

戦略的創造研究推進事業
(社会技術研究開発)
平成26年度実装活動報告書

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

実装責任者氏名

両角 和夫 (東京農業大学総合研究所 教授)

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】

木炭発電車をより使いやすくするために積み替え・改良等を行い、オルタネーター型発電機を組み合わせて発電を行う。サイクルバッテリーに充電し、整備した体制に沿って温室や機器類への給電を行う。各種の充電・給電作業においてどの程度電気を使ったか、給電のシステムの稼働状況についてデータの収集および分析を行う。

平成25年度に稼働させた木製水車について、ガイド板の設置やクラッチの取付等を行いスムーズな発電ができるよう改良する。

【成果】

木炭発電については、昨年度葛巻森林組合より払下げの承諾を得た消防車に、現地で製作した木炭水性ガス発生装置を搭載し、新たな木炭発電車を製作し、試運転を行った。従来生出地区で保有している木炭発電車と比較して発電の能力が高く、エンジンの回転も良いものとなった。

昨年設置した木製水車について、より高い出力を得るべくガイド板の設置等の改良を行った（作業継続中）。

(2) 発電した電力の利用に関する検討

【計画】

発電した電力を地域に最も活かした形で利用できるよう、これまで検討してきた温室利用や林業用重機だけでなく、電気式農作業車や電動トラクターへの利用等、複数の方法を検討する。

【成果】

充電式ショベルカーを所有する会社の協力を得て、ショベルカーの先端部分をグラップルに付替え、その重機によって間伐材を搬出するという実証実験を行った（約1週間）。従来の林業重機と比較して非常に静かであり、作業性にも問題がないことを確認した。この時に重機と共に借用したバッテリー台車を参考に、地域の必要な場所でスポット的に電気を利用できるよう、バッテリー台車を製作した。バッテリーを搭載したユニットから電動式チェーンソーへの給電を行い、きちんと作動することを確認した。

林業作業の他、農作業にも電気を利用するための方策として、電動式運搬車の視察を行った。

(3) 社会システムに関する調査及び検討

【計画】

社会システムによる費用負担についてこれまで行ってきた調査をもとに、本実装におけるグリーン電力認定その他の方法を検討し、実践する。また、企業のCSR利用に関して最も良い形で連携できるよう調査し、提案する

【 成 果 】

社会システムの中で発電コストを負担していく手段として、豊田市の地域通貨の事例を調査した。その他、J-クレジット、グリーン電力利用に関する調査を行った。これらの調査結果をもとに、本実装活動での電気でグリーン電力の認定を受けるため、単線結線図や設備リストの作成等、認定のための準備作業を行った（継続中）。

(4) 林業に関する研修・研究会及びその他シンポジウム等

【 計 画 】

発電用の木炭原料となる間伐材搬出・収集の仕組みづくりのため、自伐林業に関する研修を進める。自伐によって搬出した材を製炭し、実際にその炭を使って発電を行うと言う一連のシステムを稼働させ、課題を抽出する。

昨年に引き続き林業に関する研究会を行うと共にシンポジウムを開催する。これまでの取組・成果を発表し、課題を抽出・検討する。

【 成 果 】

間伐を進め、それを地域ビジネスとして確立するための手段としての自伐林業に関する研修を行った。25年度に行ったチェーンソーによる伐倒及び軽架線による搬出作業の研修に引き続き、今年度は作業道敷設の研修を行い、伐倒から搬出までの一連の作業を大型機械に頼らず自伐による方法で行えることを確認した。

現在までの成果を発表し、今後本活動をビジネスとして成立させることを考えるためのワークショップを行った。

2. 実装活動の具体的内容

表1. 本年度の活動実績

2014年5月	・今年度の実施内容に関する関係者打合せ(於:農林水産政策研究所)
2014年6月	・J-クレジット制度に関する相談・打合せ(於:みずほ情報総研) ・グリーン電力証書に関する相談・打合せ(於:日本自然エネルギー) ・地域通貨に関する現地調査(豊田市) ・木炭発電車と水車に関する関係者打合せ(於:株価値総合研究所会議室)
2014年7月	・充電式重機による間伐材の搬出実証(於:生出地区内林地)
2014年8月	・バッテリー台車に関する打合せ(於:株精電製作所) ・JSTサイトビジット
2014年9月	・電動式運搬車の視察(於:奈良県) ・自伐林業に関する先進地視察(於:高知県、徳島県)
2014年10月	・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)

2014年11月	<ul style="list-style-type: none"> ・グリーン電力認定に関するチェックリスト等の打合せ（於：日本自然エネルギー） ・水車の改良作業（継続中）
2014年12月	<ul style="list-style-type: none"> ・「エネフェセたがや2014」へのポスター展示 ・自伐林業研修（作業道敷設等） ・グリーン電力認定に関する認定会社による現地視察（於：生出地区） ・陸前高田市における林業の実態調査結果（デロイトトーマツコンサルティング(株)による）の検討（於：陸前高田市役所）
2014年1月	<ul style="list-style-type: none"> ・バッテリー台車の製作状況視察（於：精電製作所） ・グリーン電力証書に関する調査（於：八戸市）
2014年2月	<ul style="list-style-type: none"> ・バッテリー台車完成 現地での運転試験（於：生出地区） ・ワークショップの開催（於：科学技術振興機構東京別館セミナー室）
2014年3月	<ul style="list-style-type: none"> ・生出地区の新設大型窯による窯出し（予定）

(1) 小水力発電・木炭発電

① 木製水車の改良

昨年度製作・設置を行った木製水車について、発電の出力を向上させるべく、水車外形に合わせた給水ガイド構造体（ガイド板）の設置及びクラッチの取り付けを行い、水車の回転数を上げる改良を行うこととした。

1) 給水ガイド構造体（ガイド板）の設置

図1ならびに図2に示すように、水車外形（下掛け給水部分円周方向）に合わせ、給水ガイド板を装着した。

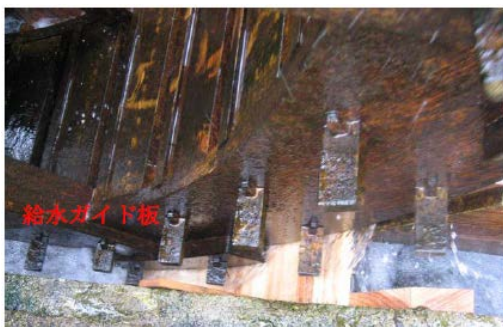


図1. 下掛け水車下部給水ガイド板装着状況

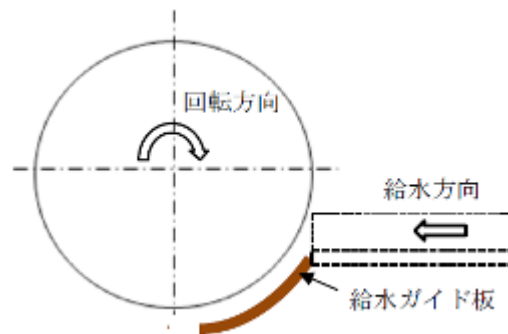


図2 給水ガイド板装着説明図

給水ガイド板を装着した結果、水車の回転数は負荷時に7～8[rpm]（無負荷時10～12[rpm]）になり、この時発電機の回転数は約300[rpm]になる。

また、発電電力は発電固有の特性から、図3に示す通り、負荷の大小により変動する。

発電状態を充電用インバータの特性、電圧205[V]・電力を366[W]にセットした（負荷抵抗値約115[Ω]）状態で見ると、図4に示す通り回転数が219[rpm]のとき充電電力144[W]、288[rpm]のとき充電電力205[W]である。

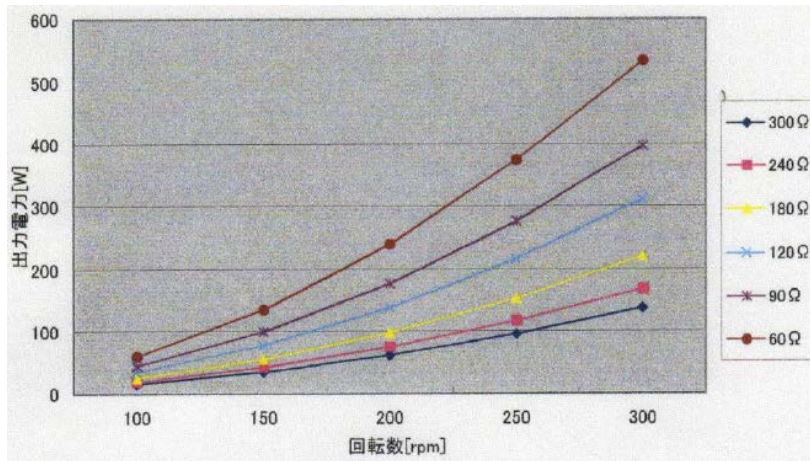


図3. 発電機出力電力特性



図4. 発電機特性 (充電用インバータ表示)

これらのことから、給水状態の変動に合わせ、下掛け水車の堰き止め板部の調整（給水量調整）ならびに負荷容量（負荷の抵抗値）に合わせ、蓄電池充電電力の調整方法を把握した。これらを活かし、今後、季節性に左右される給水可能量に対応し、常に高効率発電を行えるよう木製下掛け式アウターローターコアレス発電装置の運用上のマニュアル化を検討する。

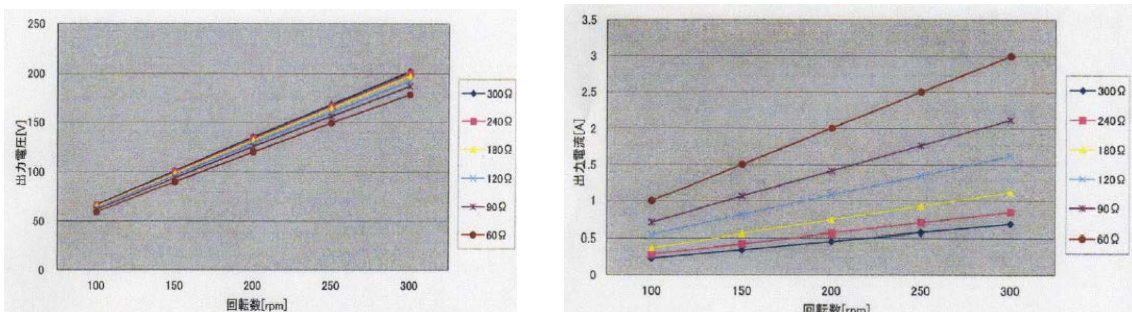


図5. 電圧・電流特性

発電機自体の負荷抵抗値（負荷容量）別の発電電圧ならびに電流値は、発電機の回転数に対し図5のように変動し、図3に示した発電電力特性をもたらしている。

2) クラッチの取り付け

回転数改善のために、クラッチの取り付けに代え、水車軸出力部と発電機ユニットの入力軸間を結ぶチェンスプロケットの増速比を増した。

当初の増速比はチェンスプロケット部、1対2、発電機ユニットの二段式ベルトプーリ一部増速比、1対14であり、水車軸対発電機入力軸間の合計増速比は、 $2 \times 14 = 28$ 倍であった。

これは水車の負荷時回転数を約10～12[rpm]と想定し、発電機回転数を約300[rpm]にする計画に基づくものであった。

ここで、上述のように給水量変動による水車回転数の変動、そして発電機出力（電圧・電流）値の変動に対応するために、負荷時の水車回転数7～8[rpm]を特定し、水車軸対発電機入力軸間の合計増速を高めることにした。具体的には、チェンスプロケット部の増速比を1対2から1対3に変更し、発電機ユニット側の1対14は従来通りとした。その結果合計増速比は28倍から42倍（ $3 \times 14 = 42$ ）となった。

これらに基づき運転した一例を上述及び図4に示した。この場合、逆算すると水車の実質回転数は約5.2～6.9[rpm]になる。

3) 水車回転状態の安定化対策

水車製作上、水車本体を構成する木質材（マツ）の採取・製材ならびに板取に関し、稼働後水車本体に於いて、水受け部を中心に常に水に濡れた状態になることを想定する必要がある。これは、水に濡れた状態で円周方向の重量的バランス性を確保するためである。

本実装支援プログラムにおける木製水車製作に際し、生出地区コミュニティ推進協議会の力で可能な限り適切な材料の調達と加工を試みたが、稼働時間を重ねる中で回転における周辺速度に不均一が多少確認された。これは想定範囲と考えられるもので、水車回転体のダイナミックバランスを取るために図6に示すように円周方向において重量的に軽い側に重量調整用錘（木片）を取り付け、回転における周辺スピードの均一化を図った。

この状態で更なる運転を続けバランス取りの作業を続けることが、木製水車による小水力発電装置を持続的に稼働させるために必要であると考えられる。その上で、最終的に周辺スピードの均一性を確保する必要がある。そのために稼働を重ね、その精度向上の限界を確認し、水車軸出力部と発電機への伝達時間に不均一性吸収用フライホイールを取り付けることも視野に入れる必要がある（図7参照）。



図6. バランス取り錘（木板）取付



図7. 製材用木製水車におけるフライホイール取付事例（岡山県共和林業(有)様、日本経済新聞2012年4月12日）

4) 電気回路における安全性向上策

i. 発電機暴走防止策

アウターローターコアレス発電機は、起動しやすい反面、無負荷状態（負荷切り離しならびにバッテリー満充電）になると発電機の回転数が上昇し、発電機自体の破損に繋がる恐れがある。そこで、発電機の暴走防止用ブレーキ抵抗器を充電用インバータの出力側に接続している。

発電機が無負荷に近い状態になった場合、それを電子的に感知し、ブレーキ抵抗器を作動させる方式としている。さらに、無負荷状態を防止するために疑似負荷を取り付け、必要に応じて作動させる方式としている（図8参照）。

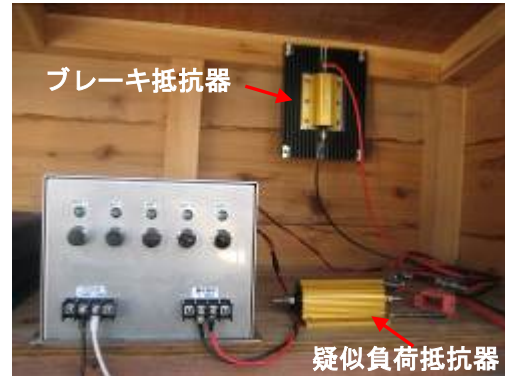


図8. 発電機ブレーキ抵抗器・疑似負荷

ii. 蓄電池過充電防止策

充電用インバータによるバッテリー充電中にバッテリー端子電圧が所定の値（ $13.2 \pm 3(\%)$ [V]）に達すると上述のブレーキ抵抗器を作動させる仕組みとなっている。

iii. 蓄電池（バッテリー）過放電防止策

一方、バッテリーの過放電防止のために、バッテリーの端子電圧が24[V]以下になると負荷側のインバータ回路を切り離し、26[V]まで復帰すると再接続する装置PT60を付けている（図9参照）。

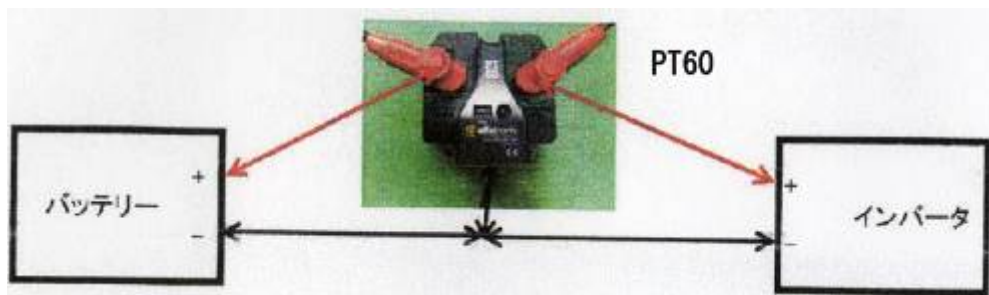


図9. バッテリー過放電防止装置

5) 今後の木製水車改良について

前述のような改良及び安全策を講じ、水車のバランス調整等、前年比で改善が見られた。今後さらに調整を続けることとする。また、電気回路機器に関しても再調整を行い、発電の向上を目指す。

（以上の木製水車に関する調整・指導は和田技術士の技術指導による）

② 木炭発電

昨年葛巻森林組合より払下げの承諾を得た消防車（ダットサン型）に木炭水性ガス発生装置及び発電機を搭載し、改良型の木炭発電車を製作した。



図10. 製作した木炭発電車



図11. 発電機部分

この木炭発電車と合わせて効率的に発電及び電気の利用を行えるよう、木炭破碎機及びバッテリーを搭載したユニットを製作した。

次年度、これらを組み合わせた発電及び給電の実証を行うこととする。

(2) 発電した電力の利用に関する検討

① 充電式重機による間伐材搬出実証

協力会社から借用した充電式重機の先端部分をグラップルに付け替え、間伐材の搬出実証を行った（図12及び図13）。



図12. 実証の様子①



図13. 実証の様子②

作業時間について記録したロガーは図14の通りである。

本実証により、通常の搬出作業は問題なく行えること及びその際の音は非常に静かであり、従来の作業に比較して重機の騒音による作業時の危険性が低下することが確認された。この実証の際に重機と共に借用したバッテリー台車を参考に、実装地域でスポット的に電気を利用できるよう、バッテリーユニットを製作した。

日にち	作業開始時間	作業時間	充放電	バッテリー 系統	充/放電電 力量(kWh)	開始時		終了時		作業内容
						SOC (開始)%	バッテリー 電圧(V)	SOC (終了)%	バッテリー 電圧(V)	
7月23日	10:13	29分間	放電	2	3.36	62	291	47	272	回送車下し作業および慣らし運転
7月23日	11:45	40分間	充電	2	4.54	45	283	63	298	バッテリー台車より充電
7月24日	8:47	31分間	充電	2	1.93	62	290	69	297	エンジン発電機からの充電
7月24日	9:20	14分間	放電	2	1.13	68	296	64	289	林道間伐材引き出し作業
7月24日	11:55	138分間	放電?	2	0.31	34	263	30	258	同上
7月24日	14:25	68分間	充電	2	8.11	30	258	61	297	エンジン発電機からの充電
7月25日	8:58	82分間	放電	2	7.96	78	294	43	247	
7月25日	10:23	59分間	充電	2	8.73	43	248	78	297	
7月25日	11:23	55分間	放電	2	6.31	78	296	51	263	
7月25日	13:45	24分間	放電	2	2.79	36	268	22	238	
7月25日	15:22	57分間	充電	2	6.29	34	274	59	297	
7月25日	16:21	63分間	放電	2	7.44	59	297	27	256	
7月25日	17:28	62分間	充電	2	8.08	27	258	59	297	
7月26日	8:21	93分間	放電	2	11.18	77	294	26	212	
7月26日	9:57	60分間	充電	2	11.21	26	216	73	296	
7月26日	11:03	71分間	放電	2	8.77	73	295	34	235	
7月26日	12:17	73分間	充電	2	10.47	34	237	77	298	
7月26日	13:33	103分間	放電	2	12.15	77	296	20	205	
7月26日	15:55	45分間	放電	2	5.79	52	279	24	219	
7月26日	16:57	90分間	充電	2	12.96	17	213	72	297	
7月29日	14:12	42分間	放電	2	2.55	77	294	67	282	

表2. 充電式重機による実証のデータロガー

② その他の電力利用に関する検討

電気式温室については、木製水車による小水力発電の能力が向上した際に温床線に給電できるよう、引き続き適切な管理を行っている。その他の電力利用先を検討するため、電動式運搬車（農作業車）の視察を行った。また、電気式チェーンソーへの給電も行い、まずは必要な箇所にバッテリーに蓄電した電気を移動させ、そこで電気を利用するという事を想定して地域住民と共に検討を重ねた。

(3) 社会システムに関する調査及び検討

① グリーン電力証書の利用

木炭発電及び小水力発電による電気についてグリーン電力の認定を受けることで、発電のコストを負担することができるよう、申請準備を行った。

申請に際しては、単線結線図（図14及び図15）の他、設備概要や発電の運用体制等が必要であるため、地域の関係者と共に準備を行った。

これらをもとに、次年度グリーン電力証書に申請する予定である。

② 地域通貨等に関する調査

地域通貨の事例として、豊田市の調査を行った。自伐林業に関する取組の中でも地域通貨の利用が見られるため、最終年度は自伐に関する取組と合わせて、地域通貨の利用について検討を行う。

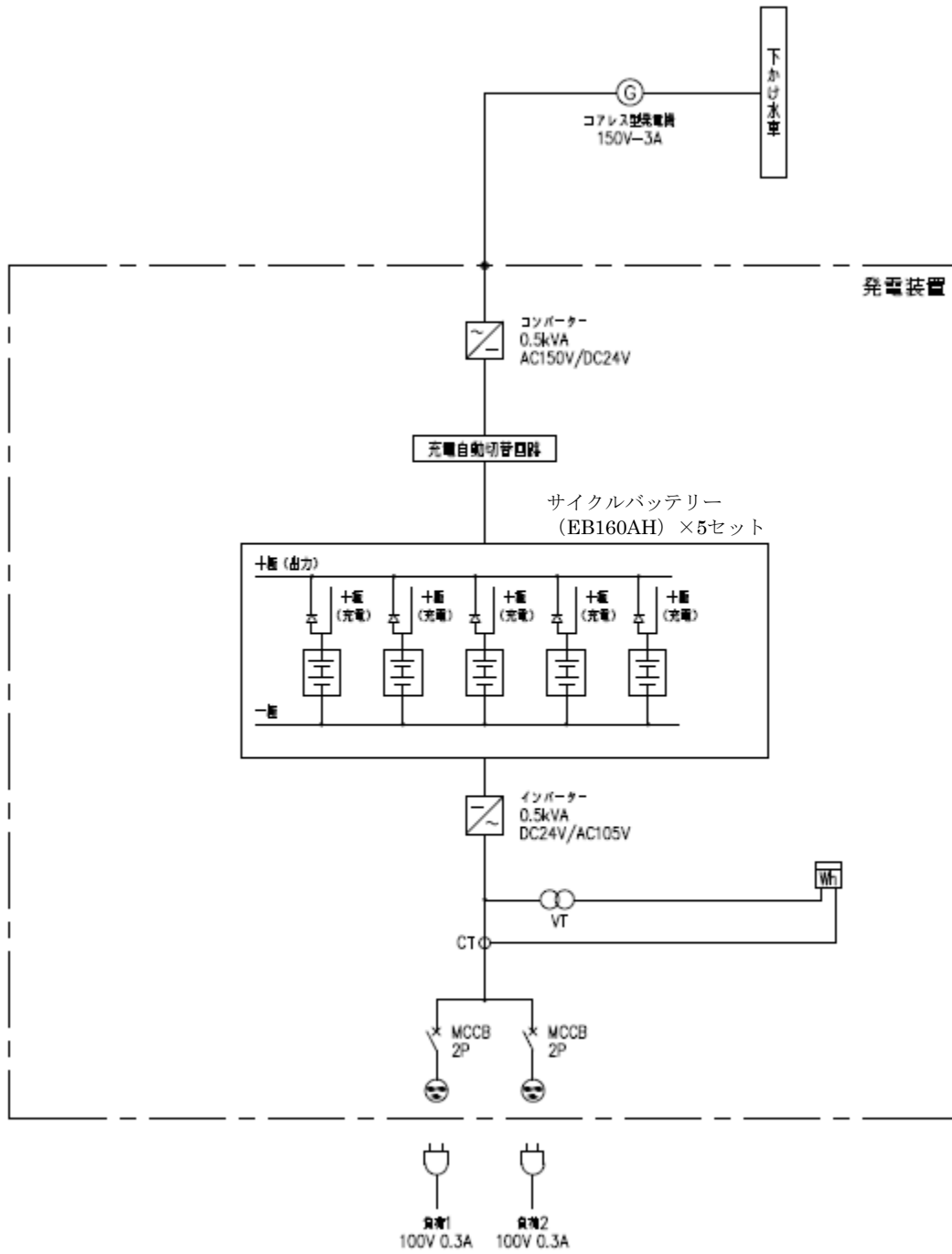


図1 4. 木製水車による小水力発電の単線結線図

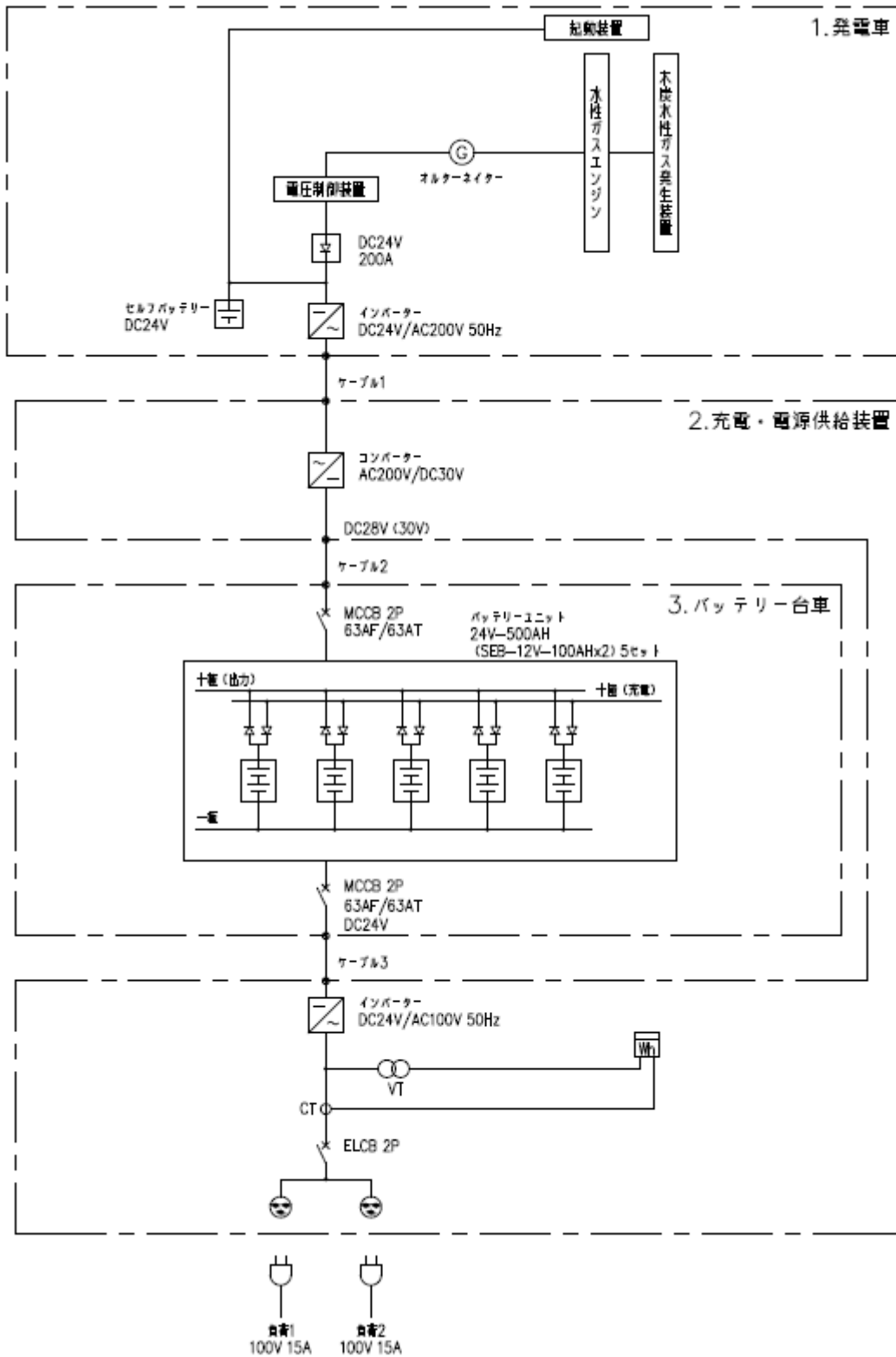


図15. 木炭発電車による発電の単線結線図

(4) 林業に関する研修・研究会及びその他シンポジウム等

① 自伐林業に関する視察及び研修

昨年度、伐倒と搬出に関する研修を行った自伐林業に関し、目標とする森づくりのために高知県及び徳島県にて自伐によって管理されている林地及びその作業の視察を行った(図16)。この視察で学んだことを踏まえ、12月には生出地区の林地において作業道を敷設する研修を行った。



図16. 自伐の森の様子

② シンポジウム等

これまでの活動の報告及び本取組をどのように進めるかを議論するための場としてワークショップを行った(図17、図18)。ワークショップでは、「ソーシャルビジネスの可能性—CSRとの関係から」として、法政大学の土肥准教授による基調講演を行った他、地域ビジネス等についての総合討論を行い、最終年度に向けた課題を抽出した。



図17. ワークショップの様子①



図18. ワークショップの様子②

【今年度の総括】

本年度は事業実施の第3年度目にあたり、発電装置の整備・電力利用の実施・社会システムの利用のそれぞれについて一定の成果を出すことを目標としていた。

発電装置の整備について、木炭発電車については予定通りの改良を行い、木炭破碎機・バッテリーユニットと合わせて整備できたことは大きな成果である。実際に木炭の破碎から給電、電力利用までの一連の流れを行うことができなかつたため、次年度はこの一連の作業を行いたい。木製水車については昨年よりも発電能力が向上したものの、出力の安定や音に関して問題があり、引き続き改良を行っている。次年度中に一定の成果を出すこととしたい。

電力利用の実施については、実際に充電式重機による搬出実証を行い、問題なく作業ができること、騒音がないという点において優位性があることを確認できた。また、この時に同時借用したバッテリー台車をもとに、従来計画していたバッテリースタンドの位置づけとしてバッテリーユニットが製作できた。このバッテリーユニットは電気が必要な場所に移動して利用することを想定して作られたため、今後実際にどのような形で利用するのが最も有効か、地域住民と共に議論を重ねたい。

社会システムの利用については、木製水車の改良が継続中のため、申請準備作業を行ってきた。協力会社の助力もあり申請のための書類が整ってきたため、最終年度は予定通りグリーン電力の申請を行い、コストを負担するための取組としたい。

年度末に行ったワークショップでは、今回の研究の意義を評価して頂くと共に、ビジネス化する上で有益なコメントをいくつか頂戴した。例えば、企業等に社会的負担を求める場合に相手を引きつけるようなストーリー性が必要であること、あるいは大型の木炭窯で燻製を作ることにより収益を得る等のビジネスになるような工夫の必要性等である。最終年度はこれらを参考にして、新たなソーシャルビジネスの創造ができるよう取り組みたい。

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26年10月26日	第28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、運転及び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
平成26年12月6日	エネフェスせたがや2014	三軒茶屋ふれあい広場(世田谷区)	区民が省エネ・創エネについて知る機会として世田谷区が主催したイベントにおいて、本活動をPRするポスター展示を行った。	環境に関心のある区民	来場者多数(統計なし)

(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26年12月25日・26日	自伐林業研修会（作業道敷設）	生出地区コミュニティセンター、生出地区内林地	実際に作業道を敷設する研修で、講師による指導の下、地域住民による作業を行った	生出地区住民・地域外研究者	参加者20名
平成27年1月30日	平成26年度青森県三八地域民生局事業 第2回分散型エネルギーフォーラム	青森県八戸市ユートリーホール	本実装事業のコンセプト及び成果について、代表者である両角和夫教授が報告を行った	青森県の県庁及び市町村職員、その他関連するNPO、団体職員等	参加者約100名
平成27年2月22日	ワークショップ「分散型エネルギー社会の実現と地域環境ビジネスをどう進めるか」	(独) 科学技術振興機構東京本部別館2階セミナー室	これまでの成果報告及び地域環境ビジネスに関する議論の場とした	地域環境ビジネスに関心のある研究者、学生等	参加者約30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 2014.10.28

「催し楽しみ魅力に触れる 第28回生出木炭まつり」

(4) 論文発表（国内誌 1 件）

- ① 両角和夫「農村地域の地域環境ビジネス創出と企業の社会的貢献（CSR）に関する研究序説—岩手県陸前高田市の事例を中心に—」、日本農業研究所研究報告『農業研究』第27号（2014年）、P. 279～321

(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/>