

研究開発成果 実装支援プログラム  
平成25年度 報告書

実装活動の名称

「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」

採択年度	平成24年度
実装機関名	東京農業大学
実装責任者	両角 和夫

## 1. 概要

計画書の概要と、本年度の実際の成果概要を対比して以下に記載する。

### ① 小水力発電・木炭発電

#### 【計画】

現在生出地区にて保有している木炭発電機を整備する。小水力発電機を完成させ、養魚場排水路に設置、発電を開始する。また、バッテリースタンドの設置を検討する。木炭発電と小水力発電で発電した電気をバッテリーユニットに蓄電し、そのバッテリーで間伐作業と電気式温室に給電するどの程度電気を使ったか、給電のシステムの稼働状況などのデータを収集・分析を開始する。

#### 【成果】

地元の気仙大工が製作した木製水車を養魚場排水路に設置した。また、水車の隣に蓄電池を収納した充電小屋を設置し、水車・アキシヤル型コアレス発電機・インバーター・鉛蓄電池を接続した。

発電機による発電は確認できたが、落差が低く水車の回転数が予定よりも少なくなり、出力が不足して充電できるまでの値に達さなかった。落差の不足分をカバーするため、次年度にガイド板やクラッチを取り付けて改良することとした。

また、充電式重機については、当該重機の所有企業及び重機メーカーと打ち合わせを行い、林業用グラップルに付け替えて実際の林地で作業を行えるよう計画した。付け替えの調整に時間を要するため、実証は次年度にすることとした。

木炭発電機については、よりスムーズにエンジン式発電を行えるよう、葛巻森林組合が所有する払下げ消防車を利用する承諾を得た。次年度当該消防車に発電機を積み、発電を行うこととした。

### ② 電気式温室

#### 【計画】

温室を組み立てて設置し、有機野菜のマーケティング調査を始める。栽培の準備を整え、年度後半には栽培を開始する。

#### 【成果】

炭材を埋めた土の上にビニールハウスを設置し、温床線も埋設した。温床線活用の実態を調査するため、金沢において温床線を利用している農家を2か所視察した。視察後、発電実施前のビニールハウスに実験的にトマトを作付し、温床線の上に植えつけられることを確認した。

### ③ 大型窯調査

#### 【計画】

岐阜県恵那市の大型窯についてデータ収集を行う。当該大型窯にて製炭した炭を木炭

発電機に利用し、発電を開始する。また、比較として北海道下川町森林組合の金属製大型窯についても調査する。

#### 【 成 果 】

改良された恵那大型窯の立て込み・窯出しを調査した他、北海道下川町の金属製大型窯・栃木県市貝町の大谷石利用中規模窯・岩手県九戸村の上蓋開閉式大型窯・岩手県葛巻町の岩手大量窯の視察、調査を行い、それぞれについて特徴を整理し、生出地区に適した炭窯の形式を考察した。

恵那大型窯については、今回視察した際の窯出しにおいて十分な炭材を確保できなかったため、サンプルとして少量を持ち帰り、精煉度等を計測することとした。十分乾燥させてから計測を行うため、実施及びデータ整理は次年度とした。

#### ④ 社会システムの調査

##### 【 計 画 】

グリーン電力証書、新クレジットについて取引先相手の開拓等、利用の実現に向けた取り組みを開始する。併せて、その他の企業のCSRに基づく制度等を利用する可能性を探るとともに、利用の実現に向けて取り組みを開始する。

##### 【 成 果 】

社会システムの中でコストを負担していく手段として、「森の町内会」（オフィス町内会・葛巻森林組合）、「モリ券（地域通貨）」（土佐の森救援隊）、「木の駅・薪の駅」（愛知県豊田市旭地区、岐阜県恵那市花白温泉）等の事例について調査を行った。

バッテリースタンドの検討及び本モデルにおけるCSRによるコスト負担の検討のため、富士古河E&C株式会社との打ち合わせを開始した。また、充電式重機の実証に関する協力企業である鹿島道路株式会社とも、実装モデル全体に対する関わり方について協議を開始した。

#### ⑤ 林業に関する調査・その他研究会等

##### 【 計 画 】

林業を中心とした周辺産業及びCSRについての研究会（ワークショップ）を開催する。年度の後半には専門家や関係者を招き、中間的に成果の検討と今後の対応について研究会を行う。

##### 【 成 果 】

現在の林業施策に関する勉強会（6月）、生出地区林家調査（8月）、自伐林業勉強会（9月）、自伐林業による伐倒・搬出研修（3月）を行った。  
発電装置及び大型炭窯の設置と合わせ、炭材収集の仕組みを地域の手で行うためにどうすれば良いかを検討した。

## 2. 実装活動の具体的内容

### 【活動実績】

2013年4月	・水車設置排水路への水門取付状況及び今年度の実施内容現地確認
2013年6月	・林業に関する勉強会実施 (講師:中央大学経済研究所客員研究員 田家邦明氏 於:東京農業大学) ・JSTサイトビジット(木製水車製作状況確認・現地関係者意見交換等)
2013年7月	・木製水車設置に関する打合せ(於:東京農業大学、現地関係者参加)
2013年8月	・生出地区林家の現地実態を対象とした調査(学生参加)
2013年9月	・林家調査報告会(於:東京農業大学) ・木炭発電機改良に関する打合せ(於:葛巻森林組合) ・自伐林業に関する勉強会(於:生出地区コミュニティセンター)
2013年10月	・ハウスへの温床線利用に関する現地視察(於:金沢市農家) ・生出木炭祭り(木炭発電の展示運転・プロジェクトに関するポスター展示) ・木製水車の水路への設置 ・NHK-BS1番組『TOMORROW』への取材協力(放映は2014年1月22日)
2013年11月	・岐阜県恵那市奥矢作森林塾 大型窯 たてこみ作業視察
2013年12月	・協力関係にあるNPO法人・いわて銀河系環境ネットワークが主催したシンポジウムにおいて、富浦POの基調講演及び本取組紹介(於:岩手県工業技術センター)
2014年1月	・岐阜県恵那市奥矢作森林塾 大型窯 窯出し作業視察 ・木製水車と発電機の接続、課題の抽出
2014年2月	・炭窯に関する現地調査(栃木県市貝町、岩手県九戸村、葛巻町)
2014年3月	・充電式重機の実証に関する関係者打合せ ・自伐林業の現地研修(ロープとチェーンソーによる伐倒・軽架線による搬出)

#### ① 小水力発電・木炭発電

水門を設置した水路に、気仙大工の技術により地域で製作した木製水車を設置した。



写真1：木製水車（左下は発電機）

写真2：水車に隣接した充電小屋

その後、図1に示した水車発電装置電力回路図の通り水車・発電機・インバーター・サイクルバッテリーを接続し、負荷試験を行った。

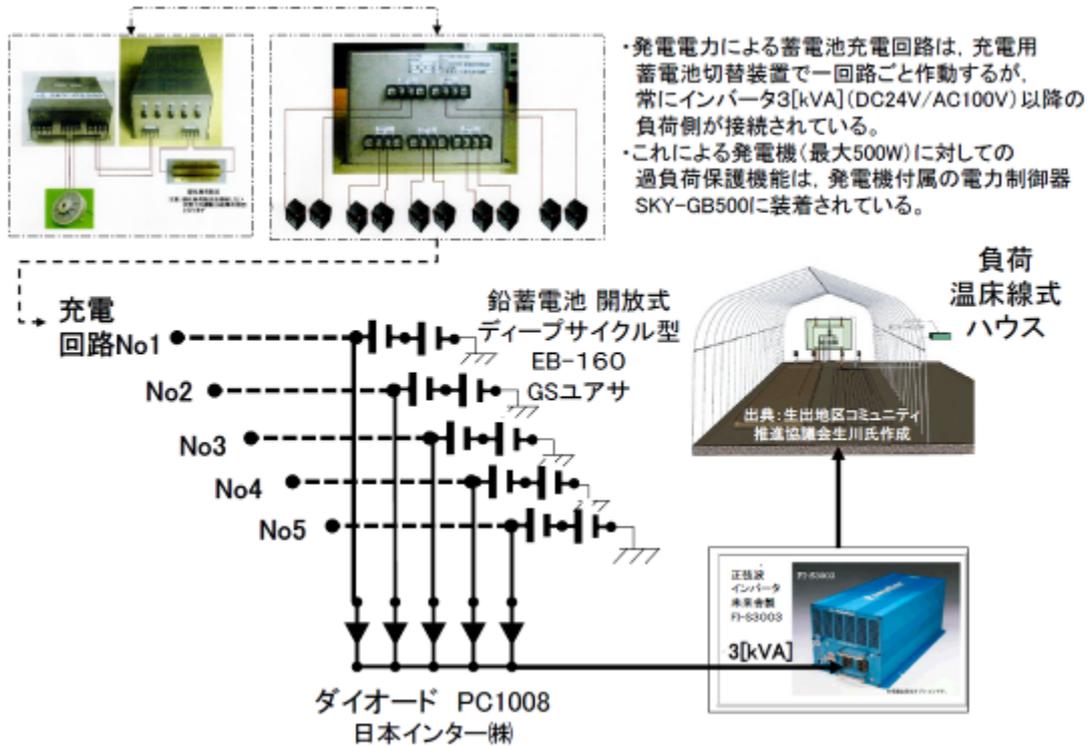


図1：水車発電装置電力回路図

負荷試験の結果、発電は行っているが、充電するには僅かに発電量が足りなかった。そこで、次年度に水車外形に合わせた給水ガイド構造体の設置及びクラッチの取付を行い、水車の回転数を上げるための改良を行うこととした。

また、木炭発電機については、葛巻森林組合から払い下げ消防車を本実装の活動に自由に使って良いとの承諾を得たため、現在生出地区にて保有している発電機を積替えることとした。

小水力発電と木炭発電により発電した電気の利用先の一つとなる林業作業への活用について、鹿島道路㈱・日立建機ティエラ㈱と実験計画について打合せを行った。以下実験概要を示す。

● 充電式重機・グラップルの実装実験計画概要

国内において唯一稼働している、日立建機㈱製・鹿島道路㈱様所有の充電式・リチウムイオンバッテリーミニショベル (ZX35B型) に、グラップルを装着し実験機とする計画である。

同実験機を使用し、地域の課題の一つであるスギ間伐材を製炭材に供するための林業作業を行う。作業内容としては、伐倒後の林道までの引き出し整頓、プロセッサによる玉切後の整頓・車載作業を行うものである。

なお、これらの作業に先行ならびに並行し、地域で自給する電力の充電・移動を伴うものである。即ち林業作業サイクルに対応し、充電した鉛蓄電池を持ち運ぶことで移動電源とし、重機に搭載されたリチウムイオンバッテリーを間欠的に充電するものである。

当初は陸前高田市森林組合が所有するグラップルを重機に装着する予定であったが、検討の結果、今回はグラップルのメーカーであるイワフジ社からリースし、重機への装着・調整を行った後に生出地区にて実験を行うこととした。実験時期は平成26年4月中旬以降を予定している。

なお、本実験での充電に利用する電気は生出地区にて保有している木炭発電車（2号機）の予定である。

## ② 電気式温室

小水力発電及び木炭発電により発生させた電力を温床線に給電し、抑制・促成栽培を行う計画である。その際、地域の資源である木炭を検討した。

木炭の熱伝導率はカーペット類（0.08W/mk）とほぼ同程度であるため、温床線による加熱エネルギーの放散防止策として土中に埋設することとした。（写真3、写真4）

この土壌はもともと水田利用されていた黒ぼく土壌であり、50cm以上は杭が刺さる程度の作度の厚さがある。



写真3：土中に埋めたスギ炭



写真4：炭埋設後埋め戻した様子



写真5：炭を埋設した土地の上に温室を設置する作業

温床線の利用については、東北地区に調査できる農家が見つからなかったため、社団法人農業電化協会の紹介を受け、石川県金沢市で温床線を利用した農業を行っている農家を2軒視察した。水車発電が稼働していないため試験的にはなるが、視察結果を踏まえ、温床線を埋設した圃場にトマトの植付を行った（給電はしていない）。



写真6：温床線埋設の様子



写真7：トマト苗の試験的植付

次年度には岩手県農業研究センターの指導を受けながら、温床線に給電を行った上でトマト栽培をする計画である。

③ 大型窯調査

調査した炭窯について、以下に特色を記載する。

1. 岐阜県恵那市NPO法人奥矢作森林塾

燃焼部が独立している大型窯であり、乾燥工程の火力調整が容易な構造となっている。重機でたて込みを行っているため、従来の炭窯（人が屈んで入って手作業でたて込む）に比べて作業が容易である。

しかし、本体は重量物であり、地面を掘り下げていることから、設置場所は地耐力がある場所を選定するか、地盤の改良を考慮しなければならない。また、窯の内壁は耐熱鉄筋コンクリートであるために部分修復が困難である。



写真8：たて込みの様子

写真9：窯出しの様子

## 2. 北海道下川町森林組合の金属製大型窯

屋内設置されており、全天候に対応している。現在の汎用技術で容易に設計製作が可能で、窯の内壁の耐火煉瓦部については部分修復することが可能である。

たて込み・窯出しにはトロッコ型のコンテナ台車を用いており、作業が半自動化されている。一方でコンテナの形に対応するため窯自体が直方体型をしており、窯内の熱的不均一性が大きいと思われる。そのためか、できあがった炭もバラつきのあるものとなっている。

## 3. 栃木県芳賀郡市貝町 大谷石利用の多連窯

地域の資材である大谷石を使用した窯で、計5基を順繰りに回して生産している。大谷石は住宅の塀として使われていたものを中古で購入したものである。

水分調整の面でこの大谷石が良い働きをするとのことで、お茶に利用する高級炭をブランド化して生産している。

## 4. 岩手県九戸村 大型窯

元々鉄工所である施設が設置した上蓋開閉式の大型窯である。クレーン等の設備を既に所有していたため、重い鉄蓋の開閉が行える状況にあった。炭窯は高温になるため通常の鉄板では1回炭焼きを行っただけで変形してしまうが、鉄工所としてのノウハウを活かし、蓋の厚みや蓋内部の構造を工夫し、長期にわたる使用を可能としたとのことであった。

## 5. 岩手県葛巻町森林組合の百俵窯

岩手県内最大級のサイズの炭窯であり、従来の方式で人力によりたて込みを行うものである。伝統的岩手窯の基本構造により、炭材と窯内壁間の隙間がほとんどなく、高温気流の熱的均一性が良好で良質の製炭を可能としているが、手作業のため作業性に難がある。

本実装は地域の資源をできるだけ利用することが基本であるため、各地の炭窯の特色を参考にしつつ、地域性を踏まえた炭窯の形式を考察する必要がある。

次年度以降、地域住民と共に地域にとって最適な炭窯の形式を検討することとする。

## ④ 社会システムの調査

社会負担による採算性の確保については、本実装の大きな目的の一つである。自然エネルギーについても、企業が固定価格買取制度を活用して大規模発電を行っている例が多い中、地域のエネルギー自給という小規模な仕組みに対する企業の関わり方としてどういったあり方が望ましいか、いくつかの事例も踏まえて検討した。

単に自然エネルギーで発電しているという価値を買い取ってもらうのではなく、本実装モデルに利用する技術面に関わる企業が、同時に環境貢献への活動をPRできるような仕組みを作るべく、充電式重機の実験に関する協力企業である鹿島道路㈱と打合せを開始した。

また、小水力発電のバッテリースタンドに関する検討において関わっている富士古河

E&C株式会社とも同様の打合せを行った。

事例としては、恵那市花白温泉の木の駅・薪の駅プロジェクトの調査（写真10、11）や愛知県豊田市旭地区の木の駅プロジェクトに関する地域通貨について関係者への聞き取りを行った。



写真10：花白温泉の薪の駅視察



写真11：集積された薪材

また、自伐林業の勉強会でも、土佐の森方式既に活用されている地域通貨（モリ券）について説明を受けた。（上記の恵那市や豊田市の事例も、土佐の森方式を参考に作られた仕組みである）

C材（林地残材含む）については、買取価格6,000円/トンという金額がひとつの目安となっている。この6,000円のうち、3,000円が木材需要者が負担する支払額、もう3,000円がそれ以外の地域負担（自治体負担、協賛企業による負担、地域の商店や個人の協賛等による負担）であることが多い。また、買取に地域通貨が活用されるケースがほとんどである。

この地域通貨を含む仕組みをどう作っていくかが重要となる。

更に、間伐作業に関しては、単に材の搬出だけでなく、収集及び利用の仕組みの中に組み込んでいくという補助金の利用も考えられる。これについては、自治体へのアプローチも必要となる。

水車による発電及び充電の実証が次年度になったため、充電の実績と並行してこれらの仕組みを確立していきたい。

#### ⑤ 林業に関する調査・その他研究会等

生出地区全106戸のうち、33戸について、林地の所有状況及び林業への関わりに関する聞き取り調査を行った。所有林地については半分以上が5ha未満であり、林地に足を運ぶ頻度は60%が年に一度以下もしくはほとんど行かないとのことであった。

住民の多くが「木材では儲からない」という意識を持っているため、どの程度の価格であれば木材を伐出しようと思うかという質問に対して「そもそもいくらなら、ということ考えたことがない」という回答が多い。その一方で、山を綺麗にしないといけない、このままではいけないという意識はほぼ全員に共通していた。

この結果を踏まえ、地域での炭材収集の仕組みづくりの一環として、自伐林業に関する

勉強会を行った。

本実装はスギ間伐材の利用とそれに伴う林地の修復が大きな目的である。そのためにはいわゆるC材となる木材をどれだけ効率的に収集・炭化できるかという点と、できるだけA材、B材といった高い価格で売却できる木材を搬出するという点を合わせて地域の林業振興をはかっていくことを同時に進めなくてはならない。そのために一つの手段が自伐林業である。

勉強会ではシンプルな施業で成り立ち、かつ良好な森を作れる「低コスト」「環境保全」という特色を持つ自伐林業について土佐の森救援隊・中嶋健造氏を講師に招き、地区の住民20名が参加した。質疑の際には、どのくらいの面積をどのくらいの人數でやるのか、どの程度から始められるかといった質問が出た。

3月には地区の林地で伐倒及び搬出の研修を行い、シンプルな作業で木材が搬出できるということを確認した。(写真12、写真13)

次年度は作業道敷設研修を含め、より具体的な木材の収集方法を検討する。



写真12：軽架線を利用した搬出研修



写真13：研修参加者

### 【今年度の総括】

本実装支援プログラムによる事業実施の第2年度目に当たる本年度は、これまで述べてきたように、ほぼ当初の計画に沿った形で事業を進めることが出来た。しかし、当初の計画に対し、小水力発電機については、出力が当初の見込みをやや下回り蓄電池への充電ができず、一方、木炭発電機についても、その改造とバッテリースタンドの設置ができなかったことから、年度内に「グリーン電力証書」の企業への販売の準備ができなかった。このため、「グリーン電力証書」の販売については、事業で協力を頂いている企業に可能性を打診する程度に止まった。「グリーン電力証書」の販売による発電コストの低減は、今回のプロジェクトの重要な課題の一つである。来年度は、早急にこうした発電に関する遅れを取り戻し「グリーン電力証書」販売に具体的に取り組むことにしたい。また、間伐を促進して間伐材を集めるには、自伐型林業を進めることが必要であり、来年度はこうした林業により本格的に取り組むこととしたい。

### 3. 理解普及のための活動とその成果

#### (1) 展示会への出展等

年月日	名称	場所	概要	ステークホルダー	社会的インパクト
平成25年10月27日	第27回おいで木炭祭り	生出地区コミュニティセンター（主会場）	木炭自動車の展示・運転、会場での本活動のポスター展示を行い、活動をPRした。	地域及び近隣市町村住民	祭りへの来場者数約1,000人

#### (2) 研修会、講習会、観察会、懇談会、シンポジウム等

年月日	名称	場所	概要	ステークホルダー	社会的インパクト
平成25年6月6日	林業に関する勉強会（第2回）	東京農業大学	林業に関する現在の国の施策・方針について学び、林業の現状について理解を深めると共に地域の実情に合わせてどう対応していけば良いかについて考え、議論する機会とする。	研究者・学生	参加者10名
平成25年9月20日	自伐林業に関する勉強会	生出地区コミュニティセンター	NPO法人土佐の森救援隊の中嶋健造氏を講師として、本実装事業においてエネルギー源となる炭材を集める仕組みのひとつとなる自伐林業について地域住民が参加した勉強会を行った。	生出地区住民・地域外研究者	生出地区住民の参加20名、地域外関係者10名
平成25年12月2日	震災復興支援シンポジウム	岩手県工業技術センター	富浦総括の講演で当実装事業の意義と内容に関して紹介があり、加えて、実装責任者・両角の司会により関係者の鼎談等が行われた。シンポの目的は、東日本大震災からの復興について、持続可能な循環型地域社会の構築の視点に立ち、エネルギーの地産地消と新たな環境ビジネスの創出を目指すことにある。富浦総括の	岩手県工業技術センター、富士古河E&C等の関連会社、NPO法人いわて銀河系環境ネットワーク、生出	参加数51名。県の研究機関、当該事業に関心を持つ企業、農家等の参加により、当実装

			講演の他、岩手県工業技術センター阿部理事長の講演・葛巻町長鈴木重男氏の講演・八木澤商店河野和義会長等を交えた鼎談など。主催はNPO法人いわて銀河系環境ネットワーク（両角は前会長、現特別顧問）	コミュニティ推進協議会など	事業の意義が広く理解される機会となった。
平成26年3月17-18日	自伐林業研修会（伐倒・搬出）	生出地区コミュニティセンター、生出地区内林地	9月の勉強会を踏まえ、実際に自伐林業方式による伐倒と搬出の研修を行った。C材であっても本実装のエネルギー源として使えるということのPRと共に、地域住民の手で、簡単な器材で集材ができることを実践した。	生出地区住民・森林組合関係者	地域住民20名、その他関係者10名

### （3）新聞報道、TV放映、ラジオ報道、雑誌掲載等

#### ①新聞報道

東海新報 2013.10.27

「生出地区がエネルギー開発 —— きょう、木炭祭りで木炭発電車の展示など」

盛岡タイムス 2013.12.5

「エネルギーで地産地消、銀河系環境ネットワーク 復興支援シンポで提唱」

#### ②TV放映

NHK BS 2014.2.22

「TOMORROW “仕事をつくる” 復興プロジェクト ヘレナ・ノーバーク＝ホッジ /環境活動家」（国内放送）

「Locally Grown Businesses Help Recovery Helena Norberg-Hodge /Environmentalist」（海外放送）

### （4）論文発表（国内誌 4 件）

- ① 両角和夫「東日本大震災からの復興と地域産業創出の構想」、清水純一・坂内久・茂野隆一編著、『復興から地域循環型社会の構築へ』、pp9-23、2013. 6
- ② 両角和夫「六次産業化と農協の役割」、高橋信正編『「農」の価値を高める六次産業化の実践』、筑波書房、pp214-224、2013. 12
- ③ 両角和夫、「我が国農業問題の変化と農協の新たな課題-地域社会の維持、存続に貢献する体制のあり方-」、農業研究(日本農業研究所報告)第26号、pp209-250、2013. 12
- ④ 両角和夫「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、2014. 3

(5) WEBサイトによる情報公開

『おいで』（生出地区コミュニティ推進協議会ホームページ）

<http://oide-community.jimdo.com/>