

## 別紙 4

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

## 主 論 文 の 要 旨

論文題目

**Operations Management of Seaport Terminals  
in the Global Logistics Environment**  
(グローバルロジスティクス環境下における  
港湾のオペレーションズマネジメント)

氏 名

楊 文賀

## 論 文 内 容 の 要 旨

近年、世界の国や地域間の貿易量が急速に増加することにより、国際海上輸送量も年々増加してきた。そして、国際物流拠点としての港湾の役割がますます重要になり、港湾間の競争も激しくなってきた。ここで、特に貨物取扱量は国や地域の経済力や競争力を表す指標として用いられる。港湾は土地、荷役機械、人員、資金などの資源を用いて、オペレーションズ機能を遂行し、物流サービスを創出する組織でもある。したがって、オペレーションズマネジメントの観点から、経営資源であるインプットを如何に有効に統合し、利用して、港湾システムの効率を向上できるかということは重要な課題である。

本論文は、情報や通信に関する技術（Information and Communication Technology, 略称 ICT）に着目し、ICTシステムの活用による港湾（主にコンテナターミナル）のオペレーション・機能における行政面および運営面への効果を検証することを主要な目的とする。そのために、詳細に検討すべき問題として、次の項目を挙げることができる。

第1に、ICTシステムの港湾における行政および運営上の役割について明確にする。具体的には、輸出入貨物の通関業務およびコンテナターミナルにおけるオペレーション（荷役作業）の流れを分析し、ICTシステムの役割および利用効果を検討する。

第2に、ICTシステムでは、港湾ターミナルでの膨大な作業記録が記録されている。コンテナターミナルにおける荷役作業のプロセスを明確にした上で、そのリアルタイムの追跡データを活用して、ターミナルシステムの集計データおよび作業特徴を把握

し、システムを分析する。

第3に、コンテナターミナルシステムの特徴を解明した上で、ICTシステムで記録したデータを活用し、ターミナルの作業効率向上を果たすために、各種荷役機械の効率や配置問題について分析する。

本論文は上述した問題意識のもとに、グローバルロジスティクス環境下における港湾に関するオペレーションズマネジメントの観点から体系化を目指すものである。本論文は緒言および結言を含む7つの章で構成されている。

第1章「緒言」では、本論文における研究の背景と動機づけ、目的および構成を述べた。

第2章「港湾における資源配分とコントロールの課題」では、オペレーションズマネジメントの定義、港湾における行政的ならびに運営的な機能について整理したうえで、コンテナターミナルにおける資源配分や意思決定などの諸問題の概要と研究の範囲について総括した。そして、シミュレーションモデルの構築およびコンテナターミナルに関するシミュレーションモデルの階層について述べた。

第3章「先行文献レビュー」では、大別して2つの分野に関する先行研究について検討した。1つ目はターミナルデザイン（戦略レベル）、荷役機械の配置（業務計画レベル）、システム最適化に関する研究に関して関連するシミュレーション研究について概観した。2つ目は港湾および他のロジスティクスシステムにおける、ICTシステムの応用に関して検討した。

第4章「港湾における情報通信システムの応用」において、主に2つのICTシステムについて、日本の港湾に関して2つの観点から検討した。1つ目は電子通関システムである。通関は、輸入商品の入国前と輸出商品の出国前に、税関や関連の政府機関に申告することであり、従来、煩雑な手続きを経て多くの書類を所管省庁に提出しなければならなかった。日本の港湾では過去の早い段階でICTシステム導入したものの、各省庁各自のシステムを構築し、申告時にそれぞれのシステムに申告書を提出しなければならず、重複する項目が多くあり、手続きが煩雑であった。そこで、国際的な競争力を確保する目的で、港湾リードタイムを短縮するために、2003年10月からシングルウインドウシステム（Single-Window System）が導入され、輸出入・港湾関連情報処理システムNACCSを基に4段階に分け、10年もの年月をかけてシステムを統合することにより、すべての通関手続きが1つのウインドウに統合された。その結果、重複した申告事項の提出が省略され、通関時間が大幅に短縮した。ICTシステムの統合により通関業務の簡素化を果たすことができた。そして、もう1つはターミナルオペレーティングシステム（Terminal Operating System, TOS）である。TOSは、ターミナル内外の貨物・機械・人員の情報を管理し、シームレスかつ効率的な管理を目指したシステムである。名古屋港統一コンテナターミナルシステム（NUTS）を実例とし、そのシステムの構成および情報記録の流れを明らかにした。さらに、実際のGPSデータを解析することにより、コンテナ荷役作業の内容が詳細に解明し、TOSを通じ、貨物と荷役機械の情報の「見える化」が実現できた。そして、システムの情報に基づ

いて、リアルタイムに管理できるため、ターミナルオペレーションを効率的かつ機能的に行うことができる。さらに、本論文ではシステムで記録されたリアルタイムデータをシステム分析にも活用することにする。

第5章「システムデータの分析および積卸しプロセスのモデリング」では、第4章で言及した TOS (NUTS) で記録したリアルタイム追跡データの分析方法を述べた。TOS で1日に記録したデータは大量にあるため、その中から活用できる情報を抽出することにする。分析目的としては、対象ターミナルシステムの特徴の把握と分析、およびシミュレーションモデルのインプットデータの生成の2つが挙げられる。データファイルは船の情報データ、ヤードオペレーションデータ、ヤード在庫データに大別される。荷役機械のトランスファクレーン (Transfer Crane, 略称 TC) の作業時間とその作業特徴を得るために、ヤードオペレーションデータの処理をするための VBA (Visual Basic for Application) プログラムを構築した。VBA ロジックの流れとして、はじめに、システムデータ (112 項目) から、必要とされるデータ (13 項目) を抽出する。そして、計算の利便性のため、データのフォームと時間の表示を変え、その後、TC の走行距離を計算し、TC の作業開始時刻および作業時間を計算する。TC は隣接した作業での走行距離を計算するとき、5 つの移動パターンを考慮する必要がある。作業開始時刻を計算するときもシステムから指示をする時刻は2つの場合がある。そのような場合をすべて考慮し、プログラムを構築し、計算した情報を新しいファイルに移転し、さらなる分析を実施した。そして、処理したデータファイルと、他のシステムデータファイルとの統合・整理により、ターミナルシステムのいくつかの特徴を把握することができた。たとえば、統計量を収集する期間中におけるコンテナサイズと種類の比率、荷役機械の処理時間、走行特徴、装置ヤードでの輸出・輸入コンテナのブロック配分など、数多くの情報とパラメータを得ることができた。そして、得られたデータやシステムの特徴より、インプットデータを生成し、積卸しプロセスのシミュレーションモデルを構築した。実験を実施したうえで、アウトプット結果により、データおよびパラメータの妥当性を検証した。

第6章「シミュレーションモデルにおける荷役機械の効率分析」では、港湾のコンテナターミナルにおいて、本船作業中のトレーラの配分問題が検討されている。複数のガントリークレーンへのコンテナ荷役量がそれぞれ異なる種々の状況下において、ガントリークレーンへのトレーラの割当て方法の相違による作業パフォーマンスへの影響を評価するために、現状の方法に対して複数の改善案を提案し、シミュレーション実験を実施し評価した。シミュレーションモデルのロジックはコンテナ船着港、輸入コンテナの積卸し作業、輸出コンテナの積上げ作業、およびコンテナ船離港の4つのサブモデルに分けられ、モデルはオブジェクト指向のシミュレーション言語である Simio を用いて構築した。トレーラ選択原則は現場で一番実行しやすい貪欲法、すなわち、荷役作業に一番近く空いているトレーラから選ぶという規則を設定した。そして、輸入コンテナのヤードでは、輸入コンテナの積卸し作業以外、構外トラックのコンテナ引受け作業も考えたうえで、実験を行った。その結果、

トレーラの割当てに関して適度に柔軟性をもたせたほうが作業パフォーマンスは良い、との知見を得た。

最後の第7章「総括」では、本論文の結論と残された課題を述べた。本論文では、港湾における通関業務とターミナルオペレーションにおいて ICT 応用の効果についてそれぞれ検討した。電子通関とシステム統合の推進により、港湾通関手続きのワンストップ化が実現された。また、コンテナターミナルでは、オペレーションプロセスの管理ができ、荷役作業情報の「見える化」が達成された。次に、ICT システムで記録されたデータを開発したプログラミングで処理し、データファイル間の集計により、システムの特徴を分析できた。そして、その集計データを活用し、インプットデータを生成した。さらに、シミュレーションモデルを構築し、荷役機械の効率や配置についての検討案と最適案分析した。これらの分析により、本研究は体系的 ICT システムの活用により港湾のオペレーションズ機能への効果を検討した。

最後に、残された課題として、次の2点を挙げた。

第1に、行政手続きが行われる時間や処理時間など具体的なデータを得ることができれば、通関手続きの処理プロセスをシミュレーション手法で分析することができ、行政部門の勤務時間や、開港時間延長の可能性の検討を行うことができる。

第2に、シミュレーションモデルの構築方法について、本研究では、コンテナはヤードでの位置をブロックによって表示したのであるが、スロットの座標は表示されていなかった。シミュレーション実験では、トレーラの走行距離と走行時間に影響はないと考えられる。他方、TC の走行距離に影響があると考えられることから、それを解決するために TC の作業時間には、集計データから TC 平均移動時間を加えた。そこで、ヤードにおいて、コンテナの詳細な座標を表示することができれば、シミュレーションモデルのさらなる精緻化を図ることにより、コンテナヤードにおけるコンテナの段積み方式・リーハンドリングに関するさらなる研究へと発展させることができる。