

5-3. 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

富士古河E&C株式会社

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

事業者名： (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

1. 事業概要

1-1. 事業の実施目的

1-1-1. 本事業の背景及び最終的に目指すシステム

国内の人工林に手入れが必要とされる中、間伐材等未利用の木質バイオマスはますます用途拡大が望まれている。特にエネルギー自給率の低い我が国においては、持続可能なエネルギー源としての役目が期待され、様々な木質バイオマス発電が開発されてきた。そのような中で、従来方式では対応しきれない課題も抽出されてきている。

東日本大震災直後、被災地で最も困ったのは停電だった。停電により光源や熱源だけでなく通信が寸断され、最も重要な外部との連絡ができなくなったのである。現状では、非常用の発電機を備えていたとしてもその動力源はガソリン・軽油といった化石燃料であり、地域の拠点や各家庭で備蓄することは難しい。他方、各地で稼働している木質バイオマス原料の大規模発電プラントにおける電気の利用先は、地域の電力会社への売電もしくは隣接する施設への供給に留まっており、作られた電気が地域内各所で使われる仕組みが確立されているところはまだない。また、地域で発電事業を行っていても、発電した電気を全量売却し、使用する電気は電力会社の送電網から得ている状態では、停電時に発電を行うことは困難(システムの立ち上げ時に電気を必要とするため)である。更に中山間地域の集落は、災害の際、崖崩れ等により集落が孤立する恐れがある。

これらの現状を踏まえ、非常時にも強い地域内の電力自給体制を構築するためには、大規模集中型の発電プラントと並行して、より小さな地域の単位での木質バイオマス利活用を可能とする『小規模分散型』・『可搬型』のシステムを確立させることが望ましい。

このようなシステムを構築するための要件は以下の3点である。

- ① 小型化を可能とする技術であること
- ② 原料が地域内で供給され、その備蓄が容易であること
- ③ 地域の人手で運転と保守管理が賄える簡易なシステムであること

要件を満たす手段として、本事業では**木炭水性ガス**に着目した。薪・木炭は昔から農山村地域で持続的に利用されてきたエネルギー源である。特に木炭は、運搬・貯蔵が容易であることと質の変動がないことにより、地域単位で備蓄する場合の優位性に富んでいる。この木炭を水素並びに一酸化炭素主体の木炭水性ガスにすることで電気の形での利用が可能となる。更に発電方式を非エンジン式(燃料電池)とすることで、場所を選ばず、かつ高効率の発電が期待できる。

本事業では、木炭水性ガス発生装置によって発生させた水素を原料とし、非エンジン式方式（燃料電池）を用いて発電し、蓄電を行う。このことにより、ガスの改質や発電部への供給の仕組みを検証し、**安定的な木炭水性ガスの発生と発電のシステムを確立**することを目的とする。

最終的には、「必要とする主体」が「必要な時」に「必要な場所」で「必要とする質と量」の電気を作るトータルシステム、即ちコミュニティグリッドの確立を目指す。地域での電力自給の仕組みを構築すると共に、常に一定量の木質バイオマスを利用（＝適切な間伐の実施）することによる林地の再生・地域生態系機能の修復を目標としている。

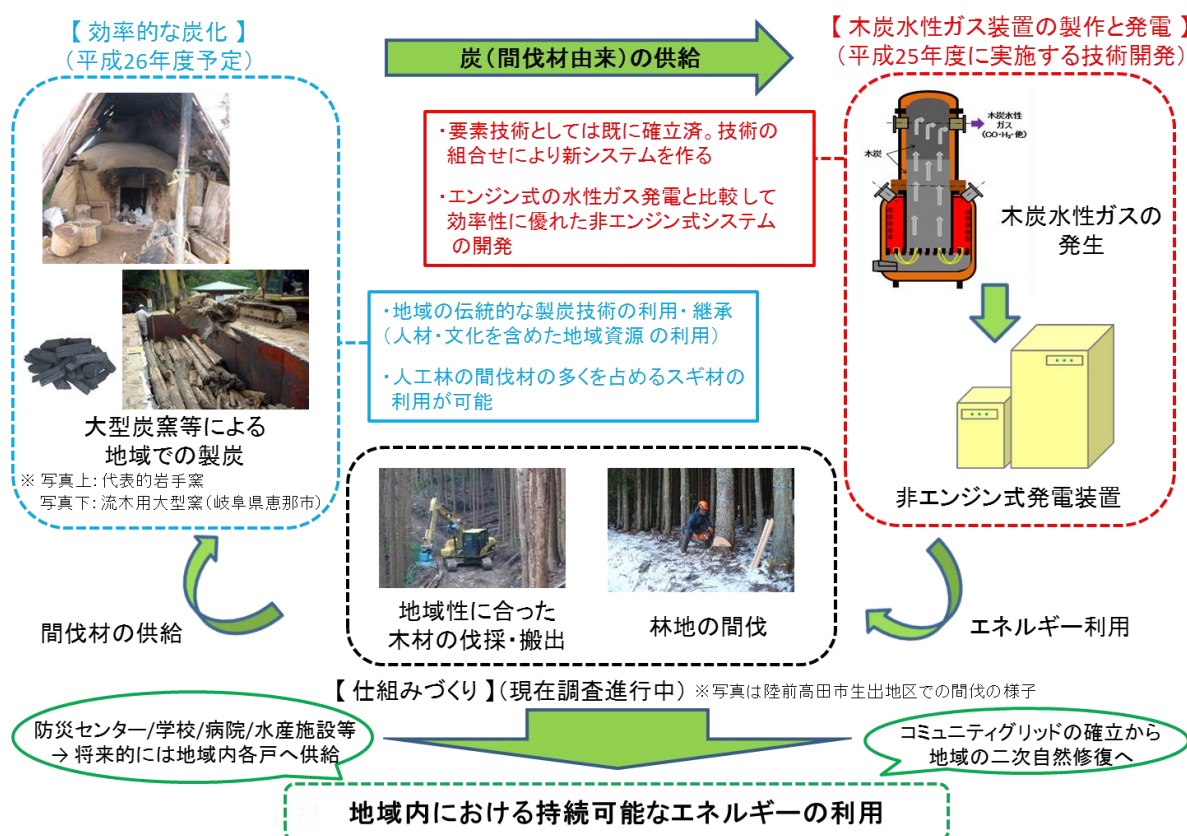


図 1-1：事業概要フロー（システム図）

1-1-2. 実装地区（岩手県陸前高田市生出地区）における木質バイオマス賦存量

本システムの実装地域である生出地区の森林面積は、森林資源管理表 GIS データ⁽¹⁾によれば、地域面積 35.81[k m²]の約 90[%]、31.97[k m²]あり、広葉樹約 43[%]、スギを主体とする針葉樹林約 57[%]から構成されている。これらの林地は手入れ不足により林床が荒廃（図 1-2 及び 1-3）しており、修復のために適切な手入れが必要とされてい

(1) 陸前高田市森林組合(2007), 森林資源管理表 GIS データ

る。手入れとしては、適切な抜き切り（材積ベースで 30[%]）⁽²⁾ならびに間伐が必須とされる。広葉樹天然二次林ならびにスギ人工林に関して各々の樹齢別面積、材積、成長量を元にとすると、これらの林地の手入れを 10 年間かけて行うことで採取可能な木質バイオマス量は理論的に広葉樹 3,100[m³/年]、針葉樹 6,800[m³/年]と考えられる⁽³⁾。



図 1-2：針葉樹林の鬱閉状態



図 1-3：広葉樹林の藪化

1-2. 事業の実施項目

本事業の実施項目は大きく分けて以下の 3 点である。

- ① 木炭水性ガス発生装置の製作と特性確認実験
- ② 発生した水素ガスの小型燃料電池への供給・検証
- ③ 各地における炭窯の調査

実験に使用する主な木炭は、共同実施者である気仙産業研究機構の一員である生出地区コミュニティ推進協議会の会員によって製炭されたものである。

①②によって木炭水性ガス発生装置の構造上の課題ならびに改質器を含む燃料電池装置の課題の有無を確認する。なお、木炭水性ガス発生装置においては、今回製作する間接加熱式と従来式（直接加熱式）との比較も実施する。

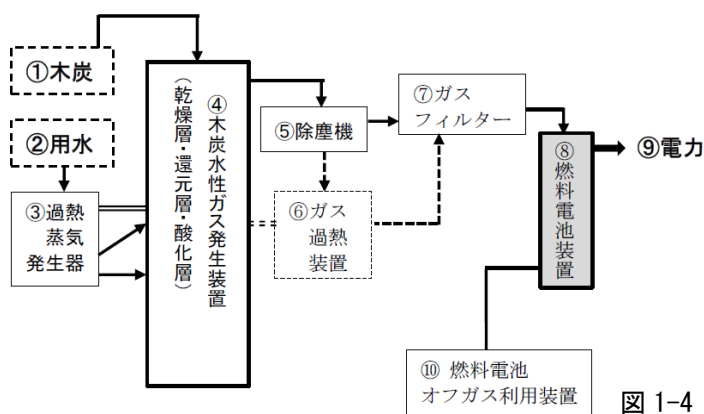


図 1-4：本事業の機器配置全体図

1-2-1. 木炭水性ガス発生装置の製作と特性確認実験

(2) 陸前高田市スギ人工林長伐期優良材生産技術指導指針(2007), 陸前高田市森林組合

(3) 『陸前高田市生出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』(和田清美, 2011, 東北大学, 学位論文)

酸化層（燃焼室）と還元層を機械的に分離し、装置全体容量・制御を容易にした構造、並びに、水性ガスを安定的に発生させるため加熱水蒸気発生装置を組み合わせたシステム設計・製作を行う。

実験においては木炭水性ガス発生に関する物質・エネルギー収支を把握することを目的とする。また、装置稼働の安定的な状態並びに運用条件を確認後、燃料電池装置との組み合わせ実験を行う。

木炭はナラ炭・スギ（間伐材）炭・クズ炭（ナラ）についてそれぞれ検証する。

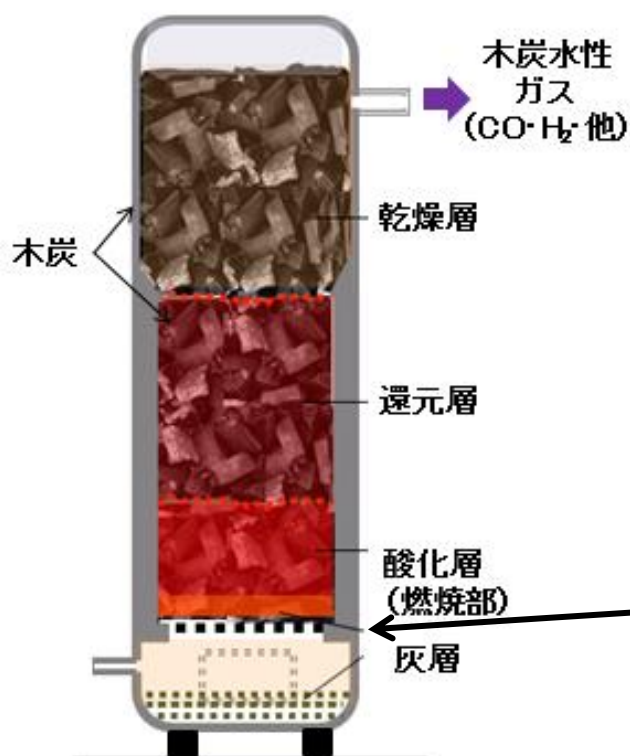


図 1-5：木炭水性ガス発生装置
（従来型・直接加熱式）



図 1-6：酸化層ロストル部

木炭水性ガス発生装置の基本形は図 1-5 の通りである。木炭の一部を着火温度（320～370℃）にするために格子・灰層部に補助燃焼物（薪等）を投入し、それを燃焼させて木炭に着火する。着火状態は図 1-6 に示す状態となり、その発熱により還元層における木炭水性ガス反応を維持する。

これに対し、本事業で製作する間接加熱式の木炭水性ガス発生装置のシステム図を図 1-7 に示す。

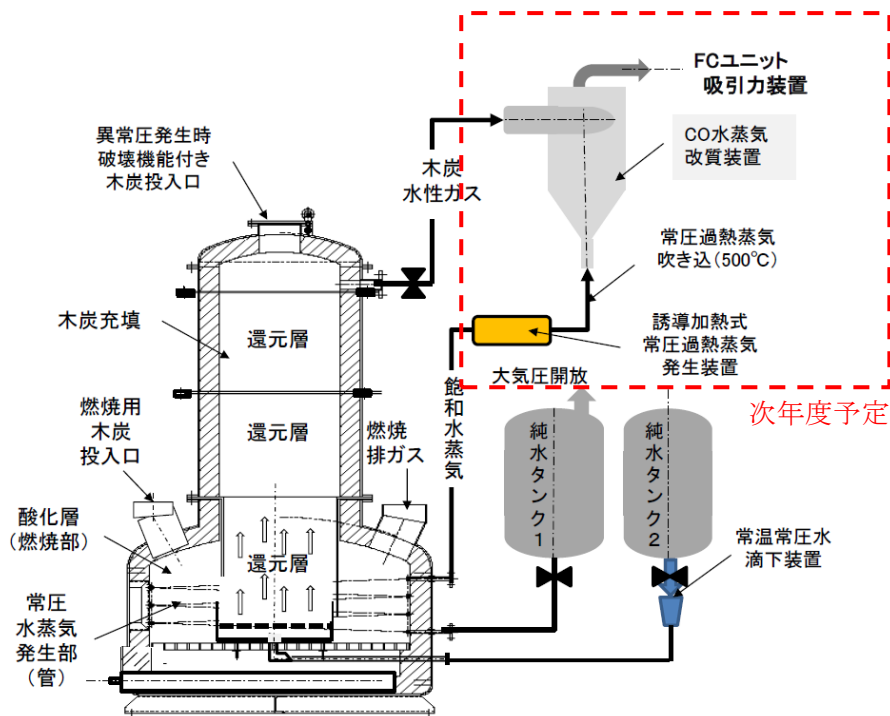


図 1-7：木炭水性ガス発生装置（間接加熱式）

燃料電池ユニットの吸引力（容量）だけ木炭水性ガスを発生する仕組みとし、改質装置により濃度 90[%]以上の水素を燃料電池ユニットに供給する。

各回路それぞれ常圧を維持する仕組みとしている。

1-2-2. 発生した水素ガスの小型燃料電池（固体高分子型・1[kW]クラス）への供給・検証

小型燃料電池（固体高分子型・1[kW]クラス）へ木炭水性ガスから回収した高濃度の水素ガスを供給し、連続的に発電できるか検証する。木炭水性ガス発生装置を最適条件下において運転した状態で、ガスを燃料電池装置最前段の炭酸ガス前処理装置の吸引力に供給する。

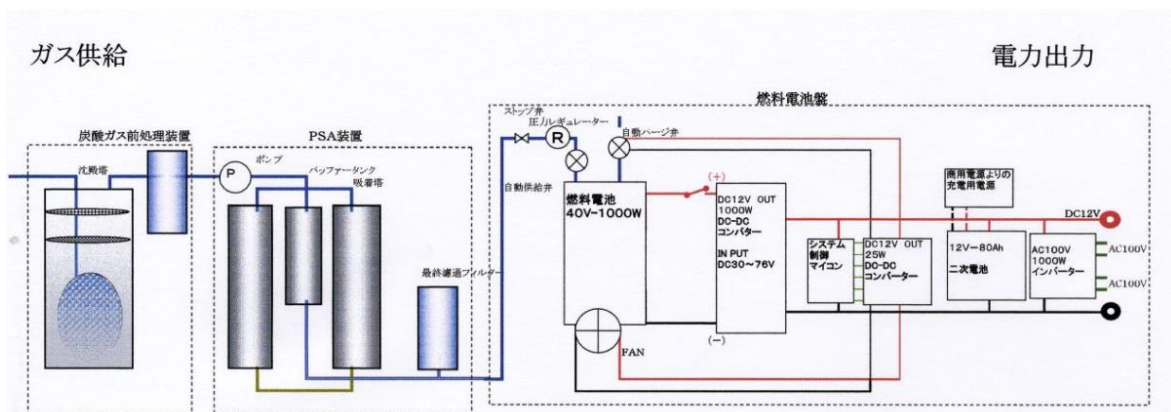


図 1-8：木炭水性ガス式燃料電池発電装置システム概略図

1-2-3 各地における炭窯の調査

本システムの実装地である岩手県の岩手窯をはじめ、各地で大規模に炭を生産している製炭方式を調査し、本事業で林業・製炭の担い手となる気仙産業研究機構の各林家と共に、地域性に即した炭窯について検証する。

重機やコンテナといった装置を用いて機械的・大規模に製炭を行っている事例として、北海道下川町の下川森林組合の大型炭窯及び岐阜県恵那市奥矢作森林塾の大型炭窯を視察する。

大型窯の他、中小の窯を連結させて大量に炭を生産している事例についても調査し、比較検討を行う。

1-3. 実施項目の達成目標

1-3-1. 木炭水性ガス発生装置の製作と特性確認実験における目標

木炭1トンあたりに対するガス発生量を特定し、既存文献（木炭1トンあたりの木炭水性ガス発生量4,000[m³]）と比較する。

ガス組成比を分析し、既存文献（H₂：約60[%]・CO：約20[%]）と比較する

1-3-2. 発生した水性ガスの小型燃料電池への供給・検証における目標

発生した水性ガスの小型燃料電池（固体高分子型・1[kW]クラス）への24時間以上の実用的連続運転を確認する。

1-3-3. 各地における炭窯の調査における目標

大型窯及び中規模窯の連携システムの調査を行い、本事業の実装地域（陸前高田市生出地区）の条件に即した炭窯の候補を選定する。また、木炭の生産・流通・利用の現状を調査し、炭の安定供給のための仕組みを考察する。

1-3-4. 事業の進め方

有識者及び事業関係者から構成する事業化検討委員会を設置し、事業の方向性を決定ならびに推進していくこととした。

この事業化検討委員会に関する記録は別添の資料①としてまとめている。