

エネルギーと環境 リスクのやりくりと豊かな社会

東京大学工学部 システム創成学科

東京大学大学院 原子力専攻

山口 彰

yamaguchi@n.t.u-tokyo.ac.jp

エネルギー基本計画

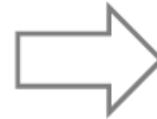
安全性の確保



大前提

自給率

現在、わずか6%



【目標】

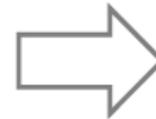
震災前(約20%)を更に上回る
概ね25%程度

電力コスト

震災後、電気料金は大幅に上昇
(産業用=約3割、家庭用=約2割)

再エネ賦課金は今年度1.3兆円
(既認定分※全てが運転開始されると2.7兆円)

※平成26年6月時点の認定量



【目標】

現状よりも引き下げる

温室効果ガス 排出量

原発停止・火力発電の焼き増しで
2013年度のCO2排出量※は過去最悪

※エネルギー起源のみ



【目標】

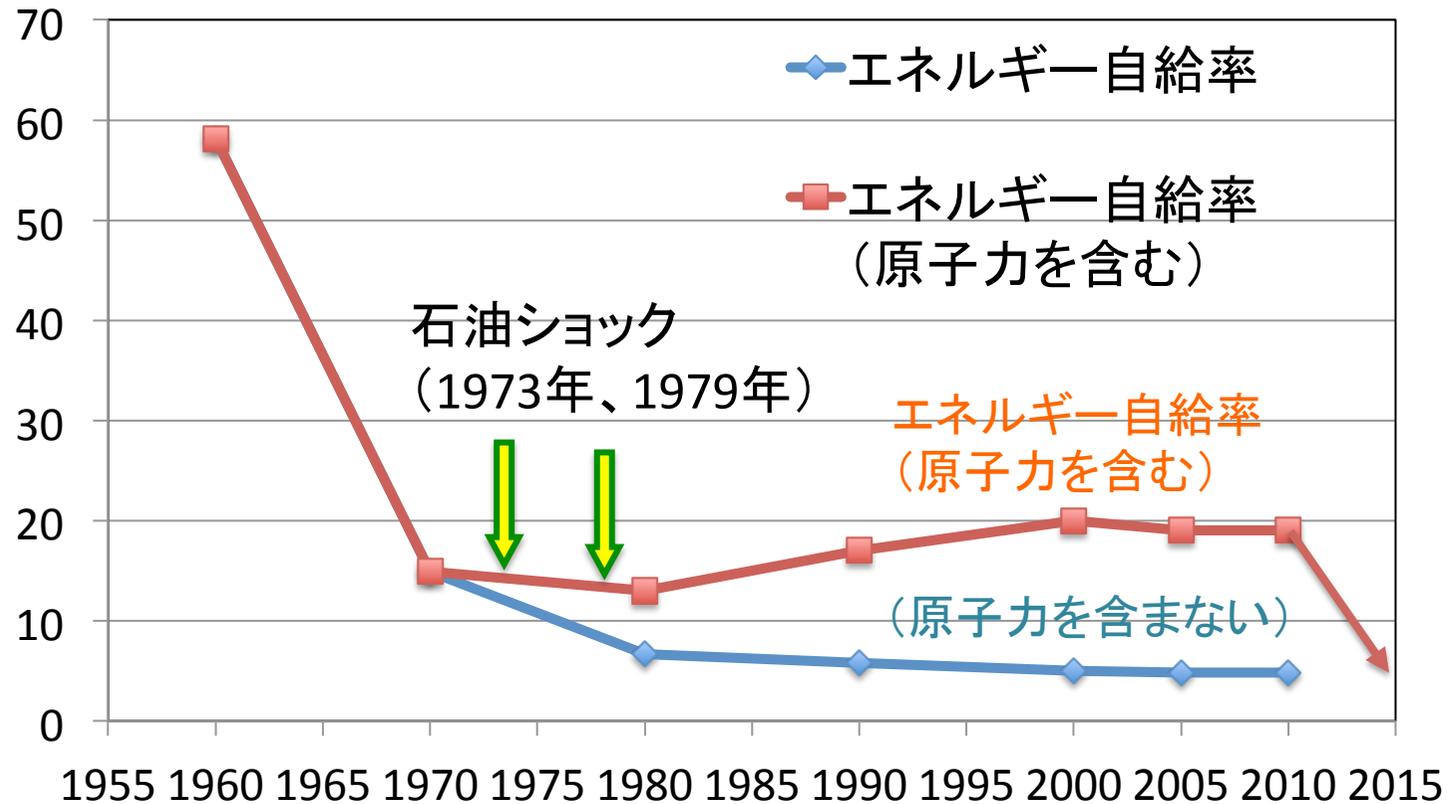
欧米に遜色ない削減目標

エネルギー

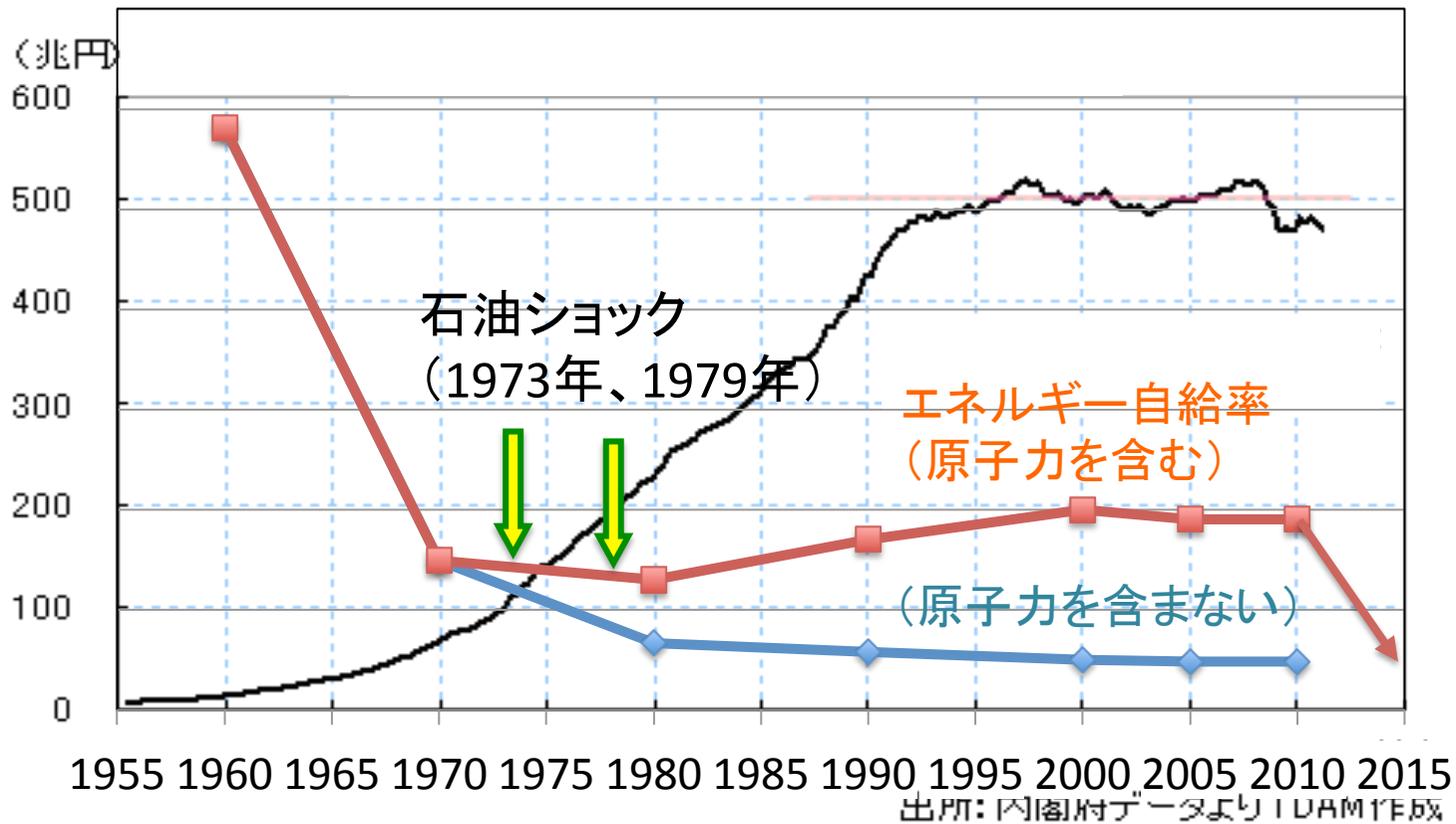
石油ショック(1973年、1979年)



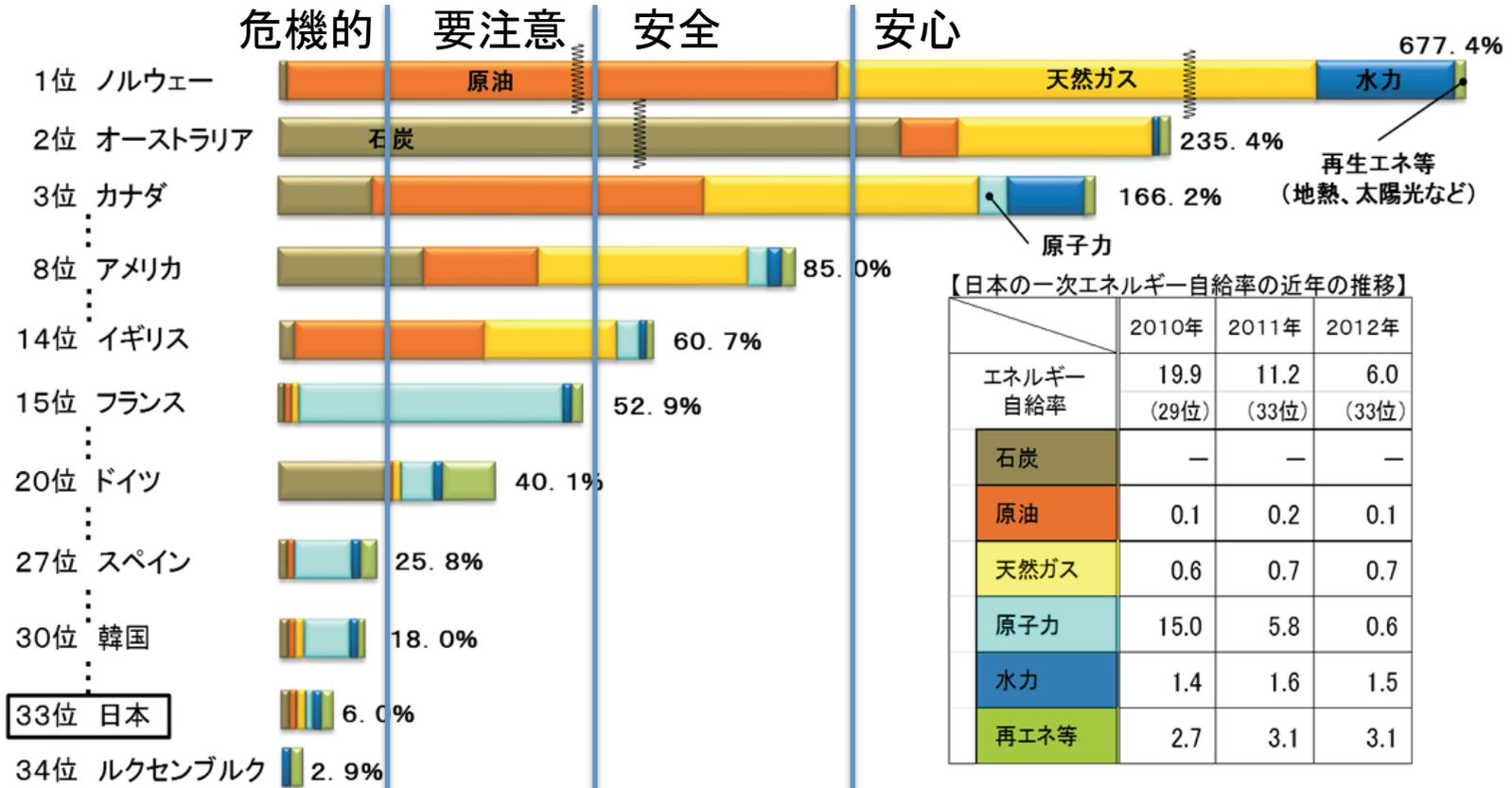
石油ショックへの対処 一次エネルギーの自給率



一次エネルギーの自給率と 国内総生産（GDP）



エネルギーの問題



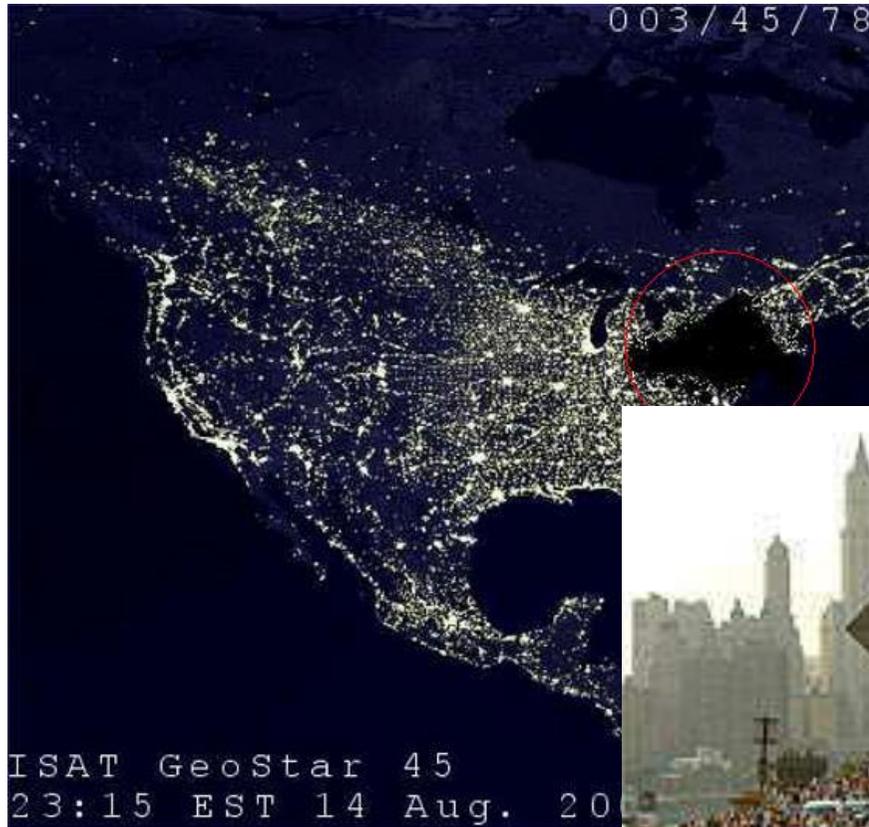
(注1) IEAは原子力を一次エネルギー自給率に含めている。

(注2) 表中の「—」: 僅少

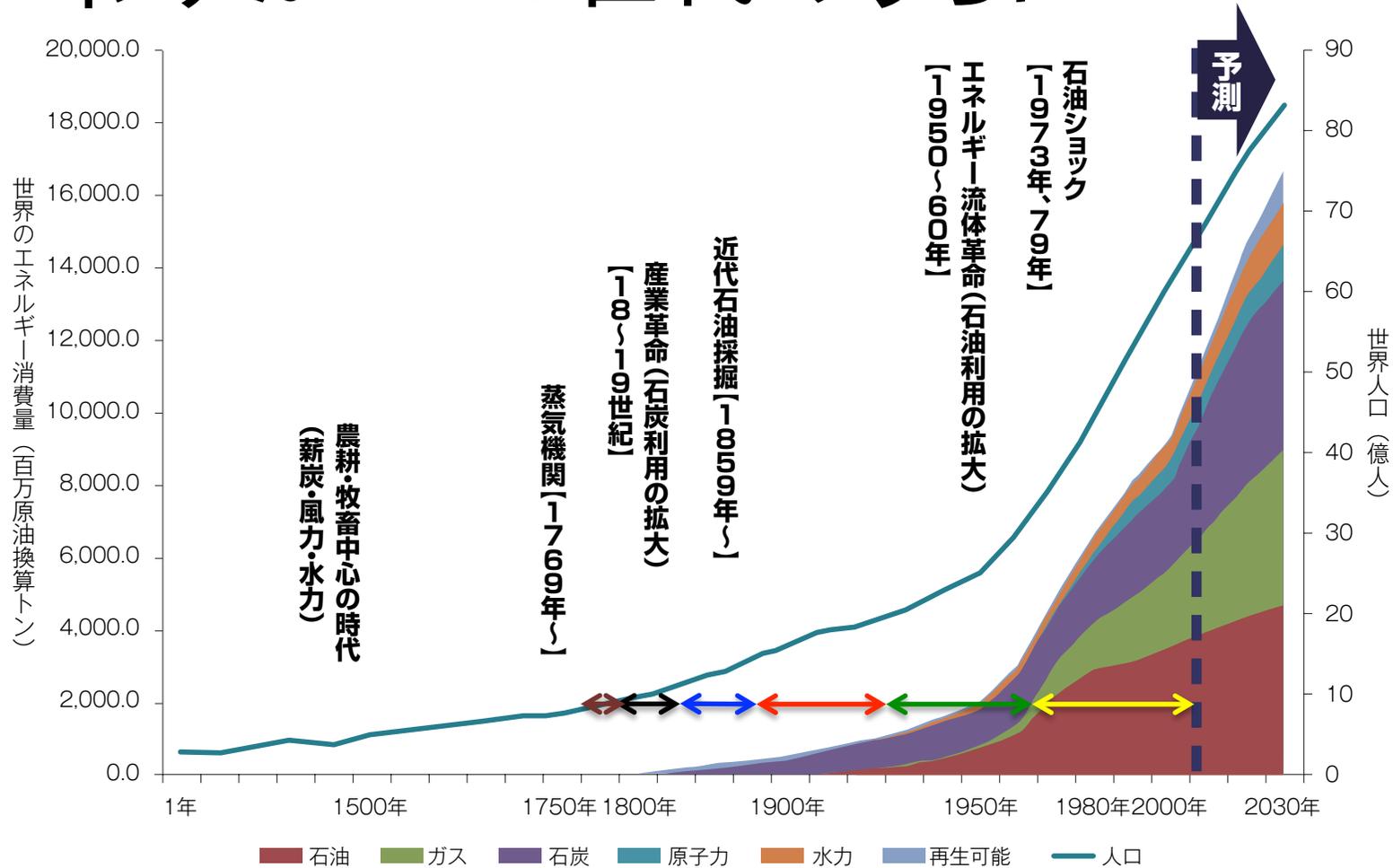
出典: IEA「Energy Balance of OECD Countries 2013」を基に作成

世界が直面するリスク

ニューヨーク大停電(2003年8月14日)

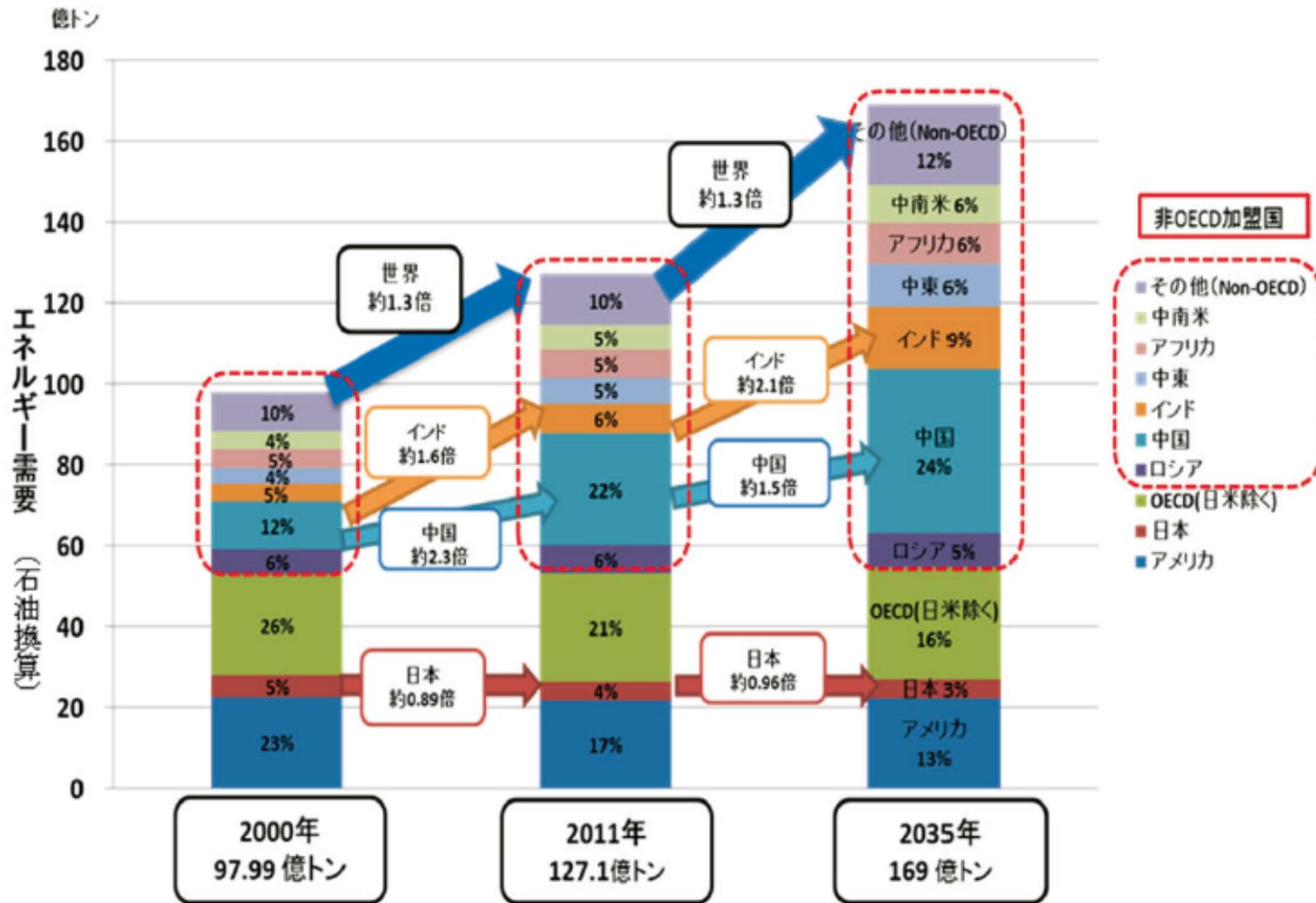


わずか2～3世代のうちに



(出典) United Nations, "The World at Six Billion"
 United Nations, "World Population Prospects 2010 Revision"
 Energy Transitions: History, Requirements, Prospects
 BP Statistical Review of World Energy June 2012
 BP Energy Outlook 2030: January 2013

エネルギー需要はどうか？

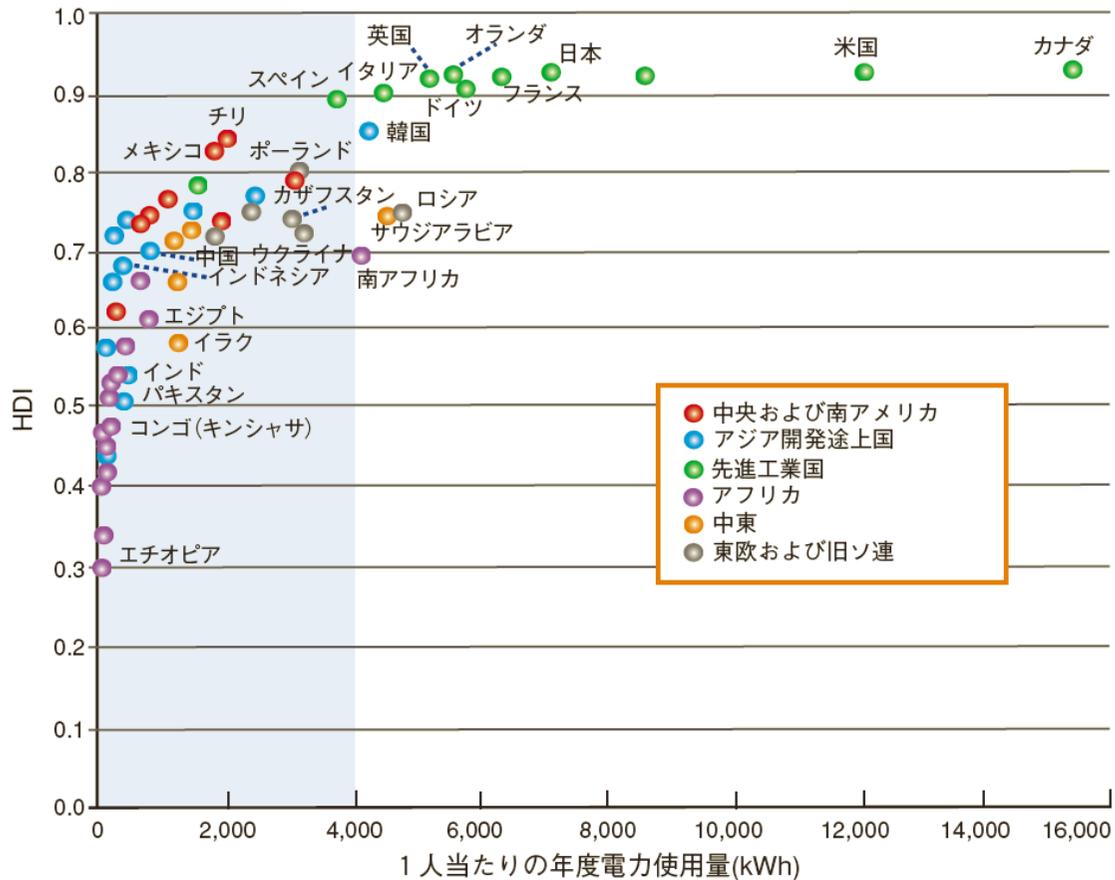


幸福度と電気の消費

寿命、食物、教育、政治的自由

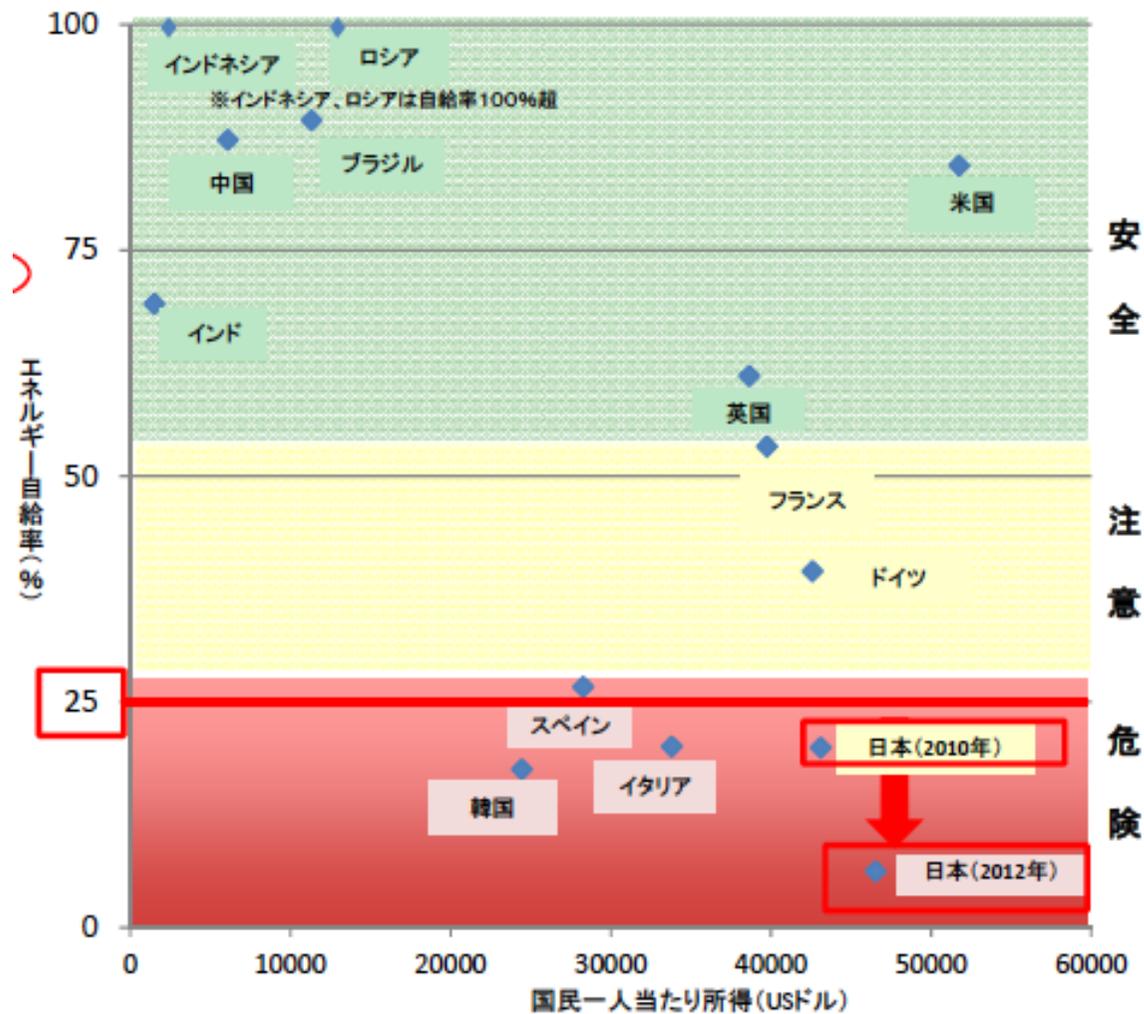
— もっとも高価値のエネルギー媒体である電気と関係

図3.9 1997年における60カ国の電力利用と国連の人間開発指数との関係



Source: Pasternak (2000).

所得とエネルギー自給率

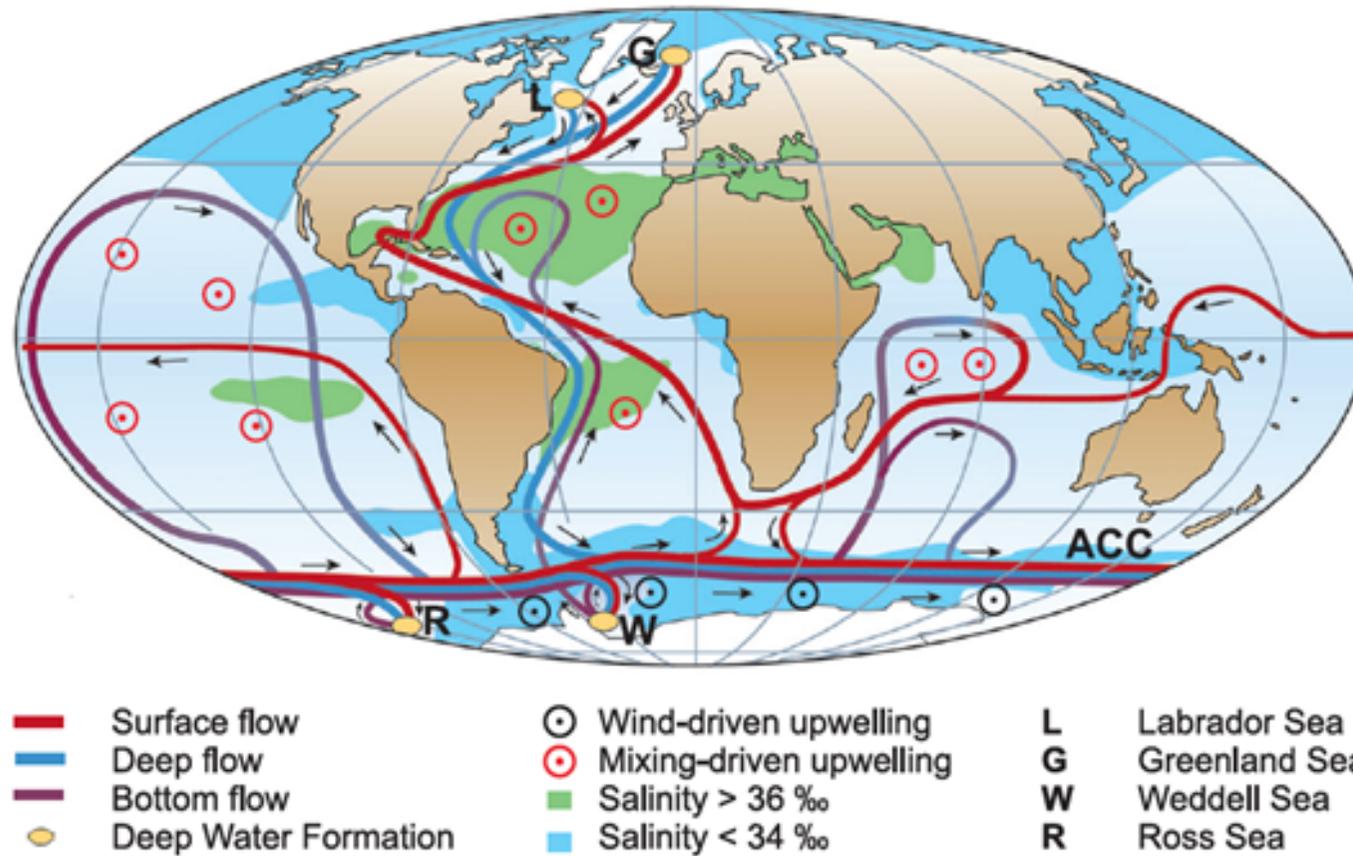


【データ】IEA Energy Balance 2014 , the World Bank

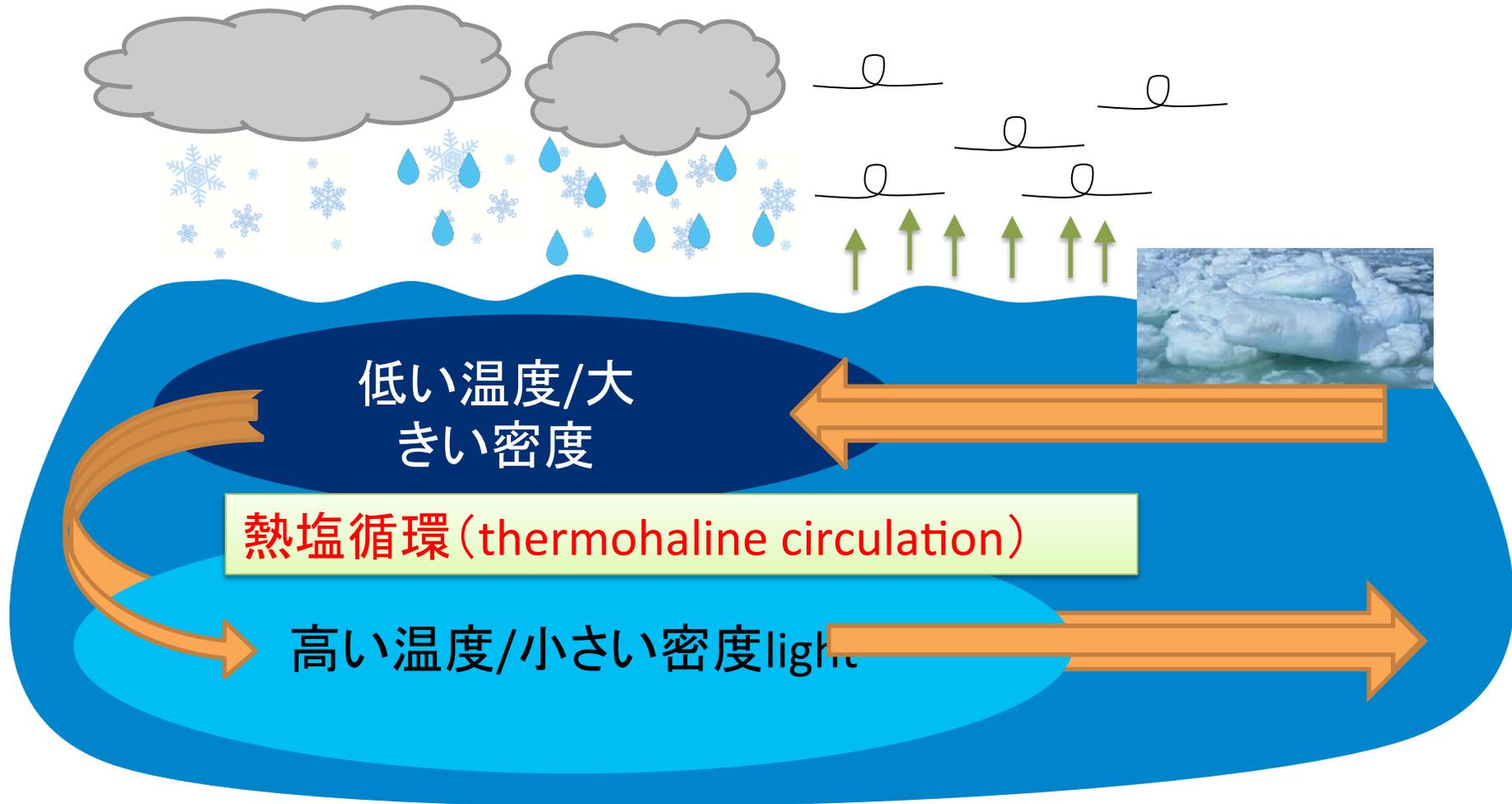
【出典】総合資源エネルギー調査会原子力小委員会第2回会合
ウィリアム・マーチン 元米国エネルギー省副長官提出資料

環境

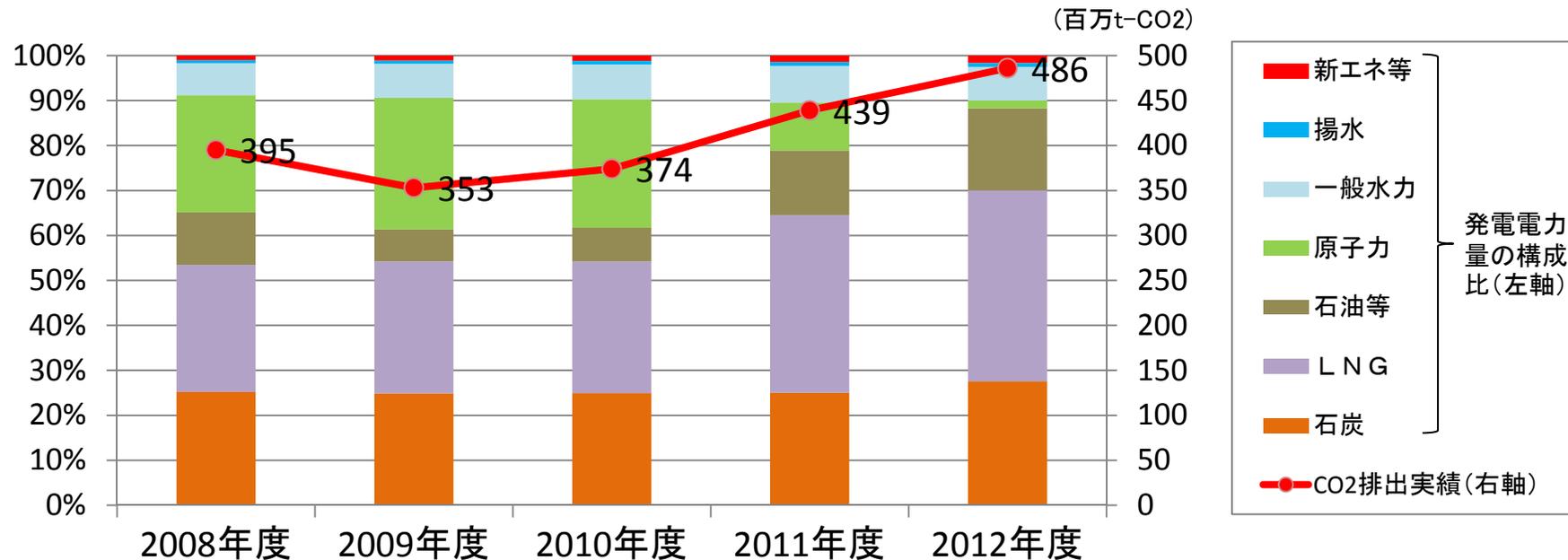
熱鹽循環



地球温暖化による 海洋循環減少のメカニズム



二酸化炭素排出に及ぼす影響



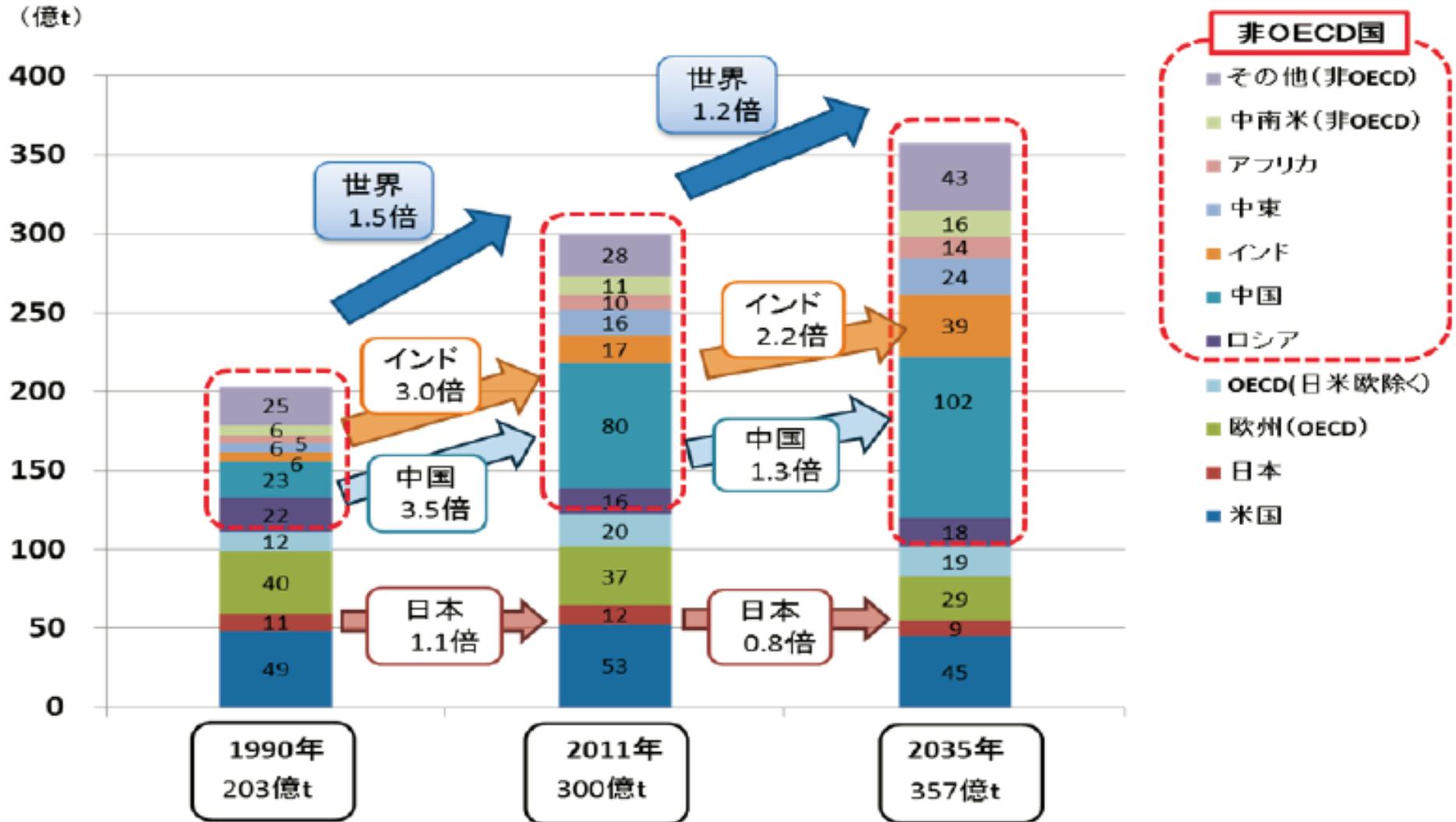
【出所】資源エネルギー庁「電源開発の概要」、「電力供給計画」をもとに作成

○電源別の排出係数

石炭火力	LNG火力	石油火力	原子力	水力等再エネ
0.82	0.40	0.66	0	0

(単位: kg-CO2/kWh、発電端) 【出所】電中研資料より

環境問題はどうか？



出典： IEA [World Energy Outlook 2013] を基に作成

日本のエネルギーの安全保障

エネルギーの評価項目

エネルギー輸入先多様化

- ✓ 各資源(原油・天然ガス・石炭)の輸入相手国の分散度

国産・準国産エネルギー資源の開発・利用

- ✓ 一次エネルギー自給率

資源の輸送リスク管理

- ✓ チョークポイントリスクの低減



需要抑制

- ✓ エネルギー消費のGDP原単位

供給途絶への対応

- ✓ 石油備蓄日数

国内リスク管理

- ✓ 電力供給信頼度(停電時間)

エネルギー源多様化

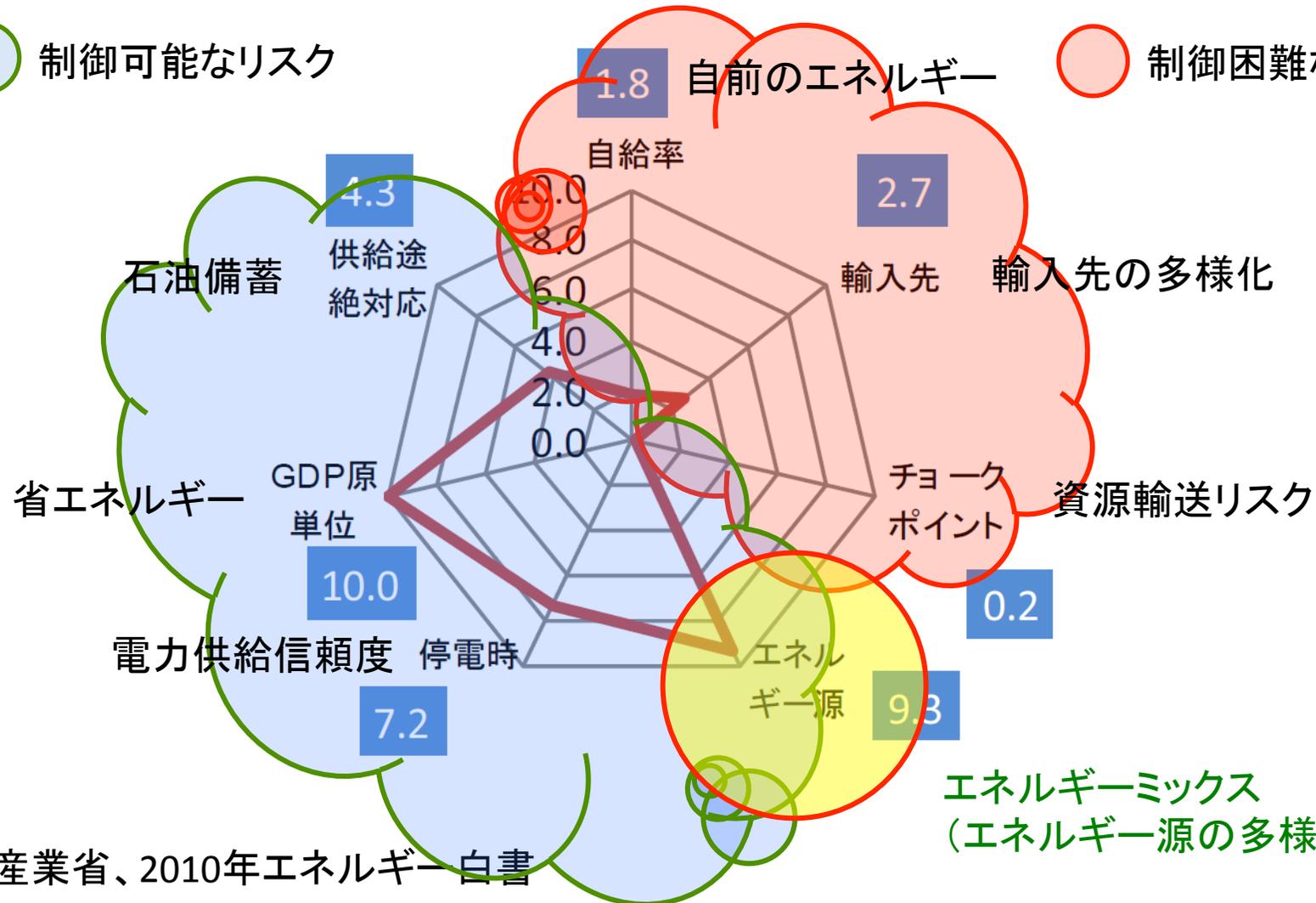
- ✓ 一次エネルギー供給源の分散度
- ✓ 発電電力量構成の分散度

エネルギーの通信簿

日本

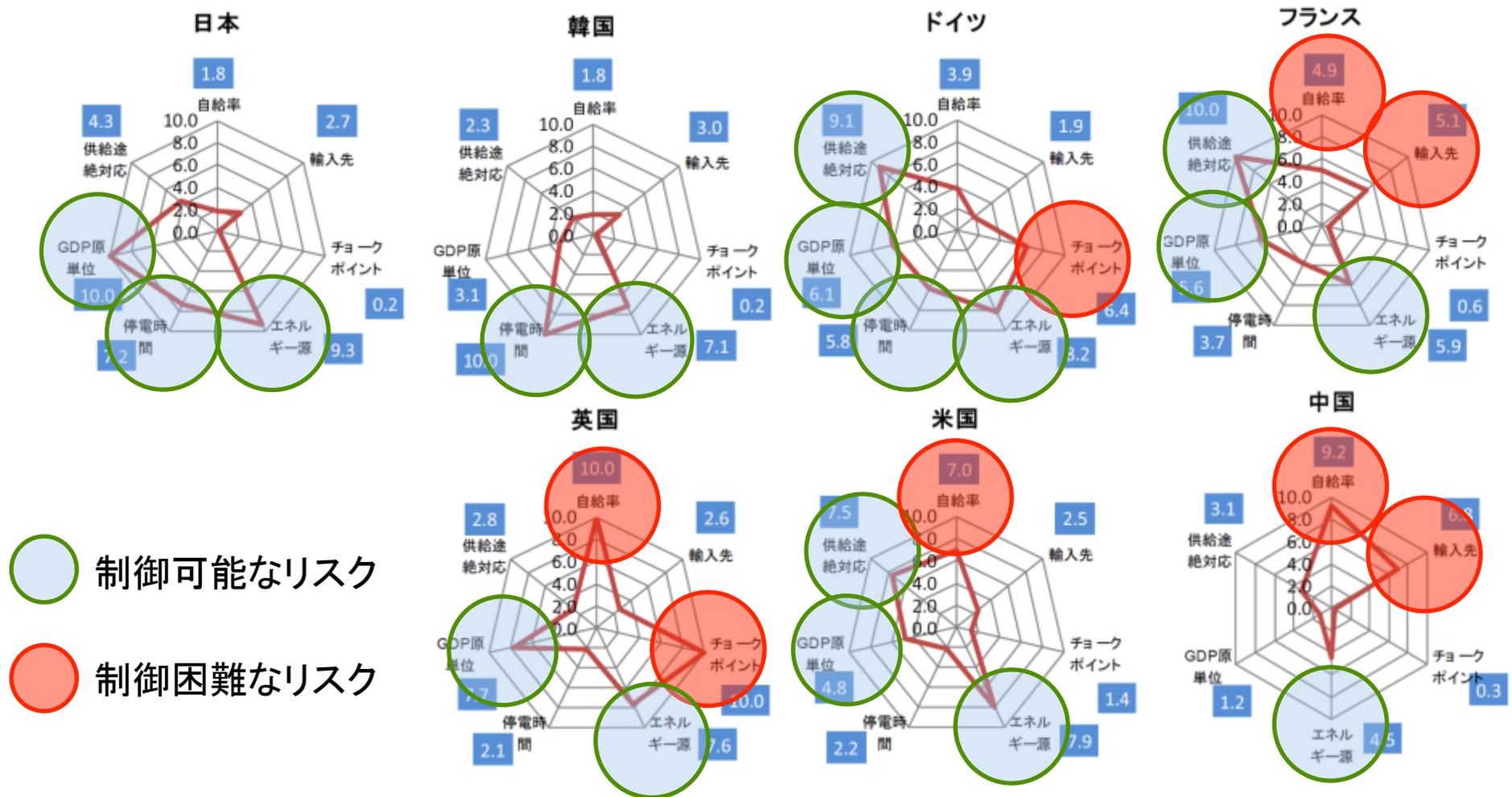
○ 制御可能なリスク

○ 制御困難なリスク



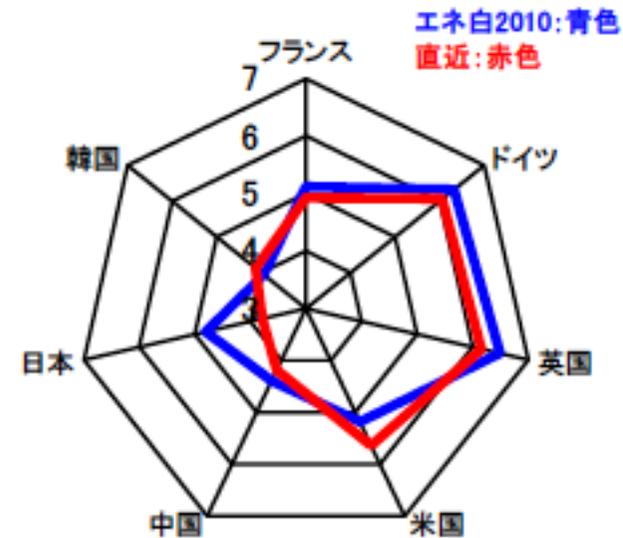
エネルギーの通信簿

(10点満点、5点以上に○)



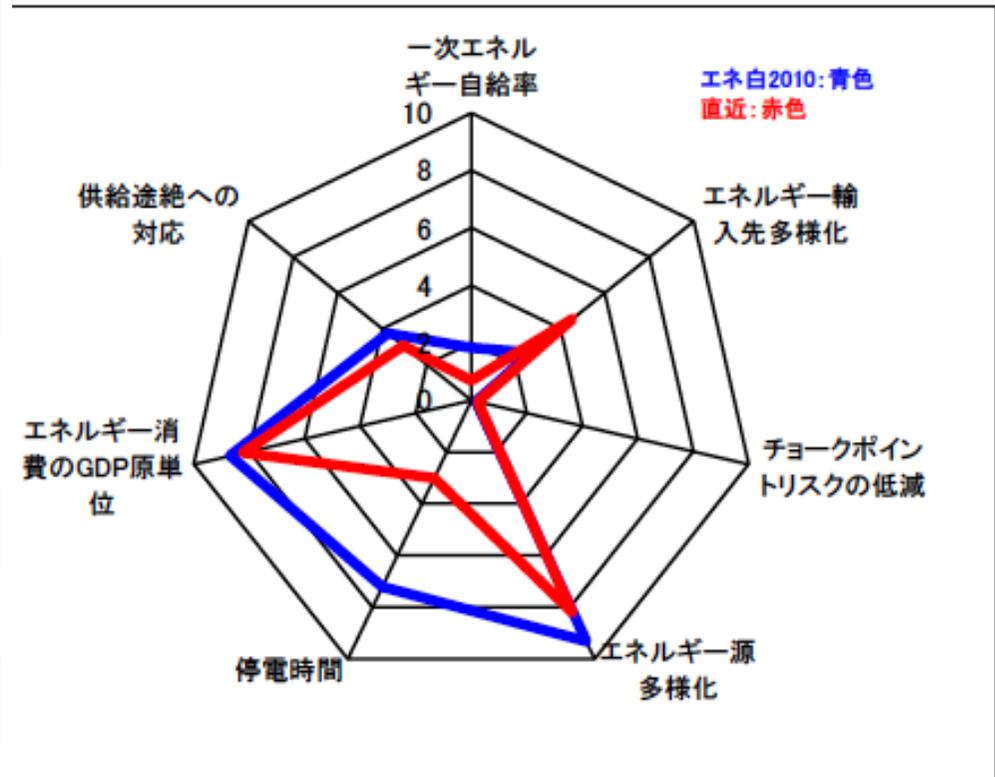
日本の通信簿、成績の低下

	2000年代	直近	増減
フランス	5.1	4.9	-0.2
ドイツ	6.4	6.2	-0.2
英国	6.5	6.2	-0.3
米国	5.2	5.6	0.4
中国	4.4	4.2	-0.2
日本	4.8	4.0	-0.8
韓国	3.9	4.1	0.2



特に、制御不可能なリスクの劣化

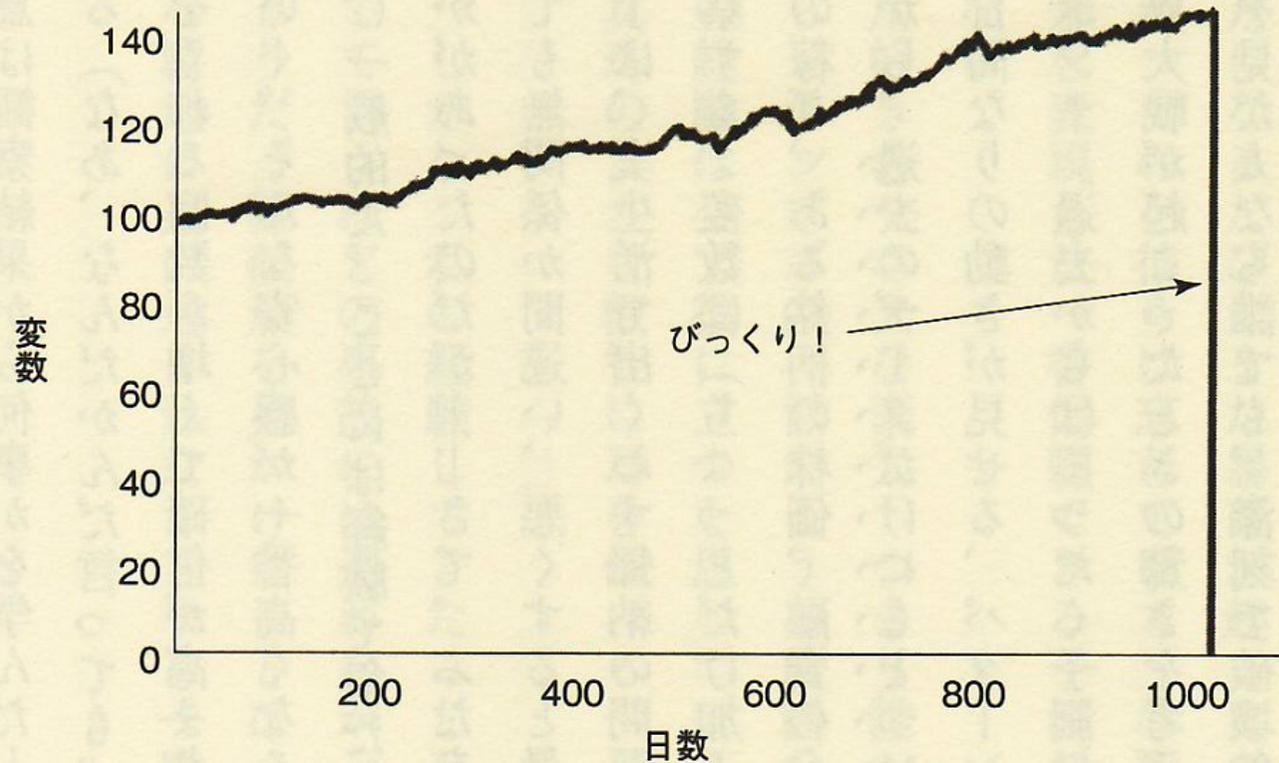
項目名	点数		
	00年代	直近	点数の変化 (○:増/×:減)
一次エネルギー自給率	1.8	0.7	×
エネルギー輸入先多様化	2.7	4.5	○
チョークポイントリスクの低減	0.2	0.2	—
エネルギー源多様化	9.3	8.2	×
停電時間	7.2	3.0	×
エネルギー消費のGDP原単位	8.7	8.2	×
供給途絶への対応	3.7	3.1	×
平均	4.8	4.0	×



リスクのやりくり

ブラックスワン (2009, N.N.Taleb)

図 1：千と一日の歴史



感謝祭前後の七面鳥。1000日にわたる過程の積み重ねも、次の1日についてまったく何にも教えてはくれない。こういう過去を延長しただけの安易な予測は、どこにでも現れる。



カナリア：だから大丈夫



ブラックスワン：まさか

ダチョウ：見たくない



シロヘビ：神の遣い

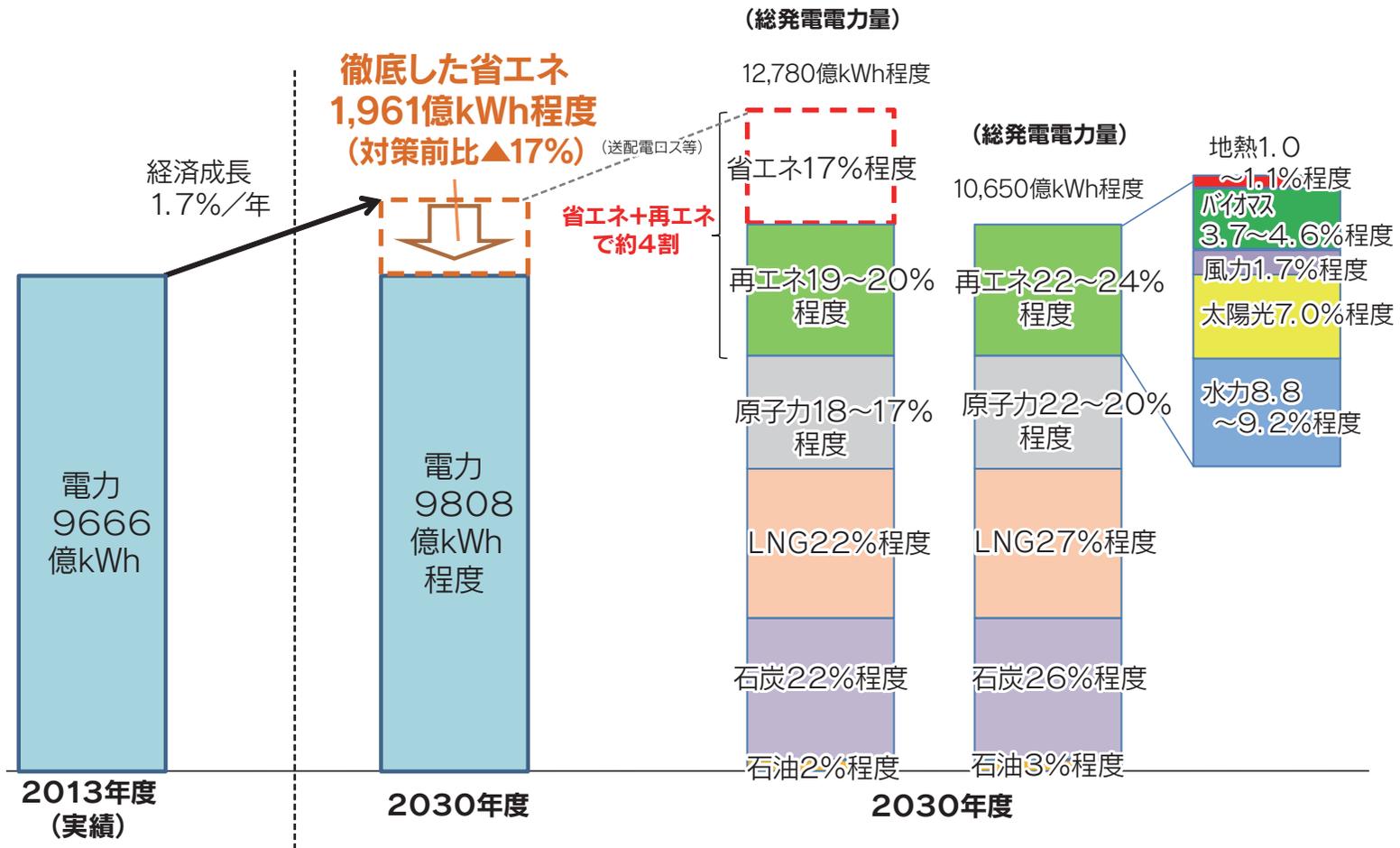


日本のエネルギーの見通し

省エネと再生可能エネルギーと原子力

電力需要

電源構成



エネルギーと環境とリスクのやりくり

- エネルギーは豊かな社会を創る血液
- 環境は持続的な社会を維持する酸素
- 結局、再生可能エネルギーと原子力エネルギー

- 広い視野で物事をとらえること
- リスク文化
 - リスクを許容し、選択する
 - リスクをバランス良く抑制する
 - リスクを数量化し、不確かさを理解する