

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
報告書



木質バイオマスガス化発電施設



東北支店：福島県いわき市小名浜野田字田中 106
本 社：島根県松江市富士見町 1 番地 7
TEL:0852-38-8025 FAX:0852-37-2514
Email(代表):n@neonite.jp

事業名
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2号契約）
事業報告書

目次

1. 事業の目的	3
2. 事業の概要	5
2.1. 事業の概要	5
2.1.1. 木質バイオマスガス化熱電併給	6
2.1.2. 木材伐採・運搬、チップ加工関連	6
2.1.3. 木材の選別	6
2.1.4. その他の利用	6
2.1.5. 地域協議会等の運営と活動	7
2.2. 今年度の事業の計画	7
2.2.1. 地域協議会等の運営と活動	7
2.2.2. 木質バイオマスガス化発電施設の運転試験	8
2.2.3. 前年度までに構築実証した技術やノウハウを利用し自治体や民間団体への支援	8
3. 結果	9
3.1. 地域協議会等の運営と活動（協議会メンバー）	9
3.1.1. 地域協議会（福島環境再生産業創出協議会）	9
3.1.2. 地域協議会等の運営と活動（木材のスクリーニングシステムの構築）	10
3.1.3. 地域協議会等の運営と活動（作業者の被ばく管理）	13
3.2. 木質バイオマスガス化発電施設の運転試験	18
3.2.1. 解決すべき諸問題の洗い出し	18
3.2.2. 実証に関する留意点	18
3.2.3. 高出力試験	20
3.2.4. 長時間運転試験	20
3.2.5. マテリアルバランス	25
3.2.6. 騒音測定値	26
3.2.7. ガスエンジン	28
3.2.8. ガス成分	30

3.2.9. 運転記録・データロガー	30
3.2.10. まとめ	44
3.3. 前年度までに構築実証した技術やノウハウを利用し自治体や民間団体への支援	45
3.3.1. 福島県内エリア	45
3.3.2. 全国エリア	45
3.3.3. 先進木質バイオマスガス化熱電併給事業計画	45
3.4. 前年度までに構築実証した技術やノウハウを利用し自治体や民間団体への支援	46
3.4.1. 研修会	46
3.4.2. 意見交換	47
4. 3カ年の実証の成果及び課題について	48
4.1. CO2 排出削減効果	48
4.2. 事業採算性	48
4.3. 森林資源の利活用	50
4.4. 実用化・普及可能性	50
4.5. 課題	52

1. 事業の目的

本事業は、国内で最も木質バイオマスの資源量、素材生産能力に優位性のある福島県において、放射能汚染で停滞している未利用木質バイオマスエネルギーを活用する事が第一の目的である。さらには、首都圏に電源を供給し地域経済の根幹であった福島第一・第二原子力発電所のエネルギー事業が中断され、今なお多くの住民が避難を余儀なくされている状況を打破し、原子力発電に代わる再生可能エネルギーの先進モデル構築と林業等一次産業の高度化による地域経済の復興、それに伴う雇用創出が第二の目的である。

具体的には、20km圏外周辺で比較的低線量地域の森林から木質バイオマスを伐採・運搬・加工し、放射能汚染された表皮(バーク)の除染堆肥化等カスケード利用を行いながら、木質バイオマスガス化発電を中心に木質バイオマスの放射能汚染地域における新たな活用モデルを構築する。

放射性物質による汚染は、木材のバークに集中しており、バークの下部にあたる芯材部分への浸透はほとんどないことが実証されている。芯材部分はチップに加工し、汚染の恐れがないことを確認してから木質バイオマスガス化発電の燃料に使用する。汚染の恐れのあるバークは除染を行ってから堆肥に加工する。堆肥の原料や堆肥の放射性セシウム濃度について国から基準値が定められているため、基準値に従って管理を行う。このため、木質バイオマスガス化発電では焼却による放射性物質の汚染拡大といった問題は起こらず、堆肥化についても放射性セシウムの基準値を満たす安全な堆肥を製造することができる。

また、汚染のない部分は木質バイオマスガス化発電のほか、リグノフェノールを抽出し高付加価値のある木質資材生産も検討し、木質バイオマスの汚染状況を確認しながら、必要に応じて除染カスケード利用することで、木質バイオマスを無駄なく利用することができる。

福島県は木質バイオマスに恵まれていながらも、放射性物質で汚染された木材を燃料に用いることに不安を抱く住民が多く、木質バイオマス発電計画が進んでいないのが現状である。燃やすことへの不安感を払拭していくためには、小規模・一定期間限定である委託事業という機会を最大限活用し、汚染のない芯材のみをガス化発電に利用し、除染後の木質バイオマスは燃焼以外の安全なカスケード利用が出来る事を実証・実行していく以外ない。そうした地道な活動を地域一体となり推進していく事で、木質バイオマス発電(焼却)に対する正しい認識が広がっていく事こそがこの地域に一番必要な事である。

来年度より福島県では、除染と森林整備を包括的に実施する目的で、「ふくしま森林再生事」を本格化させる予定であり、汚染が危惧される地区から大量の木材が搬出される予定となっている。それら汚染の可能性のある木材のスクリーニング(放射性物質の汚染の判定)、汚染された部位(主にバーク)の処分・利活用方法の確立が僅々の課題となっている。そうした福島県内の森林・林業復興を下支えする重要な実証となっている事も事実である。

汚染された農地については、耕土の漉き取り、反転耕によって除染が行われているが、除染によって長い年数をかけてつくられた肥沃な耕土を失うことになり、農業の再生には多

量の堆肥が必要になる。このため、バーク堆肥の需要が増加することが考えられる。これら多くの深刻な課題を抱えた地域において、本提案は、再生可能エネルギーとしてのバイオマスの利用やCO2削減といった従来の目的達成のみならず、森林の除染、農林業の復興、新たな産業の創出による雇用の拡大等、多くの分野での産業振興に寄与できる。

平成25年度・平成26年度の実証事業では、福島県産木材の芯材を使った木質チップの放射性セシウム濃度は非常に少なく安全に使用できること、実際にそのチップを使ってバイオマスガス化発電で発電を安定して行うことができること、チップの加工の際に排出されるバークについても除染により堆肥などに有効利用が可能であること、さらに、木材の放射線量を確認する手段として、木材を自動で連続的に測定でき、かつ、汚染の箇所をスプレーでマーキングして特定することができる測定機と、トラックに積載したまま測定できるゲート型の測定機を導入することができた。特に平成26年度では、木質バイオマスガス化発電について発電量を増加し、安定した運転を実現することができ、発電施設の目標を概ね達成することができた。また、放射性物質の測定を詳細に行い、放射性物質を含む恐れのある地域の木質バイオマスであっても、有効に利用できることを技術的に実証した。

平成27年度の実証試験では、木質バイオマスガス化発電の発電量増大と安定化の試験を続けるとともに、木質バイオマスガス化発電の普及を目指し、放射性物質の影響のある地域の自治体や民間団体の木質バイオマス利活用計画の策定支援や、発電施設の候補地の選定スキーム作り、木質バイオマス利活用スキーム作り、自治体の総合計画策定の支援、報告書の作成を行う。また、林内作業における作業者の被ばく対応について検討を行うなどのサポートを予定している。

2. 事業の概要

2.1. 事業の概要

原料調達からバイオマスエネルギー供給、熱供給、需要先について図1に示す。それぞれの項目について説明する。

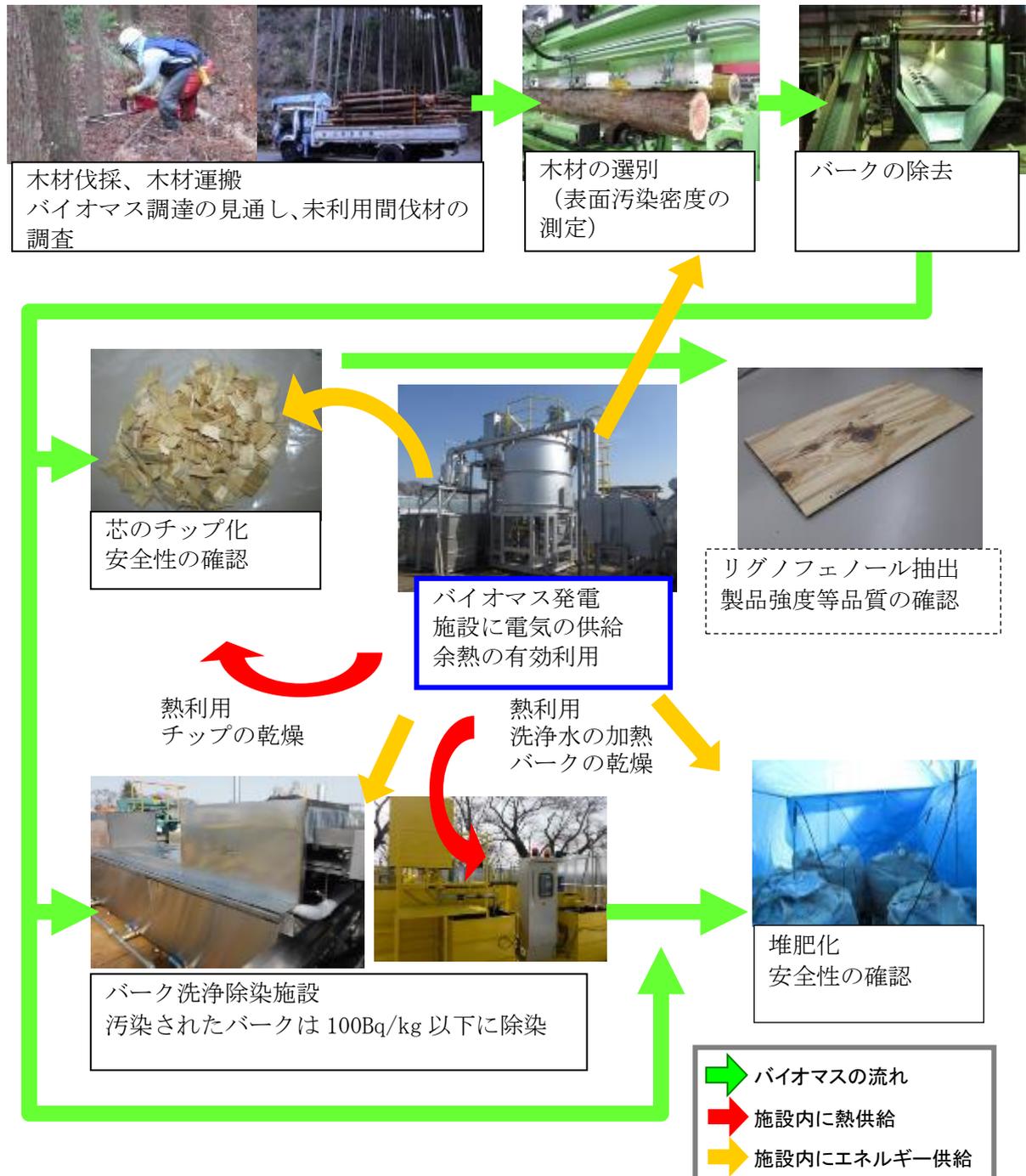


図 1. 事業の概要

2.1.1. 木質バイオマスガス化熱電併給

実証事業で目指す木質バイオマスガス化熱電併給は、バイオマスを地域で分散し利用することであるため、小規模でエネルギー効率の良いガス化発電を採用した。

平成 25 年度では、発電施設の設計、建設、運転を行い、木質バイオマスから燃料ガスを取り出し、ガスエンジンから発電ができることを確かめた。

平成 26 年度は、発電量を増やし連続運転（80kW、6 時間）ができることを検証した。また、放射性セシウムを含むバイオマスを利用しても、発電で発生する木炭や排ガス等には濃縮せず、安全に運転できることを確かめた。

平成 27 年度は、さらに発電量を増やし連続運転（115kW、10 時間）ができるか検証した。さらに、その結果から施設の改造を行ない、長期間の運転（15・70kW、200 時間）を達成した。

2.1.2. 木材伐採・運搬、チップ加工関連

木質バイオマスガス化発電の運営には安定的な木材の調達が重要になるため、地元の林業団体等と福島環境再生産業創出協議会をつくり、相双地域、いわき地域等 浜通り地区から木材の伐採と運搬、及びチップ加工を行った。

平成 25 年度では、いわき市、郡山市周辺区域、南相馬市の伐採現場の空間線量を測定し、空間線量は各地で差があったものの、バークを除去したチップの放射線量は非常に低いレベルであることを確認した。

平成 26 年度では、数多くの木材チップの放射線量を測定し、木材チップが安全であることを確認した。

平成 27 年度は、林内作業で受ける被ばくについて個人線量計や空間線量計を用いて測定を行ない、安全に作業できることを確認した。

2.1.3. 木材の選別

無害な木材と除染が必要な木材に分類できるように、木材の表面汚染密度を自動で測定する機器を開発した。

平成 25 年度では、木材の表面汚染密度の自動測定機の精度（機器効率、検出限界）の確認と、測定や汚染箇所のマーキングなど、仕様通りに運転することを確認した。

平成 26 年度は、木材の流通の過程で、基準を超える放射性物質を含む木材が市場に流通しないような仕組みを検討した。

2.1.4. その他の利用

- ・リグノフェノール抽出

木材からリグノフェノールを抽出し、有用な材料の製造を検討した。

平成 25 年度では、木材粉末からリグノフェノールを抽出し、バイオマス由来の接着剤を合成した。

平成 26 年度ではセシウム濃度の高い木材チップからリグノフェノールを抽出し、放射性物質が濃縮していないことを確認し、製品の安全性を確かめた。

・バーク除染

放射性物質はバークに集中しているため、バークの除染方法を検討した。

平成 25 年度では、バークの有効な洗浄方法を確立し、洗浄プラント・汚染水処理プラントを稼働させた。

平成 26 年度では、洗浄条件の最適化を行い、木材バークを 100Bq/kg 以下、処理水を 10Bq/kg 以下にすることができた。

・堆肥化

洗浄後のバークを有効利用するため堆肥化を行なった。

平成 25 年度に堆肥化を開始し、平成 26 年度に堆肥の成分分析、物質収支、放射性セシウム濃度の測定を行った。

2.1.5. 地域協議会等の運営と活動

放射性物質の影響がある地域での除染と木質バイオマスガス化熱電併給の実証的な取り組みを協議会のメンバーを中心に進める。

・放射性物質の影響を受けている地域の自治体や民間団体について、木質バイオマス利活用計画や施設建設について支援する。(木質バイオマスガス化熱電併給事業の基本収支計画フォームの策定、事業化スキームの策定、平成 27 年度改定固定買取制度(FIT)への対応マニュアル策定など)

2.2. 今年度の事業の計画

2.2.1. 地域協議会等の運営と活動

株式会社ネオナイトを代表機関とし、(株)建誠等を共同実施者とする福島環境再生産業創出協議会を本事業の推進の為に引き続き運営する。

①福島の森林林業の復興を推進する為の安心安全な木材のスクリーニングシステムの構築を他団体と連携して行う。

②放射性物質の影響がある地域での除染+木質バイオマスガス化熱電併給の実証的な取り組みを協議会のメンバーを中心に進める。

③林内作業における作業者の被ばく対応について検討を行う。

2.2.2. 木質バイオマスガス化発電施設の運転試験

④120～140kw 出力で 10～22 時間/日程度の運転を実証する。

⑤商業化の為、複数のガスエンジン発電機による長時間運転(15、75kw 並列運転)

2.2.3. 前年度までに構築実証した技術やノウハウを利用し自治体や民間団体への支援

⑥放射性物質の影響のある地域の自治体や民間団体の木質バイオマス利活用計画の策定支援。

具体的には、広野町、浪江町、南相馬市、飯館村などの自治体や地域の森林組合と連携してノウハウの提供や森林再生の計画作りのサポートを行う。

⑦木質バイオマスガス化熱電併給施設建設推進サポート

- ・木質バイオマスガス化熱電併給事業の基本収支計画フォームの策定
- ・事業化スキームの策定
- ・平成 27 年度改定固定買取制度 (FIT) への対応マニュアル策定

上記の木質バイオマス利活用を促進するため、地域の特色を活かした小規模分散型の熱電併給市場の拡大に向けた取り組みを行なう。

平成 29 年度までの予算措置が行われている福島再生加速化交付金を利用した自治体の地域分散型木質バイオマスガス化熱電併給事業のサポートを実施する。

⑧地方創生を目的とした、地域分散型の木質バイオマスガス化熱電併給を加えた、自治体の総合計画策定の支援。

前年度迄に構築したシステムを周辺地域や全国の地方自治体に展開し各地域に適した木質バイオマスの利用計画の策定の支援を行う。

⑨これまでの結果や課題や対策などを整理、データ解析・分析し、最終的な報告書を作成する。

3. 結果

3.1. 地域協議会等の運営と活動(協議会メンバー)

3.1.1. 地域協議会(福島環境再生産業創出協議会)

【達成目標】

放射性物質の影響がある地域での除染+木質バイオマスガス化熱電併給の実証的な取組みを協議会のメンバーを中心に進める。

【達成状況及び課題】

地域協議会(福島環境再生産業創出協議会)のメンバー再委託契約を交わした。木材スクリーニングシステムの構築、林内作業者の被ばく対応、ガス化発電の運転試験、企業・自治体への広報活動など、本事業を地域協議会メンバー中心に進めた。メンバーと業務範囲について表1に示す。

表 1. 福島県環境再生産業創出協議会

協議会メンバー	業務範囲
株式会社建誠	・協議会参加及び、福島県内の協議会メンバーのとりまとめ ・福島県内の自治体に対する木質バイオマスの利用計画のサポート
カーボンフリーコンサルティング株式会社	・協議会参加及び、協議会全体の運営、会員情報の管理、情報発信
株式会社スーパーワークス	・協議会参加及び、協議会の運営補助
有限会社中崎林業	・協議会参加及び、情報収集及び情報発信
株式会社藤井基礎設計事務所	・協議会参加及び、情報収集及び情報発信
千葉製材所	・協議会参加及び、情報収集及び情報発信
明和工業株式会社	・協議会参加及び、木質バイオマスガス化発電における指導

3.1.2. 地域協議会等の運営と活動(木材のスクリーニングシステムの構築)

【達成目標】

福島森林林業の復興を推進する為の安心安全な木材のスクリーニングシステムの構築を他団体と連携して行う。

【達成状況及び課題】

バイオマスを有効活用するには、木材の流通の過程において、基準を超える放射性物質を含む木材が市場に流通しないような仕組みが必要である。そのモデルを図2に示す。

伐採した木材はトラックに積載された状態で、ゲート型測定機にて検査が行われる。このとき、線量が一定値を超えた場合は森林に戻されるため、線量の高い木材が森林から流出することはない。

次に、基準値以下の木材はトラックで木材市場等へ運搬され、表面線量自動測定機にて一本ずつ検査される。このとき基準値以上だった木材は選別され、基準値以下だった木材のみが市場に流通する。

このモデルに必要な機器については、今回の実証試験で開発や改良を行なっている。汎用的に使用されているゲート型の放射性物質測定機器を用いて、木材を積載したトラックの測定が可能であることを検証し、改良を行なっている(図3)。また、木材の表面線量を測定する機器は、測定、選別、汚染部位へマーキングを自動で行うことができ、精度や安定性を改良している(図4)。

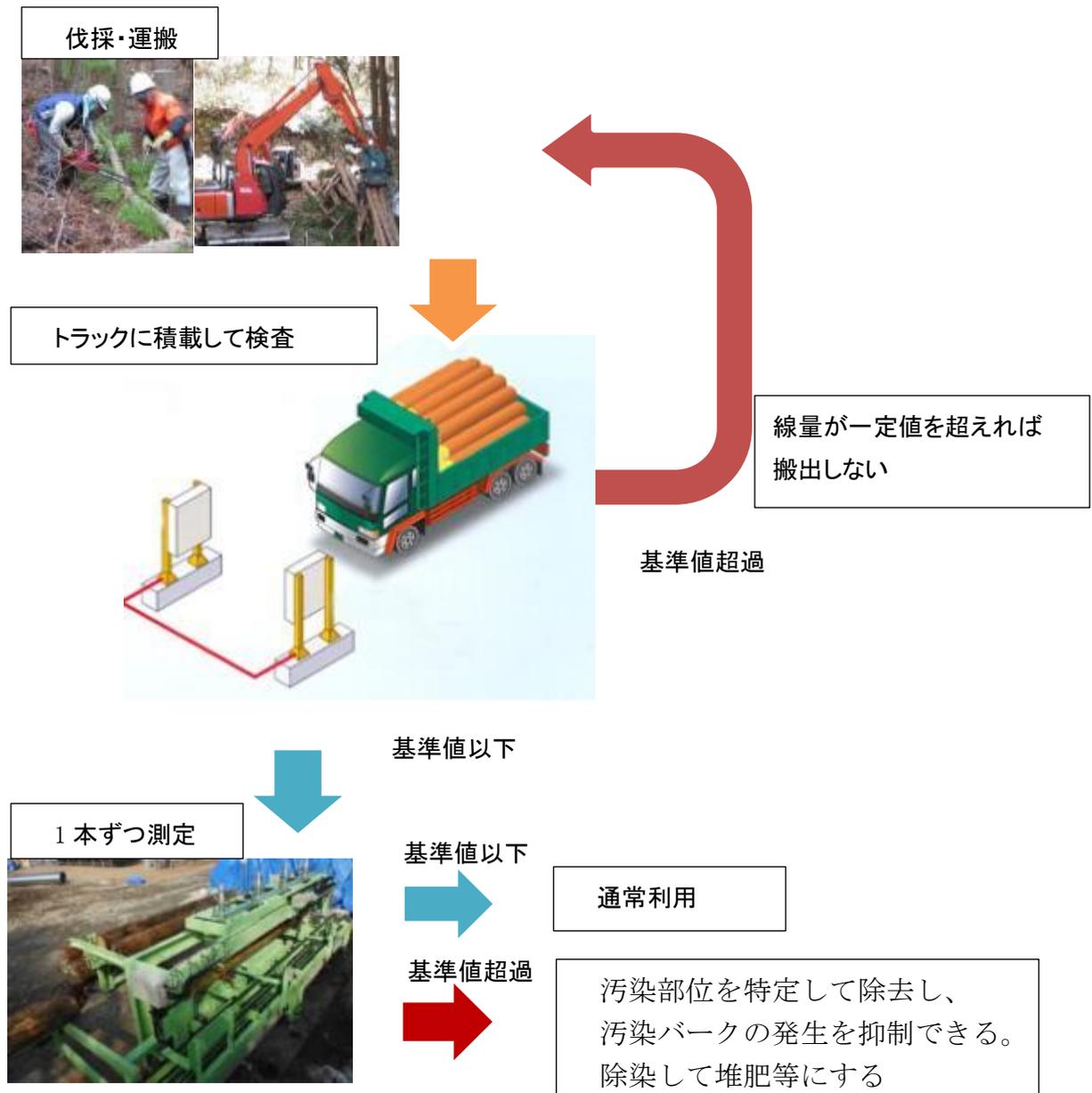


図 2. 安心安全な木材のスクリーニングシステムモデル



図 3. ゲート型測定機



図 4. 木材表面線量自動測定機

3.1.3. 地域協議会等の運営と活動(作業者の被ばく管理)

【達成目標】

林内作業における作業者の被ばく対応について検討を行う。

【達成状況及び課題】

3.1.3.1. 作業者の被ばく量

林内作業者に個人線量計(電子線量計、日立アロカ PDM-122)を装着させ、通常の作業を行なった。作業開始時に空間線量計(NaI シンチレーションサーベイメータ、日立アロカ TCS-172B)で作業空間の放射線量を測定した。記録簿には、作業場所、作業内容、作業時間、作業後の個人線量計の数値を記録簿に記入した。

林内作業の状況を図5に、記録簿を表2に示す。



図 5. 林内作業状況

作業終了後、ほとんどの場合個人線量計は数値を示さず、測定範囲外（ $1\mu\text{Sv}$ 以上）であった。最大でも $1\mu\text{Sv}$ であり、このとき1時間当たりの被ばく量は $0.16\mu\text{Sv/h}$ であった。

表 2. 林内作業被ばく量記録簿

日付	作業場所	作業内容	空間線量 ($\mu\text{Sv/h}$)	作業開始時間	作業終了時間	作業時間	個人線量計の値 (μSv)	1時間当たりの被ばく量 ($\mu\text{Sv/h}$)
1日目	三和町 中山	森林調査	0.11	8:00	16:00	8:00	0	N. D.
3日目	三和町 中山	除伐	0.12	13:00	16:00	3:00	0	N. D.
4日目	三和町 軽井沢	森林調査	0.11	9:00	15:00	6:00	0	N. D.
5日目	三和町 軽井沢	森林調査	0.1	9:00	15:30	6:30	0	N. D.
6日目	三和町 中山	除伐	0.1	8:00	12:00	4:00	0	N. D.
7日目	三和町 軽井沢	保育間伐	0.08	8:00	16:00	8:00	0	N. D.
8日目	三和町 軽井沢	保育間伐	0.1	8:00	16:00	8:00	0	N. D.
11日目	小川町 塩田	森林調査	0.09	8:00	16:00	8:00	0	N. D.
12日目	三和町 軽井沢	森林調査	0.1	9:00	15:30	6:30	0	N. D.
14日目	三和町 軽井沢	森林調査	0.05	8:00	15:30	7:30	0	N. D.
16日目	三和町 塩田	保育間伐	0.09	8:00	16:00	8:00	0	N. D.
17日目	三和町 軽井沢	保育間伐	0.09	8:00	16:00	8:00	0	N. D.
19日目	三和町 軽井沢	森林調査	0.11	9:00	13:00	4:00	0	N. D.
20日目	三和町	森林調査	0.09	9:00	14:00	5:00	0	N. D.

	入藪							
21 日目	三和町 銅屋場	保育間伐	0.05	8:00	16:00	8:00	0	N. D.
23 日目	白河市 白坂大 平	伐採	0.14	9:30	15:40	6:10	1	0.16
24 日目	白河市 白坂大 平	伐採	0.16	9:00	15:40	6:40	1	0.15
25 日目	小名浜 島	伐採	0.06	9:00	16:10	7:10	0	N. D.
26 日目	江畑町 鹿堀	伐採	0.06	13:00	16:00	3:00	0	N. D.
27 日目	川部町 脇川	伐採	0.16	9:00	16:10	7:10	0	N. D.
28 日目	川部町 脇川	伐採	0.13	8:30	16:10	7:40	0	N. D.
29 日目	三和町 銅屋場	伐採	0.08	8:00	16:00	8:00	0	N. D.
30 日目	三和町 銅屋場	伐採	0.06	8:00	16:00	8:00	0	N. D.
31 日目	三和町 銅屋場	伐採	0.08	8:00	12:00	4:00	0	N. D.
34 日目	三和町 銅屋場	伐採	0.07	8:00	16:00	8:00	0	N. D.
35 日目	三和町 銅屋場	伐採	0.07	8:00	15:40	7:40	0	N. D.
37 日目	三和町 銅屋場	伐採	0.07	8:00	16:00	8:00	0	N. D.
39 日目	三和町 銅屋場	伐採	0.07	8:00	16:00	8:00	0	N. D.
40 日目	三和町 軽井沢	調査	0.12	9:00	15:00	6:00	0	N. D.
41 日目	三和町 銅屋場	伐採	0.05	8:00	16:00	8:00	0	N. D.
42 日目	三和町	調査	0.1	10:00	15:30	5:30	0	N. D.

	軽井沢							
43 日目	三和町 銅屋場	伐採	0.08	8:00	16:00	8:00	0	N. D.
44 日目	三和町 銅屋場	伐採	0.07	8:00	14:00	6:00	0	N. D.
47 日目	三和町 銅屋場	伐採	0.08	8:00	15:30	7:30	0	N. D.
48 日目	三和町	境界 調査	0.1	9:00	16:00	7:00	0	N. D.
49 日目	三和町 下永井	作業道 策設	0.1	8:00	16:00	8:00	0	N. D.
50 日目	三和町 下永井	作業道 策設	0.1	8:00	16:00	8:00	0	N. D.
51 日目	三和町 下永井	作業道 策設	0.1	8:00	16:00	8:00	0	N. D.
53 日目	三和町 下永井	作業道 策設	0.1	8:00	16:00	8:00	0	N. D.
54 日目	小名浜 永崎	伐採	0.04	8:30	14:30	6:00	0	N. D.

3.1.3.2. 空間線量から見た作業者の被ばく量

作業場所の空間線量については、平均値は $0.09 \mu\text{Sv/h}$ 、最大値は $0.16 \mu\text{Sv/h}$ であり、日本各地の空間線量と大きな差はなかった。測定した結果をもとに、作業時間から1時間値の被ばく量を計算した(表3)。その結果、1時間当たりの被ばく量は平均で $0.01 \mu\text{Sv/h}$ であった。これらの結果から、林内作業の作業員の主因はバックグラウンドの放射線によるものと考えられる。

表 3. 空間線量から算出した被ばく管理

	空間線量 ($\mu\text{SV/h}$)	作業における被ばく量 (μSV)	1時間当たりの被ばく量 ($\mu\text{SV/h}$)
平均値	0.09	0.62	0.01
最大値	0.16	1.15	0.04
最小値	0.04	0.18	0.01
標準偏差	0.03	0.22	0.01

3.1.3.3. 課題・まとめ

福島県いわき市、白河市の森林作業において、作業中の被ばくについて調べた結果、いわき市内での作業は個人線量計の検出範囲以下 ($1 \mu\text{Sv}$)、白河市内での作業は $1 \mu\text{Sv}$ であった。作業時間から算出すると最大でも $0.16 \mu\text{Sv/h}$ であった。仮に 24 時間、365 日作業したとしても、年間の被ばく量は 1.4mBq 程度であり、放射線業務従事者の被ばく限度 (1 年間 50mSv) と比較しても圧倒的に少ない。このことから、森林作業で受ける被ばくは作業内容ではなく、作業環境 (バックグラウンド) によるものと考えられる。そのため、森林作業を行なう際には、空間線量の測定を行ない作業者の安全を確保することが必要である。

3.2. 木質バイオマスガス化発電施設の運転試験

【達成目標】

- ①120～140kw 出力で10～22 時間/日程度の通称運転を実証する。(高出力試験)
- ②(追加試験) 低出力で長時間運転を実証する。(長時間運転試験)

【達成状況及び課題】

気出力は目標値 120～140kw に対し、115kW まで上げて運転することができたため、ほぼ目標に達することができた。稼働時間は目標値 10～22 時間に対し、10 時間実施した。但し、10 時間以上も十分に可能であったが実証場所の作業時間の制約もあり断念した。この結果から目標をほぼ達成できたと判断した。

商業ベースのプラント設計では、複数のガスエンジン発電機を並行して運転し、電力を安定させた運方法を確立する必要がある。また、より長期期間にわたって安定して運転が可能か確認することも必要である。

今年度当初、プラント実証は予定していなかったが、これまでの運転の結果から見つかった諸問題の解決が必要と判断した。

3.2.1. 解決すべき諸問題の洗い出し

- ・ 140kW ガスエンジンを用い、115kW で 10 時間稼働することができた。しかし、実務的な運転のためには、より長期期間(数日間以上)連続運転を行なうことができるか確認する必要がある。
- ・ ガス化炉から発生したガスを分析した結果、量・質ともに想定した燃焼ガスの条件を満たしていたが、一般に市販されているガスエンジンの燃焼ガスと比較してカロリーが低い。
- ・ 定格出力(140kW)まで出力を出せない理由は、ガスエンジン発電機のシリンダー容量が足りないのが大きな要因と考えられる。しかし、低カロリーの燃焼ガスに対応したガスエンジンは市販されておらず、特別に設計製作したい。
- ・ そこで、シリンダー容量を改造したエンジンを改造し、木質バイオマスから発生する低カロリーガスの特性に沿ったエンジン設計基準を確立する為の試験を実施する。
- ・ また、数日間以上の長時間連続運転を実施し、プラントの稼働状況の安定性を確認する。
- ・ ガス化炉の安定度を実証する為、出力の違う複数のガスエンジン発電機を同時並行で、出力を変えて運転が可能であることを確認する。

3.2.2. 実証に関する留意点

- ・ 140kW で設計製作したガスエンジン発電機のシリンダー容量アップの改造は構造上難しく、新たに製作する必要がある

・予算の都合から、規模を小さくしたガスエンジン発電機を製作し、シリンダー容量の設計基準を確認する

また、長時間実証の為、時間制約のない場所に移設し、適宜改造等を行なった結果、200時間連続して運転することを実証できた。

今年度およびこれまでの結果を表4に示す。

表 4. 実証試験の結果

項目	目標値	平成 25 年度の結果	平成 26 年度の結果	平成 27 年度の結果
最大出力	120～140kW	80kW 15kW で連続運転しながら放射性セシウム測定、機器の設定調整を実施	80kW で連続運転しながら放射性セシウム測定、機器の設定調整を実施	115kW
連続運転時間	連続 10～22 時間 / 日	試運転として 2 時間程度で設定を変えながら運転	作業時間いっぱいまで稼働 (6 時間)	最大 115kW で 10 時間連続運転 15kW で 200 時間連続運転
負荷変動運転	200 時間連続運転	—	—	15kW、75kW 並行可変で同時に 200 時間連続運転
必要な木材チップ量	800kg/時間 (含水率 50%)	400kg/時間 (含水率 38%) (15kW 連続運転時)	505kg/時間 (含水率 57%) (80kW 連続運転時)	219.2kg/時間 (13.95%) (15kW 連続運転時)
木材チップ条件	含水率 50% (発電施設内で 15%に乾燥)	含水率 38% (発電施設内で 15%に乾燥)	含水率 57% (発電施設内で 17%に乾燥)	含水率 13.95%
設置スペース	18m ス 5%) 転仕様通り	仕様通り	仕様通り (設置スペース内に設備の追加あり (スクラバー、ガスタンク等))	仕様通り (設置スペース内に設備の追加あり (チップ・木炭保管庫等))
定格電圧	200V/110V (周波数 50Hz)	仕様通り	仕様通り	仕様通り
相数、接続	3 相 4 線式、	仕様通り	仕様通り	仕様通り

	Y 接続			
始動方法	電気始動	仕様通り	仕様通り	仕様通り
冷却方法	ラジエター (風冷)	仕様通り	仕様通り	仕様通り

3.2.3. 高出力試験

試験結果を表 5 に示す。140kW のガスエンジンを用いて、ガス化発電を行なった結果、目標値の 120～140kW に対し、最大 115kW まで出力が上がったことを確認した。このとき作業時間の取り決めや近隣住民への騒音といった問題から 10 時間以上運転することはできなかった。そのため連続運転は 10 時間で終了とした。また、このとき 115kW 以上出力が上がらなかった理由として、一般的なガスエンジン発電機の仕様ではバイオマスガスのような低カロリーのガスでは定格出力まで上げることは難しく、シリンダー容量が足りないことが原因と考えられる。

表 5. 高出力試験の結果

	目標値	高出力試験の結果
電気出力	120～140kW (140kW ガスエンジン)	115kW
最大連続稼働時間	10～22 時間/日	10 時間

3.2.4. 長時間運転試験

試験結果を表 6 に示す。高出力試験の状況から 10 時間程度は連続運転が可能であったが、商業ベースのプラント設計条件として、負荷変動を含む長時間運転が必要となり、実用的な稼働には数日間以上の連続運転が必要であるため、200 時間の連続運転を目標にし、体制や設備を整えた。以下に必要な体制及び改造箇所を記載する。また、このとき使用したガスエンジン発電機はシリンダー容量を増やした 15kW の発電機を用いた。

表 6. 長時間運転試験の結果

	目標値	長時間運転試験の結果
電気出力	15kW、75kW の可変同時運転	10.6kW (15kW は連続、75kW は変動)
最大連続稼働時間	200 時間	199.5 時間

3.2.4.1. 200 時間連続運転を行なうために必要な体制・設備

①人員：1 チーム 2 人、3 交代勤務体制（2 人×3 交代×200 時間/24=50 人工）

②燃料：乾燥済み杉チップ 54900kg（1m³フレコン 305 袋×180kg）（図 6）

内訳 200h×1.5 袋/時間=300 袋+立ち上げ分 5 袋=305 袋

チップ寸法 10mm 角、水分 14%前後

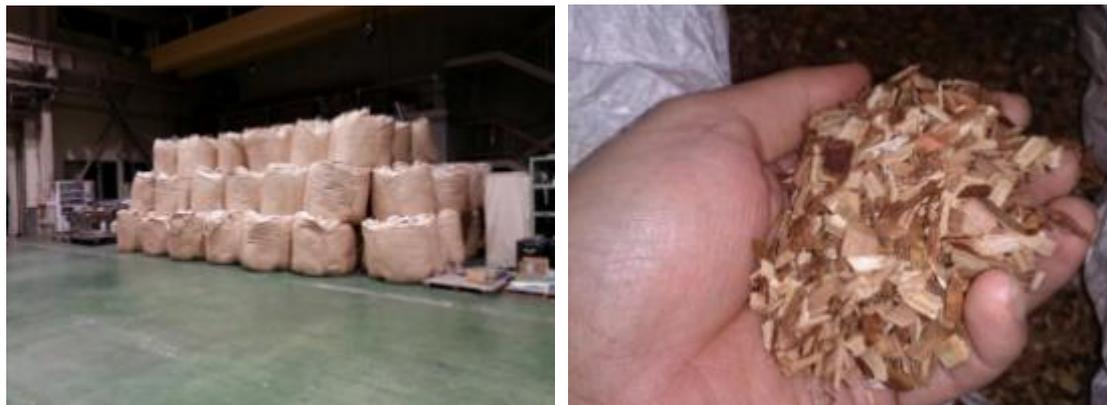


図 6. 木材チップ

③原料ホッパーへの供給方法

雨や夜間の対応、原料作業時間の短縮のため、原料一次保管場所・供給ホッパーを設置した（図 7）。30 分に一回フォークリフト等で供給を行なった。



図 7. 原料一時保管場所・供給ホッパー

④ガス冷却能力増強

10 時間連続運転の結果、ガスの冷却を行なうスクラバーの循環水が 70°C に加熱されていた。200 時間運転を行なえば高温のガスに含まれる水分が発電に支障をきたすことから、冷却能力を増強させる必要がある。そこで、伝熱面積 5m³ の熱交換器から 20m³ の熱交換器に変更した（図 8）。



図 8. 熱交換器の増強

⑤ 酢液タンクの不純物除去

スクラバー循環水槽の酢液タンクには沈降スラッジ・浮上スカムが堆積するが、運転中は除去することができず、連続運転の妨げとなる。そこで、スラッジコンベヤ付きの大型タンクを追加した（図 9、10）。



図 9. 沈降スラッジ・浮上スカム



図 10. スラッジのコンベア輸送

⑥木酢液、タールの処理

連続運転により大量の木酢液、タールが発生するため、貯蔵タンク、保管場所を確保した。発生量は $305 \text{ 袋} \times 180\text{kg} \times 0.3 = 16470\text{kg}$ (1m^3 タンク 17 個) を想定した (図 11)。



図 11. 木酢液・タールの貯蔵タンク

⑦炭の排出作業の効率化

連続運転により大量の炭が発生するため、炭の移送コンベアの延長、炭の保管場所の確保を行なった (図 12)。



図 12. 炭の保管状況

⑧騒音

深夜も運転するために、発電プラントを工場内に設置し、ガスエンジン周辺を遮蔽した。また、騒音の測定も行った (図 13)。



図 13. 工場内の設置状況、エンジンの遮蔽の状況

3.2.5. マテリアルバランス

200 時間連続運転時の結果から得られたデータを表 7 に、制御盤の表示を図 14、15 示す。

表 7. 200 時間連続運転の結果

原料	杉チップ 43,840 kg/200h (219.2 kg/h, 含水率 13.95 %-Ave, かさ比重 0.18)
バイオオイル	1,840 L/200h (9.2 L/h)
木酢液	1,840 L/200h (9.2 L/h)
炭化物	約 15,540 kg-wet (約 77.7 kg-wet/h, 含水率 約 57%, 比重 0.54)
スラッジ	約 9 m ³ (スクラバー水槽より排出する粉塵・タール)
発電	10.6 kW
発電時間	199.5 h
発電量	2,114.7 kWh (10.6 kW×199.5 h)
プラント消費電力	7.5 kW



図 14. 発電量の記録 (左・運転開始後、右・運転終了前)



図 15. 発電時間の記録 (左・運転開始後、右・運転終了前)

3.2.6. 騒音測定値

騒音の測定結果を表 8 に、測定箇所を図 16、17 に示す。

表 8. 騒音測定結果

	15kW エンジン からの距離 (m)	騒音測定		暗騒音測定	
		A 特性 (dB)	C 特性 (dB)	A 特性 (dB)	C 特性 (dB)
①	1	84.5	97.2	41.0	54.3
②	1	94.1	98.2	42.5	52.5
③	1	92.2	94.5	42.2	54.2
④	1	88.6	94.7	41.1	55.3
⑤	3	75.7	90.1	44.4	57.2
⑥	4	77.3	90.4	42.1	56.3
⑦	4.5	67.5	80.7	41.5	56.7
⑧	6	71.6	84.3	44.6	57.4
⑨	7	73.7	84.4	41.8	57.5
⑩	7	73.4	87.5	43.7	55.6
⑪	9	84.1	88.8	37.5	56.7
⑫	21	45.1	62.1	42.5	53.0
⑬	22	55.8	65.0	43.2	53.5

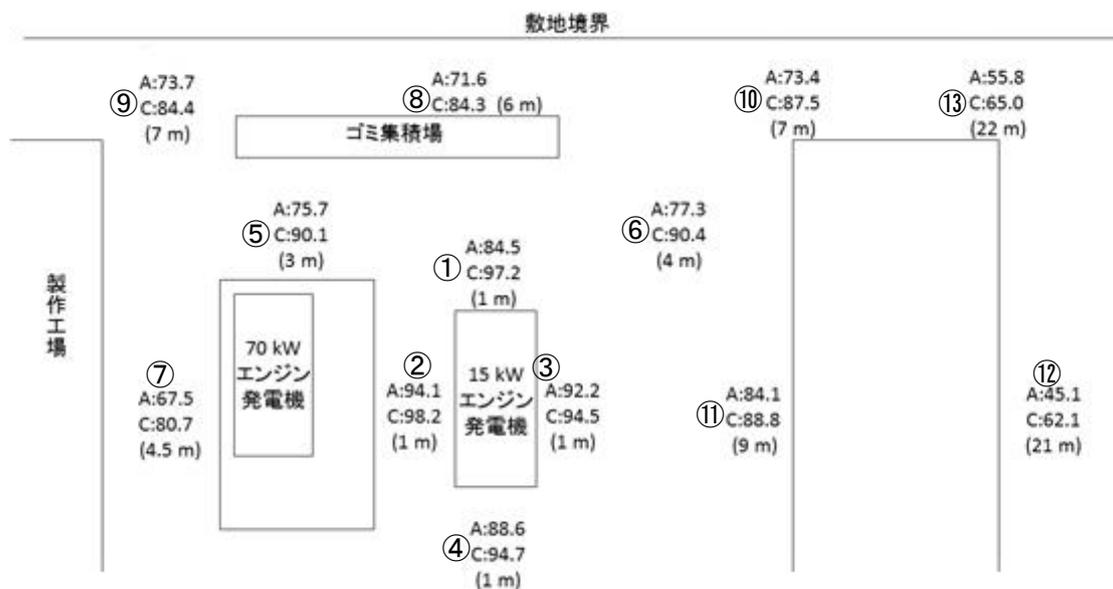


図 16. 騒音の測定結果

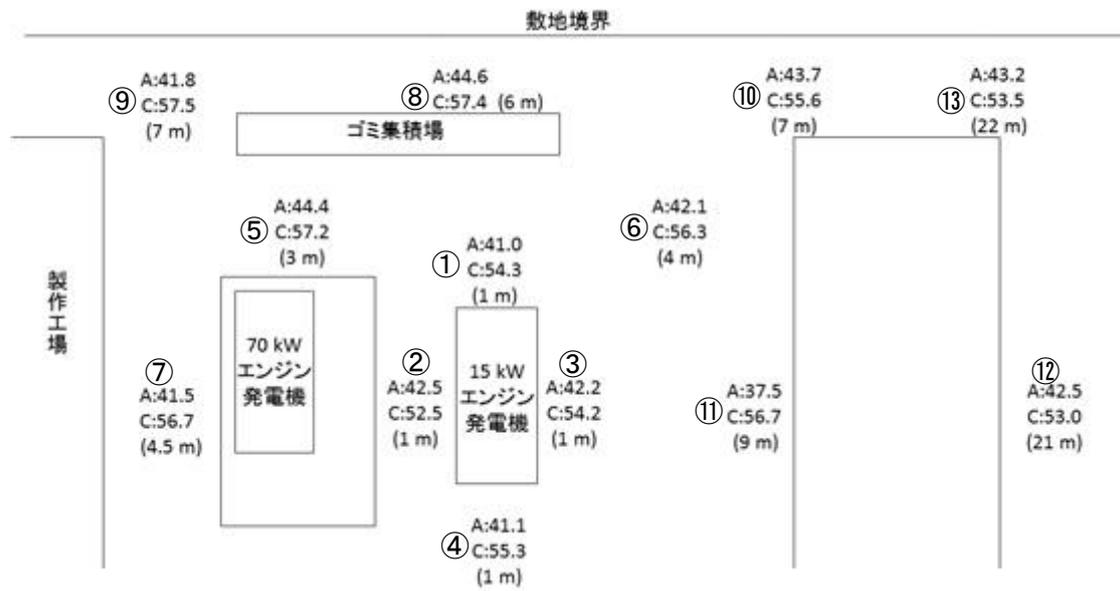


図 17. 暗騒音の測定結果

3.2.7. ガスエンジン

15kW ガスエンジンの仕様は次の通りである（図 18）。

モデル名：15GFS-SJ

シリンダー数：3 気筒（4 ストローク， $\phi 105 \text{ m} \times 125 \text{ mm}$ ）

排気量：3.25 L

点火方式：スパークプラグ点火

加給器：ターボチャージャー

アイドリング回転数：1200 rpm

定格回転数：1800 rpm

定格出力：15kW

定格電力：220V

定格周波数：60Hz



図 18. 15kW ガスエンジン

ガスエンジンの仕様と実際に発電を行なって実測した電圧等を表 9 に示す。

表 9. 発電中の 15kW ガスエンジンの実測値

	仕様	実測値
電圧	220V	218V
電流	-	28.3A
電力	15kW	10.6kW
周波数	60Hz	60Hz
力率	-	0.996

70kW ガスエンジンの仕様は次の通りである（図 19）。

・ 70 kW ガスエンジン

モデル名：70GF-SJ

シリンダー数：6 気筒（4ストローク，ピストン径ストローク量不明）

排気量：14.8 L

点火方式：スパークプラグ点火

加給器：ターボチャージャー

アイドリング回転数：800 rpm

定格回転数：1500 rpm



図 19. 70kW ガスエンジン

3.2.8. ガス成分

3.2.8.1. ガス流量と発電量

ガス流量と発電量の関係を表 10 に示す。この試験は 15kW ガスエンジンだけでなく、70kW ガスエンジンも追加して行っている。

表 10. ガス流量と発電量

燃焼空気フ ァン[m ³ /h]	ガスエンジ ン 15 kW、70 kW 各発電量 [kW]	体積流量 (標準状 態) [m ³ _N /h]	体積流 量 [m ³ /h] A	15 kW ガスエン ジン消費量 B	余剰ガス (フレアスタッ クで燃焼処理) C = A - B
64	10.6 + 0	164	185	50	135
74	10.6 + 20	206	233	50	183
78	10.6 + 30	212	240	50	190
80	10.6 + 40	221	250	50	200
82	10.6 + 50	221	250	50	200

3.2.8.2. ガスクロマトグラフィー分析

稼働時に採取したガスの分析結果を表 11 に示す。

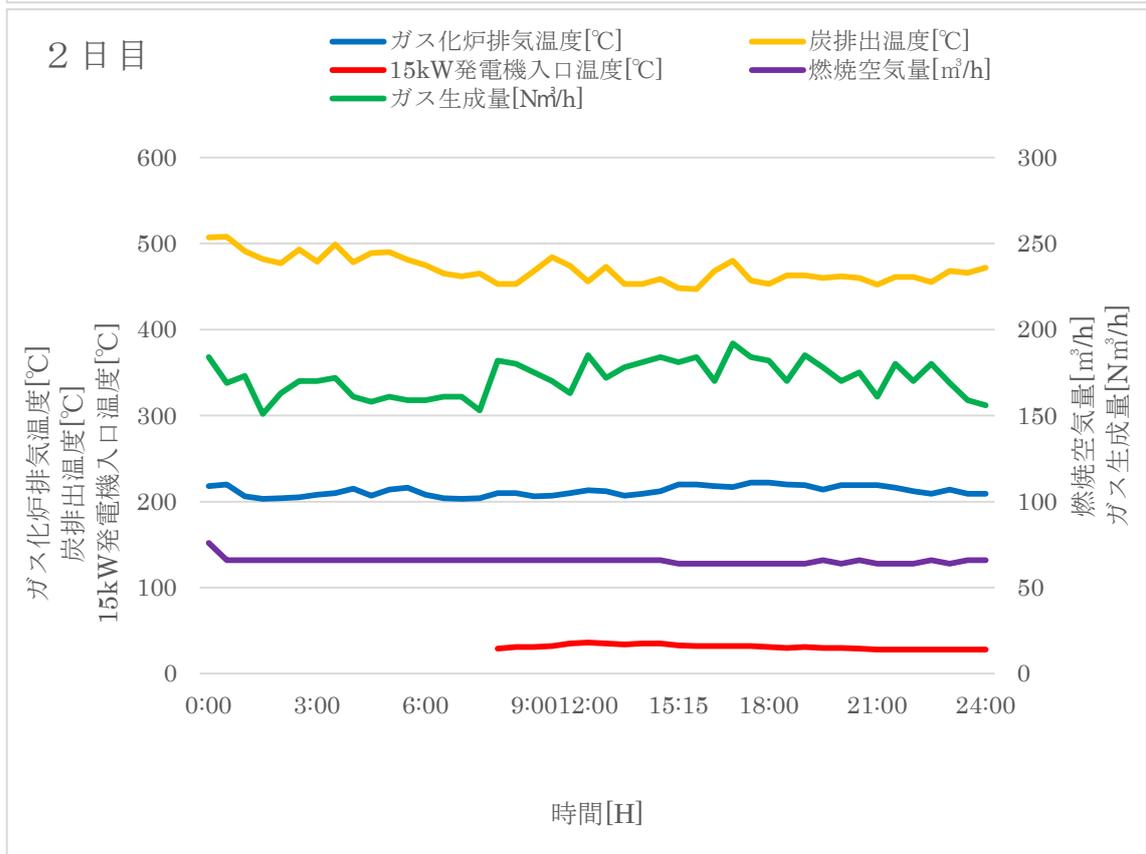
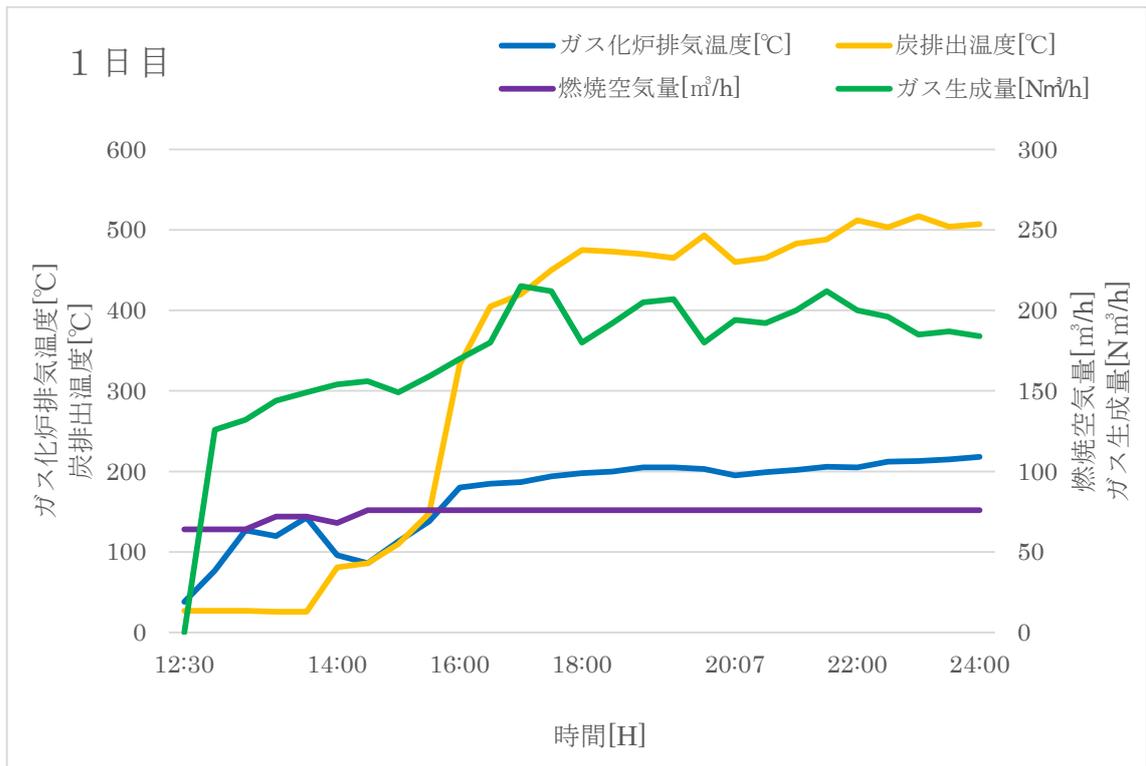
表 11. ガスの分析結果

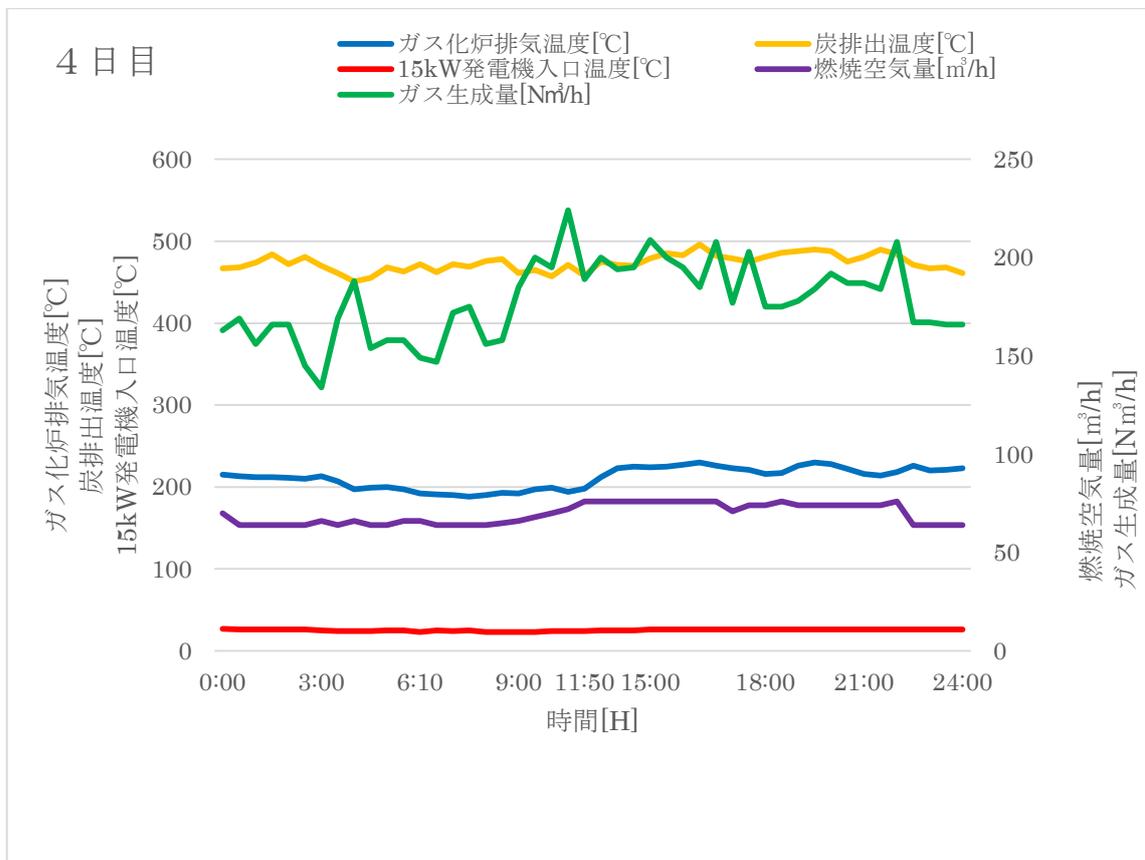
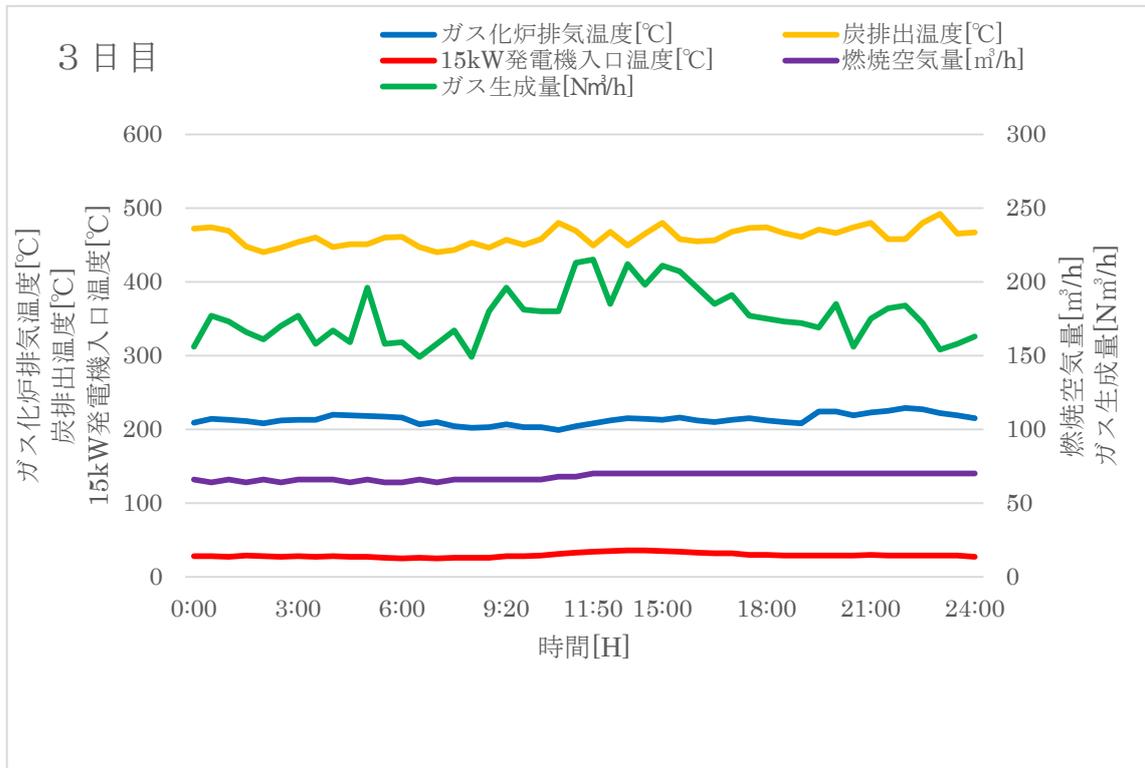
単位：%										
H ₂	O ₂	N ₂	CH ₄	CO	CO ₂	C ₂ H ₆	H ₂ O	C ₃ H ₈	i-C ₄ H ₁₀	n-C ₄ H ₁₀
10.01	1.21	40.9	4.50	20.0	14.9	0.42	0.00	0.10	0.00	0.00

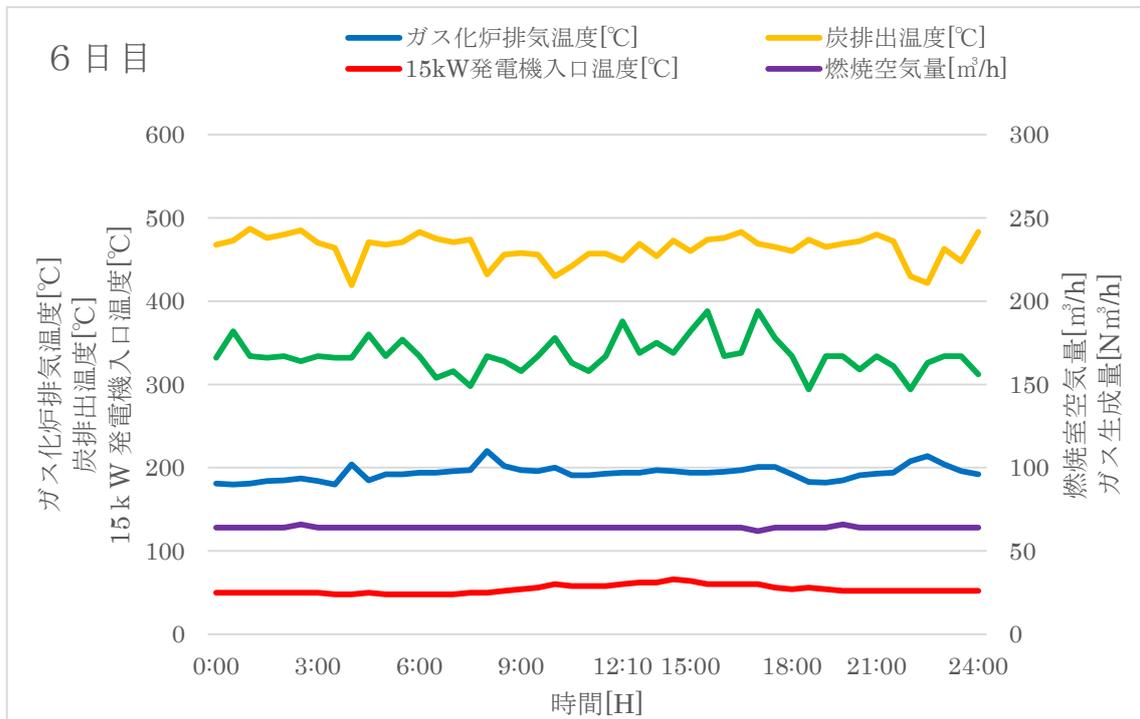
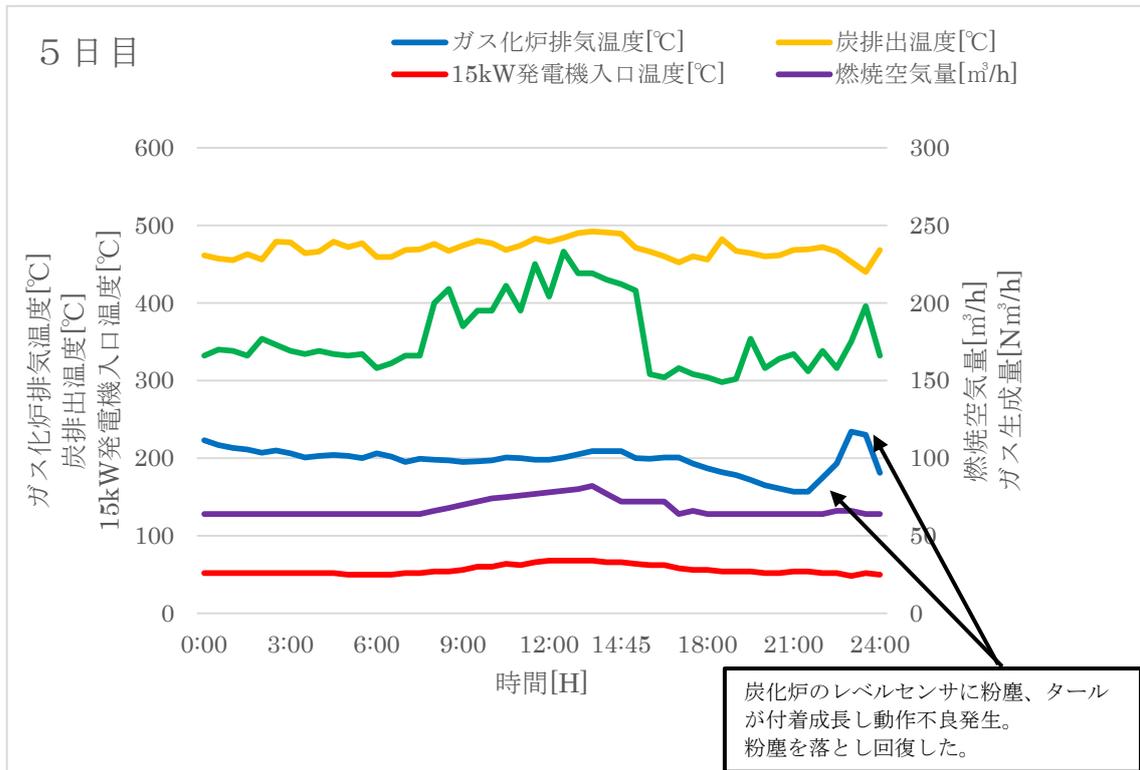
3.2.9. 運転記録・データロガー

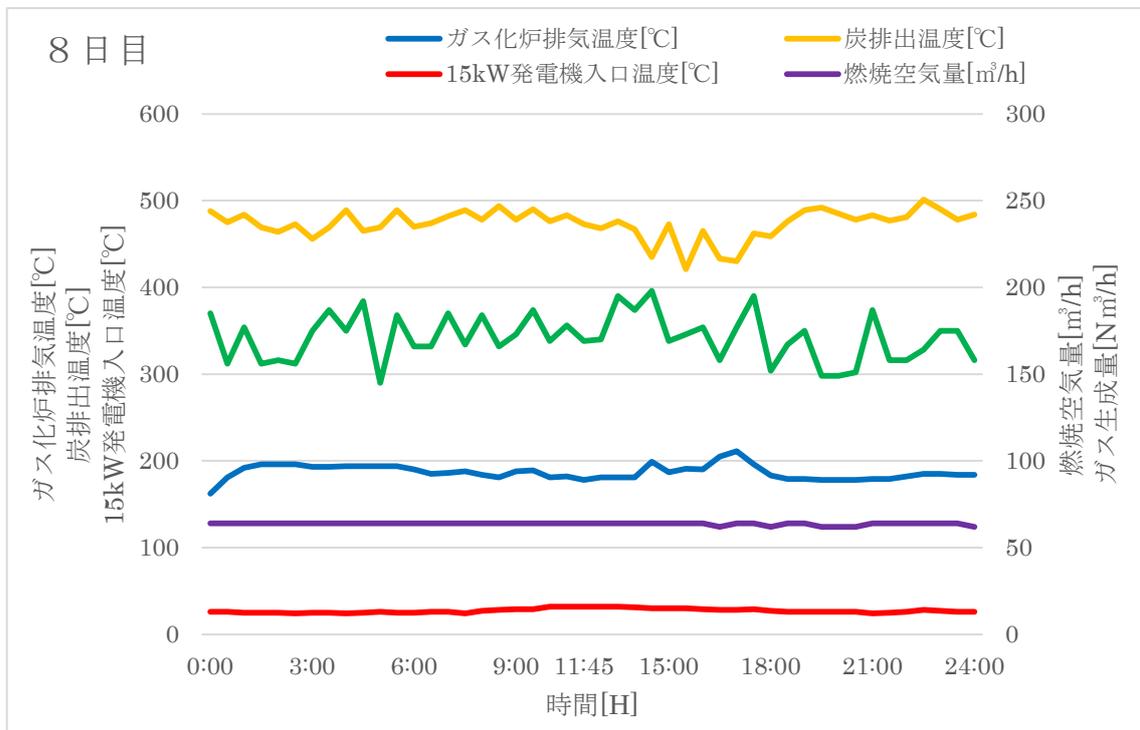
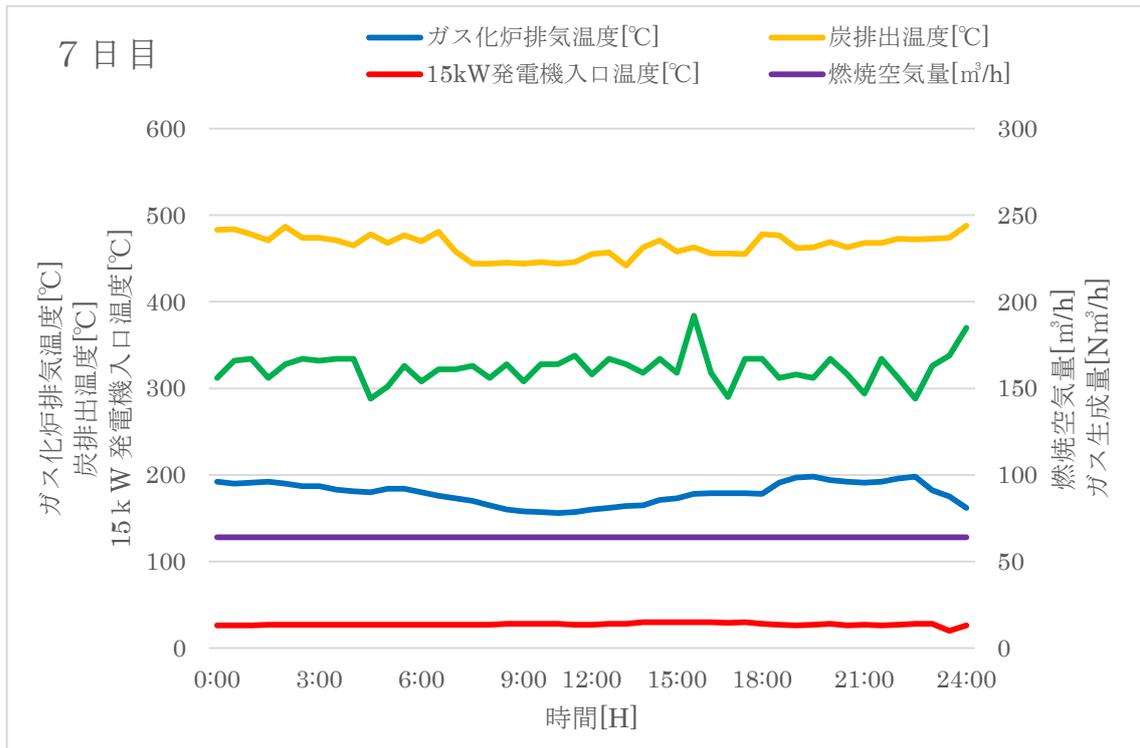
3.2.9.1. 200 時間連続運転時の安定性(温度等)

200 時間連続運転時のデータロガーによる記録を図 20 に示す。ガス生成量については、オリフィス差圧計から算出した。発電機入口温度、燃焼空気量、炭排出温度はほぼ安定していたが、ガス生成量は変動があった。これはバイオマス原料が不均一であったため不可避であると考えられる。この結果から、発電施設は安定して連続運転できたと考えられる。









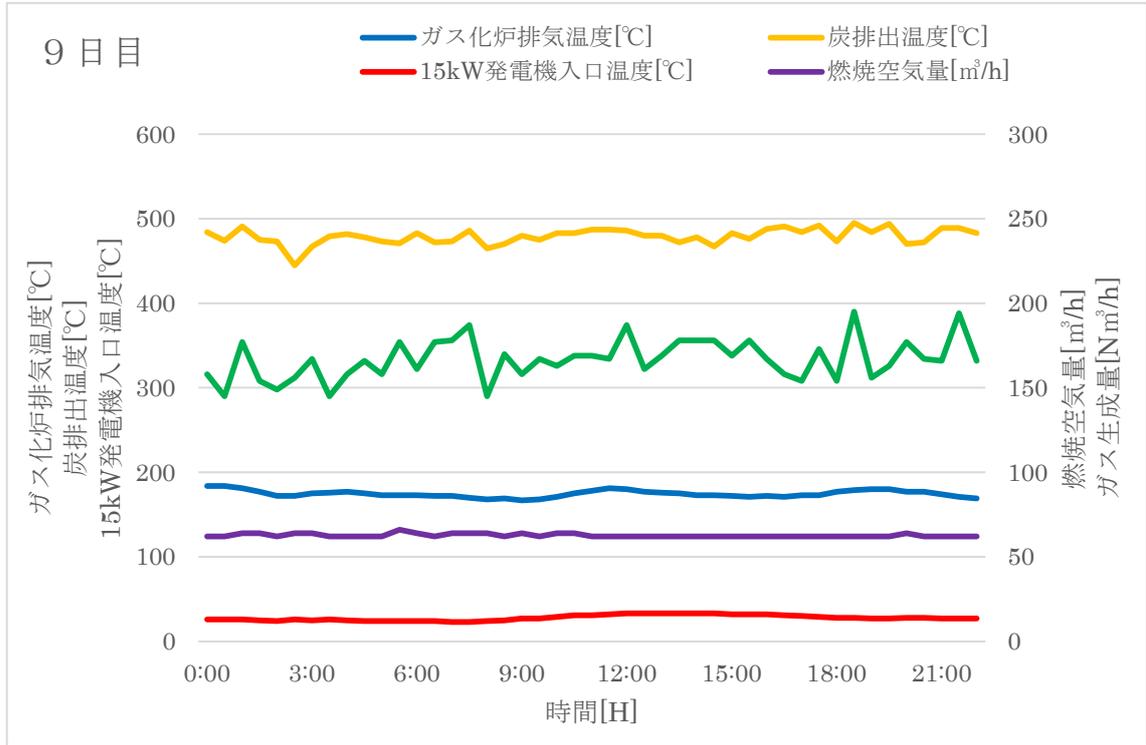
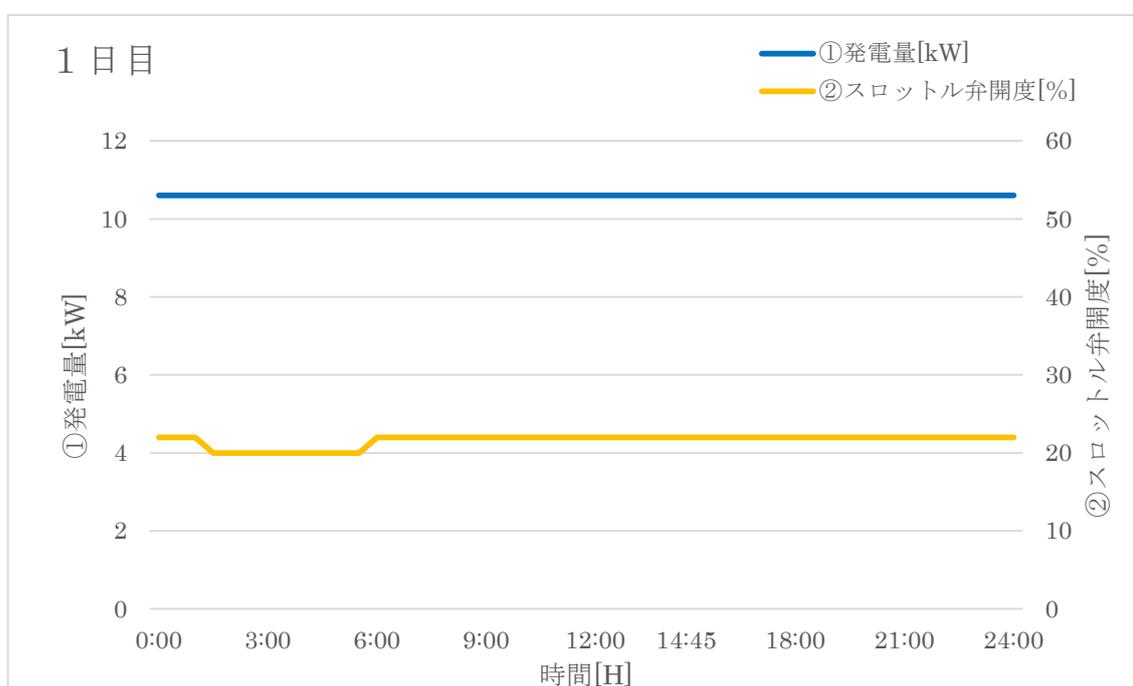


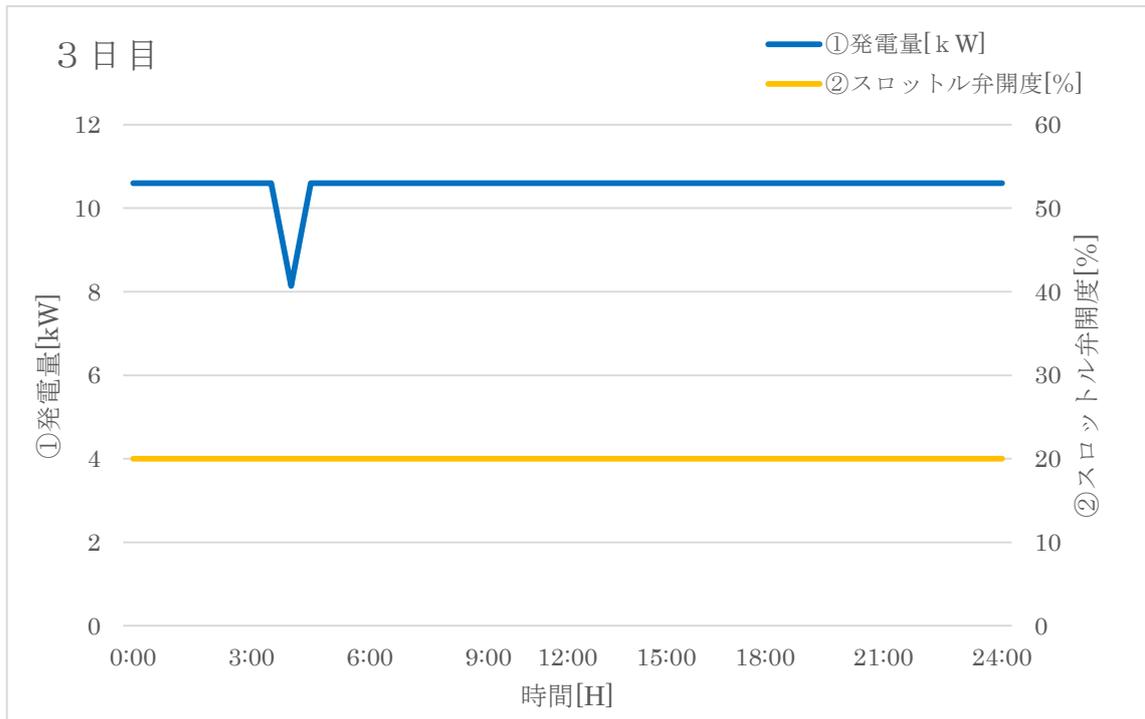
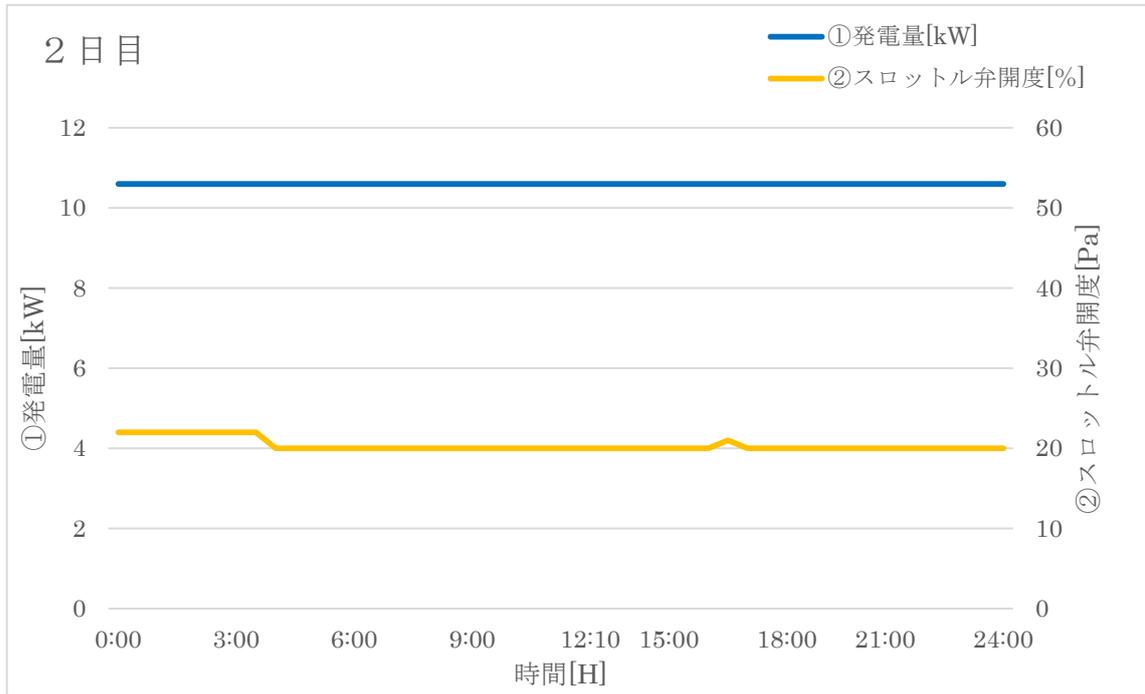
図 20. 200 時間連続運転時の安定性 (温度等)

3.2.9.2. 200 時間連続運転時の安定性(発電量)

200 時間連続運転時のデータロガーによる記録を図 21 に示す。発電量は非常に安定しており、長時間の運転が実証できた。ただし、3 日目の 3 : 30 にエンジンが一時停止するトラブルが発生している。これは定格回転数 1800rpm の±10%外れが 1 秒以上継続したためであり、ガス供給圧の不安定が原因と考えられる。再起動したところ元の状態に戻ったため、連続運転を中断するトラブルとはならなかった。ガス用微圧調節バルブを追加してガス供給をより一定にするのが望ましい。

この結果から、発電施設は安定して連続運転して発電できたと考えられる。





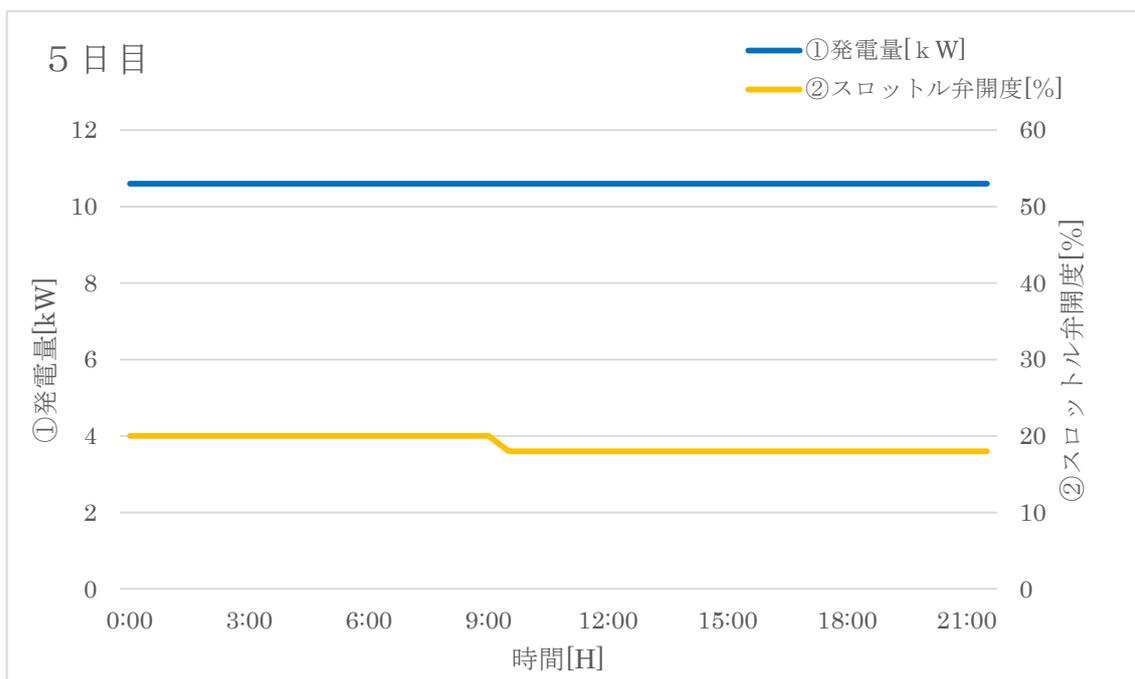
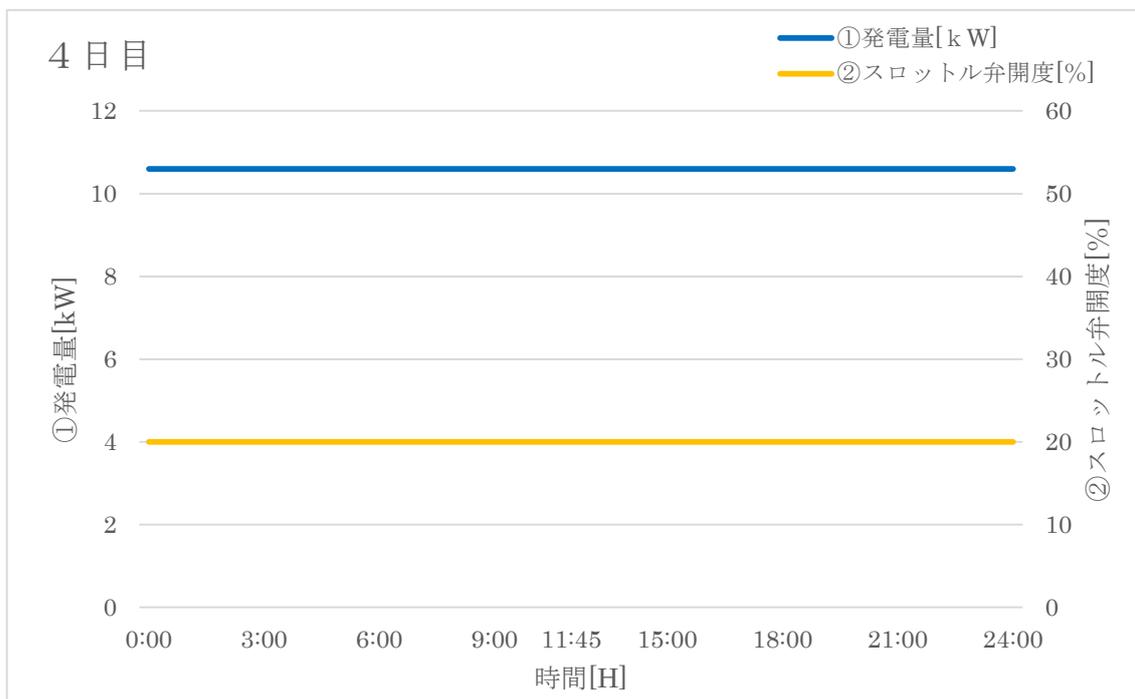
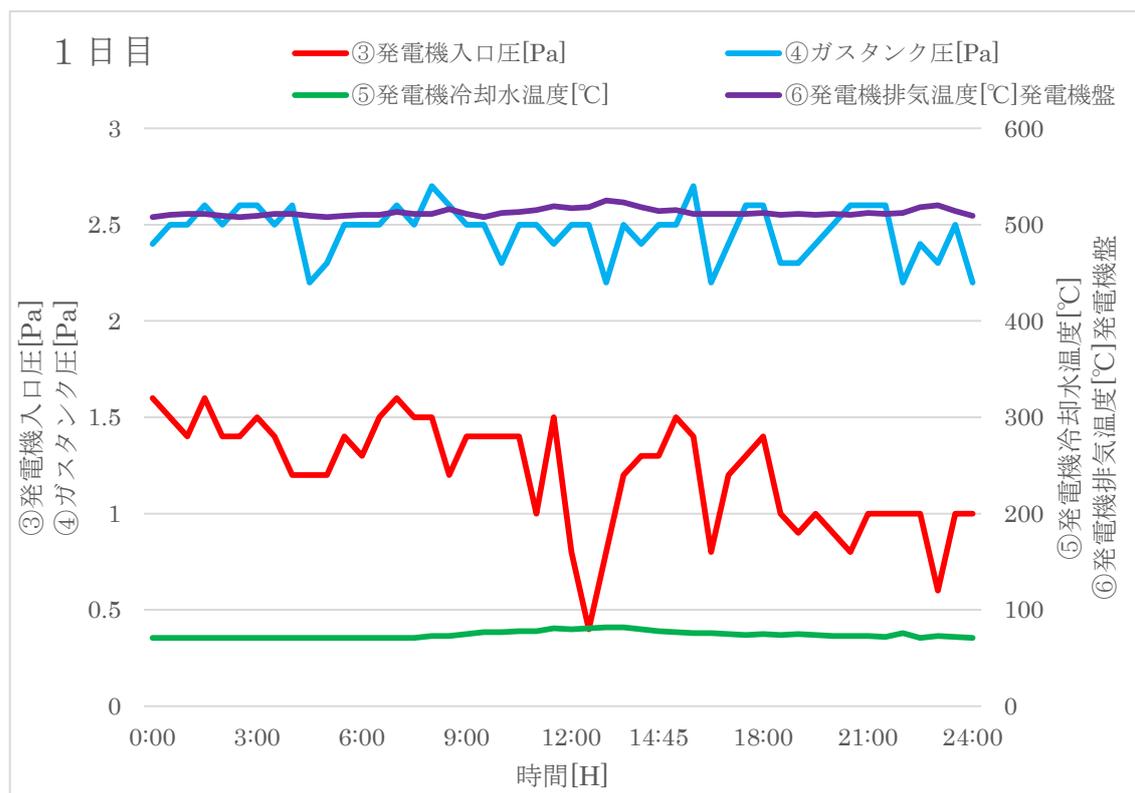


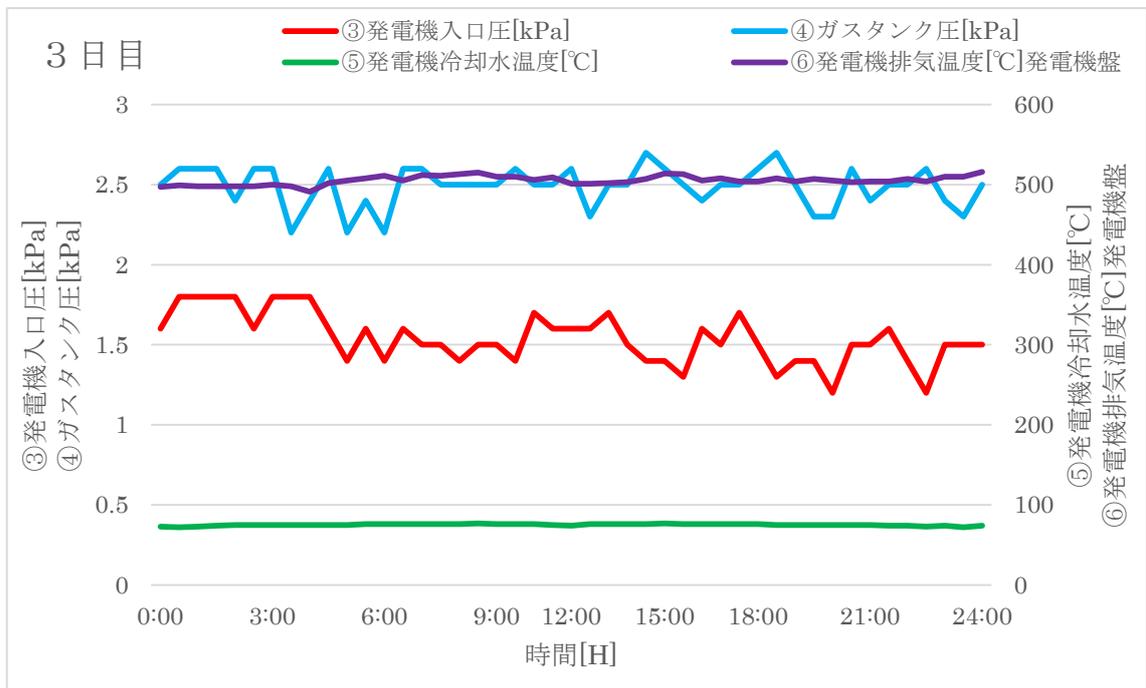
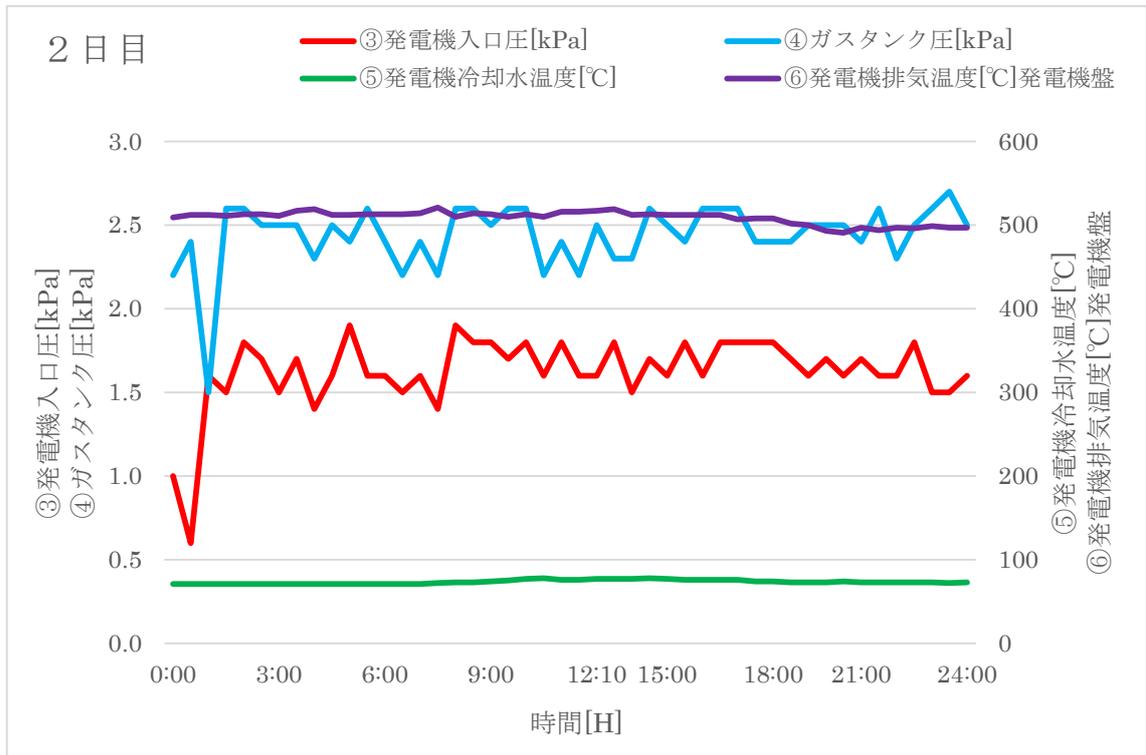
図 21. 200 時間連続運転時の安定性 (発電量)

3.2.9.3. 200 時間連続運転時の安定性(その他)

200 時間連続運転時のデータロガーによる記録を図 22 に示す。発電機入口圧、ガスタンク圧、発電機冷却水温度、発電機排熱温度を測定した。発電機入口圧・ガスタンク圧以外は安定していた。発電機入口圧・ガスタンク圧の変動が大きかったことは、バイオマス原料が不均一であったため不可避であると考えられる。

これらの結果から、発電施設は安定して連続運転して発電できたと考えられる。





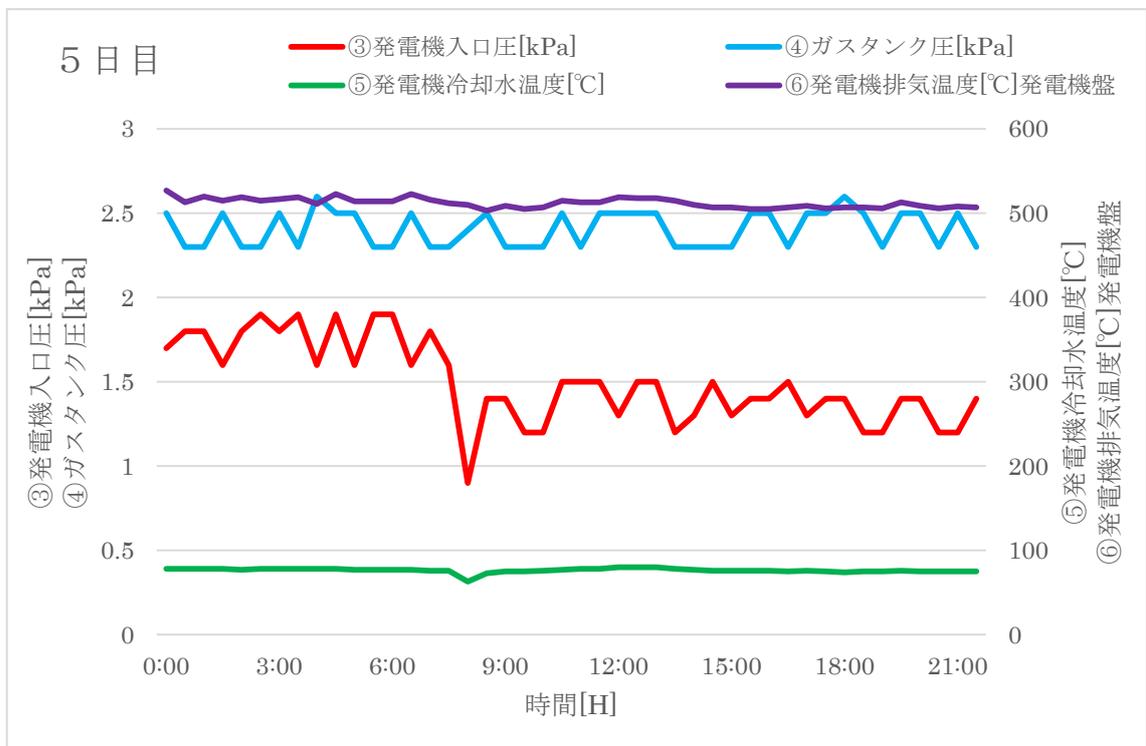
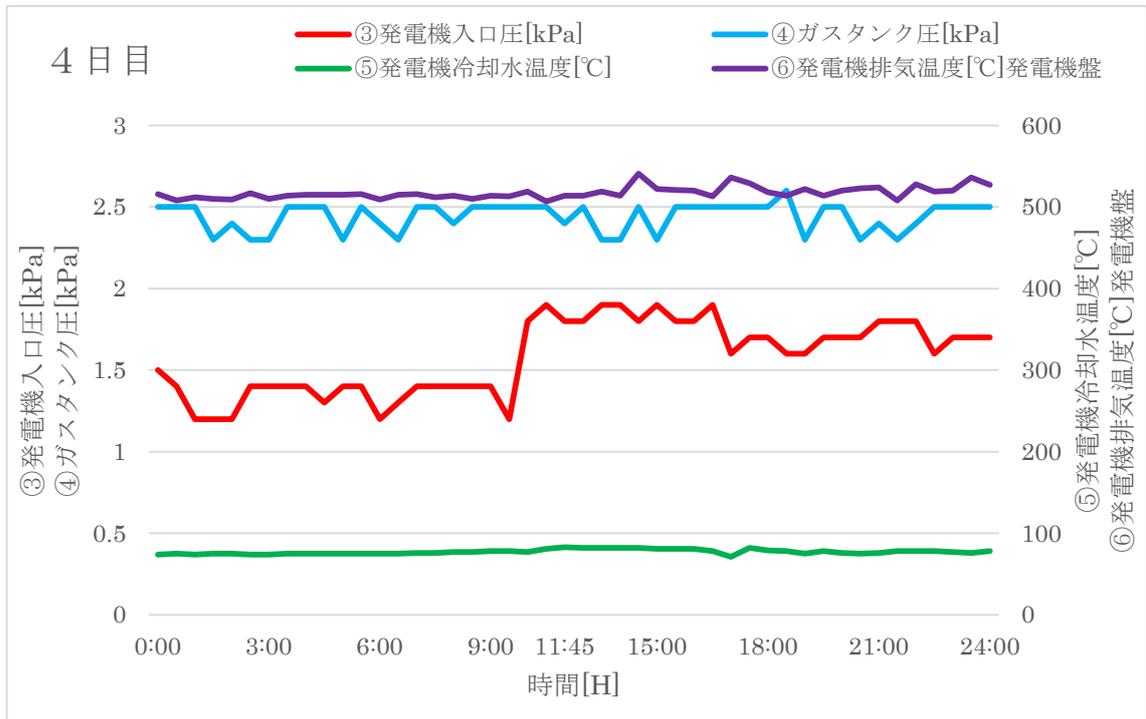
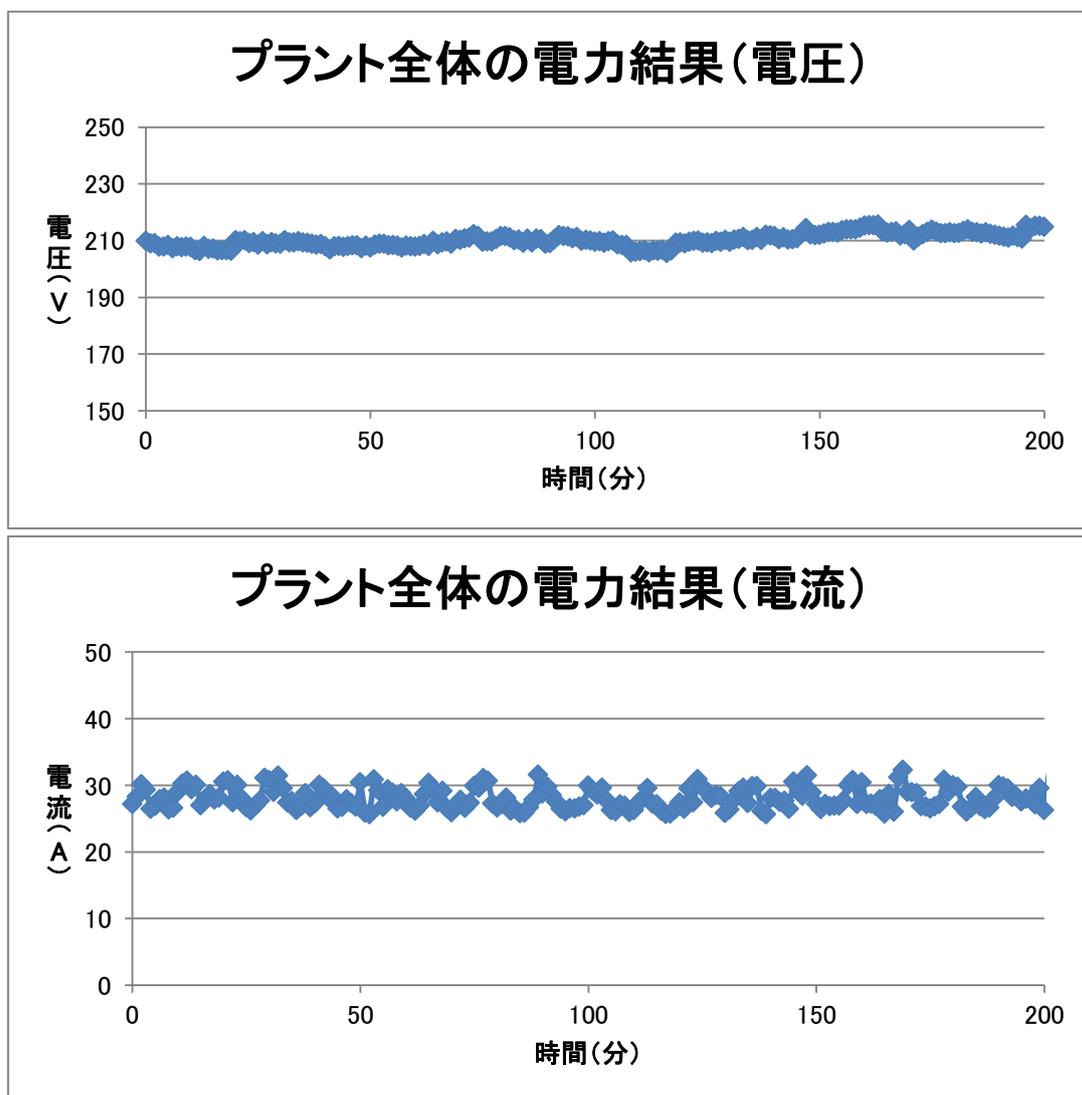


図 22. 200 時間連続運転時の安定性 (その他)

3.2.9.4. プラント全体の電力結果

200 時間連続運転時のプラント全体の電力の推移について、データロガーによる記録を図 23 に示す。記録は 200 分間行った。電圧、電流、電力、周波数ともに安定していた。



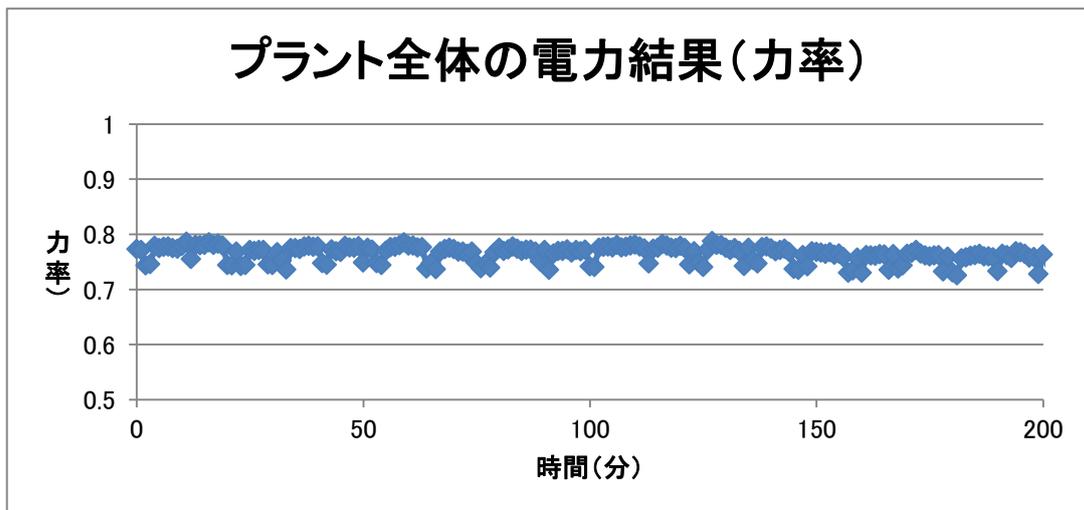
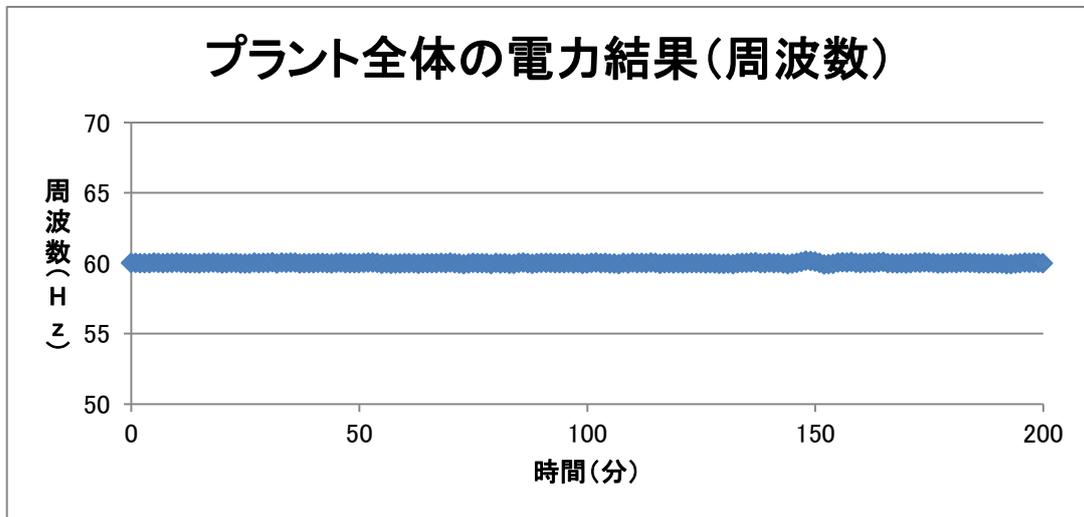
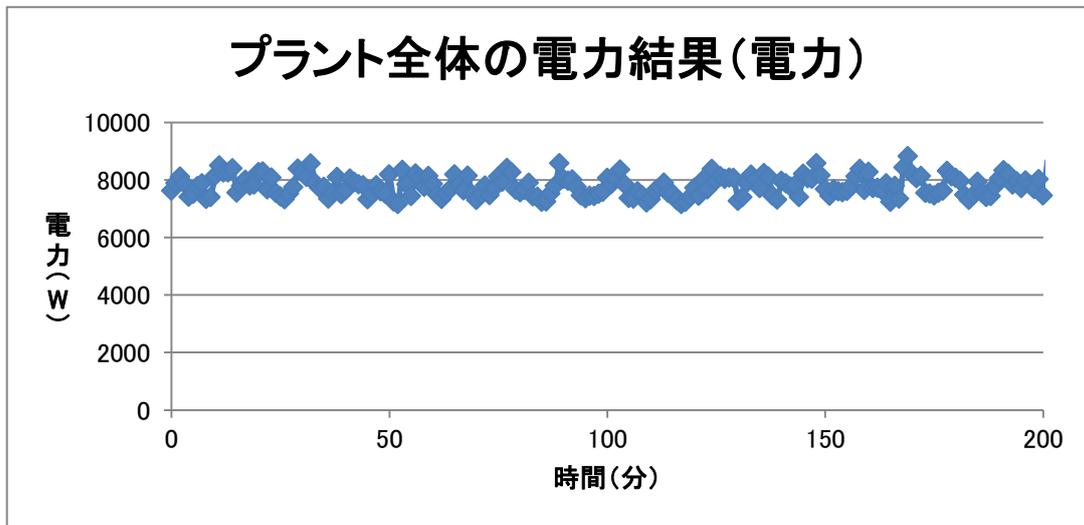


図 23. プラント全体の電力結果

3.2.10. まとめ

当初目標としていた高出力、長時間運転はほぼ達成することができたが、実務的な運転には、出力の安定性や数日間以上にわたっての長時間運転の実証が必要である。そのため、本年度の実証事業では、シリンダー容量を改造した低出力のガスエンジン（定格 15kW）と 75kW のガスエンジンによる並行可変で同時に運転でき、連続出力の安定性と数日間の連続運転（200 時間）を追加で行うこととした。数日間の連続運転を行なうために設備の見直し、改造等を行ない、環境を整えた。その結果、定格 10.6kW で 199.5 時間にわたって安定して発電できることを実証できた。

このとき使用したガスエンジンは、シリンダー容量を低カロリーの燃焼ガスに合わせて改造したものであり、シリンダー容量の設計が重要であることが確認できた。

また、ガス化炉の負荷変動への汎用性を確認する為、複数のガスエンジン（70kW）を使って試験を行なった。結果を表 12 に示す。発電の出力に比例して、スロットル弁の開度が大きくなっている。これにより、ガス化炉燃焼空気量が上がり、燃焼ガスの発生量が増えている。このとき、燃焼ガスの貯蔵タンク（ガスホルダー）の容量が小さいとガス圧力の変動が大きくなり、ガスエンジンの出力を上げたときにガスエンジンの回転数が不安定となることが考えられる。

表 12. 70kW ガスエンジンを使った試験結果

発電量[kW]	スロットル弁開度[%]	発電機入口圧 [kPa]	ガスタンク圧 [kPa]	発電機冷却水温度 [°C]
0	0	0	2.4	24
10	20	2.3	2.5	24
20	22	2.3	2.5	64
30	25	2.3	2.5	73
40	30	2.3	2.5	78
50	35	2.2	2.4	80

以上のことから、木質バイオマスガス化発電をより一層安定して稼働を行なうには、①プロパンガスなど天然ガスエンジンの設計容量の 2 倍以上のシリンダー容量を必要すること、②燃焼ガスの貯蔵タンク（ガスホルタ）をの安全率を現在の 1.5 倍以上に大型化すること、③燃焼ガスの調整バルブを追加し、微調整できるようにすること、がある。上記を商業ベースの設計に反映させ、小規模分散型木質バイオマスガス化熱電併給の普及促進に役立てる。

3.3. 前年度までに構築実証した技術やノウハウを利用し自治体や民間団体への支援

【達成目標】

- ①放射性物質の影響のある地域の自治体や民間団体の木質バイオマス利活用計画の策定支援。具体的には、広野町、浪江町、飯館村などの自治体や地域の森林組合と連携して森林再生の計画作りを行う。
- ②発電施設の候補地の選定スキーム作り、木質バイオマス利活用スキーム作りなど地域の特色を活かした小規模分散型の熱電併給市場の拡大に向けた取り組み。平成29年度までの予算措置が行われている福島再生加速化交付金を利用した自治体の地域分散型木質バイオマスガス化熱電併給事業を実施する。

【達成状況及び課題】

木質バイオマス利活用について、自治体や民間団体に広報活動を行なった。主な訪問先を表13に示す。木質バイオマス利活用と発電施設について、これまでの取り組みや今後の展開の説明や、状況の聞き取りなどを行っており、上記達成目標①②を合わせて説明する。

3.3.1. 福島県内エリア

避難指定解除を受けた12市町村を中心に、浪江町の二本松市出張所・富岡町の郡山出張所・飯館村の飯野町出張所に対して、木質バイオマスを利用した化熱電併給事業を事前調査～事業計画～運営管理に至る一連のスキーム作りについて説明し、取組の支援を行なった。また、住民の帰還促進や雇用の場を提供する為の復興計画についても説明し、取組の支援を行なった。現在も実施中である。

3.3.2. 全国エリア

中国地域について、森林面積の占める割合の高い自治体や、産業バイオマス都市の指定を受けると木質バイオマス利活用および産業化を積極的に進めている自治体に対して、農業や温浴施設などや福祉施設などの他産業との融合した地域活性化計画を提案・提言を行った。現在も実施中である。

3.3.3. 先進木質バイオマスガス化熱電併給事業計画

放射性物質による汚染された地域での木質バイオマスガス化熱電併給事業に関する事業計画を作成し、放射性物質の除染と木質バイオマスの利活用を融合させ、地域に密着した計画立案を行った。

表 13. 訪問先

No	都道府県	自治体名	訪問先
1	広島県	安芸高田市	副市長
2	広島県	庄原市	市長
3	島根県	邑南町	町長
4	広島県	三次市	市長
5	福島県	富岡町 郡山出張所	担当部署
6	福島県	郡山市	担当部署
7	福島県	大熊町役場 会津若松出張所	担当部署
8	福島県	会津若松市	担当部署
9	福島県	浪江町 二本松出張所	担当部署
10	福島県	二本松市	担当部署
11	福島県	葛尾村役場 三春出張所	担当部署
12	福島県	田村市	担当部署
13	福島県	福島市	担当部署
14	福島県	飯館村 飯野町出張所	担当部署
15	福島県	川俣町	担当部署
16	福島県	広野町	町長
17	福島県	いわき市	担当部署

3.4. 前年度までに構築実証した技術やノウハウを利用し自治体や民間団体への支援

【達成目標】

③地方創生を目的とした、地域分散型の木質バイオマスガス化熱電併給を加えた、自治体の総合計画策定の支援。前年度迄に構築したシステムを周辺地域や全国の地方自治体に展開し、各地域に適した木質バイオマスの利用計画の策定の支援を行う。

【達成状況及び課題】

これまでに構築したシステムを周辺地域や全国の地方自治体に展開し、各地域に適した木質バイオマスの利用計画の策定の支援を行うために、研修会や意見交換を開催した。また、上記実施項目 6 と同様に、自治体や民間団体に広報活動を行なった。

3.4.1. 研修会

全国の自治体や民間企業など、発電事業者や投資機関を含めた研修会を開催した「(第 1 回 地域分散型木質バイオマスガス化熱電併給システム事業説明会)」。様々な分野や立場の違う団体が

集まり今後の地域分散型木質バイオマスガス化プラント事業の可能性に関して意見を交換し高い関心と反響があった。今後は回数を重ねもっと多くの団体に普及が必要と考えられる。

3.4.2. 意見交換

自治体の首長を訪問し意見交換を実施している。その中で、地域の林業や木質バイオマス産業が抱える課題がクローズアップされ、改めて問題意識を確認した。

4. 3カ年の実証の成果及び課題について

当事業仕様書の「事業の目的」に記述のある「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、当事業により実証された成果及び明らかとなった課題について記載する。

4.1. CO2 排出削減効果

本プラント1機における年間の最大出力は500,000kWhと算出できる（発電量125kW、1日のメンテナンスを2時間とし、1日22時間稼働×年間稼働日数180日=4,000時間として計算した）。この電力を東北電力で発電した場合、CO2排出量は285.5t-CO2、代替値を使った場合289.5t-CO2と算出できる（表14）。

本プラントは木材を使用しカーボンニュートラルであることから、CO2の排出がないと見なし、285.5～289.5 t-CO2が削減することができる。

表 14. 年間最大発電量から算出した CO₂ 削減量

電気量(kW)	稼働時間(h)	出力量(kWh)	排出係数※(t-CO ₂ /kWh)	削減量(t-CO ₂)
125	4,000	500,000	代替値：0.000579	289.5
			東北電力：0.000571	285.5

排出係数に関しては、「平成26年度の電気事業者ごとの実排出係数・調整後排出係数等の公表について」（平成27年11月30日環境省報道発表資料）より、代替値0.000579t-CO₂/kWh、東北電力株式会社実排出係数0.000571t-CO₂/kWhを用いた。

本プラントからCO₂の排出がないと見なしたことについては、「地球温暖化対策の推進に関する法律に基づく地方公共団体の事務及び事業に係る実行計画策定マニュアル及び温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン（平成23年10月環境省）」記載の『3.4.1.1燃料の使用に伴うCO₂の排出 木材、木くず、木炭等のバイオマス（生物体）系の燃料の使用に伴う二酸化炭素の排出については、植物により大気中から吸収され除去されていた二酸化炭素が再び大気中に排出されるものであるため、国際的な取り決め（IPCCガイドライン）に基づき排出量には含めないこととされている。』によるものである。

なお、プラント自身の消費電力はプラントの発電から供給されるため、加味していない。

4.2. 事業採算性

バイオマスガス化発電は、小規模プラントでも高い発電効率を実現できることから、大型化にこだわる必要がなく、初期費用とランニングコストを低く抑えることができる。使用材積量も直接燃焼方式より少量であり、間伐材など未利用の木材を使用することができる。また、発電時に

熱エネルギーが多量に発生するため、熱源として利用することも可能である。例えば、農業用のビニールハウスや入浴施設、プール施設の加温に使うことができ、施設の電力と燃料費節約に貢献することができる。

一方、直接燃焼によるバイオマス発電は技術的に安定しているが、発電効率を高いものにするにはある程度の規模を必要とすることから、初期費用が高く、またランニングコスト(主に材料費)も巨額となるため、木材の価格変動等の経済的なリスクがかなり高いと言える。また、使用材積量も圧倒的に多いので、除染後の木材チップを利用する事業では、チップ製造における安全管理の負荷が大きいものとなる。

以上のことから、バイオマスガス化発電には、①バイオマスの有効利用②電気の利用③熱の利用といった利点があり事業のニーズは高く、特に除染が必要な地域では不可欠なものと考えている。

表 15、16 の内容にて事業採算の計画を立てていたが、今回のアップドラフト型炉での実証の結果から得られた発電効率では、材料費に対して期待していたエネルギー売上は見込めないと推測される。しかし、自社で継続して独自試験を行っているダウンドラフト型炉プラントでは、実証時の発電効率 12.6%に対し、倍近くの 24%という数字を確認する事が出来た。

引き続き自社内での改良を行い、事業採算の取れるモデルの開発を継続する。

表 15. 事業採算性 (実証事業)

電気出力	125kW
運転時間	年間 4000 時間
燃料使用量	400kg/h (年間 1600t)
年間 CO ₂ 削減量	290t
エネルギー売上量	2000 万円

表 16. 事業採算性 (販売想定)

初期投資	3.5 億円 (建設工事、造成工事)
売電量 (電気出力)	180kW
運転時間	年間 8000 時間
エネルギー売上量	7000 万円
支出 (人件費)	2 名、1000 万円
材料費	2000 万円 (15000 円/t)
光熱費等	100 万円
メンテナンス費用等	340 万円 (エンジン交換積み立て費用含む)

4.3. 森林資源の利活用

福島県では、震災前から間伐に対して積極的に取り組んでいたが、間伐材は利用価値が見出されておらず、山間部には間伐材が多量に放置されている。また、現在も除染とともに間伐が徐々に進んでおり、放置間伐材は今後も増加することが予想される。これらの間伐材及び放置間伐材の有効利用として、本実証事業のシステムは有効であると考えている。

その大きな理由として、放射性物質で汚染された木材であっても、安全に取り扱うことができることである。伐採から発電施設の運転、副産物の炭など、さまざまな箇所でも放射性物質の測定を行ない、作業員の被ばくや放射性物質が一個所に濃縮することがないことを確認している。基本的には放射性物質の検査を行ない、基準値以下の木質バイオマス発電に利用するのであるが、バークの洗浄及び排水処理といった除染方法も確立している。バイオマスガス化発電を導入することにより、間伐材を長期期間にわたって有効利用できるため、林業の振興、森林資源の育成、山間部の除染といった効果が期待できる。

また、一般の木材であっても、小規模で発電効率の高いバイオマスガス化発電は有効である。バイオマス活用の課題として運搬のコストがある。運搬コストを下げるためには、森林などバイオマス供給元の付近に発電施設を建設することが根本的な解決方法である。このため、小規模で発電効率の高いバイオマスガス化発電施設は広い設置面積を必要とせず、比較的容易に設置することができる。

以上のことから、本実証事業のシステムは森林資源を有効に活用することができる。

4.4. 実用化・普及可能性

バイオマスガス化発電は発電効率が高く、小規模プラントでも30%以上を確保できることが実証されており、国内メーカーのシステムでも、発電効率30%を達成しているものがある。発電効率の求め方は以下の式で行った。

$$\text{発電効率 (\%)} = \frac{\text{発電出力 (kWh)} \times 3.6 \text{ (MJ/kWh)}}{\text{バイオマス投入量 (kg/h)} \times \text{バイオマス発熱量 (MJ/kg)}} \times 100$$

今年度の実証試験期間中の結果から、施設の発電量115kWh、バイオマス投入量219.2kg/h(乾物量)を代入する。含水率50%のチップを使用しており、ガス化発電施設の排熱で含水率を15%に乾燥しているため、施設全体で見ればバイオマス発熱量は6MJ/kgであり、ガス化炉のみを見ればバイオマス発熱量は15MJ/kgとなる(表17)。そのため、施設全体を見れば発電効率は31.5%になるが、ガス化炉のみをみた実際の発電効率は12.6%となった。

これまでの試験結果と比較すると発電出力は増加し、バイオマス投入量は低下しており、発電効率は改善されているものの、想定していた値よりも低いため、さらに改善する必要がある(表18)。

表 17. 含水率とバイオマス発熱量

含水率	バイオマス発熱量
50 %	6 MJ/kg
15 %	15 MJ/kg

表 18. これまでの試験結果

	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度
発電出力	15kW	80kW	115kW
バイオマス投入量	400kg/h	505kg/h	219.2kg/h

4.5. 課題

①ダウンドラフト炉形式

ガス化発電の発電効率を25%～35%と想定していたが、実証期間中に使用したアップドラフト式では想定よりも低いものであった。主な理由は、燃焼ガス中のタールによるガスエンジンの不調である。本実証事業とは別に自社の開発としてダウンドラフト方式で発電試験を行ったところ、タールの発生が少なく、短時間であるが60kWを発電し、発電効率は24%となった。そのため、タールの削減技術によって発電効率が改善するものと考えている。

平成25年度の申請時は、汚染された木質バイオマスの放射性物質の挙動が把握されておらず、それを把握する目的を本実証の大きなテーマとしていたためアップドラフトを採用した。アップドラフト式は、ガス中のタール成分が多いものの、炭、タール、木酢液を、農業利用に役立てることが可能であることが実証されたが、タール成分の除去の観点からダウンドラフト式も今後検討する必要がある。

このように実証試験結果からまだ改善する余地があるため、今後も自社開発を継続し、実証実験を経て実用性が確保されたと認められた場合は、将来的に営業を行なうことを考えている。

②小型・パッケージタイプの検討

開発したガス化発電施設は現地で組み立てを行うため、移動や設置には時間がかかっている。自治体や関連団体と協議を行なった際、発電施設の量産化や現地工事を短縮するために、移動や組み立てが容易に行えるような小型のパッケージタイプが求められていることが分かった。来年度以降は量産化や工事短縮も開発課題に加える。

③今後の計画について

本実証事業においては、地域の資源量やエネルギー需要等を踏まえた小規模な木質バイオマス熱電併給施設の導入につなげるための課題を解決するため、蒸気式よりも効率の良いガス化とすることにより、地域資源をより有効に図ることに加え、①放射性物質濃度の高い木材を燃料に用いて直接燃焼することに対する不安を払拭するための一助となること、②熱電併給システムの前後で産出される資源も有効活用を図ることを主目的に、木質バイオマスガス化熱電併給システムを核とする様々な実証を行ってきた。

本実証事業で取得した主なデータについては、今後、本事業にて開発した設備の社会実装に向け、自社において継続的に設備改良を行うに当たり活用するほか、原料となる木材の種類や放射性物質濃度等によって結果が異なるものであることから、課題や成果とともにデータを公表し、関係者とも共有すること等によって、更なる波及効果が生ずるよう活用する予定である。

本件実証の主目的は、放射性物質で汚染された地域における木材の利活用におけるモデルを実証するため、木質バイオマスガス化熱電併給における放射性物質の影響・挙動を確認することであることから、また連続運転時間は作業現場との関係から作業時間が限られることもあり、短く

設定していた。今後、販売を行うために、さらに長時間の運転試験(連続 1000 時間以上)を行ない、プラント機器の摩耗試験、四季を通じた外気温の影響調査など、(株)ネオナイト独自の取り組みにより約1年以上の時間を掛けた試験を実施した上で、詳細設計を行った別プラントを開発し、販売を計画している。