

# インドをめぐる国際動向

## - 長期エネルギー需給・地球環境問題 の観点から -

(財)電力中央研究所

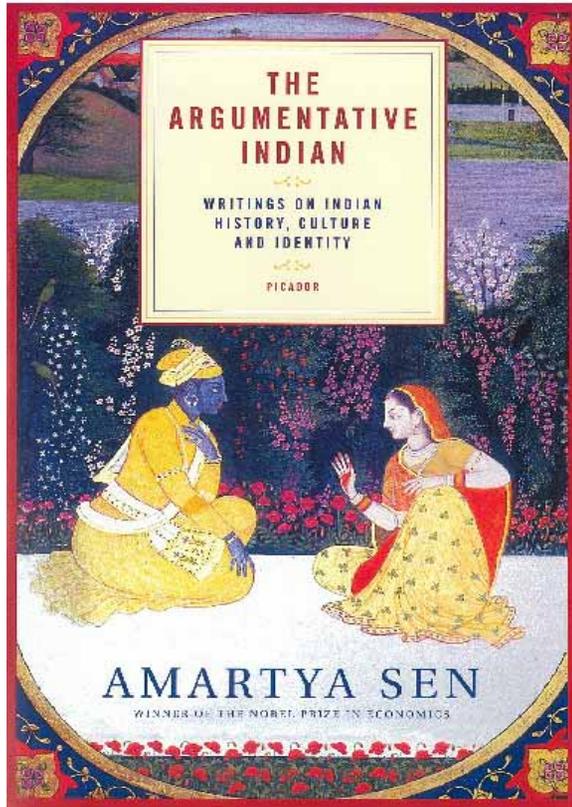
社会経済研究所

地域経済・エネルギー技術政策領域リーダー

上席研究員

長野 浩司

# インドの多様性と対外受容性...?



“India is a immensely diverse country with many distinct pursuits, vastly disparate convictions, widely divergent customs and a veritable feast of viewpoints.”

“... in interpreting India and the Indian identity, they shared a general refusal to privilege any one narrowly circumscribed perspective ...”

“It is the combination of internal pluralism and external receptivity that has been most challenged in recent decades by separatist viewpoints, varying from communitarian exclusion and aggressive parochialism on the one side to cultural alienation and isolationist nationalism on the other.”

- Sen, A. (2006) “The Argumentative Indian”
  - (赤字は報告者による)

# 報告の骨子



- **世界の長期エネルギー需給の見方**
  - 視点のシフト: 「多様な可能性の探索」 「政策の実効性の評価」
  - 投資の重要性
    - 最終消費部門への投資の相当部分は、短期間で回収
    - 効率化、アクセス拡大、地球温暖化防止などに要する追加的費用は限定的なもの: The earlier, the more cost effective.



- **地球環境問題に関する政策論議の現状**
  - 地球温暖化現象の「科学的な認定」: IPCC-WG1 AR4
  - 政策枠組み構築の困難
    - 全ての国が参加する理想的枠組み: その困難さの露呈
    - 「第3の道」: 利害を共有する個別具体的枠組みの積み上げ
      - 迂回しつつも、最終的には目的に効率的に接近する可能性

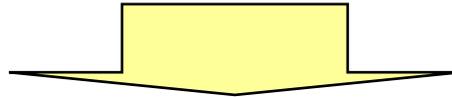


- **インドの将来像に関する私的考察(問いかけ)**
  - 仮説: 動き出した巨象は「踊り続ける」か、「地に足を着けた歩みに移行する」か、それとも「自らの重みに耐えかねて倒れる」か?

# 世界の長期エネルギー需給シナリオ

- 多様な世界観の探索

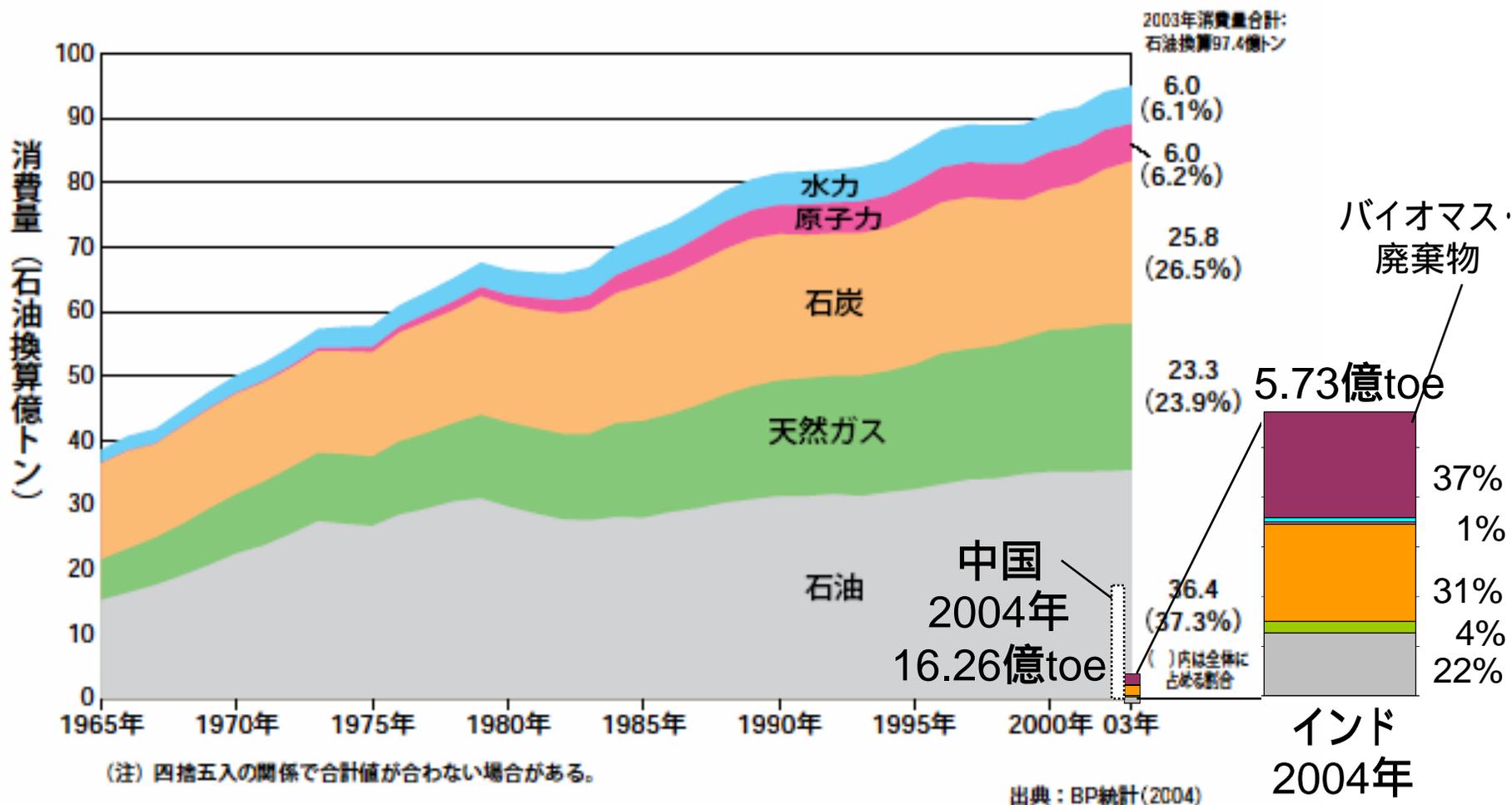
- IPCC「排出シナリオに関する特別報告書 (SRES)」(2000)



- エネルギー安全保障の重視、具体的な政策の方向性の模索、その実効性評価

- OECD/IEA「世界エネルギーアウトルック 2006年版」(WEO2006)
  - 参考例: EPRI「電気事業技術シナリオ」(2005)

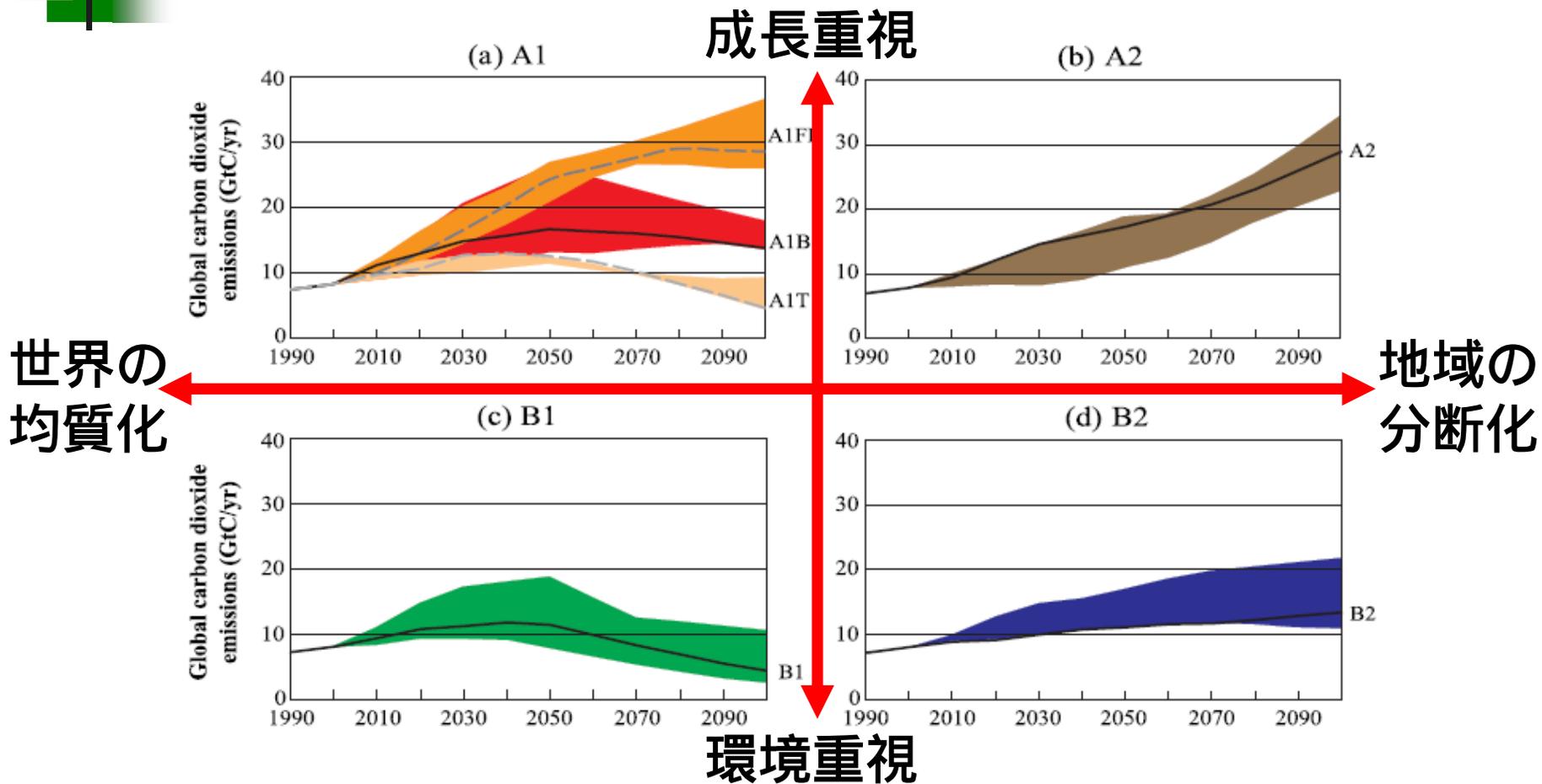
# 前提：世界の一次エネルギー消費



出所：原子力図面集(電気事業連合会)、インドはOECD/IEA WEO2006

# IPCC-SRES(2000)排出シナリオ

出所: <http://www.ipcc.ch/pub/sres-e.pdf>



- A1: 高成長、新技術導入
- A2: 地域分断、多様化
- B1: 均質化、脱物質化
- B2: 持続可能、公平な社会

# OECD/IEA WEO2006

## ■ 人口、経済成長率等に関する前提条件

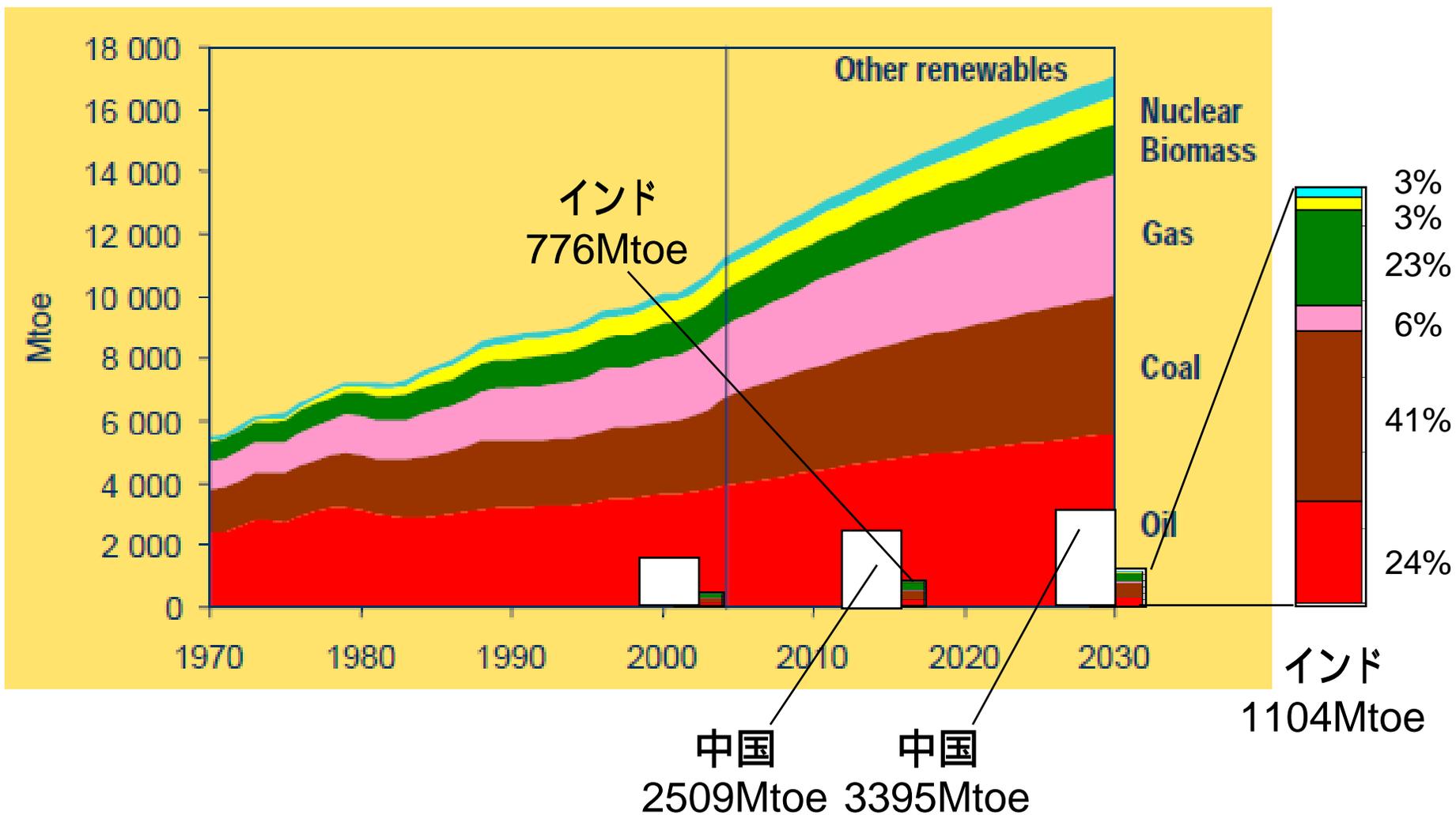
	人口[億人]			実質GDP
	2004	平均年率	2030	平均年率
世界	65.0	1.0	84.2	3.4
OECD	11.6	0.4	12.9	2.2
日本	6.5	-0.2	6.2	1.4
中国	12.9	0.4	14.4	5.5
インド	10.7	1.1	14.2	5.1



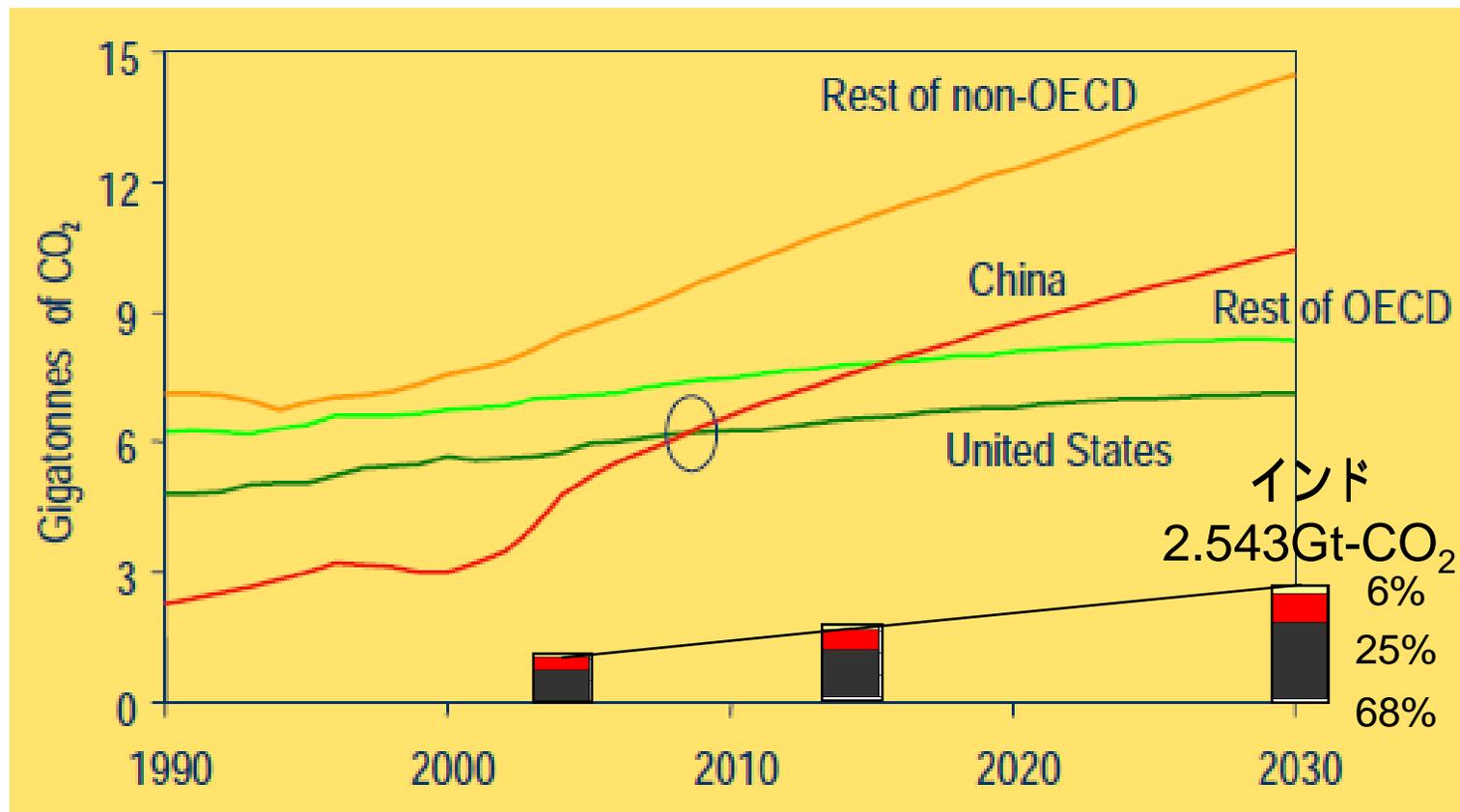
## ■ シナリオの設計：政策実施の効果の評価

- Referenceシナリオ：現状想定<sup>1</sup>の延長線上
- Alternative Policyシナリオ：エネルギー安全保障の改善、CO<sub>2</sub>排出抑制のための政策付加の効果
- Beyond the Alternative Policy：追加的な政策実施の必要性の検討

# IEA WEO2006 Referenceシナリオ

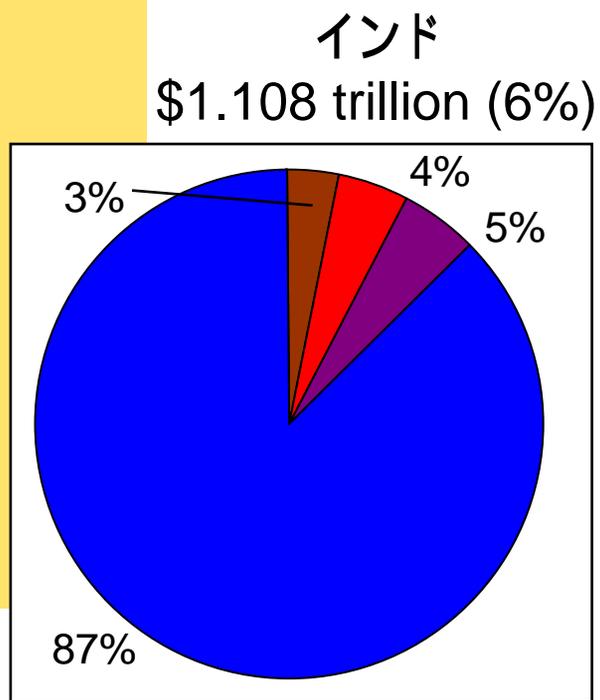
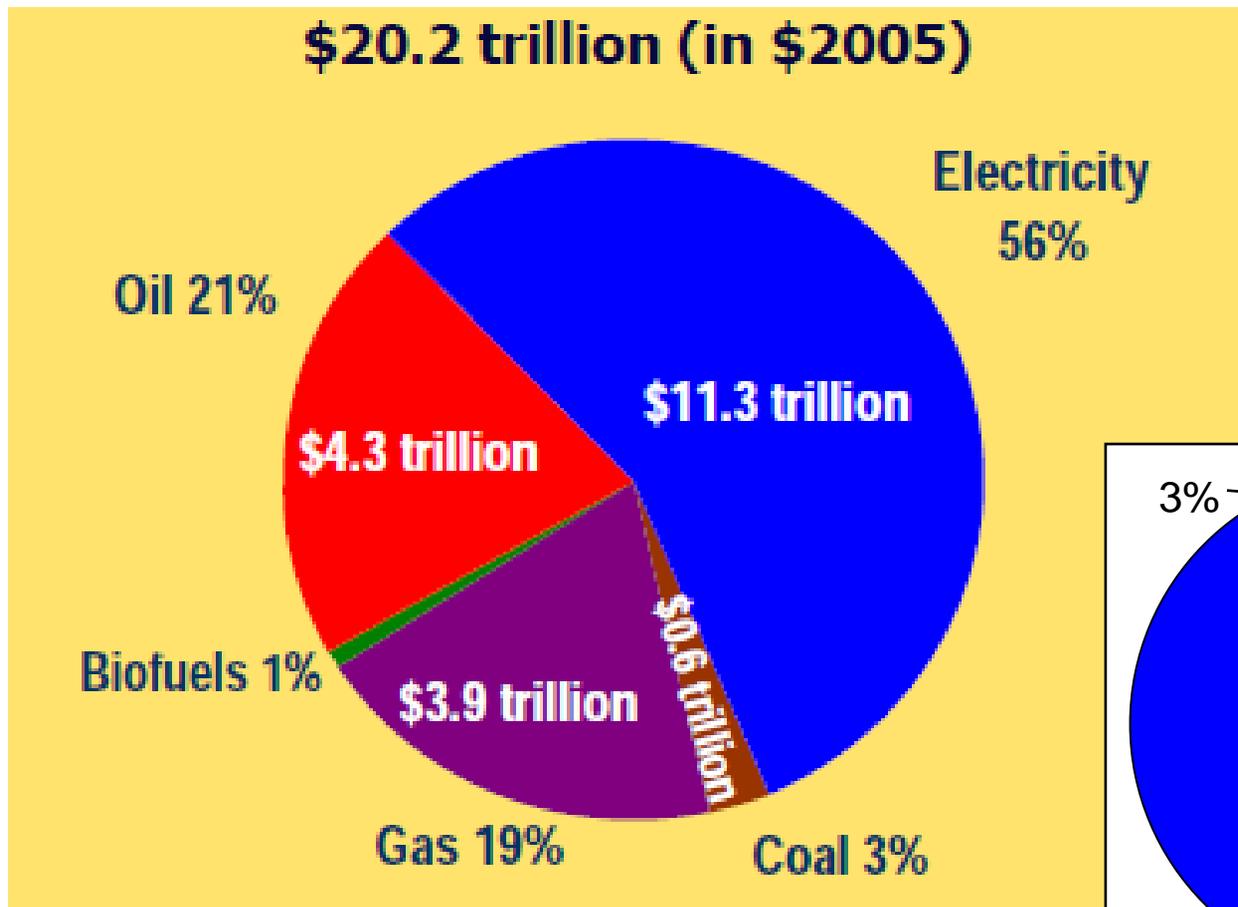


# WEO2006 Referenceシナリオ： 地域別CO<sub>2</sub>排出量

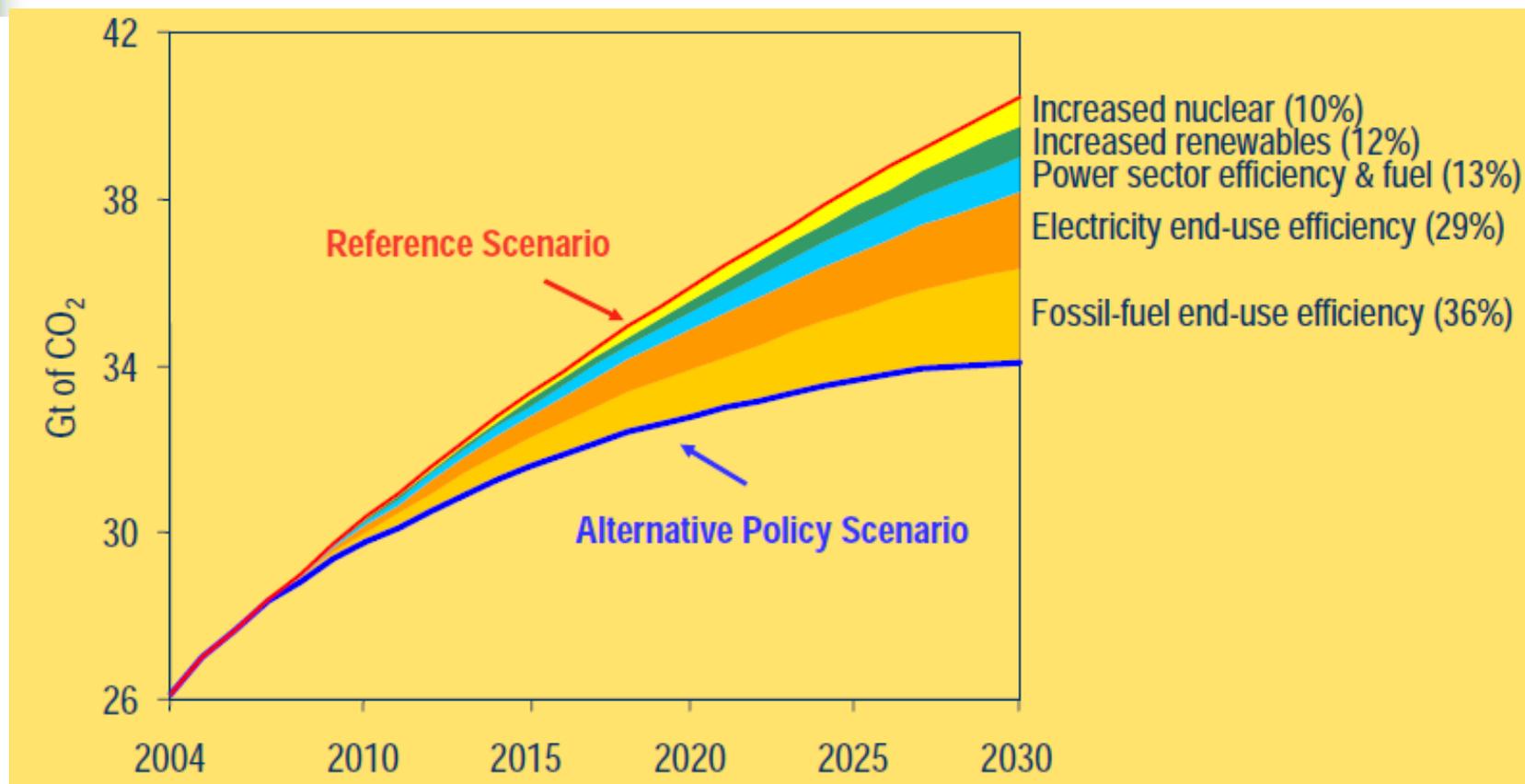


(主に発電用)石炭利用の拡大により著しいCO<sub>2</sub>排出増  
(2004-2030平均年率3.3%)

# WEO2006 Referenceシナリオ: 累積所要投資額

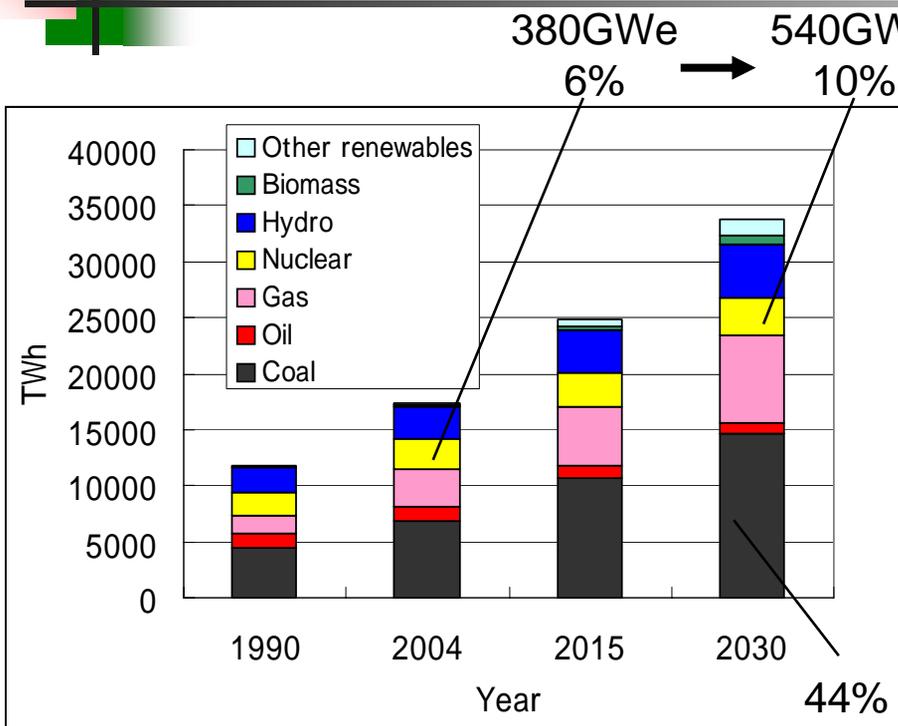


## Alternative Policyシナリオ

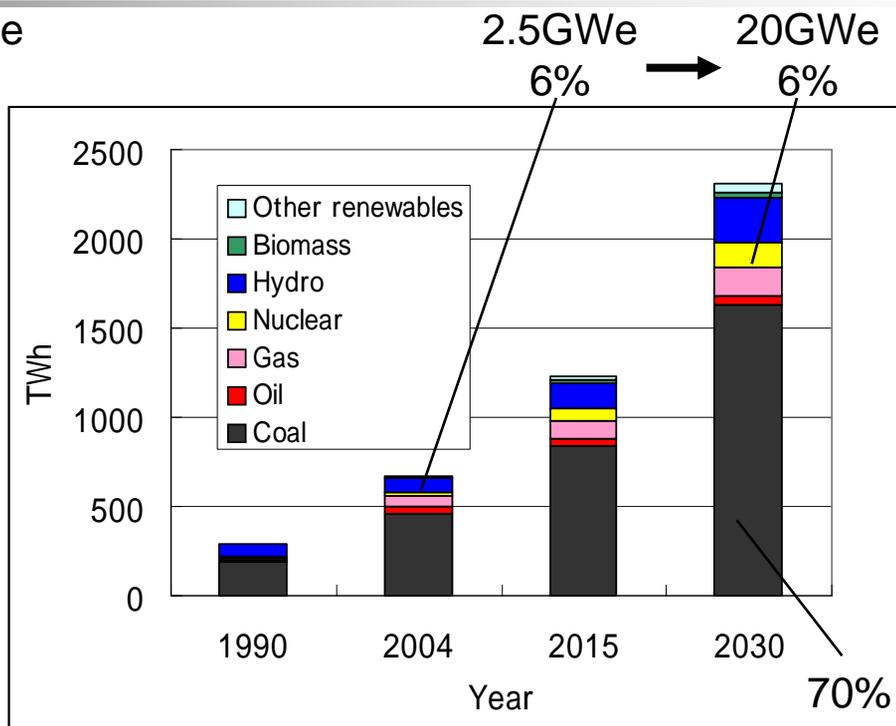


Referenceシナリオより費用効率的：消費部門は2.4兆ドル多く費消するが、省エネ家電・低燃費車等による節約が生産部門で3兆ドル発生

# WEO2006 Referenceシナリオ: 電源構成



World



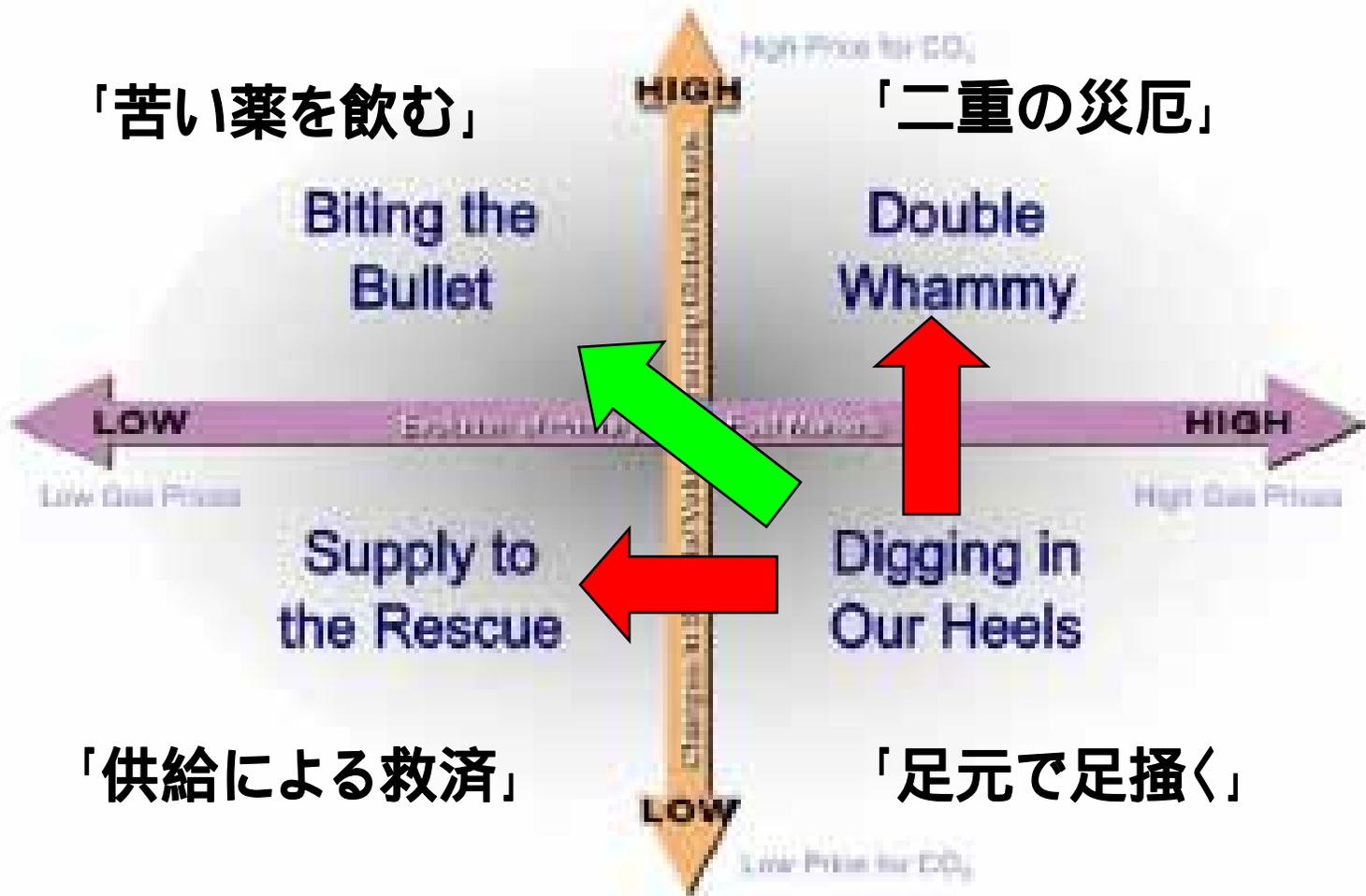
インド

原子力の「復権」: エネルギー安全保障、化石燃料価格高騰、CO<sub>2</sub>排出

中国(78%)、インドの石炭火力依存が、世界のCO<sub>2</sub>排出増の主因となる



# 参考：EPRI (2005) “Electric Power Industry Technology Scenarios”



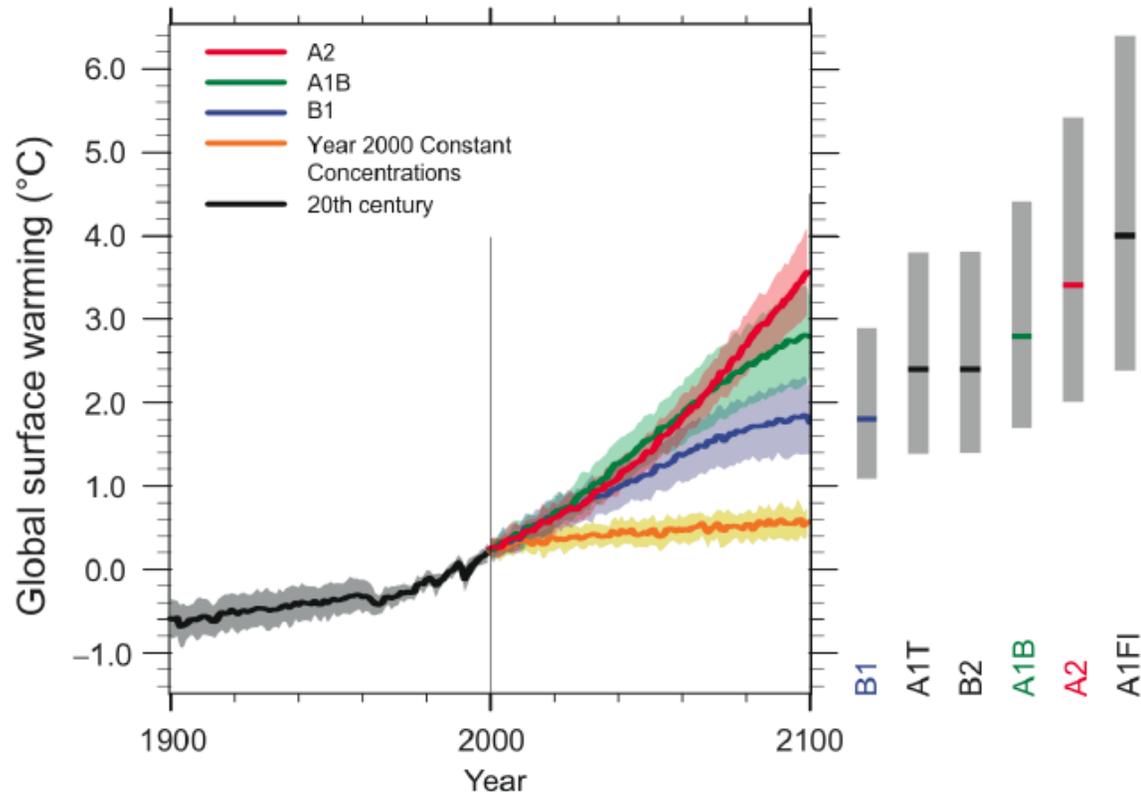
出所：EPRI (2005) “Program on Technology Innovation: Electric Power Research Institute – Electric Power Industry Technology Scenarios: Preliminary Results”

# 地球環境問題に関する政策論議 の現状：問題提起

- 世界の全ての国に適用されるルール設定は、一度成立すれば強い実施強制力を持つが、必然的に何らかの不公平や利害対立を招く
  - 例：京都議定書
- 地球温暖化対策（CO<sub>2</sub>排出抑制）は概して高価なため、何らのルールもなければ誰も対策を採らない
- 「第3の道」はあるか...？

# IPCC-WG1 AR4: 政策担当者への要約 (Summary for Policymakers)

Multi-model Averages and Assessed Ranges for Surface Warming



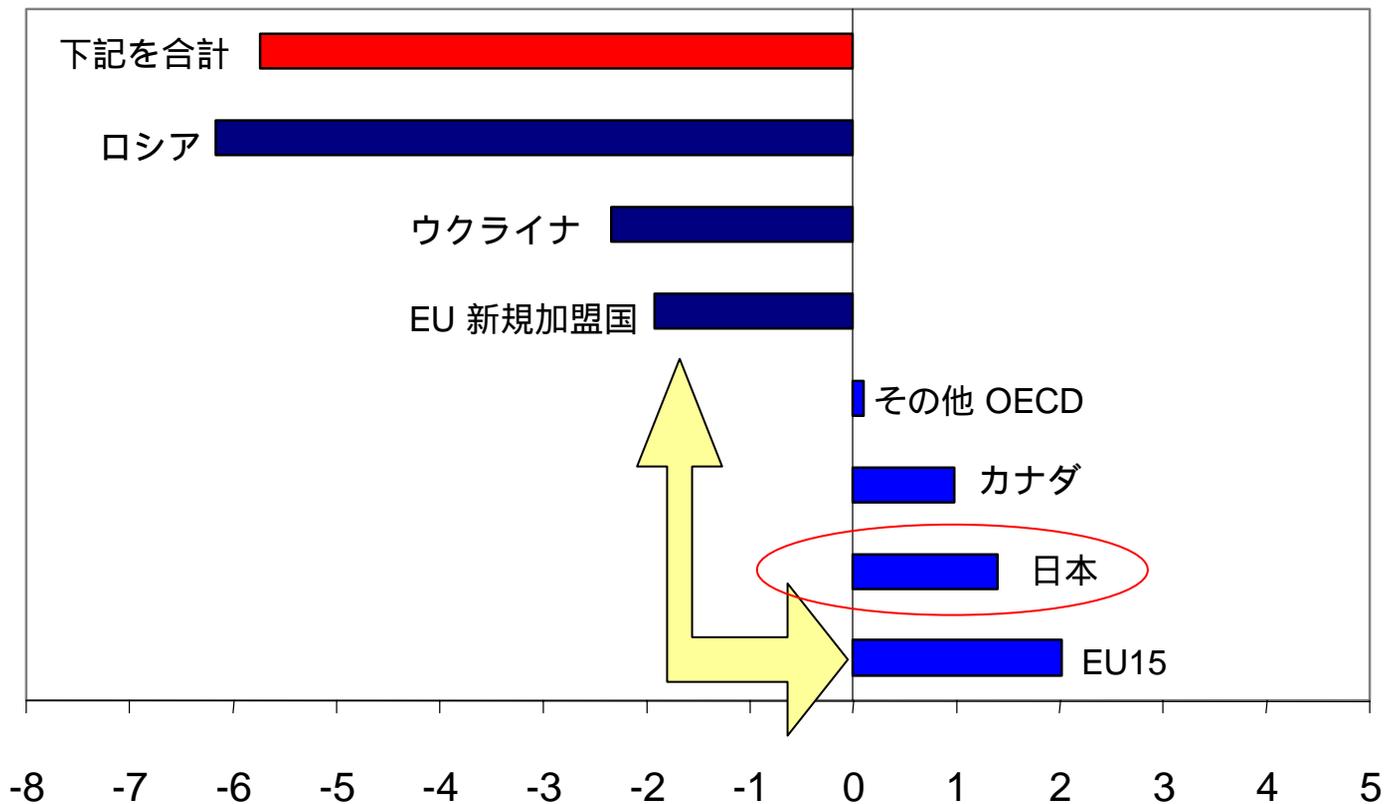
- 地球温暖化の進行が「科学的事実」として改めて確認された
  - 21世紀末の気温上昇は、最尤値1.8-4.0 (最大幅0.3-6.4 )

出所: <http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf>

# 京都議定書と「ポスト京都」

- 温室効果ガス(GHG)排出量削減の「数値目標」の設定と国際合意
  - 2008-2012年(第一約束期間)のGHG排出量(CO<sub>2</sub>換算)を、1990年実績排出量に対して、EU: 8%、アメリカ: 7%、日本ほか: 6%
  - 1997年COP-3(京都会議)で合意
  - 世界の炭素排出量の55%をカバーする国の批准により、国際条約として成立
    - 日本の批准:2002年6月4日閣議決定
    - ロシアの批准(2004年9月30日政府決定、11月4日プーチン大統領署名)により、ようやく発効
- 克服すべき課題
  - 数値目標達成の保証がない
    - 経済社会システムの再構成、それに伴う社会的利害調整とコスト
  - 不遵守の際の措置
    - 甘すぎれば、排出量規制の実効性を削ぐ
    - 厳しすぎれば、当該国の京都議定書からの離脱を招く
  - 遵守と効率性の両立のための柔軟性措置
    - 共同実施(Joint Implementation, JI) / クリーン開発メカニズム(Clean Development Mechanism, CDM)
  - 排出権取引制度
  - 炭素吸収源の考慮
- 究極的目標:UNFCCC第2条(目的)「気候系に対して危険な人為的干渉を及ぼすこととならない水準において大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させること」
  - 京都議定書では義務を負わない途上国の参加
  - 長期の削減努力継続のための、第二約束期間に向けた合意形成:「ポスト京都」

# 「京都遵守」に必要な排出削減量 (2008-12年累計値、10億tCO<sub>2</sub>換算)



EU拡大により、EUとしての遵守義務は事実上消滅  
日本の遵守義務は世界的にも際立って厳しい

# 「ポスト京都」に向けて：COP/MOP

- 第11回気候変動枠組み条約締約国会合(COP-11) 兼 第1回京都議定書締約国会合(MOP-1)(モントリオール)
  - 「2005年までに、第1約束期間(2008-2012年)以降の先進国の排出削減の数値目標についての検討(consideration)を開始する(京都議定書3条9項の規定)」ことの履行
  - 主な成果
  - クリーン開発メカニズム(CDM)運用細則の一括合意
  - ポスト京都
    - 米国が加わる「対話」の場を将来の交渉に一切関連させないという条件付で、気候変動枠組み条約の下に設ける
    - 京都議定書第2約束期間における先進国の削減目標を検討する「プロセス」を、明確な期限を設けずに立ち上げること
- COP-12/MOP-2(ナイロビ)
  - 将来枠組みについて、2008年MOP-4で改めて見直しを行うとのスケジュールを決定
  - 二酸化炭素回収・貯留(CCS)プロジェクトに関するガイダンス採択プロセスと小規模CDMプロジェクトの範囲拡大につき合意

**重要なステップだが、本質的な解決への突破口は未だ見えない**

# 原子力CDM ? : COP-7(2001)「CDMに関するマラケシュ合意」前文

- *Recognizing* that Parties included in Annex I are to ***refrain from using certified emission reductions generated from nuclear facilities*** to meet their commitments under Article 3, paragraph 1, ...

(to deliver the target for the 1<sup>st</sup> commitment period)

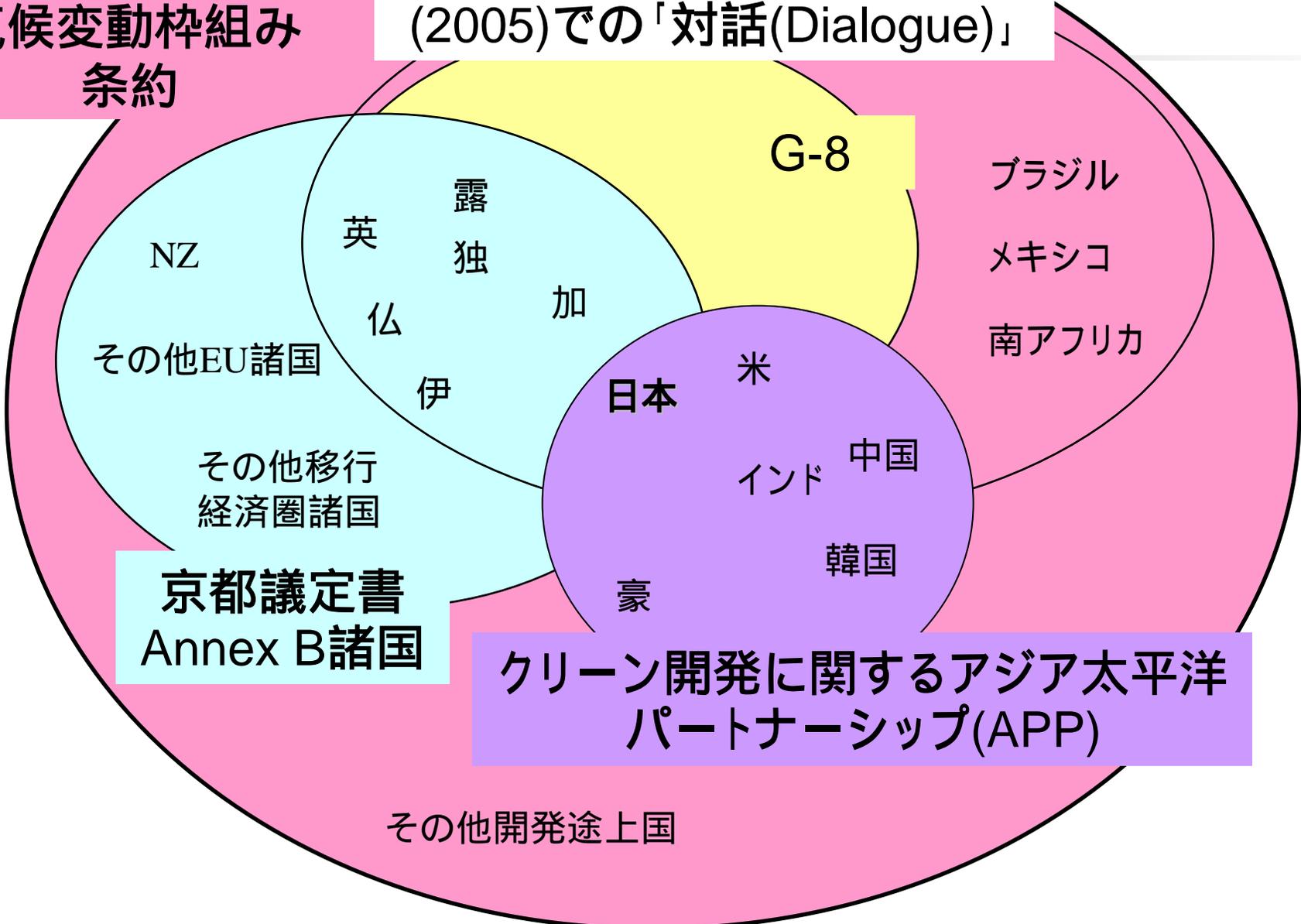
“Modalities and procedures for a clean development mechanism as defined in Article 12 of the Kyoto Protocol,” Decision 17/CP.7, available at: <http://unfccc.int/resource/docs/cop7/13a02.pdf#page=20>

# 「ポスト京都」第3の道？

- 利害を共にする特定少数国の個別合意を積み上げていき、結果的に世界の全ての国に当てはまる約束事に「接近」する可能性
  - G-8関連、アジア太平洋パートナーシップ、etc.
- 日本は全ての枠組みに参加する唯一の国
  - 様々な相手国と多様な協力形態を実現させていくことで、世界に対してリーダーシップを示す可能性
- 米国の積極姿勢：GNEP, FutureGen
  - 前向きに対応をしつつも、独自の日本モデルの構築も...？

G-8グレンイーグルズサミット  
(2005)での「対話(Dialogue)」

気候変動枠組み  
条約



京都議定書  
Annex B諸国

クリーン開発に関するアジア太平洋  
パートナーシップ(APP)

# G8グレンイーグルズ「気候変動、クリーンエネルギー、持続可能な開発」行動計画(2005)

- 以下の各分野で、積極的な行動を提唱、合意
  - エネルギー利用方法の転換
  - 将来に向けたクリーン電力の推進
    - 原子力発電の先進技術の開発
    - 化石燃料発電のクリーン化、高効率化
    - 炭素固定貯留技術の開発及び商業化を加速
    - メタン回収の促進
  - 研究開発の促進
  - クリーン・エネルギーへの移行のための資金調達
  - 気候変動の影響への対処
    - IPCC、GIF、アフリカなど国際取組みの強化
    - モニタリング、データ解釈
    - リスク管理
  - 違法伐採への取組

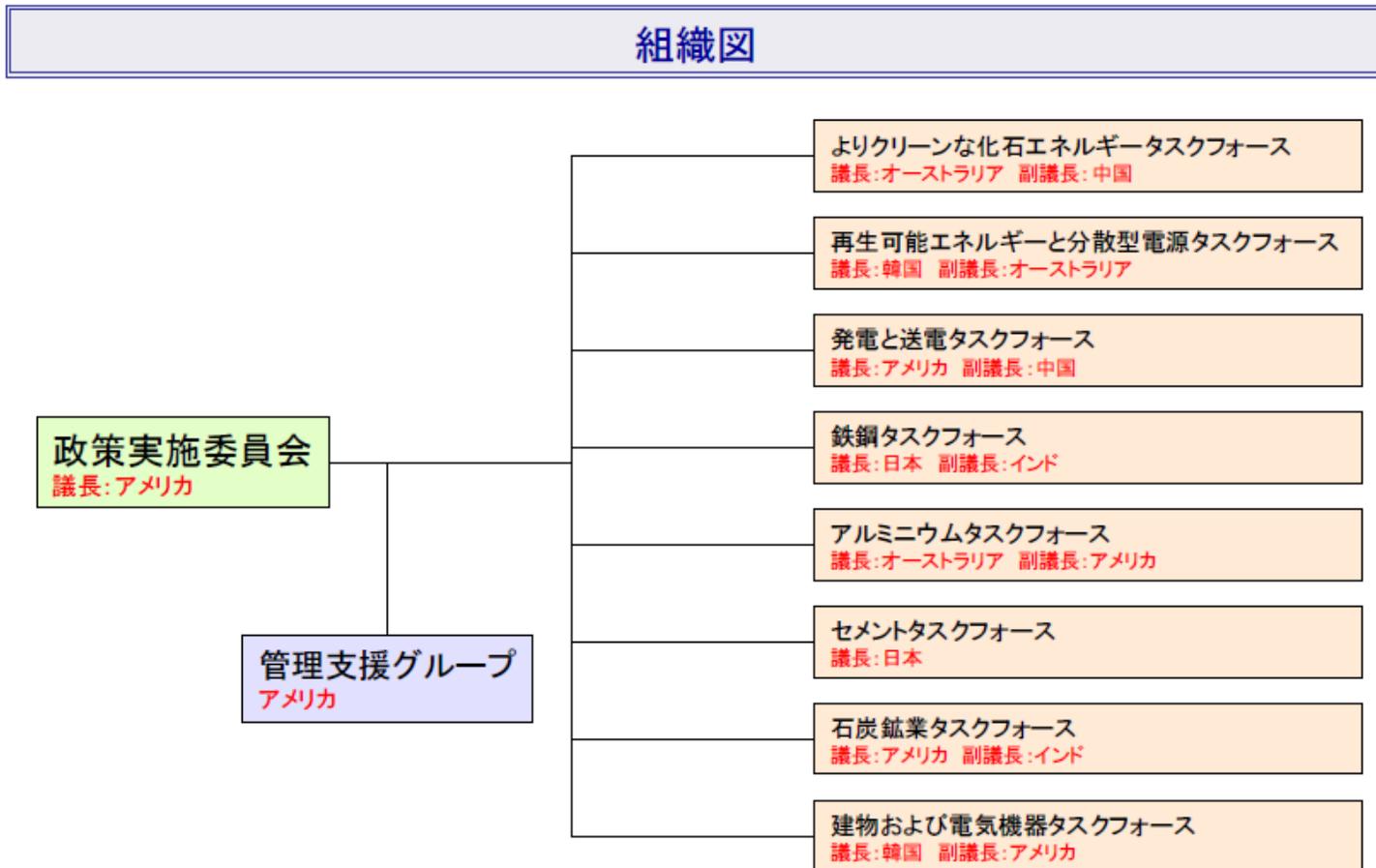
# G8サンクトペテルブルク「世界のエネルギー安全保障」共同宣言(2006)

- 以下の原則へのコミットメントを宣言
  - (1) 力強い世界の経済成長、効果的な市場アクセス、サプライチェーンのすべての段階における投資、
  - (2) 開放的で、透明性があり、効率的かつ競争的な市場、
  - (3) 透明性があり、公平、安定的かつ効果的な法規制の枠組、
  - (4) 増大する相互依存、需要及び供給の安全保障についての利害関係者の展望に関する対話の強化、
  - (5) 需要、供給、エネルギー源、市場、輸送路及び輸送手段の多様化、
  - (6) 国内的及び国際的イニシアティブを通じた、省エネ及びエネルギー効率のための措置の推進、
  - (7) 気候変動への取組みに資する、環境上適正なエネルギーの開発及び使用、クリーン・エネルギー技術の展開及び移転、
  - (8) 腐敗抑制のための透明性及び良い統治の推進、
  - (9) 協調的な緊急時対応、
  - (10) 重要なエネルギー・インフラの保全、
  - (11) 開発途上国の最貧困層のエネルギー課題への取組み。

# APP (クリーン開発と気候に関する アジア太平洋パートナーシップ)



## 組織図



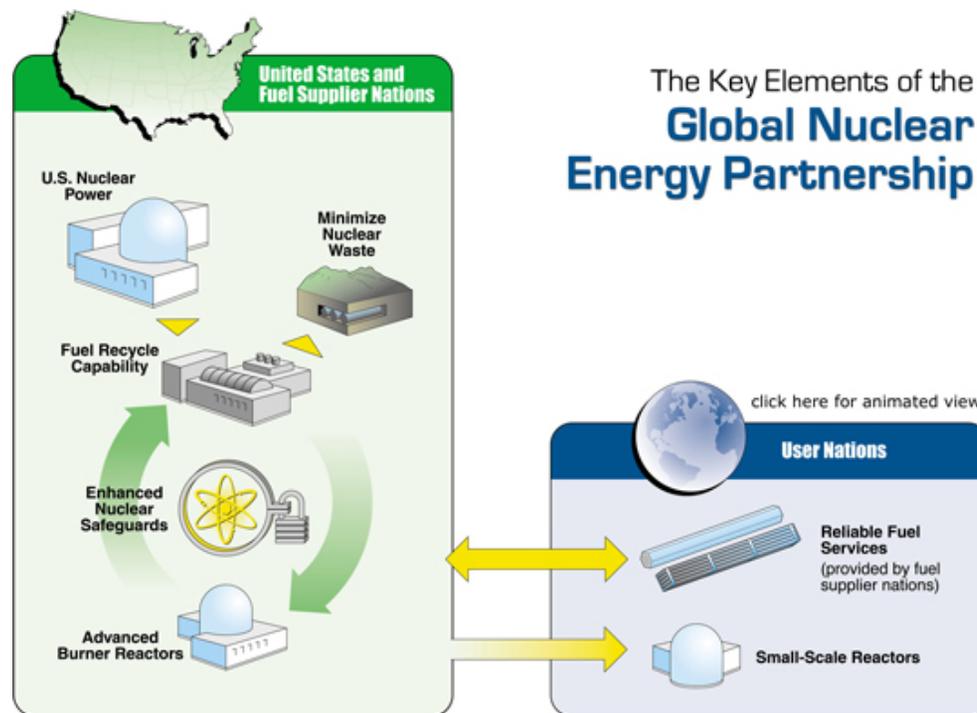
出所: <http://www.asiapacificpartnership.jp/apporganizationalchart.pdf>

## Statement: 原子力?

- The partnership will collaborate to **promote and create an enabling environment for the development, diffusion, deployment and transfer of existing and emerging cost-effective, cleaner technologies and practices**, through concrete and substantial cooperation so as to achieve practical results. Areas for collaboration may include, but not be limited to: energy efficiency, clean coal, integrated gasification combined cycle, liquefied natural gas, carbon capture and storage, combined heat and power, methane capture and use, ***civilian nuclear power***, geothermal, rural/village energy systems, advanced transportation, building and home construction and operation, bioenergy, agriculture and forestry, hydropower, wind power, solar power, and other renewables.
- The partnership will also cooperate on **the development, diffusion, deployment and transfer of longer-term transformational energy technologies** that will promote economic growth while enabling significant reductions in greenhouse gas intensities. Areas for mid- to long-term collaboration may include, but not be limited to: hydrogen, nanotechnologies, advanced biotechnologies, ***next-generation nuclear fission, and fusion energy***.

「発電と送電」TFのアクションプランには、原子力に関する事項なし

# 国際原子力エネルギー・ パートナーシップ構想(GNEP)

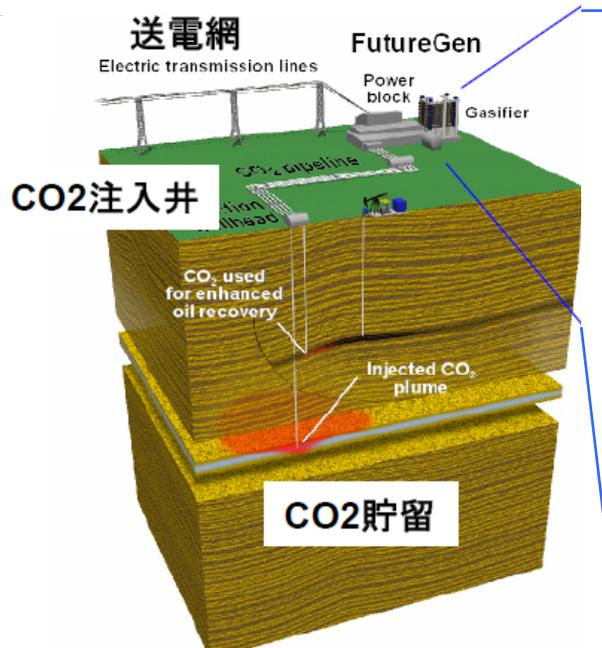


## ■ 得られるベネフィット

- 炭素及び温室効果ガス排出を伴うことなく大量のエネルギーを供給
- 使用済核燃料をリサイクルすることで、廃棄物及び核拡散懸念を抑制
- 途上国のエネルギー需要を満たすよう、安全かつ安定的に原子力発電を導入
- 使用済核燃料中に含まれる有用物質を最大限に回収利用
- 米国内の放射性廃棄物の地層処分場を、今世紀末まで1つに限定

Source: <http://www.whitehouse.gov/stateoftheunion/2006/energy/>, <http://www.gnep.energy.gov/>

# FutureGen



Source: <http://www.fossil.energy.gov/programs/powersystems/futuregen/index.html>

- 環境影響が最少の石炭利用高効率発電システム、CO<sub>2</sub>の地中処分実証を中核とする多国間協力事業の提案
  - 石炭から水素を製造し発電や化学工業用等に利用
  - CO<sub>2</sub>、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>等をほとんど排出しない(ゼロエミッション)
- 2006-16年、総額10億米ドル程度

# 利害を共にする国による得意分野 での協力：電中研の提案

## 気候変動枠組み条約

温暖化防止取り組み全体の情報交換

### 省エネルギー条約

厳しいエネルギー供給を背景に  
日本主導、東アジアで  
トップランナー制の国際化



### ゼロ排出技術条約 (ZETT)

プレッジ&レビュー、非拘束的  
長期的な政策シグナルの形成  
政治的意思の維持  
世界的正統性の付与

### CO<sub>2</sub> 処分条約

豊富な石炭資源・処分サイトを  
背景に国・豪州が主導  
CSLF/ IEA-ZETsが発展？



### 風力条約

豊富な風力資源を背景に  
欧州主導  
JRECが発展？



地域の資源および国益に合致した技術開発の推進

# インドの将来像に関する私的考察 (問いかけ)

## ■ インドの近未来像に影響し得る要因

- IT、ソフトウェア産業主導による高付加価値型の経済成長



- 製造業の技術・人的基盤の欠落

- インド社会の多様性

- 共通の目標に向かう駆動力が機能していれば求心力として、目標を見失えば遠心力として作用？

## ■ 動き出した「巨象」は、

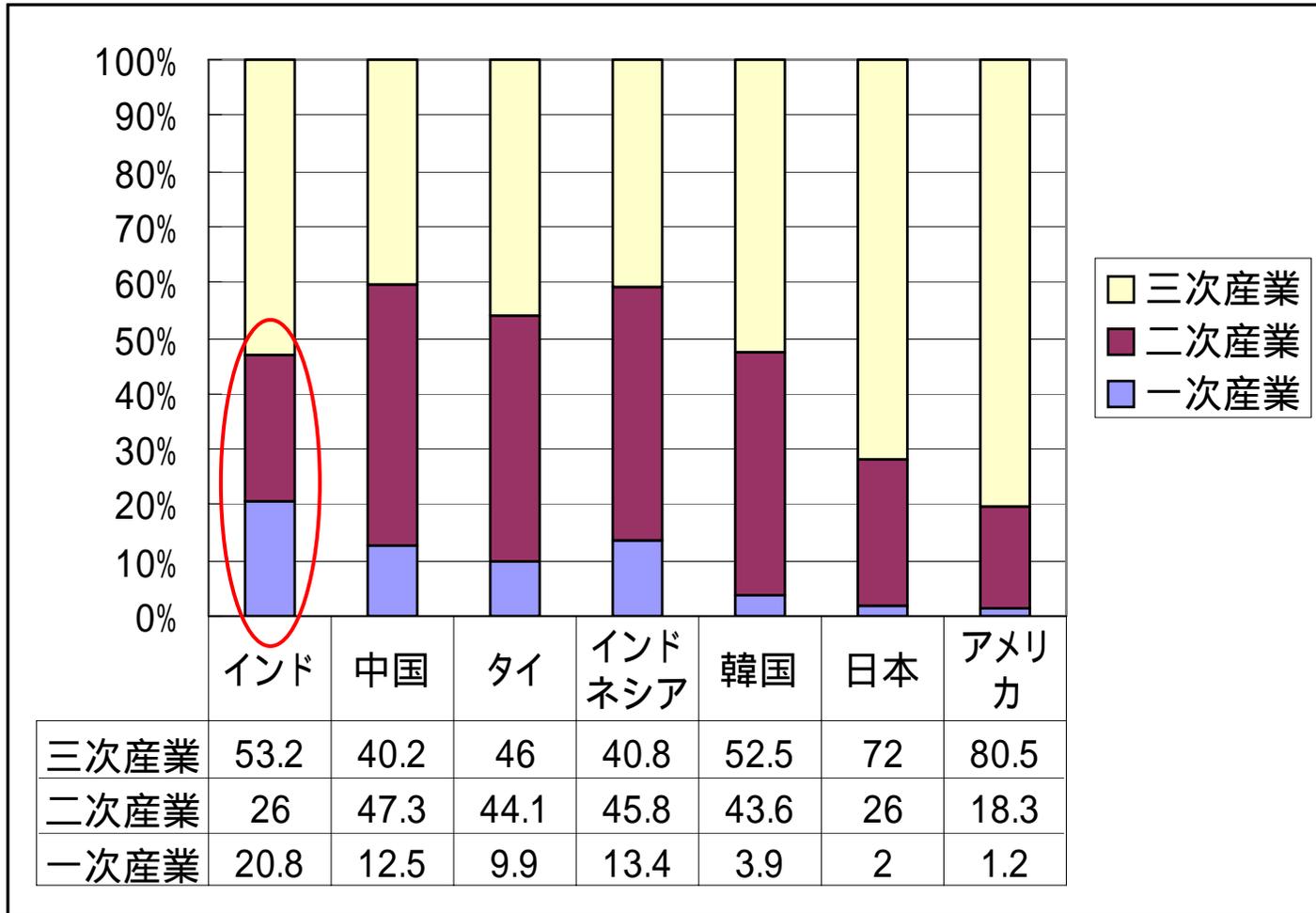
- 「踊り続ける」:現状の高付加価値型の経済成長を続行

- 「地に足を着けた歩みに移行する」:経済成長の果実を投資し、製造業主導の着実な経済成長軌道に移行

- 「自らの重みに耐えかねて倒れる」:経済成長軌道から滑落する

- ある程度の経済発展を果たし、社会の求心力を失う
- 社会基盤 / インフラのボトルネック化(例:清浄な水の供給)
- 縮小しない格差が、社会の不安定化をもたらす

# GDPの産業構成(2004年)



データ出所: 日・米は内閣府経済社会総合研究所、それ以外のアジア諸国については、内閣府「世界経済の潮流」

# インドの将来像：私案のイメージ

豊かさ

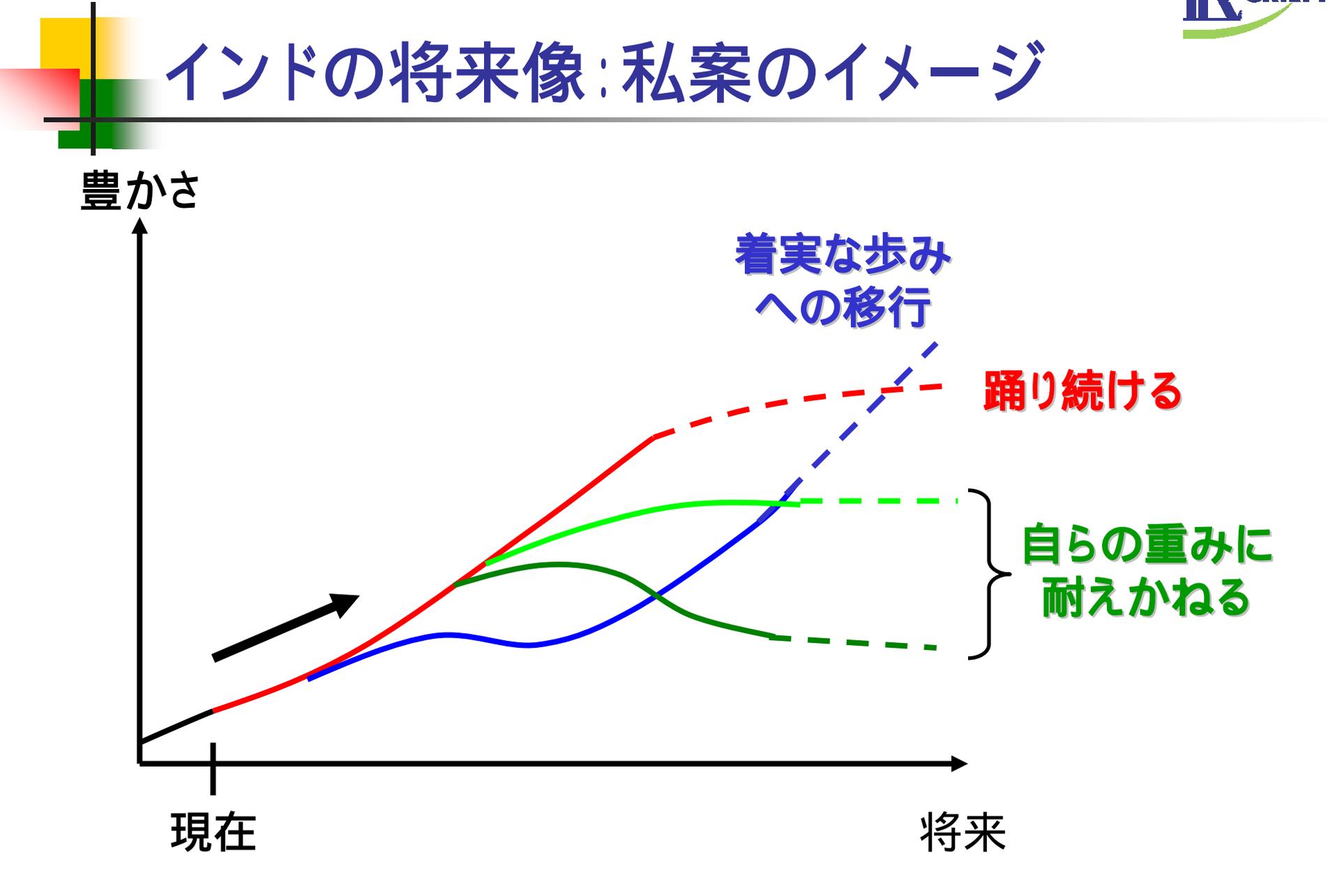
着実な歩み  
への移行

踊り続ける

自らの重みに  
耐えかねる

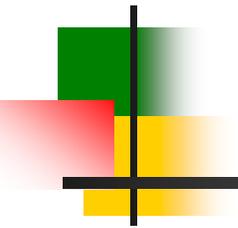
現在

将来



# インドの将来像：世界のエネルギー需給への視座（インプリケーション）

- 踊り続ける巨象
  - 蓄積し続ける巨額の資本の投機化
    - 化石燃料を含む資源価格の乱高下の激化？
- 着実に歩む巨象
  - 民生、輸送に加えて、産業用のエネルギー需要の大きな伸び
    - 資源需給逼迫、中東資源の「インターセプト」？
- 重みに耐えかねる巨象
  - 社会的不安定「縮まらない格差、改善しない貧困」
  - エネルギー需要低迷が化石燃料価格の低迷を招く
    - 地球温暖化政策の実施、とくに新型原子力・革新的エネルギー技術の導入などに対してマイナス要因として作用？



## ご清聴ありがとうございました

---

紹介した研究成果の一部は、(財)電力中央研究所・社会  
経済研究所 重点プロジェクト「温暖化防止政策の分析と  
提言」(平成17-19年度)の成果です。

上記成果の引用を含め、本資料に含まれる全ての誤りは  
筆者のみの責に帰します。