

2013/12/16 Spring-8利用推進協議会 講演会

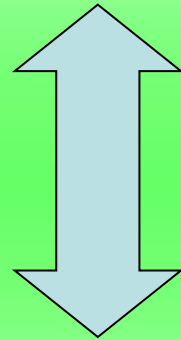
Green Sustainable Chemistryへの期待

「原料多様化と機能化学品が求める革新技術」

(株)三菱化学科学技術研究センター
(株)地球快適化インスティテュート
瀬戸山 亨

21世紀の世界(地球) が解決すべき最重要課題？

LCA優位なエネルギーを獲得し、効率的に
利用する社会を構築すること？



時間軸の意識
科学の技術としてのstage

再生可能エネルギーの質、コスト
既存の社会・産業インフラとの整合性
人工光合成（究極）との整合性

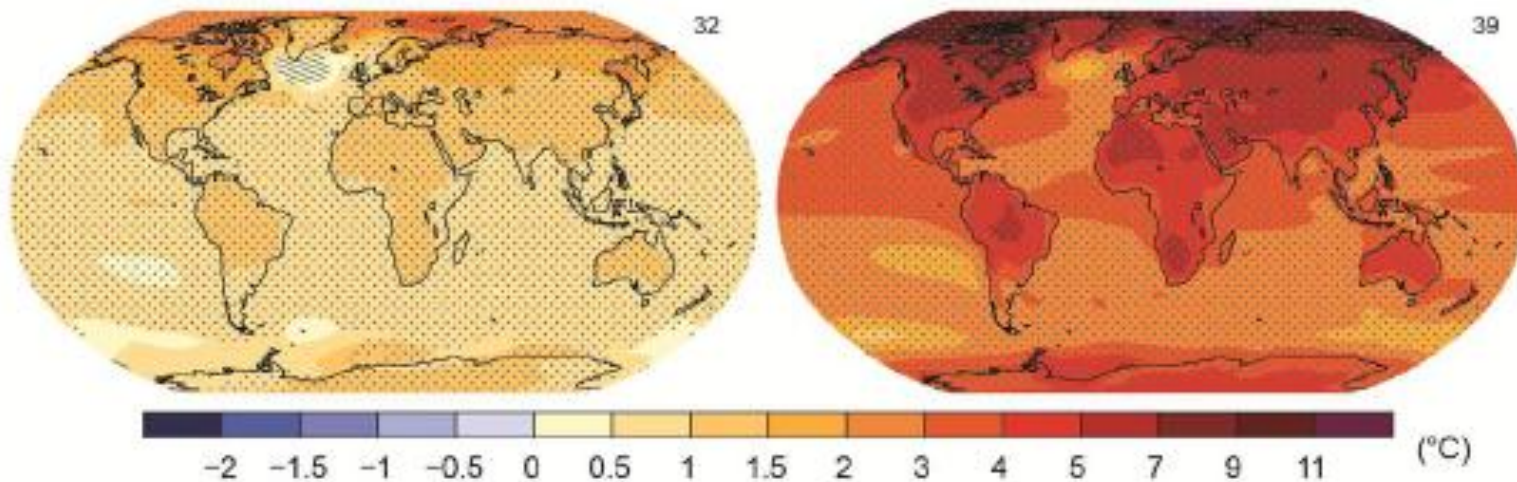
地表平均気温の変化

IPCC第5次報告書より

1986-2005

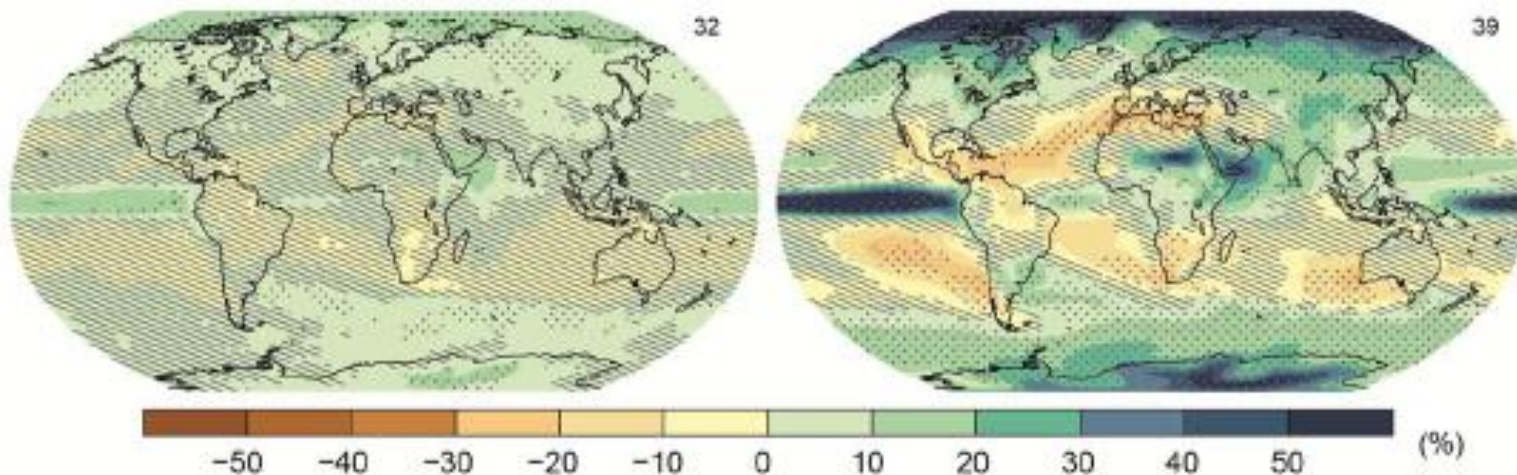
2081-2100

(a)



(b)

Change in average precipitation (1986-2005 to 2081-2100)

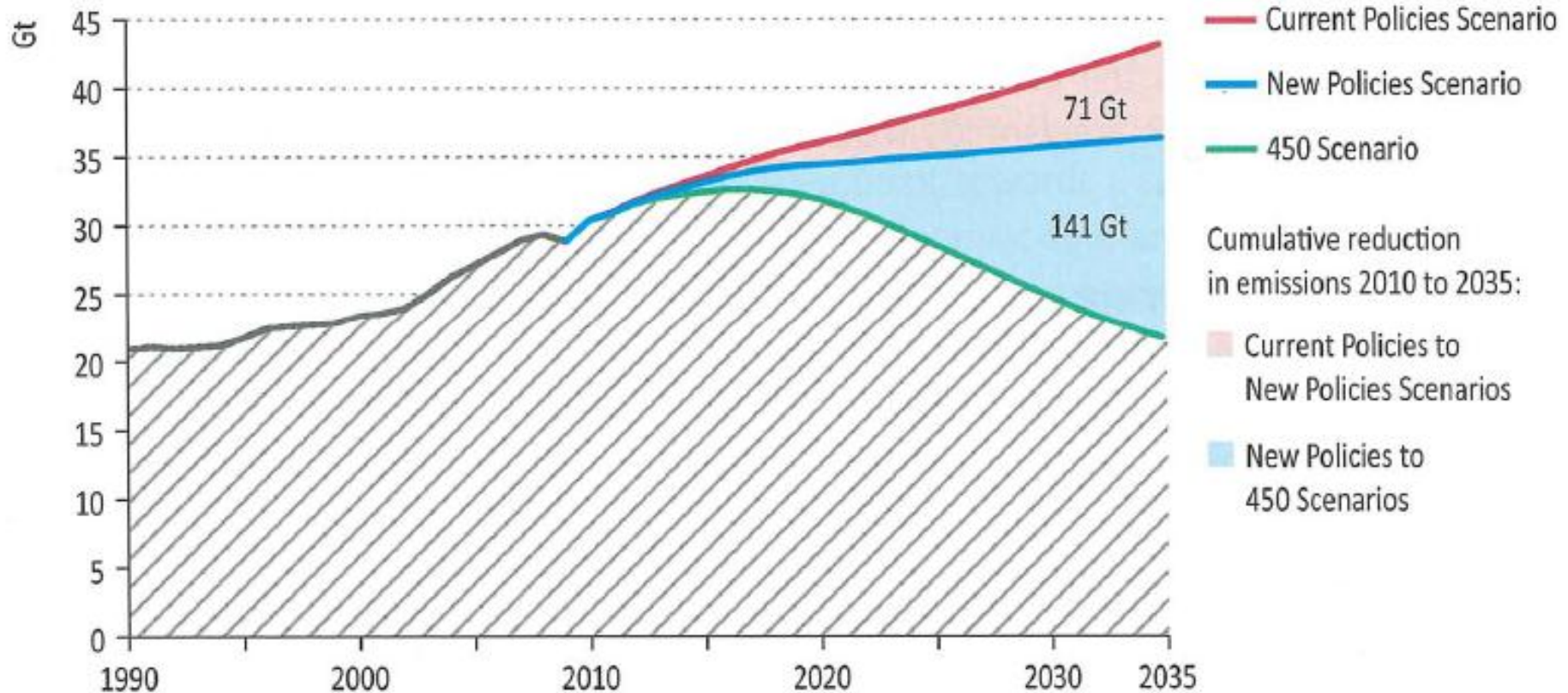


平均降雨量の変化

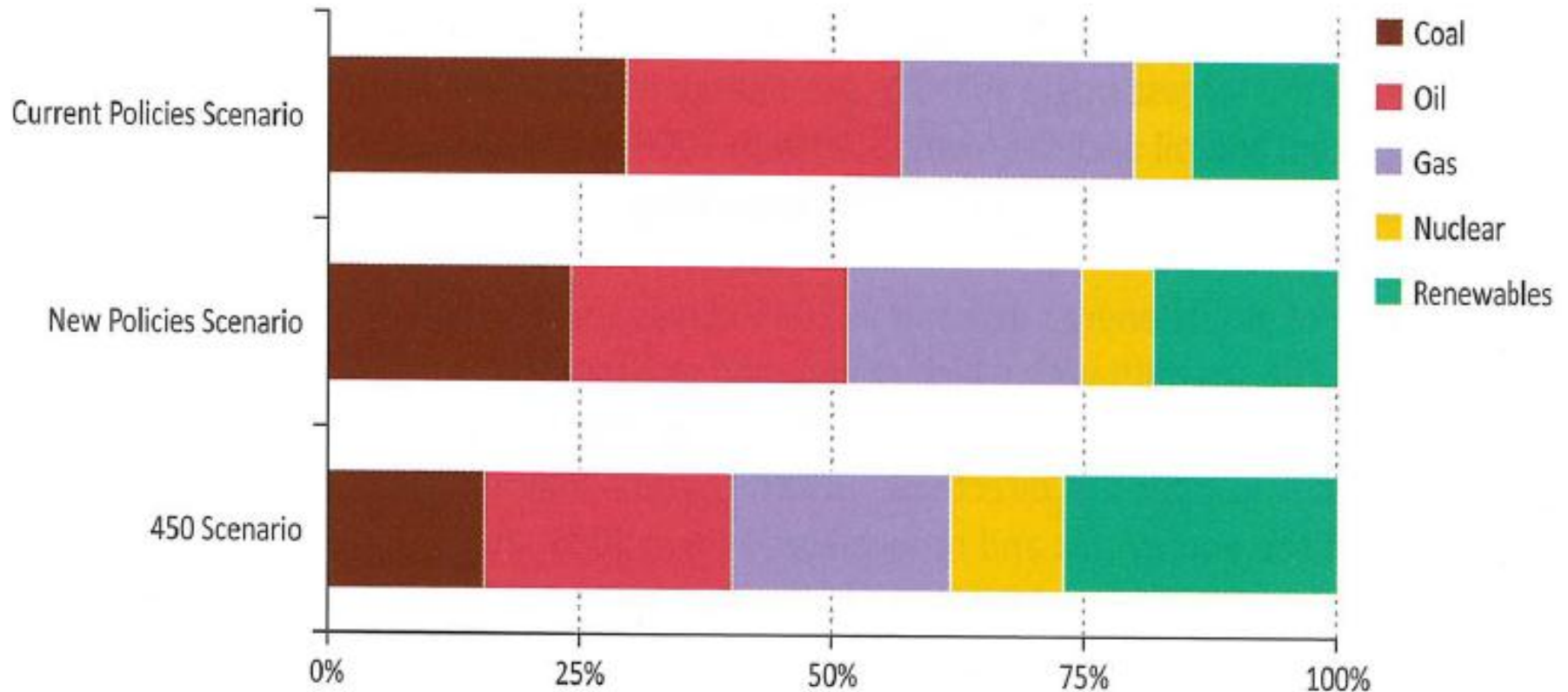
Q986-2005

2081-2100

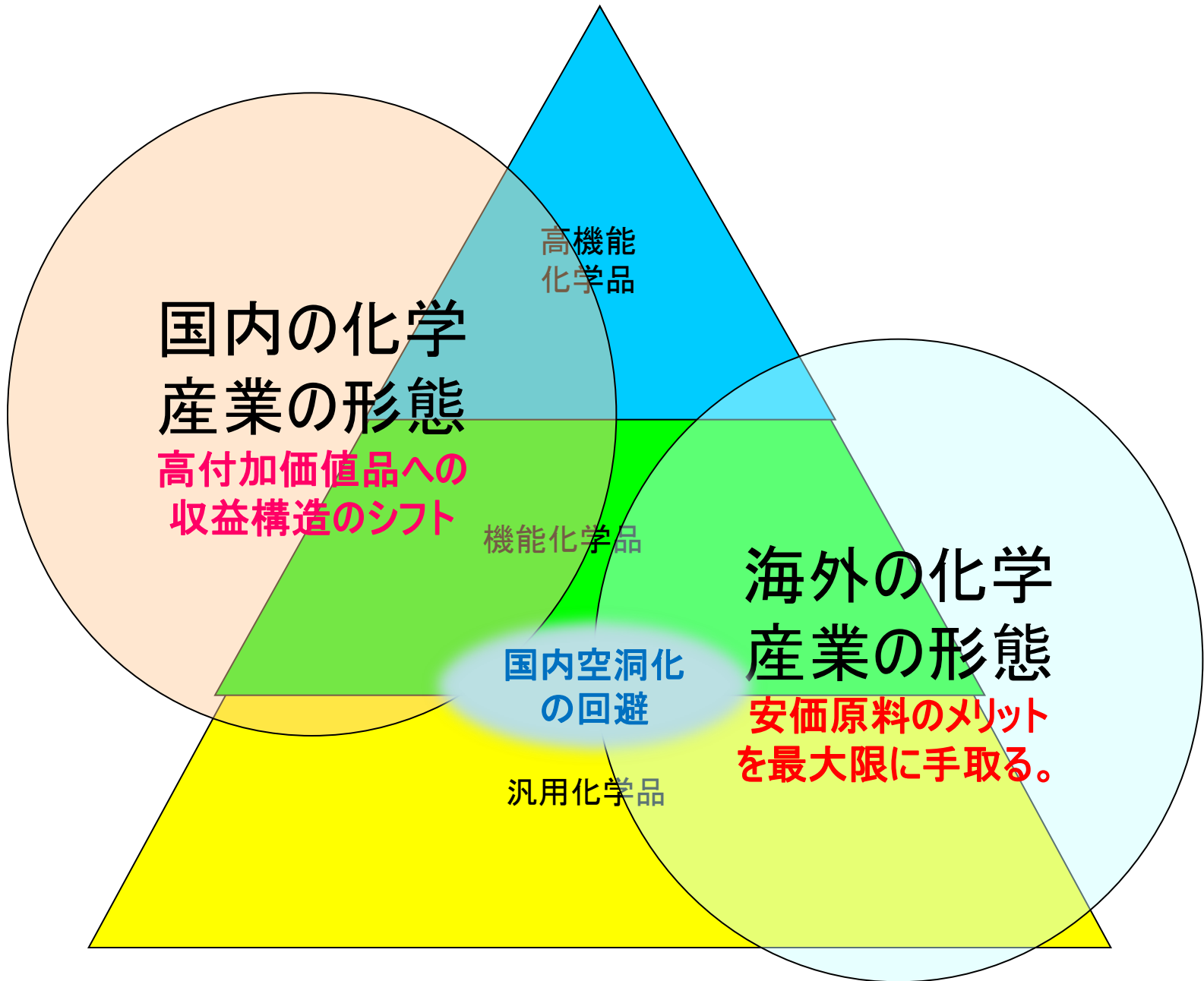
CO₂排出量規制の三つのシナリオ



CO₂排出量規制を目指した三つのシナリオに基づく 2035年のエネルギー供給

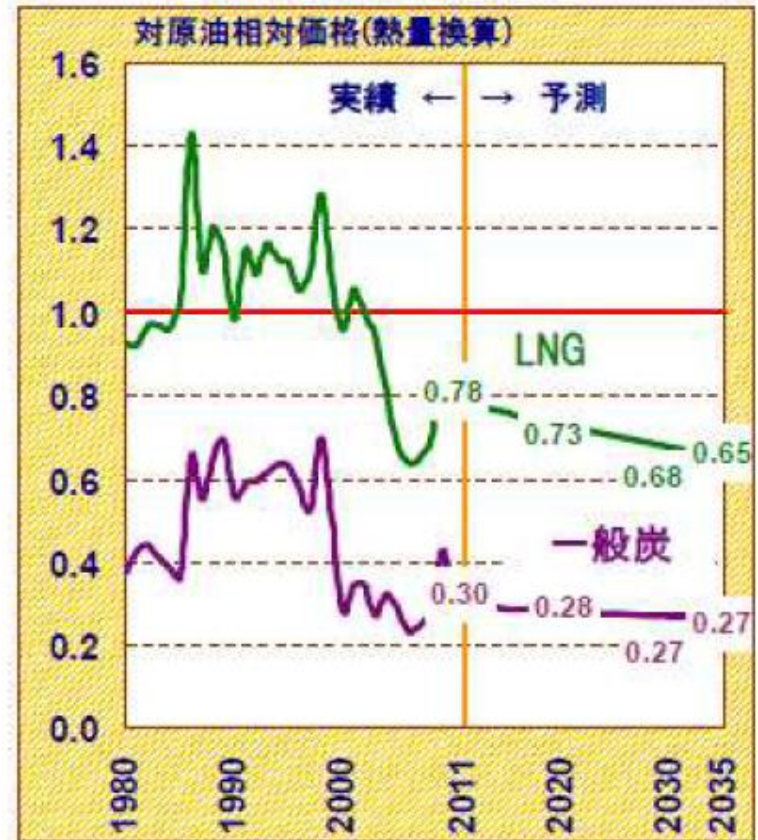


開き直ってみれば化石資源が主体の構図は変わらない！
どこに調和点(妥協点ではない！)を見出すか？



日本の化学産業の立ち位置をどこに置くべきか？

図表 20 相対価格見通し (対 原油)



出所：IEEJ「A/WEO2012」

図表 19 一次エネルギー価格の展望



注：価格は日本の CIF 価格 (2011 年実質価格換算)

出所：IEEJ「A/WEO2012」

石油、天然ガスに比較してエネルギーとしての石炭は圧倒的に安価
 しかし
 CO₂排出が多いので先進国では使われない方向に行くだろう
 最大消費国である中国にもきれいに使って欲しい！

21世紀のGSCを取り巻く状況

- 大規模な気候変動(温暖化)は確実に進行するだろう
- 化石資源由来のCO2排出抑制は避けられない技術課題
- エネルギー革命としてのShale-Gas活用(ましな化石資源)は進む
- 安価な石炭のエネルギー、化学原料への適用も進むだろう
- 再生可能資源としての風力、バイオマスの活用には限界がある



化石資源をより効率的にきれいに使う

再生可能資源の生産性を向上させる(含 人工光合成)

オレフィン製造技術のCO₂-LCA比較

- ① Naphthaクラッカー : +1.35kg-CO₂/kg-オレフィン
- ② LNG改質 + GTO : +0.06kg-CO₂/kg-オレフィン
CH₄+H₂O ⇒ CO+3H₂ ⇒ CH₃OH ⇒ オレフィン
- ③ COG改質 + GTO : -0.65kg-CO₂/kg-オレフィン
CH₄+2H₂+CO₂ ⇒ 2CO+4H₂ ⇒ ⇒ オレフィン
- ④ ソーラーH₂+CO₂改質 + GTO : -1.92kg-CO₂/kg-オレフィン
CO₂+3H₂ ⇒ CO+2H₂+H₂O ⇒⇒ オレフィン

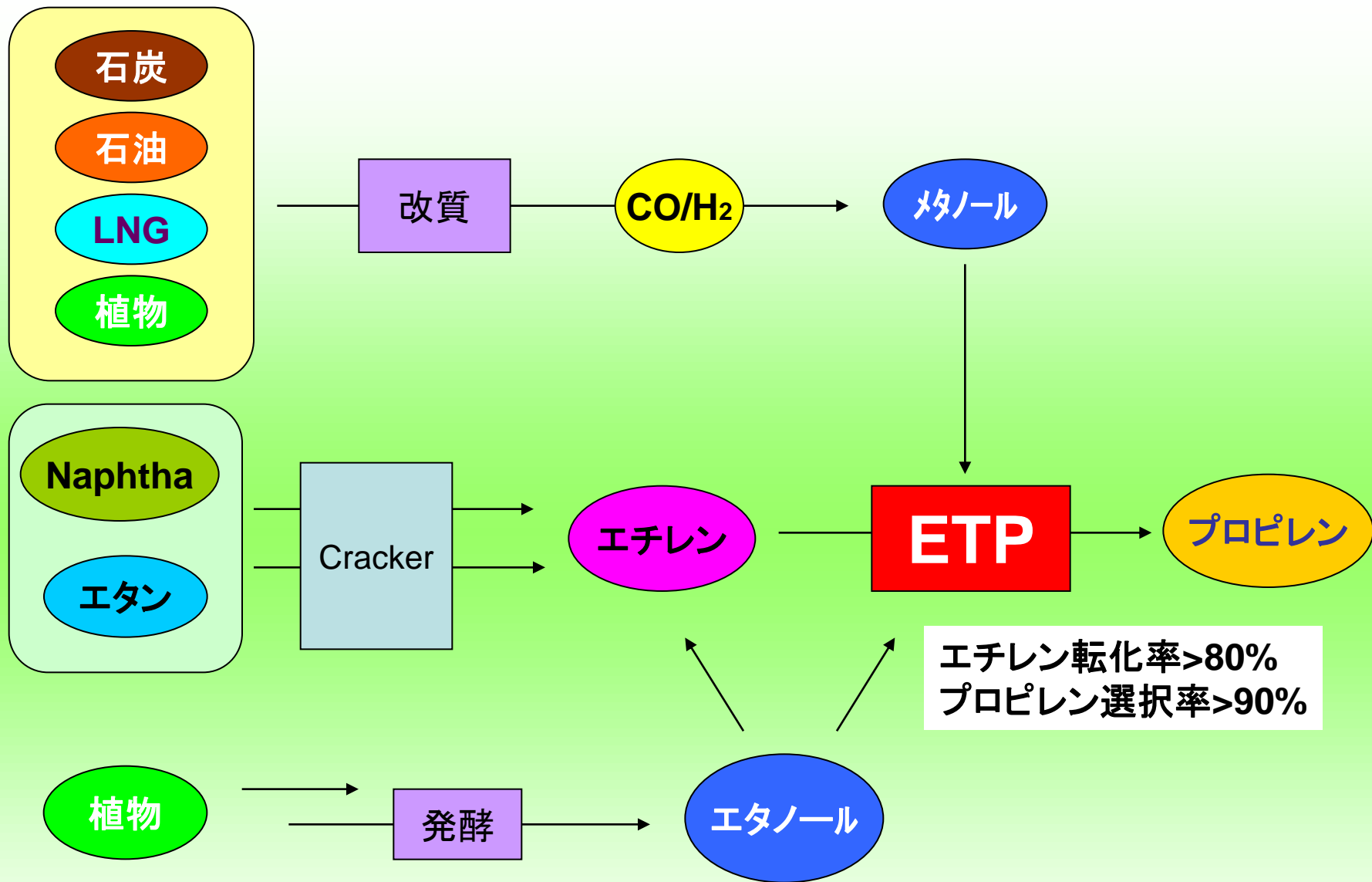
実測

理論値

- ◆ LNG原料はCO₂削減技術としては有効
- ◆ COG原料はCO₂資源化の原料として使用可能
- ◆ ソーラーH₂はCO₂資源化の究極法。

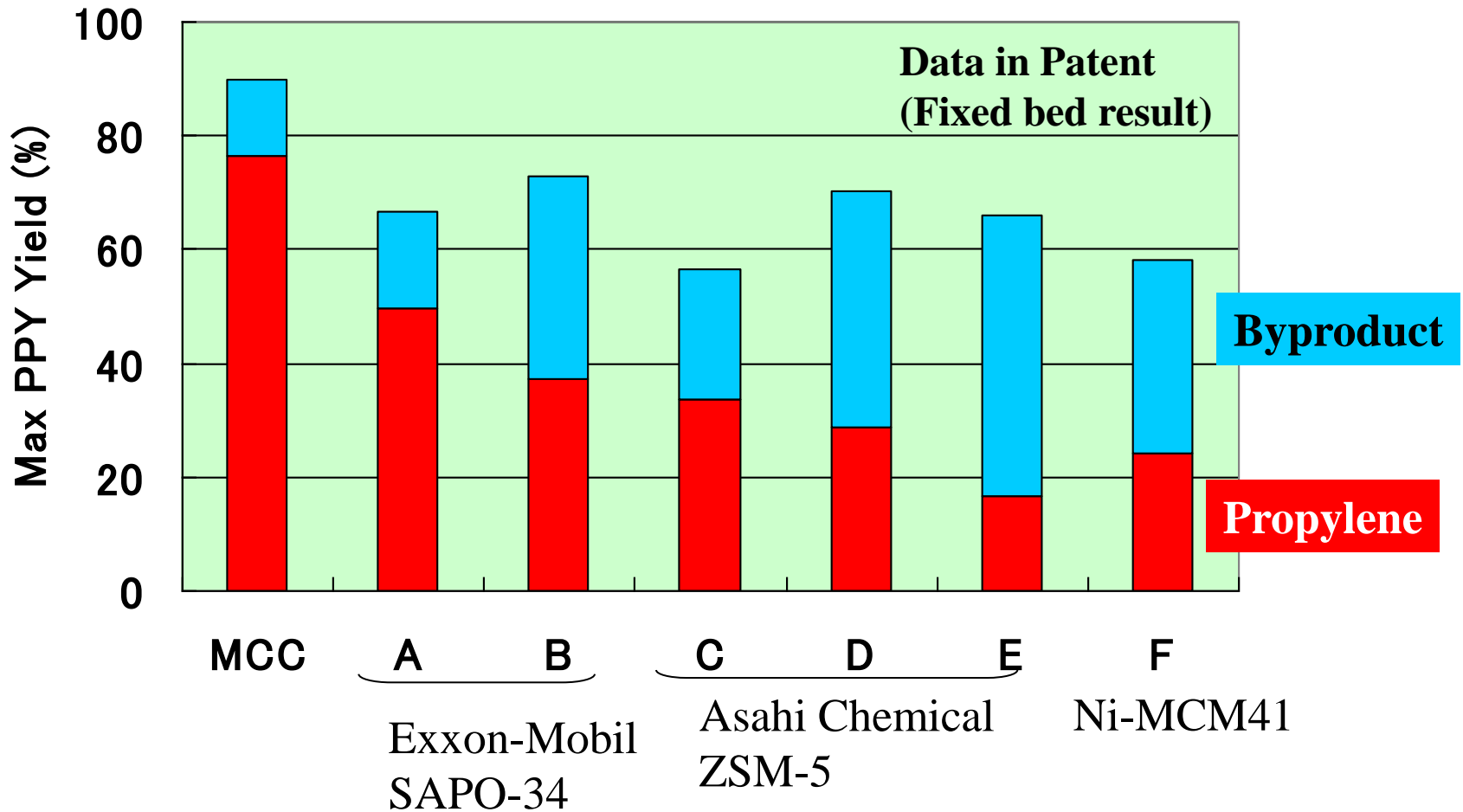
COG: コークスガス H₂/CH₄~2 (水素で希釈した天然ガス)

GTO: Gas to olefins



All-mightyなプロピレン製造技術 (ETPプロセス)

ETP触媒性能比較



最も高い転化率で最高選択率が実現

<仮定>

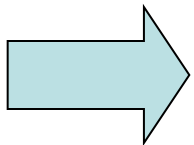
エチレン、プロピレン市場が年率2%で2030年まで拡大し、
増加分にETP新設設備を導入するとする

① 2020年にCracker設備の1/3にETPが導入

⇒ CO₂削減量 6.6億トン／年

② 2030年にバイオエタノールが安価な化学原料となり、既設ETPの原料とする

⇒ CO₂削減量 20.1億トン／年

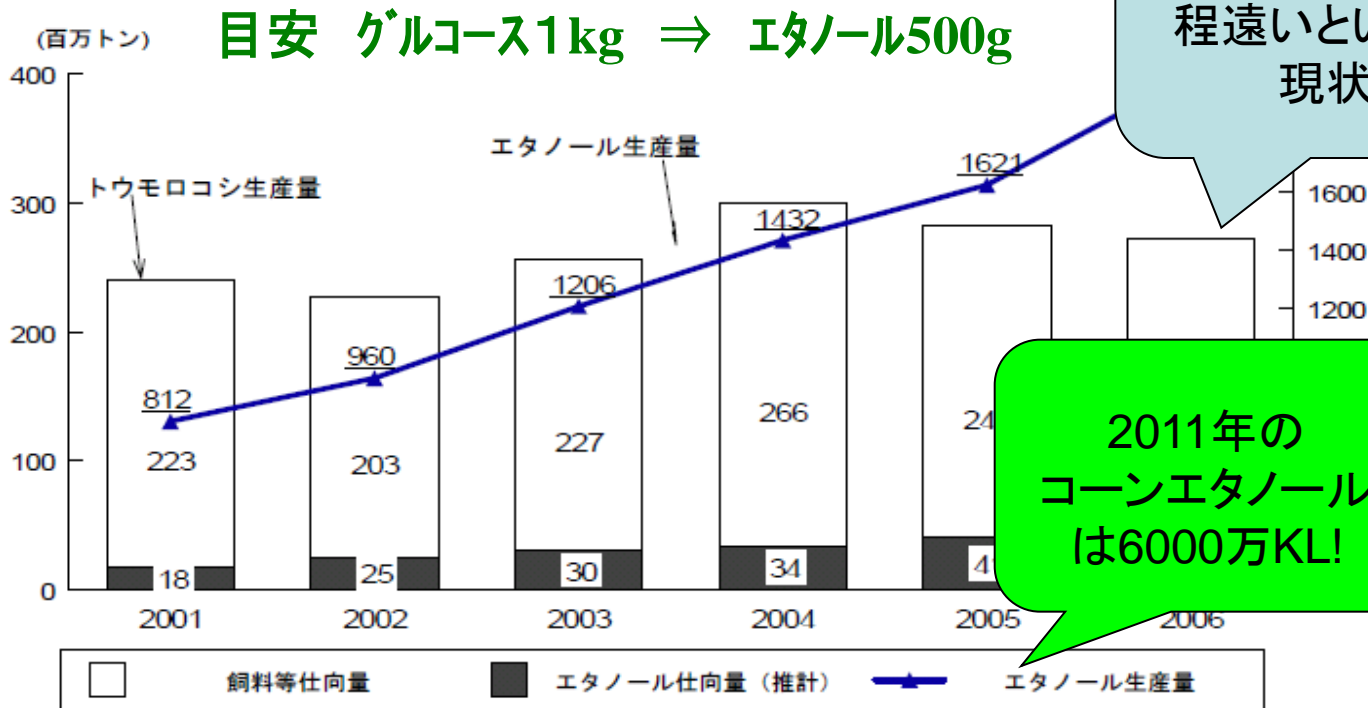


高度な触媒設計は大きなGSC効果をもたらす！
Shale-gas周辺にはまだこういう事象はありえる。
本当にBio-エタノールが安ければ・・・？

バイオマスは使える原料か？
植物の成長速度(生産性)という視点

バイオマスエタノールはエネルギー資源として有効か

バイオエタノールの
大規模利用は
程遠いというのが
現状！



2007年度の作付け面積は37万Km² これだけやって8000万KL相当(USA)
(実際には食用で75%消費) 200万KLでも日本の総面積の1/40が必要!
2012年のブラジルのサトウキビ由来のエタノールは3400万KL程度



コーンエタノールの悪影響
食物価格高騰、アフリカの飢饉

何が問題なのか？

現状のバイオマスの実力：エネルギー変換効率の比較

化石資源による発電： 35～55%/日
* 連続発電なのでこの数字はそのまま

太陽光発電： 15% (poly-Si)
* 8時間日照 とすると 5%/日

バイオマス生産： 天然光合成(エネルギー変換効率=80%
収穫90日、セルロース含有量=50%
~0.4%/日



10倍



10倍

バイオマスの資源活用は生産性の問題を解決しないと
大規模普及はやってはいけない！ ⇒ 人工光合成

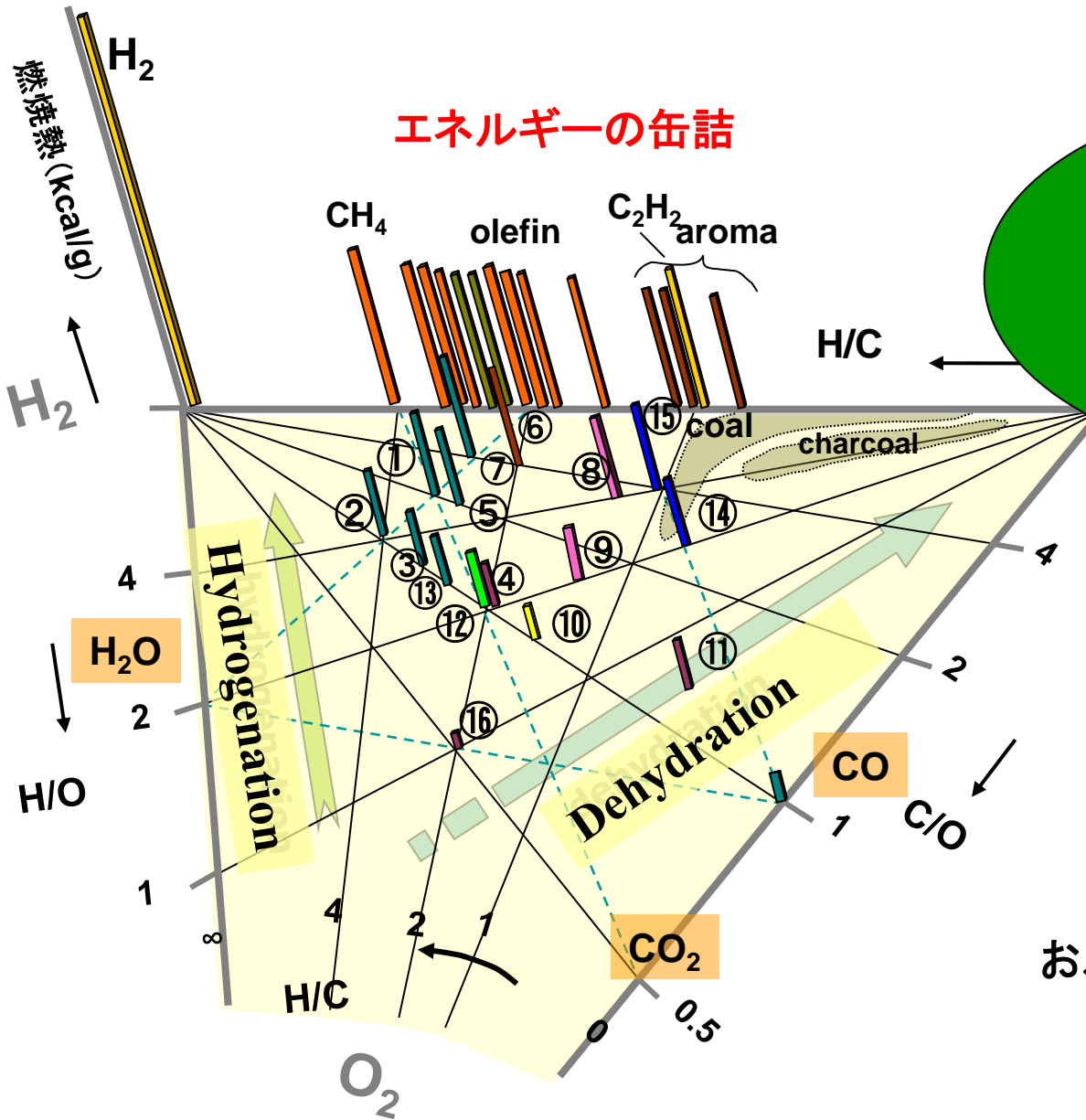
バイオマスのエネルギー／化学資源への適用

トウモロコシ	140	← バイオエタノール？
大豆	... 450	
ヒマワリ油 ..	960	
パーム油	... 6000	← バイオDiesel
藻(も) → マイクロAlgae ..	17500	[手取り収率]
マイクロ Algae .	.45000-140000	[理論値]

(リットル-oil／ヘクタール・年)

藻類の一部は(Algae)は化石資源に競合できる可能性のある生産性を示す。(生態系への影響、肥料補給の問題、作るべきもの？ 等、**今後の課題**)

⇒ **代謝工学的バイオマスの設計**



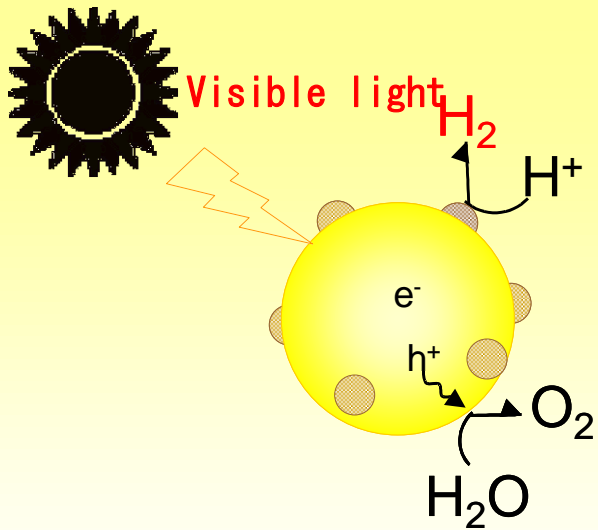
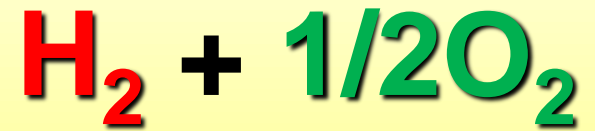
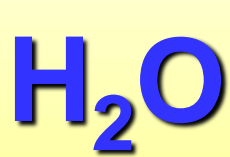
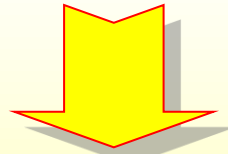
バイオマスは
石油に比較すると
エネルギー密度という
視点では劣悪である！

- ⑤ 1,4-BG
- ⑥ THF
- ⑦ BuOH
- ⑧ アクロレイン
- ⑨ アクリル酸
- ⑩ コハク酸
- ⑪ 無水マレイン酸
- ⑫ 炭水化物
- ⑬ グリセリン
- ⑭ フルフラール
- ⑮ フラン
- ⑯ 蟻酸

おふ

化学品の燃焼熱比較

Solar Energy

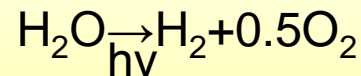
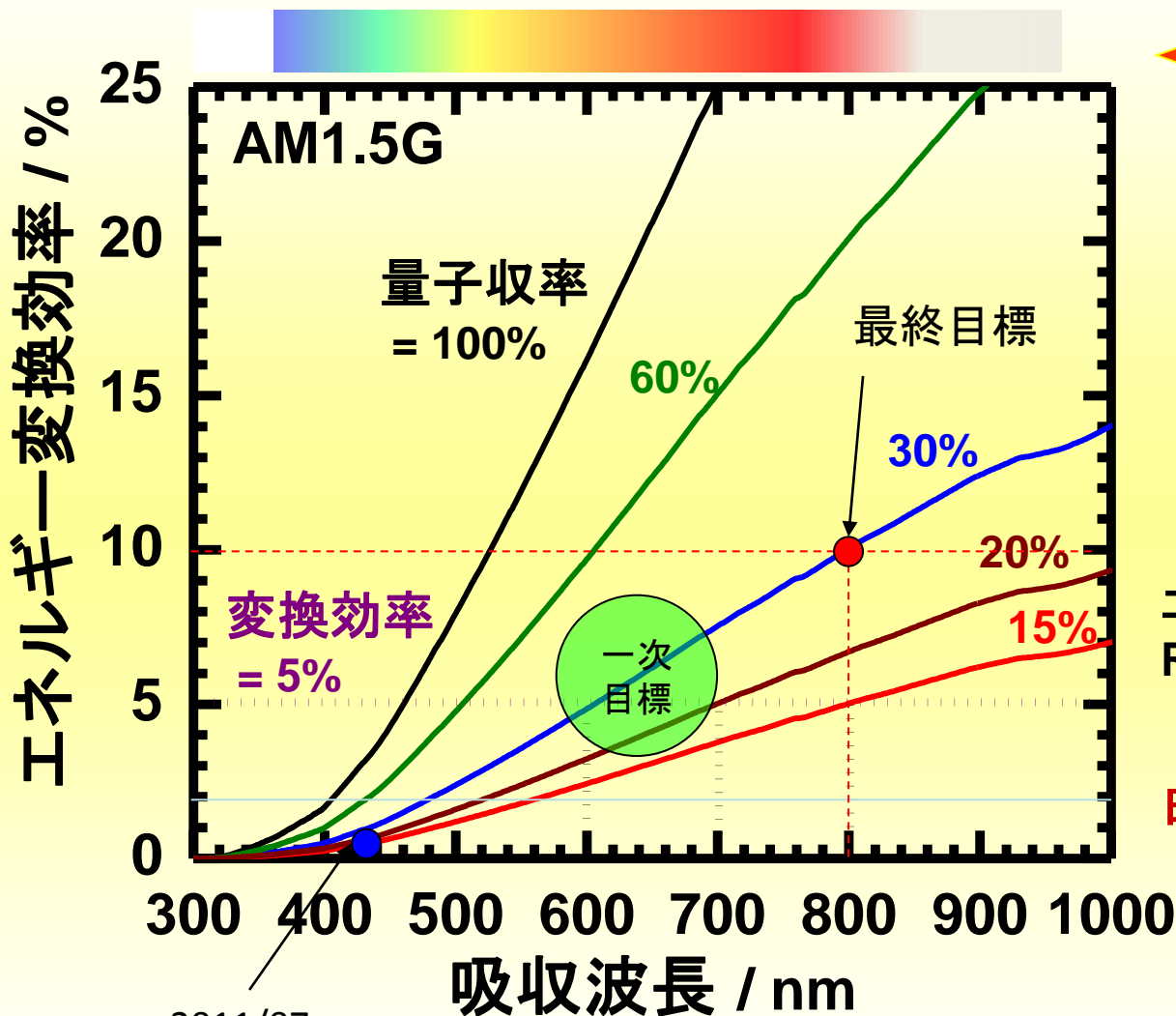


GaN-ZnO solid Solution

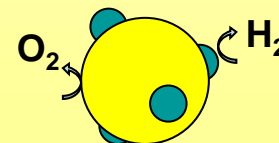
Powder catalyst in Water
can produce H_2 and O_2
under sunlight

Clean & Sustainable
Energy

可視光水分解触媒の現状と開発目標

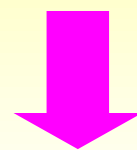


粉末光触媒系



エネルギー変換効率0.3 %
Rh-CrOx/GaN-ZnO

可視光水分解触媒は
日本発の世界最先端技術



一桁活性あげれば
工業化可能！

半導体型光触媒の諸課題

1. 半導体材料の設計・欠陥低減

使用しうる材料が(酸)窒化物、(酸)硫化物
band-gapの制御(600 ⇒700 ⇒800nm吸収)
元素戦略(非希少金属、非希土類)
高結晶性材料の合成法が未完成

表層のDead-layerの影響

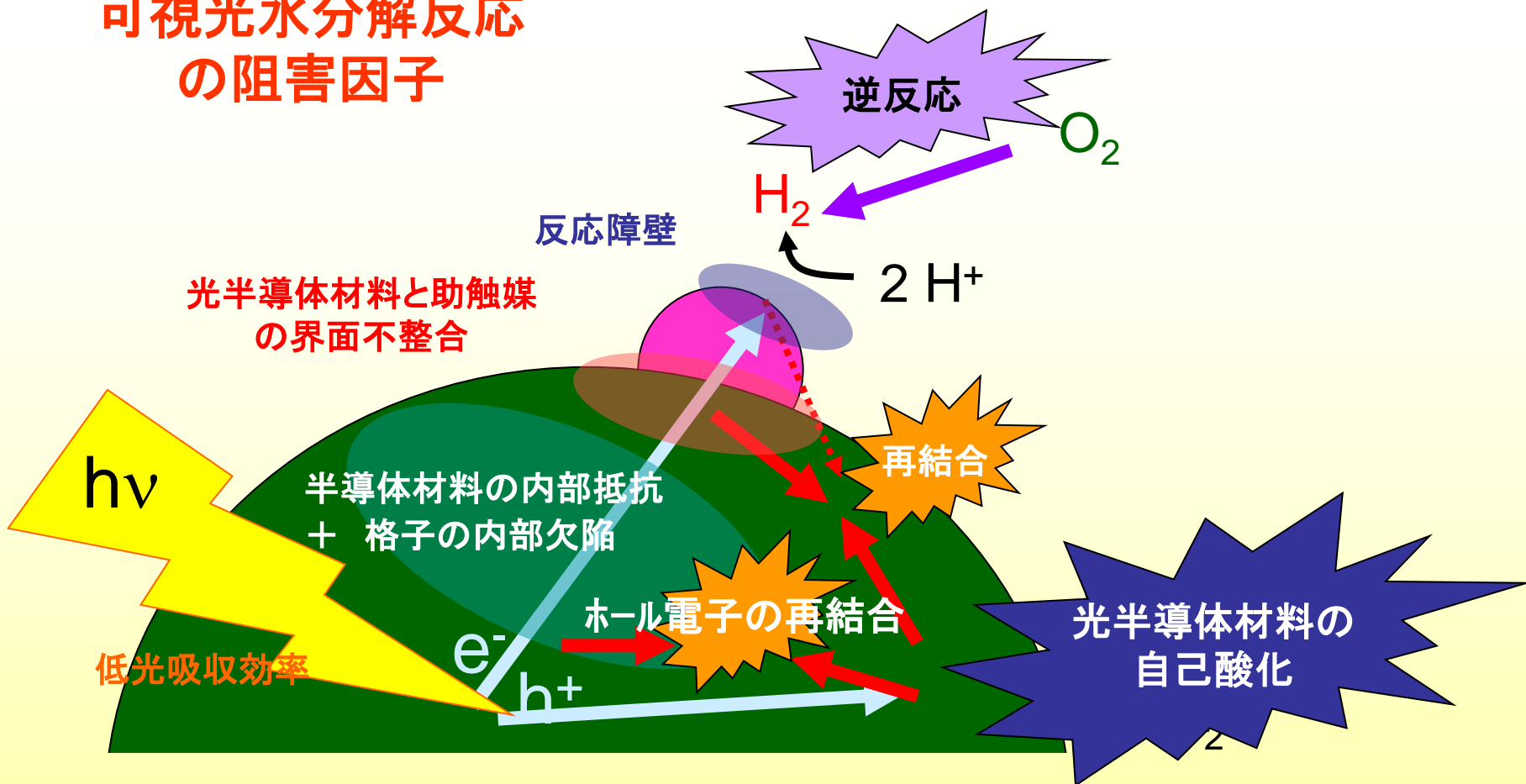
2. 半導体材料と助触媒(ガス生成site)の界面設計

ガス発生siteでの反応機構が見えていない
元素戦略(非白金族)的助触媒設計
水存在下でのBand-bending

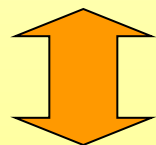
3. 水素/酸素の分離

$H_2/O_2=2$ の混合ガスを効率的+安全に分離する

可視光水分解反応 の阻害因子



- 現状の半導体材料と助触媒界面を正しく理解する



原子レベルの観察、p秒/f秒scaleの反応解析

探索研究ではなく、高度な精密設計

原料転換技術開発をやろうとすると

基礎検討	⇒	開発基礎	⇒	開発検討	⇒	工業化検討	⇒	事業化
3年		2年		2年		2年		2年
2億円		3億円		5億円		25億円		150億円
共同研究		Labo.検討		ベンチ		pilot		設計・建設



これだけの時間と投資できる民間企業は日本には今は？



短い期間と少ない投資で収益が得られることに流れるが...



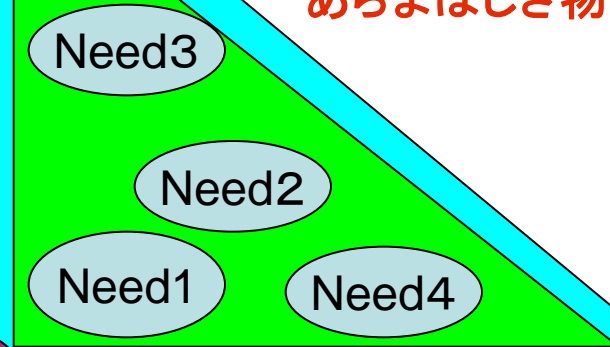
将来、大きな生産量でGSC有為な事業に発展する可能性？

Copyされやすい
Technology差異化の前に

Scienceとしての差異化をはかり
それをTechnologyに落とし込む

Wants

Needsの上位概念
あらまほしき物性・機能



境界領域を設計

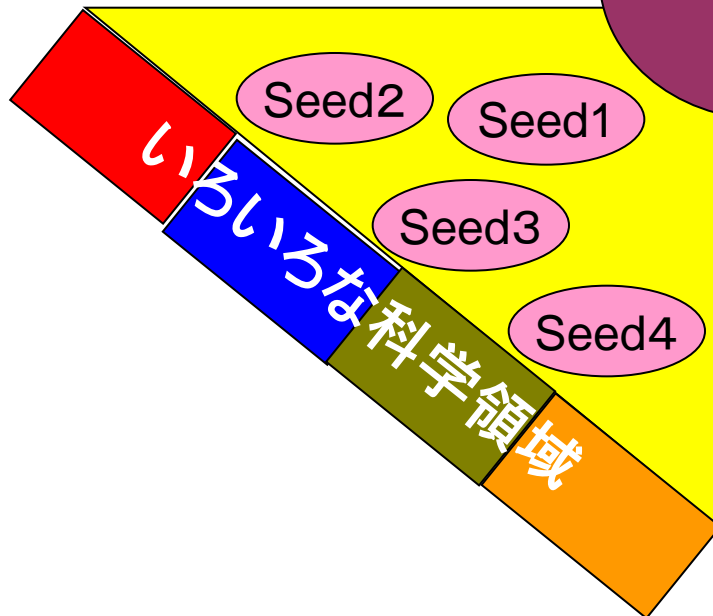
求める
解

本質的に必要な
機能・物性の設計

① **ダントツ**の機能・物性の素材・概念



② **機能・物性の複合化**



“Sustainable Carbon-society” Innovation for Reduction of CO₂ Emission

2010 2015 2020 2025

Chemicals from Oil / Naphtha 低・炭素

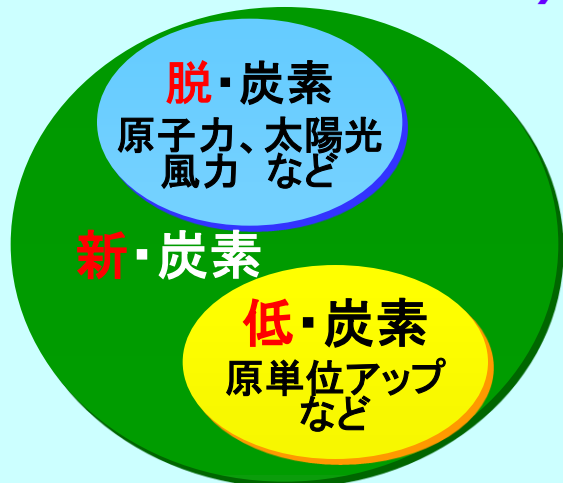
Chemicals from MeOH/

社会構造に深く関連する
化学品／エネルギー
製造技術は如何に革新的
であっても一朝一夕には
転換できない。経済性と
LCAを両立させた時間軸を
意識した(国家)戦略があっ
て初めて実現可能！

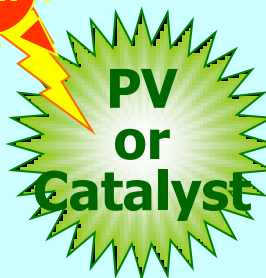
Chemicals from CO₂

『新・炭素社会』

"Sustainable Carbon Society"



脱・炭素 (原子力、風力など)



Biotechnology

H₂

CO₂ 新・炭素

H₂O

Chemicals

