

氏名	いけがみまき 池上真紀
授与学位	博士(学術)
学位記番号	学術(環)博第67号
学位授与年月日	平成19年3月27日
学位授与の根拠法規	学位規則第4条第1項
研究科, 専攻の名称	東北大学大学院環境科学研究科(博士課程)環境科学専攻
学位論文題目	福島県天栄村湯本地区における持続可能なエネルギーシステムに関する研究
指導教員	東北大学教授 新妻 弘明
論文審査委員	主査 東北大学教授 新妻 弘明 東北大学教授 両角 和夫 (農学研究科) 東北大学教授 佐竹 正夫 東北大学教授 高橋 弘 東北大学助教授 浅沼 宏

論文内容要旨

第1章 緒論

地球温暖化問題の解決のためには、再生可能エネルギーを活用した持続可能な社会の構築が急務である。本論文は、地域社会の中で再生可能エネルギーを最大限利用することを目指し提唱された *EIMY* (*Energy In My Yard*) の概念に基づき、地域の社会システムに組み込まれた持続可能なエネルギーシステムの概念設計の手法について考究したものである。研究対象となる実地域として、福島県天栄村湯本地区を取り上げている。

第2章 湯本地区の古来のエネルギーシステムとその持続可能性

一般に、化石燃料の導入以前の農山村では、水力や木質バイオマスなどの地域に賦存する再生可能エネルギーが地域内で活用されていた。この事実から、*EIMY* の概念に基づくエネルギーシステムの構築に必要な社会的要素を発見することを目的とし、化石燃料の導入以前である昭和30年頃の湯本地区の古来のエネルギーシステムを、可能な限り定量的に調査した。

その結果、当時の一般世帯の現金収入源は、農閑期に国有林を原木として行う製炭で、自家用の熱エネルギー供給源は、温泉、民有林で採集した薪・柴、クズ炭(製炭の過程で形が崩れた市場価値の低い木炭)であったことが明らかとなった。また、採草・放牧地等の共同利用地も利用されていた。

ヒアリング調査・資料調査により、昭和30年頃の湯本地区の全民家での木質バイオマスによる熱エネルギー消費量は、現代の2.3~2.6倍と評価され、民有林と共同利用地の活用、国有林での製炭は、それぞれ持続可能であったことも定量的に示された。

さらに、重要な事実として、一般世帯での温泉、共同利用地の利用、薪・柴・クズ炭の消費は、市場外部的活動の中で自給的に行われていたことが明らかとなり、当時の年間の家計費のうち、市場外部的

活動によって賄われていた割合は 53～62%に上ることが示された。山林利用についての市場外部的活動および、市場活動である製炭と、一般世帯の生活との関係を模式図に表すと図 2-1 のようになる。薪・柴・クズ炭は、木炭と比較して市場価値が低いですが、これらは、住民自身の労働力を投入して市場外部で利用され、その活動からは、二次自然の維持、自然現象の体感、協働の精神、コミュニティ形成といった、精神的、社会的価値が創出されていた。すなわち、古来のエネルギーシステムでは、市場外部的活動が重要な役割を果たし、それにより市場価値の低い資源が活用され、経済外的価値が生み出されていた。しかし、現在ではこれらは消滅し、市場活動主体の生活へと変化している。

第 3 章 湯本地区における古来のエネルギーシステムの崩壊過程

湯本地区において、古来のエネルギーシステムが崩壊し、現代の市場活動中心の化石燃料消費社会が形成された過程を、ヒアリング調査・資料調査により解明した。その結果、古来のエネルギーシステムの中で、製炭産業が最初に衰退し始め、それは、国有林に対する国の政策変更が原因であったことが明らかとなった。昭和 30 年代に入り、それまでは薪炭林（広葉樹林）として維持してきた国有林を用材林（針葉樹林）に切り替える施策を展開したことにより、湯本地区の一般世帯における現金収入源は、製炭から造林事業の請負に変化した。さらに、広葉樹が減少して木炭の原木が入手困難となり、昭和 42 年頃に地区の製炭産業は消滅したことが調査により示された。これは、昭和 30 年頃には 1086[ha]あった湯本温泉集落の国有林の広葉樹面積が、昭和 45 年には 563[ha]にまで減少したという調査結果からも裏付けられている。この事実からは、湯本地区の古来のエネルギーシステムの崩壊は、国の施策という外的要因によって始まったことが指摘でき、これは、将来、湯本地区において持続可能なエネルギーシステムを再構築できる可能性があることを示すものと考えられる。

また、昭和 30 年代後半の製炭産業の衰退に伴い、農閑期の現金収入源は関東地方への出稼ぎに切り替わり、昭和 30 年から 47 年にかけての一般世帯の年収は、当時の消費者物価指数の増加率の 3～4 倍の速度で増加したことが明らかとなった。湯本地区では、この時期に化石燃料の導入や労働力の機械化が起き、市場活動を中心とする生活が形成されていった。その結果、昭和 48 年以後、木質バイオマスによる熱エネルギーの自給や、共同利用地の利用は行われなくなり、古来のエネルギーシステムで重要な役割を果たしていた市場外部的活動と経済外的価値もほぼ消滅したことが示された。

さらに、昭和 40 年代の後半以降、出稼ぎの時代の後に会社勤務の時代が訪れ、20～30 代を中心とした若者の人口が急速に減少したことも明らかとなった。この点からは、今後、湯本地区の地域社会としての持続可能性を維持していくためには、地区内での雇用創出が重要な条件であることが指摘された。

第 4 章 湯本地区の再生可能エネルギーと利用可能性

本章では、EIMY の概念に基づくエネルギーシステム構築の基礎的データとなる、地域のエネルギー需要、再生可能エネルギー賦存量の調査の手法を検討した。さらに、その手法を湯本地区において

実践し、調査結果をもとに木質バイオマス・地熱・地中熱について具体的なシステムの考察を行った。

エネルギーシステムが地域社会の中で持続可能に機能するためには、そのシステムが、地域の社会的条件・地理的条件に即したものでなければならない。需要・賦存量調査において重要な点は、統計データの適用だけでなく現地で直接調査を行い、需要・賦存量ともに季節変動・経年変化を把握すること、地域の社会基盤を考慮し、現実的に利用可能な賦存量を調査すること、資源の分布や集落の位置等の地理的条件を考慮すること、需要側である家屋や施設の利用者・利用目的・住環境を調査し、改善すべき点を把握することにより地域で必要とされるエネルギーシステムを検討すること、等である。

このような調査を湯本地区で実践した結果、熱エネルギー、電力ともに、現状の湯本地区の需要量を上回る再生可能エネルギーの賦存量が見込まれ、特に、木質バイオマスの賦存量は、灯油・重油による年間のエネルギー消費量の10倍という結果が得られた。また、具体的なエネルギーシステムの検討結果の一つとして、NEDOの地熱調査井での同軸熱交換により温水供給を行う保養施設を、図4-1に示す。この施設では、トチクボ沢小水力発電による電力の利用も想定しており、エネルギー需給の点では、延床面積1100[m²]程度の保養施設の実現が可能であることが示された。

第5章 持続可能なエネルギーシステム・社会システムの構築へ向けての提言

エネルギーシステムを地域社会に組み込むためには、エネルギーシステムが、地域の社会システムと噛み合い、地域のための経済的価値・経済外的価値を創出するものとならなければならない。本章では、第2、3章で得られた市場外部的活動と雇用創出の重要性という知見をもとに、第4章で検討した木質バイオマス・地熱・地中熱によるエネルギーシステムを、湯本地区の社会システムとして考察した。

考察に当たっては、各エネルギーシステムについて、雇用創出が可能となるようなエネルギー・貨幣・労働（サービス）の流れを提示し、そこから創出される経済的価値・経済外的価値を具体的に整理した。図4-1に示した地熱と小水力を用いた保養施設の場合、年間9万人の利用客があれば、通年で8~9人の雇用創出が見込まれる。雇用創出によって若者の定住が実現すれば、地域としての持続可能性の維持、地域活性化といった経済外的価値の創出も期待できる。また、考察した社会システムそれぞれについて、その実現のための促進要因・阻害要因・阻害要因の解決策の検討も行った。保養施設の場合、設備費の確保と経営維持が主な阻害要因となり、村としての支援策の実施や資金の調達等が、阻害要因の低減のために必要であると考えられる。

第6章 結論

本研究で得られた知見は、EIMYによるエネルギーシステムの実現のための概念設計手法として図6-1のようにまとめられる。これは、対象地域の社会システム、エネルギーシステム、システムから経済的価値・経済外的価値を創出する方法の3つを関連付けて繰り返し検討することにより、地域に組み込むことが可能なエネルギーシステム・社会システムの描像を描く手法を提示するものである。

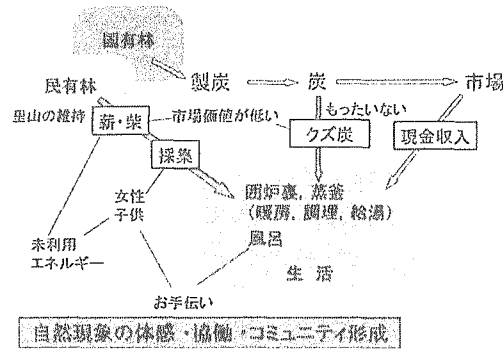


図2-1 昭和30年頃の湯本地区の山林利用に関わる市場外部的活動と、それによって創出されていた経済外的価値

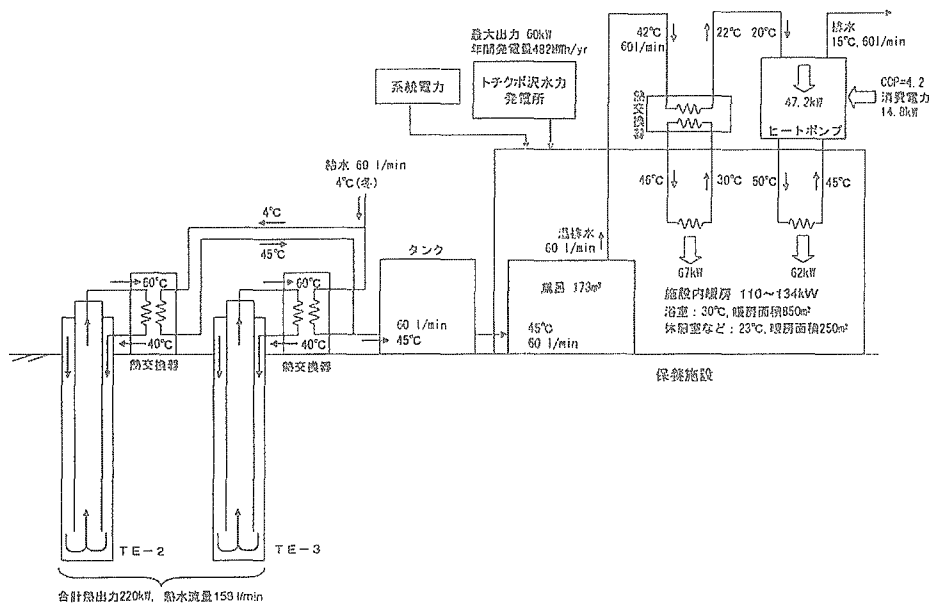


図4-1 NEDOの地熱調査井（TE-2, 3）とトチクボ沢の小水力を利用した保養施設のエネルギーシステム

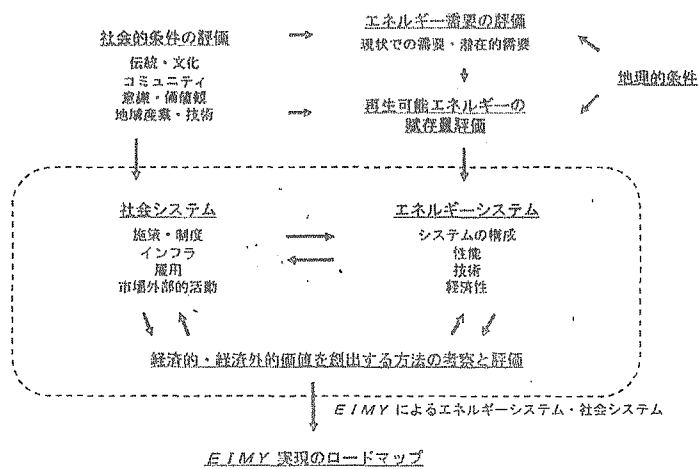


図6-1 EIMY 実現のための概念設計手法

論文審査結果の要旨

持続可能な社会への移行は現代文明の重要な課題である。そこでは化石燃料消費社会からの脱却と再生可能エネルギーの利用拡大が不可欠である。本論文は、再生可能エネルギーの利用拡大を目的として、再生可能エネルギーを地域のために最大限活用するためのエネルギーシステム・社会システムについて、福島県天栄村湯本地区における調査結果に基づき具体的に論じたもので、全6章からなる。

第1章は緒論である。第2章では、湯本地区において化石燃料の導入以前に機能していた古来のエネルギーシステムについて、資料調査、現地古老からのヒヤリング調査等に基づき、その全貌を明らかにするとともに、その持続可能性、それが機能するための条件等を詳細に論じている。そこでは、地域の再生可能エネルギーが、地域コミュニティの市場外部的活動により持続可能に活用されていたこと、市場外部的活動が市場活動よりも大規模であったこと、さらにその活動により、様々な経済外的価値が創出されていたこと、等を明らかにしている。これらは重要な知見である。

第3章では、湯本地区の古来のエネルギーシステムが、現代の化石燃料と市場活動中心のシステムへ変貌した過程を、資料調査、ヒヤリング調査等から明らかにしている。そこでは、システム変貌のきっかけが国有林造林事業という外的要因であったことを明らかにするとともに、再生可能エネルギーが化石燃料に置き換わった過程、その時期に起きた現金収入源、収入額の変化、さらにこれらの変化がもたらした、地域のコミュニティ活動の低下について明らかにしている。これらは今後持続可能な社会を再構築するための有用な知見である。

第4章では、地域のためのエネルギーシステム実現の基礎資料となり得る、地域のエネルギー需要、再生可能エネルギー賦存量の評価方法を実データにより具体的に検討するとともに、湯本地区の需要と賦存量、さらに、各種エネルギーシステムの持続可能性と経済性について検討を加えている。そこでは地域の需要と賦存量の新たな評価方法を提案するとともに、当地区においては、木質バイオマス、地熱、地中熱による熱供給が特に有効であることを明らかにしている。

第5章では、第4章で提示したエネルギーシステムを社会的側面から捉えなおし、そこから創出される経済的価値と経済外的価値、それらを実現するための社会システムと促進要因、阻害要因について詳細に検討を加えている。さらに、それらの議論を基に、地理的条件・社会的条件、創出される経済的価値と経済外的価値を踏まえた、地域のエネルギーシステムの概念設計手法を提案している。これは、地域の再生可能エネルギーシステムを実現するための普遍的な手法として評価できる。

第6章は結論である。以上要するに、本論文は、再生可能エネルギーの利用拡大に関する具体的知見と有用な方法論を提示したもので環境科学の発展に寄与するところが少なくない。よって本論文は博士(学術)の学位論文として合格と認める。