

**【事業名】里山燃料棒の製造技術開発と社会実装のための実証研究**

**【代表者】東京農業大学農山村支援センター 竹田純一**

**【実施年度】平成24～26年度**

**(1)技術開発概要**

**①【技術開発の概要・目的】**

草木質バイオマスの主なエネルギー活用形態は、ボイラーによる燃焼である。しかしながら、燃料の主流である針葉樹チップやペレットに比べ、草木質バイオマスは現状では燃焼安定性の点で劣る。また、薪ボイラー利用施設では営業時間終了から翌開始日までの間、1回の投入で燃焼し続けることは難しい。以上のことから、長時間燃焼可能な草木質バイオマス燃料製造のための技術開発とそれらを社会実装するための実証研究を行う。

**②【技術開発の詳細】**

**【要素技術A】薪ボイラー／混焼ボイラー用の里山燃料棒の製造技術開発**

**A-1 里山燃料棒の開発**

原材料選定、原材料の自然乾燥、里山燃料棒の成型（複層成型方法の開発）、カロリー分析、里山燃料棒の特許申請

**A-2 里山での燃料棒製造のための簡易型成型機の開発・実証試験**

複層構造成型できる金型の設計とそれを可能とする屋外型簡易成型機の開発、植生タイプの異なる5地区で里山燃料棒の実証試験を行う

**A-3 燃料棒の改良**

要素技術A-4の既設ボイラーでの燃焼試験を受けた燃料棒の改良

**A-4 ボイラーでの燃焼試験**

A-1で開発した燃料棒が実際の運用（導入済み薪ボイラー等）で所定性能を満たすか燃焼試験を行う

**【要素技術B】里山燃料棒を社会実装するための実証研究**

**B-1 Satoyama Energy Management System（以下、SEMS）の開発及び提案**

里地里山の保全活動から生じる多種多様な草木質バイオマスを、これまで進んでいなかった燃料化を含めた地域内循環を進めるため、里山燃料棒の活用を含めた里山管理システム（SEMS）化を行い、その汎用型を地域に提案できるよう開発を行う。

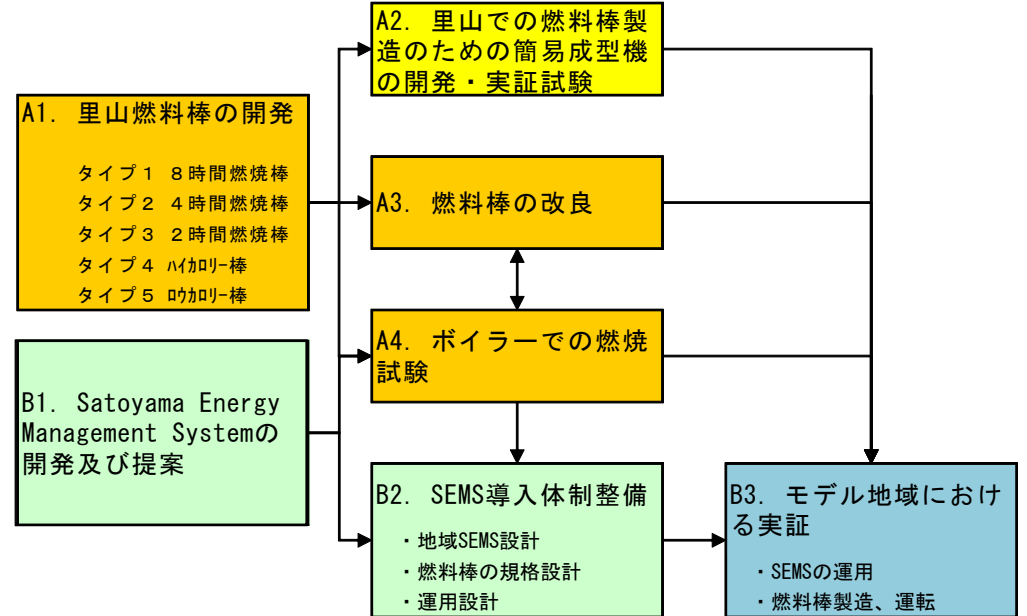
**B-2 SEMS導入体制整備**

自治体等の既設ボイラーおよびボイラー導入計画に関する情報を元に、SEMSを導入するモデル地域を選定し、地域ごとのSEMSの設計、燃料棒の規格設計などを行い、燃料棒成型機、ボイラーの運用設計を行うなど、体制整備を行う。

**B-3 モデル地域における実証**

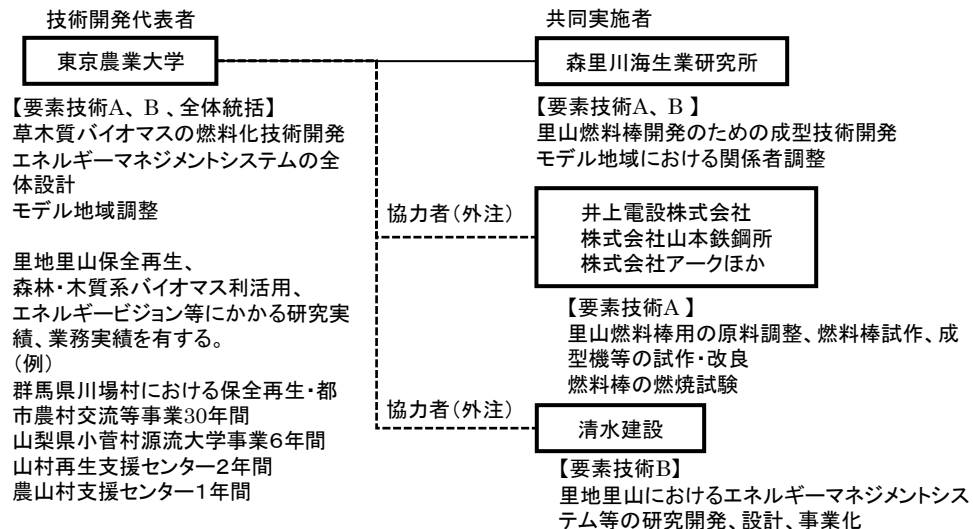
SEMSの導入を計画したモデル地域での実証を行う

**③【システム構成】**



## (2) 技術開発計画

### ①【実施体制】



### ②【実施スケジュール】

年度	事業費(要素技術別)				合計
	A-1 里山燃料棒の開発	B-1 SEMSの開発	A-2 簡易成型機実証試験		
H24年度	54,779千円	19,445千円			74,224千円
H25年度	32,695千円	20,859千円	14,078千円	45,208千円	112,840千円
	B-3 モデル地域での実証				
H26年度	89,800千円				89,800千円

### ③【目標設定】

○最終的な目標:

- ・燃焼時間が長時間(2~8時間の複数パターン)となる燃料棒の成型
- ・里地里山保全による草木質バイオマスの活用によるエネルギー転換により、重量あたり0.8t-co2/tの削減、ボイラーあたり年間190t-co2/台の削減
- ・里地里山保全による生物多様性の維持、収穫物等の供給による相互扶助と地域活性化効果を高める総合的プログラム化を10地域(20台導入)で進める
- ・持続可能で自然循環型の地域社会形成

### ④【事業化・普及の見込み】

○事業化計画

- ・2015年までに、里地里山保全に伴い生じる草木質バイオマスのエネルギー活用判定プログラム・システムの事業化
- ・2015年までに、システム設置実績の確保と、ビジネスモデルの確立
- ・2020年をめどとして、エネルギー化設備等の普及拡大と事業者による自走

○事業展開における普及の見込み(~2020年)

実用化段階コスト目標:薪ボイラー新設導入コスト 約630万円(6万kcal/h型)  
混焼ボイラー新設導入コスト 約7650万円(最大蒸発量2.0t/h)  
いずれも従来導入コストと同様と想定  
普及によるCO2削減効果は以下のとおり

年度		2012	2015	2017	2020	2025
目標設置台数	台	7	60	96	150	240
薪ボイラー	台	7	60	96	150	240
CO2削減量	t-co2/年	659	5,652	9,043	14,130	22,608

### (3)技術開発成果

#### ①【これまでの成果】

- ・小型軽量化と電力消費量を下げることにより、現場で成型することができる「屋外型簡易成型機」を開発した。また、竹の節を効率的に除去する節めき機を開発した。
- ・里山燃料棒の規格は、最小外径60mm、長さ900mm～1000mmとした。
- ・竹筒内部への草木質バイオマスの圧縮充填と多層化により、表面積の最小化と燃焼時間の長時間化を達成した。
  - ・里山の保全と活用の視点から資源循環の最適化を図るためのシステム (Satoyama Energy Management System) 構築にあたっての要素開発を行った。
- ・10地域でSEMS の導入を行い、22台のボイラーでの運用で1施設当たり200t以上の二酸化炭素の削減が可能という結果となった。
- ・里山燃料棒製造コストは16000円/t、CO2削減量は0.8t-co2/t(目標達成)

#### ②【CO2削減効果】

##### ○2020年時点の削減効果 (試算方法パターン C, II-i)

- ・国内潜在市場規模: 9万台(経済センサスより推計)
- ・2020年度に期待される最大普及量: 150台(累積導入台数より推計)
- ・薪ボイラー導入標準ケースでのCO2削減量:  $282.7\text{t-CO}_2 / 3\text{台} = 94.2\text{t-CO}_2 / \text{台}$  (H26年度報告書より。CO2削減量 = (薪ボイラー導入前化石燃料使用量 - 薪ボイラー導入後化石燃料使用量) × CO2排出係数 =  $(120,034 - 15,730)\text{L} \times 2.7\text{kg-CO}_2/\text{L}/1000 = 282.7\text{t-CO}_2$ )
- ・年間CO2削減量: 14,130t-CO2

##### ○2025年時点の削減効果 (試算方法パターン C, II-i)

- ・国内潜在市場規模: 9万台(経済センサスより推計)
- ・2020年度に期待される最大普及量: 240台(累積導入台数より推計)
- ・薪ボイラー導入標準ケースでのCO2削減量:  $282.7\text{t-CO}_2 / 3\text{台} = 94.2\text{t-CO}_2 / \text{台}$  (H26年度報告書より。CO2削減量 = (薪ボイラー導入前化石燃料使用量 - 薪ボイラー導入後化石燃料使用量) × CO2排出係数 =  $(120,034 - 15,730)\text{L} \times 2.7\text{kg-CO}_2/\text{L}/1000 = 282.7\text{t-CO}_2$ )
- ・年間CO2削減量: 22,608t-CO2

#### ③【成果発表状況】

- ・特許申請(出願番号: 特願2014-170729、発明の名称: 竹筒燃料及び竹筒燃料製造装置、出願日: 2014年8月25日)
- ・2014TOKYO国際木工機械見本市/グリーン産業フェアにて屋外型簡易成型機展示(2014年10月16日～18日)
- ・宮川テクノフェア2014にて屋外型簡易成型機展示(2014年10月30日～31日)
- ・京都府舞鶴市 里山燃料棒製造体験イベント(2014年10月26日)、足湯体験イベント(2014年11月9日)、講演(2014年12月18日)
- ・神奈川県葉山町 講演(2015年1月13日)
- ・山陽新聞digital 「児童が「竹筒燃料」作りに励む 真庭・中和小、ボイラー用に活用」(2015年2月23日、)

#### ④【技術開発終了後の事業展開】

##### ○量産化・販売計画

- ・2020年までに、薪ボイラーの普及とともに里山燃料棒の普及を推進。
- ・2030年までに、薪ボイラーの大型化と製造コストの低コスト化、高効率化を推進。
- ・2040年を目処として、システム全体の低コスト化、高効率化及び省力化のための自動投入装置の開発を進める。

##### ○事業拡大シナリオ

年度	2015	2020	2030	2040 (最終目標)
薪ボイラー普及				
薪ボイラーの大型化による展開				
自動投入装置の開発				
...				

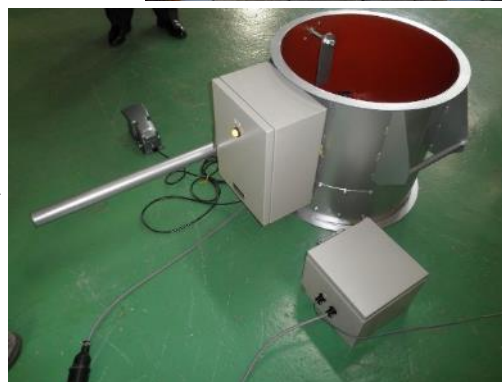
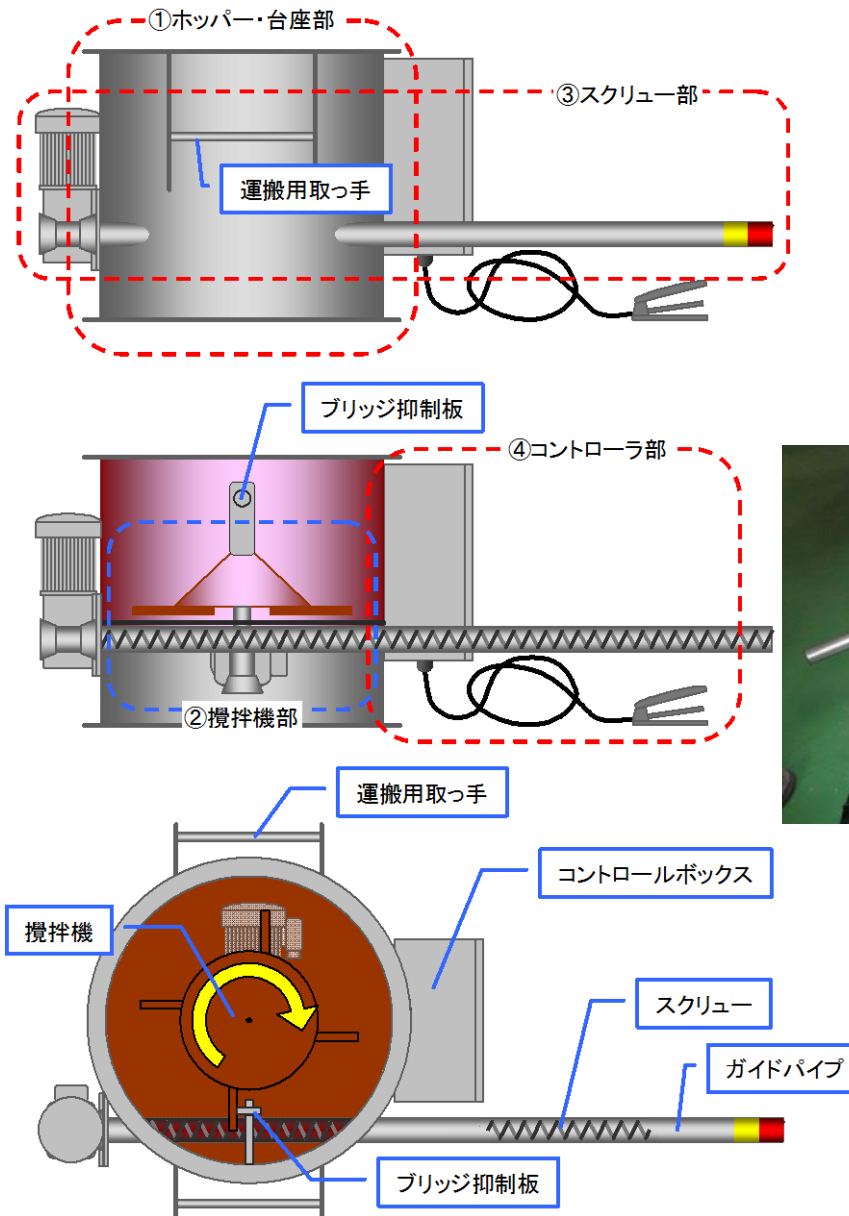
##### ○シナリオ実現上の課題

- ・木質バイオマス発電の急進と原油価格およびA重油価格の低下  
平成24年7月から再生可能エネルギーの固定買取制度がスタートし、木質バイオマスに対する注目はあったものの、制度開始直後は設備認定を受けた施設はほとんどなかった。しかしながら、その後の申請・認定件数の伸びはすさまじく、平成27年3月末時点で90件以上の設備認定(未利用剤、一般木材)がされており、既に燃料用丸太の不足感が叫ばれている状況となっている。この他にも申請段階のものが多数あると思われ、今後いっそうの燃料用丸太価格の不足・高騰が懸念される。また、原油価格は平成27年1月の最安値(ドバイ原油1バレルあたり42\$)を記録した以降、中国経済の失速にともなうだぶつき感から、安値傾向からの回復の兆しは見られない(平成27年8月時点で、同50\$前後での取引が続いている)。それに伴い、重油価格も下落を続けており、58円/L(平成27年6月時点)で納入するケースも見られる(化石燃料ボイラー導入施設ヒアリング)。
- ・このような状況下では、薪ボイラーへの転換を行う経済的メリットが見いだすことが難しく、導入へのインセンティブが働きにくいことから、原油取引や木質バイオマス発電の動向を見つめつつ、薪ボイラーの大型化や自動化を慎重に進める姿勢が求められる。

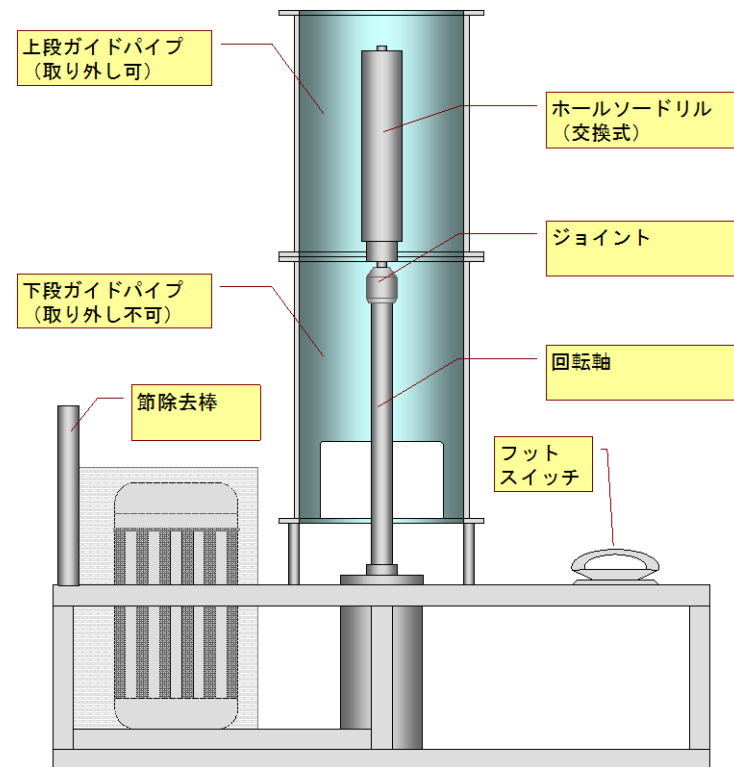
# ○参考資料

## 屋外型簡易成型機および節ぬき機の開発

### ● 屋外型簡易成型機



### ● 節ぬき機







## CO<sub>2</sub>排出削減対策技術評価委員会による終了課題事後評価の結果

- 評価点 6.3点（10点満点中）

- 評価コメント

- 里山環境保全活動との連携で一定の利用局面はあると思われるが、自立した商業モデルにするには課題が残る。

- 各地域の実情や開発燃料の性状データ等について、定量的かつ客観的な評価材料を揃える必要がある。

- 竹素材に限定されるならば将来の展開が難しいため、今後は他素材への汎用化に向けた取組が必要である。

- 木質ボイラー等の普及状況や原料の確保等の課題もあり、小規模ボイラーでの事業展開を優先的に検討すべき。