

農村地域の持続的発展を目指す社会技術の研究開発と今後の課題 ー岩手県の農村地域を対象にしてー

両 角 和 夫

目 次

1. はじめに
 - (1) 背景
 - (2) 本稿の課題
 - (3) 概念等の説明と本稿の構成
2. 「いわて発循環型流域経済圏の構築に関する研究」の概要と成果
 - (1) 研究の目的、基本戦略および社会問題
 - (2) 社会技術研究開発の構想
 - (3) 四つの社会技術研究開発の経過
 - (4) 社会システムに関する研究開発の経過
 - (5) 成果の評価と課題
3. 「分散型エネルギーの利用促進と農山村地域環境ビジネスの創出」の概要と成果
 - (1) 実装活動の目的および対象地域の概況等
 - (2) 実装活動の構想
 - (3) 実装活動の取り組みの概要
 - (4) 評価と課題
4. 農村の持続的発展に必要な社会技術の地域社会への実装をめぐる課題
 - (1) 当面する課題
 - (2) 今後の検討事項
5. おわりに
 - (1) まとめ
 - (2) 今後の展望

1. はじめに

(1) 背 景

1980年代から90年代の前半にかけて、わが国の農家および農村地域の経済は、第二次世界大戦後で最も豊かで安定した状態にあったと言える。戦前からわが

国の農業、農家および農村を苦しめ続けた農業問題の中心は農家の貧困問題である。一般に農業問題とは、農業が資本主義経済に馴染みにくいことによって引き起こされる深刻な社会問題であるが、そうした問題として発現した農家の貧困問題は、この時期にはほぼ解消したと言ってよい¹⁾。

しかし90年代後半に入ると、従来の農家の貧困問題と入れ替わりに、より深刻と見られる新たな農業問題が発生した。主には、農業の担い手不足、食料自給率の大幅低下、中山間地域の衰退および農業、農村の多面的機能の後退、である²⁾。従来の農家の貧困問題は、主に農家、農村経済に関わる問題であったとすれば、こうした新たな農業問題は、農家、農村のレベルに止まらず、国民生活あるいはわが国資本主義経済の存立を根底から脅かすものになったと言える。

90年代後半はまた、わが国経済がバブル経済崩壊を機に長期不況に転じる中で、地域経済は停滞に転じ、しかも首都圏との経済格差が一段と拡大した時期でもある。このため、新たな農業問題の発現と相俟って、農業、農家および農村をめぐる経済、社会状況は大きく様変わりした。

その特徴の一つは、農家、農村経済がそれまでの豊かで安定した状態から後退あるいは悪化の方向に転じたこと、もう一つは、中山間地域の衰退および農業、農村の持つ多面的機能の後退と裏腹に、農村地域の自然環境の悪化が顕著に見られること、である。こうした事態を見ると、今日、わが国の農村地域社会が持続的に発展できる基盤は、経済と環境の両面から崩される状態にあると言わざるを得ない。

加えて、本稿で取り上げる研究サイトがある岩手県が位置する東北地方の太平洋沿岸部に関して言えば、2011年に発生した東北大震災の影響を考える必要がある³⁾。なかでも注目すべきことの一つは、周知のように、当該地域における製造業の被災が自動車・輸送機械、情報通信機器等への電子部品・素材等の供給を滞らせるなど、国内外のサプライチェーンに深刻な影響を与えたことである。こうした影響が見られたことは、この地域が相変わらず下請依存の産業構造にあることを示す一方で、今後のサプライチェーンの再建の過程では、不測の事態に対処して危険分散を図る観点から、需要者側の企業群はこうした地域への依存の度を弱めることも予想させる。こうした状況を考慮すれば、こ

の地域での本格的な経済の復興のためには、従来のように下請け的な産業に依存せず、出来る限り自立性の高い地場産業等の育成、発展を図ることが重要となる⁴⁾。

もう一つは、この沿岸地域はもともと山林が大半を占めるため耕作面積が僅かで、農家も小規模なものが多く、従来から農外収入によって生計を維持してきたこと、すなわち農家の大半が兼業農家として存続してきたことである。今回の震災で太平洋沿岸部に位置する工場、事務所等、農家の主要な農外就業先が壊滅的な打撃を受けたが、このことは、こうした兼業農家の存続条件を揺るがし、地域の農林業、さらには農村社会の維持、存続がこれまで以上に難しくなることを予想させる。今回の震災では、水産業・水産加工業の被害が甚大であった一方、農業および林業の直接的な被害はそれほど大きなものではなかった。しかし、むしろ農林業や農村社会に与えるこのような震災の間接的影響こそが、地域社会の持続的発展を考える上で極めて重大であり、就業機会の確保という観点からも、地域の産業の在り方を根底から見直す必要性を改めて示唆するものと考えられる⁵⁾。

(2) 本稿の課題

今日のこうした自然環境と経済をめぐる厳しい状況の下で、地域の農業、農家そして農村社会が当面する社会問題を解決し⁶⁾、今後の地域社会の持続的発展を維持・存続させるにはどうすればよいか。この課題に対処するため、我々は、最終的な目標を地域経済の振興および自然環境の維持・存続の両立に置きつつ、対象とする地域に即して具体的な解決の在り方を模索してきた。主に取り組んできたのは、地域資源を活用した農村地域における自立的な経済振興および自然環境の修復・維持に必要な社会技術に関する一体的な研究開発である。実際に我々が対象としたのは、岩手県のいくつかの地域、およびそこにある農村集落である。そこでは、(国研) 科学技術振興機構社会技術研究開発センターの研究開発支援プロジェクト⁷⁾、文部科学省の科学研究費、農林水産省等や岩手県の補助事業などを活用し、地域の方々と共にここ十数年来、必要と思われる社会技術の研究開発を続けてきた。もとよりこの間、必ずしも十分な成果を上げてきた訳ではないが、現時点でも、問題の実態や今後の課題などについて

おぼろげながらも見えてきたところもある。

本稿の課題は、この間の取り組みの中間的総括の意味で、環境と経済が両立する上で必要な社会技術の研究開発の成果と問題を整理・検討し、今後の課題を明らかにすることにある。このため本稿では、これまでの我々の研究開発に関して中心的な役割を果たしてきた、(国研) 科学技術振興機構で採択されたプロジェクト研究の二つを取り上げ、それらの目的、取り組みの経緯、成果等について整理、検討を行い、今後の課題等を明らかにすることにしたい。

この二つのプロジェクト研究は、これ以外に取り組んだ研究開発プロジェクトと密接な関係を持っておりその成果等も含まれているが、それらに関しては必要に応じて取り上げることにしたい⁸⁾。

(3) 概念等の説明と本稿の構成

1) 概念等の説明

上に述べたように、これまで行ってきたのは、岩手県内の農村地域の抱える問題の解決に必要な社会技術の研究開発であるが、その内容等の検討に入る前に、本稿で用いる用語の説明と、今回の研究開発で重要な役割を果たした「協働」の相手について紹介しておきたい。

① 本稿で用いる概念について

まず、「社会技術」である。これは(国研) 科学技術振興機構が2000年に導入した概念である⁹⁾。この概念は「社会問題の解決に必要な科学と技術」という意味が込められており、英語表記ではScience & Technology for Societyとされている。こうした用語が使われる背景には、従来の科学および技術が、必ずしも現実の社会の抱える問題を解決することに役立つものではなかった、という深い反省がある。また、こうした観点から、研究方法に関しても、自然科学と社会科学が別々に対処する従来の方法では社会問題の現実的な解決にはつながらないとして、新たに社会科学と自然科学の両面から、すなわち両者を融合して対処する必要があることが提起された¹⁰⁾。

次に、「地域」の概念について。本稿では、「地域」を行政の区域あるいは農村や都市の範囲としてではなく、山(分水嶺)から海(沿岸)までの流域という範囲で捉えている。地域経済の活性化あるいは自然環境の維持・存続を図るため

には、地域資源の持つポテンシャルを十分活用することが重要となるが、その場合、こうした地域の捉え方が必要になるからである。本稿においてこれから用いる「循環型流域経済圏」はまさにこうした地域の捉え方で新たに提起した概念である¹¹⁾。

② 「協働」の相手について

本稿で検討の対象とする、二つの（国研）科学技術振興機構のプロジェクト研究の採択を受けたのは、東北大学大学院農学研究科および東京農業大学総合研究所¹²⁾ であるが、これらのプロジェクト研究の推進においては、NPO法人や各種の地域組織と「協働」して、社会の当面する問題を把握、分析と必要な社会技術の研究開発、さらには、研究開発した「社会技術」を地域社会に実装する活動を行ってきた。次に、あらかじめこうした協働に関して、中心的な役割を果たしてきた次の3つの組織について、概略紹介しておきたい。

一つは、「NPO法人いわて銀河系環境ネットワーク」（以下、「NPO法人いわて」と略称。）である。この組織は、2001年、「経済と環境が両立する社会の構築」を目指す研究および所要の実践活動を行うため、当初は任意団体として発足した。そして、2004年には岩手県の認可を受けて法人化した。組織名の冒頭に「いわて」と付したのは、実際の活動の対象地域を主に岩手県としたためであり、「ネットワーク」としたのは、会の趣旨に賛同する会員が互いに技術や情報を持ち寄り共有しつつ、各自が自由に研究、実践活動を行うこととしたからである¹³⁾。このNPO法人は、多方面にわたる活動を行ってきたが、なかでも本稿で取り上げる「いわて発循環流域経済圏の構築に関する研究」においては、研究開発および実践活動の中心的な役割を担ってきた。

二つは、「生出地区コミュニティ推進協議会」（以下、「生出コミュニティ」と略称。）である。1970年、岩手県陸前高田市は地域の活性化の一環として、市内に存在する地域組織を旧町村等を単位に11の地区コミュニティ推進協議会に再編、整備したが、その際、旧矢作村の生出集落を母体として設立されたのがこの協議会である¹⁴⁾。生出地区は世帯数約100、人口300人強足らずの小さな集落であるが、本協議会を中心に積極的に地域振興等に取り組んでおり、その活動は県内で高く評価されてきた。地域振興の取り組みは古くは明治期から活発に行われてきたが¹⁵⁾、近年では、集落を挙げて毎年開催されている木炭祭りが注目される。第2次大戦後この地域の生活を支えた産業が木炭生産であり、

いわば木炭の里であったことを原点にして、新たな地域づくりに取り組むために始めたものである¹⁶⁾。本協議会には幾つかの専門部会が設置されており、それらを中心に、今日までこうしたイベントをはじめ、地域振興に関わる多くの補助事業等にも取り組んでいる。そして今回の（国研）科学技術振興機構社会技術研究開発センターによって採択された「いわて発循環流域経済圏の構築に関する研究」および「分散型エネルギーの利用促進と農山村地域環境ビジネスの創出」のいずれでも、生出コミュニティの産業部が中心となって取り組み、地域の主体として重要な役割を担ってきた。

その三は、「気仙産業研究機構」（以下、「気仙機構」と略称。）である。この組織は、2007年7月、陸前高田市内の森林組合、農協および漁協の役職員、市内の醸造業等の企業、住民、そしてNP0法人いわての構成員等によって、任意組合として設立された¹⁷⁾。設立の目的は、「産官学地の連携による持続可能な循環型社会構築を目的」としている。上に述べた「いわて発循環流域経済圏の構築に関する研究」の推進において、気仙川流域の分水嶺から沿岸部までに賦存する地域資源の持つポテンシャルを最大限活用するための連絡調整を行うことが期待された。この間、当該機構は、事業主体となって、県の補助事業を導入して研究開発を行ったこともあるが¹⁸⁾、主として農林水産業や商工業の業態を超えて関係組織の協働を進める上で重要な役割と機能を果たしてきた¹⁹⁾。

2) 本稿の構成

以下、第2章では、「いわて発循環流域経済圏の構築に関する研究」（2003～2006年度：研究代表者：両角和夫、予算総額6,000万円）を取り上げる。このプロジェクトは、（国研）科学技術振興機構、社会技術研究開発事業・公募型プログラム、研究領域「循環型社会」の研究課題の一つとして2003年度に採択を受けたものであり、今回の一連の社会技術開発研究の基礎的部分に当たる。この章では、研究目的と課題へのアプローチの基本戦略、岩手県の4市町村、3地域の当面する社会問題の整理、こうした問題を解決するのに必要な四つの社会技術の研究開発と成果、その評価と課題について述べる。

第3章では、同じく（国研）科学技術振興機構、社会技術研究開発センターの「研究開発成果実装支援プログラム」の「実装活動」として2012年度に採択されたプロジェクト、「分散型エネルギーの利用促進と農山村地域環境ビジネスの創

出」(2012～2015年度：研究代表者：両角和夫、予算総額1,500万円)を取り上げる。これは、先の「いわて発循環流域経済圏の構築に関する研究」で研究開発した社会技術の幾つかを特定の農業集落に実装することを目指す、極めて実践的なプロジェクトである。本章では、本プロジェクトで設定した目的、研究開発した社会技術の地域社会への実装活動の経過および成果を述べ、最後に評価と課題の整理を行う。

第4章では、これまでの社会技術開発の中間総括として、農村の持続的発展に必要な社会技術とそれを現実社会に実装する際の今後の課題を整理する。

おわりにでは、簡単なまとめと今後の展望を述べる。

2. 「いわて発循環型流域経済圏の構築に関する研究」の概要と成果

(1) 研究の目的、基本戦略および社会問題

先にも述べたように本研究プロジェクトは、今回の一連の社会技術開発の基礎部分をなすものである。はじめに、本プロジェクトの研究の目的、研究の勧め方に関する基本戦略および研究地域が当面する社会問題について述べることにしたい。

1) 研究の目的

本研究プロジェクトで目的としたのは、地球規模の環境問題の解決への寄与を視野において、農村地域の「社会問題」の解決のため、自然生態系を損なうことなく地域資源の持つポテンシャルを最大限引き出すことができる「循環型流域経済圏」の構築とそこで必要となる社会技術の研究開発を行い、環境と地域が両立する地域社会の形成を図ること、である。

「循環型流域経済圏」とは、範囲としては、分水嶺から沿岸までの河川の流域、あるいは山から海に至る地域であり、一ないし複数の市町村の区域を含む社会的、経済的に一定の関連を持つ地域を想定したものである²⁰⁾。ここで地域をこのように設定したのは、地域資源の本来持つポテンシャルを最大限引き出すためには、地域資源を使う産業、なかでも農林水産業については、各業態を縦割りではなく、横割りあるいは地域を一つの業態として捉えなおすことが必要と考えるからである²¹⁾。

また、関連して強調すべきは、循環型流域経済圏の中で地域資源のポテンシャルを最大限活用するには、今日の支配的な経済システムである市場では難しいことである。市場メカニズムを前提とすれば、当然、こうした地域資源は採算がとれる場合しか利用の可能性はない。このため、循環型流域経済圏で環境と経済の両立を図るために地域資源をこのように利用するには、後に述べるように、そうした利用を人為的、政策的にサポートする何らかの社会システムが不可欠と考える。

2) 基本戦略

次に本プロジェクト研究の「循環型流域経済圏」構想の実現における基本戦略を示しておきたい。この基本戦略は、次の3つの段階から構成している。

一つは、地域資源の持つポテンシャルを最大限引き出すことが出来、その一方で、環境に出来るだけ負荷を与えない新たな技術あるいはすでにある要素技術の新たな体系を研究開発することである。とくに目指したのは、第一に、二酸化炭素を排出しない、カーボンニュートラルな再生可能エネルギー（風力、水力、太陽熱、太陽光、地熱、バイオマスによる発電など）の供給、活用のための技術、第二に、縦割りの地域資源の利用を超え、地域を一つの業態として捉えて資源を循環的に利用する技術や仕組みの研究開発である。

二つは、地域の実情、ニーズに応じて、開発した技術を新たなビジネスとして実現することである。本プロジェクトでは、こうした技術開発とそのビジネス化を地域イノベーションと言う。先にも述べたように、この地域イノベーションはコストが高く収益が低いことを考慮すれば、今日の市場メカニズムでは実現が極めて困難と考えられる。このため、地域イノベーションを推進し、実現するには、新たな社会的な枠組み＝社会システムを構築し、地域社会に埋め込むことが不可欠である。言ってみれば、地域イノベーションに必要なコストは、もっぱら市場メカニズムによるのではなく、社会的に負担されるための何らかの社会的な枠組み、システムによって補填されることが必要である。こうした社会的な枠組みは、本来は国や地方公共団体等の制度あるいは公的な負担が考えられるが、今日のように財政が悪化した国等に負担の多くを委ねることは難しい。このため民間企業あるいは住民レベルの仕組みの活用など、あらゆる可能性を検討し、出来るところから実現を図る必要があると考える。

三つは、「循環型流域経済圏」という新たな社会システムの構築、運営を担う主体の形成である。従来、こうした主体としての役割を担ってきたのは、主に市町村、農協等の協同組合、企業、第3セクター等、既存の行政機関あるいは協働組合組織であった。しかし、近年、多くの市町村では財政が悪化し、また農協等の協同組合も経営環境が厳しくなる中でこうした新たな仕事を引き受ける余地は狭まっている。また、市町村も農協等も、広域合併を迫られ、地域住民や組合員に対するきめ細かいサービスの提供が難しいのが現状である。したがって、このような旧来の組織等に代わる、新たなシステムの構築、運営主体の登場が必要である。考えられるのは、例えばNPO法人、新たな形態の協同組合²²⁾ などである。先に上げた気仙機構などは、こうした新たな主体の一つとして期待される。

ところで、この「循環型流域経済圏」は、宇沢弘文が提唱した、「社会的共通資本」として捉えることが出来る²³⁾。宇沢のこうした概念は、「社会的共通資本は、一つの国ないし特定の地域に住むすべての人々が、ゆたかな経済生活を営み、すぐれた文化を展開し、人間的に魅力のある社会を持続的、安定的に維持することを可能にするような社会的装置を意味する」ものであり²⁴⁾、「循環型流域経済圏」はこの中の「社会的装置」に該当すると考えられる。また宇沢は、地域資源が私有財産であっても、「社会全体にとって共通の財産として、社会的な基準によって管理運営される」ものとしており、本稿で述べる「循環型流域経済圏」の運営主体も、まさにこうした管理運営をする主体として位置づけることが出来る。

3) 地域の当面する社会問題

上に述べたように、本研究プロジェクト研究では、対象フィールドは岩手県とし、県北に位置する葛巻町、県南の旧胆沢町(現、奥州市)および住田町・陸前高田市(気仙地区)を対象としている。図1には、研究対象とする市町村およびその他の地域資源の活用に積極的に取り組む市町村を地図で示した。

はじめに、これら地域ではどのような社会技術が必要かを把握するためにNPO法人と協働で実施した、地域が当面する社会問題に関する実態調査の結果を概略示しておきたい。これらの地域で深刻な社会問題と考えられるのは次の4つに整理できる²⁵⁾。

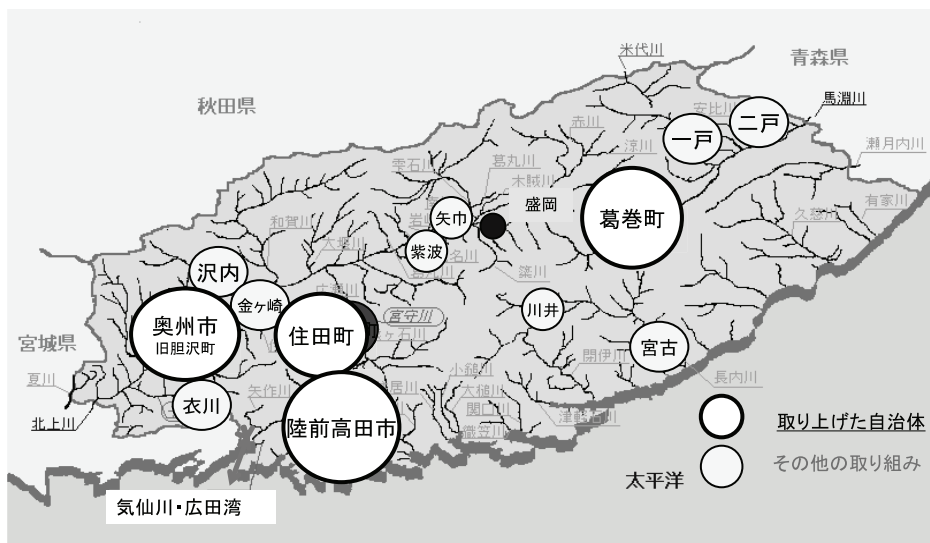


図1 研究フィールドでの取り組みの推進
ー岩手県内の対象地域3地域（4市町村）ー

第一は、山の間伐の遅延に関する問題である。近年、我が国の山林では林業の不振、なかでも木材価格の大幅低落のため、林地の面積の大半を占める人工林の健全な育成に不可欠の間伐が遅々として進んでいない。このため森林生態系が悪化し、森林が本来持っている水源涵養の機能は大幅に低下している。しかも、折角間伐が行われてもそれらの材のかかなりの部分が林地に放置されるという、いわゆる切り捨て間伐が多いのも実態である。かつては、間伐材の販売、利用は、山の豊かな収入を支えてきた。しかし、今やそうしたプラスの価値は大幅に低下し、放置された間伐材は河川の氾濫時に流木となって下流に大きな被害をもたらすなど、むしろマイナスの価値を持つ場合さえ見られる。こうした間伐遅延の問題は、いかにこうした木材を有効利用し、プラスの価値に転じるかという課題を提起する。

第二は、里の家畜糞尿の処理の問題である。近年、畜産の大規模化が進む中で、そこから大量に発生する糞尿が河川の汚染の要因になり、あるいはその適切な処理の在り方が問題となっている。すでに国の制度で一定の対策が義務付けられ汚染の発生はある程度規制されているが、その有効利用に関してはほとんど進捗していないのが現状である。

第三は、転作田の利用の問題である。今日、我が国の水田約250万haのうち、実際に米が作付けされているのは約150万haに過ぎず、これ以外の水田は、米

以外の作物への転作等が推進されている。本来、米は水田の生態系の維持に最も適合的であり、地域の水循環を支える機能も有しているものであり、転作はそうした機能を著しく制約する。その一方、米については、バイオマス資源としてポテンシャルが高く、エネルギー利用など食物以外の用途での利用の在り方について検討する余地は大きい。

第四は、海の「磯焼け」の問題である。沿岸部の岩礁域には、海中林と呼ばれるコンブなどの大型褐藻群落が水深約30mまでの海底に形成されている。しかし、近年、わが国の沿岸部の岩礁域では、こうした群落が何らかの理由で縮小、消滅する「磯焼け」という現象が広く見られる。故谷口和也東北大学教授によれば、岩礁域は、もともと面積では全体の0.1%に過ぎないものの、光合成能力が高く有機物の生産量では海洋全体の10%以上にも及ぶ地球上でも最も生産力の高い、生物多様性に富む豊かな場所である。このため磯焼けが発生すると、海中林に生活を依存する魚類や大型甲殻類等の動物もほとんど消滅するので沿岸漁業は大打撃をうける。

この磯焼けは、同教授によれば大きくは二つの要因で発生する。一つは、生態学的要因、もう一つは、人為的要因(磯荒れ)である。このうち前者は、無機環境の変動(海水温の上昇、貧栄養化等と津波、火山爆発、洪水の大量流入等の一時的な環境変化)と生物の影響(植食動物の摂食圧、サンゴモによる着生阻害)である。この場合注目されるのは、近年の地球規模の環境変化、とくに地球温暖化の影響である。地球温暖化により海水温度が上昇し、これによって植食動物が北上、強い食害で海中林の破壊に拍車をかけるからである。もう一つの原因である人為的な要因は、過剰な収穫、海水の汚濁による透明度の減少、浮遊性の懸濁物、漂砂、土砂の影響、鉱山、工場からの排水等である。こうした海中林破壊の要因の多くは人間活用によるものである。したがって、人間自身の手で原因を科学的に取り除くことが出来るはずであり、海中林を維持できる環境を保全する対策と必要な技術の開発が必要である²⁶⁾。

4) 研究開発の実施体制

本研究プロジェクトは、東北大学大学院農学研究科(研究代表、両角和夫)が受託した。研究の推進・実施の体制は、図2に示した通りである。取り組むべき研究課題が多く、また多岐に渡るため、研究代表の下で、研究の課題および

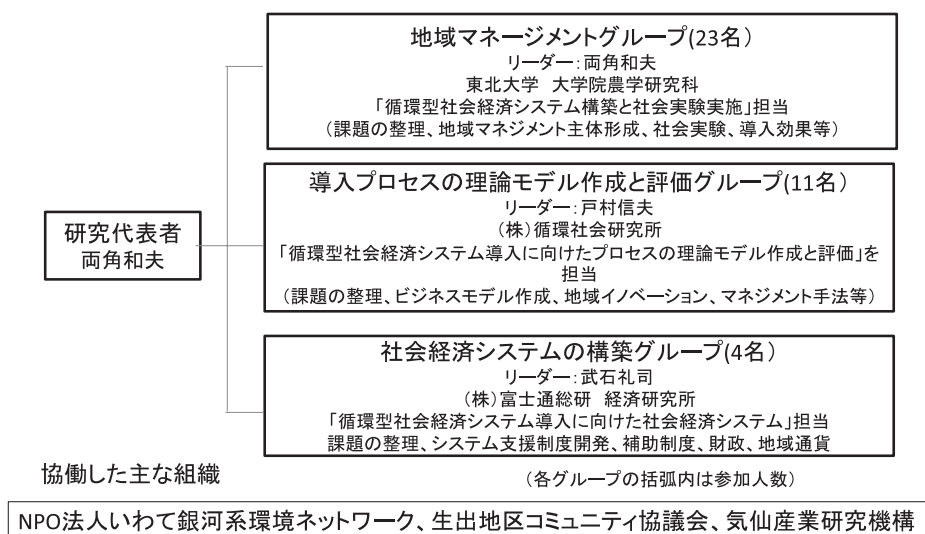


図2 「いわて発循環型流域経済圏の構築に関する研究」

(実施期間: 平成15年～平成18年)

研究実施体制

参加研究者等を3つのグループに分けた。第一は、地域マネージメントグループ、第二は、導入プロセスの理論モデル形成と評価グループ、第三は、社会経済システムの構築グループである。大学別では東北大学が多いが、その他では宮城大学、明治大学、長崎県立シーボルト大学、法政大学、日本大学が、また、関連研究機関等では、農林水産省農林水産政策研究所、(財)農村金融研究会、日本道路公団、(株)循環社会研究所、(株)富士電機システムズ、(株)富士通総研経済研究所から参加を得た。

(2) 社会技術研究開発の構想

1) 全体構想

はじめに、「循環型流域経済圏」の形成に必要な社会問題に対処するために必要な社会技術の研究開発とその運営のイメージ、および3地域毎の構想についてみておくことにしたい。

図3には、今回の形成を目指す「循環型流域経済圏-環境と地域が両立する社会経済システム-」に関するイメージ図を示した。図の破線で書いた円の内側が「循環型流域経済圏」であり、その外側の「一般市場経済圏」が通常の市場経済圏である。このうち、「循環型流域経済圏」の中には、4つの市町村そ

それぞれの地域資源の状況等と、それらの地域が当面する社会問題の解決に必要な社会技術、「メタンストック」、「エタノール」、「木炭発電」および「藻礁」（長方形の枠で囲んである）を示した。また、円の真ん中には、この四つの社会技術に共通する成果物としての「エネルギー・環境資材」を示した。さらに図の下の部分に、この「循環型流域経済圏」を構築、運営する、マネジメント主体として「NPO法人いわて」を置いた。このマネジメント主体の形成は、今回のプロジェクトで最も重要な課題の一つであり、将来的には何らかの組織を立ち上げることが必要であるが、ここでは当面の間の仮置きのものとしてNPO法人いわてを当ててある。なお、この図では、「循環型流域経済圏」と「一般市場経済圏」の間に「境界点」を示している。これは例えば、「循環型流域経済圏」の社会システムとして地域通貨を使う場合、一般の市場経済で使われている通貨との交換を行う場合、何らかの調整措置が必要であることを示したものである。

2) 地域ごとの構想

この図には、4市町村、3地域の地域資源の賦存状況や社会技術の目標を示したが、次に三つの地域で、それぞれどのような社会技術の研究開発を目指しているのか、各地域が構想する地域イノベーションについて、概略述べておきたい。

まず、i) 県北地域の葛巻町である。この地域は本州では有数の酪農地域で

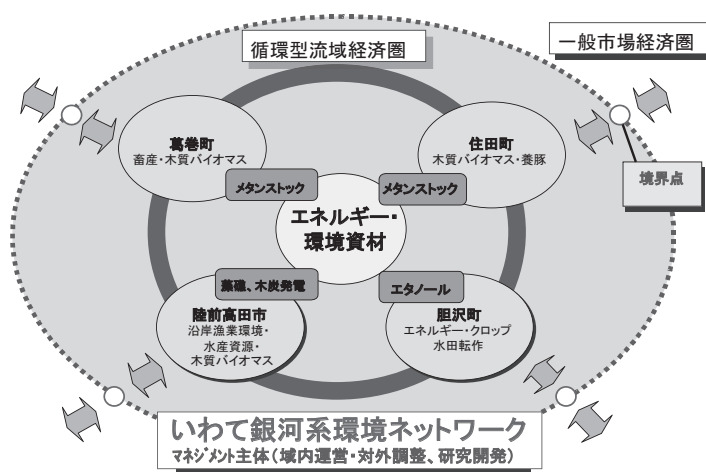


図3 循環型流域経済圏のイメージ図
-環境と経済が両立する社会システム-

あり、同町には、当時、搾乳牛60～70頭規模の、酪農専業といえる農家が約30戸存在していた。我々が調査を始めた時点では、これら農家は新たに定められた法律に従い、必要な糞尿処理施設をほぼ整備していたが、大量に発生する糞尿の有効利用はできていなかった。その一方、町内面積の約7割は山林が占める。ここの森林＝人工林も間伐はほとんど進んでおらず、しかも補助事業で間伐は実施しても切り捨て間伐が多いのが実態であった。このため、メタNSTOCK技術を研究開発して間伐材や林地残材から木炭を生産し、発生する熱を利用して施設園芸等を振興することを考えた。

次に、ii) 旧胆沢町（現、奥州市胆沢区）である。ここは約5,000haの胆沢平野を抱える東北でも有数の米どころであるが、水田の4割近く、約1,800haが転作田であり、大豆その他の作物が栽培されていた。しかし、ここは湿田が多く米以外の作物は単収が低く収益性も悪い。また転作田では地域の農民が持つ高い稲作技術や保有する機械・施設も利用できず、地域の適正な水循環も阻害される。このため、転作田の持つポテンシャルを最大限引き出すことを目的に、多収米を栽培しエタノール燃料を作ることを考えた。また当時、胆沢川の上流に、ロックフィールドダムとしては東洋一の規模を持つ胆沢ダムが建設されているため、湖面と湖底の温度差を利用した温度差発電も検討の俎上に乗せた²⁷⁾。

最後に、iii) 気仙地区（住田町および陸前高田市）である、この地区は一級河川の気仙川の流域にある。住田町、陸前高田市とも山林が域内面積の7割以上を占め、かつ先の葛巻町の場合と同じく間伐が遅れている。また現在は陸前高田市にはほとんど見られないが、住田町では大規模養豚等が盛んであり、法律に定められた糞尿処理は行われているもののその有効利用はほとんど見られない。このため、山の間伐材と糞尿を使い、メタNSTOCK技術によって木炭を作成し、この木炭で木炭発電を行うことを考えた。さらに河川の浄化など資材としての利用を考えると共に、後に述べる藻礁を製作し、これを用いて広田湾で発生している磯焼け対策のために海中林の造成を行うことも考えた。海中林がうまく造成できれば海藻を使った各種の製品開発（例えばフコイダン等の薬品の原料にもなる）にも利用可能であり、いわば海藻ビジネスの展望も開けることが予想される。

(3) 四つの社会技術研究開発の経過

以下では、まず、上の図3に示した四つの社会技術の研究開発における目的と概要について述べる。

1) 「メタンストック」技術の研究開発

これは山の間伐材を使って里の畜産廃棄物から出るメタンガスを熱源に間接加熱により木炭を作り、および炭化の際に発生する膨大な廃熱の有効利用のため、熱交換で温室の冷暖房を行う等の社会技術である。これをメタンストックと命名したのは、畜産廃棄物から出るメタンを木炭にストックするという意味を込めたからである²⁸⁾。上に述べた地域の当面する問題との関連で言えば、これらは第一と第二および第四の問題解決のための社会技術の研究開発である。

このように従来ほとんど利用されてこなかった間伐材で木炭を作ることににより、エネルギー利用はもとより、環境の改善に資する資材、さらには後に述べる海の海中林造成のための藻礁の作成に利用できる。また、メタンガスを発生させた後に残る液体＝消化液は肥料の三要素を含むものであり、農場や山林に散布して地力の増進を図り、あるいは藻礁に含浸させ栄養素として利用することが可能である。家畜糞尿は、こうした幅広い用途に活用することで、山に捨てられていた間伐材と共に、新たな市場価値を持つことになる。

参考までに、家畜糞尿の利用に関して、ドイツ等のヨーロッパ諸国では、糞尿から発生するメタンガスを使って、発電＝バイオガス発電と温室等への熱供給（コジェネレーション）に利用している。また、発電した電気は再生可能エネルギーの利用促進の観点から、通常の電気より高い固定した価格で一般の電力会社に購入され、農家の収入を高めることに貢献している。詳しくは省略するが、近年では我が国でもこうした技術が輸入され、北海道等の酪農家で試験的に導入しているところもある²⁹⁾。

今回、糞尿処理を国内外使われているバイオガス発電ではなく、独自に上述のメタンストック技術の開発で行うことにしたのは、設備投資のコストがバイオガスプラントより低く抑えることが出来、かつ、特別な技術を持たない農家でも十分取り扱えると考えたからである。バイオガス発電プラントは、発電規模等にもよるが、数十頭の乳牛を飼養する小規模な酪農家の場合でも数千万円から数億円の費用が見込まれる。しかし、メタンストック技術があれば、既存

の糞尿の貯留槽の改造等でメタンガスを発生させることが出来る。さらにこれとセットで使う、木炭製造の間接加熱に要する設備についても、普及品を利用できるため、バイオガスプラントに比べ費用をかなり低く抑えることが可能である。

メタンストックの研究開発で基礎となるメタンガスの発生実験は、NPO法人いわてが岩手県工業技術センターの協力を得て実施した。この実験では、独自に開発した間伐材を用いて作成した小型の木製発酵槽を使い、その地域に存在する発酵菌を使って家畜糞尿からメタンガスを発酵させることが出来た。加えて、家畜糞尿を利用してバイオガス発電を行う場合、一般的にはコンクリート製の発酵槽を用いるが、発酵槽を木製とすることで、発酵菌が木に付着することでコンクリートに比べてガスの発生が促進されることも判明した。また、間接加熱による木炭の製造に関しては、そうした設備を生産する企業に協力を要請し、実際に間伐材を使って炭化実験を行いその利用可能性を確認した。

2) 米を用いたエタノール製造に関する研究開発

これは上記の社会問題との関連で言えば、第三の問題に対処するためのものである。当面目指したのは、転作田で多収米の栽培を行い、その米を利用してエタノールを製造し、自動車等の燃料製造等に利用することである。こうした技術開発の直接的な目的は、米を栽培することで水田が本来持つポテンシャルをフルに利用すると共に、地域の水環境を適正に維持することにあるが、地球規模の環境問題の解決への貢献、すなわち二酸化炭素の削減も期待できる。

米国では80年代から、トウモロコシから作成したエタノールをガソリンと混合使用することを政策的に推進しており、現在では、E20(エタノールが20%含まれるガソリン)が多く州で普及している³⁰⁾。米国においてトウモロコシを用いたエタノール生産を始めた背景には、1980年代におけるトウモロコシの過剰問題の発生がある。米国のトウモロコシは、我が国の米、およびヨーロッパの小麦と同様、主要穀物であり、近年はそのいずれもが深刻な過剰生産に陥っていた。そのなかで、米国ではいち早くトウモロコシからエタノールの過剰対策に環境対策を組み合わせることで政策的に推進することに成功した。後を追うように、小麦の過剰で悩むヨーロッパ諸国でもこうした考え方でエタノール生産への取り組みが見られる。

これに対してわが国では、米の生産調整等の過剰対策は見られるが、米を用いたエタノール生産はほとんど見られない。我が国では現在、自動車等用の燃料として約6000万kℓのガソリンが使われているが、米から生産されるエタノールはカーボンニュートラルと認められるため、エタノールをガソリンに混合使用すれば、その分の二酸化炭素の発生を抑制できる。一時、政府は米を使って将来的に600万kℓのエタノール生産を行い、E-10の普及を図る構想を示したが、残念ながらこの構想はその後立ち消えている³¹⁾。

次に、実際に行った技術開発と米エタノールの生産、利用について概略見ておきたい。わが国有数の米の産地、胆沢平野を抱える胆沢地区では、エタノール米生産コストの引下げのため、農家グループが多収穫品種の栽培と共に、ひとめぼれ等の既存品種を用いて省力栽培などに取り組んでいる。また、米を使ったエタノール生産の技術については、東京農業大学の鈴木昌治教授(当時)等の協力を得て、同教授が開発した水を使わない固体発酵法を用いて実験を行い所期の成果を得ている³²⁾。

先に触れた米国でのエタノール生産は、コストパフォーマンスを考慮し大規模生産が可能な工場で行っている。しかし、我々が目指してきたのは、技術的にも資金的にも地域の農家が自ら設置、利用できる簡易な施設であり、また生産したエタノール燃料等も原則は地域で使うことが目的である。現在、我が国にはエタノールとガソリンを混合して利用できる自動車は販売されていないが、通商産業省によれば、E10程度のガソリンであれば通常国産車のエンジンでも使用に耐えるとされており、我々も、草刈り機等で実験したところ十分利用できることが確認できた。

さらに、米からエタノールを取り出した残差物は、栄養分が多く含まれており家畜の餌として利用できる。米国ではトウモロコシからエタノールを抽出した残りの蒸留残差は、DDGSとして家畜飼料として供給されている。このため奥州市でも、養鶏、肉養鶏および養豚に米エタノールの搾りかすを与える実験を行い良い成績を挙げているものもみられる³³⁾。

3) 木炭発電の研究開発

これは、上記の社会問題の第1に対処するものである。ここで実現を目指す木炭発電は、間伐材や林地残材をメタンストックで木炭を生産し、これを用い

て発電するもので、本来の目的は、新たに間伐材を利用する方途を創ることによって間伐を促進し、森林が放置され悪化したその生態系を修復・維持することにある。

この木炭発電で発電した電気は、当面三つの用途で使うことを考えた。一つは、林業作業の電化である。林業労働に従事する者の高齢化が進む今日、労働負担軽減や安全対策のためにも作業の電化は必要である。とくに従来のようにエンジンを使うチェーンソウは林業作業者の白蟻病の原因であり、振動の少ない電動チェーンソウはその対策にもなる。また、林業作業に用いる重機はディーゼルエンジンの騒音が大きく安全上の問題があり、騒音のない電動式重機の導入も課題である。二つ目は、災害等の緊急時に備えての電源確保である。近年、中山間地区では異常災害が頻発しているが、それは屢々ライフラインを破壊する。しかし、地域に豊富にある間伐材を用いて作った木炭は、野積みでも長期の貯蔵が可能であり、木炭発電の装置があれば当座の住民の電力需要に応えることが出来る。三つは、その他の電気エネルギーも、地域の資源で確保できることである。たとえば、今後、普及すると思われる電気自動車、トラック車両、あるいは温室等の加熱、集会所等公共施設の電源としての役割も期待できる。

木炭発電は、普通のガソリンエンジンにガソリンではなく木炭から発生する木炭水性ガス（水素と一酸化炭素）を送り込み、エンジンを回転させその動力で発電機を動かして発電する。主な装備は、エンジンと発電機の他に、木炭ガスの発生装置、発電した電気を貯める蓄電池、電流の交換等に必要なインバータ等がある。

じつは、木炭発電機を開発した背景には、今回このプロジェクトで実験の対象とした陸前高田市の農村集落である生出地区で、先に触れた木炭祭りでアトラクションのために平成2年に作成した、木炭自動車の存在がある。周知のように、第二次大戦中および戦後のわが国では、石油の入手が困難な時期に、全国のバスやトラックに木炭水性ガスを発生させる装置を積み込み、木炭自動車として動かしていたという歴史がある。この集落では、中古の乗用車にこのガス発生装置を搭載し、これでエンジンを動かし車を走らせて子供たちを喜ばせていた。

木炭発電は、間伐材の活用方法を考えていた時、この木炭自動車を見て思い

ついた。早速、廃車となった軽トラックにガス発生装置を搭載して試作機を作り、生出コミュニティ協議会と東北大学等とで実験運転を開始した。以後、順調に発電できることを確認している³⁴⁾。

4) 藻礁の研究開発

これは、上記社会問題の第一と第四に対応するものである。藻礁は、海の磯焼けを解決するための、海藻を育成する施設でありいわば苗床である。この苗床で育成した海藻を最終的に沿岸部の水深約30m以内の海底に定植することで、海中林を再生することが出来る。藻礁の作成では、メタンストック技術によって製作した木炭を利用するが、これに家畜糞尿からメタンガスを発生させた残りの消化液を含侵させる。この消化液は肥料の三要素を含んでおり、海の貧栄養対策のために役立させることが出来る。育成する海藻は、主にウニ、アワビの餌に適するアラメであるが、広田湾はアラメの北限と言われている。

こうした藻礁の技術は、もともと陸前高田市の広田湾漁協が海中林を造成するために長年研究し、実際に使ってきたものをベースに研究開発した。同漁協の藻礁はコンクリートの塊に、アラメの若芽を埋め込んだ縄を巻いたものであり、これを延縄に吊るし海中で中間育成した後に海底に定植し、海中林の造成を行うものである。この藻礁は、極めてシンプルな構造であるが、海中林の造成にかなりの効果があったとみられる。

今回の藻礁は、こうした成果を踏まえ、コンクリートの塊ではなく、木炭をチップ化したものと鶏糞炭化物を混ぜバインダーを入れて正方形のプレートを形成、これを数枚重ね、海水を通すポーラスコンクリートで挟みブロック化したものである³⁵⁾。当初予定した消化液ではなく、鶏糞の炭化物を混ぜたのは、メタンストックで得た消化液を利用することは、海洋汚染とみなされ現行の法律違反になる恐れを考慮したためである。しかし、鶏糞炭化物の持つ栄養素をアラメの成長に役立たせることが出来るので、海中林の造成の促進につながることは変わらない。

新たな藻礁に使う木炭チップと鶏糞炭化物を混ぜたプレートは、NPO法人いわてが岩手県工業技術センターの支援で作成した³⁶⁾。この藻礁は、広田湾において広田湾漁協の協力を得て2005年度から実験を開始し、本プロジェクト終了後もさらに改良を加えて続けられ、この過程で、この藻礁はアラメの育成に十

分に有効であることを確認できた。

(4) 社会システムに関する研究開発の経過

1) 「循環型流域経済圏」に必要な社会システムの検討

今回、形成を目指す「循環型流域経済圏」は、先述の通り、環境と経済の両立を図るために地域資源を利用する社会的な仕組みをあらかじめ組み込んだ圏域であり、宇沢教授の概念を借りれば「社会的共通資本」である。そして、この圏域では、これを「社会の共通財産」として、「社会的な基準」によって運営する何らかの主体が必要であり、また、そこでは人為的、政策的に地域資源の利用をサポートする何らかの社会システムを活用し、あるいは創設することが不可欠となる。

なかでも大事なことは、研究開発した社会技術の実現に必要な費用を、市場メカニズムのみで賄うのは難しく、社会的に負担あるいは補填してもらうことである。この場合、国や地方公共団体その他の補助制度の仕組み、あるいは地方公共団体の自主課税権の活用などが考えられるが、そうでない場合、住民や民間レベルでの社会システムの利用あるいは創設が必要となる。

こうした社会システムの活用、あるいは創設については、その地域の必要に応じて考える必要があるが、とりあえず今回のプロジェクトで検討したものは次の二つである。

一つは地域住民等による地域通貨の利用である³⁷⁾。木炭発電の推進のため住民が僅かでもコストを負担するための仕組みと言ってよい。当面は、木炭を作るために必要な間伐材等を集める際に、陸前高田市の生出コミュニティが地域通貨を発行してその代価を支払い、地域通貨を受け取った農家、住民等はこの地域通貨で木炭の入手、その他何らかの財貨の取得、サービスの享受を受ける仕組みを考えた。こうすることで、生出コミュニティは、間伐材の購入に際してあらかじめ資金を用意しておく必要がなく、しかも木炭の利用が増えることで、間伐材の利用が進み、間伐が促進される。

とはいえ、地域通貨の仕組みの構築や運営を行う上で、周到な準備が必要である。例えば、運営の主体は、どこで、どのように地域通貨が利用できるかをあらかじめ地域内の利用者に周知し、あるいは換金の必要があればそれにどの

ように応じるかを示すなど、確実に運営する責任がある。そこでは、地域通貨が使える商店や公共機関をあらかじめ確保し、あるいは換金用にあらかじめファンドを行政、民間企業等からの寄付その他で調達することも必要となる。

もう一つは、企業の社会的責任（CSR）の活用である³⁸⁾。この活用の優れた先行事例は葛巻森林組合の取り組みに見られる。ここで見られるCSRは、東京のNPO法人「オフィス町内会」が事務局になって行うプロジェクト「森の町内会」である³⁹⁾。この取り組みでは、「環境貢献活動をする企業」＝間伐サポーター企業は、間伐材から作った紙1kgに15円の間伐促進費を負担する。これは従来の紙に比べ10%割高であるが、紙代は企業が広報誌を印刷する費用の20%程度であり、企業にとっての負担は印刷費の2%程度となり、それほど大きな負担感はない。しかし、間伐を行う側にとって15円/kgは、間伐材1m³に換算して8,235円となる。この金額は、間伐材の市価7,000円/m³に上乗せされ、結果的に間伐を行う側は通常必要とされる経費約10,000円/m³を十分賄うことが出来、間伐が促進されることになる⁴⁰⁾。

また、オフィス町内会は、同じくCSRの利用として、「森の町内会」による葛巻町と岩泉町の間伐活動をJ-VERプロジェクトとして申請し、J-VERとして認定された。ここでの間伐に伴うCO₂の吸収分をクレジット化し、紙を製造する際に排出されるCO₂の一部をオフセット化し、一部は販売され葛巻町等に還元するプロジェクトである⁴¹⁾。

こうした企業のCSRによる農家や森林組合の間伐に掛かる費用の一定部分の負担は、赤字で推進が難しかった間伐拡大を可能にし、さらにその間伐材で木炭を作り、さらに発電に利用する場合のコストの引き下げに貢献する。ここに見たのは、あくまで一つの例に過ぎないが、CSRはまだまだ幅が広く、活用の余地は広いとみられる。

また、この間の検討の過程で、CSRに基づく制度として、一般財団法人日本エネルギー経済研究所が運営するグリーン電力証書制度があり、木炭発電で発電した電気がカーボンニュートラルであることを証明することが出来れば、利用可能であることが判明した。

2) NPO法人等の果たす役割への期待

本プロジェクトでは、NPO法人いわてが地域住民等と協働して「循環型流域

経済圏」の構築に取り組むという、従来とはやや異なる研究開発の推進体制をとった。従来のこうしたプロジェクトでは、大学や研究機関が直接的に地域住民等と協働することはあっても、今回のようにNPO法人が重要な役割を果たすことにしたのは管見の限りでは多くない。今回は、NPO法人いわてに、次の3つの重要な役割を果たすことを期待した。

一つは、NPO法人いわてが、それぞれの地域における協働の相手の発掘・確定、それらとの信頼関係を構築することである。こうしたことは、地域の社会問題を正確に把握し、問題解決に必要な社会技術を研究開発する上で最も重要な前提条件となる。二つは、NPO法人いわてが、それぞれの地域において住民と市町村役場、農協、森林組合、漁協等との間の調整機能を果たすことである。三つは、NPO法人いわてが、地域で必要な社会技術の研究開発において、必要な技術、情報、人材を提供することである。この法人には、多くの分野にまたがる企業、大学、研究所等、いわば広範囲の異業種が参加しているが、まさに多種多様な問題、ニーズに応えることが出来る。

(5) 成果の評価と課題

1) 4つの社会技術の評価と課題

これまで、「循環型流域経済圏」を形成するために研究開発してきた社会技術4つについて、取り組んだ理由と研究開発の構想、そして成果の概要を示したが、最後に、現時点でその成果を評価し、その後に取り組むべき課題について整理しておきたい。

① メタンストックについて

この社会技術に関しては、間伐材を利用して作成した木製発酵槽を使い、畜産廃棄物から出るメタンガスを使って木炭を作ること、および、発酵に際して地域にあるメタン菌を使う目途をつけることに成功した。しかし、こうした成果を基に、NPO法人いわてと地域の酪農家等による座談会を何度か開催し、地域イノベーションの実現に向けて議論を重ねたが、結局は、葛巻町の酪農家に実際の使用に耐える実証設備を設置することは出来なかった⁴²⁾。

これは先にも触れたが、糞尿対策で制定された法律の施行に伴い、ほとんどの酪農家に糞尿の貯留槽がすでに設置されており、彼らにとってそれへの投資

が大きな負担となっていたことが要因と考えられる。しかし、メタンストックは、技術的には個々の農家で利用可能であり、またコストも低く抑えられると見込まれることからバイオガス発電と十分共存できる可能性もある。また、メタンストックは、間接加熱によって用途に合せた多様な木炭の製造が可能であり、そのビジネス化は十分考えられる⁴³⁾。

しかし、この技術をビジネスとして実現するには、今後、そうしたニーズがある地域を改めて発掘し、その実現可能性を検討する必要がある。

② 米を用いたバイオエタノールについて

米からエタノールを作ることは、極めて小規模な施設ではあるが技術的には十分成功したと言える。これには、現地の農家や行政が大きな貢献をしたと言える。しかし、当初考えた、米国におけるようにガソリンに混ぜて利用するには、コストがあまりに高く、当面実現は難しい⁴⁴⁾。このため現在、米によるエタノール生産において現地の農家等と一緒に取り組んできたベンチャービジネスが、高コストのエタノールの使用に耐える製品、例えば化粧品、石鹸等の製造に用いるなどで、今後のビジネス化の可能性を鋭意探っている⁴⁵⁾。

今後は、こうした取り組みによって徐々に、採算が見込まれる製品の製造を拡大してゆけば、ビジネスとしての発展も期待できる。その場合、政府が米によるエタノール生産を環境保全と農村経済の振興という両側面から捉え、積極的に補助、育成する姿勢が不可欠であることは言うまでもない。

③ 木炭発電について

木炭発電は、本プロジェクトの期間中に3台の木炭発電車を製作、稼働させることが出来、使い勝手に関しては多少問題が残るものの、技術的にはほぼ完成したと言える。この技術によって間伐材を木炭化して発電に供すれば、例えば生出地区にある杉を中心とした人工林の間伐材を利用するだけで、同地区内の住民が必要とする電気はほぼ賄える計算となる⁴⁶⁾。しかし、これも現在の技術では発電コストが高く、採算性の面からは多くの課題が残る⁴⁷⁾。

採算性の改善には、木炭生産の効率化を図り、木炭生産コストの大幅な引き下げが必要であるが、当面、その実現は難しい。したがって、木炭発電を現実のものとするには、コストの一部を何らかの形で社会的に負担する仕組みの利用を考える必要がある。

④ 藻礁について

NPO法人いわてが広田湾漁協と協働で作成、実験した藻礁は、技術的には完成の域に近づいている。しかし、海中でアラメが中間育成された藻礁を海底に定植した後、海中林を形成する前にウニの食害でほぼ全滅し、プロジェクトの進行中は海中林の造成には行き着けなかった。このため如何にしてウニの食害を防止するかが大きな課題となり、本プロジェクト終了後も引き続き実験を行ってきたが、2011年の東北大震災の影響で中断を余儀なくされ、現在はその再開を期している段階にある⁴⁸⁾。

2) 社会システム検討の評価と課題

① 「循環型流域経済圏」に必要な社会システムの検討

繰り返し述べてきたように、「循環型流域経済圏」には人為的、政策的に地域資源の利用をサポートする何らかの社会システムが必要である。今回のプロジェクトでは、地域通貨の導入のあり方について、地域の住民等と議論を重ねてきた。また関連して、国内外の事例を調査し、どのように利用できるのか、また、持続的に運営していくには何が必要かに関して情報を収集し、住民等に提供した。とはいえ、本プロジェクトの期間内は地域通貨の具体的な形を明確にするには至らず、実験的な利用も出来なかった。しかし、「循環型流域経済圏」の形成において、地域通貨の果たす役割は大きいとみられることから、今後とも検討を続けることが必要である。

また、企業のCSRについては、本プロジェクトでは実際に利用するに至らなかったが、CSRの利用の実態について内外の事例を調査、研究したことで、我々のような取り組みにとっても利用可能であることが確認できた。また、木炭発電の発電に要するコストを社会的に負担してもらうため、「グリーン電力証書制度」を利用することにした。グリーン電力証書の売買は近年大幅に伸びており、今後、社会技術のビジネス化で大いに期待される制度の一つと考える。

② NPO法人等の果たした役割

NPO法人いわてには、先に本プロジェクトを推進する上で重要と思われる三つの役割を期待したが、ほぼ所期の成果をもたらしたと考えられる。第一の地域における協働相手に関しては、地域のイノベータというべき強力なリーダーを発掘、信頼関係を構築した上で、彼らとプロジェクト推進のプラットフォーム

を作り、協働して必要な社会技術の研究開発に必要な実証、実験を行うことができた。第二の関係団体等との間の調整機能に関しては、国、県、市町村や地域の団体、住民等の意見のとりまとめ、あるいは資金調達等で大きな役割を果たした。第三の、地域イノベーションの推進や社会システムの活用、創出に必要な技術、情報、人材の提供に関しては、まさに学際的、業際的な集団である本NP0はその持つ機能を随所に発揮できたと言える。これらの成果を踏まえると、NP0法人いわてのような性格の集団が社会技術開発の推進や必要な社会システムの構築に果たす役割は大きいと考えられる。

3. 「分散型エネルギーの利用促進と農山村地域環境ビジネスの創出」の概要と成果

(1) 実装活動の目的および対象地域の概況等

1) 目 的

先のJSTプロジェクト「いわて発循環型流域経済圏の構築に関する研究」では、岩手県の3地域を対象に循環型流域経済圏の形成を目指して社会技術やそれをビジネス化する仕組み＝社会システムの研究開発を行った。これに対して今回のプロジェクトは、それらの研究開発の成果を現実社会に実装するためのものであり、果たして、自然環境の修復、とくに森林生態系の修復・整備をビジネスによって実現し、地域に新たな産業、雇用を創出することが出来るのか否か、あるいはその条件を、現実在即して検証してみることにある。

今回、実装活動の対象とする地域は陸前高田市生出地区、実現する社会技術や社会システムは、先のプロジェクトで研究開発したものを基本にして、この間引き続き取り組んできた研究開発の成果を踏まえたものである。

2) 実装活動地区の概況

はじめに、今回の実装活動対象地区である陸前高田市生出地区の概況を述べておきたい。陸前高田市は、今回のプロジェクトを開始する前年の2011年3月、東日本大震災の発生で壊滅的な被害を受けた。今日、震災後5年を経て産業は徐々に回復しつつあるが、未だ本格的な復興には程遠い状態にある。

陸前高田市は、もともと豊かな海と森林を背景に水産業と林業で成り立つ地

域であった。しかし今日では、かつて栄えた沖合漁業は衰退し、これに代わって、三陸沿岸地域では山田湾に次ぐ面積を有する広田湾で行われる牡蠣、ホタテ、ワカメ等の養殖漁業が漁業・水産加工業を支えている。一方、林業は、平成に入って以降の木材価格の低迷により長く不振が続き、広大な森林の間伐が進まず森林生態系の悪化が見られる。

震災前、市の人口は約2万4千人であった。しかし、震災による死亡等で約1割が減少、全世帯の4割が全壊した。ちなみに現在、人口は2万人程度に減少している。また、中心市街地、漁港、水産加工施設等もほぼ消失した。また津波による農業の被害は大きくないとはいえ、沿岸部に僅かにあった農地約300haは耕作不能になった。

市の産業の震災前の状況をみると、震災前は就業人口が約1万1千人、そのうち第1次産業は16%、第2次産業は32%、第3次産業は52%を占める。また、産業別の純生産の割合をみると、第1次産業は全体の6%、第2次産業は22%、第3次産業は30%であり、第1次、第2次産業とも近年は減少傾向にある。このうち第2次産業では、とくに建設業の減少が大きく、その一方、水産加工等食品業が過半を占める製造業は比較的安定的に推移している⁴⁹⁾。

さて、今回の実装活動の対象とする生出地区は、市街地から車で20分程度の管内でも最奥部にある山間の小規模な集落である。2010年センサスによれば人口は364人、戸数113戸、集落内の農家の経営耕地は51ha、うち水田は28ha、畑22ha、果樹園1haである。地域の大半は森林であり、面積は約3,000haと広く市内の森林の2割を占める。

以前に行った我々の調査(2006年)によれば、ほぼ全戸が兼業農家である。高齢化率は40%を超えており、年金受給者は128名であった。農家の農外就業者数は合計104名、職種の多い順では製造業26名、建設業23名、サービス業18名、公務員12名、卸、小売りその他25名である。業種別では、水産加工場や食品工場、製材所、印刷会社、ガソリンスタンド、飲食店、商店、第3セクター等が挙げられる⁵⁰⁾。

この集落の大震災の被害を見ると、市街地において被災し死亡あるいは不明者は5名、農外就業者のうちで失業等が15名に上る。失業者等については被災1年半後に再度調査を行ったが、依然として4人が失業、3人が休職しており、

復職できた人も勤務地が遠くなる等条件の悪化が見られた。

本稿の冒頭にも述べたように、農村部はほとんどが中山間地域にあり津波の被害は免れた。生出地区もとくに物的な被害はないが、上に述べたように、今回の大震災で農家が兼業先を失い、安定的な生活の確保が困難になる中で、集落人口の減少傾向が強まった。その場合注目すべきは、今後こうした人口減少に加え高齢化が進展すれば、地域社会を中心的に担う人たちが減少し、これまでなんとか支えられてきた集落の果たす機能が大幅に減退する懸念が生じてきたことである⁵¹⁾。

なかでも懸念されるのは、明治期からこの集落にある三つの行政区の伝統芸能の存続である。この集落の伝統芸能は、子供の頃から地域に対する忠誠心を育み、社会性を身に付けさせ、地域のリーダーの確保に大きく貢献してきたとみられる。しかし、こうした集落の持つ機能が減退すれば、今後の地域社会の維持にとって及ぼす影響は極めて大きい。こうした影響を考慮すれば、この度の大震災は、直接的な被害よりも、こうした社会に及ぼす間接的な被害を重視すべきであろう。

3) 気仙地区における循環型流域経済圏と生出地区の位置付け

前回のプロジェクトで、循環型流域経済圏の構想を紹介した際に、4町村3地域がそれぞれ構想する地域イノベーションの内容を述べた。次に示す図4は、その後の調査研究を踏まえつつ、気仙地区（陸前高田市と住田町）のあり方の構想を示した概念図である。先の説明と重複する部分もあるが、最初に簡単に説明しておきたい。

この気仙地区では、山・里の地域において間伐を促進、間伐材を使って作成した木炭で木炭発電を行い、その一方で、間伐材で作った水車を使って小水力発電を行う。また、木炭と家畜の糞尿を使って藻礁を作成、磯焼けの回復など海の生態系の修復、維持のために供給する。一方、海では、海掃除で除去したムラサキ貝やアマゴ等や牡蠣殻、および藻礁で造成した海藻の一部を山・里地域でのコンポスト作成等に提供する。コンポストは農地の生態系の修復、維持に、一方、間伐の促進は森林生態系の修復、維持に貢献する。この圏域の構築あるいは運営の主体としては、気仙機構を想定している。

さて、気仙地区に含まれる生出地区は、上記の気仙地区を対象にした循環型

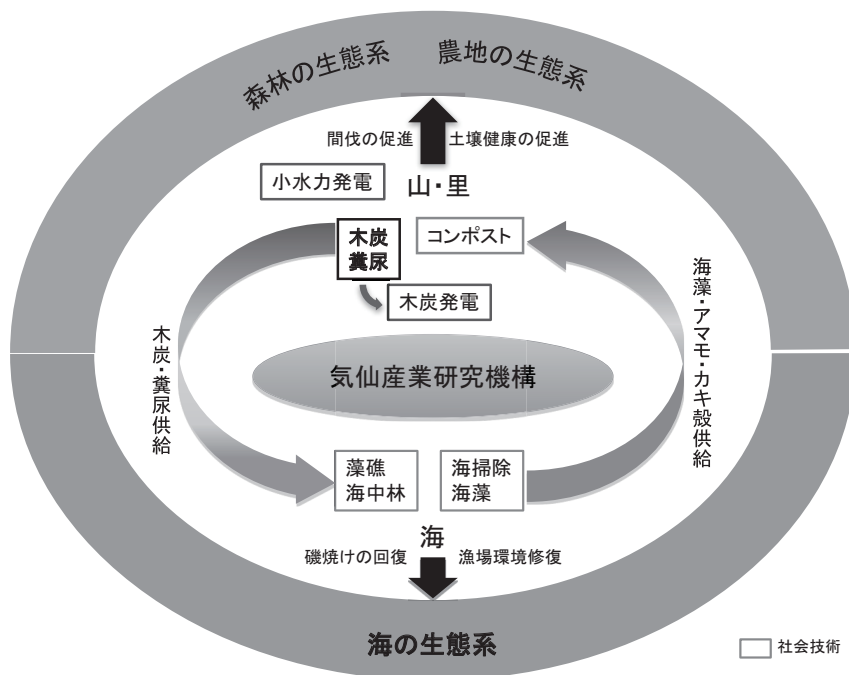


図4 気仙地区での循環型流域経済圏の構想と推進主体

流域経済圏においては、山・里の地域に該当する。なお、この構想図に示すように、生出地区で作った木炭等の地域資源は将来的には海の地区との循環的利用に供することを考えているが、今回は実装期間が限られているため、利用する社会技術は、主に木炭発電および小水力発電に絞ることにした。

4) 実装活動の組織体制

図5に、今回の実装活動を担う組織体制を示した。概略説明すると、研究総括（東京農業大学：両角和夫）の下に、技術部門と社会システム部門の二つを置いた。前者は、①木炭発電と水車発電、および②発電した電気をを使う温室栽培および③電気をを使う間伐作業体系の構築に、後者は、施設・機械の設備や作業に要するコストの一部の社会的負担を担う社会システムの利用に、主として関わる部署である。また、今回の実装では、多くの専門的な助言指導、あるいは関係する技術を持つ会社の協力が不可欠であることから、そのための体制も整えた。

(2) 実装活動の構想

図6に、このプロジェクトで取り上げる実装活動の構想図を示した。生出地

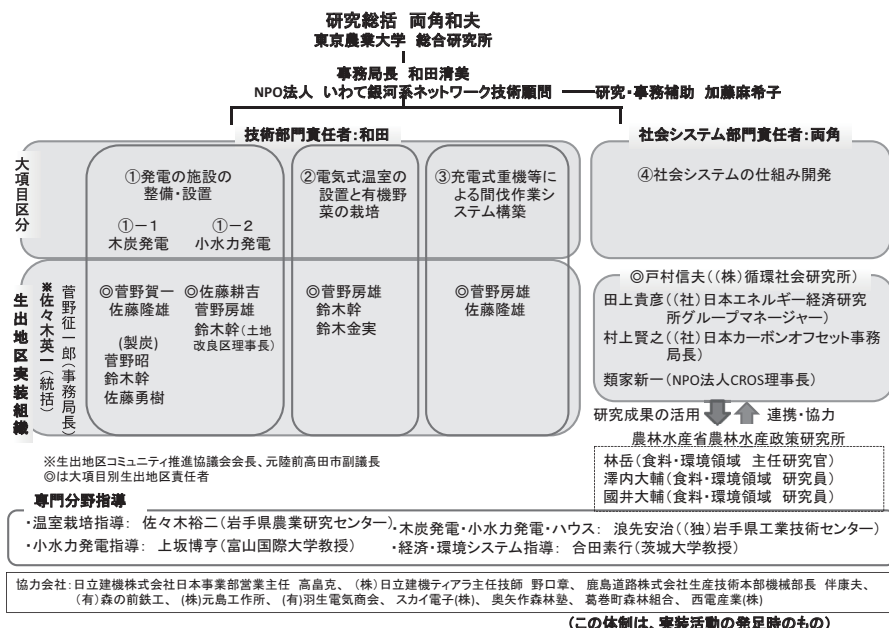
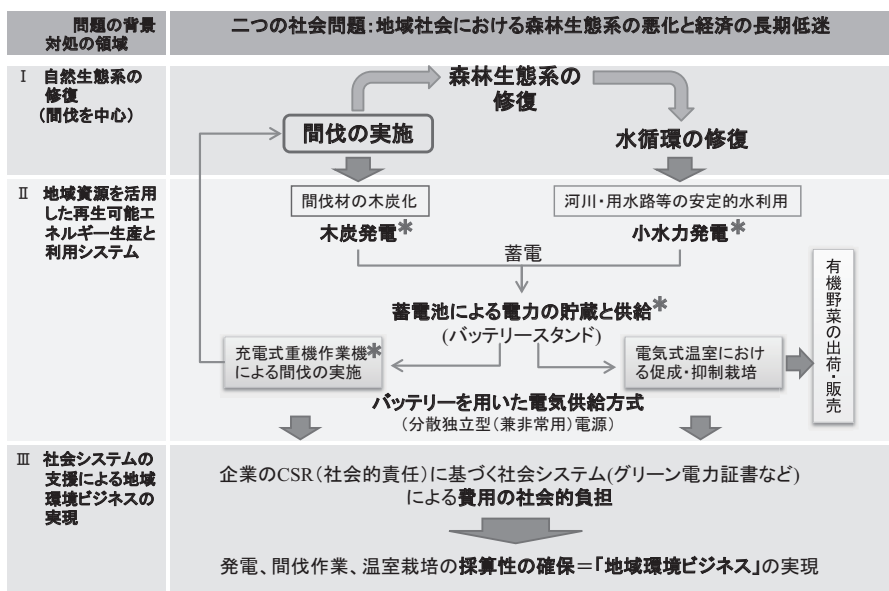


図5 実装組織・体制図



*すでに開発された要素技術

図6 自然生態系の修復とエネルギー利用の構想図

区は、近年、二つの深刻な社会問題、すなわち広大な面積を持つ森林生態系の悪化および地域経済の長期停滞に当面している。しかも、この地区は2011年の東北大震災でも物的にはとにかく深刻な間接的被害に見舞われており、そこからの回復も急がねばならない状況にある。以下、図に即してプロジェクトの構

想を説明する。

まず、Ⅰ「自然生態系の修復」に示したように、この実装活動では、これまで放置されてきた森林、なかでも杉等の人工林の間伐を行うことで、森林生態系の修復を促進し、それによって森林の水源涵養機能が復元する等により、森林と河川の間の悪化した水循環の修復を図る。

次に、Ⅱ「地域資源を活用した再生可能エネルギー生産と利用システム」に示したように、まずは間伐材を木炭化し、これを用いて木炭発電を行う。またその一方で、水循環の修復で安定的利用が可能になった河川・用水路等を利用し、間伐材で作製した水車で水力発電を行う。これら発電で得た電気はいったん蓄電池に貯め、一つは、充電式重機、電動チェーンソー、電動草刈り機等による間伐作業に、もう一つは、電気式温室における有機農産物の促成・抑制栽培に供給する。電気式温室は、生出地区が山間にあって比較的高度が高く、平地との温度差が約2度あるという条件を生かし、夏は抑制、冬は促成栽培するために設置するものである⁵²⁾。また、電力の貯蔵と供給は、電力会社の電線によるのではなく、そうした機能を持ったバッテリースタンドを用いて行う。

最後に、Ⅲ「社会システムの支援による地域環境ビジネスの実現」に示したように、木炭発電と水車発電、および電気式重機等を用いた間伐作業、そして電気式温室による有機野菜栽培に関する技術体系は出来たとしても、これを採算ベースに乗せることは、現在の技術水準では極めて難しい。この差額をうめるにはさらに技術開発が必要であるが、その一環として企業の社会的責任(CSR)に基づく費用の社会的負担のシステムを利用する。すなわち、このシステムを利用することで事業の採算性の確保を図り、地域環境ビジネスの実現を目指す。今回、利用する社会システムは、主にグリーン電力証書制度である⁵³⁾。

(3) 実装活動の取り組みの概要

1) 木炭発電および水車発電の稼働

木炭発電は、先に触れたように平成2年に地域おこしの一環として独自に作成した木炭自動車「たんたん号」のメカニズムを活用して開発したものであるが、今回のプロジェクトでは、その第2号機に若干の改良を加え作成した第4号機を使用した。先の第2号機は、軽トラックにガス発生装置を搭載していたが、

この第4号機はガス発生量を増大させエンジン出力を上げるため、(株)日産自動車のダットサン型小型トラックをベースとした消防車(2000CC)を利用した。この型の消防車は比較的多くの地域で使われ、定期的に廃車にするので手に入れやすい。第4号機の発電能力は4.8kw/hであり、第2号機(7.5kw/h)よりやや落ちるが、排気量が大きい分、より安定した出力を得ることが可能である⁵⁴⁾。当初は新たな設計のためやや不安定な場面もあったが、その後は、安定的に発電が出来るようになった。

一方、水車発電は、今回初めて導入した社会技術である。水車は間伐材を使って作成した。すでに鉄製水車も市販されているが、地域で長くメンテナンスするためには、地元の気仙大工が伝統の技術で地域の木材を使って作った水車を使うのがよいと考えたためである。水車の設置場所は、岩手の名水百選に選定されている湧水「清水の湧水」(「しずのわっくつ」と読む)を、集落内の養魚施設で利用した後に生出川に流し落とすための排水路である。この湧水は、明治期にこの集落が作った製糸場の動力として設置した水車を動かしていたものでもある。水車は、下掛け方式での運転である⁵⁵⁾。現在、集落の方がほぼ毎日見回り、水車のメンテナンスを行っている。しかし、現在、水車製作の技術を持った大工がいないため、やや不完全な部分もあり、発電量が予定の数値まで上がっていない。このため、今後、水車の改良を重ねる必要がある。

2) 電気の利用方法と利用先

木炭発電と水車発電で発電した電気は、電線を使わず、いったんはバッテリーに貯めてから使うため、計画当初は固定式のバッテリースタンドを設置することを考えていた。しかし、発電場所で蓄電でき、また、必要な場所で給電できる方がよいと考え、結果的に、移動式のバッテリーユニット(インバーター装置とサイクルバッテリーで構成)を作成して電気を利用することにした。すなわち、軽トラックに積載して移動できる分散型蓄電・給電システムを用いた電気の利用である。

電気の利用先としては、当面、i) 間伐作業を行うための充電式重機等への給電、ii) 温室の土壌の暖房、およびiii) 集落内の道路の街灯を考えた。

このうち、i) については、まずは実験ということで、協力企業から電動式ショベルカーの先端にグラブプルを付けた電動式の重機を借用し、その作業性

を確かめるため、とりあえず林地における間伐材搬出作業に使用した⁵⁶⁾。先にも触れたが、従来のエンジン式重機では騒音が大きいため作業員同士の声が聞きづらく事故が起きる確率が極めて高い。しかし、電気で動くこの重機は稼働音が静かで、キャタピラの音しか聞えず安全性が高い。作業性についても、従来の重機とほとんど変わらず問題はない。また、ii) に関しては、ハウスはとりあえず水車に隣接して設置した。ハウス内の土壌の底に木炭を敷き、その上に温床線を埋設、土壌を加温してハウスの温度を上げることとし、試験的にトマトを作付けした。しかし、水車の発電量が当初の想定のように上がらなかったため、温室の加温はうまくゆかなかった。iii) については、地区内の道路等の街灯が不足しており暗いところが多いこと、一方で、後に触れるグリーン電力制度の利用のため、常時安定した電気の供する先を確保する必要を考慮して、水車の周辺と地区が管理する宿泊施設の周辺に街灯を4基設置し、夜間の照明に使っている。

3) グリーン電力証書制度の利用

水車発電については、既存のグリーン電力制度の利用が可能であったが、木炭発電については、我々が実装活動を始めた時点では発電方法として認められておらず、利用するとすれば、所定の制度あるいは運用上の改正が必要とされた。このため、利用に先立って、まずは我が国におけるグリーン電力の認定機関である、一般財団法人日本エネルギー経済研究所のグリーンエネルギー認証センターと連絡を取り、グリーン電力証書の売買の仲介業者である(株)日本自然エネルギーの協力を得て本制度利用の申請に必要な準備を進めた⁵⁷⁾。そして、最終的に木炭発電は既存のバイオマス発電の一部として関連規定に明記され、木炭発電が認可の対象となることが可能になった。

実際、グリーン電力証書としての販売ができるようになったのは、2015年7月以降である。売主は生出コミュニティとし、2か所の発電所の電気についてグリーン電力証書の販売が認可された⁵⁸⁾。その一方、グリーン電力の販売先については、関連企業等などと相談し検討し、結局、できるだけ地域の取り組みに理解のある販売先がよいとの考えから、この地区が平成15年以降、学生の林業研修を引き受けてきた経緯がある立教大学に購入を打診、快諾を得て販売することにした⁵⁹⁾。

4) 自伐型林業の推進

自伐型林業の推進は、当初の計画にはなかった。しかし、今回の実装活動を進める中で、今後とも間伐材の収集確保を森林組合に依存することは難しいことが分かってきたため、こうした問題に対処する観点から、我が国の山林の最大の所有者である農家等が自分たちの森林と自分で育成、伐採する、いわゆる自伐型林業に着目した⁶⁰⁾。

自伐型林業は、現在、中島健造氏によって全国規模で推進されているが、今後、着実に間伐を進め、木炭発電に必要な間伐材を安定的に確保する上で、自伐型林業の実現は重要と考えられる。今日、陸前高田市を含む三陸沿岸地域では、間伐作業はほとんど森林組合によって行われているが、その多くは、必要な間伐を進める体制が十分ではなく、加えて東日本大震災復興で進められている高台移転等に必要な支障木の伐採、搬出等に多くの人手を割かれている。これでは当面、間伐の推進に積極的に関わることは難しいと思われる。

現在推進されている自伐型林業は、はじめから専門的林家の育成を目指すものではなく、当面は農業あるいは農外就業の副業として行うことを期待している。生出地区においても、こうした自伐型林業の推進が必要と思い、まずは中島氏にお願いして、必要な技術を習得するための研修から始めた。2015年に集落の住民を対象に、今日わが国で自伐型林業を推進する意義について座学で学び、翌年から数回、実際に林地で間伐作業等の林業作業に必要な技術の研修を行っている⁶¹⁾。この地区はもともと林業が盛んであり、住民の多くもかつては実際に林業に携わった方も少なくない。その方々も、近年つづく林業不振の下で、植林、伐採、搬出等のため山に入った者はほとんどおらず、なかには自分の山の場所がはっきりとわからない者もいる⁶²⁾。

このため、中島氏が提案するような、小型の建設機械で作業道を自分で切り開き、この道を使って間伐作業を行い、伐採した間伐材のうち必要なものは作業道まで材を軽架線によって引き上げ、それらを小型のトラックを使って搬出し、市場等に出荷するという一連の技術の習得をして、自伐型林業に従事できる条件を整えることが必要である。こうした研修の成果は徐々に出ており、農家の中には自伐型林業を始めることを考えている者も出始めているが、現在までのところ自伐型林業を開始した者はいない⁶³⁾。

(4) 評価と課題

1) 実装活動の評価

以上に見てきた実装活動の成果は、概略、以下のように評価できる。

第1に、地域資源を用いた再生可能エネルギーによる発電について。

間伐材を利用した木製水車による小水力発電、および間伐材から作成した木炭で発電する木炭発電は、前者が所期の発電量に達しなかったが、いずれも基本的には実用に耐えることが分かった。今後、地域社会に本格的に実装できる社会技術であるとする。

第2に、発電した電気の利用方法と利用先についてである。

まず、電気の利用方法に関しては、バッテリーを用いた移動式の分散型蓄電・給電システムの構築を行ったが、発電した電気を必要な個所で蓄電あるいは給電できることが確認できた。今後、集落内で電線を利用せず発電した電気を利用するには適した利用方式であるとする。一方、電気の利用先について、まず、充電式重機に関しては問題なく間伐に関する作業に使えることを実証できた。今後、充電式重機が普及するようになれば、実際に間伐材を使って発電した電気で間伐作業を行うことが出来る。これに対して、電気式温室は、水車発電の電気で加温したが、発電量の不足のため所期の成果は得られなかった。しかし、これも今後発電量を上げるか電源を増やすことが出来れば温室の加温は可能と思われる。また、街灯は、現在の設置個所はごく少ないものの、近隣の住民からは喜ばれている。また、現在、水車および木炭発電に係るコストの一部を賄うためにグリーン電力証書の販売を行っているが、この制度の利用には欠かせない存在である。

第3に、グリーン電力証書制度の利用について。

本プロジェクトの当初の計画では、グリーン電力証書制度の他に、二酸化炭素の排出権を販売収入とすることが出来るJ-VER、国内クレジット等の利用を模索した。しかし、結局は、グリーン電力証書制度の利用に取り組み、結果的に実現にこぎ着けることが出来た。販売先について地域住民と検討を重ねたが、先に述べたように、これまでに付き合いのある立教大学にお願いした。今後、販売先の確保には、当該地域と深い付き合いのある企業、自治体等に、地域での取組みの趣旨を十分理解してもらうことが必要である。ともあれ、今回、本

制度が利用出来たことで、関連制度の利用の途を開くことが出来たものと考え
る。

第4に、自伐型林業の推進に関して。

今回のプロジェクトでは、その必要性について初めから認識しておらず、この地区での自伐型林業への取り組みは後手に回った。この間、その推進を図ってきたが、未だに副業的にではあれ、自伐型林業を開始した農家はない。これに、地域の農家の林業従事の実態をよく調べないまま自伐型林業の推進を始めたなどの準備不足も要因である。しかし、中島氏の熱心な指導があり、地域住民に対して必要な林業技術の研修等について市役所からも支援を得ることができたことで、徐々にではあるが自伐型林業導入への機運も高まっている。自伐型林業に必要な技術を持つ農家が増えてくれば、産業振興の面でも環境保全の面でも地域に貢献する自伐型林業実現の展望は開けると考える。

2) 今後の課題

しかし、その一方で、今後対処すべき、幾つかの重要な課題も見えてきた。以下ではその点を見ておきたい。

一つは、担い手の負担の問題である。水車発電および木炭発電に共通することであるが、現在の担い手にとって、メンテナンスその他の作業がかなりの負担になっているのが現状である。確かに必要な労力のみに着目すれば、出来るだけ多くの人々で分担すれば個々人の負担分は減る。しかし、現在こうした役回りを担っているのは、主に高齢者であり、しかもある程度専門知識を習得した特定の者に限られる。このため、どうすれば、知識を持つ若い人等を確保して、高齢者の負担を少なくするかが課題となる。

二つは、資金の確保の問題である。日常のメンテナンス、あるいは改修に必要な費用等を見ると、今後それをどう負担するか、資金をどう手当てするかが大きな問題である。例えば、水車発電では、水車を正常に動かし続け、発電した電気をバッテリーへ蓄電して利用(現在、バッテリーユニットではなく、水車の脇に設置した蓄電池を使っている)するには、水車の回転軸と軸受は木製のため定期的な交換が必要となる。バッテリーも経年劣化により同様に交換せざるを得ない。また現行の木炭発電車(第4号機)は、作成費用をプロジェクト予算にほとんど依存したが、今後は、維持費用に加えて、改良、改修に多く

の資金が必要となる。なかでも考慮すべき問題は、木炭発電の運転コストをどのように賄うかである。木炭発電は、水車の運転とは異なり、自然力ではなく別途製造した木炭を使い、運転にも人手がかかる。木炭発電の場合、発電コストに占める木炭の調達コストの割合が大きく、当初から採算性は悪いことは考慮していた。そのため、グリーン電力証書制度による社会的負担で一定部分のコストを賄うことにし、残りのコスト部分は別途、木炭生産の効率化で引き下げることを考えていた。このため、別途の資金で生産効率の向上に必要な大型窯の建設に取り組んだ⁶⁴⁾。しかし、現在のところ、この大型窯は期待する性能を発揮しておらず、原因を確かめて改良を続けることが必要である。いずれにせよ、木炭発電についてはさらに費用をどう賄うか検討する必要がある⁶⁵⁾。

三つは、自伐型林業の推進に必要な、地域内の林地利用調整のあり方に関して、である。この地区の農家のほとんどは森林所有者であるが、所有面積は5ha以下が大半であり、平均的には1～2haに過ぎない。この規模は、当面、農家が副業的に自伐型林業を行うのには問題はない。しかし、先の中島氏によれば、将来的に専門的に自伐型林業をするのであれば30haは必要である。このため、自伐型林業を希望しない住民の林地や、現在ほぼ放棄されている分収林の利用について⁶⁶⁾、集落組織等が改めて調整を行い、自伐型林業に取り組みたい農家あるいは新規参入者に使用してもらう必要がある。しかし、今回のプロジェクトの期間ではこうした取り組みはほとんど進展していない。集落等がこうした取り組みを行うことは今後の重要な課題である。

4. 農村の持続的発展に必要な社会技術の地域社会への 実装をめぐる課題

(1) 当面する課題

1) 次世代の担い手の確保

生出地区においては、社会技術のビジネス化を中心的に担ってきた者が高齢化しつつある一方、次の世代への引き継ぎが見込めない状況にあることが大きな問題となっている。現状を見る限り、高齢者がこれまで取り組んできた活動を引き継ぐ者は、最近農外就業先を退職したごく僅かな者以外は見出しがたい。

この地区内にそのまま住みつつ、農作業に従事はするが、通常は農外就業している50代以下の比較的若い世代は少なからずいる。また彼らは、現在の中心的担い手の側から頼めば、いろいろな場面で作業等を手伝い、あるいは会合に参加する。言ってみれば、やや距離を置いて高齢者の活動に関心を寄せ、その意義を認め必要があれば助力はするが、自ら積極的にこうした活動に参加しようとしていない。

彼らがそうした行動をとるのは、直接的には、この世代は農外就業で時間を取られ集落活動に参加するゆとりがないからであろう。しかし、より根底的な理由としては、集落での生活環境がまだ本当に悪化している、あるいは、経済的にそれほど追い込まれた状況にないと考えているからとも考えられる。

加えて考えられるのは、強烈なリーダーが不在ということである。先に木炭祭りが30年前に始められたと述べたが、そのリーダーは、当時50歳前後の専業農家で、市議員にもなった方である。これに対し、現在の中心的な担い手も見識、人物とも申し分のない者が多く、今回の一連の社会技術の研究開発やその社会実装に意義を認めて精一杯活動している。しかし、これらの方々を見ると、若い世代を強力に引き込むことにはためらいがあるように見える。

集落の現状を考えれば、こうした状況はある程度理解できる。しかし、今日見られる、住民生活を脅かす自然環境の悪化、とりわけ森林生態系の悪化は出来るだけ速やかに修復、保全する必要がある。また、高齢化が進み、地域社会の維持が難しくなるなかで、若い人がそこで住み続けるには、地域資源を活用したビジネスを起こし、地区内で就業できる機会を創出する必要がある。このため、比較的ゆとりのある今のうちに、高齢者が中心となって取組んできた社会実験の中長期的な意義を若い住民に理解してもらい、引き継いでもらう必要があると思われる。

2) 資金調達におけるCSRの活用

研究開発した社会技術のビジネス化に必要な資金の調達に関して、企業のCSRを利用する取り組みでは一定の成果があった。しかしその一方で、まだまだ設備資金も運転資金も不足が見込まれる状況にある。

先にも述べたように2000年代に入って以降、多くの企業はCSRが自らの経営にプラスだから取り組むというより、企業の社会的存在の意義を考えれば当然

の義務である、と考えるようになった。また、先にも述べたが、CSR支出の規模は、現在、総額5,000億円程度はあると推計されるが、わが国財政が厳しい今日、農林省予算の2～3割に相当する金額規模を持つCSRは、もっと活用されてよい。今後の資金調達をめぐる課題は、こうしたCSR支出を如何に農村で活用するかであろう。

企業のCSRは、農村地域の側から企業の情けあるいは同情心に頼って、いわば施しをお願いするものでは決してない。農村側で自然環境を修復、保全する取り組みが、都市側あるいは企業側にとってもプラスの効果、公的な利益をもたらすことを十分説明し、その意義を理解してもらった上ではじめて、その費用の一部の負担を要請するものである。

しかし、現状を見る限り、農村地域側からのこうしたCSR支出の要請は、ごくわずかの例外を除いてほとんど見られない。CSRの利用に関しては、実に様々な形態が考えられる。我々の事例のように、すでに確立している各種の制度を利用することもあり、あるいはどこかの企業と相談して新たな仕組みを作ることとも考えられる。要は、農村側からその内容に応じて、CSRの支出のあり方を示すことが必要であり、それがなければCSRの利用はできない。

今後、社会の持続的発展を考える場合、とくに環境維持の活動や再生可能エネルギーの生産、利用が必要となるが、農村側と都市側あるいは企業側が相互に理解し、協力しあう関係の構築、いわばWin-Winの関係によってこれを推進することが大事と思われる。

3) 地域環境ビジネスの運営体制の検討

今回の一連の活動で、最初から目標に掲げたにも関わらず、モデル的な検討に止まったのが、社会技術のビジネス化に取り組む地域の体制構築である。先に図3で見たように、気仙地区（陸前高田市と住田町）での循環型流域経済圏の構想では、こうした運営主体として、「気仙産業研究機構」を想定した。しかし、今回の実装活動では、こうした循環型流域経済圏ではなく、生出地区というその中の一部の地区を対象としたため、改めて、この地区に即して、今後のビジネス化の取り組み体制を考える必要がある。我々は、地区内の農家のほとんどが兼業農家であることを前提とし、これら農家が取り組み可能なビジネスを行うための体制作りを検討してきた。いわば「農家の副業的ビジネス」の推進体制

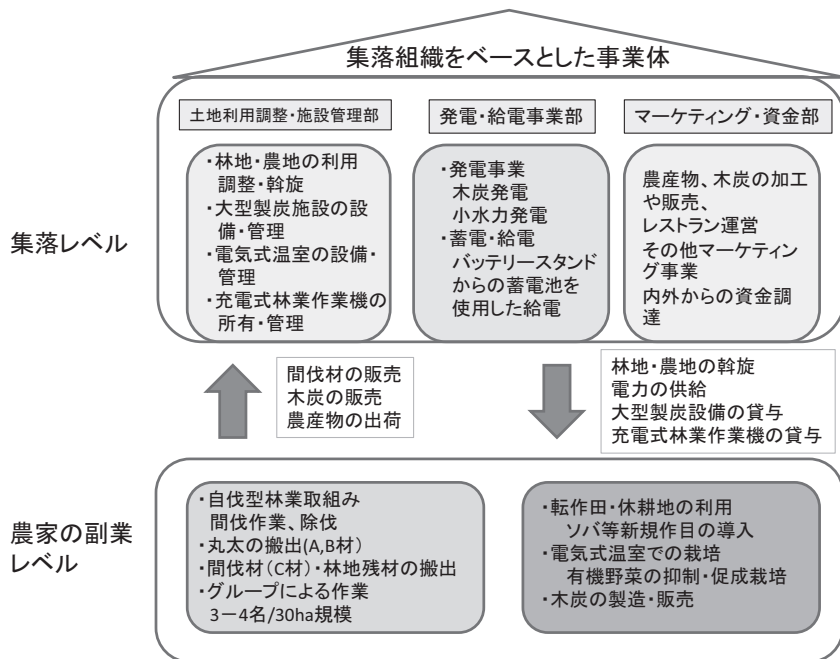


図7 地域資源を活用する農家の副業的ビジネスの推進体制

である。

図7は、この構想を示したものである。見られるように、農家は、自ら所有する林地は借地した林地で自伐型林業を行い、また、転作田や休耕地を活用してそば等を作付ける。その一方、電気式温室を使って有機野菜の抑制、促成栽培を行うと共に、別途作成した大型ガマ等を使って木炭の製造を行う。そしてこれらの活動をビジネスとして実現するため、集落レベルで事業体を設立する。

集落レベルの事業体は、大別して次の三つの事業を行う。i) 集落内の林地や農地の利用調整、事業体が所有あるいは管理する電気式温室や充電式重機の貸出、利用(「土地利用調整・施設管理部」)、ii) 木炭発電や水力発電と集落内住民等への給電等の事業(「発電・給電事業部」)、およびiii) 農産物や木炭の加工、販売、その他マーケティング、地域の内外からの資金調達(「マーケティング・資金部」)の各種事業を行う。この事業体は、現在の生出地区コミュニティ協議会で社会技術のビジネス化の取組みを担ってきたホロタイ研究会を改組して実現することを考えている。

以上はあくまで、農家の副業をサポートし、それらをビジネスとして実現す

るために構想した、集落全体での取り組み体制案である。幸い、この地区の集落組織＝コミュニティ協議会はかなりしっかりした活動を続けており、先に次世代の担い手の確保など課題はあるものの、こうした事業体を作り出す基盤となることが期待できる。

(2) 今後の検討事項

本稿でこれまで述べてきたのは、基本的には山から海までの流域圏における地域資源の活用、すなわち「循環型流域経済圏」の運営のあり方であり、実装対象地域である生出地区については、森林生態系の修復をビジネスとして実現するためにはどうすべきか、である。

しかし、環境と経済が両立する地域社会を実現するには、今後の地域経済の姿をどのように考えればよいのか、あるいは地域経済としての自立の可能性を射程に入れて検討しておく必要がある。しかしこうした課題については、今回のプロジェクトではほとんど検討出来なかった。地域環境ビジネスの実現によって、地域に一定の雇用の創出が出来たとしても、地域経済の自立可能性の検討という観点からみると、極めて不十分である。

こうした地域経済の自立性という観点から、非常に興味深い研究をされているのは藤山浩（2015）である。藤山氏は、島根県の農山村における集落等を対象とした研究で、人口の1%を取り戻すことが出来れば人口減少を食い止めることが出来、また1%の所得を取り戻すことが出来れば地域の所得構造も変わる可能性があることを実証的に示している。

藤山氏の研究は、今後とも地域で一定の人口を確保し、地域を担う若手の担い手を確保する上で実践的で有意義な示唆を与える。今回対象とした生出地区あるいは気仙地区で、将来的にはどのような地域社会、経済システムを作ってゆくのかは、我々にとっての今後の重要な課題である⁶⁷⁾。

5. おわりに

(1) まとめ

本稿の課題は、環境と経済が両立する地域社会を構築するため、この間取り

組んできた社会技術の研究開発の成果と問題を検討し、今後の課題を明らかにすることになった。このため、我々が取り組んできた社会技術の研究開発に関する二つのプロジェクトを取り上げ、研究目的、取り組みの経緯、成果や問題等を検討し、今後の課題等の整理、解明を試みた。最後に、冒頭に述べた課題に答える意味で、次の点について述べておきたい。

一つは、社会技術の研究開発の成果について、である。地域の自然生態系の修復をビジネスとして実現するために研究開発した社会技術は、木炭発電、水車発電、米エタノール、藻礁であるが、これらは、技術的あるいは費用負担に関する課題を残しつつも、実際の地域社会へ実装が可能であることが窺えた。

二つは、社会技術の地域社会への実装に関する社会的負担に関する社会システムの利用について、である。研究開発してきた社会技術をビジネス＝地域環境ビジネスとして実現するためには、必要とする費用を何らかの形で調達する必要がある。今回の実装活動では、そうした社会的費用負担のために利用できる社会システムとして、企業のCSRに基づく制度である「グリーン電力証書制度」を取り上げ、木炭発電と水車発電のコストの一部の補填に利用できることを確認した。

三つは、しかし同時に、多くの検討すべき課題が残った。なかでも、i) 社会技術のビジネス化(「地域環境ビジネス」)に取り組んできた担い手の高齢化に伴いこれを引き継ぐ次の世代の担い手の確保が必要であるが、その目途が立っていない、ii) 今後の企業のCSR等の社会システムの利用の途はある程度開けたものの、地域に実装した社会技術をビジネスとして実現するために必要な資金の確保はまだまだ不十分である、そしてiii) 地域における地域環境ビジネスの実施を担うための体制(今回は農家の副業的ビジネスの推進体制をモデル的に示したが)の構築については、構想の検討のみで実現に踏み出すことすら出来ていない、今後は地域経済の自立を射程に入れて検討する必要がある、などである。

(2) 今後の展望

本稿で取り上げたのは、主に地域資源である間伐材と河川等の水を使った発電であるが、我々は併せて、木炭から木炭水性ガスを発生させ、そこから水素

を取り出して燃料電池に供給し発電する、いわゆる水素発電にも取り組んできた⁶⁸⁾。また関連して、ダムの水を使って温度差発電を行い、その電気で水の電気分解を行い、ここで水素を発生させて各家庭に送り燃料電池に供給し、電熱併給＝コジェネレーション利用することも検討してきた。

繰り返しになるが、農村地域の大半の面積を占める森林の持続的利用には間伐が不可欠であり、そのために間伐材を有意義に使う必要がある。その方策の一つとして木炭から引き出せる水素を使えば、農村地域において電力の自給はある程度可能である。また、同じく全国の山間に多く存在するダムも同じ目的で利用すれば、農山村地域の電力自給の可能性はさらに高まる。こうした水素利用は理論的には十分可能である。しかし、今日、まだ多くの解決すべき技術的、社会経済的課題が残っており、こうした問題解決に必要な社会技術の研究開発を急ぐ必要がある。

今日、我が国では水素社会の到来が見えつつある。地域社会の持続的発展の観点から、地域にある豊富な地域資源を使って、独自に木炭発電、小水力発電あるいはダムでの温度差発電で水素生産に取り組むことが出来れば、農村の明るい将来展望も開けると思われる。

注

- 1) 農家の経済的豊かさの指標の一つとして、農林水産省の「農家経済調査」による農家総所得（農業所得、農外所得および年金等の移転所得の合計）を見ると、80年代半ばには全国の勤労者世帯の所得を超えており、農家が経済的に貧困であるとは言えない状況、否むしろ豊かになったとさえ言い得る状況にある。農家総所得はその後も増加し続け、90年代半ばにはピークを迎えたが、以降、我が国農業の不振や地域経済の不況化と裏腹に、減少傾向に転じた。農家総所得は、地域によっても専業および兼業等の別で異なる。全般的に見て、農家総所得の中では農外所得の占める割合が大きい、有利な農外就業機会の少ない地域ではその割合は相対的に小さいことなどが影響する。また、専業的農家（専業、兼業別に見た専業農家あるいは労働力保有別にみた基幹的労働力のいる農家）の場合は農外所得の少ない分、農家等所得は概して小さく、80年代半ばでも、一概に経済的に豊かで安定した状況に達したとは言えない。専業的農家の状況とその問題については、今村・両角（1989）の第2部を参照されたい。
- 2) 新たな農業問題とそれに対応する政策の在り方については、農業、食料、農村基本法制定（1999年）直後の農林水産省の「農業白書」（2000年）に、詳しく記述されているので参照されたい。
- 3) 警察庁発表による死者および行方不明者は合わせて1万8,455人に上り、明治以降の地

震被害としては関東大震災（10万5,385人）、明治三陸地震（2万1,959人）に次ぐ規模となった。震災によるストック（建築物、ライフライン施設、社会基盤施設等）の毀損額については、政府の推計で16.9兆円であり、うち農林水産関係の棄損額2.1兆円、その内訳は、農業0.71兆円、林業0.12兆円および水産業1.2兆円である。水産業がとくに大きいのは、太平洋沿岸部が地震に加え津波によって直接物理的な被害を受けたためである。一方、内陸の中山間地域にその大部分が存在する農業や林業の被害はそれほど大きくない。しかし、後にも触れるように、そこには地域の農林業や社会の維持、存続に関わる深刻な間接的被害が発生していることに留意する必要がある。

- 4) 平成23年版の経済財政白書（2011年7月）によれば、半導体製造装置、集積回路や半導体部品の製造で、東北地方が一大集積地であったため、サプライチェーンの寸断による国内外の産業面への影響が極めて大きかったことが示されている。もとより東北地方は主要な食糧生産基地であり飲食料品のウエイトの供給の割合大きい、それに次いで電子、電気機器の供給を東北に依存する割合が高く、これらは地域別にみると関東の東北地方への依存度が高いなどである。なお、武田・森重（2012）が行った経済産業省の平成17年度の地域産業連関表を用いた三菱総合研究所の推計によれば、「通信機器・同関連機器」、「電子計算機・同付属品」および「電子部品」の供給が大きいことが示されている。ちなみに、最終製品である電子計算機・同付属装置の生産に関しては、中間財としての電子計算機・同付属装置の22.7%、同じく最終製品である電子部品の生産では、通信機械・同関連機器の29.7%を東北が占めるとしている。また、関連して、新興工業国の輸入構造からみて、日本からの依存度が高いのは中国、韓国、台湾、インドネシア、マレーシア、フィリピン、タイ、ベトナムであり、なかでも台湾（20.7%）とタイ（18.7%）がとくに高く、これらの生産活動に与える制約が大きいことも指摘している。
- 5) 地域社会の持続的発展を考える際に最も重要なことは、地域に自立的な経済の発展であるが、それに必要な条件は三つあると考える。その一つはその地域に賦存している地域資源を活用、二つは、その地域独自の技術を開発、発展させること、三つは、その地域の発展に貢献する人材を育成することである。こうした条件を満たす産業の一つが地場産業と考える。代表的な例として、茨城県結城市の紬、石川県輪島市の漆器、福井県鯖江市の眼鏡枠、兵庫県豊岡市の鞆、新潟県燕市の金属洋食器、埼玉県川口市の銑鉄铸件、同県さいたま市岩槻区の人形などが上げられる。このほか注目されるのは、長野県坂城町であるが、ここは製造業を中心とした中小企業が集積した工業の町であり、下請け企業も多い。しかし、その中から独自の技術をもつ企業群も現れており、地場産業と言ってよいと思われる。坂城町の事例については、関満博・一言憲之（1996）を参照されたい。
- 6) 本稿において「社会問題」とは、社会が当面する深刻な問題で、資本主義システムでは極めて解決が難しい問題として捉えている。端的に言えば、市場メカニズムでは解決できない問題である。問題の領域はとくに特定できるものではないが、例えば典型例の一つとして、農業問題が挙げられる。というのは、この問題はそもそも農業が資本主義になじみにくいことから発生する問題であり、その解決には人為的あるいは政策的な対処が必要である。
- 7) (国研) 科学技術振興機構の(国研)は、国立研究開発法人の略称であり、この法人形態は、我が国の独立行政法人のうち主に研究開発を行う法人で、個別法によって定められたものをいう。科学技術振興機構は、以前は(独)科学技術振興機構と表記されていたが、独立行政法人通則法の一部を改正する法律（平成26年法律第66号）が2015年4月1日より施行されたため、現行表記となった。本稿ではこれで統一して表記する。

- 8) 研究開発で利用した補助金等は、以下の章で詳しく述べる(国研)科学技術振興機構社会技術研究開発センターの二つのプロジェクトのほか、次のようなものがある。まず、同機構のプロジェクトでは、研究開発プログラム『地域に根差した脱温暖化・環境共生社会』の研究開発プロジェクト「東北の風土に根差した地域分散型エネルギー社会の実現」(2008年度～2009年度、研究代表者 両角和夫)がある。また、科研費に関しては、科研費補助金「地域環境ビジネスの創出に必要な社会システムの構築主体の形成に関する研究」(基盤 (B) 2008年度～2010年度、研究代表者 両角和夫) および[再生農協が担うこれからの地域運営―地域の資源と環境への関わりの中で―](基盤 (B) 2011年度～2013年度 研究代表者 両角和夫)、「環境を元手とする農家の副業的ビジネスの推進体制に関する研究」(基盤 (B) 2014年度～2016年度、研究代表者 両角和夫)である。このほか、農林水産省林野庁補助金では、「木質バイオマス加工・利用システム開発事業」(2013年度、事業主体、富士古川E&C株式会社、東京農業大学総合研究所(代表 両角和夫)および気仙産業研究機構(代表 佐々木英一)が共同実施者)、「木質バイオマス加工・利用システム開発事業・間伐材を原料とした木炭水性ガスによる非エンジン式発電および地域内利活用システムの構築」(2014年度、事業主体、富士古川E&C株式会社、東京農業大学総合研究所(代表 両角和夫)および気仙産業研究機構(代表 佐々木英一)が共同実施者)がある。
- 9) 「社会技術」の概念について、一般的な定義はとくに無い。このため、本稿では、「社会技術」の定義を、2000年4月に「社会技術の研究開発の進め方に関する研究会」での定義、すなわち「自然科学と人文・社会科学の複数領域の知見を統合して新しい社会システムを構築してゆくための技術」に依拠している。日本原子力研究所および科学技術振興機構は、この定義を踏まえて、2001年3月に「社会技術研究システム」が設置された。さらにその研究活動は2003年4月に科学技術振興機構の事業に移管され、2005年5月に「社会技術研究システム」は「社会技術研究開発センター」に改組され、今日に至っている。なお、「社会技術分野の研究者に発表の場を提供することにより、社会技術分野の研究活動の発展に寄与することを目的として設立された「社会技術研究会」(2003年4月1日発足、代表世話人、堀井秀之東京大学教授)によれば、「社会技術」の定義は、「社会問題を解決するため、あるいは何らかの社会的価値を実現するために、自然科学と人文・社会科学の複数領域の知見を統合して構築される社会システム」とされている。
- 10) 従来、(国研)科学技術振興機構の研究プロジェクトでは、研究方法としては「自然科学」が中心であり、「社会科学」は従たる位置づけに過ぎなかった。しかし、「社会技術」という考え方が導入されて以降、社会科学と自然科学は対等の立場で融合して社会問題の解決にあたることが出来るようになったと言える。
- 11) 詳しくは、本稿第2章で取り上げる。
- 12) 「いわて発循環流域経済圏の構築に関する研究」は東北大学大学院農学研究科(研究代表 両角和夫)、および「分散型エネルギーの利用促進と農山村地域環境ビジネスの創出」は東京農業大学総合研究所(研究代表 両角和夫)が採択を受けた。
- 13) 会員は発足時で10名弱であったが、数年後には約40名に達した。主に、環境関連の仕事をする企業等あるいはその社員、地方公共団体職員、大学、研究機関等の研究者、学生などである。参加の範囲は、北は北海道から南は九州までと全国に広がっている。2004年には、補助事業なども引き受けられるよう、岩手県の認可を受けてNPO法人化した。主な活動は、会員相互の情報交換や研究成果の共有、技術等についての研究および岩手県内の地域が当面する問題解決のための実践活動である。このため、盛岡市において当初は定期的に後には必要に応じて随時研究会等を開催している。設立時、会

長は両角和夫(当時、東北大学大学院農学研究科教授)、副会長は遠藤保仁(当時、(株)葛巻林業社長)、事務局長は戸村信夫(当時、循環社会研究所社長)、技術顧問は和田清美(当時は、(株)富士電機部長、技術士)の各氏である。その後会長は、2012年から副会長であった遠藤保仁氏が引き継いだ。なお、当会は、2011年の東北大震災で会員の中に甚大な被害を被った者が少なかったため、一時的に活動を停止、1年後に再開した。しかし、2014年8月、当NPO法人の所期の役割をほぼ果たしたとして解散し、それ以降は、任意のネットワークとして旧会員間で連絡、情報交換等をしている。

- 14) (国研)科学技術振興機構の二つのプロジェクト事業を始めた当初の生出地区コミュニティ協議会の役員は、会長佐々木英一、副会長鈴木幹、事務局長菅野征一郎の各氏であったが、その後交替があり、現在の会長は菅野誠一郎、副会長は佐藤耕吉、佐々木隆則および佐藤強事務局長は菅野房雄の各氏である。
- 15) 例えば明治20年代には、地域に自生する桑を使って養蚕を行い、集落自ら製糸工場を設立し、米国へ輸出も行った。この工場は昭和初期の世界大恐慌で閉鎖を余儀なくされたが、この間、農家の所得の向上、農村経済の発展に大いに貢献した。詳しくは、平口嘉典(2008)を参照されたい。
- 16) この祭りは、生出コミュニティ協議会の前会長、佐々木英一氏らが中心となって始めたもので、昭和62年から今日まで毎年秋に開催されてきた。この祭りでは、集落の農家が生産した木炭、農産物等の販売、集落内3地区毎にある郷土芸能の発表、集落活動の展示などの行事が行われている。来客は陸前高田市が大半であるが近隣市町村からも少なくない。
- 17) 気仙産業研究機構は2007年7月に設立された任意団体である。会長は佐々木英一(当時、陸前高田市森林組合代表理事組合長)、副会長は千田勝治、新沼幸男、佐々木財、事務局長は河野和義(当時、八木沢商店代表取締役)の各氏である。構成員は、発足当時21名、ほかにオブザーバーとして陸前高田市および住田町が加わっている。
- 18) 県の補助事業で、2004年から2006年にかけて、後に取り上げる藻礁の製造と沈設に関する実験を行った際の事業主体は気仙産業研究機構である。これには、NPO法人いわて銀河系環境ネットワーク等が技術的なサポートを行った。
- 19) 気仙産業研究機構は、上記の注18)で触れた藻礁の沈設などの事業で漁協と森林組合の連携や関連企業等の協働を推進する際に力を発揮した。しかし、2011年の東日本大震災で実験的に設置した藻礁は壊滅し、また、各組織はそれぞれ震災復興に取り組まざるを得ず、現在ではその活動は大幅に縮小している。
- 20) 「循環型流域経済圏」を構想する上で期待したことの一つは、地域住民がもつ地域共同体の一員としての意識の掘り起しである。共同体的な社会では、商品交換と並んで、互酬(贈与と返礼)も多く残っている。こうした互酬によっても、地域資源の有効活用は促進できると思われる。今回の研究プロジェクトにおいて大きな役割を果たした「気仙産業研究機構」の事務局長、河野和義氏によれば、気仙地域においては今日でも山間部の農家住民と沿岸部の漁家住民の間にこうした互酬が見られるという。例えば、山間部の農家が街場に秋に松茸を売りにきて売れ残った場合、そこに居合わせた河野氏がこれを安く売ってほしいという、農家の人はこれを昔から懇意にしている沿岸部の漁家に贈るからと言って断られた経験があると言う。実際、松茸を送られた漁家は、浜でアワビが獲れる時期に、これを返礼として農家に届けている、とのことである。
- 21) 「地域という業態」という概念は、農林水産省東北農政局に設置された有識者を集めた農政懇談会で提起された。そこではグローバリズムの進展、地域経済の不振等、先の見えない時代にあつて、地域が自立的に存続するには、従来の縦割りの「業種」の壁を取り払い、新しい暮らしと産業づくり＝「地域という業態」を創造することが必要

である、としている。これは今後の地域の在り方を考える上で、極めて示唆に富む概念と考えられる。詳しくは、農林水産省東北農政局企画室、東北地域農政懇談会編著（2005）を参照されたい。

- 22) 例えば、新たな形態の協同組合組織として注目されるものの一つに、米国等に見られる新世代農協（New Generation Coop）がある。米国では、農家が、トウモロコシを原料としたエタノール生産を行う場合にこの型の農協が設立されている。これはいわば専門農協であるが、自らの事業として取り組む組合員の主体性が強いこと、米国の税制上有利であることなどがその理由であろう。詳しくは、矢部・両角編著（2010）を参照されたい。
- 23) 社会的共通資本の概念については、宇沢弘文（2000）を参照されたい。
- 24) この定義に登場する「社会的装置」については、「社会的共通資本は、たとえ私有ないし私的管理が認められているような希少資源から構成されていたとしても、社会全体にとって共通の財産として、社会的な基準によって管理運営される」と説明されている。そして、「社会的共通資本は……先駆的あるいは論理的基準にしたがって決められるのではなく、あくまでも、それぞれの国ないし地域の自然的、歴史的、文化的、経済的、技術的要因に依存して、政治的なプロセスを経て決められるもの」であり、こうした「社会的共通資本はいいかえれば、分権的市場経済制度が円滑に機能し、実質的所得分配が安定的となるような制度的条件であるといってもよい」として、「社会的共通資本は決して国家の統治機構の一部として官僚的に管理されたり、また、利潤追求の対象として市場的な条件によって左右されてはならない。社会的共通資本の各部門は、職業的専門家によって、専門的知見にもとづき、職業的規範にしたがって管理維持されねばならない」と述べている。また、社会的共通資本は3つの大きな範疇、すなわち、自然環境、社会的インフラストラクチャー、制度資本に分けて考えることが出来るとしているが、この分類は必ずしも網羅的ではなく、また排他的ではない、としている。したがって、彼の定義の趣旨に沿えば、「循環型流域経済圏」は、この「社会的装置」に当然該当するものであり、それを構築し運営する主体も、地域社会全体にとって共通の財産として、社会的な基準にしたがって行動するものとして位置づけられると考える。
- 25) 詳しくは、両角編著（2008）を参照されたい。
- 26) 磯焼けの発生原因と対策について詳しくは、谷口和也（1998）を参照されたい。
- 27) 温度差発電は、もともと海洋温度差発電として研究開発された技術であり、19世紀にフランスの物理学者ジャック＝アルセーヌ・ダンソンバールが提案、弟子のジョルジュ・クロードが最初のプラントを開発したとされる。この技術は長いこと実用のめどが立たなかったが、佐賀大学の上原春男教授が1994年にアンモニアと水の混合媒体を使ったウエハラサイクルを発明したことで実用性が高まり、その後国連のプロジェクトとして世界各国でプラント建設が進められている。胆沢ダムでの温度差発電については、上原教授の指導を受けて実用化に向け検討を開始した。当町では、その再生可能エネルギー計画において、ここが全国に三か所しかない散居村であり、そこでのイグネ（農家の屋敷を囲む防風林）が水田に浮かぶ美しい風景が電線によって損なわれていることから、電線のない景観を創るために各戸に電線が不要な燃料電池を設置し、かつ地域で電気を自給することを目指していた。そのため、胆沢ダムの水を使い温度差発電で発電した電気で水を電気分解して水素ガスを生産し、これを胆沢町内の各世帯に供給して燃料電池を動かす構想を立てた。しかし、胆沢ダム事務所側が全く関心を示さず、この構想は、現在、頓挫している。
- 28) 命名したのは、この技術開発の中心的役割を果たした、NPO法人いわての技術顧問であっ

た、和田清美氏である。

- 29) 例えば、2011年にドイツで行った調査によれば、当時7000基以上のバイオガスプラントが動いていたが、売電量の増加を狙ってガスの発生を増大させる家畜糞尿にトウモロコシ等を加えており、やや初期の目的と異なる方向に行っている様子も窺えた。
- 30) 詳しくは、両角（2010a）、矢部・両角編著（2010）の第9章「フランスにおけるバイオエタノール生産の現状と課題－小麦原料を中心に－」（石井圭一稿）、第10章「アメリカにおけるバイオエタノール生産とその政策」（西澤栄一郎稿）を参照されたい。
- 31) 両角（2010a）を参照されたい。
- 32) 当初の実験では東京農業大学の鈴木昌治教授の指導を受けて、同教授が作成した実験用の蒸留器を使いエタノールの生産を始めた。その後は民主党政権の際、「緑の分権」の補助金を受け、新たに蒸留器を作成、現在はそれを用いて商業生産を目指して生産を続けている。米は、地域の農家が耕作放棄田で省力栽培により生産したものである。詳しくは、矢部・両角編著（2010）の第8章「岩手県奥州市胆沢区からの挑戦－転作田を活用したコメ・エタノール化の取り組み－」（佐藤功、村上幸男稿）を参照されたい。なお、後にも触れるが、エタノール生産はコストが極めて高く、現在は燃料用ではなく、化粧品用などの原料として生産している。
- 33) 奥州市では、本プロジェクト終了後の平成22年から24年にかけてこうした実験を行った。通常の給餌をする場合と比べると、養鶏では産卵数が多く、肉養鶏や養豚ではとくに大きな違いは見られない。しかし、十分飼料として使えることが分かったことは大きな収穫である。
- 34) 木炭発電機は、自動車のエンジンを使うことから木炭発電車と通称している。本プロジェクト期間内に3台作成したが、第1号機は平成18年の4月に地元の鉄工所にお願いして製作した。排気量660ccのエンジンを使い、2.4Kw/hの出力である。ちなみに、これは補助の対象にならず関係者のポケットマネーで作成した。その後、このプロジェクトの終了後も、県の補助を受けて第2号機（7.5Kw/h）を作成、さらに福島県天栄村の依頼を受けて、第3号機（1.0Kw/h）を設計、作成した。これは、同村が地域おこしの一環として活用している。
- 35) 当初作成した藻礁のブロック、正確にはアラメ中間育成ユニットは、縦横26cmの正方形、厚さ10cmと小型である。炭化チップと鶏糞炭化物は、1枚のプレートにそれぞれ90g入れ、これは廃棄物利用のバインダーで成形した。一つのユニットは、このプレート5枚を入れ、両端をポーラスコンクリートで挟む構造である。こうしたユニットは、その後、本格的な海中林造成には、藻礁の大型化が必要と考え、200kgの木炭チップと鶏糞炭化物が入るものを作成、実際に海中でアラメを育成した。結果としては、アラメは立派に繁茂し、こうした藻礁も十分有効であることが分かった。
- 36) この藻礁は、循環型流域経済圏の構想の下で、メタンストックで作った木炭と家畜糞尿の消化液の有効利用という観点で構想したものである。この構想を、広田湾漁協の当時の参事、清水幸男氏にこの構想を話したところ、従来型の藻礁の改良に大いに役立つとして新型を作成し、実験を行うことに賛同を頂き、さらに、中間育成するため延縄によりこれを吊るす場所の提供その他必要な調整をして頂いた。また、海中に吊るし、その育成状況を確認するには漁船が必要であったが、これには同漁協の理事であり、また気仙産業研究機構のメンバーであった同漁協の理事千田勝治氏の全面的な協力を頂いた。
- 37) 実際に見られる地域通貨はかなり多様である。国内外の事例をみると、例えば、地域通貨が地域の住民等の助け合いのため提供した時間を価値として交換する手段として使われるものもあれば、環境改善運動への参加者の意識をより明確にするきっかけを

与える役割を期待して発行され、その利用も、例えば公共施設の利用料の割引等に使えるのみのものなど様々である。また、地域通貨の導入で期待したのは、その導入をめぐって検討を行うことが、環境保全活動と地域経済の活性化への取り組みのきっかけを与えることになると思われるからである。いずれにせよ、具体的に何を期待するかによって、地域通貨の形態や利用の仕方が異なるのであり、基本的にはプロジェクトの展開に併せて検討することが必要である。こうした地域通貨の利用に関する陸前高田市および生出地区での検討については両角和夫（編著）（2008）『「いわて発循環型流域経済圏の構築に関する研究」研究実施終了報告書のうち、合田素行氏（当時、鳥取環境大学）の執筆分「陸前高田における地域通貨の可能性」（pp133-138）、また地域通貨の利用可能性一般については、沼尾波子氏（日本大学経済学部）の執筆分「循環型社会経済システム導入と行政の役割」（pp138-144）を参照されたい。

- 38) 企業の社会的責任(CSR: Corporate Social Responsibility)とは、企業による、社会が抱える問題解決に関する支援のための活動のことである。CSR研究の第一人者谷本寛治教授によれば、「2003年はCSR元年と呼ばれその後はさまにブームと呼べる状況」にあり、2000年代にわが国において企業のCSRがわが国に定着した。詳しくは、谷本（2006）、谷本（2004）および谷本（2014）、並びに両角（2014b）を参照されたい。
- 39) 「森の町内会」プロジェクトは、間伐と間伐材の有効利用を促進して健全な森づくりに貢献し、国産材利用マインドを社会に広めるために、企業、地方公共団体等によって行われている活動である。このプロジェクトは、需要者側から間伐を促進するものであり、「間伐に寄与した紙」の使用を通じて、企業等と地域における森林整備を結び付ける。森の町内会は2005年に岩手県岩泉町で始められ、現在6か所で行われている。
- 40) 当該プロジェクトに関わる葛巻森林組合での資金の流れを見ると、森林組合が間伐材を製紙用に三菱製紙八戸工場へ出荷すると、1m³の市価7000円に加え、8325円が上乗せされて支払われる。森林組合はこの上乗せ分の1割を森林所有者である農家に支払い、残り9割は間伐に必要な機械の購入その他の経費に充てる。これによって、この組合では間伐が大幅に促進されたとのことである。
- 41) J-VER (Verified Emission Reduction) 制度とは、カーボンオフセットに用いられる制度の一つで環境省によって運営されるもので、国内における自主的な温室ガス削減・吸収プロジェクトから生じた歳出削減・吸収量をJ-VERという。ちなみに、2009年葛巻町と岩泉町の分は2009年に申請され、対象面積は79ha、その際の想定吸収量は5年間で1,967トンである。
- 42) 実際、葛巻町内のある地区の酪農家を中心にメタンストック施設を設置する計画を作り、国の関連する補助金等の利用を考えたが、結局は関係者の合意に至らず申請を見送った。
- 43) 例えば、幹木部炭化物からは漁礁や藻礁の作成、その他の間伐材からは木炭炭化ペレット・チップの製造、そして粉末状炭化物からはシックハウス症候群対策に役立つ壁のボードの作成、河川の浄化のための資材、あるいは粉末状炭化物と排油等を一定比率で混合した特殊燃料（コールホールオイル、和田清美氏の発案）、さらに炭素資源の高度利用分野で燃料電池やナノテクノロジーに利用が可能である。
- 44) わが国のコメの生産コストが現時点（2015年産、作付規模10～15haの場合）でも60kg＝11,926円であり、198円/kgと約200円/kgであるが、エタノールの価格を現行のガソリンと同様にしようとするれば、少なくともコメは20～30円/kgに抑える必要があり、採算上難しい。エタノールの生産コストの議論に関しては、矢部光保・両角和夫（編著）（2010）を参照されたい。
- 45) 現在、米エタノールの社会技術で地域イノベーションを起こすため取り組んでいる企

業は、2009年に渡辺(酒井)里奈氏が立ち上げた株式会社ファーマンステーションである。酒井氏は、新たな事業分野の開拓に成果を上げつつあるとして、国内外から注目を集めている。

- 46) 例えば、生出地区で毎年間伐が必要な面積は105ha、間伐材は3,250 t、木炭生産量が689 tとすると、発電量は1,585mWhとなる。生出地区の一世帯当たり消費電力は12.6mWhであり、何世帯の利用が可能かを見ると、126世帯となる。生出地区の世帯数は113世帯であり、十分間伐材による発電で地域の電力が賄える計算となる。
- 47) 木炭発電の発電コストは、装置の減価償却を別にすれば、ほとんど木炭の生産価格で決まる。このため、木炭の生産価格を、調査当時の地域では153.3円/kg、1トン当たり木炭の発電量2,300kWhとすると発電コストは67円/kWhとなる。これに対して、生出地区の住民が東北電力に支払っている電力料金は28円/kWhである。こうしたコスト計算のあり方については後にまた触れる。
- 48) この実験を行ってきた広田湾では、牡蠣、ホタテの養殖事業は大震災の翌年には再開した。しかし、まだ海底の被害調査が十分に行われておらず、藻礁を使った実験再開には至っていない。
- 49) 第2次産業では食品加工が多いが、原料の多くは水産物であり、地域経済における水産業の存在は大きい。
- 50) 詳しくは、両角和夫(編著)(2006)を参照されたい。
- 51) 詳しくは、平口嘉典、西橋俊、両角和夫(2010)を参照されたい。
- 52) 有機栽培を目指しているのは、自根キュウリである。自根キュウリはカボチャの根に接いだものがブルーム(キュウリ自体が乾燥や雨から身を守るための天然成分で白い粉状のもの)がないのとは異なり、ブルームがあることで皮が薄く醤油に漬け込んだ場合に吸収がよい。この自根キュウリは市内の八木沢商店が長年栽培技術を研究・普及し、地元の農家に栽培を依頼して生産を確保してきたものである。しかし、栽培高齢化の進展に加え大震災の影響で栽培が難しい状況にある。
- 53) グリーン電力とは、風力発電、太陽光発電、バイオマス発電、水力発電および地熱発電が該当する。これらはいずれも再生可能エネルギーによって発電される電力であり、「電力そのものとしての価値」に加えて、制度的に「環境付加価値」、すなわち化石燃料に比べて二酸化炭素(CO₂)等の排出量が少ない電力であることから生じる価値をもつことが認められる。この環境付加価値を証券化して市場での取引を可能にしたものが、グリーン電力証書である。この証券を購入した企業等は、工場や事務所で消費した電力総量のうち、この証券に認定されている電力量が再生可能エネルギーを消費した分と認められる。このため企業等は、これを自主的に環境の改善に資するための活動の一環として購入している。ちなみに、購入企業等のうち最大のものはソニー、第2位がアサヒビール、第3位がヤマダ電機である(2010年度実績)。購入価格は不明であるが、現在では平均、1KWh3～5円程度が多いと見られる。
- 54) 第4号機は、従来の木炭発電車のガス発生装置に比べ、約3倍の排気量を持ち、単位当たりのガス量も約3倍である。詳しくは、両角編著(2015b)を参照されたい。
- 55) 発電機は、水車の回転数が遅いため、通常風力発電等に使うアキシアル型の小型発電機(出力0.5W/h)を使っているが、実測によれば、現在の出力は最高で0.295KWhである。
- 56) 我々が借りた充電式重機は、(株)鹿島道路が所有する企業、(株)日立建機ティアラが製造企業である。この重機は、本来、都会の夜に作業する際に騒音が出ないようにするため、ごく少数が実験的に製作されたものである。製造元では間伐用としてはとくに考えていないとのことであったが、間伐用に実験したいとの我々の要望に心よく応じていただいた。実験は、今回の実装活動を始める前年(平成22年)にも1週間程度

行い、今回は平成25年の夏に2週間ほど行って、多くのデータを収集した。

- 57) (株)日本自然エネルギーは、我が国でグリーン電力制度を立ち上げる際に深く関わった。今回、木炭発電をバイオマス発電の一種として認めてもらう際に尽力してくれたほか、立教大学との売買契約を作成する際にも親切、的確なアドバイス等を頂いた。現在、立教大学の購入額は、生出地区がほとんど街灯に消費した電力のグリーン価値を販売するのみであり、販売高はごく僅かであるが、グリーン電力の利用の途と今後の企業のCSR活用の手がかりを与えてくれたものとして感謝している。
- 58) グリーン電力の認定を受け、当該証書を販売するにあたり、発電所の特定が必要となった。このため、木炭発電は、通常、生出地区にある市の宿泊施設内に置いてあるため、ここを住所に「陸前高田市紅葉の里発電所」として、また、水力発電は、幼魚施設からの排水路の周辺を住所に「陸前高田市名水の里発電所」として登録している。
- 59) 立教大学は、従来から生出地区と付き合いがあることに加えて、東日本大震災時にいち早く陸前高田市に援助を申し出、今日もその活動は続いている。この地区からのグリーン電力証書の購入は、本プロジェクトが自然生態系の修復をビジネスとして実現するという我々の考え方に賛同し、その支援の一環として快諾してくれたものである。このためもあり、同大学の購入価格は、通常の市場価格よりかなり高額に設定されている。ちなみに通常の市場価格は、3～5円であるのに対して15円/KWhと三倍の高さである。これは当初我々が想定した木炭発電のコスト約70円/KWhから東北電力からの購入価格28円/KWhの約4割に相当する。当初は、残りのコストは、木炭生産の効率化でかなりの程度カバーできると考えていた。しかし、今日は木炭生産コストが上昇し、さらに発電のメンテナンス費や人件費を考慮すると、これだけの高額負担を頂いても、今後とも発電を続けることは難しい。さらにほかの支援、例えば購入者を増やすとか、別のCSRの利用方法を探すことを考えねばならない。
- 60) 自伐型林業は、NPO法人土佐の森救援隊理事長の中島健造氏が、2014年5月に別途立ち上げた、全国規模のNPO法人持続可能な環境共生型林業を実現する自伐型林業推進協会を中心に推進しているもので、自らの林地は自ら手を入れ、伐採、搬出するという林業である。中島氏は、わが国の現在の林業は、ほとんどの林業作業を森林組合に委託して行う、いわば委託型林業であり、さらに言えば、森林組合は実態的には伐採専門の業者と何ら変わらない、と見ている。中島氏は、自伐型林業は、採算性と環境保全を高い次元で両立する持続型森林経営と捉えており、その推進は、林業再生はもとより地域再生のカギになると考えている。氏は、自伐型林業の特徴について、i) 幅広い就労機会を与え、現行林業に比して10倍の就業者創出が可能である、ii) 500万円程度の低投資で間に合い高額(1億円以上)の初期投資を必要とする現在の高性能機械化林業とは異なる林業である、iii) 土砂流出、環境破壊をもたらさない環境保全型林業である、iv) 自家伐採と小規模機械による作業で低コストの林業が実現できる、v) 森林組合のような短期皆伐施業ではなく、択伐施業で長期的な森林経営を展開できる、などを挙げている。
- 61) 生出地区では、これまで都合5回が行われた。うち3回は、今回のプロジェクト経費で実施し、後の2回は陸前高田市の予算で実施した。研修会は、1泊2日の日程で行い、択伐による間伐の仕方、軽架線の使い方、作業道のつけ方など多岐の作業にわたるが、最も重要なのは、作業道の設置であろう。このつけ方次第で、作業の安全性や効率性が全く異なる。今回の一連の研修で講師をして頂いたのは、徳島県で長年自伐型林業をしてきた橋本光治氏であるが、彼は作業道の重要性を強調している。ちなみに、橋本氏は1978年に先代から森林経営を引き継いでおり、1983年から本格的に作業道の開設に取りかかり、森林保全と長伐期優良大径材生産を軸に、針広混交林の山作りを目

指してきたという。高低差約30m間隔の高密度の作業道の開設、間伐、択伐等の全ての施業を家族によって行う、100haの自伐林業経営を実現している。

- 62) 生出地区の農家の林業への関わりの実態や今後の林業に対する見方については、両角(2015a)を参照されたい。
- 63) 自伐型林業は現在徐々に拡大しつつあり、なかでも若い林業家を目指す者が増えていることは注目される。例えば、高知県で新規に就業した若者の事例を見ると、彼は、自分で作業道を開削し、30haほどの林地で択伐方式により間伐を実施しているが、1日3m³ほどの間伐で、2万円強の所得を得ているとのことである。初期投資した250万円程度(小型の建設機械(ユンボ)、2トントラック、軽架線等の機械、設備の購入費)は1年以内に回収し、数年後には年間3～400万円の所得に達したという。ただし、彼の場合、親の林地を使っているため、自分で林地を借りる苦勞がなかったことは幸運であったと思われる。詳しくは、中島(2015)および佐藤宣子・興梠克久・家中茂(2014)を参照されたい。
- 64) 今回のプロジェクトでは、木炭の生産性を向上させるため、新たに大型窯の作成に取り組んだ。今回のプロジェクト開始当時、従来型の木炭30俵規模(450kg)の土窯では1kg当たり150円程度であった木炭の調達価格を、大型窯を作ることにより将来的には50円/kWh程度に引き下げることを目指した。こうすれば、別途、グリーン電力証書の販売収入を確保できれば、木炭発電はなんとか採算ベースに乗るのではないかと考えたからである。この大型窯は、幸運にも、平成25～26年度の林野庁の補助金(「平成25および26年度 木質バイオマス加工・利用システム開発事業」、事業名「間伐材を原料とした木炭水性ガスによる非エンジン式発電及び地域内利活用システムの構築」(事業者(申請者)富士古河E&C株式会社、(共同実施者)東京農業大学・気仙産業研究機構)の採択を受けたことで製作することができた。この窯は、関係者で全国の先進事例を調査し、何度も検討を重ねて作ったもので、地下式の内壁に大谷石を使った、幅3m、長さ5m、深さ2m、内容量30m³の大規模な炭窯である。これは岐阜県恵那市の奥矢作ダムの流木処理のために国土庁が作成し、地域のNPO法人が管理する、地下式のコンクリート製(60m³)を見本とした。おそらく規模では我が国で有数のものであろう。しかし、まだまだ改良点が残っており、本プロジェクトの期間内には2度ほど試験的に間伐材で木炭を作成したが、未だ完成の域には達していない。もともと生出地域は炭焼きの里であり、新型の窯でも同じく木炭を生産するためのものであり、しばらくは、内部の構造等を改造する等、何度も改良を重ねれば安定した性能を発揮するものと考えている。なお、この林野庁の補助事業は、最終目的は、間伐材を木炭化し、これから発生する水素ガスによって燃料電池で発電するためのものであるが、この点については後に触れる。
- 65) 当初我々が予測した発電コストは、上記の注47に示したように、計算上67円/kWhと見ており、この地域の東北電力からの電力価格28円/kWhであり、その差額は約40円/kWhとなった。しかし、最近の2016年の木炭価格は最低でも200円/kgと見られており、これでは、87円/kWhとなり、差額は60円/kWhと大幅に増加する。しかも、これに運転に要する人件費を加えるとさらにコストは増す。また、農林水産省農林水産政策研究所の研究員林岳(2016)らの研究では、発電コストは600円/kWh弱という試算結果も出ている。これは、その約9割が人件費である。我々の計算では木炭価格は市場の価格、さらに地域住民の運転はボランティアで行い無給としたが、林氏は今後、ビジネスとして実施するには、地域住民が実際に木炭を作成し、発電作業に要するコストをすべて、この地域の時給(最低賃金制度で保障されたもの:665円/h)を使って計算すべきとの考え方で計算し直したものである。こうしたコスト試算をどのように考えるべきか

今後の検討する必要がある。林氏は、その費用の多寡はともかく、森林生態系の修復のために間伐材を活用する必要性は十分認めており、我々としては、人件費の算定の仕方については、さらに費用算出方法の精度を高めると共に、地域住民がどのようにかわるのか、具体的にすべての作業に最低賃金の保証が必要かどうか、議論を続けたいとしている。

- 66) 分収造林を行う組織は現在22ある。ほとんどの造林会は市と分収契約（木材の販売収入の3割が市、3割が住民）を結び、実際の造林等の作業は陸前高田市森林組合に賦課金を支払って委託している。しかし、現在は木材価格の低迷で収入はなく、自負担のみが発生する状況にある。
- 67) 藤山（2015）は、第3章「人口1%取り戻しビジョン」で、島根県益田市の二条地区（人口572人、高齢化率46.0%の小学校区）を対象に地域人口ビジョンを作成しその可能性を、また定住1%増に必要な所得1%増については、域内経済循環の取り戻しを基本にその可能性を具体的に示している。
- 68) 先の注64)も紹介した、平成25～26年度の林野庁の補助金（「平成25および26年度 木質バイオマス加工・利用システム開発事業」、事業名「間伐材を原料とした木炭水性ガスによる非エンジン式発電及び地域内利活用システムの構築」、事業者（申請者）富士古河E&C株式会社、（共同実施者）東京農業大学・気仙産業研究機構）による事業では、木炭発電においては、木炭から得られる水性ガスを直接エンジンで利用したが、そのガスの成分で水素が約6割を多く含まれていることに着目し、このガスから水素を分離改質し、これで燃料電池を動かすことを考えた。このため、木炭発電で使う木炭ガス発生装置を改良し、より大量のガスを発生させると共に、小型の燃料電池を購入して、所要の各種実験を行った。2年の事業期間内で、木炭水性ガスから純度の高い水素を改質し、これを燃料電池に送り発電が行えることを確認した。この期間内では、技術的にも経済的にも実用化するまでには至っていないが、実用化に必要な基礎的データを多く収集できたことから、さらに必要な資金を調達して今後とも研究を続けたいと考えている。

参考・引用文献

- 林岳（2016）「小規模木質バイオマス発電の経済性評価ー岩手県陸前高田市生田地区における木炭発電の費用推計ー」、農林水産省農林水産政策研究所『農村における地域資源の活用とその効果ーバイオマスエネルギー使用を中心としてー』、新たな価値プロジェクト研究資料第3号、第1章、pp1-22
- 平口嘉典・西橋俊・両角和夫（2010）、「農山村地域の持続的発展に果たす集落の機能と役割ー岩手県陸前高田市0地区を事例にしてー」、農業経済研究報告（東北大学大学院農学研究科）第41号
- 平口嘉典（2008）「山村地域における産業の創出・発展の条件に関する研究ー戦前期岩手県気仙郡生田製糸場を事例にしてー」東北大学農学研究科へ提出の学位請求論文
- 平口嘉典、両角和夫「中山間地域における限界集落化抑止対策の検討ー岩手県0地区における中山間地域等直接支払制度への対応と民俗芸能活動の展開からー」、2010年度日本農業経済学会論文集、pp268-275
- 藤山浩（2015）『田園回帰1%戦略ー地元の人と仕事を取り戻す』、農文協
- 今村奈良臣・両角和夫（1989）『農業保護の理念と現実ー財政と金融の動きを読むー』（食料・農業問題全集15）農山漁村文化協会
- 両角和夫（2004a）、「産官学が拓く地域循環型社会ーいわて銀河系環境ネットワーク」、農

村と都市をむすぶ、第54巻12号

両角和夫 (2004b) 「山・里・海のマイナスをつないでプラスに－いわて銀河系環境ネットワークの取り組み」、現代農業、11月号増刊号

両角和夫 (2005) 『『新みずほの国』構想と米エタノール化への展望～角田先生の先見性に学ぶ～』、角田重三郎著『人類と穀類の運命交響曲』、東北大学農学部植物遺伝育種学研究室育翠会

両角和夫 (編著) (2006a) 『バイオマスエタノール燃料国際シンポジウム in 胆沢－(主催: 胆沢町、独立行政法人 科学技術振興機構、共催NPO法人岩手銀河系環境ネットワーク) 「いわて発循環型流域経済圏の構築に関する研究」平成17年度中間報告 その2、研究代表者、東北大学大学院農学研究科、両角和夫』、pp1-158

両角和夫 (編著) (2006b) 『「岩手県における新たな木炭ビジネス創出のための基礎調査」 「いわて発循環型流域経済圏の構築に関する研究」平成17年度中間報告 その3、研究代表者、東北大学大学院農学研究科 両角和夫』、pp1-50

両角和夫 (編著) (2006c) 『「広田湾における漁業・漁村の経済・生活実態把握と漁村住民の環境意識に関する調査」、平成18年度中間報告 その2、研究代表者、東北大学大学院農学研究科、両角和夫』、pp1-95

両角和夫 (編著) (2006d) 『「自然資源を活かした新たな地域産業創出戦略シンポジウム『地域発・いわて発ビジネスモデルをどのように創出するのか (独立行政法人 科学技術振興機構 (JST) 社会技術事業東北大学大学院両角和夫チーム、共催 特定非営利活動法人岩手銀河系環境ネットワーク) 平成18年度中間報告 その3、研究代表者、東北大学大学院農学研究科、両角和夫』、pp1-69

両角和夫 (編著) (2006e) 『「広田湾から地域社会を考える－「分水嶺から沿岸まで」：気仙川流域－」(東北大学大学院農学研究科、岩手銀河系環境ネットワーク) 平成18年度中間報告 その4、研究代表者、東北大学大学院農学研究科、両角和夫』、pp1-67

両角和夫 (編著) (2006f) 『「農・山村における林業と住民生活実態に関する基礎調査」平成18年度中間報告 その5、研究代表者、東北大学大学院農学研究科、両角和夫』、pp1-56

両角和夫 (編著) (2008) 『「いわて発循環型流域経済圏の構築に関する研究」研究実施終了報告書、研究代表者、東北大学大学院農学研究科、両角和夫、科学技術振興機構』、pp1-182、2008.5 (科学技術振興機構社会技術研究センターのWEBで公表)

Kazuo Morozumi, Daisuke Kunii, Kiyomi Wada (2009) 'Integrated Regional Resource Management in the Kesen Cycle-Type River Basin Economic Zone -Restoration of the natural ecosystem and the business of charcoal electric power- 'Tohoku Journal of Agricultural Research Vol.60 No.1-2, December 2009、pp1-21

両角和夫 (2010a) 「コメのバイオエタノール燃料の意義と政策の課題－「地域資源としてのコメ」という視点から－」、矢部光保・両角和夫(共編著)『コメのバイオ燃料化と地域振興－エネルギー・食料・環境問題』、筑波書房

両角和夫 (編著) (2010 b) 『大井沢エコミューズの実現に向けて－中間取りまとめ－JST研究開発プログラム「地域に根ざした脱温暖化・環境共生社会」、研究開発プロジェクト「東北の風土に根ざした地域分散型エネルギー社会の実現」(平成20-21年度報告書)』、pp1-74

両角和夫 (2010 c) 「地域環境ビジネスの創出と必要な社会システムの検討－岩手県生田地区における木炭発電の取り組みを事例に－」、農業経済研究報告(東北大学大学院農学研究科)、第42号

両角和夫 (2010 d) 「循環型流域経済圏の構築と地域環境ビジネスの創出－木炭発電による

- 地域環境ビジネスの試みー」、人と国土21、第36巻第1号
- 両角和夫（2011）「地域環境ビジネスの創出と必要な社会システムの検討ー岩手県生田地区における木炭発電の取り組みを事例にー」、農業経済研究報告（東北大学大学院農学研究科）、第42号
- 両角和夫（2012）「東日本大震災復興の取り組みー岩手県陸前高田市の事例」、農業普及研究、第34号、第17巻第1号、pp2-8
- 両角和夫（2013）「東日本大震災の影響と地域環境ビジネスによる復興の課題」農林業問題研究、第189号、第48巻第4号、pp5-12
- 両角和夫（2014a）「地域の資源を活かした震災復興の構想」、大原社会問題研究所雑誌、665号、pp20-33
- 両角和夫（2014b）「農村地域の地域環境ビジネス創出と企業の社会的責任（CSR）に関する研究序説ー岩手県陸前高田市の事例を中心にー」日本農業研究所報告『農業研究』第27号、pp279-321
- 両角和夫（2015a）「農山村地域における森林組合の事業展開と林業の問題ー岩手県陸前高田市を事例にしてー」、日本農業研究所報告『農業研究』第28号、pp189-224
- 両角和夫編著（2015b）『公開資料 戦略的創造研究推進事業（社会技術研究開発）実装活動終了報告書、研究開発成果実装支援プログラム「分散型エネルギーの資料促進と農山村地域環境ビジネスの創出」』、pp1-27
- 中島健造編著（2012）『バイオマス材収入から始める副業的自伐型林業』、林業普及双書 N0. 171、全国林業改良普及協会
- 中島健造（2015）『New 自伐型林業のすすめ』、全国林業改良普及協会
- 農林水産省東北農政局企画、東北地域農政懇談会編著（2005）『地域に生きる』、農山漁村文化協会
- 大野晃（2015）『山・川・海の流域経済学ー「山」の荒廃問題から「流域」の環境保全へ』、文理閣
- 佐藤龍治（1975）『生田ものがたり』（非売品、2007年再刊行）
- 佐藤宣子・興梠克久・家中茂（2014）『林業新時代ー「自伐」がひらく農林家の未来』、農山漁村文化協会
- 関満博・一言憲之編（1996）『地方産業振興と企業家精神』、新評論
- 武田洋子・森重彰浩（2012）「東日本大震災の経済的影響」、『震災復興提言』、三菱総合研究所
- 谷口和也（1998）『磯焼けを海中林へー岩礁生態系の世界』、裳華房
- 谷本寛治編（2004）『CSR経営 企業の社会的責任とステークホルダー』、中央経済社
- 谷本寛治（2006）『CSR 企業社会を考える』、NTT出版
- 谷本寛治（2014）『日本企業のCSR経営』、千倉書房
- 宇沢弘文（2000）『社会的共通資本』、岩波書店
- 宇沢弘文・大熊孝編（2010）『社会的共通資本としての川』、東京大学出版会、
- 宇沢弘文・関良基（2015）『社会的共通資本としての森』、東京農業大学出版会、
- 和田英太郎監修（2009）『流域環境学ー流域ガバナンスの理論と実践』、京都大学出版会
- 和田清美（2011）「陸前高田市生田地区における木質バイオマスならびに水力エネルギーの持続的利用と循環型地域社会システムに関する研究」、東北大学環境科学研究科へ提出の学位請求論文
- 矢部光保・両角和夫（編著）（2010）『コメのバイオ燃料化と地域振興ーエネルギー・食料・環境問題』、筑波書房