

## 第9回 *Eco Premium Club* シンポジウム

安井 至

国際連合大学名誉副学長・東京大学名誉教授

(独)製品評価技術基盤機構(NITE)理事長

<http://www.yasuienv.net/>

# 「Rio+20」でのGreen Economy

- この20年間で人口は53億人から70億人  
世界全体のGDPは2倍になった
- 先進国はより貧乏に、途上国はより強欲に
- UNEPの定義、「環境リスクを減らし生態学上の希少性を守りつつ、厚生と公正を改善する経済」
- しかし、本音は、先進国と途上国で異なっているのが通例
- 結局2015年がターゲットのミレニアム開発目標＝MDGの後継を作ることだったか
- Millennium ⇨ Sustainable だけの改正

世界の状況もやはり「飛べないまま」だ！  
なぜか？ 誰も決められないから！

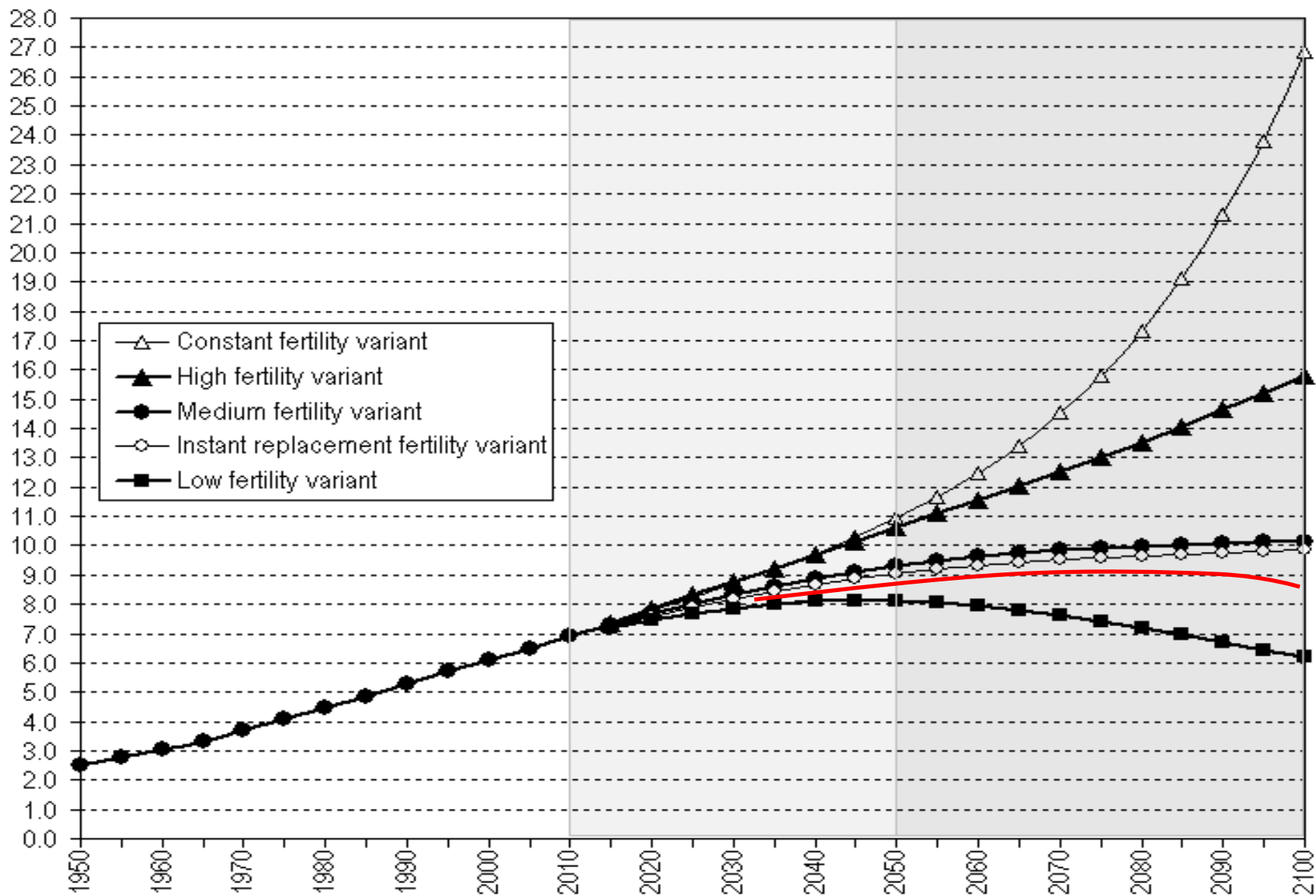
さて、何をきっかけとして飛ぶのだろうか  危機感

# 地球上で最大の**問題**は何か

- それは、  
「**限界のある地球**上での**限界のない欲望**の戦い」
- その結果は明白で、**地球が負け**、そして、
- **限界のない欲望も、結果的に負ける**
- この結果が出るのは何年後か？
- 個人的予測は、まず、2080年頃にかなり苦しい時代が来るのではないか
- 何が変化して苦しい時代が来るのか
  - 1. 地球上の**人口が極大値**になる
  - 2. **環境変動**が、生活・居住の大幅な変更を強いる
  - 3. 国が弱体化し、対策用の**資源・資金が不足**する

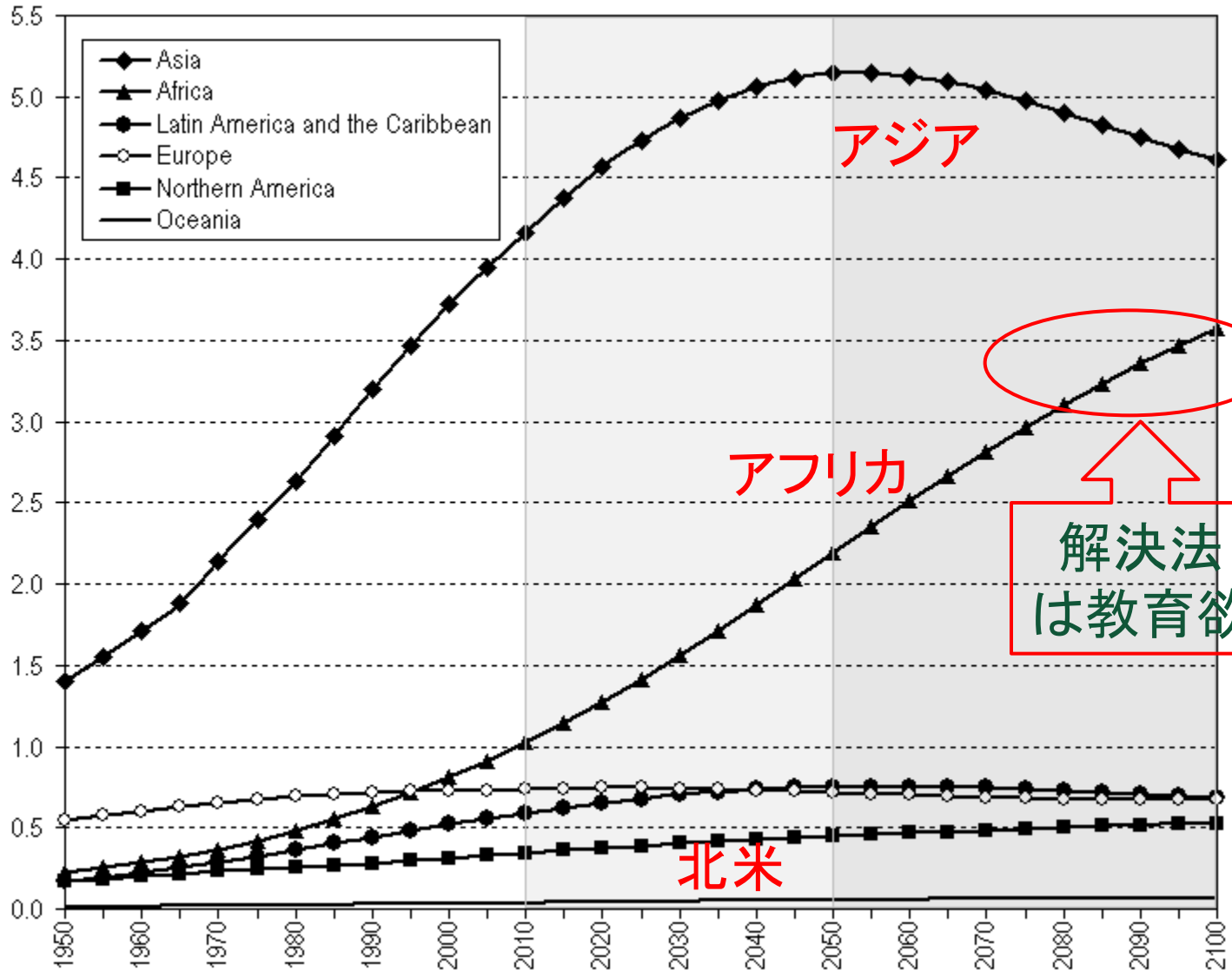
*World Population Prospects, the 2010 Revision*

**Figure 1: Estimated and projected world population according to different variants, 1950-2100 (billions)**



World Population Prospects, the 2010 Revision

Figure 2: Estimated and projected population by major area, medium variant, 1950-2100 (billions)

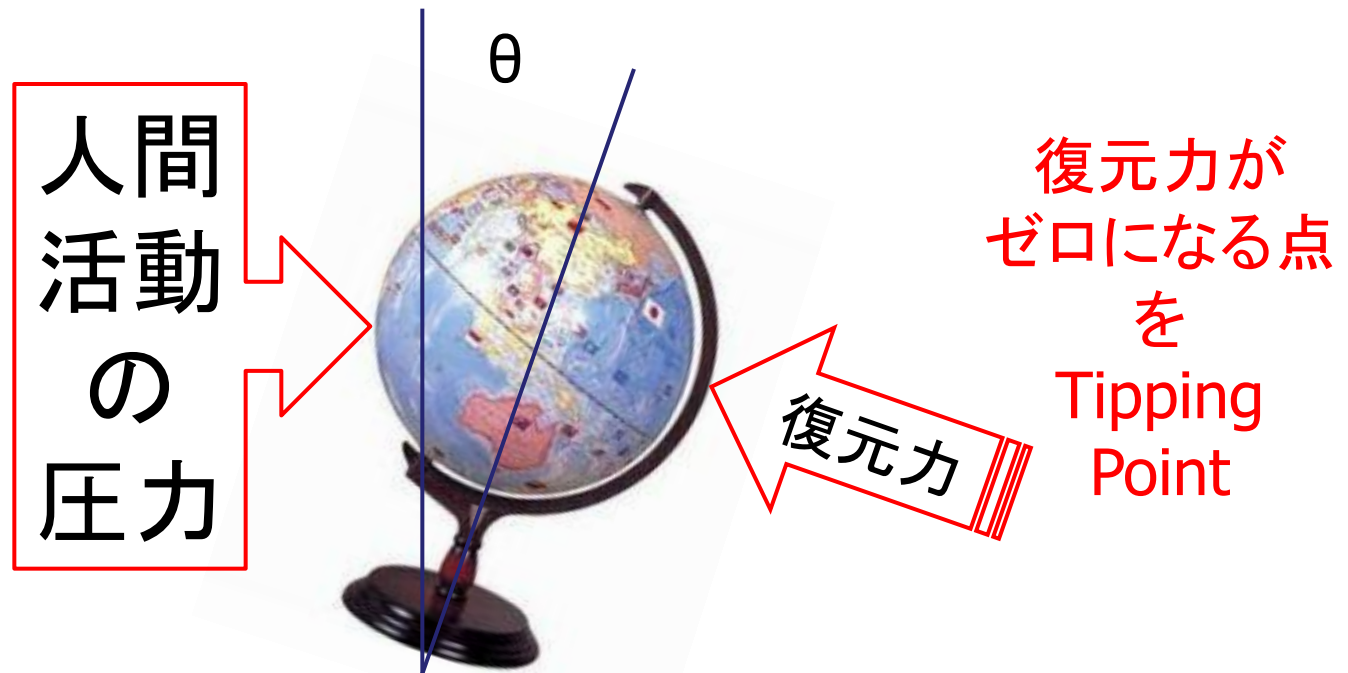


ここを水平に、がポイント

# もう一度、環境変動を基本から考えよう！

物質・エネルギー・生命・気候システム

- 人間活動は、地球のあらゆる資源に依存して行われており、地球の状況を攪乱している。



- 安定な定常状態を保つということか？

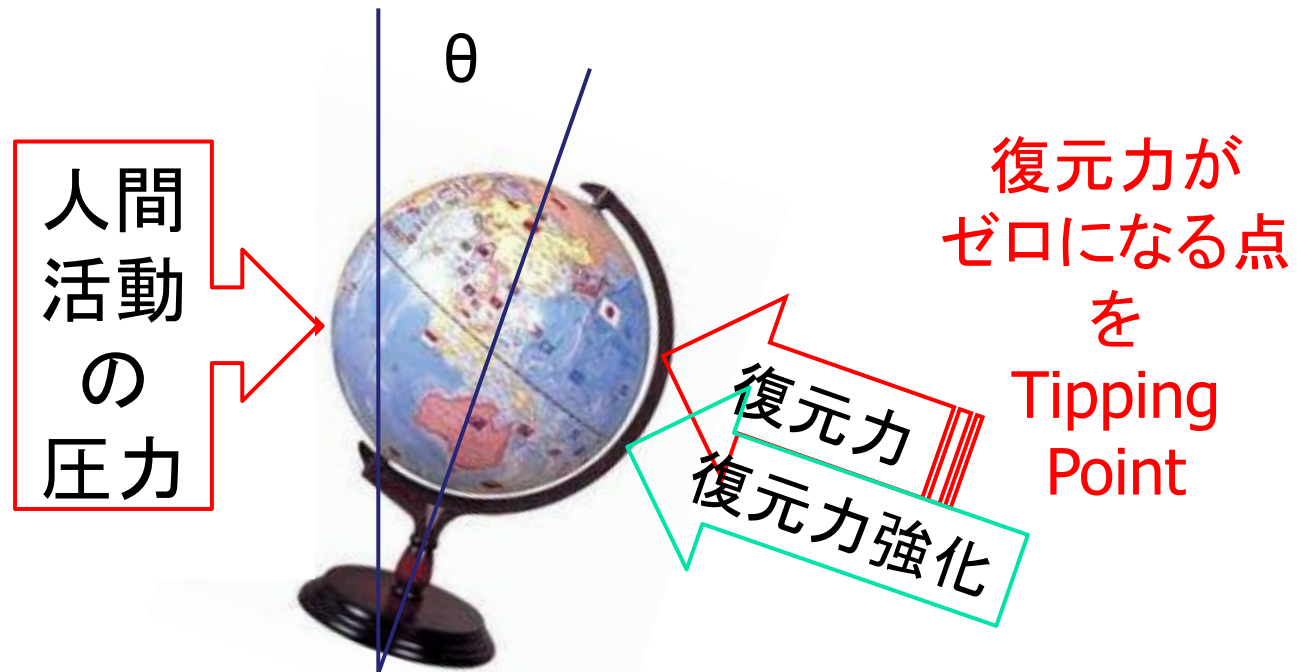
# Herman DalyのSteady State Economics 1971

- “再生可能な資源”の持続可能な利用の速度は、その供給源の再生速度を超えてはならない＝木材・紙や薪・炭、漁獲量、水などの場合
- “再生不可能な資源”の持続可能な利用の速度は、持続可能なペースで利用する再生可能な資源へ転換する速度を越えてはならない＝化石燃料・プラの場合
  - 金属、鉱物資源などについては、適用不能だが、リユース・水平リサイクルが必要条件であることは明確
  - ただし、エネルギー源を再生不可能な資源に依存している限り、余りにも多大なエネルギーを使用することは非持続可能である
  - しかし、再生可能なエネルギーのみに依存すれば、リユース・水平リサイクルが条件を満足する
- “汚染物質”の持続可能な排出速度は、環境がそうした汚染物質を循環し、吸収し、無害化できる速度を越えてはならない＝公害型汚染物質、温室効果ガス、オゾン層破壊物質、廃棄物

本格開発は1975年以降

気候変動の一般化は1992年以降

# 人類のできること



復元力の強化を支援する = 汚染物質の処理・処分  
温室効果ガスを除けば成功例あり

人間活動の規模の縮小・変更による圧力の低下  
= 高効率化が望ましいがそれだけで可能か？



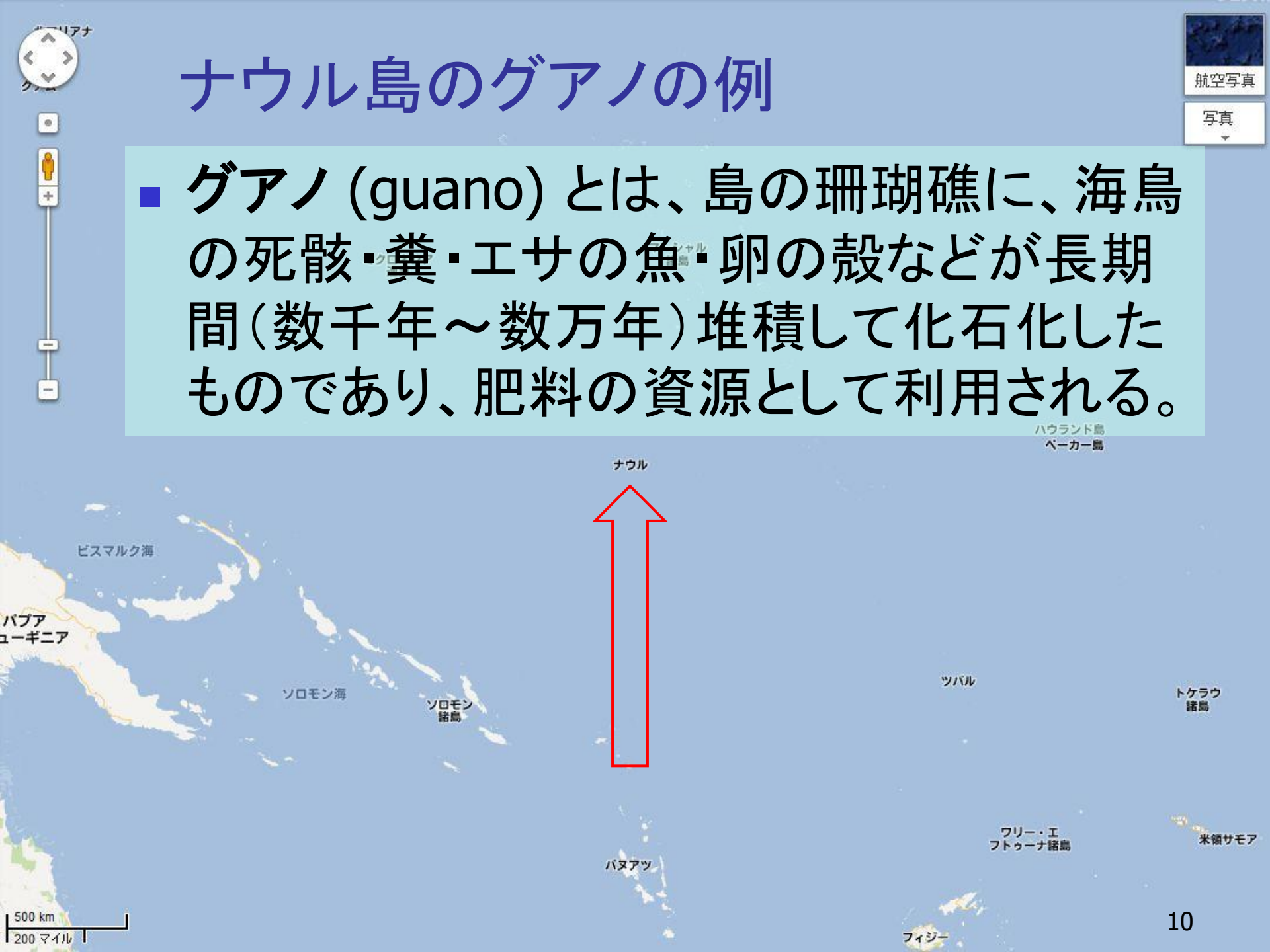
サンゴ礁？



「限界ある地球と限界のない欲望の戦い」

# ナウル島のグアノの例

- グアノ (guano) とは、島の珊瑚礁に、海鳥の死骸・糞・エサの魚・卵の殻などが長期間(数千年～数万年)堆積して化石化したものであり、肥料の資源として利用される。



# ナウル国のグアノ

現時点はカルスト地形

- 年間200万トンを輸出
  - 1989年に採掘量が減少
  - 総計1億トンを採掘
  - 高い国民所得で無税
  - 医療・教育は無料
  - 労働は中国人などで、調理もせず、すべて外食
  - 経済は貿易依存度100%だった
- 
- 21世紀になって、ほぼ枯渇(2000万トン残という説も)
  - 現在、失業率90% もともと**労働の意志なし**



# 現在の消費文明も同様かもしれない

- ブルネイや中東産油国は大丈夫か
- 中国からの重希土類の輸出制限をWTOに提訴したが、輸出制限を行うのが当然か＝やり方次第というところだが

- 環境排出に対して放出を規制した
  - 1970年代の日本の公害対策
- CO<sub>2</sub>排出に対して税金を課す
  - 環境税 スウェーデン、イギリス、ドイツなど、日本はこの程度
- 世界環境税の実現は？
- 世界地球攪乱税の実現は？

# 何をやっても、化石燃料は枯渇する

- 人類の歴史を700万年、ホモサピエンスの歴史を20万年と見れば、化石燃料の枯渇は当然！
- 化石エネルギー文明は500年程度で終わるが、それも**仕方がない**のではないか
- 「**仕方がない**」という発想は、**後ろ向きか**
- もう少々ポジティブな発想はないのか
- 「**持続可能性**」に関することならブルントラント委員会という古典がある！！
- 1987年の「Our Common Future」
- **将来世代のニーズを損なうことなく、現世代のニーズを満たす**

# Our Common Futureを拡張解釈すれば

- エネルギーは使える量が重要、形態は無関係
- 枯渇という攪乱によって得られる見返りとしての価値  
= 未来世代のための

## 真の「イノベーション」に繋がるか

- 「イノベーション」の定義
  - それを加速する技術・製品・制度などを創造
  - これまでの価値観ではない価値観へ移行
  - いわば、「新しい文明の構築」
- 現状は18世紀以来のエネルギー消費文明
- さて、次の新エネルギー文明はいかなるものか？

# 辞書的定義：イノベーションとは？

- Innovation: Innovateの名詞
- 「*In* = make」 + 「*novus* = new」
- Renewという言葉に近く、全く何もないところに何かを創ることではないかもしれない
- Renewは、古いものを壊して、新しいものを創る  
＝「改革」、「革新」に近い
- 日本だと、Innovation = 技術革新（1958年経済白書）と訳されるが、技術だけでは意味が狭すぎる
- それなら、何を革新するのだろうか？

# イノベーションのための7つの機会

from 「イノベーションと起業家精神」 by P.F.ドラッカー(1985)

- 予期せぬ成功、**失敗**を利用する
- 現実にあるものと**あるべきものとのギャップ**
- ニーズを見つける
- 産業構造の**変化**を知る
- 人口構造の**変化**に着目する
- 認識(ものの見方、感じ方、考え方)の**変化**をとらえる
- 新しい知識を利用する



# 失敗＝福島は状況は？

## ■ 地球版

### ■ 何が変化して苦しい時代が来るのか

- 1. 地球上の人口が極大値になる
- 2. 環境変動が、生活・居住の大幅な変更を強いる
- 3. 対策用の資源と資金が不足する

## ■ 福島版

### ■ 何が変化して苦しい時代が来たのか

- 1. 巨大地震と巨大津波
- 2. 放射線汚染が、生活・居住の大幅な変更を強いる
- 3. 対策用の空間と気力が不足する
- 4. 福島上の人口の減少傾向が強まる

# 破壊的技術とイノベーション

from **イノベーションのジレンマ** を大変形  
by Clayton M. Christensen (2001)

## 確立された技術

銀塩写真

固定電話

ノートパソコン

オフセット印刷

デスクトップパソコン

電力会社

旅行代理店

証券会社

## 破壊的技術

デジタル写真

携帯電話

スマートフォン

デジタル印刷

iPad、タブレット

分散発電

(自然エネ・燃料電池)

ネット予約

ネット証券

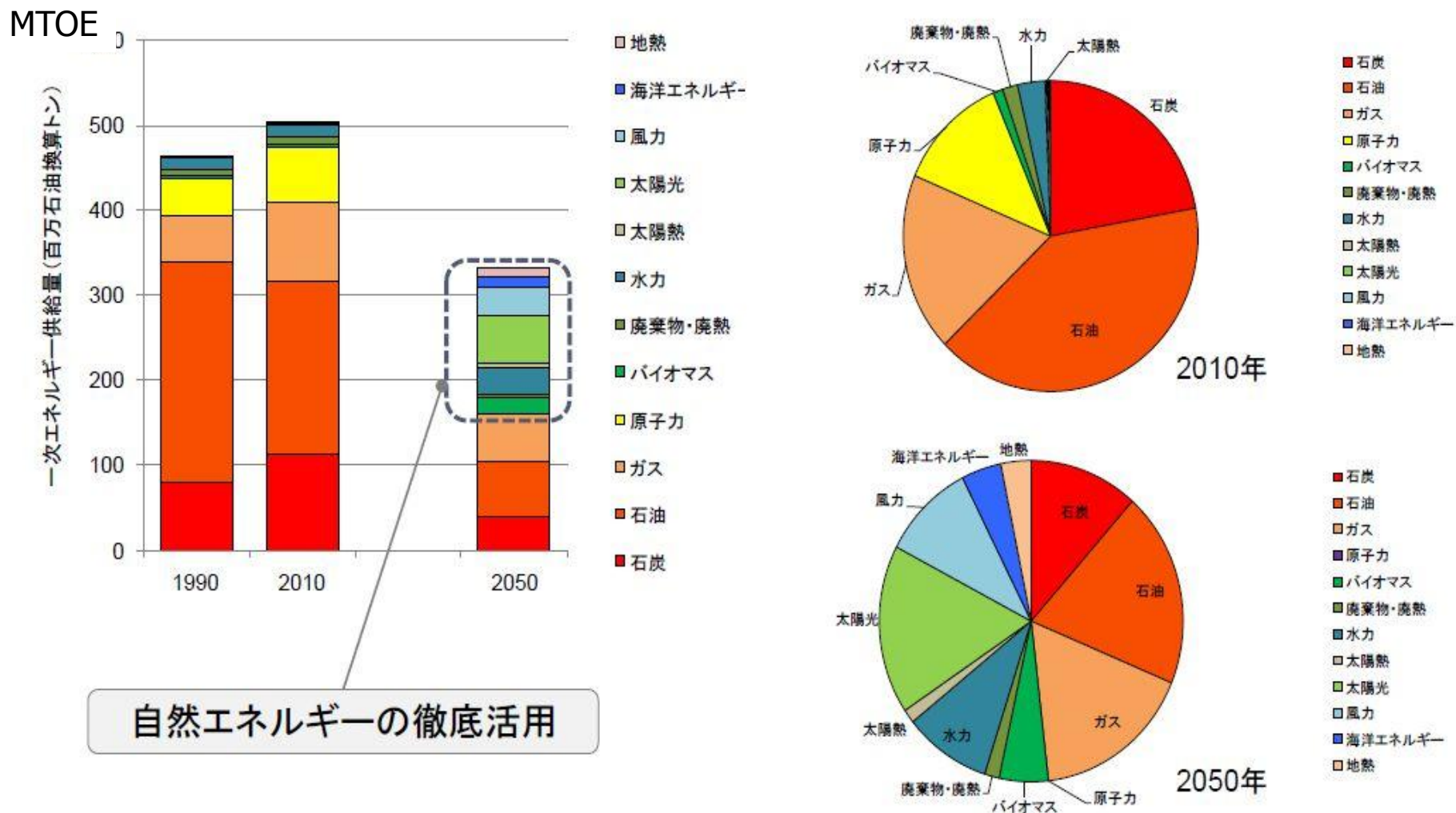
# 原発の割合の選択肢 エネ・環会議

|                       | 2010年    | ゼロシナリオ                 |                        | 15シナリオ                 | 20-25シナリオ              |
|-----------------------|----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                       |          | 追加対策前                  | 追加対策後                  |                        |                        |
| 原子力比率                 | 26%      | 0%<br>(▲25%)           | 0%<br>(▲25%)           | 15%<br>(▲10%)          | 20~25%<br>(▲5~▲1%)     |
| 再生可能エネルギー比率           | 10%      | 30%<br>(+20%)          | 35%<br>(+25%)          | 30%<br>(+20%)          | 25~30%<br>(+15~20%)    |
| 化石燃料比率                | 63%      | 70%<br>(+5%)           | 65%<br>(現状程度)          | 55%<br>(▲10%)          | 50%<br>(▲15%)          |
| 非化石電源比率               | 37%      | 30%<br>(▲5%)           | 35%<br>(現状程度)          | 45%<br>(+10%)          | 50%<br>(+15%)          |
| 発電電力量                 | 1.1兆 kWh | 約1兆 kWh<br>(▲1割)       | 約1兆 kWh<br>(▲1割)       | 約1兆 kWh<br>(▲1割)       | 約1兆 kWh<br>(▲1割)       |
| 最終エネルギー消費             | 3.9億 kl  | 3.1億 kl<br>(▲7200万 kl) | 3.0億 kl<br>(▲8500万 kl) | 3.1億 kl<br>(▲7200万 kl) | 3.1億 kl<br>(▲7200万 kl) |
| 温室効果ガス排出量<br>(1990年比) | ▲0.3%    | ▲1.6%                  | ▲2.3%                  | ▲2.3%                  | ▲2.5%                  |

※比率は発電電力量に占める割合で記載。  
括弧内は震災前の2010年からの変化分。

# ④ 一次エネルギー供給量

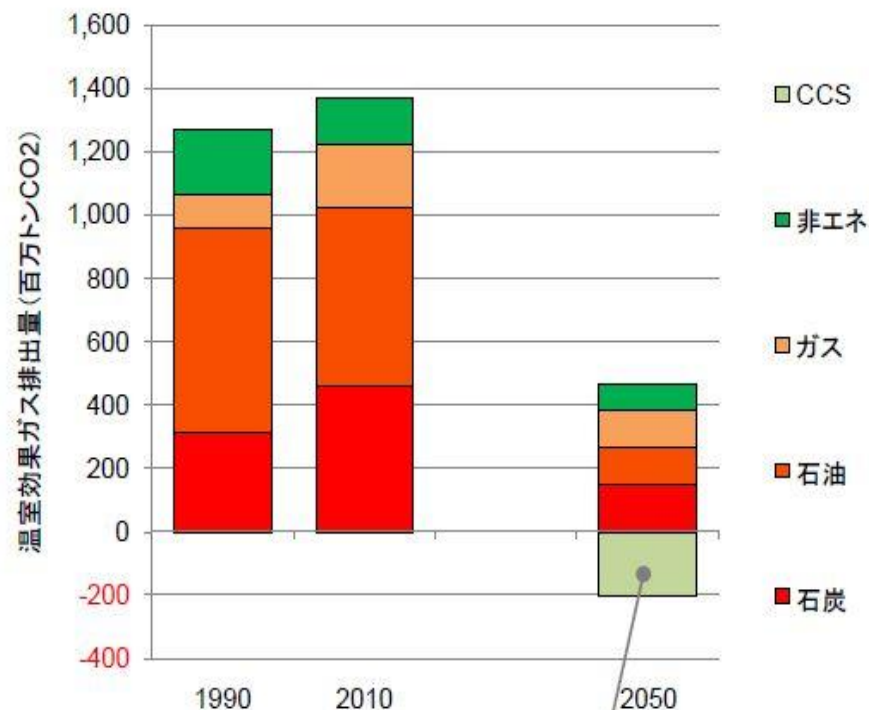
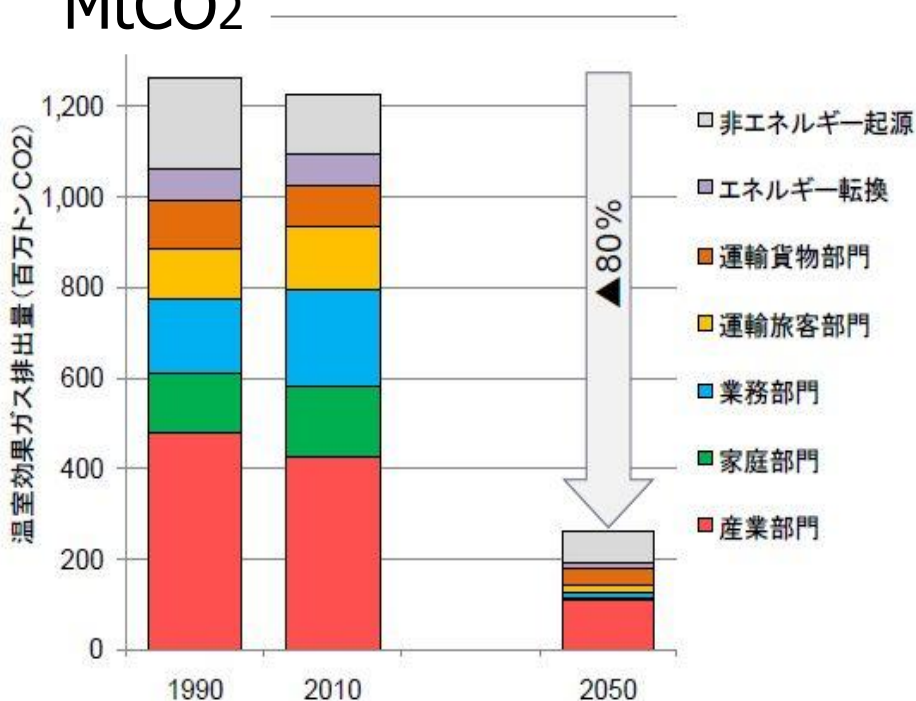
• 2050年にはエネルギーの低炭素化が進み、一次エネルギー消費量に占める再生可能エネルギーの比率が約5割となっている。



## ⑤ 温室効果ガス排出量

- 2050年において前述の技術(スライド13)の組み合わせによって▲80%削減が達成するための姿が示唆された。その際に必要なCCSの量は2億トンCO<sub>2</sub>/年である。
- 2050年において排出量が大きな部門は、産業部門、運輸貨物部門、非エネルギー起源である。

MtCO<sub>2</sub>



CO<sub>2</sub>を回収して貯蔵

# 人類史的イノベーションの実例は何か？

- 火を使いこなす、調理をして食べる、農業の発明、酒の発明
- 材料＝石器、土器、鉄器、織物、紙、ガラス
- 文字の発明、哲学・宗教・数学の発明
- 法律などの社会的システム（ローマ法？）
- 天体望遠鏡→天文学（観察）→哲学から科学へ
- 印刷による知識・記録の普及
- 化石燃料、エネルギー、熱力学、触媒（空中窒素固定）
- 移動：船の実用化、自動車の大量生産、飛行機の実用化
- 電力供給の実現、テレビ・冷蔵庫・洗濯機の普及
- プラスチックと石油化学
- 医薬品、外科手術、抗生物質
- 微細化技術、特に、半導体、部品など
- インターネットの普及、Googleの検索エンジン
- 携帯電話の実用化、ウォークマン、電池の発明・進化

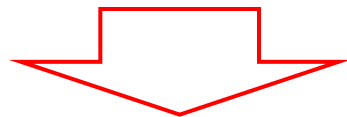
## 福島発の新イノベーション

人類が自然エネルギーだけで生存できるようになる  
完成=CO<sub>2</sub>ゼロエミッション実現 2150年？

- これは人類史的な視点から見ても、重大なイノベーションになりうる項目である
- 比較すれば、
  - 化石燃料の節約は、それほど大きなイノベーションとは言えないのではないか？
  - そうかもしれない！
  - プラスチック系の物質の循環は？
  - 化石燃料起源である限り、それほどのイノベーションとは言えない可能性が高い？
  - 生物起源に変えることは？ 再生速度の縛り！

# 自然エネルギーによる 金属・鉱物の完全循環は？

- これまで、循環は、枯渇を防止するのがメリット
- それに要するエネルギーと二酸化炭素の排出量がデメリットとして問題視
- もしも自然エネルギーだけで、循環が実現できれば、環境負荷面から言えば、完全循環が必然になる
- となると、エネルギー使用量を低減することは、イノベーションと言えなくなるかもしれない。
- 完全循環は、イノベーションなのか？
- **それほど重大なイノベーションではなくなるのか？**

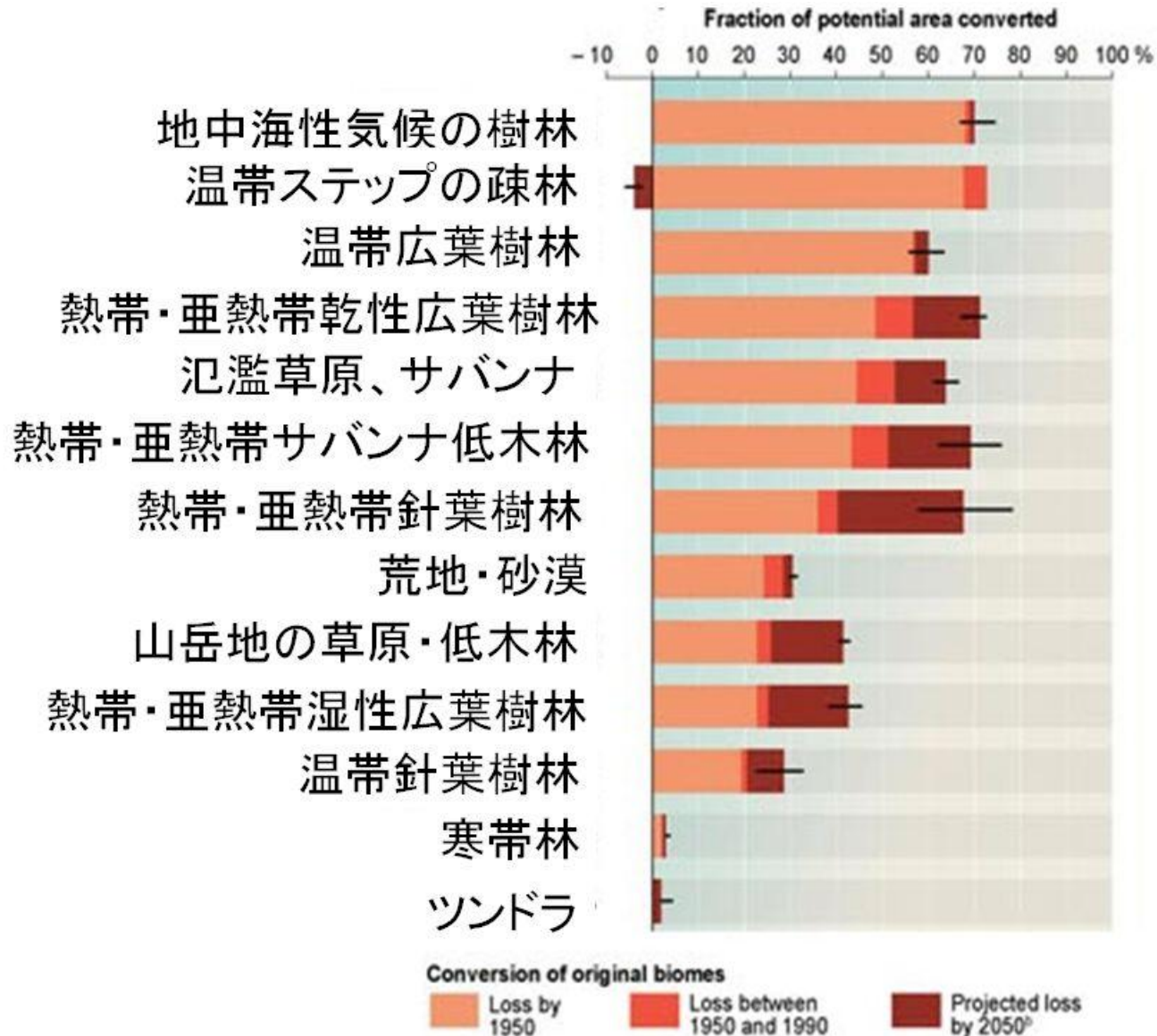


そんなことはない。  
生物多様性を考えると、重大なイノベーション！

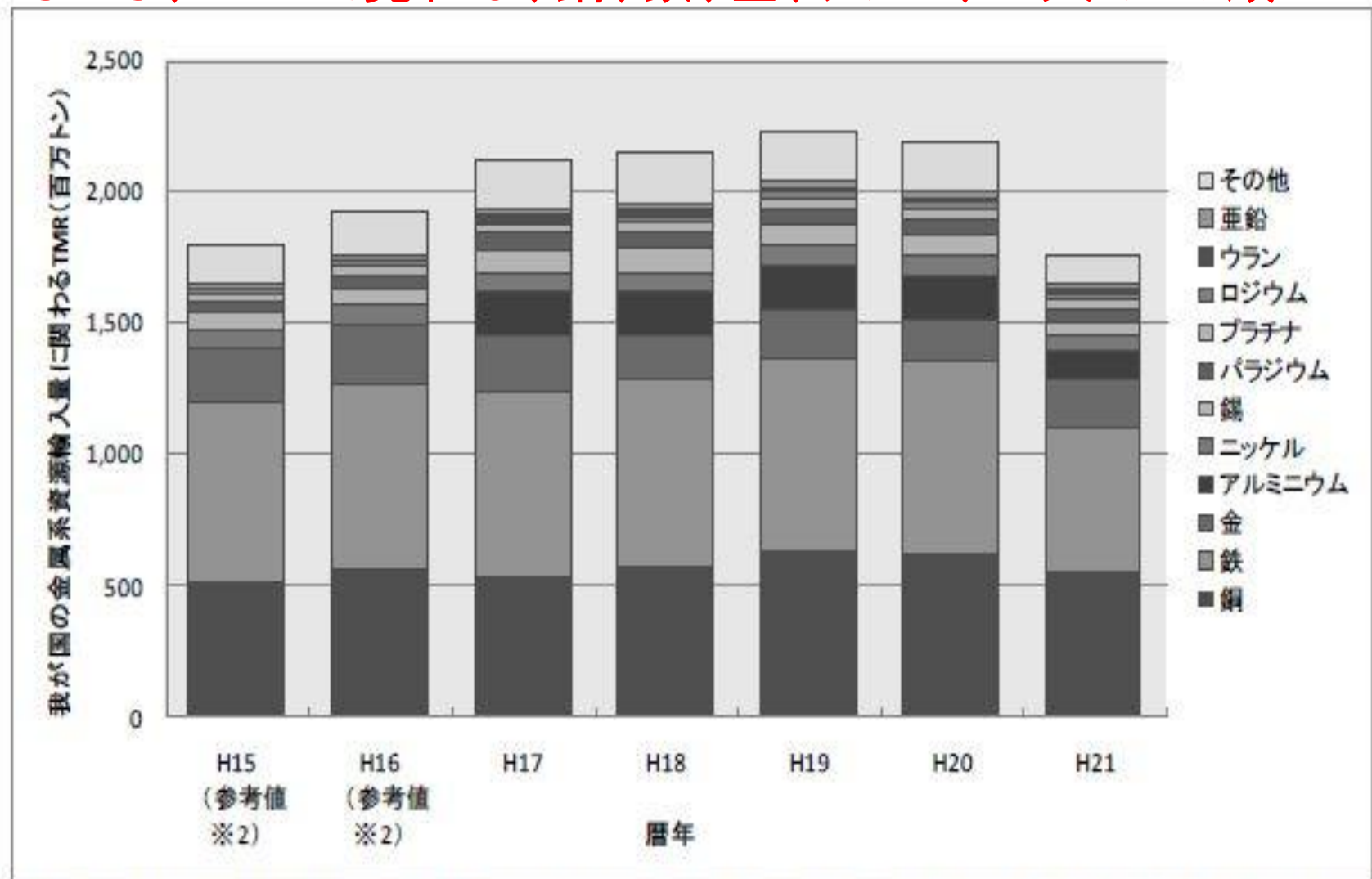


# 持続可能性へのLCAの役割

## 土地利用と人間活動 生物多様性



## しかし、TMRで見れば、銅、鉄、金、アルミ、ニッケルの順



※1 金属資源の並び順は平成21年の金属系資源輸入量に関するTMRの大きい順となっている。

※2 平成15年と16年に関しては、「ケイ素」、「ウラン」、「ヒ素」、「カドミウム」、「水銀」の値が不明であったことから参考値（平成17～21年値は無し）としてのみ示す。

図 18 我が国の金属系資源輸入量に関するTMRの推移

# 新規資源大幅削減・完全循環も？

## 循環型基本法、基本計画への反映

- 1. 循環量を増加させる → やってきた **済!**
- 2. **資源生産性**を向上させる → もう少々内容を  
**結局のところ、経済状態を反映し難しいか？**
- 3. 循環を水平に近い形態 → まだ一部  
**水平にする意味は何か**
- 4. そもそも使用量を削減する → 最終解

# 日本全体で元素をいかに使うか

- **使用量を圧倒的に減らす技術** → 元素戦略
  - 経産省、文科省の共同プロジェクト
  - 東工大の細野秀雄教授の研究がキッカケ
  - $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$  で透明導電性
  - これまでは、In、Sn、Cd、などが必須
- できるだけ水平循環を行うこと
- 現在の価格では難しいものは、使用済製品の備蓄をすることは？

日本の

態の中で

- 反省＝  
ではな

の理状況

未知の宇宙  
人類

れたと考え、  
自す！

