【発表テーマ】

山陰地方におけるバイオマス原料の活用方法について「廃棄バイオマスを利用したクリーニング工場への蒸気供給事業の実証事業」

令和４年３月７日

智頭石油株式会社　グリーンステーション課　米井　康史

智頭石油㈱　会社概要

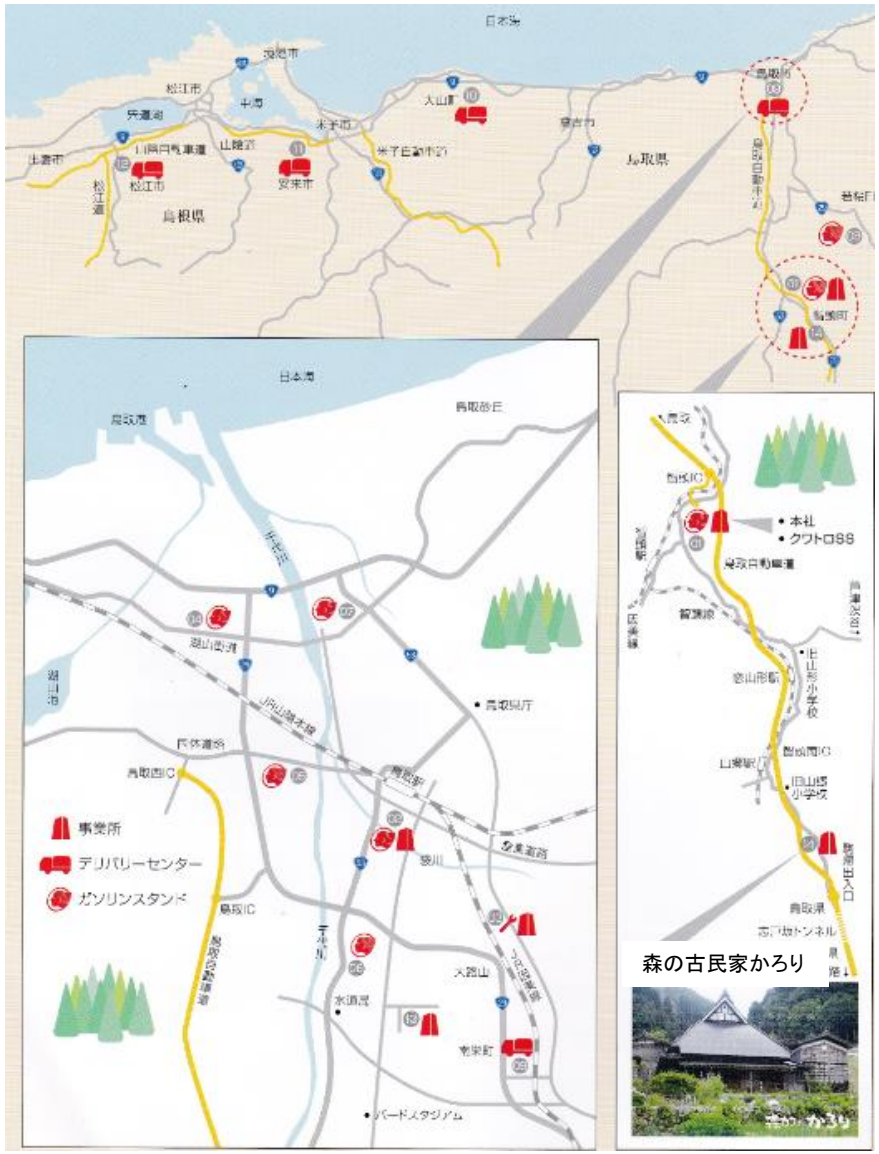
智頭石油株式会社	
【本社住所】 鳥取県八頭郡智頭町智頭640番地1	
【設立日】 昭和37年5月26日	
【代表者】 米井　哲郎　（代表取締役社長）	
【資本金】 10,000千円	【従業員】 146名
【売上高】 49億円/年 （平成30年度）	【経常利益】 1.3億円/年 （平成30年度）

昭和37年　林業の町　智頭町「杉の苗畑」に
ガソリンスタンドを創設

（現在）・7ヶ所のガソリンスタンド
・4ヶ所の石油配送基地
・プロパンガス配送事業
・24時間営業の「ロードサービス」
・「電気自動車」レンタル・カーシェア等

平成25年　「木質バイオマス燃料」事業
グリーンステーション課　創設

鳥取県・島根県、全14拠点で活動中



バイオマス事業のきっかけ

前身の林業からガソリンスタンドを起業した後　山林産業は衰退
山の管理が進まず50年以上放置

石油価格が高騰・・・主要顧客が灯油から木質チップに燃転
灯油の売り上げが消滅

CO_2を吸収して育った木材は、燃料としてCO_2を排出してもCO_2は増えない
カーボンニュートラルな燃料

智頭石油の創始者の父が残した杉神社の石碑に、「智頭の緑は伊達では無いぞ　千萬植えて生き抜こう」と記されており、杉の間伐材をエネルギーにした事業で地域を活性化するのが使命！

智頭町　杉神社

事業ビジョン

【背景・マクロ】

・日本のエネルギー自給率は3%と低く、海外輸入に依存

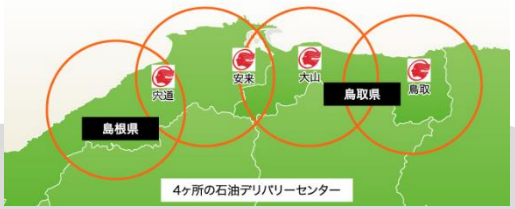
→お金が海外に流出

・原発の安全神話が崩れ、CO2を増やす石油、天然ガス等へシフト

・日本は森林率が67%と世界第3位であるが森林資源が未活用

→裏山にある油田が未活用

智頭石油は鳥取県全域に拠点



【事業ビジョン・地域】

・輸入に頼らないエネルギー自給率のアップ

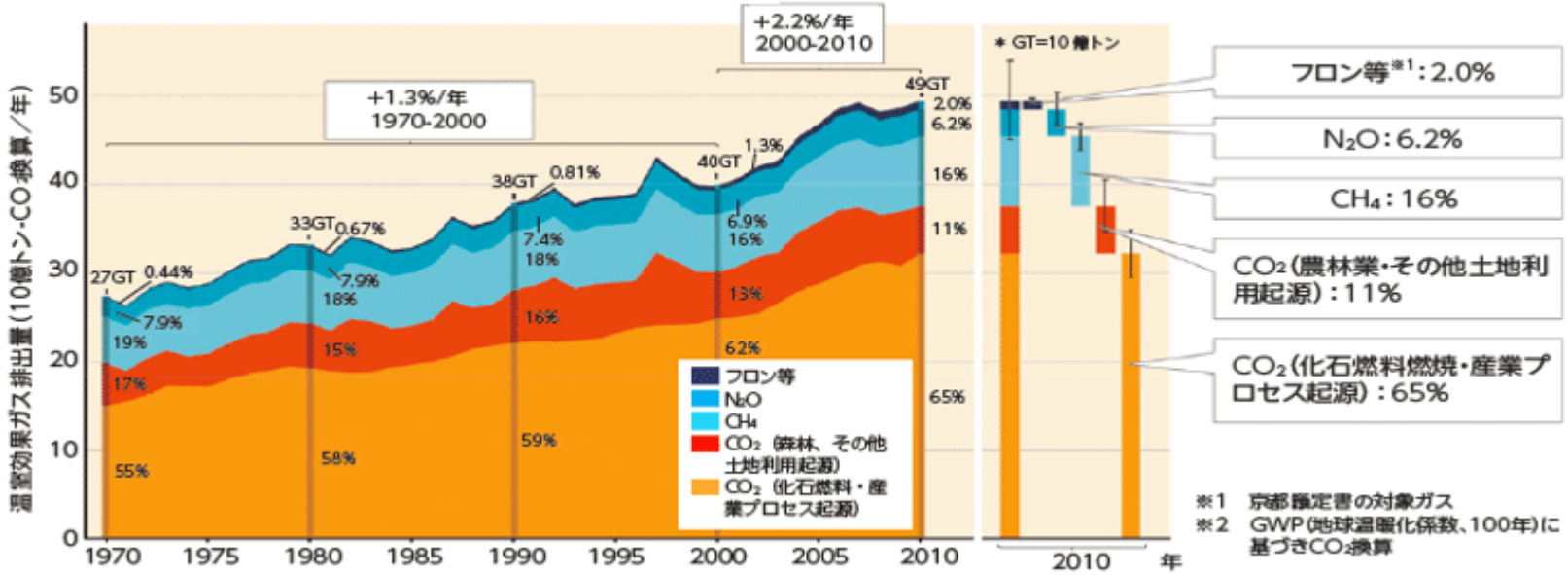
・CO2を増やさない“カーボンニュートラル”な地域にある木質燃料をお客様に提供する事により、企業環境の改善に貢献

・間伐を進める事により山林環境を改善（災害防止、CO_2削減）

・間伐材の利用価値を上げる事で林業を再生

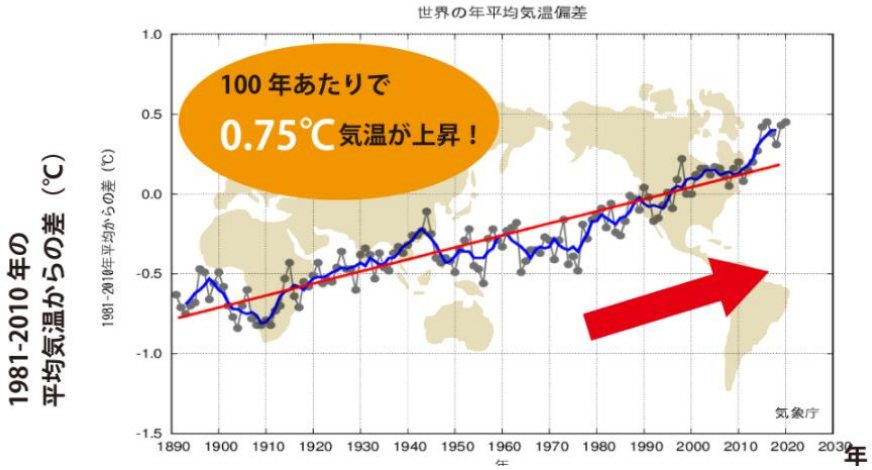
【温室効果ガス量は増えている】

出典：A-PLAT

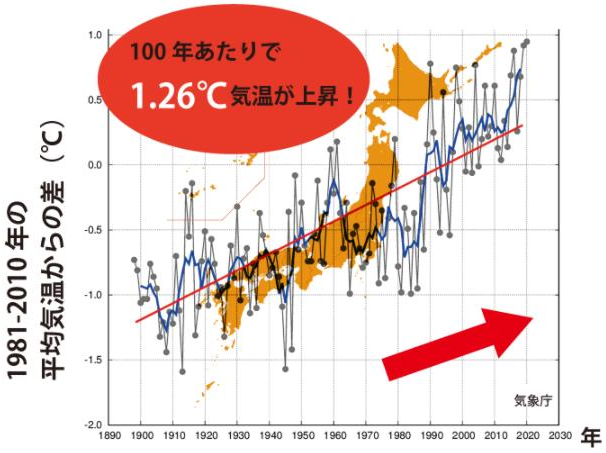


【気温上昇の実態】

①世界の気温が高くなってきている

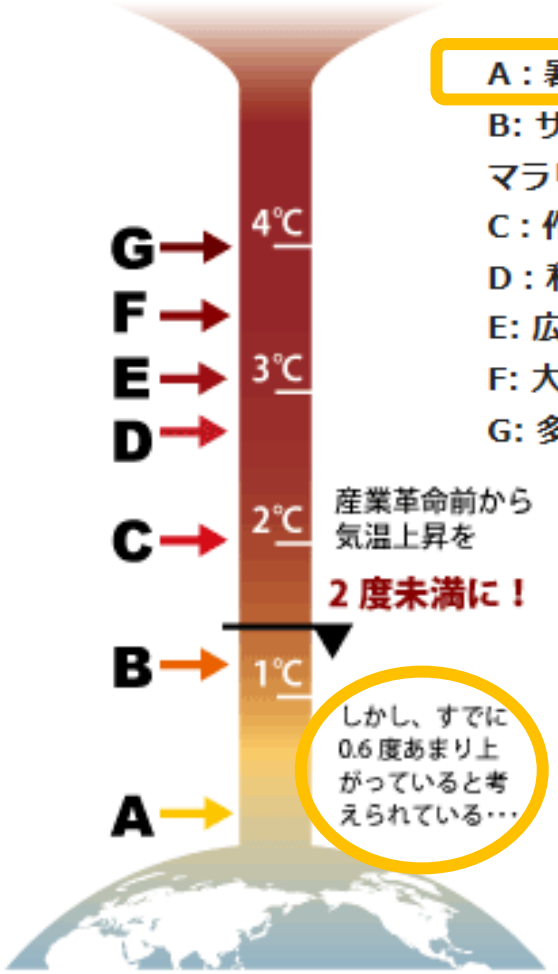


③日本でも、気温の上昇が続いている



地球の温度が上昇すると･･･

出典；WWFジャパン　HP



※ 1986～2005年の世界の平均気温を基準とする。影響は、気温変化の速度や今後の対策の内容により異なる。（IPCC AR5 WG2 SPMを基に作成）

A：暑熱や洪水など異常気象による被害が増加

B: サンゴ礁や北極の海氷などのシステムに高いリスク
マラリアなど熱帯の感染症の拡大

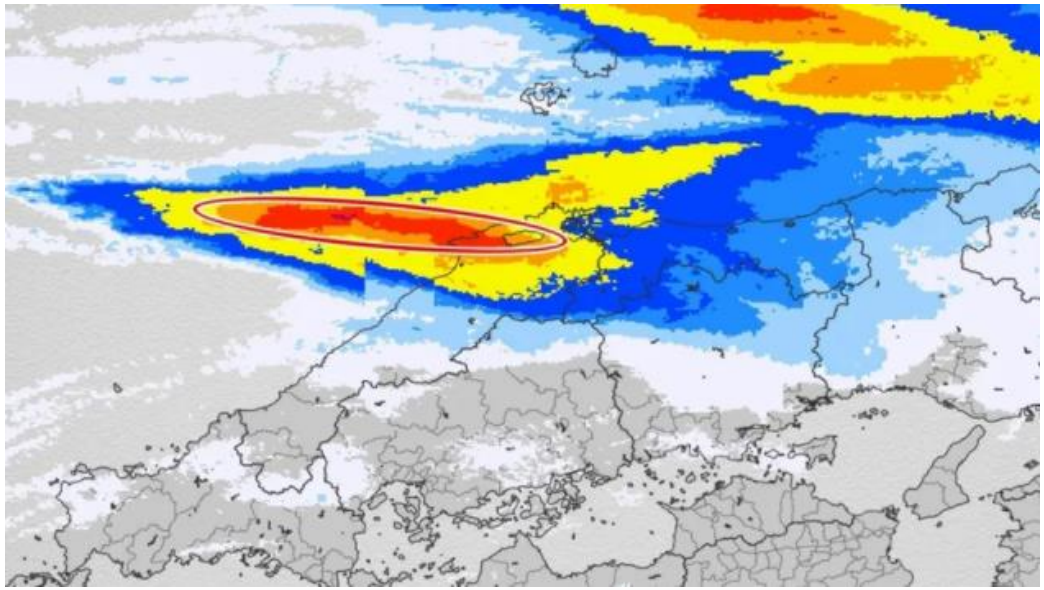
C：作物の生産高が地域的に減少する

D：利用可能な水が減少する

E: 広い範囲で生物多様性の損失が起きる

F: 大規模に氷床に消失し海面水位が上昇

G: 多くの種の絶滅リスク、世界の食糧生産が危険にさらされるリスク



2021年7月　山陰地方に線状降雨帯発生

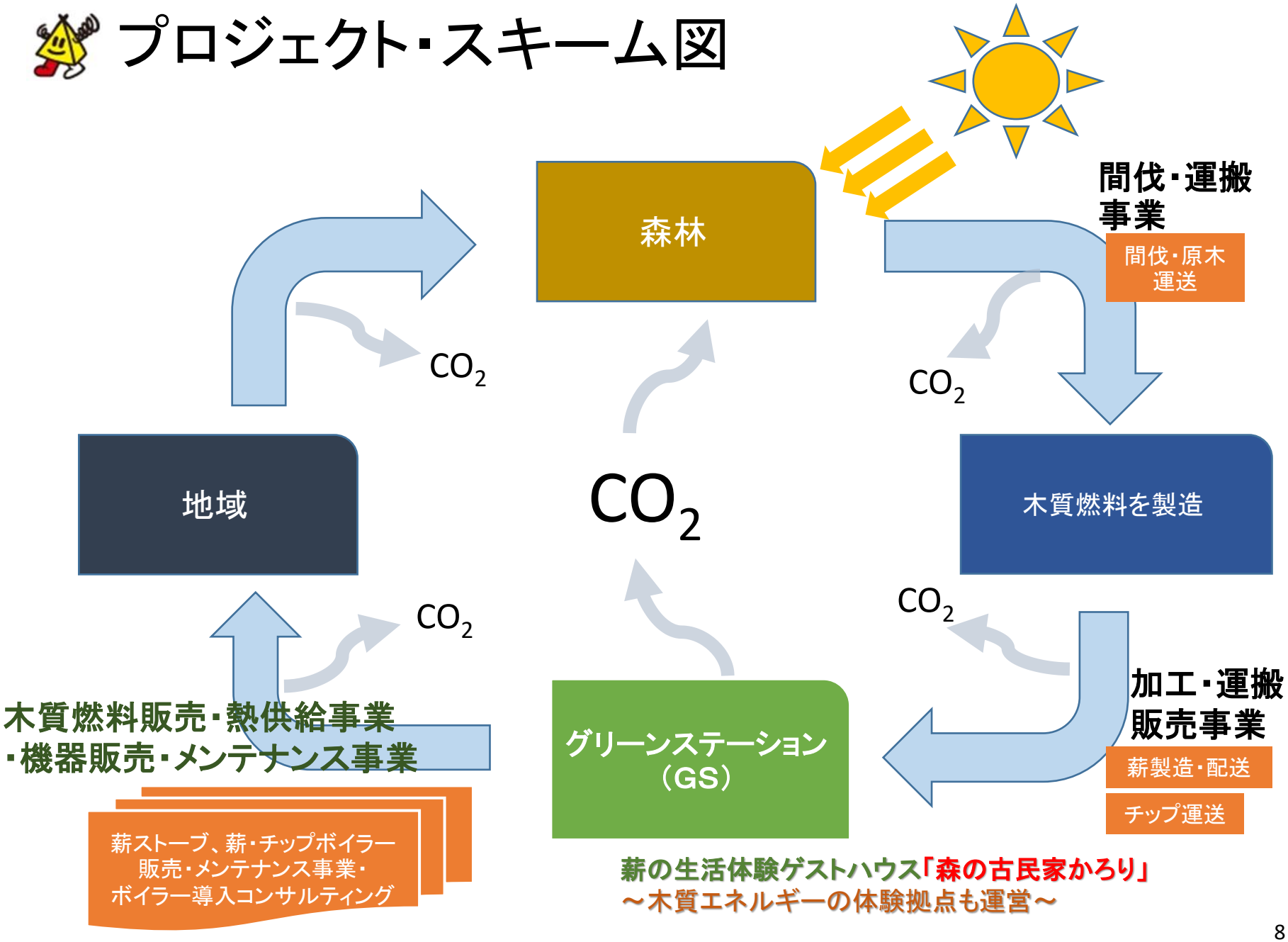
山林の間伐の意義

①間伐により林内に光を入れ、下草の発生を促すことで
土砂災害防止、吸収するCO2の量も増え、温暖化防止に繋がる

②森林保全により川の水質が維持され、川の水が流れ込む
海の水産資源（魚介類、海藻等）の保護にも繋がる。（食糧の確保）

③適正な間伐により利用価値の高い木材が生産でき、国産材
の需要増加に繋がる（近年の高品質な国産材見直しに対応）

プロジェクト・スキーム図



バイオマス燃料の供給工程

原木
（間伐材）

①丸太
ボイラー

製材工場

背板
端材

（①バーク）

（②菌床←）おが粉

製材 ← 乾燥

建材・住宅

解体

破砕
（チッパー）

②建廃
チップ

建廃チップボイラー

2次破砕

乾燥

成形
（ペレタイザー）

ペレット

ペレットボイラー

破砕（切削）
（チッパー）

乾燥（生）

チップ

チップボイラー

薪割り
（天然乾燥）

薪

薪ボイラー

①2016年度NEDO事業FS
②2018年度NEDO事業FS
→2019年度NEDO実証事業

化石燃料と木質燃料の価格比較

丸太（原木）　6～7円／kg

薪（針葉樹）　10～30円／kg

木質チップ　12～40円／kg
（建廃チップ　2～5円/kg）

木質ペレット　30～50円／kg

ヤシガラ　12～14円／kg

石炭　6円／kg

石油　60～90円／L

木質燃料（地元品）

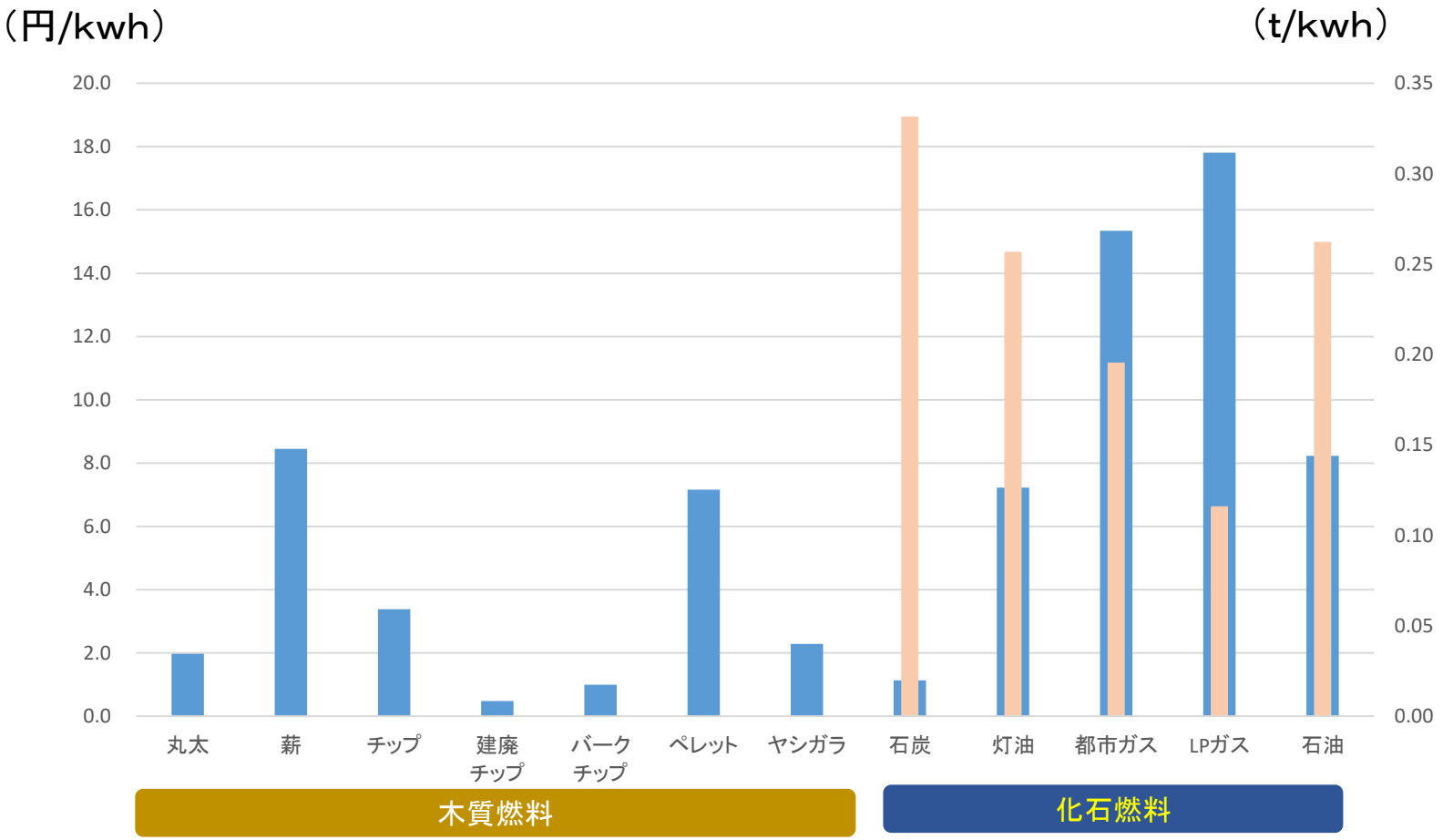
木質燃料（輸入品）

化石燃料
従来燃料
（輸入品）

エネルギー価格/CO_2発生量比較

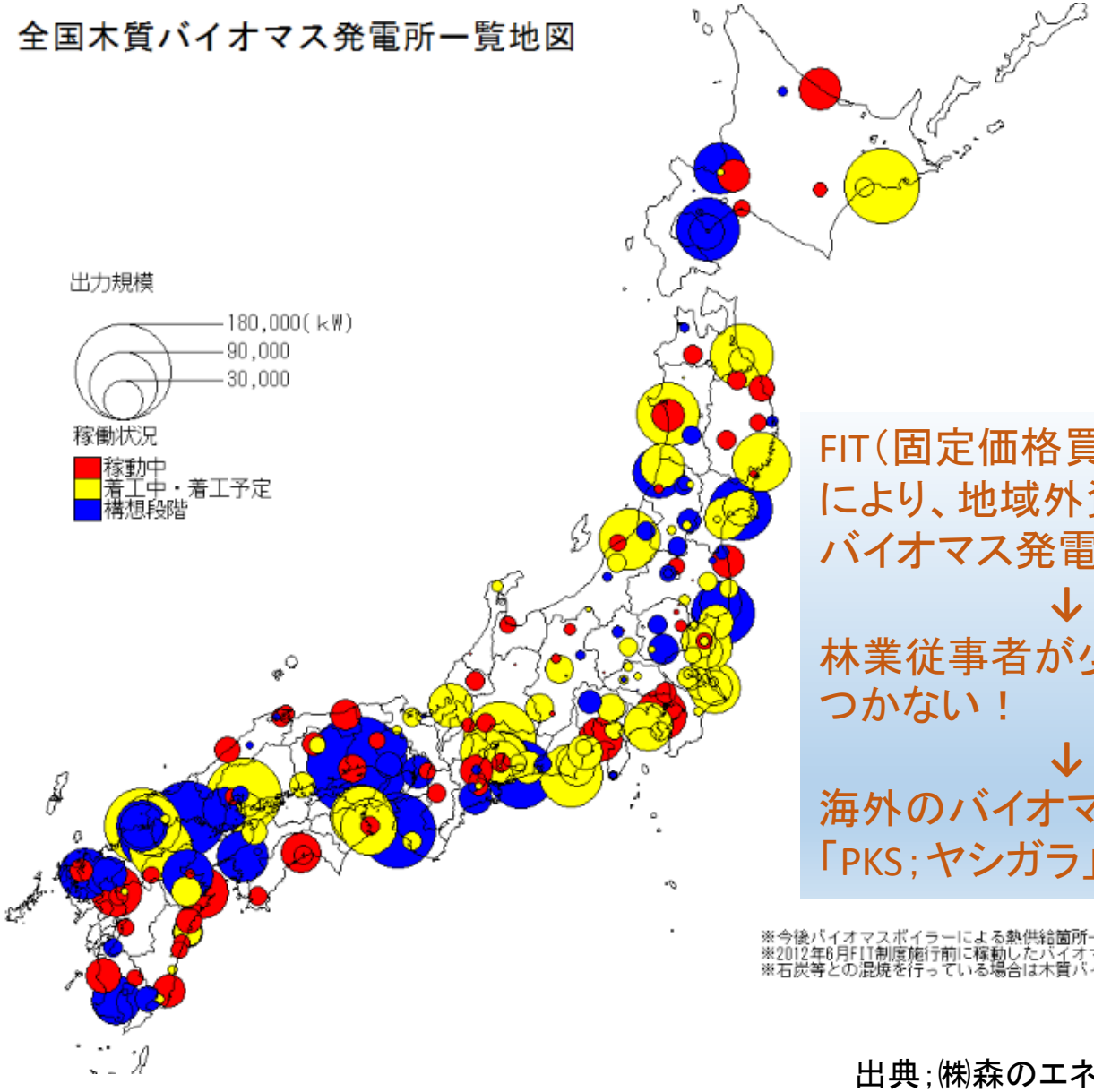
	木質						化石燃料					
	丸太 針葉樹木部 低位発熱量 含水率30%	薪 針葉樹木部 低位発熱量 含水率30%	チップ 針葉樹木部 低位発熱量 含水率30%	建廃チップ 針葉樹木部 低位発熱量 含水率20%	バークチップ 針葉樹皮部 低位発熱量 含水率55%	ペレット	ヤシガラ PKS 含水率 10%	石炭	灯油	都市ガス 13A （基本料金別）	LPガス （基本料金別）	石油 A重油
燃料単価（円）	7	30	12	2	2	35	12	8	70	175	460	85
	円／kg	円／kg	円／kg	円／kg	円／kg	円／kg	円／kg	円／kg	円／L	円／㎥	円／㎥	円／L
CO2発生量（t/t）	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	2.5	2.2	3.0	2.7
発熱量(Kcal)	3,050	3,050	3,050	3,570	1,720	4,200	4,500	6,037	8,329	9,800	22,200	8,874
	kcal／kg	kcal／kg	kcal／kg	kcal／kg	kcal／kg	kcal／kg	kcal／kg	kcal／kg	kcal／L	kcal／㎥	kcal／㎥	kcal／L
発熱量（MJ）	12.8	12.8	12.8	14.9	7.2	17.6	18.8	25.3	34.9	41.0	92.9	37.1
	MJ／kg	MJ／kg	MJ／kg	MJ／kg	MJ／kg	MJ／kg	MJ／kg	MJ／kg	MJ／L	MJ／㎥	MJ／㎥	MJ／L
エネルギー量（kwh）	3.5	3.5	3.5	4.2	2.0	4.9	5.2	7.0	9.7	11.4	25.8	10.3
	kwh／kg	kwh／kg	kwh／kg	kwh／kg	kwh／kg	kwh／kg	kwh／kg	kwh／kg	kwh／L	kwh/㎥	kwh／㎥	kwh／L
エネルギー価格（円/kwh）	2.0	8.5	3.4	0.5	1.0	7.2	2.3	1.1	7.2	15.3	17.8	8.2
CO2発生係数（t/kwh）	0	0	0	0	0	0	0	0.33	0.26	0.20	0.12	0.26

エネルギー価格とCO2発生量比較



木質燃料はCO_2発生ゼロ

日本の現状～バイオマス発電所の建設ラッシュ



FIT（固定価格買取制度）40円/kw
により、地域外資本の大規模な
バイオマス発電所が乱立！
↓
林業従事者が少なく、間伐が追い
つかない！
↓
海外のバイオマス
「PKS；ヤシガラ」に依存！

※今後バイオマスボイラーによる熱供給箇所一覧地図も作成予定としております。
※2012年6月FIT制度施行前に稼動したバイオマス発電所につきましては地図上には反映させてお
※石炭等との混焼を行っている場合は木質バイオマス燃料のみの比率を推計して出力規模を記載

株式会社　森のエネルギー研究所
2017年5月末時点

出典；㈱森のエネルギー研究所

地球温暖化は防げるか？

①温暖化の原因となるCO_2増加は人為的なもの

②化石燃料使用によりCO_2が増加

③石油に代わる再生可能エネルギー利用へ転換

④地域に即した地産地消のエネルギー利用

⑤地域に豊富にある森林からの木質燃料を利用

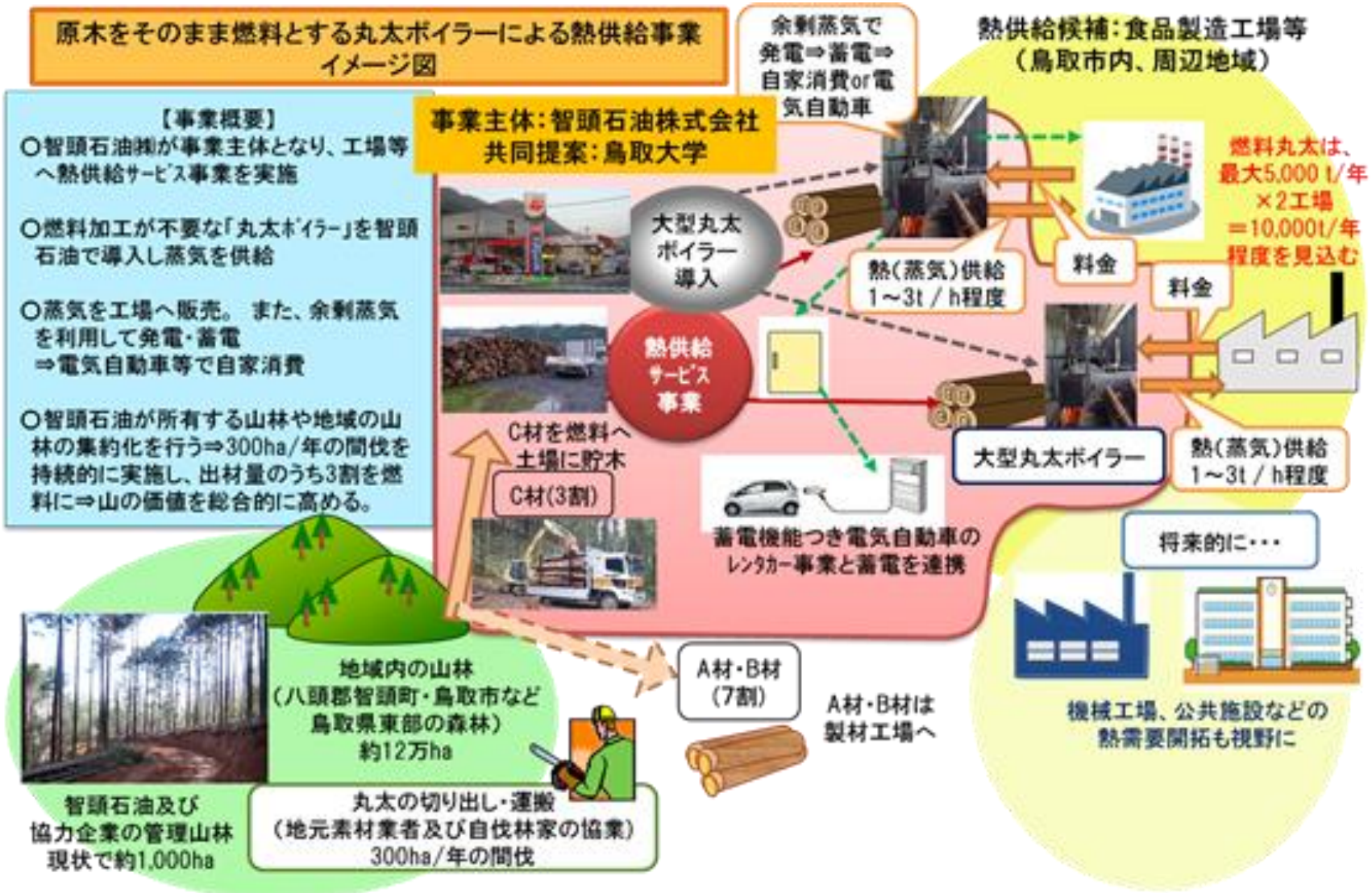
- 地域にお金が残る！
- 輸送費（石油使用量）が低減
- 熱利用が最も効率的（熱・電併給だと効率80％以上）

地域から安定かつ安価に入手できるバイオマスを熱利用
→丸太及びバークなど廃棄系バイオマスに注目

2016～2017年度　NEDO事業

バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業/地域自立システム化実証事業/「原木をそのまま燃料とする丸太ボイラーによる熱供給事業の事業性評価」（FS）

【提案時】



FS協力企業：㈱森のエネルギー研究所

2016～2017年度　NEDO事業

【検討後】燃料：丸太→樹皮（バーク）へ変更

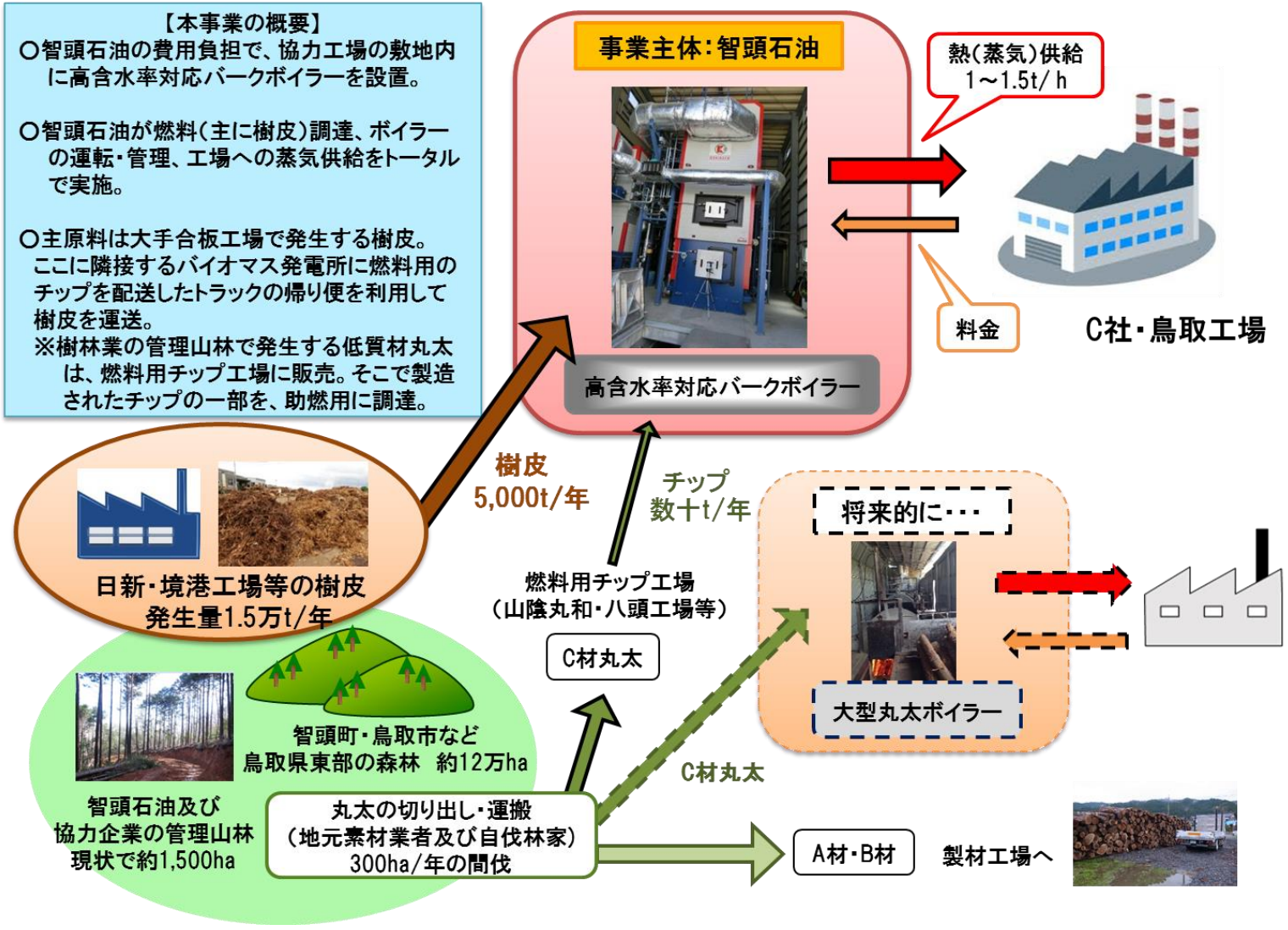
樹皮（バーク）を主燃料とする木質ボイラーによる蒸気熱供給事業　イメージ図

【本事業の概要】

○智頭石油の費用負担で、協力工場の敷地内に高含水率対応バークボイラーを設置。

○智頭石油が燃料（主に樹皮）調達、ボイラーの運転・管理、工場への蒸気供給をトータルで実施。

○主原料は大手合板工場で発生する樹皮。ここに隣接するバイオマス発電所に燃料用のチップを配送したトラックの帰り便を利用して樹皮を運送。
※樹林業の管理山林で発生する低質材丸太は、燃料用チップ工場に販売。そこで製造されたチップの一部を、助燃用に調達。



2016～2017年度　NEDO事業

【FS結果】

1）石油価格が大幅に下落し、且つ燃料用丸太の価格が高騰

2）丸太ボイラーの性能に関して、本事業で主原料と想定している日本の杉・檜では含水率が高く、想定していたエネルギー効率が得られない。
→丸太ボイラーでESCO事業を行うことは困難

3）補助的な燃料と想定していた樹皮は、丸太に比べると遥かに安価
→必要数量（2500～5,000t/年程度）を確保できる可能性あり、
事業採算性の向上が見込める

4）樹皮を主たる燃料とするバーク焚きボイラーを使ったシステムを中心に検討を進めた

5）安価に入手出来るバークは含水率が60%以上と高く、破砕も必要
→破砕、乾燥コストを含めると丸太と同様、ESCO事業では採算性が得られない。

→引き続き廃棄系バイオマスを燃料としてFS検討を進めた

2018年度　NEDO事業

バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業/地域自立システム化実証事業/「廃棄バイオマスを利用したクリーニング工場への蒸気供給事業の事業性評価」（FS）

【FS時事業イメージ】

FS協力企業：㈱森のエネルギー研究所

【FS結果】

（1）原料調達

・破砕バークは安価に調達できるが発生場所が遠く、水分率にばらつきがある

・果樹剪定枝はFIT売電目的で未利用材チップと同価格で取り引されている

・建廃チップは低水分率で安定しており、安価でかつ鳥取市近郊でも調達できる

・チップ用原木は搬出コストが高く、予備乾燥するための原木置場、チップ化費用が追加で発生

→本事業では、建廃チップと廃菌床を原料とする

（2）エネルギー利用・変換技術

・同工場は敷地が狭く、ストーカー式タイプでは設置面積が大きくなり、敷地に入らない→国産の固定床タイプバイオマスボイラーを選定

→本事業で想定している建廃チップと廃菌床を混合して燃焼テストを実施した結果、安定した蒸気量・圧力を保持できることを確認

・廃菌床は水分率が60％以上と高く、予備乾燥させる必要あり

→エネルギーコストが安価なビニールハウス内での天日乾燥を検討（実証事業時）

（3）システムの工夫・事業性評価

・ESCO事業ではなく、熱需要者が事業者になると、投資回収年数が10年程度となり事業性が高い

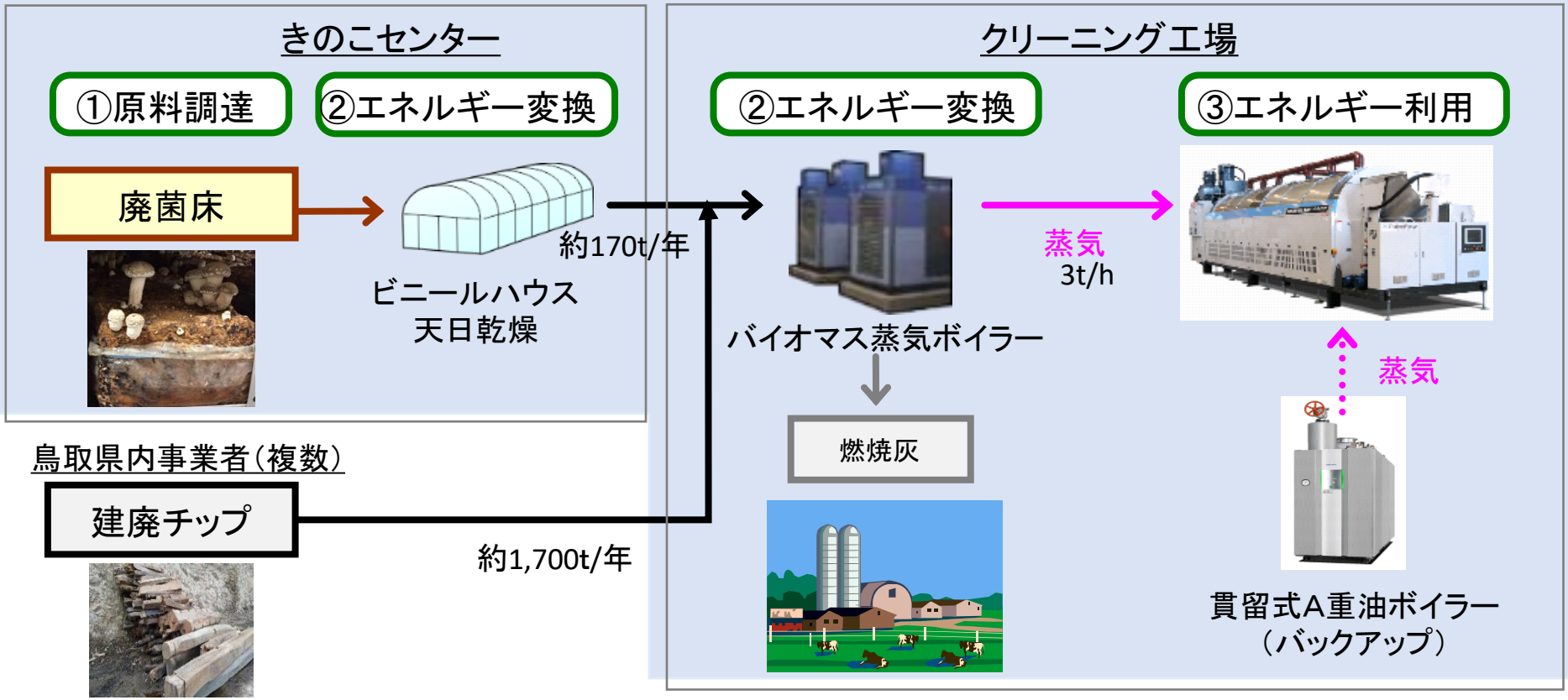
2019～2020年度　NEDO実証事業に受託

「廃棄バイオマスを利用したクリーニング工場への蒸気供給事業の実証事業」

①原料調達の工夫
・建廃チップと廃菌床の選定
→ サステイナブルな原料の確保（価格・品質・量）

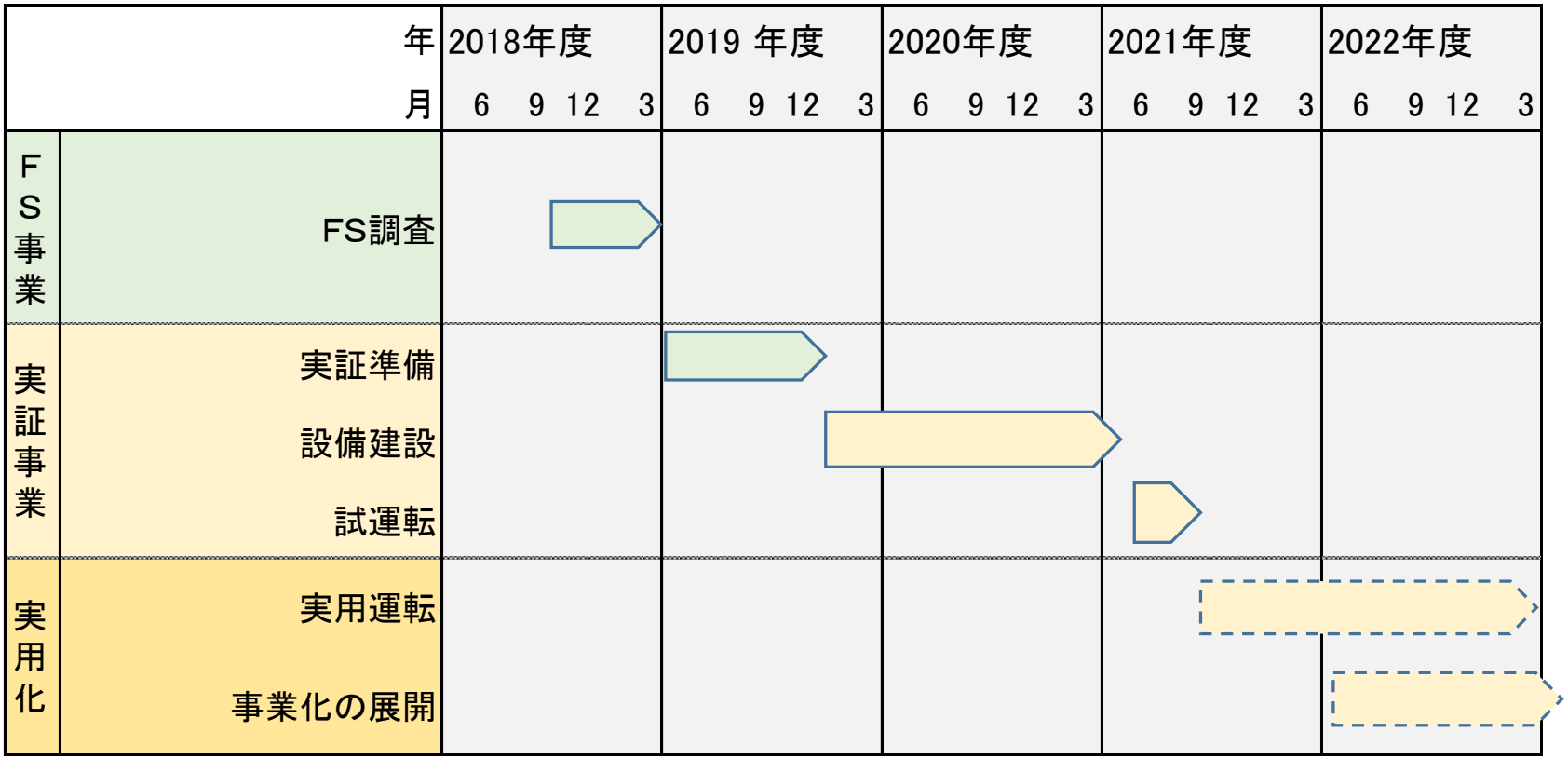
②エネルギー変換の工夫
・廃菌床の自然乾燥、原料混合比率の多様化
→ エネルギー供給の安定化

③エネルギー利用の工夫
・排熱利用、既設施設の利用
→ エネルギー効率向上、運転員負荷の軽減

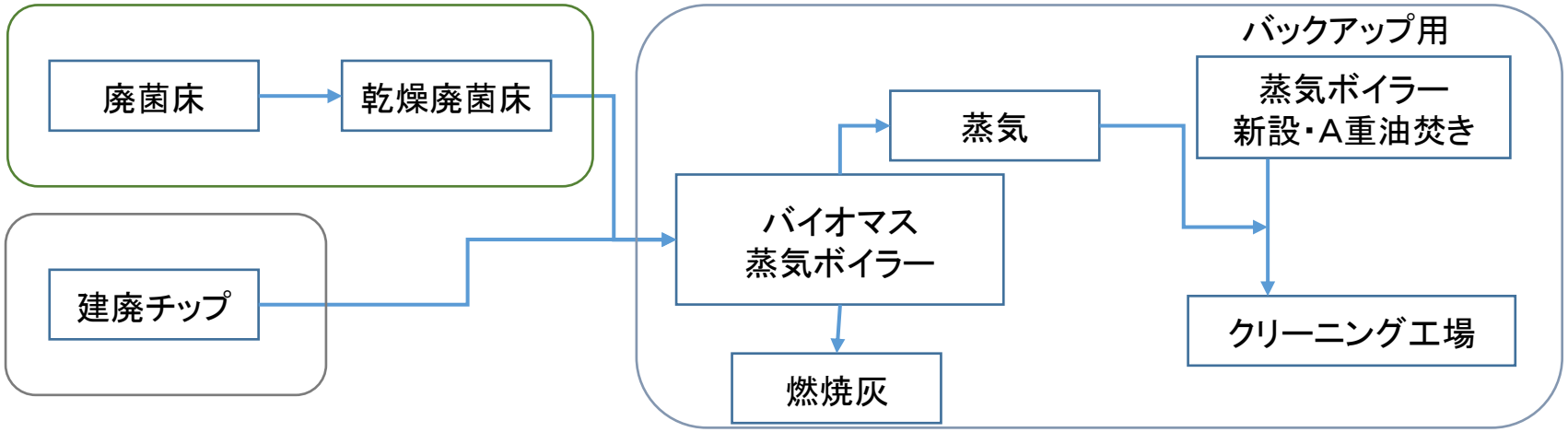


④システム全体の工夫
・災害時被災者支援システムの検討　→レジリエンス対応
・環境条件（敷地制約、地盤条件等）を考慮した機器仕様の選定 → 横展開可能な事業モデルの構築
・林野庁地域内エコシステム構築事業との連携　→地域内エコシステムのモデルづくり推進

【実証事業スケジュール】

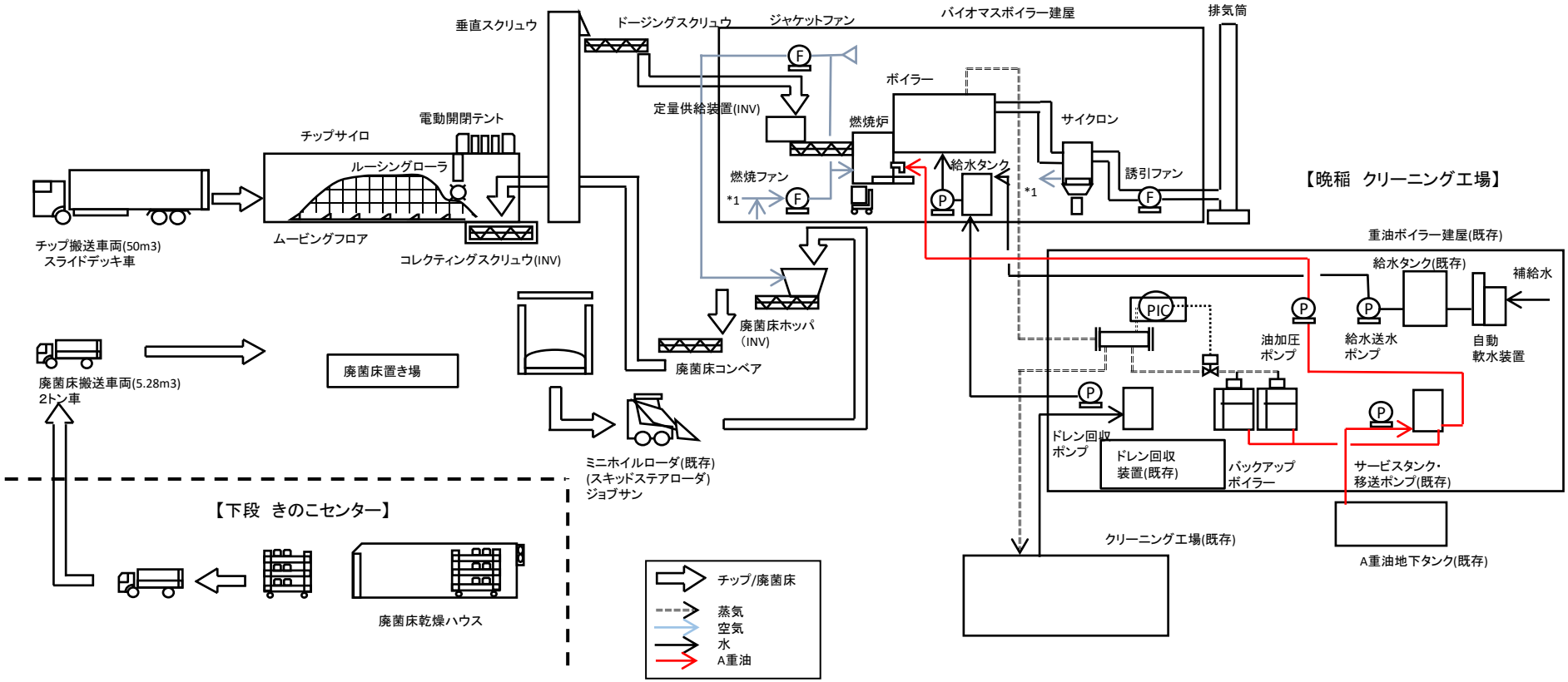

年
月
2018年度
2019 年度
2020年度
2021年度
2022年度
6 9 12 3
FS事業
FS調査
実証事業
実証準備
設備建設
試運転
実用化
実用運転
事業化の展開

【事業の概要：物質収支】



項目	廃菌床	乾燥廃菌床	建廃チップ	蒸気	燃料灰
重量(トン/日)	0.67	0.27	7.02	3トン/時間	0.54
同上(トン/年)	168	67	1,754	―	135
比重(トン/m3)	0.46	0.18	0.24	―	―
容積(m3/日)	1.46(14.6m3/回)	1.49(14.9m3/回)	29.2	―	―
水分(%)	80	50	30	―	―
備考	きのこセンターから年25回(約2回/月)発生すると仮定。6.72トン/回(14.6m3/回)→平日分10日で割ると0.67トン/日。	きのこセンターにビニールハウスを設置し、水分50%まで乾燥させると仮定。2.69トン/回(14.9m3/回)→平日分10日で割ると0.27トン/日。	県内建廃チップ製造会社より購入予定。	最高使用圧力0.98MPa。バックアップ用として新設A重油焚きボイラー(2t/h×2基)を検討。	成分分析の結果より灰分は約7%と想定。

【事業の概要：フローシート】



名称	廃菌床乾燥ハウス	チップサイロ	廃菌床搬送車両	廃菌床置き場	ムービングフロア(2台)	ルーシングローラ	コレクティングスクリュウ(INV)	廃菌床ホッパ(INV)	廃菌床コンベア	垂直スクリュウ	ドージングスクリュウ	バイオマスボイラー	バックアップボイラー(2台)	重油	給水	ドレン
仕様など	40ラック(約17.6m3)	幅8.45mX長さ12.15m(≒102.7m2)X高さ2.0m時≒205m3(実質 約130m3)	荷台:幅1.6mX長さ3mX高さ1.1m≒5.28m3(12ラック分)	幅4mX奥行3.5mX高さ1.3m≒18.2m3	油圧5.5kW幅2mX長さ12.4m+燃料レベルセンサー4ケ	1.1kW直径500mmX長さ7.96m	1.5kW直径250-300-350mmX長さ8.48m+カバーセンサ5ケ	3m3 3軸スクリュー-0.75kW	1軸スクリュー-0.75kW	7.5kW直径400mmX長さ7.02m+燃料レベルセンサー1ケ	1.5kW直径350mmX長さ5.68m	3t/h蒸気ボイラー	貫流ボイラ2t/h 0.98MPa	油加圧ポンプ0.2kW 10L/minX40m	給水送水ポンプ1.5kW 100L/minX29m	ドレン回収ポンプ

【事業体制】

【助成先】

社会福祉法人　ウイズユー

主な実施（担当）項目：
- 全体とりまとめの検討
- 廃菌床乾燥試験の検討・実施
- 実施設計の検討
- 4つの要件のとりまとめ
（①原料調達、②エネルギー変換、③エネルギー利用、④システム全体）

【委託先】

智頭石油株式会社

主な実施（担当）項目：
- メーカーとの調整、実施設計および実証試験運転時の支援
- 報告書まとめ等
- 4つの要件の①、③、④を担当、（森のエネルギー研究所と共同）

（全体工程管理とメーカー等との調整等を担当）

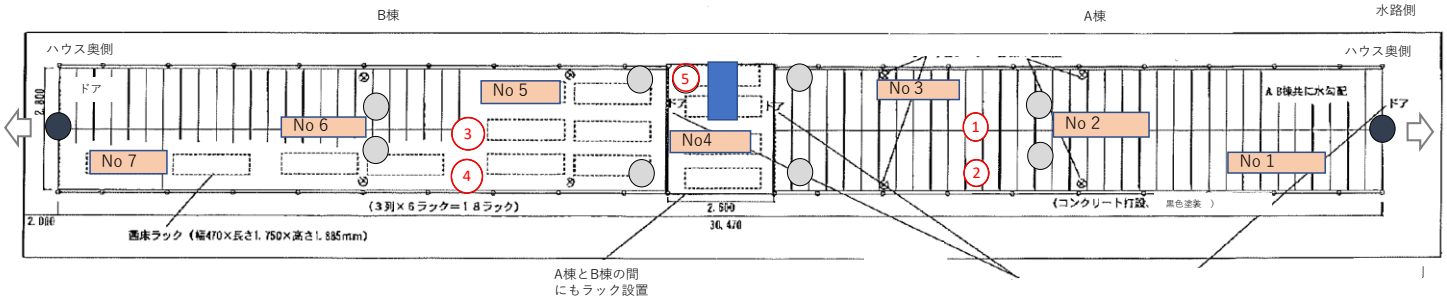
株式会社森のエネルギー研究所

主な実施（担当）項目：
- 廃菌床乾燥試験を計画
- 関係者/省庁との調整、報告書まとめ等
- 4つの要件の②、③、④を担当、（智頭石油と共同）

（廃菌床乾燥試験等を担当）

その他の関連業務【外注：協力企業など】

【廃菌床のビニールハウス自然乾燥】



：サーキュレーター
：換気扇
：重さを計測するはかり
No1 ：重さを計測する台車 No1～No7の7台

廃菌床を自然乾燥させるため、きのこセンター敷地内に、廃菌床用乾燥ハウス(幅2.8m×長さ14m×高さ約3mのビニールハウス)を2棟設置。
1ハウス内に換気扇を1台及びサーキュレーターを4台設置。
乾燥ハウスの両側より外気を導入。
乾燥ハウス内の輻射を考慮し、A棟は床面を黒く塗布した。
乾燥ハウスの両妻面は扉を設置し開閉が出来るようにした。

きのこハウス

廃菌床

乾燥ハウス

ハウス開閉扉

シート開閉ノブ

換気扇

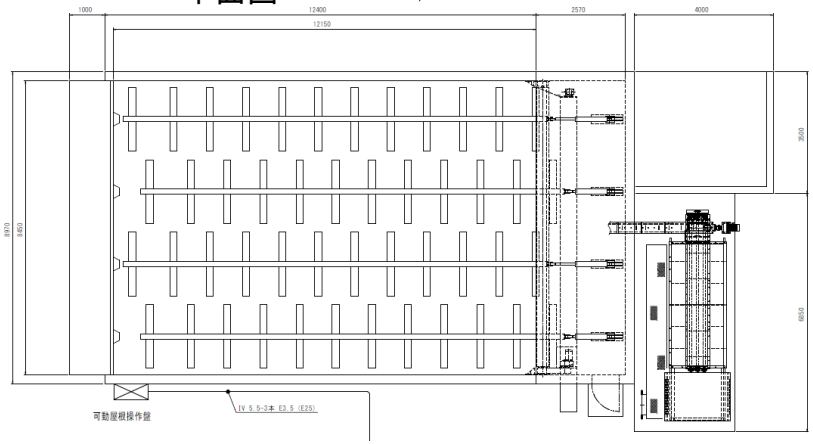
設備名	項目	仕様・数量
乾燥ハウス	棟数	2棟
	寸法	幅2.8m×長さ14m×高さ約3m
	材質	高強度鋼管、クリーンテート、キラ虫ネット等
	開閉部	2面、幅1.2m高さ2.2m、防虫ネット設置
	設備	換気扇1個、コンセント、配電盤等
	床部	A棟（黒）、B棟（白：黒塗装せず）
サーキュレーター	台数	8台
	能力	36m3/min-単相100V
はかり等	－	バー型スケール、秤量1,000kg、スロープ等

【チップサイロ及び搬送機器一式】

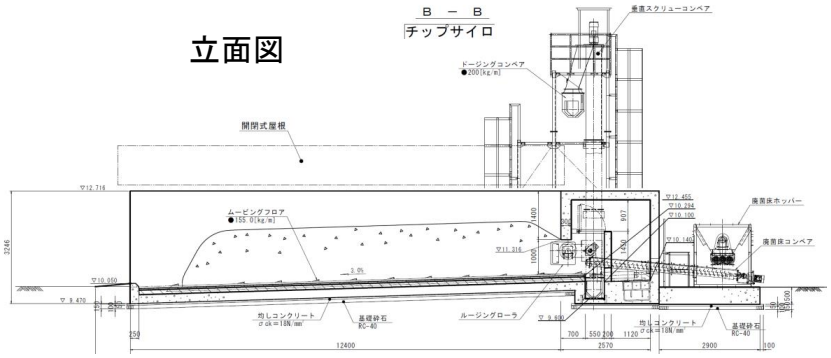
以下の設備を導入して、実証期間中に稼働させて、運転データを採取。

建設予定地は鳥取市の一般廃棄物最終処分場跡地であったことから、掘削による発生土を少なくするため、当初計画していたライナープレート工法による地下サイロを辞め、地上設置型チップサイロを採用。
より多くのチップを貯留できるようにするため、チップサイロ内にチップ搬送車両が乗り入れ可能な海外S社製搬送機器を選定。

平面図



立面図



ムービングフロア

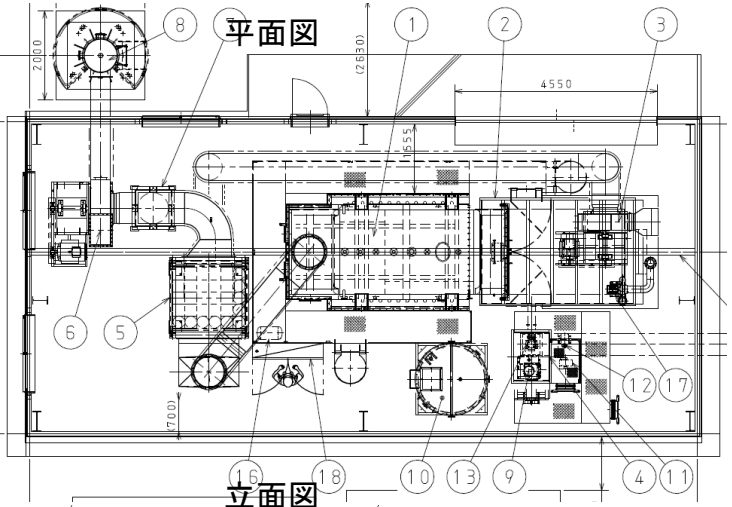
垂直コンベア

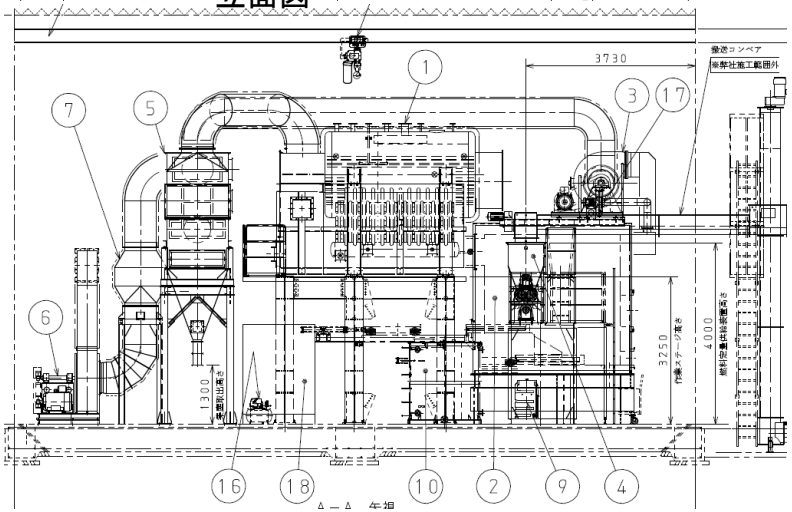
コレクティングスクリュー

【固定床式バイオマス蒸気ボイラーの導入】

以下の設備を導入して、実証期間中に稼働させて、運転データを採取。

本事業では建廃チップを主燃料としており、バイオマス蒸気ボイラーは固定床炉を選択。
FS時に国内外5社のバイオマス蒸気ボイラーを比較検討した結果、最もコンパクトで、かつ初期費用が抑えられること、実際の燃料で燃焼テストが出来ること等を理由に、国内Y社製の3t/hバイオマス蒸気ボイラーを選択した。





各設備の仕様

設備名	数量	仕様
本体	1	水管煙管式ボイラー、固定床炉
		蒸発量：3t/h、最高圧力：0.98MPa
燃焼室	1	耐火キャスタ、灰出しプッシャー2.2kW
		着火用バーナー（A重油）
ボイラー廻り	1	安全弁、サイレンサー、液面計他
自動給水装置	1	給水タンク：2.5m3、給水ポンプ：3.7kW
		循環ポンプ：0.75kWなど
送風機	1	燃焼ファン：22kW、誘引ファン：37kW
定量供給装置	1	スクリュウ：1.5kW
排ガス処理装置	1	マルチサイクロン

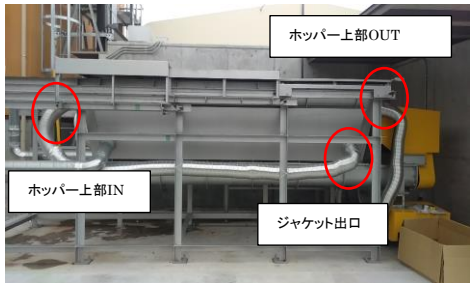
【廃菌床の追加乾燥設備導入】

廃菌床の追加乾燥設備を導入し、実証期間中に稼働させて、運転データを採取した。

乾燥ハウスで自然乾燥された廃菌床は、クリーニング工場横の屋根付きの廃菌床置き場に一時保管された後、ホッパー部がジャケット構造になった廃菌床ホッパーへ投入し、バイオマス蒸気ボイラー棟内の温風を吹込み、廃菌床を追加乾燥する。廃菌床ホッパーは三軸スクリュウとなっており、乾燥した廃菌床は破砕されながら、コレクティングスクリュウの中央部へ供給され、建廃チップと一緒にバイオマス蒸気ボイラーへ投入される。

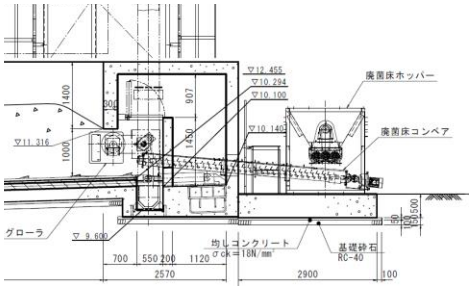
廃菌床置き場

廃菌床ホッパー



ホイルローダー

廃菌床



設備立面図

廃菌床ホッパへ送られた温風は、廃菌床ホッパー上部（写真のホッパー上部IN）へ投入し、その反対側のホッパー上部OUTから排出され、廃菌床とホッパー蓋との間の湿度の高い空気を外部へ排出する。

設備仕様

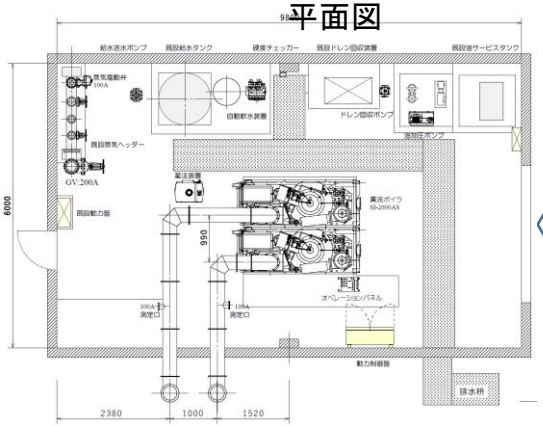
設備名	数量	仕様
廃菌床置き場	1	寸法：幅3.8m×奥行3.2m×高さ2.3m(最低高さ)
廃菌床ホッパー	1	容量：3m3、3軸スクリュウ-INV（1.5kW）
ジャケットファン	1	ターボファン(2.2kW)
廃菌床コンベア	1	1軸スクリュウ(0.75kW)
ダクトファン	2	ダクト長さ：片側約5m、0.1kW×2
廃菌床搬送車両	1	積載重量3t、横あおり開閉式

【バックアップ用ボイラー導入】

バックアップボイラーを導入し、実証期間中に稼働させて、運転データを採取した。

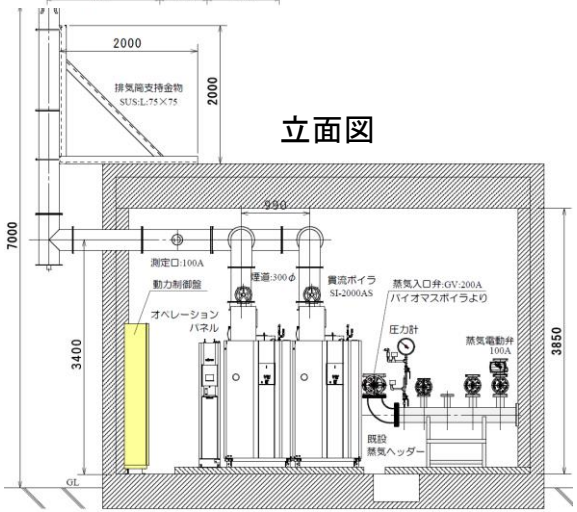
本事業では、バイオマス蒸気ボイラーのバックアップ用のボイラーとして新たに2t/hの貫流ボイラー2台を設置。
バイオマス蒸気ボイラーからの蒸気圧力が落ちると、自動的にバックアップ用ボイラーが立ち上がり、蒸気をクリーニング工場へ供給する制御を導入。

平面図



立面方向

立面図



設備仕様

設備名	数量	仕様
蒸気ボイラー	2	貫流ボイラー
		蒸発量：2t/h、最高圧力0.98MPa
		燃料： A重油
自動軟水装置	1	通水量：3～6kL/h
給水送水ポンプ	1	100L/min×29m、40A
油加圧ポンプ	1	10L/min×40m、15A
ドレン回収ポンプ	1	100L/min×120m、32A
蒸気電動弁	1	型式：電動ボール弁、100A

【事業目標と達成状況】

1．事業の目的と目標について

（1）事業目的

（福)ウィズユーのクリーニング工場で使用しているA重油を建廃チップへ燃料転換する。加えて、同社きのこハウスで発生する廃菌床を乾燥ハウス＋バイオマス蒸気ボイラーの廃熱を利用して乾燥させ燃料化する。

（2）事業目標

価格変動の激しい化石燃料（中国地方でのA重油の直近10年の価格変動は46円/L～115円/Lで、平均の71円/Lのおよそ0.7倍～1.6倍で変動している）に代わり、安価で価格変動の小さい建廃チップと、自社内で調達可能な廃菌床を燃料にしたバイオマス蒸気ボイラーを導入する。

2．達成状況と結果について

実証試験中において、きのこセンター内に新たに設置した乾燥ハウスで廃菌床を乾燥させ、更にバイオマス蒸気ボイラーの廃熱を利用した廃菌床ホッパで追加乾燥を行い、建廃チップと混ぜて同ボイラーへ供給し、3t/hの蒸気を製造出来る事を確認できた。

蒸気量1t当たりのコストが事業導入前が6,723円／tであったものが、1,984円／tとなり、約70%の燃料費の削減効果が得られた。（実証事業終了時点）

＊政府による価格抑制策が発動されるように、重油などの価格が上昇している中、当初の目標である、安価で価格変動の小さい建廃チップと、自社内で調達可能な廃菌床を燃料にしたバイオマス蒸気ボイラーを導入することで、燃料の変動に左右されにくい事業体の確立に資する体制となった。

3，課題

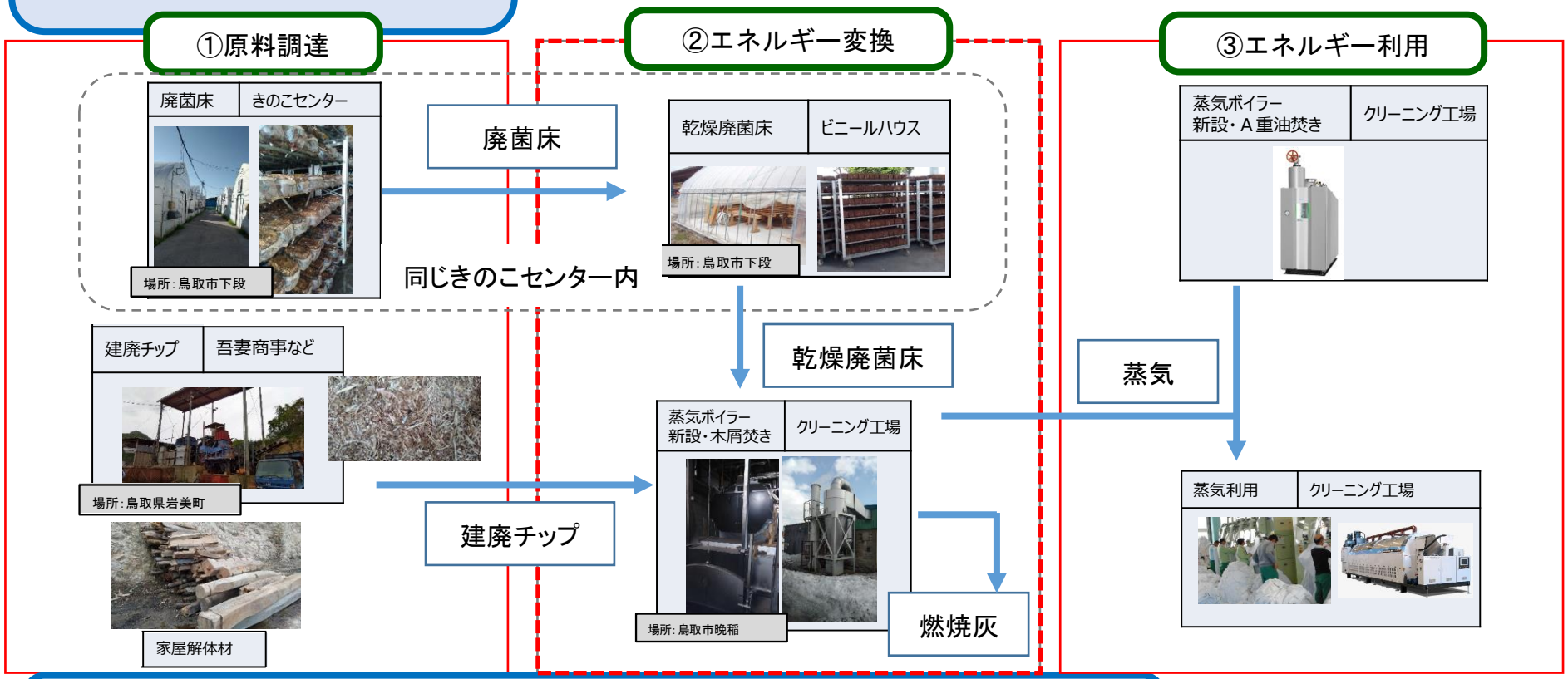
ウォーターハンマーによる蒸気配管の一部破損のため、2021年12月初旬より稼働停止中。その他課題として燃焼炉内に発生するクリンカの発生抑制があり、2022年3月中に蒸気配管の復旧とボイラーメーカーによるクリンカ対策を完了させ、早期安定稼働を目指す。

【4つの要件・検証状況と結果】

①原料調達の工夫
- 建廃チップの選択
- 調達先の検討
- 建廃チップ以外の燃料

②エネルギー変換の工夫
- 廃菌床の自然乾燥
- 事業継続性

③エネルギー利用の工夫
- ボイラー建屋内の温風の利用
- バックアップに貫流ボイラーを採用



④システム全体の工夫
- チップサイロ及び搬送機器の検討、・ダスト対策、・廃菌床の活用

実証事業範囲

鳥取県
鳥取市

【原料調達の工夫】

（1）建廃チップの性状分析

建廃チップの調達先として三社（A社（株）、B社(有)、C社）の候補検討した結果、スクリーンの大きさ、磁選機の数により異物混入量とチップサイズ幅が大きく異なる事が判明し、異物とサイズの大きなチップの混入量が少ないA社に絞り込んだ。（低品質チップではサイロ詰まり、破損あり）

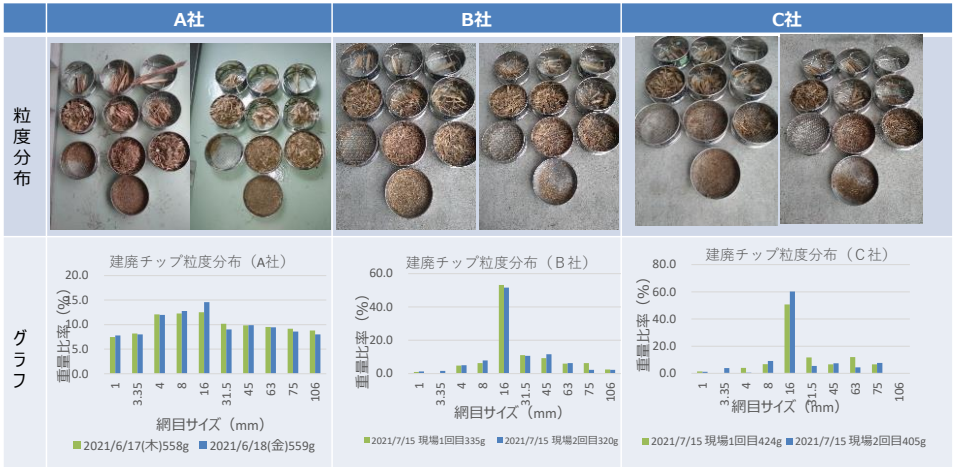
（2）チップの搬入試験

スライドデッキ車はダンプ車よりも効率良く短時間でチップ下ろしが出来る事が判り、チップの搬送はスライドデッキ車を優先する事とした。

（3）建廃チップ用の水分率計の選定試験

2018年度FS時に視察した民間食品工場のバイオマスチップ蒸気ボイラーで使用していた高周波数方式の水分計を採用する予定であったが、建廃チップでは正確な水分計測が出来なかった。

新たに挿し込み型の水分計を選定し、建廃チップで検定したところ、赤外線式の水分測定値と相関する事が判り、こちらを採用する予定。



建廃チップ粒度分布結果

FS時の水分計

挿し込み型の水分計

スライドデッキ車によるチップ搬入

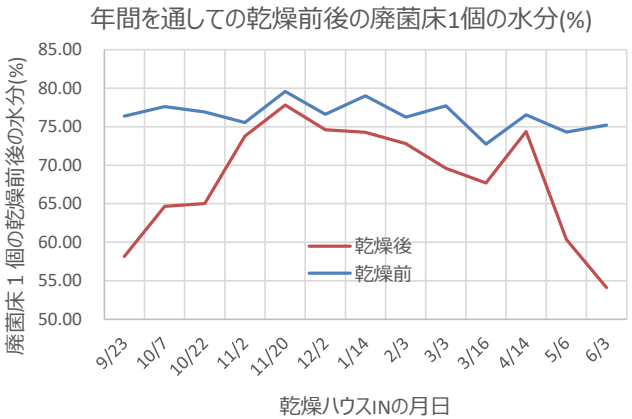
【エネルギー変換の工夫】

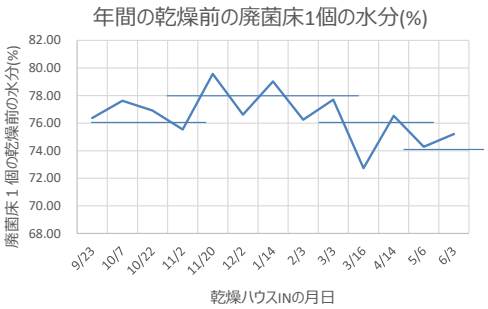
（1）廃菌床の乾燥ハウスでの乾燥試験

2020年7月～2021年6月の1年間を通して、廃菌床が発生するきのこセンター敷地内に乾燥ハウスを2棟設置し、自然乾燥の試験を実施。ハウス内の温度や通風などの条件を変えて、より低コストで廃菌床が乾燥する条件を探した。結果、冬季は、通風(換気)量が、中間期から夏季は温度の影響が大きいことが分かった。冬季に通風量を増やした場合、水分は約66%まで下がった。

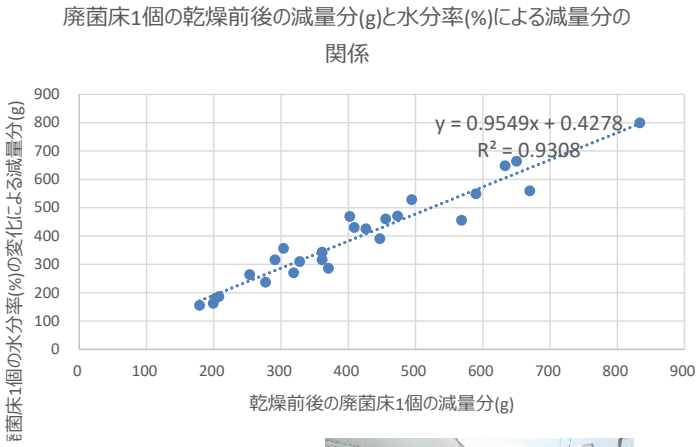
乾燥前後の廃菌床数個の重量を計測することで、乾燥後の廃菌床の水分率を推定する方法を考えた。

この方法により、簡易に乾燥ハウス後の廃菌床の水分を推定することができるようになった。





	乾燥前
冬季	78%
夏季	74%
中間期	76%



（2）廃菌床搬送車両の積載試験

・1回の積載量は12ラック分。所要時間は約30分。
・廃菌床のラック数は全部で40ラックなので、3～4回往復する。
・きのこセンターとクリーニング工場の片道の所要時間は約12分。荷降ろし時間は約5分。
・全搬送時間は、約3～4時間。

これまでは廃菌床を肥料として活用するため、軽トラで圃場まで10回以上往復して1,2日掛けて、廃菌床を搬送していたが、大幅に時間短縮できるようになった。

【エネルギー利用の工夫】

（1）廃菌床の追加乾燥試験

廃菌床ホッパーへ廃菌床（水分65%）を投入し、ジャケットファンで温風を供給した結果、3日後の廃菌床の水分は自燃できる約55%へ低減した。

右表は、廃菌床の乾燥後の水分と建廃チップの減量率の関係を示す。

廃菌床水分(%)	40	50	60	70	80	備考	
廃菌床消費量	0.22	0.27	0.34	0.45	0.67		
廃菌床水分量	0.09	0.13	0.20	0.31	0.54		
ＳＳ量	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13		
水分減少量	0.45	0.40	0.34	0.22	0.00	水分の潜熱	想定
総熱量(GJ/日)	2.16	2.05	1.88	1.60	1.04	2.514	MJ/kg
必要熱量	104.23	104.23	104.23	104.23	104.23		
チップの熱量	102.07	102.18	102.35	102.63	103.19		
チップ必要量	6.94	6.95	6.96	6.98	7.02	トン/日	
チップ減量率	98.91	99.02	99.18	99.46	100.00		

（2）バックアップ用ボイラーの性能試験

蒸気ヘッダー管の電動弁により、バイオマス蒸気ボイラーとバックアップ用ボイラーである貫流ボイラーが自動で切り替わることを確認した。工程としては、バックアップボイラー立上げ⇒バイオマス蒸気ボイラーの灰出し⇒ボイラー立上げ⇒蒸気ヘッダーの電動弁開⇒バックアップボイラーからバイオマス蒸気ボイラーへ切り替わり、となり、自動切り替わり後も、クリーニング工場は支障なく稼働している。

（3）災害時被災者支援システムの検討

本設備を活用した災害時における被災者支援システムとして、①差圧式発電設備、②非常用自家発電装置③既設の浴場利用を試算した。

①の結果を一例として右表に示す。
年間収支がマイナスになっており、イニシャルコストの元を取れない。
②イニシャルコストが高く、導入が難しい。
③直接、薬品が混入されたボイラー缶水を利用することは難しいと判断。

項目	仕様/コスト
イニシャル	3,000万円
出力	140kW(3t/h)
削減額	52.7万円/年
メンテ費	約250万円/年
年間収支	約-200万円/年

【システム全体の工夫】

ムービングフロア稼働前

チップ受入後の状態

（1）チップサイロと搬送機器の検討

チップサイロを地上に設置し、これに適した搬送機器を導入した。
搬送機器については大きな詰まりなどのトラブルは発生していない。

（2）ムービングフロアの建廃チップ搬入試験

チップ搬送車が乗り入れるチップサイロにおいてチップの搬入試験を行い、ムービングフロアの挙動を把握し、チップ受入や運用方法をルール化した。

（3）建廃チップのバイオマスボイラー投入量算出試験

チップ搬送機器の稼働時間によるチップ搬送量を実測し、チップ投入量を算出できるようにした。

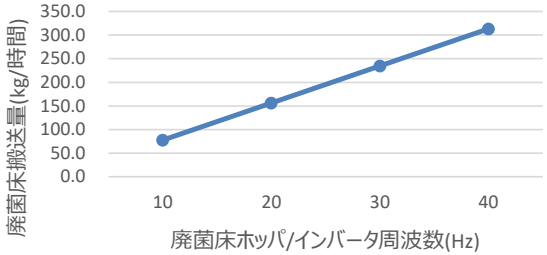
（4）廃菌床のバイオマスボイラー投入量算出試験

廃菌床ホッパのインバータ周波数と廃菌床の搬送量を実測し、
バイオマス蒸気ボイラーへの投入量を算出できるようにした。

（5）ダスト対策のスプレー噴霧試験

建廃チップの水分は30%-WB以下で乾燥しているため、荷下ろし時のダストが懸念された。そのため、スプレーノズルを選定し、噴霧試験を実施した。
結果、チップ荷降ろし時のダスト発生を抑制でき、効果が見られた。

廃菌床ホッパ/インバータと搬送量の関係



スプレー噴霧時

【トピックス・課題】

1. トピックス

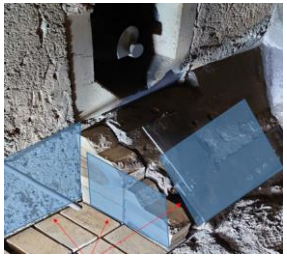
(1)バイオマスボイラー炉内クリンカ発生対策

バイオマス1次燃焼炉内にクリンカ(溶融灰)が発生し、炉壁や火格子に強固に固着し、運転毎に炉内に入りクリンカを取り出す作業が必要となり、対策の検討を進めた。

固定庄炉であるため灰が運転停止まで炉内に残り、900℃以上の高温下でクリンカが発生すると考えられた。

固定庄炉でクリンカ発生をゼロにする事は難しく、クリンカ除去作業を簡便にする為、クリンカが固着し難い金属製の板を炉壁に取り付ける等の対策を進める予定。

クリンカ発生状況



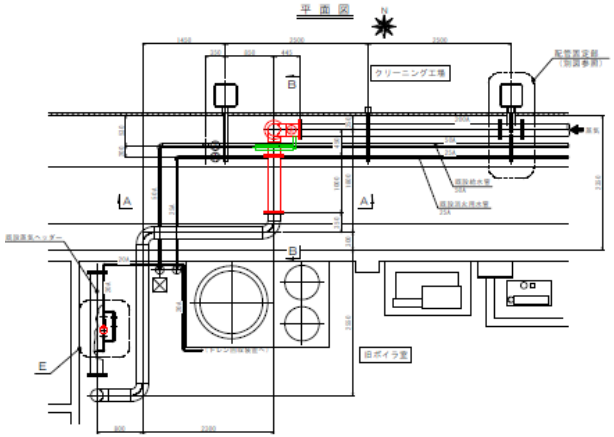
クリンカ付着防止案

(2)蒸気配管一部破損

ウォーターハンマーが発生し、クリーニング工場と旧ボイラー棟の間に設置したフレキ管が破損した。

原因は、フレキ管内に残留していた水分と、既に設置していた伸縮継手が機能しなかったためと考えている。

対策として、スチームトラップの追加とトラップ容量アップ、及び伸縮継手が機能する配管改造(固定点の追加)を実施する予定。



【実証事業後の展開について】

1．横展開について

（1）廃菌床の自然乾燥と追加乾燥

高含水率の廃菌床を自然乾燥する条件を把握できた。廃菌床に限らず、高含水率の対象であれば、温度と湿度が重要となり、特に乾燥が進まない冬季には、換気や通風が効果的となる事が明らかとなった。
また、バイオマスボイラー棟の排熱を廃菌床の乾燥に循環使用する手法も安価な乾燥方法の一つとなる事が判った。

（2）搬送機器

本事業では地盤が弱く、敷地が狭い場所にバイオマス蒸気ボイラーを設置するため、国内初となるチップ搬送車両が乗り入れできる地上式ムービングフロア、搬送機器一式を採用した。

今後、立地条件が悪いところ、敷地に制約がある場所にバイオマスボイラーを導入する場合の参考事例となる。
（キーワード：コンパクトなボイラシステム、地上式サイロ）

（3）バイオマスボイラー

建廃チップの様な水分率が低い燃料を使用する場合、安価な固定床炉式バイオマスボイラーを利用できる一方、クリンカの発生対策や、定量供給装置の詰まり対策が今後の設計や導入時の留意点になる。

2．メディアへの情報公開

新日本新聞社「日本海新聞（2021年10月18日掲載」

【2021年10月地元有力新聞への掲載】

地域経済ウオッチ

ボイラー更新で燃料費圧縮

「ウィズユー」運営のクリーニング工場

経営安定とSDGs実現

社会福祉法人ウィズユー（鳥取市晩稲）が運営する、就労継続支援A型事業所ウィズユー千代工場（同）の千代クリーニング工場がボイラー施設を更新した。建築廃材などを燃料に使うバイオマスボイラーを採用して燃料費を大幅に圧縮し、持続可能な開発目標（SDGs）の実現への寄与と経営の安定による事業持続の両面で高い効果を狙う。

ウィズユーではホテルリネンのクリーニング、野菜やシイタケの栽培、軽作業などを手掛け、約120人の就労を支援している。中核のクリーニング事業は1996年に操業を開始し、年間約1億円を売り上げている。2017年には洗濯

新ボイラー棟（右奥）と燃料となる建築廃材チップ置き場＝鳥取市晩稲の社会福祉法人ウィズユー

私達は地域資源である木材の
価値を最大限に引き出すこと
で地域社会に貢献します！

智頭石油
www.chizu-sekiyu.com

智頭町　杉神社