

平成27年度木質バイオマスエネルギーを活用した モデル地域づくり推進事業

(新たな利用システムの実証1号契約(岩手県釜石地域))

事業実施報告書

2016年3月18日

株式会社 オーテック

目次

1. 事業の概要	1
1.1 事業目的	1
1.2 事業概要	1
1.3 課題認識	1
1.4 事業内容	2
1.5 当初想定したエネルギーフロー	3
2. 実施体制	4
3. 地域協議会の開催・運営	6
3.1 地域協議会の構成.....	6
3.2 地域協議会構成員の役割分担	7
3.2.1 代表機関：(株) オーテック	7
3.2.2 構成員：岩手県森林組合連合会	7
3.2.3 構成員：釜石地方森林組合	7
3.2.4 構成員：(株) アグリ釜石.....	7
3.2.5 構成員：公益財団法人釜石・大槌地域産業育成センター.....	7
3.2.6 構成員：釜石商工会議所	7
3.2.7 構成員：片岸地権者協議会.....	7
3.2.8 構成員：釜石市	8
3.3 地域協議会の運営方法	8
3.4 地域協議会の開催.....	8
3.4.1 第1回協議会.....	9
3.4.2 第2回協議会.....	11
3.4.3 第3回協議会.....	13
3.4.4 第4回協議会.....	15
3.4.5 第5回協議会.....	17
4. 実証施設の概要	19
4.1 事業実施場所	19
4.2 実証施設	20
4.2.1 ボイラーの選定	20
4.2.2 施設配置図	26
4.2.3 導入した設備機器の概要	27
4.2.4 設備機器の図面	28
4.2.5 実証施設の状況	32
5. 熱需要先施設の概要	34
5.1 熱需要先施設の確保	34
5.1.1 菌床しいたけ栽培施設.....	35

5.1.2	木材乾燥施設	37
5.1.3	陸上養殖施設	38
5.2	熱需要量の推計	40
5.2.1	菌床しいたけ栽培施設	41
5.2.2	木材乾燥施設	43
5.2.3	陸上養殖施設	43
5.2.4	熱需要量の推定	45
6.	CO₂削減効果	46
6.1	本格稼働の実施	46
6.2	使用燃料の特性	47
6.3	燃焼炉等の改良工事	48
6.3.1	煙道改良工事	48
6.3.2	ボイラー内部の燃焼ファン空気口の改良	48
6.4	熱供給試験結果の分析およびバイオマス熱供給システムの所定性能の確定	49
6.4.1	ボイラー入口温度及び出口温度の推移	49
6.4.2	エネルギー変換効率の分析	51
6.4.3	エネルギー収支の試算	52
6.5	CO ₂ 削減効果の評価	53
6.5.1	前提条件	53
6.5.2	化石燃料ボイラーシステムのCO ₂ 排出量の評価	55
6.5.3	バイオマスボイラーシステムのCO ₂ 排出量の評価	56
6.5.4	バイオマスボイラーシステムによるCO ₂ 削減効果	57
7.	事業の収支	58
7.1	事業収支分析フレームワークの整理	58
7.2	前提条件の整理	59
7.3	事業収支見通し	60
7.4	事業収支改善に向けた対応方策	61
7.5	稼働負荷率の向上のに向けた検討	62
7.5.1	菌床しいたけ栽培施設	62
7.5.2	木材乾燥施設	62
7.5.3	陸上養殖施設	63
8.	その他の実証事業	65
8.1	貫流ボイラー及び熱媒ボイラーの効率の検証	65
8.1.1	エネルギー変換効率の向上効果	65
8.1.2	熱変換効率	65
8.1.3	変換効率を高める工夫	67
8.2	燃焼灰の資源化技術の有効性の検証	68
8.2.1	材料の配合条件分析及び配合条件の最適化	68
8.2.2	JIS サイズのエコレンガ試験体の作成および試験体の分析・評価	69

8.2.3	放射性物質の固定化技術の有効性の検証	80
8.2.4	エコレンガの安全性確保対策の検討	84
8.2.5	エコレンガの需要先の検討	86
8.2.6	燃焼灰資源化技術を実用化する上での課題抽出及び対応策の検討	87
8.3	燃焼ガスに含まれる物質等の測定・分析	89
8.3.1	燃焼ガスの有害物質の測定・分析	89
8.3.2	燃料及び燃焼灰の放射能濃度分析	98
8.3.3	空間線量の測定	99
9.	3カ年の実証の成果及び課題について	101
9.1	3カ年の実証の成果	101
9.1.1	CO ₂ 排出削減効果	101
9.1.2	事業採算性	101
9.1.3	森林資源の利活用	102
9.1.4	実用化・普及可能性	102
9.2	今後の課題	104
9.2.1	効率性を高める上での課題	104
9.2.2	安全に灰資源化を実施する上での課題	105
10.	参考資料	108
10.1	第1回地域協議会	108
10.1.1	協議会資料	108
10.1.2	議事録	123
10.2	第2回地域協議会	129
10.2.1	協議会資料	129
10.2.2	議事録	141
10.3	第3回地域協議会	146
10.3.1	協議会資料	146
10.3.2	議事録	165
10.4	第4回地域協議会	172
10.4.1	協議会資料	172
10.4.2	議事録	187
10.5	第5回地域協議会	192
10.5.1	協議会資料	192
10.5.2	議事録	204

目次

図 1-1	本事業の概念フロー	2
図 1-2	本事業のエネルギーフロー（当初想定）	3
図 2-1	実施体制	4
図 3-1	地域協議会の実施体制	6
図 3-2	第1回地域協議会の様子（平成27年7月13日撮影）	10
図 3-3	第1回地域協議会の様子（平成27年7月13日撮影）	10
図 3-4	第2回地域協議会の様子（平成27年9月7日撮影）	12
図 3-5	第2回地域協議会の様子（平成27年9月7日撮影）	12
図 3-6	第3回地域協議会の様子（平成27年12月3日撮影）	14
図 3-7	地域協議会終了後のレンガ焼成炉の見学（平成27年12月3日撮影）	14
図 3-8	第4回地域協議会の様子（平成28年1月18日撮影）	16
図 3-9	第4回地域協議会の様子（平成28年1月18日撮影）	16
図 3-10	第5回地域協議会の様子（平成28年3月1日撮影）	18
図 3-11	第5回地域協議会の様子（平成28年3月1日撮影）	18
図 4-1	実証施設の設置場所	19
図 4-2	従来システムと本システムの比較	21
図 4-3	森林組合から輸送された木質燃料	21
図 4-4	燃焼炉の模式図	22
図 4-5	ボイラーのタイプ及びその特徴	23
図 4-6	空間線量測定箇所（数値単位： μ Sv/h）	24
図 4-7	ボイラー構造のイメージ	24
図 4-8	ポリ含有廃菌床の再燃料化システム図	25
図 4-9	インドネシアでの事業風景	25
図 4-10	実証施設の施設配置図	26
図 4-11	バイオマスボイラ（平面図）	28
図 4-12	バイオマスボイラー（立面図）	29
図 4-13	バイオマス発電機（平面図）	30
図 4-14	灰資源化施設（立面図）	31
図 4-15	実証施設写真（平成27年8月7日撮影）	32
図 4-16	実証施設写真（平成27年11月11日撮影）	32
図 4-17	実証施設（灰資源化簡易建屋、北側から撮影）（平成27年10月26日撮影）	33
図 4-18	実証施設（灰資源化設備、北側から撮影）（平成27年6月30日撮影）	33
図 5-1	熱需要先施設の配置	34
図 5-2	菌床しいたけ栽培施設写真	35
図 5-3	菌床しいたけ栽培施設への温水配管	36
図 5-4	菌床しいたけ栽培の温度、流量データ	36
図 5-5	木材乾燥施設の温度、流量データ	37
図 5-6	陸上養殖施設イメージ図	38
図 5-7	陸上養殖施設の予備設計図	39

図 5-8	菌床しいたけの栽培サイクル別設定温度と外気温（1月1日栽培開始の場合）	41
図 5-9	シイタケハウス2号棟の内外気温差と室内温度の低下速度の関係	43
図 5-10	釜石湾の海水温の年間推移（岸壁から水深3m）	44
図 5-11	各施設の熱需要推定値の合計	45
図 6-1	煙道改良工事（イメージ）	48
図 6-2	燃焼ファン空気口の改良工事（イメージ）	48
図 6-3	ボイラー出入口及び温水の温度変化（本格稼働③：ボイラー2 基稼働・バーク利用）	50
図 6-4	燃焼実験結果から算出されるエネルギー出力	51
図 6-5	実証施設全体のマテリアル・エネルギーフローモデル	52
図 6-6	マテリアル・エネルギーフロー分析シート	52
図 6-7	化石燃料ボイラーシステムの年間CO ₂ 排出量	56
図 6-8	バイオマスボイラーシステムの年間CO ₂ 排出量	57
図 7-1	事業収支分析の前提とする想定事業スキーム	58
図 7-2	菌床しいたけ栽培施設の内部	62
図 7-3	サクラ、ナラ、ブナの乾燥前の状態	63
図 7-4	一関高専内に建設した陸上養殖実証施設	63
図 7-5	アグリビジネス創出フェア	64
図 8-1	ボイラー入口及び出口の温度差（平成26年度）	66
図 8-2	ボイラー入口及び出口の温度差（平成27年度）	66
図 8-3	燃焼状態のイメージ	67
図 8-4	郡山配合土焼成体	68
図 8-5	真空土練成形機	69
図 8-6	導入成形ライン	69
図 8-7	土練および成形の様子	72
図 8-8	成形サンプル	72
図 8-9	成形体の重量変化	73
図 8-10	乾燥不十分な成形体の焼成結果	73
図 8-11	乾燥した成形体の焼成結果	74
図 8-12	実証施設の焼成窯での窯積み	75
図 8-13	焼成窯の温度計測位置及び温度履歴	75
図 8-14	焼成レンガサンプルの窯出し	75
図 8-15	焼成レンガサンプルの切断面	77
図 8-16	焼成レンガサンプルのピンホール	77
図 8-17	電気炉焼成サンプルの切断面	78
図 8-18	焼成パターン（提案）	79
図 8-19	配合土の熱分析	81
図 8-20	焼成サンプルの外観	81
図 8-21	焼成サンプルの重量変化	82
図 8-22	焼成サンプルの吸水率	82
図 8-23	焼成サンプルの曲げ強さ	83
図 8-24	焼成サンプルのC _s 濃度	83

図 8-25	焼成温度によるCs溶出量の変化	84
図 8-26	レンガと腐葉土のセット (例)	86
図 8-27	CO および CO ₂ 濃度の時間変化	90
図 8-28	ダイオキシン類の測定箇所	97
図 8-29	煙突下部における空間線量の測定	99
図 8-30	空間線量測定箇所 (数値単位: μ Sv/h)	100
図 9-1	しいたけハウス増設予定地	103
図 9-2	燃焼炉内の状況	104
図 9-3	バーク乾燥機の導入イメージ	105
図 9-4	購入時の粘土の状態	106
図 9-5	簡易建屋の設置	107

表目次

表 2-1	各組織の役割	5
表 3-1	地域協議会の開催概要	8
表 4-1	放射能濃度測定結果（単位：Bq/kg、事業期間内の測定）	23
表 4-2	バイオマスボイラの概要	27
表 4-3	バイオマス発電機の概要	27
表 4-4	灰資源化施設の概要	27
表 5-1	菌床しいたけ栽培施設の概要	35
表 5-2	想定している熱需要先施設の概要	40
表 6-1	実証事業の実施過程	46
表 6-2	使用燃料の特性	47
表 6-3	燃焼実験結果から試算される変換効率	51
表 6-4	バイオマスエネルギーシステム及び化石燃料エネルギーシステムの前提条件	54
表 7-1	事業収支試算の前提条件	59
表 7-2	単年度収支の試算結果	60
表 7-3	事業収支の感度分析結果	61
表 8-1	燃焼実験結果から試算される変換効率	65
表 8-2	現地燃焼灰の放射線量	70
表 8-3	配合条件①の放射線量	71
表 8-4	配合条件②の放射線量	71
表 8-5	焼成レンガサンプルの物性値	76
表 8-6	高温焼成サンプルの物性値	78
表 8-7	焼成体サンプル溶出液の放射線量	85
表 8-8	セシウム含有燃焼灰の処理費用（概算）	87
表 8-9	燃焼ガス中の CO および CO ₂ 濃度の測定結果	89
表 8-10	燃焼ガス中の O ₂ 、NO および SO ₂ 濃度	92
表 8-11	NO 濃度の実験値と基準値の比較	93
表 8-12	SO ₂ の実験値と許容値の比較	94
表 8-13	燃焼ガス中のばいじん濃度	95
表 8-14	ばいじん濃度の実験値と基準値の比較	96
表 8-15	ダイオキシン類測定結果（（一財）化学評価物質研究機構、報告書より抜粋） ..	97
表 8-16	各種木質燃料の放射性セシウム濃度の指標値（林野庁）	98
表 8-17	燃料に含まれる放射能濃度（平成 27 年度の結果）	98
表 8-18	燃焼灰に含まれる放射能濃度（平成 27 年度の結果）	98
表 8-19	近隣集会所の空間線量（釜石市 HP より抜粋）	99

1. 事業の概要

1.1 事業目的

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災によりエネルギー供給設備が大きな影響を受け、原子力発電所の稼働停止により、温室効果ガスの排出量削減にも影響を及ぼしている。こうした状況の中、再生可能エネルギーによる自立・分散型のエネルギー供給システムは、温室効果ガスの排出削減やエネルギーの地産地消に加え、エネルギーセキュリティ確保の観点からも注目されている。

他方、森林資源が年々充実している一方、未利用間伐材等が毎年 2,000 万 m³発生している我が国において、これらを持続的かつ安定的にエネルギーとして利用することが課題となっている。

このため、本事業は、森林資源をエネルギーとして有効活用し、低炭素社会の実現、森林整備の推進、雇用の確保等を図るため、木質バイオマスエネルギーを活用したモデル地域づくりの推進を図ることを目的として実施する。

1.2 事業概要

木質バイオマスエネルギーを地域一体となって活用し、低炭素社会の実現、森林整備の推進、雇用の確保等を図るため、木質バイオマスを活用するための地域協議会を設立し、協議会の構成員が効率的、安定的な木質バイオマスの搬出・運搬・加工及び新たな木質バイオマス利用について、施設の導入・運用等を通じた実証を行う。なお、地域協議会は、実証施設の導入・運用に係る技術的指導ができる者を加えて開催した。

1.3 課題認識

木材加工等に伴い排出される高含水バーク（樹皮）や木の根は、燃えにくい性質からバイオマス資源としての有効活用が進まず大量の未処理分が発生している。バークや伐根は産業廃棄物業者に処理委託すると莫大な費用がかかるため、製材所の敷地内に仮保管され、腐食して減量化するのを待っている状態である。特に、東日本大震災の影響により、東北地方では以下の点が復興推進や林業再生上の課題になっている。

津波被災地	伐根の処理が新たな基盤整備の障害になっている。
福島県全域	原発事故の影響で木質バイオマス資源としてバークを活用できない。

上記の課題認識を踏まえ、実証事業の目的を以下のとおり設定した。

- (1) 商品価値の低いバークや伐根をエネルギーとして有効活用する技術の確立
- (2) 木質バイオマス燃焼灰の有害物質（放射性物質）が溶出しない資源化技術の確立



地域一体となって未利用木質バイオマスを活用するシステムを構築し、低炭素社会の実現、森林整備の推進、エネルギーセキュリティの確保、雇用の確保につなげる。

1.4 事業内容

本実証事業では、岩手県釜石市片岸地区の 2,700 m²を事業用地として、木質バイオマスの受入れ用地、バイオマスボイラー、バイオマス発電、灰資源化施設を活用して実証する。実証事業主体の(株)オーテックは、岩手県森林組合連合会及び釜石地方森林組合と連携して高含水パーク等を調達し、隣接する菌床しいたけ栽培施設（(株)アグリ釜石）に木質バイオマスを燃料とした熱電の供給を行う。

さらに、燃焼灰は低濃度の放射性セシウムが混在しているため、一連のシステムから燃焼灰を人的に除去することなく灰掃出しを行い、さらに燃焼灰は路盤材等に利用するエコレンガに資源化して安全性や強度を検証する。

本事業では、これらのシステムが技術的・経営的に成立するための課題と対応策を検証する。

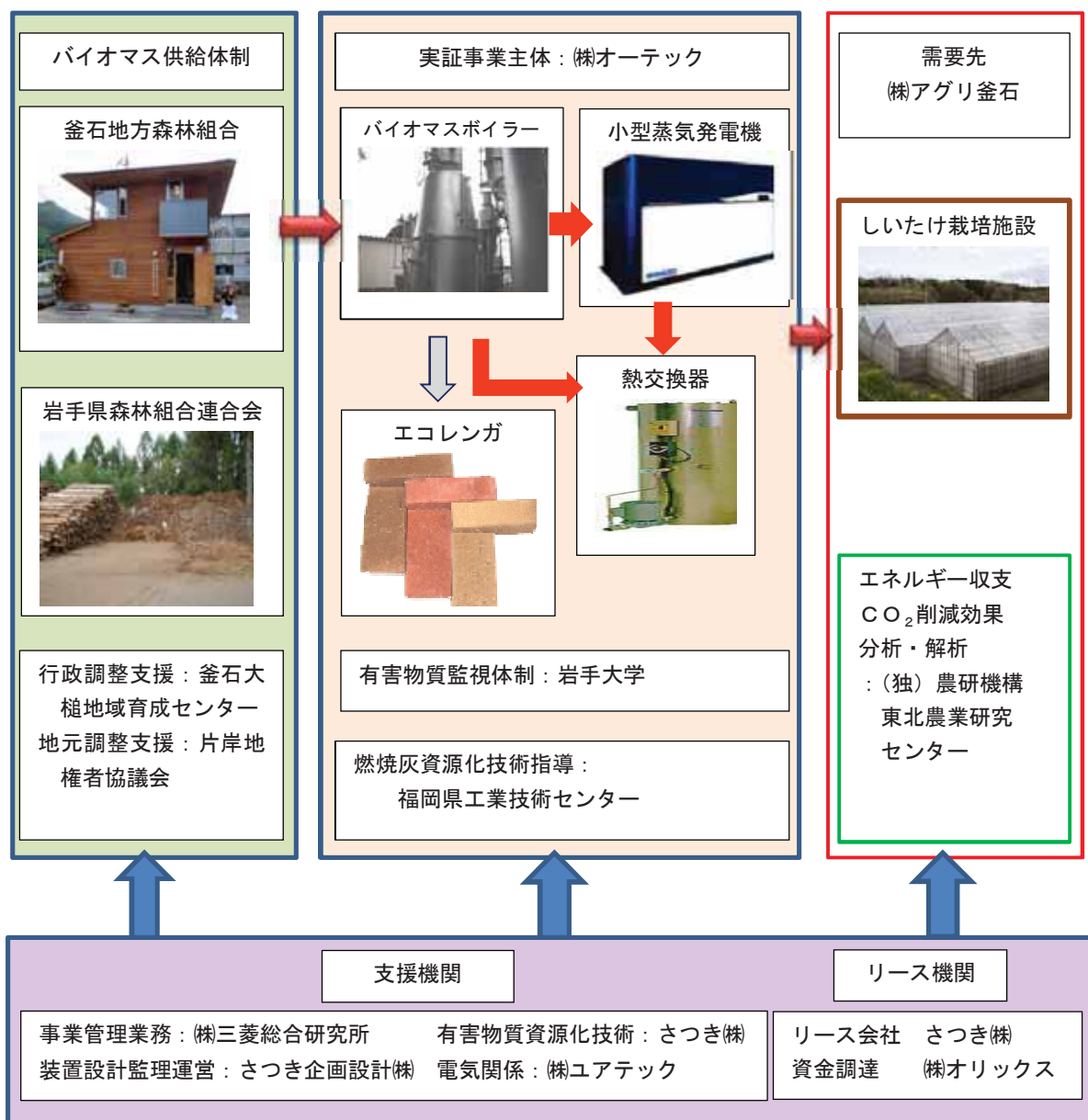


図 1-1 本事業の概念フロー

1.5 当初想定したエネルギーフロー

高含水バーク及び根を投入して生成された蒸気（バイオマス熱量の50%を想定）は、発電機に供給され、発電後、ドレン化した蒸気は、熱交換器に投入される。一方、菌床シイタケ栽培施設から戻ってきた温水は、熱媒ボイラーで加温（バイオマス熱量の25%を想定）され、ドレン化した蒸気とともに熱交換器で混合され、菌床シイタケ栽培施設等に供給される。なお、温水熱量はシイタケ栽培20万菌床を行うために必要なエネルギーとして算出しており、蒸気発電後のドレン化したエネルギーの一部も利用することで、近隣地域へのエネルギー供給を含めたモデル地域づくりとするものと想定した。

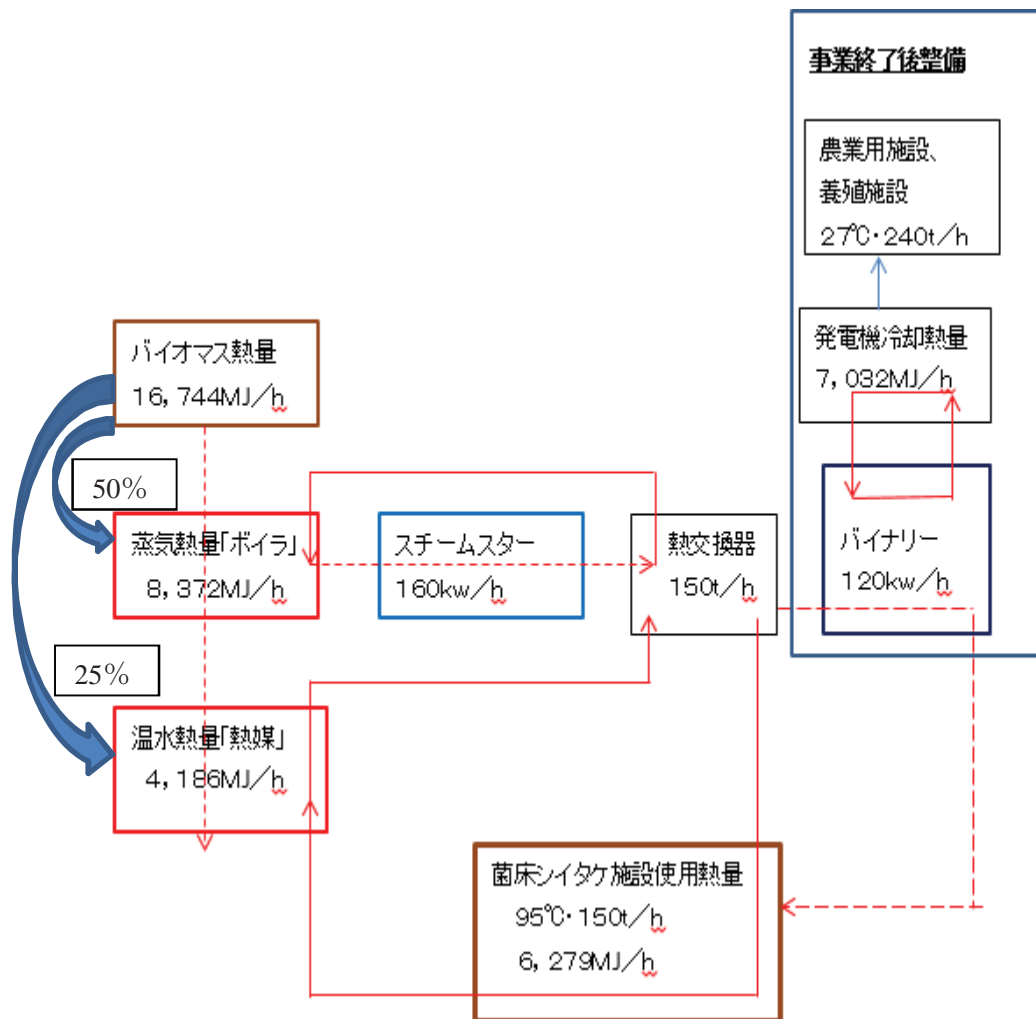


図 1-2 本事業のエネルギーフロー（当初想定）

2. 実施体制

本事業の実施体制は以下に示すとおりである。

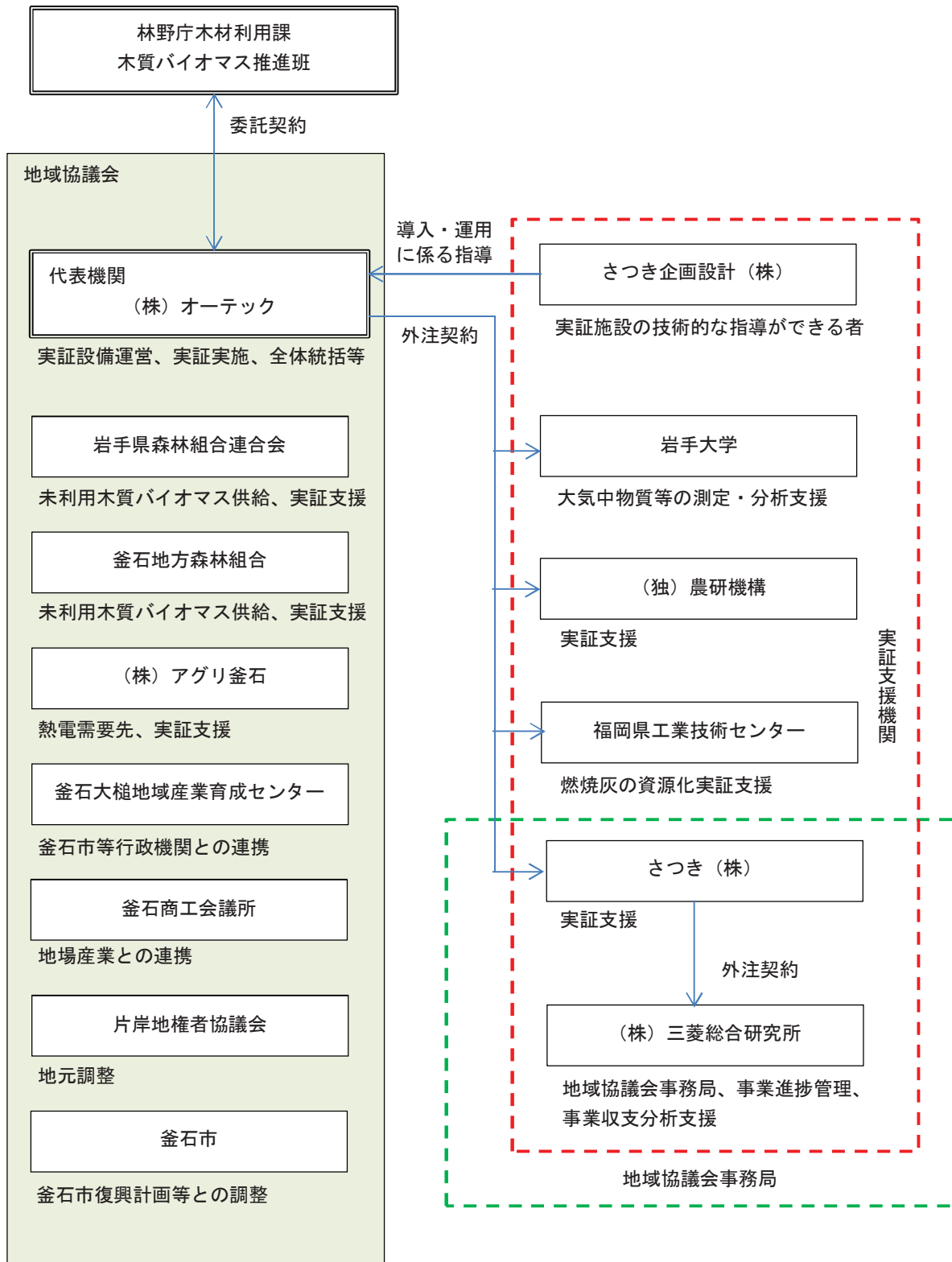


図 2-1 実施体制

本事業における各組織の役割は以下に示すとおりである。

表 2-1 各組織の役割

(地域協議会)

組織名称	代表機関との関係	役割
(株)オーテック	代表機関	施設の調達及び運営、実証事業の実施等
岩手県森林組合連合会	構成員	未利用木質バイオマスの供給、データ提供
釜石地方森林組合	構成員	未利用木質バイオマスの供給、データ提供
(株)アグリ釜石	構成員	熱電需要先、データ提供
釜石大槌地域産業育成センター	構成員	釜石市等行政機関との連携
釜石商工会議所	構成員	地場産業との連携
片岸地権者協議会	構成員	地元調整
釜石市	構成員	釜石市復興計画との調整

(実証支援機関)

組織名称	代表機関との関係	役割
さつき企画設計(株)	事業協力	実証施設の導入・運営に係る技術的指導
国立大学法人岩手大学	外注先	技術支援 (有害物質監視)
(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター (農研機構)	外注先	技術支援 (CO ₂ 削減効果等の分析解析)
福岡県工業技術センター	外注先	技術支援 (灰資源化技術指導)
さつき(株)東北営業所	外注先	技術支援 (資源化技術)、進捗管理
(株)三菱総合研究所	外注先※	実証支援 (事業の収支)、進捗管理支援、地域協議会事務局

※ さつき(株)の外注先

3. 地域協議会の開催・運営

3.1 地域協議会の構成

地域協議会構成員は、未利用木質バイオマスの供給を行う組織（岩手県森林組合連合会、釜石地方森林組合）、木質バイオマス資源を活用してエネルギー供給を行う組織（代表機関：(株)オーテック）、エネルギーの需要先（(株)アグリ釜石）により構成した。本事業では、地域一体となった木質バイオマス利用システムについて、効率性、安定性、CO₂削減効果、事業採算性、技術実用性等を視点として実証を行うため、各構成員には、実証に必要となる各種データの提供を求めるものとする。

本事業の実施にあたっては、釜石市等の地元行政機関、地場産業との連携、地権者との協力が不可欠であることから、地域協議会構成員には釜石大槌地域産業育成センター、釜石商工会議所及び片岸地権者協議会にも参画頂き、事業の進捗状況について情報共有を行い、課題について指摘頂くとともに対応策について協議することができる体制を構築した。また、釜石市（企業立地課）が構成員として参加したことで、行政視点での課題の洗い出しや各種調整の円滑化が可能となった。岩手県（沿岸振興局）に対しては、釜石市を通じて情報共有を図っている。

なお、実証施設の導入・運用に係る技術的な指導ができる者として、本事業のバイオマスボイラーの設計に関与したさつき企画設計（株）を配置し、施設稼働後のトラブル等に対応できる体制を整えた。

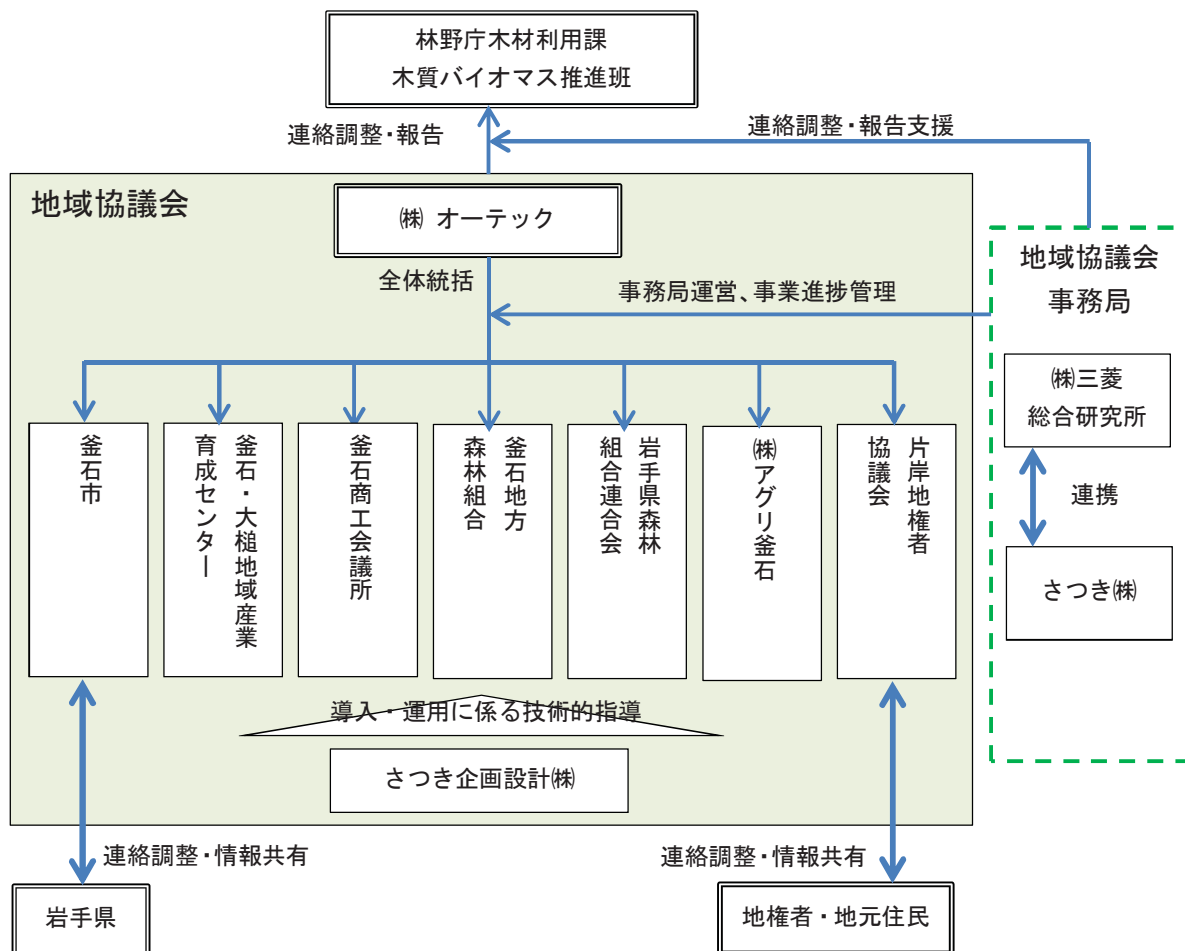


図 3-1 地域協議会の実施体制

3.2 地域協議会構成員の役割分担

3.2.1 代表機関：(株)オーテック

(株)オーテックは、これまでの農林水産省、経済産業省からの委託研究等を通じて蓄積したバイオマス等に関する技術やプロジェクトマネジメントのノウハウを動員し、地域協議会の代表機関として、実証施設の調達及び運営を実施する。

3.2.2 構成員：岩手県森林組合連合会

岩手県森林組合連合会は、20の地方森林組合を統括する組織である。岩手県の林業においては、内陸部における高含水バークの処理問題、沿岸地域における高台移転で発生する大きな根等の処理問題、一ノ関や奥州における微量のセシウム問題等の課題を有している。本事業においては、釜石地方森林組合等と連携しつつ、釜石地方の未利用バイオマスの安定供給に向けた支援を行う。

3.2.3 構成員：釜石地方森林組合

釜石地方においては、間伐材は概ね片付いているものの、バークの処理のほか、高台移転等に伴い山林の伐採が進み、大きな根の処理が緊急を要する課題となっている。本事業の成功は、地元森林組合にとっては大いに期待するものである。本事業において釜石地方森林組合は、実証施設の処理能力と調整を図りながら山林の伐採事業に取り組み、未利用木質バイオマス資源の供給を行う。

3.2.4 構成員：(株)アグリ釜石

(株)アグリ釜石は、釜石市片岸地区において菌床しいたけ栽培施設を経営しており、本事業における熱電需要先として参画する。片岸地区において段階的に事業を拡大しながら、(株)オーテックと電気及び熱エネルギーの需給調整を図る。

3.2.5 構成員：公益財団法人釜石・大槌地域産業育成センター

公益財団法人の立場から、釜石市や岩手県といった行政機関と代表機関との連絡調整を図り、プロジェクトの円滑な遂行を支援するとともに、本事業で得られた知見やデータを活かして釜石市・大槌町での企業誘致に取り組む。

3.2.6 構成員：釜石商工会議所

釜石市内における地場産業の取り組みを俯瞰的に把握する立場から、地域でのエネルギー活用や地元の人材や資源の活用方策など、幅広い視点から本プロジェクトとの連携可能性や地域との相乗効果等について知見を提供する。

3.2.7 構成員：片岸地権者協議会

地権者が自主的に設立した地権者協議会として、地権者と地域協議会の連絡調整を担う。片岸地区の地権者や地元住民の意見を地域協議会の構成員に共有するとともに、本事業の内容を地域

住民に対して説明することを通じ、本事業に対する地元理解の深化に向けた役割を担う。

3.2.8 構成員：釜石市

本事業を実施する上での行政視点での課題の洗い出し、釜石市復興計画との整合性確認、実証施設の整備等にかかる許認可等の各種調整を担う。

3.3 地域協議会の運営方法

地域協議会の事務局は、(株)オーテックとの連携のもと、さつき(株)及び(株)三菱総合研究所が担当した。(株)三菱総合研究所は、林野庁との連絡調整を通じて、本事業の推進に必要な情報を地域協議会構成員に共有するとともに、(株)オーテックと連携して事業の進捗を把握・管理した。

3.4 地域協議会の開催

平成27年度は地域協議会を5回開催し、構成員間での情報共有や、実証事業を行う上で発生した課題に対する対応策の協議等を行った。

表 3-1 地域協議会の開催概要

開催日	開催概要
第1回地域協議会 平成27年7月13日	開催場所：釜石大槌地域産業育成センター 主な議題：①平成27年度の実施方針 ②事業進捗上の課題に対する対応策の協議
第2回地域協議会 平成27年9月7日	開催場所：釜石大槌地域産業育成センター 主な議題：①事業の進捗状況 ②事業進捗上の課題に対する対応策の協議
第3回地域協議会 平成27年12月4日	開催場所：釜石大槌地域産業育成センター 主な議題：①事業の進捗状況 ②事業採算性・CO2削減効果・地域貢献効果の分析 ③事業進捗上の課題に対する対応策の協議
第4回地域協議会 平成28年1月18日	開催場所：釜石大槌地域産業育成センター 主な議題：①事業の進捗状況 ②課題に対する対応策の協議
第5回地域協議会 平成28年3月1日	開催場所：釜石大槌地域産業育成センター 主な議題：①林野庁 評価委員会への報告結果 ②3カ年の総括（各委員からのコメント）

3.4.1 第1回協議会

【日時】平成27年7月13日 14:00～16:00

【場所】釜石・大槌地域産業育成センター 1階応接室

【出席者】(委員) 株式会社オーテック：代表取締役 小原勝久
岩手県森林組合連合会：木材部部长 田口清治
釜石地方森林組合：代表理事組合長 佐々木光一
(代理出席 参事兼総務課長 高橋幸男)
株式会社アグリ釜石：取締役 石川定徳
釜石・大槌地域産業育成センター：専務理事 平澤政敏
釜石商工会議所：専務理事 佐々隆裕
片岸地権者協議会：町内会顧問 柏崎龍太郎
釜石市企業立地課：企業立地課長 関末広 (随員：山崎慶)
(事務局) 株式会社オーテック：総務課長 藤尾利幸
株式会社オーテック：顧問 小池 俊吉
株式会社三菱総合研究所：主任研究員 福田泰三
株式会社三菱総合研究所：研究員 新谷圭右
エム・アール・アイ リサーチアソシエーツ株式会社：研究員 牧野夏葉

(以上 敬称略)

【主な協議内容・今後検討すべき課題等】

①平成27年度の実施方針

②事業進捗上の課題に対する対応策の協議

- ・昨年度の実証実験ではバークの混焼比率を高めることが難しく、燃焼を補完するため製材廃材等を活用していたが、製材廃材等の需要が地域内で高まっており調達が難しくなっている。
- ・今年度の実証実験ではバークの混焼比率を可能な限り高め、地域内で活用できていない森林資源を有効活用していくことを基本方針とする。
- ・事業化にあたりバーク以外の燃料が必要になる場合については、都度、釜石地方森林組合と相談していく。
- ・バーク燃焼灰のエコレンガ化にあたっては放射性物質に関連する風評被害が最も地域内で懸念される事項である。関連行政機関としっかり協議をした上で安全性には最大限配慮しながら検討を進めるものとする。



図 3-2 第1回地域協議会の様子（平成27年7月13日撮影）



図 3-3 第1回地域協議会の様子（平成27年7月13日撮影）

3.4.2 第2回協議会

【日時】平成27年9月7日 14:00～16:00

【場所】釜石・大槌地域産業育成センター 1階応接室

【出席者】(委員) 株式会社オーテック：代表取締役 小原勝久
岩手県森林組合連合会：木材部部长 田口清治
釜石地方森林組合：代表理事組合長 佐々木光一
(代理出席 参事兼総務課長 高橋幸男)
株式会社アグリ釜石：取締役 石川定徳
釜石・大槌地域産業育成センター：専務理事 平澤政敏
釜石商工会議所：専務理事 佐々隆裕
片岸地権者協議会：町内会顧問 柏崎龍太郎
釜石市企業立地課：企業立地課長 関末広 (随員：山崎慶)
(事務局) 株式会社オーテック：総務課長 藤尾利幸
株式会社オーテック：顧問 小池 俊吉
株式会社三菱総合研究所：主任研究員 福田泰三
株式会社三菱総合研究所：研究員 新谷圭右
エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社：研究員 牧野夏葉
(以上 敬称略)

【主な協議内容・今後検討すべき課題等】

①事業の進捗状況

②事業進捗上の課題に対する対応策の協議

- ・ 燃焼炉にバークを投入することで燃焼効率が低下する課題に対しては、燃焼炉にバークや製材廃材等を投入するタイミングや投入方法を工夫して、実証実験を通して検証していく。
- ・ 燃料として用いるバークや製材廃材等の比率は、地域で森林資源を安定的に調達できるかにも関係している。実用化にあたっては、今後具体的にどのような燃料・比率で事業を実施していくのか方針を定める必要がある。
- ・ 実証実験を通して、今回のバイオマスシステムを導入することで地域経済に資するメリットとしてどのようなものがあるのか検証していく必要がある。
- ・ エコレンガの実験にあたっての留意事項については岩手県と協議を進めている。実証研究施設の敷地内にエコレンガの管理・保管用の建屋を設けることで調整を進めている。



図 3-4 第2回地域協議会の様子（平成27年9月7日撮影）



図 3-5 第2回地域協議会の様子（平成27年9月7日撮影）

3.4.3 第3回協議会

【日時】平成27年12月3日 14:00～16:00

【場所】釜石・大槌地域産業育成センター 1階応接室

【出席者】(委員) 株式会社オーテック：代表取締役 小原勝久
釜石地方森林組合：代表理事組合長 佐々木光一
(代理出席 参事兼総務課長 高橋幸男)
株式会社アグリ釜石：取締役 石川定徳
釜石・大槌地域産業育成センター：専務理事 平澤政敏
釜石商工会議所：専務理事 佐々隆裕
片岸地権者協議会：町内会顧問 柏崎龍太郎
釜石市企業立地課：企業立地課長 関末広 (随行：山崎慶)
(ワザバー) 株式会社さつき企画設計：専務取締役 大村建二
(事務局) 株式会社オーテック：総務課長 藤尾利幸
株式会社三菱総合研究所：主任研究員 福田泰三
株式会社三菱総合研究所：研究員 新谷圭右
エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社：研究員 牧野夏葉
(以上 敬称略)

【主な協議内容・今後検討すべき課題等】

①事業の進捗状況

②事業採算性・CO₂削減効果・地域貢献効果の分析

③事業進捗上の課題に対する対応策の協議

- ・今後実用化を目指していく際に、バイオマス熱供給システムの事業主体（オーテック）が単体では事業採算性が確保できない場合であっても、地域貢献度が高い事業として供給熱の付加価値を高め、需要先を含めて全体で採算性を確保していくという考え方もある。
- ・今年度の報告書取りまとめにあたっては、本システムが地域に果たす役割や効果を掘り下げて検討し、単なる熱供給事業としての適否を判定するだけでなく、地域全体としての貢献効果を報告していく方針とする。
- ・釜石地域には木材乾燥施設を有する事業者が無かったが、本事業により木材乾燥施設が新たに実用化されれば、これまで地元企業が活用できなかった森林資源を素材として活用できる見通しも開ける可能性がある。
- ・このように地元企業の新たな事業開発の可能性にも貢献できる事業であることを、効果として報告書に取りまとめていくべきである。
- ・エコレンガの安全性検証にあたっては、完成体を検証するだけでなく、粉々に砕いた状態等様々な場合を想定して安全性を検証していく。



図 3-6 第3回地域協議会の様子（平成27年12月3日撮影）



図 3-7 地域協議会終了後のレンガ焼成炉の見学（平成27年12月3日撮影）

3.4.4 第4回協議会

【日時】平成28年1月18日 14:00～16:00

【場所】釜石・大槌地域産業育成センター 1階応接室

【出席者】(委員) 株式会社オーテック：代表取締役 小原勝久

釜石地方森林組合：代表理事組合長 佐々木光一

(代理出席 参事兼総務課長 高橋幸男)

株式会社アグリ釜石：取締役 石川定徳

釜石・大槌地域産業育成センター：専務理事 平澤政敏

釜石商工会議所：専務理事 佐々隆裕

片岸地権者協議会：町内会顧問 柏崎龍太郎

釜石市企業立地課：企業立地課長 関末広 (随行：山崎慶)

(事務局) 株式会社オーテック：総務課長 藤尾利幸

株式会社オーテック：顧問 小池 俊吉

株式会社三菱総合研究所：主任研究員 福田泰三

株式会社三菱総合研究所：研究員 新谷圭右

エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社：研究員 牧野夏葉

(以上 敬称略)

【主な協議内容・今後検討すべき課題等】

①事業の進捗状況

②課題に対する対応策の協議

- ・本事業で得られた成果を説明していく上では、熱供給事業単体としてのメリット・デメリットだけでなく、本事業を釜石市で実施することにより見込まれる地域貢献や新たな事業展開についても掘り下げて報告書に取りまとめていくこととする。
- ・本事業があることで木材乾燥施設の誘致が可能になり、これに伴って復興住宅の資材としての利用が見込まれる森林資源の早期活用が可能になることで震災復興が促進されるなど、木材関係の事業促進に伴う地域への貢献効果も重要な視点となる。
- ・本事業を実用化していくためには、今後ともシステムの燃焼効率を高めるための工夫や、エネルギー変換効率を高めるための工夫について、実証事業が終了した後においても検討を進めていくべきである。
- ・エコレンガの製作や販売についても事業単体として捉えると採算性が厳しい結果となる。東日本大震災の被災地という厳しい環境の中で、地域内で資源を循環させていくために必要な事業であることを示していくべきである。安全性を確認した上で市内販売先等の開拓を進めていく。



図 3-8 第4回地域協議会の様子（平成28年1月18日撮影）



図 3-9 第4回地域協議会の様子（平成28年1月18日撮影）

3.4.5 第5回協議会

【日時】平成28年3月1日 14:00～16:00

【場所】釜石・大槌地域産業育成センター 1階応接室

【出席者】(委員) 株式会社オーテック：代表取締役 小原勝久
岩手県森林組合連合会：木材部部长 田口清治
釜石地方森林組合：代表理事組合長 佐々木光一
(代理出席 参事兼総務課長 高橋幸男)
釜石・大槌地域産業育成センター：専務理事 平澤政敏
釜石商工会議所：専務理事 佐々隆裕
片岸地権者協議会：町内会顧問 柏崎龍太郎
釜石市企業立地課：企業立地課長 関末広(随行：山崎慶)
(事務局) 株式会社オーテック：総務課長 藤尾利幸
株式会社オーテック：顧問 小池俊吉
株式会社さつき：技術顧問 野上和利
株式会社三菱総合研究所：主席研究員 重富徳夫
株式会社三菱総合研究所：主任研究員 福田泰三
株式会社三菱総合研究所：研究員 新谷圭右
エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社：研究員 牧野夏葉

(以上 敬称略)

【主な協議内容・今後検討すべき課題等】

- ・オーテックより、林野庁評価委員会における報告内容の説明と、委員からの指摘事項および今後の対応方針等に関する報告があった。
- ・株式会社さつきより、今後のバイオマスボイラーの活用や改善の方針について意見を頂いた。
- ・岩手県森林組合連合会より、今後の木材乾燥施設の活用方法として、復興住宅の柱、梁、桁等の木材乾燥需要に対応することへの期待を頂いた。
- ・釜石市森林組合より、今後の木材乾燥施設の活用方法として、今後の新築住宅市場が衰退していく中で、家具市場等が有望であり、そのための木材として広葉樹等に着目しており、これらの乾燥需要に答えられないか等のアイデアを頂いた。
- ・地権者協議会より、3年間かけて研究した結果を踏まえつつ、関係者が前向きに挑戦する姿勢を示していただきたいという意見を頂いた。
- ・釜石市より、様々な課題があるがこれらを克服し、1日でも早く地域の方々の期待に応える形で展開していただきたいという意見を頂いた。
- ・座長より、エネルギーや木質バイオマス、農業等様々な事業に拡大するため、周辺に立地している事業者との協調を踏まえた上で新たな事業展開を目指し、「被災地から世界へ」を実現していきたい、という意見を頂いた。



図 3-10 第5回地域協議会の様子（平成28年3月1日撮影）



図 3-11 第5回地域協議会の様子（平成28年3月1日撮影）

4. 実証施設の概要

4.1 事業実施場所

実証施設は釜石市片岸地区を事業用地として平成 25 年度に整備が完了し、リース機関であるさつき（株）と（株）オーテックとの間で、実証施設一式を対象としたリース契約を締結して稼働試験を実施している。

本実証事業では、バイオマスボイラー及びバイオマス発電機により発生する熱及び電力を、地域協議会構成員である（株）アグリ釜石が整備する「菌床しいたけ栽培施設」などの熱需要先に供給することを通して、CO₂ 削減効果、事業の収支、及びその他の実証事業に取り組むものである。

熱需要先施設については、地域協議会構成員の（株）アグリ釜石が整備するシイタケ栽培施設を昨年度 2 棟、今年度 6 棟、併せて 8 棟を誘致した。また、夏場の熱需要先の確保について、木材乾燥施設を今年度建設した。さらに、陸上養殖施設については、実証施設の周囲に誘致する方向で検討を進めている。

<バイオマスボイラー周辺写真>



※google マップより

図 4-1 実証施設の設置場所

4.2 実証施設

4.2.1 ボイラーの選定

(1) ボイラー選定の経緯

本事業では、「木質バイオマスエネルギーの供給」という目的に加え、
①放射性物質の影響等により未利用となっているバーク等の有効活用
②木質バイオマス燃焼灰の有害物質（放射性物質）が溶出しない資源化技術の確立
という被災地の林業界等が抱える課題を同時解決し、それを以て「木質バイオマスエネルギーを活用した地域づくり」を実現することを目的としている。

今回は、上記①②の目的も重視しながら、ボイラーの専門家である大村健二氏（※）と相談しながら燃焼炉とボイラーを選定したものである。詳細な選定の経緯、理由を下記に示す。

※技術顧問 大村健二氏

広島県福山市のボイラーメーカーに勤務していたが、その後独立し（有）ワールド熱学を設立した。（有）ワールド熱学では、専務取締役として設計担当を35年間務めてきた。この間に九州、西日本、近畿、北陸、関東の製材所に木屑ボイラーの製作販売を行ってきた。

60歳の定年を契機に、（株）オーテック協力企業の技術顧問に就任し、今回の研究委託事業の技術を指導している。現在まで40年に渡り、数多くの木屑ボイラーを設計製作して、問題解決を行っているが、本事業の目的の一つである東日本大震災による福島原発事故による放射能問題は、製材所の解決すべき大きな課題と考えている。

今回使用した燃料（バーク、丸太、製材廃材）のうち、特にバーク等は、近隣の森林組合（製材所）は産業廃棄物として処分するには多額の費用がかかることや福島原発事故による放射能への懸念等から、敷地に仮保管され、減量化するのを待つ状態である。また、現在間伐材で生産しているバイオマス燃料は既に品薄状態となっており、バイオマス燃料の高騰で事業継続の大きなハードルとなっている。今後は無謀なバイオマス発電事業者の淘汰が始まると考え、高含水バーク、抜根を含む木質バイオマス燃料を利用可能なボイラーシステムは今後有望と考え、今回のボイラーを選定したものである。

従来方式では

- ・チップ化にかかる費用（チップ化した燃料の場合、価格の3～5割程度がチップ加工にかかるコスト）
- ・燃料の品質を安定化（形状、含水率低下）させるための乾燥・保管するスペース
- ・燃料を加工する時間

等が必要だったが、本システムでこれらのプロセスを削減し、森林組合等から購入した状態で燃料として活用することで、地域内で木質バイオマスを有効活用する技術の確立を目的として実証事業を進めてきた。

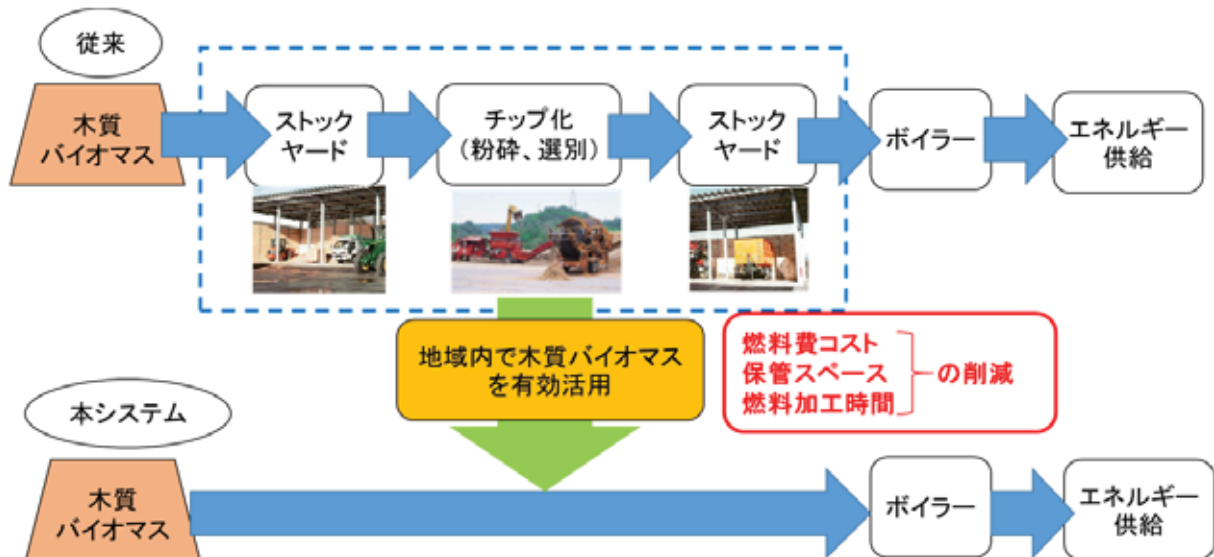


図 4-2 従来システムと本システムの比較



図 4-3 森林組合から輸送された木質燃料

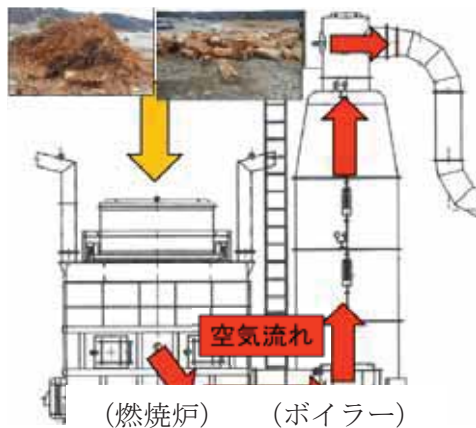
燃焼炉は、高含水の燃料にも対応できる「逆燃焼式燃焼炉」である。この方式は、上方開口から燃料を投入し、炉の下部で空気を排気する燃焼方式を採用している（図 4-4）。この燃焼炉の特徴は、

- ・燃焼により得られるエネルギーを下部煙道に強制誘引するため、燃料投入時の逆火や不燃ガスの発生を抑制できること。
- ・一度に大量でかつ嵩高い燃料でも投入することができるため、今回のようにチップ化していない燃料でも投入が可能であること。
- ・燃焼上部にも熱が伝わるため、その熱で高含水の燃料を予備乾燥することができること（なお、含水率が高ければ高いほど、燃焼炉内での燃料予備乾燥にエネルギーが使用される）。

等である。

含水率が 40%程度（湿量基準）の燃料には実績があるものの、今回のような未加工の状態、かつ含水率が最大 60%程度のバーク等の燃料を使用（燃料が均質でない）することは、弊社や関連会社、森林組合からのヒアリング、および相談しているボイラー専門家からも、この規模での実証試験は国内で実績は無いという見解であった。

< 燃焼炉⇒ボイラーへの空気流れ >



< 燃焼炉内の模式図 >

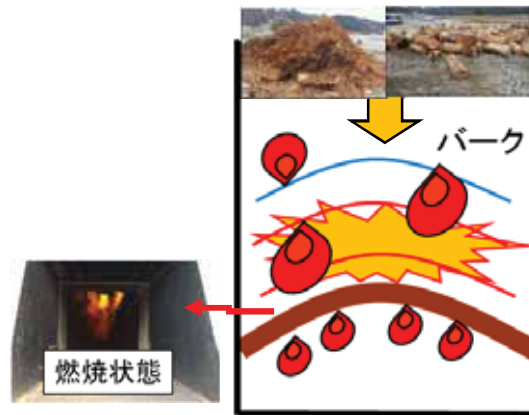


図 4-4 燃焼炉の模式図

(2) ボイラー選定理由

今回の貫流ボイラーを選定した理由として、メンテナンス負荷を低減（稼働時間ロス、費用、作業負担）させるため、水管表面に付着し、ボイラー効率を低下させる原因のクリンカー（シリカ化合物）が自然剥離する構造であることである。燃焼を止めると、ボイラーの水管とヒレが冷却され、クリンカーが円形収縮応力、直線収縮応力との境界で亀裂が発生、自然剥離するという構造である。パーク等を燃料として使用すれば、このクリンカーの発生も多くなり、メンテナンスの負荷も大きくなると予測されるが、本ボイラーの導入により、稼働時間ロスの抑制、また何より作業負担を最小限にすることにより、放射性物質による人的災害の影響を小さくすることに繋がる。

ボイラー選定にあたり、メンテナンス費用や期間を調査したところ、下記のような状況である。

・株式会社 A

鹿児島県でプロイラー事業を行い、パークを敷料に使用、周辺養鶏農家と鶏糞バイオマス発電事業を行っている。400t/日の鶏糞を燃料に使用しているが、ボイラーメンテナンスのために2か月間停止、クリンカー除去を主要内容としたメンテナンスを行い、費用は約5,000万円かかっていると営業部長から情報を頂いている。

・B 株式会社

沖縄県の製糖工場は、サトウキビの残差のバカスを燃料に使用している。この燃料もクリンカーが大量に発生しており、3ヶ月停止、社員10名程度でクリンカー除去含めメンテナンスを行っている。

⇒20万円/人で計算すると、保守管理に人件費で最低600万円、保守管理に必要な解体作業や装置等を含めると1,000万円はかかっていると推測される。

2つの例ともクリンカーが大量に発生する燃料を使用している。パークを燃料にする本事業とは異なるが、本ボイラーを採用しない場合、本事業の規模から1,000万円程度のメンテナンス費用がかかると想定され、また長期間にわたるボイラー停止により、熱エネルギー供給の減少、そして人的作業が必要となる。

次に、エネルギー効率を優先に考慮すると、今回導入したボイラー（タイプ1）でなく、図4-5の構造を有するボイラー（タイプ2）も検討した。タイプ2はタイプ1と比較し、50%程度高いエネルギー変換効率であるが、内側に配置した水管に付着するクリンカーは人的作業により除去しなければならず、稼働時間のロスや作業負担が避けられない構造となっている（タイプ2はタイプ1とともに現在、海外にて運転中）。

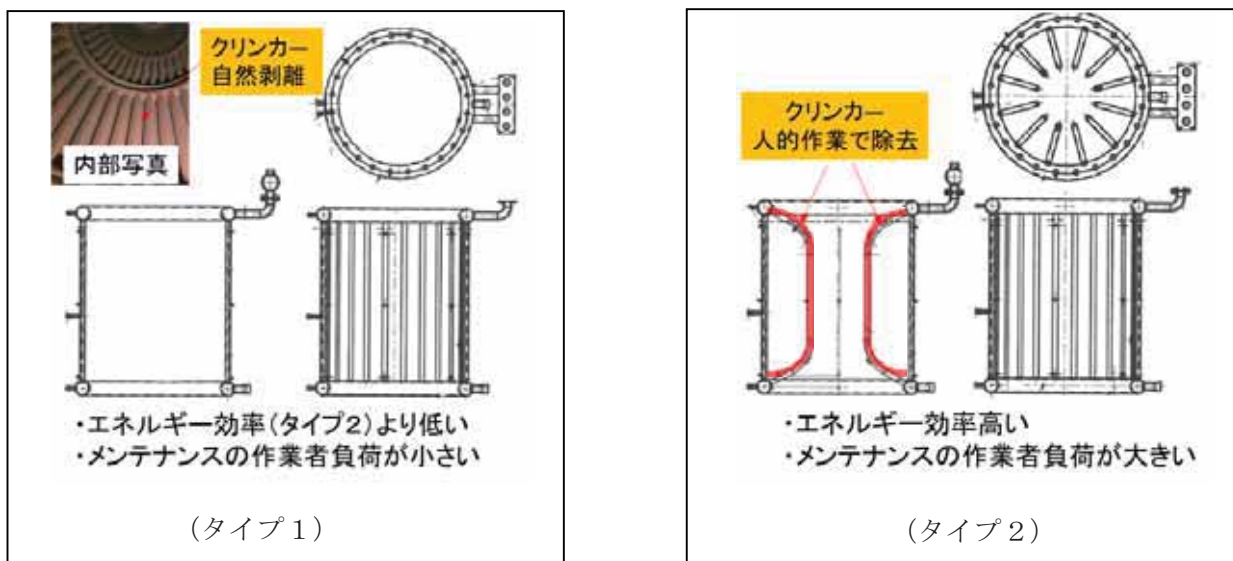


図 4-5 ボイラーのタイプ及びその特徴

東日本大震災による福島原発事故の影響を受けた地域は、燃料となる木質バイオマスも放射能物質の影響を避けることができない大きな課題の一つである。今回使用した燃料は釜石近隣の木材であり、その放射能濃度は、事業期間内で何度も測定したが、林野庁から出されている放射能セシウム濃度の指標値を下回る結果であり、近隣木材を使用することに関し、安心感を持って実証試験を進めることができた。

表 4-1 放射能濃度測定結果（単位：Bq/kg、事業期間内の測定）

試料	放射能濃度
バーク	47.83±15.70～74.83±13.68
丸太	測定下限値未満
製材廃材	測定下限値未満
燃焼灰	403.09±3.15～1323.5±34.19

※放射性セシウム濃度の指標値（単位：Bq/kg、林野庁）

- ・薪：40 Bq/kg
- ・ホワイトペレットと樹皮を含んだ全木ペレット：40 Bq/kg
- ・バークペレット：300 Bq/kg

しかしながら、本実証試験終了後に、ボイラー施設内各箇所の空間線量を測定すると下記のような測定結果が得られた。※近隣の空間線量は 0.04～0.07 μ Sv/h

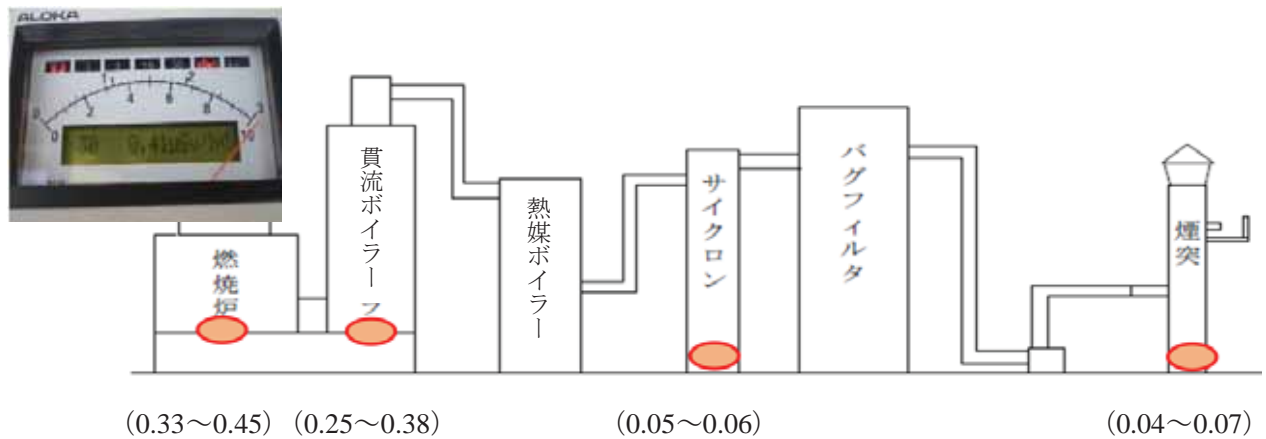


図 4-6 空間線量測定箇所 (数値単位: μ Sv/h)

燃料の放射能濃度が指標値より低く、かつ燃焼灰は定期的に灰掃出し機で除去しているにも関わらず、各施設内部 (特に燃焼炉と貫流ボイラー) ではこれだけ空間線量が高いという結果が得られたことは、今後稼働時間を更に延長することで、ボイラー施設各箇所の空間線量が一層高くなり、メンテナンス時の作業者負担を最大限考慮しなければならないことを示している。

更に、今回導入した貫流ボイラーは、(タイプ1) を3段有する構造である。3段とした理由は、施設が必要とする電力と温水のバランスを計算した結果、前述したようにバイオマス熱量の50%程度を蒸気エネルギー、25%程度を温水エネルギーとして地域エネルギー活用したいと考えたこと、また今回設置を進めた地域の地盤が弱いため (海岸部で砂地)、安全性を考慮したうえで重量的な面から、今回は3段にて設置している。エネルギー効率を向上させるためには、これを4段、5段と積み上げることも可能な構造を有している。

これらの理由から、今回のバイオマスボイラーシステムの選定、設置に至った。

<ボイラーの3段構造 (本システム) >

<ボイラーの4段構造>

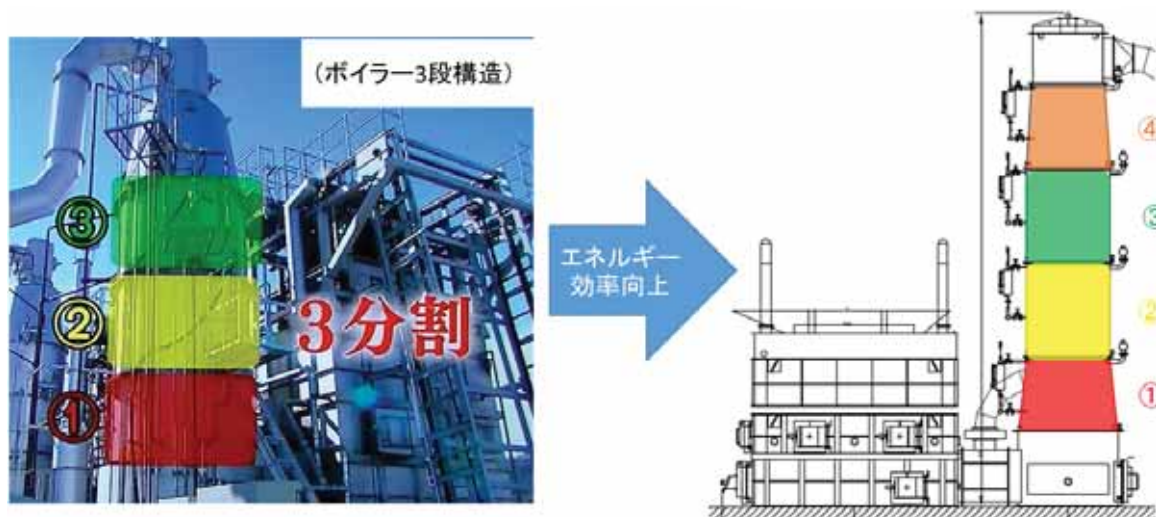


図 4-7 ボイラー構造のイメージ

(3) 類似ボイラーシステムの利用実績

今回選定した燃焼炉をはじめとするボイラーシステムについては、これまでの弊社やその関連会社で、高含水燃料を使用したエネルギーの技術確立を進めている。

1) ポリ含有廃菌床の再生燃料化システム

(平成 23 年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業 (3 か年事業))

菌床シイタケ栽培において、使用し終わった廃菌床を燃料として再利用するためのシステムの開発。「高含水燃焼炉」で得られるエネルギーのうち、蒸気は菌床高圧殺菌をするために使用される。また、温水ボイラーを鉱物油の加温に使用し、加温した鉱物油で燃料装置の植物油を加温するシステムである。

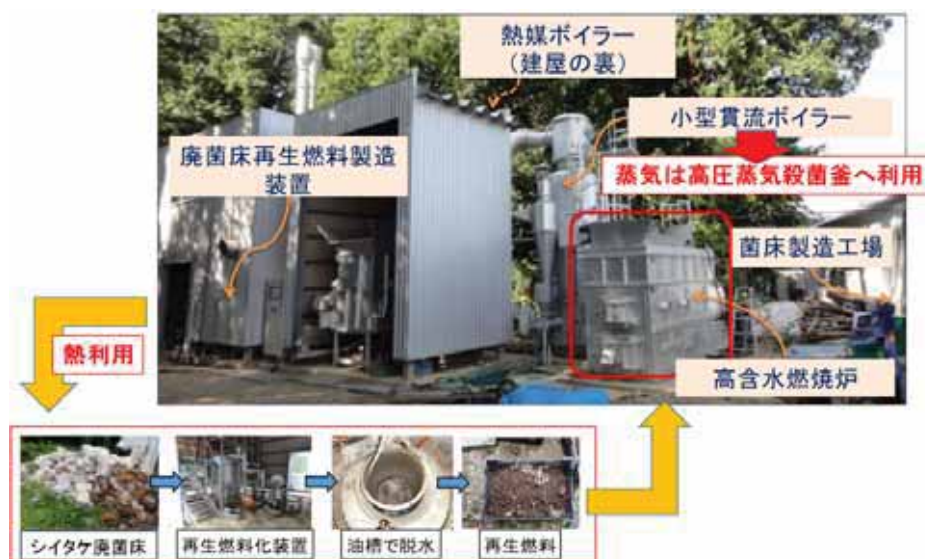


図 4-8 ポリ含有廃菌床の再燃料化システム図

2) 高含水パーム由来の未利用資源活用

インドネシアでは、今回設置したものと類似するタイプの燃焼炉を用い、温水ボイラーを熱交換器として、パーム飼料の乾燥エネルギーに使用している。



図 4-9 インドネシアでの事業風景

4.2.2 施設配置図

本実証事業における導入施設（バイオマスボイラー、バイオマス発電機、灰資源化施設）の施設配置図は以下に示すとおりである。

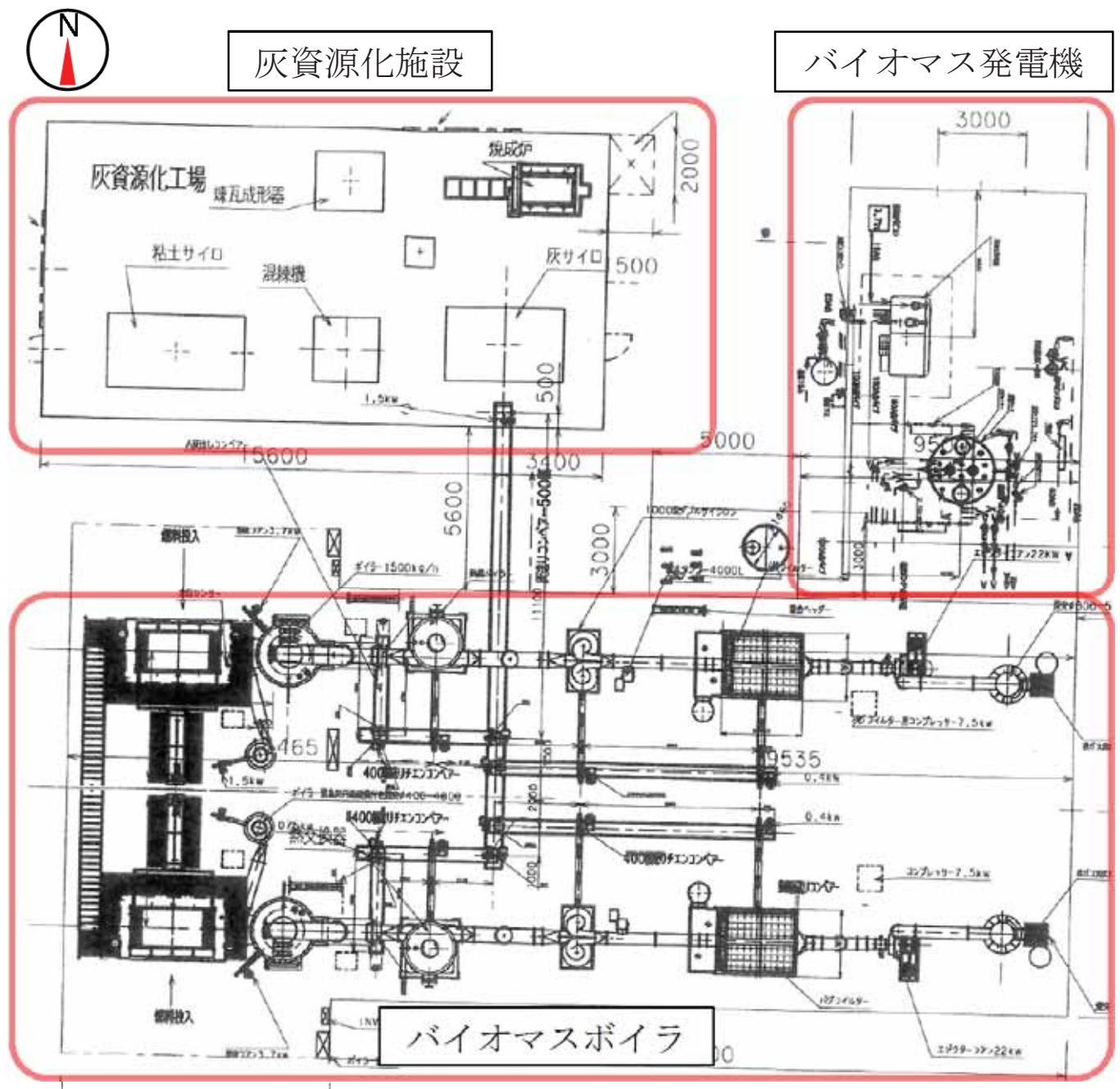


図 4-10 実証施設の施設配置図

4.2.3 導入した設備機器の概要

実証施設は、(1) バイオマスボイラー（処理能力最大 1,000kg/h×2基）、(2) バイオマス発電機（発電能力 165kW×1基）、(3) 灰資源化施設（資源化能力 2,000kg/d）から構成される。

(1) バイオマスボイラー

高含水バークや伐根をチップ等に加工せず、そのまま燃焼炉に投入するバイオマスボイラーを整備し、安全面や技術面を検証する。バークや大きな根を上部から投入できるようにスロープを設けており、人件費軽減と作業上の安全性を重視した一体システムとした。

また、排ガス煤塵濃度を低下させるためにバグフィルタを導入し、周辺地域環境に配慮した。

表 4-2 バイオマスボイラの概要

導入機能	仕様	備考
燃焼炉	1,000kg/h	2基
貫流ボイラー	1,500kg/h（蒸気）	2基
熱媒ボイラー	75,000kg/h（温水）	2基
バグフィルタ	排ガス煤塵濃度 0.08g/m ³ N 以下	2基

(2) バイオマス発電機

神鋼商事（株）のスチームスターを導入し、バイオマスボイラーから蒸気を供給して発電を行う。発電した電力は㈱アグリ釜石が整備する菌床シイタケ栽培施設に供給する。

表 4-3 バイオマス発電機の概要

導入機能	仕様	備考
スチームスター	出力 165kW	1基
温水熱交換器	150,000kg/h	1基

(3) 灰資源化施設

燃焼灰とシラスバルーン¹、粘土を混成し、押出成形することによってエコレンガを製造し、燃焼灰に含まれる放射性物質を固定化する技術を実証する。なお、有害物質の溶出試験に対応できる燃焼灰のみ資源化して、資源化不可能な燃焼灰は、産業廃棄物処理業者に委託して処理する。

表 4-4 灰資源化施設の概要

導入機能	仕様	備考
灰掃出し機	160kg/h	一式
灰資源化装置	2,000kg/d	一式
有害物質計測器	N、S、Cs等を測定	一式

¹「シラス」とは、南九州や東北地方に分布する白色のパサパサした火山堆積物の総称であり、「シラスバルーン」はシラスを高温加熱して発泡させた微細な風船状の粒径 20 μm～1.4mm 程度の素材。

4.2.4 設備機器の図面

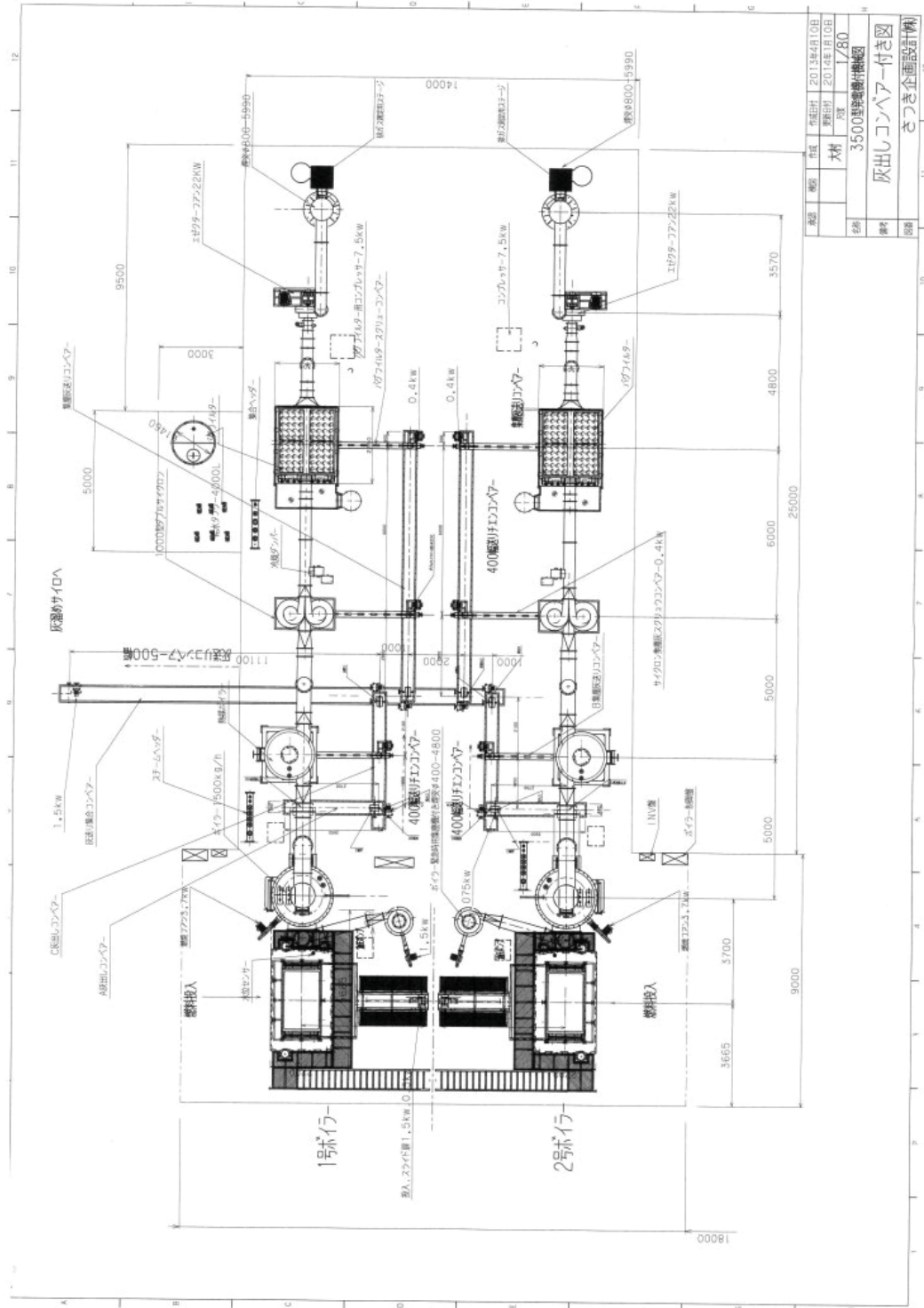
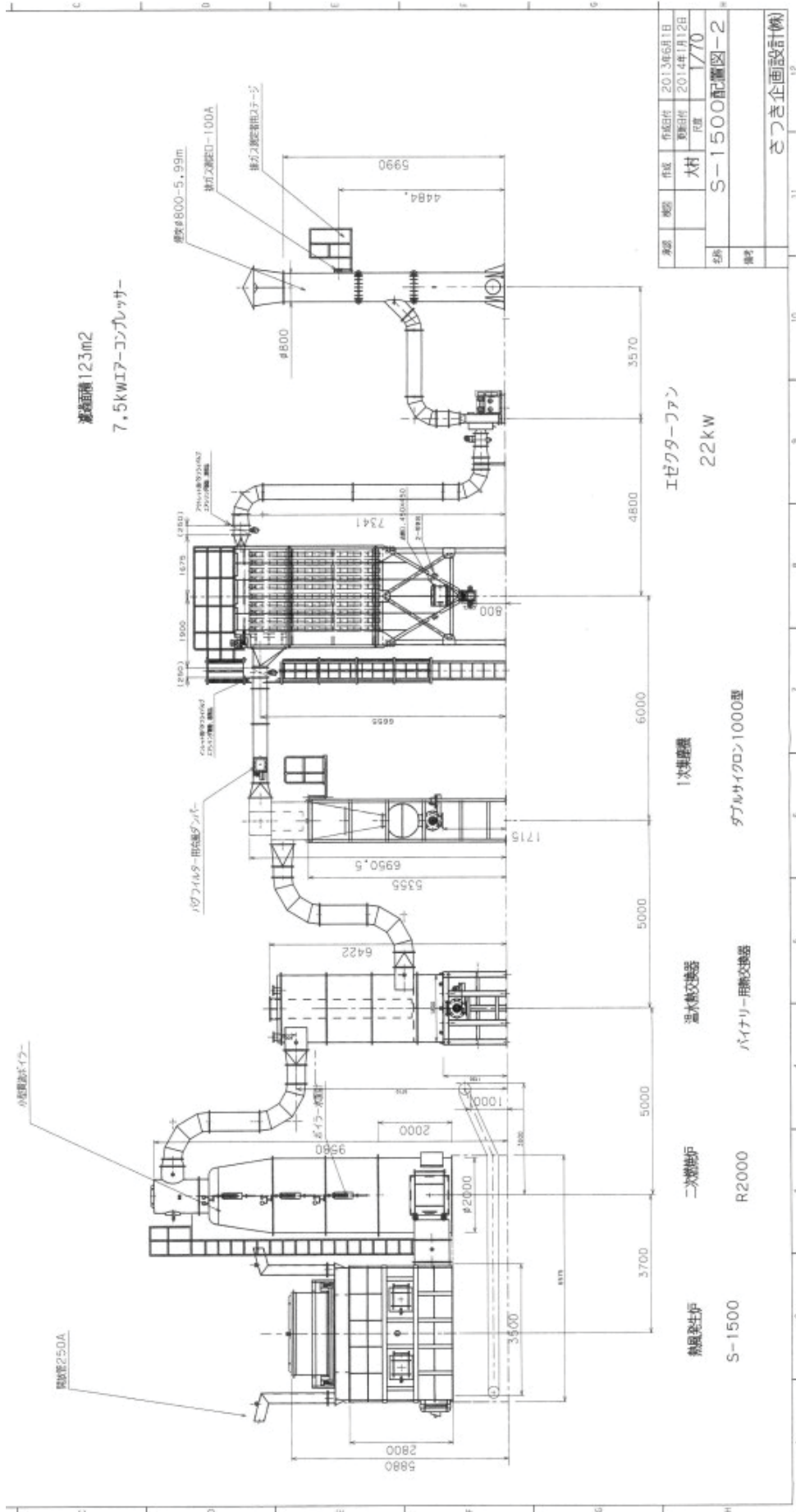
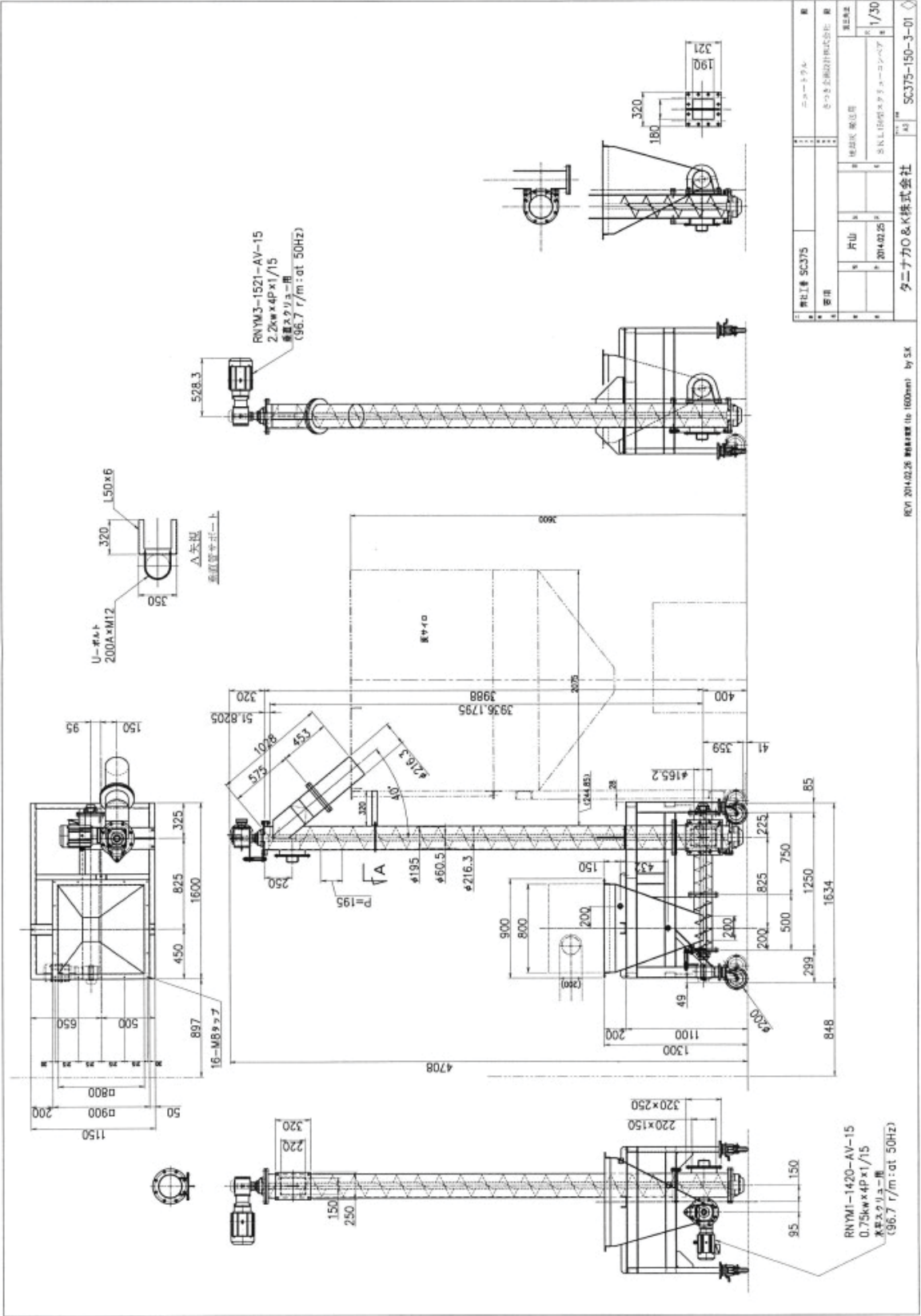


図 4-11 バイオマスボイラ (平面図)



濾過面積 123m²
7.5kWエア-コンプレッサー

図 4-12 バイオマスボイラー (立面図)



4.2.5 実証施設の状況



図 4-15 実証施設写真（平成 27 年 8 月 7 日撮影）



図 4-16 実証施設写真（平成 27 年 11 月 11 日撮影）



図 4-17 実証施設（灰資源化簡易建屋、北側から撮影）（平成 27 年 10 月 26 日撮影）



図 4-18 実証施設（灰資源化設備、北側から撮影）（平成 27 年 6 月 30 日撮影）

5. 熱需要先施設の概要

5.1 熱需要先施設の確保

熱需要先施設については、地域協議会構成員の(株)アグリ釜石が整備するシイタケ栽培施設を昨年度2棟、今年度6棟、併せて8棟を誘致した。また、夏場の熱需要先の確保について、木材乾燥施設を今年度建設した。さらに、陸上養殖施設については、実証施設の周囲に誘致する方向で検討を進めている。



※google マップより

図 5-1 熱需要先施設の配置

5.1.1 菌床しいたけ栽培施設

菌床シイタケ栽培施設は、地域協議会構成員の（株）アグリ釜石により合計8棟が完了した。1棟の床面積は約200m²で、実証施設からエネルギーを供給して冷暖房を行い、菌床しいたけの栽培サイクルに応じて室温を14℃～24℃の範囲に調整することが可能なシステムを導入している。



図 5-2 菌床しいたけ栽培施設写真

表 5-1 菌床しいたけ栽培施設の概要

項目	内容
施設延床面積	約 200 m ² /棟
菌床しいたけ生産能力	約 8,700 菌床/棟
冷暖房の方法	冷房：電力を動力源としたエアコン（東北電力からの系統電力及びバイオマス発電による電力を併用） 暖房：実証施設から温水を供給してエアコン内部に熱交換器を導入して温風を発生、電力による暖房も可能 室温制御：エアコンの温度設定による自動制御

このしいたけハウス2棟に温水供給した結果（温度や温水流量）は、下記のようにデータ化され、本事業の解析に使用している。（下グラフ参照）

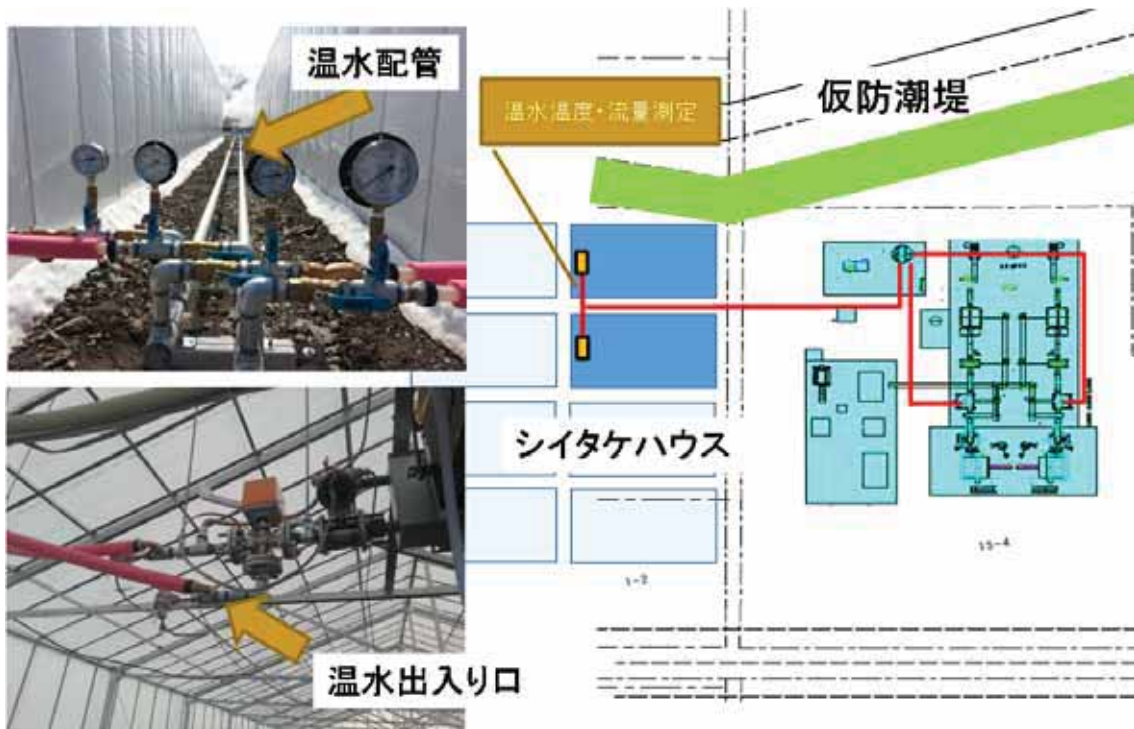


図 5-3 菌床しいたけ栽培施設への温水配管

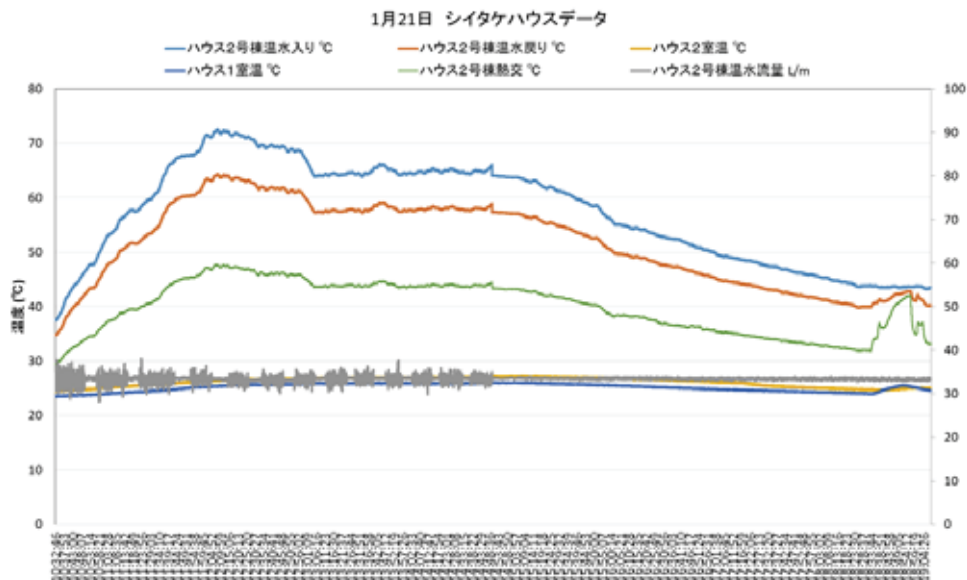


図 5-4 菌床しいたけ栽培の温度、流量データ

5.1.2 木材乾燥施設

木材乾燥施設は現状釜石市に存在せず、周辺企業からも要望が根強かった。本事業では、特に夏場のエネルギー供給先について大きな課題となっていたが、今年度木材乾燥施設を建設（幅2,700mm、長さ10,600mm、高さ4,700mm、内部体積約80m³）した。内部天井に総合計約32mのエロフィンチューブがあり、その配管に温水を供給する。温められた空気はダクトファンで強制的に下部へ運ばれる構造になっており、木材を乾燥する。この木材乾燥施設に供給した結果（温度や温水流量）は、下記のようにデータ化され、本事業の解析に使用している。（下グラフ参照）

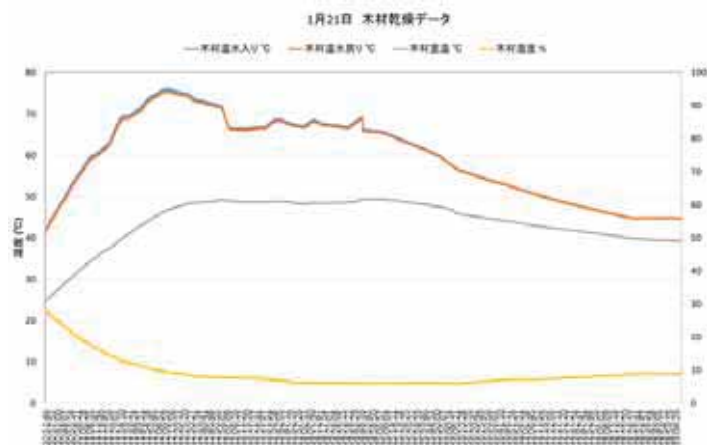
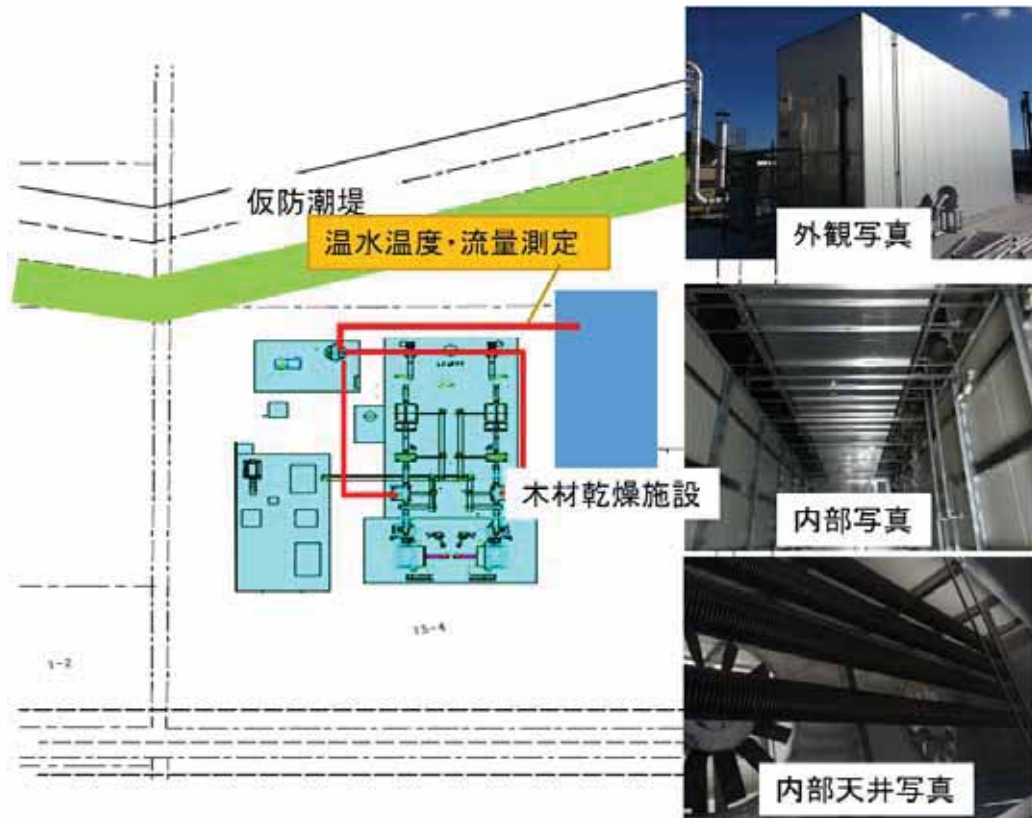


図 5-5 木材乾燥施設の温度、流量データ

5.1.3 陸上養殖施設

平成 27 年度は、実証施設の熱需要先施設として、陸上養殖施設の誘致を進める予定である。現時点では、実証施設から温水を供給し、陸上養殖用水槽の水温を 25℃に保温する実証実験を行うことについて検討中である。陸上養殖施設として、うなぎ養殖用水槽（約 15 トン）、物理・化学的ろ過槽（約 2 トン）及び生物的ろ過槽（約 15 トン）を 1 システムとする陸上養殖施設を 4 システム建設することを想定している。

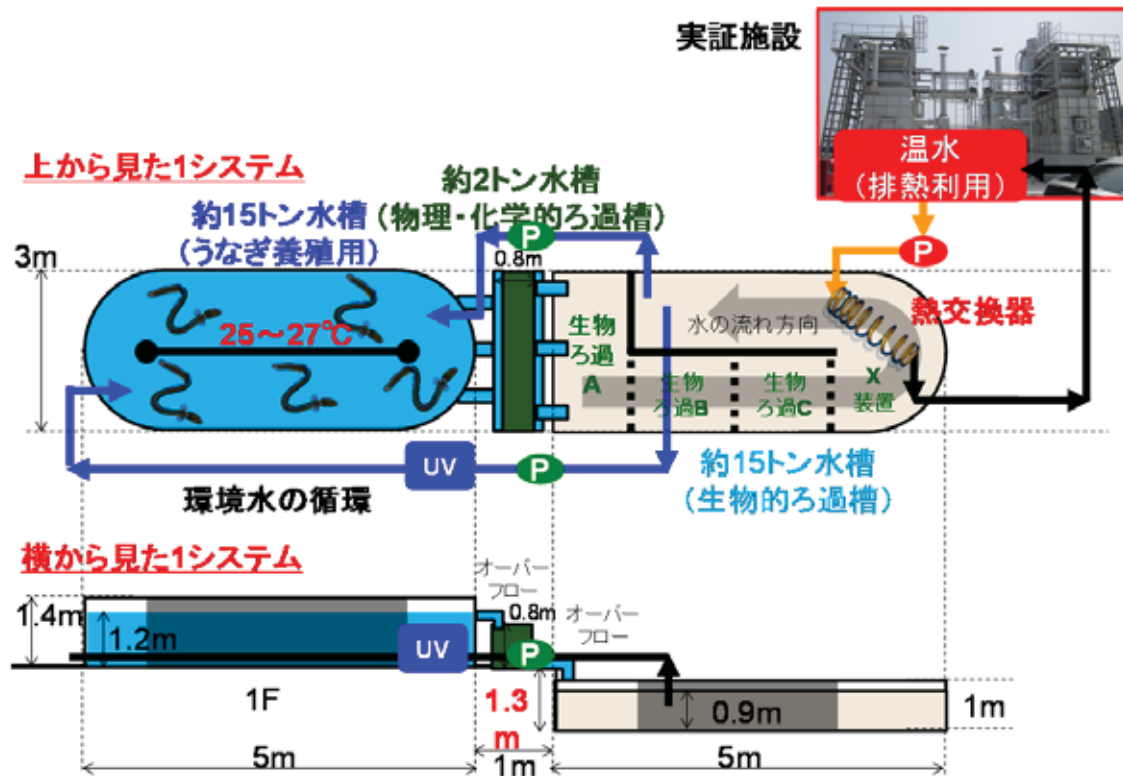


図 5-6 陸上養殖施設イメージ図

陸上養殖施設の予備設計(たたき台)

- 燃焼風用ポンプ:
最高流量は生物密度にもよるため、流量調節の可能なものがない
- 温水循環用ポンプ:
水温管理ができるよう駆動電圧のついたものがない
- UV 1/4度直直:
1時間あたりの水量が未定であるため保留



・物置やラボルームの広さは都合に合わせて縮小可(現状は広めにとってある)

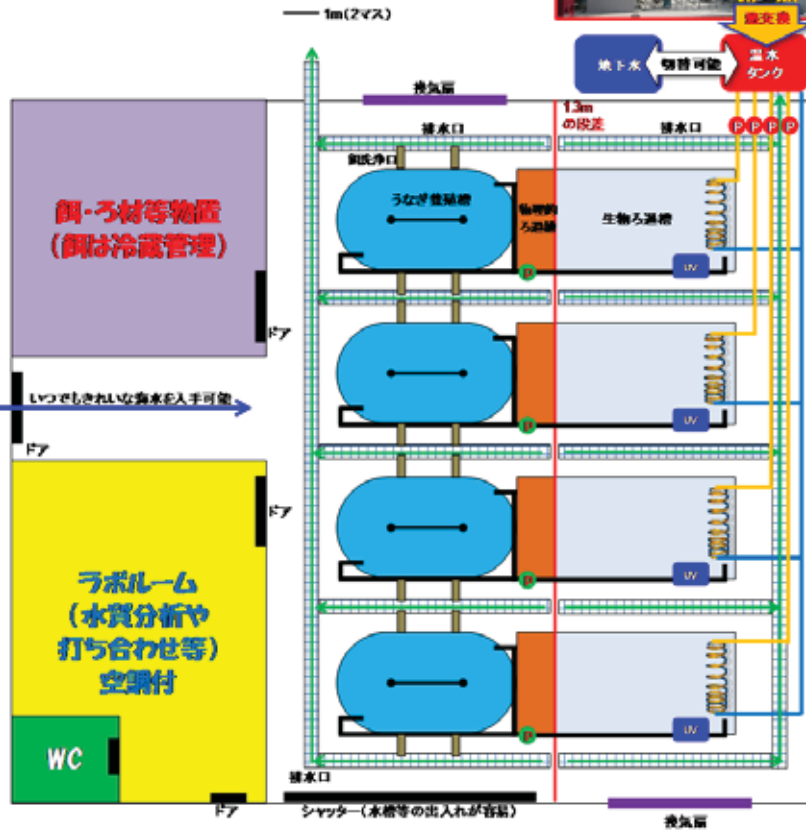


図 5-7 陸上養殖施設の予備設計図

5.2 熱需要量の推計

実証施設で発生させた熱及び電力の供給先である菌床しいたけ栽培施設、陸上養殖施設、木材乾燥施設を対象に、各施設の年間熱需要量と月別熱需要パターンを推定した。

表 5-2 想定している熱需要先施設の概要

	菌床しいたけ栽培施設	陸上養殖施設	木材乾燥施設
内外観写真等	 <p>内観写真</p>	 <p>予備設計図面</p>	 <p>外観写真</p>
取扱い品種	菌床しいたけ	うなぎ等	杉材（芯持ち柱）等
サイクル	約 260 日間 （仕込み～発生～収穫）	約 6 カ月～ （稚魚～成魚）	7 日間 ※月に最大 4 サイクル稼働
設定温度	栽培サイクルに応じて 14～24℃の範囲で調整	水温 25℃	最高 70℃程度 （低温乾燥）
施設規模	1 棟あたり 189 m ² 、 計 8 棟	1 槽あたり水槽約 31 トン、 計 4 槽	1 棟あたり木材約 5 トン
推定熱需要量	1 棟あたり 106GJ/年/棟	1 槽あたり 455GJ/年	1 棟あたり最大 936GJ/年

5.2.1 菌床しいたけ栽培施設

(1) 菌床しいたけの栽培サイクル

菌床しいたけ栽培施設の暖冷房需要の推定にあたって、菌床しいたけの栽培サイクルと設定温度を下図に示す。菌床しいたけは、仕込み・培養期間（3カ月間程度）、発生・サイクル期間（5カ月間程度）、収穫で1サイクルとし、1サイクルあたり約260日を要する。各期間によって設定温度は異なり、最低で14℃程度、最高で24℃程度に保つ必要がある。

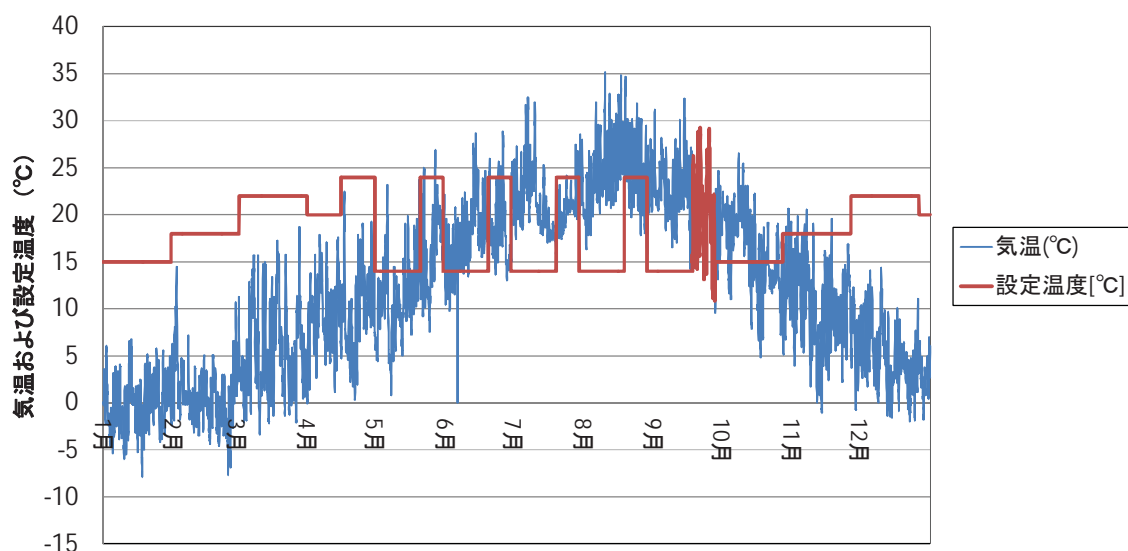


図 5-8 菌床しいたけの栽培サイクル別設定温度と外気温（1月1日栽培開始の場合）

(2) 菌床しいたけ栽培施設の保温性能の推計

1) 菌床しいたけ栽培施設の仕様

本事業の熱需要施設として整備されたシイタケハウスは切妻型鉄骨製ハウスで、寸法は幅9.2m、奥行21.6m、室内は平天上張りで天井高2.5mである。外張り資材に白色の遮光シート（商品名：セキスイ、タフシェード、厚み0.15mm）、内張り断熱に厚み5mmの無架橋高発泡ポリエチレンシートにアルミ蒸着PETフィルムをラミネート加工した資材（商品名、酒井化学工業株式会社、ミナフォーム「エサノン」、熱伝導率0.035 W/m・K）が施工され、床面は厚み約100mmの鉄筋コンクリート仕上げである。

2) 測定方法

完成直後のシイタケハウス2号棟を使用し、室内が空の状態にてエアコン稼働して室温を約30℃に高めた後、日射の影響の無くなる夕刻にエアコンを停止し、その後の室温と外気温の変化を1分間隔で記録した。

3) 保温性能の分析方法

- ① 冷房 OFF 後の室温の 10 分間低下量と内外温度差との関係は図 5-9 のとおり強い相関をもつ直線関係となり、その回帰式は次式となった。

$$Y = -0.386 X + 1.095 \quad (R^2 = 0.974)$$

Y : 10 分間の室温低下量 (K)

X : 内外温度差 (K)

- ② ここで定数項は、床面コンクリートの熱容量による影響と考え、関係曲線の傾きだけを考慮することとし、10 分間室温低下量を絶対値表示すると次式となる。

$$Y = 0.3859 X$$

- ③ 次に、シイタケハウスの気容積、室内空気の比熱等の数値を用いて変換すると、次式が得られる。

$$Q_{10} = 231\,809 X$$

Q₁₀ : 10 分間のハウス内熱容量の低下量 (J/10min)

- ④ シイタケハウスの被覆面積（ここでは、室内寸法基準）当たり、および床面積当たりの暖房負荷係数に換算すると、次の係数が得られる。

$$1.11 \text{ W/m}^2\text{-被覆面積} \cdot \text{K}$$

$$1.99 \text{ W/m}^2\text{-床面積} \cdot \text{K}$$

参考に、シラスバルーンを板状ポリエチレン袋に封入した断熱資材を施工した（株）アグリ釜石のシイタケハウスと比較すると、シラスバルーン 16mm 厚のハウスと比較してエサノン 5mm 厚のハウスの保温性能が約 1.4 倍高いことが明らかとなった。

なお、施設園芸の分野での熱負荷計算では被覆面積当たりの暖房負荷係数を使用するのが一般的であるが、今回対象とするシイタケハウス群は規格がすべて同一であるため、床面積当たりの暖房負荷係数を使用した方が直感的に理解し易いことと、いずれによっても計算結果に差異が生じないことから、本報告における暖冷房負荷の熱量計算においては床面積当たりの熱負荷係数を使用することとした。

また、エネルギー分析モデルの簡単化のため、熱需要推計の計算には、

$$\text{シイタケハウスの暖房負荷係数} = 2.0 \text{ W/m}^2\text{-床面積} \cdot \text{K}$$

を使用し、冷房負荷係数としては暖房負荷係数に経験常数として 1.5 を乗じて、

$$\text{シイタケハウスの冷房負荷係数} = 3.0 \text{ W/m}^2\text{-床面積} \cdot \text{K}$$

を採用した。

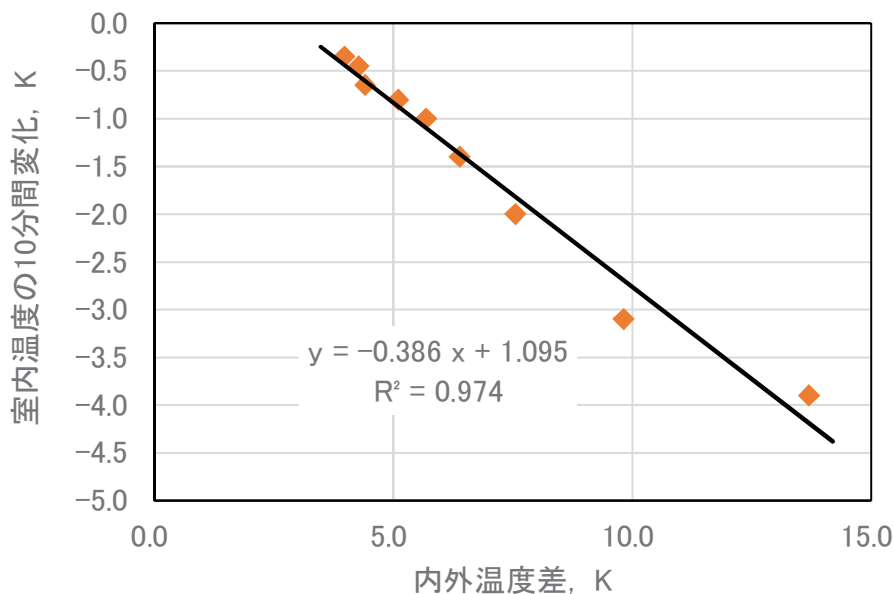


図 5-9 シイタケハウス 2 号棟の内外気温差と室内温度の低下速度の関係

図に示した栽培サイクルに応じた設定温度と外気温（出典：気象庁）の差分量に、上記の熱房負荷係数を乗じて暖（冷）房需要量を推定した結果、菌床しいたけ栽培施設 1 施設あたりの暖房需要量 106GJ/年、冷房需要量 46GJ/年と推定した。

5.2.2 木材乾燥施設

木材乾燥施設の熱需要量推計にあたっては、今回新設した木材乾燥施設の稼働実績データや、既往の木材乾燥施設事例における稼働実績データ等を参考に推計した。既往の木材乾燥施設は灯油炊きの高温乾燥タイプで、杉の芯持ち柱（1 回で約 5 トン）を 7 日間かけて高温乾燥（120℃程度）させた場合の灯油消費量は 1,107ℓ（熱量換算で 48.6GJ 相当）である。今回は、新設した木材乾燥施設の目標設定温度、すなわち低温乾燥（70℃程度）のため、上記タイプの灯油消費量の半分程度、灯油炊きボイラーの効率を 0.8 と想定し、1 カ月に 4 サイクル稼働した場合の熱需要量を 936GJ/年と推定した。

5.2.3 陸上養殖施設

陸上養殖施設の熱需要量推計にあたって、①水交換による熱損失、②タンク側面や水面からの熱損失を考慮し、それぞれ推計した。

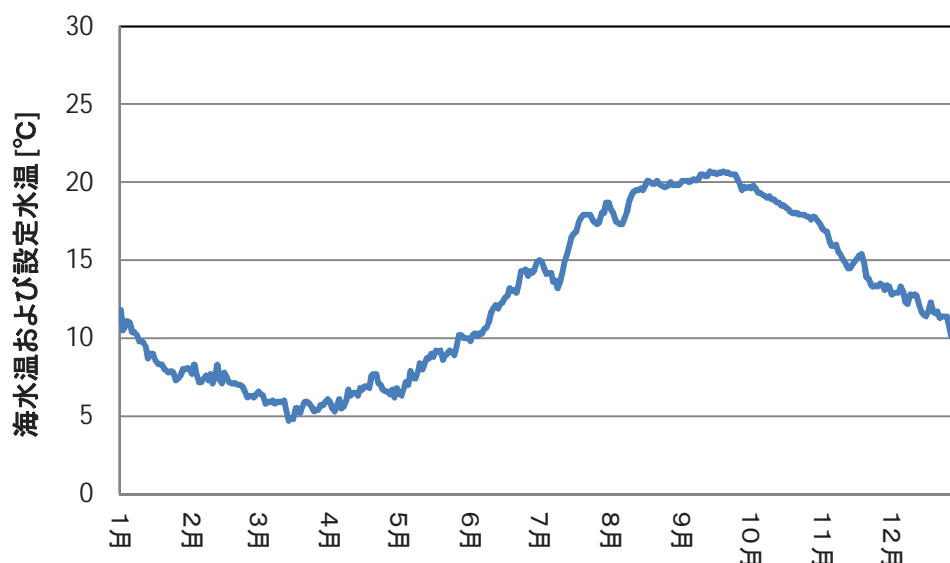


図 5-10 釜石湾の海水温の年間推移（岸壁から水深3 m）

出典：岩手県水産技術センター

- ①水交換による熱損失については、貯水量：計 126 トン（4 槽）、取水率 0.05 回/日（20 日間でタンク内の水が 1 回入れ替わる速度）、熱交換器の温度効率 0.7、設定水温 25°C という条件のもと計算し、36.1GJ/年と推定した。
 - ②タンク側面や水面からの熱損失については、タンク側面の熱伝達率 12W/m²/K、水面の熱伝達率 35 W/m²/K、蒸散なし（水面にシート等を設置）という条件のもと計算し、1,784GJ/年と推定した。
- ①と②を合算し、計 4 槽の年間熱需要量を 1,820GJ/年と推定した。

5.2.4 熱需要量の推定

菌床しいたけ栽培施設、陸上養殖施設、木材乾燥施設の全てについて年間を通じて稼働した場合の月別熱需要量を下図に示す（木材乾燥施設は年間を通じてフル稼働すると想定）。熱需要のピーク時は1月となり、約630GJ/月である。一方、夏場（5～10月頃）にかけて熱需要量が低下し、特に8月は90GJ/月まで低下する。また、年間を通じた総熱需要量は4,212GJ/年であるが、仮にプラントを定格出力で稼働させた場合（24時間、年間300日）における年間熱供給能力は約32,348GJであるため、現状の総熱需要量では熱供給過剰状態となることが予想される。

現在、復興住宅等の建設に伴う被災地の木材需要の増加や、木材乾燥・加工場が被災後に廃業したことにより、被災地では広域的に木材乾燥施設が不足している。こうした被災地の事情を踏まえ、木材乾燥施設を地元事業者と連携して増設するなど、新たな熱需要の創出、および年間を通じた平準化を進めている。

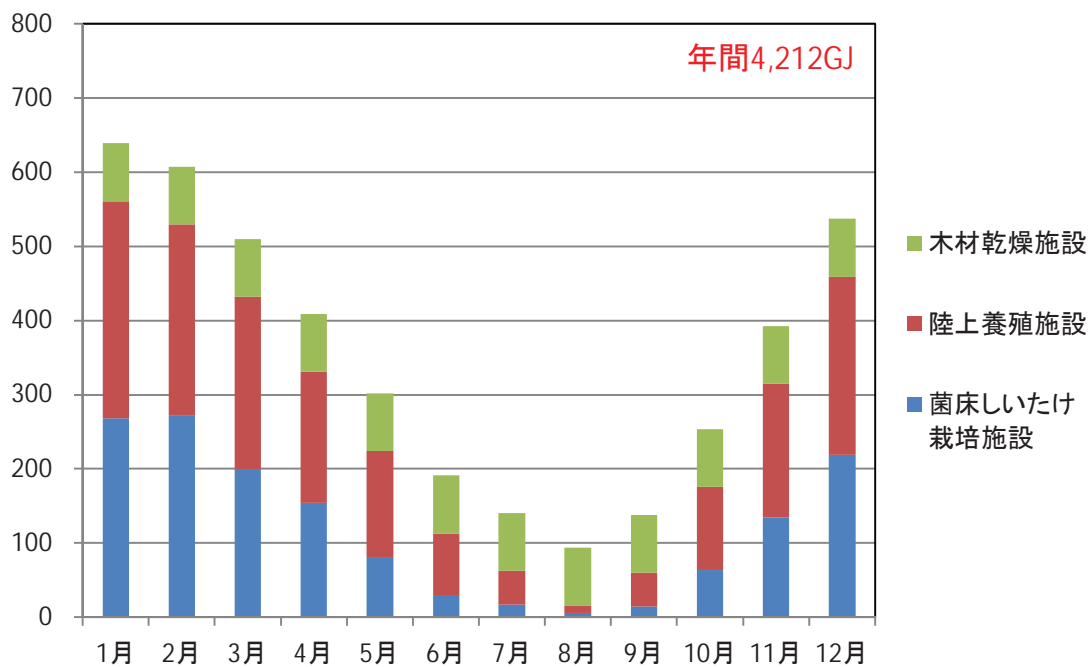


図 5-11 各施設の熱需要推定値の合計

6. CO₂削減効果

6.1 本格稼働の実施

本実証事業では、バイオマスボイラー及びバイオマス発電機により発生する熱及び電力を、地域協議会構成員である(株)アグリ釜石が整備する「菌床しいたけ栽培施設」や「木材乾燥施設」などの熱需要先に供給することを通して、CO₂削減効果、事業収支、及びその他の実証に取り組むものである。

被災地における建設工事の人員不足等の事情により、特に熱需要先施設の建設が当初予定よりも遅延したが、平成27年10月に菌床しいたけ栽培施設(2棟)、平成27年11月に木材乾燥施設(1棟)を竣工した後、バイオマスボイラーを本格稼働し、各施設への熱供給試験を繰り返し実施した。

熱供給試験等の実施内容を以下に示す。ボイラー煙道工事による改善効果を検証するための「本格稼働①」、木材乾燥施設への熱供給を行った「本格稼働②」、木材乾燥施設および菌床しいたけ栽培施設への熱供給を行った「本格稼働③」「同④」「同⑤」を実施し、それぞれのシステム効率等を分析した。また、上記以外にも、ボイラーの性能検証やチューニングを実施するための試運転を適宜行った。

表 6-1 実証事業の実施過程

実施日	実施内容
平成27年6月15日～25日	・バイオマスボイラー煙道工事
平成27年6月30日	・ <u>本格稼働①：バイオマスボイラー熱供給実験(1号機)</u>
平成27年7月9日～17日	・燃焼ファン空気口工事
平成27年7月18日	・試行：バイオマスボイラー試運転
平成27年8月5日	・試行：バイオマスボイラー試運転(1号機)
平成27年8月27日	・試行：バイオマスボイラー試運転(2号機)
平成27年10月28日	・試行：バイオマスボイラー(1号機)、及び木材乾燥機試運転
平成27年10月29日～31日	・エコレンガ製造(成型作業、焼成炉試運転)
平成27年11月11日	・ <u>本格稼働②：バイオマスボイラー熱供給実験(1号機)(木材乾燥施設へ温水供給)</u>
平成27年11月25日	・試行：バイオマスボイラー試運転(2基)
平成27年11月30～12月4日	・エコレンガ製造(焼成作業)
平成27年12月17日	・ <u>本格稼働③：バイオマスボイラー熱供給実験(2基)(木材乾燥施設及び菌床しいたけ栽培施設への熱供給)</u>
平成28年1月21日	・ <u>本格稼働④：同上</u>
平成28年1月22日	・ <u>本格稼働⑤：同上</u>
平成28年1月29日	・エコレンガ製造(成型作業)

6.2 使用燃料の特性

本実証事業では、最終的に高含水率のバークを定常的に利用可能な条件を検証することで、未利用バークをエネルギーとして活用できるシステムを構築することを目的としており、使用燃料としてバークを用いることとした。なお、バークは測定箇所により含水率が大きく異なり性状が安定しない。このため、補助燃料としての活用や、プラント本来の能力を確認するため、燃焼実験の実施にあたっては丸太及び製材廃材を使用した。

平成 26 年度の課題としてバークの含水率の管理が挙げられたが、乾燥施設での冷風乾燥により含水率を平均 35%程度まで乾燥させた。バークを燃料投入にあたっては、ボイラーの温度を考慮しながら、全体燃料重量比で約 11%投入した。ただし、ボイラー温度が上昇（約 800℃）してからの燃料投入量で計算すると 23%程度を燃料として使用したことになる。

更に、バークの使用に関して、燃料投入方法や補助燃焼ファンの活用により、本年度 1 月の試運転の結果、乾燥施設で予備乾燥しないバークを用いた場合でも、全体燃料費で約 20%投入した。ボイラー温度が上昇（約 800℃）してからの燃料投入量で計算すると 32%程度を燃料として使用できたことになる。

表 6-2 使用燃料の特性

使用燃料	概要
	含水率（湿重量基準）：表面部：9%～24%、奥部：24%～60% バケット 1 回あたり投入量：52kg～56kg ・測定箇所により含水率は大きく異なるため、燃料として使用する際には、都度、表面部と奥部の含水率を測定し、平均値を用いることとした。なお、バケット 1 回あたり投入量（重量）については、含水率と重量の相関式を用いて、計測した含水率から推定することとした。
	含水率（湿重量基準）：21% バケット 1 回あたり投入量：153kg ・合計 9 回に分けて測定した。バークと比較して各回の含水率やバケット 1 回あたり投入量（重量）は比較的安定していることから、9 回測定した平均値を用いることとした。
	含水率（湿重量基準）：17% バケット 1 回あたり投入量：67kg ・合計 9 回に分けて測定した。バークと比較して各回の含水率やバケット 1 回あたり投入量（重量）は比較的安定していることから、9 回測定した平均値を用いることとした。

6.3 燃焼炉等の改良工事

昨年度までプラントのエネルギー変換効率が20%程度と、極めて低い効率であることが課題であった。それを解決するため、設備的に2つの改良を行った。

6.3.1 煙道改良工事

今回の委託事業では、燃焼灰の灰掃出し装置をシステム下部に設置が必要だったため、本来の煙道の位置が中央側に位置したことにより、燃焼空気がボイラー内部で旋回せず、エネルギー効率が低下していると考えた。そこで、燃焼炉から貫流ボイラーに繋がる煙道（800mm×800mm）に、幅200mm程度の傾きを付け、燃焼空気を旋回させるようにした。

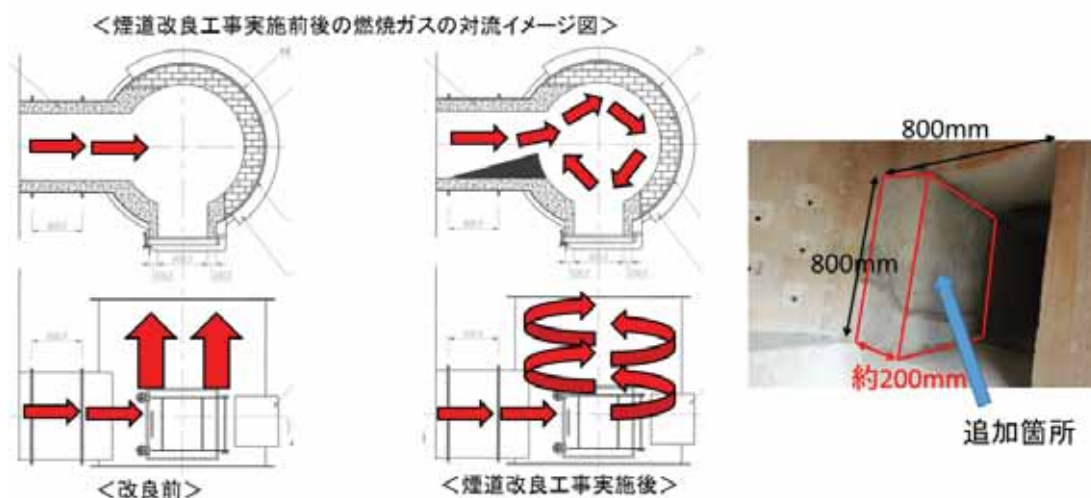


図 6-1 煙道改良工事（イメージ）

6.3.2 ボイラー内部の燃焼ファン空気口の改良

ボイラー内部の燃焼ファン空気口にエルボを斜め上向きに溶接し、ボイラー内部に空気の流れを強制的に作り出すことで、熱交換効率を高める改良工事を実施した。

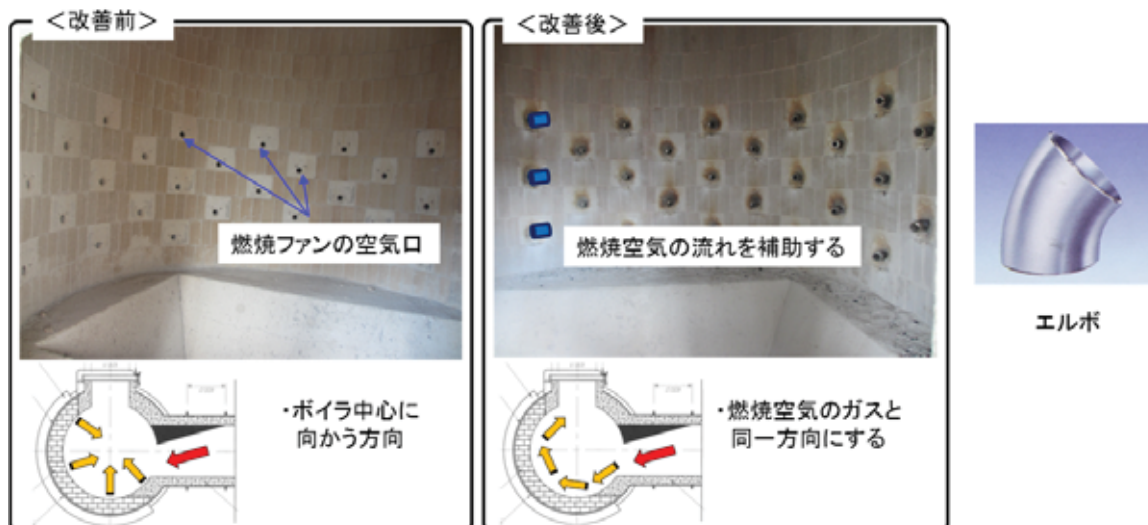


図 6-2 燃焼ファン空気口の改良工事（イメージ）

上記に加え、作業者習熟等による燃料投入方法の改善や、専門家に来て頂いて補助燃焼ファンの活用法を学んだ。これらを改善したことにより、蒸気エネルギー変換効率で45%前後、温湯エネルギーで15%程度、蒸気発電後のドレン化したエネルギーを加えると温湯エネルギーは35%程度まで向上した（詳細は後述）。

6.4 熱供給試験結果の分析およびバイオマス熱供給システムの所定性能の確定

6.4.1 ボイラー入口温度及び出口温度の推移

平成26年度は、熱需要先である菌床しいたけ栽培施設等の建設の遅延のため、消費しきれなかった温湯が貯湯タンク内で沸騰する危険性があったため、出力を抑えての試験稼働となり、温湯、蒸気製造とも十分な能力を発揮できなかった状態であった。

平成27年度は、菌床しいたけ栽培施設を8棟、木材乾燥施設を1棟竣工することにより熱需要を一定量確保し、更に、煙道や燃焼ファン空気口の改良を施したことにより、バイオマスボイラーの性能を向上させた本格稼働状態での実証試験を行った。

煙道や燃焼ファン空気口の改良工事を実施した後の「本格稼働②」では、蒸気発生量について倍増したが、熱水が蒸気に混入したことによる測定不良と考えられる。一方で、貫流ボイラー入口温度についても300℃程度高温になっており、炉の改善効果も認められた。発電に関しては蒸気発生量も測定値のおよりの倍増では無いが、増加していると考えられ、25kW発電設定で、100分程度持続することができ、改良前の10倍程度の持続時間を確保することができた。発電電力は蒸気エネルギーの2%程度であった。

「本格稼働③」では、熱水の蒸気への混入防止のため、貫流ボイラー水位の調整を行った。これにより、蒸気量は適切な値となった。蒸気発電では連続5時間発電（平均33kW）、平均変換効率は約3%、最大発電電力は60kWであった。ハウスへの熱供給については、1棟あたり23kW（温水温度差に基づく）程度であった（温風熱量17kW）。木材乾燥施設への熱供給量は32kW程度（温湯流量5.6 L/s（=333L/min））であった。「本格稼働③」ではハウス2棟の暖房と木材乾燥施設への温湯供給を行ったため、発生した温湯311kWのうち、25%にあたる79kWを利用した。

図6-3は、平成27年12月17日に「本格稼働③」の貫流ボイラー出入口及び供給される温水の温度変化を示したものである（使用燃料：バーク、丸太、製材廃材）。

2基稼働させることにより、発電機の連続運転も早期に可能になっており、約5時間連続運転を行える状況になった。2基でボイラー入口温度900℃以上、出口温度500～600℃近辺を維持することで、60KW程度の発電が可能である。前半は予熱を確保するために丸太、製材廃材を中心に燃料投入したが、後半（11:30～15:00頃）はバーク投入し、それでもボイラー温度を維持または上昇させることが可能であった。

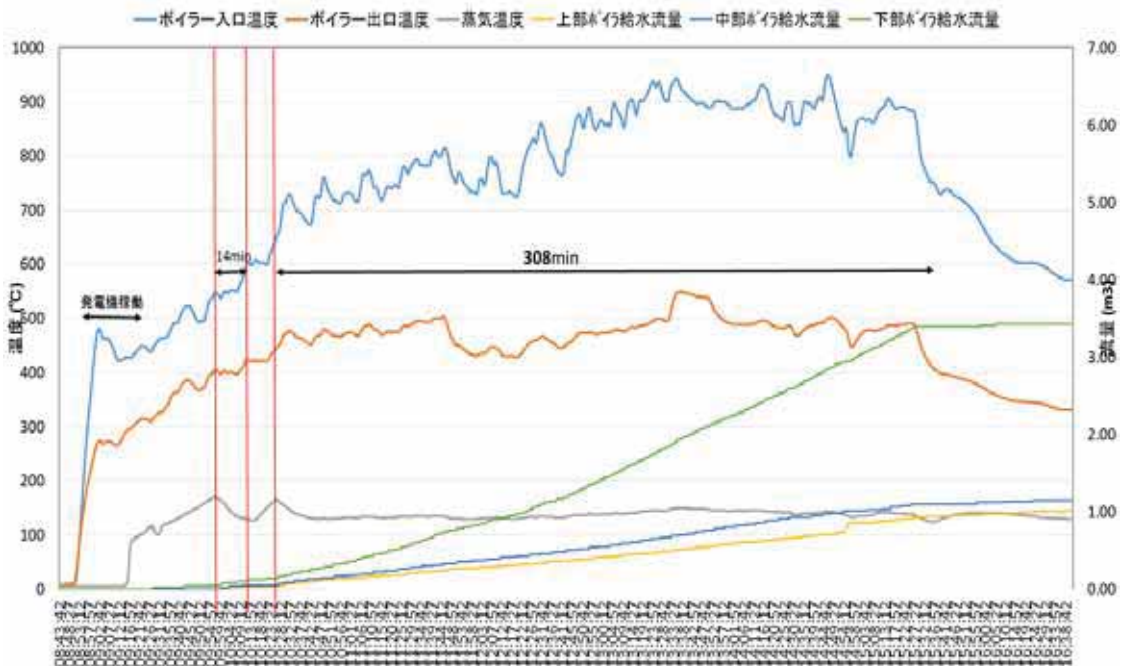


図 6-3 ボイラー出入口及び温水の温度変化（本格稼働③：ボイラー2 基稼働・バーク利用）

本格稼働④は、予備運転でもあり燃料投入量も少なかったため、蒸気発電は10～20分程度を繰り返す形で、平均9kW（最大41kW）であり、平均で蒸気エネルギーの約1%であった。ハウスへの熱供給16kW、木材乾燥施設への熱供給11kW（温湯流量5.6L/s（=333 L/min））であった。ハウス2棟の暖房と木材乾燥施設への温湯供給を行い、温湯エネルギー240kWのうち、18%にあたる43kWを利用したと算定される。

本格稼働⑤では、蒸気発電では連続7.6時間発電（平均24kW）、平均変換効率は約2%、最大発電電力は36kWであった。ハウスへの熱供給10kW、木材乾燥施設への熱供給8kW（温湯流量5.6L/s（=333 L/min））であった。ハウス2棟の暖房と木材乾燥施設への温湯供給を行い、温湯エネルギー293kWのうち、10%にあたる28kWを利用したと算定される。前日からの運転および好天の影響で、ハウス、木材乾燥施設とも温度上昇により熱需要量が減少したため、効率が低い値となったと推察される。

6.4.2 エネルギー変換効率の分析

図 6-3 に示す通り、燃焼実験から試算される投入燃料熱量に対するエネルギー変換効率は、約 60%（燃料投入量の 41~49%程度が蒸気、12~15%程度が温湯）として出力された（蒸気発電後のドレン化したエネルギーを加えると温湯エネルギーは 35%程度と推測）。蒸気発生量、温湯出力は昨年度の稼働実績値と比較して上回っており、ボイラー煙道工事や燃焼ファン空気口工事の実施、燃料投入方法を含むオペレーションの習熟によるものと推察される。

表 6-3 燃焼実験結果から試算される変換効率

	燃料投入量 (t/h)	蒸気発生量 (t/h)	温湯出力 (kW)	推定温湯 出力*1 (kW)	稼働 状況
設計値	2.0t/h (7,800kW)	3.0t/h (3,900kW) (変換効率:50%)	1,950kW (変換効率: 25%)	3,900kW (利用効率: 50%)	2 基
本格稼働	0.9t/h (3,500kW)	0.7t/h (460kW) (変換効率:13%)	375kW (変換効率: 11%)	600kW (利用効率: 17%)	1 基
本格稼働 ^{*2}	0.4t/h (1,800kW)	1.9t/h (1,190kW) (変換効率:66%)	272kW (変換効率: 15%)	870kW (利用効率: 48%)	1 基
本格稼働	0.5t/h (2,500kW)	1.7t/h (1,020kW) (変換効率:41%)	311kW (変換効率: 12%)	820kW (利用効率: 33%)	2 基
本格稼働	0.3t/h (1,650kW)	1.1t/h (720kW) (変換効率:44%)	240kW (変換効率: 15%)	600kW (利用効率: 36%)	1 基
本格稼働	0.5t/h (2,560kW)	2.1t/h (1,250kW) (変換効率:49%)	293kW (変換効率: 12%)	920kW (利用効率: 36%)	2 基

*1 ボイラーからの温湯出力に加え、蒸気発電した後のドレンを貯湯タンクに戻した分を加算している。

*2 熱水が蒸気に混入して発電機側に送られたことによりボイラーへの給水量が増加し、蒸気量を過大評価したと考えられる。

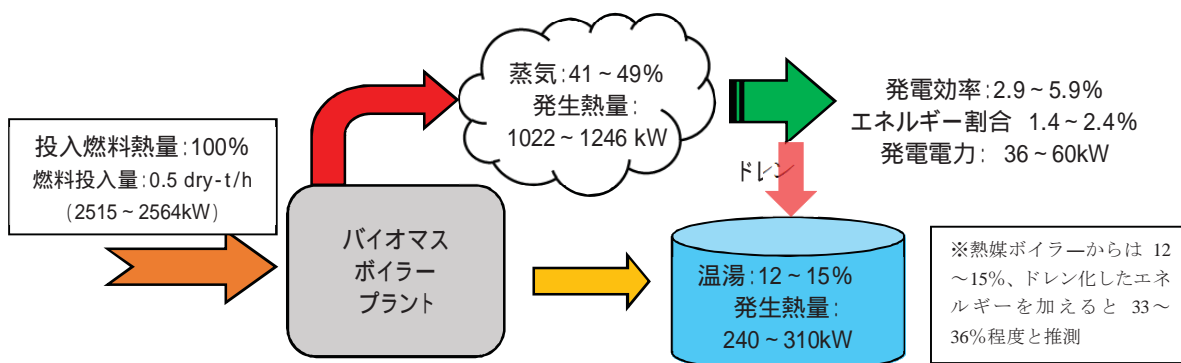


図 6-4 燃焼実験結果から算出されるエネルギー出力

6.4.3 エネルギー収支の試算

実証施設の性能をベースに、菌床しいたけ栽培施設への供給熱量を分析することを目的として、実証プラントにおいて廃熱回収で得られた温水を利用して行う菌床しいたけ栽培施設のシステムフローを作成した(図 6-5)。

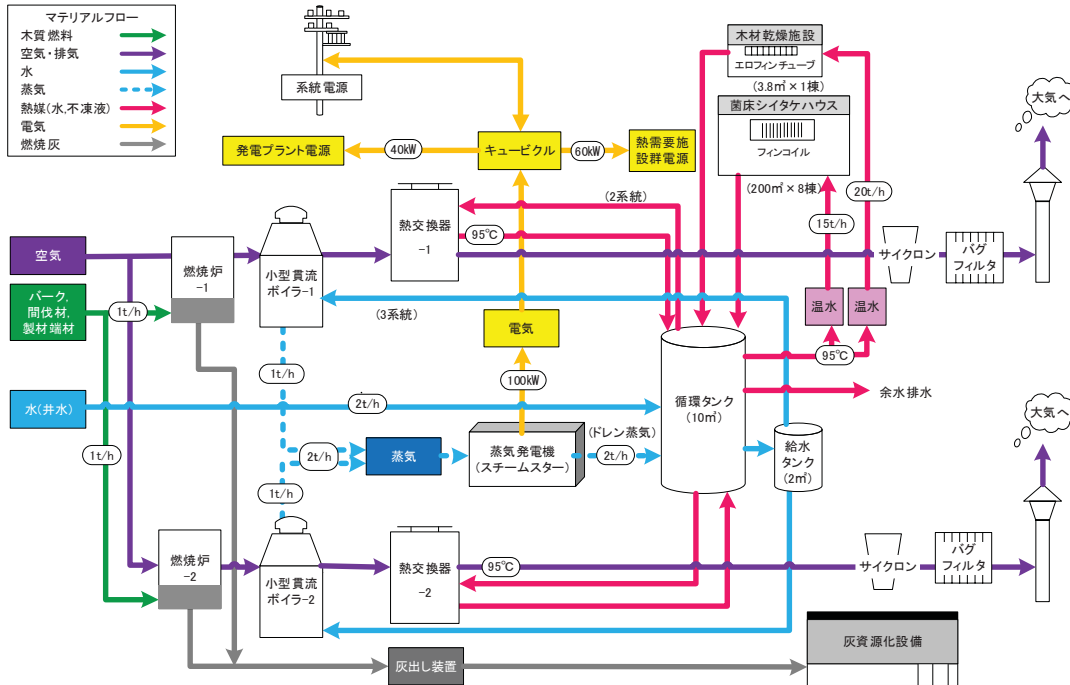


図 6-5 実証施設全体のマテリアル・エネルギーフローモデル

また、菌床しいたけ栽培施設に供給されるエネルギーを、バイオマスボイラーの燃料投入量を基準に推計するため、マテリアル・エネルギーフロー分析シートを試作した(図 6-6)。

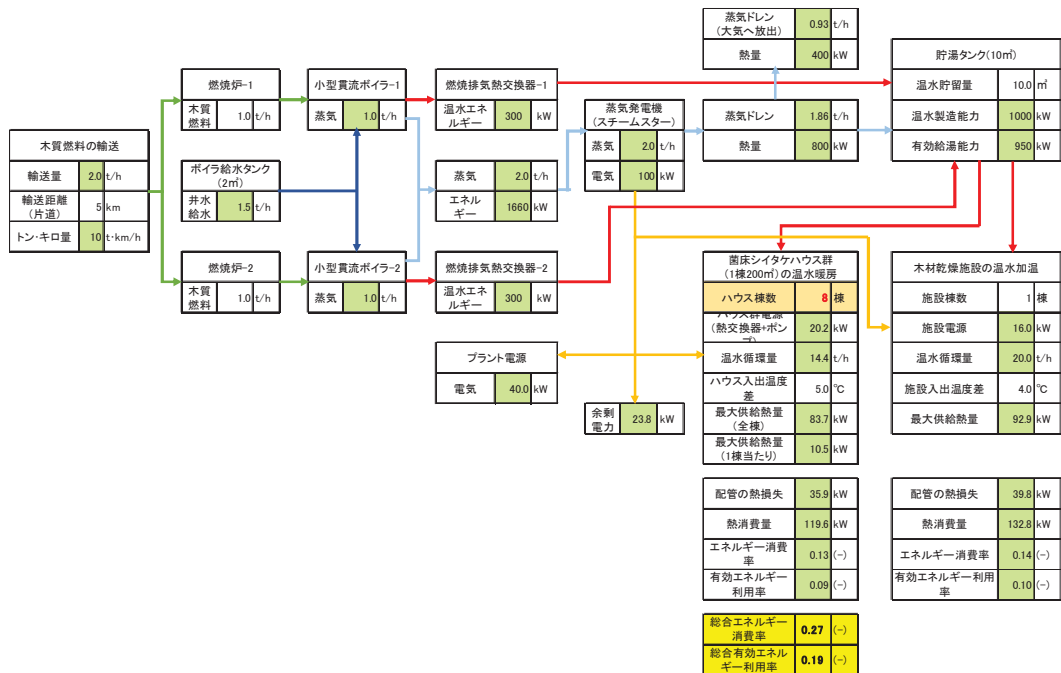


図 6-6 マテリアル・エネルギーフロー分析シート

6.5 CO₂削減効果の評価

6.5.1 前提条件

実証システムのCO₂削減効果の分析は、次の基本方針に沿って行った。

木質バイオマスエネルギー熱電供給システムと、その比較対象として化石燃料等を用いた熱電供給システムの年間CO₂排出量を比較し、CO₂排出量の差分をCO₂削減効果とした。

木質バイオマスエネルギーを用いた熱電供給システムは、バイオマスボイラー、菌床しいたけ栽培施設向けの冷房エアコンから構成される。また、化石燃料を用いた熱電供給システムは、自家消費電力用の軽油発電機、菌床しいたけ栽培施設向けの灯油温風機及び冷房エアコン、木材乾燥施設向けの灯油ボイラーで構成されるものとした。

また、実証プラントは蒸気発電プラントであるため、木質ボイラー＋蒸気発電で発生するCO₂は全て発電した電力に背負わせることとした。そのうえで、発電システムの廃熱エネルギーである温水熱を有効利用することにより、熱利用サブシステムを加えたシステム全体でCO₂削減効果が図れるかを分析した。

各システムの性能値や試算の前提条件等を次頁に示す。

表 6-4 バイオマスエネルギーシステム及び化石燃料エネルギーシステムの前提条件

【木質燃料】			
ボイラー1基1時間当たり木質燃料	1.0	t/h	
木質燃料の1日当たり消費量(試運転時)	20	t/d	
木質燃料の1日当たり消費量(採算試算時)	48	t/d	
木質燃料の輸送に使用するトラックのトン数	10	トン車	
木質燃料の輸送距離(片道)	5.0	km	
木質燃料(パーク)の購入単価	1000	円/t	
木質燃料(間伐材丸太)の購入単価	2300	円/t	
木質燃料(製材端材)の購入単価	2300	円/t	
【木質バイオマス発電プラント】			
プラント(ボイラー2基+蒸気発電機)の総重量	453	百万円	
プラントの耐用年数	15	年	
1日当たりボイラー稼働時間	10	h	
温湯製造能力(ドレン蒸気を廃棄しない場合)	1000	kW	計算値(発電量の10倍に設定)
スチームスター発電量(現状性能)	100	kW	
スチームスター発電量(定格性能)	160	kW	
1日当たり発電時間(試運転時)	8	h	
1日当たり発電時間(採算試算時)	24	h	
木質バイオマス発電プラント(ボイラー2基)の消費電力	40	kW	
(比較対象の発電設備)			
ディーゼル発電機の発電効率	0.35		
ディーゼル発電機の1kWh当たり燃料消費量	0.27	L/kWh	
ディーゼル発電機(125kVA)の燃料消費	24.4	L/h	@負荷100kW
ディーゼル発電機(195kVA)の燃料消費	41.5	L/h	@負荷156kW
ディーゼル発電機(100kVA)の価格	6.7	百万円	
ディーゼル発電機(160kVA)の価格	9.3	百万円	
ディーゼル発電機の耐用年数	15	年	
軽油の配達距離(片道)	5.0	km	
【菌床シイタケハウス】			
シイタケハウス床面積	194.4	m ²	間口9m×奥行21.6m
温湯暖房を行うシイタケハウスの棟数(現状)	8	棟	
温湯暖房を行うシイタケハウスの棟数(事業計画規模)	100	棟	
ハウス1棟当たりエアコン定格消費電力	6.4	kW	4馬力×2.8/COP仕様値3.5×2台
ハウス1棟当たり定格消費電力	7.0	kW	エアコン+有圧換気扇0.4kW+照明分
10t貯湯タンク~ハウス系統循環ポンプ定格(8棟、自家)	7.4	kW	4棟給湯用に3.7kWポンプ1台の設計
10t貯湯タンク~ハウス系統循環ポンプ定格(92棟、商)	85.1	kW	
- 日中ポンプ稼働時間	8	h	
- 夜間ポンプ稼働時間	16	h	
エアコンCOP(室内外ユニットの消費電力基準の実効)	2.0		
エアコン室内機送風ファンの消費電力(2台分)	1.6	kW	
シイタケハウスの床面積当たり熱損失係数(暖房時)	2.0	W/m ² -床・K	
シイタケハウスの床面積当たり熱損失係数(冷房時)	3.0	W/m ² -床・K	計算値(暖房時の1.5倍に設定)
日中にシイタケハウスに供給可能な自家電力	60.0		計算値
温湯のみ暖房のときのハウス群消費電力	20.2		計算値
ハウス群全体のエアコン消費電力	44.8		計算値
温湯暖房時の1棟当たり最大熱出力	24.0	kW	
エアコン暖房時の1棟当たり最大熱出力	12.8	kW	COPによる計算
EA釜石01-05平均値の年最低気温	-3.0	°C	
EA釜石01-05平均値の年最高気温	29.2	°C	
ハウス設定温度の最大値	24	°C	
ハウス設定温度の最低値	14	°C	
設計最大暖房負荷	10.5	kW	計算値
設計最大冷房負荷	8.9	kW	計算値
熱交換器吹出口面積	0.265	m ²	実測値
熱交換器吹出口風速	3.0	m/s	実測値
熱交換器吹出口風量	0.795	m ³ /s	実測値
(比較対象の暖房設備)			
灯油焚き温風暖房機の価格	0.27	百万円/台	
灯油焚き温風暖房機の耐用年数	7	年	
灯油焚き温風暖房機の熱出力	14.0	kW	
灯油焚き温風暖房機熱効率	0.85		
灯油焚き温風暖房機の消費電力	0.17	kW	
灯油焚き温風暖房機の平均稼働率	0.60		
灯油の配達距離(片道)	5.0	km	
【木材乾燥施設】			
(実証プラントの木材乾燥施設)			
温湯循環流量	333	L/min	
温湯式に必要な温水出入温度差	4	K	設計者の指定数値
温湯式の場合の投入エネルギー	93.0	kW	
6ヶ月(25回処理)の所要加温エネルギー	334.8	MWh	
	1205.3	GJ/6カ月	
10t貯湯タンク~木材乾燥施設系統循環ポンプ定格	5.5	kW	
木材乾燥施設1棟当たり消費電力	16.0	kW	ポンプ定格5.5+ファン定格1.5×7台
木質発電電力のうち、木材乾燥施設での消費可能電	15.2	kW	
(比較対象の蒸気式木材乾燥施設)			
蒸気式木材乾燥施設の定格所要加温エネルギー	54.2	kW	計算値
6ヶ月(25回処理)の所要加温エネルギー	195.0	MWh	計算値
	701.9	GJ/6カ月	計算値
灯油焚きボイラー熱効率	0.85		
電気容量	7.6	kW	

6.5.2 化石燃料ボイラーシステムのCO₂排出量の評価

バイオマスボイラーシステムの比較対象として、化石燃料等を用いた場合のシステムの年間CO₂排出量として、燃料（軽油、灯油）の輸送、発電機の設備製造、冷房エアコン・温風機等の稼働が主に挙げられ、それぞれを下記に示す。

■ 燃料（軽油、灯油）の輸送

軽油、灯油の年間消費重量に、10トン貨物車が片道5km（近隣給油所から施設現地までの距離）を輸送（配達）した場合のCO₂排出原単位（t-CO₂/t/km）を乗じることにより、2.4t-CO₂/年と推定した。

■ 発電機の製造

ボイラーの製造に伴うCO₂排出量2.5t-CO₂/百万円（出典：3EID2005年表）に、ディーゼル発電機の設備製造費用670万円（100kVAタイプのカタログ値）を乗じ、耐用年数（15年）で割ることにより1.2t-CO₂/年と推定した。

■ 発電機の稼働

ディーゼル発電機がバイオマス発電と同量の発電を行うと想定し、ディーゼル発電機に必要な軽油消費量に軽油のCO₂排出原単位（2.62kg-CO₂/ℓ）を乗じ、609t-CO₂/年と推定した。

■ 冷房エアコンの稼働

夏季～中間期（5～11月）の菌床しいたけ栽培施設の冷房需要を賄うエアコンの稼働に伴うCO₂排出量として、エアコンの総電力消費量（9,945kWh/年）に電力排出係数（東北電力：0.571kg-CO₂/kWh）を乗じ、57t-CO₂/年と推定した。

■ 温風機・ボイラーの稼働

菌床しいたけ栽培施設、および木材乾燥施設の熱需要を賄う灯油炊き温風機及び灯油炊きボイラーの稼働に伴うCO₂排出量として、両設備の総灯油消費量に灯油のCO₂排出原単位を乗じ、それぞれ51t-CO₂/年、143t-CO₂/年と推定した。

■ 合計

上記を合算し、化石燃料等を用いた場合のシステムの年間CO₂排出量として、773.5t-CO₂/年と推定した。

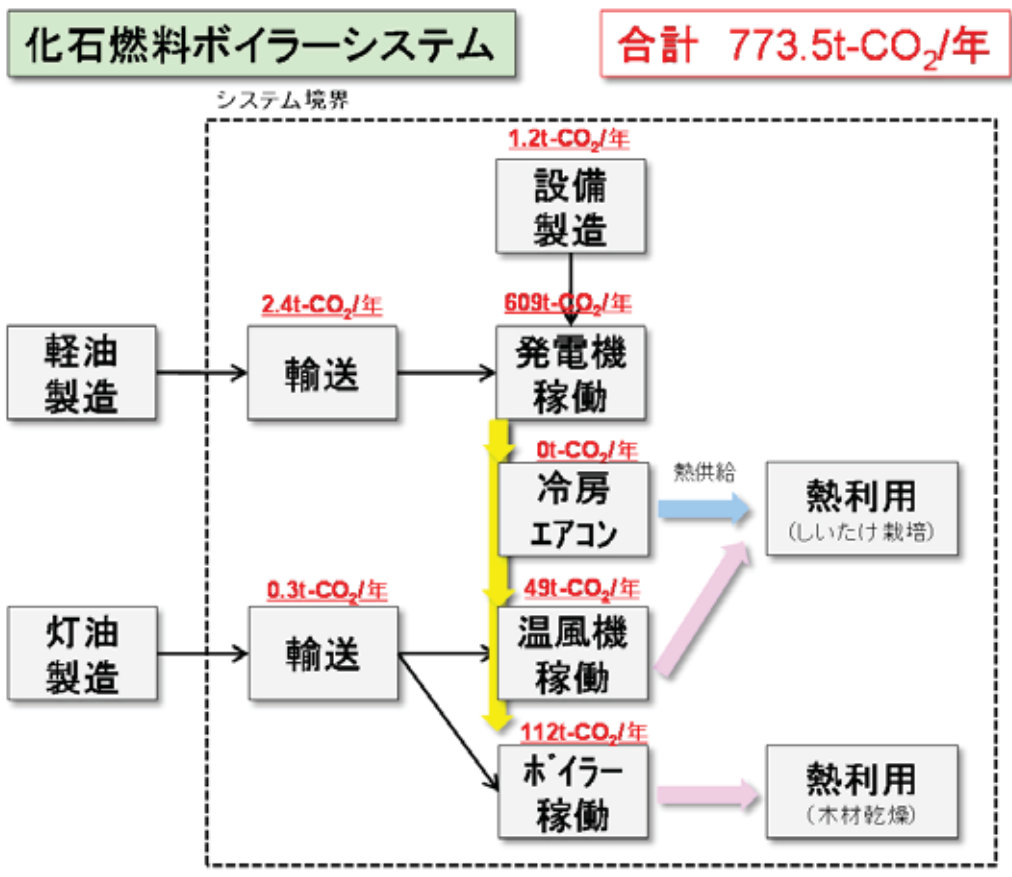


図 6-7 化石燃料ボイラーシステムの年間 CO₂ 排出量

6.5.3 バイオマスボイラーシステムの CO₂ 排出量の評価

バイオマスボイラーシステムの年間 CO₂ 排出量として、バーク等の輸送、プラントの設備製造が主に挙げられ、それぞれを下記に示す。その他、プラント稼働や熱需要先施設の稼働に必要な電力・熱は、ボイラー及び蒸気発電機が生成した電力・熱を自家消費することにより対応するものと想定し、CO₂ 排出量は発生しないものと想定した。

■ バーク等の輸送

バーク等の年間輸送重量に、10 トン貨物車が片道 5km (釜石地方森林組合から施設現地までの距離) を輸送した場合の CO₂ 排出原単位 (t-CO₂/t/km) を乗じることにより、8.8t-CO₂/年と推定した。

■ バイオマスボイラープラント等の製造

ボイラーの製造に伴う CO₂ 排出量 2.5t-CO₂/百万円（出典：3EID2005 年表）に、設備製造費用 4.5 億円（ボイラー2 基+蒸気発電機）を乗じ、耐用年数（15 年）で割ることにより 75.6t-CO₂/年と推定した。

■ 合計

バーク等の輸送、バイオマスボイラープラント等の製造に伴う CO₂ 排出量を合算し、84.3t-CO₂/年と推定した。

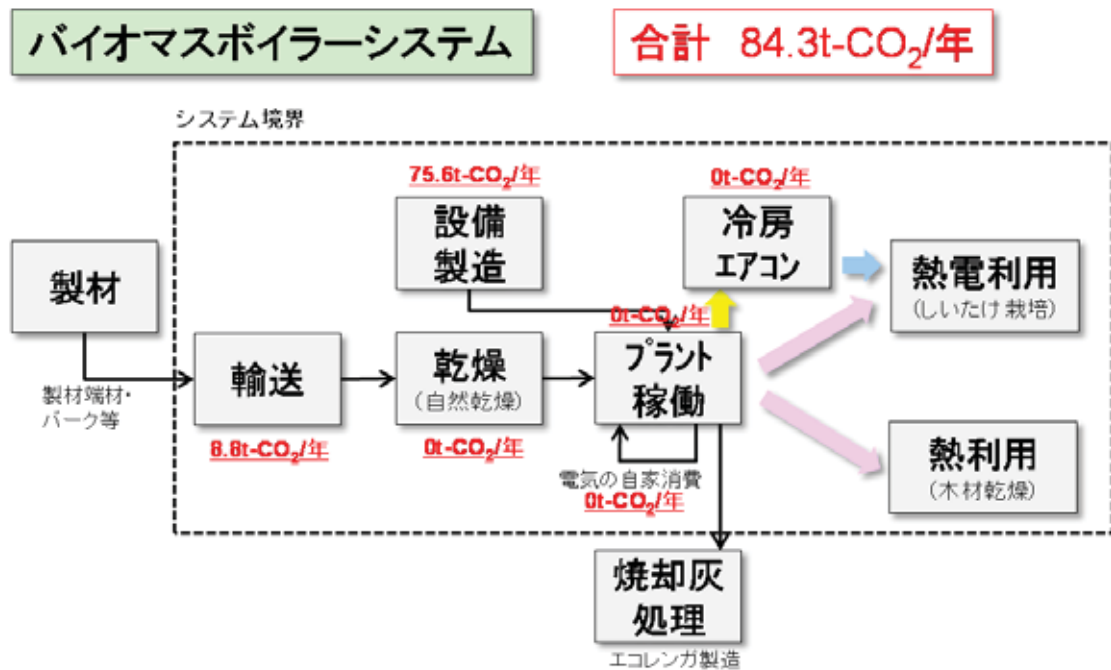


図 6-8 バイオマスボイラーシステムの年間 CO₂ 排出量

6.5.4 バイオマスボイラーシステムによる CO₂ 削減効果

両システムの差分を取ることで、バイオマスボイラーシステムによる CO₂ 削減効果として 689t-CO₂/年と推定した。

7. 事業の収支

7.1 事業収支分析フレームワークの整理

事業収支計画策定にあたり、想定事業スキーム及び各種収支項目を整理した。

事業主体は、木質バイオマス資源（バーク及び伐根等）を、森林組合（釜石地方森林組合、岩手県森林組合連合会）に燃料費を支払って購入する。まずは釜石地方森林組合から購入し、不足が生じた場合には岩手県森林組合連合会を通じて県内各地の森林組合から購入する。

なお、本実証事業においては、釜石地方森林組合と協議のうえ、バークの購入単価は 1,000 円/t、丸太及び製材廃材は 3,000 円/t で調達することとしたが、燃料調達費用は、事業採算性分析の結果を踏まえて、今後、見直しを図る必要がある。

木質バイオマス燃料をバイオマスボイラーで燃焼し、バイオマス発電機により得られた電力は、固定価格買取制度を通じて東北電力に売電する（本実証事業は固定価格買取制度の適用対象外）。なお、買取価格は、固形燃料燃焼（未利用木材）の場合は 24 円（消費税除く）であるが、木質バイオマス燃料の位置づけにより買取価格が異なる可能性があることに留意する必要がある。

燃焼により得られた熱は、隣接する菌床しいたけ栽培施設に温水パイプを通じて熱供給し、暖房費の支払いを受ける（本実証事業では無償で熱供給を行う。）。

また、バイオマス燃料の燃焼灰を、有害物質検査を実施した上で、シラスバルーン、粘土と混成してエコレンガとして建設事業者等に販売する（本実証事業では実際には販売しない）。販売価格は、同種の市販レンガと同等の価格（約 50 円/個）を想定する。

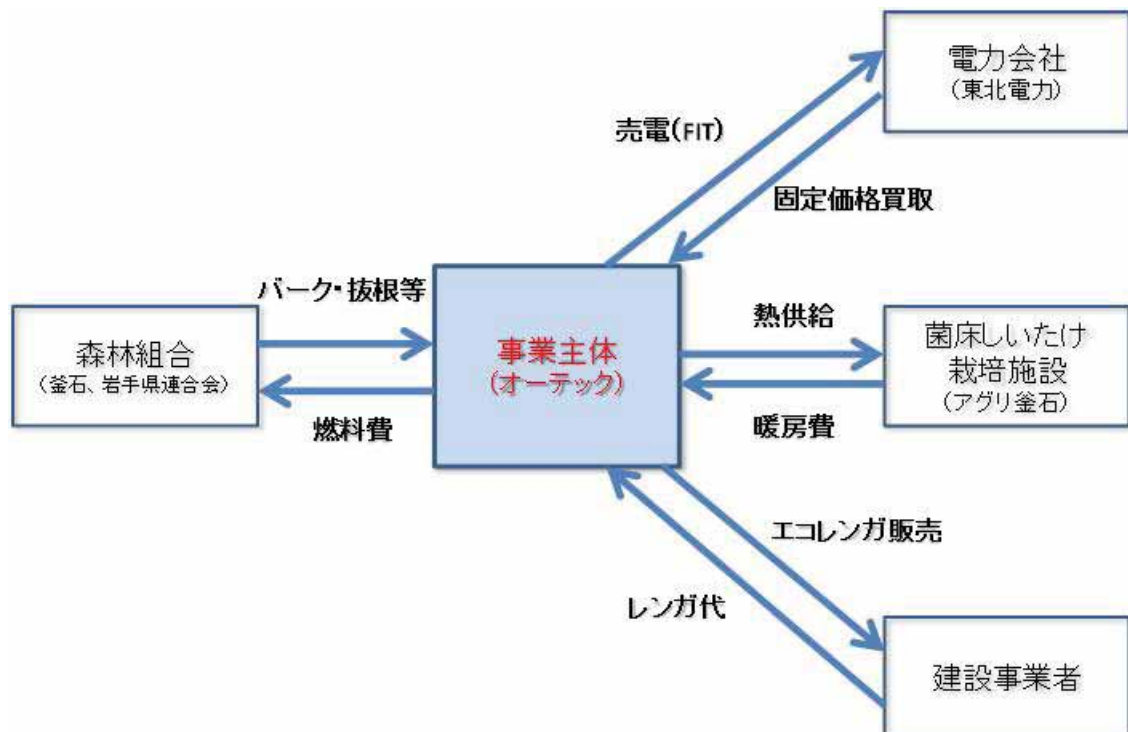


図 7-1 事業収支分析の前提とする想定事業スキーム

7.2 前提条件の整理

試験稼働結果を踏まえて事業収支見通しの見直しを行った。具体的には、前述「③ プラント効率の把握、所定性能の確認」で把握したボイラーの出力値やシステム効率値を踏まえ、熱需要量を賄うよう稼働した場合における事業収支を試算した。推定的前提条件を以下に示す。

表 7-1 事業収支試算の前提条件

項目	詳細	前提条件
共通	稼働条件	<ul style="list-style-type: none"> 24 時間、年間 300 日の稼働を想定。熱供給余剰が発生しないよう、熱需要量に応じて稼働負荷率（定格出力に対する実際の出力）を変動させる稼働条件とした。
収入	売電	<ul style="list-style-type: none"> 固定価格買取制度（FIT）により系統を通じて全量売電すると想定。買取価格は、バイオマス（一般木材）の 25.92 円/kWh
	蒸気エネルギー 温湯エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 熱需要量に応じてプラントを稼働し、プラントの発熱量のうち熱供給配管ロスや歩留り等を考慮して 8 割が熱需要施設に供給されると想定。熱供給量に、灯油と同等の熱単価（1,757 円/GJ）を乗じて売熱収入を試算 ※灯油単価は、2015 年 12 月における岩手県の灯油小売価格（82 円/l）を用いた。 蒸気エネルギーについては、蒸気発電機（スチームスター）を通過後のドレンは循環タンクで温湯とし、熱エネルギー利用を図る
	レンガ	<ul style="list-style-type: none"> 試験稼働の結果を基にバイオマス投入量と灰発生量の関係を明らかにし、各稼働条件において発生する灰量およびレンガ製造予定量を推定した。レンガ販売単価は 50 円/枚と設定
支出	人件費	<ul style="list-style-type: none"> 現在は、3 名体制（全体管理、燃料投入バケット操作、燃料投入補助でそれぞれ 1 名）でプラントを稼働。24 時間連続稼働の場合は 8 名を想定。1 名につき年間 250 万円 ※将来的には、燃料投入の自動化を進めて 6 名体制（2 名×3 交代）で稼働できるよう設備改善を検討中
	メンテナンス費	<ul style="list-style-type: none"> 年間 150 万円程度を想定
	燃料費	<ul style="list-style-type: none"> 試験稼働結果におけるシステム効率の推定値（バイオマス投入熱量に対する発熱量 40%、同じく発電量 5%）等を基に、熱需要を賄うために必要な燃料投入量を推計 バイオマスの買取単価として、バーク 1,000 円/t、丸太 2,700 円/t、製材廃材 1,500 円/t とした
	レンガ製造経費	<ul style="list-style-type: none"> 上記のレンガ製造予定量に、製造経費（粘土、灯油）単価を乗じる。粘土、灯油は大量調達するため、市況小売価格から 2 割減と想定。
	減価償却費	<ul style="list-style-type: none"> 設備調達費（総計 4 億 1,600 万円）を 15 年間で償却すると想定
	固定資産税	<ul style="list-style-type: none"> 税率 1.4%（全国の一般的な税率。釜石市は 1.5%）を単年度平均化

7.3 事業収支見通し

以上の前提条件を基に、単年度事業収支を試算した結果を以下に示す。

現在の稼働計画では、主に④特注施設のため設備調達費（減価償却費）が相対高、③熱需要施設に対しプラントの熱供給力が大きいためプラントが低負荷稼働状態となる点、⑤バイオマス燃料として丸太・製材廃材等の混焼比率が大きく燃料費が相対高となっている点、⑥灯油価格が2割程度下落し熱エネルギーが減収となった点、等の課題により、単年度収支で4,391万円のマイナスと推定した。

ただし、昨年度の推計値では年間5,371万円のマイナスであり、昨年度と比べて約1,000万円/年の改善が得られた。これは、灯油価格下落により減収効果を上回る、ボイラー効率改善による燃料調達費の圧縮効果や、稼働体制の効率化が寄与しているためである。

次に、事業収支の改善に向けた対応方策として、上記の④～⑥に対応する各方策を講じた場合における事業収支について感度分析を実施した。

表 7-2 単年度収支の試算結果

項目	詳細	【H27年度】 単年度収支 (千円/年)	【H26年度】 単年度収支 (千円/年)	事業収支の 変動要因
収入	売電	2,419	2,409	—
	熱エネルギー（蒸気+温水）	9,267	13,125	灯油価格下落による減収等
	レンガ	544	2,253	ボイラー効率改善によるレンガ減産
	合計	12,230	17,787	—
支出	人件費	15,000	20,000	稼働人員：8人→6人
	メンテナンス費	1,500	1,500	—
	燃料費（木質バイオマス）	1,460	6,360	ボイラー効率改善
	（灯油（灰資源化））	716	3,713	ボイラー効率改善によるレンガ減産
	レンガ製造経費（粘土代等）	783	3,245	ボイラー効率改善によるレンガ減産
	減価償却費	27,733	27,733	—
	固定資産税	2,288	2,288	—
	合計	49,480	64,839	—
営業利益		-37,251	-47,052	—
借入金利		6,656	6,656	—
経常利益		-43,907	-53,708	—
法人税		0	0	—
純利益		-43,907	-53,708	—

7.4 事業収支改善に向けた対応方策

現状の稼働計画に対し、以下の①～③の対応方策を講じた場合における事業収支を検討した。

- ① 他地域展開による標準化や補助金活用による設備調達費（減価償却費）の圧縮
（次頁表の表側）
- ② 熱需要施設の拡大による稼働負荷率の向上（次頁表の表頭）
- ③ バーク混焼比率の増加（23%→50%）による燃料費削減

次頁に示す表は、プラントのオペレーションに関する③バーク混焼比率の増加（23%→50%）の対策を講じた上で、特に事業収支への寄与率が高い①②については複数条件で感度分析を実施した結果である。単年度収支を黒字化するためには、上述のように熱需要施設を増床し年間稼働負荷率を50%まで高めつつ、設備調達費を3.5億円程度まで圧縮（現状の4.2億円に対し17%減）することが必要となる。

H26年度の事業収支の感度分析結果では最大出力に対する稼働負荷率を最低でも75%まで高め、更に設備調達費を2.0億円まで圧縮しないと黒字化を図れない状況であったが、本年度の改善によりその事業採算ラインの稼働負荷率は50%まで低下している。

この目標に向けて、復興住宅等の建設等に伴い増加する被災地の木材乾燥需要を支えるための木材乾燥施設の増設や、本バイオマスボイラー施設の海外輸出（インドネシア等）に向けて量産体制の構築と設計・生産コストダウン活動を進めている。

表 7-3 事業収支の感度分析結果

単位:百万円/年

		②最大出力に対する稼働負荷率(最大出力=100%とした場合)				
		10% (現状値)	25%	50%	75%	90%
①設備調達費	2.0億円	-24.6	-8.8	11.4	27.9	38.2
	2.5億円	-29.0	-13.2	8.6	25.0	35.3
	3.0億円	-33.4	-17.6	5.7	22.2	32.5
	3.5億円	-37.8	-22.0	2.8	19.3	29.6
	4.2億円	-43.6	-27.8	-1.4	15.5	25.8

7.5 稼働負荷率の向上のに向けた検討

7.5.1 菌床しいたけ栽培施設

(株) オーテックは大手建設会社の出資を受け（具体的な条件等について協議中）、未利用地域を含めて大規模菌床シイタケ栽培施設建設を行い、高齢者の雇用創出を図り、地域振興を目指していく。現在、この建設会社に、本事業を含めた現地説明や様々なデータを提供している状況である。

しいたけ栽培を行っている(株) アグリ釜石は、今回新たにしいたけハウスを8棟増設し、地元から新たに6名（2016年1月現在）を採用、しいたけ栽培を行っている。今年に入り本格的に増設したハウスでしいたけの収穫が始まった。これまではJA中心に出荷していたが、地元イオンや地元産直、さらには旅館やスーパー等にも販売先を拡げている。さらには、今後は設備をフル活用し、菌床ブロックの販売も始める予定で、安定的な生産・販売の目途が立った。

8棟での生産が軌道に乗り次第、引き続きしいたけハウス増設についても進める予定である。



図 7-2 菌床しいたけ栽培施設の内部

7.5.2 木材乾燥施設

釜石市には木材乾燥施設を有している製材所等がなく、森林組合、また地元事業者からも要望が根強い、という声が多数あったようである。地元企業交流会や本事業の地域協議会でも度々その話題があったことから、今回のバイオマスボイラー施設隣に熱供給先として、木材乾燥施設を建設した。

今年度、釜石地方森林組合から紹介頂き、釜石市近隣の大槌町にある「和 RING-PROJECT（木製キーホルダー、木工品の製作等）」の代表と、現地を視察しながら数回話し合いの場を持った。

まずは、テストサンプルから徐々に進めることとし、2016年1月のバイオマスボイラー試運転時に、サクラ、

ナラ、ブナの木材を運び、第一段階目のテストとして、乾燥施設に投入している。

さらにこの木材メーカーは、木材乾燥施設が近隣にないため、それにかかる輸送コストや木材の大きさ等様々制約されていた中で、これまで会社運営をしていたが、今回の木材乾燥施設を有効に活用することができれば、それらを解決することができ、新たな事業展開を見込める可能性もある。

地元製材所では今回の木材乾燥施設の利用に興味を持っている。バイオマスボイラーの稼働の状況を含め、地域協議会構成員の森林組合とも協議しながら、これら業者とも有効活用に向け進める予定である。

また、地元森林組合が中心となり、現状未利用地域に近隣製材所を誘致していけないか、という話が始めている。今後、更に検討を進めていくが、本システムの近くに製材所を建設できれば、

- ・木材乾燥施設の更なる増設⇒熱需要先を確保できる。
- ・燃料の調達が容易になる。製材所はバーク等を処分することができる。
- ・輸送コストの大幅な削減につながる。

などの多くのメリットがあり、まさに地域一体となったエネルギーを有効に循環可能な取り組みとなると期待できる。



図 7-3 サクラ、ナラ、ブナの乾燥前の状態

7.5.3 陸上養殖施設

片岸現地は今年度、木材乾燥施設建設を最優先としたため、陸上養殖施設の誘致には至っていないが、昨年度に引き続き、一関工業高等専門学校（以下、一関高専）と共同研究を進めている。一関高専は、片岸現地の実証施設から温水を供給し、陸上養殖用水槽の水温を 25℃～30℃程度に保温することを前提として、水槽 3t（1.5t×2 槽、養殖槽と濾過槽）の実証施設を校内に建設し、研究を進めてきた。

この成果は 2015 年秋に東京ビッグサイトで開催された「アグリビジネス創出フェア」でも発表され、多くの注目を集めた。

また本事業の地域協議会で、地域の方から「ナマコ」の生産に関する提案も出てきており、一関高専と今後の研究について検討を進めると同時に片岸現地に、今回の知見を基に陸上養殖施設の誘致を進めていく。

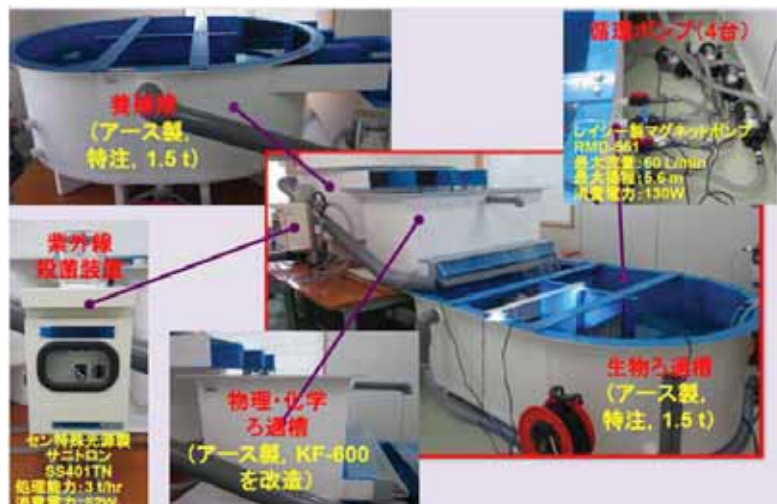
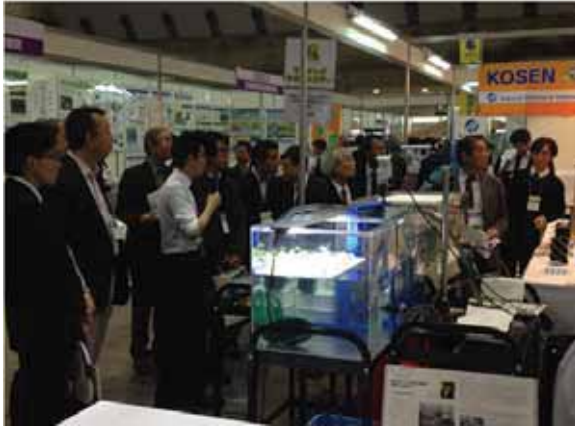


図 7-4 一関高専内に建設した陸上養殖実証施設



アグリビジネス創出フェアの様子



アグリビジネス創出フェアのポスター

図 7-5 アグリビジネス創出フェア

8. その他の実証事業

8.1 貫流ボイラー及び熱媒ボイラーの効率の検証

8.1.1 エネルギー変換効率の向上効果

改良工事を施した結果、以下の表のように蒸気エネルギー変換効率で約 60%（燃料投入量の 41～49%程度が蒸気、12～15%程度が温湯）として出力された（蒸気発電後のドレン化したエネルギーを加えると温湯エネルギーは 35%程度と推測）。また、改良工事に加え、作業者習熟等による燃料投入方法の改善や、専門家の指導による補助燃焼ファンの活用法を習得することを通して、効率性を高めることに寄与したものと考えられる。

表 8-1 燃焼実験結果から試算される変換効率

	燃料投入量 (t/h)	蒸気発生量 (t/h)	温湯出力 (kW)	推定温湯出力*1 (kW)	稼働状況
設計値	2.0t/h (7,800kW)	3.0t/h (3,900kW) (変換効率:50%)	1,950kW (変換効率:25%)	3,900kW (利用効率:50%)	2基
昨年度実績	0.9t/h (3,933kW)	0.7t/h (456kW) (変換効率:12%)	246kW (変換効率:6%)	474kW (利用効率:12%)	2基
本格稼働	0.5t/h (2,500kW)	1.7t/h (1,022kW) (変換効率:41%)	311kW (変換効率:12%)	822kW (利用効率:33%)	2基
本格稼働	0.3t/h (1,650kW)	1.1t/h (456kW) (変換効率:44%)	240kW (変換効率:15%)	599kW (利用効率:36%)	1基
本格稼働	0.5t/h (2,560kW)	1.5t/h (456kW) (変換効率:49%)	293kW (変換効率:12%)	916kW (利用効率:36%)	2基

*1 試行時は蒸気を廃棄したが、設計通り、貯湯タンクへ戻すとして算定した想定値。

燃料投入量:乾物量とした。投入エネルギーは、燃料の構成(バーク、丸太、製材廃材の割合、水分)に基づいて算定した。

蒸気発生量:蒸気が発生している時間帯についての平均値。

8.1.2 熱変換効率

平成 26 年度と比べ、時間当たり燃料投入量が減っているにも関わらず、ボイラー入口温度で 200～300℃程度高温になっており、またボイラー入口温度と出口温度の温度差も 350～400℃と大きくなっていることから熱交換効率が向上していると考えられ、上記に示した改良効果を認めることができる。

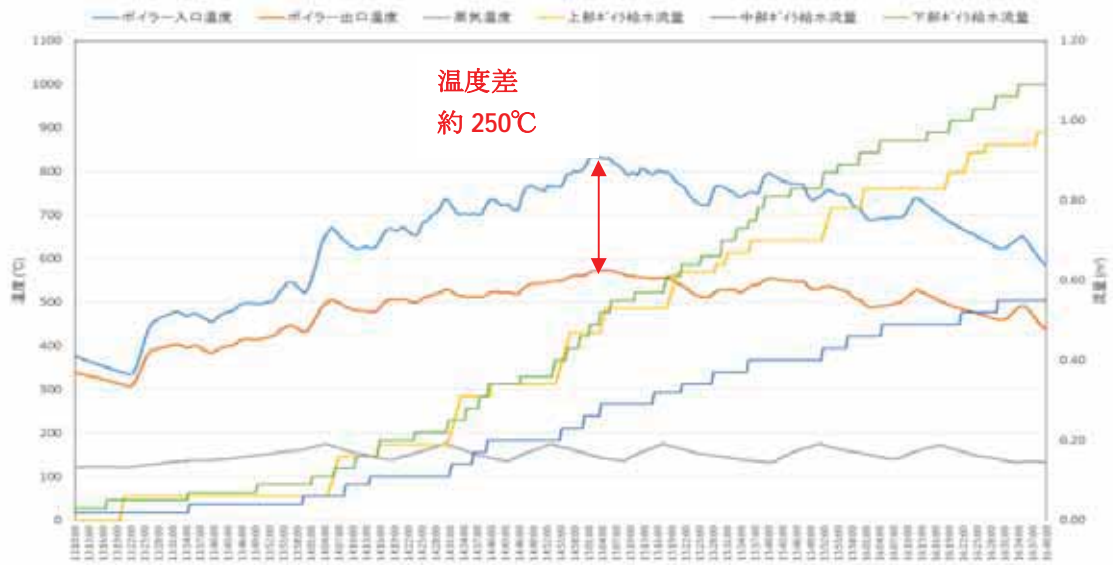


図 8-1 ボイラー入口及び出口の温度差（平成 26 年度）

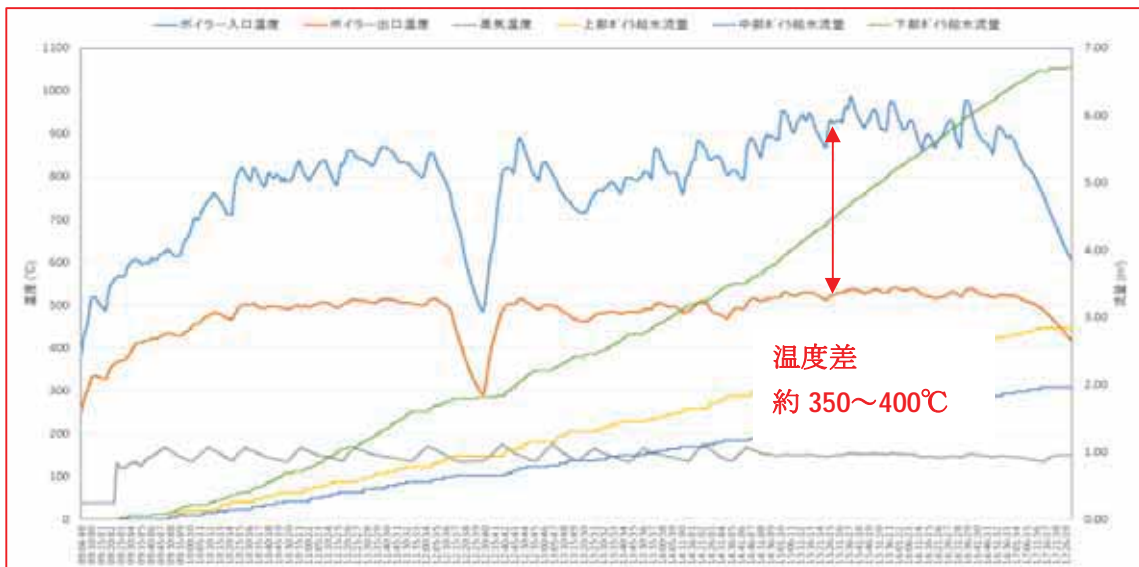


図 8-2 ボイラー入口及び出口の温度差（平成 27 年度）

8.1.3 変換効率を高める工夫

本施設を何度も試験運転をするうちに、下記に示す事項も重要であると把握された。

(1) 燃料投入方法の工夫

当初は、ボイラー温度を上昇させるため、燃料を大量に投入していた。今回導入している燃焼炉は高含水燃料に対応可能な「逆燃式燃焼炉」であり、エゼクタファンで燃焼炉下部から燃焼ガスを送り込む構造である。これまで燃料を大量に投入した結果、燃焼ガスの一部は燃焼炉上部より放出され、エネルギー効率を低下させる一因となっていた。また、結果的に酸欠状態に陥り、燃焼し難い部分が発生していた。これを解決するため、試運転中は燃焼炉上部に人員を配置し、炉内部の状態を見ながら、燃料投入指示を行った。

(2) バーク投入のタイミング

バークは密な状態で燃焼炉に投入されることから、酸欠状態になりやすいことが分かってきた。バーク投入直前に丸太や製材廃材を投入、酸素を供給できる状態を作り出したのちに、バークを投入し、ある程度の隙間の確保と、燃焼部分上部で高含水バークを乾燥するイメージを持ち、燃料を投入した。

(3) 補助燃焼ファンの活用

補助燃焼ファンを活用（炉内に空気を送り、酸欠状態を防止する）することで、酸素を送り込み、炉内の燃焼を促進した。ファンを稼働すると燃焼が促進され、数秒後にボイラー入口温度が上昇することも確認できており、結果として（1）、（2）のような酸欠状態に陥ることが少なくなったと考えられる。

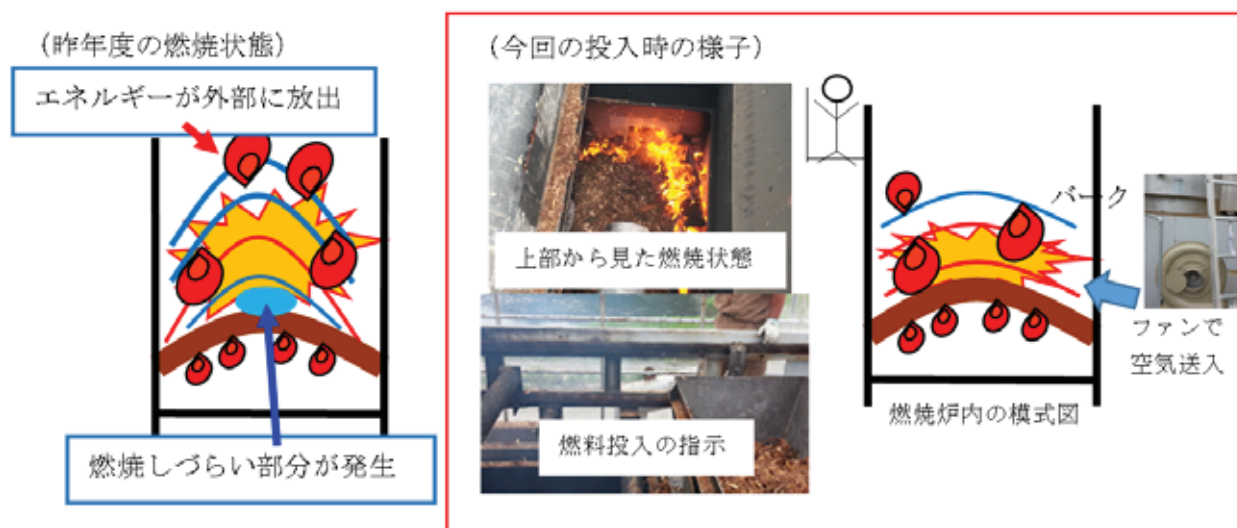


図 8-3 燃焼状態のイメージ

8.2 焼成灰の資源化技術の有効性の検証

昨年度まで福岡県工業技術センターで進めてきた試験結果(放射能濃度、結晶解析、成型試験、焼成試験、焼成灰の配合率等)、および地方自治体と協議し環境省が定める「廃棄物を安全に再利用できる基準」である放射濃度 100Bq/kg を遵守することを踏まえ、今年度は下記の項目に取り組んだ。

- ①材料の配合条件分析及び配合条件の最適化
- ②JIS サイズのエコレンガ試験体の作成および試験体の分析・評価
- ③放射性物質の固定化技術の有効性の検証
- ④エコレンガの安全性確保対策の検討
- ⑤エコレンガの需要先の検討
- ⑥焼成灰資源化技術を実用化する上での課題抽出及び対応策の検討

8.2.1 材料の配合条件分析及び配合条件の最適化

昨年度までの研究結果より、エコレンガの配合条件は、

[郡山粘土] 60vol% + [バイオマス焼成灰] 30vol% + [シラス] 10vol%

を基本として検討した。昨年度の実験では、この配合条件にて作成した小型サンプル(約 100×20×20mm)を、1100℃および 1150℃で焼成したものが、いずれも JIS に規定される物性値を満足することが確認されている。なお、強度試験に関しては、JIS R1250 に圧縮強度の試験方法が定義されているが、本研究にて福岡県工業技術センターが作成した試料(図 8-4)のサイズは JIS サイズ(210×100×60mm)に比べて著しく小さいため、準拠した方法で評価することはできなかった。加えて、環境庁告示第 46 号に準じた溶出試験の結果、セシウムの溶出量(放射性および非放射性の合算量)は一般的な分析方法の検出限界以下となり、ラボ実験レベルではセシウムの固定化が良好にできていると推定した。

以上の結果を踏まえ、この条件を基本として JIS サイズのエコレンガ試験体の作成に着手した。

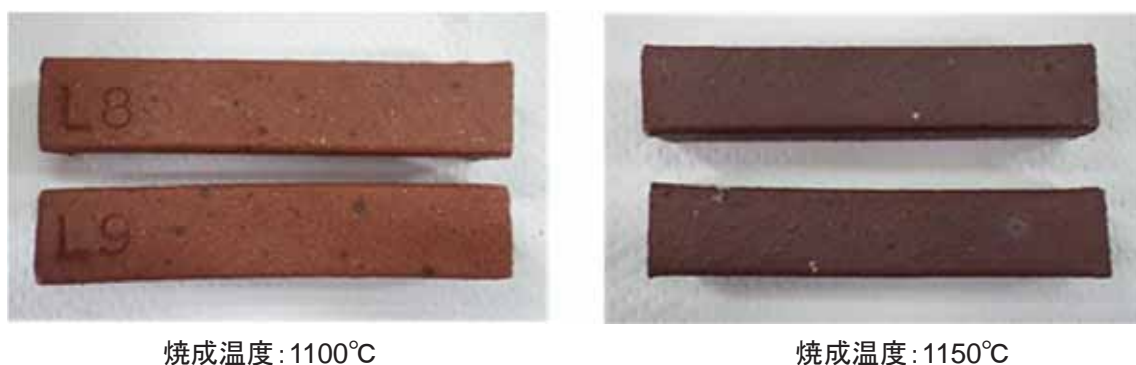


図 8-4 郡山配合土焼成体

8.2.2 JIS サイズのエコレンガ試験体の作成および試験体の分析・評価

(1) 成形機の設定

レンガ製造において焼成工程前の成形工程では、原料の配合および混合→混練→押出成形→切断を行う。今年度研究実施開始時点では混合機のみ整備されている状況であった。そこで、混合以降の成形工程を行うために混練成形機と切断機の整備を行った。

混練成形には、一般に真空土練成形機を用いる。窯業用真空土練成形機の国内メーカー製品を精査したうえで、高浜工業株式会社の土練機SD（図 8-5）を選定した。レンガ成形機としては、通常 3,000～4,000 kg/hr クラスの装置を用いるが、本事業では実証プレントであることを鑑み、レンガが成形できる最小サイズの土練機（SD）とした。当該機の性能は 400～700kg/hr である。



図 8-5 真空土練成形機

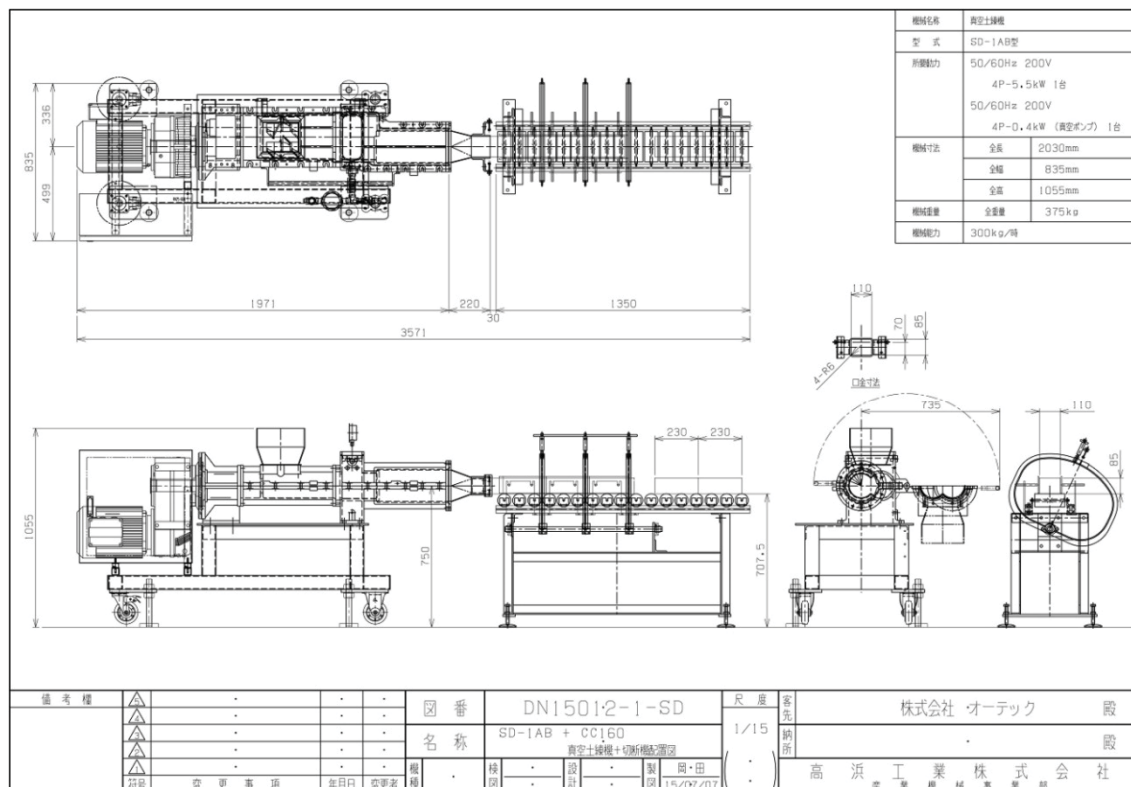


図 8-6 導入成形ライン

また、押し出した粘土を指定の長さで簡便に切断する機器として、ワイヤーカット方式の切断機を導入した。図 8-6 に発注時の真空土練成形機と切断機の図面を示した。このように、土練成形機から排出された粘土をそのままローラー上に進ませ、切断機にて人力で切断して、一度に 2 個ずつのレンガ成形体を得るものである。

このような成形用機器を選定し、高浜工業株式会社との詳細な仕様打合せを経て、現地実証プラント内の燃焼灰再資源化エリアに当該機器が納品された。したがって、以後の成形加工作業は、当該機器を用いて実施したものである。

(2) JIS サイズレンガのための配合

昨年までのラボ実験結果を踏まえ、実証プラントにて JIS サイズレンガを作成するために、原料の配合、混合、混練、成形を行った。まず現地での調製においても放射性物質の管理を厳密に行う必要があるため、今回用いた現地燃焼灰の放射線量測定を行った。その結果を表 8-2 に示す。

表 8-2 現地燃焼灰の放射線量

核種名	エネルギー (keV)	ネットレート (cps)	放射能濃度 ±不確かさ(3σ) (Bq/kg)	測定下限値(3σ) (Bq/kg)	判定
Cs-合計	----	4.557	498.23±25.32	単純合計 14.90	検出
I-131	364.5	0.000	測定下限値未満	6.88	不検出
Cs-137	661.7	3.726	394.76±21.44	6.98	検出
Cs-134	795.8	0.831	103.47±13.48	7.93	検出
K-40	1460.8	1.320	2066.96±202.81	101.78	検出

これより、今回の燃焼灰は昨年度ラボ実験で使用したもの（放射線濃度(Cs 合計)：166.15 ±7.08Bq/kg）に比べ 3 倍程度濃度が高いことがわかる。そのため、ラボ実験にて暫定的な原料配合条件を定めていたが、現地燃焼灰の性質に対応した配合条件に修正が不可欠と判断し、2 種類の原料配合を行い、混合作業後にサンプリングして直ちに放射線量測定を行った。配合条件は次の 2 種類である。

配合条件① 郡山粘土：燃焼灰：シラス = 7.5 : 1.5 : 1

配合条件② 郡山粘土：燃焼灰：シラス = 7 : 2 : 1

それぞれの放射線量測定結果を表 2 および表 3 に示した。この結果、ラボ実験での配合条件（郡山粘土：燃焼灰：シラス = 6 : 3 : 1）よりも燃焼灰量を減らすことで、いずれの配合条件においても十分 100Bq/kg を下回ることができた。一方で、燃焼灰の再資源化の観点からは、できるだけ多くの燃焼灰を配合することが望ましい。もちろん、あまり燃焼灰配合量を増やすと、個体差による放射線量の変動に由来して我々がレンガ製造の基準としている 100Bq/kg を超過する危険性が高まる。そのため、多少の変動があっても問題ないような配合条件であることが重要である。その点も踏まえ、本研究では JIS サイズレンガ製造において配合条件②を採用した。

表 8-3 配合条件①の放射線量

核種名	エネルギー (keV)	ネットレート (cps)	放射能濃度 ±不確かさ(3σ) (Bq/kg)	測定下限値(3σ) (Bq/kg)	判定
Cs-合計	----	2.218	67.35±3.76	単純合計 2.94	検出
I-131	364.5	0.000	測定下限値未満	1.35	不検出
Cs-137	6617	1.957	58.01±3.20	1.36	検出
Cs-134	795.8	0.261	9.35±1.97	1.58	検出
K-40	1460.8	1.330	583.70±40.38	19.83	検出

表 8-4 配合条件②の放射線量

核種名	エネルギー (keV)	ネットレート (cps)	放射能濃度 ±不確かさ(3σ) (Bq/kg)	測定下限値(3σ) (Bq/kg)	判定
Cs-合計	----	2.321	70.91±3.84	単純合計 2.94	検出
I-131	364.5	0.000	測定下限値未満	1.35	不検出
Cs-137	6617	1.989	59.03±3.23	1.36	検出
Cs-134	795.8	0.332	1188±2.09	1.58	検出
K-40	1460.8	1.277	561.03±39.78	19.84	検出

(3) JIS サイズレンガの成形

上記配合条件に従い、実証プラントの燃焼灰再資源化エリアにて所定の原料を配合および混合した。今回は 100 個程度のサンプル調製を目標に、一配合当たり約 80kg のものを 4 配合調整した。

これを用いて、本研究において準備した真空土練成形機を用いた成形体作成を行った。混合した原料（以下、坏土と記す）に約 20%に相当する水を加水して馴染ませた後、成形機に投入した。水分が坏土全体に均質に行き渡り、可塑性が得られるまで十分繰り返し土練を行った後、真空減圧条件下にて最終の押出成形を行った。真空土練機の吐出口寸法は縦 110mm で固定し、横幅を製造時の収縮を加味した寸法（約 70mm）になるように調整した。成形の様子を図 8-7 に示した。

この結果、成形時に大きなひび割れや変形もなく、比較的良好な成形体を約 80 個調製することができた。成形後のサンプルの様子を図 8-8 に示した。

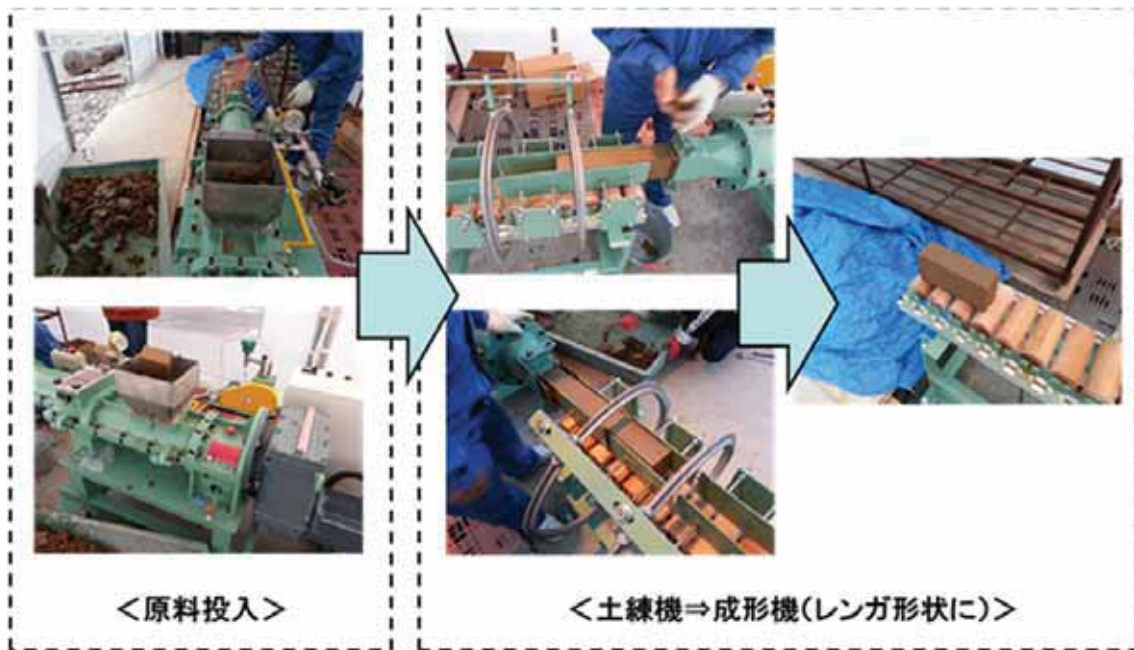


図 8-7 土練および成形の様子



図 8-8 成形サンプル

(4) 焼成条件の検討

成形したレンガサンプルの一部を分取し、福岡県工業技術センターにて、乾燥および焼成の条件について検討を行った。

通常であれば、天日干しのような自然乾燥で乾燥することが多いが、今回は成形作業を行った時期は既に秋に入っていたため、十分な乾燥には長時間を必要とすると判断し、エアコン環境（25℃）下にて乾燥を行うことにした。図 8-9 に、実証プラントのエアコン環境での成形体の重量変化を示した。図中の強制乾燥重量とは、弊所にて 110℃の乾燥機内に置き、恒量に達した際の重量である。これより、成形後約1ヶ月経過しても強制乾燥と同程度まで乾燥するには至らず、十分な乾燥を得るためにはかなりの長時間を要することが推定された。ただし、どの程度の乾燥が必要かは坏土の特性に大きく依存する。

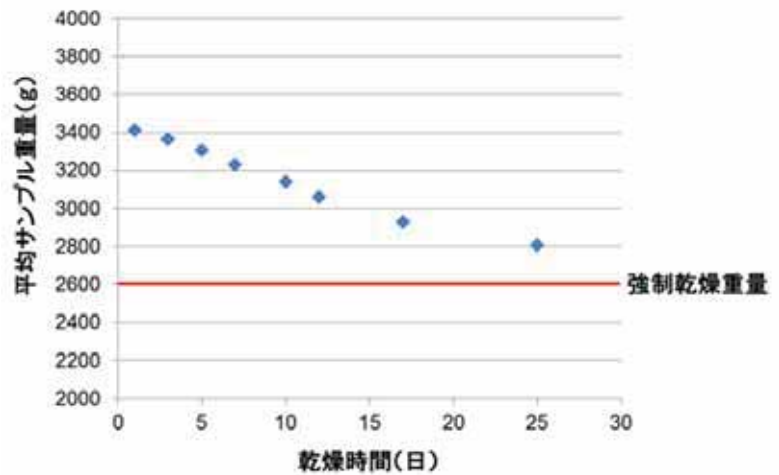


図 8-9 成形体の重量変化



図 8-10 乾燥不十分な成形体の焼成結果

そこで、乾燥状態による焼成への影響を調べるために、成形から数日程度のサンプルについて 1100℃で焼成を行った。その結果、図 8-10 に示すように、焼成体には大きな割れが発生した。このサンプルの吸水率は 12.3%と大きく、大きな割れのみならず、焼成自体も不十分になることが示唆された。このことから、やはりある程度の乾燥を行った後でしか焼成工程に進めないことが理解される。そこで、強制乾燥を行ったサンプルについて焼成条件を検討した。なるべく少ないサンプル数で検討することを目的として、焼成温度を 1100℃、1120℃、1130℃、1150℃と変化させて焼成し、その焼成体の寸法および吸水率の評価によって焼成条件を決定することとした。それぞれの焼成温度での焼成体サンプルおよび評価結果を図 8-11 に示した。このように焼成温度によって、寸法と吸水率が変化することがわかる。普通れんがの規格である JIS R1250 によれば、れんが寸法は $210 \pm 5.0 \times 100 \pm 3.0 \times 60 \pm 2.5 \text{mm}$ 、吸水率は最も高品質な 4 種で 10%以下、3 種で 13%以下、2 種で 15%以下と定められている。したがって、この規格を満足するものとしては、1120℃が最も適していると判断した。



焼成温度: 1100°C

寸法: 210x100x61mm, 吸水率: 11.5%



焼成温度: 1120°C

寸法: 210x99x60mm, 吸水率: 8.5%



焼成温度: 1130°C

寸法: 205x98x60mm, 吸水率: 7.5%



焼成温度: 1150°C

寸法: 203x95x59mm, 吸水率: 4.2%

図 8-11 乾燥した成形体の焼成結果

(5) JIS サイズレンガの焼成

上記の焼成条件に基づき、実証プレントの燃焼灰再資源化エリアに設置されている焼成窯（ガス炉）を用いて、当該エリアにて成形・乾燥したレンガサンプルの焼成を行った。

最初に、乾燥したレンガ成形体を窯に挿入するための台座上に並べる作業：窯積みを行った（図 8-12）。図からわかるように、今回の成形体は台座上に 3 段ですべて積み上げられた。焼成時の温度管理を行うための温度計は、焼成窯の前部扉の上下 2 箇所に設置されている（図 8-13）が、今回は焼成対象となるサンプルが下部にのみ存在することから、炉内温度管理の基準となる温度は前部扉下部で測温している No.2 温度とした。今回の焼成工程における炉内の温度履歴を図 8-13 に示した。このように全体が約 100°C/hr で昇温し、最高温度で約 2hr 保持するものとした。約 100°C まで炉内温度が冷えるのを待って、焼成サンプルを取り出す作業：窯出しを行った。図 8-14 に示すように、いずれも比較的良好な焼成体であったが、全体的に若干横方向に膨らむ膨張傾向が認められた。また、今回の焼成では、最高温度が 1113.9°C とラボ実験で求めた焼成条件（1120°C）よりも低い温度であったが、上下に重なったレンガサンプル同士が接着しているケースも散見した。このことは、これ以上の高温で焼成するとサンプル同士が強力に融着してしまう可能性を示唆している。



図 8-12 実証施設の焼成窯での窯積み

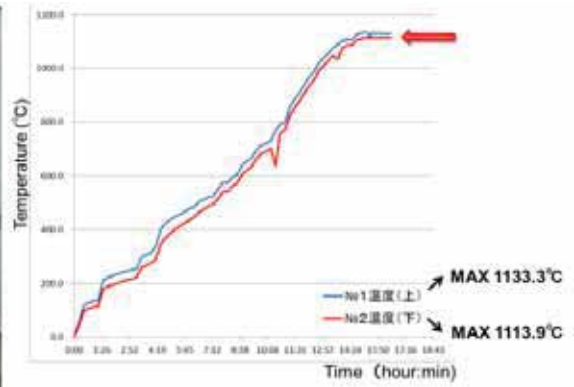


図 8-13 焼成窯の温度計測位置及び温度履歴



図 8-14 焼成レンガサンプルの窯出し

(6) JIS サイズレンガの物性評価

本研究にて作成した JIS サイズのレンガサンプルについて、弊所にて物性評価を実施した。評価方法の多くは前出の JIS R1250 であるが、一般に舗装用建材に求められる規格 JASS 7M-101 による曲げ強度試験、およびセシウムについてのみ環境庁告示 46 号の規定に準じた溶出試験を実施した。

表 8-5 焼成レンガサンプルの物性値

評価項目	規格値	測定値	製品規格&試験方法
寸法	長さ : 210 ±5.0 mm	210mm	JIS R1250
	幅 : 100 ±3.0 mm	98mm	
	厚さ : 60 ±2.5 mm	62mm	
吸水率	2 種 : 15%以下	5.4%	JIS R1250
	3 種 : 13%以下		
	4 種 : 10%以下		
飽和係数	t1 型 : 0.8 以下	0.78	JIS R1250
	t2 型 : 0.8 を超える		
圧縮強さ	2 種 : 15N/mm ² 以上	13.7N/mm ²	JIS R1250
	3 種 : 20N/mm ² 以上		
	4 種 : 30N/mm ² 以上		
曲げ強度	普通 : 5.0N/mm ² 以上	6.8MPa	JASS 7 M-101
溶出試験	セシウム（非放射性）に関する規定なし	検出限界以下	環境庁告示第 46 号

その結果を表 8-5 に示した。これより、ほとんどの物性値が規格値を満足していたが、唯一 JIS R1250 に定められている圧縮強さが著しく低い値となった。通常、吸水率と圧縮強さはよい相関を持っており、吸水率が小さくなると焼成がよく進行しており、内部構造の緻密化が促進されていることを示唆するため、マクロな強度である圧縮強さも大きくなることが知られている。今回のレンガサンプルの吸水率は 5.4%と最も優れた品質とされる 4 種の規格（10%以下）を十分満足するものであるため、構造的な不均質など特異な理由による強度低下が起こったものと推察した。また、同じ強度物性である曲げ強度も規格値を十分に満足しており、圧縮強度のみが低いという稀有な結果が得られた。

(7) 低圧縮強度の原因調査および対策

今回作成した JIS サイズレンガは、圧縮強度のみ著しく低いという特異な特性のものとなった。そこでこの原因を調査するとともに、圧縮強度を向上させるための対策について検討した。

まず今回実証プラントで焼成したレンガサンプルの切断面を観察した。長軸方向に垂直な断面写真を図 8-15 に示した。このように、断面の外側は原料の鉄分が酸化したことを示す赤色を呈しているが、内部は青黒い色を呈しており、十分な酸化が進んでいないことが伺える。また、内部には最大 1mmφ程度のピンホールが数多く確認された（図 8-16）。このこ

とはレンガサンプル内部の組織に欠陥が多く、十分な緻密化が進んでいないことを意味しており、今回の圧縮強度が著しく低くなった直接の要因と判断した。

そこで、なぜピンホールが多く発生したかについて考察した。断面の様子からレンガサンプルの外部と内部では酸素濃度が異なり、内部では酸素不足になっていたものと考えられる。これは配合したバイオマス燃焼灰に含まれる未燃分の炭素とシラスの影響と推察した。

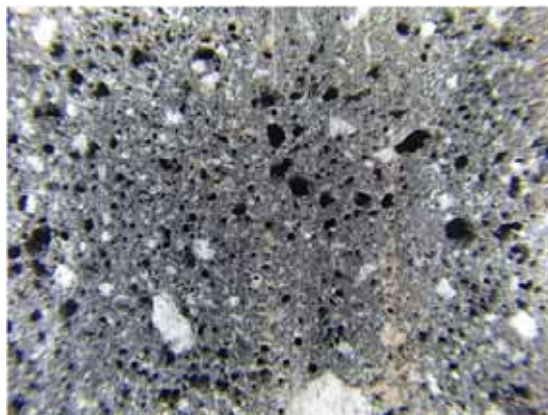


図 8-15 焼成レンガサンプルの切断面



図 8-16 焼成レンガサンプルのピンホール

すなわち、

- ①焼成工程では温度の上昇とともに(A)未燃分の燃焼、(B)シラスの軟化・溶融、(C)郡山粘土粒子間の焼結が順に進行する。
- ②焼成時の昇温によりサンプル表面温度が先に上がり、多少遅れて内部まで温度が上がる。
- ③そのため、サンプル表面にあるシラスが軟化あるいは溶融する B の温度に達した時、まだ内部は A の現象が完全に終了していない。
- ④サンプル表面のシラスが軟化・溶融することで表面と内部を繋ぐ空孔を塞ぎ、酸素や二酸化炭素などのガスの流通を阻害する。
- ⑤内部で未燃分炭素が燃焼することで二酸化炭素が発生するが、サンプル外に放出することができないため、サンプル内に残留し、ピンホールを形成する。

といった流れが起こったものと推論した。

そこで、この推論を検証するため、弊所の電気炉を用い、上記の方法 ((3) JIS サイズレンガの成形 参照) で作成した乾燥体の焼成試験を行った。一般にガス炉や灯油炉で焼成する場合、炉内の酸素濃度は約 6%といわれる。これに対し、電気炉での焼成では酸素濃度が大

気中と同じく約 21%存在する雰囲気となる。これは熱源が酸素を費やす燃料燃焼と特に酸素を必要としない抵抗熱との違いに起因する。すなわち、上記 B の反応が起こる前に A の反応を完了させることを目的とし、電気炉で焼成することでより酸素濃度が高い条件での焼成を試行した。焼成時の温度履歴は実証プラントにて実施した時のパターン（図 8-13）とし、最高温度を 1115℃とした。その結果、得られたレンガサンプルの断面を図 8-17 に示した。

これより電気炉で焼成することによりサンプルの内部および外部ともに赤色を呈しており、均一な焼成状態になっていることがわかる。また、ガス炉にて焼成した際に発生していたピンホールも特に認められず、比較的緻密な構造となっていた。このことから、実証プラントで焼成したレンガサンプル内のピンホールは未燃分由来の二酸化炭素によるものと推察した。



図 8-17 電気炉焼成サンプルの切断面

この電気炉で焼成したサンプルの吸水率は 8.4%であり、4 種レンガの規格を満足するものであった。しかし、圧縮試験を行ったところ、 10.6N/mm^2 と著しく低い値となった。この値はピンホールが多数発生していた前出のものよりも弱いものである。見かけ上、均質な焼成状態であるにも関わらず極度に低い値となることから、このレンガサンプル自体が理想的な焼結をしていないものと推察した。

表 8-6 高温焼成サンプルの物性値

焼成温度	吸水率 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)	焼成条件	吸水率 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)
1140℃	4.3	15.8	1150℃ (3hr)	1.8	18.7
1150℃	2.4	18.8	1175℃ (3hr)	1.4	20.8

そこで、圧縮強度の向上を目的として、さらに高温の焼成条件（1140℃、1150℃ いずれも 2hr 保持）での焼成試験を行った。焼成サンプルの物性値を表 8-6 に示す。このように、焼成温度を上げることで吸水率は顕著に小さくなるとともに、圧縮強度が大きくなること

がわかる。1140℃以上で焼成することで JIS の定める 2 種れんがの基準を満足することが可能となった。しかし、まだ 3 種あるいは 4 種には不十分である。

この坏土で製造するレンガがどこまで強度を高くできるかを検証するために、さらに長時間保持 (3hr) あるいは高温 (1175℃) での焼成試験を行った。その結果を表 8-6 に示した。これより、吸水率は更に小さくなり、圧縮強度は徐々に大きくなる傾向が明らかとなった。最も高い 1175℃×3hr 保持の場合、圧縮強度は 20N/mm² を超え、3 種れんがの基準を満足するものであった。なお、1175℃での焼成サンプルは若干膨張あるいは変形する傾向が見受けられ、これ以上の温度域での焼成は寸法など他の管理物性値に支障がある可能性が大きくなると判断した。

以上のように、本研究で用いた坏土でレンガ製造を行う場合、800℃までの低温域で十分未燃分炭素を燃焼させ、かつ比較的高温域での焼成を行うことが肝要であると結論づけた。

そこで、これらの結果を踏まえ、本研究の坏土を用いたレンガ製造について、実証プラントにおけるガス炉での焼成を想定した焼成パターンを図 8-18 のように提案する。図中赤色の破線は今回実証プラントで実際に焼成を行った際の温度履歴である。これに対し、青色実線は弊所のような電気炉での高温焼成を行う際の焼成パターンとした。電気炉であれば 100℃/hr 程度の昇温速度で十分にレンガサンプル内の未燃分を燃焼させることができるため、最高到達温度のみ 1150℃や 1175℃に設定することで焼成するものと考えられる。

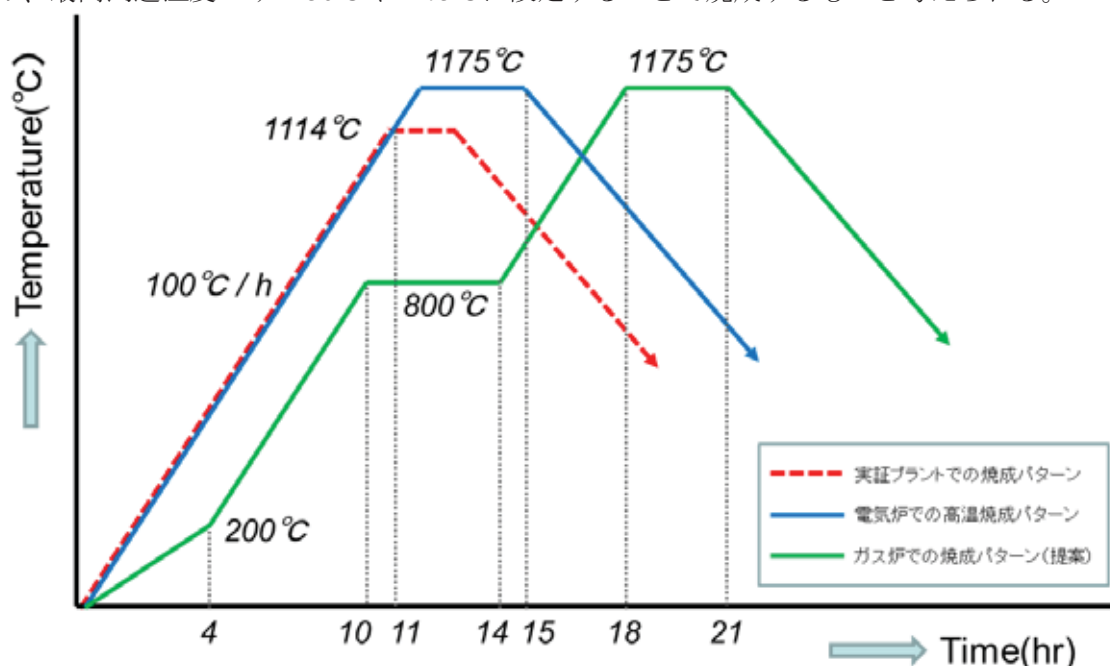


図 8-18 焼成パターン (提案)

ただし、より焼成を進行させる目的で、最高温度での保持時間を 3hr に延長した。一方、実証プラントのようなガス炉では酸素の濃度の低さに由来して内部の未燃分の燃焼が遅れることが大きな課題であった。そこで、これに対応するべく、緑色実線で示したように、シラスの軟化・溶融温度以下となる約 800℃での 4 時間程度保持を設定した。これによりサンプル内まで十分に加熱できるため、未燃分が十分燃焼し、かつ発生したガスは脱離可能となる。この後に所定の最高到達温度まで昇温し、やはり 3hr の保持時間で焼成することとした。なお、焼成工程における水分の影響をできるかぎり排除するため、200℃までの初期加熱で

乾燥を確実なものに目的でやや遅めの昇温速度を設定している。

8.2.3 放射性物質の固定化技術の有効性の検証

(1) 背景

2011年の東日本大震災にて起きた原子力発電所事故の影響で、より安全で簡便な放射性セシウムの回収および固定化に関する技術が求められている。2015年の時点では、専ら除染作業にて発生した多量の低濃度セシウム水溶液が対象であり、ゼオライト系材料への吸着技術が適用されているが、放射性セシウムは広範囲に飛散しており、多様な形態の処理対象物が存在する。我々は、そのなかの一つであるバイオマス燃料の燃焼灰について、含有するセシウムの固定化方法を検討している。

生木の表面に付着した放射性セシウムは、木材加工時の廃材となる樹皮に多く含まれており、これをバイオマス燃料とした場合、発生する燃焼灰には濃縮された状態で含有されることになる。我々は、この燃焼灰を飛散させることなく固定化する方法として窯業建材製造技術を取り上げ、その適用性を調査している。本研究では、この燃焼灰を天然の窯業用粘土原料と配合し、混練および焼成によって得られる焼成体に放射性セシウムを安定的に閉じ込めることを目的として、その製造工程および焼成体についてセシウムの量的変動を調査した。

(2) 実験方法

放射性セシウムを含有する燃焼灰を直接実験に供することは困難なため、本研究ではセシウムイオン源として塩化セシウム試薬（和光純薬工業特級）を用いた。また、窯業用粘土原料として(有)根本産業（福島県郡山市）製の瓦原土用粘土（郡山産）を使用した。所定量の乾燥粘土に、1000mg/Lに調整したCsCl水溶液を加えて養生後、小型真空土練機（石川時鐵工所製、YO-5）で混練・成形を行い、20×20×100mmの角柱状成形サンプルを得た。この際、粘土1gあたり添加されたセシウムは0.241mgであった。この成形サンプルを110℃で乾燥後、所定の温度条件で焼成（大気中）を行い、焼成サンプルを得た。乾燥後のサンプル重量は65.52g/個であり、含有するセシウム量は15.8mg/個であった。

焼成サンプルについて、吸水率（JIS R1250 準拠）、曲げ強さ（JASS7 M-101 参照）、化学組成（蛍光 X 線による半定量分析（FP 法））、化学的安定性（溶出試験、環境庁告示第 46 号 準拠、ただし試験用粉体は 500 μ m 以下まで粉碎したものをを用いた）を測定し、焼成温度による物性の変化について検討した。

(3) 結果と考察

焼成温度は粘土の熱分析結果（図 8-19）を参考に 200℃、300℃、400℃、500℃、600℃、800℃、1050℃、1150℃とした。図 8-20 に焼成サンプルの外観を示す。

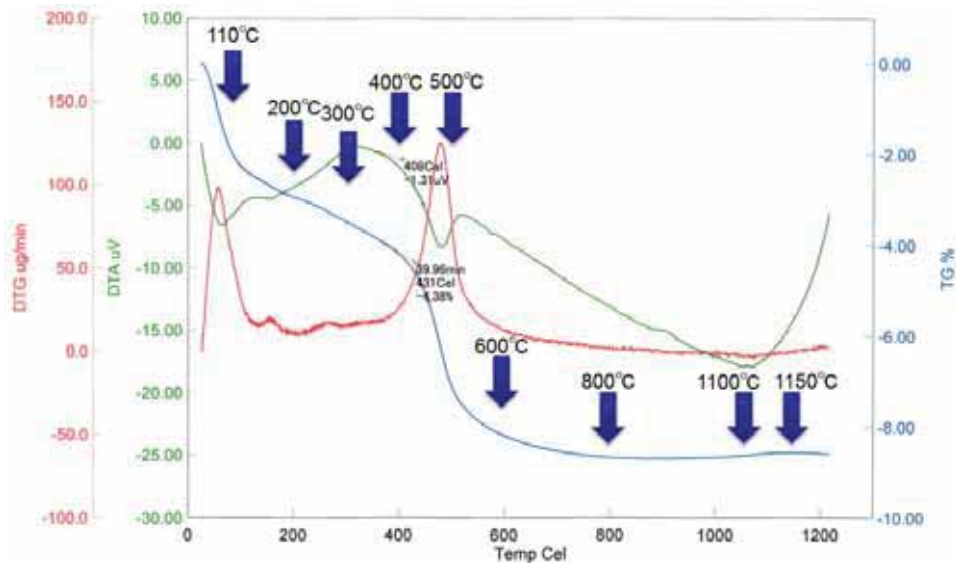


図 8-19 配合土の熱分析

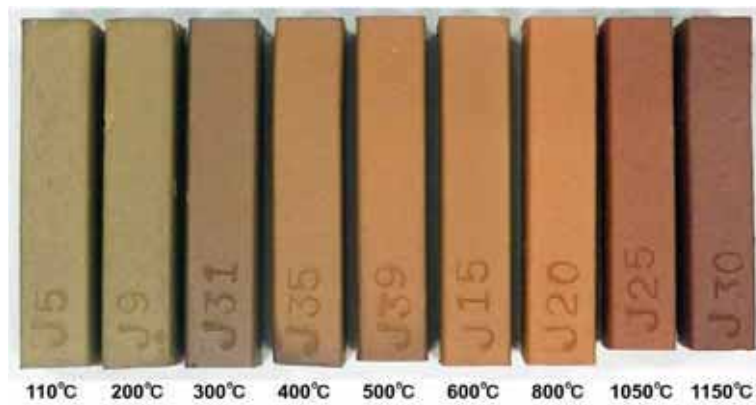


図 8-20 焼成サンプルの外観

焼成温度の上昇とともにサンプルの色が赤く変化し、1000°C以上では焼結により急激に収縮する傾向が認められる。図 8-21 にその重量変化を示した。熱分析の結果 (図 8-19) 同様、200°Cと 600°Cの間で粘土鉱物由来の OH の脱水と推定される大きな現象が認められたものの、600°C以上ではあまり大きな重量変化はなかった。したがって、セシウムの蒸発を誘起するような顕著な揮散現象は高温域には少ないと推察した。

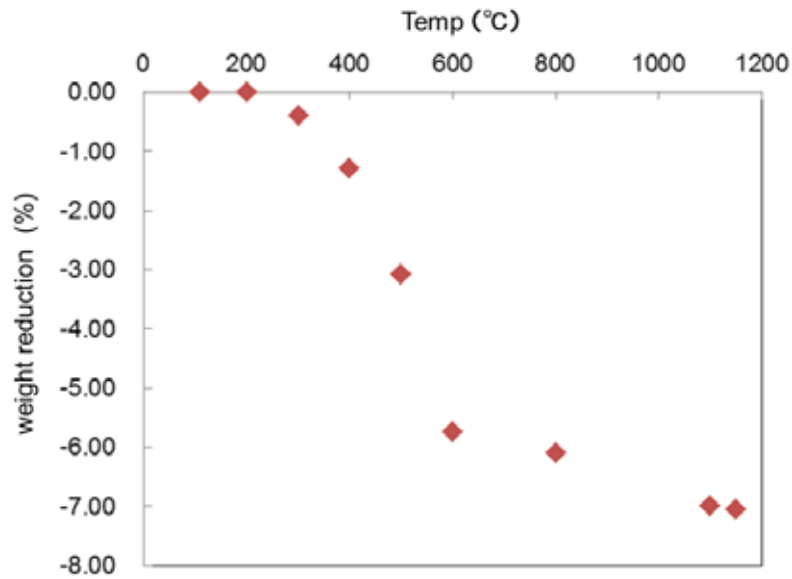


図 8-21 焼成サンプルの重量変化

図 8-22 に吸水率の変化を示した。焼結がほとんど進行していない 300°C以下のサンプルは水中で崩壊したため測定値は得られていない。また、400°Cのサンプルは測定時に長軸方向に大きくひび割れが発生しており、水分吸収による膨潤傾向が強いことがわかった。なお、800~1000°Cにかけて吸水率の急激な減少が認められ、この温度域で焼結が大きく進行すると示唆された。

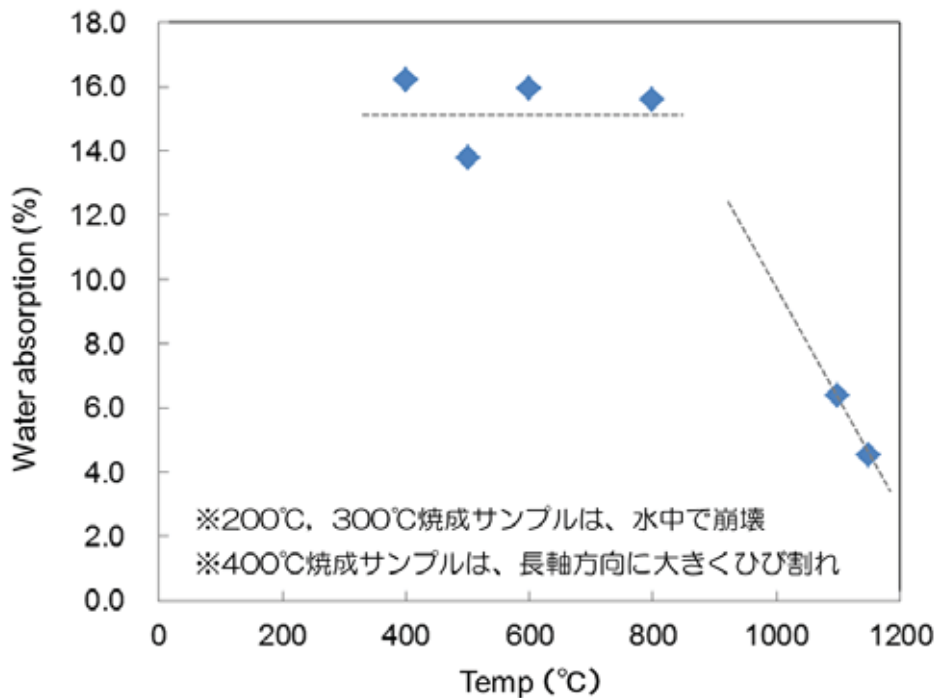


図 8-22 焼成サンプルの吸水率

このことは、曲げ強さの変化（図 8-23）からも支持された。このように焼成温度によって粘土鉱物の状態やサンプルの焼結状態が変化するが、蛍光 X 線による F より大きな原子

番号の元素含有量測定では、およそセシウムの含有量に変化は認められなかった(図 8-24)。このことは、母材である粘土材料の状態が成分的(水分など)あるいは構造的(焼結反応など)に変化しても、1150°C以下ではセシウムがサンプル外に散逸する可能性が小さいことを示唆している。

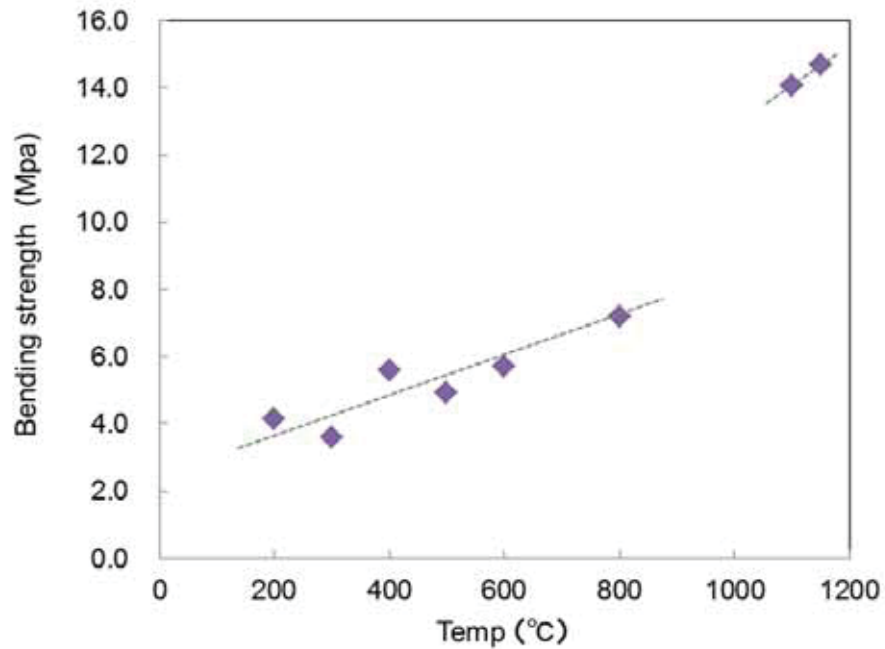


図 8-23 焼成サンプルの曲げ強さ

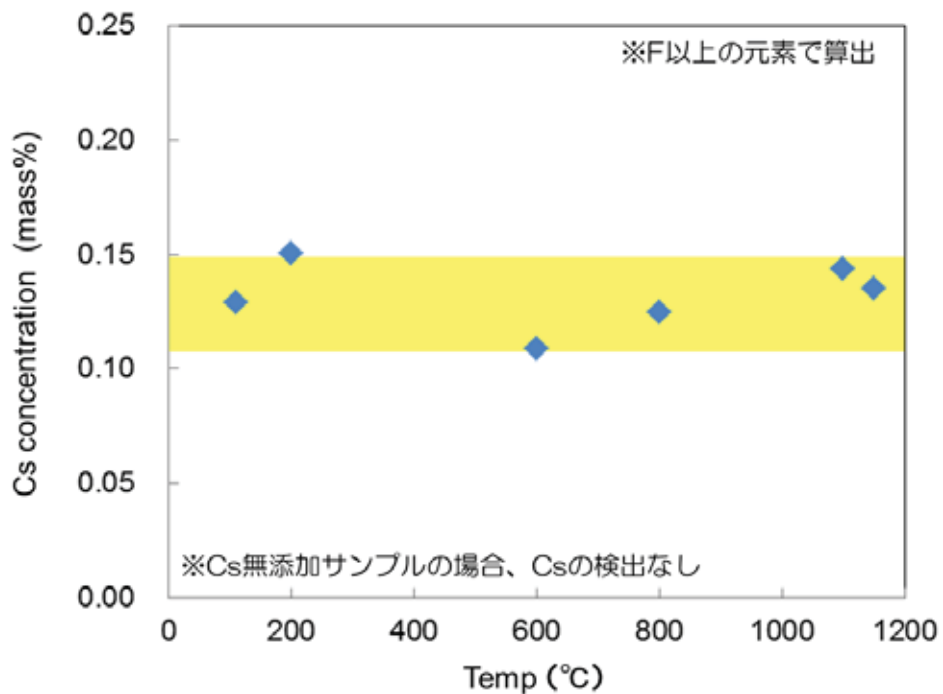


図 8-24 焼成サンプルのCs濃度

これらの焼成サンプルについて溶出試験を行った結果を図 8-25 に示した。これより、焼成温度の上昇に伴い、セシウム溶出量が減少し、1000℃以上ではほとんど溶出しない傾向が明らかとなった。また、レンガサンプルの焼結が一気に進行する 800～1000℃領域での溶出量の変化は小さく、むしろ 400℃程度までの結晶水の脱離による構造変化などがセシウムの固定化に大きく寄与することが明らかとなった。

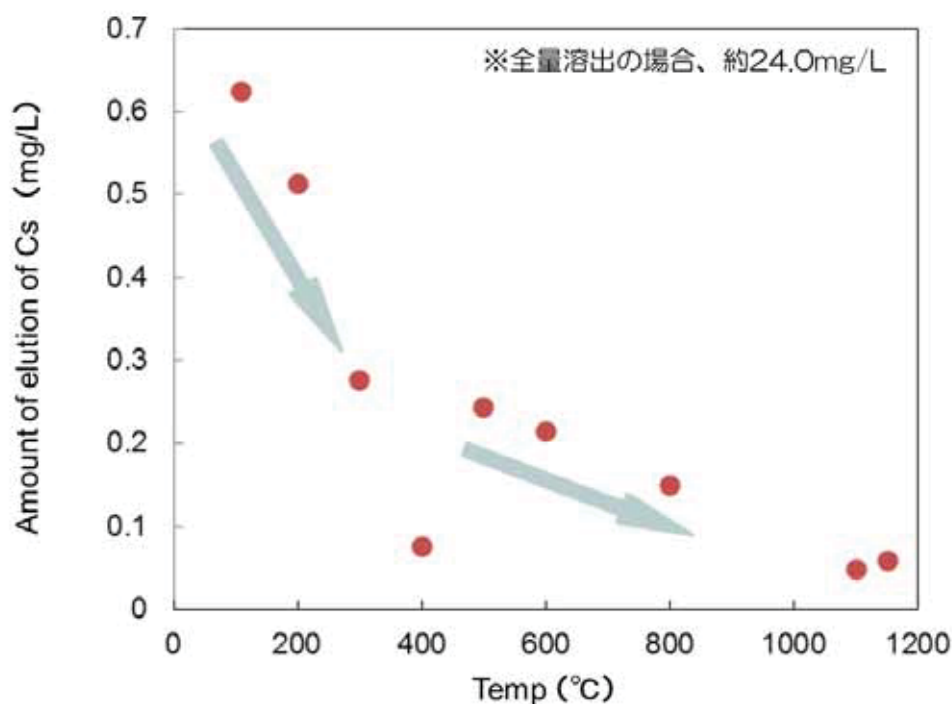


図 8-25 焼成温度によるCs溶出量の変化

なお、仮に含有されるセシウムが全量溶出する場合、溶出量は約 24.0mg/L と見積もられることから、焼成前の混合・混練・乾燥工程のみでも粘土に吸着等によって固定されるセシウム量が多いことが伺える。

以上のように、対象となるセシウム含有物の形態によっては、固体中にセシウムを固定化する方法として窯業建材製造技術が有用である可能性が示された。

8.2.4 エコレンガの安全性確保対策の検討

エコレンガの安全性は、(1)製品、(2)製造工程の2方面で配慮する必要がある。

(1) 製品の安全性確保

レンガ製品については、必要な物性基準として JIS R1250 が規定しており、より信頼性をもって使用に供することができる仕様が定義されている。ただし、本事業では釜石市片岸地区にて発生するバイオマス燃焼灰を再資源化することを目的とするため、エコレンガ製品にも放射線管理項目を付加することが不可欠である。

表 8-7 焼成体サンプル溶出液の放射線量

核種名	エネルギー (keV)	ネットレート (cps)	放射能濃度 ±不確かさ(3σ) (Bq/kg)	測定下限値(3σ) (Bq/kg)	判定
Cs-合計	----	0.004	測定下限値未満	単純合計 2.77	不検出
I-131	364.5	0.000	測定下限値未満	1.34	不検出
Cs-137	661.7	-0.001	測定下限値未満	1.31	不検出
Cs-134	795.8	0.005	測定下限値未満	1.46	不検出
K-40	1460.8	0.003	測定下限値未満	19.42	不検出

本研究では、坏土調整の段階で放射線量測定を実施したが、製品としての管理に関しては計測が困難である（形状が確定しており、破壊して計測することになるため）という問題があった。また、本研究では管理にあたり含有する放射線物質量を反映した放射能濃度 (Bq/kg) を測定したが、製品を任意の場面で管理するには空間線量率 (Sv/h) の測定が有用である。

また、長期的な製品の安全性を予測する上で、溶出試験は極めて有用と考えられる。本実験では、実証プラントにて作成したレンガサンプルについて、環境省より提示されている「放射能濃度等測定方法ガイドライン」に基づき、JIS K0058-1 スラグ類の科学物質試験方法-第1部：溶出量試験方法に準じた溶出試験を行った。その結果、表 8-7 に示したように、乾燥サンプルおよび焼成サンプルともに、放射能濃度が測定下限値以下となり、系外に排出されること無くレンガサンプル内に固定化されていることが明らかとなった。このような試験により、レンガ製品の長期にわたる安全性が著しく高まると考えられることから、定期的に試験し、管理することが有用である。

(2) 製造工程の安全性確保

レンガ製造の工程は、原料保存→原料配合→混合→加水→混練→成形→乾燥→焼成で構成される。天然原料を用いて製造する場合、粉塵の管理や、排水の管理、および排ガスの管理などが重要な項目となる。ただし、今回の事業では放射性セシウムを含有するバイオマス燃焼灰を利用するため、それぞれの管理項目において放射性セシウム含有物質が工場外に排出されないよう留意する必要がある。また、工場内においても作業員が被爆しないよう遮蔽された空間で工程が進むような工夫が不可欠である。例えば、バイオマスボイラーから再資源化エリアへの燃焼灰の搬送を完全に密閉遮蔽し、作業員が直接接触しない方法を確立しなければならない。また、レンガ製造における混練や成形に用いた機器をメンテナンスする場合も、排水の安全性確保を主眼とした管理が必要となる。本研究では、焼成工程でのセシウムの飛散はほとんど確認されなかったが、大量生産を行う場合は、どのようなエラーが生じるか予測不能であるため、排気ガスの監視態勢の確保、あるいは排気ガス自体を出さない工夫などが求められる。

以上のように、再資源化エリアにてエコレンガを製造する場合は、製品の安全性管理はもとより、製造工程の安全性管理が極めて重要であり、かつ注力を必要とすることが示唆される。

8.2.5 エコレンガの需要先の検討

エコレンガ事業は、地域のバークを燃焼したことによって出た燃焼灰の扱いを、安全安心を担保しながらいかに地域内で有効活用していくか、という地域課題の解決に向けて取り組んでいる。エコレンガ事業は、売熱・売電事業を含めたエネルギー供給事業の一貫としての事業であり、エコレンガ事業単体での収支黒字化は当初目標に含まれていないが、バイオマスエネルギー供給事業全体の採算性、持続性を向上させるために、エコレンガ事業の収支改善策として下記に取り組む。

(1) 利用先の確実な確保

エコレンガを製作し、種々分析・解析を行った結果、エコレンガ内に含まれるセシウム の溶出量はおよそ0.3%まで低下していることが確認され（焼成温度 1,100℃の場合）、「放射性セシウムの固定化」が可能であることを示唆するデータを得ることができた。また、レンガとして JIS 規格を満足する製品とするまであと一歩の状況まできており、今年度中にその改善策の見通しを立てることが出来た。

上記の検証により、エコレンガを安全・安心かつ JIS 規格を満たす商品として製造する技術の確立が可能となったことから、製作したレンガの利用先として現在数社の業者に打診をしており、引き続き商談を具体的に進めていく。

1) プラント敷地の路盤材としての利用

プラントの敷地は広さ 2,700 m²の未舗装の土地であり、今後、菌床しいたけ栽培施設や木材関係事業の拡大に伴い、敷地内の舗装を進めていく必要がある。その際の路盤材としてエコレンガを用い、自家消費していくことを検討している。

2) 園芸用セットとしての利用

北上市の業者は、事業の一つとしてバーク腐葉土や堆肥を販売しているメーカーであり、例えば、レンガと腐葉土や堆肥で園芸用セット等として販売すること等を検討している。



図 8-26 レンガと腐葉土のセット (例)

3) 地元の復興事業における利用

地元の復興事業（住宅整備等）における利用を指摘する意見が地域協議会で出ており、今後、安全性や品質について十分に検証した上で、釜石市内の業者や行政に対しても販売交渉していくことについて、地域協議会での意見を聞きながら最終判断していく。

4) 福島県等の復興事業における利用

福島での復興事業に取り組んでいる大阪の商社は、エコレンガ及びその製造技術に強い関心を示しており、エコレンガを復興事業の路盤材として利用することを検討している。

なお、セシウム含有燃焼灰の産業廃棄物処理業者は現状数が少なく、燃焼灰の処理委託に莫大な費用が請求されている（運搬費用、セメント固型化費用、管理費用等）。福島県等で発生している指定廃棄物の処理委託費用は7～10万円と聞き及んでいるので、リスク管理を含めて事業全体で販売価格設定と販路確保を行って解決を図る。

表 8-8 セシウム含有燃焼灰の処理費用（概算）

項目	日	年間	備考
稼働	24[時間]	320[日]	
生産蒸気量	84[ト]	26,880[ト]	
生産温水量(95℃)	100[ト]	32,000[ト]	
燃料「パーク」	日	年間	備考
購入含水量[55%]	52.0[ト]	16,640[ト]	
燃料含水量[35%]	36.0[ト]	11,520[ト]	13,376 KJ/kg
セシウム含有燃焼灰	0.4[ト]	128[ト]	
処理費用（概算）	40,000[円]	12,800,000[円]	処理委託費10万円/ト

(2) JIS 規格達成による品質確保、高付加価値化

事業採算性基本ケース（菌床しいたけ栽培施設8棟、木材乾燥施設1棟、陸上養殖施設1棟）における年間レンガ生産量は約11,000枚を見込んでおり、仮にエコレンガを50円/枚（低価格の輸入レンガ等）で販売した場合のレンガ販売収入は55万円に留まるのに対し、その製造経費（粘土等の原料および灯油代）は150万円程度が必要となる。

一方、低価格の輸入レンガは50円/枚程度であるが、JIS規格等を満たす高品質なレンガは100～250円程度で販売されており（例：北上近隣のホームセンターでは152円/枚（税込））、今回の試験結果に基づき、安全・安心を担保し、品質をより高めていくことによりエコレンガの販売単価を向上させ、エコレンガ事業の収支を単体で改善することを目指す。

8.2.6 燃焼灰資源化技術を実用化する上での課題抽出及び対応策の検討

釜石市片岸地区の実証施設から排出されたバイオマス燃焼灰を資源化する場合、含有する放射性セシウムの存在が最も留意すべき課題と考えられるが、それを踏まえた安全性確保については前述（④エコレンガの安全性確保対策の検討）しており、ここでは触れない。むしろ

ろ、本研究で得られた知見をもとに資源化を実用化するための改善策について述べることにする。

燃焼灰を材料として利用するには、「量」と「質」が必要充分であることが不可欠である。今回の事業では、バイオマスボイラーより排出される燃焼灰を処理する側面があるため、量的な過不足について問題が生じることは少ないと言える。むしろ、質に関わる情報を正確に把握し、必要な特性をいかに安定させるかが重要といえよう。例えば、本研究で作成したレンガサンプルでは、4種の基準より遥かに低い吸水率が得られているにも関わらず、圧縮強度は最高でも3種止まりという、通常では想定しづらい結果であった。ただし、今回使用した郡山粘土にはこれまで瓦用粘土として使用されてきた実績があり、1150℃焼成にてJISの基準を満足する瓦が製造されていた。実際に、この粘土のみで押出成形したサンプルを焼成した場合、1200℃焼成でも大きな変形なく焼結することを確認している。すなわち、若干の変形が認められる程の高温である1150℃以上で焼成しても圧縮強度が高くないのは、母材となる郡山粘土の性質ではなく、むしろ添加しているバイオマス燃焼灰やシラスに由来する現象と推察される。

また、1175℃で焼成サンプルが膨張傾向にあるのは、窯業の焼成時に高温で観察されるブローティングが起き始めているためと考えられる。ブローティング (bloating) とは「高温で発泡して容積膨張する現象。発泡性粘土、発泡性頁岩などは、その現象を示す」(耐火物技術協会 HP より引用) である。焼成工程では高温になると粘土粒子の一部が融解して液相が生成するが、さらに高温になるとその液相に含まれる酸化鉄の分解や内在する微量水分の揮発が起きてガスが発生するため、マクロには発泡現象として確認される。そのため、サンプル内に発生する液相量が多いほどブローティングしやすい傾向となる。このことから、本研究の坏土は1200℃でもブローティングしない郡山粘土を母材としているが、配合された燃焼灰あるいはシラスが低温域で液相を生成するため1150℃以上の温度域でブローティング現象が起きやすくなっていることが推察される。同時に、この多量の液相が生成することにより高温域でも郡山粘土粒子同士が結合するような焼結はあまり進行せず、むしろ焼成体の強度は液相由来のガラス質の強度に依存するため、マクロな圧縮強度は高温域の焼成でも十分に向上しなかったと結論した。

また、通常のレンガ設計では、吸水率が低いと構造中の気孔量が少ないことを意味するため、これに相関して圧縮強度や曲げ強度が向上する。しかし、本研究の場合、焼成工程にて多量の液相が生成する坏土であったため、開気孔を液相が封孔し、その結果吸水率が著しく低い値となるなど、これまでの経験的に目安としてきた物性値間の相関を見誤らせる結果となった。

このように、レンガ原料として燃焼灰を用いる場合、配合する材料それぞれについて正確な物性情報を把握し、それらに準じたレンガ設計を行うことが、4種レベルのエコレンガ製造を可能にするための最重要留意点であると考えられる。

8.3 燃焼ガスに含まれる物質等の測定・分析

8.3.1 燃焼ガスの有害物質の測定・分析

燃焼ガス中物質の測定にあたっては、一酸化炭素（CO）及び二酸化炭素（CO₂）の分析を目的とした排気ガス分析器（島津製作所製 CGT-7000）と、酸素（O₂）、窒素酸化物（NO_x）及び硫黄酸化物（SO_x）の分析を目的とした排気ガス分析器（HORIBA 社製 PG-337）を利用した。

(1) CO および CO₂ 濃度の分析

1) 濃度の分析

CO および CO₂ の分析には、燃焼ガス分析装置（島津製作所製 CGT-7000）を用いた。得られた結果を表 8-9 の (a)、(b) に示す。

ボイラー入口平均温度の結果より、両日とも午前中の方が午後よりも低いことが分かる。これは燃焼開始時において、燃焼炉やボイラーの温度が低く、燃焼炉内部が温まるまでに時間を要するためである。ボイラー入口温度と CO 濃度には相関があり、ボイラー入口温度が低いとき、CO 濃度が高くなる傾向にある。燃焼炉が温まれば、CO 濃度を低下させることが可能である。

図 8-27 (a)、(b) には、CO および CO₂ 濃度の時間変化を示す。CO 濃度の時間変化を見ると、両図とも午前中に高い CO 濃度が多数観察されるが、午後には CO 濃度のピークをとる回数が激減している。午後の CO 濃度がピークをとる回数と燃料を投入した回数とがおおむね一致しており、燃料の供給によって燃焼が場一時的に冷やされることにより、CO 濃度が高くなったと考えられる。CO₂ は全ての場合において 5% を超えている。また、1 月 21 日の午後の CO₂ 濃度は 6.5% を超えていることから、バークを投入しても燃焼が活発に行われていることがうかがえる。

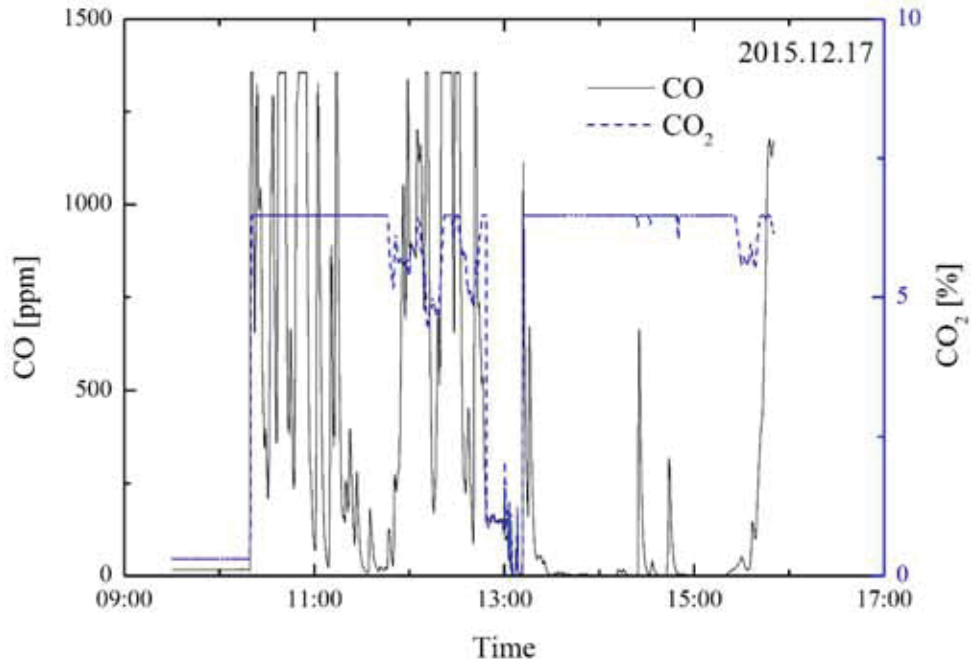
表 8-9 燃焼ガス中の CO および CO₂ 濃度の測定結果

(a) 実験日：平成 27 年 12 月 17 日(木)

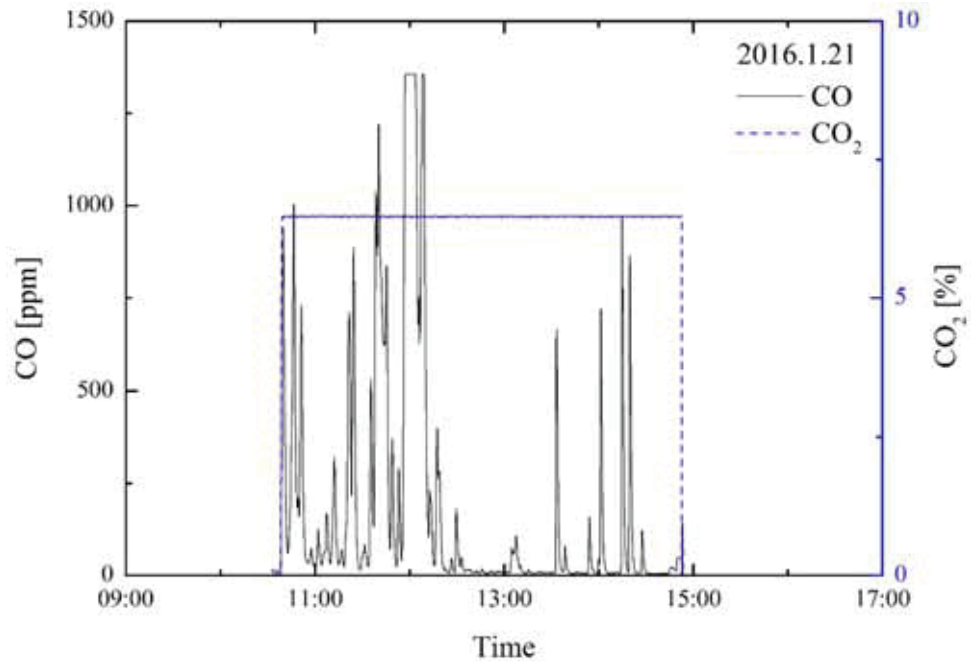
測定時刻		燃焼ガス中の各種成分平均濃度		ボイラー入口平均温度(°C)
開始	終了	CO(ppm)	CO ₂ (%)	
9:55	12:00	441	5.1	702
12:00	15:35	217	5.7	863
9:55	15:35	300	5.5	804

(b) 実験日：平成 28 年 1 月 21 日(木)

測定時刻		燃焼ガス中の各種成分平均濃度		ボイラー入口平均温度(°C)
開始	終了	CO(ppm)	CO ₂ (%)	
10:32	12:00	293	6.0	725
12:00	14:45	121	> 6.5	839
10:32	14:45	180	6.3	800



(a) 2015年12月17日



(b) 2016年1月21日

図 8-27 COおよびCO₂濃度の時間変化

2) 規制値との比較

CO 濃度の時間平均値で最も高かった数値は、平成 27 年 12 月 17 日(木)で計測された 441ppm であり、最小値は平成 28 年 1 月 21 日(木)の 121ppm であった。国が定める「工場及び事業場から排出される大気汚染物質に対する規制」において、事業所からの燃焼による燃焼ガス中の CO 濃度に対する規制値は設けられていない。東京都が定める「環境保全関係基準集」の「条例による規制—第 6 条（工場）及び第 36 条（指定作業場）」には、CO 濃度の規制値が、100ppm と定められており、本実証試験で得られた濃度はこれより高い数値である。しかしながら、121ppm を記録していることから、下記の点に注意して運転させることで、規制値を満足できる可能性がある。

- ① バークの含水率を乾燥装置で低下させる。
- ② バークの供給量に注意を払う。

平成 28 年 1 月 22 日(木)の実験では、11:55～13:05 の間に高含水率のバークを 5 回連続して投入されている。この高含水率のバークの影響が、時間遅れで燃焼状況を悪化させたと考えられる。このことは、1 月 22 日午後のボイラー入口温度が、12 月 17 日と 1 月 21 日午後のボイラー入口温度よりも低い点からも推察できる。さらに、燃焼室内の目視観察では、生のバークが燃焼炉下部まで到達しており、高含水率であることによる、燃焼場の冷却に加え、丸太や製材に比べ、バークは細かな燃料であることから、丸太や製材のすき間を埋め、空気供給を阻害し、燃焼状態を悪化させたと考察する。しかしながら、乾燥させたバークを投入した場合、投入後も不完全燃焼が見られず、バークの適切な供給割合を見出すことで、燃料として利用可能であるといえる。

(2) O₂、NO、SO₂濃度の分析

1) 濃度の分析

O₂、NO、SO₂の分析には燃焼ガス分析計（HORIBA 社製 PG-337）を使用した。得られた結果の要約を表 8-10 (a) ~ (c) に示す。

本ボイラーの O₂濃度は 9~15%の範囲にある。本ボイラーの O₂濃度は 12~15%となるように設計されており、10%程度が理想とされている。1月21日の O₂濃度の結果は、およそ 10%であり、バークを投入しても良好な燃焼状態を維持できることがこの結果からもうかがえる。

NO濃度は燃焼温度と密接に関係するが、明確な相関関係が見られない（一般に、温度が高くなると NO も増加する）。

SO₂濃度は燃料に含まれる硫黄の量に左右される。1月21日の SO₂濃度が他の実験結果に比べ低いが、その差は規制値に対して小さい。

表 8-10 燃焼ガス中の O₂、NO および SO₂濃度

(a) 実験日：平成 27 年 12 月 17 日(木)

測定時刻		燃焼ガス中の各種成分平均濃度			ボイラ入口平均温度(°C)
開始	終了	O ₂ (%)	NO(ppm)	SO ₂ (ppm)	
9:55	12:00	11.8	60.5	4.1	702
12:00	13:14	14.9	22.6	6.9	815
9:55	13:14	13.0	46.3	5.2	744

(b) 実験日：平成 28 年 1 月 21 日(木)

測定時刻		燃焼ガス中の各種成分平均濃度			ボイラ入口平均温度(°C)
開始	終了	O ₂ (%)	NO(ppm)	SO ₂ (ppm)	
10:39	12:00	11.4	62.5	3.6	731
12:00	14:45	9.6	63.5	3.4	839
10:39	14:45	10.2	63.2	3.5	803

(c) 実験日：平成 28 年 1 月 22 日(金)

測定時刻		燃焼ガス中の各種成分平均濃度			ボイラ入口平均温度(°C)
開始	終了	O ₂ (%)	NO(ppm)	SO ₂ (ppm)	
11:00	12:00	12.8	47.9	4.7	745
12:00	16:00	12.9	58.5	6.3	743
11:00	16:00	12.9	56.4	6.0	743

2) 規制値との比較

a. NO 濃度

表 8-11 の (a) ~ (c) に、本研究で得られた NO 濃度の時間平均値と基準値を示す。バイオマスボイラーの NO 濃度基準値は法令で定められていないため、最も厳しい基準である規模 4 万 m³ 未満の専焼ボイラーの値を比較の対象とした。実験値は基準値以下であり、バークを燃焼させた場合にも、環境基準を満足していることが確認された。

表 8-11 NO 濃度の実験値と基準値の比較

(a) 実験日：平成 27 年 12 月 17 日(木)

測定時刻		実験値	基準値
開始	終了	NO 濃度(ppm)	NO 濃度(ppm)
9:55	12:00	60.5	130~150
12:00	13:14	22.6	130~150
9:55	13:14	46.3	130~150

(b) 実験日：平成 28 年 1 月 21 日(木)

測定時刻		実験値	基準値
開始	終了	NO 濃度(ppm)	NO 濃度(ppm)
10:39	12:00	62.5	130~150
12:00	14:45	63.5	130~150
10:39	14:45	63.2	130~150

(c) 実験日：平成 28 年 1 月 22 日(金)

測定時刻		実験値	基準値
開始	終了	NO 濃度(ppm)	NO 濃度(ppm)
11:00	12:00	47.9	130~150
12:00	16:00	58.5	130~150
11:00	16:00	56.4	130~150

注:NOx の基準値は、規模 4 万 m³ 未満の専焼ボイラーの値である。

b. SO₂濃度

SO₂濃度の実験値と許容値との比較結果を表 8-12 (a) ~ (c) に示す。

SO₂の実験値は許容値よりも低く、環境基準を満たしていることが確認された。

表 8-12 SO₂の実験値と許容値の比較

(a) 実験日：平成 27 年 12 月 17 日(木)

測定時刻		実験値	許容値
開始	終了	SO ₂ 体積流量(m ³ /h)	SO ₂ 体積流量(m ³ /h)
9:55	12:00	0.0162	0.52
12:00	13:14	0.0272	0.52
9:55	13:14	0.0203	0.52

(b) 実験日：平成 28 年 1 月 21 日(木)

測定時刻		実験値	許容値
開始	終了	SO ₂ 体積流量(m ³ /h)	SO ₂ 体積流量(m ³ /h)
10:39	12:00	0.0140	0.52
12:00	14:45	0.0135	0.52
10:39	14:45	0.0137	0.52

(c) 実験日：平成 28 年 1 月 22 日(金)

測定時刻		実験値	許容値
開始	終了	SO ₂ 体積流量(m ³ /h)	SO ₂ 体積流量(m ³ /h)
11:00	12:00	0.0186	0.52
12:00	16:00	0.0249	0.52
11:00	16:00	0.0237	0.52

(3) ばいじん濃度の分析

1) 濃度の分析

燃焼ガス中のばいじんは、JIS Z8808 に準じてサンプリングされ、電子天秤によってサンプリング前後のフィルタ質量を計量することによって計測した。ばいじんの質量を燃焼ガスの吸引量で除すことによって、ばいじん濃度を求めた。表 8-13 (a) ~ (c) には、ばいじん濃度の結果を示す。

ボイラー入口温度が高い場合、燃焼が活発に行われていることを裏付けているため、温度が高いほどばいじん濃度も低い傾向にある。しかしながら、1月21日の12:59-13:14にサンプリングされた結果には、この相関が見られない。この原因として、燃料供給時（燃料を燃焼室内に落下させる）に、燃焼室内で燃焼している木々が崩れ、その振動の発生によって灰が舞い上がり、燃焼ガス中のばいじん量が増えた可能性がある。

表 8-13 燃焼ガス中のばいじん濃度

(a) 実験日：平成27年12月17日(木)

測定時刻		燃焼ガス中のばいじん濃度(g/m ³)	ボイラー入口平均温度(°C)
開始	終了		
13:20	13:52	0.0046	914
13:56	14:26	0.0093	896
14:31	15:01	0.0058	882

(b) 実験日：平成28年1月21日(木)

測定時刻		燃焼ガス中のばいじん濃度(g/m ³)	ボイラー入口平均温度(°C)
開始	終了		
10:41	10:56	0.0117	679
12:59	13:14	0.0156	837
14:03	14:18	0.0056	855
14:33	14:49	0.0042	842

(c) 実験日：平成28年1月22日(金)

測定時刻		燃焼ガス中のばいじん濃度(g/m ³)	ボイラー入口平均温度(°C)
開始	終了		
11:22	11:52	0.0078	762
13:21	13:51	0.0056	801
14:07	14:37	0.0117	788

2) 規制値との比較

ばいじん濃度の実験値と基準値を表 8-14 の (a) ~ (c) に示す。燃焼ガス成分の測定はバグフィルタを取り除いて行ったが、ばいじんの実測値が基準値よりも一桁あるいは二ケタ小さく、基準値を満たしていることが確認された。

表 8-14 ばいじん濃度の実験値と基準値の比較

(a) 実験日：平成 27 年 12 月 17 日(木)

測定時刻		実験値	基準値
開始	終了	ばいじん濃度(g/m ³)	ばいじん濃度(g/m ³)
13:20	13:52	0.0046	0.3
13:56	14:26	0.0093	0.3
14:31	15:01	0.0058	0.3

(b) 実験日：平成 28 年 1 月 21 日(木)

測定時刻		実験値	基準値
開始	終了	ばいじん濃度(g/m ³)	ばいじん濃度(g/m ³)
10:41	10:56	0.0117	0.3
12:59	13:14	0.0156	0.3
14:03	14:18	0.0056	0.3
14:33	14:49	0.0042	0.3

(c) 実験日：平成 28 年 1 月 22 日(金)

測定時刻		実験値	基準値
開始	終了	ばいじん濃度(g/m ³)	ばいじん濃度(g/m ³)
11:22	11:52	0.0078	0.3
13:21	13:51	0.0056	0.3
14:07	14:37	0.0117	0.3

(4) ダイオキシン類の分析

ダイオキシン類の測定は、ボイラー試運転時に一般財団法人化学物質評価研究機構にて、ガス分析を実施した際に測定した。特定施設（廃棄物燃焼炉等）の最も低い基準値 0.1ng-TEQ/m³ よりも低く、0.0073 ng-TEQ/m³ という結果で、環境基準を満足することが確認された。

表 8-15 ダイオキシン類測定結果（（一財）化学評価物質研究機構、報告書より抜粋）

	測定項目	実測濃度 ng/m ³ (0°C,101.32kPa)	酸素 12%換算濃度 ng/m ³ (0°C,101.32kPa)	毒性当量 ng-TEQ/m ³ (0°C,101.32kPa)	計量の方法
PCDDs/ PCDFs	PCDDs	0.17	0.12	0.00291	JIS K 0311 : 2008
	PCDFs	0.75	0.52	0.00403	
	Total (PCDDs+PCDFs)	0.92	0.64	0.0069	
Total コプラナーPCBs	0.10	0.070	0.00040		
	Total ダイオキシン類	—	—	0.0073	

1. 実測濃度：試料中のダイオキシン類濃度（0°C，101.32kPa）（ng/m³）
2. 酸素 12%換算濃度：酸素濃度 12%における濃度（0°C，101.32kPa）（ng/m³）
3. 毒性当量：2,3,7,8-TeCDD の毒性に換算したもの（0°C，101.32kPa）（ng-TEQ/m³）
 - ・酸素 12%換算濃度に毒性等価係数を乗することにより算出
 - ・定量下限未満の測定結果は‘0’として算出
 - ・各異性体の TEQ は、Total ダイオキシン類毒性当量を求めるための途中結果の為、数値の丸めは行っていない
4. 毒性等価係数：WHO/IPCS（2006）の TEF を適用した

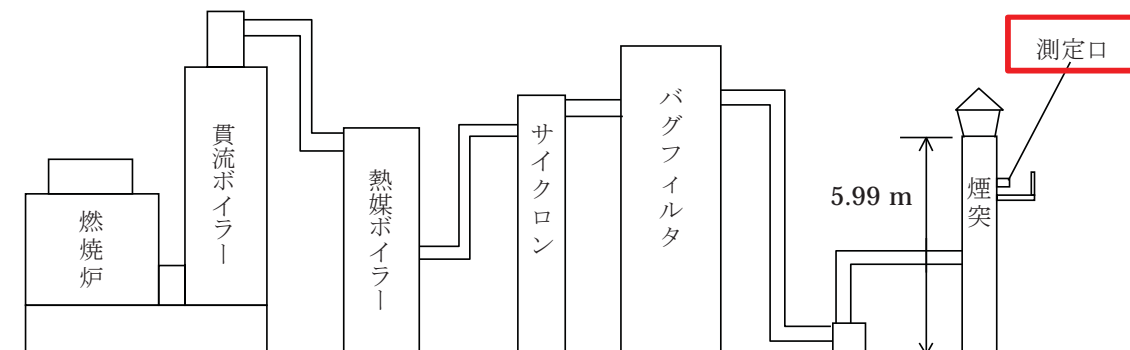


図 8-28 ダイオキシン類の測定箇所

8.3.2 燃料及び燃焼灰の放射能濃度分析

事業開始から今年1月の試運転まで、燃料であるバーク、丸太、製材廃材、そして燃焼灰の放射能濃度分析を行ってきた。放射能同度の測定には、放射線濃度測定システム（EMF社製ガンマ線スペクトロメータ EMF211型）を用いた。

表 8-17 及び表 8-18 には、それぞれ今年度バイオマス熱供給システムの試運転後に測定した燃料と燃焼灰に含まれる放射能濃度を示している。林野庁から出されている各種木質燃料の放射性セシウム濃度の指標値とあわせて以下に示す。

表 8-16 各種木質燃料の放射性セシウム濃度の指標値（林野庁）

燃料	放射性セシウム濃度の当面の指標値
薪	40 Bq/kg
ホワイトペレットと樹皮を含んだ全木ペレット	40 Bq/kg
バークペレット	300 /kg

(1) 燃料の放射能濃度

丸太、および製材廃材に含まれる放射能濃度は、指標値（=40 Bq/kg 以下）より低くなっている。また、バークの測定結果もバークペレットの指標値（=300 Bq/kg 以下）より低いことが確認された。釜石近郊のバイオマス燃料の放射能濃度は、想定したよりかなり低い数値であることが明らかになった。

表 8-17 燃料に含まれる放射能濃度（平成 27 年度の結果）

試料	放射能濃度
バーク（平成 28 年 1 月 29 日測定）	47.61 ± 15.70 Bq/kg
丸太(心材)（平成 28 年 1 月 29 日測定）	測定下限値未満
製材廃材（平成 28 年 1 月 29 日測定）	測定下限値未満

(2) 燃焼灰の放射能濃度

燃焼灰の放射能濃度は、403.09 ± 3.15 Bq/kg ~ 1323.5 ± 34.19 Bq/kg という結果（多くの場合で 500 ~ 800 Bq/kg）であり、一般廃棄物として処理可能な 8,000 Bq/kg（環境省 HP 参照）よりも、十分低い濃度であると言える。ただし、廃棄物を安全に再利用できる基準 100 Bq/kg を超えていることから、燃焼灰を原料とするエコレンガの製造において、粘土等との混合割合等を十分に検討することで、100 Bq/kg 以下のレンガを製造する必要がある。

表 8-18 燃焼灰に含まれる放射能濃度（平成 27 年度の結果）

試料	放射能濃度
燃焼灰（平成 27 年 7 月 3 日測定）	609.87 ± 16.03 Bq/kg
燃焼灰（平成 27 年 10 月 21 日測定）	498.23 ± 25.32 Bq/kg
燃焼灰（平成 28 年 2 月 3 日測定）	403.09 ± 3.15 Bq/kg

8.3.3 空間線量の測定

(1) 大気中の空間線量測定

空間線量の測定には、分析機器として「ALOKA SURVEY METER TCS-172」を用いた。

バイオマスボイラー実証試験中、バイオマスボイラー周辺、また煙突周辺の空間線量を測定したところ、 $0.04\sim 0.07\ \mu\text{Sv/h}$ であった。釜石市HPに公開されている近隣集会所の空間線量と比較し、大きな変化が認められない。また、バイオマスボイラー稼働終了後、煙突付近のガス温度が十分低下してから空間線量を測定したところ、 $0.04\sim 0.06\ \mu\text{Sv/h}$ であった。更には燃料であるバイオマス木材の放射能濃度も低いことから、燃焼ガスに含まれる放射能濃度は十分低い値であると考えられる。

表 8-19 近隣集会所の空間線量 (釜石市HPより抜粋)

施設名	測定日	天候	測定地点	高さ別測定値 ($\mu\text{Sv/時}$)		
				5cm	50cm	1m
日向・新川原・長内集会所	2015.3.13	晴	駐車場	0.10	0.09	0.08
			雨樋周辺	0.14	0.10	0.09
砂子畑集会所	2015.3.5	晴	駐車場	0.06	0.06	0.07
			雨樋周辺	0.11	0.09	0.07
上栗林地区集会所	2015.3.5	曇	駐車場	0.08	0.07	0.07
			雨樋周辺	0.06	0.06	0.06



図 8-29 煙突下部における空間線量の測定

(2) バイオマスボイラー施設内の空間線量測定

バイオマスボイラー施設の各場所内部の空間線量を測定したところ、燃焼炉：0.33～0.45 $\mu\text{Sv/h}$ 、小型貫流ボイラー：0.25～0.40 $\mu\text{Sv/h}$ 、サイクロン：0.05～0.06 $\mu\text{Sv/h}$ であった。燃料としては放射能濃度がかなり低いバイオマス木材を使用したにも関わらず、特に燃焼炉と小型貫流ボイラーの内部の空間線量が高い。連続稼働時に定期メンテナンスを実施する際、作業に注意を要することになるが、今回導入している設備は、それぞれの箇所に燃焼灰掃出し機があることから、常時燃焼灰を灰資源化設備に送れること（設備内部に溜め込まない）、また小型貫流ボイラーは配管に付着したスケールが自然剥離する構造を有することから、作業員が内部でメンテナンスを実施する時間を大幅に低減でき、放射能に対する健康被害を最小限に抑えることができると考えている。

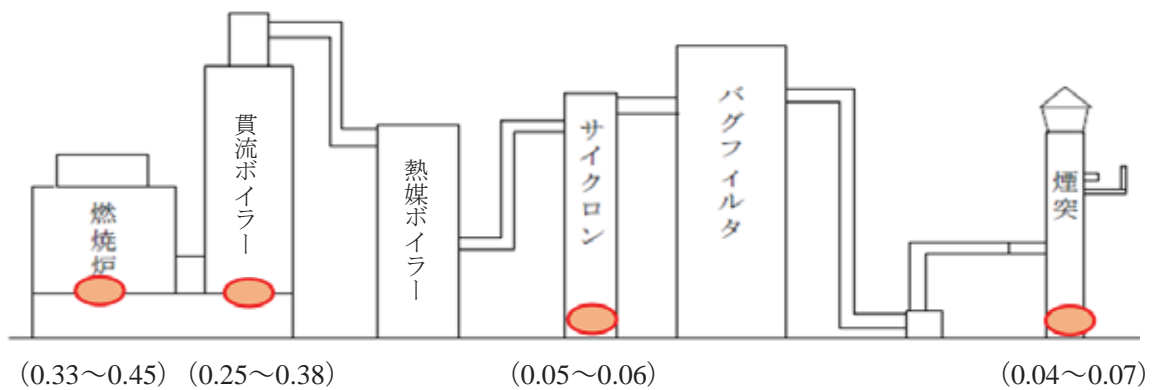


図 8-30 空間線量測定箇所 (数値単位: $\mu\text{Sv/h}$)

9. 3カ年の実証の成果及び課題について

9.1 3カ年の実証の成果

9.1.1 CO₂ 排出削減効果

未利用のバーク等を有効活用するバイオマスボイラーシステムを導入することにより、同量の熱・電気を化石燃料や系統電力から賄おうとした場合と比べて689t-CO₂年のCO₂削減効果が得られると推定した。

また、木質バイオマスエネルギーを用いることにより、震災時等において系統電力からの電力供給が途絶えた場合におけるバックアップ電源を確保することが可能となった。

9.1.2 事業採算性

平成26年度の実証実験プラントではエネルギー変換効率が20%程度と、極めて低い効率であることが課題であったが、燃焼炉の改良を行うことにより蒸気エネルギー変換効率で45%前後、温湯エネルギーで15%前後まで向上した（蒸気発電後のドレン化したエネルギーを加えると温湯エネルギーは35%程度と推測）。昨年度と比較してエネルギー変換効率が向上したことに伴い、本事業で燃料として活用している木質バイオマスの調達コストの削減、燃焼灰の減量に伴う灰資源化（エコレンガ製造）コストの削減が図られた。また、稼働実験を繰り返し実施することにより、運営フローの効率化が進み、稼働人員の削減（8人→6人）が可能となったことで人件費の削減が図られたことにより、昨年度より単年度収支は約1,000万円改善した。

また、実証実験プラントのエネルギー供給能力に対して熱需要先が不足していたことから、平成27年度は熱需要先としてしいたけハウスの8棟増設、事業主体による木材乾燥施設の建設を進めることで、熱需要先の確保に取り組んだところである。現状では、実証実験プラント自体の単年度収支は約4,000万円の赤字となっているが、事業主体であるオーテックは引き続きシイタケハウスの増設を進めることを計画している。さらに陸上養殖施設の誘致についても、一関工業専門学校との共同研究を進めることにより、熱需要先を継続的に確保していく計画である。熱需要施設の拡大により稼働負荷率を50%程度まで高める見通しが立てば、単年度黒字となる道筋が開けることになる。

実証実験プラント単体での事業採算性を確保することを視点とした場合、熱需要施設の拡大が課題となっている一方で、今年度の成果として、地域全体に対する経済効果という観点では、様々な地域貢献が見込まれることが示唆された。例えば、実証実験プラントが整備されることにより、周辺地域に熱需要先となるシイタケハウスや木材乾燥施設の誘致につながることで、新たに5名の地元雇用を創出した。また、木材乾燥施設が整備されたことで、これを活用した新たなビジネスについて検討している事業者も事業主体に相談に来ている状況を生み出した。熱供給事業単体での事業採算性に縛られず、派生的に生じたこれらの商談を具体化していくことで、事業主体としての採算確保につなげていくことについて、引き続き検討していく。

9.1.3 森林資源の利活用

東日本大震災による福島第一原発事故以降、従前は畜産農家等に利用されてきたバークは、放射性物質等の風評により活用されなくなり、製材所等は産業廃棄物として処理し、有効活用されていない状況となっている。本事業で導入した燃焼炉ではバークを木質バイオマス燃料として活用し、さらに燃焼灰を安全なエコレンガとして再利用する一連のシステムを構築することで、これまで岩手県内の林業関係者の負担となっていたバークの処理費用を軽減させることを目標としたものである。安定的に稼働させるためにはまだ運用上解決すべき課題は多いが、本実証事業により、2割～3割程度のバークを混焼させた場合においても、ある程度安定した燃焼状態を保てる可能性が見受けられたことで、木質バイオマス燃料としては適さないバークを有効活用できる見通しが立った。また、今後設備の改良を行うことで、バークの混焼比率を向上させることも可能と考えている。

本事業においてバイオマス熱供給システムを整備することにより、需要先として木材乾燥施設の整備につながっている。近隣の製材所や木材メーカーはこれまで木材乾燥施設が近隣になかったが、釜石市内において活用できる木材乾燥施設が整備されることにより、森林資源を活用した木工細工等の新事業や、東日本大震災からの復興にかかる住宅整備事業の加速化が期待されるため、森林資源の利活用に向けた新たな需要の掘り起こしにつながる可能性がある。

9.1.4 実用化・普及可能性

今回バイオマスボイラーを建設した釜石市片岸地区は、東日本大震災により浸水し農地が地盤沈下していたが、釜石市による嵩上げ工事が完了した地区である。事業主体の関連企業は地権者が設立する片岸地区地権者協議会と協定書を締結しており、本事業年度内に、シイタケハウス8棟、および木材乾燥施設をバイオマスボイラー周辺に建設し実証試験を行った。シイタケ栽培を行っている(株)アグリ釜石は、シイタケハウス増設により地元から新たに5名(2016年1月現在)を採用しシイタケ栽培を行っている。バイオマスボイラーの改良化と並行し、引き続きシイタケハウスの増設(熱需要先)を進める予定である。また、(株)オーテックは、大手建設会社の出資を受け(具体的な条件等について協議中)、未利用地域を含めて大規模菌床シイタケ栽培施設建設を行い、高齢者の雇用創出を図り、地域振興を目指す。

地域協議会には釜石市役所や、釜石商工会議所、地元森林組合、地権者代表に構成員になって頂き、本事業の状況について説明し、一方では構成員からは震災後の復興状況、釜石市の動向、燃料確保の課題等、多くの情報交換をできる場となっている。バイオマスボイラー周辺には、現状利用されていない地域があり、事業主体だけでなく構成員の方々も含め、地元企業や今後誘致を検討している企業等にも本事業について説明頂いているところである。そういった企業の中で、バイオマスボイラーから得られる大量の熱源を利用し、新たな事業に展開できる可能性について、興味を持っている企業(例えば、未利用地域に発電所を建設、その発電所から小売りしたい、そのバックアップ電源として使用したい、等)もある。

さらに、前述したように、近隣の製材所や木材メーカーは、これまで木材乾燥施設が近隣になかったため、それにかかる輸送コストや木材の大きさ、乾燥の時間等、様々制約されていた中でこれまで会社運営をしていたようである。今回の木材乾燥施設を有効に活用することができれば、それらを解決する一助になることができ、新たな事業展開を見込める可能性があるという話も頂いている。更には、長期的に考えると、現在未利用地域に地元製材所等を誘致し、バイオマスボ

イラー周辺の製材所で製材し、廃材、バークをバイオマスボイラー施設へ燃料供給、その結果、得られるエネルギーを熱供給する、というエネルギー循環サイクルができることで、輸送コストの削減（CO₂の削減）に繋がるだけでなく、更なる地域へさらに貢献（木材バイオマスの利活用、雇用の創出等）できる可能性もある。

このように、本事業と並行して、ほかの事業とタイアップを進めることで、バイオマスボイラー施設が地域へのエネルギー供給源として役割を果たすだけでなく、地域の中でエネルギーを有効に循環させることで、地域へ大きな貢献をすることができる。

（しいたけハウス増設予定地や現状未利用地域は、(株)オーテックの関連会社(株)バイオ・パワー・ジャパンと地元地権者協議会との間で、協定書を締結している)

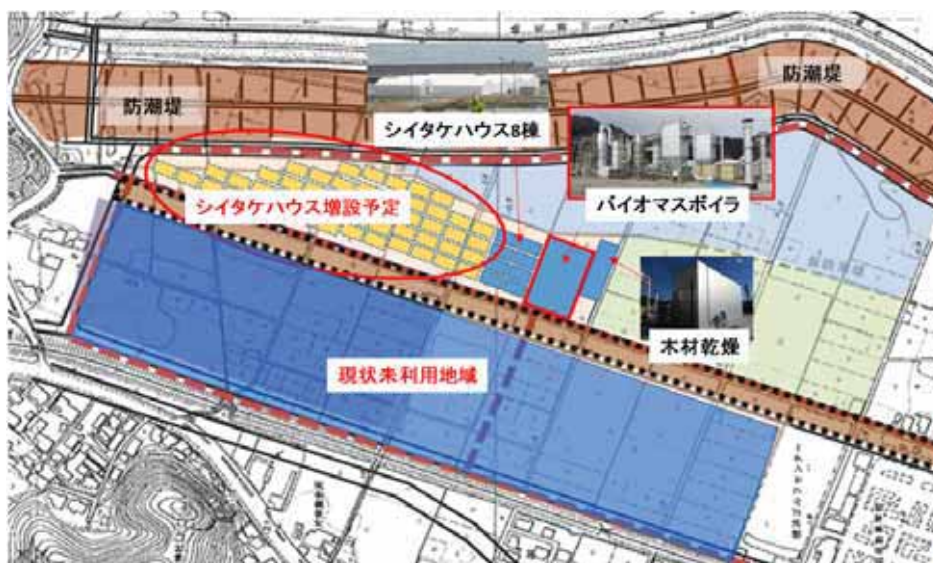


図 9-1 ししいたけハウス増設予定地

灰資源化（エコレンガ）について、今回エコレンガを製作し、種々分析・解析を行った結果、「放射性セシウムの固定化」が可能であることを示唆するデータを得ることができた。実証プラントでのエコレンガ製作では、J I S規格を満足する製品とするまであと一步の状況までできていたが、その後の原因追及により解決策を見出すことができた。

一方、釜石近郊から集めた木材を燃焼させた結果、燃料とする木材、また燃焼灰、何れも想定より低い放射能濃度であることが明らかになった。この結果は地域協議会において情報を公開している。また、現状の環境省が定める「100Bq/kg、廃棄物を安全に再利用するための基準」、更には採算性の面や地域からの要望（しいたけ栽培を行う周辺での灰資源化を行うことに対する懸念とその対応）等もあり、事業化に向けては慎重に検討を進める。

福島県全域では、原発事故の影響で木質バイオマス資源を活用できていないが、それらの資源を用い、放射性低濃度燃焼灰の放射性物質が外部に溶出しない更なる技術の確立に向け、今回得られた知見から福島県内に同様の施設を建設し、引き続き検証を進めていきたいと考えている。現在、全農グループ企業、福島県地方森林組合、大手養鶏メーカー、大手建設会社と原子力被災で閉鎖中の地元福島農場再建に協力し、福島県内の未利用バイオマスを活用した再生エネルギーでT P P対応次世代型養鶏事業を計画している。地元で計画の説明会を行い、養鶏事業、バイオマス事業、灰資源化事業の同意を得ている。

この計画により、120名の雇用が創出でき、村民の早期帰還が行われるものと確信している。

9.2 今後の課題

9.2.1 効率性を高める上での課題

(1) 高含水バークの燃焼効率を改善するための工夫バークの燃料比率向上のための設備の改良、また、ボイラー効率の更なる向上を図るための工夫

今年度の実績からバイオマスボイラー稼働時は、バークの燃料重量比率は20～30%程度であり、それ以上比率を高めると、ボイラー温度が低下する傾向であった。

更なる燃料重量比率を向上させるため、燃料投入時のバケット方式を変える必要があると考えている。現状のバケット方式は、バークを上部から投入すると、塊状(密)のまま落下するため、燃焼炉では一部に偏った状態になっていることが明らかになってきている。更に燃料を投入しようとする、その部分だけ嵩高い状態が発生し、バークの燃料投入を難しくしている。燃焼炉内部で燃料を均一に投入することができれば、本燃焼炉の「逆燃式」の効果がさらに発揮され、高含水バークの燃料重量比率を向上させることができる。

また前述したように、燃料投入が偏ってしまうと、燃焼ガスが上部に放出される状況になる。燃料を均一に投入できることで、燃焼ガスが放出されにくい状況を作ることができ、結果として燃焼ガス(エネルギー)は燃焼炉下部から熱媒ボイラーに運ばれやすくなり、ボイラー効率の向上が期待できる。

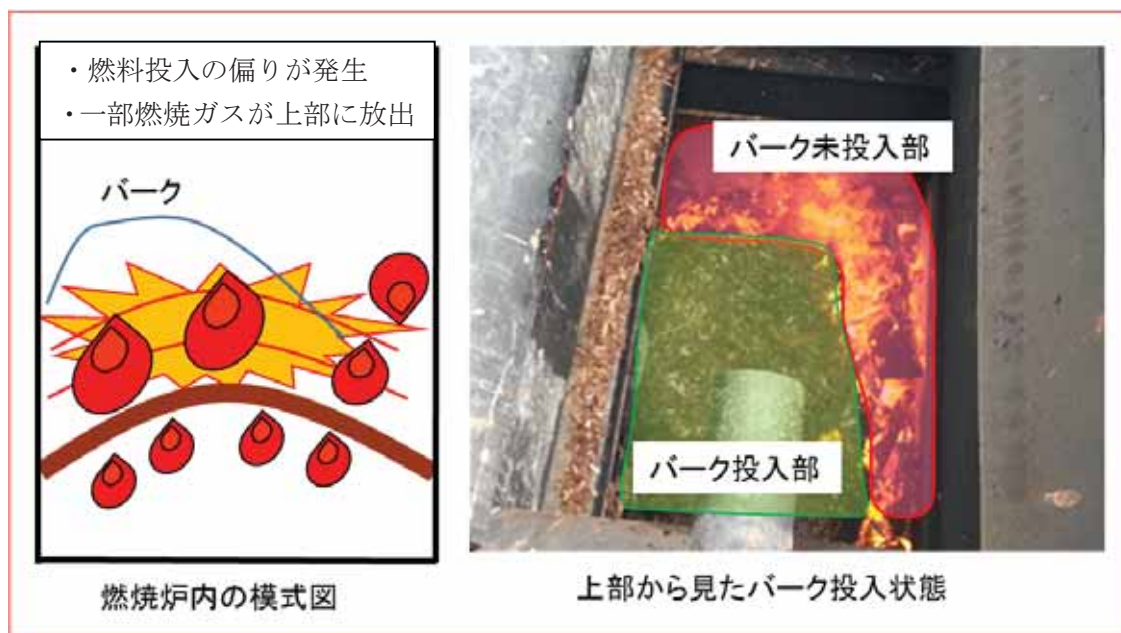


図 9-2 燃焼炉内の状況

また、釜石近隣地域では、間伐材の購入単価が既に高騰し始めており、今後事業継続の大きなハードルとなっている(地域協議会での釜石地方森林組合からの情報で、7,000円～8,000円/t)。今後バークの混合比率を更に高めるために、バイオマスボイラーシステム内に廃熱を利用したバーク用乾燥機を設置することを検討する(バーク含水率を30～40%程度に軽減)(図9-3)。

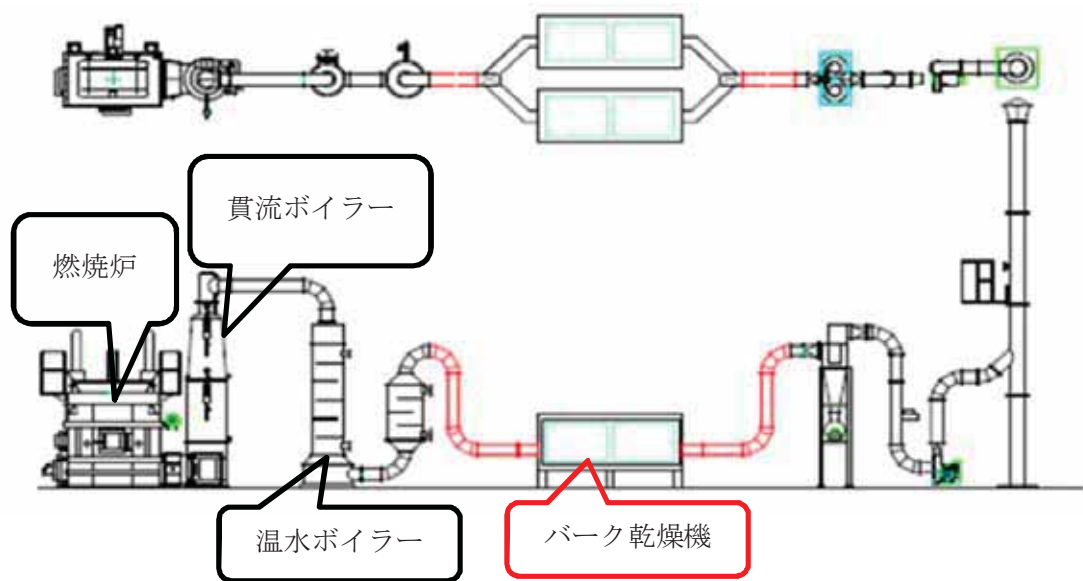


図 9-3 バーク乾燥機の導入イメージ

(3) 燃料投入の自動化・燃焼炉内部状況のモニタリングシステムの導入

上記①、②の改善点を考慮しながら、自動化・燃焼炉内部状況のモニタリングシステムを導入し、稼働時の運営人員を削減する（現状 6 名）。燃料投入の自動化・燃焼炉内部状況のモニタリングシステムの導入について検討する。

(4) 季節による熱需要量の変動に応じた効率的なボイラー稼働フローの見定め

今後も熱需要先については検討を進めるものの、夏場と冬場のエネルギー需要量は大きく異なっている。本事業で建設したバイオマスボイラーは 2 基であるが、季節に応じて 1 基稼働や、夏場に設備メンテナンスを実施することにより効率的に施設を運用することを検討する。

9.2.2 安全に灰資源化を実施する上での課題

現在エコレンガの安全性検証を進めているが、「放射性セシウムの固定化」が可能な技術であることを示唆するデータが今回得ることができ、またレンガとしての JIS 規格において圧縮強度以外の規格を満足できる品質であることが明らかとなった。

一方、事業化に向けては地元自治体の調整、採算性等課題はあるものの、福島県での原発事故の影響による木質バイオマス資源活用に向け、引き続き実証試験を進めていきたいと考えている。今回の灰資源化設備での実証試験で得られた課題は以下の項目が挙げられる。

(1) コンベア内に金属を除去するための強力磁石の設置

おそらく燃料投入の時点で燃料と混入されていたであろうと考えられる金属片が、時折燃焼灰に含まれていることがある。これを灰資源化サイロに投入されないよう、金属を除去する工夫が必要である（例えば磁石等）。現在は、コンベア式になっているが、ロボット化を含め今後検討する。

(2) 固形燃焼灰を除去、あるいは粉砕する装置

燃焼灰の中に、固形燃焼灰が含まれている。固形の状態のままレンガの原料とすると、レンガの品質に影響を及ぼすことが考えられるため、固形燃焼灰を除去する方法（例：篩）か、あるいは粉砕（例：ロールクラッシャー等）する装置の設置が必要である。

(3) 粘土、燃焼灰、シラスバルーンをより混練するための土練機

本事業の設備にも土練機は設置されているが、粘土、燃焼灰（特に灰そのものでも不均一）、シラスバルーンを均一に混練するためには現状の設備を改善する必要がある。

(4) 粘土をより細かくするためのスクリーンフィーダー

福島県郡山市で生産している粘土は、写真のような形状をしており、塊状態のものも多く含まれている。この粘土の使用には、一度スクリーンフィーダーを経由し細かい粒子状にする必要がある。このスクリーンフィーダーの設置が必要である（粘土供給業者との協議が必要）。



図 9-4 購入時の粘土の状態

(5) 建屋の設置

今回の実証試験では、地元自治体、あるいは岩手県の担当部署に相談しながら、燃焼灰の取り扱いについて十分注意することや、また簡易建屋を設置することで、試験レベルでレンガの製作を実施した。事業化に向けては、更なる安全性に対する対策が必要と考えており、周辺に燃焼灰の影響を及ぼさない建屋の設置が必要であると考えている。



図 9-5 簡易建屋の設置

10. 参考資料

10.1 第1回地域協議会

10.1.1 協議会資料

資料2

平成27年7月13日
釜石・大槌地域産業育成センター 1階会議室

釜石市片岸地区における
木質バイオマスエネルギーを活用したモデル地域づくり
推進協議会(平成27年度 第1回)

平成27年度事業計画

(株)オーテック

1. 事業概要 一事業の目的一

■課題認識

津波被災地: 高台移転等の工事で発生する抜根等の処理が基盤整備の障壁
 福島県全域: 原発事故の影響でパークを木質バイオマス資源として活用できない



■実証事業の目的

- (1) 商品価値の低いパークや抜根をエネルギーとして地域で有効活用する技術の確立
- (2) 木質バイオマス焼却灰の有害物質(放射性物質)が溶出しない資源化技術の確立



地域一体となって未利用木質バイオマスを活用するシステムを構築し、低炭素社会の実現、森林整備の推進、エネルギーセキュリティーの確保、雇用の確保につなげる。

2

1. 事業概要 一事業の概要一

■事業用地:
 岩手県釜石市片岸地区
 (2,700m²)

■木質バイオマス調達先:
 釜石地方森林組合
 岩手県森林組合連合会

■熱電供給先:
 苗床しいたけ栽培施設
 (株アグリ釜石が運営)

■焼却灰資源化:
 焼却灰は路盤材等に利用するエコレンガに資源化
 安全性や強度を検証

■支援機関:
 上記施設が技術的・経営的に
 成立するための課題と対応策
 を検証



3

2. 過年度事業の成果 — 熱供給試験の概要 —

- 平成26年度は、菌床しいたけ栽培施設等の熱需要先には接続せず、主に実証プラントの所定性能を検証するための燃焼実験を実施。




実施日	実施内容
平成26年11月12日(水)～14日(金)	・バイオマス熱供給システムの試運転、発電機の稼働確認実験
平成26年11月17日(月)～18日(火)	・使用燃料、及び焼却灰の放射線量測定
平成26年11月18日(火)～19日(水)	・燃焼実験の実施（使用燃料：パーク、丸太(心材)、製材廃材）
平成26年11月28日(金)	・燃焼試験の実施、発電機の稼働確認実験（使用燃料：丸太(心材)、製材廃材）
平成26年12月5日(金)	・燃焼実験の実施、ボイラ入口温度、蒸気温度等の測定、及び発電機の試運転(使用燃料：パーク、丸太(心材)、製材廃材)
平成26年12月12日(金)	・同上
平成27年1月7日(水)～8日(木)	・煙道内速度分布の計測による燃焼ガス平均流量の推定
平成27年1月21日(水)	・燃焼実験の実施、ボイラ入口温度、蒸気温度、燃焼ガス成分等の測定、及び発電機の試運転(使用燃料：丸太(心材)、製材廃材)
平成27年1月26日(月)	・同上
平成27年3月6日(金)	・バイオマスボイラ2基稼働しての燃焼実験の実施(使用燃料：丸太(心材)、製材廃材、パーク) ・菌床しいたけ栽培施設に熱供給した際の、外気温度、ハウス室内温度、エアコンへの温水入口・出口温度・流量の測定

4

2. 過年度事業の成果 — 所定性能の確認 —

■ バイオマス熱供給システムの所定性能の確認（使用燃料の特性）

- 本実証事業では、最終的に高含水率のパークを定常的に利用可能な条件を検証することで、未利用パークをエネルギーとして活用できるシステムを構築することを目的としており、使用燃料としてパークを用いることとした。
- パークは測定箇所により含水率が大きく異なり性状が安定しない。このため、補助燃料としての活用や、プラント本来の能力を確認するため、燃焼実験の実施にあたっては丸太及び製材廃材をあわせて調達することとした。

使用燃料	概要
 <p>パーク</p>	含水率(湿重量基準):表面部:9%～24%、奥部:24%～60% バケツ1回あたり投入量:52kg～56kg ・測定箇所により含水率は大きく異なるため、燃料として使用する際には、都度、表面部と奥部の含水率を測定し、平均値を用いることとした。なお、バケツ1回あたり投入量(重量)については、含水率と重量の相関式を用いて、計測した含水率から推定することとした。
 <p>丸太</p>	含水率(湿重量基準):21% バケツ1回あたり投入量:153kg ・合計9回に分けて測定した。パークと比較して各回の含水率やバケツ1回あたり投入量(重量)は比較的安定していることから、9回測定した平均値を用いることとした。
 <p>製材廃材</p>	含水率(湿重量基準):17% バケツ1回あたり投入量:87kg ・合計9回に分けて測定した。パークと比較して各回の含水率やバケツ1回あたり投入量(重量)は比較的安定していることから、9回測定した平均値を用いることとした。

5

2. 過年度事業の成果 — 所定性能の確認 —

■バイオマス熱供給システムの所定性能の確認（燃焼実験の実施）

- 菌床しいたけ栽培施設の建設遅延のため、システム内で温湯が沸騰する危険性を下げるために、プラント能力を大幅に下回る規模での試行となった。

	実施日	ボイラー稼働状況	使用燃料
試行1	平成26年11月28日(金)	2基稼働	丸太、製材廃材(バーク未利用)
試行2	平成27年1月21日(水)	1基稼働	丸太、製材廃材(バーク未利用)
試行3	平成27年1月28日(月)	1基稼働	丸太、製材廃材(バーク未利用)
試行4	平成26年12月5日(金)	1基稼働	丸太、製材廃材、バーク



バケットへの燃料投入の様子(バーク+製材廃材)
(平成26年12月5日撮影)



燃焼炉内の様子
(平成26年12月5日撮影)

6

2. 過年度事業の成果 — 所定性能の確認 —

■バイオマス熱供給システムの所定性能の確認(蒸気発生量及び温湯出力)

- 燃焼実験から、燃料投入量の7~14%が蒸気、9~14%程度が温湯として出力。設計値を下回る変換効率であった。これは、プラントの予熱に必要な熱量が含まれた試算であることと、断熱未施工配管による熱損失によるものと推察。
- 試行3ではボイラー1基稼働で1.0t/hの蒸気発生量を確保。2基同時稼働時には設計値と同等の蒸気発生量を確保できる見込み。

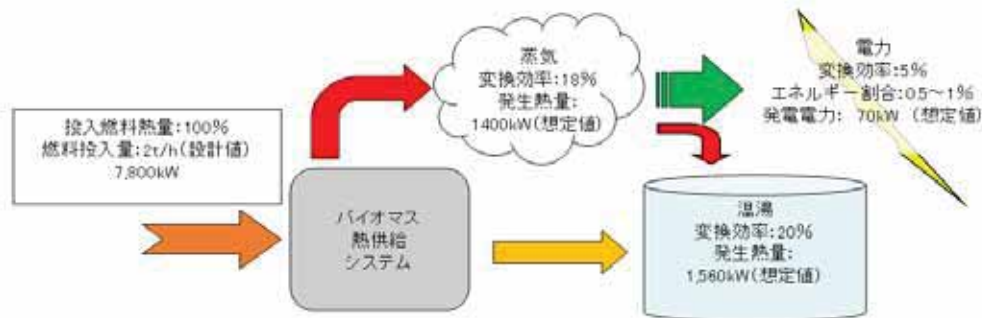
	燃料投入量 (t/h)	蒸気発生量 (t/h)	温湯出力 (kW)	ボイラー稼働状況
設計値	2.0t/h (7,800kW)	2.0t/h (1222kW) (変換効率:16%)	1,755kW (変換効率:22%)	2基稼働
試行1	1.0t/h (3,900kW)	0.9t/h (290kW) (変換効率:7%)	430kW (変換効率:11%)	2基稼働
試行2	0.7t/h (2,700kW)	0.6t/h (360kW) (変換効率:13%)	390kW (変換効率:14%)	1基稼働
試行3	1.4t/h (5,400kW)	1.0t/h (730kW) (変換効率:14%)	500kW (変換効率:9%)	1基稼働

7

2. 過年度事業の成果 —所定性能の確認—

■バイオマス熱供給システムの所定性能の確認(蒸気発生量及び温湯出力)

- ボイラー2基稼働での定常運転、連続運転によりプラント予熱が不要になることを前提とし、期待されるエネルギー出力を試算。
- ボイラー2基稼働時には、蒸気発生量は1400kW程度、電力は70kW程度、温湯は1,560kW程度のエネルギー出力が得られるものと推定。



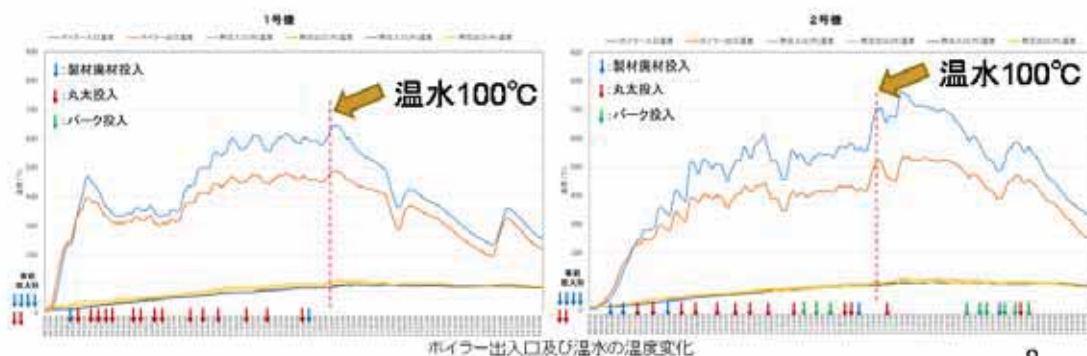
ボイラー2基稼働時に期待されるエネルギー出力(変換効率を乗じて算定)

8

2. 過年度事業の成果

■バイオマス熱供給システムの所定性能の確認(燃焼実験の実施)

- シイタケハウス2棟に温水供給しながらボイラー2基稼働した結果、3時間経過した時点で温水が100°Cに到達。
- 上記により燃料投入を中止したため、今回の燃焼実験でも連続運転に至らず。
- ボイラー2号機ではパーク燃料を投入した。ボイラー入口温度は500°C~600°C近辺の温度を維持。ただし、連続運転できないため、パークを入れた場合と入れない場合の影響について、明確な相違は検証できなかった。
- パーク燃料投入によるボイラー温度の影響等の分析については、今後、連続運転が可能な条件下で再度実施する必要がある。

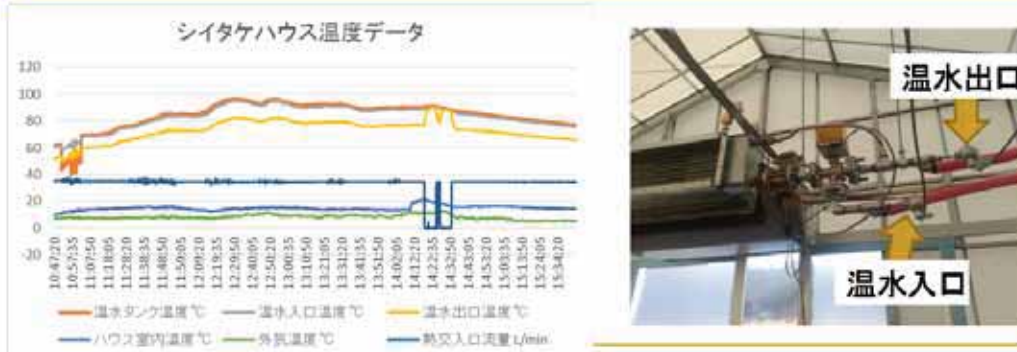


9

2. 過年度事業の成果

■菌床しいたけ栽培施設への熱供給実験の実施

- 当日の天候は曇りのち晴れ、エアコン室温設定20℃で熱供給試験を実施。(流量は約34L/分)
- 外気温(7℃~11℃)に対して、当初10℃程度の室温は15℃程度で推移。
- 温度センサの位置を床上約150cmから220cmに上げた所の室温は約21℃。ハウス内の室温が不均一になっているため、設定温度まで上昇しなかった可能性がある。
- 今後、しいたけ栽培に最適な室温とするための運用上の工夫(室内の空気の攪拌、断熱施工など)や、最適な室温を得るためのエアコンの設定温度について検証が必要である。
- 今回の実証実験では、ハウス入口部の温水は約90~95℃、出口部で約80℃であり、10℃~15℃程度の熱交換が行われている状況。(熱供給システム(循環タンク)からエアコン入口までの温水ロスが2℃程度と予想より少ない)



10

2. 過年度事業の成果 —実証実験の考察—

■熱量計算の概略

- 今回の実証実験で、11時~12時30分(ボイラ入口温度600℃近辺)の温水発生熱量と、菌床しいたけ栽培施設の温水消費熱量を概略で計算した。
 - ・熱媒ボイラでの温水発生熱量・・・約17MJ/min ≒ 7,300GJ/年(300日稼働)
 - 設計上最大約32,348GJ/年であり、現状では想定出力が得られていない。
 - ・菌床しいたけ栽培施設の温水消費熱量・・・約1.4GJ/min(1棟あたり)

■実証実験を受けての課題

- 熱需要施設の熱負荷が不足して熱供給側の温水温度が100℃を超えてしまい、連続運転できる状況下で試験できていない。来年度に向けては、熱需要先の確保だけで難しい場合、熱負荷をかける方法を何等か取り入れる必要がある。
- 需要側のエネルギー必要量に合わせて供給側の運用をコントロールすることで採算性が確保できるのか、あわせて検討していく必要がある。
- 菌床しいたけ栽培施設の室温は15℃程度で推移しており、設定の20℃まで上昇させるために必要なエネルギー量の試算はできなかった。今後検証する必要がある。
- 熱媒ボイラでの温水発生熱量が想定約2割しか得られなかった。設計値の800℃までボイラ温度を上昇させられなかった事等が原因の一つとして考えられるが、今後、連続運転可能な条件下で検証する必要がある。

11

2. 過年度事業の成果 — 熱需要量の推定 —

■ 熱需要先施設の分析とプラント稼働計画の策定

- 熱需要先施設の年間熱需要量と月別熱需要パターンを、竣工済しいたけ施設の実測値、各種設計資料、類似施設における実績値等を基に推定。

	菌床しいたけ栽培施設	陸上養殖施設	木材乾燥施設
内外観写真等	 内観写真	 予備設計図面	 類似施設の外観
取扱い品種	菌床しいたけ	うなぎ等	杉材(芯持ち柱)等
サイクル	約260日間 (仕込み～発生～収穫)	約6カ月～ (稚魚～成魚)	7日間 月に最大4サイクル稼働
設定温度	栽培サイクルに応じて 14～24℃の範囲で調整	水温25℃	最高120℃(高温乾燥)
施設規模	1棟あたり189㎡、 計10棟(予定)	1槽あたり水槽約31トン、 計4槽(予定)	1棟あたり木材5t乾燥 計1棟(予定)
推定熱需要量	132GJ/年 / 棟	455GJ/年 / 槽	最大1,872GJ/年 / 棟

12

2. 過年度事業の成果 — 事業収支の分析 —

■ 平成26年度成果

- 事業収支分析シートを作成し、試験稼働結果を踏まえた事業収支の算出、収支改善に向けた感度分析を実施した。
 - ① 他地域展開による標準化や補助金活用による設備調達費(減価償却費)の圧縮
 - ② 熱需要施設の拡大による稼働負荷率の向上
 - ③ 設計出力(定格出力)が得られるよう運用改善
 - ④ 燃料投入の自動化による人件費削減(8人→6人)
 - ⑤ パーク混焼比率の増加(50%)による燃料費削減
- 上記③④⑤の対策を講じた上で、①②について感度分析を実施。
- 稼働不可率の向上、設備調達コストの縮減に向けて、菌床しいたけ栽培施設等の増床、バイオマスシステム量産体制の構築と設計・生産コストダウン等が不可欠と考えられる。

		⑤最大出力に対する稼働負荷率(最大出力=100%とした場合)				
		16% (現状値)	50%	75%	90%	100%
①設備調達費	2.0億円	▲27.1	▲12.6	▲1.8	2.9	4.7
	2.5億円	▲31.5	▲17.0	▲6.2	0.0	1.9
	3.0億円	▲35.9	▲21.4	▲10.6	▲4.4	▲1.5
	3.5億円	▲40.3	▲25.8	▲15.0	▲8.8	▲5.9
	4.2億円	▲46.1	▲31.6	▲20.8	▲14.6	▲11.8

図. 平成26年度事業における事業収支の感度分析結果

単位: 百万円

13

2. 過年度事業の成果 —CO2削減効果の評価—

■CO2削減効果の評価

- 各種施設の総熱需要量(5,966GJ/年)を、灯油焚き温風暖房機の灯油消費量に換算すると、年間約170kl相当。これをバイオマス燃料で代替できた場合の**CO2排出削減量は約423t-CO2/年**と推定。
- 上記の場合における**木質バイオマス使用量は約3,151t/年**、森林組合からの**木質バイオマス買取総額は約636万円**と推定。
(混焼比率は、パーク25%、丸太50%、製材廃材25%と想定)
- 今後、菌床シイタケ栽培施設への熱供給の実証データを得て整合性を図り、ハウスの保温性能の実際値と合わせて精査。

14

3. H27年度事業計画

■H27年度事業計画

- 平成26年度の実証事業において明らかになってきた課題への対応策を講じる。
- 未利用木質バイオマスを地域社会が一体となって有効活用する社会システムを、技術的にも経営的にも成立することを実証することを目指す。

実施時期	今後の実証計画
平成27年度前半 (4～9月)	【熱需要先の確保】 ・地域協議会構成員である(株)アグリ釜石の協力を得ながら、熱需要先である菌床しいたけ施設を8棟まで段階的に増加して更なる熱需要先の確保を行う。 ・夏場の需要先として有望と考えられる木材乾燥施設は9月上旬に竣工、バイオマス熱供給システムの稼働率を高めることで、事業採算ベースに乗せることを目指す。 【焼却灰の資源化】 ・本実証施設から排出される焼却灰を安全に処理するため、エコレンガ製造に着手。 【効率性向上に向けた検討】 ・平成26年度の実証研究では、燃焼効率や事業採算性において、設計時に想定していたパフォーマンスを得られていないため、平成27年度前半では、これらを改善するための方策を実行していく。
平成27年度後半 (10月～翌3月)	【実用化に向けた検討】 ・高含水パークを燃料として安定的に利用できるようにするため、実証研究を通じて、バイオマス燃料の混焼比率の最適化、パークの適切な管理方法の確立、オペレーションフローの確立など、実用化に向けた各種検討を行う。

図. H27年度事業計画

年間スケジュールは別紙参照(資料3)

15

3. H27年度事業計画

■ H27年度事業計画

➤ 協議会構成員・協力企業の役割及び実施項目は下記のとおり。

実施主体	役割及び実施項目	時期
オーテック	熱供給実験計画の策定	6月～7月
	燃焼炉の改善(煙道改良工事等)	6月～7月
	熱需要施設の確保(菌床しいたけ、木材乾燥)	6月～11月
	熱供給実験の実施	8月～2月
	エコレンガの需要先確保	10月～2月
釜石地方森林組合・岩手県森林組合連合会	熱供給実験用の木質バイオマス調達	8月～2月
アグリ釜石	新設の菌床しいたけ栽培施設の稼働	8月～
農研機構	CO2削減効果・熱供給システム性能の確認	8月～2月
三菱総研	事業採算性の分析	8月～2月
岩手大学	燃焼ガスの分析	8月～2月
福岡県工業技術センター	燃焼灰によるエコレンガの製造技術の確立	10月～2月

16

3. H27年度事業計画

■ H27年度事業計画

➤ 平成26年度の実証事業において明らかになった課題への対応策を7月中旬までに講じる。
 ➤ 8月中旬より熱需要先(菌床しいたけ栽培施設)への熱供給実験・データ取りを開始。

実施月	熱供給実験の実施概要	検証課題
8月	ボイラ1基×8時間稼働 (2回実施)	所定性能の確認・課題把握と対応方策の検討
9月	ボイラ1基×8時間稼働 (1回実施) ボイラ2基×8時間稼働 (1回実施)	同上 ボイラ2基同時稼働による所定性能の確認
10月	ボイラ1基×12時間稼働 (1回実施) ボイラ2基×12時間稼働 (1回実施)	最適なバーク混焼比率の把握 熱需要先への安定供給の検証・課題把握
11月	ボイラ1基×12時間稼働 (1回実施) ボイラ2基×12時間稼働 (1回実施)	同上
12月	ボイラ1基×24時間稼働 (1回実施) ボイラ2基×24時間稼働 (1回実施)	長時間連続稼働によるシステム効率性把握 連続稼働時におけるオペレーション体制の確認
1月	ボイラ2基×24時間稼働 (2回実施)	オペレーションフローの確立 実用化に向けた各種検討
2月	<予備> 同上	同上

17

3. H27年度事業計画 —オーテック—

■ 熱供給実験計画の策定 及び 実験実施

➢ 本年度の熱供給実験における検証課題と検証時期は以下の通り。

① 燃焼システム効率の改善 (6月～9月)

煙道改良工事(後述)等を通じて燃焼ガスの対流を生じさせる等、燃焼システム効率の改善に向けた設備改良、運用方法改善方法を検討、実施する。

② 熱需要施設の拡大による稼働負荷率の向上(7月～翌2月)

菌床シイタケ栽培施設、木材乾燥施設を増設(後述)し、ボイラーと接続することによりボイラーの稼働負荷率を向上させ、長時間連続稼働に向けた準備をおこなう。

③ バーク混焼比率の増加方法の検討(10月～翌2月)

①の燃焼システム効率改善やバークの含水率低下処理により、バーク混焼比率を増加させる燃焼方法を検討する。

④ 燃料投入方法の効率化・負担軽減(10月～翌2月)

より少人数でボイラー稼働が可能となるよう、木質バイオマス燃料の搬送・投入ラインを改善する。

⑤ 24時間の連続稼働試験(12月～翌2月)

①～④の改善によりボイラーを長時間連続稼働できる設備・体制を整え、24時間の連続稼働試験をおこない、その場合のシステム効率値を測定する。

18

3. H27年度事業計画 —オーテック—

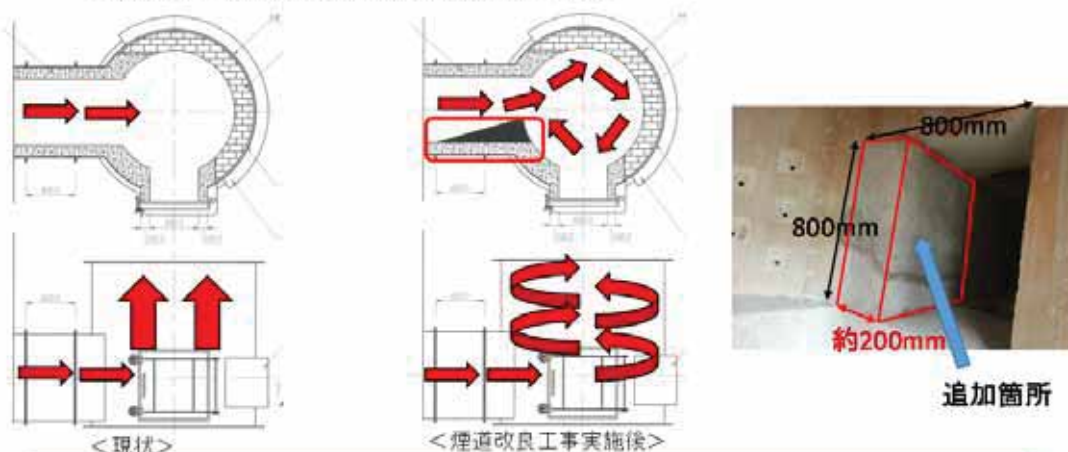
■ 煙道改良工事による燃焼効率改善

➢ 現状、プラントのエネルギー変換効率が2割程度と、極めて効率性が低いことが課題。

➢ 発電に必要な蒸気量をボイラで十分に作り出せていないことが原因と考えられた。

➢ 煙道(800mm×800mm)に幅200mm程度の傾きを付け、燃焼空気を旋回させるようにした。

<煙道改良工事実施前後の燃焼ガスの対流イメージ図>



19

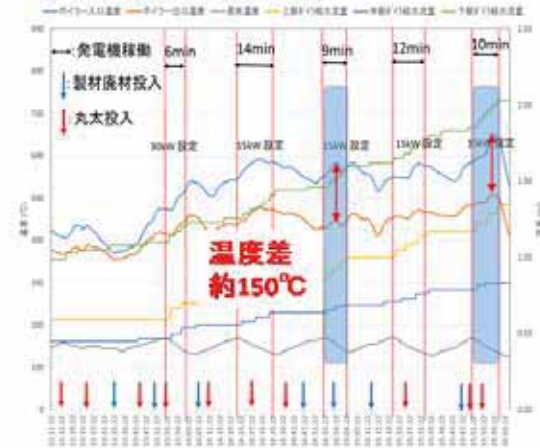
■ 煙道改良工事による燃焼効率改善

- 煙道改良工事の結果、1月26日のデータと比較しても、ボイラ入口温度、出口温度で温度差に変化は無く、また、蒸気発生量の観点からも、明らかな改善効果は見られていない。
(気温や、燃料投入ペースなど異なるため、燃料効率など単純な比較はできない)

(2015年1月26日データ)



(2015年6月30日データ)

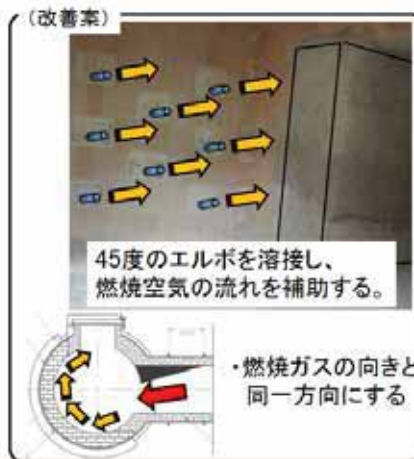
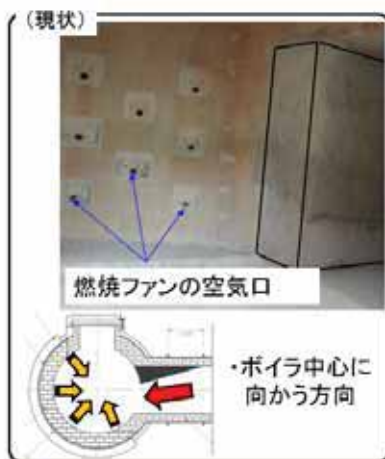


- ・ボイラ入口温度(—)とボイラ出口温度(—)で、温度差が約150℃程度と大きな変化が見られない。
- ・ボイラ入口温度と出口温度の温度差300～400℃にできるよう、改善を進める(現状は約250℃)。

3. H27年度事業計画 —オーテック—

■ 効率向上のための燃焼炉の改良

- 6月30日の燃焼実験を分析した結果、煙道改良工事を講じてもエネルギー変換効率の改善効果は見受けられなかった。
- このため、7月中旬、ボイラ内部の燃焼ファン空気口にエルボを斜め上向きに溶接し、ボイラ内部に空気の流れを強制的に造り出すことで、熱交換を促す改良工事を実施する予定。



エルボ(イメージ)

3. H27年度事業計画 —オーテック—

■ 熱需要施設の増設(菌床しいたけ栽培施設)

➢ 菌床しいたけ栽培施設:

- ・竣工済2棟を対象に、内張り、土間工事、電気工事を実施中(7月8日時点、土間工事中)
- ・8月中旬に2棟による菌床しいたけ栽培実験を開始。
- ・8月に増床工事に着手、11月末までに段階的に計8棟竣工し、菌床しいたけ栽培実験を開始。



写真、バイオマスボイラの右側に8棟建設中
(山側より撮影)



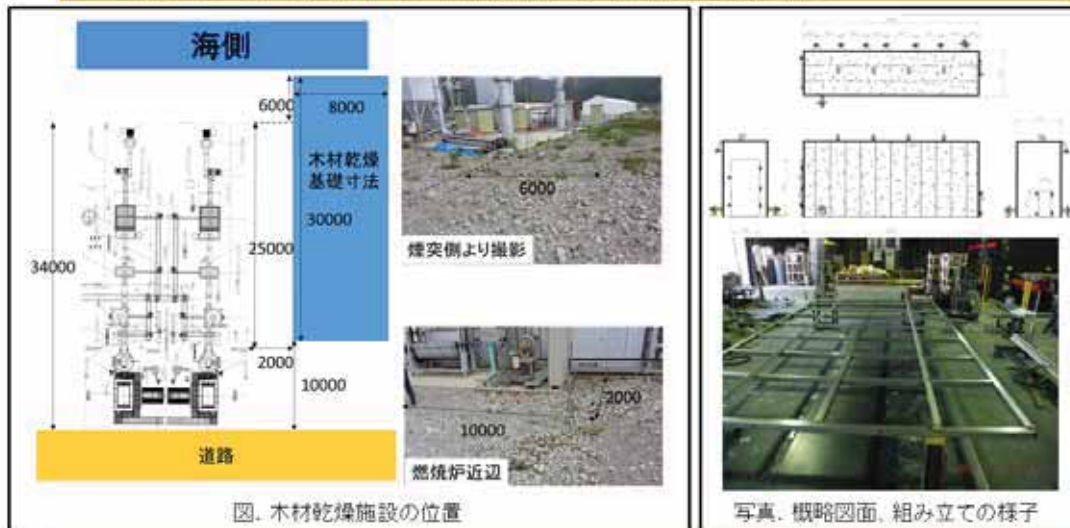
図、菌床しいたけ栽培施設の内張り、土間工事
(7月8日現在、2棟の状況)

22

■ 熱需要施設の増設(木材乾燥施設)

➢ 木材乾燥施設

- ・現在、部材調達を行い、オーテック村崎野工場で組み立て中。
- ・基礎工事は7月中旬よりスタート(～8月中旬)。
- ・9月上旬に竣工し、9月中旬に木材乾燥施設への熱供給実験を開始。



図、木材乾燥施設の位置

写真、概略図面、組み立ての様子

23

3. H27年度事業計画 —オーテック—

■ 燃焼灰によるエコレンガの作成

- 9月下旬以降、稼働試験の実施により得られた燃焼灰を利用したエコレンガ作成を実施。
- エコレンガ試験体を分析・評価し(後述)、焼却灰の資源化技術の有効性を検証。

■ エコレンガの需要先の確保

- オーテック取引先の建設会社(KSテック)に対してエコレンガの買取交渉中。
- また、オーテック関連会社(バイオパワージャパン等)を中心に販売し、工場用地の路盤材・塀・花壇等の資材として活用する予定。
- 燃焼灰をそのまま保管することは難しく、エコレンガ化の技術確立は必要不可欠。



灰資源化施設(平成27年3月9日撮影)



エコレンガ焼成体(平成26年度)

24

3. H27年度事業計画 —森林組合—

■ 熱供給実験用の木質バイオマス調達

- バーク、製材廃材等の燃料必要量を以下に示す。(今後の実験内容により変更する可能性があるため、都度、協議会において森林組合と相談)
- 1回当りの稼働時間、バーク混焼比率を段階的に増加させる。
- 1ヶ月当たり燃料必要量は、最大、バーク約17t/月、製材廃材等約50t/月。
- バークは現有で対応可能。製材廃材等は、新たに調達する必要がある。

		8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月(予備)
1回当り稼働時間(h)		8	8	12	12	24	24	24
1時間当たり燃料必要量(kg・基/h)	バーク	0	0	175	175	175	175	175
	製材廃材等	700	700	525	525	525	525	525
稼働回数(回・基/h)		2	3	3	3	3	4	4
燃料必要量(kg/月)	バーク	0	0	6,300	6,300	12,600	16,800	16,800
	製材廃材等	11,200	16,800	18,900	18,900	37,800	50,400	50,400

稼働時間の段階的延長(8時間⇒24時間)

バーク混焼比率の増加(0%⇒25%)

25

3. H27年度事業計画 —農研機構—

■ CO2削減効果・熱供給システム効率の確認

- 前述の熱供給実験結果を踏まえ、熱供給システム効率やCO2削減効果を随時算定し、設計性能値との乖離の検証等を行う。
- 平成26年度は試験稼働時間が短時間であったり、計測装置の設置地点に制約があったことから、熱供給システム効率値等の推定には仮定を置く必要があったが、平成27年度は前述の改良を施すことにより、熱供給システム効率等をより精緻に推定する。

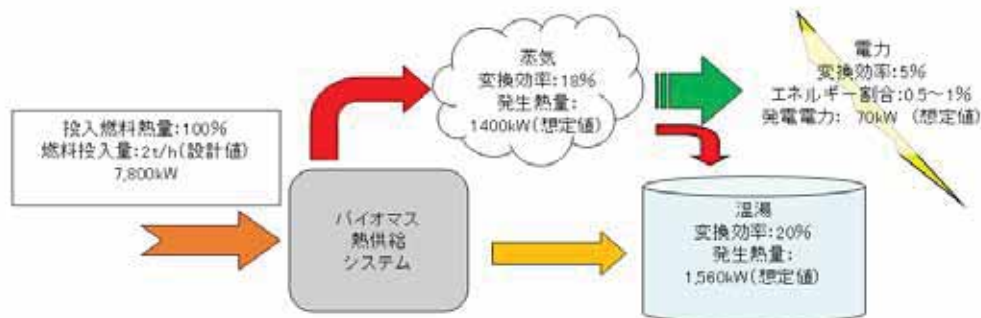


図. 平成26年度実証実験時におけるエネルギー出力とシステム効率

26

3. H27年度事業計画 —三菱総研—

■ 事業収支の分析

- 昨年度に作成した事業収支分析のフレームを用い、前述の熱供給実験結果に基づくシステム効率値等を反映して事業収支を随時検証する。
- 事業収支改善に向けた各種対応方策を講じた場合における事業収支の感度分析を実施し、持続的な事業としての成立条件を分析する。
- また、他地域への横展開の可能性を検討するため、各種収支項目（施設規模、バイオマス燃料調達費、熱電収入等）をパラメータとした感度分析をおこなう。

		②最大出力に対する稼働負荷率(最大出力=100%とした場合)				
		16% (現状値)	50%	75%	90%	100%
①設備調達費	2.0億円	▲27.1	▲12.6	▲1.8	2.9	4.7
	2.5億円	▲31.5	▲17.0	▲6.2	0.0	1.9
	3.0億円	▲35.9	▲21.4	▲10.6	▲4.4	▲1.5
	3.5億円	▲40.3	▲25.8	▲15.0	▲8.8	▲5.9
	4.2億円	▲46.1	▲31.6	▲20.8	▲14.6	▲11.8

図. 平成26年度事業における事業収支の感度分析結果

単位:百万円

27

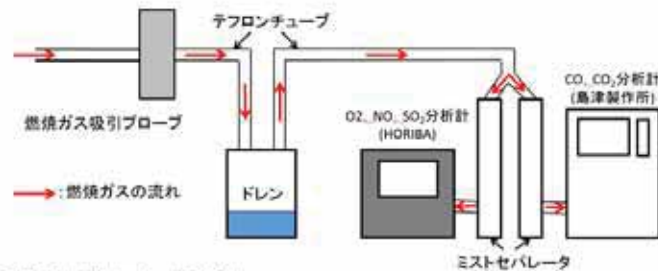
3. H27年度事業計画 —岩手大学—

■ 燃焼ガスの測定・分析

➢ 8月(夏季), 10月(秋季), 12月(冬季), 2月(冬季)に下記の測定を実施する。

- (1)排気ガス濃度測定
- (2)排気ガスばいじん測定
- (3)放射線測定

➢ 上記測定項目の結果に対し、環境基準の満足の有無を判断し、環境基準を満たさない場合は、燃焼学的観点から、技術的アドバイスを実施する。



●ドレンとミストセパレータの役割
燃焼ガス中の水分をトラップし、分析器内に水分が流入することを防ぐ

燃焼ガス測定器の配管イメージ



燃焼ガス分析装置

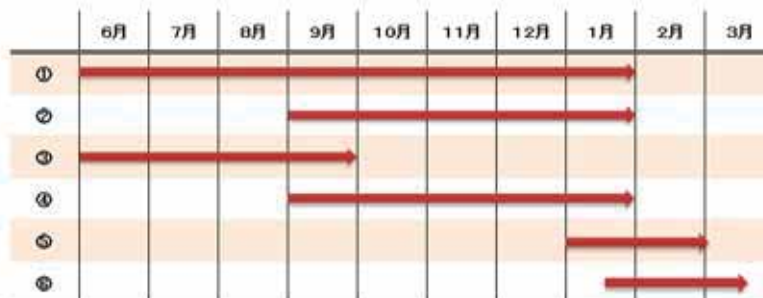
28

3. H27年度事業計画 —福岡県工業技術センター—

■ 燃焼灰によるエコレンガの製造技術の確立

➢ 以下の実施事項・スケジュールにより燃焼灰の資源化技術の有効性を検証する。

- ①材料の配合条件分析及び配合条件の最適化
- ②JISサイズのエコレンガ試験体の作成及び試験体の分析・評価
- ③放射性物質の固定化技術の有効性の検証
- ④エコレンガの安全性確保対策の検討
- ⑤エコレンガの需要先を確保する上での課題抽出及び対応策の検討
- ⑥燃焼灰資源化技術を実用化する上での課題抽出及び対応策の検討



29

10.1.2 議事録

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

定刻のため、「平成 27 年度 第 1 回釜石市片岸地区における木質バイオマスエネルギーを活用した地域づくり推進協議会」を開催する。まずは、オーテック代表取締役小原氏よりご挨拶いただく。

(オーテック 小原氏)

お忙しいところお集まりいただきありがとうございます。今年一年よろしくお願いたします。昨年度は報告書を提出し、今年度は最終年度として迎える。ハウスは 8 棟建て終わり 2 棟は完成し、残りは電気や空調等を整えている最中である。しいたけの菌床は、来月の中旬より仕込み始め、10、11 月を目途に完全な通年の栽培や出荷を開始する予定で動いている。バイオマスのボイラは、今年度に入ってから出力や性能的なところの見直し・修正を実施している。今月も実施し、その後はデータを採取する方向で進めている。詳しくは、この後事務局より報告する。ここ数か月皆様と何も関与のない状況であったが、ハウスやボイラの調整は進んでおり今年度早い段階で報告書を書けるところまで持っていきたいと考えている。会議は 4 回ほど設定している。ご協力の程よろしくお願いたします。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

ありがとうございました。続いて、事務局・MRI 福田より資料 2 と資料 3 の説明をいただきたい。

(事務局・MRI 福田が資料 2 と資料 3 を説明)

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

何か意見や質問はないか。

(釜石市地方森林組合 高橋氏)

資料 2 の P25 の今年度の事業計画に関して、前回の議事録でもあるが、製材・廃材等すべて既に 6 月 1 日時点で新日鉄と業務提携を行い納品が始まり、製材・廃材等はないという話になる。去年・おとしからパークを集めてきたが、これを小原氏と石川氏に確認いただいたところ、これ以上収集するなど指示いただいたときもある。それからほとんど変わらない状況で、旧事務所にたまっている。3 月時点で旧事務所から移転しなければならない。移転するとなるとこれらを運ぶのに費用がかかる。また、今までこのパークを運んできた費用は釜石地方森林組合が負担している状況である。納品も見えない状況で、そちらの約束を守っていない状況下、追加して新たな材料を集めるのはどういうことか。パークを無理に買えとまでは言わないが、その辺を実証実験の中で検討いただければと思う。制度上、実験実証上、パークが燃えないのは致し方がないと思うが、現状旧事務所に山盛りの状態で置いてある。今後も使う見通しがなければ、今度はこの山盛りのパークを移転先に運ぶ必要がある。責任を取って対応いただきたいまでは言わないがその辺を踏まえた中で、前回の議事録より、例えば製材・廃材をトンあたり 3,000 円で調達可能かとあるが、新日鉄は高い単価を提示しているため 3,000 円では現状として無理である。

このような状況において、製材廃材を 10 トンや 20 トンも確保できるのかと言われても、

正直何とも言えない。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)
森林組合に保管してあるバークはどれくらいあるのか。

(釜石市地方森林組合 高橋氏)
トラック 10 台以上あると思われる。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)
以前にも話したと思うが、森林組合と実証実験との事業の整合性を図るように協議し、検討していただきたい。来年の 3 月までに撤去しなければならない状況から、それらについても一時的に引き受ける等の対応を図るように。

(事務局・MRI 福田)
今までの話を整理すると、大きく 2 つ課題があると認識している。1 点目は、保管されているバークの処理の問題。もう 1 点は、今後バーク以外の材料を集める点で確証が持てないため、バーク以外に何を使用するのかオーテック側としても検討していく必要があるという 2 点である。1 点目に関して、オーテックはすぐには結論が出せないと思うが、森林組合が保管されているバークの扱いに関してどこの部分まで協力が可能か等何らかの検討はただけという認識で間違いないか。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)
当初の話通りにいくよう、検討いただきたい。

(オーテック 小原氏)
森林組合に迷惑が掛からないように対応する。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)
森林組合に発注してきた分に関しては、基本的に全部引き受けるという形で検討いただきたい。森林組合は、既に場所を移しており土地を返さなければならない。来年の 3 月までであれば、今から計画しなければ実行に移せない。できれば今年中に対応いただきたい。

(事務局・MRI 福田)
製材廃材を今年度中に確保することは難しいとのことだが、実際にバイオマスボイラを稼働していくには、何かしらバーク以外の燃料を調達しなければならないと考えている。比較的リーズナブルなもので使える資材をお教えいただきたい。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)
今後定量的な確保は難しいとのことだが、当面研究するうえで必要となる量だけを確保することにに関して、森林組合は相談に乗っていただけないか。量は多くないと思われるが、相談する場合、実験で使う 2・3 か月前にどれぐらいの量を確保するのか相談をすれば、何とか対応いただけないか。

(釜石市地方森林組合 高橋氏)
相談にのることは可能である。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)
定量的に資材を使う状況になった場合は、新たに確保する部分を検討する必要がある。今は不定期な実施のため、定量的に資材を確保する計画は現状立てることはできない。27年度は実験に集中し、それに合わせた形の対応を行うこととする。それ以降は、事業化でき次第別途考えることとする。

(事務局・MRI 福田)
その通りである。

(片岸地権者協議会 柏崎氏)
岩手県で間伐計画を作成したと思うが、あの計画は今この周辺の山林でどの程度進んでいるのか。

(釜石市地方森林組合 高橋氏)
釜石管内で計画上、毎年1,000ヘクタールである。そのうち間伐は800から900ヘクタール実行している。バイオマスが一番難しいところは、8,000円×1立方で木材は算出されている。バイオマスの単価は、4,000円から5,000円。その時点で赤字である。1本のもを出して、規格ものは規格もので20万で売って、余ったものはトラックの経費だけでバイオマスに出すといったシステムができればよいが、ほかの方々のシステムができていないため、間伐は進んでいるもののバイオマス材の量になると難しいと思う。

(片岸地権者協議会 柏崎氏)
利用計画まではつながっていないのか。

(釜石市地方森林組合 高橋氏)
つながっていない。

(事務局・MRI 福田)
間伐材はまだバイオマスの燃料として使えるというところまでの仕組みができていないということか。

(釜石市地方森林組合 高橋氏)
その通りである。建築用材等の規格品の木材取り扱い量は35,000トンから40,000トンぐらいである。バイオマス燃料は副産物なため、40,000トンであれば半分の20,000トン程度しか利用できない。全体の計画を立てるには、山の資源量で調査している。出ている量で調査しているわけではないため、そこは難しい。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)
新日鉄の件は、30,000トン程度で収まるのか。

(釜石市地方森林組合 高橋氏)
48,000 トン程度かかりそうである。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)
新日鉄が相当の量を調達している中で、本事業において何千トン確保するのか検討する必要がある。残りは、基本的には価格の問題だと思う。価格を高くして、いくらなら採算性が取れるのか検討する必要があると考えている。定常的に使用する場合は、本当に必要になる場合にどうするのか正確な量を算出し、対応策を検討していく必要がある。

今年度に関しては、実験の部分であれば必要な分だけ確保する。一番心配していることは、約束してその通りに行かず、精算できないことである。それぞれ買ってきて持っているわけだから、そこは明確にしておく必要がある。その辺は改めて協議していただければと思う。

(事務局・MRI 福田)
資料 2 の P25 は、森林組合と協議した資料ではない。この場でお話いただくことは難しいかと思うが、製材廃材なのかその他の資材なのかは別として、結果 50 トンぐらいを実験用に確保することは、ボリュームとして工面すれば可能なのか、難しいのか、どのように考えればよいかお教えいただきたい。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)
新日鉄との兼ね合いがあると思うが、資材を高めを買う等して配慮した形で検討いただきたい。

(事務局・MRI 福田)
いくらで買えるのかは、オーテックの方で検討いただきたい。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)
50 本レベルは大した金額ではない。27 年度の実証では、ある程度そういう形で対応する必要がある。

(事務局・MRI 福田)
実証実験後、定量的に利用する場合にどうするのか検討する必要がある。新日鉄等と比較しても有利な条件を提示しかつ、今回のプラントの採算性が確保できるのかというところを
実証する必要がある。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)
その通りである。森林組合でも儲からないならば製材廃材を回す理由がないと思う。森林組合と協議しながら、お互い理由が立つような方向に持っていく必要がある。平成 27 年度は最終年度のため、確実に終わらせるような形を作成し、その後の定量的な運用でどのように調達すれば良いのか検討いただきたい。

(オーテック 藤尾氏)

今すぐに提示することはできないため、会議後別の機会に相談したい。

(釜石市 関氏)

エコレンガに関して、今までは北上で実施してきたことを今年度釜石で作成するのかそれとも北上か。

(オーテック 藤尾氏)

実際のサンプル燃焼灰は、釜石のバイオマスボイラの脇にある。今年度は何百個か試験的にエコレンガを作成することが必要と考えている。

(釜石市 関氏)

エコレンガに関して、この会議でもあまり共有されていない。どんなもので、どんな安全対策をして作成するのか明確でない中で、放射性物質を含むものを現地でおこなうのは、行政として賛同しかねる。エコレンガという言葉だけが先走っており、風評被害等は別の観点でみている印象がある。菌床しいたけにも影響してくると考える。何をどのような方法で燃焼し、何が出ているかということをも明らかにしたうえで実施していく必要がある。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

地域で出たものを燃やして作成するため問題ないと思われる。問題としては、これを作る過程、それを燃やしたときにどれくらいの放射性物質が出ているのか、それを形成した時にどれくらいの放射性物質がでてくるのか。さらに、これは放出しないレベルのものであるといった説明が必要と思われる。

(オーテック 藤尾氏)

灰のセシウム測定は行っており、協議会にも結果を提出している。おおよそ 600Bq/kg～1,000Bq/kg である。今後実施するにあたり、テスト的に燃やしたときも測定するつもりである。また、安全性等に関しては、燃やして出た灰を福岡県工業技術センターに送ってレンガを形成し、JIS の規格通りか等の試験を行っている。詳しいデータは、今まで協議会に提出していないため、次回の協議会にて提出する。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

実験は保健所と釜石市の環境課に確認したうえで実施する方が、後から問題にならないと思われる。どういう形でやるかに関しては、保健所等より指示があると思われるので、その辺を確認したうえで実施していただきたい。

(釜石市 関氏)

バークを燃やせば放射性物質が何万倍に凝縮されるはずである。事業として実施するときには保健所等の段取りをしっかりと踏まないと厳しいと思われる。また、将来構造としてエコレンガを釜石でやっていいのかに関しては、十分協議が必要なのではと考える。割れた時の放射性物質はどれくらいあるのか等、細かく確認したうえで、地域の特性を踏まえた検討を十分にしていきたい。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

エコレンガを商品化する段階で、そのような問題は発生すると思われる。その件に関しては、十分に協議する必要があるが、実験結果をもとに、関連機関に対して実施の許可を確認する必要がある。

(オーテック 藤尾氏)

保健所か、環境課でよいか。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

保健所の確認が一番厳しいと思われる。場合により、県庁に行くよう指示される可能性も高い。場合により数か月かかるため、保健所等には資料はそろえて行った方がよい。

(オーテック 藤尾氏)

まずは、現地の保健所に相談してみる。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

平成 27 年度は、残された課題をすべてクリアしなければならない状況である。より効率的な事業を展開していただきたい。今年度は、何度か協議会を開催することなので、それらの結果を踏まえて、十分に注意していただきたいところを全員で共有し、クリアしていただければと思う。

(事務局・MRI 福田)

現地でバイオマスボイラを稼働するのは、今の予定では 8 月の中旬に行くことを予定しているが、いくつかクリアにしなければならない課題もある。地域協議会の場に限らず、密に森林組合との調整を含め関係を築いていきたいと考えている。

次回の協議会は、9 月の上旬を想定しているが、検討の状況により前後する可能性があるので、改めて調整させていただければと思う。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

平成 27 年度第 1 回の釜石市片岸地区における木質バイオマスエネルギーを活用した地域づくり協議会を終了する。

以上

10.2 第2回地域協議会

10.2.1 協議会資料

資料2

平成27年9月7日
釜石・大槌地域産業育成センター 1階会議室

釜石市片岸地区における
木質バイオマスエネルギーを活用したモデル地域づくり
推進協議会(平成27年度 第2回)

進捗状況報告

(株)オーテック

1. 前回協議会からの実施事項

＜燃焼炉の改良工事・所定性能確認のための試運転＞

実施日	実施内容(場所)
6月15日～25日	バイオマスボイラ煙道工事
6月30日	バイオマスボイラ試運転
7月9日～17日	燃焼ファン空気口工事
7月18日	バイオマスボイラ試運転
8月5日	バイオマスボイラ試運転
8月27日	バイオマスボイラ試運転

＜関係機関との協議状況＞

実施日	実施内容(場所)
6月3日	林野庁との打ち合わせ(東京:林野庁)
6月5～6日	福岡工業技術センター打ち合わせ(北上、釜石)
6月19日	木材乾燥施設見学(滝沢市、二和木材)
7月9日	岩手大学打ち合わせ
7月13日	第1回地域協議会(釜石・大槌育成センター)
7月29日	灰資源化に関する打ち合わせ(釜石市役所)
8月6日	灰資源化に関する打ち合わせ(岩手県庁)

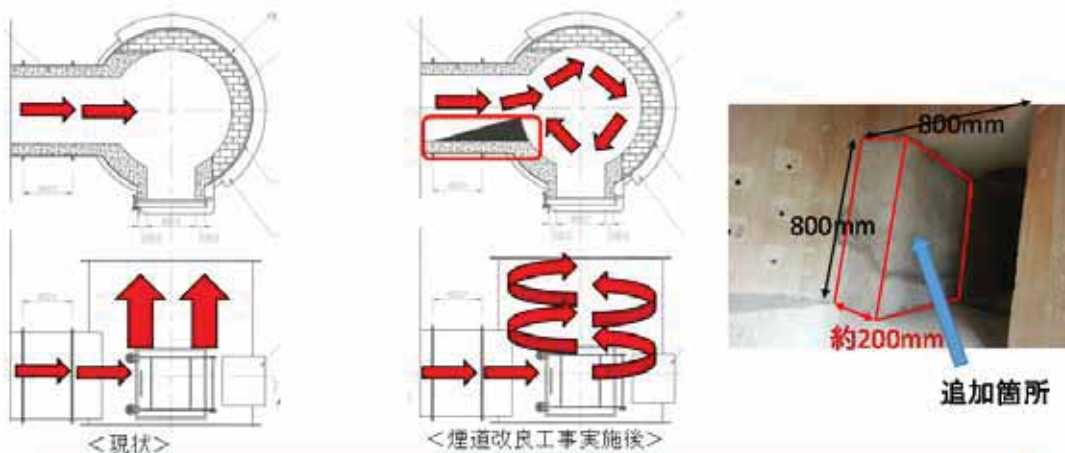
2

2. 実証課題の実施状況 — 所定性能の確認 —

■ 煙道改良工事による燃焼効率改善

- ＞ 現状、プラントのエネルギー変換効率が2割程度と、極めて効率性が低いことが課題。
- ＞ 発電に必要な蒸気量をボイラで十分に作り出せていないことが原因と考えられた。
- ＞ 煙道(800mm×800mm)に幅200mm程度の傾きを付け、燃焼空気を巡回させるようにした。

＜煙道改良工事実施前後の燃焼ガスの対流イメージ図＞

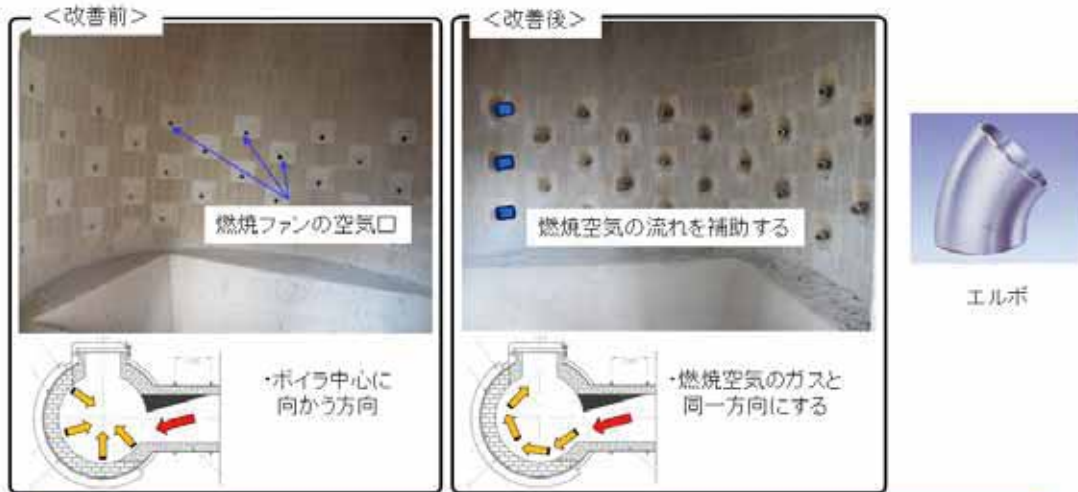


3

2.実証課題の実施状況 —所定性能の確認—

■ 効率向上のための燃焼炉の改良

- 7月中旬、ボイラ内部の燃焼ファン空気口にエルボを斜め上向きに溶接し、ボイラ内部に空気の流れを強制的に造り出すことで、熱交換を促す改良工事を実施した。



4

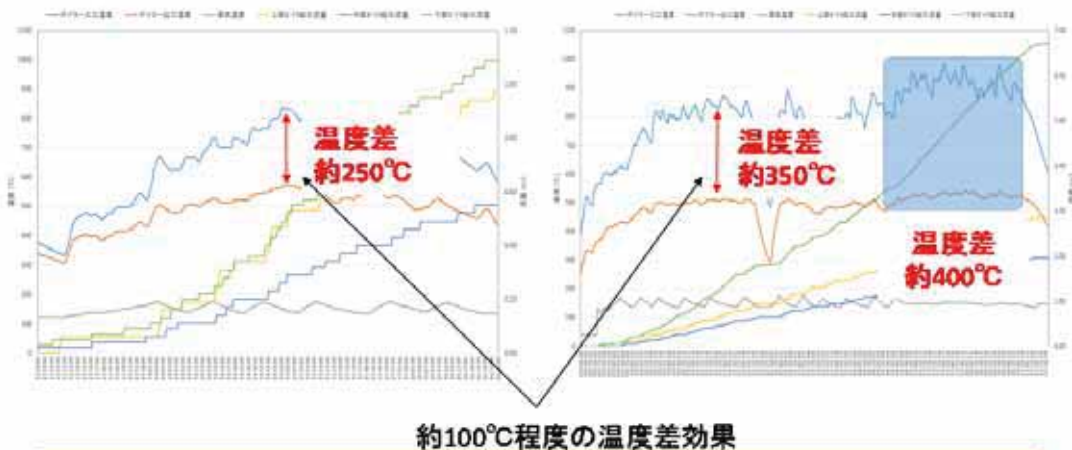
2.実証課題の実施状況 —所定性能の確認—

■ 燃焼炉の改良工事の効果検証(8月5日:1号機(北側))

- バイオマスボイラを1基(1号機)稼働し、改善効果の検証を行った。
- 設計値に近いボイラ入口温度と出口温度の温度差400°C程度にまで達することができた。
- 1号機について、燃焼炉の改良工事による改善効果が見られる。

(2015年1月26日データ)

(2015年8月5日データ)

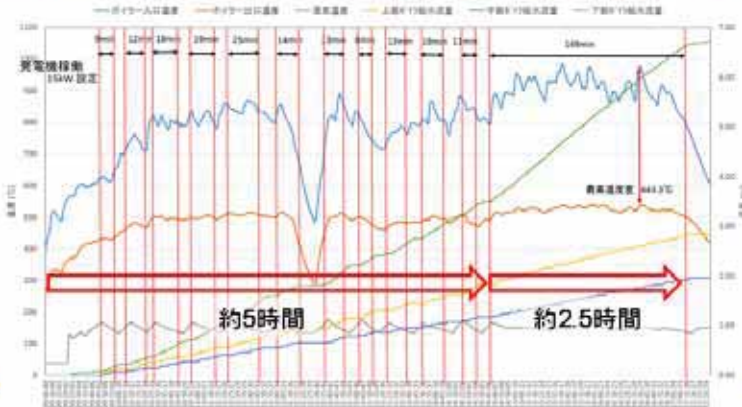


5

2.実証課題の実施状況 —所定性能の確認—

■ 燃焼炉の改良工事による燃焼効率改善効果の分析(8月5日:1号機)

- 稼働開始から約5時間で、出力15kWによる発電機の連続稼働状態(約2.5時間)に移行。
 - ボイラ入口温度900℃程度、出口温度500℃程度を維持することで、発電機に安定的に蒸気を供給できる状態になった。蒸気への転換量が多くなったことで温水量が減少し、温水温度が100℃を超えなくなり、安全装置による停止が作動しなくなったことが要因と想定される。
 - 一方、安定稼働まで約5時間を要しており、短縮化する運用方法を明らかにする必要がある。
- 連続稼働状態の給水流量は合計約5tであり、時間あたり約2t/h。(1号機1基稼働の場合)
 - 発電機の仕様上約3t/hの蒸気量が必要、2基同時稼働した場合、約4t/hの蒸気量を供給できる見込みであり、今後は発電出力を上げることが可能と想定される(最大出力は160kW)。

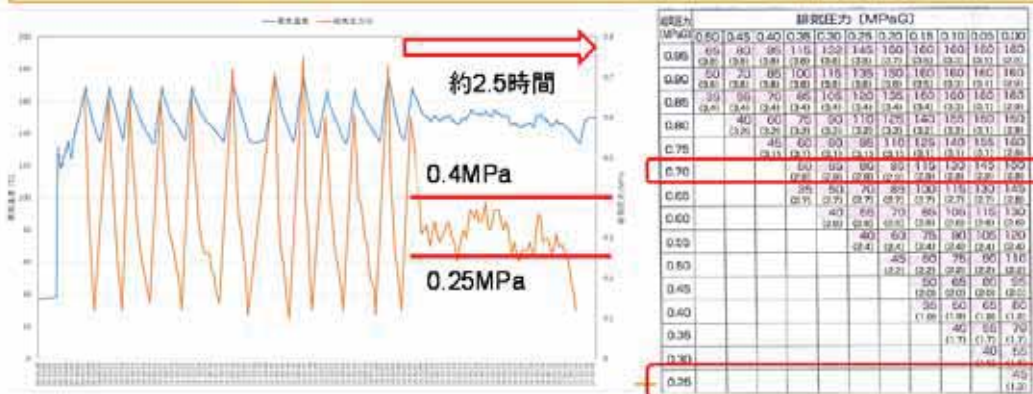


6

2.実証課題の実施状況 —所定性能の確認—

■ 燃焼炉の改良工事による発電出力の分析(8月5日:1号機)

- 連続稼働時(約2.5時間)の発電機への給気圧力は0.25~0.4MPaで推移。
 - 今回は出力15kWの設定で実施したが、発電機の仕様上、設定出力45kW程度に上げることが可能と想定される。
 - 一方、最大出力160kWに設定するには、最低でも給気圧力0.7MPa以上を確保する必要がある。
- 実証施設(バイオマスボイラ)の稼働に必要な電力は70~80kWであり、現状では、電力を自家利用している状況。
 - 熱需要先(蘭床したけ栽培施設)の冷房電力として供給するには、少なくとも出力80kW以上で安定稼働できる状況を確認する必要がある。



7

2.実証課題の実施状況 —所定性能の確認—

■ 燃焼炉の改良工事の効果検証(8月27日:2号機(南側))

- バイオマスボイラを1基(2号機)稼働し、改善効果の検証を行った。
- ボイラ入口温度は800℃程度までしか上昇せず、8月5日(1号機)のように連続運転には至らなかった。
 - 温水温度が100℃を超過したことでシステムが停止したことが主要因と想定される。
 - 一方、ボイラの入口温度と出口温度の差は約350℃と、1号機と同様の傾向が見られたため、燃焼炉の改良工事による改善効果はあったものと想定される。
 - 1号機の試験時より温水温度が高くなった原因が不明確であるが、菌床しいたけ栽培施設への温水供給によりこの状況は改善されるものと想定される。引き続き状況改善に向けた分析を続ける。

(2015年8月5日データ)



(2015年8月27日データ)



8

3.熱需要先の状況

■ 菌床しいたけ栽培施設

- 先行で建設を進めた2棟については、土間工事、電気工事等を終了。8月の猛暑で菌床の栽培が遅れたが、9月中旬より栽培開始の予定。
- 残り6棟についても工事を進めており、12月末の8棟稼働に向けて段階的に栽培を開始する。



菌床しいたけ施設内部(7月8日現在)



内部エアコンの設置(8月27日現在)



内部ファンの設置(8月27日現在)

9

3.熱需要先の状況

■ 木材乾燥施設

- 現在基礎工事を進めている(写真は8月27日現在の状況)。
- 資材関係の入荷はほぼ終了、基礎工事終了後は下記スケジュールにて進められる見通し。
- 10月中旬(2週目)には試運転を行い、熱供給によるデータ計測は11月中旬に実施する予定。



木材乾燥施設の施工状況(8月27日現在)

工程名	9月2週目	9月3週目	9月4週目	10月1週目	10月2週目
基礎工事完了	■				
資材搬入		■			
建築作業のための掘削		■			
正面、背面ステンレス動土機設置			■		
空揚機下地 設置			■		
外壁工事				■	
温水、蒸気配管工事				■	
電気工事					■
乾燥機 試運転調整					■

木材乾燥施設の工事工程

10

4.灰資源化に関する行政との調整状況

■ 釜石市役所との協議(7月29日)

- 灰資源化の試験に関し、釜石市役所(企業立地課)にて相談
⇒岩手県庁 環境生活部資源循環推進課に相談するよう、紹介を頂く。

■ 岩手県庁との協議(8月6日)

- 岩手県庁にて灰資源化実験の手続きを相談(オーテック:小原、藤尾)
- テストレベルであれば、レンガ製作して問題ない(燃焼灰8,000Bq/kg以上は使用NG)。
- 排出業者で利用する場合(排出者が自己の生産工程へ投入して原材料として利用する場合等)、他人に売却できるものは産業廃棄物に分類されない。
- あくまで試験に必要な最低レベルの個数で実施すること。また製作したレンガは敷地内に仮保管すること。分析・解析が終わり、改めて県庁(振興局)にて打ち合わせした後、廃棄するか、路盤材として使用するか決める。
- 焼却灰(木質や鶏糞等)を様々な方法で有効活用してリサイクルしようとする動きが活発になってきているが、実績例が少ないため県庁としても慎重に対処したい。
- 国から廃棄物に関する指針が様々でているが、産業廃棄物関係は岩手県に決定権がある。

■ 行政との協議を踏まえた今後の対応

- 安全性確保とともに、風評被害を防止することが重要。以下の対策を徹底する。
 - 岩手県庁や釜石市と都度協議・情報共有しながら、慎重に対処する。
 - 一般廃棄物として安全に処理可能な水準の燃焼灰(8,000Bq/kg以下)しか取り扱わないことを徹底する。万一、基準を超えることが見込まれる場合は、直ちに実証実験を中止する。
 - 製造するエコレンガは必要最小限とし、実験中は敷地内の建屋に仮保管し、実験終了後は県庁と協議し、適切な手続きを経て処分する。

11

4.灰資源化に関する行政との調整状況

【参考：100Bq/kgと8,000Bq/kgの二つの基準の違い】

■ 原子炉等規制法に基づくクリアランス基準(100Bq/kg)

- 廃棄物を安全に再利用できる基準
 - 原子力発電所や一般社会での再利用を推進するために定めた基準。
 - 再生利用した製品が、日常生活を営む場所などの一般社会で、様々な方法で使われても安全な基準。

■ 放射性物質汚染対処特措法に基づく指定基準(8,000Bq/kg)

- 廃棄物を安全に処理するための基準
 - 放射性セシウムに汚染された廃棄物について、一般的な処理方法(分別、焼却、埋立処分等)を想定し、安全に処理するために定めた基準。
 - 焼却施設や埋立処分場で処分した場合でも、周辺住民の方にとって問題なく安全に処理することができる。

12

4.灰資源化に関する行政との調整 ～8/6説明資料抜粋～

■ 燃焼灰資源化

- バイオマスボイラで燃焼した燃焼灰に含まれる放射性物質の固定化(有害物質が溶出しない)の検討。
- 26年度まではボイラで燃焼した灰を福岡県工業技術センターに送り、その灰と粘土等を混ぜ合わせ、エコレンガ作成試験を行っている。

<放射性物質の分析>



NaI(Tl)シンチレーション検出器
(EMF211型ガンマ線スペクトロメータ)

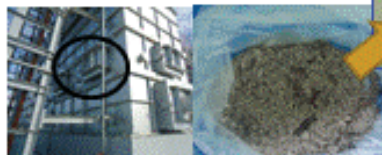
釜石・大隈育成センター内
バイオ・パワージャパン事務局にて

<測定方法(概略)>

①燃料(製材廃材、パーク)



②燃焼灰



13

4.灰資源化に関する行政との調整 ～8/6説明資料抜粋～

■ 燃料及び燃焼灰に含まれる放射線量の分析

- バイオマス燃料の放射線量を計測したところ、「放射性セシウム濃度の当面の指標値」より低いことが把握された。
- 燃焼灰の放射性セシウム濃度は600～1400Bq/kg程度。一般廃棄物として処理可能な放射性物質濃度(8,000 Bq/kg)より低い濃度であるが、廃棄物を安全に再利用できる基準100 Bq/kgを超えていることから、燃焼灰を原料とするエコレンガの製造において、あらためて安全性を確認するものとする。

各種木質燃料の放射性セシウム濃度の指標値(林野庁)

燃料	放射性セシウム濃度の当面の指標値
薪	40 Bq/kg
ホワイトペレットと樹皮を含んだ全木ペレット	40 Bq/kg
パークペレット	300 Bq/kg

※当面指標値(林野庁HP:http://www.rinya.maff.go.jp/j/rinyou/biomass/peretto_2.html)

・薪:8,000Bq/kg ÷ 210倍 = 38.1 ≒ 40Bq/kg (濃縮率を推計)

・ホワイトペレット等:8,000Bq/kg ÷ 200倍 = 40Bq/kg (灰分0.5%)

・パークペレット:8,000Bq/kg ÷ 25倍 = 320 ≒ 300Bq/kg (検体数少なく、濃縮率最大値25倍を用いた)

14

4.灰資源化に関する行政との調整 ～8/6説明資料抜粋～

燃料及び燃焼灰に含まれる放射線量

測定月	核種名	放射能濃度(Bq/kg)				
		丸太	間伐材	パーク	灰①	灰②
2014.6	Cs-137	-	N.D.	24.06±5.12	475.10±13.64	-
	Cs-134	-	N.D.	8.65±5.09	134.77±8.42	-
	Cs-合計	-	N.D.	32.71±7.22	609.87±16.03	-
2014.11	Cs-137	N.D.	16.81±9.55	47.31±9.46	530.09±13.84	-
	Cs-134	8.87±8.16	21.63±11.41	27.52±9.89	168.51±9.07	-
	Cs-合計	N.D.	38.44±14.88	74.83±13.68	698.60±16.55	-
2015.3	Cs-137	N.D.	N.D.	48.74±10.80	958.87±27.80	1018.49±28.86
	Cs-134	N.D.	N.D.	12.04±10.53	288.21±17.74	304.99±18.34
	Cs-合計	N.D.	N.D.	60.78±15.08	1247.08±32.98	1323.48±34.19

※N.D. :測定下限値未滿

15

2015年3月の燃焼灰放射線データ

2015/03/10 15:41:11

EMF211型放射能測定器測定(041213Y)

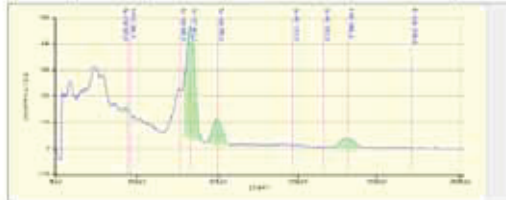
【試験情報】
 名称 焼灰(1)焼灰-1号
 採取日時 2015/03/09 15:15
 採取地 福岡県
 試料番号 20150319-5
 重量 327.4g
 密度 0.742 g/cm³
 測定者 山崎
 備考
 測定タイプ 900-4(7)キリ容量(900-4)共通

【分析条件】
 測定日時 2015/03/10 18:20:54
 測定時間 1800分
 移動平均処理 16x(20kav)
 90Sr測定時間 2015/03/09 18:40:21
 90Y測定時間 5:20:00分
 減衰補正 なし、測定時の放射能測定を基準
 質量補正 あり

【検出器計測結果】

エネルギー	検出率
エネルギー	検出率
エネルギー	検出率
エネルギー	検出率
エネルギー	検出率
エネルギー	検出率

核種名	エネルギー (keV)	放射能濃度 (Bq/kg)	測定下限値 (Bq/kg)	判定
Cs-137	661.7	0.006	0.006	検出
Cs-134	1365.8	0.011	0.011	検出
K-40	1460.8	0.008	0.008	検出



2015/03/10 15:19:54

EMF211型放射能測定器測定(041213Y)

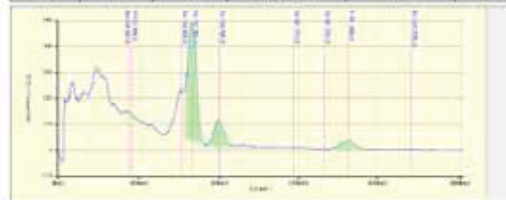
【試験情報】
 名称 焼灰(2)焼灰-1号
 採取日時 2015/03/09 15:15
 採取地 福岡県
 試料番号 20150319-4
 重量 592.3g
 密度 0.738 g/cm³
 測定者 山崎
 備考
 測定タイプ 900-4(7)キリ容量(900-4)共通

【分析条件】
 測定日時 2015/03/10 14:47:44
 測定時間 1800分
 移動平均処理 100x(20kav)
 90Sr測定時間 2015/03/09 18:40:21
 90Y測定時間 5:20:00分
 減衰補正 なし、測定時の放射能測定を基準
 質量補正 あり

【検出器計測結果】

エネルギー	検出率
エネルギー	検出率
エネルギー	検出率
エネルギー	検出率
エネルギー	検出率
エネルギー	検出率

核種名	エネルギー (keV)	放射能濃度 (Bq/kg)	測定下限値 (Bq/kg)	判定
Cs-137	661.7	0.006	0.006	検出
Cs-134	1365.8	0.011	0.011	検出
K-40	1460.8	0.008	0.008	検出



4. 灰資源化に関する行政との調整 ~8/6説明資料抜粋~

■ 燃焼灰資源化

- 福岡工業技術センターへは、燃焼灰を100Bq/kg以下になるように調整し出荷している。(調整は川砂を使用している)
- レンガサンプルの品質確認の結果、サンプルサイズであるが、規格を満足する。
- 今回のサンプルでの溶出試験の結果、セシウムイオンの溶出は検出されない。



エコレンガサンプルの作成
(100×20×t20mm)

※燃焼灰:粘土:他成分=3:6:1

<サンプル吸収率(%) JIS R2150Iに準拠>

	吸収率(%)
レンガサンプル	2.06
規格	10.00

<曲げ強度試験(MPa) JASS M-101に準拠>

	曲げ強度(MPa)
レンガサンプル	17.54
規格	5.0

<溶出試験 環境庁告示第46号に準拠>

- ・検出限界以下
- (原子吸光度計分析、セシウムイオン濃度を計測、検出限界0.1mg/l)

※福岡工業技術センター報告書より抜粋

4. 灰資源化に関する行政との調整 ～8/6説明資料抜粋～

■ 燃焼灰によるエコレンガの製造技術の確立

- 片岸現地にて、調整しない燃焼灰を使用し、エコレンガを500個程度(2回)作成する。
- 作成したエコレンガで、燃焼灰の資源化技術の有効性を検証する。
 - ①材料の配合条件分析及び配合条件の最適化
 - ②JISサイズ(210×100×t60mm)のエコレンガ試験体の作成及び試験体の分析・評価
 - ③放射性物質の固定化技術の有効性の検証



＜エコレンガ作成にあたり＞

- ・今後、レンガ作成にあたり、灰資源化施設の一部に簡易建屋を設置し、燃焼灰が飛散しないようにする。
- ・9月末～実証試験を実施したい。
- ・ボイラから灰資源化設備へ繋がるコンベアは、灰が飛散しないようにカバーを取り付けている。
- ・試作したレンガは建屋内に保管する。

エコレンガ有効性の検証にあたり、どのような手続きを踏めばよいか、ご教示頂きながら進めたい。

例：燃焼灰を使用したエコレンガ製造実験にかかる各種届出の要否

燃焼灰(同上)の利用方法、管理方法等にかかる各種規制の有無、届出の要否、有価物として活用する場合(市場に流通する場合)の放射線の基準 等

18

4. 灰資源化に関する行政との調整 ～8/6説明資料抜粋～

■ 燃焼灰資源化実験を実施する上での前提条件

- 燃焼灰を利用したエコレンガ製造実験は、燃焼灰の放射性物質が8,000Bq/kg以下であることが実験を行う上での前提と考えている。
- 仮に燃焼灰の放射性物質が、8,000Bq/kgを超えるような場合は、直ちに燃焼灰資源化実証事業自体を中止する予定である。
- 平成27年度実証実験においては、燃焼灰から製造したエコレンガについて、放射性物質の測定、及び溶出試験を実施し、安全性の評価を行う。
 - ✓ 製造したエコレンガは評価終了後、行政機関と相談しながら処理を進める(それまでは敷地建屋内に保管する)。
 - ✓ 今回の事例のように、再利用する場合の放射線濃度の基準について調査する。

19

5. 今後の予定と課題

年間スケジュールは別紙参照(資料3)

■ H27年度事業計画(今回計画見直し)

- 9月中旬より菌床しいたけ栽培施設(2棟)でのしいたけ栽培を開始。
- 10月初旬に温水予備タンクを設置(実験データを得るため仮想的に確保する熱需要先)
- 10月中旬に木材乾燥施設を竣工。
- 10月中旬より熱供給実験・データ取りを開始。

実施月	熱供給実験の実施概要	検証課題
8月	ボイラ1基×8時間稼働 (2回実施)	所定性能の確認・課題把握と対応方策の検討
9月	ボイラ1基×8時間稼働 (1回実施) ボイラ2基×8時間稼働 (1回実施)	ボイラ2基同時稼働による所定性能の確認
10月	ボイラ1基×8時間稼働 (1回実施) ボイラ2基×8時間稼働 (1回実施)	所定性能の確認・課題把握と対応方策の検討 ボイラ2基同時稼働による所定性能の確認
11月	ボイラ1基×12時間稼働 (1回実施) ボイラ2基×12時間稼働 (1回実施)	最適なバーク混焼比率の把握 熱需要先への安定供給の検証・課題把握
12月	ボイラ1基×24時間稼働 (1回実施) ボイラ2基×24時間稼働 (1回実施)	長時間連続稼働によるシステム効率性把握 連続稼働時におけるオペレーション体制の確認
1月	ボイラ2基×24時間稼働 (2回実施)	オペレーションフローの確立 実用化に向けた各種検討
2月	ボイラ2基×24時間稼働 (2回実施)	オペレーションフローの確立 実用化に向けた各種検討

未実施

20

5. 今後の予定と課題

■ 熱供給実験用の木質バイオマス調達

- バーク、製材廃材等の燃料必要量を以下に示す。(今後の実験内容により変更する可能性があるため、都度、協議会において森林組合と相談)
- 1回当りの稼働時間、バーク混焼比率を段階的に増加させる。
- 1ヶ月当たり燃料必要量は、最大、バーク約17t/月、製材廃材等約50t/月。
- バークは現有で対応可能。製材廃材等は、新たに調達する必要がある(要相談)。

		8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
1回当り稼働時間(h)		8	8	8	12	24	24	24
1時間当たり燃料必要量(kg・基/h)	バーク	0	0	0	100	175	175	175
	製材廃材等	700	700	700	600	525	525	525
稼働回数(回・基/h)		2	2	3	3	3	4	4
燃料必要量(kg/月)	バーク	0	0	0	3,600	12,600	16,800	16,800
	製材廃材等	11,200	14,000	16,800	21,600	37,800	50,400	50,400

未実施

稼働時間の段階的延長(8時間⇒24時間)

バーク混焼比率の増加(0%⇒25%)

21

5. 今後の予定と課題

■ 実証実験を進める上での課題

- 現在までに実施した効率性向上の効果検証で、パークを殆ど使用できていない。
 - 「処分に困っているパークを有効活用」することが本事業の主目的である。
 - 熱供給実験開始時には、段階的にパークの混焼比率を増加させる。
 - 今後、パークを混焼した場合のデータ分析が検討課題である。
 - 最適な混焼比率の分析
 - 最適な燃料投入プロセスの分析(各燃料の投入のタイミング、運営体制等)
- 実証実験に必要なパーク以外の燃料(製材廃材等)が不足している。
 - パークと混焼する燃料をどのように調達するのか見込みを立てる必要がある。
- 菌床しいたけ栽培施設、木材乾燥施設に温水供給しても、エネルギー余剰になることが見込まれる。
 - 温水予備タンクを接続して温水を冷却することで、連続稼働を可能とする。
 - 温水予備タンクについても熱損失を計測し、バイオマスボイラの熱供給能力を分析する必要がある。

■ 安全に灰資源化を実施する上での課題

- エコレンガを仮保管するための管理建屋を整備が必要である。
 - 簡易建屋の工事発注を早急に進める必要がある。
- エコレンガの安全性を検証し、県や市と協議しながら再利用の可否を見極める。

10.2.2 議事録

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

「平成 27 年度 第 2 回釜石市片岸地区における木質バイオマスエネルギーを活用した地域づくり推進協議会」を開催する。事務局・MRI 福田、新谷より資料の確認と事業の進捗状況について説明いただきたい。

(事務局・MRI 新谷が資料の確認)

(事務局・MRI 福田が資料 2 と資料 3 を説明)

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

P5 のボイラーの温度関係に関して、当初予定通り温度を上げることは可能なのか。また、予定温度まで上昇しない原因等を把握している場合、共有いただきたい。

(アグリ釜石 石川氏)

ボイラーの出入り口の温度差 400℃程度まで到達するのに時間がかかる問題に関して、単日稼働で実証実験を実施していることが要因と考えられる。単日稼働の場合、常温から 400℃までその都度温度を上げる必要があるが、連続稼働によりこのような問題は減少すると思われるので、心配する必要はないと考える。

(オーテック 藤尾氏)

400℃程度まで温度を上げる実証実験は、今回初めての試みであるため、温度上昇に配慮しつつ燃料を投入した。今後実証実験を実施するにあたり、到達にかかる時間を狭めることは可能であると考えている。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

前回の協議会より、バークの他にバイオマス資源の調達に関して、何か意見はあるか。

(釜石市地方森林組合 高橋氏)

製材・廃材や木質バイオマス材等の調達に関しては、ある程度事前に連絡いただければ対応可能である。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

製材・廃材等の資材、木質バイオマス材等の調達に関しては、約 1 か月前までに釜石市地方森林組合殿に連絡し、調達の可否や必要量について調整すること。

(岩手県森林組合 田口氏)

P22 より、段階的にバークの混焼比率を増加させるとあるが、具体的な対応策は検討しているのか。本来この実験は、バークを燃やすことができるボイラーを用いての実験であると認識するが、現在バークを十分に燃やすことができない状況であると報告を受けている。

(事務局・MRI 福田)

昨年度の実証実験よりバークを混焼させた状態での実験は実施しているが、バークの含水率が非常に高いことが原因で、温度を十分に上げることができなかった。今年度の実験では含水率を低下させるために、現在建設している木材乾燥施設を利用していく予定である。昨年度実施した結果より、今年度使用するバークは安定した状態で混焼させることができると考えている。

(オーテック 藤尾氏)

昨年度の実験では、ボイラーにバークを単純に投入していた。今回使用する逆燃焼式の炉では、燃焼させた製材・廃材の上に含水率の高いバークを被せ、製材・廃材の余熱等により水分を飛ばす等の工夫を実証実験で取り入れていく予定である。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

木材乾燥施設に入れる木材に関しては釜石市地方森林組合殿と協議の上、検討いただきたい。

(事務局・MRI 福田)

木材乾燥施設の商用化に関しては、安定して供給できるのか等の検証が必要なため即時対応することは難しい。現状はテスト的に木材乾燥施設に木材を投入し、性能を検証していく必要があると考えている。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

テスト的な段階からの協議でも構わないと思う。木材乾燥施設の乾燥状況に関して、ある程度把握しておくことにより、実際に使用する段階での予想に活用することができると考える。そのため、実際に使用する段階を見据えたデータ取りを実施し、釜石市地方森林組合殿にも提供していただきたいと思う。

(事務局・MRI 福田)

商用化するには、しばらくは実験が必要である。ただし、バークを乾燥させるためだけの能力を持つ木材乾燥施設を建設することは、問題であると認識している。釜石市地方森林組合殿や製材所等が使うことに資する性能や能力を持つ乾燥施設であるかは、実験で確認していきたいと考えている。テスト的に木材等を提供していただければ、オーテック殿と相談の上、可能な範囲で本来用途として製材の乾燥用施設として使うことができる施設であるか検証していきたいと考えている。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

林野庁に報告する際、どのような施設を作ったのか、それが地域にどのように資する可能性のある施設なのか意見として記載するために、上記の検証は前もって実施しておく必要があると思われる。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

続いて、事業進捗上の課題に対する協議について、今年度の実証実験を行う上での課題認識等についてご意見いただきたい。

(事務局・MRI 福田)

報告した通り、今年度も事業が遅れている。アグリ釜石殿が対応する予定の菌床に関して、スケジュールが厳しい状況ではと考えている。

(アグリ釜石 石川氏)

資材の準備が整っていれば、無理なスケジュールではないと認識している。スケジュール通りに環境を整えることができれば、12月末までに菌床しいたけは栽培できる予定である。ただし、休みなく勤務する必要がある。さらに、菌床シイタケ栽培施設が建設・準備できているかといった問題もあると認識している。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

最終年度のため、結果を出せるように効果的な対応を実施いただきたい。

(事務局・MRI 福田)

本年度の実証実験が遅れていることもあり、夏場の熱供給データを取ることができなかった。秋から冬にかけての熱供給データを参考に、夏場の熱供給データを算出する必要があると考えている。

(アグリ釜石 石川氏)

蒸気が1時間に4t供給する場合、現状のポンプでは能力では対応できず、停水エラーでシステムダウンすると思われる。改善する必要があると思われる。

(事務局・MRI 福田)

ポンプの件に関してはオーテック殿も課題として認識しており、ポンプの改修工事は今後実施していく予定である。給水能力は、現状時間当たり1tになると思われる。必要となる要件を満たしていないため、ポンプを増設することにより改善していきたいと考えている。改修工事に関して、ポンプの入れ替え等を含め、10月中旬までに対応いただきたい。

(オーテック 藤尾氏)

10月中旬までに改修工事は完了する予定である。

(片岸地権者協議会 柏崎氏)

エコレンガに関して、岩手県に確認したところ放射線量の基準値の結果にかかわらず仮保管するための管理建屋を建設することが義務付けられたという認識で間違いはないか。

(釜石市 関氏)

エコレンガを製作しその後の安全性等を含め、岩手県では正確な基準値等の知見が無いため、製作したエコレンガの管理・保管はしっかり対応いただきたいと岩手県よりアドバイスをいただいた。このアドバイスに対しオーテック殿はエコレンガを管理するため、仮保管するための管理建屋を建てる結論に至った状況である。

(片岸地権者協議会 柏崎氏)

指導に基づき前向きな姿勢を示したという認識で間違いないか。

(釜石市 関氏)

その通りである。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

現状、この事業は研究開発の段階である。商品化していく際は、新たな検討が必要であると認識している。今後事業化に向けた計画を検討する際は、平行して岩手県と協議する必要があると考える。当面は試作段階のため条件はそれ程付かないが、検討いただきたい。

(片岸地権者協議会 柏崎氏)

経験則に基づく話であるが、バークを1度燃やすが燃焼しない場合、何度も燃やすのではなく、1度中に入れたバークを取り出し雨等にぬれないように乾燥させた後、再度燃焼させることにより、燃焼しないバークを燃焼させることができた。このような方法を今回の事業でも考えられないかと考えている。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

ボイラーの投入口が狭い等があり、難しい対応であると考え。その代わり、製材・廃材等を活用して実施していくことが作業の効率につながるのではと考える。

(釜石市地方森林組合 高橋氏)

実証実験の段階であるため現状の方法で問題がないと思われるが、実証実験により製材・廃材やバークのデータが今年度抽出されることにより、今後実働していく際に、どのような資材を使用するかが問題になると思われる。今後何を原料に事業を実施していくのか等の方針を定め、実証実験を実施する必要がある。実証実験に関しては、資材の相談に応じることは可能であるが、来年・再来年に実動する際に、実験で有用であると判断された製材・廃材を大量に準備することに関しては、対応することは難しい状況である。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

バークの場合は対応できるが、その他の製材・廃材等に関しては、来年・再来年実動するにあたり必要となる量を準備するには再度検討、調整が必要であるという認識で間違いないか。

(釜石市地方森林組合 高橋氏)

その通りである。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

ボイラーの試験稼働を通じてデータを分析にあたっては、現状の木質バイオマスのデータを取るだけでなく、今後どのような木質バイオマスを活用していくかという方向性を検討し、それに基づいて今年度の試験稼働の計画を立ててデータを取り、次年度以降の稼働の方向性を決めて頂きたい。

(事務局・MRI 福田)

データ分析を実施する目的は、具体的にボイラーを動かしていく中で地域から燃料が調達できるのかといった点であり、算段が付かないと持続可能にならないと考えている。その観点から今回のシステムが地域に根付いている可能性があるか、この1年間で検証していく必要があると認識している。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

その他事務連絡について、事務局よりお願いしたい。

(事務局・MRI 福田)

今後のスケジュールに関して、10月中旬に熱供給のデータ取りを実施していく予定である。

次回の協議会は、10月末あるいは11月上旬を想定しているが、実験の進捗状況を踏まえ、改めて調整させていただければと思う。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

片岸地区は現在防潮堤の工事を実施している。工事状況により実験等にも影響がでる可能性があるので注意し、安全に実施していただければと思う。

平成27年度第2回の釜石市片岸地区における木質バイオマスエネルギーを活用した地域づくり協議会を終了する。

以上

10.3 第3回地域協議会

10.3.1 協議会資料

資料2

平成27年12月4日
釜石・大槌地域産業育成センター 1階会議室

釜石市片岸地区における
木質バイオマスエネルギーを活用したモデル地域づくり
推進協議会(平成27年度 第3回)

進捗状況報告

(株)オーテック

1. 12月4日までの実施事項

＜燃焼炉の改良工事・所定性能確認のための試運転、エコレンガ製造等＞

実施日	実施内容(場所)
6月15日～25日	バイオマスボイラ煙道工事
6月30日	バイオマスボイラ試運転
7月9日～17日	燃焼ファン空気口工事
7月18日	バイオマスボイラ試運転
8月5日	バイオマスボイラ試運転(1号機)
8月27日	バイオマスボイラ試運転(2号機)
10月28日	バイオマスボイラ、及び木材乾燥機試運転(1号機)
10月29～31日	エコレンガ製造(成型作業)
11月11日	バイオマスボイラ試運転(木材乾燥施設へ温水供給、1号機)
11月25日	バイオマスボイラ試運転(2基)
11月30～12月4日	エコレンガ製造(焼成作業)

2

1. 12月4日までの実施事項

＜関係機関との協議状況＞

実施日	実施内容(場所)
6月3日	林野庁との打ち合わせ(東京:林野庁)
6月5～6日	福岡工業技術センター打ち合わせ(北上、釜石)
6月19日	木材乾燥施設見学(滝沢市、二和木材)
7月9日	岩手大学打ち合わせ
7月13日	第1回地域協議会(釜石・大槌育成センター)
7月29日	灰資源化に関する打ち合わせ(釜石市役所)
8月6日	灰資源化に関する打ち合わせ(岩手県庁)
9月7日	第2回地域協議会(釜石・大槌育成センター)
10月19日	農研センター、三菱総合研究所、打ち合わせ(釜石、北上)
10月29～31日	福岡工業技術センター、エコレンガ製造(釜石)
11月12日	岩手大学打ち合わせ
11月30～12月5日	福岡工業技術センター、エコレンガ製造(釜石)
12月1日	釜石地方森林組合打ち合わせ(釜石)
12月4日	第3回地域協議会(釜石・大槌育成センター、現場見学)

3

2.熱需要先の整備状況

■ 菌床しいたけ栽培施設

- 先行で建設を進めた2棟については、菌床しいたけは10月初旬より栽培を開始した。
- 現在はその2棟にて温度管理しながら、培養している状況。
- 残り6棟についても工事を進めており、段階的に栽培を開始する。



菌床しいたけ施設(11月30日現在)



4

2.熱需要先の整備状況

■ 木材乾燥施設

- 10月下旬に木材乾燥施設工事終了。
- 10月28日、機器作動確認、配管漏れ確認作業を実施。



木材乾燥施設の施工状況(12月1日現在)

5

3. 熱供給実験の実施(11月11日)

<今回の熱供給実験の主な目的>

■ 木材乾燥施設への温水供給

- 温水の入口温度、出口温度、流量、乾燥施設内の温度を調査する。
- バークを燃料として投入した場合のボイラ状況の把握
- 温水の入口温度、出口温度、流量、乾燥施設内の温度を調査
- 発電量を8月5日の15KWから変更したときの発電機の稼働把握



6

3. 熱供給実験の実施(11月11日)

<燃料投入量>

■ バークも燃料として投入

- これまで殆ど使用していなかったが、ボイラの温度を考慮しながら、全体燃料重量比で8.5%投入。
- ボイラ温度を上昇させるときは、製材、丸太中心、温度を維持するときには製材や丸太に加えバークを混焼させることも可能のようである(P.9)。

合計3,910kg

製材(67kg/バケツ)	丸太(153kg/バケツ)	バーク	
投入時間	投入時間	投入時間	含水率と投入量
前日投入3回	前日投入2回		
9:25	9:20		
	9:31		
	9:39		
	9:46	10:00	(山積部の表面(含水率26%)、53kg)
	9:52		
10:00			
10:29			
10:51			
	11:08		
	11:15		
	11:32	12:50	(山積部の奥部分(含水率53%)、70kg)
12:34			
13:08			
	13:15		
	13:40	13:45	(山積部の奥部分(含水率53%)、70kg)
	13:57		
	14:24		
	14:45	14:50	(山積部の奥部分(含水率53%)、70kg)
	14:55		
	15:30	15:05	(山積部の奥部分(含水率53%)、70kg)
	16:04		
	16:11		
10回×67kg=670kg 含水率17%	19回×153kg=2,907kg 含水率21%	合計333kg(全体重量比の8.5%)	

3. 熱供給実験の実施(11月11日)

<燃料投入方法>

- 燃焼炉上部に人員を配置
 - 燃焼炉内部の状態(隙間の状況把握等)を見ながら、燃料投入の指示を行う。
- バーク投入方法の工夫
 - 昨年度の経験、知見からバーク投入直前に丸太や製材を投入、その後高含水バークを投入し、ある程度の隙間確保と燃焼部分上部で乾燥できるようなイメージ。
- 補助燃焼ファンの活用
 - 昨年度の岩手大学データより、CO濃度が高いことが分かった(酸欠状態)、補助燃焼ファンで空気を送り込みながら燃焼を促進させる。

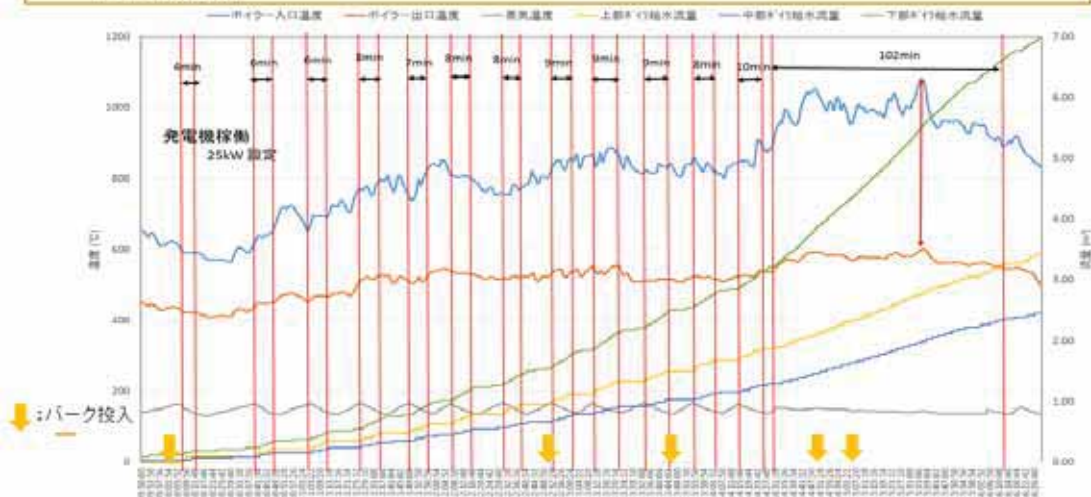
(昨年度の燃焼状態)

(今回の投入時の様子)



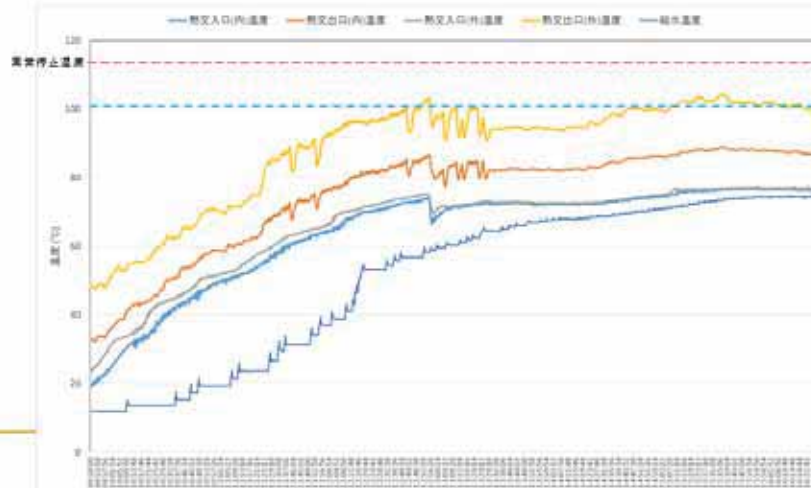
4. 実験結果の分析(バイオマスボイラ)

- ボイラ入口温度900℃以上、出口温度500～600℃近辺を維持することで、1基においても低電力発電が可能のようである。
- ボイラー入口温度については、以前の実験と比較して300℃程度高温になっており、蒸気発生量の改善に寄与したと考えられる。
- 発電に関しては蒸気発生量の増加により、100分程度持続することができ、改良前の10倍程度の持続時間を確保することができた(25kW設定、14:31～15:30は20～25kW程度、～16:13は10～20kW程度)。



4. 実験結果の分析(バイオマスボイラ)

- ▶ 木材乾燥施設に温水供給しているが、熱交換出口で14時半頃に100°C近辺に到達した。
 - ▶ 11月11日の実験では、ボイラ入口温度が1,000°Cを超える時間帯があった。高温での運転はボイラ損傷につながる可能性があること、温水温度が異常停止温度まで上昇しないようにすることから、1,000°Cを超えないような温度管理が必要である。
- ⇒今後の実験では、バイオマスボイラを2基稼働し、シイタケハウス2棟、木材乾燥施設に温水を供給してのデータ取りを実施する。(12月17日実施予定)



10

4. 実験結果の分析(システム効率)

- ▶ 試行6(11月11日)は、ボイラー構造、煙道などの改良と木材乾燥施設等の整備を行った条件での試行結果である。
- ▶ 蒸気発生量については大きく増加しており、炉の改善効果が認められた。また、システム効率値は従来の試行結果から大幅に改善し、20%程度から47%に改善。(数値の確かさは精査中)。
- ▶ 発電電力(25kW)は蒸気エネルギー(1,185kW)の2%程度であった。

表 プラント運転試験結果概要 (20151125 暫定値)

	ボイラー稼働状況	燃料投入量 (t-dry/h)	投入エネルギー (kW)	平均蒸気発生量 (t/h)	最大蒸気発生量 (t/h)	平均蒸気温度 (°C)	蒸気エネルギー (kW)	温水エネルギー (kW)	想定温水エネルギー (kW)
計画値	2基	2	7200-7800	2	-	-	1400	-	1560
試行1 RUN-141128	2基	0.7	2594	0.6	1.1	148	377	338	513
試行2 RUN-150121	1基	0.6	2672	0.6	1.0	144	395	283	468
試行3 RUN-150126	1基	1.2	5250	1.0	1.3	149	666	135	445
試行4 RUN-150306	2基	0.9	3933	0.7	1.6	148	456	262	474
試行5 RUN-150630	1基	0.9	3481	0.7	1.1	148	461	375	606
試行6 RUN-151111	1基	0.4	1820	1.9	3.8	148	1185	272	865

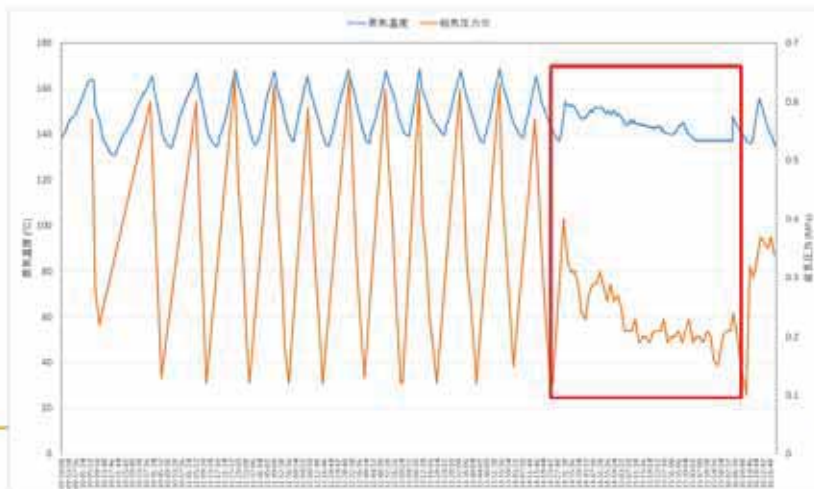
運転条件: 試行 1-5 では蒸気製造での蒸気発生問題により、蒸沸、蒸気製造とも充分な能力を発揮していません。
 燃料投入量: 乾物量とした。投入エネルギーは、燃料の構成(製材廃材、丸太、バークの割合、水分)に基づいて算定した。
 平均蒸気発生量: 蒸気が発生している時間帯についての平均値。
 最大蒸気発生量: 30分毎平均の最大値。
 想定温水エネルギー: 試行では廃棄していた発電機の蒸気ドレンを蒸沸タンクに還元することを想定し、発生蒸気の半量の蓄集熱を加算した。

--

4. 実験結果の分析(発電機)

■ 発電機のデータ

- 連続稼働の間は給気圧力が0.15~0.25MPa、蒸気温度136~150°Cで推移している。
- 連続運転している間も、蒸気温度、給気圧力が徐々に低下している。このことはボイラ1基で仮に入り口温度1,000°C程度を維持しても20~25kWの発電は難しいことを示唆する。
- 現状の設備で発電をより大きく、長時間維持するにはボイラ2基の運転は必須と考えられる。



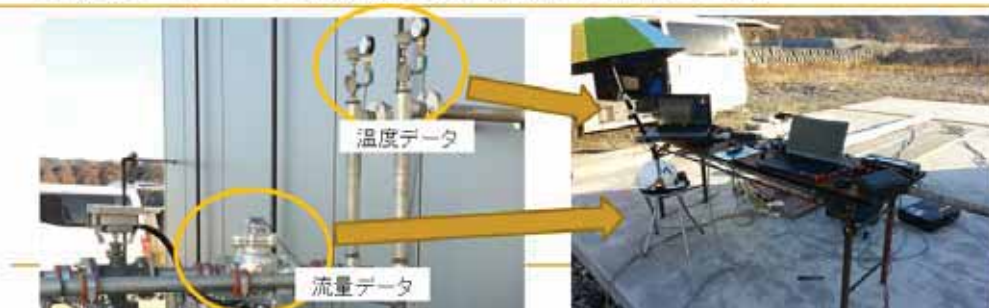
12

4. 実験結果の分析(木材乾燥施設)

■ 現在、業者にてデータを加工中。

■ 目視での概略データ

- 木材乾燥入口と出口の温度差 1°C程度(例:入口74°C、出口73°C程度)
この温度と温度差については**今後精査が必要(実温度と差あり)**と考えられる。
(棒温度計計での実温度差は3~5°C程度。次回データ採取時は校正必要。)
 - 温水流量 約350ℓ/min程度
 - 木材乾燥施設内の最高温度 48°C程度(設定60°C)
- ⇒消費されるエネルギーはシタケハウス1棟分程度と見込まれるが、データの精査で変わる可能性あり。
($350\ell \times 1,000\text{ml}/\ell \times 1^\circ\text{C} \times 4.18\text{J}/\text{cal} = 1.46\text{MJ}/\text{min}$ 、
昨年度のシタケハウス供給は1.4MJ/minと算出されている)



5.エコレンガの製作状況について

■ 燃焼灰によるエコレンガの製造技術の確立

- 片岸現地にて、調整しない燃焼灰を使用し、エコレンガを100個作成した。
(当初予定500個程度から、実験、分析に必要な最低数として設定)
- 試験成形時は福岡工業技術センター立ち合い、指導を受けている。
- 作成したエコレンガで、燃焼灰の資源化技術の有効性を検証する。
①材料の配合条件分析(放射能濃度が100Bq/kg以下となる条件)
②JISサイズ(210×100×t60mm)のエコレンガ試験体の作成及び試験体の分析・評価
③放射性物質の固定化技術の有効性の検証
- 製作したエコレンガは、簡易建屋内の焼成炉内にて仮保管する。
- データが揃った時点で、県庁と相談し、製作したレンガの処置を決定する。

＜エコレンガ製作日程＞

	10月		11月				12月
	3週目	4週目	1週目	2週目	3週目	4週目	
準備	→						
試験成形		→					
自然乾燥			→				
焼成						→	
品質評価			→				

14

5. エコレンガの製作状況

■ 灰資源化施設

- 簡易の建屋を設置した。
- 試作用成形機、土練機を購入し、現場に設置した。また、原料の粘土、シラスパルーンを搬入。
- 雨対策として、基礎の上にパレット・コンパネを敷いた。



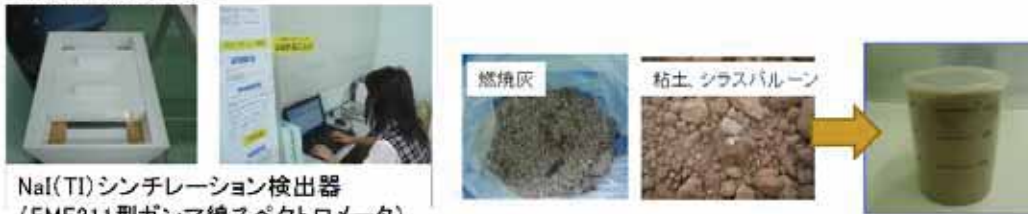
15

5. エコレンガの製作状況(放射能濃度測定)

■ 放射能濃度に加え、空間線量も測定

- 周囲への影響、作業者の人体への影響も考慮し、これまでの放射線濃度測定に加え、空間線量の測定も実施しながら、エコレンガの製作を進めている。

<放射能濃度測定>



NaI(Tl)シンチレーション検出器
(EMF211型ガンマ線スペクトロメータ)

<空間線量測定>

NaI(Tl)シンチレーション検出器(ALOKA SURVEY METER TCS-172)

※釜石市HPに公開されている近隣集会所の空間線量(駐車場0.06~0.10 μ Sv/時、雨樋周辺0.06~0.14 μ Sv/時)

施設名	測定日	天候	測定地点	高さ別測定値(μ Sv/時)		
				5cm	50cm	1m
日向・新川原・長内集会所	2015.3.13	晴	駐車場	0.10	0.09	0.06
			雨樋周辺	0.14	0.10	0.09
砂子集会所	2015.3.5	晴	駐車場	0.06	0.06	0.07
			雨樋周辺	0.11	0.09	0.07
上栗林地区集会所	2015.3.5	曇	駐車場	0.08	0.07	0.07
			雨樋周辺	0.06	0.06	0.06



<http://www.city.kamaishi.iwate.jp/kurasu/kankyo/oshirase/detail/icsFiles/afieldfile/2015/04/30/3gatsu.pdf>

5. エコレンガの製作状況(放射能濃度測定)

■ 燃焼灰、シラスパルーン、粘土に含まれる放射能濃度

- 燃焼灰の放射能濃度で約500Bq/kg、それ以外の2種類も含め、廃棄物を安全に処理可能な放射性物質濃度(8,000Bq/kg)より低い濃度であることを確認した。

測定日	核種名	放射能濃度(Bq/kg)		
		燃焼灰	シラスパルーン	粘土
2015.10.20~21	Cs-137	394.76 \pm 21.44	N.D.	28.19 \pm 4.53
	Cs-134	103.47 \pm 13.48	N.D.	6.61 \pm 3.65
	Cs-合計	498.23 \pm 25.32	N.D.	34.79 \pm 5.82

※N.D.:測定下限値未満

放射能濃度測定データ

2019/05/21 13:51:34

2019/05/21 14:32:27

EMF211型放射能濃度測定(041213Y)

測定情報

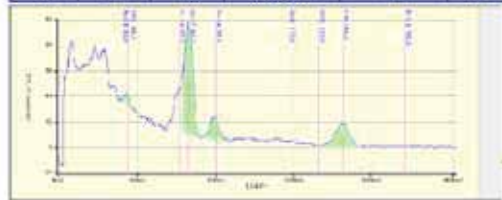
名称 焼灰(河津産)
 採取日時 2019/05/21 14:30
 採取地 島根県 島根市
 採取番号 201912111
 質量 487.7 g
 密度 0.81 g/cm³
 目視検査 合格
 備考
 容器タイプ 300mLポリプロピレン製(300-Aタイプ)

測定日時 2019/05/21 13:51:34
 測定時間 800 秒
 検出器の種類 NaI(Tl)200mmφ
 測定開始日時 2019/05/21 13:51:34
 測定終了日時 15:10:00
 測定終了 無し、測定時に放射能濃度測定中
 測定終了 無し

放射能濃度測定結果

サーベイモード	47.41 (20)
サーベイタイム	60 分
サーベイ速度	20 分
検出器温度	20.4 度C
表示	200 倍
チャンネル	1000
測定モード	あり/結果

核種名	エネルギー	チャンネル	放射能濃度 (Bq/kg)	測定下限値(Bq/kg)	判定
総放射	---	1200	400.21±21.72	400.00	合格
U-232	204.0	1000	測定下限値未満	100	不合格
U-235	354.7	3705	20.10±0.21	5.00	合格
U-238	395.5	4475	101.87±11.08	9.97	合格
合計	1449.3	1200	200.05±20.01	199.99	合格



燃焼灰

EMF211型放射能濃度測定(041213Y)

測定情報

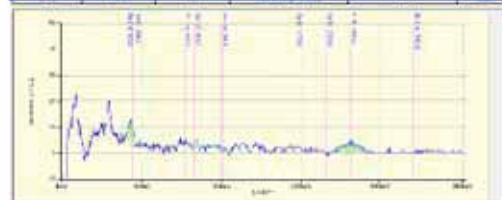
名称 シラス
 採取日時 2019/05/21 14:30
 採取地 岡山県 岡山市
 採取番号 201912101
 質量 1077.4 g
 密度 0.59 g/cm³
 目視検査 合格
 備考
 容器タイプ 300mLポリプロピレン製(300-Aタイプ)

測定日時 2019/05/21 14:32:27
 測定時間 800 秒
 検出器の種類 NaI(Tl)200mmφ
 測定開始日時 2019/05/21 14:32:27
 測定終了日時 15:00:00
 測定終了 無し、測定時に放射能濃度測定中
 測定終了 無し

放射能濃度測定結果

サーベイモード	13.71 (20)
サーベイタイム	60 分
サーベイ速度	20 分
検出器温度	20.4 度C
表示	200 倍
チャンネル	1000
測定モード	あり/結果

核種名	エネルギー	チャンネル	放射能濃度 (Bq/kg)	測定下限値(Bq/kg)	判定
総放射	---	1200	400.21±21.72	400.00	合格
U-232	204.0	1000	測定下限値未満	100	不合格
U-235	354.7	3705	20.10±0.21	5.00	合格
U-238	395.5	4475	101.87±11.08	9.97	合格
合計	1449.3	1200	200.05±20.01	199.99	合格



シラスパルーン

放射能濃度測定データ

2019/05/21 13:51:34

EMF211型放射能濃度測定(041213Y)

測定情報

名称 粘土
 採取日時 2019/05/21 13:50
 採取地 岡山県 岡山市
 採取番号 201912101
 質量 1053.6 g
 密度 1.74 g/cm³
 目視検査 合格
 備考
 容器タイプ 300mLポリプロピレン製(300-Aタイプ)

測定日時 2019/05/21 13:51:34
 測定時間 800 秒
 検出器の種類 NaI(Tl)200mmφ
 測定開始日時 2019/05/21 13:51:34
 測定終了日時 15:10:00
 測定終了 無し、測定時に放射能濃度測定中
 測定終了 無し

放射能濃度測定結果

サーベイモード	10.71 (20)
サーベイタイム	60 分
サーベイ速度	20 分
検出器温度	20.4 度C
表示	200 倍
チャンネル	1000
測定モード	あり/結果

核種名	エネルギー	チャンネル	放射能濃度 (Bq/kg)	測定下限値(Bq/kg)	判定
総放射	---	1200	14.18±0.71	14.00	合格
U-232	204.0	1000	測定下限値未満	100	不合格
U-235	354.7	3705	0.17±0.02	0.09	合格
U-238	395.5	4475	0.61±0.08	0.41	合格
合計	1449.3	1200	0.78±0.10	0.70	合格



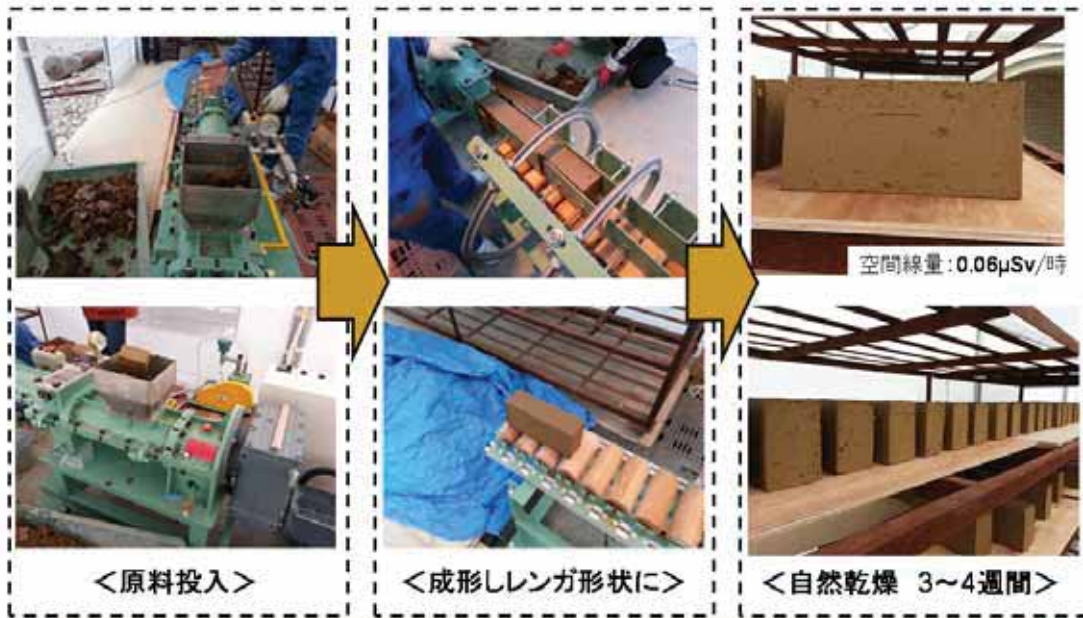
粘土

5.エコレンガの製作状況(原料)



20

5.エコレンガの製作(成形、乾燥)



21

放射能濃度測定データ

2015/10/22 11:05:20

粘土:灰:シラス=7:2:1

測定日	核種名	放射能濃度(Bq/kg)
		粘土:灰:シラス=7:2:1
2015.10.23	Cs-137	59.03±3.23
	Cs-134	11.88±2.09
	Cs-合計	70.91±3.84
2015.10.26	Cs-137	68.99±3.34
	Cs-134	13.44±2.07
	Cs-合計	82.44±3.93
2015.10.29	Cs-137	65.87±5.78
	Cs-134	13.39±3.65
	Cs-合計	79.26±6.84

何れも別サンプルを測定

EMF211型放射能濃度測定(041212Y)

〔試料情報〕

名称 混合(7:2:1)
採取日時 2015/10/23 11:24
採取地
試料番号 2015.10.23-0
質量 1007.6 g
容積 1.000 L (容積)
形状 山崎
備考
容器タイプ 1000mL PET(非)容器(1000mL用蓋)

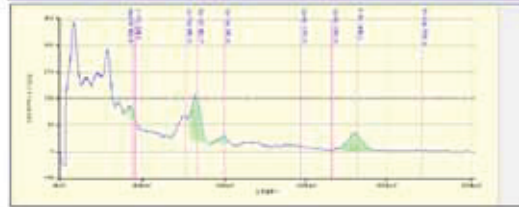
〔分析条件〕

計測日時 2015/10/23 14:00:31
計測時間 1800 秒
移動平均処理 10sec(20kV)
αβ計測日時 2015/10/15 14:29:53
αβ計測時間 57600 秒
減衰補正 G.L.測定時の放射能濃度を基準
質量補正 あり

〔検出濃度計測結果〕

ローカライズ	49.88 sec
ゲッドタイム	0.0%
ボード温度	25.0℃
検出器温度	25.0℃
高圧	800 V
フィッシュマン	1.000
減衰補正	あり/結果

核種名	エネルギー (keV)	カウント (cps)	放射能濃度 (4-標準化αβ) (Bq/kg)	測定下限値(LD) (Bq/kg)	判定
Cs-合計	—	2.201	70.91±3.84	検出下限値 2.84	検出
I-131	364.5	0.000	測定下限値未満	1.25	不検出
Cs-137	661.7	1.868	59.03±3.23	1.26	検出
Cs-134	795.8	0.202	11.88±2.09	1.26	検出
K-40	1460.6	1.277	36.02±3.78	19.84	検出



10月23日 測定

放射能濃度測定データ

2015/10/22 11:05:20

EMF211型放射能濃度測定(041212Y)

〔試料情報〕

名称 混合(7:2:1)
採取日時 2015/10/23 11:24
採取地
試料番号 2015.10.23-0
質量 1007.6 g
容積 1.000 L (容積)
形状 山崎
備考
容器タイプ 1000mL PET(非)容器(1000mL用蓋)

〔分析条件〕

計測日時 2015/10/23 14:00:31
計測時間 1800 秒
移動平均処理 10sec(20kV)
αβ計測日時 2015/10/15 14:29:53
αβ計測時間 57600 秒
減衰補正 G.L.測定時の放射能濃度を基準
質量補正 あり

〔検出濃度計測結果〕

ローカライズ	49.88 sec
ゲッドタイム	0.0%
ボード温度	25.0℃
検出器温度	25.0℃
高圧	800 V
フィッシュマン	1.000
減衰補正	あり/結果

核種名	エネルギー (keV)	カウント (cps)	放射能濃度 (4-標準化αβ) (Bq/kg)	測定下限値(LD) (Bq/kg)	判定
Cs-合計	—	2.201	70.91±3.84	検出下限値 2.84	検出
I-131	364.5	0.000	測定下限値未満	1.25	不検出
Cs-137	661.7	1.868	59.03±3.23	1.26	検出
Cs-134	795.8	0.202	11.88±2.09	1.26	検出
K-40	1460.6	1.277	36.02±3.78	19.84	検出



10月26日 測定

2015/10/29 10:45:34

EMF211型放射能濃度測定(041212Y)

〔試料情報〕

名称 混合(7:2:1)
採取日時 2015/10/29 11:40
採取地
試料番号 2015.10.29
質量 1006.6 g
容積 1.000 L (容積)
形状 山崎
備考
容器タイプ 1000mL PET(非)容器(1000mL用蓋)

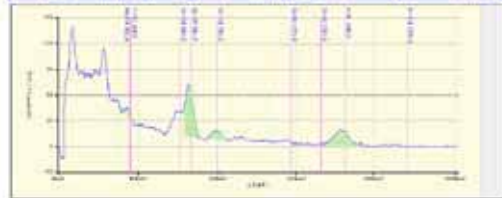
〔分析条件〕

計測日時 2015/10/29 12:34:52
計測時間 600 秒
移動平均処理 10sec(20kV)
αβ計測日時 2015/10/15 14:29:53
αβ計測時間 57600 秒
減衰補正 G.L.測定時の放射能濃度を基準
質量補正 あり

〔検出濃度計測結果〕

ローカライズ	51.92 sec
ゲッドタイム	0.0%
ボード温度	24.0℃
検出器温度	22.9℃
高圧	800 V
フィッシュマン	1.000
減衰補正	あり/結果

核種名	エネルギー (keV)	カウント (cps)	放射能濃度 (4-標準化αβ) (Bq/kg)	測定下限値(LD) (Bq/kg)	判定
Cs-合計	—	2.842	79.26±6.84	検出下限値 3.13	検出
I-131	364.5	0.000	測定下限値未満	2.24	不検出
Cs-137	661.7	2.281	65.87±5.78	2.26	検出
Cs-134	795.8	0.302	13.39±3.65	2.26	検出
K-40	1460.6	1.202	36.02±3.78	19.78	検出



10月29日 測定

6. 有害物質の測定

■ダイオキシン類の測定

- 8月5日、バイオマスボイラ試運転時に一般財団法人化学物質評価研究機構にて、ガス分析を実施、ダイオキシン等を測定。
- ダイオキシン類はボイラ施設に排出基準はないということだが、特定施設(廃棄物焼却炉等)の最も低い基準値0.1ng-TEQ/m3よりも低い結果**(0.0073)**が得られている。
- このときのNox、Soxも基準値未満の数値が得られているが、こちらの測定は引き続き岩手大学と連携しながら調査を継続する。



ガス分析測定データ(抜粋)

第 182-18-M-XXXX 号

平成 27 年 9 月 25 日

計量証明書



株式会社オーエーエー 様

認定事業者 一般財団法人 化学物質評価研究機構
〒112-8004 東京都文京区湯島一丁目4番25号
電話 03-6884-6111(P)

計量証明事業所登録業務科 2号
認定事務所 認定番号 N-0012-01
一般財団法人 化学物質評価研究機構
東京事業所

〒113-0013 東京都文京区四谷1丁目5番地1000番地
電話 0490-37-3600(P)

検印課長 和 田 大 樹
登録番号 第 6870 号

箇条書きのありました計量対象物質の計量値と結果を下記のとおり証明いたします。

計 測 者	名 稱	株式会社オーエーエー	
	取 扱 場 所	岩手県北上市湯田 299-902	
採 集 場 所	所在地	岩手県盛岡市四方町野下町 13 番 4 号	
	搬送先	バイオエスアイエム	
採 集 日 時	期 間	平成 27 年 8 月 7 日 14:00 ~ 17:00	
試 験 期 間	試 料 名	平成 27 年 8 月 7 日 ~ 平成 27 年 9 月 15 日 バイオエスアイエム 排ガス	
測定装置の型番	測定能力	411 kg/h	検 査 料 の 償 還 (米 円)

計量の結果 (計量証明の対象は、実測値のみです。)

測定項目	実測値		結果 (2%再現誤差)		計量方法
	μg/m ³	mg/m ³	μg/m ³	mg/m ³	
PCDDs	0.17	0.12	0.0029	0.0029	JIS K 9311
PCDFs	4.75	0.52	0.0040	0.0040	2006
Total PCDDs+PCDFs	0.92	0.64	0.0039	0.0039	
Total コアソナー-PCBs	0.16	0.070	0.0040	0.0040	
Total ダイオキシン類	-	-	0.0073	0.0073	

1. 実測値：標準偏差(2標準偏差) 0.07、0.12(μg/m³) log₁₀
 2. 結果 (2%再現誤差)：標準偏差 (2%以下) 0.0029、0.0040 log₁₀
 3. 測定能力：1.57倍PCDDsの測定能力は4.44 mg/m³、0.13 mg/m³ log₁₀
 ※ 検出限は標準偏差(1標準偏差)を基準として算出
 ※ 本証明書の計量値は、測定された計量対象物質の計量値を基に算出
 ※ 本証明書の計量値は、測定された計量対象物質の計量値を基に算出
 ※ 本証明書の計量値は、測定された計量対象物質の計量値を基に算出

1. ダイオキシン類分析結果詳細

計測場所：湯田産出センター (バイオマスボイラ 排ガス)
 試料採取日：平成 27 年 8 月 7 日

測定項目	検出濃度 (ng/m ³)	結果 (ng/m ³)	結果 (μg/m ³)	結果 (mg/m ³)	検出 標準値	検出率 (%)
PCDDs	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017
PCDFs	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040
Total PCDDs+PCDFs	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057
Total コアソナー-PCBs	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040
Total ダイオキシン類	0.0073	0.0073	0.0073	0.0073	0.0073	0.0073

1. 検出率：検出された試料中の成分の割合 (%)
 2. 検出標準値：検出された試料中の成分の割合 (%)
 3. 検出率：検出された試料中の成分の割合 (%)
 4. 検出率：検出された試料中の成分の割合 (%)
 5. 検出率：検出された試料中の成分の割合 (%)
 6. 検出率：検出された試料中の成分の割合 (%)
 7. 検出率：検出された試料中の成分の割合 (%)
 8. 検出率：検出された試料中の成分の割合 (%)
 9. 検出率：検出された試料中の成分の割合 (%)
 10. 検出率：検出された試料中の成分の割合 (%)

ガス分析測定データ(一部抜粋)

測定時刻	10:30 ~	燃入率	13 倍	ヒート交換率	C=0.856	貯槽の密度	0.974 g/cm ³
貯槽内の気体	ρ	0.887 kg/m ³		貯槽内の気体	ρ	1.11 kg/m ³	
測定点	1	2		貯槽内の気体	ρ	1.11 kg/m ³	
1	v1	0.50	0.42	0.01	3.0	1.01	134.1
2	v2	0.50	0.42	0.01	3.0	1.01	134.1
大気圧	P_a	(kPa)		101.32			
平均静圧	P_s	(kPa)		1.01			
平均静圧係数	θ_s	(%)		134.1			
平均流速	V	(m/s)		2.23			
燃り静圧係数	Q_a	(m ³ /h)		2700			
燃り静圧係数	Q_a	(m ³ /h)		2570			
$n = \frac{273.15}{273.15 + \theta_s} \times \frac{P_s + P_a}{101.32} \times \frac{P_a}{P_s + P_a - P_a} \times 10^3$ $Q_a = C \times \frac{V}{D} \times \frac{273.15}{273.15 + \theta_s} \times \frac{P_s + P_a}{101.32} \times \frac{P_a}{P_s + P_a - P_a} \times 60 \times 10^3$ $Q_a = Q_a \times \left(1 - \frac{X_{O_2}}{100}\right) \quad \text{測定位置修正係数 } W = 0.0324 \text{ m}^3$							

* Q_a 及び Q_a は、標準状態(0℃、101.32 kPa)における流量を示す。

< 2 時目 >

測定時刻	10:45 ~	燃入率	13 倍	ヒート交換率	C=0.856	貯槽の密度	0.974 g/cm ³
貯槽内の気体	ρ	0.884 kg/m ³		貯槽内の気体	ρ	1.11 kg/m ³	
測定点	1	2		貯槽内の気体	ρ	1.11 kg/m ³	
1	v1	0.49	0.39	0.04	4.0	1.10	136.2
2	v2	0.49	0.39	0.03	3.0	1.10	136.2
大気圧	P_a	(kPa)		101.32			
平均静圧	P_s	(kPa)		1.10			
平均静圧係数	θ_s	(%)		136.2			
平均流速	V	(m/s)		2.44			
燃り静圧係数	Q_a	(m ³ /h)		2720			
燃り静圧係数	Q_a	(m ³ /h)		2740			

* Q_a 及び Q_a は、標準状態(0℃、101.32 kPa)における流量を示す。

※ゲイムン係数修正

測定時刻	10:45 ~	燃入率	13 倍	ヒート交換率	C=0.856	貯槽の密度	0.974 g/cm ³
貯槽内の気体	ρ	0.884 kg/m ³		貯槽内の気体	ρ	1.11 kg/m ³	
測定点	1	2		貯槽内の気体	ρ	1.11 kg/m ³	
1	v1	0.49	0.39	0.04	4.0	1.10	136.2
2	v2	0.49	0.39	0.03	3.0	1.10	136.2
大気圧	P_a	(kPa)		101.32			
平均静圧	P_s	(kPa)		1.10			
平均静圧係数	θ_s	(%)		136.2			
平均流速	V	(m/s)		2.44			
燃り静圧係数	Q_a	(m ³ /h)		2720			
燃り静圧係数	Q_a	(m ³ /h)		2740			

* Q_a 及び Q_a は、標準状態(0℃、101.32 kPa)における流量を示す。

7. 今後の予定と課題

年間スケジュールは別紙参照

■H27年度事業計画

- 12月中旬に温水予備タンクを設置(実験データを得るため仮想的に確保する熱需要先)
- 12月中旬にバイオマスボイラ2基稼働、熱需要先へ熱供給しデータを取るとともに、ガス分析等も実施の予定。

実施月	熱供給実験の実施概要	検証課題
8月	ボイラ1基×8時間稼働 (2回実施)	所定性能の確認・課題把握と対応方策の検討
9月	ボイラ1基×8時間稼働 (1回実施) ボイラ2基×8時間稼働 (1回実施)	同上 ボイラ2基同時稼働による所定性能の確認
10月	ボイラ1基×8時間稼働 (1回実施) ボイラ2基×8時間稼働 (1回実施)	所定性能の確認・課題把握と対応方策の検討 ボイラ2基同時稼働による所定性能の確認
11月	ボイラ1基×8時間稼働 (1回実施) ボイラ2基×8時間稼働 (1回実施)	所定性能の確認・課題把握と対応方策の検討 ボイラ2基同時稼働による所定性能の確認
12月	ボイラ2基×8時間稼働 (1回実施) ボイラ2基×8時間稼働 (1回実施)	最適なバーク混焼比率の把握 熱需要先への安定供給の検証・課題把握
1月	ボイラ2基×12時間稼働 (2回実施)	長時間連続稼働によるシステム効率性把握 連続稼働時におけるオペレーション体制の確認
2月	ボイラ2基×24時間稼働 (2回実施)	オペレーションフローの確立 実用化に向けた各種検討

未実施

7. 今後の予定と課題

■ 熱供給実験用の木質バイオマス調達

- バーク、製材廃材等の燃料必要量を以下に示す。(今後の実験内容により変更する可能性があるため、都度、協議会において森林組合と相談)
- 1回当りの稼働時間、バーク混焼比率を段階的に増加させる。
- 1ヶ月当たり燃料必要量は、最大、バーク約8t/月、製材廃材等約43t/月。
- バークは現有で対応可能。製材廃材等は、森林組合様と調整しながら進める。

		8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
1回当り稼働時間(h)		8	8	8	8	8	12	24
1時間当たり燃料必要量(kg・基/h)	バーク	0	0	0	416	50	80	150
	製材廃材等	700	700	700	4471	450	450	450
稼働回数(回・基/h)		3	3	3	3	4	4	4
燃料必要量(kg/月)	バーク	0	0	0	998	1,600	3,240	14,400
	製材廃材等	11,200	16,800	16,800	10,700	14,400	21,600	43,200

未実施

稼働時間の段階的延長(8時間⇒24時間)

バーク混焼比率の増加(8%⇒25%)

28

7. 今後の予定と課題

■ 実証実験を進める上での課題

- 今回高含水バークを使用した(全体重量比の8.5%程度)が、投入時のボイラ温度やタイミング等再度検証する。
 - 段階的にバークの混焼比率を増加させる。
 - 今後、バークを混焼した場合のデータ分析が検討課題である。
 - 最適な混焼比率の分析
 - 最適な燃料投入プロセスの分析(各燃料の投入のタイミング、運営体制等)
- 燃料の投入にかかる人員、時間が多い。
 - 現状、燃料をローダに入れる人員(1名)、運転する人員(1名)、ボイラ稼働する人員(1名×2基)、燃焼炉上部人員(1名)、全体管理(1名)。
 - 投入設備そのものの改良が今後必要。
- 今回木材乾燥施設を稼働したが、想定したような温度(60~70℃)に到達しない。
 - 現地製材所と調整しながら、木材乾燥施設の有効利用を検討する。
- 菌床しいたけ栽培施設、木材乾燥施設に温水供給しても、エネルギー余剰になることが見込まれる。また、給水そのものの容量も足りていない。
 - 予備タンクを接続して水を供給することで、連続稼働を可能とする。
 - 予備タンクについても熱損失を計測し、バイオマスボイラの熱供給能力を分析する必要がある。

29

7. 今後の予定と課題

■ 実証実験を進める上での課題

- 11月25日、予備試験としてバイオマスボイラ2基稼働したが、1基稼働した場合と蒸気発生量や給水流量で単純に(×2)とならないようである(発電機は40kW程度、3.5時間の連続運転)。
 - 12月以降は2基稼働させながら、データの取得を進める。

■ 発電機を稼働する上での課題

- バイオマスボイラから得られるデータと発電機の稼働に乖離がある。
 - ボイラの給水流量データと発電機の発電量の相関性を解析する必要がある。

■ 安全に灰資源化を実施する上での課題

- エコレンガの安全性を検証し、県や市と協議しながら再利用の可否を見極める。
- 灰資源化を連続するための設備として
 - ・コンベア内に金属を除去するための強力磁石の設置。
 - ・不完全燃焼の灰を除去(例:篩)、あるいは粉碎(例:ロールクラッシャー)する装置。
 - ・粘土、シラス、燃焼灰を混練するための土練機(現状設備では不足)。
 - ・粘土をより細かくするためのスクリーンフィーダ
 - ・建屋の設置
- 林野庁より、エコレンガの供給先を確保することが課題として指摘されている。

平成27年12月4日
釜石・大槌地域産業育成センター 1階会議室

事業採算性・CO2削減・地域貢献効果の分析(案)

(株)オーテック

1

1. 熱需要量の推定

■ 熱需要先施設の分析とプラント稼働計画の策定

➢ H26年度に推定した熱需要先施設の年間熱需要量を、推定値から実績値に置き換えるため、各施設の熱消費量等のデータを計測中。

内外観写真等	菌床しいたけ栽培施設	陸上養殖施設	木材乾燥施設
	 内観写真	 予備設計図面	 類似施設の外観
取扱い品種	菌床しいたけ	うなぎ等	杉材(芯持ち柱)等
サイクル	約260日間 (仕込み～発生～収穫)	約6カ月～ (稚魚～成魚)	7日間 月に最大4サイクル稼働
設定温度	栽培サイクルに応じて 14～24℃の範囲で調整	水温25℃	最高120℃(高温乾燥)
施設規模	1棟あたり189㎡、 計10棟(予定)	1槽あたり水槽約31トン、 計4槽(予定)	1棟あたり木材5t乾燥 計1棟(予定)
推定熱需要量	132GJ/年 /棟	455GJ/年 /槽	最大1,872GJ/年 /棟
	※ 新施設は従来よりも断熱強化		※ 今回は低温乾燥施設

2. 所定性能の確認

■バイオマス熱供給システムの所定性能の確認(蒸気発生量及び温湯出力)

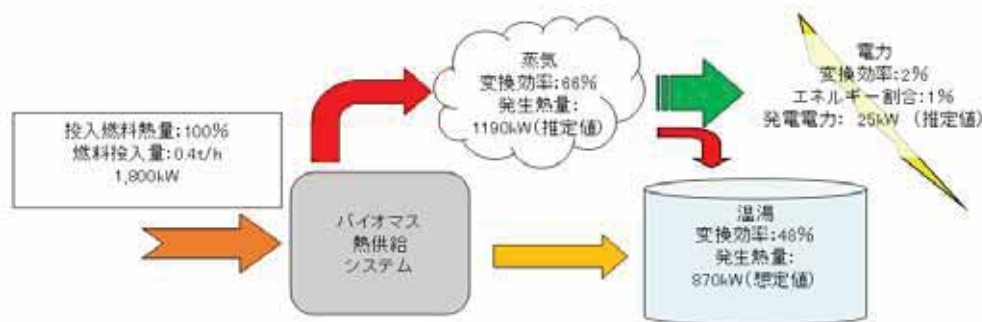
- 従来の試行では、燃料投入量の7～14%を蒸気、9～17%程度を温湯として出力。
- 炉の改善工事、燃料投入方法の改善等を実施した試行6(11月11日)では、燃料投入量の66%を蒸気、48%を温湯(蒸気ドレン含む)の出力を記録。
- ただし、温湯出力については、貯湯タンクの水量漸減分を考慮しておらず、過大評価の可能性があるので精査中。
- 今後、2基稼働時における安定出力値を検証予定。

	燃料投入量 (t/h)	蒸気発生量 (t/h)	温湯出力 (kW)	ボイラー稼働状況
設計値	2.0t/h (7,800kW)	2.0t/h (1222kW) (変換効率:16%)	1,755kW (変換効率:22%)	2基稼働
試行1 (*14/11/28)	1.0t/h (3,900kW)	0.9t/h (290kW) (変換効率:7%)	430kW (変換効率:11%)	2基稼働
試行3 (*15/01/26)	1.4t/h (5,400kW)	1.0t/h (730kW) (変換効率:14%)	500kW (変換効率:9%)	1基稼働
試行4 (*15/03/06)	0.9t/h (3,900kW)	0.7t/h (460kW) (変換効率:12%)	470kW (変換効率:12%)	2基稼働
試行5 (*15/06/30)	0.9t/h (3,500kW)	0.7t/h (460kW) (変換効率:13%)	610kW (変換効率:17%)	1基稼働
試行6 (*15/11/11)	0.4t/h (1,800kW)	1.9t/h (1,190kW) (変換効率:66%)	870kW (変換効率:48%)	1基稼働

3

2. 所定性能の確認

■バイオマス熱供給システムの所定性能の確認(蒸気発生量及び温湯出力)



*15/11/11試験稼働(試行6)におけるシステム効率値

4

3. 事業収支の分析

■ 試験稼働結果を踏まえた事業収支計画

- 熱需要施設の総熱需要量(5,966GJ/年)から、単年度損失▲5,371万円と推定。
- 採算性を高めるためには、事業収支改善に向けた下記の取り組みが不可欠。

項目	詳細	単年度収支 (千円/年)	単年度収支 (千円/年)	改善内容
収入	売電	2,409	3,427	・ 蒸気発生量増に伴う発電量の増加
	熱エネルギー(蒸気+温水)	13,125	13,125	
	レンガ	2,253	655	・ 焼却灰発生量の減少に伴うレンガ販売量の減少
	合計	17,787	17,206	
支出	人件費	20,000	20,000	
	メンテナンス費	1,500	1,500	・ システム効率改善に伴う燃料調達減(主に間伐材、建築廃材)
	燃料費(木質/バイオマス)	6,360	1,753	
	(灯油(灰資源化))	3,713	1,079	
	レンガ製造経費(粘土代等)	3,245	943	・ 焼却灰発生量の減少に伴うレンガ製造経費の減少
	減価償却費	27,733	27,733	
	固定資産税	2,288	2,288	
	合計	64,839	55,296	
営業利益		-47,052	-38,090	約900万円/年の収支改善効果 今後も継続的に収支改善に取り組む ・ 更なる需要先の確保 ・ 稼働体制の効率化 ・ バーク混焼比率の増加 等
借入金利		8,658	8,658	
経常利益		-53,708	-44,746	
法人税		0	0	
純利益		-53,708	-44,746	

5

4. 各種効果の評価

■ CO2削減効果の評価

- 各種施設の総熱需要量(5,966GJ/年)を、灯油焚き温風暖房機の灯油消費量に換算すると、年間約170kl相当。これを木質バイオマス燃料で代替できた場合の**CO2排出削減量は約423t-CO2/年**と推定※。

※ 上記の数字に木質バイオマス燃料の輸送～発電・熱供給に係るCO2排出量は含まれておらず、今後、加味していく予定。

■ 地域貢献効果の評価

- 上記の場合における**バーク使用量は約1,610 t/年**、森林組合からの**バーク買取総額は約161万円/年**と推定。(混焼比率は、バーク25%、丸太50%、製材廃材25%の想定)
- また、バークを有価物として購入しなかった場合、処分費用として9,000円/t(いわてクリーンセンターにおける「木屑」の処分費用。運送費は除く)が発生する見込みで、**処分費用は1450万円/年**と推定。
- 上記を合算し、地域貢献効果を**1610万円/年程度**と推定。

6

10.3.2 議事録

(座長・育成センター 佐々氏)

「平成 27 年度 第 3 回釜石市片岸地区における木質バイオマスエネルギーを活用した地域づくり推進協議会」を開催する。事務局・MRI 福田より資料確認と進捗状況について、説明いただきたい。

(事務局・MRI 福田より資料確認および資料 2 の説明)

(オーテック 藤尾氏)

資料 2 に補足して 3 点あげる。1 点目は 12 月 1 日に釜石市地方森林組合とバーク移動および木材乾燥施設の件について打合せを行った。バーク移動については、12 月 7 日の週あるいは 14 日の週あたりから移動を開始したい旨を森林組合殿に依頼した。来年 3 月までにバーク移動は完了することであったが、1 月下旬～2 月初旬には完了する予定である。

木材乾燥施設については、ある会社から高橋氏を通じて利用希望をいただいております。木材乾燥施設の問題点も含め、できる範囲で対応する旨を説明した。短時間であれば、希望する会社の求めるスペックに応じて、今年度中に 1～2 回テストできるのではないかと考えている。

2 点目は、オブザーバーの大村氏に本日現場を確認していただき、ボイラーに関するアドバイスをいただいた。このアドバイスをもとにボイラーを改良し、結果に反映できるよう調整していきたいと考えている。

3 点目は、エコレンガの成形について、10 月末に 100 個程度を成形機で作成した。そのうち 30 個を福岡工業技術センターに送り、何℃でエコレンガを焼成すれば、JIS 規格を満たすかのテストを行った。その結果、焼成温度を 1,100℃程度にすれば JIS 規格を満たすエコレンガができることを、福岡工業技術センターより回答いただいている。この結果を踏まえ、現在 1,100℃で 65 個のエコレンガを焼成炉で製造している。焼き上がり後のエコレンガは福岡工業技術センターに再度送り、JIS 規格等が満たしているか確認いただく予定である。資料 2 で説明した課題があり規格を満たすから、すぐに量産することは難しいと認識している。まずは、今回完成したエコレンガを分析し、その結果を踏まえ県や市と調整していきたいと考えている。

(さつき企画設計株式会社 大村氏)

現場を確認した結果、問題点は給水量と蒸発量の誤差があること、ボイラーの中の飽和水が要因で燃焼の効率に影響していることである。これらの問題点を解決するには、水位を下げることで、喫水分離を良くする必要がある。具体的な対策については、藤尾氏等に説明済である。木材乾燥施設の温度は、熱交換器に必ず循環の風があたるように依頼した。

バークの含水量が約 50%と高い件に関しては、温度の上昇や作業の効率化を図るためにも屋根の下にバークを置いて、風にあてるなどして含水量を 30～40%程までに抑える必要がある。また、資料 2 の P29 の燃料投入にかかる人員については、設備構造にもよるが使用している設備規模より、感覚的におよそ 2 人体制で十分でないかと認識している。人員が設備規模に対して多く配置されているが、燃料ヤードがある地面の一部をコンクリートで舗装する等の改造をすることで人員を一人減らすことができるのではないかと考えている。

蒸気配管について、単純に計算したところ直線だけで10㎡ほど放熱している。これは、ボイラー1基分放熱していることになるため、蒸気配管の保温をしっかりとる必要がある。設備の問題をすぐに解決することは難しいが、できる対策を少しでも実施することで効率が良くなると考えている。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

各委員から何か質問があれば発言いただきたい。

(片岸地権者協議会 柏崎氏)

エコレンガの粘土の原材料に関して今後も他の地区から運ぶのか。粘土を遠くから買うとコストがかかるので確認した。また、岩手県内の粘土は今後も使用しない方針なのかお教えいただきたい。

(オーテック 藤尾氏)

粘土の原材料について、岩手県内では枯渇している状況である。また、北上粘土で試してみたが品質が保てなかった。製造業者から、高品質なレンガを作ることができる郡山粘土を紹介いただき、現在はその原材料を用いてエコレンガを作成している。東北で粘土の原材料が取れる場所は、郡山粘土ぐらいしかないと製造業者から伺っており、現時点では、岩手県内の粘土を使用しない方針である。ただし、岩手県内で粘土の原材料がある場所を把握している製造業者等を知っていれば、ご紹介いただきたい。

(オーテック 小原氏)

製造業者から岩手県内に粘土はないと回答いただいている。製造業者は花巻市等にもあるが、現在は自分のところで粘土は作っていないと伺っている。岩手県内で需要があれば、掘る人もいるかと思うが難しいと思われる。

(オーテック 藤尾氏)

また、話を聞いた岩手県内の製造業者も近いうちに店を閉めると話を聞いているため、今回は郡山粘土を使用した。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

事業化を考えるとコストや製造先の経営状況等も大きな課題となり、これらについて判断する必要あると思うがこの事業は来年3月までと認識している。その中で、雇用の課題等、すべて処理することはできるか。

(オーテック 藤尾氏)

全て解決することは難しいと思われる。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

概ね解決し、今回の事業の目的に合致した形で報告できるように調整いただきたい。

(オーテック 藤尾氏)
承知した。

(事務局・MRI 福田)

次に説明する資料3でも今の状況だと採算が取れない結果を示した内容となっている。林野庁より去年の指摘事項として、1つ目に設備の効率が低いため、効率を高めるように工夫をすること、2つ目に売れなければ採算が取れないため、熱需要先を現実に合う形で呼び込むことを考えて欲しいと指摘された。そして、3つ目にエコレンガをつくることに関して、放射線を閉じ込めるだけであれば普通に処分した方が採算に合うため、売り先のあたりを付ける必要があるなど、重い課題をいただいている状況であるが、林野庁の報告は、2月に報告することを想定している。解決はできないとしても、課題に対する落としどころを示す必要がある。

(さつき企画設計株式会社 大村氏)

1点確認したい。机の上にあるエコレンガのサンプルは、九州で焼いてきたものか。

(オーテック 藤尾氏)

その通りである。

(さつき企画設計株式会社 大村氏)

中国産のレンガは触ると崩れるものもあるため、中国産のレンガよりエコレンガは高品質なレンガと思われる。焼き方やレンガの角の直角具合にもよるが建築材として使用できるのではないかと。値段はどれくらいになるか不明だが、普通レンガは80円から100円ほどである。

(片岸地権者協議会 柏崎氏)

大村氏からいただいたアドバイスを参考に対応すると思うが、シイタケハウスの直線部分の配管に関して、防熱断熱することが前から課題になっていた。大村氏が指摘した防熱断熱は、配管に布製のものを巻いて熱の放出を防ぐという認識で間違いないか。

(さつき企画設計株式会社 大村氏)

蒸気配管の防熱断熱に関しては、配管が屋外にあるため、雨が入らないよう保安資材を入れる工夫をすることでコストを抑えて対応できるのではないかと考えている。方法により結果は変わると思うが、蒸気量で200kg/時ぐらい変化があると思われる。

(片岸地権者協議会 柏崎氏)

この点については早急に対応いただければと思う。森林組合に蔵置しているバークの在庫を実験エリアに持ち込んだ場合、どれぐらいのスペースをバークは占めるのか。

(オーテック 藤尾氏)

スペースまでは把握できていない。

(さつき企画設計株式会社 大村氏)

かなりの割合を占めると思われるが、パークに雨がかからない程度の建物でよいと考えている。ただし、規模が大きいため、建築確認が必要になるのではないかとと思われる。

(片岸地権者協議会 柏崎氏)

パークの保管施設は、水分対策につながると思われる。今回いくつか現実的な問題対策のご指摘を大村氏よりいただいたのでこれらに対応し、早く良い結果を示せるようにしていたらと思う。

(事務局・MRI 福田)

以前にも議論があったと認識しているが、屋根代わりに疑似的に木材乾燥施設でパークを乾燥させた試行を実施してみることも、本来の目的ではないが必要なことではないかと感じた。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

資料3に関して説明いただき、その後質疑を取りたいと思う。

(事務局・MRI 新谷より資料3を説明)

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

資料3のP6の地域貢献度の箇所、木材乾燥施設や売電、熱源蒸気、温水等による地域への貢献度を記載いただきたい。木材乾燥施設や売電等は、単に売電するもしくは地域に供給するのによっても地域貢献度は異なると認識しており、効果にも影響が出ると思われる。例えば、現在の地域の取組みとして、あるところでは独自で発電所を作り太陽光発電を活用し、そこで得た電力を小売りする動きがある。そこに合流する、あるいはさらにその事業と一緒に新たな事業を立て、地域に貢献する形でも良いのではないかと。

片岸地域で進めているあるいは進めようとしている各種事業と新たな事業の展開を考えると、効果として結果に示せることができるのではないかと。また、事業化を想定して、新たな事業を始めようと考えている事業者もいる。これに関しては過程で良いので、現在話が進められている事業の中でどの事業と整合性を図り、その地域に果たす役割あるいは、地域への効果を示すかを報告してもよいのではないかと考える。資料3だけでは弱いので、地域に果たす効果を少し掘り下げて示してもよいのではないかと。

(事務局・MRI 福田)

この事業が事業化することで、何らかの事業を進めようと考えている事業者はどこか具体的にお教えいただきたい。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

ある事業者に、熱源を活用いただき相乗効果で新たな事業ができないか等、説明したところである。熱源を買うのか等の詳細は不明であるが、熱エネルギーが欲しいといった回答をいただいている。小規模でもよいので、実際に試行してみて、事業として成立するのであれば、大規模に展開していけばよいといった事業者を募集している旨を説明している。

別の事業者からは発電所を作り、その発電所から小売りをしたい、もし可能ならば小売りする際のバックアップ電源としてガスタービンの発電事業を実施してもよいといった声をいただいている。この話であれば、バイオマスボイラーを活用して、電力の標準化を図ることができるのではないかと考えている。それでも足りない場合は、東北電力のバックアップに電源に使うといった方法もある。

このような取組みは様々あるかと思われるので協調を図ることによってこの事業の地域貢献度が非常に高まることを示していただければと思う。ここでいう地域とは、津波浸水地域であり何も無い中で、このような事業を進めようとしている旨を数字だけでなく各種効果として強調して示していただきたい。

(事務局・MRI 福田)

「釜石市片岸地区における木質バイオマスエネルギーを活用したモデル地域づくり推進協議会」という事業の名前から、実際地域の中でエネルギーを循環させていくか、エネルギーだけでなくバイオマス資源を地域にどれだけ還元させるかといったところを両立させることが重要視されている事業であると認識している。今回は、限定的な効果しか示せていないため、佐々氏がおっしゃったような効果も盛り込んだ上で、報告したい。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

「余る」という記載ではなく、それだけの熱源が別の事業に供給することができるという記載をしていただきたい。「余る」のなら、なぜその熱源を使わないのかと疑問に持たれる可能性がある。今後の事業とのタイアップによって、熱源として利用していただくといった形で完結すればよいと思われる。事業と並行してほかの事業と一致することは難しいと思われるが、今後計画を立てる中で少しずつ形にしていき、地域に安定的な活用ができるといった形で、趣旨に反せずまとめていただければと思う。例えば、木材乾燥施設の関係で、ある事業者が大きな木材乾燥施設を持っていなかったために、大きな木材乾燥施設でしか対応できない素材を扱うことができず、事業の採算性を確保することが難しい状況であった。しかし、木材乾燥施設ができることにより自分たちが持っていた素材をそこで乾燥させることができ、かつ製品化にも結び付き、現金化になるため、地域のNPO法人の手助けをすることになる。また、森林組合も木材乾燥施設を動かす原材料をこの事業に供給しているが、供給することによって森林組合自体も補助金を受けることができる仕組みができる。このようなメリットもアピールいただければと思う。

上記の通り、地域貢献に関しては、地域で進められている、既存にある事業者を含めた大胆な形で収支を計算していただくことも含めて今後ご検討いただければと思う。技術的な関係に関しては、大村氏を中心に補完していただければありがたいと感じた。

(事務局・MRI 福田)

レンガの部分は、予定通り基準を満たすところまでを検討するという事で問題ないか。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

レンガを事業化するかどうかについては、別の話であると認識している。報告いただいた形でレンガを形成することができたことを検証したことは説明するが、事業化を進めていくのかは今後検証が必要であるといった形でまとめると良い。ただ、事業費の中から外して

提案してもよいと考えている。いま、エコレンガを事業化して事業収支に含めると良い結果を示さないため、事業収支を良くするには、今地域が持つ資源をどのように利用すれば、収支が良くなるのかを検証いただければ良いと考える。

(片岸地権者協議会 柏崎氏)

福島県などで、エコレンガに関する需要が、技術提供を含めてないだろうか。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

今までの議論を踏まえると難しいのではないかと考える。

(片岸地権者協議会 柏崎氏)

うなぎの養殖に関して、一ノ関高専から新たな報告はあるか。

(オーテック 藤尾氏)

一ノ関高専が検討している事項に関しては、引き続き検証いただいている状況である。

(片岸地権者協議会 柏崎氏)

実験エリア周辺における将来の土地利用計画について、市では12月中までに説明する動きがある。市としての計画やオーテックや関連する企業が今後土地をどのように使うのか、将来の事業計画を伝えて、すり合わせを行う機会が必要であると認識しているが、市としてどのような状況か。

(釜石市 関氏)

適宜、対応している。

(片岸地権者協議会 柏崎氏)

土地をいつ買い上げるのかといったタイミングを図る必要もある。実験エリア周辺の動きも見つつ対応いただければと思う。

(釜石市 関氏)

エコレンガの空間線量を図ることにに関して、必ずしも焼き上がった後、完成した形で成形されるとは限らない。完成した形だけでなく、2つに割れた場合、3つに割れた場合、斜めに割れた場合、粉々になった場合等の空間線量も図っていただきたい。

(事務局・MRI 福田が資料4を説明)

(事務局・MRI 福田)

林野庁への報告は、2月の半ばあるいは3月の初旬であることが想定される。12月17日に試験を実施するスケジュールであるが、本日いただいたご意見を踏まえ、地域への貢献効果がどれくらいあるのか、保事業の意義等が説明できる資料を第4回協議会までに準備する予定である。第4回協議会の開催は1月中旬くらいを想定している。詳しい日程は、後日改めてご連絡する。第5回協議会は、2月末を想定している。これに関しても改めてご連絡する。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

平成 27 年度第 3 回の釜石市片岸地区における木質バイオマスエネルギーを活用した地域づくり協議会を終了する。

以上

10.4 第4回地域協議会

10.4.1 協議会資料

資料2

平成28年1月18日
釜石・大槌地域産業育成センター 1階会議室

釜石市片岸地区における
木質バイオマスエネルギーを活用したモデル地域づくり
推進協議会(平成27年度 第4回)

進捗状況報告

(株)オーテック

1. 1月18日までの実施事項

<実証実験の実施状況>

実施日	実施内容(場所)
6月15日～25日	バイオマスボイラ煙道工事
6月30日	バイオマスボイラ試運転
7月9日～17日	燃焼ファン空気口工事
7月18日	バイオマスボイラ試運転
8月5日	バイオマスボイラ試運転(1号機)
8月27日	バイオマスボイラ試運転(2号機)
10月28日	バイオマスボイラ、及び木材乾燥機試運転(1号機)
10月29～31日	エコレンガ製造(成型作業)
11月11日	バイオマスボイラ熱供給実験(木材乾燥施設へ温水供給、1号機)
11月25日	バイオマスボイラ試運転(2基)
11月30～12月4日	エコレンガ製造(焼成作業)
12月17日	バイオマスボイラ熱供給実験(2基)(木材乾燥施設及びシイタケハウス)
(予定)1月21日～22日	バイオマスボイラ熱供給実験(2基)(木材乾燥施設及びシイタケハウス)

2

1. 1月18日までの実施事項

<関係機関との協議状況>

実施日	実施内容(場所)
6月3日	林野庁との打ち合わせ(東京:林野庁)
6月5～6日	福岡工業技術センター打ち合わせ(北上、釜石)
6月19日	木材乾燥施設見学(滝沢市、二和木材)
7月9日	岩手大学打ち合わせ
7月13日	第1回地域協議会(釜石・大槌育成センター)
7月29日	灰資源化に関する打ち合わせ(釜石市役所)
8月6日	灰資源化に関する打ち合わせ(岩手県庁)
9月7日	第2回地域協議会(釜石・大槌育成センター)
10月19日	農研センター、三菱総合研究所、打ち合わせ(釜石、北上)
10月29～31日	福岡工業技術センター、エコレンガ製造(釜石)
11月12日	岩手大学打ち合わせ
11月30～12月5日	福岡工業技術センター、エコレンガ製造(釜石)
12月1日	釜石地方森林組合打ち合わせ(釜石)
12月4日	第3回地域協議会(釜石・大槌育成センター、現場見学)

3

2. 熱需要先の整備状況

■ 菌床しいたけ栽培施設

- 先行で建設を進めた2棟については、菌床しいたけは10月初旬より栽培を開始した。
- 後続の6棟のうち3棟目に菌床を搬送終了、現在4棟目に菌床を搬送中。

■ 木材乾燥施設

- 全工事終了。11月11日から熱供給実験を実施。



シイタケハウス、木材乾燥施設
外観写真

4

3. 熱供給実験の実施(12月17日)

＜今回の熱供給実験での実施事項＞

■ バイオマスボイラ2基稼働した時のエネルギー効率等のデータ収集

■ 熱需要先に温水供給した時のデータ収集

- シイタケハウス、木材乾燥施設に熱供給した時の、温水の入口温度、出口温度、流量、施設内の温度を調査する。⇒農研センター担当者立ち合い

■ パークの燃料投入比率を高めたときのボイラ状況の把握

- 温水の入口温度、出口温度、流量、乾燥施設内の温度を調査

■ 有害物質の調査

- 燃焼ガスを採取し、No、Sax、および煤塵を分析⇒岩手大学担当者立ち合い



シイタケハウス温度データ



消費電力、発電データ



木材乾燥施設データ



ガス分析、情報集約PC



農研センター、岩手大学
設備メーカー 立ち合い

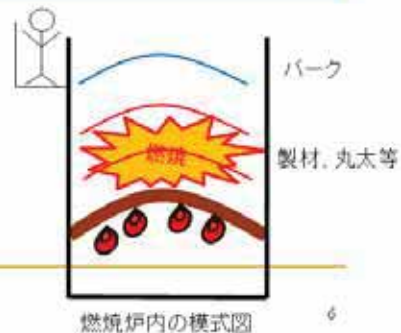
5

3. 熱供給実験の実施(12月17日)

<燃料投入方法>

- 燃焼炉上部に人員を配置
 - 燃焼炉内部の状態(隙間の状況把握等)を見ながら、燃料投入の指示を行う。
- バーク投入方法の工夫
 - 昨年度の経験、知見からバーク投入直前に丸太や製材を投入、その後高含水バークを投入し、ある程度の隙間確保と燃焼部分上部で乾燥できるように工夫。
- 補助燃焼ファンの活用
 - 燃料投入⇒ボイラ温度上昇⇒ボイラ温度低下⇒補助燃焼ファン稼働⇒ボイラ温度上昇⇒ボイラ温度低下⇒燃料投入のようなサイクルにて補助燃焼ファンを活用している。
- 燃料投入の難しさ
 - 燃料の形状、含水率、投入間隔の違いのためか、予測しない温度の上昇や下降が発生する 때가あり、燃料投入のタイミングを難しくしている。

(今回の投入時の様子)



3. 熱供給実験の実施(12月17日)

<燃料投入量>

■ バークを燃料として投入

- 今回は試験的に、木材乾燥施設で予備乾燥したバークも使用。
冷風で2日かけて35%程度まで含水率が減少したが、期待したほど減少しない。
⇒密になった状態で重なっているため、乾燥が内部までされない。
- ボイラの温度を考慮しながら、全体燃料重量比で約11%投入。ただし、ボイラ温度が上昇(約800℃)してからの燃料投入量で計算すると23%程度を燃料として使用した。

製材(67kg/バケット)		丸太(153kg/バケット)		バーク		
投入時間	投入時間	投入時間	含水率と投入量	投入時間	含水率と投入量	
前日投入4回	前日投入4回					
	9:00					
	9:20					
	9:39					
9:45				9:45	(含水率28%、53kg)	
9:56				10:10		
	10:15			10:20		
	10:30					
	11:30					
11:51				11:00		
	12:00			11:15		
	12:15			11:20		
		12:20	(含水率39%、60kg)	11:45		
	12:54			11:30	(含水率35%、60kg)	
13:00				12:00	(含水率35%、60kg)	
	13:05			12:20	(含水率35%、60kg)	
		13:10	(含水率39%、60kg)	12:40		
		13:20	(含水率39%、60kg)	13:10		
13:30				13:30		
		13:40		13:55		
		14:20	(含水率53%、70kg)	14:00	(含水率53%、70kg)	
	14:30			14:15	(含水率28%、53kg)	
		15:01	(含水率28%、53kg)	14:30		
				14:40		
前日投入4回	15回×153kg=2,295kg	合計313kg	(全体重量比の 10.1%)	10回×67kg=670kg	14回×153kg=2,142kg	合計 363kg
含水率: 17%	含水率21%			含水率: 17%	含水率21%	(全体重量比の 11.5%)

合計3,077kg

合計3,175kg

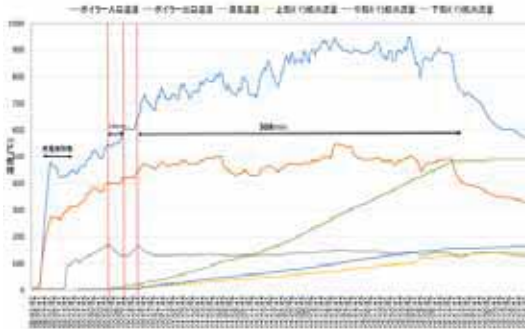
7

4. 実験結果の分析(12月17日)

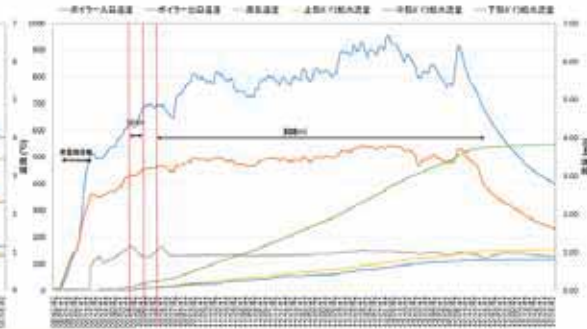
■ バイオマスボイラ2基の状況

- 2基稼働により、発電機の連続運転も早期に可能になっており、17日では約5時間連続運転を行える状況になった。
- パークを使用した後半(11:30~15:00くらい)でも、ボイラ温度を上昇、またはキープできる状況である。
- 2基でボイラ入口温度900℃以上、出口温度500~600℃近辺を維持することで、60KW程度の発電が可能である。

＜バイオマスボイラ1号機＞



＜バイオマスボイラ2号機＞

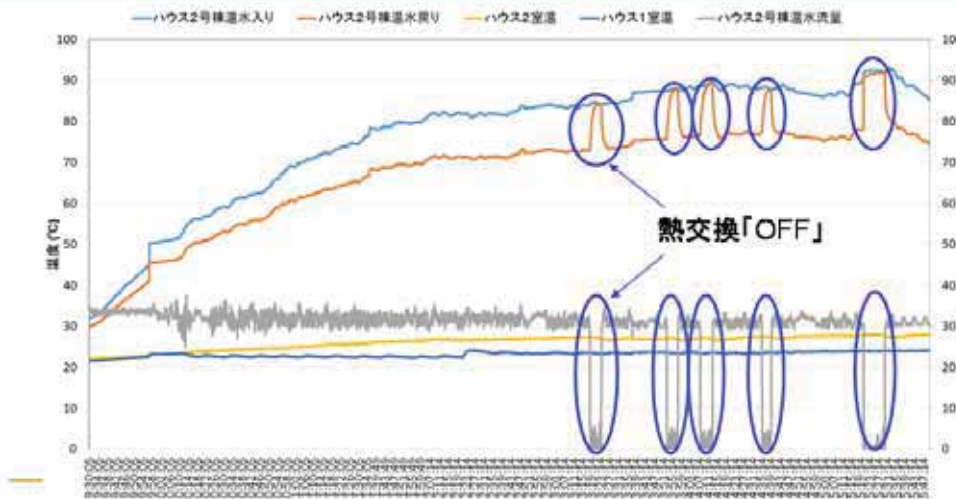


8

4. 実験結果の分析(12月17日)

■ シイタケハウス温度状況

- ハウス内温度はキープできており、現状設備で十分対応可能であることが明らかになった。入口温度と出口温度の温度差10℃程度、温水流量は25~30ℓ/min程度
- 温水70℃近辺では連続的に熱交換が行われ、80℃以上になると熱交換「OFF」の状態も発生する(設定温度24℃)。

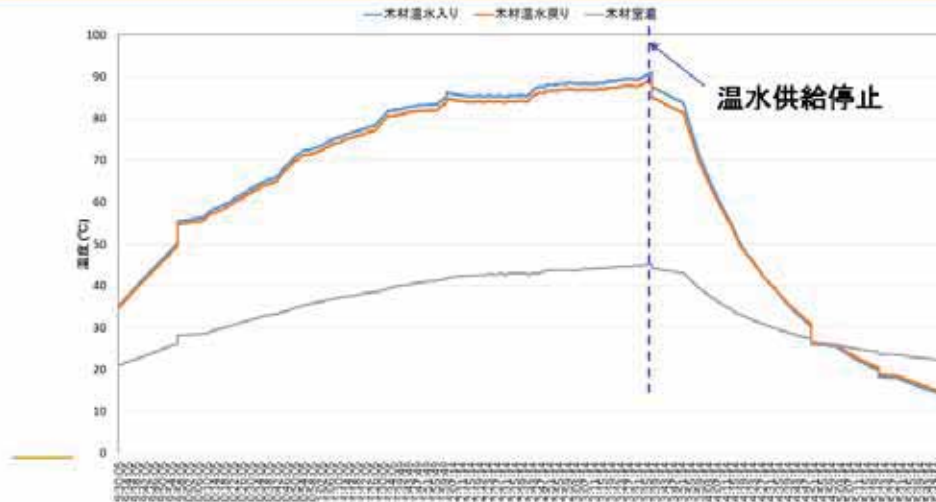


9

4. 実験結果の分析(木材乾燥施設温度状況)

■ 木材乾燥施設温度状況

- ▶ 17日の実験では、室内温度で最大約45度程度であった。
入口温度と出口温度の温度差1~2℃程度、温水流量は300~350ℓ/min程度。
また、使用エネルギーはシイタケハウスの1~2棟分と推測している。
- ▶ バイオマスボイラの循環タンク(10tタンク)の温水量が低下したため、13時35分頃木材乾燥施設へ温水供給を停止した。⇒給水ポンプの能力を向上させる必要がある。



10

4. 実験結果の分析(システム効率)

■ システム効率

- ▶ 試行7(12月17日)では、熱水の蒸気への混入防止のため、ボイラー水位の調整を行った。これにより、蒸発量は適切な値となった。
- ▶ 蒸気発電では連続5時間発電(平均33kW)を行うことができ、最大発電電力は60kWで蒸気エネルギーの6%程度であった。ボイラー効率(蒸気エネルギー/木質投入エネルギー)は、33%であり、試行6の47%より若干落ちたが、試行7のほうが実態に即した値であると考えられる。

	ボイラー 稼働状況	燃料 投入量 (t-dry/h)	投入 エネルギー (kW)	平均蒸気 発生量 (t/h)	最大 蒸気発生量 (t/h)	平均 蒸気温度 (°C)	蒸気 エネルギー (kW)	温水 エネルギー (kW)	想定温水 エネルギー (kW)
計画値	2基	2	7200~7800	2	-	-	1400	-	1580
試行1 RUN-141128	2基	0.7	2504	0.6	1.1	148	377	338	513
試行2 RUN-150121	1基	0.6	2672	0.6	1.0	144	395	283	468
試行3 RUN-150128	1基	1.2	5250	1.0	1.3	149	606	135	445
試行4 RUN-150306	2基	0.9	3933	0.7	1.6	148	456	282	474
試行5 RUN-150630	1基	0.9	3481	0.7	1.1	148	461	375	608
試行6 RUN-151111	1基	0.4	1820	1.9	3.8	148	1185	272	885
試行7 RUN-151217	2基	0.5	2515	1.7	2.6	138	1022	311	922

湿湯製造での蒸気発生問題により、湿湯蒸気製造とも充分な能力を発揮していない

蒸気量を過大評価の可能性あり

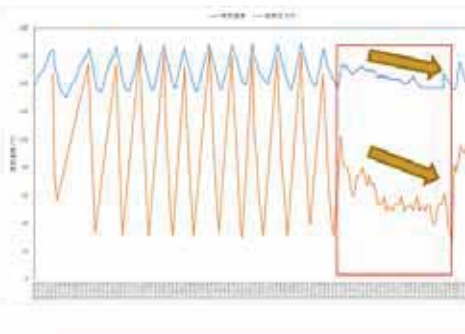
11

4. 実験結果の分析(12月17日)

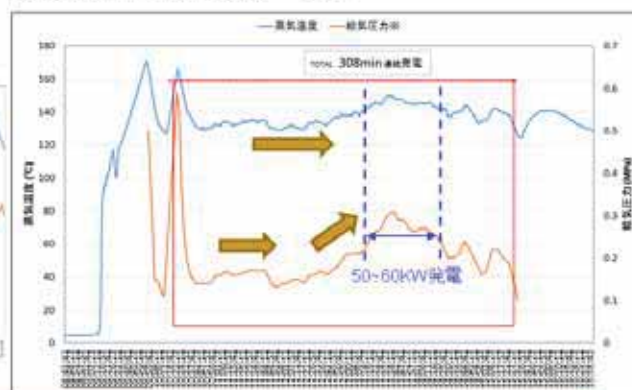
■ 発電機データのデータ

- 11月11日(1基)のデータは、発電機連続稼働している間も蒸気温度、給気圧力が低下しているが(蒸気が足りていない)、12月17日は蒸気温度は安定、給気圧力は上昇する時間帯も発生し、特にその時間帯は50~60KW程度の発電量となっている。
- ボイラ2基稼働し、いずれもボイラ温度900℃程度まで上昇させても現状設備では60KW程度の発電量であることを示唆する。

<11月11日発電機データ>



<12月17日発電機データ>



12

5 エコレンガの製作状況について

■ 燃焼灰によるエコレンガの製造技術の確立

- 片岸現地にて、調整しない燃焼灰を使用し、エコレンガを100個作成した。
- 11月30日~12月4日にかけて、焼成炉でエコレンガを焼成した(1,100℃で2時間程度)
- 作成したエコレンガで、燃焼灰の資源化技術の有効性を検証を進めている。
 - ① JISサイズ(210×100×t60mm)のエコレンガ試験体の作成及び試験体の分析・評価(吸水率、圧縮強さ、曲げ強さ)
 - ② 放射性物質の固定化技術の有効性の検証(放射能濃度、空間線量、溶出試験)
- 製作したエコレンガは、簡易建屋内の焼成炉内にて仮保管する。

<エコレンガ製作・分析日程>

	10月		11月				12月	1月	2月
	3週目	4週目	1週目	2週目	3週目	4週目			
準備	→								
試験成形		→							
自然乾燥			→						
焼成						→			
品質評価			→						

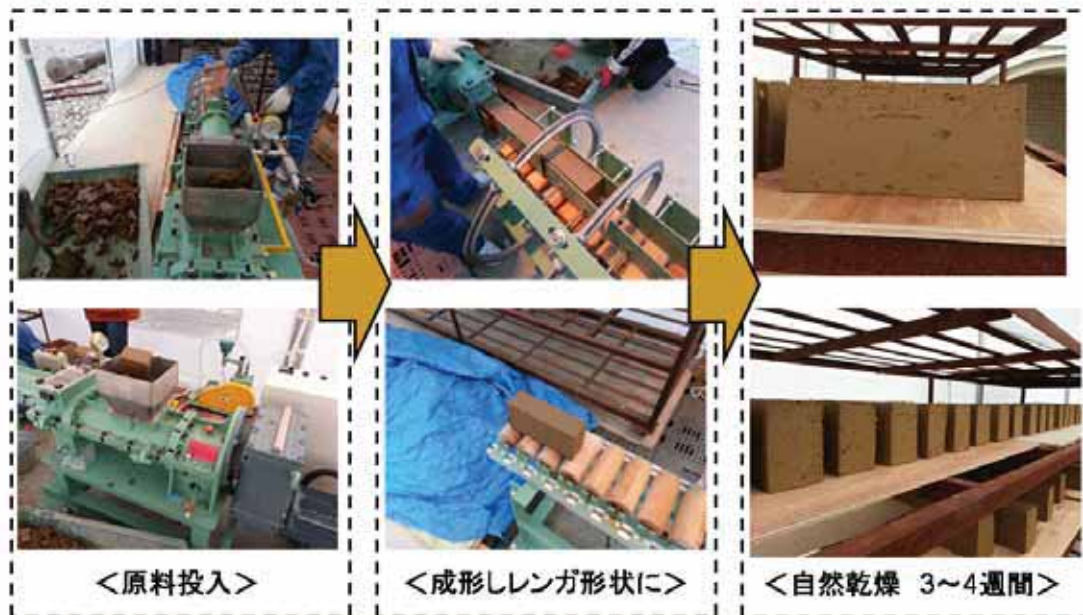
13

5.エコレンガの製作状況(原料)



14

5.エコレンガの製作(成形、乾燥)



15

5. エコレンガの製作(焼成、および評価)

■エコレンガの焼成

➢ 11月30日～12月4日にかけて、成型・乾燥したエコレンガを焼成炉にて焼成を行った。



16

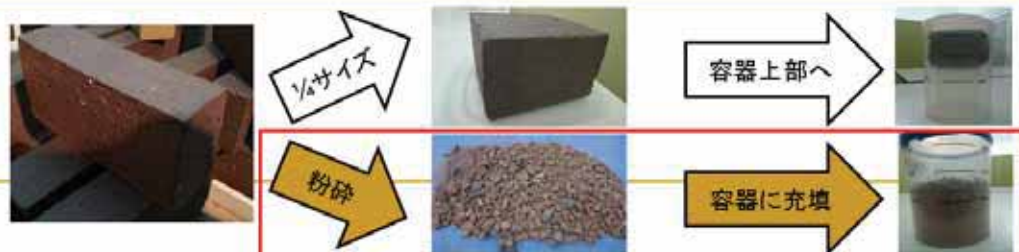
5. エコレンガの製作状況(規格、放射性物質測定)

■レンガの品質規格

- JIS R 1250
 - ・寸法(210±5×100±5×t60±2.5mm)⇒規格範囲内
 - ・吸水率5.4%⇒レンガ4種相当(最も品質要求が高いレベル)
 - ・圧縮強さ、飽和係数⇒測定中
- JASS 7(レンガを床に使用するとき要求される規格)
 - ・曲げ強さ6.8MPa⇒規格に適合

■放射能濃度、放射線量の測定

- 焼成したエコレンガの放射能濃度で規定の100Bq/kg以下を保持している状態であり、放射線量も焼成前のデータと大きな変化なし(詳細は次ページ)。
- 放射能濃度測定において、レンガの塊の状態で測定することができなかつたため(測定専用容器にレンガが入らない)、1/4サイズ、および粉砕したレンガを測定の対象として選定。しかし、1/4サイズでの測定は正確な数値が得られないと考えられたため、粉砕したレンガのデータが正確な数値を示していると推測している。
- 溶出試験(放射性物質が水に溶出するか)は、現在福岡工業技術センターにて評価中。



5. エコレンガの製作状況(放射能濃度測定)

サンプル	放射能濃度 (Bq/Kg)			空間線量(※2) (μ Sv/h)
	Cs-137	Cs-134	Cs-合計	
燃烧灰	394.76 \pm 21.44	103.47 \pm 13.48	498.23 \pm 25.32	0.08
シラス バルーン	N.D.	N.D.	N.D.	0.06
粘土	28.19 \pm 4.53	6.61 \pm 3.65	34.79 \pm 5.82	0.06
エコレンガ原料 (※1)	68.99 \pm 3.34	13.44 \pm 2.07	82.44 \pm 3.93	0.06~0.07
エコレンガ (1/4塊(※2))	43.47 \pm 0.81	11.19 \pm 0.64	54.66 \pm 1.04	0.06~0.07
エコレンガ (粉碎(※2))	74.94 \pm 0.97	13.54 \pm 0.64	88.48 \pm 1.17	0.06~0.07

※1: 測定したサンプル(3個)のうち、最も高い数値を記載

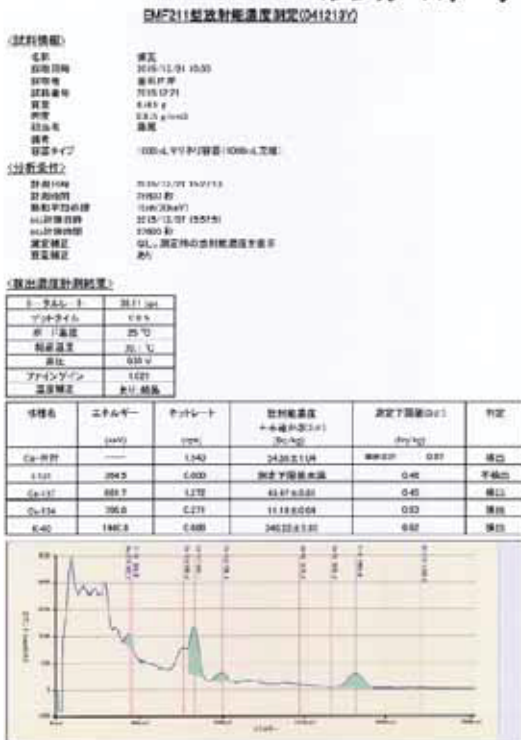
※2: 片岸地区の空間線量: 0.06~0.07(μ Sv/h)

・N.D.: 測定下限値未満

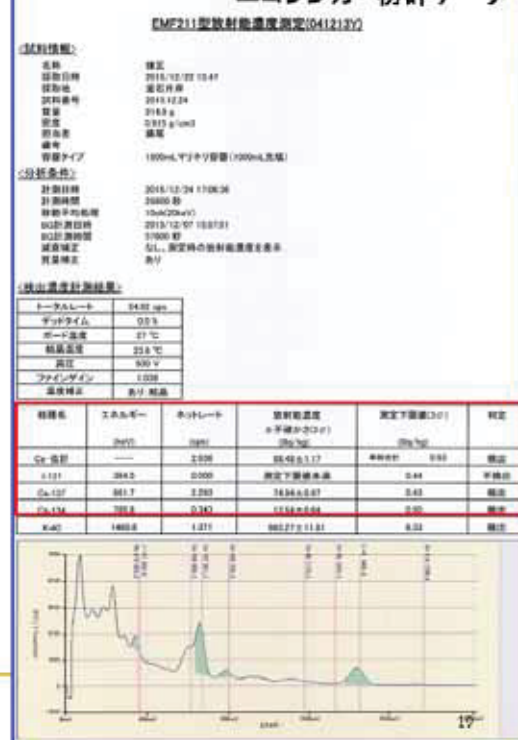
18

放射能濃度測定データ

エコレンガ 1/4データ



エコレンガ 粉碎データ



6. 有害物質の測定

■有害物質の測定

- 煤塵濃度、NO濃度、SOx濃度の測定を実施、いずれも基準値以下であり、環境基準を満足していることを確認した。
- 次回試運転時も引き続き、測定を実施する予定。

12月17日	実験値			基準値		
	煤塵濃度 (g/m ³)	NO濃度 (ppm)	SOx濃度 (m ³ /h)	煤塵濃度 (g/m ³)	NO濃度 (ppm)	SOx濃度 (m ³ /h)
13:20~13:52	0.0050	105 (最大値)	0.20 (最大値)	0.3	150	0.52
13:56~14:26	0.0093					
14:31~15:01	0.0067					

20

7. 事業採算性の分析 —熱需要量の推定—

■ 熱需要先施設の分析とプラント稼働計画の策定

- H26年度に推定した各施設の熱需要量を、最新の実績値等に基づき精緻化。
- 菌床しいたけ栽培施設: 断熱強化(2割増)に伴う熱利用の効率化
- 木材乾燥施設: 高温乾燥(120℃)→低温乾燥(70℃)に伴う熱需要減

	菌床しいたけ栽培施設	陸上養殖施設	木材乾燥施設
内外観写真等	 内観写真	 予備設計図面	 類似施設の外観
取扱い品種	菌床しいたけ	うなぎ等	杉材(芯持ち柱)等
サイクル	約260日間 (仕込み～発生～収穫)	約6カ月～ (稚魚～成魚)	7日間 月に最大4サイクル稼働
設定温度	栽培サイクルに応じて 14～24℃の範囲で調整	水温25℃	最高70℃(低温乾燥)
施設規模	1棟あたり189㎡、 計10棟(予定)	1槽あたり水槽約31トン、 計4槽(予定)	1棟あたり木材5t(確認中) 計1棟(予定)
推定熱需要量	106GJ/年/棟	455GJ/年/槽	最大936GJ/年/棟

人工乾燥材の出荷量は全国で250万m³/年 程度 21

7. 事業採算性の分析 — 熱需要量の推定 —

■ 熱需要施設の分析とプラント稼働計画の策定

- 現在想定している熱需要施設の総熱需要量は4,577GJ/年(菌床しいたけ10棟、陸上養殖4槽、木材乾燥1棟)⇒ H26年度推定値は5,966GJ/年で、約23%減。
- 実証プラントの熱供給能力は最大約32,348GJ/年(年間300日稼働の場合)。
- 菌床しいたけ栽培施設や木材乾燥施設の拡大等により、熱需要を確保することが引き続き課題として残る。

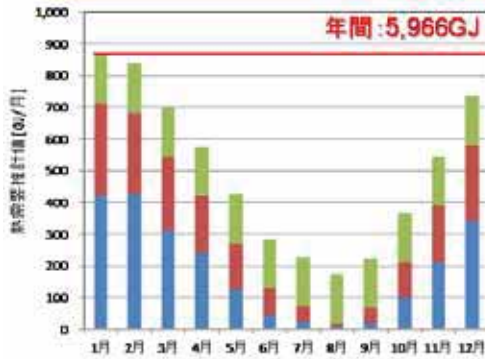


図. 各施設の熱需要推定値の合計 (H26年度推計)

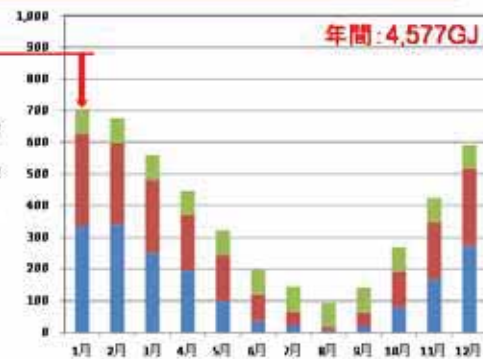


図. 各施設の熱需要推定値の合計 (最新の推計値)

22

7. 事業採算性の分析

■ 試験稼働結果を踏まえた事業収支計画

- 単年度収支は、各種改善策により昨年度推計値(▲5,371万円/年)から約1,000万円改善。
- 採算性を高めるためには、更なる需要先の確保、パーク混焼比率の増加等が必須。

項目	詳細	26年度推計値 (千円/年)	最新値 (千円/年)	改善内容
収入	売電	2,409	2,829	<ul style="list-style-type: none"> ・ 炉の改善による蒸気発生量及び売電増及び熱需要減少に伴う稼働負荷率低下 ・ 焼却灰減少に伴うレンガ販売量減少
	熱エネルギー(蒸気+温水)	13,125	10,069	
	レンガ	2,253	641	
	合計	17,787	13,339	
支出	人件費	20,000	15,000	<ul style="list-style-type: none"> ・ オペレーションの効率化(8人→6人) ・ システム効率改善に伴う燃料調達減(主に間伐材、建築廃材) ・ 焼却灰減少に伴うレンガ製造経費減
	メンテナンス費	1,500	1,500	
	燃料費(木質/バイオマス)	6,360	1,721	
	(灯油(灰資源化))	3,713	1,057	
	レンガ製造経費(粘土代等)	3,245	924	
	減価償却費	27,733	27,733	
	固定資産税	2,288	2,288	
合計	64,839	50,223		
営業利益		-47,052	-36,884	<p>約1,000万円/年の収支改善効果</p> <p>今後も継続的に収支改善に取り組む</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 更なる需要先の確保 ・ パーク混焼比率の増加 等
借入金利		6,656	6,656	
経常利益		-53,708	-43,540	
法人税		0	0	
純利益		-53,708	-43,540	

23

2. 実証課題の実施状況 — 事業収支の分析 —

■ 事業収支改善に向けた感度分析

- 事業収支改善に向けたポイントとして下記3点が想定。
 - ① 他地域展開による標準化や補助金活用による設備調達費(減価償却費)の圧縮
 - ② 熱需要施設の拡大による稼働負荷率の向上
 - ③ バーク混焼比率の増加(23%→50%)による燃料費削減
- 上記①②③の施策を講じた場合について感度分析を実施。
- 稼働負荷率の向上(10%→50%)、設備調達費の縮減(4.2億円→3.5億円)、バーク混焼比率の上昇(23%→50%)が不可欠と考えられる。

		◎最大出力に対する稼働負荷率(最大稼働=100%とした場合)				
		10% (現状値)	25%	50%	75%	90%
①設備調達費	2.0億円	-24.2	-9.0	9.9	25.7	35.6
	2.5億円	-28.6	-13.4	7.1	22.9	32.7
	3.0億円	-33.0	-17.8	4.2	20.0	29.9
	3.5億円	-37.4	-22.2	1.3	17.1	27.0
	4.2億円	-43.2	-28.1	-3.8	13.4	23.2

単位: 百万円

単年度黒字化の達成に向けた条件

- ・稼働負荷率50%を実現
- ・設備調達費16%縮減(3.5億円)
- ・バーク混焼比率50%を実現

24

8. CO2削減効果等の評価

■ CO2削減効果の評価

- 各種施設の総熱需要量(4,577GJ/年)を、灯油焚き温風暖房機の灯油消費量に換算すると、年間約104kt相当。これをバイオマス燃料で代替できた場合の**CO2排出削減量は約259t-CO2/年**と推定。

※今後、バイオマス燃料の調達、プラント稼働等にかかるCO2排出量を加味し、CO2削減効果を精査する予定。

■ バーク調達先への貢献効果の評価

- 上記の場合における**バーク使用量は約198 t/年**、森林組合からの**木質バイオマス買取総額は約20万円**と推定。(混焼比率は、バーク25%、丸太50%、製材廃材25%と想定)
- また、バークを有価物として購入しなかった場合、処分費用として9,000円/t(いわてクリーンセンターにおける「木屑」の処分費用。運送費は除く)が発生する見込みで、**処分費用は178万円/年**と推定。
- 上記を合算し、バーク調達先への貢献効果を**198万円/年程度**と推定。

25

9. 地域貢献効果の分析



26

7. 報告書のとりまとめに向けた課題

■ 1月21日～22日の実証実験での検討課題

- 今回高含水パークを使用したのが、投入時のボイラ温度やタイミング等再度検証する。
- 12月17日のデータより、ボイラを800℃以上にし、それを維持するうえでパークを使用する場合、20%以上の比率で使用できる可能性がある。
 - 2日連続稼働を実施し、それらの効果を再検証する。
 - 最適な混焼比率の分析
 - 最適な燃料投入プロセスの分析(各燃料の投入のタイミング、運営体制等)
- 木材乾燥施設が想定した温度(60～70℃)に到達しない。
 - 現地製材所と調整しながら、木材乾燥施設の有効利用を検討する。
 - 木材乾燥施設の改造についても来年度以降実施する予定。

27

7. 報告書のとりまとめに向けた課題

■ 昨年度指摘事項への対応

- 効率向上のため、燃焼炉の改良を行うこと。
 - 煙道改良工事、燃焼ファン空気口工事の実施によりボイラー効率は33%まで向上。
- 椎茸栽培、木材乾燥、養殖等の事業で事業性の向上を図ること。
 - 需要先の菌床しいたけ栽培施設は現状8棟、木材乾燥施設1棟を誘致。
 - バイオマスシステムの稼働負荷率向上のため、今後、更なる需要先の誘致を推進。
 - 特に、夏場における需要先として有望である木材乾燥施設や陸上養殖施設については引き続き誘致を推進。
- エコレンガの需要先の決定すること。
 - エコレンガの供給先として北上の業者に打診中。
 - 大阪の商社も興味を持っている。
 - 一連の分析結果がそろった時点での最終判断の見通し。
- CO2削減をカウントする際、エネルギー出力のプロセスに関わる部分もカウントする事でCO2排出抑制対策に貢献すること。
 - 今後、バイオマス燃料の調達、プラント稼働等にかかるCO2排出量を加味し、CO2削減効果を精査する予定。

28

7. 報告書のとりまとめに向けた課題

■ 実用化・普及可能性を高めるための対応

- ボイラー効率(現状33%)の更なる向上を図るための工夫。
 - 今年度の課題を解決するためのボイラ及び燃焼炉の改造を来年度以降実施。
 - 不完全燃焼を抑止するための燃料投入方法の工夫。
 - 燃料の改良や性状均一化に向けたパーク管理方法の見直し。
- オペレーションの効率化に向けたシステムの見直し。
 - 燃料投入の自動化・燃焼炉内部状況のモニタリングシステムの導入。
 - 上記システム等の導入による運営人員の削減(現状6名)
 - 季節による熱需要量の変動に応じた効率的なボイラ稼働フローの見定め。(1基稼働又は2基稼働、夏場におけるメンテナンス期間の設定等)

■ 安全に灰資源化を実施する上での課題

- 現在エコレンガの安全性検証を進めており2月中には一連のデータが揃う見込み。
- 灰資源化を連続するための設備として、来年度以降、下記設備の導入について検討。
 - ・コンベア内に金属を除去するための強力磁石の設置。
 - ・不完全燃焼の灰を除去(例:篩)、あるいは粉碎(例:ロールクラッシャー)する装置。
 - ・粘土、シラス、燃焼灰を混練するための土練機(現状設備では不足)。
 - ・粘土をより細かくするためのスクリーンフィーダ
 - ・建屋の設置

29

10.4.2 議事録

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

「平成 27 年度 第 4 回釜石市片岸地区における木質バイオマスエネルギーを活用した地域づくり推進協議会」を開催する。本日は、事業の進捗状況と、最終報告のとりまとめ方に関して議論する。まずは、株式会社オーテック小原社長より、ご挨拶をいただきたい。

(オーテック 小原氏)

本事業も、残り 1 か月で林野庁に最終報告をする段階になった。当初は、段取り等の問題で進捗が遅れていたが、皆様にご協力いただき少しずつ成果を示せるようになった。最終報告書を作成するにあたり、現状の成果だけでは不足している点が多々あるため、本日の議論にて、皆様のお知恵を拝借し報告書を完成させたいと思う。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

続いて、事務局・MRI 福田より議題の説明と配布資料の確認、進捗状況について説明いただきたい。

(事務局・MRI 福田より議題の説明、配布資料の確認、資料 2 を説明)

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

各委員から何か意見・質問があれば発言いただきたい。

(オーテック 藤尾氏)

1 点、報告がある。現在、釜石市地方森林組合 高橋氏に紹介いただいた会社に連絡を取っている。今週、ボイラーの試運転を実施するが、その会社の代表の方にお越しいただき、状況を確認いただく予定である。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

今まで、厳しい結果が示されてきたが、特徴的な結果・効果のあった事項等があれば共有いただきたい。

(事務局・MRI 福田)

実際に木材を投入して確認したわけではないが、今ある木材乾燥施設は、最大で 1 週間に 30 m³ (月間で 120 m³、年間で 1400 m³) の木材を乾燥させる能力を持つことが分かった。

1 点、釜石市地方森林組合 高橋氏に相談したい事項がある。実態を踏まえ、木材乾燥施設の利用ニーズが、地域でどれくらいの規模(体積)が求められているのか知りたい。供給先として、菌床しいたけ施設を増やすことよりも、木材乾燥施設を増設する方が効果は高いと感じた。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

P26 の地域貢献効果の分析は、記載いただいた内容のみなのかがとても気になる。記載いただいた内容の他に、現在設置している木材乾燥施設の能力とおおよそ同じ能力で製造できるものとしては、不燃木材がある。

設置した木材乾燥施設の事業採算性は、正規の利用のみで計算している為、厳しい結果を示していると感じた。正規の利用のみならず、不燃木材の製造や木材乾燥施設を活用した新たな事業を示すことで、地域貢献や新たな事業展開につながり、事業採算の効率が良くなるのではと感じたため、追加して調べていただきたい。また、木材乾燥施設を設置することで、地域にどのような効果があるのか示していただきたい。効果をお金で示すことは、難しい状況であると認識している。例えば、現状、この地域に木材乾燥施設はないが、木材乾燥施設ができることで新たな事業が展開でき、これにより、地域に非常に高い効果をもたらすこと等を示すことができるのではないかと考える。

また、燃焼効率に関して、資料2に記載している内容の他に、今後とも燃焼効率を高めるための検討や、エネルギー効率の向上を図る必要がある旨は、報告書に記載する必要がある。

エコレンガに関して、事業的には厳しいことは認識している。地域の中で循環させる観点で考えると、被災地である等の厳しい環境状況の中で、地域内で循環できることは、効果的な事業であると示せるのではと考えている。

上記を含め、事業採算性や地域貢献度等に関して、検討いただきたい。

(事務局・MRI 福田)

これまでできなかったが、木材乾燥施設があるからこそできる産業やビジネスチャンスに関して、何かアイデアがあれば教えていただきたい。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

不燃木材の製造や、復興住宅の資材として住民に供給する等が考えられ、このような木材関係の事業は、林野庁にアピールできるが、新たな事業として、ウナギの養殖等は具体的な形にはなっていないと認識している。木材関係の事業を中心にまとめていただきたい。

(オーテック 小原氏)

去年より、今後伸びる可能性のある事業で、早期事業化は難しいが、薬草に関して調べている。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

金銭的に事業採算性が厳しいのであれば、話題性で対応していく必要もある。例えば、植物工場を建設し、障害者や高齢者の社会復帰を果たす場を提供する等、今ある高齢者等の施設と連携して実施する実験的な要素があってもよいと考えている。今回は、高齢者の事業参加という観点で、高齢者を雇用し実証実験を実施しているが、将来的には労働力を得るため、海外から人材を雇用する可能性もある。これは、あまり好ましい状況ではない。今ある労働力を効率よく活用し、どのように事業採算性をあげていくかも大きな課題となっている点も展開していく必要がある。

(オーテック 小原氏)

片岸地区にて、魚等を乾燥させる際、乾燥施設を活用したりしないのか。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

乾燥器(ボイラー)を活用して魚等を乾燥させることは、既に実施されているが、天日干

しに比べて乾燥機で実施した場合は風味が落ちるため、個人的に商品としてあまり魅力的ではないと感じている。ただし、魚を乾燥させるのに必要な温度は、50℃から 60℃ぐらいであるため、水産加工業と連携して実施する可能性はあるのではと考えている。

(片岸地権者協議会 柏崎氏)

菌床しいたけの栽培に関して、見通しがついたと認識している。継続して菌床しいたけの栽培を実施していただき、雇用の場の創出し、流通先の見通しをたて、安定的に供給できるが、特定の事業者等をあてにしないマーケットを独自に開拓していただきたい。また、菌床しいたけを単純に栽培するだけでなく、菌床しいたけ栽培に必要な技術や設備等は、多目的に付加価値をもたらすものであることもアピールすると良い。

エコレンガに関して、放射線問題等がクリアされた製品が、釜石市で製造できるのかどうかとても心配していた。今回、資料 2 の P18 の結果を見ると、問題ないことが分かったので、製造にかかるコストや事業採算性の問題はあっても製造や販売が可能である旨が記載いただきたい。資料 2 の P28 に、供給先は北上があると記載されているが、釜石市の供給先について記載がない。釜石市は、エコレンガに関して全く需要がないのか。

(オーテック 小原氏)

エコレンガの製造は、公にしていけないため、釜石市で需要がないわけではないと思われる。事業に関して説明した後、安全性に関して問題がないことを明らかにした資料を提示することができれば、営業を広める考えはある。

(片岸地権者協議会 柏崎氏)

エコレンガの供給先は北上だけでなく、供給先が見つかるのであれば、釜石市役所にも協力いただいていることを踏まえ、釜石市も追記いただきたいと考えている。

座長・釜石商工会議所 佐々氏より、地域貢献効果の分析に関して指摘があったが、同様の疑問を感じた。事業で得た技術や設備を通じて、新たな事業等の可能性を取り上げる地域貢献効果は、複数のパターンを示すことができる箇所であると認識している。事務局には、追加して調べていただきたい。

CO2 の排出抑制対策に貢献する旨は、時代背景等踏まえ、高評価対象であると認識している。大きくアピールして記載していただきたい。

地域貢献効果の分析で複数のパターンを示すが、このパターンをもとに複数のシナリオを作成し、あるシナリオで事業を実施した場合は、最終的に赤字は出ないといった年次計画を示していただきたい。結果的には、バイオマスボイラ等を通じ、地域が活性化する、新たなパワーを生み出す場である旨を示していただきたい。

(事務局・MRI 福田)

座長・釜石商工会議所 佐々氏よりご指摘いただいたとおり、地域貢献効果の分析は工夫やアイデアが十分に示されていない。株式会社オーテック殿と相談し、対応していきたいと考える。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

木材乾燥施設の利用に関して、どのように使用していくのか検討いただき、できれば地域に開放し、住民の方と一緒に展開できることを示していただきたい。

余剰エネルギーの利用に関して、来週、一ノ関高専の先生方と話し合うが、地域で発生する余剰エネルギーは、エネルギーや新たな事業展開のツールとして事業者等が使用することで、新しい産業を興す取組みができるといった形で、最終的に報告できればよいと考えている。例えば、エネルギーの新たな活用エリアとして、余剰エネルギーを被災地における新規事業のツールとして展開し、新たな活用の可能性を創出する等。

ウナギの養殖施設に関して、ウナギに代わる生物を養殖する際、地域に関係のある生物で、フォローしていただける研究機関がない暖流系の生物を養殖するのではなく、技術的にも多くある寒流系かつ、生存率の高い生物を扱うことを軸に、紹介を実施している。この事業に関して、興味があるといった声は多くいただいている。引き続き、紹介を実施していく予定である。

(釜石市地方森林組合 高橋氏)

現実味があるかは抜きにして、地域貢献に関して、周辺エリアで事業を実施するにあたり、ボイラーを中心に必要なエネルギー等を供給することはできるのか。何 km カバーできるかは不明であるが、カバーできる範囲が 1km や 1.5km であれば、事業対象エリア内で対応する事業の他に、ボイラーを中心に周辺にある事業者へエネルギーを直接供給する等の事業が含まれ、話の展開は変わってくると思われる。そのため、どれぐらいの距離までエネルギーを地域に供給することが可能であるかといった点も 1つの目安となり、地域貢献度を検討するにあたり重要な視点であると考えている。

木材乾燥施設では、事業を実施するとなると難しい問題があるが期待したいといった視点で、広葉樹の木材乾燥で利用できればと考える。広葉樹は、高温で乾燥させた場合、木材が割れてしまうため、45℃ぐらいでじっくり乾燥させる必要がある。

木材乾燥施設で、乾燥させるのにかかる時間は、通常、木造乾燥施設 24~30 m³のもので、1棟あたり 2週間ほどかかる。MRI 福田より、説明いただいた内容の出典は不明であるが、この1週間の差は何が要因なのか、念のためデータ等を調べておく必要があると思われる。

ざっくりした計算であるが、戸建住宅を今後釜石市で 200 棟建設するとして、住宅を 1棟建てる立ち上げる際に必要となる丸太の使用量は、1棟当たり 20 立方で、それが 200 棟でおおよそ 4,000 立方である。1年間に 200 棟建てるわけではないが、今後の木材の乾燥需要量として、例示話はできるのではないかと思う。

復興で様々な計画等が進められている中、木材乾燥以外にもうひとつ工夫必要ではあるが、他地域で乾燥させるより、地域内で乾燥させることにより、1工程を短縮化させて、乾燥した木材を提供することもできると考える。木材を乾燥させる行為は、職人による技術が必要なため、雇用の創出が図れるのではないかと考えている。

(事務局・MRI 福田)

釜石市地方森林組合 高橋氏が話した、工程の短縮化は、復興事業の加速化につながるというメリットもあるのではないかと感じた。場合により、釜石市だけでなく近隣の地区で需要があるのであれば、外に向けてエネルギーを供給していく内容も報告書に含める方針で、検討したい。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

工程の短縮化に関しての需要は、ある。復興等で各住宅メーカーは、ある木材乾燥施設を

保有する地域外の事業者にも、こぞってお願いしている状況である。森林組合は、原材料である木材を供給するが、その際、乾燥させた木材を提供することができれば、森林組合の利益だけでなく、復興の加速化につなげることができると考える。また、木材乾燥施設を通じ、基盤となる事業者と連携することで、基盤となる事業者が保有する設備等を活用して、独自の製品も供給することができる。これにより、他事業者との差別化につながると思われる。

(事務局・MRI 福田)

オーテック 藤尾氏に質問する。30 m³で1サイクル7日間の出典に関して、分かれば教えていただきたい。

(オーテック 藤尾氏)

栃木県にある類似業者を見学した際に、回答いただいた。乾燥にかかる時間は、職人の能力、業者のやり方、木材の種類等によっては異なると聞いている。あくまで1週間は、一つの目安としてとらえていただきたいと話していた。

(事務局・MRI 福田)

乾燥材を使った新たな事業展開のアイデアに関しては、別途お知恵をいただきたい。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

エコレンガに関しては、現実的に事業化はハードルが高い為、今後の可能性だけを示せば良いと思われる。

ある会社の資材置き場は、木材を乾燥させる前に、資材置き場の中等で熱を供給させ、ある程度の資材の含水率を下げる取り組みが行われている。このような取り組みは、見習う必要がある。作業の効率化を図るためにも、熱源が余るのであれば、これを活用する方法もあると思われる。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

最後に、その他事務連絡について、事務局よりお願いいたします。

(事務局・MRI 福田)

林野庁へ最終的に報告する時期は、2月23日(火)である。改めて日程調整するが、林野庁のご指摘を踏まえ最終報告を作成するスケジュールを進めていく予定であるため、次回の協議会は2月末～3月上旬頃に設定できればと考えている。出欠及び日程に関しては、改めてご連絡する。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

これにて、平成27年度第4回の釜石市片岸地区における木質バイオマスエネルギーを活用した地域づくり協議会を終了する。

以上

10.5 第5回地域協議会

10.5.1 協議会資料

資料2

平成27年3月1日

平成27年度 木質バイオマスエネルギーを活用した
モデル地域づくり推進事業
第5回 地域協議会

成果報告(林野庁評価委員プレゼン資料)

(株)オーテック

1

1. 事業概要 —事業の目的—

■課題認識

津波被災地：高台移転等の工事で発生する抜根等の処理が基盤整備の障壁
 福島県全域：原発事故の影響でパークを木質バイオマス資源として活用できない



■実証事業の目的

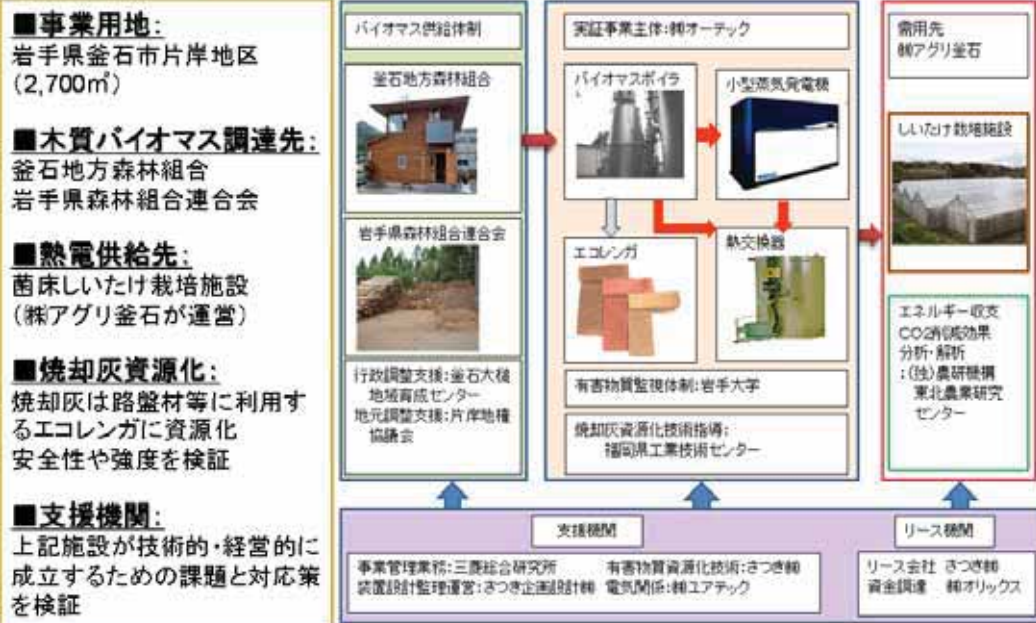
- (1)商品価値の低いパークや抜根をエネルギーとして地域で有効活用する技術の確立
- (2)木質バイオマス焼却灰の有害物質(放射性物質)が溶出しない資源化技術の確立



地域一体となって未利用木質バイオマスを活用するシステムを構築し、低炭素社会の実現、森林整備の推進、エネルギーセキュリティーの確保、雇用の確保につなげる。

2

1. 事業概要 —事業の概要—



3

1. 事業概要 — 実証施設の概要 —

■ 実証施設の概要

- バイオマスボイラ2基、バイオマス発電機(1台)、灰資源化施設(1式)から構成。
- 各施設からデータの収集、分析等を通じた実証を行った。



1. 事業概要 — 熱需要施設の概要 —

■ 熱需要先施設との接続状況

- 菌床しいたけ栽培施設(棚アグリ釜石)は、合計8棟が完了した。1棟約200m²で、実証施設からエネルギーを供給して冷暖房を行うシステムを導入。
- 木材乾燥施設は周辺企業からの要望が根強く、本年度建設。低温乾燥(60～70℃程度)で乾燥できるように、温水を供給(湿度調整に蒸気使用)するシステム。



1. 事業概要 — 地域協議会の運営 —

■地域協議会の開催状況

- 平成28年2月までに計4回開催。今年度内にあと1回開催予定。(計5回開催)
- パーク等の安定調達、熱の有効利用に向けた事業者誘致等について協議。

開催日	主な協議内容等
第1回 平成27年7月13日	・平成27年度の事業計画の確認 ・進捗報告及び課題の協議(パーク等調達計画、エコレンガ製造に関する行政手続き等)
第2回 平成27年9月7日	・本格稼働結果の報告(燃焼炉の改良による効率改善効果等) ・課題の対応策の協議(更なる効率改善に向けた方策、パーク等の燃料投入方法等)
第3回 平成27年12月4日	・本格稼働結果の報告 ・課題の対応策の協議(木材乾燥需要の拡大、地域経済効果への波及効果等)
第4回 平成28年1月18日	・本格稼働結果の報告 ・課題の対応策の協議(熱の有効利用に向けた事業者誘致、今後の事業展開等)
第5回 平成28年3月1日(予定)	・最終成果物の確認 ・課題の対応策の協議(実用化・普及に向けた課題の協議、今後の事業展開等)



第1回地域協議会の様子
(平成27年7月13日撮影)



第3回地域協議会の様子
(平成27年12月4日撮影)



第4回地域協議会の様子
(平成28年1月18日撮影)

6

2. 3カ年の実証の成果 — CO₂削減効果 —

■本格稼働試験の実施

- 改良工事(煙道、燃焼ファン空気口等)の効果検証、各熱需要先施設への熱供給試験等におけるデータ取得・分析を目的に、本格稼働試験を計5回実施した。
- その他、オペレーション改善・習熟等に向けた稼働試験は随時実施した。

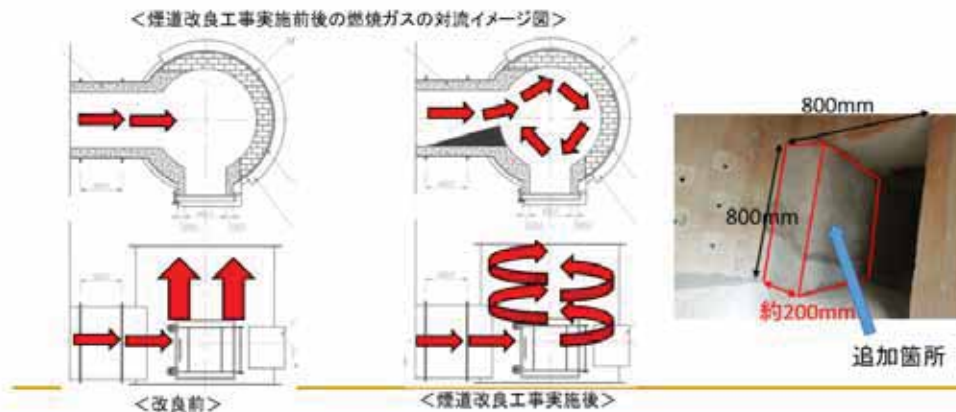
開催日	主な協議内容等
平成27年6月15日～25日	・バイオマスボイラ煙道改良工事
平成27年6月30日	・ 本格稼働①:バイオマスボイラ熱供給実験(1号機)
平成27年7月9日～17日	・燃焼ファン空気口工事
平成27年7月18日	・試行:バイオマスボイラ試運転
平成27年8月5日	・試行:バイオマスボイラ試運転(1号機)
平成27年8月27日	・試行:バイオマスボイラ試運転(2号機)
平成27年10月28日	・試行:バイオマスボイラ(1号機)、及び木材乾燥機試運転
平成27年10月29日～31日	・エコレンガ製造(成型作業、焼成炉試運転)
平成27年11月11日	・ 本格稼働②:バイオマスボイラ熱供給実験(1号機)(木材乾燥施設へ温水供給)
平成27年11月25日	・試行:バイオマスボイラ試運転(2基)
平成27年11月30～12月4日	・エコレンガ製造(焼成作業)
平成27年12月17日	・ 本格稼働③:バイオマスボイラ熱供給実験(2基)(木材乾燥施設及び菌床しいたけ栽培施設への熱供給)
平成28年1月21日	・ 本格稼働④:同上
平成28年1月22日	・ 本格稼働⑤:同上
平成28年1月29日	・エコレンガ製造(成型作業)

7

2. 3カ年の実証の成果 —CO₂削減効果—

■効率向上に向けた燃焼炉の改良工事の実施(昨年度指摘への対応①)

- 昨年度委員会での指摘(効率向上のため、燃焼炉の改良を行うこと)を踏まえ、燃焼炉からボイラーに繋がる煙道(800mm×800mm)に、幅約200mm程度の傾斜をつけ、燃焼空気を旋回させるような改良工事を実施した(イメージ図参照)。
- ボイラー内部燃焼ファン空気口にエルボを溶接、強制的に空気の流れを作り出すように改良した。
- 上記の設備工事実施の他、補助燃焼ファンの活用、燃料投入方法の改善を行った。



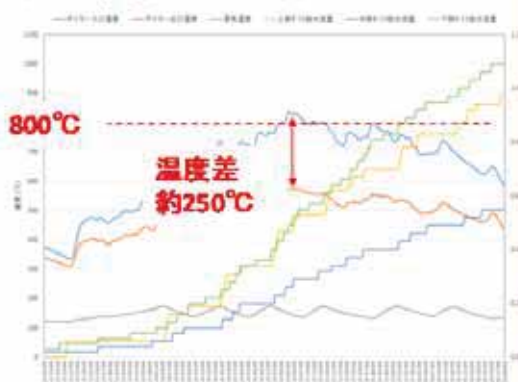
8

2. 3カ年の実証の成果 —CO₂削減効果—

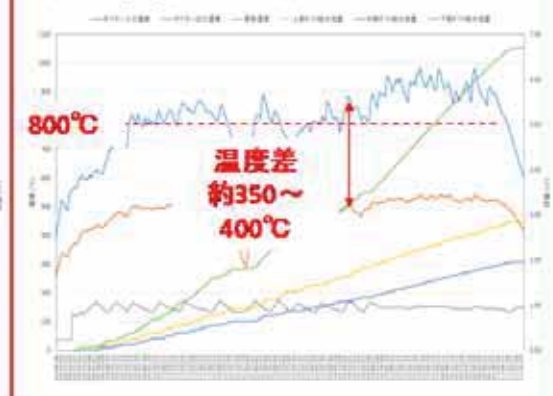
■ボイラーの燃焼温度の推移

- 改良の結果、ボイラー入口温度が昨年度と比較して200℃～300℃程度高温になっており、またボイラー入口温度と出口温度の温度差が350～400℃(昨年度は約250℃)と大きくなっている。

(2015年1月26日データ)



(2015年8月5日データ)



9

2. 3カ年の実証の成果 —CO₂削減効果—

■エネルギー変換効率の分析

- 蒸気エネルギー変換効率で45%前後(昨年度12%)、温湯出力エネルギーで35%前後(昨年度12%)まで改善した。
- 煙道工事等の実施、燃料投入方法を含むオペレーションの習熟により、変換効率が大幅に改善したものと推察される。

	燃料投入量 (t/h)	蒸気発生量 (t/h)	温湯出力 ¹ (kW)	ボイラー稼働状況
昨年度実績	0.9t/h (3,933kW)	0.7t/h (456kW) (変換効率:12%)	474kW (変換効率:12%)	2基稼働
本格稼働③	0.5t/h (2,500kW)	1.7t/h (1,022kW) (変換効率:41%)	822kW (変換効率:33%)	2基稼働
本格稼働④	0.3t/h (1,650kW)	1.1t/h (456kW) (変換効率:44%)	599kW (変換効率:36%)	1基稼働
本格稼働⑤	0.5t/h (2,560kW)	1.5t/h (456kW) (変換効率:49%)	916kW (変換効率:36%)	2基稼働

10

2. 3カ年の実証の成果 —CO₂削減効果—

■熱需要量の推定

- 菌床しいたけ栽培施設(8棟)、木材乾燥施設(1棟)、陸上養殖施設(1棟)を年間を通じて稼働した場合における総熱需要量は4,212GJ/年と推定した。
- 夏季における熱需要低下(8月は90GJ/月)を補うため、木材乾燥施設の拡大が有効。

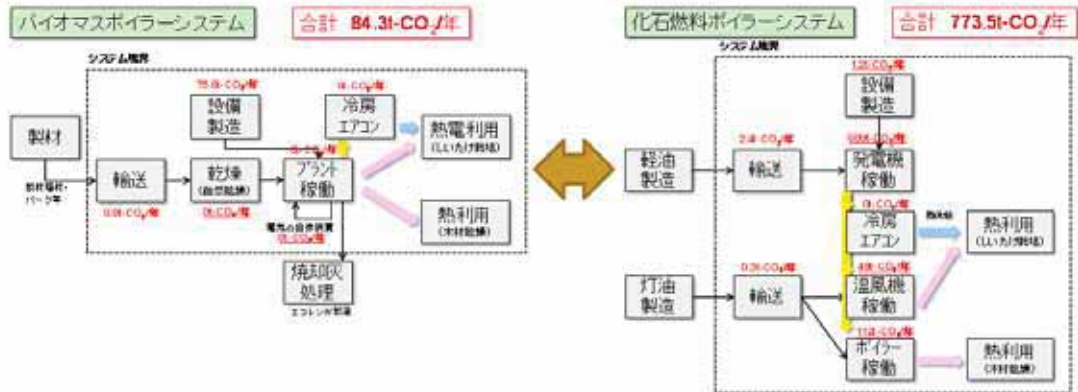
	菌床しいたけ栽培施設	木材乾燥施設	陸上養殖施設
内外観写真等	 内観写真	 外観写真	 予備設計図面
取扱い品種	菌床しいたけ	杉材(芯持ち柱)等	うなぎ等
サイクル	約260日間 (仕込み～発生～収穫)	7日間 ※月に最大4サイクル稼働	約6カ月～ (稚魚～成魚)
設定温度	栽培サイクルに応じて 14～24℃の範囲で調整	最高70℃程度 (低温乾燥)	水温25℃
施設規模	1棟あたり189㎡、 計8棟	1棟あたり木材約5トン	1槽あたり水槽約31トン、 計4槽
推定熱需要量	1棟あたり106GJ/年/棟	1棟あたり最大936GJ/年	1槽あたり455GJ/年

11

2. 3カ年の実証の成果 —CO₂削減効果—

■ CO₂削減効果の評価(昨年度指摘対応④)

- ▶ 昨年度委員会での指摘「CO₂削減をカウントする際、エネルギー出力のプロセスに関わる部分もカウントする事でCO₂排出抑制対策に貢献すること」を踏まえ、バイオマスボイラーシステムによるCO₂排出量を84.3t-CO₂/年と推定し、化石燃料ボイラー等と比較した場合の削減効果を689t-CO₂/年と推定した。

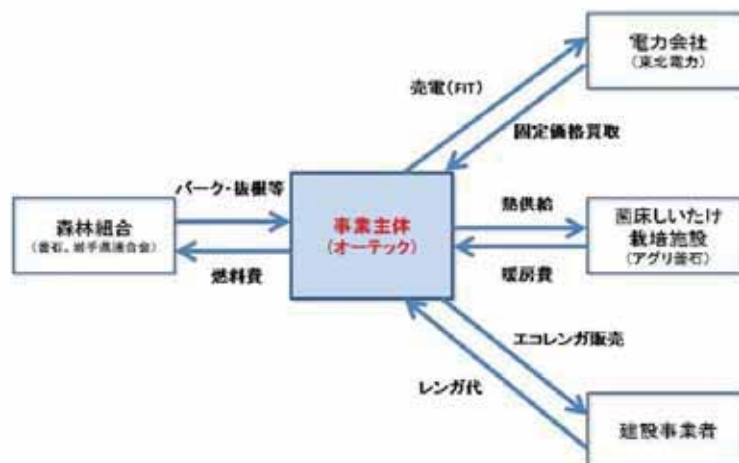


12

2. 3カ年の実証の成果 —事業採算性—

■ 試験稼働結果を踏まえた事業収支計画

- ▶ 今回の本格稼働結果を踏まえ、同事業スキームにおける事業主体(熱電供給事業者:オーテック)の事業採算性を分析した。



13

2. 3カ年の実証の成果 —事業採算性—

■ 本格稼働結果を踏まえた事業収支計画

- ▶ 昨年度と比べて約1,000万円/年の改善(灯油価格下落により減収効果を上回る、ボイラー効率改善による燃料調達費の圧縮効果や、稼働体制の効率化が寄与)
- ▶ 事業収支の黒字化に向け、更なる改善に取り組む(次スライド)。

項目	詳細	【平成27年度】 単年度収支 (千円/年)	【平成26年度】 単年度収支 (千円/年)	事業収支の変動要因
収入	売電	2,419	2,409	—
	熱エネルギー(蒸気+温水)	9,267	13,125	灯油価格下落による減収
	レンガ	544	2,253	ボイラー効率改善によるレンガ減産
	合計	12,230	17,787	—
支出	人件費	15,000	20,000	稼働の効率化(8人→6人体制)
	メンテナンス費	1,500	1,500	—
	燃料費(木質バイオマス)	1,460	6,360	ボイラー効率改善による燃料消費減
	(灯油(炭資源化))	716	3,713	ボイラー効率改善によるレンガ減産
	レンガ製造経費(粘土代等)	783	3,245	ボイラー効率改善によるレンガ減産
	減価償却費	27,733	27,733	—
	固定資産税	2,288	2,288	—
	合計	49,480	64,839	—
営業利益		-37,251	-47,052	—
借入金利		6,656	6,656	—
経常利益		-43,907	-53,708	—
法人税		0	0	—
純利益		-43,907	-53,708	—

約1,000万円の収支改善

14

2. 3カ年の実証の成果 —事業採算性—

■ 事業収支改善に向けた感度分析

- ▶ プラントのオペレーションに関する「パーク混焼比率の増加(23%→50%)」の対策を講じた上で、特に事業収支への寄与率が高い「④設備調達費の圧縮」、「⑤稼働負荷率の向上」については複数条件で感度分析を実施した(下表)
- ▶ 単年度収支を黒字化するためには、熱需要施設(特に、木材乾燥施設)を増床し年間稼働負荷率を50%まで高めつつ、設備調達費を3.5億円程度まで圧縮(現状の4.2億円に対し17%減)することが必要となる。
- ▶ この目標の達成に向けて、復興住宅等の建設等に伴い増加する被災地の木材乾燥需要を支えるための木材乾燥施設の増設や、本バイオマスボイラー施設の海外輸出(インドネシア等)に向けて量産体制の構築と設計・生産コストダウン活動を進めている。

単位:百万円/年

		⑤最大出力に対する稼働負荷率 (最大出力=100%とした場合)				
		10% (現状値)	25%	50%	75%	90%
④設備調達費	2.0億円	-24.6	-8.8	11.4	27.9	38.2
	2.5億円	-29.0	-13.2	8.6	25.0	35.3
	3.0億円	-33.4	-17.6	5.7	22.2	32.5
	3.5億円	-37.8	-22.0	2.8	19.3	29.6
	4.2億円	-43.6	-27.8	-1.4	15.5	25.8

15

2. 3カ年の実証の成果 — 焼却灰資源化技術の検証 —

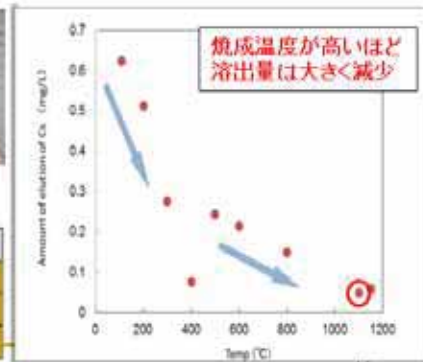
■ 焼却灰の有害物質(放射性物質)が溶出しない資源化技術の確立

- 焼却灰を20%配合(体積比)し、エコレンガを製作した。
- 放射能濃度は $88.48 \pm 1.17 \text{ Bq/kg}$ であり、環境省の基準値 100 Bq/kg を下回った。
- セシウム溶出量を計測した結果、焼成温度が高いほど溶出量が大幅に減少し、焼成温度 $1,100^\circ\text{C}$ で、溶出量は0.3%程度まで低下し、ほぼ固定化したことを確認した。
- JIS規格をはじめとする品質規格は、圧縮試験を除く全ての項目をクリアした。圧縮試験項目については、基準値を10%程度下回っており、圧縮強度の向上に向け、焼成条件の見直し等による改善を検討中。

<エコレンガ製造プロセス(概略)>



<焼成温度によるセシウム溶出量の変化>



<エコレンガ溶出試験結果>

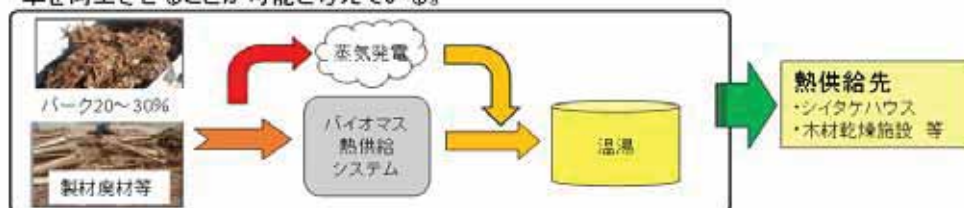
サンプル	放射能濃度 (Bq/Kg)		
	Cs-137	Cs-134	Cs-合計
焼成前レンガ検査	測定下限値未満	測定下限値未満	測定下限値未満
焼成後レンガ検査	測定下限値未満	測定下限値未満	測定下限値未満

薬液抽出はJIS K-0058-1 に準拠

2. 3カ年の実証の成果 — 森林資源の利活用 —

■ 処分困難なパークの有効活用

- 被災地等では含む高含水パーク等の木質バイオマスはセシウムの問題から有効活用されず、産業廃棄物として処理費用等が課題となっている。
- 本実証事業により、20~30%程度のパークを混焼させた場合においても、ある程度安定した燃焼状態を保てる可能性を見出したことで、木質バイオマス燃料としては適さないパークを有効活用できる見通しが立った(本格稼働により、年間380t/年程度のパークを消費する見込み)。今後設備の改良を行うことで、安定稼働するための課題解決と共に、パークの混焼比率を向上させることが可能と考えている。



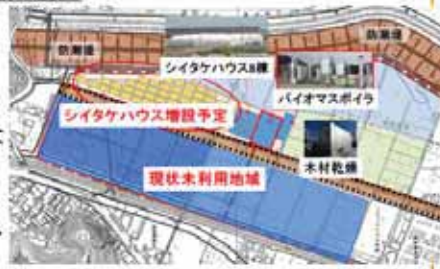
■ 木材乾燥施設の整備を通じた木材産業の創造、復興住宅整備事業の加速化

- 本事業においてバイオマス熱供給システムを整備することにより、熱供給先として木材乾燥施設の整備につながっている。
- 東日本大震災により木材乾燥・加工施設が減少する中で、釜石市内において新たに木材乾燥施設が整備されることにより、森林資源を活用した木工細工等の新事業や、東日本大震災からの復興にかかる住宅整備事業の加速化に繋がり、森林資源の利活用に向けた新たな需要の掘り起こしに繋がることを期待される。

2. 3年の実証の成果 — 実用化・普及可能性 —

■ 他の一次産業との連携による地域資源の循環、産業・雇用創出

- 地域協議会構成員も含め、誘致を検討している企業に説明頂いている。得られる大量の熱源を利用したい、と興味を持っている企業が数社ある。
- 木材乾燥施設を活用することで、近隣製材所、木材メーカーは会社運営上の課題を解決するのみならず、新たな事業展開を見込める可能性がある。
- 引き続き本事業と並行して、他の事業とのタイアップを進め、地域の中で有効にエネルギーを循環させることで、地域へ貢献する。



■ 菌床しいたけ栽培施設、木材乾燥、陸上養殖での事業性の向上(昨年度指摘対応③)

昨年度委員会での指摘(菌床しいたけ栽培、木材乾燥、養殖等の事業で事業性の向上を図ること)を踏まえ、下記の事業性の向上に向けた取り組みを実施。

	菌床しいたけ栽培施設	木材乾燥施設	陸上養殖施設
内外観写真等			
現状	ハウス8棟増設、	製材メーカーと協議し、	一関工業高等専門学校と
今後	地元より5名新規採用 更に増設を行い(上図)、 新規雇用を図る。	テスト実施 森林組合と相談しながら、 近隣製材所とも調整する	共同研究中 引き続き共同研究、また 地元へ誘致を進める。

18

2. 3年の実証の成果 — 実用化・普及可能性 —

■ 焼却灰の資源化技術の有効性と福島への展開

- エコレンガの「放射性セシウム固定化」の検証結果から、灰資源化技術が有効な可能性がある。
- 本事業(釜石市)での焼却灰を用いたレンガの製作にあたって、環境省が定める基準や、地域の要望、事業採算性を含めて慎重に検討を進める。
- 今回実証した技術により、福島全域で未利用バイオマス資源を活用できる可能性がある。オーテックと関連企業は、得られた知見を基に、福島県にある農場再建に協力しながら、焼却灰資源化技術の確立に引き続き取り組んでいく。



■ エコレンガの需要先の確保(昨年度指摘対応③)

- 昨年度委員会での指摘(エコレンガの需要先の確保すること)を踏まえ、現在複数の業者に販売を打診している。北上市の業者は、事業に腐葉土や堆肥を販売しているが、例えばレンガと腐葉土等で園芸用セットとして販売すること等を検討している。
- 大阪の商社は、現在日本の抱える放射性物質に対する課題を解決する技術として、非常に興味を持っている。福島県での事業を視野に入れており、レンガは路盤材としての使用を含め、検討を進めている。
- 安全性、品質について引き続き十分に検証しながら、販売交渉を進めていく。

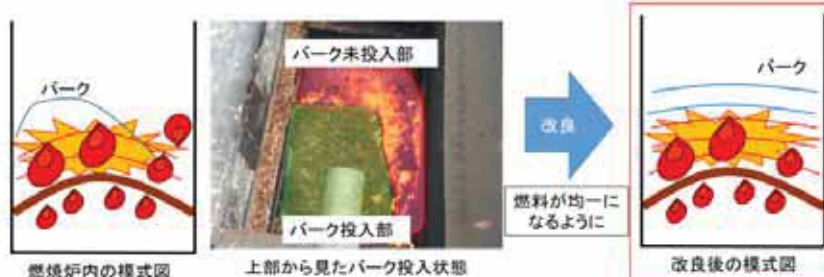


19

2. 3カ年の実証の成果 — 課題 —

■ システム効率を高めるうえでの課題

- 高含水バークの燃焼効率改善するため、またバークの燃料重量比率を現在の20~30%を、更に高めるための設備の改良(下図)。
- 不完全燃焼を抑止するための燃料投入方法には更なる工夫。
- 燃料投入の自動化・燃焼炉内部状況のモニタリングシステムの導入。
- 季節による熱需要量の変動に応じた、効率的なボイラー稼働方法の見定め。



■ 安全に灰資源化を実施するうえでの課題

- コンペア内に金属異物を除去するための、強力磁石の設置。
- レンガの品質に影響するため、固形燃焼灰を除去、あるいは粉碎する装置の設置。
- 粘土、燃焼灰、シラスバルーンをより混練するための土練機の設置。
- 粘土をより細かくするための、装置の設置(スクリーンフィーダー等)。
- 近隣住民、地元自治体と調整しながら、飛灰を防ぐための建屋の設置。

20

3. 林野庁評価委員会での質疑応答

■ 主な指摘事項

- ボイラーの効率が昨年度より大幅に改善している。ボイラーの構造的な問題は残るが、改善に向けて努力していることは認められる。(熊崎委員)
- KOBELCOのスチームスター発電機は、決して効率が高くないだろう。工場排熱を有効活用するのであれば良いかもしれないが、発電事業としては効率性、採算性は厳しいだろう(熊崎委員)
- 岩手県内で大型の木質バイオマスエネルギープラントの建設が続いているが、燃料調達の今後の見通しは立っているのか。(久保山委員)
 - ⇒バークについては地元森林組合から今後も提供頂く。
 - ⇒バークの混焼比率を向上し、間伐材や建設廃材等の調達量を抑えていく。
- 抜根はどの程度燃やしているか。バークと燃え方は違うか。(谷口委員)
 - ⇒バークと抜根の比率は1:9程度である。
 - ⇒抜根は隙間が多いため、酸欠状態になり難くバークより燃えやすいと感じている。

21

3. 林野庁評価委員会での質疑応答

■ 主な指摘事項(続き)

- 木材乾燥施設は低温乾燥ということだが、具体的に何を乾燥しているのか。
- 低温乾燥に適した角類は対象としないのか。(熊崎委員)
⇒現在は板類を乾燥しているが、今後は低温乾燥に適した木材を中心に、地元事業者と木材乾燥施設の活用方法を協議していきたい。

- エコレンガの販売先について検討で終わっているのではないか。エコレンガ事業について違うアプローチで取り組んだ方が良い。(谷口委員)
⇒園芸用として販売したり、敷地の路盤材等として利用することを見込んでいるが、安価な輸入品と比べてエコレンガは高価になる。
⇒エコレンガ事業は、売熱・売電事業を含めたエネルギー供給事業の一貫としての事業であり、燃焼灰を産廃処分することを回避し、有効活用していくことを当初からの目的としている。
- 他の自治体では、清掃施設等の公共工事で利用されることも多い。コストダウンや、利用先の確保を引き続き進めて頂きたい。(谷口委員)

10.5.2 議事録

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

「平成 27 年度 第 5 回釜石市片岸地区における木質バイオマスエネルギーを活用した地域づくり推進協議会」を開催する。本日最後の協議会となるため、各委員よりコメントをいただきたい。まずは、株式会社オーテック小原社長より、ご挨拶をいただきたい。

(オーテック 小原氏)

東日本大震災から 5 年が経ち、被災地の復興が進みつつある中、片岸地区の復興は、これから本格化する状況である。本事業も 3 年目となり、皆様のご協力のもと、2 月 23 日に林野庁評価委員に最後の報告を実施した。本日最後の協議会では、林野庁で発表した内容を報告する。3 年間、感謝申し上げて挨拶とさせていただきます。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

続いて、事務局・MRI 新谷より配布資料の確認をお願いする。

(事務局・MRI 新谷より議題の説明、配布資料の確認)

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

出席者について、平澤氏、石川氏が本日欠席であるが、資料 1 のとおりである。それでは、林野庁評価委員会への報告結果について、オーテック 藤尾氏より説明をお願いする。

(オーテック 藤尾氏より資料 2・資料 3 の説明)

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

林野庁に報告した結果について、共有いただきたい。

(オーテック 藤尾氏)

昨年度のような厳しい指摘はなく、比較的前向きな議論ができた。一方で、指摘事項がいくつかあり、回答を求められている。それに関しては、事務局が順次回答していく。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

本事業は、現地での検収が終了した後、事業が完了するという理解でよいか。今後の事業の見通しに関して、共有いただきたい。

(事務局・MRI 福田)

林野庁の事業としては、3 月 22 日の検収が完了した後、終了となる。林野庁の事業終了後、現地に設置されているバイオマス施設は残るが、その後の活用は、株式会社オーテックで現在検討中である。

(オーテック 藤尾氏)

本事業は様々な課題が残っているが、1 つ 1 つ解決しながら、少しずつ前に進んでいくように対応していく。

(事務局・MRI 福田)

本協議会は、林野庁の事業をきっかけに設置した。林野庁に提出する報告書に追記したいこととして、本事業の終了後、株式会社オーテック単体で新たな事業先を検討・対応していくことが困難なことから、協議会自体は任意の協議会となるものの引き続きご協力いただきたい旨を明記したい。

(片岸地権者協議会 柏崎氏)

検収が終了した後、バイオマス事業で使用した設備の所有権は、株式会社オーテックに移管されるのか。

(事務局・MRI 福田)

現在、設備の所有権はリース会社にあり、株式会社オーテックがリースしている。これら設備の移管に関しては、今後検討していく予定である。

(株式会社さつき 野上氏)

株式会社さつきとしては、片岸地区に設置した設備に再度投資を行い、バイオマス発電事業を位置付けたいと考えている。現在の設備は、燃料投入や施設整備が計画通りに進んでいない箇所があることから、これらを改良しつつ当社にて投資を行い、バイオマス事業をしっかり確立したいと考えている。

具体的な内容は、林野庁の事業による協議会が終了した後、再度集まる機会を設けていただき、バイオマス施設の活用方法等を示したいと考えている。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

「3カ年の総括」として、各委員より協議会にご参画いただいた感想や、本事業に対する今後の期待等、コメントを一言ずついただきたい。

(岩手県森林組合 田口氏)

本事業は、当初、バークを活用する話を受けて事業に参加したが、バークの燃焼方法等の課題により、結果としてバークを十分に活用するまで至っていないと認識している。長い期間事業に参加したが、あらためてバークの燃焼は難しいと感じた。

現状、バークはどこの製材工場や木材販売施設でもお荷物になっている。これまでの成果を活かし、バークの有効利用や福島等でのエコレンガを作りで、全国的に展開していただければ良いと考える。木質バイオマス発電所は、県内のみならず隣県でも始まっている。バーク以外で木質バイオマス用の資材の調達は、かなり厳しくなると考えられる。森林組合として一番に処理して欲しいのはバークであるが、これまでの結果や周辺の状況を踏まえて、活用していただければと思う。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

木材乾燥施設の活用に関して、どのように活用していけばよいか何かご意見があれば共有いただきたい。

(岩手県森林組合 田口氏)

【配布資料 2 P21】に、角類は対象としないのかと指摘があるが、角類は住宅建設で使われる木材の肝の部分にあたる。構造躯体の木材がしっかり乾燥されていないと家は狂うため、その部分を乾燥させないのかといった意図の質問と認識している。岩手県のほとんどの製材所は、非常に小さい角材あるいは板材は乾燥するが、柱を作り、人工乾燥を実施している製材所は非常に少ない状況である。

また、岩手県の木材生産量は多いが、柱や梁、桁の生産は少なく、梁や桁は県外から購入している状況である。そのため今後、復興住宅の建設が本格化した場合、木材乾燥施設があり、しっかり乾燥した柱、梁、桁を供給することができれば、木材乾燥施設の活用の度合いは増えると思われる。

(片岸地権者協議会 柏崎氏)

地権者という立場で本協議会に参画した。当初、事業に対して安易に考えていたが、様々な課題やすぐに対応することが難しい課題が発生した。今後、事業を本格的に進めるにあたって、現状は次のステップへの課題と認識している。また、報告内容より事業化の可能性がないわけではないと認識している。この可能性をどのように工夫して実現していくのかは、3年間かけて研究した結果を踏まえつつ、関係者が前向きに挑戦する姿勢を示していただきたいと考えている。それが、地域にとって復興につながると感じている。そのためにも、事業を实らせていただきたい。

(釜石市 関氏)

地域住民にとって、まちの姿が見えない中、周辺では企業が立地し、まもなく創業を開始する企業もある。株式会社オーテックやアグリ釜石等の事業展開は、地域の方々が非常に期待している事業でもある。柏崎氏の言葉にもあったとおり、様々な課題があるがこれらを克服し、1日でも早く地域の方々の期待に応える形で展開していただきたい。

(釜石市 山崎氏)

今回の事業は、個人的にも勉強になった。地域の期待に応えられるように釜石市としても対応する。引き続きよろしく願います。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

東日本大震災が起きてから本事業を実施するにあたり、形になるか不安があった。しかし、時間はかかったが、皆様のご協力のもと確実に形となりつつある。もう一息であり、釜石市民として形にして欲しいと思う。

本事業を通じて、エネルギーや木質バイオマス、農業等様々な事業に拡大できる可能性がある。周辺に立地している事業者との協調を踏まえた上で、新たな事業が展開する可能性もあると考える。今後は、情報交換を拡大しつつ、新たな事業の展開に向けた動きを進めていただきたい。

「被災地から世界へ」というキャッチフレーズで今まで取り組んできたので、このフレーズを忘れず対応していただきたい。本事業に対しては、林野庁の事業終了後もどのような形であれ、支援していきたいと考えている。

(株式会社さつき 野上氏)

別事業であるが、株式会社さつきはインドネシアにバイオマスボイラを持って行き、現地住民を10人程雇用し、事業を実施している。インドネシアにもパークと似た含水率の高い(50~60%程)資材があり、これを乾燥させながら燃料として活用している。

この技術を片岸地区に設置している設備にも展開し、効率を求めた仕様に改修したいと考えている。

(片岸地権者協議会 柏崎氏)

評価委員はそれぞれ役割を持って参画したと思われるが、どのような位置づけで評価委員として役割を担ったのか知りたい。

(オーテック 小原氏)

林野庁の事業は、バイオマスに関連する事業のため、バイオマス事業に詳しい方が1人、残り2人は、事業に関連する分野に詳しい人(例えば、ボイラやレンガ等)の計3人評価委員として役割を担ったと思われる。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

東日本大震災の絡みで、本事業以外にも国家予算を使用している状況である。今年度に入り、釜石市を除く地域で会計検査が一斉に行われると聞いている。最終的には、釜石市でも会計検査は行われると思うが、今後の進捗状況がカギになると考えている。事業が形になるか否かが焦点になると思われるため、対応をお願いしたい。

先日、一ノ関高専の方が来られた。計画では、ウナギを養殖すると記載していたが、ウナギの養殖は難しいといった意見から、海産物に修正したい旨を伝えたところ、微調整が可能な段階であると返答をいただいた。このことを踏まえ、寒流系の海産物の養殖や花の咲く時期を調整する装置を開発し栽培することで、安定的な事業ができるのではと各委員に確認せず、一ノ関高専に報告した。今後、どのような形で成果が示されるか不透明ではあるが、一ノ関高専も、今回報告した内容を踏まえ対応していくものと思われる。

(オーテック 小原氏)

震災から5年が経ち、様々な思いがある中、本協議会も本日で終わるのは残念という思いがある。しかしながら、本事業を通じ地元の方の協力を得ながら、ともに仕事ができるのではといった期待している部分もある。今後ともご協力、ご尽力の程、よろしく願いたい。3年間、ありがとうございました。

(釜石市地方森林組合 高橋氏)

一番期待していたこととしては、パークの処理である。パークの処理が可能となれば、片岸地区に貢献できたのではと考えていた。また、震災直後からバイオマスエネルギーという流れの中で、間伐材の十分な供給体制ができていないうちに工場が建設され、県内の木材の量では間に合わない状況である。具体的に積算した際、岩手県内で50kWで2か所が最大であるのに対し、現在5か所工場が建設されている。そのような中で、本事業に関しては、パークを処理するといった話を伺い、本事業にとっても期待していた。また、新たな取り組みを通じ、新たな資源活用が生まれてくるのではといった期待もあった。

本事業は3カ年間実施してきたが、誰も実施していない事業を実施するという事は成功だけでなく、ある程度の失敗を踏まえ、次のステップに進むことが重要であると認識している。この3年間の結果を踏まえ、次のステップに進まないと、この地域で実証実験を実施してきた意味をなさないのではと考えている。課題に関しては、少しずつ改良していけばよいと認識している。例えば、木材の活用に関して、提案されている方法の1つに、広葉樹の活用が挙げられている。今後人口減少に伴い、住宅着工数が激減する中、木材を活用する場として、家具製作や内装に移行していくのではと考えている。家具屋やリフォーム会社に確認したところ、これらで使用するウォークやチェリーは大量に輸入している状況であり、国内にこれら木材はあるが、まとまった数が供給されていないと伺っている。東北6県は、広葉樹の宝庫であるが、乾燥技術がないため供給ができない状況であるが、これらの機能が整備されれば、針葉樹以外の木材で雇用と市場の創出につながるのではと考えていた。

3カ年様々な内容を議論し、ある意味では順調に進んだ部分と、進まなかった部分があるが、結果として、それらが分かった3年間であったで良いと個人的には感じている。課題の部分改善をいき、最終的に森林組合の立場としては、釜石市にいくらかでも雇用の場がもたれかつ、新しい事業の場ができ、そこに、何らかの希望が出てきたら、取り組んできたことは成功したのではないかと考えている。今後も、様々な課題が発生すると思われるが、新たな木材産業の中では、広葉樹を中心に検討していけば、可能性がもしかしたら出てくるのではないかと期待している。これからも引き続きよろしく願います。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

ある木材製造企業は、大手家具メーカーから依頼され、具体的な事業として取り組まないか等といった話をいただいたと聞いている。震災後、地域の雇用を守るための補助金等が、年々減少している中、自ら事業生産を確保する必要がある。このことを踏まえ、乾燥施設を活用しつつ、広葉樹の部材をストックし、それを加工する事業として展開できればと考えている。今後とも、森林組合や、現地事業者の意向を踏まえ、地域産業の活性化に寄与する施設にしていきたいと考えている。

(事務局・MRI 重富)

今回の事業結果を踏まえ、今より少し大きなビジョンを立て検討して行きたい。引き続き、ご協力の程、よろしく願いたい。

(座長・釜石商工会議所 佐々氏)

本日の意見を踏まえ、事務局にて最終報告書を取りまとめる。これにて、平成27年度第5回釜石市片岸地区における木質バイオマスエネルギーを活用したモデル地域づくり推進協議会を終了する。

以上