

海とデンマークと日本と 第五回 なかなか手が届かない海底資源（前編）

小栗一将



はじめに

皆さんこんにちは。南デンマーク大学
の小栗です。2021年にデンマークに移
り、最も印象深かったことの一つに電気
自動車の普及がありました。火力発電で
電気を作れば化石燃料を消費するため、

温暖化ガスである二酸化炭素の排出は避
けられません。このため、電気自動車の
普及が必ずしも温暖化の防止につながる

わけではありませんが、デンマークで
は、2024年に風力と太陽光など自然エネ
ルギーを使った発電量が総電力消費量の
過半数を占めるまで成長しています

(Electricity in Denmark in 2024/
2025)。電気自動車が自然エネルギー由
来の電力を利用するのであれば、環境に
二酸化炭素を排出しないという長所が活
かされることになりましたが、人類活動を
支えている主なエネルギーは未だ石油で
す。また、電気自動車のようにエレクト
ロニクスの最先端技術を駆使して作られ
る製品には、レアアースと呼ばれる地球
上にあまり存在しない希少な金属元素を
含むのが不可欠です。今回は、日本とデン
マーク、それぞれの海底に眠る資源につ
いて紹介したいと思います。実はある読
者の方より、日本の海底資源について質
問を頂いたことがありました。そのよう

なわけで、日本とデンマークがそれぞれ
保有する海底資源について解説をしよう
と思いついた次第です。とはいえ、理学
系の人間は埋蔵量や利益といった視点よ
りも、資源のでき方や環境などの方向に

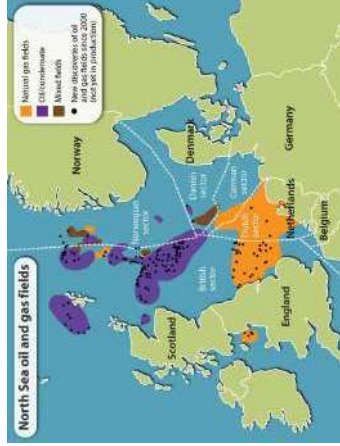


図1. 北海油田の石油と天然ガスの分布。紫色は石油、オレンジ色は天然ガス、茶色は石油と天然ガス両方が存在する場合。黒点は2000年以降発見された油田とガス田をそれぞれ示す。白の破線は沿岸国の境界であり、それぞれの国はこの境界の陸側の海域で掘削できる。この図は<https://carnegieendowment.org/posts/2016/03/news-assessing-the-future-of-north-sea-oil-and-gas?lang=en>より引用。

興味が向いてしまうもので、経済的な動
向についてはあまり詳しくありません。
このコラムも、自然科学的な方向に脱線
してしまうかも知れませんが、そこはゆ
るい目で見て頂けますと有り難いです。

デンマークは産油国

デンマークでは風力、太陽光といった
自然エネルギーやバイオガス燃料を利用
した発電が盛んに行われていますが、実

はデンマークは産油国でもあるのです。
油田という砂漠の中で炎を上げる構造
物を想像しますが、デンマークの油田は
北海の海底にあります。北海の油田は

1960年代に発見されました。北海ではそ
れまでも、オランダの掘削会社によっ
て天然ガスを産する地層が見つかってい
ましたが、1960年代に石油の埋蔵が明ら
かになると、主に英国やノルウェーによ
る開発が進み、70年代には商用化が進み
ました（図1）。その埋蔵量は両国が国
内で消費するには十分なほどで、1981年
から2005年までの間、英国は石油輸出
となりました。英国鉱区からは2023年ま
でに473億バレル、ノルウェー鉱区から
は2014年までに212億バレルもの石油が
それぞれ掘削されました（North Sea

transition authority,2023; The Norwegian petroleum sector,2014）。現
在では、原油の枯渇と自然エネルギーへ
のシフトに伴い、北海油田の石油生産量
は半世紀前の水準まで減少しています
（Bradstock, 2024）。デンマークは、
1972年に北海の領海内で天然ガスや原油
の生産を開始し、これにより2023年まで

に7000億DKKもの歳入を得ました
（Nordsøfonden, 2024）。2020年、デ
ンマーク政府は北海での天然ガスと石油
の開発を2050年までに廃止するという発
表を行いました。一方で、新たな油田を
開発して油田の生産量を上げることに
よって、2050年までに生産量を確保する
戦略にも出ています（Nordsøfonden,
2025）（図2）。

ご存知のように、日本はほとんど石油
を産出しない国です。現在日本で採掘が
行われている油田は北海道、秋田沖や新
潟沖といった日本海側に数か所存在する
だけで、産出量は国内の石油需要量のわ
ずか0.3%しかありません（資源エネル
ギー庁資源・燃料部, 2016）。日本は天
然ガス資源にも乏しく、その多くを輸入
に頼っています。しかし、千葉県の太平
洋側などには地下に存在する鹹水^{注1}に天
然ガスが含まれる場所があり、県内地域
の需要に対応しています（天然ガス鉱業
会, 2025）。また、この鹹水にはヨウ素
が大量に含まれており、そのお陰で日本
はチリに次ぐ、世界第二位のヨウ素の産
出国となっています。ヨウ素は試薬、消
毒薬や液晶ディスプレイに使う偏光フィ
ルムなどの製造に不可欠な物質です。

深海底に眠る巨大天然ガス資源・メタンハイドレートは絵に描いた餅か？

では、日本の化石燃料の埋蔵量は雀の
涙ほどしかないのでしょうか？否、日本
の海底下には莫大な量の天然ガス資源が
眠っています。しかし、この天然ガスは
気体として存在しているわけではありま

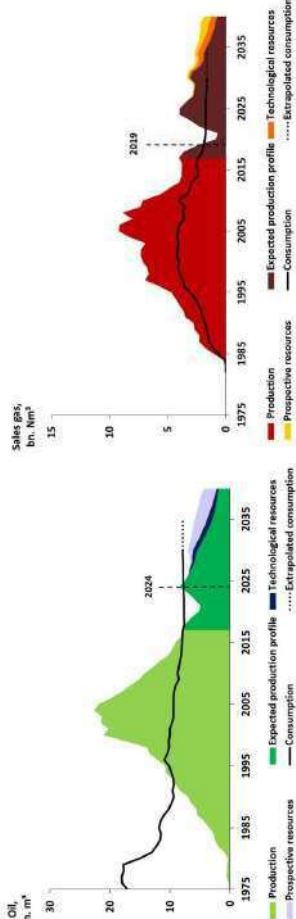


図2: デンマークの石油生産と天然ガス生産量の推移。データは2018年発表のもので、濃い緑色は石油、茶色は天然ガスの生産予測値をそれぞれ示す。黒線はデンマーク国内の消費量。2017年以降、デンマークは石油輸入国となっている。これらのグラフはhttps://ens.dk/sites/default/files/media/documents/2024-11/ressourcer_oil_prognoser_20180829_en.pdfより引用。

せん。成因も、北海のガス田で産出する いうふたつの条件が揃う必要があります。原油に付随して産出する天然ガスは、海底下に埋没して微生物によって分解された有機物が、気の遠くなるような長い時間をかけ、地熱によって熟成したものです。また、これらの気体やガスは生成しても地層から逃げてしまうため、資源として貯留するには、上部に液体やガスを通して、力が低く、また水温も高い地層が存在することが不可欠です。高いため、やはりメタン北海油田の主要な母岩はジュラ紀（2.01億～1.45億年前、恐竜が闊歩していた時代です）に堆積した地層ですが、この層の上に、白亜紀や新生代第三期に堆積した、間隙率の低い石灰質の地層が存在するお陰で、長い年月にわたり石油やガスが貯留され続けました（図3）。

日本近海の海底下に存在する天然ガスは、低温と高圧によって海水とメタンが水和したシャーベット状の物質で、メタンハイドレートと呼ばれています。図4に、これまでの調査で明らかになったメタンハイドレートの分布を示します。メタンハイドレートの起源は、海底下の嫌気的な環境で微生物が長い年月をかけて作ったメタンです。メタンガスがメタンハイドレートとなるには、低温と高圧と

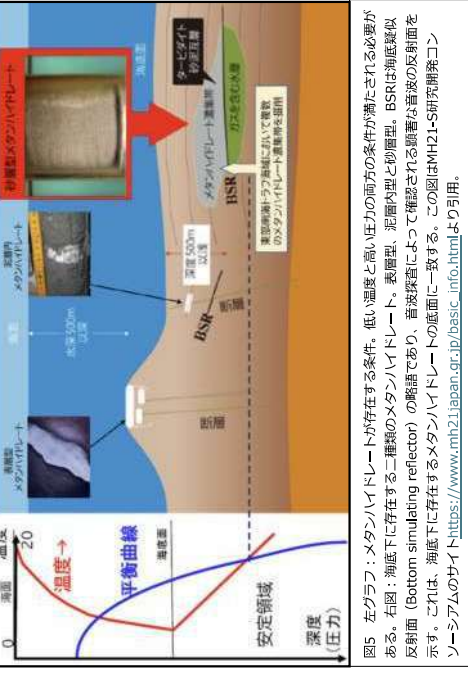


図5 左グラフ：メタンハイドレートが存在する条件。低い温度と高い圧力の両方が満たされる必要がある。右図：海底下に存在する二種類のメタンハイドレート。表層型、形層内型と砂層型。BSRは海底類似区射面（Bottom simulating reflector）の略語であり、音波探査によって確認される顕著な音波の反射面を示す。これは、海底下に存在するメタンハイドレートの底面に一致する。この図はMH21-S研究開発コンソーシアムのサイトhttps://www.mh21japan.gr.jp/basic_info.htmlより引用。

自然ガス・金属鉱物資源機構が、海洋研究開発機構の地球深部探査船「ちきゅう」を用い、愛知県の渥美半島沖水深1000mの海底下270～330mに存在するメタンハイドレート層からメタンを採取することに成功しました（ロイター、2013）。しかし、折角掘削した穴が砂で埋もれてしまふなど、海底下からメタンを取り出すことは簡単でないことも判明しました。メタンハイドレート掘削の調査研究は現在進行形ですが（たとえば山本・天満、2021）、掘削技術が実現可能であるかだけでなく、掘削コストに対して商業的にペイできるのかという問題も存在するため、採掘には効率の高い手法が求められます。

くからこの深度まで上

がってきた気体のメタンがハイドレートになって蓄積したもので、メタンハイドレートの存在は、音波探査環境リスクも潜んでいます。採掘時の事故という、音を使った海底下の構造を可視化する手法を使って確認し

ようか？強力な温室効果ガスであるメタン^{注3}が海水から大気に放出され、その後もメタンの酸化で生じる二酸化炭素に

によって地球温暖化は一層進むことになりま

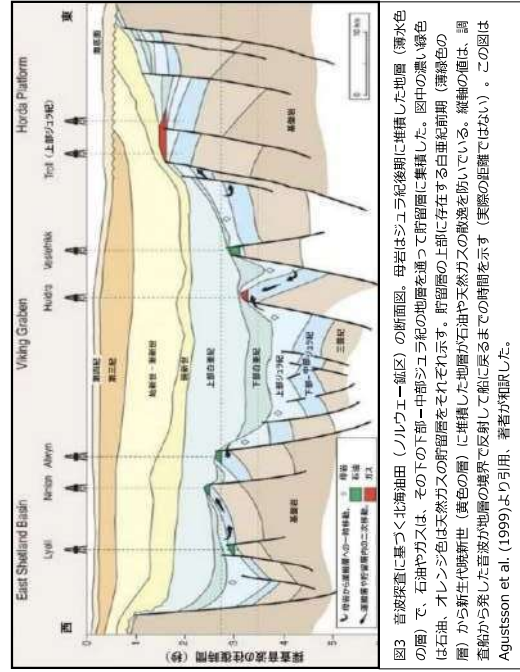


図3 音波探査に基づく北海油田（ノルウェー）の断面図。母岩はジュラ紀後期に堆積した地層（薄水色の層）で、石油やガスは、その下の下部～中部ジュラ紀の地層を通過して貯留面に堆積した。図中の濃い緑色

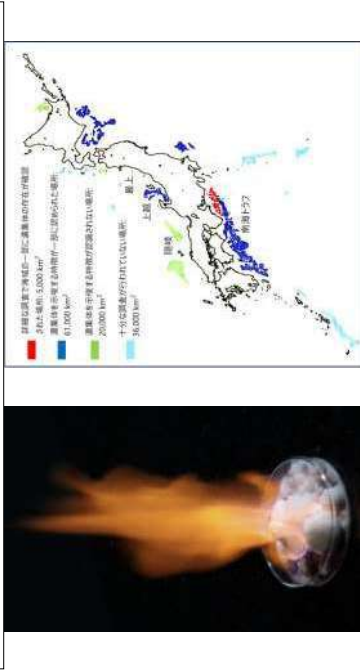


図4 左：「燃える水」とも呼ばれるメタンハイドレート。写真はMH21-S研究開発コンソーシアムのサイトより引用。 https://www.mh21japan.gr.jp/basic_info.html 右：日本近海のメタンハイドレートの分布。とくに、静岡から三重の沖合の海底に分布する。この図は林ほか（2010）より引用加筆、著者が和訳した。

