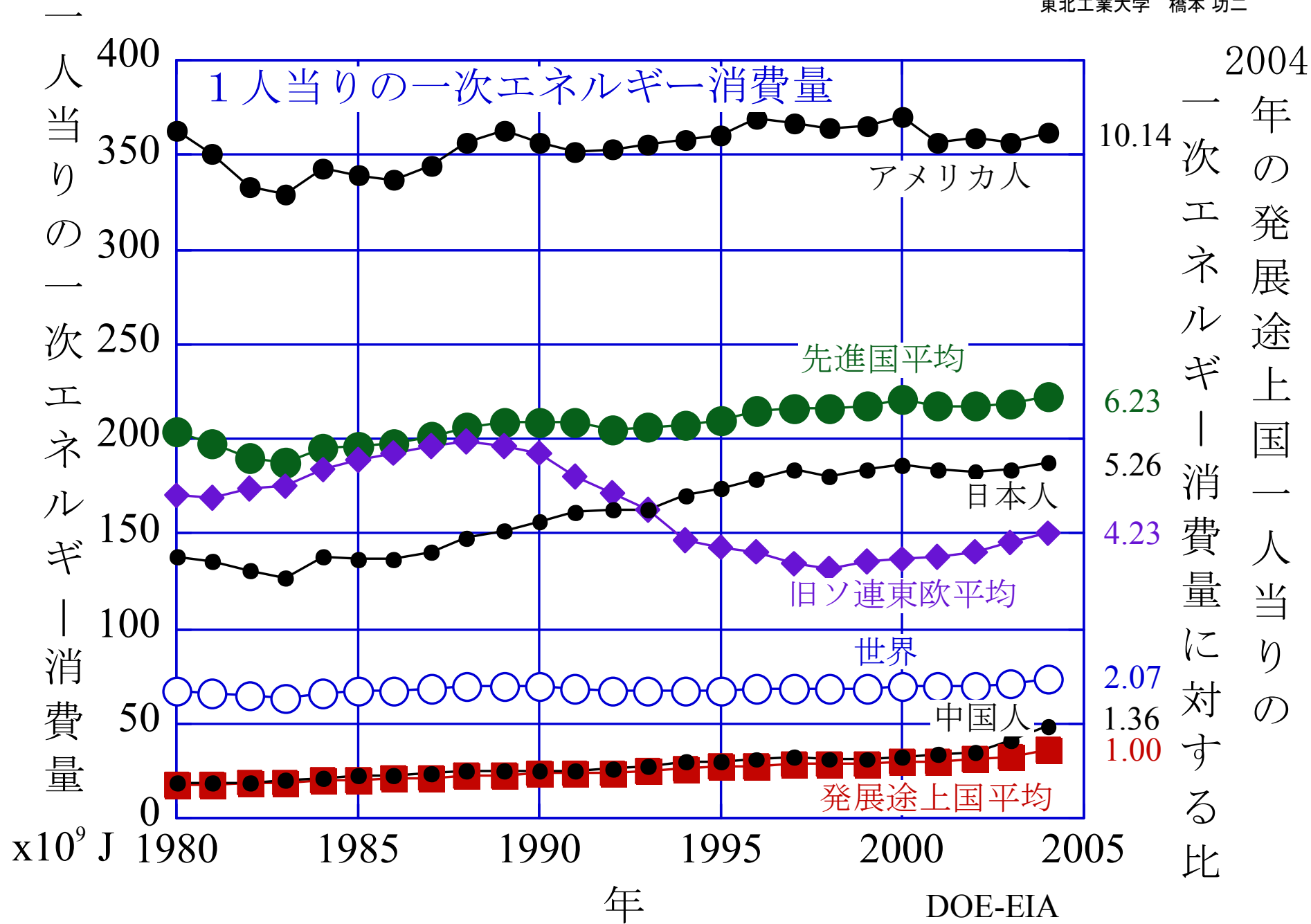


エネルギー安定供給と地球温暖化防止のために

グローバル二酸化炭素リサイクル

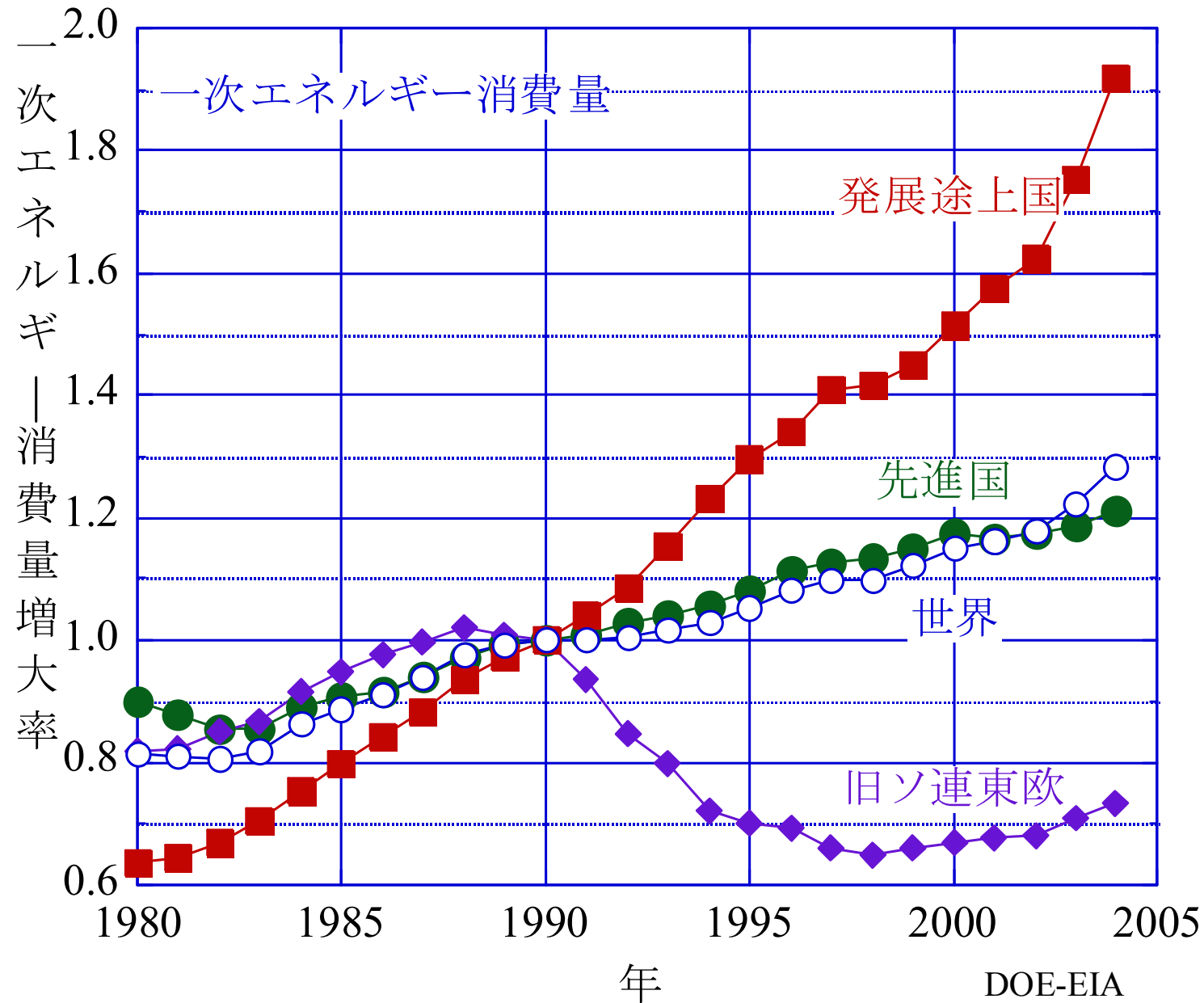
橋本功二 熊谷直和 泉屋宏一 加藤善大

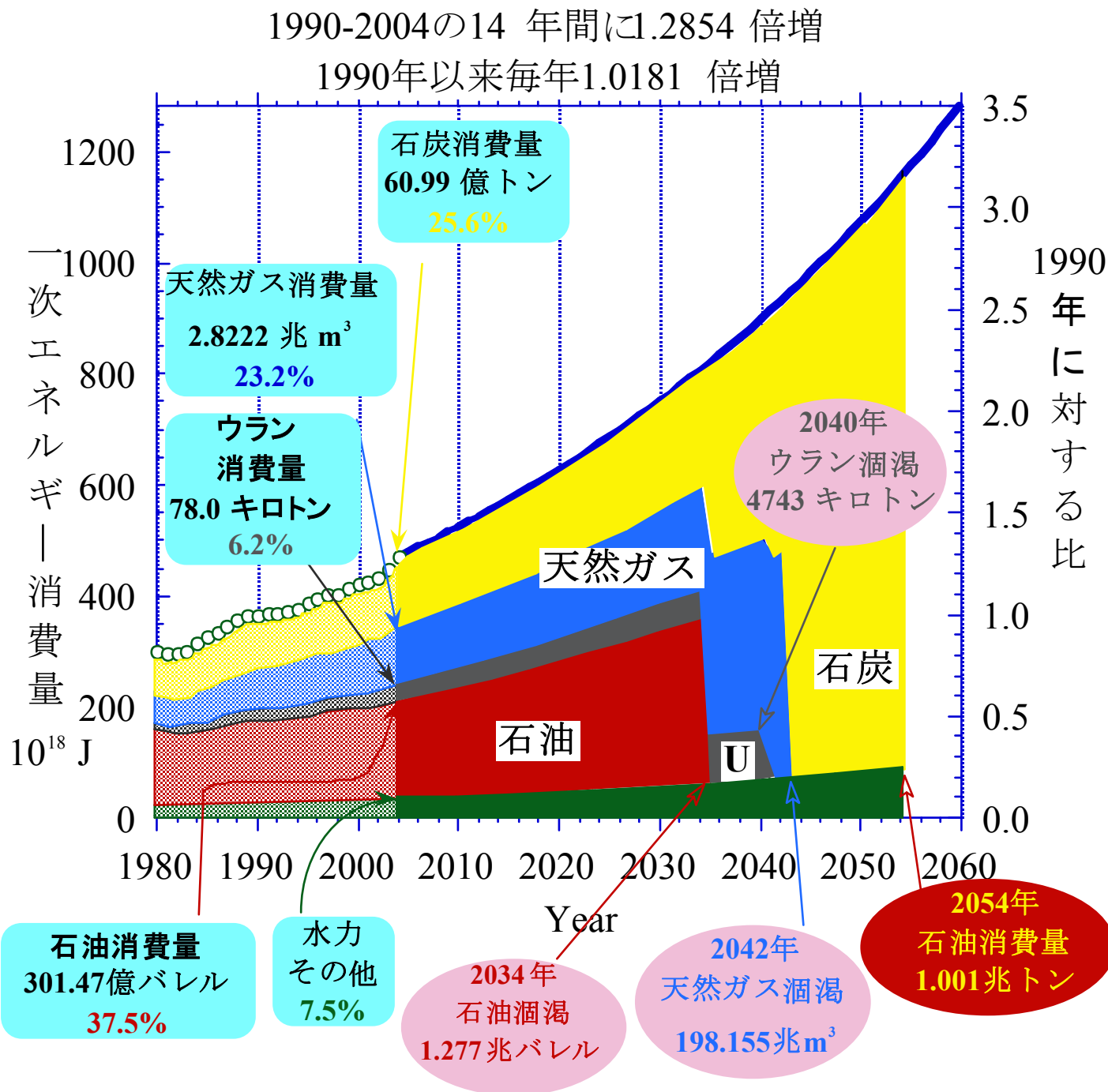
東北工業大学環境情報工学科
アタカ大機株式会社



世界：1990-2004の14 年間に1.2854 倍増
毎年1.0181倍増

東北工業大学 橋本 功二





世界が平和で
エネルギー
産出国は
井戸が涸れる
まで
世界に供給し
続ける
場合

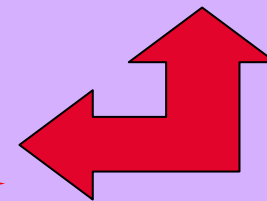
エネルギー産出国 実際には

戦略的売り惜しみ
井戸の老化



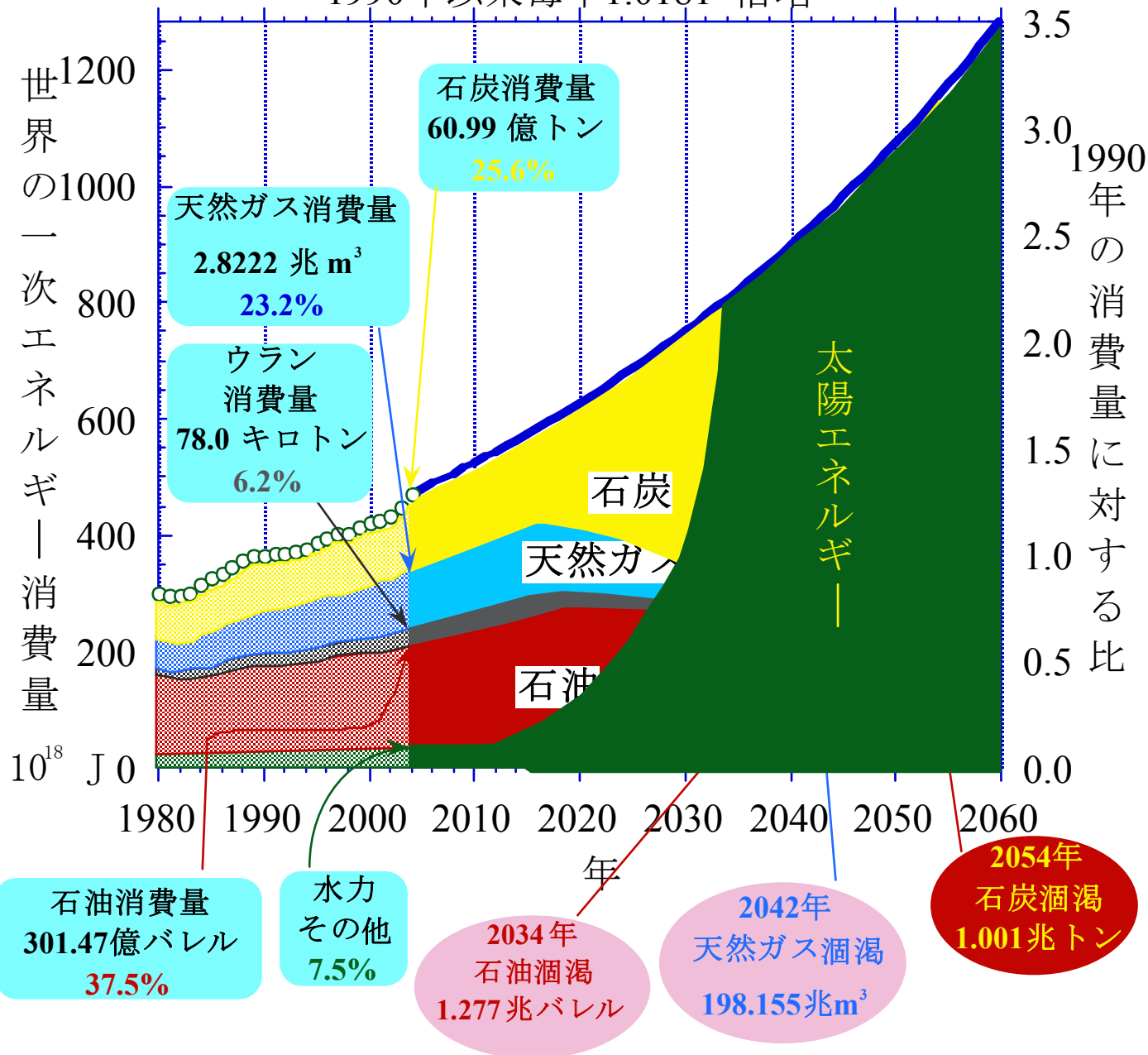
生き残るために
供給拒否

エネルギー
非産出国
生存不可能



1990-2004の14 年間に1.2854 倍増

1990年以来毎年1.0181 倍増



有効日射時間

日本で 1000W/m^2 の太陽光が地上に届く時間

1日 3.3時間

一戸建ての住宅で暖冷房以外の全ての
エネルギーを賄うのに必要な太陽電池の出力

$$10\text{ kW}=10,000\text{W}$$

太陽電池のエネルギー変換効率20%(200W/m^2)でも
南面 50m^2 の屋根必要

仙台で一戸建ての住宅の暖房を含む全ての
エネルギーを賄うのに必要な太陽電池の出力

$$30 \sim 40\text{kW}$$

太陽電池の変換効率20%でも
南面 $150 \sim 200\text{m}^2$ の屋根必要

市民生活用エネルギー
屋根上の太陽電池では不足

産業・運輸・営業用エネルギー
市民生活用エネルギーの一部

砂漠・海洋の
再生可能エネルギーで

全人類へ電力供給に必要な砂漠の面積

1000W/m²の太陽光日射時間：1日8時間

発電効率：15%

2004年の世界の一次エネルギー消費量

471.023 x 10¹⁵ kJ

この量の電力を作るのに必要な砂漠の面積

2.987 x 10⁵ km² = 2,987万ha

世界の主な砂漠の面積の1.85%

アラビア半島の主な砂漠の12.1%

地球の主な砂漠の面積：1.6138 x 10⁷km²

水素

海水の電気分解

砂漠の太陽電池発電の電力利用

輸送方法がない

燃焼装置がない

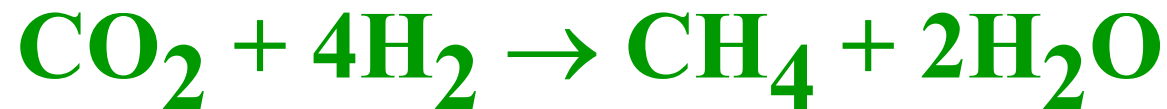
新エネルギーの共通の欠点

使いなれた燃料でないと

全世界では使って貰えない

二酸化炭素と水素からメタンができる

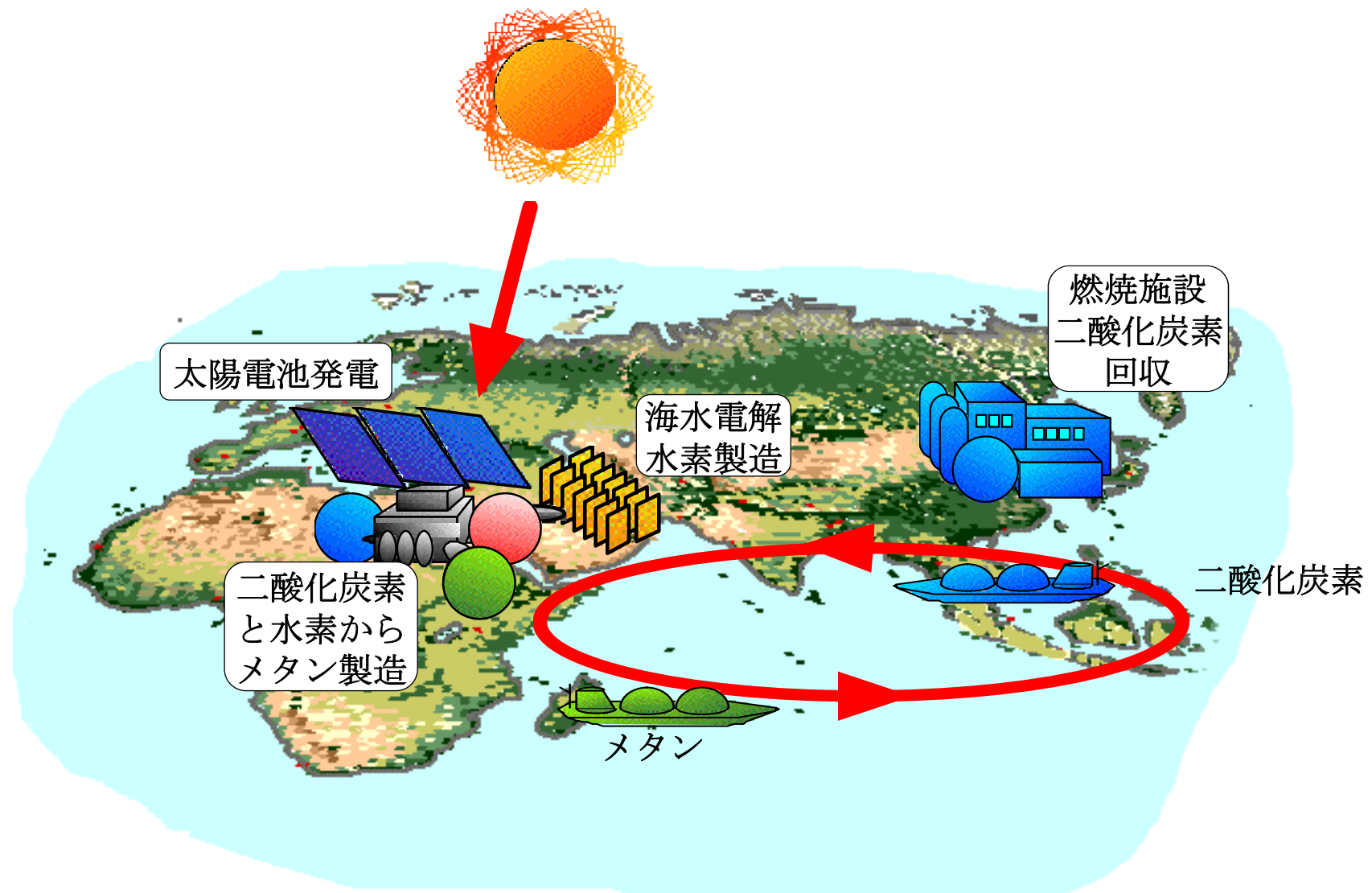
二酸化炭素+水素→メタン+水



天然ガスと同じ使い慣れた燃料

メタン

グローバル二酸化炭素リサイクル



グローバル二酸化炭素リサイクル のキーマテリアルズ

海水の電気分解のための陰極

海水の電気分解のための陽極

二酸化炭素と水素からメタンを造る触媒

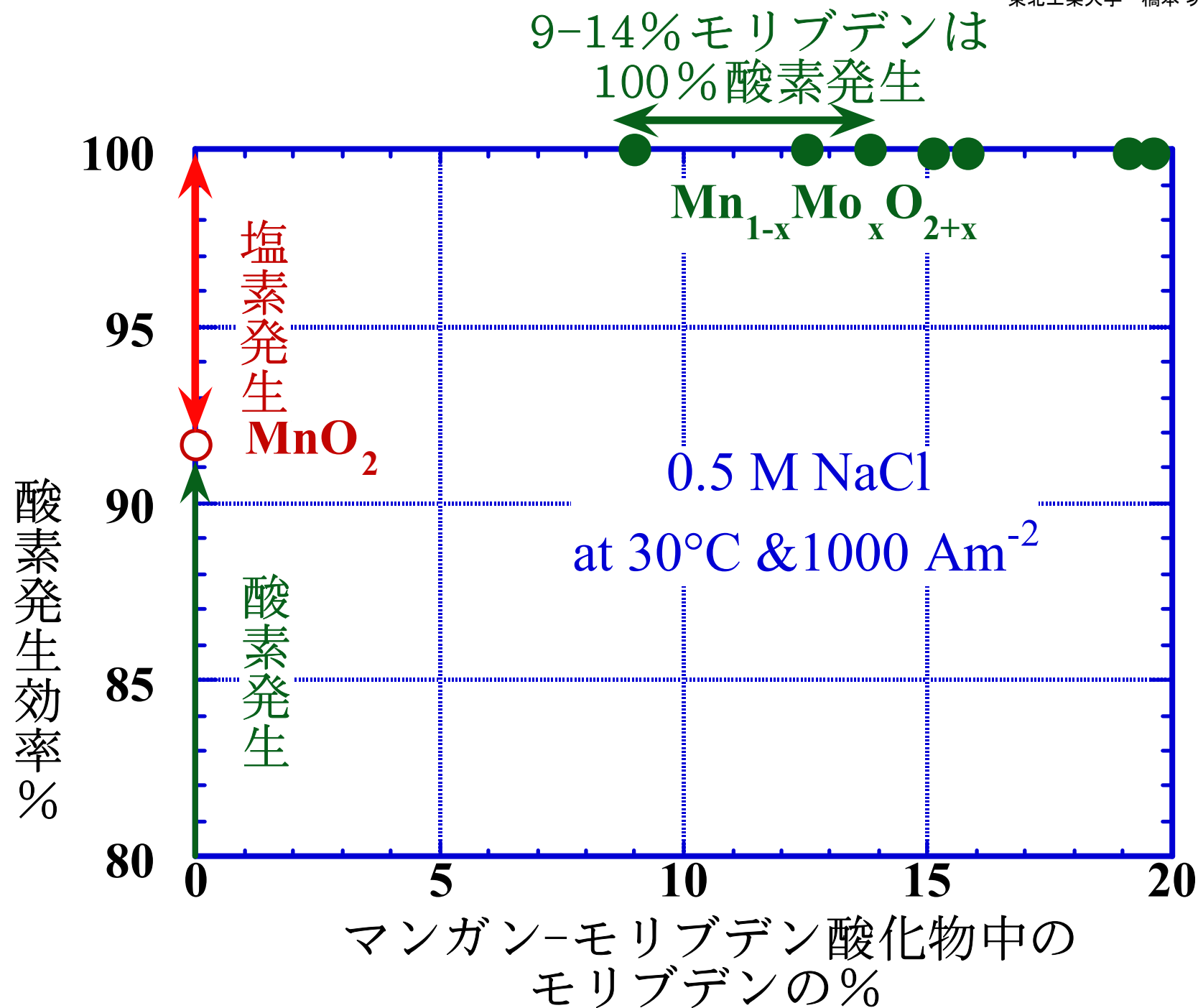
海水の電気分解のための陽 極

塩素を発生しない



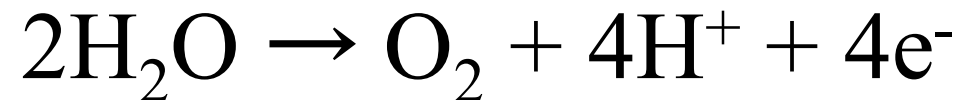
酸素のみを 高速に発生





塩素を発生しない海水電解

陽極上の反応



アノード室出口でのpHは約1に低下

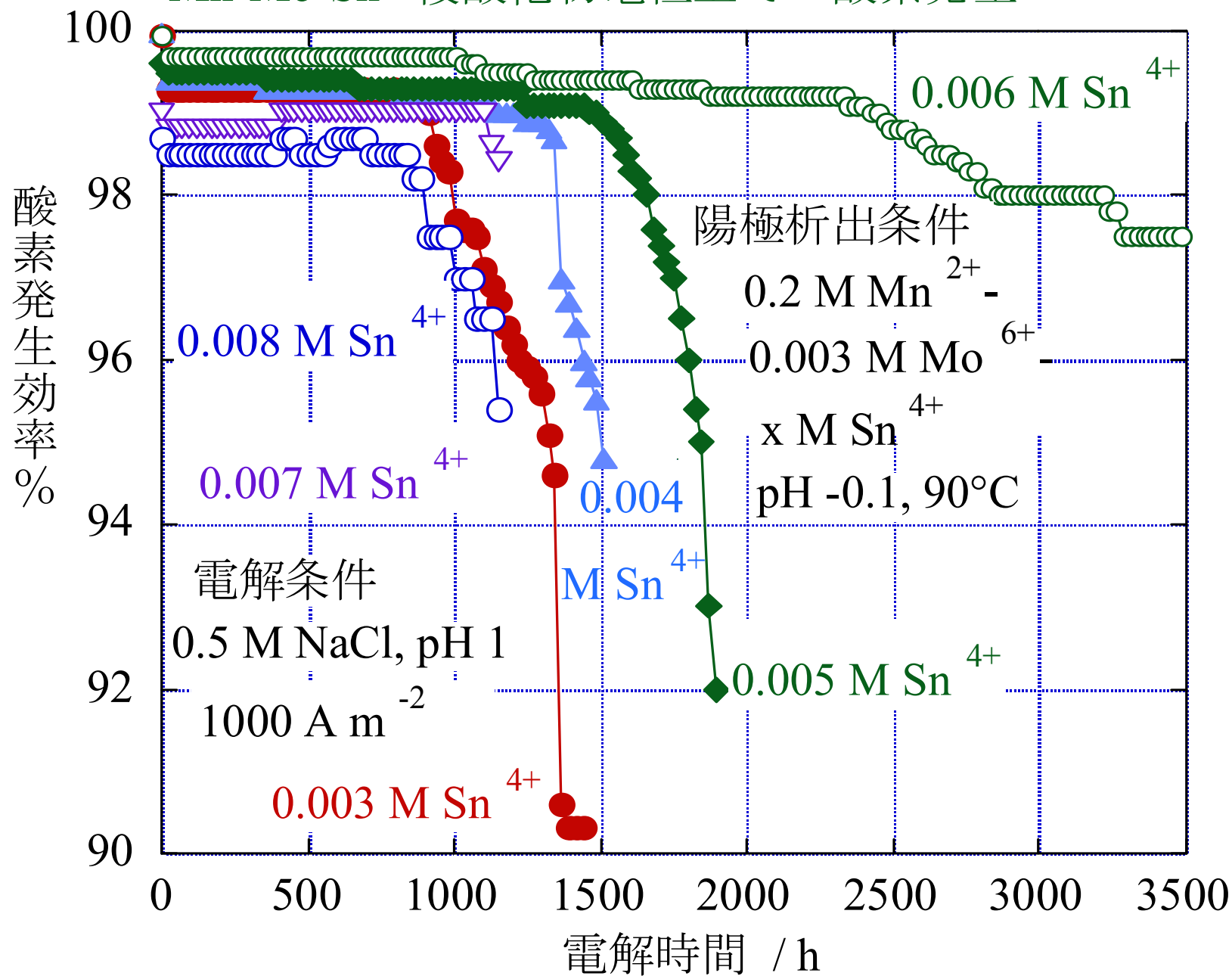
強酸に耐える陽極

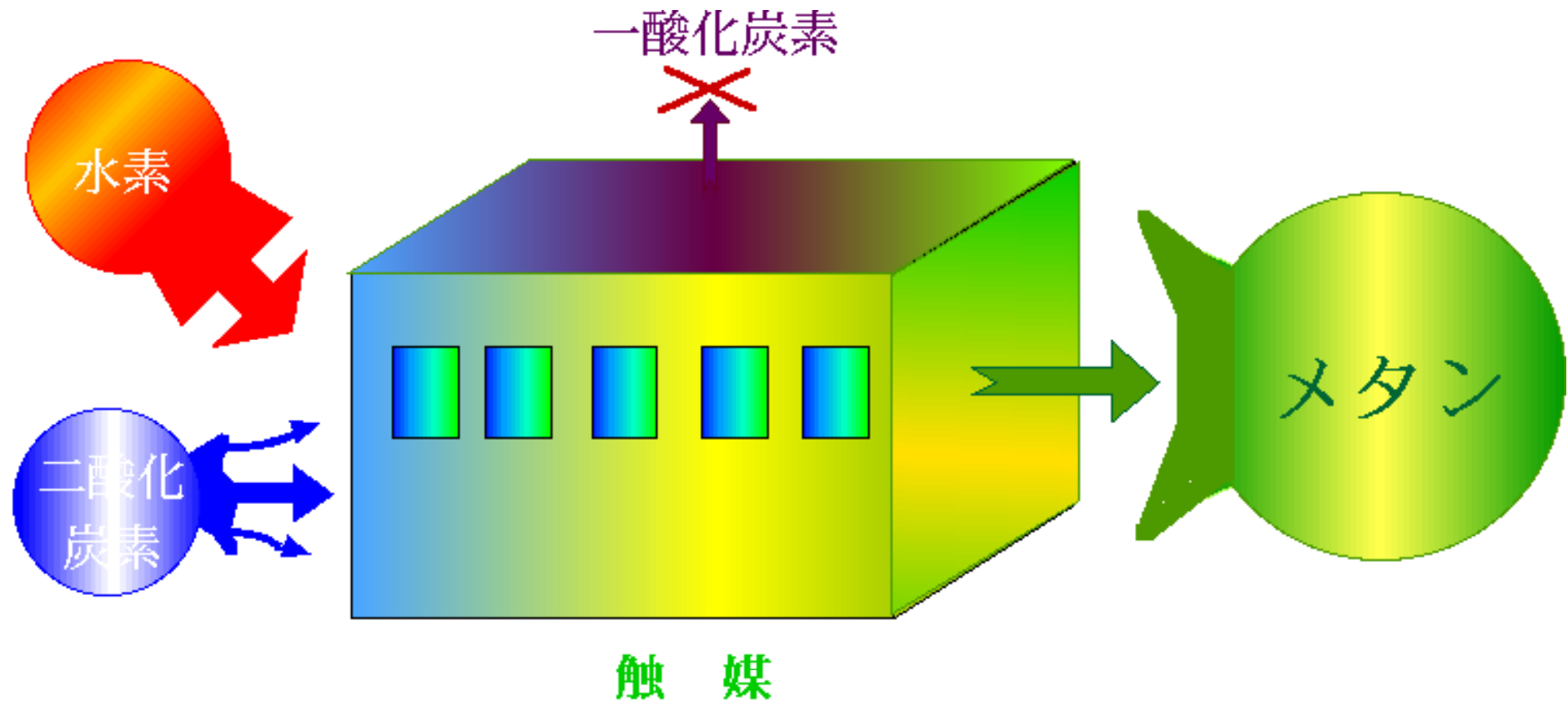
電極触媒：

Mn-基複酸化物

有効添加元素：Mo, W, Fe, Sn

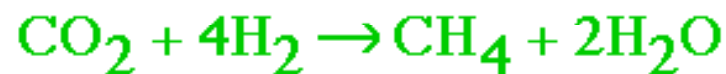
Mn-Mo-Sn- 複酸化物電極上での酸素発生





必要な反応

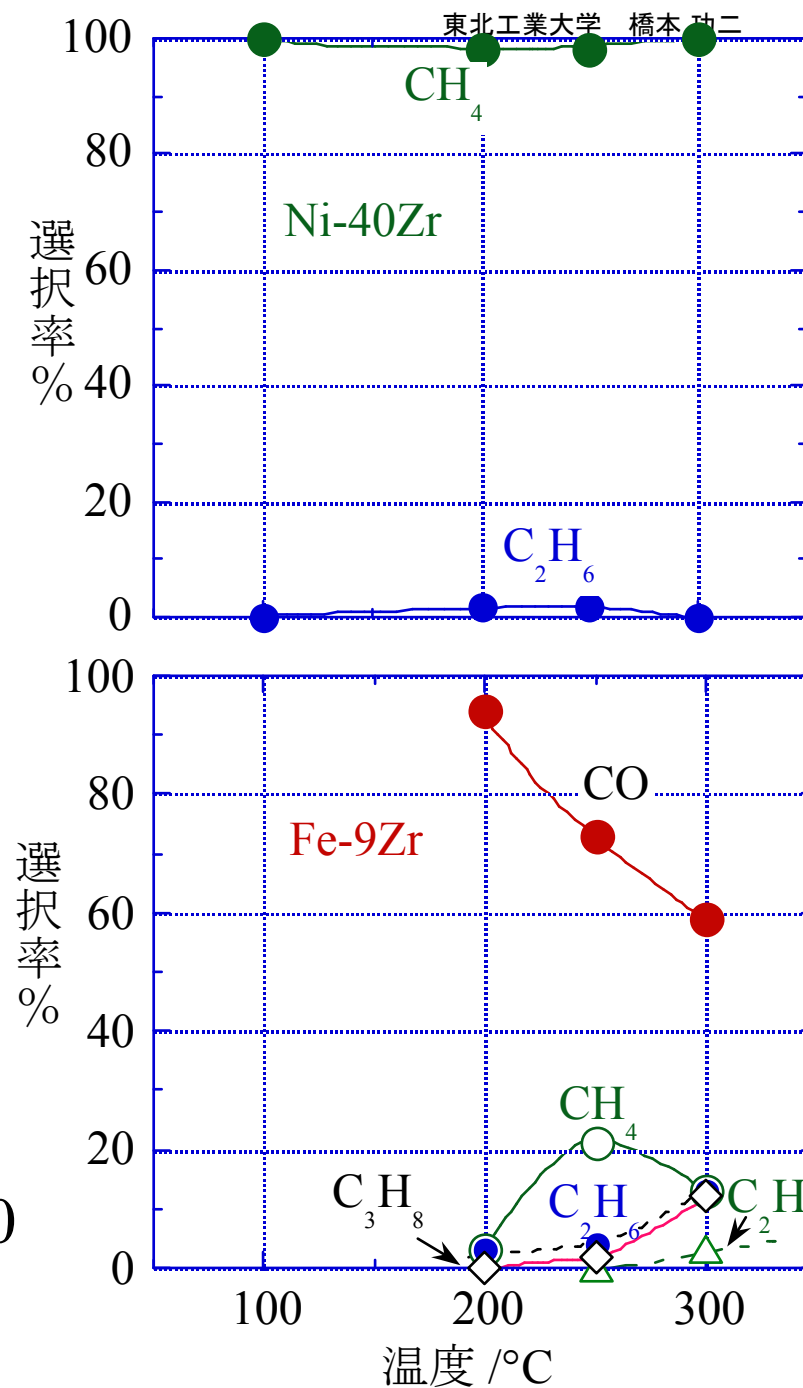
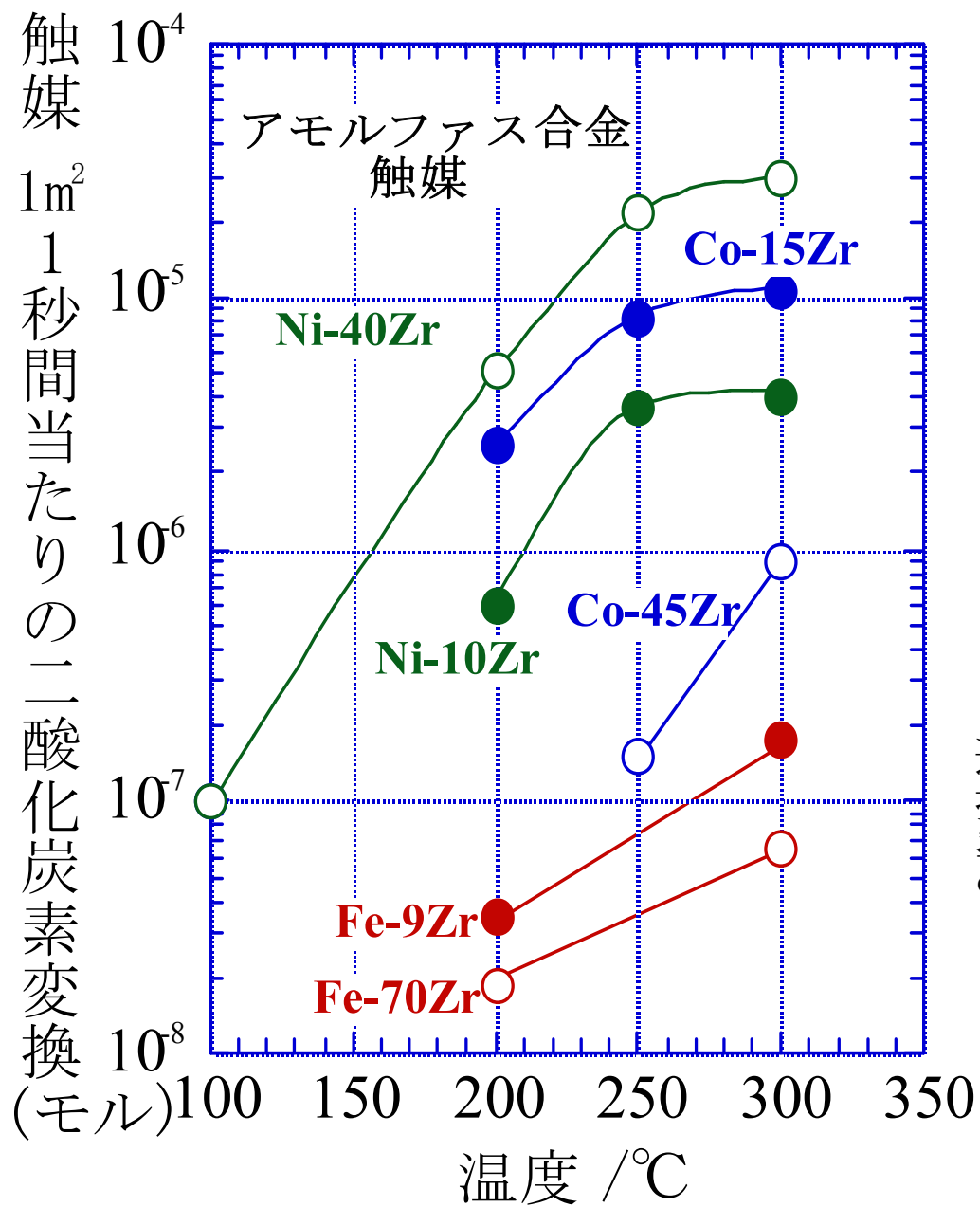
二酸化炭素 + 水素
→ メタン + 水



おこってはいけない反応

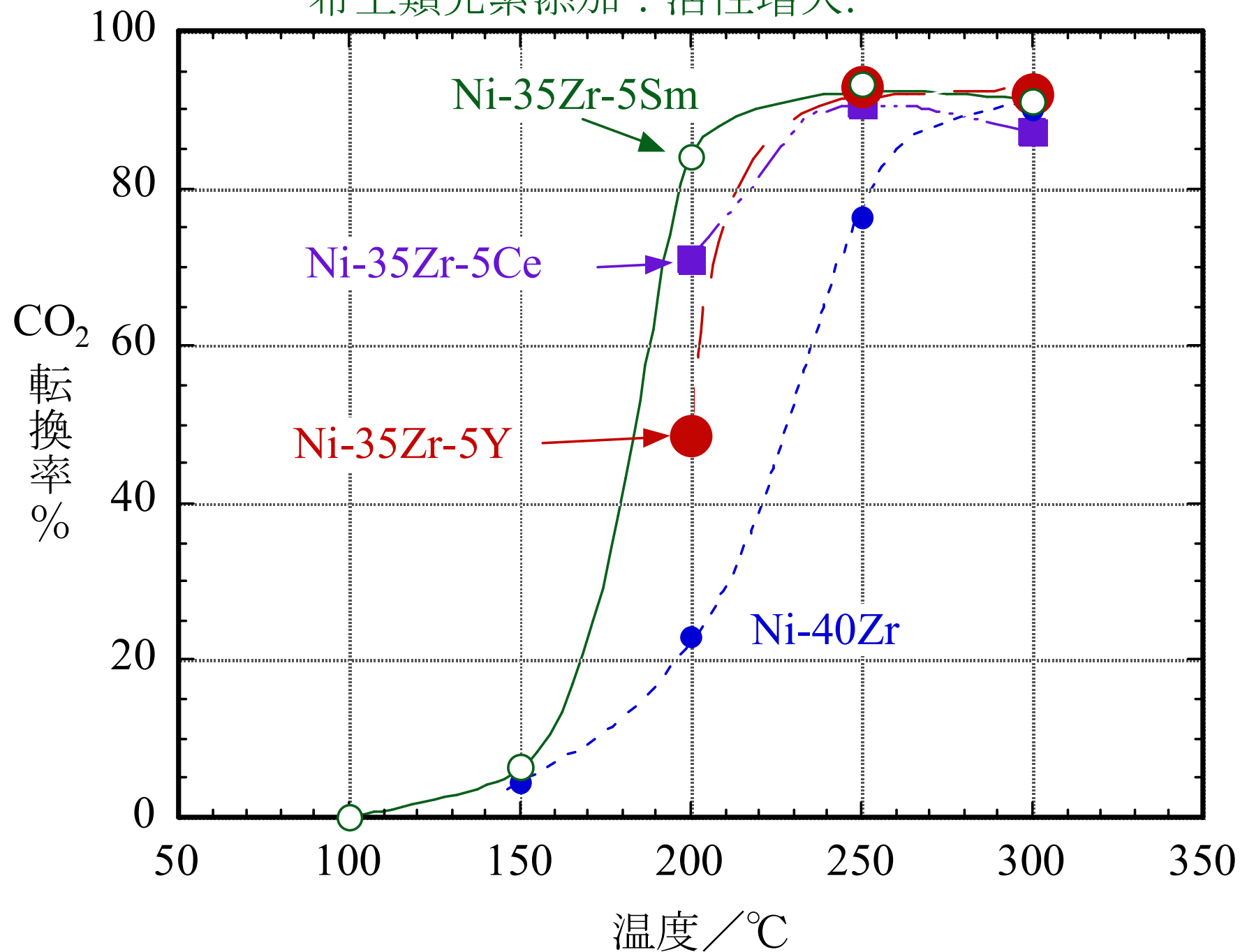
二酸化炭素 + 水素
→ 一酸化炭素 + 水
猛毒



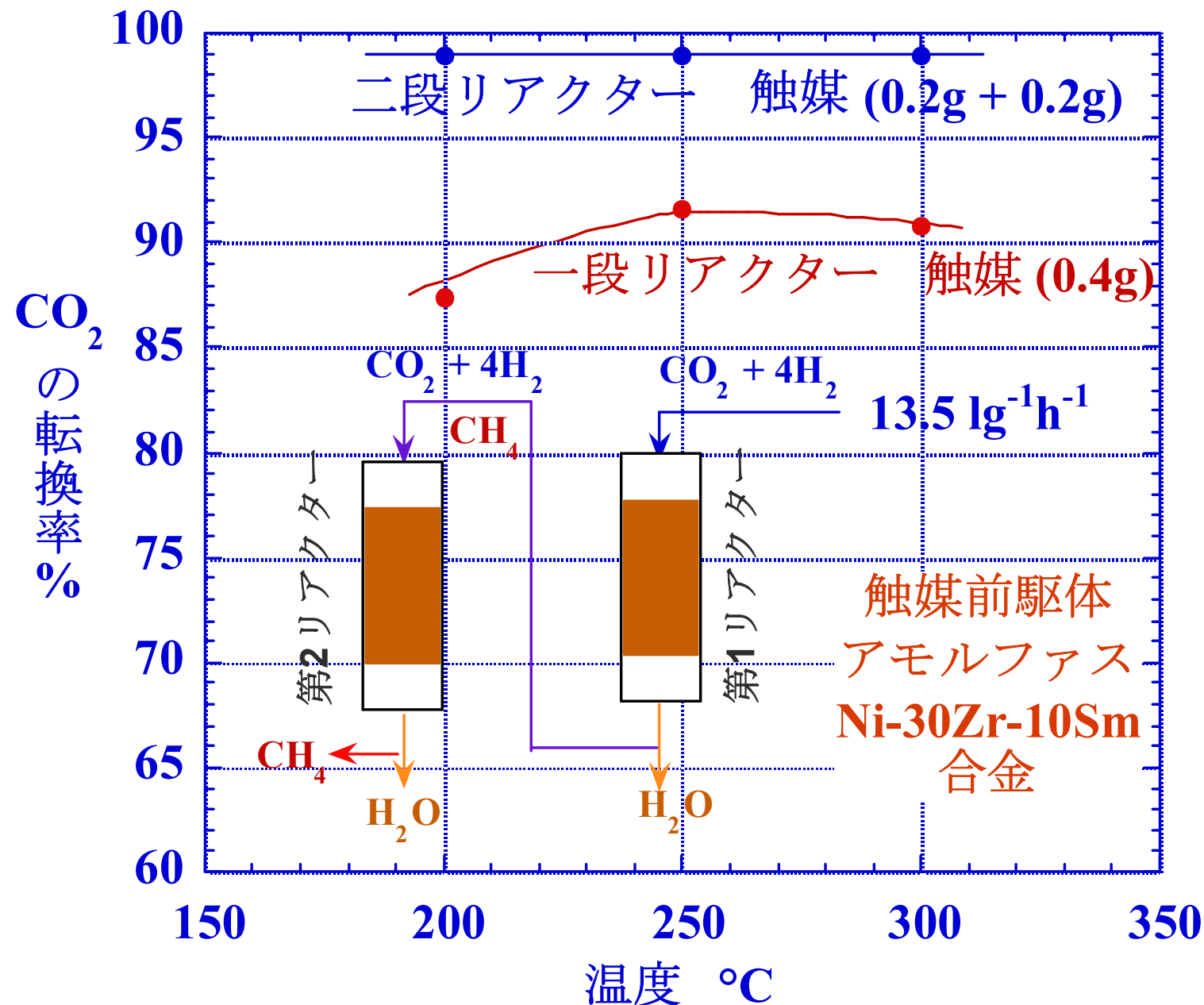


希土類元素添加：活性増大:

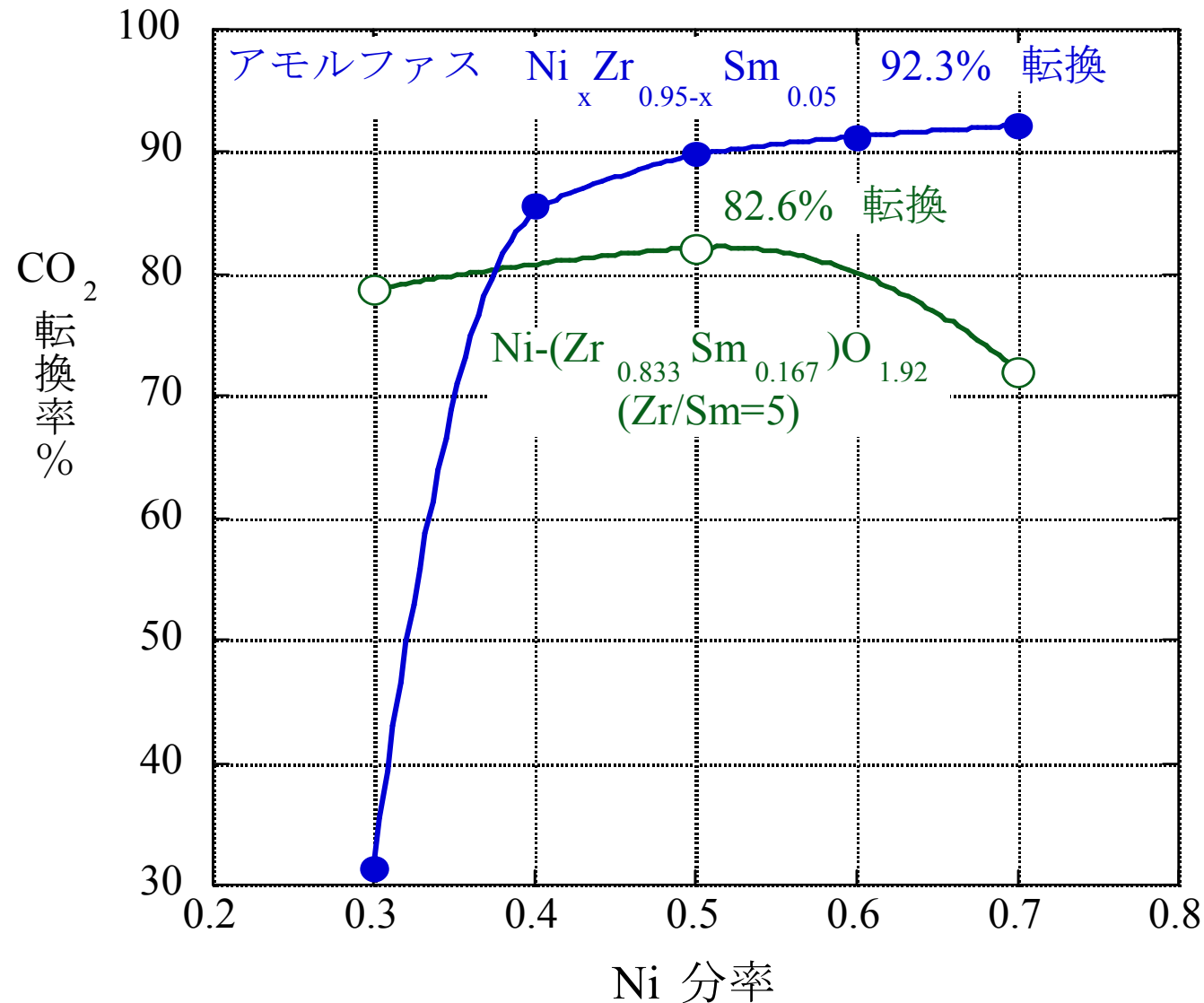
東北工業大学 橋本 功二



CO₂のCH₄への転換



Ni / (Zr-Sm 複酸化物) 大量生産用粉末触媒



CO₂リサイクルシステム

砂漠

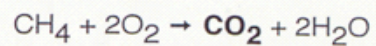


太陽電池発電

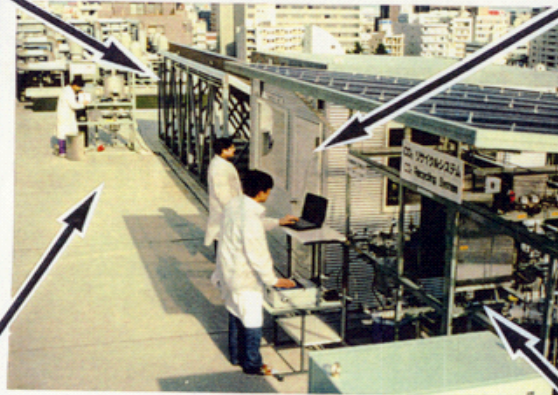
エネルギー消費地



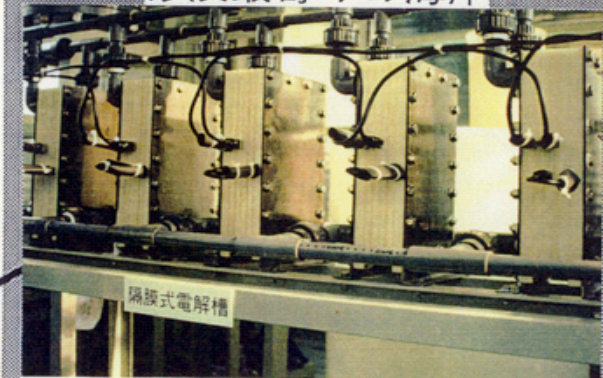
CO₂は燃焼施設で回収



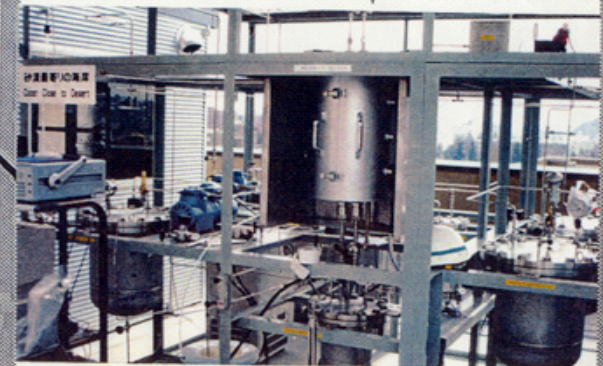
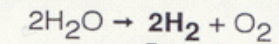
電力



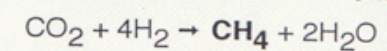
砂漠最寄りの海岸



海水電解による水素製造



二酸化炭素と水素からメタン製造



CO₂

CH₄

パイロットプラント 東北工業大学

2003年

海水電解 $4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}_2 + 2\text{O}_2$

CO_2 メタン化 $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$



Minerals Management Service (MMS)

広報, March 20, 2007

Outer Continental Shelf (OCS)

Alternative Energy and Alternate Use

Programmatic Environmental Impact Statement (EIS)

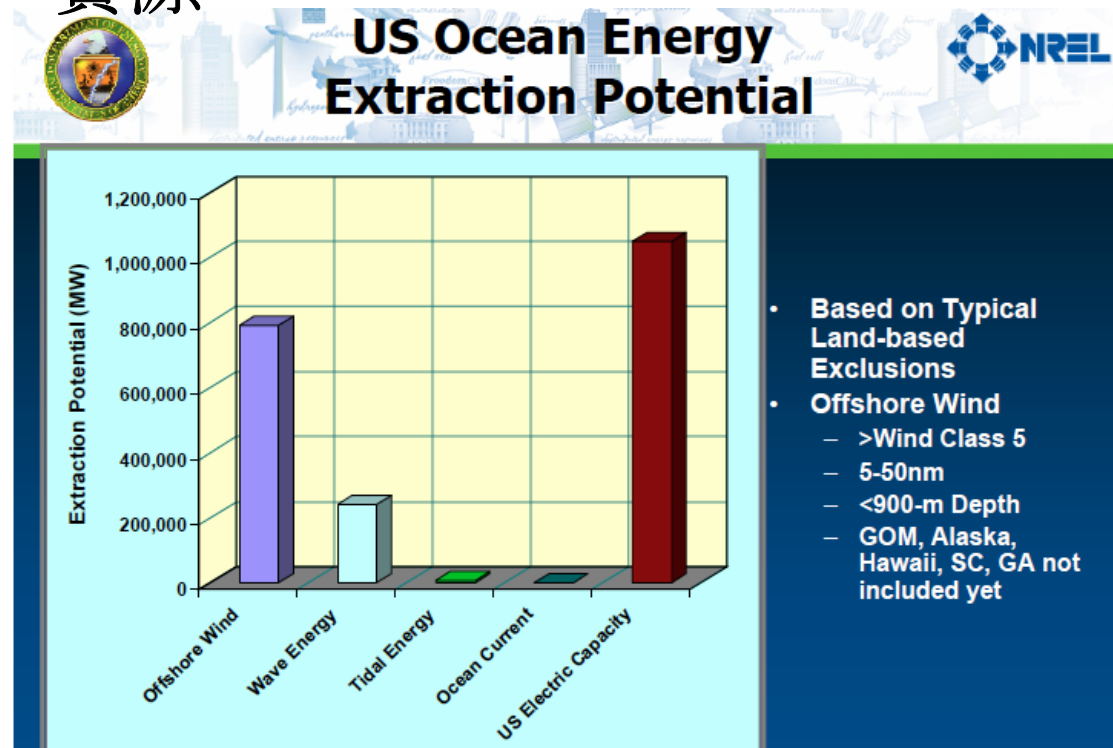
海洋再生可能エネルギー資源

海洋波エネルギー

海流エネルギー

沖合風エネルギー

沖合太陽エネルギー



エネルギー貯蔵輸送のために水素使用

エネルギー貯蔵輸送のために水素使用

4つ全ての代替エネルギー源：
(波、海流、風、太陽)
発電可能

電解：4つ全ての代替エネルギー源のいずれからでも
水素を製造できる最も実行可能な方法

沖合エネルギーの水素としての輸送と貯蔵

アメリカ内務省

海水電気による水素製造

脱塩海水の固体電解質電解

白金電極

大量エネルギー生産には不適

脱塩海水の高温濃厚 KOH電解質電解

洋上での安全性は保証できずグリーンテクノロジーではない

直接海水電解

世界にないグリーングリーンテクノロジー

海水から少量の割合の水を貰う

危険な塩素発生せず

有毒な化学薬品を洋上に持ち込まない

沖合エネルギーの水素としての輸送と貯蔵

圧縮水素

パイプライン、船、タンカー

水素の透過と漏洩を防止する材料と技術の改善必要
水素脆化防止

水素液化

容器輸送、パイプライン使用不能

液化水素の使用は高価で複雑なため魅力なし

水素キャリアー

アンモニア (片道)

液化炭化水素 (往復)

金属水素化物 (往復)

アメリカ内務省

水素キャリアー

アンモニア (片道)
液化炭化水素 (往復)
金属水素化物 (往復)

アンモニア (片道)

陸上で水素を分離
水素輸送と燃焼のインフラの開発と普及必要

合成: **200 atm., 500° C**

洋上のグリーンテクノロジーではありえず

金属水素化物 (往復)

燃焼のインフラの開発と普及必要

30年の研究後の今も大きさと重量で
水素ポンベに勝てていない

沖合エネルギーの水素としての輸送と貯蔵

水素キャリアー

液化炭化水素（往復）

沖合の発電場所へ二酸化炭素輸送

最良の水素キャリアー：メタン

メタン合成：

種々の炭化水素の中で最も単純な装置で
最も安く、最も容易

他の炭化水素の合成には発電場所に巨大な施設必要

メタン：LNGとして最も有効な輸送と燃焼の
施設が存在する唯一の炭化水素

水素キャリアーという思想
陸上での輸送と燃焼のための
インフラに対する配慮なし
小規模な水素供給

National Renewable Energy Laboratory Report
September 2004 NREL/MP-560-36734
Summary of Electrolytic Hydrogen Production:

最大で
年間 500 代以上の車に水素供給

世界の持続可能な発展のためには
再生可能エネルギーを全ての目的に使用
産業、輸送、営業、市民生活
輸送と燃焼のインフラが存在している燃料

メタン

農業で成立 年内米意団結に



【ボツダム】市村孝二〇 多角的通商交渉（下）世界貿易機関（WTO）の力半を握る主要四カ国・地城（G4）の閣僚会合が二十一日、決裂した。米、欧州連合（EU）、米、欧州連合（EU）、米、欧州連合（EU）の閣僚会合が二十一日、決裂した。米、欧州連合（EU）、米、欧州連合（EU）の閣僚会合が二十一日、決裂した。

米大統領経済諮問委員会（CEA）は二十日、米国内で暮らす移民の経済効果に関する報告書を出した。移民の労働は米経済にプラスの影響を与え、米国人の所得を年間三百億ドル以上増やす効果があるとの試算を示した。報告書は外国で生まれ

移民の経済効果 米で年300億ドル超

大統領経済諮問委まとめ

米国内に在住者を移民とみなし、合法的な不法を問わずに経済効果を推計した。建設などの分野で移民の熟練労働者が増えれば、米国人の熟練労働者の生産性が上がることを示し、移民と米国人の補完関係が米経済を全体として活性化させると強調した。

欧州基準決 米SEC 上場時

【ワシントン】米SECは二〇〇八年の定時総会シーズンから本格的に適用される通し。速やかに住む株主が早めには議案を吟味する。年々分厚くなる書類の配布を希望者に限

ネット通知を義務化 米SEC 株主の利便性高める

【シカゴ】米SECは「シカゴ毛利証券」Cは上場企業に対し、ネットを通じて通知するよう義務付ける。二〇〇

有力VCの実像

ト下



有力VCの共同経営者、ジョン・ドーア氏は環境ブームの火付け役

ネットの次は環境 ブーム創出 一人勝ち

高打率で影響力

「環境ビジネスはこれまでも生み出されたもの。四年にインターネットに入社。場よりも巨大になる。クライアントに移籍後、シリコンバレーで先日開催された技術トレンド討論会、やせ形男性が宛などネット革命の中心企言すると、会場のハイテク関係者数人が一斉に拍手した。

共同で超有価株を売却した。一般のVCを大きく上回る高打率ゆえ、同氏の発言は世界のベンチャー業界に大きな影響を与える。そのドーア氏がネットの次に狙うのが「環境ブーム」の創出だ。同氏はネットバブル崩壊で米VC投資が冷え込んだ。二〇〇二年ごろから環境ベンチャーに注

目。次世代燃料電池開発ベンチャーのフルーム・エンジャーなど社数程度に先行投資した後、「環境分野が有望」と宣言するようになった。したたかな計算に基づき、話を合せるか、エンジャーなど社数程度に先行投資した後、「環境分野が有望」と宣言するようになった。したたかな計算に基づき、話を合せるか、エンジャーなど社数程度に先行投資した後、「環境分野が有望」と宣言するようになった。

日本経済新聞
6月22日

米シリコンバレー

有力VCの実像

▷下

共同で超有望株を発掘した。一般のVCを大きく上回る高打率ゆえ、同氏の発言は世界のベンチャー業界に大きな影響を与える。そのドーア氏がネットの次に狙うのが「環境ブーム」の創出だ。同氏はネットバブル崩壊で米VC投資が冷え込んでいた二〇〇二年ごろから環境ベンチャーに注

「環境ビジネスはこれまで生み出されたどの市場よりも巨大になる」。シリコンバレーで先日開催された技術トレンド討論会。やせ形の男性が発言すると、会場のハイテク関係者数百人が一斉に拍手した。

ネットの次は環境 ブー

高打率で影響力

業を見いだした。

発言の主は有力ベンチャーキャピタル(VC)、クライナー・パーキンズ・コフィーールド&バイヤーズの共同経営者、ジ

直近の「特大ホームラン」はネット検索最大手グーグルへの投資。シリコンバレーの老舗VC、セコイア・キャピタルと目。次世代燃料電池開発ベンチャーのブルーム・エナジーなど十社程度に先行投資した後、「環境分野が有望」と宣言するようになった。