

アグリビジネス創出フェア2016
「革新的技術創造促進事業」
〈事業化促進〉プロジェクト

木質バイオマス蒸気ボイラーと
外燃型蒸気ロータリー発電エンジンによる
小規模独立発電&熱利用システムの開発

(公)大阪府立大学
(株)イクロス 村上精機(株)

1. 日本の農業、施設園芸が求めるニーズ

・農業残渣処理技術

近くで処理して有効に利用 ←野焼きの苦情

・化石燃料代削減と地産池消エネルギー源

地域内で資源と資金が循環するバイオマス

・年間を通じて農業以外にも使える利便性と拡張性

熱利用と電力利用

・予算の問題

低予算から始められる経済性

・地場産業の強化と特産品製造まで6次産業への投資

災害対策(まち)・雇用創出(ひと)・新規農法(しごと)

小規模な農村から明るい希望を広める

強い「攻めの農業」の確立

2. バイオマス利用の実状

変換技術	効率 %
直接燃焼	85~90
熱電併給	40~90
エタノール発酵	40~50
発電専用	25~30

変換効率 $E = A / (B + C)$

A: 最終の有効エネルギー

B: バイオマスが含有する
一次エネルギー

C: エネルギー変換のために
投入されるその他の
エネルギー

直接燃焼が
最も総合効率は高い

小規模独立システムで
熱と電気を両方使う技術

大規模発電では
熱利用しにくいいため
変換効率は低い

出所) H.Kopetz (2007) Bioenergy: challenges and opportunities, Utrecht, May 2007

非常用独立電源規模 30kW未満に対応した技術は未成熟市場

「いつでもどこでもだれにでも」扱える独立電源設備の需要

- ・ガスエンジン発電には低含水率(20%以下)チップ、ガス化設備、冷却水が必要
- ・「高含水率チップ、その他のバイオマス系廃棄物」に対応できる蒸気ボイラー と 低圧蒸気で安全に動かせる10kWクラスの蒸気機関: 蒸気ロータリーエンジンの組合せ

農場に隣接した多用途バイオマスエネルギーシステム

3. 研究体制の概略

新市場の開拓
国内未利用バイオマスエネルギーの利用拡大による
地域産業の強化・促進技術の実証

ボイラー技術開発

- ・ボイラ主任技師が不要な
小型貫流ボイラ(1.0t/h以下)
- ・燃料代 & CO2削減



(株)イクロス: バイラーシリーズ
木質チップを燃料とした
簡易バイオマス蒸気ボイラー
安い湿った材木でも現地で簡単に燃料化

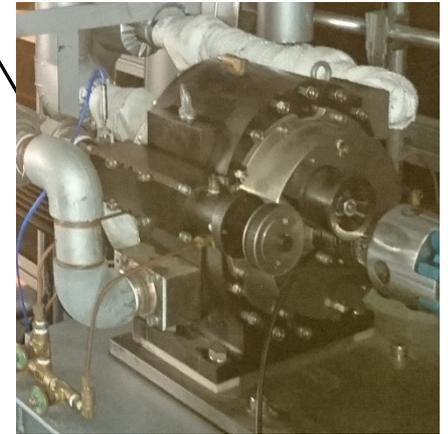
施設園芸における検証

大阪府立大
生命環境科学研究科、
工学研究科

小規模
バイオマス
エネルギー
発電・給熱
システムの
農業用とへの
実証

蒸気発電エンジ技術開発

- ・小規模・低温低圧に特化
- ・発電能力1台10kW
(0.30t/h 0.45MPa)



村上精機(株): 蒸気ロータリー発電エンジン
低温・低圧蒸気稼働に特化した
1台10kWの小型分散設置型の発電方式
故障が少ないシンプルな構造

4-1. 大阪府立大学生命環境科学域

教育研究フィールド

生命環境科学域の附属施設

教育

植物バイオサイエンスフィールド実習A
植物バイオサイエンスフィールド実習B

植物バイオサイエンス課程教員も兼任

後ほど詳細は説明

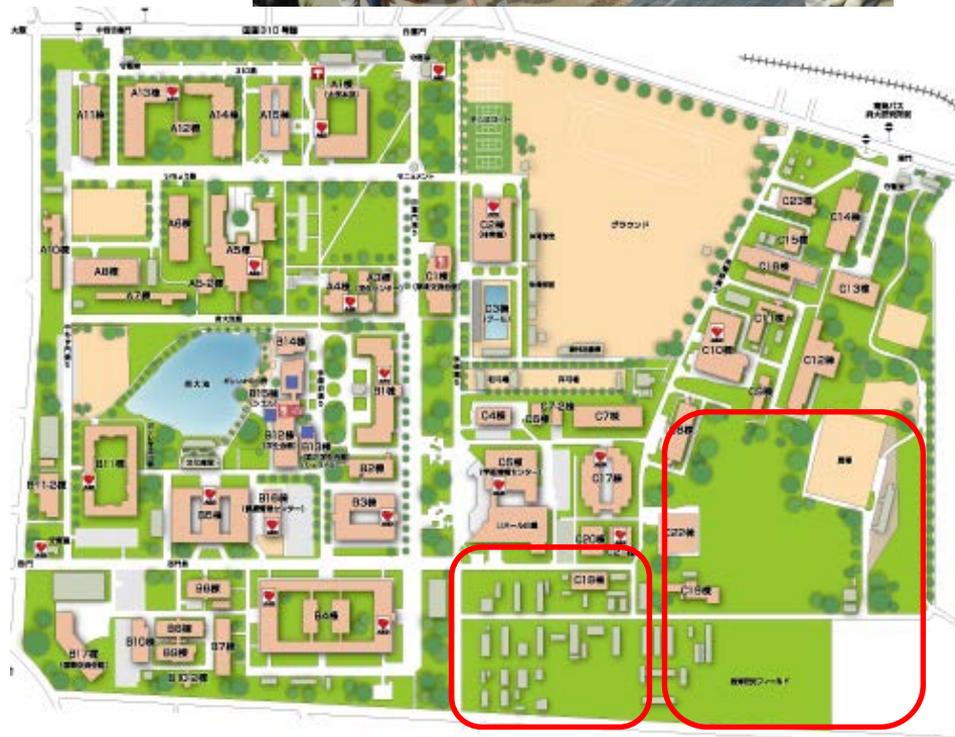
研究

実験圃場

各研究グループのフィールド実験

フィールド

大規模な栽培実験



実験圃場 フィールド

教育研究フィールド

技術職員(9名)が管理、維持、サポート

4-2. 教育研究フィールド研究グループでの取組みの事例

有色米200種類を保有

機能性成分を多く含む

機能性成分分析

アサムラサキを用いた府大ブランドの開発

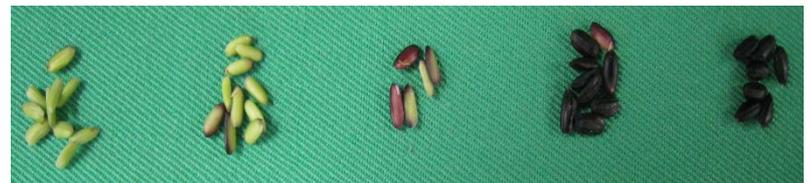


なにわの育み

製品の着色程度にバラつきを生じる

成熟に伴う着色変化の調査、色素分析

栽培条件の探索・開発



着色要因の解明



4-3. 教育研究フィールド研究グループでの取組みの事例

フィールド農産物を利用

現代システム学域との共同
マーケティング研究の実践
ブランド化
地場企業の活性化

地域起こし・地域貢献・社会貢献

府大の広報活動

府大ブランドの開発
食育活動



フィールド農産物を使ったお菓子



極甘マンゴ



食育活動



景観植物レンゲ



さくらまつり

5. 実証試験中システムに投入する燃料



農業残渣物

品種・作物ごとに異なる持つ成分
(水分)

配合比

乾燥投入
技術



フィールド内で発生する残渣の破碎



高含水率木質チップ



草ペレット



自動灰出し装置



農業用パイプハウスに収まる約30m²

教育研究フィールド内設置光景

6. 実証試験中システムの概略図

(株)イクロス 木質バイオマス蒸気ボイラー



誰でも扱える小型貫流ボイラー規格



水/蒸気
サイクル



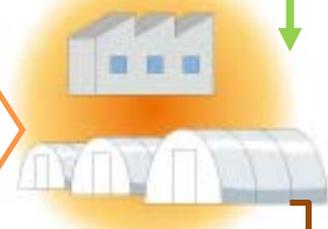
天候によらない
10kW/台
独立電源

電力
村上精機(株)
蒸気ロータリー発電エンジン

- ・燃料代削減
- ・土壌殺菌
- ・災害対策
- ・食品加工用途



温風



公共施設や工場の暖房
ビニルハウス等の温室栽培

対応燃料の拡大
木質ペレット、チップ
農業残渣物
現地調達できる
バイオマス資源に対応

- ・農業残渣を完全燃焼
 - ・夏場: 電力重視(空調、照明)
 - ・冬場: 熱利用重視(加温、融雪、暖房)
- 四季ある日本の様々な農業の要望に応える

7. 農林水産業・食品産業等への貢献度

バイオマス「蒸気」利用の価値 **燃料代削減**

バイオマス加温＋家庭用熱源 （小規模だから可能な短距離パイプライン）

- ・土壌殺菌（病害対策）特産品熱加工（乾燥処理・消毒）
- ・残渣物乾燥⇒焼却処分）

独立「発電」能力 ⇒ **電気代削減**

- ・冬場 熱利用重視 蒸気加熱による恒温栽培、
融雪+ボイラー自己消費電力相当分発電）
- ・夏場 電力利用重視 空調用電力（高温障害対策 空調(換気・循環扇等)に電気活用
- ・高収益品目栽培

年間を通じた地産地消のバイオマス利用

地域・ユーザーに順応するシステム

経済面、環境面、雇用、地産地消化、非常に多くの魅力



ハウス内換気・循環扇・電照栽培へ



灯油加温器⇒バイオマス化(燃料代削減)

8. 木質バイオマス蒸気ボイラーの開発テーマ

廃棄されているバイオマスを有効活用するために

1. 木質バイオマス燃料の含水率問題

・従来技術のバイオマス蒸気ボイラー
低い含水率(35%以下)でもない限り蒸気を得ることは難しかった。
大規模なバイオマス蒸気ボイラーしかなかった。

・イクロスの最重要ボイラー技術
**高含水率の安価な燃料に対応した
小規模バイオマス蒸気ボイラーの開発**
世界に先駆けて取り組み **含水率50%対応へ**

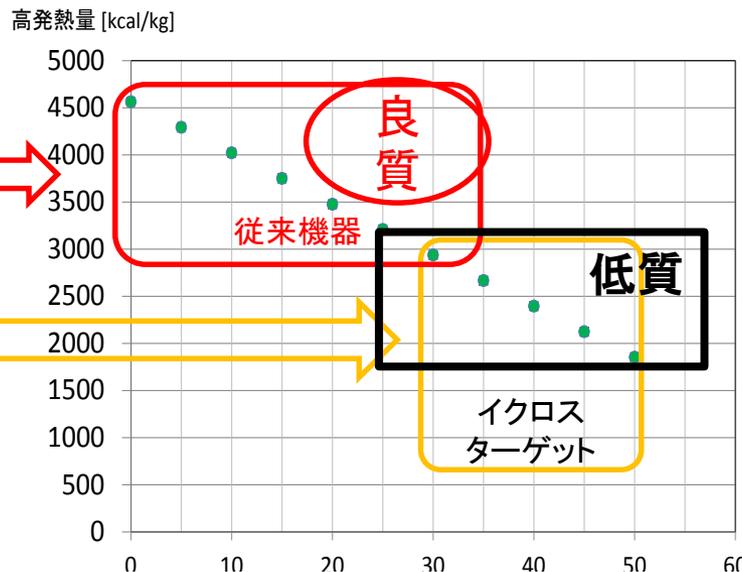


表: 木質バイオマス燃料の含水率による発熱量の関係

2. 低質安価バイオマス燃料の灰成分問題

・小規模独立型バイオマス発電は信頼性アップ (24時間365日発電) の需要に向けて

小型自動灰出装装置の開発と搭載

継続利用時に蒸発性能を劣化させる灰成分(クリンカ)問題

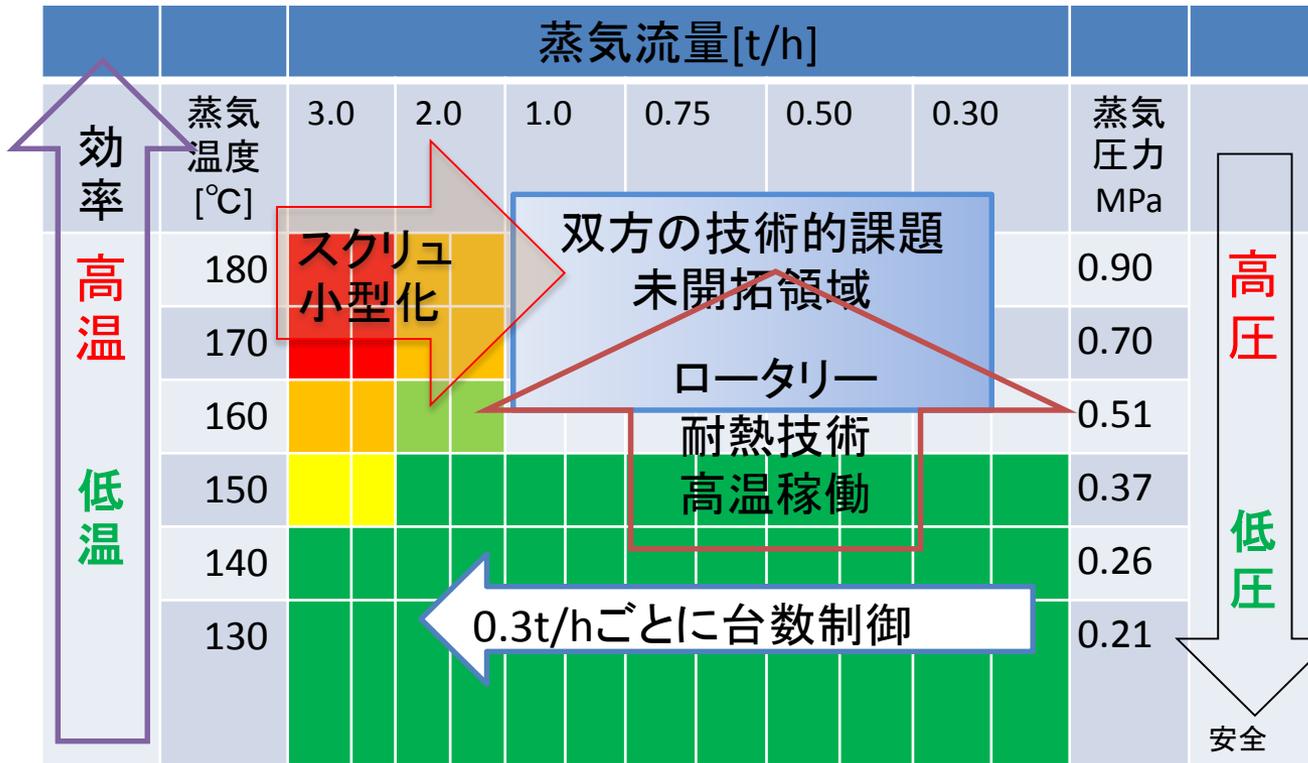
安定した性能と多様な燃料への対応

効果

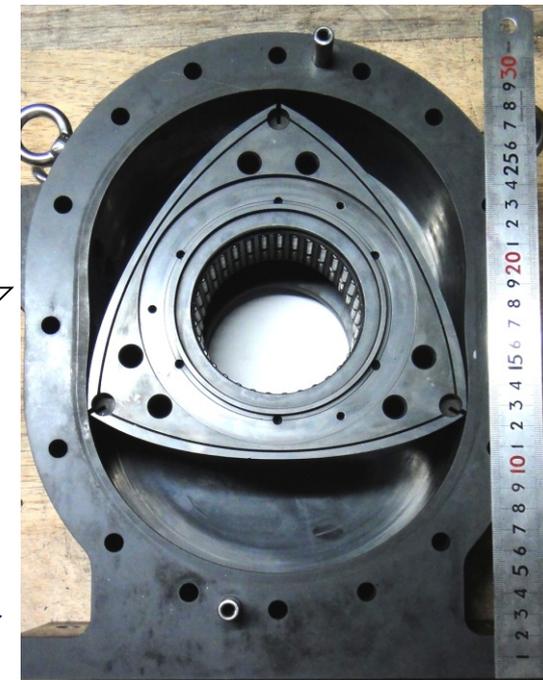
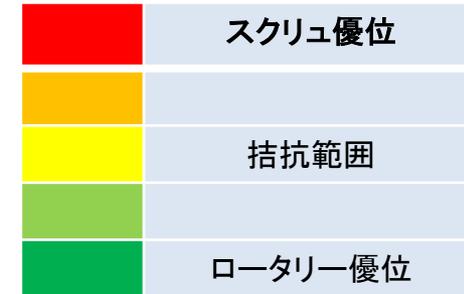
①灰分(不純物)混じりの安価燃料へも対応

②よりメンテナンスの手間を減らし、安心して使える機器としての完成へ

9. 蒸気ロータリー発電エンジンの開発テーマ



可動領域区分



蒸気ロータリー発電エンジン
サイズ

バージョンアップ可能なコンパクト発電エンジン

1. 高性能化

定格時消費蒸気量の削減 (H27) 320kg/h → (H28) 280kg/hへ
(蒸気リークタイミングの解析と制御技術)

2. 低環境負荷潤滑技術: 主軸受部オイル封止技術完成
+ 予想シール寿命1300~1500h前後

10. 蒸気ロータリー発電エンジン技術の特徴

分類	スクリュ式	スクロール式	スターリング	ロータリー式
定格発電量	130kW	3.5～5kW	9kW～	10kW
標準給気圧	0.9MPa-g	0.4MPa-g	/	0.4MPa-g
標準熱源温度	180℃	—	300～500℃	150℃
定格熱源規模	2000kW	—	※	200～250kW
定格時蒸気量	3.00t/h	—	※冷却装置要	0.30t/h
エンジン効率	5.0～6.7%	5.0～6.5%	3.0～4.0%	5.0～6.3%
バイオマス蒸気発電規模	大～中規模	実績なし	中～小規模	中～小規模
技術課題	・小型化 ・量産化	・水蒸気稼働	・低温度稼働 ・大出力化	・耐久性実証 ・低コスト化
導入ニーズ	大企業 大規模工場	超小規模 バイナリー	研究範囲	中小事業者、 農場、自治体、 介護施設
メンテナンス性	△	◎	/	◎
量産化実績	なし(ユーザー数 不足)	コンプレッサー	潜水艦用途 (1816年考案)	あり (自動車エンジン 高圧稼働)

1/10

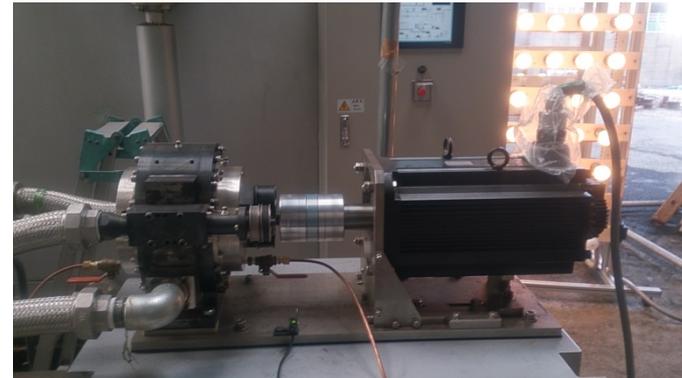


11. 事業化に向けた技術シーズの状況

- ・製品化済の蒸気バイオマスボイラー
小型簡易ボイラー
難燃・高含水率燃料対策技術を改良中
(湿量基準)含水率45%木質チップ対応:○
- ・自動灰出装置開発:○
- ・外部電源遮断時(停電時)起動テスト
各機器の消費電力ピーク値等、計測中



- ・蒸気ロータリー発電エンジン部
- ・ベアリング潤滑技術開発:○
- ・高性能化(燃料削減、少蒸気量化):○
- ・シール素材+潤滑化:△
4000h稼働後に80%以上の性能維持は



・H25年度
イクロス社内
バイオマス
発電実験

**小規模・低予算(目標1000万円台)から始められる
地産地消型 新エネルギー熱利用/発電システム
災害対策(まち)・雇用創出(ひと)・新規農法(しごと)**

12. 市場投入前に解決すべき新たな 開発テーマ

1. バイオマスを用いた熱・電力自給自足型の新規農法 通年実証試験
採算性、利便性、高付加価値の農作物栽培による収益性検証
2. 電気引込工事・基礎工事等の不要化 → コンテナボックス内搭載等
3. 蒸気ロータリー発電エンジンの耐久性アップor軽量化
高耐久化でメンテナンス頻度減+簡易に差し替え交換可能なほどに軽量化・簡便化
4. 農業残渣焼却の即時焼却に対応したバイオマスボイラーの高性能化
排ガス温度・余剰蒸気等を利用した残渣乾燥メカニズムの搭載
5. 設置環境周辺への配慮を向上させた各種の課題
 - ・住宅付近への配置に対応した夜間運転時の静音性実証
 - ・蒸気排出口、ファン類の騒音封じ込め
 - ・ボイラ濃縮水の中和処理等
6. ハウス内環境自動制御システムの高度化
天候・気温の変化にいち早く対応、またデータ収集・解析の簡易化・共有化等

13. 研究全体の数値目標

成功条件

1. バイオマス蒸気ボイラー部メンテナンス頻度

熱交換器と同様年1~2回の掃除で対応

(無機成分が多い燃料であっても最大年6回以内)必要

2. 発電エンジン稼働効率

定期的メンテナンス年1ないし2回にて90%以上の発電量を維持すること。

またサイクル効率値(発電量対蒸気入熱量)がスペック値比-20%となっても発電性能を失わないロバスト性を立証すること。

3. 発電エンジンメンテナンス回数及びコスト&起動信頼度95%以上

停止状態から外部無電源状態からでも立ち上げられる機能

様々な環境、災害時であっても稼働開始できること。

4. 経済性ある施設園芸技術

各種バイオマス燃料+農業残渣データベース構築

地域ごとの状況、ニーズに応じた利用法ごとに、採算ラインの明確化等

投入熱量・電力と経費支出、農業による収益差分の算定

14. まとめ

実用化・事業化に向けて

従来の大規模大企業主体のバイオマス発電のように
プロジェクト費用 10億～30億 も必要ない
小規模・低予算(1000万～2000万円)から始められる
地産地消型のバイオマスエネルギーシステム

近く、賢く、利用し尽くす地産地消型新農法
高収益品目育成のための新バイオマス農法検証

地産地消型 新エネルギー熱利用/発電システム
災害対策(まち)・雇用創出(ひと)・新規農法(しごと)
小規模な農村から明るい希望を広める
強い「攻めの農業」の確立

量産後は 海外のバイオマス熱・電需要に
世界規模の普及を目標