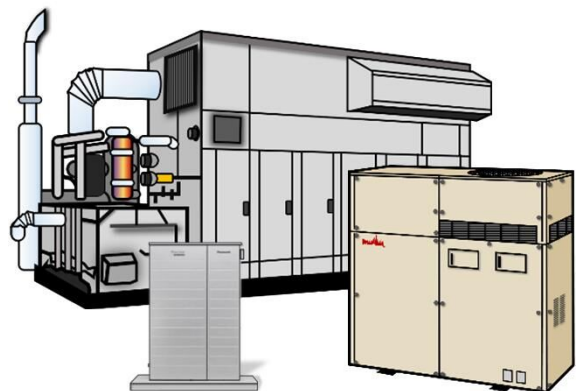
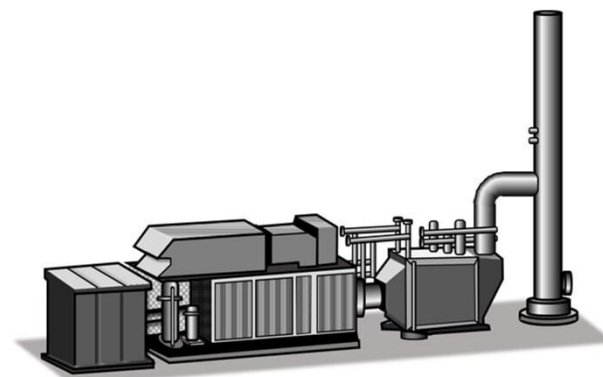


コージェネレーションにおける脱炭素化への取り組みと
カーボンニュートラル社会への貢献



2024年7月3日



<https://www.ace.or.jp>

一般財団法人 コージェネレーション・エネルギー高度利用センター

エネルギーの高度利用を推進する日本で唯一のコージェネ関連団体

沿革

1985年 日本コージェネレーション研究会 として設立
2011年 **一般財団法人 コージェネレーション・エネルギー高度利用センター**
に改称 “Advanced Cogeneration and Energy Utilization Center Japan”
通称「コージェネ財団」

コージェネ財団 理事長



理事長：柏木 孝夫

東京工業大学 名誉教授
電気通信大学 客員教授

会員数

※2024.4 現在

198

特別会員（団体）：22団体
特別会員（個人）：47名
会員企業：129社

ガス会社、電力会社、石油会社
コージェネメーカー、業務用機器メーカー
ゼネコン、サブコン、設計事務所
エンジニアリング会社、ESCO会社 ほか

普及促進関連事業

- ・コージェネ普及促進に関わる**政策提言**や**課題対応**
- ・**コージェネ大賞の選考・表彰**、コージェネ白書 発刊
- ・会員向けの**各種セミナー、施設見学会**
- ・エネファーム普及促進活動（研修会など）



広報関連事業

- ・**各種イベント**の開催
コージェネシンポ、特別講演会
- ・機関誌等の発行・発信（**Co-GENET、事例集**）
- ・HP及びメルマガによる情報発信、プレスリリース等

技術・調査関連事業

- ・コージェネ**導入実績・市場動向調査**
- ・コージェネ関連法規、規格対応(JIS・ISO)
- ・コージェネに係る技術動向の調査・分析

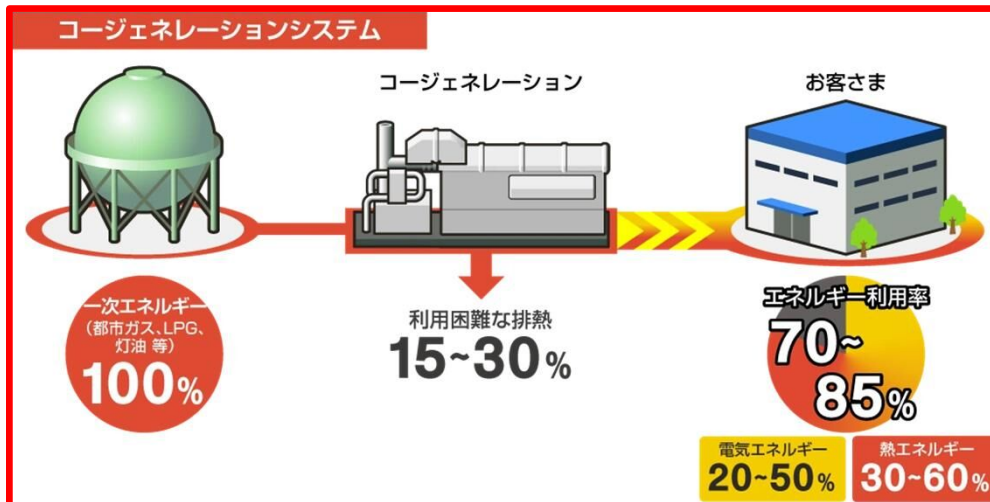
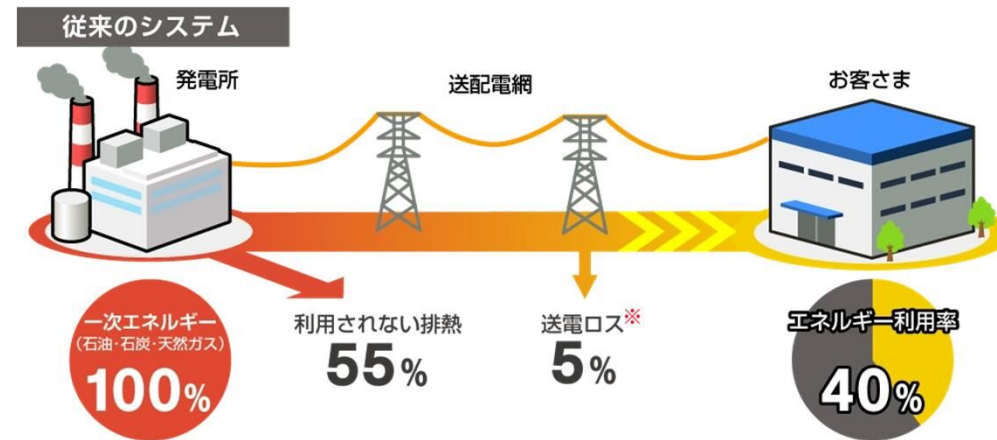


国内外交流関連事業

- ・国内外のエネルギー高度利用に係る団体との交流・連携
海外：**Cogen Europe、COGEN WORLD COALITION**

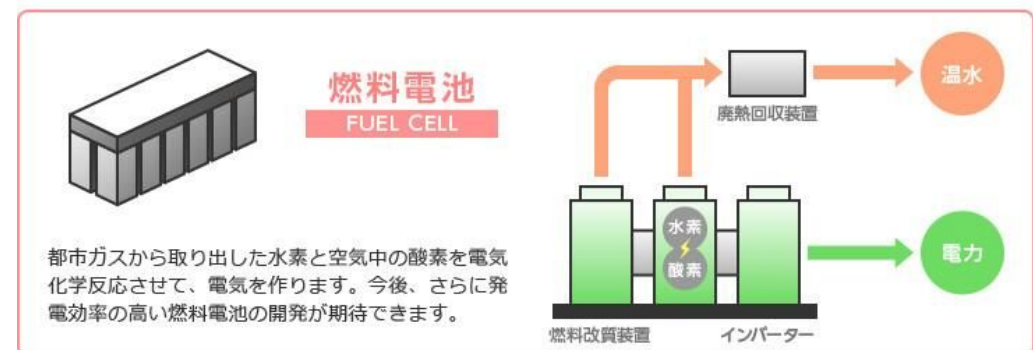
コージェネレーションの普及状況と多様な価値

天然ガス等を燃料に、**需要場所(オンサイト)で発電し、排熱を有効利用**することで
“省エネルギー”を実現するエネルギー変換設備



※参照 電気事業連合会「エネルギーと環境2022」
https://www.fepec.or.jp/library/pamphlet/pdf/2022_environment.pdf

出典：コージェネ財団ホームページ https://www.ace.or.jp/web/chp/chp_0031.html



出典：日本ガス協会ホームページ <https://www.gas.or.jp/gas-life/cogeneration/shikumi/>

電気と熱の需要がある業種を中心に導入が進んでいる

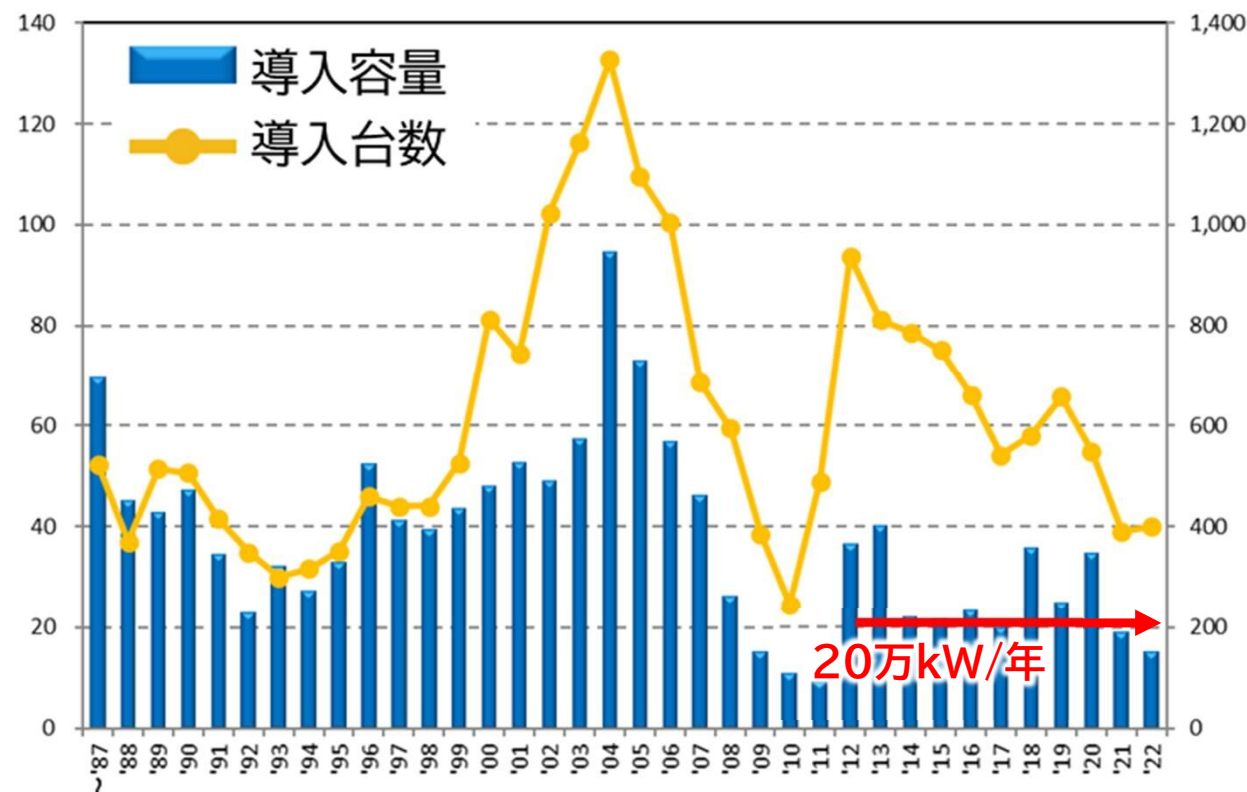
- 民生用分野：病院、商業施設、飲食店、など
- 産業用分野：化学、機械、食品・飲料、など

日本では、
1981年の初号機から
約1,370万kW
約2.2万台の
コージェネが導入



発電容量 (万kW)

台数 (台)



2022年度 導入調査結果

2022年度導入量

15.2万kW (前年▲3.9万kW)
400台 (前年+10台)

累積: 1,367万kW
 22,156台

- 省エネニーズを受け導入が進むも、**景気後退・燃料費の高騰** 等を受け **2004年度をピークに一旦減少傾向**に
- **2011年度以降**、東日本大震災をうけて **BCP対応のニーズが高まり**、再び増加
- **近年**は特異な大型案件を除けば **おおよそ20万kW/年で推移**
- 地域再開発・工業団地など大型案件には比較的コンスタントに導入が進むも、おもに **小型案件の減少**が起因して **導入台数は下降傾向**

第6次エネルギー基本計画での位置付け

(2021年10月策定)

- コージェネレーション（家庭用燃料電池含む）は
2050年カーボンニュートラルの実現に向け一層推進すべき
分散型エネルギーシステム(分散型エネルギーリソース)の一つ として
位置付けられ、その意義は下記の5つに整理

- 1 「省エネ」 省エネルギーの推進
- 2 「調整力」 調整力の提供(再エネ導入促進、系統貢献)
- 3 「強靱化」 国土強靱化への貢献(災害時のレジリエンスへの貢献)
- 4 「地域活性」 地域経済の活性化(エネルギーの地産地消・面的利用)
- 5 「燃料脱炭素」 燃料の脱炭素化によるカーボンニュートラルの推進

- 第6次エネルギー基本計画の添付資料として発表された
「2030年のエネルギー需給見通し」の中でも、
コージェネの年間発電電力量は798億kWh(国全体の年間発電電力量の約8%)、
省エネ量としては原油換算年間212万kℓに貢献する重要なエネルギーシステムとして
位置付けられた。

「GX実現に向けた基本方針」におけるコージェネレーションの位置付け

(2023年2月閣議決定)

- 2023年2月に閣議決定した「GX実現に向けた基本方針」では、熱需要に対する省エネ対策としてのコージェネレーションの価値に着目して記載が盛り込まれている。

2. エネルギー安定供給の確保を大前提とした GX に向けた脱炭素の取組

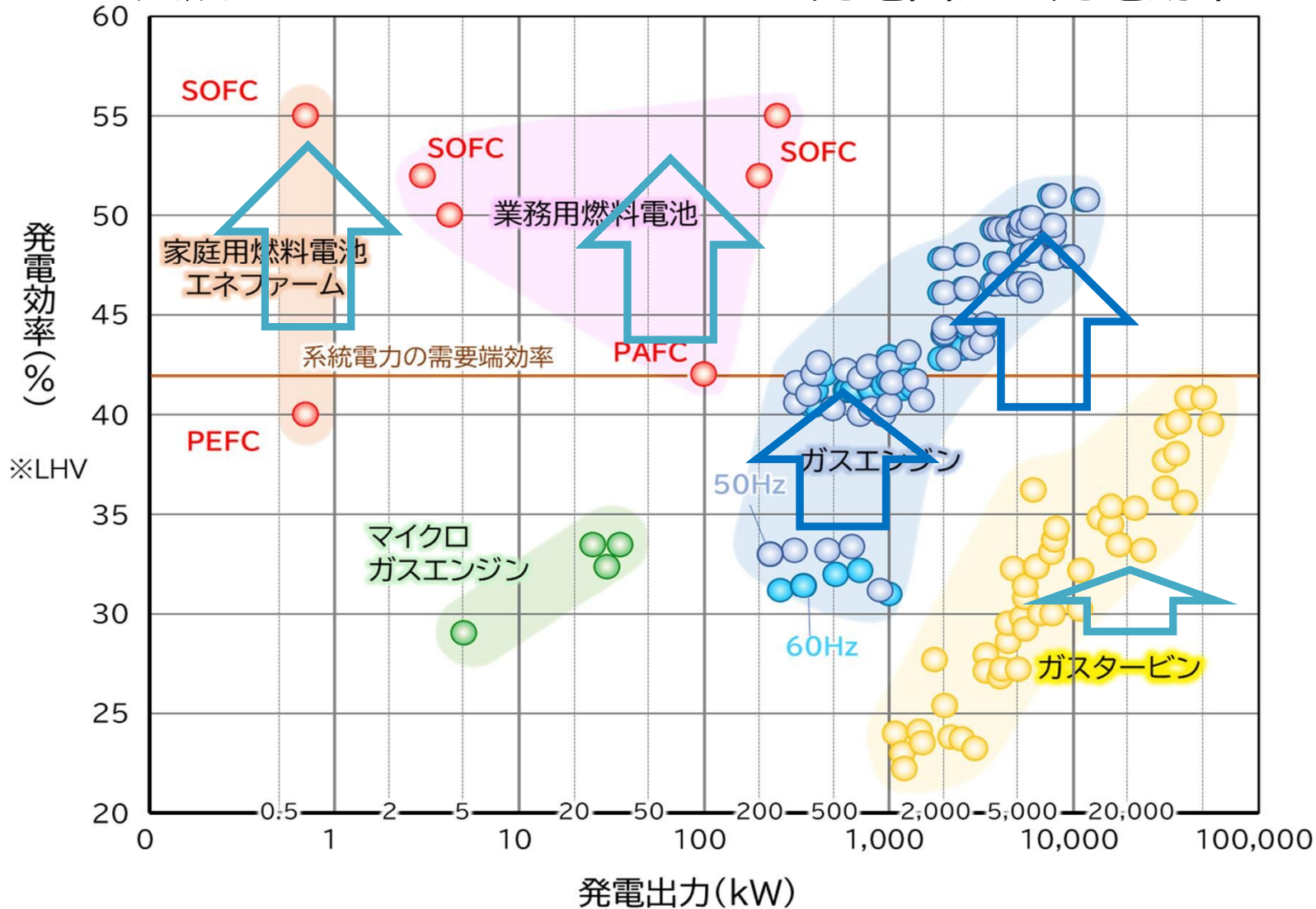
(2) 今後の対応

1) 徹底した省エネルギーの推進、製造業の構造転換(燃料・原料転換)

熱需要の脱炭素化・熱の有効利用に向け、家庭向けにはヒートポンプ給湯器や家庭用燃料電池などの省エネ機器の普及を促進するとともに、産業向けには産業用ヒートポンプやコージェネレーションも含めた省エネ設備等の導入を促進する。

省エネの源泉のひとつ…コージェネ発電効率の高効率化

天然ガスコージェネレーションの発電出力と発電効率



ガスエンジンの高効率化

- ↑ 最適燃焼制御
・出力UP
- ↑ ミラーサイクル
・油着火
- ↑ 希薄燃焼の高効率化
- ↑ 希薄燃焼化
- ↑ ストイキ燃焼

※「天然ガスコージェネレーション機器データ2023」をベースに燃料電池のカタログデータを加えプロット

太陽光発電など**変動性再生可能エネルギー**は、
気象条件等により出力が変動しそれを**補完する電源が必要**。

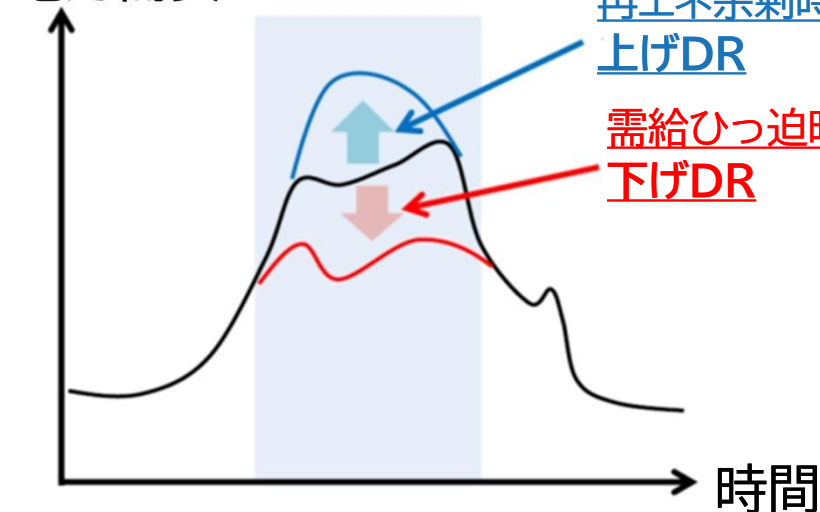
コージェネの**俊敏な出力調整能力**はその電源として適し、
再生可能エネルギーの**主力電源化によりその重要性は更に高まる**。

コージェネは「**分散型電源システム**」として、**系統電力のピークシフト**や
デマンドレスポンスに対応し、**調整力として系統にも貢献できる**

デマンドレスポンス(DR)

事前に取り決めておいた指令値に合わせて発電出力を制御

電力需要



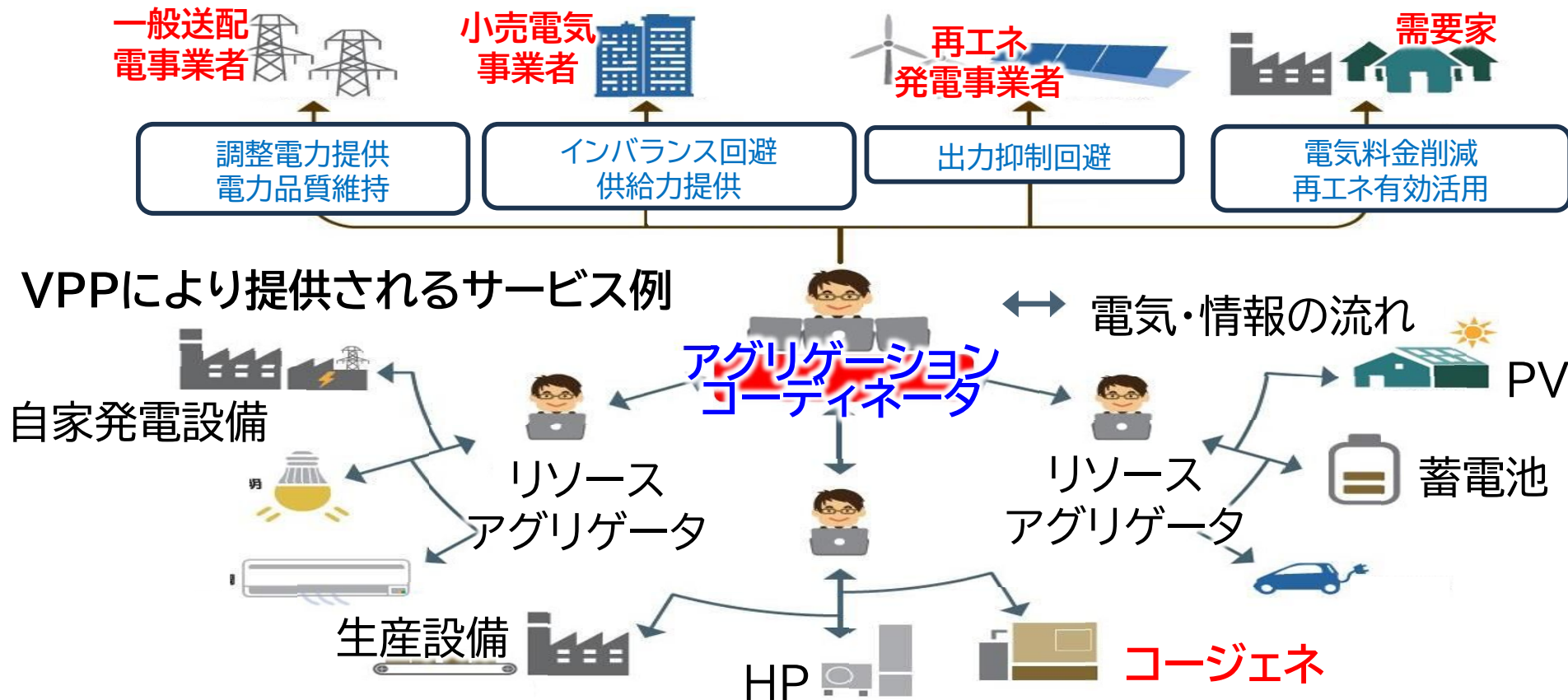
再エネ余剰時の
上げDR

需給ひっ迫時の
下げDR

常用コージェネの発電出力を下げ、
太陽光など再エネ発電分を需要側で吸収

余力を持っているコージェネの発電出力を
上げる 又は予備機として取り扱っている
コージェネを稼働させることで電力需要を
抑制

太陽光発電など再生可能エネルギーが変動した際に、コージェネなど分散電源をアグリゲーターがまとめることにより、大規模電源と同様な調整機能を発揮する。



コージェネ、蓄電池、太陽光発電などの分散電源をリソースアグリゲーターがIOTを活用してまとめ上げ、仮想的な発電所（VPP:バーチャルパワープラント）として再生可能エネルギーを補完する。

気候変動などによって自然災害が激甚化

災害等の停電時でもコージェネは自立運転し、レジリエンスに貢献



3.11の時の六本木エネルギーサービス

東日本大震災の停電時にもエリアに電力を継続供給。
さらに計画停電時にも電力会社に電力を供給。



北海道ブラックアウト

2018.9
北海道胆振東部地震

さっぽろ創世スクエアのコージェネが
電力供給を継続し、観光客ら避難民を
受入れ。隣接する市庁舎への熱供給も継続。

2018台風21号で関東地方で広範囲が停電

常時通信ネットワークに接続のエネファーム(家庭用燃料電池)
台風での停電時に約800台の自立運転を確認(日本ガス協会調べ)。
携帯電話・ライト・電動自転車バッテリー等を充電、お風呂やシャワーも。



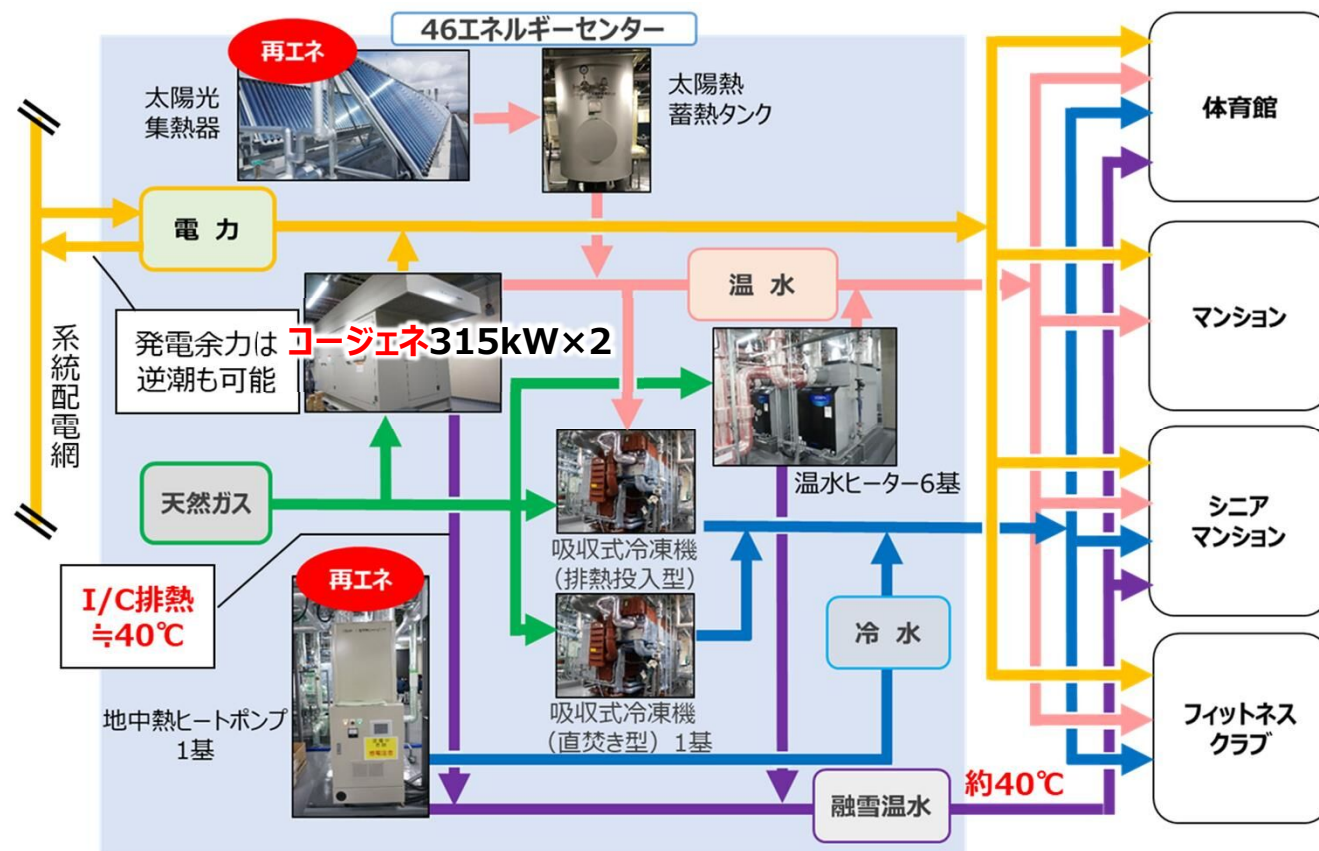
エネルギーの地産地消・面的利用 → 地域経済の活性化、エネルギー効率の向上

- コージェネを含む設備でスマートエネルギーネットワークを構成
- 地域内の電気や熱の地産地消を促進し、地域の効率的なエネルギー利用を可能とするとともに、レジリエンス強化・地域活性化にも貢献

『46エネルギーセンター』を核とする札幌市北4東6街区のスマートエネルギーネットワーク



積雪寒冷地の特性を踏まえた
エネルギーの面的利用、
CEMS・再エネを活用した、
省エネで災害に強いまちづくり
 への取り組み



エネルギーの地産地消 → 地域経済の活性化、エネルギー効率の向上

- 熱負荷特性の異なる事務所やホテルなど複数の用途で構成される福岡大名ガーデンシティ
- コージェネと熱負荷に対して柔軟に対応可能な排熱利用システムを構成することで省エネ
- 認定導管を活用し、非常用発電機兼用タイプのコージェネとすることでレジリエンスも強化

グローバル創造都市・福岡
都市ブランド力向上に貢献するコージェネ



<特長>

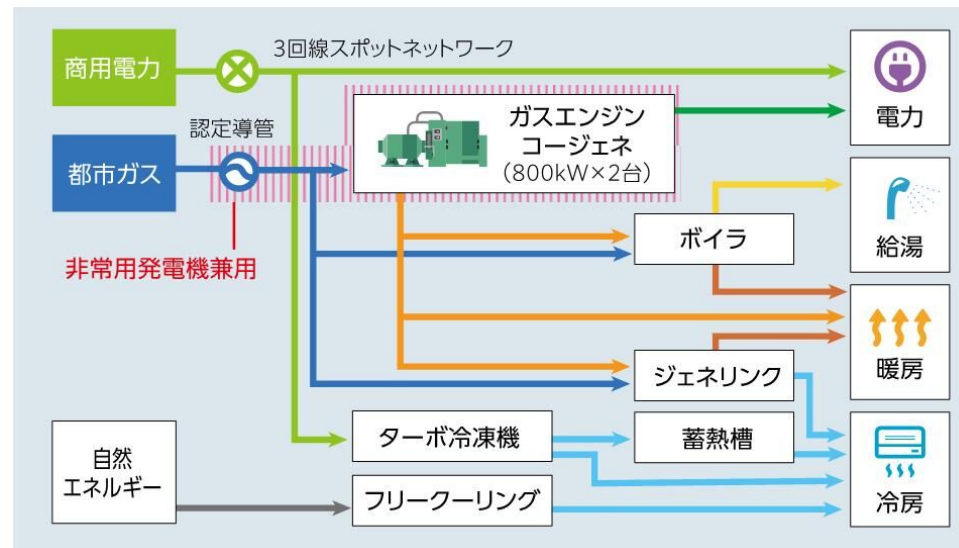
- コージェネの排熱を余すことなく活用するため、ジェネリンク → 空調熱交換器 → 給湯熱交換器の順番に高温帯から低温帯に排熱をカスケード利用
- 認定導管を活用して九州地区初の非常用発電機兼用タイプのコージェネを導入
- 水害対策として特高電気室やコージェネは5、6階に計画し、BCP対応を強化

<ガスエンジンコージェネ仕様概略>



メーカー	ヤンマーエネルギーシステム株式会社
モデル名	EP800G
燃料種別	都市ガス13A(中圧)
定格出力/台数	800 kW×2台
温水取出温度	高温水:90℃
効率	総合:73.8%(LHV)/発電:41.2%(LHV)/排熱回収:温水32.6%
その他	ブラックアウトスタート可能(常用防災兼用機) 耐震認定を受けたガス導管を採用

<エネルギーフロー図>



コージェネにおける 脱炭素・カーボンニュートラル化への取り組み

現状、コージェネの主な燃料は化石燃料である“天然ガス”



足元で省エネ・低炭素化を推進しながらも、コージェネを最終的にカーボンニュートラル化するためには燃料の脱炭素化・カーボンニュートラル化が重要

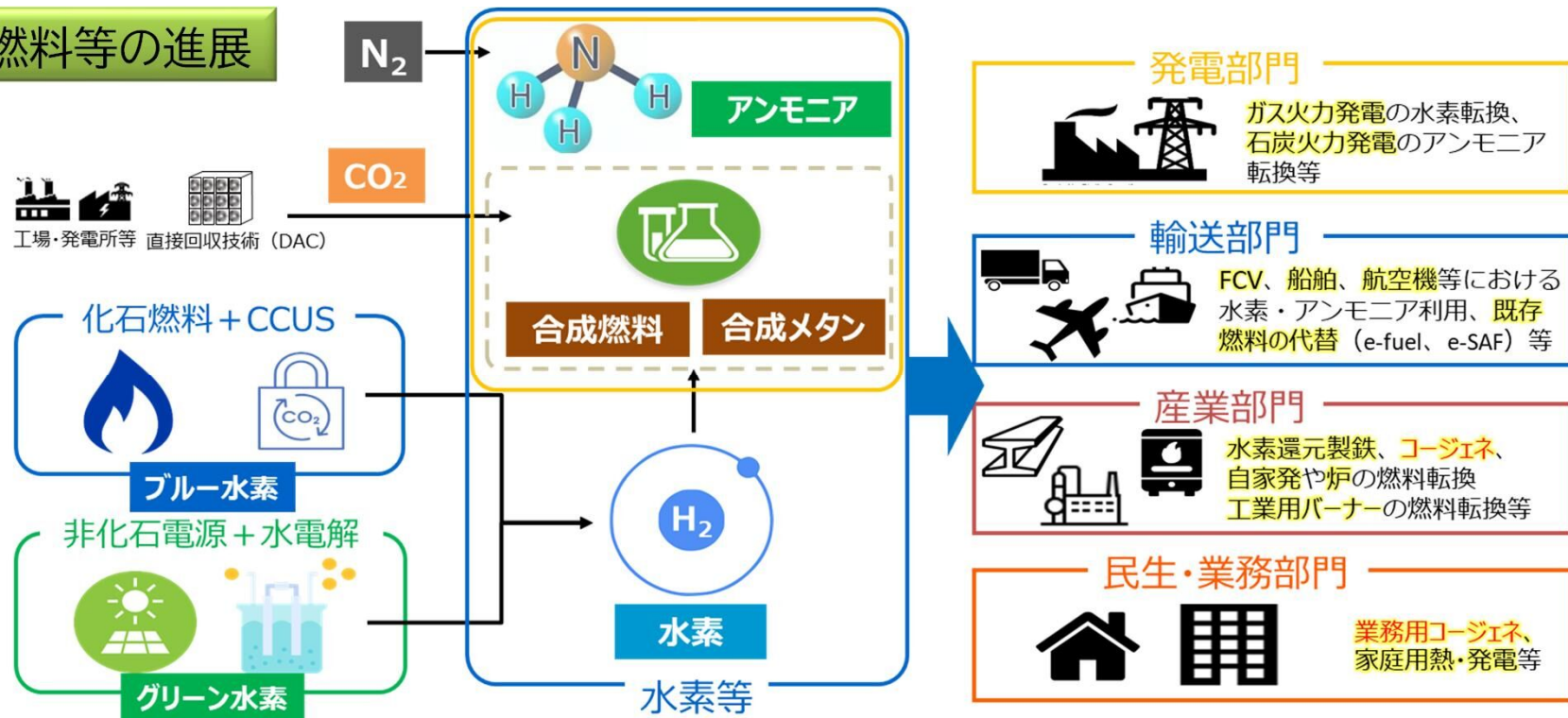
進む、コージェネ燃料の脱炭素・カーボンニュートラル化への取り組み



- ① バイオマスコージェネ(木質・メタン発酵)の普及
- ② 水素・アンモニアの混焼・専焼技術の開発
- ③ e-メタンなど合成燃料への転換に向けた技術開発

水素・合成燃料等の進展

②③

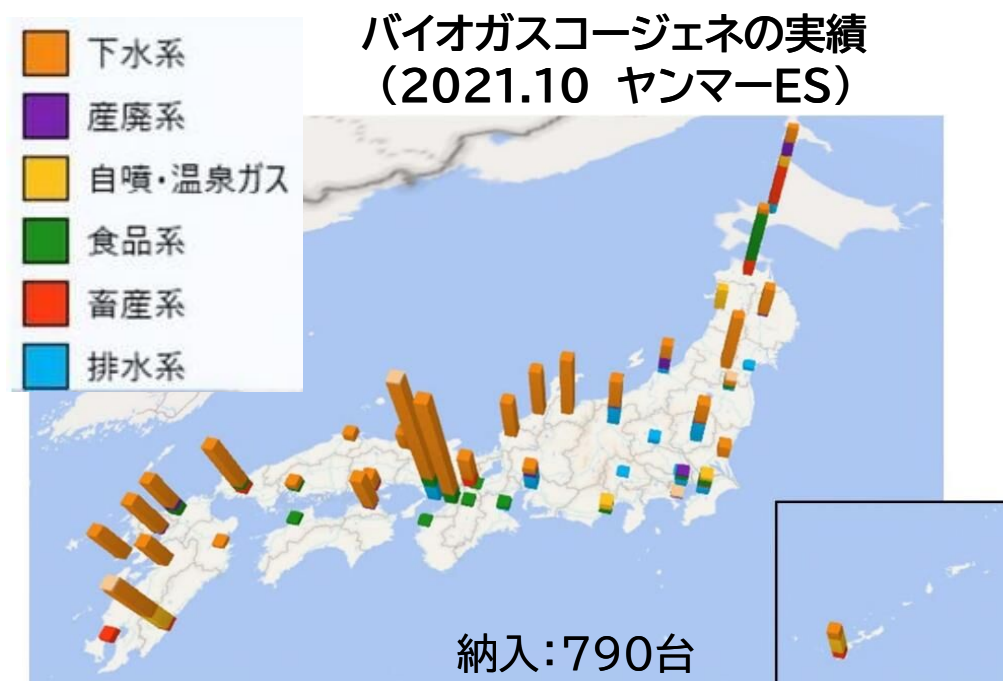


① バイオマスコージェネ(メタン発酵・木質)の普及

生物資源(バイオマス)を原料とした燃料は、燃焼で発生するCO₂は植物が吸収し生物資源を再生産するため、全体で見るとカーボンニュートラルな燃料

下水汚泥、食物残渣、家畜糞尿からのメタン発酵、木質バイオマスも直接燃焼やガス化発電など様々な形態のバイオマスコージェネの導入が全国で進展

- 11年度以降は下水処理場などでメタン発酵によるバイオマス発電に対応したマイクロコージェネが複数台導入される件名が大幅に増加
- 民生用は主に下水処理場、産業用は主に食品工場で導入が増加



下水汚泥 普及する下水処理場でのメタン発酵によるバイオマス発電

佐賀市下水浄化センター



年間運転稼働率
96.0[%]

25kW × 16台

2011.4.1～ 2019.3.31迄の経過時間 : 70,128 [h]
同運転時間 : 67,294 [h]

石川県犀川左岸浄化センター

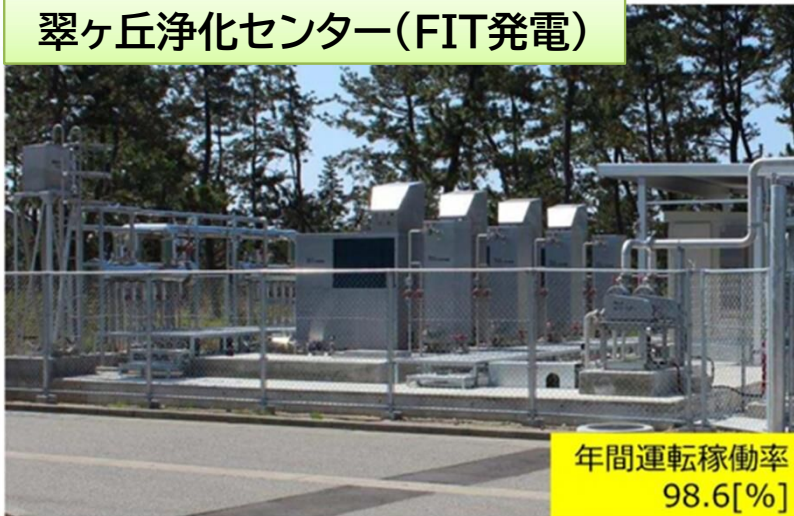


年間運転稼働率
95.2[%]

25kW × 12台

2010.12.10～ 2019.3.31迄の経過時間 : 73,032 [h]
同運転時間 : 69,514 [h]

翠ヶ丘浄化センター(FIT発電)



年間運転稼働率
98.6[%]

25kW × 5台

2014.3.1～ 2019.3.31迄の経過時間 : 44,256 [h]
同運転時間 : 43,636 [h]

下水処理場 バイオマスCGSの課題

① 脱硫装置の設置と管理

バイオガスには高濃度の硫化水素成分が含まれる

② ガス発生量の変動に対する台数制御

メタン濃度・バイオガス発生量は投入原料・季節によって変動。
発生ガスを使いきるためには、コージェネ設置の複数台が有効。

③ シロキサンの実確な除去

シロキサン化合物が生活排水を通じて流れ込み、消化ガス中に混入される。シロキサン化合物は燃焼するとシリカとなって堆積し、内燃機関に重大な影響をあたえる。

食物残渣 食品リサイクル施設でバイオマスコージェネレーションの適用

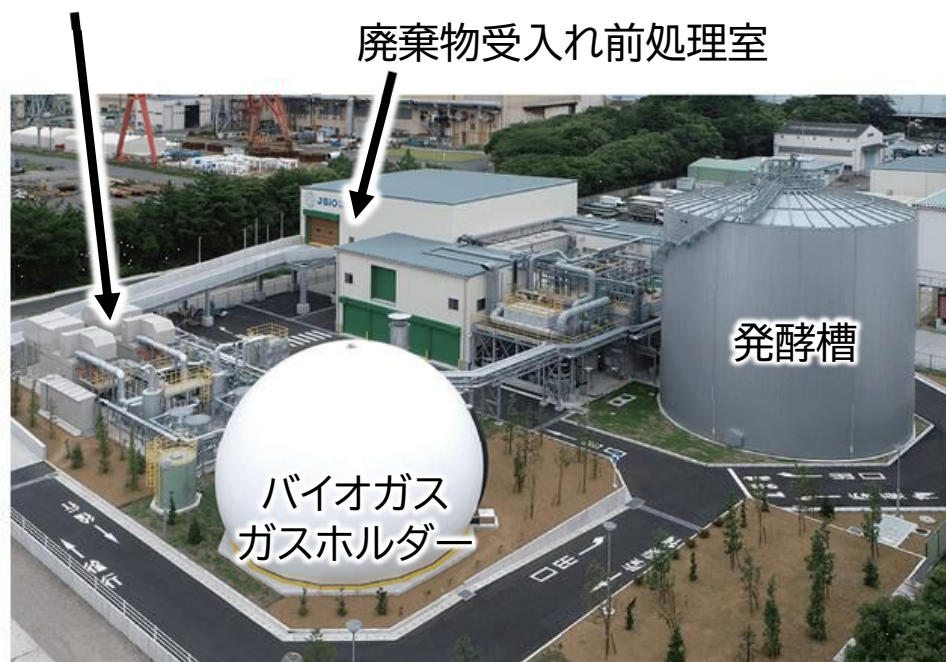
(株)Jバイオフードリサイクル



システムの概要と特長

- Jバイオフードリサイクルの工場にて**食品廃棄物**を受け入れ、**処理過程のメタン発酵で発生するバイオガスを燃料**として、**900kWのガスエンジン2基、780kW1基、計2,580kW**の出力で発電(FIT契約に基づいて売電を実施)
- 発電を行う過程でガスエンジンから発生する熱エネルギーを冷却水で回収して温水タンクに貯留。貯めた温水を発酵槽の熱交換器に送り、発酵液を加温。

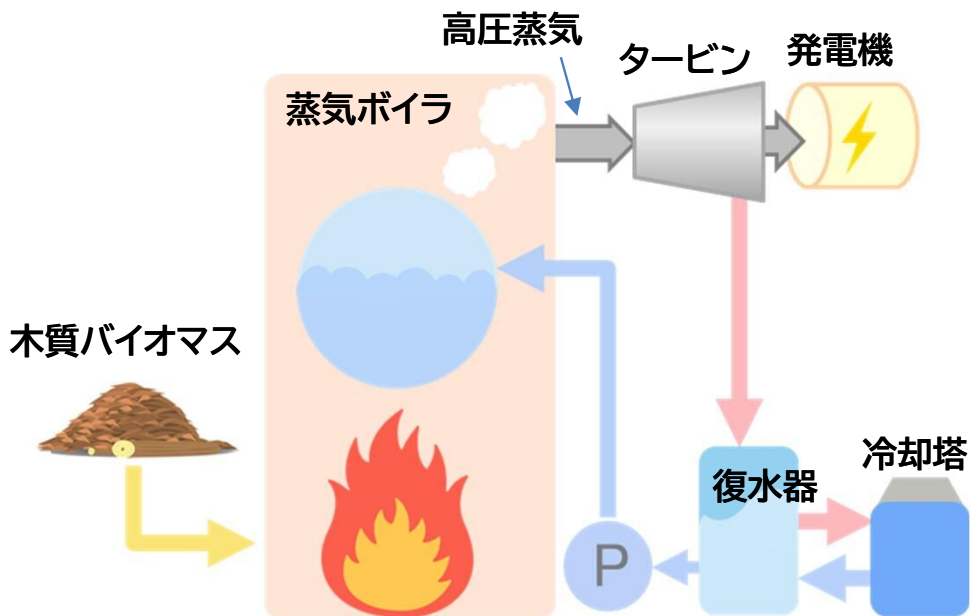
バイオマス
ガスエンジンコージェネ



処理能力	120 t /日	固形80t/日 (産廃&一廃)
		液状廃棄物40t/日 (産廃)
処理方式	湿式メタン発酵方式	
発電設備	消化ガス用エンジン : 900kW x 2台、780kW x 1台	
発電能力	約1,700万kWh/年⇒一般家庭約5,700世帯分	

【参考】木質バイオマス発電の方式

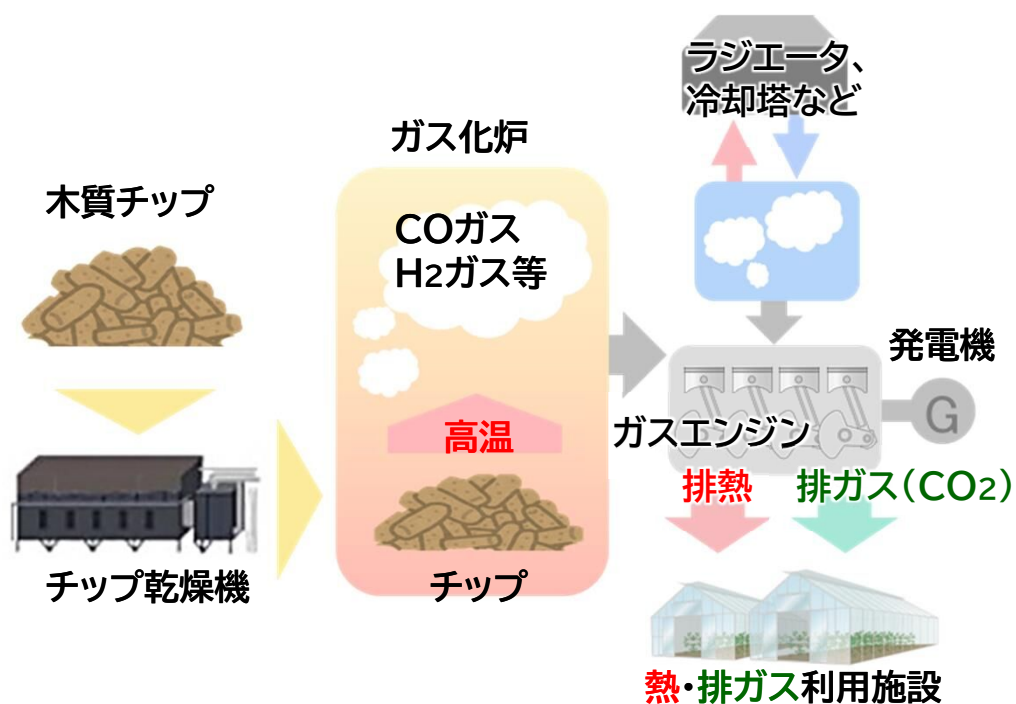
ボイラ・タービン方式（中・大規模向き）



特徴

- 大型化に適している
- 小型では効率が悪い
- 一般的に水を大量使用

ガス化方式（小規模向き）



特徴

- 小型でも効率が良い
- 小型化が容易
- 水使用量の低減可
- 国内品が少ない



木質バイオマスコージェネ
(40kWガスエンジン)
Volter40 フィンランド

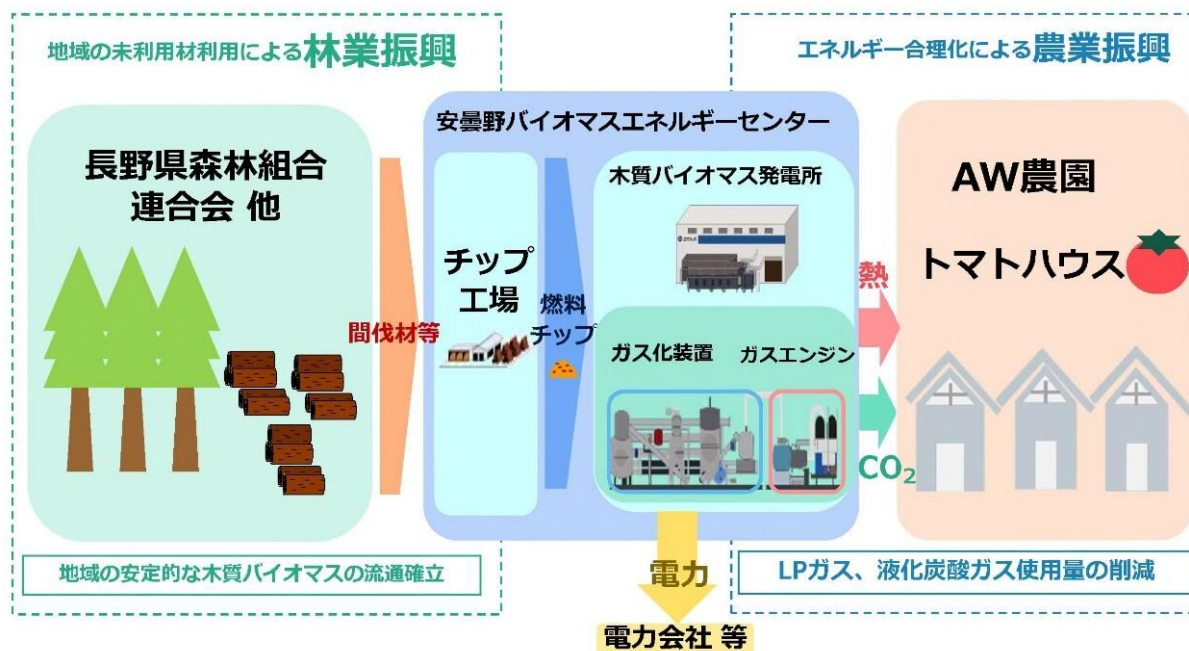
木質バイオマス 木質バイオマス発電で「トリジェネレーション事業」を開始

エア・ウォーター(株)

システムの概要と特長

間伐材などをチップ化し、蒸し焼きにすることでガスを発生。バイオガスを燃やして**発電した電力**は、**FITで売電**。燃焼時に発生する熱やCO₂は、隣接するトマトハウスで、**熱はハウス内の温度調整**に、**CO₂は不純物を除去して栽培**に。
木質バイオマス発電で国内初のトリジェネレーション。

安曇野バイオマスエネルギーセンター



LPG

液化炭酸ガス

発電所	安曇野バイオマスエネルギーセンター
運転開始日	コージェネレーション開始 2020年4月 トリジェネレーション開始 2021年7月
出力	2,000kW級
発電方式	ガス化・エンジン
使用燃料	木質チップ

② H₂・NH₃の混焼・専焼技術の開発

水素・アンモニアを混焼・専焼可能なコージェネレーションの技術開発・実証が進展。

→ アンモニア混焼については改造可能なガスコージェネレーションなどの設備も既に実用化。

→ 水素専焼についても、ガスタービンでドライ方式での水素専焼運転に世界で初めて成功。

課題としては燃料供給設備や燃料コストや供給体制。また、長時間の運転実証による実績の蓄積。

→ CNに向けて有用技術の一つとしてGI基金での開発・実証を中心に推進しつつ、需要サイドの導入に向けた取組加速が必要。

■ 液体アンモニアと天然ガスを混焼し2MW級ガスタービン/アンモニア供給設備(IHI)



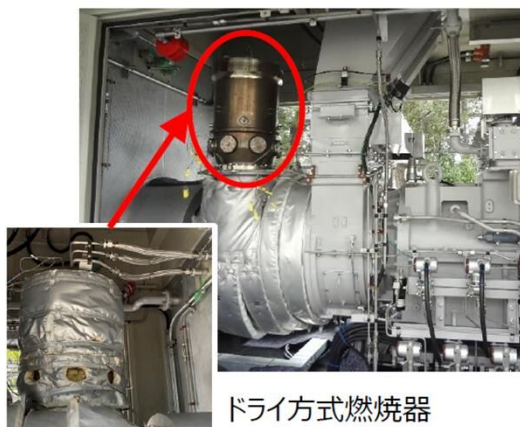
■ 水素専焼ガスタービンコージェネ(川崎重工)

神戸水素コージェネレーション実証

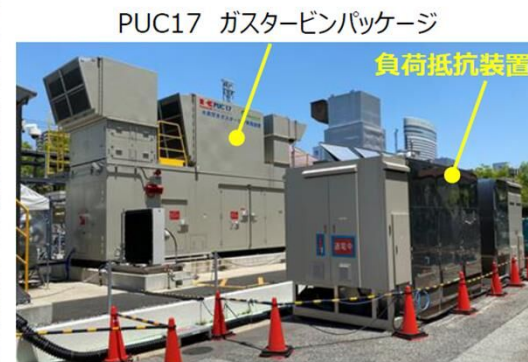
2020年にはドライ方式のマイクロミックス燃焼器を実装、

ドライ方式での水素専焼運転に世界で初めて成功。

燃焼器の改良を進め、2022年には水素専焼および水素割合50%vol~の混焼においてNOx 35ppm(O₂=16%)を達成。



ドライ方式燃焼器



実証プラントでの運転試験の様子

本研究の成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の課題設定型産業技術開発費助成事業「ドライ低NO_x水素専焼ガスタービン技術開発・実証事業」にて実施して得られたものです。

水素専焼 ドライ・水素専焼 高効率ガスタービンコージェネの開発・製品化

川崎重工業(株)



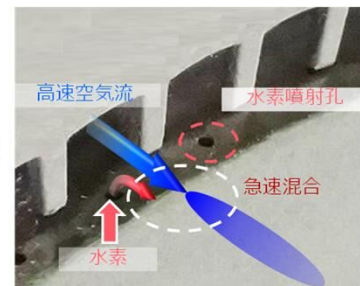
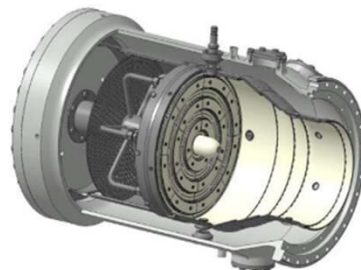
水素専焼ガスタービン

水素燃焼は天然ガスに比べ
燃焼速度が速い → 燃焼器部品の高温度化、逆火
燃焼温度が高い → NOxの増加

水素燃焼に特化した
 マイクロミックス燃焼で
 ドライ運転を実現

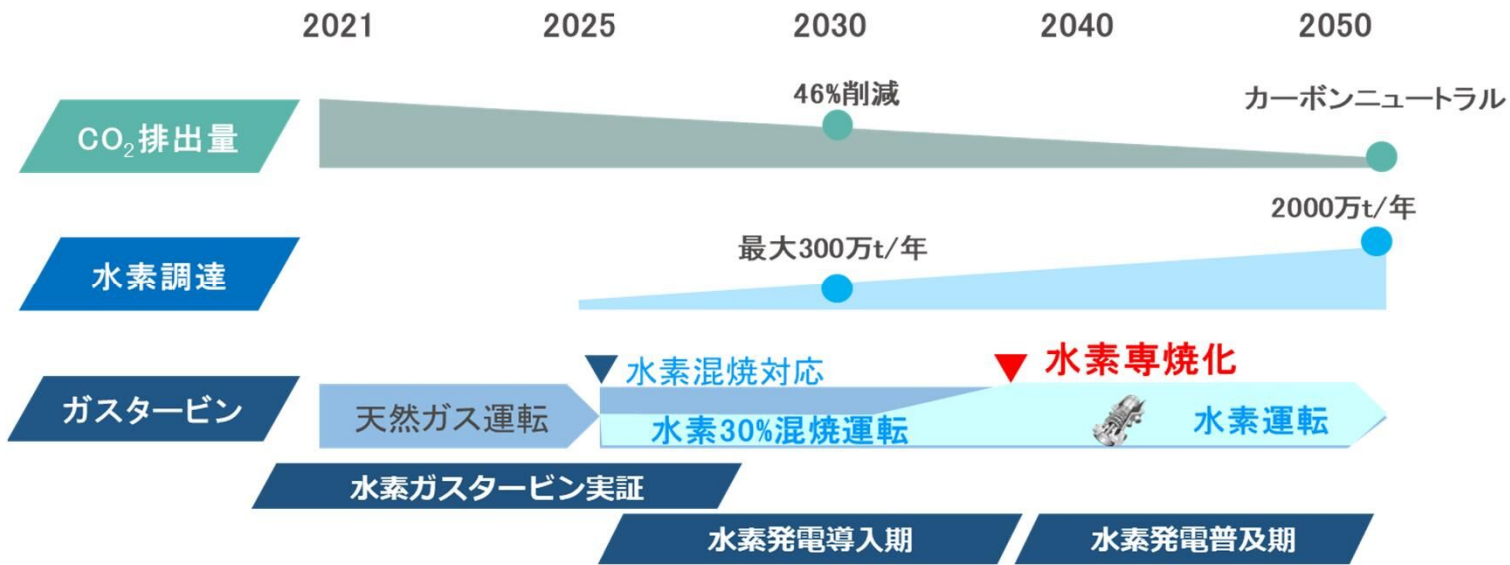
マイクロミックス燃焼：微小な水素火炎を用いた低NOx燃焼技術

- ✓NOxの発生源である火炎中のホットスポットを抑制
- ✓高温ガス中の滞留時間を低減
- ✓予混合通路を持たないため逆火リスクが低い



既設機への適用はガスタービン本体はそのまま流用し燃焼器交換のみで対応可

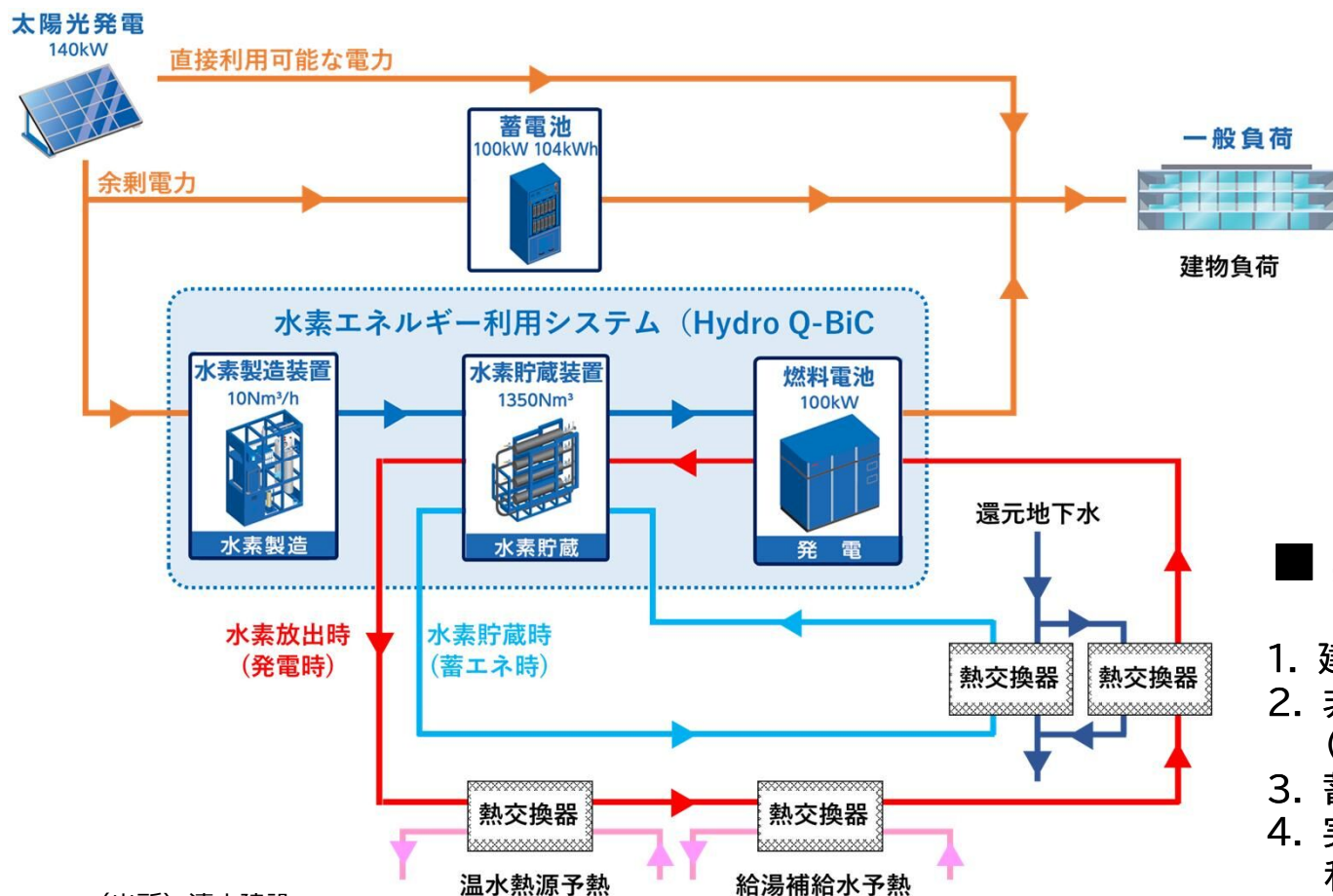
水素専焼
 ガスタービン
 普及ロードマップ



水素事例 純水素活用-燃料電池CGSの実運用化

清水建設(株)

「CO₂フリー水素エネルギー利用システムHydro Q-BiC[®]」を産総研と開発し、オフィスで実運用開始



(出所) 清水建設



清水建設 北陸支店新社屋



コージェネ大賞
2023
理事長賞



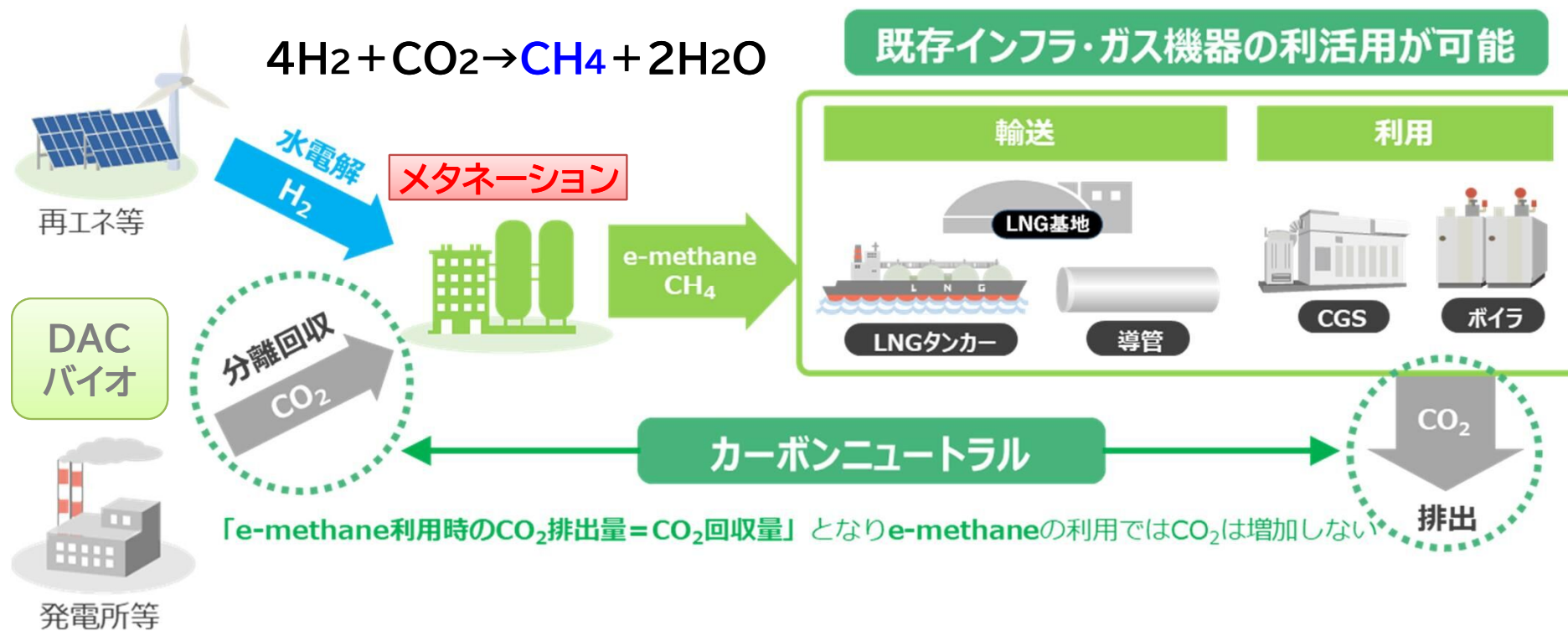
CO₂フリー水素エネルギー利用システム『Hydro Q-BiC[®]』

期待する導入効果

1. 建物運用時のCO₂排出量削減(CN化)
2. 非常時にBCP電源として電力・熱供給を継続(発電機用化石燃料からの脱却)
3. 蓄エネを生かしたエネルギーのシーズンシフト
4. 実建物での水素使用実績で水素エネルギー利用社会を促進に貢献

③ e-メタンなど合成燃料への転換

水素とCO₂から都市ガス原料の主成分であるメタンを合成することを「メタネーション」といい、メタネーションによって合成したメタンを「e-methane」と呼ぶ。



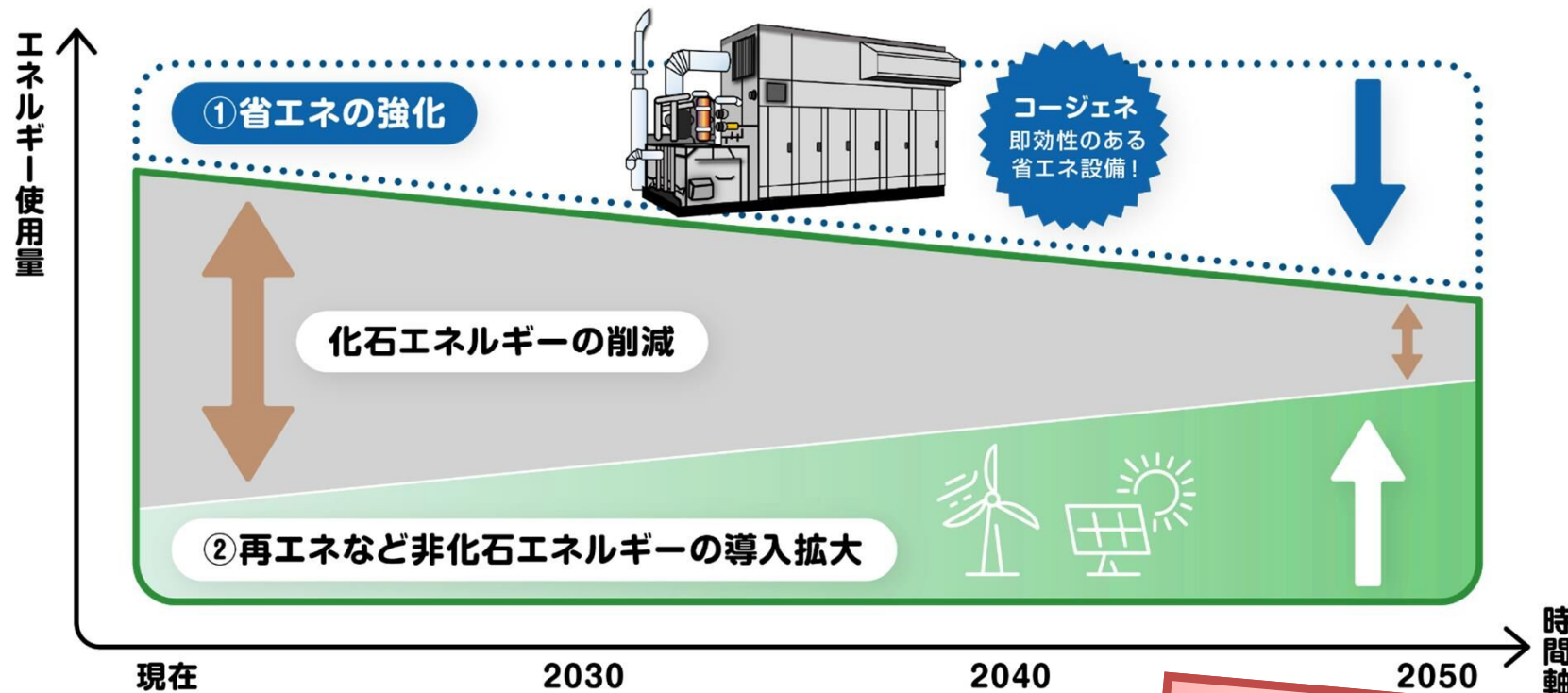
e-methaneは、産業分野などもととも大気に放出されるはずだったCO₂（または既に大気中にあるCO₂）を回収し、メタネーションの原料としてカーボンリサイクルしているため、**燃焼させても大気中のCO₂は実質的に増加しない。**

e-methaneが都市ガス原料として置き換えられれば、既存インフラを利用したまま、**コージェネをはじめとするガス機器もカーボンニュートラルへの転換が可能**となる。

コージェネにおける カーボンニュートラル社会への貢献

トランジション期においても

省エネ・低炭素化を推進！



脱炭素社会においても

再生可能エネルギーも“**貴重な**”一次エネルギー
電力や熱への変換において 省エネルギー はこれからも必須の技術

コージェネレーションは、燃料がカーボンニュートラルになり
脱炭素社会でも省エネを支え続ける！



2021年、COGEN Europeが中心となり
世界的なコージェネレーションの普及促進を目的として
コージェネ世界連合「**COGEN WORLD COALITION**」が発足

日本(コージェネ財団)をはじめ、世界各国の
コージェネ推進団体(13団体)が参画



主な政策活動

- 2022.05 CWC発足イベント(PP発表)
- 2022.11 CHP世界市場セミナー
- 2022.11 COP27に向けてPP発表
- 2023.12 CHP世界市場セミナーII
- 2023.12 COP28に向けてPP更新

その他:

国別(インド、日本、アメリカ)
分野別(産業用、DHC)
CHPの市場動向セミナーを開催



川崎重工業をはじめ
国際的に事業を展開する大手企業10社も参画

現代社会での期待

コージェネレーションは、**省エネシステム**としてだけでなく、特に**レジリエンス(強靭性)・系統貢献(調整力)**など提供価値は広く、国も期待。再エネとの連携など高度な導入実績の積み上げを推進。

トランジション期における期待

その幅広い価値の提供で、電化・再エネの推進を補完し、エネルギーの経済的で安定的な供給にも貢献しつつ、**省エネ・低炭素化のための即効性のある重要な設備**として適切な普及を期待。

脱炭素社会での期待

2050年以降の脱炭素社会でも、燃料のカーボンニュートラル化を経てコージェネは、**重要な省エネ&エネルギー高度利用システム**として、更なる活躍が期待。

ご清聴ありがとうございました。
