

中国のエネルギー・環境問題

－現状と将来展望、政策課題およびビジネスチャンス
に関する総合的研究

李志東

長岡技術科学大学 経営情報系 助教授
日本エネルギー経済研究所 客員研究員
(zhidong@kjs.nagaokaut.ac.jp)

2004年7月27日 12:15-14:00

独立行政法人 経済産業研究所(RIETI) BBLセミナー

東京都千代田区霞ヶ関1-3-1経済産業省別館11階

問題意識と研究目的

＜問題意識＞

中国は2003年までの23年間に於いて、GDP規模を8倍に拡大したが、エネルギー純輸入問題、環境汚染と生態破壊問題、二酸化炭素排出量急増問題を引起してきた。将来に向かつて、中国政府が2020年までに経済規模を2000年の4倍にする目標を立てたが、それに伴ってエネルギー安全保障問題、国内環境と地域環境問題、地球温暖化問題がさらに深刻化する恐れがある。

＜研究目的＞

- ・ 経済、エネルギー、環境の将来像を整合的に描き、問題発見と対策検討を行うこと
- ・ 「安定供給、環境保全、経済的効率性」の同時達成を目標とするエネルギー戦略の枠組構築を試みること
- ・ エネルギー、環境分野を中心とする民間ビジネスをも含む国際相互協力対策、特に東アジアのエネルギー安全保障戦略を検討すること

報告の内容

1、経済・エネルギー・環境の現状

高度経済成長の実現、エネルギー純輸入大国への転落と環境問題の深刻化

2、経済・エネルギー・環境の長期展望

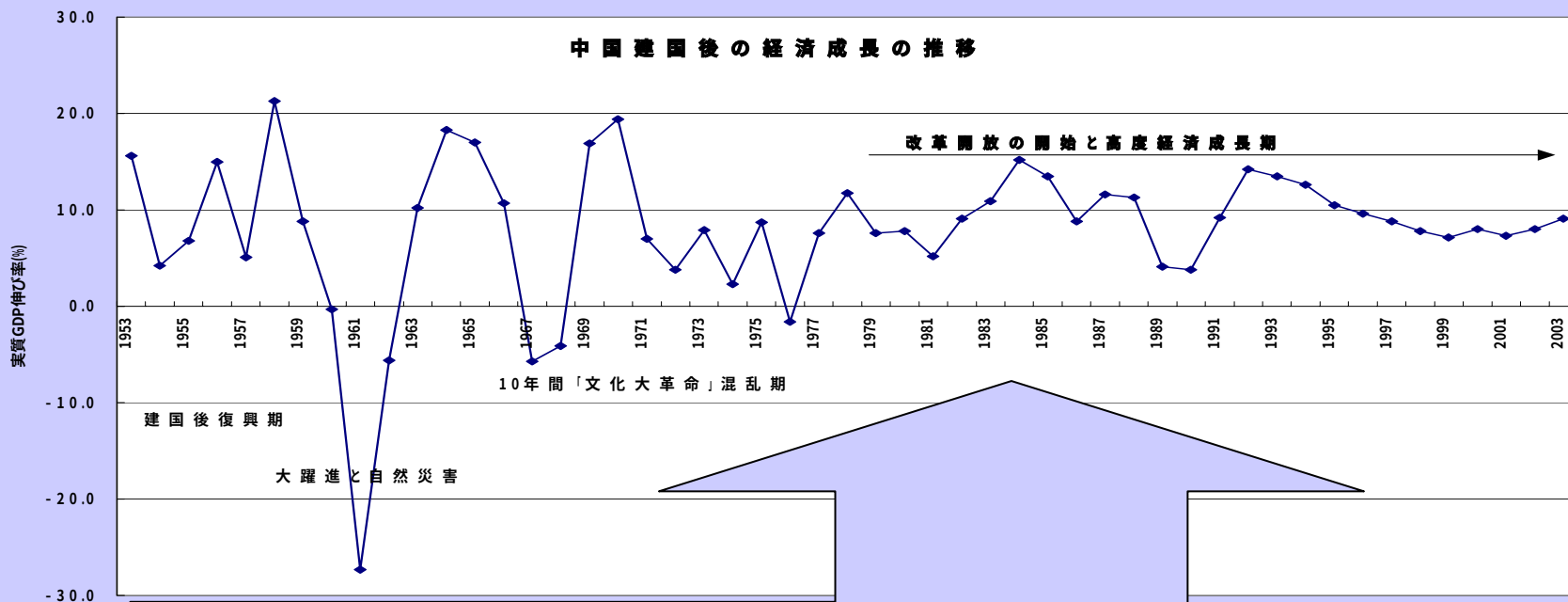
高度経済成長の維持は可能だが、エネルギー・環境問題の深刻化が避けられない

3、対策提言：自助努力と国際協力が必要

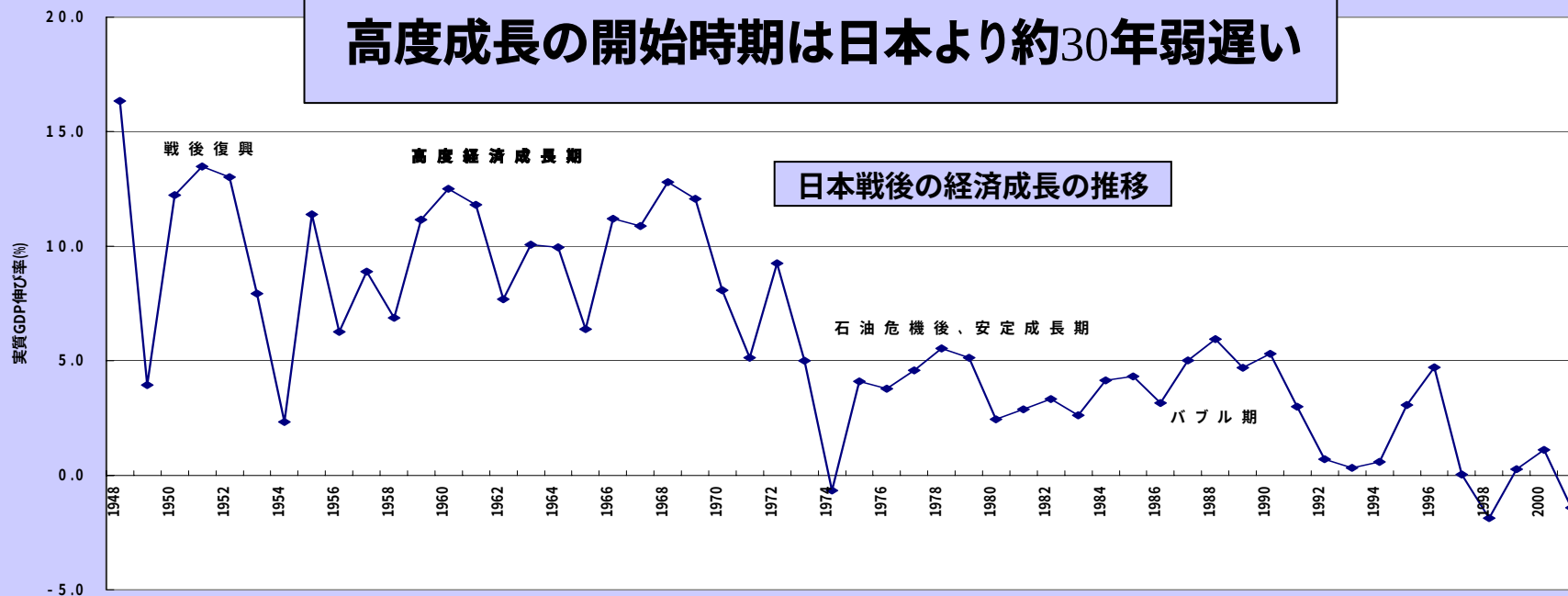
東アジアのエネルギー安全保障問題の解決に、国際協力体制、戦略が不可欠

4、ビジネスチャンス

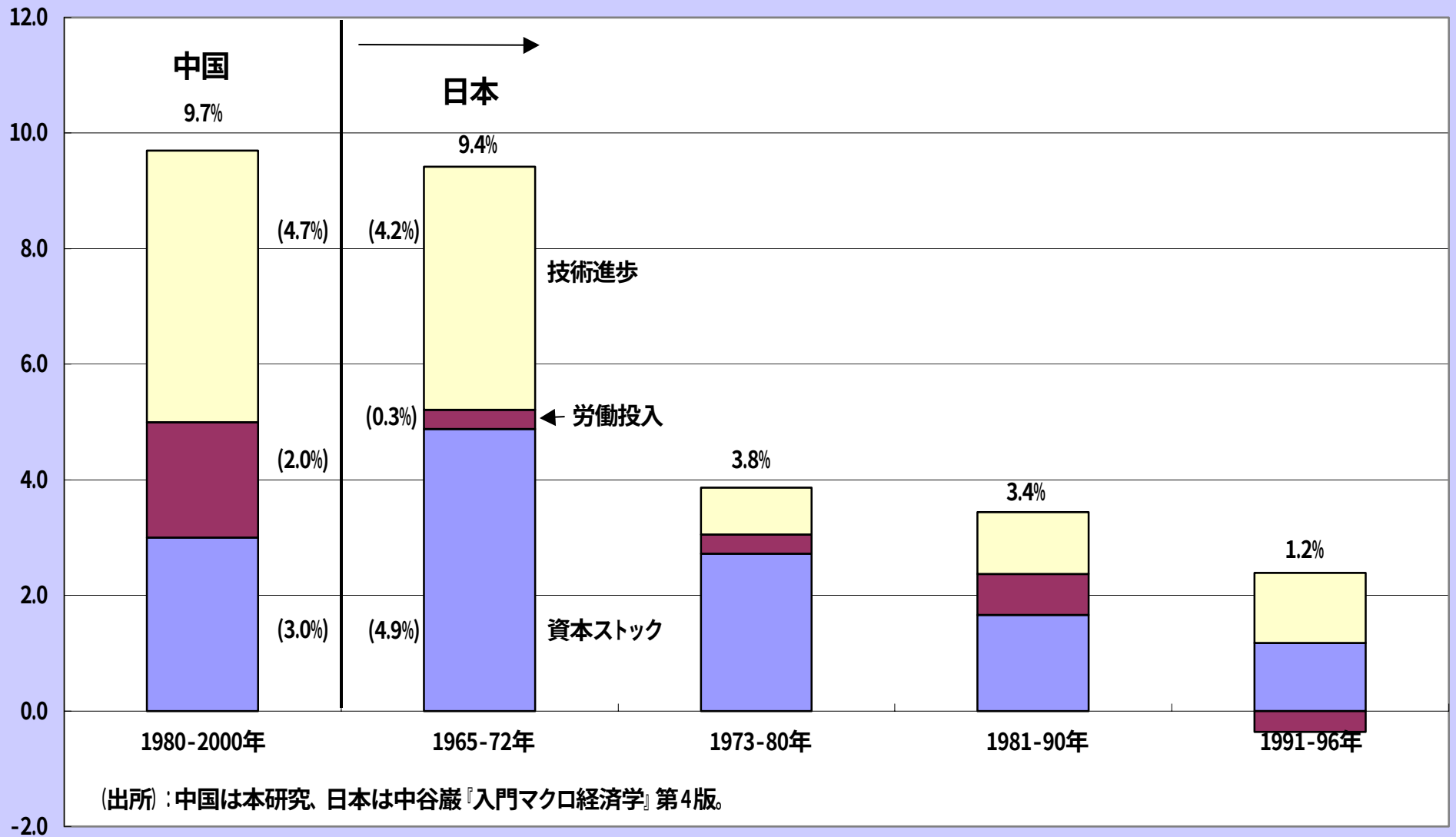
1、現状 1-1 高度経済成長の実現



高度成長の開始時期は日本より約30年弱遅い

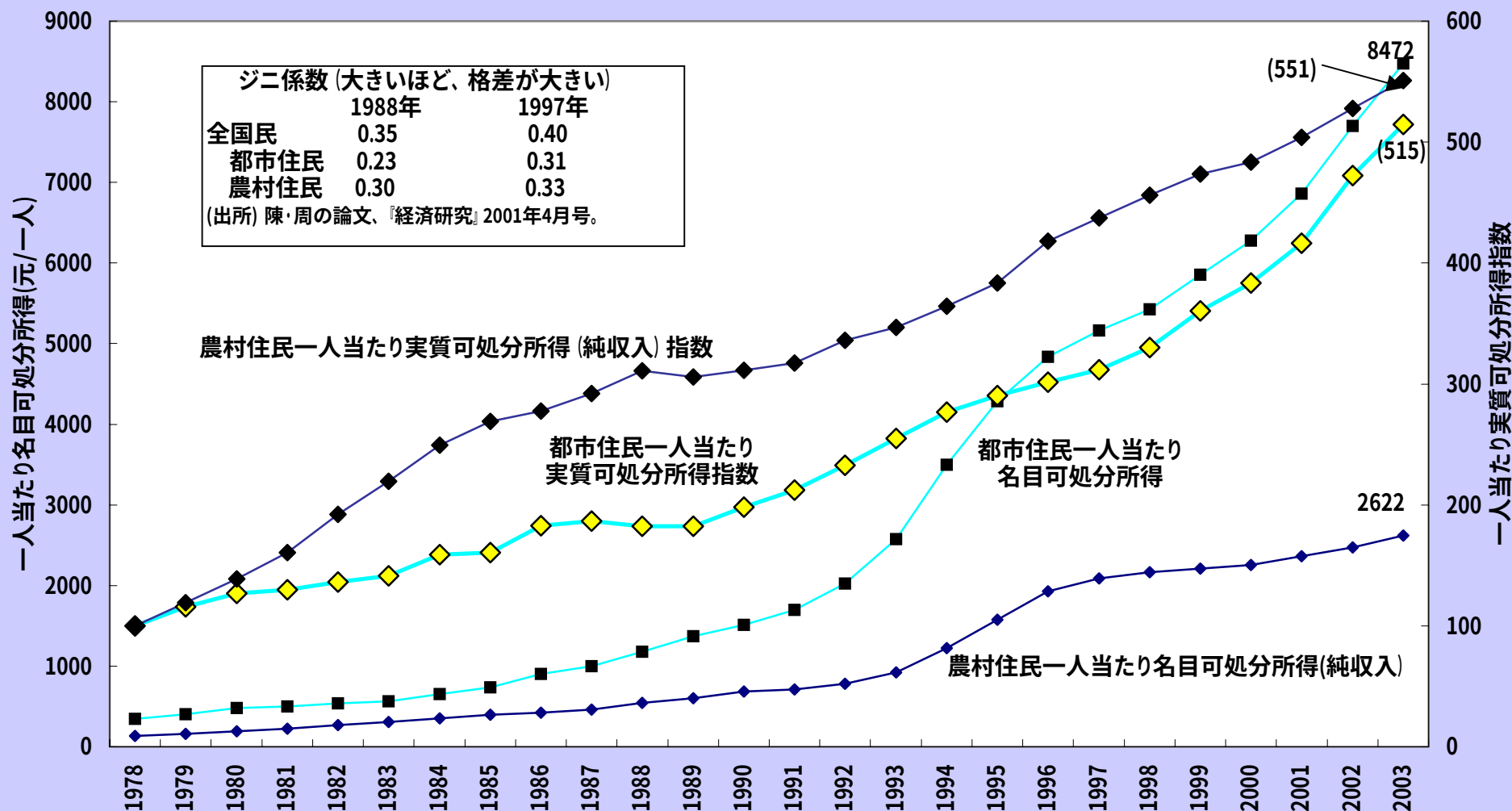


経済成長要因に関する日中比較



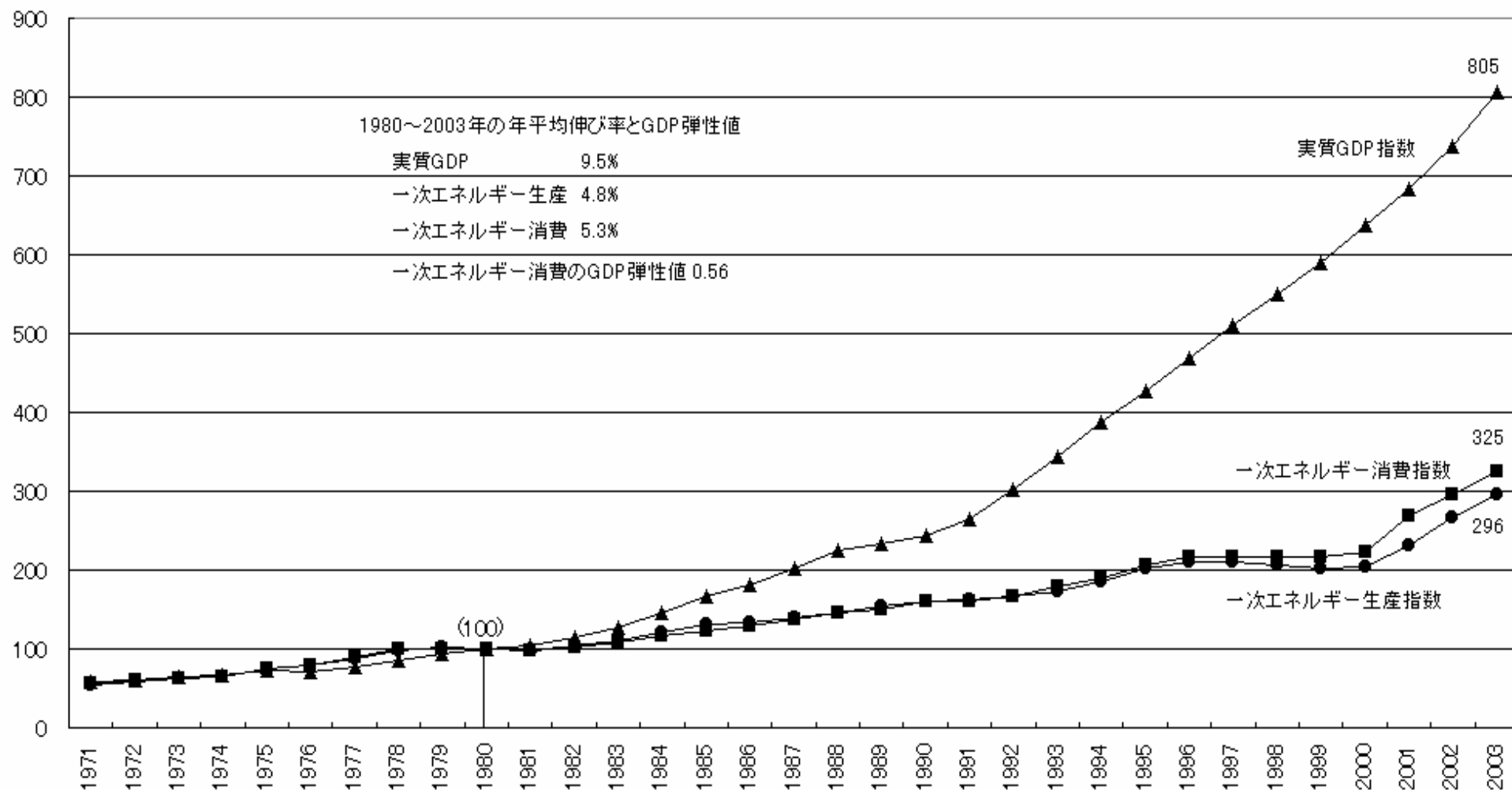
所得格差問題：各グループの所得水準が共に底上げを実現したが、格差は拡大

中国の都市住民と農村住民の所得格差の問題



1-2 エネルギー需給

指数(1980年=100)



出所: IEA統計、『中国統計年鑑』、中国2003年国民経済と社会発展公報等により、李志東が作成。

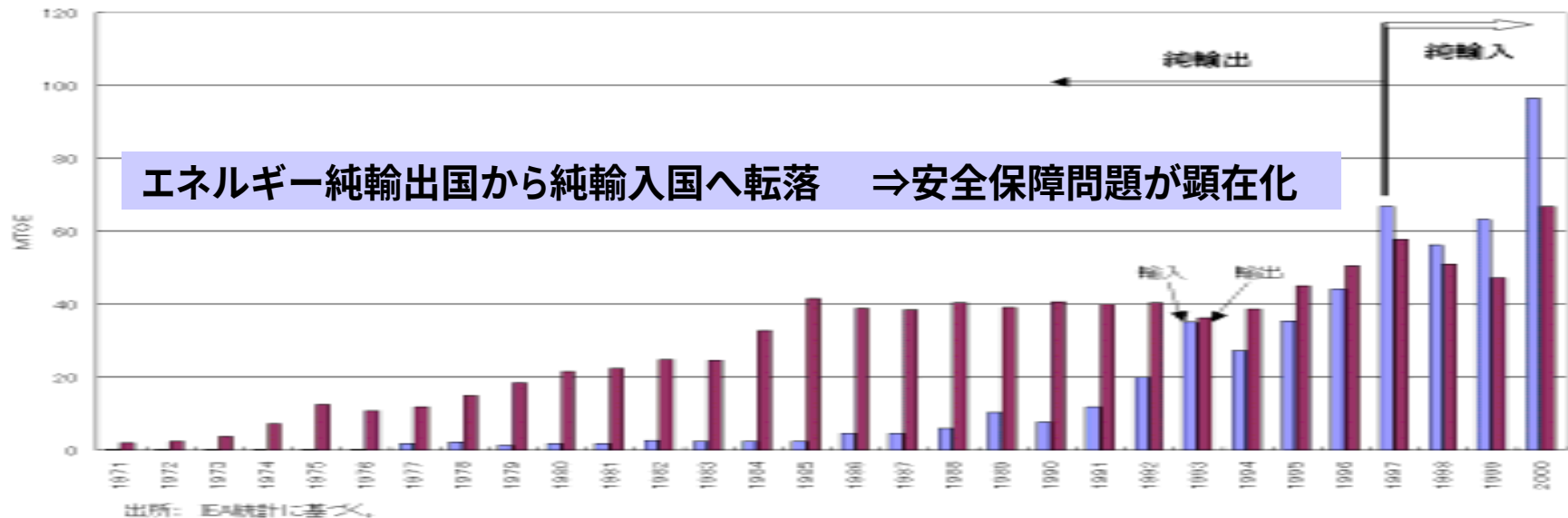
・消費量2位、生産量3位の需給大国 ・純輸入国

消費 順位	国名	一次エネルギー消費		一次エネルギー生産		自給率 (%)	エネルギー需給 の特徴
		(MTOE)	(%)	(MTOE)	(%)		
①	米国	2,210.2	24.4	1,640.6	18.0	74.2	需給大国、純輸入大国
②	中国	923.4	10.2	922.7	10.1	99.9	需給大国、純輸入国
③	ロシア	614.5	6.8	989.4	10.9	161.0	需給大国、純輸出大国
④	日本	515.5	5.7	98.9	1.1	19.2	消費大国、純輸入大国
⑤	ドイツ	342.9	3.8	125.5	1.4	36.6	消費大国、純輸入大国
世界全体		9,071.5	100.0	9,115.5	100.0	100.5	

(注) ①「combustible and renewable energy」を除く。②自給率＝国内生産/国内消費。

(出所) IEA統計2003年版。

中国の一次エネルギー需給(輸出入)の推移

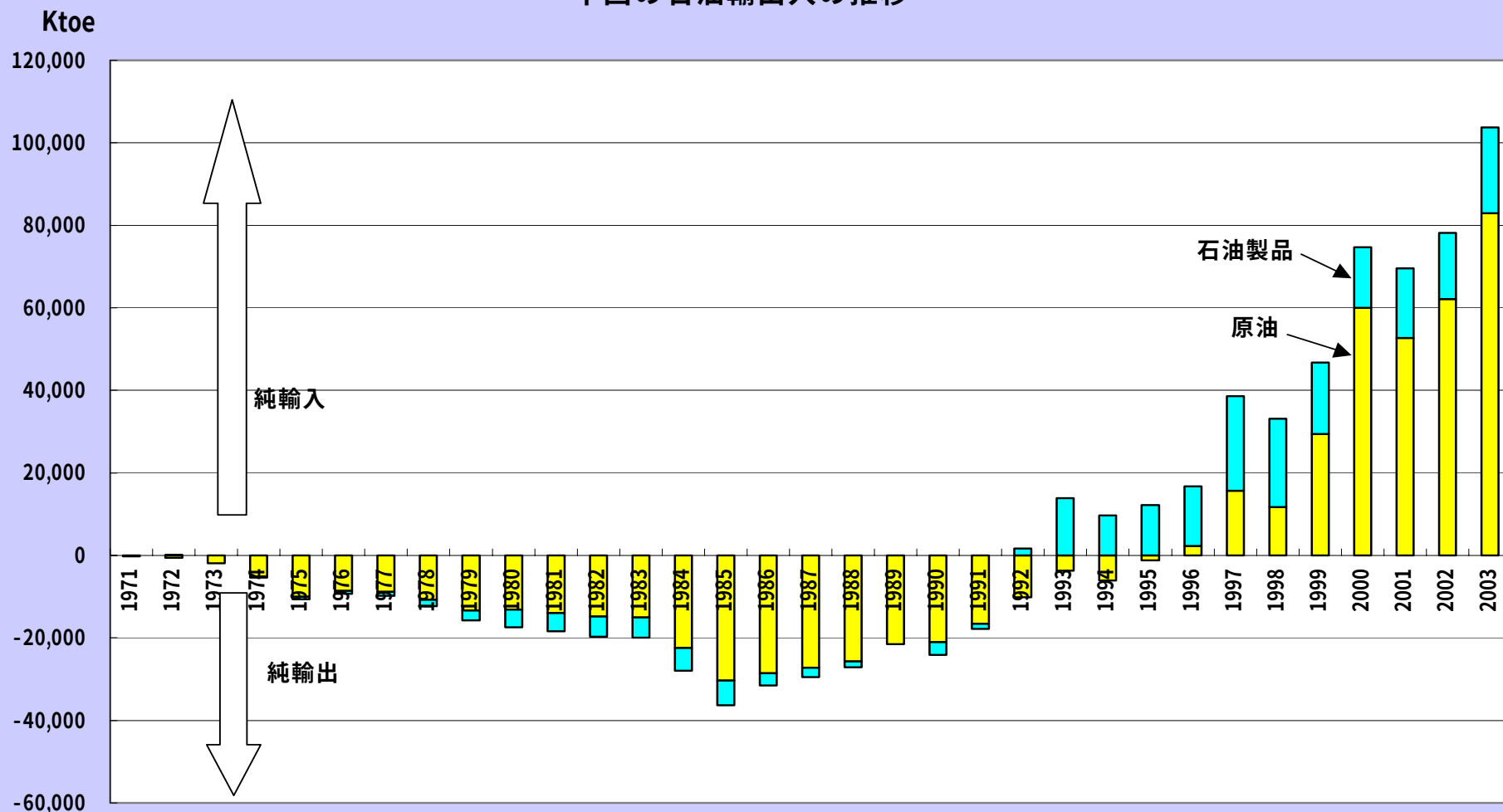


・石炭は純輸出

・天然ガスは自給自足

☆石油が1993年より純輸入へ、2003年純輸入量は1.04億トン

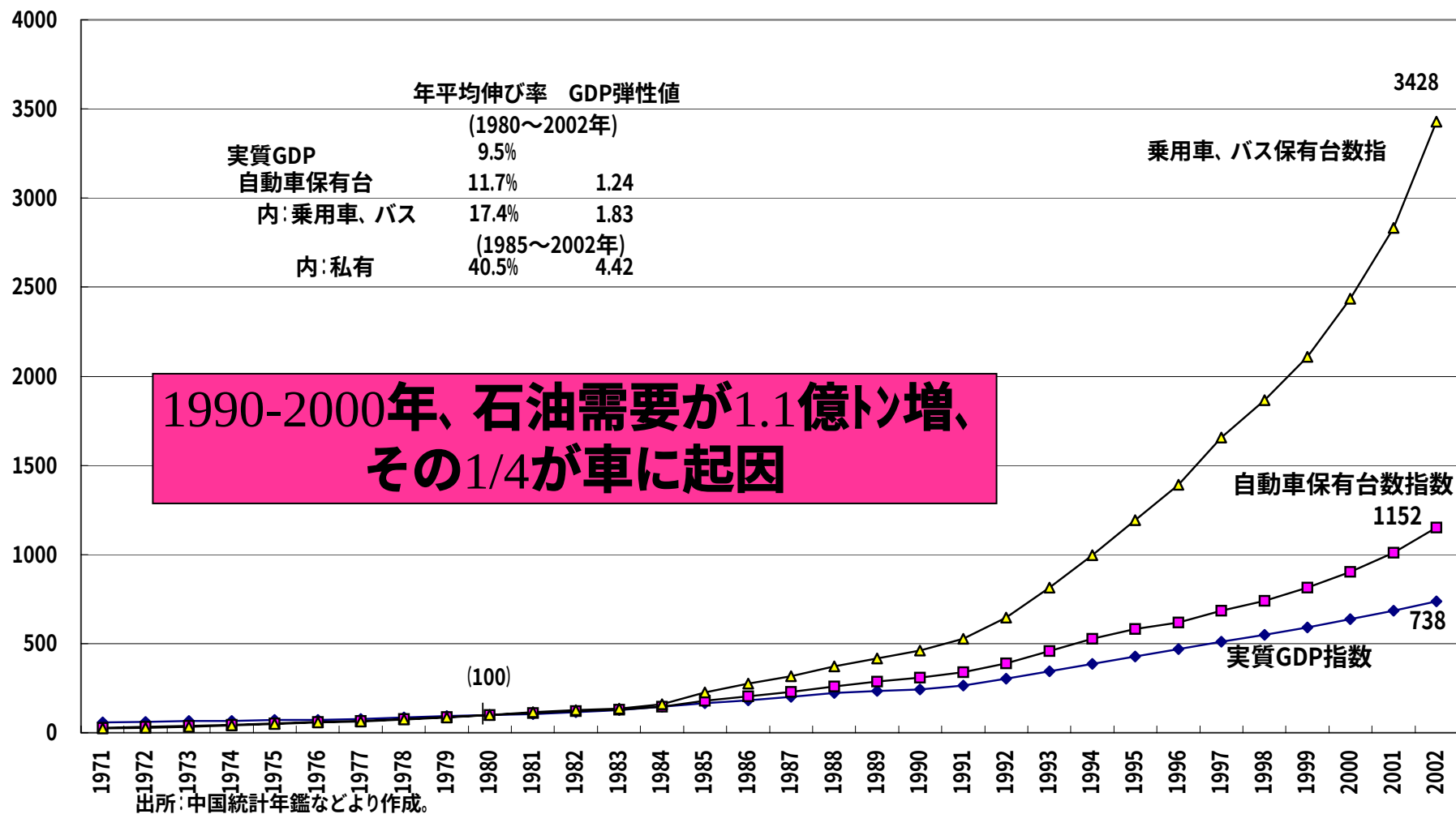
中国の石油輸出入の推移



出所: IEA, Energy Balances of Non-OECD Countries, 1971-2000; CHINA OGP各号、などに基づき、李志東が作成。

自動車普及が石油需要、純輸入量増大の主因

指数(1980年=100)



低い消費水準：日本の20%、米国の10% ⇔低い利用効率：先進国6～8割

第2-3表 エネルギー消費に関する中日米3ヶ国比較(2000年)

		中国	日本	米国	中国 / 日本	中国 / 米国
一次エネルギー消費(MTOE)		928	519	2,220	178.8%	41.8%
人口(百万人)		1,270	127	282	1000.0%	450.4%
名目GDP (10億ドル)	為替レート換算	1,080	4,842	9,837	22.3%	11.0%
	購買力平価換算	5,022	3,396	9,837	147.9%	51.0%
一人当たりエネルギー消費(TOE/一人)		0.731	4.087	7.872	17.9%	9.3%
一人当たり名目 GDP(ドル/一人)	為替レート換算	851	38,126	34,883	2.2%	2.4%
	購買力平価換算	3,954	26,740	34,883	14.8%	11.3%
名目GDP原単位 (TOE/百万ドル)	為替レート換算	0.859	0.107	0.226	801.2%	380.6%
	購買力平価換算	0.185	0.153	0.226	120.9%	81.9%
名目GDP産出量 (ドル/TOE)	為替レート換算	1,164	9,328	4,431	12.5%	26.3%
	購買力平価換算	5,411	6,542	4,431	82.7%	122.1%
換算レートメモ		(元/ドル)	(円/ドル)	(ドル/ドル)	(円/元)	(ドル/元)
	為替レート	8.278	107.8	1	13.02	0.12
	購買力平価	1.781	153.7	1	86.30	0.56

(出所) EDMC/IEEJ「エネルギー経済統計要覧」2003年版より作成。

	物量指標のエネルギー消費原単位		中国/国際先進	
	中国	国際先進	原単位比	効率比
エネルギー消費のGDP原単位(TOE/千PPPTドル)	0.185 (2000年)	0.153 (日本、2000年)	120.9%	82.7%
火力発電の発電端熱効率(gce/kWh) ①	363 (2000年)	302 (日本、2000年)	120.0%	83.3%
鋼材のエネルギー原単位(kgce/t) ②	766 (2000年)	646 (日本、2000年)	118.6%	84.3%
セメントのエネルギー原単位(kgce/t) ③	181.3 (1997年)	125.7 (日本、2000年)	144.2%	69.3%
板ガラスのエネルギー原単位(kgce/箱)	25.7 (1997年)	14.1 (1997年)	182.3%	54.9%
アンモニアのエネルギー原単位(kgce/t) ④	1200 (2000年)	970 (米国、2000年)	123.7%	80.8%
エチレンのエネルギー原単位(kgce/t)	1210 (1997年)	870 (1997年)	139.1%	71.9%
石油精製のエネルギー原単位(kgce/t)	31.3 (1997年)	27.8 (1997年)	112.6%	88.8%
紙、パルプのエネルギー原単位(kgce/t)	1.57 (1997年)	0.70 (1997年)	224.3%	44.6%
ガソリン貨物車燃費(ℓ/100km)	7.55 (1997年)	3.40 (1997年)	222.1%	45.0%
住宅暖房原単位(gce/(平方メートル・年))	25.3 (2000年)	13.51 (2000年、北欧)	187.3%	53.4%

注：①中国は6MW以上の火力、日本は9電力会社の火力。②中国は中型、大型企業、日本は全産業。

③中国は中型、大型企業、日本は全産業。④何れも天然ガスを原料とする大型企業。

出所：『中国能源五十年』、『エネルギー経済統計要覧』、『能源政策研究』2002年1号などにより、李志東が作成。

ほかに

- 石炭中心の需給構造：石炭の比率は7割
- 石炭クリーン利用技術の開発と普及の遅れ
- 天然ガス、再生可能エネルギー開発利用の遅れ
- 立ち遅れる最終エネルギー消費の近代化
- 短期的な電力供給不足：2003年2/3の行政区で不足、2004年不足さらに拡大、すでに24/31の行政区で発生、推計3000万kW(国家电网公司、2004/7/17 人民日報)

・石油中心のエネルギー安全保障問題は最大の課題

- ①過去約30年間未経験 ②安全保障問題が急速に顕在化
⇒③総合的対策体制が出来ていない

1-3 環境問題の現状 (エネルギー起因を中心に)

(1) 政府の環境状況認識: 全体的改善は見られない

(2) 大気環境

二酸化硫黄、煤塵、総浮遊粒子状物質が低下傾向だが、高水準で推移。二酸化硫黄排出量は約2000万トン(2002年1927万トン、2003年2159万トン)、世界最大、日本の20数倍

2003年、都市部の国家環境基準(2級、居住に適切)の達成率は41.7%。

都市人口の63.6%(約2.2億人)が何らかの大気汚染にさらされている。

都市部で自動車排ガス汚染が顕在化

農村での工業化(郷鎮企業)、都市汚染源の移転などにより、大気汚染が農村部へ蔓延。

(3) 酸性雨と越境汚染

酸性雨汚染の範囲(張坤民他、1996年、国家環境保護局、1996年)

	1985年	1993年	1990年代後半
面積(万平方キロメートル)	175	280	380
国土に占める比率	18%	29%	40%

酸性雨による越境汚染: 朝鮮半島へ、日本へ

日本海側(九州地域、新潟など)への影響が確認された

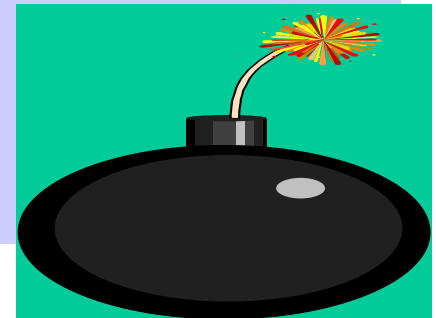
*市川/他1994、1995、池田/他1997a,b,c、佐藤/他1997、国立環境研酸性雨に関する研究グループ¹1997、ほか多数

*環境省酸性雨対策検討会第3次酸性雨対策調査(期間1993-97)発表(1999)

*日中韓第2回環境大臣会合時朱首相への表敬訪問(2000年、日本環境省ホームページ)

(4) その他環境問題

- ・ **CO2排出量の急増**：世界の14%、米国に次ぐ
- ・ **水質汚染**：7大水系の70%が重度汚染
- ・ **水不足**：利用率65%、400以上の都市が渇水
- ・ **廃棄物**：生活ゴミが都市を囲む
- ・ **耕地**：面積は世界の9.5%、減少傾向。土壌劣化
- ・ **砂漠化**：面積は180万平方km、国土の19%。90年代後半以来、年間3436平方kmの速度で拡大。63%が20世紀後に形成。94%が人間活動による。
- ・ **砂嵐の越境汚染**：
「中国＋モンゴル＋中央アジア」⇒朝鮮半島、日本
⇒中国の環境問題はすでに危機的状況



2 経済・エネルギー・環境の中長期展望

2.1 経済成長 ⇒ ☆楽観的見通しが多い

	実績	中長期計画・見通し			
	1980-2000	2000-2010	2010-2020	2020-2030	2030-2050
総括範囲	9.7	5.1-7.0-8.9	4.0-6.0-8.0	3.9-5.1-6.3	3.2-3.4-4.8
中国課題組(1996/11)		8.0-8.2-8.6	5.9-6.0-6.4	4.4-4.6-4.8	3.2-3.4-3.6
中国工程院(1997/5)		8.0-8.3	5.9-6.1		3.3-3.5
中国能源研(1999/2,p289)		7.3	6.6	6.3	
中国能源研(2000)		7.2	6.2		
国務院発研中心(2003/11)		7.2	7.2		
国家信息中心(2003/12)		7.5	7.3	5.5	5.0→4.5
政府計画(2003/3)	2020年までに2000年の4倍		7.2	7.2	
IEA(1998)		5.8	4.5		
IEA(2002)		5.7	4.7	3.9	
EIA/DOE/USA(2001)	(1997-2010)→	5.1-7.4-8.9	4.0-6.5-8.0		
EIA/DOE/USA(2003)		4.5-7.0-8.0	3.5-6.0-7.0	2.8-5.3-6.3	←(20-25)
本研究		6.2-7.8-9.0	5.0-6.6-7.7	4.0-5.5-6.5	

注：課題組は中国能源戦略研究課題組『中国能源戦略研究(2000-2050年)』中国電力出版社、1996/11。

能源研(1999/2)は周鳳起・周大地主編『中国中長期能源戦略』、能源研(2000)は中国能源研『天然ガス報告書』。

工程院(1997/5)は中国工程院『中国可持続発展能源戦略研究總報告初稿』、1997/5。

国務院発研中心は国務院発展研究センター中国発展高層論壇(馮飛、周鳳起、王慶一)『国家能源戰略的基本構想』、2003/11/17。

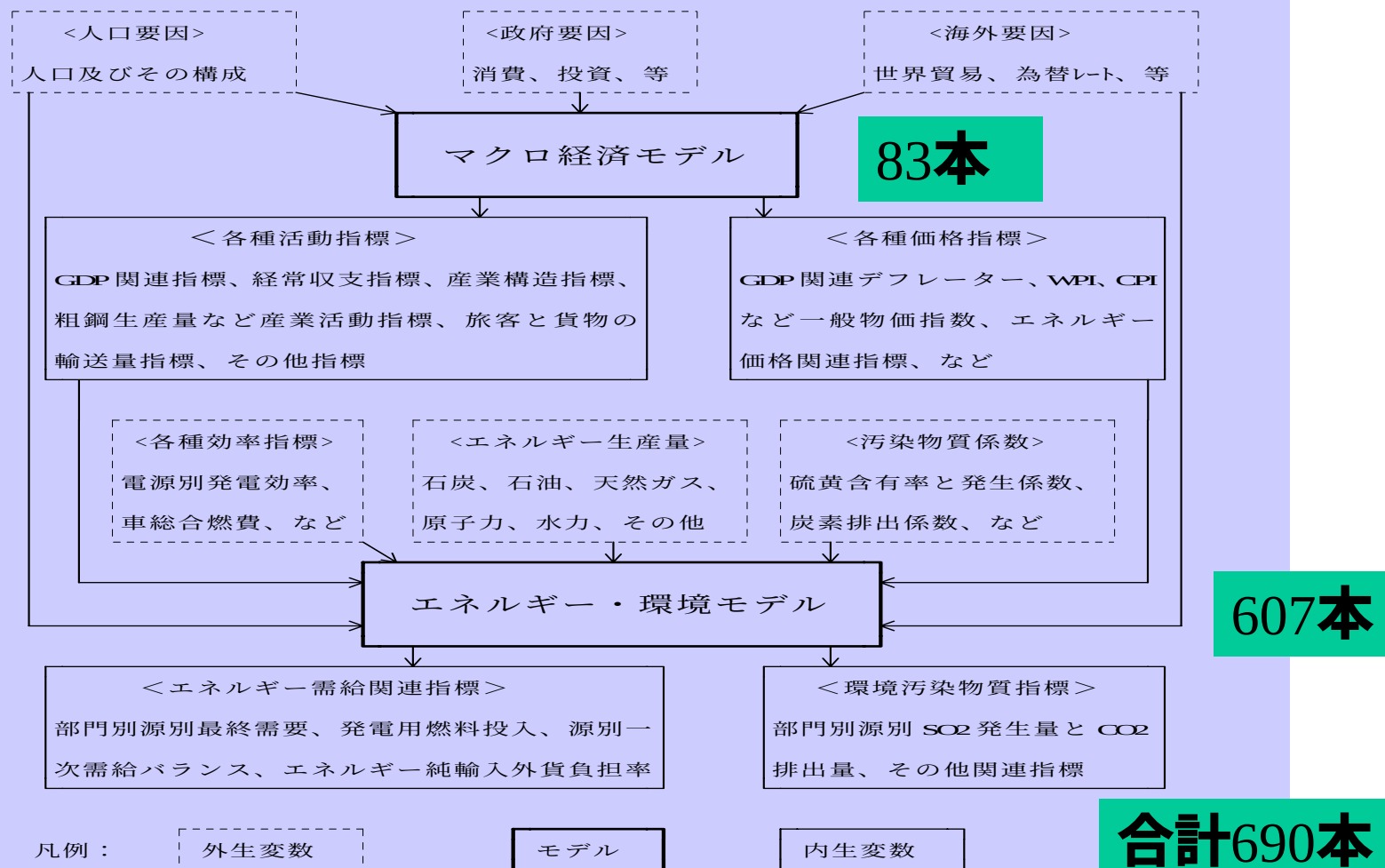
国家信息中心は梁優彩『中国經濟發展的回顧与展望』、2003/12/7。

IEA, World Energy Outlook 1998,2002; EIA/DOE/USA, International Energy Outlook, 2001,2003.

本研究は中国3E-Modelによるシミュレーション分析の結果。

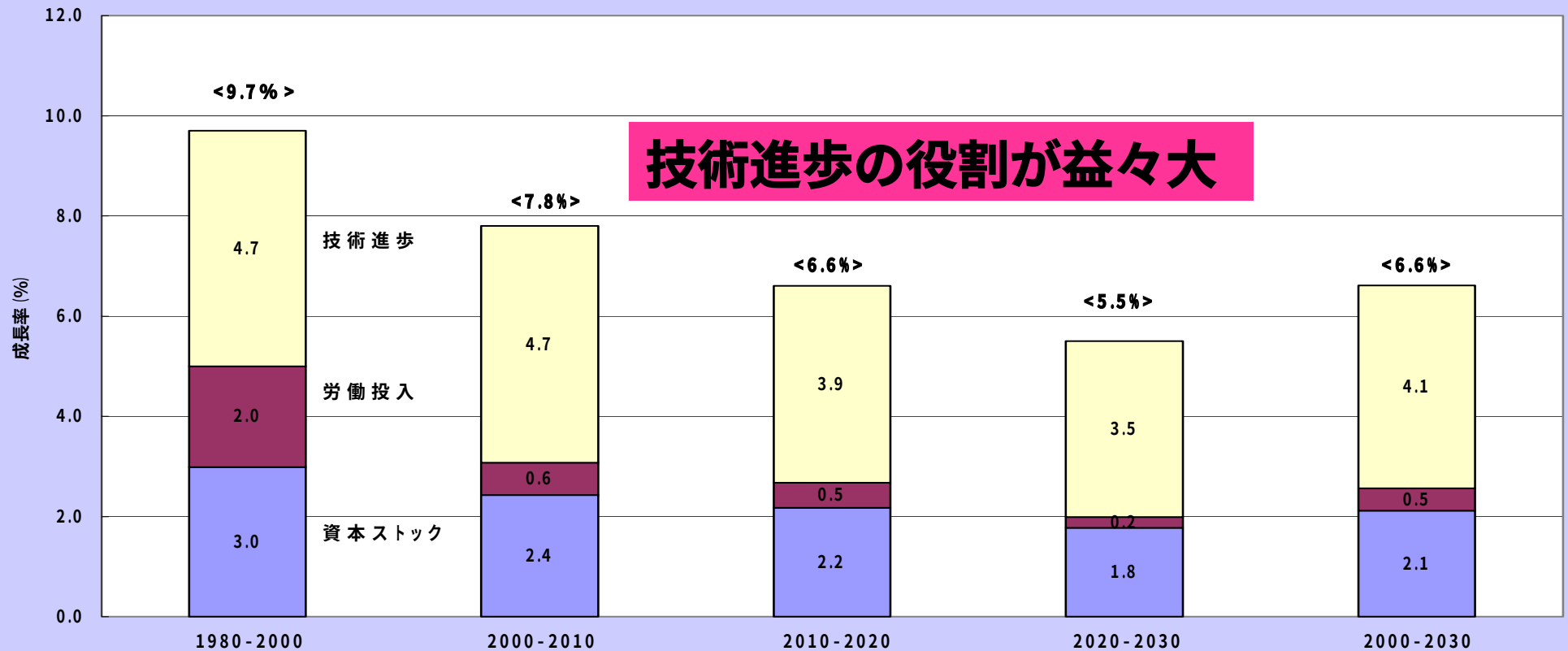
⇒①根拠と姿？ ②エネルギー問題？ ③環境問題？

3 E-Modelー計量経済モデル、データ：経済1952年～、エネ・環境1971年～



		1980	2000	2010	2020	2030	2000/ 1980	2010/ 2000	2020/ 2010	2030/ 2020
結果	実質GDP(億元、95年価格)	13,663	87,024				9.7			
	基準ケース			183,726	349,397	594,507		7.8	6.6	5.5
	高成長ケース			205,441	431,477	806,170	9.7	9.0	7.7	6.5
	「基準ケース」との差			21,715	82,080	211,663		1.2	1.1	1.0
	低成長ケース			159,452	260,868	387,346	9.7	6.2	5.0	4.0
	「基準ケース」との差			-24,274	-88,530	-207,161		-1.6	-1.6	-1.5
前提 条件	実質政府消費(億元、95年価格)	1,628	10,057				9.5			
	基準ケース			18,878	35,437	57,724		6.5	6.5	5.0
	高成長ケース			22,208	47,945	85,862	9.5	8.2	8.0	6.0
	「基準ケース」との差			3,329	12,507	28,138		1.7	1.5	1.0
	低成長ケース			15,456	25,176	35,514	9.5	4.4	5.0	3.5
	「基準ケース」との差			-3,422	-10,261	-22,210		-2.1	-1.5	-1.5
	実質政府投資(億元、95年価格)	2,347	16,789				10.3			
	基準ケース			32,565	62,873	97,639		6.8	6.8	4.5
	高成長ケース			39,520	85,320	152,794	10.3	8.9	8.0	6.0
	「基準ケース」との差			6,955	22,447	55,155		2.1	1.2	1.5
	低成長ケース			25,802	44,073	62,169	10.3	4.4	5.5	3.5
	「基準ケース」との差			-6,763	-18,800	-35,470		-2.4	-1.3	-1.0
	実質世界貿易額(10億\$, 80年価格)	2,241	6,800				5.7			
	基準ケース			9,360	13,591	19,172		3.2	3.8	3.5
	高成長ケース			10,012	14,820	21,937	5.7	3.9	4.0	4.0
	「基準ケース」との差			652	1,229	2,766		0.7	0.2	0.5
	低成長ケース			8,568	11,075	14,176	5.7	2.3	2.6	2.5
	「基準ケース」との差			-793	-2,517	-4,995		-0.9	-1.2	-1.0
	社会安定性について	(実績:所得水準が底上げ、格差が拡大。社会安定が基本的に維持)								
	基準ケース	所得水準が底上げ、格差が拡大しない。社会安定が維持。								
	高成長ケース	所得水準が底上げ、格差が顕著に縮小。。社会安定度が改善。								
	低成長ケース	所得水準がハサミ式に変化、格差が拡大。社会安定度が悪化。								
	各ケース共通の前提条件									
	人口(万人)	98,705	127,000	135,539	144,182	148,556	1.3	0.7	0.6	0.3
	為替レート(元/\$)	1.5	8.3	8.3	8.3	8.3	8.9	0.0	0.0	0.0
	原油輸入価格:名目(\$/B)	33.1	28.4	30.0	40.0	50.0	-0.8	0.5	2.9	2.3
	実質(2000年基準)(\$/B)		28	25	28	30		-1.1	1.2	0.5
	デフレータ(2000年基準)		100	119	141	167		1.7	1.7	1.7

各ケースの可能性:基準60%、高成長30%、低成長10%



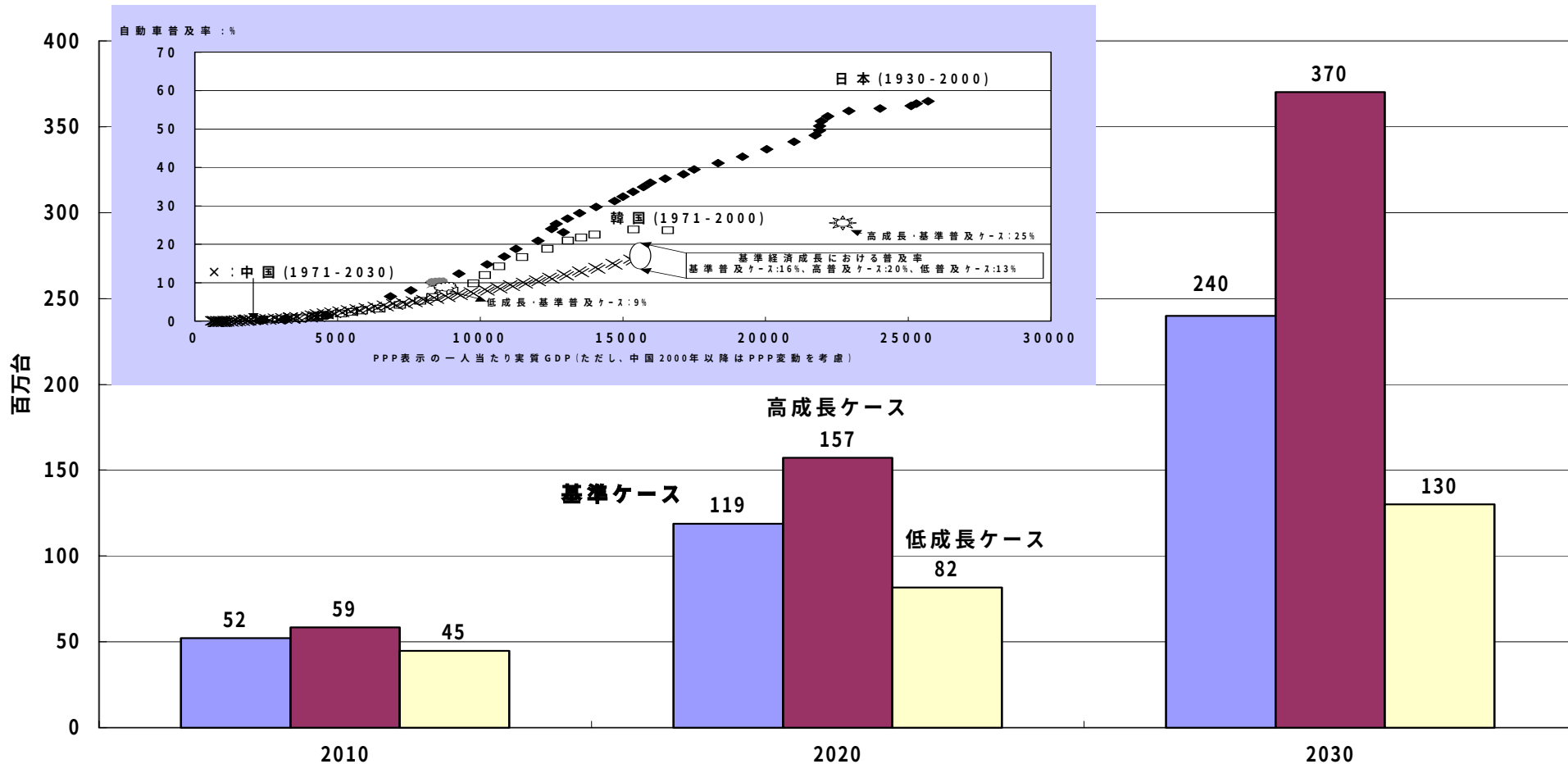
高度経済成長期の継続年間比較

国・地域	高度経済成長期	継続年数	年平均成長率
日本	1947 - 1973年	26年	9.7%
韓国	1962 - 2000年	38年	8.3%
台湾	1962 - 2000年	38年	8.4%
中国	1980 - 2000年：実績	20年	9.7%
	2000 - 2020年：見通し	20年	7.2%
	1980 - 2020年	40年	8.5%

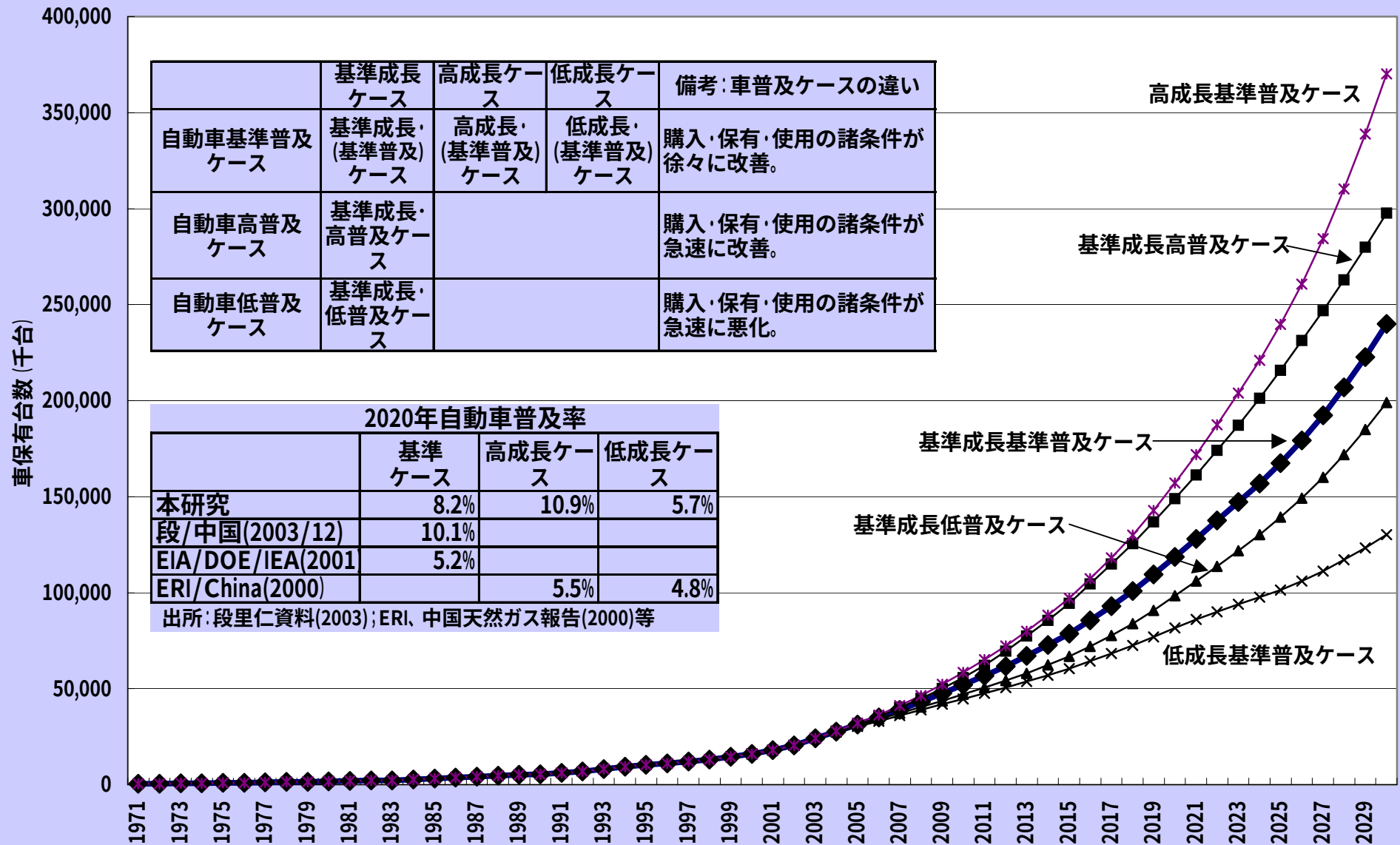
(出所) 経済企画庁経済研究所『21世紀中国のシナリオ』、
EDMC / IE EJ『エネルギー経済統計要覧』、本研究基準ケース。

- ・**産業構造の近代化**：1次産業16%→5%、2次産業現状維持、3次産業33%→47%
- ・**エネルギー多消費製品が急増**：2000年と比べて、鉄鋼、セメントは2倍、エチレンは5倍
- ・**所得水準は2030年に15000PPP\$、中進国レベルに達する**
- ・**自動車普及**：基準ケースでは、2020年1.2億台、普及率8.2%、2030年2.4億台、16%

中国2030年までの自動車普及に関するケース比較



本研究のケース設定と結果比較



60年代、北京復興門外大通りで、トラック(解放)が数少なくしか見掛られなかった

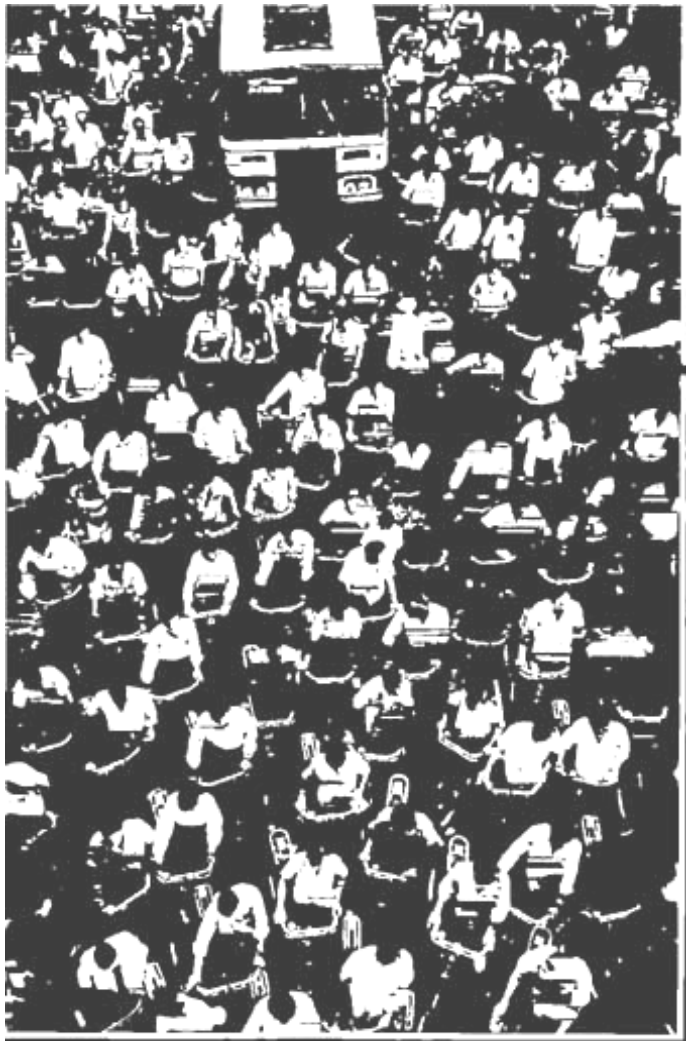


70年代になって、乗用車(上海)が北京で見掛るようになった



出所：段里仁氏資料(2003/12)

80年代、
道路は自転車天国、
車が自転車の洪水に埋もれていた



写真も
白黒から
カラーへ

90年代、
北京長安街は自動車の洪水、
交通渋滞は深刻の問題

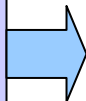


出所: 段里仁氏資料(2003/12)



90年代末、
オートバイが80年代の自転車に取って代った。
(1998年、広東省江門市にて)

21世紀初期、
大量な農用車、自動車とオートバイが
地方都市に出現し、交通を麻痺状態に
(2001年、湖南省衡山県にて)



出所：段里仁氏資料(2003/12)



出所：段里仁氏資料(2003/12)

2.2 中国2030年のエネルギー、環境:基準ケース

＜基準ケースの考え方＞過去の変化傾向、計画された対策などを基本的に維持

＜主要外生(前提)条件の設定＞

◎経済社会:マクロ経済モデル基準ケースの結果

◎効率指標 (2000年→2030年)

☆:火力発電効率は33%→43.5%。(注:2020年は40%、現在の日本並み)

☆:自動車総合燃費(100トンキロ当たり)8.2→6.6リットルへ、約20%改善

◎新エネルギー、石油代替エネルギー

☆:風力等再生可能エネルギー発電は2020年に2100万kW(国家发展改革委員会
年目標の約半分を実現)、2030年5400万kWへ(国家科学技術部目標30~40%実現)

☆:石油代替エネルギーは2030年に2500万TOEへ(バイオマス系と石炭系は半々)

◎化石エネルギー国内生産量

☆:石炭:自給自足を維持、03年16.7→30.5億トン(原炭換算)

☆:原油:03年1.7→10年1.76→20年1.90→30年1.76億トンへ

☆:天然ガス(億立方メートル):03年343→10年850→20年1380→30年1480

◎原子力(万kW):03年8基600→10年17基1470→20年32基3070→30年52基5000

(+):国産化実現、電力不足、環境保護、(冷戦終結後核保有国地位維持)

(-):弱いコスト競争力、電力自由化、事故・事件・反対運動、バックエンド問題

中国原子力発電所の運転・建設・計画・検討の状況(2004年6月末現在)

	基数	単機容量 (万kW)	合計容量	
2005年までに運転予定	11		870	
2004年6月末までに運転中	9		670	① 第9次5ヶ年計画までに批准。 ② 電力不足の解消が主目的。 ③ 国産化率が低く、輸入比率が高い。 ④ 輸入国、炉型が統一していない。 ⑤ 東南沿海の3省に集中。
大亜湾	2	90	180	
秦山Ⅰ	1	30	30	
秦山Ⅱ	2	60	120	
秦山Ⅲ	2	70	140	
嶺澳(Ⅰ)	2	100	200	
2004年に運転開始	1		100	
田湾(Ⅰ)	1	100	100	
2005年に運転開始	1		100	
田湾(Ⅰ)	1	100	100	
2004年6月末現在までに計画、検討	26		2300	① 第10次5ヶ年計画で考慮。 ② 国産化実現が主目的。 ③ 炉型はPWRに統一の可能性が大。 ④ 設備輸入の可能性が低い。 ⑤ 東南沿海に集中。
「十五計画」国産化プロジェクト候補	8		800	
三門(浙江省)	2	100	200	
陽江(Ⅰ、広東省)	2	100	200	
海陽(山東省)	2	100	200	
惠安(福建省)	2	100	200	
その他申請、検討中プロジェクト	18		1500	① 国産化実現後の後続プロジェクト。 ② 改良型PWR導入の可能性もある。 ③ 炉型はPWRに統一の可能性が大。 ④ 設備輸入の可能性が低い。 ⑤ 東南沿海への集中化が進むが、 内陸地域での導入もありうる。
秦山Ⅳ	2	100	200	
田湾Ⅱ	2	100	200	
嶺澳Ⅱ	2	100	200	
陽江(Ⅱ、Ⅲ、広東省)	4	100	400	
金州湾(遼寧省)	2	100	200	
九江(江西省)	2	30	60	
海南(海南省)	2	30	60	
? 陵白涛鎮(重慶市)	2	90	180	
合 計	37		3170	

出所:『中国能源五十年』、『中国能源發展報告2001』、『中国核能和平利用「十五」發展計劃綱要』、『電力工業「十五」規劃』、
『国民經濟和社会發展第十個五年計劃能源發展重点專項規劃』、『中華人民共和國国民經濟和社会發展第十個五年計劃綱要』、
宋任窮・他「中国核工業創建40周年的光輝歷程」、中国能源信息网、人民日報、經濟日報、原子力産業新聞等各種資料より李志東が作成。

注:①中国能源網2003/6/1によると、遼寧省大連瓦房店市東崗郷温?子で100万kW6基を計画、2020年稼働を目指す。金州湾との関係は不祥。

②中国能源網2003/6/15によると、湖北省も原子力発電所の建設を検討中、規模、立地等は不祥。

中国における中長期原子力発電設備容量の導入見通し

	2000	2005	2010	2015	2020	2030	2050
容量見通しの範囲(MkW)	2.1～2.7	5.3～8.7	8.6～20	9.6～32	11～51	31～90	120～240
①中国核工業集团公司(2000)	2.1	8.7	14.7～16.7		40～		
②国家電力公司(2000/11)	2.1		20		40～50		
③EIA/DOE/USA(2001)	2.2	5.3～6.6	8.6～11.6	9.6～18.7	10.6～20.7		
EIA/DOE/USA(2003)	2.2	6.6～8.6	8.6～11.7	9.6～17.7	12.6～20.7		
④IEA(2002)	2.1		11		21	31	
⑤国家原子能機構(2003)	2.1	8.7	15				
⑥吳敬儒(2003/4)	2.1	8.7	13.7	23.7	40		
⑦溫鴻鈞(2003/9)	2.1	8.7	12.7	22.7～25.7	32.7～43.1		
⑧國務院發研中心(2003/11)	2.1		9～15		31～40		
⑨本研究(2004/3)	2.1	8.7	12.7～16.7	16.7～31.7	20.7～50.7	40～90	
基準ケース	2.1	8.7	14.7	22.7	30.7	50	
高ケース	2.1	8.7	16.7	31.7	50.7	90	
低ケース	2.1	8.7	12.7	16.7	20.7	40	

(出所) 以下の資料より李志東が作成。

- ①中国核工業集团公司(李定凡)「發展核工業、增強国力、造福人民」同ホームページ、2000。
- ②国家電力公司(周小謙)「中国電力工業發展的前景」中国能源信息网、2000。
- ③EIA/DOE/USA, International Energy Outlook 2001,2003。
- ④IEA, World Energy Outlook 2002。
- ⑤中国国家原子能機構「中国核能和平利用「十五」發展計劃綱要」中国能源信息网、2003。
- ⑥吳敬儒「未来20年核電應有大發展」中国能源信息网、2003。
- ⑦溫鴻鈞「進入批量規模發展階段的核電技術制作探討」能源政策研究、2003年第5期。
- ⑧國務院發展研究中心中国發展高層論壇「国家能源戰略的基本構想」中国能源網、2003/11/17。

＜見方＞ ・国産化の実現、電力不足、環境への配慮は追い風、(冷戦終結後の核保有国地位維持)
 ・電力自由化、弱いコスト競争力、バックエンドなど安全性への懸念は制約要因

<基準ケース>一次エネルギー消費は30年で3倍強

一次エネ消費は2030年30億TOEへ、2000年の日米計(28.3)を超え、

GDP弾性値は1980-2000年の0.42→2000-30年の0.61、省エネ率5.1%→2.5%

中国2030年までの一次エネルギー消費(基準ケース)

		1980	2000	2010	2020	2030	2000/ 1980	2010/ 2000	2020/ 2010	2030/ 2020	2030/ 2000
一次エネルギー消費	Ktoe	412,890	929,329	1,405,717	2,062,751	2,973,983	4.1	4.2	3.9	3.7	4.0
実質GDP	億元、95年価格	13,663	87,024	183,726	349,397	594,507	9.7	7.8	6.6	5.5	6.6
人口	万人	98,705	127,000	135,539	144,182	148,556	1.3	0.7	0.6	0.3	0.5
一次消費のGDP原単位	toe/万元、95年価格	3.02	1.07	0.77	0.59	0.50	-5.1	-3.3	-2.6	-1.6	-2.5
エネルギー消費のGDP弾性値							0.42	0.54	0.59	0.67	0.61
一人当たりエネルギー消費	toe/人	0.42	0.73	1.04	1.43	2.00	2.8	3.5	3.3	3.4	3.4
参考: IEA(2002)											
一次エネルギー消費	Ktoe	412,890	929,329	1,302,000	1,707,000	2,133,000	4.1	3.4	2.7	2.3	2.8
実質GDP	十億\$, 95年価格		4,861	8,484	13,428	19,753		5.7	4.7	3.9	4.8
エネルギー消費のGDP弾性値							0.42	0.60	0.58	0.58	0.59
参考: 国務院発展研究中心(2003)											
基準: 一次エネルギー消費			(2000~2020年成長率は7.2%、共通)					(2020/2000)			
	Ktoe		910,400	1,510,700	2,342,700				4.8		
	GDP弾性値								0.67		
政策調整: 一次エネルギー消費			910,400	1,462,300	2,078,700				4.2		
	Ktoe								0.59		
政策強化: 一次エネルギー消費			910,400	1,324,000	1,786,300				3.4		
	Ktoe								0.48		
	GDP弾性値										

(出所) IEA(2002)はWorld Energy Outlook 2002、国務院発展研究中心(2003)は中国発展高層論壇における馮・周・王の論文。

(注) 国務院発展研究中心(2003)の値について、電力の一次エネルギーへの変換をIEA基準に統一したため、原典とは異なる。

☆国務院発展研究中心とほぼ一致 ⇒ 3Eプロジェクトの効果? (成果報告、研修など)

☆IEAを大幅に上回る ⇒ 30年間のGDP成長率はIEAが4.8%、本研究6.6%より大幅に低い

<基準ケース>一人当たり消費水準は2030年でも、現在のOECD平均の50%以下

	中 国		2000年国際水準			
	2000年	2030年	米国	日本	OECD	世界
一人当たり一次エネルギー消費量(toe/人)	0.73	2.00	8.17	4.14	4.72	1.5
中国2030年水準が2000年国際水準に対する比率			24.5%	48.4%	42.4%	133.5%
一人当たり発電電力量(kWh/人)	1,067	4,214	14,199	7,898	8,559	2,549
中国2030年水準が2000年国際水準に対する比率			29.7%	53.4%	49.2%	165.4%

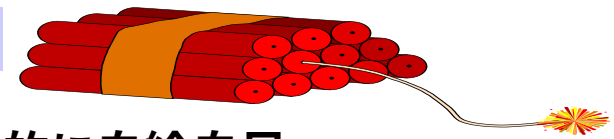
出所：世界水準についてEDMC『エネルギー経済統計要覧』、中国は本研究基準ケース。

<基準ケース>構造変化：石炭は主役だが、比率が71%→51%へ低下

・石油24%→32%、天然ガス3%→9%、原子力0.5%→3.3%、新エネルギー0.4%→2.1%へそれぞれ上昇。

		1980	2000	2010	2020	2030	2000/ 1980	2010/ 2000	2020/ 2010	2030/ 2020	2030/ 2000
一次エネルギー消費合計	Ktoe	412,890	929,329	1,405,717	2,062,751	2,973,983	4.1	4.2	3.9	3.7	4.0
化石エネルギー	Ktoe	407,572	905,237	1,323,286	1,912,229	2,748,444	4.1	3.9	3.8	3.7	3.8
石炭	Ktoe	306,565	655,605	878,342	1,158,333	1,528,571	3.9	3.0	2.8	2.8	2.9
石油	Ktoe	89,047	221,503	365,924	592,056	945,464	4.7	5.1	4.9	4.8	5.0
天然ガス	Ktoe	11,960	28,129	79,020	161,839	274,409	4.4	10.9	7.4	5.4	7.9
原子力	Ktoe	0	4,362	30,533	61,205	97,728	0.0	21.5	7.2	4.8	10.9
水力	Ktoe	5,006	19,128	36,925	53,654	65,645	6.9	6.8	3.8	2.0	4.2
新エネルギー	Ktoe	312	4,181	15,691	36,381	62,884	13.9	14.1	8.8	5.6	9.5
(構成)											
一次エネルギー消費合計	%	100	100	100	100	100					
化石エネルギー	%	98.7	97.4	94.1	92.7	92.4					
石炭	%	74.2	70.5	62.5	56.2	51.4					
石油	%	21.6	23.8	26	28.7	31.8					
天然ガス	%	2.9	3	5.6	7.8	9.2					
原子力	%	0	0.5	2.2	3	3.3					
水力	%	1.2	2.1	2.6	2.6	2.2					
新エネルギー	%	0.1	0.4	1.1	1.8	2.1					

<基準ケース>：2030年の需給バランスと安全保障問題



☆石炭は発電燃料用(42%→59%)を中心に需要が急増だが、基本的に自給自足。

⇒生産拡大、輸送力確保、クリーン利用の普及が課題。 ☆輸出余力は長期的に無し

☆石油は自動車用(21%→39%)を中心に需要が2003年の2.7億トンから2030年に9.5億トンへ急増するが、国内供給は2.0億トン(石油代替2500万トン含む)に止まるので、純輸入量は7.5億トンへ急増、海外依存度は81%へ

⇒資源確保問題：中東依存度をどこまで抑えられるか⇒近隣産油国の重要性

⇒輸送安全問題：マラッカ海峡は大丈夫か。パイプライン輸入がどの程度確保か

⇒外貨負担問題

☆天然ガスは民生用(21%→39%)、発電燃料用(6%→27%)を中心に需要が急増するが、国内供給は追及かず、2030年に1600億立方メートル純輸入、海外依存度51%へ

⇒LNG輸入とパイプライン輸入による資源確保と輸送安全の確保問題

⇒外貨負担問題

☆エネルギー輸入の外貨負担率（財とサービス輸出額に占める割合）は(平常時)

2000年4.7%→2030年10.5%へ

中国2030年までのエネルギー需給バランスと外貨負担率 (基準ケース)

		1980	2000	2010	2020	2030	2000/ 1980	2010/ 2000	2020/ 2010	2030/ 2020	2030/ 2000
一次化石エネルギー消費	Ktoe	407,572	905,237	1,323,286	1,912,229	2,748,444	4.1	3.9	3.8	3.7	3.8
石炭	Ktoe	306,565	655,605	878,342	1,158,333	1,528,571	3.9	3.0	2.8	2.8	2.9
石油	Ktoe	89,047	221,503	365,924	592,056	945,464	4.7	5.1	4.9	4.8	5.0
天然ガス	Ktoe	11,960	28,129	79,020	161,839	274,409	4.4	10.9	7.4	5.4	7.9
一次化石エネルギー生産	Ktoe	423,687	869,718	1,183,005	1,488,253	1,863,383	3.7	3.1	2.3	2.3	2.6
石炭	Ktoe	303,874	678,417	922,650	1,158,333	1,528,571	4.1	3.1	2.3	2.8	2.7
石油	Ktoe	107,853	163,172	176,279	190,000	176,279	2.1	0.8	0.8	-0.7	0.3
代替石油生産量計	Ktoe	0	0	8,000	16,000	25,000	0.0	0.0	7.2	4.6	0.0
天然ガス	Ktoe	11,960	28,129	76,076	123,919	133,533	4.4	10.5	5.0	0.8	5.3
化石エネルギー純輸入	Ktoe	-19,736	30,377	140,281	423,976	885,061	0.0	16.5	11.7	7.6	11.9
石炭	Ktoe	-2,298	-44,308	-44,308	0	0	15.9	0.0	0.0	0.0	0.0
石油	Ktoe	-17,438	74,685	181,644	386,057	744,185	0.0	9.3	7.8	6.8	8.0
天然ガス	Ktoe	0	0	2,945	37,919	140,876	0.0	0.0	29.1	14.0	0.0
化石エネルギー純輸入依存度	%	-5	3	11	22	32	0.0	12.2	7.7	3.8	7.8
石炭	%	-1	-7	-5	0	0	11.6	-2.9	0.0	0.0	0.0
石油	%	-20	34	50	65	79	0.0	3.9	2.8	1.9	2.9
天然ガス	%	0	0	4	23	51	0.0	0.0	20.2	8.2	0.0
輸出総額	億US\$	230	2,796	5,587	13,252	30,259	13.3	7.2	9.0	8.6	8.3
輸入総額	億US\$	238	2,507	5,435	13,170	28,572	12.5	8.0	9.3	8.1	8.4
エネルギー輸入支払い総額	億US\$	44	-133	-371	-1,232	-3,172	0.0	10.8	12.7	9.9	11.2
エネルギー輸入/輸出総額	%	19.3	-4.7	-6.6	-9.3	-10.5	0.0	3.4	3.4	1.2	2.7
エネルギー輸入/輸入総額	%	18.6	-5.3	-6.8	-9.4	-11.1	0.0	2.6	3.2	1.7	2.5
石炭輸出受け取り金額	億US\$	2	24	34	0	0	13.2	3.4	0.0	0.0	0.0
石油輸入支払い総額	億US\$	42	-157	-399	-1,132	-2,727	0.0	9.8	11.0	9.2	10.0
天然ガス輸入支払い総額	億US\$	0	0	-6	-100	-445	0.0	0.0	32.0	16.1	0.0
石炭輸入価格 (日本, CIF)	US\$/toe	90	54	77	100	124	-2.5	3.6	2.6	2.1	2.8
石油輸入価格 (日本, CIF)	US\$/barrel	33	28	30	40	50	-0.8	0.5	2.9	2.3	1.9
天然ガス輸入価格(日本,CIF)	US\$/toe	222	193	211	263	316	-0.7	0.9	2.2	1.8	1.7

<基準ケース>CO2排出量が急増

2030年に総排出量は2.9倍の25.7億T-C、一人当たり排出量は1.7T-Cへ。→抑制(削減)圧力が益々大。

☆5ヵ年計画として、第10次5ヵ年計画で初めて抑制に有利な措置を取ることを明記

	中 国		2000年国際水準			
	2000年	2030年	米国	日本	OECD	世界
一人当たりCO2量(t-c/人)	0.71	1.73	5.61	2.58	3.07	1.05
中国2030年水準が2000年国際水準に対する比率			30.9%	67.2%	56.5%	165.1%

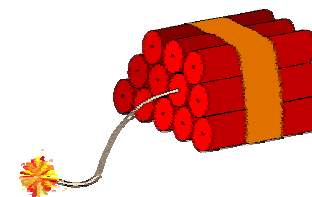
注意：①中国の一人当たり排出量が1990年の世界平均水準に達するのは2014年頃
 ②中国政府が第10次5ヵ年計画でCO2抑制に取り組むと言明、CDM関連組織を立上げた。

出所：世界水準についてEDMC『エネルギー経済統計要覧』、中国は本研究基準ケース。

<基準ケース>大気保護の圧力が増大

SO2発生量は2000年の2400万トンから2030年に6560万トンへ

排出量を環境容量(1800万トン)以内に抑制するには、総合脱硫率は73%以上が必要。不可能ではない(日本は85%)が、容易ではない。



・水需要が水資源の最大利用可能量とされる8000億トンに近付き、北部地域、特に大都市の水不足が深刻化

・砂漠化の進展 ・耕地減少と土壌劣化 ・草原減少と機能退化

⇒食糧安全(食糧不足?)問題が出現する可能性も拭いきれない

基準ケースに関する暫定的結論



従来の発展モデルなら

(現存の変化傾向、政策などの下では)、

発展の基盤が脆弱で、発展が

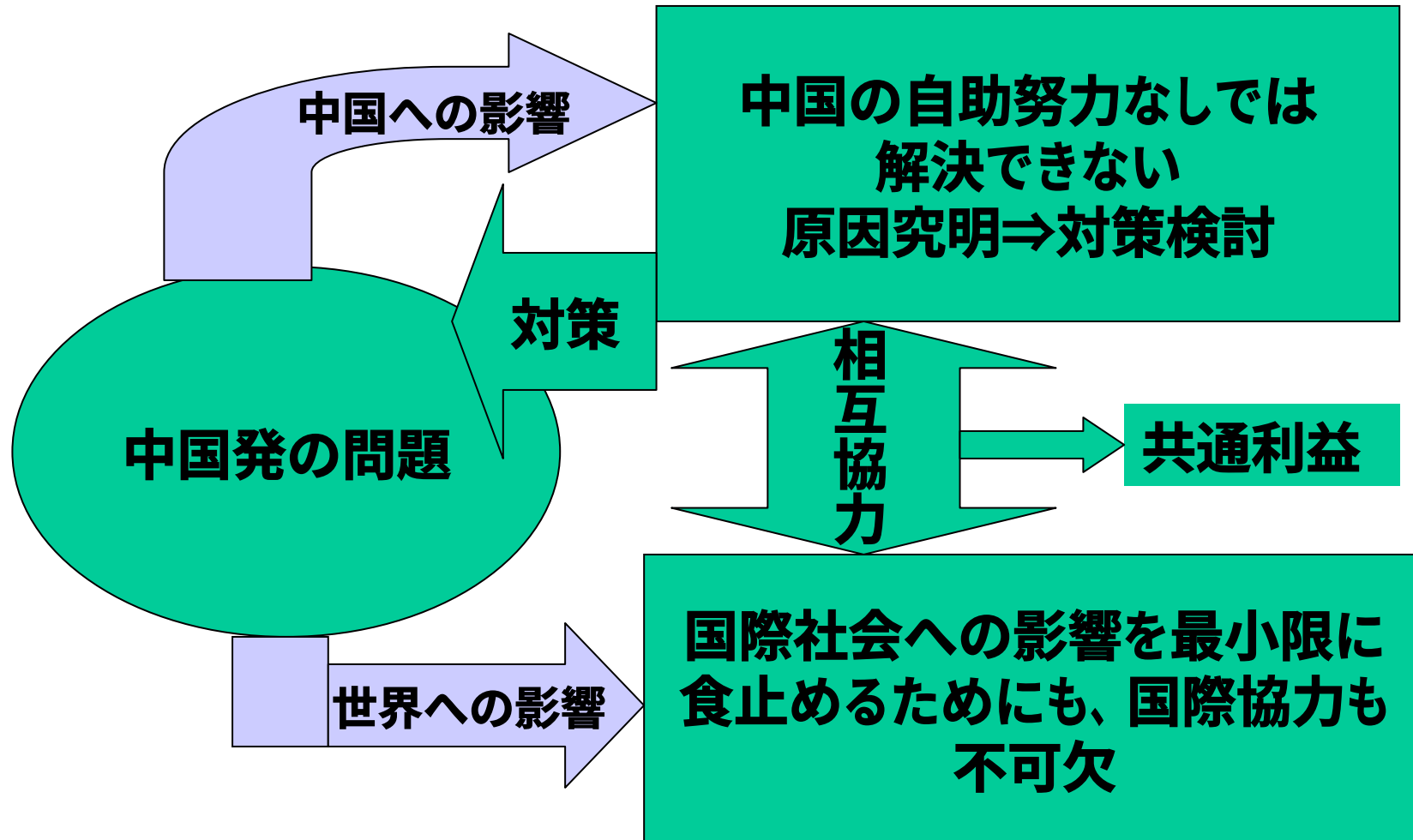
持続不可能になる可能性は大⇒新しい発

展モデルの探求



3 持続可能を実現するために：対策検討

(汚染者負担原則)



(中国の発展権⇒受益者負担原則)

3.1 対策の現状と課題

☆第10次5ヵ年計画(2001～2005年)における中国のエネルギー戦略

- ① エネルギー需給構造の多様化を計ること。
- ② エネルギー安全保障を計ること。
- ③ エネルギー利用効率を向上させること。
- ④ 環境保護を推進すること。

☆『エネルギー中長期(2004-2020)発展計画綱要(案)』(国務院常務委員会2004/6/30)における八つの重点施策

- ① 省エネを最重視
- ② エネルギー構造の調整と最適化
⇒石炭を主体、電力を中心、石油と天然ガス、再生可能エネルギーを全面的に発展
- ③ 地域間の資源開発の合理的配置、生産・消費・輸送の協調
- ④ 国内と海外の2つの資源と市場を十分に利用すること：国内に立脚、同時に積極的に海外進出
- ⑤ 生産と消費における技術進歩の促進、科学的管理の強化
- ⑥ 環境保護を重視する
- ⑦ エネルギー安全保障を高度的に重視
⇒供給多元化、石油戦略備蓄の建設、安全予報体制と緊急時対策システムの構築
- ⑧ 政策による管理強化と市場メカニズムの役割を図り、開発投資を増加

3.1 対策の現状と課題

☆中国政府のエネルギー安全保障対策

- ① 石油と天然ガスの国内開発を促進し、生産の最大化を図ること。
⇒増産が続く。？・資源温存問題、・海洋資源開発問題
- ② 石油と天然ガスの輸入先を多元化し、調達先リスクを減らすこと。
⇒石油輸入の中東依存度は5割、約40ヶ国地域から。
パイプライン輸入も検討。？・東シベリアパイプライン問題
⇒天然ガスはLNGとパイプラインを積極的に推進。
- ③ 海外の石油と天然ガスの資源開発に中国資本を進出させ、海外資源の確保による開発輸入を促進すること ⇒約40ヶ国、地域に進出
- ④ 石油と天然ガスの輸送インフラを整備すること。
⇒パイプライン、湾岸整備
- ⑤ 石炭液化と燃料アルコールを中心とする石油代替エネルギーの開発促進
⇒問題多い
- ⑥ 石油備蓄制度を整備すること
⇒着手したばかり

石油安全保障対策：石油備蓄と石油代替

石油備蓄

国家発展改革委員会に国家石油備蓄弁公室を設立。

60億元を投入し、四つの港で備蓄基地を建設

- ・ 論点： 施設備蓄⇔資源温存 国家戦略備蓄⇔民間備蓄
(CNPCの研究機関は資源温存と民間備蓄を主張)
- ・ SINOPECは民間備蓄基地を建設予定

石炭液化

・ 陝西省神東、雲南省先鋒、黒龍江省依蘭の3プロジェクトの進展状況

・ 中長期の影響要因：

経済性←中国での競争力

環境効果←汚染物質がなくなるわけではない

水、食糧問題←北部は石炭資源が集中しているが、食糧供給地でもある。しかし、水不足、水質汚染が深刻。

バイオマス系燃料アルコール

・ 食糧系プロジェクトの進展状況 →コスト問題、食糧問題（反対意見が多い）

・ 非食糧系の見通し

技術開発、サトキビ・薯類などの原料確保と食糧問題

天然ガス普及と安全保障対策

・国内幹線PL整備、LNG輸入、PL輸入は進んでいるが、**需要地インフラ整備、需要確保が問題**

中国天然ガス需給見通し(基準ケース)

	2002	2010		2020		2030	
	実績	低	高	低	高	低	高
需要計(億CM)	316	878		1,798		3,047	
国内生産計(億CM)	316	845		1,377		1,484	
不足分(億CM)	0	33		421		1,564	
純輸入能力計(億CM)		87	138	752	972	1,172	1,593
LNG輸入		87	138	552	772	772	993
①珠江ベルト(広東)		51	69	69	69	69	69
(万トン)		370	500	500	500	500	500
②福建省		36	69	69	69	69	69
(万トン)		260	500	500	500	500	500
③その他				414	634	634	855
(万トン)				3,000	4,600	4,600	6,200
パイプライン輸入				200	200	400	600
①ロシア				200	200	200	200
②トルクメニスタン						200	400
不足/輸入能力(%)		37	24	56	43	133	98
備考	①広東LNGターミナル:オーストラリアから輸入。総能力500万トン。第1期工事370万トン、2006年完成予定。2003年10月FSが批准。						
	②福建LNGターミナル:インドネシアから輸入。総能力500万トン。第1期工事260万トン、2007年完成予定。2002年11月予備FSが批准、現在FS批准待ち。						
	③その他LNGターミナル:長江デルタ、渤海デルタに5~6ヶ所、2010年までに200万トン、2015年までに3000万トン、2020年までに4600万トン、以降6200万トン。主に中東から。						
	④ロシア・イルクーツクパイプライン:中露韓が2003年11月FS報告を批准、取引意向書を結んだ。ロシアで1943km、中国で2408km。遅くとも2017年から中国へ200億立方メートルを供給。期限は30年。						
	⑤トルクメニスタン・パイプライン:2030年までに200~400億立方メートル、検討段階。						
	⑥西シベリア、極東からのパイプラインの案もあるが、不確実性が高い。						

(注) LNG 1kg = 天然ガス 1.379立方メートル = 熱量 12411Kcalで換算。

(出所) 需要と生産は本研究基準ケース、その他は各種資料に基づき李志東が作成。

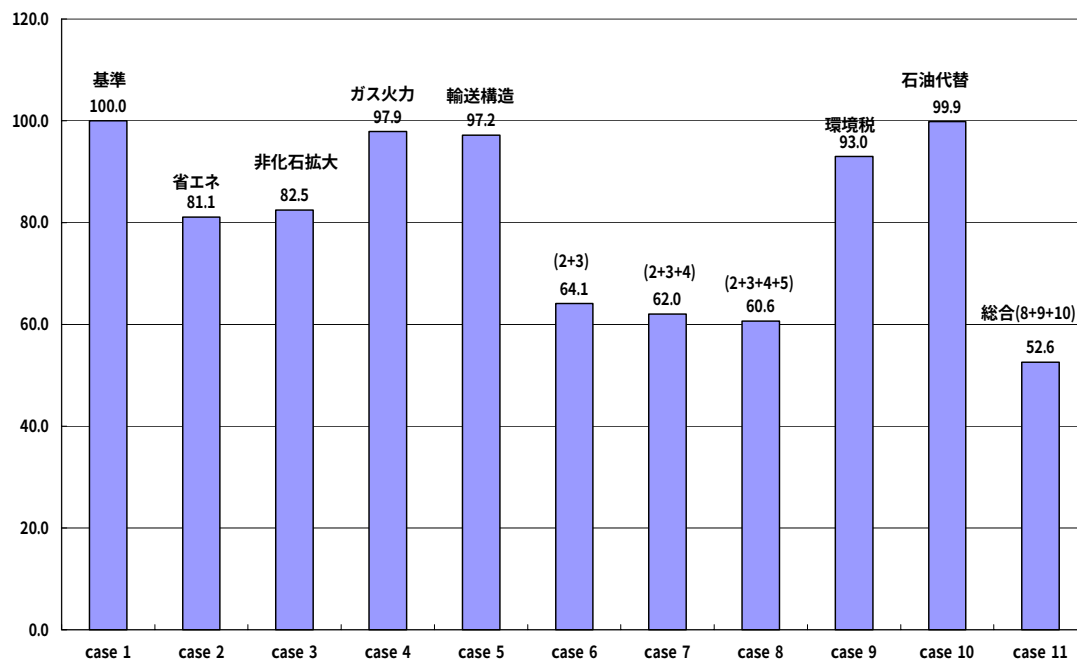
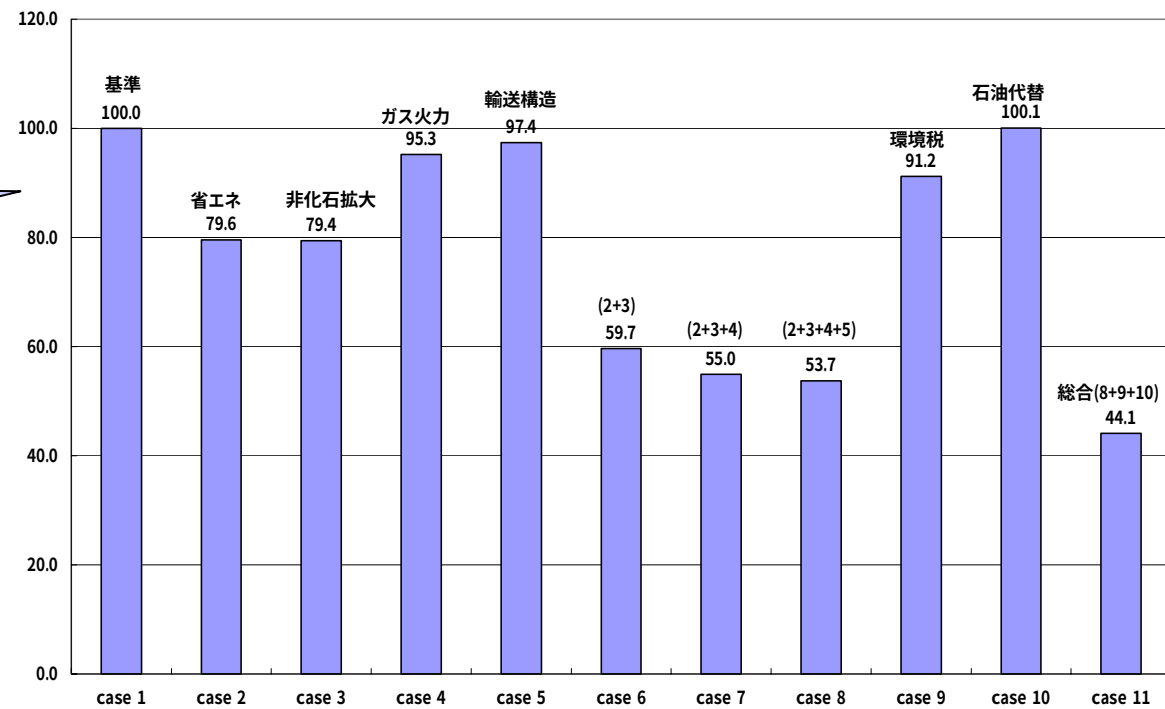
3.2 自助努力とエネルギー戦略構想：対策ケースのシミュレーション分析

①	基準ケース：十五計画、2050年戦略をベースに。2000年→2030年 火力効率向上：石炭33%→43%、ガス35%→49% 車燃費向上：8.2→6.6 liter/100ton・km 原子力：210万→5000万kW 水力：7935万→25444万kW。開発可能量3.8億kWの66% 水力稼働時間数：2803h/年→3000h/年。可能時間数は約5000h/年 新エネ発電：2030年に0.542億kW(風力0.2、太陽0.175、バイオマス0.15) 新エネ熱供給：300万→2828万toe ガス火力：137万kW→9700万kW 石油代替エネルギー：2500万toe
②	省エネケース：基準ケースと比べて、2030年は 火力効率向上：石炭43%→45%、ガス49%→55% 車燃費向上：6.6→3.3 liter/100ton・km、約50%改善 産業部門7.4%、民生部門10%、道路外交通部門1%省エネ
③	非化石エネルギー促進ケース：基準ケースと比べて、2030年は 原子力：5000万→9000万kW 水力：2.5億→3億kW。開発可能量3.8億kWの79% 水力稼働時間数：3000h/年→4500h/年。可能時間数は約5000h/年 新エネ発電：0.54億→2.31億kW(風力1.2、太陽0.7、バイオマス0.45) 新エネ熱供求：0.28億→1.08億toe、倍増
④	ガス火力促進ケース。基準ケースと比べて、2030年に 設備容量は0.97億→1.97億kW、発電効率は49%→55%
⑤	輸送構造調整ケース：2011年以降、輸送量分担率は、道路が一定、鉄道が上昇
→ ⑥	「省エネ＋非化石促進」＝②＋③
→ ⑦	「省エネ＋非化石促進＋ガス火力促進」＝②＋③＋④
→ ⑧	「省エネ＋非化石促進＋ガス火力＋輸送構造調整」＝②＋③＋④＋⑤
⑨	環境税ケース。2011年以降、原炭5US\$/t、石油8US\$/t、天然ガス6US\$/千立方メートル
⑩	石油代替ケース。基準ケースと比べ、2030年に石油代替量2500→5000万toe
→ ⑪	「省エネ＋非化石促進＋ガス火力＋輸送構造＋税＋石油代替」＝②＋③＋④＋⑤＋⑨＋⑩

化石エネルギー需要のケース比較



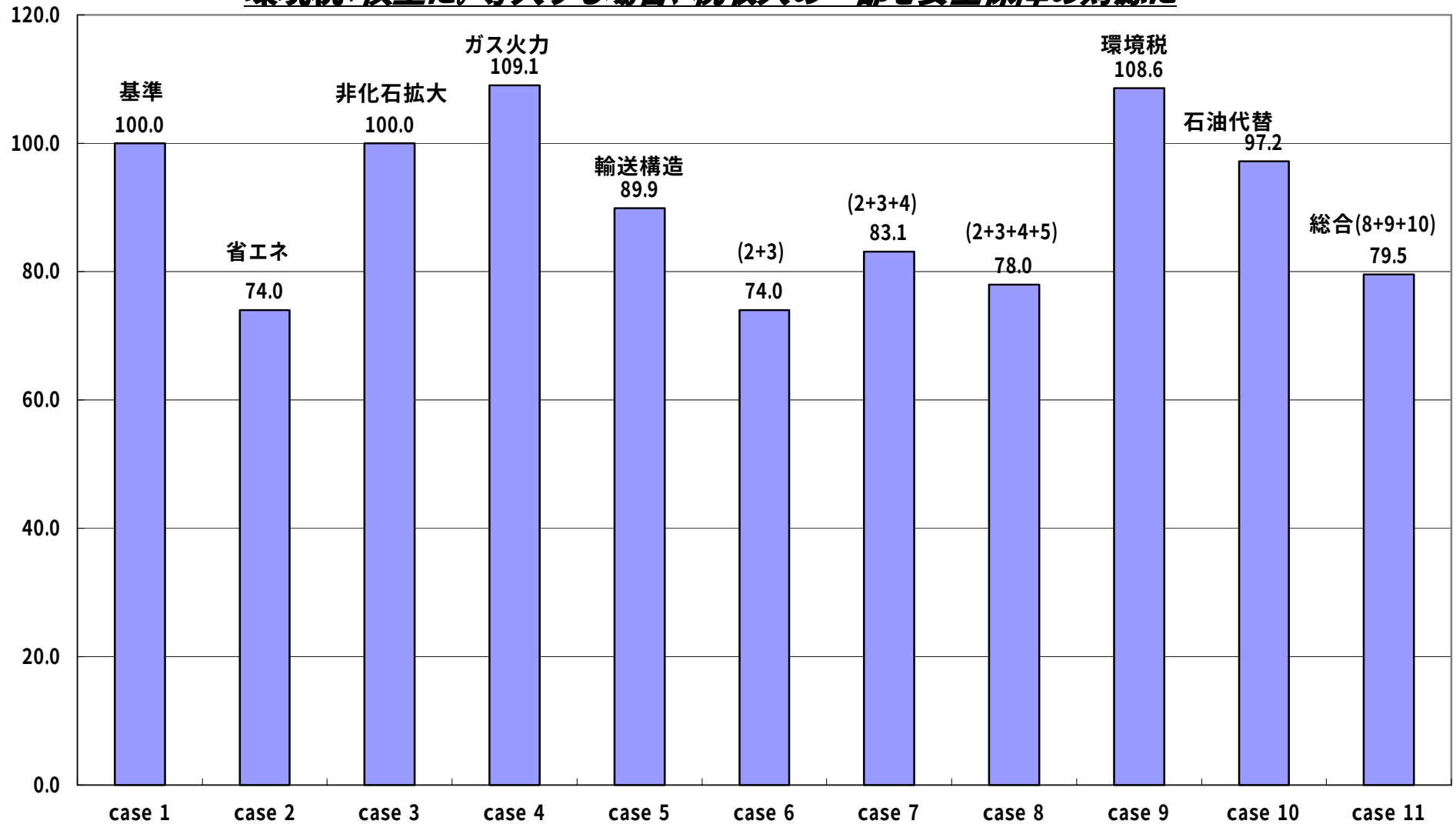
二酸化硫黄排出量に関するケース間比較



二酸化炭素排出量に関するケース間比較

エネルギー輸入量のケース比較

環境税：慎重に。導入する場合、税収入の一部を安全保障の財源に



3.2 自助努力とエネルギー戦略構想

原因：総合対策システムの欠如 ← エネルギー官庁がないこと

対策：①米国エネルギー省のようなエネルギー官庁を設立

②「安定供給、環境保全、経済的効率性」の同時達成を目指す総合対策システム（戦略）の構築

対策ケースのシミュレーション結果

	省エネ 促進	非化石 エネ拡大	ガス火力 拡大	輸送構造 調整	環境税 導入
エネルギー輸入抑制、エネルギー安全保障	効果大	？	－？	効果大	－？
エネルギー需要抑制、SO ₂ 、CO ₂ 排出削減	効果大	効果大	効果大	効果有り	効果大

<エネルギー戦略構想>

省エネを国策として促進：技術進歩、産業構造調整、公共交通促進、価格調整

エネルギー構造調整を強化：再生可能エネ、水素、燃料電池などの開発、利用促進

エネルギー安全保障体制の構築：石油安全保障対策

環境税：慎重に。導入する場合、税収入の一部を安全保障の財源に

食糧系燃料アルコール：慎重に

石炭液化：慎重に

国際的に商業化済みの石炭クリーンテクノロジーの利用促進：加工、脱硫、発電

注意：商業化できない技術を「技術備蓄」として研究開発を促進

石油安全保障対策設計：「多様化」がカギ

段階 1	段階 2	段階 3	段階 4	段階 5	段階 6	
自強策 ↓ 石油供給の 全策 対策	国内資源	探査促進	資源温存による備蓄 生産維持・拡大	* 資源国の施設備蓄が少ない。英 57、米 74 日。日 163 日		
	海外資源	開発輸入	原油	* 価格競争と社会コスト		
			石油製品	* 資源を海外から、精製は国内で。原油輸入に占める 開発輸入比率：フランス 77%、イタリア 35%、ドイツ 22%、日 15%		
		貿易輸入	原油	長期契約 市場調達	* 安定性確保	
			石油製品	長期契約 市場調達	* 国内精製による経済、 社会効果の確保	
	備蓄	資源温存 施設備蓄	国家備蓄	原油	* 日本 85 日	
				石油製品		
			民間備蓄	原油	* 日本 37 日	
				石油製品	* 日本 41 日	
自強策 ↓ 石油需要の 抑制 策	省石油	技術的	製段階での省石油 発電、熱供給における転換効率向上による省石油 輸送部門における燃費向上による省石油 産業部門、民生部門における省石油			
		構造調整	石油多消費産業の抑制 交通体系の合理化	公共交通機関の整備		
				石油系車種構造の調整	燃料別 排気量別	
				グリーン自動車の促進	ハイブリット、電気、ガス 燃料電池	
	税制、価格 生活様式					
	石油代替 エネルギー	液化	石炭	* 技術・経済性、環境問題		
			天然ガス	* 技術・経済性、資源問題		
			バイオマス	非食糧系 食糧系	* 技術・経済性 * 技術・経済性、食糧問題	
		その他	石炭	* 環境問題		
			天然ガス	* 資源問題		
			再生可能	* 技術・経済性		
			水素	石炭など化石燃料系 再生可能エネルギー系		
				* 技術・経済性、環境・資源問題 * 技術・経済性		
	同盟 対策	IEA(国際エネルギー機構)への加盟 北東アジア諸国との協調： ① 開発・市場調達・インフラ整備の協調 ② 共同備蓄体制の構築				
環境 整備 対策	石油輸出国への協力、開発輸入の相手国への協力 輸送航路の確保、輸送インフラの整備 脱石油化社会への移行					
国際石油安全保障体制の形成への積極的な参画				石油資源国、地域の安定の促進		

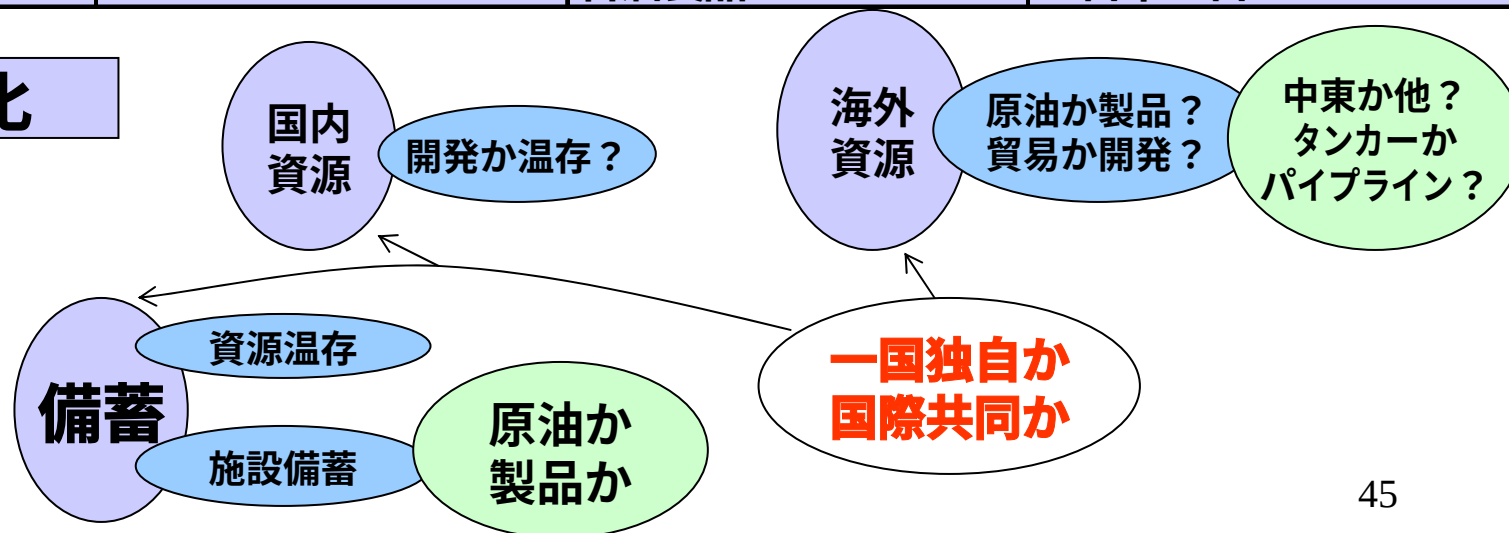
注：① 太字は特に重要な対策分野。

② * は理由、問題点など。

例：石油安全保障対策の枠組み：多様な供給側対策選択肢

自強対策 ↓ 石油供給の 安全対策	国内資源	探査促進	資源温存による備蓄	＊資源国の施設備蓄が少ない。英57、米74日。日163日	
			生産維持・拡大	＊価格競争と社会コスト	
	海外資源	開発輸入	原油	＊資源を海外から、精製は国内で。原油輸入に占める 開発輸入比率：フランス77%、イタリア35%、ドイツ22%、日15%	
			石油製品		
		貿易輸入	原油	長期契約	＊安定性確保
				市場調達	
			石油製品	長期契約	＊国内精製による経済、 社会効果の確保
				市場調達	
	備蓄	資源温存			
		施設備蓄	国家備蓄	原油	＊日本85日
				石油製品	
			民間備蓄	原油	＊日本37日
				石油製品	＊日本41日

多元化・多様化



エネルギー、環境、経済発展を考慮した自動車戦略

関連公文書：経済社会発展第10次5ヵ年計画、科学技術発展第10次5ヵ年計画、自動車工業第10次5ヵ年計画、エネルギー第10次5ヵ年計画、機動車(自動車)排ガス汚染防止技術政策(1999)、軽油車排ガス汚染防止政策(2003)、自動車工業産業政策(1994、2004)、国家863計画電動自動車（ハイブリット車、燃料電池車を含む電気自動車）重大プロジェクト(2001)、など

<ポイント>

- ①石油系自動車は短期、中期的に主流
- ②石油代替燃料系クリーン自動車は適材適所
- ③中長期は燃料電池自動車。純電気自動車、ハイブリット車は適材適所。

<視点>

自動車の特性、中国の位置、戦略目的、戦略目標、戦略手段

☆有人宇宙飛行のような成功があるか？ 「蛙跳び」できるか？

燃料電池自動車「超越1号」(2003/8)

車体重量：1.6～1.7t

燃料電池：40kW

加速度：80km/hまで14秒

最高時速：110km

連続走行距離：210km

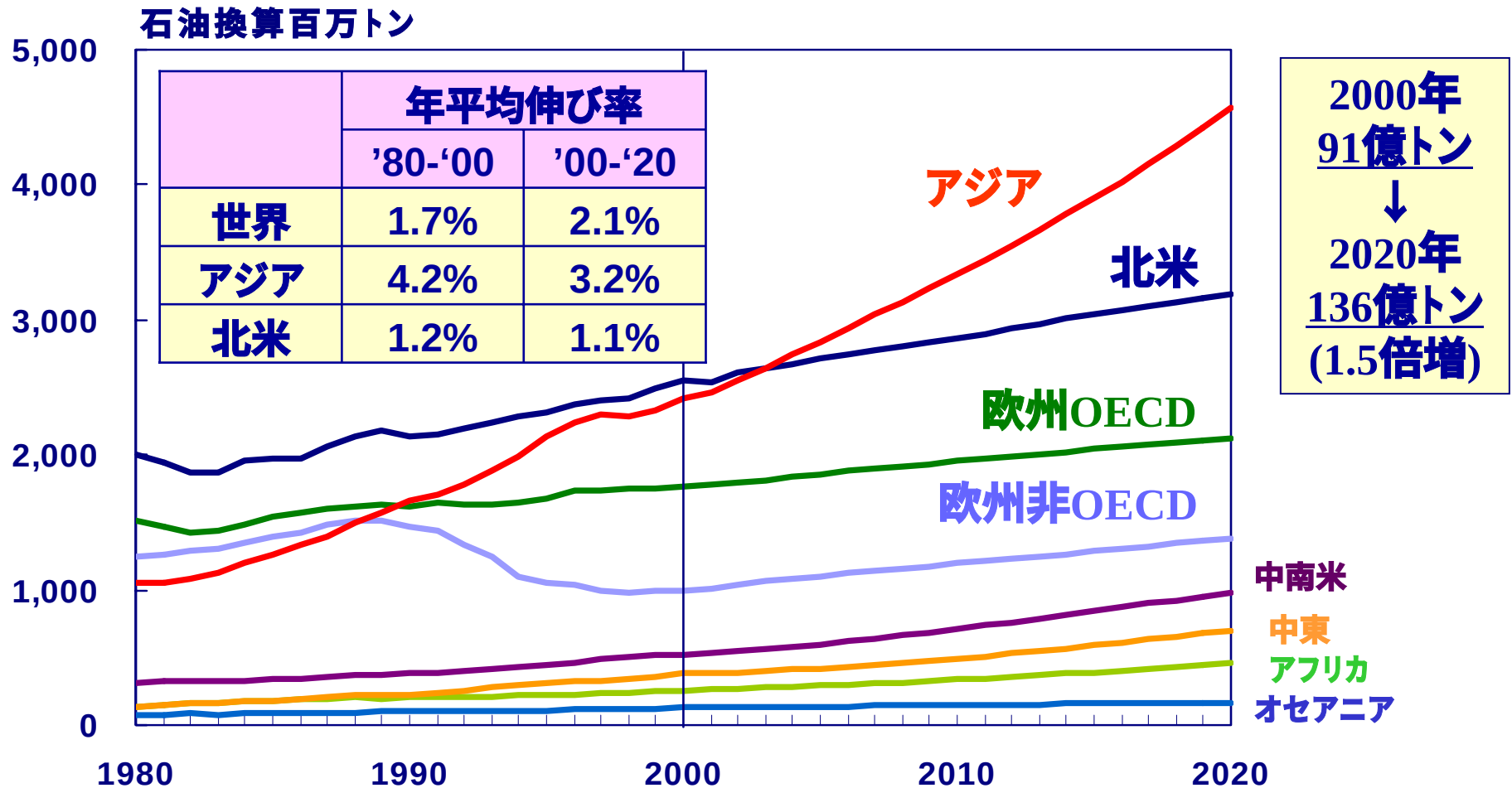
3.3 国際協力、特に日中相互協力が重要

☆問題意識1

日中両国は程度の差、問題解決の優先順位こそ異なるが、持続可能な発展を阻害しうる問題として、以下のものがあげられる。

- ①エネルギーをはじめとする鉱産資源制約と大量消費に起因する安全保障問題。
- ②大気汚染、酸性雨汚染、固体廃棄物処理問題。
- ③地球温暖化の主因物質であるCO₂の排出抑制問題。
- ④アジア経済圏が形成されていなく、域内優位性を国際競争力に結び付けられず、EU, NAFTAなどに対抗できない。

世界の一次エネルギー消費(地域別)

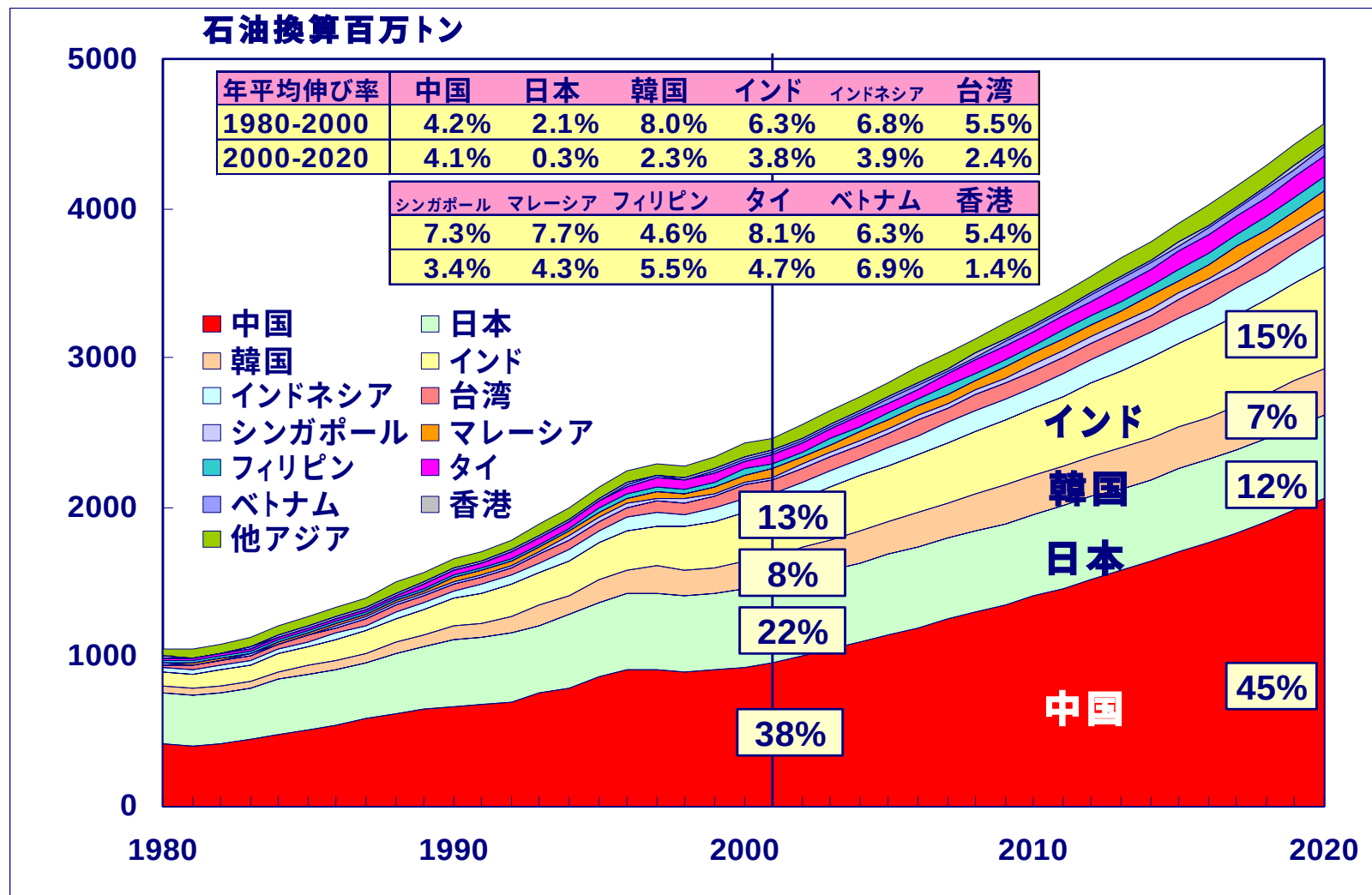


・アジアは数年以内に最大のエネルギー消費地域へ、2020年の消費量は現在の約2倍へ拡大

出所: 伊藤・李・小宮山2004/3/10日本エネ研第385回定例研による

アジアの一次エネルギー消費(地域別)

出所:伊藤・李・小宮山2004/3/10日本エネ研第385回定例研による

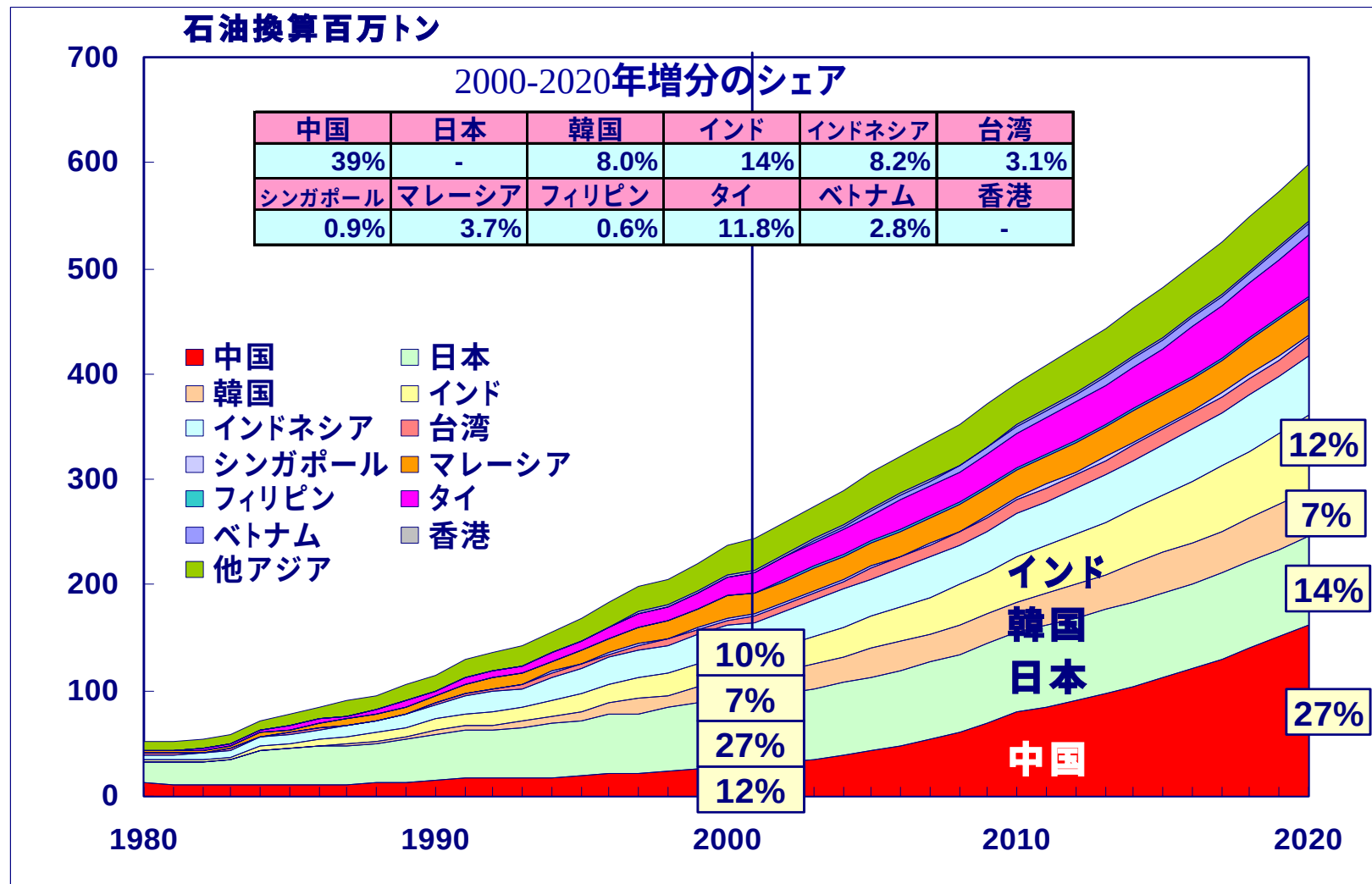


2000年
24億トン
↓
2020年
46億トン
(1.9倍増)

- ・ 中国は高い経済成長に伴い、アジアに占めるシェアは45%まで拡大
- ・ 経済の成熟化、人口減少に伴い日本のシェアは22%から12%まで減少

アジアのガス消費

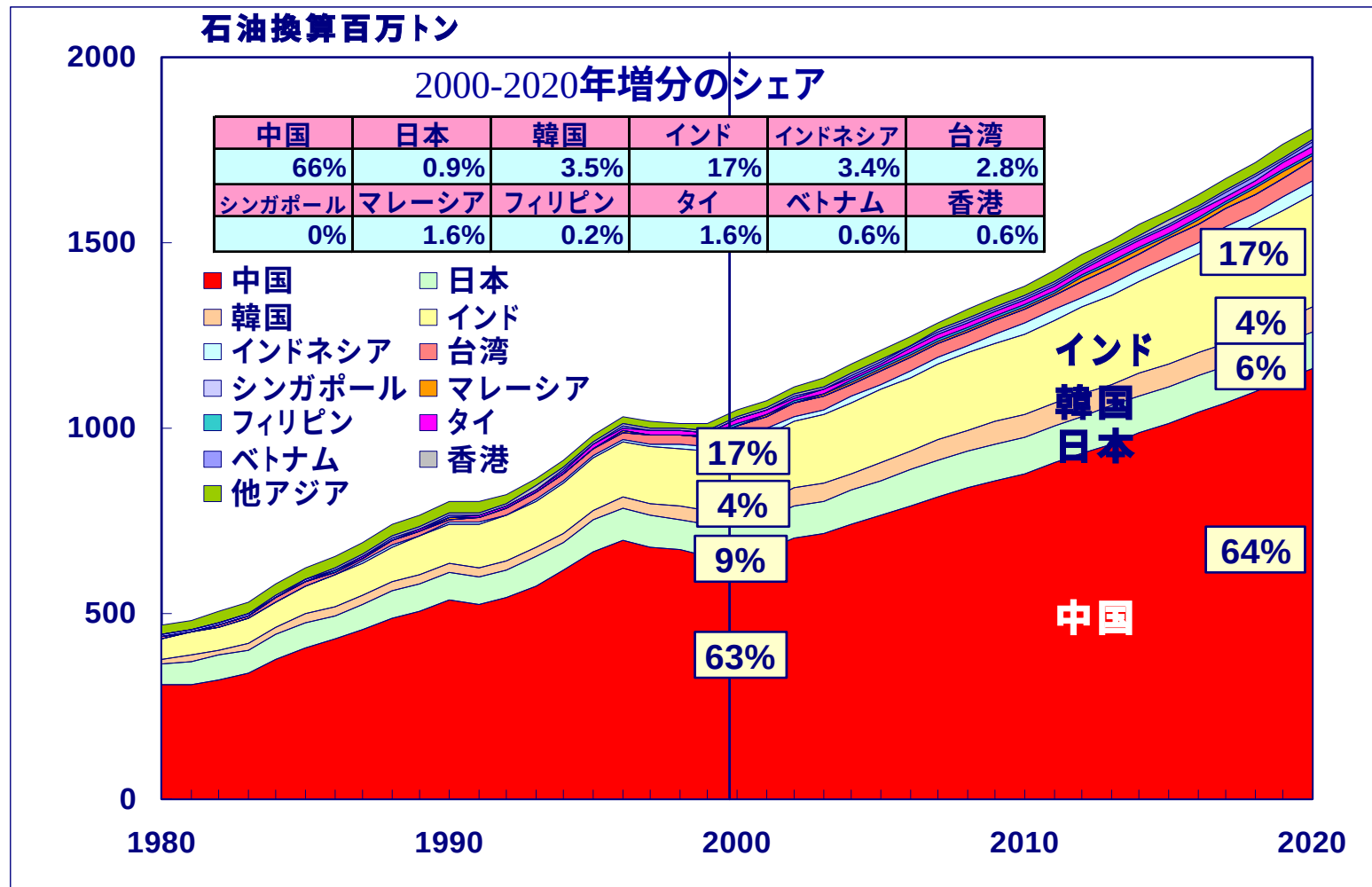
出所：伊藤・李・小宮山2004/3/10日本エネ研第385回定例研による



・中国のガス消費は、発電用需要の増加に加えて、都市部での民生用需要の増加、環境対策の強化を背景に増大する見込み

アジアの石炭消費

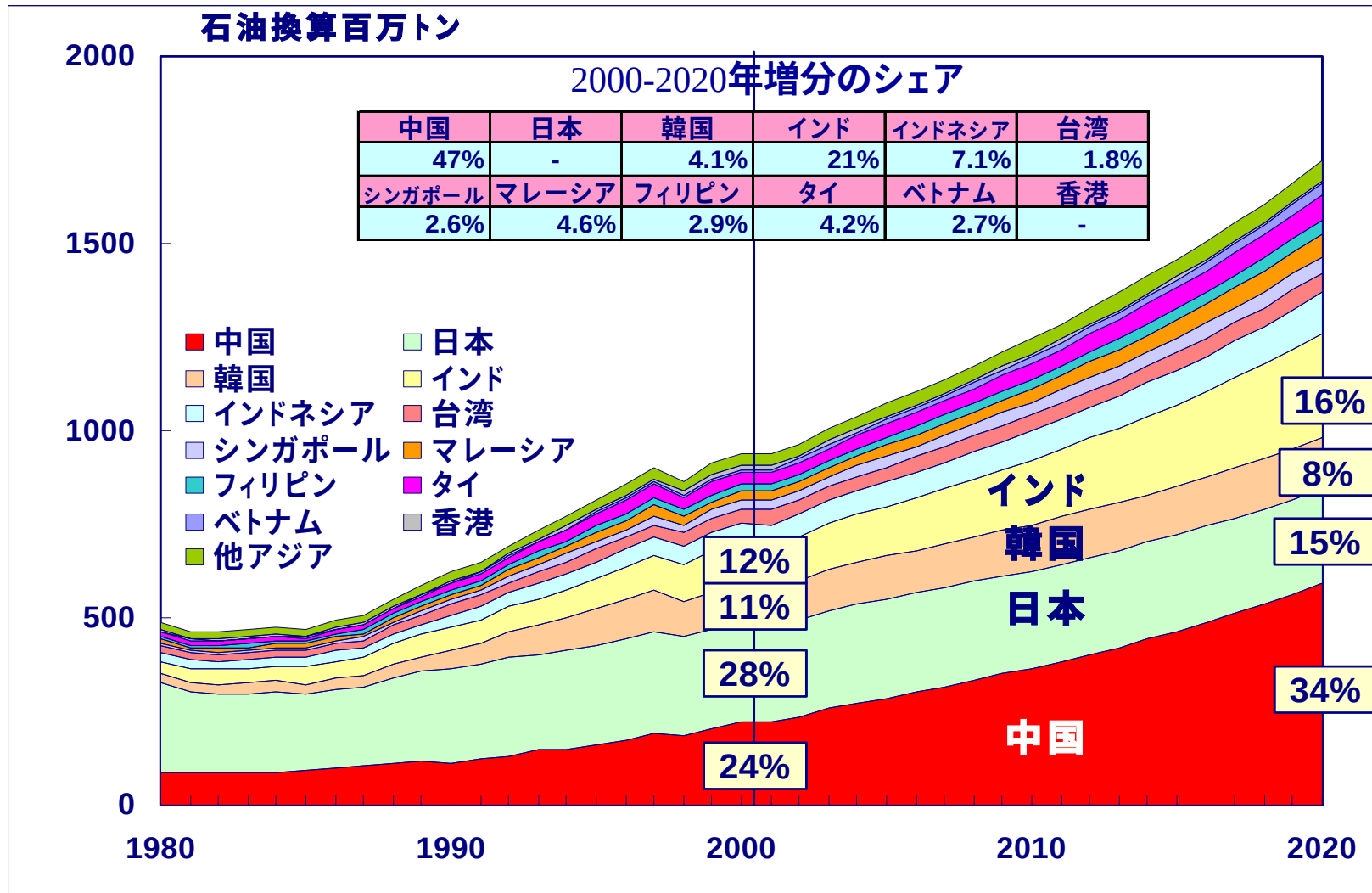
出所：伊藤・李・小宮山2004/3/10日本エネ研第385回定例研による



・国内石炭資源が豊富な中国、インド、インドネシア等では、急増する電力需要に対し、主として石炭火力により供給を行うため消費が増加

アジアの石油消費

出所：伊藤・李・小宮山2004/3/10日本エネ研第385回定例研による

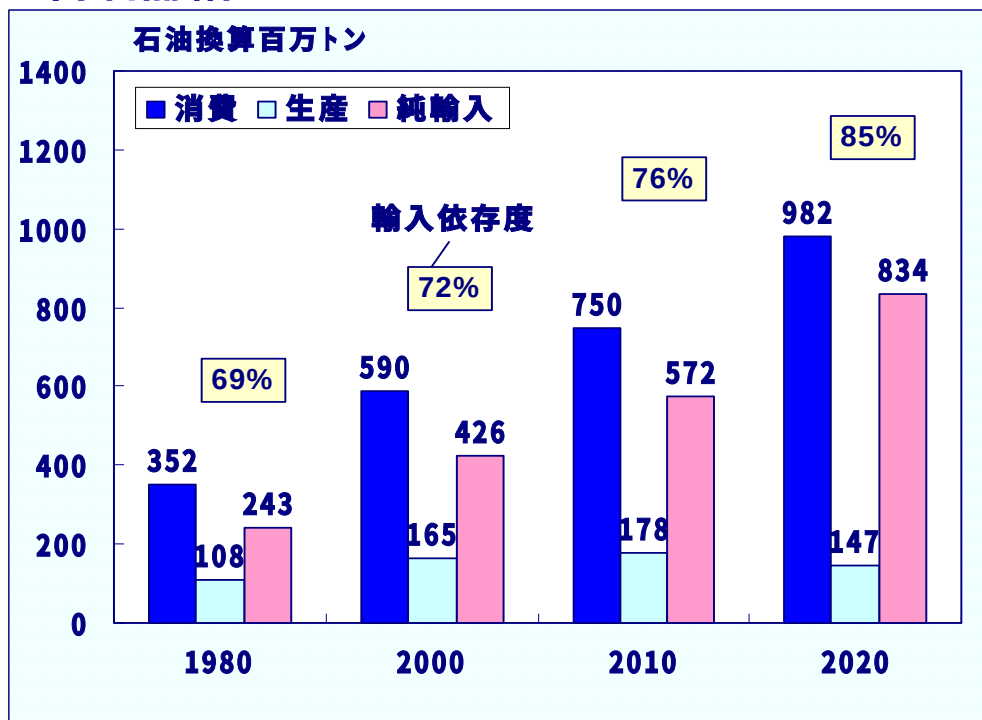


2000年
9.4億トン
(1,890万BD)
↓
2020年
17.2億トン
(3,450万BD)
(1.8倍増)

・中国ではモータリゼーションが進展し、石油消費が2.2億トンから5.9億トンへ増大

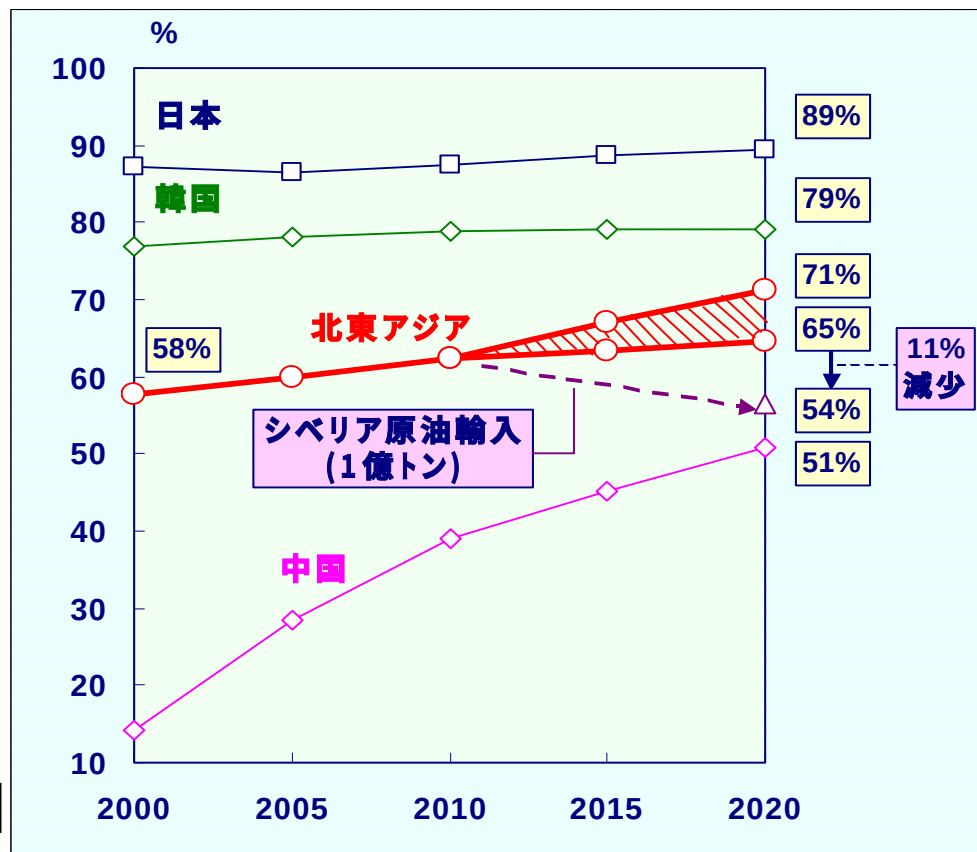
北東アジア(日中韓)の石油需給と中東依存度

・石油需給



出所: 伊藤・李・小宮山2004/3/10日本エネ研第385回定例研による

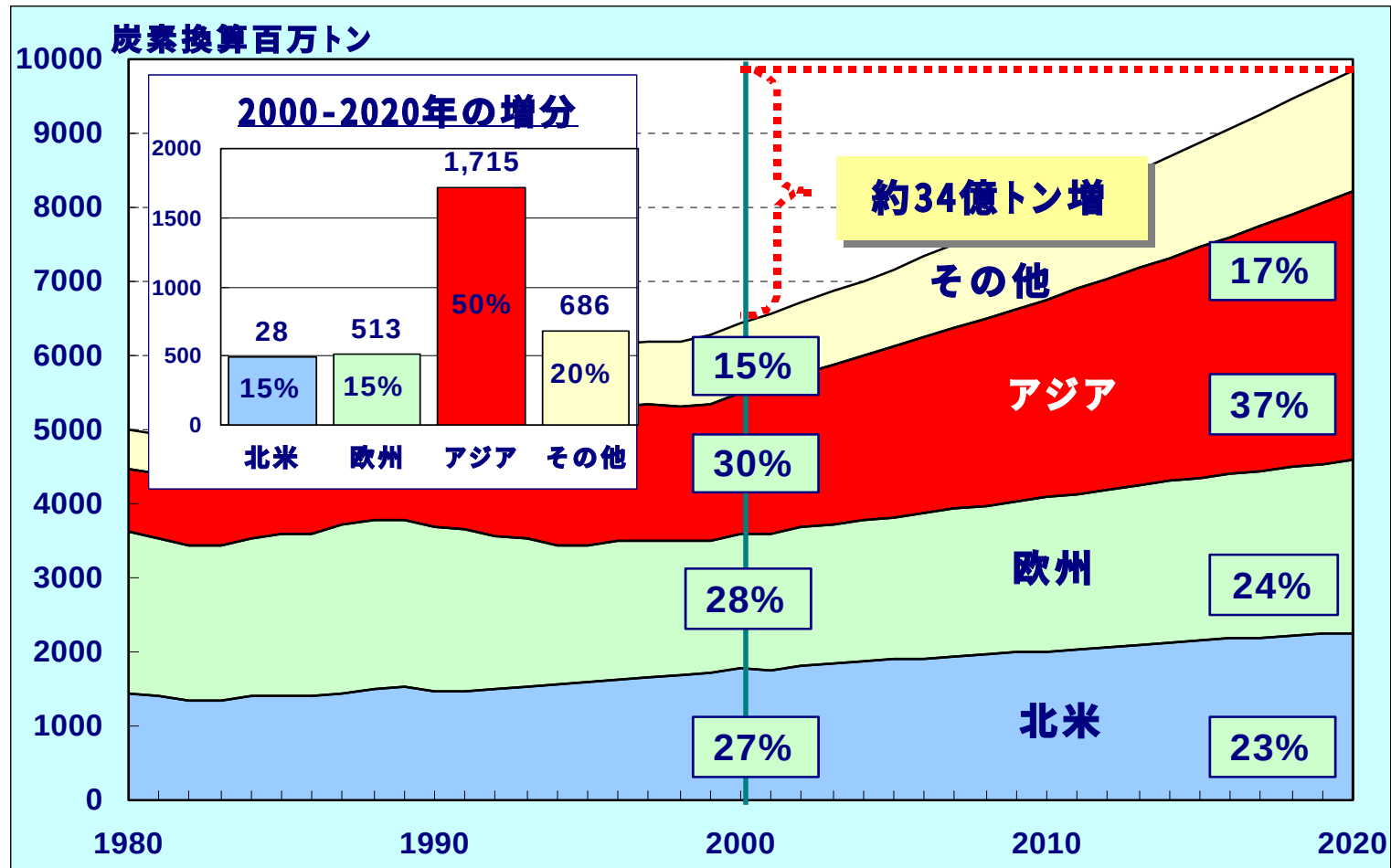
・中東依存度



- ・2020年の北東アジアの石油消費量は9.8億トン(1,970万バレル/日)、純輸入量は8.3億トン(1,670万バレル/日)に達する
- ・北東アジアの(消費に対する)輸入依存度は2020年に80%以上へ上昇
- ・シベリア原油の輸入により、北東アジアの(消費に対する)中東依存度は約1割ほど減少

CO₂排出量(世界)

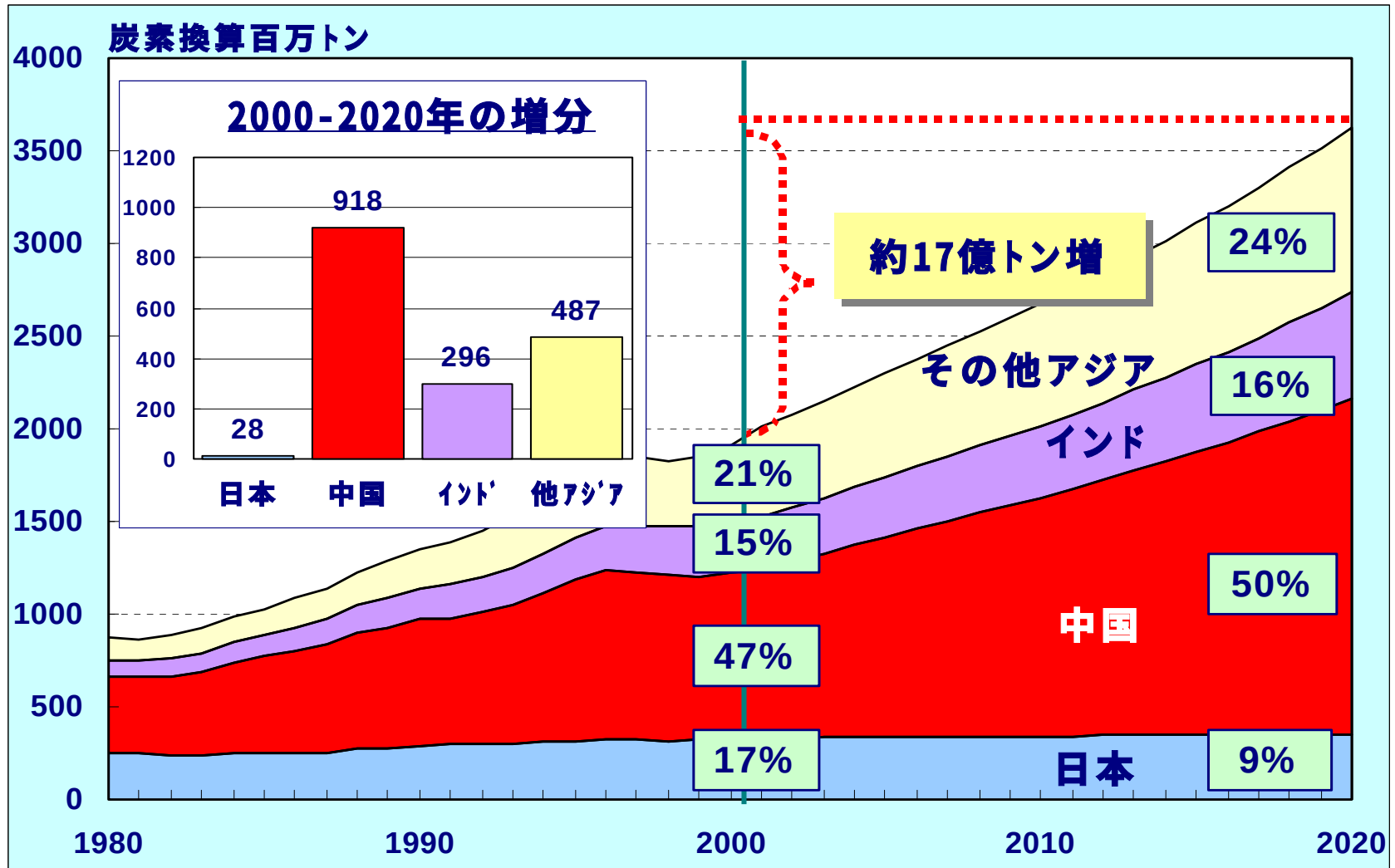
出所:伊藤・李・小宮山2004/3/10日本エネ研第385回定例研による



- ・ アジアがCO₂排出量増分の約5割、北米、欧州合計で増分の約3割を占める。

CO₂排出量(アジア)

出所: 伊藤・李・小宮山2004/3/10日本エネ研第385回定例研による



3.3 国際協力、特に日中相互協力が重要

☆問題意識2

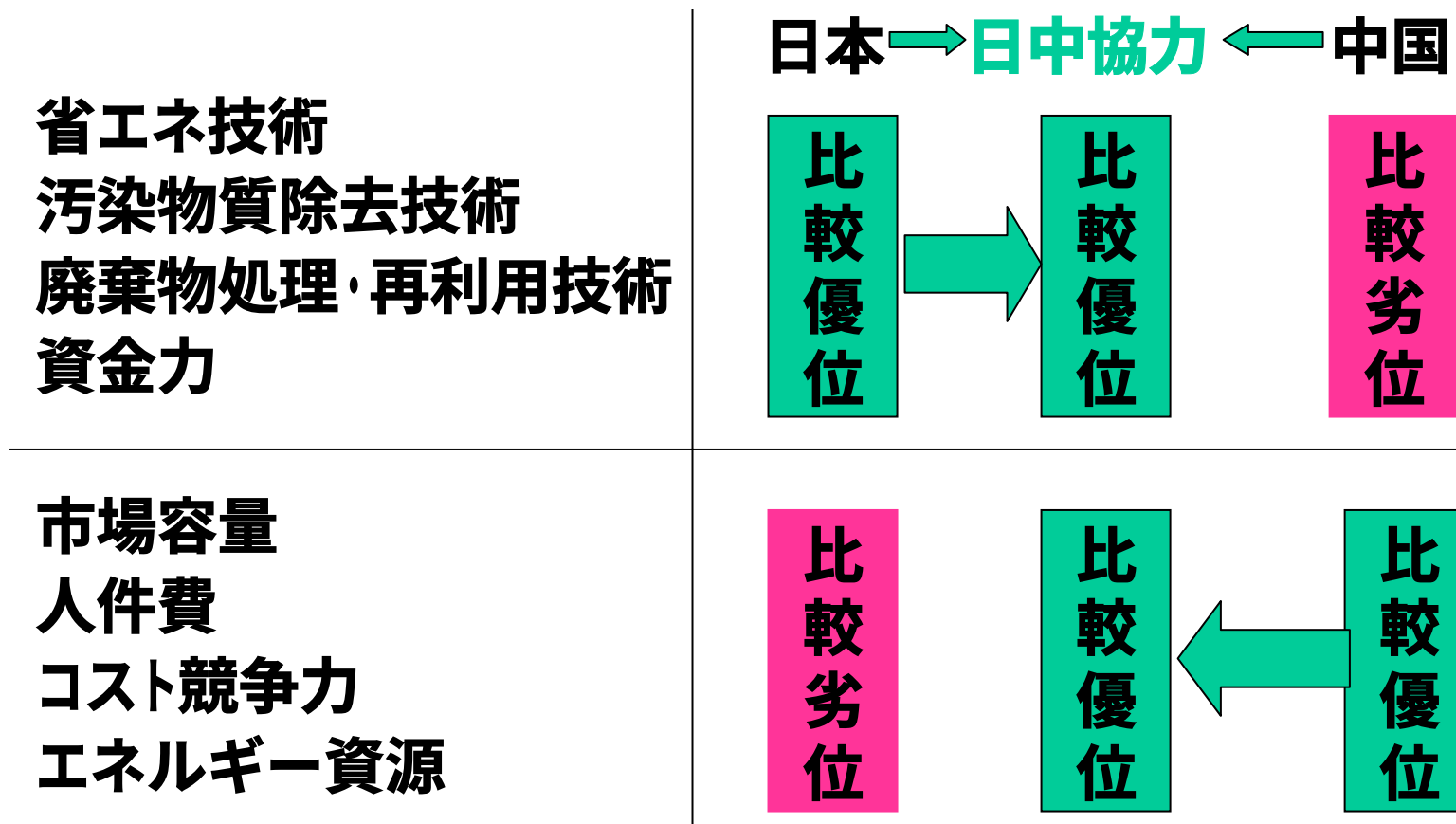
問題解決手段に関する比較優位性は日中両国間に存在。

	日本	中国
省エネ技術	比較優位	比較劣位
汚染物質除去技術		
廃棄物処理・再利用技術		
資金力		
市場容量	比較劣位	比較優位
人件費		
コスト競争力		
エネルギー資源		

3.3 国際協力、特に日中相互協力が重要

☆問題意識3

日中中心の域内協力はアジアの持続可能な発展に必要



日中相互協力の枠組み設計

省エネルギー協力

- ・日本主導の技術協力
 - ・電力，熱供給等エネルギー転換部門
 - ・鉄鋼，セメント等エネルギー多消費産業
 - ・輸送，民生部門のエネルギー使用機器
- ・中国での投資環境の整備
 - ・IPP自由化など
 - ・省エネルギー法制，管理システム構築
 - ・人材養成

(節水型)CCT協力

- ・加工技術協力
- ・利用技術協力
- ・汚染物除去協力
- ・廃棄物利用協力
- ・CBM共同開発
- ・石炭火力の日本増設と中国削減による域内電源最適化

自然エネルギーによる化石エネルギーの代替促進協力

- ・資源マップの共同作成
- ・利用技術の共同開発
- ・資源国への開発支援
- ・共同導入によるコスト低減
- ・自然エネルギー発電の多国間送電網
- ・自然エネルギー系水素基地の共同開発

化石エネルギーの消費抑制

エネルギー安定供給と安全保障

- 分業型共同備蓄制度の整備
 - ・垂直分業
 - ・水平分業

大気汚染防止と酸性雨汚染防止

- 天然ガス利用拡大の相互協力
 - ・北東アジア天然ガスパイプライン輸入共同促進
 - ・中国へのガス複合発電技術開発と導入の協力

二酸化炭素排出量の抑制ないし削減

- CO₂回収相互協力

他石油，天然ガス関連相互協力

- ・資源国での開発相互協力
- ・国際市場での調達相互協力
- ・輸送，貯蔵インフラの相互協力
- ・中国へ開発参入と開発協力
- ・利用技術の共同開発と対中支援

環境関連相互協力

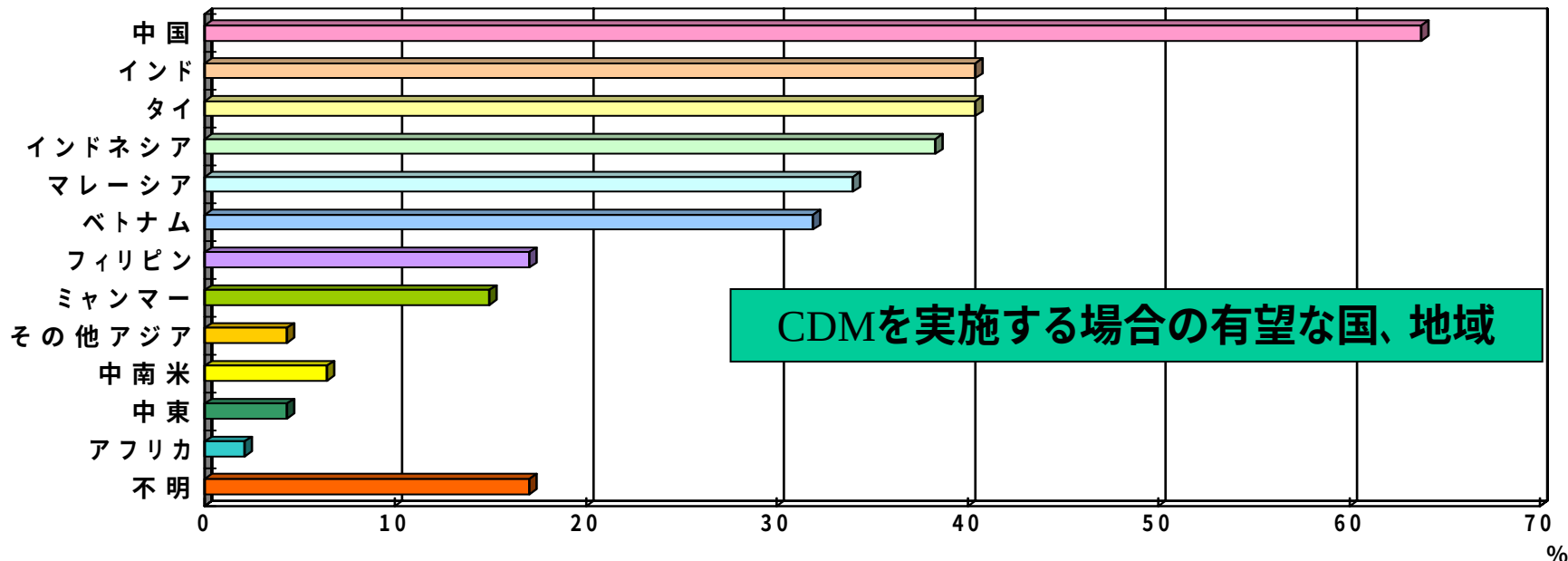
- ・越境汚染物質の共同測定，ルート解明
- ・汚染物質防止技術の中国開発への支援
- ・節水技術，システムの共同開発
- ・植林事業への対中支援
- ・環境保護システム構築に関する相互協力

汚染処理よりクリーン技術、ハードより人材養成、設備輸出より現地開発支援

第4-7表 日本におけるCDMの重要性

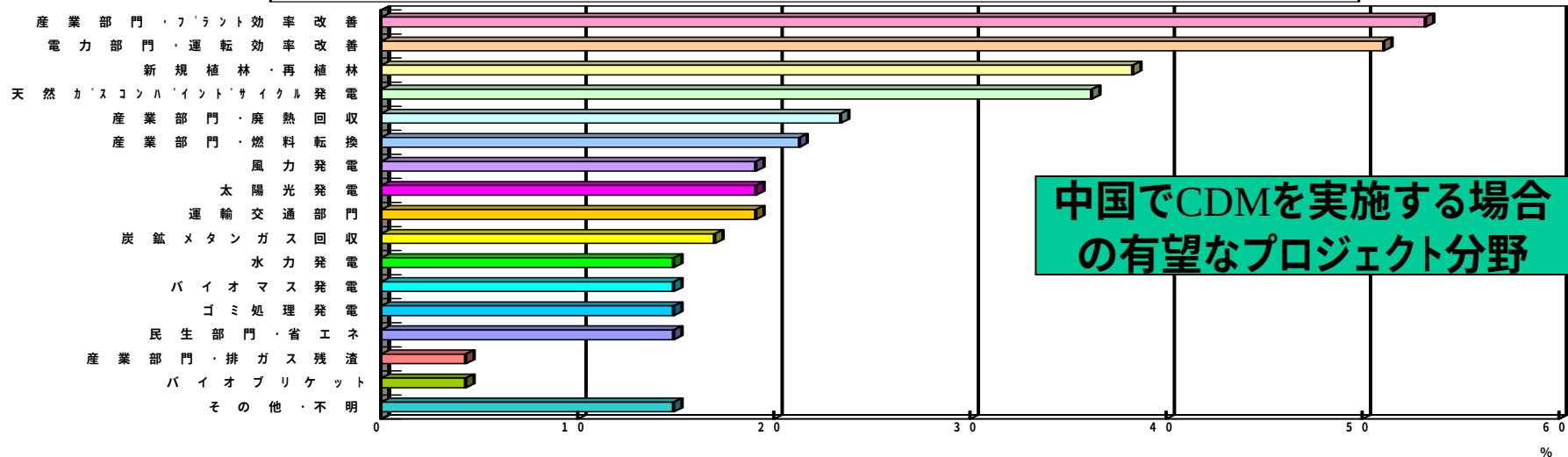
京都 メカニズム	実施 場所	CO2削減 コスト低減	経済 効果	アジア 環境効果	アジアで の地位	資源 確保	総合 効果
CDM (クリーン開発メカニズム)	中国	○	○	○	○	○	◎
	他アジア	○	○	○	○	○	◎
	他途上国	○	○	×	×	中東	○
JI(共同実施)	OECD	○	?	×	×	×	△
	ロシアなど	○	?	?	×	○	○
ET(排出量取引)	CO2市場	○	×	×	×	×	▲

注：総合効果の大きい順＝選択の優先順位： ◎>○>△>▲



出所：有限会社エムフォーユー(M4U)

中国で C D M を実施する場合の有望なプロジェクト分野

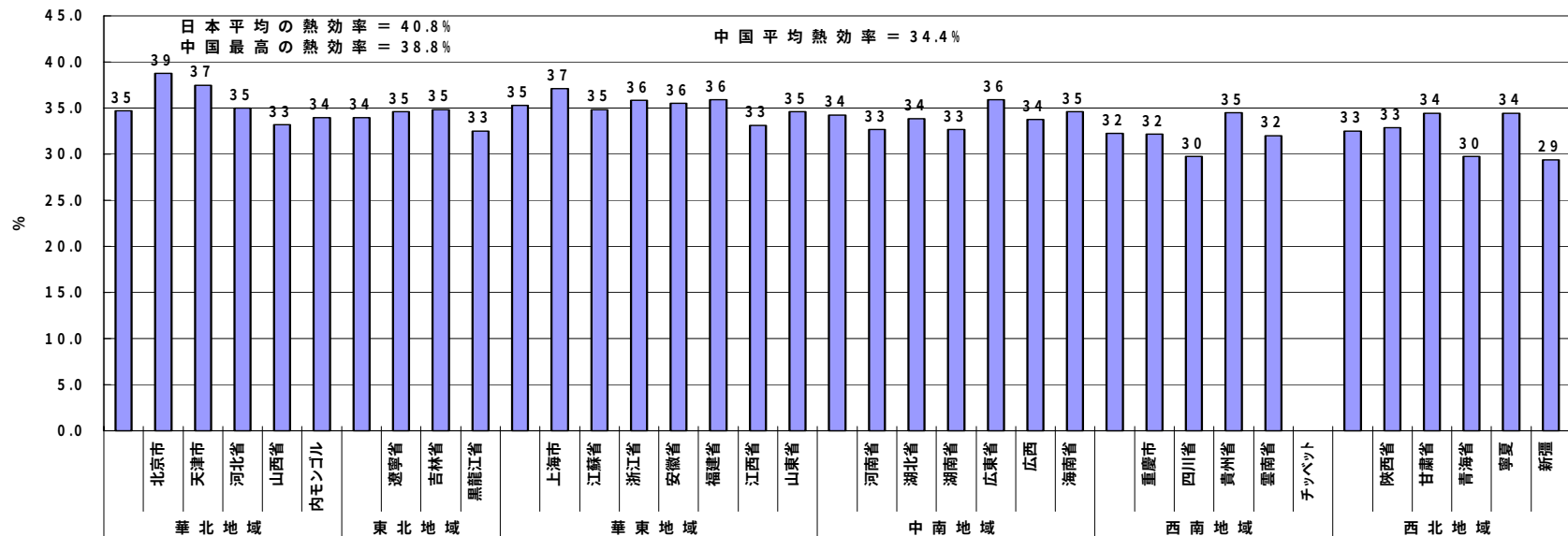


中国でCDMを実施する場合の有望なプロジェクト分野

出所：国際協力銀行の委託により有限会社エムフォーユー（M 4 U Limited）が行った調査（2002年8月）。
 注：① エネルギー産業、製造業を中心とするアンケート調査。標本数は47。
 ② 図中の比率は標本数に対するもの。

どこで省エネするか：電力分野の例

第1.2-2図 中国火力発電端発電効率の地域分布（2001年現在）



出所：『中国電力年鑑』などにより李が作成。

4、国際社会(特に日本にとってのビジネスチャンス<中国への視点>

- ・ 長期的には、「工場」よりも「市場」・「市場」としてグローバル化しつつある
- ・ アプローチ ・技術力、資金力を生かせるか
 - ・ 中国社会に溶け込めるかどうか (ニーズ把握、人材確保、市場確保、環境適応...)
 - ・ リスクテーカーになれるかどうか (なぜ自動車市場に欧米勢がリードしているか?)
 - ・ 柔軟性、即断力を発揮できるかどうか (なぜ二期工事が消えるのか?)
 - ・ 良好な国際関係、政府のサポート、...

4.1 電力関連:設備需要が大。2030年に15億kWへ、年平均3800万kW純増

- ・ 2001年に、水力+火力の設備輸入分は871万kW、輸入率は46%。5000元/KW(7.5万円)なら、6500億円。今後は石炭火力、水力に加え、ガス火力も設備輸入。
- ・ 原子力は国産率75%が2005年の目標 ・新エネルギービジネス:潜在力が巨大

4.2 省エネ・CDMビジネス (前掲)

4.3 天然ガス・石炭層ガス:日本への期待

4.4 水素輸出ビジネス

西南部地域の水力資源量:2.3億kW、開発済みと開発中は1500万kW、長期でも1億kWの余力。

広州⇒東京3000km、上海⇒神戸1540km、上海⇒横浜1930km

4.5 環境ビジネス

2001-2005年までの5年間、環境投資は少なくとも10.5兆円

重点分野: 大気環境 (⇒排煙脱硫装置の需要が大)

水質保全 (⇒高品質、低価格処理設備需要が大)

廃棄物処理 (ダイオキシン処理焼却炉、ゴミ発電など需要が大)

4.6 その他関連ビジネス

- **住宅分野**

生活水準向上と人口増加、核家族化に伴い、住宅需要急増

農村部住宅面積は175億 m^2 から、2015年に260億 m^2 、85億 m^2 純増

- **水分野**

水需要急増。特に民生部門。

節水型技術、海水淡水化技術の需要が大。

水貿易も場合によってありうる。国内ですでに展開。

⇒再生可能エネルギー住宅

太陽光発電、太陽熱による熱供給、雨水等の水循環利用

高気密、高断熱による省エネ

- **固体廃棄物のリユース、リサイクル分野**

域内で固体廃棄物のリユース、リサイクルの最適化をはかる。省資源・省エネ効果、環境効果、産業創出効果、コスト逡減効果

まとめ

1、現状：エネルギー純輸入大国への転落と環境問題の深刻化―陰を直視すべき

- ・エネルギー消費が急増、30数年間も経験しなかったエネルギー安全保障問題が顕在化
- ・国内環境が急速に悪化。都市人口の約6割が大気汚染にさらされ、7大水系の7割が重度汚染、400以上の都市が水不足、砂漠化面積が年間3400平方キロ（鳥取県規模）のペースで拡大。
- ・越境汚染。朝鮮半島、日本への酸性雨汚染、砂嵐汚染。
- ・地球環境問題。米国に次ぐ世界第二位のCO₂排出大国。

2、経済・エネルギー・環境の展望：薔薇色ではない

- ・2030年までに年平均6%以上の経済成長の維持は不可能ではないが、エネルギー・環境問題がさらに悪化の可能性は大。
- ・2030年に石油純輸入量が7.5億トン、現在の日本の3倍。エネルギー安全保障問題が深刻化、世界への影響が大。
- ・国内環境が更に悪化の可能性が大。特に、大気汚染、水不足、砂漠化、食糧不足など。
- ・越境汚染が深刻化の恐れ。
- ・CO₂排出量が米国を抜き、世界最大へ。

3、対策提言：自助努力と国際協力が必要

- ・まずは中国自身の自助努力。問題の核心は「システムの欠陥」にあるので、エネルギー省を設置し、⇒省エネルギーを国策として推進、エネルギー構造調整の強化、国際的に商業化済CCTの積極的普及、安全保障体制の構築、などを中心とする持続可能なエネルギー戦略を制定、実行。

⇒環境税、食糧系燃料アルコール化、石炭液化などは慎重に。

- ・次に、中国のためにだけでなく、越境汚染、食糧不足、世界石油市場への衝撃、エネルギー安全保障への影響などを最小限に食止めるためには、国際協力も不可欠。クリーン開発メカニズム(CDM) のような、双方に目に見える利益をもたらす相互協力型の枠組みが有効。

4、海外にとってのビジネスチャンス

- ・水力火力 ・原子力発電 ・新エネルギー ・省エネルギー ・天然ガス関連・CDM関連
- ・自然エネルギー系水素輸出ビジネス（長期） ・環境ビジネス ・住宅、水、など

謝 辞

- 本研究の一部は
NEDO国際エネルギー使用合理化基盤事業 (通称3Eプロジェクト) (1999～2003年度)、
文部科学省科学研究費基盤研究B(12572044) (2000～03年度)、
文部科学省21世紀COEプログラム (長岡技術科学大学:
グリーンエネルギー革命による環境再生) (2003年度～)
の援助を受けて行ったものである。
- 本研究の一部は、
日本エネルギー経済研究所計量分析部との共同研究による
ものである。

記して感謝を申し上げたい。

ただし、本報告および関連資料に関する責任が報告者にある。