

静岡流!! 自然エネルギーの地産地消

～地下圏微生物を利用したメタン・水素ガス生成～



木村 浩之 (Hiroyuki Kimura)

静岡大学理学部地球科学科・講師

静岡大学防災総合センター・兼務

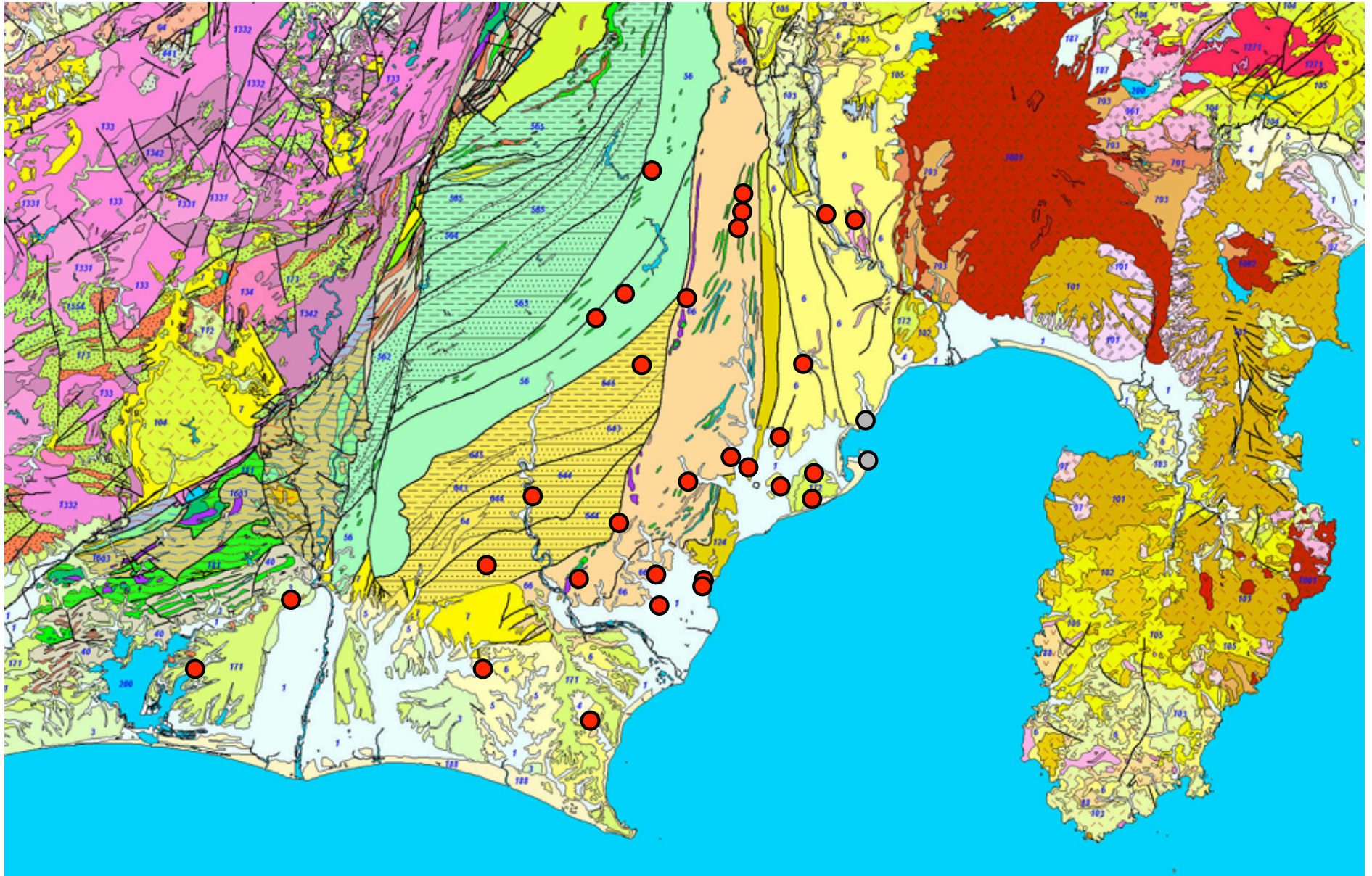
静岡県中西部の掘削温泉

地下800m以上掘削された温泉の場合、ほぼ全ての温泉水にメタンが検出されている。
静岡県内60カ所以上の天然・掘削温泉にてメタンが含まれることを確認している。

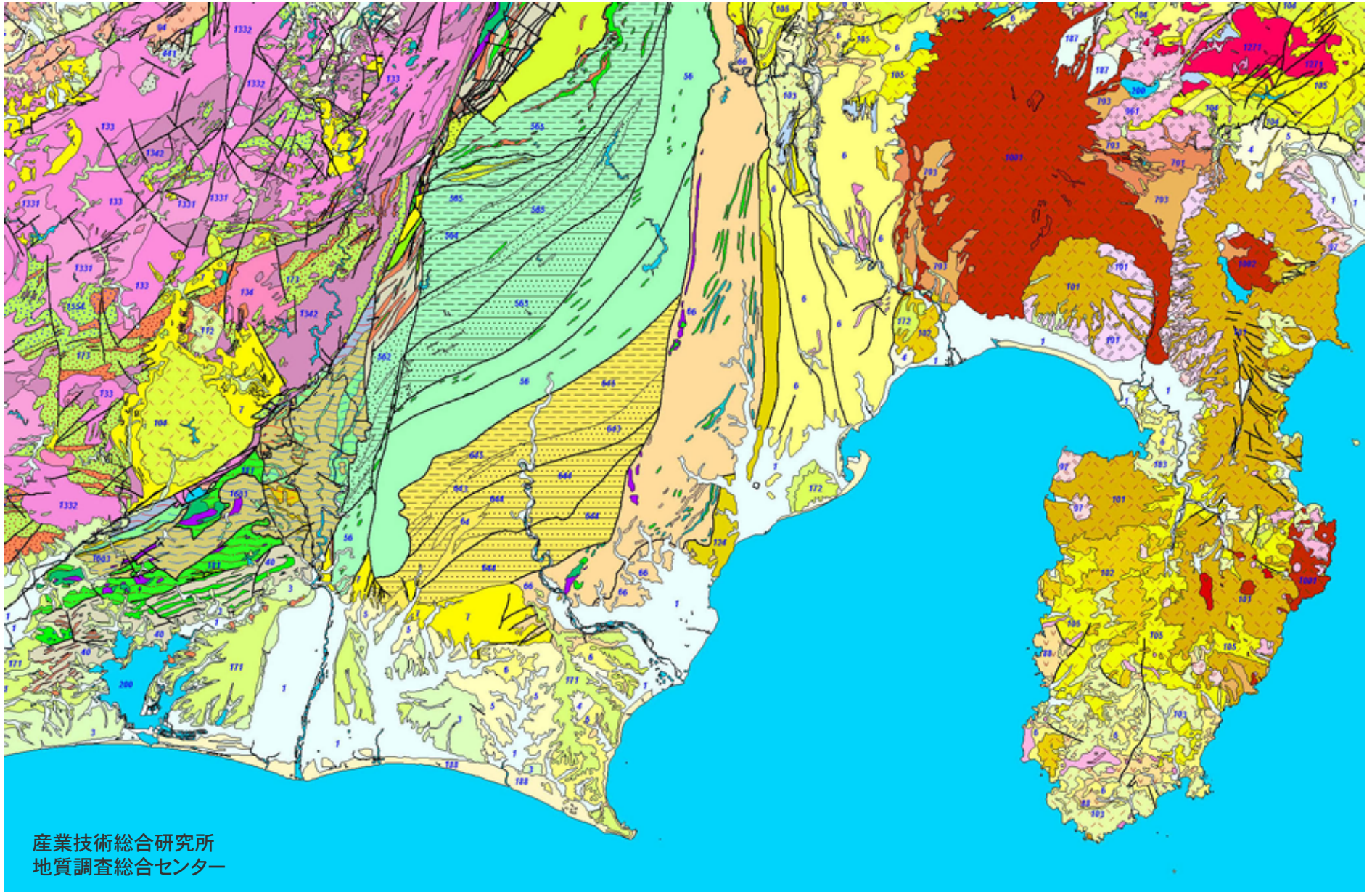
- 静岡市 24カ所
- 浜松市 15カ所
- 藤枝市 4カ所
- 島田市 4カ所
- 掛川市 7カ所など

静岡県中西部のメタン温泉の分布

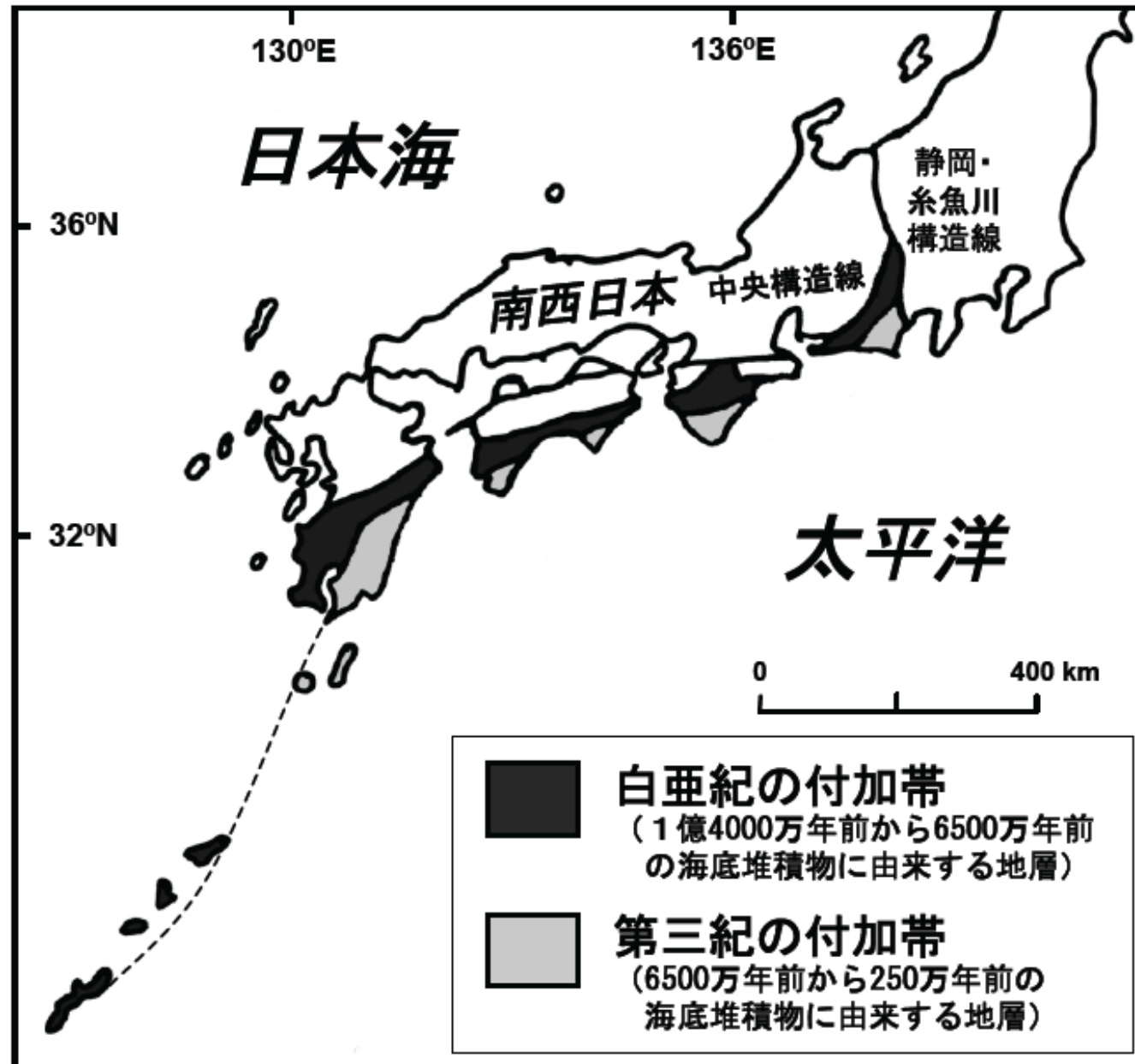
(2012年6月現在)



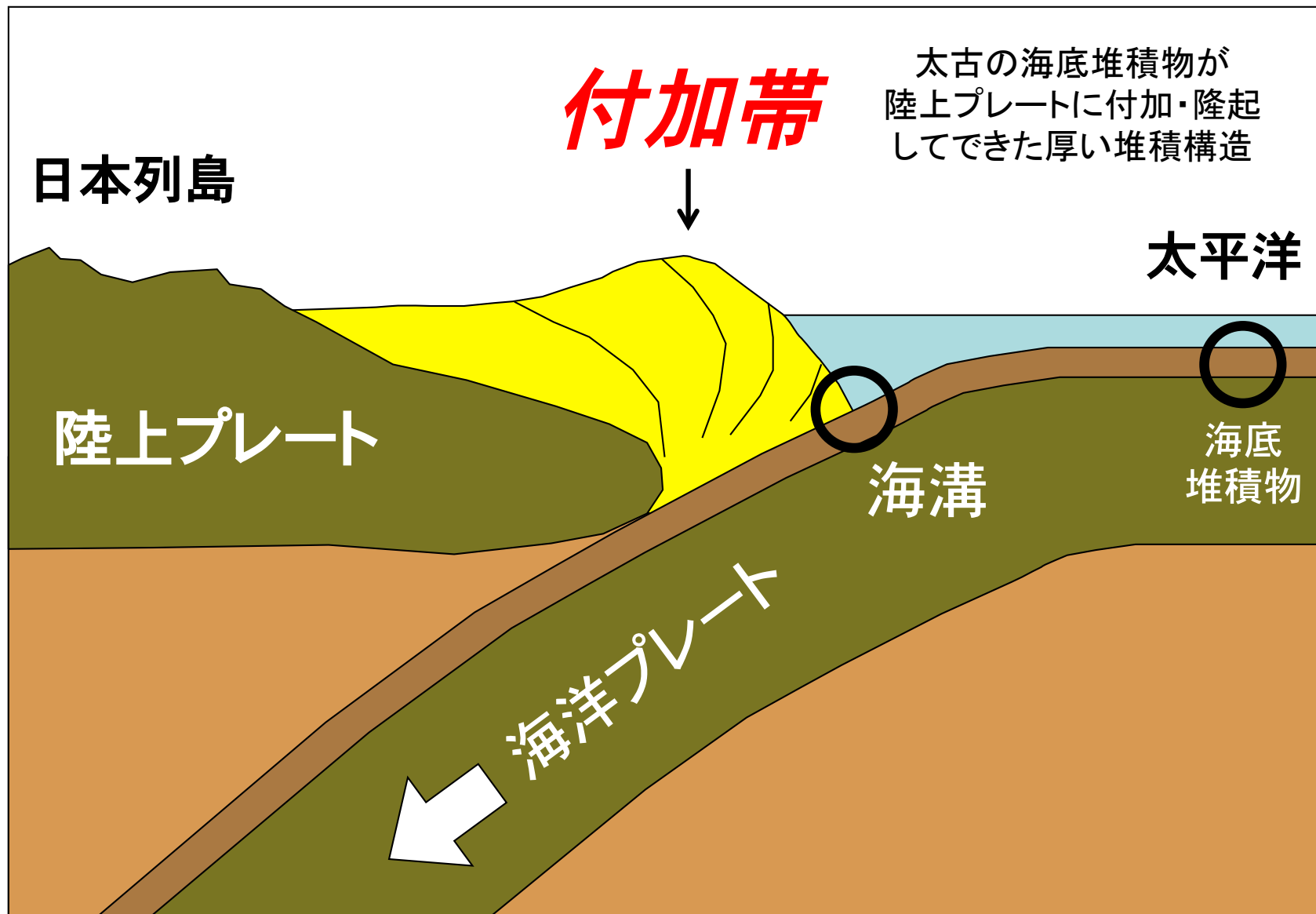
なぜ、静岡県中西部なのか？



付加帯の分布域



付加帯の地質構造



付加帯の特徴

- 南西日本の太平洋側に**広く分布**する。
- **厚い**堆積層(約10 km)からなる。
- 堆積層は海底堆積物に由来する。
- 堆積層は高濃度の**有機物**を含んでいる。
- 地下深部に**豊富な地下水**が存在する。
- 地下水に**高濃度のメタン**が溶存している。
- 地上部にてメタンが**激しく気化**する。
- 地下水に多くの**微生物**が含まれている。

遊離ガスの組成

水素ガス(H_2)	<0.01 vol %
二酸化炭素(CO_2)	0.42 vol %
メタン(CH_4)	97.8 vol %
エタン(C_2H_6)	1.76 vol %
プロパン(C_3H_8)	0.001 vol %
ブタン(C_4H_{10})	<0.01 vol %

都市ガスとほぼ同じ成分

静岡県中西部のメタン湧出量の試算

(2012年6月現在)

メタンが検出される温泉施設(60ヵ所以上)

総揚湯量・・・8,113 L/min → 11,683 m³/day

温泉水：ガス = 1：1（東海ガスのデータ）

一般家庭**1万8千世帯分**の都市ガス使用量に相当する。
ガス料金に換算すると、年間**8億5千万円**に相当する。

ガスエンジンで発電すると・・・

25kWの発電機**61台**を24時間フル作動できる。

1,332万 kWh/年

一般家庭**3,700世帯分**の電力に相当(+α 85℃温水)。

メタンの起源は何か？



メタンの起源は何か？

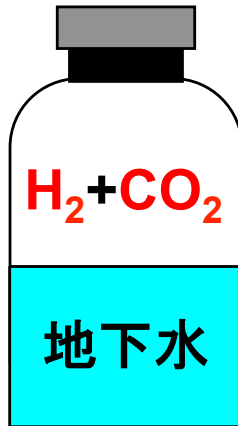
● 地熱作用による有機物分解起源

● メタン生成菌による微生物起源

- $4\text{H}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $4\text{HCOO}^- + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{CH}_4 + 3\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $4\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow 3\text{CH}_4 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{HCO}_3^-$

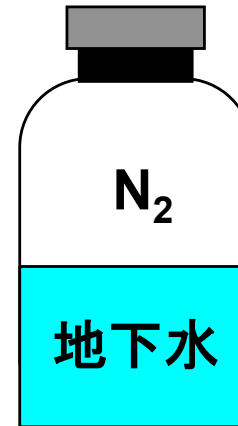
その他: Methylamine, Dimethylamine, Trimethylamine, Dimethylsulfide

メタン生成菌の培養



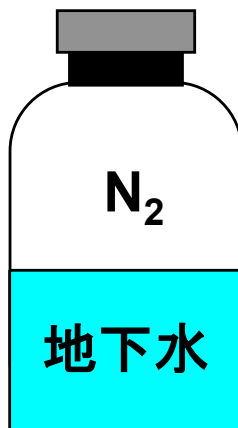
1.5気圧

H_2 / CO_2



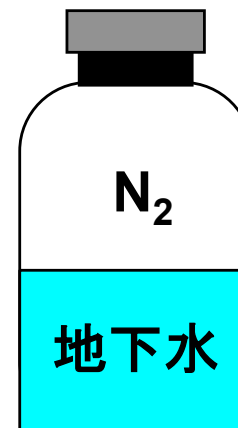
1.5気圧

酢酸 (20 mM)



1.5気圧

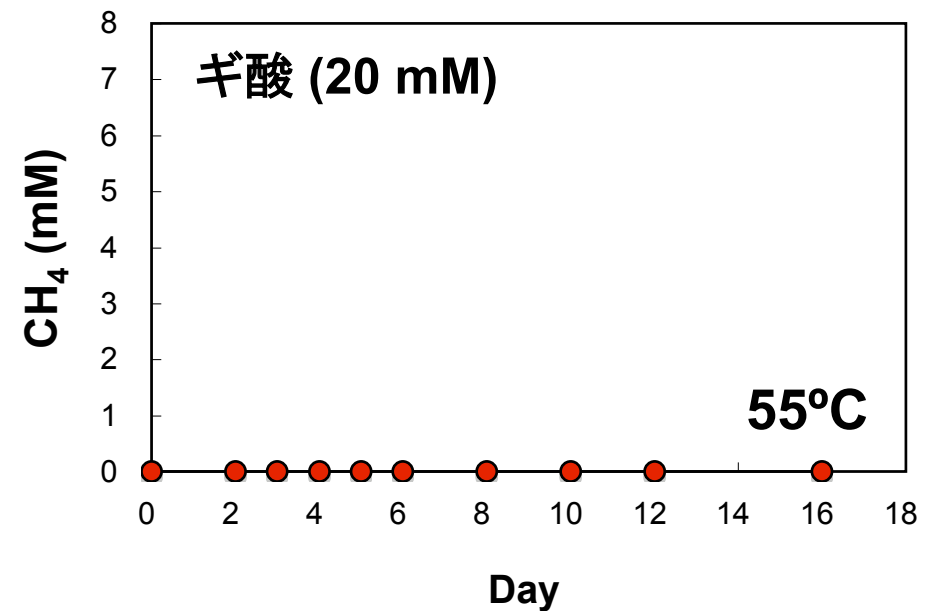
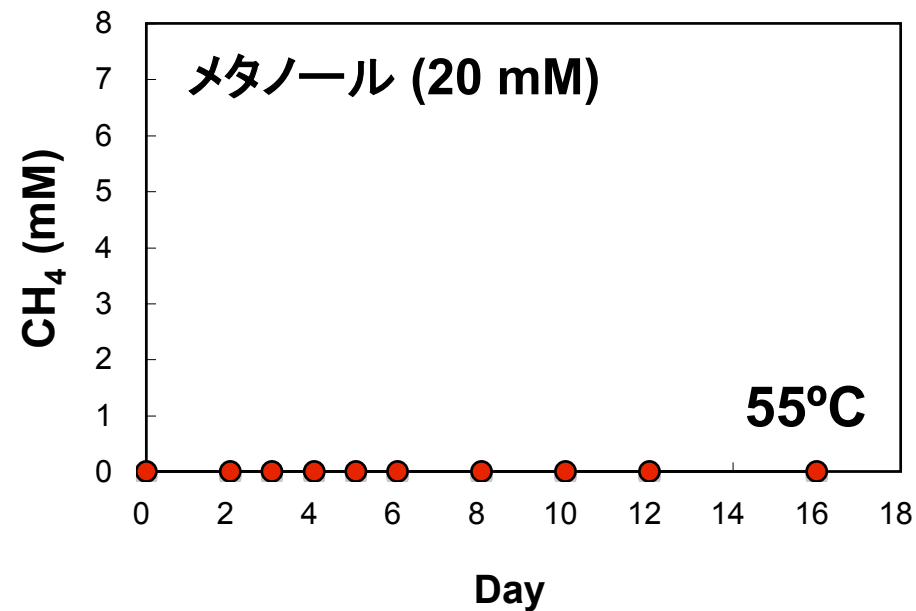
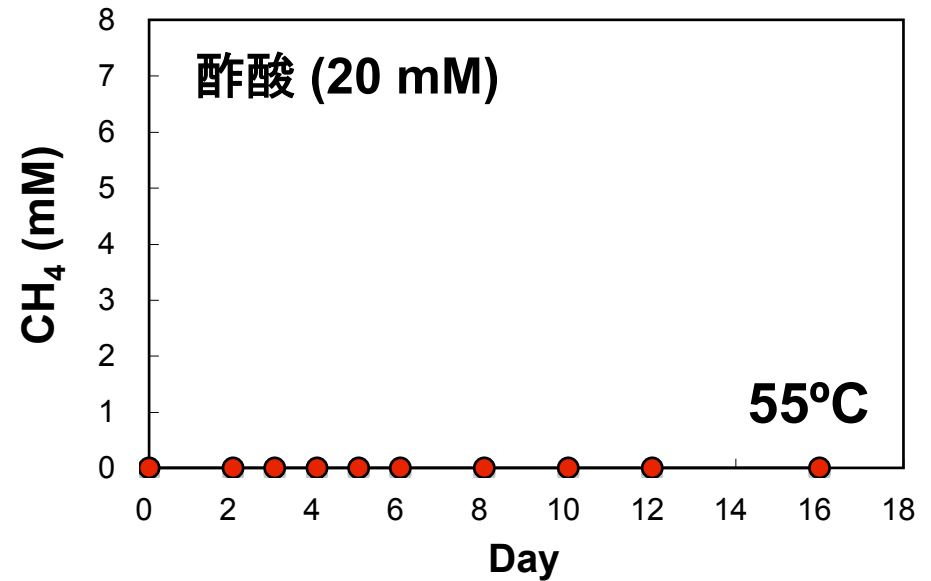
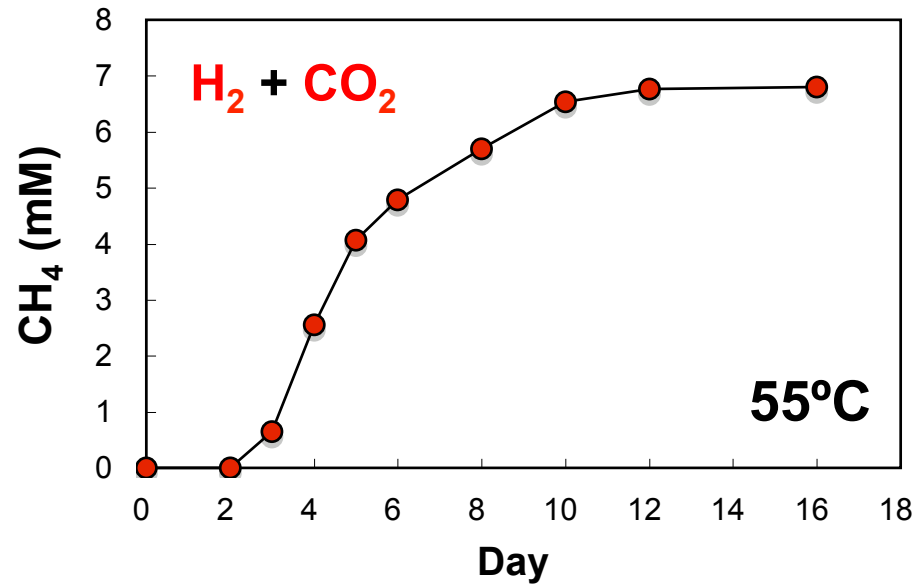
メタノール (20 mM)



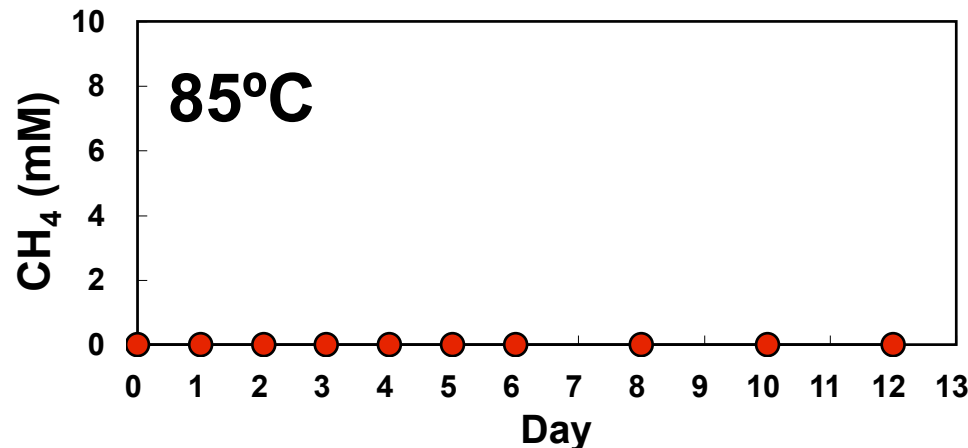
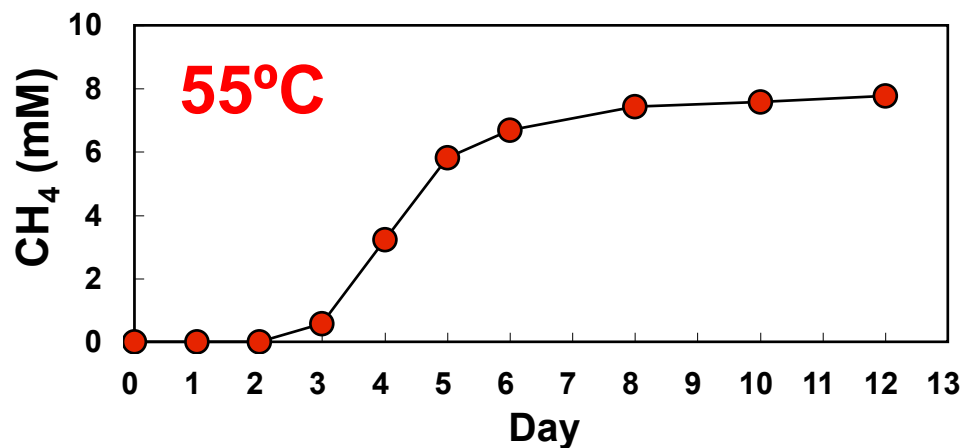
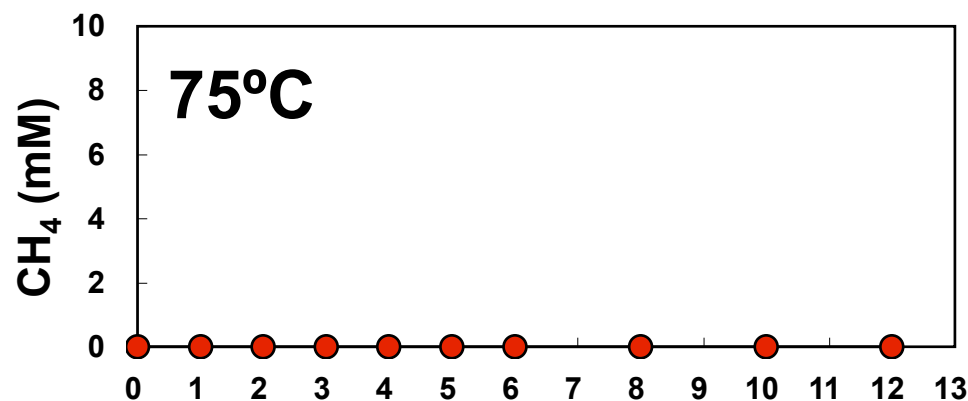
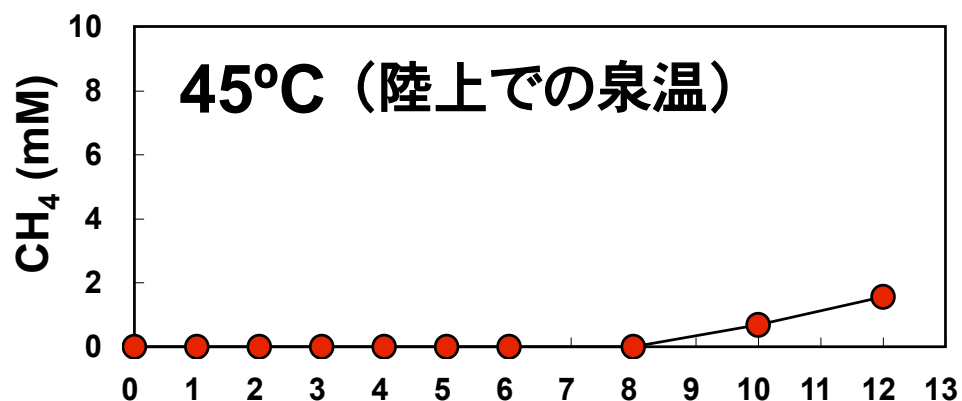
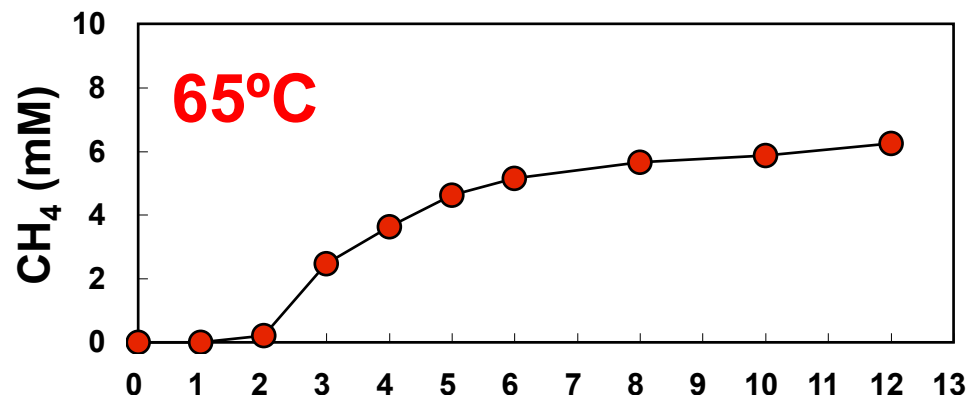
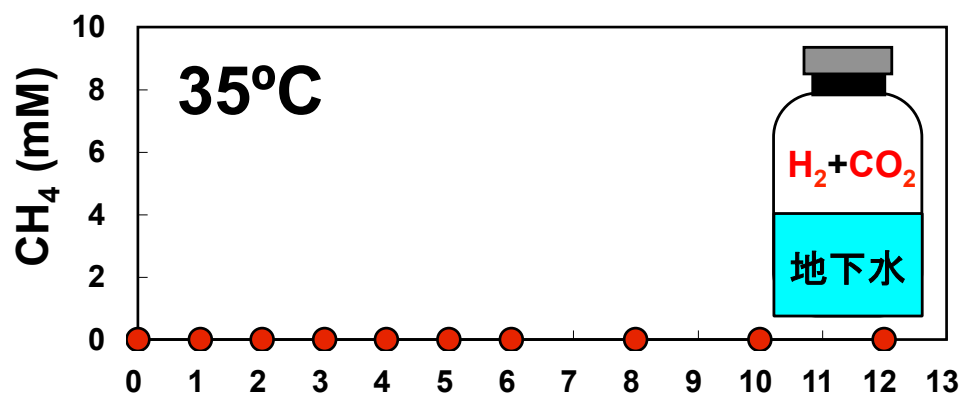
1.5気圧

ギ酸 (20 mM)

メタン生成菌の培養



水素資化性メタン生成菌の温度別培養



水素資化性メタン生成菌



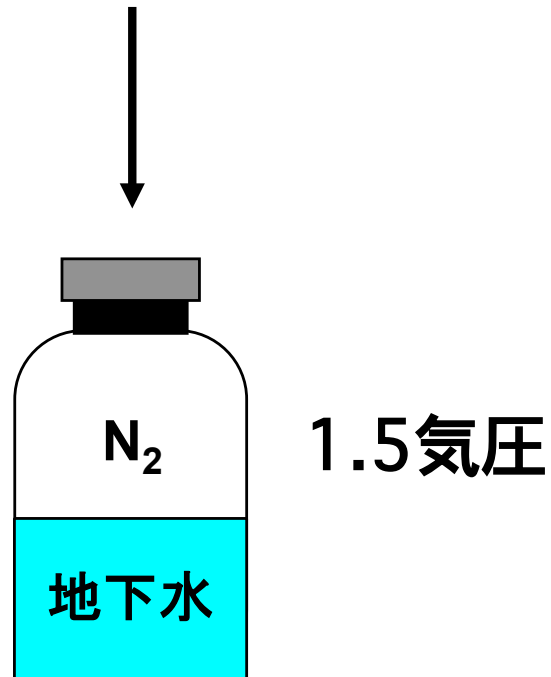
メタン生成菌

H₂はどこからくるのか？

- (1) マグマ由来の無機ガス(C-H-O-S)の反応
- (2) 600°C以上でのCH₄の分解
- (3) 100°C前後でのCO₂、H₂O、CH₄の反応
- (4) ウランなどの放射線による水の分解
- (5) H₂O存在下での珪酸塩の触媒反応
- (6) 苦鉄質岩の加水分解
- (7) 発酵細菌による水素発生型有機物分解

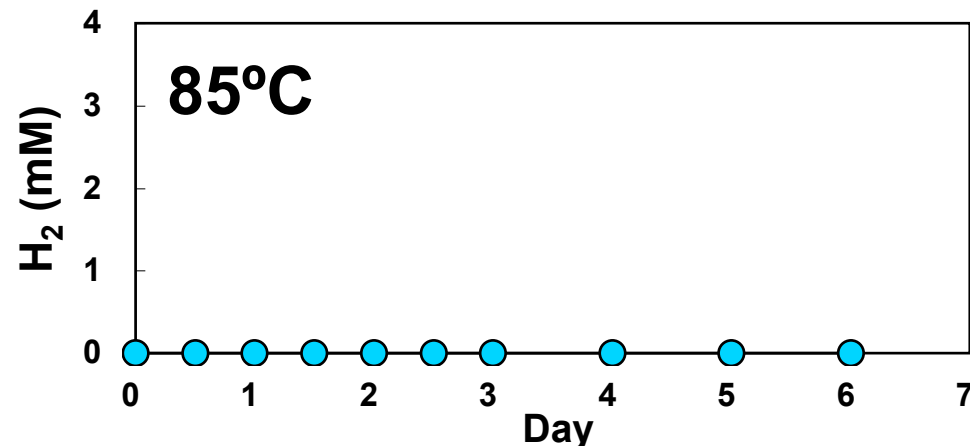
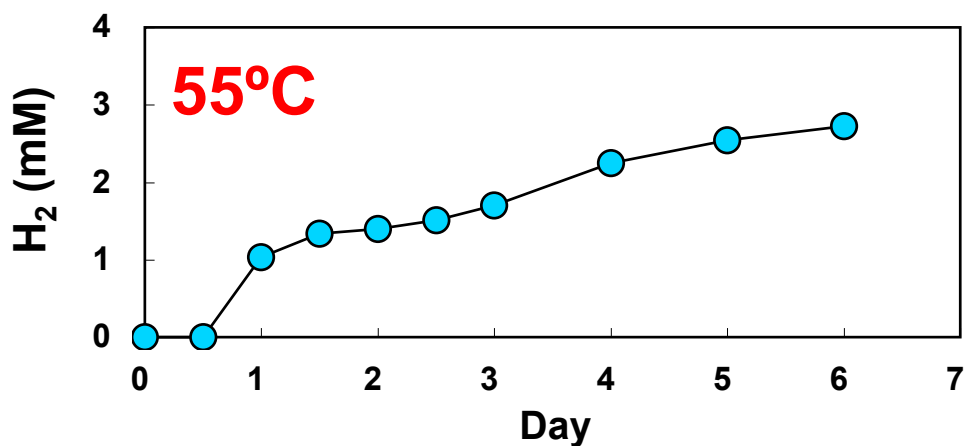
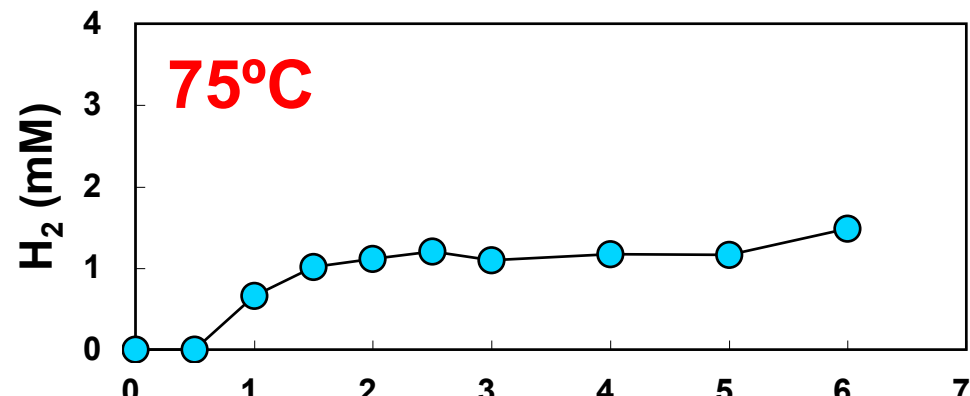
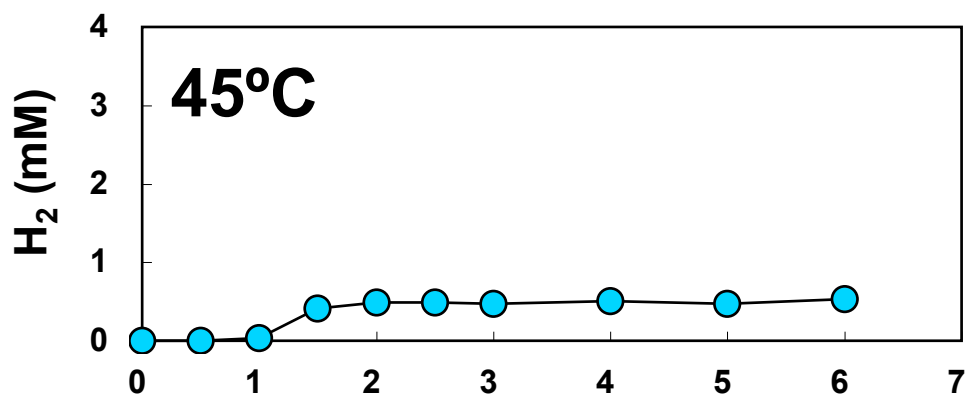
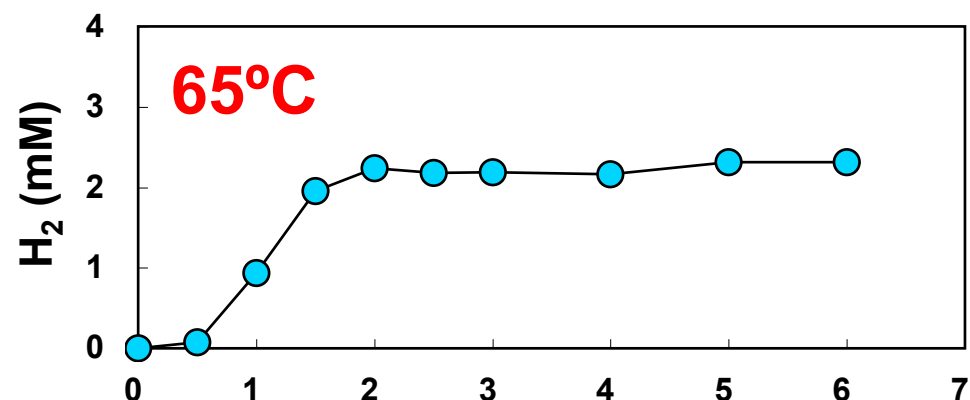
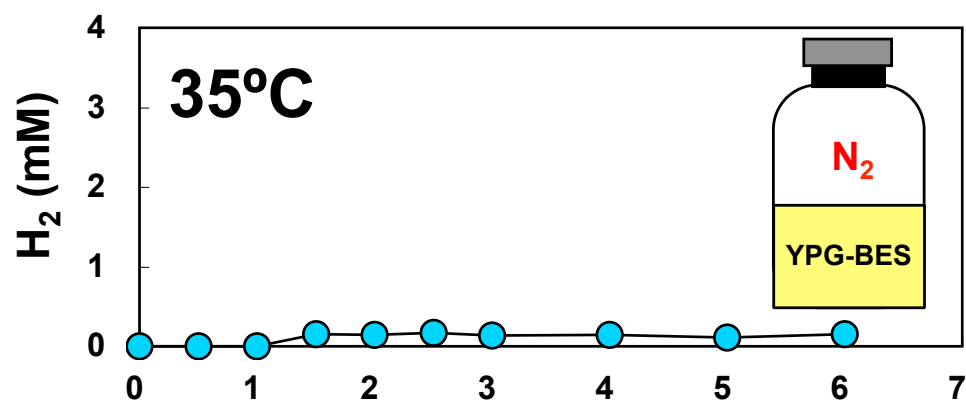
発酵細菌を培養する

混合有機基質 + **Bromoethanesulfonate**
(酵母エキス + ペプトン + グルコース) $\text{Br} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{SO}_3\text{H}$
(メタン生成菌に特異的な増殖阻害剤)

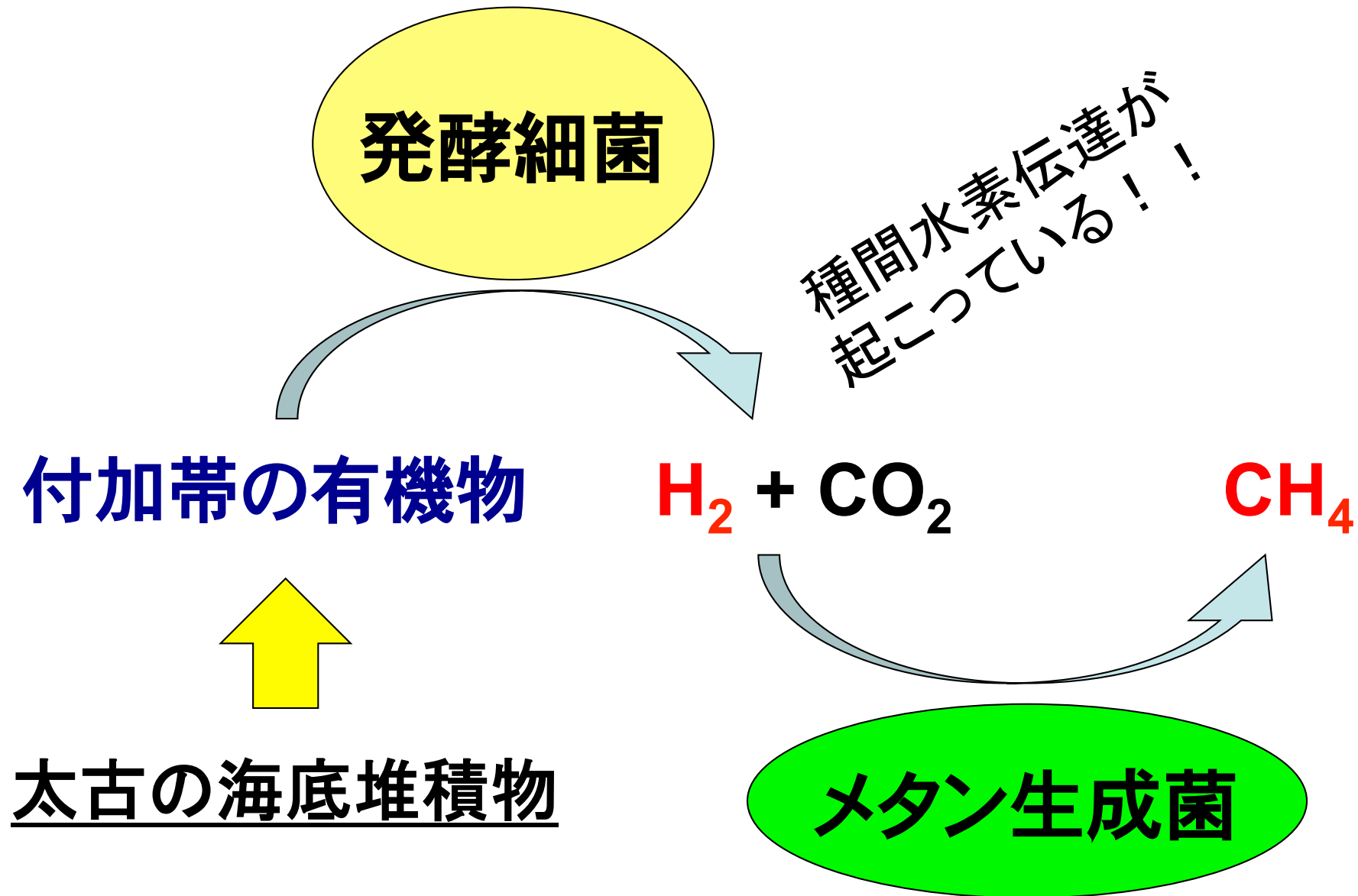


バイアル瓶 70 ml (地下水 30 ml)

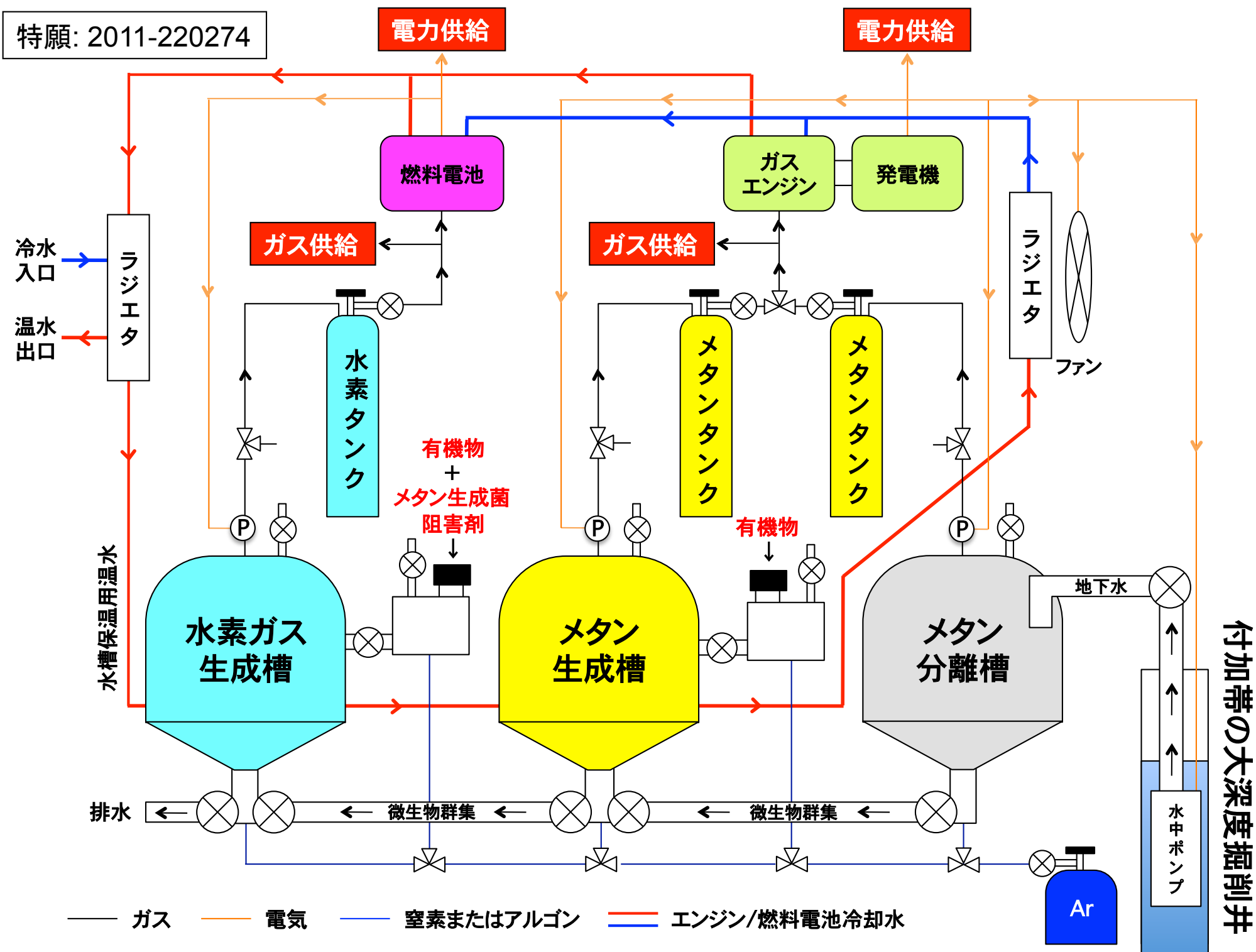
発酵細菌の温度別培養



微生物共生システム

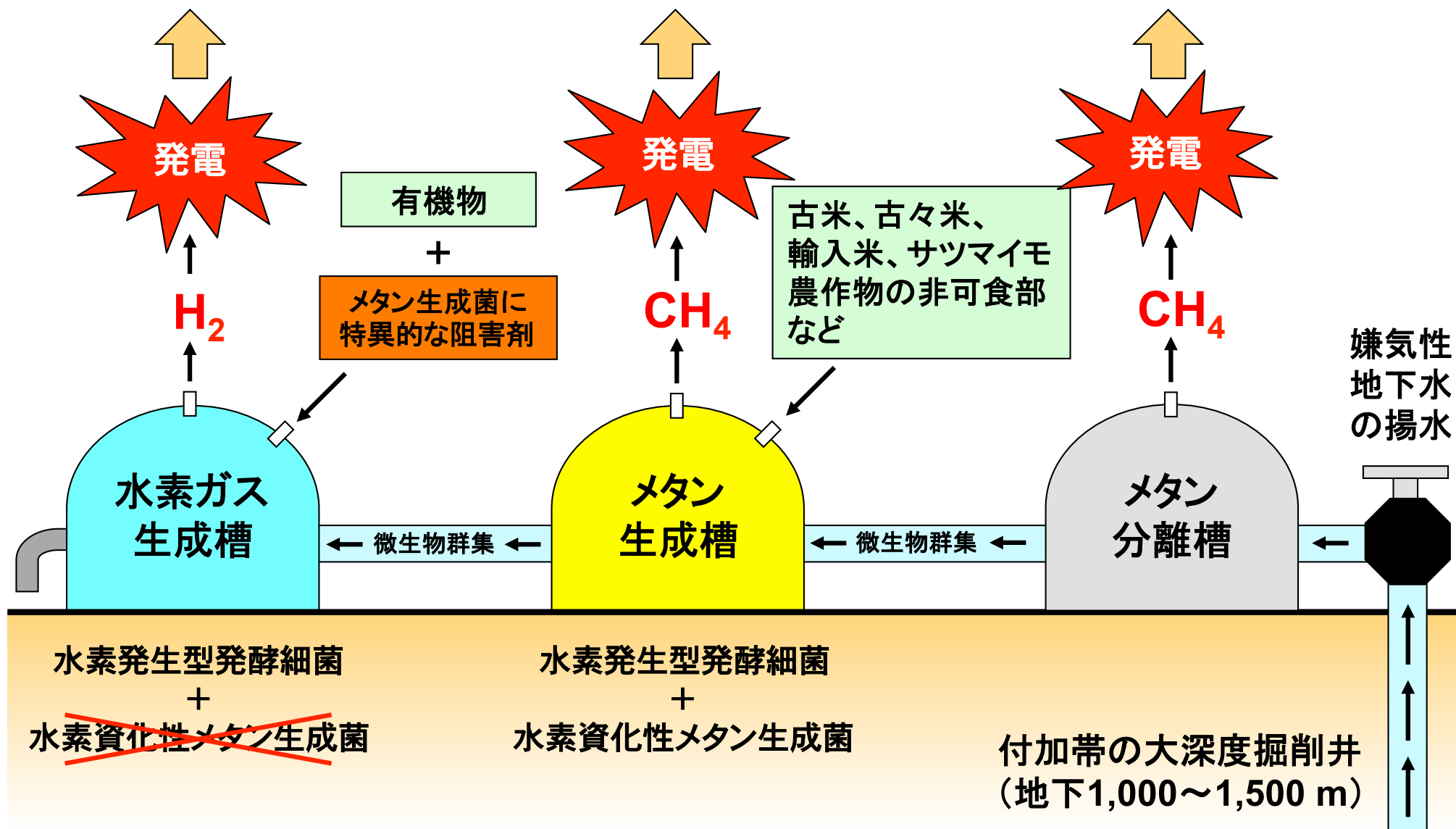


特願: 2011-220274

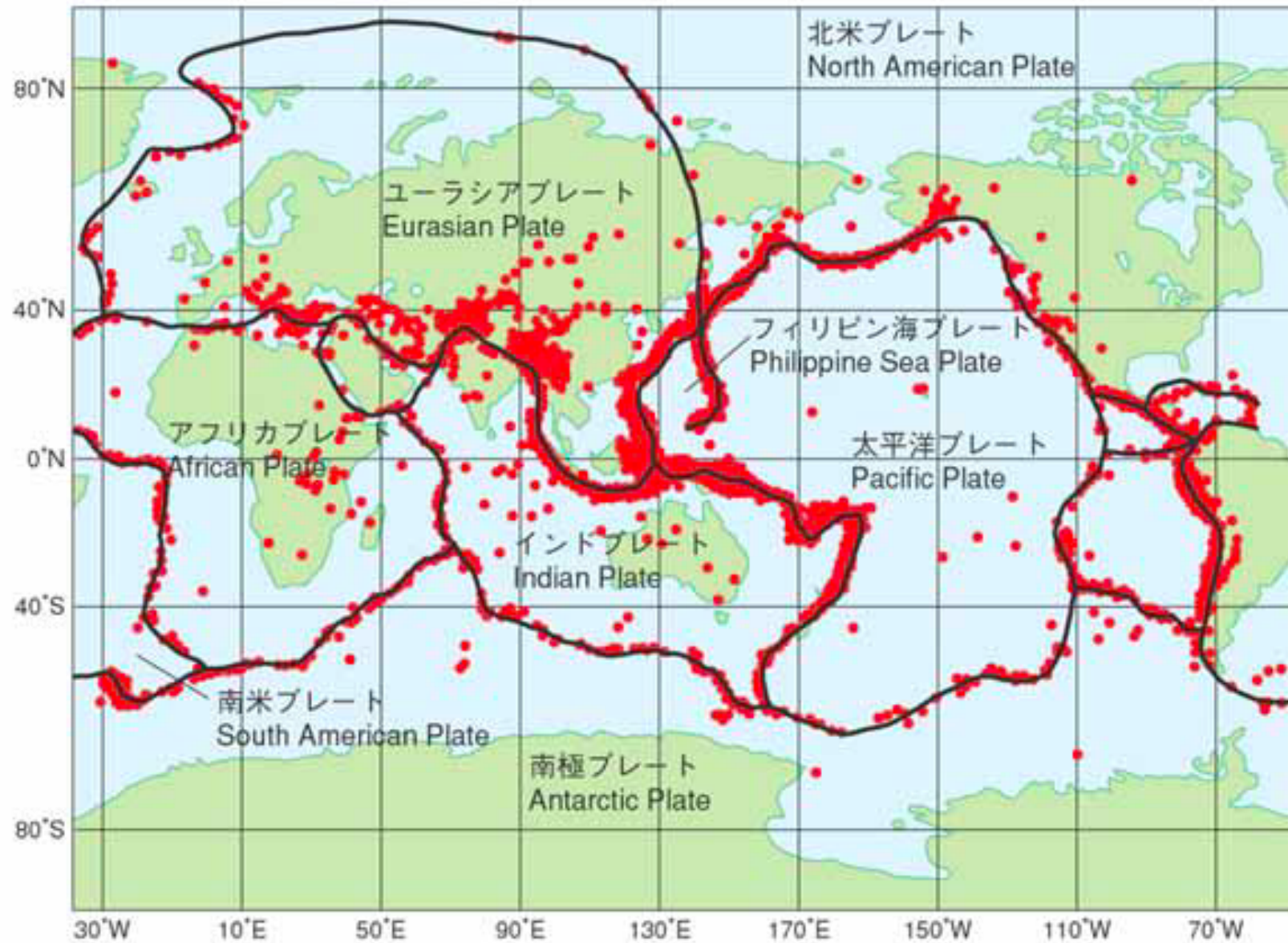


エネルギーの地産地消を実現する!!

市街地、工業地帯、高速道路、鉄道、新幹線への電力供給



海外への技術移転を目指す



付加帯のある国: 米国西岸、メキシコ、ペルー、チリ、ギリシャ、トルコ、インドネシア、NZなど

災害時緊急ステーションとしての利用



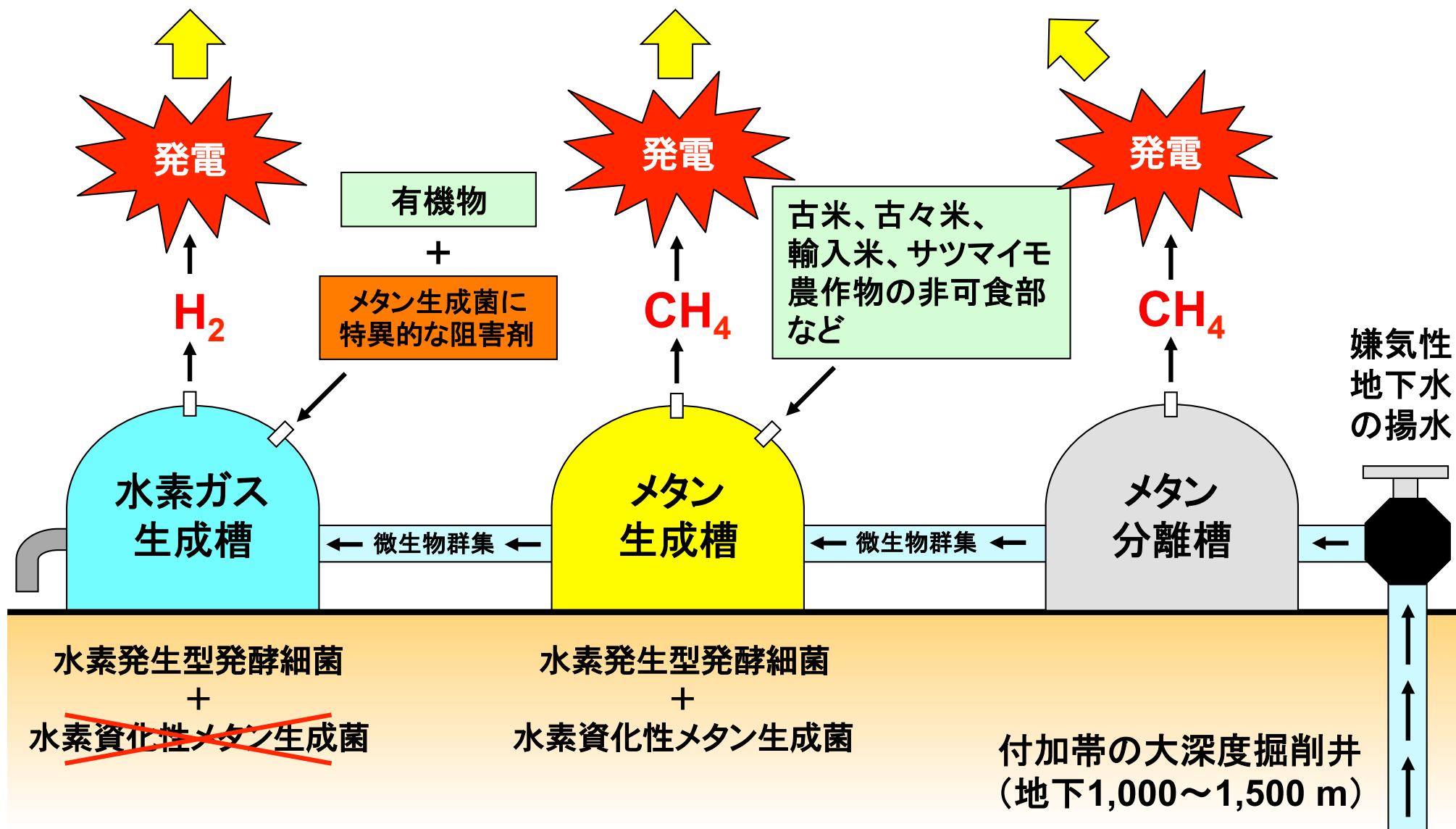
東海地震シミュレーションデータ

想定発生時刻	午前5時
マグニチュード	最大M8.0
震度	最大7
死者	最大9,200人
建物全壊	約26万棟
避難者	約190万人
ライフライン	断水人口 . . . 約550万人
	停電人口 . . . 約520万人
	ガス停止 . . . 約290万人

「水-ガス-電気」を自家的に供給できる緊急ステーション

巨大地震
の発生!!

東海・中京工業地帯、新東名、リニア新幹線への電力供給



付加帯エネルギー生産システムの特徴

- ・ 季節変動がない。**年中昼夜**のエネルギー生産が可能である。
- ・ 東海・中京工業地域と分布が一致し、**電力需要**がある。
- ・ 送電ロスのない**地産地消エネルギー**の生産が可能となる。
- ・ 中山間地における**新規振興事業**の創出につながる。
- ・ 地下水の**塩濃度**は低く、配管やリアクターの腐食が少ない。
- ・ **硫化水素**が少なく、ガスエンジンの腐食が少ない。
- ・ 屋外にリアクターを設置することにより、**安全**に利用できる。
- ・ 事故が起こったとしても、**放射能汚染**の心配はない。
- ・ 液体培養が可能であるため、反応後の**残物**が少ない。

付加帯エネルギー生産システムの特徴

- 付加帯の深部地下水に大量の**メタン**が溶存している。
- 地下水からのメタンの**分離**は非常に簡単である。
- 嫌気性地下水を使用するため、直ちに**メタン生成**を開始できる。
- 発酵細菌のみを活性化することで、**水素ガス**も生成できる。
- 地下水に多種多様な**微生物**が含まれる。
- 多様な**有機物**を利用できる（古米、サツマイモ、農作物非可食部）
- 「地下水・ガス・電気」といったインフラを自家的に供給できる。
- **災害時**に役場、避難所、医療拠点、防災拠点、ヘリポート、空港、自衛隊の人命救助最前基地などで有効利用できる。