

平成26年度 木質バイオマス加工・利用システム開発事業

低コストでメンテナンスが容易な
小型ガス化発電システムの開発

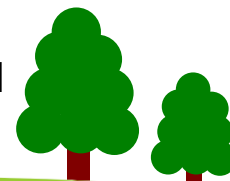
【成果報告会】

平成27年3月11日



<http://www.mori-energy.jp>

Tel:042-578-5130, Fax:042-578-5131



事業概要：事業の実施目的

●目的

小規模でも経済性が成立しうる発電システムが市場に登場すれば、木質バイオマス発電を検討できる地域が拡大。

『低コストで安定した運転性とメンテナンス性の良好な小型ガス化発電システム(50kW)』の開発

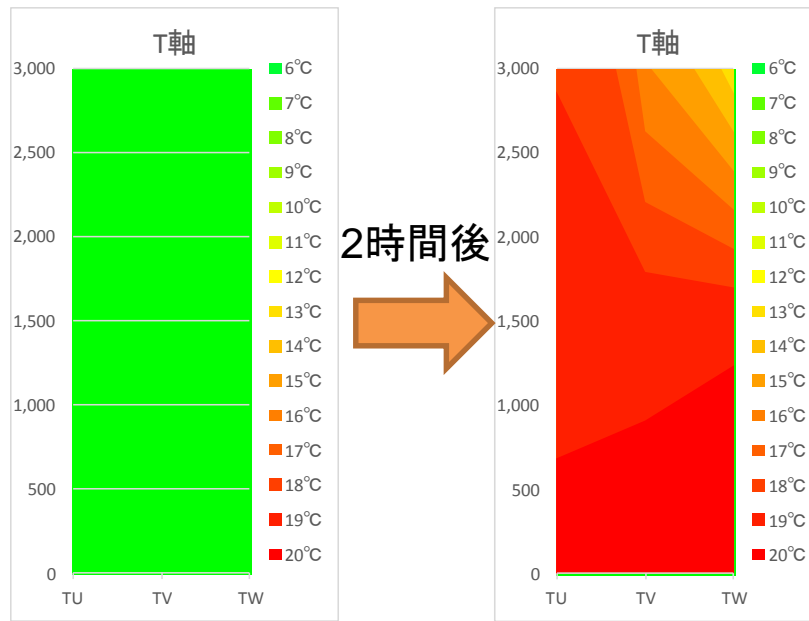
※ガス化発電システムには複数の課題あり

- (1) 原料性状の制約緩和
- (2) 乾燥エネルギーの削減
- (3) ガス中のタール・ダストの除去
- (4) 排水処理費用の削減
- (5) システム起動時間の縮小
- (6) 炉出力の向上
- (7) 建設費の大幅削減

課題をクリアし、
普及性のある小型ガス化
発電システムを開発

本システムの優位性: チップサイロ 兼 乾燥機

- ✓ エンジン排熱等を活用、チップを高く積み上げて乾燥
→ 大気に逃げる高温空気を有効に使える
- ✓ 先に乾燥した下層を優先的に排出、全体として下方に下がったチップ層の上に新しく未乾燥のチップを投入
→ 安定的に乾燥チップをガス化炉に供給



H25年度の乾燥試験における
チップサイロ内温度分布



チップサイロ 兼 乾燥機

本システムの優位性:ガス化炉(ダウンドラフト)

【ダウンドラフト炉の課題】

原料が、火炎熱分解→酸化→還元と
順次反応が進行

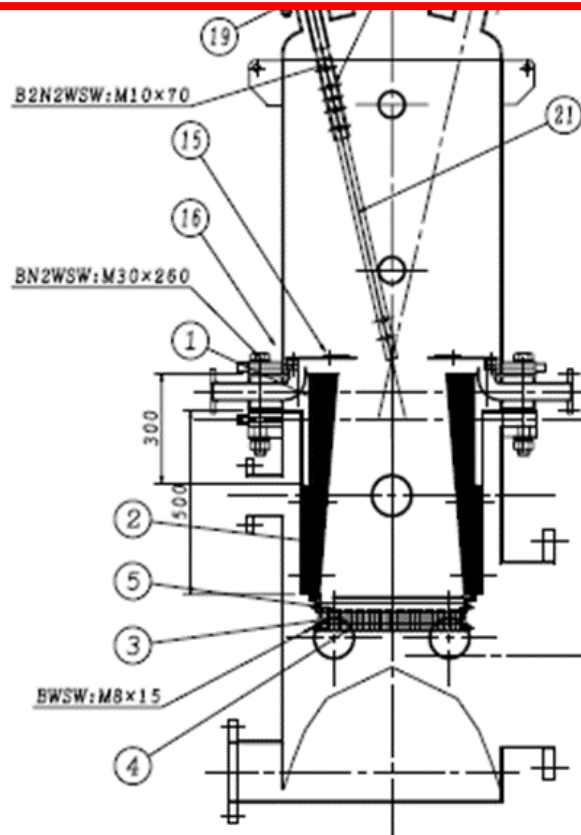
→炉内における架橋現象(ブリッジング)が
重力による原料の流下を阻害

→反応層の消耗と補充の平衡が崩れ、
理想的な反応層順位を持続できない

【考案したガス化炉の機構】

- ①炉は下方に開いた末広りの円筒構造
- ②上下動に揺動細かに原料を排出し、
空隙の発生防止
- ③上部のチップ圧力が炉下部にかから
ないような構造とし、回転機構で燃料を
かき集め少量ずつ炉内部へ供給。

特許申請済



本システムの優位性：汎用エンジンの採用

【一般的なガス化発電システム】

- ①低カロリーガス用エンジンが高価
- ②メーカーメンテ費用が高額
- ③回転数・出力制御が必要なため高額

【本システム】

- ①自動車用に大量生産されている安価な汎用エンジンを使用。
自動車整備工場がメンテを担えることで、コスト低減が可能。
- ②回生制動発電方式を採用
→系統に自動追従するので
制御不要で安価。

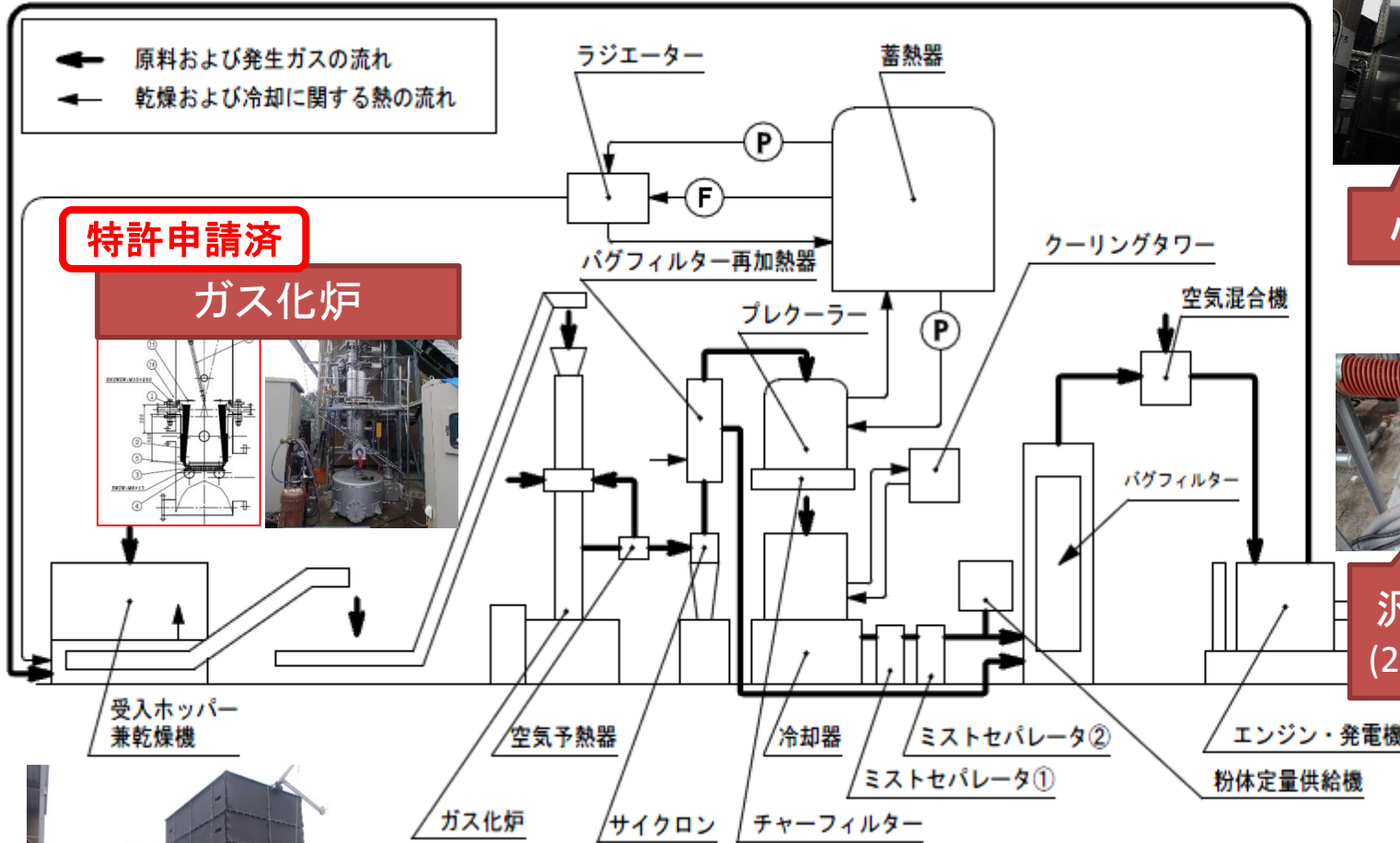


本システムで採用した
エンジン発電機

※制御機器(自動電圧調整器、燃料ガバナ、同期投入装置)が不要。

システムフロー

ドライシステムによるガス化発電システム（水処理コストの低減）



バグフィルタ



汎用エンジン (25kW × 2台)



チップサイロ
兼 乾燥機

実施内容

① 単体出力の増大と長時間運転による発電効率の向上

- ✓ 昨年度、発電効率は多くが18%程度(立ち上げ加温時のデータを除く)
→ 今年度予定している長時間運転において更なる効率向上を目指す。
- ✓ 25kWから50kWに出力を上げて試験実施。

② 原料性状の制約緩和(破碎チップへの対応)

- 昨年度、破碎チップが発電可能であることを実証したが、最適な1次及び2次ガス化用空気の供給位置と配分量を調整することが必要。
- 多岐にわたる原料形状に対応できる供給設備と炉の操業方法を確定
 - 市場に安価に存在する破碎チップを使用可能とする。

- ※破碎チップはその形状から乾燥しやすい燃料
→ 使用できればガス化発電の燃料として有望



実施内容

③ 性能の持続性(バグフィルタの適正な差圧の確保)

昨年度、表面の剥離性がよいシンターラメラフィルターを試用したが、結露による抵抗増大
→バグフィルターにプレコートを実施する事でタールの粘着性を失わせ、性能を維持
(サイクロン捕集物の粉体はプレコート用粉体として活用)

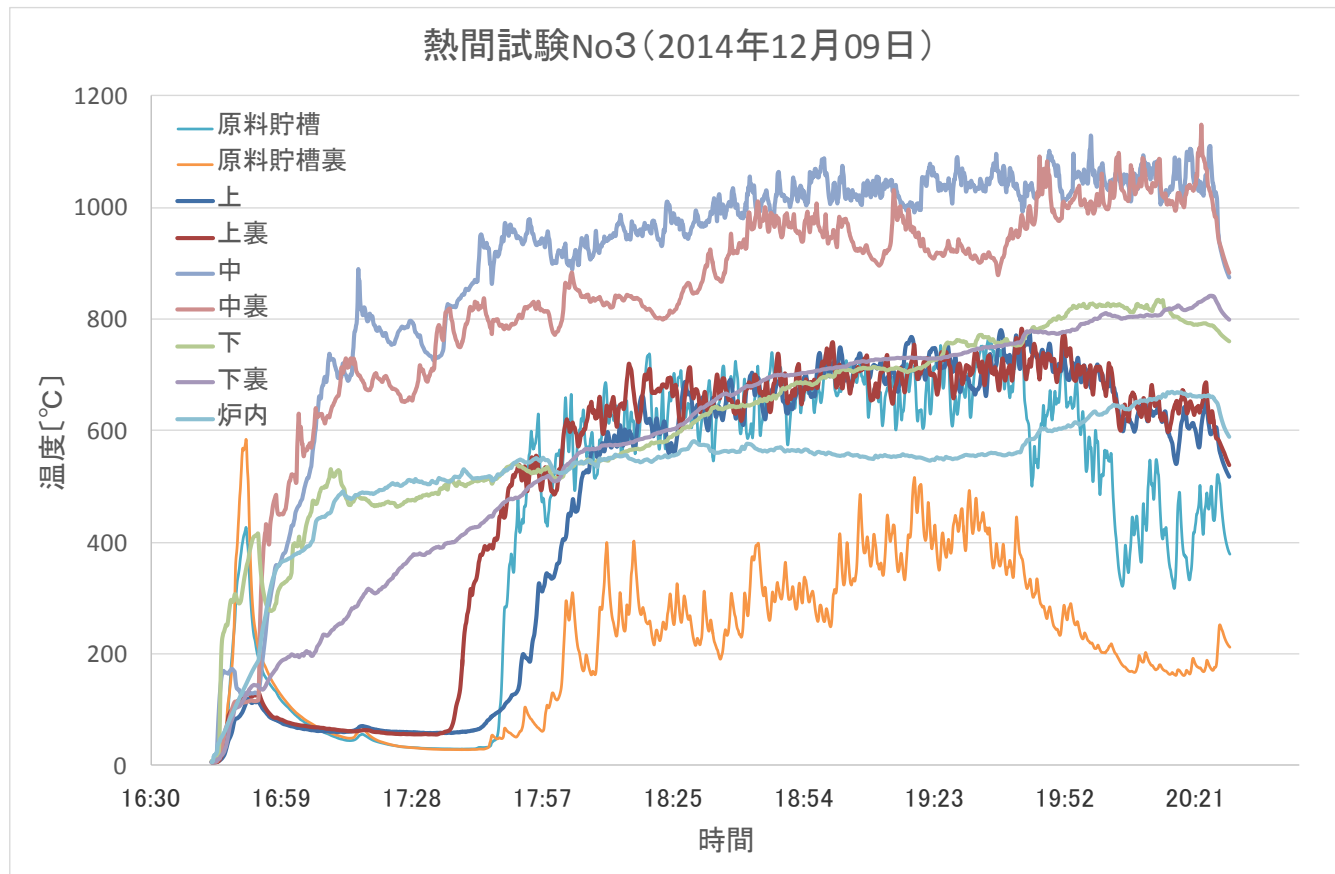


バグフィルタ(左)とプレコート用粉体定量供給機(右)

結果① 単体出力の向上

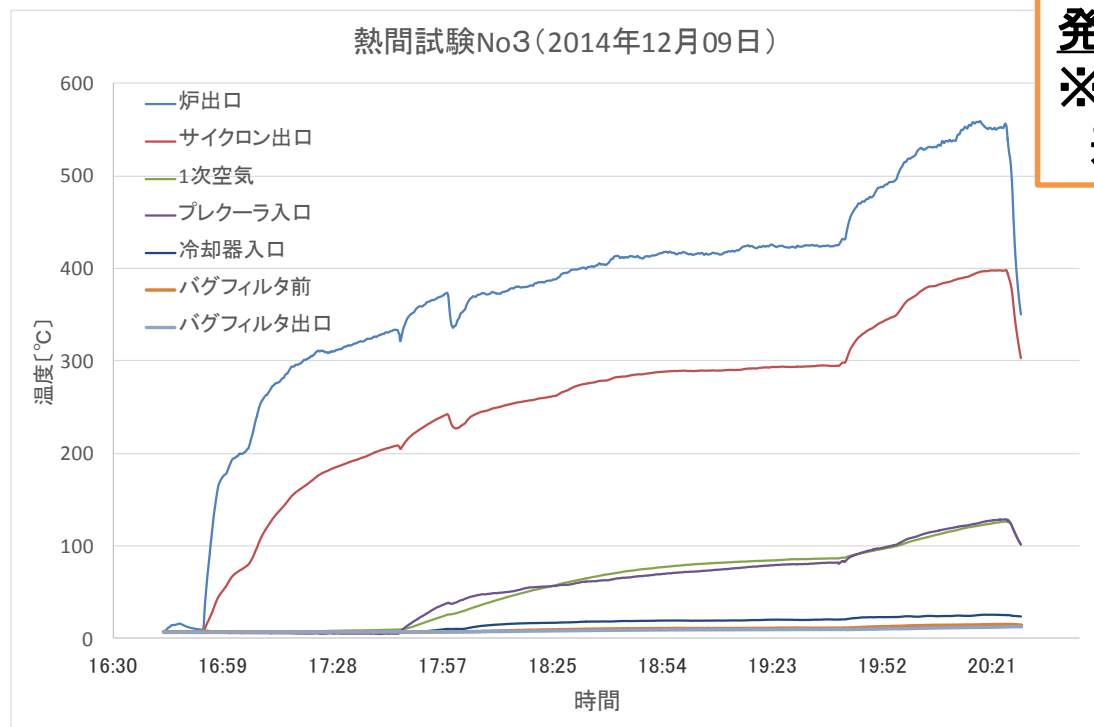
ブロワでもう1台分のガスを抽気することによりガス化システムの負荷を増加
⇒42kWの発電出力(ガス化用空気の流入量から推定)

※出力増加に伴って炉内温度は下段は高く、中段は特に変化がなくそのまま維持。上段は温度が低下し、原料貯槽下ではさらに著しく低下



結果① 単体出力の向上

- ・炉心下部の温度が上昇したことにより、炉出口のガス温度とサイクロン出口のガス温度が上昇
 - ・炉の上段と上部の温度低下は原料消費速度が増大したことにより火移り速度が追いつけず、反応層が縮小する傾向ではないかと懸念
- ⇒これらの変化は時間の経過と共に底を打っているようにみられるので、時間の経過と共に温度が回復する可能性



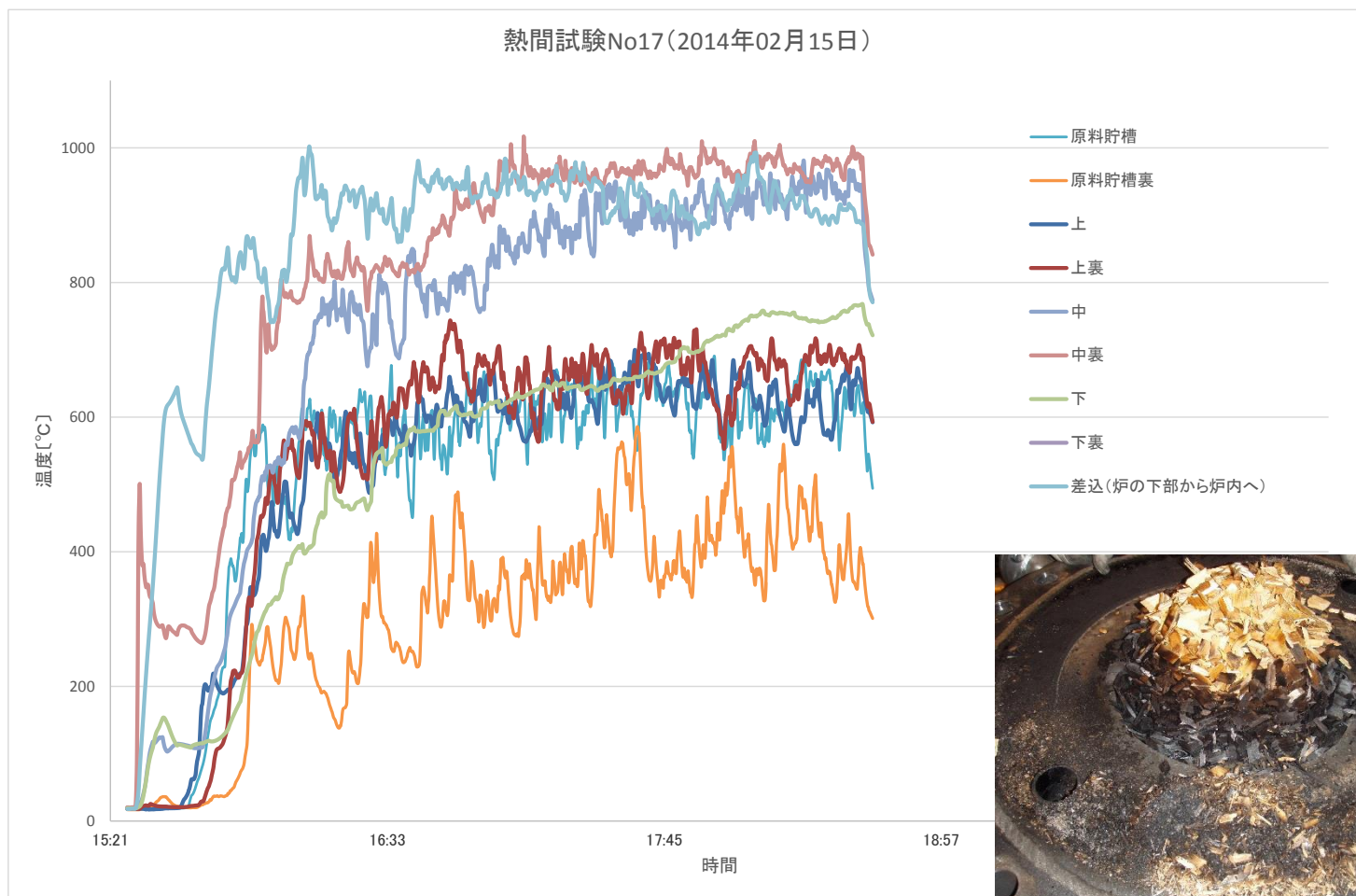
現地試験では45kWを超える
発電出力増を確認
※周辺補機消費動力を
差し引けば50kWを発電

結果② 原料性状の制約緩和

(破砕チップへの対応):H25年度

切削チップと破砕チップを使用し、ガス化に有意差が現れるか検証

⇒解体して調査した炉内チップの炭化の進行度合いや炉内温度分布には、著しい差



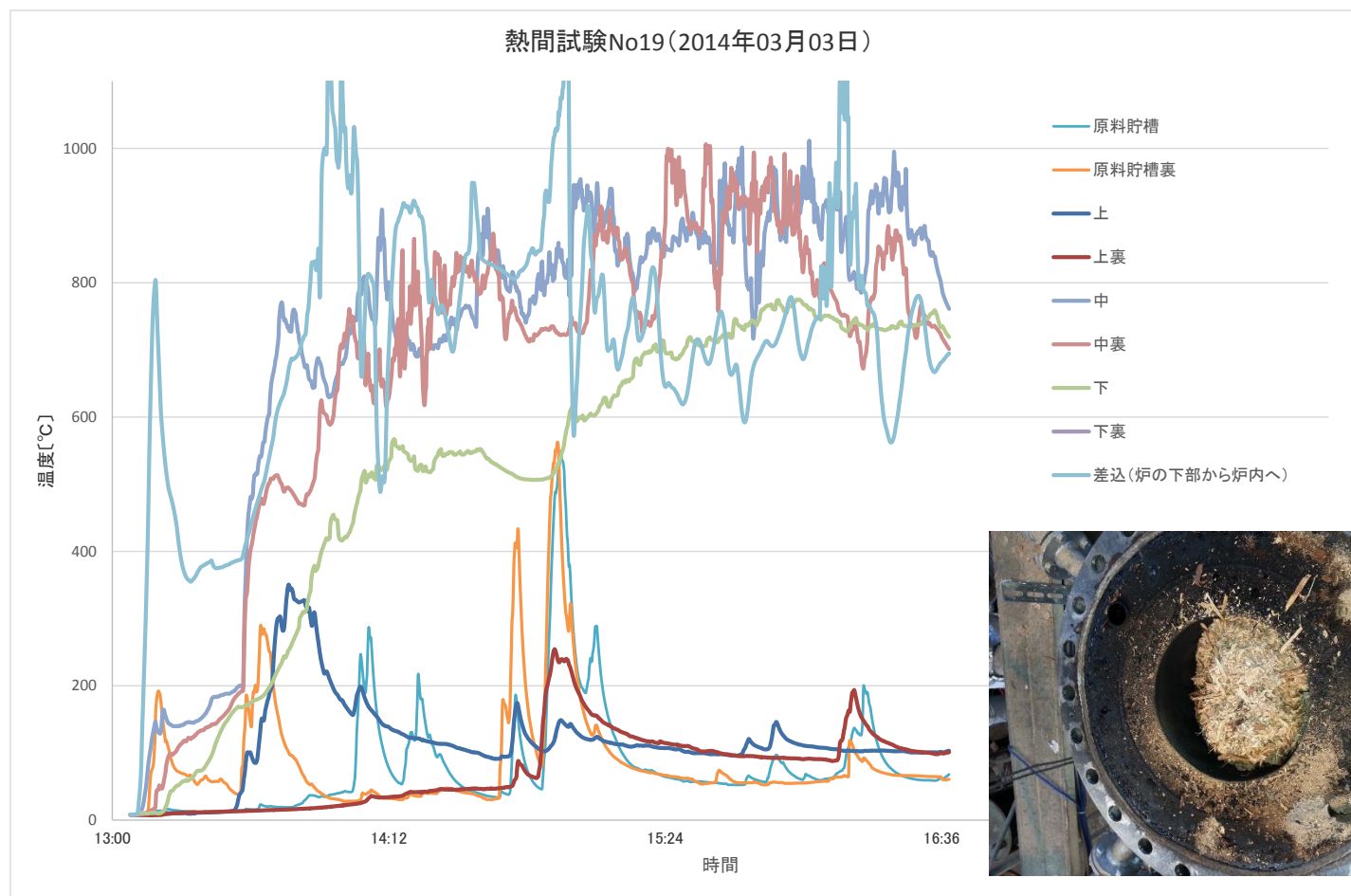
結果② 原料性状の制約緩和

(破碎チップへの対応): H25年度

● 切削チップ: 直ちに温度が上昇、ガス化が開始

● 破碎チップ: チップが下方に進行してからガス化開始

⇒ チップへの火移り速度が炉内チップ消費速度より遅れ、反応層を短くしている

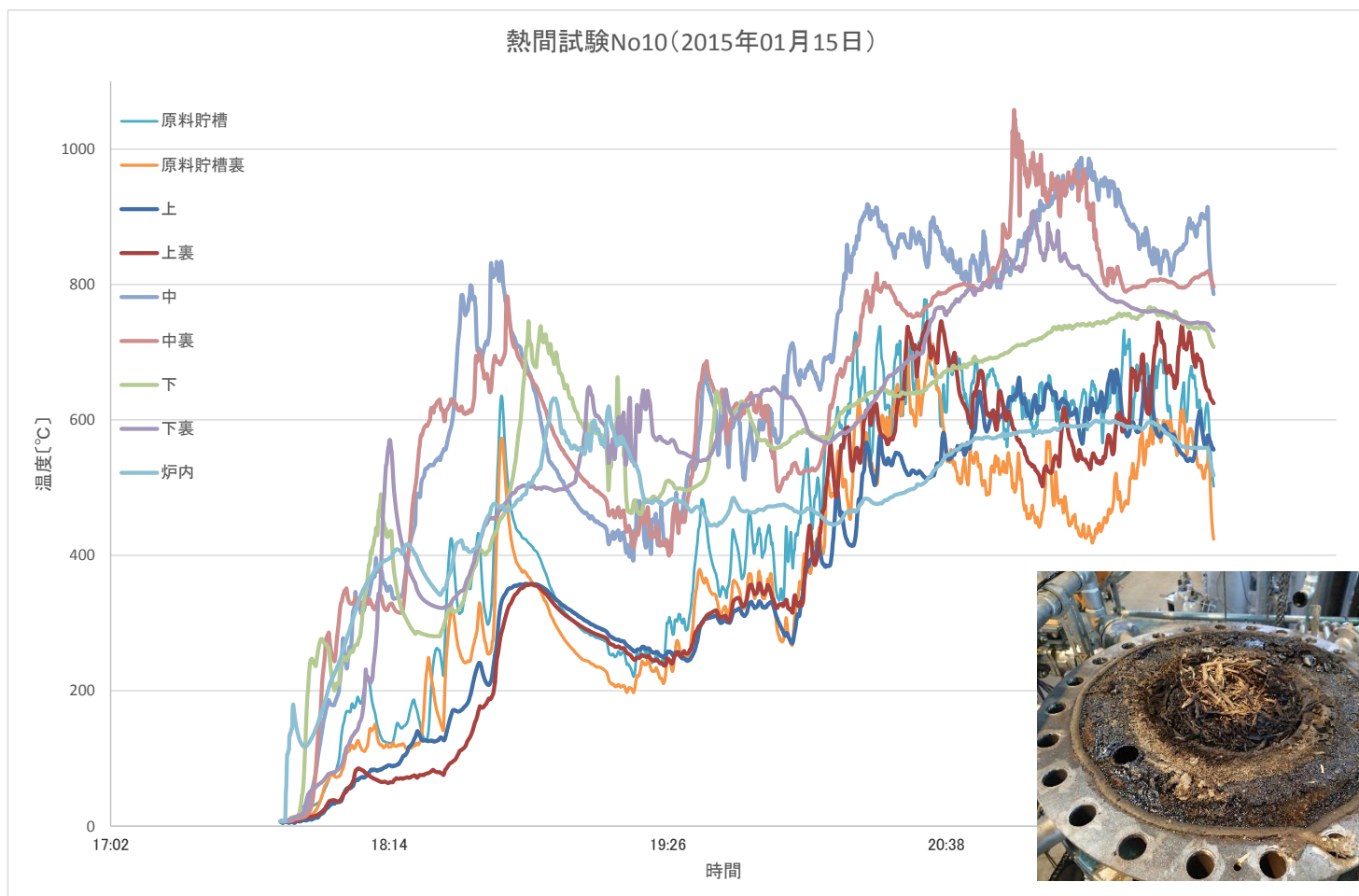


結果② 原料性状の制約緩和

(破碎チップへの対応): **H26年度**

炉心上部を予め昇温させることで破碎チップの問題点を克服

※今後火格子負荷の上昇や、原料含水率の上昇に対して問題が発生した場合、
1次空気を予熱することで対応予定



結果③ 性能の持続性

ガス冷却・タール捕集システム

タールに起因する保守費を削減するには取扱いが容易な状態でタールを捕集する事が重要。

一操作でガスを急冷すると、微粒子とタールと水は結合して粘稠なタール状物質になり、取扱いが困難になる。

微粒子はタール露点(～300℃)以上の温度で除去し、次に100℃以上の温度でタールを、最後に水を30～60℃で、それぞれ別に除去することが望ましいとされている。

【引用】T.B.Reed and A.Das

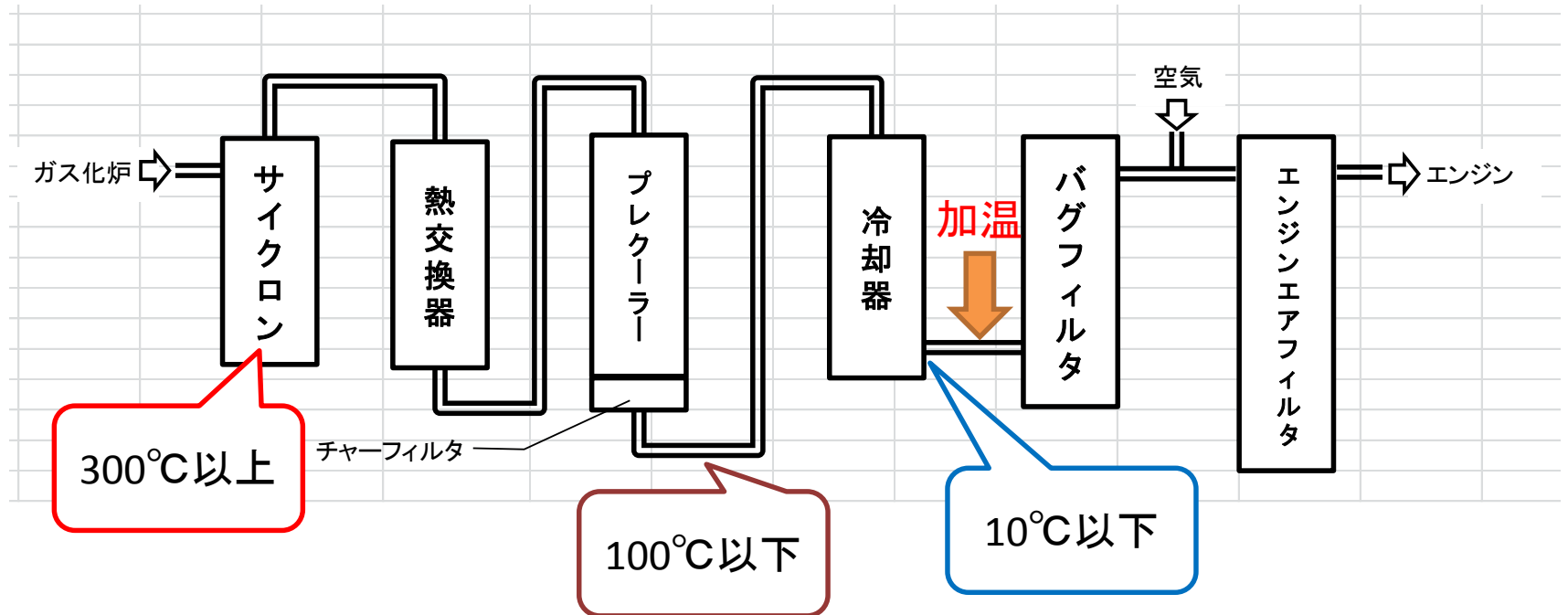
『Handbook of Biomass Downdraft Gasifier Engine Systems』

結果③ 性能の持続性

ガス冷却・タール捕集システム

下図のシステムで微粒子・タール・水を除去する。

- ①300°C以上の部分としてサイクロン
- ②100°Cまで冷却する部分としてプレクーラー
- ③更に冷却してガス中の水分を凝縮させる部分として冷却器
- ④最後の仕上げにバグフィルタ(プレコート)を使用



結果③ 性能の持続性

ガス冷却・タール捕集システムの検討経緯

●バグフィルタの低い差圧⇒ 高タール濃度

エンジン吸引圧が12.0 kPaに増加したので停止。

エンジン吸気口フィルタに煤が詰まって圧損を上げていると思われる。
集塵初期のふき漏れ現象が発生した。

タール濃度測定結果(※)

粒子 4.8mg/m³N タール 25.2mg/m³N ⇒合計 30.0mg/m³N

※燃焼用空気による希釈を考慮し、エンジン入口のタール濃度として推計した。

なお、一般的な基準として、タール <100 mg/m³N →acceptable , <50 mg/m³N →preferable
(世界開発銀行, 『World Bank Technical Paper No.296』)



エンジン吸気口フィルタ

左:使用後(煤が付着), 右:新品

結果③ 性能の持続性

ガス冷却・タール捕集システムの検討経緯

● バグフィルタの適正差圧⇒ 低タール濃度

- 捕集不完全との判断で他の送風機の援助によりプレコート層を増強。
- バグフィルタを繰り返し使用。差圧2kPa⇒4kPaに上昇、ガス中のタール濃度は目標に達した。

タール濃度測定結果(※)

粒子 1.1mg/m³N タール 6.9mg/m³N ⇒ **合計 8.0mg/m³N**

※ 燃焼用空気による希釈を考慮し、エンジン入口のタール濃度として推計した。

なお、一般的な基準として、タール <100 mg/m³N → acceptable , <50 mg/m³N → preferable
(世界開発銀行, 『World Bank Technical Paper No.296』)

一方で、差圧が高すぎるとシステムが
運転停止となる。

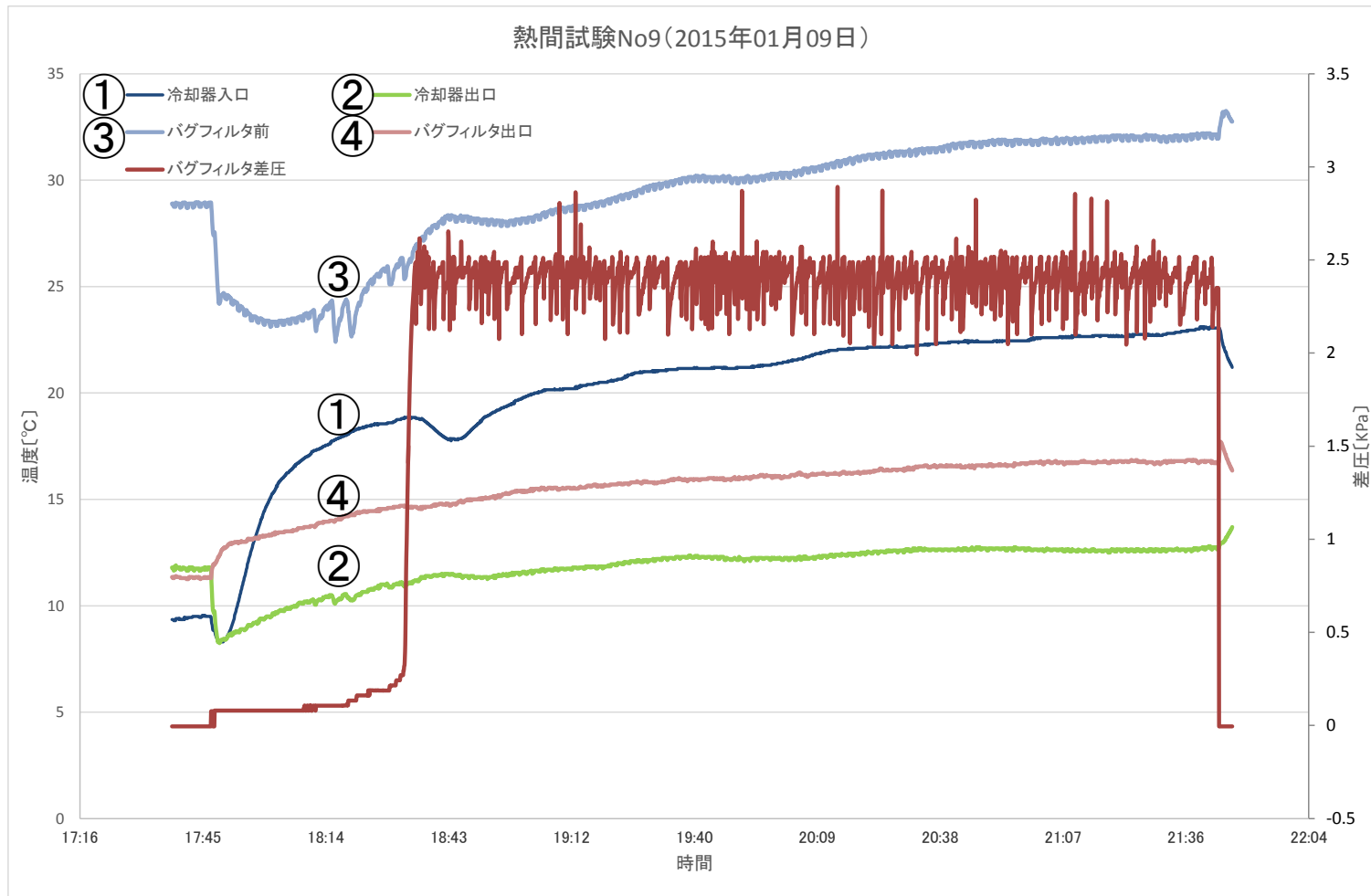


タール濃度を低くするにはバグフィルタ差圧を
コントロールし、一定圧に保つ必要がある。

結果③ 性能の持続性

ろ布面への水分付着量により、短期的にバグフィルタの圧力損失を確保
⇒エンジン入口換算 **タール12.5mg/Nm³**

※湿度調整ができればバグフィルタの圧損制御も可能??



結果③ 性能の持続性

バグフィルタの適正な圧力損失確保のために

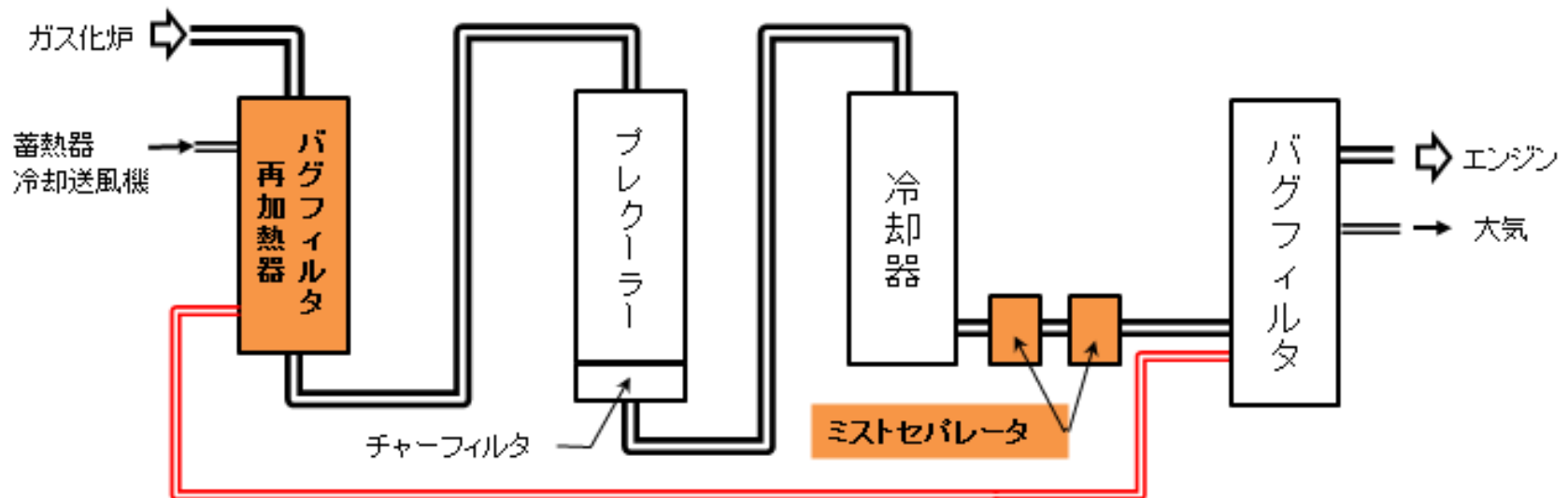
①ミストセパレータによるミスト量の低減

②配管加温による湿度のコントロール

※ろ布への付着水分量

=【初期ろ布付着水分】+【ろ布に飛来した水分】-【加温蒸発水分】

ガス冷却・加熱・フィルタシステム図



まとめ

① 単体出力の増大と長時間運転による発電効率の向上

ガス化炉の負荷を増加・エンジン2台並列運転

⇒ 45kWを超える発電出力増を確認

※周辺補機消費動力を差し引けば50kWを発電

※出力増大により炉内反応層の下部への移動が懸念されたが、時間の経過と共に温度が回復する傾向。

② 原料性状の制約緩和(破碎チップへの対応)

ガス化炉の直径を300φから400φにすることで炉内ガスの流速を下げて、反応層を定位にすることができた。

⇒破碎チップが利用可能であることを確認

③ 性能の持続性(バグフィルタの適正な差圧の確保)

バグフィルタの適正な差圧を確保することにより、

タール濃度 合計 8.0mg/m³N

⇒低タール濃度を達成、良好なメンテナンス性を確保

全体開発スケジュール(H25～H27年度)

現在、プラントを山梨県に移設。

チップ乾燥システムを含めた発電出力50kW(切削&破砕チップ)での長時間連続運転と効率向上の実証継続中。

実施項目		H25	H26	H27
1	前処理(ロール加圧)による乾燥能率とガス化への影響度を観測	●		
2	チップ乾燥時の偏性状態・排出機構試験	●		
3	ガス化発電システムの全体試験(25kW)	●		
4	単体出力の倍増(50kW)と発電効率の向上		●	
5	原料性状の制約緩和(破砕チップによる運転確認)		●	
6	性能の長時間持続性向上(低タール濃度)		●	
7	モジュール単体の長期間稼働によるプロトタイプ ¹ の完成			●
8	遠隔監視装置による無人運転化			●
9	完成モジュールの量産によるコスト削減策の確定			●