

報

告

海底下地層における二酸化炭素貯留施策推進の課題

ー カーボンニュートラルへの船舶海洋分野の取り組み ー



令和8年（2026年）8月21日

日 本 学 術 会 議

総合工学委員会・機械工学委員会合同

フロンティア人工物分科会

この報告は、日本学術会議総合工学委員会・機械工学委員会合同フロンティア人工物分科会の審議結果を取りまとめ公表するものである。

日本学術会議総合工学委員会・機械工学委員会合同フロンティア人工物分科会

委員長	宮崎 恵子	(第三部会員)	一般財団法人日本舶用品検定協会調査研究部専任部長 (国際担当)
副委員長	佐宗 章弘	(連携会員)	名城大学学術研究支援センター産官学連携領域長
幹 事	河合 宗司	(連携会員)	東北大学大学院工学研究科教授
幹 事	川口 慎介	(連携会員)	国立研究開発法人海洋研究開発機構技術研究開発部門上席研究員
	石川 拓司	(連携会員)	東北大学大学院医工学研究科教授
	伊藤 恵理	(連携会員)	東京大学先端科学技術研究センター教授
	伊藤 宏幸	(連携会員)	ダイキン工業株式会社テクノロジーイノベーションセンターリサーチコーディネーター
	大林 茂	(連携会員)	東北大学流体科学研究所教授
	鈴木 真二	(連携会員)	東京大学未来ビジョン研究センター特任教授／東京大学名誉教授
	戸上 健治	(連携会員)	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構航空基盤技術統括付研究開発マネージャHY-FLARE 部門内プロジェクトチーム長
	中谷 和弘	(連携会員)	東海大学法学部教授／東京大学名誉教授
	中谷 武志	(連携会員)	国立研究開発法人海洋研究開発機構技術研究開発部門海洋技術研究センター海洋ロボティクス技術研究グループグループリーダー代理
	坂東 麻衣	(連携会員)	九州大学大学院工学研究院航空宇宙工学部門教授
	藤井 孝藏	(連携会員)	東京理科大学工学部情報工学科客員教授／国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構名誉教授
	藤田 修	(連携会員)	北海道大学教育イノベーション機構特任教授／北海道大学名誉教授
	松尾亜紀子	(連携会員)	慶應義塾大学理工学部教授
	向井 千秋	(連携会員)	東京理科大学特任副学長
	大和 裕幸	(連携会員)	独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構特命参与／東京大学名誉教授
	佐藤 徹	(連携会員 (特任))	東京大学大学院新領域創成科学研究科教授

本報告の作成にあたり、以下の方に御協力いただいた。

田村 兼吉 一般財団法人日本海事協会技術顧問

本報告の作成にあたり、以下の職員が事務及び調査を担当した。

事務	新田 浩史	参事官（審議第二担当）
	渡邊英一郎	参事官（審議第二担当）（令和8年7月から）
	角田美知子	参事官（審議第二担当）付参事官補佐
	富岡千香子	参事官（審議第二担当）付審議専門職付
調査	辻 政俊	上席学術調査員

要 旨

1 作成の背景

今世紀後半に温室効果ガス（GHG: Greenhouse Gas）の人為的な排出量と人為的な吸収量を均衡させるカーボンニュートラル（CN: Carbon Neutrality）を実現するという世界共通の長期目標が定められている。これに呼応して、日本政府は 2050 年に CN を目指すことを 2020 年に宣言し、2025 年 2 月には 2040 年度の排出量 73%削減という新たな数値目標を国連に提出した。CN について国際合意された目標に対しては、すべての関係者が取り組むべきとなっており、様々な具体的課題について、産官学にわたり多様な分野で技術開発が進められている。

フロンティア人工物分科会は、船舶海洋・航空宇宙の利用技術開発と科学的解明を行うシステム（主として、船舶、潜水機、航空機、ロケット等の輸送手段・輸送機関）を扱い、これらフロンティア人工物の CN 施策について議論を進めてきた。本報告は、船舶海洋分野が貢献する CN 施策として、海底下地層への二酸化炭素貯留（CCS: Carbon dioxide Capture and Storage）を取り上げ、その社会実装のための技術と国際法を含む規則の現状と課題について述べたものである。

また、本報告は日本学術会議の第 26 期アクションプランに基づいた提言「気候危機に対処するための産官学民の総力の結集―循環経済を活かし自然再興と調和する炭素中立社会への転換―」と連携した特定分野の CN の取り組みを示すものでもある。

2 CCS について

CO₂の回収・貯留は、主として化石資源を精製したり利用したりする時に発生する CO₂を、排ガスから分離する等して回収し、大気に排出せずに地中に長期間にわたって安定的に貯留する温暖化対策技術である。化石資源をほとんど使用しない社会への短期間での移行が難しい中で、CCS は 2050 年の CN を目指すために不可欠であるといえる。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change）の報告書でも GHG 濃度の安定化のための緩和策の選択肢と位置付けられている。国内では、2023 年に経済産業省は「CCS 長期ロードマップ検討会最終とりまとめ」を公表し、削減しきれない CO₂を地中に閉じ込める CCS は CN の実現に不可欠であり、国家的課題として戦略的かつ計画的な政策支援の整備が必要としている。

3 本報告の目的

前述の通り、CCS は CN 施策として重要と考えられているが、社会実装のためには技術の確立に加え、貯留そのものと CO₂の海上輸送に関わる国際法を含む規則の整備が不可欠である。そこで、本報告では、技術と規則に関する現状と課題について述べる。これらは関係者との議論の基礎となることを主目的としているが、普段の生活では船舶や海洋での活動に直接触れることが必ずしも多くない人々への発信も目的とした内容となっている。このように船舶海洋分野の CCS を含む CN への取り組みを示すことで社会的受容性を醸成し、

世界共通目標である CN の実現に貢献できるものとする。

4 報告の内容

(1) CN への船舶海洋分野の貢献

船舶海洋分野の CN 施策としては、アンモニア・水素等を燃料とするゼロエミッション船と呼ばれる船舶の開発が進められている。また、洋上風力発電が、地域住民や漁業者の受容性を醸成して洋上風力発電事業の案件形成を行うための協議会設置の規則とガイドラインを整備する等先行している。

(2) 海底下地層への CCS 技術の現状と課題

貯留に関する技術と CO₂ を輸送する技術に分けられ、前者は貯留方法、貯留された CO₂ のモニタリング、CO₂ の挙動を予測するシミュレーションであり、特にモニタリング技術はリスク評価の観点からも重要である。後者では、液化 CO₂ 輸送船の技術基準が整備され、商業運航に向けて進展している。一方、船舶自体から排出される CO₂ を回収・船内保管し、陸上に揚げる船上 CCS の技術開発が進められている。貯留量を増やし CN に貢献するには、玄武岩貯留やガスハイドレート貯留及び CO₂ 漏洩の検知に関する先進的な技術開発と実海域での実証といった課題を解決する必要がある。

(3) CCS に関する規則の現状と課題

CCS に関する国内規則としては、2006年に海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律（海洋汚染防止法）に CO₂ の海底下貯留が追加された。2024年には二酸化炭素の貯留事業に関する法律（CCS 事業法）が成立した。国際的な船舶の環境戦略や規則、国際条約は、国連の専門機関である国際海事機関の場で審議されており、CO₂ の海上輸送も進められている。一方、国際海事機関の GHG 排出削減戦略で 2025 年に拠出金の点から船上 CCS も寄与する方向となり、船上 CCS の商品化の動きが見られる。このように国内外での整備が進められ、貯留も輸送も事業として実証試験が可能となっているが、環境影響評価等や国際動向を踏まえて、規則の制定や運用に留意していく必要がある。

(4) CCS に関する技術と規則の整理及びその他の課題

現在、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第 3 期においては、社会課題を解決するための重要な技術の社会実装には、技術水準、ビジネス持続性、規則・制度整備、社会的受容性、人材確保・育成といった 5 つの観点から検討されるようになっている。よって、CCS 施策においても、技術と規則に加え、今後本報告に基づき関係者との議論を進めるにあたり、ほかの 3 つの観点からも検討を深める必要がある。本報告では、社会的受容性の観点で、漁業補償、漏洩リスクのモニタリング、環境影響評価、海洋生態系の維持等に言及した。地域住民や漁業者の受容性の醸成には、両事業のリスクと便益の構造の相違を考慮した上で、CCS に対して、上記(1)で示した洋上風力発電の協議会設置に倣うことも重要である。

目 次

1	はじめに.....	1
2	カーボンニュートラル（CN）への船舶海洋分野の貢献.....	3
	（1）船舶海洋分野における CN 施策の概要.....	3
	（2）CN における二酸化炭素貯留（CCS）の位置付け.....	4
	（3）船舶海洋分野の CCS への関心と展開.....	4
3	海底下地層への CCS 技術の現状と課題.....	6
	（1）CCS 技術の概観.....	6
	（2）海底下地層への CCS 技術.....	7
	① CO ₂ の貯留技術.....	7
	② CO ₂ のモニタリング技術.....	10
	③ CO ₂ 移動のシミュレーション技術.....	12
	（3）CO ₂ の海上輸送に関する技術.....	12
	① CO ₂ の海上輸送の必要性.....	12
	② 液化 CO ₂ の海上輸送.....	13
	③ 船上 CCS.....	14
4	CCS に関する規則の現状と課題.....	15
	（1）CCS に関する国内規則及び国際規則の概観.....	15
	（2）CCS に関する国内規則.....	15
	① 海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律（海洋汚染防止法）.....	15
	② 二酸化炭素の貯留事業に関する法律（CCS 事業法）.....	15
	（3）CCS に関する国際規則及び国際条約.....	16
	① IMO を中心とした国際規則及び国際条約等の動向.....	16
	② CCS に関連する条約の現状.....	17
5	CCS に関する技術と規則の整理及びそのほかの課題.....	19
	（1）技術と規則の現状と課題の整理.....	19
	（2）そのほかの課題.....	19
	① 社会的受容性.....	19
	② ビジネス持続性と人材確保・育成.....	20
6	おわりに.....	21
	<参考文献>.....	22
	<参考資料> 審議経過.....	25

1 はじめに

2015年に採択された気候変動対策に関する国際枠組み「パリ協定」においては、世界の平均気温上昇を産業革命前に比べて2℃より十分に低く保ち、1.5℃に抑える努力をすることを目標に掲げ、今世紀後半に温室効果ガス（GHG: Greenhouse Gas）の人為的な排出量と人為的な吸収量を均衡させるカーボンニュートラル（CN: Carbon Neutrality）を実現するという世界共通の長期目標が定められている。これに呼応して、日本政府は2050年にCNを目指すことを2020年に宣言し、2025年2月には2040年度の排出量73%削減という新たな数値目標を国連に提出した[1]。CNについて国際合意された目標に対しては、すべての関係者が取り組むべきとなっており[1]、様々な具体的課題について、産官学にわたり多様な分野で技術開発が進められている。

日本学術会議では、第25期にカーボンニュートラル（ネット・ゼロ）に関する連絡会議（以下、CN連絡会議という）を設置し、さらに第26期アクションプランにおいて、速やかな意思の表出に向けて取り組む課題としてCNを位置付けている。本報告の発出主体であるフロンティア人工物分科会は、このCN連絡会議の設置当初から同会議の議論に参加してきた。分科会の名称にあるフロンティア人工物とは、船舶海洋・航空宇宙の利用技術開発と科学的解明を行うシステム（主として、船舶、潜水機、航空機、ロケット等の輸送手段・輸送機関）を示す。これらフロンティア人工物の活動範囲は国際的な海域・空域であり、国内の技術開発並びに国内規則であっても国際規則等が深く関わっていることが特徴の一つである。本分科会では、この特徴を踏まえ、地球環境保全への船舶海洋・航空宇宙分野からの貢献に関して提言し[2]、CN施策についても議論を進めてきた。

一方、CN連絡会議の中核を担う課題別委員会「循環経済を活かし自然再興と調和する炭素中立社会への移行に関する検討委員会」は、2025年10月27日に提言「気候危機に対処するための産官学民の総力の結集－循環経済を活かし自然再興と調和する炭素中立社会への転換－」[3]（以下、CN課題別委員会提言という）を発出した。そして、CN連絡会議を構成している各分野別委員会やその傘下の分科会等に、特定分野のCNの取り組みについても連携して社会に示すことが奨励された。

本報告はこれに応え、船舶海洋分野が貢献している海底下地層への二酸化炭素貯留（CCS: Carbon dioxide Capture and Storage）を対象とし、その技術及び国際条約を含む規則について、現状と課題を示すものである。これは、CN課題別委員会提言の第3章(3)節「既存産業の継続と産業技術転換、公正な移行の可能性とイノベーション」にある、実用化まで来ている技術を普及しつつ、イノベーションによる革新的技術開発を進めることの必要性等の指摘や、具体的に第4章(5)節①項「エネルギーシステムの課題」で言及されている化石燃料等を将来的に継続して使用する際に不可欠な二酸化炭素（以下、CO₂とする）の回収・利用・貯留（CCUS: Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage）のシステム開発と社会実装に呼応している。また、CCSは、気候変動に関する政府間パネル（IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change）の報告書[4]でもGHG濃度の安定化のための緩和策の選択肢と位置付けられており、CNにとって重要な技術といえる。

一方、国内では、本報告で述べる船舶海洋分野の取り組みと並んで、公益財団法人地球

環境産業技術研究機構や国立研究開発法人産業技術総合研究所、関連企業が組織する二酸化炭素地中貯留技術研究組合等が研究開発を進めている。また、本報告の第3章(3)項で述べているように、経済産業省及び独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構（以下、JOGMECという）による「先進的CCS事業」が開始されている。前述の通り、本報告は船舶海洋分野での海底下地層へのCCSに関して報告するものであるが、その成果に基づき、これらの主要機関とも連携し、CCSの課題解決につなげていきたいと考えている。

なお本報告では、船舶海洋分野におけるCNの取り組み全般とそれに関連する特有の制度についても適宜説明することとする。これにより、普段の生活では船舶や海洋での活動に直接触れることが必ずしも多くない人々に対して船舶海洋分野への理解を促進し、広くCCSの関係者との議論につなげ、世界共通目標であるCNの実現に貢献できるものとする。

2 カーボンニュートラル（CN）への船舶海洋分野の貢献

CCS 自体は陸上を対象とした技術開発もなされているが、CCS には船舶海洋分野が深く関わっている。一方、同分野では CCS 以外の CN 施策も取り組まれている。そこで本章では、前述した通り船舶海洋分野への理解促進を目的に、同分野の CN 施策の概要を述べる。最初の節では CCS 以外の CN 施策の概要を、次の節では CN 施策の中での CCS の位置付けを整理し、最後の節で船舶海洋分野の CCS への関心や展開を示す。

(1) 船舶海洋分野における CN 施策の概要

現在、船舶の燃料は化石由来の重油（ガソリン、灯油、軽油よりも沸点が高く粘度が高く、硫黄酸化物が多く含まれる）から、より CO₂ を排出しない燃料への転換が求められている。持続可能な航空燃料（SAF: Sustainable Aviation Fuel）と同様、バイオ燃料も検討されているが、まずは低炭素燃料である液化天然ガス（LNG: Liquefied Natural Gas）燃料の導入が進んでいる。さらに、船舶は長期間にわたり使用されることから、2050 年 CN の実現に向けては、2020 年代後半よりアンモニア・水素等を燃料とするゼロエミッション船と呼ばれる船舶の開発が進められている。国土交通省では、2023 年 7 月に閣議決定された GX 推進戦略¹や同年 12 月の GX 実行会議でとりまとめられた「分野別投資戦略」を踏まえつつ、ゼロエミッション船等の導入、生産基盤の構築及び船員の教育訓練環境の整備を行う等の取り組みが行われている。また、国際航路は航行せず日本国内の港間のみ航行する内航船では、前述のアンモニア・水素等の代替燃料のほか、リチウムイオンバッテリーや水素燃料電池等を動力源とする船舶の実証・導入に向けた取り組みがなされている。

海洋が重要な場となる CN の取り組みとしては、洋上風力発電が挙げられる。経済産業省に「洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会」が設置され、2020 年 12 月 15 日に洋上風力産業ビジョン（第 1 次）が出された。洋上風力発電設備は、水深 50m 程度までは着底式、それ以上深い海域は浮体式が向いているとされている。着床式及び浮体式については文献[5]の図 2-4 を参照されたい。沖合で水深が深くなる日本では、浮体式の普及が期待されており、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、NEDO という）報告書においても、日本近海で浮体式は着床式の約 5 倍の導入可能面積を有しているとされている[6]。

第 1 章で触れた通り、船舶海洋分野の内、特に船舶に関しては国際的な海域だけではなく国内の船舶航行の規則制定や技術開発も、国際規則等により規制されたり、考慮が必要とされたりしている。国連の専門機関である国際海事機関（IMO: International Maritime Organization）にて、従来型の船舶から最先端の船舶に関するものまで安全、環境等に関する国際基準作りを行っており、日本代表団も参加している。CCS や代替燃料も国際機関が審議、採択した国際条約や規則が深く関わっており、CCS に関する IMO を中心とした法的枠組みの動向については第 4 章で述べる。

¹ 脱炭素成長型経済構造移行推進戦略。GX（グリーントランスフォーメーション）を通じて脱炭素、エネルギー安定供給、経済成長を同時に実現するための戦略。

(2) CNにおける二酸化炭素貯留（CCS）の位置付け

CO₂の回収・貯留は、主として化石資源を精製したり利用したりする時に発生するCO₂を、排ガスから分離する等して回収し、大気に排出せずに地中に長期間にわたって安定的に貯留する温暖化対策技術である。CN 課題別委員会提言の第3章(1)節「世界と日本のGHGの排出源と排出削減目標」で、GHG 排出量低減だけではネット・ゼロの達成は困難として、排出された炭素の回収・貯留、また、大気中に放出しない技術の導入が鍵となるとしている。すなわち、化石資源をほとんど使用しない社会への短期間での移行が難しい中で、CCSは2050年のCNを目指すために不可欠であるといえる。

2024年時点で世界では年間5100万トン进行处理できるCO₂回収装置が稼働し、さらに年間5100万トン进行处理するための装置が建設中[7]と急増中であるが、国際エネルギー機関（IEA: International Energy Agency）[8]によると、気候目標（Net Zero Emissions by 2050）を達成するには、2030年時点で年間12億トン、2050年時点で年間76億トン进行回収する必要があると試算されていて、さらなる加速が必要とされている[9]。なお、化石資源の排気に限らず大気中のCO₂を物理的または化学的に分離・濃縮して回収・貯留する技術（DACCS: Direct Air Capture with Carbon Storage）等も注目されており、内閣府統合イノベーション戦略推進会議の革新的環境イノベーション戦略でもDAC技術の追求がアクションプランとして設定されている[10]。さらに海洋では、電気化学的手法で海水中に溶解込んでいるCO₂を直接分離・回収する技術（DOC: Direct Ocean Capture）も注目されており、運航会社による取り組みが見られる（例えば[11]）。

国内では、2023年に経済産業省は「CCS長期ロードマップ検討会最終とりまとめ」を公表している。その中で、削減しきれないCO₂を地中に閉じ込めるCCSはCNの実現に不可欠であり、国家的課題として戦略的かつ計画的な政策支援の整備が必要としている。その上で、2030年からCCS事業を開始し、2050年には目安として年間約1.2から2.4億トン进行貯留するとしている。現在の日本のCO₂の排出量は年間約10億トンであるので、その12%から24%にあたる膨大な量となる。さらに、これまでの国の調査においてCO₂の貯留に適した地層（貯留層）が11地点で計160億トン分あると推定し[12]、民間事業者による試掘等の開発行為につながることを期待されるとしている。一方、CO₂排出源は日本国内に広く分布し、それぞれが近くに適切な貯留地を確保できるとは限らない。そのため、CCS事業には、国内の海底下地層への貯留であってもCO₂の船舶による輸送（以下、海上輸送という）が必要であり、さらに後述の海外への輸送も考えられるため、CO₂の海上輸送の技術開発や規則整備が必要となっている。

(3) 船舶海洋分野のCCSへの関心と展開

船舶海洋分野では、2025年9月の日本船舶海洋工学会誌に特集「CCSバリューチェーンと液化CO₂海上輸送」が生まれ、CCSバリューチェーンを構成する分離・回収・輸送・貯留技術の概要、液化CO₂輸送に関する船舶の技術開発動向、CO₂のモニタリング技術、CO₂の挙動を予測するシミュレーション技術の詳細等が紹介されている。さらに、2026年

1 月には、一般財団法人日本海事協会²（以下、NK という）は、技術広報誌「ClassNK 技報」に特集記事「CCS（CO₂回収貯蔵）」を掲載し、船舶海洋分野の CO₂回収・貯蔵・輸送に関するガイドライン、技術開発の概要を紹介している。これらからも、この分野での CCS への高い関心が伺われる。

また、CCSはGHG削減のための環境対策技術としての側面に加え、船舶海洋分野の関連産業の技術高度化や新たな産業の形成につながる可能性を有している。特に、CO₂の輸送、圧入、モニタリング等に関わる技術は、造船、船用機器、海洋調査、計測・シミュレーションといった既存の産業基盤と親和性が高く、CCS施策の推進は、これらの産業における技術継承や人材育成の観点からも重要視される。

² 船舶は、設計・製造段階から廃船に至るまでの間、航行に必要な構造、設備等に関する技術基準に適合していることは国が確認することとなっており、これらの活動は船舶検査と称される。一方、船舶分野には船級協会という第三者認証機関がある。もともとは海上保険の必要性から設立された機関であるが、保険を引き受ける船舶の安全性を確認する必要があり、船級協会は船級規則と呼ばれる基準を定め、実際に船舶を検査している。日本の船級協会は一般財団法人日本海事協会のみで、日本を含め世界 100 か国以上の国から、国の代行機関として認定されている。

3 海底下地層への CCS 技術の現状と課題

本章では、CCS に関する技術について、最初の節で概観を示した後、次の節で海洋域である海底下地層への CCS 技術について述べる。最後の節で CO₂の海上輸送といった船舶海洋分野が中核的役割を担う技術に焦点を当てる。

(1) CCS 技術の概観

CN課題別委員会提言では第5章(1)節④項「炭素中立と循環経済のトレードオフと課題解決の方向性」でCCSに関わる学術分野について言及されている。本報告は、船舶海洋分野からの発出であるが、特に海底下地層では、資源工学及び土木工学と共通する部分も多い。本節では、これらの工学に共通する技術も含め概観する。

純粋なCO₂が、温度と圧力の組み合わせでどのような状態になっているのかを示しているのが相図である（図1参照）。

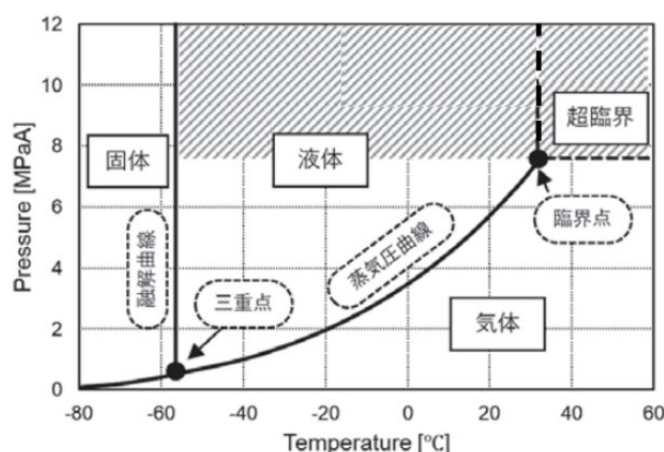


図1 純粋なCO₂の相図

(出典) 参考文献9より抜粋・編集

本報告でCO₂について述べる際、必要に応じて状態の説明も行う。日本国内では、パイプラインによる輸送は圧縮した気体の状態で、海上輸送は液体の状態となっている。CCSにおけるCO₂の海底下地層への貯留に関しては、CO₂の注入時は液体、または液体でも気体でもない超臨界状態となっている。超臨界状態は、液体と同じような密度でありながら気体のように拡散しやすい状態で、効率よく海底下地層の中に入れることができる。時間の経過により、注入されたCO₂は、元々地層中にあった海水に溶けてCO₂水溶液になり、一部は炭酸塩鉱物になっていく。また、貯留時は、高圧・低温の条件が合えばハイドレートにもなる。CO₂に限らずガスハイドレートは水の分子の結晶にゲストガス分子が取り込まれたもので、氷状の固体結晶である。

CCSを実現する技術としては、第2章で述べた通り、貯留に関する技術とCO₂を輸送する技術に分けられる。前者は資源工学及び土木工学と共通するものであり、次節で、貯留方法、貯留されたCO₂のモニタリング、CO₂の挙動を予測するシミュレーションの現状を

述べ、適宜、課題について言及する。後者に関しては、輸送距離やコストの点で、日本近傍ではパイプラインによる輸送が主となり、海外での貯留や国内の沖合貯留では海上輸送となる。そこで、CO₂の海上輸送の必要性と、輸送に使用される船舶の現状として特に技術基準に関する事項と海上輸送を含むバリューチェーンについて示し、適宜、課題について述べる。さらに、船舶から発生するCO₂に直接対応する技術動向と関連するガイドラインについて示す。図2はCCSの輸送と貯留のイメージを表している。

なお、船舶や浮体式洋上施設からの圧入には、海上輸送の先の浮体式洋上施設への動揺下での移送技術や海底下地層へ圧入するためのライザー管の技術が重要であり、圧入時のCO₂の温度調整、さらには必要な設備設置や設備稼働に伴うエネルギー供給等の課題も解決する必要がある。

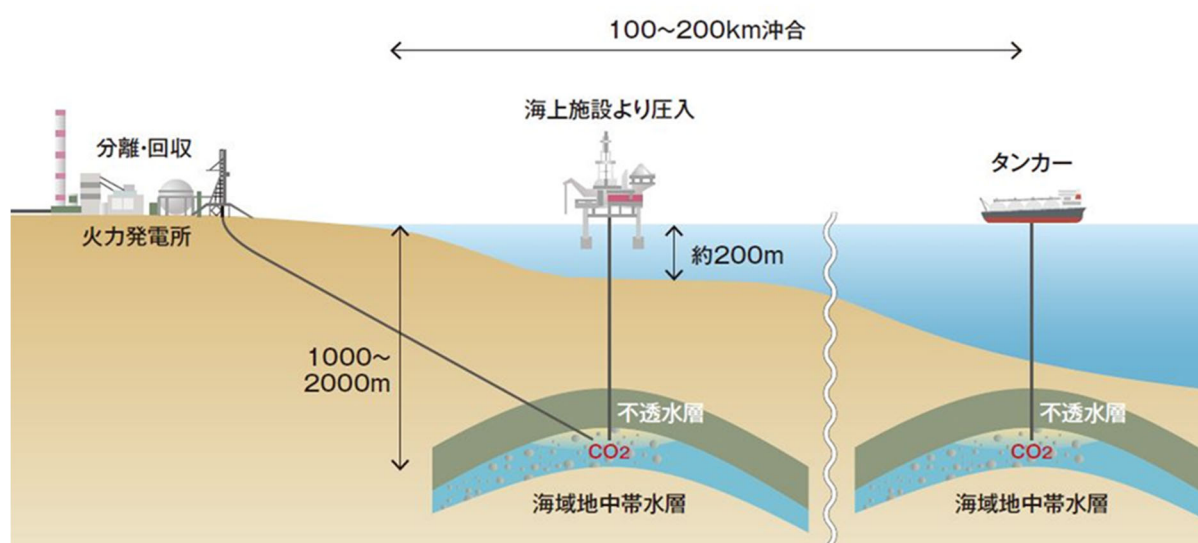


図2 CCSの輸送と貯留のイメージ図

(出典) 参考文献13

(2) 海底下地層への CCS 技術

① CO₂ の貯留技術

ア 海底下帯水層貯留

CO₂を地中貯留するための地質条件としては、①貯留層に十分な貯留容量や圧入性がある、②貯留層を遮蔽層が覆っている、③圧入したCO₂が地層中にとらえられ留まるメカニズム(トラップまたはトラッピングと呼ばれる)が備わっている等であり、遮蔽層下の帯水層への貯留となる[4]。図3は貯留層及び遮蔽層とトラッピングの関係を簡略化して示したものである。主として物理的にCO₂を留まらせる「構造的・層序的トラッピング」と「残留トラッピング」、化学的な「溶解トラッピング³」と「鉱物化トラッピング(次目を参照のこと)」があり[4]、CCSでは最初に「構造的・層序

³ 圧入したCO₂が帯水層中の海水である地層水に溶解。周囲の地層水よりも重いため上昇せず留まる。

的トラッピング」される。すなわち圧入したCO₂は遮蔽層に侵入できず留まる。さらに、CO₂が上昇する際、貯留層の孔隙が細かいためCO₂と間隙の海水の界面の曲率が大きくなり、界面張力によりCO₂が上昇できなくなる毛細管圧力により「残留トラッピング」される。

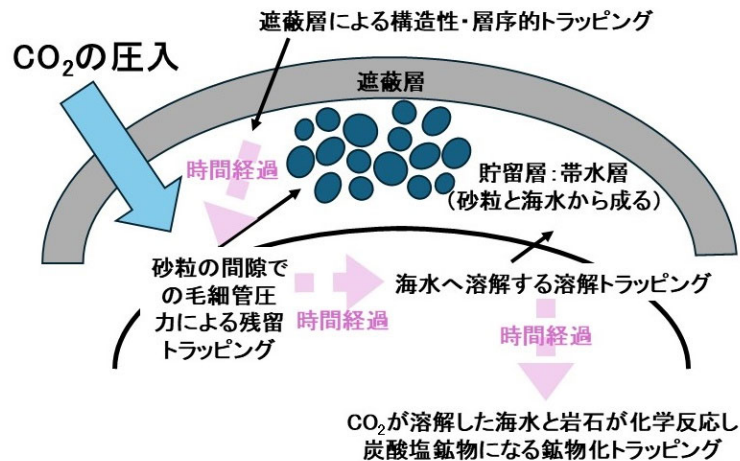


図3 遮蔽層及び貯留層とトラッピングの概要図
（関係をわかりやすく示すため簡略と強調をしている）
（出典）参考文献4及び14等に基づき作成

CO₂の貯留技術の課題としては、現在、CCS事業法で想定されている遮蔽層下の帯水層に貯留する手法では、第2章(2)節で述べた2023年の経済産業省による「CCS長期ロードマップ検討会最終とりまとめ」で示された、2050年までに年間1.2億トンから2.4億トンという貯留目標の達成に十分かということが挙げられる。そこで、海底下帯水層貯留以外の貯留方法についての技術開発が課題となっている。それらの内、有望と思われるものを以下に説明する。

イ 玄武岩貯留

玄武岩層に超臨界状態や液体のCO₂またはCO₂水溶液を圧入することで炭酸カルシウム等炭酸塩鉱物を生成し、漏出リスクの低い固体としてCO₂を貯留する玄武岩CCSと呼ばれる手法が提案されている。玄武岩貯留は「鉱物化トラッピング」であり、鉱物化してしまえば半永久的に固定されるので漏洩リスクはほとんどないといえる。圧入したCO₂が固体に変わるには数百年から数千年の時間が必要で実用性は低いと考えられていたが、アイスランドで行われたCarbfixプロジェクト[15]で2016年に注入したCO₂の約95%が2年間で固体化したという報告がなされ注目が集まっている。

日本の排他的経済水域内には玄武岩を基盤とする海山が複数あり、大規模なCO₂貯留が期待されている。内閣府戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第3期では南鳥島周辺の玄武岩で構成された拓洋第五海山で基礎調査が実施されている[16]

が、貯留可能量の予測が、弾性波探査や衛星からの重力異常観測等の間接的情報のみに基づくものに留まっており、今後、この貯留法を確実な候補とするには、温度や圧力、pHなどの物理化学的条件の詳細やコア⁴の取得といった直接的情報が必要となる。

ウ ガスハイドレート貯留

日本近海の深海底で天然に湧出する CO₂ がハイドレート化して滞留することが確認されている。ガスハイドレート貯留は IPCC[4] の想定にないトラップメカニズムによる貯留法であり、低温・高圧の帯水層のガスハイドレート安定領域に液体 CO₂ を圧入しハイドレート化させて固定する貯留法も検討されている。

帯水層貯留の場合でも、想定外に CO₂ が漏洩した場合において、ガスハイドレートの形成により漏洩に対する遮蔽効果が期待できる。CO₂ ガスハイドレートの遮蔽効果を正確に評価するため、いくつかの数値モデルが提案されており（例えば[17]）、自然環境下及び圧入された CO₂ がガスハイドレートになって固定されることが示されている。

CO₂ ハイドレートが海中で安定に存在する高圧・低温を得るのは水深約 400m 以深の領域である。一方、海底下の地中では深くなるほど温度が上昇する地温勾配（およそ 100m で 3℃上昇）があるため、海底下深度が大きいとハイドレートは不安定となる。

日本近海は、プレートの沈み込みがあるため沖合に行けば海は深くなり、ガスハイドレート貯留ではガスハイドレート自体が漏洩を抑制するので、遮蔽層の存在への依存度が低く、この手法に適した海域は広大である。また、大水深海底下帯水層貯留であれば、万が一、貯留層からの漏洩が起きても、ガスハイドレートが生成されることで海底からの漏出を防止することが期待される。さらに、地層内でガスハイドレートが安定的に形成されて漏洩を遮蔽することができれば、ハイドレート安定領域の下に溜まった漏洩 CO₂ ガスを回収することも可能となる[14]。

海岸線から 100km 程度以上離れる場合、コストの面からもパイプラインではなく、海上輸送を考えることになる。従ってガスハイドレート貯留では、火力発電所や製鉄所等の複数の CO₂ 大量排出源に対して効率的に少ない船舶隻数で対応できる[14]。

なお、社会的受容性については第 5 章で述べるが、沖合での貯留は NIMBY (not in my backyard) 問題を緩和できる可能性がある。

この貯留法については、現在、室内実験と数値シミュレーションによる貯留可能性や評価に留まっており、技術の成熟度を上げるために、海域での実証実験が必要である。

⁴ 地質の情報を得るために地下から採取した円筒状の岩石試料片。

② CO₂のモニタリング技術

ア CO₂の地中モニタリング

地中のモニタリングには、弾性波探査、電磁探査、坑井モニタリング等がある。モニタリングは第5章で述べるリスク評価においても重要な技術であり、本報告の主要項目のため本目地中と次目海中のモニタリング技術は比較的詳細に説明する[14]。

弾性波探査には主に反射法地震探査とVertical Seismic Profiling (VSP) がある。反射法はエアガン等で強い弾性波を発生させ、地層ごとの反射を解析することで地層構造を把握する手法である。海底下地層中でCO₂を含む液体があると弾性波の速度や振幅の減衰として検出される。VSPは、反射波法が地表で受振するのに対し、坑井内で受振するため精度がよく、起振力を大きくしなくてよいという利点もある。一方、巨大な音量と振動を伴うエアガンを使用するため、漁業を含む環境影響が課題となっており、これを軽減する技術の開発が望まれている。

電磁探査は、海底電磁場を測定して地層の比抵抗の違いを把握し、地層中のCO₂の分布を含む地層構造を解析する。自然電磁場を用いる手法にMagnet-Telluric法があり、また人工電磁場を利用する手法にTransient Electro-Magnetic法がある。電磁探査は、深くなるほど高周波成分が減衰するため空間分解能が悪化する。これに対し、近年では超電導量子干渉素子を用いることで、地磁気の測定感度を上げ、高深度まで測定することができるようになった。今後は、実用に耐える十分な精度の保証が課題となる。

CO₂の潜在的漏洩経路には坑井に沿って漏洩するケースがあるため、坑井に各種センサー等を設置して行う坑井モニタリングは重要であり、貯留層飽和度計測や光ファイバー計測等がある。貯留層飽和度計測は、中性子を地層に放出させ、地層が発生するガンマ線を測定することで地層内の流体の種類と量を推定するが、コストが高いことが課題である。

一方、光ファイバー計測は、坑井に這わせた光ファイバーに光を伝送し、ファイバーの微小な変形に対する光の特性変化を利用する手法である。光ファイバー自体は物理化学的に安定で、過酷な環境下でも使用できる。また寿命も長く、コストも安い。音響計測、温度計測、ひずみ計測に用いることが可能である。近年は坑井の健全性の評価のためだけでなく、光ファイバーを海底面に這わせ、電磁探査のような使用法も検討されている。実海域実験を経て、実用化の課題を抽出するところから始める必要がある。

イ CO₂の海中モニタリング

海中モニタリングについては、実証試験の状況と合わせて説明する。

海底下地層から海へとCO₂が漏洩すると、海水酸性化等により海洋生態系に影響を及ぼす懸念がある。2016年4月に開始された苫小牧沖のCCS実証試験においては、海域中へのCO₂漏洩監視として、年4回（春夏秋冬）、予め決められた地点において採水し、溶存無機炭素（DIC: Dissolved Inorganic Carbon）と全アルカリ度（TA: Total

Alkalinity)、溶存酸素 (DO: Dissolved Oxygen) を分析している。同時に測定した水温と塩分、圧力を用いれば、DICとTAからCO₂分圧 (pCO₂) とpHを計算することができる。苫小牧沖のCCS実証試験では、環境省の指導の下、pCO₂とDO飽和度の相関に対し95%予測区間を使用して高濃度値の判定を行っている。坑井近傍の海水においては、初期から毎年のように閾値を超えるデータを観測し、圧入停止、再調査で漏出のないことを確認し再開を繰り返している。苫小牧沖の海水は、親潮や津軽海峡からの水、陸水等が混在しており、pCO₂-DO飽和度相関のばらつきが大きい上に、そもそも95%予測区間を使用しているために確率上2.5%の高濃度値は発生してしまうという問題が存在する。

そこでpCO₂-DO飽和度ではなく、DICとDOから高濃度値判定を行う手法も提案されている[18, 19]。これらの手法では、観測水温及びDICとDO、さらに殻等の炭酸カルシウム形成という生物活動も考慮したアルカリ度補正を行うことで、生物活動影響に左右されない高濃度値判定基準となっている。これらの手法でも95%予測区間を用いれば、高濃度は2.5%の確率で出現するため、従来のpCO₂-DO飽和度とDIC系の複数の指標を併用することや、機械学習法を用いることで、海水中CO₂濃度の自然変動と漏出をより高精度に区別することが提案されている。CO₂自然漏出海域でのデータ取得を進めることで、これらの技術を検証し、早期に制度化することが課題となる。

DICやTA、DOを採水から分析するのは時間とコストがかかる。そこで、センサーを用いて現場で観測する手法の開発が急がれている。例えばpCO₂とpHを観測すればDICとTAが計算できるので、これらのセンサーをAUV (Autonomous Underwater Vehicle) やROV (Remotely Operated Vehicle) に搭載することで容易に分布を求めることができ、漏洩が確認できる。

pHセンサーはガラス電極型が多く使われているが、相対的な分布を取ることはできるものの、現段階では採水分析に比べて精度に課題があるとされる[20]。またゼロ点ドリフトの問題も指摘されている。電極型以外にも、半導体であるイオン感応性電界効果型トランジスタ⁵を用いたものや、それとpCO₂センサーを組み合わせたものが開発されている。

pCO₂センサーは非分散型赤外線吸収法⁶が主流であるが、数秒から数十秒程度の応答時間の遅れがあるため、高速で移動しながらの観測には向いていない。また、pCO₂センサーも数日から数週間といった長期定点観測をした場合、ゼロ点ドリフトが小さくなく、これを改善する点が課題であり、その開発が現在鋭意進められている。

万が一、貯留したCO₂が漏洩した場合、CO₂は海底下を液体、あるいは気体として上昇し、海底面を介して海水中に漏出する。漏出したCO₂は気泡ブルームとなって上昇しながら海水中に溶解する。そこで、漏洩地点の絞り込みには、海水中のCO₂濃度観

⁵ 溶液のpHやイオン濃度を測定することのできる微小固体センサー。半導体内部に生じる電界によって電流を制御する方式のトランジスタであり、内部構造である絶縁ゲートがイオン感応物質となっている。

⁶ 光の特定波長領域を吸収する分子の性質を利用し、赤外線を用いてCO₂の濃度を計測する。特定波長を使用する方式を非分散型という。

測とは別に、サイドスキャンソナーやマルチビームソナー等の音響探査によって気泡の存在を確認する。環境省は、採水によるCO₂の高濃度感知があった際の再調査では、これら音響探査により気泡プルームを捉えることを検討するよう推奨している[20]。なお、音響探査では気泡を可視化できるが、それがCO₂かどうかは別途分析が必要となる。課題としては、コスト低減のため、いかに調査海域面積を減少するかという点が挙げられる。

③ CO₂移動のシミュレーション技術

ア CO₂の地中シミュレーション

CO₂の地中での運動量保存則はダルシー則⁷となる。二相流の場合は、これに加え、質量保存則（物質移動）と、地温勾配で温度差のある間隙水の鉛直移動やCO₂の溶解熱等を考慮しなくてはならないため、エネルギー保存則（熱移動）が必要となる。二相流ダルシー則で重要なのは、二相の相対浸透率であり、水の飽和度の関数として様々なモデルが提案されている。さらに、気体、液体や超臨界状態のCO₂の密度、粘度、熱伝導率、フガシィ係数、水との界面張力を考慮する必要がある。数値解析法としては確立しているものの、海域実験との照合による検証例を増やして、未定パラメータを構築することが課題である。

イ CO₂の海中シミュレーション

海中に漏出し気泡となって上昇しながら海水中に溶解するCO₂を解析するため、静水圧近似を用いた海洋流動モデルに非静水圧のCO₂気泡の運動と溶解を取り入れたマルチスケールモデルが開発され、実海底地形及び潮汐とともに漏出レートを変えたシミュレーションが実施され、漏出レートの大きさと生物影響について検討された[21]。その結果、年間10万トン程度の漏出では、pCO₂の上昇は200 μ atmをわずかに超過することがあるものの、年間に数千トンの漏出では自然変動より遙かに小さいことが示されている。この技術も解析法は開発されているが、今後は、人為的な漏出実験や自然漏出海域での観測による検証が必要となる。

(3) CO₂の海上輸送に関する技術

① CO₂の海上輸送の必要性

日本のCCSの物理的貯留キャパシティーは、CO₂の貯留に適した地層11地点で計160億トン分とするものの[12]、CCSも洋上風力発電同様、第5章で述べるように、社会的受容性は重要であり、物理的に貯留適地であっても社会的に貯留できないケースも起こり得る。また、試掘権を得た事業者が詳細な海底地形調査を実施した結果、これまで未検出だった断層が発見される可能性は少なからずある。断層の存在は、遮蔽層の密封性を損なう漏洩パスとなるリスクがあるだけでなく、注入可能なCO₂量を物理的に減

⁷多孔質材料を通る流体（本報告ではCO₂が海底下地層を通る）の流量は、材料の透過性、流体の粘度、断面積、圧力差によって決まることを示すもので、資源工学や土木工学の分野で広く用いられている経験則である。

少させる要因となる。その結果、国内の貯留適地とされた地点の一部が使用不能となり、想定された貯留キャパシティに満たない可能性もある。

一方で、経済産業省は国内の適地不足やコスト面の観点から海外での貯留を視野に入れている。第4章(3)節のCCSに関する国際規則及び国際条約で述べる二国間クレジット制度を活用して、一定量のCO₂を日本の削減量としてカウントすることができる。

そこで、国内貯留でも陸上からパイプラインで岸に近い海底下に貯留する方式だけではなく、海外貯留と共通の基盤技術となる海上輸送を活用し、より広大な沖合の洋上施設から海底下へ貯留する方式を確立する必要がある。その際には、シャトルシップ方式を導入することで効率化を図ることとなる。さらに沖合は水深が大きくなることから圧力と温度的にCO₂ガスハイドレートが形成されるため、遮蔽層下の帯水層貯留に漏洩があった場合の漏洩抑制や、より直接的なガスハイドレート貯留も期待できる。

なお、海外貯留は国内貯留より低コストだとしても、実質的には外貨の流出となり、エネルギー資源を輸入に頼る日本にとって貿易収支への影響は無視できない。

② 液化CO₂の海上輸送

CO₂の海上輸送技術を述べる本項では、技術基準について取り上げて技術と規則の整備状況を示した後、バリューチェーンについて説明する。

1990年代には食品・ドライアイス向け等の小型の液化CO₂輸送船（例えば、1999年建造 CORAL CARBONIC、単一C形タンク 1,250m³ [22]）が就航しており、液化・貯蔵・荷役・安全の基本技術は既に確立していた。IMO は LNG や LPG 等の液化ガスをばら積貨物として輸送する船舶の構造及び設備の安全要件を、国際ガスキャリアコード（以下、IGC コードという）に規定している。液化CO₂輸送船の将来的な拡大・越境輸送を見据えて、IGC コードの2006年12月の採択時にCO₂の運送・設備要件が明確化された。同時に、各船級（脚注2を参照のこと）による液化CO₂輸送要件の補完が進み、2010年代以降は業界ガイダンスの充実を経て、中型から大容量の専用船の基本設計承認⁸（AiP: Approval in Principle）が発行される段階に至った。

NK は、国際規則である IGC コードを船級規則の鋼船規則「N 編」に取り込み、対象となる船舶の審査を行っている。既に、2025年2月に、内航液化CO₂輸送船に対し鋼船規則「N 編」に基づく審査を行い、所定の要件への適合を確認したことから、AiP を発行した[23]。また、常温で液化CO₂を貯蔵、輸送する常温昇圧方式を用いて液化CO₂を輸送する船舶に対し、同様に2025年3月にAiPを発行した[24]。さらに、2025年6月には、液化CO₂・メタノールを兼用して輸送する船舶に対し世界初のAiPを発行した[25]。このように、近年は7,500m³級等の専用キャリアによる産業規模の実装段階に移行しており、今後の課題は経済性向上である。

なお、IGC コードは、第2章の船舶のCN施策で紹介したアンモニアについて、運送・

⁸ 設計初期の段階あるいは特定の実装対象船舶が決定する前の段階で、国際条約や船級規則等既存の規制に基づき、設計を審査し、要件への適合の証明として発行するもの。後工程における規制面の手戻りの防止や、船級登録時の審査時間の短縮につながるとともに、設計状況の対外的なアピールの技術的根拠として活用することが可能となる。

設備要件を既に定めている。液化水素の輸送については、IMO で暫定勧告が採択される等、IGC コードでの規定に向けて議論が進められている。

液化 CO₂ の海上輸送を含むバリューチェーンは、上流の回収～液化工程と下流の圧入工程は連続的なプロセスである一方、輸送船の航海や荷役は断続的なバッチ処理になるため、安定した輸送には、十分な能力を有する荷役と一時貯蔵の設備が両側の港に必要である[9]。また、受入基地で荷揚げした後、圧入井まで CO₂ をパイプライン等で移送する方式のほかに、一時貯蔵タンクを搭載した浮体式洋上施設（図 2 参照、図 2 では海上施設となっている）に荷揚げして直下の海底下貯留層に圧入する方式や、輸送船が貯留海域に到着するたびに船から貯留層に向けて直接圧入する方式の構想も提案されている[9]。2025 年 5 月には、JOGMEC が経済産業省の協力のもとに設置した協議会を経て、液化 CO₂ の海上輸送を含むバリューチェーンのガイドラインを発行している[26]。さらに、NEDO は液化 CO₂ 輸送船に関する開発プロジェクトで関連技術の開発に取り組み、液化 CO₂ の海上輸送の知見を蓄積しているところである[27]。

③ 船上 CCS

ここまでは、船舶または海洋が、主として船舶以外で発生した CO₂ の貯留と、貯留場所まで輸送する船舶の役割について述べてきた。船舶は、貨物の輸送量を示すトンキロ（輸送した貨物の重量(トン)に貨物の輸送距離(キロ)を乗じたもの）ベースでの効率が優れた機関であるが、船舶自体も CO₂ を排出するため、その対策として船上 CCS がある。船上 CCS は、エンジン等から排出される CO₂ を分離して回収し、船内に一時保管した後、港で陸上に揚げるシステムである。化石燃料である重油でエンジンを稼働させても、それによる CO₂ を回収することができ、これまでに就航している従来型の船舶にとっての脱炭素対策となる。

第 2 章(1)節で述べた通り、船舶の燃料の重油はほかの燃料に比べると硫黄酸化物が多く含まれ、国際航路に従事する船舶の環境対策では、CN が目指される以前から、IMO が主導して硫黄酸化物の排出規制が、同様に窒素酸化物の排出規制も進められてきた[28]。これらの排出規制の対応のため、排ガス処理装置が開発され、船上に設置されてきている。船上 CCS は、このような排ガス処理装置の延長上に技術開発が行われているが、経済的に成り立たせることの困難さがある。

船上 CCS に関するガイドラインとしては、NK が 2023 年に、アミン吸収法による船上 CO₂ 回収貯蔵装置に関する要件について記載した「船上 CO₂ 回収貯蔵装置ガイドライン（第 1.0 版）」を発行した。さらに、2025 年 10 月に発行した第 2.0 版では、アミン吸収法と比べ CO₂ 回収に必要な電力使用量が少なく、アミン水溶液を常備する必要がない、膜分離法による船上 CO₂ 回収貯蔵装置に関し、装置の開発や船舶への搭載時に考慮すべき要件を規定している[29]。

4 CCSに関する規則の現状と課題

本章では、海底下地層への CCS の社会実装に関わる法的枠組みについて、国内・国際の両方の観点から述べる。

(1) CCSに関する国内規則及び国際規則の概観

CCSを実施するためには、技術課題だけではなく、規則の点でも問題ないようにする必要があり、国際航路に従事する船舶や海洋利用に関しては、国際的な規則や条約を遵守する必要がある。

CCSに関する国内規則としては事業者に係る規則も含まれるため、事業との関係がわかるよう、国内規則の節では関連する事業についても紹介する。前述の通り、船舶海洋に関する国際規制や国際条約に関しては、IMOの動向も含め個別の条約・規則等について述べる。

(2) CCSに関する国内規則

① 海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律（海洋汚染防止法）

環境省は2006年に「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律（海洋汚染防止法）」にCO₂海底下貯留を追加した後、「特定二酸化炭素ガスの海底下廃棄の許可等に関する省令」を制定し、CCS事業者は、事業開始前のベースライン調査からCO₂圧入後に至る継続的な海域モニタリング調査を義務付けている。海洋汚染防止法であるため、モニタリング対象に地中は含まず、あくまで海中を対象としている。

② 二酸化炭素の貯留事業に関する法律（CCS 事業法）

JOGMECは、2030年までのCCS事業開始を目指し、CCSのビジネスモデルの規範となるようなCO₂のバリューチェーン全体を一体的に支援する「先進的CCS事業」を2023年度より開始した。公募により国内での貯留5案件、アジア大洋州での貯留4案件の計9案件を選定し、年間約2000万トンのCO₂を貯留することを目標としている。国内貯留の5案件は、苫小牧沖、東新潟地域、首都圏（以上パイプラインによる輸送）、日本海側東北地方、九州西部沖（以上海上輸送）となっている[30]。

国際展開については、経済産業省が2021年に「先進的CCS事業」に先立ち、アジア全域でのCCUS活用に向けた知見の共有や事業環境整備を目指す国際的な産学官プラットフォーム「アジアCCUSネットワーク」を立ち上げ、「先進的CCS事業」のアジア大洋州での貯留4案件を支援するための環境を整備している。

経済産業省は上記の動きとともに、2024年に「二酸化炭素の貯留事業に関する法律（CCS事業法）」を成立させた。浮力を有するCO₂の漏洩を防ぐための遮蔽層が上部にあることを前提とし、地下約1000から3000mの貯留層まで井戸を掘り、超臨界状態や液体のCO₂を貯留するという帯水層貯留を対象としており、その概要は以下の通りである。

■試掘・貯留事業許可制度の創設

・経済産業大臣は、貯留可能地域を「特定区域」に指定し、貯留事業者を募り、最も

適切な事業者に許可を与える。

- ・経済産業大臣は、選定された事業者に対し、試掘権及び貯留権を設定する。

■貯留事業者に対する規制

- ・貯留層の温度、圧力等を監視する義務を課す。
- ・注入停止後に行うモニタリング業務等に必要な資金を確保するため、引当金の積立て等を義務付ける。
- ・貯留CO₂の挙動が安定している等の要件を満たす場合、モニタリング等の管理業務をJOGMECに移管できる。

そして、海底下貯留については、「海洋汚染防止法におけるCO₂の海底下廃棄に係る許可制度は、本法律案に一元化した上で、海洋環境の保全の観点から必要な対応について環境大臣が共管する」としている。ただし、CCS事業法施行により、これまでの海洋汚染防止法の海水モニタリングをしなくてよくなったというわけではない。2025年2月21日に指定された苫小牧沖に続き、2025年9月に、2例目となる千葉県九十九里沖の一部区域が特定区域として指定され、2030年代初頭からのCCS事業開始に向けた検討が進められている。これらの事業を通して、地中モニタリングと海水モニタリングが併用され、コストも考慮した規制緩和が期待されるところである。

(3) CCSに関する国際規則及び国際条約

① IMOを中心とした国際規則及び国際条約等の動向

ア CCSに影響する規則

第3章で前述した通り、船舶海洋分野における国際的な環境戦略や規則、国際条約は、IMOの場で審議され、採択、発効されている。

IMOは2018年に採択したGHG排出削減に関する初期戦略を改定し、2023年7月に「2023年IMO GHG削減戦略」を採択した。この戦略では、2050年頃までに国際海運のGHG排出総量をネット・ゼロとすることが明確な目標とされている。この目標達成を実現するための具体的な措置として、IMOでは「中期対策」と呼ばれる、技術的・経済的要素を組み合わせた新たな法的枠組みの導入が検討されてきた。2025年4月に開催された第83回海洋環境保護委員会（MEPC: Marine Environment Protection Committee）（以下、MEPC 83という）において、中期対策の具体的な規制として、使用燃料のGHG強度（GFI: GHG Fuel Intensity）規制（以下、GFI規制という）が承認された。

GFI規制は、船舶で使用する燃料のGHG強度（エネルギー当たりのライフサイクルGHG排出量の年間平均値）に関する規制である。使用燃料のGHG強度に関する規制値・基準値を2050年に向けて厳しくしていくことで、GFIの低い燃料への転換を促し、国際海運全体でのGHG排出量を確実に削減していくものである。GFIの毎年の規制値・基準値を達成できない船舶は、規制値・基準値からの乖離幅に応じた拠出金を支払うこととなる。このように、燃料の転換が主目的であるが、同時に、当該船舶のライフサイクル、いわゆるwell to wake（燃料の産出の象徴である井戸から、船舶運航

を象徴する航跡まで)のGHG排出量が抑えられればGFIに寄与するので、船上CCSによるCO₂の回収もその対象となり得る。

MEPC 83では、船上CCSに関する法的枠組みの構築に向けた議論を2028年までに完了させる方針が採択された。現在のGFIの算定には船上CCSの回収分が明示的に組み込まれていないが、単位エネルギー当たりのCO₂排出量という要素が導入されており、この要素にCCS回収分をどう組み込むかは論点の一つとなる。今後、GFI規制の施行開始までに、船舶のGFIの計算方法等に関するガイドラインの作成を通じて、規制の具体化に向けた作業が行われる。

第3章では船上CCSは経済的に課題があると述べたが、上記の通り、GFI規制により、船上CCSでのCO₂回収が経済的に成り立つようになり、製品化の動きが見られている。また、欧州連合でもGHG規制における船上CCSの取り扱いを検討している[31]。

イ CO₂の海上輸送に関わる国際条約

CO₂はいわゆるゴミと呼ばれるような廃棄物ではないが、廃棄物の一種または再生資源と捉えられ、海上での廃棄物を扱う国際条約や、廃棄物や再生資源の海上輸送に関わる国際条約等が関係する。

海上での廃棄物について扱う「廃棄物その他の物の投棄による海洋汚染の防止に関する条約(以下、ロンドン・ダンピング条約という)」は、1972年のストックホルムの国連人間環境会議での勧告を受けて採択された国際条約で、陸上で発生した廃棄物を船舶、航空機等から海洋投棄したり、廃棄物を海上で焼却処分したりする行為を規制する目的を持つ。1972年採択、1975年発効で、日本は1980年に批准した。第4章(2)節で述べた「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律(海洋汚染防止法)」はこの条約に対応するものである。

一方、1980年代に、先進国からの廃棄物が途上国に放置されて環境汚染が生じるという問題がしばしば発生したことを受け、こうした課題に対処するため、「有害廃棄物の国境を越える移動及びその処分の規制に関するバーゼル条約(以下、バーゼル条約という)」が1989年に採択、1992年に発効された。日本は、リサイクル可能な廃棄物を資源として輸出入しており、この条約の手続に従った貿易を行うことが世界的な環境問題への積極的な国際貢献となると判断されている。

CNの長期目標を定めているパリ協定では、国際的な協力によってGHGの排出量削減を実施するための市場メカニズム等を第6条で規定している。この規定に基づいた二国間クレジット制度(JCM: Joint Crediting Mechanism)により、日本は、GHGの世界的なGHG排出削減・吸収に貢献するため、日本とパートナー国の利点を活かした協力体制を組むことができる。これらの条約とCCSとの関係を次項で述べる。

② CCSに関連する条約の現状

ア ロンドン・ダンピング条約

CCSとロンドン・ダンピング条約との関連では、2009年に1996年議定書の第6条の

改正案（海底下地層への処分目的のCO₂の輸出を可能とする内容）が採択された。

2019年10月30日の第4回締約国会議において、第6条改正の暫定適用を可能とする決議LP.3(4)が採択された。IMOの条約の状況についての最新発表[32]では、この改正につき受諾書をIMO事務局に寄託した議定書締約国は、2025年12月9日までの段階で15か国、受諾書を寄託の上、暫定適用を可能とする宣言も寄託した議定書締約国は、同日までの段階で12か国（ノルウェー、オランダ、デンマーク、韓国、英国、ベルギー、スウェーデン、スイス、オーストラリア、フィンランド、スペイン、フランス）である（クロアチア、エストニア、イランの3か国は、改正受諾書は寄託したが暫定適用の宣言は寄託していない）。暫定適用を可能とする宣言も寄託した12か国においては、海域でのCCSのためのCO₂輸出が可能となっている（CO₂の越境はロンドン条約で2019年に暫定的に承認されている）。

日本も2025年12月16日に改正受諾書をIMO事務局に寄託し、同時に暫定適用を可能とする宣言を行った。また、2025年11月に輸出貿易管理令が改正されたことにより、CCSのためのCO₂輸出に係る承認制度が導入され道が開かれた[33]。

イ バーゼル条約

バーゼル条約は規制対象となる有害廃棄物を附属書で規定しているが、CO₂は附属書に記載されていない。ただし、CO₂を輸送する際、輸入国または通過する海域の国が国内法でCO₂を有害廃棄物と指定している場合は、バーゼル条約の規制対象となり、それらの国の同意が必要となる。多くの国はCO₂の越境移動には同条約は適用されないとしているが、輸送するCO₂に有害物質が含まれることも場合により想定されるので、留意する必要がある。

ウ パリ協定

第3章(3)節の海上輸送に関する技術で述べた通り、経済産業省は、地球温暖化対策の個別政策として、パリ協定第6条の規定に基づくJCMを進めている。JCMは、途上国等への優れた脱炭素技術等の普及や対策実施を通じ、実現したGHG排出削減・吸収への日本の貢献を定量的に評価する制度である。また、パリ協定では、「国が決定する貢献」（NDC: Nationally Determined Contributions）として、各国が自主的に設定したGHG削減目標や対策を示すことになっており、JCMは日本のNDCの達成に活用できる制度でもある。経済産業省はパートナー国の一つであるインドネシアとCCS事業を含むJCMを進めている。

以上の通り、第4章では、規則については国内外での整備が進められ、貯留も輸送も事業として実証試験が可能となっている現状を示してきたが、環境影響評価及びコストの点等で更新が必要であり、国際的には加えて国際機関での審議の行方や国際関係次第という困難さもあり、これらが課題であると考ええる。

5 CCSに関する技術と規則の整理及びそのほかの課題

CCSはCNにおいて不可欠な技術である。現在、社会課題を解決するための重要な技術の社会実装には、技術水準、ビジネス持続性、規則・制度整備、社会的受容性、人材確保・育成といった5つの観点から検討されるようになっている[34]。本報告でこれまで述べた技術と規則の現状と課題を第(1)節でまとめ、それ以外については第(2)節で述べる。

(1) 技術と規則の現状と課題の整理

技術は、海底下地層へ安全に貯留し続ける技術と、貯留するために輸送する技術に大きく分けることができる。また、いずれの技術も安全確保の基準となる規則を遵守または考慮しなければならない。前者の貯留については、海洋汚染防止法及びCCS事業法を取り上げ、関連する事業も紹介しながら、各規則の内容と適用状況を述べた。後者の輸送については、国内だけではなく、国際航路も視野に入れることが不可欠であり、特に、国際規則や国際条約等を把握する必要があり、IMOの動向を含め現状等を示した。

第1章でも言及した通り、CCSは、CN課題別委員会提言で指摘している実用化まで来ている技術を普及しつつ、イノベーションによる革新的技術開発が進められている施策である。CCS事業法で事業化を目指す流れになっており、確立しつつある技術と既に制定されている規則により順次進んでいくものと思われる。一方、CCSは過渡的なCN施策とされているが、貯留量を増やしCNに貢献するには、本報告で述べた玄武岩貯留やガスハイドレート貯留及びCO₂漏洩の検知に関する先進的な技術開発と実海域での実証といった課題を解決する必要がある。安全に貯留し続けるための新しい技術を推進することにより、ほかのCN対策との両立やスムーズな移行へ進むことができると考える。

規則については国内外での整備が進められ、貯留も輸送も事業として実証試験が可能となっているが、環境影響評価やコスト等でさらなる更新が必要と考える。さらに国際的には、国際機関での審議の行方や国際関係次第というところがある。課題として明確にすることが難しいところではあるが、今後も、国際動向も踏まえ、最新の情報や考えられる選択肢に基づき、国内関係者との議論を行っていく必要がある。

(2) そのほかの課題

① 社会的受容性

水深数百メートル以浅の海域を対象とするCO₂の海底下地層貯留は、海岸線に近いため利害関係者が存在し、従前から漁業補償という固有の問題を抱える日本においては、NIMBYに代表されるローカルな社会的受容性の問題は避けては通れない。ゼロでない漏洩リスクを、持続可能な地球のための温暖化対策という便益とあわせて社会に受入れてもらう必要がある。社会からCCSに関する認知と理解を得るために必要不可欠なCCS技術に対する人々の信頼性を醸成するためには、これまで述べてきた各種技術の成熟度を最大化した上で、信頼性の高い安全・安心な貯留に関する技術開発を実証するこ

と、すなわち海底下地層でのCO₂貯留の実証実験の成功は不可欠なものであった。前述した苫小牧沖での実海域実証試験は、貯留量こそ多くはないものの、政府を含め産業界に安心感を与えるに十分な成果を上げたと見られる。

一方、CO₂の海底下地層への貯留は念入りな地層調査に基づき、漏洩の確率がほとんどない地点で実施されることになるものの、リスク評価は不可欠である。貯留のリスクは、事故や地震等の天災による漏洩が主であると考えられるため、発生確率は大きくなく、リスクは極小となるかもしれない。しかし、不確実性という意味において、リスクの管理が困難化する。例えば、時期の不確実性は、何年間モニタリングを継続すればよいかという問題になる。CCS事業法は、圧入したCO₂が安定していることを条件としてモニタリング等の管理業務をJOGMECに移管できるとしており、事業者はモニタリング期間の問題を国に転嫁できることで事業参入はしやすくなる。一方、漏洩リスク管理の問題は国が引き取るだけのことで、時期の不確実性の課題解決が図られているわけではない。このことについては、国際環境NGOも指摘しており、加えて環境影響評価についても懸念が示されている[35]。持続可能な地球のためには、本報告の背景であるCNによる温暖化対策が重要であるが、海中モニタリングでも言及した通り健全な海洋生態系維持についても考慮する必要がある。そのために各種技術の成熟度を上げることはもちろんのこと、順応的管理⁹の手法を用いて実海域での実証を増やしていくことが肝要である。

CCSのリスク評価方法はどのようにあるべきなのかは課題であるが、日本学術会議の意思の表出の内、CN施策推進のための影響検討フレーム[36]を適用することが考えられ、また、本報告と同じく海底下地層を対象とした洋上風力発電の開発におけるリスク評価[5]と共通するところがあり、関係者と本報告を踏まえた議論を進める際には参考にする予定である。また、第3章(3)節③項のCO₂回収で言及しているアミン水溶液については、回収プロセスにおいて必要に応じ環境負荷低減対策をとることが望ましいとされており[37]、CCSのリスク評価において考慮されることになると思われる。

② ビジネス持続性と人材確保・育成

本報告で述べた技術と規則の整合性を取った整備は、関連産業が長期的な見通しのもとで技術開発や事業化に取り組むための前提条件となる。持続したビジネスとするためのコスト低減には、全体の60%程度を占める分離・回収技術が要となっていて、CO₂を選択的に透過させる膜分離法等、新たな技術イノベーションが必要である。

人材については、CCSに限らずフロンティア人工物分野では、その特質上、海洋や航空宇宙といった場で、プロジェクトを伴ったやり方をするすることで、その確保と育成につながると考えており、一方で、初等教育からの様々な段階でのカリキュラム化が課題となっている[2]。大学教育や企業においては、CCSに関するキャリアパスの見える化も必要である。

⁹ 当初の計画では想定できない不確実性を認め、継続的なモニタリングと検証によって計画を見直し、修正を行いながら柔軟に管理するマネジメント手法。

6 おわりに

本報告では、主として技術と規則・制度について整理した。本報告に基づく、第1章で示した主要機関を含む船舶海洋工学分野内外の今後の関係者との議論等において、第5章(2)節で述べた社会的受容性等も併せてさらに検討を深める必要がある。その際には、国内のCCS事業がより速やかに成果を得られるよう、国内規則等の合理的な見直しにもつなげていければと考えている。

CCSという言葉を目にする機会は増えたものの社会への浸透はまだ不足している。本報告で紹介した各種技術、特にモニタリング技術を実装して環境影響を確認し、リスク評価も踏まえ、関係者が様々な機会を捉えてアウトリーチ活動を推進する必要がある。本報告の主目的はCCSの関係者との議論の基礎となることであるが、浸透の一助となるべく普段の生活では船舶や海洋での活動に直接触れることが必ずしも多くない人々への発信も目的とした内容となっている。

なお、第2章(1)船舶海洋分野におけるCN施策の概要で述べた洋上風力発電では、地域住民や漁業者の受容性を醸成して洋上風力発電事業の案件形成を行い、海洋再生可能エネルギー発電設備整備促進区域として指定されるためには協議会を設置してその同意を得ることとなっている[38, 39, 40]。洋上風力発電は、その地域に基本的に便益をもたらす事業であるのに対し、CCSは局所的リスクと広域性便益の側面を持つ事業として捉えられ、両者にはリスクと便益の構造に相違がある。この点を考慮して、CCS事業への社会的受容性の醸成に、このような協議会モデルの先例に倣うことも重要と考える。

<参考文献>

- [1] 環境省、地球温暖化対策計画、2025 年 2 月 18 日閣議決定。
<https://www.env.go.jp/content/000291669.pdf>
- [2] 日本学術会議総合工学委員会・機械工学委員会合同フロンティア人工物分科会、提言「人類の未来を開くフロンティア人工物工学の展開のために」、2020 年 8 月 25 日。
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-24-t293-4.pdf>
- [3] 日本学術会議循環経済を活かし自然再興と調和する炭素中立社会への移行に関する検討委員会、提言「気候危機に対処するための産官学民の総力の結集－循環経済を活かし自然再興と調和する炭素中立社会への転換－」、2025 年 10 月 27 日。
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-26-t393-2.pdf>
- [4] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) , IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage. Cambridge University Press, Cambridge, 2005.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srccs_wholereport-1.pdf
- [5] 日本学術会議総合工学委員会エネルギーと科学技術に関する分科会、見解「活動的縁辺域における持続可能な洋上風力発電開発に向けて－海底地質リスク評価の重要性－」、2023 年 9 月 22 日。
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-25-k230922-5.pdf>
- [6] 国土交通省大臣官房技術審議官（海事局担当）河野順（当時）、基調講演「浮体式洋上風力発電の導入促進に向けた海事政策」、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所 第 22 回講演会「浮体式洋上風力発電の展望と将来技術」、2022 年 12 月。
https://www.nmri.go.jp/event/seminar/pdf/r41206_1.pdf
- [7] Global CCS Institute, Global Status of CCS 2024, 2024.
<https://www.globalccsinstitute.com/publications/global-status-of-ccs-2024/>
- [8] International Energy Agency (IEA) , World Energy Outlook 2021, 2021.
<https://iea.blob.core.windows.net/assets/4ed140c1-c3f3-4fd9-acae-789a4e14a23c/WorldEnergyOutlook2021.pdf>
- [9] 尾崎雅彦、CO₂回収・貯留（CCS）のバリューチェーン、日本船舶海洋工学会誌第 122 号、2025 年 9 月。
- [10] 内閣府革新的環境イノベーション戦略、2020 年 1 月。
<https://www8.cao.go.jp/cstp/tougosenryaku/kankyo.pdf>
- [11] 株式会社商船三井、二酸化炭素除去（CDR）とは？商船三井が解説－削減と除去の“二軸”をやさしく整理、2025 年 7 月。
<https://www.mol-service.com/ja/blog/cdr-net-zero-emissions>
- [12] 経済産業省、CCS 長期ロードマップ検討会 最終とりまとめ、2023 年 3 月。
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/ccs_choki_roadmap/pdf/20230310_1.pdf

- [13] 佐藤徹、ブリッジテクノロジーとしてのCCSで持続可能な社会の構築を、電源開発株式会社GLOBAL EDGE 67号、2021年10月。
- [14] 佐藤徹、CO₂の貯留とモニタリングおよびシミュレーション技術、日本船舶海洋工学会誌第122号、2025年9月。
- [15] Matter, J.M. et al., Rapid carbon mineralization for permanent disposal of anthropogenic carbon dioxide emissions. Science 352, 1312-1314, 2016.
- [16] 国立研究開発法人海洋研究開発機構、Theme 04 海洋玄武岩層を活用した大規模CO₂貯留・固定化技術に関する基礎調査研究。
<https://www.jamstec.go.jp/sip3/j/themes/#theme04>
- [17] Sawano, Y. et al., Numerical simulation of the effect of gas hydrate formation on liquid-CO₂ leakage suppression in sub-seabed sand sediment. Int. J. Greenhouse Gas Control 119, 103728, 2022.
- [18] Nishimura, S. et al., Comparison and suggestion of indicators of concentration associated with CO₂ in seawater considering biological activity. Int. J. Greenhouse Gas Control 102, 103152, 2020.
- [19] Sun, S. et al., Applicability of CO₂-related concentration indicators by classifying various seawaters in the world. Int. J. Greenhouse Gas Control 112, 103489, 2021.
- [20] 環境省水・大気環境局海洋環境課、CCS モニタリング技術に関する技術資料、2025年3月。
<https://www.env.go.jp/content/000300900.pdf>
- [21] Kano, Y. et al., Multi-scale modeling of CO₂ dispersion leaked from seafloor off the Japanese coast. Mar. Pollut. Bull. 60, 2010.
- [22] WÄRTSILÄ, Liquefied CO₂ carrier CORAL CARBONIC, December 1999.
<https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/liquefied-co2-carrier-coral-carbonic>
- [23] 一般財団法人日本海事協会、三菱造船、日本ガスラインによる内航液化CO₂輸送船にAiPを発行、2025年2月。
<https://www.classnk.or.jp/hp/ja/news.aspx?id=12982&type=p>
- [24] 一般財団法人日本海事協会、液化CO₂輸送船と浮体式液化貯蔵設備を開発、AiP審査完了、2025年3月。
<https://www.classnk.or.jp/hp/ja/news.aspx?id=13283&type=p>
- [25] 一般財団法人日本海事協会、世界初、三菱造船、商船三井による液化CO₂・メタノール兼用輸送船にAiPを発行、2025年6月。
<https://www.classnk.or.jp/hp/ja/news.aspx?id=13762&type=p>
- [26] 村田朋之、CCS事業における船舶輸送—LCO₂低温低圧輸送方式概説一、ClassNK技報No. 12、2026年1月。
- [27] 布川信ほか、NEDOが取り組む液化CO₂船舶輸送の技術開発、ClassNK技報No. 12、2026

年 1 月.

- [28] 高橋千織、排ガス規制動向と規制対策技術、日本船舶海洋工学会誌第 92 号、2020 年 9 月.
- [29] 若生拓也ほか、船上 CO₂回収貯蔵装置ガイドライン及びその最新改訂の概要、ClassNK 技報 No. 12、2026 年 1 月.
- [30] 独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構 (JOGMEC)、先進的 CCS 支援事業の概要、2024 年 6 月.
https://www.jogmec.go.jp/ccs/advancedsupport_002.html
- [31] 三宅竜二、GHG 規制における船上 CO₂回収・貯留／利用に関する取り扱いと課題について、ClassNK 技報 No. 12、2026 年 1 月.
- [32] IMO, Status of IMO Treaties, pp.596-597. 2025 年 12 月.
<https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/About/Conventions/StatusOfConventions/Status%202025.pdf>
- [33] 外務省、地球環境 ロンドン条約及びロンドン議定書 4 我が国の取組、2026 年 2 月.
https://www.mofa.go.jp/mofaj/ic/ge/page23_002532.html
- [34] 内閣府、科学技術・イノベーション推進事務局 次期戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) の検討状況について、2022 年 9 月.
https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/220929/siryol-2_1.pdf
- [35] 認定特定非営利活動法人 FoE Japan、CCS 事業法案の概要と問題点、2024 年 7 月.
<https://foejapan.org/issue/20240329/16783/>
- [36] 日本学術会議総合工学委員会・機械工学委員会合同工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会、記録「カーボンニュートラル施策推進のための影響検討フレームの構築」、2023 年 9 月 13 日.
<https://www.scj.go.jp/ja/member/iinkai/kiroku/3-20230913-2.pdf>
- [37] 環境省、平成 26 年度環境配慮型 CCS 導入検討事業委託業務報告書、2015 年 3 月.
https://www.env.go.jp/earth/ccs/h26_report.html
- [38] 経済産業省資源エネルギー庁、海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律の概要.
https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/yojo_furyoku/seido.html
- [39] 経済産業省、海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律、2020 年 6 月.
https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/yojo_furyoku/dl/legal/kaiyou_law.pdf
- [40] 経済産業省資源エネルギー庁、国土交通省港湾局、海洋再生可能エネルギー発電設備整備促進区域指定ガイドライン、2024 年 4 月改訂.
https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/yojo_furyoku/dl/legal/guideline.pdf

＜参考資料＞審議経過

○フロンティア人工物分科会における審議経過

(第 25 期)

2021 年 11 月 1 日第 4 回分科会

- ・ カーボンニュートラル（ネット・ゼロ）に関する連絡会議（以下、CN 連絡会議という）出席報告を踏まえ、地球温暖化対策の進め方の審議

2022 年 3 月 30 日第 6 回分科会

- ・ SAF 及びゼロエミッション船に関する審議

2023 年 1 月 25 日第 9 回分科会

- ・ フロンティア人工物における CN 全般の審議

(第 26 期)

2025 年 6 月 20 日第 5 回分科会

- ・ CN 連絡会議及び課題別委員会「循環経済を活かし自然再興と調和する炭素中立社会への移行に関する検討委員会」の意見交換会出席報告
- ・ 上記課題別委員会の意思の表出に対応して、本分科会からの意思の表出に関する意見交換
- ・ 船舶海洋分野の CCS に関する報告とし、内容を審議

2025 年 6 月 22 日特に国際法に関する非公式意見交換

2025 年 9 月 12 日第 6 回分科会

- ・ 意思の表出申出書（骨子含む）及び報告案の内容の審議

2025 年 10 月 9 日特に技術に関する非公式意見交換

2026 年 1 月 9 日第 7 回分科会

- ・ 関連する課題別委員会及び分科会等との意見交換状況の共有と報告案の審議
- ・ 報告案「海底下地層における二酸化炭素貯留施策推進の課題」について承認
- ・ これ以降の関係者との追加の意見交換を含む修正に関して委員長一任を承認

2026 年 3 月 10 日第 8 回分科会

- ・ 前回委員長一任と承認した修正（関係者との追加の意見交換を含む）対応状況の確認

○関連する課題別委員会委員長への意見照会

第 6 回分科会後

循環経済を活かし自然再興と調和する炭素中立社会への移行に関する検討委員会委員長

○関係する団体、関係機関等との意見交換

第 6 回分科会後

国土交通省元海事局長、一般財団法人日本海事協会、一般財団法人日本造船技術センター、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所

○関連する分野別委員会及び分科会委員長等への意見照会

第7回分科会後

第一部第二部第三部 環境学委員会 幹事（第一部会員 環境法専門）

第二部統合生物学委員会委員長

第二部食料科学委員会水産学分科会委員長

第三部総合工学委員会・機械工学委員会合同工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会委員長