

ALPS国際シンポジウム

灘尾ホール

2011年2月9日

温暖化緩和と持続可能な発展に関する シナリオ—ALPSシナリオ

(財)地球環境産業技術研究機構(RITE)

システム研究グループ グループリーダー

秋元 圭吾



1. 温室効果ガス排出の動向
2. 世界の社会経済見通しと温室効果ガス排出の見通し
3. 世界排出量の大幅削減の見通し
4. 技術普及障壁
5. 大幅排出削減のシナリオ
6. まとめ

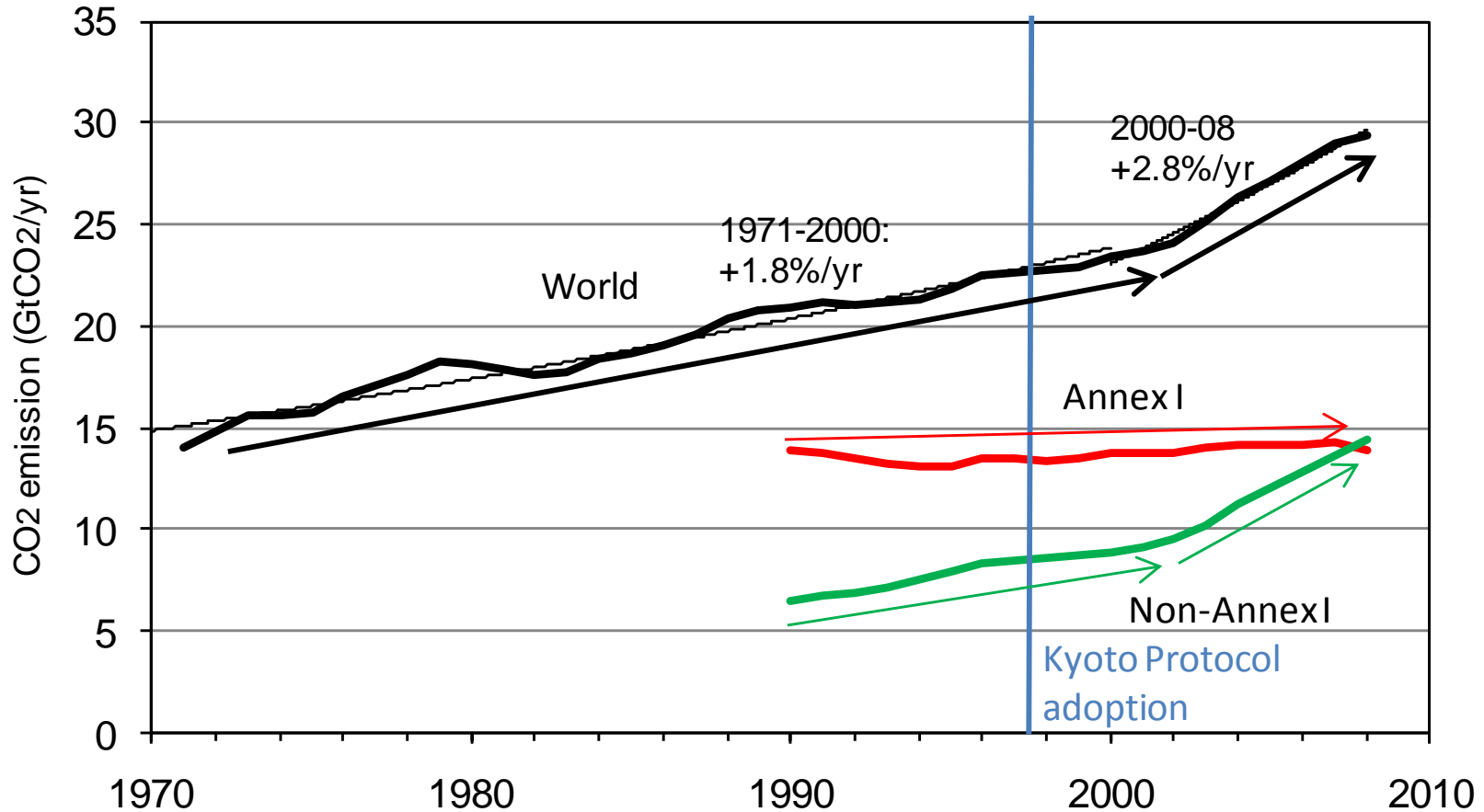
【講演のテーマ】

世界の温室効果ガス排出を大幅に
削減する道筋を考える

実績データおよびシナリオ・モデル
分析を介してアプローチ

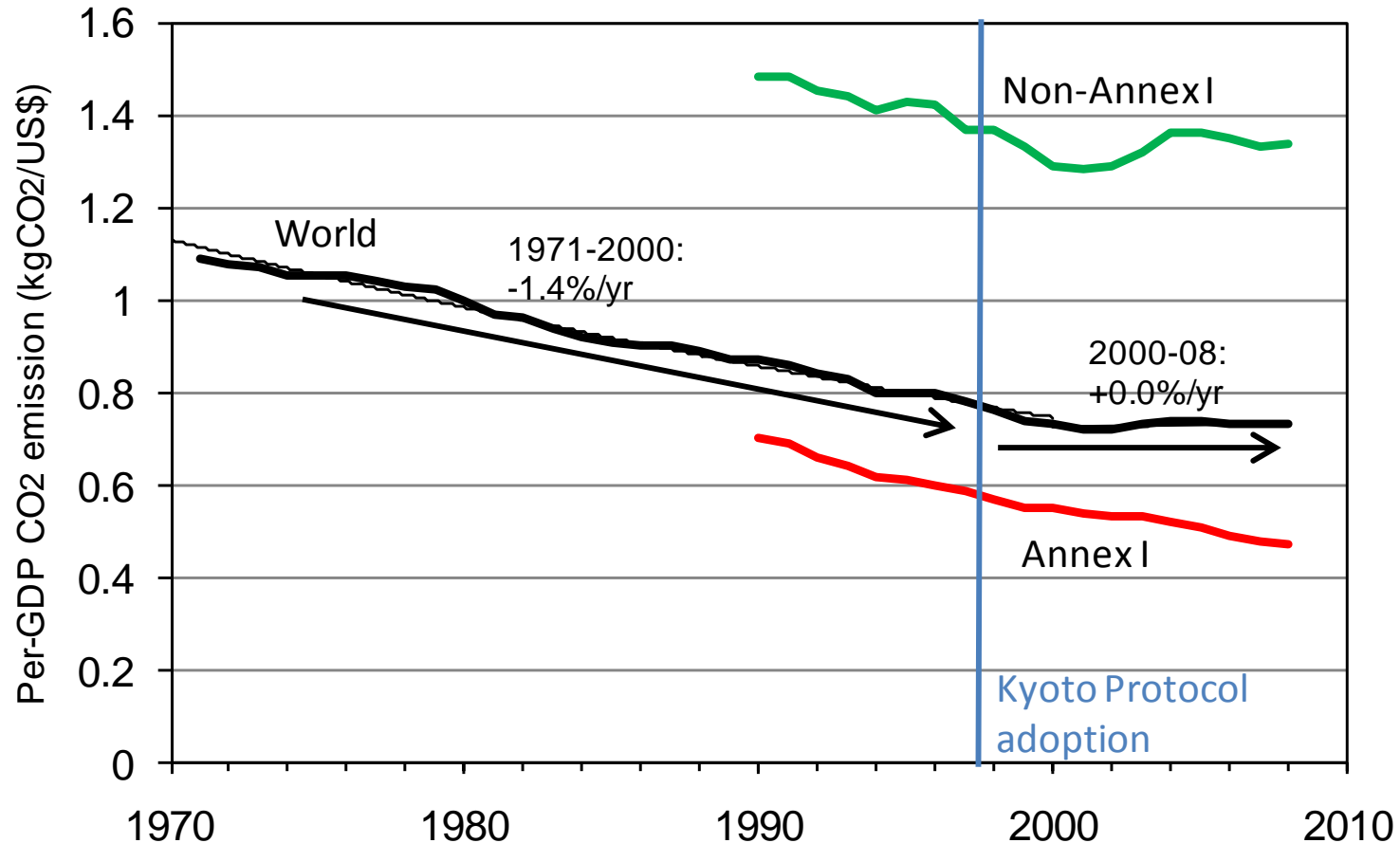
1. 温室効果ガス排出の動向

エネルギー起源CO₂排出量の実績



1971-2000年の間、世界のCO₂排出量は平均 +1.8%/yrで増大していたが、2000年以降は+2.8%/yrに加速。附属書I国の排出量も、直近の経済危機を除くと、2000年以降は若干の増大傾向。

GDPあたりCO2排出量実績



GDPあたりCO2排出量で見ても、世界のGDPあたりCO2排出量は1971-2000年の間は、平均すると、年1.8%で低減していたが、2000年以降は低減が見られなくなっている。一方、附属書I国については、原単位で見ると、継続的に改善してきている。

排出量取引制度における炭素価格

		炭素価格
EU-ETS	第2フェーズ(実績)	8~30 €/tCO ₂ 程度
	第3フェーズ(欧州委員会による予測*)	32 €/tCO ₂ (経済危機未反映の予測) 16 €/tCO ₂ (経済危機を反映した再予測)
米国	東部7州によるRGGI(実績) 現在10州参加	2~3 \$/tCO ₂ 程度
	ケリー・リーバーマン法案(上下限価格) ただし法案の成立見通しは立っていない	12~25 \$/tCO ₂ (2013年時点)

*) 出典: EC, Analysis of options to move beyond 20% greenhouse gas emission reductions and assessing the risk of carbon leakage, May 2010

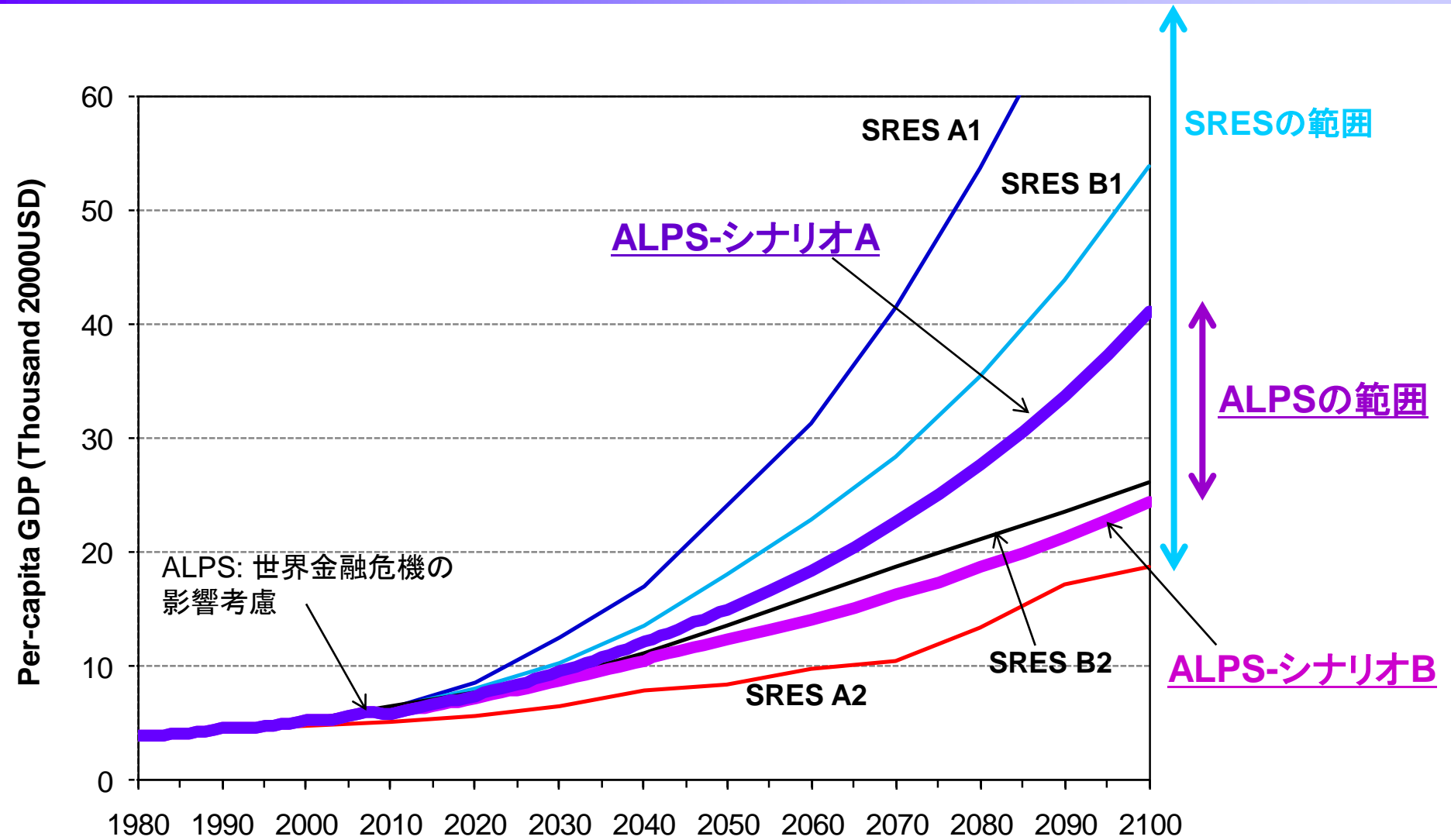
海外の現状、将来予測を踏まえても、排出量取引制度の炭素価格(限界削減費用に相当)は、現実的には、せいぜい50\$/tCO₂(20~30\$/tCO₂程度)までしか成立しない。

京都議定書から何を学ぶべきか

- ◆ 京都議定書は、国毎に排出総量のキャップを設定し、柔軟性措置によって取引を認めるもの
- ◆ 仮に世界すべての国が、限界削減費用（炭素価格）が均等化し、かつ、十分高い炭素価格がつくようなキャップを設けられるようならば、京都議定書のような仕組みは世界の排出削減に寄与するであろう。
- ◆ しかし、現実にはこの条件が満たされることは、たとえ2050年になっても非現実的な仮定と言わざるを得ない。
- ◆ 現実には部分的、不公平なキャップにならざるを得ず、そうすると、世界半減に必要と見られるような高い炭素価格（限界削減費用）がつくような削減目標を設定することは、炭素リーケージの影響も大きくなるため、政治、経済的に実現不可能となってしまう。
- ◆ 現実社会においては、京都議定書のような仕組みでは、温暖化防止には決してつながらない。

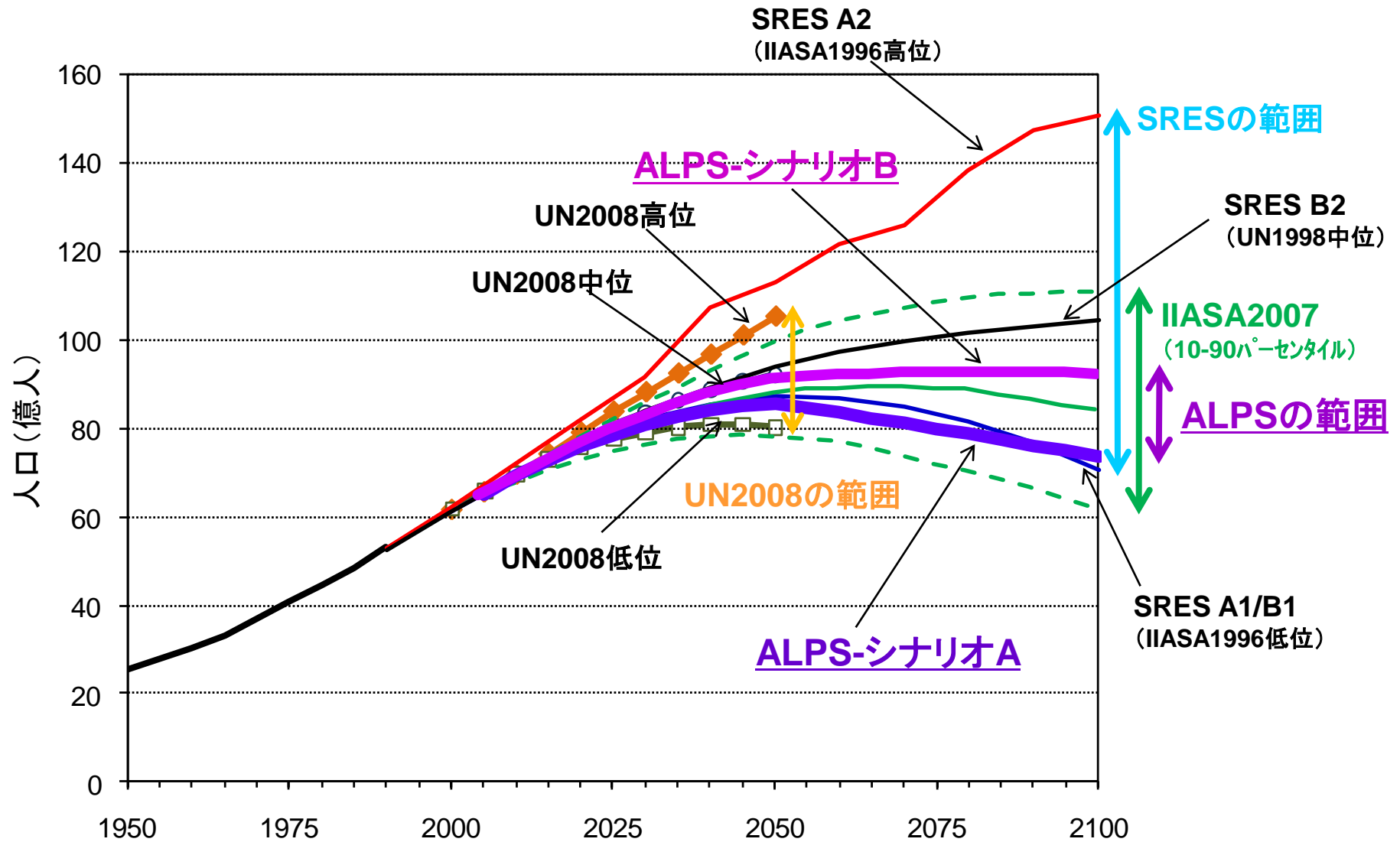
2. 世界の社会経済見通しと 温室効果ガス排出の見通し

世界の一人当たりGDP見通し(ALPSシナリオ)

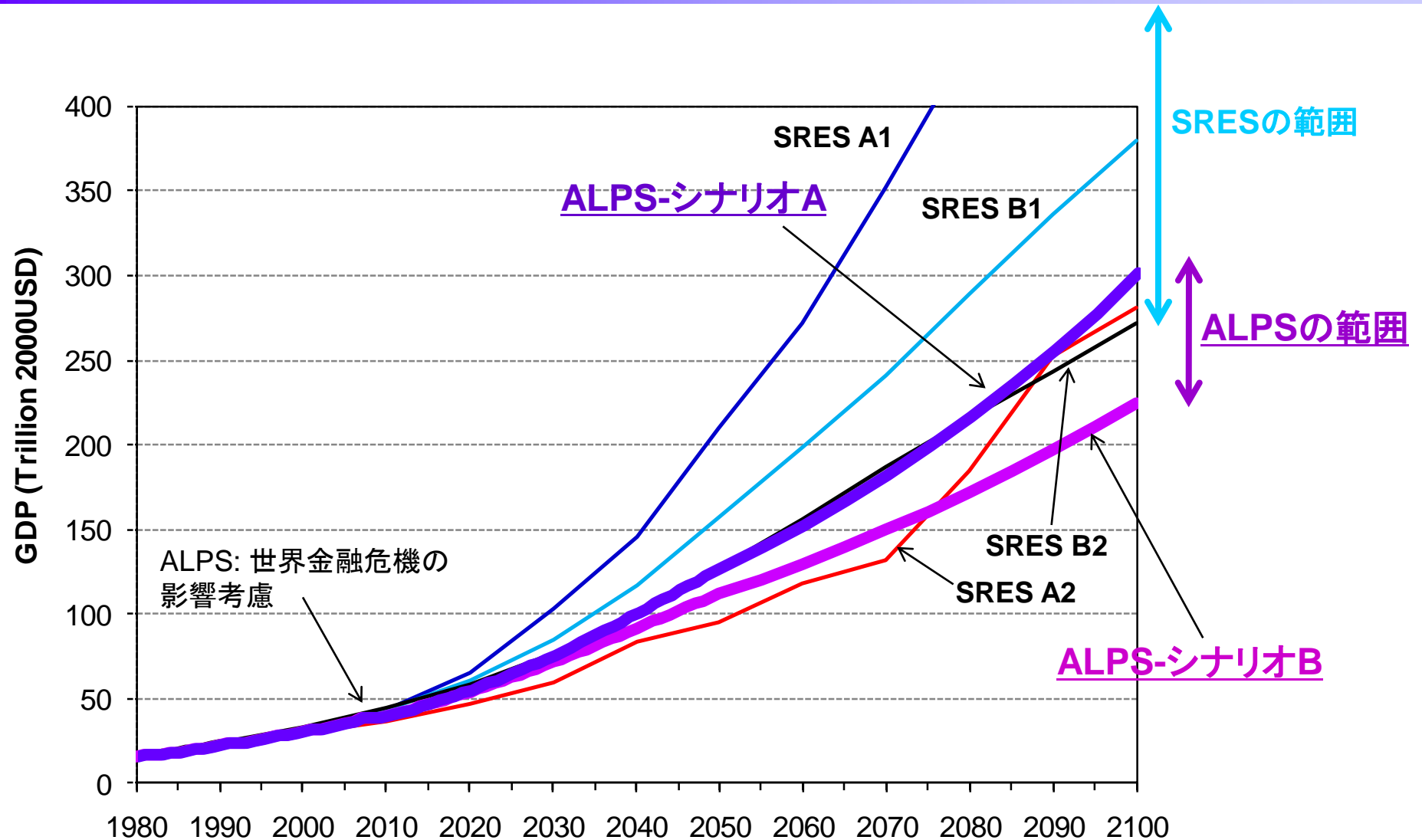


注) SRESシナリオは1990年価格のため、1990年の2000年価格GDPと一致するように補正して表示している。

世界の人口見通し(ALPSシナリオ)



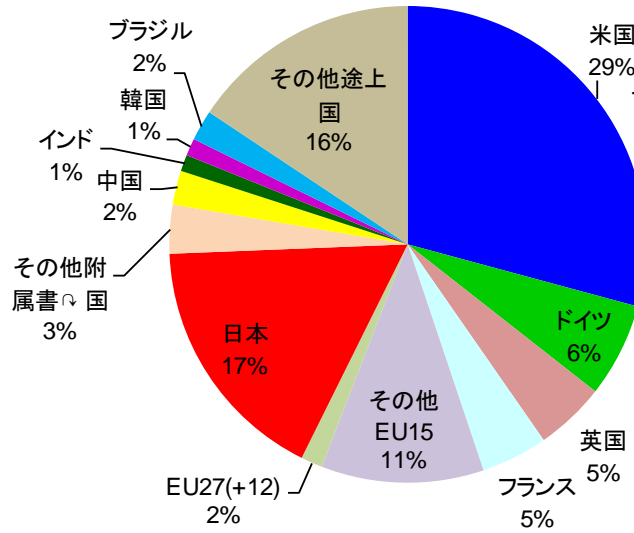
世界のGDP見通し(ALPSシナリオ)



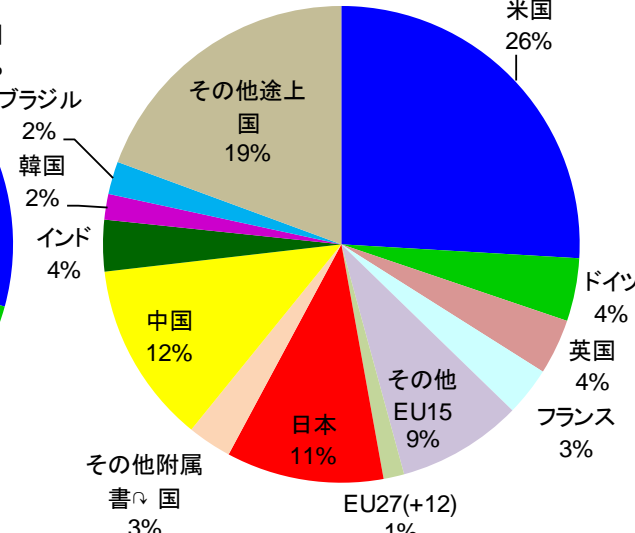
注) SRESシナリオは1990年価格のため、1990年の2000年価格GDPと一致するように補正して表示している。

地域別GDP: ALPS シナリオB

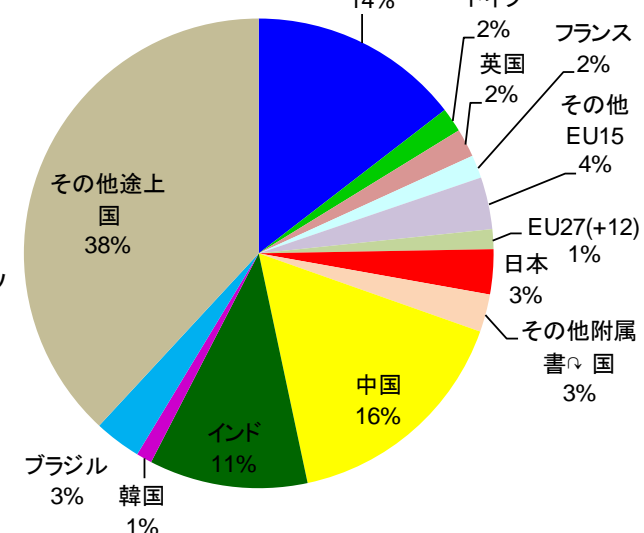
1990



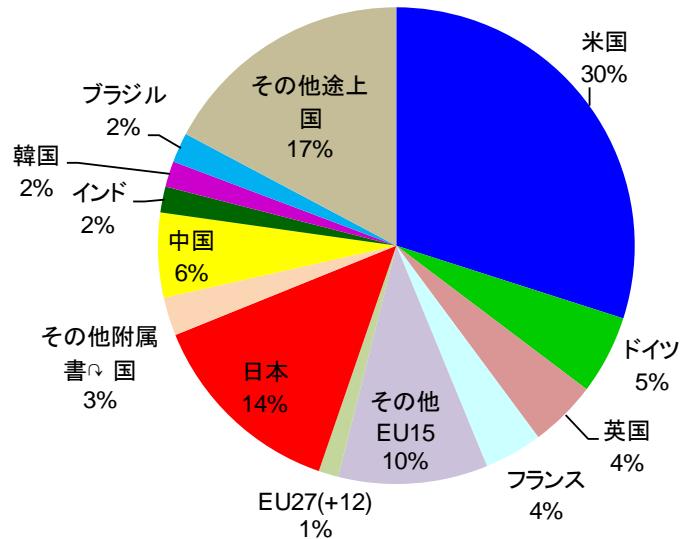
2020



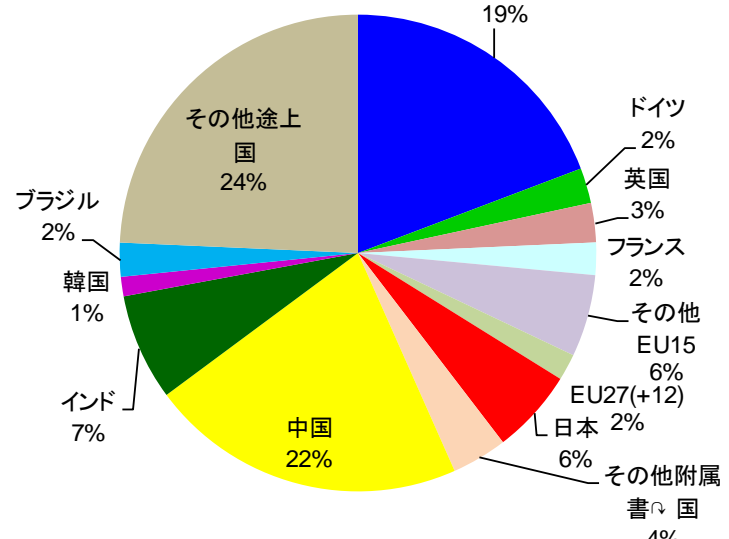
2100



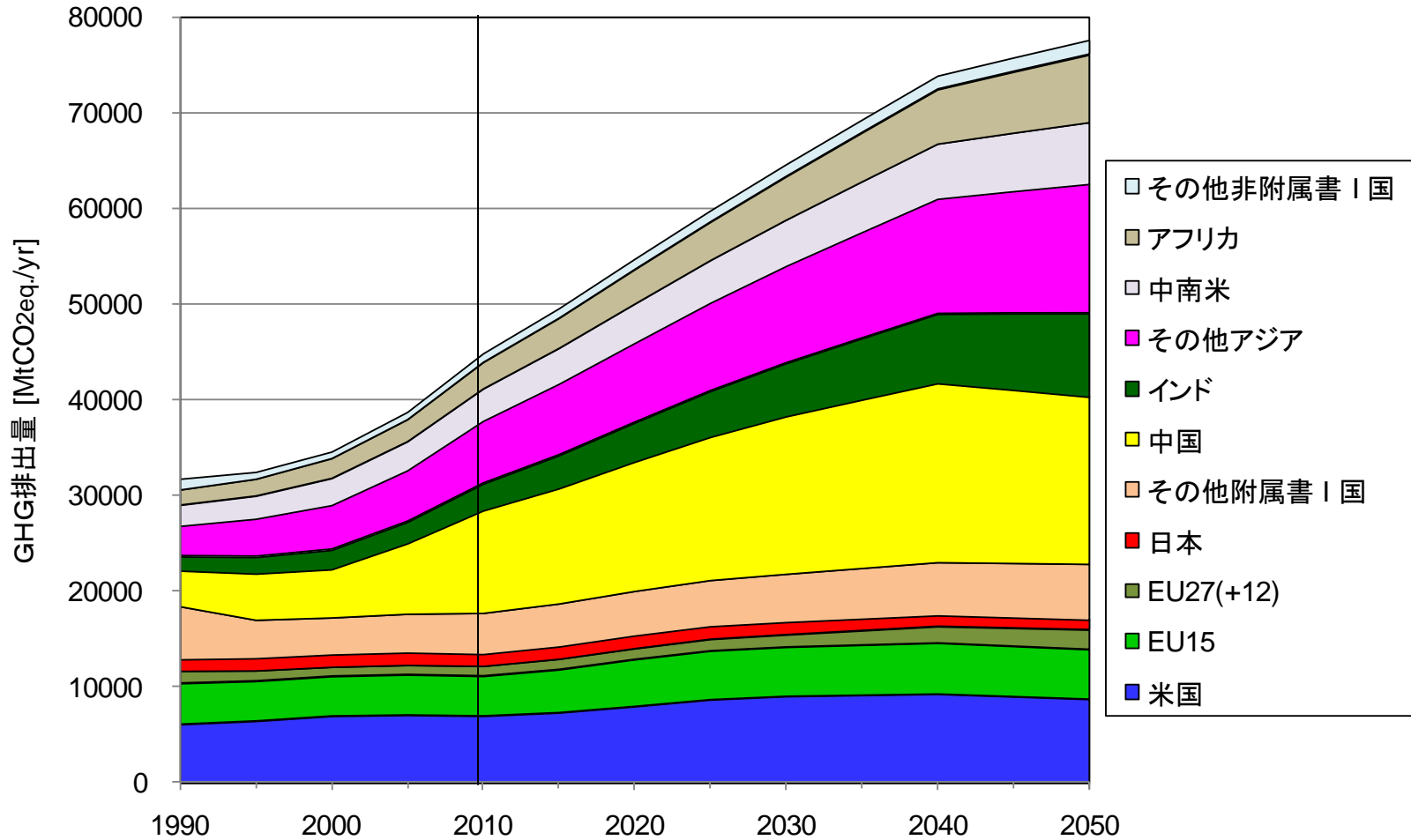
2005



2050



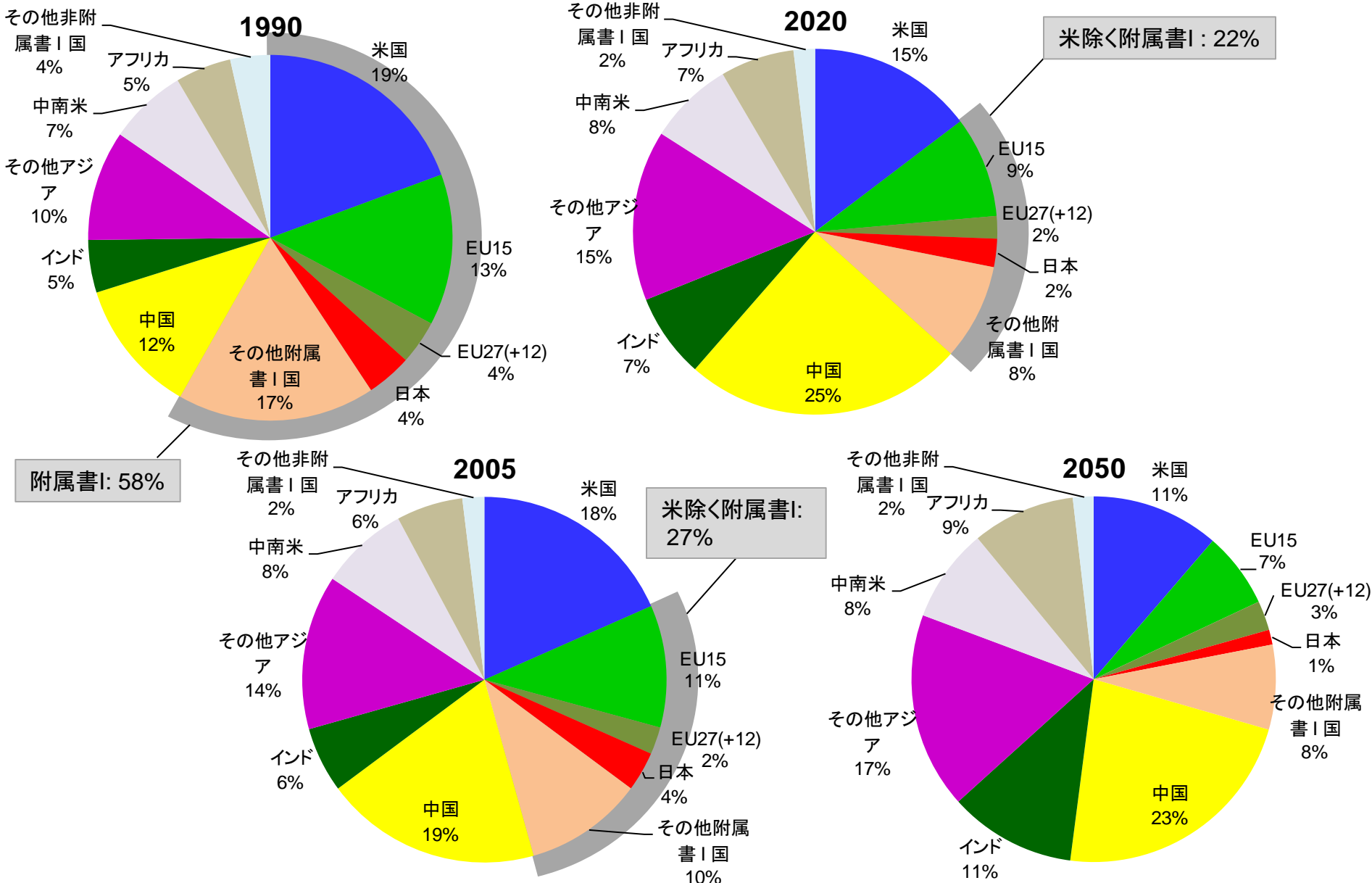
世界の温室効果ガス排出量の見通し:ALPS シナリオB



土地利用変化CO₂排出量を除く京都議定書で定められた6種類の温室効果ガス

世界のGHG排出量は1990年では32GtCO₂eq.、2005年には37GtCO₂eq.であった。なりゆきケースでは、2020年に55、2050年には78GtCO₂eq.程度に達すると見込まれる。

温室効果ガス排出量の各国シェア:ALPS シナリオB

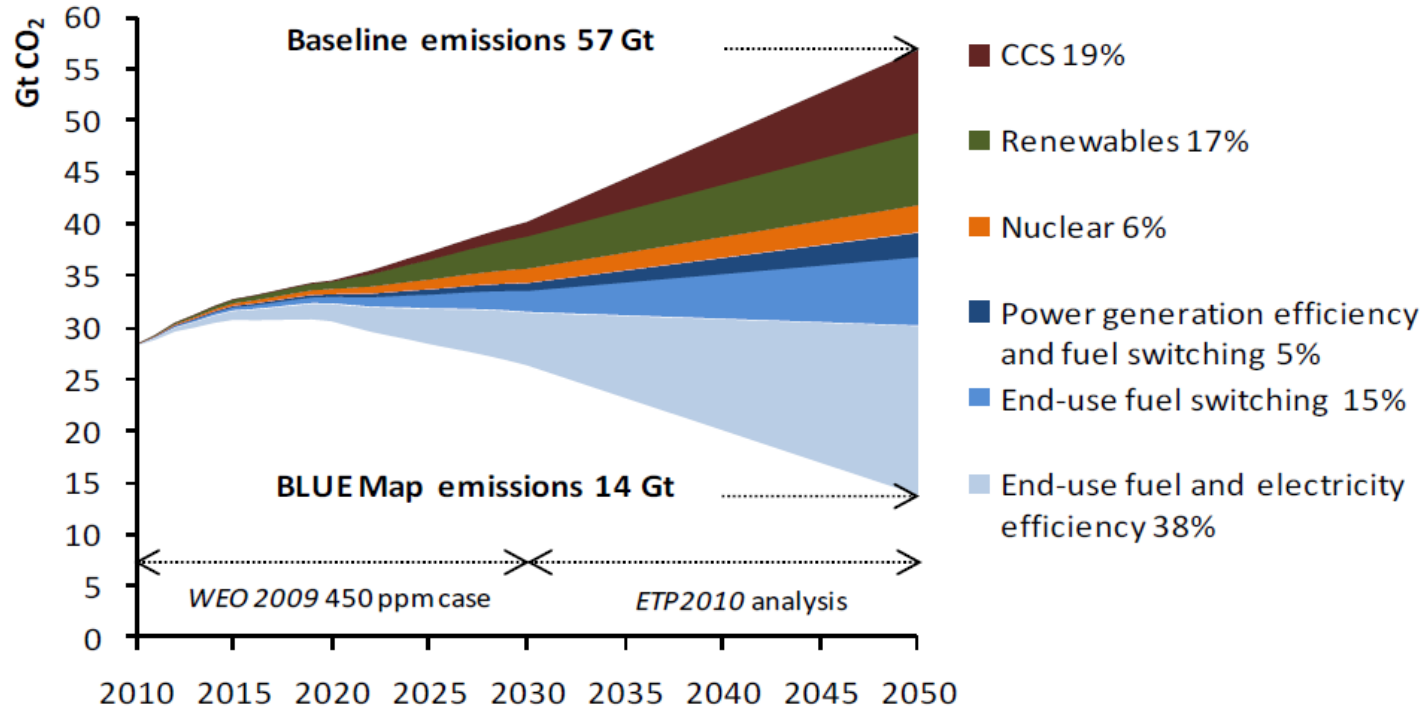


- ◆ 2050年頃までは、とりわけ途上国の大きな経済成長が見込まれる。
- ◆ GDPあたり排出量は低減が見込まれるものの、それ以上の経済成長によって、少なくとも2050年頃までは世界のGHG排出量は増大が見込まれる（現状比2倍程度）。
- ◆ 世界すべての国による排出削減の取り組みが不可欠。ただし、経済発展段階、排出削減余地の違い等を踏まえた差異ある対応は重要

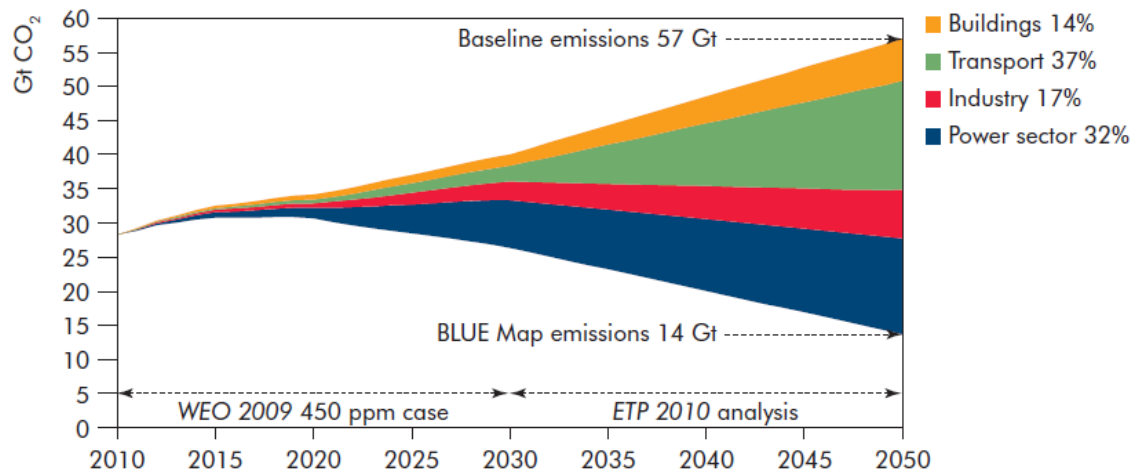
3. 世界排出量の大幅削減の見通し

IEA ETPにおける世界半減の排出削減シナリオ

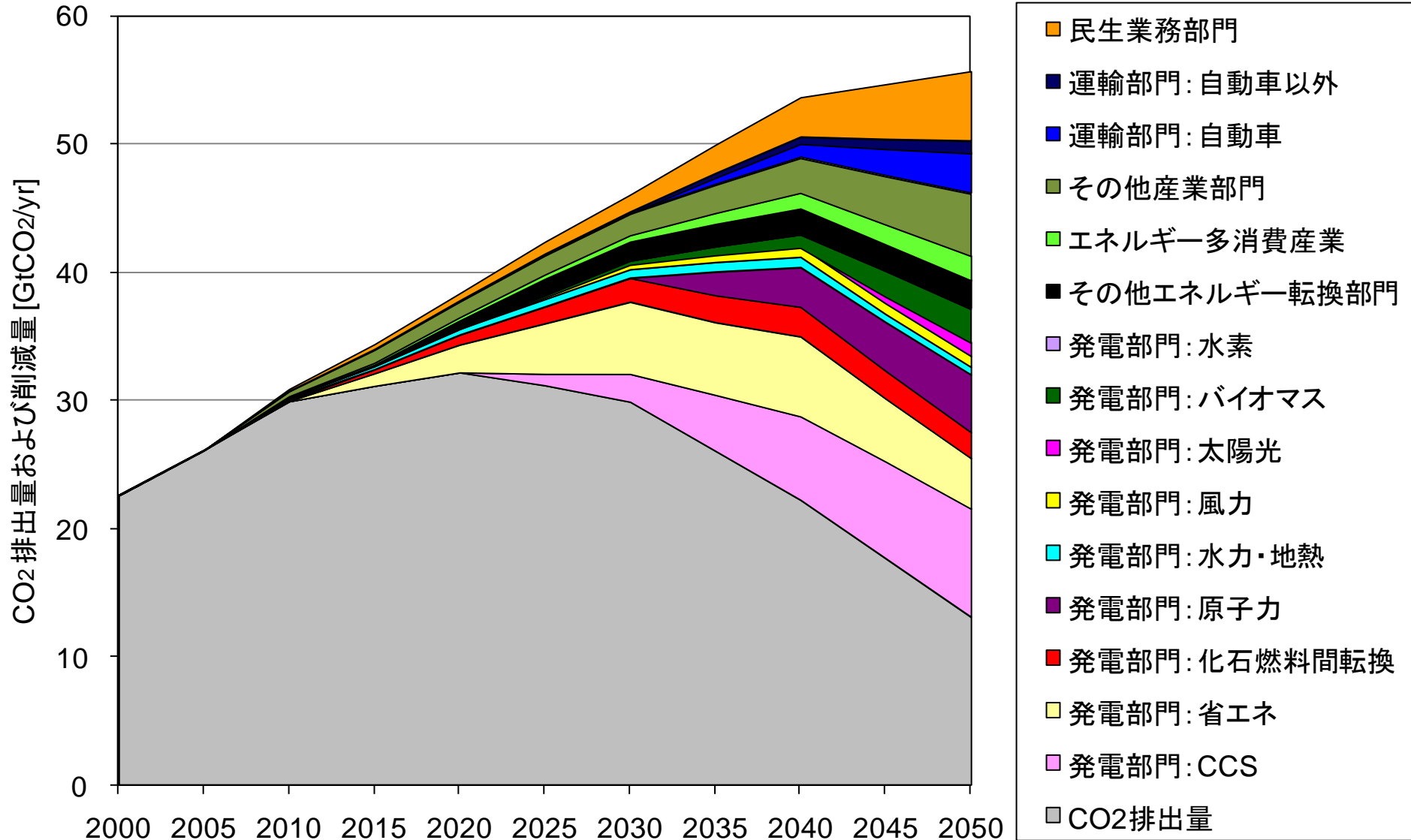
技術別



セクター別

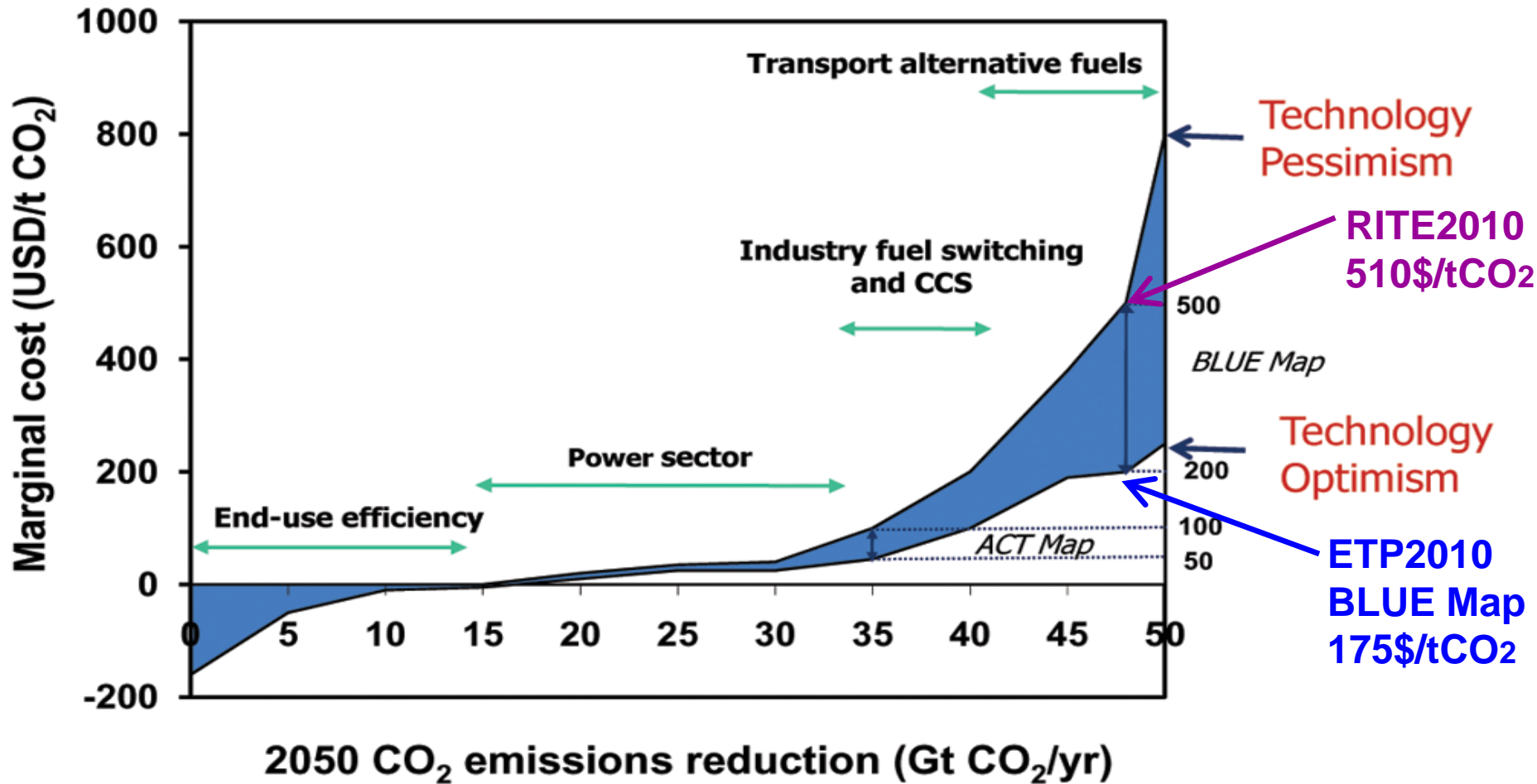


2050年に世界排出量半減のための 部門別・技術別の排出削減量



2050年におけるCO₂限界削減費用

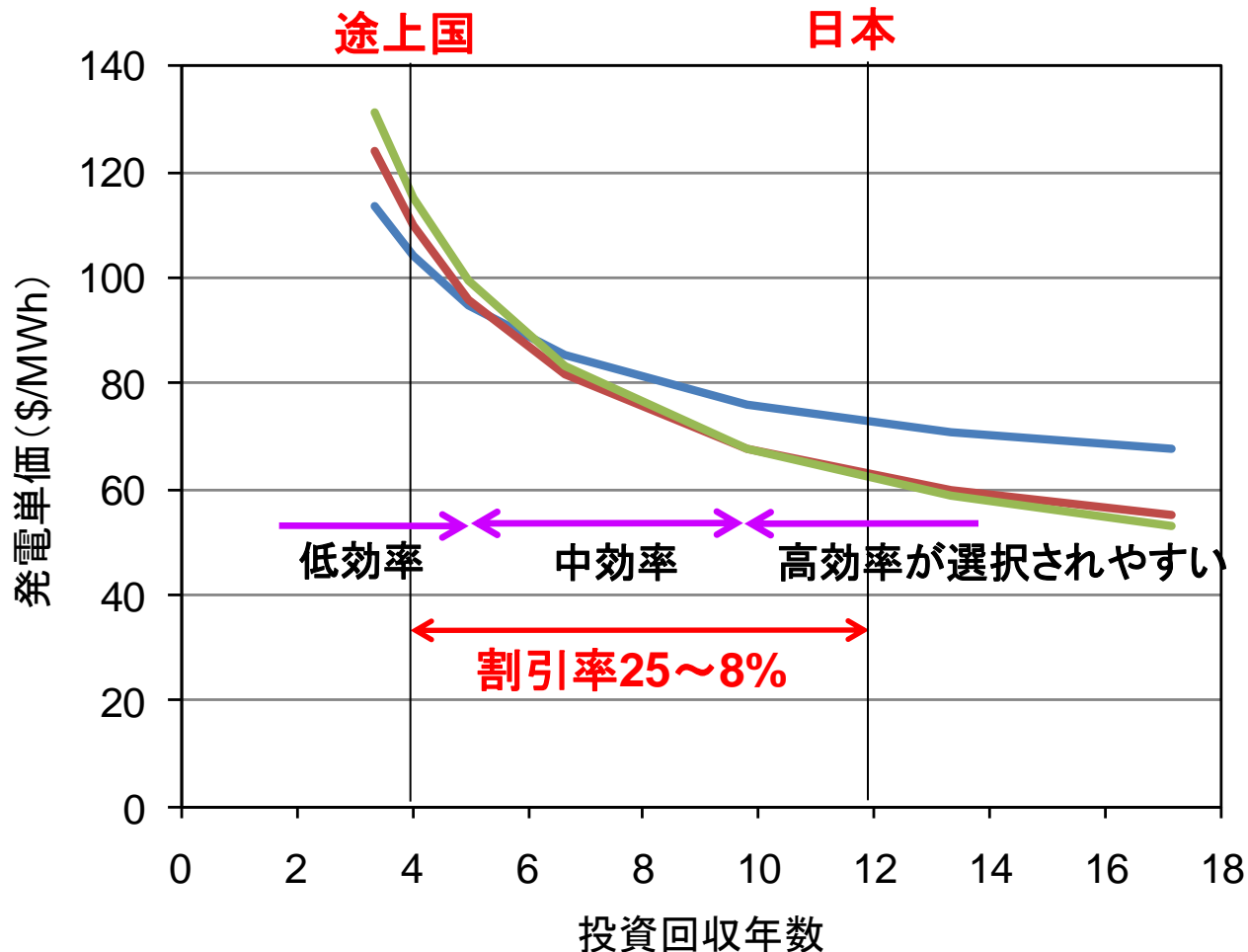
IEA ETP2008



世界排出量半減の達成は、相当高い限界削減費用(炭素価格)が現実社会で実現することが前提

- ◆ 2050年に世界排出量を半減することは技術的には可能
- ◆ しかし、その分析結果からは、高い限界削減費用（炭素価格）が必要と見られる。
- ◆ 現実社会においては、50\$/tCO₂を大きく超えるような高い炭素価格が世界全体で実現することは、かなり困難
- ◆ 世界各国にキャップをかけ、削減するような方策では実現不可能
- ◆ また、世界各国にこれに相当する炭素税を課して削減することも事実上不可能
- ◆ 2050年に世界排出量を半減するためには、別の道筋を志向することが必要

4. 技術普及障壁



石炭発電の例

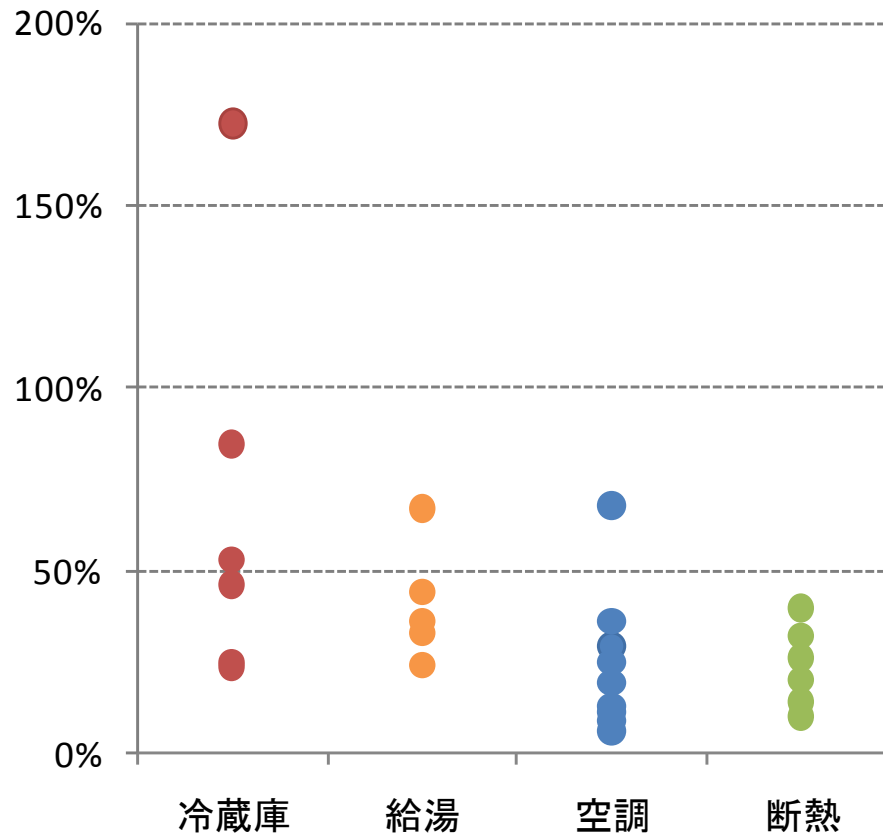
設備費; 効率

- 低効率: 1250\$/kW; 22%
- 中効率: 1875\$/kW; 36%
- 高効率: 2125\$/kW; 42%

※ 稼働率は75%を想定した場合

- 投資回収の判断年数（割引率）の違いによってコスト効率性は異なってくる。
- 日本でコスト効率的だからといって、途上国のように割引率が高い地域で必ずしも受け入れられるわけではない。

省エネ製品の主観的割引率



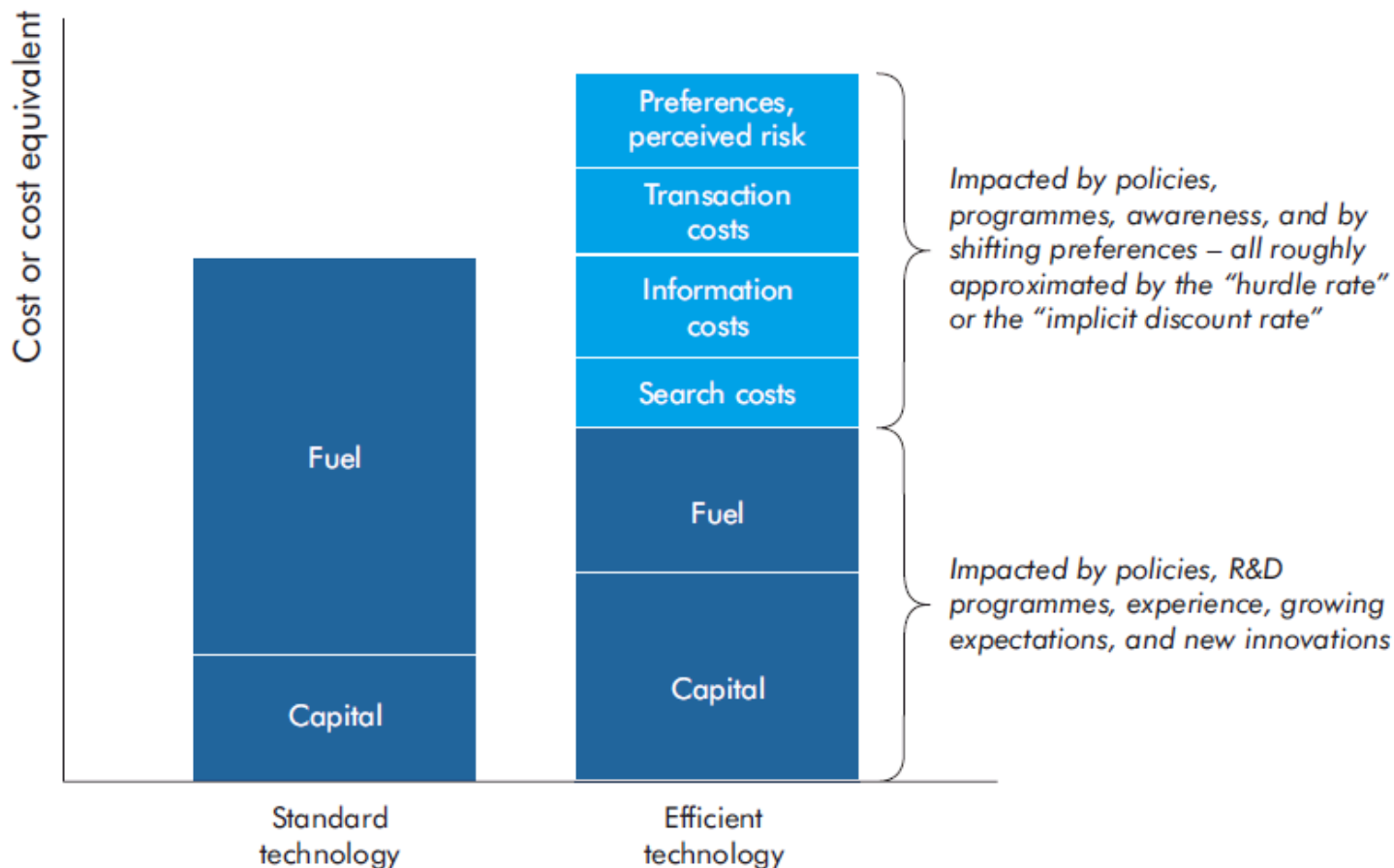
(出典) Soren (2002), Dubin (1992) をもとに和田 (RITE) が作成

- 民生機器の機器選択における割引率は相当高い。
- いくら効率が良くても初期費用が高いと選択されにくい。
- 省エネ以外の製品訴求力もなければ選択されにくい。

投資回収の判断年数に影響する要素例

■ 投資実施者の要素	
資金	資金的余力、資金調達力
企業としての収益率	投下資本利益率(ROI)は、通常10-20%と言われており、各企業全体の収益率から大きく離れることは実施の障壁となり得る。
時間選好率	経営者個人の時間選好率も影響するが、むしろ、経営者の任期も大きく影響(動機の不一致:自らの任期中には投資回収ができない)
主観的なリスク選好	投資判断者の主観的なリスク選好
情報入手や情報整理のコスト	小規模な場合、情報入手や整理のコストが無視できない
限定合理性	検討能力にも限りがあるため、最適な選択ができない
■ 対象設備・機器に関する要素	
機器の耐用年数の不確実性	新規の機器で実績がないと信頼性が乏しいと判断されれば導入障壁となる。
機器の技術進展の期待	導入を待った方がより良い機器・設備が入手できるとの期待感
新規の機器への抵抗感・拒絶感	現場は慣れ親しんだ設備・機器を好む傾向あり
省エネ以外の機器の魅力等	
■ 外部環境に関する要素	
エネルギー価格の不確実性	確実なエネルギー価格の上昇が見込まれるか、否かによって投資判断は左右される。
市場利子率	市場利子率は、資金調達にも影響
株主の利益への期待感	短期的収益あるいは長期的収益を期待しているか

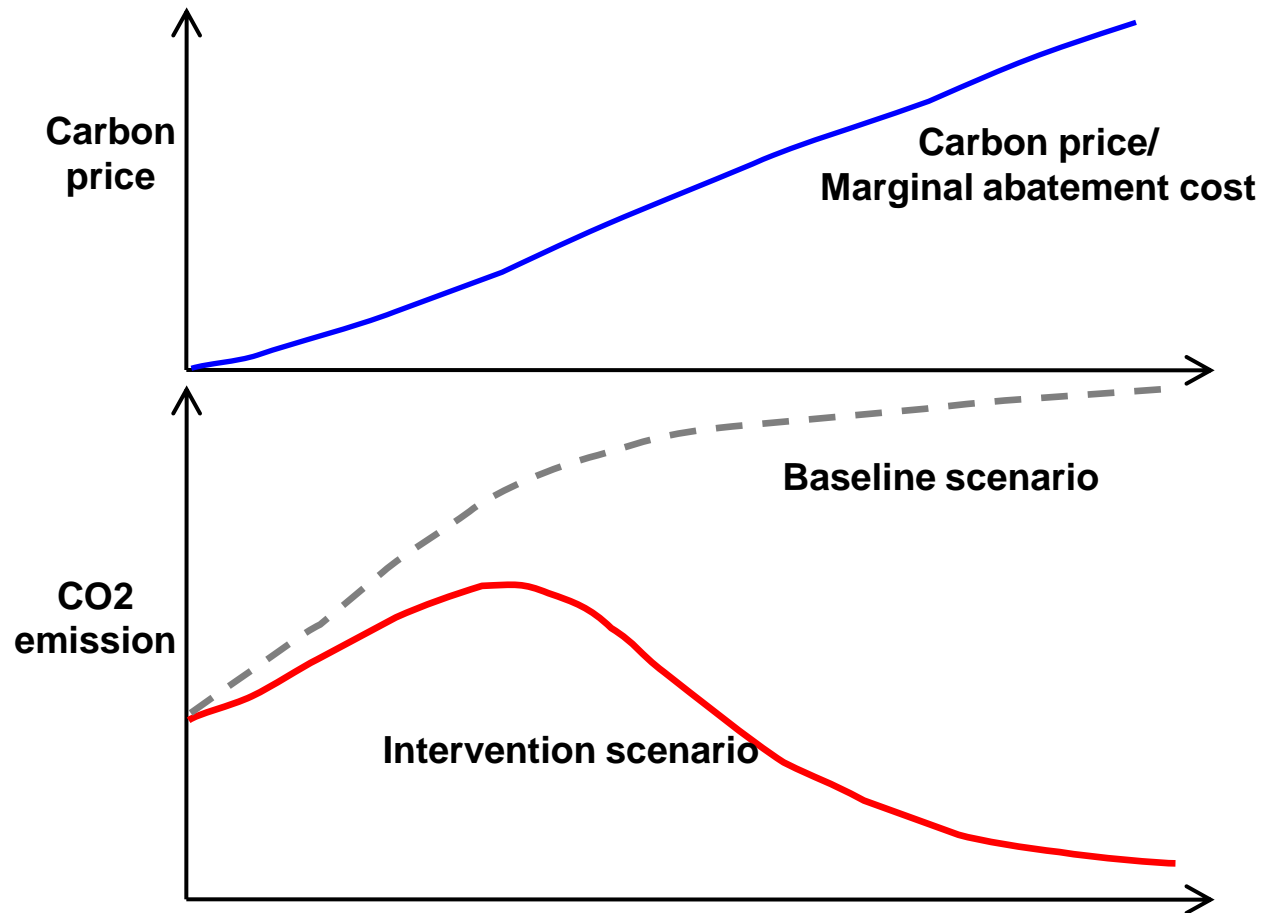
技術選択におけるコストのイメージ



Source: Laitner (2009).

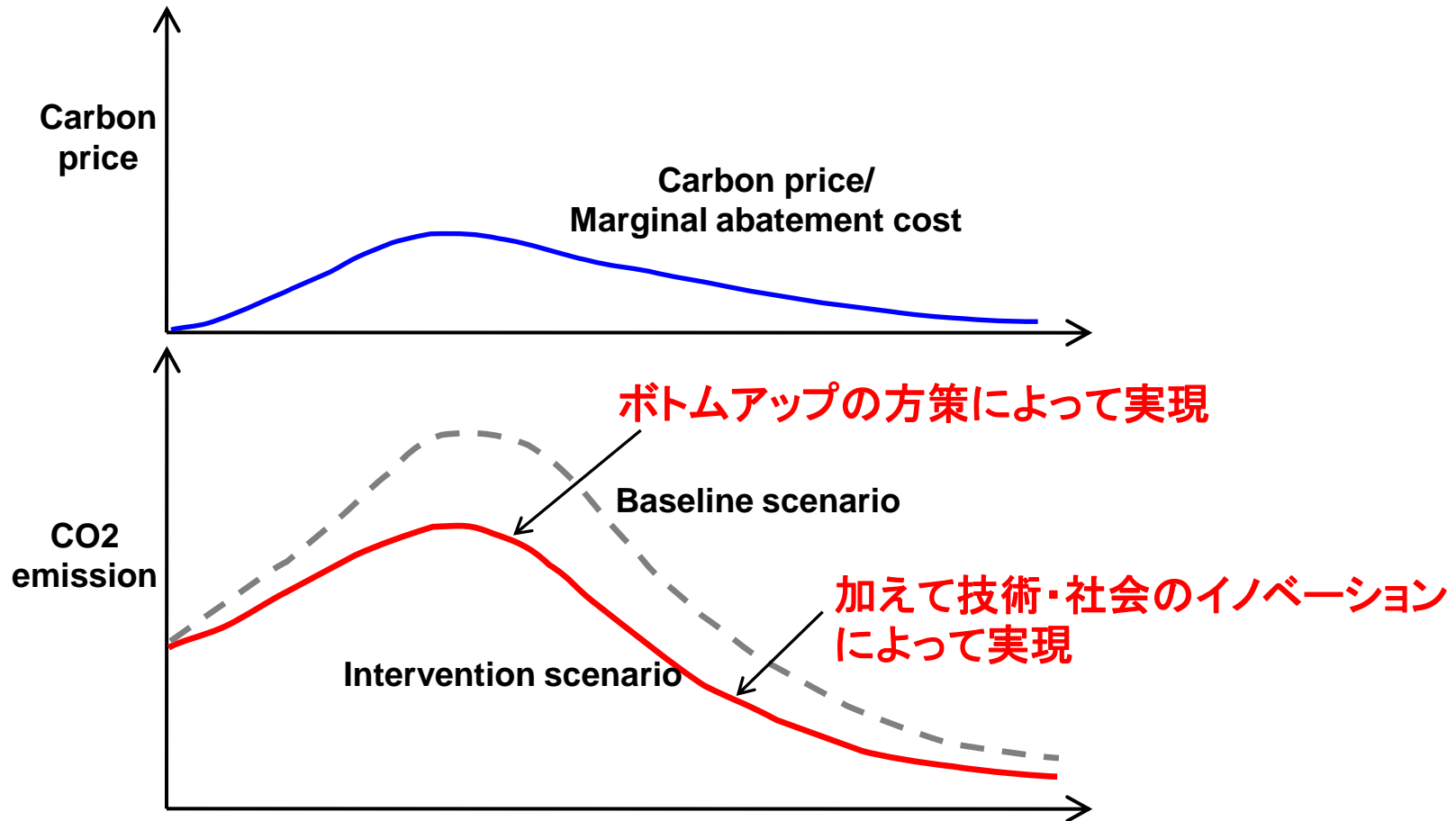
5. 大幅排出削減のシナリオ

通常イメージされる大幅削減シナリオ



しかし、現実社会でこれが実現することは期待薄。特に明示的な炭素価格を200\$/tCO₂以上のレベルに引き上げることは不可能

実現可能性のある大幅削減シナリオ



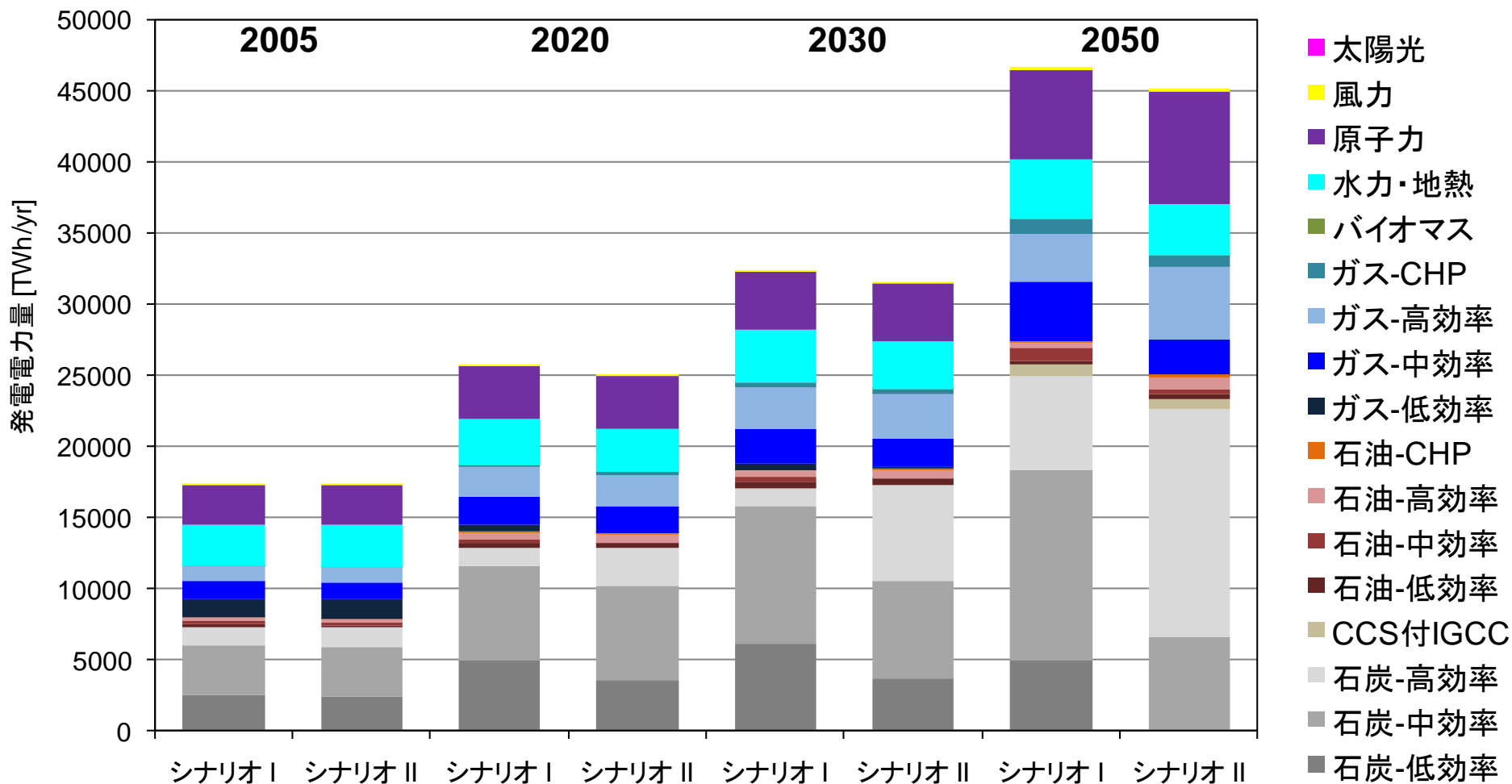
社会の変革、コベネフィットの追求によって低い炭素価格で排出が減るような社会を実現すること、そして、明示的に炭素に価格をつける方法ではない手法によって削減を行うことが必要。

温暖化政策実施における背景状況に関する2種類のシナリオ

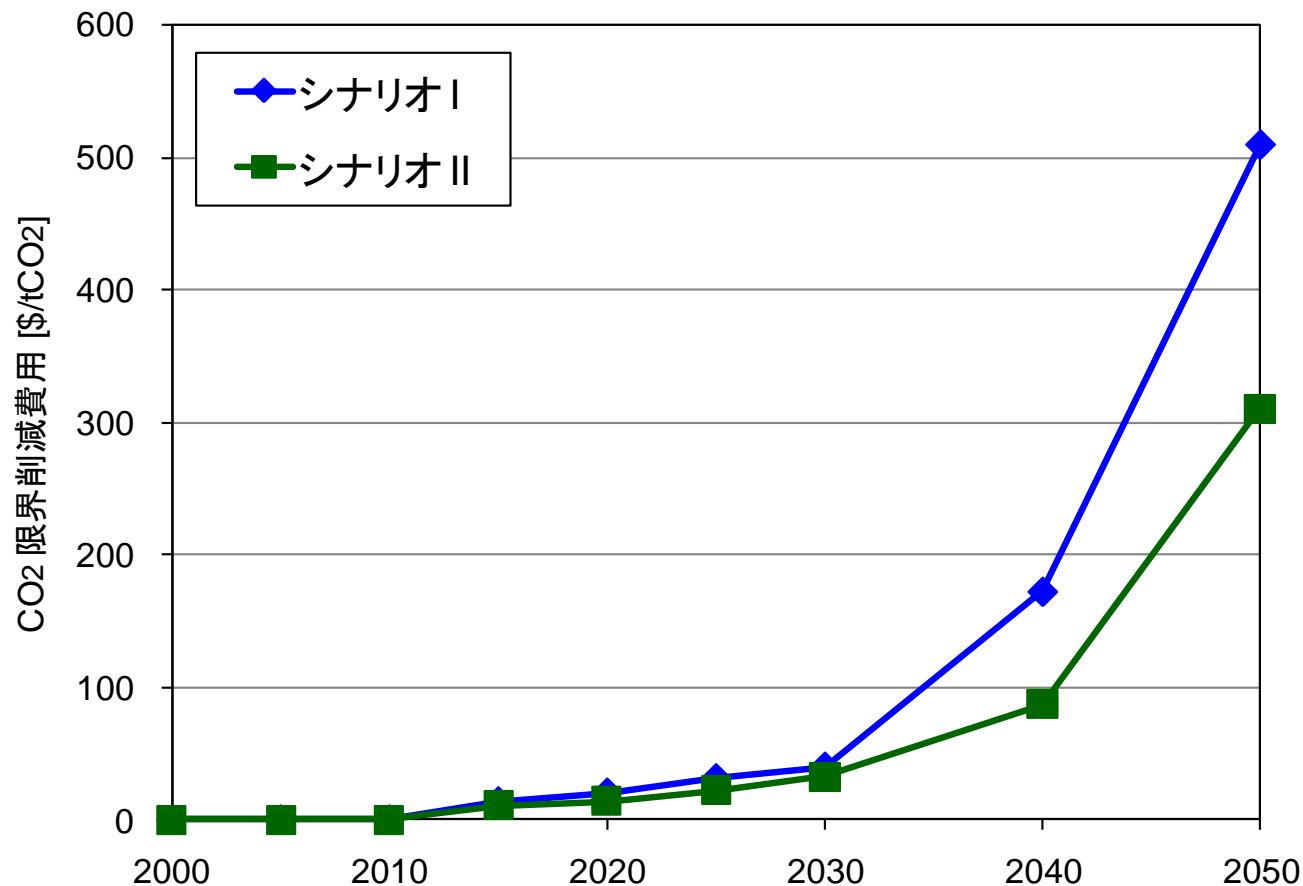
	シナリオI 現実社会で観測される 投資回収判断年数		シナリオII 温暖化対策において 理想に近い投資回収 判断年数	
	上限	下限	上限	下限
発電部門	10.0	6.7	15.0	11.7
その他エネルギー転換部門	6.7	3.3	12.0	9.7
エネルギー多消費産業部門	6.7	3.3	15.0	11.7
運輸(自動車)部門	3.3	2.0	10.0	8.3
民生・業務部門	3.1	1.7	8.0	7.0

注) 一人当たりGDPに応じ、地域別・時点別に表の上下限の範囲内で想定

ベースライン時における世界の発電電力構成 —温暖化政策実施における背景状況に 関する2種類のシナリオによる差異—



2050年世界排出量半減時の限界削減費用 —温暖化政策実施における背景状況に 関する2種類のシナリオによる差異—



シナリオIのような世界によって、限界削減費用(炭素価格)を大きく引き下げることが可能。

コベネフィットを追究した対策

- ◆ 実質的な費用を小さくし、経済成長の低下を抑えるためには、温暖化対策以外の効用が増大する対策と一体となったシステム的な対策を追求することが重要

例 1 : IT技術と結びついた高度な交通システム（渋滞の緩和による効用増、交通事故の減少、・・・）

例 2 : 快適で住みやすい都市の構築（道路渋滞の緩和、公共交通システム、省エネ型都市、都市の緑化、・・・）

例 3 : 原子力によるエネルギーセキュリティの強化（エネルギーセキュリティの強化は直接的な効用増にはならないが、長期的な期待値としての効用増をもたらす）

例 4 : 単に間欠型不安定電源を安定的に供給するスマートグリッドではなく、これまでに無かった付加価値のあるサービスを同時に実現するようなスマートグリッド

大幅な排出削減への方策

- ◆ 明示的に炭素に価格をつける方策（炭素税や排出量取引制度）では、相当高い価格をつけない限り（2050年では世界の炭素価格を200\$/tCO₂以上）大幅な排出削減はできない。（シナリオⅠのような世界に支配される）
- ◆ すべての国がこのように高い炭素価格の対策をとるときに限ってそれが実現可能だが、200程度の国が存在する世界において、それは政治、経済的にそれが実現することは、まず見込みがない。
- ◆ これを乗り越え、大幅な排出削減を実現するには、3つの方策が重要。1）炭素に明示的に価格をつけるのではなく、ボトムアップにきめ細かい対策を実施し、価格シグナルではない方策によって削減を実現すること（シナリオⅠの支配からの脱却）、2）長期の投資判断が可能な社会システムへの変革（シナリオⅡのような世界へ）、3）長期的には、現在見通しがなされていない革新的な技術（社会システムを含めて）の開発による実質的なコストの低減

6. まとめ

まとめ

- ◆ トップダウン的にキャップを設けるような排出削減枠組みでは現実社会では大幅な排出削減を実現することは不可能
- ◆ 大幅な排出削減のためには別の道をとることが重要
- ◆ 明示的な価格シグナルを用いる場合、現実社会で観測される投資回収年数に支配され、よほど高い炭素価格をつけない限り、大幅な排出削減は不可能
- ◆ 国、セクター、技術毎の特徴を踏まえ、技術普及障壁を取り除くボトムアップの取り組みが必要
- ◆ 加えて、技術、社会のイノベーションが必要。コベネフィットを追求し、システム化することによって、実質的な温暖化対策費用低減をはかることが重要
- ◆ ALPSプロジェクトでは、地球温暖化抑制と持続可能な発展に関する総合的なシナリオ策定を行っており、我々がこれに向かってどう進むべきかが明確になるようにしていく。

付 録

地域別のGDPとGDPあたりGHG排出量

シナリオB

