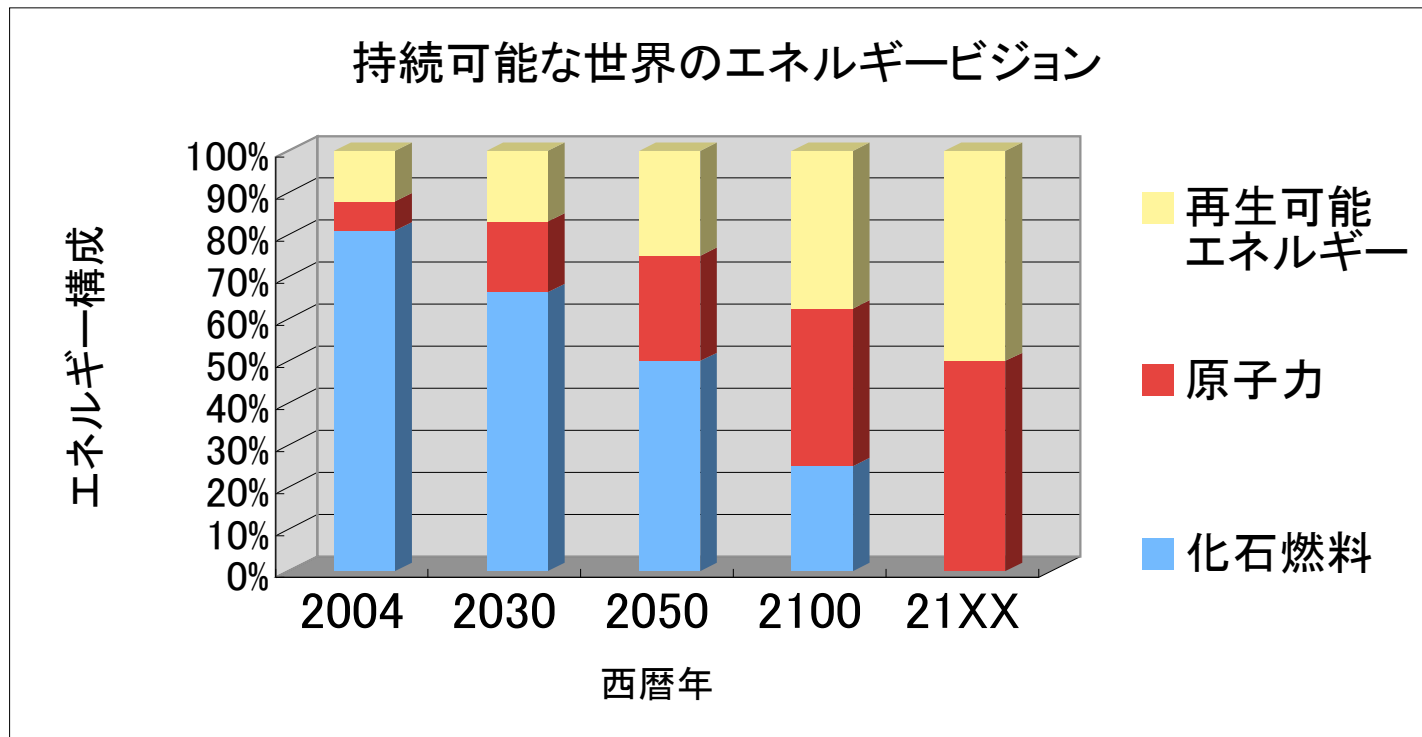


持続可能なエネルギービジョン

-日本のトリプルフィフティと中国2030年から2050年へ至る道筋-



日本経済新聞
 夕刊
 9月25日
 (木曜日)
 発行所 日本経済新聞社
 東京本社 03-3270-0251
 大阪本社 06-6943-7111
 名古屋支社 052-243-3311
 西貢支社 023-473-3301

日本酒の正統、生酛造り
大七
 JAPANESE SAKE
DAISHICHI
 SINCE 1752
 www.daishichi.com

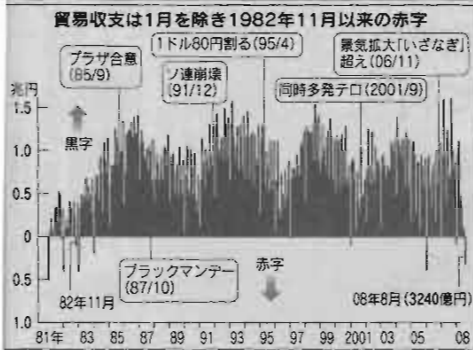
データウェアハウス
日本テラデータ
 カラスなぞ鳴くのは「枯れ枝に鳥のとまりたや秋の暮 芭蕉」。関東枯枝の名句も、「電線に」と書直すと不気味に転じて。ゴキブリの無法者が群れていると警戒心がわく。ヒッチコック

26年ぶり貿易赤字

1月除く資源高で輸入額増

8月

財務省が二十五日発表した八月の貿易統計速報(通関ベース)では、輸出額から輸入額を差し引いた貿易収支が三千二百四十億円の赤字となった。貿易赤字は正月の影響で輸出額が減る一月を除けば、一九八二年十一月以来約二十六年ぶり。原油や石炭など資源価格が高騰し、輸入額が膨らんだことが主因。対米輸出が前年同月比二一・八%もの大幅減となるなど、輸出額の停滞も響いた。



8月の貿易統計
 単位:億円、カッコ内は前年同月比増減率%、▲は減少または赤字、アジアには中国を含む

	輸出額	輸入額	出超額
総額	70,559 (0.3)	73,799 (17.3)	▲3,240
米 国	10,872 (▲21.8)	7,161 (6.4)	3,711 (▲48.2)
E U	9,512 (▲3.5)	6,184 (▲8.1)	3,327 (6.2)
ア ジ ア	37,139 (6.7)	27,184 (3.0)	9,955 (18.1)
中 国	12,234 (8.8)	12,127 (▲4.8)	108
中 東	2,942 (16.8)	19,405 (62.4)	▲16,463

米向け輸出、減少率最大

八月の貿易赤字は日米貿易摩擦による輸出減が背景。今回の場合、信受けた世界経済の減速に用ひの低い個人向け住宅融資(サブプライムローン)問題の深刻化などを加え、輸出総額は七兆五百五十九億円となり、前年同月比〇・三%増とほぼ横ばいだった。モノの動き



トキ27年ぶり大空へ
 トキを野生に戻すための放鳥が行われた。トキが国内の自然界に戻るのは、1981年以来27年ぶり(25日午前、新潟県佐渡市)

クライマ

独タイムラ

「ワンクフルト」後藤未知夫、ドイツの自動車大手ダイムラーは、十から輸出の頭打ちが鮮明になったことがある。赤字が定着するかは不透明だが、貿易と投資の二本柱で稼いできた日本経済は体質の転換点を迎えたといえ、景気後退局面入りから先進国向け輸出の落ち込みが急務

揺らぐ輸出立国

成長シナリオ見直し急務
 モノやサービスの貿易で輸出立国日本に揺らぎが生じている。二十五日発表の貿易統計が特殊要因を除くと二十六

貿易収支と化石燃料の輸入額推移（～2007年度）

		1998年実績		2003年実績		2005年実績		2006年実績		2007年実績	
1. 原油価格 \$/bbl		\$12.8		\$29.3		\$51.4		\$64.2		\$69.0/bbl	
2. 通関レート ¥/\$		131円		116円		110円		116円		118円	
3. 貿易収支 (兆円)	輸出	50.6		54.6		65.7		75.3		83.9兆円	
	輸入	36.7		44.4		56.9		67.2		73.1兆円	
	収支	14.0		10.2		8.8		8.1		10.8兆円	
4. 燃料輸入総計 (兆円)		5.6		9.4		14.6		18.7		20.3兆円	
(兆円)	単位	数量	価格	数量	価格	数量	価格	数量	価格	数量	価格(兆円)
石炭	百万ト	131	0.800	167	0.743	181	1.509	177	1.606	186	1.728
原油	百万KL	255	2.930	245	5.328	248	8.820	246	11.532	242	12.395
石油製品	ガソリン等		0.533		0.995		1.477		1.866		1.981
LPG	百万ト	14	0.325	14	0.543	14	0.686	14.5	0.941	13.8	0.992
LNG	百万ト	49	1.016	59	1.695	58	1.985	62	2.659	67	3.140
5. 所得収支(兆円)		7.2		8.3		11.4		13.7			

2008年予測

5
27

新エネルギー、原子力への転換

資源の自主開発(排他的経済水域、金属資源、エネルギー資源、)

産業構造の再編

“2030年エネルギー自給率50%”イニシアティブ

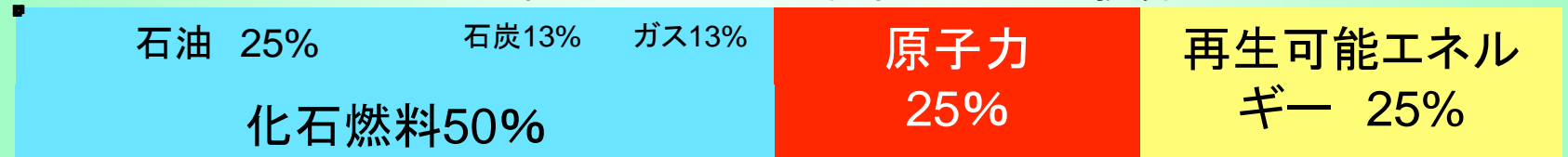
経済同友会/富士通総研共同シンポジウム 2003年2月 於経団連ホール
福井俊彦、湯原哲夫、田邊敏憲、田下正宣、坂井正康、松井一秋

□2030年に「化石燃料50%、原子力25%、再生可能エネルギー25%」を目標にし、エネルギー政策に戦略的意志を持つ。技術的、財政的、経済的に可能。2030年にCO₂を30%削減する。

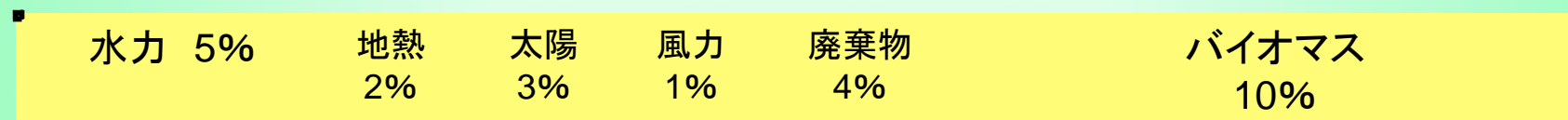
1. 2001年 一次エネルギーの総供給の割合(520 石油換算トン)



2. 2030年 エネルギー自給率 50% (総供給500石油換算トン)



内 訳



発電容量: 風力7百万kW 太陽:25百万kW 地熱4百万kW 廃棄物:8百万kW
バイオマス:7百万kW: 総投資額:18兆円 (6000億円/年)

日本のTriple 50（トリプルフィフティ）

	エネルギー自給率	化石燃料依存率	エネルギー利用効率
現在	20%	80%	35%
2030年	50%	50%	50%

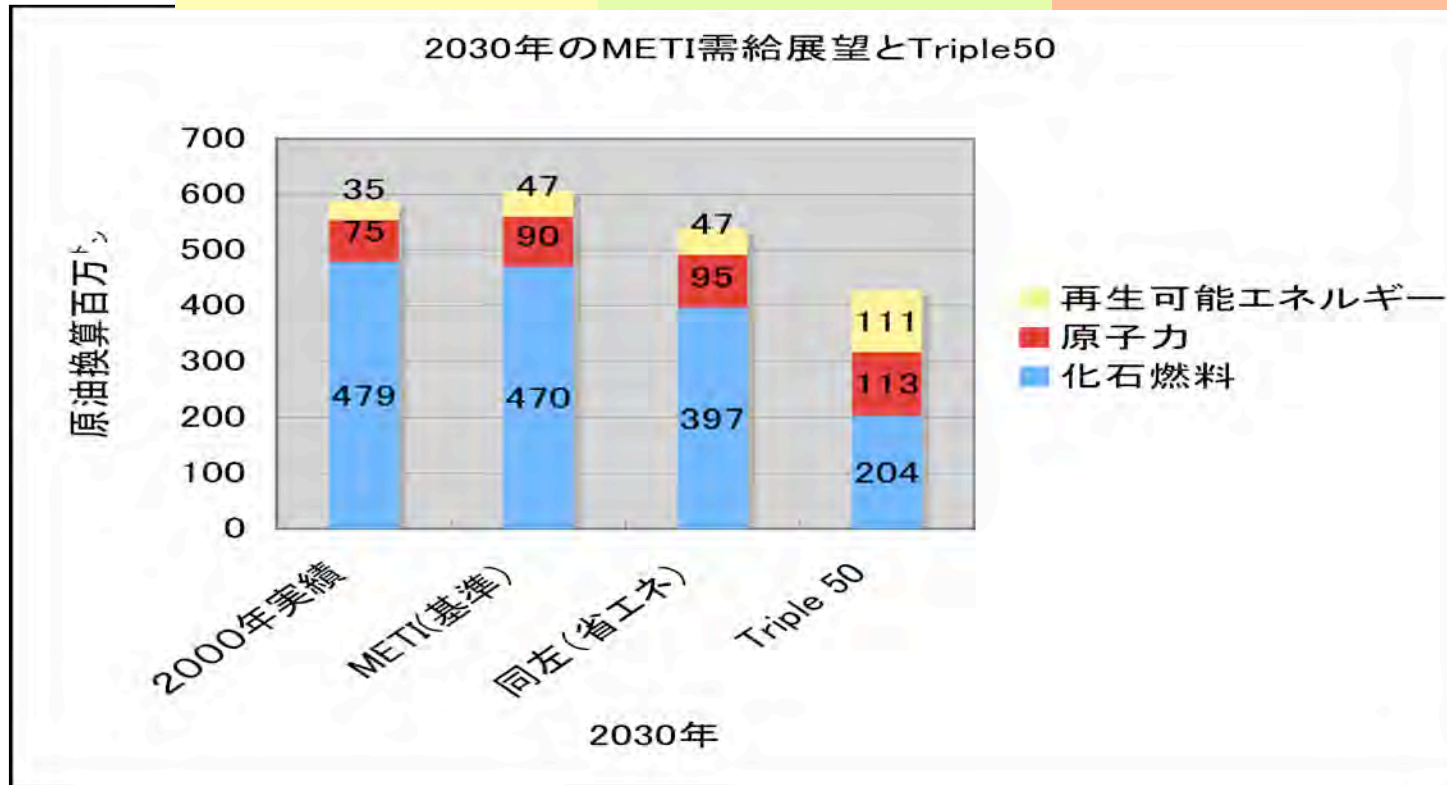




図 5.3 総合資源エネルギー調査会「2030年のエネルギー需給展望」
レファレンスケースにおける一次エネルギー供給、消費、便益



図 5.4 トリプル 50 における一次エネルギー供給、消費、便益

◎2030年の需給見通しとの比較(日本モデル)

	METI/2030年見通し		本試算例
	レファレンス	省エネケース	
(1)総供給 (Mtoe : 百万石油換算ト)	564	500	400
(2)転換 (Mtoe)	171	150	125
(3)総消費 (Mtoe)	393	350	275
(4)便益 (Mtoe)	200	200	200
(5)エネ効率% (=便益/総供給)	35%	40%	50%
(6)CO ₂ 排出量Mct (百万C ト)	311 (100%)	258 (17%減)	165 (47%減)

◎エネルギーバランス表の試算例(日本モデルの原案)

総1次エネルギー供給4億ト(石油換算), 便益2億ト、化石燃料50%、利用効率50%
(再生可能エネルギー+原子力)50% 単位 Mtoe

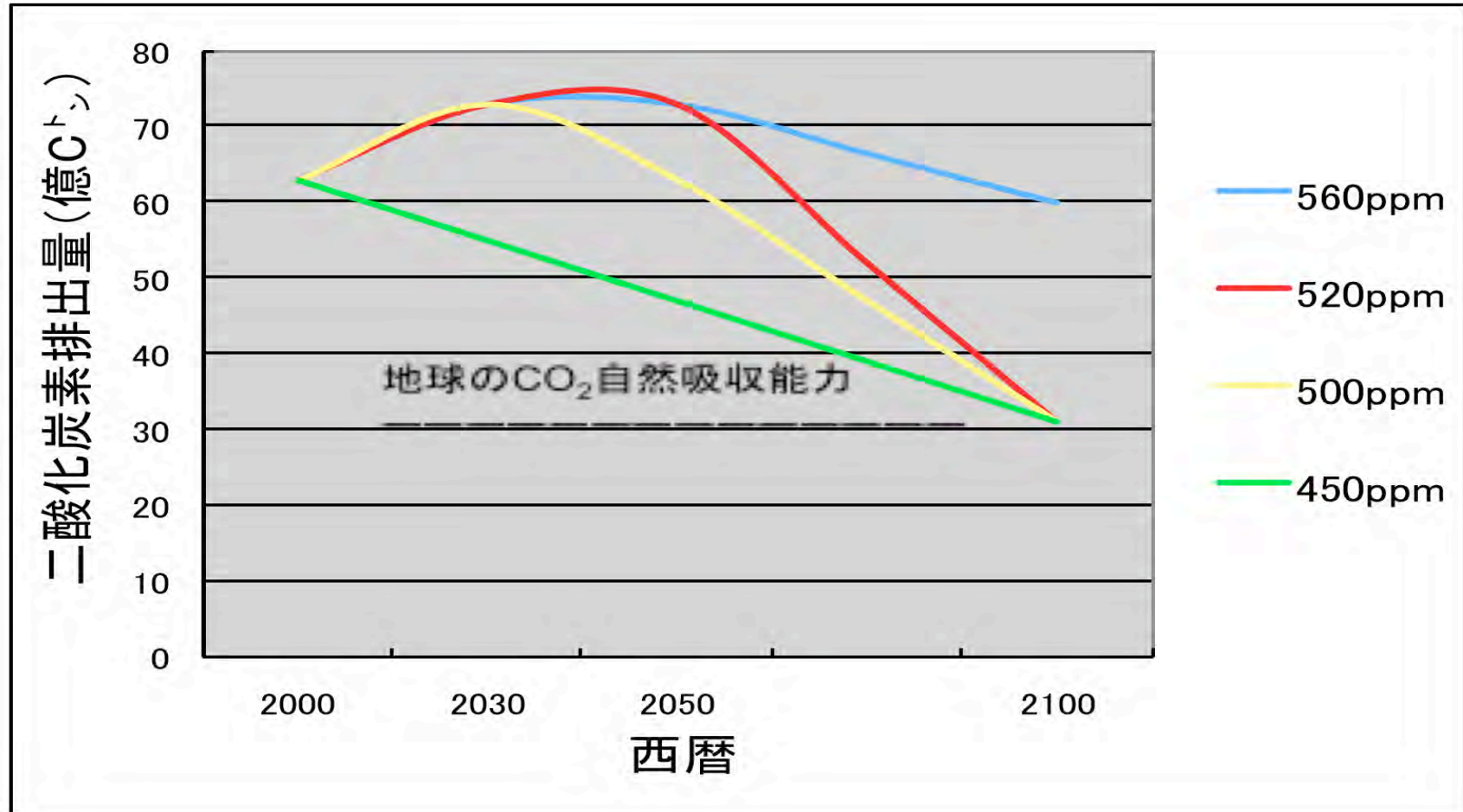
	① 化石 燃料				②再生可 能 E	③ 原 子力	④ 電力	⑤ 合計
		石炭	石油	ガス				
(1)総供給	200	50	110	40	100	100		400
(2)転換	-75	-30	-20	-25	-75	-100	125	-125
(3)総消費	125	20	90	15	25		125	275
・ 産業	65	20	40	5	5		60	130
・ 民生	20		10	10	10		45	75
・ 運輸	40		40		10		20	70
(4)CO ₂ (Mct)		50	85	30				165

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。
- 湯原発表資料: グローバルCOE「世界を先導する原子力研究イニシアチブ」創立記念第二回国際シンポジウム(2007年12月 東京大学)

大気中の二酸化炭素濃度の概算

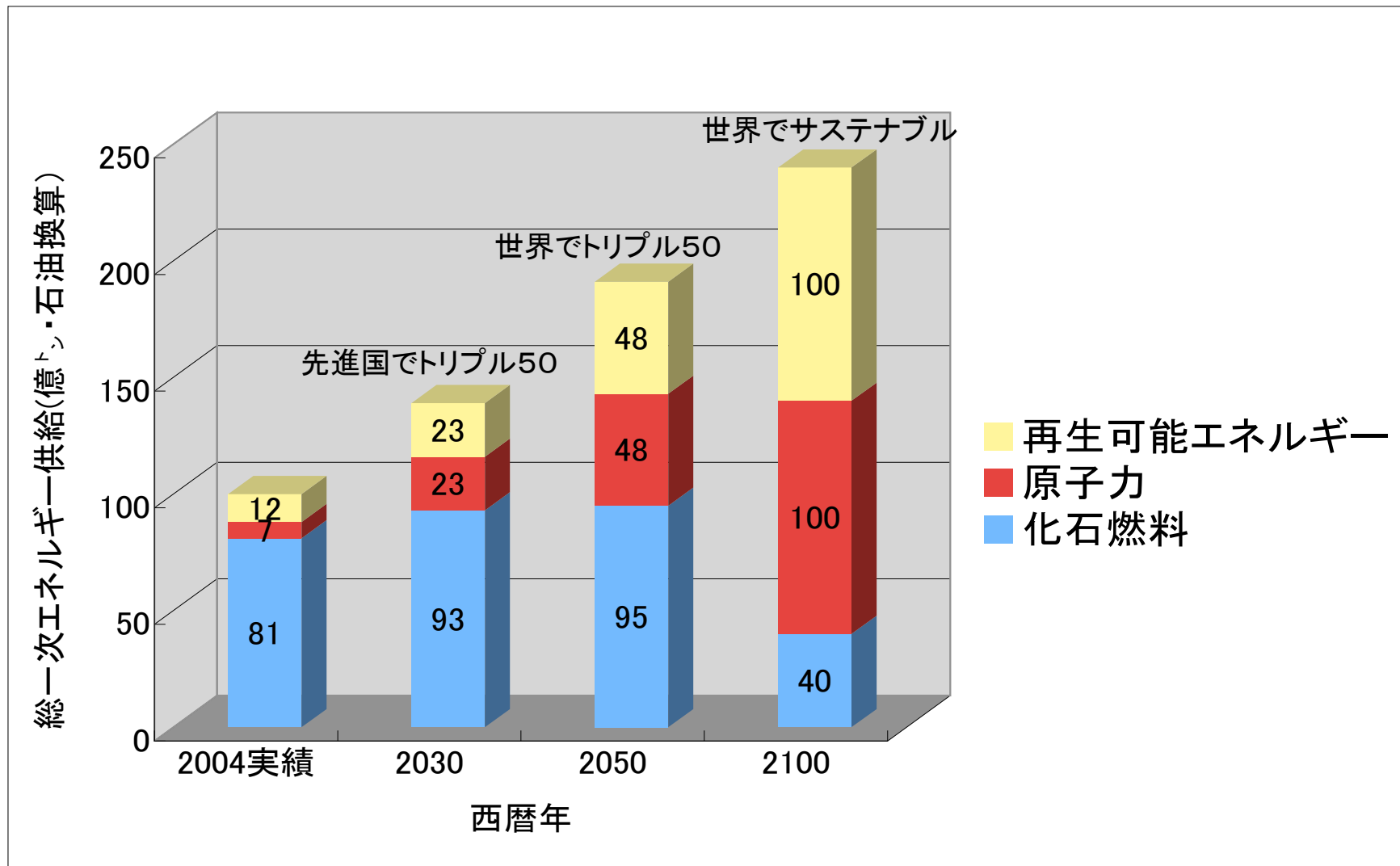
2000年 人為的排出量 年63億C_ト
自然吸収量 年31億C_ト



中庸な成長(2.5%/年)と省エネ効果(1%/年)を見込んだ 世界のエネルギー供給構成例

年	2000年	2030年	2050年	備考
①人口(億人)	60	80	100	
②GDP(兆US\$)	32	67	100	成長率2.5%(2000~2030), 2.0%(2030~2050), 1.5%(2050~2100)
③総エネルギー供給 (TPES:億toe)	91	140	190	原単位改善率 1%/年
④化石燃料総量(億toe) (構成タイプ)	80 81:7:12	93 67:17:17	94 50:20:30	化石燃料/原子力/再生可能エネルギー
⑤CO ₂ 排出量(億C-t) (億t CO ₂)	64 (235)	73 (268)	73 (268)	石油 40%(2030), 30%(2050), 20%(2100) ガス/石炭 = 1
⑥CO ₂ /GDP (Ct/M\$)	200	108	73	2000年日本 58
⑦石油(年間/億toe) (累積/億toe)	35 ---	37 1080	28 1730	石油/総化石燃料量 40%(2030) 30%(2050) 20%(2100) 石油埋蔵量 1900億toe(1.29兆 bbl)-2003 OGJ-
⑧原子力(億toe) (総エネルギー比率)	6.8 (7%)	23 (16.7%)	38 (20%)	
⑨原子力発電量(TWh)	2,594	9,000	14,400	2606kcal/kwh
⑩原子力発電設備 (GW)	370	1,205	1930	稼働率 85%、年間新設約 25 基ベース IEA WEO(2004)の 2030年世界の総発電設備は 7103GW
⑪ウラン燃料(千tU/年) 累積(千tU)	67 ---	230 4,400	360 9400	ウランの資源量: 確認埋蔵量 4,540 千tU (回収コスト \$130/kg 以下) 究極埋蔵量 14,400 千tU

サステナブルなエネルギー構成③



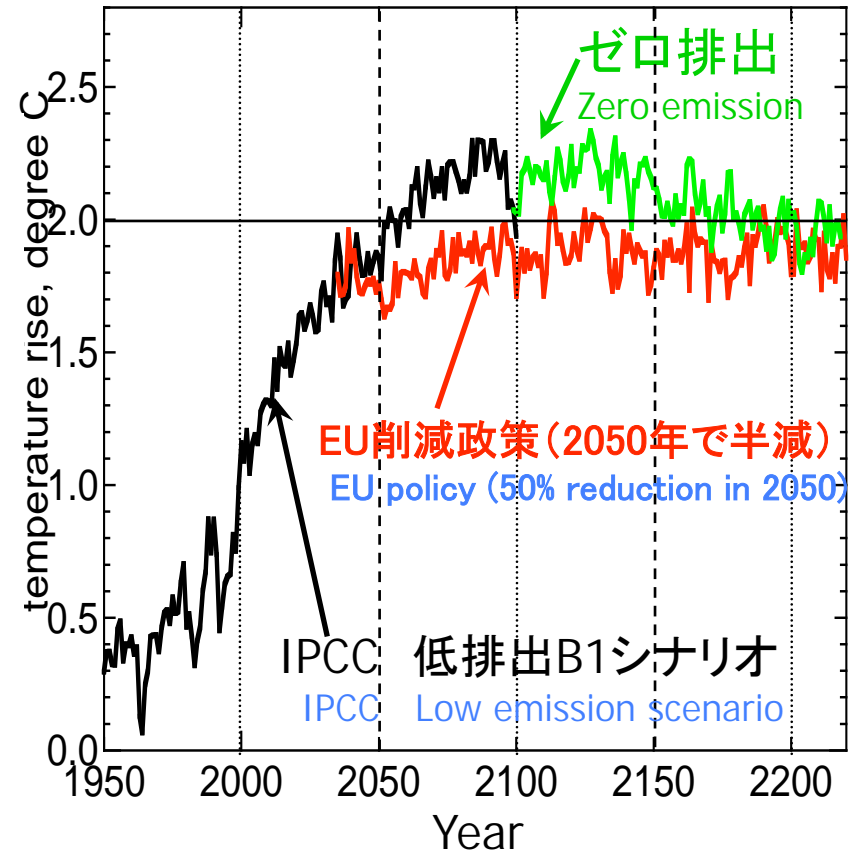
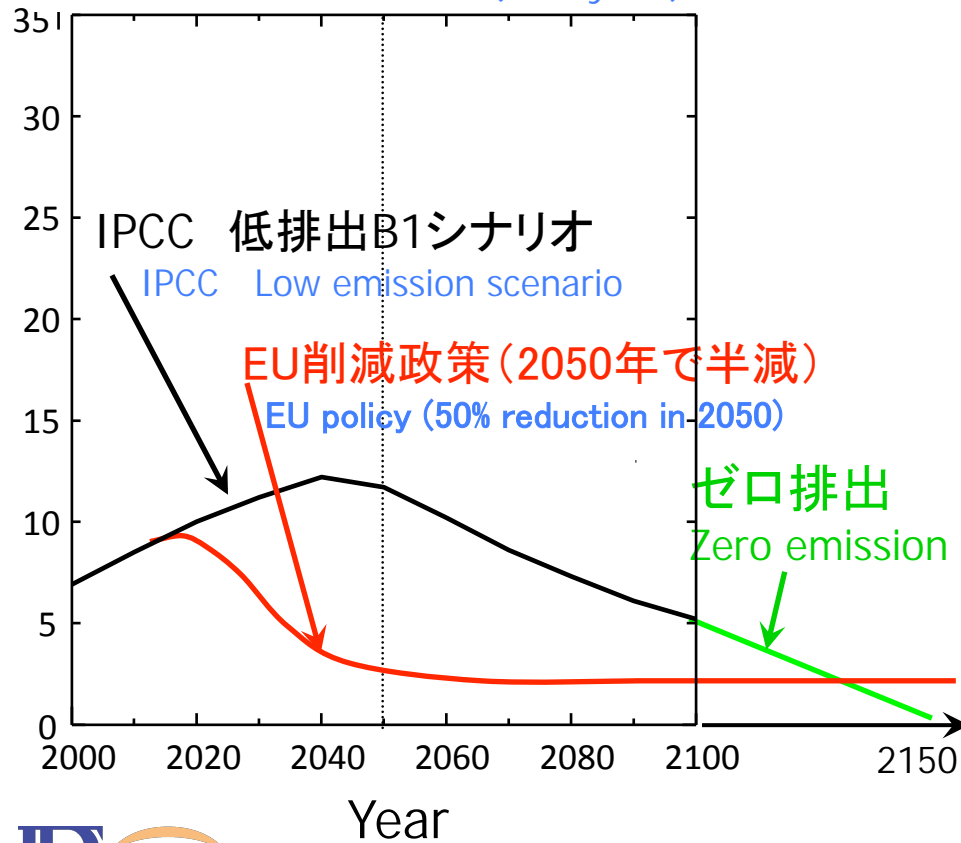
トリプル50: 化石燃料依存率50%,エネルギー効率50%,自給率50%
 サステナブル:化石燃料による二酸化炭素を地球の自然吸収能力以下にする。
 大気中CO₂濃度が500ppm前後で安定化するエネルギー構成。

CO₂ゼロエミッションを目指して

Toward to a zero emission world

世界全体のCO₂排出量(GtC/year)

Global CO₂ emission (GtC/year)



(*) compared to the mean value(30 years)
of end of 19th century



2050年温室効果ガス半減の世界と中国のエネルギー構成の試算例

	2004年		2050年				
	総1次エネルギー（化石燃料比率）	CO2	総1次エネルギー供給	2004年CO2の50%	半減CO ₂ に対応する化石燃料量	非化石燃料	
	億ト石油換算	億トC	億ト石油換算	億トC	億ト石油換算	再生可能エネルギー	原子力発電
						億ト石油換算	設備 百万kW
世界	112 (81%)	71.1	190 (100%)	35.6	45.6 (24%)	72.2 (38%)	3760 (38%)
中国	16.2 (84%)	13.0	40	6.5	8.3 (20%)	16 (40%)	750 (40%)
トリプル50 中国	—	—		18.3 (1.5倍)	20 (50%)	12 (30%)	380 (20%)

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)、
 - CO₂隔離技術(CCS)
 - 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などの新型炉実用化
 - 高速増殖炉FBR, 多目的「高温ガス炉」HTTR, 「小型炉(船用炉)」の商業化
 - 使用済燃料のリサイクル(枯渇燃料源から持続可能な燃料源へ)
3. 再生可能エネルギーシステムの大規模導入、
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、風力による自立分散型電源、蓄電併設
 - 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
 - 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
地熱とバイナリーサイクル、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 (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

火力発電の熱電効率／超臨界からコンバインドサイクル、さらにはトリプルサイクルへ
 プラント開発力は産業競争力の中核。
 ガス化、ガスタービンとプラントシステム：高温設計法と高温設計クライテリアがそのキーを握る。

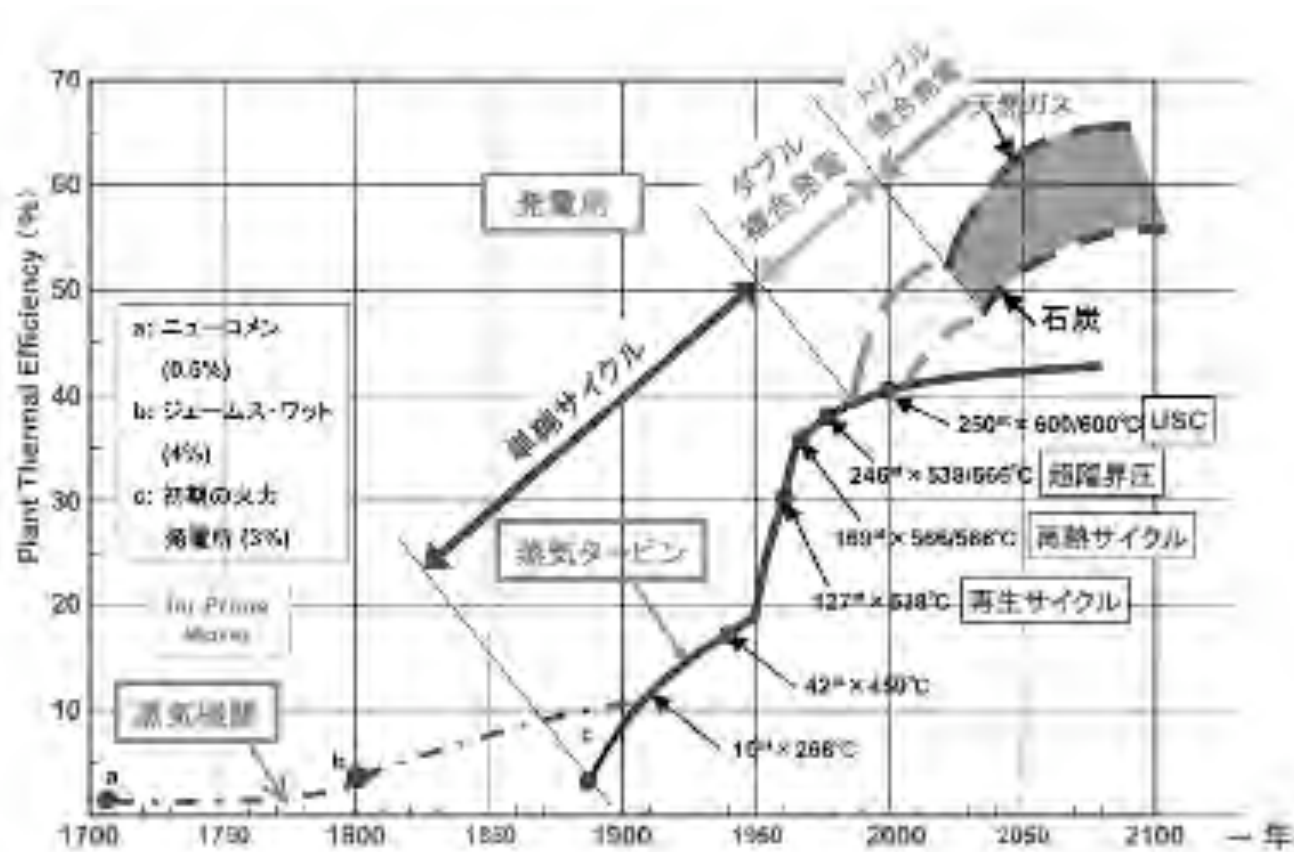


図18 熱効率の歴史

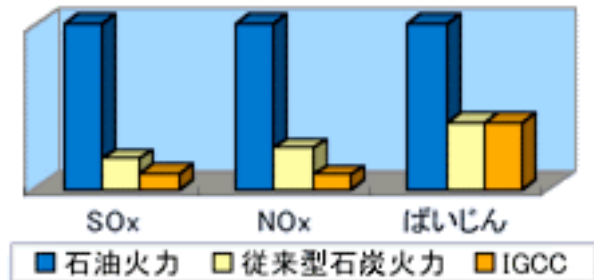
火力原子力発電 Mar. 2004 Vol. 55 No.3 921世紀の火力発電技術(金子祥三)

石炭ガス化発電 (IGCC) 20年間の開発をへて、実証プラントの完成

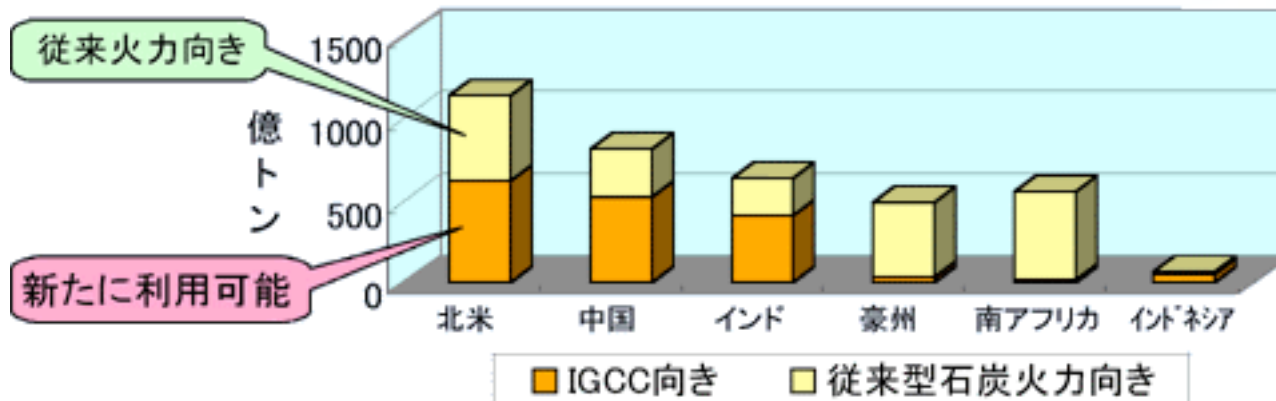
IGCC実証機250MkW、低品位炭1700t/d
2008年2月100%出力達成、2000時間連続運転中



＜大気環境特性(目標値)＞



＜日本に輸入可能な石炭量＞



クリーンコールパワー研究所
電力中央研究所HPから引用

石炭ガス化複合発電実証機、長期連続運転に成功ークリーンコールパワー研究所 2008年9月18日電気新聞

9電力会社とJパワーが出資するクリーンコールパワー研究所(本社=福島県いわき市、大西博康社長)は18日、**石炭ガス化複合発電(IGCC)実証機(25万キロワット)**による長時間連続運転に成功したと発表した。今年6月から9月中旬まで実施した**2千時間連続運転試験で、約3カ月間安定した運転を実現**、商用化を見通すプラントの信頼性を確認できたとしている。次へのステップとして、今後は**運転最適化試験**や**炭種変化試験**のほか、通年での運用を見据えた5千時間の運転試験に移行する方針だ。

IGCC実証機は、常磐共同火力勿来発電所(いわき市)構内に建設。目標熱効率は42%(送電端)。ガス化には、欧米が採用する酸素利用ではなく、空気を利用した**「空気吹き」を採用**している。酸素製造の動力が小さいため、世界最高の送電端効率が実現できるメリットを持つ。07年9月から実証試験を開始した。プラントの心臓部分であるガス化炉の総合試運転など、石炭ガス化調整試験運転を経て、今年3月には定格出力を達成。6月からは実証試験の正念場となる**長期連続運転試験**に入っていた。試験開始から1年以内という短期間に、長期連続運転試験に入るのは、日本の高い技術力の成果として**世界的にも関心を集め**そうだ。

長期連続運転試験は2千時間実施。プラントの信頼性を確認すべき主要部分を中心に、安定運転を実現できたという。とくに電力需要が高い夏場の3カ月間をノンストップで運転できる信頼性が実証できたとしている。IGCCに関しては、従来の最新鋭微粉炭火力に比べ約2割の効率向上が期待でき、使用する石炭も比較的安価な低品位の炭種も利用できる。温暖化防止を図る革新的技術として、国も研究開発の促進を訴えている。

今後の実証試験では、商用機をにらんだプラント効率の検証を行う**運転最適化試験**、設計炭以外の2炭種を使用した炭種変化試験を予定。09年5月ごろからは、**通年運転試験**に入る計画だ。この試験では、商用運転に準じた高利用率運転を想定し、延べ5千時間の運転を行う。性能、耐久性、経済性などを検証し、09年度末には実証試験を終える予定だ。

湯原注記:火力原子力を通じて、独自のコンセプトで、パイロット-実験機-原型機-実証機を経て、商業機の段階に。国際競争力の中核:プラント開発力を示す初めての事例。5年以上前から中国が最も注目。

日本の2030年再生可能エネルギーの構成提案

(単位 百万石油換算トン ; Mtoe)

	水力	地熱	海洋	風力	太陽 光/熱	バイオマス	廃棄物 電力/熱	合計
①2030年「自給率50% イニシアティブ (2003、経済同友会)	24	8	--	3~6	6~16/6	40~50	10/10	107~130 (500)
②トリプル50(2005、 持続型協議会／東大 +重電4社)	19	1	--	18	20	29+17 (国産) (輸入)		104 (400)
③超長期ビジョン案 (2007、湯原)	20	5	5	10	10/5	25	10/10	100 (400)
(参考) 2050年環境エ ネルギー政策研究所 (2008) * 1	26.5	20.5		17. 6	32.3 /5.9	電 23.5/熱 17.6/燃 26.5		176.4 (294)

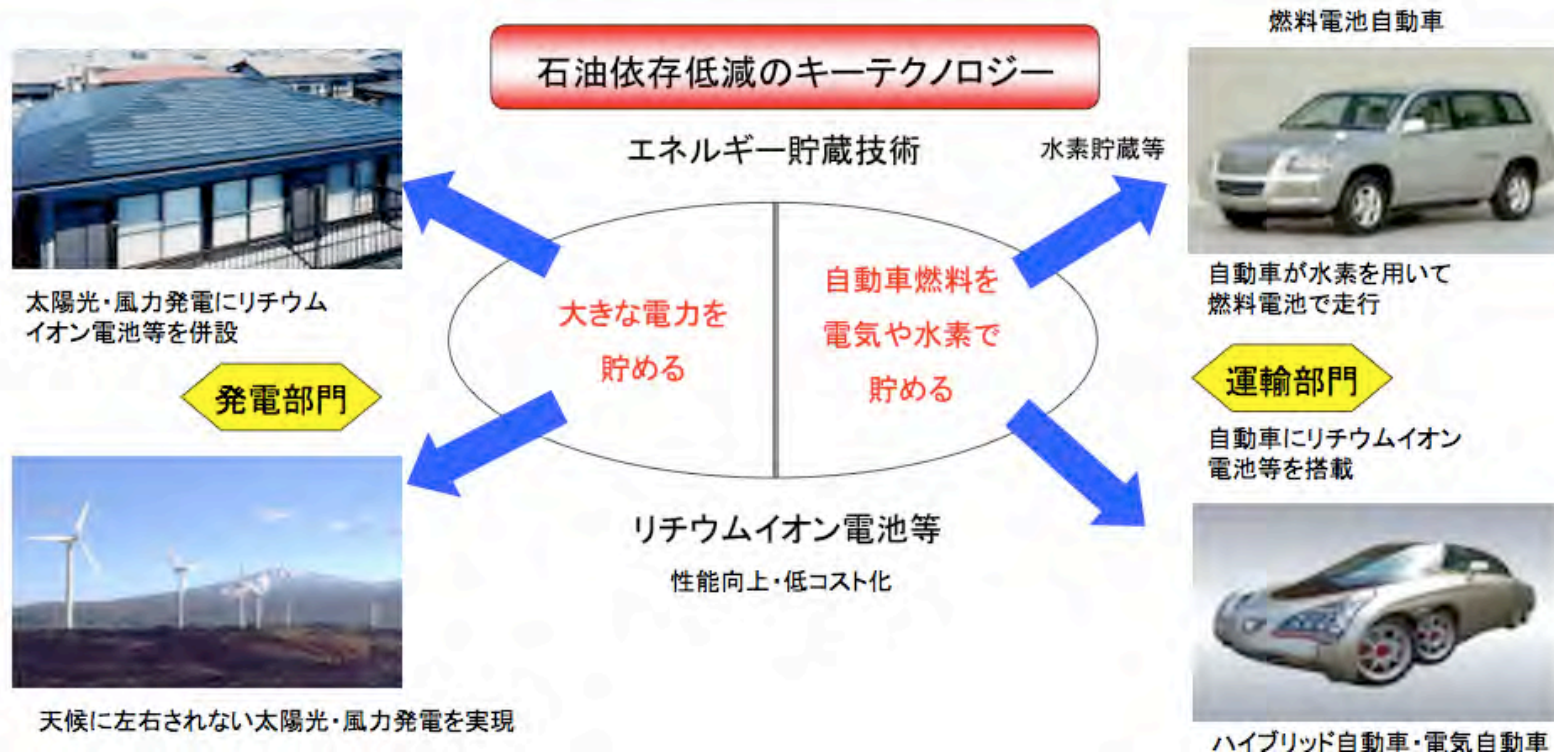
* 1:「2050年自然エネルギービジョン」再生可能エネルギー展望会議2008.2

新・国家エネルギー戦略(2006年3月)

戦略下での取組事例 (1)

エネルギー貯蔵技術(リチウムイオン電池等/燃料電池)の開発

- 自然エネルギーを安定的に利用したり、電気や水素をガソリン燃料のように利用可能とする高度なエネルギー貯蔵技術(リチウムイオン電池等)の技術開発は、石油依存度低減戦略の鍵。
 - ・ 太陽光発電・風力発電に併設し、天候に左右されない発電を実現
 - ・ ハイブリッド自動車の高性能化、電気自動車の飛躍的普及に貢献
- 我が国が世界をリードする燃料電池の技術開発も引き続き推進。
- 米国も2007年度予算案で、次世代電池・水素燃料の技術開発を重点的に行うことを表明。

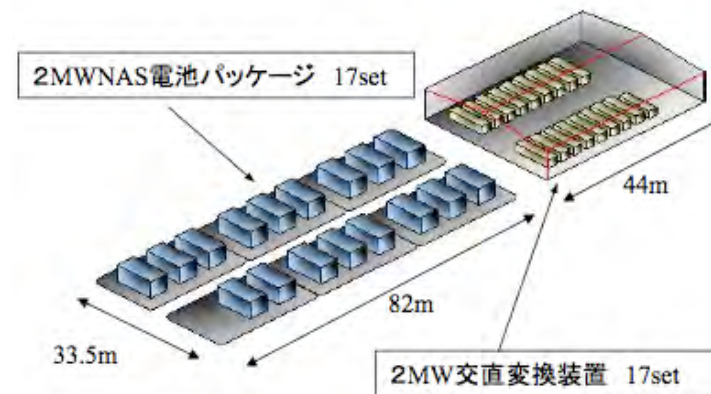


不安定電源の安定化

- 太陽光発電、風力発電はバッテリーと地域グリッドにより地域の基幹エネルギーに進化する。
 - 政策: 2次電池の設置と、解列(系統からの離脱) 枠の導入策を決定。不安定電源を2次電池により安定電源化に対応する。
 - 解列と会社間連系線の活用による電力系統連系も同時に進め、電池導入時の運用、制御、技術を検証する。
 - 電池導入コストは1kW当たり6~9万円の増額になり、国は2次電池の補助策の導入も進めている。
-
- 二又風力開発(株): 日本風力開発
 - 所在地: 青森県上北郡六ヶ所村
 - 設備: 1,500kW機34基
 - 蓄電池併設34,000kW(NaS電池)
 - 発電容量: 51,000kW
 - 運転開始時期: 2008年5月



二又風力開発(株)蓄電池ヤード全景



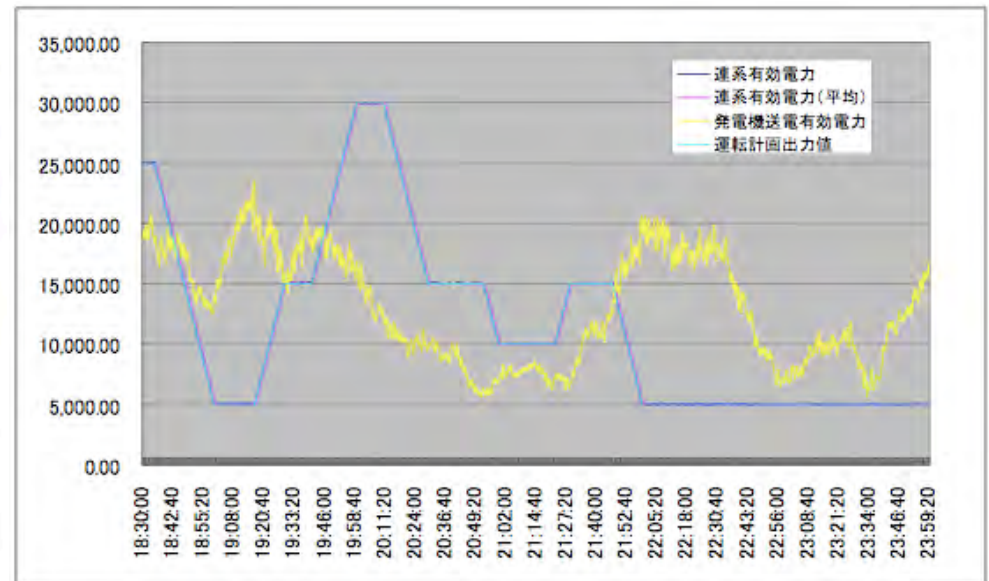
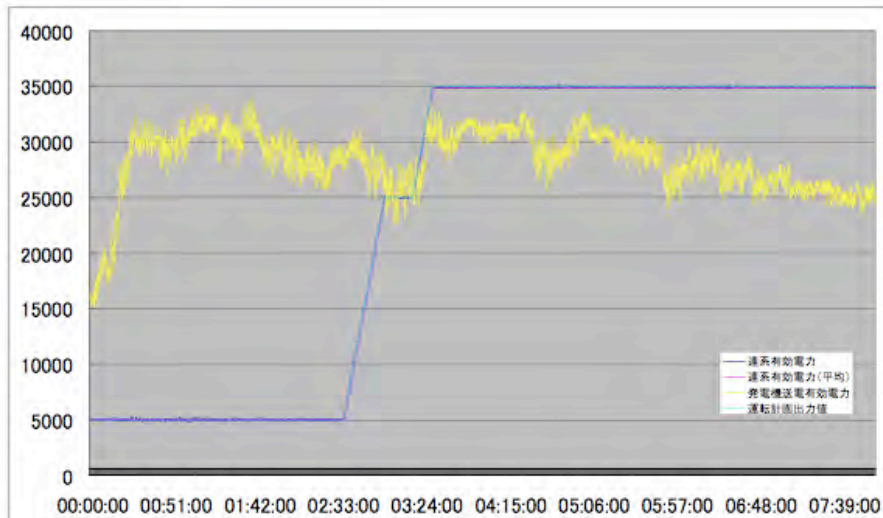
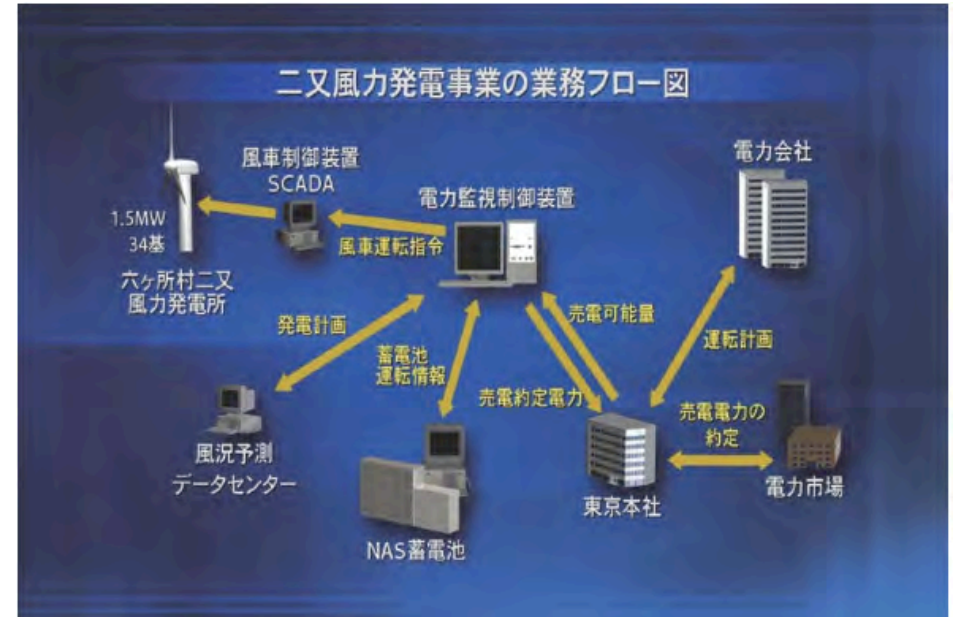
2008年6月7、8日G8エネルギー
担当相会議場(青森ホテル)へ給電。

日本風力開発 蓄電併設風力による安定化電源

日本風力開発株式会社
JAPAN WIND DEVELOPMENT CO., LTD.

六ヶ所村二又風力からG8会場へ電気を供給

・再生可能エネルギーを使用することで、CO₂を発生させない会議の運営を実現





主要国の高速炉導入機運の情勢



- フランス(2006年1月5日、シラク大統領)
 - 第4世代原子炉のプロトタイプを2020年に運転開始するとの目標
- アメリカ(2006年1月一般教書演説、ブッシュ大統領)
 - グローバル原子力パートナーシップ(GNEP)計画では、2014年頃にNa冷却高速炉の先進燃焼試験炉、2023年頃に商用1号炉を運転開始
 - また、2011年に分離技術の工学規模実証施設、2016年に先進的分離技術と燃料製造技術の試験施設AFCFを運転開始
- ロシア
 - 停滞していたBN-800炉の建設を再開するため連邦予算を計上
- 中国
 - 実験炉を建設中。2030年に商用炉の運転開始
 - 2050年頃に200GWe程度のFBRの設備容量を計画
- インド
 - 2010年に原型炉50万kWe(建設中)。2020年までに4基のFBRを建設。
 - 2050年頃に270GWe程度の原子力の設備容量(FBRの割合は不明)

(参考)

日本の発電設備容量
(平成16年度末推定実績)
・総発電設備容量: 238GWe
・原子力: 47GWe

高速増殖炉(FBR)サイクルの早期実用化

(2050年では遅すぎる。現状既に技術はほぼ完成、商業化の段階。エネルギー危機と世界規模の温暖化対策により、2030年からFBR商業炉導入の可能性を追求すべき:筆者私見)



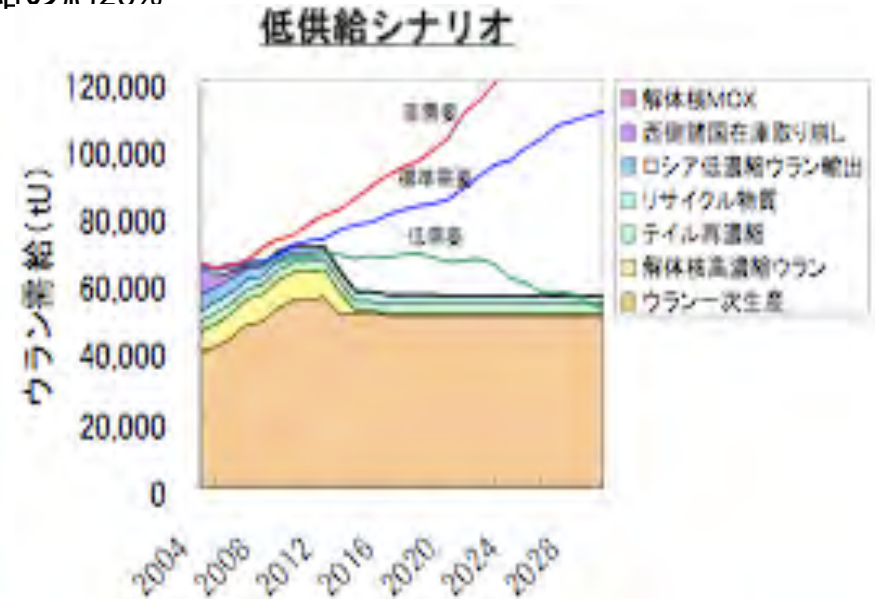
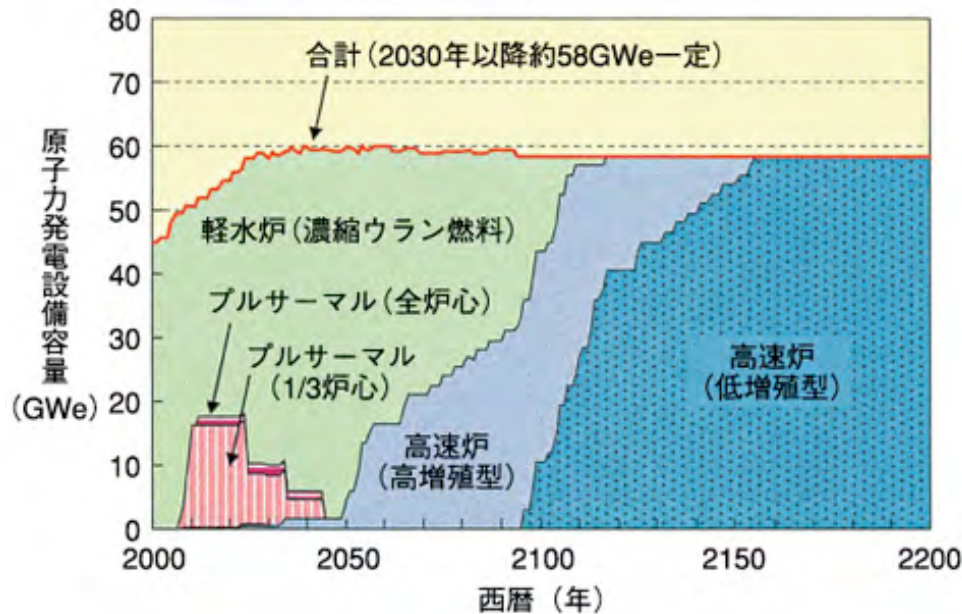
常陽

もんじゅ

2025年運転開始

・原子力エネルギー約1億トンの(石油換算)・総1次エネルギー供給の約20%

参考図



METI資料、原子力立国計画等から

原子力発電と持続可能性

炉/燃料サイクル	在来型既知資源年数	在来型資源年数※
現在の燃料サイクル (軽水炉、ワンスルー)	85	270
燃料リサイクル (Pu、ワンスルー)	100	300
軽水炉と高速炉 (混合リサイクル)	130	410
高速炉燃料サイクル (リサイクル)	2,550	8,500

※在来型資源量＝在来型既知資源量＋在来型未発見資源量

【出典: Uranium 2003, OECD/NEA】

・・・ 高速増殖炉と核燃料サイクル-2・・・

高レベル放射性廃棄物の低減とは

高速増殖炉サイクルは、高レベル放射性廃棄物に含まれる長寿命の放射性物質を燃料として燃やすことにより、高レベル放射性廃棄物中の放射能による潜在的有害度を低減させるとともに、高レベル放射性廃棄物の量を削減できる可能性があります。これらによって、環境に与える負荷を少なくすることができます。

	放射能レベルの減衰 (注1)	高レベル放射性廃棄物の 発生量(体積比)
直接処分	10万年	1 (使用済燃料)
軽水炉を用いる 核燃料サイクル (プルサーマル)	1万年 (注2)	0.3~0.4 (ガラス固化体) (注4)
高速増殖炉を用いる 核燃料サイクル (高速増殖炉サイクル)	200~300年 (注3)	0.3~0.4以下(ガラス固化体) (注5)

(注1) 同じ量の発電に必要な天然ウランの放射能による潜在的な有害度(最大値)に減衰するまでの期間を示します。

(注2) 回収率: プルトニウム99.5%、ウラン99.6%

(注3) 回収率: プルトニウム99.9%、ウラン99.9%、マイナーアクチノイド99.9%

(注4) 再処理した場合、直接処分の場合に比べて体積で30~40%程度に抑制されます。

(注5) マイナーアクチノイド回収を行う高速増殖炉サイクルでは、さらに体積を減少できる可能性があります。

燃料 資源量

(IIASA-WEC 世界エネルギー会議1997)

(単位:10億トン石油換算、年)

	①埋蔵量 (可採年数)	②資源量 (可採年数)	計 ①+② (可採年数)	年間消費量 (2002)	追加発見量
石油 在来	150(41年)	145(39)	295(80)	3.68	
非在来	183(50)	336(91)	519(141)		1,824
ガス 在来	141(64年)	279(127)	420(192)	2.19	
非在来	192(87)	258(118)	450(205)		387
水和物	—	—	—		18,759
石炭	1,003(419年)	2,397(1002)	3,400(1422)	2.39	2,846
化石燃料総計	1,669(202年)	3,415(414)	5,084(615)	8.26	23,815
ウラン	57(82年)	203(293)	260(375)	0.694	150
FBR	3.391	12,152	15,550	—	9,800

IIASA-WEC”Global energy perspective”(1997), IEA-WEO2004、EDMC-07から筆者作成

1. 21世紀後半に世界人口は100億人に達し、皆先進国入りすると
一人当りのエネルギー消費4ト/年(OECD平均、石油換算)として

世界のエネルギー需要⇒400億ト/年(石油換算)⇔現在100億ト/年

2. 化石燃料の全資源量, ウラン資源量と 400 億ト/年の消費

	全化石燃料 (石炭+石油+ガス)	メタンハイ ドレート	ウラン (高速増殖炉 システム)	総計
埋蔵量+資源量 -石油換算ト (IIASA-WEC-1997)	5 兆ト	19 兆ト	16 兆ト	40 兆ト
枯渇する年数 (400 億ト/年)	125 年	475 年	400 年	1000 年

3. 世界の再生可能エネルギーの賦存量(400 億ト/年との対比)

RITE 統合評価モデル DNE21 による分析例等から作成

	水力・地熱	風力	バイオマス	太陽光
発電量 kWh/年	15 兆 kWh/y	8 兆 kWh/y	—	290 兆 kWh/y
石油換算ト/年	32 億ト/y	17 億ト/y	40 億ト/y	620 億ト/y
	90 億ト/年			

「人生百年に満たざれども、千年後を憂う」—小平浪平(日立の創設者)—

II. エネルギービジョンの実現化へ向けて

1. 地域へ

県学共同による地域エネルギー産業振興政策と推進への協力 → 青森県

2. 中国へ、アジアへ

中国との長期エネルギービジョンの協議と提言

日中環境エネルギー物流フォーラム(2005年～)

3. 2030年を経て、2050年へ至る道筋

地球温暖化問題と新しい地政学の構築

世界規模でのエネルギー資源の流れとエネルギー構成の中長期的な変化。

地球温暖化による資源開発、産業

青森県におけるエネルギー立地とエネルギー分野の産業新興 に向け、東大との共同研究の取り組み

(青森県版トリプルフィフティ)

- 原子力立地(再処理工場、発電所)を活かし、高度先端技術の地域産業への波及をソフト・ハード両面で目指す。
- 地域の特色豊かな再生可能エネルギー資源(森林バイオマス、地熱、潮流、太陽光・風力)の活用と製品事業、システム製品事業の展開(実証に基づく)
- 省エネルギー技術と循環型産業を進めて、エネルギー利用効率を高める技術の開発と実証を推進する。地域産業の競争力と新事業の展開能力を高める。
- 地域産業クラスターと新産業創造戦略を組み合わせ、さらに知的クラスターとの連携により、地域産業にイノベーションを起こす。
- Triple50を基本理念に地域産業の活性と新事業の創世をはかる



青森県のTriple50 (2030年)

「Triple 50」 (供給ベース)	化石燃料	原子力	再生可能エネルギー
	50%	25%	25%
Triple50に対応した消費構造(本県将来像) (消費ベース)	化石燃料	電力	熱回収利用(水素含む)
	43%	31%	26%
本県現状値 (消費ベース)	化石燃料	電力	再生可能エネルギー
	80%	17%	3%
必要な取組み	石油代替燃料の製造利用		
	再生可能エネルギーの活用		
	コプロダクション・コジェネレーションの導入		
	未利用熱エネルギーの活用		
	蓄電・蓄熱の活用		
	地域エネルギー供給システムの導入		
	原子力利用の推進		

東大のトリプルフィフティのメンバーから青森県地域エネルギー産業振興への提言

2006年3月湯原

1. 再生可能エネルギーの活用と地域新産業の創成

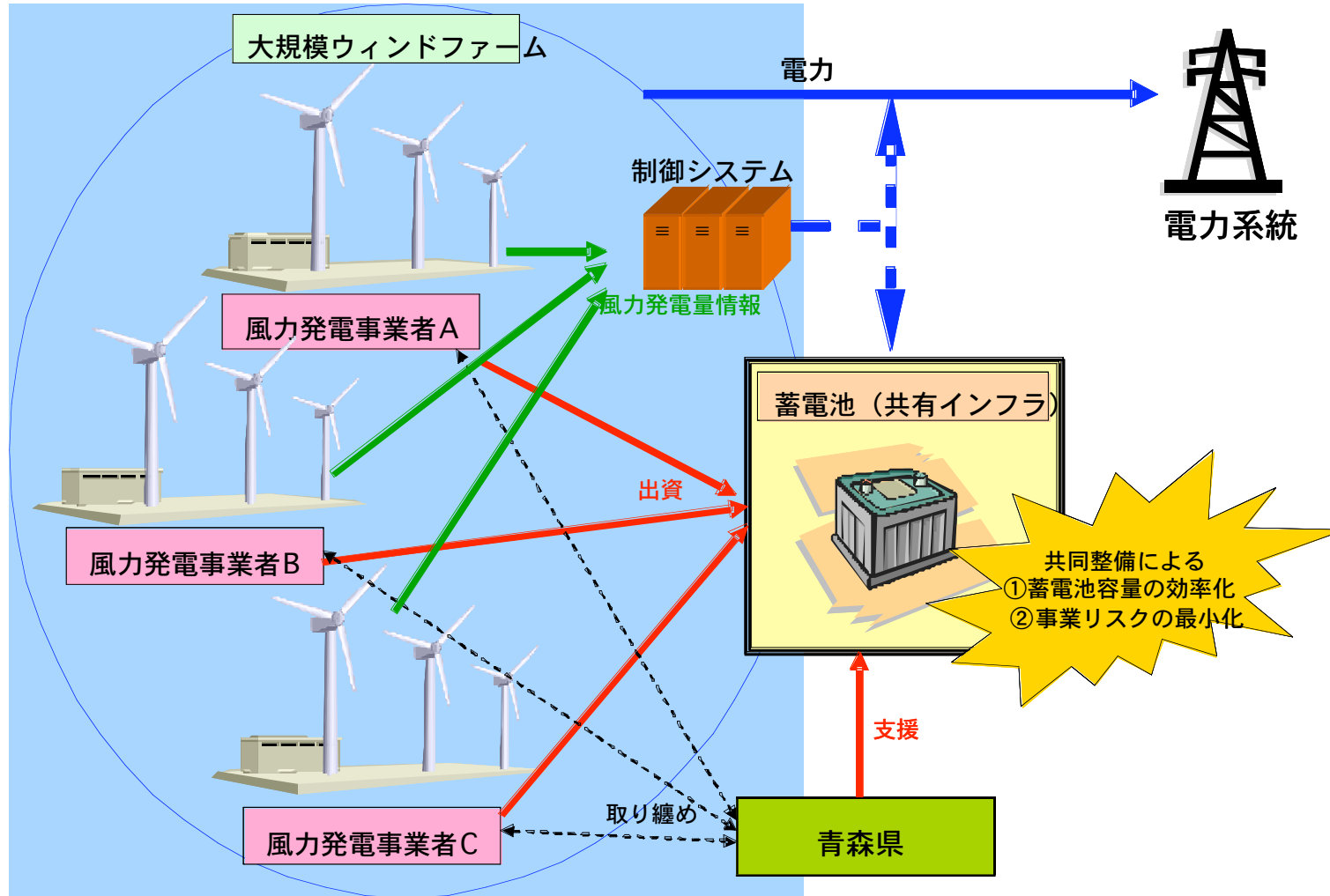
(加藤信介, 仁多見俊夫, 湯原哲夫)

- (1) 自立分散グリッド, 地産地消エネルギー、小規模エネルギーシステム製造
- (2) 農林水産業／製造業が地産エネルギーを得る仕組み、地域の雇用創出とエネルギー供給
- (3) 的を絞った、特化された知的クラスターの拠点形成とグローバルなネットワークシステム
(環境研究所に相当する新エネルギー産業研究拠点形成と地域大学研究機関との network)

地域資源・エネルギー源	青森県で期待される事例	雇用を産み出す地域新産業
森林	<ul style="list-style-type: none"> ・ 森林再生—林産業再構築—集成材製造 —木造中層住宅ビル建設 ・ 一気通貫システム 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高機能な主伐・間伐システム (仁多見俊夫) ・ 新・木造建築 (加藤信介) ・ エネルギー自給する集成材製造所
潮流・海流	<ul style="list-style-type: none"> ・ 潮流・海流発電 ・ 地域河川、河口における小水力発電 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 潮流発電システム製造拠点 ・ 小規模水車発電
風力	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大規模蓄電所併設の安定した風力発電所 ・ 洋上風力発電システム 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大容量二次電池製造拠点 (Li, NaS, etc) ・ 新エネルギー・マイクロ・グリッド・システム (大容量蓄電併設)
地熱	<ul style="list-style-type: none"> ・ 小規模な地域熱電供給、新妻先生の EIMY (Energy in my yard) ・ 重油代替の熱エネルギー供給 	<ul style="list-style-type: none"> ・ バイナリー発電システム ・ 小規模で可搬な掘削機製造拠点 ・ ヒートポンプ製造拠点
未利用エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温排水を活用する湧昇流誘起による沖合漁場創成 (新水産・養殖漁業) ・ 重油代替の広域な温室栽培 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大規模沖合漁場の創成事業 ・ 深層水総合利用事業 (海水淡水化、供水事業) ・ 省エネ・省水農業

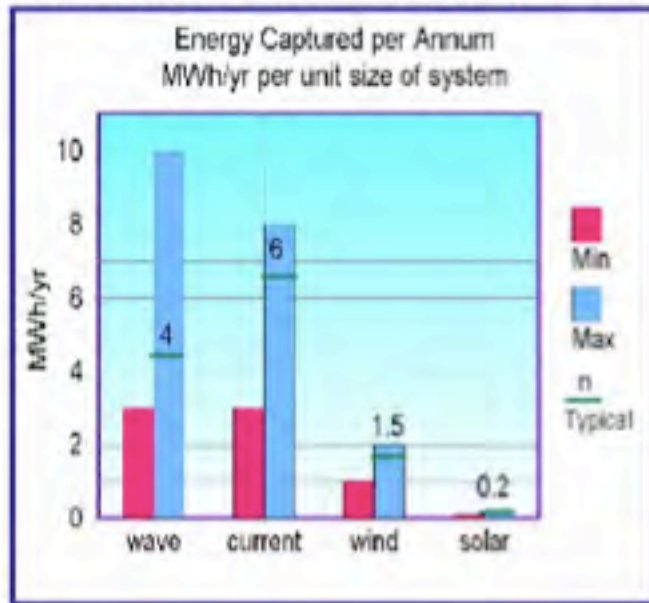
- 2. マイクログリッド高度化と地域の蓄熱／蓄電システム (浅野浩志, 鹿園直毅)
- 3. 産業間連携 (熱利用連係) エココンビナート・コプロダクション (堤敦司)
- 4. 原子力分野の技術開発推進と地域産業基盤・人材育成 (田中 知)

青森県地域エネルギー産業振興から 「風力発電と蓄電／系統形成」

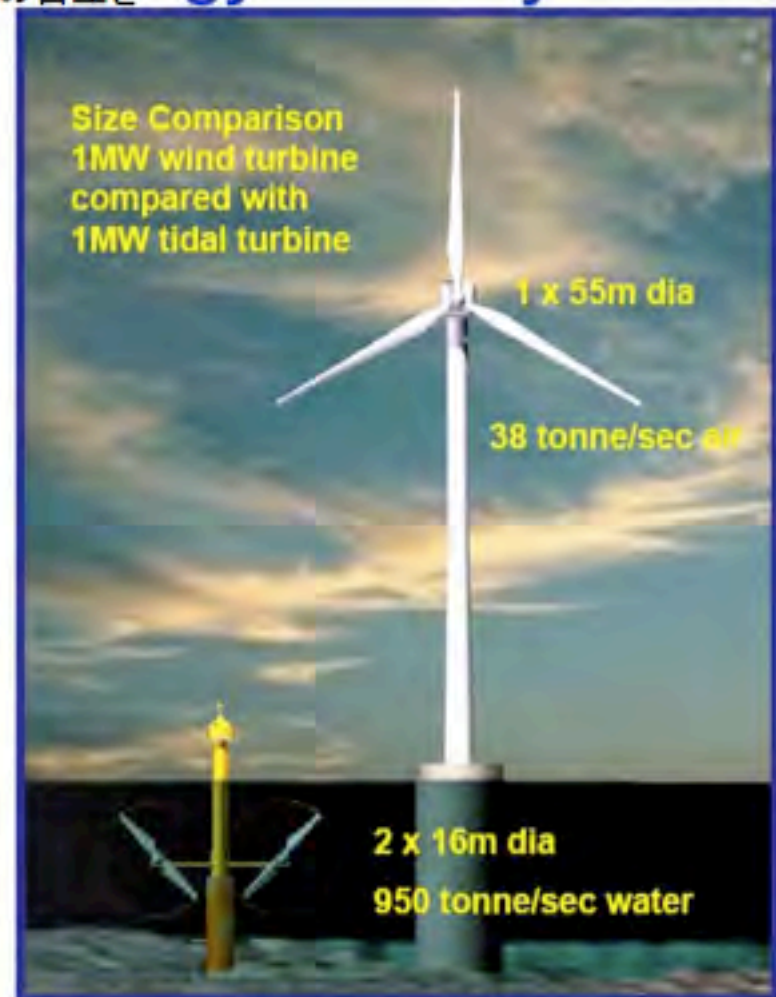


潮流エネルギーは有望な未利用エネルギーで、資源ポテンシャルは巨大。 **1MWの風力と潮流**

- ・洋上風車に比べ、高効率・安定電源
- ・漁業権、海面権、航行権を乗り越えて、分散自立型エネルギー源の自立をねらう。



潮流流速—平均3kt, 最大5kt(3.5m/s)



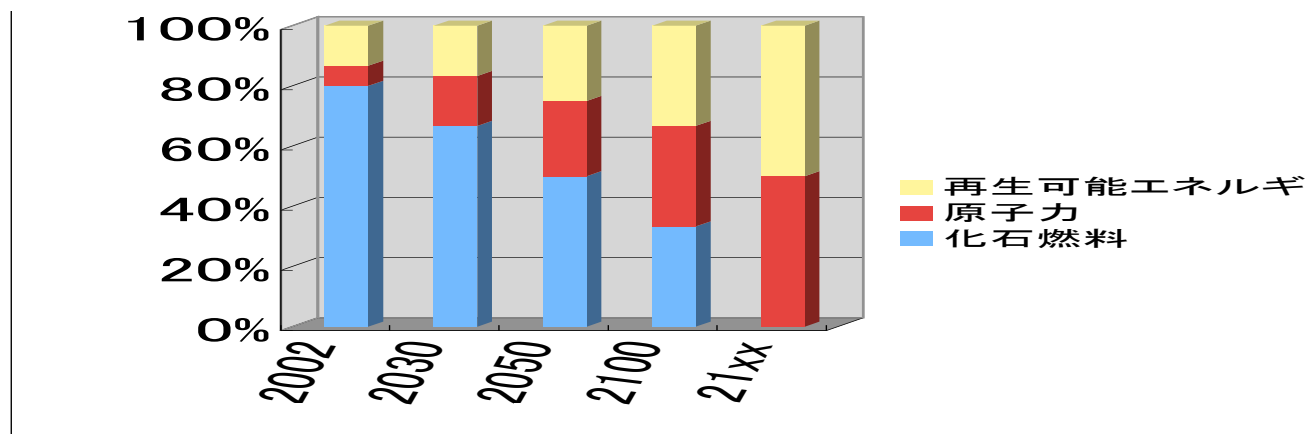
Marine Current Turbines Ltd

http://events.sut.org.uk/past_events/031125/seaflow.pdf

海洋の利用と開発：気候変動／温暖化とCO₂安定化の世界のエネルギー構成

2007.11.6 TYUHARA

持続可能な長期エネルギー・ビジョン(世界)



CO₂大気中濃度 500ppmで安定化

持続可能な長期エネルギービジョンに於ける海洋利用と開発の果たす役割

(海洋基本法の以下3つの施策が該当する)

- (1)海洋資源の開発及び利用の推進 (3)排他的経済水域の開発の推進 (8)海洋産業の振興及び国際競争力の強化

① 海洋エネルギー
潮流・海流発電／洋上風力発電

②天然ガス・メタンハイドレートの
採掘・生産

③ CO₂の海洋隔離
ゼロエミッション石炭火力発電所

④冷熱エネルギー(発電所)
深層水取水と温排水による湧昇流誘起
→豊かな漁場創成

⑤エネルギー資源の採取
海水からのウラン／リチウムの採集

⑥LNG洋上受入れ基地／貯蔵・流通基地
(洋上立地は世界的な動向)

⑦離島・極地・深海へのエネルギー供給:
小型炉／船用炉

⑧稀少金属の採取
熱水鉱床からの資源採取

⑨洋上原子力発電所
立地推進、輸出プラント促進

◎基盤構築：排他的経済水域における資源エネルギーの産業ポテンシャルマップの作成事業

地域からアジアへ トリプル・フィフティの更なる展開

日中環境エネルギー物流フォーラム
#1 東京大学 2005.11, #2 中国・無錫2006.7
#3 東京大学柏国際キャンパス 2008.1

日中の専門家による環境エネルギー問題の意見交換と政策提言、
技術開発とモデルプロジェクトの提言

東京大学無錫代表所2005年11月開所



無錫市長と平尾工学部長
による調印式

持続可能な経済社会の構築に向けた、日中の環境・エネルギー・物流システム

1. 危機感の共有と回避するシステム

エネルギー危機、環境の危機、食料・水危機、通貨・経済危機を認識して、それを回避するシステムを検討する。

2. 持続可能性の追求

長期需給予測や地球環境・温暖化予測から、将来を描き、安定したエネルギー供給、地球環境保全、安定した経済システムの維持を追求する。

3. 新しいシステムの構想：政策の提言

危機を回避する持続可能なシステムを構想し、具体的に実現するための政策を提言する。

4. 実現のための仕組み：モデルプロジェクトの案画

政策、技術開発に加え、ファイナンス（投資回収のモデル）のあり方、CDMの利活用などの仕組みの案画を行う。

#1 & #2 フォーラム参加者(中国側)

1. 曲格平	教授、環境科学者、元国家環境保護総局長
2. 王維城	教授、清華大学熱エネルギー工学系博士指導教授、校務委員会委員、全人代常務委員、北京人大常務委員会副主任
3. 王鳳春	全人代環境と資源保護委員会調査研究室補佐巡視員
4. 周大地	国家發展改革委員会エネルギー研究所所長
5. 馬 馳	国家科学技術部中国科学技術促進發展研究センター研究員
6. 黄 震	教授:上海交通大学エネルギー研究院院長、上海市エネルギー研究会常務副理事長
7. 胡維淳	高級技師:中国石炭綜合利用集团公司總經理
8. 洪 涛	教授 研究員:上海環境保護産業協力センター専門家委員会主席 研究員
9. 李 堃	副研究員:国家發展改革委員会運輸研究所交通産業と政策研究室 副主任
10. 徐華清	国家發展改革委員会エネルギー研究所 エネルギー環境と気候 変動気候変動研究センター主任
11. 趙鵬高	高級技師:国家發展改革委員会環境と資源保護司処長(部長)
12. 陳尚芹	教授級高級工程師:中国環境保護産業協会副会長、元国家環境保 護総局科学技術司副司長
13. 趙建夫	教授:同済大学副学長
14. 李建華	教授:同済大学環境科学と工学学院教授、教育部長江水環境重点 実験室副主任
15. 劉鴻志	無錫市副市長、元国家環境保護総局 科学技術司

日本側 #1 & #2フォーラム出席者

大学

1. 西尾 茂文	副学長
2. 武内 和彦	教授 国際連携本部長
3. 影山 和郎	教授 大学院工学系研究科 副研究科長
4. 湯原 哲夫	教授 大学院工学系研究科 環境海洋工学 (フォーラム代表幹事)
5. 浦 環	教授 生産技術研究所 海中工学センター長
6. 大和 裕幸	教授 大学院新領域創成科学研究科 環境学系長
7. 田中 知	教授 大学院工学系研究科 (東大無錫代表所運営委員長)
8. 堀 雅文	教授 産学連携本部
9. 山口 一	教授 大学院工学系研究科 環境海洋工学専攻長
10. 影本 浩	教授 大学院新領域創成科学研究科 環境学
11. 島田 荘平	助教授 大学院新領域創成科学研究科 環境学
12. 宮田 秀明	教授 大学院工学系研究科 環境海洋工学
13. 高橋 淳	助教授 大学院工学系研究科 環境海洋工学
14. 多部田 茂	助教授 大学院新領域創成科学研究科 環境学
15. 段 烽軍	助手 大学院工学系研究科 環境海洋工学 (幹事)

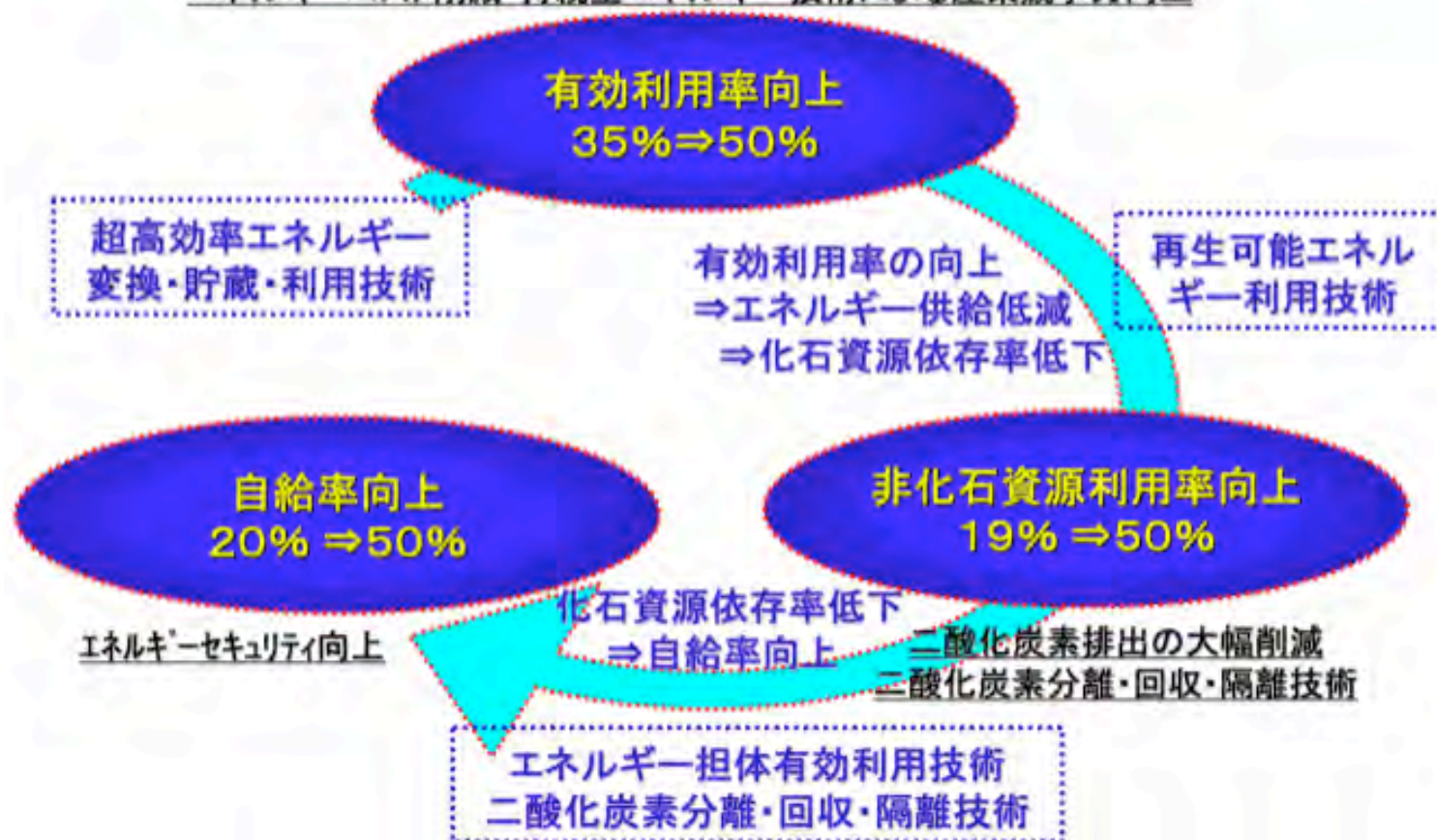
民間研究機関

(1). 田邊 敏憲	主席研究員 (株)富士通総研 経済研究所
(2). 氏田 博士	主管研究員 (財)エネルギー総合工学研究所
(3). 丸山 康樹	研究参事 (財)電力中央研究所 環境科学研究所
(4). 桂 軍	NPO日中環境エネルギー物流促進機構

#1「日中環境エネルギー物流フォーラム」(2005.11.27)における西尾副学長の講演から

Vision-Driven Programの具体化: TRIPLE 50

エネルギーコスト削減・持続型エネルギー技術による産業競争力向上

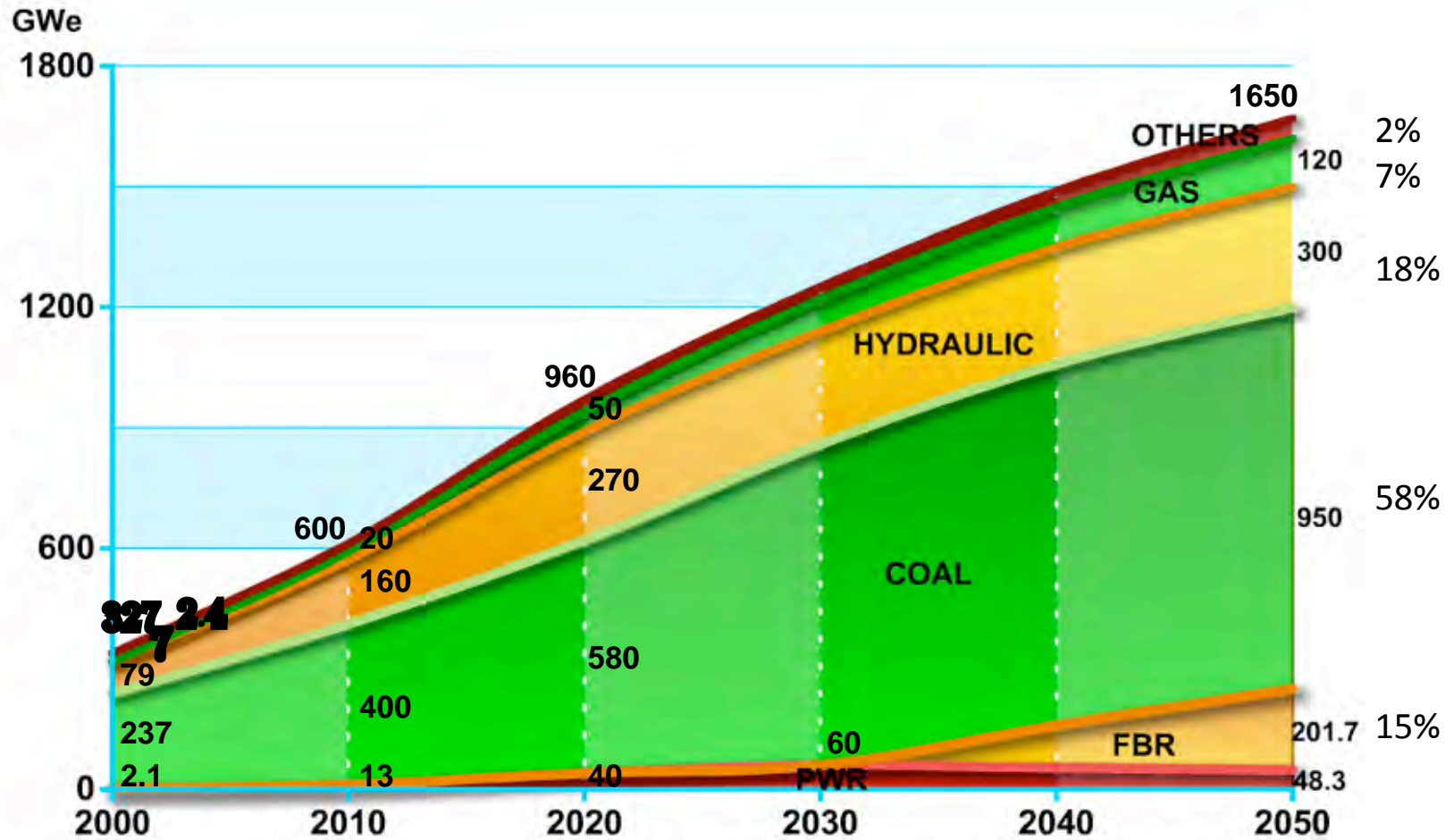


2005. 11「#1日中環境エネルギー物流フォーラム(於東京大学)」で講演

基調講演: 曲格平「中国におけるエネルギーの環境調和発展の展望」

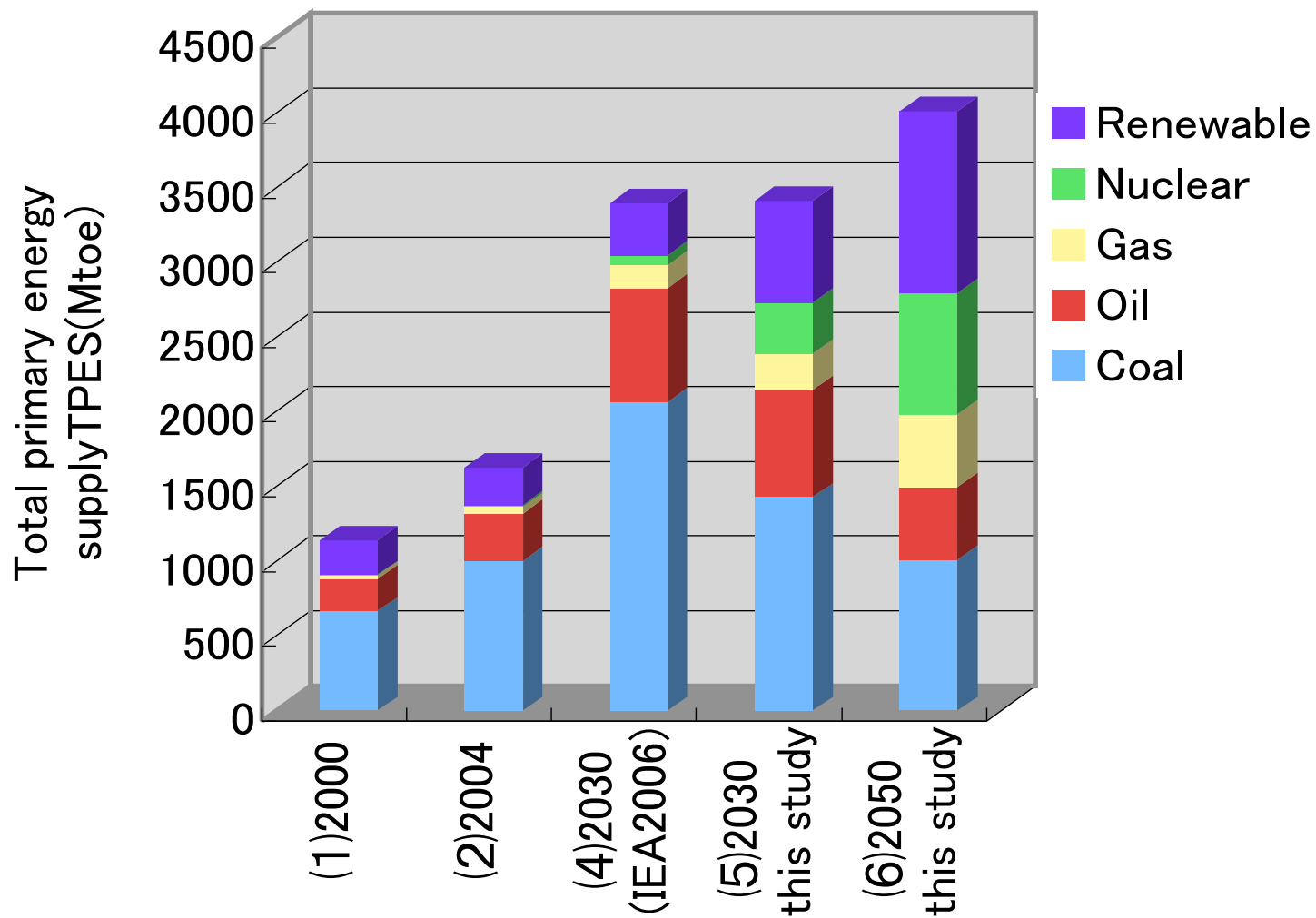
- ・ 重化学工業化中期
- ・ 都市化レベル40%, プロセスの急進(→55%-2020年)
- ・ 自動車激増, 低い燃費と大気汚染の深刻化
- ・ 国際分業の中で高エネルギー消費、石炭燃焼の80%は直接燃焼
- ・ 深刻な大気汚染が高い経済コストと環境コストをもたらしている(損失3~7%GNP).
- ・ 石炭中心のエネルギー構造(2020年22億Tce)
- ・ 環境調和エネルギー戦略: 政府主導、パブリック参加、総量規制, 有償排出
- ・ 省エネ最優先戦略
- ・ クリーンコール技術が最優先、発電ボイラー、工業ボイラー脱硫義務, 循環流動層ボイラの普及、石炭ガス化IGCCが最重要.
- ・ 再生可能エネルギー: 1次エネルギーの18%(2020年)、30%以上(2050年) (東大の2030年Triple50を高く評価)
- ・ 汚染物質排出の総量規制と罰則、生産停止、民間環境保護団体の役割重視

“Status and Prospects of Sustainable Nuclear Power Supply in China”
 For the GLOBAL 2005 International Conference Nuclear Energy System for
 Future Generation and Global Sustainability Oct. 2005, Tsukuba, Japan
 XU MI, China Institute of Atomic Energy, Beijing 2005-09-15



Electric Capacity Development Envisaged In China

China energy mixtures in 2000, 2030,2050
(this study) share of fossil fuels = 67%(2030), 50%(2050)



中国 2050年に至る道筋(案)

持続可能なエネルギー供給構成とCO₂排出量

日本		項目	中国			世界
2004年	2030年		2004年	2030年	2050年	2050年
127	116	①人口(百万人)	1302	1460	1418	10000
4427	5810	②国内総生産 GDP US\$ bn	1724	14312	44,453	99,700
\$34,144	\$49,944	③一人当たりの GDP US\$	\$1,324	\$9,809	\$31,357	\$12,000
533	400	④総一次エネルギー供給 TPES Mtoe	1,626	3,400	4,000	18,700
108	69	⑤GDP 当りの 1 次エネルギー toe/M\$	810	237	89	188
4.2	3.4	⑥一人当りエネルギー供給 toe/人	1.2	2.3	2.8	1.9
84:12:4	50:25:25 Triple 50	⑦燃料構成% (化石:原子力:再生)	84:1:16	70:10:20	50:20:30 Triple 50	50:20:30
12.17 (3.3)	6.00 (1.6)	⑧CO ₂ 排出量 億 CO ₂ t (億 Ct)	47.7 (13.0)	84.1 (22.9)	67.0 (18.3)	268.00 (73.0)
10.0	5.2	⑨一人当たり CO ₂ 排出量 (t)	3.7 (1.0)	5.8 (1.6)	4.7 (1.3)	2.7 (1.2)
260	103	⑩GDP 当りの CO ₂ 排出量 (t/M\$)	2800	588	150	267
41%	50%	⑪電化率	39%	45%	50%	—
1137	1041	⑫総発電量 TWh	2237	7600	9600	—
45	66	⑬原子力発電設備 GW	6	160	376	1930

①～③Goldman Sachs 社資料, ④WBCSD, IEA WEO 2006 他より筆者作成

米日中の比較（総供給を100として便益と効率）

上段：米国2002 中段：日本1997 下段：中国2004

	最終消費	有用エネルギー (便益)	損失	効率 %	2030 効率	2050 効率
産業	20	16	4	80		
	33	19	14	58		
	29	13	16	45	60	80
民生	21	16	5	75		
	17	10	7	59		
	25	10	15	40	60	80
運輸	27	6	22	21		
	16	4	12	25		
	7	1	6	18	25	40
計 (総需要)	69	37	32	54		
	66	35	33	53		
	65	24	41	37		
総合 (総供給)	100	37	64	37	50	
	100	33	67	33	50	
	100	26	74	26	35	50

総供給を100として、環境白書等から筆者作成、

2030 年中国 エネルギーバランスの試算例

TPES=40 億トン (化石燃料 70%:原子力 10%:再生可能エネルギー 20%, 電化率 50%)

単位 億トン (石油換算)

	石炭	石油	ガス	原子力	再生可能エネルギー		電力	熱	合計	効率	便益	
					水力	その他						
1次総供給	17	8	4	4	2	6			40	30%		
	70%			10%	20%				100%			
転換	電気・熱	-7 (40%)		-2 (10%)	-4 (20%)	-2 (12%)	-4 (18%)	7	1	-11	40%	
	その他とロス	-3	-1		-	-	-	-1		-5		
最終消費	総需要	7	7	2			2	6	1	24	50%	12
	産業	5	1	1				4		11	60%	7
	民生	1	1	1			2	2		7	60%	4
	運輸		4							5	25%	1
	非エネルギー	1	1							2		

発電設備量、発電量と熱電効率

	発電量		熱電効率	稼働率	設備量
	Mtoe	TWh	%	%	GW
COAL 石炭	700	3256	40	67	550
GAS ガス	250	1174	40	67	200
NUCLEAR 原子力	360	1664	40	95	200
HYDRO 水力	215	1000	40	38	300
再生可能エネルギー	380	1785	40	40	510

2008.1.15

日中環境エネルギー物流フォーラムにおける中国側の反応と見解

- ・ 積極的で、勇気を与える提案である。中国も経済的、技術的に努力する。2050年までにというのも良い提案である。数値目標はかなり挑戦的で、再生可能エネルギーで30%は困難(周大地、国家発展改革委員会エネルギー研究所 前所長、現研究員)。
- ・ こういう将来予測は建設的な発展である。将来予測することが重要で、全国の力を結集して、環境の目標に立ち向かう。こういう外からのプレッシャーが良い。共同で目標を持つ、戦略的なパートナーシップを築くことが大事(石定寶; 中国再生可能エネルギー学会会長)
- ・ 中国は発展の方向を修正していかなければならない。提案は非常に良い。全人類のために貢献できる。日本政府は国際新エネルギー計画からの支持を得ることができれば良い。戦略的な意味からも良い。(馬馮、国家科学技術部中国科学技術促進発展研究センター研究員)
- ・ 議論を深めれば、目標が一致する(曲格平)
- ・ 天の時、地の利、人の和によって、新しい環境エネルギー政策を提言しよう。

東大・読売 環境シンポジウム 第1回 「2050 そのとき地球は」
2008年6月13日(金) 於 東京大学 安田講堂 湯原発言要旨

2050年に至る道筋

危機から破綻を経て、新しい世界の構築

- (1) 金融システムの危機、エネルギー危機、資源危機、食糧・水の危機、環境危機と地球温暖化の顕在化。現状の延長上に2050年を描けない。
→2030年迄には、危機から破綻(世界的規模)が不可避。
- (2) その後2050年へ向けた世界規模で、持続可能な産業社会の基盤再構築へ向けた展開(日本の果たす役割)。
- (3) 気候変動適応: 3C(CDM, CCS, Carbon Free)の限界と構造的なCO₂削減が不可避。
サステイナブルなエネルギービジョンの実現



北極を中心とする「資源開発力」「産業力」からなる海洋地政学

新しい地政学 (Geopolitics) の構築 地球温暖化とエネルギー・資源・食糧・環境

地理的關係と資源力・産業経済力との相對關係を明らかにする。

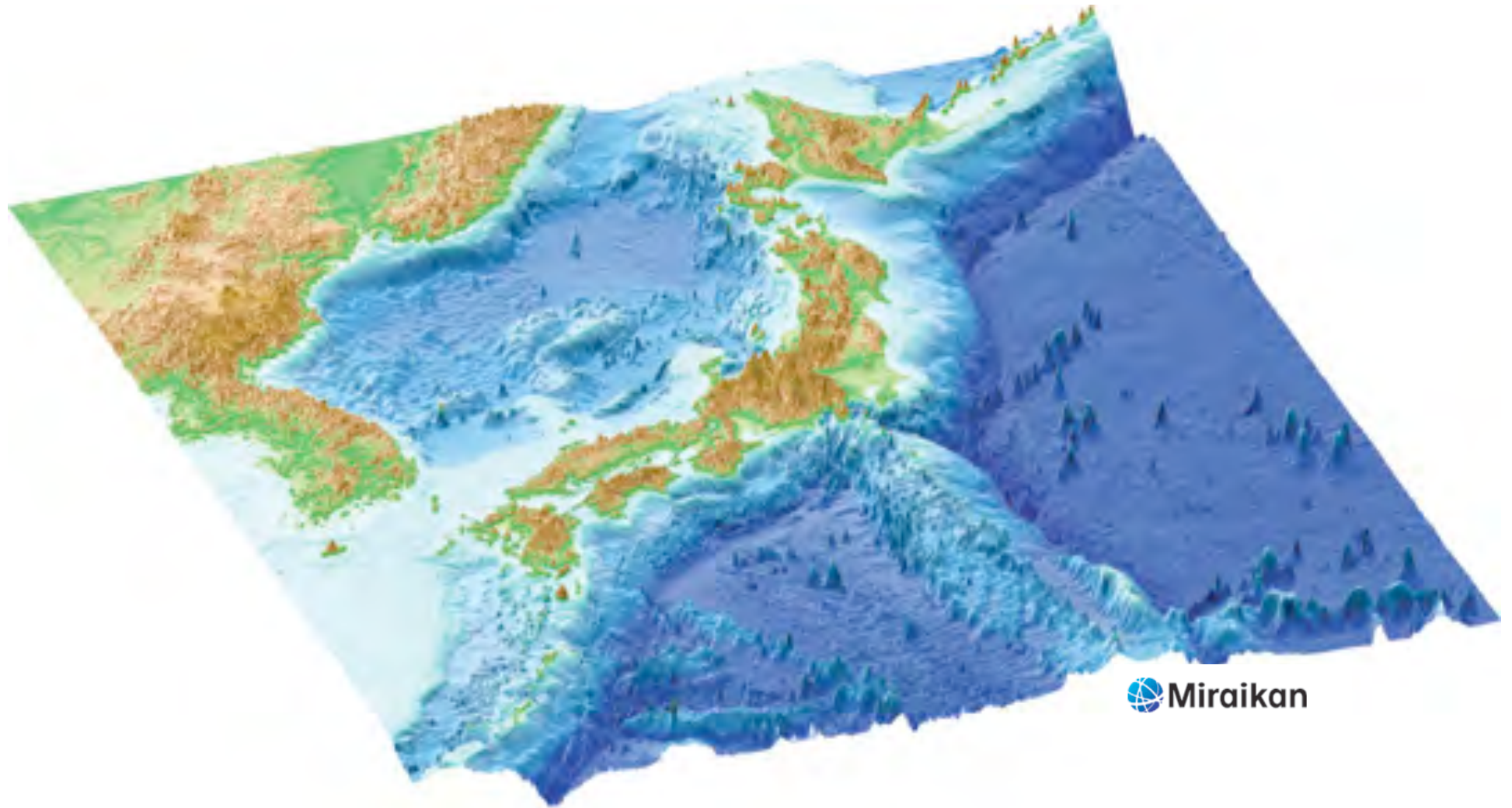
国益の基盤に関わる体系的考察。→地球温暖化による資源・食料マップの変化、海運物流ネットワークの変化、

エネルギー地政学: エネルギー資源の見通しと長期的エネルギー構成に基づく協調。エネルギーセキュリティを中心とした相互依存性の拡大。

環境地政学: 国境・領海を超えた「海域・大気の汚染と保全」、地球温暖化対策に関わる国際協力と長期エネルギー政策での連携。

環境保全技術、産業社会のあり方と文化による影響力による貢献(ソフトパワーによる安定への寄与)

海洋立国の世紀



 Miraikan

図版提供＝海洋開発研究機構