

「科学技術イノベーション政策のための科学 研究開発プログラム」
「イノベーション政策に資する公共財としての水資源保全とエネルギー利用に関する研究」
研究開発成果報告書
(研究開発期間 平成 24 年 10 月～平成 27 年 9 月)

研究代表者： 天野 良彦 (信州大学)

1. 設定した課題と目標

自然エネルギーを持続可能なエネルギーとして、自然に負荷をかけずに活用することは、人類の喫緊の課題である。そのためには、利用可能な資源の新技术による発掘、活用技術の開発が必要であるとともに、自然資源の保護と活用を両立可能にする社会的・法的制度の設計と、活用方法についての社会的合意形成の手法を構築することも不可欠の条件である。本プロジェクトにおいては、長野県をフィールドとして、水資源を対象に小水力発電および地下水利用ヒートポンプの可能性と実装化について、以下のような研究開発目標をたてて実施した。

- 1) 地域の水資源のトータルな保全と持続可能な利活用を可能にするための条件と課題を、広域の水マネジメントの視点から明らかにする。
- 2) 小水力発電の導入に当たって、社会面での課題や障害がどこにあるか、また地域のコミュニティ電源としての役割について社会的合意形成の観点から整理する。
- 3) 地下熱利用技術を新規に導入する際に、どのような社会的ルールが必要かを明らかにする。また、河川系を基本にした広域的水マネジメントを実現するため、自治体間の利害のずれを超えて、広域に共通の目標とルールを導入するための課題を整理する。
- 4) 自然エネルギーを地域の公共スペースの維持電源として位置づけると共に、緊急時の電源として機能するための条件を明らかにし、防災計画における導入モデルを作る。

2. プロジェクトの成果

当提案では、最先端の成果として挙げられる小水力発電および地下水利用ヒートポンプを実用化した場合に、水利権という問題が障壁となり普及が難しいという問題に対して、自然資源の保護と活用を両立可能にする社会的・法的制度の設計と、活用方法についての社会的合意形成の手法を目的として実施し、将来の利用に向けた政策形成のための基礎的な知見を提供することを成果と位置付けた。以下にその項目を列挙する。

- 1) 小水力発電機導入に関するアクション・リサーチを実施し、設置に伴い生じる課題（物理的問題・法的課題・社会的合意形成）を明らかにし、解決した。
- 2) エネルギー源の代替性確保としての小水力発電の重要性を提言し、栄村の総合防災計画に採用された。
- 3) 地下熱資源の賦存量と利活用に関する調査を実施、ポテンシャルマップを作成した。
- 4) 地下熱利用が地下環境に与える影響を明らかにした。
- 5) 市民意識調査を実施し、水資源保全、自然エネルギー活用促進のための心理的要因を明らかにした。
- 6) 長野県内の自治体調査（条例・連携の実態）を実施し、流域による広域マネジメント推進に向けた現状と課題を明らかにした。
- 7) 広域的水資源マネジメントに関して、長野県の関連部署と課題を共有し、今後の連携促進について合意した。

3. 各成果の概要

1) 小水力発電機導入に関するアクション・リサーチを実施し、設置に伴い生じる課題（物理的問題・法的課題・社会的合意形成）を明らかにし、解決した。

栄村でのアクション・リサーチを通じて、ナノ小水力発電の導入法とその付加価値について明らかにした。特に、住民との合意形成を通じて、系統電力につながずに、住民自身の手で独自に電力を利用する意義（通常時は防犯対策用の電灯や観光用トイレの電源等として、災害時は非常用電源として）を見いだした。

また、ナノ水力発電を設置申請する際の法的（水利権、土地利用権、保安林の解除など複数の法律が複雑に絡み合っている）な問題点と、設置時の問題点（住民との合意に加え、除塵対策や騒音問題）があることを明らかにした。

2) エネルギー源の代替性確保としての小水力発電の重要性を提言し、栄村の総合防災計画に採用された。

地域のコミュニティ電源として小水力発電の災害時の利用があることを栄村に提言し、栄村地域防災計画（平成 26 年 3 月）において、『エネルギー源の代替性確保』の一つに小水力発電の利用促進が挙げられ、防災拠点への導入など防災関連施策との連携を検討するという形で取り入れられた。

3) 地下熱資源の賦存量と利活用に関する調査を実施、ポテンシャルマップを作成した。

今回の地下水のエネルギー利用に対する住民の意識調査から、地下水は見えないことから地下熱の積極利用に対して不安要素が払拭できずに導入が阻害されていることが、住民や行政の担当者の意識調査から明らかになった。そこで、科学的なエビデンスの重要性を認識し、安曇野地域における地下熱のポテンシャルマップを作成した。

4) 地下熱利用が地下環境に与える影響を明らかにした。

平成 24～25 年度の NEDO 事業で工学部に設置した地下水制御型 HP システムにおける帯水層蓄熱状況の調査を通じた地下熱利用時における地下環境変化などを調査し、環境影響についてのデータを得ており、導入密度が低い現状での環境影響はほとんどないことを明らかにした。さらに、JST CREST で『地圏熱エネルギー利用を考慮した地下水管理手法の開発』において、研究代表を務める埼玉大学理工学研究科の小松登志子教授とも連携し、勉強会を開催して地下水制御型 HP システムを実用化する際に必要な事項について、自然科学的なエビデンスについて議論した。

5) 市民意識調査を実施し、水資源保全、自然エネルギー活用促進のための心理的要因を明らかにした。

環境保全のための基金に対する寄付金額は、地下水減少の事実や条例の存在の有無によって大きく差が出ることが確認され、住民が正しい知識の認知をすることが重要であることを明らかにした。また、水資源の保全行動・自然エネルギーの活用に対する積極性は、環境問題に対する意識だけでなく、コミュニティ意識、身近な地域の環境の現状を知ることによって高まることを確認した。コミュニティ意識を高めることは、コミュニティにおける様々な問題の解決のための社会的合意に不可欠な要素である。多くの成功事例にあるように、市民に対する金銭的報酬やメリットが契機であれ、市民参画することが、地域の問題を自分達の手で解決しようという意識も同時に高める。このようなコミュニティ意識の高まりは、地域の資源問題、環境問題を解決する上での社会的合意に結びつくといえ、今後、多くの自治体で取り入れるべき手法と考えられる。

6) 長野県内の自治体調査（条例・連携の実態）を実施し、流域による広域マネジメント推進に向けた現状と課題を明らかにした。

水循環基本法が本年施行され、広域での水マネジメントの必要性が謳われた。本研究では、長野県における自治体間での意識や条例の温度差についてアンケート調査結果から明らかにし、広域連携に向けた課題を掘り起こした。水資源の流域管理を展開していくためには、行政だけでなく市民レベル

のマンパワーも重要となるが、現状では行政と市民の間の協働関係はそれほど活発に結ばれていないため、公民協働体制の精力的な構築が必要となる。また、欧米の先駆例にみられるように、流域マネジメントには流域全体を包括的に管理する組織の構築が求められる。その前提条件として、法的整備だけでなく、水資源を横断的に管轄する省庁の設立などにより、利用手続きや利害調整・合意形成・情報共有・教育や発信といった多様なステークホルダー間の調整を円滑に行なえるようにサポートする全国共通のプラットフォームづくりが、上位組織である国の主導の下にまずは推進されるべきである。このような共通のプラットフォームが整備された上で、各流域の管理組織が、流域ごとの水資源の特徴に合わせたカスタマイズ(たとえば水資源の豊富すぎるエリアでは治水や創エネに重点をおいた施策、渇水エリアでは保全・省エネを重視した施策といった微調整)を独自ルールの下に行なう、といった2重構造型の政策枠組みが求められる。

7) 広域的水資源マネジメントに関して、長野県の関連部署と課題を共有し、今後の連携促進について合意した。

これまでの科学的エビデンスを用いて広域連携の旗振り役となる長野県の担当部署に伝え、今後の広域連携に向けた取り組みの参考資料とするよう提言した。水の総合的なマネジメントの推進を妨げる一因となっている縦割り行政の現状について、地方の行政レベルの問題点を把握し、今後のマネジメントに対する提言を行った。また、流域管理を担う側、資源の利用側双方の認識共有やネットワーク構築が必要であり、それらを推し進めるうえで必要不可欠となる地域人材の育成手段に関して議論し、大学は教育研究機関として協力することを提案した。

4. その他の観点からの成果

本課題におけるステークホルダーは多様であり、国レベルから住民に至るまでの様々な階層が関わる問題である。ゆえに、政策の社会実装においてはそれぞれの立場で課題に関与する必要があると考えられる。多様な課題に対処するためには能動的に関与できる人材育成が重要であり、そのようなカリキュラムの運営を行政と大学が一体となっていく、課題解決に当たる必要性を認知し、実施に向けた協議を開始した。また、以下のようなネットワークの構築を行なった。

1) 信州小水力ネットワークの構築

信州大学、長野県 77 市町村のうち栄村など 10 市町村、JA 長野開発機構、長野経済研究所などで構成する信州小水力会議を設立し、情報発信を行なっている。また、第 5 回全国小水力発電サミット in 長野が平成 26 年 11 月 20 日、21 日に長野市で実行委員として開催し、ネットワーク構築に寄与した。

2) 地下水ネットワーク、農水省ネットワークの構築

地下熱エネルギー利活用技術の社会実装を促進させるため、NPO 法人地下水・地下熱資源強化活用研究会を立ち上げ、シンポジウム、技術講習会などを開催すると共に、農林水産省・環境省中部地方環境事務所と連携して、シンポジウム開催等の情報発信を行なってきた。

5. 発展の可能性

水を再生可能な資源として有効に活用するためには、大河川流域での広域の総合的なマネジメントが必要である。国の水循環基本計画では、この重要性は謳われているものの、具体的な政策には触れられていない。今回の調査研究により、現状では同じ流域に存在する近隣の自治体の連携はあまり有効にとられていないことが明らかとなった。また、国、県、地方自治体の各階層における縦割り行政の弊害も、広域連携の足かせになることも浮き彫りとなった。これらに対処する政策については、現段階では作り上げられていない。県の関連部署との協議は始めたばかりであり、今後お互いの持つデータのやり取りから、総合的に課題を取り扱う部署の新設や、人材育成について議論していくことにより、広域連携への展開の道は拓かれるべきと考えている。これらの施策を実施することにより、水のポテンシャルを活

かした再生可能エネルギーの利用促進に関するイノベーションが促進されると考えられる。

また、信州大学における今後の成果の発展の可能性として、文部科学省 平成 25 年度大学改革推進等補助金（大学改革推進事業）地（知）の拠点整備事業『信州を未来へつなぐ、人材育成と課題解決拠点「信州アカデミア」』や平成 25 年度 JST 革新的イノベーション創出プログラム（COI STREAM）『世界の豊かな生活環境と地球規模の持続可能性に貢献するアクア・イノベーション拠点』などとの連携を図ることにより、科学技術の社会実装が促進されることが期待される。

6. 主な成果発表

- 富樫聡・藤縄克之 「2 孔式塩水トレーサ試験と 3 次元数値モデルの逆解析による帯水層定数の同定」, 土木学会論文集 C, Vol.69, No.3, pp.297-311(2013.7).
- 上原健人・藤縄克之 「ケルビンの線源関数の高精度漸近解とパウエル共役傾斜法を用いた熱応答試験関連パラメータの逆解析法とその適用」, 地下水学会誌, Vol.55, No.3, pp.253-268(2013.8)
- 濱野太宏・富樫聡・上原健人・藤縄克之 「水理地質環境が熱応答試験のパラメータ同定に与える影響に関する実験的研究」, 土木学会論文集 C, Vol.70, No.1, pp.54 -66(2014.2)
- 栗田晶・岡本卓也 「既存用水路を利用した小水力発電技術導入の慣行水利権との関係における問題点 —長野県下水内群栄村堀小赤沢地区における消雪溝排水用水路への水車設置を中心として—」, 信州大学法学論集, 23 号, 317-332,(2014).
- 信州大学 RISTEX 研究プロジェクトレポート「信州型水マネジメントモデルを探る」 信州大学 2014 環境報告書, pp.5-10, (2014.9).
- 岡本卓也・池田敏彦・天野良彦 「小水力発電で地域のエネルギー源を活用する」産官学連携ジャーナル, 11(9), pp.12-15, (2015.9).
- OKAMOTO, Takuya, (Shinshu University). “Awareness of water rights and of the need for groundwater protection.” The 14th European Congress of Psychology. Milan. (2015.7).
- シンポジウム報告書「信州から考えるこれからの水マネジメント」—水資源の保全とエネルギー活用を目指して—(2015.9).