

## 環境科学シンポジウム 2014

### 6. 資源間コンフリクトと環境ガバナンス

#### 1. シンポジウムの趣旨

総合地球環境学研究所 未来設計プロジェクト「アジア環太平洋地域の人間環境安全保障——水・エネルギー・食料連環」(代表者; 谷口真人・同研究所教授)では、水とエネルギー及び食料の連環による複合的な地球環境問題(ネクサス・イシュー)に対し、環境ガバナンスの構造と政策の最適化を通して、アジア環太平洋地域の人間環境安全保障を最大化(脆弱性を最小化)し、持続可能な社会のあり方を提示することを目的としている。本シンポジウム企画では、小浜市や別府市などの国内でのフィールド研究の中間的な成果について、(1) 科学と社会との共創(ガバナンス)、(2) 水とエネルギー連環の解明、(3) 水と食料(水産資源)連環の解明、(4) ステークホルダーと合意形成、(5) 統合指標と連環解析の各サブグループから報告する。また、コメンテーターとして松本安生・神奈川大学教授をお招き

し、さらにフロアとの議論のなかでインプットを受けて Future Earth 研究としての展望を得る。

#### 2. シンポジウム講演の概要

##### 2.1 水・エネルギー・食料ネクサスとガバナンス

話題提供者: 谷口真人(総合地球環境学研究所)

本プロジェクトはアジア環太平洋地域における水・エネルギー・食料ネクサス(連環)による複合的な人間環境安全保障を最大化するための環境ガバナンスの構造と政策の最適化の方法を提示することを目的に、2013年~2018年の5年間のプロジェクトとして開始された(図1)。自然環境・歴史文化環境・社会環境の異なる各地域において、生態系や資源の評価ばかりではなく人々と社会のネットワークとしての人間環境安全保障を、リスクとレジリエンスを中心的な指標として評価を行うことで、人間環境安全保障を高める社会のあり方を提示する。

また、科学と社会の連携のもと、人間環境安全保

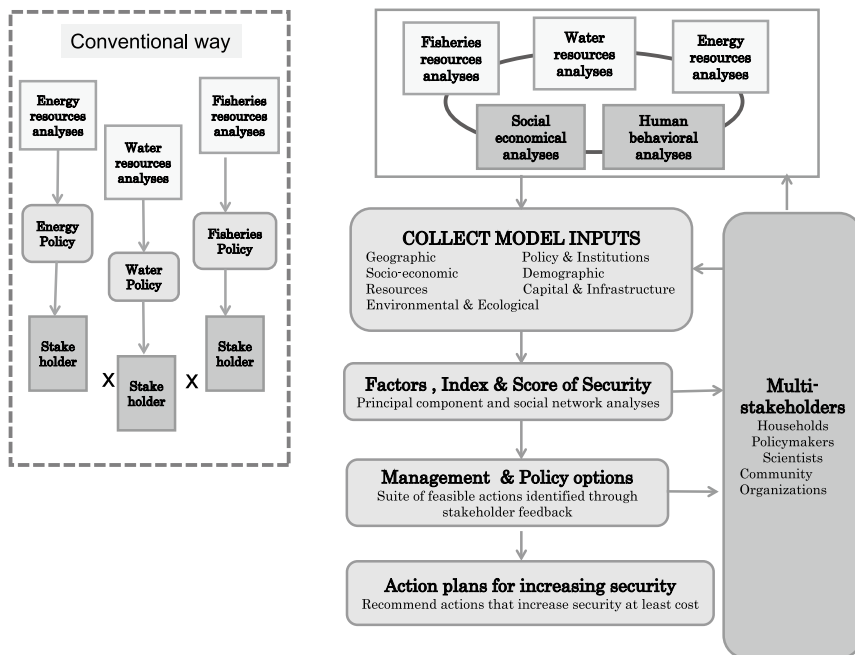


図1 プロジェクトの研究フロー

障の高い社会を構築するうえで、ローカル・ナショナル・リージョナルレベルでの行動様式の変容と政策策定のためのプラットフォームの構築、Future Earth等のグローバルな地球環境問題解決への枠組みへの貢献のあり方等を提示することを目指している。シンポジウムの冒頭に当たり、プロジェクトの構成と研究手法の全体像、研究フローと予察の結果について報告した。

## 2.2 ベースロード電源に関するエネルギー —水ネクサス

話題提供者：藤井賢彦（北海道大学）

近年、人口増加や一人あたりのエネルギー使用量の急増といった要因により、エネルギーを安定的に供給することで水の安定供給が損なわれるような事例が世界的に見られるようになった。例えば、水力発電の導入拡大によって生じる河川生態系や用水への影響、シェールガスの利用拡大による地下水汚染、地熱・温泉熱の利用拡大による温泉水の減少といった懸念である。このようなエネルギーと水との間のコンフリクトを緩和しつつエネルギーの利用拡大を図っていくためには、地域社会の様々な利害関係者間で合意形成を図っていくことが不可欠である。本発表では、上記研究プロジェクトの対象地である大分県別府市を例に、ベースロード電源型再生可能エネルギーのうち、中小水力と河川熱に関して、その利用拡大を行う際に得られるエネルギー賦存量が定量的に示されるとともに、水や河川生態系に対して懸念されるコンフリクトやその解決に向けて念頭に置くべき事柄が紹介された。

中小水力発電に関しては、算出された賦存量は、道路や送電線など既存の社会インフラに照らした場合の、発電設備の新設が可能な地点に限定した結果であり、もし、中小水力発電設備の新設に向けて新たに道路や送電線を拡張するという選択肢を地域社会が選ぶのであれば、地域における発電ポテンシャルは飛躍的に上昇することが示唆された。一方、水利権や河川生態系の保全などとの兼ね合いも含め、地元での十分な合議が大前提ではあるが、中小水力発電の抜本的な導入拡大に向けては、発電ポテンシャルだけでなく、河川法をはじめとする法律の規制緩和や、発電事業主体に対しては固定価格買取制度に加えて新たな経済的動機などが求められる。将来的に地域社会が本当にベースロード電源型再生可能エネルギーの導入拡大を目指すのであれば、水や食料とのコンフリクトの解消や軽減は不可欠であり、様々な項目から成る統合的な評価指標を構築した上でエネルギー形態別、国・地域別にこの評価指標を適用し、得られた結果に基づく相互比較

を客観的・定量的に行っていく必要性が示された。

## 2.3 水の機能と社会的役割、水利用のエネルギー と水のエネルギー利用

話題提供者：小林 久（茨城大学）

「水利とエネルギー消費」と「水利にともなうエネルギー生産」を通して、水利とエネルギーという側面から「水」を考察した。「水利とエネルギー消費」については、まず農業水利や生活用水の使用がかんがい排水や上下水道システム稼働を通して、決して小さくないエネルギー消費であることを示した。その上で、とくにわが国の水稲作が1ha当たり平均605kWh (2.2GJ) / ha・年のかんがい排水のための電力を消費していること、農業にともなう電力消費が約65kWh / 年(平成14年)に及び、農地1ha当たり消費が約1,400kWh / haになることなどを示し、わが国の地形的特長を活かして自然流下でかんがい排水すること、自然流下による配水が難しい低平な農地でも用水ピークを分散させるなどの工夫がエネルギーの側面からの農業水利における重要な視点であることを指摘した。

「水利にともなうエネルギー生産」に関しては、扇状地上の農地に対するかんがいシステムの水力開発可能量を具体例として推計し、かんがい排水にともなう電力消費より大きな電力生産が可能であること明らかにして、水利にともなうエネルギー開発の可能性・有用性を示した。

このような検討に加えて、節水が「賢い」利水の基本であること、今後のニーズ変容、栽培法・体系の変化、気候変動などの社会・環境変化が水とエネルギーに及ぼす影響などを考察し、「水利とエネルギー」が水利の技術・科学問題としてだけでなく、社会や環境の影響、関係者の調整や協調、さらにエネルギー生産など多様な側面から理解・検討されるべきであることを指摘した。

## 2.4 沿岸域における水—食料(水産資源) 連環

話題提供者：小路 淳（広島大学）

沿岸域における水—食料(水産資源) 連環の解明を目指して、環境と生物に関する調査を各地のフィールドで実施している。陸水が海域へ流入することにより沿岸生物の生産速度や生物多様性が高まる事例が各地で報告されているが、過去の研究では、陸水のうち河川水を対象としたものがほとんどであり、海底湧水を対象とした事例は少ない。本発表では、国内の複数サイトにおける調査の結果をもとに、沿岸域における水産資源の生産や生物多様性に対して陸水、とりわけ海底湧水が及ぼす影響について報告した。

2014年3月～7月に岩手県大槌、山形県遊佐、

福井県小浜、広島県竹原、大分県別府にサイトを設けて調査を行った。各サイトに設けた2~7カ所の定点で水温、塩分、ラドン濃度の観測、魚類および餌料生物（表在性生物、埋在性生物）の採集、水中カメラによる撮影を実施した。サイト内において物理環境と生物の分布の対応関係を解析した。各サイトにおいて収集したデータを解析した結果、サイトによっては物理環境と魚類あるいはそれらの餌料生物となる表在性甲殻類の分布密度や出現頻度の間に対応関係が認められ、海底湧水が生物の空間分布に影響を及ぼしていることが強く示唆された。今後は、高次生物（魚介類資源）の量的評価（個体数やバイオマスの定量評価）とその時空間分布の解析、胃内容物調査・安定同位体比分析などによる栄養フロー解析を実施することにより、各サイトにおける物質循環・栄養フローを包括的に理解するとともに、各地域の自然・社会学的特性に応じた人と自然の関わり方の方向性を模索する予定である。併せて、海域へ流入する陸水のうち、海底湧水や地下水が占める量的割合およびその季節・空間変動の定量評価や、変動環境変動に対する水—食料（水産資源）連環の脆弱性や頑強性を地域間比較することも念頭に置いて研究展開し、水—食料—エネルギー連環に生じることが予想される地域特性にも着目する予定である。

## 2.5 ネクサス問題の解決に向けたステークホルダー分析の可能性と限界

話題提供者：馬場健司（法政大学）

科学的に未解決な問題に係る政策形成において、アジェンダ設定などの政策プロセスの早い段階からステークホルダー（SH）の関与が重要であることは多くの研究で指摘されている。Future Earthの構想においても、科学者とSH、そして市民との協働によるCo-designとCo-productといった共創のフレームワークが提唱されている。特に地球環境問題の根本的解決には、人間の生存と社会基盤の基礎となる水・エネルギー・食料の連環において発生し得るトレードオフやSH間でのフレーミングギャップを超えて合意を形成し、政策を具現化していくことが求められる。また、単に地域社会というローカルスケールでの合意形成だけではなく、国や国際間といったマルチスケールでのしくみづくりも不可欠である。本発表では、水・エネルギー・食料ネクサスのトレードオフを念頭に置き、ローカルスケールでの地下水問題に焦点をあてたSH分析と、ナショナルスケールでの地熱問題に焦点をあてたインターネットによる討論実験（擬似的熟議型手法）の事例を通じて、その可能性と限界について報告し

た。

ローカルスケールでの地下水問題に焦点をあてたSH分析の結果からは、環境系部局と農業系部局、食料系（まちづくり系）部局との連携不足という課題を発見し、それらのフレーミングギャップを埋める必要性を指摘した。しかしながら、単一の論点から、ネクサスの論点を捉えるよう拡張するには、SHの認知を基礎とする分析手法では、資源間のトレードオフというフレーミングをいかにSHに与えるか、という点が必ずしも十分ではない。多くのSHが認知していない論点については、専門家が科学的エビデンスをもって警鐘を鳴らす（新しいフレーミングへの気づきを与える）ことがSH分析の過程で必要になる可能性がある。そのため、例えば特定の地域の文脈を離れたインターネットによる討論実験（擬似的熟議型手法）を用いて、必ずしも直接の利害関係をもたない（しかし個々の地域に立ち戻れば利害関係を持ち得る）SHが、専門知の提供を受けながら討論を重ねてその態度変容を分析することは、専門知の提供方法を検討するうえで有効といえる。加えて本手法では、討論における利益誘導的な事態や集団極化の回避の可能性や、ローカルスケールにおけるSH分析で得られた知見との相互検証により、マルチスケールでの合意形成を検討できる可能性を示した。

## 2.6 水・エネルギー・食料連環に関する社会的意思決定事例の横断的分析

話題提供者：増原直樹（地球研）

水・エネルギー・食料連環とそれらの連環に生じるトレードオフやコンフリクトを解決するための社会的意思決定（参加型アプローチ）の関係は現在のところ未解明であり、本研究プロジェクトでは、それを明らかにすることを目的としている。本報告では、参加型アプローチの類型として、市民の「生の意見」が表出される手法と「洗練された意見」が表出される手法のうち、後者に着目し、構築中のデータベースの構造を解説した。洗練された意見が表出される方法には、コンセンサス会議、熟議型世論調査、共同事実確認などが含まれ、これらは様々な環境論争や紛争の解決手段、あるいは未然回避策として実施されてきた経験がある。しかし、日本における各手法の適用事例を横断的に分析し、各手法の相対的な特性や適用された事例の解決に向けた推進・阻害要因を包括的に論じた研究は現在まで見られない。

さらに、今後データベースを充実させるために注目している自治体の環境基本計画策定に関して、予備的な分析結果を報告した（表1）。これは47都道

表 1 参加型アプローチ・データベース（一部分）

Identified Approach	Applied Area and year	Issue for argument	Type of issue / Nexus	Framing Condition, Way of Providing Scientific Facts	Sampling method	Legitimacy of the Process	Procedural Justice	Output and Policy Change
3BDP® Deliberative Poll	National level, by government funding, 2012	Innovative Strategy for Energy and the Environment	Multi issue, E-GHG emission and atomic power	Strongly affected by supervise committee (Prof. J. S. Fishkin etc.), rather than expert com.	Random Digit Dialing 6849 people →286 participated	Without political/bureaucratic invention, Women and young people relatively few	Well-trained facilitator and transparency of materials	Through deliberation, zero atomic power scenario in 2030: 33%→47% increasing
1B Consensus Conference	Local, Sapporo city, 2008	Genetically Modified Organism (Agricultural)	Single issue F-security	Strong focus on the dialogue between scientists and consumer	Debate group and observe group, both selected from public	Long preparing process including anti-GMO groups	Well-trained facilitator and transparency of materials	Statement sent to prefecture government, related with local ordinance change
Simplified Planning Cell	Local, Komae city, partly funded by city government, 2009	How to use big river front area	Single issue Water? Environment	Firstly, participants decide what is problem, Many stakeholders provide information to participants.	Random sampling 1,500 people →47 participated (Final day, 35)	Relatively few young people, Age 30s through 60s, reflected demography.	Not open for Public observation, Group making by lottery.	Citizens' proposal to the mayor, Set local ordinance to ban barbecue

府県において水・エネルギー・食料連環が計画にどのように位置づけられているか、また、その位置づけと各県において採用された（されなかった）参加型アプローチとどのような関係にあるかを探ろうとしたもので、本報告では、水・エネルギー・食料の 이슈が県の環境基本計画に出現しているかどうかを定量的に把握する試みを提示した。これに対し質疑では、出現をカウントする際の作業者のプロトコルが必要であるという課題や環境基本条例やその他の計画との関連性に留意すべきであるというコメント、国レベルの水循環基本計画策定へ研究結果のインプットが可能ではないか、という諸点が指摘された。

## 2.7 オントロジーを用いた水・エネルギー・食料の連環分析の試み

話題提供者：熊澤輝一（地球研）

本発表では、オントロジー工学の理論に則して社会-生態システムの持続可能性にかかわる一般的な概念を定義し、定義された概念によって水・エネルギー・食料の間にある意味関係を記述することによる効果について検討した。

環境や社会を分析する方法には、フィールドワーク、実験、モデリングなど様々なアプローチがあり、各々で捉える視点が異なる。これらの研究者間での知識の共有は容易ではなく、実践者にしても、研究者間の視点の差異を区別することは非常に難しい。研究者と実践者が協働する超学際的（transdisciplinary）アプローチでは、これらの視点を対照させながら議論・検証・評価することができる、いわば環境・社会の「デザイン・ガイドライン」

が必要である。本発表では、「デザイン・ガイドライン」の役割を果たし得る手法としてオントロジー工学に着目し、まず、社会-生態システム（Social-ecological systems (SEs)）の持続可能性領域の一般的概念について定義し体系化したオントロジーを導入した。

次に、このオントロジーを用いて、水を中心に食料、エネルギー関連の概念に到達するまでの因果連鎖を探索したところ、「農業」「人間の生活」の二概念が、「水」「エネルギー」「食料」の全ての概念と結びついているハブになっていた（図2）。「漁業」についても、「海」「エネルギー」「食料」と結びついていた。意味連関としては、上水、水力発電、食料生産への利用との間にトレードオフ関係が生じ得ること、灌漑用水、水力発電との間にトレードオフ関係が生じ得るとともに食料生産に影響し得ることを示していた。また、地球研「環太平洋ネクサスプロジェクト」の研究対象である「海底湧水」については、一般的概念としては記述しなかった。しかし、この概念を一般的なオントロジーで直接表現しなかった事実を共有することで、「海底湧水」という論点が、逆に地域特性を表現している事実を共有できることが示唆された。

## 3. ま と め

本企画シンポジウムでは、30名弱の参加者を得て活発な討議が行われた。まず、コメンテーターの松本安生氏（神奈川大学）からは「水・エネルギー・食料連環に向けた課題と展望」と題して、次のような論点が提起された。

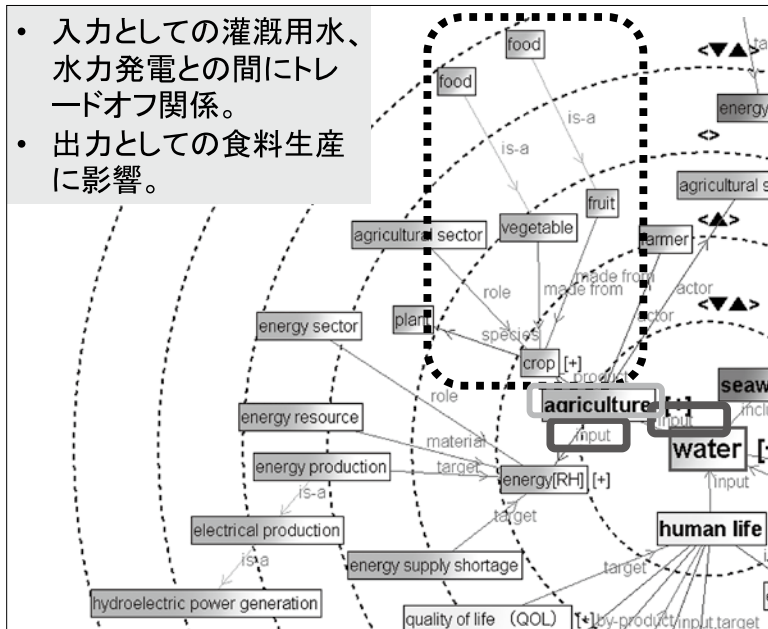


図2 「農業」と他の概念との結びつきの例

話題提供1に対しては、対象地域間のネクサスは研究対象となるのか？という点が指摘され、環太平洋32か国・地域間でのエネルギー資源（化石燃料）や食料資源の輸出入について分析を進めている点を補足した。

話題提供2に対しては、エネルギーのポテンシャルは生態系や水産資源とのコンフリクトの解決に寄与できるのか？という点が指摘され、市民風車の例を挙げつつ、地域社会が主体となってエネルギーを導入・利用していくことでコンフリクトを緩和できる可能性があることが示された。

話題提供3に対しては、社会のバランスをとる新たな機能はどのような働きか？という質問に対して、対立と見られがちな「集中（ナショナルグリッド）と分散（スモールグリッド）」、「都市（下流）と農村（上流）」の協調・連携などを通した「水とエネルギー」による社会秩序形成機能が小水力開発に期待できるとした。

話題提供4に対しては、海底湧水に着目する意義についてのコメントが寄せられ、沿岸域に流入する陸水に占める量的割合や生物生産への寄与率を評価することの重要性が確認された。また、食料（水産資源と）が水やエネルギーとどのように連環するかとの指摘がなされ、これら3つの関係が地域により特色を持つ点に注目して研究することの重要性

を認識した。

話題提供5に対しては、インターネットによる討論実験が総論賛成各論反対（コンフリクト）の解決に寄与するのか？という点が指摘され、SHに対して専門知の提供方法を検討することを通じて、実際の合意形成に至るアセスメントツールとなり得る可能性が示された。

話題提供6に対しては、研究対象としている水—エネルギーあるいは水—食料等の連環やコンフリクトを対象とした事例は含まれているのか？という点が指摘され、現時点では気候変動—エネルギー、気候変動—食料などの連環を対象とした事例が抽出されており、それらからの示唆を今後の合意形成に活用する視点が示された。

話題提供7に対する質疑では、「因果連鎖の探索はどのように行っているのか？」「海底湧水を概念化していいかは誰が決めるのか？」「水の分野等では、地域や人により捉え方が違う場合がある。そういうことを示せるか？」「ステークホルダーで異なる因果関係をいかに協働プロセスでオントロジーに組み込むのか？」という質問があった。

まず、因果連鎖の探索には自動で行う方法と1つずつ概念を辿る方法がある。海底湧水の概念化すべきかどうかは、オントロジーが扱う領域とタスクによって決まる。ただし、地域や人により領域の知識

は変わるので、複数のオントロジーを比較する「オントロジーマッチング」が理想である。協働プロセスへの組み込み方としては、そういった複数のオントロジーによる比較、1つのオントロジーを修正し合うといったやり方があるなかでどのような方法を取るのか、といった点が議論された。

以上で得られたインプットを踏まえて、本プロ

ジェクト「アジア環太平洋地域の人間環境安全保障——水・エネルギー・食料連環」では、残された研究期間でさらに研究課題を深化させていく方向性が共有された。活発な討議に参加して頂いた諸氏に感謝申しあげる次第である。

オーガナイザー 馬場健司（法政大学）  
増原直樹（総合地球環境学研究所）