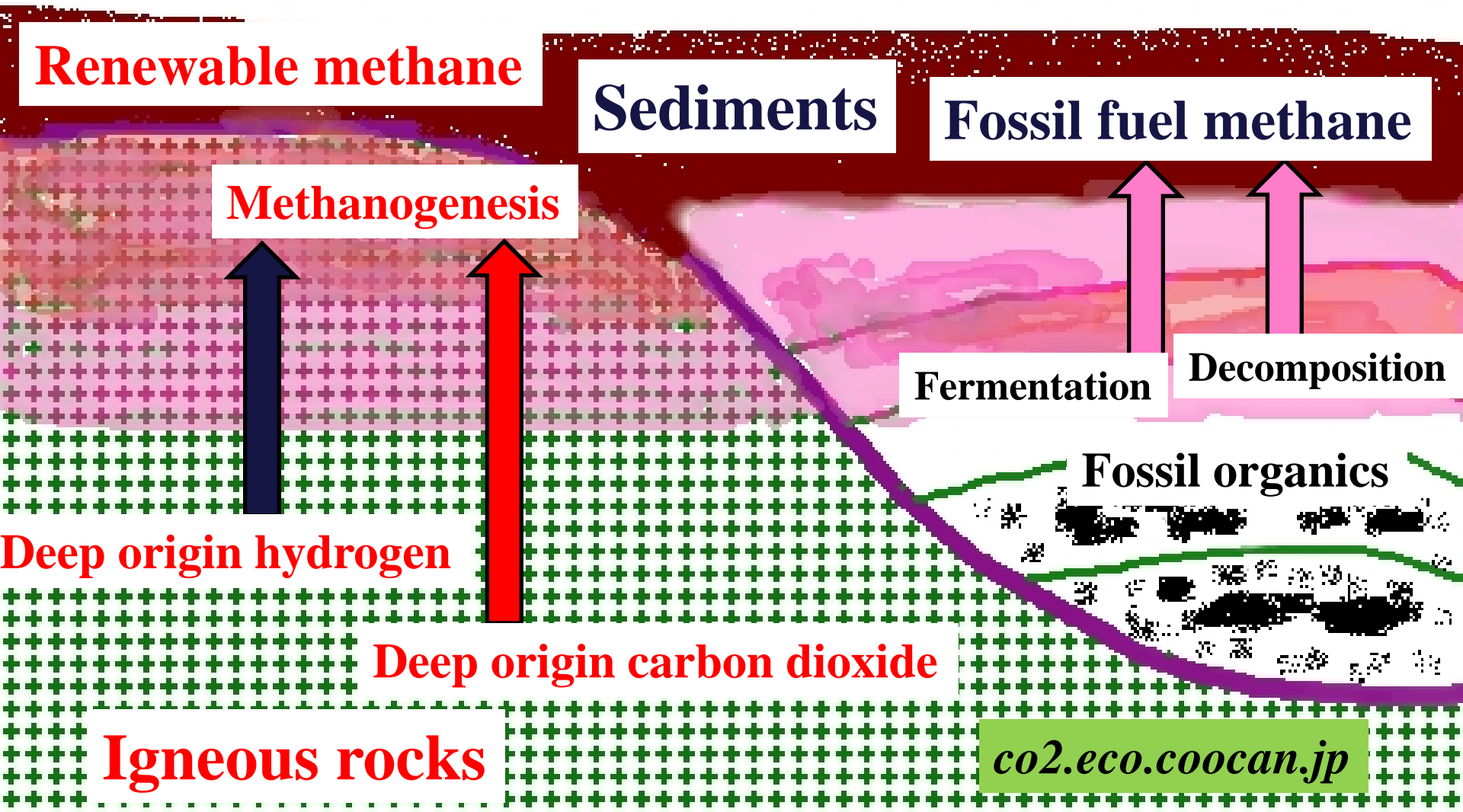


Unnoticed huge underground resources of “renewable methane”!

Vast amounts of methane (“renewable methane”) are produced at every moment in the underground by methanogens from carbon dioxide and hydrogen, while methane (“fossil fuel methane”) is also produced by thermal decomposition and fermentation of fossil organics.



Citation:

Hitoshi Koide (2012) Methane gas as a renewable energy: Sustainable hydrocarbon energy resources development by carbon recycling CCS, Japan Geoscience Union Meeting 2012 (Makuhari Messe, Chiba, Japan) Abstracts, Human Geosciences(H) / Resource and Engineering Geology(RE) Session H-RE27: Climate control and geosciences (CCS,CCUS,geoengineering), May 20,2012, Presentation HRE27-01
[小出 仁 (2012) 再生可能エネルギーとしてのメタンガス：CO₂リサイクルCCSによる持続可能な炭化水素エネルギー資源開発, 日本地球惑星科学連合2012年大会 (千葉, 幕張メッセ国際会議場) 予稿集, 地球人間圏科学(H) / 応用地質学・資源エネルギー利用 (RE), セッションH-RE27: 地球温暖化防止と地学 (CO₂貯留・利用、ジオエンジニアリング), 2012年5月20日, 発表HRE27-01]

Abstract:

From a commonsense standpoint, methane gas is a kind of fossil fuel that is a limited energy resource. It is believed that the underground methane was generated mostly by thermal decomposition of oil, coal or other organic matter - fossil. However, large amounts of habitat of methanogens (archaea) have been found recently in wide range of underground environments. Many types of methanogens produce methane from organic acids which are also fossil origin. However, CO₂-reducer methanogens produce methane from hydrogen and CO₂ which may be derived from the mantle or hydrothermal reaction in deep rocks instead of the direct seepage of deep methane in the unproven Thomas Gold hypothesis (abiogenic petroleum origin). Methane produced from abiogenic deep CO₂ and hydrogen predominant in deep igneous rocks and in basaltic oceanic crust is not a fossil energy resource but a renewable energy resource. In particular, the methane hydrate in deep oceanic crust is a renewable energy resource.

The stored CO₂ in underground reservoirs by the CO₂ capture and storage (CCS) will be converted into methane by the underground CO₂-reducer methanogens. Then, the converted methane will be available as a renewable energy while CO₂ emission into the atmosphere is suppressed. The sustainable hydrocarbon energy development becomes reality by the worldwide systematic deployment of this CO₂-recycling CCS.

[要旨:]

メタンガスが再生可能エネルギーであると言うと、不審に思われるであろう。通常、メタンガスは化石燃料の一種であり、有限な資源と考えられている。すなわち地下に存在するメタンガスの多くは石油・石炭や有機物の熱分解によって生成されたと考えられている。地下に埋もれた有機物は生物の残渣であるから、石油・石炭と同じくメタンガスの多くは化石起源であるということが出来る。しかし、地下にメタン生成菌と呼ばれるアーケア（古細菌あるいは始原菌とも呼ばれ、通常の細菌とはまったく異なる原核微生物のグループ）の一種が多量に生息していることが最近明らかになってきている。メタン生成菌の多くの種類は、酢酸などの有機酸等からメタンを生成するため、その生成するメタンも化石起源である。しかし、CO₂と水素からメタンを生成するCO₂還元メタン生成菌と呼ばれる種類は、化石起源ではない深部起源のCO₂からメタンを生成することができる。マントルからメタン等の炭化水素が直接湧出するというトーマス・ゴールドの地下深層ガス説(石油無機起源説の一種)は確認されていないが、マントル起源のCO₂からCO₂還元メタン生成菌により生成されたメタンが、日本のような火山地帯の地下には少なくともごく一部は存在する。有機物に乏しい地下深部の火成岩中や深海底下の玄武岩海洋地殻中では、有機物起源ではないCO₂と水素からCO₂還元メタン生成菌により生成されたメタンが多くを占めるであろう。マントルから湧出してきたCO₂や熱水と岩石の反応によって生成された水素から作られるメタンは、化石エネルギー資源ではなく、再生可能エネルギー資源である。深海底下の玄武岩質海洋地殻中のメタンハイドレートは再生可能エネルギー資源である可能性が高い。

CO₂回収・貯留(CCS)により、CO₂を地下に貯留するとCO₂還元メタン生成菌によりメタンに変換される可能性がある。このCO₂リサイクルCCSが実用化されれば、CO₂の大気への放出を抑制しつつメタンガスを再生可能エネルギーとして利用できるようになり、持続可能な炭化水素エネルギー資源開発が実現できる。]

日本地球惑星科学連合2012年大会

会場：幕張メッセ国際会議場 104

〒261-0023 千葉市美浜区中瀬2-1

2012年5月20日（日）13:45-14:00

地球人間圏科学 セッションID:H-RE27:

「地球温暖化防止と地学（CO₂貯留・利用、ジオエンジニアリング）」

**「再生可能エネルギーとしてのメタンガス：CO₂リサイクル
CCSによる持続可能な炭化水素エネルギー資源開発」**

小出 仁（産総研 / 温暖化防止ジオエンジニアリング）

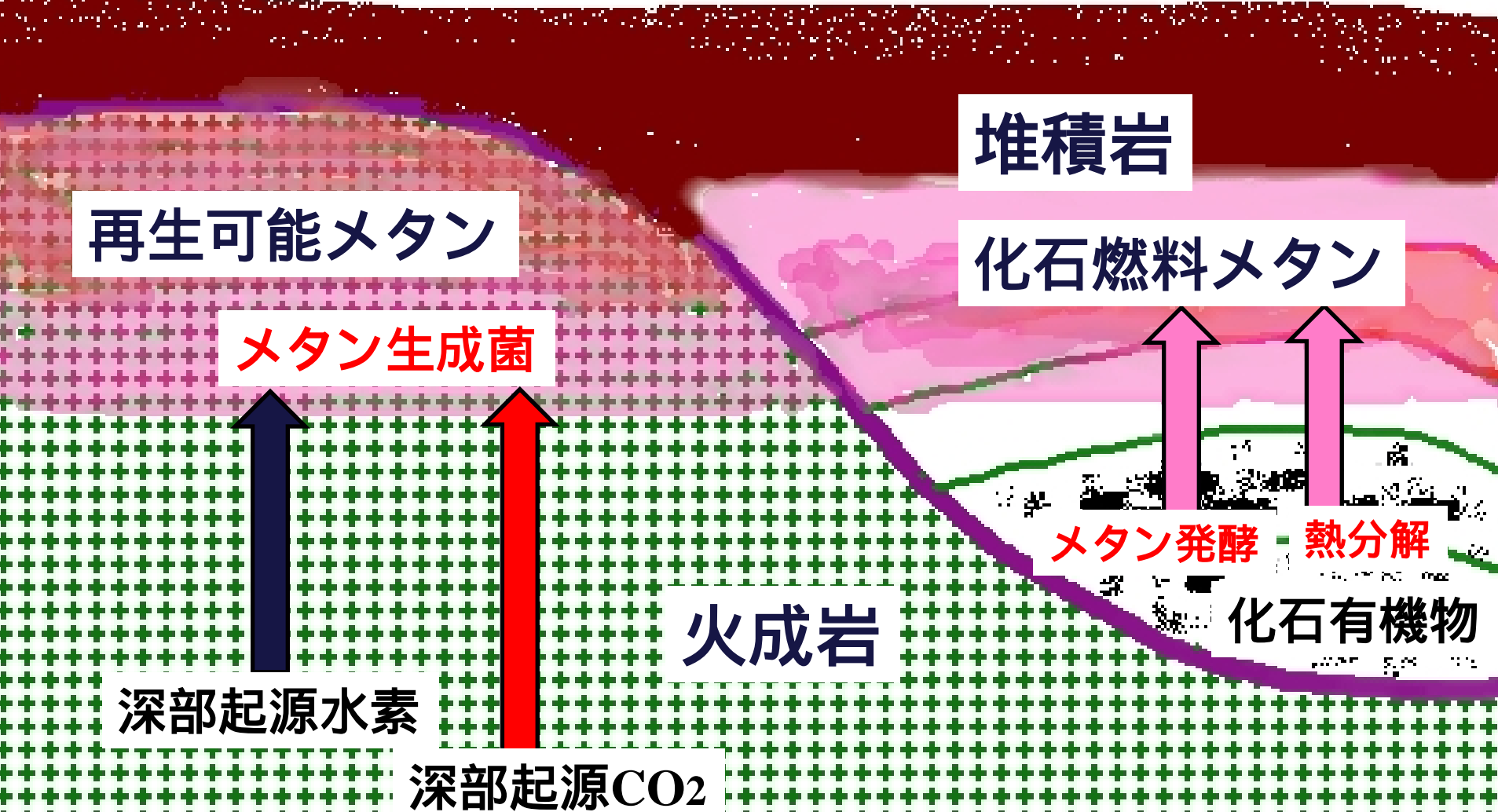
Methane gas as a renewable energy: Sustainable hydrocarbon
energy resources development by carbon recycling CCS

Hitoshi Koide (AIST/CCGeoengineering)

**地下のメタンガスの一部は化石燃料ではなく
再生可能エネルギーである。**

地下のメタンガスの多くは化石有機物の分解で生成されたもので、化石燃料であるが、地下深部から湧出するCO₂と水素から、地下に常在する微生物（メタン生成菌）が合成したメタンは化石燃料ではない。再生可能エネルギーと呼ぶべきである。

通常，化石燃料メタンが大部分とされているが，再生可能メタンも膨大にある。



地下には起源の異なるメタンがある

メタン生成菌は始原菌（アーケアまたは古細菌ともいう）の一種であり絶対嫌気性なので培養しにくいいため過小評価されているが、地球初期には生命系の基盤になっていた支配的な微生物で、現在でも地下深部で支配的な存在である。

地上ではCO₂が炭素化合物のうち最も安定で、
燃焼してCO₂になることによりエネルギーが
得られるが、地下では遊離酸素が無いので
メタン（CH₄）が最も安定になるので、
CO₂メタンをメタンに変換してエネルギーが
得られる。メタン生成菌は地下で生命系の
基盤になる有機物とエネルギー源を創る。

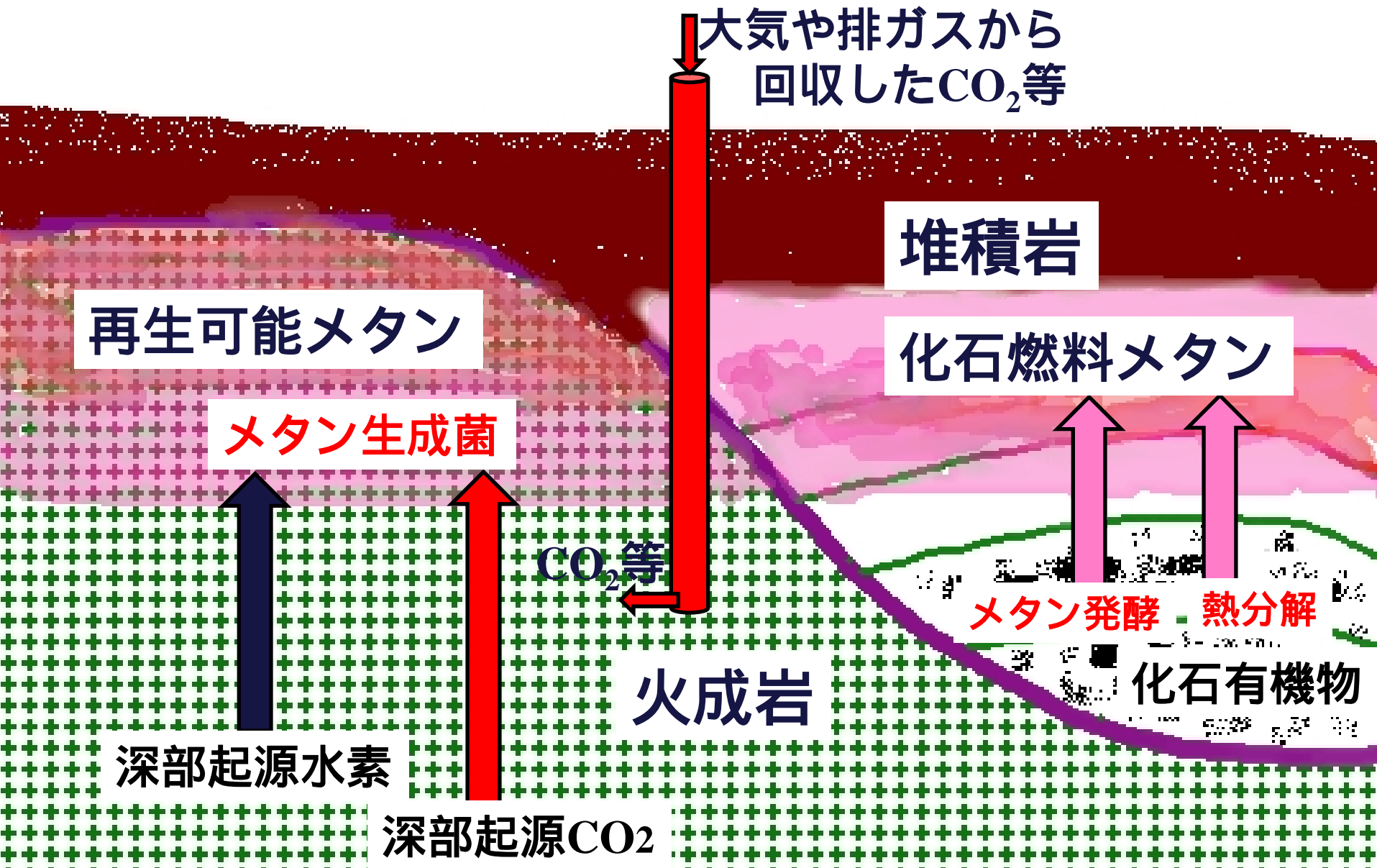
特に，玄武岩質海洋地殻では，地下深部から湧出する CO_2 と水素から，メタン生成菌がメタンを合成し，海洋底下のハイドレート層およびその下に膨大な量のメタンガスを蓄積している可能性がある。

陸域や近海域でも CO_2 を地下注入すれば，地下微生物による地下ガス再生が可能。

地球温暖化を防止し，未来のエネルギー資源を栽培する地下微生物 CO_2 — CH_4 リサイクルを実現。

地球温暖化防止は技術的に可能である。

CO₂等の地下注入により，メタンの再生を増進する。

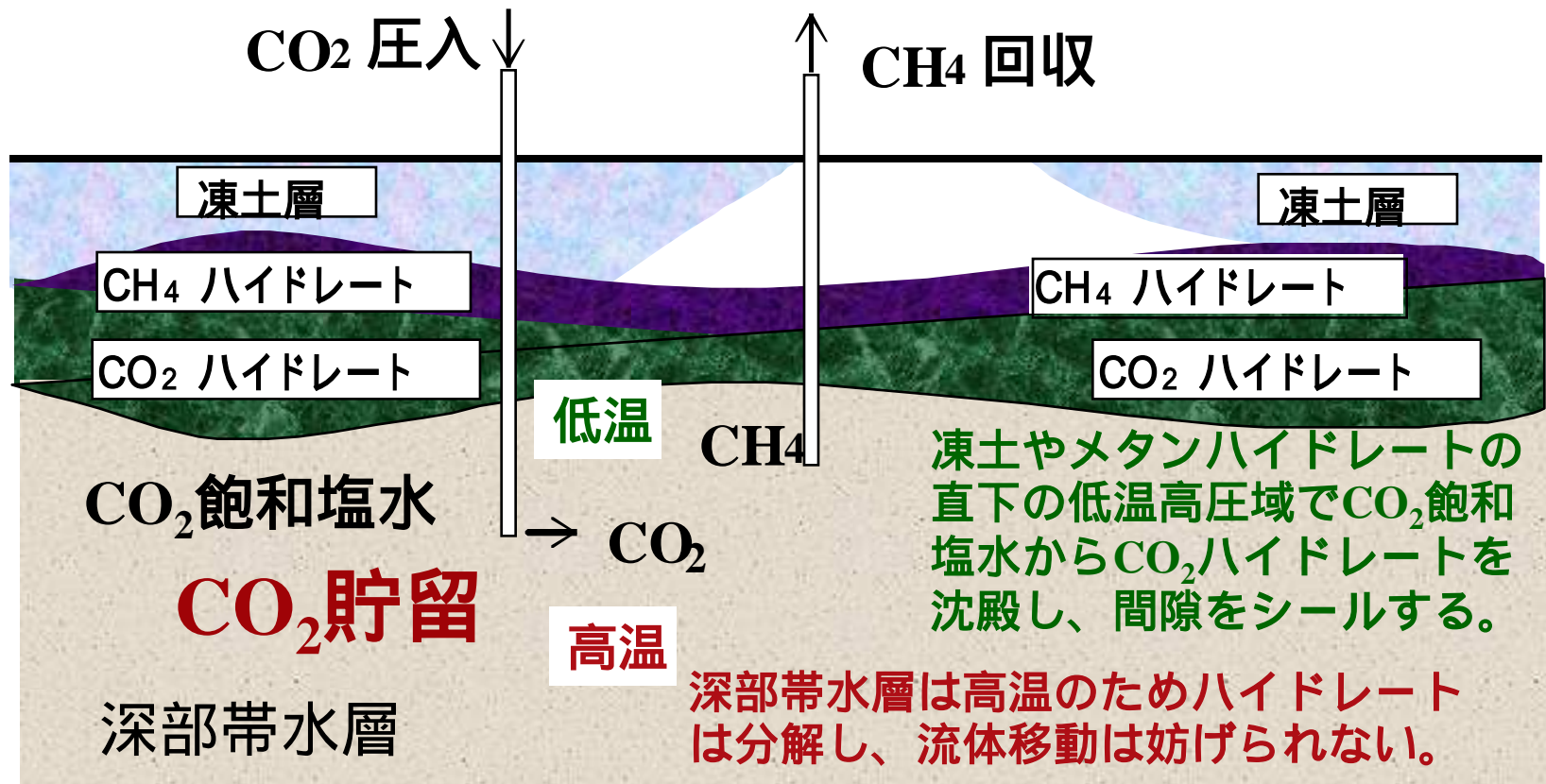


地下ガス再生プロジェクト

- ・ 余っているCO₂を隠れた深部帯水層に未利用の自然エネルギーを使って貯留して，原始の地下微生物の力で未来のエネルギー資源メタンガス鉱床として再生 **—夢のエネルギー資源**
- ・ CO₂はバイオエネルギーの燃焼排ガスや大気から回収（選択的溶解，膜分離，吸着性） **—地球温暖化防止**
- ・ 貯留・再生の適地は十分な容量がある。 **—安全性が高い**
 - 1．枯渇油・ガス貯留層・石炭層・シェール等（**トラップ・吸着**）
 - 2．堆積盆の深部帯水層（**溶解貯留**）
 - 3．寒冷地（高緯度・高標高）帯水層（**ハイドレート・シーリング**）
 - 4．海洋底の堆積層・玄武岩層（**ハイドレート・シーリング**）

300mより深い深海底下や極地に限られるが、
理論的には無尽蔵のCO₂貯留が可能である。

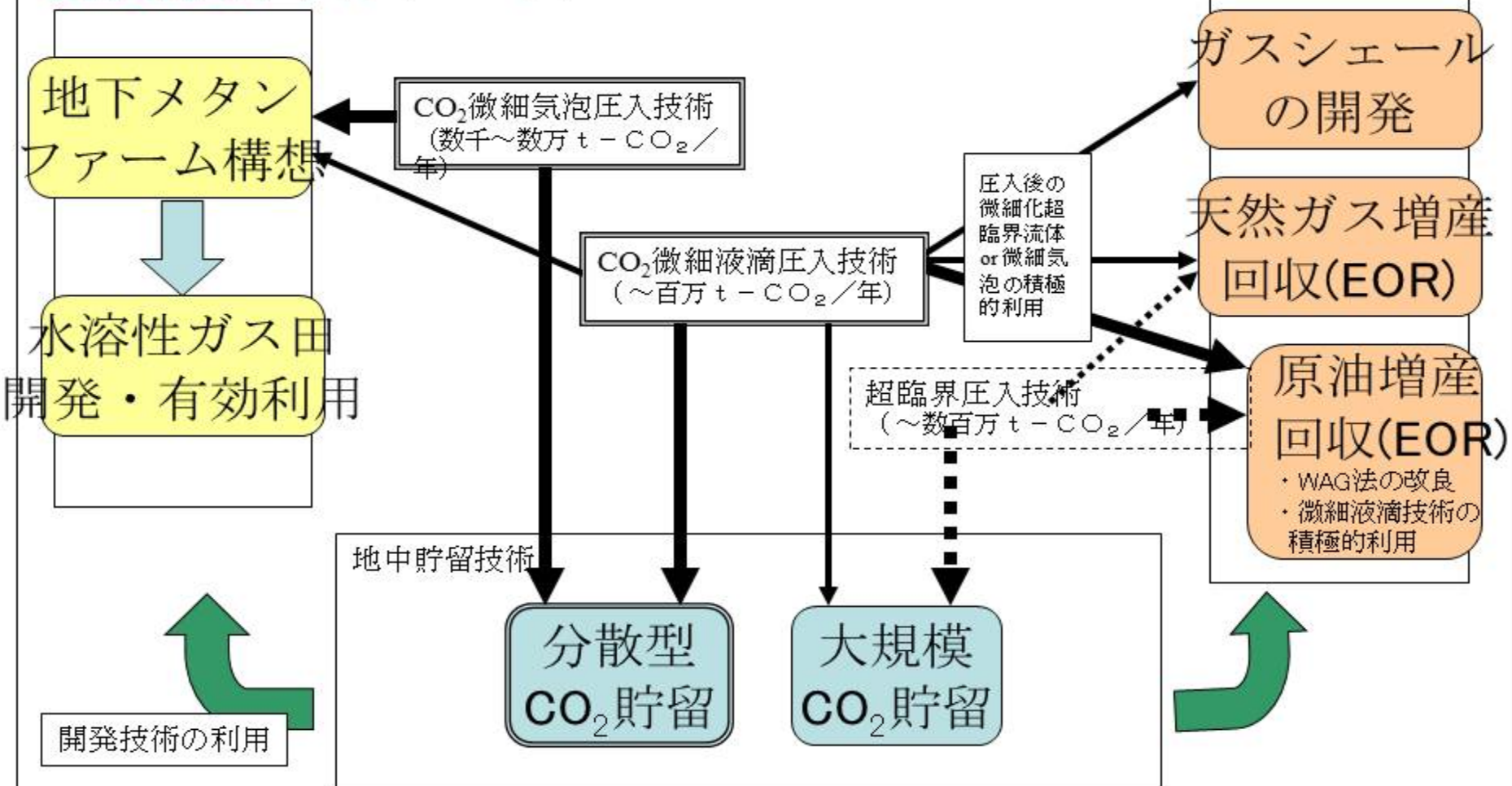
CO₂ ハイドレート固定 (CO₂ ハイドレート化自己封入)



CO₂利用・貯留への微細化圧入技術の利用

<持続可能なリサイクル・モデル>

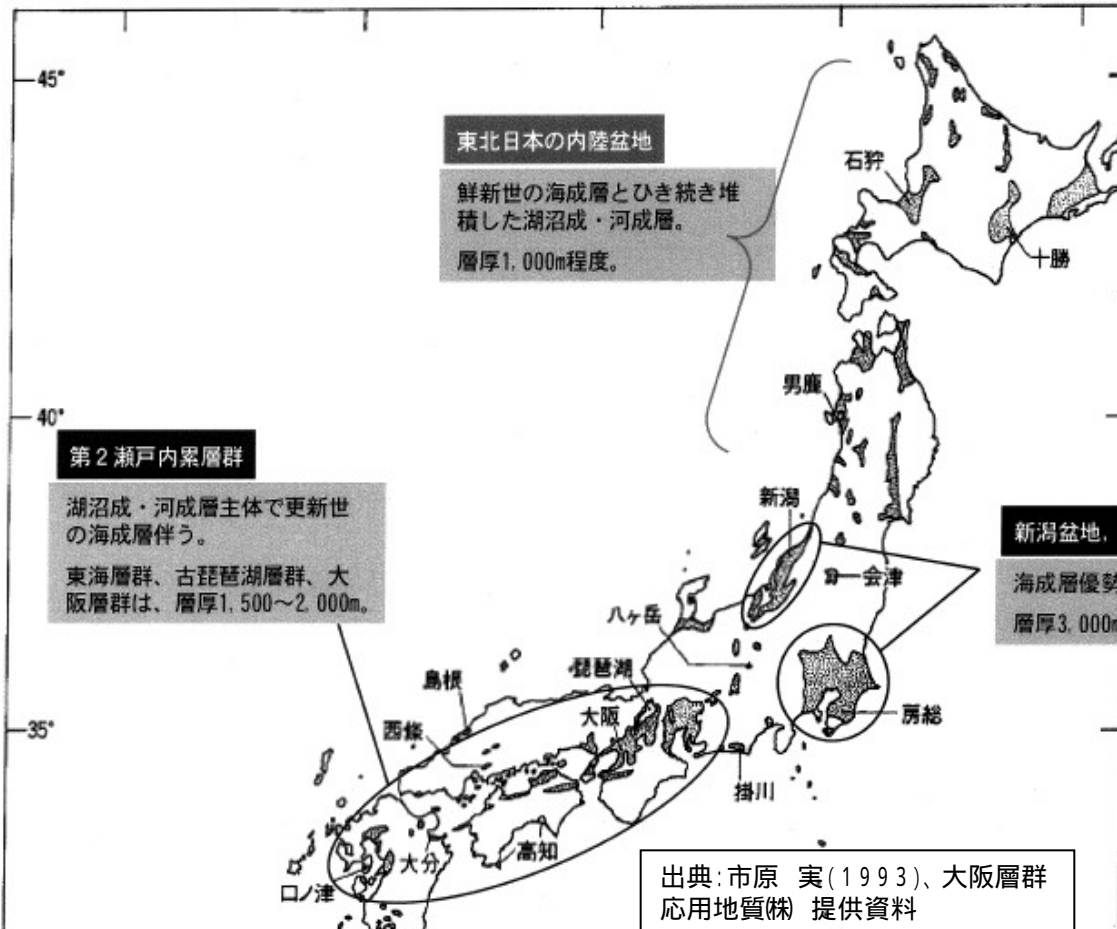
<エネルギー回収モデル>



堆積盆中の熱水を採取、温水発電・温泉利用・メタン採取し、CO₂マイクロバブル水として再圧入する。

溶解型貯留の事業化のための地層条件

従来と異なり、浅層域(深度300~800m)貯留を狙う
未利用の塩水地下水が豊富
貯留域の浸透率数百md以上
貯留域の孔隙率20%以上



前提条件:

対象は都市部の比較的若い堆積盆
(新第三紀~第四紀の堆積盆)
最適地は第二瀬戸内累層群
(新第三系鮮新統~第四系下部更新統)
砂・泥の互層からなり、地質構造が複雑でない
半固結の堆積物が主体であり、基盤岩との物理的
コントラストが大きい
小規模な貯留であり、陸域~臨海域が対象
地下水の循環システムを採用(未利用の
豊富な塩水地下水が存在)

地質学的要件:

安全側として、遮蔽層/貯留層が明確に構築できる地質構造が良好
第四紀の大きな地殻変動を受けておらず、できれば水平層を貯留対象に
地質調査(物理探査)が適用しやすく、
調査・モニタリングが安価にでき、成果を明確に示せる

地下に再圧入されたCO₂は微生物によりメタンに変わり、含メタン熱水鉱床が再生する。

- CCSは“世界の最重要技術課題”

- 「CO₂回収・貯留(CCS)の小さな一歩は、人類の大きな飛躍」

- 地球温暖化防止だけの後始末技術

- 「可能なら無い方が良い」

- 温室効果ガス削減の政策が定まらない。

- CO₂に価格がつかない。

- インセンティブがない。

実施段階に進めない！

- 本格的なCCSの実現の環境はまだ整っていないが、
小規模の地球温暖化防止だけが目的でない
多目的のハイブリッド技術なら早期に実現可能である。

- 架け橋技術としてのハイブリッドCCS

- CO₂利用貯留(CCUS)

- **Carbon Capture, Use and Storage**

- CO₂原油増進回収(CO₂-EOR)

- CO₂ガス増進回収(CO₂-EGR)

- シェール

- 深部石炭層

- 深部かん水（堆積盆）

- ハイドレート層