

氏 名	うめ たに しゅん じ 梅 谷 俊 治
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	情 博 第 73 号
学位授与の日付	平成 15 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	情 報 学 研 究 科 数 理 工 学 専 攻
学位論文題目	Studies on Local Search Approaches to One Dimensional Cutting Stock Problems (1次元カッティングストック問題に対する局所探索法に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 茨 木 俊 秀 教 授 福 嶋 雅 夫 教 授 中 村 佳 正

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、現実社会に現れる複雑な構造を持つ組合せ最適化問題の1つである1次元カッティングストック問題に対して、より適切な数理モデルと局所探索法に基づく近似解法の提案を行い、その諸結果をまとめたものである。

第1章は序論であり、まず、組合せ最適化問題に対する近似解法である局所探索とメタ戦略について説明を行い、次に本論文で対象とする1次元カッティングストック問題の研究背景を述べている。カッティングストック問題は、鉄鋼、繊維、製紙など多くの素材産業において、様々な形状や大きさの製品を顧客の注文に応じて、定型の母材から切出す問題であり、1本の母材から切出される製品の組合せ(カッティングパターン)を何回か適用することで各製品を必要量生産することが求められる。このとき、材料費に対応する使用母材数、余剰製品によって生じる在庫費、工程費の主要な部分を占めるカッティングパターンの段取り替え数などの最小化が目的となるが、本研究では、入力パラメータとして段取り替え数制約を導入して、使用母材数と段取り替え回数の調整を可能としている。

第2章では、段取り替え数制約付き1次元カッティングストック問題に対して、2パターン入れ替え近傍を用いた局所探索法を提案している。また、使用カッティングパターンの適用回数を計算する整数計画問題に対し、整数条件を緩和した線形計画問題から高速に近似解を求めている。数値実験では、他の発見的解法と性能比較を行い、提案解法によれば、より少ない段取り替え数で他解法と同等の使用母材数を達成できる事を確かめた。

第3章では、第2章と同じ問題に対して、線形計画法に基づく1パターン入れ替え局所探索法を提案している。提案解法では、子問題である線形計画問題における双対定理を利用して改善に寄与する製品を選択し、これに基づいてカッティングパターン候補を限定しつつ近傍を構成している。また、局所探索法の実行では、子問題を解く際に得られるシンプレックス表を再利用することで、線形計画法による計算の大幅な高速化に成功した。数値実験では、第2章で提案した局所探索法と性能比較を行い、提案解法が小さい近傍を用いているにも関わらず、同等に近い性能が得られる事を確かめた。

第4章では、現実の化学繊維産業で生じる問題を基に、段取り替え数制約のもとで注文に対する過不足の2乗和を最小化する1次元カッティングストック問題を考察し、1パターン入れ替え局所探索法を提案している。提案解法では、暫定解から1パターンを取り除いた際に生じる各製品の不足注文数を基にパターン候補を生成している。また、カッティングパターンの適用回数を計算する整数2次計画問題に対し、整数条件を緩和した問題から近似解を高速に求めて使用している。数値実験では、他の発見的解法と比較を行い、より少ない段取り替え数で他解法と同程度の母材数を達成できる事を確かめた。

第5章は結論で、以上の結果をまとめて本研究を総括し、本論文の結果が、近年、大規模・複雑化する産業分野における、複雑な構造を持つ組合せ最適化問題に対する解法の1つの範例となる事を述べている。

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、実用上重要な組合せ最適化問題である1次元カッティングストック問題に対して、より適切な数理モデルと局

所探索法に基づく近似解法の提案を行い、その諸結果をまとめたものである。得られた主な結果は以下の通りである。

1. 近年の材料費の低下と人件・設備費の高騰から、パターンの段取り替え作業の削減が求められている現実を基に、段取り替え数制約付き1次元カッティングストック問題を提案し、顧客の要求に応じて使用母材の本数と段取り替え回数の調整を可能とした。
2. 段取り替え数制約付き1次元カッティングストック問題に対して、2パターン入れ替え局所探索法を提案した。提案解法では、改善に寄与する少数の候補を探索するだけで、精度の高い近似解を効率良く得る事に成功した。
3. 同じ問題に対して、線形計画法に基づく1パターン入れ替え局所探索法を提案した。とくに、線形計画問題の双対定理を利用して、効率の良い入れ替えカッティングパターン生成法を提案した。また、この際用いられる線形計画法による計算の大幅な高速化に成功した。
4. 現実の化学繊維産業で生じる問題を基に、段取り替え数制約のもとで、注文に対する過不足の2乗和を最小化する1次元カッティングストック問題を提案し、1パターン入れ替え局所探索法を用いて、精度の高い近似解を効率良く得る事に成功した。
5. 数値実験により、これらの提案解法がより少ない段取り替え回数で、他の発見的解法と同程度の使用母材数の近似解を得る事を示した。また、入力パラメータである段取り替え回数を変更する事で、顧客の要求に応じて使用母材の本数と段取り替え回数の調整が可能である事を確認した。

以上、本論文は、重要な最適化問題の1つである1次元カッティングストック問題に対して、実用的見地に立った数理モデルの構築と、数理計画法及び発見的手法に基づく効率の良い局所探索法の提案を行い、研究結果をまとめたもので、学術上、実際に寄与するところが少なくない。よって本論文は、博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成15年1月31日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果、合格と認めた。