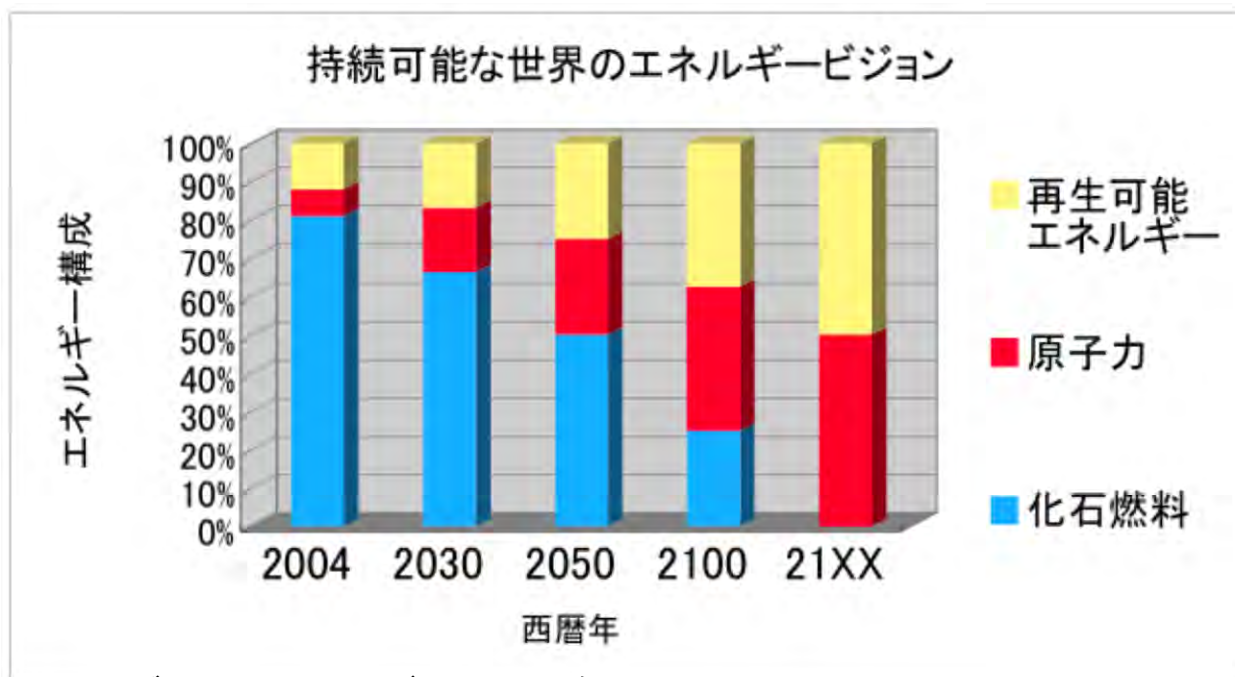


第1部 地球温暖化問題の現状と動向

「日本を取り巻く環境と進むべき道」

東京大学大学院新領域創成科学研究科 特任教授
キヤノングローバル戦略研究所 理事・研究主幹 湯原哲夫



エネルギー・サステナビリティの3条件

- (1) 化石燃料燃焼によるCO₂排出量を地球の自然吸収能力以下にすること。
- (2) 再生可能エネルギー利用を安定化し、持続可能な利用を行うこと。
- (3) 原子燃料を枯渇性燃料から持続可能な燃料へ転換すること。

自己紹介: エネルギー技術の開発とビジョンの提案

- (0) 企業研究所にて30年間、船舶(エネルギー輸送)・海洋開発(海底石油ガス掘削)、エネルギー転換技術(新型原子炉開発—もんじゅ-FB/実証炉、高温ガス炉、新エネ)、環境装置開発(ゴミ、下水汚泥、リサイクル、中小型原動機)に従事(専門は応用力学、構造強度技術者として開発における製品・プラントの構造健全性確保→研究所の経営)

この10年は、大学において

(1) 海洋技術フォーラム／海洋立国推進

- ・海洋基本法、海洋エネルギー資源の開発の提言
- ・海洋技術フォーラムにおける海洋再生エネルギーの推進

(2) 再生可能エネルギー 実証試験の推進

- 地域における海流・潮流エネルギー導入計画
- ・秩父市元気村森林バイオマス—ガス化熱電供給実証試験
- ・弘前大学北日本新エネルギー研究所の戦略委員会委員(地域の再生可能エネルギー)

(3) 火力・原子力発電用設備規格の性能規定化に伴う民間規格戦略の推進

- ・発電用設備規格委員会(日本機械学会、米国機械学会規格基準理事会)
- ・JAEA 構造材料専門委員会、規格基準に関する「新型炉国際戦略検討委員会」

また 独立のシンクタンクにおいて

(4) 地球温暖化抑制と世界の共有できるエネルギービジョン

- ・東京大学と産業界によるトリプルフィフティとその延長
- ・中期目標検討委員会(麻生内閣)、
- ・キヤノングローバル戦略研究所(世界で共有するシナリオ)

第一部地球温暖化問題の現状と動向

「日本を取り巻く環境と進むべき道」 要旨

1. 危機の顕在化とその克服

金融の危機、エネルギー・資源の危機、食糧・水の危機、地球環境の危機、安全保障の危機（海域の資源と権益をめぐる海軍力の衝突）が同時にかつこれ迄にならぬ規模で進行中である。我々は熾烈な生存競争のただ中にあると認識せざるを得ない。互いに関連しあう、これらの複合化された危機を克服することが極めて困難であるとも認識される。

2. 危機の克服をめぐる世界規模の協力の仕組みの構築：

これ迄も努力されて来たが、危機のさらなる顕在化とともに、その仕組み作りをめぐる世界規模での協力の仕組みもまた不透明度を増して来ている。

危機は複合的に互いに関連しあひ、それを克服するためには経済、科学、技術を総動員してこれを克服する必要があるが、世界で共有すべき理念又はビジョンが不在である。

3. 地球温暖化抑制のための国際的な合意の見直し

先進国と途上国の溝は深まるばかりである。COP15&16で合意された定量的合意「温度上昇2℃以内」「2020年迄に先進国から途上国に毎年1000億ドルの温暖化対策のための支援」もまた遂行されることは極めて困難な状況にある。温室効果ガスGHG 450ppm濃度安定化シナリオ、2050年世界で半減・先進国は80%削減（サミット合意）を見直さざるを得ぬ状況にある。

4. 地球温暖化抑制に向けて世界が共有できるエネルギー・ビジョン

気候変動の科学的予測、エネルギー技術・低炭素技術の総動員、及びその経済的評価によって、世界で共有できる実現可能なビジョンと達成のための枠組み作りを互いに関連を持たせあいながら一括した提案として組み立てて提案する。

(1)新しいシナリオに基づき、温室効果ガス（特にエネルギー起源二酸化炭素）の長期的な総排出量の設定

(2)世界全体で最適化する長期的エネルギー構成と各国の排出分担

(3)エネルギー構成に対する追加削減費用と削減メリットのバランス（投資と省エネメリットによる回収）

(4)低炭素エネルギー技術普及のメカニズム（途上国支援のための技術移転とその在り方、京都議定書における追加性とカーボン市場における投機性の排除）

その結果、投資に見合う省エネメリットとバランスするエネルギー構成（2050年に世界の最適エネルギー構成は化石燃料50%、原子力20%、再生可能エネルギー30%）が得られ、これを達成するための技術開発とその普及を促進するための単純で効率よい国際的な仕組みの必要性が提案された。

又、原子力フェーズアウトは発展途上国の負担を増加させ、またCCS（炭素隔離貯蔵）は2050年以降は大きな役割を果たすことが指摘された。

5. 国際的なハーモナイゼーションへ向けて

この提言を検討するために先頃行われた国際シンポジウムで欧米、中国から気候変動の科学者、エネルギー政策とエネルギー技術の専門家による討議と意見交換が行われた。その結果上記のシナリオとエネルギービジョンについて、その重要性と有効性の認識を共有した。

6. 日本の役割

エネルギー資源を海外に依存し、持続可能性への指向し、高いエネルギー技術を有する我が国の役割は、科学-技術-経済を一体化したビジョンを世界に示して、その実現のために尽力することにある。投機性を伴う炭素取引や煩雑な事務手続きと制約を伴うCDMに代って、シンプルでスピード感ある国際協力の仕組みを推進して、低炭素技術の普及に貢献する。

7. 海洋資源立国への道

海底鉱物資源やメタンハイドレード、海洋再生可能エネルギー（海流、潮流、波力、冷熱）など我が国排他的経済水域には豊かな資源が賦存する。長期的な戦略と政策によって、基盤技術を構築して、これらを産業化して資源とエネルギー自立をはかることも重要な課題である。

危機の顕在化とその克服

http://www.yomiuri.co.jp/adv/navi/forum/2050earth_03.htm

湯原：エネルギー危機はすでに来ており、資源や食糧、水問題などを考えれば、世界は2030年までに何らかの破たん直面する可能性が高い。そこから立ち上がる中で日本の果たす役割を考えることが大事だ。現在の排出量取引やCO₂の海洋隔離などは、CO₂排出を決定的に抑えるものではない。一方、これまでタブー視されがちだった原子力や遺伝子組み換え作物、クローン技術などは、違う価値観と視点で積極的に評価される時代が来る。一度破たんを経た上で、私たちは根源的な技術で持続的な暮らしを再構築することになるだろう。

- 金融システムの危機
- エネルギーの危機 化石燃料の高騰と原油ピークアウト
- 資源の危機 ベースメタル・レアメタル・レアアースの暴騰と
困り込み
- 水・食料の危機 異常な自然現象のハザード旱魃、洪水等
- 安全保障の危機 海底資源の確保をめぐる権益の主張と海域の安全保障
- 地球環境の危機 地球温暖化の顕在化と先進国と途上国の対立

熾烈な生存競争下における資源・エネルギー・環境に関する動向

1. エネルギー問題／進行するシステムズ・イノベーション

- (1)福島第一(第二世代炉)事故後の原子力発電所の見直しと新世代(“第三世代+”炉)の原子力の普及と展望
- (2)再生可能エネルギー新時代: バッテリーによる電力システム・イノベーション(不安定な太陽光, 風力の安定化)の進行. 安定な地熱、海洋、バイオマスの進展。
- (3)化石燃料の転換: 原油のピークアウトとシェールガス革命(天然ガス)の進行
天然ガスコンバインドサイクル、石炭ガス化発電などクリーンで高効率な火力発電の進化

2. 地球環境問題と持続可能なエネルギー構成／日中欧米との対話によるハーモニーの必要性

- (1)世界で共有すべき二酸化炭素の排出曲線
- (2)世界全体での最適化されたエネルギー構成と削減費用の分担
- (3)必要なエネルギー技術と開発普及(再生可能エネルギーと原子力エネルギーのバランス)

3. 海洋立国推進／資源大国への道、日中韓露ASEANとの対話とセキュリティ確保

- (1)海洋資源・エネルギー開発が進展
- (2)海洋新産業の創出
- (3)シーレーン確保とともに 高効率で、低炭素の海運・港湾・陸運の連結
(低炭素シームレス物流網)

原子カルネッサンスとよばれるターニングポイント 2010-2011

- ビル・ゲーツ資金、グーグル資金の次世代中小型炉開発
- Green Nuclear Power イニシアティブと SMALL MODULAR REACTOR
- COSCOの原子力商船開発公表
- 中国の原子力産業自立計画と 輸出戦略
- インドの商業用原子炉国際戦略と FBR&トリウム戦略
- ロシアのベトナムからの受注と原発輸出戦略
- 韓国のUAEからの受注と輸出戦略
- 日本の電力・メーカーによるアジア市場への戦略展開
- 東日本大震災による福島第一原発のシビアアクシデント
- 米ロ中印仏は推進を表明、独伊は撤退
- 米国のSMR実証計画のスタート、中国新原発の運転開始
- 基本的方向性: 受動的安全性Passive Safety Reactor, 高レベル廃棄物処理High Level Waste (Spent Fuel)と燃料サイクル

東日本大震災

M9.0 地震→外部電源喪失しながらも
炉停止と炉心冷却に成功

15m高さの津波来襲(設計は5.7m)

Operational problem

福島第二、女川

Hazard

Holes by
direct errors

Final Barrier:
Accident
Management

炉心溶融

バリア-1 耐津波浸水:防潮堤と建屋の耐浸水性
防潮堤を超えて、原子炉建屋レベルに浸水
建屋地下への浸水

バリア-2: 耐電源喪失:非常用電源による給電、炉心冷却
建屋浸水による非常用電源の水没(EDG不作動)
電源盤浸水による受電不可、移動電源車による
給電不可

バリア-3: 全電源喪失(SBO)下の非常用炉心冷却
無電源下で炉心冷却する(短時間)、IC,RCIC
炉内温度・圧力は上昇し続け、バッテリー切れによ
り冷却機能喪失

バリア-4: ベント&注水による 炉心破損・溶融の防止 Accident
Management)

ベントによる 蒸気放出(炉容器と格納容器の減圧により破損防止、
燃料の所外逸散防止)

炉容器・格納容器への注水(燃料破損を防ぐ、海水注入)

ベント・海水注入処置が遅れて、水素発生・漏洩・爆発、炉心溶融
に至る

米ネブラスカ州のミズリー河が氾濫，川沿いの原子力発電所 二基への浸水 2011年 06月 23日



オマハ電力公社のフォートカルフーン原発
(燃料補充のため運転停止中)



ネブラスカ電力公社のクーパー原発(運転
中)

2011年7月12日 米国原子力規制局NRC ジャパンタスクフォース 報告書『21世紀における原子炉安全性強化のための提言』 福島第一原発事故の考察についての短期的タスクフォース

1. MISSION:

- ① 全米の原発の安全性について、原子炉に影響する予備的又は潜在的な運転上又は規制上緊急に必要な行動を特定するため、福島原発事故における技術的及び運転上の最新情報を評価すること、
- ② NRCによる原発規制の適用方法、規制の強化等に関する短期的視点での改善の必要性の検討及び今後NRCが原発に対し、どのような長期的な点検・調査を行うべきかの洗い出しであった

2. タスクフォースの結論

- ① **一連の福島原発事故に類似する事故はアメリカでは起こりえないと結論づけた。**すでに取られている対応により、炉心損傷や放射性物質漏えいの可能性は減ぜられており、現行制度で公共の安全及び国民の健康は保護されている。
- ② 原発の安全性に関する規制枠組みは、何十年間にわたり補足や追加がなされてきており、そのいずれもが、その時点では最適で最善ではあったが、**現状では、つぎはぎ状態ではらつきがあると評価した**

福島と類似する事故はアメリカで起こりえないとはいえ、防護レベルを適切に再定義することにより、重大事態を引き起こしかねない事故に関し、**多重防護の強化を確実にするべきである**という新たな洞察が、福島原発事故によりアメリカにもたらされたとしている。

3. 提言の概要

(1) 規制枠組みの明確化

- ・ 多重防護とリスクを考慮した適正でバランスのとれた防護のための論理的で秩序のある一貫した規制枠組みを確立するべきである。

(2) 防護の確保

- ・ 必要に応じてNRCは、ライセンスに各ライセンスが運用している原子炉の構造、システム及び構成要素の地震及び洪水に対する防護の設計基準を再検討させ、**アップグレードさせるべきである。**
- ・ 長期的視点での検討項目の1つとして、NRCは、地震により発生する火事又は洪水を防止し、又は発生を最小限に食い止める能力を将来的に強化する方策の検討をするべきである。

(3) 被害軽減策の強化

- ・ NRCは、運用中のすべての及び新設の原子炉において、設計基準内の又は設計基準を超える外部的事象による**全電源喪失**を最小限に食い止める能力を強化するべきである。
- ・ **マークI及びマークII型格納容器を有する沸騰水型原子炉については、ベントの設計をさらに信頼性が高い強固なものとするよう要求するべきである。**
- ・ 長期的視点での検討項目の1つとして、福島原発事故の今後の研究を通し、追加的な情報が明らかになった場合、NRCは格納容器内又は他の建造物において、**水素を管理すること及びその発生を最小限にすることについての洞察を深めるべきである。**
- ・ 使用済核燃料プールの水補給の能力及び設備の強化を行うべきである。
- ・ 緊急事態運用手続、過酷事故管理ガイドライン、甚大な被害を軽減するためのガイドライン等の原発内での緊急事態対応能力を強化し、統合すべきである。

(4) 緊急事態対応の強化

- ・ **全電源喪失及び複合的事故が長期的に継続する事態に対応するための緊急事態計画を、NRCが各施設に作成させるべきである。**
- ・ 長期的視点での検討項目の1つとして、NRCは複合的事故及び長期的な全電源喪失に関する緊急事態準備において追加するべき事項がないかを検討するべきである。
- ・ 長期的視点での検討項目の1つとして、NRCは意思決定、放射線監視及び公衆の教育に関する緊急事態対応において追加するべき事項がないかを検討するべきである。

(5) NRCの監督業務についての効率性の改善

- ・ NRCは、**多重防護の要件にさらに着目して、ライセンスの安全性能に対するNRCの法的な監督能力(例えば、原子炉監督手続等)の強化を図るべきである。**

3.11福島第一事故と将来の原子力エネルギーについて

1. 事故原因は津波による浸水に対する設備設計の不備
 - (1)ドアや建屋の水密性の不足(電源盤、非常用ディーゼル発電機)
 - (2)外部電源・内部電源の多様性と独立性の確保＝安全性の確保
2. 全電源喪失事故は回避しうる。全電源喪失事故に関する原子炉安全もまた確保しうる。また新型炉設計は進化し(第三世代+炉)、実用化の段階にあり、シビアアクシデントにたいする安全性は一層優位なレベルにある。
3. 世界のエネルギーの将来にとって、「原子力フェーズアウトか、推進維持か」については、セキュリティや経済性だけではなく、地球温暖化対策、資源量、技術のイノベーションとともに考える。
4. 「原子力エネルギーの利用は再生可能エネルギーとともに不可欠なエネルギー源である。層の厚い両分野の技術者の世界貢献が期待される。
5. 金融危機下での、成長と環境の両立は、アジアの成長を低炭素な「低炭素・高効率な生産設備と製造業立国それを支えるエネルギー基盤」によって達成しうる。日本の責任は重大である。

冷静かつバランスの取れた合理的な判断が期待される。

判断は現状の技術レベルと動向を踏まえて

1. 福島第一の設計は第2世代炉の初期(1960年代の設計)を基本としてその後改良改善して来た(導入技術の改善を基本).
2. 現在は共同開発した第3世代炉(1990~ ABWR,APWR)
3. 世界は第3世代+(2005~ 受動的な安全炉AP1000など、自然循環による炉心冷却)
4. さらに第3世代++(2010~, Small modular reactor、TVAなど)
5. 第4世代(2030年~)SMR、高速増殖炉、高温ガス炉などを開発中

方向性:

- ・受動的な安全性、燃料交換(少ないか、なし)、低出力密度(残留熱除去を少なくする)、新型燃料
- ・冷却材の自然循環による炉心冷却の確保(高温ガス炉、FBRなど)
- ・開発主体:米国民間資金による民間主体の開発(SMR 政府がこれをバックアップする)、新興国(中国、インド)の積極的な開発とロシアの商業炉普及と開発

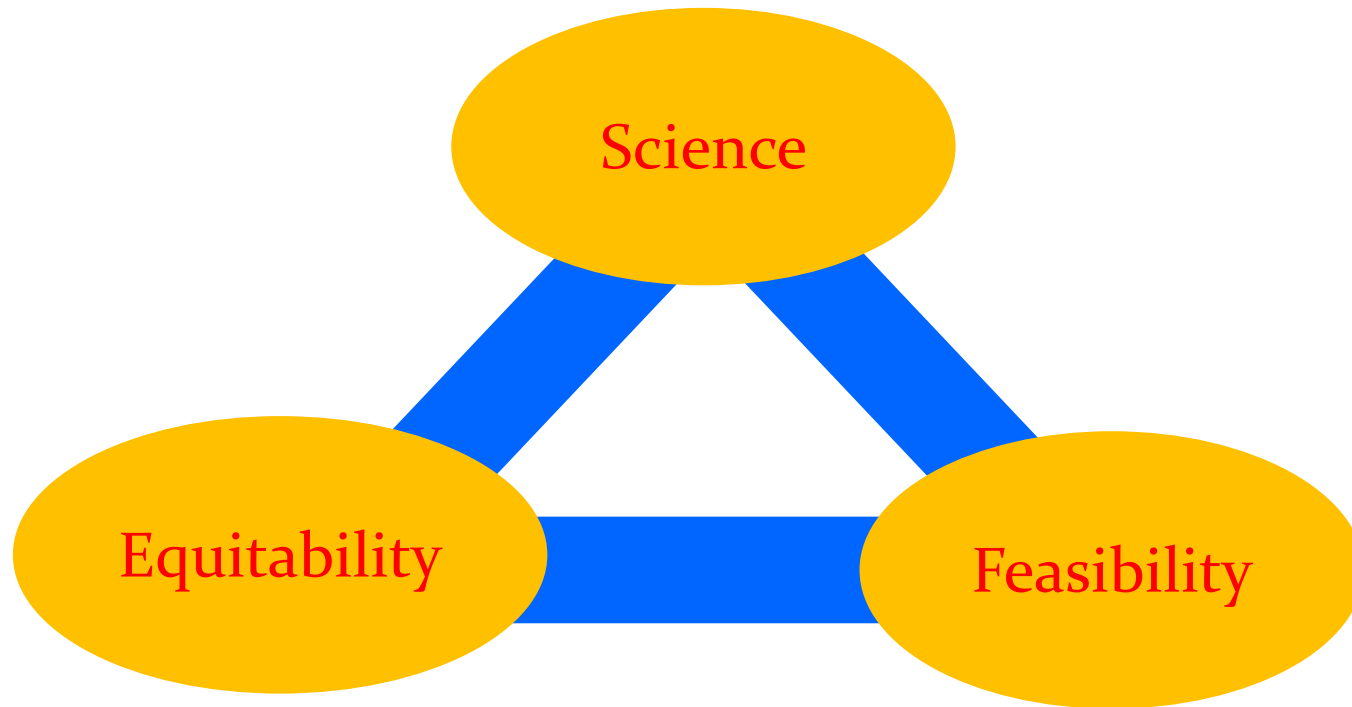
日本も技術導入体質から自主技術開発体質へ転換・移行する機会。
第三世代++(中小型炉)、第四世代(Na・FBR、HTGRなど)

COP 17 へ向けて

- 「GHG450ppm濃度一定、2°C以内」に代わる現実に達成可能な目標の再設定が必要
 - 京都議定書の延長されても日本は参加しない公算大で、代案を示す必要がある。
 - CDM、キャップ&トレードとカーボンクレジット市場など
CDMの追加性の規定の緩和とカーボンマーケットの投機性の排除が課題。
 - 自主的な目標設定(2020年まで)するも、世界全体で共有する目標の不在(世界で2050年50%削減、先進国80%削減は受け入れられない)。
 - 先進国による途上国支援の合意
 - ・2010~12 300億ドル
 - ・2020年まで毎年1000億ドル(10年で\$1Tri,40年で\$4Tri)具体的な進め方、内容が決まらない。金融危機下の先進国に余力無し
- 世界が共有する長期的な排出目標、先進国と途上国の排出分担、温暖化対策の途上国支援への枠組みと目標(途上国の成長と環境両立)

Towards the harmony

- Principles for the new climate regime-



The Canon Institute for Global Studies

#2「地球温暖化対策で世界が共有するエネルギービジョン」 国内シンポジウム(2011.6.30) ,国際シンポジウム(2011.9.16)

目的:

地球温暖化対策を話し合う国連気候変動枠組み条約の締約国会議(COP17)に向けて、京都議定書に代わる新たな枠組みづくり*に向けた提言を行う。

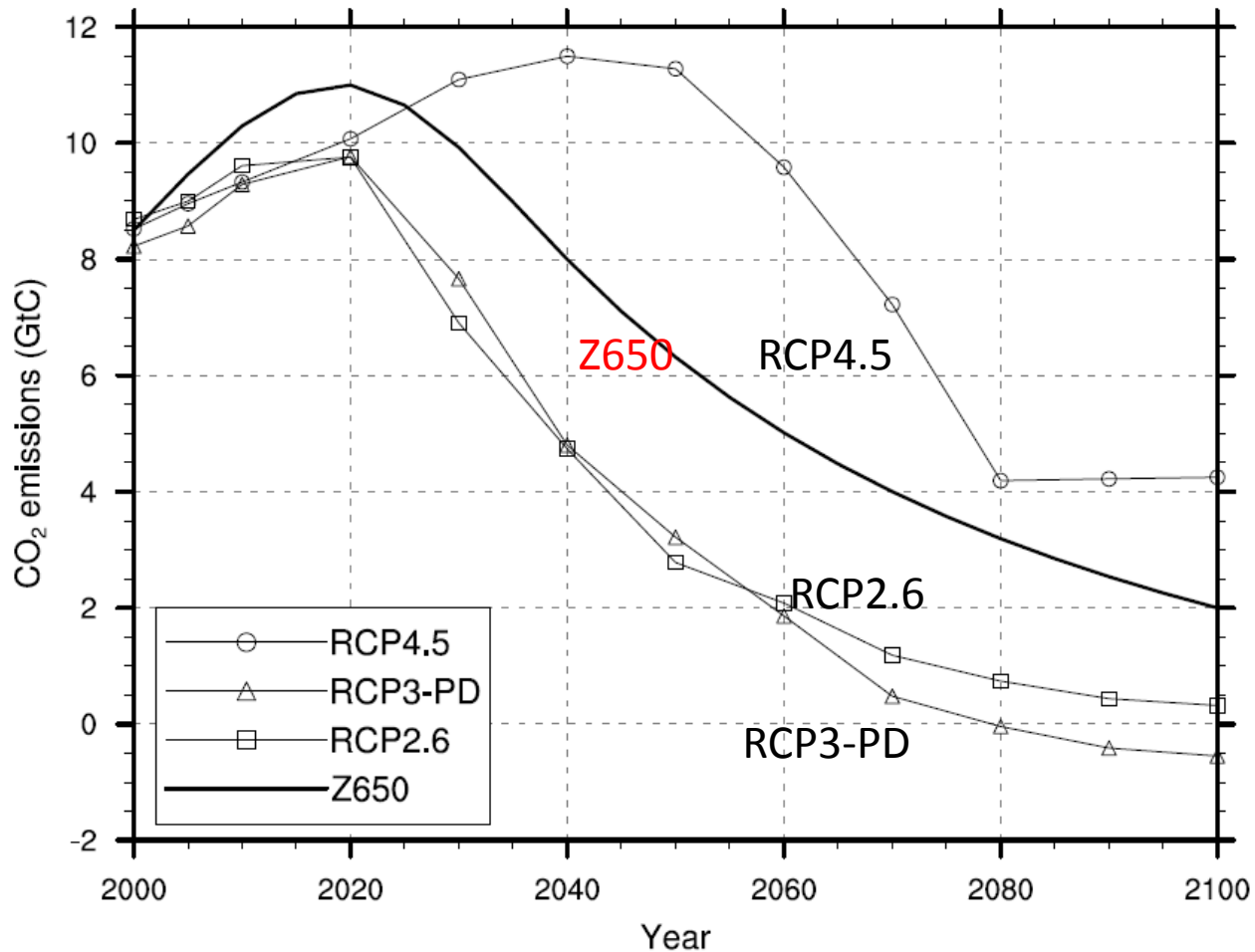
*あたらしい「排出曲線+世界全体で最適化+国際協力の仕組み」

内容:

- (1)温室効果ガス(主としてエネルギー起源二酸化炭素)の総排出量の設定(「GHG濃度安定化450ppm&2°C」から「オーバーシュート&ゼロエミッションシナリオへ」)
- (2)これを満たす世界全体で最適化(コストミニマム)するエネルギー構成と各国の排出分担(2050年先進国50%減、途上国10%増)
- (3)このエネルギー構成に対する追加削減費用と省エネメリットのバランス(追加投資が燃料削減メリットとバランスする)
- (4)低炭素エネルギー技術普及のメカニズム(途上国支援のための技術移転とその在り方、京都議定書における追加性とカーボン市場における投機性の排除)。

政府の約束「京都議定書延長からの離脱」、福田首相「2050年世界50%削減(先進国は80%削減)」、鳩山首相「日本国内 2020年1990年比25%削減」、COP15&16「2020年毎年1000億ドルの途上国温暖化対策への先進国支援」

AR5用RCP排出パス群と松野・丸山・筒井等の提案するZ650の排出パス



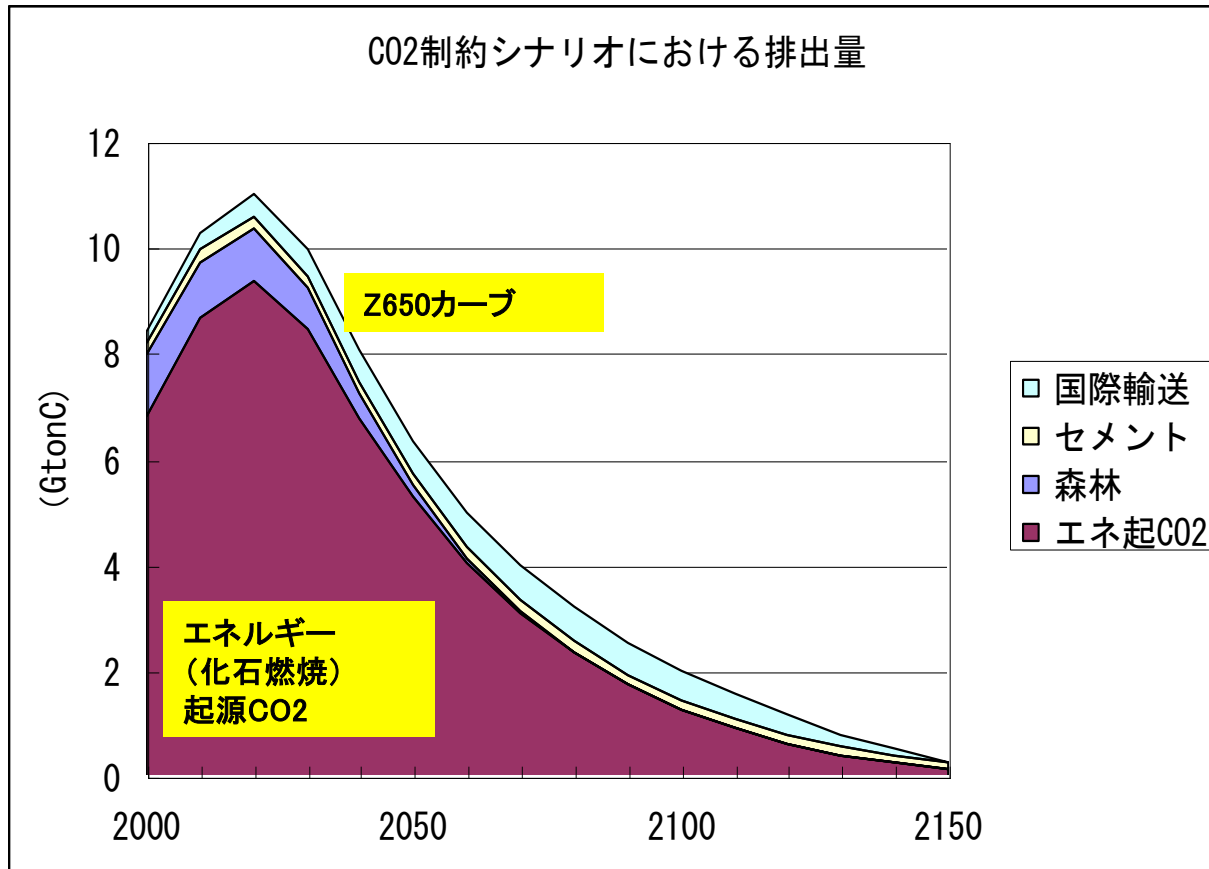
(Source) RCP Database (version1.0)

IIASA Homepage (<http://www.iiasa.ac.at/web-apps/tnt/RcpDb>)

提案するZ650シナリオによる21世紀中CO₂排出パスを他のRCPシナリオと比べる。
Z650は21世紀中の総排出量が650GtC。

2011.11.7 TYUHARA

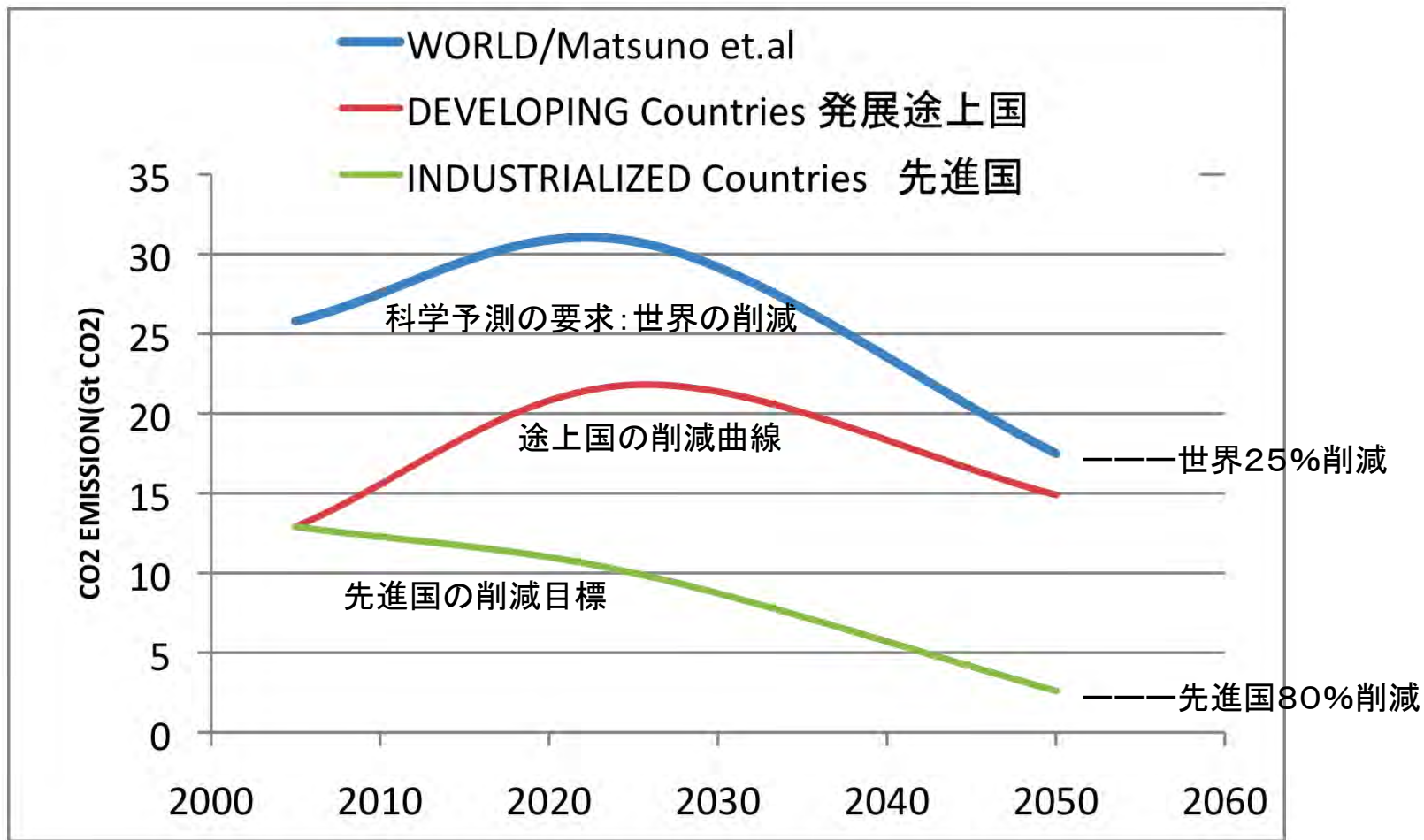
エネルギー起源のCO2排出カーブ



前回(20101125)ワークショップで報告

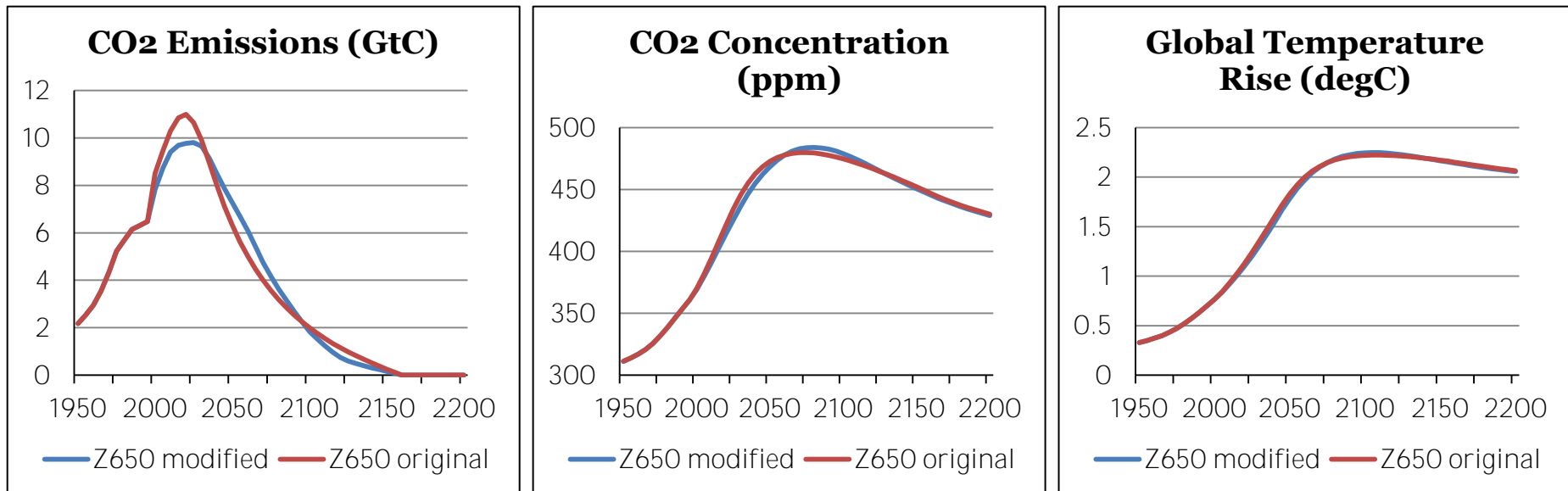
科学に基づく「世界が共有する削減シナリオ案」

温暖化予測の科学(2°C)と先進国の削減目標(2050年50%削減)が途上国の削減量を決める
[気候変動予測の要求(2°C以下)]-[先進国の削減目標]=[途上国の削減]



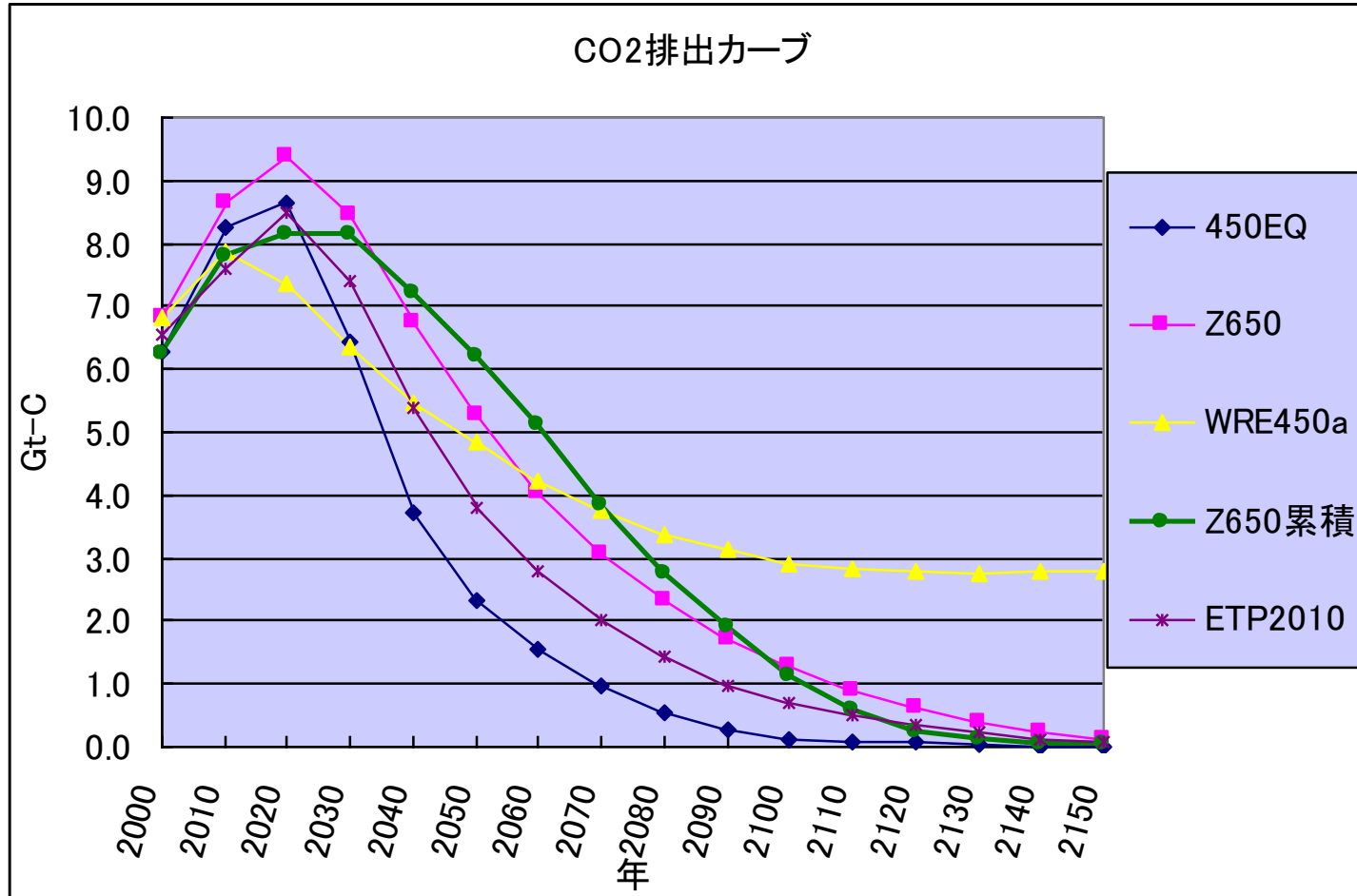
Pathway Sensitivity

Following the limitations of the cumulative emissions and the time to achieve zero emission, modified pathway of Z650 scenario could be obtained from current technological status and optimal portfolio during the projection period (engineering approach).



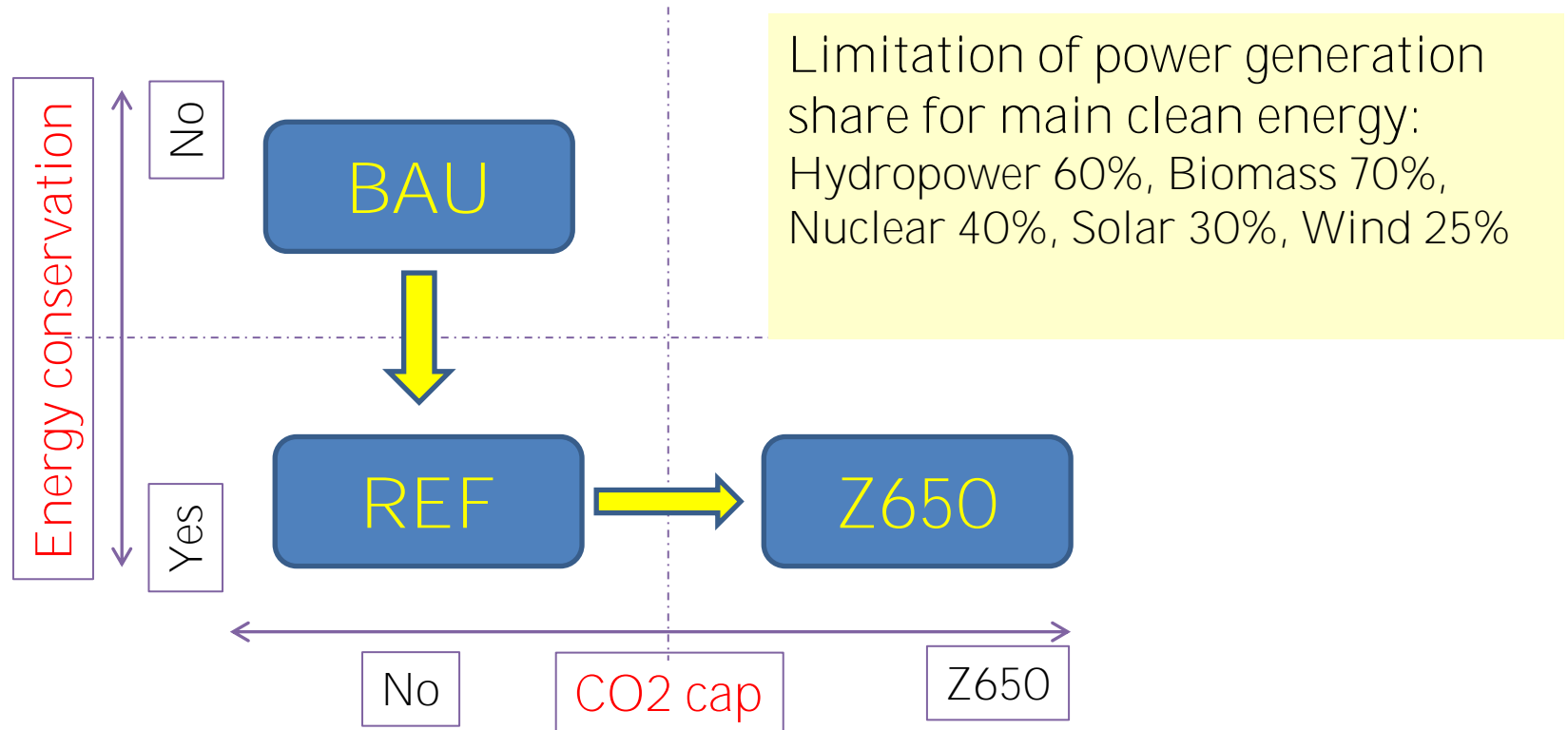
The engineering approach got lower emissions during the early and late stages, but higher emissions during the middle stage. However, numerical experiments using a simplified climate model suggest that climate performance is similar with the original one.

さまざまなCO2排出カーブ



前回(20101125)ワークショップで報告

Scenarios for the analysis

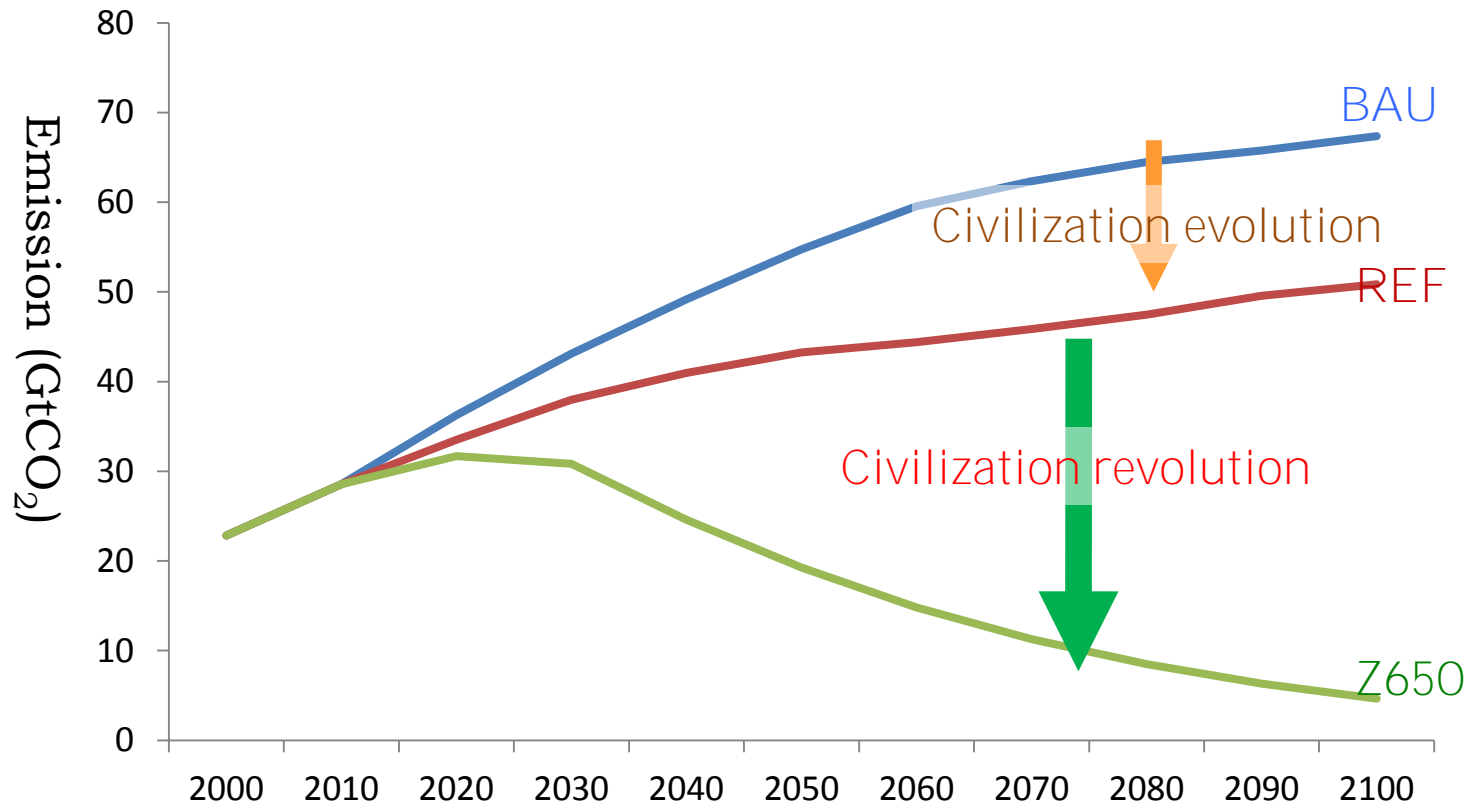


Based on the energy conservation and CO2 emission cap, three scenarios were designed and analyzed.

For references , “ Nuclear Phase-out”(NuPO) and No CCS under Z650 were analyzed .

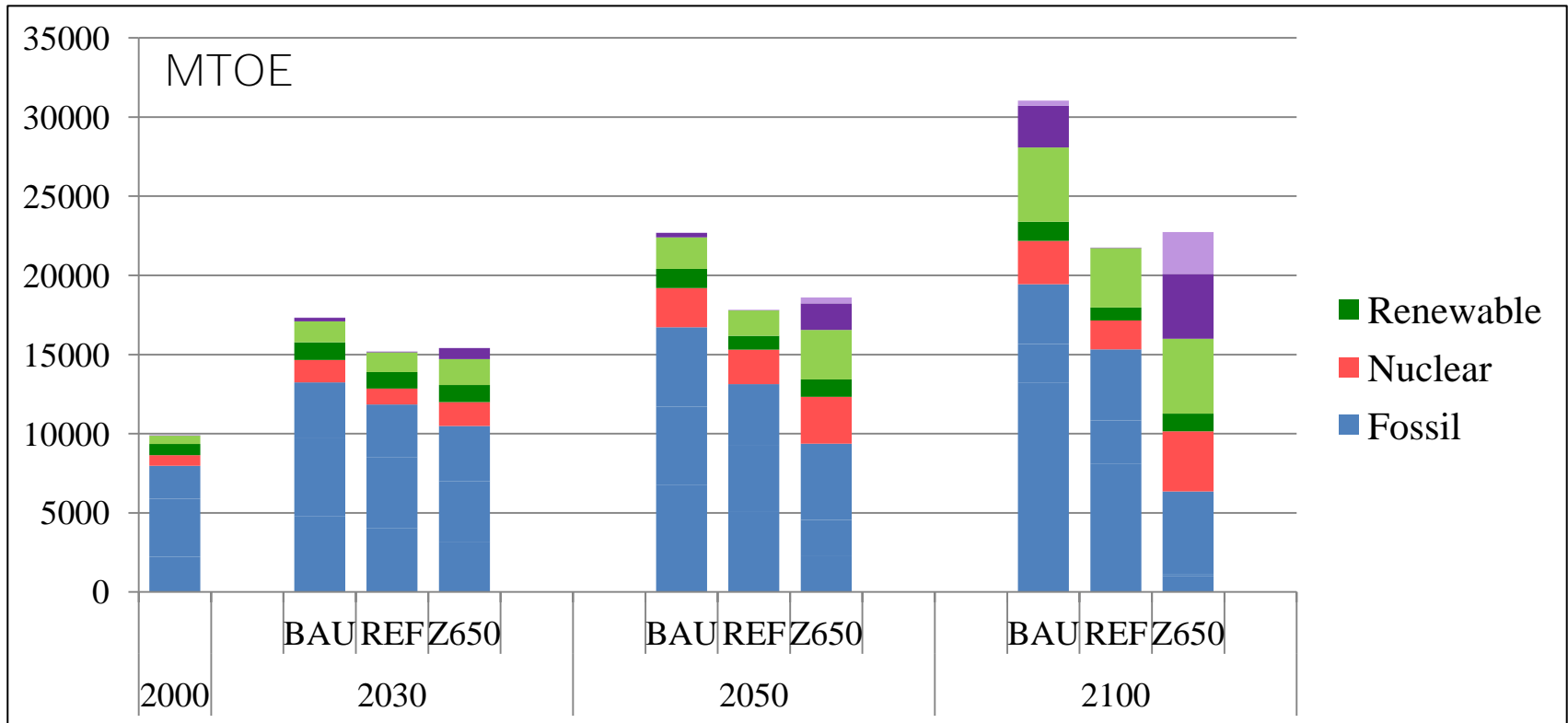
Towards the optimized way

Global emissions of Energy Related CO₂



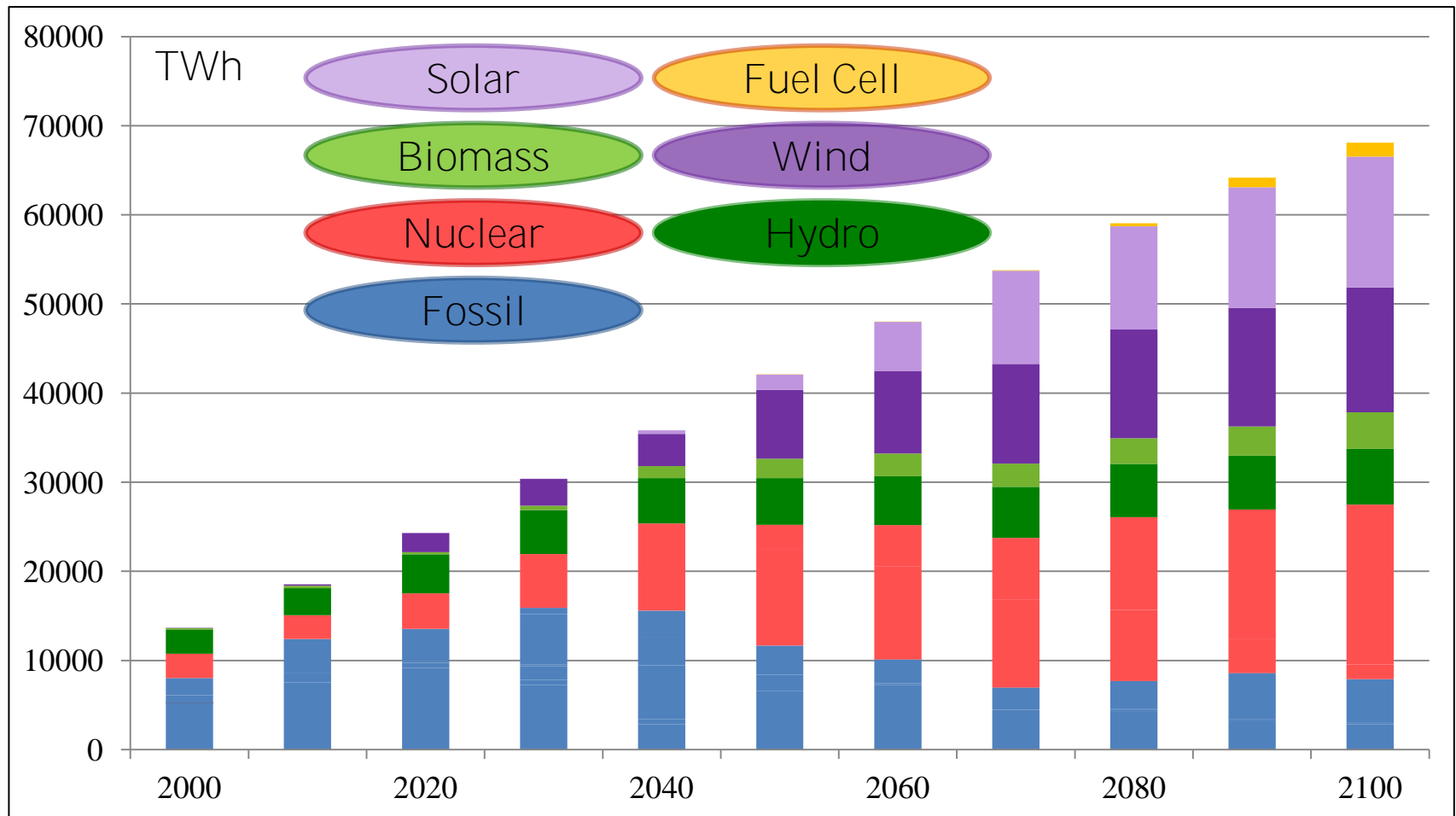
Total Primary Energy

Total Primary Energy continuously increases up to 2100
 Less energy consumptions in REF and Z650
 More clean energy combination in Z650



Changes of Primary Energy Mixture in Z650 (Fossil: Nuclear: Renewable)
 7: 1: 2 (2030) → **5: 2: 3 (2050)** → 3: 2: 5 (2100)

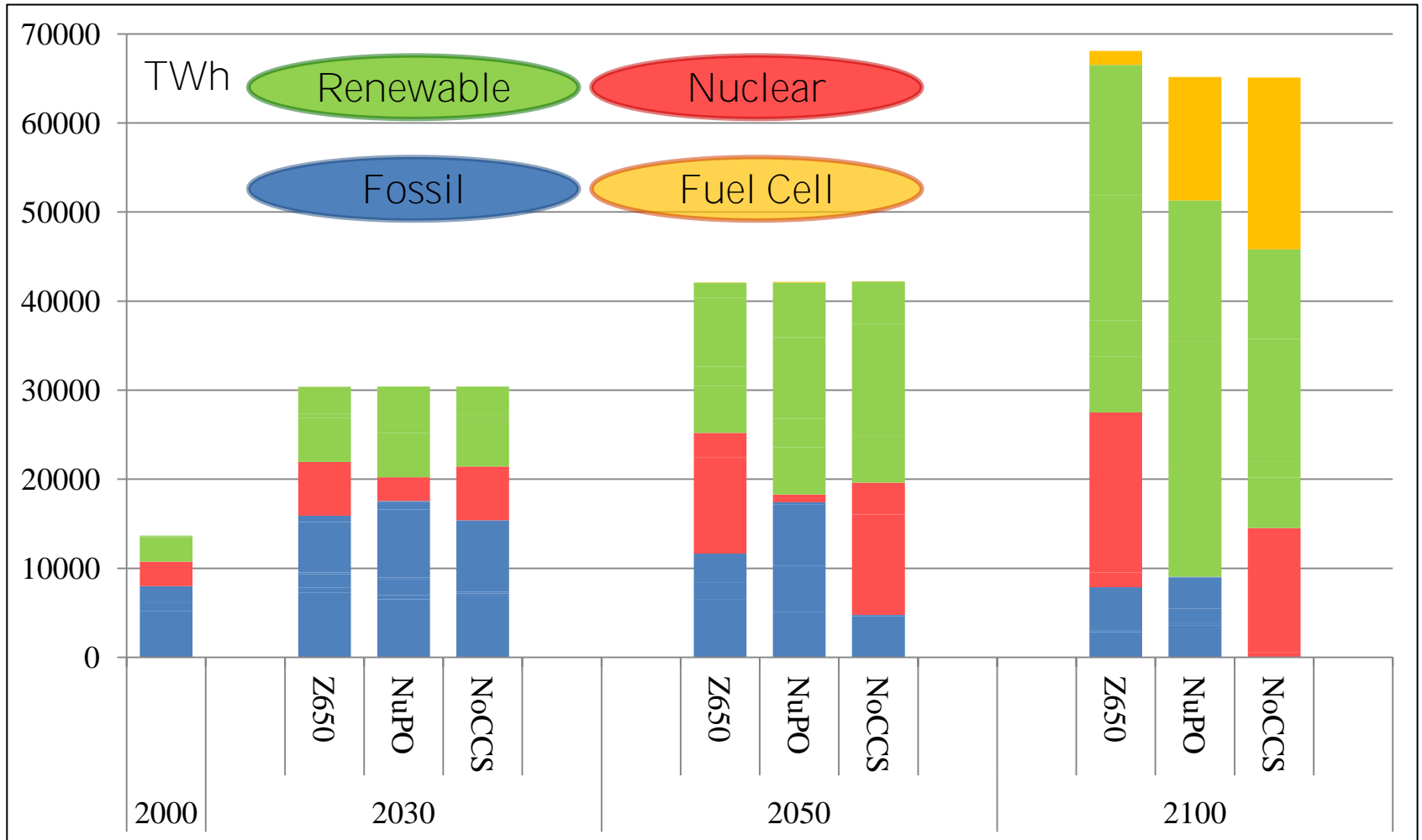
Electricity: Global Power Generation of Z650



Nuclear Power Capacity (GWe)	2000	2030	2050	2100
	370	810	1,800	2,600

Results of Technology Specific Scenarios

Global Power Generation



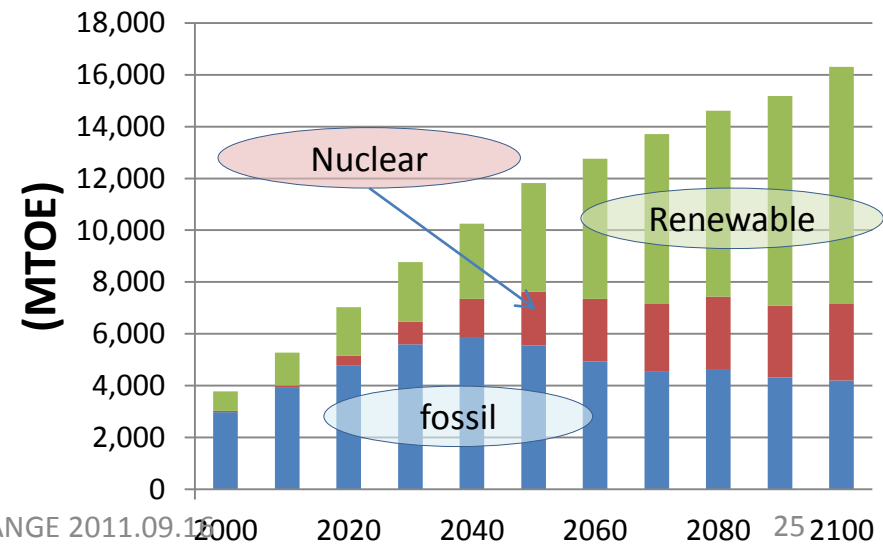
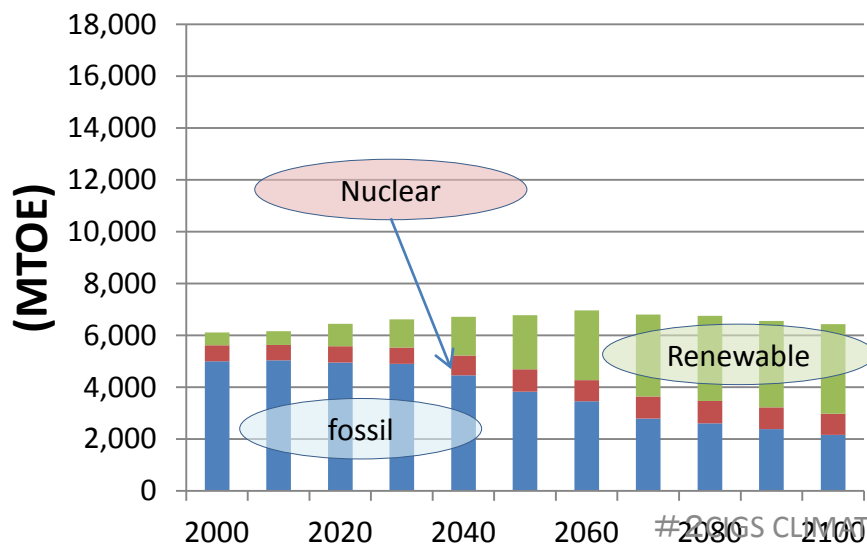
Region Total Primary Energy for Z650

Industrialized countries

- Total Primary Energy is almost constant up to 2100.
- Share of fossil fuel gradually decreases
- Alternatively, share of renewable energy mainly increases

Developing countries

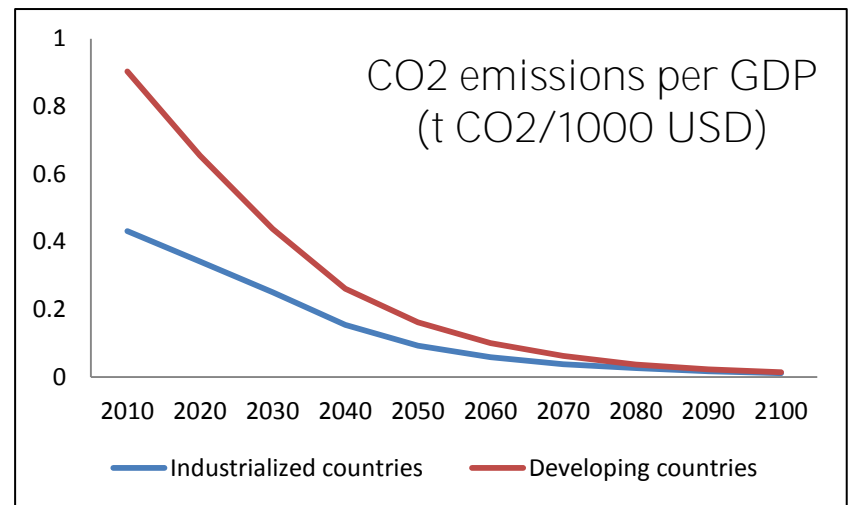
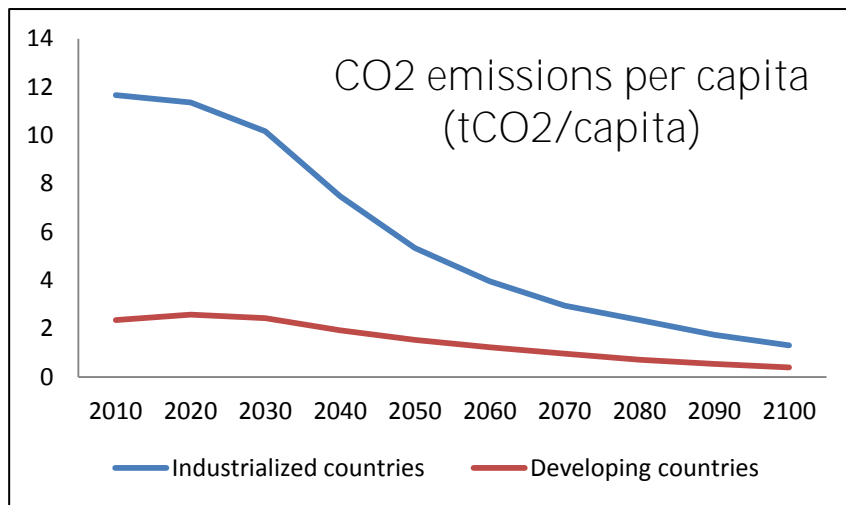
- Total Primary Energy continuously increases up to 2100
- Peak of fossil fuel consumption at 2040
- Both Nuclear and renewable energy increase remarkably



Regional Equitability

Regional emissions and carbon intensities of Z650

Ratio to 2005 levels of CO2	2030	2050
World	1.20	0.75
Industrialized countries	0.95	0.48
Developing countries	1.54	1.12



Accumulative CO2 emissions per capita (2010-50)

Industrialized countries: 375t Developing countries: 89t

Accumulative CO2 emissions per GDP (1000USD) (2010-50)

Industrialized countries: 10t Developing countries: 19t

Result of Global Optimization

Global and regional CO₂ Emissions

Ratios to 2005 levels		2005	2030	2050
REF	World	1.0	1.5	1.6
Z650	World	1.0	1.2	0.75
	Industrialized countries	1.0	1.0	0.5
	US		1.0	0.5
	EU15		0.9	0.4
	Japan		0.8	0.5
	Developing countries		1.0	1.5
	China	1.5	0.8	
	India	1.9	1.6	

Different reduction rates are needed depending on economic levels

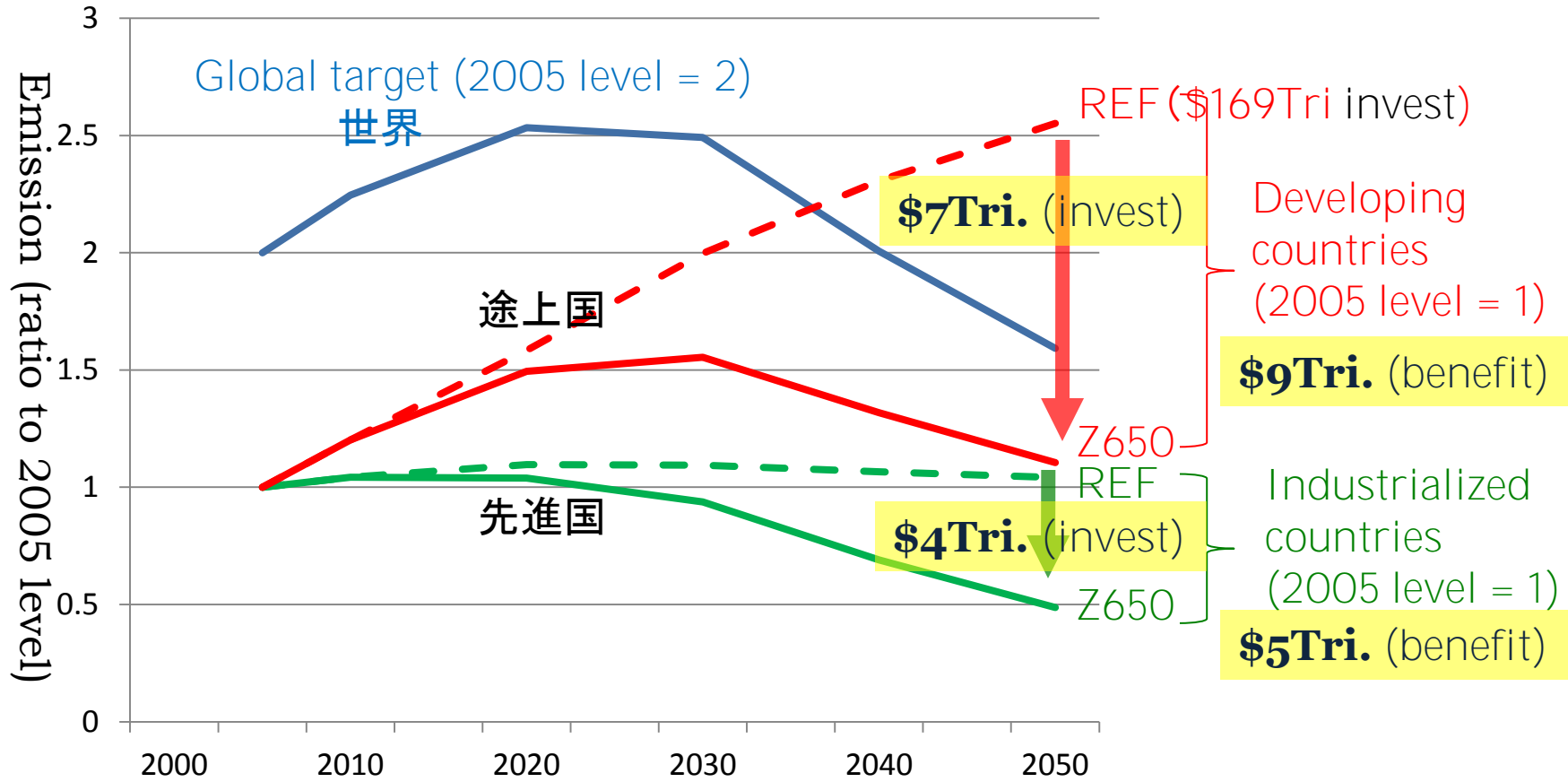
Regional Equitability CO₂ Emission

Major industrialized and developing countries

Region	CO ₂ Emissions					
	2030			2050		
	Ratio to 1990 levels	Ratio to 2005 levels	Ratio to REF of 2030	Ratio to 1990 levels	Ratio to 2005 levels	Ratio to REF of 2050
World	1.60	1.20	0.82	1.00	0.75	0.46
Industrialized countries	1.05	0.95	0.89	0.53	0.48	0.48
USA	1.16	0.96	0.90	0.57	0.47	0.47
EU15	0.89	0.86	0.91	0.46	0.45	0.53
Japan	0.93	0.79	0.90	0.55	0.47	0.66
Developing countries	2.82	1.54	0.77	2.05	1.12	0.45
China	2.77	1.48	0.74	1.53	0.82	0.37
India	3.42	1.91	0.72	2.83	1.57	0.37
ASEAN	3.74	1.64	0.80	3.41	1.50	0.57

Additional Investments vs. Fuel Saving Benefits

世界全体で最適化し、投資と燃料削減費がバランスするエネルギー構成が存在する
Global and regional emissions of Energy Related CO₂



註: \$ 1 Tri/40年間 = 25B \$ /年 = 2兆円 /年

先進国2050年80%削減ケースでは追加投資 \$38Tri; 燃料削減メリット = - \$10Tri; net \$28Tri

Global and Regional Cost and Benefit

REF	CO2 Emissions (ratio to 2005)		Acc. Emissions GtCO2 (2010-50)	Acc. Cost T\$ (2010-50)		
	2030	2050				
World	1.5	1.6	1462	323		
Industrialized C.	1.1	1.0	622	154		
Developing C.	2.0	2.5	840	169		
Z650			Acc. Reductions	Additional Investment	Fuel Saving	Balance
World	1.2	0.75	362	11	-14	-3
Industrialized C.	1.0	0.5	114	4	-5	-1
Developing C.	1.5	1.1	248	7	-9	-2
NuPO			Acc. Reductions	Additional Investment	Fuel Saving	Balance
World	1.2	0.75	362	17	-9	8
Industrialized C.	0.9	0.4	145	6	-5	1
Developing C.	1.6	1.2	217	11	-4	7
NoCCS			Acc. Reductions	Additional Investment	Fuel Saving	Balance
World	1.2	0.75	362	24	-17	7
Industrialized C.	1.0	0.5	112	7	-5	2
Developing C.	1.4	1.1	250	17	-12	5

Implications of No CCS & Nuclear Phase-out to electricity cost in 2030

1. “Nuclear Phase out”

Nuclear power is replaced by “Fossil + CCS “ and by “unstable renewable energy + battery”

- Fossil ¢7.5 + CCS ¢6.7 → ¢14.2/kWh

- Renewable energy

 - Wind power ¢5.3 + Battery ¢5.9 → ¢11.2/kWh

 - Solar power ¢15.2 + Battery ¢5.9 → ¢21.1/kWh

2. “No CCS”

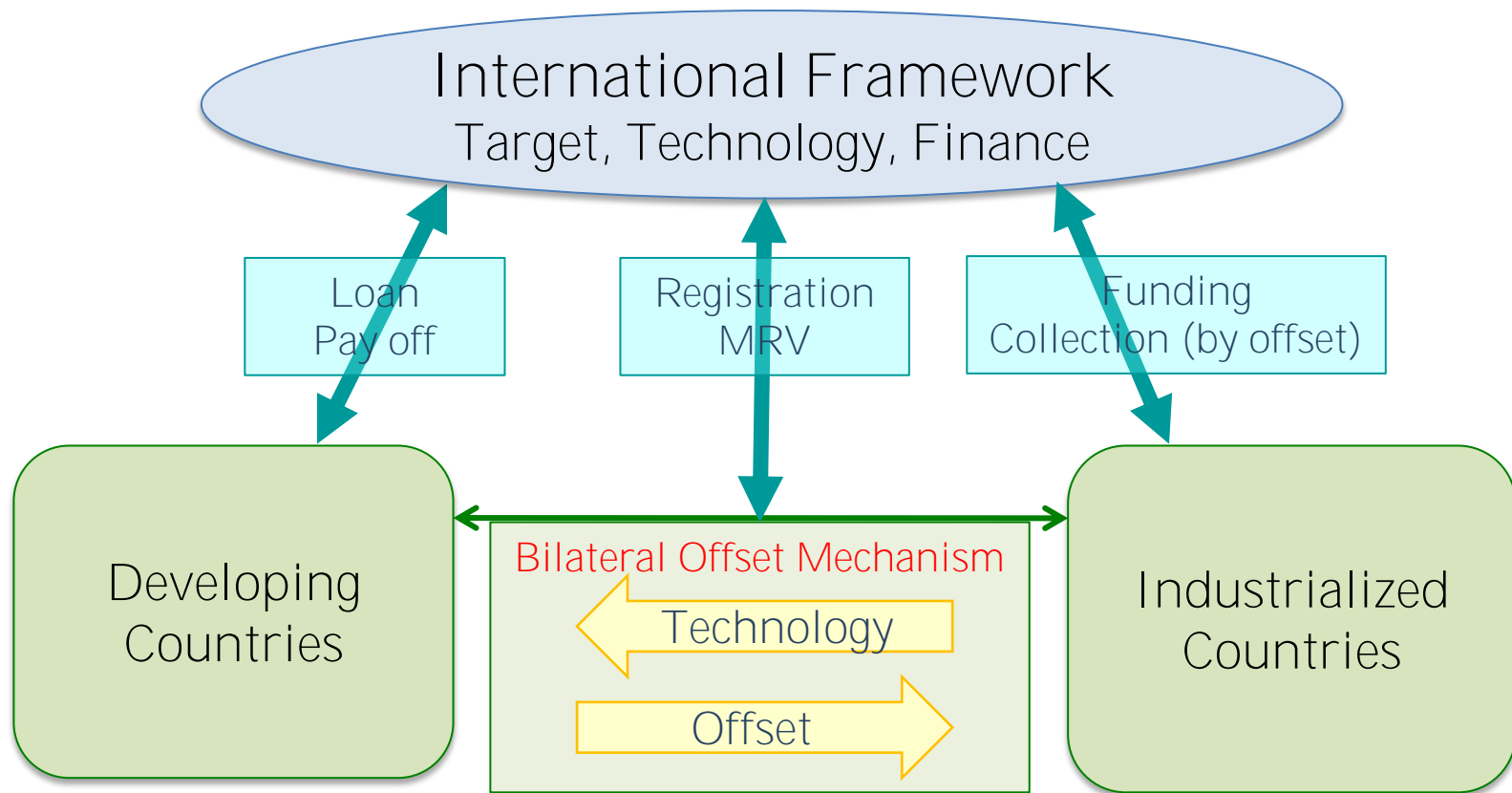
Fossil fuels without CCS is replaced by unstable renewable energy with battery

- Wind power ¢11.2/kWh

- Solar power ¢21.1/kWh

Enhanced international Mechanism

国際協力による低炭素技術の普及、認証認定

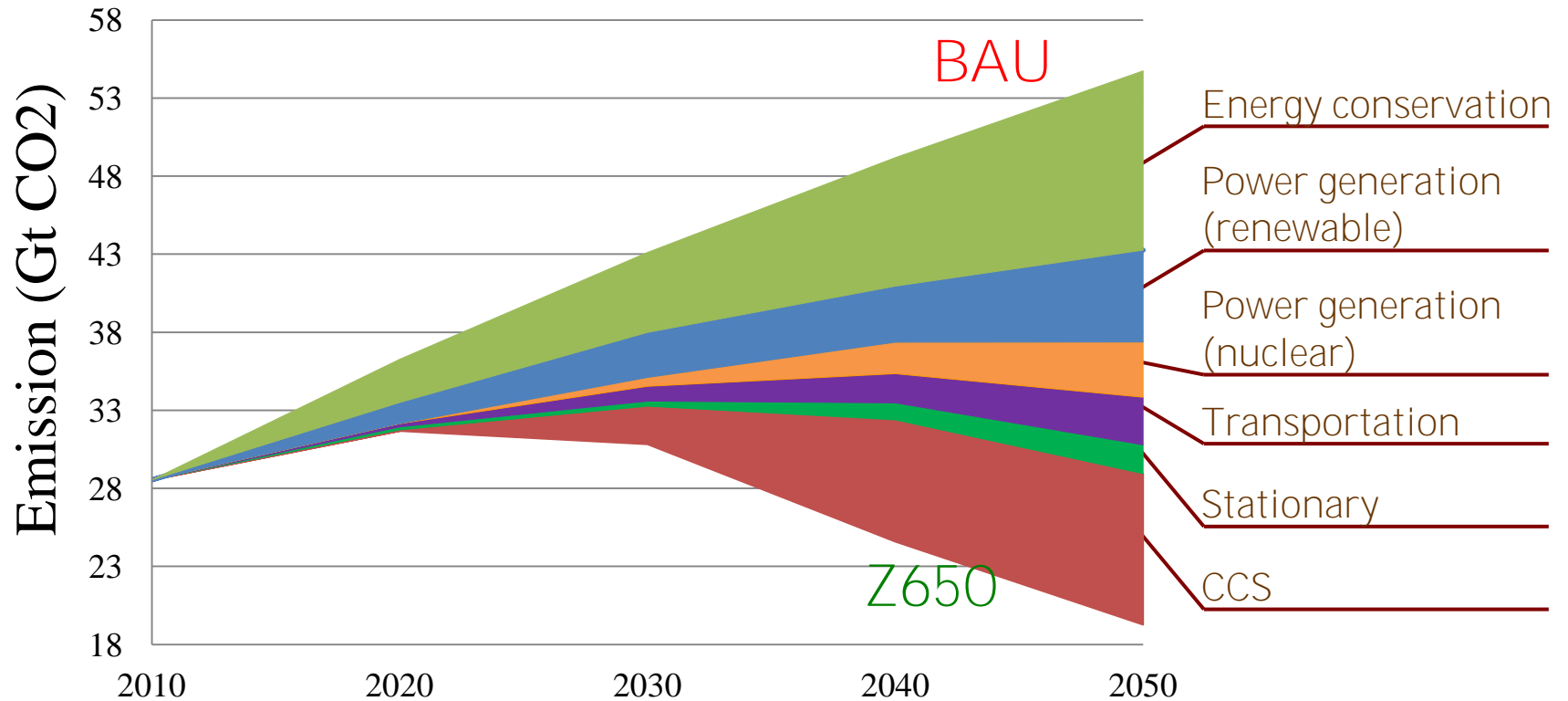


To promote the low carbon technology deployment

To provide incentive to low carbon technology development

二国間でのオフセットと技術移転。有償の融資とロイヤリティの確保(トッパーナー低炭素技術の認定とライセンスフィーの尊重)、透明性ある削減実績の認証

CO₂ emission reductions by sector



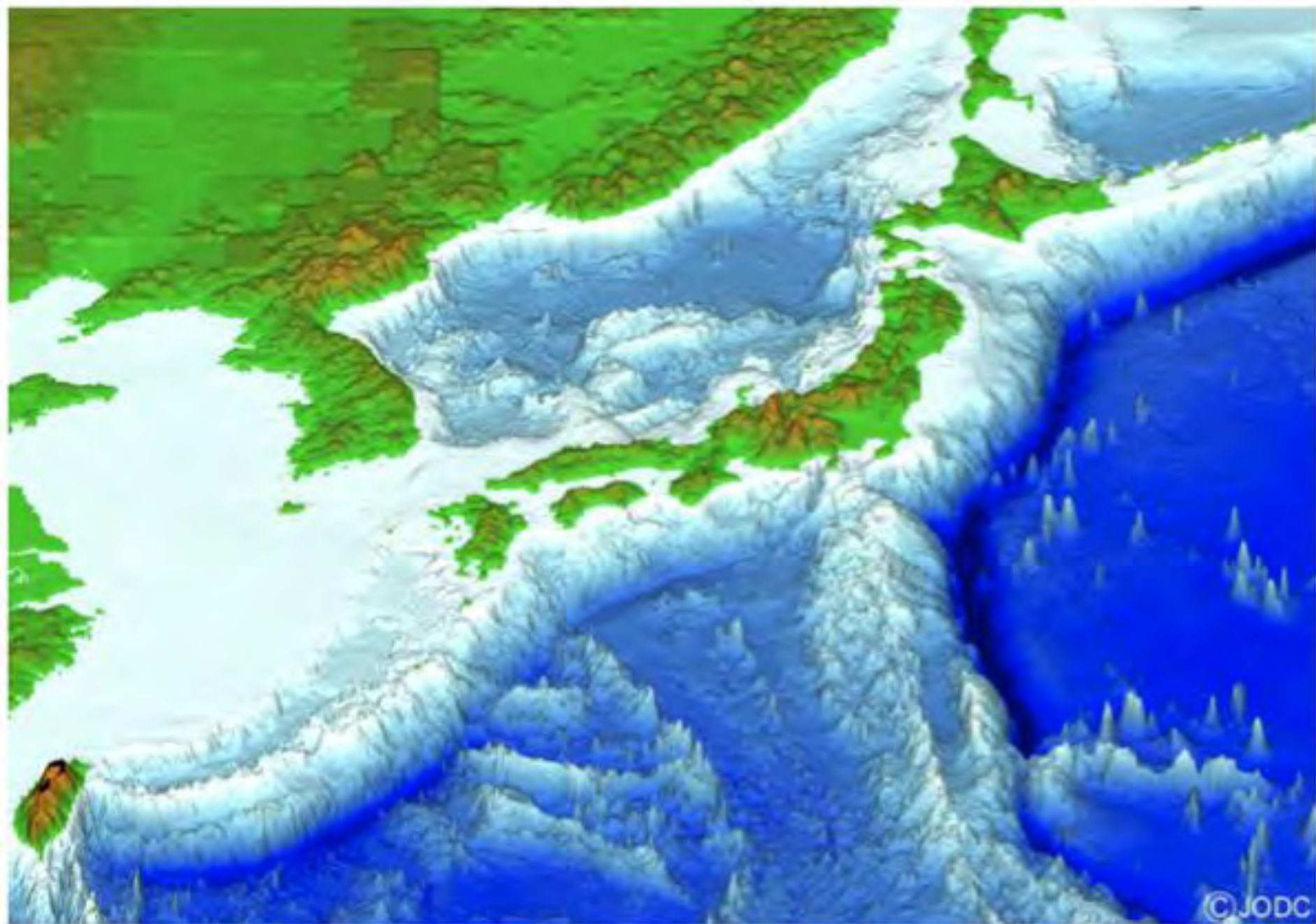
Energy saving and renewable energy play an important role during the whole period, while nuclear, transportation and CCS play an increasing role during the later stage.

技術動向を俯瞰し、その動向織込む長期予測の必要性 (環境省超長期ビジョン検討会2006湯原検討員資料から)

ビジョン達成に必要な重要技術

(2015年頃までに実用化見通しあり、2030年先進国で普及、2050年世界での普及)

1. 化石燃料をクリーンに、高効率に使うこと(効率40%から60%へ)
 - ガス化技術(石炭ガス化IGCC、バイオマス)
 - 複合サイクル発電(天然ガス、石炭ガス化、ガスタービン・コンバインド、トリプルサイクル)
2. 核燃料サイクルの確立と高速増殖炉サイクルへの移行
 - 次世代軽水炉／高速増殖炉FBR商業炉へのシフト
 - 使用済燃料の再処理と燃料サイクルの確立(枯渇性燃料源から持続可能な燃料源へ)
3. 安定な再生可能エネルギーシステムの導入
特に大容量二次電池(リチウムイオン電池、NaS電池、キャパシタなど)との関係
 - 太陽光、風力発電の、蓄電併設による安定電源化
 - プラグインハイブリッドから電気自動車、さらには燃料電池車へ
 - 地域マイクロ・グリッドシステム(分散・協調システム)
 - 安定な再生可能エネルギーの活用
地熱とパイナリーサイクル、潮流・海流エネルギーの活用、バイオマス燃料
4. 循環型産業システム
 - 鉄鋼リサイクル(直接還元炉、スクラップ鉄から高品質鉄鋼、微細鋼から超微細鉄鋼)
 - 化学リサイクル・プロセス
 - 紙・パ、セメントリサイクル
 - コジェネレーションシステム(熱電供給)とコプロダクションシステム
 - 産業間連携 エネルギーコンビナート／カスケード利用



「海洋基本法」2007年

○目的:海洋の平和的・積極的な開発・利用と 環境保全の調和をはかる新たな海洋立国を実現する。

○基本理念

(1)海洋の開発と利用は我が国 経済社会の存立基盤

海洋環境が良好に保たれることは人類の存続基盤

開発・利用と環境保全の調和をはかる海洋立国の実現

(2)海洋の安全確保は重要、取り組みを積極的に推進

(3)海洋の開発・利用・環境保全のため、科学的知見が重要,充実に図る。

(4)海洋産業は経済社会の発展基盤, 国民生活の安定性向上の基盤、健全な発展を図る

(5)海洋の開発, 利用, 保全を総合的かつ一体的に行う

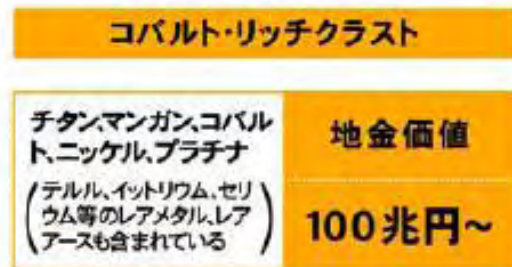
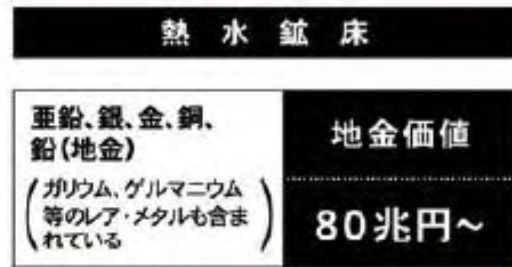
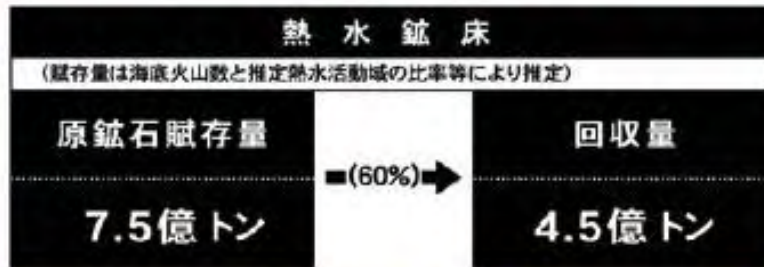
(6)海洋に関する施策の推進は国際協調の下に行う

わが国EEZ内の海底資源の推定賦存量

推定賦存量 **推定回収見込**

現在発見されている海底資源の推定賦存量に基づき領海・EEZ水域全体の賦存量を推定

製品



回収推定量(額)

市場換算値計
 2005～2007年の平均金属価格により評価

300
兆円～

新産業創出のステップとその内容 (産業構造の転換、海洋新産業、国際競争力)

ステップ	内容	最近の事例
1. 政策	政策目標と法整備（海域利用、環境規制）	海洋産業に関わる事例
2. 基盤	(1)公的研究機関における R&D (2)実証設備の建設、民間の利用促進 (3)インフラ整備	1. ノルウェーの北海域の石油・天然ガス産業／8年 2. イギリスの海洋エネルギー産業／8年（進行中）
3. 新産業創出 (市場、起業、 実証技術)	(1)事業者の創出（売る人） 複数のベンチャーの競争 公的資金による長期的融資 (2)産業技術・製造技術の構築（作る人） 試作、実海域における実証試験をへて 商業化を図る (3)市場の形成と全量買取り制度（買う人）	3. デンマーク 洋上風力発電事業 4. ブラジル：深海底石油ガス田開発 その他：韓国の海洋エネルギー事業、米国・カナダの海洋エネルギー事業
4. 産業競争力	(1)輸出産業として国際競争力 (システム－標準－認証、輸出促進支援) (2)途上国でプロジェクト創出(国際連携)	

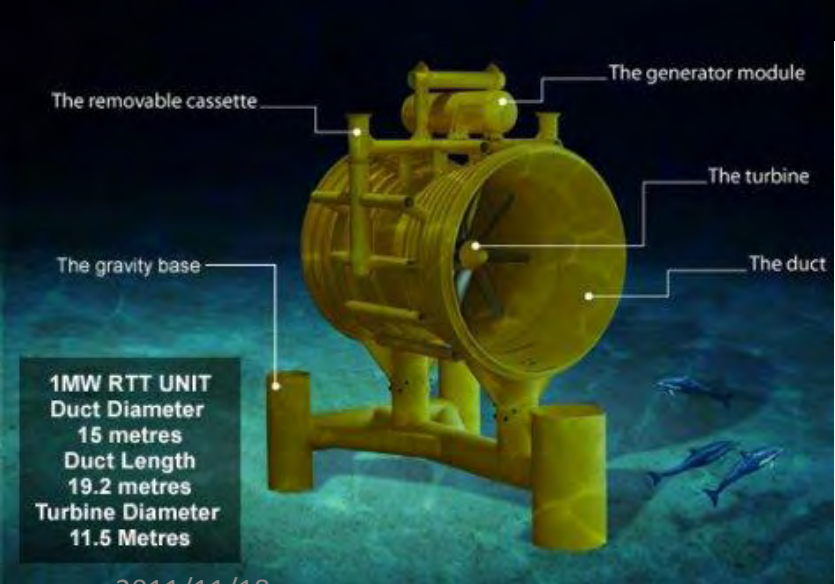
1 MARINE CURRENT TURBINE 1MW



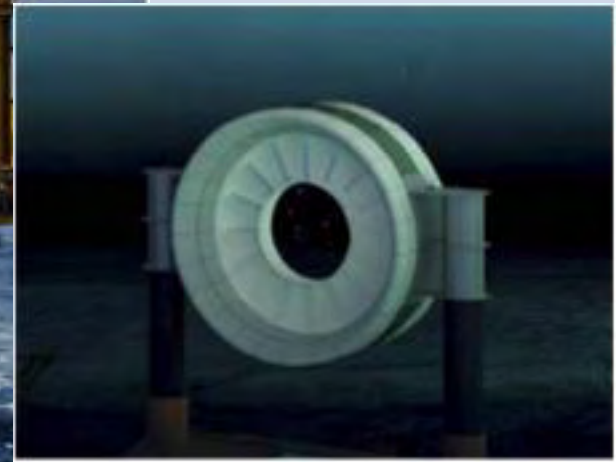
2 AK1000 turbine 1MW(インドへ250機)



3 LUNAR ENERGY (韓国へ300機)



4 OPEN HYDRO (NZ, FRANCE, 米国等へ)



2011/11/18

海洋エネルギー実用化へ向けた政策，基盤，技術力

項目	具体的施策	欧州	米国	中国	韓国	日本
政策	誘導する政策 買取制度、税制支援、政策 目標、規制緩和	◎	◎	○	◎	△
基盤	公的基盤整備 系統接続、実証設備、投融 資制度、シーグラント制度	◎	○	△	○	X
事業化	技術開発（テクノロジー）と 実証力（エンジニアリン グ）	◎	◎	△	○	△
競争力	途上国の公的プロジェクトに、開発商用機の大量輸出（製造は現地）	◎	○	X	△	X
	総合 順位	◎ 1	◎ 2	○ 4	○ 3	△ 5

1990年代のトップランナー日本は2000年前後からの世界の動き（政策、買い取り制度、公的開発基盤の整備、ベンチャーへの公的資金支援）に取り残され、今や周回遅れで、世界の海洋エネルギー利用・開発のプレーヤーとしてすら認められていない（欧米の後追いながらも、韓国、中国、インドの積極的推進にも比較できない程の遅れが報告されている。OECD-IEA 海洋エネルギー

第一部地球温暖化問題の現状と動向

「日本を取り巻く環境と進むべき道」 要旨

1. 危機の顕在化とその克服

金融の危機、エネルギー・資源の危機、食糧・水の危機、地球環境の危機、安全保障の危機（海域の資源と権益をめぐる海軍力の衝突）が同時にかつこれ迄にない規模で進行中である。我々は熾烈な生存競争のただ中にあると認識せざるを得ない。互いに関連しあう、これらの複合化された危機を克服することが極めて困難であるとも認識される。

2. 危機の克服をめぐる世界規模の協力の仕組みの構築：

これ迄も努力されて来たが、危機のさらなる顕在化とともに、その仕組み作りをめぐる世界規模での協力の仕組みもまた不透明度を増して来ている。

危機は複合的に互いに関連しあい、それを克服するためには経済、科学、技術を総動員してこれを克服する必要があるが、世界で共有すべき理念又はビジョンが不在である。

3. 地球温暖化抑制のための国際的な合意の見直し

先進国と途上国の溝は深まるばかりである。COP15&16で合意された定量的合意「温度上昇2℃以内」「2020年迄に先進国から途上国に毎年1000億ドルの温暖化対策のための支援」もまた遂行されることは極めて困難な状況にある。温室効果ガスGHG 450ppm濃度安定化シナリオ、2050年世界で半減・先進国は80%削減（サミット合意）を見直さざるを得ぬ状況にある。

4. 地球温暖化抑制に向けて世界が共有できるエネルギー・ビジョン

気候変動の科学的予測、エネルギー技術・低炭素技術の総動員、及びその経済的評価によって、世界で共有できる実現可能なビジョンと達成のための枠組み作りを互いに関連を持たせあいながら一括した提案として組み立てて提案する。

(1)新しいシナリオに基づき、温室効果ガス（特にエネルギー起源二酸化炭素）の長期的な総排出量の設定

(2)世界全体で最適化する長期的エネルギー構成と各国の排出分担

(3)エネルギー構成に対する追加削減費用と削減メリットのバランス（投資と省エネメリットによる回収）

(4)低炭素エネルギー技術普及のメカニズム（途上国支援のための技術移転とその在り方、京都議定書における追加性とカーボン市場における投機性の排除）

その結果、投資に見合う省エネメリットとバランスするエネルギー構成（2050年に世界の最適エネルギー構成は化石燃料50%、原子力20%、再生可能エネルギー30%）が得られ、これを達成するための技術開発とその普及を促進するための単純で効率よい国際的な仕組みの必要性が提案された。

又、原子力フェーズアウトは発展途上国の負担を増加させ、またCCS（炭素隔離貯蔵）は2050年以降は大きな役割を果たすことが指摘された。

5. 国際的なハーモナイゼーションへ向けて

この提言を検討するために先頃行われた国際シンポジウムで欧米、中国から気候変動の科学者、エネルギー政策とエネルギー技術の専門家による討議と意見交換が行われた。その結果上記のシナリオとエネルギービジョンについて、その重要性和有効性の認識を共有した。

6. 日本の役割 // エネルギー技術大国の責任

エネルギー資源を海外に依存し、持続可能性への指向し、高いエネルギー技術を有する我が国の役割は、科学-技術-経済を一体化したビジョンを世界に示して、その実現のために尽力することにある。投機性を伴う炭素取引や煩雑な事務手続きと制約を伴うCDMに代って、シンプルでスピード感ある国際協力の仕組みを推進して、低炭素技術の普及に貢献する。

7. 海洋資源立国への道 // 海洋新産業の創出

海底鉱物資源やメタンハイドレード、海洋再生可能エネルギー（海流、潮流、波力、冷熱）など 我が国排他的経済水域には豊かな資源が賦存する。長期的な戦略と政策によって、基盤技術を構築して、これらを産業化して資源とエネルギー自立をはかることも重要な課題である。