

科学と人間社会Ⅱ(地質・鉱物・環境と社会)

化石燃料と環境問題

有限の化石燃料を使って社会は発展してきました。化石燃料により二酸化炭素が増えます。

今回、化石燃料のうちでも石炭に注目します。

- (1)石炭生産と二酸化炭素の増加。
- (2)なぜ地球温暖化が起きるのか。
- (3)二酸化炭素を減らす取組み。

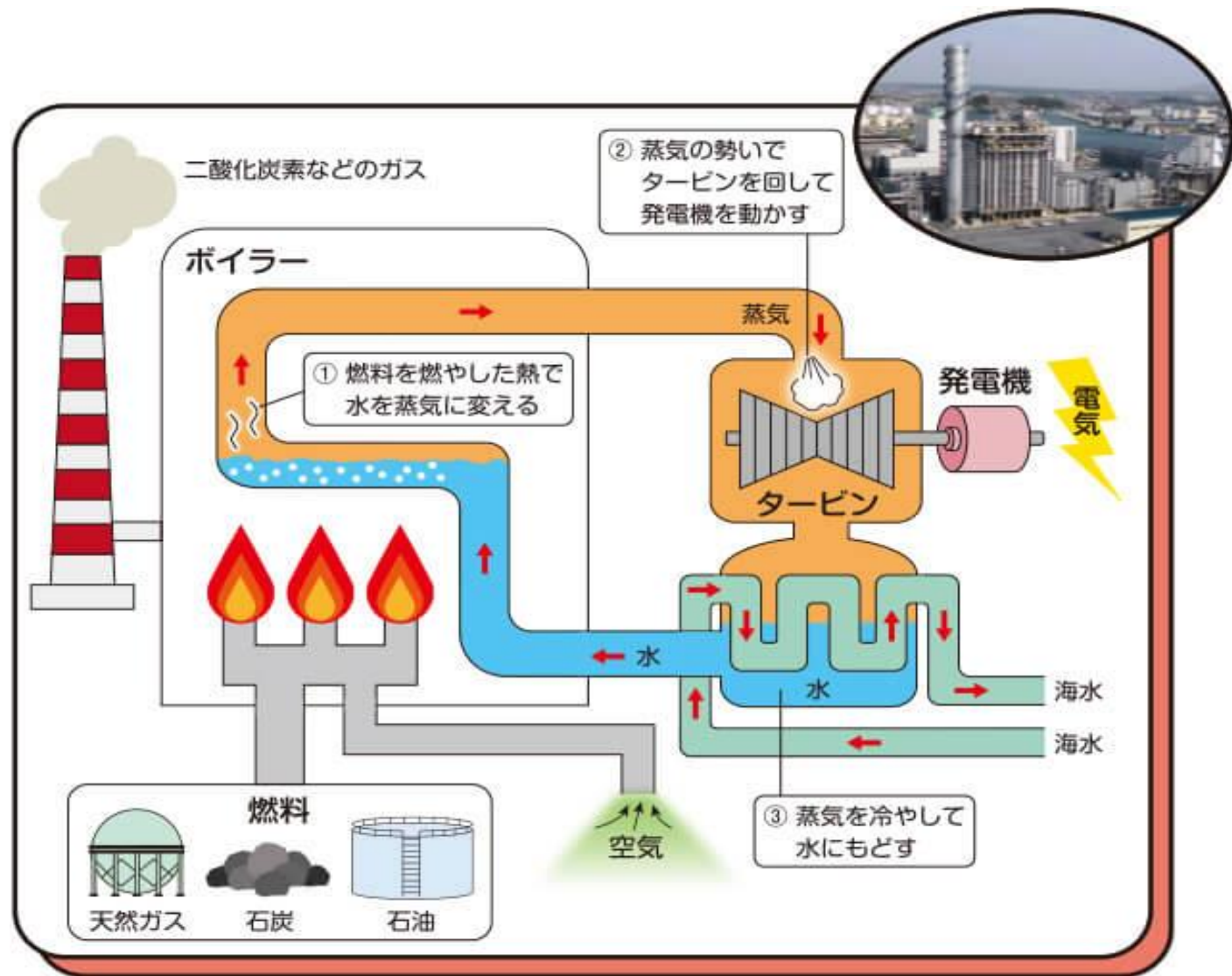
石炭生産(消費)年間総量, 2020年代は80億トン/年を超える

石炭消費に伴う二酸化炭素量は総排出量の75%を占める

二酸化炭素を地中に閉じ込める技術がある

火力発電のしくみ

- 燃焼によって熱を得て水蒸気を作り、発電機につながったタービンを回す。
- 右図写真は八戸火力発電所。
(資源エネルギー庁より)



石炭の生産動向 <https://resource.ashigaru.jp/>

- ・世界の石炭生産(消費)量は最近どのくらいか。

2000年47.0億トン, 2010年73.6億トン (JOGMEG, 2021)

2021年81.7億トン, 2022年89.2億トン (Enerdata, 2023 version)

- ・世界の主要産出国はどこか。

2022年 (Enerdataより) x百万トン

中国4430, インド937, インドネシア690, USA540,

オーストラリア459, ロシア440、南アフリカ255,

石炭から発生する二酸化炭素量を求める

- 1.石炭1グラムあたりの炭素量を0.8 グラム とする。
- 2.石炭1グラムからできる二酸化炭素量を求める。
- 3.年間の石炭消費量を生産量として、二酸化炭素総量を計算する。

・炭素1あたりの二酸化炭素量は、原子量の比から求める。

(炭素＋酸素＋酸素)÷炭素=(12+16+16)/12=3.67となる。

・年間の石炭消費量(生産量)は80億トン、石炭を燃焼して生まれる二酸化炭素量は、80億トン × 0.8 × 3.67=235億トン。

※石炭は全二酸化炭素排出量の75%を占める。

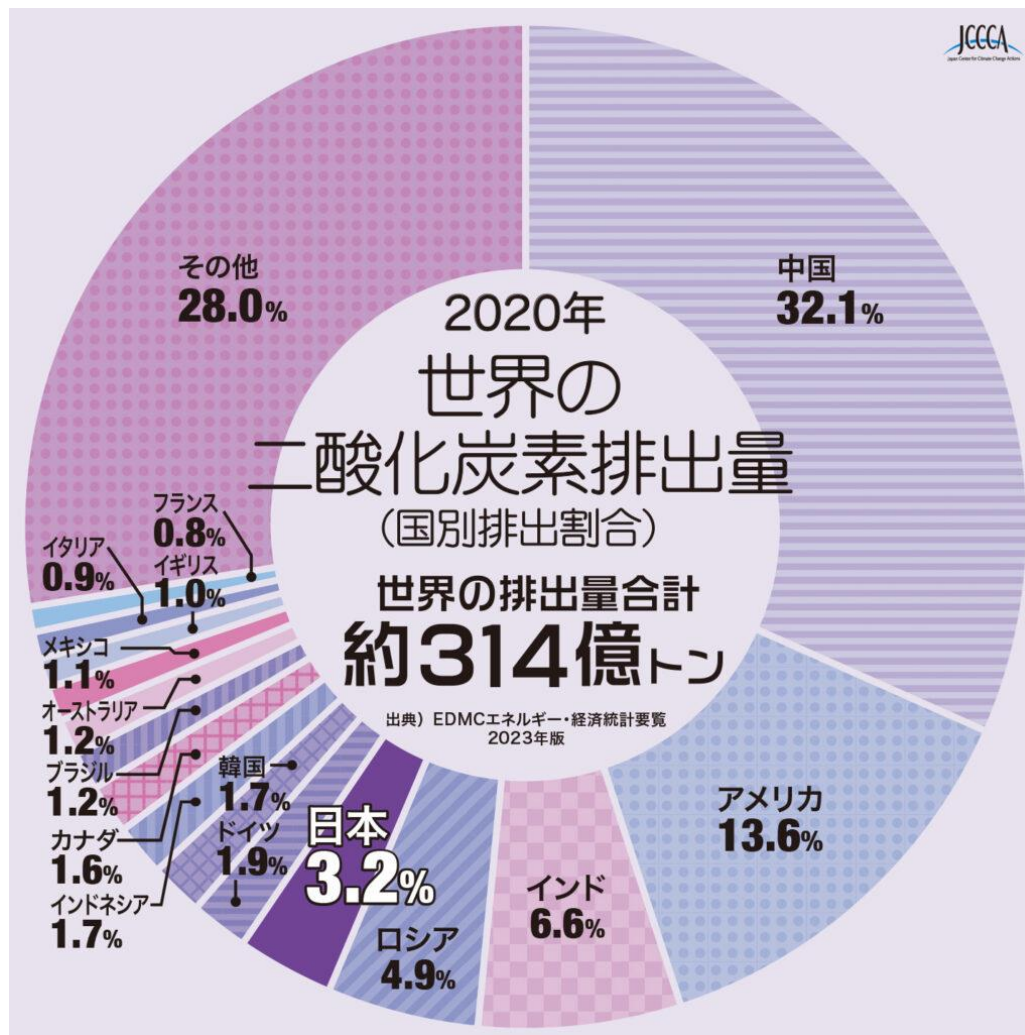
二酸化炭素排出量

世界の二酸化炭素排出量を見ると、中国と米国で46%を占める。

インド、ロシア、日本、ドイツと続く。

日本は世界の排出量の3.2%を占めている。

JCCCA(全国地球温暖化防止活動推進センター)より

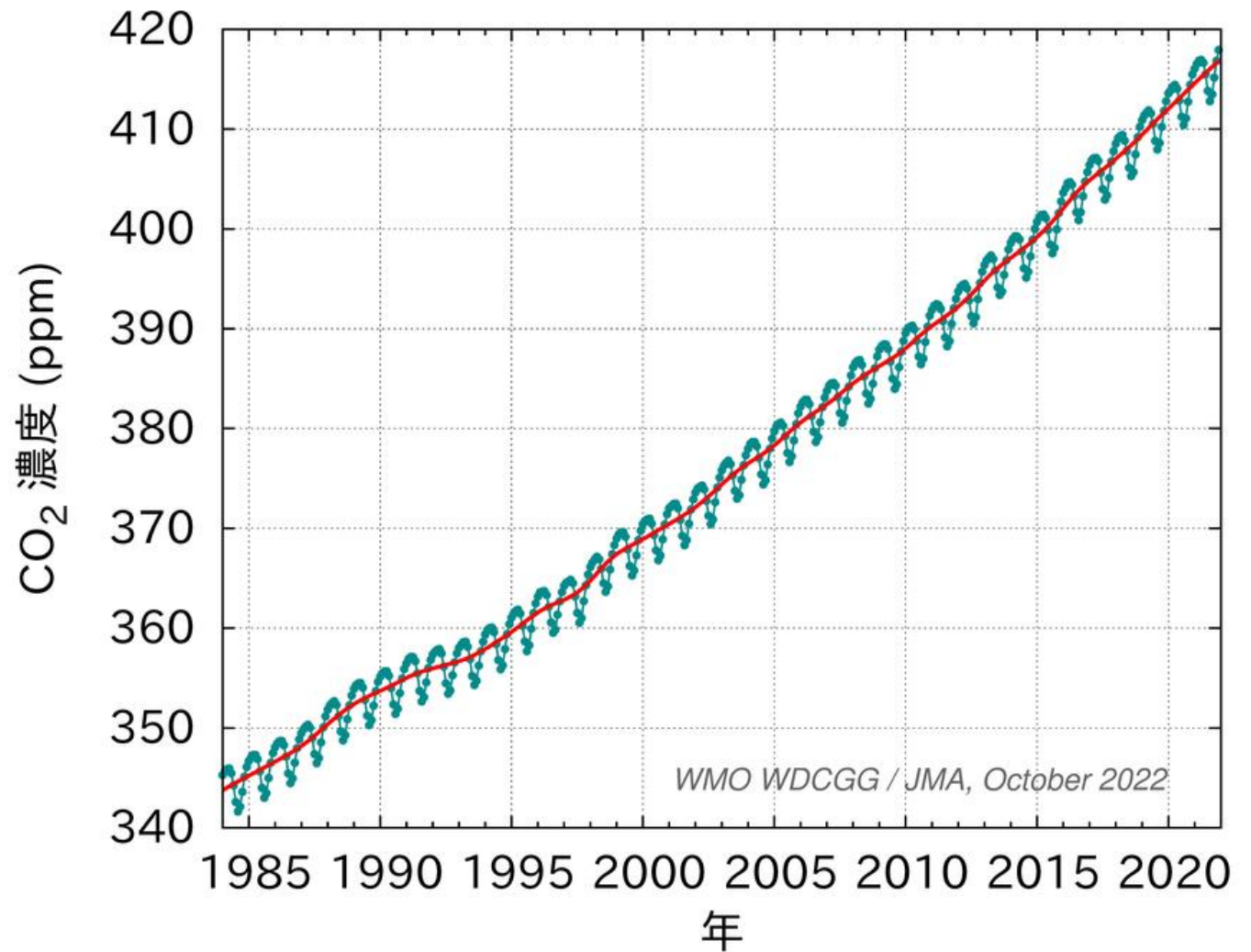


大気中の二酸化炭素は毎年
増えている。

温室効果ガス世界資料セ
ンター(WDCGG)によると2021
年の大気中二酸化炭素の世
界平均濃度は、前年と比べ
2.5ppm増えて415.7ppm。工
業化(1750年)以前の278ppm
と比べ49%増加。

(ppm:大気中分子100万個中の個数を表
す)

右図 大気中二酸化炭素の世界平均濃
度の経年変化(気象庁)



温室効果ガスと温暖化

太陽から地球に太陽光線が届くと、地表はその太陽光線を吸収し、赤外線を放出する。地球の大気にはこの赤外線を閉じ込めている温室効果ガスがある。

この温室効果ガスが濃くなると、地球全体の平均気温が上がる。

二酸化炭素は温室効果ガスの代表である。

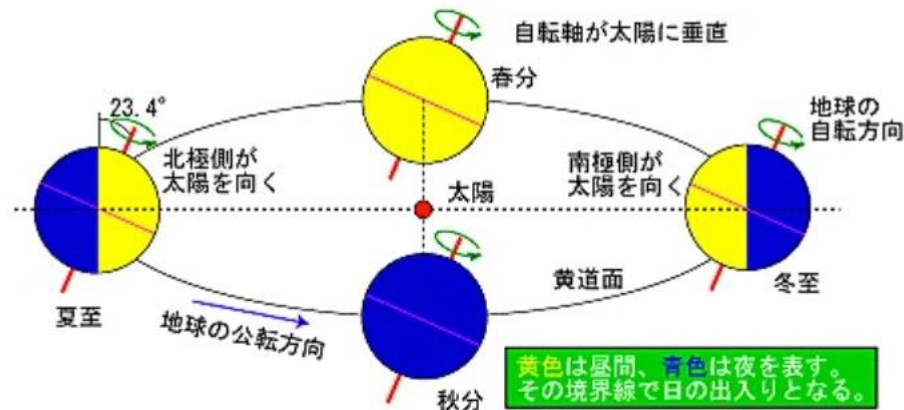


日本ガス協会HPより

そのほかの要因

- ・地球の公転軌道の変化で夏至の頃に太陽に近い(近日点)と暑くなる。
- ・地球の自転軸が変化する。傾きが大きくなると、夏はより暑く、冬は寒くなる。
- ・太陽の活動が活発化すると、暑くなる。
- ・地球に降り注ぐ宇宙線量が減ると雲の量が減り、地球の温度が上がる。

四季の移り変わりがあるのは、絶妙な地軸の傾きのおかげ



二酸化炭素排出をどう抑えるか？

石炭火力以外の発電で二酸化炭素排出を抑える(長:長所, 短:短所)

- ・太陽光発電 (長)資源枯渇しない (短)太陽が出ないと発電できない
- ・地熱発電 (長)日本など火山国では資源豊富 (短)温泉が枯れる心配
- ・風力発電 (長)資源枯渇がない (短)風が吹かないと発電できない
- ・水力発電 (長)クリーンなベース電源 (短)ダム建設で環境改変
- ・原子力発電 (長)CO₂排出少ないベース電源 (短)放射能の管理
- ・バイオマス発電 (長)再生可能資源である (短)資源のとりあい懸念
- ・核融合発電 (長)資源枯渇対策と環境負荷軽減 (短)超高温超真空が必要
- ・省エネルギー エネルギー効率の良い製品を使う
少しでも消費を抑える—自分たちですぐできる

二酸化炭素固定化や有効利用

(経済産業省同技術に関する施策評価資料から抜粋)

大規模排出源からの二酸化炭素排出削減技術

CO₂分離回収技術

例：膜分離

CO₂隔離

地中貯留

例：枯渇油・ガス田貯留

海洋隔離

例：深海底貯留隔離

変換・有効利用 炭素への分解

例：プラズマ分解

化学品へ変換

例：高分子合成法

大気中の二酸化炭素濃度低減技術

生物による吸収 大規模植林による地上隔離

例：乾燥地帯植林

海洋植物による吸収

例：大型海藻育成

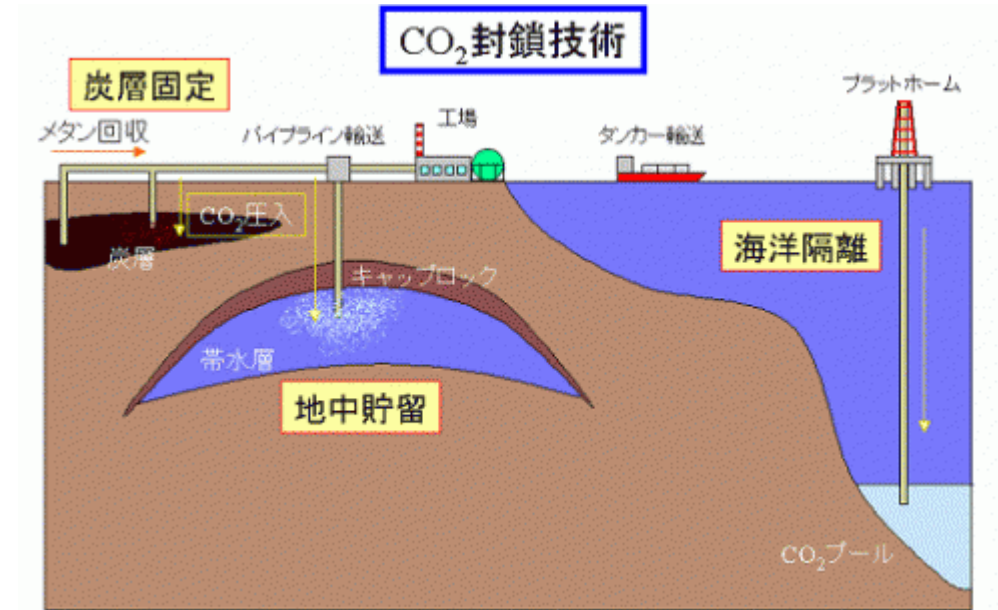
動物による吸収

例：珊瑚礁造成

二酸化炭素地中処分(CCS)

少々の二酸化炭素は，光合成などで生物に吸収・貯留される。現在はそのバランスがくずれ，大気中の二酸化炭素が増えている。

その対策として，化学・工学的に二酸化炭素を分離回収し，貯蔵・利用することが考えられている。二酸化炭素を地中に固定化してとりのぞく技術である。



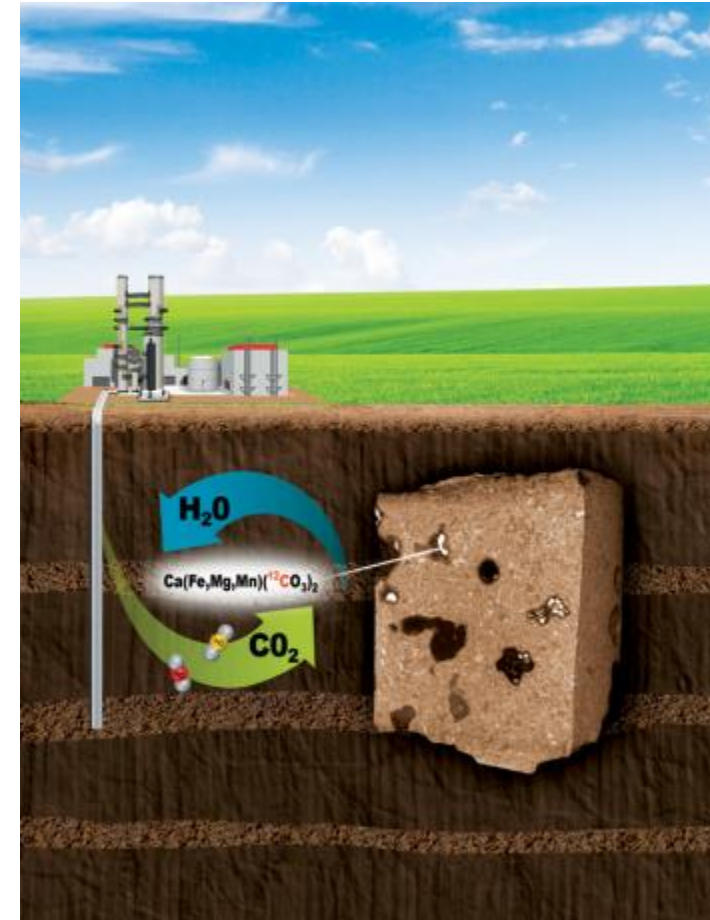
アイスランド： CarbFixの試み

地熱発電所とアルミニウム精錬所からの排ガス削減

アイスランドの岩石は、若い玄武岩が主である。
CarbFixでは、二酸化炭素とともに水を注入して、二酸化炭素に飽和した水を送り込む。

二酸化炭素に飽和した水は、直ちに玄武岩と反応を始め、玄武岩中のカルシウム、マグネシウム、鉄のイオンと二酸化炭素が反応して**炭酸塩鉱物が沈殿**始める。地熱発電にともなう硫化水素ガスも水に溶けていて、玄武岩と反応して**黄鉄鉱を形成**する。

(文献 Zalzal (2017) Earth, June 2)



最近の話題 手軽な二酸化炭素除去(ギガジンネットより)
砕いた岩石を農地にまき大気中の二酸化炭素を大量に削除
英国シェフィールド大学ディビッド・ベアリング教授ら研究チーム
Enhanced Rock Weathering(ERW)

Nature, 08 July 2020,

- ・玄武岩などの岩石を砕いた粉じんを農地にまく。
- ・玄武岩に含まれるカルシウムやマグネシウムが空気中の二酸化炭素と化学反応し、二酸化炭素が炭酸塩となる。



参考動画

中部電力西名古屋火力発電所3分51秒

https://www.youtube.com/watch?v=6mEfftRLGZg&feature=emb_logo

松川地熱発電所の見学 1分58秒

https://www.youtube.com/watch?v=3OhwDxwFMa8&feature=emb_rel_end

核融合エネルギー 5分3秒

<https://www.youtube.com/watch?v=5NPrlZxqpQw>

二酸化炭素を地中に閉じ込める (NHK) 2分4秒

https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005402730_00000