



山口大学グリーン社会推進研究会 設立記念シンポジウム

## 山口大学 ブルーエネルギーセンター(BEST)の紹介

山口大学大学院創成科学研究科 比嘉 充

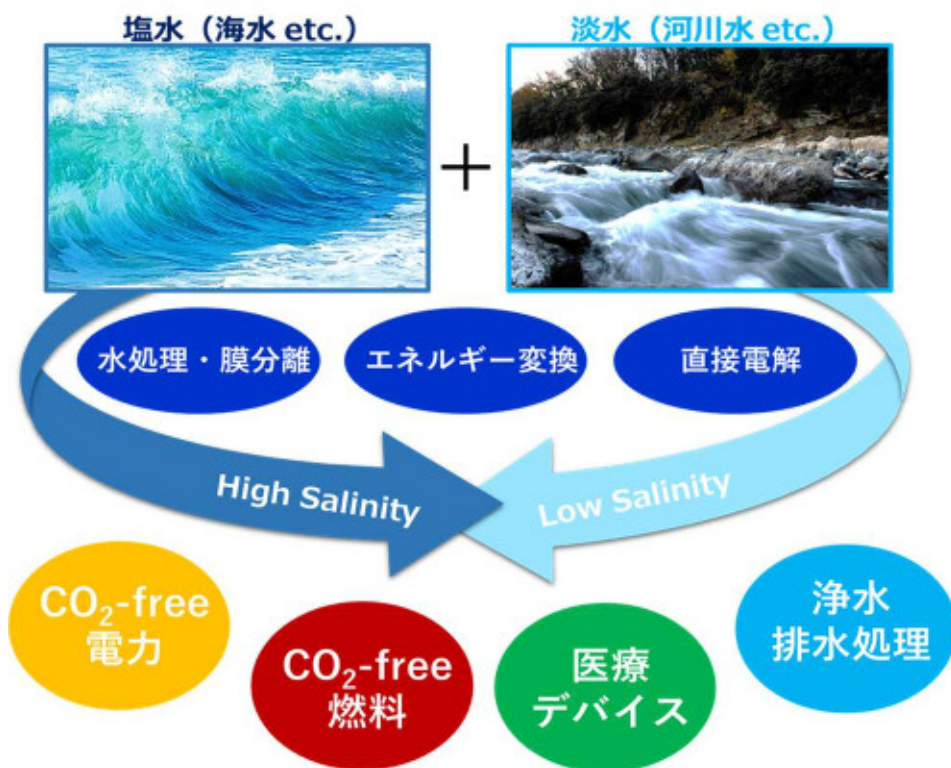


# ブルーエネルギーセンター (BEST)



## ブルーエネルギーセンター

### Blue Energy center for SGE Technology (BEST)



## BESTメンバー

### 前処理G

鈴木 祐麻(循環)



水処理・浄化技術

通阪 栄一(循環)



生物工学

### SGE変換ユニットG

代表者：比嘉充



膜工学・エネルギー変換

Fei Jiang(機械)



流体力学・CFD

垣花 百合子(循環)



膜工学・材料科学

### 電解ユニットG

中山 雅晴(応化)



電気化学・電極

遠藤 宣隆(循環)



燃料電池・電極

吉田 真明(応化)



分光分析・電極

ブルーエネルギーセンターHPアドレス

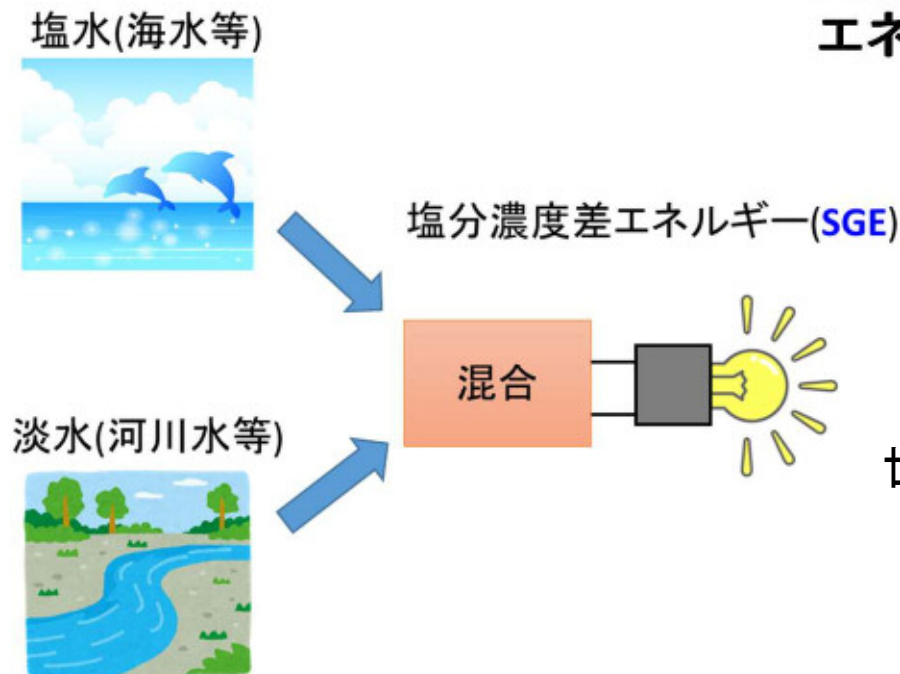
<http://www.blue-energy.eng.yamaguchi-u.ac.jp/>



# 塩分濃度差エネルギー(SGE)とは



塩分濃度差の異なる溶液を**混合**することで  
エネルギーを生み出す技術



海水と河川水をそれぞれ  
1 m<sup>3</sup>ずつ混合したエネルギー量  
= 500 Wh(1.8 MJ)<sup>1)</sup>

世界中の総発電出力<sup>1)</sup> :

濃度差発電: 980 GW (試算値)

水力発電: 800 GW (現在値)

1) B.E. Logan and M. Elimelech, *Nature*, **488**, 313 (2012)

日本の水資源賦存量(4,100億 m<sup>3</sup>/年)



135万kW級 原子力発電所 **16基分**  
(日本の2013年の総消費電力量の**2割**)

信濃川(163億 m<sup>3</sup>/年)  
吉野川(33億 m<sup>3</sup>/年)



メガソーラ発電所 **7千箇所分\***  
**1.5千箇所分\***

\*稼働率も考慮

1) JOOSTVEERMAN, MICHELSAAKES, SYBRANDJ. METZ \*, ANDG. JANHARMSE

N.Electrical Power from Sea and River Water by Reverse Electro dialysis: A First Step from the Laboratory to a Real Power Plant

2) グローバルエネルギー統計イヤーブック2017



# SGEの特長



太陽光発電



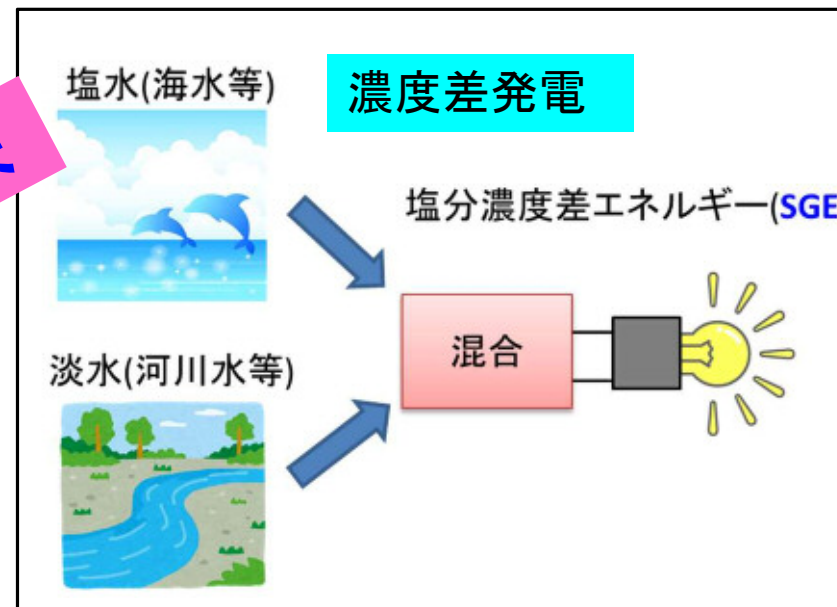
風力発電

**問題点**

- 設備利用率: 低
- 設置面積: 大

**解決**

上記問題点を補完する新規  
クリーンエネルギーが必要



	設備利用率	設置面積(km <sup>2</sup> )*1
太陽光発電	15	58
風力	20	214
SGE (RED)	<b>90</b>	<b>1.2</b>

\*1 100万kW原発と同等な年間電力量を得る面積

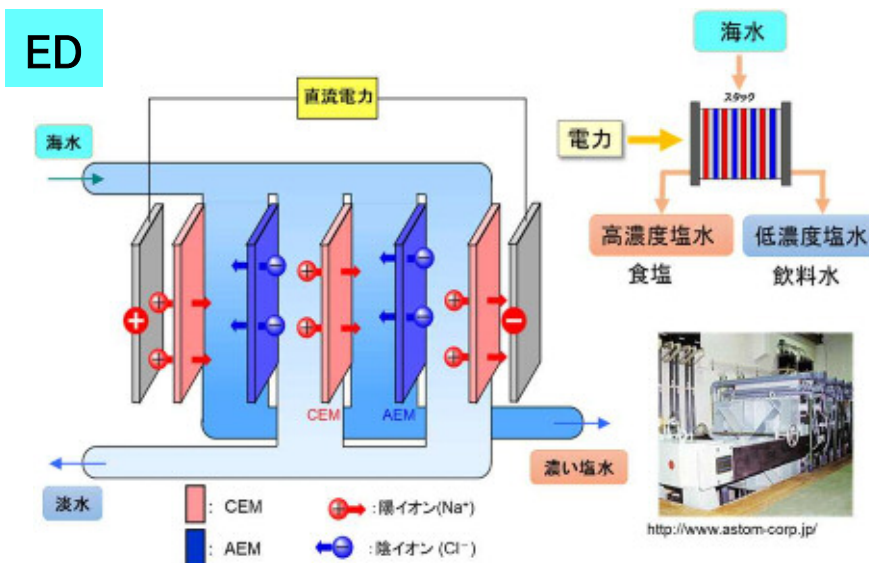
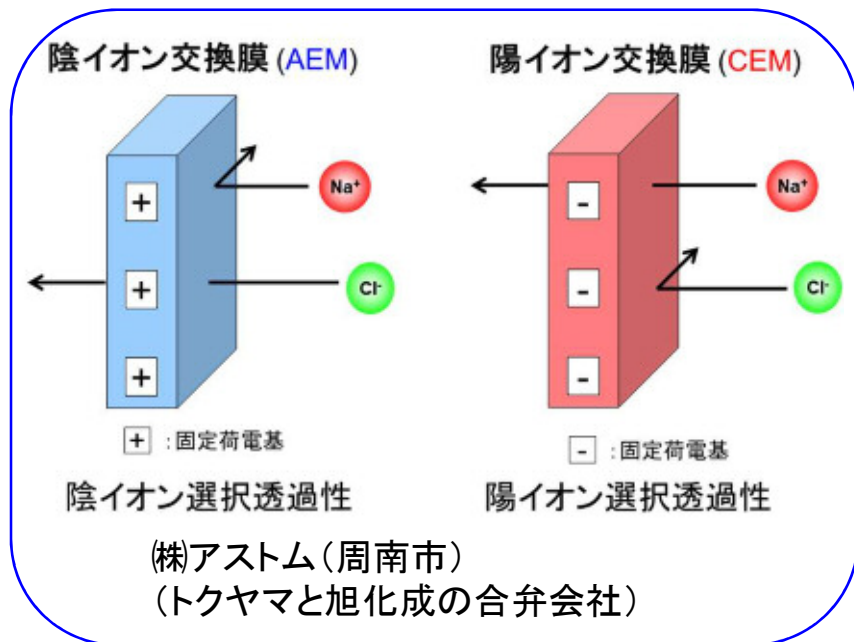
原子力、太陽光、風力の設備利用率・設置面積は経済産業省 資源エネルギー庁HP参考

<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/tokushu/nuclear/nuclearcost.html>





# 電気透析発電(ED)/逆電気透析(RED)



特願2019-201239  
特願2019-201241

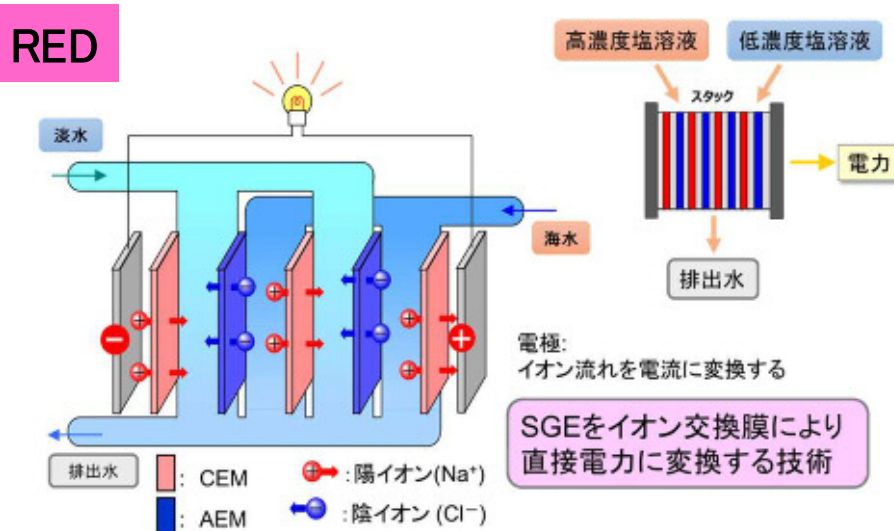


開発した世界最大膜面積を有するREDスタック

現在: 270W

来年度中: 1kW

2025年度: 50kW





NEDOムーンショット型研究開発事業  
産業活動由来の希薄な窒素化合物の循環技術創出  
—プラネタリーバウンダリー問題の解決に向けて—



国内 12 の委託機関が参画  
産業技術総合研究所  
東京大学  
早稲田大学  
東京農工大学  
神戸大学  
大阪大学  
**山口大学**  
協和発酵バイオ株式会社  
**株式会社アストム**  
東洋紡株式会社  
株式会社フソウ  
宇部興産株式会社



	ドナン透析 (DD)	電気透析 (ED)
原理図		
駆動力	高濃度塩水(濃度差)	電気力
長所	ゼロエネルギー	高処理速度、対象塩濃度が広い
短所	低処理速度 駆動力電解質の再生が必要	電力が必要

ドナン透析 (DD)、電気透析 (ED) を組み合わせた  
超省エネ アンモニア分離濃縮装置を開発





# CO<sub>2</sub>鉱物固定化による革新的なカーボンリサイクル



## R3-R12, NEDOグリーンイノベーション基金事業

R2-R3 NEDO事業  
住友大阪セメント・  
山口大学・九州大学

①カルシウム含有廃棄物とCO<sub>2</sub>を反応させて炭酸カルシウム (CO<sub>2</sub>鉱物固定化)

②生成した炭酸カルシウムをセメントなどに再利用 (カルシウムリサイクル)

- 焼却灰や廃コンクリートの処理
- CO<sub>2</sub>固定化
- カルシウム再利用

画期的なカーボンリサイクル  
カルシウムリサイクル



### 〔CO<sub>2</sub>を用いたコンクリート等製造技術開発プロジェクト〕 CO<sub>2</sub>回収型セメント製造プロセスの開発 多様なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術の確立

(別紙)

#### 事業の目的・概要

セメント(主成分CaO)は天然石灰石(CaCO<sub>3</sub>)の脱炭酸(CO<sub>2</sub>分離)反応により工業生産されているが、廃コンクリートや一般焼却灰などCaを含有する多様な廃棄物等からCaOを抽出し、セメント生産工程で分離されたCO<sub>2</sub>と再結合させることで、人工石灰石(CaCO<sub>3</sub>)を生成(炭酸塩化)、これを原料とした**カーボンリサイクルセメント(CRC)**※1を製造することにより、セメント産業でのカーボンニュートラルを目指す。

- ① 炭酸塩化技術開発：間接または直接に炭酸塩化する2方式※2により多様なCa含有廃棄物に適した複数の炭酸塩化技術を開発・検証し、**最適なCaO抽出・CO<sub>2</sub>固定化技術の確立**を図る。
- ② 炭酸塩利用技術開発：生成した炭酸塩が**カーボンリサイクルセメント**の焼成原料またはセメント成分となる増量材などとして利用可能かを検証し、そのコンクリートとしての性能(強度ほか)を満たす**材料開発**を行うと共に、設計・施工に係る**ガイドラインの作成**を行い、社会実装を目指す。

#### 実施体制

- ①炭酸塩化技術開発  
住友大阪セメント株式会社 山口大学 九州大学 東京工業大学 (IDC方式)  
三菱マテリアル株式会社 東京大学 (DC方式)
- ②炭酸塩利用技術開発  
住友大阪セメント株式会社 大成建設株式会社

#### 事業規模等

- 事業規模 (①+②) :約6.9億円
- 支援規模 (①+②) :約5.1億円
- 【補助率：(委託) 9/10→(補助) 1/2】  
(5年間の委託事業期間経過後、補助事業期間に移行予定)

#### 事業期間

①、② 2021年度～2030年度(10年間)

※1) **カーボンリサイクルセメント(CRC)**について  
現行のセメント原料である天然石灰石の代替となる炭酸塩=人工石灰石をCO<sub>2</sub>のリサイクルにより原料として製造するセメント。人工石灰石はセメント原料(焼成原料)として利用する以外にも、増量材や他産業向け充填材として利用も可能。

※2) **間接(IDC)/直接(DC)方式**によるCaO抽出・CO<sub>2</sub>固定化  
・ IDC方式：バイオ-ラ膜電気透析※3を利用し、Caを高効率に抽出して、高品質な炭酸塩を回収・製造することが可能な方式による炭酸塩製造  
・ DC方式：廃棄物の前処理等でCO<sub>2</sub>を大量に直接吸収させる、より安価に処理可能な方式による炭酸塩製造

※3) **バイオ-ラ膜電気透析(BMED)**について  
イオン交換膜によりイオンを選別分離する技術。廃棄物からCaOを抽出するための「酸=塩酸」と、排出ガス中CO<sub>2</sub>を吸収する「アルカリ=水酸化ナトリウムや水酸化カリウム」を同時生成できる。

#### 事業イメージ





## 謝辞



ご清聴ありがとうございました。

今後ともご指導・ご支援をよろしくお願い致します。