

環境省低炭素地域づくり集中支援モデル事業委託業務
(降雪山間地域の未利用バイオマスを利用したトリジェネ
レーションシステム実証事業)

横手トリジェネレーションプロジェクト

平成25年度事業成果報告会

平成26年7月24日

(一財)石炭エネルギーセンター
技術開発部 齊藤 知直

1. 事業の概要

(1) 目的、ねらい

<目的>

- ・**降雪山間地域**の産業活動から生じる**未利用木質バイオマスの利用**
- ・ガス化コジェネレーション設備とバイオコークス製造設備からの**電力、熱、並びにバイオコークスを生産するトリジェネレーションシステム**の構築
- ・二酸化炭素削減効果や事業性・採算性、他の地域への波及性並びに地域づくりの貢献性等についての検証

<ねらい>

- ・**小規模ガス化コジェネレーションの事業性改善**
→バイオコークス製造設備を統合
- ・**バイオマスの安定供給**
→降雪期の収集実施、バイオマスコンテナの活用
- ・**高水分/高塩分の低質バイオマスの効率的な利用**
→石炭・石灰を補助的に数%混合して共ガス化効果を確認

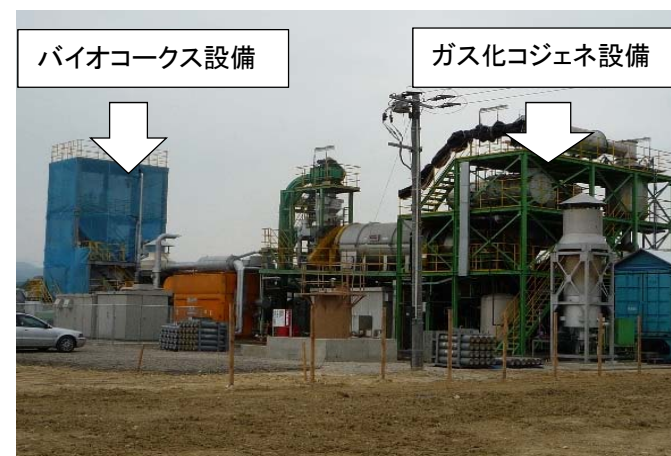
1. 事業の概要

(2) 事業の内容

- ・秋田県横手第二工業団地にプラント用地を確保
- ・10トン/日ガス化コジェネレーションを山口県岩国市から横手市に移設 (H18~23年度までNEDO実験事業で利用した遊休設備)
- ・0.3トン/日バイオコークス製造設備を新設
- ・バイオマスの収集を実施(主燃料の木質バイオマスは市内の山林から収集)
- ・2年間プラント実証運転を行い、各事業効果を検証



山口県にある元NEDO実験設備を横手市に移設して活用



横手バイオマストリジェネレーション実証設備

1. 事業の概要

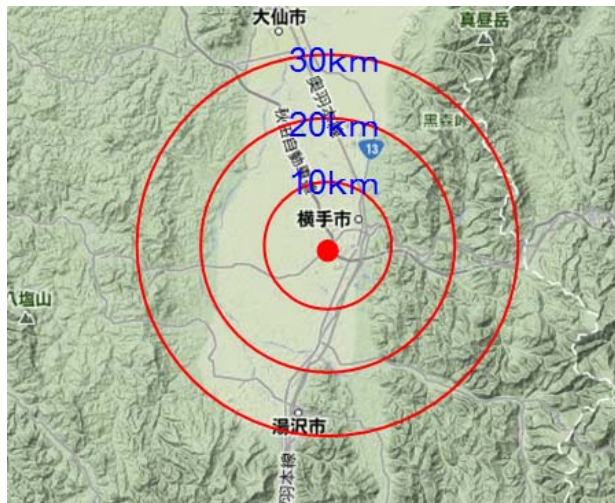
(3) 実証フィールド

ア. 実施場所: 秋田県横手市(人口10万人: 県下第二の都市)

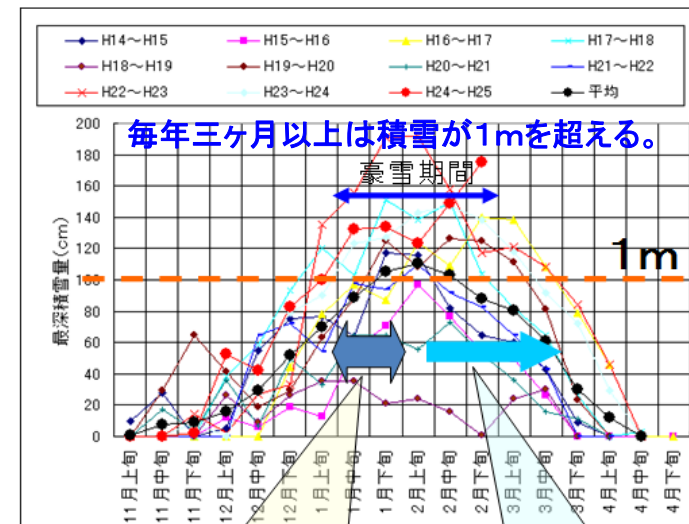
イ. 立地背景: 地域内の豊富なバイオマス資源

- ・100km圏内に石炭火力発電所が無い
- ・未利用間伐材や林地残材の減少により、森林の整備・育成推進のニーズがある

ウ. ハンディ: 豪雪地帯
・降雪期のプラント運転(除雪、凍結)
・バイオマス発電利用事例無し



●プラント位置の三方を山に囲まれていて、最短3kmで山土場に到着する



豪雪期間のうち、最新積雪量が増加する間は入山作業が困難

ピーク後は入山作業が可能になる

2. 事業実施の背景・課題

(1) 事業実施の背景、課題、必要性

【背景、課題】

バイオマス資源は、地球温暖化対策に効果的な再生可能エネルギーとして利用拡大が期待されているが、これまでの取り組み事例を見る限り、事業性の改善が大きな課題である。

【必要性】

- ・東日本大震災以降、再生可能エネルギーへの期待が益々大きくなり、風力や太陽光が利用しにくい地域における取り組みとしてバイオマス利用は重要。
- ・ガス化コジェネとバイオコークス製造による国内初のトリジェネレーションシステム実証。
- ・ハンデの大きな豪雪地帯でのバイオマス利用に事業性を見出せれば、同様な地域への波及につながる。
- ・未利用間伐材や林地残材の有効利用により、森林の整備・育成が進み、しいては地域の林業の活性化につながる。
- ・バイオマス利用への石炭の貢献を実証する。

3.事業効果

<目標効果>

本実証事業を3年間実施して得られた結果を元に、20年間事業を継続した場合の効果を試算して評価を実施する。

(1)二酸化炭素削減効果

本事業による直接の削減効果を定量的に評価する。

⇒CO₂削減費＝初期投資額／削減CO₂量（円／ton）

(2)事業性・採算性

IRRにて事業性を定量的に評価する。

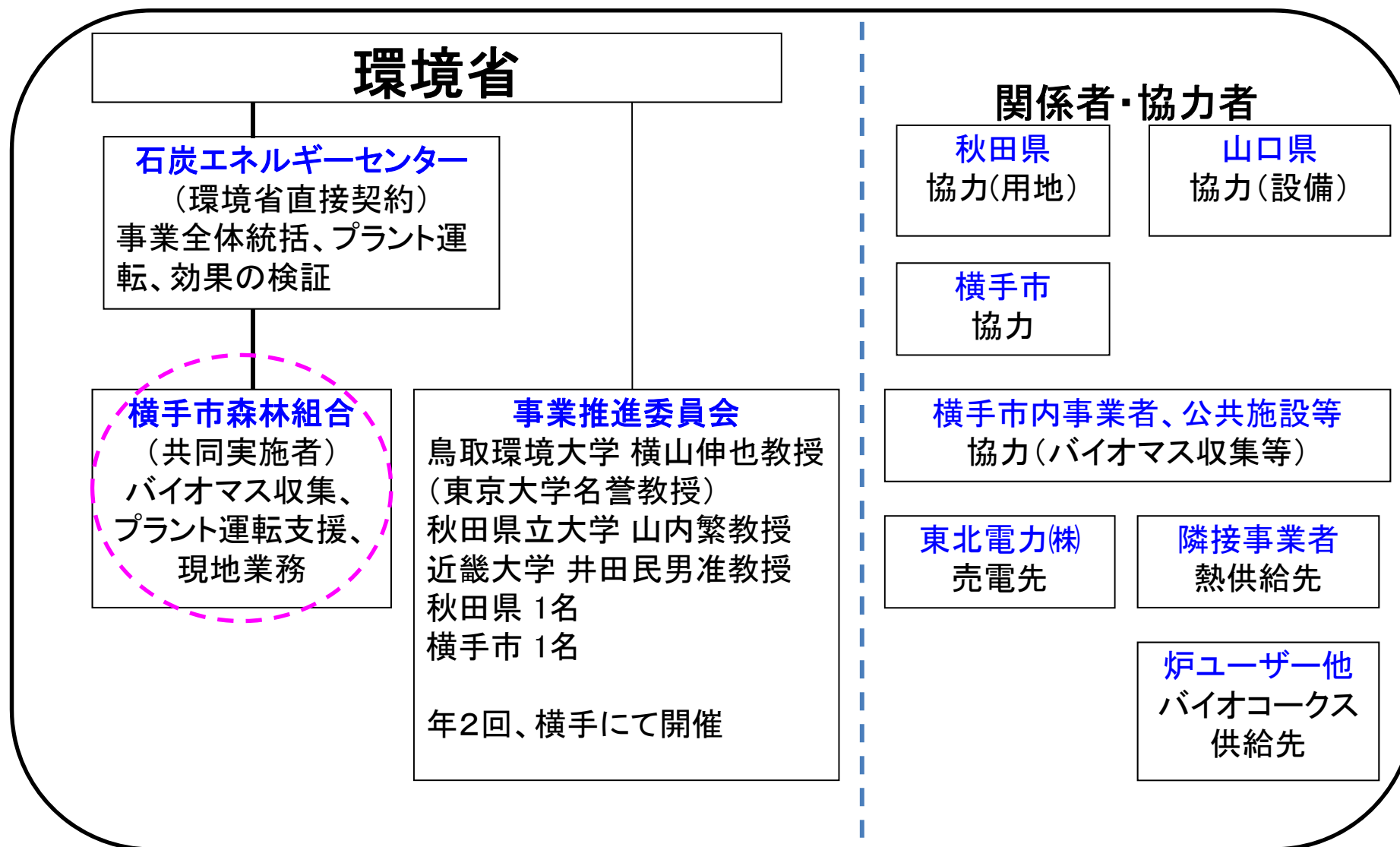
⇒最低限、長期国債購入より有利なこと

(3)他地域への波及性と地域づくりの貢献性

⇒降雪地域での民間主体事業としてパイロット的役割を果たす

⇒実証事業で明らかになった知見と課題を整理して発信する

4. 事業実施体制



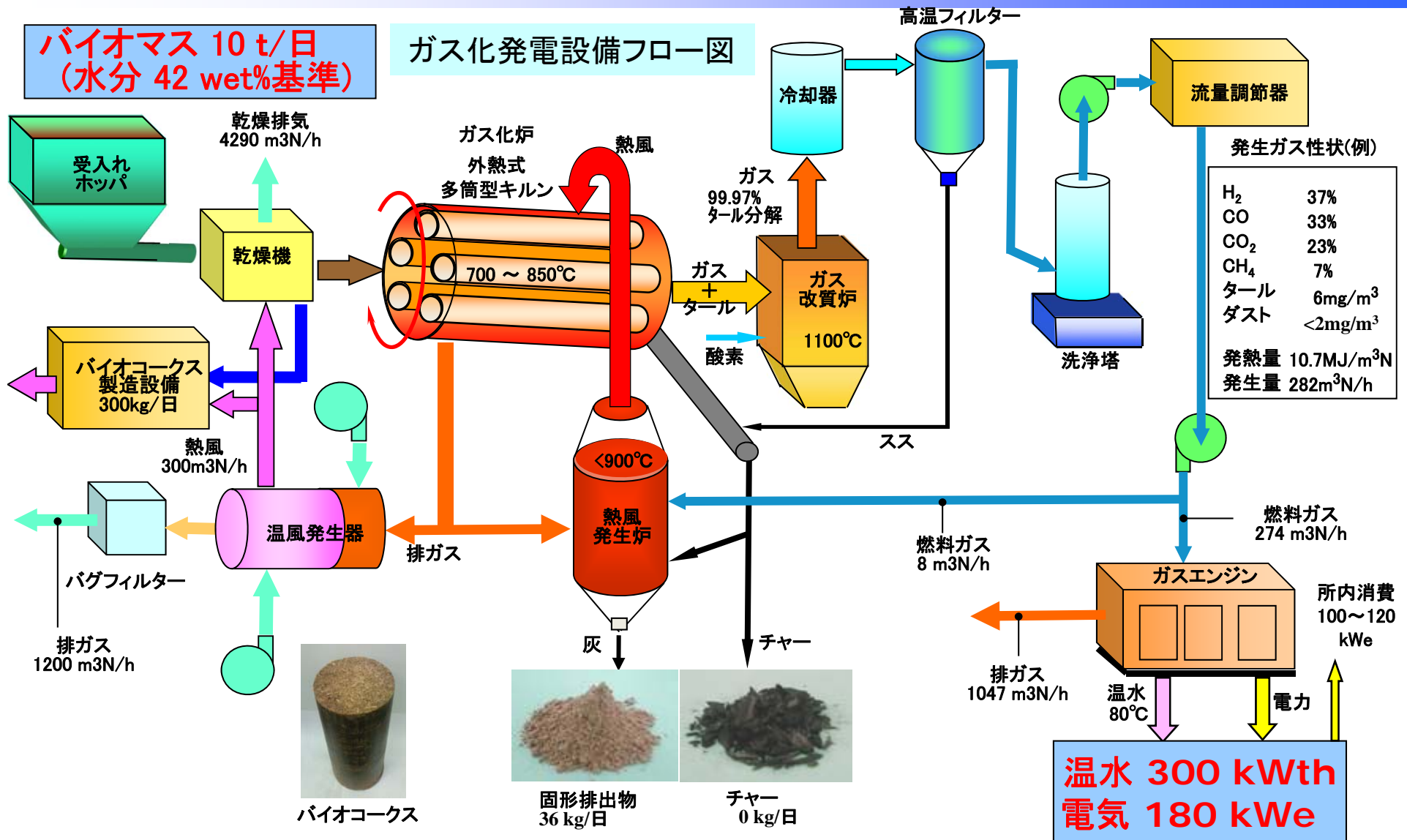
5. 事業実施のスケジュール(3年分)



項目	平成24年度	平成25年度	平成26年度
1. 設備の整備他 ・設計、公的確認取得 ・調達／リース先確定、契約			
2. ガス化コジェネ設備 ・移設工事 ・調整運転 ・実証運転、売電、熱供給 ・石炭共ガス化運転 ・保守メンテナンス			
3. バイオコークス製造設備 ・輸送・据付 ・調整運転 ・実証運転、コークス無償 ・保守メンテナンス			
4. バイオマス収集 ・間伐材、林地残材収集 ・コンテナによる公園等からの調達 ・低質バイオマス利用検討(要協議)			
5. その他 ・事業性等の検証作業と(継続の検討) ・事業推進委員会 ・業務報告書			
実証運転及び石炭共ガス化を実施			
降雪期の収集及び市民からのバイオマス収集を実施			

6. 技術の先進性

ガス化コージェネとバイオコークス製造の統合システムは国内初



ガス化コージェネレーション設備概略フロー (岩国2007年8月20日運転データ)を元に作成

7. ガス化発電設備運転 実績報告

(1) 実証運転計画

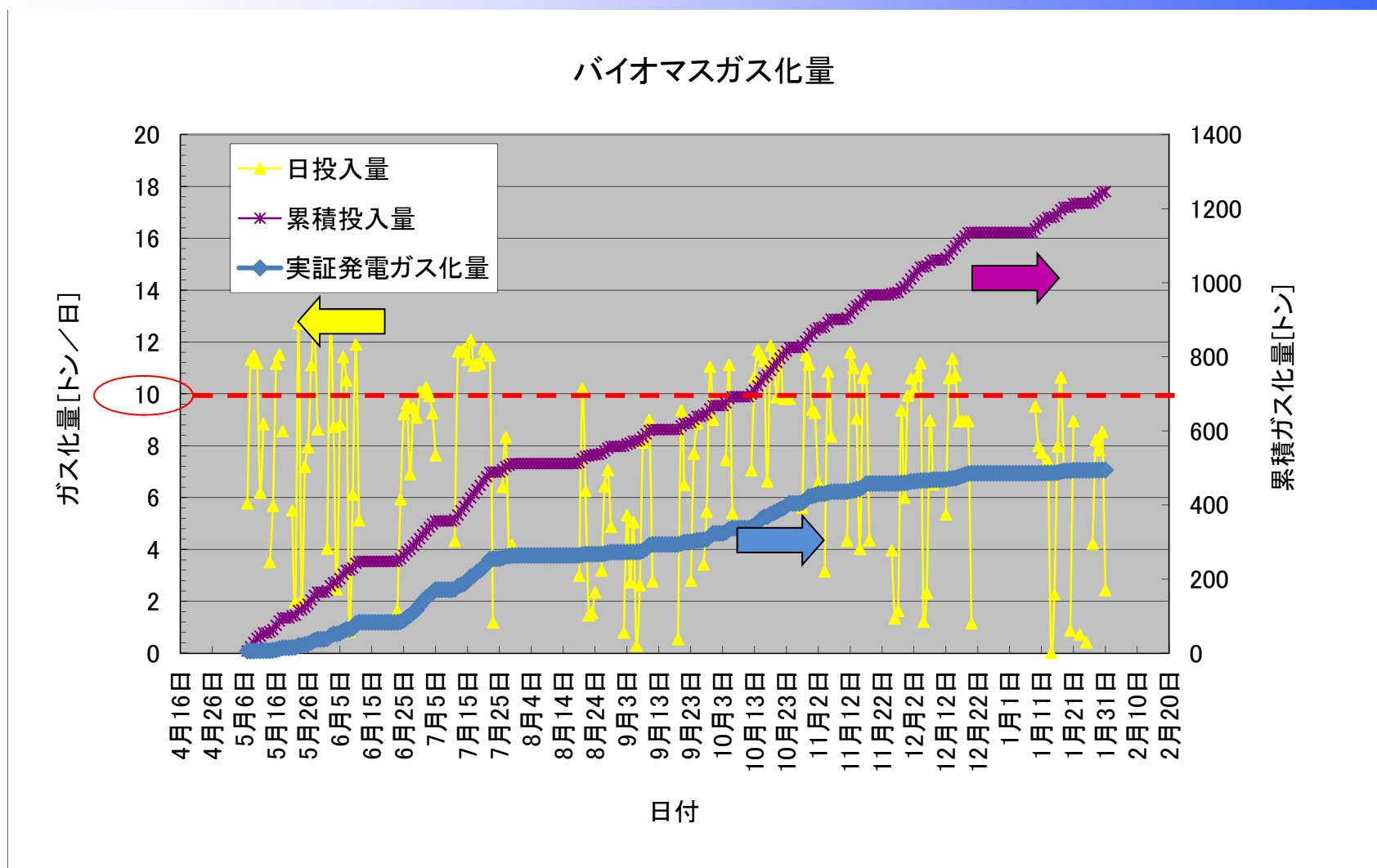
計画値

RUN	主原料	石炭	季節	最大出力	目的	針葉樹	広葉樹	市内
1	針葉樹	なし	春	180kW	季節別に設備の安定性能確認1回目	100		
2	針葉樹	なし	春	205kW	季節別に最大負荷の確認	100		
3	針葉樹	なし	春	180~205kW	季節別に最大負荷確認後の設備の安定性能確認	100		
4	針葉樹	あり	春	180~205kW	原料別に石炭共ガス化の効果の確認	100		
5	針葉樹	なし	夏	180kW	季節別に設備の安定性能確認1回目	100		
6	針葉樹	なし	夏	205kW	季節別に最大負荷の確認	100		
8	針葉樹+広葉樹	なし	夏	180~205kW	原料による違いを確認	74	26	
9	針葉樹+広葉樹	あり	夏	180~205kW	原料別に石炭共ガス化の効果の確認	74	26	
7	針葉樹	なし	夏	180~205kW	季節別に最大負荷確認後の設備の安定性能確認	100		
10	針葉樹	なし	秋	180kW	季節別に設備の安定性能確認1回目	100		
11	針葉樹	なし	秋	205kW	季節別に最大負荷の確認	100		
12	針葉樹	なし	秋	180~205kW	季節別に最大負荷確認後の設備の安定性能確認	100		
13	広葉樹	なし	秋	180~205kW	原料による違いを確認	74	26	
14	市内収集樹木	なし	秋	180~205kW	非間伐材、原料による違いを確認、横手市への貢献確認	50		50
15	広葉樹	あり	秋	180~205kW	原料別に石炭共ガス化の効果の確認	74	26	
16	針葉樹	なし	冬	205kW	季節別に最大負荷の確認	100		
17	針葉樹	なし	冬	180~205kW	季節別に最大負荷確認後の設備の安定性能確認	100		
						1546	104	50
						1700		

<H25年度計画>

パラメータサーベイのため、17回のRUNを実施して、1700トンのバイオマスを利用、18トンのバイオコークスを製造する。

(2) 実証運転実績



実証運転には**1,700トン**のバイオマスを投入し、**1,250トン**のガスを生成。
そのうち、実証発電ガス化量は**506トン**となった。

(3) 不具合の原因と対策

<不具合の原因>

- ・ガス化プラントの老朽化によるトラブルが多発して、毎RUNでプラントが途中停止し、保守を実施した。(利用率が低下、起動・停止時のロス多発)
- ・バイオマス水分は想定したよりも高く、乾燥機的能力が追いつかなかった。エンジンを駆動するための発生ガス量が低く、発電に至らない運転が続いた。

	計画	実績
乾燥機入口水分	42%	53.4%
乾燥機出口水分	15%	23.9%

<設備改善項目>

- ・乾燥機的能力増強
- ・トラブル発生箇所の重点点検、2回以上交換した消耗部品の予備確保

(4) ガス化発電実証運転考察

<これまでの実証結果を経ての整理>

1) ガス化プラントの発送電量が少ない原因

- ・ガス化プラント老朽化に起因する故障復旧や原因究明のための非発電運転の発生
- ・故障復旧、部品到着待ちのため、計画外停止が発生し、稼働率が低下
- ・ガスエンジン発電機老朽化により系統連携への同期に時間を要する
- ・バイオマス高水分に起因する発生ガス量不足による発電量低下発生
- ・運転パラメーター変更による安定化待ち運転時間が長い

2) 運転方法

- ・ガス化発電は直接燃焼発電に比べて複雑、かつ、繊細な設備であり、全機器を正常に稼働させるため、運転技術をさらに高める必要がある

8. バイオコークス製造実績報告

8. バイオコークスの製造利用実証



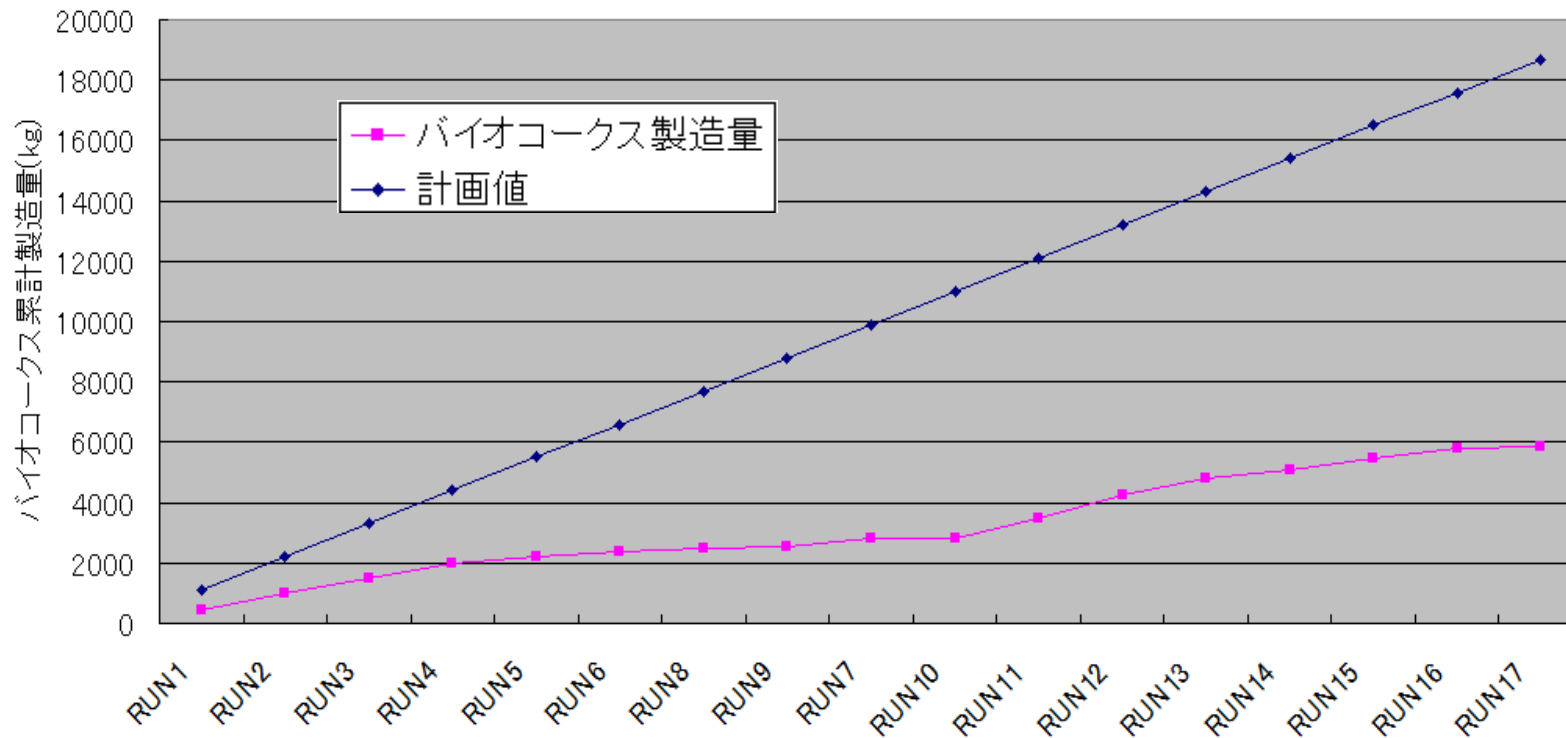
(1)ねらい

- ・当地の未利用資源から高付加価値の新燃料を製造して、利用先に提供してCO₂削減効果を確認する

1,500°C超の高温燃焼用、加炭機能

- ・製造に必要な電気と熱をバイオマスガス化設備から供給を受ける
- ・国産&再生可能燃料(輸入石炭コークスの主要調達先は中国)の採算性、普及可能性検討
 - 大阪府森林組合 10トン/日の製造能力
 - 和歌山県某A事業者 3トン/日の設備を建設中

(2) バイオコークス製造実績



<H25年度計画>

パラメータサーベイのため、17回のRUNを実施して、1,700トンのバイオマスを利用、18トンのバイオコークスを製造する。

<結果>

実証運転にはバイオマスを1,250トンを利用した。バイオコークスは6トンを製造した。

9. CO₂削減効果の検討



(1) CO₂削減量

	バイオマス		発電量		送電量		外部熱利用*3)		バイオコークス製造*2)		化石燃料使用*1)	CO ₂ 削減量
	使用量(トン)	水分(%)	(千kWh)	CO ₂ (トン)	(千kWh)	CO ₂ (トン)	灯油(kl)	CO ₂ (トン)	(トン)	CO ₂ (トン)	CO ₂ (トン)	(ton)
H25年度当初計画値	1700	53.4~ 42	972~ 1240	544~ 694	206~ 263	115~ 147	6.5	16.0	30	61	-75	117~ 149
H25年度 実証結果	506	53.4	285	159.6	60	33.9	1.5	3.6	5.9	11.9	-29.1	20.3
商業運転計画値	2900	53.4~ 42	1658~ 2063	928~ 1155	354~ 441	198~ 247	147	362	81	165	-49	676~ 724

* 1) 実証運転に使用する灯油、軽油、共ガス化用石炭、電気の合計CO₂換算値合計

* 2) バイオコークスは供給先までの輸送時CO₂発生量を差し引く

* 3) 実証運転ではトラックターミナルの暖房用に、商業運転では隣接する製材工場乾燥機に供する計画

(2) CO₂削減率



ア. 電気(東北電力株)

実証運転前 CO₂排出量 4,356万トン(原単位0.56kg/kWh)

実証運転後 60千kWhを東北電力に送電し、33.9トン削減

CO₂削減率 ≒0%(東北電力のCO₂排出量が分母)

イ. 熱(武蔵貨物株)横手ターミナル)

実証運転前 CO₂排出量75.6トン

実証運転後 CO₂排出量72.0トン

CO₂削減率 4.8%

ウ. バイオコークス(各供給先)

実証運転前 CO₂排出量=石炭コークス使用量×CO₂原単位

実証運転後 CO₂排出量削減量=バイオコークス使用による石炭コークス削減量

×CO₂原単位-バイオコークス輸送時発生CO₂

武蔵貨物株横手ターミナルの電気、灯油使用量

年	月	電気 kwh	電気CO ₂ トン	灯油 ℓ	灯油CO ₂ トン	CO ₂ 合計 トン
25	1	16,334	9.1	209	0.5	9.7
25	2	15,353	8.6	380	0.9	9.5
25	3	15,012	8.4	402	1.0	9.4
25	4	5,825	3.3	100	0.2	3.5
25	5	4,009	2.2	0	0.0	2.2
25	6	3,484	2.0	0	0.0	2.0
25	7	3,889	2.2	0	0.0	2.2
25	8	3,442	1.9	0	0.0	1.9
25	9	3,542	2.0	0	0.0	2.0
25	10	4,333	2.4	175	0.4	2.9
25	11	4,518	2.5	563	1.4	3.9
25	12	10,898	6.1	420	1.0	7.1
年間合計		117,733	66	2,634	7	72

送り先	輸送距離(Km)	目的	合計(kg)	石炭コークス使用量(トン/年)	輸送時排出CO ₂ (ton)	CO ₂ 削減率
秋田木工株式会社	14	ボイラ重油燃料代替	2512	重油 120kl	0.01	1.6%
及源鑄造株式会社	82	鑄造用、予熱用	892	300	0.02	0.2%
津軽鉄道	251	石炭ストーブ列車燃料用	820	4	0.05	16.8%
秩父鉄道	505	鑄造用	435	3.6	0.06	7.9%
秋田大学 神屋教授	74	鍛冶用コークス代替	350	2	0.01	~100%
西根鍛冶店	108	鍛冶用	270	1.5	0.01	11.7%
新潟市役所	275	ゴミ溶融炉用	200	2400	0.01	0.0%

10. 事業性・採算性の検討

H25年度運転性能に基づく概略試算値

設備規模	トン/日	10	10	20	20
耐用年数	年	30	30	30	30
建設費	億円	4.5	4.9	7.1	8.1
運転日数	日	292	292	292	292
バイオマス	トン/年	2920	2920	5840	5840
送電量	kWh/年	440643	414205	881287	828410
熱供給量(灯油換算)	kl/年	147	147	294	294
バイオコークス製造量	トン/年	81	162	162	324
灯油使用量	kl/年	8	8	16	16
電気使用量	kWh/年	7857	7857	15714	15714
軽油使用量	kl/年	10	10	20	20
CO2削減量	トン/年	724	874	1449	1748
(収入)					
電気	万円/年	1481	1392	2961	2783
熱	万円/年	1472	1472	2943	2943
バイオコークス	万円/年	567	1134	1134	2268
小計	万円/年	3519	3997	7038	7995
(支出)					
バイオマス収集費	万円/年	1285	1285	2570	2570
灯油	万円/年	80	80	161	161
軽油	万円/年	119	119	238	238
電気	万円/年	9	9	19	19
修繕費	万円/年	450	490	706	809
人件費	万円/年	1400	1400	1400	1400
ユーティリティ	万円/年	200	200	400	400
諸経費	万円/年	100	100	100	100
小計	万円/年	3643	3683	5593	5696
収入-支出	万円/年	-124	314	1445	2299
①投資回収年数	年		156	49	35
②設備導入費用対効	円/トンCO2		18689	16249	15426

ア. 検証に必要なデータの収集方法

- ・精度の高いランニングコストを得るため、安定下の実証運転データを充実させる。
- ・コストダウン検討のため、建設費はメーカーと一緒に詳細に検討する。
- ・プラント規模拡大について収集可能性、熱利用先の容量を確認してから検討する。
- ・バイオコークスだけの製造量拡大について、ガス化コージェネ設備の熱源を確認してから検討する。

イ. 経済的なメリットの検証方法

- ・実証データに基づき、事業性の評価を、20年間の年別収支検討を実施して、IRR (内部収益率)で行う。

11. 他地域への波及性の検討



①これまでの波及効果

ア. テレビ、ラジオ、新聞、インターネットでの報道:

- ・地元紙 2件、業界紙2件、専門紙4件、インターネットニュース3件
- ・横手市森林組合WEBサイトから実施状況等を発信……反響が全国から到来

イ. 論文掲載: 日本エネルギー学会誌1件掲載。

ウ. 視察: 累計で8回、130名超を受入れ。秋田県主催セミナー他で3回の講演を実施。

オ. イベント等: 竣工式(40名)、横手市民を対象にしたバイオマス収集ウイーク実施。

カ. ポスター、ちらし: 横手市広報、秋田県パンフレット、NEDOビデオ撮影

②波及の見込み

・降雪期でもバイオマスを安定収集が可能であることを実証し、55-63%の高水分低質バイオマスからエネルギーを生み出せる技術であることを確認した。長期安定運転を実証すれば、降雪地域に適した技術として普及していく可能性が大きい。

・視察者の中から、バイオコークスプラント新設者が出現(和歌山県、3トン/日規模)

・バイオコークスの提供を通して遠隔地域の産業の低炭素化に貢献できる。

12. 地域づくりへの貢献性の検討



①雇用効果

ア. 運転員: 5名の雇用(4名が地元未経験者、1名が岩手県の経験者)

イ. バイオマスハンドリング要員: 1~2名/日の業務が運転中に発生。

②地元産業への影響度

ア. 未利用間伐材収集: 従来林業業務に収集量増加のため増員が発生
(例 1チーム5名→6-7名体制へ)

イ. プラントの保守点検: 当初は大阪のメーカーのみが担当...地元企業で出来る箇所は地元発注

ウ. 横手市のバイオマス利用検討チームとの連携が進捗

③波及の見込み

ア. バイオマスセミナーを通して当実証事業の周知は進んだ。また、市民のバイオマスへの関心も高まった(25トンが1回の収集キャンペーンだけで市民から集まった)。

イ. 秋田県南部の雄物川流域だけで横手を含め7森林組合が存立し、未利用バイオマス資源が豊富。複数の森林組合が共同実施する可能性があり、当プロジェクトの経験を提供可能。

ウ. 湯沢市の起業家が同様の事業を検討中で、秋田県と協議中(JCOALも支援中)。

エ. バイオコークスの普及: 地産地消型への展開検討。

13. H26年度の事業計画



ア. 今年度は最適な運転条件を特定し、長期運転に向けた課題出しを行った。

⇒来年度はこれを踏まえて設備を改良。長期連続運転を実施し、事業性・採算性を評価。

・送電量の拡大: 乾燥機能力を増強して性能を向上する。不具合発生箇所の重点監視と適宜再発予防措置を実施して、長期連続運転を季節別実施する。

・バイオコークスの増産: 原料確保のため、粉碎屑を篩分けし乾燥機下に投入する。

イ. 今年度運転で、事業性・採算性を評価する上でバイオマス調達費、人件費、修繕費等の支出の多寡がポイントとなることを掴んだ。

⇒来年度支出削減策の効果を確認／評価する。

・収集費: 横手市と協調して市民収集量を大幅拡大、針葉樹に絞り込み、積雪時収集コストの低減等。

・オペレーター費: 習熟度が増したので5人⇒4人体制での運転実施＋JCOAL東京から遠隔監視を実施。

・修繕費低減: 製造メーカー⇒地元企業が出来る箇所を原則移管(今年度一部実施済)

ウ. 解決すべき課題として、事業性改善とCO₂削減効果拡大がある。

⇒来年度、改善検討に必要な実証データを取得する。

・プラント規模拡大: バイオマス収集量拡大のための計画策定を行い、期間を限定して現在の10トンから20トン／日規模に対応した収集を試験的に実施する。

・バイオコークス生産拡大: 現在の0.3トンから0.6トン／日の生産量に倍増した供給を試験的に実施して、利用先の対応状況を検証する。

エ. 他 ⇒来年度、事業推進委員会の開催(1回)、普及活動(講演会、市民収集)を実施

謝辞



この事業は環境省低炭素地域づくり集中支援モデル事業委託業務(降雪山間地域の未利用バイオマスを利用したトリジェネレーションシステム実証事業)として実施しているものであり、本発表許可を頂いた環境省環境計画課殿に謝意を表します。