率的在庫モデルのためのミニマックス・ノンパラメトリック手順

Liang-Yuh Ouyang, Bor-Ren Chuang  
(Tamkang 大学)

本論文で解析する確率的在庫モデルでは、受注残率が確率変数であるような連続検査及び定期検査の2つのモデルを取り扱う。受注残と販売機会損失の両方を有するこれらの2つのモデルのそれぞれに対して我々は、リードタイム需要と検査期間需要の平均と分散は既知であるがそれらの確率分布は未知であると仮定する。また、これらのモデルにおいては、品切れコストの項が目的関数に含まれる代わりに、サービスレベルが制約条件として付加されている。我々は、それぞれのモデルに対して最適解を見つける手順を開発する。それに加えて感度解析も実行する。(野村淳二 訳)

## 監視経路設定問題における対象船舶分割による局所解について

小宮 享, 森 雅夫(東京工業大学)

我が国周辺を航行する一般船舶の航路保全及び不審

船舶の早期発見/対処を目的とした、航空機による監視活動を実施する際の基準となる経路を局所最適化手法により効率的に設定する方法を、私たちはこれまで提案してきた。この方法では、予め設定した初期経路から始めて、対象領域に存在する全船舶を対象として経路を構成する各端点を移動して経路を更新していくために、船舶が比較的高密度に存在する部分領域へ端点が集中したり、その付近での期待発見船舶数を過剰に計上してしまう等の問題があった。本論文では、対象海域の船舶を分割し、各端点の移動に関わる船舶を制限した局所最適化の手法を提案し、それにより経路を構成している。さらに分割した船舶に対し、基準経路に沿って飛行する際の海上に船舶を発見する確率の対称性を利用したヒューリスティックスによる経路の決定方法を提案している。これらのいずれの方法でも、高密度領域への端点の集中が解消され、実運用に適した経路が構成される。