

中央環境審議会地球環境部会  
第3回気候変動に関する国際戦略専門委員会

# 気候変動問題と技術の役割

平成16年7月23日

# 目的

- 気候を安全なレベルで安定化させるために何らかの中長期的な目標を設定
- そのような目標を達成するため、温室効果ガスの排出シナリオの検討も必要

→このようなシナリオにおける技術の展望、開発・導入に要する時間及び制度との関係について検討する。

# 技術に関する三つの論点

1. 対策技術の展望
2. 技術の開発・導入に要する時間
3. 技術の開発・普及と制度

# 論点 1

## 対策技術の展望

# 対策技術の具体例

	エネルギー効率の向上 (主に需要側の技術)	炭素集約度の低減(主 に供給側の技術)	その他
既存技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高性能工業炉</li> <li>・高効率ヒートポンプ</li> <li>・建築物や住宅のエネルギー管理システム</li> <li>・LED照明</li> <li>・ハイブリッド自動車</li> <li>・水素吸蔵合金</li> <li>・燃料電池自動車</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・天然ガスコンバインドサイクル発電</li> <li>・燃料電池コージェネレーション</li> <li>・低コスト・高効率太陽光発電</li> <li>・超耐熱材利用高効率発電</li> <li>・超電導発電機・送電ケーブル</li> <li>・核融合</li> <li>・宇宙太陽光発電</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・森林吸収源増強</li> <li>・農畜産物起源N<sub>2</sub>O・CH<sub>4</sub>除去触媒</li> <li>・炭素隔離・貯蔵技術</li> </ul>
革新技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バイオテクノロジー利用素材</li> </ul>		

注)ここでは気候変動緩和効果の観点から、可能性のある技術をリストアップしたが、その他の環境影響や社会への影響もありうることに留意が必要。

# CO<sub>2</sub>削減の手段

$$\text{CO}_2\text{排出量} = \text{活動量 (生産量など)} \times \frac{\text{エネルギー消費量}}{\text{活動量}} \times \frac{\text{CO}_2\text{排出量}}{\text{エネルギー消費量}}$$

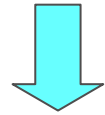


CO<sub>2</sub>排出量を削減するためには、

無駄な生産・消費の見直し



エネルギー効率の向上



炭素集約度(\*)の低減

\*炭素集約度・・・単位エネルギー当たりの炭素排出量

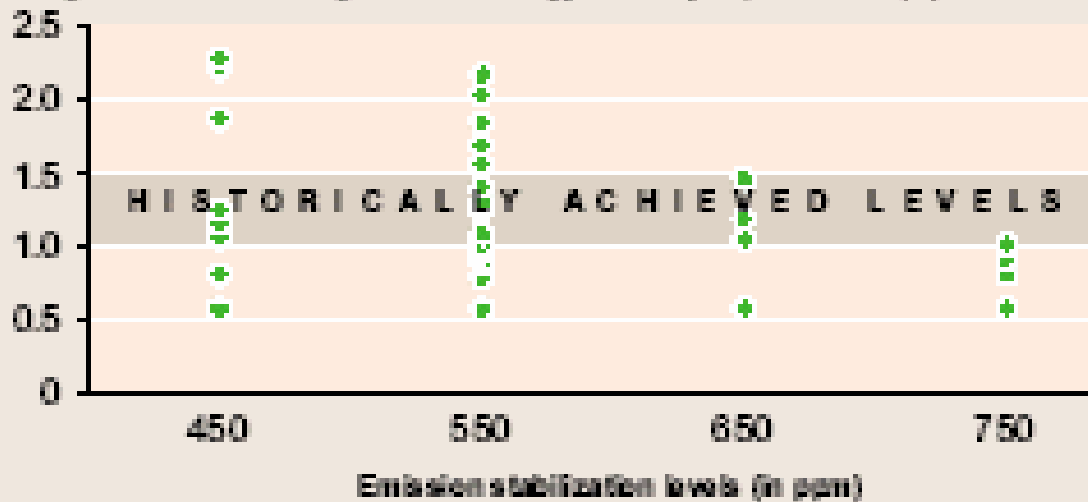
# 安定化目標と「エネルギー効率の向上」

シナリオ達成に必要なエネルギー効率の向上は、450ppmの安定化目標でさえ、歴史的に実績のある年率の範囲内が多い。

## Acceleration of energy system change

(a) Ranges of rates of energy-intensity change in different mitigation scenarios provided by different models and model runs for 1990-2100

Long-term annual average rate of energy-intensity improvement (%)

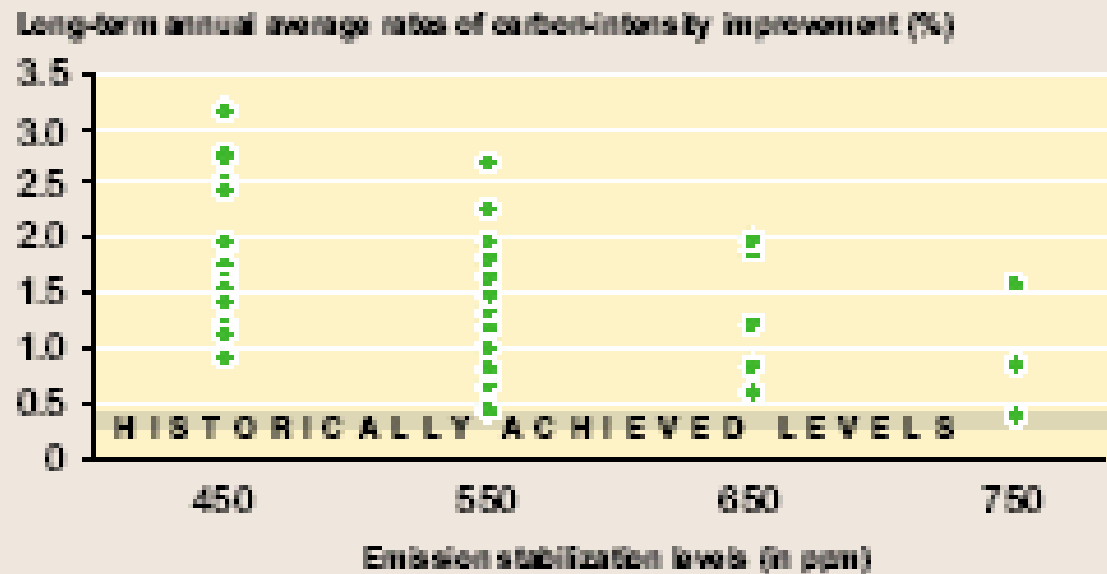


(出典) IPCC第3次評価報告書(2001)

# 安定化目標と「炭素集約度の低減」

シナリオ達成に必要な炭素集約度の低減は、どの安定化目標でも、歴史的に実績のある年率を超えている。

(b) Ranges of rates of carbon-intensity change in different mitigation scenarios provided by different models and model runs for 1990-2100



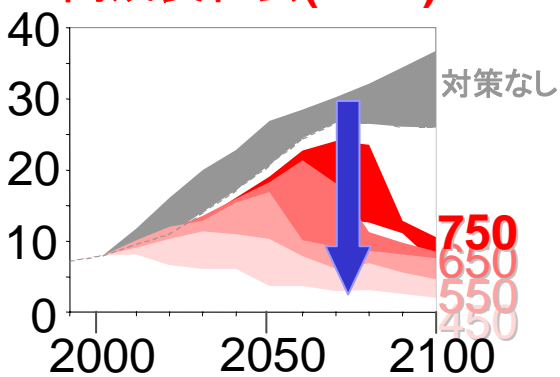
(出典) IPCC第3次評価報告書(2001)



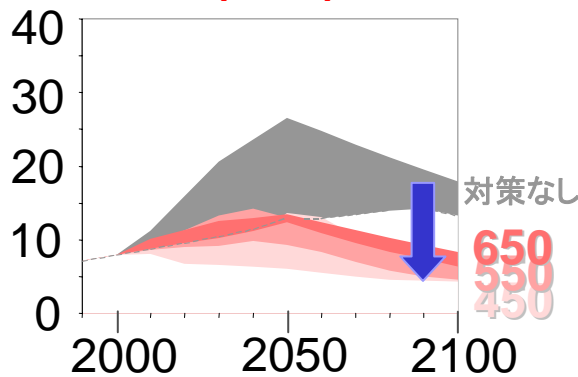
# 濃度安定化のための対策の必要量

人為的CO<sub>2</sub>排出量 (10億炭素換算トン)

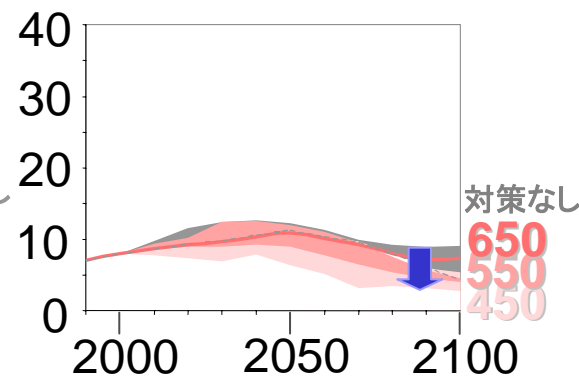
化石燃料依存型  
高成長社会(A1FI)



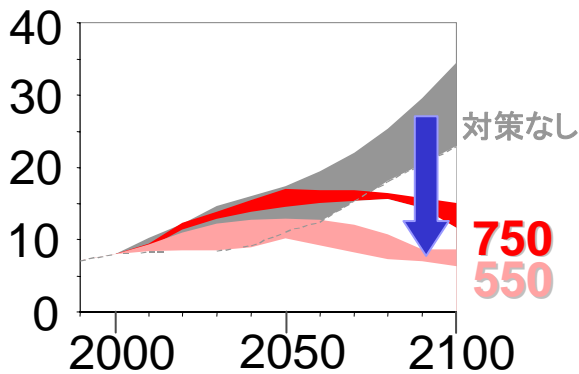
調和型高成長社会  
(A1B)



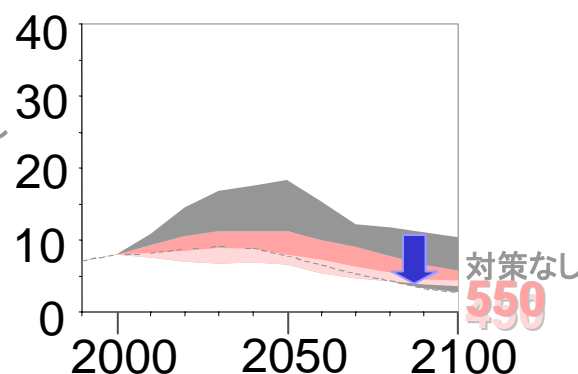
高度技術指向型  
高成長社会(A1T)



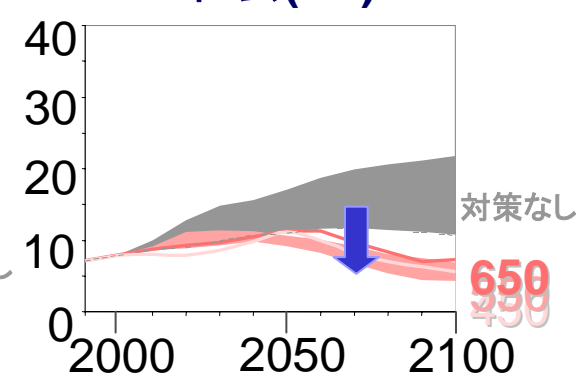
多元化社会(A2)



循環型社会(B1)



地域共存型  
社会(B2)



# CO<sub>2</sub> 550ppm安定化シナリオでの排出削減要因 (9つのモデルの2100年時点の中央値)

億tC

安定化のための削減策		シナリオ	高成長・調和型 A1B	高成長・化石燃料依存型 A1FI	高成長・高度技術指向型 A1T	多元化社会 A2	循環型社会 B1	地域共存型社会 B2
供給側対策	燃料転換(化石間)	9.7	18.2	0.9	29.5	0.9	13.5	
	原子力へ転換	5.5	12.0	10.3	11.8	0.2	22.8	
	バイオマスへ転換	10.3	25.0	0.7	18.4	0.4	6.3	
	他の再生可能エネ	15.1	27.0	-0.5	33.3	2.8	20.7	
炭素回収・隔離		0.00	3.9	10.6	0.00	0.00	6.3	
需要の削減		9.4	104	1.1	102.1	0.8	16.4	
総削減量		91.6	211	23.1	228.1	3.9	81.4	

注) 赤字は供給側対策

(出典) IPCC第3次評価報告書(2001)

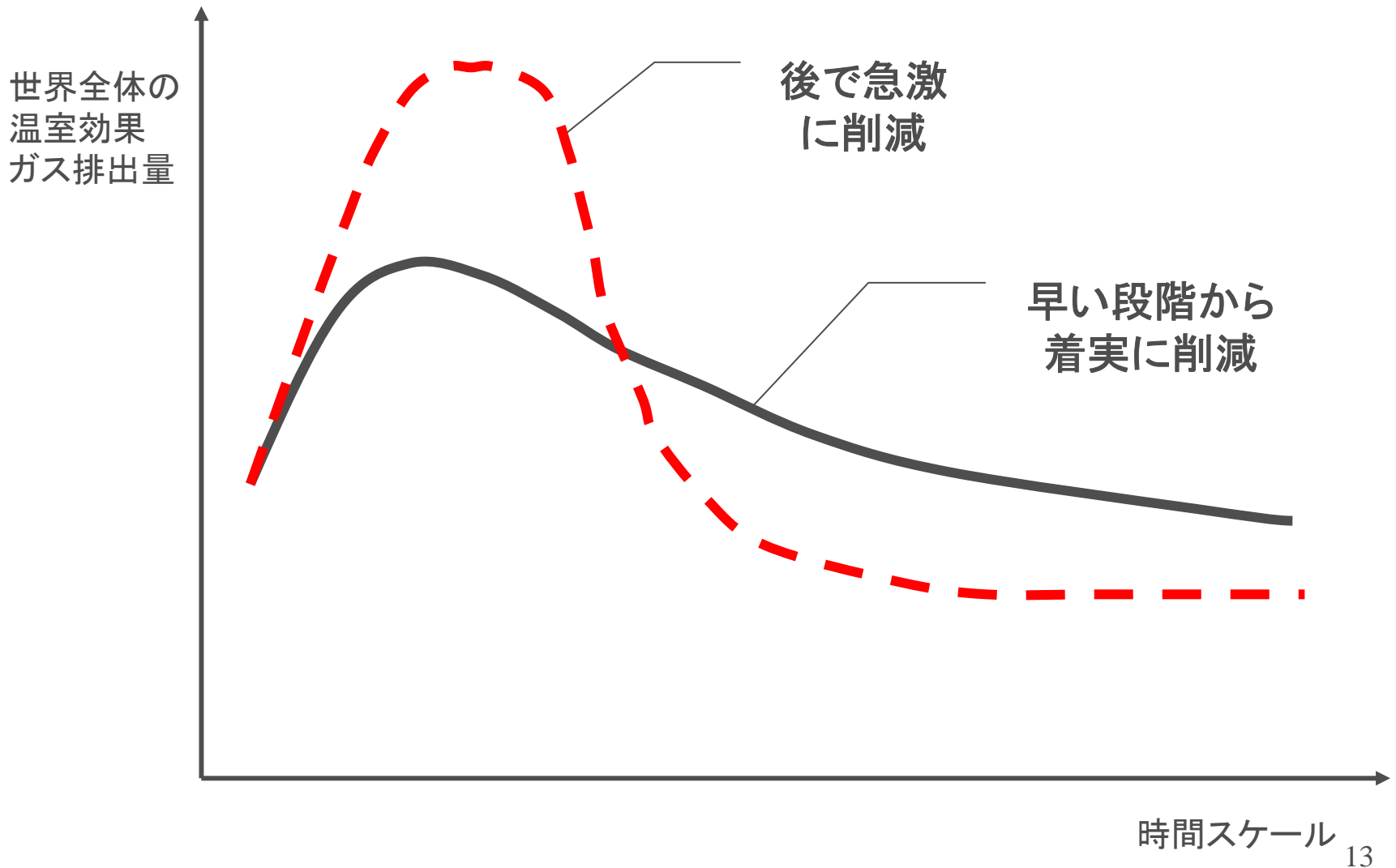
# 対策技術の展望についての議論

炭素集約度の低減については歴史的実績を上回る低減スピードが求められ、この分野の技術の開発・大量普及がとりわけ重要。

## 論点 2

技術の開発・普及に要する時間

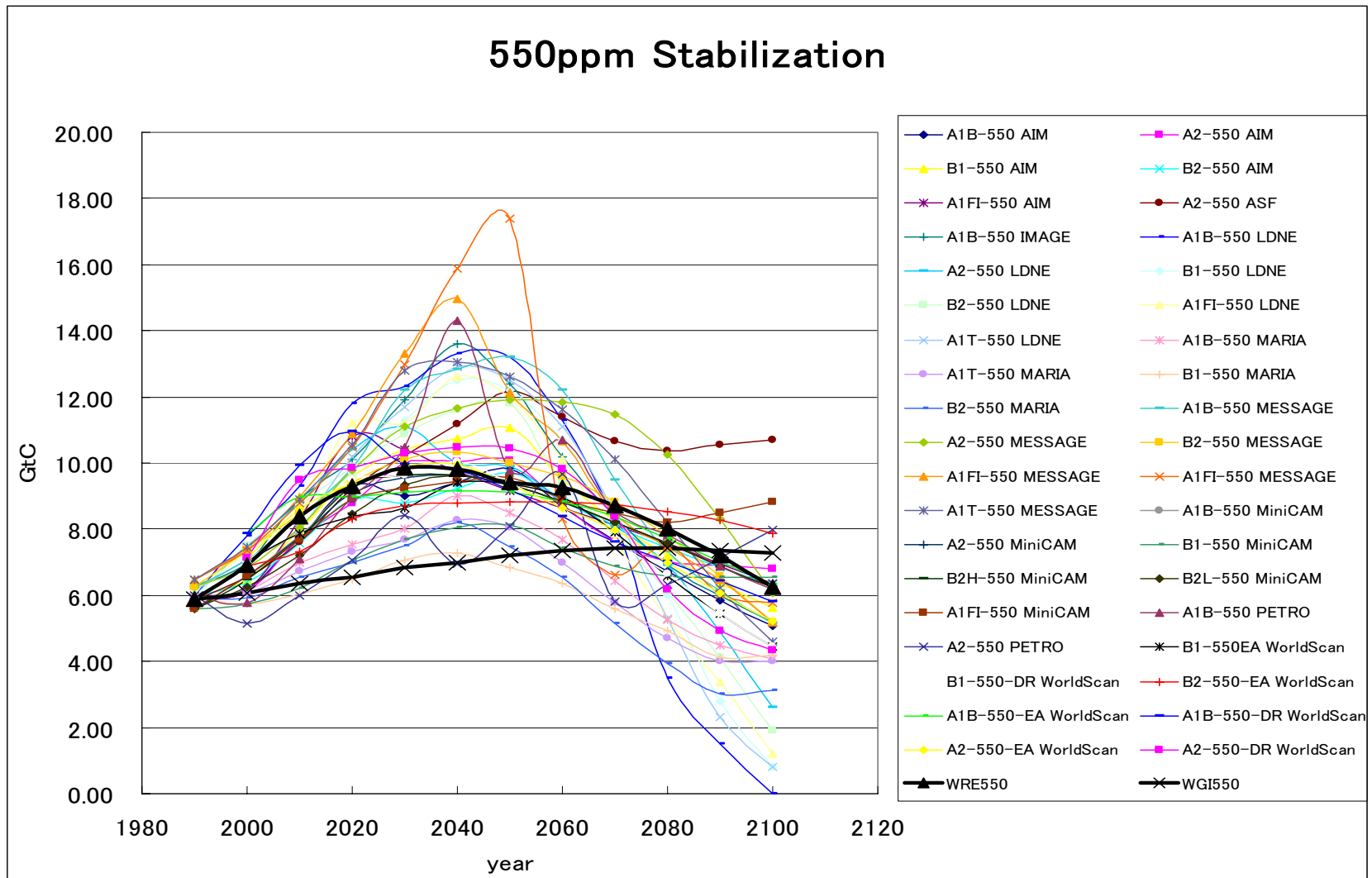
# 温室効果ガスの排出シナリオの例



# 温室効果ガス削減のタイムフレームに関する見解

- 「早期に着実に」の理由
  - 1) 温度の上昇速度(°C/年)による影響を考慮
  - 2) 革新的技術の開発・普及の不確実性を考慮
  - 3) エネルギーシステムの慣性(inertia)を考慮
  - 4) 将来の濃度制限の不確実性に対するリスクヘッジ
  - 5) 技術開発・設備投資を刺激
- 「後で一気に」の理由
  - 1) 対策費用が低減  
(ただし、気候変動による損害コストや適応コストは考慮していない)
  - 2) 革新的技術開発のための時間が確保できる

# CO<sub>2</sub> 550ppm安定化目標に至る経路



(出典) IPCC第3次評価報告書(2001)

# 安定化濃度目標達成のためには、CO<sub>2</sub>排出量のピークを2050年以前にする必要がある

最終的なCO <sub>2</sub> 安定化濃度	CO <sub>2</sub> 濃度が安定化する年	2100年までの温度上昇 (括弧は平均値)	安定化に至るまでの温度上昇 (括弧は平均値)	CO <sub>2</sub> 排出量(億tC/年)		安定化濃度に到達するための年間排出量のピーク
				2050年	2100年	
450ppm	2090年	1.2–2.3°C (1.8°C)	1.5–3.9°C (2.5°C)	30–69	10–37	2005–2015年
550ppm	2150年	1.6–2.9°C (2.2°C)	2.0–5.0°C (3.5°C)	64–126	27–77	2020–2030年
650ppm	2200年	1.8–3.1°C (2.5°C)	2.4–6.1°C (4°C)	81–153	48–117	2030–2045年
750ppm	2250年	1.9–3.4°C (2.6°C)	2.8–7.0°C (4.6°C)	89–164	66–146	2040–2060年
1000ppm	2375年	2.0–3.5°C (2.7°C)	3.5–8.7°C (6°C)	95–172	91–184	2065–2090年



# 「既存の技術」と「革新技術」

## (論点)

- IPCC第3次評価報告書の安定化シナリオを達成するためには、既存の技術オプションでは十分か？

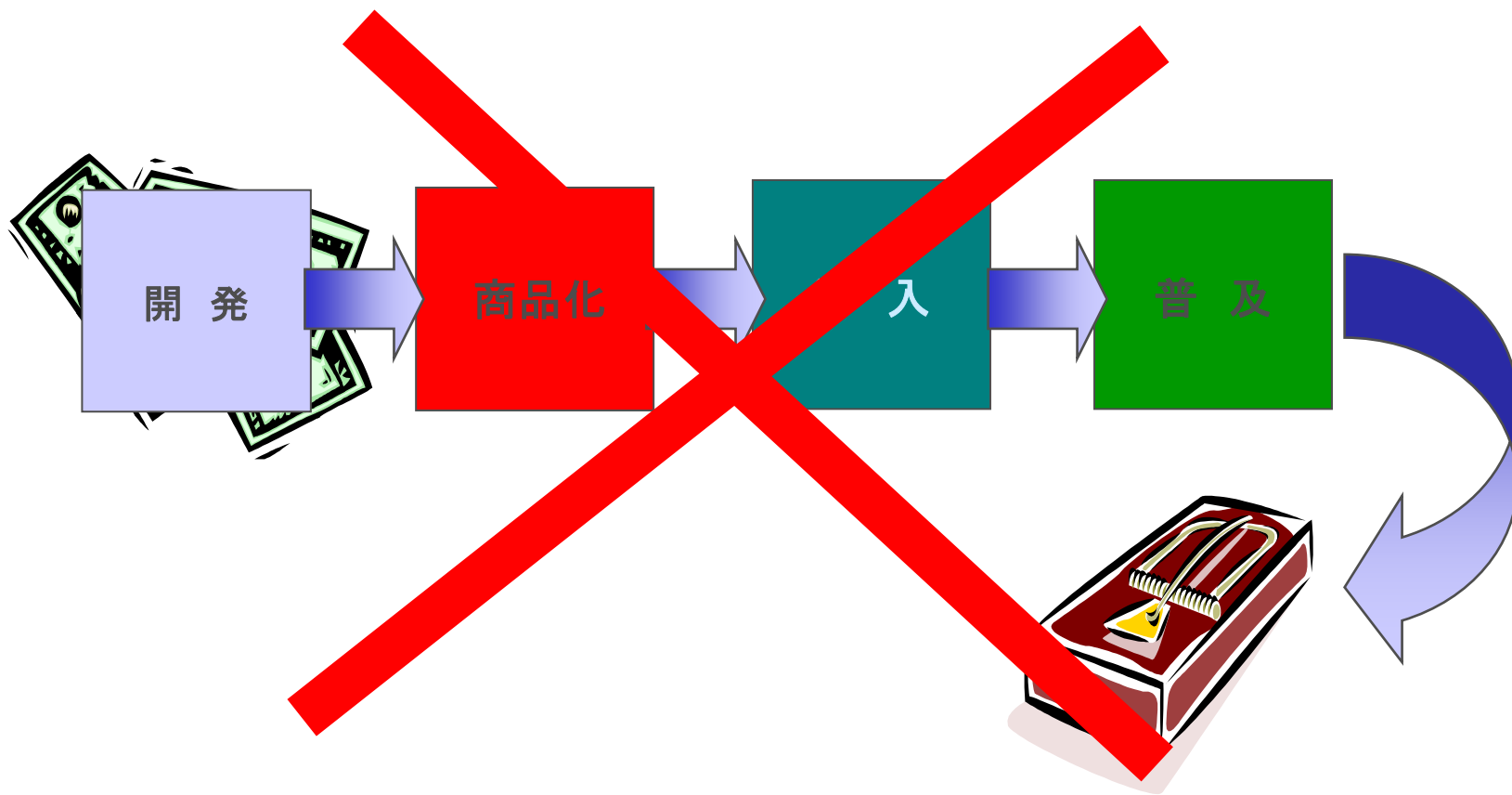
## (雑誌Science 300(2003)での論争)

- 550ppm以下での濃度安定化を達成するためには、「既存の技術」では不十分であり、核融合や宇宙太陽電力などの「新規の革新技術」の開発・活用が必要(Hoffertらの見解)。
- 長期的な視野から革新的技術を開発する必要性はあるが、濃度の安定化のためには、2050年までに相当の排出削減が必要であり、それには「既存の技術」による対応しかない(O'Neill, Swartらの見解)。

# 技術の普及に要する時間

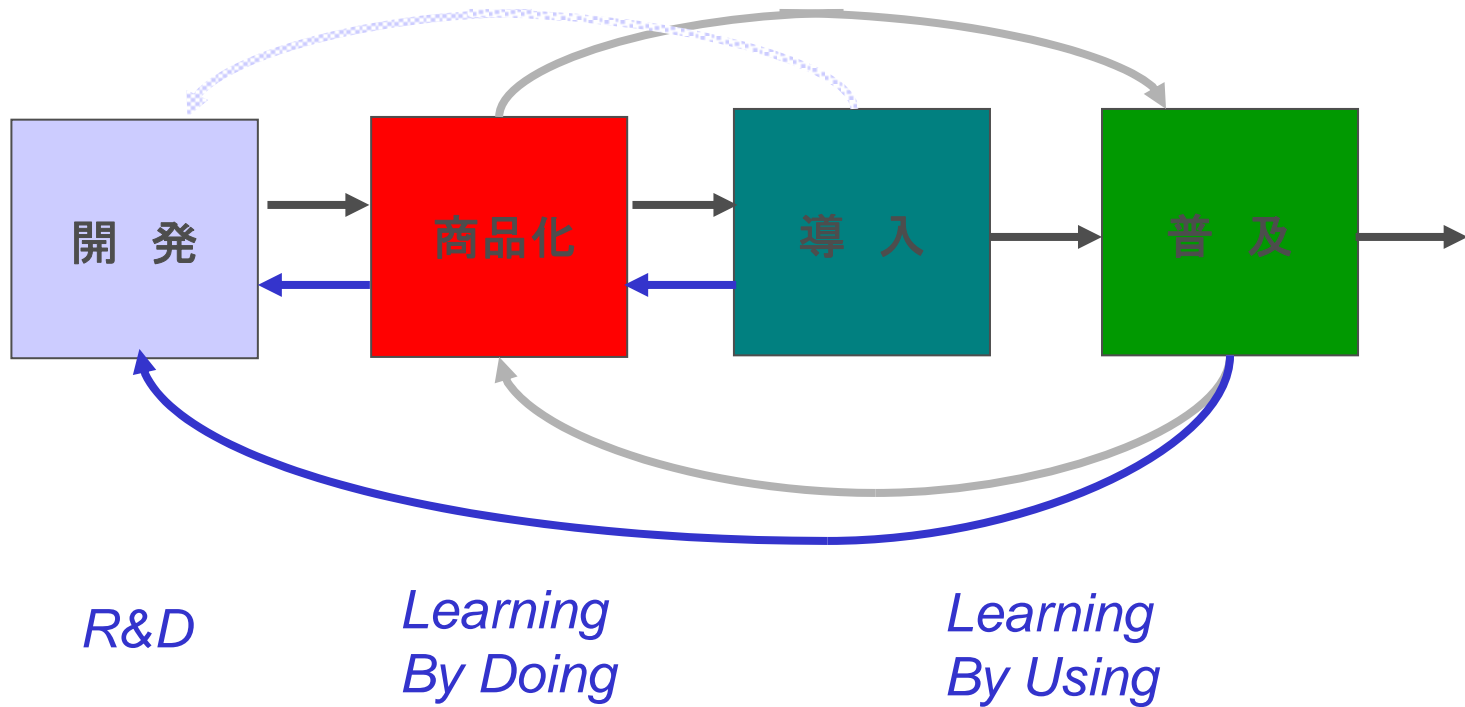
- 一般に技術の開発着手から商業化までに時間がかかり、日本全国で普及するのに時間が必要。地球規模で技術が普及するためには、さらに長い時間を要する。
- エネルギーシステムの場合、要素技術だけでなく、供給インフラなどを含めたシステムが整備されて初めて機能するものであるため、時間を要する。
- 国境を越えて、技術が普及するためには、知的所有権や特許の扱いも課題となる。知的所有権や特許は開発側にとってはインセンティブとなる一方、コスト高を招き利用に対する大きな障害となりうる。

# 技術開発・普及の線型モデル



(出典) Edward S. Rubin

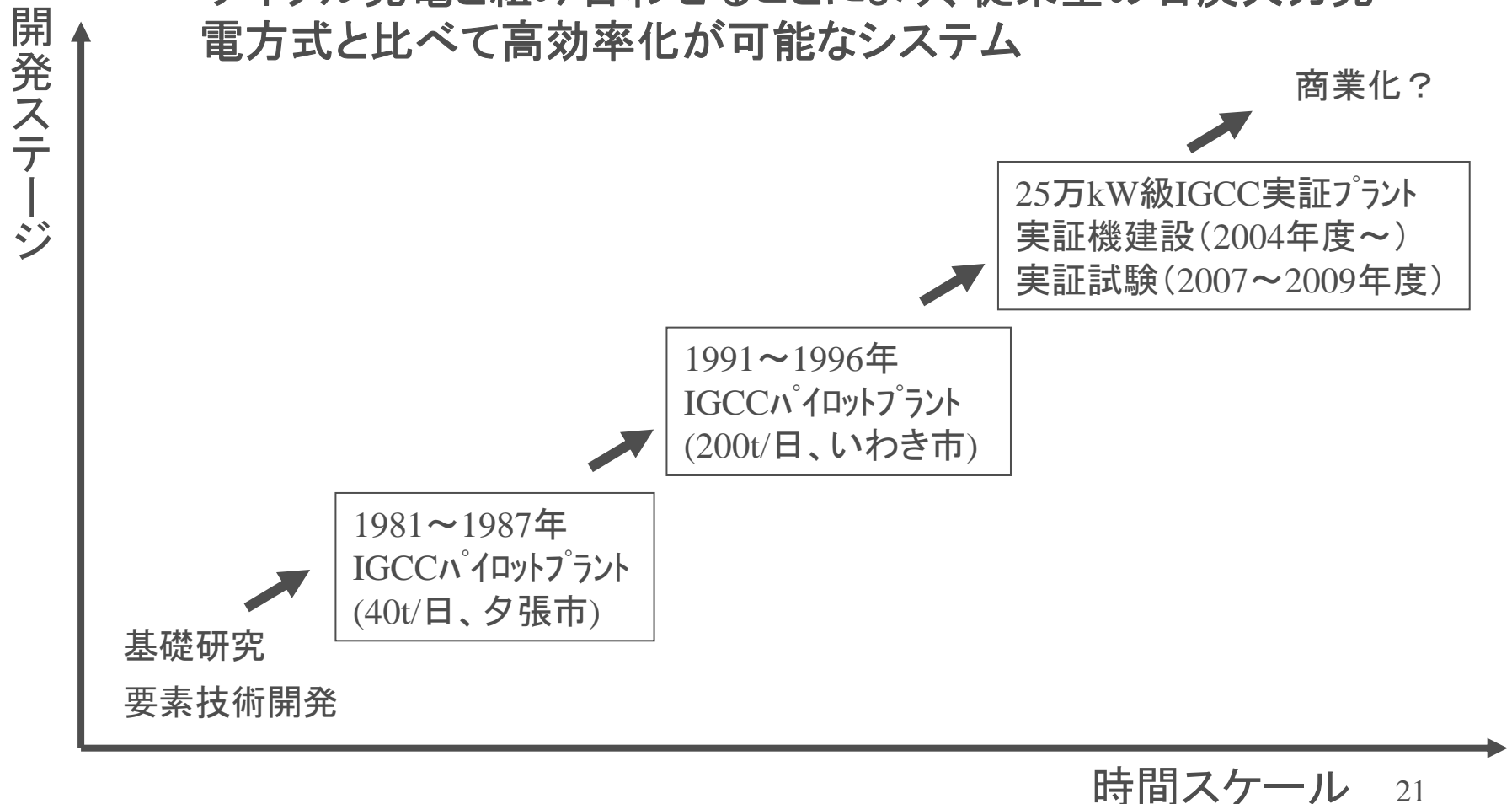
# より現実的なモデル



(出典) Edward S. Rubin

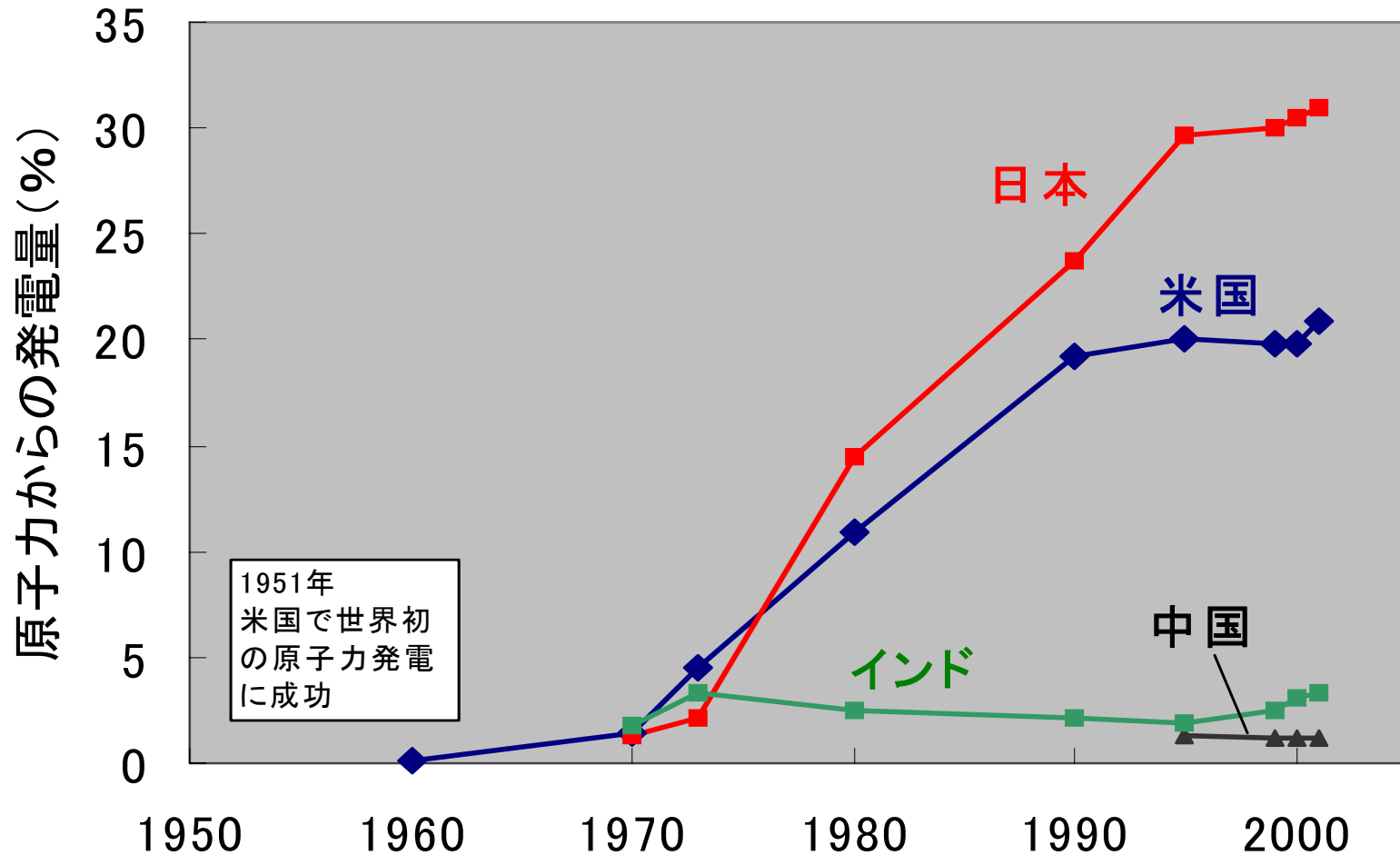
# エネルギー技術の開発・普及に要する時間の例(1)

石炭ガス化複合発電(IGCC): 石炭をガス化し、コンバインドサイクル発電と組み合わせることにより、従来型の石炭火力発電方式と比べて高効率化が可能なシステム



# エネルギー技術の開発・普及に要する時間の例(2)

図 原子力からの発電量の各国比較



(出典)IEA資料

# 既存技術による削減の機会

IPCC第三次評価報告書によれば、既存技術により世界全体で

- 2010年に 19～26億 炭素トン
- 2020年に 36～50億 炭素トン

の排出削減が可能。

排出削減量の半分は、直接便益(エネルギー節約分)が直接コストを上回った状態で2020年までに達成することができ、残りの半分は100USD/炭素トン以下のコストで達成できる。

# 技術の開発・普及のためのアプローチ

- 気候変動の不可逆性、
- 革新的技術の実現可能性や地球規模での普及に要する時間、
- 技術の開発・普及プロセス

を考慮すれば、今後数十年は、需要・供給双方の既存技術をフル活用し、安定化シナリオ達成につなげていくことが必要ではないか。特に、地球規模で技術の普及の仕組みを確立することが必要ではないか。

一方、革新的技術の開発も重要であり、長期的な観点に立って研究開発を進めていくべきではないか。

この戦略は、より低濃度での安定化濃度を将来求められた場合にも対応可能。



# 論点 3

## 技術の開発・普及と制度

# 技術の開発・普及を促進する二つの制度

1. 目標や基準の設定を通して、技術の開発・普及を促進（需要刺激型）

例) 自動車の排出ガス対策技術

省エネルギーのトップランナー基準

2. 補助金の交付等により技術の研究開発・普及を支援（供給支援型）

例) 太陽光発電技術

## 二つの制度の比較

	環境保全 の確実性	技術開発・普 及のインセンティブ	受け入れ やすさ	普及に要 する時間
需要 刺激型	○	○	△	○
供給 支援型	△	○	○	△

→ ・短期、中期、長期の目標に対応した、二つのアプローチの組み合わせが重要

短期的に着手すべき技術面での取組と、中長期を見据えて計画的に進めるべき取組の双方が重要であり、これらがうまく繋がるような工夫も必要（例：天然ガスインフラ整備→水素インフラ整備）

# その他の課題

## ◆ 適応対策技術の位置づけ

最も環境保全型の発展でさえ、一部の脆弱システムや地域は気候変動による影響を受けることから、温室効果ガス削減策（緩和策;mitigation)に加えて、適応策(adaptation)が必要

# まとめ

- 炭素集約度の低減については歴史的実績を上回る低減スピードが求められ、この分野の技術の大量普及が不可欠。
- 技術の開発・普及に要する時間を考慮すれば、今後数十年は、需要・供給双方の既存技術をフル活用し、安定化シナリオ達成につなげていくことが必要。
- 短期、中期、長期の目標に対応して、技術の開発・普及を促進する制度の設計が必要。