

再生可能エネルギー (Renewable Energy / RE)

高効率・ハイブリッド発電装置 (HGB システム)

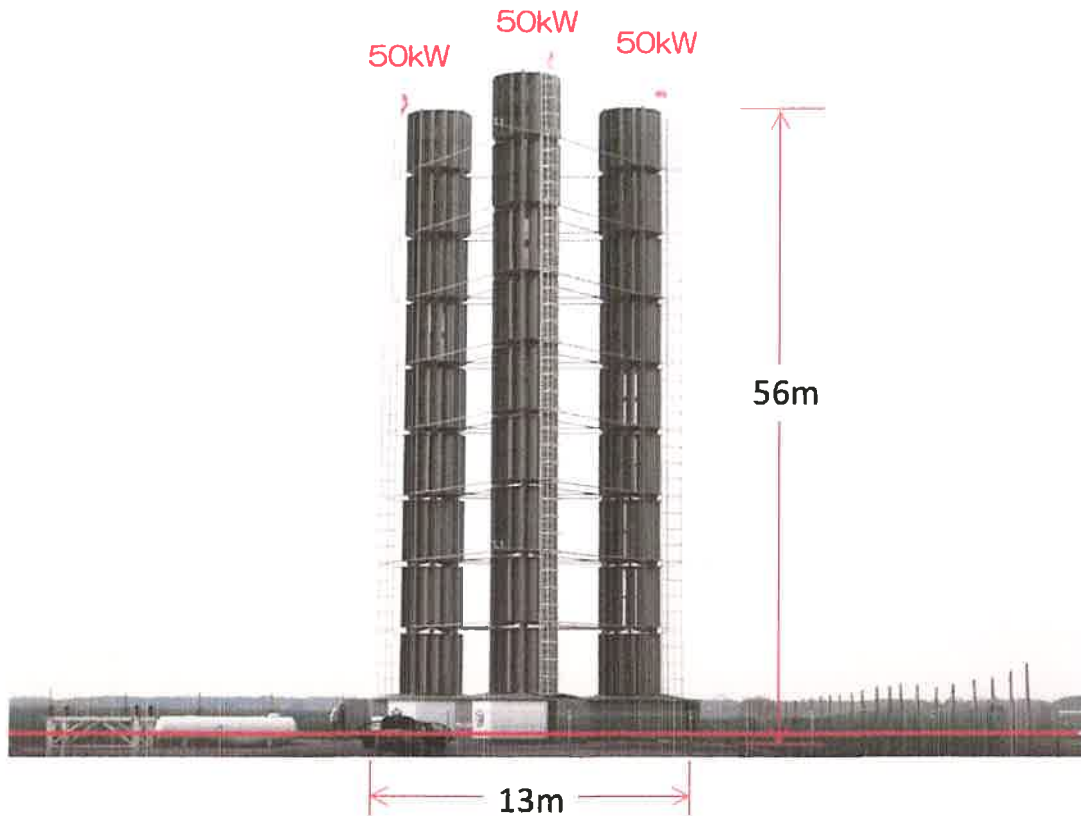
(高効率・小型風力発電装置 + 高効率・太陽光発電装置)

SDGs



ハイブリッド発電装置の発電容量 (15kw)
カザフスタン国 Almaty 市

JTS / 日本廃棄物総合技術支援機構 株式会社
Japan Technical Support Organization for Waste Management Co., Ltd.

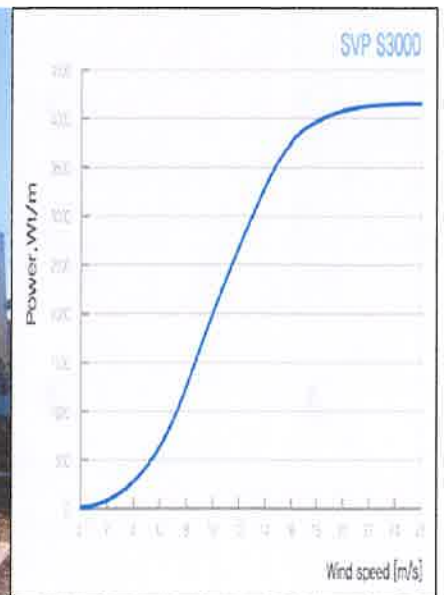


高効率・風力発電容量 150kW

風力発電装置の特徴 (クロスフロー型)

▶ 風力発電装置は、「高性能クロスフロー型発電装置」です。この風力発電装置は、都市型風力発電機です。

- ① 回転翼と案内翼は、FRP や再生プラスチックで製作されています。
- ② 5kW 級まで「上、下反転型」であり、これは 中心の安定と反対回転時上、下の騒音と振動を相殺させる機能を果たし、回転翼の破損時の破片飛散防止効果を兼ね備えて都市での使用時の飛散防止役割をします。(安全・安心な発電装置)
- ③ ベアリングは、「無給油」で 10 年以上の寿命が保証されます。
- ④ 回転翼は、航空機の翼 (NASA2201 : アメリカ) をベンチマークして製作されています。









- ① 回転翼は、上下逆方向に回転し、発電効率を高めま

風力発電装置の性能比較

JTS DR.石川

1/2

発電出力の区分	小型		中型		大型	
	1kW~50kW未満/基	50kW~1000kW未満/基	1000kW以上/基			
風力発電の種類	プロペラ風車 	水平軸型風車 多翼式風車 	セイルウイング風車 	サボニウス風車 	垂直型風車 ダリウス風車 	クロスフロー風車 
採用規模	大型~小型 東芝エネルギーシステムズ(株) 日本精工(株) ゼファー(株) JW Wind(株)	小型~中型(採用事例確か) 朝日化学工房	小型~中型(採用事例確か) —	小型 (株)スカイ電子 一般財団 日本風力発電協会 (株)チャレンジャー 構造等に近縁(マグナス式)	小型 一般財団 日本風力発電協会	小型 JTS 日本風力発電協会 種徳博(株) 一般財団 日本風力発電協会 (株)石田製作所 工藤建設(株)
メーカー						
特徴	高速回転に優れた特性を有すが、反面、騒音問題や首振り運動による効率ロスや故障原因などを抱え、起電(カットイン)風速(4~5m/s)が高く、強風時の「回り過ぎ」危険対策としてカットアウト、維持管理費や設置のコストアップが指摘される。		抗力型風車の代表格、風が持つエネルギーの10%程度を起電に利用にとどまらず、周速比は1以下であり、弱風でも起電性が良く大きなトルクを生じます。首振り無し		起動トルクは極めて小さく、自力での回転開始は不可能であり、起動のためにモーターや他の風車の力を借りるなど様々な工夫が必要となる。	自力で回転開始が可能となり、回り始めると周速比は高く回転トルクも高く注目度は高い風車である。
大きさ	小型 約15m	中型 15m~100m未満	大型 100m以上			
都道府県別設置状況 (国立研究開発法人) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 2018年3月末現在	都道府県	設置基数	総発電量			
	北海道	304基	358,745kW			
	青森県	253基	417,483kW			
	秋田県	201基	370,934kW			
	鹿児島県	157基	263,005kW			
	三日月県	106基	180,300kW			
	福島県	96基	183,585kW			
	静岡県	92基	158,300kW			
	島根県	85基	178,140kW			
	長崎県	78基	109,860kW			
	岩手県	72基	92,930kW			
	石川県	71基	124,500kW			
	愛媛県	70基	96,200kW			
	和歌山県	65基	94,930kW			
	茨城県	64基	111,570kW			
	山口県	55基	113,450kW			
	千葉県	49基	69,950kW			
	高知県	49基	68,900kW			
	愛知県	41基	64,710kW			
	鳥取県	41基	59,100kW			
山形県	35基	61,230kW				
佐賀県	32基	46,675kW				
福岡県	30基	32,705kW				

都道府県別設置状況 (国立研究開発法人) 新エネルギー産業 技術総合開発機構 2018年3月末現在	沖縄県	30基	25,620kW
	兵庫県	29基	55,310kW
	熊本県	22基	28,950kW
	新潟県	20基	29,715kW
	徳島県	15基	19,500kW
	福井県	14基	28,000kW
	大分県	13基	11,490kW
	岐阜県	13基	9,200kW
	宮崎県	8基	16,000kW
	栃木県	7基	840kW
		6基	4,800kW
	宮城県	4基	7,480kW
	神奈川県	4基	4,770kW
	富山県	4基	3,300kW
	京都府	3基	2,250kW
	奈良県	3基	60kW
	群馬県	2基	340kW
	滋賀県	1基	1,500kW
	小型	中型	大型
	コスト (参考:NEDO 新エ ネルギー サイドブック)	170万円～250万円/基	約1億5千万円～4億円/基
性能 (効率向上等)	小型	中型	大型
	サポニウ形・タリウス形・クロスフロー型が主流となるがサポニウ形・タリウス形複合型やクロスフロー型の多段型などにより効率の良い(弱風～強風による変動発電変動への対応・風力変動への均質的発電)発電への可能性がある。	低周波振動等翼面形状の改善により、立地条件の緩和等が可能となる。 結果としてより多くの設置が可能となる。	

下水汚泥エネルギー化技術

ガイドライン

—平成 29 年度版—

平成 30 年 1 月

国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部

第 1 章 ガイドラインの位置づけ

1-1. 背景

再生可能エネルギーの利用、温室効果ガス排出量の削減が強く求められており、下水道事業でも下水汚泥のエネルギー利用について取り組みが必要となっている。

【解 説】

下水道事業では多くのエネルギーを使用するとともに多量の温室効果ガスを排出しており、下水道管理者は下水汚泥をエネルギー資源として捉え、さらに自らのインフラを最大限に生かす意味からも下水処理場を核とした地域におけるエネルギー対策と地球温暖化対策に積極的に取り組んでいく必要がある。

(1) 社会的動向

世界の資源・エネルギー需要は、今後とも大幅に増加すると見込まれており、資源・エネルギーの枯渇が懸念されている。我が国は、資源・エネルギーの供給源を海外に依存しており、資源・エネルギー安全保障の確立が不可欠である。加えて、東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所事故を契機として、地域におけるエネルギー自立への取組が問われている。

1-2. 目的

本ガイドラインは、地方公共団体や民間企業における下水汚泥のエネルギー利用事業を推進することを目的に、エネルギー化技術として下水汚泥の固形燃料化技術、バイオガス利用技術、熱分解ガス化技術、焼却廃熱発電技術及び水素製造・供給技術を取り上げ、これらの導入を検討する際に必要となる知見・情報をとりまとめたものである。

【解説】

本ガイドラインでは、地方公共団体及び民間企業における下水汚泥のエネルギー利用事業を推進することを目的に、エネルギー化技術として表-1.1 に示すとおり固形燃料化技術の2技術、バイオガス利用技術の6技術、熱分解ガス化技術の1技術、焼却廃熱発電技術2技術、水素製造・供給技術2技術の計 13 技術を取り上げ、技術の概要、導入事例、検討手順等について必要となる知見・情報を取りまとめたものである。なお、これらの技術は今後の技術開発動向を見ながら内容の改訂を行うこととしている。

また、本ガイドラインで対象とする技術を図-1.3 に示す。

表-1.1 検討対象とする主なエネルギー化技術

エネルギー化技術区分	検討対象技術
I. 固形燃料化技術	① 汚泥炭化技術 ② 汚泥乾燥技術
II. <u>バイオガス利用技術</u>	③ バイオガス回収技術 ④ バイオガス発電技術 ⑤ CNG 自動車燃料利用技術 ⑥ ガス導管直接注入技術 ⑦ 都市ガス供給・都市ガス原料供給技術 ⑧ ガス運搬技術
III. 熱分解ガス化技術	⑨ ガス化炉
IV. <u>焼却廃熱発電技術</u>	⑩ 蒸気発電 ⑪ バイナリー発電
V. <u>水素製造・供給技術</u>	⑫ 水素製造技術 ⑬ 水素供給(出荷)技術
その他関連技術	複合バイオマス受入技術 消化促進技術 水素製造及び供給以外の水素関連技術

10. バイオマスとは

11. 廃棄物（バイオマス）発電

- 1) 廃棄物（バイオマス）発電効率と焼却炉選定基準
- 2) 廃棄物（バイオマス）発電排熱の冷暖房の熱供給
- 3) 焼却燃焼排ガス中の炭酸ガス「CO₂」の有効利用技術
- 4) 開発途上国の WTE 施設は JCM 対象

1. バイオマスの定義

生物資源 (Bio) の量 (Mass) を表す概念で、一般的には「再生可能な、生物由来の有機性資源で化石資源を除いたもの」をバイオマスと呼んでいる。

2. バイオエネルギー

バイオマスから得られるエネルギーのことを指し、「バイオマスエネルギー」とも呼ばれている。

3. バイオマスの種類

バイオマスの種類は多岐に渡るが、廃棄物系のもの、未利用のもの及び資源作物（エネルギーや製品の製造を目的に栽培される植物）がある。

廃棄物系	家庭系ごみ 廃棄される紙 家畜排泄物 食品廃棄物 建設発生木材 製材工場残材 黒液（パルプ工場廃液） 下水汚泥 し尿汚泥 など
未利用のもの	枯葉 稲わら 麦わら もみ殻 林地残材（間伐材、被害木等） など
資源作物 (エネルギー作物)	さとうきび、トウモロコシ、米等の糖質系作物 なたね等の油糧作物

4. バイオマスの分類

「バイオマスの分類」にはいろいろな分類方法がある。

たとえば、

- ① 生物学的観点からの分類
- ② 生態学上の分類 —— 植物・動物・微生物
- ③ 植生による分類 —— 陸生（林産・農産・廃棄物）・水生
- ④ 利用・用途による分類
- ⑤ 発生源による分類
- ⑥ 含水率による分類

等があり、それぞれの利用法などに応じて使われている。

5. バイオマス利用技術

「バイオマス利用技術」は、バイオマス利用方法、主要変換技術、利用形態等の観点から下図の様に分類できる。

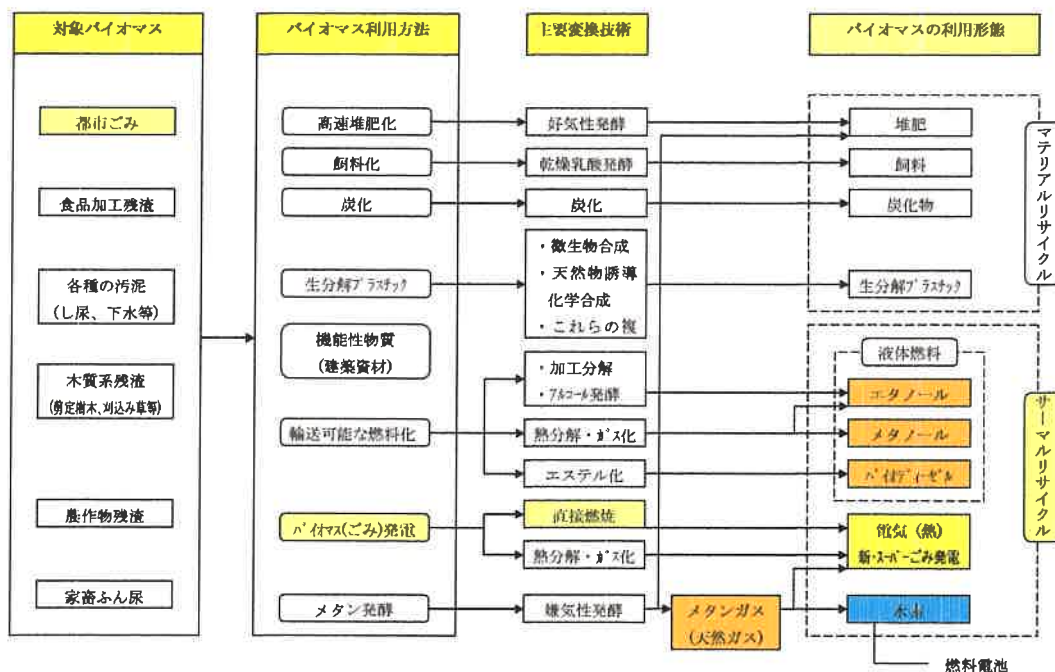
「マテリアル利用」は、バイオマスのカスケード利用の上流に対応する部分であり、主に堆肥ならびに飼料としての利用、物性を生かした素材としての利用、組成を活かした原料としての利用に分類できる。このうち、堆肥ならびに飼料としての廃棄物系バイオマスの利用は現在でも広く行われているが、都市ごみ（一般廃棄物）を対象とした場合、分別精度に起因した雑多な異物混入による安全性の問題等があり、スケールアップが困難な現状がある。

「サーマルリサイクル（エネルギー利用）」は、バイオマス資源そのものを電気、熱、燃料などの使いやすい形態のエネルギーに変換する必要がある。

バイオマスのエネルギー変換法は熱化学的な変換と生物化学的な変換に大別でき、利用形態としては「液体燃料」、「電気（熱）」、「水素」に分類できる。

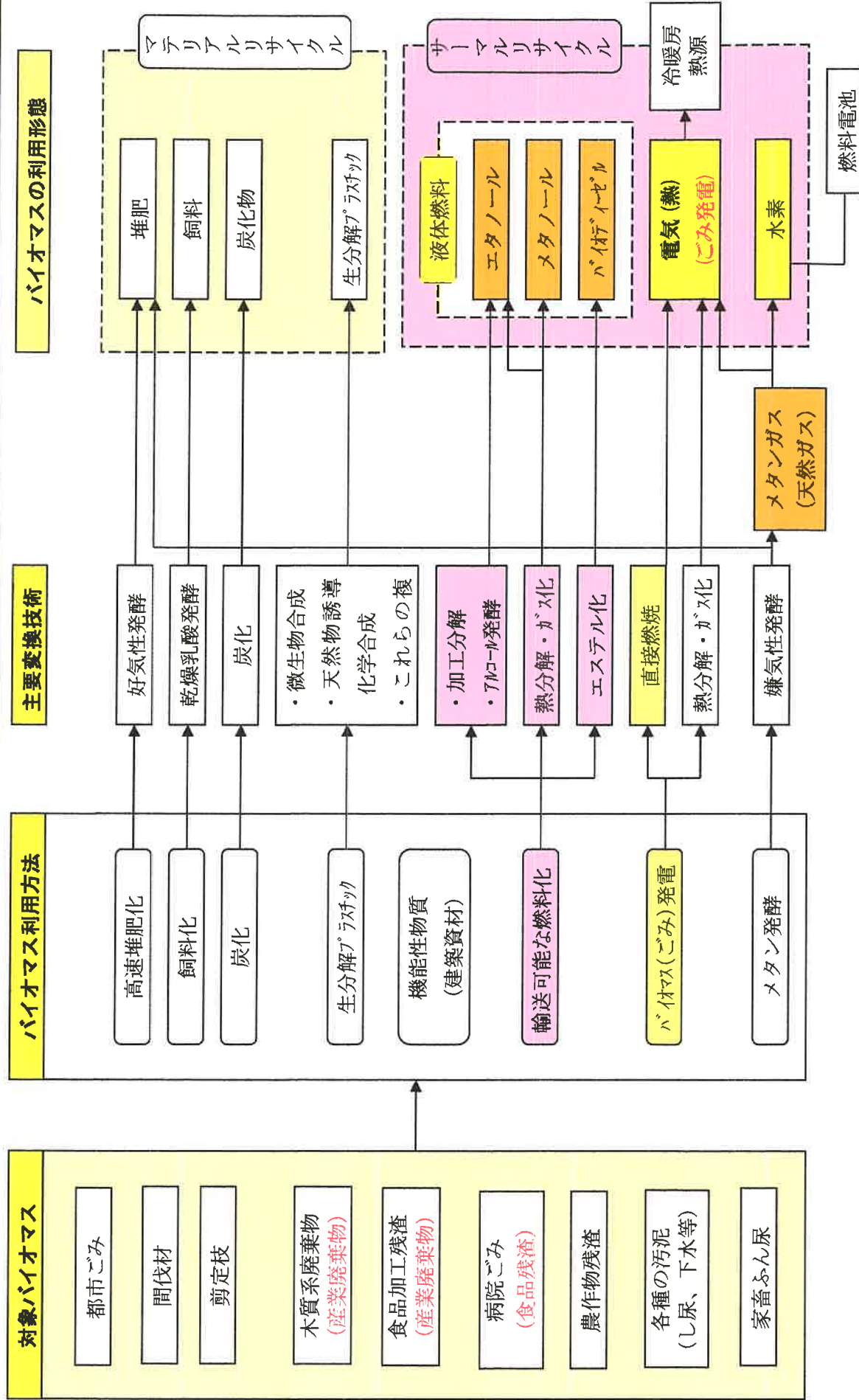
バイオマスのエネルギー利用は、マテリアル利用と比較してその品質の制限が少なく、都市ごみ由来のバイオマスではごみ発電（予熱利用）として広く利用されている。

バイオマスの利用技術



「廃棄物発電」は「バイオマス発電」

バイオマスの利用技術とバイオマス発電



10. バイオガス化施設の種類と実績

1) バイオガス化施設（メタン発酵処理設備）の処理方式

ごみのメタンガス化を行う処理方式は、以下のとおり分類される。

■メタン発酵槽へ投入する固形分濃度の違いにより、「湿式方式と乾式方式」

■発酵温度の違いにより、「中温方式と高温方式」

バイオガス化施設の処理方式の分類（湿式と乾式）

	湿式方式		乾式方式
	中温方式	高温方式	
概要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 広く利用されているメタン発酵法で、一般的に発酵槽への投入固形物濃度は 10%以下に調整される ・ 発酵槽でのスカム形成や重量物の堆積を防止するため、難分解性の粗大固形物や砂などを予め除去する固液分離を前処理で行う場合が多い ・ また分解効率を高めるためにメタン発酵槽の前に可溶化槽や酸発酵槽を設置する場合もある ・ 中温方式は、高温方式に比べ負荷変動及びアンモニア阻害に強いが、有機物の分解速度が遅いのでメタン発酵槽の容量は大きくなる ・ 高温方式は、中温方式に比べ負荷変動及びアンモニア阻害に弱い、有機物の分解速度が速いためメタン発酵槽の容量を小さくできる 		<ul style="list-style-type: none"> ・ 含水率が低く、固形物濃度が高いバイオマス原料に適する技術であり、1990 年代の後半にヨーロッパから技術導入されている ・ 一般に固形物濃度は 15~40%のものまでを処理できるため、紙・剪定枝などの草木を対象にすることができる ・ 一般に湿式方式に比べ水処理設備の規模が小さくてすむ
処理対象物固形物濃度	~10%	~10%	15~40%
発酵温度	約 35℃	約 55℃	高温 (約 55℃)
発酵期間	20~25 日程度	10~15 日程度	15~30 日程度
必要とするエネルギー	少ない	多い	多い
<pre> graph LR A[受入貯留設備] --> B[前処理設備] B --> C[メタン発酵設備] C --> D[バイオガス貯留施設] D --> E[バイオガス利用設備] C --> F[発酵残さ処理設備] </pre>			
バイオガス化施設標準システムフロー			

都市ごみ1tのエネルギー価値と発電量・CO₂削減

表 ごみ1t当りのエネルギーの価値

項目	換算-1	換算-2	補足説明
ごみ発熱量	2,000kcal/kg (8,400kJ/kg)	3,000kcal/kg (12,600kJ/kg)	ごみ発熱量(石炭の約1/2~1/3発熱量)
保有エネルギー	2×10 ⁶ kcal	3×10 ⁶ kcal	ごみ1t当りの保有熱量
蒸気回収量*	2.8t	4.2t	ボイラ効率70%として熱回収
電力(ごみ発電)	420kWh	630kWh	復水蒸気タービンで発電した場合 (1世帯の6ヶ月分の電力)
石油換算量	110ℓ	165ℓ	石油による火力発電効率から求めた値
炭酸ガス抑制量	152 Nm ³	228Nm ³	ごみ発電を行うことにより、民間電力会社で発電するとき発生する環境汚染物の 相当量を抑制できるとともに、天然資源の延命化につながる。
経済効果 (売電額) (日本)	7,140 円	10,710 円	売電価格=17 円/kWとして計算(FIT制度を適用)／日本の場合
(タイ)	6,300 円	9,450 円	売電価格=15 円/kWとして計算(FIT制度を適用)／日本価格のイメージ 75 円/kW
(フィリピン)	6,720 円	10,080 円	売電価格=16 円/kWとして計算(FIT制度を適用)／日本価格のイメージ 160 円/kW

※蒸気回収量とは、ごみの焼却廃熱をボイラで蒸気として熱回収する蒸気量のことである。

日本は、世界一の焼却立国

→日本のW t E技術は、世界トップレベル

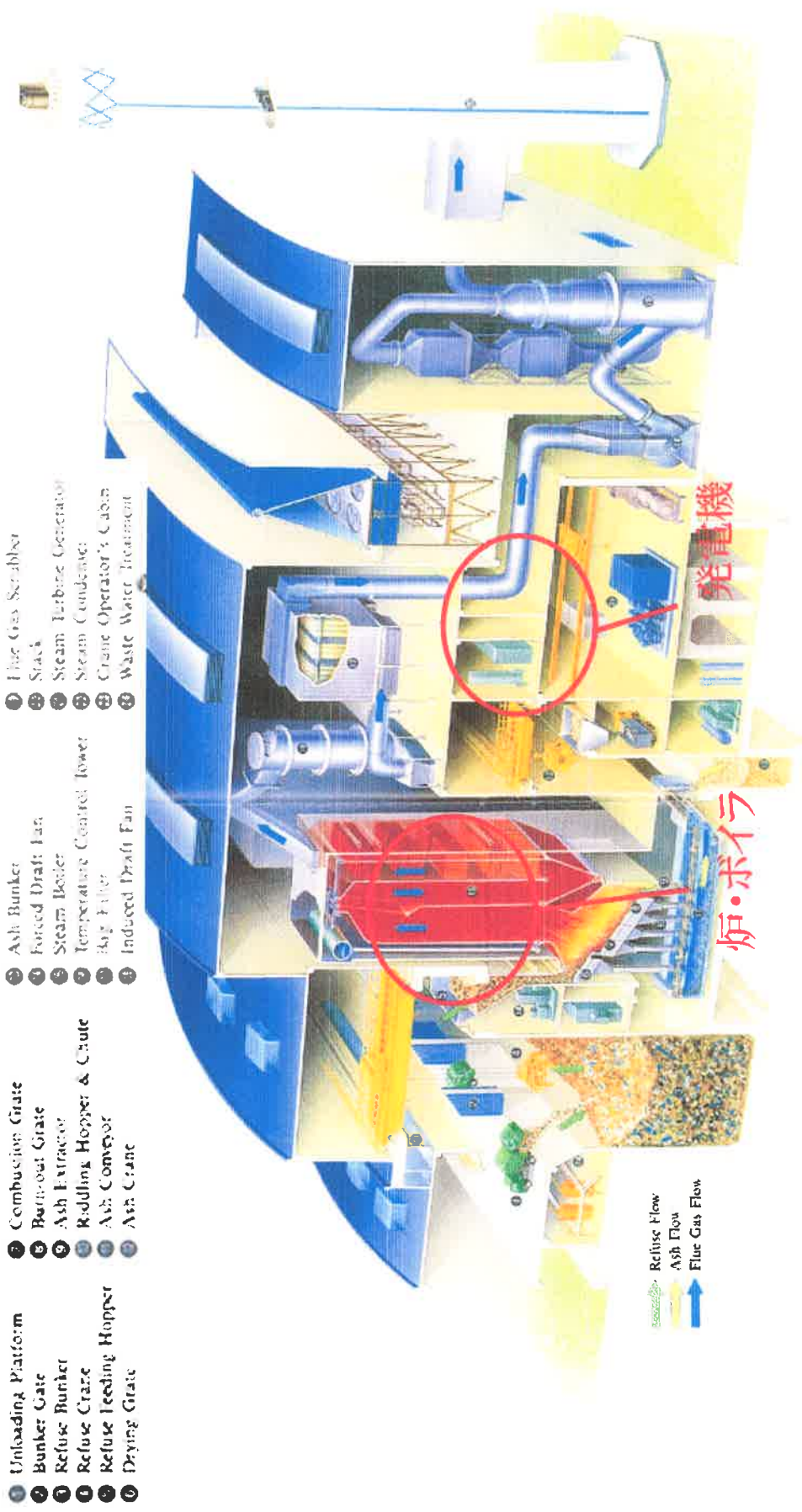
→W t E施設の耐用年数は、30年～40年以上

焼却施設の数(環境省 H21 (2009) 年度, OECD2008 年)

国名	施設数
日本	1243
アメリカ	351
フランス	188
ドイツ	154
スウェーデン	28
イギリス	55

上の表からわかるように日本のごみ焼却施設数は「世界一」です。
一人当たり 1kg のごみを毎日出しており、年間で一世帯から
1～1.5 t のごみが排出されています。

エネルギー回収（発電）施設



- ① Unloading Platform
- ② Bunker Gate
- ③ Refuse Bunker
- ④ Refuse Grate
- ⑤ Refuse Feeding Hopper
- ⑥ Drying Grate
- ⑦ Combustion Grate
- ⑧ Burn-out Grate
- ⑨ Ash Extractor
- ⑩ Riddling Hopper & Chute
- ⑪ Ash Conveyor
- ⑫ Ash Crane
- ⑬ Ash Bunker
- ⑭ Forced Draft Fan
- ⑮ Steam Boiler
- ⑯ Temperature Control Tower
- ⑰ Bag Filter
- ⑱ Induced Draft Fan
- ⑲ Flue Gas Scrubber
- ⑳ Stack
- ㉑ Steam Turbine Generator
- ㉒ Steam Condenser
- ㉓ Crane Operator's Cabin
- ㉔ Waste Water Treatment

→ Refuse Flow
→ Ash Flow
→ Flue Gas Flow

炉・ボイラ

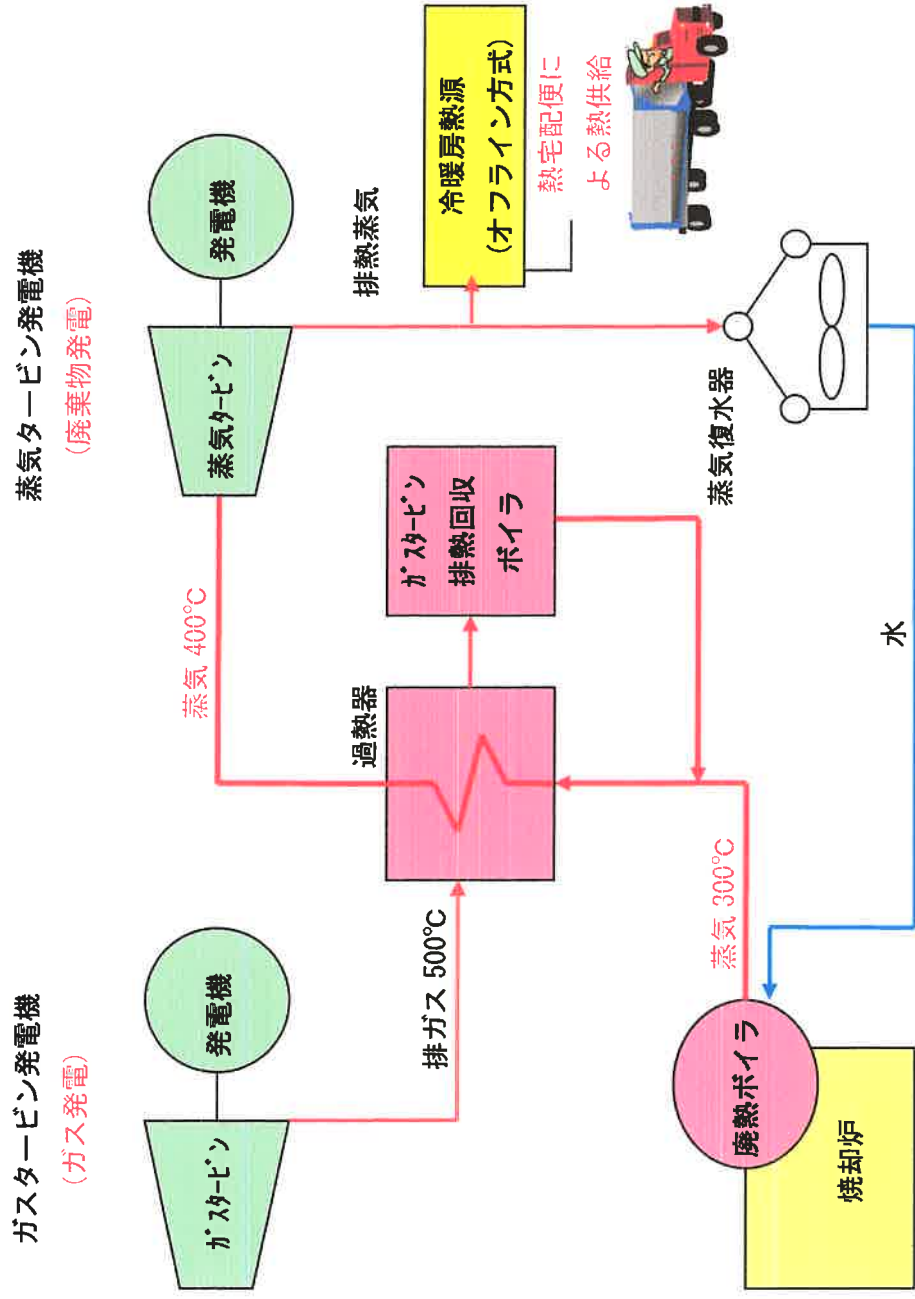
発電機

ごみ焼却炉の機種とその特性

	中間処理技術	処理方式	実績・動向等	評価 (Dr.石川)		
				CO ₂ 排出量	安定稼働	発電
A	燃焼ガス化炉 (次世代型・燃焼ガス化炉)	水冷ストーカ式燃焼炉 「低・空気過剰率燃焼」	CO ₂ 削減が大	◎	○	◎
B	ストーカ式焼却炉	ストーカ炉「マス燃焼」	従来技術 ・安定した信頼性の高い機種	◎	◎	◎
C	階段水冷ストーカ焼却炉	水冷ストーカ炉「マス燃焼」				
D	回転水冷型ストーカ式焼却炉	水冷回転型ストーカ炉 「マス燃焼」				
E	流動床式焼却炉	流動床炉「短時燃焼」	従来技術	○	○	○
F	キルン式焼却炉 (ロータリーキルン +ストーカ式焼却炉も含む)	回転式焼却炉「マス燃焼」	従来技術	◎	◎	◎
G	EGRキルン式	抑制燃焼による熱分解ガス化	従来技術 ・安定した信頼性の高い機種	◎	◎	◎
H	熱分解ガス化炉・ガス化溶融炉	熱分解ガス化溶融炉 「ガス化改質を含む」	・ごみ質の均質化が求められる機種	×		
	H-1 流動床式	部分燃焼によるガス化溶融				
	H-2 キルン式	①間接加熱型ガス化 ②乾燥機+間接加熱型ガス化				
	H-3 プッシュャー型	ガス(メタンガス)改質型				
I	スーパー熱分解ガス化焼却炉 (熱分解ガス化炉+焼却炉)	流動床式熱分解ガス化炉に 焼却炉を併設	流動床式熱分解ガス化 溶融炉の安定化技術	×	×	×
J	直接溶融炉(立炉)		・燃料が必要です。	×	×	×
	J-1 酸素方式	酸素吹込みによる高温溶融 (約1600℃)処理				
	J-2 コークス・石灰方式	コークス・石灰による高温溶融 (約1600℃)処理				
K	灰溶融炉		・国が使用を制限している ・交付金が交付されない	×	×	-
	K-1 電気方式	プラズマ方式 ほか				
	K-2 バーナ方式	フィルム溶融方式 ほか				
	K-3 自己燃焼溶融方式	焼却炉と一体型溶融方式				
	K-4 副資材方式	コークスと石灰による溶融方式				
K-5 焼成炉	焼成方式					
	組合せ(焼却・溶融)システム 従来型焼却炉+灰溶融炉	B,C,D,E,F+灰溶融炉(J) ・焼却灰を灰溶融炉で溶融		-	-	-
L	産業廃棄物焼却炉		従来技術 ・都市ごみの焼却処理も可能な機種 ・法規制は都市ごみよりも厳しいが、クリアできる。	◎	◎	◎
	L-1 ストーカ式焼却炉	ストーカ式「マス燃焼」				
	L-2 階段水冷ストーカ式焼却炉	水冷ストーカ炉「マス燃焼」				
	L-3 ロータリーキルン式焼却炉	回転炉「マス燃焼」				
	L-4 ロータリーキルン+ ストーカ式焼却炉	回転炉+ストーカ炉 「マス燃焼」				
	L-5 ロータリーキルン+ 階段水冷ストーカ式焼却炉	回転炉+水冷ストーカ炉 「マス燃焼」				
L-6 流動床式焼却炉	流動床炉「短時燃焼」					
M	小型焼却炉(200kg/h以下)	ロストル型、立炉、乾留型、 熱分解型 ほか	従来技術 ・ダイオキシン類は大型 炉と同程度に分解できる。	○	○	-

注) 評価基準 ◎:優, ○:良, △:可

新・スーパー廃棄物発電システム (蒸気の高温・高圧化による高効率発電)



新・スーパー廃棄物発電システム

ごみ焼却炉付帯の廃熱ボイラは高温腐食の制約により、蒸気を高温・高圧にできません。

そこで、ガスタービン発電の約500°Cの排ガスで「廃熱ボイラの蒸気を高温化(400°C、36ata)」することにより蒸気タービン発電機でのごみ発電量を増やすことができます。

このため「発電端効率を約40%」にすることができません。

また、蒸気タービンの排熱で地域冷暖房等の熱源供給することにより、「系全体の熱効率を約60%」にすることができ「サーマルリサイクルシステム」です。

この事業は、SDGsの事業です。

図 高効率廃棄物発電(WtE)プラントシステムフロー

SDGs/低炭素社会構築(カーボン・マネージメント)への具体策の提案
SDGs/スーパー廃棄物発電(WtE)の施設整備/欧州では、多数施設がある

※ スーパー廃棄物発電(WtE)施設の建設(欧州では、普及している発電技術)
例えば、炉規模:600t/日で、発電機容量:約12万kWを発電(通常発電容量:12,000kW)

表 廃棄物焼却炉規模とスーパー廃棄物発電容量

代替モデル ケース	焼却炉規模	スーパーごみ発電容量		
		ガスタービン容量 (A)	蒸気タービン容量 (B)	総発電機容量 (A+B)
A	200 t / 日 (200t/日×1基)	28,940kW (LM2500+×1基)	14,500kW	43,440kW
欧州	メンデルボルグ(デンマーク) 192 t / 日	42,000kW	17,000kW	59,000kW
欧州	ホルセンス(デンマーク) 240 t / 日	22,000kW	13,000kW	35,000kW
B	400 t / 日 (200t/日×2基)	40,800kW (LM6000×1基)	22,600kW	63,400kW
欧州	ネスティベッド(デンマーク) 324t/日	25,000 kW	13,000kW	38,000kW
C	600 t / 日 (300t/日×2基)	81,600kW (LM6000×2基)	40,000kW	121,600kW
D	1000 t / 日 (500t/日×2基)	163,200kW (LM6000×4基)	74,000kW	237,200kW
E	2000 t / 日	180,000kW	150,000kW	300,000kW
欧州	メルディック(オランダ)スーパー発電施設 2160t / 日 (720t/日×3基)	180,000kW	180,000kW	339,000kW

注1) ガスタービン発電機の機種及び台数は、廃熱ボイラの蒸気発生量を考慮して決定した。

注2) 外気温度 15°C

注3) ごみ発熱量 Hu=12.6MJ/kg=3000kcal/kgの時の発電量

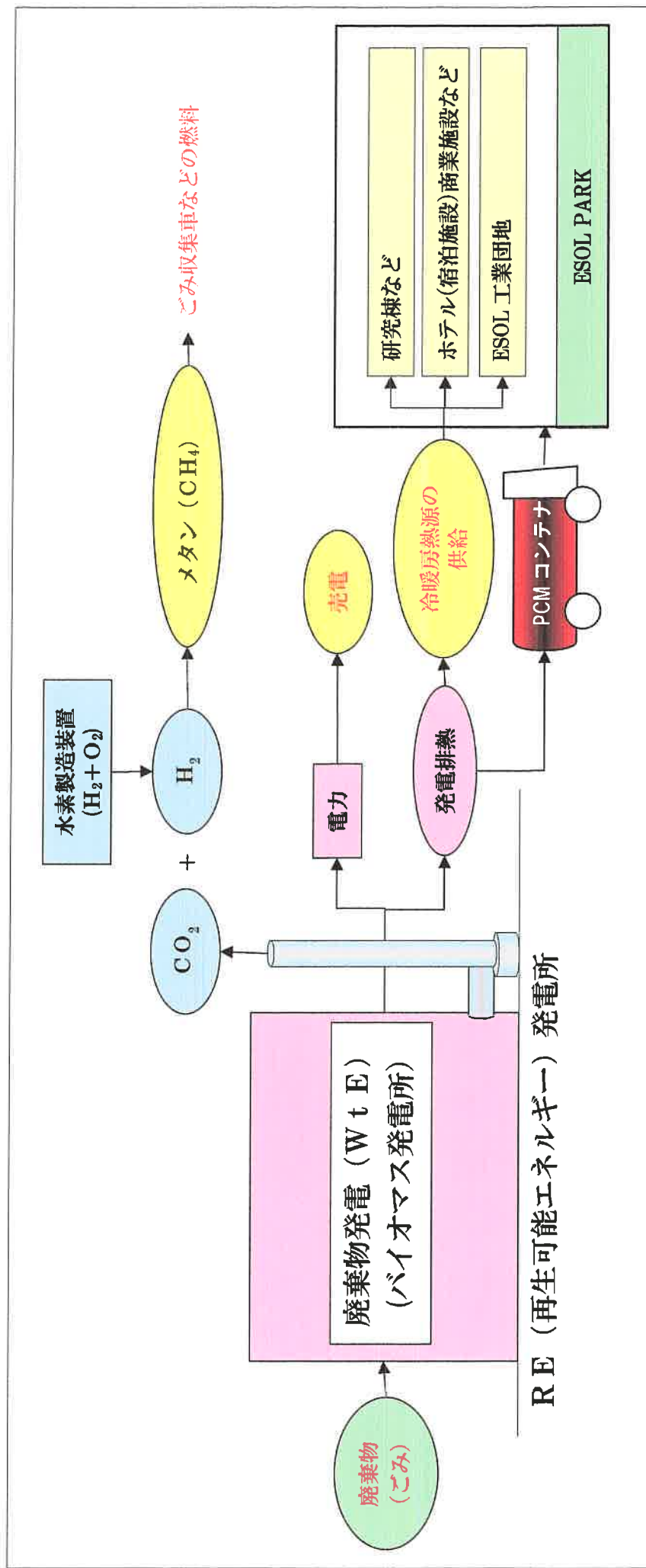
出典: 日本政府・経済産業省「新・スーパーごみ発電による発電と既存(又は新規)インフラ活用によるPFI事業化調査」 2008年3月

メルディック スーパー発電・熱供給所 (オランダ)



調査施設	事業主体	事業方式	収益事業	事業収支	補助金	
メルディック ごみ発電熱供給所 ●スーパーごみ発電施設 ・ごみ焼却炉規模 2160t/日 ・ごみ発電機容量 339,000kW	民間事業者 (株式会社)	民間委託事業 ※3 州の市町村 よりごみ焼却処理受託	① ごみ焼却受託処理 ② 売電 ③ 蒸気の供給(売却) ④ 焼却灰 (売却・有効利用)	事業収支は ±0 が条件 (実質の黒字)	建設費 事業 運営費 土地	補助金なし ①補助金なし ②予備基金設置 社有地

バイオマス発電所 (W t E) / 再生可能エネルギー / 最先端都市・RE100 整備



廃棄物発電 (W t E) の排熱による冷暖房熱源の供給 / ゼロエミッション型熱供給 (CO₂の発生がない)

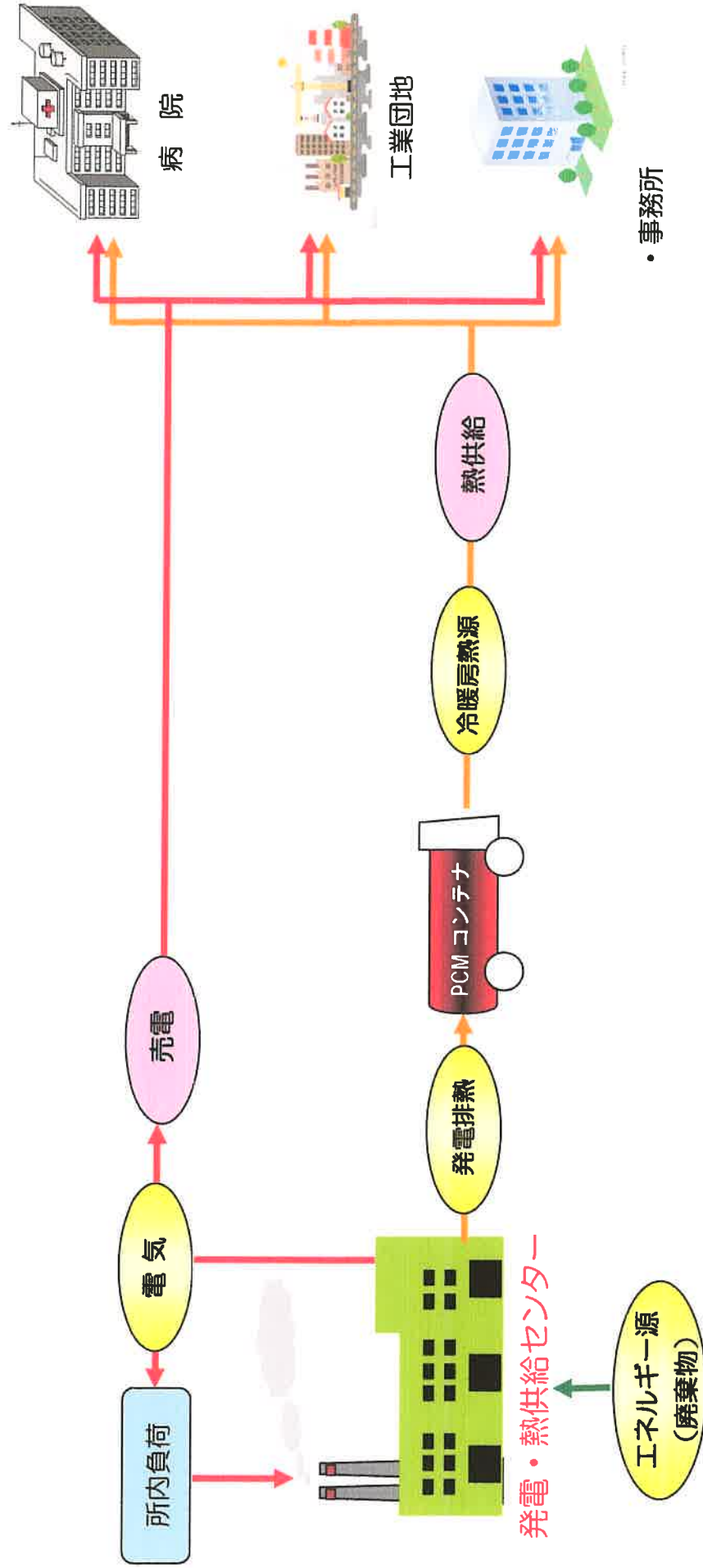


図 冷暖房熱源の熱宅配便事業 (地域循環型サーマルリサイクル方式)

蓄熱コンテナ1台当りのCO₂削減量

表 電気の場合におけるCO₂削減量

PCM 方式 コンテナ蓄熱量 [GJ/台]	都市ガス		輸送、ポンプによる CO ₂ 排出量 [kg-CO ₂ /台・回]	CO ₂ 削減量収支 [kg-CO ₂ /台・回]
	換算量 [kWh/台]	CO ₂ 排出量 [kg-CO ₂ /台・回]		
3.6	1,110	620		570
9.0	2,780	1,540	-50	1,490
12.6	3,890	2,160		2,110

再生可能エネルギーによる水素の製造

CCUSとは

二酸化炭素の回収・有効利用・貯留 (Carbon dioxide Capture, Utilization or Storage) の略語で、火力発電所や工場などからの排気ガス(CO2)を分離・回収し、資源として「作物生産」や「化学製品の製造」に有効利用する技術。

出典：環境省

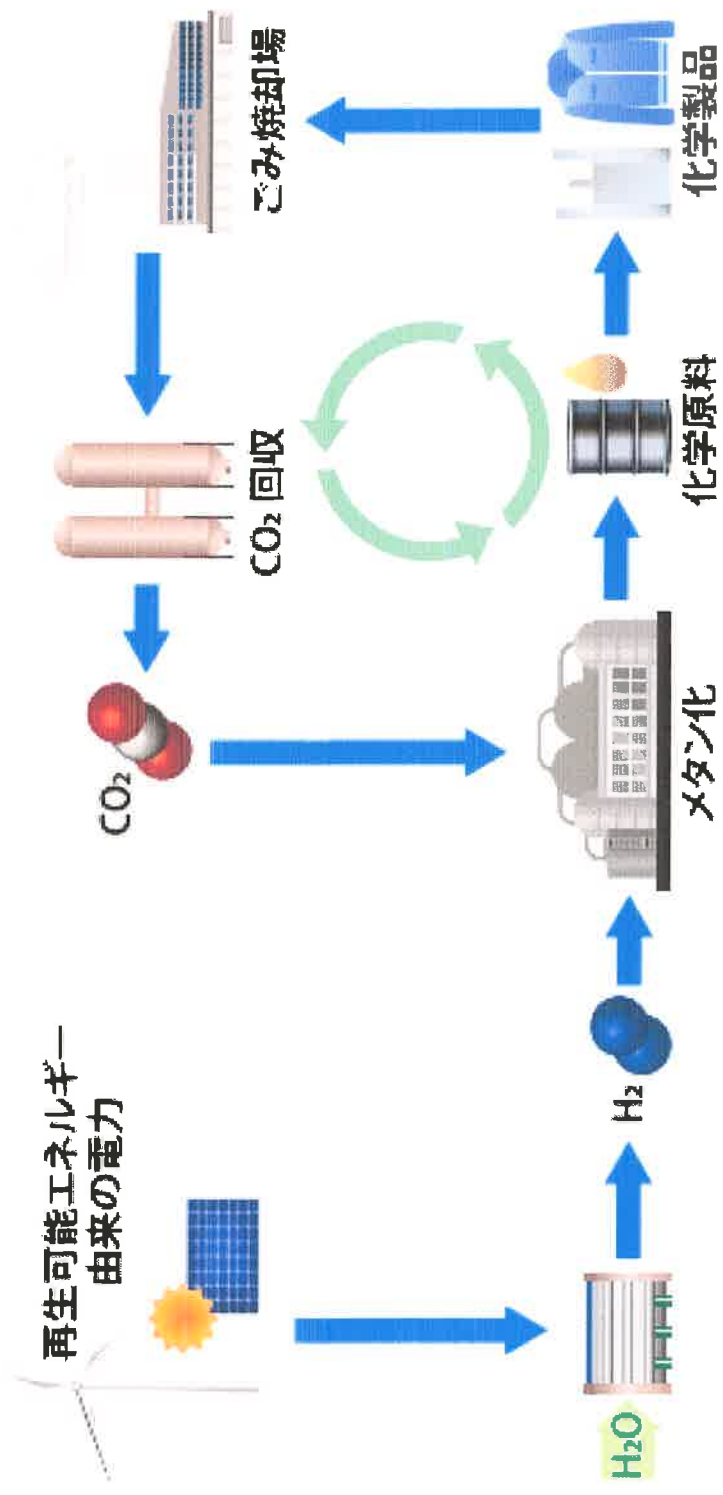
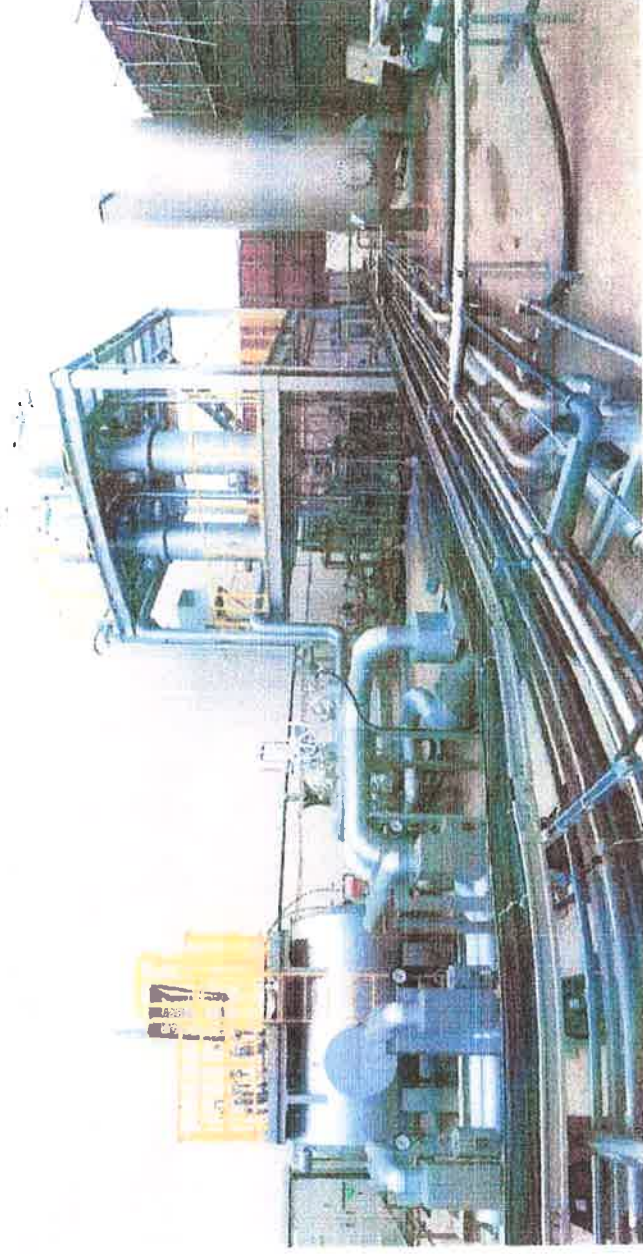


図 メタネーションシステム

国内最大となるメタネーション設備の実証運転開始
～ 清掃工場からの二酸化炭素を利用したメタネーションは世界初 ～

日立造船株式会社は、神奈川県小田原市の環境事業センター内に国内最大となるメタネーション設備の建設工事を完成させ、このほど実証運転を開始しました。

【メタネーション実証設備：合成メタン製造量 125N m³/h】



本実証設備で生成されるメタンは、商業用天然ガスのサテライト供給設備に匹敵する 125N m³/h で国内最大であり、清掃工場から排出される二酸化炭素を利用したメタネーションは世界初となります。生成されたメタンは、メタンガス利用設備で燃焼確認、発電確認をおこないます。

2022年6月16日

3. 欧州で広がるメタネーションの実証

気候変動対策の見地から、風力・太陽光発電の導入が進む欧州ではメタネーションの普及に向けた検証が行われています（表1）。

EUのHorizon2020*3の支援を受けた「Store & Goプロジェクト」において、メタネーションに関する実証がスイス、イタリア、ドイツの3カ国で行われています。本プロジェクトの目的は、「パリ協定」の目標達成に向け、メタネーションを含むP2Gのビジネスモデルを確立して、商用化を加速することであり、プロジェクト期間は約4年間（2016年～2020年）、予算は2,800万ユーロ（内1,800万ユーロをEUが拠出）となっています。このプロジェクトの特徴は、それぞれの地域特性に合わせた再生エネルギーやCO2の調達をしていることです。例えば、スイスの実証実験ではアルプス地域の太陽光・水力発電の電力を活用し、イタリアでは、地中海沿岸地域の風力発電などの電力をメタネーションに活用しています。

また、ドイツの自動車大手Audiは「e-gasプロジェクト」を実施しており、太陽光・風力発電由来の水素と近隣のバイオガスプラントが排出するCO2からメタンガスを製造し、Audiが市販する天然ガス自動車*4の燃料として供給しています。Audiが主体となり、パートナー企業と協力してP2Gおよびメタネーションプラントを建設していることも特徴の一つであり、「Well to Wheel（CO2排出量を燃料生成の時点から車両の使用までの間でカウント）」のCO2排出量では、既存のガソリンエンジンモデルと比べ80%も削減可能としています。

*3 欧州委員会（European Commission）が提供する研究助成プログラム

*4 天然ガス自動車は、欧州・中国を中心に世界で2,400万台程度普及。CO2排出量がガソリン車と比べて少ないため、今後も着実な普及が見込まれている。

表1：欧州におけるメタネーションに関する実証

国	実施主体	CO2調達先	主な電力源
スイス		下水処理場	太陽光・水力発電（アルプス地域）
イタリア	Store & Goプロジェクト	大気中のCO2を吸収（Direct Air Capture）	風力・太陽光発電（地中海沿岸地域）
ドイツ	Audi	バイオエタノールプラント バイオガスプラント	風力発電 風力・太陽光発電

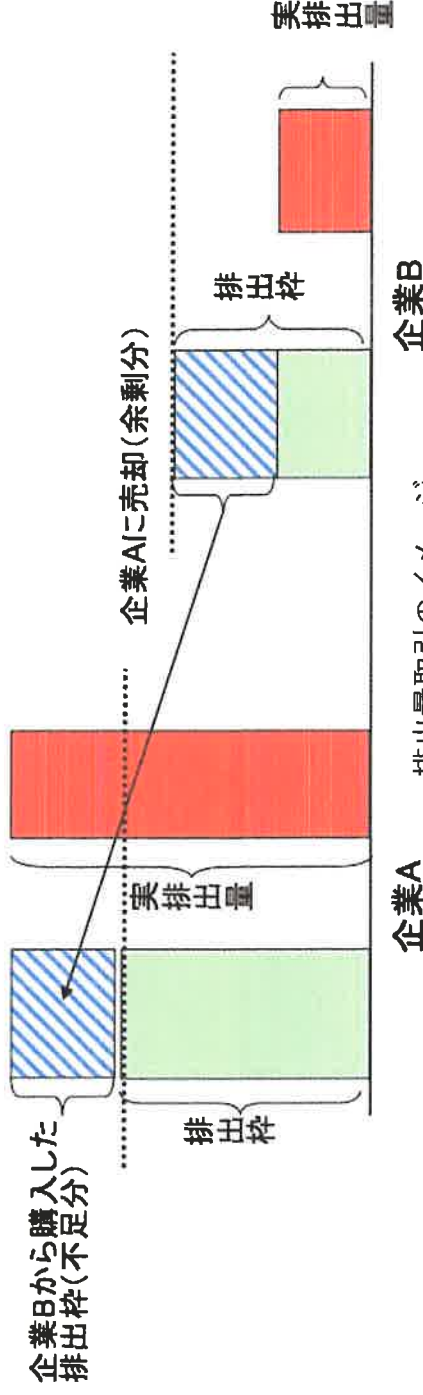
国内外におけるCO₂排出量取引制度の現状

1. 炭素価格（カーボンプライシング）

事業活動によって排出された炭素量に応じて、企業は、税金を支払う。

政府が各企業の「CO₂排出量」の上限を設定し、「上限を超えた企業」が「上限内に収まった企業の排出量の余剰分の枠」を買い取る制度

● 排出枠の設定と取引のイメージ

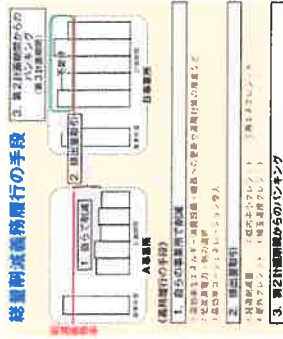


出典: 国際環境経済研究所「排出量取引制度(キャップ&トレード)とは?」

<https://ieei.or.jp/2016/09/special201608008/>

2. 日本における排出量の取引の現状

- 1) 日本の国全体の排出量の取引は実施されていない
- 2) 「東京都」と「埼玉県」は、都道府県単位で実施している
 - ① 事業者による「排出量削減」を自らの事業所で削減
 - ② 計画期間の「排出枠」を前借りする「バンキング」により、排出量取引による排出枠の取引をする。
 - ③ 排出量取引制度である「東京都キャップ&トレード制度」による排出量削減



総量削減義務履行の手段

取引の流れ
出典: 東京都環境局「大規模事業所に対する温室効果ガス排出総量削減義務と排出量取引制度（東京都キャップ&トレード制度）」

https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/climate/large_scale/overview/movie_data.files/seidogaiyou_pamphlet_202104.pdf, p.4,p.7

4. 海外における排出量取引の現状

1) 世界全体で64か国で「炭素税」や「排出取引制度」による炭素価格（カーボンプライシング）が導入。

- ① 炭素税： 35か国 (2021年4月時点)
- ② 排出取引制度： 29か国 (2021年4月時点)
- ③ EU → 50ドル/CO₂t (7,000円/CO₂t) 140円/1ドル
- ④ スイス → 46ドル/CO₂t (6,440円/CO₂t)
- ⑤ 韓国 → 16ドル/CO₂t (2,240円/CO₂t)

12. 水素エネルギー（再生可能エネルギー）戦略：日本政府

1) 水素エネルギー

2) 燃料電池

水素基本戦略

令和5年6月6日

再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議

水素エネルギー普及へ 政府が基本戦略決定 官民15兆円超投資へ

2023年6月6日 19時25分

政府は6日に水素や再生可能エネルギーに関する関係閣僚会議を開き「水素基本戦略」を正式に取りまとめました。

日本は世界に先駆けて水素社会を実現させようと、2017年に「水素基本戦略」を策定し、水素を燃料とする燃料電池車の普及や火力発電への活用などに取り組んできました。

その後、欧米などでも温室効果ガスの排出量削減に向けて、技術開発や投資が盛んになっていることから、今回6年ぶりに戦略を改定しました。

水素の燃料電池を使ったバスや乗用車など、徐々に私たちの身の回りでも目にすることが多くなってきました。

こうしたなか政府は6日に6年ぶりに「水素基本戦略」をとりまとめ今後15年間で官民で15兆円を超える投資を行うとしています。

新たな水素基本戦略

- 「水電解装置」「燃料電池」など
9技術を「戦略分野」に 重点的支援
- 今後15年間で官民で計15兆円超の投資
- 2040年の水素利用量
1,200万吨程度に↑(今の6倍)

今後15年で15兆円投資 2040年には利用量を6倍に

9つの技術を「戦略分野」として重点支援へ



「戦略分野」の9技術

- 水電解装置
- サプライチェーン
- 脱炭素型発電
- 燃料電池
- 脱炭素型鉄鋼
- 脱炭素型化学製品
- 水素燃料船
- 燃料アンモニア
- カーボンリサイクル製品

この中では、日本が強みを持つ水を電気分解して水素を作る「水電解装置」や、自動車やデータセンターでの活用が期待される「燃料電池」など9つの技術を「戦略分野」と位置づけ、重点的に支援することになっています。

また、水素のサプライチェーンの構築に向けて、海外から水素を運搬する船の大型化などの技術開発も進める方針です。



下水汚泥から作るメタンガス（バイオガス）を供給する世界初の実証事業が行った、福岡市の下水処理場

10万台の車が「下水から作った水素」で走る日 福岡市や富士市で実証事業が始まった

国土交通省によると、全国の下水処理場約2200カ所のうち、汚泥発酵設備を持つ処理場は約300カ所ある。ここで発生するバイオガスの2割強が未利用のまま焼却処分されている。

この未利用ガスを活用することで、年間1億㎡相当（燃料電池車10万台分）の水素を製造できるという。

福岡市では、下水汚泥から水素を製造してFCV（燃料電池車）に供給する世界初の実証事業が、同市中部水処理センターを舞台に実施された。

下水処理場はCO₂フリー水素の宝庫

下水汚泥や家畜の糞尿など、廃棄物系バイオマスを発酵させて生ずるバイオガス（主成分はメタンガスと炭酸ガス）からメタンガスを精製。そのメタンガスから水素を製造することができる。

バイオガスの精製および水素製造の過程でCO₂が出るが、もともと大気中にあったCO₂を動植物が吸収したものであるため、大気中のCO₂濃度は増えない（カーボンニュートラル）。バイオマス由来の水素は「CO₂フリー」なのだ。

なかでも、都市型バイオマス集積所ともいえる下水処理場で発生するバイオガスを原料とした水素製造が注目されている。

下水処理残渣（ざんさ）である「下水汚泥」を発酵させてバイオガスを作る技術は実用化されており、バイオガスは発電、都市ガス原料、天然ガス自動車などに利用されている。

粘土からつくる高機能な薄膜 クレスト



天然粘土を主成分とする膜(左)と
合成粘土を主成分とする膜(右)

水に弱い。柔らかくちぎれやすい。焼けば固くなるが割れやすい。こんな粘土のイメージを変えたのが、高性能粘土材料「クレスト」です。保水性が高い粘土を、日本古来の「紙すき」に似た製法で薄くしなやかなフィルムにしました。気体や液体に対する驚くべきバリア性を示し、さまざまな産業分野で応用・実用化されています。

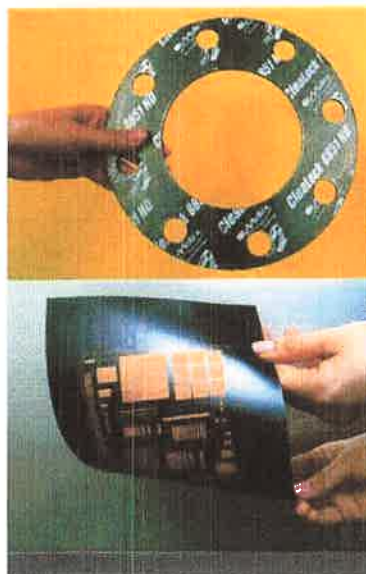
クレストは、厚さ1nm(ナノメートル)という超薄の粘土結晶層を重ね合わせたフィルムです。コピー用紙1枚のクレストは何と2万層にも及ぶ結晶層から成り、高い耐熱性とガスバリア性を発揮します。高温使用のガスケット(配管のつなぎ目などに使用するシール材)の一部にはアスベストが含まれていましたが、この代替品の開発に成功し、この製品は今や発電所や各種の工業プラントなどに広く

導入されています。さらにクレストは、プリント基板やディスプレイへの応用も進められています。

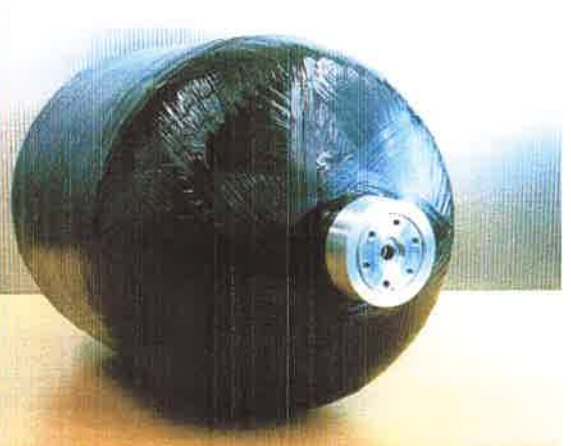
現在注目されている用途は、将来普及が予想される燃料電池自動車の燃料(水素)タンクのバリア材です。水素を扱うための高いガスバリア性と、燃費を低く抑えるための軽量性が同時に求められるこの分野で、クレストに大きな期待が寄せられています。



クレストの原料となる粘土鉱石



クレストの応用品
ガスケット(左上)・水素タンク(右)・
フレキシブル基板(左下)



SCIENCE SQUARE TSUKUBA
サイエンス・スクエアつくば

太陽光でつくるエネルギー 人工光合成

光合成

太陽光で糖をつくり貯蔵



人工光合成

太陽光で高いエネルギーを持つ化学物質をつくり貯蔵



自然の光合成(左)とそれを模倣した人工光合成の反応(右)

さまざまな再生可能エネルギーの開発が進む中、いま人工光合成が注目を浴びています。太陽電池には電気の貯蔵が困難という課題がありますが、人工光合成は、太陽光と水から貯蔵可能なエネルギーの「水素」を生むことができます。高性能な材料の探索と反応メカニズム解明の研究が、この夢の技術の実用化を加速します。

人工光合成は、植物の持つ能力「光合成」を模した技術の総称です。ここで紹介する人工光合成は、酸化物などの半導体粒子を用いた光触媒や光電極を使い、単純なしくみで、無尽蔵の太陽光エネルギーと水から水素をつくる技術を指します。

現在、無数の材料を試しながら、より高効率な半導体材料を探っています。初期の材料は紫外線でしか反応しませんでした、今では

可視光で水分解が可能になり、光触媒の太陽エネルギー変換効率として世界最高の効率を得ています。また、複数の酸化物膜を積層した最新の光電極を使い、高濃度の炭酸塩水溶液中で水素と酸素を発生させて、効率が飛躍的に高くなることも見出しました。どちらの技術の効率でも既に植物と肩を並べるレベルになっています。もはや人工光合成は夢ではなく、確かな目標になりつつあります。



粉末光触媒と鉄イオン水溶液だけの単純な人工光合成

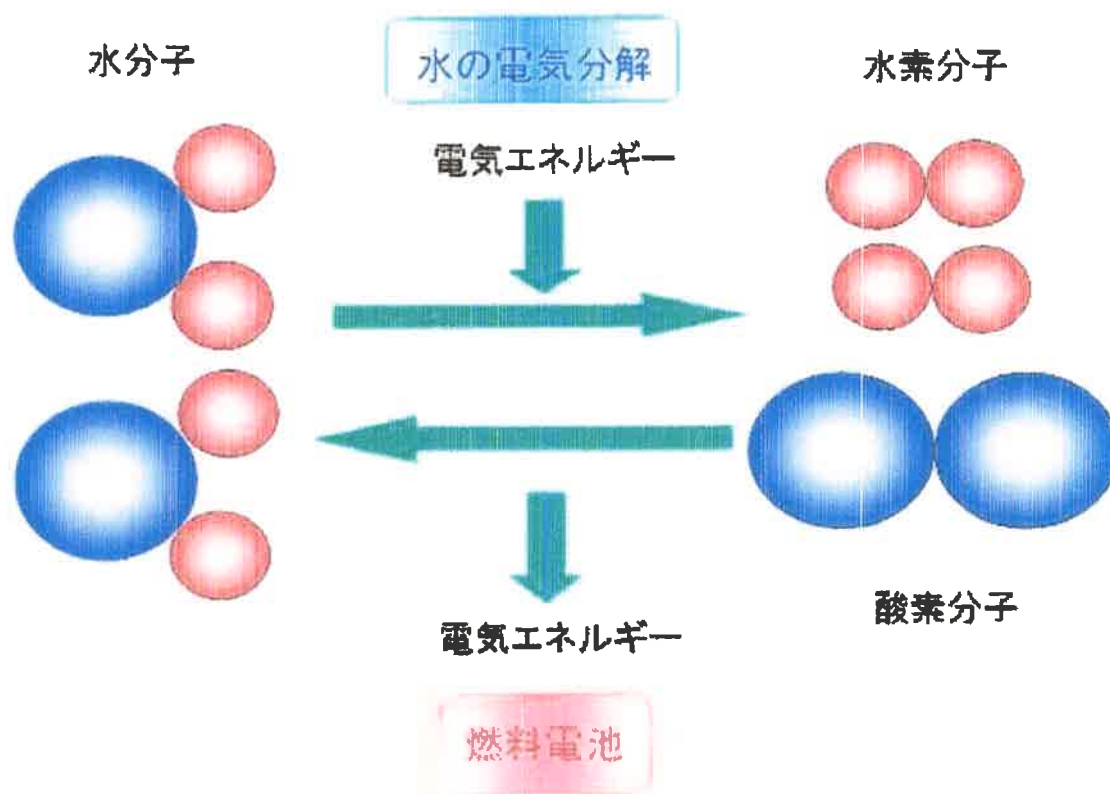


塗布法で作った光電極と水分解水素製造の様子



SCIENCE SQUARE TSUKUBA
サイエンス・スクエアつくば

燃料電池とは



▲このページのTOPへ

MEAのしくみ

燃料電池を説明する場合最も重要なキーワードがMEAと言われるものです。このMEAの概念図を示します。まず水素極に、燃料となる水素が供給されると、水素イオンと電子に分解されます。(⇒ $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$) この反応は水素から電子を放出するので酸化反応です。

水素イオンはPEM (固体高分子膜) 中を通して酸素極に達します。

また、電子はPEM中を通る事ができないので外部回路を通り仕事(発電)をした後、酸素極に達します。

一方酸素極では供給された酸素(空気)と、PEMを通ってきた水素イオンと、外部回路からきた電子が反応して水が生成されます。

(⇒ $4H^+ + O_2 + 4e^- \rightarrow 2H_2O$) この反応は、酸素が電子を受け取るので還元反応です。

このように水素極と酸素極で、酸化反応と還元反応を別々に行うことで電気を取り出しています。

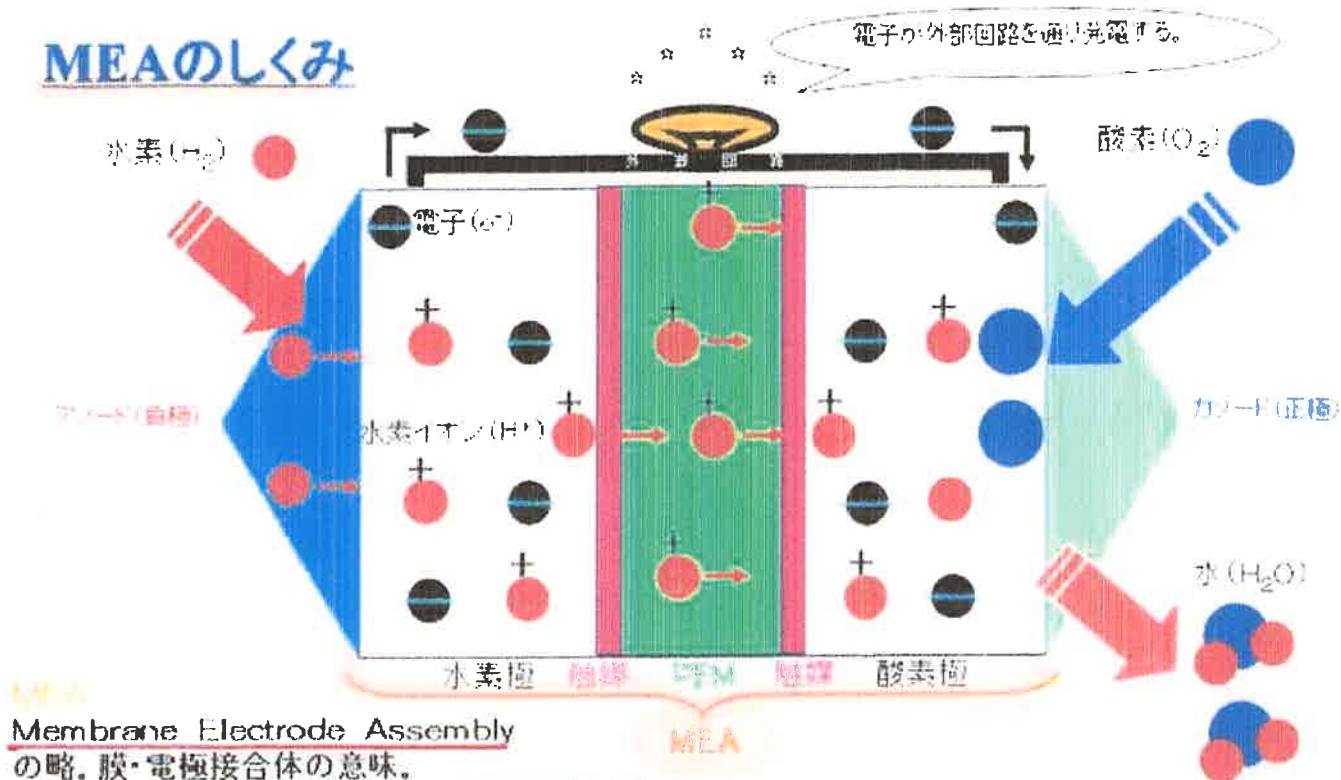
このMEAを中心とした発電の最小単位をセルと呼びます。一つのセル電圧は理論上は約1.23Vですが、実用上はセルの面積の大小に関わらず、0.6~0.8Vとなります。電流についてはセルの面積に比例しています。例えば、乾電池は単一と単三は一個ではどちらも1.5Vですが電流は大きい単一の方が多くの電流を流すことができます。

燃料電池も乾電池と全く同じ考え方ができます。

よってセルを複数個繋げてスタックにする事で高い電圧を取り出すことができるのです。

ちなみに、自動車や家庭用燃料電池にはセルが数十枚から数百枚のスタックを使用しています。

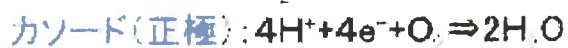
MEAのしくみ



Membrane Electrode Assembly

の略。膜・電極接合体の意味。

燃料電池の心臓部分と言える。



触媒とは「自身は反応しないが、他の化学反応を促進させる性質をもつ物質を言う。」

▲このページのTOPへ

電流電圧 (I V) 特性について

電流電圧 (I V) 特性とは、燃料電池の性能評価に欠かせない、基本的な性能評価の1つです。

燃料電池から得られた電圧と電流を、各々縦軸と横軸にしてグラフに示す事で電流電圧特性を表します。

(通常IV特性と呼びます。)

図より、電流値が増加するに従って、電圧値は低下していきます。

この理由としては、燃料電池内部には様々な抵抗があり、

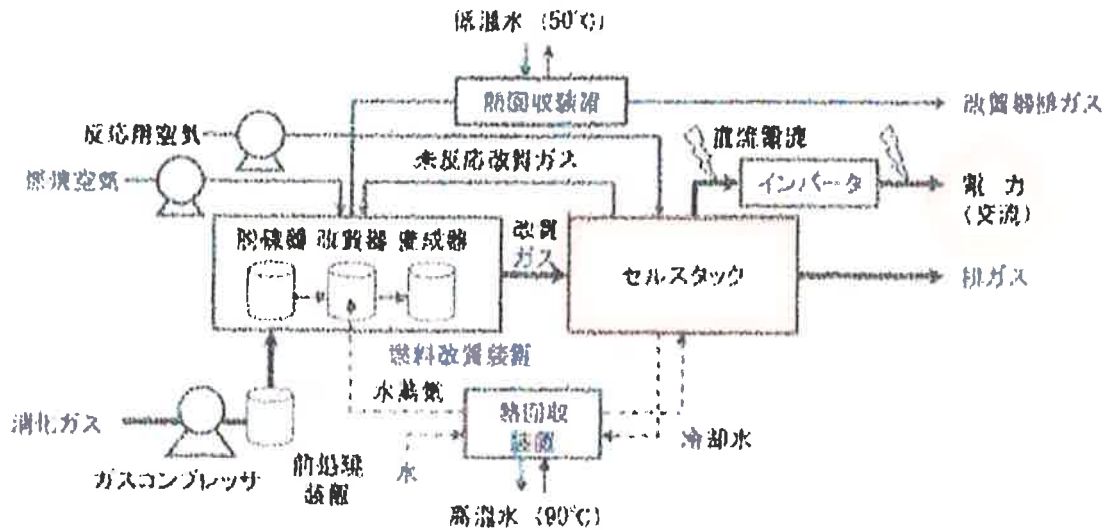
電流値が高くなるにつれて、内部抵抗が増えていきます。

その結果、電圧が低下するのです。ちなみに、電池内部抵抗により電圧が低下していく現象を「分極」と呼びます。

燃料電池

燃料電池は、「水の電気分解」と逆の原理で、バイオガスから取り出した水素と空気中にある酸素を電気化学反応させて発電するものである。

山形市、熊本県、〈松本市〉、〈栃本県3箇所〉



(出典:「下水道における新エネルギー技術の導入・評価に関する技術資料」
2007年3月(財)下水道新技術推進機構)

- 燃料電池は、ガスホルダから取り出したバイオガスを前処理装置により不純物除去を行い、高濃度のメタンガスに精製する。精製したメタンガスを基に改質器と変成器で水素をつくり、セル(セルスタック)に水素を供給する。
- 燃料電池の一般的な特徴は、以下のとおりである。
 - (1) 効率が高い
 - (2) 回転部分が無いので振動・騒音がない
 - (3) 排気がきれい
- 反応時に生成される物質は水(H₂O)と二酸化炭素で、大気汚染の原因となる窒素酸化物(NO_x)はほとんど出ない。また、二酸化炭素(CO₂)は、燃料電池の総合効率が高いので、同じ電気・熱を使った場合より発生量が非常に少ない。



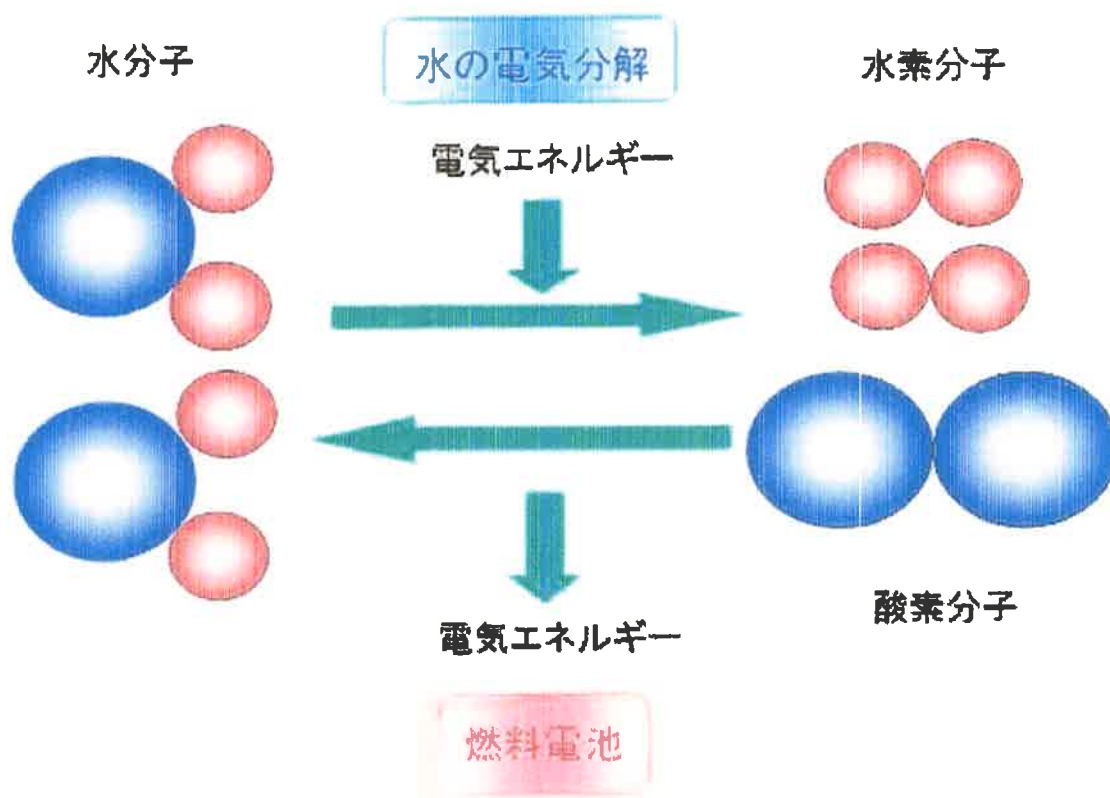
さまざまな再生可能
が困難という課題が
ます。高性能な材料

人工光合成は、植物の
ここで紹介する人工光
光触媒や光電極を使い、
と水から水素をつくる技
現在、無数の材料を試し
います。初期の材料は劣



粉末光触媒と鉄イ
単純な人工光合成

燃料電池とは



▲このページのTOPへ

MEAのしくみ

燃料電池を説明する場合最も重要なキーワードがMEAと言われるものです。このMEAの概念図を示します。まず水素極に、燃料となる水素が供給されると、水素イオンと電子に分解されます。(⇒ $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$) この反応は水素から電子を放出するので酸化反応です。

水素イオンはPEM(固体高分子膜)中を通過して酸素極に達します。

また、電子はPEM中を通過することができないので外部回路を通り仕事(発電)をした後、酸素極に達します。

一方酸素極では供給された酸素(空気)と、PEMを通過してきた水素イオンと、外部回路からきた電子が反応して水が生成されます。

(⇒ $4H^+ + O_2 + 4e^- \rightarrow 2H_2O$) この反応は、酸素が電子を受け取るので還元反応です。

このように水素極と酸素極で、酸化反応と還元反応を別々に行うことで電気を取り出しています。

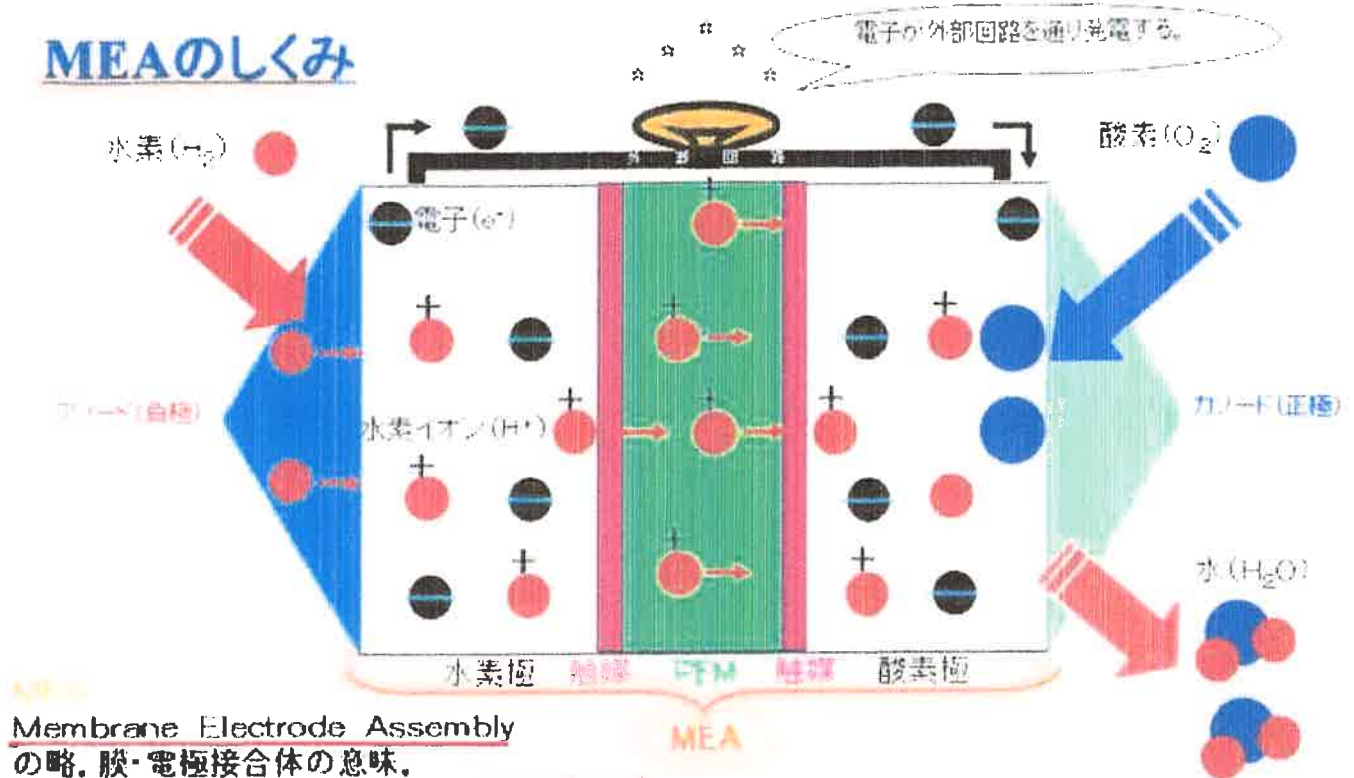
このMEAを中心とした発電の最小単位をセルと呼びます。一つのセル電圧は理論上は約1.23Vですが、実用上はセルの面積の大小に関わらず、0.6~0.8Vとなります。電流についてはセルの面積に比例しています。例えば、乾電池は単一と単三は一個ではどちらも1.5Vですが電流は大きい単一の方が多くの電流を流すことができます。

燃料電池も乾電池と全く同じ考え方ができます。

よってセルを複数個繋げてスタックにする事で高い電圧を取り出すことができるのです。

ちなみに、自動車や家庭用燃料電池にはセルが数十枚から数百枚のスタックを使用しています。

MEAのしくみ



Membrane Electrode Assembly

の略。膜・電極接合体の意味。

燃料電池の心臓部分と言える。



触媒とは、自身は反応しないが、他の化学反応を促進させる性質をもつ物質を言う。

▲このページのTOPへ

電流電圧 (I V) 特性について

電流電圧 (I V) 特性とは、燃料電池の性能評価に欠かせない、基本的な性能評価の1つです。

燃料電池から得られた電圧と電流を、各々縦軸と横軸にしてグラフに示す事で電流電圧特性を表します。

(通常IV特性と呼びます。)

図より、電流値が増加するに従って、電圧値は低下していきます。

この理由としては、燃料電池内部には様々な抵抗があり、

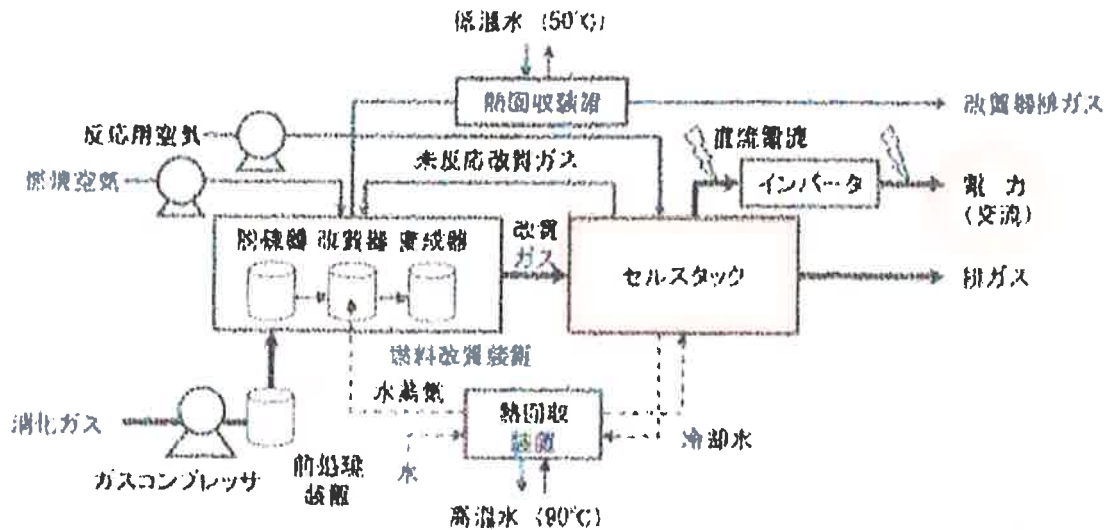
電流値が高くなるにつれて、内部抵抗が増えていきます。

その結果、電圧が低下するのです。ちなみに、電池内部抵抗により電圧が低下していく現象を「分極」と呼びます。

燃料電池

燃料電池は、「水の電気分解」と逆の原理で、バイオガスから取り出した水素と空気中にある酸素を電気化学反応させて発電するものである。

山形市、熊本県、〈松本市〉、〈栃木県3箇所〉



(出典:「下水道における新エネルギー技術の導入・評価に関する技術資料」
2007年3月 (財)下水道新技術推進機構)

- 燃料電池は、ガスホルダから取り出したバイオガスを前処理装置により不純物除去を行い、高濃度のメタンガスに精製する。精製したメタンガスを基に改質器と変成器で水素をつくり、セル(セルスタック)に水素を供給する。
- 燃料電池の一般的な特徴は、以下のとおりである。
 - (1) 効率が高い
 - (2) 回転部分が無いので振動・騒音がない
 - (3) 排気がきれい
- 反応時に生成される物質は水(H₂O)と二酸化炭素で、大気汚染の原因となる窒素酸化物(NO_x)はほとんど出ない。また、二酸化炭素(CO₂)は、燃料電池の総合効率が高いので、同じ電気・熱を使った場合より発生量が非常に少ない。

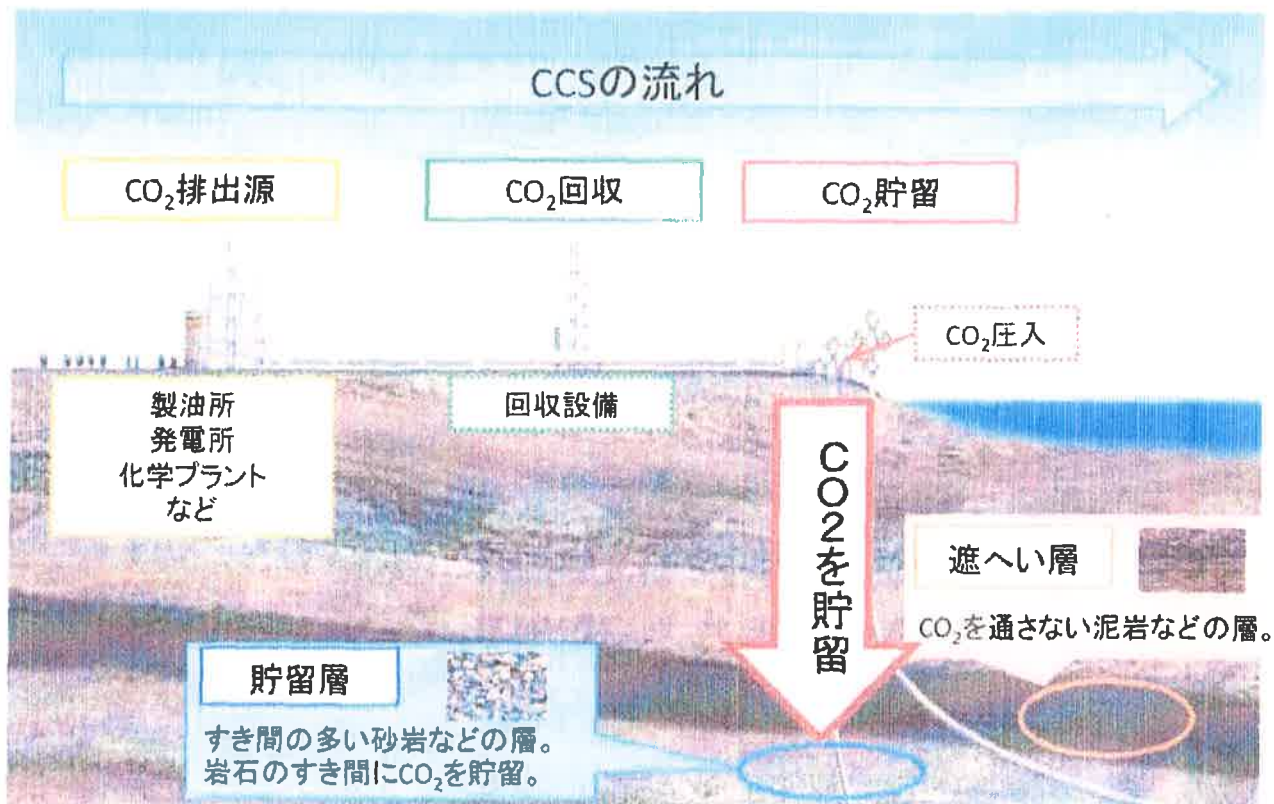
13. 最先端の CO2 の削減技術

「CCS」「CCUS」とは？

「CCS」とは、「Carbon dioxide Capture and Storage」の略で、日本語では「二酸化炭素回収・貯留」技術と呼ばれます。発電所や化学工場などから排出されたCO₂を、ほかの気体から分離して集め、地中深くに貯留・圧入するというものです。

いっぽう「CCUS」は、「Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage」の略で、分離・貯留したCO₂を利用しようというものです。たとえば米国では、CO₂を古い油田に注入することで、油田に残った原油を圧力で押し出しつつ、CO₂を地中に貯留するというCCUSがおこなわれており、全体ではCO₂削減が実現できるほか、石油の増産にもつながるとして、ビジネスになっています。

CCSの流れ



国際エネルギー機関（IEA）の報告書では、パリ協定で長期目標となった「2℃目標」（気温の上昇を2℃より低く保つこと、[👉「今さら聞けない『パリ協定』」参照](#)）を達成するため、2060年までのCO₂削減量の合計のうち14%をCCSが担うことが期待されています。

「CCS」「CCUS」実現のための課題

経済産業省では、このCCSおよびCCUSに使われる技術の開発を支援しており、2020年頃に、技術の実用化を目指しています。

課題は、CO₂を他の気体から分離させて回収する時にかかるコストです。分離・回収の方法は、CO₂を吸収する液体を使って化学的に分離する方法、特殊な膜を使ってCO₂だけを分離させる方法などがあり、コストも含めた実用的な技術の確立に向けて、研究が進められています。

経済産業省が開発を支援した固体吸収材を使って、これまでの技術の半分以上のコストでCO₂を分離・回収することを目指すべく、関西電力の舞鶴発電所で実証試験をおこなうことが決まりました。

また、CCSを進めるにあたっては、十分な量のCO₂を貯留するための地層を見つけることが必要です。このため経済産業省では、平成26年度より、環境省と共同で、CO₂の貯留に適した地層の調査事業をおこなっています。

CCUSにおけるCO₂の利用先についても、研究が進められています。化学原料の生産に使われることが考えられているほか、ユニークなところでは、太陽光エネルギーをつかってCO₂を燃料に変換する藻を育て、バイオ燃料として利用しようという研究もおこなわれています。

日本ですすめられている実験

日本では、2012年から、北海道・苫小牧でCCSの大規模な実証実験がおこなわれています。2016年度からは、港内の海底の下にCO₂を高い圧力で貯留する作業を開始しました。製油所から供給されたガスの中からCO₂とそれ以外の気体を分離し、海底の深くに掘った井戸に、年10万トン規模のCO₂を3年間埋めこむ計画です。終了後は2年間、CO₂が漏れ出さないようにモニタリングする予定です。

また、国際連携も進んでいます。2015年には、日米共同でCCSの共同研究開発を促進するため、協力文書がかわされました。2017年10月には、協力範囲をCCUSに広げることで合意。ビジネスベースでも協力を進めることが約束されています。

こうした取り組みを通じて、CCSとCCUSの技術を確立し、CO₂排出量削減に役立てていくことが期待されています。

資源エネルギー庁 資源・燃料部 石油・天然ガス課
資源エネルギー庁 資源・燃料部 石炭課

グリーン水素から国産e-メタン製造の共同検討

大阪ガス・ENEOS

大阪ガス(株)とENEOS(株)はこのたび、大阪港湾部におけるグリーン水素を活用した国内初となる国産e-methane（以下「e-メタン」）の大規模製造に関する共同検討を開始した（8.29）。

この検討は、海外で製造したグリーン水素を、効率的な水素の貯蔵・輸送手段の一種であるメチルシクロヘキサン（以下「MCH」）に変換して輸送し、国内で回収した二酸化炭素（以下「CO₂）」と組み合わせて、国産e-メタンを大規模に製造するもので、2030年までに大阪港湾部にて6,000万m³/年（1万Nm³/h、一般家庭約25万戸相当）規模での製造設備構築および製造開始をめざす。

水素をe-メタンに変換することは、発電分野、モビリティ分野などさまざまな用途における水素利用に関する検討が進んでいる中、水素の普及を拡大させ、水素社会の実現に寄与する。また、e-メタンは、都市ガスの脱炭素化につながることに加え、既存の都市ガスインフラや消費機器をそのまま活用できるため、民生・産業分野の幅広い熱需要のカーボンニュートラルへの移行を、社会コストを抑制しながら円滑に実現できる。さらに、e-メタンの製造拠点を国内に確保することにより、国内の産業界から排出されるCO₂のリサイクルや、エネルギー安定供給にも貢献する。

両社はこの検討を通じて、国産e-メタンの大規模製造設備を構築し、カーボンニュートラルとエネルギー安定供給の早期実現に向けて取り組んでいく。

【参考】 燃料の発熱量と二酸化炭素排出量原単位

燃料の種類	発熱量 (kcal/ℓ、kg)	排出係数 (g-CO ₂ /kcal)	排出係数 (t-CO ₂ /kℓ、t)	備考
一般炭	6,360	0.379	2.41	産炭地に依存
軽油	9,130	0.290	2.71	
A重油	9,350	0.30	2.98	
産廃系廃プラ	8,000	0.320	2.55	※プラ組成割合に依存
一廃系廃プラ	8,000	0.320	2.69	※プラ組成割合に依存
RPF	6,000	0.249	1.57	※廃プラ含有率に依存
RDF	4,500	0.206	0.454	※廃プラ含有率に依存
家庭ごみ	2,100	0.206	0.454	※廃プラ含有率に依存

※化石燃料は高位発熱量であり、廃棄物燃料は低位発熱量である。
 ※紙、厨芥などの生物由来の二酸化炭素発生量は、排出量に計上しない。

先進的DAC技術を有する米国グローバルサーモスタット社への出資および協業について

2023年1月19日

東京ガス株式会社

東京ガス株式会社（社長：内田 高史、以下「東京ガス」）は、このたび、100%出資子会社であるアカリオ・インベストメント・ワン社（社長：奥井 智治）を通じて、大気中から二酸化炭素（CO₂）を直接回収するDirect Air Capture（以下「DAC」）技術に関して、先進的技術を有する米国グローバルサーモスタット社（以下「GT社」）に、日本のエネルギー企業として初めて出資するとともに、同社との協業に向けた基本合意書を締結しました。

DACは、大気中のCO₂を直接回収することから、ネガティブエミッション^{*1}技術として世界的に注目されており、将来のCO₂ネット・ゼロの実現に資する技術です。

GT社はe-fuel^{*2}生産プロジェクトにてDAC導入を進めており、米国エネルギー省プロジェクト^{*3}では、大型化に向けて取り組むなど、先進的なDAC技術を有しています。また、GT社は、効率的に大量の空気を処理することや、CO₂回収エネルギーコストの低減に向けて、独自の固体吸着方式^{*4}に関するDAC技術開発を10年以上にわたり進めています。

東京ガスは、今後、GT社のDAC技術によるCO₂回収試験を日本で初めて実施するとともに、DACの実用化を進めていきます。さらに、将来的にはDACで回収したCO₂を国内外のメタネーションやCCUS^{*5}等に活用するなど、新たな脱炭素エネルギービジネスを展開していきます。

*1：大気中からCO₂を除去する等により正味としてマイナスのCO₂排出量を達成すること

*2：CO₂と、再生可能エネルギーを使って生産した水素を合成して製造する燃料

*3：年間10万トンのCO₂を回収するDACの基礎設計プロジェクトとして採択されたもの
(補助金額：250万ドル、2021年6月発表)

*4：CO₂を吸着する固体を用いてCO₂を回収する方式

*5：CO₂の回収・利用・貯留（Carbon dioxide Capture, Utilization and Storageの略称）

再生可能エネルギーによるメタンの製造

CCU技術による循環型社会モデルの構築

清掃工場から回収した二酸化炭素（CO₂）の資源化による炭素循環モデル
 →ごみ焼却場から排出される CO₂ を再生可能エネルギー由来水素と反応させ、天然ガス代替となるメタンを製造するシステム。

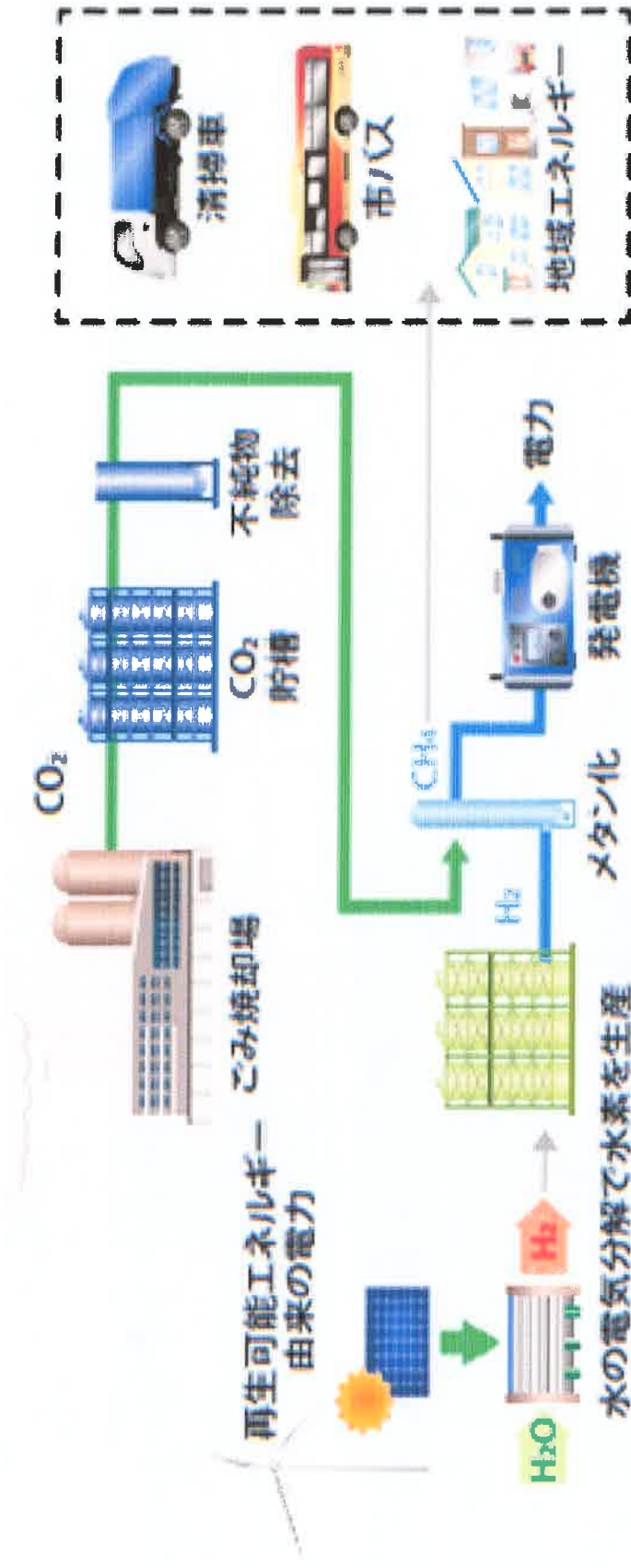
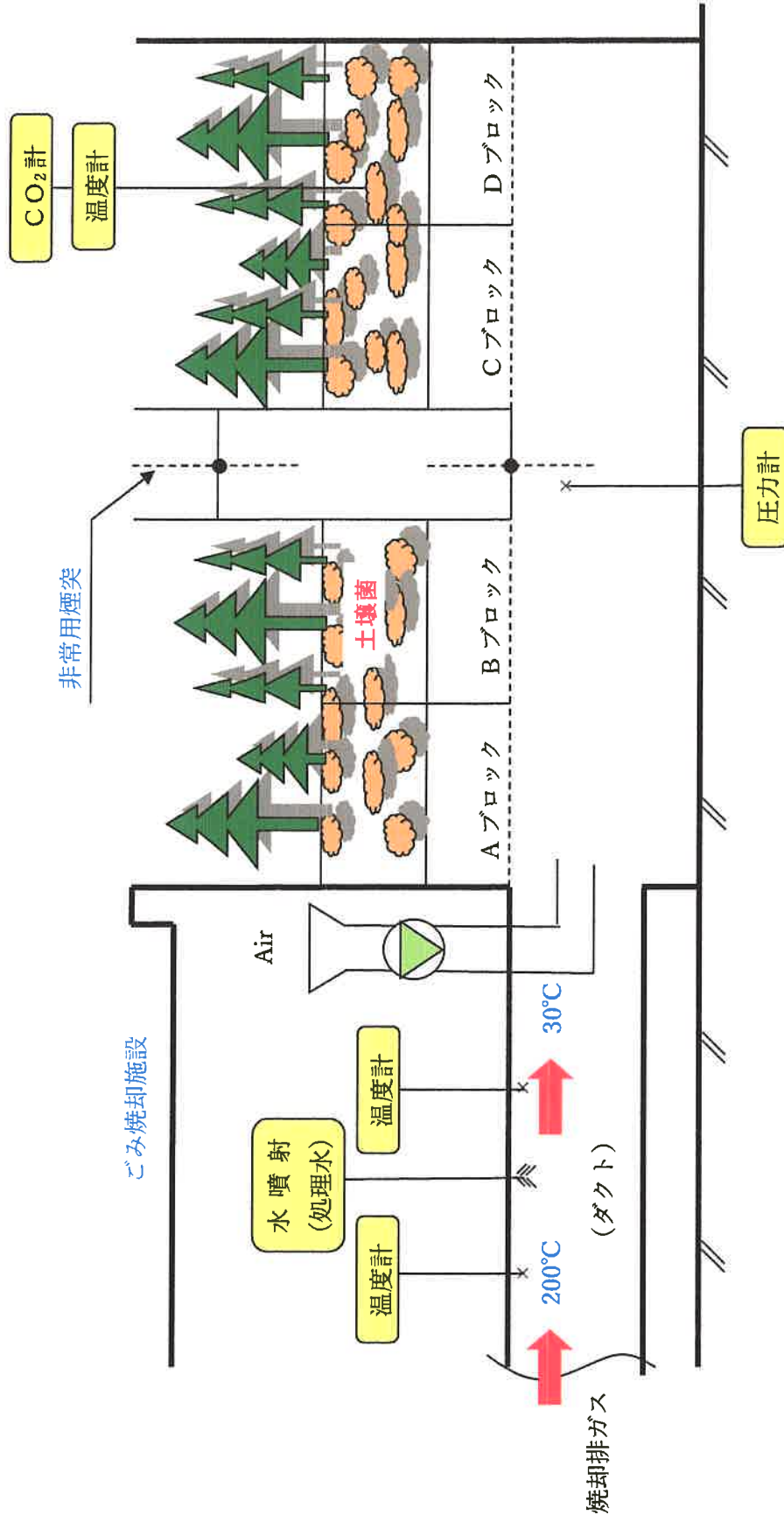


図 環境省の実証施設 神奈川県小田原市
 (メタネーション施設)

微生物と植物による有害物質等の浄化装置(特許技術) ごみ焼却施設の煙突レス設備

1. 特許第3809169号 2. 発明の名称: 焼却施設の排気ガス浄化装置



14. 自治体のRE100の取組み

- 1) 公共施設（庁舎、病院、学校）
- 2) 約110の自治体が導入
- 3) 宇都宮LRT(栃木県宇都宮市)、佐賀県佐賀市 ほか

15. 鉄道でのRE100の取組み

- 1) 西武鉄道
- 2) 東急電鉄 ほか

16. 企業のRE100の取組み

- 1) たとえば ：国内で73社（2020年10月時点）
 - ① AGC（旭硝子） ② リコー ③ イオン ④ NTTドコモ
 - ⑤ キリンホールディングス ⑥ 味の素グループ ⑦ カルビー
 - ⑧ 大和ハウス ⑨ カインズホールディングス ⑩ 不二家ほか

RE100とは？日本企業一覧

RE100（アールイー100）とは、「Renewable Energy（再生可能エネルギー）100%」の略で、企業が事業活動において使用する電力を100%再生可能エネルギーで賅うことを目指す国際的な取り組みです。

RE100の再生可能エネルギーとは、次の5つを指しています。

- ① 太陽光発電
- ② 風力発電
- ③ バイオマス発電
- ④ 水力発電
- ⑤ 地熱発電

RE100に参加した企業はこれらの発電方式により、再生可能エネルギーの使用率100%を目指します。

現在、アップルやGoogle、リコー、積水ハウスをはじめ、電気通信や小売、自動車製造まで、世界中の幅広い業界から370以上の企業が参加しています。

RE100が設立された背景

RE100は、環境問題に取り組む国際的なNGOクライメイト・グループ（Climate Group）が、CDP（イギリスの慈善団体が管理するNGO）とパートナーシップを結んで2014年に始まりました。

背景には、気候変動による地球温暖化が世界的に問題になっていることが挙げられます。クライメイト・グループらは、世界の電力の約半分は商業・産業分野が使用しているとし、改善を目指して企業の電力を再生可能電力に変換していくRE100を発足しました。

狙いは、「企業が再生可能エネルギーを採用する」→「電力会社や電力小売り会社が開発を進める」という好循環により、持続可能なエネルギー供給を生み出すことです。その結果、地球温暖化の原因である温室効果ガスを実質ゼロにする、ゼロカーボンを促進することを目指しています。

日本では2017年に、日本気候リーダーズ・パートナーシップ（JCLP）がクライメイト・グループ（The Climate Group）とパートナーシップを結び、企業のRE100への参加を支援しています。

FIT電気は再エネと認められないので注意

RE100に参加すると、100%再生可能エネルギーの利用を推進していくのは前述の通りです。しかし、100%再生可能エネルギーであっても、固定価格買取制度（FIT法）において認定された発電所の電気は利用できません。

RE100宣言企業一覧

RE100を宣言している日本、海外の企業一覧です。

2021年9月25日現在、日本企業62社、海外の企業272社が宣言しています！

参加企業の業種やデータ等が欲しい方は、[こちら](#)からお問い合わせください。

このページの最後にデータのサンプルがありますので、ご参照ください。

日本企業

2023年3月現在 78社

- | | |
|-----------------------|------------------|
| 1 株式会社リコー | |
| 2 積水ハウス | 21 第一生命保険株式会社 |
| 3 アスクル株式会社 | 22 パナソニック株式会社 |
| 4 大和ハウスグループ | 23 旭化成ホームズ株式会社 |
| 5 ワタミ株式会社 | 24 株式会社高島屋 |
| 6 イオン株式会社 | 25 株式会社フジクラ |
| 7 城南信用金庫 | 26 東急株式会社 |
| 8 株式会社丸井グループ | 27 ヒューリック株式会社 |
| 9 株式会社エンビプロ・ホールディングス | 28 株式会社LIXILグループ |
| 10 富士通株式会社 | 29 楽天株式会社 |
| 11 ソニー株式会社 | 30 株式会社安藤ハザマ |
| 12 芙蓉総合リース株式会社 | 31 三菱地所株式会社 |
| 13 生活協同組合コープさっぽろ | 32 三井不動産株式会社 |
| 14 戸田建設株式会社 | 33 住友林業株式会社 |
| 15 コニカミノルタ株式会社 | 34 小野薬品工業株式会社 |
| 16 大東建託株式会社 | 35 日本ユニシス株式会社 |
| 17 株式会社野村総合研究所 | 36 株式会社アドバンテスト |
| 18 東急不動産株式会社 | 37 味の素株式会社 |
| 19 富士フイルムホールディングス株式会社 | 38 積水化学工業株式会社 |
| 20 アセットマネジメントOne株式会社 | 39 株式会社アシックス |

- 40 J.フロントリテイリング株式会社
- 41 アサヒグループホールディングス株式会社
- 42 ダイヤモンドエレクトリックホールディングス
- 43 キリンホールディングス株式会社
- 44 株式会社セブン&アイ・ホールディングス
- 45 株式会社ノーリツ
- 46 株式会社村田製作所
- 47 いちご株式会社
- 48 株式会社熊谷組
- 49 株式会社ニコン
- 50 日清食品ホールディングス株式会社
- 51 株式会社島津製作所
- 52 東急建設株式会社
- 53 セイコーエプソン株式会社
- 54 TOTO株式会社
- 55 花王株式会社
- 56 日本電気株式会社 (NEC)
- 57 第一三共株式会社
- 58 セコム株式会社
- 59 東京建物株式会社
- 60 エーザイ株式会社
- 61 明治ホールディングス株式会社
- 62 西松建設株式会社

- 53. リコー
- 64. AGC フルーフ°
- 65. 不二家
- 66. カインズ「ホールディング」
- 67. カルビー
- 68. 花王
- 69. 森永乳業
- 70. NTT ドコモ

海外企業

279社 (2021年Q4時点)

- 1 3M
- 2 ABB
- 3 Accenture (アクセンチュア)
- 4 Acer
- 5 Adobe (アドビ)
- 6 AEO Inc.
- 7 Airbnb
- 8 AkzoNobel
- 9 Aistria (アルストリア)
- 10 Allianz Group (アリアンツグループ)
- 11 ALTANA
- 12 Amalgamated Bank (アマルガメーテッド銀行)
- 13 American Express (アメリカンエクスプレス)
- 14 Amorepacific
- 15 Anheuser-Busch InBev (アンハイザーブッシュインbev)
- 16 Anthem, Inc.
- 17 ANZ
- 18 apple
- 19 arm
- 20 AstraZeneca (アストラゼネカ)

自治体の電力は自治体で確保

栃木県宇都宮市は、「市の電力」を「自力」で確保 — 新電力会社を設立する —

(出典:読売新聞 2021年7月14日)

1. 新電力会社設立 2021年7月13日
2. 事業開始 2022年
3. 新電力の種類 (再生可能エネルギー)
 - ① ごみ発電所電力「クリーンパーク茂原」
 - ② 下水汚泥(バイオマス)発電電力
 - ③ 家庭用太陽光発電の買取
4. 電力の供給先 (公共施設)
 - ① 電気自動車バスの導入
 - ② 電気自動車タクシーの導入
 - ③ LRT(次世代路面電車)
5. 事業運営/宇都宮市の新電力会社 (第3セクター)

<新電力会社の概要>

商号	宇都宮ライトパワー株式会社 (Utsunomiya Light & Power Co., Inc.)
所在地	栃木県宇都宮市
事業内容	・小売電気事業 ・地域還元事業 など
資本金	1,000万円
出資	宇都宮市:51.0%、NTTアノードエナジー、 東京ガス、足利銀行、栃木銀行
代表取締役	酒井 典久 (宇都宮市 副市長)
設立年月日	令和3年7月13日

6. 参考

自治体設立の新電力会社は、約80社と増えている。
(2021年10月28日 日本経済新聞)

宇都宮ライトパワー株式会社の事業スキーム

【電源】

電力調達

バイオマス発電
(クリンパーク茂原)
卒FITの活用*1

家庭用太陽光発電

+

(順次拡大)

市内再生可能エネルギー

電力供給

小売電気事業

宇都宮ライトパワー

市有施設
地域の需要家

LRT*2

+

(順次拡大)

市内事業者

環境課題など地域課題の解決(下記は現時点のイメージ)

市内の再生可能エネルギー設備の維持・拡大に貢献する事業

公共交通等の脱炭素化及び充実に繋がる事業

市民生活の質向上に資する事業

*1: 不足分はNIT777-ドエジー・東京ガスの電源より調達
*2: Light Rail Transit (ライトレールトランジット) の略、次世代型路面電車システム

17. 廃棄物（バイオマス）発電と SDGs

SDGs（持続可能な開発目標）×多面的機能支払交付金

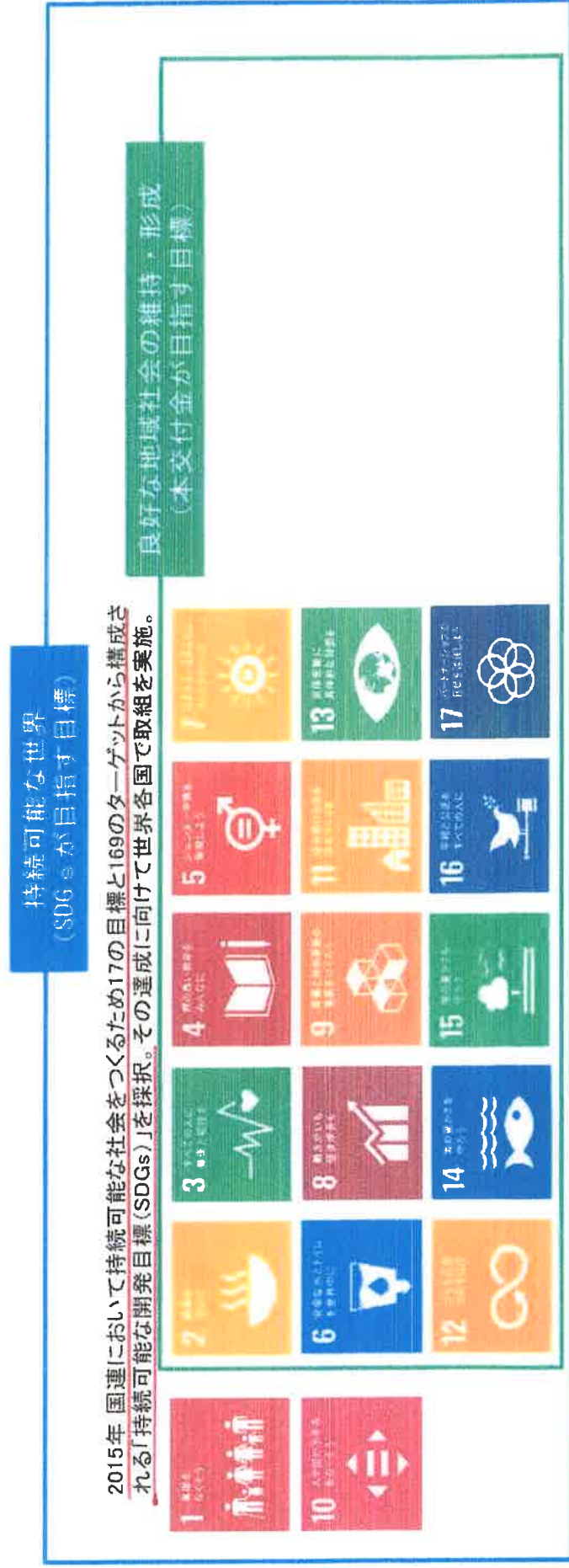
持続可能な開発目標（SDGs）と本交付金活動との関わりについて

持続可能な開発目標（以下「SDGs」という。）は、持続可能な世界を目指す国際目標です。

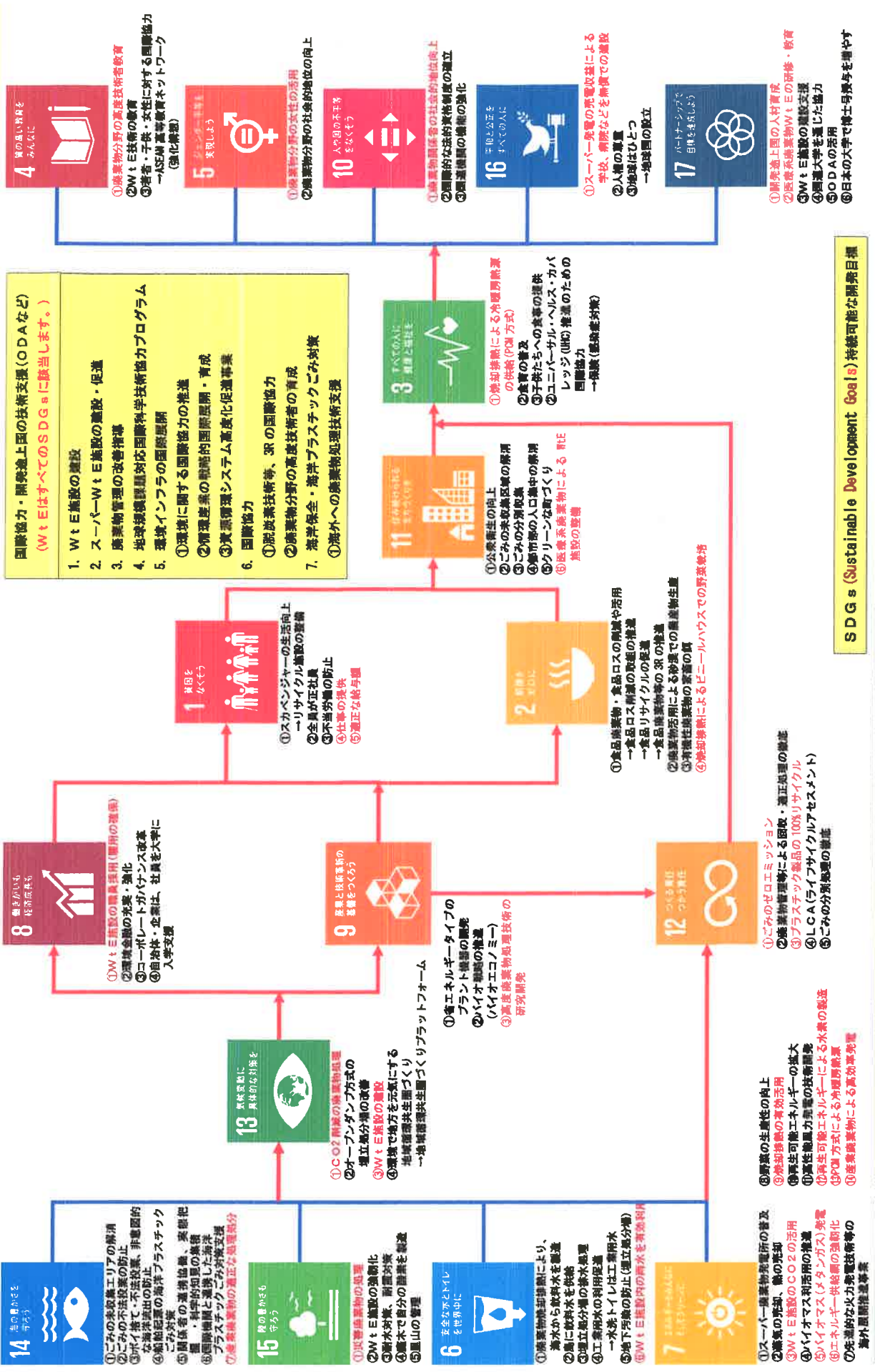
一方、多面的機能支払交付金は、地域の共同活動によって支えられている多面的機能の発揮に支障が生じつつある中、地域資源の適切な保全管理を推進するなど、農用地、水路、農道等の地域資源の保全管理に資する各種の取組が地域住民による共同活動により営まれ、良好な地域社会の維持及び形成に重要な役割を果たすものです。

SDGs と本交付金の活動目標は、持続可能な社会を目指す点において共通しており、親和性が高いものと考えられます。

このため、SDGs と本交付金の活動内容の関係性から、具体的に共通する部分を確認し、本交付金の活動が、持続可能でよりよい世界を目指す SDGs の達成にどのように貢献しているか整理しました。



図：SDGs と本交付金の活動目標の関係性（イメージ）



豊かな生活環境作りのため

SDGs (Sustainable Development Goals) 持続可能な開発目標

豊かな生活環境作りのため



カーボン・マネージメントの用語解説

GHGの削減 「温室効果ガス」の削減	<p>※GHG: Green house Effect Gas (温室効果ガス)の削減</p> <p>① GHG削減対象物: CO₂、CH₄、NO(一酸化窒素)、代替フロン</p> <p>② 廃棄物を焼却するとCH₄が発生しません。有機物の埋立はメタンが発生します。</p> <p>③ 埋立: C₆H₁₀O₅ 廃棄物 → CO₂+H₂O+CH₄ 埋立 約50% 約50% (CH₄は、CO₂の21倍の地球温暖化になります。)</p>
カーボン・マネージメント	「地方公共団体実行計画事務事業編」に基づくCO ₂ 削減対策について、その企画・実行・評価・改善(カーボン・マネージメント)の強化に対して、国が適切な関与をすることで、地方公共団体の取組全体の底上げを図ることを目的とします。
アセットマネージメント	「アセット(asset) = 資産」、「マネージメント(management) = 管理・運用」の意味です。「アセットマネージメント」とは、様々な資産の管理・運用を代行する業務のことです。廃棄物処理施設は、建屋は継続で活用して「プラント機器」を更新することです。
カーボン・マネージメント 関連法	①環境基本法 ②循環型社会形成推進基本法 ③地球温暖化対策推進法
カーボン・ニュートラル(CN)	「カーボンオフセット」を更に深化させ、事業者等の事業活動から排出される温室効果ガス排出総量の全部を他の場所での排出削減・吸収量でオフセット(埋合せ)することです。 CN=Carbon Newtral
カーボンフリー	「カーボン・ニュートラル」と同意語です。「2050年カーボンフリー(CO ₂ 排出量ゼロ)」とは、カーボンオフセットのCO ₂ 吸収量を除いたものです。
カーボン・オフセット	自らの日常生活や企業活動等による温室効果ガス排出量のうち、削減が困難な量の全部又は一部を、他の場所で実現した温室効果ガスの排出削減や森林の吸収等をもって埋め合わせることで。
カーボン・オフセット制度	「カーボンニュートラル認証制度」と「カーボンオフセット認証制度」を1つの制度として統合したものです。
ESCO(エスコ)事業	「ESCO 事業」とは、省エネルギーに関する包括的なサービスを提供し、お客様の利益と地球環境の保全に貢献するものです。
カーボנקレジット 「温室効果ガスの削減量を 売買する仕組み」	<p>a)カーボנקレジットの2つの取引制度</p> <p>①ベースライン&クレジット制度(削減量取引)</p> <p>②キャップ&トレード制度(排出権取引)</p> <p>b)カーボנקレジットの種類と仕組み</p> <p>①国際的なクレジットメカニズム CDM(クリーン開発メカニズム)/JCM(二国間クレジット制度)</p> <p>②政府・自治体によるクレジットメカニズム J-クレジット/地方自治体(都道府県)による制度(東京都、埼玉県、京都府、滋賀県)</p> <p>③民間事業者によるボランタリーなクレジットメカニズム</p>
二国間クレジット(JCM)	二国間クレジット制度(Joint Crediting Mechanism (JCM))は、日本として世界的な温室効果ガス排出削減・吸収に貢献するため、途上国の状況に対応した技術移転や対策実施の仕組みを構築するための制度のことです。
オフライン方式の冷暖房の熱供給(熱のタンクローリーによる宅配便)	蒸気もしくは温水を熱媒体とし、供給地点から需要家へ敷設された配管を通じて供給する「オンライン方式」の熱供給に対して、タンクローリー車により蓄熱材をコンテナ等で輸送することにより、配管敷設を必要としない熱供給方式のことです。
ピュアCM (環境省/廃棄物処理施設建設工事等の入札・契約の手引きについて) ※スーパーバイザー(CM)業務	「ピュアCM」とは、ごみ焼却施設の例で言えば、機械工学、電気工学、建築工学、土木工学、化学工学等の専門技術と、これらをシステム化する技術を有する人材を備え、設計から施工にとどまらず、計画から維持管理(運営管理)まで含めて発注者(自治体等)のアドバイザー(ピュアCM)の役目を果たすことが必要です。このことが、品質の確保、安心・安全の確保、コストの適正化等が得られます。
廃棄物分野の8分野でのGHG削減量(政府の目標)	2020年 / 約200万トン 2030年 / 約350万トン