

# カーボンニュートラル達成の貢献を目指した 海中CO<sub>2</sub>回収システムの展開と 社会受容性についての一考察



2021年12月

**MRI** 三菱総合研究所

福澤克俊<sup>1</sup>, 武藤正紀<sup>1</sup>, 藤田尚毅<sup>1</sup>, 新地菊子<sup>1</sup>, 大山剛弘<sup>1</sup>, 吉田弘<sup>2</sup>

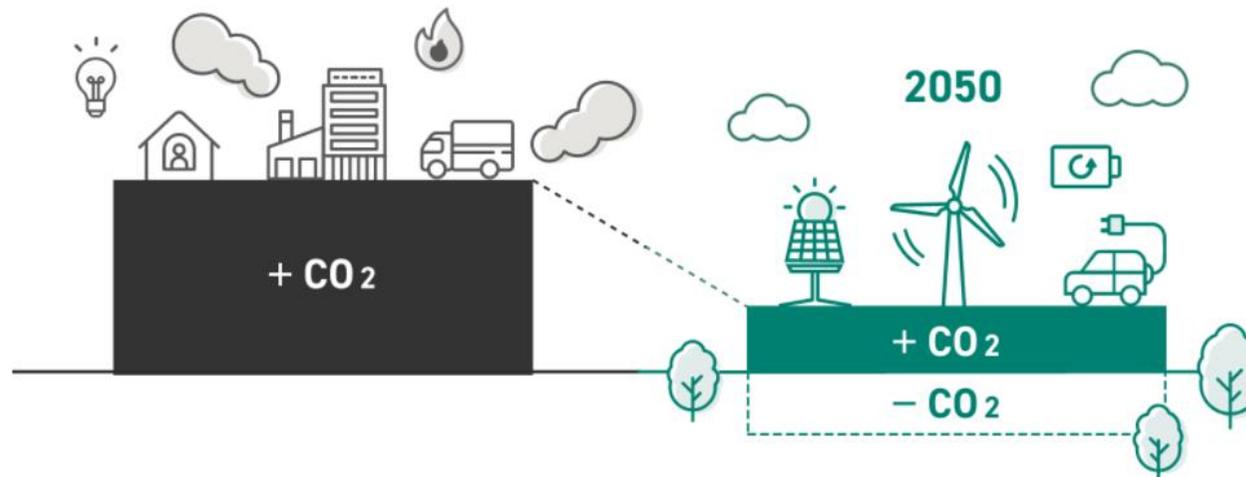
1 株式会社三菱総合研究所, 2 国立研究開発法人 海洋研究開発機構

※本研究発表は、国立研究開発法人 海洋研究開発機構より株式会社三菱総合研究所が受託し実施した調査検討結果に基づく

# 研究の背景

## カーボンニュートラル対策の現状

- 温室効果ガスの増加による地球温暖化への対応は待った無しの状況である。
- 排出削減(再生可能エネルギー利用、省エネ、CCS/CCUS等)と、炭素回収(CDR)(植林、BECCS、海洋肥沃化等)がある。
- 削減から回収へと取組を広げることが求められる。
  - 欧米において炭素回収技術が積極的に開発されている。サイドエフェクト(副作用)の少ないDirect Air Capture(直接CO<sub>2</sub>回収)への期待は大きい。



出所)環境省 脱炭素ポータル

# なぜ海中からのCO<sub>2</sub>回収を考えるのか

## 海中からのCO<sub>2</sub>回収

- 地球上で海洋は地殻に次いで大きなCO<sub>2</sub>ガスの貯蔵庫であり、大気中CO<sub>2</sub>濃度が減少に転じた場合、いずれ、海洋からのCO<sub>2</sub>放出が始まる(大気の貯蔵能力を1とすると、海洋表層水=1.1、海洋中・深層=約45 ※IPCC AR5)。
- 世界で、海中からCO<sub>2</sub>を回収する技術の実用化に至った例はない。

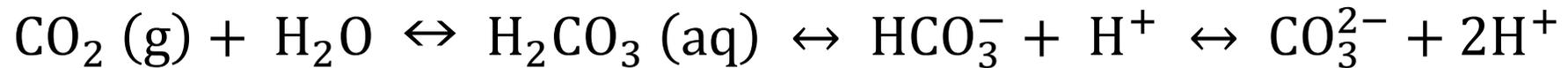


## 本研究の目的

- 「2050年カーボンニュートラル」目標を、持続可能かつ公正な方法で達成するために、世界全体で便益を享受し得る(誰一人取り残さない)海中CO<sub>2</sub>の回収によるネガティブエミッション技術の開発・実装を図る。
  - 日本としていち早く研究・開発に取り組み、回収したCO<sub>2</sub>のカーボンクレジット化による環境価値取引をリードし、実装を促進する。

## 海水からCO<sub>2</sub>を取り出す技術(1/2)

- CO<sub>2</sub>は以下の平衡状態にある。



- 海水のpHは約8であり、ほとんどHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>として存在する。(CO<sub>2</sub>は僅か)
- 電気透析により一時的に酸性度を高めCO<sub>2</sub>を取り出す手法をひとつの候補として検討している。

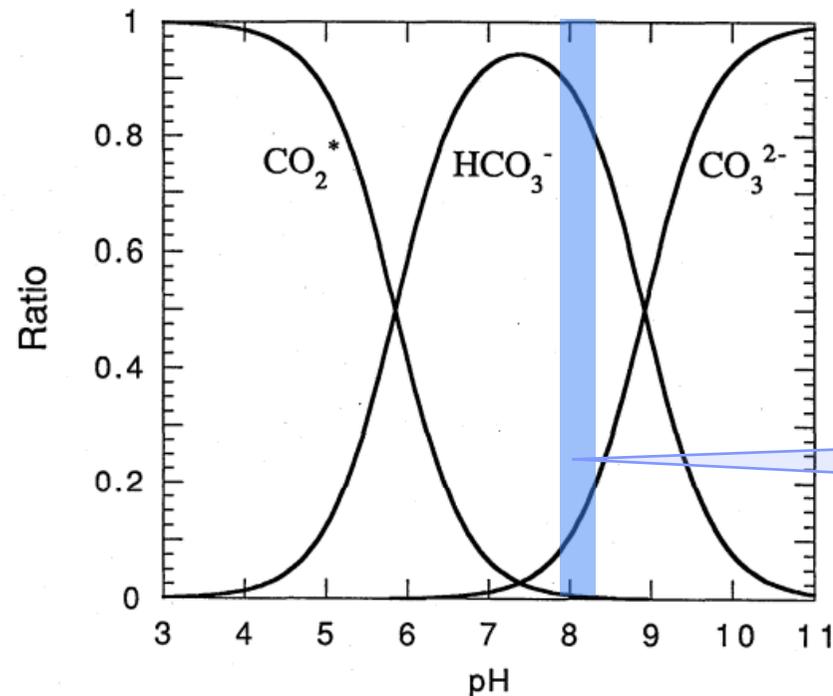
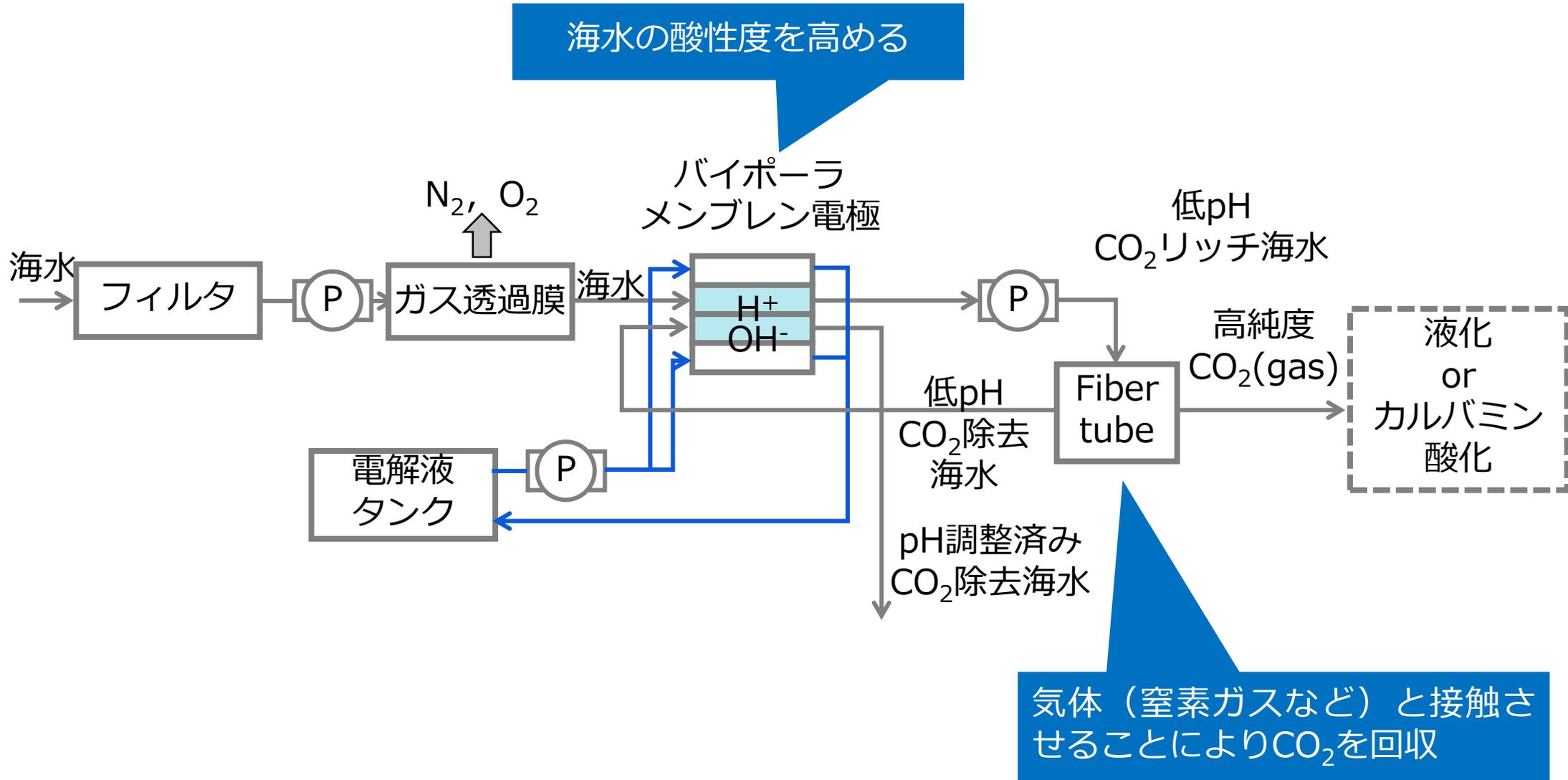
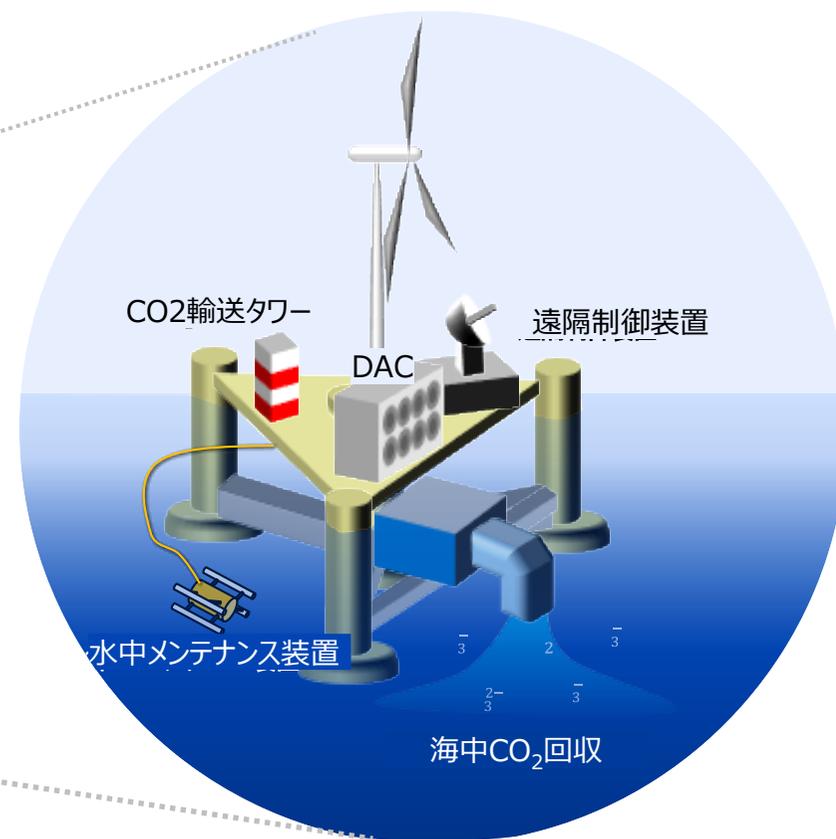
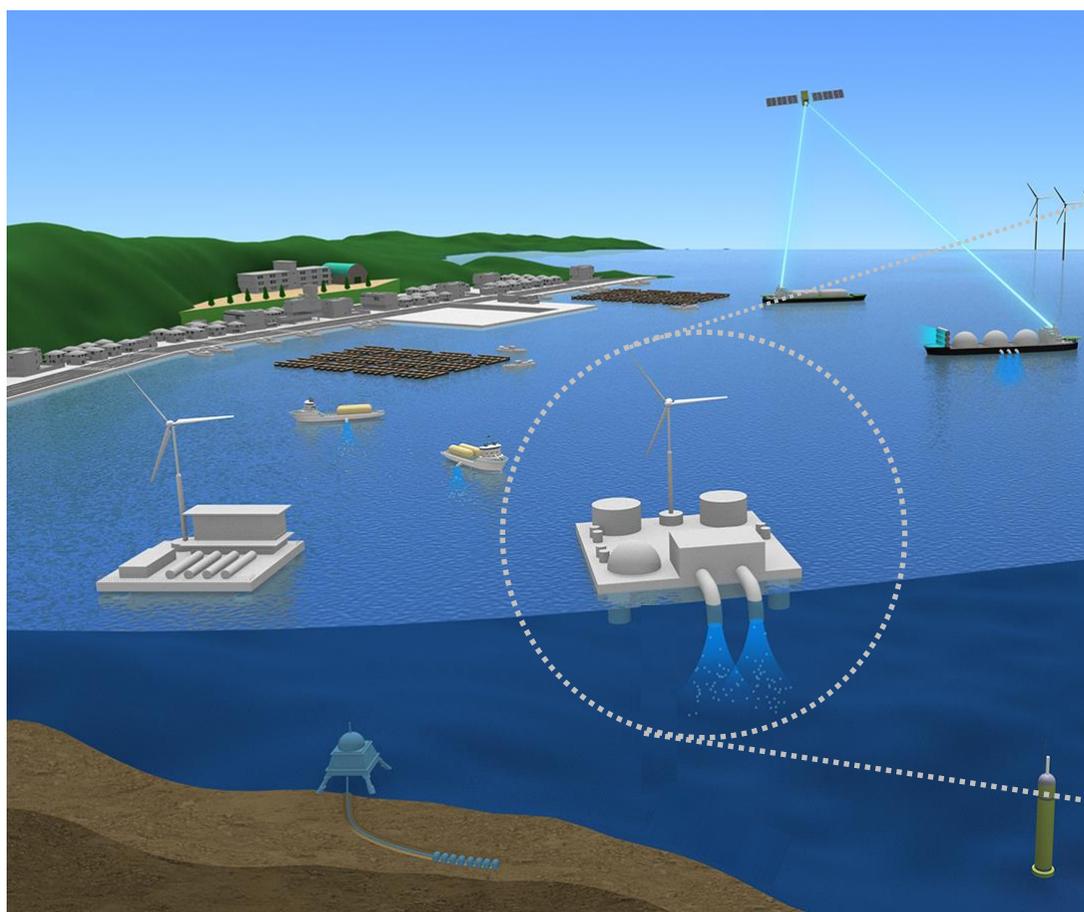


Fig. 1.2.1 Equilibrium diagram for carbonate species in seawater at  $t = 25^\circ\text{C}$ ,  $S = 35$ .

## 海水からCO<sub>2</sub>を取り出す技術(2/2)



# 海中CO<sub>2</sub>回収技術・システムの実装イメージ



## 社会受容性に関する既往知見

- CO<sub>2</sub>回収等は国内外で実証例が少なく、多くの関係者や環境への影響が想定される。
- 田中(2020)はCCSの社会受容性を社会政治的受容、地域受容、市場受容の側面で分析している。
- CCSプロジェクトの延期・中止の主な原因は、  
市場受容(経済的な理由): 20/44件、法律上の理由:10/44件、社会的な理由:  
5/44件、政治上の理由: 4/44件、技術的な理由:3/44件  
※延べ数。上記以外の理由が原因であったケース、原因不明なケースが含まれる。

- 海中CO<sub>2</sub>回収システムについても市場受容等の社会受容を得る必要がある

### 社会受容の 3つの側面

側面	対象	ステークホルダー	要件
社会政治的受容	社会一般	一般市民 主な利害関係者 政策担当者	支持
地域受容	立地地域	地域社会	公正な手続き 公正な分配 信頼
市場受容	市場	投資家 企業内 消費者	支持

※Wüstenhagen et al. (2007)に倣った分類

# 海中CO<sub>2</sub>回収システムの社会受容性

## 本提案ソリューションに対する社会受容

社会受容	内容
地域受容性	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 回収そのものの懸念は少ない(副作用が小さいとされる手法によるCO<sub>2</sub>回収)。</li> <li>● 貯留については検討が必要である。CCSではCO<sub>2</sub>は廃棄物かとの議論、埋めたものが漏れた場合の責任の所在に関する議論がなされている。</li> </ul>
市場受容性	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ESG投資動向、著名投資家による研究支援動向がある。</li> <li>● 公的資金を用いる場合、市民がその意義を理解し、支持することが求められる。</li> <li>● 回収後貯留していること・量の可視化、証明(ライフサイクルでマイナスである証明等)が重要と想定される。</li> </ul>
社会政治的受容性	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 自然の摂理に反していると受け取られないよう、情報収集、情報発信を積極的に行い対話を行うことが重要である。</li> </ul>



## 市民意識調査(アンケート調査)を実施

- ✓ DAC含むCO<sub>2</sub>回収技術・システムに対する市民の現状認識を把握
- ✓ 社会に受容される海中CO<sub>2</sub>回収システムのあり方の検討

# アンケート調査実施概要

- 「生活者市場予測システム(mif)」(三菱総合研究所)において、**国内1,000名(20～69歳)**を対象に**CO<sub>2</sub>除去技術一般に関する意識調査**を実施した(2021年4月)。  
※アンケートでは「除去」に表現を統一
- 追加調査の回答者(1,000名)の主な個人属性の分布は以下の通り。

## ● 性別

- 男性(503名、50.3%)
- 女性(497名、49.7%)

## ● 年代

- 20代(165名、16.5%)
- 30代(181名、18.1%)
- 40代(235名、23.5%)
- 50代(218名、21.8%)
- 60代(201名、20.1%)

## ● 職業

- 学生(16名、1.6%)
- 主婦(205名、20.5%)
- 自営業(59名、5.9%)
- 公務員(25名、2.5%)
- 教職員(10名、1.0%)
- 医師・医療(22名、2.2%)
- 会社経営(7名、0.7%)
- 会社役員(11名、1.1%)
- 会社員(372名、37.2%)
- フリーター(77名、7.7%)
- 無職(140名、14.0%)
- 農林(4名、0.4%)
- 漁業・水産業(10名、1.0%)
- 弁護士・税理士(1名、0.1%)
- その他(41名、4.1%)

The screenshot shows the homepage of the 'mif' (Market Intelligence & Forecast) system. The header includes the MRI logo and the text '生活者市場予測システム'. Below the header, there are several sections of content, including a '初めの方はこちら' (For first-time users) button, a search bar, and a list of recent reports and news items. The reports cover topics like '消費動向' (Consumer Trends), '女性市場' (Women's Market), and 'シニア市場' (Senior Market).

「生活者市場予測システム(mif)」(<https://mif.mri.co.jp/>)

## 二酸化炭素の除去技術の認知度・受容性

人間活動に伴うCO<sub>2</sub>排出がもたらす地球温暖化現象・問題は多くの人に認知されているものの、問題解決策の一つとして期待されるCO<sub>2</sub>除去技術はあまり認知されていない。

設問	「知っている」等と回答した割合
「CO <sub>2</sub> 排出等による地球温暖化」の認知度	88.8%*1
地球温暖化の問題を解決する重要度	91.3%*2
CO <sub>2</sub> 除去技術の認知度	21.0%*3

\*1)「よく知っている」または「知っている」と回答した割合；2)「重要かつ早急に解決すべき」または「重要」と回答した割合；\*3)「十分」、「ほぼ」、「少しだけ」という程度を回答した割合

CO<sub>2</sub>除去技術の普及推進は多数の支持を得ているものの、まずは排出量削減に取り組むべきとの考えも多分に見られる。

設問	回答	同意割合
CO <sub>2</sub> 除去技術はいつまでに普及させる必要があるか	再エネ、省エネ等の排出量削減のための技術と同時並行(例えば2030年頃まで)	54.8%
	再エネ、省エネ等の排出量削減のための技術がある程度普及した後(例えば2030年以降)	34.0%
	普及させる必要はない	11.2%

## 「排出量削減」と「除去」の認識の差異

- CO<sub>2</sub>の「排出量削減」と「除去」に対する責任意識を尋ねた設問に対する回答は以下の通り。
- 「除去」に対する責任意識は、「排出量削減」に対する責任意識と比べて低い。

### 除去に対する責任意識

排出量  
削減  
に対する  
責任意識

	合計	大きな責任がある	ある程度責任がある	それほど責任はない	全く責任はない	分からない
合計	1,000	10.1%	35.4%	24.4%	8.2%	21.9%
大きな責任がある	149	** 63.8%	* 27.5%	** 4.7%	** 0.7%	** 3.4%
ある程度責任がある	480	** 1.0%	** 62.9%	23.3%	** 2.7%	** 10.0%
それほど責任はない	154	** 0.0%	** 5.8%	** 79.2%	10.4%	** 4.5%
全く責任はない	53	* 1.9%	** 1.9%	** 3.8%	** 92.5%	** 0.0%
分からない	164	** 0.0%	** 0.6%	** 0.6%	** 1.8%	** 97.0%

[ \*\* \* はそれぞれ有意水準1%、5%を表す ]

## 「排出量削減」と「除去」の認識の差異

- CO<sub>2</sub>の「排出量削減」と「除去」に対する責任意識を尋ねた設問に対する回答は以下の通り。
- 「除去」に対する責任意識は、「排出量削減」に対する責任意識と比べて低い。

### 除去に対する責任意識

排出量  
削減  
に対する  
責任意識

	合計	大きな責任がある	ある程度責任がある	それほど責任はない	全く責任はない	分からない
合計	1,000	10.1%	35.4%	24.4%	8.2%	21.9%
大きな責任がある	149	** 63.8%	* 27.5%	** 4.7%	** 0.7%	** 3.4%
ある程度責任がある	480	** 1.0%	** 62.9%	23.3%	** 2.7%	** 10.0%
それほど責任はない	154	** 0.0%	** 5.8%	** 79.2%	10.4%	** 4.5%
全く責任はない	53	* 1.9%	** 1.9%	** 3.8%	** 92.5%	** 0.0%
分からない	164	** 0.0%	** 0.6%	** 0.6%	** 1.8%	** 97.0%

比較的多い

比較的小さい

## CO<sub>2</sub>除去技術のリスクと便益に関する認識(1/2)

- CO<sub>2</sub>除去技術に関して想定されるリスク・便益に関する計8つの仮説について、同意の程度を尋ねた。

### リスクと便益に関する仮説

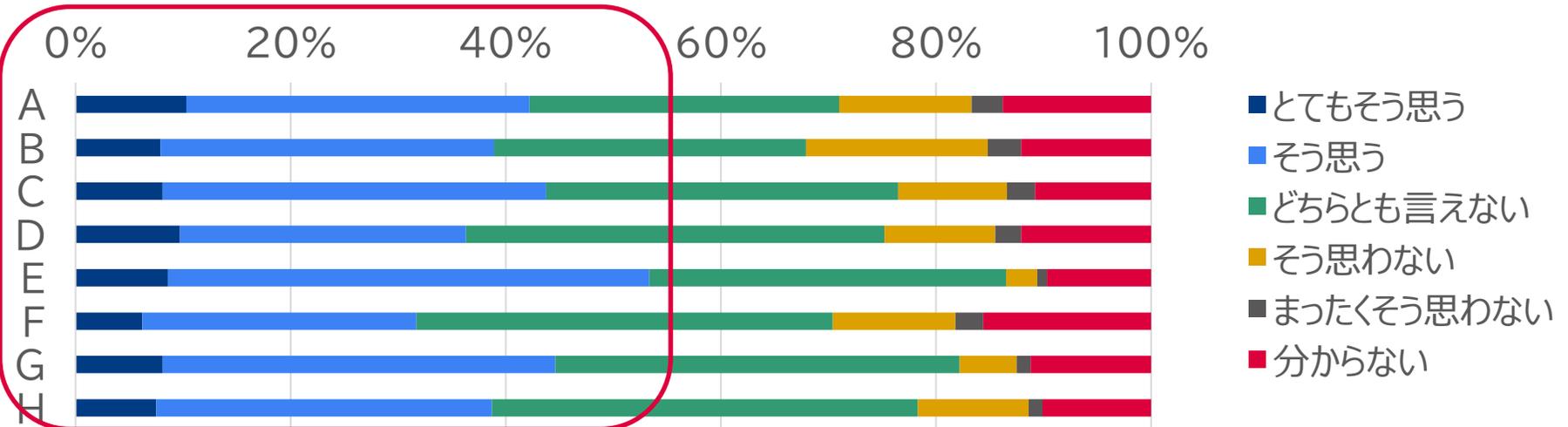
[Cox et al. 2020に基づく]

符号	内容
A	二酸化炭素除去技術は、環境に悪影響を及ぼす可能性がある。
B	二酸化炭素除去技術は、二酸化炭素排出削減の推進力を低下させる。
C	二酸化炭素除去技術は、公共の利益よりも商業的な利益によって推進される。
D	二酸化炭素除去技術は、主に富裕国に恩恵を与え、貧困国に影響を及ぼす。
E	二酸化炭素除去技術は、排出量削減のための時間を稼ぐのに役立つ可能性がある。
F	化石燃料の消費量を減らすよりも、二酸化炭素除去技術を使用した方が安く済む。
G	二酸化炭素除去技術は、単に温室効果ガスの排出量を削減するよりも、気候変動を遅らせるのに役立つ。
H	二酸化炭素の除去は、排出の根本的な原因には対処しておらず、その症状に対処するだけである。

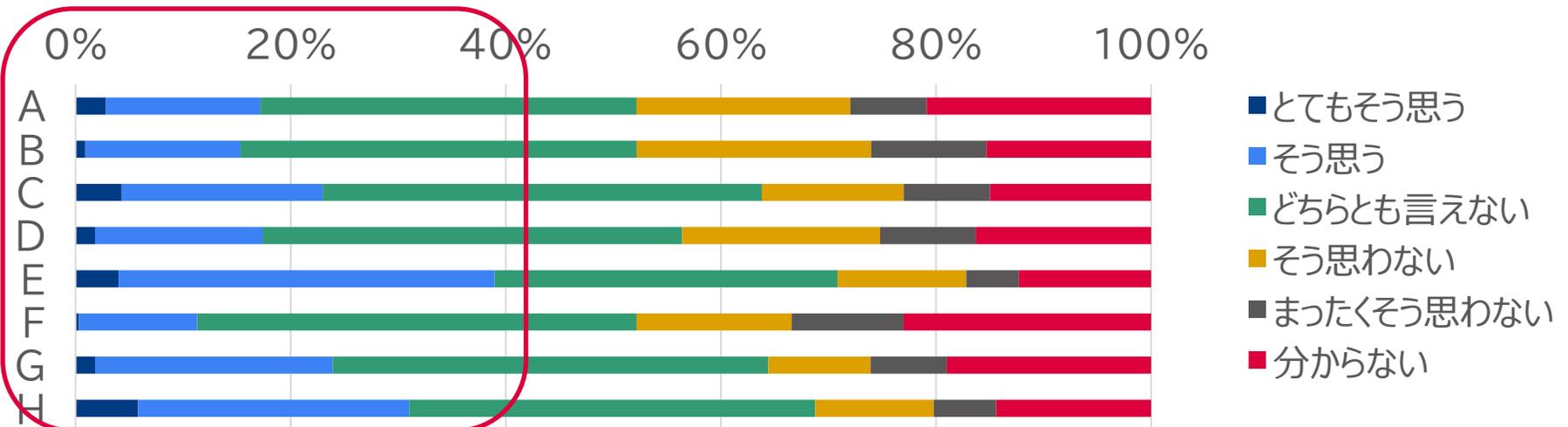
## CO<sub>2</sub>除去技術のリスクと便益に関する認識(2/2)

- CO<sub>2</sub>除去に対する責任意識とリスク・便益の仮説(A～H)に対する同意傾向に相関が見られる。

二酸化炭素除去技術の便益とリスク (N=455, 除去責任意識 高)

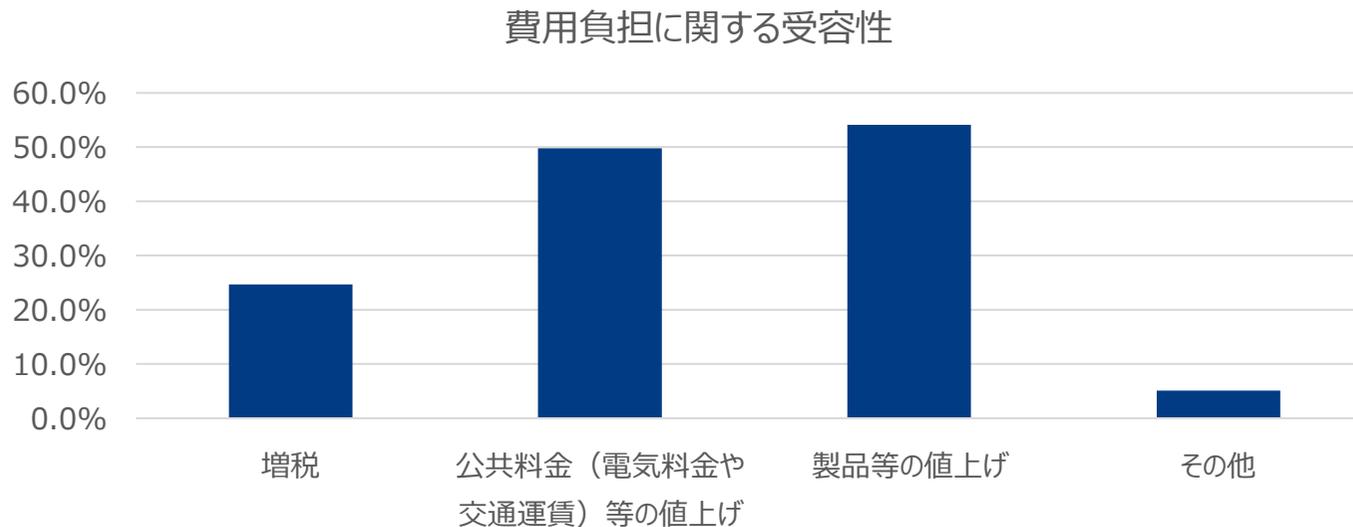


二酸化炭素除去技術の便益とリスク (N=326, 除去責任意識 低)



## 費用負担に関する受容性

- CO<sub>2</sub>の除去にかかるコストの一部を負担せざるを得ない前提で、どのような形で家計に反映されることを許容するか尋ねた設問(複数選択可)に対する回答は以下の通り。
- CO<sub>2</sub>除去にかかる費用負担方法として「公共料金の値上げ」や「製品等の値上げ」が「増税」に比べて許容される傾向がある。



- 直接的に費用の負担を求められるよりも、間接的に費用を負担を求められる方が許容しやすい傾向がある。
- 家庭内の利用によって負担額を調整する余地があることがその一つの要因の可能性はある。ただし、その要因に関する仮説の検証が今後必要である。

## まとめ

### 本研究の位置づけ

- 地球温暖化緩和策の一つの手段として、海中CO<sub>2</sub>回収システムの研究・開発、社会実装を提案。
- CO<sub>2</sub>回収システムの研究・開発過程において、技術的課題の検討だけでなく、**社会的課題**の検討が必要。
- **社会実装を見据え、研究・開発実施者と社会が対話する場の構築が重要。**

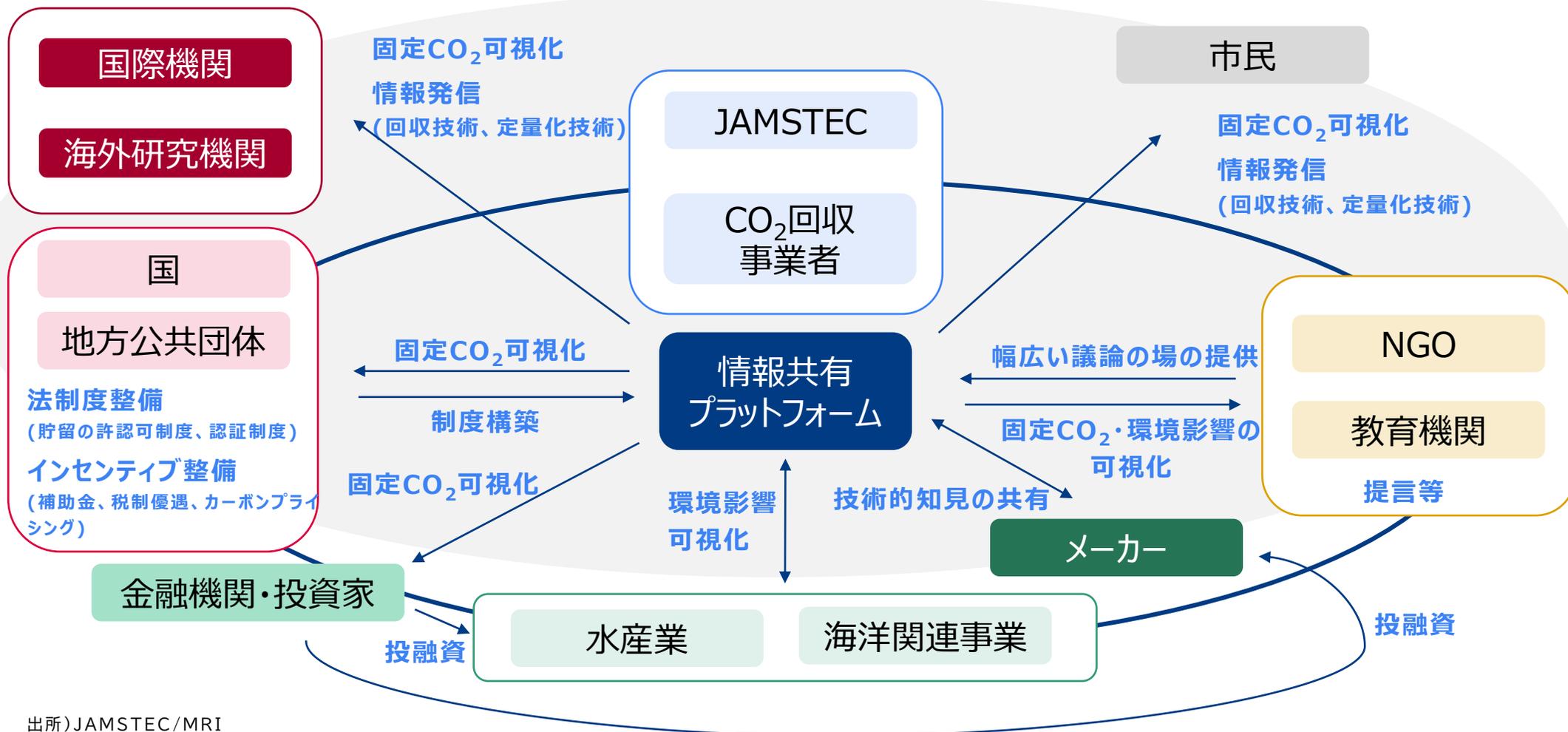
### CO<sub>2</sub>回収技術の社会受容性

- CO<sub>2</sub>回収技術の**社会政治的受容性**、**市場受容性**の現状を知るため、**市民意識調査**を実施。
  - CO<sub>2</sub>回収技術の**認知度は低い**
  - CO<sub>2</sub>回収の実施責任意識とリスク・便益への同意度合には相関が見られる  
→CO<sub>2</sub>回収技術の詳細、そのリスク・便益について市民の理解を促す取り組みは市民意識の変容に寄与する可能性がある
  - **費用負担は増税ではなく、公共料金や製品の値段への転嫁がより受け入れられやすい傾向がある**
- **海中CO<sub>2</sub>回収システムの研究・開発者は、市民、国・地方公共団体、金融機関・一般事業者、NGO・教育機関、国際機関・海外研究機関等の社会と対話**することが求められ、その**対話において活用可能なツールを整備**することが社会受容性の形成に重要と考えられる。

# 海中CO<sub>2</sub>回収システム展開に向けた展望

Stakeholder Value Networkを軸とした「場」の構築すべき姿

※実用化段階を見据えて「場」を構築する



出所) JAMSTEC/MRI