

(1)技術開発・実証の概要

①【課題の概要・目的】

ビール工場の排水処理工程副生バイオメタンガスを精製し、SOFC燃料電池を用いた10,000時間の長期連続発電試験に成功したため、社会実装可能となる規模の燃料電池用副生バイオメタンガス精製・供給システムを構築すると共に産業用燃料電池システムを改造し、新たにバイオメタンガスと都市ガスの双方で発電可能となる、200kW級燃料電池を創り、バイオ燃料電池発電実証を成功させる。本技術は、国内外を含め多くの機関がチャレンジするも何れも失敗しており、世界的に実用化が期待されている領域であった。

②【技術開発・実証の内容と成果】

○重要な開発要素

- ・ビール工場排水副生メタンガスを精製し、被毒物質を検出限界以下まで低減
- ・産業用燃料電池を改造し、都市ガスとメタンガスの混焼可能な装置を創り稼働
- ・組成と発生量が変動するメタンガスをを用いて安定的にエネルギー変換を実施

A1.【バイオメタンガス高純度精製供給システムの開発と実証】

社会実装可能となる安価なシステムで複数の燃料電池を同時に運転できるシステムを構築し、初の燃料電池用バイオメタンガス供給システムを安定的に稼働。

A2.【バイオメタンガスと都市ガス混焼型産業用SOFC発電装置の開発と実証】

都市ガス用産業用燃料電池を改造し、バイオメタンガスと都市ガスを混焼可能となるシステムを構築し、社会実装可能なレベルまで仕上げ稼働。

A3.【メタン精製と燃料電池発電をバランスさせ、CO2排出削減効果を極大化する】

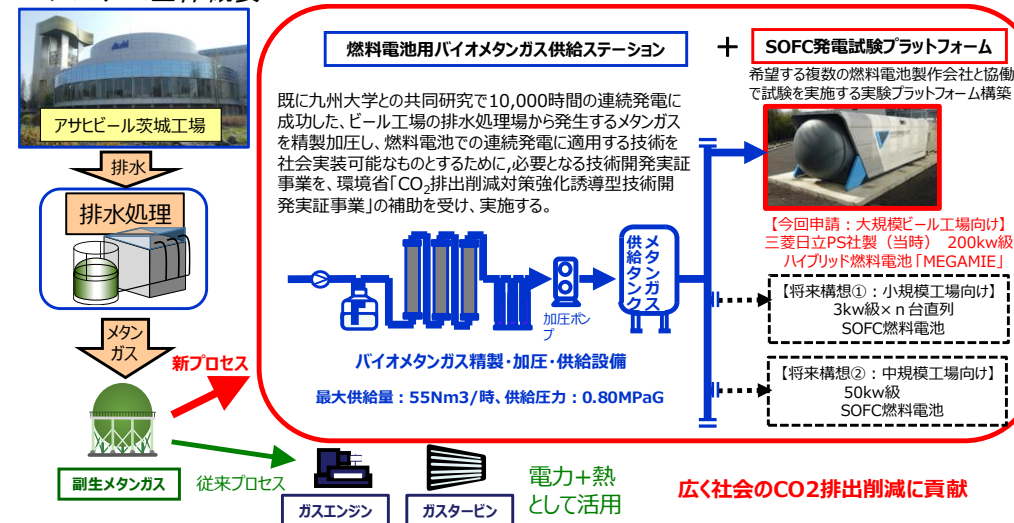
組成と発生量が変動するバイオメタンガスを精製し、工程内に変動吸収機能を持たせる事で、バイオ燃料電池の効率的定常運転を実現し、CO2排出削減効果を極大化し、その性能を検証。

その他の開発要素：無し

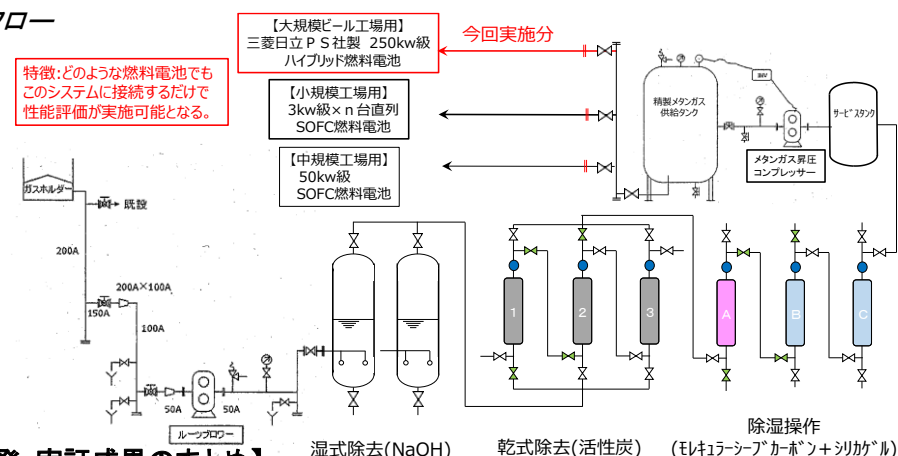
B. 開発要素のシステム統合と、C. その他実証

組成と発生量が変動するバイオメタンガスを精製工程で安定化させ、その次工程に当たる燃料電池発電効率を最大化させる。具体的には、精製工程と燃料電池の間にメタンガス供給タンクを設置し、その圧力をコントロールする事でメタンガス精製流量と燃料電池供給流量が相互に干渉しないシステムで連結した。開発要素としては、互いに異なる時定数を持つシステムを、出来る限りシンプルなシステムで同じ系で制御させる事が可能となる制御変数の構築が重要であった。

③【システム構成】
・システム全体概要



・概略フロー

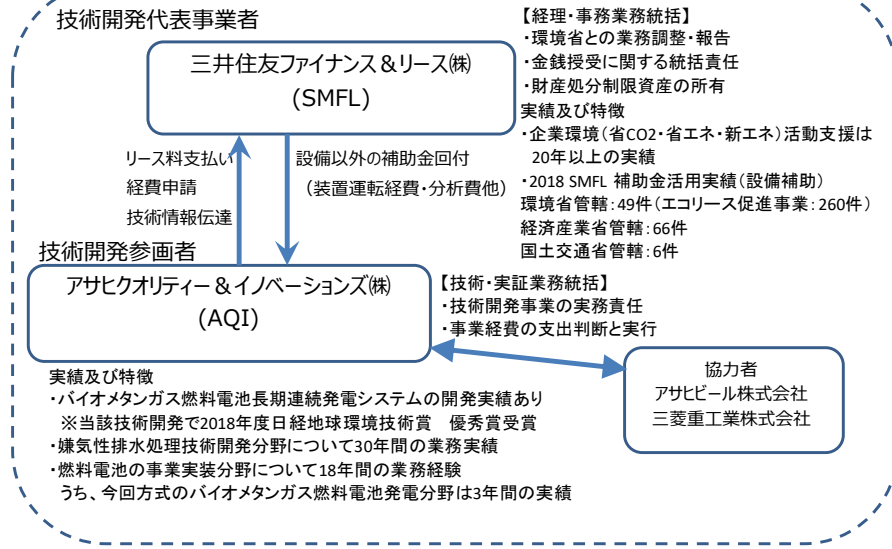


④【開発・実証成果のまとめ】

- 開発・実証の目標及び達成状況：下記の通り。
 - ・被毒物質のS系成分を10ppb未満まで安定的に低下させるプラント開発に成功。
 - ・被毒物質を除去したメタンガスを燃料とするSOFC200kW連続発電に成功。
 - ・社会実装のために、メタンガスと都市ガス自動切替式10,000時間超連続発電に成功。
 - ・メタンガスの発電性能が、都市ガスと遜色無いレベルで運転できている事を確認。
 - ・メタンガスのカーボンニュートラル性もあり、CO₂排出削減率は、約▲90%となった。
- 想定ユーザ・利用価値：以下に示す全てのバイオメタンガス排出事業者で利用可能
食品飲料製造業、農畜産業、公共下水処理場、地域給食センター、ショッピングモール等

(2) 技術開発・実証の実施内容

①【実施体制】



②【実施スケジュール】

	2019年度	2020年度	2021年度
A1	メタンガス精製技術の開発	→	→
	環境省補助額	95,326千円	
	総事業費	296,132千円	
A2	メタンガス燃料電池の開発	→	→
	環境省補助額	207,292千円	
	総事業費	436,406千円	
A3	エネマネシステム構築と評価	→	→
	環境省補助額		25,522千円
	総事業費		58,832千円
BC	実証・評価・技術公開	→	→
	環境省補助額		A3に含まれる
	総事業費		A3に含まれる

③【成果発表状況】

国内発表 (全て口頭発表)	発表日	演題
2020年度シンポジウム (JBA)	2021/3/16	アサヒケオリティーアンドイノベーションズ(株)におけるCO2排出削減技術開発
第27回燃料電池シンポジウム	2020/5/21	ビール工場排水副生メタンガスを用いた、SOFC長時間連続発電試験結果と今後の計画
第28回燃料電池シンポジウム	2021/5/27	ビール工場排水副生メタンガスを用いたSOFC長時間発電と200kW級実証装置発電結果
日本学術会議公開シンポジウム	2021/11/6	産業分野のカーボンニュートラル化に求められる熱利用
化学工学会秋季大会 招待講演	2021/9/23	CO2排出削減へ向けたビール工場における燃料電池活用事例
第122回 SOFC研究会	2021/11/16	ビール工場でのゼロエミッションへの取り組み～バイオガス利用 SOFC の導入
12月ダイアログミーティング	2021/12/21	アサヒグループの CO2排出削減におけるWin

学会名称 国際会議 (全て口頭発表)	発表日	発表タイトル	場所
2020年 European Fuel Cell Forum	2020/10/21	Demonstration of 200 kW SOFC power generation using cleaned bio-methane gas from wastewater treatment	スイス
The 2021 Master Brewers Conference	2021/10/29	Development of SOFC Power Generation using Bio-methane Gas from Wastewater Treatment Process of Brewery	アメリカ
COP26 Japan Pavilion	2021/11/1	Development of SOFC Power Generation using methane Gas from Wastewater Treatment	イギリス
BCOJ2021年次大会	2021/11/12	Development of SOFC Power Generation using Bio-methane Gas from Wastewater Treatment Process of Brewery	日本
Brewers Forum & 38th EBC Congress	2022/5/30	Demonstration project to generate carbon-neutral electricity from brewery's wastewater by means of a 200kW fuel cell	スペイン
2022年 European Fuel Cell Forum	2022/7/8	Results of 200kw SOFC power generation using biomethane gas from wastewater treatment process	スイス

(3) CO2削減効果の評価

【提案時当初計画】

開発システム1セット当たりの単年度CO2排出削減量 [t-CO2/台・年]	1,016			
開発システムの耐用年数 [年]	15			
年度	2022	2025	2030	2050
目標販売価格 [百万円]	—	300	250	250
単年度目標販売台数 [台]	1	10	40	-
累計目標販売台数 [台]	7	17	57	-
単年度CO2排出削減量 [万t-CO2/年]	0.10	1.02	4.06	-
累積CO2排出削減量 [万t-CO2/年]	0.10	1.12	5.18	-
CO2排出削減コスト [円/t-CO2]	—	6,800	1,172	-

【本資料作成時点見込み】

開発システム1セット当たりの単年度CO2排出削減量 [t-CO2/台・年]	1,601.24			
開発システムの耐用年数 [年]	15			
年度	2022	2023	2030	2050
目標販売価格 [百万円]	800	400	300	300
単年度目標販売台数 [台]	1	2	40	100
累計目標販売台数 [台]	7	10	153	2,000
単年度初期CO2排出削減量 [万t-CO2/年]	0.16	0.48	22.38	245.64
累積CO2排出削減量 [万t-CO2/年]	0.16	0.64	62.8	2,883.66
CO2排出削減コスト (※) [円/t-CO2] コストは設備費用のみ	-	125,000	1,910	1,040

※燃料電池の劣化率は、実測値に基づき0.3%/1,000時間で算出した。

(4)事業化について

【事業化計画】

- ・高額設備のリース化を図り、新技術の社会実装を加速させる。
- ・製造、販売は既に開始。順次製造能力を上げ、製造コスト低減を図る。
- ・2023年までに精製工程の設計レベルの最適化及びスリム化を図る。
- ・2030年までに価格を下げ、市場価値を向上させる。
- ・将来的には、メタンガス量が少ない小規模燃料電池にも展開する。

○事業化の体制

- ・今後更に需要が増加する、CO2排出削減施設の社会実装加速へ向け、高額な新規設備であっても導入可能となるように、三井住友ファイナンス&リース(株)が、リース事業を担当・推進する。
- ・世界最高水準の性能を持つSOFC電極を、製造能力増加に伴い低コスト、安定した品質で製造が可能となる、三菱重工業が燃料電池を担当する。
- ・世界第1位の長時間連続発電を継続させると共に、稼働させながら設計水準を見極め、精製工程のスリム化を、アサヒオリティードイノベーションズ(株)が設計を担当し、アサヒグループ内での試験データに基づき、社会実装を進める。
- ・上記で得られた知見を、その他の燃料電池システム事業者にも技術を公開し、我々以外の燃料電池事業者を交えた広い領域で、広い範囲の燃料電池発電出力レンジにおける社会実装を、各社協力して進める。

○事業展開における普及の見込み

- ・コスト目標：燃料電池：100万円/kW以下、精製設備：50万円/kW以下
- ・適用範囲：食品工場、農畜産業、料飲店(フードコート)、下水処理場など

○年度別販売見込み

【提案時当初計画】

年度	2022	2025	2030
目標単年度販売台数 [台]		10	40
目標累積販売台数 [台]		17	57
目標販売価格 [百万円/台]		300	250

【本資料作成時点見込み】

年度	2022	2025	2030	2050
目標単年度販売台数 [台]	1	2	40	107
目標累積販売台数 [台]	1	10	146	2000
目標販売価格 [百万円/台]	800	300	250	250

【量産化・販売計画】

- ・担当機関は取扱数量増加に応じて原価を下げ、販売価格の適切化を図る。
- ・担当機関は取扱数量増加に比例して一般管理費の負担割合を低減させる。
- ・2024年までに大型燃料電池精製発電設備設計レベルのスリム化を図る。
- ・2024年までに小型燃料電池への対応策を決定する。
- ・2025年までに中型燃料電池への対応策を決定する。

○事業拡大シナリオ

- ・我々は、今後更に拡大すると見込まれる本技術需要に対して、様々な観点から社会実装に必要な支援を進める必要があると心得ている。
- ・そこで現在検討中の施策ならびに実施工程について、下記に示す。

年度	2022	2023	2024	2025	2030	2050 (最終)
システム仕様最適化施策	最適化仕様確定		実行・検証			
小型～中型発電装置への展開	小型機試験		小型機実証			
		中型機試験	中型機実証			
社会の要請に応じたカスタマイズ		各種用途別カスタマイズ			自律自発的同時展開	
		食品、農畜産業、給食センター、フードコート、官公庁				
社会実装展開実働部隊整備		集合	実働	運用		

○事業化におけるリスク(課題・障害)とその対策

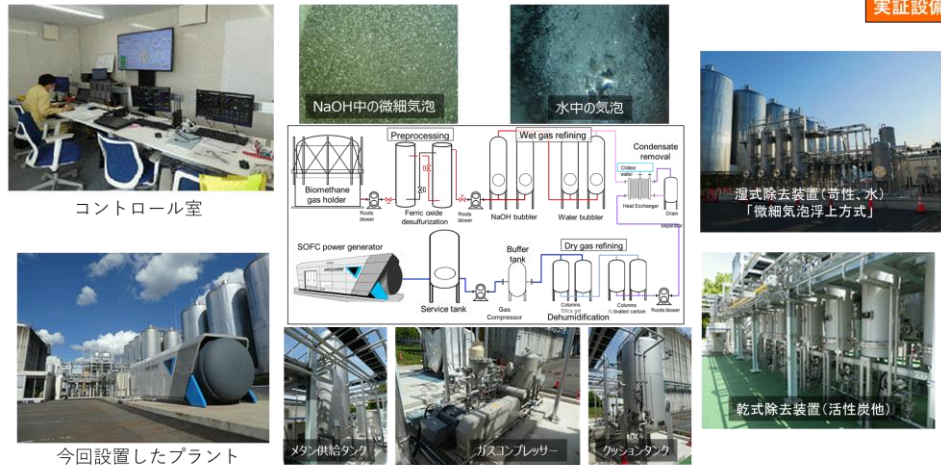
【燃料電池の耐久性に対する誤解】

- ・燃料電池電極は、経時的に出力が落ちるものであり、その1000時間当たりの初期状態に対する発電出力低下率を「劣化率 (Degradation)」と呼ばれ、米国DOEや欧州FCH-JUなども、燃料電池の良否の指標としている。我々が実現している0.3%程度という数値は、DOEの目標となっている数値でもあり、現在、世界でも日本の三菱重工業(株)の電極のみと考えられており、今回のバイオメタンガス燃料電池発電試験でも、同様の劣化率を示している。しかしこの、世界最高レベルの劣化率(0.3%/1000時間)でも、当初200kW発電できていた電極でも、15年後は132.8kWまで低下する事になる。我々は、この劣化率もCO2排出削減量予測値に組み込んでいるが、一般消費者にとっては知見が乏しいため、十分な説明責任が求められると考えている。その他、知財に関しては全て公知としているため誰も知財権を設定できないが、国によってはこの方法が通用しない国もあるため、当該国は対象から除外せざるを得ない。

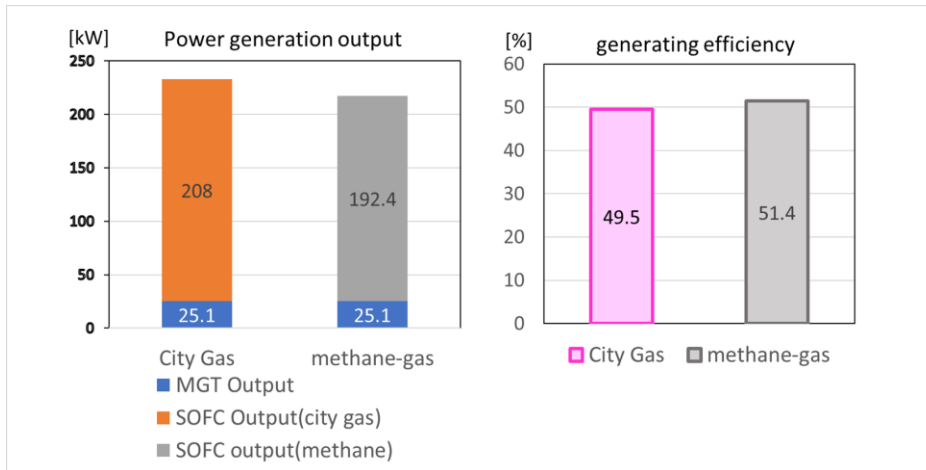


完成した実証システムの装置内容

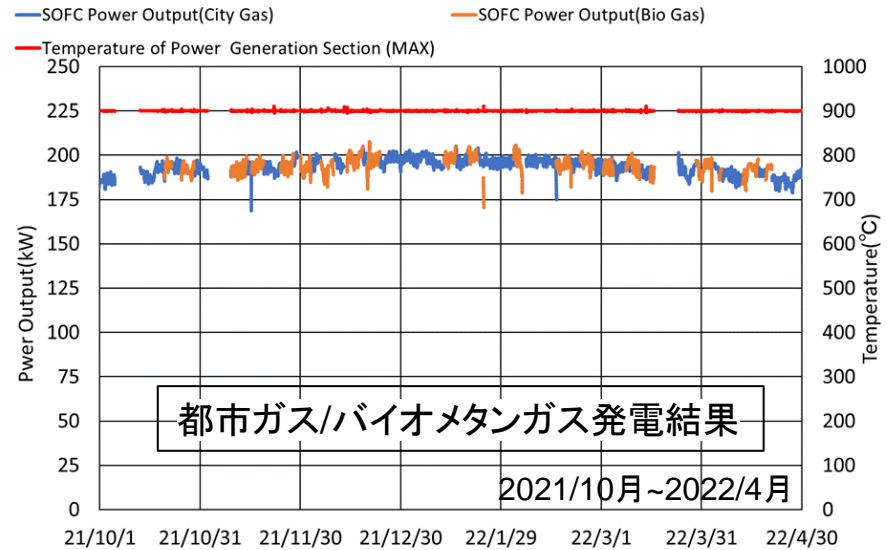
実証設備



Copyright ©2020 ASAHI GROUP HOLDINGS Ltd. All rights reserved.



都市ガスとバイオメタンガスの発電性能比較



Copyright ©2022 ASAHI GROUP HOLDINGS Ltd. All rights reserved.

事後評価結果

評価点 6.3 点 (10点満点中。(10点:特に優れている、8点:優れている、6点:問題ない、4点:多少問題がある、2点:大きな問題がある))

評価コメント

[評価される点]

- ・ バイオメタンガスの精製プロセスにおいて、被毒物質(S系成分)の除去(10ppb未満)を当初の目標通りに達成したこと、また都市ガスとの混焼及びバイオガス貯留タンクの設置により、発生量の不安定なバイオガスの固体酸化物形燃料電池(SOFC)への供給量をコントロールし安定化することで、一定出力の発電システムを構築したことは評価できる。
- ・ 実証においてバイオメタンと都市ガスの自動切換方式で10,000時間以上の連続運転を達成し、また国内外において多くの成果発表を実施した点も評価できる。

[今後の課題]

- ・ コロナ禍の影響によりバイオメタン製造原料の供給が滞り、バイオメタン単独の連続運転を実施することができなかったが、被毒物質の影響やSOFCの劣化率を正確に評価するためのバイオメタンガス単独による長時間運転が望まれる。

[事業化に向けたコメント]

- ・ 概ね当初計画通りに技術開発が進められており、ビール工場の排水処理工程副生バイオメタンガスだけでなく、農畜産業、地域給食センターなどの中型機、小型機への事業展開が望まれる。
- ・ 投資回収年数が10年程度と見込まれるなかSOFCの発電出力が10年間の使用により半減することが知られている。大型装置を小型装置の組み合わせとして装置の一部を順次更新し、全体としての劣化率を一定に保つなどのシステムの検討など、燃料電池を適切な時期に更新することを前提としたビジネスモデルの構築が望まれる。
- ・ 被毒物質除去のためにバイオガス精製装置は大型化している。多様な利用主体による導入を促進するため、装置の小型化、低廉化が望まれる。例えば、前述の小型装置の組み合わせによるシステムや、バイオガスの発生源別に異なるS系化合物の発生量に応じた構成とすることで精製コストの低下を図ること、また多様な利用主体への普及を様々なチャンネルを活用して取り組むことが望まれる。