氏　　名	こ　きげん **胡　貴彦**
学位(専攻分野)	博　士（工学）
学位記番号	博甲第 399 号
学位授与の日付	平成 17 年 9 月 26 日
学位授与の要件	学位規程第 3 条第 3 項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科　情報・生産科学専攻
学位論文題目	**立体自動倉庫における最適スケジューリング問題に関する研究**
審査委員	(主査) 教授　木瀬　洋 教授　森　武宏 教授　黒江康明 助教授　大倉弘之

論文内容の要旨

本論文は、サプライチェーンマネージメント（ＳＣＭ）において重要な役割を担っている大規模立体自動倉庫を効率的に運用するための最適スケジューリング問題を８章（122 頁）にわたって論じている。

第１章は、序論として、立体自動倉庫を中心としたＳＣＭにおける物流計画・スケジューリング問題を体系的に延べ、本研究の位置づけと共に本研究の意義を明確にしている。

第２章は、本研究で取り上げる問題を組合せ最適化問題として捉え、本研究に関連する代表的な組合せ最適化問題を概説している。

第３章は、一群のビークルが単一ループ経路上を一定の順序でくり返し巡回しながら経路に配置されている多数のステージで荷物の搬入・搬出を含む業務（ジョブ）を行う搬送システムの最適ビークルルーティングシステム（PCVRS）を論じている。PCVRS ではビークル間において追い抜きが許されないためビークル台数が増すと干渉が発生する。本研究は従来のビークルルーティング方式を改善し、干渉回数がより少なくて済む新たなビークルルーティング法を提案し、その効果を数式シミュレーションによって確かめている。

第４章は立体自動倉庫におけるスタッカークレーン型保管庫のモデルを詳述している。

第５章は保管棚の入出庫口がスタッカークレーンの平均巡回時間に及ぼす影響を数値シミュレーションによって検討している。

第６章は、保管棚に入庫及び出庫すべき品が多数あるときそれらをスタッカークレーンのくり返し巡回によって処理することを検討している。このため入出庫品の集合を各巡回で運べる小グループに分割し（サブグループ化)、各巡回における入出庫品の組合せ（ペアリング）およびその巡回経路の決定（ルーティング）という３種の決定の同時最適化すなわち平均巡回時間最小化問題を取り上げている。この問題の解空間が問題規模と共に指数関数的に増大することを示し、効率的な厳密解法は難しいことを確認した上でタブーサーチに基づく近似解法を提案している。数値シミュレーションによって提案した近似解法の性能を評価している。

第７章は第６章の問題を最大巡回時間と平均巡回時間を同時に最小化する多目的最適化問題に拡張して、この問題に対しても提案した近似解法が有効であることを確かめている。

第８章は結論である。

論文審査の結果の要旨

本論文の主要な成果はサプライチェーン下における大規模立体自動倉庫の効率的運用を目的として立体自動倉庫内における以下の２種の搬送システムの最適化に関して新たな知見を加えたことである。

１）順列循環型ビークル・ルーティングシステムの最適化（論文１）、２)）：この研究では、倉庫出入口と保管棚の入出庫口の間に存在する順列循環型搬送システムにおいてこれまでに提案されていたビークル・ルーティング法を改善した手法を提案し、その効果を理論および数値シミュレーションによって検証している。

２）保管棚における最適入出庫スケジューリング（論文 3）,4)）：多数の荷物を入出庫するために立体保管棚間を自動的に走行するスタッカークレーンのスケジューリングという新たなスケジューリング問題を取り上げている。この問題は従来のオーダーピッキング問題を拡張した問題である。すなわち、オーダーピッキング問題は平置き棚から多数の荷物を一度に集荷することを前提にしているのに対し、スタッカークレーンは自動化の制約により一度に数個の荷物しか保持出来ないため多数回の巡回を行う。また、各巡回で入庫と出庫を同時に行う。このため巡回ごとの入出庫品組合せとその巡回経路の決定という複数の決定に対する同時最適化問題が発生する。ここでは組合せ最適化の立場からこの問題の計算複雑さを明らかにし、また、メタヒューリスティクスの一つであるタブーサーチに基づいた実用的な近似解法を提案し、その性能を実倉庫の条件に基づいて検証している。

本研究の内容は、下記の学術雑誌論文集に２編（2）,3)）および国際会議論文集に２編（1）,4)）に発表されている。いずれの論文も査読審査を経ている。

１） Hiroshi Kise, Guiyan Hu, Mingzhe Lu, Tao Li: Heuristics for improving operational performance of permutation circulation-type vehicle routing system, *Proceedings of the 10th International Manufacturing Conference in China (IMCC 2002)*, Xiamen, China, Oct. 2002, PANEL 2-143 (CD-ROM)

２）呂明哲、胡貴彦、木瀬洋：順列循環型ビークル・ルーティングについて、*システム制御情報学会論文誌*、第 16 巻 第 9 号 433 頁～438 頁 （2003 年）

３）胡貴彦、木瀬洋,徐悦東：立体自動倉庫における入出庫スケジューリングの最適化、*システム制御情報学会論文誌*、第 18 巻 第 4 号 157 頁～164 頁 （2005 年）

４） Guiyan Hu, Hiroshi Kise, Changzheng Xie: Tabu-based Optimization for Inpu/Output Scheduling in Automated Warehouse, *MIC2005: The Sixth Metaheuristics International Conference,* Vienna, Austria, August 22-26, 2005 (accepted)