

添付書類-5

当該特定二酸化炭素ガスが海底下廃棄以外に適切な処分の方法がないものであることを説明する書類

目 次

1. 気候変動対策での CCS の位置づけ	1
2. 我が国での CCS 技術の位置づけ	4
2.1 第 5 次エネルギー基本計画（平成 30 年 7 月 3 日閣議決定）	4
2.2 パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略（令和元年 6 月 11 日閣議決定）	4
2.3 次世代火力発電に係る技術ロードマップ（平成 28 年 6 月）	5
3. 本計画での特定二酸化炭素ガスの海底下廃棄の意義	8
4. CO ₂ 分離・回収における付随的な関連物質の有効利用の方法	8
5. その他の処分方法の可否	10

1. 気候変動対策での CCS の位置づけ

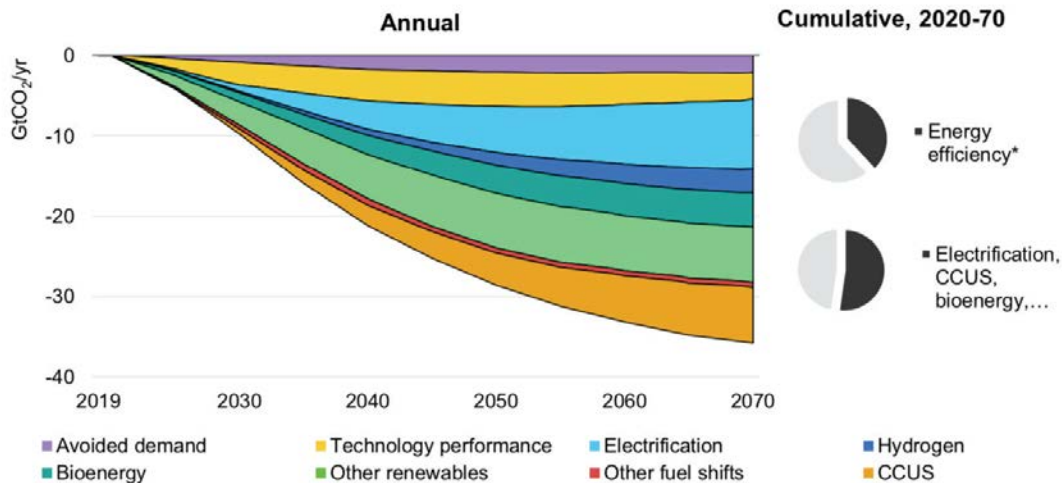
二酸化炭素の大気への排出量を実質的に削減する技術的オプションについては、2005 年に発表された IPCC 「CCS に関する特別報告書」^[1]に、次のとおり記載されている。

- ・ エネルギー転換やエネルギー利用の効率改善（エネルギー集約度の低い経済活動の強化を含む）等による、エネルギー消費の削減。
- ・ 石炭を天然ガスで代替する等、低炭素燃料への転換。
- ・ 実質的に CO₂ をほとんどあるいは全く排出しない、再生可能エネルギーおよび原子力エネルギーの利用の増加。
- ・ 森林および土壌の生物的吸収能力を高めることによる CO₂ の隔離。
- ・ 化学的および物理的な CO₂ 回収および貯留。

二酸化炭素回収・貯留（Carbon dioxide Capture and Storage; CCS）は、「化学的および物理的な CO₂ 回収および貯留。」に分類され、中長期的に最も重要な地球温暖化対策の一つとして世界的に期待されており、国際エネルギー機関（International Energy Agency; IEA）の試算によると、2070 年までにエネルギー部門からの世界の CO₂ 排出量をゼロにするという「持続可能な開発のシナリオ」によれば（第 1-1 図）^[2]、CCUS は現在の各国のエネルギー・気候関連政策のコミットメントを考慮に入れた政策シナリオを比較して、全世界の CO₂ 排出量の累積削減両の 15% 近くに貢献するという結果が出ている。

^[1] Freund, P., Adegbulugbe, A., Christophersen, Ø., Ishitani, H., Moomaw, W., Moreira, J. (2005). Introduction. In: IPCC Special Report on carbon dioxide capture and storage. Cambridge University Press, Cambridge, UK. pp.51-74.

^[2] International Energy Agency (2020). Energy Technology Perspectives 2020, Mobilising Innovation to Accelerate Climate Action. IEA Publications, Paris.



第 1-1 図 IEA「Energy Technology Perspective 2020」より

また、2014 年に公表された気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第 5 次評価報告書によると、人類の活動による影響が 20 世紀半ば以降に観測された地球温暖化の最も有力な要因であった可能性が極めて高いとされており、特段の温暖化対策を行わなかった場合には、直近 20 年（1986～2005 年）から 21 世紀末（2081～2100 年）の平均地上気温上昇量は 2.6～4.8℃と予測されている^[1]。

さらに、気温上昇を 2℃未満に抑えられる可能性が高いシナリオでは、以下の特徴を有するとしている。

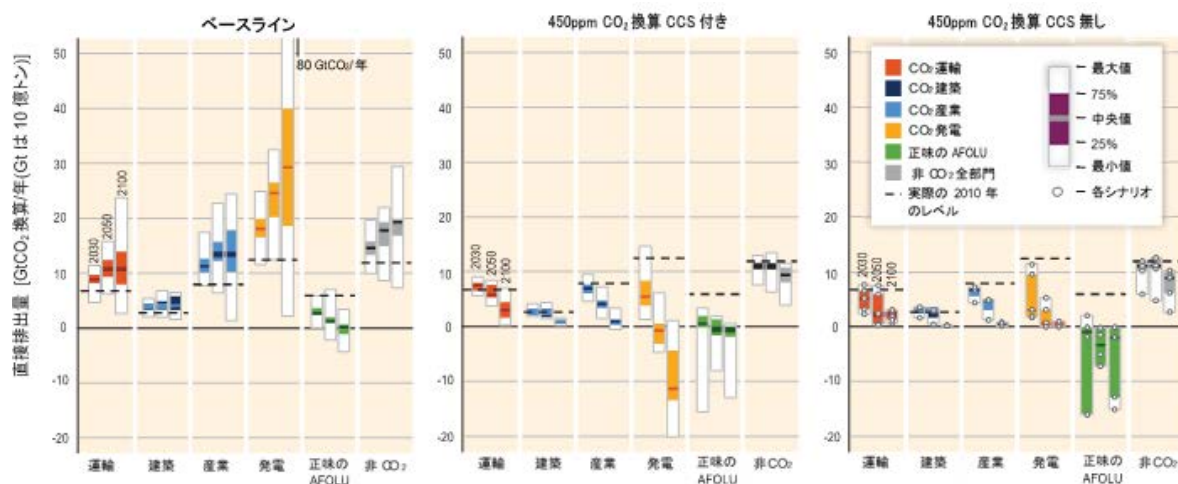
- ① 2010 年の世界の温室効果ガス排出量と比べて、2050 年の世界の温室効果ガス排出量を 40～70%削減し、さらに 2100 年には世界の温室効果ガスの排出量がほぼゼロまたはそれ以下に削減する。
- ② エネルギー効率がより急速に改善され、再生可能エネルギー、原子力エネルギー、ならびに二酸化炭素回収・貯留（CCS）を伴う化石エネルギーならびに CCS を伴うバイオエネルギーを採用したゼロカーボンおよび低炭素エネルギーの一次エネルギーに占める割合が、2050 年までに 2010 年の 3 倍から 4 倍近くになる。
- ③ バイオエネルギーの生産、植林、森林減少の抑制など大規模な土地利用変化を伴う。

CCS 技術については、「化石燃料発電プラントの温室効果ガス排出を削減できる可能性がある」と評価されており、シミュレーション結果によれば、CCS 有り（第 1-2 図の中図）では発電部門からの大規模削減が見込めるが、CCS 無しの場合（第 1-2 図の右図）には、大規模植林

^[1] IPCC (2013). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

などの「土地利用 (Agriculture, Forestry and Other Land Use: AFOLU)」部門にて、極めて多量の削減を行わなければならないことが示唆されている。

これらのことから、気温上昇を抑えるためには、他の技術的オプションを活用した上で、CCS技術での二酸化炭素排出量の削減が必要と考えられる。



注：IPCC AR5 WG3 SPM Fig. SPM. 7 に加筆

第 1-2 図 部門別温室効果ガス排出量

2. 我が国での CCS 技術の位置づけ

我が国では、エネルギー基本計画、パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略、エネルギー関係技術開発ロードマップにおいて、以下のように位置付けられている。

2.1 第5次エネルギー基本計画（平成30年7月3日閣議決定）^[1]

（化石燃料の効率的・安定的な利用）

「東京電力の火力電源入札に関する関係局長級会議取りまとめ」（2013年4月25日経済産業省・環境省）等を踏まえ、2020年頃のCO₂回収・有効利用・貯留（CCUS）技術の実用化を目指した研究開発、国際機関との連携、CCSの商用化の目途等も考慮しつつできるだけ早期のCCS Ready導入に向けた検討や、国内における回収・輸送・圧入・貯留の一連のCCSのプロセスの実証と貯留適地調査等を着実に進めるなど、環境負荷の一層の低減に配慮した石炭火力発電の導入を進める。（中略）我が国の高効率石炭火力発電への要請があった場合には、OECDルールも踏まえつつ、相手国のエネルギー政策や気候変動対策と整合的な形で、原則、世界最新鋭であるUSC以上の発電設備について導入を支援する。また、CCSの実用化の状況を踏まえつつ、段階的にCCS付の石炭火力輸出を増加させていく。

2.2 パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略（令和元年6月11日閣議決定）^[2]

（重点的に取り組む横断的施策 イノベーションの推進）

CO₂を大量回収・貯留する抜本的な方策として、IEA報告書において、2060年までの世界の累積CO₂削減量の14%をCCSが担うことが期待されている（2060年時における年間のCO₂削減量は16%を占め、年間49億トンに及ぶ）。また、CO₂フリー水素を化石燃料から調達する場合にも、CO₂を排出する場合にはCCSを必要とするなど、期待されている役割は大きく、国内外で実証事業が行われている。石油増進回収法（EOR）を伴うCCSは、1970年代から米国で商用化されているが、米国では税額控除や補助金のような経済的なインセンティブの仕組みが存在する。また、EORを伴わないCCSには単独では経済的メリットがないため、社会導入されている国では、補助金や税、規制などのインセンティブの仕組みが存在する。

そこで、CCSの更なる低コスト化が必要である。特に、CCSのコストの内訳では、分離したCO₂を回収する際に熱を投入しなければならないため、CO₂分離回収のエネルギーコストの割合が大きい。様々なCO₂分離回収手法を追求し更なる低コスト化を図る必要があるが、その際、CO₂排出源ごとの特徴（CO₂濃度・圧力・温度、排ガス中のその他物質の性状等）・規模

[1] 閣議決定（2018）. エネルギー基本計画，平成30年7月3日

[2] 閣議決定（2019）. パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略，令和元年6月11日

や、逆に CO₂利用・貯留サイドの要求スペックを踏まえた排ガスの熱や圧力の活用など分離回収の精査が必要となる。

また、CCS を社会実装するに当たり、CO₂の貯留適地に関する更なる調査、貯留適地の確保及び CO₂排出源と貯留地が離れていることに伴う CO₂の輸送、更には貯留に対する社会受容性の確保などの課題があり、官民で取り組む必要がある。

CO₂の貯留に適した安定的な地質構造の特定や CO₂を適切に貯留するために必要なインフラ整備に要する時間と経費を考慮すれば、スケールメリットがいかされるよう可能な限り大規模な貯留適地を確保し、CO₂排出源から貯留適地への輸送、更には貯留まで一貫して CCS を実施するビジネスモデルが必要である。国内では、大規模な CO₂排出源の多くは太平洋側の沿岸域を中心に位置しているが、これまでの CO₂の貯留適地調査の結果を勘案すると、必ずしも排出源と CO₂の貯留適地が近接しているとは限らない。そのため、CO₂を安全に、かつ低コストで輸送するための適切な事業設計を行い、民間事業者が投資判断を行うことができるような状況を作り出す必要がある。また、CO₂の海底下貯留においては、海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律（昭和 45 年法律第 136 号）に基づく監視期間、モニタリングの方法等が定められており、より安全かつ適正な監視期間の設定やモニタリング方法を、今後検討していく必要がある。これらを踏まえ、官民の適切な役割分担の下で、経済的かつ安全に、分離回収・輸送・貯留まで一貫して進めていくための環境整備が必要となる。あわせて、積極的な情報発信等により、地元自治体など関係者の理解を高めて、CCS に対する社会受容性を高めていく。また、研究開発、実証、標準化などのルール設計等にかかる国際的な連携も進めていく。

2.3 次世代火力発電に係る技術ロードマップ（平成 28 年 6 月）^[1]

当省においては、個別技術課題のロードマップの個表を作成している（第 2.3-1 図）。

^[1] 経済産業省（2016）．次世代火力発電に係る技術ロードマップ，平成 28 年 6 月

6. 2030年度以降を見据えた取組に係る技術に関する方針①

- **CCUS技術及び水素発電技術は、火力発電からのCO₂排出量をゼロに近づける切り札となり得るものであり長期的視点を持ちつつ戦略的に推進**

2030年度以降を見据えた取組として、経済成長と気候変動対策の両立の鍵となる革新的技術の開発が必要である。

CCUS技術及び水素発電技術は、火力発電からのCO₂排出量をゼロに近づける切り札となり得るものとして、各種戦略で革新的技術の候補とされており、本ロードマップに基づき、長期的な視点で戦略的に技術開発を進めることが適当である。



第 2.3-1 図 CCS のロードマップ

2030 年度以降を見据えた取組に係る技術に関する方針②の中で「CCUS の技術開発方針」をまとめている。

- ① CCUS 技術は、2020 年代後半から 2030 年頃に経済的な技術を順次確立
- ② CO₂分離回収技術は、2020 年代後半から 2030 年頃に経済的な回収技術を確立
- ③ CCU は、2030 年度以降を見据え、当面将来の有望技術の確立

これらを受け、2020 年頃の CCS 技術の実用化を目指した研究開発等を実施し苫小牧 CCS 大規模実証を実施し、目標であった 30 万トンの海底下貯留を 2019 年度に達成した。これにより操業・貯留技術を獲得し、CCS が安全なシステムであることが確認できた。今後、CCS の 2030 年の商用化の目途等も考慮しつつ、CCS 導入の前提となる貯留適地調査や CCS 技術の海外展開等に取り組む(第 2.3-2 図～第 2.3-4 図)。

CCUS研究開発・実証関連事業

令和2年度予算額 62.0億円 (73.1億円)

産業技術環境局 地球環境対策室
03-3501-7830

事業の内容

事業目的・概要

「エネルギー基本計画（平成30年7月閣議決定）」や「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略（令和元年6月閣議決定）」に定められた二酸化炭素回収・貯留（Carbon dioxide Capture and Storage：CCS）技術の2020年頃の実用化、その後の商用化、将来の社会実装を見据え、以下の事業を実施します。

(1) CCS大規模実証継続とカーボンサイクルへの展開等

CCS大規模実証試験において、CO2の海底下貯留の許認可を規定する海洋汚染防止法を遵守すべく、引き続き圧入したCO2の分布及び海域の状況を監視（モニタリング）します。また、主に船舶によるCO2の長距離輸送の実証に向けた調査を行います。加えて、既存設備で分離・回収したCO2を利用して、化学品等を製造（カーボンサイクル）していくための実現可能性調査を開始します。

(2) 安全なCCS実施のためのCO2貯留技術の研究開発

大規模で効率的なCO2圧入や貯留を安全に実施するために必要となる安全管理技術等を確立するための研究開発を実施します。

成果目標

(1) 2050年度における温室効果ガス排出量を80%削減することに貢献します。
 (2) 2025年度までに安全なCCS実施及び効率的なCO2貯留のための技術の確立を目指します。

条件（対象者、対象行為、補助率等）

国 → 交付金 → 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術 総合開発機構 (NEDO) → 委託 → 民間企業等

事業イメージ

<令和2年度の実施内容>

(1) ① 苫小牧沖地中に圧入したCO2のモニタリング等の実証試験を継続
 ② CO2の長距離輸送手段の確立に向けた調査
 ③ 既存設備で分離・回収したCO2を利用した化学品製造等の実現可能性調査

(2) ① 安全性確保のための最適なモニタリング技術・手法の開発
 (例：光ファイバー等を用いたモニタリング技術)
 ② 効率的なCO2貯留のための技術・手法の開発
 (例：マイクロバブルを用いたCO2溶解促進技術)

※CCUS：二酸化炭素回収・利用・貯留（Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage）

第 2.3-2 図 令和2年度当省 CCS 関連事業予算案の PR 資料①

CO2貯留適地の調査事業

令和2年度予算額 5.5億円 (5.5億円)

産業技術環境局 地球環境対策室
03-3501-7830

事業の内容

事業目的・概要

- 二酸化炭素回収・貯留(CCS:Carbon dioxide Capture and Storage)技術は、CO2を大量回収・貯留する抜本的な方策として、IEA報告書（2017年）において、世界の累積CO2削減量の14%を担うことが期待されている。
- パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略（令和元年6月閣議決定）で定める2050年までに80%の温室効果ガス削減の実現において、CCUSによる貢献を目指します。
- 国内には約1,461億トンのCO2貯留ポテンシャルがあると推定されていますが、あくまでも基礎データに基づく推定であり、個々の候補地点の貯留ポテンシャルを特定するには不十分で大きな不確実性があります。このため、大きな貯留ポテンシャルを有すると期待される貯留地点において、海底下地質の詳細調査を実施し、貯留性能、遮断性能、地質構造の安定性、海洋環境保全の観点から、貯留層のポテンシャル評価を実施します。
- 本事業は、経済産業省と環境省の連携事業であり、両省共同で事業を実施します。

成果目標

- 本事業は、平成26年度から開始し、令和3年度頃までにCO2を貯留可能な地点を3か所選定することを目指す。

条件（対象者、対象行為、補助率等）

国 → 委託 → 民間企業等

事業イメージ

エアガン発振で生じた水波

海底下地層の弾性波探査

CO2貯留層賦存量マップ

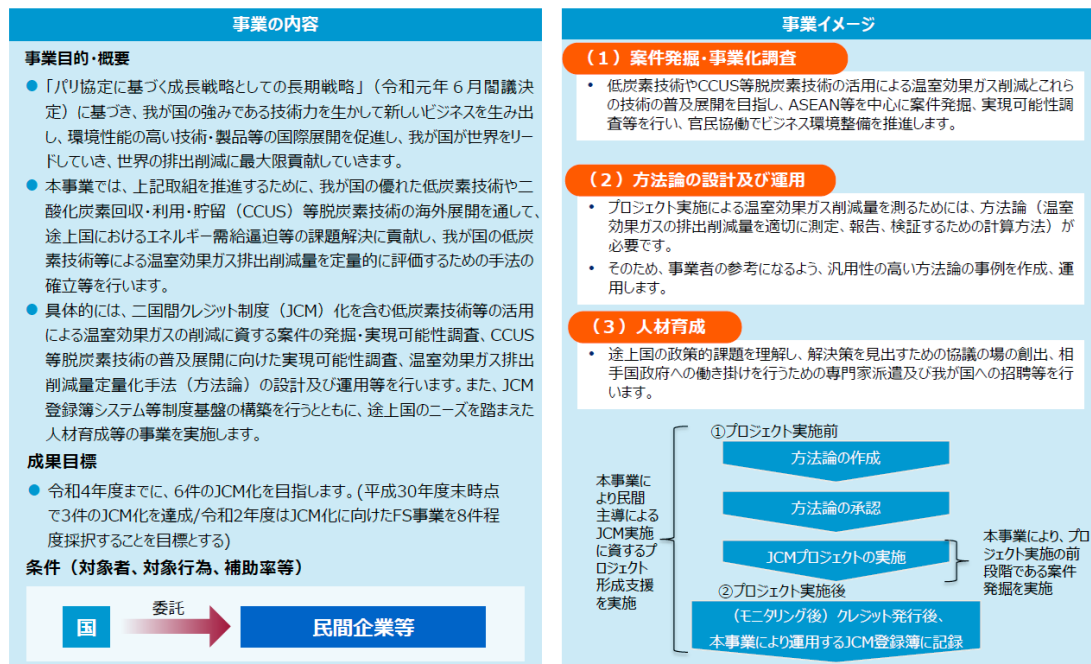
弾性波探査による地層断面図

	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度 (予定)
弾性波探査	←							→
調査データ解析		←						→
移動体リモートモニタリング					←			→

第 2.3-3 図 令和2年度当省 CCS 関連事業予算案の PR 資料②

二国間クレジット取得等のためのインフラ整備調査事業委託費 令和2年度予算額 10.0億円 (9.8億円)

産業技術環境局 地球環境連携室
03-3501-1757
産業技術環境局 地球環境対策室
03-3501-7830



第 2.3-4 図 令和2年度当省 CCS 関連事業予算案の PR 資料③

3. 本計画での特定二酸化炭素ガスの海底下廃棄の意義

本計画における特定二酸化炭素ガスの海底下廃棄については、二酸化炭素回収・貯留（CCS）技術の実用化のため、我が国で初となる実際の排出源を利用した CCS トータルシステムの実証試験を実施するものである。具体的には、製油所のオフガスから分離・回収した CO₂ を年間約 10 万トン規模で地中へ貯留する技術を実証するとともに、長期にわたって CO₂ の挙動を予測することが可能なシミュレーション技術や CO₂ のモニタリング技術等の基盤技術の実証を行う。2019 年 11 月に当初の目標としていた 30 万トンの圧入を達成したところ、引き続き圧入後の CO₂ の挙動についてモニタリングを実施している。

また、二酸化炭素の貯留地点については、ロンドン議定書改正により海底下への二酸化炭素貯留が国際法的に根拠を持つことに対応することが一つの前提となっており、全国 115 か所の候補地点から、石油・ガス開発による既存データと実地調査を実施し、技術的な観点から確認および評価をした上で、選定されたものである。

4. CO₂ 分離・回収における付随的な関連物質の有効利用の方法

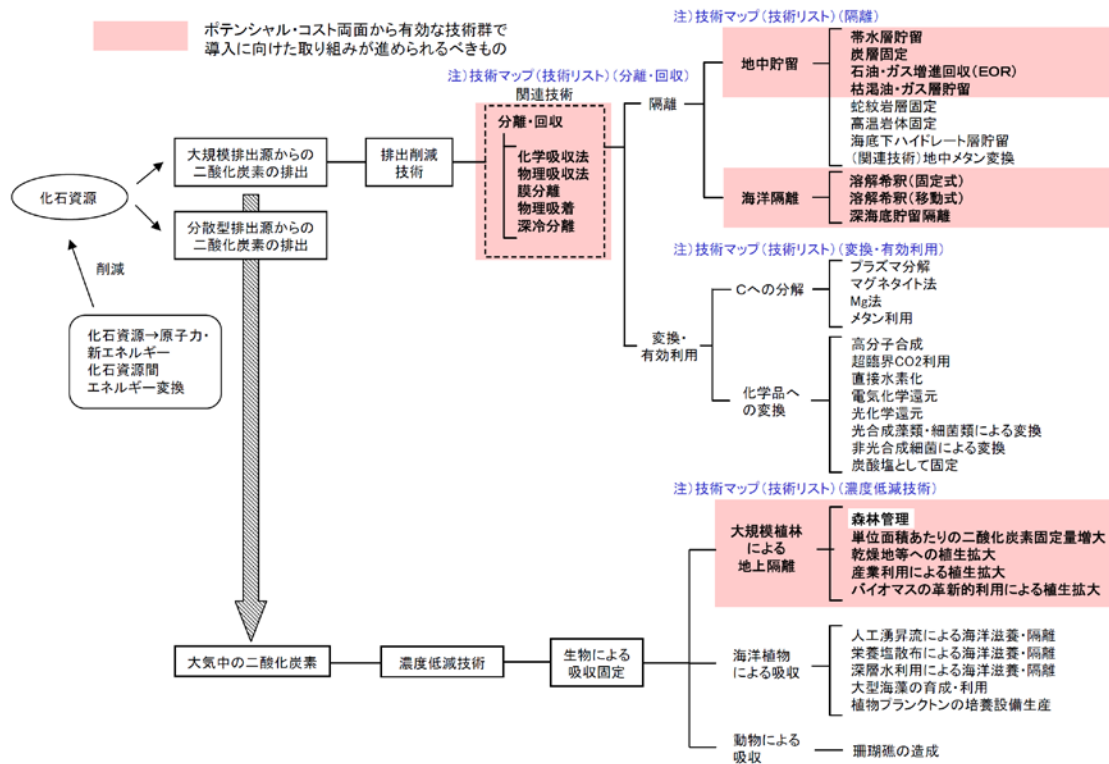
CO₂ 分離・回収方法については、添付書類-1「特定二酸化炭素ガスの海底下廃棄に関する実行計画に係る事項」の「2.1 ガス等の発生源及び当該ガス等からの特定二酸化炭素ガスの回収の方

法」に記載している。

なお、分離・回収装置でCO₂を分離した後のガスは、H₂、CH₄、CO等を含む可燃性ガスであるため、ボイラーでスチームを発生させてアミン再生用リボイラーの熱源として利用するとともに、スチームタービンにより発電して、CCSに係る新設設備への電力の一部として供給することにより、分離・回収エネルギーを低下させている。

5. その他の処分方法の可否

技術戦略マップ2010によると、CO₂ 固定化・有効利用分野の技術マップというデータがあり、技術体系が整理されている（第5-1図）^[1]。



第5-1図 CO₂ 固定化・有効利用分野の技術マップ（技術体系）^[1]

分離・回収された二酸化炭素の有効な利用の機会等について、CO₂ 固定化・有効利用分野の技術マップに基づき検討すると、地中貯留と海洋隔離が考えられるが、海洋隔離については、ロンドン議定書上、実施が認められていない。

陸域での地中貯留については、現時点では、一定規模の貯留層と遮蔽層を備えた具体的な貯留地を特定できないため、長期間にわたり漏えい等の問題が起きないことを確認出来ず、安全な地中貯留を実施することは難しいと考えられる。したがって、本計画において、陸域における地中貯留は、海底下廃棄に代替する適切な処分方法ではないと考えられる。

国内の貯留適地の調査状況としては、海域において調査が進められているところである。一方、陸域においては、人口密集地や山岳地帯などが広くあるため、地質データの取得に必要な弾性波探査の実施が困難な地域が多いことや、人工的なノイズの影響等から海域に比べ精度の高いデータの取得が難しい等の課題があり、本格的な貯留適地調査は行われていないのが現状である。なお、陸上における貯留管理方法は法的に未整備である。

地中貯留には、帯水層貯留、炭層固定、石油・ガス増進回収(Enhanced Oil Recovery; EOR)、

^[1] 経済産業省(2010). 技術戦略マップ2010, 平成22年6月14日, 環境, CO₂ 固定化・有効利用分野, p. 15.

枯渇油・ガス層貯留が考えられるが、実証試験地である苫小牧地域の地質性状から、実施可能なものは帯水層貯留となるため、本計画では海底下への帯水層貯留を実施するものである。

原料としての利用の機会等については、我が国における二酸化炭素ガスの産業利用は、「2019年経済産業省生産動態統計年報 化学工業統計編」^[1]によると、炭酸ガスは968,753トン生産され、894,135トンが出荷されている。過去5年（2015～2019年）の生産量の平均は988,428トン、出荷量の平均は915,656トンとなっており、需給のバランスに大幅な変動はないと考えられる。炭酸ガスは、主に石油精製等による副生ガスから生産されており、仮に本事業において分離・回収した二酸化炭素を新規に市場投入しても、全体として余剰が生じることとなり、代替する適切な処分方法とはならないと考えられる。なお、炭酸ガスの用途としては、冷却用ドライアイス、金属の溶接、炭酸飲料等がある。

^[1] 経済産業省（2019）．経済産業省生産動態統計年報 化学工業統計編，p.9.