

# 世界は2015年に大転換時代に突入した ～地球と人類からの要請に応えるのは再び「びん」なのか～

安井 至

(一財)持続性推進機構 理事長

(独)製品評価技術基盤機構 名誉顧問・前理事長

東京大学名誉教授・国際連合大学元副学長

環境省:中央環境審議会委員 & 地球環境部会長

経産省・NEDO:ICEFステアリングメンバー & 未踏チャレンジPD

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

21年目 913万アクセス感謝

# 2015年に何が起きたか？

- **2015年9月25日 SDGsが採択**
  - 世界のリーダー達が、ニューヨークの国連本部に参集し、持続可能な開発のための2030アジェンダ (SDGs)を採択。
- **2015年12月12日 パリ協定が採択**
  - 気候変動枠組み条約に基づく「パリ協定」が採択されて、温暖化を2°C未満にすること、今世紀の後半にはNet Zero Emission (CO<sub>2</sub>の排出量をほとんどゼロにする)が合意された。
- **2015年9月16日 日本でもESG投資**
  - 年金積立金管理運用独立行政法人は、平成27年9月16日、国連責任投資原則の署名機関に。

- 日本の現状は？ = 恐らく、世界の状況から2周ちょっと遅れた。
- 現在の“競争”は、 $14000m = 400m \times 35$ 周（1年に1周）のトラック長距離と似ている。
- 2015年のSDGsとパリ協定が号砲だった。
- 1年間にトラック1周がノルマ。
- しかし、日本企業で走り出したのは、まだ、100社足らず。残りの企業は、まだ、スタートラインの後ろに。
- グローバル企業の評価基準は変わった！
  - 「CDP、RE100、SBTなど」に真剣に取り組んでいるか。
  - ESG投資（Environment、Society、Governance）を理解しているか。
  - 最難関：パリ協定の「気候正義」を説明できるか。

# 大原則：環境対応には「先行者利益」がある

- 環境問題に対応するとき、「遅れた者には負の利益配分」という原則を重視すべき。
- 環境先行企業である証明＝いくつかの団体に加盟
  - RE100 “100% Renewable” 企業数：119
    - Apple, BMW, GM, HP, Johnson-Johnson, Nestle, Philips, TATA Motors, Unilever, Walmart etc.
    - ほぼ、米国とEUの企業
    - 例外：2 Chinese, 1 Indian, 3 Japanese
  - Science Based Targets 企業数：333

RICOH,  
SEKISUI House  
ASKUL

## Approved Targets

- Daiichi Sankyo, Dentsu, FUJIFILM, Fujitsu, Kawasaki Kisen, Kirin, Komatsu, Konica Minolta, LIXIL, Nabtesco, Panasonic, Ricoh, SONY, TODA

# RE100参加企業の動向予測

- 現時点では、自社が「再生可能エネルギー100% (RE100)にすることを宣言している」だけ。
- そのうち、下請けの各社もRE100にして、「自社の製品をRE100にすることを目指すことがほぼ確実である」。
- そうなったとき、日本のような自然エネルギーによる電力の購入が難しい(不可能な)国は、例えば、Appleから見放される。
- 特に、石炭を推進している日本は厳しい。
- これが、日本の産業が破滅する「新しいパターン」になりそう。

# 機関投資家がESG投資に動き始めた

## ■ 先進国の例

- ノルウェー政府年金基金、カリフォルニア州政府
  - 対象企業に「**気候変動対策に有能な役員がいるか**」をチェックしはじめた。
  - 日本企業からの出資の引き上げ！ **電力5社 = 中国電力、北陸電力、四国電力、沖縄電力、J-Power**
  - 観察中が2社：北海道電力、東北電力 理由は石炭
- スウェーデン年金基金
  - 「投資ポートフォリオの脱炭素化」を開始
- CDP: 投資情報サービス
  - 企業姿勢を注視。対策のみならず、業界団体への関与、R&D等から、気候変動に対する一貫性を見ている。
- 日本でも、GPIFがPRIに署名（2015年9月）<sup>6</sup>

# ICEF2016におけるShellのメッセージ

- Shellの重要な役割は、人々にCO<sub>2</sub>排出量の少ないエネルギーを、より多く供給するための新たな方法を見出すこと。(  )
- cf. 日本の某企業：**途上国には安価な電力が必要であり、それには石炭発電が必須**。高効率石炭発電所を作り、可能な限りCO<sub>2</sub>排出量を減らす。
- 比較：**言っていることの内容は、それほど違わない**。「石炭」という古くネガティブなイメージと、すでに持っている技術を使うというイメージが大きな違い。  
⇒ それが既得権益をイメージさせる。

## 第一部

# 日本人が理解できない「パリ協定の真意」

～なぜ『Climate Justice』なのか？～

～パリ協定はカイゼンではなく**転換**を強制している？～

# Paris Agreement 序文の一部

---

- Recognizing the importance of the conservation and enhancement, as appropriate, of sinks and reservoirs of the greenhouse gases referred to in the Convention,
- Noting the importance for some of the concept of "climate justice", when taking action to address climate change,

# “Net Zero Emission” in Paris Agreement

- Article 4
- 1. In order to achieve the long-term **temperature goal** set out in Article 2, Parties aim to reach global peaking of greenhouse gas emissions as soon as possible, recognizing that peaking will take longer for developing country Parties, and to undertake rapid reductions thereafter in accordance with best available science, **so as to achieve a balance between anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases in the second half of this century, on the basis of equity, and in the context of sustainable development and efforts to eradicate poverty.**

# パリ協定が定義した『未来』は？

- それはなんと「正義」に基づくものだった
- 今世紀後半のどこかでのNet Zero Emission
- 現時点から見れば「望ましい未来」ではないかもしれないが、人類のために「実現しなければならない未来」
- しかも、最新の科学的知見がその背景にある
  - CO<sub>2</sub>の大気中濃度の半減期は、数1000年(?)
  - となると、100年程度のヒトの寿命を基準とすれば、「ひとたび、上昇した気温は下がらない」
- 気候変動の最大のリスクは、海面上昇にある
  - 「気温上昇が海面上昇を招く」
  - 「気温は低下しない」
  - 「ひとたび、上昇した海面は下がらない」

陸氷の融解による海面上昇は止まらない

Temperature

CO<sub>2</sub> Emission

メタンとN<sub>2</sub>Oは  
農業生産に比例  
すなわち  
人口に比例？

Other GHG Emission

1950

2000

2050

2100

2150

2200

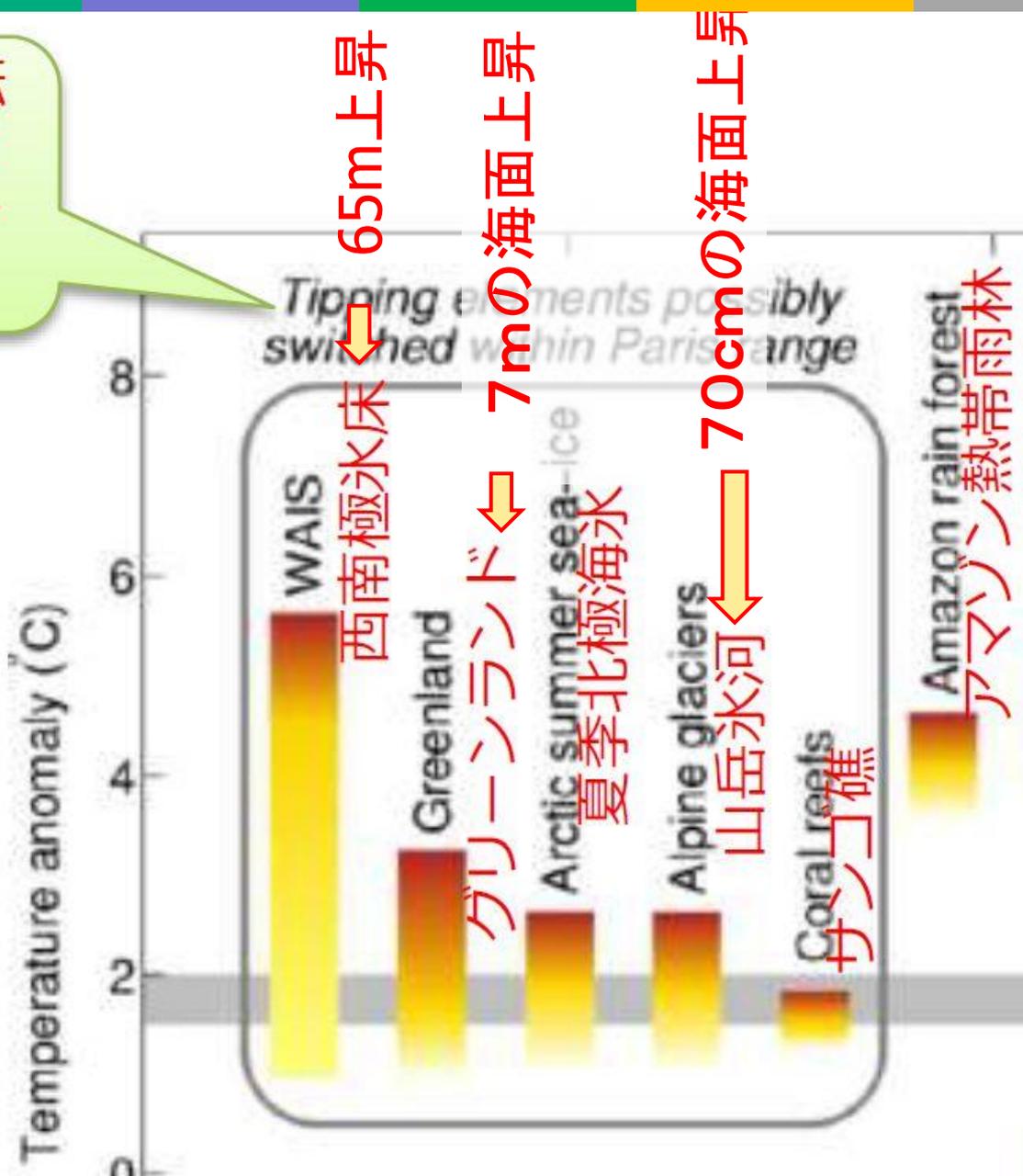
Net Zero Emission

# 気温上昇とティッピング（不可逆）エレメント

1.5°C~2°Cの間で転換する可能性のあるティッピング・エレメント

グリーンランド

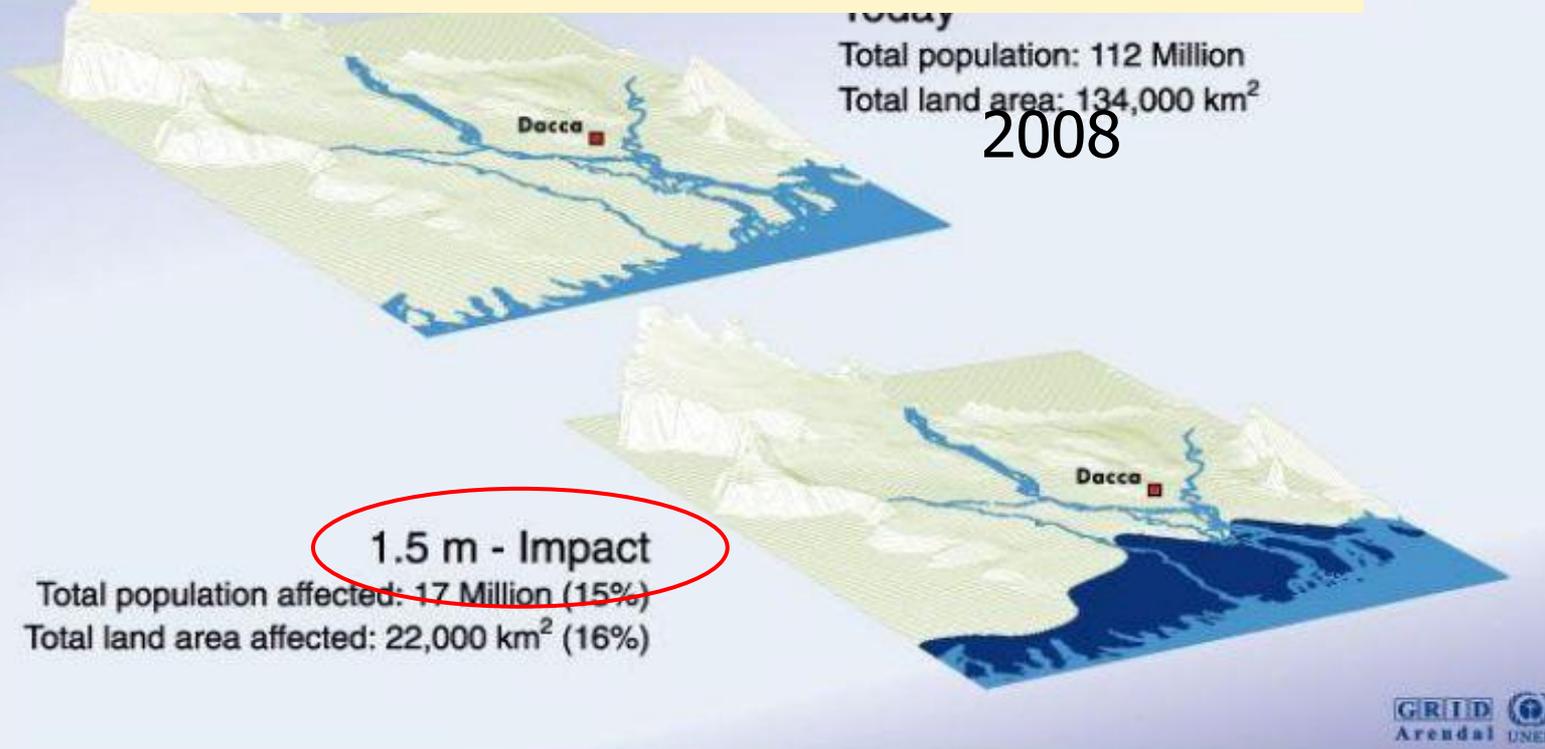
7mの海面上昇の予測  
ただし、4°C Upでも700~1000年後？



# 国際交渉リスクのために、2°Cは必須の条件 なぜ？

## Potential impact of sea-level rise on Bangladesh

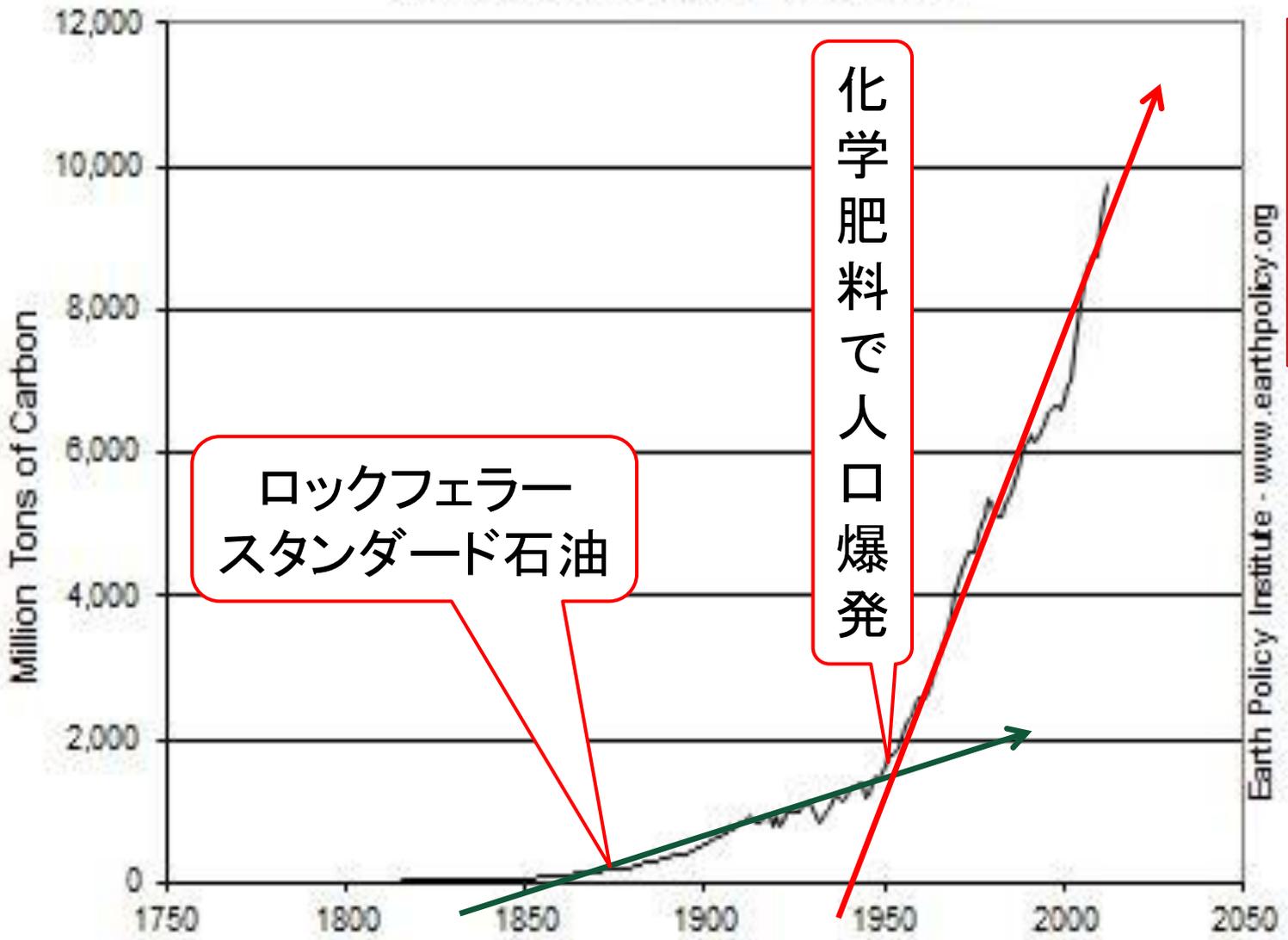
### バングラデシュの海面上昇による国土の喪失



海面上昇と異常気象による環境難民問題

2. 5°C上昇で始まる(?) 7mの海面上昇  
=「不正義」だからゴールには不適切

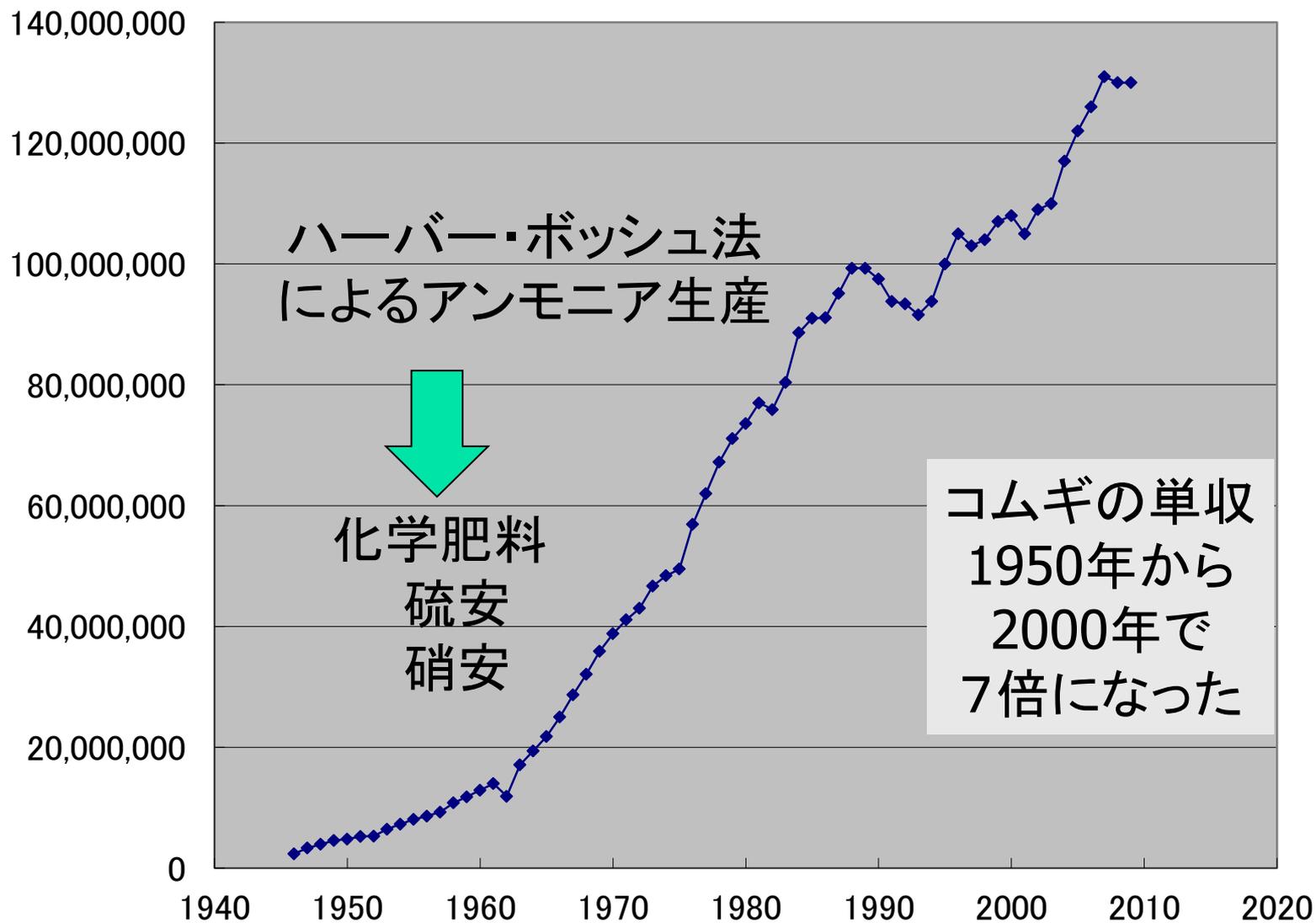
# 化石燃料燃焼による二酸化炭素排出量



大量消費社会

Source: EPI from BP; CDIAC; USGS

# Nitrogen Fixed Metric Tons



ハーバー・ボッシュ法は、**全エネルギーの1%を消費**

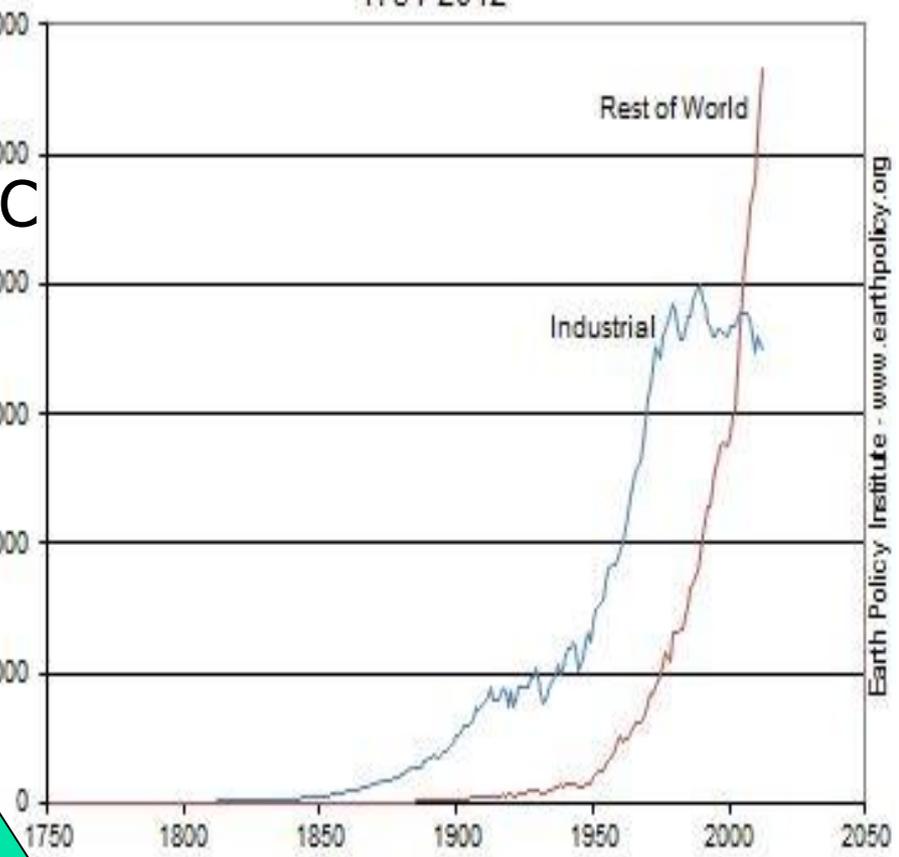
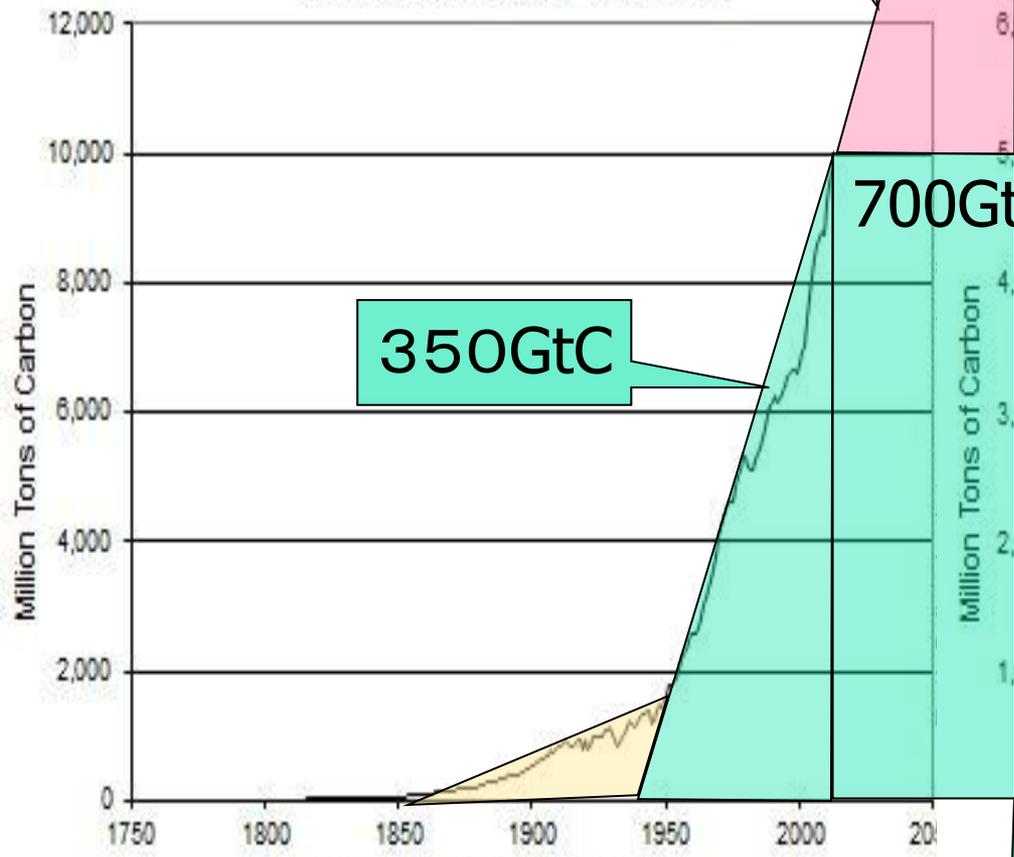
# CO<sub>2</sub>排出量/年 Mton-C/Year

世界全体 350GtC

工業国とその他

Global Carbon Dioxide Emissions from Fossil Fuel Burning, 1751-2012

Carbon Dioxide Emissions from Fossil Fuel Burning in Industrial Countries and the Rest of the World, 1751-2012



Source: EPI from BP; CDIAC; USGS

Source: EPI from BP; CDIAC

2080年

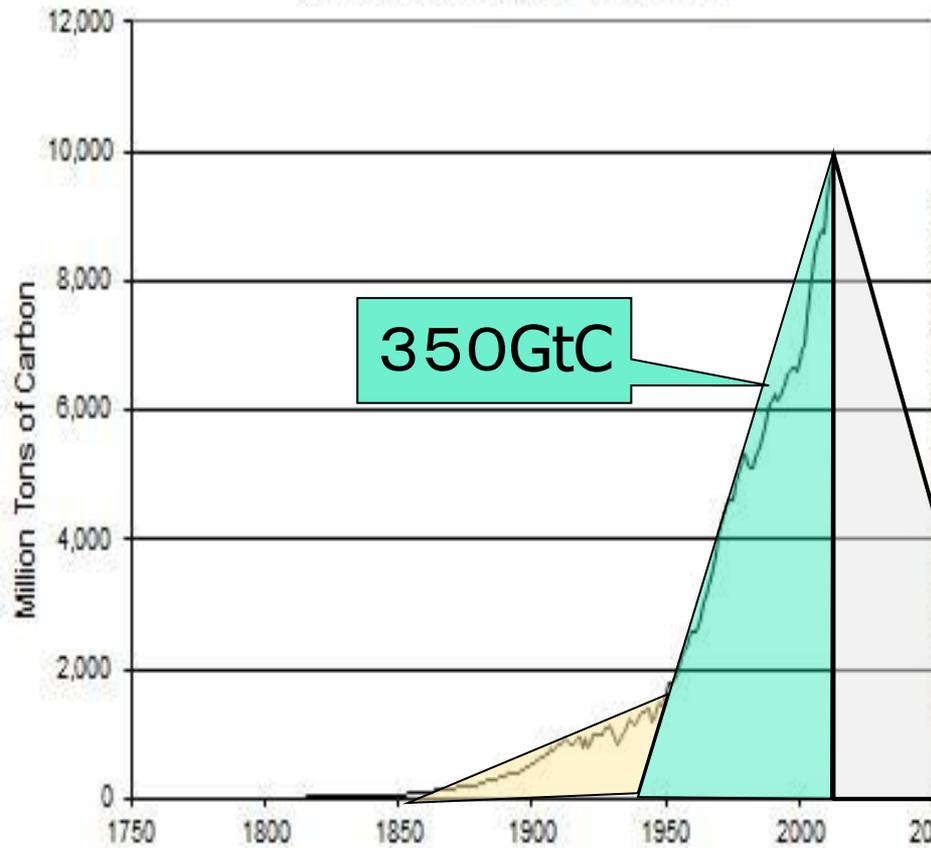
# CO<sub>2</sub>排出量/年 Mton-C/Year

## 世界全体

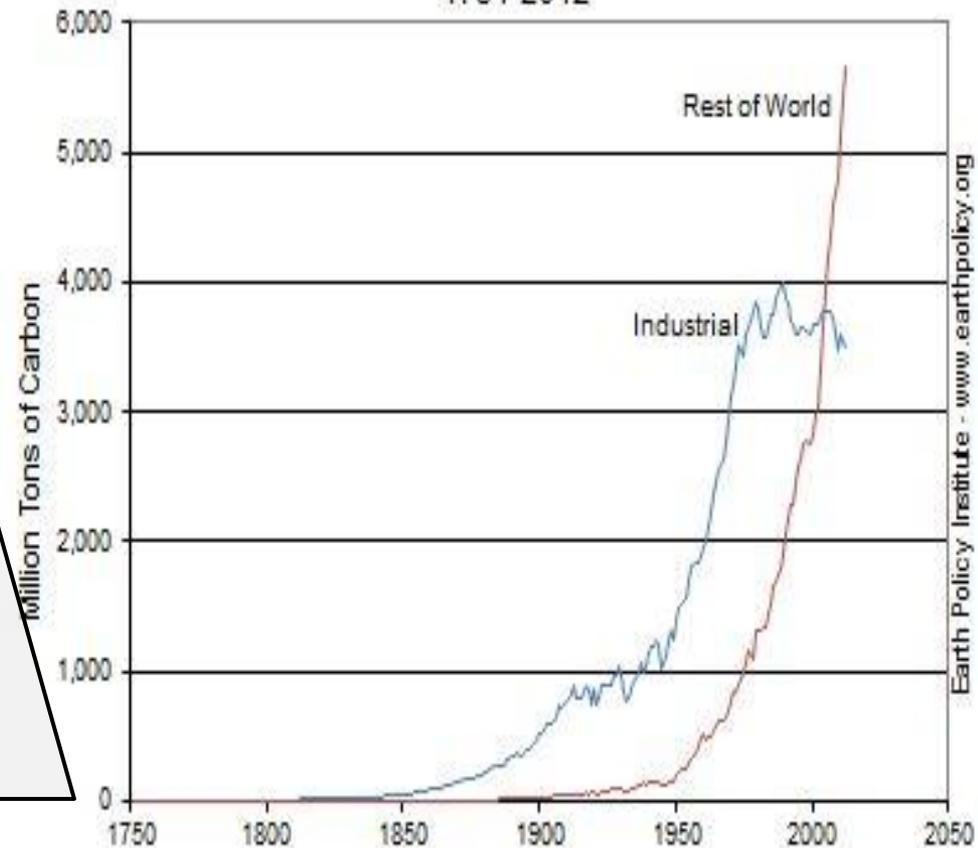
## 工業国とその他

Global Carbon Dioxide Emissions from Fossil Fuel Burning, 1751-2012

Carbon Dioxide Emissions from Fossil Fuel Burning in Industrial Countries and the Rest of the World, 1751-2012



Source: EPI from BP; CDIAC; USGS



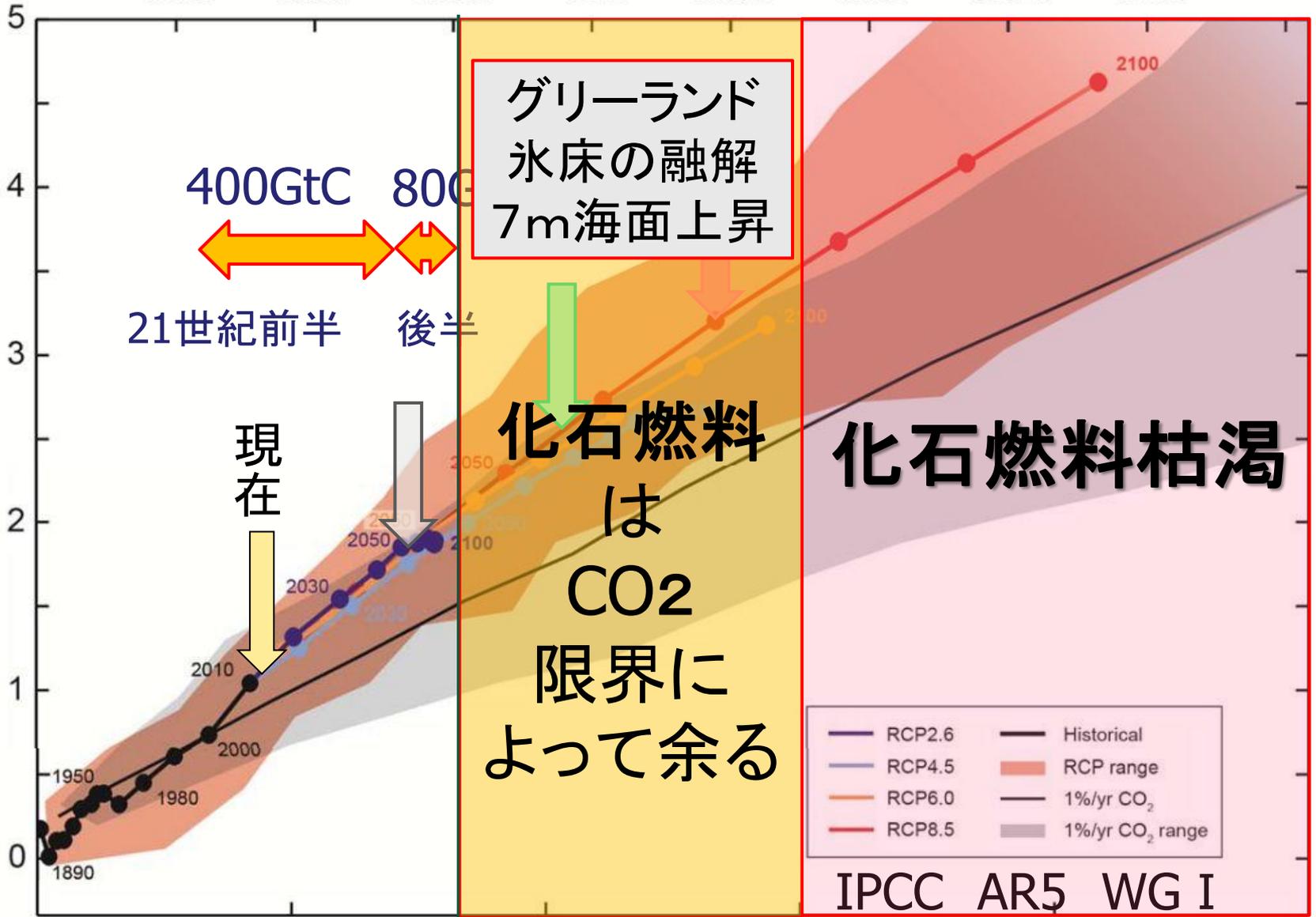
Source: EPI from BP; CDIAC

Earth Policy Institute - www.earthpolicy.org

Cumulative total anthropogenic CO<sub>2</sub> emissions from 1870 (GtCO<sub>2</sub>)

1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000

Temperature anomaly relative to 1861-1880 (°C)



400GtC 80GtC  
21世紀前半 後半

グリーンランド  
氷床の融解  
7m海面上昇

現在

化石燃料  
は  
CO<sub>2</sub>  
限界に  
よって余る

化石燃料枯渇

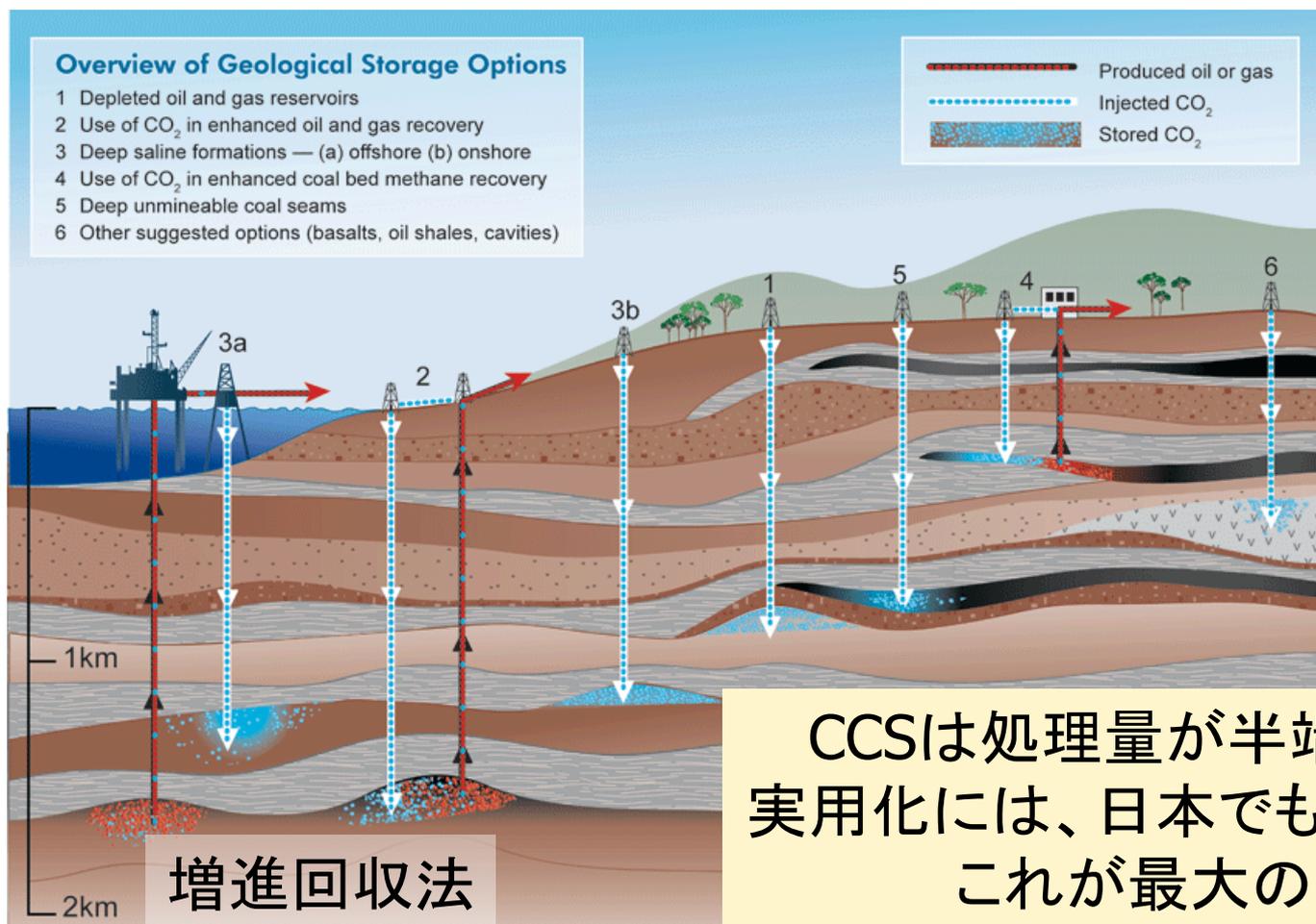
- RCP2.6
- RCP4.5
- RCP6.0
- RCP8.5
- Historical
- RCP range
- 1%/yr CO<sub>2</sub>
- 1%/yr CO<sub>2</sub> range

IPCC AR5 WG I

0 500 1000 1500 2000 2500

Cumulative total anthropogenic CO<sub>2</sub> emissions from 1870 (GtC)

# CCS = Carbon Capture and Storage

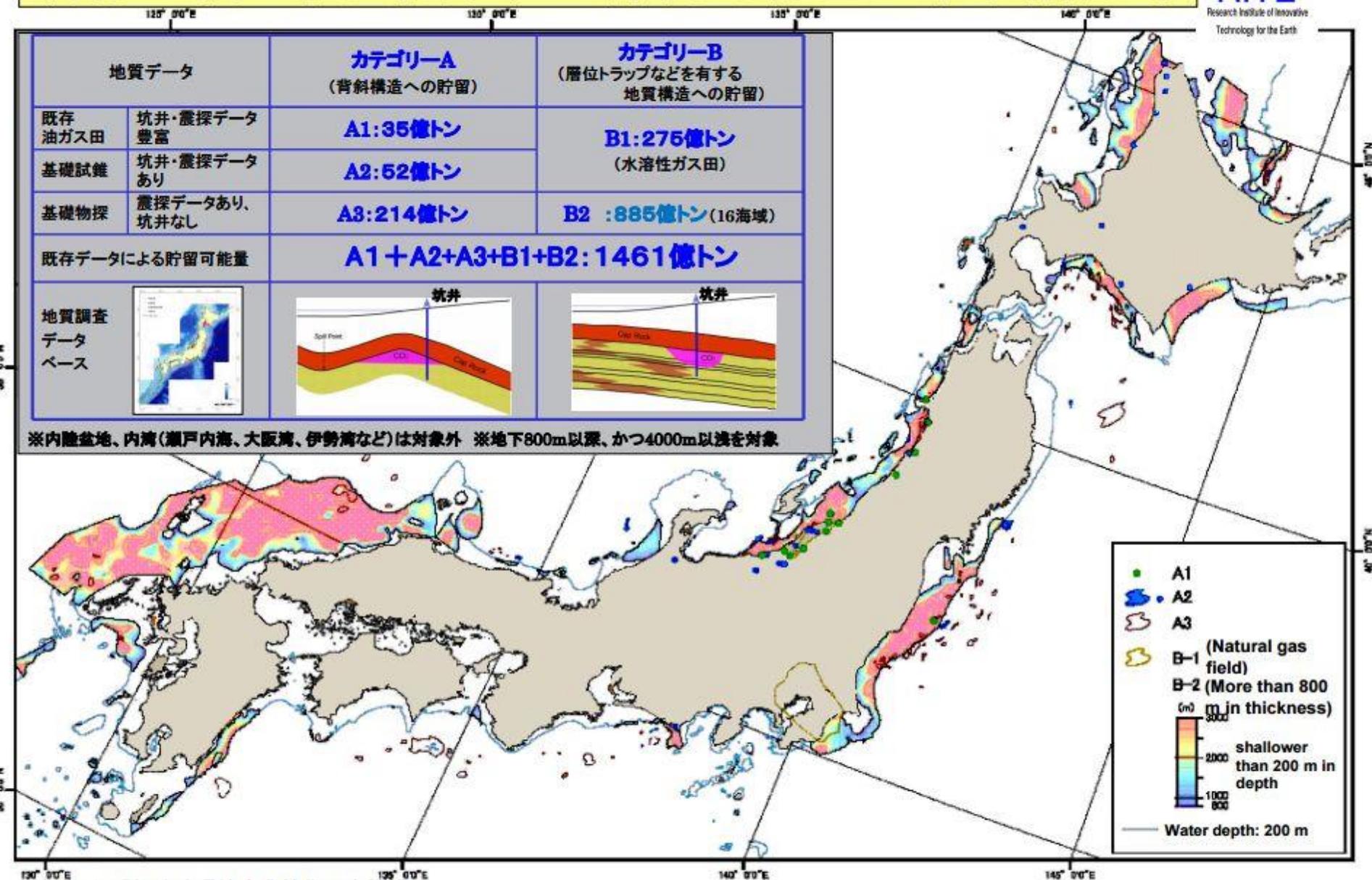


石油は水素とCO<sub>2</sub>に分離し水素を輸出

CCSは処理量が半端ではない  
実用化には、日本でも1億トン／年  
これが最大の問題

Cost of CCS = \$30/ton-CO<sub>2</sub> = **\$12.5/Barrel** (for Petro)  
Cost for separation, liquefy and storage

# 既存の調査例：沿岸域の貯留可能量と帯水層分布



出典：(公財)地球環境産業技術研究機構

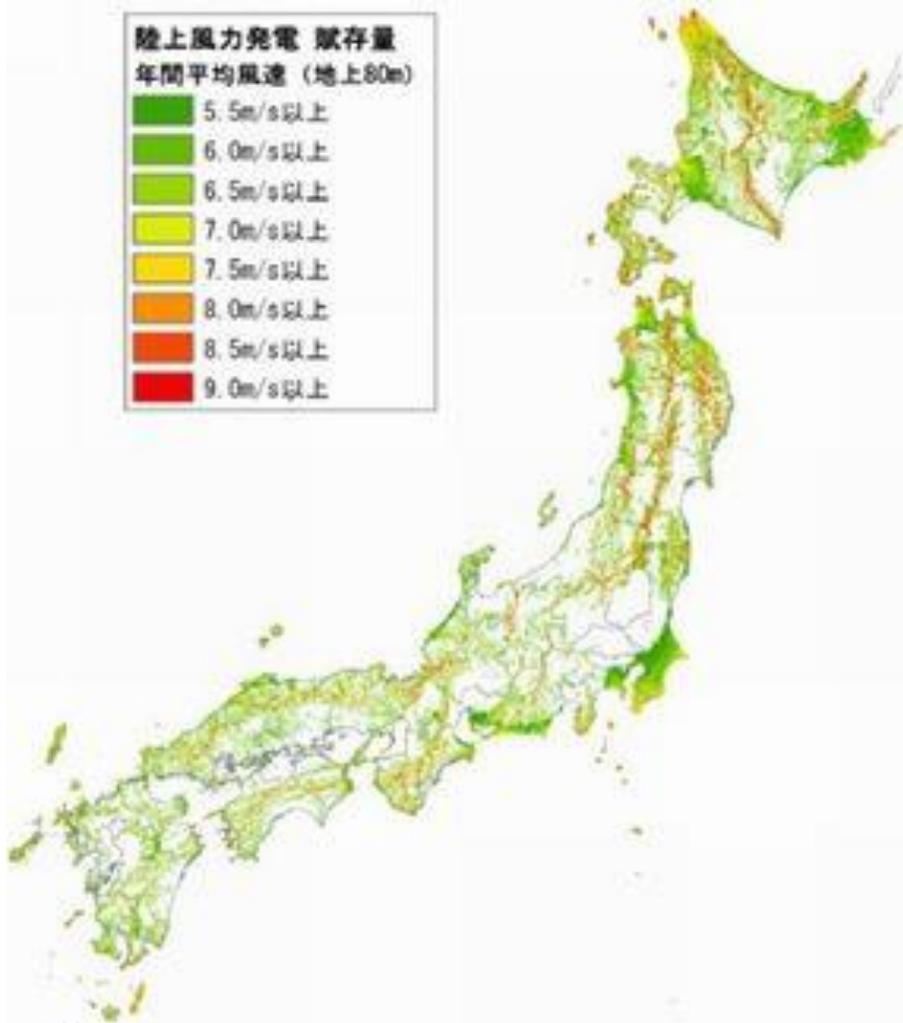
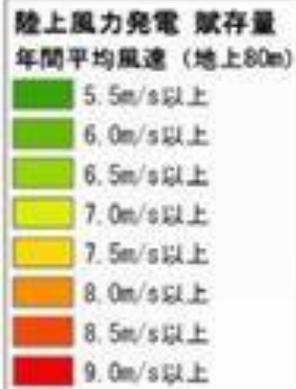
- 天然ガスの組成 メタン  $\text{CH}_4$ である
  - $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \Rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
  - 16gのメタン 44gの二酸化炭素(メタンの2.75倍)
- 石油の組成
  - 炭素 83~87%、水素11~14%
  - 単一化合物としては、 $\text{C}_8\text{H}_{18}$ なら、炭素分84%
  - $\text{C}_8\text{H}_{18} + 12.5\text{O}_2 \Rightarrow 8\text{CO}_2 + 9\text{H}_2\text{O}$
  - 114gのオクタン 352gの二酸化炭素(3.08倍)
- 無煙炭の組成  $\text{C}_{10}\text{H}_2$ ぐらい
  - $\text{C}_{10}\text{H}_2 + 11\text{O}_2 \Rightarrow 11\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
  - 112gの無煙炭 484gの二酸化炭素(4.32倍)

# 結局、石炭だ天然ガスだという議論では問題は解決しない

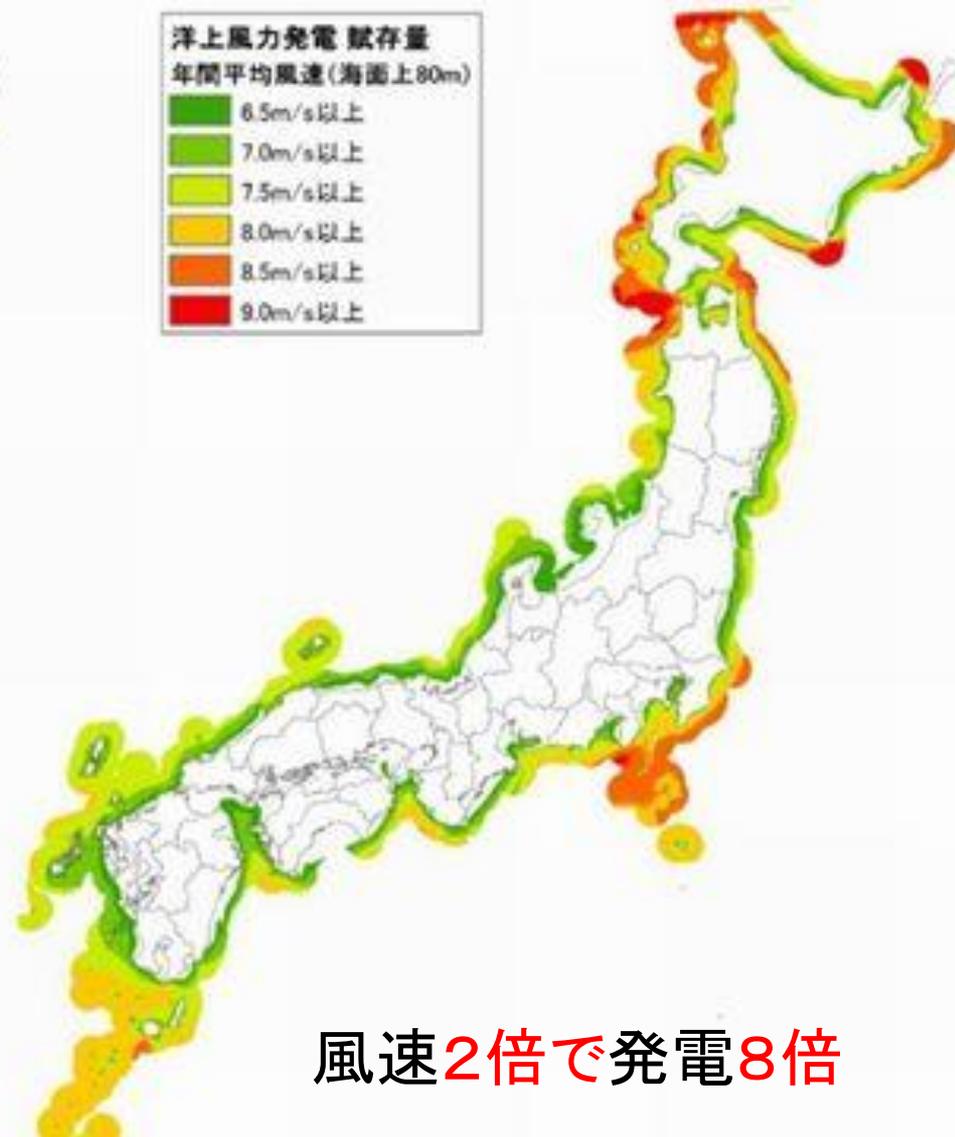
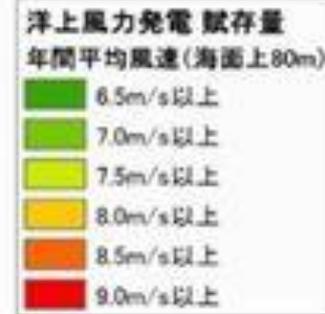
- 最初からNet Zero Emissionを最終到達点として、そこからのバックキャスト的発想によって、何をすることが重要なのか、といった議論が最終型であるものと思われる。
- 再生可能エネルギーこそ、地理的にほぼ決っている。
- 日本列島という場合は、再生可能エネルギーには非常に不利である。
- 砂漠地帯は太陽電池に有利：2円／kWhも。

# 風力ポテンシャルマップ

## 陸上風力



## 洋上風力



発電量 = 風速の3乗に比例

風速2倍で発電8倍



# 地熱の発電 ポテンシャル

- 北海道
- 東北
- 北陸
- 群馬・長野
- 静岡
- 大分・熊本

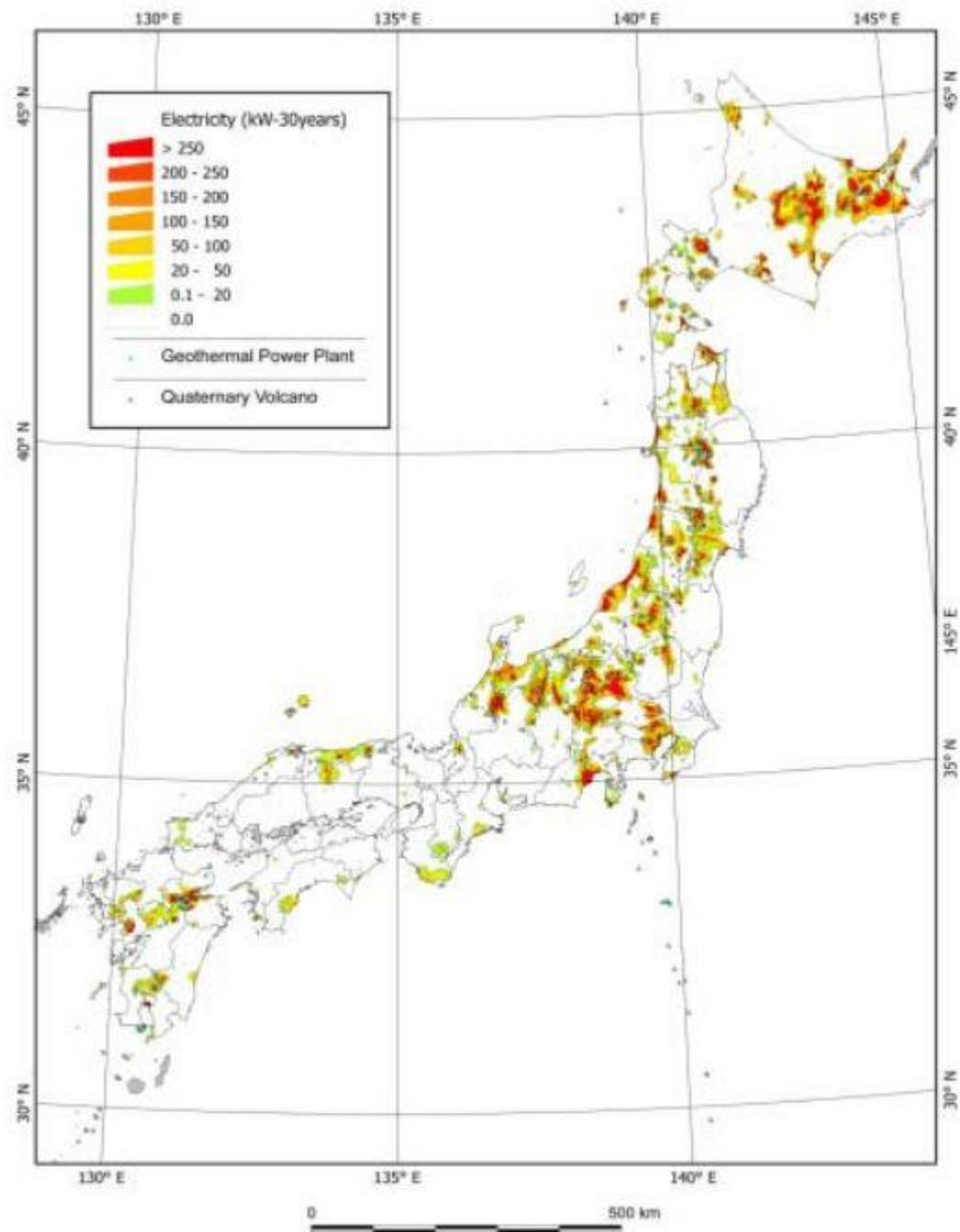


図 6-2 53~120°C以上の熱水系地熱資源量密度分布図

# エネルギー以外：今の技術では 対応出来ないことが余りにも多い

- 化石燃料起源のモノは、燃やせない。
- プラスチックは何から作る？
- 当然、バイオマスは不足。
- OA紙などは無いかもしれない。
  - (新聞紙は確実に無い)
- 鉄・セメントは作るなら ⇒ CCSが必須。
- 電力以外のエネルギー源は、ほぼ無い。
- 備蓄が可能なエネルギー源が弱い(石油比)。
- 高熱を要するガラスは大変。

# Net Zero Emission時代の製造業

## 様々な困難が待ち受ける

- **鉄鋼業**: 鉄鉱石の還元を水素だけでできるか
- **電炉のみ**で鉄の供給量を満たせるか
- **非鉄金属のリサイクル**: CO<sub>2</sub>ゼロで可能か
- **セメント製造**: 石灰岩を使わない方法はあるか
- **石油化学による製品**: 燃やすとCO<sub>2</sub>がでるので焼却ができなくなるか
- **石化製品のすべてをバイオ原料**で作れるか
- **ガラス製造**: 再エネの電力のみで製造できるか
- **都市ガス**: 水素のみで供給するのか。鉄パイプは使えるのか

# 2050年には何ができないか

- 化石燃料を使うなら、CCSが必須。日本国内だとかなり苦しい。
- しかし、二酸化炭素の排出が不可欠と考えられている産業がある。
- 鉄鋼業、セメント製造、プラスチックの焼却

石油を原料とした使い捨て容器は使えない。  
バイオ原料からのプラ容器は使えるが、バイオ資源にも限界がある。

- 何ができるのか = 全部が電力のみのもの。

# 化石燃料によるガラスびん製造

- ガラスは、電気溶融が不可能ではない。
- しかし、ガラス原料からいきなり電気溶融を行うことは不可能
- となると、電力でプラズマを発生させて、原料を一旦溶融し、その後、電気溶融炉に供給するといった新プロセスが不可欠になるか。
- 製瓶プロセスもなんとかなるだろう。

# ガラスリユース容器の環境負荷

- ガラス製造のエネルギー消費(≒二酸化炭素排出)は、多数回利用によって少ない。
- 10回使えば、1/10という計算になる
- しかし、問題は、輸送過程で使われるトラックの燃料の使用によるエネルギー消費(CO<sub>2</sub>)
- そのため、ガラスびんリースは、100km程度までの範囲内での再利用を目指すべきである、  
された。



CO<sub>2</sub>ゼロが可能

- 2050年には、トラックも電気トラックが担っている可能性が高い。 となると????

# ICEFという国際会議

## Innovation for Cool Earth Forum

- **安倍首相が提唱**『新しい国際会議、ダボス会議のエネルギー環境版を提唱したい。世界の政策決定者、ビジネス界、研究者などが参加し、気候変動に対処するイノベーションのあり方について、語る会議である。』



- 日本のイノベーションの特徴
  - Sharp・Kaneka 太陽電池の変換効率で世界最高達成
- SCANIA/Siemensのイノベーション ランク外
  - トロリートラック 日本で有力なのは、水素燃料電池トラック



# 結論

- CO2ゼロは今世紀の最大の価値である。
- 日本社会は「気候正義」という言葉を知らない。
- そのため、世界が「大転換時代」に入ったことを認識していない。
- 今こそ、**見たことのないイノベーション**を実現するといった思い切った対策が不可欠
- 現世代：トロリートラックを見たことはない
- リュースびんを見たことのない世代に見せよう