

## <温暖化ガス、排出抑制だけでは遅い！ 地球大気からのCO<sub>2</sub>削減を！>

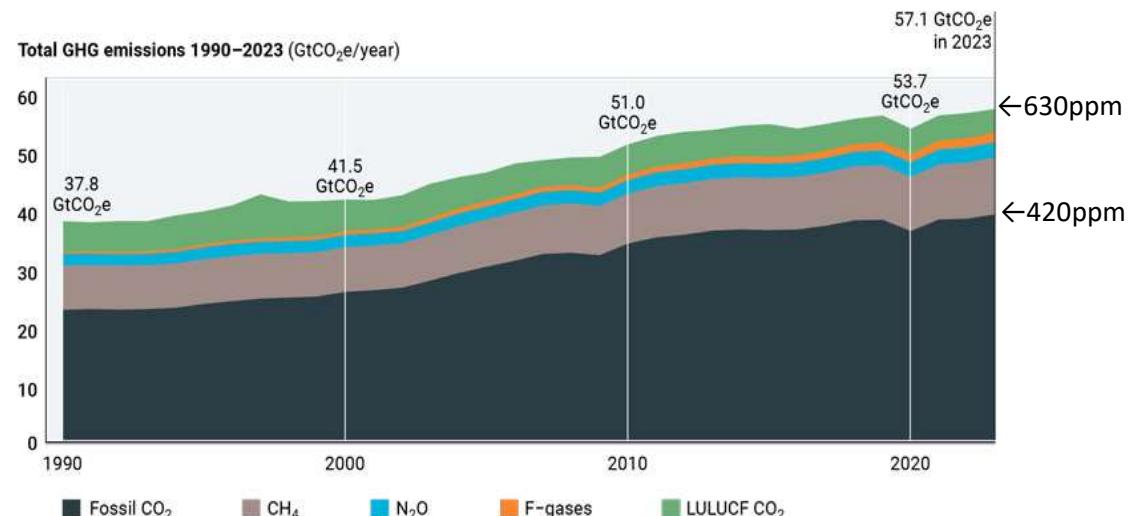
地球温暖化の懸念から、化石燃料→再生可能エネルギー転換が言われて久しいが、気温は上昇し続け、その詳細・対応について述べる。

### 1. 地球全体の状況

地球大気では、CO<sub>2</sub>で420ppm、温暖化ガス全体では、630ppmになってしまっている。

温暖化防止は長らく言われて、特にEUでは取組に熱心で削減が進んでおり、米国でも絶余曲折はともかく削減。だが、後進国では産業の活性化と共に増大せざるを得ない状況と言える。（日本は±0）

地球全体での気温上昇は”+1.5°C以内に抑える”とした2015年のCOPパリ協定が、超えてしまって、目標を達成出来なくて、世界各地での災害・火災の頻発となってしまっている。



### 2. 国際的取り組みと削減すべき量

COP3（京都議定書）では、2008→2012年中に、先進国全体の温室効果ガス6種排出量を1990年に比べて5%削減。

COP29では、

- ①先進国が主導して、2035年までに少なくとも年間3,000億米ドル
- ②すべての公的及び民間の資金源からの途上国に対する気候変動対策への資金を2035年までに年間1.3兆ドル以上に拡大

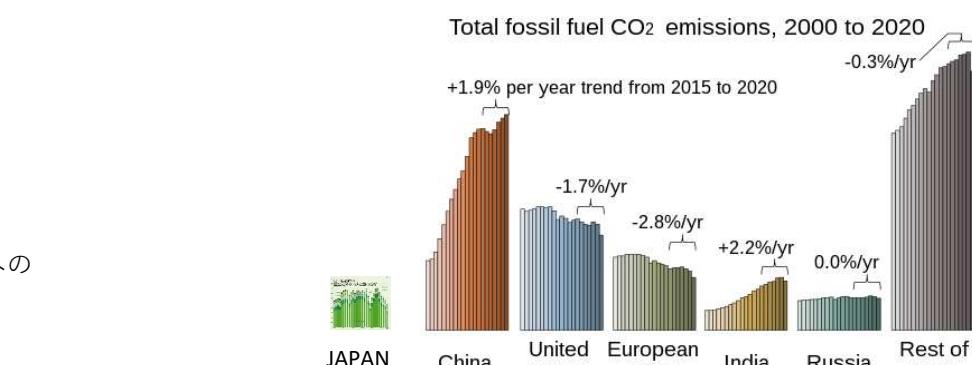
環境意識の高いEUの電力事例の紹介：

独：太陽光と風力で約60%

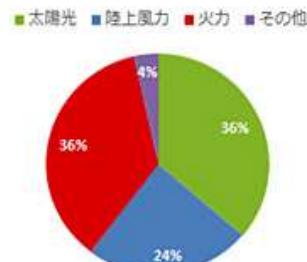
英：風力・原子力・太陽光で75%以上

EUの電力料金は、0.3EURO（55円）/kwh

3兆kwh→165兆円



ドイツの電源別発電設備容量の割合（2023年）

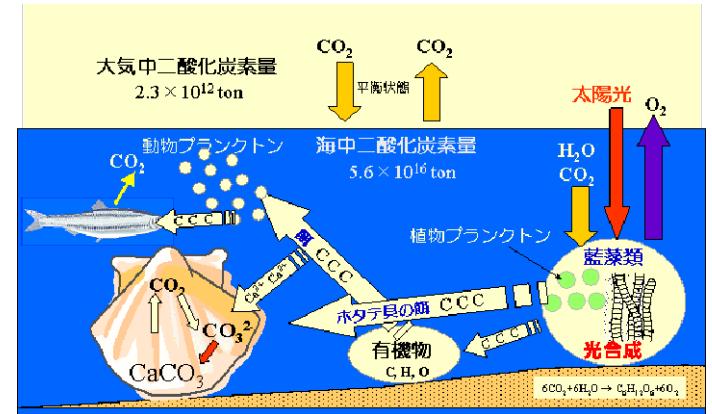


英国の2024年7月4日における電源別発電割合



<CO<sub>2</sub>が420ppmで2.2兆t。これを何処で貯留して温暖化への影響から切り離すか？

- 海ならば、植物プランクトンからの貝殻との関係、海面積や深さ方向の利用のし易さから、ネット記事を探したら、長崎大学・琉球大学・神戸大学の種々の研究を知る。海底に落ちてもその儘堆積、の言葉もあり。
- ”保留”の語句から、CCS（地層処分）情報にも遭遇するが、「漏れ無し」には大変な調査・設備を要するだろうから、油田・ガス田残りデータ等の確認



### 3. CCS(Carbon Capture Storage)

右図の如く、各所で操業しているが、対象は枯渇油田そのものの利用であり、その体積を右手前下図の55年間の採油量からいさんすると、

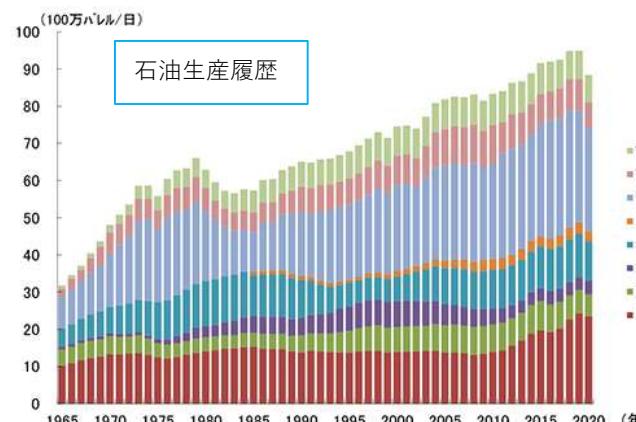
$$1 \text{ 億バレル} \times 365 \text{ 日} \times 55 \text{ 年}/2 = 1606 \text{ 億t分}$$

CO<sub>2</sub> : 2.2ton分の体積1100兆m<sup>3</sup>からすると  
保留スペースは1/5000しかないことになる。

天然ガス枯済空洞分も、1/10しかない。

<<以上から、貯留は”海”を対象、として

経産省に意見書を提出>>



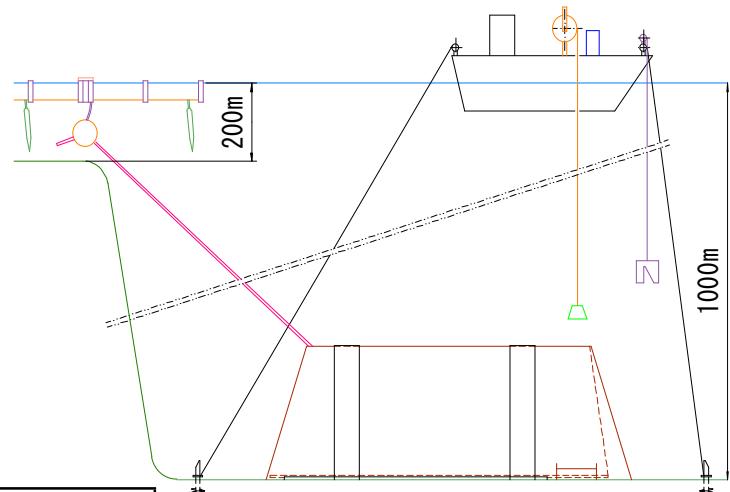
天然ガス:1990年から2024年までの累積生産量は、約100兆立方メートル以上  
→2.2兆tを1気圧で埋める→550兆m<sup>3</sup>

#### 4. 新CCS

右の提案図を経産省に送付。

##### 4. 1 海中置換

- ・海中保管 一時貯留箱を海中 1 0 0 0 m に置く。ドライアイス状にて落下、箱内に滑り込み。
- ・海中拡散 上部 CO<sub>2</sub> を貯・藻が繁殖し易い浅瀬にバブル拡散  
船に、CO<sub>2</sub> 分離膜 + ドライアイス機を搭載し、100気圧量を投入したら、他の貯留箱に移動。



約2週間後にNEDOより下記募集

#### 「NEDO Challenge for BLUE ECONOMY」として懸賞金事業

入賞者には懸賞金（総額約4億円）と技術の活用機会を用意

##### ①大型藻類の生育状況の把握・計測

###### 最終目標

複雑な生育場において計測、画像処理し、生育状況や生育量をいかに短時間で正確に計測できるか。



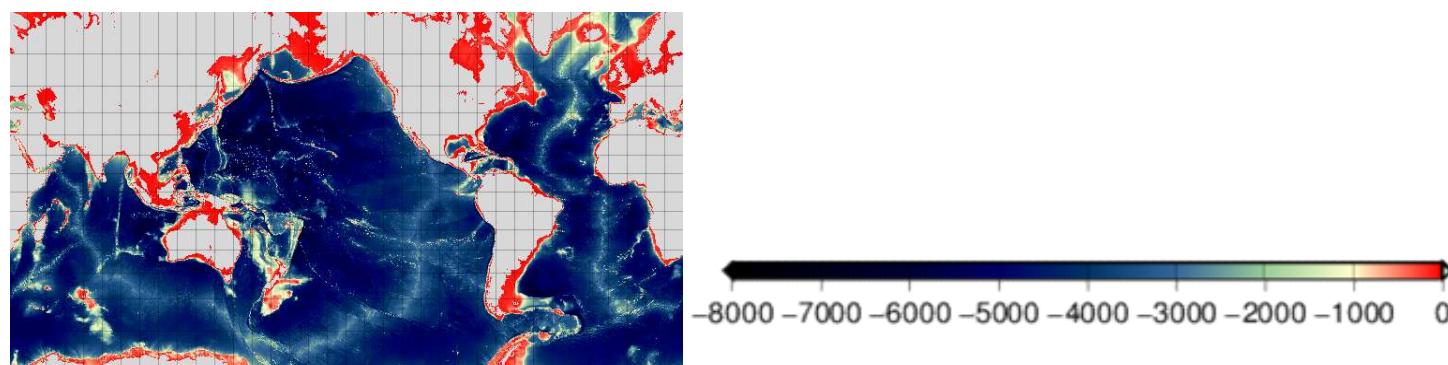
###### 部門1 水中ロボットの外乱制御

###### ①の共通 部門3

AUV、ROV等の水中ロボットが、外乱の影響を受けずに素早く広範囲の計測ができるかを競技します。

藻類の計測・解析技術  
養殖場における大型藻類の体積・湿重量を計測・推定する競技を行います。

#### 4. 2 海の深さ



#### 4. 3 CO<sub>2</sub>溶け込みに必要な海水体積

Table 4 Mole fraction solubility of CO<sub>2</sub> in seawater

P <sub>abs</sub> [kPa]	T [°C]	P <sub>CO<sub>2</sub></sub> [kPa]	x [10 <sup>-3</sup> ]	S [mol/m <sup>3</sup> ]
123.4	21.3	120.75	0.67	37.86
128.3	25.3	124.97	0.61	34.22
140	31.3	135.40	0.56	31.57
157.7	38.4	150.89	0.53	30.02
513.22	20.9	510.67	2.61	147.20
681.89	20.3	679.42	3.23	182.94

1,496g/m<sup>3</sup>

神戸大学海事科学部 H17年4月

#### 4. 4 機能改良による高速CO<sub>2</sub>固定大型藻類の創出とその利活用技術の開発

PM：植田充美  
京都大学高等研究院・特任教授  
PJ参画機関：京都大学 高等研究院、工学研究科、農学研究科、三重大学、関西化学機械製作（株）、Green Earth Institute（株）

海草・海藻藻場のCO<sub>2</sub>貯留量  
算定ガイドブック

表3 藻場タイプ・海域区分別の吸収ポテンシャル

藻場タイプ	北海道	東北太平洋	日本海北部	日本海南部	中部太平洋	瀬戸内海	四国太平洋	九州東シナ	南西諸島
アマモ	0.663	0.715	0.656	0.675	0.656	0.712	0.675	0.695	
タチアマモ	0.591	0.610	0.591	0.591	0.591				
スガモ	0.613	0.613	0.613	0.613	0.613				
亜熱帯小型							1.164		
亜熱帯中型							0.758		
亜熱帯大型							0.545		
マコンブ	0.068	0.068	0.068						
ナガコンブ	0.078								
アラメ		0.098		0.098	0.129		0.129	0.098	
カジメ		0.124	0.124	0.124	0.100	0.124	0.100	0.112	
ワカメ	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	

#### 4. 5 海でのCO<sub>2</sub>削減

#### ムーンショット型研究開発事業 目標4 成果報告会 2022 大型藻類の優位性(陸上バイオマスとの比較)

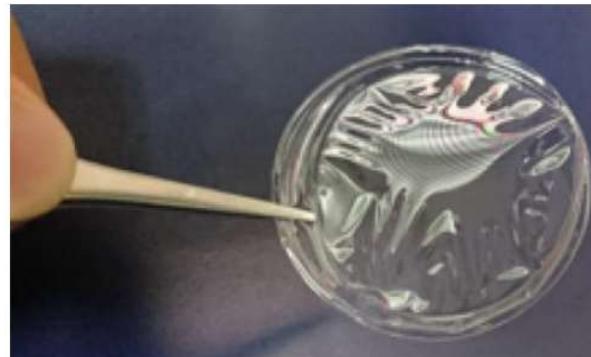
	澱粉糖質系(1G)	木質系(2G)	藻類(3G)	
原料	農産物 (トウモロコシなど)	森林 (スギなど)	微細藻類 (スピルリナなど)	大型藻類 (クロメ)
生産性(t/ha/年)	11	9	10~20	30
CO <sub>2</sub> 固定速度(kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /年)	1.6	0.84	1.5~2.9	3.3
CO <sub>2</sub> 固定量比	2.3	1	7.6	13
バイオマスエネルギー生産工程	シンプル	複雑 (リグニン除去)	シンプル (アルギン酸多糖類の活用が鍵)	
問題点	食糧と競合	陸地を利用	陸地を利用する、コンタミのリスク、コスト高	藻場の拡大
生産条件	日光、CO <sub>2</sub> 、淡水、 陸地、肥料、農薬	日光、CO <sub>2</sub> 、淡水、 陸地、肥料、農薬	日光、CO <sub>2</sub> 、淡水/ 汽水、陸地	日光、CO <sub>2</sub> 、海水

1.2kg吸収(乾燥前は10~14kg)

:ワカメやコンブなどは3~6か月で成長

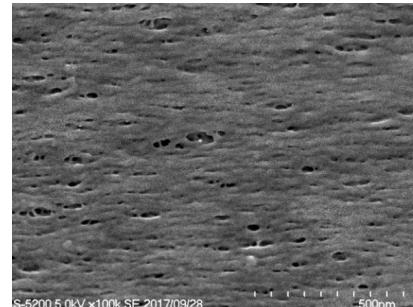
\* 36~40年生のスギ人工林が1年間に吸収する二酸化炭素の量は、約8.8トン/ha

## 5. CO<sub>2</sub>分離膜

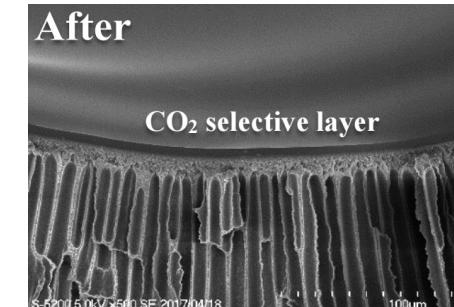


NEDO脱炭素・・会 革新的CO<sub>2</sub>分離膜・・ 発表：2025.7.16

(分離膜：2023) : ポリイミド、ポリエーテル系などの高分子膜が代表的



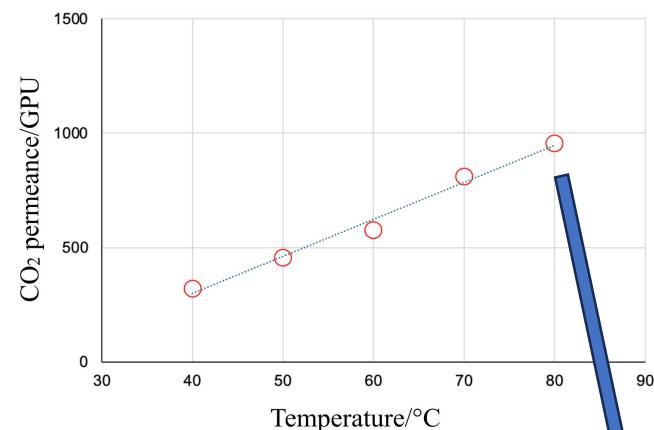
CO<sub>2</sub>分子の全長は3.74 Å



窒素分子は4 Å、O<sub>2</sub>は3.4 Å

(膜の下に柱状選択層、CO<sub>2</sub>だけを通す)

### 研究成果 -膜モジュールのCO<sub>2</sub>分離性能-



effective membrane area: 150 cm<sup>2</sup>

$$1\text{GPU} = 3.35 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}$$

$$3.35 \times 10^{-10} \times 44\text{g}(22.4\text{L}) \times 3600 \times 1000/\text{m}^2 \cdot 80\text{Pa}$$

$$= 0.53 \text{ g/hr} \cdot \text{m}^2$$

CO<sub>2</sub> : 90%

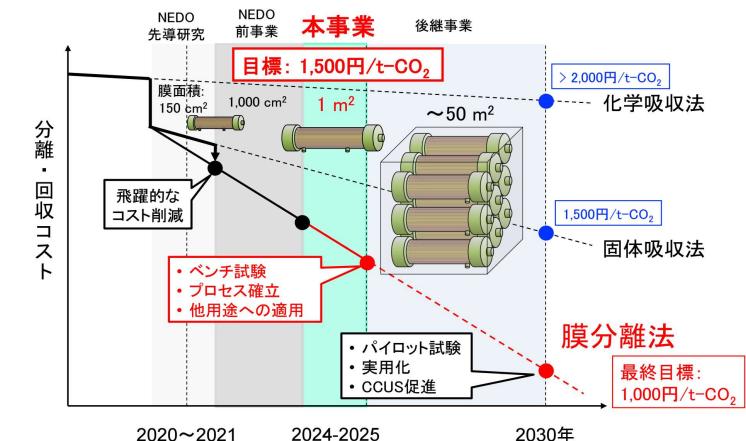
<< NEDO事業は右上記の水道蛇口向け的な”中空糸膜FILTER”状だったので、作成が困難かと思ひ

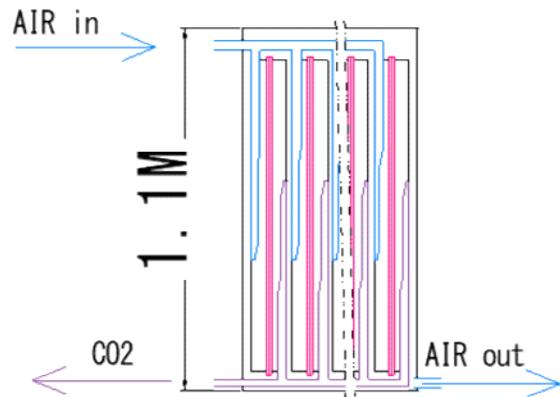
四角いシャーレで角型膜とし、

1,2mmの重なりで網の上に並べ、

もう1つの網で抑えて、次の図の平板方式を提案 Q:3.5cm角の網で押したら、80Pa以上の圧力差にしてCO<sub>2</sub>収量の増大？>>

## 6. 研究開発スケジュール





約2週間後にNEDOより、中空糸膜の図が消えた下記発表がなされた。

**グリーンイノベーション基金事業/  
CO<sub>2</sub>の分離回収等技術開発プロジェクト**

2025年度 産業構造審議会 エネルギー構造転換分野ワーキンググループ

2025年11月25日

- 世界に先駆けて、CO<sub>2</sub>濃度10%以下の低濃度・低圧力のCO<sub>2</sub>分離回収技術を確立し、CO<sub>2</sub>分離回収設備・素材ビジネスの拡大に加えて、CO<sub>2</sub>の活用も含めたカーボンリサイクルのビジネス創出を可能にすることで、カーボンリサイクル市場における我が国の国際競争力を強化するとともに、BECCSやDAC等のネガティブエミッション技術の開発にもその成果を繋げていくことを目指す。

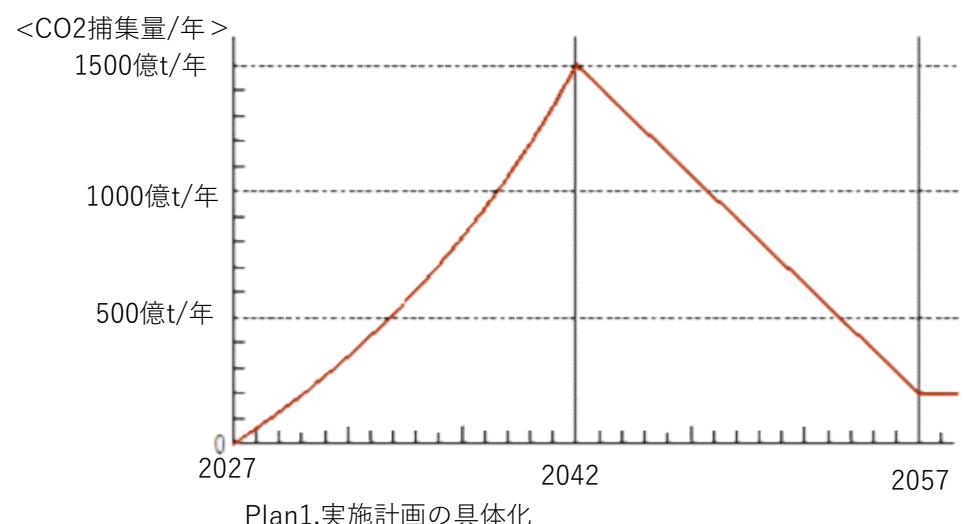
(断熱膨張での0.04%CO<sub>2</sub>からのドライアイス製造は無理とのことであった)

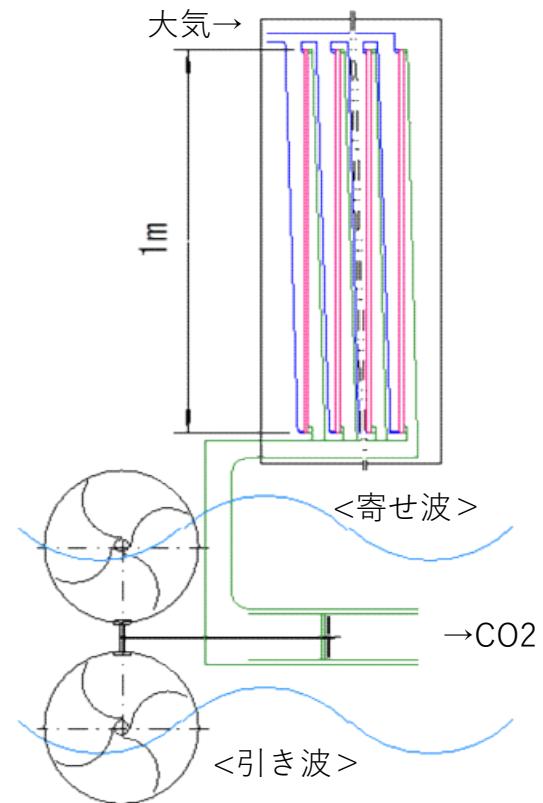
## 6. COPを含めた温暖化削減の実データ獲得は？

温暖化対策の会議が始まってから約30年、「CO<sub>2</sub>に原因有り」とする、真鍋氏のノーベル賞受賞からも5年、が経過しようとしているが、まだ明確な決め手に基づいた実施内容・実施日程が決められて無い様で、早期の具体的な実施計画を練ると共に、その資金拠出や生産計画の早期提示・批准への早期意見集約を期待。

(右に、日程・CO<sub>2</sub>収集の計画の1例案を添付しました)

以上





Plan2.CO<sub>2</sub>収集の再エネ利用