

IIASA-RITE国際シンポジウム  
持続的な地球温暖化対策と持続可能な社会の実現に向けて  
2009.3.3

# 温暖化と資源問題の 現実的解法

御園生 誠  
独 製品評価技術基盤機構  
(nite, ナイト)

# 講演内容

1. 持続性を正しく考えるための12か条
2. 温暖化とその影響の予測  
重要だが、最も不確実
3. エネルギー需給の見通し  
化石資源、再生可能エネルギー
4. 温暖化対策に関するまとめのコメント

# 持続性について正しい考え方を するための12か条

1. 持続と循環の関係 自然と人工で全然違う。目標は持続
2. 全てはグレーで程度問題 定量的比較が大事
3. エネルギー収支と物質収支 化石資源消費量 CO<sub>2</sub>排出量
4. 部分と全体 占める割合と全ライフサイクルを考える
5. 時間軸と空間軸 リスクと技術のロードマップ
6. データのバラツキ(時間的、空間的)
7. 経済性も大事 コスト 環境負荷(例外の例;ブランド品と原油)
8. 新聞・テレビの見方 鵜呑みにしない
9. トレードオフとケースバイケース
10. 化学物質 安全と安心
11. 効率向上か、総量削減か 目的は総量削減
12. 誤解しやすい環境問題 身びいきなLCA評価、量と質

# 全てはグレーで、程度問題

## リスク評価に基づいた適正な管理がポイント

例えば、

化学物質の健康リスク

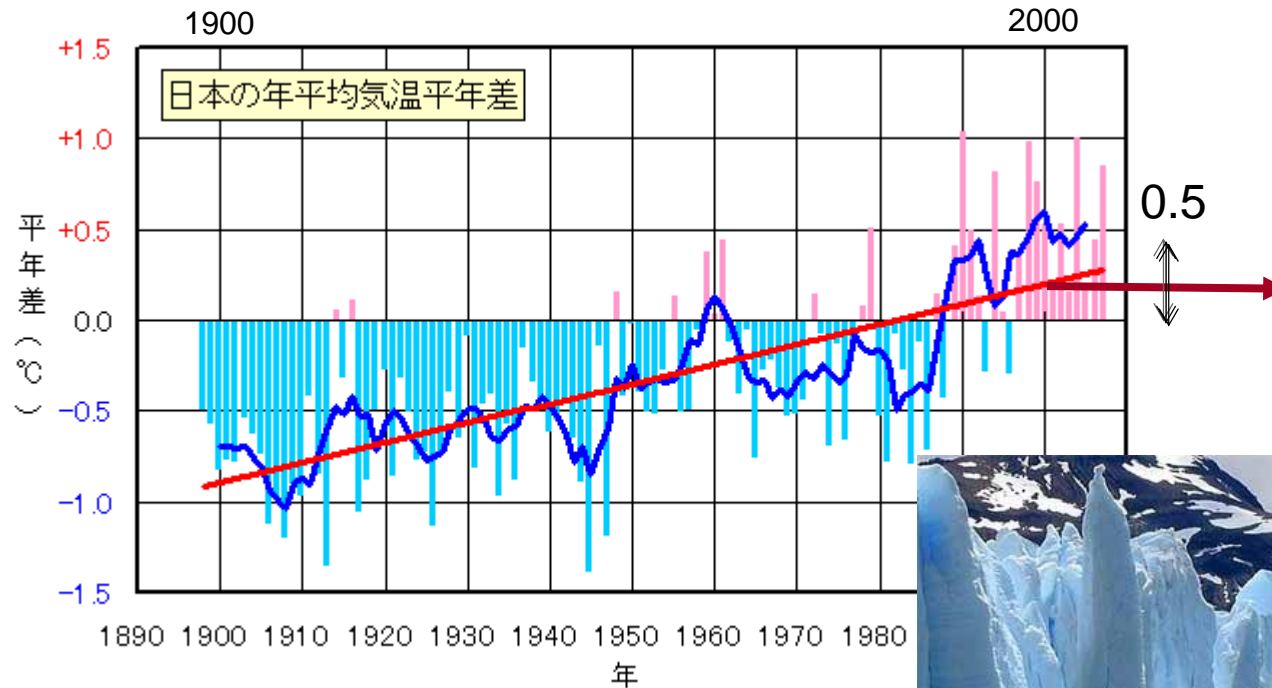
ハザード(毒性) × 暴露(摂取)量

- ダイオキシンは毒性は高いが、リスクは通常的生活では問題なし。
- サッカリン(発がん)と砂糖(肥満)のリスク比較

温暖化と資源問題のリスクの現実的な解決には、この二つに加え、**時間軸(いつ)**が重要(いつ温暖化、オイルピーク)

# 持続性を考える第一歩は、正しい認識

## 時間的・空間的なバラツキの認識



日本 0.01 /年  
東京 0.03  
世界 0.007

南米で冬でも氷河が崩落  
(一般紙トップ記事)

氷河は流れる！

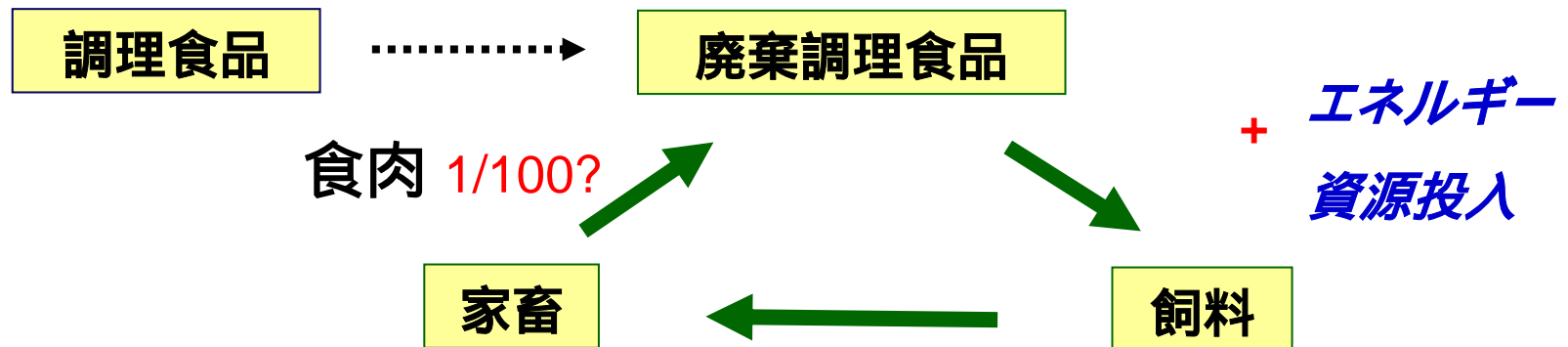


# 物質収支

(1) 消費化石資源 CO<sub>2</sub>排出量

( エネルギー消費の80-90%)

(2) 食品のリサイクル？



食料の1/4は捨て、調理食品の半分近く捨てていることの方が、  
食品リサイクルより1000倍大事

# 経済性は重要

- バイオエタノール(日本)  
ガソリン消費量6000万kLの10%をブラジルバイオエタノールに代えると、**約4000億円 / 年増** + 設備投資
- 太陽光発電(日本) 総発電量 1兆kWh  
コスト約3 - 5倍: 10%代替で**数兆円 / 年増**  
さらに蓄電池で **数兆円 / 年?**
- 環境負荷 価格 コスト(例外:原油、ブランド品)

# 部分と全体

## (1) 全体に占める割合を考える

- 太陽光発電は、現在  
全エネルギーの(世界) 0.02%、(日本) 0.1%
- バイオエタノール+バイオディーゼルは、0.3%(世界)
- 穀物をすべてエタノールに転換しても全体の5%以下

## (2) ライフサイクル(LCA)を考える

電気・燃料電池自動車かガソリン自動車か  
調理: 電磁か、ガスか

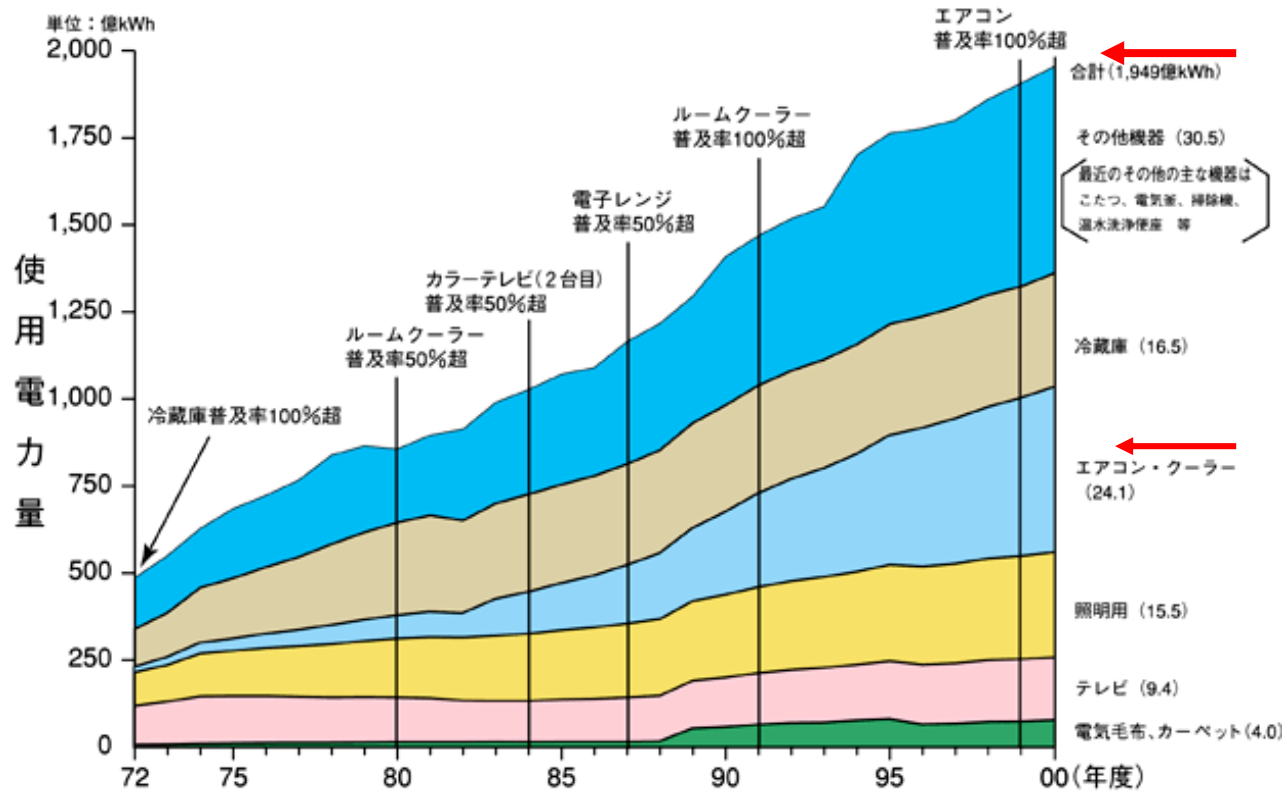
LCAは、身びいきになりがち。未来技術の甘い評価



# 効率向上か、総量削減か

目的は、総量削減

## 家庭用電力の伸び



20年で  
2.3倍  
世帯あたり  
1.6倍

エアコン  
7倍

(注) ( )内の数字は2000年度の構成比(%)

出典：電力需給の概要(2002)

# 大量だが希薄な資源の問題

- 海水中ウラン

鉍山埋蔵量の100-1000倍存在するが  
大量回収は経済的に不可能

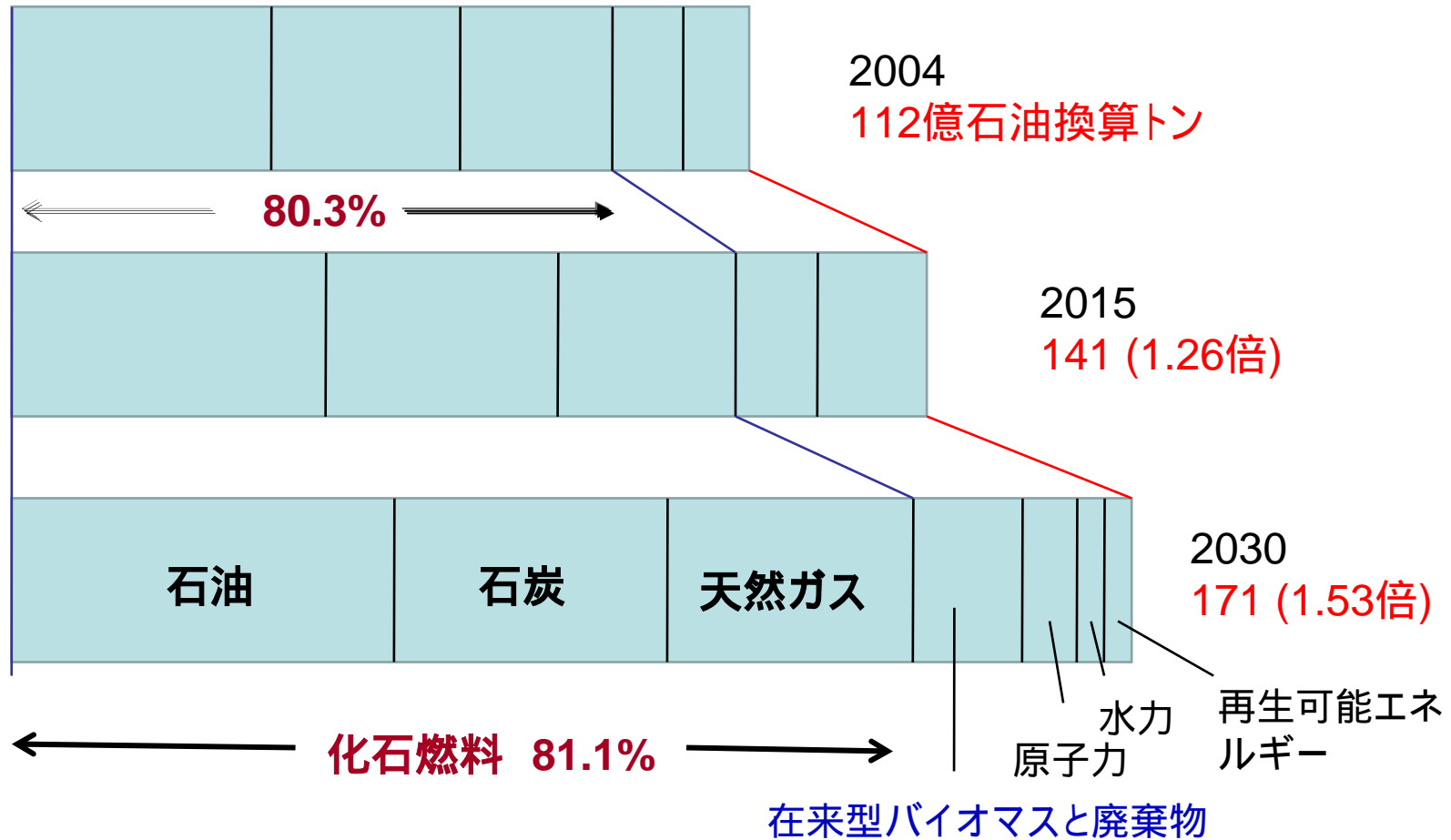
- 太陽光

- 風力

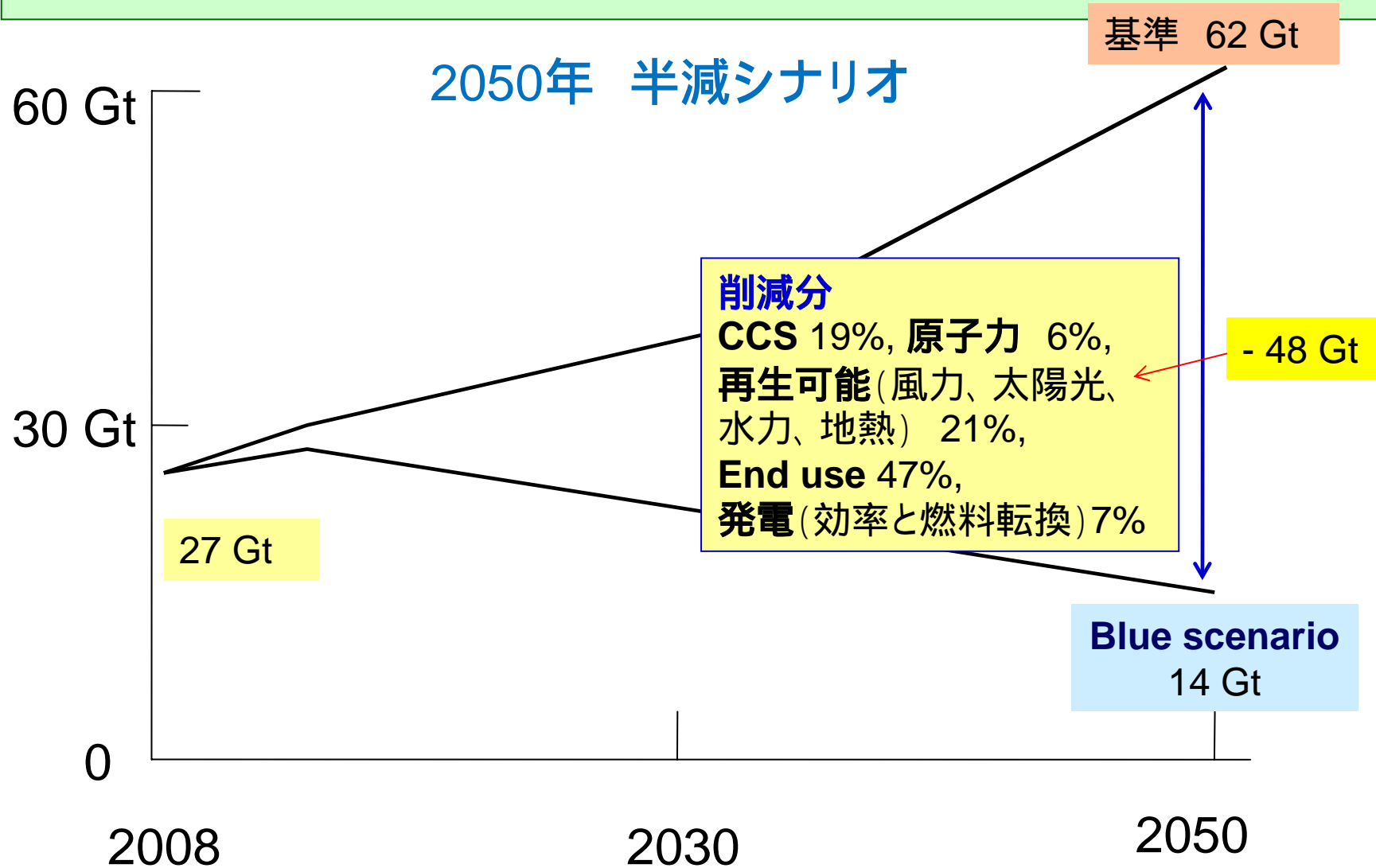
- バイオマス(特に非エネルギー作物系セルロース)

- 都市鉍山 鉍石の品位

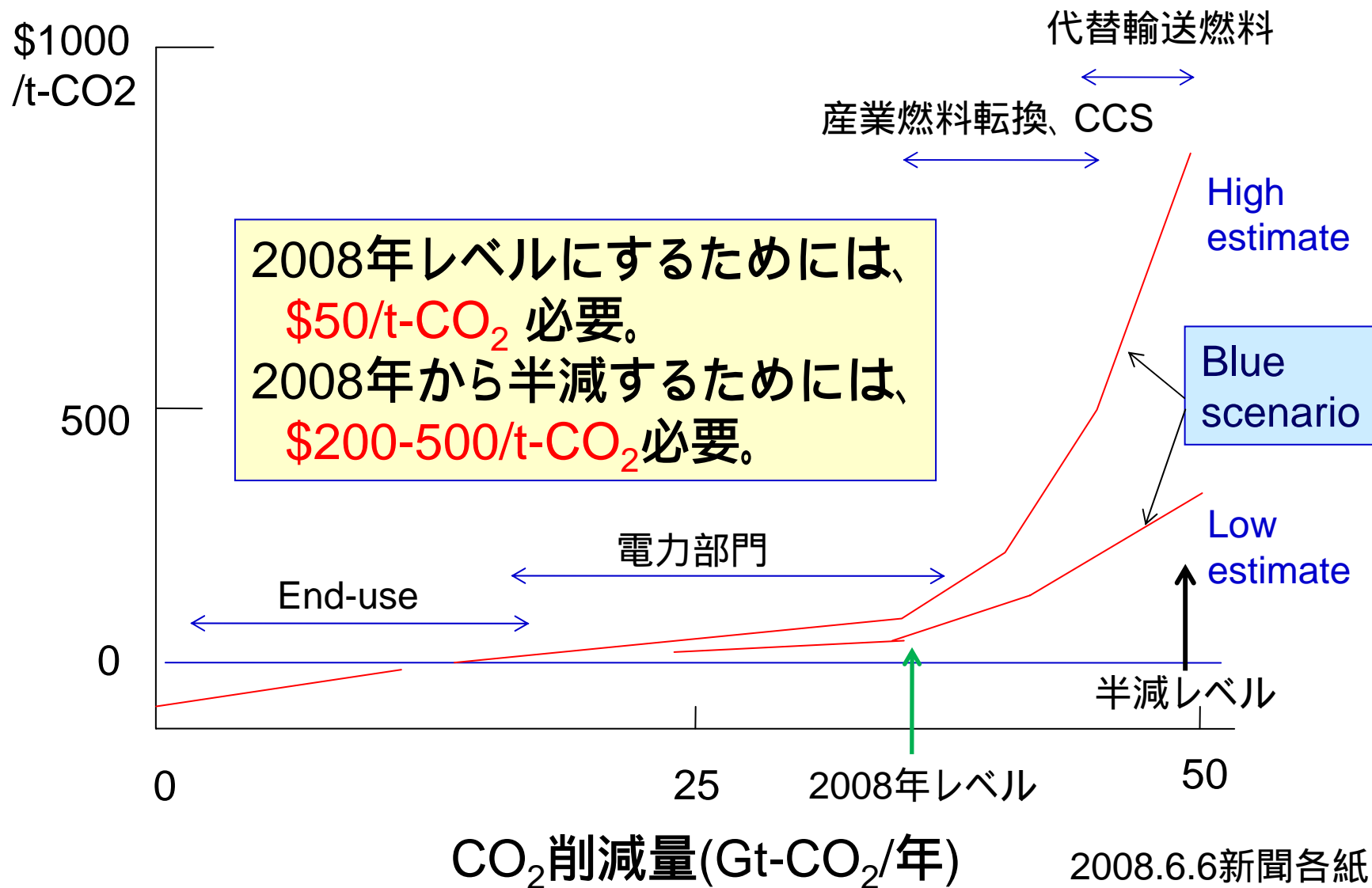
# エネルギー需給の見通し IEA予測 (2006)



# CO<sub>2</sub>排出とエネルギー技術 (IEA)



# CO<sub>2</sub>排出削減コスト (IEA)



# エネルギー資源の見通し

## 化石エネルギー

- 可採年数（埋蔵量、消費量。ともに確実ではないが）
  - 石油 40年、石炭 100 - 200年、天然ガス 40年
  - 非在来型石油 200年
  - ウラン 100年
- オイルピーク (Peak Oil)
  - いつかは枯渇する。
  - いつ供給量のピーク (ピークオイル) がくるか？
  - 一番悲観的なキャンベルの予測で2005年頃。しかし、中規模油田はいまも発見され、供給ピークはまだ先。

# バイオ燃料ーバイオエタノールの場合

- エネルギー収支はプラスか？CO<sub>2</sub>は減るか？  
“カーボンニュートラル”ではあり得ない
- 物質収支はどうなっているか
  - 穀物22億トンを実タノールにすると、4-5億トン(石油換算)
  - 世界のエネルギー消費： 110億トン(石油換算)
  - London-New York片道のバイオ燃料；サッカー場30面(RSC)
  - 森林国日本でも、全消費エネルギーを材木で供給すると、山は2年で丸裸(有馬、2008)。エタノールにすると1 - 2ヶ月で丸裸。

# エネルギー収支

- ・ **バイオエタノールの単純な LCA (エネルギーとCO<sub>2</sub>)**

(セルロースからの製造技術は実用化の見通しが立っていない)

エタノールエネルギーと投入した化石エネルギーの比

---

サトウキビ(ブラジル)	7.9*	古典的農業、工業
甜菜(英国)	2.0	
トウモロコシ(米国)	1.3	近代的農業・工業
バガス、モラセス(インド)	32 - 48	

---

Blottnitz, Curran (2006)のまとめ

\* 日本までの海上輸送を入れると半減。

- ・ **健康、生態、資源への影響等を考慮した多面的LCAでは、バイオ燃料の評価は大幅な低下**



# 電気自動車

- **燃料電池車**  
価格、耐久性、安全性の問題のため早期の普及はない
- **蓄電池車**  
価格、走行距離、耐久性の問題あり。早期の普及は難しい  
実証試験に基づいた信頼性高いLCAが必要  
交通輸送システム全体の改革が有効  
(鉄道、バスとの組み合わせ)

将来、改良ガソリン、ディーゼル車と蓄電池車と交通システムの改革で対応

# 新・再生可能エネルギーのまとめ

大量普及(全体の10%程度)を考えると、

- バイオ 量的に不足、経済性低い、環境影響
  - 太陽 経済性低い。送電、メンテナンス
  - 風力 設置場所、送電、メンテナンス
- の課題があり、早期の大量普及は困難



*技術開発の成果を待ち取捨選択*

*化石資源の効率的利用と安全な原子力を優先*

# 温暖化は？ CO<sub>2</sub>排出は？

(保守的な技術的対応だけで大丈夫か？)

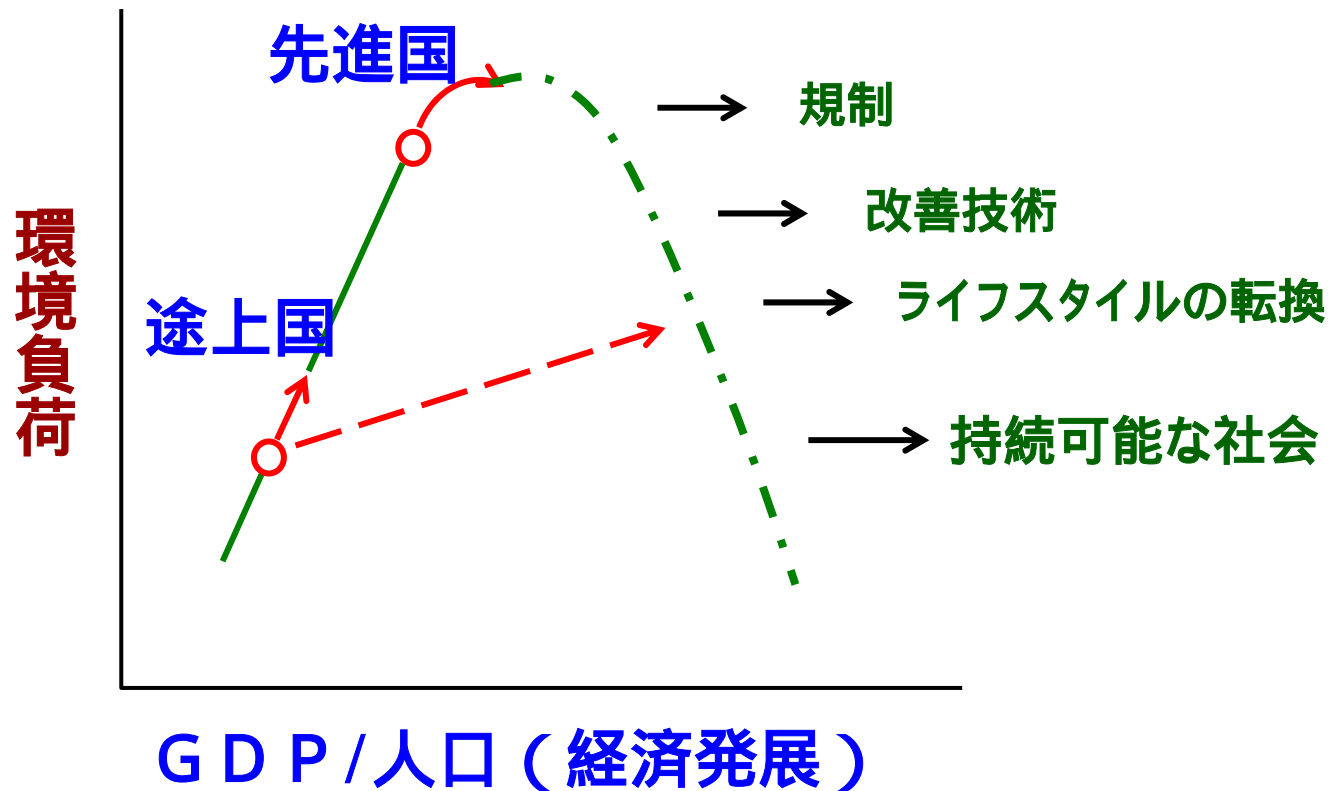
2020年頃から漸減に転じ、2050年 20-30%程度の低減で、適応策、救済策を組み合わせれば、大丈夫ではないか

この目標も技術革新だけでは困難。過大拙速な対応は副作用大。ライフスタイル、社会システムの転換が必要  
コストは、グローバルな対応で、最適化

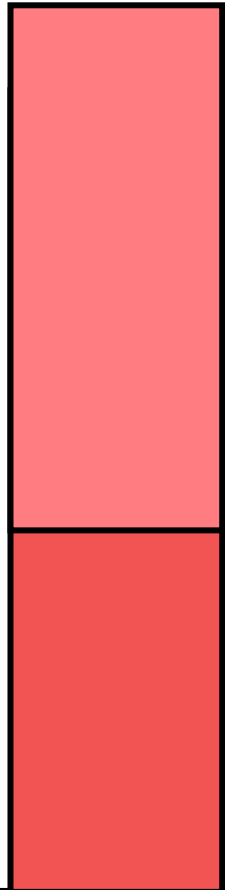
## 環境クズネッツ曲線 (Kuznets curve, 1955)

もともと、所得格差と経済発展の関係。

環境負荷に適用。南北問題でもある



+ 43.3億トン



中国

+ 18.9億トン



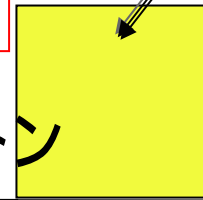
インド

**CO<sub>2</sub>排出量の増分**  
**2005 - 2030**  
日本エネルギー経済研究所

日本の総排出量  
13.5億トン(2005)

日本・京都  
議定書目標

- 0.5 億トン



日本

# 消費サイドから見たCO<sub>2</sub>排出の重要性

## 製造業によるCO<sub>2</sub>排出

電力でするように、他の製造業もすべて最終需要へつなげをまわして、消費側から考えてはどうか

## 家庭、オフィスにおける省エネ、CO<sub>2</sub>削減が重要

世帯当たり 約5.5 t / 年： ただし、ランニングコストだけ。

拡大して、排出量をすべて化石資源にさかのぼって明示する

テレビ視聴には、テレビ番組の制作・送信時の

CO<sub>2</sub>排出もすべてカウントして表示

→ 化石資源消費量 CO<sub>2</sub>排出 となるように  
カウントすれば、違う世界が見えてくる

# 結言

## 1. CO<sub>2</sub>: リスク評価にもとづいた適切な対策

省エネ・省資源技術の導入と緩やかなエネルギー転換で、  
準・低炭素社会を経由して持続可能な社会へ軟着陸

## 2. エネルギー資源:

21世紀末も、化石資源 > 原子力 > 再生可能エネルギー

化石資源の有効利用と安全な原子力

新エネルギーの長期的開発、 家庭、オフィスの省エネ、  
ライフスタイルの転換、 で間に合う

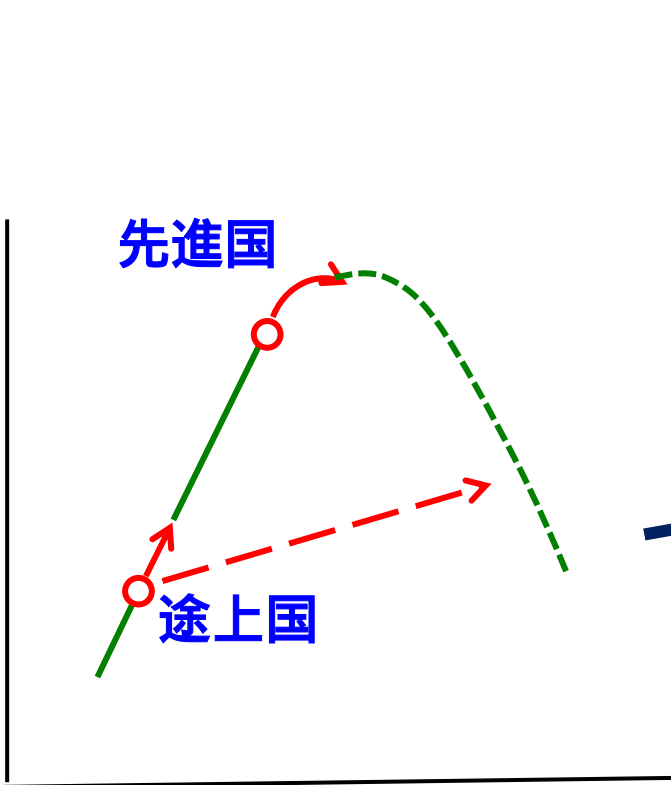
## 3. 材料資源: 節約、代替、リサイクルで何とかなる

## 4. 技術的対策は重要だが限界。ノンテクニカルな対策(省エネ・

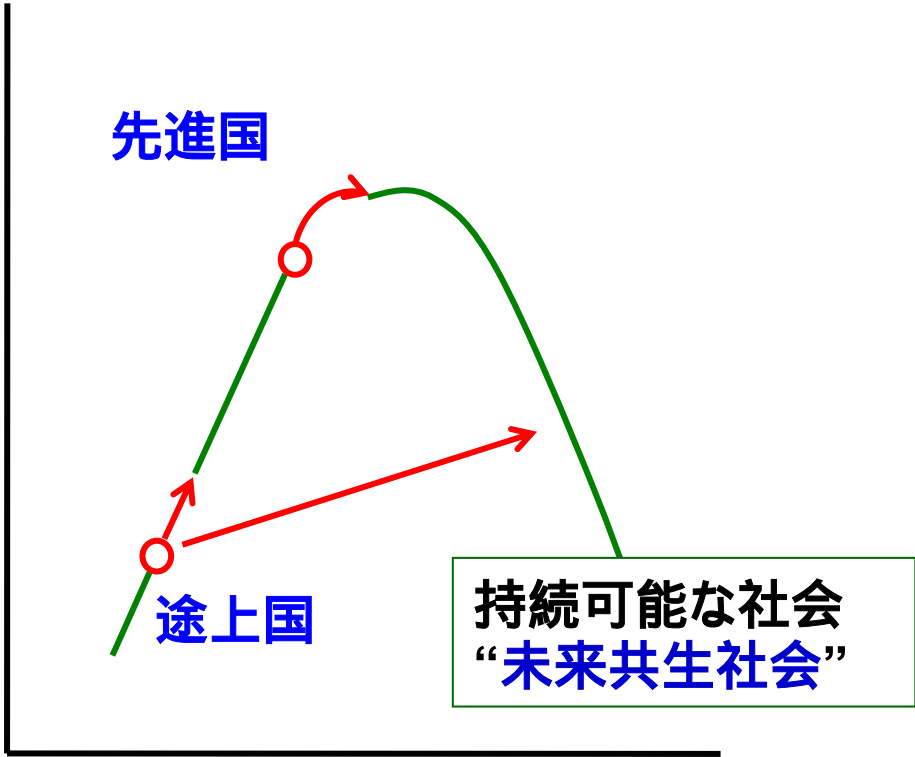
省資源型ライフスタイル、社会システムへの転換)も必要

# 新しい環境クズネッツ曲線への展開

エネルギー消費・二酸化炭素排出



GDP (経済発展)



新しく定義された豊かさ  
(ライフスタイル、価値観、社会システムの転換)  
( GDP、経済発展 )