

## 論文の内容の要旨

論文題目 国際静脈物流システム的设计に関する研究

氏名 杉村 佳寿

本研究は静脈物流システムを対象としたものである。静脈物流システムは、経済、資源、環境という我が国にとっても、世界にとっても重要な概念を背景としている。経済原則だけで最適化されない背景を有している故に、社会システムとの関係が重要となり、そしてその社会システムにはその国の特徴が十分に反映される必要がある。しかし、国際的に見ても、社会システムと静脈物流システムの関係テーマとした先行研究や国際静脈物流を扱った先行研究はほとんど存在しない。ましてや我が国の経済的、地勢的特徴を踏まえ、社会システムとの関係を明確にしながらい国際静脈物流システムを論じた研究はこれまで行われていない。本来であれば我が国に適応すべき国際静脈物流については本格的に研究がなされるべき中で我が国において十分な研究蓄積がないことは、我が国社会に影響を及ぼすような大きな問題であると言っても過言ではない。

以上の様な問題意識の下、本研究は我が国をケーススタディとしながらい、社会システムとの関係を踏まえた望ましい国際静脈物流システム的设计方法を示すことを目的としている。日本のケーススタディを含んでいるため、本研究の成果は我が国あるいは我が国と類似した地勢的特徴や社会システムを有した国における国際静脈物流システム的设计のあり方に直結するものであるが、静脈物流システムと社会システムとの関係を検討し、また国際静脈物流システムにおいて重要となる貿易や海上輸送のあり方を検討するという本研究のアプローチ自体は世界共通で有益なものとなる。具体的な内容をまとめると、以下のとおりである。

第1章では研究の背景として、静脈物流が環境保全や循環型社会形成という経済原則だけでは最適化が担保されにくい実行要因を有しているため、静脈物流社と社会システムとの関係は動脈物流以上に深く、静脈物流はその実行の要因やそれと関連する社会システムとの関係を含めて動脈物流よりも多角的に評価されるべきことを示した。また、社会システムとの関係が強い以上、その国にとって望ましい静脈物流のあり方がその国の特徴やその国の社会を取り巻く状況に依存することを意味し、特に、我が国では時間的にも空間的に

も急速に進展する経済のグローバル化と四面を海に囲まれているという地政的特徴が、静脈物流システムに大きな影響を与えることを示した。さらに、海外における Reverse Logistics (RL)を意図する「静脈物流システム」が本研究の対象であることを明確にした。

第2章では、我が国における静脈物流及び世界的な RL の先行研究の網羅的なレビューを行った。これにより、我が国の静脈物流研究の不十分さや分野的な偏りを明らかにするとともに、その原因についても考察を行った。また、これまでの世界的な研究動向を俯瞰することで、先行研究によって明らかにされたことと残されている課題を整理した。さらに、これまでの世界の先行研究が与える我が国の静脈物流システムへの示唆と我が国の特徴を踏まえた静脈物流研究の方向性について明らかにした。本章の意義として、まず、我が国において単なる経済活動として捉えられがちであった静脈物流をマネジメントシステムとしての静脈物流システムへ昇華させる必要性を示したことがある。このことは第3章を始めとし、以降の章にも大きな意味を持たせることになる。また、社会ネットワーク分析により、研究分野の分類とそれぞれにおける重要文献を示していることは、今後の我が国における効率的な静脈物流研究に寄与させることを意図している。さらに、本研究で十分に深化しない課題の存在と参考にするべき重要先行研究を提示していることは、これらの課題が本研究とは別に深化され、本研究の成果と統合することで、大きな相乗効果が生まれることを意図している。

第3章では、マネジメントシステムとしての静脈物流システムを社会システムとして設計することの意義を、小型家電リサイクル制度を題材にケーススタディ的に示した。その結果、費用対効果分析を適用することでシステム全体として最適となる枠組みを明らかにした上で、その枠組みを担保するように社会システムが設計されれば、社会的に望ましい静脈物流システムが設計可能であることが明らかとなった。小型家電リサイクル制度は静脈物流等のシステムを構成する各要素の全体最適を目指したマネジメントシステムとしての静脈物流システムを社会システムとして設計したという画期的な事例と言え、本制度の誕生とその制度設計過程は我が国のリサイクル政策にとって非常に大きな意味を持ち、今後の静脈物流システム設計の基本にされるべきであろう。

第4章では、国際静脈物流を必要とする国際資源循環について、それに関連する我が国の社会システムの理念的な方向性と課題について整理した。その結果、国際資源循環に関しては、理念的には環境汚染に繋がる貿易は防ぐという前提で適正な貿易を容認あるいは促進する方向にあるが、それを支える手続き面を規定する社会システムがその理念に追いついていないのが現状であることを明らかにした。その上で、手続き面を規定する社会システムである廃掃法（廃棄物の処理及び清掃に関する法律（昭和45年法律第137号））、バーゼル法（特定有害廃棄物等の輸出入等の規制に関する法律（平成4年法律第108号））の制度的課題について整理し、解決策を提案した。現在、我が国では事実上商業系国際静脈物流しか存在していらず、本章の課題は商業系国際静脈物流システムを支える社会システムが解決すべきものであるという位置づけになる。本章からは国際静脈物流システム

が国際資源循環の促進を支えるべく機能するためには、課題を持った社会システムを所与とするのではなく、社会システムの課題を解決し、それと整合させることを視野に入れる必要があることが導かれた。

第5章では、社会ネットワーク分析により、静脈資源貿易ネットワークの構造的な特徴や中心性の高い国の経年変化を明らかにし、得られる指標等から我が国の国際資源循環の状況・特徴を相対的に評価した。我が国の静脈資源貿易は、量的には世界全体でも相対的に高いレベルで進んでいるが、一方で社会ネットワーク分析の中心性指標からは我が国が静脈資源貿易ネットワークにおいて構造的な中心性が低下していることが明らかとなった。この結果は、我が国の静脈資源貿易が輸出特化であり、相対的に少ない輸出先となっていること、かつ一部の中心性の高い貿易相手国との貿易量が大宗を占めていることに起因しており、本研究で提案した指標である一国依存度からその状況を定量的に示した。我が国の静脈資源貿易はネットワーク構造上から見て代替性が低く、量的な要素も加味すると特定の国への依存度は世界最高と言っても過言ではない中、輸出先の代替性の低さ、輸出先の変更への対応という静脈物流システムにおけるアウトプットの不確実性への対応が課題として存在し、これらの課題を解決しうる、輸出先が多角化し、さらに輸出先の変化への対応柔軟な対応を可能とする国際静脈物流システムが必要であることが示された。

第6章では、静脈物流ネットワークの強靱性について特に動脈物流ネットワークと比較しながら評価を行った。先行研究により得られているハブ構造を持つネットワークが強靱であるとの知見から、混合整数線形計画モデルを用いたハブ形成に関するシミュレーションを行い、小ロットかつ不確実性であるという静脈物流の特徴がハブ形成を阻害し、静脈物流ネットワークの強靱性を下げることが明らかにした。また、代替性を制約条件に入れたシミュレーションにより、規模の経済が働く場合ハブ構造を持つネットワークが形成されやすいため、代替性を制約条件に入れなくても一定の強靱性を有したネットワーク構造となるが、小ロットであること、また不確実性を吸収するための保管コストの増大が規模の経済を阻害し、強靱な静脈物流ネットワークが形成されにくいことを明らかにした。ただし、逆に静脈物流であることで輸送費用が大きくなると、モーダルシフトが行われ、別のメカニズムでハブ構造を持つ頑健なネットワークが形成される場合もある。最終的に、小型家電リサイクル制度において海外での中間処理を想定した場合を題材として、強靱性をの観点も加味した望ましい国際静脈物流ネットワークを提案している。

第7章では、それまでの章を有機的に結合して、望ましい国際静脈物流システムの設計方法を提案した。まず、静脈物流システムを実行要因により分類し、それぞれに商業系静脈物流システム、環境経営系静脈物流システム、社会システム系静脈物流システムという呼称を与えた。その上で、政策立案に資するような望ましい国際静脈物流システムが構築される条件を提示し、各分類に共通するマネジメント概念としての国際静脈物流システムの設計方法を提案するとともに、個別には商業系国際静脈物流システムを支える社会システムのあり方、社会システムとしての社会システム系国際静脈物流システムの設計方法に

についても提案した。さらには、こういった政策の推進にリサイクルポートの活用が重要な役割を果たしうることを提案した。

本研究には大きな貢献があるとともに、社会シナリオの変化に対応していないことや情報技術に多く言及していないなどいくつかの課題を残している。本研究を契機として我が国が静脈物流研究先進国となり、本研究で提案した国際静脈物流システムの設計方法が世界標準となることで、経済的にも環境的にも望ましい社会の実現に繋がることが期待される。