

IEEJモデルによる 長期エネルギー需給展望

－ モデルの概略と応用例 －

平成20年11月25日

(財)日本エネルギー経済研究所

目次

- IEEJモデルの概略
- 主要前提
- わが国の長期エネルギー需給展望
 - 一次エネルギー
 - 電源構成
 - 最終エネルギー(部門別・エネルギー別)
 - CO₂排出量
- 総合資源エネルギー調査会需給部会
「長期エネルギー需給見通し」
- アジア/世界エネルギーアウトルック

EDMC/IEEJモデルの概観図 (長期エネルギー需給見通し)

海外機関とのアライアンス

人口、世帯、労働力人口、
為替レート等

原油価格、石炭価格、L
NG価格等

**世界/アジア
エネルギー需給モデル**

世界30カ国地域(アジア
14カ国地域)

- ・CO2排出量
- ・最終エネルギー消費、
- ・一次エネルギー供給

マクロ経済モデル

GDP、物価、産業別生産
量、生産指数、床面積等

二次エネルギー価格モデル

石油製品、電力、都市ガ
ス価格

APERCモデル

APEC加盟国(21カ国)

- ・一次エネルギー供給
- ・CO2排出量
- ・エネルギー投資額

エネルギー需給モデル

需要

最終エネルギー消費

- ・産業(12業種)
- ・家庭(5用途)、業務(9業種)
- ・運輸(2部門、4輸送機関)

供給

一次エネルギー供給

- ・33エネルギー種
- ・転換部門(事業用発電、産業別自家発電、産業別蒸気等)

- 部門毎に詳細に積み上げ
- エネルギー源毎に需要と供給を整合させるので、需要家、供給事業者双方に対して数値の提示が可能

検
証
↓ ↑
フィードバック
産業連関表

技術積み上げ

転換部門	製鉄プロセス 石油精製プロセス 製紙プロセス 高性能ボイラーなど業種横断的技術 高効率火力発電技術 大容量・省エネ型送配電 コージェネ・燃料電池
産業部門	製鉄プロセス 石油化学プロセス セメントプロセス 非鉄金属プロセス ガラス製造プロセス 高性能工業炉など業種横断的技術
民生部門	エネルギー・マネジメントシステム 省エネ住宅・ビル 高効率空調 高効率給湯器 高効率照明 省エネ型ディスプレイ 省エネ型ネットワークデバイス 省エネ型情報機器 キャパシタ等
運輸部門	高効率内燃エンジン 次世代自動車 交通システム

産業部門(含:エネルギー業界)

—鉄鋼、化学、窯業土石、紙・パルプ等のエネルギー多消費産業を中心とした各業種において、更新時には全て世界最先端の技術を導入。
—革新的発電技術導入により発電効率を約3%改善

民生部門

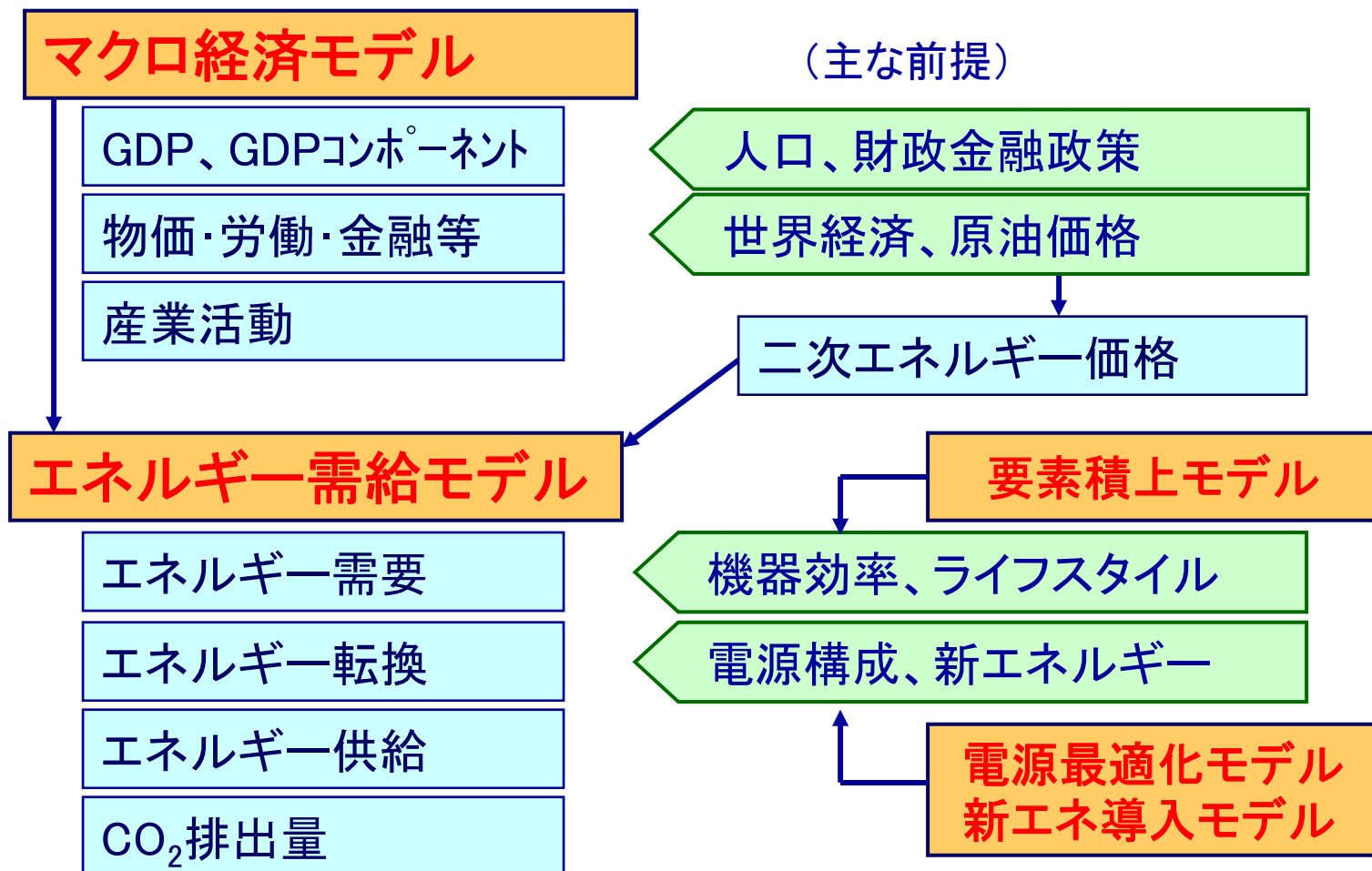
—テレビ等ディスプレイ:
全プラウン管が液晶・プラズマ、有機EL等へ移行。
—サーバー・ストレージ・ネットワーク機器:
購入されるすべてのIT機器が、高効率製品に。
—高効率給湯:05年:70万台 → 30年3400万台
—照明:蛍光灯の効率改善とLED・EL照明の普及

運輸部門

—自動車の燃費の継続的改善
(保有ベース)05年までの15年間3%改善
→ 30年までの25年間25%改善
—次世代自動車の加速的普及
(新車販売に占めるシェア)
05年:2% → 30年:70%

- 最先端の技術を最大限導入。
- モデル分析に加え、専門家の知見等を踏まえて設定。
(様々な対策をとった場合のエネルギー削減量を反映可能)

モデル分析フロー



- ・エネルギー需給モデルを中核とした複数のモデル群により、将来予測を行う。
- ・将来の需給を規定する要素と各種因果関係を計量的・整合的に捉える。

エネルギーバランス表 (2004年度)

石油換算百万トン

エネルギー源		A	B	C	D	E	F	G
		石炭	石油	ガス	水力・地熱他	原子力	電力	合計
部門	1 国内生産	1	1	3	28	61	0	93
	2 輸入	120	274	76	0	0	0	469
	3 一次総供給計	121	275	78	28	61	0	563
	4 輸出等	-3	-18	-0	0	0	0	-21
	5 一次国内供給計	118	256	78	28	61	0	542
転換	6 電気事業者	-54	-16	-50	-21	-61	80	-121
	7 その他	-19	-17	0	-7	0	16	-26
	8 自家消費ロス	-3	-14	-2	0	0	-10	-29
最終消費	9 最終消費計	39	216	26	4	0	87	372
	10 産業	38	91	10	2	0	36	178
	11 民生	1	35	16	1	0	49	102
	12 運輸	0	90	0	0	0	2	92

一次供給の姿

電源構成

最終消費構造

・エネルギーバランス表に基づき、全ての需給バランスの将来を描く。

・30部門X30エネルギー源の詳細な表でモデル化。

主要前提

- 人口構造
- 経済成長・産業構造
- 輸入エネルギー価格
- 原子力発電
- 新エネルギー・省エネルギー等

我が国のエネルギー需給展望

環境制約と変化するエネルギー市場の下での2030年までの見通し

(2006年4月)

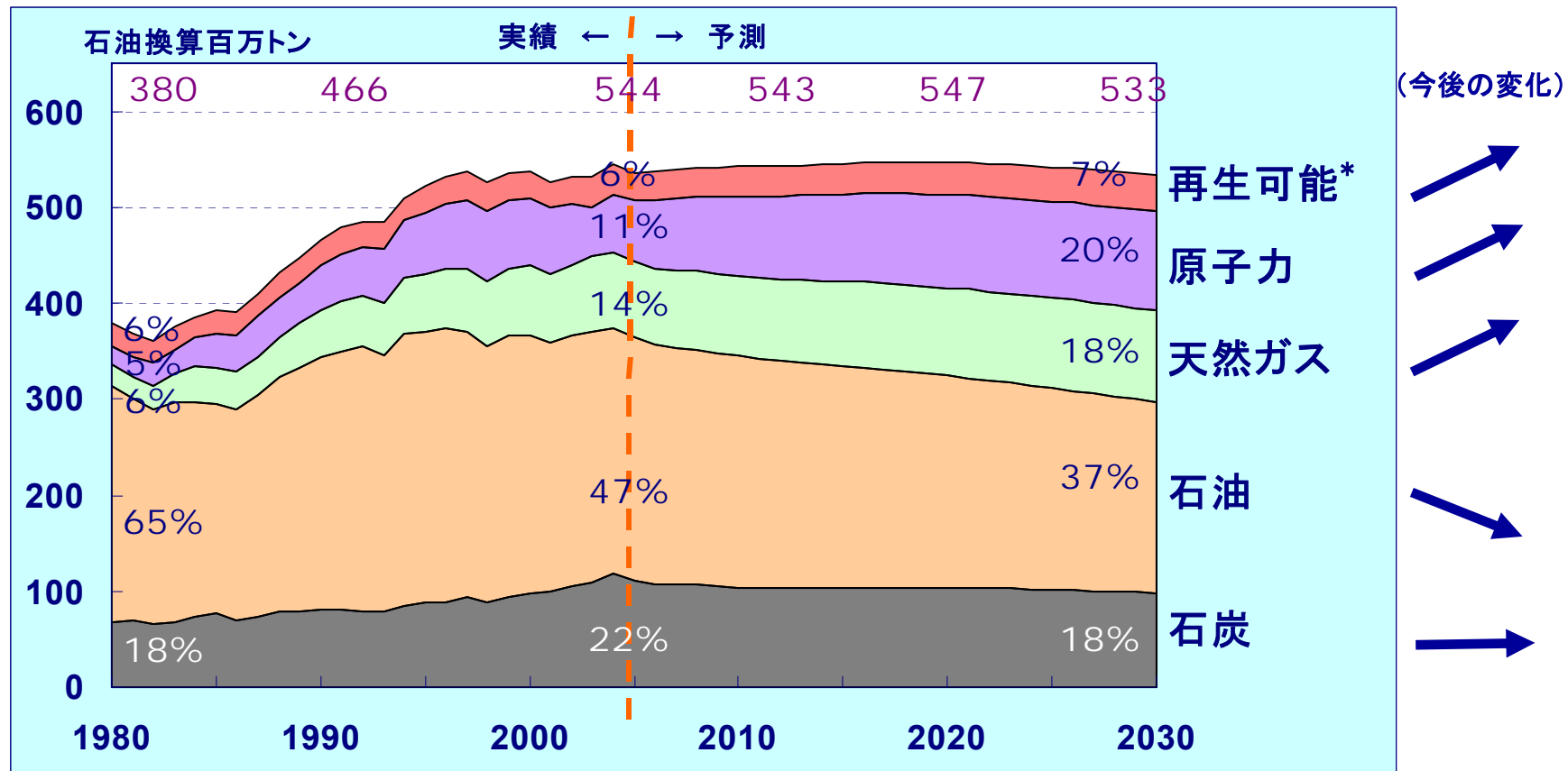
- 一次エネルギー供給
- 電源構成
- 最終エネルギー需要(部門別・エネルギー別)
- CO₂排出量

一次エネルギー国内供給のまとめ

(石油換算百万トン)

	実績				予測						年平均伸び率(%)			
	1990年度		2004年度		2010年度		2020年度		2030年度		2004/1990	2010/2004	2020/2010	2030/2020
		(%)		(%)		(%)		(%)		(%)				
石炭	80	17	118	22	104	19	104	19	98	18	2.8	-2.1	0.0	-0.5
石油	264	57	256	47	241	44	220	40	198	37	-0.2	-1.0	-0.9	-1.1
天然ガス	49	11	78	14	84	15	92	17	95	18	3.4	1.2	0.9	0.4
原子力	46	10	61	11	83	15	97	18	104	20	2.1	5.4	1.6	0.7
水力・地熱	21	4	22	4	21	4	20	4	21	4	0.3	-1.1	0.0	0.1
新エネルギー	6	1	9	2	10	2	13	2	17	3	2.4	2.8	2.8	2.1
一次エネ供給	466	100	544	100	543	100	547	100	533	100	1.1	0.0	0.1	-0.3
実質GDP(兆円)	449		526		593		687		770		1.1	2.0	1.5	1.1
GDP原単位 (1990年度比)	100		99		88		77		67		0.0	-2.0	-1.4	-1.4
CO ₂ 排出量 (炭素換算百万トン)	287		331		311		303		284		1.0	-1.0	-0.3	-0.6
(1990年度比)	100		115		108.5		105.4		99.0					

一次エネルギー国内供給の見通し

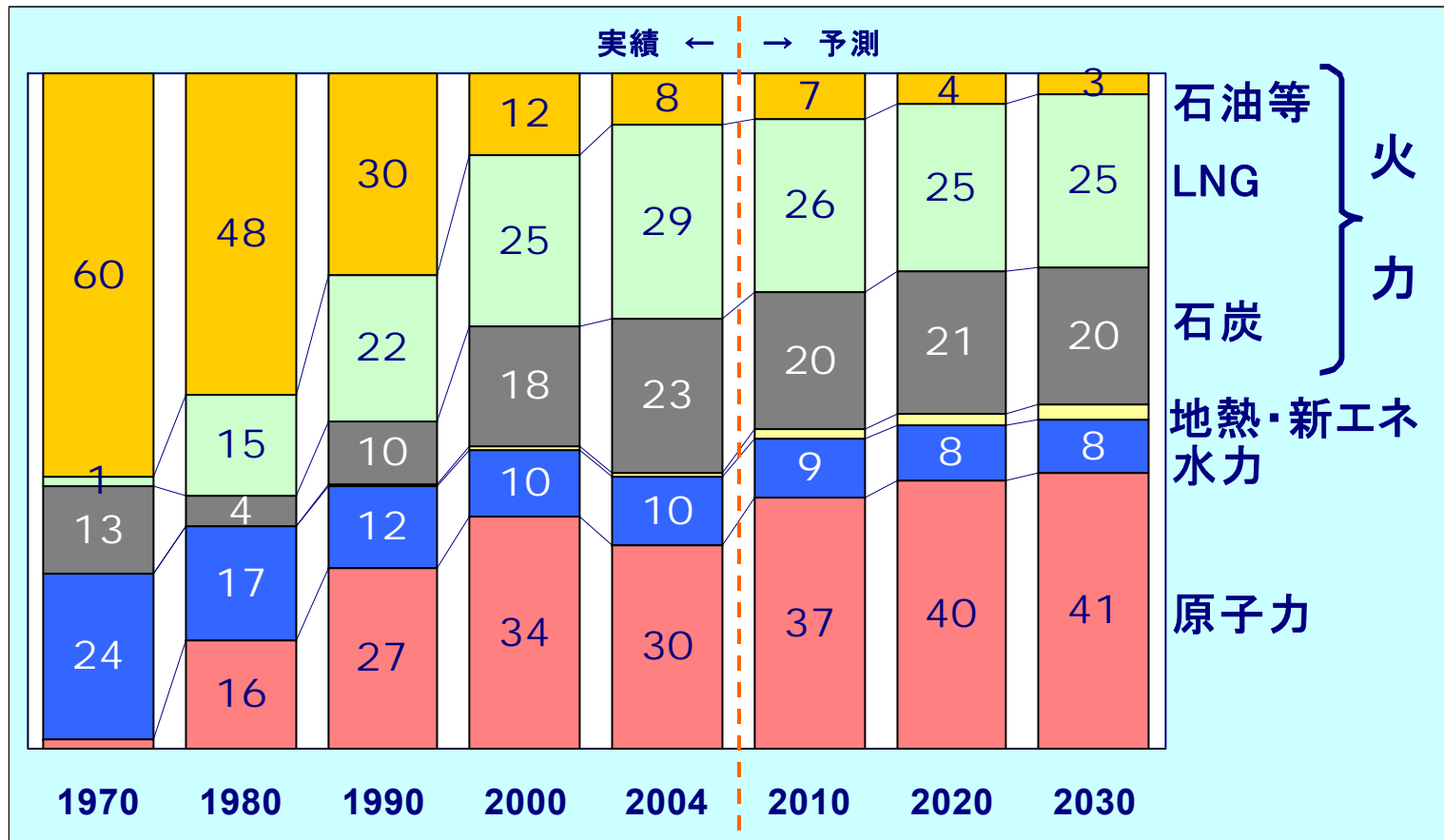


*再生可能エネルギー: 水力、地熱、新エネ等

- ・一次エネルギー供給は、ほぼ横ばいで推移するが、エネルギー構成は大きく変化する。
- ・石油は減少で推移、2030年の石油依存度は37%に低下するものの、依然として太宗を占める。一方、天然ガス、原子力は増加、石炭はほぼ横ばいで推移。
- ・再生可能エネルギーは国内供給の7%程度まで増加する(新エネは1.6%→3.1%へ)。

電源別発電量の構成比

(電気事業者)



- ・設備容量の増加と設備利用率の上昇により、原子力のシェアは41%まで上昇。
- ・火力発電量のシェアは50%を割り込む。

電源別発電量の見通し

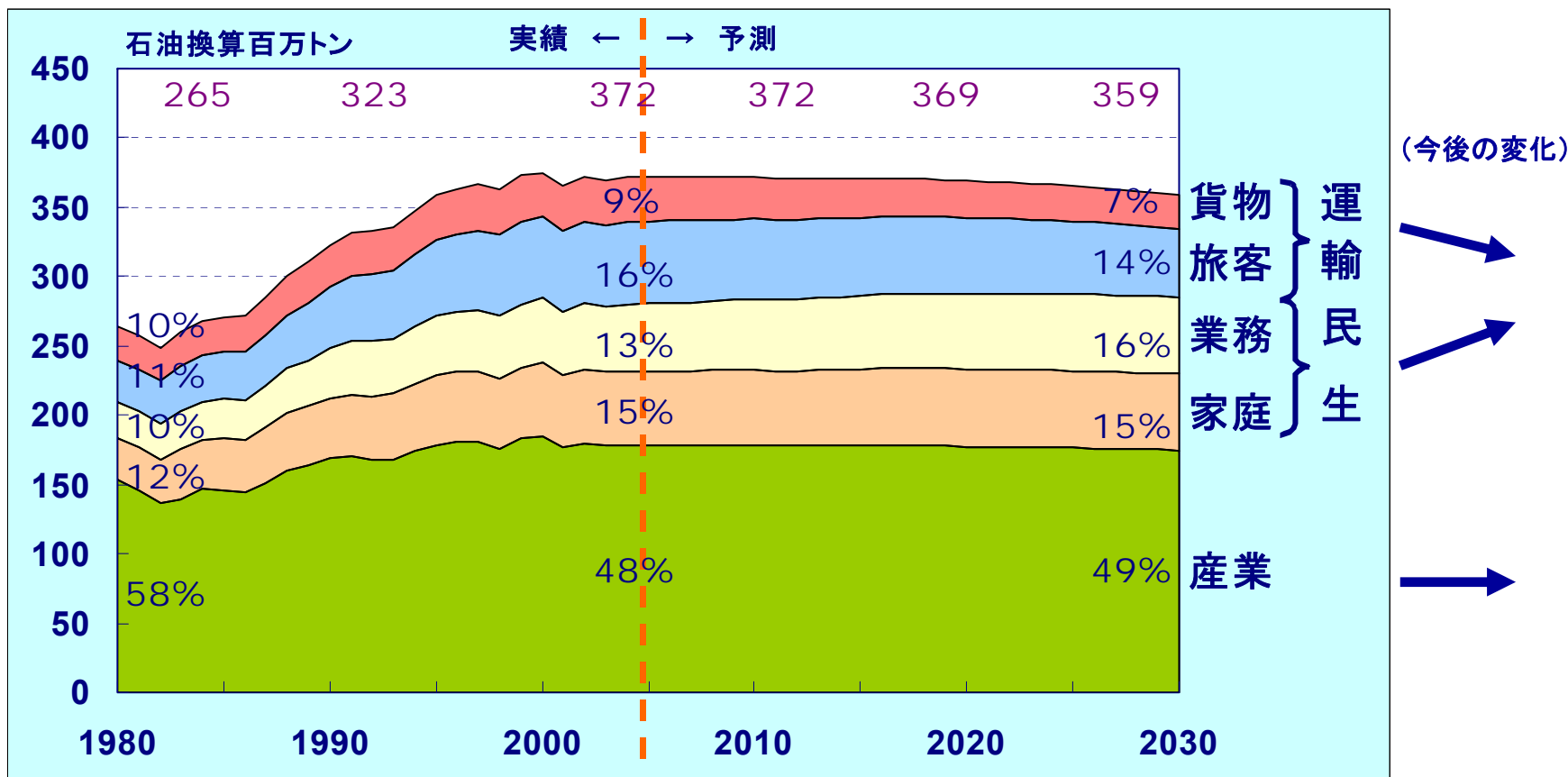
(電気事業者)

(10億kWh)

	実績				予測						年平均伸び率(%)			
	1990年度		2004年度		2010年度		2020年度		2030年度		2004/1990	2010/2004	2020/2010	2030/2020
		(%)		(%)		(%)		(%)		(%)				
石炭火力	71	10	216	23	210	20	240	21	242	20	8.2	-0.4	1.3	0.1
LNG火力	163	22	269	29	266	26	282	25	303	25	3.6	-0.1	0.6	0.7
石油等火力	224	30	72	8	69	7	50	4	38	3	-7.8	-0.8	-3.2	-2.7
火力計	459	61	557	59	545	53	572	50	583	49	1.4	-0.3	0.5	0.2
原子力	201	27	282	30	386	37	452	40	484	41	2.4	5.4	1.6	0.7
水力	90	12	96	10	92	9	91	8	94	8	0.4	-0.7	-0.1	0.4
地熱他	2	0	6	1	15	1	21	2	27	2	8.0	16.1	3.7	2.7
発電量 合計	752	100	941	100	1,038	100	1,136	100	1,189	100	1.6	1.7	0.9	0.5

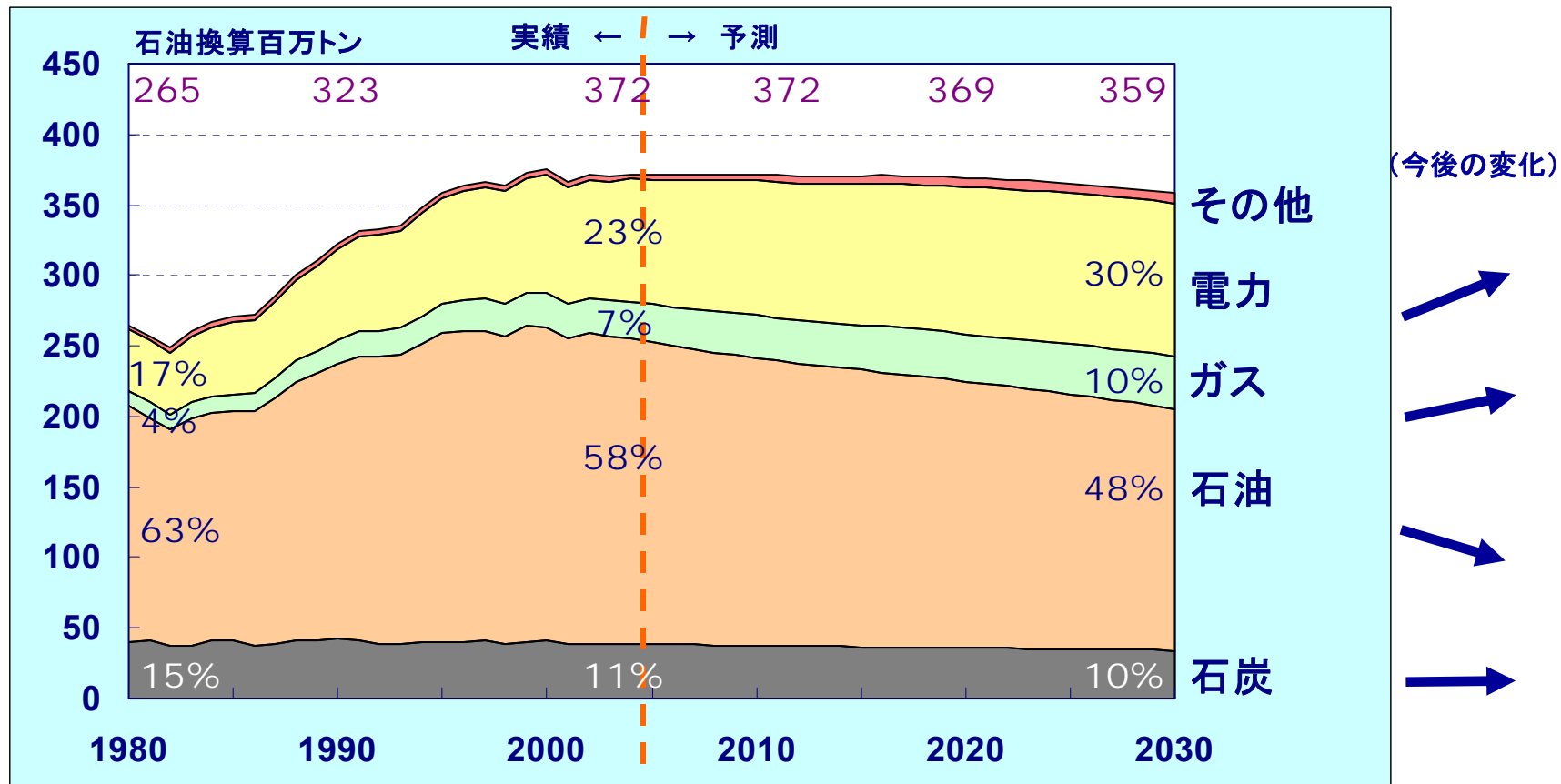
- ・石炭、LNG火力のシェアは低下するが、発電量は増加する。
- ・石油火力はピーク対応にとどまる。

最終消費(部門別)の見通し



- ・最終消費は、ほぼ横ばいから微減で推移する(ピークは2000年375Mtoe)。
- ・産業部門は、横ばいまたは微減で推移。民生部門のうち、家庭部門は、微増または横ばい程度であるが、業務部門が増加していく。運輸部門では、旅客部門、貨物部門ともに減少する。

最終消費(エネルギー別)の見通し



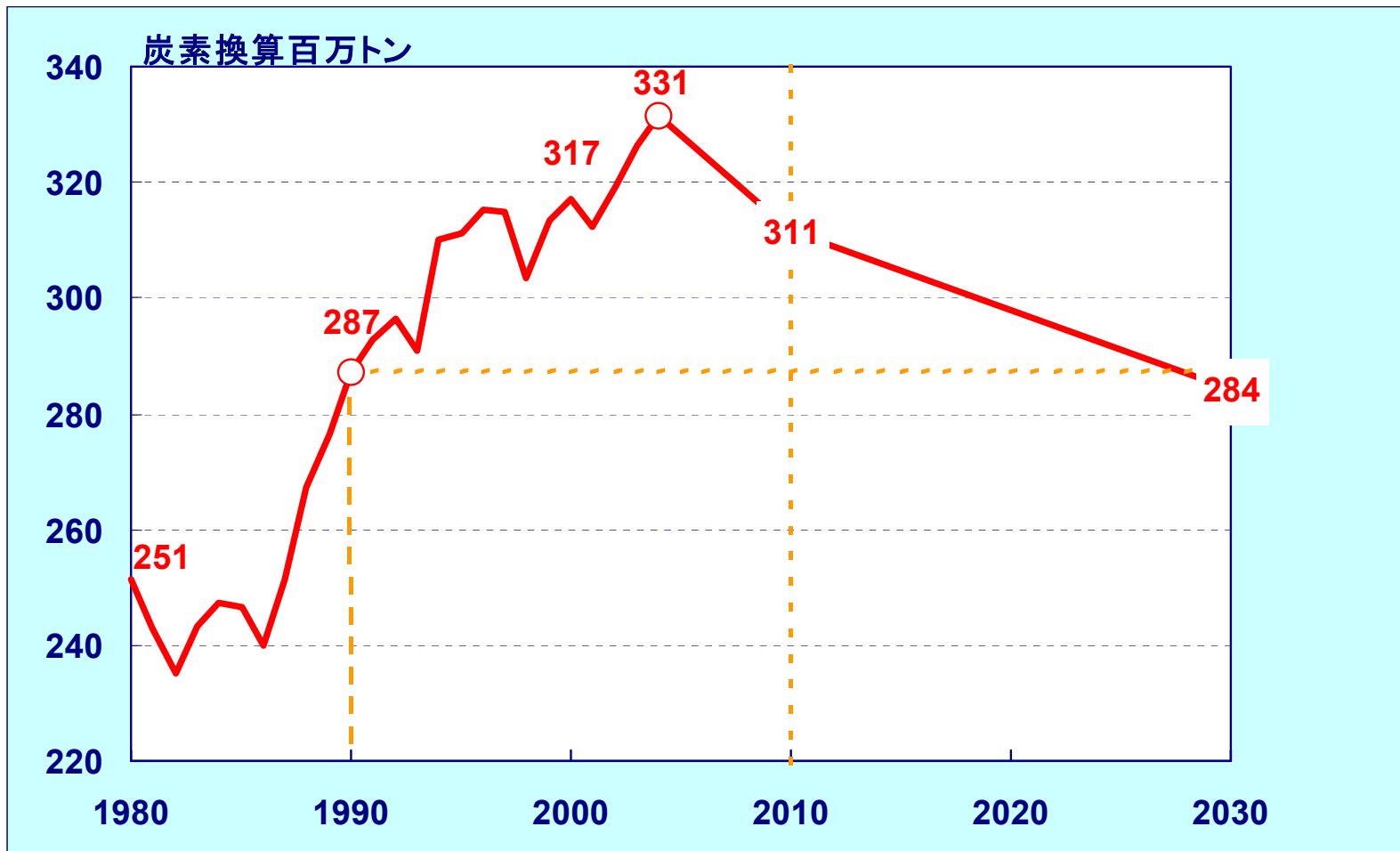
- ・産業部門、民生部門の電力化、ガス化に加えて、自動車用燃料の減少により、石油需要は大きく減少する。
- ・機械系産業の伸長や民生部門における電力化の進展により、電力需要は他のエネルギー源に比べて最も多く増加する。
- ・鉄鋼、セメント生産の減少に伴い、石炭需要は減少。

最終エネルギー消費のまとめ

(石油換算百万トン)

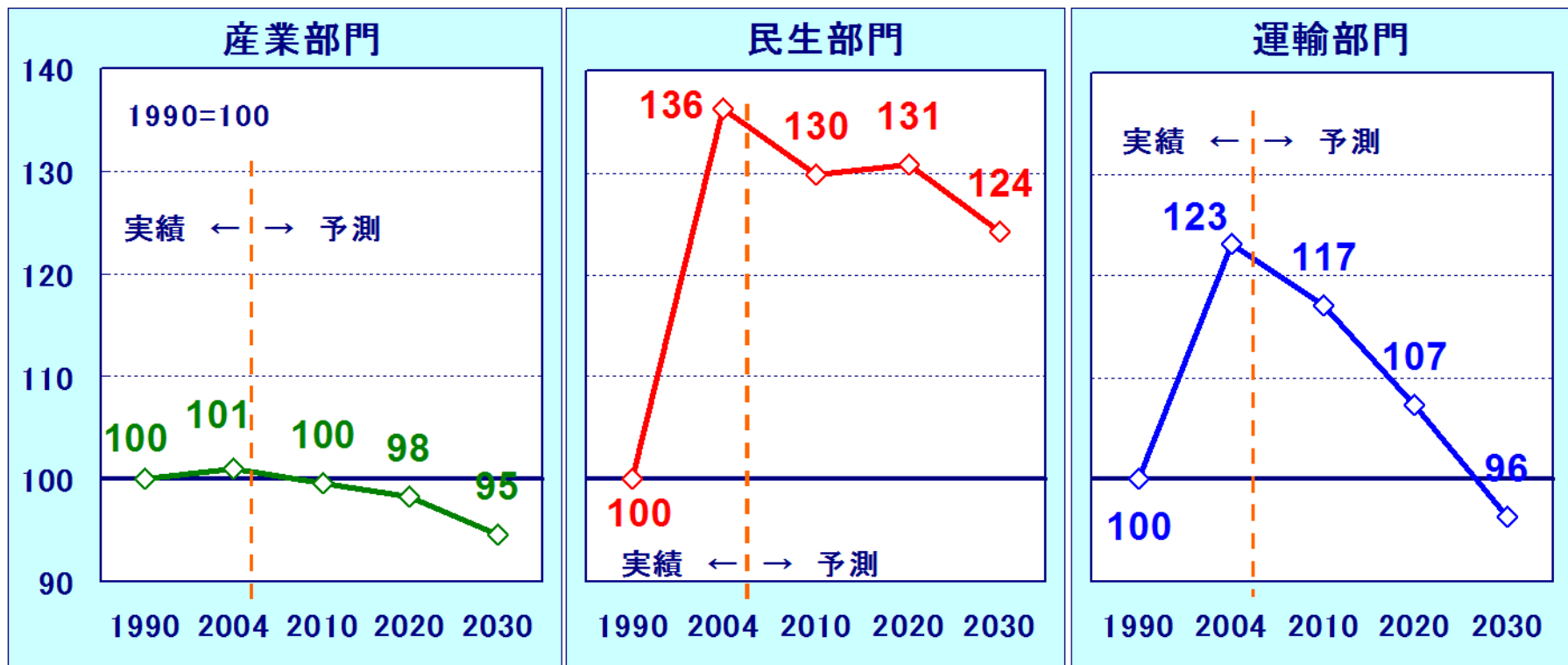
	実績				予測						年平均伸び率(%)			
	1990年度		2004年度		2010年度		2020年度		2030年度		2004/1990	2010/2004	2020/2010	2030/2020
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)					
最終消費合計	323	100	372	100	372	100	369	100	359	100	1.0	0.0	-0.1	-0.3
(部門別)														
産業部門	170	53	178	48	179	48	177	48	175	49	0.3	0.1	-0.1	-0.2
民生部門	79	24	102	27	105	28	110	30	111	31	1.9	0.5	0.5	0.0
家庭部門	43	13	54	15	54	15	56	15	55	15	1.7	0.0	0.3	-0.1
業務部門	36	11	48	13	51	14	54	15	56	16	2.1	1.1	0.6	0.2
運輸部門	74	23	92	25	88	24	81	22	73	20	1.5	-0.7	-0.8	-1.0
旅客部門	44	14	60	16	58	16	55	15	49	14	2.1	-0.5	-0.5	-1.1
貨物部門	30	9	32	9	30	8	27	7	24	7	0.5	-1.2	-1.2	-1.0
(エネルギー源別)														
石炭・コークス等	42	13	39	11	37	10	36	10	34	10	-0.5	-0.7	-0.4	-0.5
石油製品	196	61	216	58	204	55	189	51	171	48	0.7	-0.9	-0.8	-1.0
ガス	16	5	26	7	30	8	34	9	37	10	3.7	2.2	1.1	1.0
電力	65	20	87	23	96	26	104	28	109	30	2.1	1.6	0.9	0.4
新エネほか	4	1	4	1	5	1	6	2	7	2	-1.6	4.5	3.5	1.3

エネルギー起源CO₂排出量の見通し



・2003、04年と急速に増加したCO₂排出量であるが、今後は省エネルギー対策の進展、非化石燃料の増大等により減少。2030年ごろには1990年水準を下回る。

最終部門別のCO₂排出量



(注)発電起源のCO₂排出量は各部門に配分。

- ・産業部門では、各業種におけるエネルギー転換と、産業構造の変化によるエネルギー転換の相乗効果によってエネルギー需要を上回るペースで減少する。
- ・民生部門では、機器効率の向上、人口減少などによるエネルギー需要の伸びの鈍化と電力のCO₂排出原単位の低減により、徐々に減少に向かう。
- ・乗用車保有台数の増加により運輸部門のCO₂排出量は増加していたが、今後は燃費の改善などにより減少に転じる。

CO₂排出量のまとめ

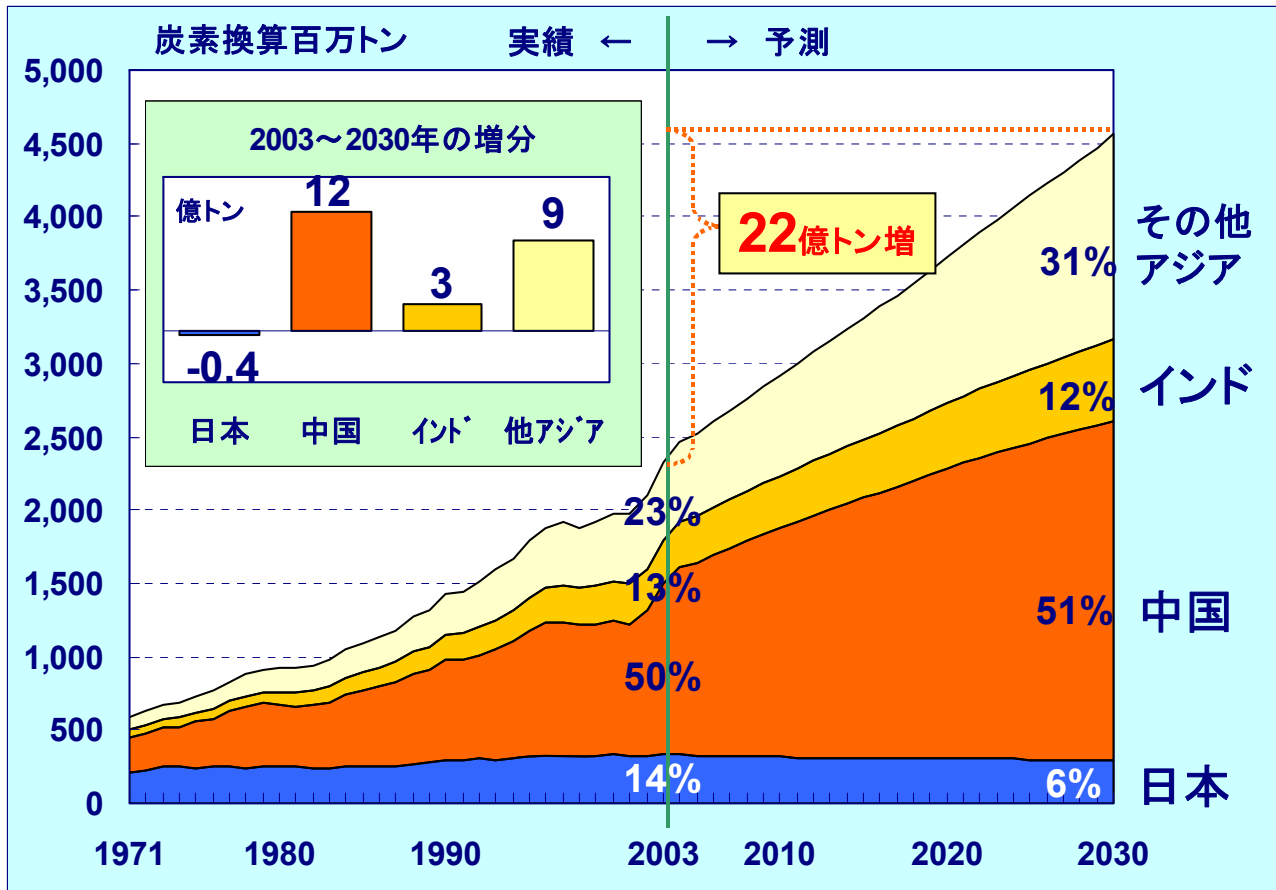
(炭素換算百万トン)

	実績				予測						年平均伸び率(%)			
	1990年度		2004年度		2010年度		2020年度		2030年度		2004/1990	2010/2004	2020/2010	2030/2020
		(%)		(%)		(%)		(%)		(%)				
産業部門	132	46	133	40	132	42	130	43	125	44	0.1	-0.2	-0.1	-0.4
家庭部門	38	13	50	15	46	15	46	15	43	15	2.0	-1.2	0.0	-0.7
業務部門	33	12	47	14	46	15	46	15	45	16	2.4	-0.4	0.2	-0.3
旅客部門	35	12	46	14	45	14	42	14	37	13	2.1	-0.6	-0.7	-1.1
貨物部門	23	8	25	7	23	7	20	7	18	6	0.5	-1.2	-1.2	-1.0
CO₂排出量	287	100	331	100	311	100	303	100	284	100	1.0	-1.0	-0.3	-0.6
(1990年度比)														
1人当たり	100		112		105		105		105		0.8	-1.0	0.0	-0.1
GDP当たり	100		98		82		69		58		-0.1	-3.0	-1.7	-1.7
エネルギー当たり	100		99		93		90		87		-0.1	-1.0	-0.4	-0.4

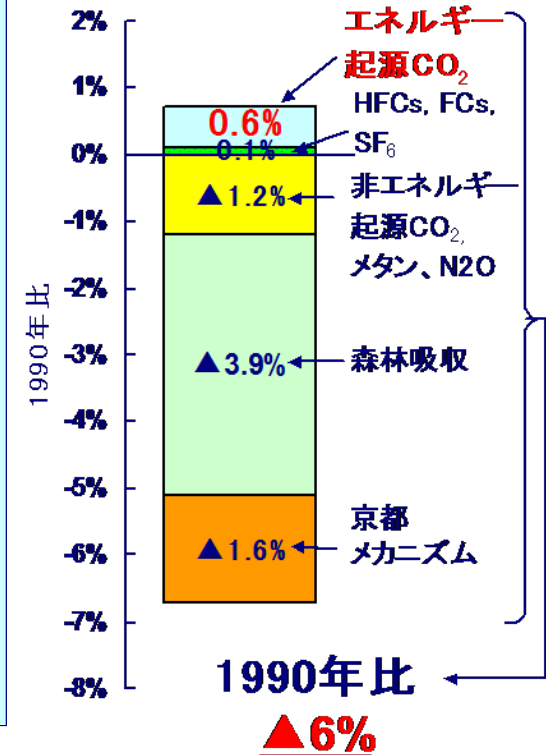
(注) 発電起源のCO₂排出量は各部門に配分。

- ・1人当たり排出量は、2010年以降はほぼ横ばいとなる。
- ・GDP当たり排出量、一次エネルギー当たり排出量は今後も低減傾向が続く。

アジアの中の日本 (CO₂排出量)



日本の温室効果ガス削減計画の内訳 (2010年)



- ・アジアのCO₂排出量は2030年には倍増する。
- ・アジアの増分は現在の日本の排出量の約7倍に相当。
- ・長期的にはアジア全域を視野に入れた対応が重要。

EDMC/IEEJモデルを活用した例

～長期エネルギー需給見通し (総合資源エネルギー調査会需給部会の答申)～

マクロフレームの見通し

経済成長率: 2005～2010 2.1% 人口: 2005 1億2777万人
 2010～2020 1.9% 2020 1億2274万人
 2020～2030 1.2% 2030 1億1522万人

各ケースの考え方

現状固定ケース

現状(2005年度)を基準とし、今後新たなエネルギー技術が導入されず、機器の効率が一定のまま推移した場合を想定。耐用年数に応じて古い機器が現状(2005年度)標準レベルの機器に入れ替わる効果のみを反映したケース。

努力継続ケース

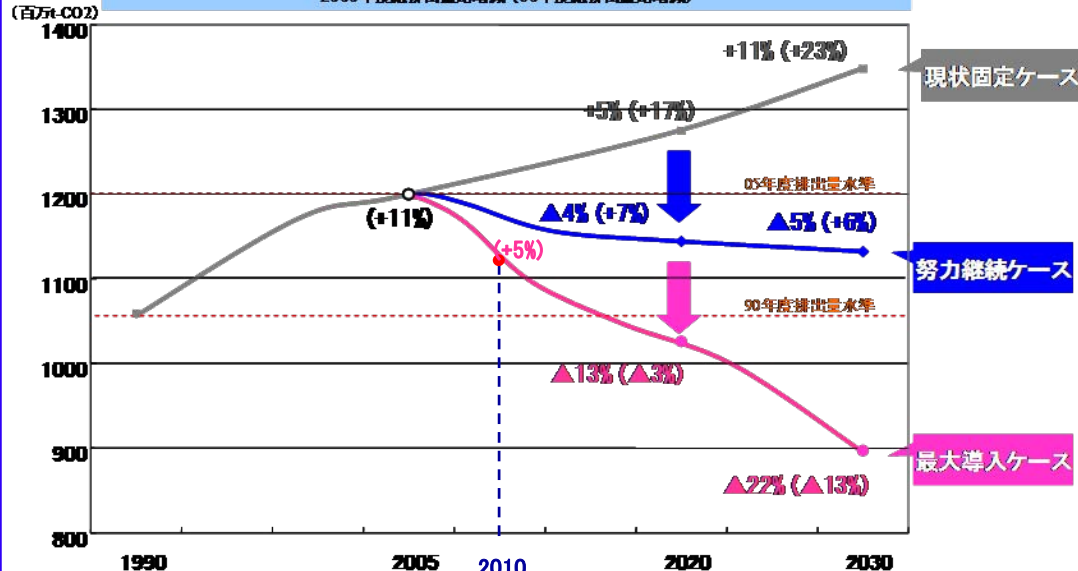
これまで効率改善に取り組んできた機器・設備について、既存技術の延長線上で今後とも継続して効率改善の努力を行い、耐用年数を迎える機器と順次入れ替えていく効果を反映したケース。

最大導入ケース

実用段階にある最先端の技術で、高コストではあるが、省エネ性能の格段の向上が見込まれる機器・設備を最大限普及させることにより劇的な改善を実現するケース。

2030年までのエネルギー起源CO2の排出量見通し

2005年度基準排出量比増減(90年度基準排出量比増減)



(注) エネルギー起源CO2の実排出量のグラフ。なお、京都議定書目標達成計画においては、対策後のエネルギー起源実排出量(本グラフ上は90年比約+5%)の他、代替フロン等の削減(同▲3.1%)、森林吸収(同▲3.8%)、政府による京都メカニズムの活用(同▲1.6%)、産業界の自主行動計画における京都メカニズムの活用(同▲2.6%)により▲6%の国際約束の達成を見込んでいる。

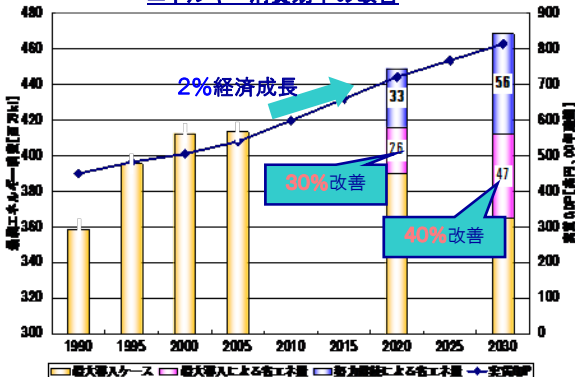
2020年における温室効果ガスの排出量見通し

(最先端技術を最大限導入した場合)

— 欧州を圧倒するエネルギー効率を引き続き実現 (2005年比で約30%改善)。

その結果、欧州委員会の掲げる削減目標に遜色のないレベルの温室効果ガスの削減が見込まれる。

エネルギー消費効率の改善



	1990年比	2005年比
日本 (長期エネルギー需給見通し: 最大導入ケース*)	-8%	-14%
米国 (オバマ次期大統領選挙公約)	±0%	-15%

※森林吸収は3.8%を仮定

最大導入ケースを実現するための対策例

住宅

○太陽光パネルの普及

現状: 戸建て約32万戸 →

20年: 約320万戸(ストック)

新築持家住宅の約7割に導入し、現状の約1.0倍に



太陽光パネル

家庭の機器・設備

○高効率給湯器

ほぼすべての新築戸建住宅に導入

05年: 約70万台 → 20年: 約2800万台



高効率給湯器

自動車

○次世代自動車

新車販売に占める割合を5割に

新車販売に占める次世代自動車のシェア

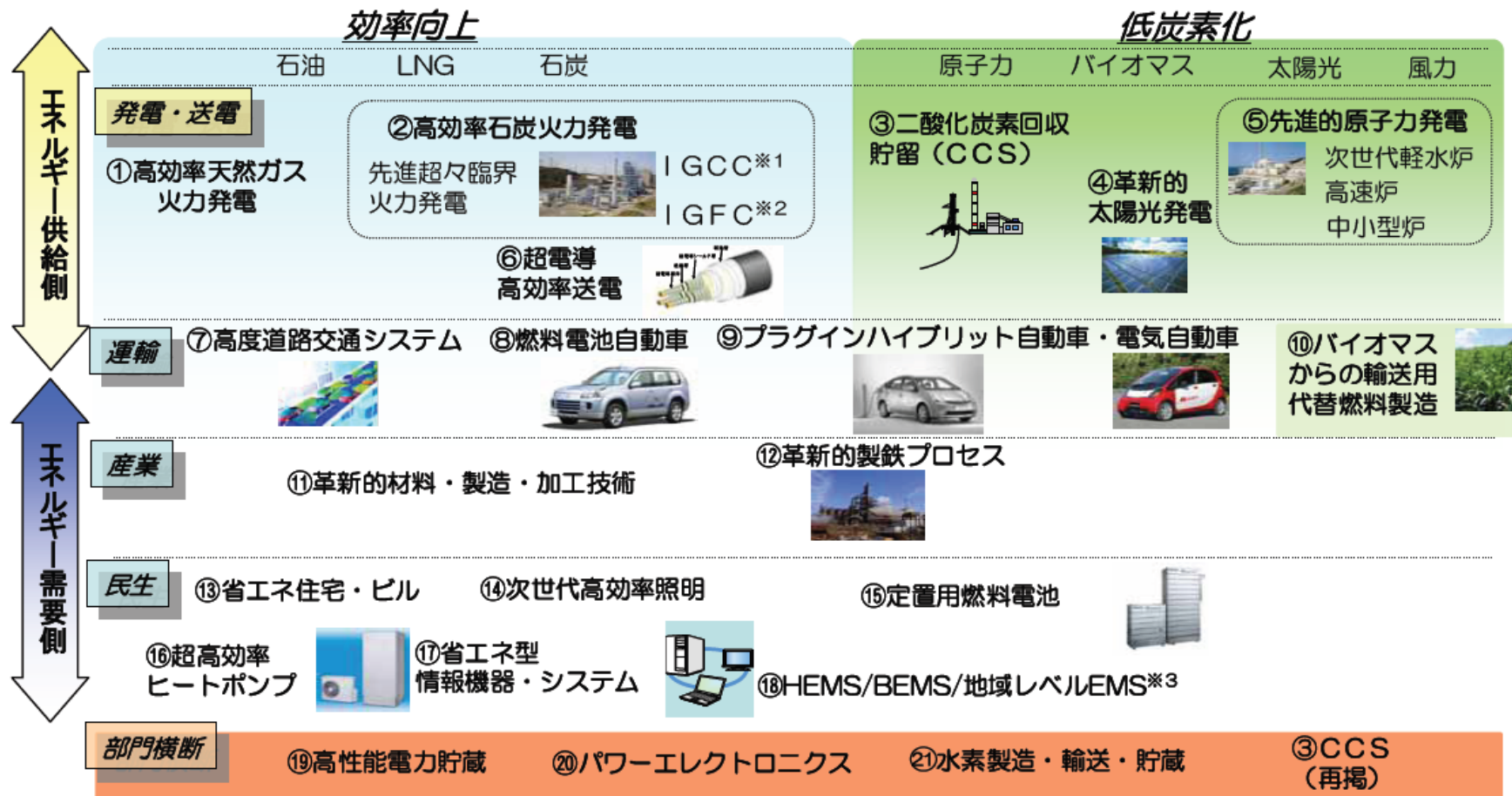
05年: 約2% → 20年: 約50%(2台に1台)



次世代自動車

重点的に取り組むべきエネルギー革新技術

エネルギー源毎に、供給側から需要側に至る流れを俯瞰しつつ、効率の向上と低炭素化の両面から、CO2大幅削減を可能とする「21」技術を選定。



※1:IGCC(石炭ガス化複合発電) ※2:IGFC(石炭ガス化燃料電池複合発電)

※3:HEMS(ホームエネルギーマネジメントシステム):BEMS(ビルディングエネルギーマネジメントシステム):EMS(エネルギーマネジメントシステム)

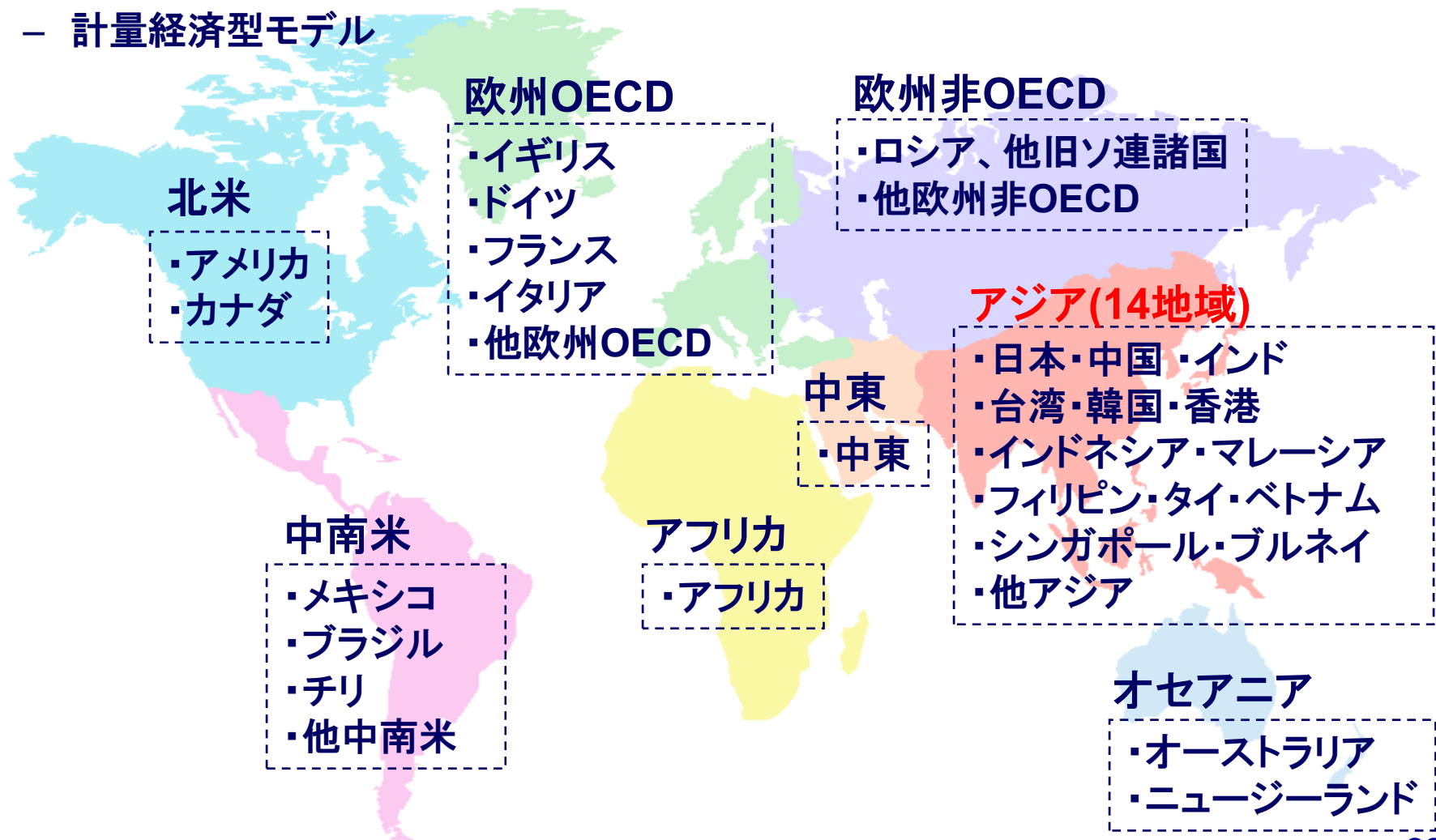


アジア/世界エネルギーアウトルック2007 —中国・インドのエネルギー展望を中心に—

(2007年10月)

IEEJ世界エネルギー需給モデル地域区分

- 世界を31地域に区分、特にアジア地域を14地域に区分
- アジアのエネルギー需給構造を詳細に考慮
- 計量経済型モデル



マクロ経済モデル†

←(主要前提)

GDP関連指標

物価指数・金融等

産業活動指標

運輸関連指標等

GDP、原油価格、為替レート
人口、電源計画、世界貿易など

†日本、中国、韓国、アセアン4カ国(インドネシア、マレーシア、フィリピン、タイ)について、詳細なマクロ経済モデルを併用

†中国とインドについて、さらに素材系生産高や自動車普及を詳細に分析・予測。

エネルギー需給モデル

エネルギー需要

エネルギー転換

エネルギー供給

CO₂排出量

原油・石油製品貿易モデル (LP最適化型モデル)

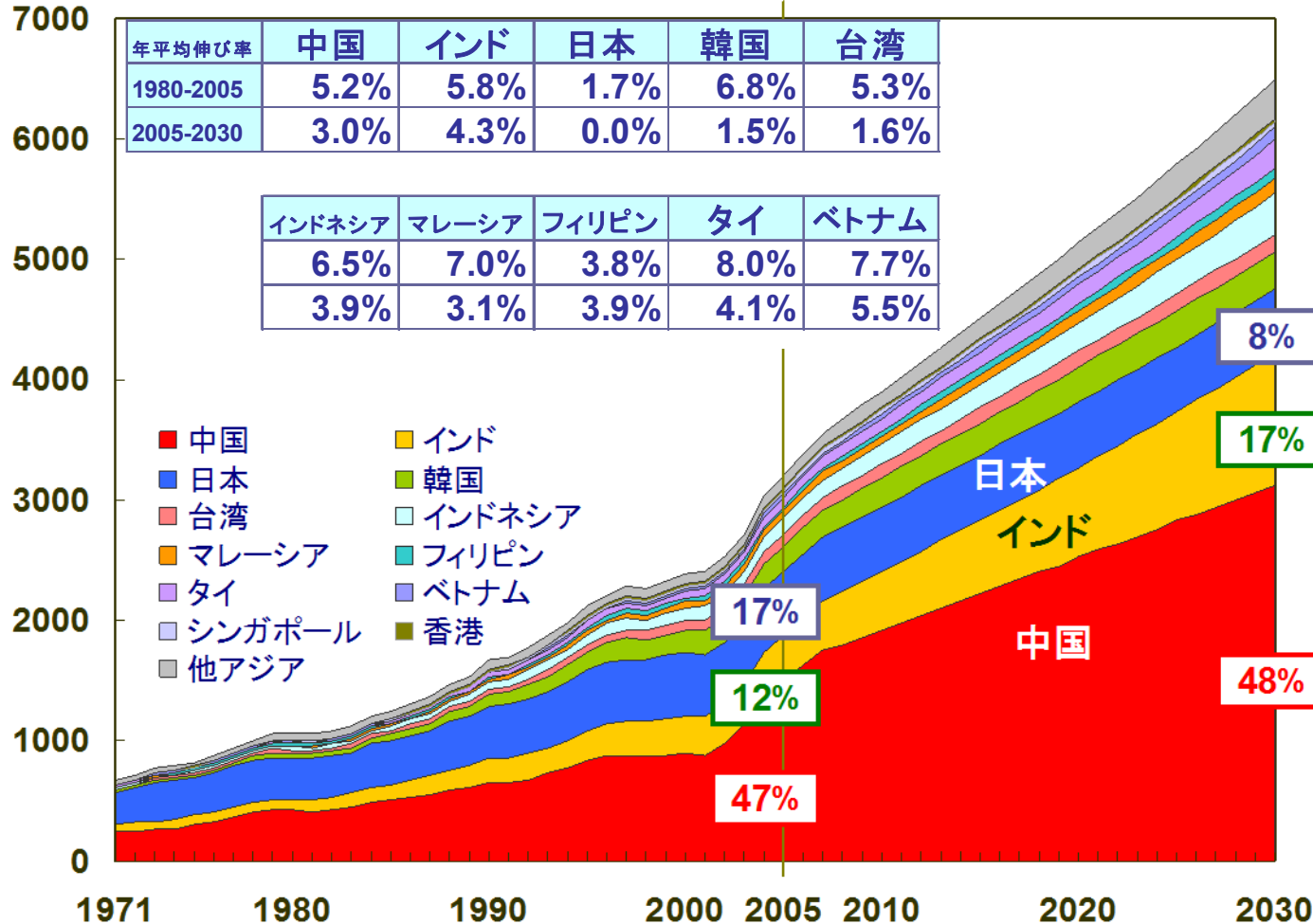
原油・石油製品生産

原油・石油製品貿易

モデル利用により諸要因間の関係を客観的に捉えるとともに数量間の整合をとる

アジアの一次エネルギー消費

石油換算百万トン



アジア

2005年
32億トン

↓
2030年
65億トン
(2.0倍増)

中国、インド

2005年
15億トン 3.8億トン

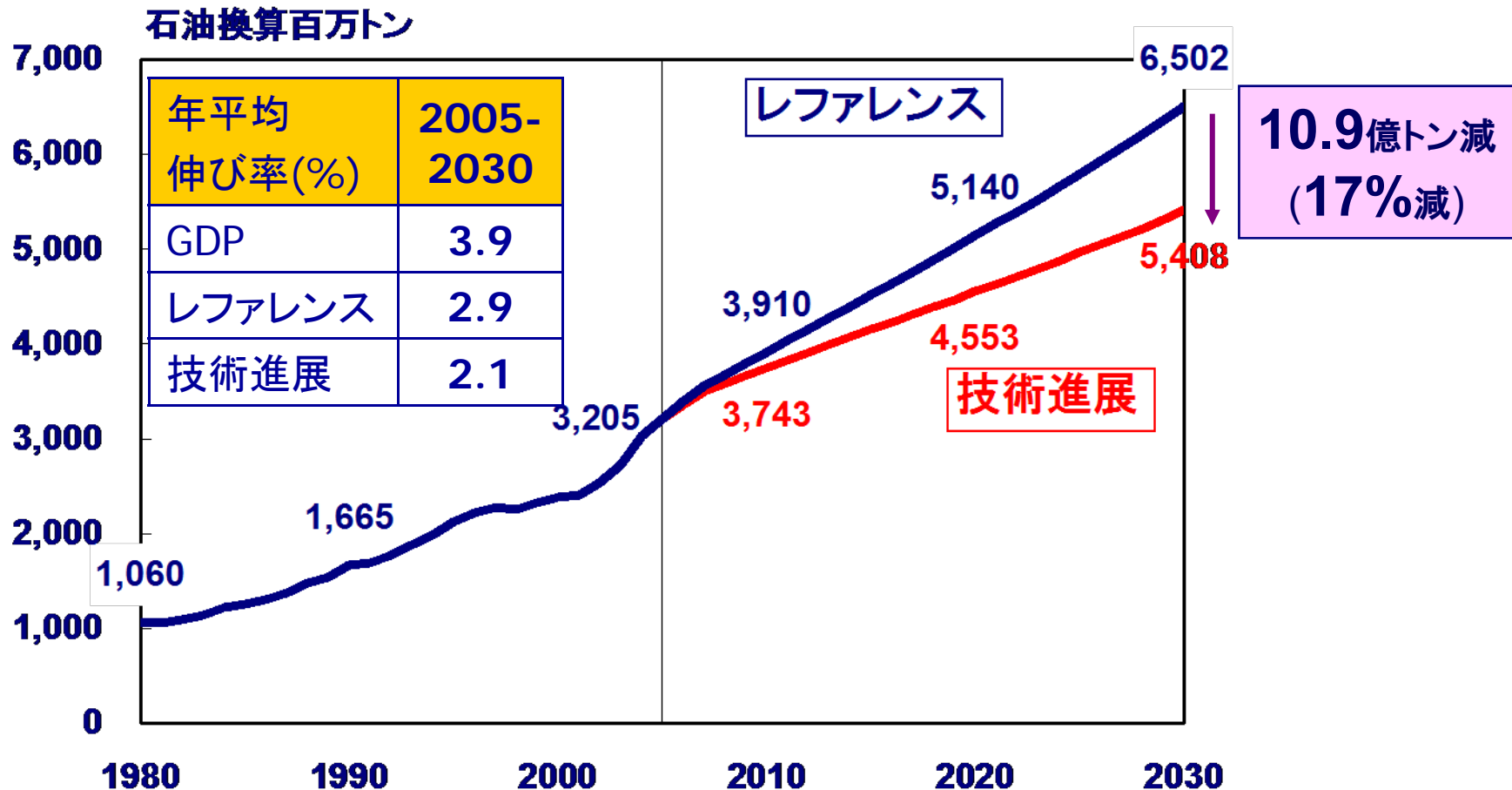
↓
2030年
31億トン 11億トン
(2.1倍増) (2.9倍増)

・中国は着実な経済成長に伴い、アジアに占めるシェアは48%まで拡大し、中国・インド合わせて65%まで増加。

・日本は省エネの進展とともに、経済の成熟化・人口減少に伴いシェアが17%から8%まで減少。 24

アジアの一次エネルギー消費

ーレファレンスケース／技術導入ケースー

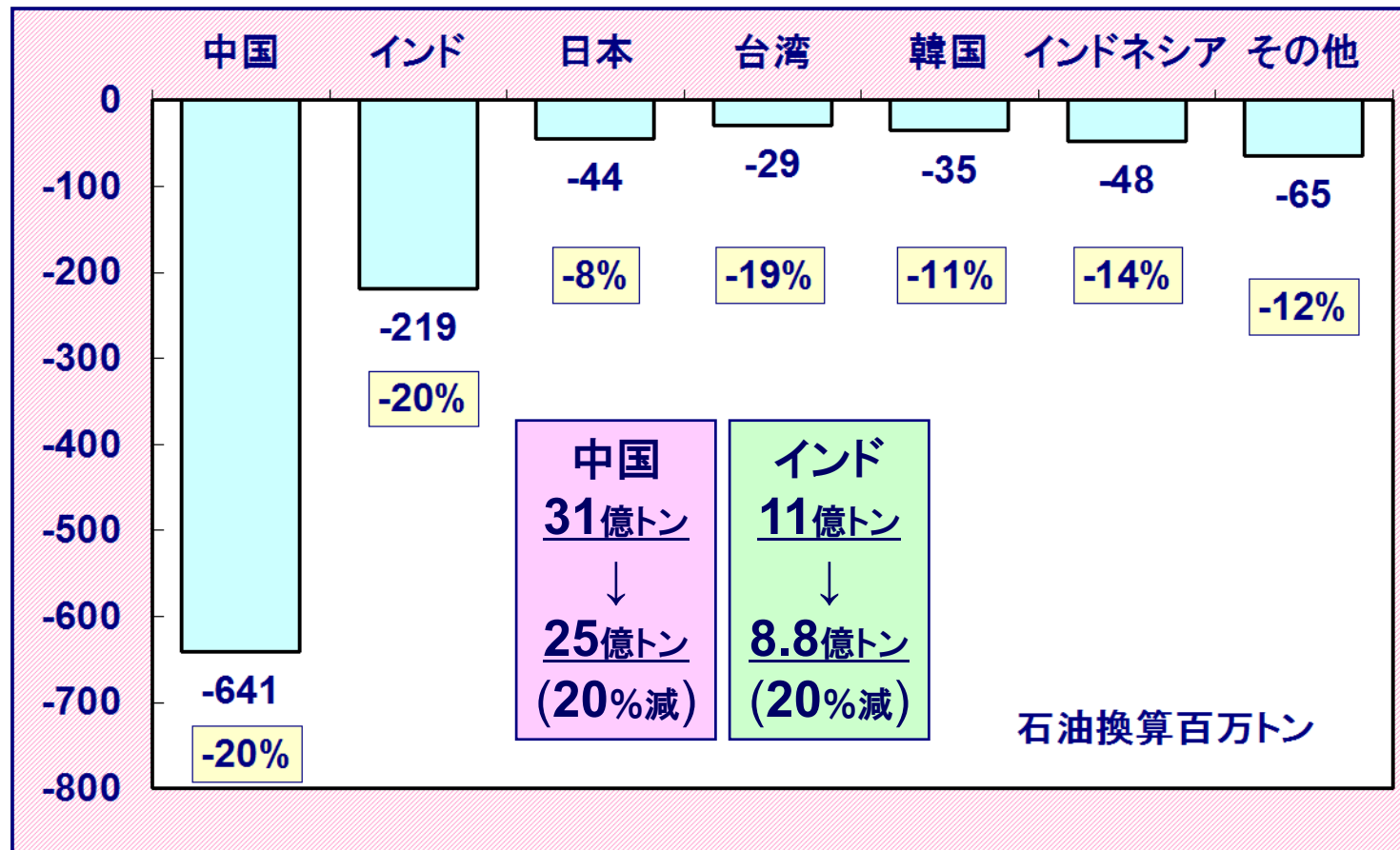


ー レファレンスケース：現時点における経済・社会情勢、政策等を踏まえ、より現実性の高い将来のエネルギー需給予測

ー 技術進展ケース：中国、インドを中心としたアジア各国が一層のエネルギー安定供給確保や地球温暖化抑制に向けた省エネルギー・環境政策を採用

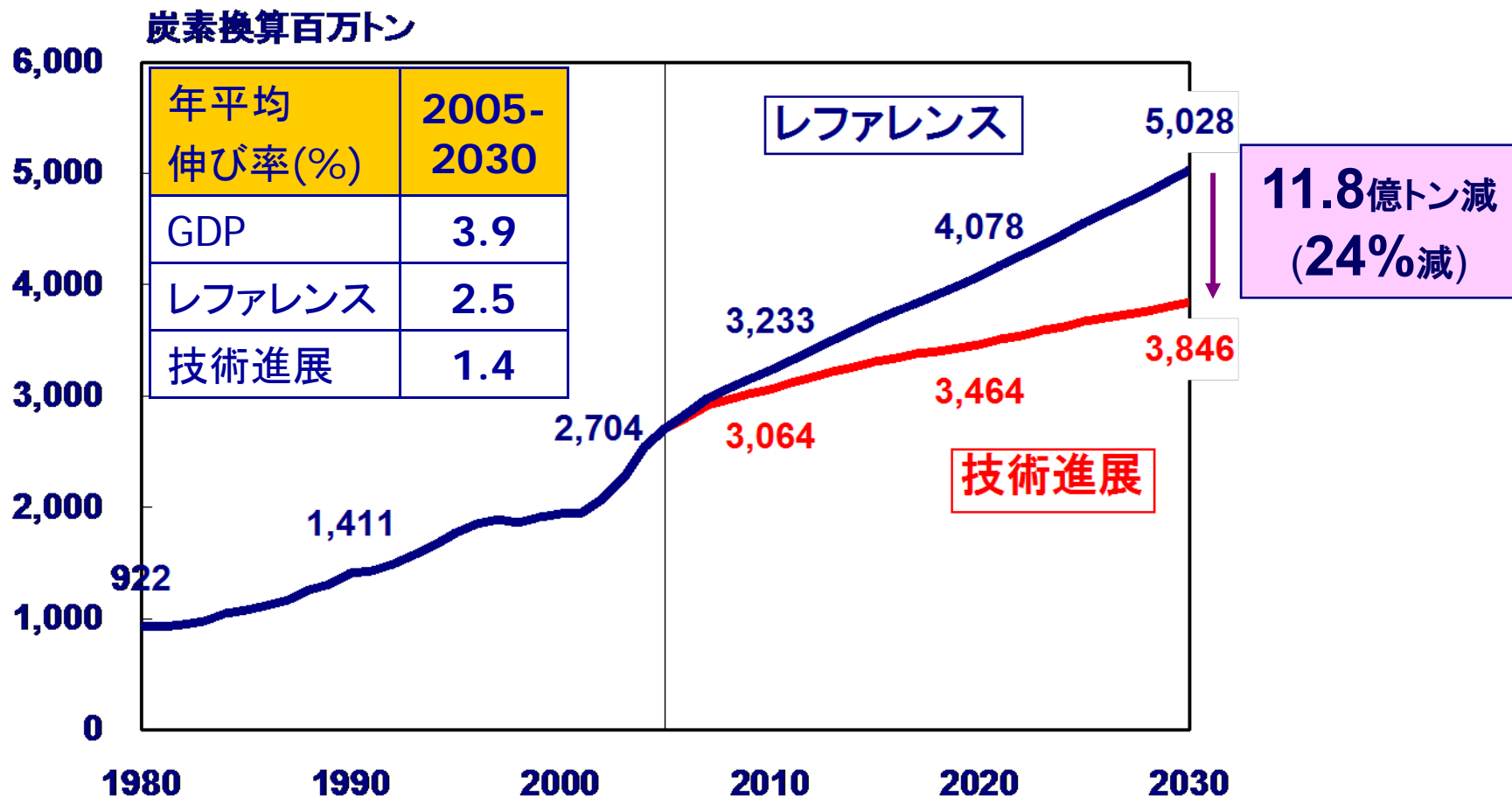
アジアにおける地域別省エネルギー可能量

【2030年における一次エネルギー消費の変化】



高効率技術の導入は、中国及びインドにおいて非常に効果大きい。

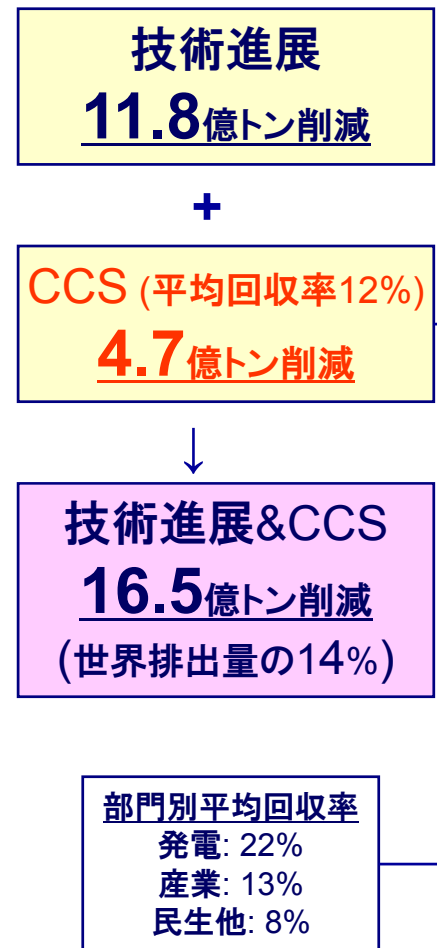
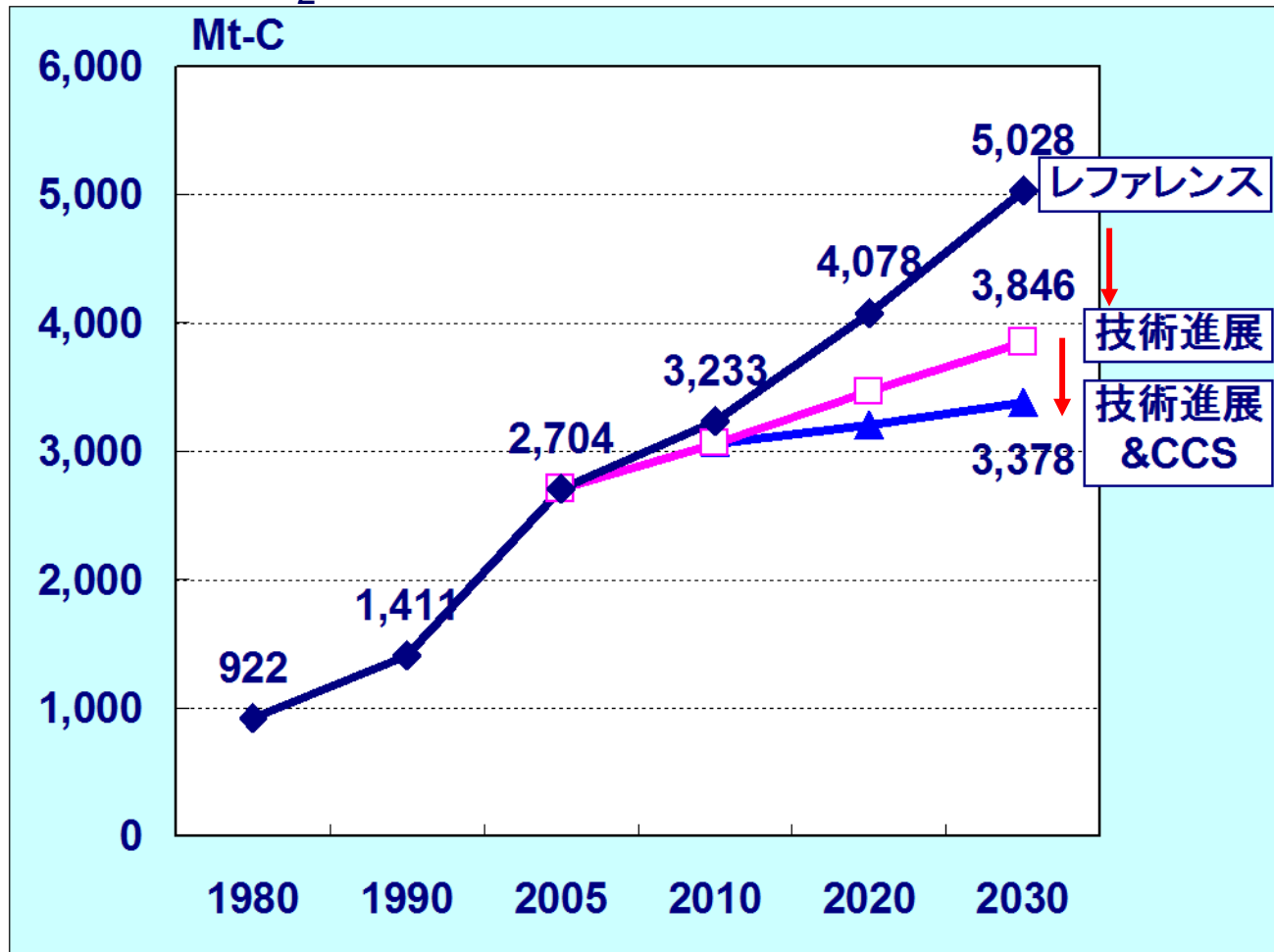
CO₂排出量(アジア)



- ・技術進展ケースでは2030年に約23%(炭素換算11億8,000万トン)のCO₂排出削減となる。現在の日本の約3.5倍のCO₂排出量に相当。
- ・技術進展による中国における二酸化炭素排出削減ポテンシャルが圧倒的に大きく、次いでインドの削減余地が大きい。(中国・インドで9.5億トンを占める。)

さらなるCO₂排出量抑制にむけて(アジア)

【アジアのCO₂排出量】



・CO₂排出量を抑制させるためには、省エネルギー、エネルギー代替に加え、21世紀半ばから後半にかけて本格的に導入されると見られる二酸化炭素回収・貯留(CCS)などを積極的に活用する必要がある。