

本稿は、平成20年度東京工業大学大学院科学技術特論の第2講において用いた講義資料です。

中国とインドのエネルギー動向と課題

平成20年10月8日

財団法人 日本エネルギー経済研究所

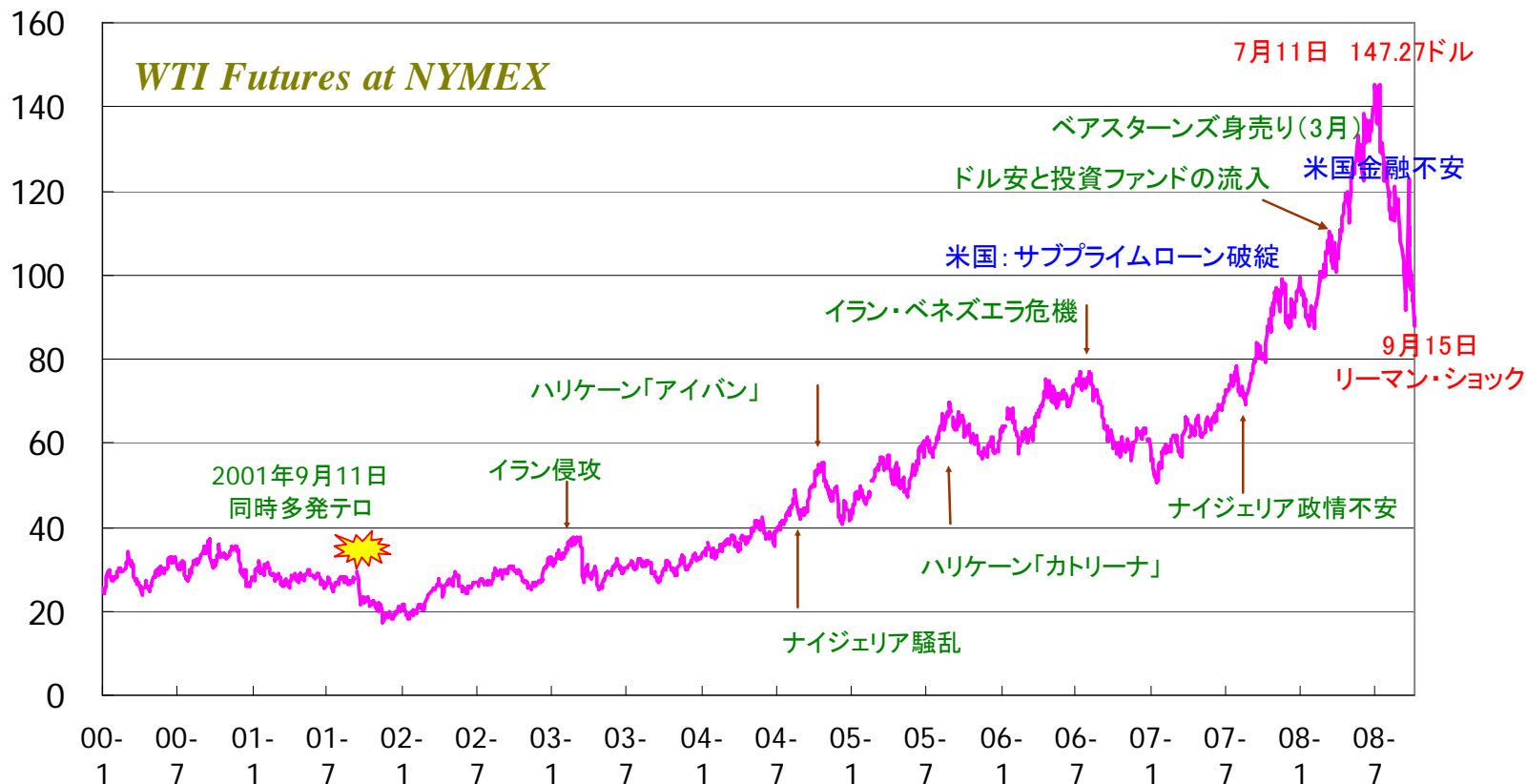
常務理事 兼清 賢介

1.1 エネルギーと双子の課題

- 1. 増え続けるエネルギー需要に対し、そこそこの価格(Affordable Price)で安定したエネルギー供給を確保できるか。
- 2. エネルギー過剰消費がもたらす地球温暖化と環境汚染を防ぐことができるか。

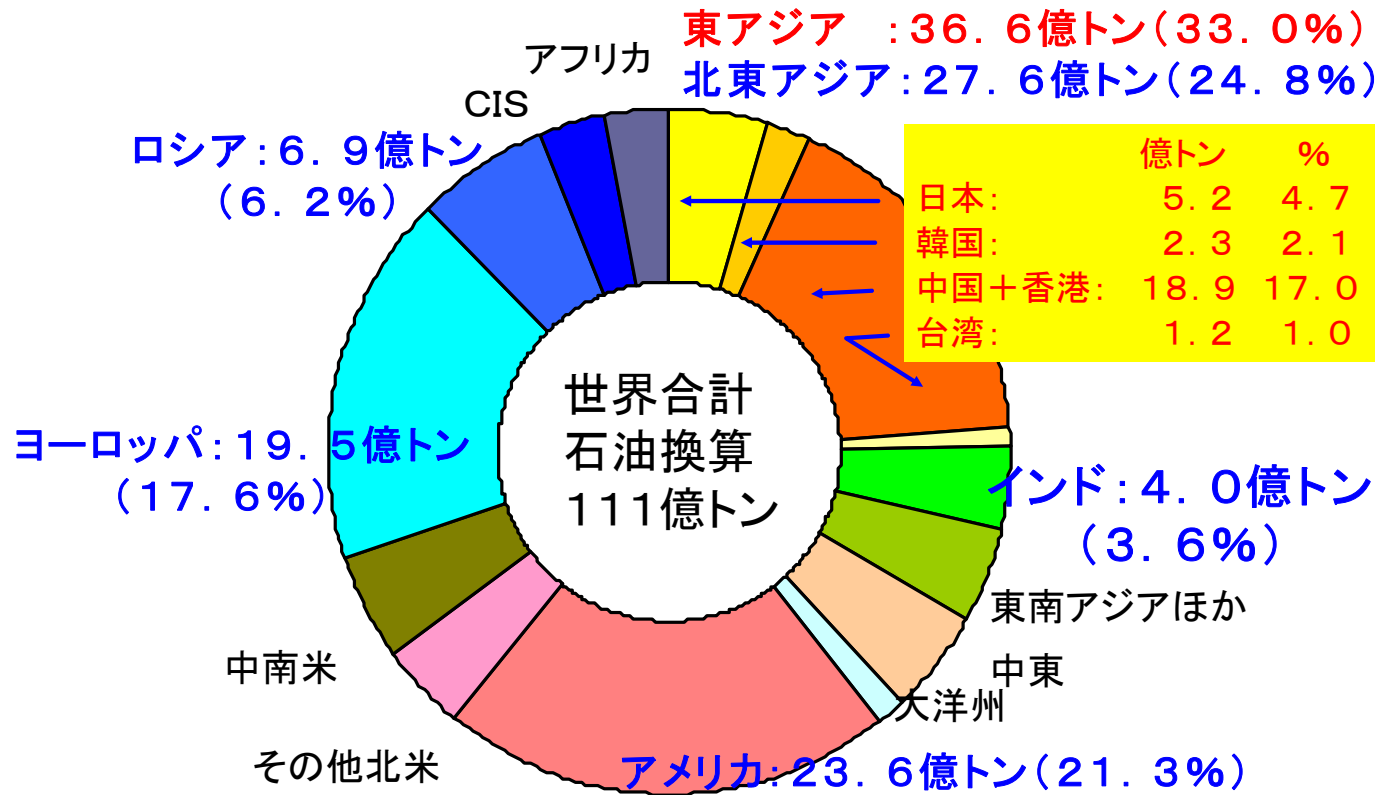
⇒ 目前の問題： **金融不安とエネルギー価格の激変にどう対処するか！**

(US\$/bbl)



1.2 エネルギー：世界の中のアジア

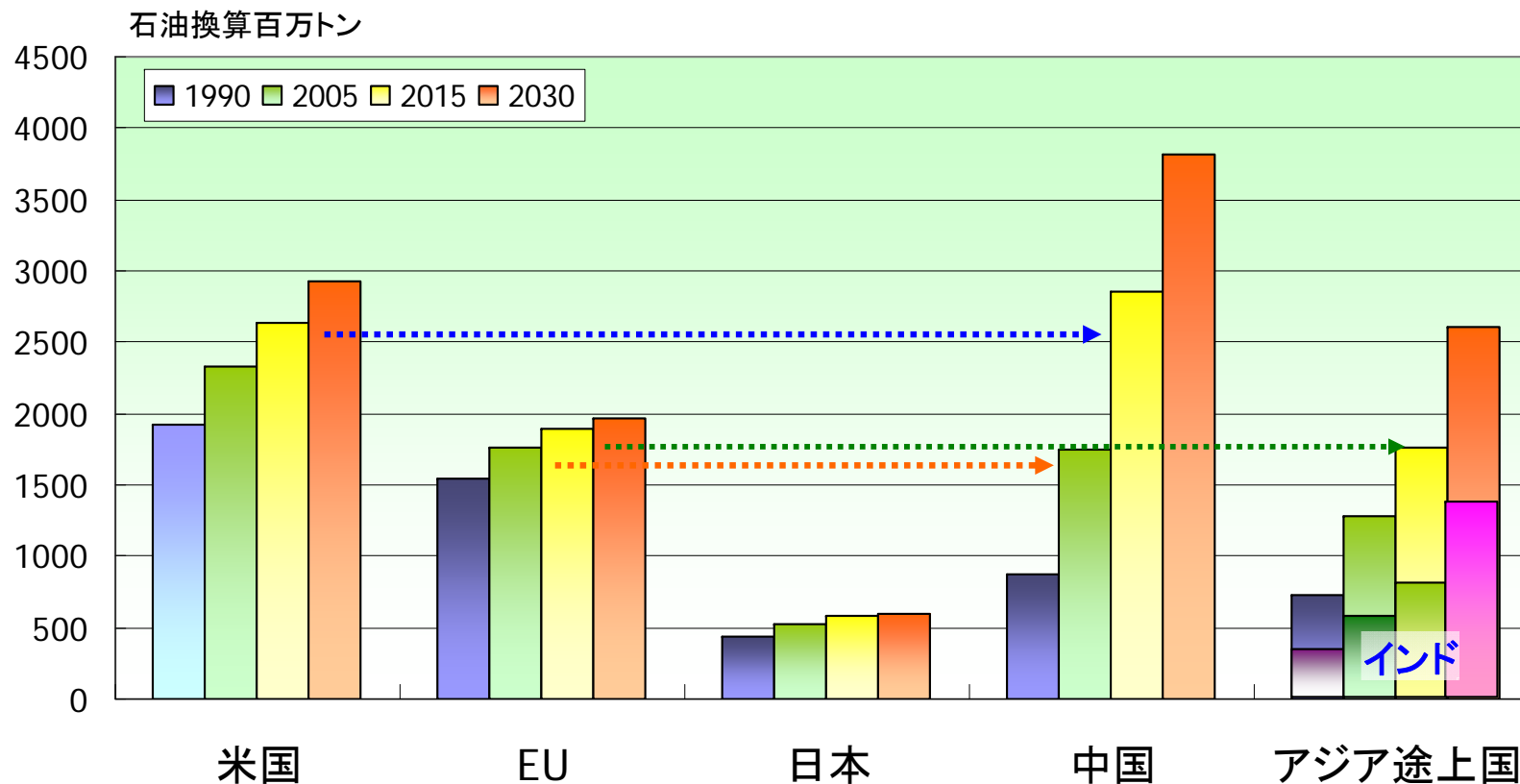
1. 東アジアはアメリカを超える、世界最大のエネルギー市場。
2. 中国とインドのエネルギー消費急増を背景にアジアのエネルギー消費とCO₂排出量は大幅な増加を続けている。



1.3 世界のエネルギー動向

IEA World Energy Outlook 2007 ⇒ アジアの勃興

1. 中国のエネルギー消費は、2005年にEUとほぼ肩を並べ、2015年までには米国を追い抜いて世界最大となる。
2. インドや東南アジアのエネルギー消費も増加を続け、2015年過ぎにはEUとほぼ肩を並べよう。(→既に一人当たり消費が日本より多い国もある。)

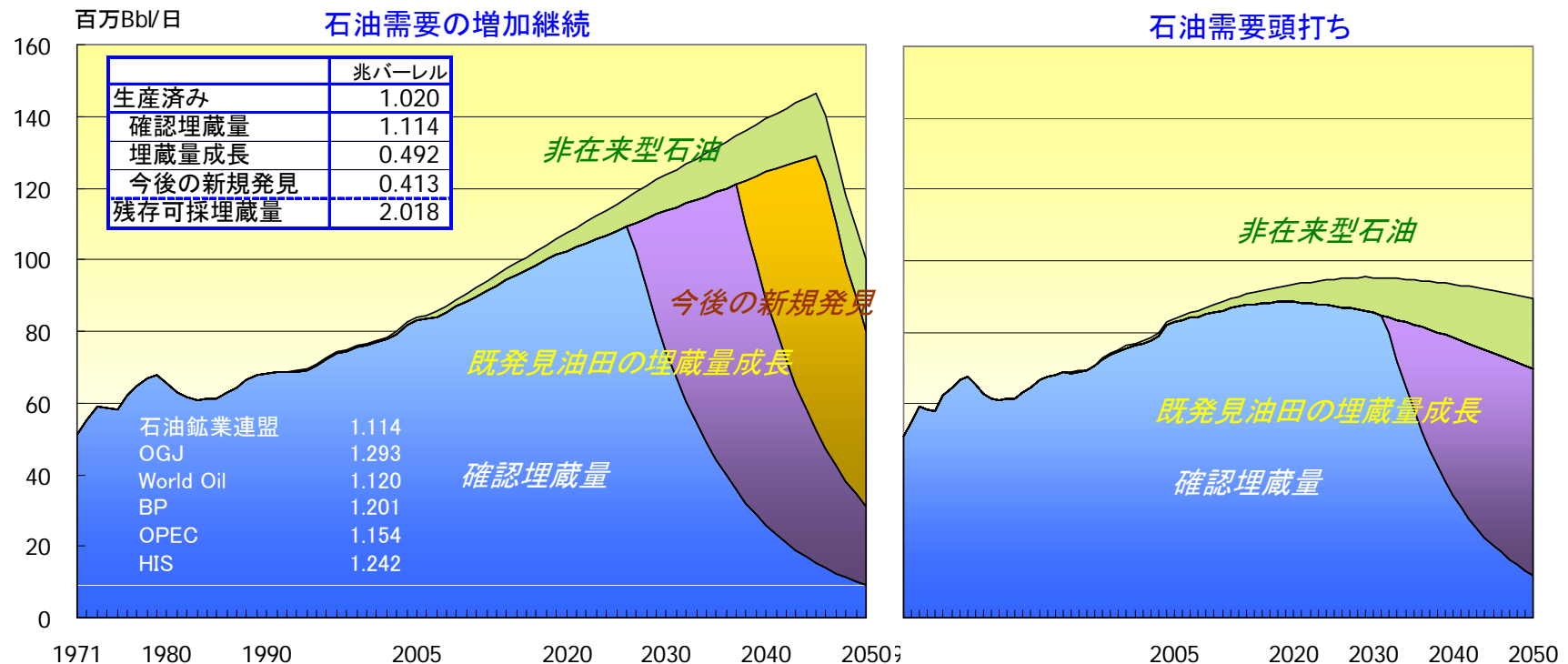


出所: IEA World Energy Outlook 2007

1.4 ピークオイル

石油の残存可採埋蔵量は2兆バーレル(日本石油鉱業連盟:2007年推定)

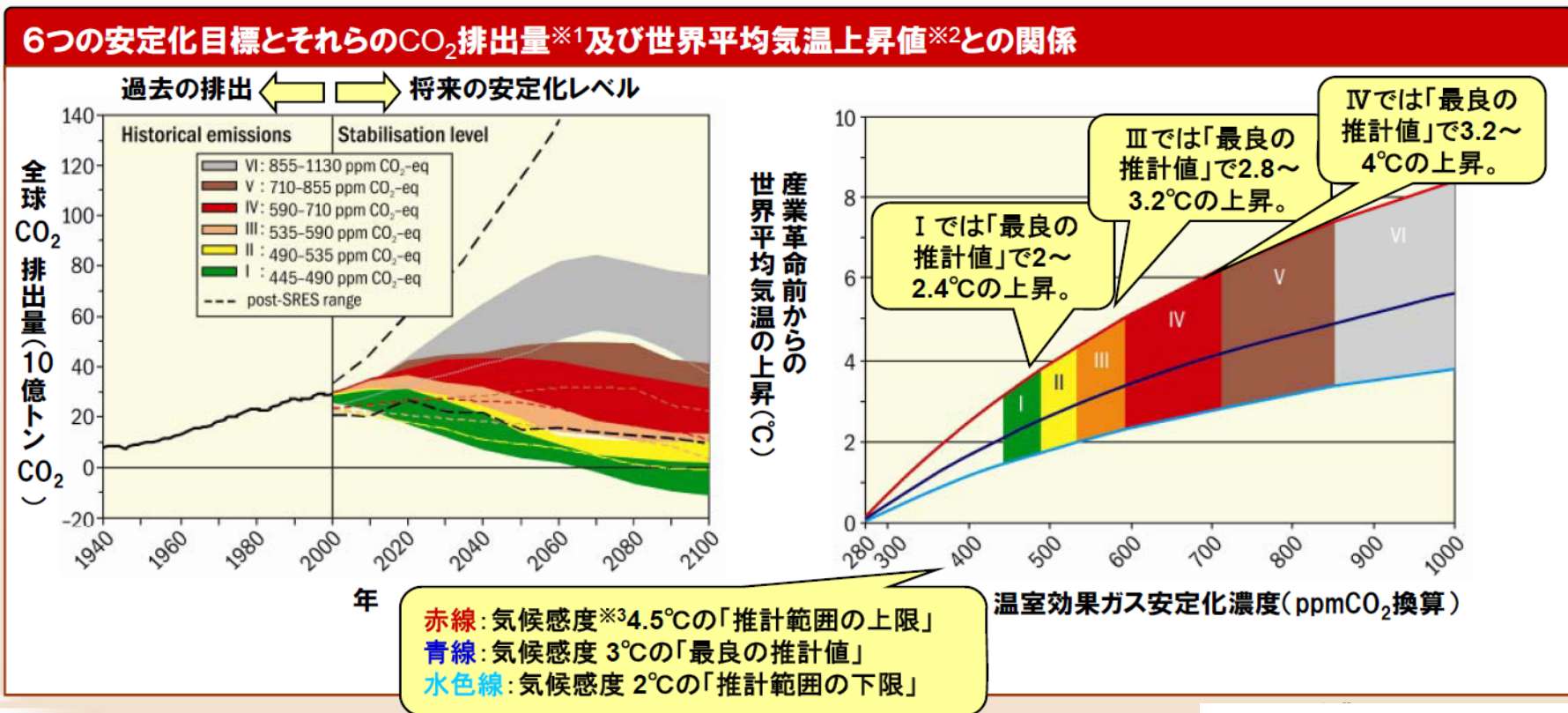
1. 現在の需要増加傾向が続けば、2020年過ぎには石油の増産はかなりむづかしくなるだろう。(下記のグラフは、需要増1.6%、R/P=10年で計算)
2. 世界の石油生産量(2007年=86百万バーレル/日)は、1億バーレル/日を越えることはないとの見方が多くなっている。



出所:石油鉱業連盟ほかより筆者作成

1.5 CO₂安定化濃度と気温上昇

1. 現在のトレンドのままにエネルギー消費を増やせば、CO₂濃度は産業革命前(280 ppm)の倍以上に上昇し、気温は2~8度C上昇する。
2. 排出削減が遅れると、厳しい気候変動が起こるリスクが増大する。



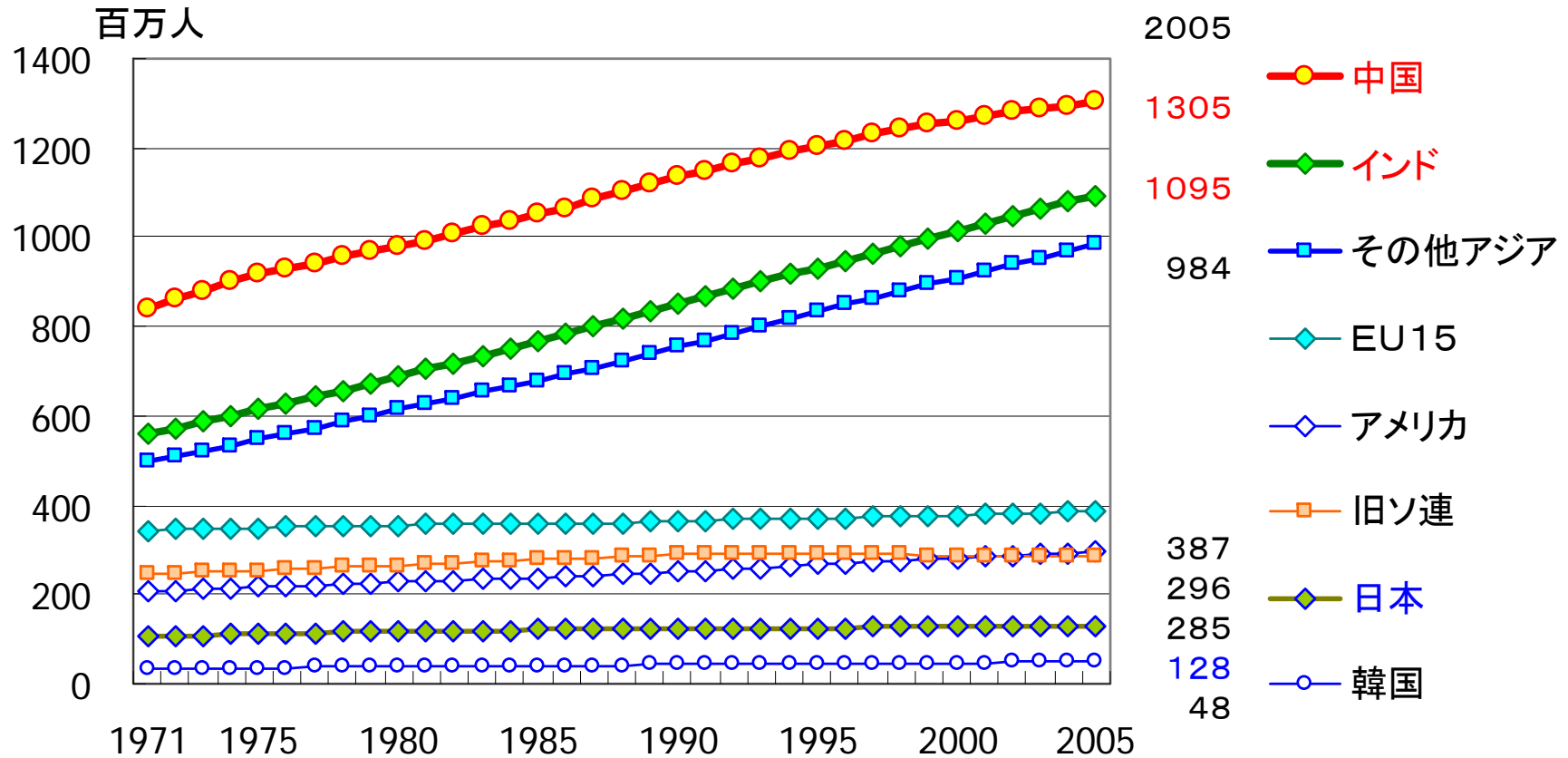
出所: IPCC第4次評価統合報告書

2.1 主要国の人口

1. 2005年の世界人口は64.1億人

中国:第1位、インド第2位。その他アジア(日本、韓国を除く)はこれに次ぐ。

2. 中国の人口は16億人程度でピークアウトし、いずれインドが追い抜く勢い。

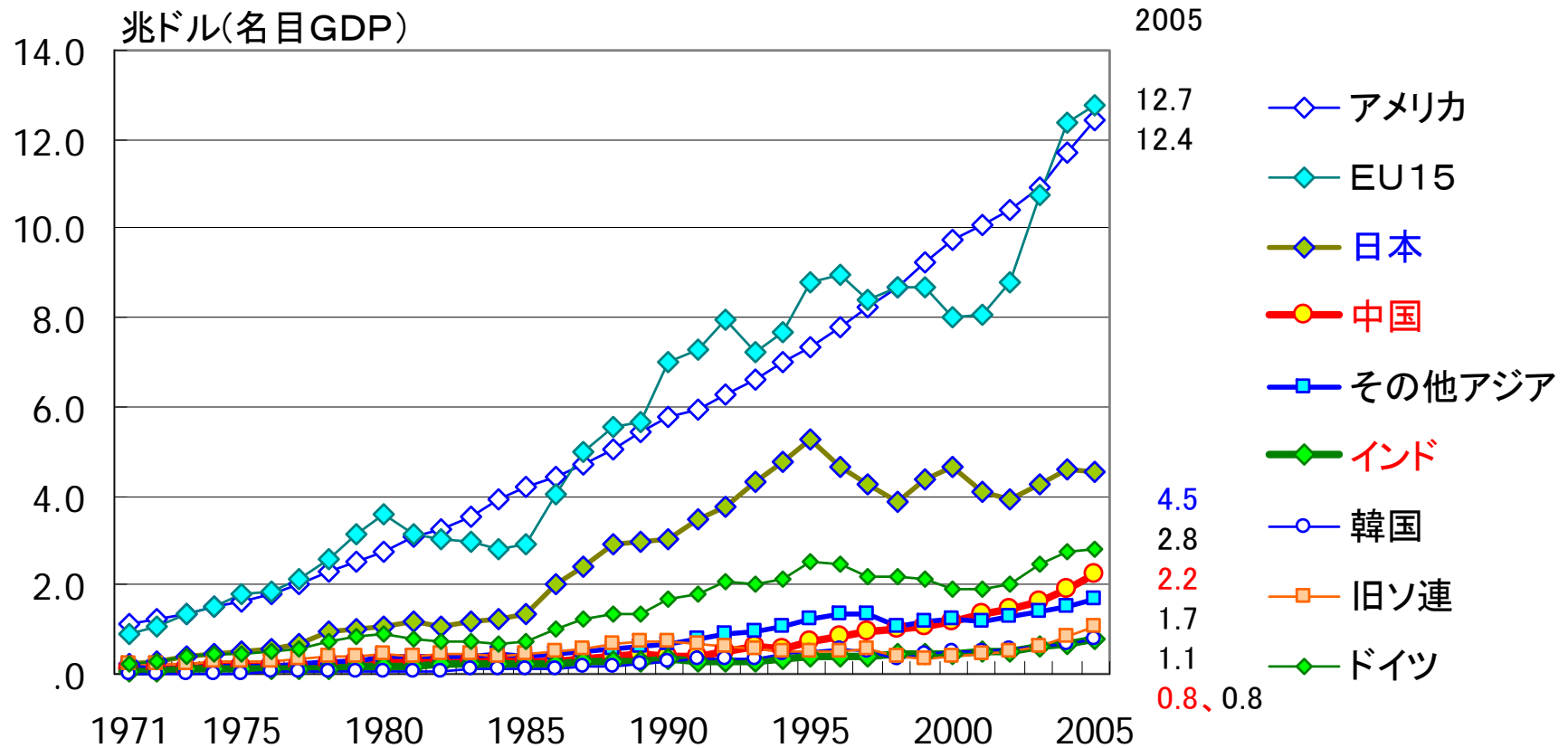


出所:日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」

2.2 主要国の名目GDP



- 1. 中国は2008年にもドイツを抜き、米国、日本に次ぐ世界第3位の経済大国になる。
- 2. インドは2005年に韓国に追いついた。

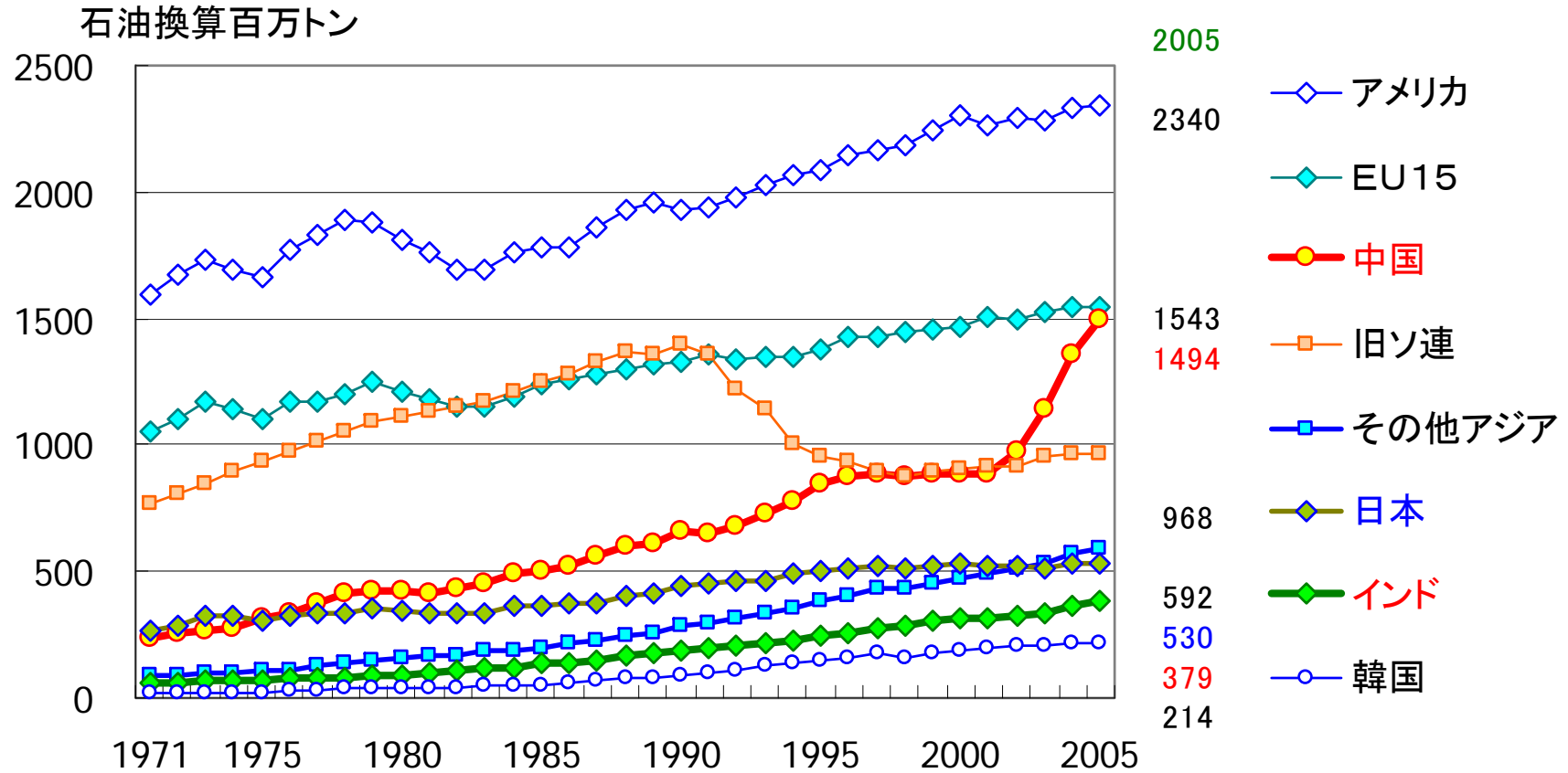


出所: 日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」

2.3 主要国の一次エネルギー消費量



1. 中国のエネルギー消費は2000年以降急増し、2007年にはEU27ヶ国を追い抜いた。
2. インドのエネルギー消費は中国の1/4程度にとどまっている。

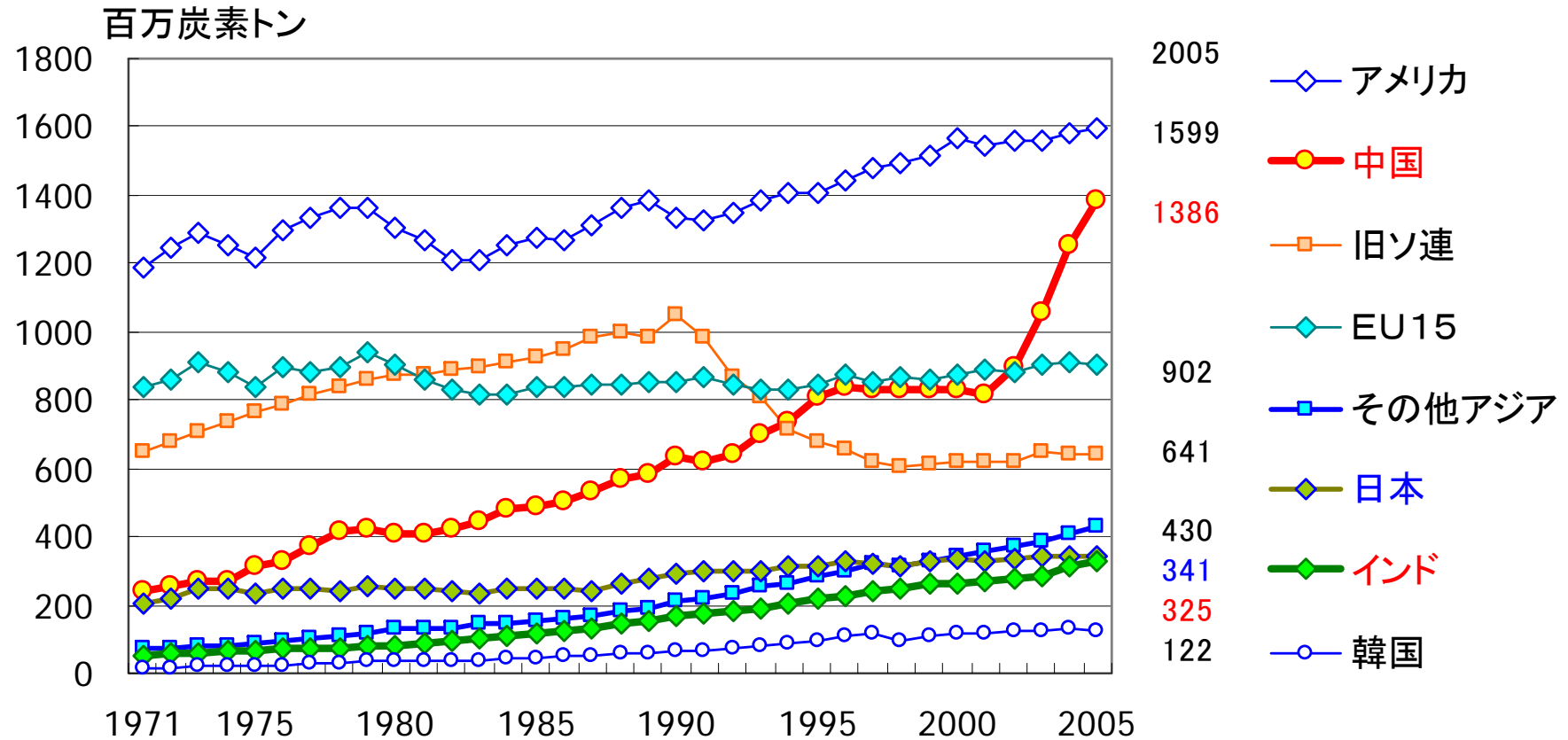


出所: 日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」

2.4 主要国のCO₂排出量



1. 中国では石炭がエネルギー供給の70%を占めており、CO₂排出量はアメリカに追いつく勢いで増加している。
2. インドでも石炭の比率は50%を越えており、CO₂排出量増加の勢いは強い。

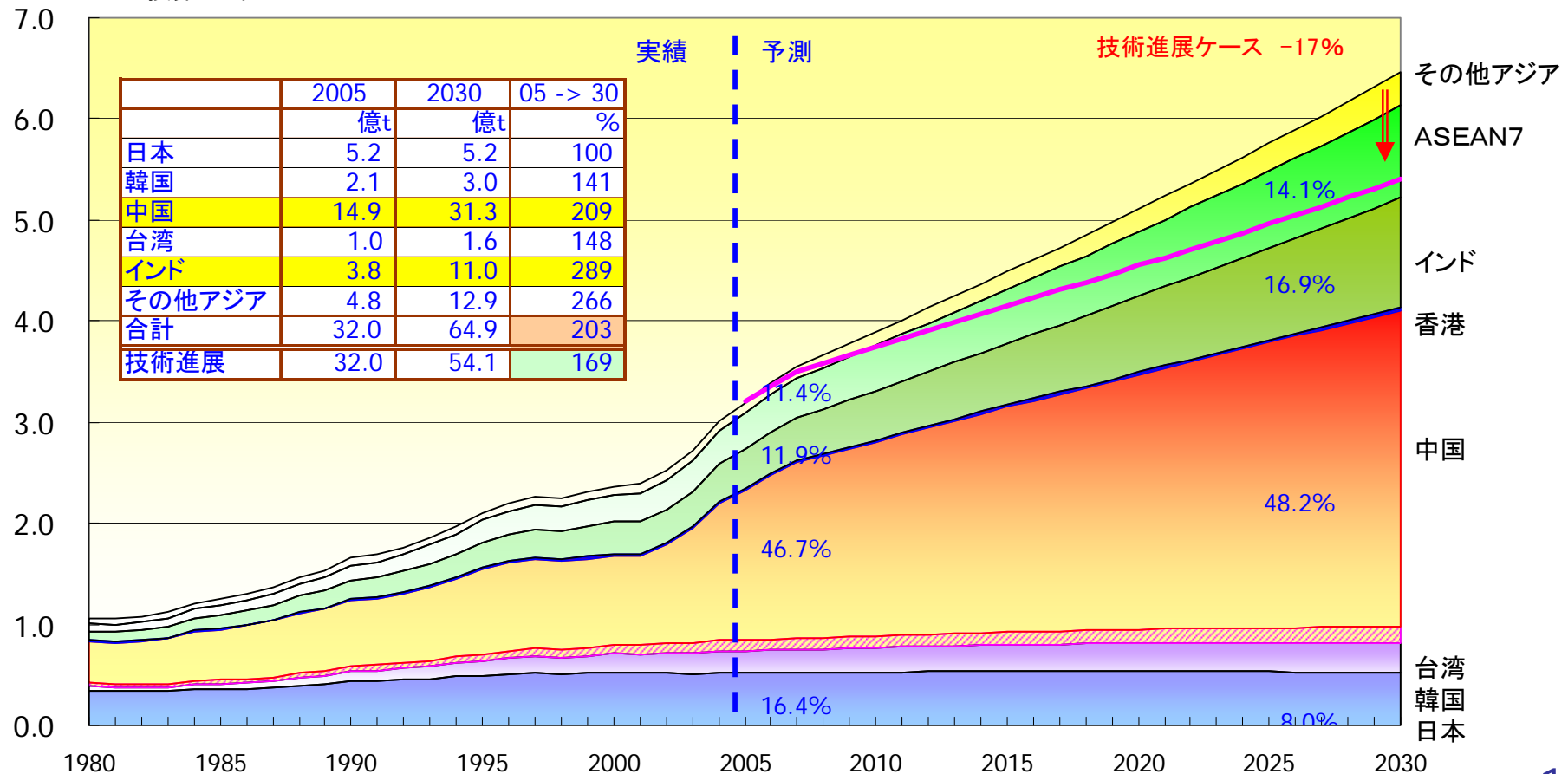


出所: 日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」

2.5 東アジアのエネルギー見通し

1. 先進国でも米国や欧州では今後もエネルギー消費が増加すると見込まれる。
→ 日本は微減。韓国・台湾では緩やかな増加が続く。
2. エネルギー消費増加の3/4は発展途上国で起きると見込まれる。
→ 先進国の消費削減、途上国の消費増加の抑制が必要とされる。

石油換算 10億t



2.6 東アジアのエネルギー構造



1. 日本・韓国・台湾では「石油＋石炭＋天然ガス」がエネルギー消費の太宗を占めている。
2. 中国とインドは石炭中心で環境対策（排煙処理や燃料転換）の強化が必要。
3. 日本・韓国・台湾はエネルギー供給の太宗を輸入に頼っているが、中国の輸入依存度は12%、インドは32%。
 - ・ 日本・韓国・台湾 ⇒ 安定的な供給先の確保
 - ・ 中国とインド ⇒ 量の確保が最優先

2007年	一次エネルギー消費(石油換算百万トン)						構成比				
	石油 百万トン	天然ガス 百万トン	石炭 百万トン	原子力 百万トン	水力 百万トン	合計 百万トン	石油 %	天然ガス %	石炭 %	原子力 %	水力 %
日本	229	81	125	63	19	517	44.2	15.7	24.2	12.2	3.7
韓国	108	33	60	32	1	234	46.0	14.2	25.5	13.8	0.5
中国	385	63	1318	14	109	1890	20.4	3.3	69.8	0.8	5.8
台湾	52	11	41	9	2	115	45.6	9.2	35.7	8.0	1.5
北東アジア	721	178	1503	110	129	2641	27.3	6.7	56.9	4.2	4.9
東南アジア	211	110	84	0	18	423	49.8	26.0	19.8	0.0	4.3
インド	129	36	208	4	28	404	31.8	8.9	51.4	1.0	6.8
世界	3953	2638	3178	622	709	11009	35.6	23.8	28.6	5.6	6.4

出所: BP統計

3.1 中国の概況 (1)

・国名	中華人民共和国				
・人口	13.3億人(2007年)				
・国土面積	960万km ²				
・首都	北京				
・民族	漢民族(92%)および55の少数民族				
・宗教	仏教・イスラム教・キリスト教など				
・国家元首	胡錦濤 国家主席				
・GDP 総額	32,418億ドル(2007年)				
・一人当たりGDP	2,440ドル(2007年)				
・ADB見通し(%)	2005	2006	2007	2008	2009
GDP成長率	10.4	11.7	11.9	10.0	9.5
インフレ率	1.8	1.5	4.8	7.0	5.5
経常収支比率	7.2	9.4	11.3	8.3	6.1

出所:外務省、IMF、ADB

3.2 中国の概況 (2)

・石油資源	155 億バレル (世界の1.3%)
・ガス資源	1.9 兆立米 (世界の1.1%)
・石炭資源	1,145 億トン (世界の13.5%)
・一次エネルギー供給量	石油換算18.6億トン (2007年)
1人あたり	1.40 トン/人
GDPあたり(2007年価格)	0.57 トン/千ドル
・エネルギー起源CO ₂ 排出量	51 億トンCO ₂ (2005年)
・エネルギーの輸入依存度	12.1 % (2007年)
・石油の輸入依存度	51.5 % (2007年)
・原油の中東依存度	44.6 % (2007年)

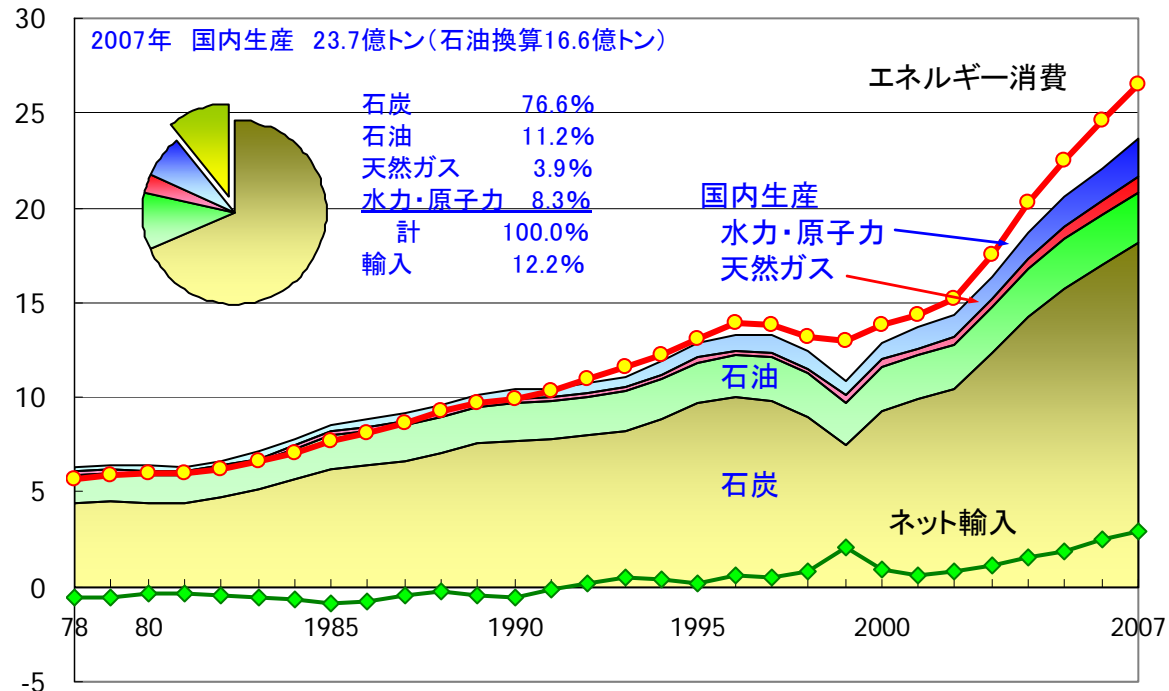
出所:BP統計、IMF、China OGP

3.3 中国:エネルギー構成と需給バランス



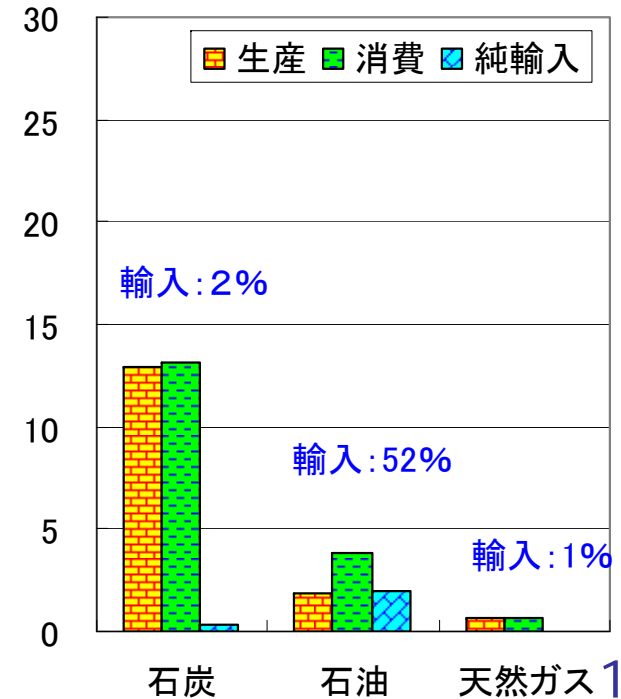
1. 1978年の改革開放以来、製造業の成長を背景にエネルギー消費は増加を続けてきた。2000年以降エネルギー消費は急拡大している。
2. 中国は世界最大の石炭生産・消費国で、石炭がエネルギーの約7割を占めている。
3. 石油生産量は世界5位だが、輸入依存率は5割で、さらに上昇傾向にある。
4. 天然ガスの消費は僅かだが、今後は増加の方向。

標準炭換算 億トン エネルギー供給の推移



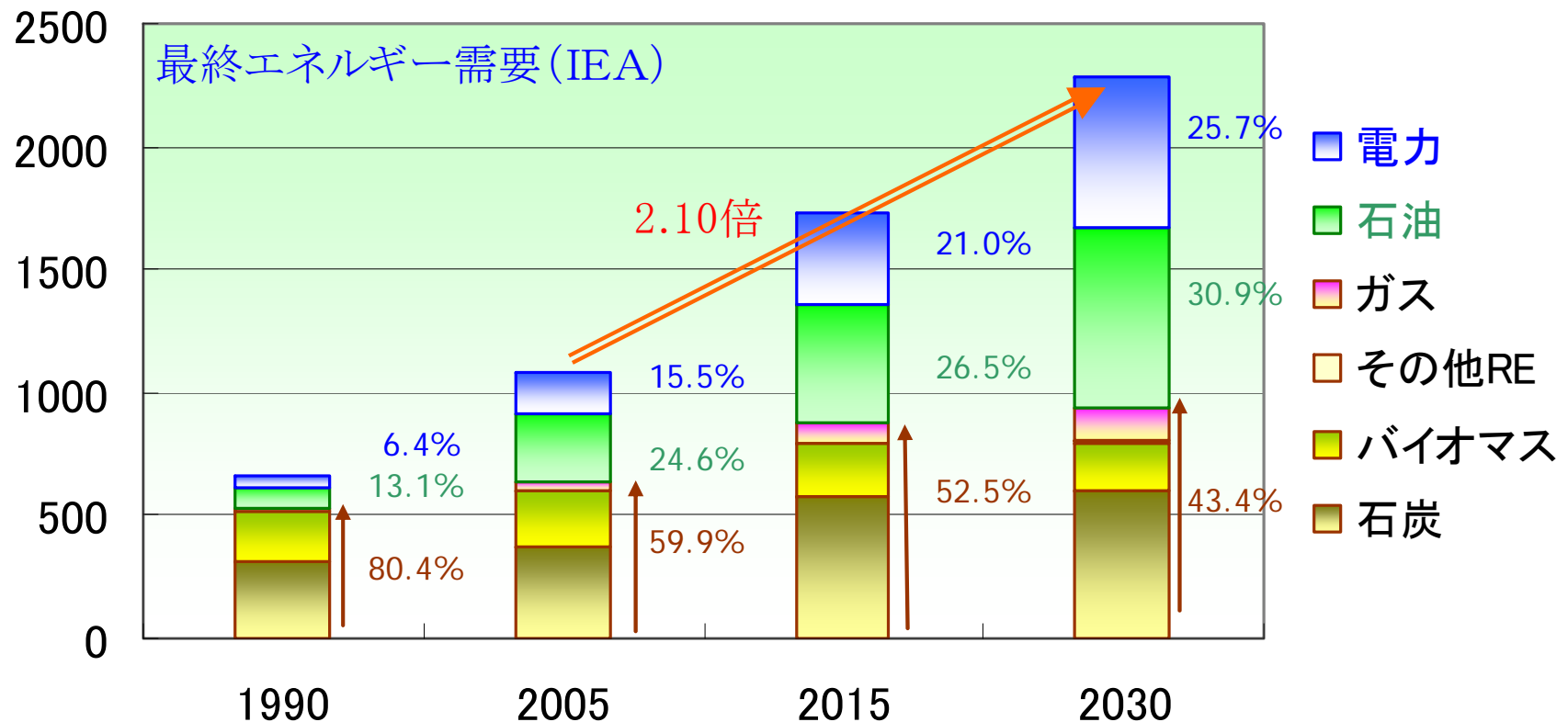
出所: 中国統計年鑑、BP統計

2007年の需給バランス



3.4 中国のエネルギー見通し

1. 経済成長にともない、近代型エネルギー（自動車燃料、電気、ガス）の需要増加が著しい。
2. 中でも電力需要の増加は著しく、2003年頃より電力不足が顕在化した。
3. 今後もエネルギー需要は着実に増加すると見込まれる。

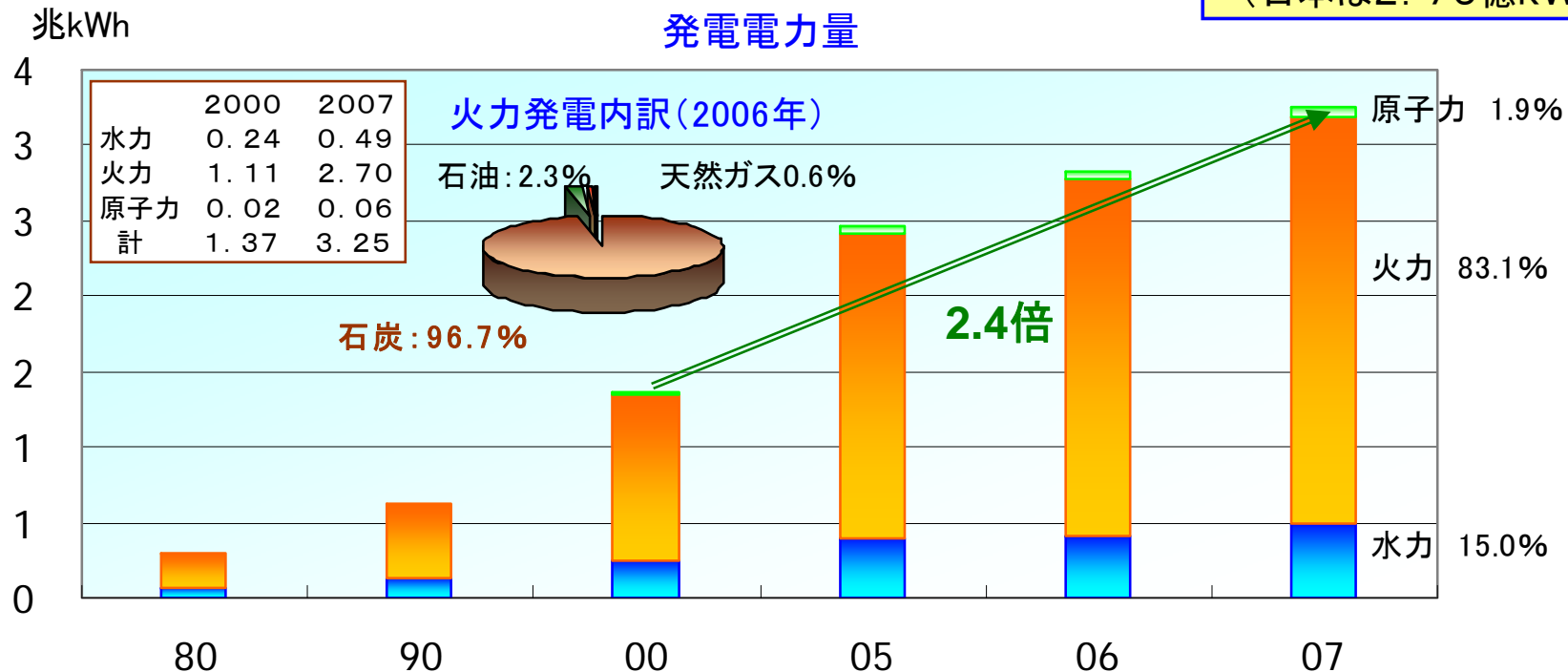


3.5 中国の電力供給



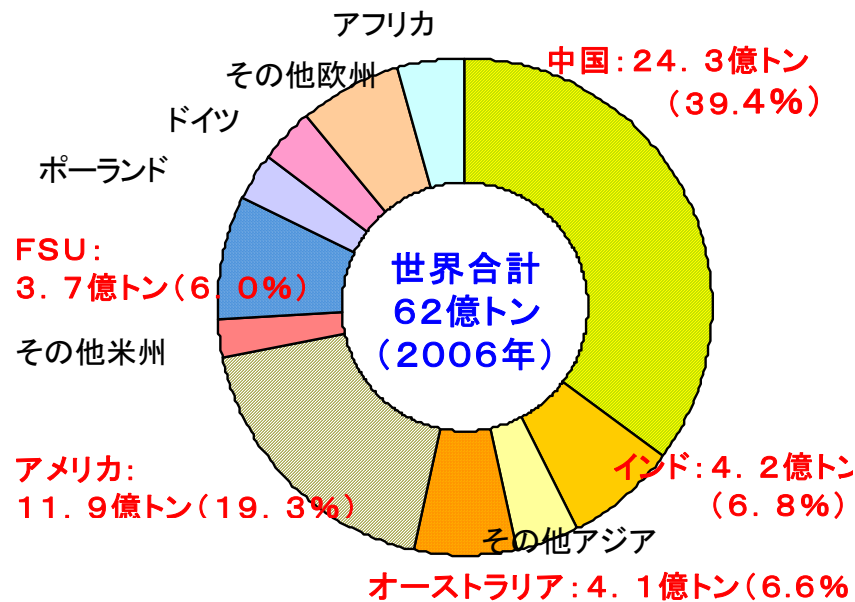
1. 経済成長にともない、電力需要は2000年対比で2.4倍になった。
2. 電力需要の増加には石炭火力の大增設で対応してきた。2007年には発電能力が需要に追いついてきたが、2008年1月の雪害による送電網の損壊、石炭の手当て難、石炭輸送能力不足などで、3000万kWの電力不足。

発電能力		
	2000	2007
	億kW	億kW
水力	0.79	1.45
火力	3.84	5.54
原子力	0.02	0.09
計	3.19	7.09
(日本は2.75億kW)		

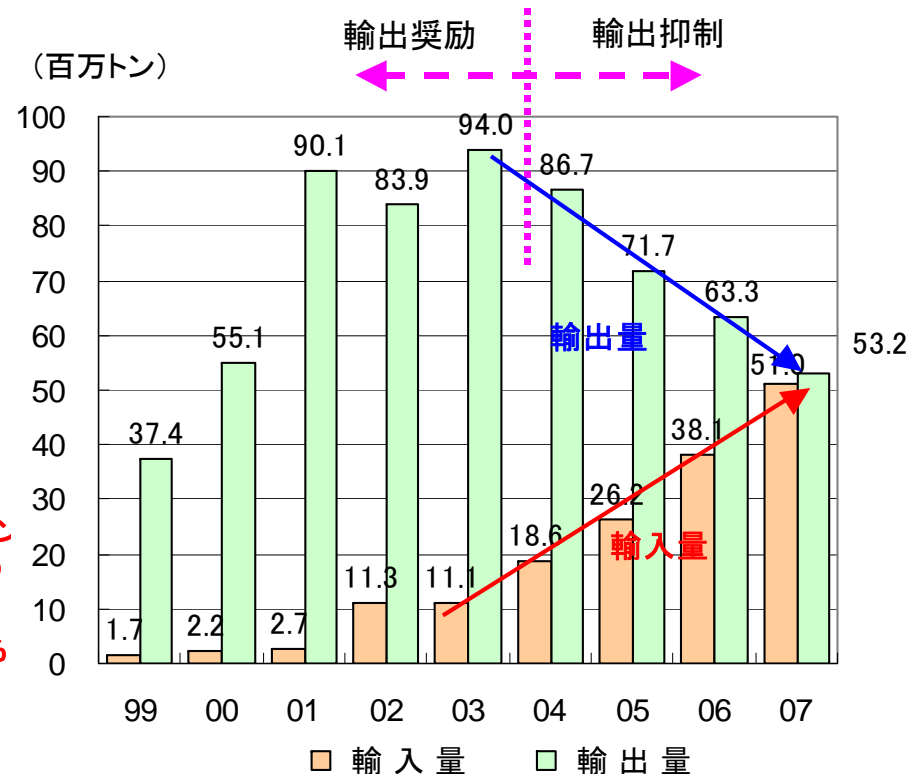


3.6 石炭がエネルギー需要を支える

1. 中国は世界最大の石炭生産国、石炭消費国
 - ・世界の生産量の40%を占め、米国の倍以上の石炭を消費している。
2. 石炭輸出国から石炭輸入国に（中国統計ではまだ輸出超過）
 - ・2004年を境に輸出奨励から輸出抑制に転じた。
 - ・国内産炭地域から遠い南部沿海地域で輸入が急増している。



出所: BP統計、中国煤炭工業年報、中国海関統計など



3.7 石炭を巡る課題

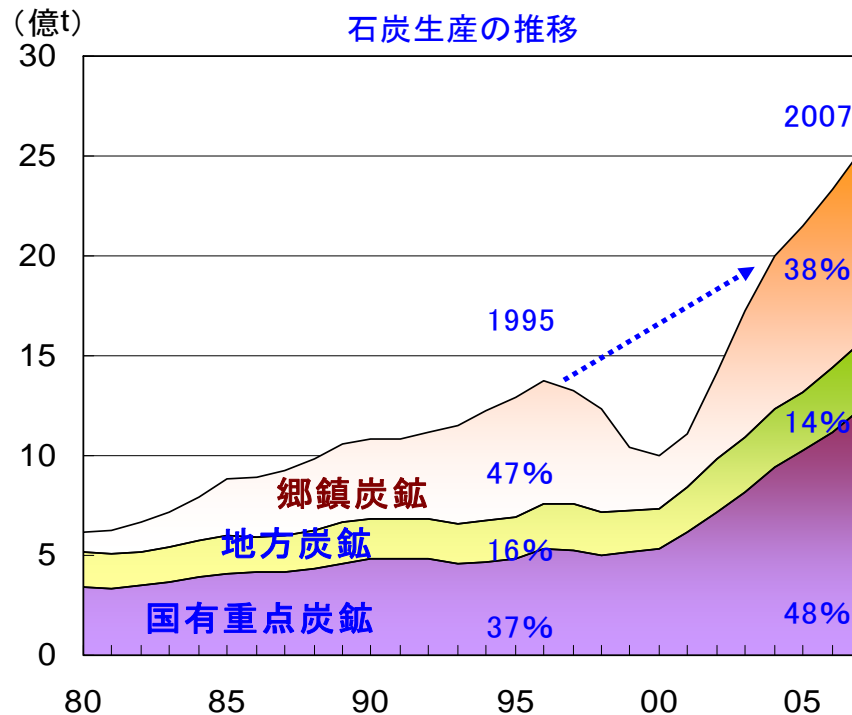


1. 零細な郷鎮探鉱のシェアが高い。

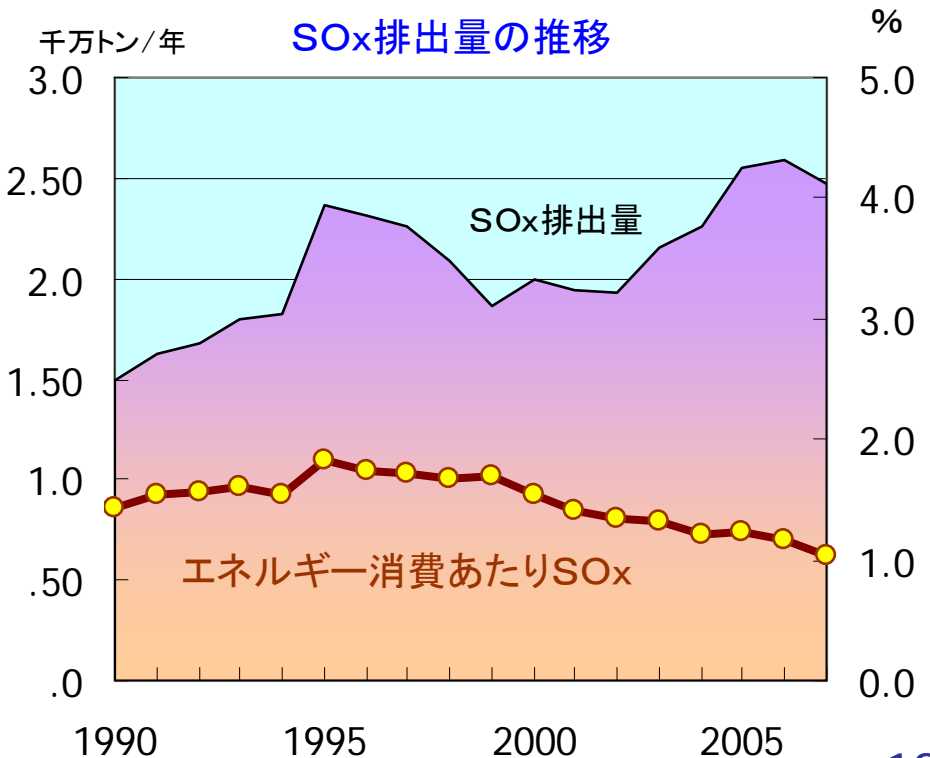
- ・ずさんな経営と高い事故率(年間の死者5000人超)、高硫黄、低品質炭の生産
- ・零細探鉱の閉鎖:炭鉱数は10万ヶ所が2万ヶ所に

2. 深刻な環境汚染

- ・SOxの排出量は世界一(米国の倍、日本の30倍):5大電力の脱硫装備率=62%
- ・2010年までに10%の削減を目指している。



出所: 中国煤炭工業年報

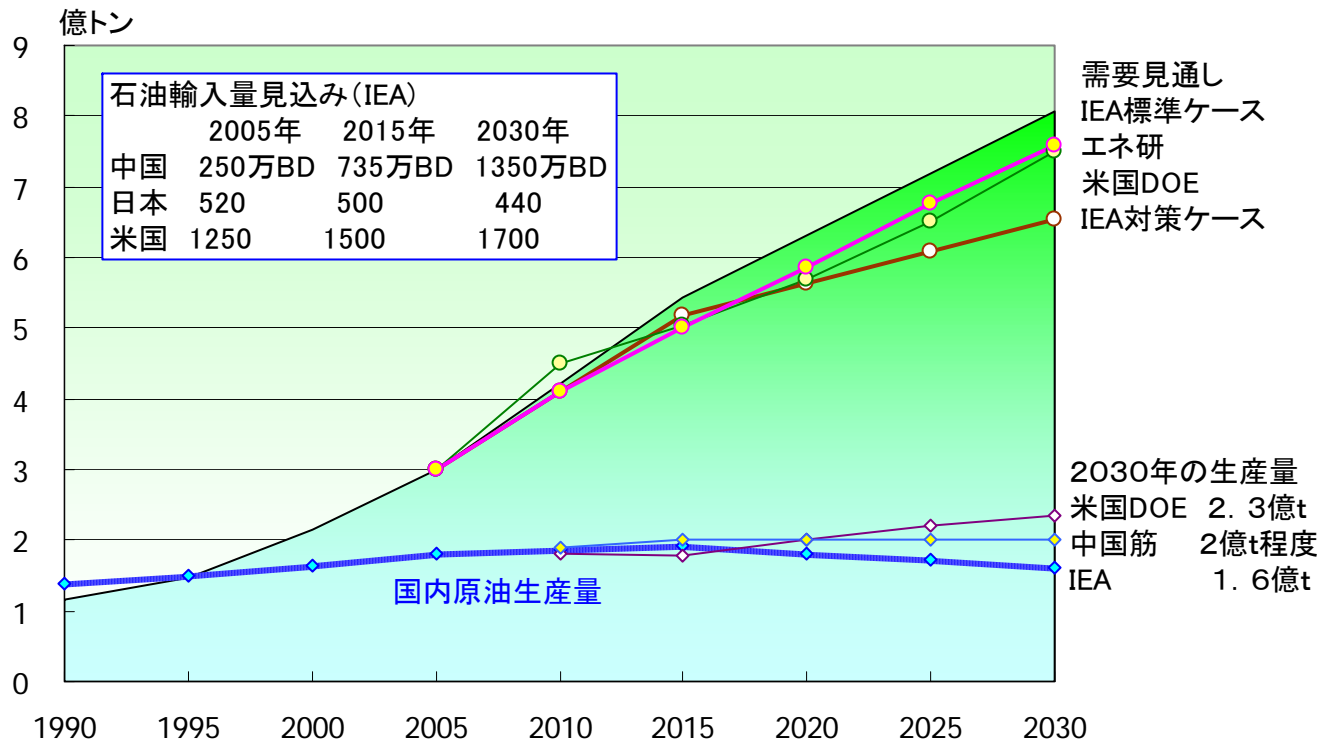


出所: 中国環境統計

3.8 中国の石油動向

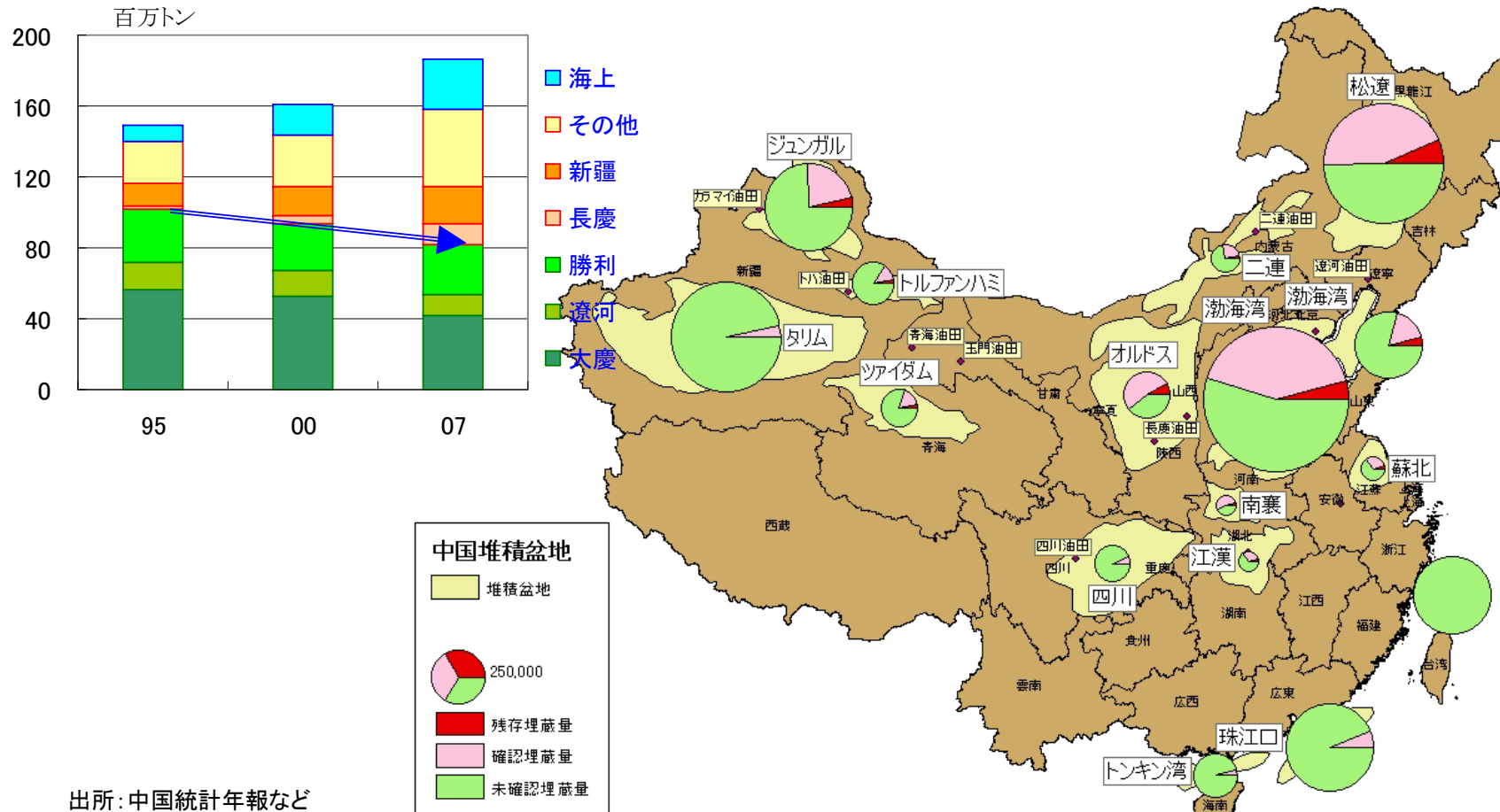
1. 中国の石油需要は今後も大幅な増加が見込まれる。
 - ・自動車中心型交通政策が続いてきた。(高速道路は3万km以上が完成)
 - ・内陸での輸送が必要+中国人の個人志向の強さ
2. 大慶油田などの大型油田の老朽化が進み、国産原油の生産は横ばい程度で推移しよう。需要増を賄うため、石油輸入の大幅増加は避けられない。

→ 2030年までに輸入量は1100万BD増加 = 実現可能性は疑問 !!



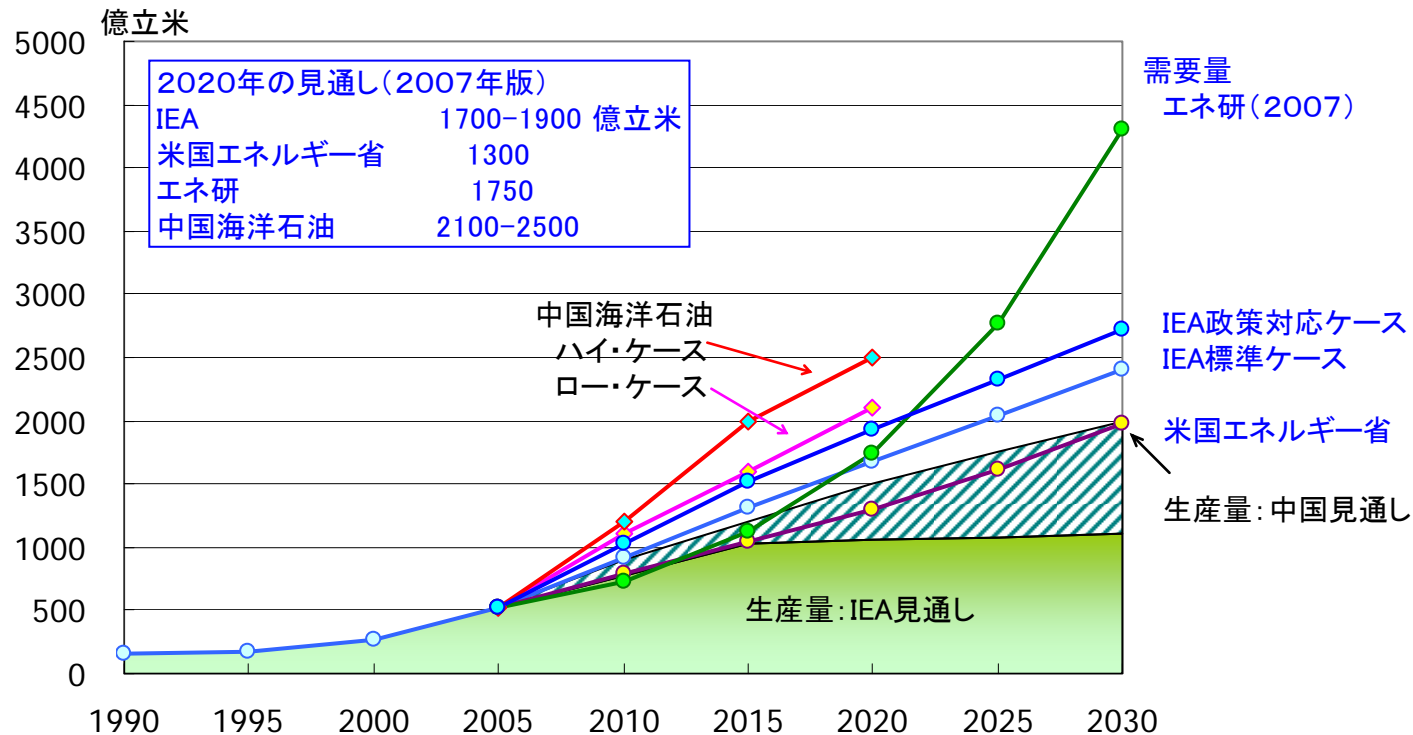
3.9 中国の石油資源と石油生産

1. 中国の原油確認埋蔵量は155億バーレルでR/Pは11.3年(2008年BP統計)
2. 確認埋蔵量の大半は大慶、勝利などの東部に分布:老朽化・減退の方向
3. 新規油田の生産が増加しているが、需要増には追いつかない。

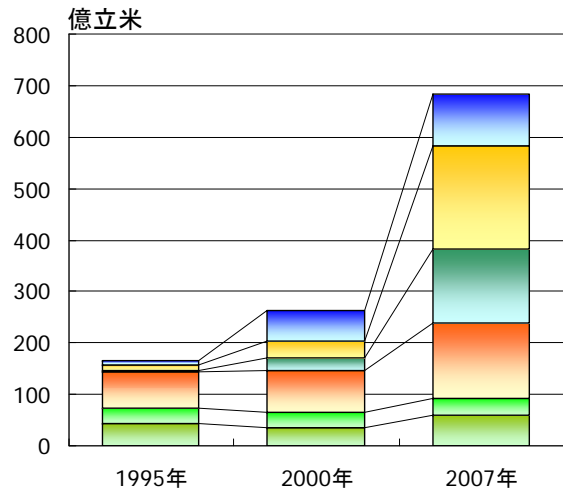
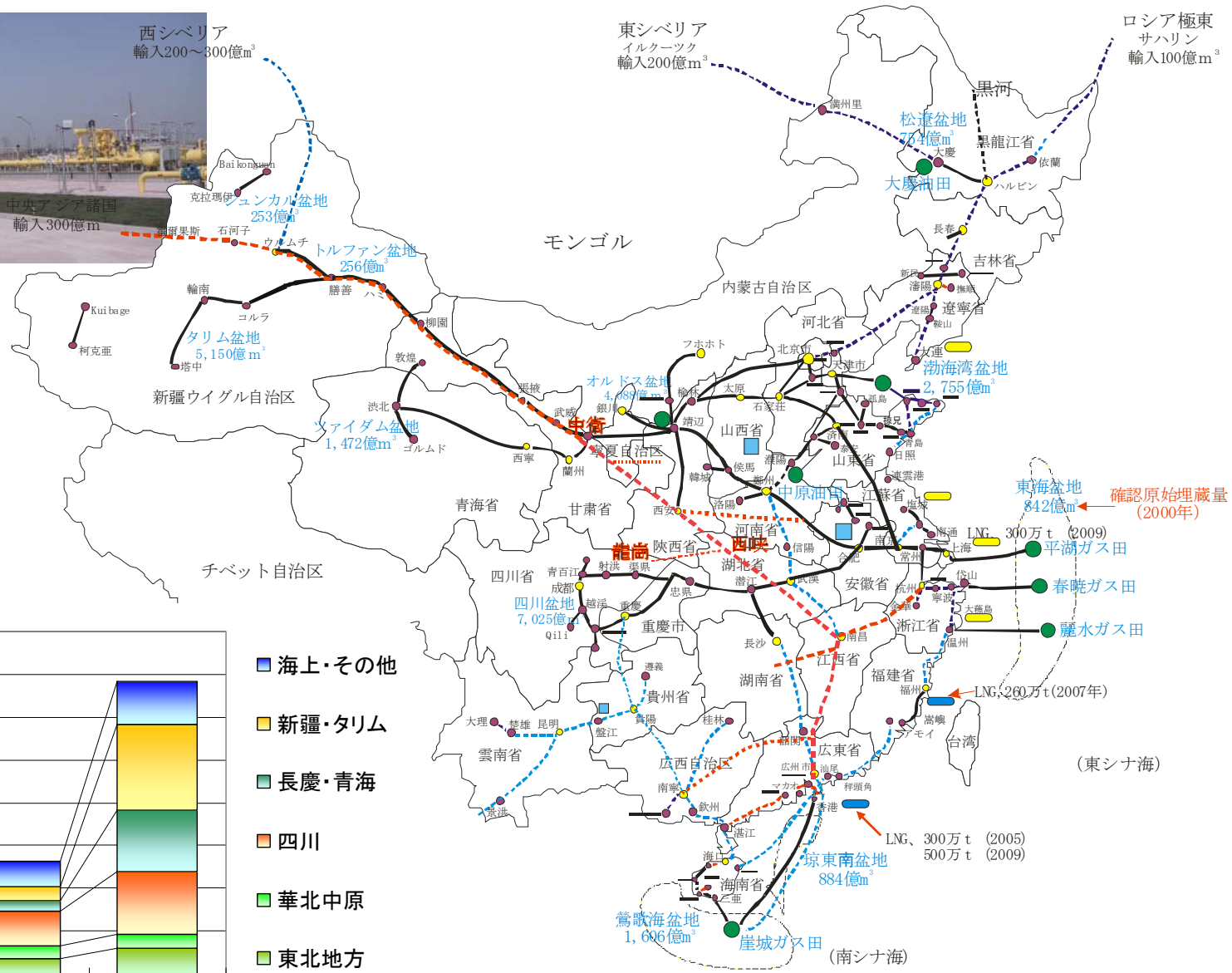


3.10 中国の天然ガス見通し

- 中国の天然ガス需要や生産見込みについて、IEAや米国DOEなどはかなり低めの見通しをとっている。これに対し、中国国内では潜在需要をもっと大きく見ている。
 - 天然ガス需要の本格化にともない、新規大型ガス田の発見(普光、龍崗など)やCBMの開発が進んでいる。
 - LNGのほか、中央アジアやロシアからの輸入も具体化の方向にある。
- 省エネ強化ケースでは、石炭や石油から天然ガスへの転換がすすみ、天然ガスの需要は増加する。



3.11 中国の天然ガス導入計画



出所: 国際石油経済などより編集

3.12 中国のエネルギー政策

1. エネルギー政策推進機関: 国家能源局

- ・2003年3月 国家発展改革委員会にエネルギー(エネルギー)局を設置
⇒ 国家計画としてのエネルギー計画(目標)を策定
- ・2005年5月 温家宝首相を長とする国家エネルギー指導小組を設立
⇒ エネルギー政策を立案、審議する指導者グループ
- ・2008年3月 同小組を国務院に所属する国家エネルギー委員会に格上げ
能源局を国家能源局に格上げ

2. 重点課題

- ・エネルギー安全保障の強化: エネルギー戦略の強化、エネルギー構造の調整、
- ・エネルギー産業政策、市場政策、国営企業改革
- ・省エネルギーの推進
- ・新・再生可能エネルギーの推進

3. エネルギー安全保障政策

- ・国産エネルギー・代替エネルギーの開発促進(石油、ガス、CCT, 原子力、NRE)
- ・省エネルギー促進
- ・海外自主開発の推進
- ・石油輸入減の多様化・産油国との関係強化
- ・石油備蓄制度の整備

3.13 第11次5ヶ年計画 (2006-2010)



計画から規画(企画)へ: 数値目標からガイドラインへ

1. エネルギーに関する数値目標=省エネルギーの推進

経済成長率:7.5%(2020年は2000年の4倍)を前提にGDP原単位を2010年までに20%削減

2. エネルギーセクターの重点施策

- ・石炭:秩序ある発展 ⇒ 小規模炭鉱の閉鎖、大型石炭基地の整備
- ・石油・天然ガス:発展加速 ⇒ 国内・海外開発、LNG建設、国家備蓄拡張
- ・電力:積極的発展 ⇒ 火力発電高度化(小規模火力の閉鎖)、原子力開発
- ・再生可能エネルギー:強力発展 ⇒ 一次エネルギー供給でのシェア拡大
- ・省エネルギー:政策措置強化 ⇒ 省エネ指標設定、ガイドライン策定
重点分野での省エネ推進:10大産業 x 100社

評価

① 経済成長率は10%を超える大幅超過

- ・エネルギー消費は2010年の目標値を2007年には突破した。
- ・最終的には15%—30%の目標超過となろう。

② SO_x排出量は2007年に初めて前年を下回った。

- ・2010年までに10%削減という目標は実現できるかもしれない。

4.1 インドの概況 (1)

・国名	インド共和国				
・人口	11.7億人(2007年)				
・国土面積	329万km ²				
・首都	ニューデリー				
・民族	アーリヤ族、ドラビダ族、モンゴロイド族				
・宗教	ヒンドゥー教80.5%、イスラム教13.4%、キリスト教ほか				
・国家元首	プラティバ・デヴィシン・パティル大統領				
・首相	マンモハン・シン				
・GDP 総額	11,398億ドル(2007年)				
・一人当たりGDP	975ドル(2007年)				
・ADB見通し(%)	2005	2006	2007	2008	2009
GDP成長率	9.4	9.6	9.0	7.4	7.0
インフレ率	4.4	5.4	4.7	11.5	7.5
経常収支比率	-1.2	-1.1	-1.5	-3.1	-3.6

出所:外務省、IMF、ADB

4.2 インドの概況 (2)

・石油資源	55 億バレル(世界の0.4%)
・ガス資源	1.06 兆立米(世界の0.6%)
・石炭資源	565 億トン(世界の6.7%)
・一次エネルギー供給量	石油換算4.04億トン(2007年)
1人あたり	0.35 トン/人
GDP(2007年価格)あたり	0.35 トン/千ドル
・エネルギー起源CO ₂ 排出量	12 億トンCO ₂ (2005年)
・エネルギーの輸入依存度	31.6%(2007年)
・石油の輸入依存度	71.0%(2007年)
・原油の中東依存度	67.4%(2004年)

出所:BP統計、IMF,

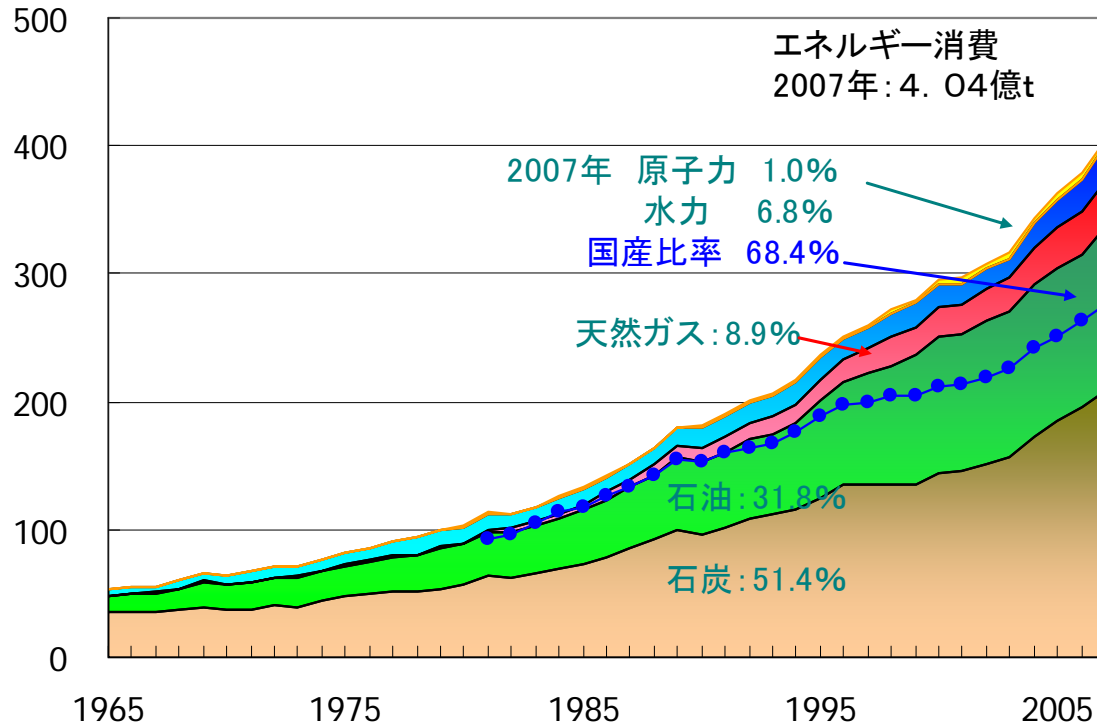
4.3 インド:エネルギー構成と需給バランス



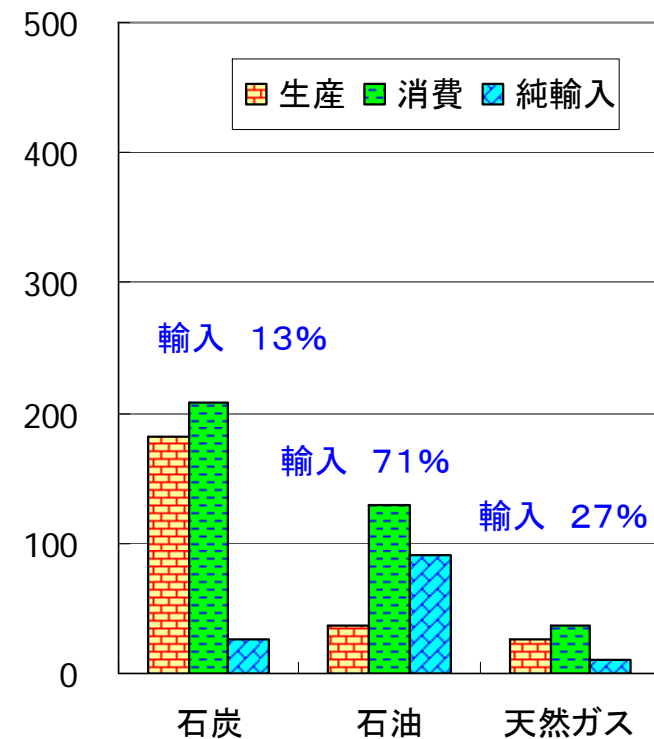
- 1. 1990年代以降、経済自由化政策により成長軌道に乗ったインドでは、エネルギー需要が急速に増加している。
- 2. 石炭は7割が国産でまかなわれているが、国内資源があまり豊かではない石油は70%以上を輸入に頼るようになった。

石油換算百万トン

一次エネルギー供給



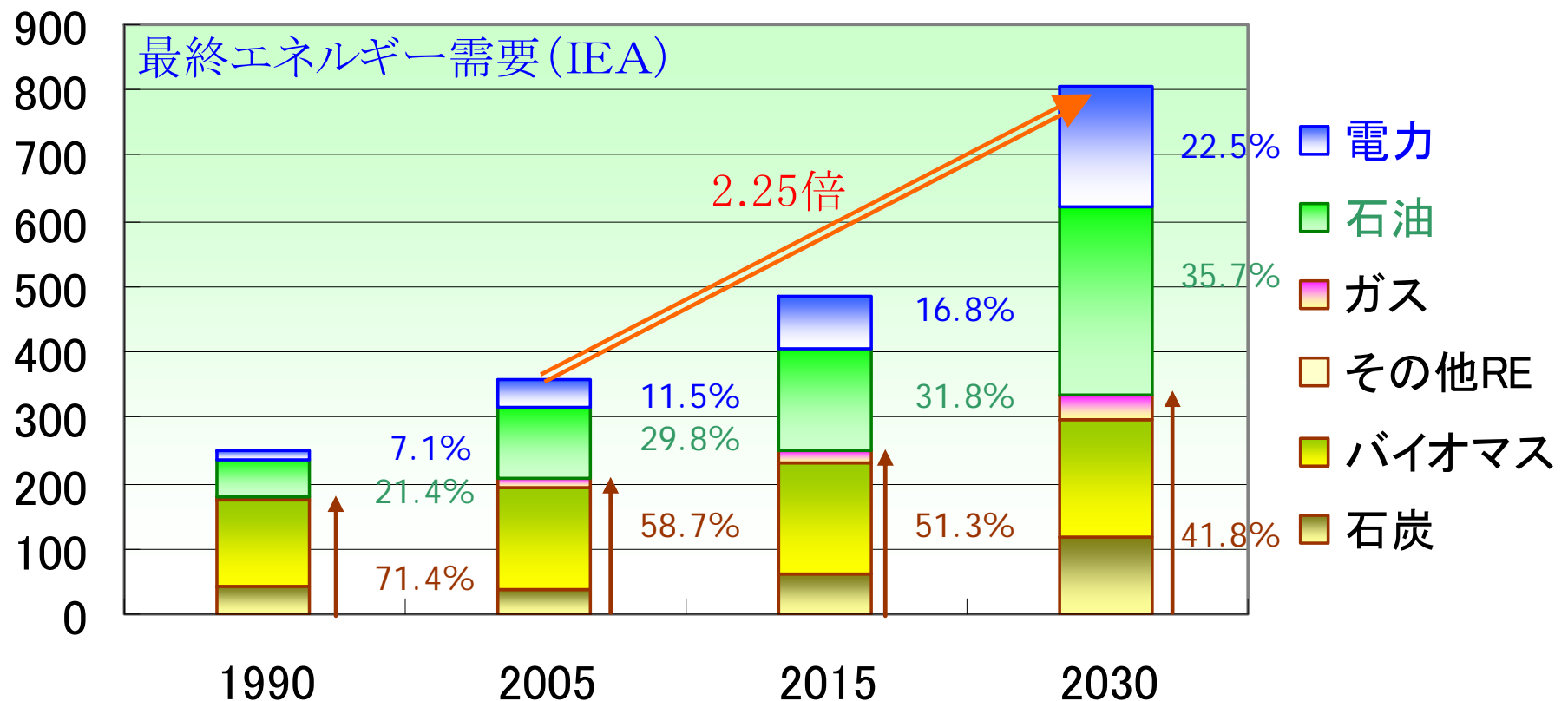
需給バランス



出所:BP統計

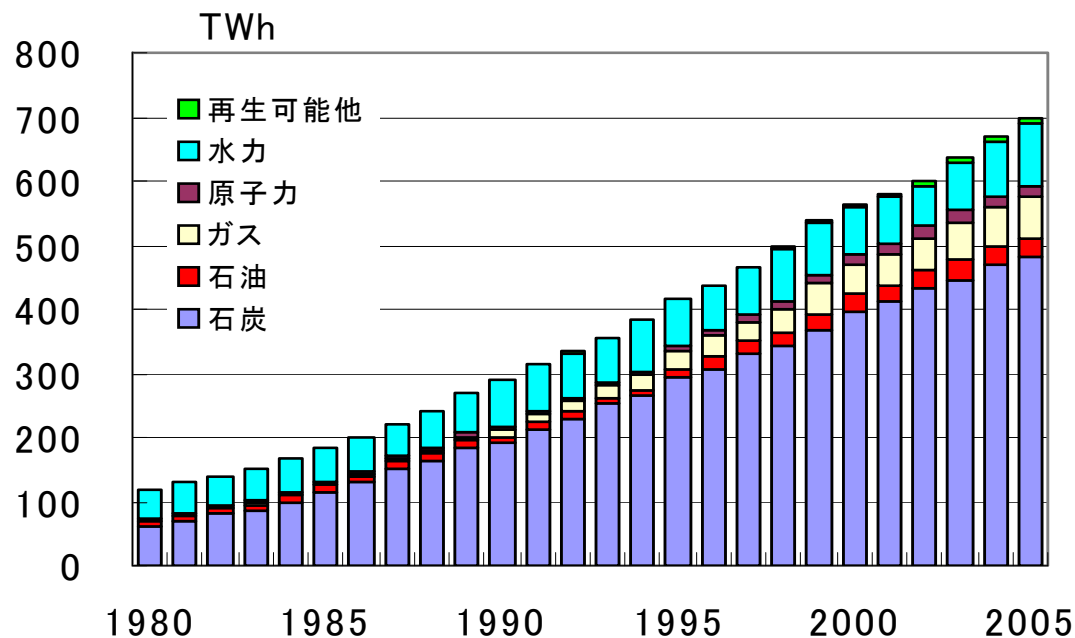
4.4 インドのエネルギー見通し

1. インドでは今後も経済成長が続き、エネルギー消費は2030年までに2倍以上に増加すると見込まれる。
2. なかでも近代化に伴い電力需要と、自動車用燃料である石油輸需要の伸びが大きいと見込まれる。



4.5 インドの電力事情

1. インドの電力供給は2002年から2007年までの5年間に3割強増加したが、供給は慢性的に不足しており、ピーク時の電力不足は16%を越えている。
(電力省 報告)
2. 火力発電が全体の2/3を占め、近年の需要増加は石炭火力の新增設でまかかってきた。なお、水力の比率が比較的高い。
3. 供給確保とCO2排出抑制への対処をどのように進めるかが今後の課題である。



州政府	75.9GW
中央政府	48.5
民間	21.2
合計	146.6

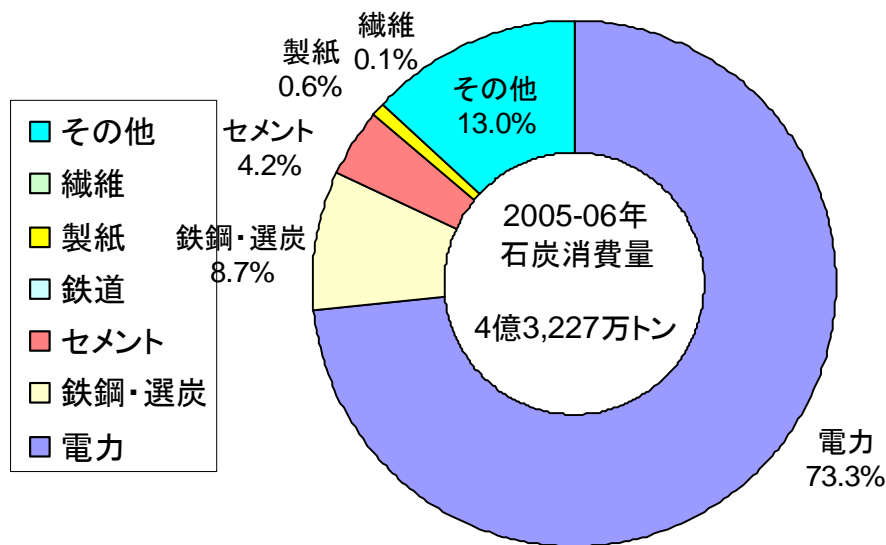
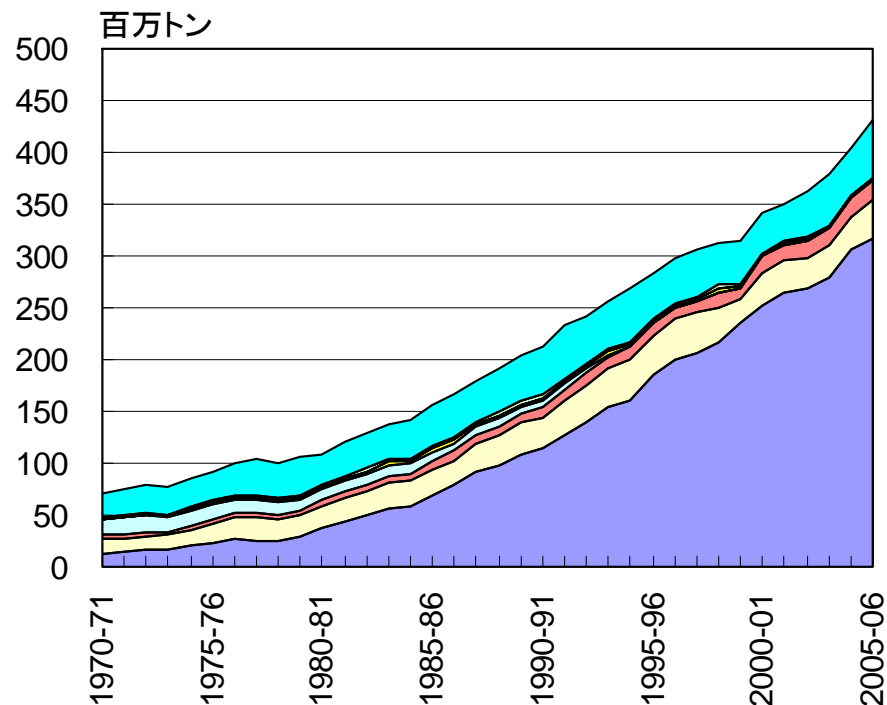
火力発電	64.6%
石炭	53.3
ガス	10.5
石油	0.9
水力	24.7
原子力	2.9
再生可能	7.7
合計	100.0

4.6 インドの石炭事情

石炭消費量: 2005-06年4.32億t(前年比6.8%増)

- 1970-71年から2005-06年まで年平均伸び率5.3%、特に電力は同9.5%
- 電力3.2億t(シェア73.3%)、鉄鋼(選炭含む)0.38億t(同8.7%)、セメント0.18億t(同4.2%)、その他0.56億t(同13.7%)
- 電力・鉄鋼・セメントの石炭多消費産業で全体の86.3%

生産:	4.37 億t
輸入:	0.39
消費:	4.32
輸出:	0.02



出所: Ministry of Statistics and Programme Implementation, "Energy Statistics 2006"

4.7 インドの石炭資源分布

上位4州で全国埋蔵量の77%を占める。

瀝青炭(確定埋蔵量)
州

州	億トン
Jharkand	369
Orissa	175
West Bengal	115
Chhattisgarh	100
Andhara Pradesh	85
Madhya Pradesh	45
その他	86
合計	979

褐炭(確定埋蔵量) 42億トン

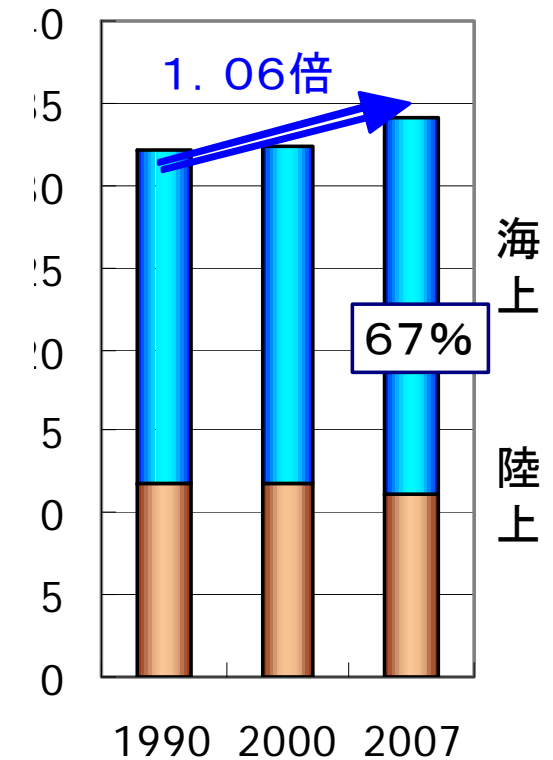
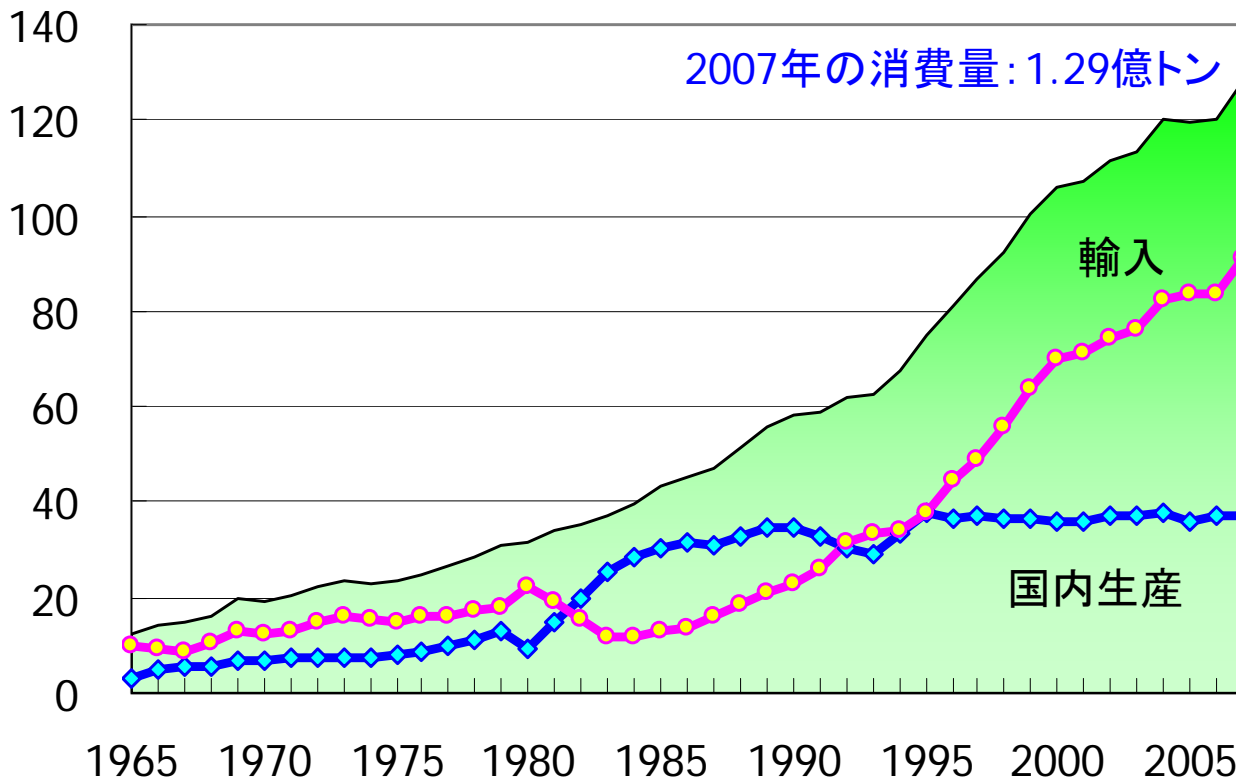
インドの石炭(瀝青炭)は灰分が多く(±40%)低品位で、火力発電やセメント焼成用は4000kcal/kg以下のものが中心。



4.8 インドの石油需給

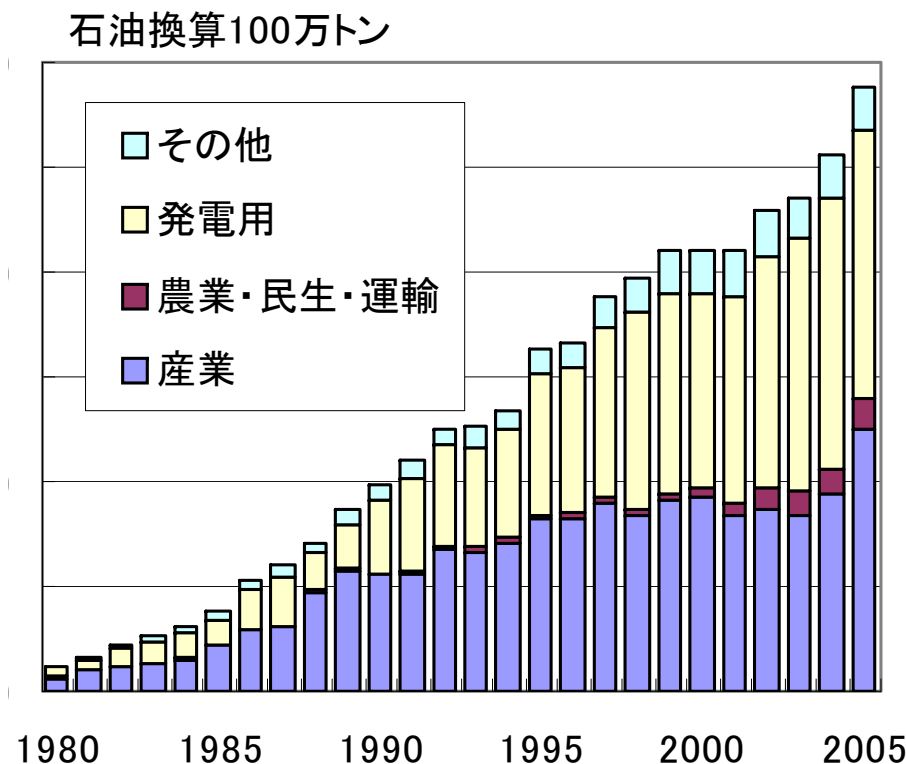
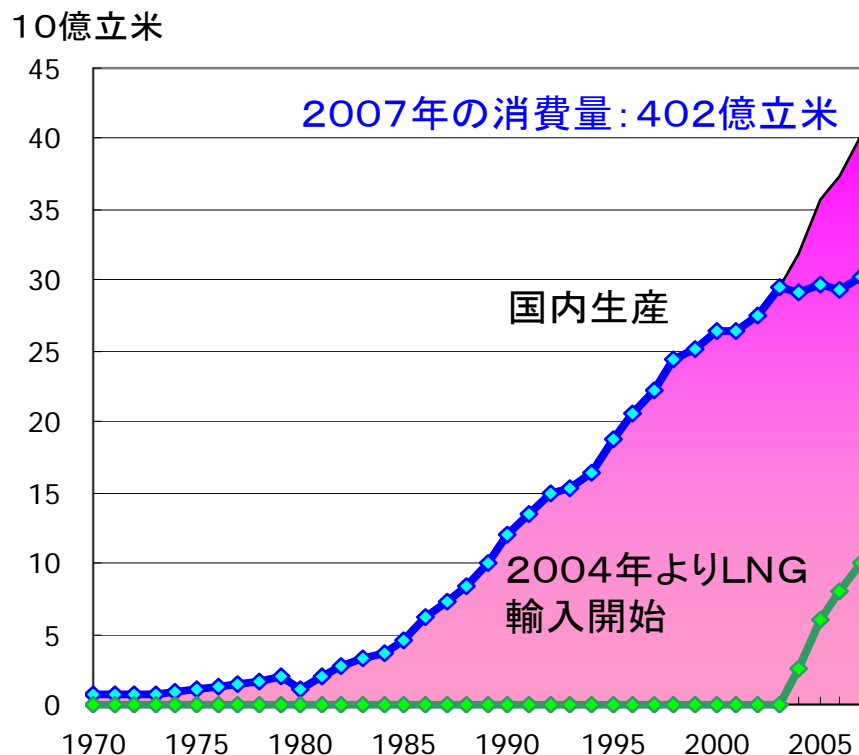
- 1. 1974年にムンバイ・ハイ油田が発見され、インドの石油開発は一躍活況を呈した。しかし、1980年代以降大きな発見はなく、国内生産は横ばいで推移。
- 2. 1995年には輸入量が国産を上回った。大規模発見がないかぎり、今後の石油需要増加への対応は輸入増加によらざるを得ない。

百万トン



4.9 インドの天然ガス需給

1. インドでは長い間ガス田に近い地域でのみ国産ガスの供給が行われてきた。用途は発電用と産業用がほとんどであった。
2. 国内のエネルギー需要の高まりを背景に2004年にはLNG輸入が開始された。
3. 最近、ベンガル湾で大型ガス田が発見され、今後は国産ガスとLNGの2本立てで天然ガス供給が進むだろう。



出所: BP統計、石油天然ガス省

4.10 インドの天然ガス開発計画



- ・2002年以降ベンガル湾深海（1500～2000m）で発見された大型ガス田の埋蔵量は50Tcfにも上ると伝えられる。
- ・2008年以降これらのガス田は順次生産開始の予定(??)で、LNG受け入れ基地とリンクした、全国パイプライン網の建設が検討されている。
- ・このほか、周辺諸国からのパイプラインによる天然ガス輸入計画も検討されている。



4.11 インドのエネルギー政策

1. エネルギー政策推進機関

- ・計画委員会: 国家経済基本計画(5ヶ年計画)の一部としてエネルギー計画を策定。
 - ・中央省庁(エネルギー別): エネルギー政策の実行を担当
 - 石油・天然ガス省、石炭省、電力省、非在来型エネルギー資源省、原子力庁
- ⇒ 5ヶ年計画は各省庁が独自に立案し、計画委員会が取りまとめる。
各省庁の動きと政策はバラバラで、非効率。

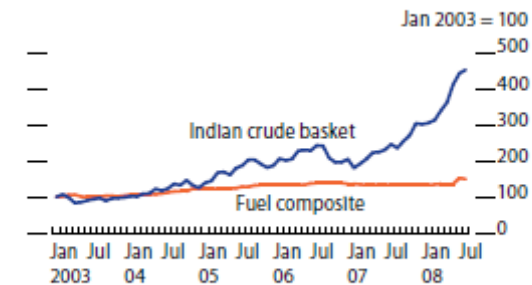
2. 政策で取り上げられている重点課題

- ・エネルギー安全保障・エネルギー戦略の強化
- ・エネルギー産業政策、市場政策、国営企業改革
- ・省エネルギーの推進
- ・新・再生可能エネルギーの推進

⇒最大の課題は政府補助金!!

GDP対比でエネルギー:2.2%、肥料:1.2%、食料0.8%(ADB試算)

3.4.9 Oil and fuel price indexes



Sources: Datastream; CEIC Data Company Ltd.; both downloaded 3 September 2008.

出所: ADB Outlook 2008

3. エネルギー安全保障政策

- ・国産エネルギー・代替エネルギーの開発促進(石油、ガス、CCT, 原子力、NRE)
- ・省エネルギー促進
- ・海外自主開発の推進
- ・石油輸入減の多様化・産油国との関係強化
- ・石油備蓄制度の整備

5.1 東アジアの直面する課題

1. 日本・韓国・台湾: エネルギー消費は安定 ⇒ 減少に向かう

・無資源国＝エネルギーは輸入頼み＝価格、数量両面での安定確保が必要。

2. 中国・インド: 経済発展のためエネルギーの供給増加が必要

1) 自給率は高いが、今後は石炭、石油、天然ガスなどの輸入が増加

⇒ 中印の国際展開は市場不安定化要因との懸念

2) エネルギーの生産、消費両面で合理化の余地は大きい

⇒ 経済構造のひずみや社会格差も

3) 深刻な環境負荷(大気汚染、地球温暖化)

2007年	米国	中国	ロシア	インド
消費(億トン)	23.6	18.6	6.9	4.0
生産(億トン)	16.4	15.6	12.5	2.8
自給率(%)	69.7	89.2	182.5	68.5

出所: BP統計

3. 注目点

1) エネルギーには国境がある＝エネルギーは戦略商品。

2) 経済の勢い: 中印とも輸出主導型で成長

・中国 製造業中心の経済。国際収支は大幅黒字を続けている。

・インド サービス・ソフトウェア中心＝国際競争が激しい。

エネルギー価格の上昇が国際収支を悪化させている。

⇒ エネルギー価格高騰と国際経済のスローダウンで、当面、両国とも国内資源依存を強めよう。しかし、エネルギー需要が拡大するのは確実で、長期的なエネルギー安定確保策の確立が重要である。

5.2 東ロシアのエネルギー・プロジェクト

1. 本格生産に移行中

	原油	天然ガス(LNG換算)
●サハリン-1	25万BD (2005年)	600 万トン
●サハリン-2	15万BD (一部出荷開始済)	960 万トン (2009年)

* サハリン-1の支配権はExxonMobilからガスプロムへ。
 * 2004年以降中国東北地方向け販売を打診するも進展していない。
 * LNGになる可能性もある。(原油出荷港デカストリが候補地)

2. 建設中

- シベリア横断原油パイプライン 原油160 万BD
 (ナホトカ向け:50百万トン + 中国向け: 30百万トン=80百万トン)
 * ロシアは2006年4月にスコボロディーノまでの「フェーズ-1」工事に着工。
 2009年末完成見込み。引続き「フェーズ-2」に着工する。

3. 構想を検討中

- 北東アジア天然ガスパイプライン構想 天然ガス
 340 億m³/年(LNG換算2000万トン/年)
 (中国:200+韓国:100+地場:40)
 * 原油パイプライン沿いに建設決定 → 油田の随伴ガスの処分が必要。
 * 2005年に大慶油田の深部で慶深ガス田(7Tcf)が発見された。
 * 中国で大型ガス田の発見が相次いでいる(四川省の普光、龍崗や長慶など)
- 東シベリア(イルクーツク、チタなど)、極東(南ヤクーチャ、ブレヤなど)の石炭開発

5.3 東ロシアからのエネルギー供給



5.4 持続可能な発展を求めて

1. 持続的発展を実現するための二大命題
 - ①エネルギー安全保障
 - ②環境保護・地球温暖化対策
2. 東アジアは、世界最大のエネルギー市場として責任ある行動を求められる
 - ①経済と産業の一体化の進展:対岸の火事ではない
 - ②巨大規模での対応⇒東アジア経済圏としての取組みが必要
3. 持続可能な発展を目指すグランド・デザイン

- ①確保すべきエネルギー所要量の抑制
 - ・省エネ・環境に関する技術と意識の開発・普及
- ②輸入エネルギー・化石エネルギーの抑制
 - ・原子力・再生可能エネルギーの技術開発と普及
- ③化石エネルギー供給における安全保障の強化
 - ・短期対策:戦略石油備蓄や緊急時対応システムの整備
 - ・長期対策:エネルギー供給プロジェクトの推進
 - 東ロシアのエネルギー資源開発とパイプラインの整備
 - ロシアやASEAN・中東との協力強化

⇒ これらの要素を踏まえた「戦略的エネルギー外交」の展開が必要