

日本の地球温暖化抑制の 2050年ビジョンとその実現



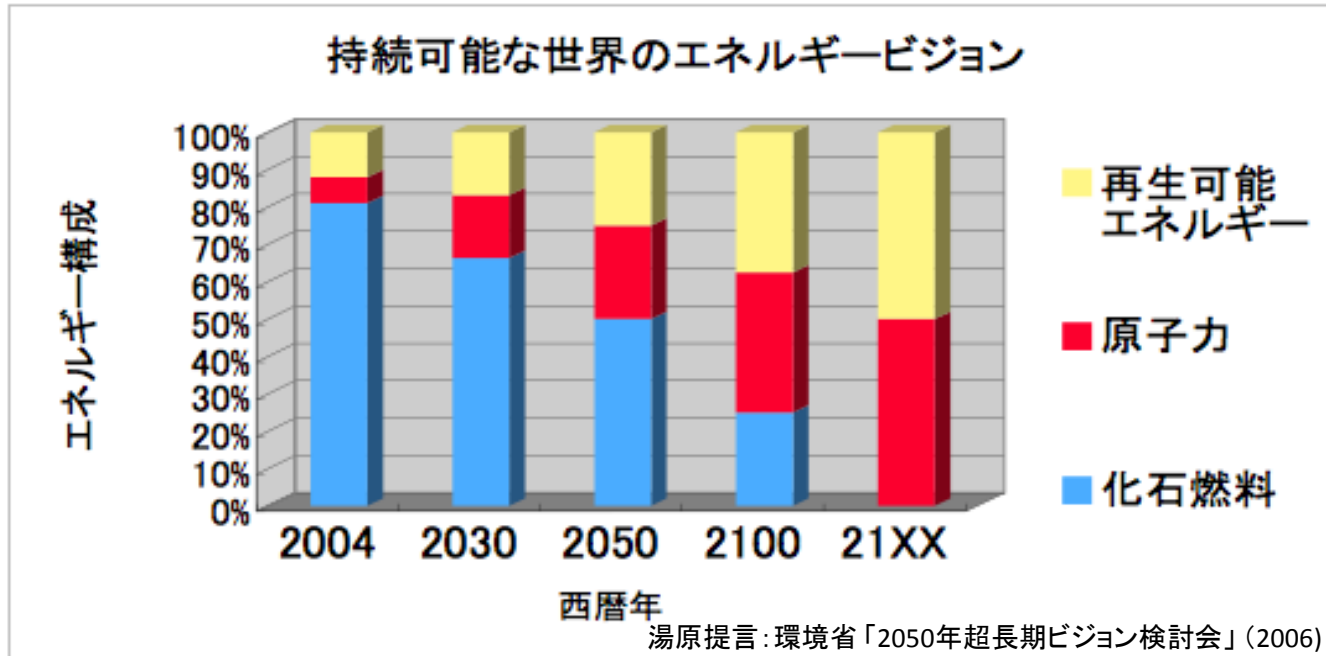
キャノングローバル戦略研究所
The Canon Institute for Global Studies

キャノングローバル戦略研究所
理事・研究主幹
湯原哲夫

日本の地球温暖化抑制の2050年ビジョンとその実現

2030年から2050年へ

- GHG排出、高度に発達した産業社会とそのエネルギー構成
- 国際的な公平性・持続可能性、実現可能性
- 日本が求められている貢献



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) 原子力エネルギーを枯渇性燃料から、持続可能な燃料サイクルへ転換すること。

地球温暖化とエネルギー構成:この一年活動(2014.10～2015.7)

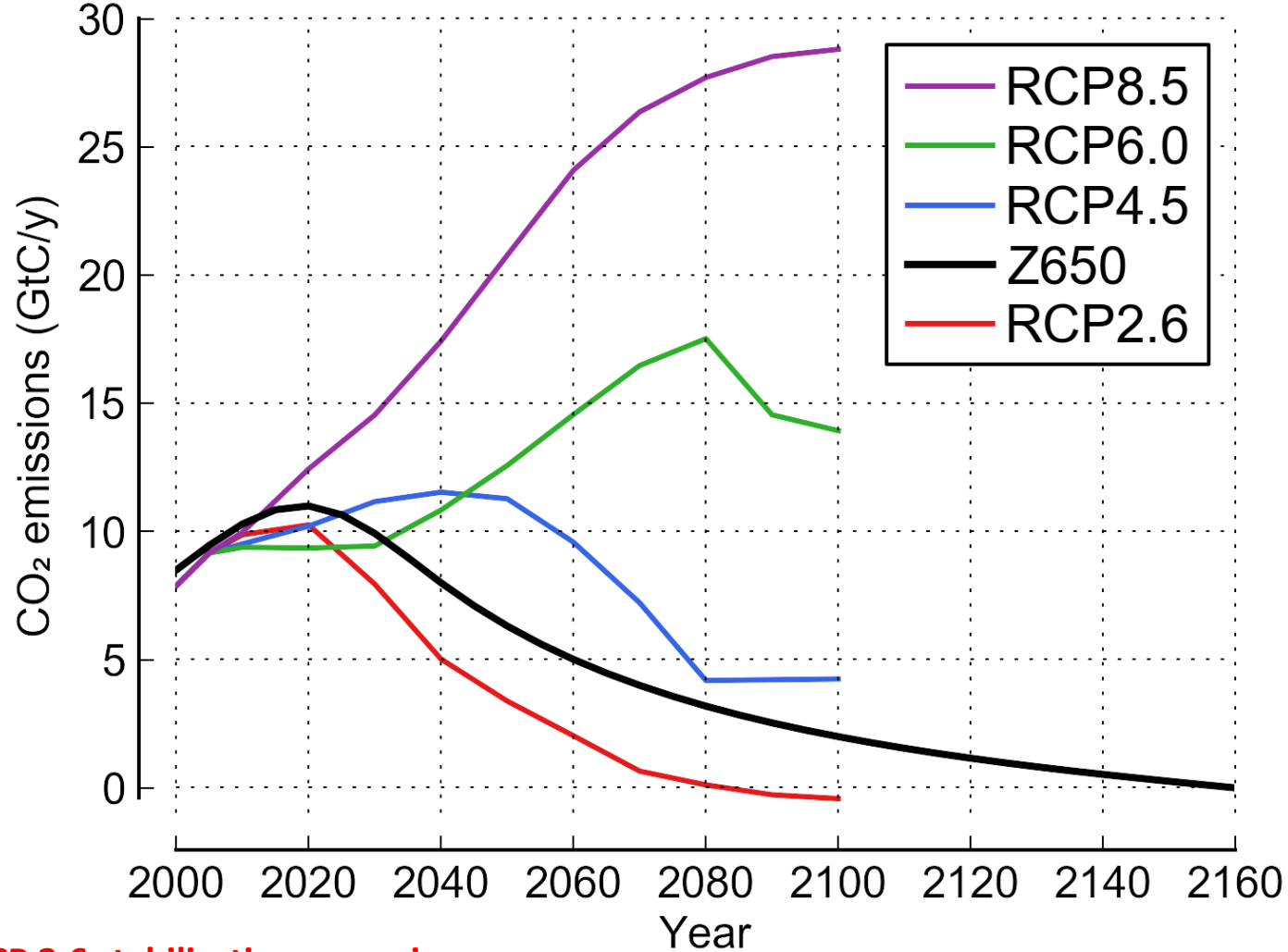
1. 温暖化抑制とエネルギー #4 国際会議: 中国専門家5名との温暖化抑制のためのエネルギー構成に関するワークショップ (エネ研、エネ総工研、国環研)
～国内最適化、世界全体最適化～
2. #2 原子力特別シンポジウム: ①高温ガス炉の国際協力; 米国NGNP とGA社、原子力機構、東大・東工大、エネ総工研 ②高レベル廃棄物の低レベル化と高速炉による消滅
～新しいエネルギー基本計画における新しい施策～
3. 再生可能エネルギーと地域産業と雇用の確保・拡大
A県エネルギー産業振興戦略2008の改訂-2015年策定
 - ①再生可能エネルギー活用と地域産業と雇用の確保・拡大
 - ②地域におけるエネルギー人材の育成
4. 米国シンクタンクとの温暖化抑制とエネルギー問題に関するワークショップ (ワシントンDCにて、CSIS/WRI/NGO GPG事務局)
～オーバーシュート・シナリオと世界全体最適化、長期エネルギー見通し～
～温暖化抑制に関する日米中の協力が重要。資源・技術・経済におけるCOMPLEMENTARYな関係。アジアの成長と温暖化抑制～

CIGSの提案「世界で共有する排出パスウェイ・実現可能なエネルギー構成・経済性有する低炭素技術とその普及」

～2°C・450ppm濃度安定化、2050年世界50%・先進国80%削減～

1. **今世紀中の温度上昇2°C以内のための排出シナリオと削減経路(実現可能な目標設定)**
 - ・オーバーシュートゼロエミッション・シナリオZ650によるGHG排出経路
 - ・今世紀中の総排出量650GtC→2050年世界で25%減・2160年ゼロエミッション
2. **世界全体最適化による各国のエネルギー構成(投資とメリットのバランス)**
 - ・CO₂排出量: 先進国2050年50%削減(2005年比)
 - ・途上国: 2030年頃をピーク(2005年比) 1.6倍)に2050年1.1倍
 - ・2050年エネルギー構成: 化石50%、原子力20%、再生可能エネルギー30%
3. **必要不可欠なエネルギー技術(実現可能な開発技術)**
 - ①高効率でクリーンな天然ガス・石炭火力発電
 - ②安全で廃棄物の少ない原子力エネルギー利用技術
 - ③安定な再生可能エネルギーの利用(安定化された太陽光・風力、安定な水力・太陽熱・海洋・地熱・バイオ燃料)
4. **低炭素技術の普及の仕組み**
 - ・中長期にわたるインフラ構築構築(エネルギー需要と排出: 中国・インド・ASEANで世界の半分)
 - ・日米中の協力が不可欠(資源・技術・経済・影響力)

GtC:
Giga carbon ton



———— RCP 2.6 stabilization scenario

Target concentration 450ppm,

Temp.rise < 2°C

Total emission 420GtC、

Minus emission in 2080

----- Z650: OVERSHOOT—ZERO EMISSION SCINARIO

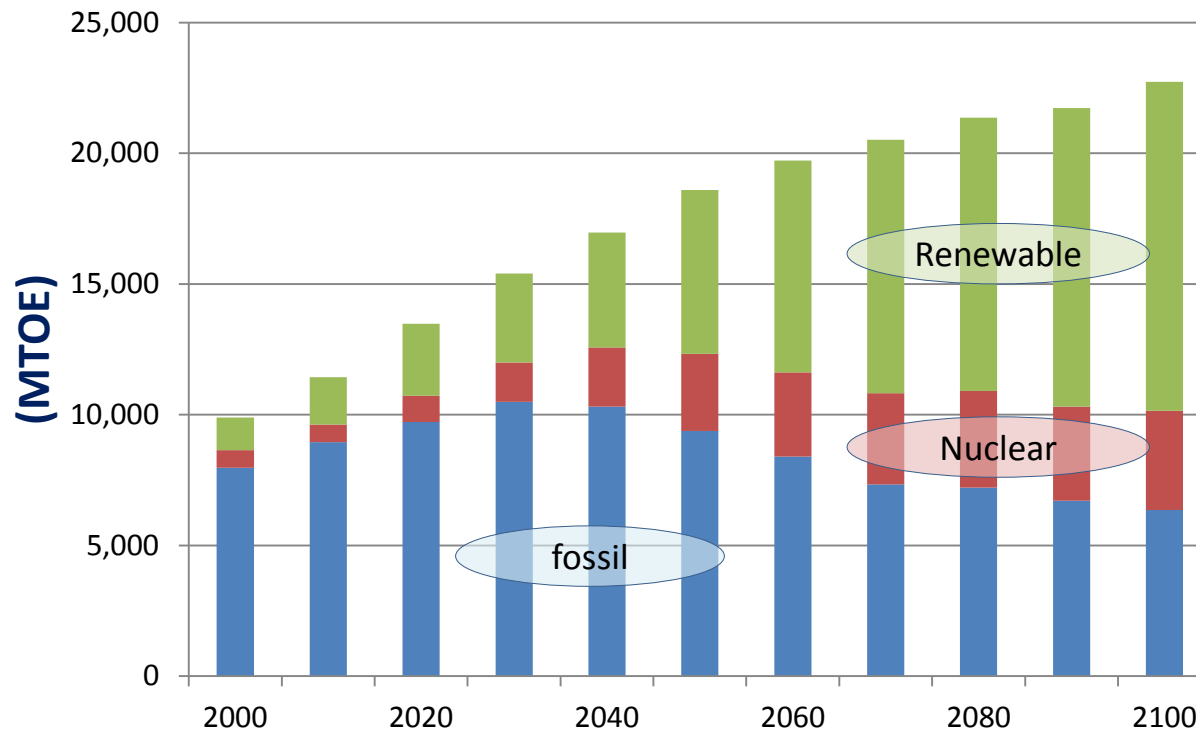
Total emission =650GtC、 < 2°C

zero emission after 2160

Total Primary Energy for Z650

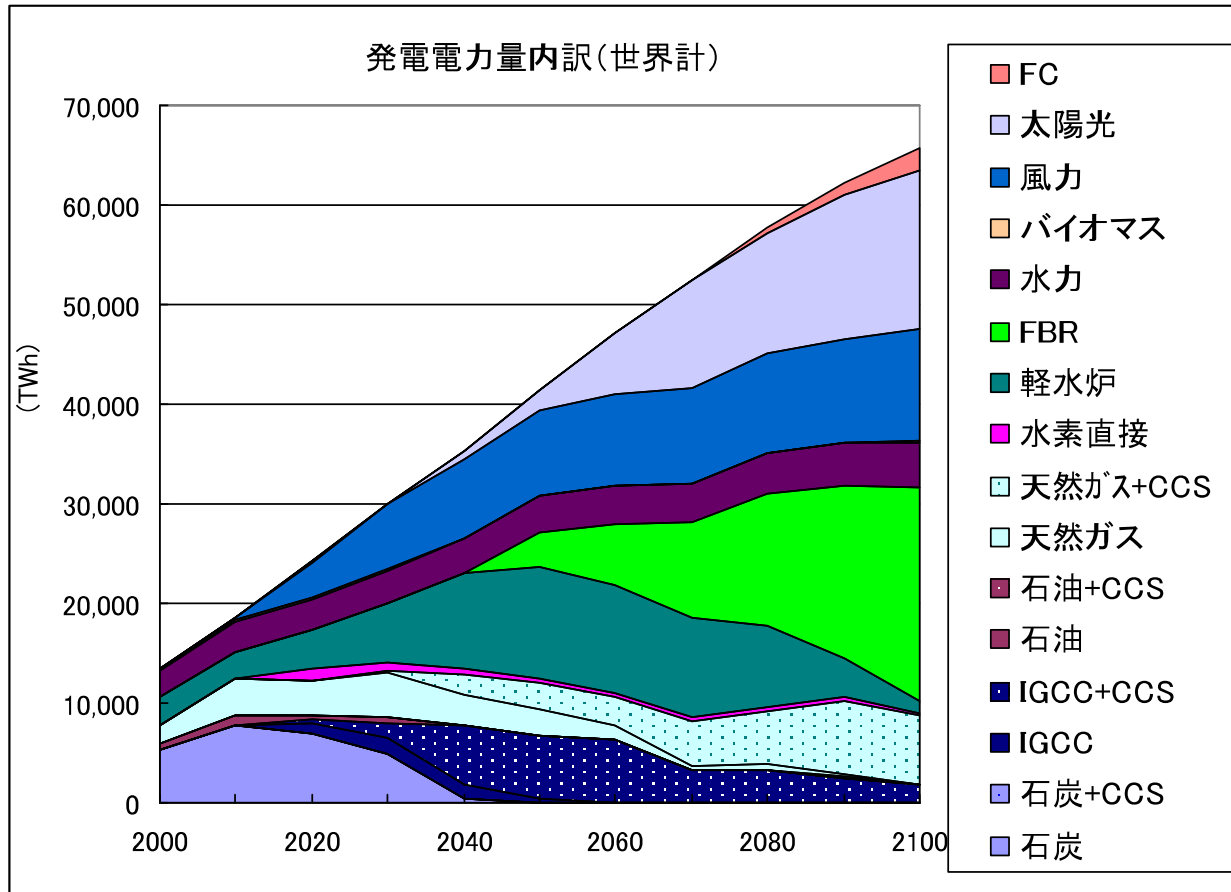
- Total Primary Energy continuously increases up to 2100
- Peak of fossil fuel consumption ~2030
- Both Nuclear and renewable energy increase

Fossil : Nucl : Renew = **5 : 2 : 3 (2050)**
3 : 2 : 5 (2100)



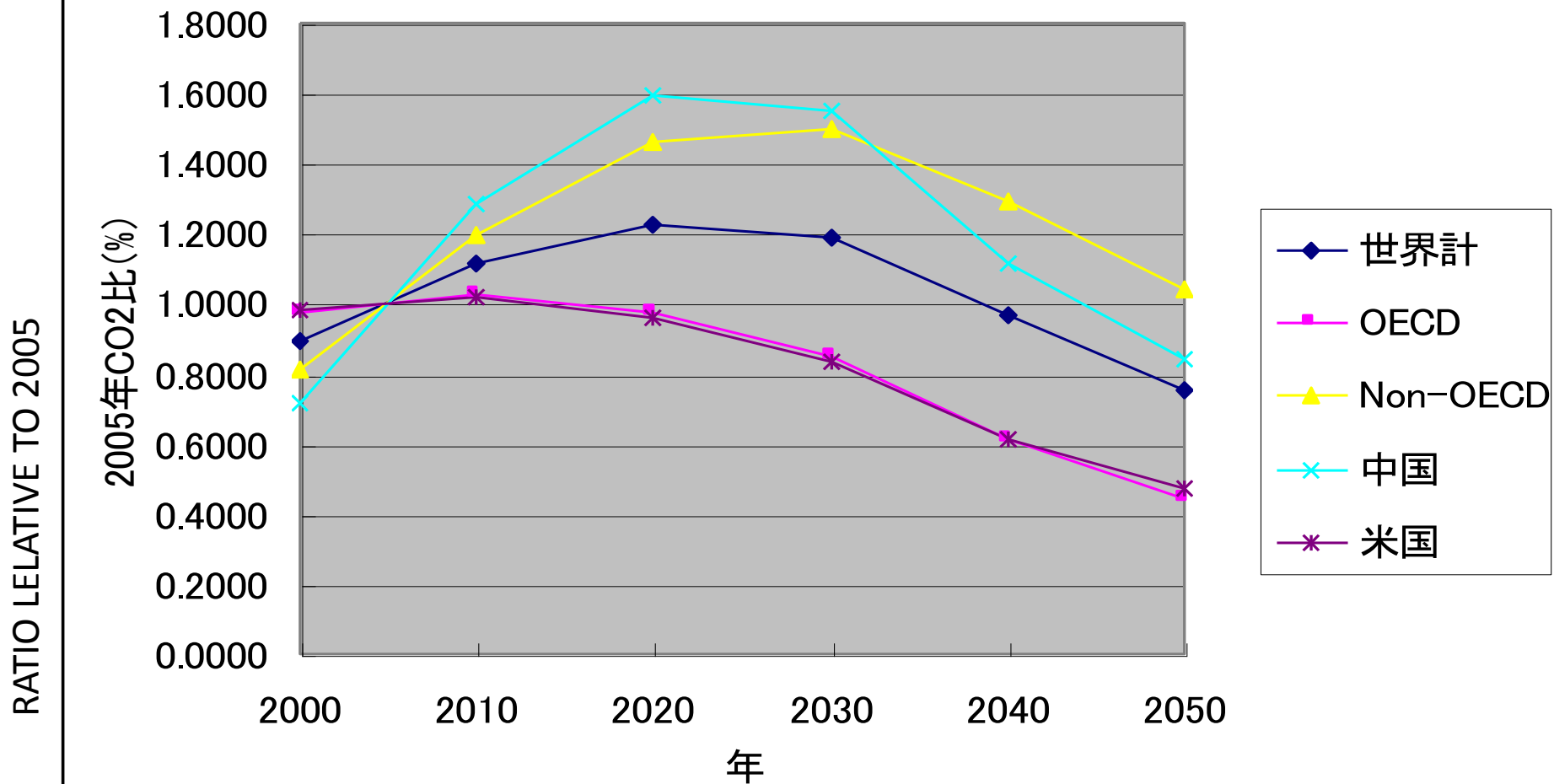
世界全体最適化により原子力、火力、再生可能エネルギーの バランスある構成が得られた

- 「気候変動予測の要求(2°C以下/Z650)に対応する、
世界全体のコストミニマムで最適化された電源構成(GRAPEによる長期シミュレーション)



CO₂ EMISSION RATIO OF EACH COUNTRY RELATIVE TO 2005

化石燃烧起源CO₂排放量对2005年比率

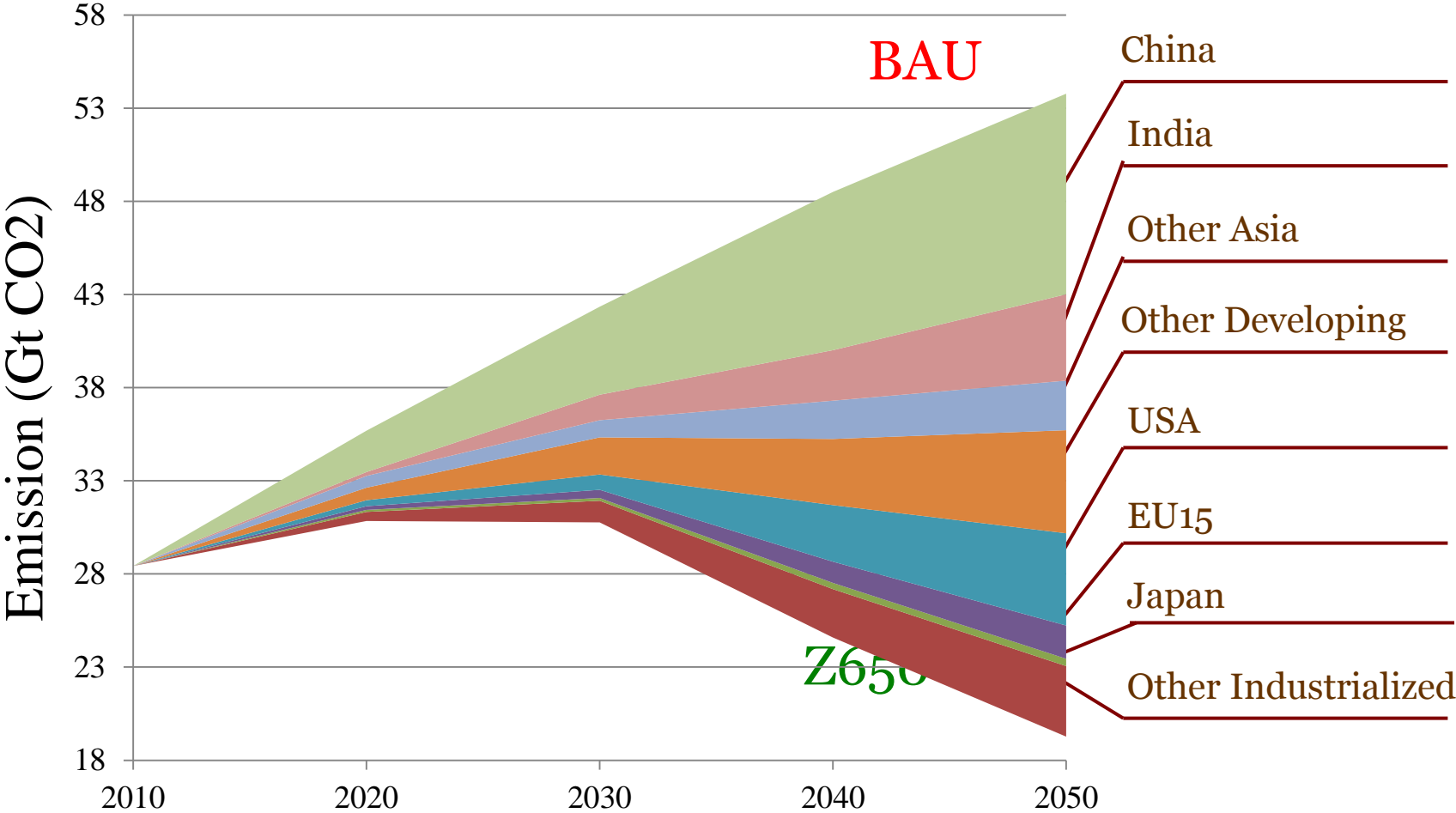


Result of Global Optimization

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
	ASEAN	1.6		1.5

CO₂ emission reductions by region



2°C以下で世界全体最適化の経済性評価

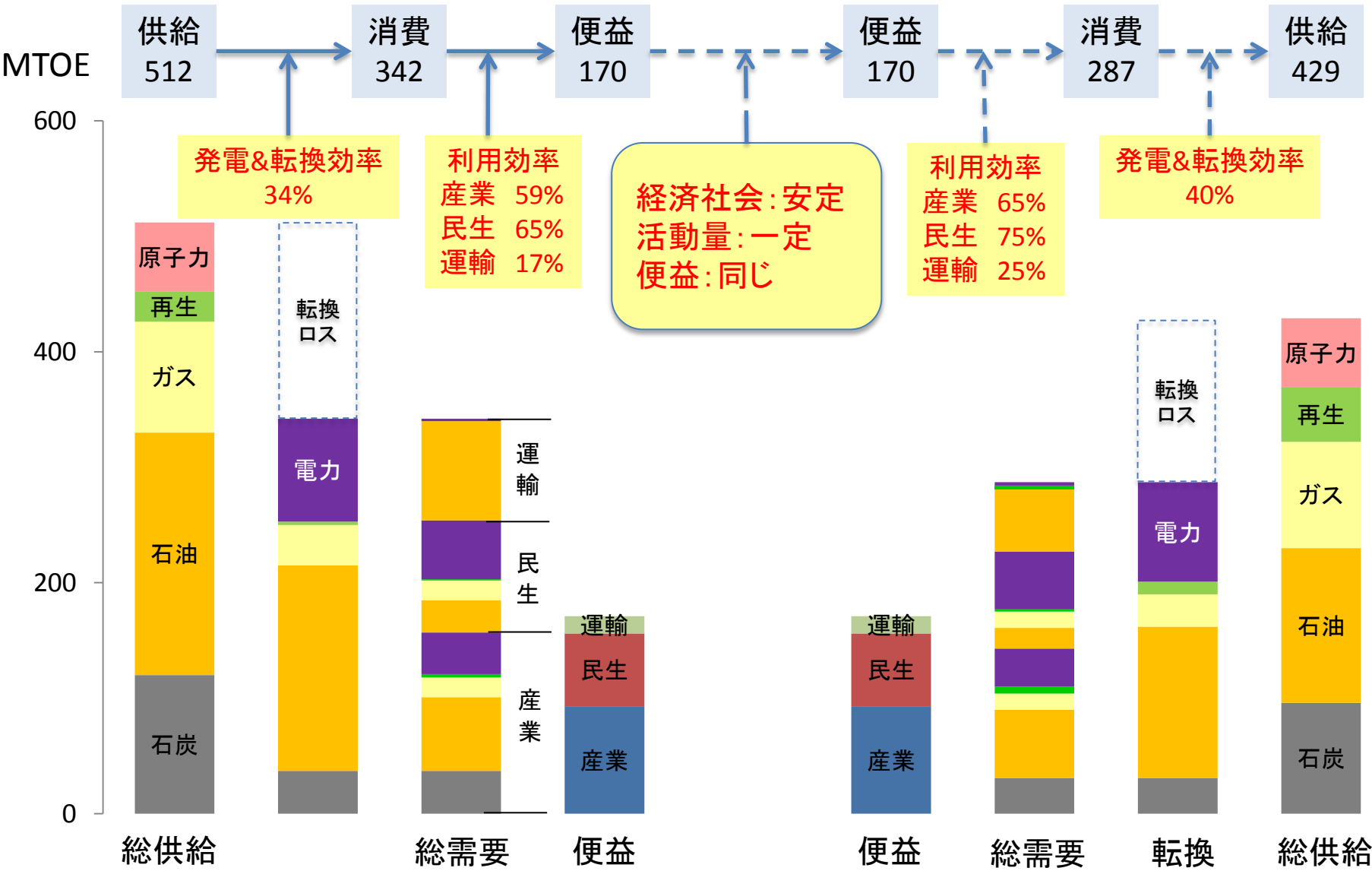
2050年までの累積追加投資と省エネベネフィットの比較(兆ドル)

Z650の実現ルート		追加投資	省エネ	合計利益
世界全体最適化 (結果として先進 国50%削減)	世界	11	14	3
	先進国	4	5	1
	途上国	7	9	2
先進国80%削減 条件下で 世界全体最適化	世界	42	10	-32
	先進国	37	10	-27
	途上国	5	0	-5

GRAPEモデルによる評価

2010年

2030年



2030年と2050年日本の総一次エネルギー供給構成 (原子力維持ケース:総一次エネルギー供給)

:MTOE		石炭	石油	ガス	再生	原子力	合計	効率	CO ₂ 億トン 2005年比
総供給	2010	120	210	96	26	60	512	33%	12.0
		83%			5%	12%			
	2030	96	134	92	47	60	429	40%	9.5 -21%
		75%			11%	14%			
	2050	66	57	84	62	60	329	47%	5.9 -51%
		63%			19%	18%			

2030年日本のエネルギー構成(最終消費とエネルギー効率)

2030年における最終消費における便益・損失・エネルギー効率と最終消費量

最終消費		石炭	石油	ガス	再生	電力	合計	便益	損失	効率
産業	2010	37	64	17	3	34	158	93	65	59%
	2030	31	59	14	6	33	143	93	50	65%
民生	2010		28	17	1	51	97	63	34	65%
	2030		13	14	2	50	79	63	24	80%
運輸	2010		82			2	84	15	69	18%
	2030		44		3	3	50	15	35	30%

*2. 便益は各セクターの活動量の予測(中期目標検討委員会・国立環境研究所資料, 資源エネルギー庁資料など)に基づき各セクターとも2030年はほぼ2010年時を維持すると想定、また効率の設定は東京大学トリプルフィフティの設定値を引用。*3 電力化率2030年(改)ケースで 供給51%(最終需要30%)

活動量に対して原単位改善で産業10%、民生23%、運輸66%を想定

2030年日本エネルギー構成

2030年再生可能エネルギー20% (全電源1000TWh中)の内訳例

再生可能エネルギー発電の 全電源に占める割合 (%)		水力	太陽	陸上 風力	洋上 風力	海洋	地熱	バ イ オ	合計	備考
稼働率(%)		22	12	20	30	40~75	80	80		総発電電力量 1000TWh
2010 実績 10%	設備 (GW)	48□	3.6□	2.4□	-□	-□	0.53□	□	□	
	電力量 (%)	9.1□	0.16□	0.4□	-□	-□	0.3□	0.3□	10□	
2030 35%	設備 (GW)	48□	69□	52□	8□	1.5□	3.9□	6.0□	□	エネ環会議 2012. 6. 19□ 環境省 2012. 8. 31□
	電力量 (%)	9.1□	7.2□	9.0□	2.1□	0.5□	2.7□	4.2□	35□	
30%	設備 (GW)	□48□	53□	25	10	5.7	3.9□	6.0□		荒川・湯原 2012.10 海洋政策本部参与会議 PT
	電力量 (%)	□9.1□	5.7□	4.4	2.6	2.5	2.7□	4.2□	30%	
20%	設備 (GW)	48	27	10	6	3.4	1.7	---		□本提案 2013
	電力量 (%)	9.1	2.9	1.7	1.6	1.5	1.0	2.2	20%	

2030年における日本のエネルギー構成とエネルギー起源CO2排出

		IEEJ	RITE	IEA	CIGS	政府案
年間経済成長率 (%)		1.6	1.7			1.7
一次エネルギー総供給 (MTOE)		468	500	434	429	452
一次エネルギー構成 (MTOE)	原子力	61	82	57	60	49
	再生可能エネルギー	66	36	53	47	63
	石炭	99	114	99	96	113
	石油	155 (118)	164	140	134	145
	天然ガス	88	101	84	92	81
総発電量 (TWh)		1173	1264	1119	1000	1065
電源構成 (TWh) (%)	原子力	290 (25%)	316 (25%)	218 (19%)	240 (24%)	213-234 (20-22%)
	再生可能エネルギー	303 (26%)	253 (20%)	289 (26%)	200 (20%)	234-256 (22-24%)
	石炭火力	270 (23%)	313 (25%)	296 (26%)	235 (24%)	277 (26%)
	石油・天然ガス火力	310 (26%)	382 (30%)	318 (28%)	325 (32%)	320 (30%)
CO2 排出 (Mt) 削減率 (2005年 (1205Mt) 比)		895 (26%)	1025 (14%)	915 (24%)	938 (22%)	927 (23%)
エネルギー自給率 (%)		28	24	25	25	24

2030年に実用化し普及可能な革新的な低炭素エネルギー技術20

(高効率な化石燃料利用技術の推進)

1. 石炭ガス化炉IGCC,IGFCの普及 $\eta=55\%$
2. 天然ガス・トリプルサイクルの実用化 $\eta=70\%$
3. 二酸化炭素回収・貯留(CCS)の実用化(高温ガスの分離膜、分離費用低減)
4. 大水深下ガス田の海洋プラントFPSO、メタンハイドレート開発・海底レア・アース開発の商業化

(福島後の原子力技術の革新と普及)

5. 次世代原子力発電の普及(軽水炉、高速増殖炉)
6. 多目的高温ガス炉(固有な安全性)による熱電供給炉、水素製造と産業用プロセスヒートの供給
7. 高レベル核廃棄物の減容化と消滅処理の実用化(高速消滅炉は発電炉)

(再生可能エネルギーの効率化と安定化、高い買い取り価格)

8. 高効率太陽光発電(効率 $\eta=30\sim 40\%$ ・コスト14円/kWh)・太陽熱発電の実用化と蓄熱技術
9. 海洋再生可能エネルギー発電(洋上風力・海流・潮流・波力発電・海水温度差)の実用化
10. 地熱・地中熱の普及

(バッテリー革命)

11. 高性能電力貯蔵技術 住宅・ビルの自立
12. 自動車用燃料電池(脱白金)の実用化等、燃料電池の商業化
13. 電気自動車用高性能リチウムイオン電池の普及

(水素社会の実現へ)

14. 再生可能エネルギーによる水素製造(風・太陽・バイオ・光触媒等)、余剰電力の利用
15. 水素貯蔵・運搬技術(圧縮タンク)の実用化

(産業用プロセスヒートの省エネ)

16. 直接還元製鉄の実用化
17. セメント革新的製造プロセス(クリンカ焼成プロセスの燃焼温度低下)の実用化

(先端的省エネ技術)

18. 超伝導送電の普及
19. 革新的デバイス SiC,GaN,Diamond
20. 有機EL照明の発光効率等の向上(200lm/W、現状LED:50lm/W)

次世代原子炉「高温ガス炉」の実用化戦略 の策定する産学官協議会

1. 構成員

- 開発側：原子炉・燃料メーカー
- 産業用熱・水素利用側：鉄鋼・化学・自動車
- 中立：大学・シンクタンク
- 行政・原子力機構

2. 目的

- 利用用途や海外展開などの実用化像と研究開発の工程、リードプラント内容と実証計画等を論議
- 熱電供給する次世代原子炉と水素社会実現を担う開発を提言する。

3. 湯原意見：

- 開発体制の進化が必要：国主導・国プロから民間主導・官支援の仕組み
 - ①FIT-CFD(固定価格買い取りと債務保証、収益折半：英国が先導)により、開発・建設・運転
 - ②研究開発機関の公設民営化

高温ガス炉産学官協議会参加者(予定)	
分野	会社名など
原子炉メーカーなど	東芝
	日立製作所
	富士電機
	三菱重工業
燃料・黒鉛	日本電機工業会
	原子燃料工業
電力・水素・熱利用	東洋炭素
	岩谷産業
	新日鉄住金
	日揮
	千代田化工建設
	東洋エンジニアリング
	トヨタ自動車
	本田技術研究所
	日産自動車
	日本原子力発電
商社・シンクタンク	日立造船
	キヤノングローバル戦略研究所
大学	丸紅ユティリティ・サービス
	東京大学
	東京都市大学
	東京農工大学
国など	九州大学
	文部科学省
	経済産業省
	日本原子力研究開発機構

2014~2015/A県エネルギー産業振興政策見直し

(FITの影響と地域産業振興・雇用創出)

0. 県外大企業による太陽光(メガソーラー)激増により、大半地域で地元風力・地熱・海流等のFIT適用困難(地元枠も撤廃)。脱重油・灯油を掲げ、農林水産再生に地域再生可能エネルギー活用し、雇用を維持・拡大を図る。
1. 森林産業再構築と森林バイオマスエネルギーを活用する製材業モデル構築～100万 m^3 (製材65%,エネルギー-35%)XXX億円-X000人の雇用を県内にXカ所～(Sa)
2. 地熱・地中熱と重油依存農業からの脱出モデル～農業生産倍増計画(Mu)
3. 余剰電力による水素と地場産業振興モデル創生(Km)
4. マイクロ潮流発電を活用した漁村活性化モデルと水産再生(Nj)
5. FITを活用した再エネ地域産業の創成～地域資本と地域産業による地場産業の拡大(Um)
6. 寒冷・積雪地域のスマートコミュニティ構築(熱スマコミ)とそのモデル(Ka,lo)
7. 地域の大学高専でのエネルギー技術教育を強化。電力事業・再処理事業・研究開発事業へ地元人材による高度技術者教育(Ko)