

NEDO水素・燃料電池成果報告会2024

発表No.A1-14

(大項目) 燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業

(中項目) 燃料電池の多用途活用実現技術開発

(小項目) 低コスト高効率化技術を用いた燃料電池システムによる多用途活用技術開発

発表者名	山田 兼二
団体名	株式会社 デンソー
発表日	2024年7月18日

連絡先：
株式会社 デンソー
<https://www.denso.com/jp/ja/>

事業概要

1. 期間

開始 : 2020年9月
終了 : 2025年3月

2. 事業内容と最終目標

燃料電池システムのコストダウンと更なる高効率化技術開発を実施。
その上で、SOFCの市場拡大を図るための、多用途活用検証を行う。

【最終目標】

- ・コストダウン：ユーザ取得価格50万円/kW以下（水素・燃料電池戦略ロードマップ H31年3月12日、台数前提あり）
- ・高効率：AC発電効率 65%以上（同上）
- ・多用途活用の為の実現技術開発：用途毎の実証研究により、適用可能性、CO2低減効果等を検証

3. 成果・進捗概要 (詳細後述)

コストダウン：(モジュール小型化)熱マネを考慮したCSの最適配置により、大幅小型化(容積▲54%)達成
(工法革新)輝度を用いた溶接良否判定検討。重ね継手溶接では正常/異常判定可能なことを明確化、
へり継手溶接では新たな判定検出方法検討が必要

高効率化：輻射熱マネ活用、オフガスバーナ放熱抑制等の高効率化対応を織り込みAC発電効率65%目途付け

多用途検証：バイオ燃料活用等について調査し、被毒物質(特にリン)除去方法について詳細検討実施中

1. 事業の位置付け・必要性

■本事業を実施する背景や目的

SOFCは高効率な発電システムであることから国策(エネルギー基本計画等)にも掲げられており、一次エネルギー削減やCO₂削減機器として期待されている。更に、PV(太陽光発電)、風力等の再エネの不安定さをカバーする調整力としても活用できることから、再エネ普及を後押しするポテンシャルもあると考えられる。

しかしながら、業務用市場に於いてはまだ思うように市場拡大が図られていないのが現状である。これは価格が高く十分な経済性が確保されていないことが、要因の一つであると考えている。そこで、SOFCの更なる普及拡大を目的とし、『コストダウン』&『高効率化技術開発』を実施することで、更なるCO₂削減ができ、且つ経済性を確保した自立普及可能なSOFCシステムを開発すること、それを用いた『多用途活用開発』で更に市場拡大(省エネ/CO₂削減拡大)することを目的とする。

< 研究開発の概要 >

①コストダウン技術開発

< モジュールレイアウト最適化による低コスト化 >

- ・モジュールを大幅に小型化し、材料コストの低減を図る
→コンポレイアウトと内部熱マネジメント最適化技術開発

< 生産工法革新による低コスト化 >

- ・溶接速度向上：欠陥を出さない溶接状態の定量化
- ・溶接検査簡素化：リアルタイムでの溶接健全性把握
→溶接中の視覚検査他によるリークレス保証技術開発

②高効率化技術開発

< 熱マネ最適化、センサ活用 >

- ・放熱ロス低減、燃料利用率の高精度化で発電効率向上
→熱マネレイアウト最適化、センサ適合技術/制御技術開発

③多用途活用実証

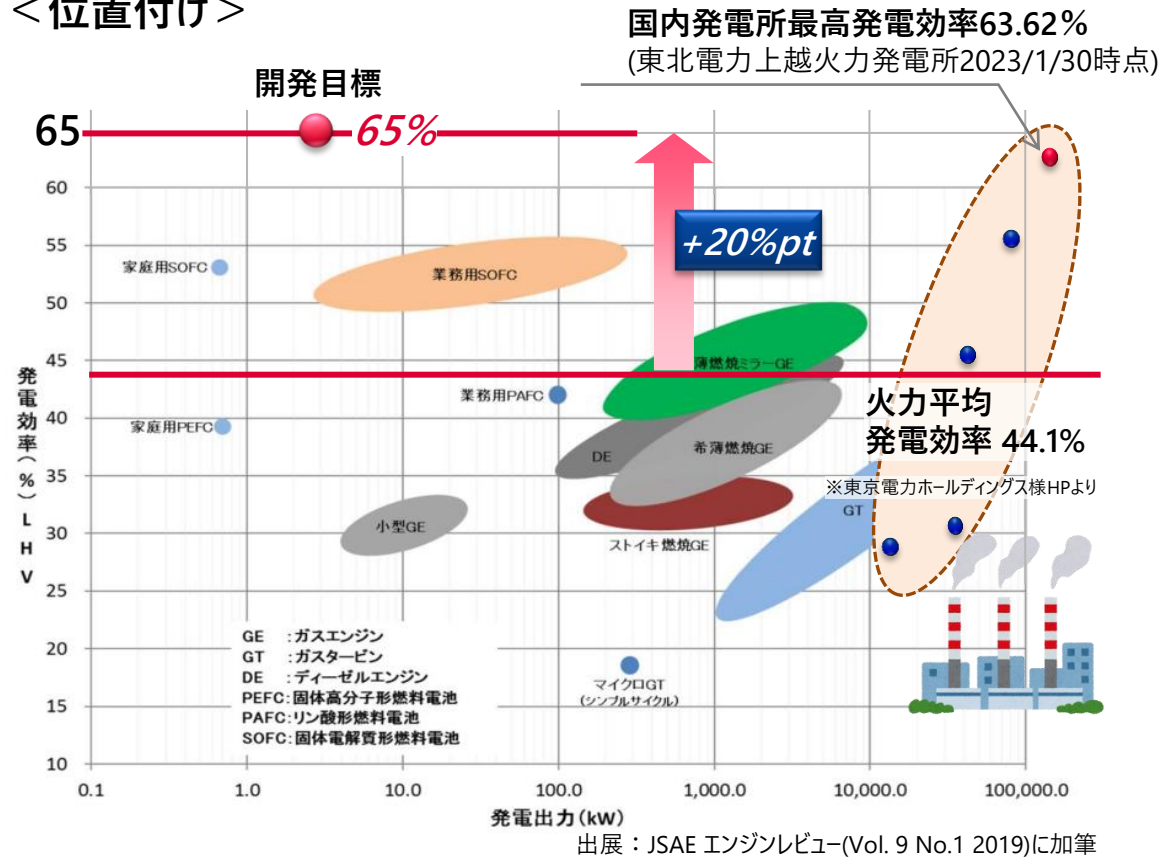
< 高効率価値が提供できる市場の検討と課題対応 >

- ・調整力電源としての活用やバイオ燃料適用等、課題と対応施策を明確化した上で、実現に対する可能性を明確化する

2. 研究開発マネジメントについて

■研究開発の目標と目標設定の考え方 <目標発電効率65%の位置づけ>

<位置付け>



発電所から送電までの効率

44.1~63.62%

送電ロス 6.4%*

使用端効率 ~59%

※一般的な使用端効率は36.9%
(2013年 経済産業省)



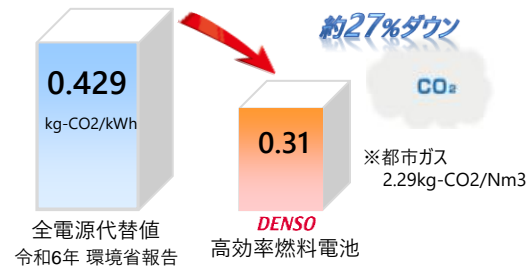
※東京電力(低圧) 6.4% 関西電力(低圧) 7.8%

平成28年2月9日 経済産業省 総合資源エネルギー調査会、託送供給約款より

最先端技術でも効率59%が限界 (60%超えは現時点では得られない値)

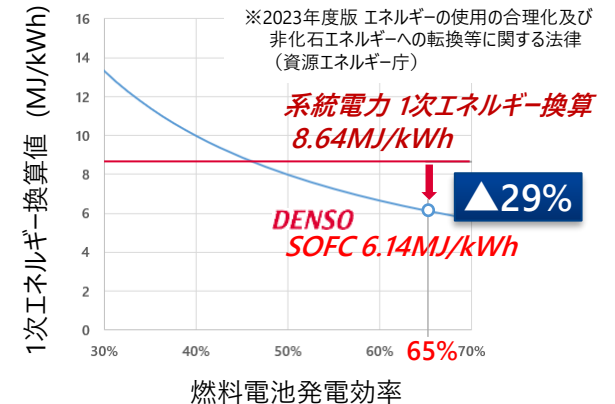
<環境性/経済性>

CO2削減 (モノジェネ活用時)



18kW(4台) ▲18t-CO2/年 杉の木 1,300本相当
※杉の木のCO2吸収量原単位 = 14kg-CO2/年
(「地球温暖化防止のための緑の吸収源対策」環境省/林野庁)

省エネ (モノジェネ活用時)



原油換算削減量▲2.5kL/年 @SOFC4.5kW

2. 研究開発マネジメントについて

■研究開発のスケジュール

2020年度：コストダウンを目指した基礎技術開発

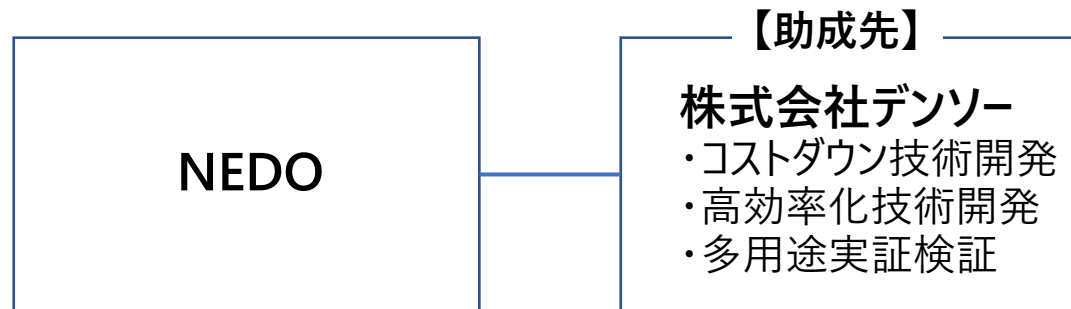
2021年度：コストダウン実用化開発と発電効率向上目途付け

2022年度：62%超を狙った高効率化基礎技術開発、及び多用途展開構想検討

2023年度：高効率化技術の実用化検証(63%)、多用途活用案抽出と課題明確化

2024年度：発電効率65%システム量産化課題抽出と対応、及び多用途実証研究による適用可能性明確化

■研究開発の実施体制



3. 研究開発成果について

■研究開発成果 ①生産工法革新による低コスト化技術開発

➤ 構想概要 燃料電池モジュールの溶接プロセス保証によるリーク検査レス工法確立でコストダウンと信頼性アップ

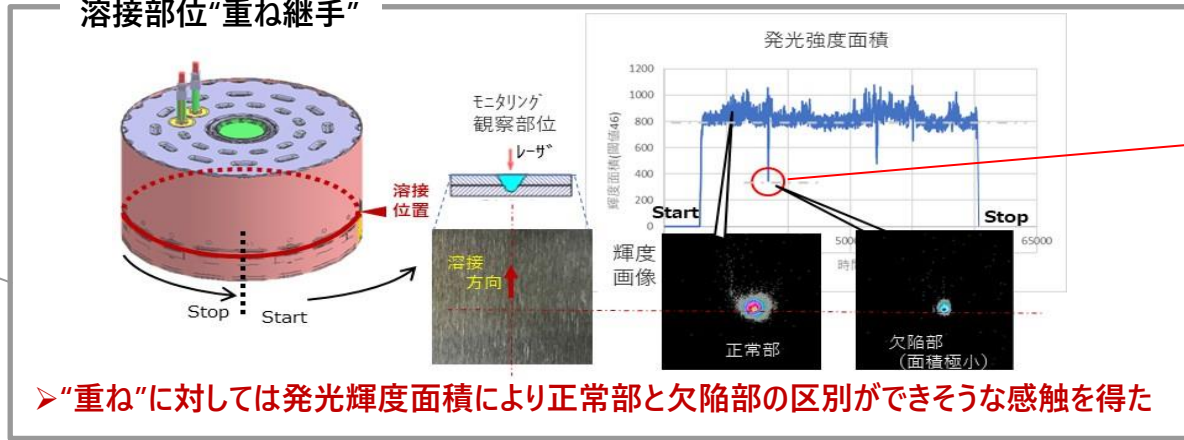
☞ 発光強度面積と溶け込み深さ(穴あき、スパッタ量)との関係を定量化することで良品条件の探索実施。

<製品溶接部位>

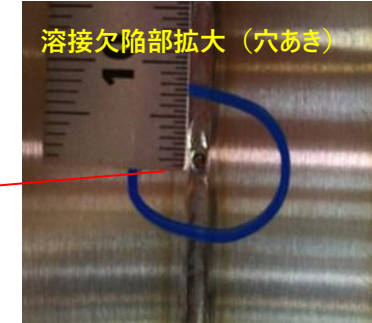
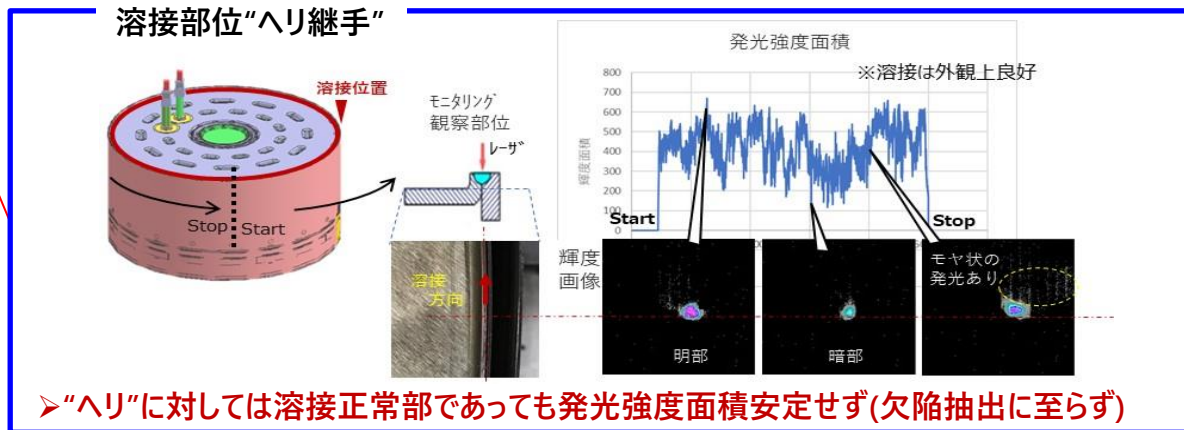
① セルスタック×パイプ	隣肉
② 電流線×CS出力板	へり
③ 電流線×バスバ	隣肉
④ 電流線×CS	3次へり
⑤ 層3×改質密板	重ね
⑥ 層3×2.5空子	へり
⑦ 2.5空子リング×2.5空子	重ね
⑧ 層3×2.5空子リング	へり
⑨ 層3×2.5空子	へり
⑩ 層3×2.5空子	へり

<モニタリング事例>

溶接部位“重ね継手”



溶接部位“へり継手”



重ね溶接	へり溶接
<ul style="list-style-type: none"> ワーク隙間 仮止め有無 アシストガス スパッタ プルーム (ヒューム) 	<ul style="list-style-type: none"> ワーク隙間 仮止め有無 アシストガス スパッタ プルーム (ヒューム) 溶接位置ズレ ワーク段差

重ね継手と比較して、へり継手は溶接位置精度、部品段差等の変動要因が多い

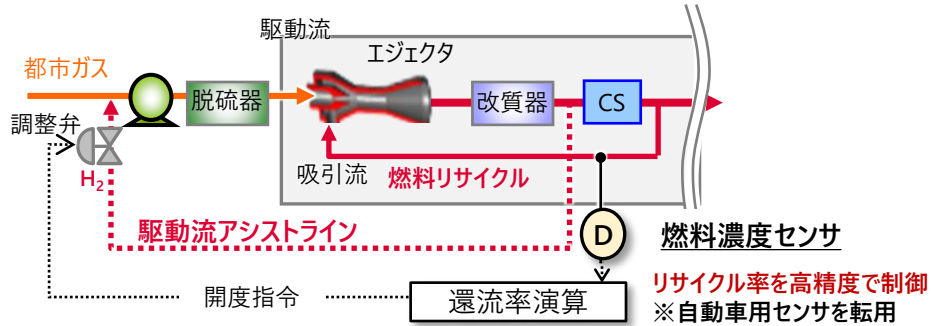
へり継手に対する不安定要因の検証(レーザ狙い場所位置精度、部品段差、部品隙間寄与明確化)と “重ね”、“へり”以外の継手評価継続

3. 研究開発成果について

■研究開発成果と今後の進め方 ②高効率化技術開発

➤構想概要

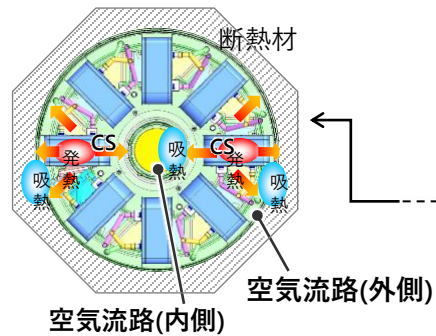
(1) 燃料濃度センサ活用による『燃料利用率向上』



(2) モジュール熱マネ最適化による『CS均温化』

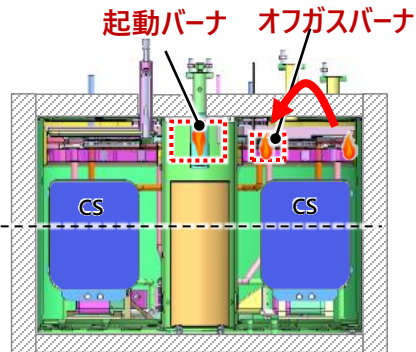
➤CS放射状配置による『輻射熱マネ活用』

CS放射にて、少量空気でCS冷却
(補機損低減+CS均温化)

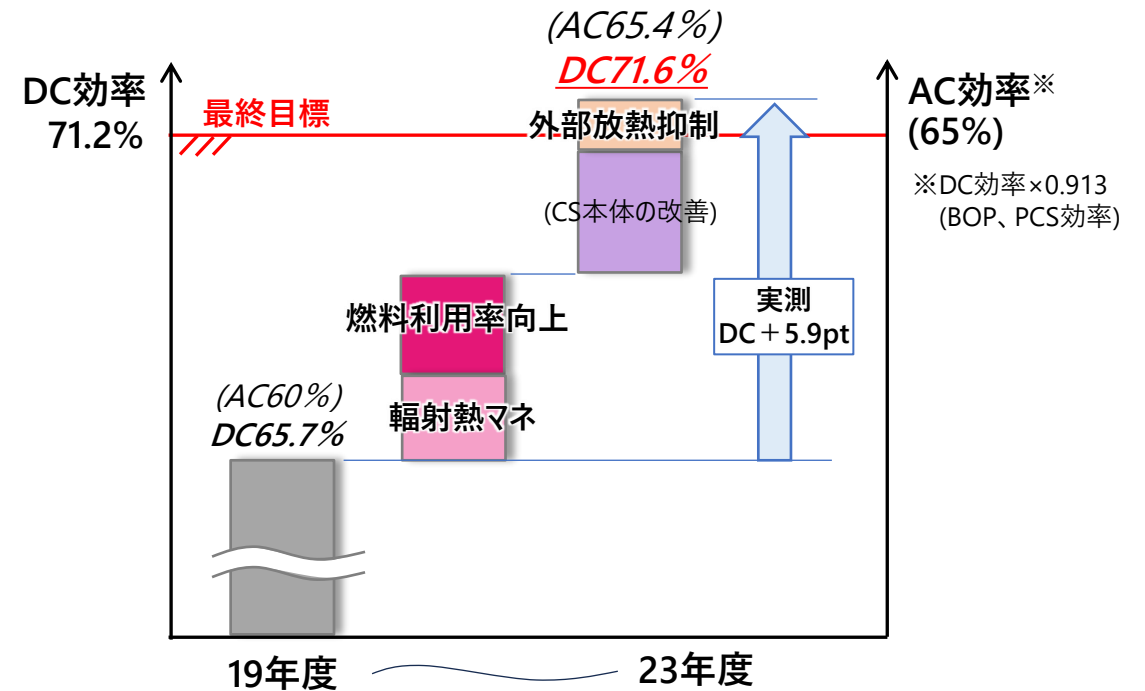


➤発熱部(オフガスバーナ)中央配置による『外部放熱抑制』

発熱コンポ(バーナ)を吸熱コンポで囲う構成



➤燃料電池モジュールDC初期評価結果



モジュール単体最終目標DC71.2%(AC換算効率65%相当)を超えるDC発電効率71.6%を確認

3. 研究開発成果について

■研究開発成果と今後の進め方 ③システム化技術開発

<システム外観>



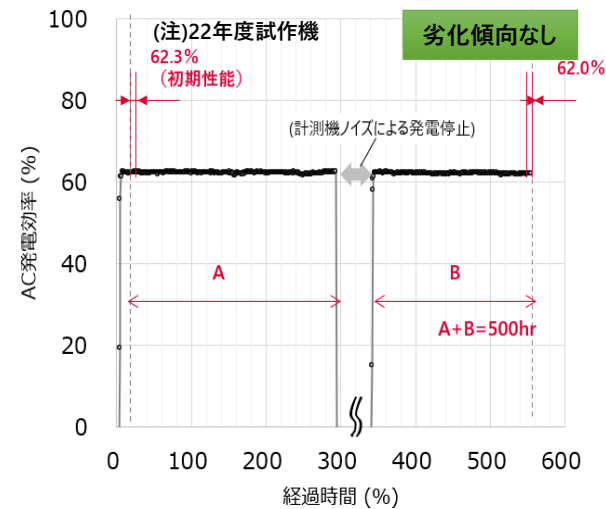
<性能評価結果>

指標	23年度 (目標)	23年度 (実績)	24年度末目標 (最終目標)
AC出力	4.5kW級	4.4kW	4.5kW級
AC発電効率	63%	63.0%	65%以上

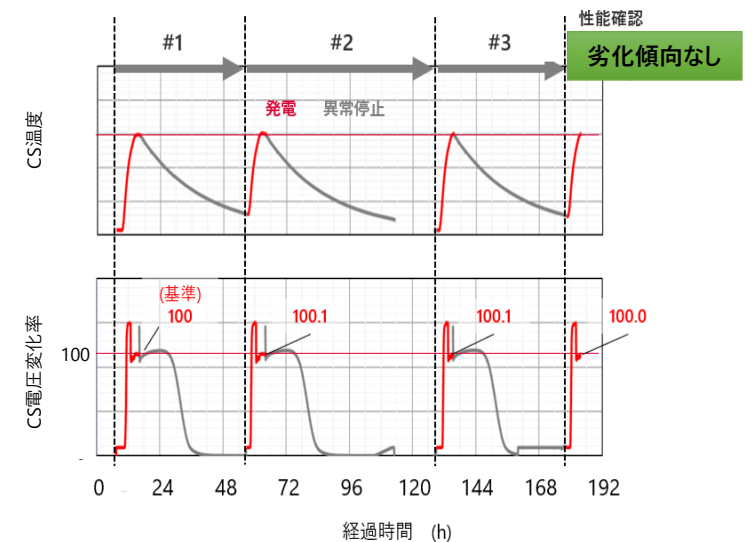
<連続運転、異常停止繰返し評価結果>

指標	23年度 (実績)	24年度末目標(最終目標)
耐久信頼性	・22年度旧システムで500hr運転、 停止繰返し評価実施し、 顕著な劣化傾向なし	10年9万時間目途付け

(システム耐久評価結果)



(異常停止繰返し評価結果)



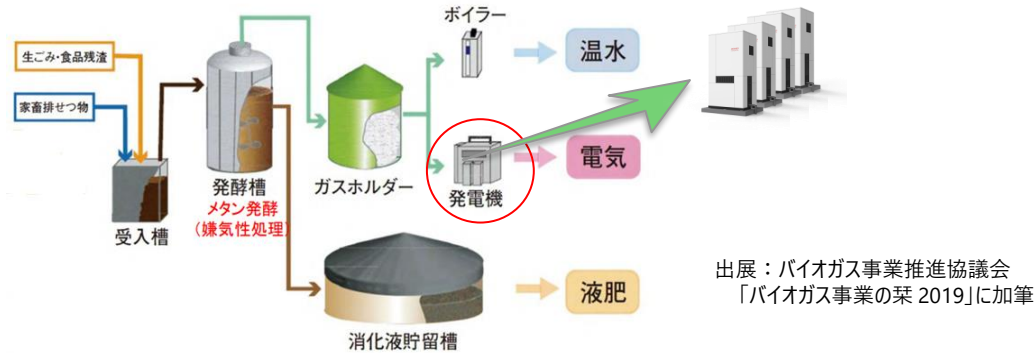
23年度末目標AC発電効率63%を確認。改良ポイントを抽出しAC発電効率65%の目途付け完
各評価(連続運転500時間/発停繰返し)とも顕著な劣化傾向が無い事を確認し、耐久信頼性9万時間見込み

3. 研究開発成果について

■研究開発成果と今後の進め方 ④多用途活用技術開発(バイオガス発電活用)

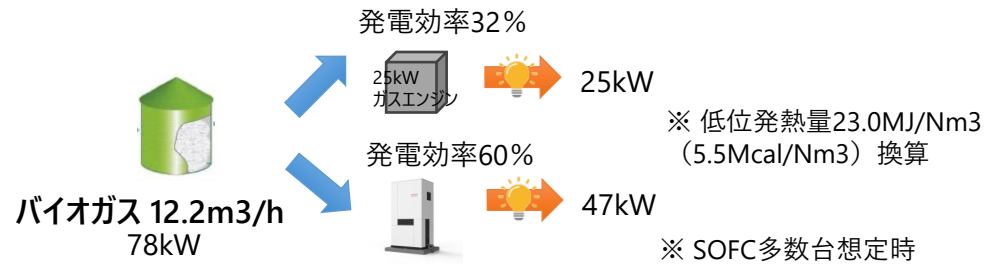
➤構想概要

CNEエネルギーの一つとしてバイオマスが注目されており、国内にも数百か所の発電所が稼働中。しかし、現状小規模バイオガス発電所の主流である**ガスエンジン発電機は、その発電効率の低さから貴重なバイオガスが十分に活用されているとは言い切れない。**そこで、発電効率が高いSOFCの適用で、より多くのグリーン電力を提供する事を目的とする。



出展：バイオガス事業推進協議会「バイオガス事業の葉 2019」に加筆

<期待できる効果>



同量バイオガスで、約1.9倍のグリーン電力の生成が可能
同時に売電収入UPで経済性(投資回収)良化により普及加速が期待できる

<適用のための課題>

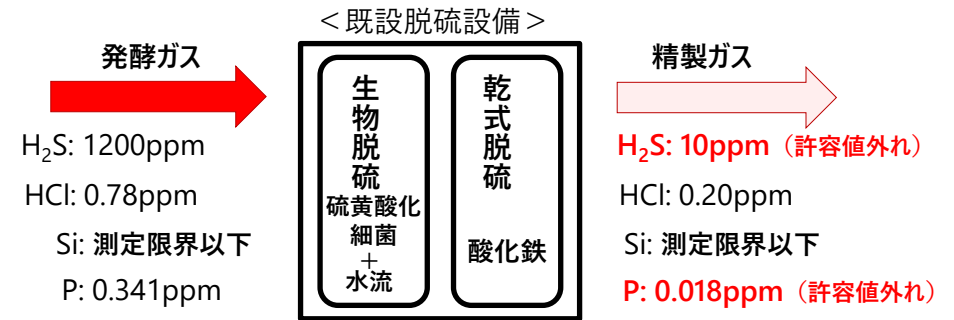
バイオガス中に含まれるSOFCに対する被毒物質の除去

・被毒物質と許容値 (文献調査)

物質	S				Cl		Si	P
	H2S	COS	CH3SH	SO2	Cl2	HCl		
許容値 (ppb)	<30				<200		<1000	<2

出展：SOFCの化学的耐久性に関する研究:現状と将来展望 (九州大学 佐々木氏) NEDO 報告書 20140000000777

・ガスエンジン向けバイオガスの分析例(豚糞尿による発酵ガス)



- > H2SはSOFC搭載脱硫器で数ppbまで除去可能 (技術あり)
- > P(リン)除去については汚泥、排水処理に対する既存技術はあるがガス中のP除去およびppbを保証する安価な技術は見当たらない

(課題) 安価なバイオガス中の脱リン技術の開発

既存脱硫設備(生物脱硫 + 乾式脱硫)を活用した脱硫と脱リンの同時処理技術開発

4. 今後の見通しについて

■今後の取り組み

項目	今後の主な取り組み
①低コスト化技術開発	<ul style="list-style-type: none">・<u>構成部品の削減/安価材料への変更、作り易い構造/構成に向けた改良推進</u>・<u>へり継手に対する溶接不安定要因の明確化と“重ね”、“へり”以外に実機で採用する継手形状でのデータ収集と評価を積上げ、本技術の信頼性検証</u>
②高効率化技術開発	<ul style="list-style-type: none">・<u>長期耐久性確認とセンサばらつきを考慮した出力補正を織り込み、モジュール/システム実機での高効率化検証</u>
③実用化技術開発	<ul style="list-style-type: none">・最新改良モジュールを搭載したシステムにて<u>AC発電効率65%の確認と長期耐久性</u>の検証
④多用途活用実証	<ul style="list-style-type: none">・<u>安価な被毒物質(主としてP)除去技術開発</u> (実証フィールドでのバイオガス発電評価にて効果確認、運用課題抽出)

4. 今後の見通しについて

■普及に向けての取り組み

➤開発目標仕様

開発目標	
発電出力	4.5kW
発電効率	65%
熱出力	モノジェネ（電気のみ出力）
電源出力	単相二線式 200V
ユニット体格	H1,800 / W1,050 / D800mm
ガス種	都市ガス 将来構想:CN燃料(水素/混合、バイオ等)
耐久信頼性	10年（9万時間）

☞排熱が少ないため、電気のみを活用とし排熱は利用しない
(導入コスト低減、設置面積低減効果あり)

➤実用化イメージ



<多数台連結時のイメージ>

4. 今後の見通しについて

■普及に向けての取り組み

➤アピールポイント

①省エネ & CO2低減率の高い工場/施設/店舗の実現

- ・高効率発電による省エネ(ランニングコスト低減) & CO2削減
- ・再エネとのベストミックスによる更なるCO2の削減

②災害に強い工場/施設/店舗の実現

- ・系統電力と独立した電源(SOFC)により、レジリエンス性向上(BCP)

③多様なグリーン燃料利用

- ・カーボンニュートラル(CN)メタン、水素、バイオ燃料等を用いたグリーン電力の供給

