



# グローバルサプライネットワークにおける最適拠点 配置設計に関する研究

古賀, 康隆

---

(Degree)

博士 (工学)

(Date of Degree)

2016-09-25

(Date of Publication)

2018-09-25

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第6748号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1006748>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



## 論文内容の要旨

氏 名 \_\_\_\_\_ 古賀 康隆 \_\_\_\_\_

専 攻 \_\_\_\_\_ 神戸大学大学院システム情報学研究科 \_\_\_\_\_

論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記すること。)

グローバルサプライネットワークにおける

最適拠点配置設計に関する研究

指導教員 \_\_\_\_\_ 貝原 俊也 教授 \_\_\_\_\_

(注) 2,000字～4,000字でまとめること。

本論文は、グローバルサプライネットワークを構築するための拠点配置設計の初期段階に注目し、数理的最適化技術を実務の中に適用していくことを最優先に考えた、最適拠点配置設計手法に関する研究成果をまとめたものである。

生産者から顧客まで製品を供給するグローバルなサプライネットワークの拠点配置設計には戦略レベルとオペレーショナルレベルがある。戦略設計レベルでは、拠点配置設計の初期段階であるが故に、その時点で知りえる情報と知りえない情報が存在する。従来、知りえる情報となる販売戦略と生産戦略に基づき、コスト最小でリスクの少ない拠点配置を決定していくプロセスは人依存であることが多い。往々にしてあるのは、設計担当者が良く知っている国や都市を並べての比較や関係会社の事例調査による比較など、一部に偏った一次選定を実施してしまった後に詳細評価に入る例である。グローバルビジネスへ拡大する重要な意思決定プロセスにおいて、このような段階で人依存の意思決定に欠陥が生じた場合、ビジネスそのものを台無しにしてしまう恐れも出てくる。このようなサプライチェーン戦略設計段階で知り得る情報を有効活用した、実ビジネスに適用可能な数理的最適拠点配置設計手法を構築することは、グローバル展開を進める企業にとって重要である。

そこで本論文では、戦略設計レベルにおけるグローバルサプライネットワークの拠点配置設計に関する2つの課題を取り上げる。第1の課題は、戦略設計レベルである故に知りえる情報が少ない状況であっても、企業損益を決定付けるコスト最小となる工場配置問題を数理的最適化手法で解くための数理モデルを作り上げることである。第2の課題は、企業損益だけでなくキャッシュフローを悪化させる要因となる在庫増加リスクを評価できる数理モデルを作り上げることである。そして、第1の課題について戦略設計レベルで知りえる情報を使った近似的なコスト基準の数理的最適化手法を提案する。第2の課題については第1の課題で提案した近似的なコスト基準の数理的最適化手法を拡張し、コストと在庫増加リスクの両方を評価できる数理的最適化手法を提案する。その上で提案手法の実務への応用を試みる。

本論文は、全5章から構成される。

第1章の序論では、戦略設計段階でのサプライネットワーク拠点配置設計の重要性を示す。先行研究をコスト基準の拠点配置設計、在庫を考慮した拠点配置設計、リスクを考慮した拠点配置設計に分類しその特徴を述べるとともに、戦略設計レベルとオペレーショナル設計レベルで評価の対象とするロジスティクスネットワークモデルの粒度が違っていることを説明する。その上で、本論文の目的と位置づけを明らかにする。

第2章では、グローバルサプライネットワーク戦略設計段階における、コスト基準の工場配置設計手法の提案を行う。この段階の実務の中で知りえない情報と知りえる情報を想定し、知りえる情報としての企業内の戦略情報とWebページなどで一般に公開されている情報を活用して、数理的最適化が実施可能な1階層で単一品種の近似的なサプライネットワークモデルを構築する。更に数値的な評価が可能なリスクの中で、為替変動リスクと人

(氏名： 古賀 康隆 NO.2 )

件費高騰リスクの評価へモデルを拡張する。その上で、仮想データを使った数値実験により、提案する手法でのコスト基準での最適拠点配置評価事例を示す。数値実験の中では戦略設計レベルの段階で知りえる情報を、数理的最適化問題の入力データとできるようにするための考え方やデータ収集方法、手順を明らかにする。

第3章では、グローバルサプライネットワーク戦略設計段階における、在庫金額を考慮したグローバルサプライネットワークの工場配置設計手法について提案する。モノづくり企業は、グローバル化によって輸送リードタイムが延びることにより、サプライネットワーク内で保有する在庫金額が増加する中で、激動する世界経済や多様化して大きく変動する市場要求に耐え、理論的に欠品リスクを一定値以内に抑える在庫を維持しなければならない。この要求に対する工場配置設計に数理的最適化手法を適用する。一般的な在庫理論を使い、サプライネットワークを構成するノードに対して必要な在庫金額を算出できるように在庫金額モデルを構築する。更に、在庫金額モデルとコスト基準の近似的サプライネットワークモデルを合体させた、在庫を考慮した近似的サプライネットワークモデルを構築する。その上で、仮想データを使った数値実験により、提案する手法で在庫金額とコストを考慮した最適拠点配置選択事例を示す。

第4章では、グローバルサプライネットワーク戦略設計で工場配置が決定し、グローバル製品供給が開始された後の段階での、ロジスティクスネットワーク設計を対象とした実ビジネスへの応用を試みる。既に工場の位置や製造製品品種が明確となり、BtoB事業として顧客も明確となっている状況を対象に、東南アジア工場から日本の顧客への製品輸入における配送センターの選定を行う。この事例では、倉庫利用料が安く倉庫利用面積上制限のある一部の配送センターを活用して、コスト最小な配送センター選択によるロジルート設計を行う。海外工場→国内配送センター→顧客の2階層のロジルートであるが、既に海外工場が決定されている状況であることから、海外工場→各国内配送センターの組み合わせを一つのルートに見立て、複数品種 (multi-commodity) に対応させることで第2章で提案した1階層のサプライネットワークモデルに帰着させる。また、実務が対象となっていることから、取得できるデータを数理的最適化モデルの入力データとするための準備手順を詳細に示す。1階層複数品種のCPLP (Capacitated Plant Location Problem) に対し、本論文で提案してきたシンプルな数理的最適化手法によって、製品の大きさや重量、陸上輸送手段の違い、社内倉庫活用制約などを考慮した、コスト最小となる配送センターへの配分を行った事例を示す。

最後に、第5章では結論として本研究で得られた成果を要約し、今後の課題を述べる。

氏名	古賀 康隆		
論文題目	グローバルサプライネットワークにおける最適拠点配置設計に関する研究		
審査委員	区分	職名	氏名
	主査	教授	貝原 俊也
	副査	教授	多田 幸生
	副査	教授	玉置 久
	副査	准教授	藤井 信忠
要 旨			
<p>生産者から顧客まで製品を供給するグローバルなサプライネットワークの拠点配置設計には戦略レベルとオペレーショナルレベルがある。戦略設計レベルでは、拠点配置設計の初期段階であるが故に、その時点で知りえる情報と知りえない情報が存在する。従来、知りえる情報となる販売戦略と生産戦略に基づき、コスト最小でリスクの少ない拠点配置を決定していくプロセスは人依存であることが多い。往々にしてあるのは、設計担当者が良く知っている国や都市を並べて比較したり、関係会社の事例を調査し比較したりといった、一部に偏った一次選定を実施してしまっただけに詳細評価に入る例である。グローバルビジネスへ拡大する重要な意思決定プロセスにおいて、このような段階で人依存の意思決定に欠陥が生じた場合、ビジネスそのものを台無しにしてしまう恐れも出てくるため、網羅性を持った数値的判断が下せなければならない。このようなサプライチェーン戦略設計段階で知り得る情報を有効活用した、実ビジネスに適用可能な数理的最適化手法を構築することは、グローバル展開を進める企業にとって大変重要となる。</p> <p>そこで本論文では、戦略設計レベルにおけるグローバルサプライネットワークの拠点配置設計に関する2つの課題を取り上げている。第1の課題は、戦略設計レベルである故に知りえる情報が少ない状況であっても、企業損益を決定付けるコスト最小となる工場配置問題を数理的最適化手法で解くための数値モデルを作り上げることである。第2の課題は、企業損益だけでなくキャッシュフローを悪化させる要因となる在庫増加リスクを評価できる数値モデルを作り上げることである。そして、第1の課題について戦略設計レベルで知りえる情報を使った近似的なコスト基準の数理的最適化手法、第2の課題について在庫増加リスクを評価できる数理的最適化手法を提案している。</p> <p>まず第1章の序論では、戦略設計段階でのサプライネットワーク拠点配置設計の重要性を示している。先行研究をコスト基準の拠点配置設計、在庫を考慮した拠点配置設計、リスクを考慮した拠点配置設計に分類しその特徴を述べるとともに、戦略設計レベルとオペレーショナル設計レベルで評価の対象とするロジスティクスネットワークモデルの粒度が違っていることを説明した後、本論文の目的と位置づけについて明確に示している。</p> <p>第2章では、グローバルサプライネットワーク戦略設計段階におけるコスト基準の工場配置設計手法の提案を行っている。この段階の実務の中で知りえない情報と知りえる情報を想定し、知りえる情報としての企業内の戦略情報とWebページなどで一般に公開されている情報を活用して、数理的最適化が実施可能な1階層で単一品種の近似的なサプライネットワークモデルを構築している。更に数値的な評価が可能なリスクの中で、為替変動リスクと人件費高騰リスクの評価へモデルを拡張しており、その上で、仮想データを使った数値実験により、提案する手法の有効性を示している。数値実験の中では戦略設計レベルの段階で知りえる情報を、数理的最適化問題の入力データとできるようにするための考え方やデータ収集方法、手順を明らかにしている。</p> <p>次に第3章では、グローバルサプライネットワーク戦略設計段階における在庫金額を考慮したグローバルサプライネットワークの工場配置設計手法について提案している。グローバル化によって輸送リードタイムが延びることにより、サプライネットワーク内で保有する在庫金額が増加し、激動する世界経済や多様化して大きく変動する市場要求に耐え、製品供給を継続していくための適正な在庫金額を維持できるように工場配置設計に数理的最適化手法を適用している。一般的な在庫理論を使い、サプライネットワークを構成するノードに対して必要な在庫金額を算出できるように在庫金額モデルを構築している。更に、在庫金額モデルとコスト基準の近似的サプライネットワークモデルを合体させた、在庫を考慮した近似的サプライネットワークモデルを構築した。そしてその上で、仮想データを使った数値実験により、提案する手法の有効性を示している。</p>			

氏名 古賀 康隆

第4章では、グローバルサプライネットワーク戦略設計で工場候補地が決定し、グローバル製品供給が開始された後の段階での、ロジスティクスネットワーク設計を対象とした実ビジネスへの適用評価を行っている。既に工場の位置や製造製品品種が明確となり、B2B 事業として顧客も明確となっている状況を対象に、東南アジア工場から日本の顧客への製品輸入における配送センターの選定を行っている。実際に筆者らが直面した事例をベースに、一部の配送センターが社内倉庫であるため倉庫利用料が大幅に安いとその倉庫面積には上限がある状態を考慮しながら、最適な配送センターへの顧客要求の配分を行っている。この事例では、海外工場→国内配送センター→顧客の2階層の物流ルートであるが、既に海外工場が決定されている状況であることから、海外工場→各国内配送センターの組合せを一つのルートに見立てることで1階層のサプライネットワークモデルを適用できることを示し、複数品種 (multi-commodity) に対応するためにモデルへと拡張している。また、実務が対象となっていることから、取得できるデータを数理的最適化モデルの入力データとするための準備手順を詳細に示している。製品の大きさ重量、陸上輸送手段の違い、社内倉庫活用制約などを考慮した1階層複数品種のCPLP (Capacitated Plant Location Problem) に拡張されたサプライネットワークモデルを使用し、本論文で提案してきたシンプルな数理的最適化手法によってコスト最小となる配送センターへの配分が実現できることを検証している。

最後に、第5章では結論として本研究で得られた成果を要約し、今後の課題を述べている。

以上のように本論文は、戦略設計レベルにおけるグローバルサプライネットワークの拠点配置設計に関する課題に対し、戦略設計レベルで知りえる情報を使った近似的なコスト基準の数理的最適化手法、及び在庫増加リスクを評価できる新たな数理的最適化手法を提案し、その有効性を実務的観点も踏まえ検証しており、今後のグローバルなモノづくりについて重要な知見を得たものとして価値ある集積であると認める。提出された論文はシステム情報学研究科学位論文評価基準を満たしており、学位申請者の古賀康隆は、博士(工学)の学位を得る資格があると認める。