

第2部 環境問題

- 1 自然保護運動とのかかわり
- 2 環境保全センター、持続的未來研究所
- 3 光生物的大規模水素生産の提案と研究

千葉の干潟保全運動への参加 (1971-)

干潟を守る

1971. 11. 30

第2号 特別号



千葉の干潟を守る会ニュース

千葉県習志野市津田沼3の1123
 代表者 大浜 清
 TEL 0474-73-3402
 定価 1部20円
 (編集 櫻井英博 カット 茂田良光)

小櫃川 その河口と干潟

東京湾最後の自然河口を守るために



千葉の干潟を守る会

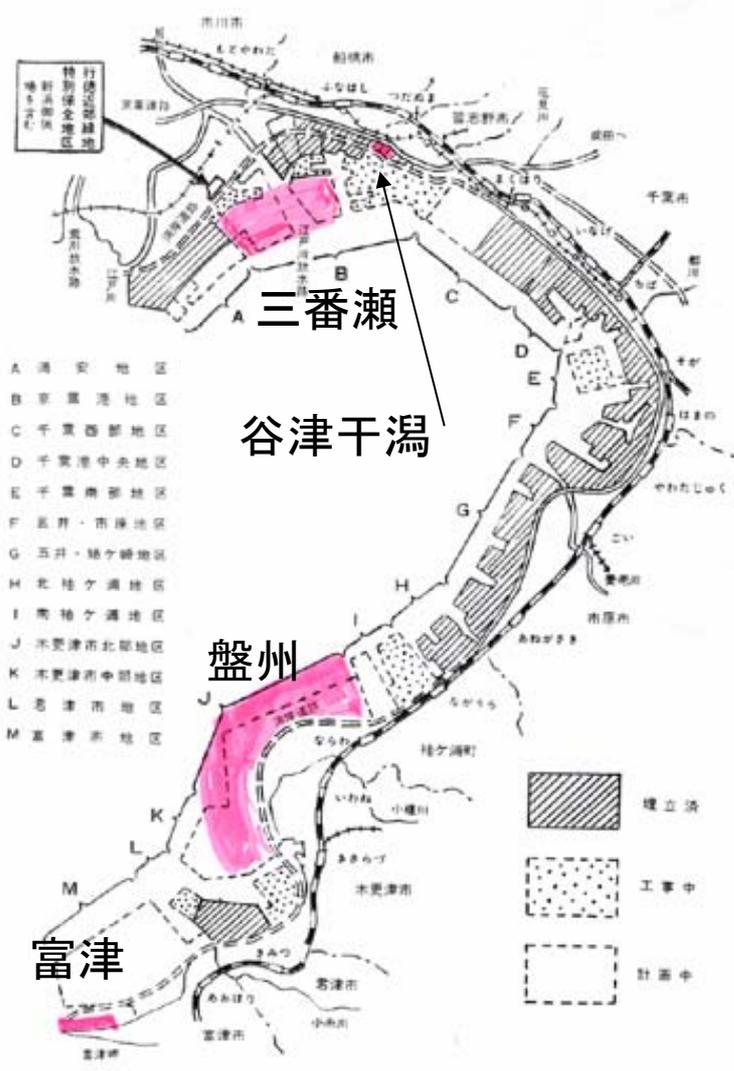
(3) 1973年11月30日

干潟を守る

第2号 特別号

東京湾埋立地図

千葉県関係

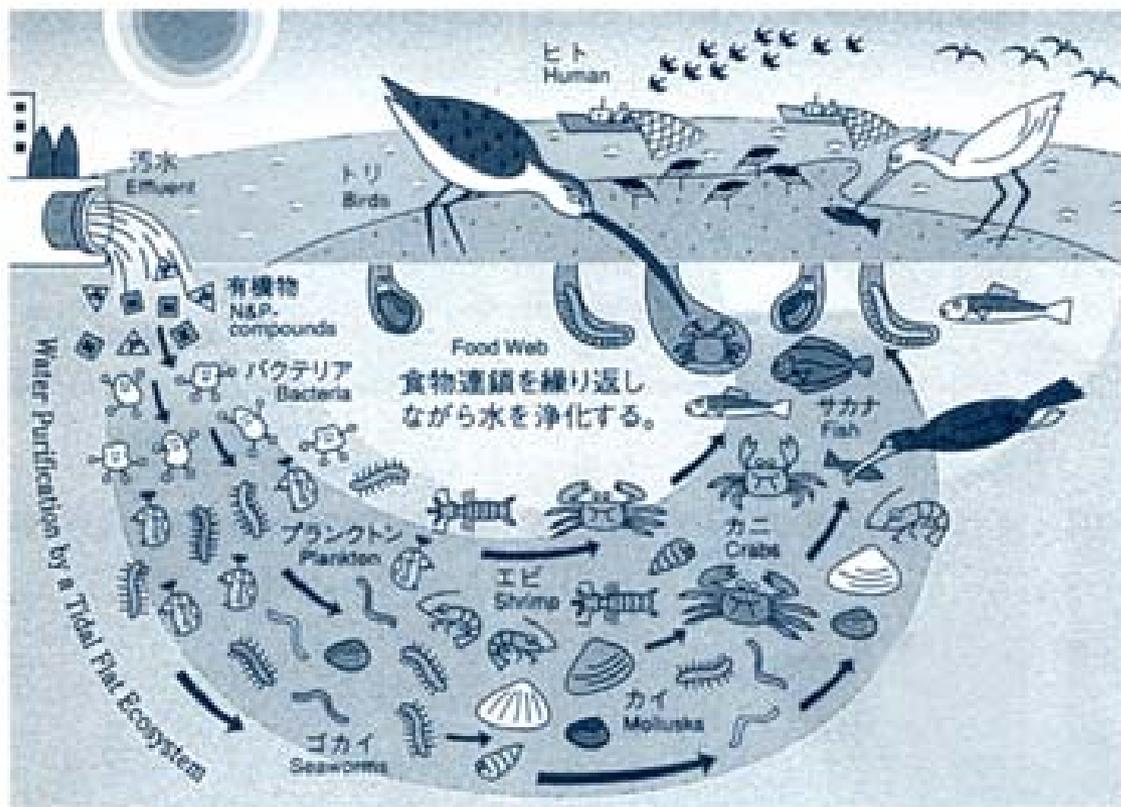


地区	主な進出(予定)企業
A	オリエンタルランド 鉄鋼 住友
B	約100社進出済 (申請11社)
D	食品コンビナート
E	川崎製鉄 電力
F	東京電産 船工 三井造船 昭和電工 昭和電工 大日本イソシヤ 東京電力 東光 豊石
G	旭硝子
H	富士石炭
I	東京電力
M	三井物産

1974

干潟の食物連鎖と浄化作用

The Food Chain & Water Purification by the Tidal Flat Ecosystem



干潟の生き物たちの
食物連鎖と浄化作用

日本湿地ネットワークパンフより

有機汚濁は、食物連鎖やバクテリアの脱窒（窒素化合物が窒素ガス（ N_2 ）になる）によって浄化される。

三番瀬ではCODで2245t/年（13万人分）、全窒素で575t/年（200万人分三次処理）の浄化能力がある。

By repeatedly moving through this food chain, water is purified. The world's tidal wetlands are the most productive ecosystems on earth.

三番瀬の生き物

水鳥 *Waterfowls of the Sanbante*

●1万羽以上 ○1千~1万羽 □100~1千羽 △100~10羽



オオソリハシシギ [国鳥○]
Limosa lapponica



ハマシギ [国鳥○]
Calidris alpina



メダイチドリ [国鳥○]
Charadrius mongolus



シロチドリ [国鳥○]
Charadrius alexandrinus



ウミネコ [国鳥○] (繁殖地)
Larus crassirostris



コアジサシ [国鳥○]
Sterna albifrons

東京湾と三番瀬

Tokyo Bay and the Sanbanze



成田空港
NARITA Airport

市川
ICHIKAWA

船橋
FUNABASHI

東京駅
TOKYO Station

東京都
TOKYO

千葉県
CHIBA



神奈川県
KANAGAWA

東京湾
TOKYO Bay



三番瀬、千葉県企業庁・行徳漁協ヤミ補償裁判 (2000-)

1982 企業庁、行徳漁協に43億円の漁業権放棄ヤミ補償(三者合意)

・埋立ての最大の難関は漁協から漁業権放棄を取り付けること。埋立てが間近いとの予想のもとに、計画が具体化する前に実質的補償

2000 利子56億円支出予算化
千葉県民有志、損害賠償請求訴訟

(被告:企業庁長、知事)

2005.10.25 原告敗訴の判決

しかし、「三者合意」には瑕疵があったと明確に認定

2006.1 三番瀬保全を目的に、「判決を活かす会」発足

三番瀬公金違法支出訴訟を

支援する会 会報

第1号

代表:櫻井英博

事務局:〒261-0003

千葉市美浜区高浜6-5-4(鈴木方)

TEL(FAX) 043-278-5607

2000.10.5

三番瀬公金違法支出判決を

活かす会 会報

第1号

共同代表:牛野くみ子, 中丸素明, 櫻井英博

事務局長: 細田邦子

事務局:〒261-0003 千葉市美浜区高浜6-5-4(鈴木方)

2006.5.2

ラムサール条約(特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約: Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat)

三番瀬をラムサール指定地に

The Sanbanze Wetland Should Be a Ramsar Site

ラムサール条約登録湿地の谷津干潟と三番瀬は、以前は一体の海域でした。今でもハマシギ・ダイゼンなどが、二つの干潟を行き来しており、関連性が極めて高く、三番瀬の埋め立ては、谷津干潟の水鳥や生態系にも大きな影響を及ぼします。さらには、東京湾全体の生態系や水質にも悪い影響を及ぼすおそれがあります。生命豊かな海とはいえ、90%の干潟が失われた現在、三番瀬や谷津干潟を含め東京湾全域は、大変きびしい環境下にあります。

私たちは、三番瀬埋め立て計画を撤回させました。今後は三番瀬や東京湾の干潟・浅瀬全体をラムサール湿地として登録するよう要求しています。

また、三番瀬は、数万羽のスズガモ等が越冬する重要な海域であり、1999年5月に発足した「東アジア地域ガン・カモ類重要生息地ネットワーク」に参加するよう、関係自治体に呼びかけています。

The Tokyo Bay area including the Sanbanze Wetland should be registered as a Ramsar Site.

We are requesting the concerned municipal authorities to participate in the Anatidae Site Network in the East Asian Flyway, which was established in May, 1999.



2. 持続的未來研究所に関連する学内の環境問題研究・教育に関する動き

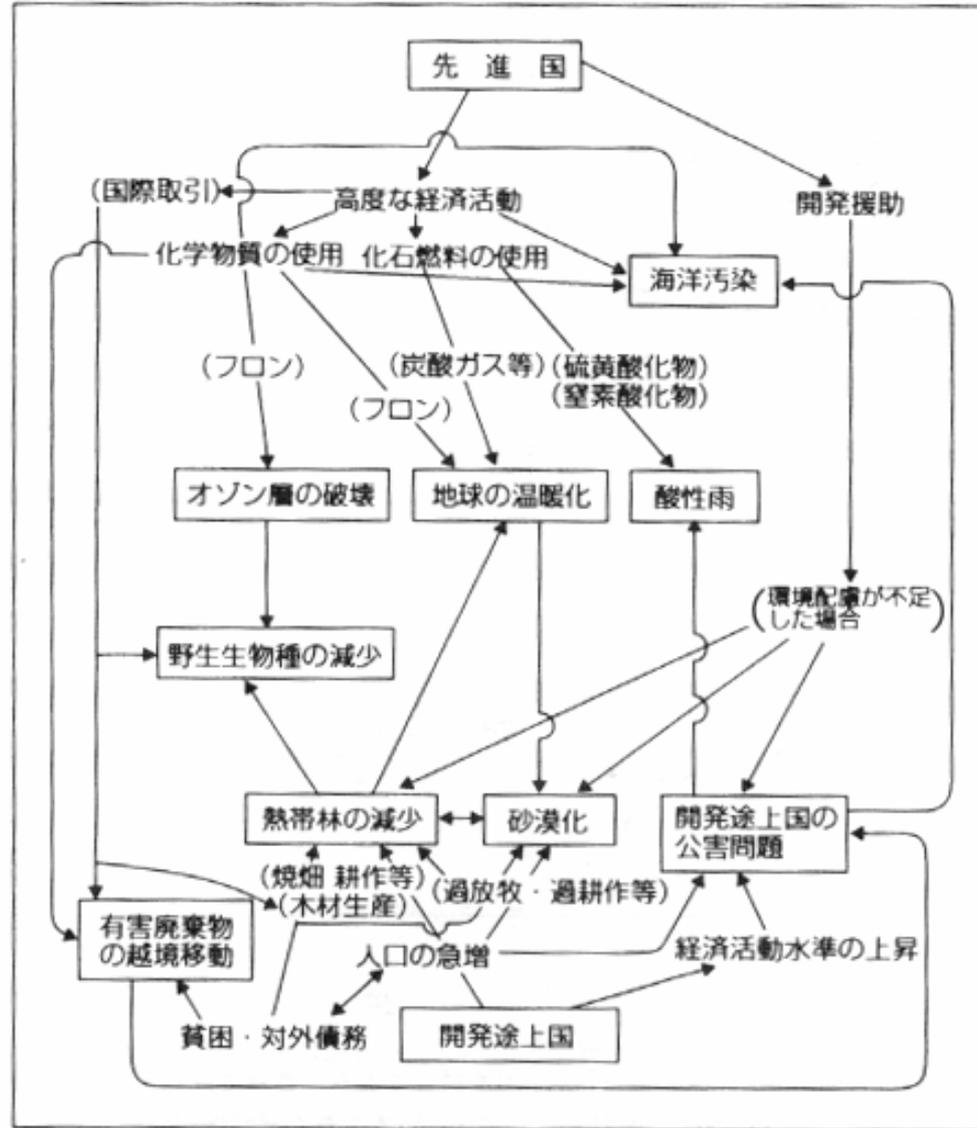
	持続的未來研究所	学内(その他)	
1979.12		環境保全センター設立	
1995.9		平田彰(環境保全センター所長)、村上明男(同事務長)「地球環境科学に関する超学際的な教育研究の場の設置に関する提案」(所沢および本庄キャンパスにおける教育研究計画提案書)	
1997.5		「地球環境問題談話会」(第1回)開催(主催:環境保全センター。所長:櫻井英博)	
1999.4	「環境問題研究会」(代表:櫻井英博)理工学総合研究センターより研究費支援を受ける		
1999-2001		環境問題連続講演会(環境保全センター。所長:櫻井英博(1999.11まで、名古屋俊士(1999.12-2005.11))	
1999.7	早稲田大学グランドデザインとしてプロジェクト研究所「環境問題研究所」(所長:櫻井英博)設立申請(発足時に「持続的未來研究所」と改称)		
2000.4	「持続的未來研究所」認可、発足(当初2004年度までの予定。延長が2度認められる)		
同	「地球環境問題談話会」(主催:環境保全センター)開催協力		
2000.10		埼玉県環境科学国際センター交流会(第1回)	

図 1-3 問題群としての地球環境問題

環境白書

平成2年度総説

環境問題は様々な事柄が複雑に絡み合っているので、対症療法的対策では不十分なことを示している



出所：『環境白書平成2年度（総説）』

注：環境問題は様々な事柄が複雑にからみ合っているので、対症療法的対策では不十分なことを示している。

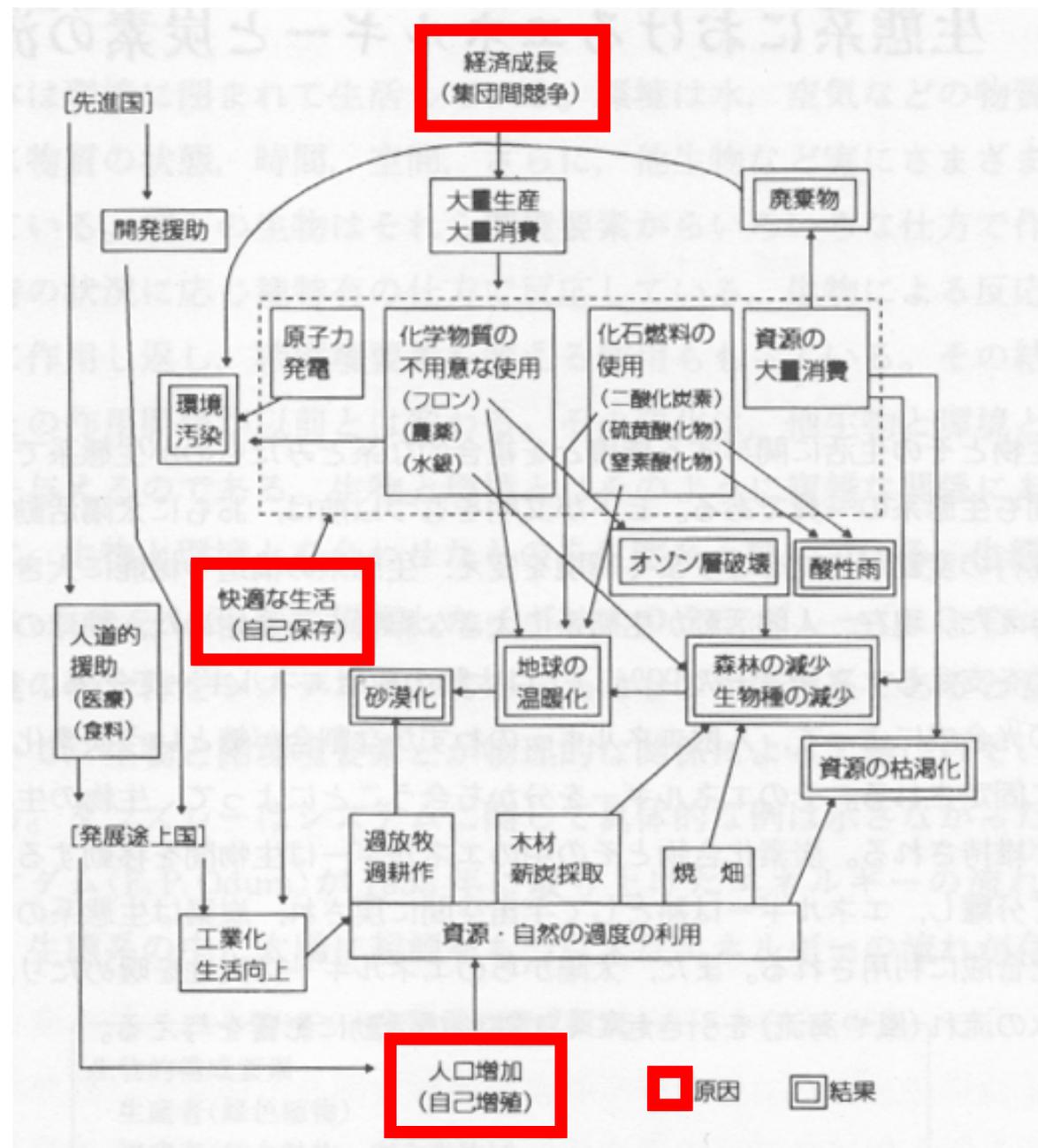
原因は？

地球環境問題は人間の本性に由来する部分が多い

- ・自己保存 (個体維持)
- ・自己増殖 (子孫繁栄)
- ・集団間競争

したがって、対応が容易でない

(櫻井原図)



地球環境問題(global environmental issues)

issue: 争点、係争点、解決を迫られているが答えが一つとは限らないような問題(⇔ address)

question: 答えを求める問い(⇔ answer)、

problem: 数や事実を求める問い(⇔ solve)

- 合理的な社会システム、モラルのシステム化
- 環境政策、戦略、評価
- 国際協調
- 環境税
- 環境に対する影響評価(アセスメント)
- 汚染者負担の原則(PPP: polluter pays principle)

早稲田大学持続的的未来研究所(2000.4-2006.3) (Research Institute for a Sustainable Future)

1979.12 環境保全センター設立

1997.5 「地球環境問題談話会」(第1回)開催

2000.4 早稲田大学総合研究機構「持続的的未来研究所」認可、
発足

2001.4ベンチャー研究費「循環型社会に向けた総合技術開発」
採択(平成13-17年度)

2006.12.5 「持続的的未来研究所」、「循環型社会に向けた総合
的技術開発」研究成果報告会

早稲田大学総合研究機構プロジェクト研究所 「持続的未來研究所」研究員名簿(2000年4月—2006年3月)

所長: 櫻井英博(教育・総合科学学術院、教授)

- ・ 栗山 浩一(政治経済学術院)
- ・ 近藤 康之(政治経済学術院)(2002年度より)
- ・ 中村 慎一郎(政治経済学術院)(副所長:2001年度より)
- ・ 堀口 健治(政治経済学術院)
- ・ 寄本 勝美(政治経済学術院)
- ・ 牛山 積(法学学術院)(2004年度まで)
- ・ 糊沢 能生(法学学術院)(副所長:2000年度まで)
- ・ 首藤 重幸(法学学術院)
- ・ 北山 雅昭(教育・総合科学学術院)
- ・ 久保 純子(教育・総合科学学術院)(2002年度より)
- ・ 櫻井 英博(教育・総合科学学術院)
- ・ 中島 峰広(教育・総合科学学術院)(2003年度まで)
- ・ 尾島 俊雄(理工学術院)
- ・ 大和田 秀二(理工学術院)
- ・ 高田 祥三(理工学術院)
- ・ 平田 彰(理工学術院)(2004年度まで)
- ・ 大聖 泰弘(理工学術院)
- ・ 常田 聡(理工学術院)
- ・ 名古屋 俊士(理工学術院)
- ・ 松本 隆(理工学術院)
- ・ 森川 靖(人間科学学術院)
- ・ 原 剛(アジア太平洋研究科)
- ・ 多ヶ谷 卓爾(高等学院)
- ・ 篠田 晋治(本庄高等学院)
- ・ 石崎 勝義(持続的未來研究所客員教授)(2004年度より)

地球環境問題談話会(環境保全センター、持続的未來研究所他)

○ 第1回 1997年4月15日

- ・地球環境問題に関わる内外の動向、 教育学部教授 櫻井英博
- ・ISO14000と環境保全型社会の構築に向けて—今後の環境問題はいかに捉えるべきか— 理工学部教授 永田勝也
- ・大学における環境管理とISO14000シリーズおよび環境活動評価プログラムについて 環境保全センター 新井 智

○循環型社会と市民、行政、大学の協力 寄本勝美

○農業の多面的機能 堀口健治

○・自然保護運動側から見たわが国自然保護関係法の問題点—公有水面埋め立て法、ラムサール条約を中心にして—

千葉の干潟を守る会代表、元全国自然保護連合理事長 大浜 清

・干潟・湿地の開発と保護をめぐる法状況 北山雅昭

○特別講演: Present Situation of Soil Environment in Korea(韓国における土壤環境の現状) 韓国 高麗大学自然資源学部教授 Soo-Kil Lim

○線形経済モデルによる廃棄物循環分析 中村慎一郎

○トキ復活の意義 石居進

○棚田の役割 中島峰広

○ベトナムの環境問題 春山成子

○カンボジア、メコン川下流部の地形環境と2000年洪水 久保純子

○バイオ農薬に対する期待と現状 藤森嶺

○第37回 2006年7月13日、・環境保全、その軌跡と態様

早稲田大学環境総合研究センター教授 吉田徳久

「循環型社会に向けた総合的技術開発」(私大高度化ベンチャー) 「持続的未来研究所」、研究代表者:中村慎一郎

環境問題とはシステム全体に関わるものであり、経済社会で使用されている技術と制度および消費者の生活形態が複合作用した結果として生じている。従って、個別の技術が真に環境調和型であるか否かは、システム全体として評価されなくてはならない。また、環境調和型技術が経済社会において実際に普及していくためには、それが単に技術的に優れているのみでなく、経済活動との整合性(経済性)をも併せ持たなくてはならない。ある技術が経済性を持つか否かは、課税などの制度的要因に依存する部分が少なくない。環境費用をいかに経済活動の中に制度として取り込むかは、循環型経済社会における大きな課題であると同時に、技術開発・普及の方向をも大きく左右するものである。

3. 再生可能エネルギーの大規模生産を目指すラン色細菌(シアノバクテリア、ラン藻類)の光生物的水素生産の研究(1996-)

持丸真里、増川一、中村賢介、岩田俊輔、吉野史記、Dawar, S.、
若井宗人、Zhang, Xh.、池田浩、佐々木健輔、三上直浩、山岸洋平
(Univ. Porto) Tamagnini, P., Almeida, L.

1973 第一次オイルショック、物価狂乱

米国で、生物を利用した太陽光エネルギー利用の模索

1977 San Pietro研究室留学

1980年代 日本で光合成を利用したエネルギー開発研究に研究費

1996 ニトロゲナーゼを利用した研究開発の構想

1997.3 構想を発表. 生物を利用した水素発生系. (日本エネルギー
学会「人工光合成技術の研究開発動向調査」)

1997.12 気候変動枠組条約締約国会議、「京都議定書」採択

1998 研究に着手

再生可能エネルギーの研究は、今回が初めてではなく 第一次オイルショック時(下記)にも注目された

当時の対応策(計画。一部は実施) : 1973年10月ー74年初頭

(第四次中東戦争を契機として、アラブ諸国が石油の輸出を中止するという懸念が広まり、社会は大混乱に陥った。まさに「油断」の危機)

石油・電力の15%減(一時は20%削減も覚悟)

省エネルギー、節電の呼びかけ

ネオン、広告灯、ショーウインドウ照明の禁止

ガソリンスタンド営業時間短縮、土曜休業

車の制限速度厳守

テレビ深夜放送禁止(NHKは23時まで)

電力削減

15%削減 一般製造業、デパート、映画館、ホテル

10%削減 日刊新聞、証券取引所

5%削減 図書館、医薬品、乳製品、化学肥料等製造業

0%削減 上下水道、学校、鉄道

買いだめ、売り惜しみ

(洗剤、トイレトペーパーが店頭から消える)

インフレ(“物価狂乱”)、不況、国際収支悪化

海洋生物から水素生産
の高いものを探す

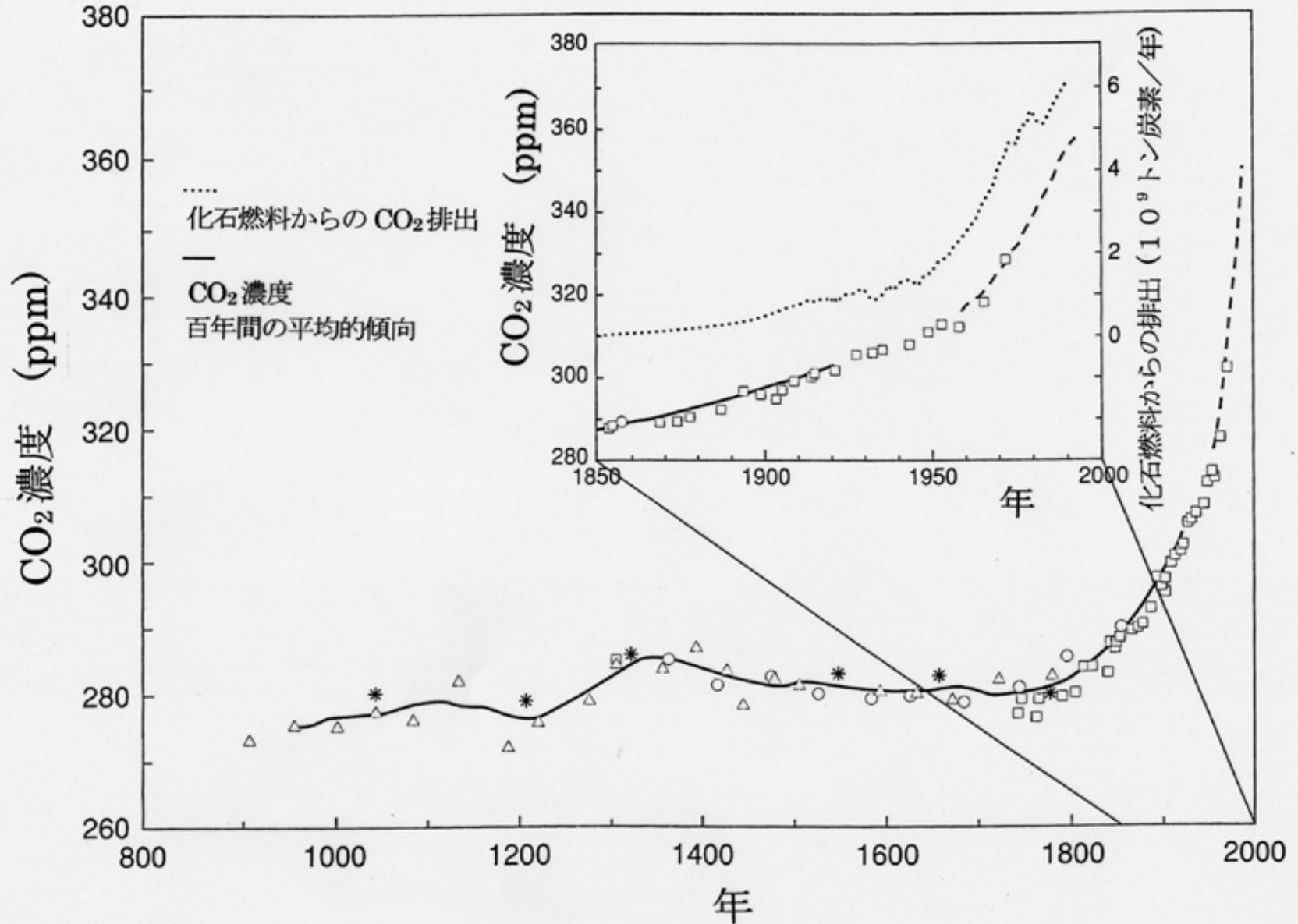
1978 Univ. of Miami

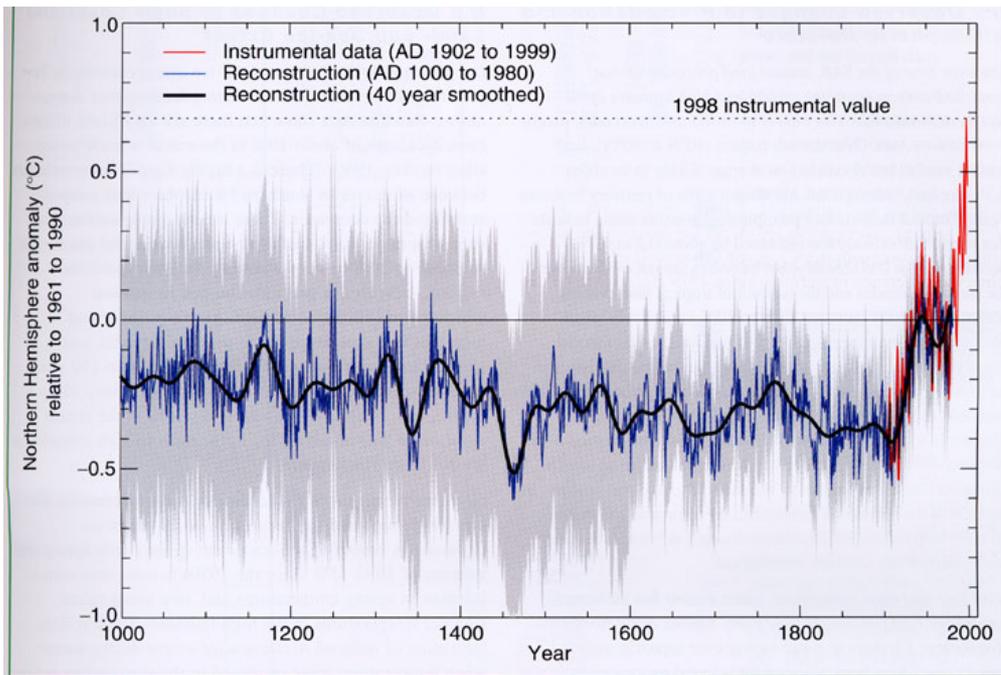
Prof. Mitsui, A.





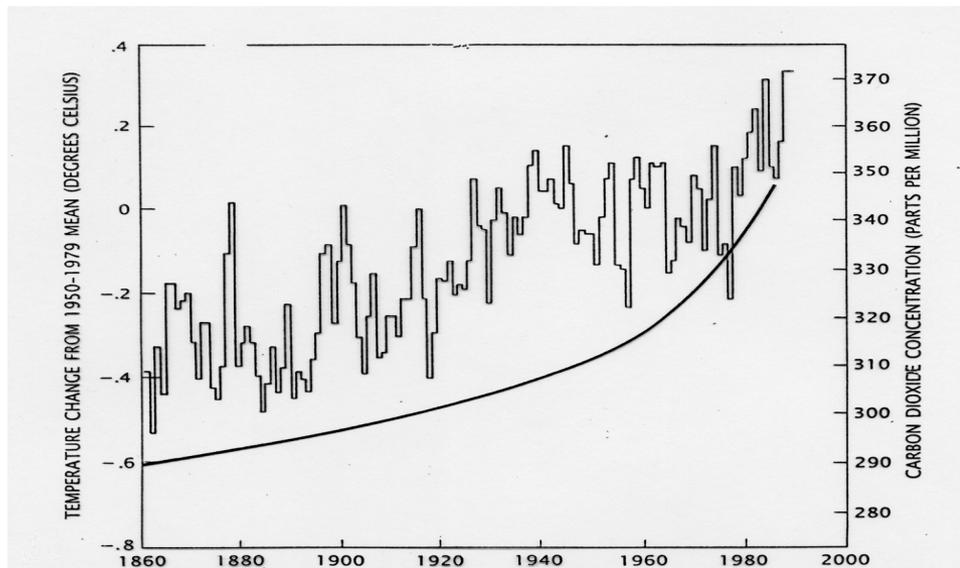
産業革命以降大気中のCO₂濃度の急上昇





温暖化は現実には起きている (IPCC報告書より)

CO₂は温室効果ガスであり、大気中の濃度上昇によって地球の温暖化が起こることが懸念されます。地球規模での観測データによって、温暖化が現実には起こりつつあることが裏付けられています。



上図。北半球における平均気温(20世紀の温度上昇が顕著)

下図。折れ線: 毎年の平均気温、実線: CO₂濃度。20世紀の最も暑かった10年を選ぶと、その内8年は1990年代に集中していた。

温室効果ガス増大の影響と国際的対応

(地表に到達した可視光線の大部分は、赤外線となって再放出)

- 平均気温の上昇
- 降水パターンの変化
- 食糧生産への影響
- 自然災害増大
- 海面上昇
- 海流変化、気候激変
- 熱帯性病原生物の拡散
- 生物多様性への影響

気候変動に関する国連枠組 条約 (UNFCCC: United Nations

Framework Convention on Climate Change)('92採択、'94発効)

第二条 目的:気候系に対して危険な人為的干渉を及ぼすこととならない水準において大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させることを究極的な目的とする。

(温暖化防止とは言っていない)

京都議定書('97採択、'05発効)

基準年1990,目標年:2008-12

先進国は合計5%強、日6%、米7%、

EU8%削減

(米の一方的離脱,露が遂に締結)

UNFCCC -COP3(気候変動枠組条約締約国会議) (1997.12.1-10) **京都議定書採択**



国連気候変動枠組み条約: COP3京都会議 (1997.12.1-10)

(UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change)

The 3rd Conference Of the Parties (to UNFCCC)

参加者数

締約国代表等(161カ国)	2300
国連、国際機関職員	200
NGO	3700
<u>メディア</u>	<u>3700</u>
合計	約10,000



OWLS: Optics Within Life Sciences

(ライフサイエンス領域の光学会)

**Remarks By Vice President Al Gore
The United Nations Committee on Climate Change
Conference of the Parties
December 8, 1997
Kyoto, Japan**

EMBARGOED UNTIL 8:00PM EST. 10:00AM Kyoto Time

Thank you. It is an honor to be here at this historic gathering, in this ancient capital of such beauty and grace. On behalf of President Clinton and the American people, and our U.S. negotiator, Ambassador Stu Eizenstat, I salute our Japanese hosts for their gracious hospitality, and offer a special thank you to Prime Minister Hashimoto, and to our chairs, Director General Oki, and Ambassador Estrada, for their hard work and leadership.

So let us press forward. Let us resolve to conduct ourselves in such a way that our children's children will read about the "Spirit of Kyoto," and remember well the place and the time where humankind first chose to embark together on a long-term sustainable relationship between our civilization and the Earth's environment.

In that spirit, let us transcend our differences and commit to secure our common destiny: a planet whole and healthy, whose nations are at peace, prosperous and free; and whose people everywhere are able to reach for their God-given potential.

Thank you

2007.2 ゴア氏出演の「不都合な真実」“An Inconvenient Truth”が映画アカデミー賞(長編ドキュメンタリー部門)受賞

京都議定書のポイント

【目標期間】 第一期は2008～2012年

【削減率】 先進国全体で少なくとも5%。

日本は6%、米国は7%、欧州連合(EU)は8%

【対象ガス】 二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素、ハイドロフルオロカーボン(代替フロン)、パーフルオロカーボン(同)、六フッ化硫黄

【基準年】 1990年。ただし代替フロンなど3種類については95年でもよい

【吸収源】 森林等

【排出権取引】 削減できない場合、先進国間で

【クリーン開発メカニズム】 発展途上国の削減に協力

【共同実施】 先進国間で

気候変動とその影響の予測

- **IPCC**: Intergovernmental Panel on Climate Change
(気候変動に関する政府間パネル) 報告書
1990, 1995, 2001

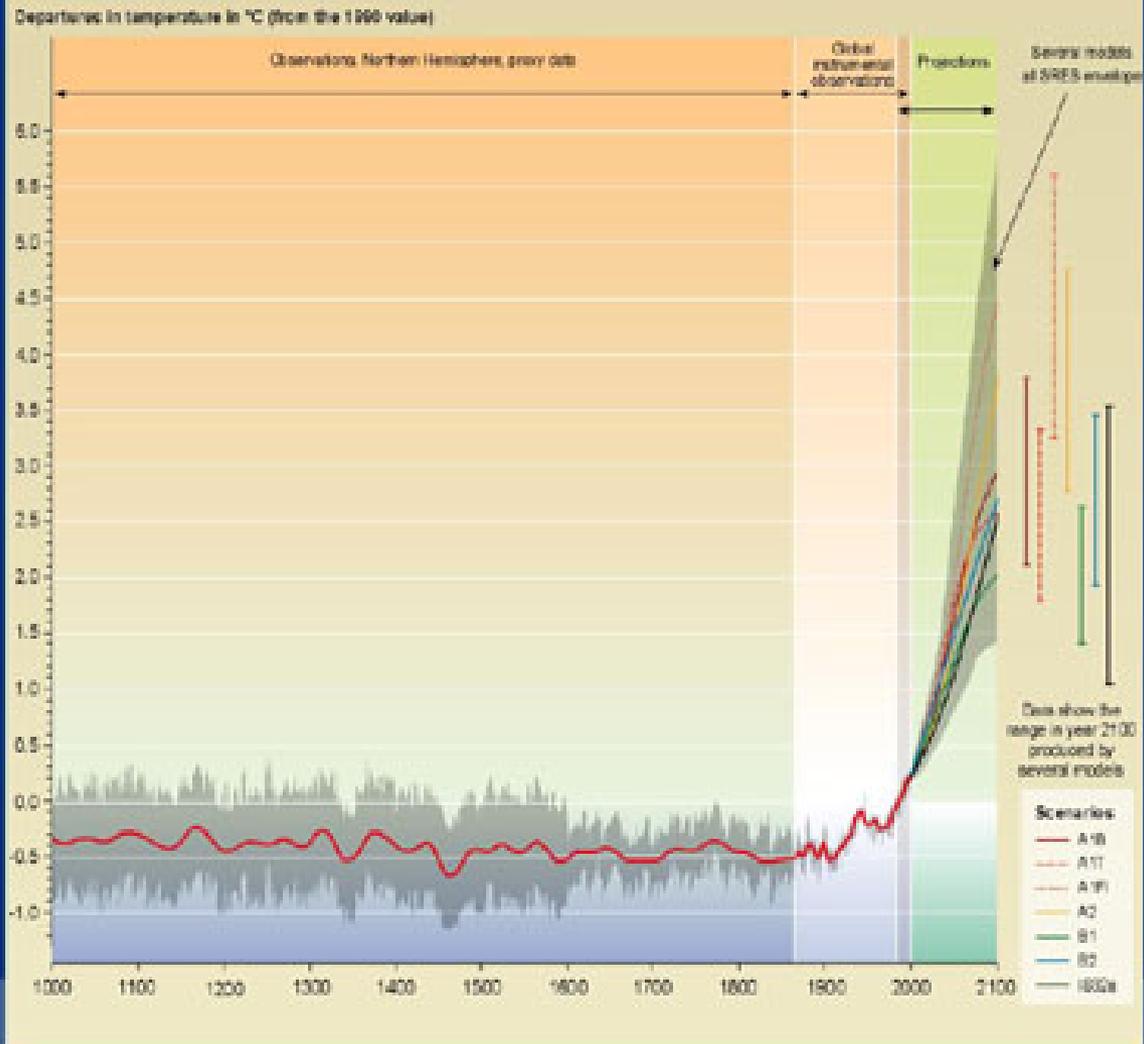
解説: 「IPCC地球温暖化第三次レポート」(中央法規出版)



2007.2.7 The 4th Assessment: The Physical Science Basis

The understanding of anthropogenic warming and cooling influences --- leading to **very high confidence** that the globally averaged net effect of human activities since 1750 has been one of **warming**.

Variations of the Earth's surface temperature: year 1000 to year 2100



SYR - FIGURE 9-1b

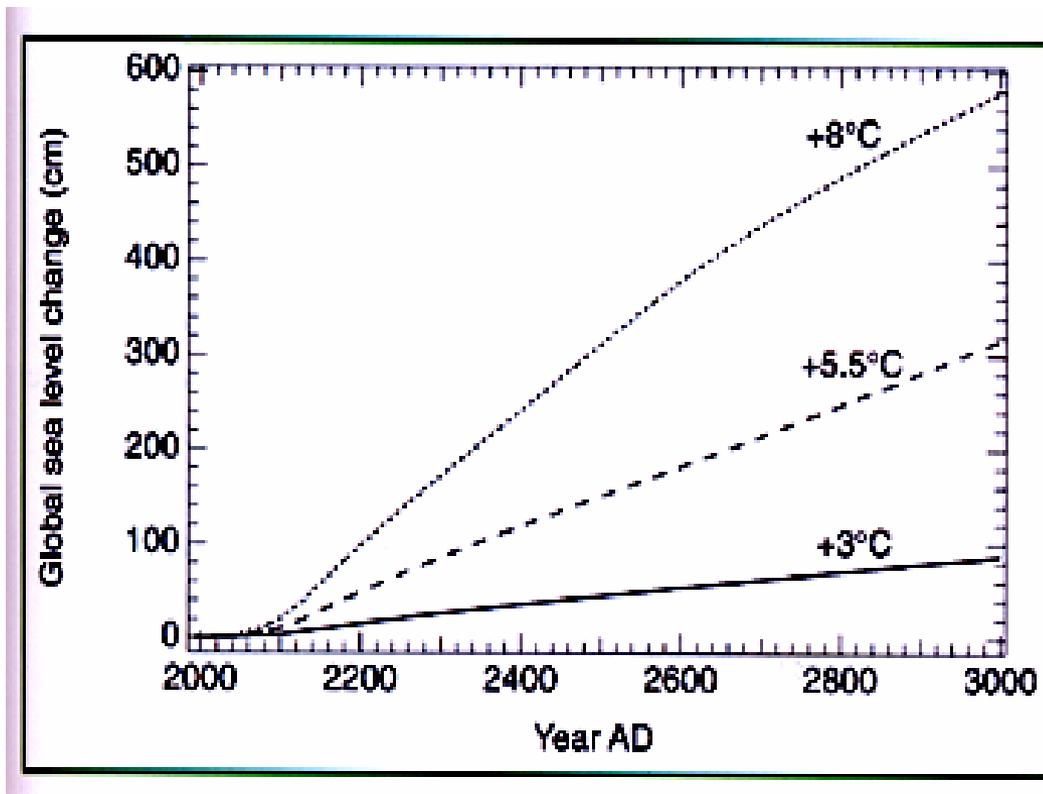
地球温暖化による海面上昇の予測

(影響はじわじわと進行する)

気候の温暖化の影響は、海面の上昇につながります。この影響は、珊瑚礁でできた島、河口デルタに人口が密集している国(バングラデシュなど)、国土の大半が海抜ゼロメートル地帯にあるオランダなどの国々にとって、特に深刻な問題です。

海面上昇のシナリオ

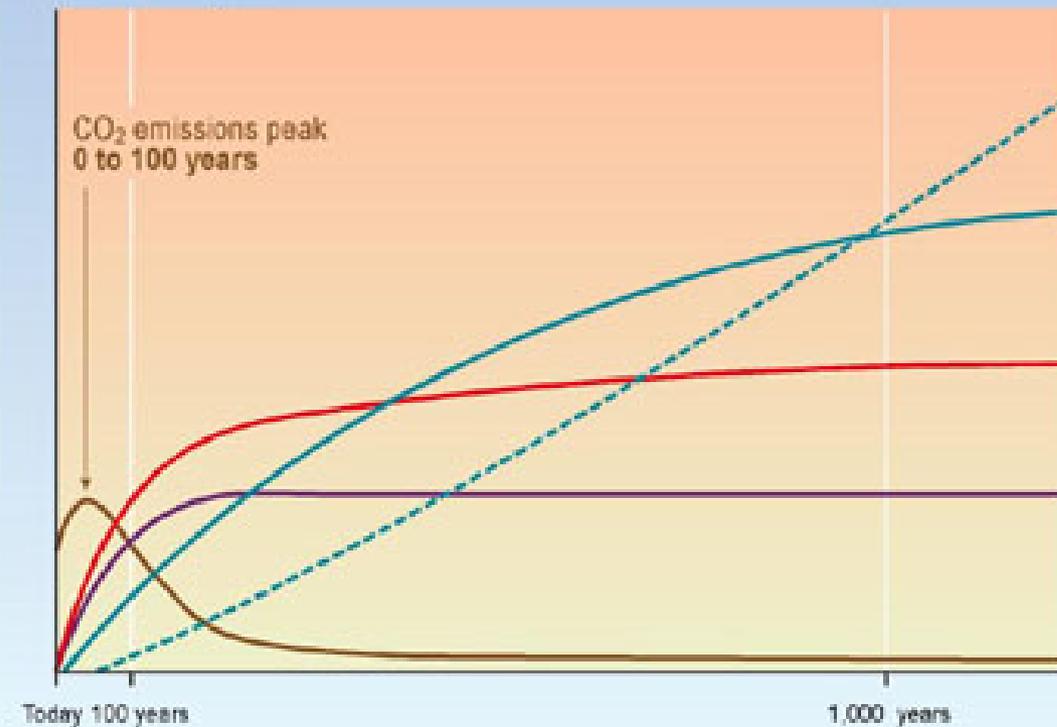
1. 気温の上昇により海面表層の海水が膨張する
2. 海水温度上昇の影響は、じわじわと中層、深層にも及ぶ
3. この先200年ぐらいの内に大気中の温室効果ガスレベルを抑制できたとしても(前図)、海面上昇はそれ以降も続く(将来の人類のために、できるだけ早期に大幅なCO₂排出抑制が必要)
4. この予測は南極、北極の氷の融解を考慮していない。もし、氷が全部融けたとすると海面は70メートル程度上昇すると予測され、関東平野も水浸しとなる。



(IPCC2001報告書より)

CO₂ concentration, temperature, and sea level continue to rise long after emissions are reduced

Magnitude of response



Time taken to reach equilibrium

Sea-level rise due to ice melting:
several millennia

Sea-level rise due to thermal expansion:
centuries to millennia

Temperature stabilization:
a few centuries

CO₂ stabilization:
100 to 300 years

CO₂ emissions

BYR - FIGURE 5-2

米、京都議定書から離脱

2001. 3. 29 朝日(夕)
不支持 正式表明

2001.3

発効、ほぼ絶望的

温暖化防止に打撃

【ワシントン28日＝大牟田透】地球温暖化防止のための京都議定書について、米ホワイトハウスのフライシャー報道官は二十八日の記者会見で「大統領は支持していない」と不支持を正式に表明した。各国に二酸化炭素(CO₂)削減義務を課す京都議定書は来年の発効をめざしてきりぎりしの折衝が続いているが、世界最大の排出国である米国の離脱で、ほぼ絶望的となった。世界の温暖化防止策は大きく後退しそうだ。

(2面に関係記事)

米国は議定書に署名したが、途上国が除外されていることなどから議会が強く反対、批准していない。現在、エネルギー政策など政策全般の見直しを進める中で、ブッシュ政権の立場を鮮明にした。

同報道官は「全世界を包含することが重要」とし、議定書は五十五カ国の批准で発効するが現時点でルーマニアしか批准していない

ことから、「他国も大統領の立場に同意するシグナルだ」と述べた。

一方、国務省のパウチャー報道官は記者会見で「議定書の署名撤回で動いていくわけではない。気候変動問題に対し、市場原理に基づく技術的で創造的な道を探っている」とする。ともに、「同盟国やその他の国々と手を携えていく」と述べ、環境問題での米国の発

言力が低下する懸念が政権内部にもくすぶっていることをうかがわせた。

しかし、ホイットマン環境保護局長官は二十七日、「京都議定書を実行することに関心はない」と言明、「京都議定書は死んだ」としている。同長官はまた、欧州や日本が合意をを目指すなら、議定書の枠組みを離れ、新たなアプローチをとるべきだとも述べた。

米国が不支持を突きつけたことで、温暖化対策の世界的な取り組みがさらに混乱することは間違いない。欧州連合(EU)は「温暖化対策は欧米関係で切り離せない問題だ」としてきており、両極の関係にも影を落とすそうだ。

不支持の理由

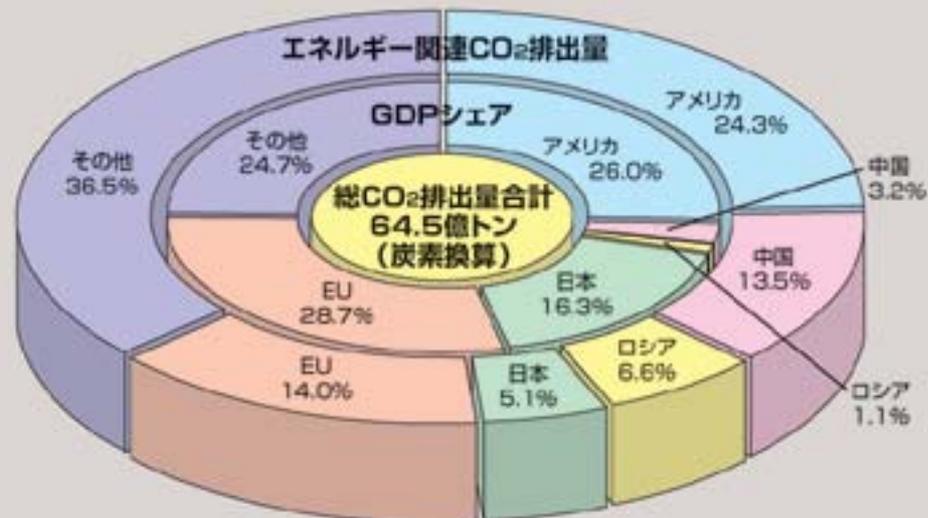
・米国の経済に重荷

・中国、インドなど発展途上国が削減義務を負わない

ロシアの批准により2005.2発効

エネルギー関連CO₂排出量上位4カ国及びEUの現状

(2001年)

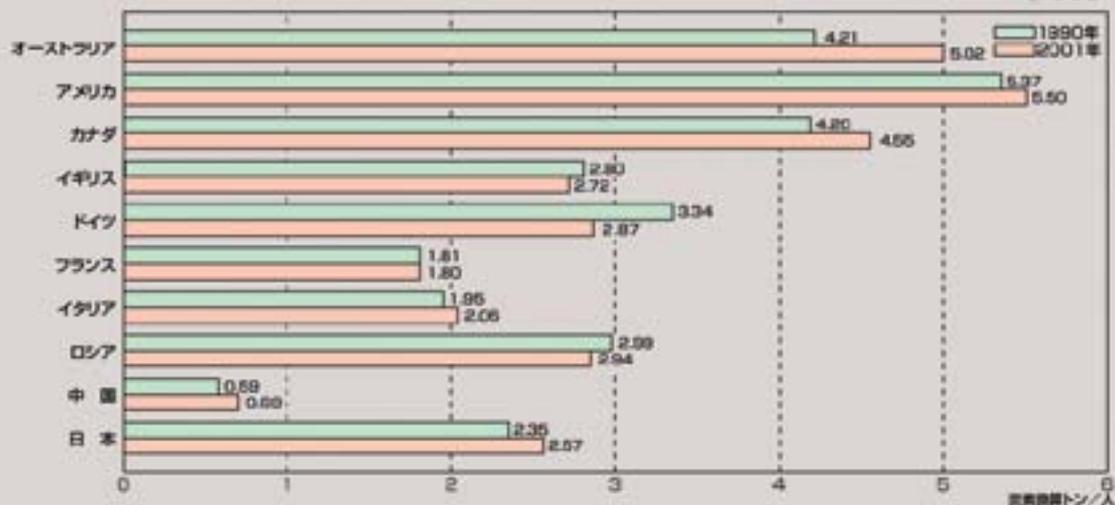


(注) 構成比の各欄の数値の合計は、四捨五入の関係で100に等しくない場合がある。

出典：「エネルギー - 経済統計年報」(2004年版)

主要国一人当たりエネルギー関連CO₂排出量の比較

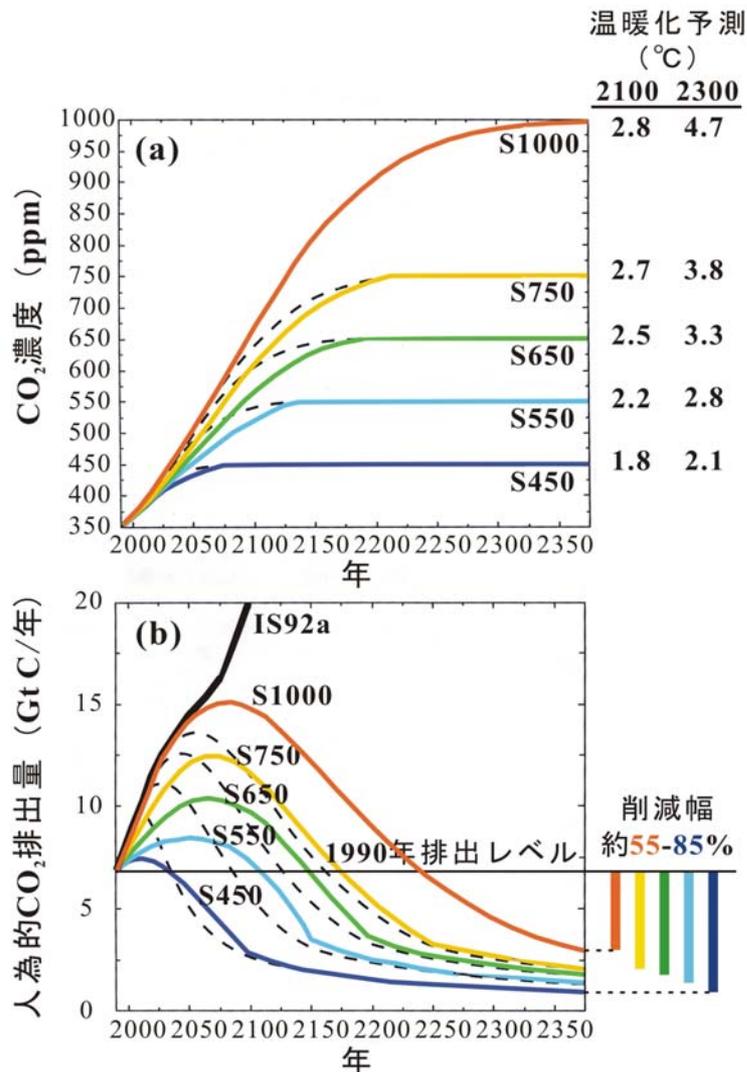
(1990・2001年)



(注) ロシアは、1995・2001年のCO₂排出量

出典：「エネルギー - 経済統計年報」(2004年版)

京都議定書は削減の第一歩：CO₂排出の大幅削減には再生可能エネルギーの大規模創成が必要



安定化の目標

(UNFCCC第二条：気候系に対して危険な人為的干渉を及ぼすこととならない水準において大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させることを究極的な目的とする。)

安定化の目標をCO₂濃度**550 ppm** (産業革命前の約2倍)とし、このレベル安定化することに成功したとしても今世紀末の地球の平均気温は2.2度 (2300年には2.8度)程度上昇すると予測されている。CO₂濃度**550 ppm**での安定化には、約100年後に現在の排出レベルに戻すだけでなく、将来は約**65-70%の削減が必要**である。

6%削減の義務すら達成できない（京都議定書柔軟措置頼み） したがって、2013年以降の削減交渉にも及び腰

温室効果ガスの排出抑制・吸収の量の目標

区 分	目 標		2010 年度現状対策 ケース(目標に比べ +12%*)からの削減 量 ※2002 年度実績 (+ 13.6%)から経済成長等 による増、現行対策の 継続による削減を見込 んだ2010 年見込み
	2010 年度 排出量 (百万t-CO2)	1990 年度 比 (基準年 総排出量比)	
温室効果ガス			
①E礼ギ [*] -起源CO ₂	1,056	+0.6%	▲4.8%
②非E礼ギ [*] -起源CO ₂	70	▲0.3%	▲0.4%
③メタン	20	▲0.4%	
④一酸化二窒素	34	▲0.5%	
⑤代替フロン等3ガス	51	+0.1%	▲1.3%
森林吸収源	▲48	▲3.9%	(同左) ▲3.9%
京都メカニズム	▲20	▲1.6%*	*(同左) ▲1.6%
合 計	1,163	▲6.0%	▲12%

*削減目標 (▲6%) と国内対策 (排出削減、吸収源対策) の差分

地球温暖化対策推進本部は、気候変動に関する国際連合枠組条約第3回締約国会議において採択された京都議定書の着実な実施に向け、地球温暖化防止に係る具体的かつ実効ある対策を総合的に推進するため、平成9年12月19日、閣議決定により内閣に設置されました。

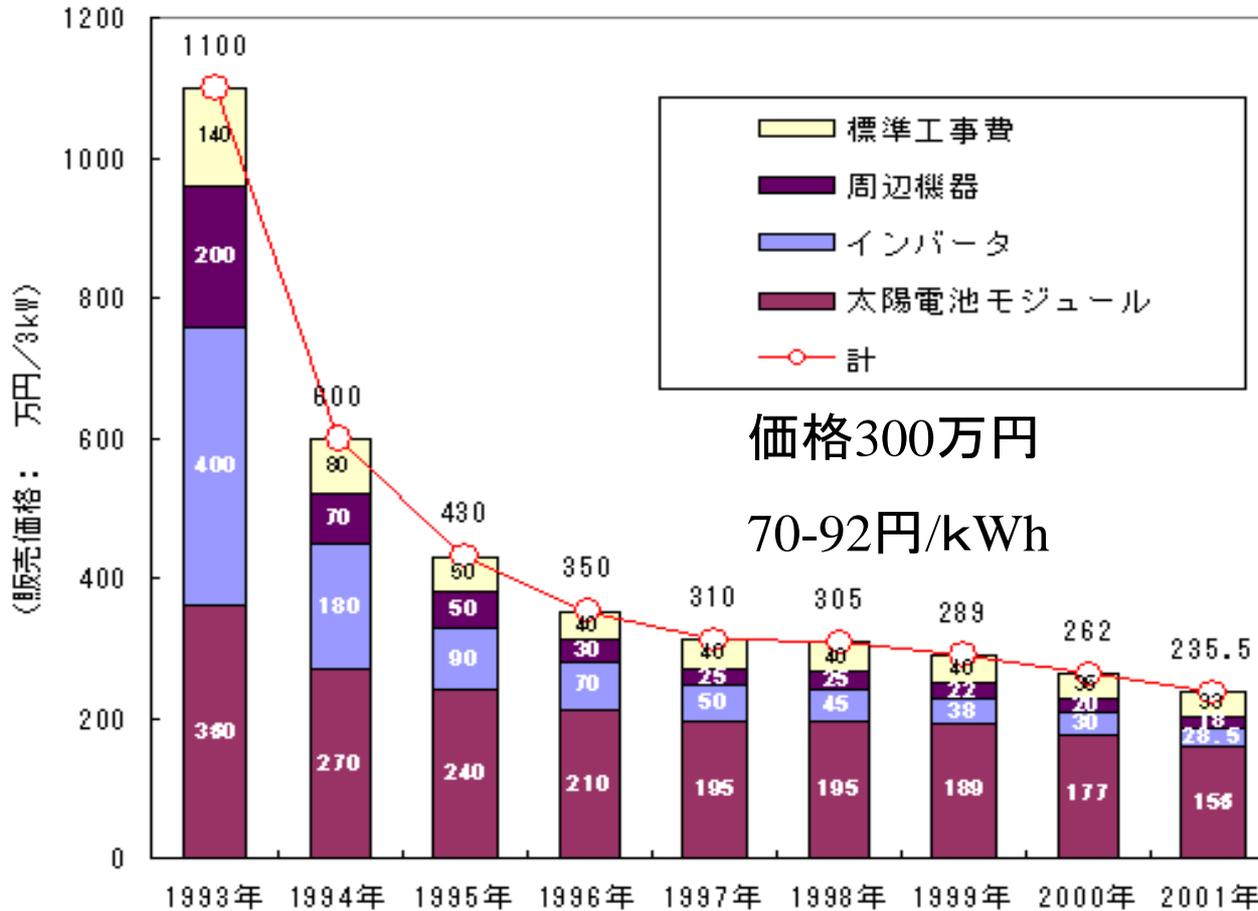
その後、平成17年2月16日、京都議定書の発効に伴い、地球温暖化対策の推進に関する法律の改正法が施行され、地球温暖化対策を総合的かつ計画的に推進するための機関として、法律に基づく本部として改めて内閣に設置されました。

石油代替エネルギー源の大規模創成が必要

その候補: 太陽光エネルギー

	(10^{18} J/year)	比率
世界		
社会的エネルギー需要(2000)	367	1
光合成(純生産、効率0.13%)	3,300	9
太陽光エネルギー	2,500,000	6,800
食料	20	0.05
日本		
社会的エネルギー需要(1999)	23	1
太陽光エネルギー(陸地)	2,100	91
太陽光エネルギー(含排他的経済水域)	33,000	1,400
日本のバイオマス利用可能量(農林水産省)	1.3	0.054

太陽光発電



価格300万円

70-92円/kWh

価格90万円

21-28円/kWh

太陽光発電システム販売価格の推移

(例1: 1kW当たりの総建設費が100万円の場合)

[1] 金利6%、修繕・保守費率1%/年とすると、発電コストは: $100 \div 1.082 = 92$ 円/kWh

[2] 金利4%、修繕・保守費率0%/年とすると、発電コストは: $100 \div 1.429 = 70$ 円/kWh

(例2: 1kW当たりの総建設費が30万円の場合)

[1] 金利6%、修繕・保守費率1%/年とすると、発電コストは: $30 \div 1.082 = 28$ 円/kWh

[2] 金利4%、修繕・保守費率0%/年とすると、発電コストは: $30 \div 1.429 = 21$ 円/kWh

(NEDO H14年度

データ集より)

陸上バイオマスに対して過度の期待はできない

(一村一品運動的効果しか期待できない: 地域経済活性化)

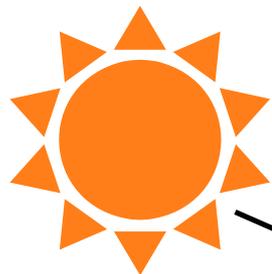
(10-20年後に10-30%の削減、将来はCO₂の65-70%の排出削減が必要)

1. 日本のバイオマス総資源量は、わが国一次エネルギー需要の5.4%
 - ・沖縄全耕地にサトウキビを植えてもバイオエタノールは全エネルギーの0.1%以下
 - ・滋賀県全耕地にナタネを植えてもバイオジーゼル燃料は同0.01%以下
2. 米国でも、ガソリン(1990年)の10%をトウモロコシのバイオエタノールでまかなうには、全米耕地面積の12%が必要

(Kheshgi et al. (2000) Ann. Rev. Energy Environ. 25: 199-244)

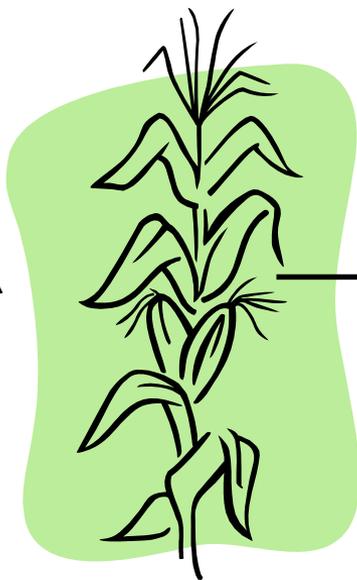
3. 食料との競合(食料摂取エネルギーは、一次エネルギー消費の5%)
価格高騰(食糧輸入国にとってとるべき戦略か?)
南北問題と飢饉、熱帯雨林の破壊に加担





Sun light

1500 kWh/m²/yr



Corn plant

効率1%

うまくやれば経済的生産が可能であろう



Corn grain

効率0.25-0.3%

1.8-3.4セント/kWh

太陽光利用の課題：経済性の確保

太陽光強度 1500 kWh/m²/yr (中緯度地域)

変換効率 1%で 30 kWh/m²/yrの収穫

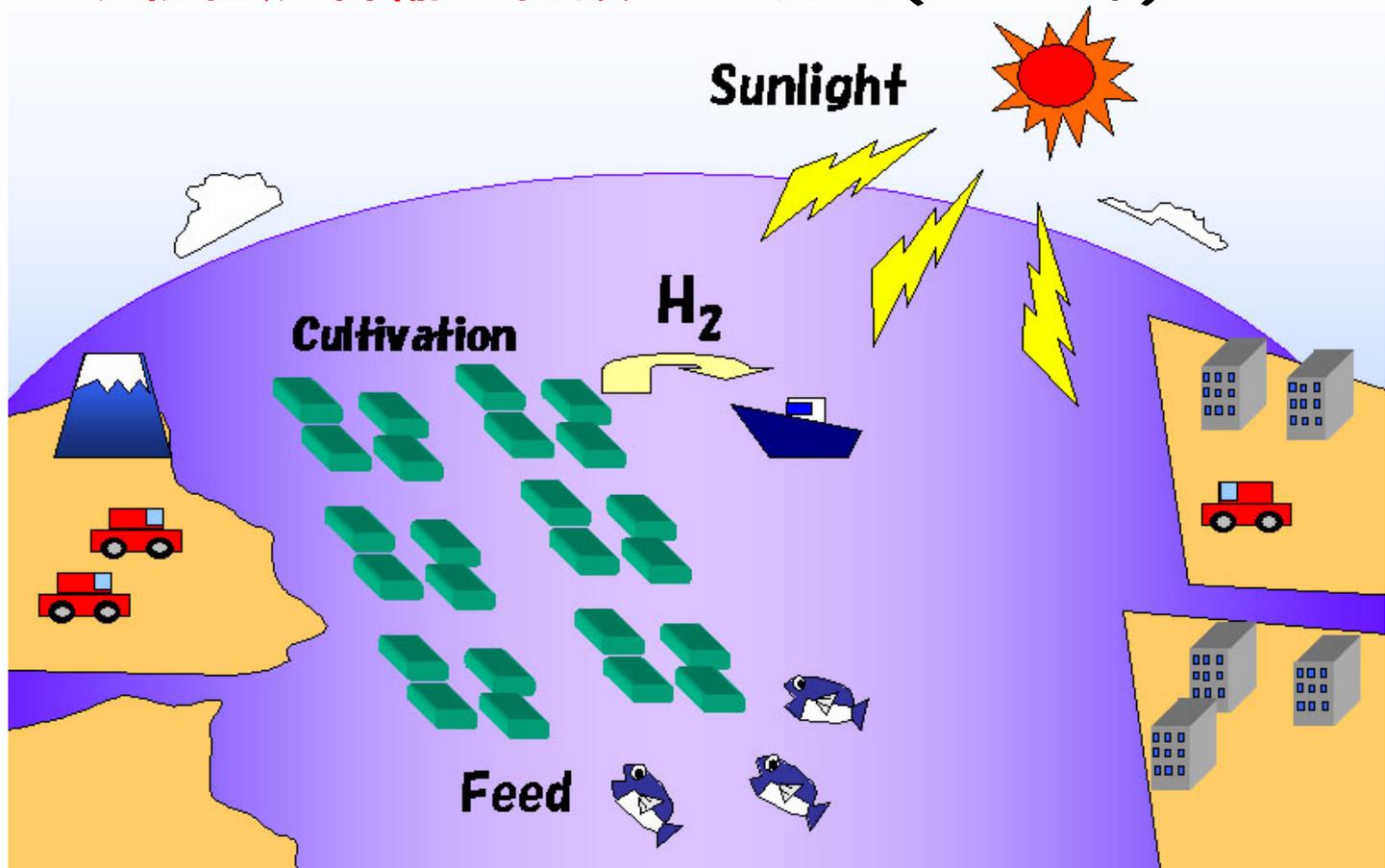
エネルギー価格 10 - 50円/kWh : 粗収入 150 - 750円/m²/yr

イメージ図

水素を再生可能エネルギーとして光生物的に生産

水素生産は工業的感覚でなく養殖・栽培漁業的感覚で

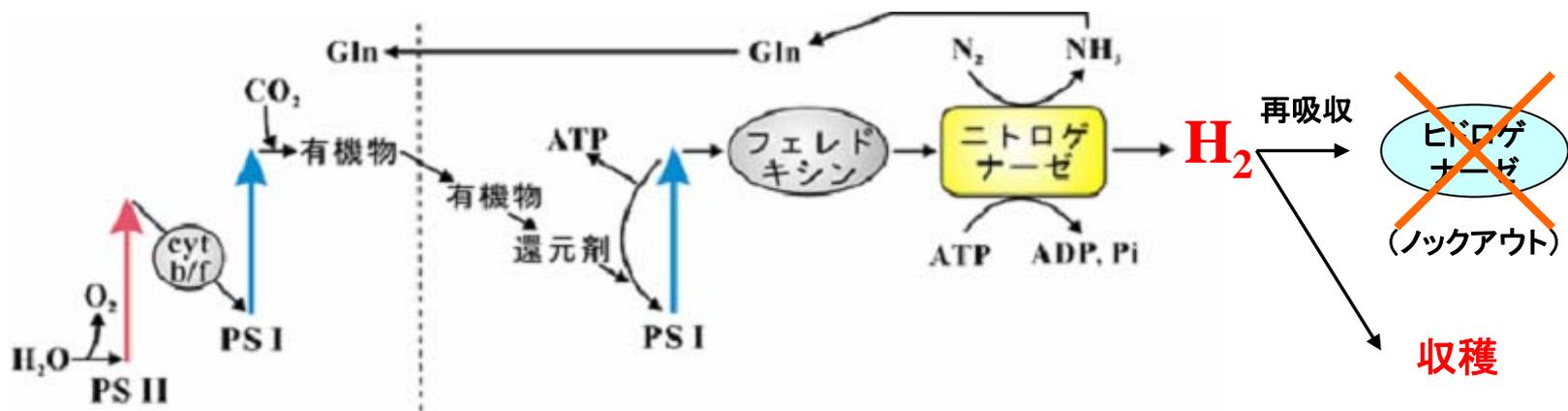
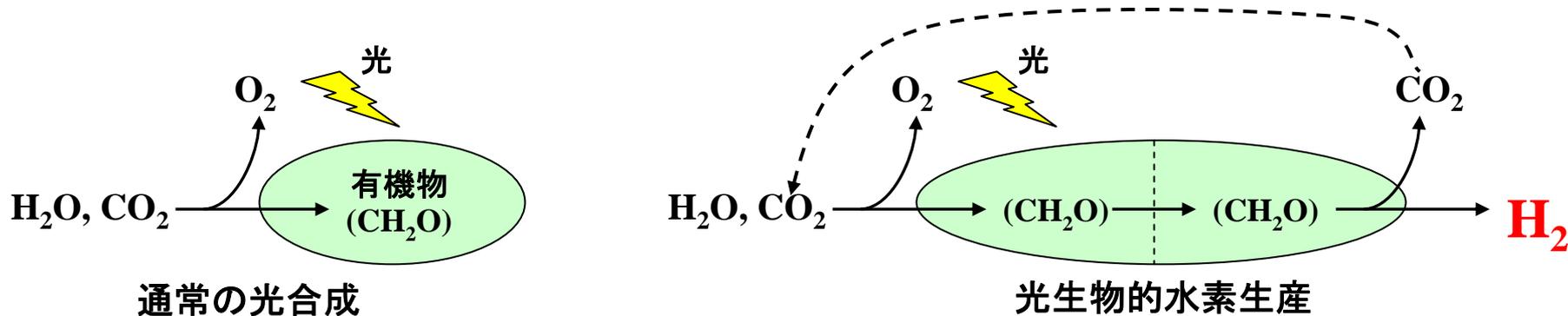
日本の**鉱物性燃料輸入総額は14兆円(2005年)**



ラン色細菌(別名:シアノバクテリア、藍藻類)の光合成系を利用して、光エネルギーを水素エネルギーに変換

生産に必要なものは、水、栄養塩類、培養容器(プラスチックバッグ等)で、環境に対する負荷が極めて小さい。原料は H_2O 、産物は H_2 、 O_2

ニトロゲナーゼ系を利用、海上培養の提案



過去の研究計画不成功の最大の原因は、 全体的研究戦略が描けなかった点にある

新たな開発研究戦略の提案が可能になった背景

- 比較的高効率で水素生産をする光合成生物の存在
- 関連分野の研究の進歩
 - ・光合成
 - ・ニトロゲナーゼ、ヒドロゲナーゼ、水素代謝系、
生化学、分子生物学、細胞生物学
- ゲノム情報、遺伝子操作
- 経済的農業生産の実績

遺伝子工学に対する期待と懸念(1970年代)

利益(merits)

- 医薬品の開発
抗体(免疫グロブリン)、がん治療薬、
インターフェロン, ホルモン(成長ホル
モン, インスリン等)
- 治療
フェニルケトン尿症
- 農薬
窒素固定、光合成能力向上
- 学術
遺伝子の構造と発現機構
細胞分化

危険性(risks)

- 生物災害(bio-hazards)
- 予想される災害は想定しがた
いが、とてつもない規模に達する
おそれ
- 生態系破壊
- 毒性の強い病原性微生物出現
- 生物兵器(簡単な施設でも可能)
- 科学的知識は常に不十分である
可能性

	遺伝子組換え食品の規制	関連事項
1953		Watson-Crick
1973年頃-		遺伝子工学技術の基礎形成
1975		アシロマ会議
1976		米国, NIH組換えDNA実験指針
1979		日本, 組換えDNA実験指針(科学技術会議)
1990	IFBC実質的同等性の概念 (国際バイオテクノロジー協会)	
1992	リオ国連環境サミット 生物多様性条約署名開放	ウイルス耐性タバコ栽培(中国)
1993.5	日本条約締結	
1993.12	条約発効	
1993	OECD「実質的同等性」を安全性評価 の原則に採用	
1994		[日持ちトマト]フレーバーセイバー市販
1995		除草剤抵抗性ダイズ、ナタネ 害虫抵抗性ジャガイモ
1996		害虫抵抗性トウモロコシ 色変わりカーネーション
2000.1	カルタヘナ議定書採択	
2002		文科省、教育目的組換え実験促進の方向
2003.6	同発効(議定国)	
2004.2	同発効(日本)	遺伝子組換え生物等規正法

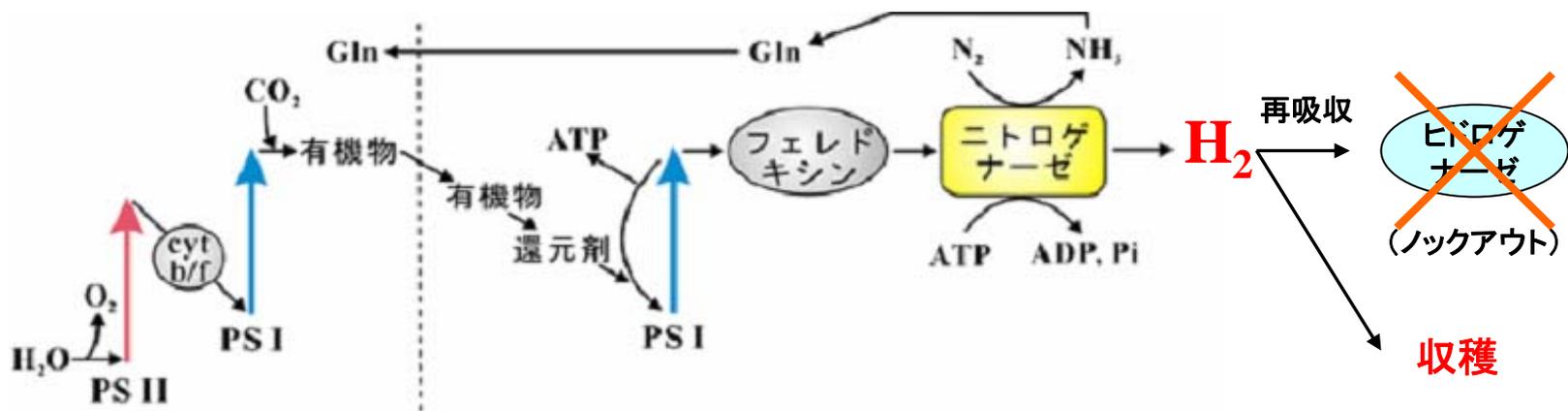
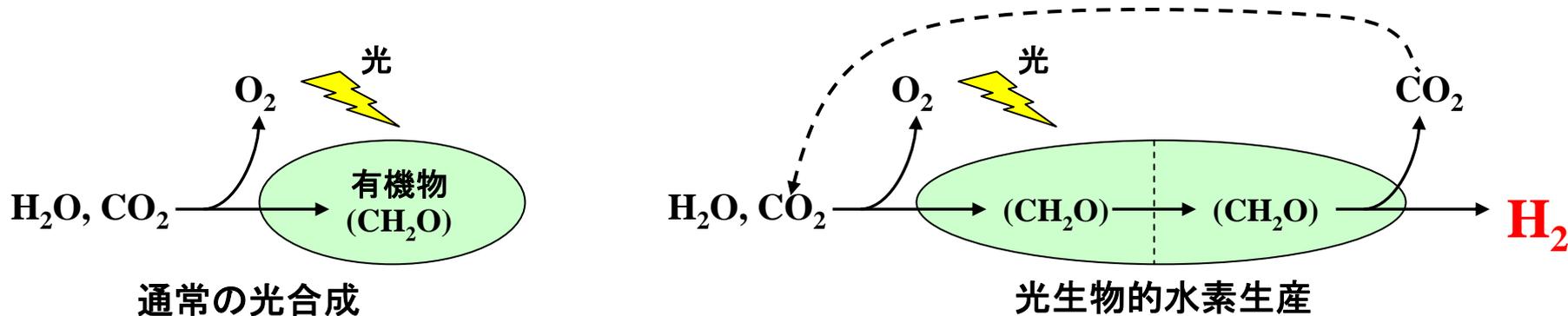
遺伝子組換え作物

- ・食品としての安全に関しては問題点はあまりない(実質的同等性)
- ・生態系に対する懸念と生物多様性条約
- ・同時代の人に対する安全性から、時代を超えた環境に対する安全性へ(どのような遺伝子を組込むかが問題: 害虫抵抗性)
 - ・生物多様性条約 (the Convention on Biological Diversity)
バイオセーフティーに関するカルタヘナ(Cartagena)議定書
 - ・生物多様性の重要性: さまざまな生物がさまざまな相互作用を保ちながらこの地球生命圏が成り立っている、その複合体全体の構造と機能、歴史的生成過程の理解を意味し、そして、それをできるだけ保存していくことが重要である
(長谷川真理子)
- ・生物は歴史的存在、生物多様性の喪失は不可逆的
- ・不確実性と予防原理
- ・システムとしての生態系

ラン色細菌(別名:シアノバクテリア、藍藻類)の光合成系 を利用して、光エネルギーを水素エネルギーに変換

生産に必要なものは、水、栄養塩類、培養容器(プラスチックバッグ等)で、
環境に対する負荷が極めて小さい。原料は H_2O 、産物は H_2 、 O_2

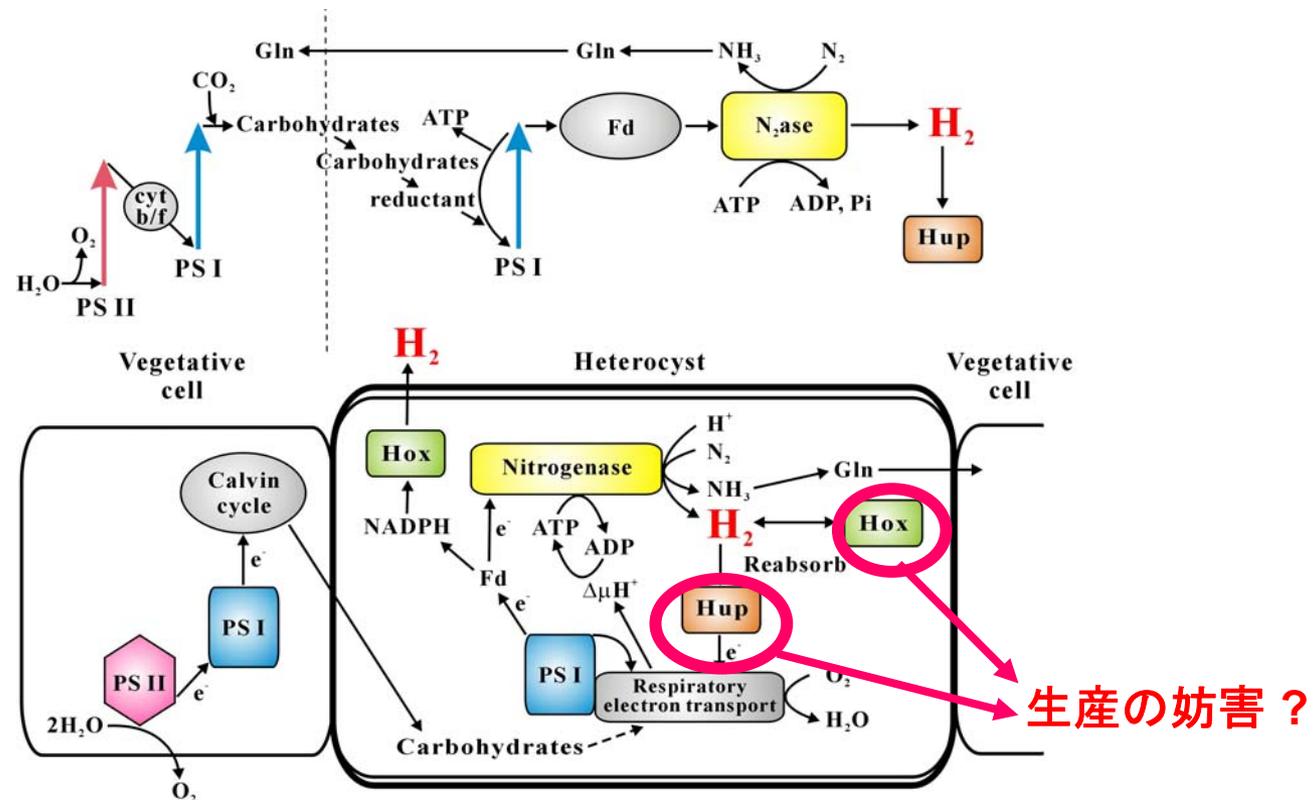
ニトロゲナーゼ系を利用、海上培養の提案



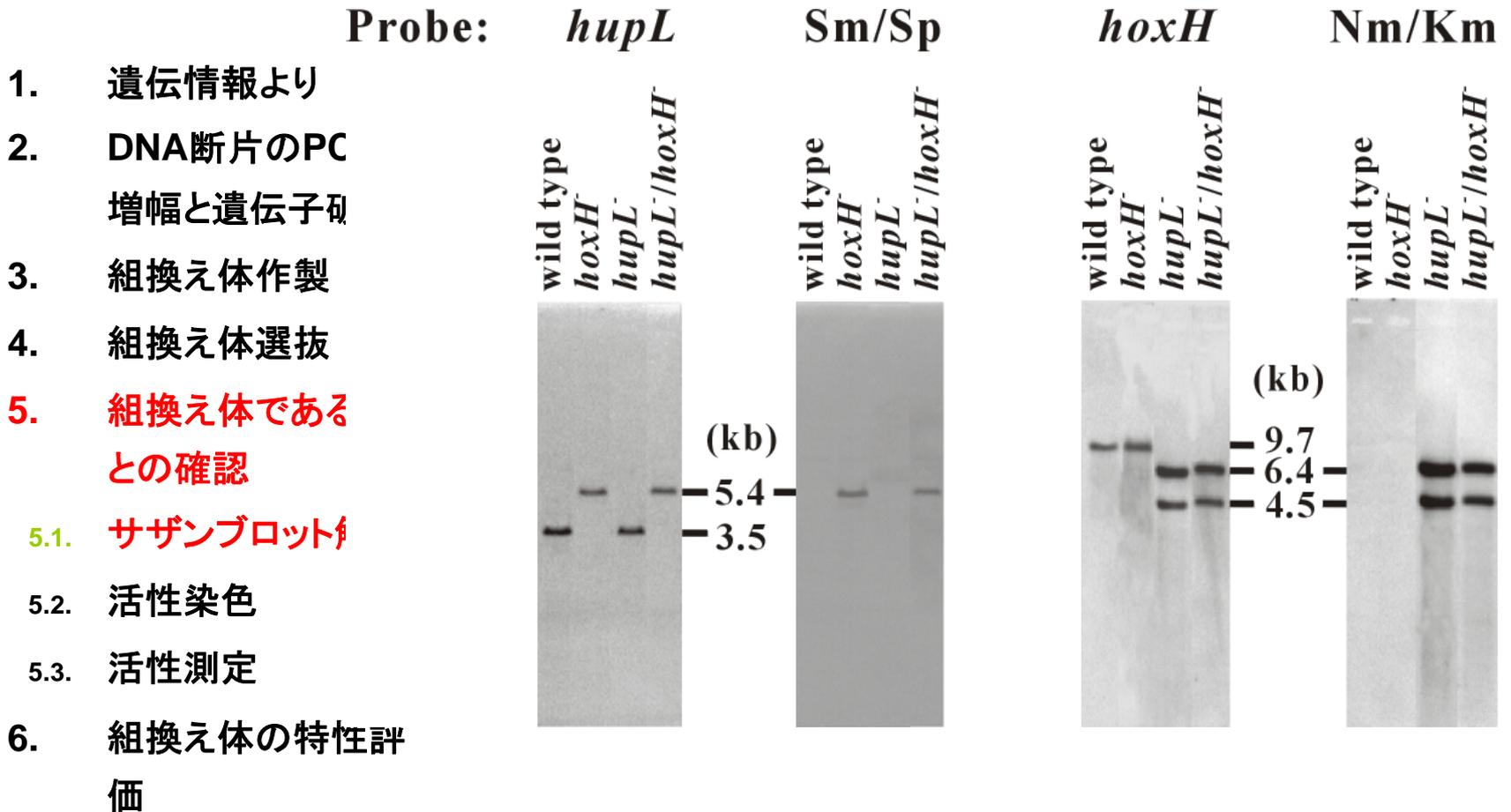
増川一 (日本学術振興会特別研究員)

ニトロゲナーゼを利用する水素生産系で、**ヒドロゲナーゼ**の存在は**水素再吸収**により生産の**妨害**となる可能性→遺伝子破壊株の作成、検証

ラン色細菌株:
Anabaena
 sp.PCC 7120
 (かずさDNA研究所が全ゲノム塩基配列を解読)
 ヒドロゲナーゼ遺伝子:
hup(取込型)、*hox*(双方向性)の2種、その一方または両方の遺伝子を破壊した3種の変異株を作成

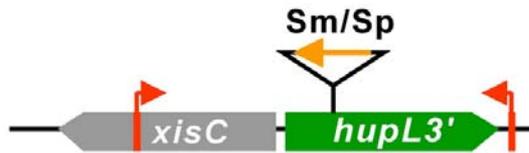


5. 各プローブを用いたゲノム中の *hupL*、*hoxH* 遺伝子の破壊の確認 (Anabaena PCC 7120株:モデル生物)



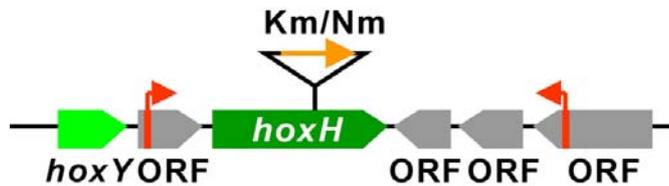
H₂ production and N₂ase activities of the wild-type and its mutants under Ar gas

Disruption of *hupL*



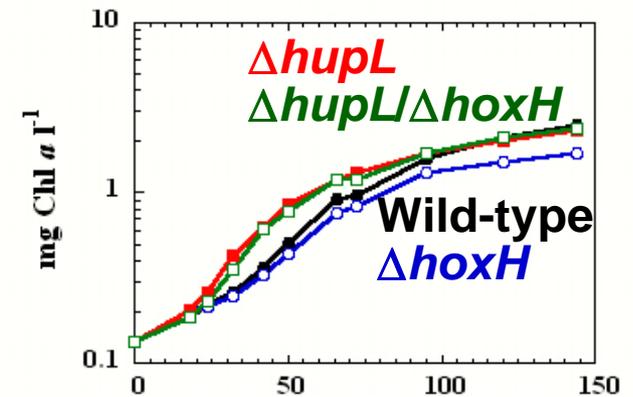
Wild-type → $\Delta hupL$

Disruption of *hoxH*



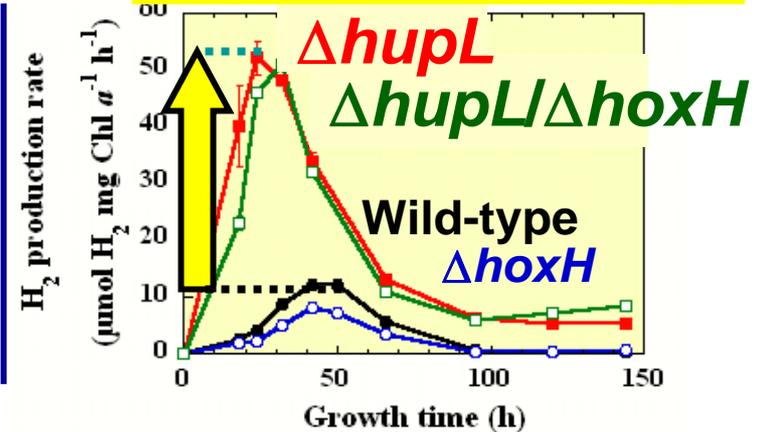
Wild-type $\Delta hupL$ → $\Delta hoxH$
 $\Delta hupL/\Delta hoxH$

Growth

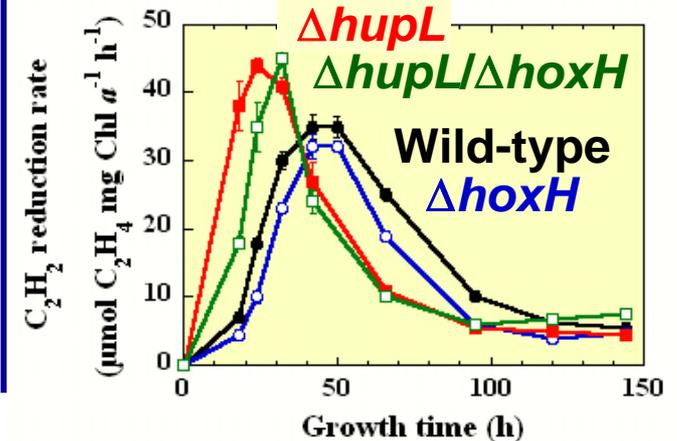


4-7 times increase

H₂ production



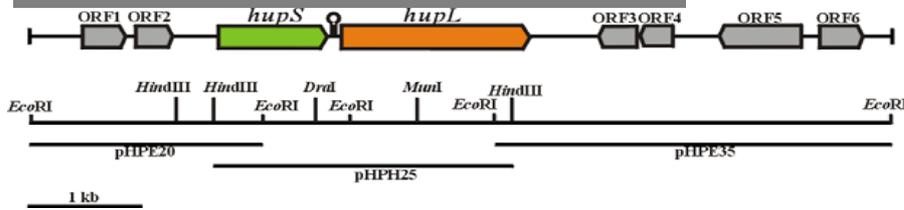
C₂H₂ reduction (N₂ase activity)



方針：海面利用H₂生産増大に向けた遺伝子工学的改良

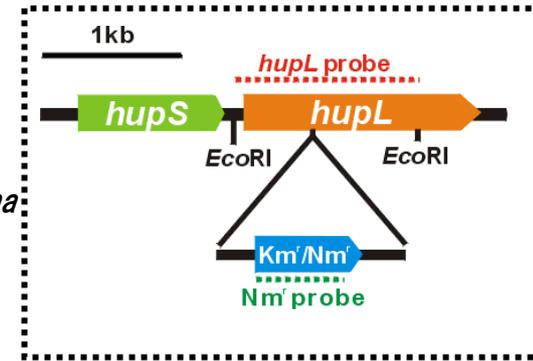
方法：目的遺伝子(ヒドロゲナーゼ)配列決定

uptake hydrogenase (*hupSL*)

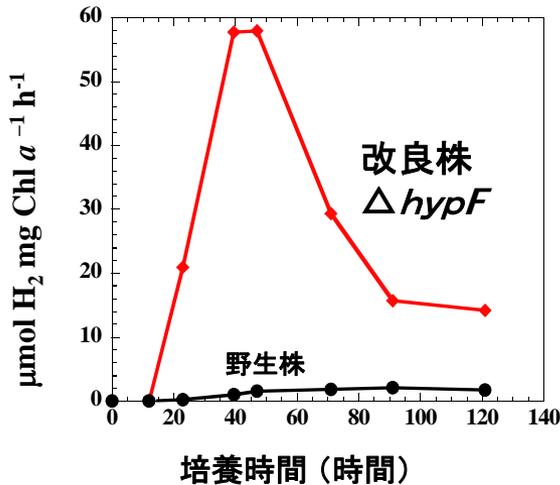


Deduced amino acid sequence identity
6 strains of *Nostoc, Anabaena*
HupS 84-96%
HupL 83-95%

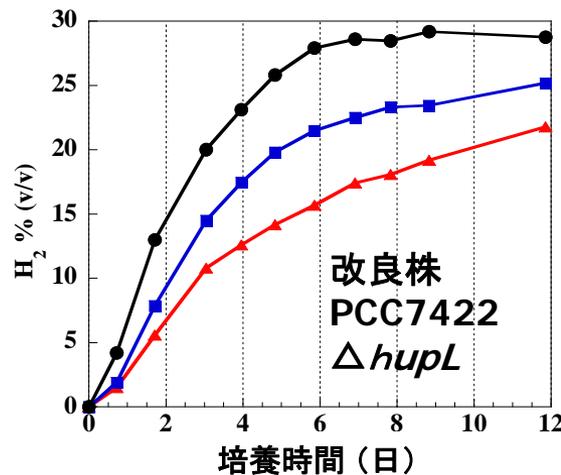
遺伝子ノックアウト



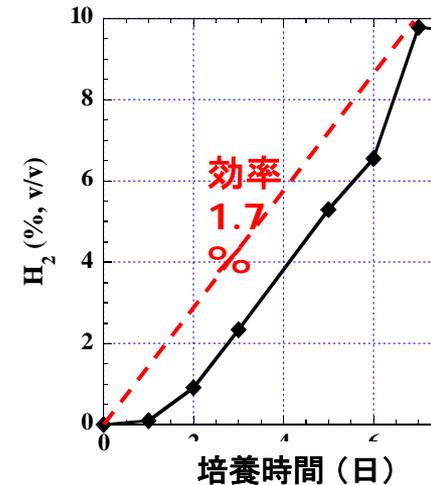
成果：H₂生産性



野生株の**10倍**に上昇

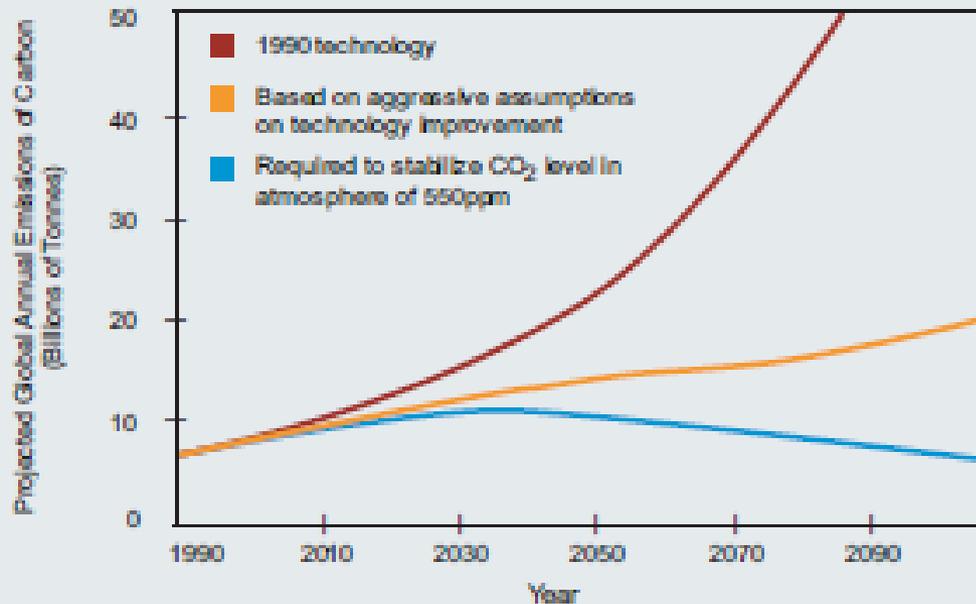


窒素固定活性の高い有望株の遺伝子工学的改良により、**濃度約30%に蓄積**



変換効率
3.7% (対可視光)
1.7% (対全太陽光)

Carbon Emissions



Data from: Pepper, W.J., J. Leggett, R. Swart, J. Watson, J. Edmonds and I. Mintzer. 1992. Emissions scenarios for the IPCC: an update—assumptions, methodology, and results. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change; WRE (Wigley, T.M.L., R. Richels and J. Edmonds). 1996. Economic and environmental choices in the stabilization of atmospheric CO₂ concentrations. *Nature* 379(6562): 240-243.

Worldwide annual carbon emissions are expected to grow rapidly over the next century if there are no technology advances (red) and are projected to triple even if aggressive assumptions about improvements in technology are made (orange). Large additional reductions in carbon emissions will be required if the atmospheric concentration of CO₂ is to be stabilized at 550ppm (blue). GCEP aims to jump-start the scientific development of technologies to make that stabilization possible through creative and innovative research.

← 1990年
技術

← 技術革新
の積極的取り
入れ

← 安定化に
必要なレベル

この差をど
うする！

GCEP (Stanford Univ.) (<http://gcep.stanford.edu/>)

リスクのある研究開発への支援戦略が必要

- ・現在の技術改良の延長だけでは対応できない
- ・リスクある研究への投資が将来への可能性を開く

Stanford大学GCEP (Global Climate and Energy Project)

To achieve our goals, GCEP focuses on research that could lead to “game-changing” (劇的変化をもたらすような) technologies. We encourage innovative research that combines high risk with the potential for high reward and understand that, **while some research efforts may fail, others may succeed in a way that could greatly improve our energy future. This kind of risk-taking, we believe, is the key to creating dramatic change.**

(国、大学、企業もリスクある研究計画を支援

→情報工学、宇宙工学、ライフサイエンス等の分野で世界のトップを走る)

GCEP Press release (Oct., 2006)

The new efforts bring the total number of GCEP-supported research programs to 32 with funding of approximately \$46.6 million since the project's launch in December 2002. (初年度55億円)

The GCEP sponsors-ExxonMobil, GE, Schlumberger and Toyota-intend to invest \$225 million (260億円) over a decade or more in the project.

The Global Climate and Energy Project (GCEP) at Stanford University seeks new solutions to one of the grand challenges of this century: supplying energy to meet the changing needs of a growing world population in a way that protects the environment.

Our mission is to conduct fundamental research on technologies that will permit the development of global energy systems with significantly lower greenhouse gas emissions.

*Advanced Transportation

*Batteries for Electric Vehicles

*Biomass Energy

*Carbon Capture

*Solar Energy

結論 (研究支援の方向性)

- ・気候変動による危険性の軽減には、温室効果ガスの大規模排出削減が必要
- ・削減を如何に実現するか其道筋はいまだ不明
- ・このような状況下では、**従来型の研究費に加えて、革新的技術開発提案に対する戦略的視点からの研究支援が必要**
 - * 大規模削減につながる可能性のあるもの
 - * 成否に関しては現時点では不確実(リスクある研究提案)
 - * このような研究支援こそが、革新的技術開発につながる

海面を利用した光生物的水素生産の提案

きわめて大規模な再生可能エネルギー生産の可能性がある
経済的生産の可能性について検討
技術面からの可能性について検討

本研究開発計画の特色

ラン色細菌を利用した光生物的水素生産 クリーンな光生物的水素生産

- ◆ 原料は水と太陽光
- ◆ 産物は水素と酸素
- ◆ システム製造過程で資源消費が少ない（栄養塩類、容器）
- ◆ システム製造、運転、廃棄を通じて環境を汚染しない

首尾一貫した開発戦略

- ◆ 水素は直接のエネルギー源
- ◆ 燃料電池（高効率）
- ◆ 利用時に大気を汚染しない
- ◆ 貯蔵可能

増川一、櫻井英博 総説・解説リスト (2006以降)

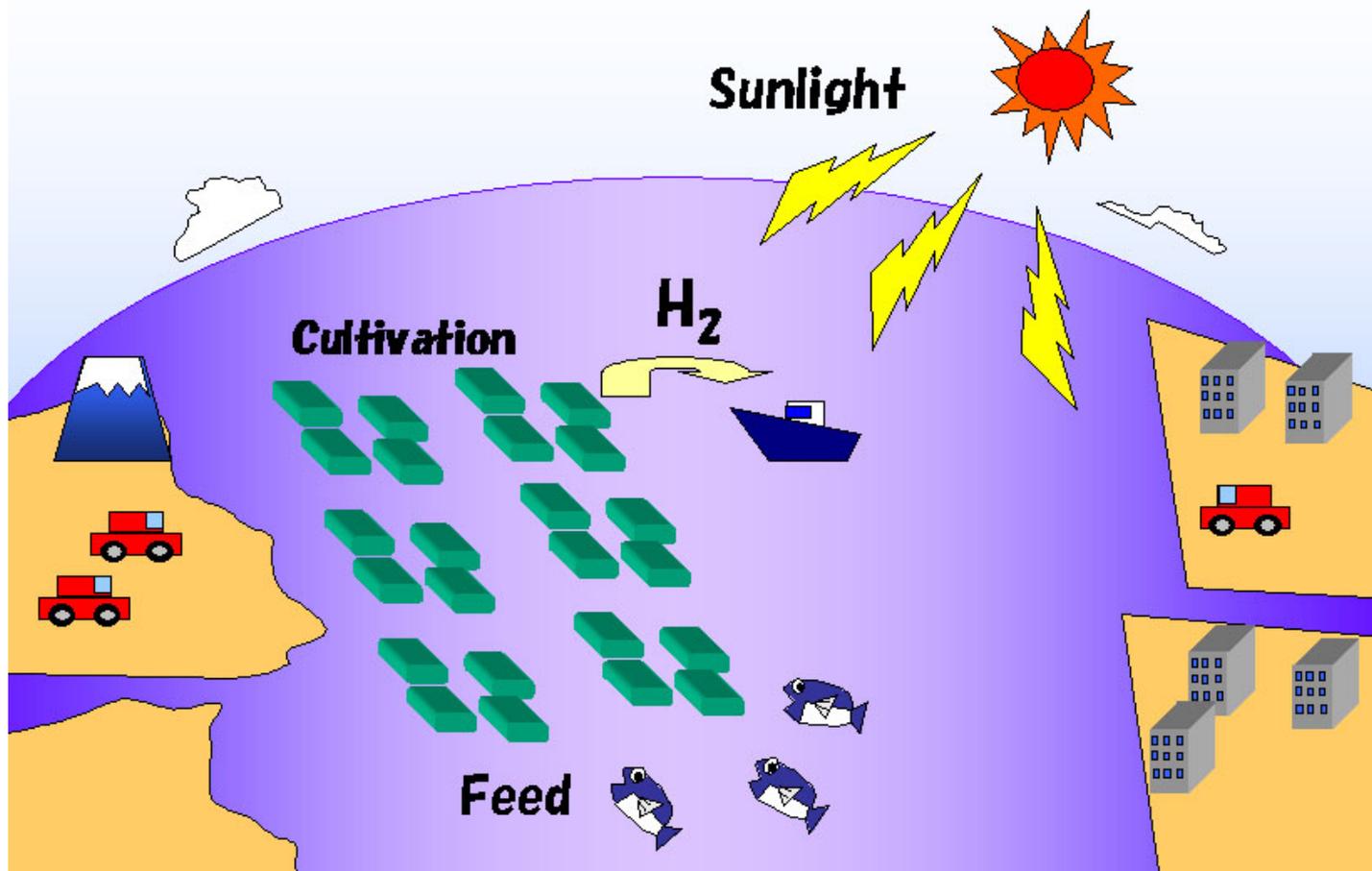
- ・「シアノバクテリアによる光生物的水素生産ー水素を一次エネルギーとして大規模生産を目指すー」、燃料電池開発センター機関誌「燃料電池」2006秋号(2006年11月)
- ・「シアノバクテリアを用いた水素生産」、「遺伝」11月号特集「シアノバクテリアがひらく新しい世界」(池内昌彦監修)第6章分担執筆、(株)エヌ・ティー・エス (2006年10月)
- ・「改良ラン色細菌による光生物的水素生産技術」、バイオプロセスを利用した有用物質生産技術ハンドブック 第4章4分担執筆、編集・刊行(株)エヌ・ティー・エス (2006年11月)
- ・「シアノバクテリアによる光生物的水素生産」、光合成微生物の機能と応用(仮題) 第6章2分担執筆(上原赫監修)、シーエムシー出版(2006年10月)
- ・光生物由来の光生物的水素生産技術.水素利用技術 第3巻(印刷中)
- ・Invited Review: “Promoting R&D in photobiological hydrogen Production utilizing mariculture-raised cyanobacteria.”, Marine Biotechnology (印刷中)
- ・日経産業新聞紹介(2006.5.27)

研究費

- ・私立大学ベンチャー研究費
- ・地球環境産業研究機構(RITE)研究費
- ・私立大学バイオベンチャー研究費
- ・早稲田大学実験実習費
- ・早稲田大学特定課題研究
- ・科学研究費

(早稲田大学研究推進部
TLOオフィス)

イメージ図 (CO₂の65-70%排出削減を実現するために)
水素を再生可能エネルギーとして光生物的に生産
(エネルギー変換効率2%(正味の収量1.33%)、日本の一次エネルギーの約1%をまかなうには2,400 km²(神奈川県または佐賀県の面積)が必要:25x200 mプラスチックバッグを約50万個)



光生物的水素生産と水素エネルギー社会の実現

モデル生物を用いた改良の方向性の設定

潜在的有望株の自然界からの選抜

有望株の遺伝工学的改良、生産性評価

光生物的水素生産の可能性の実証

水素エネルギー社会の実現

関連技術開発

培養、ガス分離、運搬

貯蔵、供給網、利用技術

社会政策、インフラ

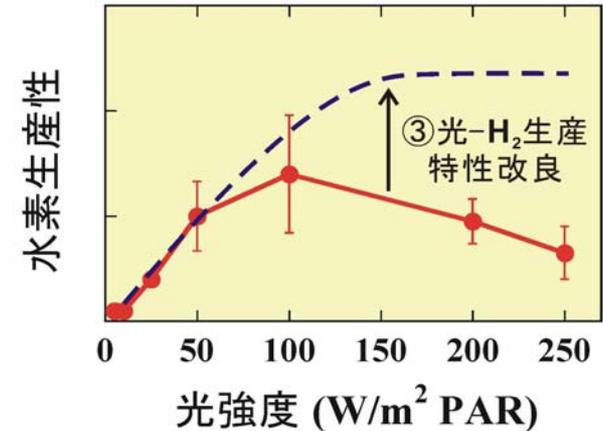
社会的受容

国際協調

成果と今後の課題 (生物学的側面)

既にあげた成果

- ①取込み型ヒドロゲナーゼ活性抑制による生産性上昇
- ② H₂濃度約30%まで蓄積可能(O₂の共存下)
- ③光-H₂エネルギー-変換効率3.7%(対可視光)、1.7%(対全太陽光)
- ④繰り返し生産がある程度可能



今後の課題

- ①屋外光(強光)条件下での高効率化
- ② H₂蓄積濃度上昇
- ③繰り返し収穫性向上
- ④タンパク質工学的改良

- ・当面の目標:エネルギー変換効率約1%で、数日間に亘り水素を生産
- ・将来の目標:変換効率2%

社会、恩師、共同研究者、研究グループ、友人、学部、教室に感謝

東京大学

高宮厚

西村光雄

加藤栄

大木玲子

宮地重遠

山田晃弘

早稲田大学

浅井博

鈴木英雄

篠原邦夫

千葉司

田中都

埼玉大学

檜山哲夫

基生研

藤田善彦

村上明男

伊藤滋

松浦克美

東京理科大学

榎並勲

岩手医科大学

加茂政晴

理研

野口巧

東工大

吉田賢介

海洋バイテク研

紙野圭

Univ. Porto

Tamagnini, P.

Almeida, L.

Indiana Univ.

San Pietro, A.

Lien, S.

Togasaki, R.K.

北山薫、雅彦

Susan, C.

Saclay研究所

Mathis, P.

Setif, P.

Brettel, K.

Mezzetti, A.

Leibl, W.

Breton, J.

Grenoble研究所

Viganis, P.

Garant, J.

Michigan State Univ.

Wolk, C.P.

卒業生諸君に感謝

(1964入学)

平井政彦
伊藤瑳知子
真中繁孝
藤森嶺義
尾上克充
今井有栄
吉原栄次
白井勇都
大森俊雄
田中常春
松原はる美
五味谷俊介
西荒木友二
竹生奉民
謝田悦啓
仲村真知子
中大川安信
大河手俊二
綱脇祥子

(1970)

羽生晴男
津野克夫
大道映子
伊東利幸
木田文彦
篠原健司
大澤洋子
中里一成
根岸洋子
清水憲二
秋山一朗
村上明男
大塚隆生
白砂尚隆
粟飯原一
大屋敷剛康
久堀徹
井垣実
上村英明

(1976)

入部小百合
小林伸行
小宮山英明
平尾勇造
山岸倫也
竹村健次
田原一郎
野村直人
新実ゆり
荒井盛孝
出口雄一
広井年光
武田勉
井上和仁
水野緑
小笠原至玄
菊田浩伸
松川義宣
石井利夫
原田直子

(1981)

小島靖夫
坪井滋二
月井祐子
石川暁子
村瀬誠雄
鈴木幹弘
根本厚
古屋嘉幸
丸田恵一
鴨下憲司
難波悦子
池田直彦
増井惣一
矢野康仁
新井初穂
関本裕子
平岩崇力
福田哲也
藤井力哲也

(1983)

横山英一
吉沢健一
疋田一郎
太田嘉則
尾高雅文
白沢聖一
鈴木克博
高木博
藤田知道
森下哲成
伊藤智治
内田英伸
武井俊憲
降旗敬
水成宏
楠元範
富家惠子
藤井香
吉岡達哉
城市篤

(1987)

那須 英和
堤 桂子
今井 宏
大木 理恵子
鯨岡 健
高野 博子
柳田 佳治
Pomprasirt, S.
石井 寛
高橋 直広
田中 正浩
持丸 真里
山本 宏幸
吉田 豊
佐藤 康之
鈴木 真也
富岡 厚
直井 由紀
仲野 善之
今井 恭子
竹岡 肇

(1991)

大場 敏裕
上島 上
河津 圭
須田 裕一郎
関口 憲二
中村 有希
山代 香織
吉川 裕子
藤澤 貴智
石渡 悟
碓井 秀典
齋藤 勇仁
瀬尾 悌介
田嶋 敏雄
浜田 宜志
藤原 敬之
門田 毅
中里 大樹
増川 一
森崎 充子
Ittarat, W.
山路 明江

(1995)

栢沼 徹
金山 芙美子
河村 昌秀
鈴木 伸吉
中村 賢介
伊藤 政和
岩田 俊輔
四橋 摩紀
鈴木 淑子
酒井 陽春
人見 将郎
星野 英正
北山 雅彦
北山 薫
江野 澤吉宏
小川 政爾
高平 るみこ
笹尾 明央
山崎 恵美
大木 護
岡田 敦
近藤 嘉高

(1998)

鈴木 瑠里
高平 学
中嶋 直也
吉野 史記
和田 純一
石井 健太
柿本 真之
北邨 憲司
木村 大祐
野尻 隆之
古澤 利成
菊池 亮
倉持 紀子
高橋 典子
早坂 洋史
古川 恵里
前田 英樹
若井 宗人
池田 浩
佐々木 健輔
佐藤 涼子

(2001)

小山 真帆
山岸 洋平
滝野 宏幸
三上 直浩
新井 周平
岡崎 哲大
奥澤 恵子
金田 万葉香
篠原 良輔
西村 一光
増田 新輝
笠井 亨浩
田坂 彰生木
村 慎吾
青村 健太郎
佐藤 智直
宮本 藍
長澤 陽
諸角 晃
Dawar, S.
張 暁輝
清水 淳子

