

(続紙 1)

京都大学	博士（経済学）	氏名	佐藤 正弘
論文題目	水資源の国際経済学－気候・人口問題と水利用のネットワーク化		
(論文内容の要旨)			
本論文は、水資源の特性を賦存量の多様性と賦存形態の多様性の2つの側面から捉え、食料・環境政策上の課題について、バーチャル・ウォーター貿易を活用した解決策を提示するものである。論文は全部で八つの章で構成されており、分析対象や手法から見て、第4章までの前半とその後の後半部分に分けられる。前半では、水文学の分野で注目されつつあるバーチャル・ウォーターという考え方、すなわち財をその生産に使用された水の量で特徴づける考え方が紹介され、①ヘクシャー＝オリー＝ヴァネック・モデルに基づいて、水資源をめぐる地理的な需給不均衡への対処が考えられている。また、後半では、②雨水によって絶えず補給される、いわゆるグリーン・ウォーターへの依存度の上昇に伴う不確実性がヘクシャー＝オリー＝サミュエルソン・モデルに基づいて、分析されている。これまで、バーチャル・ウォーターの問題は主に理系の水文学的なアプローチがとられてきたのに対し、本論文では、化石水とグリーン・ウォーターの間の相対的希少性を経済学的に分析するという新しいアプローチがとられている。			
① 水資源をめぐる地理的な需給不均衡への対処について 国際的な水資源については、今後の人口増加と気候変動に伴い、地理的な需給不均衡の増大が明らかだと考えられる。20世紀における緑の革命時の食料増産は、モンスーン・アジア地域の豊富な水資源に支えられていた。しかし、今後特に増産が必要な南アジアとサブサハラ地域では既存の耕作地で利用できる水資源が限られており、バーチャル・ウォーター貿易を十分に活用できなければ、これらの地域では大規模な耕作地の拡大による生態系への圧迫が強まる恐れがある。 そこで、本論文では、現実のバーチャル・ウォーター貿易が地理的な需給不均衡の是正にどの程度貢献し得るのか、具体的には、バーチャル・ウォーター貿易が各国の水希少性をどの程度反映してなされているかを検証している。その際、本論文では、第一に、究極的な物理量ではなく経済的な利用可能量で水賦存量を捉えている点、第二に、絶対的な資源の希少性ではなく相対的な希少性に視点を移している点で、新しいアプローチを採っている。具体的には、多地域間産業連関モデルを用いて世界のバーチャル・ウォーターの貿易量を実測するとともに、ヘクシャー＝オリー＝ヴァネック・モデル等を用いて各国の水賦存量から予測される理論上の貿易量との対比を行っている。			

検証の結果、本論文は、バーチャル・ウォーター貿易は方向性と量において概ね各国の水希少性を反映した動きをしていると結論づけている。これは、極端な水希少国を除けば両者に明確な対応関係はないとする先行研究の評価と対照的である。

本論文は、バーチャル・ウォーター貿易は経済的な利用可能量に基づく相対的な水希少性に依拠してなされているものの、極端な水希少国では経済的な利用可能量と究極的な物理量とのギャップは縮小し、バーチャル・ウォーター貿易は後者にも対応するようになるため、先行研究と本論文の評価は両立し得ると指摘している。一方で、本論文でも、低所得国に限ってみるとバーチャル・ウォーター貿易と水希少性の対応関係が不明確であるとしている。したがって、今後も南北格差が温存され、これらの国がバーチャル・ウォーター貿易を効果的に活用できなければ、耕作地の拡大が助長され、生態系への圧迫を招く恐れがあると指摘している。

② グリーン・ウォーターへの依存度合の上昇に伴う不確実性について

今後さらなる食料増産が必要な地域では、河川水や地下水などのブルー・ウォーターの利用可能性が限られており、必然的にグリーン・ウォーターへの依存が増大する。しかし、グリーン・ウォーターの利用には、気候変動によって一層高まる不確実性への対応が求められる。

本論文では、表流水と地下水を同じ場所で併用することで水の変動の影響を緩和する連結利用の考え方を参考にして、水自体を同じ場所で併用できない離れた地域間でも、バーチャル・ウォーター貿易を媒介として同等の機能を再現できることを示すことで、水レジリエンスを高める新たな水利用法（地域間連結利用）を提示している。すなわち、複数の地域が賦存形態の異なる水資源を有する場合に、バーチャル・ウォーター貿易を媒介として互いのリアルな水利用を調節することで、変動の影響の緩和や水資源の節約など、単独では得られない様々な機能を引き出せることを、水資源の経済学的な特性を組み込んだ基本的な貿易モデルを用いて理論化している。

具体的には、第一に、賦存量が変動するフロー型水資源を有する地域の間では、変動が一定の範囲内であれば、バーチャル・ウォーター貿易によって両地域の便益が安定化することを明らかにしている。ここでは、バーチャル・ウォーターのやり取りを媒介としてリアルな水利用が気象の変動に合わせて最適化されること、具体的には、自他の水賦存量の変動に応じて要素投入量のリバランスを行い、お互いの生産・貿易パターンが変化すること（適応特化）が重要な役割を果たしている。

第二に、ストック型水資源を有する地域とフロー型水資源を有する地域の間では、社会計画者がフローの変動に合わせてストックの取水量を調節し、両地域全体として利用可能な水量を平準化させる結果、両地域の便益が安定化すること、ま

た、将来のフローの変動を吸収することの反射として、予備的なストックの節約が行われることを、それぞれ静学モデルと動学モデルを用いて示している。さらに、分権的な意思決定を前提とした場合でも、市場取引を通じて取水費用を両地域で分担するスキームを導入すれば、社会計画者が意思決定を行う場合と同等の機能を再現できることを明らかにしている。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は国際的な水資源の枯渇という21世紀中に起きる可能性の高い非常に重要な問題に国際貿易の視点から光を当てた画期的な研究である。我が国で水の問題を考える場合、湖や河川、貯水池、さらには、雨水が生み出す地下水といった資源に目が行く場合が多い。その結果、貯水、水質汚染、下水処理といったテーマに注目しがちである。しかし、今後発生すると考えられる国際的な水資源の問題は、地下に貯蔵されている化石水の枯渇から発生する可能性が高い。

化石水というのは、大陸の地下に非常に長い時間をかけて蓄えられた大量の水のことである。たとえば、アメリカの農業を支えた、グレートプレーンズのオガラ帯水層は枯渇の危機を叫ばれて久しい。このような地下帯水層は大陸のさまざまな地域に存在し、農業用水として、発展途上国における近年の人口増加を支えてきた。しかし、限られた水資源をそれぞれの農業生産者が自由にくみ上げて利用するため、典型的な共有地の悲劇が発生している地域が少なくない。また、アラル海や黄河のような場所でも、利用速度が貯水速度を大幅に上回り、大量の水資源が枯渇してしまっている。21世紀の水問題は、こうした雨水による補給がしにくい大型の水資源に関して発生することが考えられる。

本論文は、大型な枯渇性水資源と地表水という雨水によって絶えず補給される水資源の間のトレードオフを伝統的な国際貿易モデルを発展させることで分析し、水資源が本源的にかかえる偏在の問題を市場によって解決する仕組みを考えようとする極めて広い視野に立つスケールの大きな研究である。現在、国際的にみても、枯渇性資源としての水の問題を扱った研究は端緒についたばかりであり、新しい研究分野を開拓する意味でも意義の大きいものである。

本論文の分析手法は伝統的な国際貿易モデルに基づくものである。そのため、現代の国際貿易理論家の視点に立つと昔ながらの分析でしかないと見えるかもしれない。現代の国際貿易の文献では、前半の分析が立脚するヘクシャー＝オリーン＝ヴァネック・モデルによる実証という分析手法に対しては批判も存在する。また、後半の研究は生産要素価格の国際的均等化定理が成立することを前提としているが、現実には、厳密に均等化が成立する貿易市場も少ない。しかし、本論文は貿易を通じた国際的な水資源の再分配という新しい経済問題に伝統的な分析手法を利用することによって、新しい視点を導き出したという点で、積極的な評価が与えられるべきだと考えられる。

伝統的な貿易モデルは、今では、国際経済学の研究に用いられることは少なくなっている。しかし、国際貿易の最も基本的な側面をとらえたものという評価は

依然として正しく、水資源の国際利用という既存の経済学では取り上げられなかった問題に挑む第一歩を形成するという意味では正しいモデル選択と考えられる。水資源の国際配分に関する経済学的研究はいまだ緒についたばかりであり、今後、本論文をきっかけに国際的研究が大きく発展することが期待される。

以上述べたように、本論文は博士（経済学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成27年7月30日に論文内容とそれに関連した口頭諮問を行った結果合格と認めた。

様式 4 (論文博士用)

学 識 確 認 の た め の 試 問 の 結 果

氏 名	佐藤 正弘		
(試問の科目・方法・判定)			
	(科 目)	(方 法)	(判 定) (備 考)
<u>専攻学術</u>			
(環境経済学)	(面接による諮問)	(合格)	
(国際経済学)	(面接による諮問)	(合格)	
(理論経済学)	(面接による諮問)	(合格)	
<u>外 国 語</u>			
(英語)	(面接と作文による判定)	(合格)	
(ドイツ語)	(面接と作文による判定)	(合格)	
(試問の結果の要旨)			
上記のとおり、専攻学術及び外国語の学力に関する試問の結果、本学大学院博士課程を修了した者と同等以上の学力を有することを確認した。			
平成 2 7 年 8 月 2 5 日			
試問担当者氏名			
京都大学大学院経済学研究科 教授 神事直人			
京都大学経済研究所 教授 関口格			
京都大学経済研究所 教授 矢野誠			