

「地球の破綻」 21世紀版「成長の限界」 使用した図

安井 至

国際連合大学元副学長・東京大学名誉教授

<http://www.yasuienv.net/>

第1章 問題の提示



図1－1 ナウルの全体像

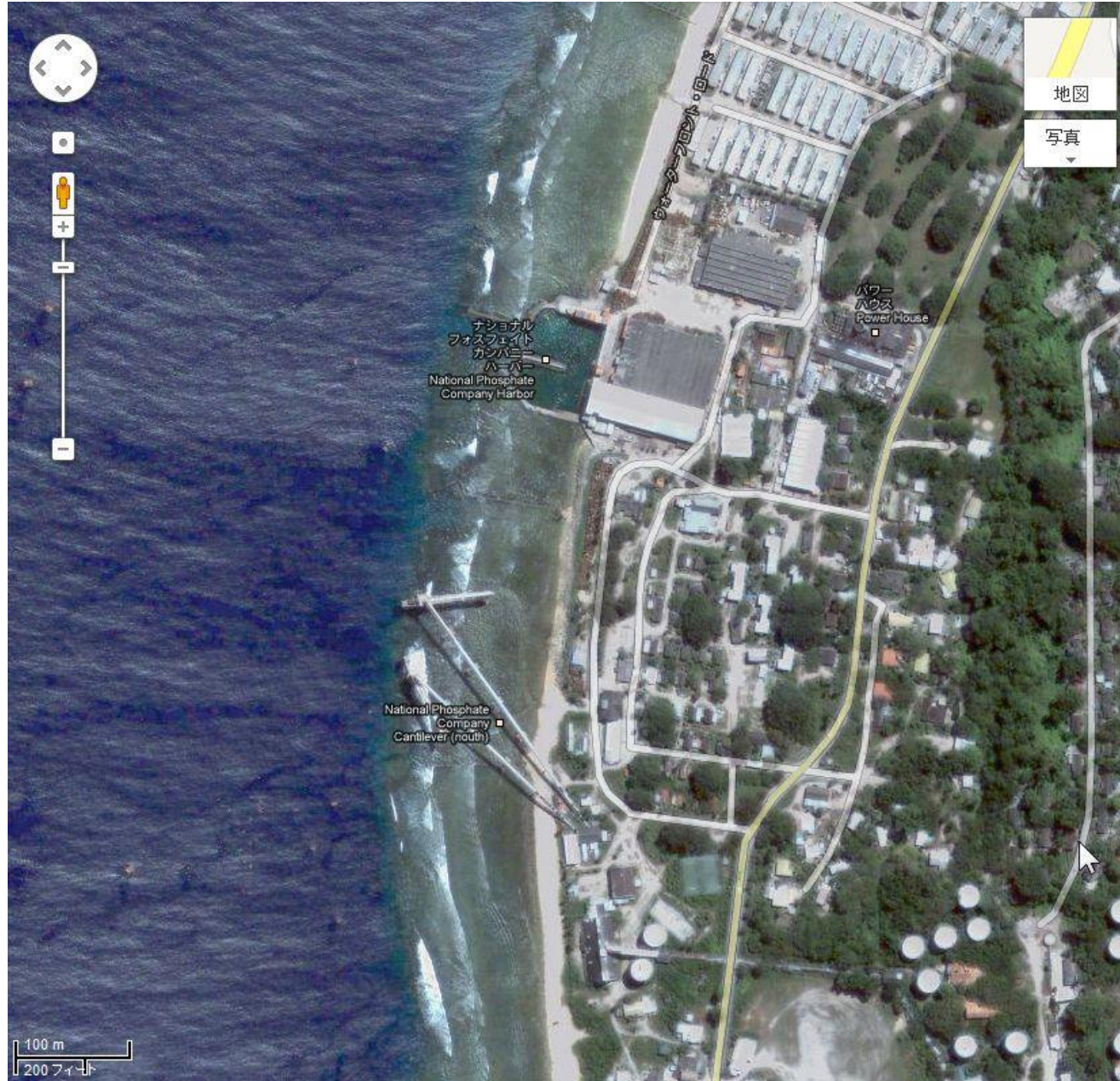
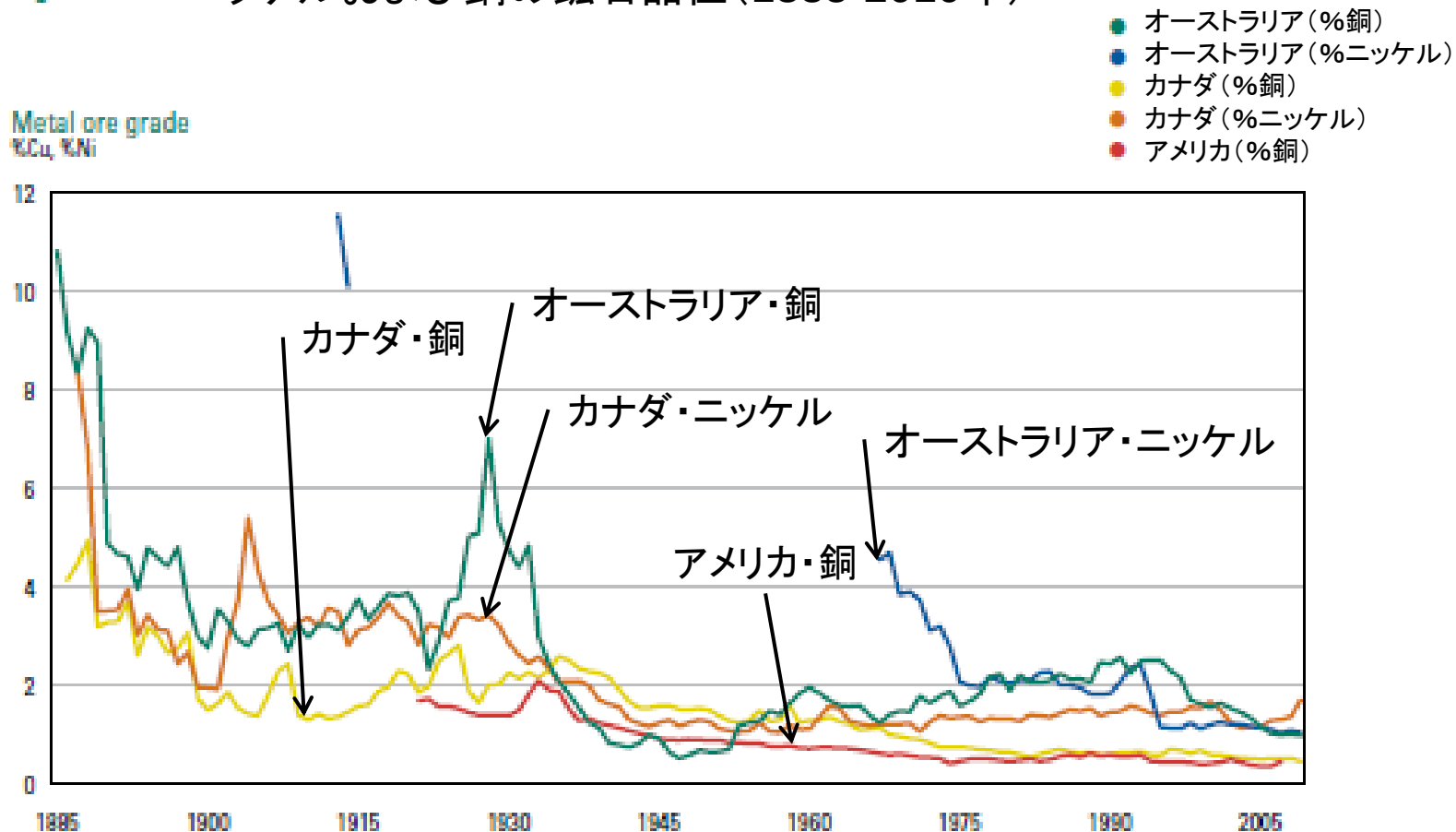


図1－2 港湾にある積出し施設

1－1. 未来予測が必要

図1－3 鉱石の品位低下

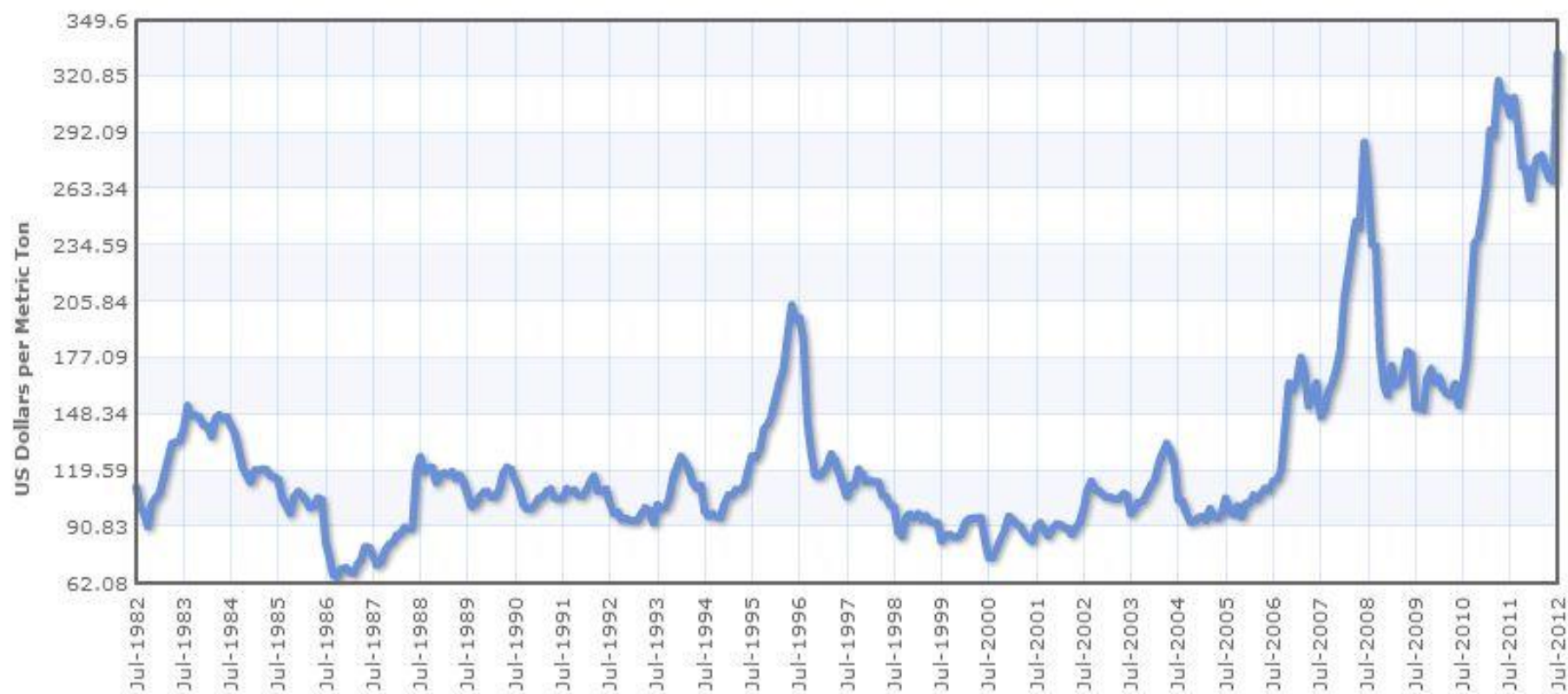
Figure 2.14. ニッケルおよび銅の鉱石品位(1885-2010年)



Source: Giurco et al., 2010

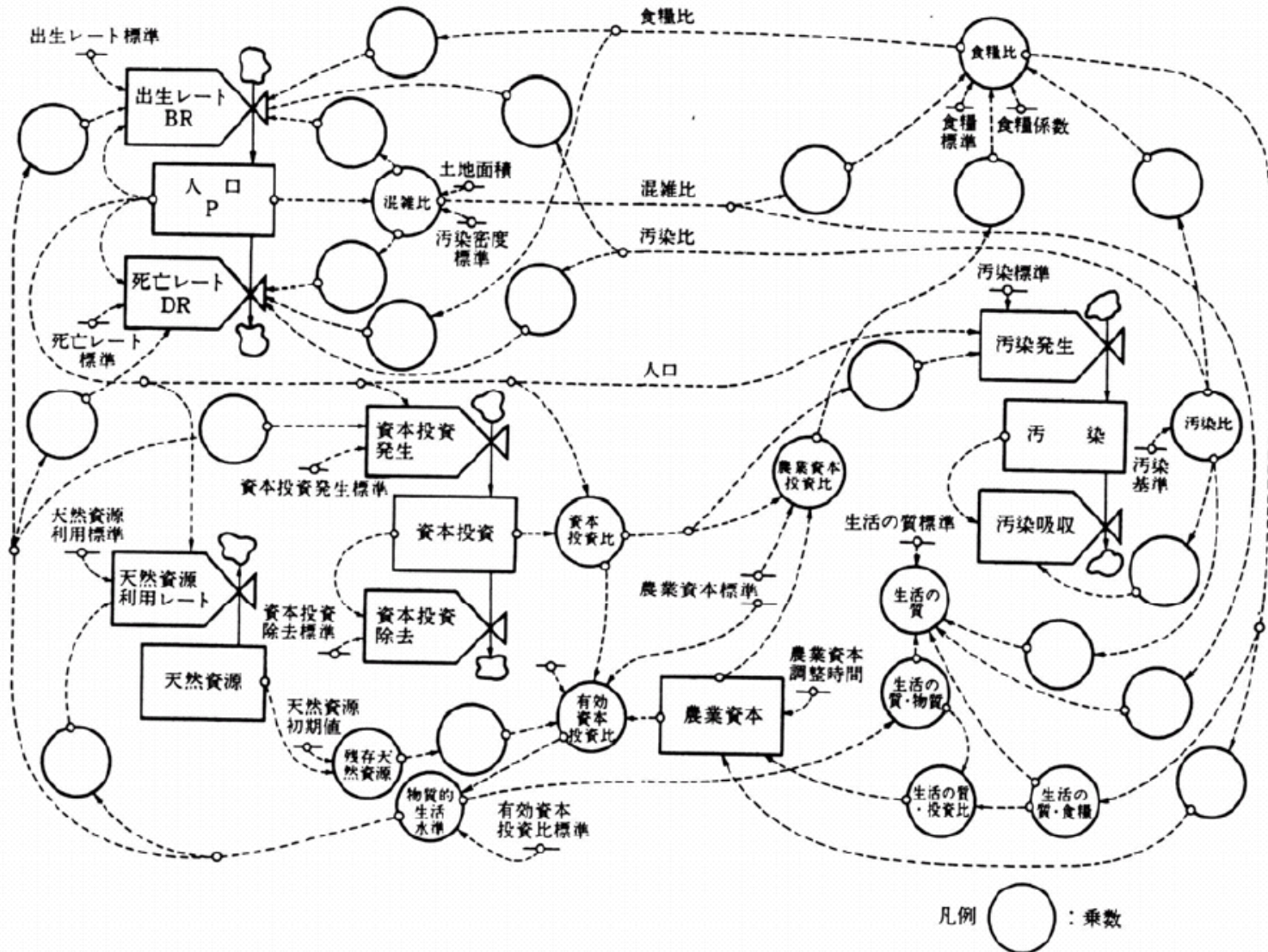
森口祐一氏提供

図1-4 トウモロコシ価格の推移



1－1－1. 成長の限界

図1-5 成長の限界のWorldモデル
取り扱っているのは人口、天然資源、
資本投資、農業、環境汚染の5項目



1－1－2. 西暦2000年の地球

1－1－3. アジェンダ21、 Rio+20

1－2. 問題の本質は

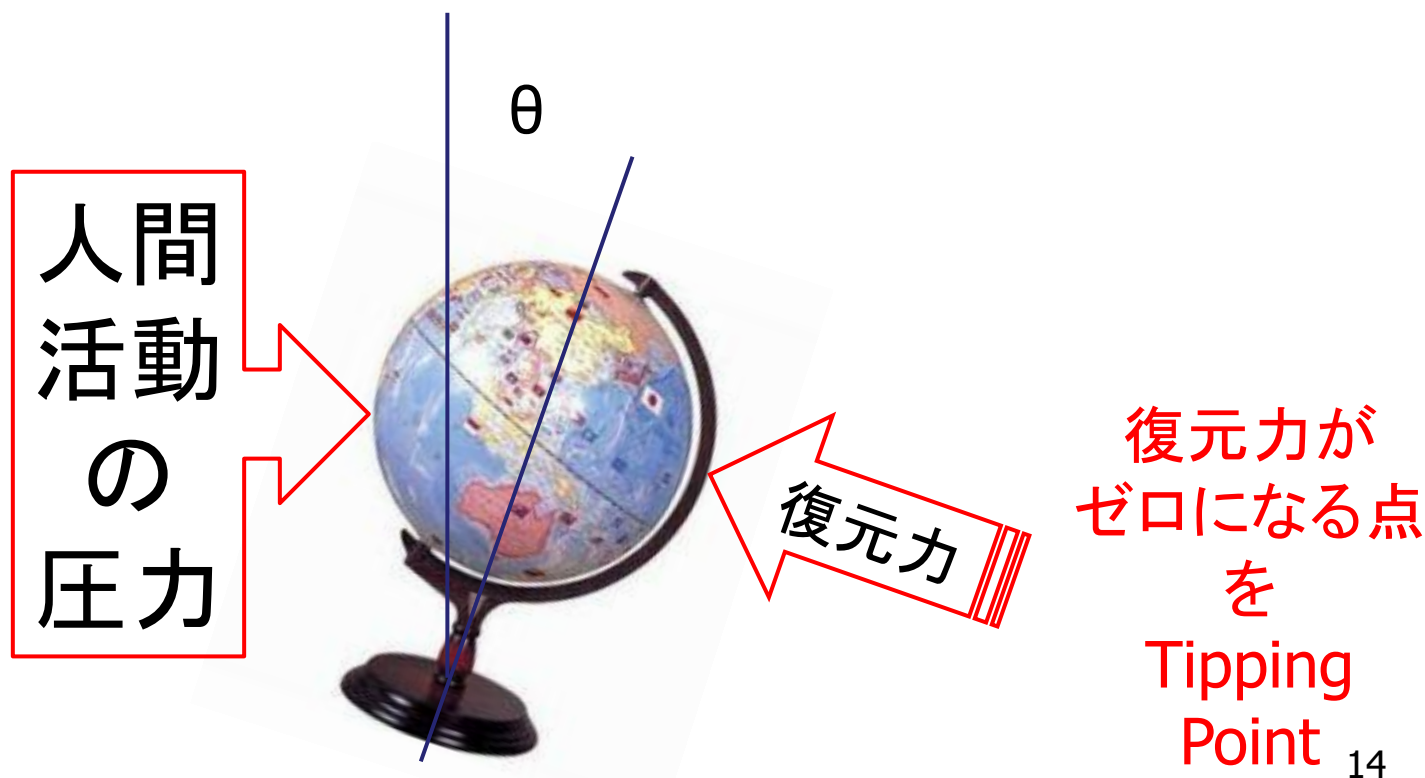
表：地球のキャパシティとしての資源

- 環境資源：各種緩和能力
- 自然エネルギー：太陽エネルギーの変形
- 生物系資源：食糧などの供給能力
- 地下資源：鉱物資源、化石燃料

図1-6 ティッピングポイントの表現

地下資源・生態系資源・環境資源・空間資源・太陽エネルギー

- 人間活動は、地球のあらゆる資源に依存して行われている。
- 人間活動は、地球の状況を攪乱している。



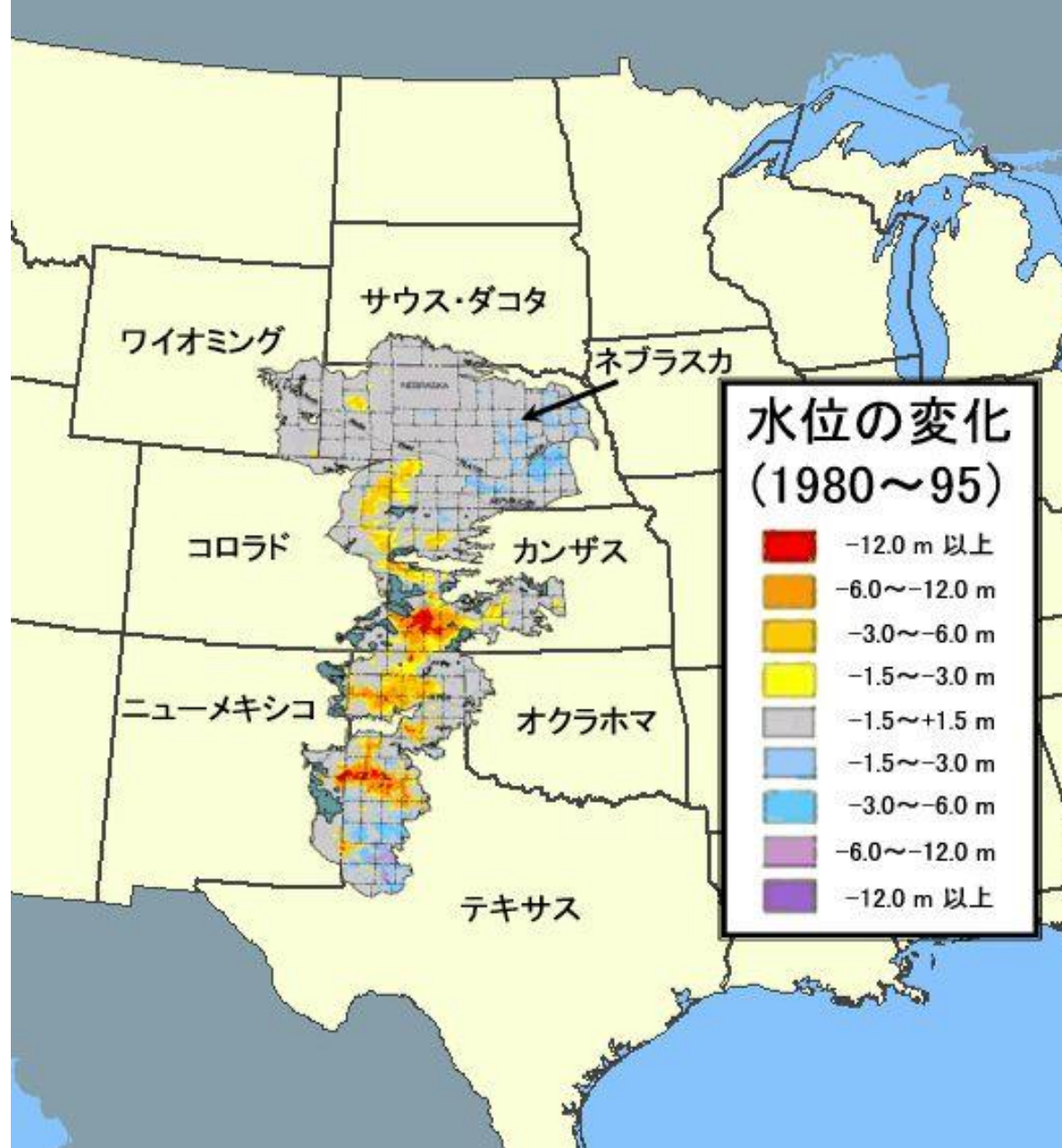


図1-7 オガララ帯水層の化石水

図1－8 カンザス州東部の農地の航空写真



図1－9 カンザス州西部の航空写真
地下水の散水をしている農地



1－3. 問題解決法はあるか

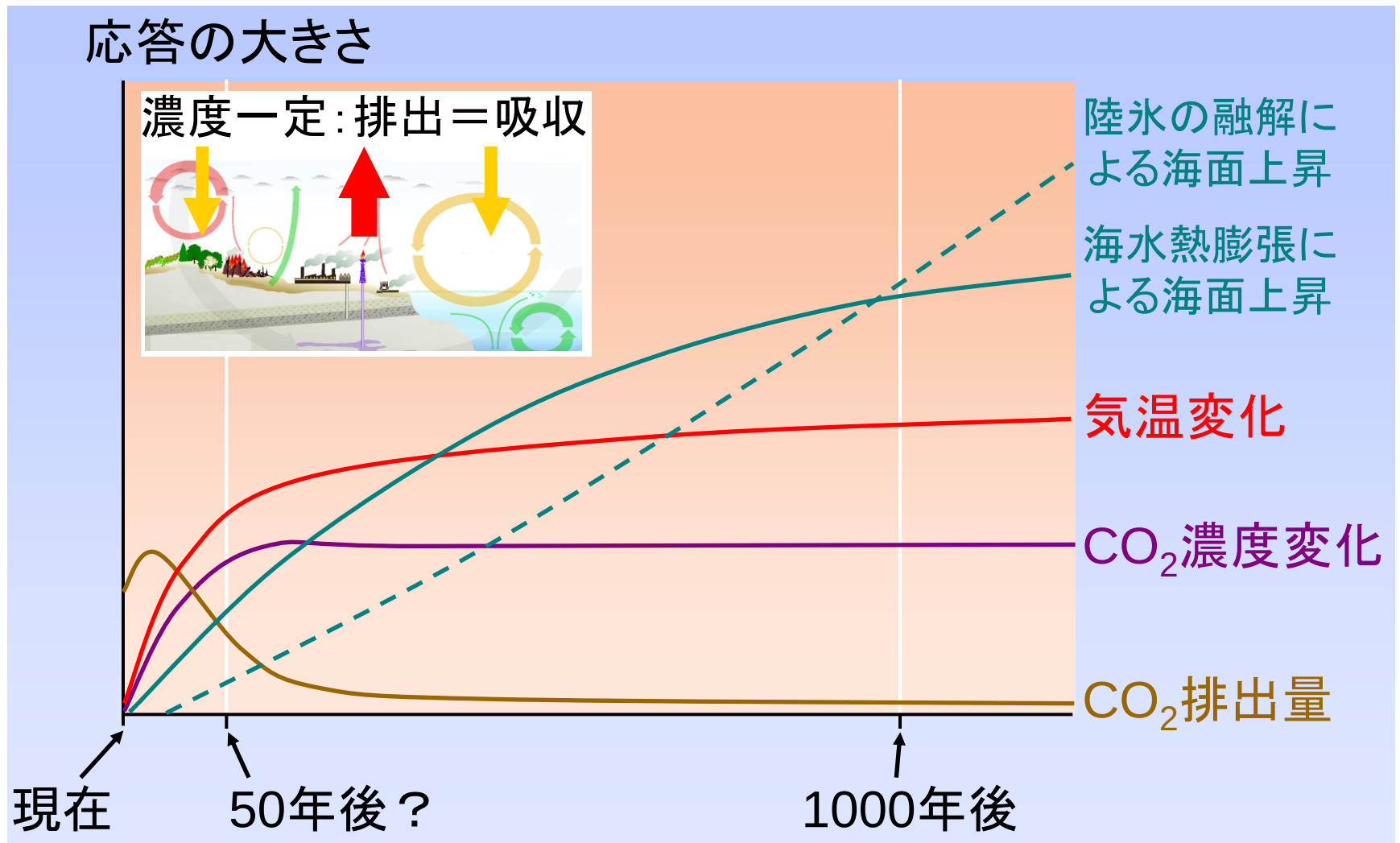
1－4. 原理原則に立ち返る

1－5. 当たる予測・当たらない 予測

2. 現状分析からの予測

2－1. 最大の危機が来る時期

図2-1 排出量の変化と、気温変化や海面変化の遅れの状況



江守正多氏提供

(IPCC 第3次評価報告書より)

図2-2 海洋大循環



2－2. どのような破綻原因

2－2－1. 人口と食糧

図2-3 世界人口の推計 2100年まで

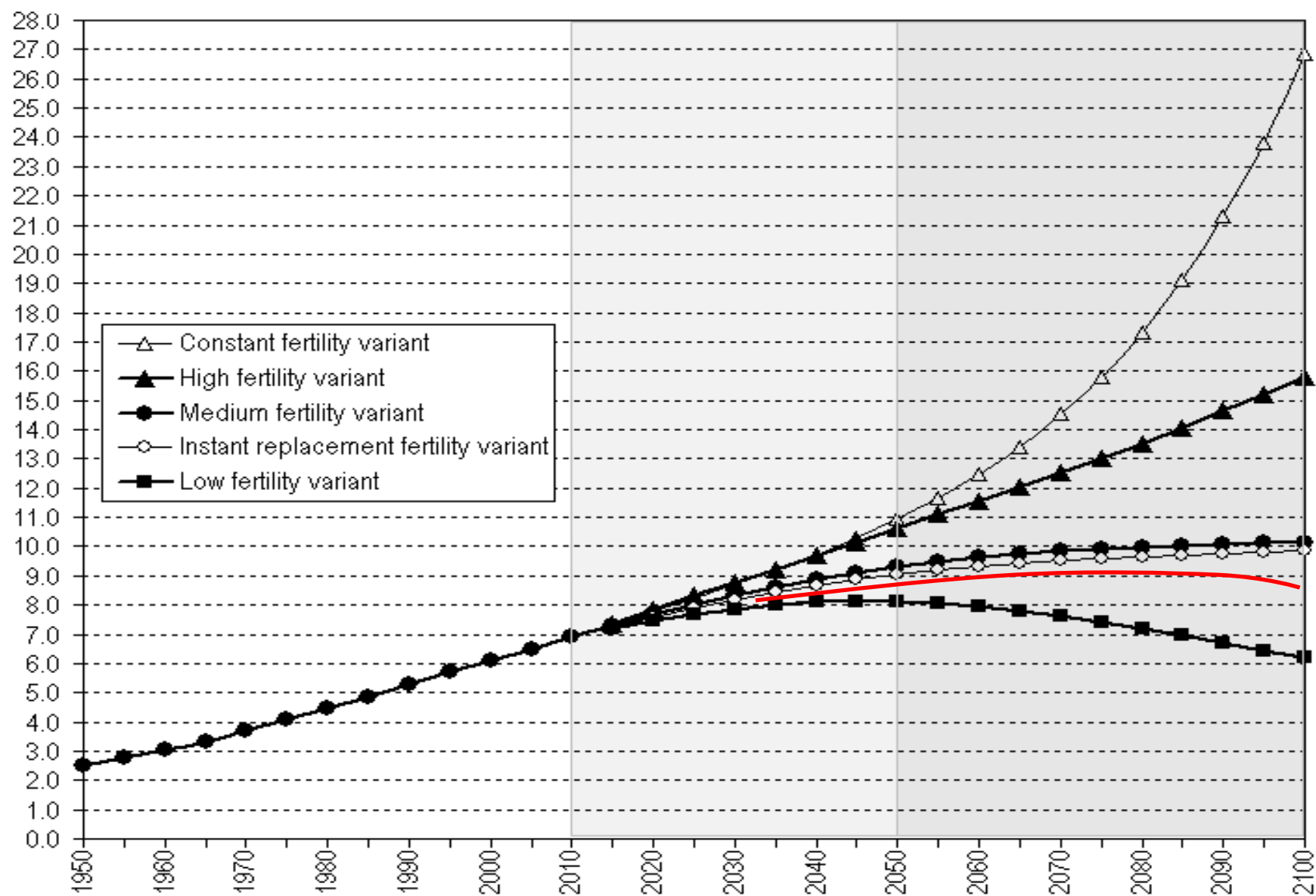


図2-4 主要地域別の人口推計

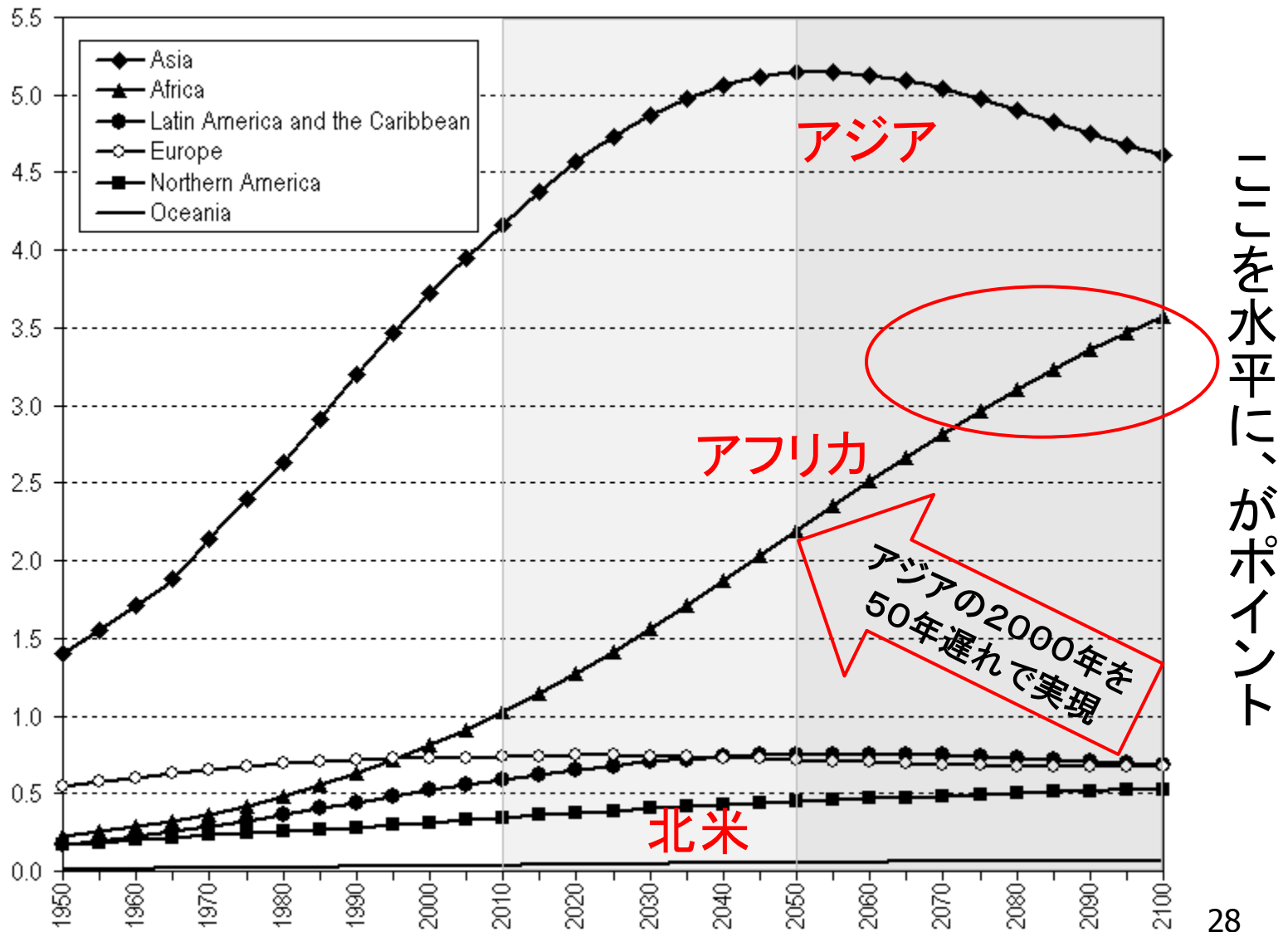
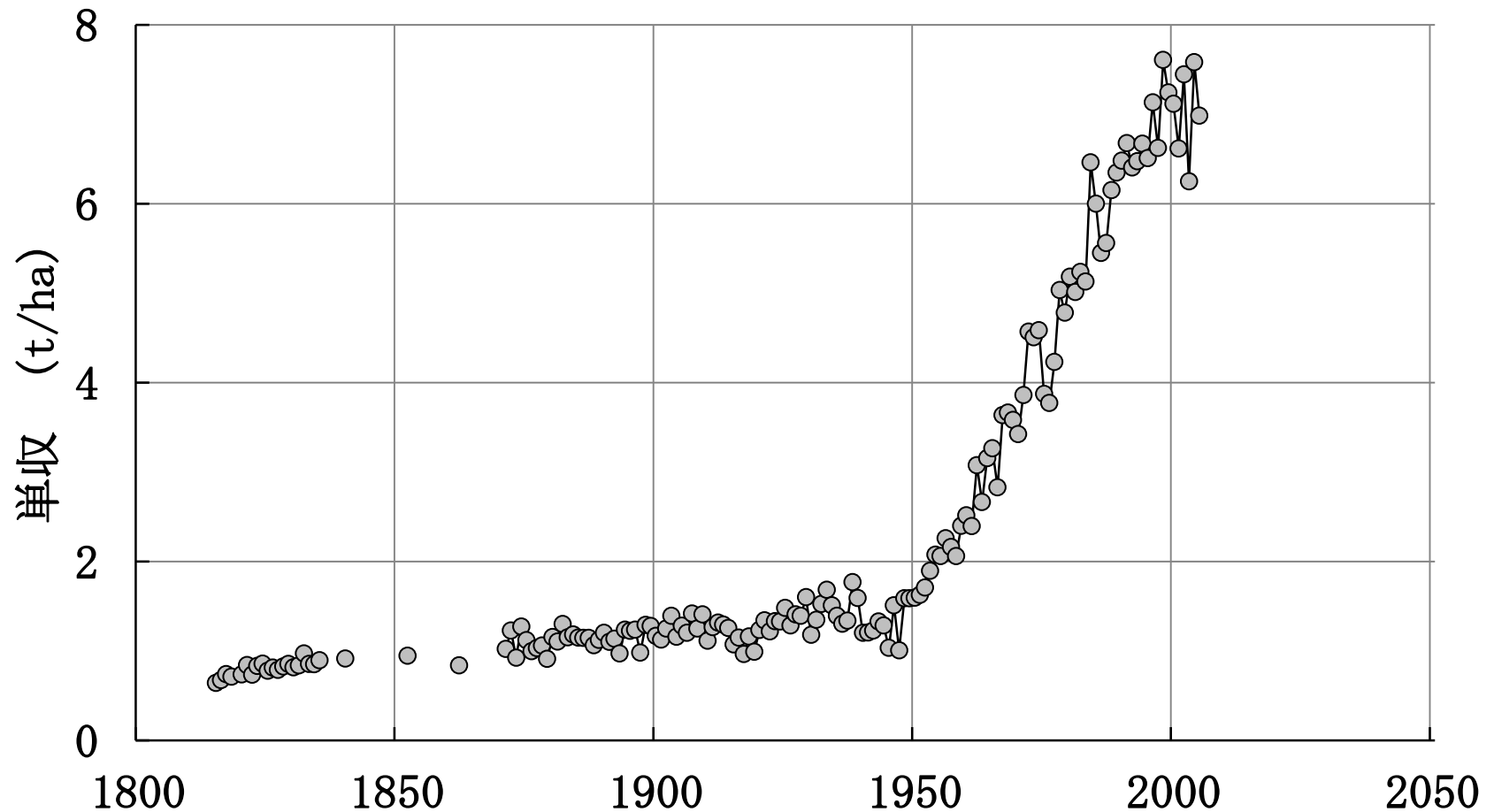


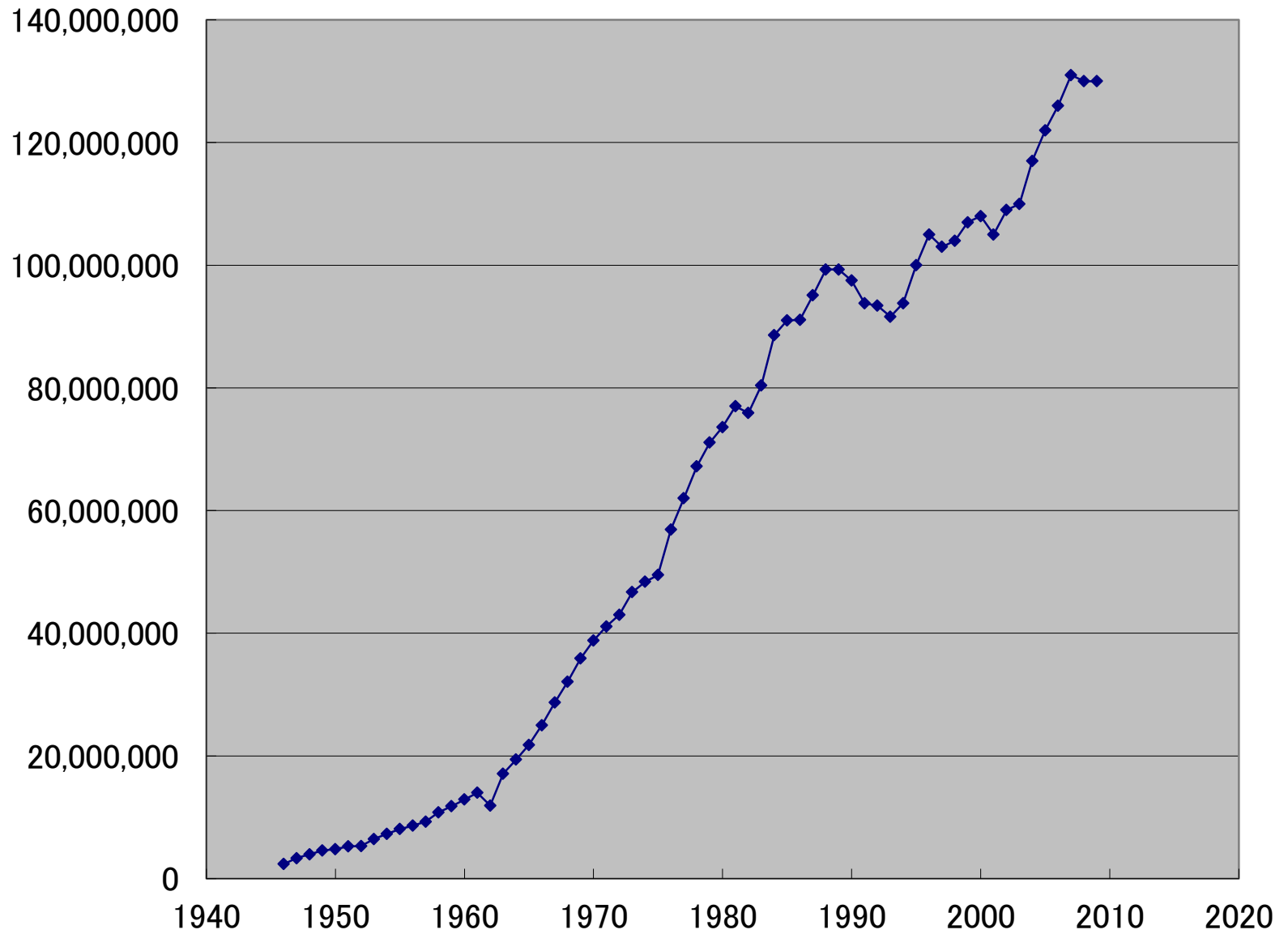
図2-5 単収(1ヘクタールあたりの収穫量)の推移 フランスにおける小麦のケース

出展 Michel & FAO



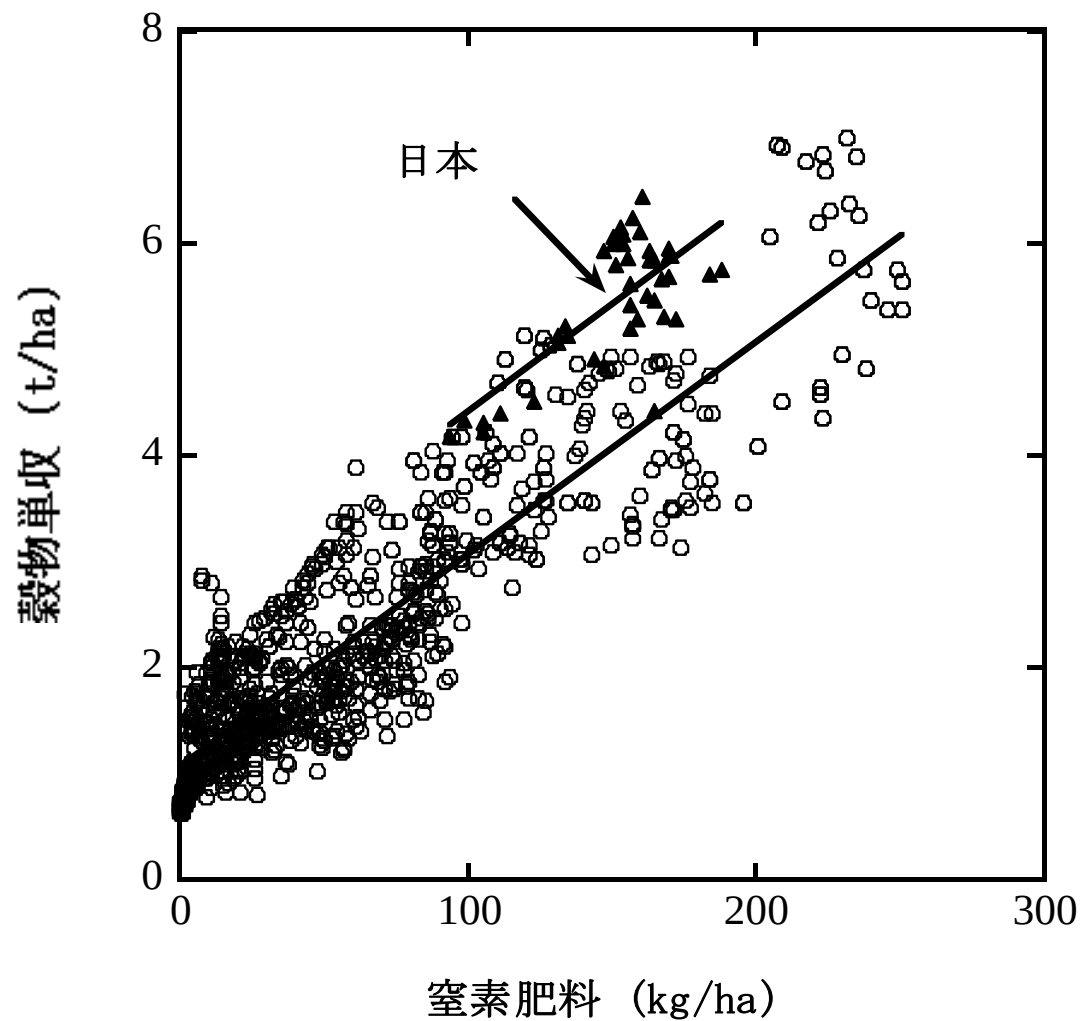
川島博之氏提供

図2-6 窒素の人工的な固定量の推移 ton



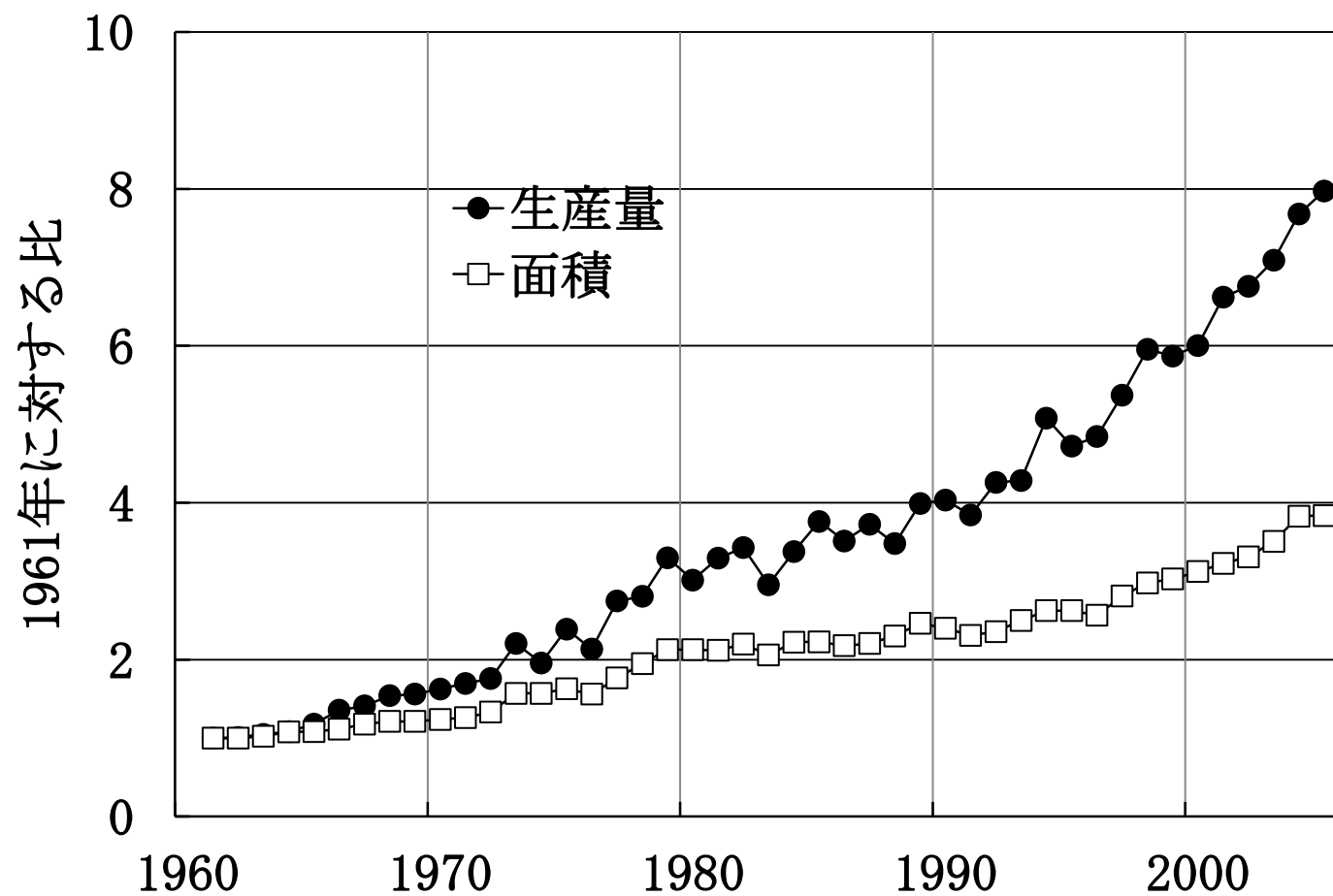
川島博之氏提供

図2-7 窒素肥料の施肥量と穀物単収との関係



川島博之氏提供

図2-8 大豆生産量の推移



川島博之氏提供

図2－9 日本における死因別死亡数(平成20年)

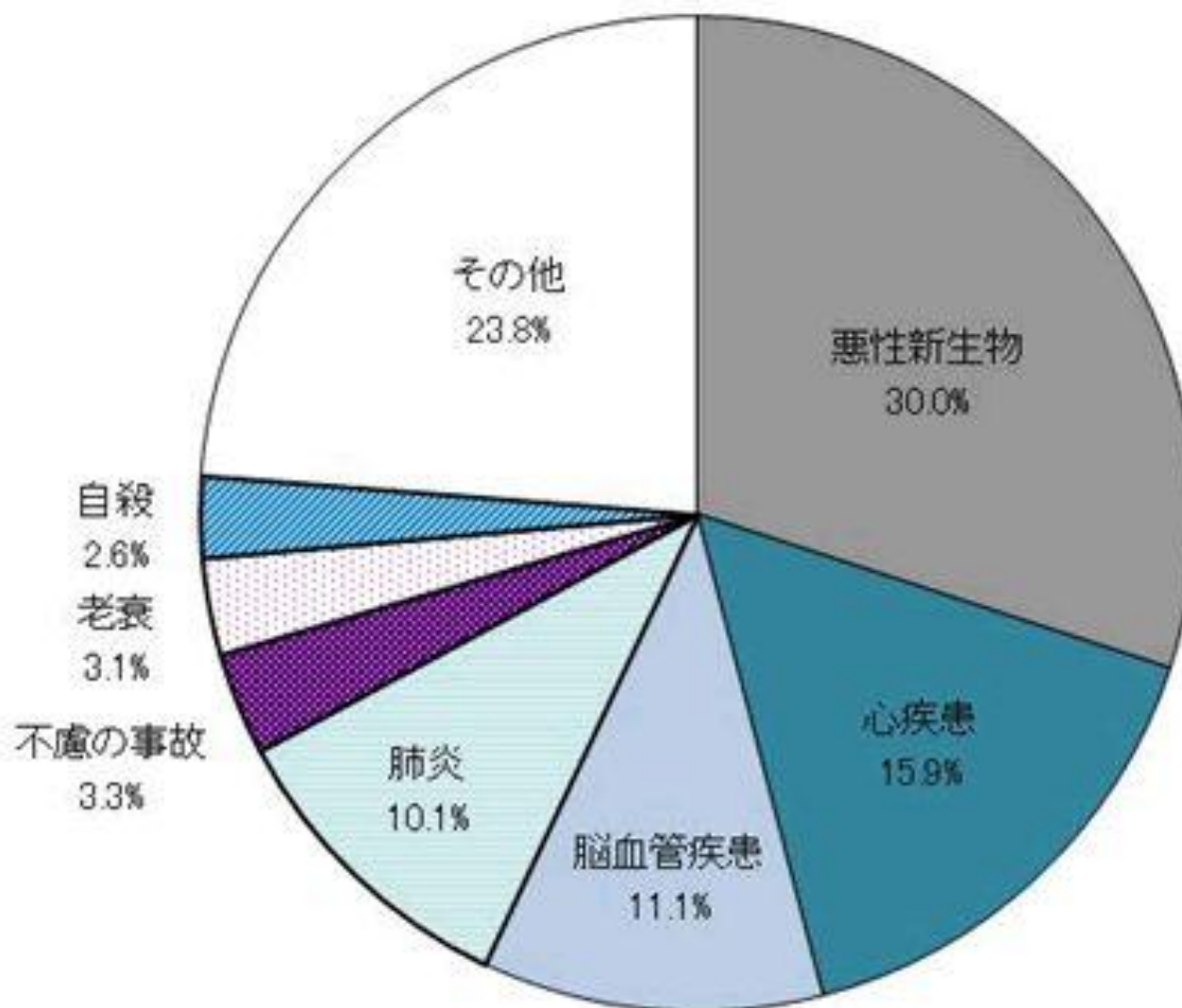


図2-10 一人あたりのGDPと寿命の関係 2000年世界

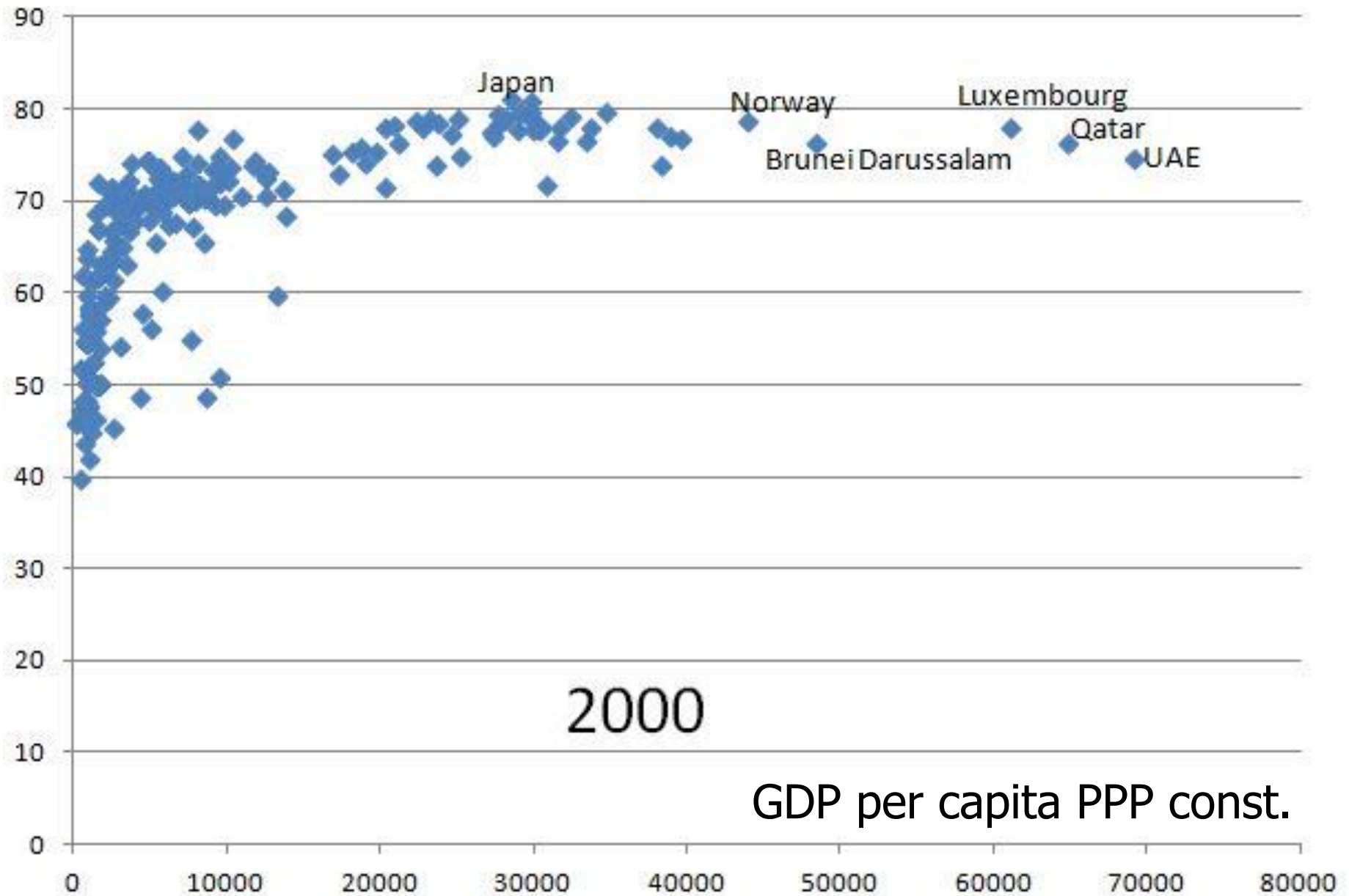


図2-11 水道の普及率と寿命の関係

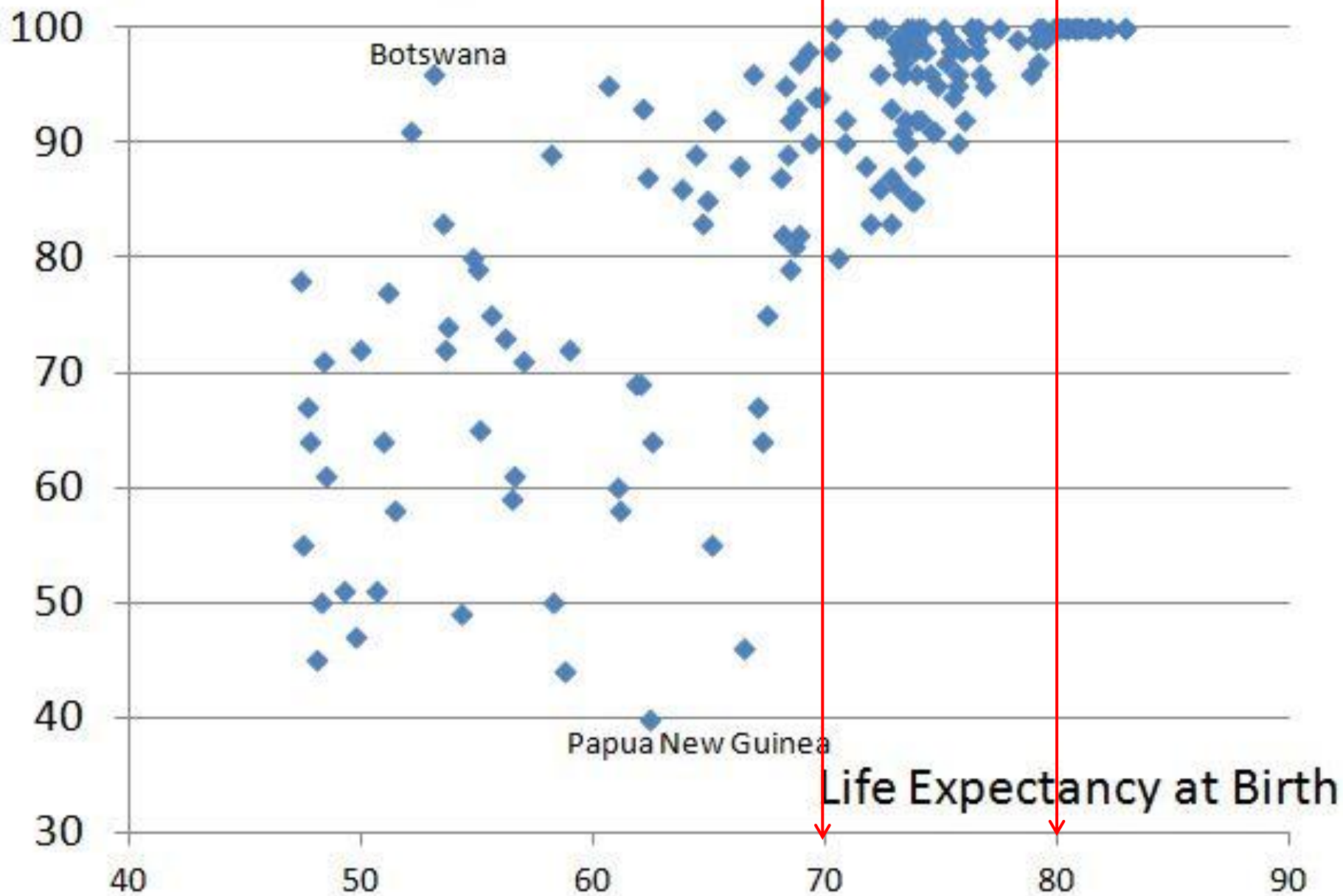


図2-12 日本における乳児死亡率の推移 1899年からのデータ

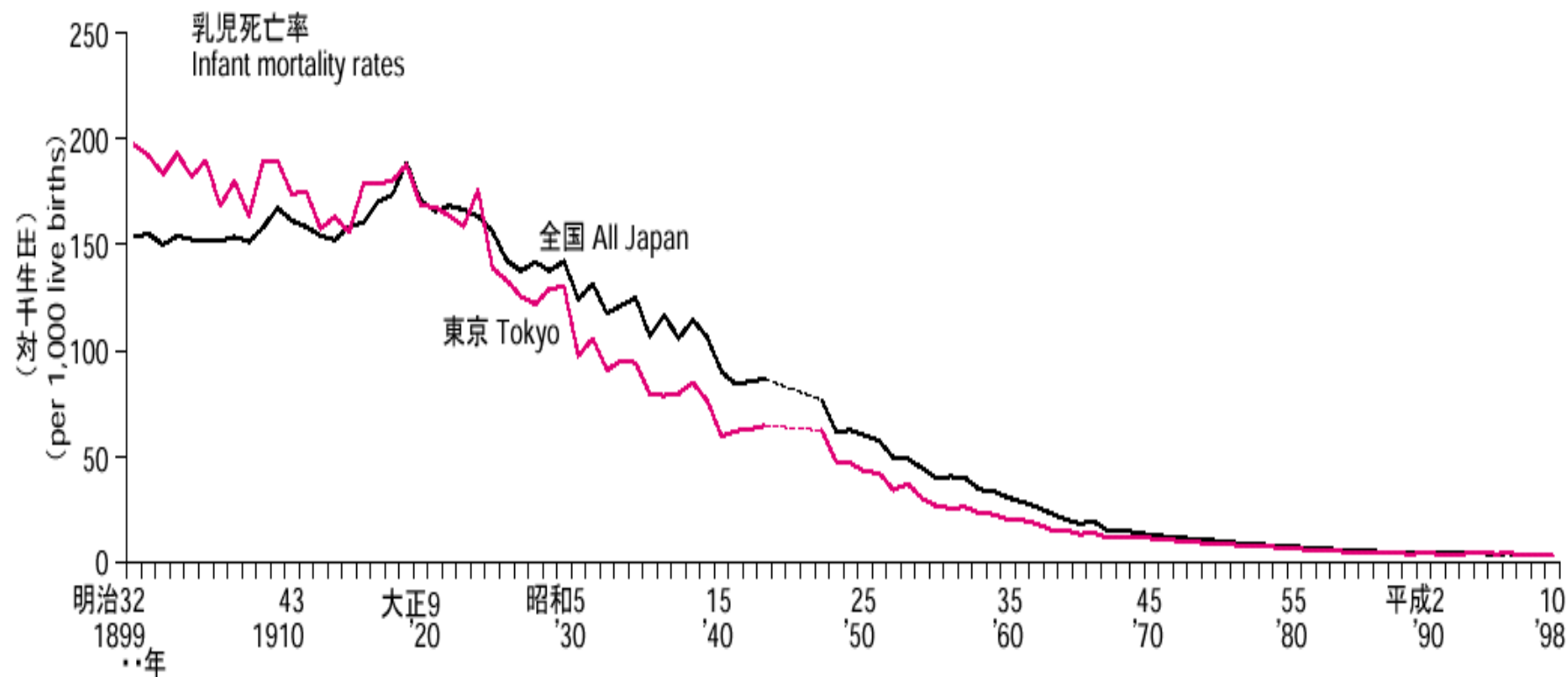


図2-13 一人あたりのGDPと平均余命との関係 2010年版

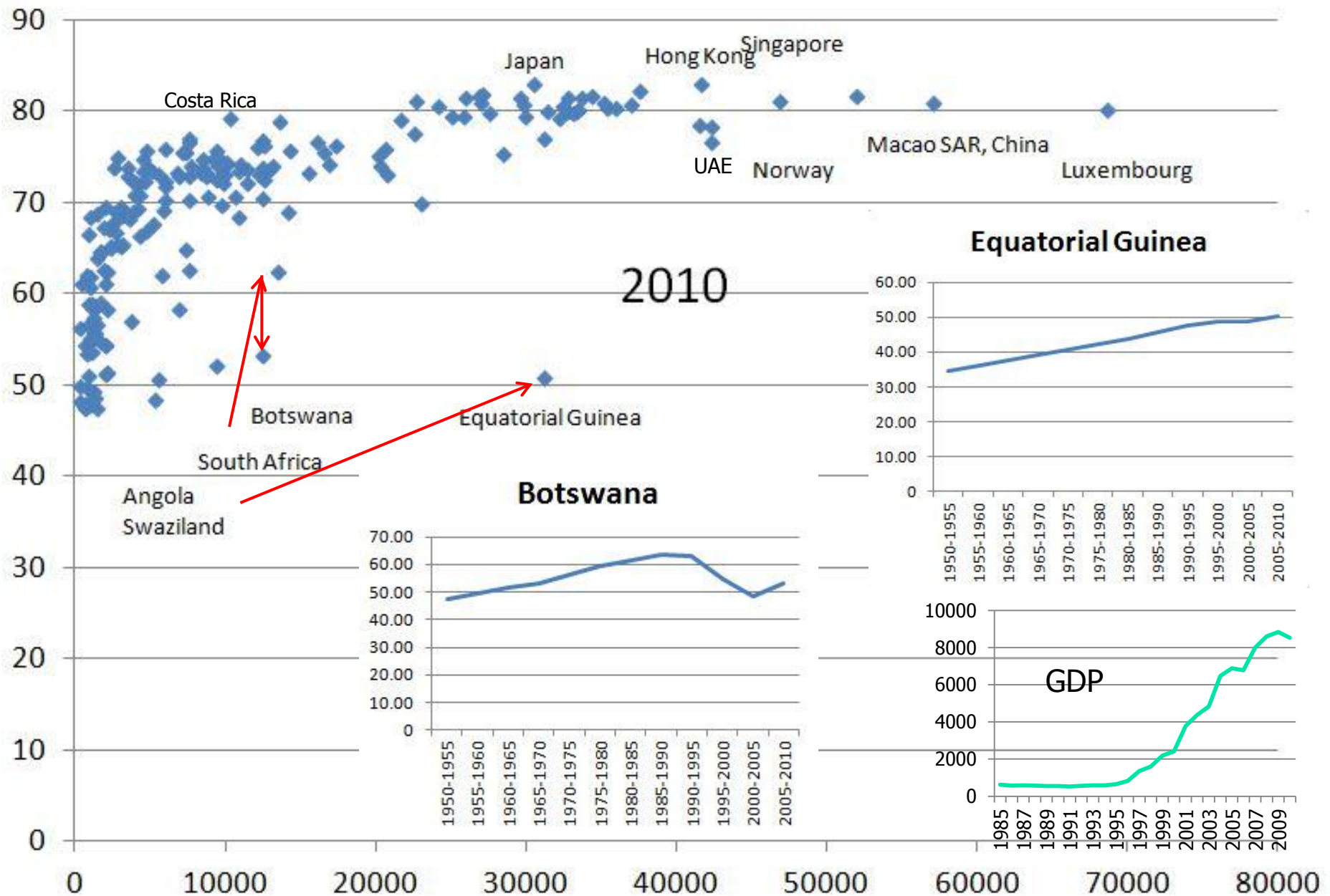


図2-14 出生率の推移の予測

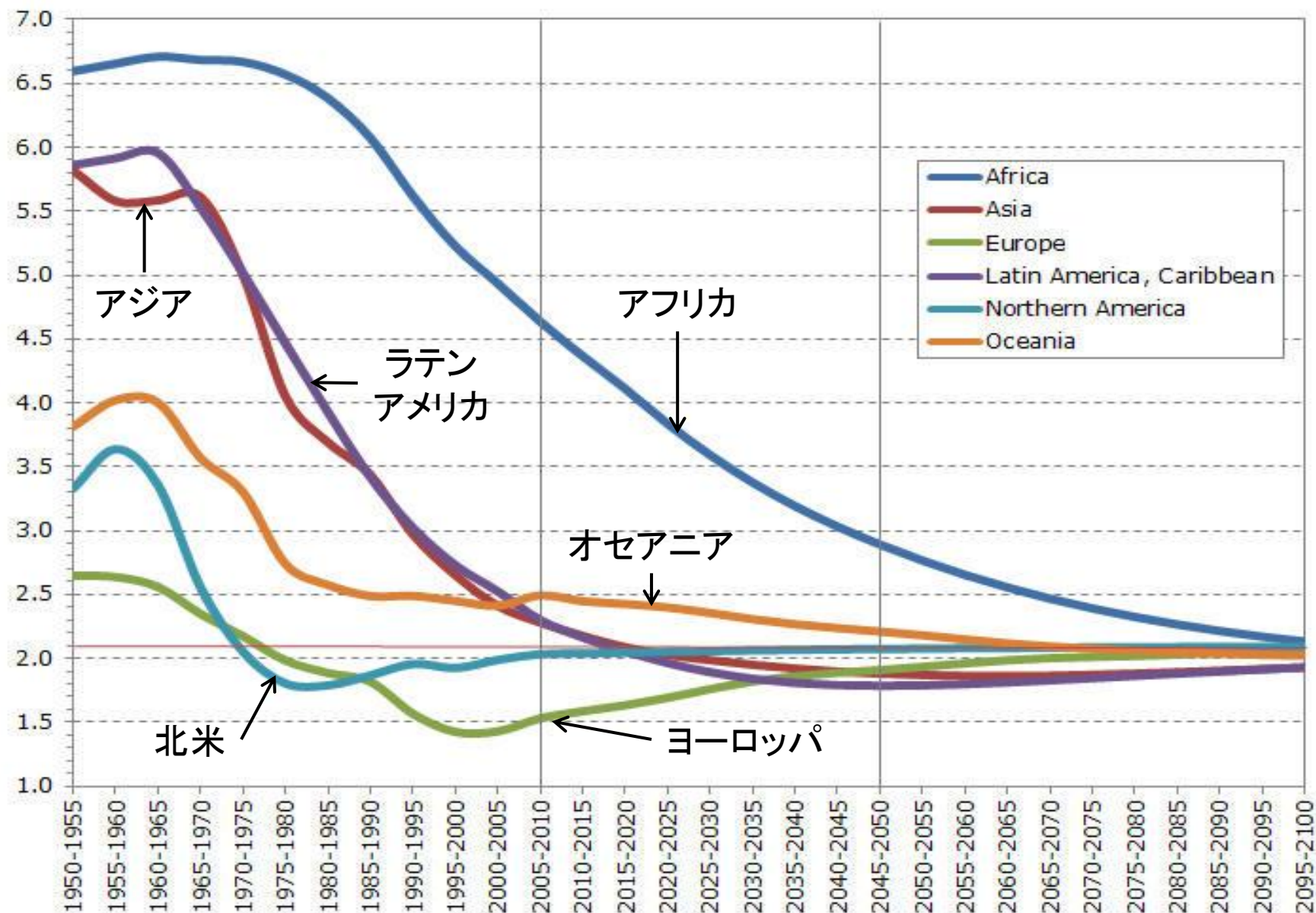
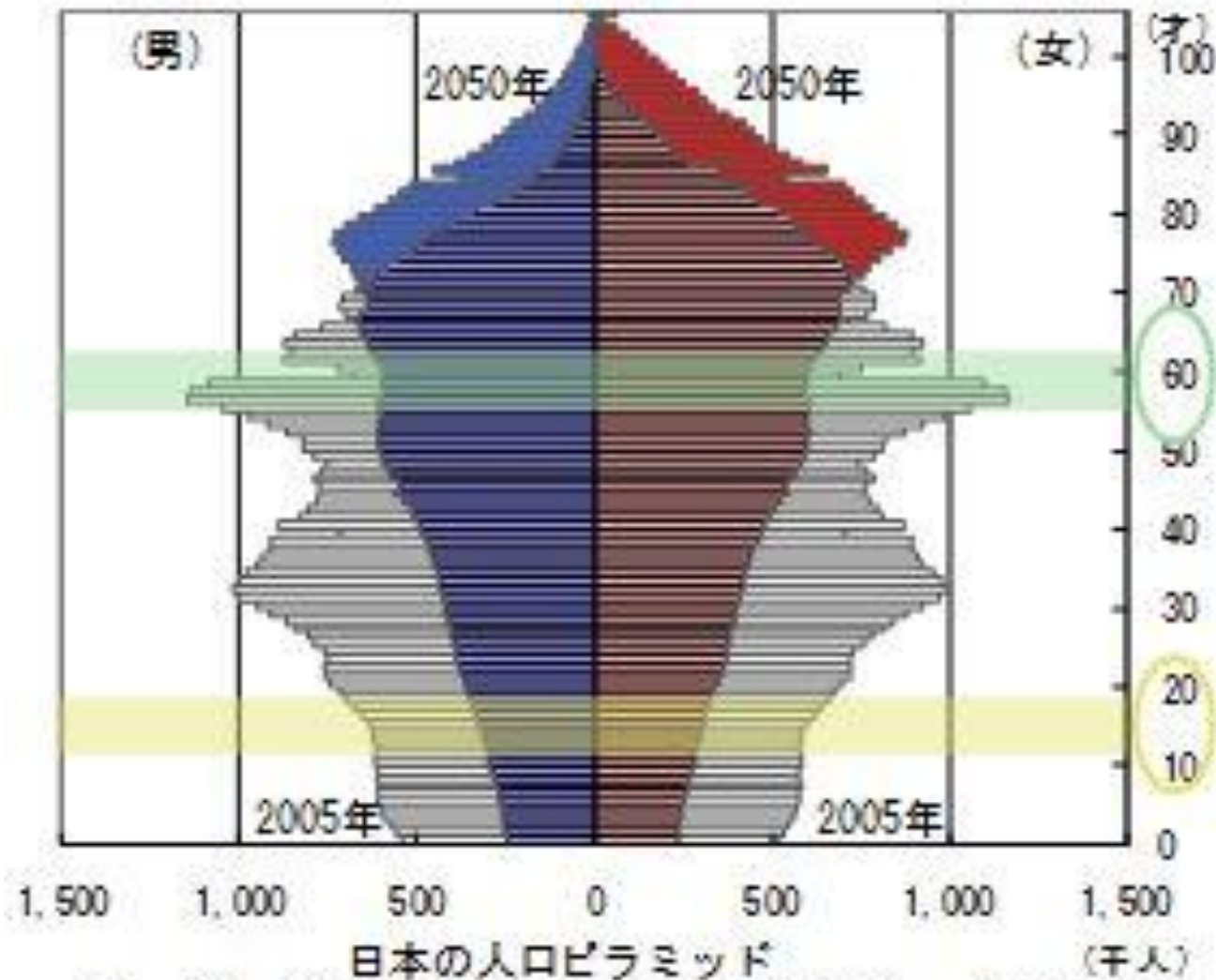
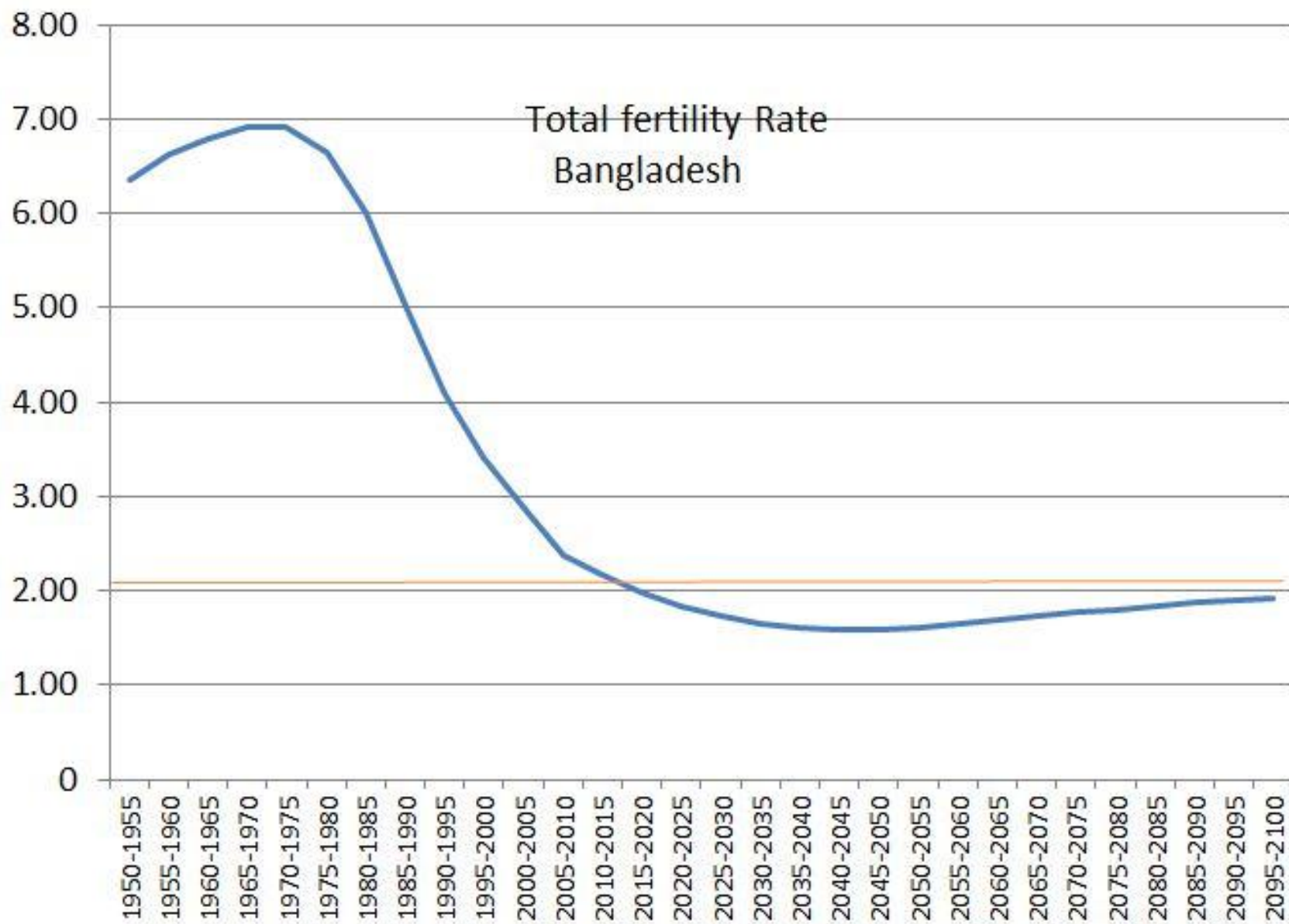


図2-15 日本の2050年と2005年の人口ピラミッド
国立社会保障・人口問題研究所



・黄色の帯は65歳以上の2005年時点の年齢構、緑の帯は65歳以上の2050年の年齢構。

図2-16 バングラデシュの出生率の推移



2－2－2. 気候変動

図2-17 各種RCP (Representative Concentration Pathways)モデルでの
大気中の二酸化炭素濃度

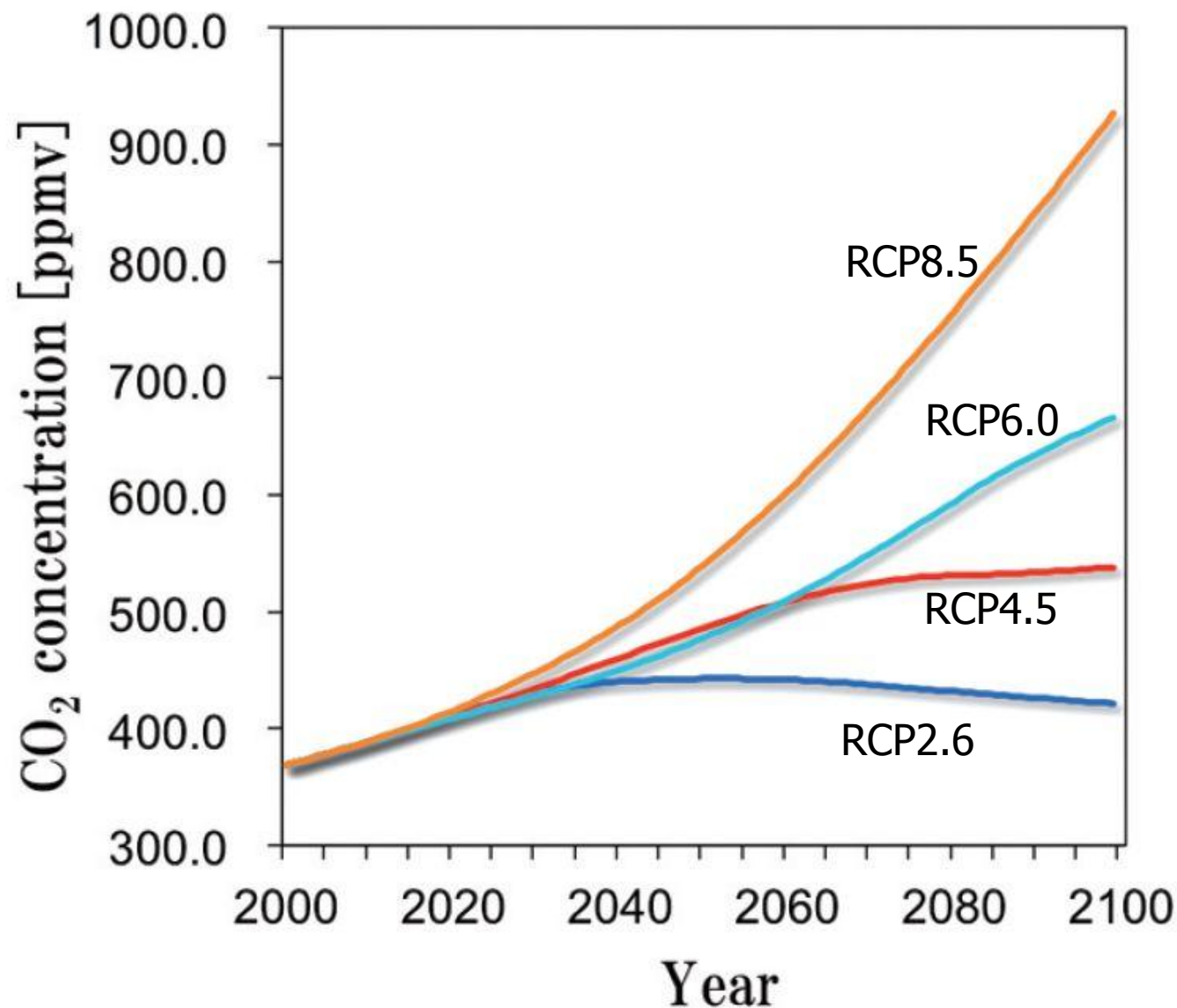


図2-18 各種RCPモデルの温度変化

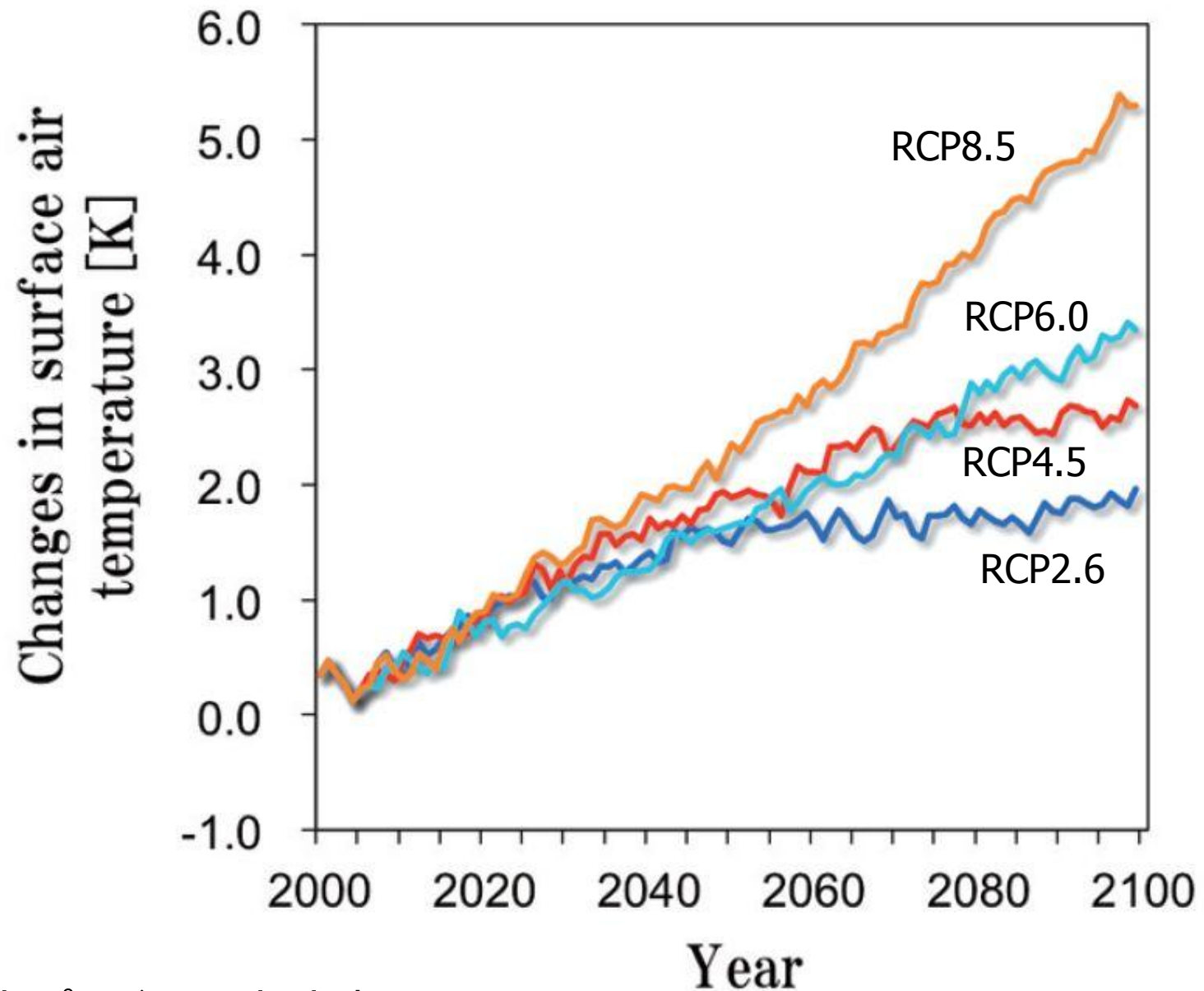


図2-19 許容される二酸化炭素の排出量。

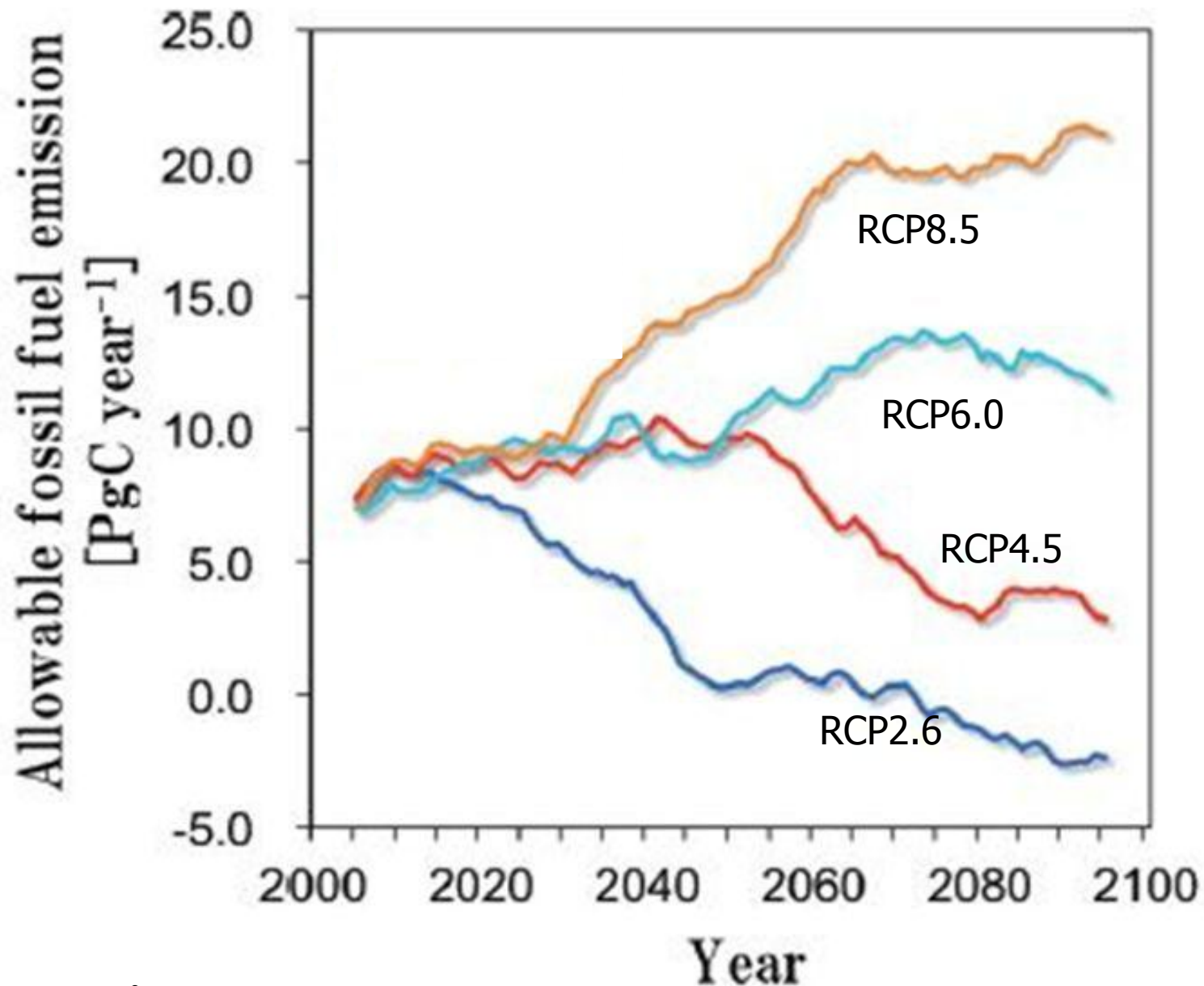


図2-20 4. 5シナリオの2300年までの温度上昇予測

RCP4.5シナリオによる全球平均地上気温変化予測

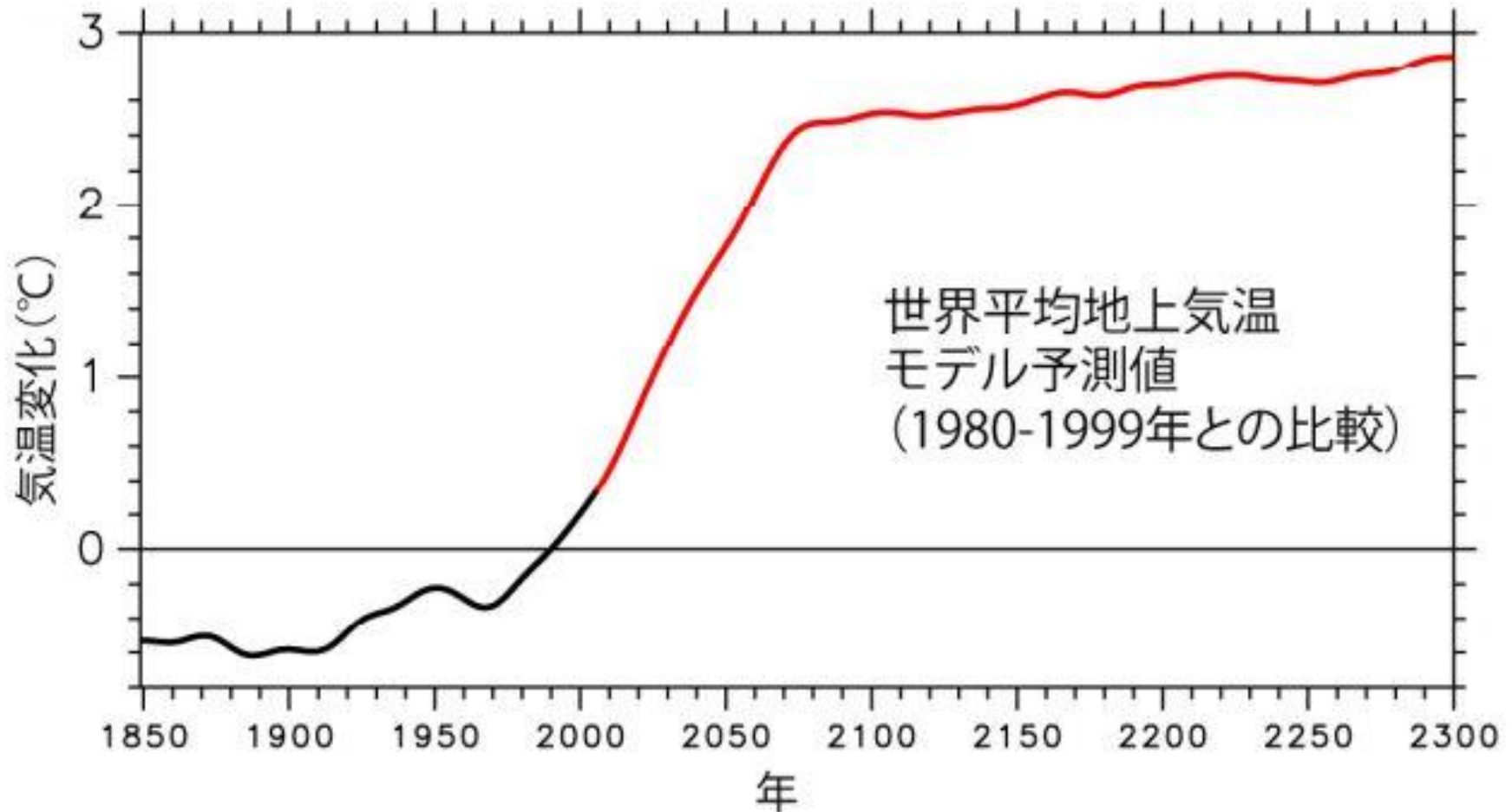


図2-21 4. 5シナリオで許される二酸化炭素排出量

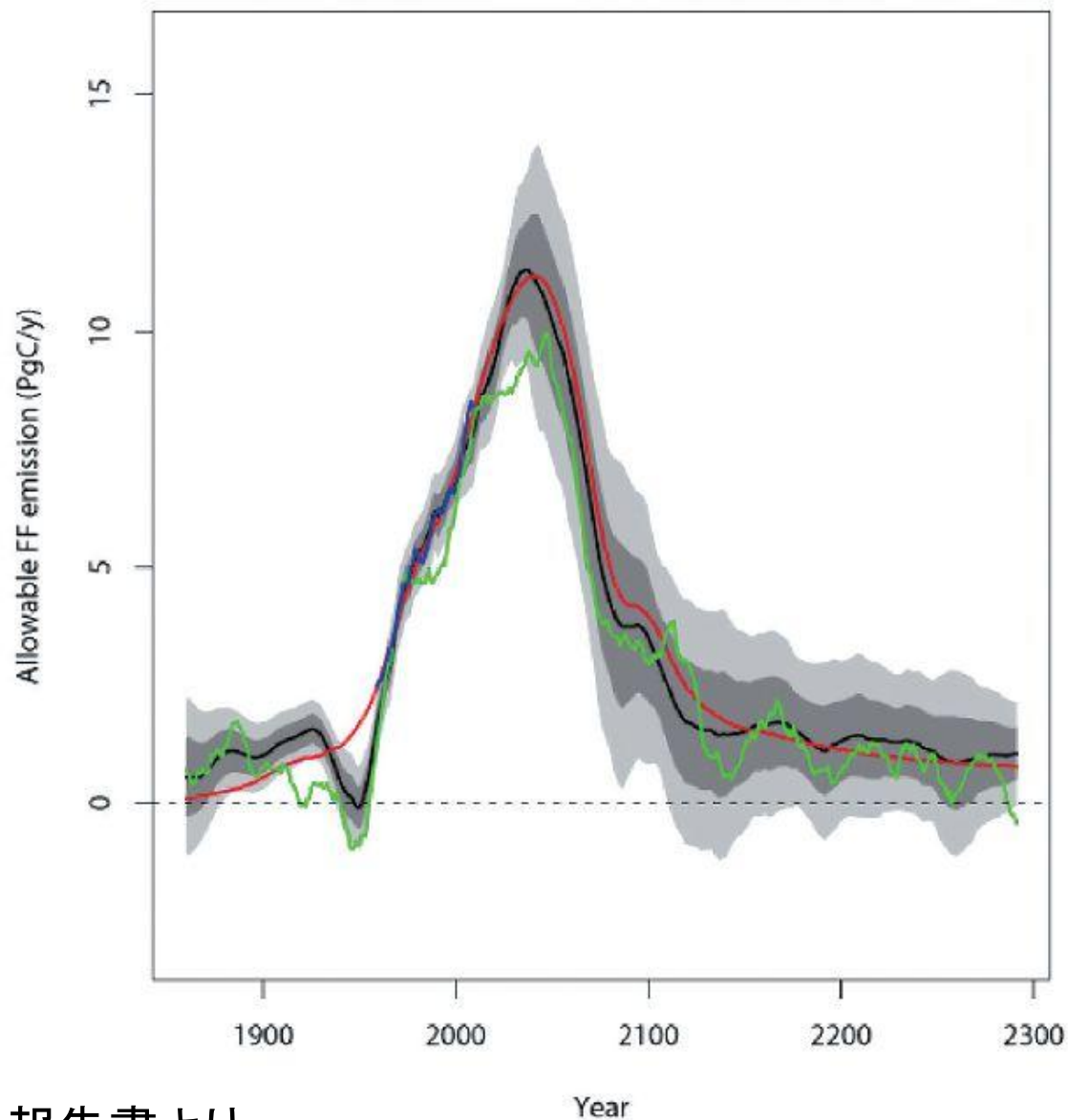
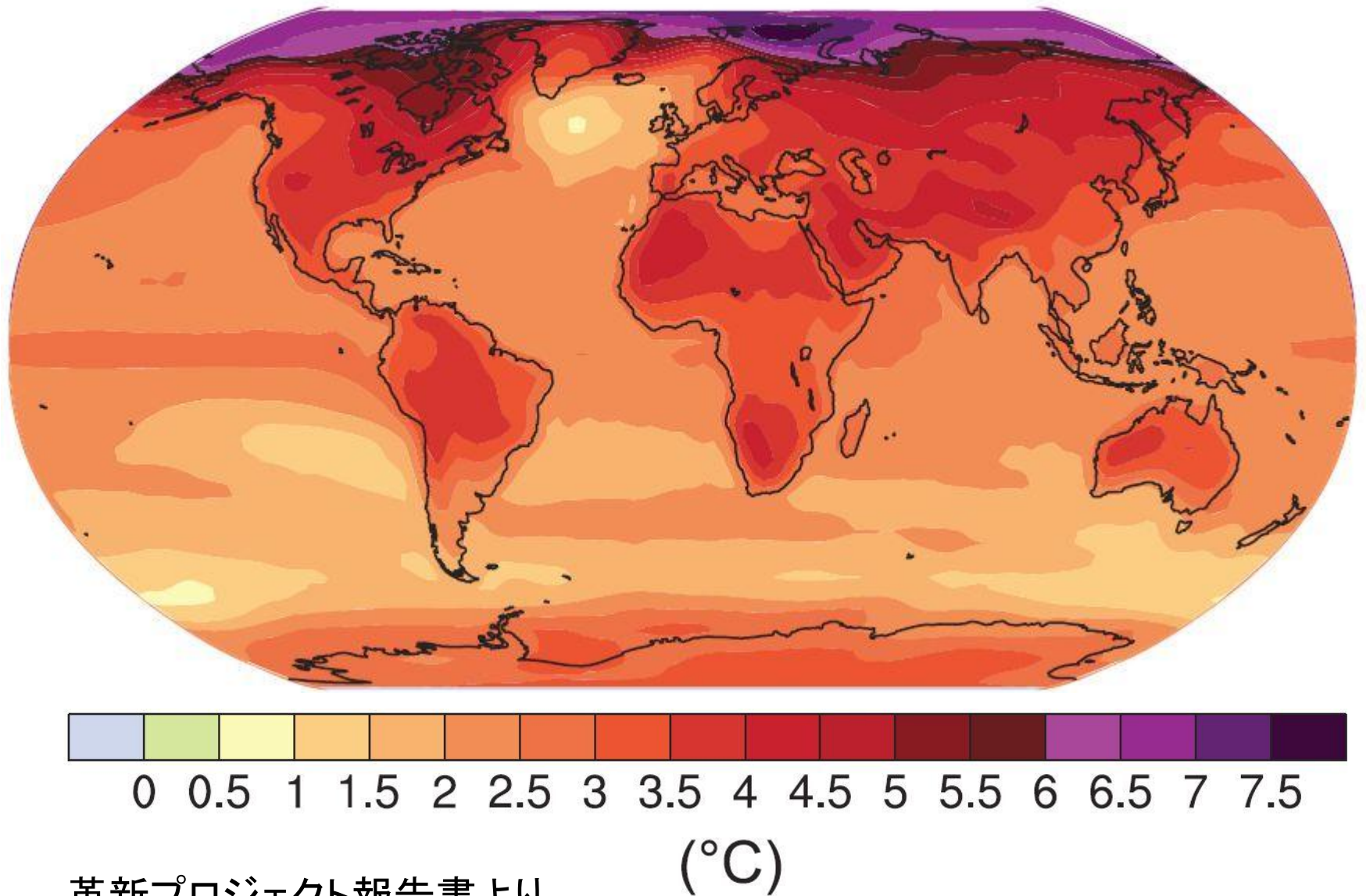


図2-22 2090～2099年の温度上昇の地球全体の分布予測



革新プロジェクト報告書より

図2-23 温暖化によって乾燥化する地域、湿潤化する地域

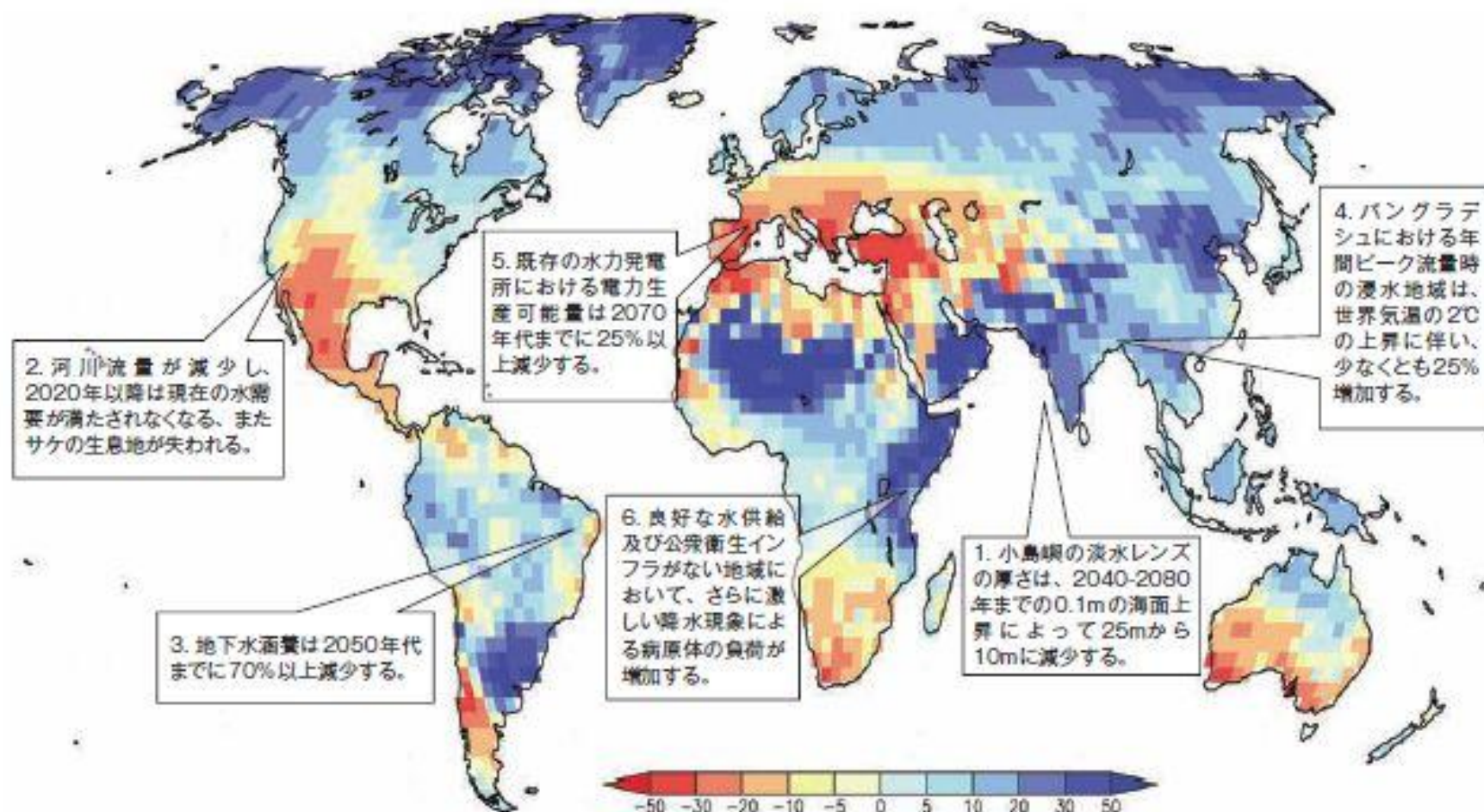


図2-24 日本の夏季の降水量の変化
1979～2003年までの平均(青い太線)と
2075～2099年までの平均(赤い太線)

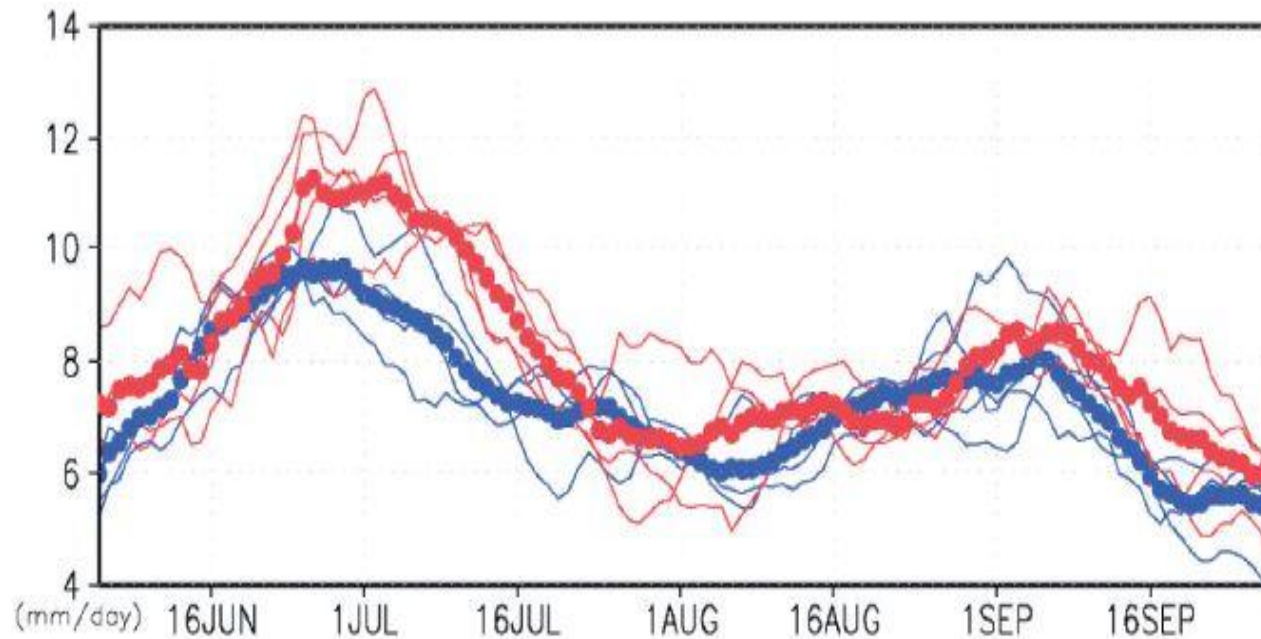


図2-25 左:1980~2009年の確率降水量(mm/日)と
右:将来(2075~2099)年の確率降水量の予測。
傾向としては、多雨地帯ではさらに多雨になる
という傾向であることが分かる。

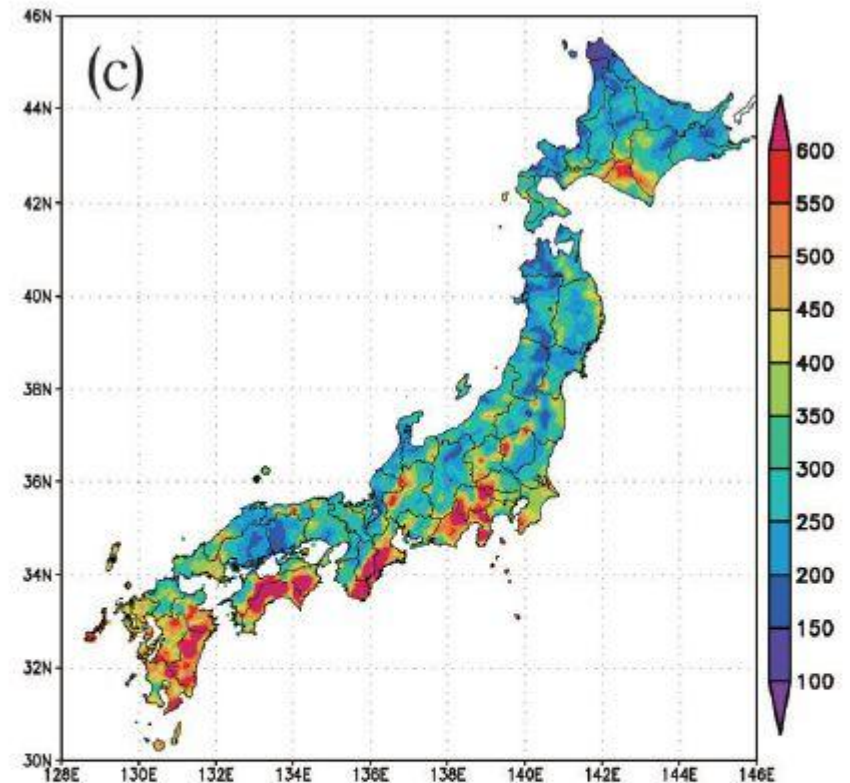
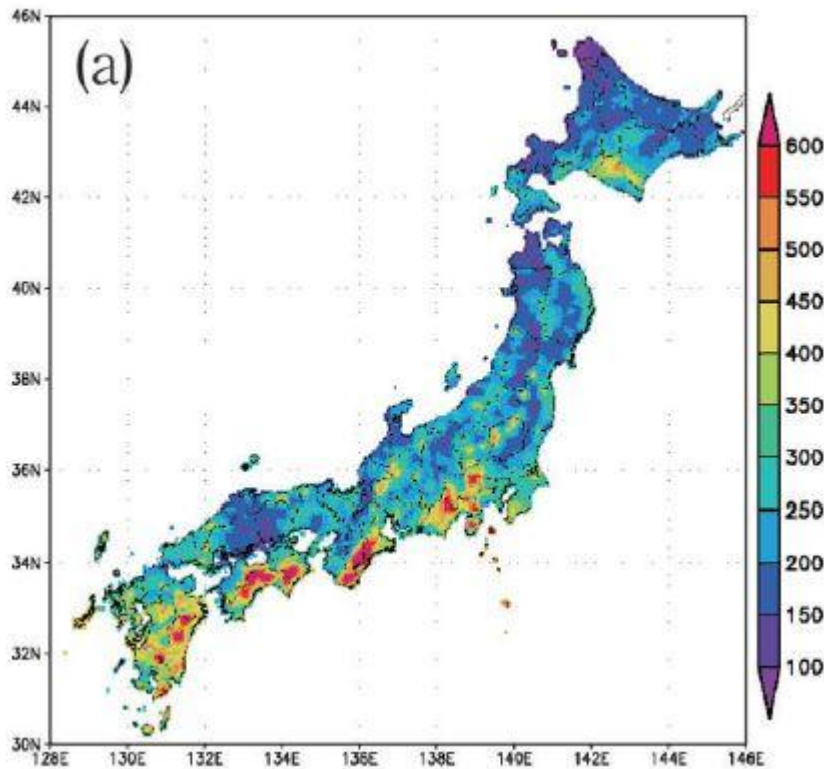


図2-26 極端現象の増減への影響。

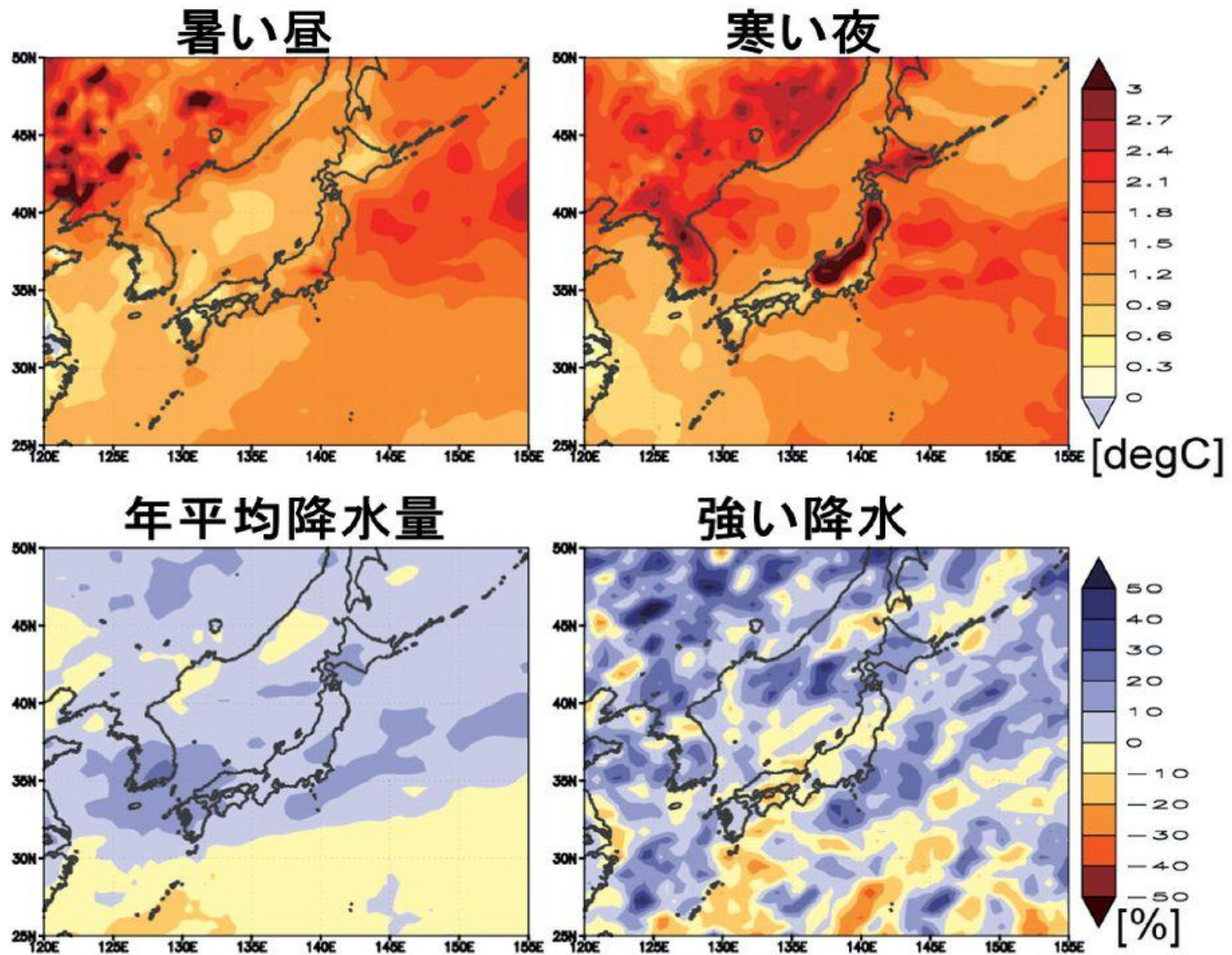


図2-27 台風の25年間での個数の変化を示している。
日本は、もっとも台風が減少すると考えられる地域にある。
減少数は、25年間での個数であるから、20個減るといっても、
1年にすれば、1個未満である。

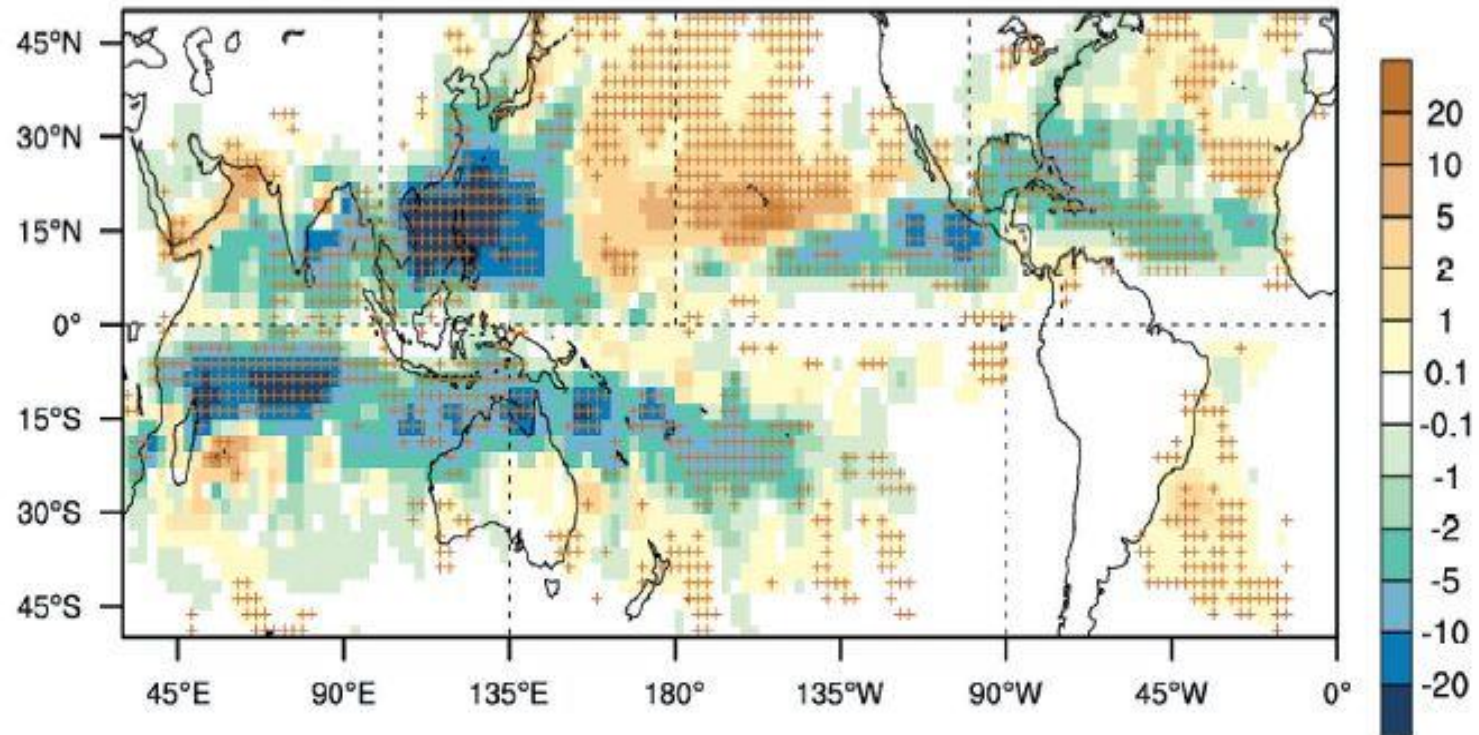
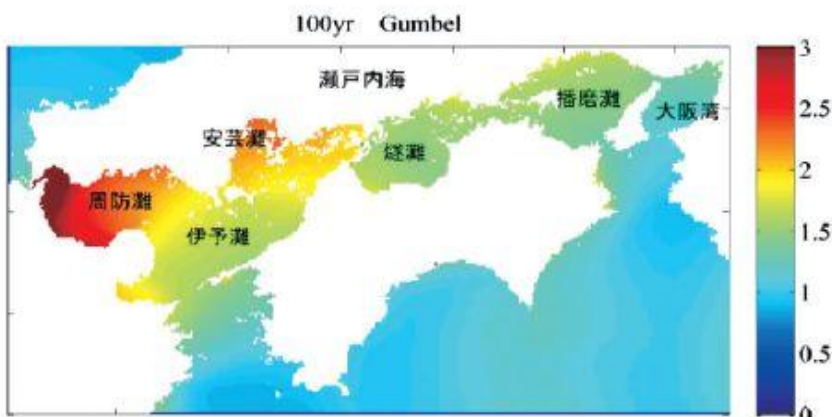
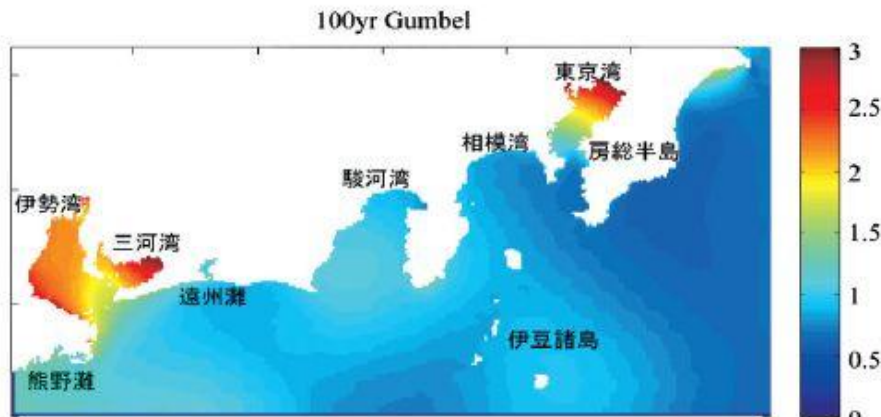


図2-28 高潮の再現確率値で再現期間は100年。

ということは、100年に1回起きる高潮が、
何回起きる可能性が高いかという数値

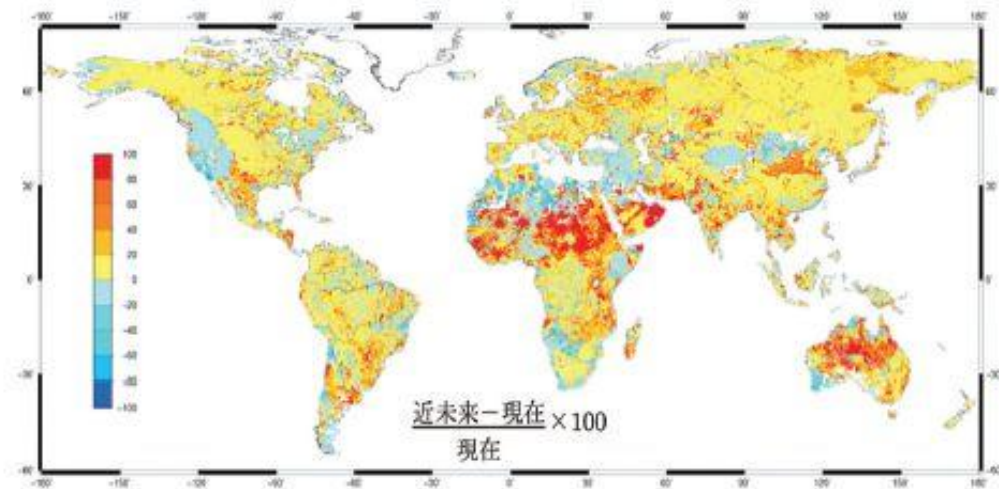


(a) 瀬戸内海

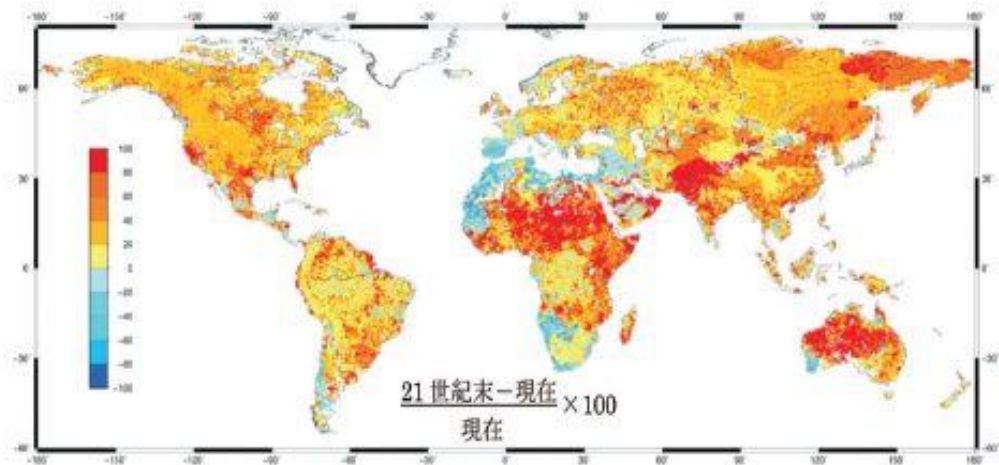


(b) 東京湾～伊勢湾

図2-29 極端洪水流量の変化率%（現在気候と21世紀末の比較）



近未来気候と現在気候の変化率（3.2S 利用，BC 利用）



21世紀末気候と現在気候の変化率（3.2S 利用，BC 利用）

図2-30 前3年の平均収量に対して減収する割合%が横軸、
縦軸が3ヶ国同時に不作になる確率

(B)

3カ国同時生起確率(%)

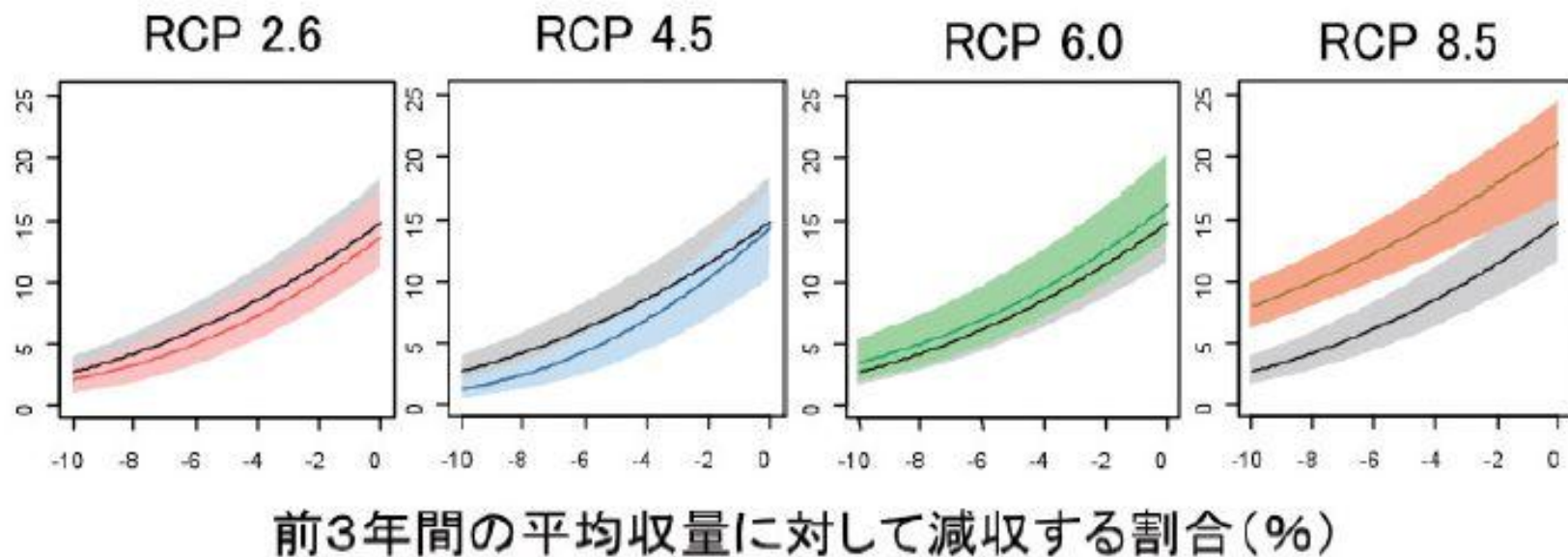
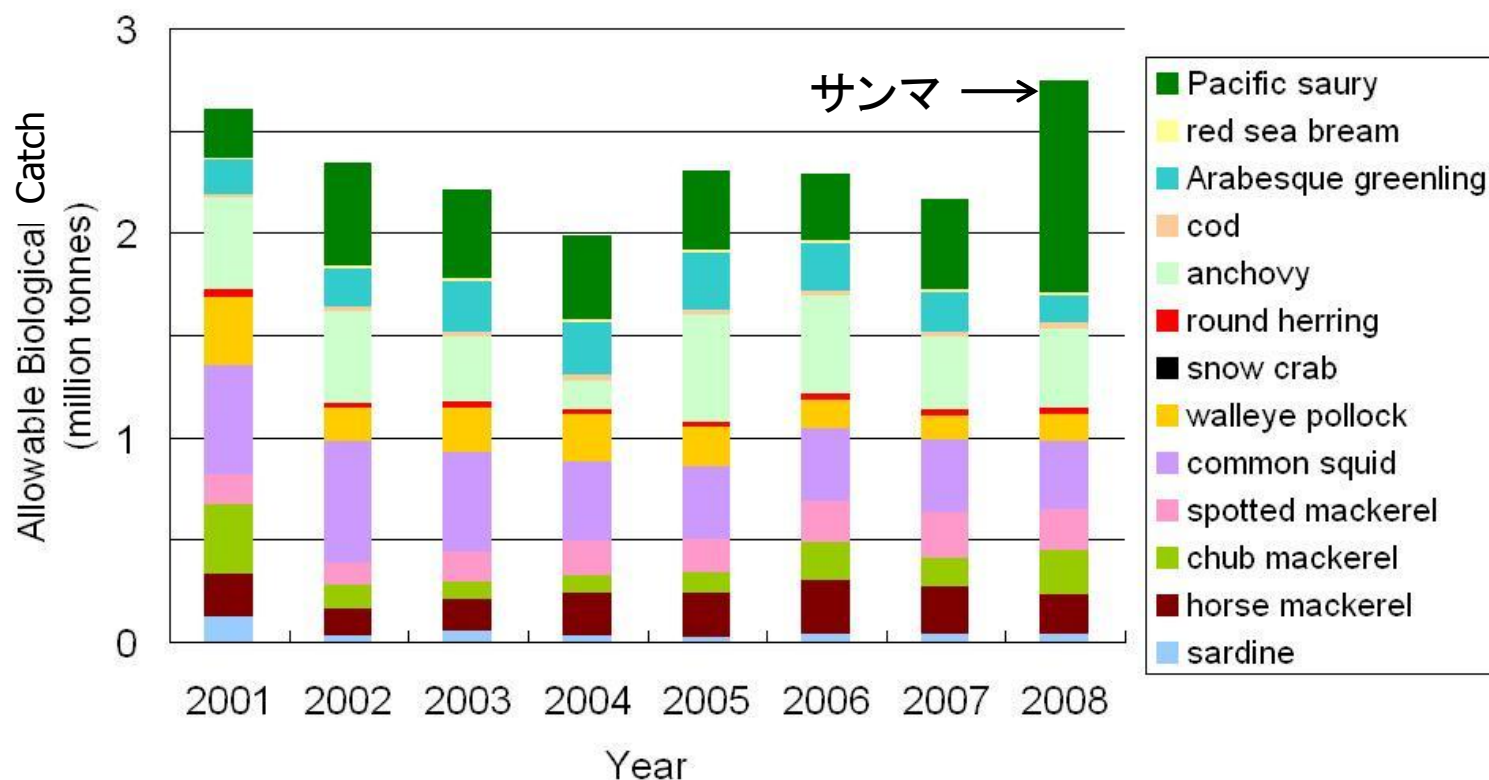


図2-31 日本のEEZ内での魚種とその量

魚が消えるって？サンマは余っている！



source: Fisheries Research Agency, Japan

図2-32 熱膨張による全球平均海面水位変化(cm)
2006年1月基準
2300年までデータがあるのがRCP4.5

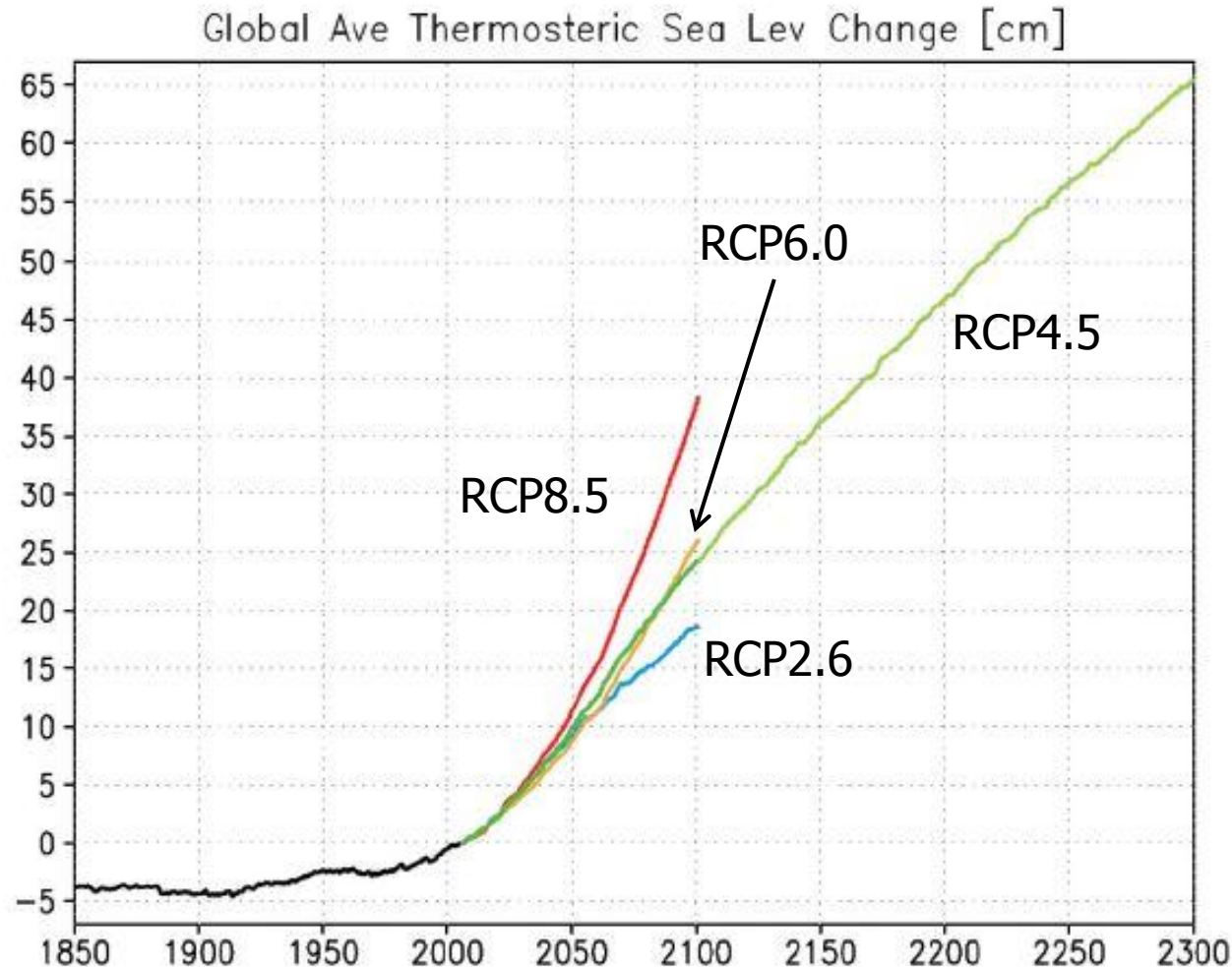


図2-33 最終氷期後の海水面の変化

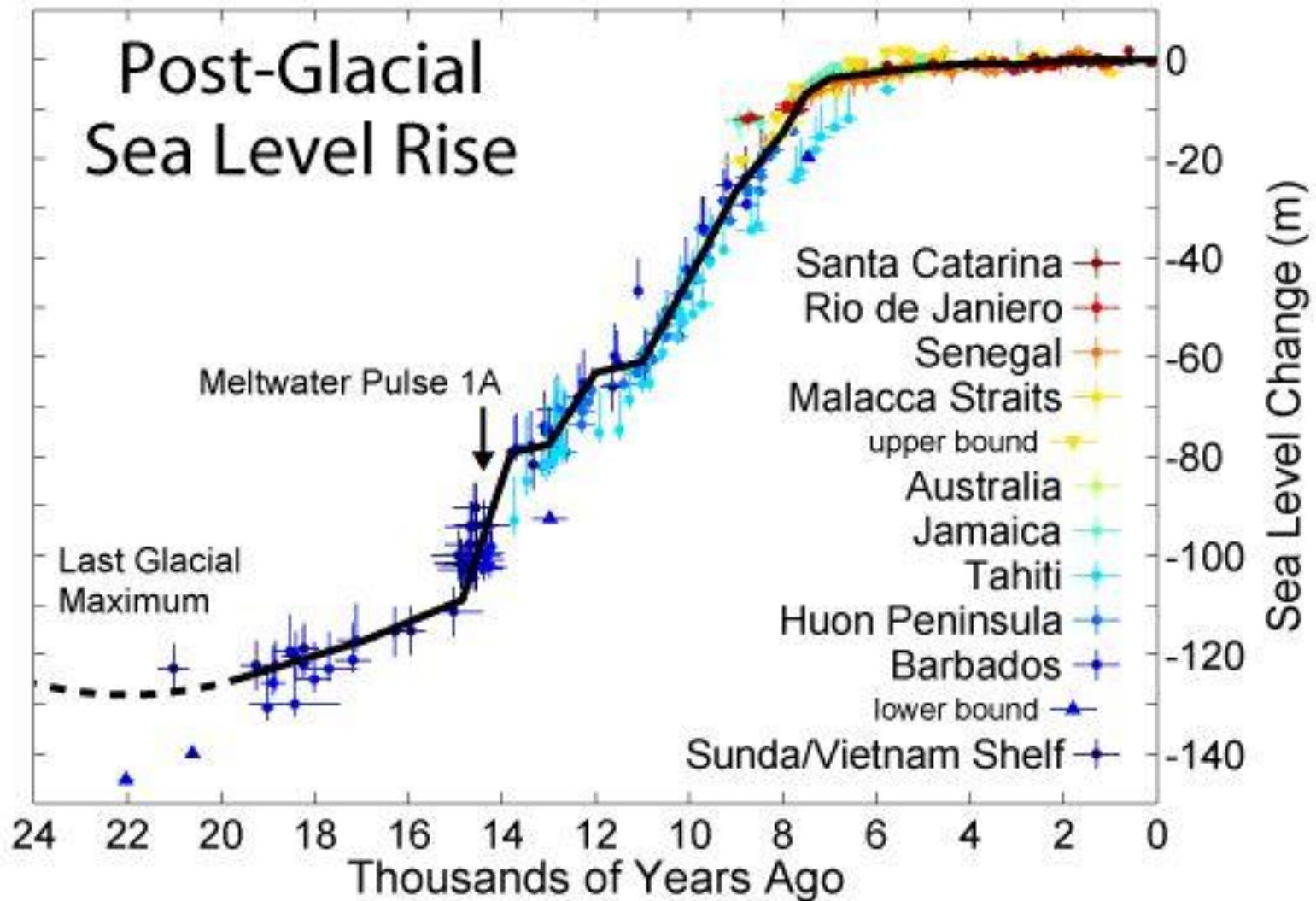
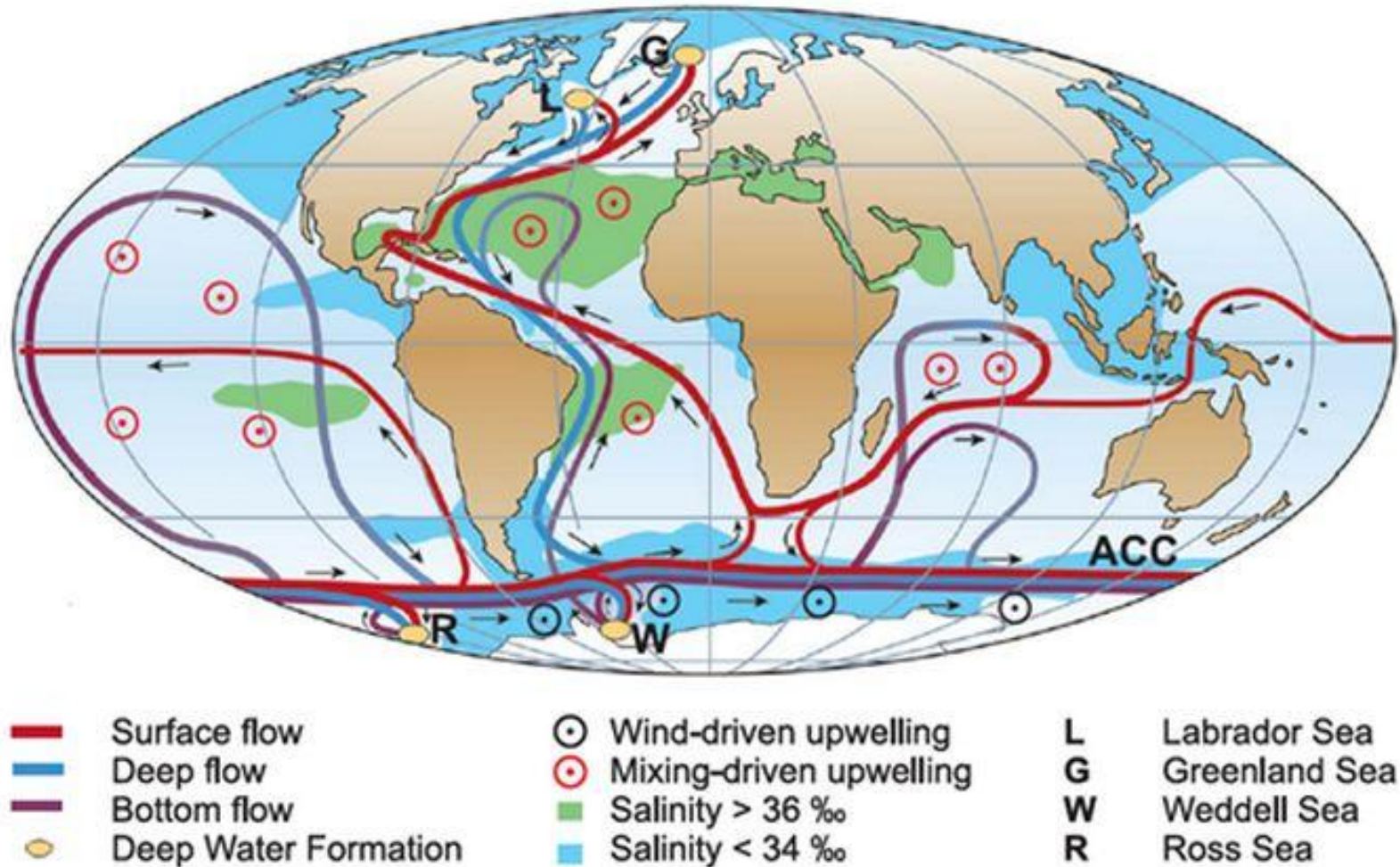


図2-34 詳しい熱塩海洋循環の様子



[Stefan Rahmstorf (2006) Thermohaline Ocean Circulation]

図2-35 世界平均気温上昇の変化℃と様々な影響の予測

江守正多氏提供

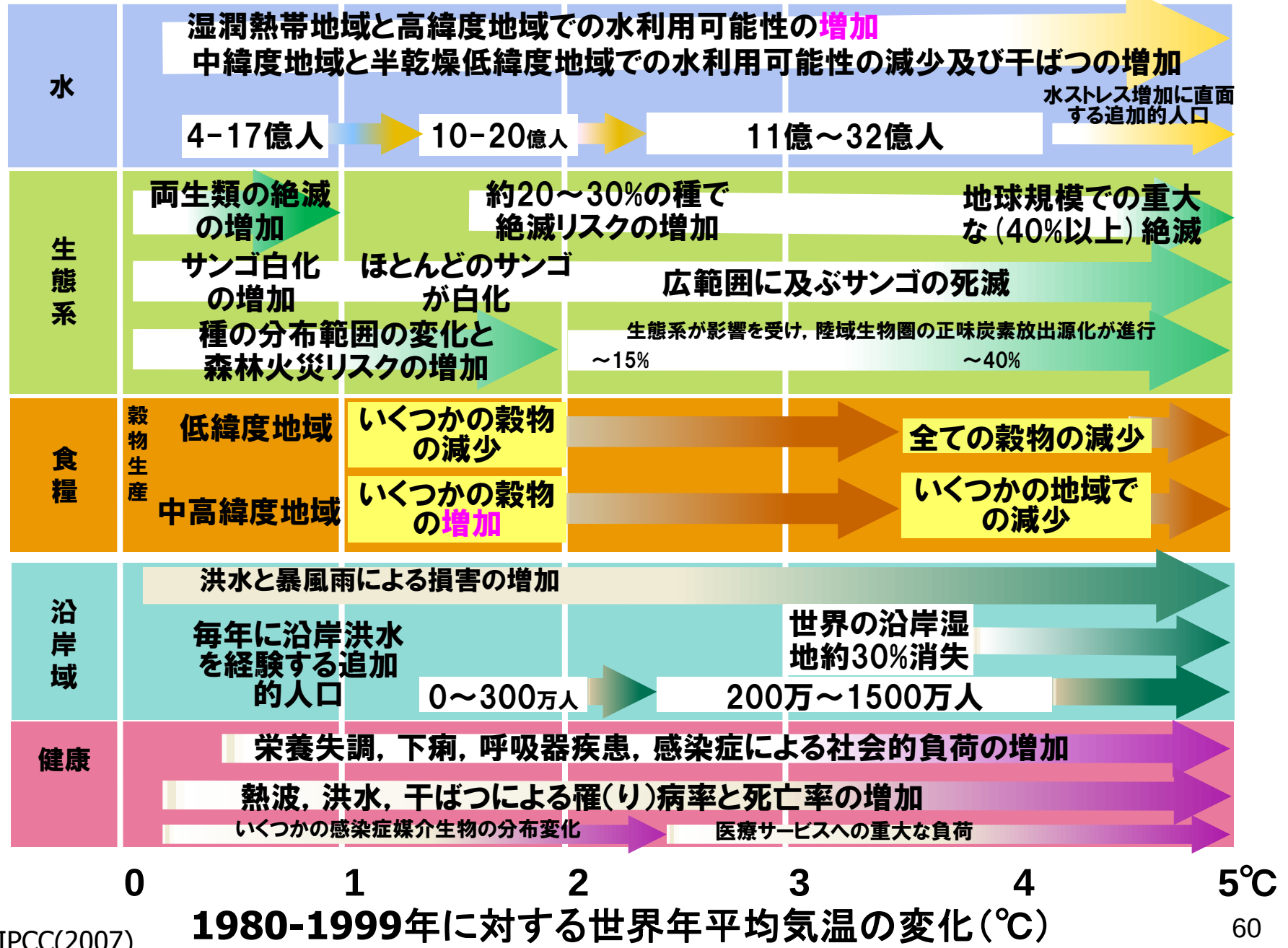
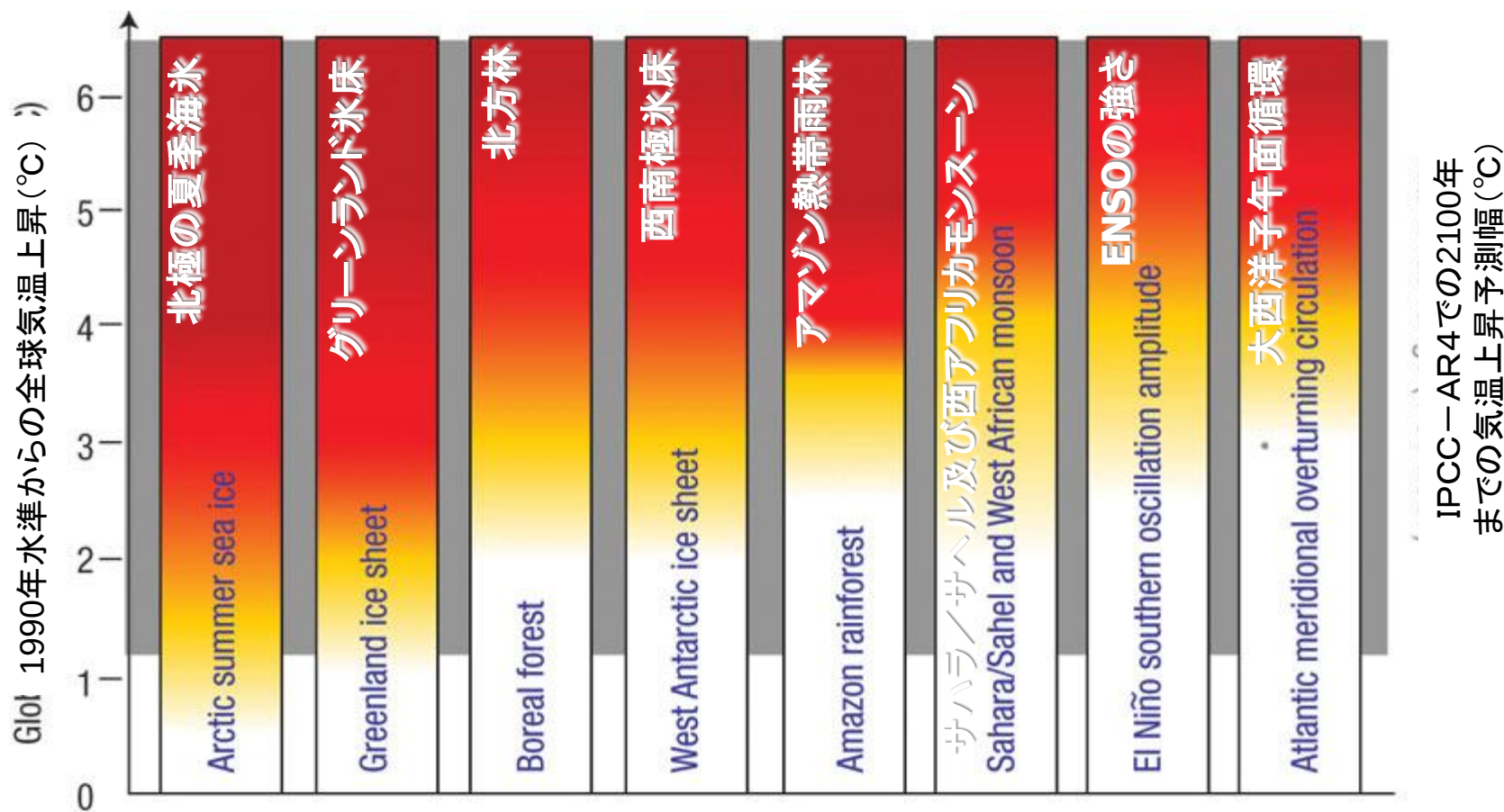


図2-36 ティッピング・エレメントの不可逆性が 起きる限界温度



2－2－3. 鉱物資源・化石燃料

(1000t)

図2-37 世界の鉄鋼生産量の推移

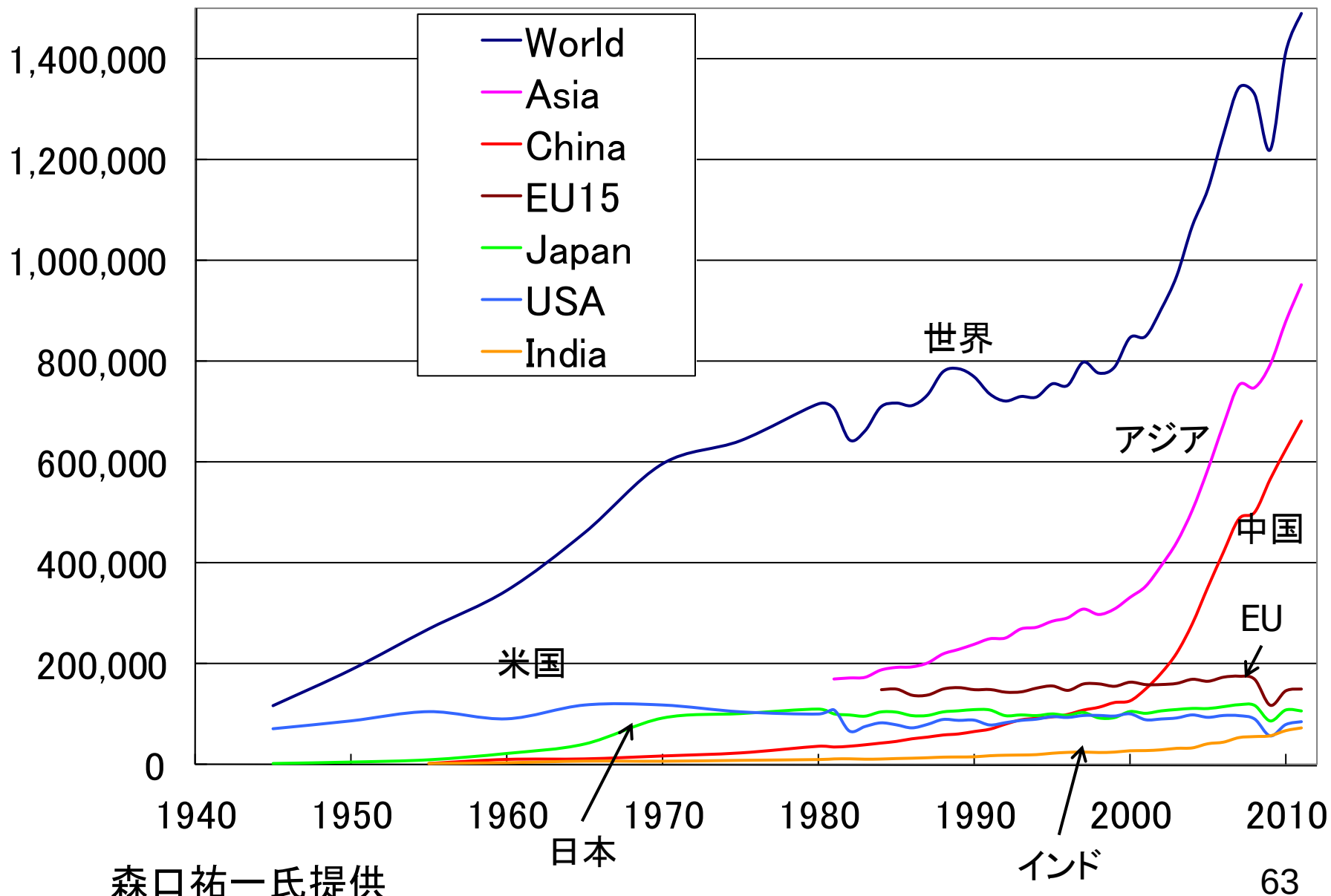
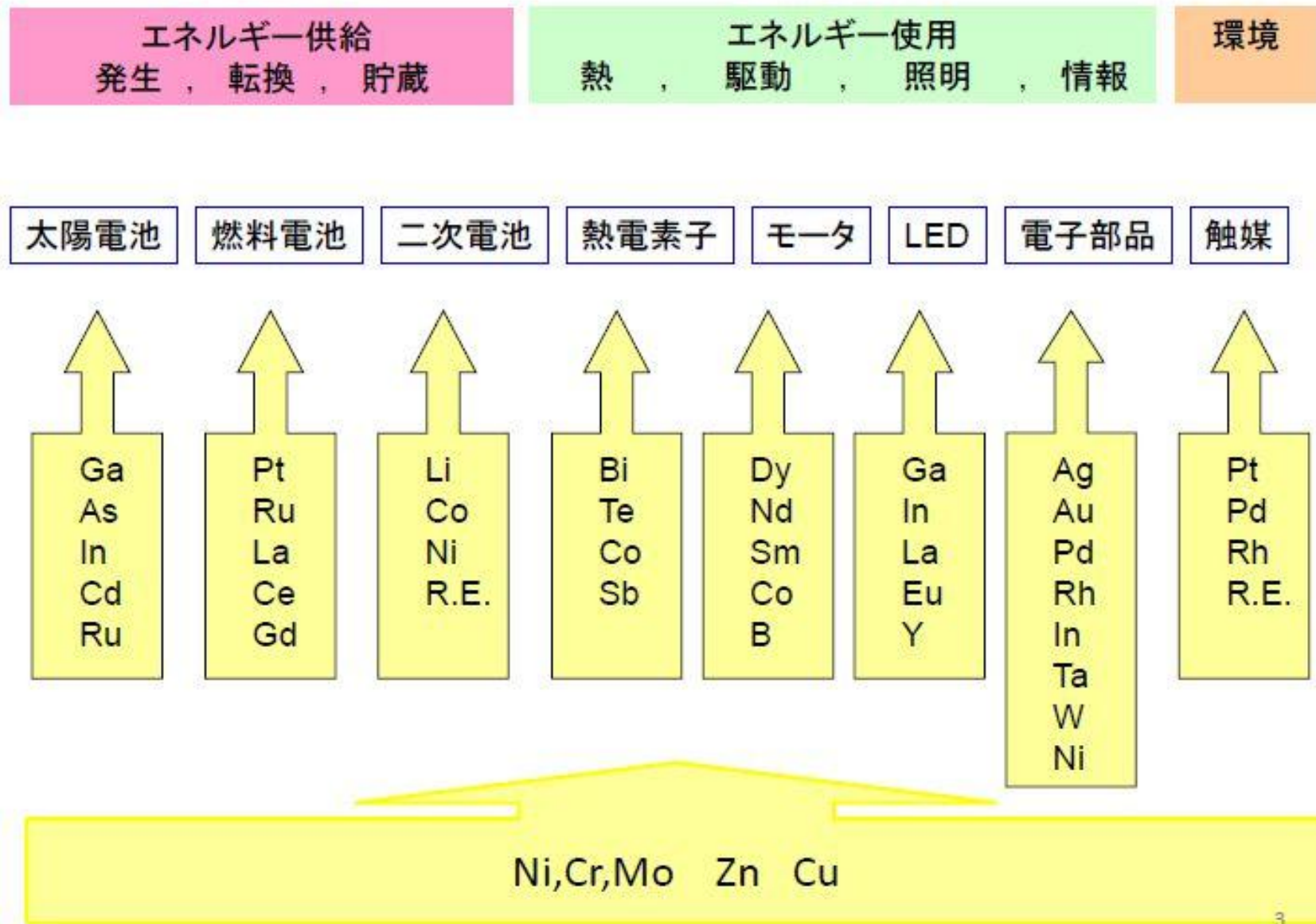


図2-38 元素の利用目的



■ 表2－1 レアメタル41種のリスト

リチウム [Li]、ベリリウム [Be]、ホウ素 [B]、[希土類]、
チタン [Ti]、バナジウム [V]、クロム [Cr]、マンガン [Mn]、
コバルト [Co]、ニッケル [Ni]、ガリウム [Ga]、
ゲルマニウム [Ge]、セレン [Se]、ルビジウム [Rb]、
ストロンチウム [Sr]、ジルコニウム [Zr]、ニオブ [Nb]、
モリブデン [Mo]、パラジウム [Pd]、インジウム [In]、
アンチモン [Sb]、テルル [Te]、セシウム [Cs]、バリウム [Ba]、
ハフニウム [Hf]、タンタル [Ta]、タングステン [W]、
レニウム [Re]、白金 [Pt]、タリウム [Tl]、ビスマス [Bi]

■ 表2-2 レアアース 希土類のリスト

スカンジウム [Sc]、イットリウム [Y]、ランタン [La]、
セリウム [Ce]、プラセオジウム [Pr]、ネオジウム [Nd]、
プロメチウム [Pm]、サマリウム [Sm]、
ユウロピウム [Eu]、ガドリニウム [Gd]、テルビウム [Tb]、
ジスプロシウム [Dy]、ホルミウム [Ho]、エルビウム [Er]、
ツリウム [Tm]、イッテルビウム [Yb]、ルテチウム [Lu]

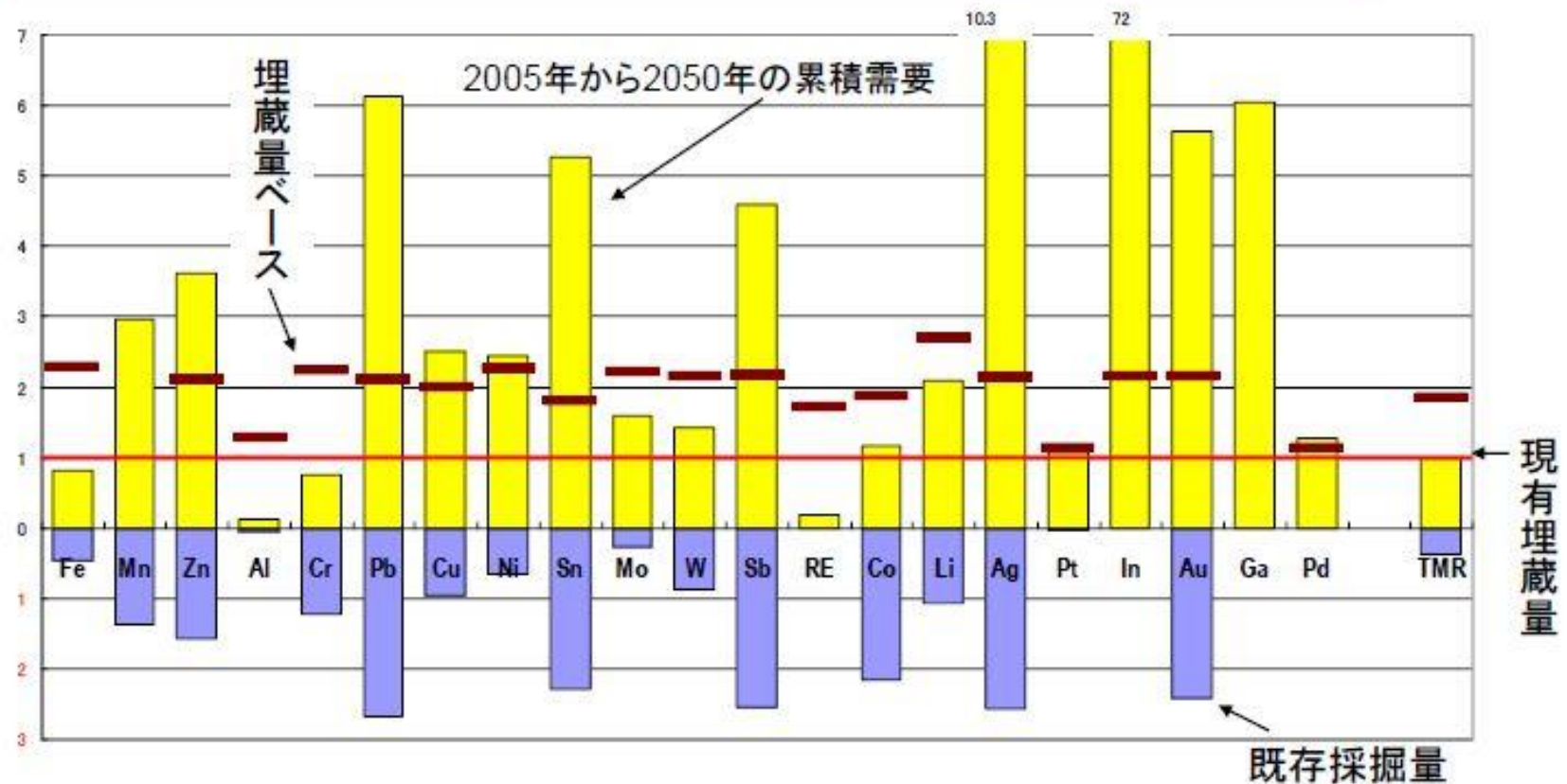
図2-39 埋蔵量、埋蔵量ベース、2005年から2050年までの累積需要

2050年には現有埋蔵量の数倍の金属資源が必要になる。

2050年に現有埋蔵量をほぼ使い切るもの: Fe, Mo, W, Co, Pt, Pd

2050年までに現有埋蔵量の倍以上の使用量となるもの: Ni, Mn, Li, In, Ga

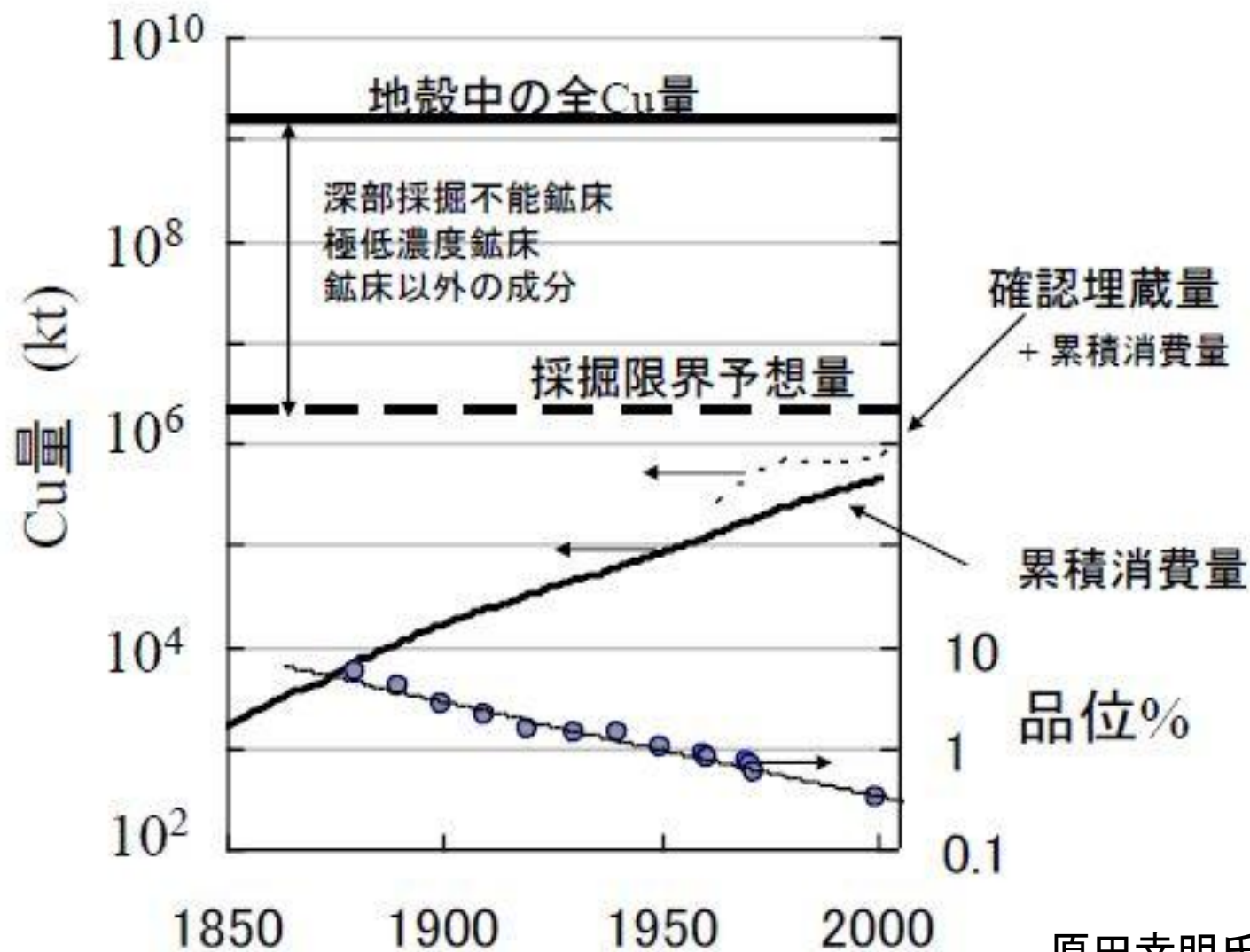
2050年までに埋蔵量ベースをも超えるもの: Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Sn



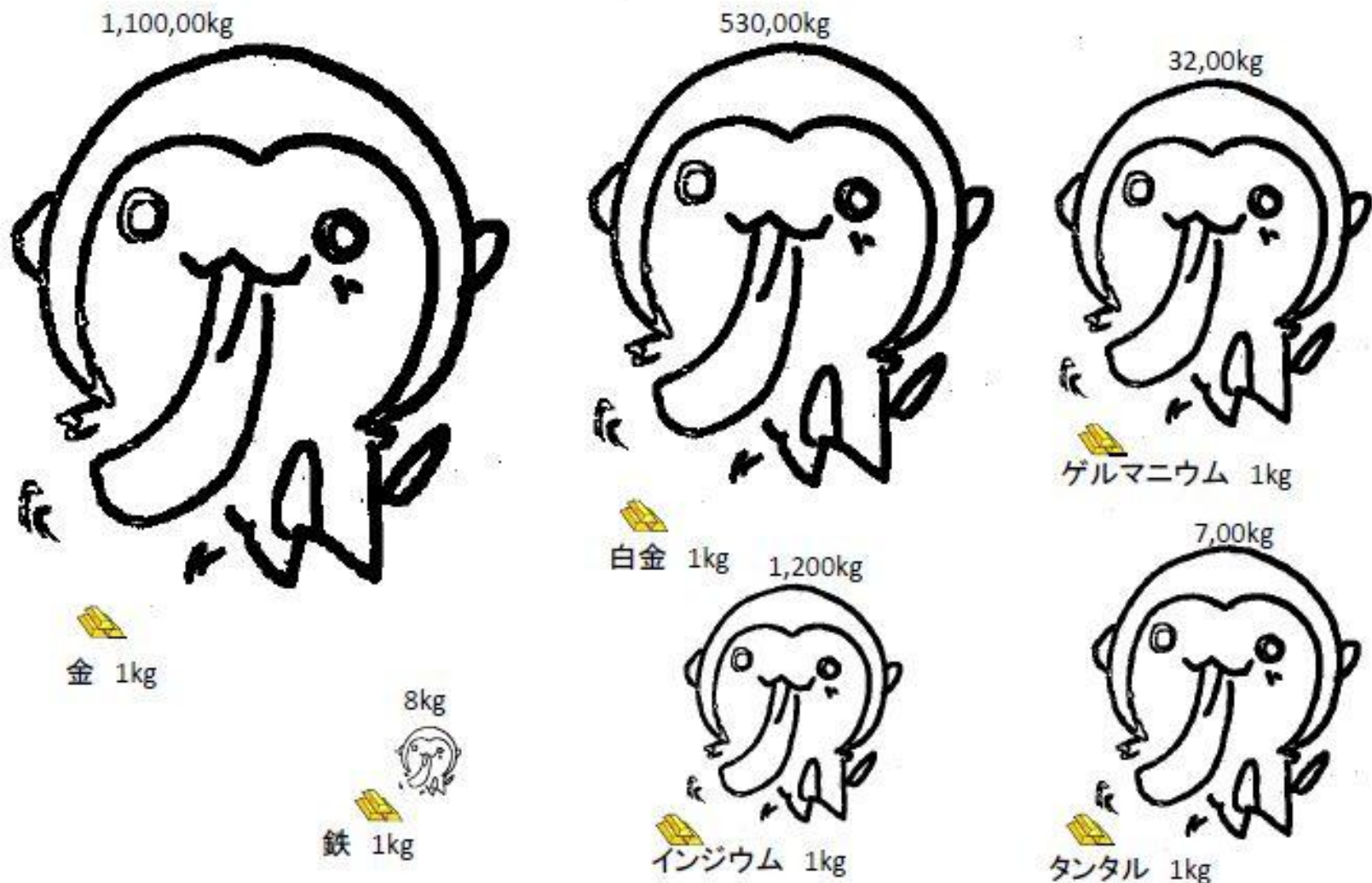
現有埋蔵量に対する2050年までの累積需要量

8

図2-40 銅鉱石の品位の低下



原田幸明氏提供



原田幸明氏提供

図2-41 金属にへばりつく環境背後霊

金1kgを採取すると、総量で1、100、000kgの岩石を掘り出す必要がある。
鉄の場合であれば、鉄1kgに対し8kgで済む。

図2-42 資源は、少数の国によって独占されている

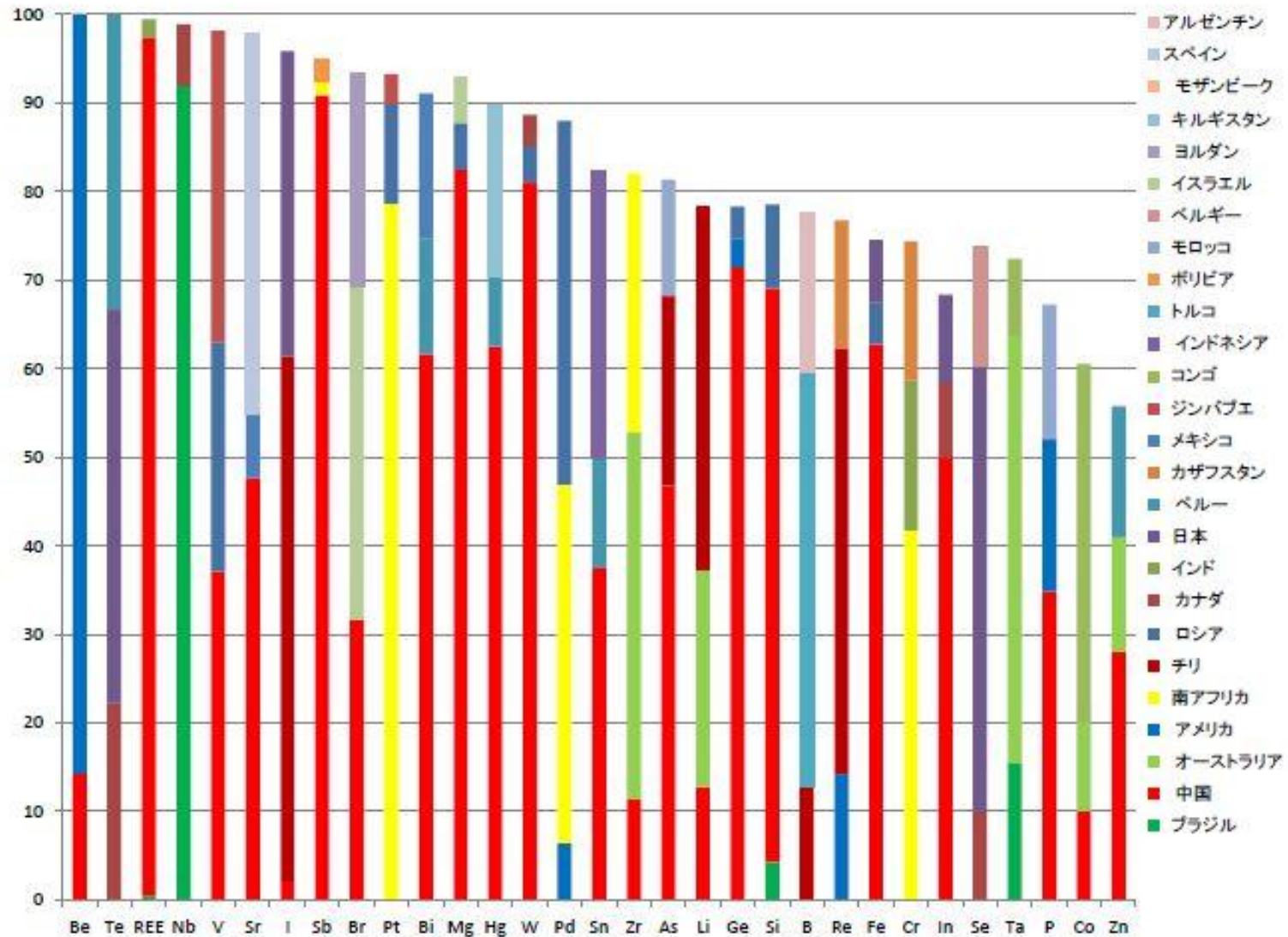


図2-43 全世界での総エネルギー使用量と総人口

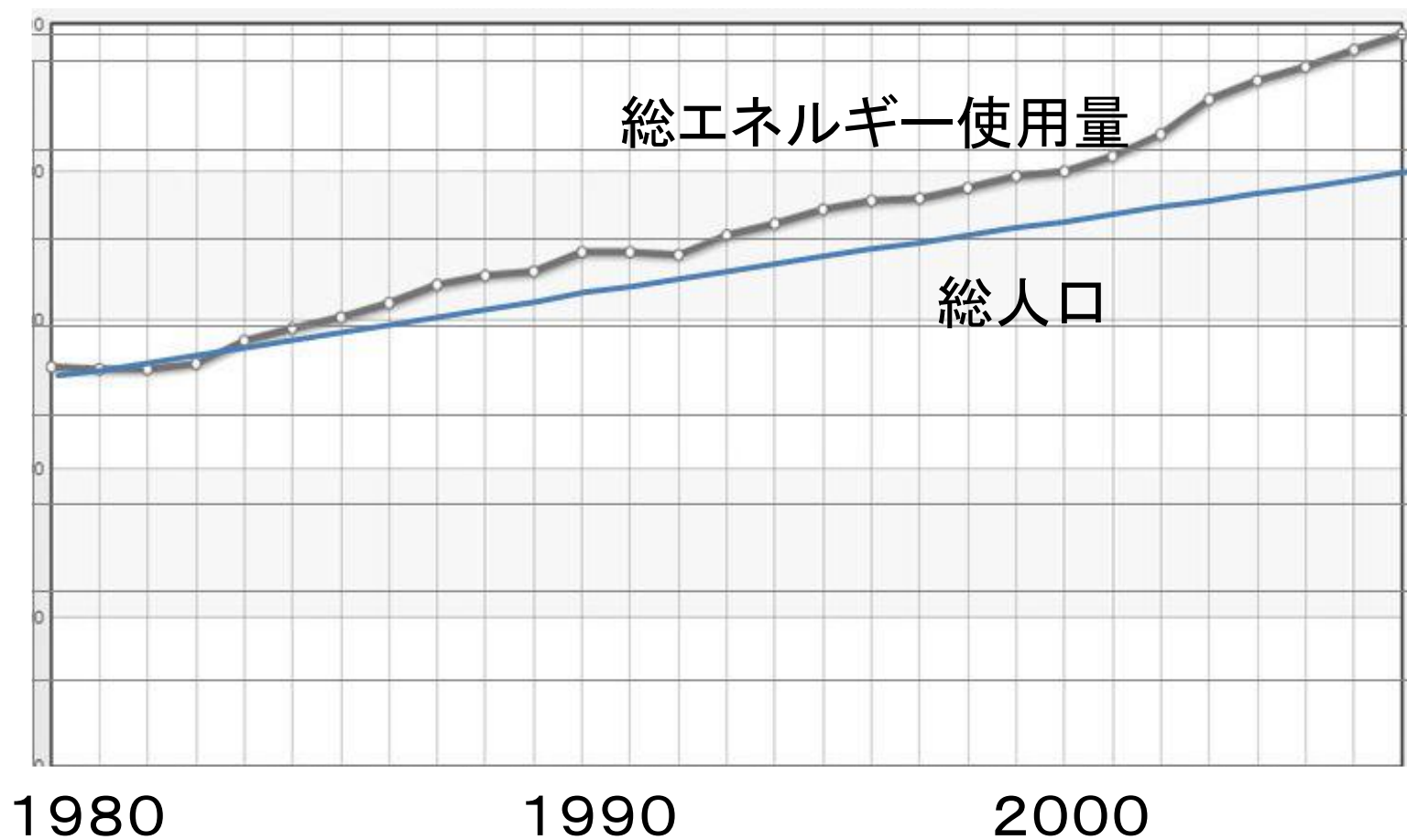
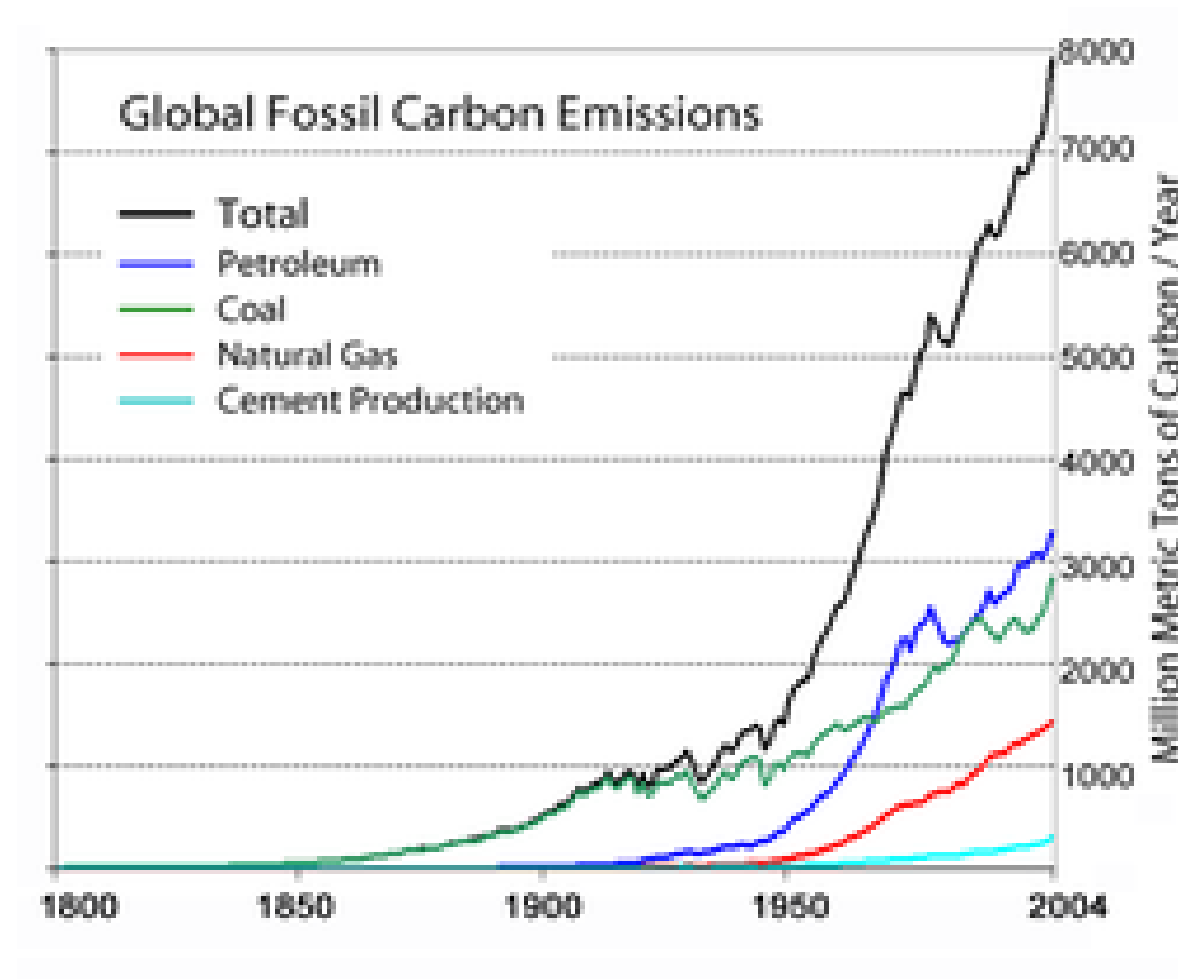


図2-44 二酸化炭素排出の歴史的推移



億トン(石油換算)/年

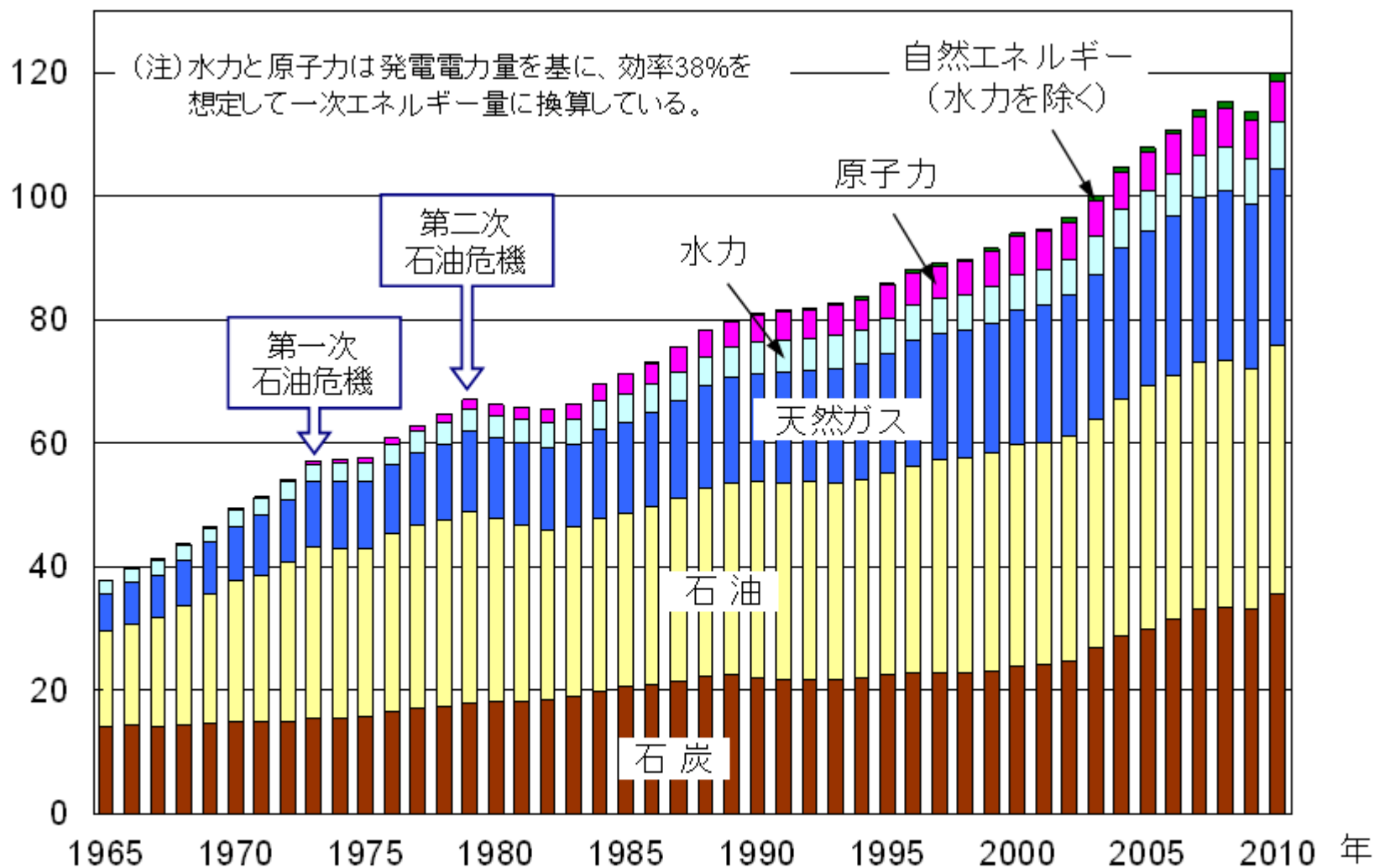
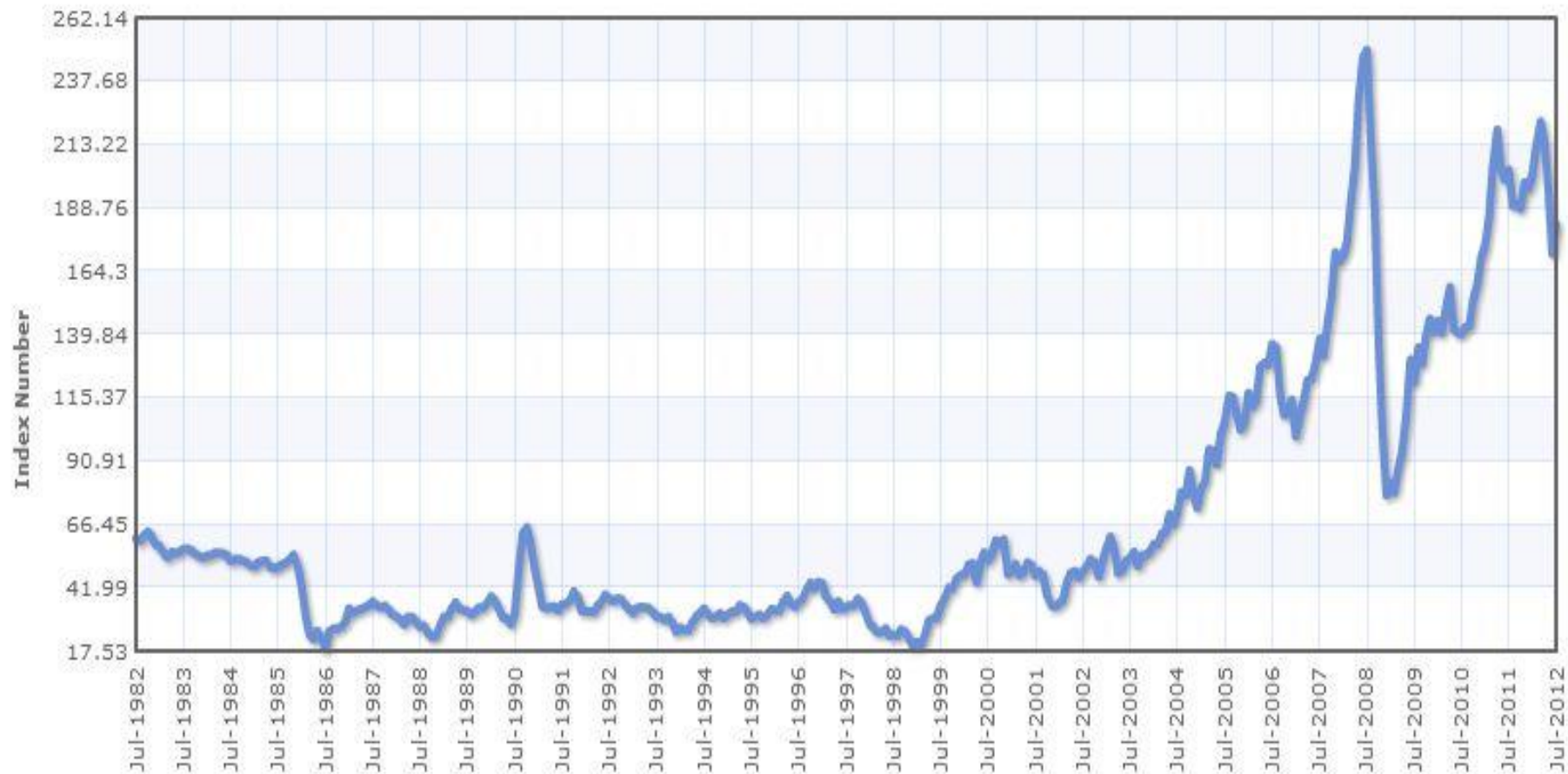
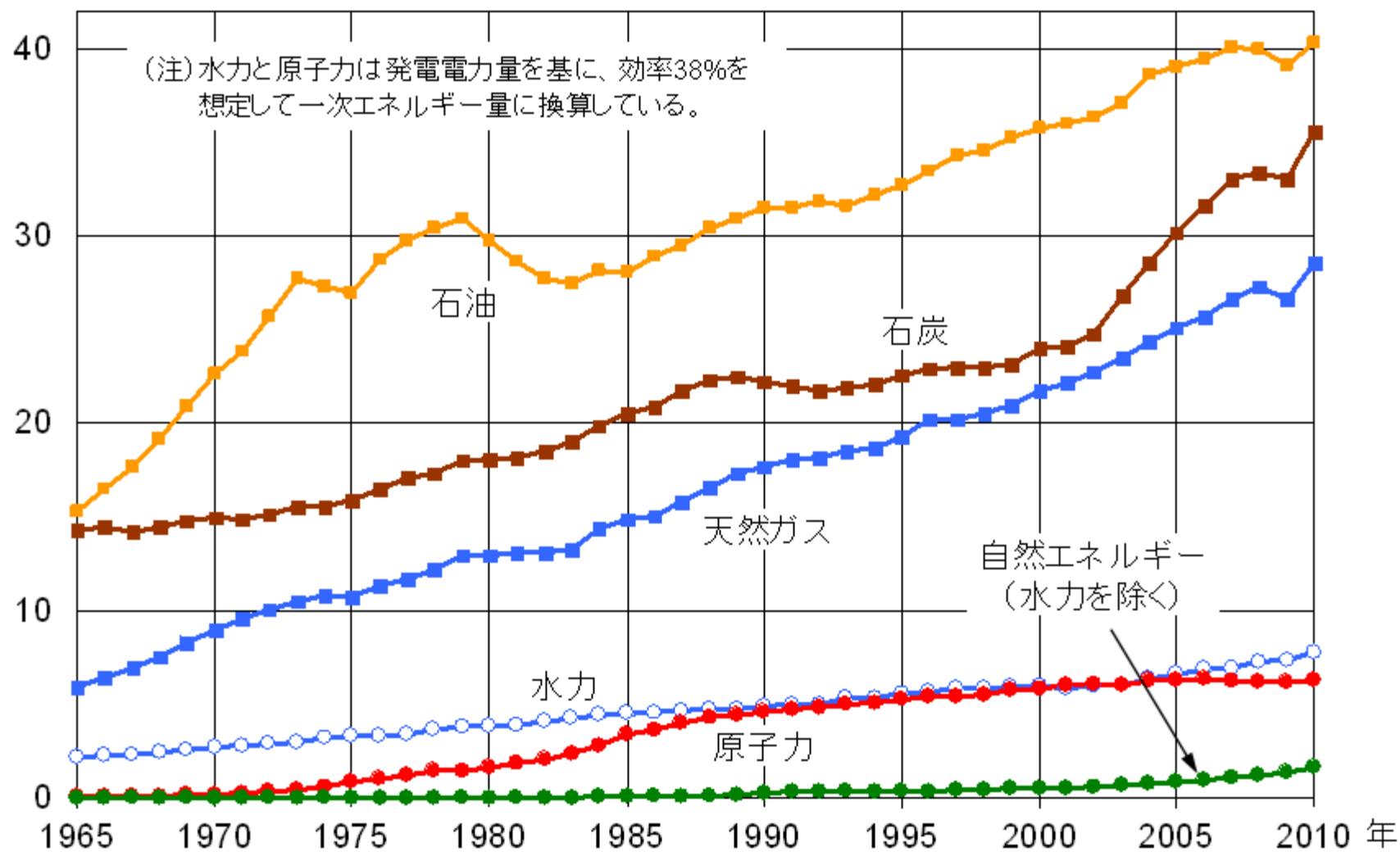


図2-45 世界の一次エネルギー消費量の推移

図2-46 原油価格の推移 1982年～2012年



億トン(石油換算)/年



下記の出所に基づき作成した。

図2-47 世界のエネルギー種別消費量の推移

億トン(石油換算)/年

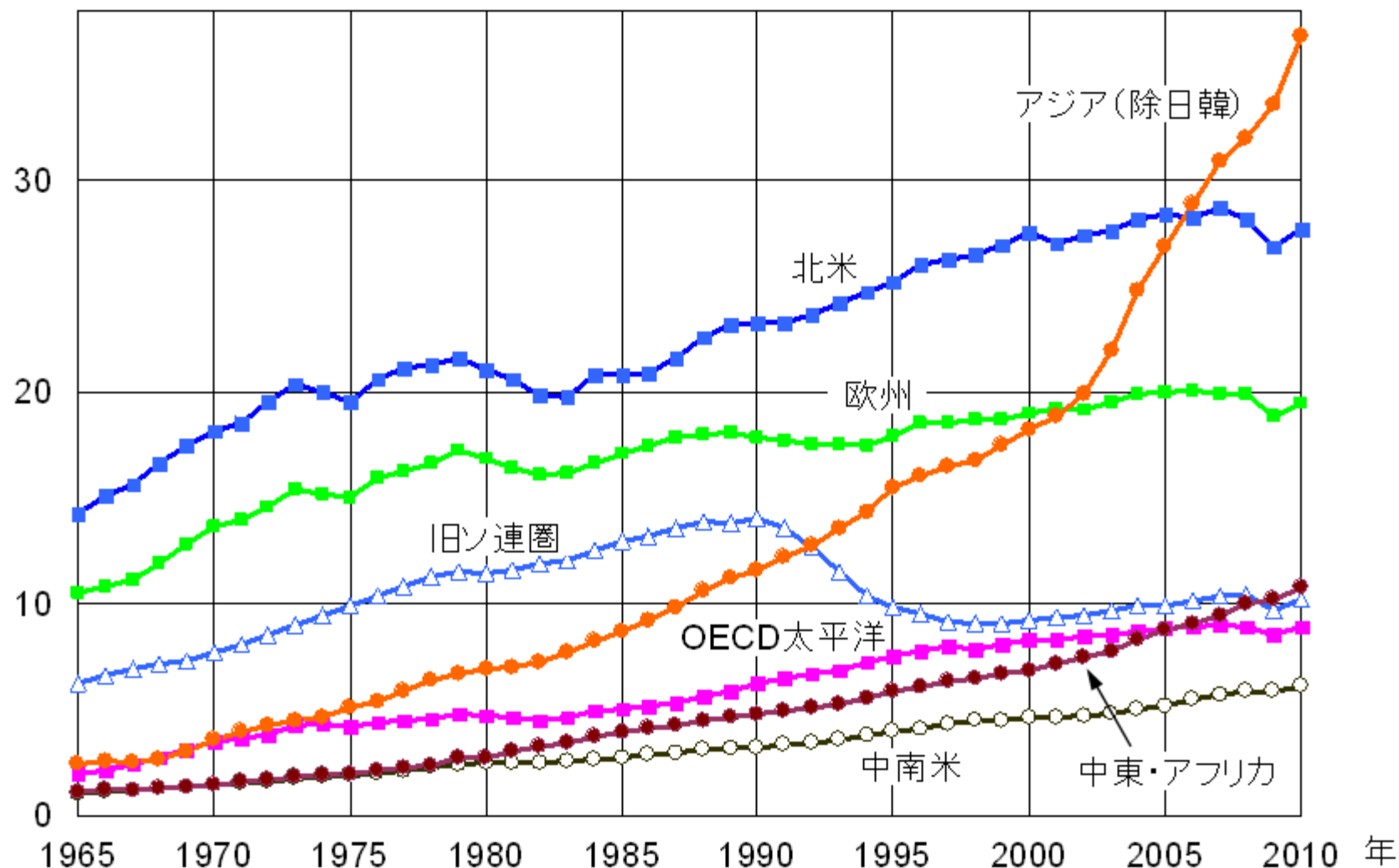
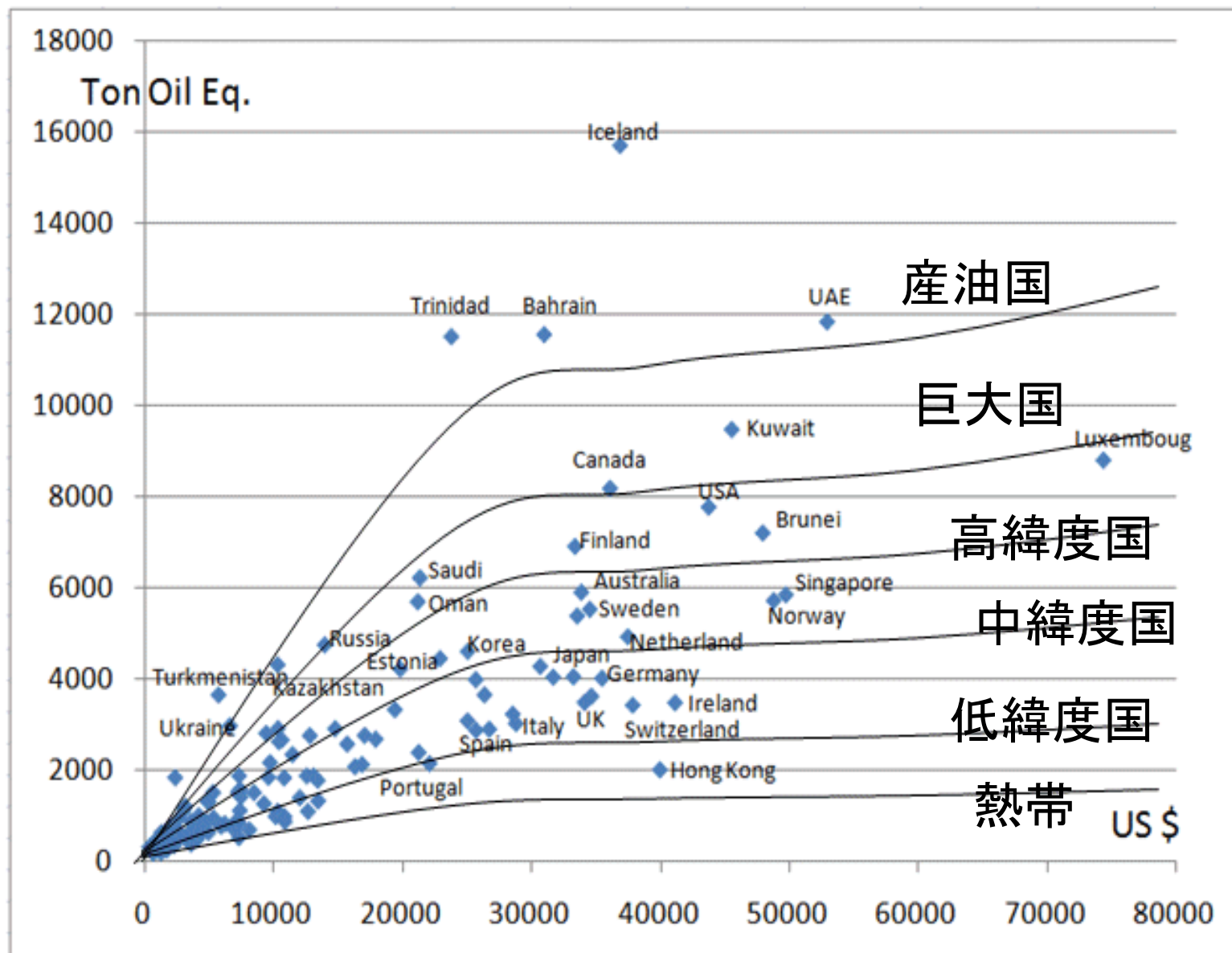


図2-48 各地域のエネルギー消費量の推移(1965-2010年)

図2-49 一人あたりのエネルギー消費量と一人あたりのGDP(購買力平価換算)



Based on 2007 WDI DB by World Bank

トン(石油換算)／1000 \$

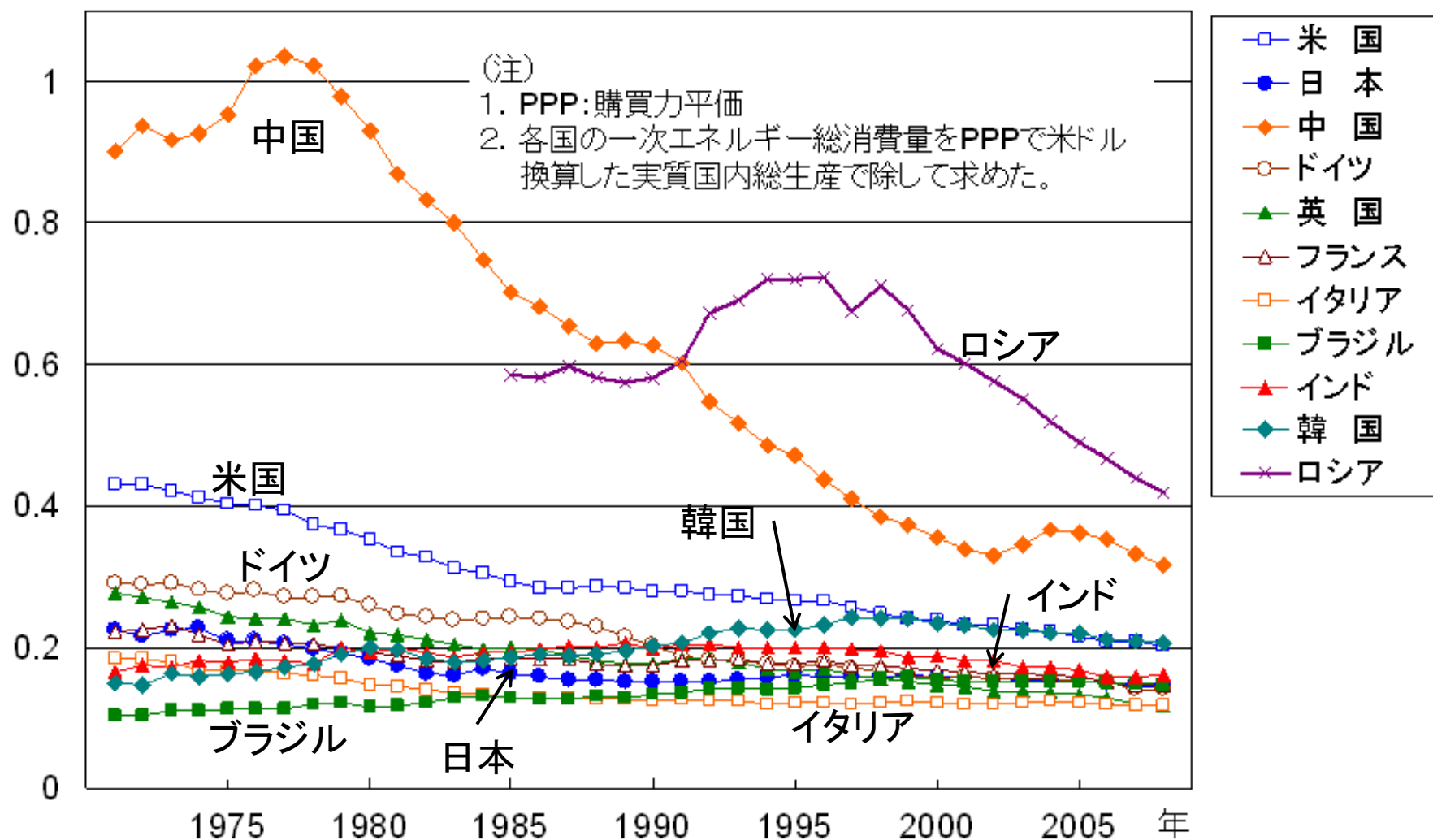
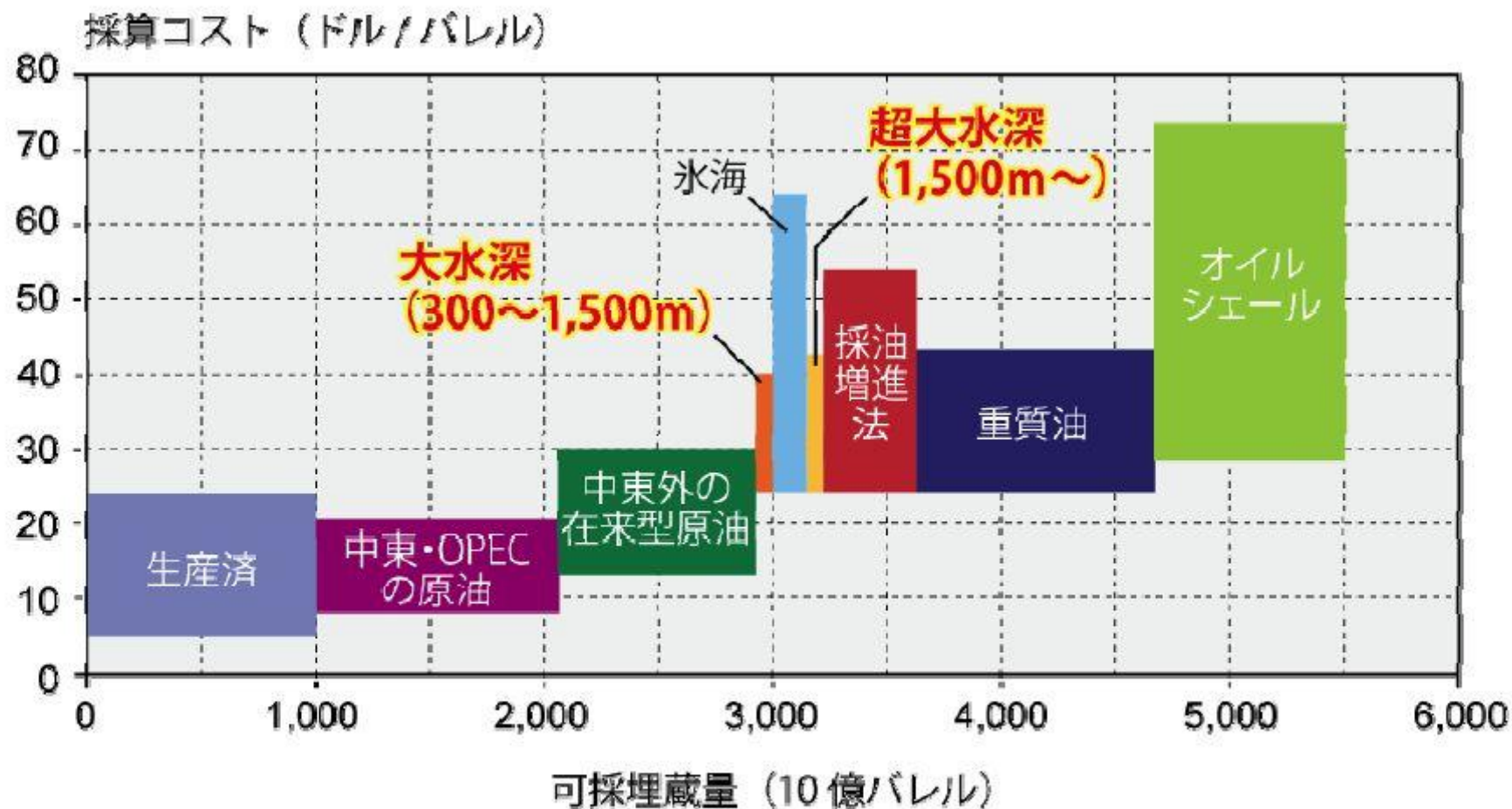


図2-50 GDP(PPP)あたりのエネルギー消費量の推移



(出所: IEA、SPE 資料を基に JOGMEC 石油企画調査部作成)

図2-51 原油の可採埋蔵量と採算コスト



図2－52 米国カリフォルニア州のモノ湖の風景 著者撮影

2－2－4. 環境汚染

図2-53 中皮腫死亡者数推移



図2-54 アスベスト輸入量の推移(1926-2002)



(厚労省労働基準局資料より) 青矢印は石綿関連疾患での最初の報告例を示す。

2－2－5. 絶滅・生物多様性

図2-55 ミレニアム生態系アセスメントによる
生物生息数の減少傾向

Population Index = 100 in 1970

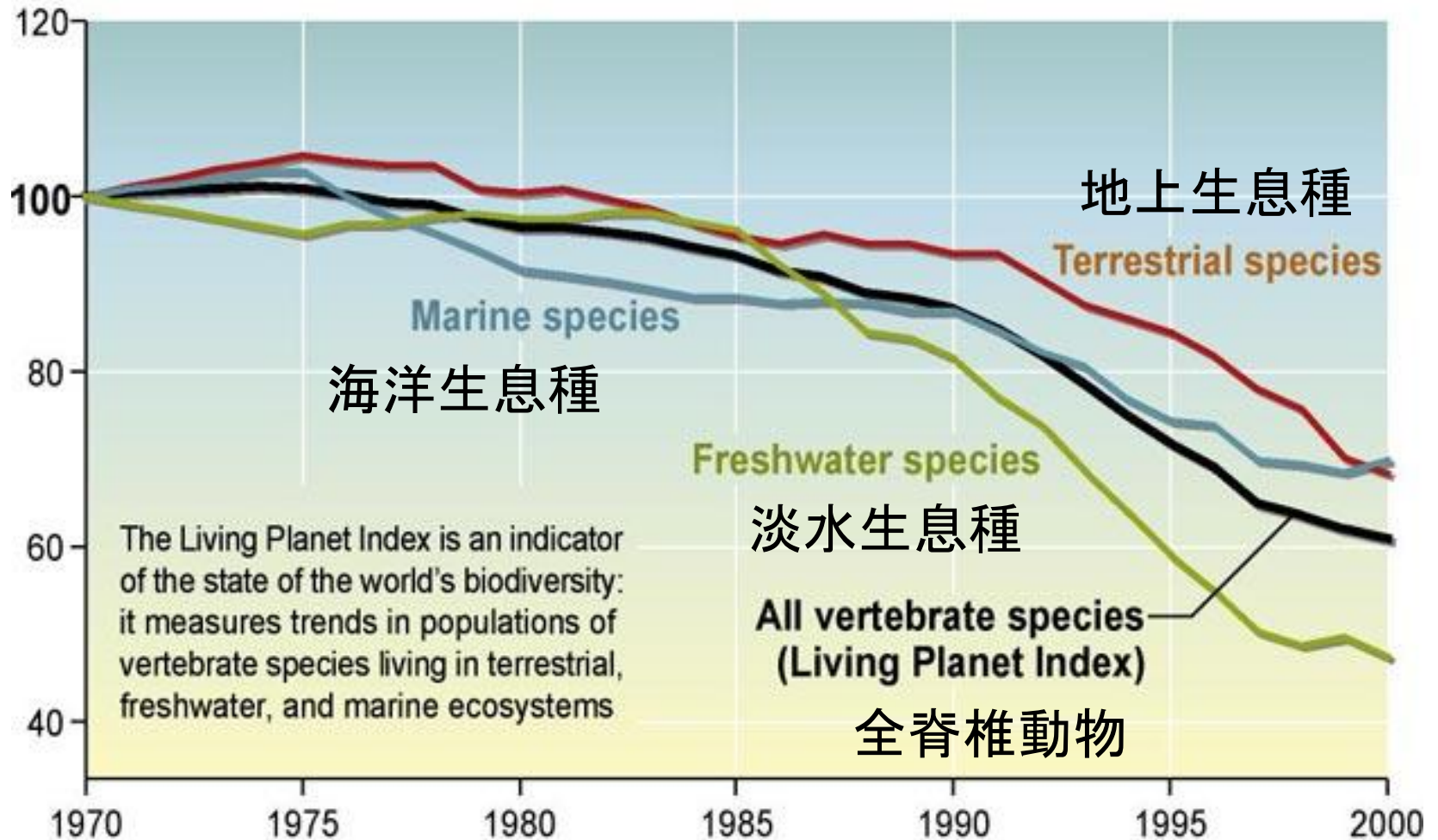


図2-56 ボリス・ワーム氏による海洋漁業の壊滅予測

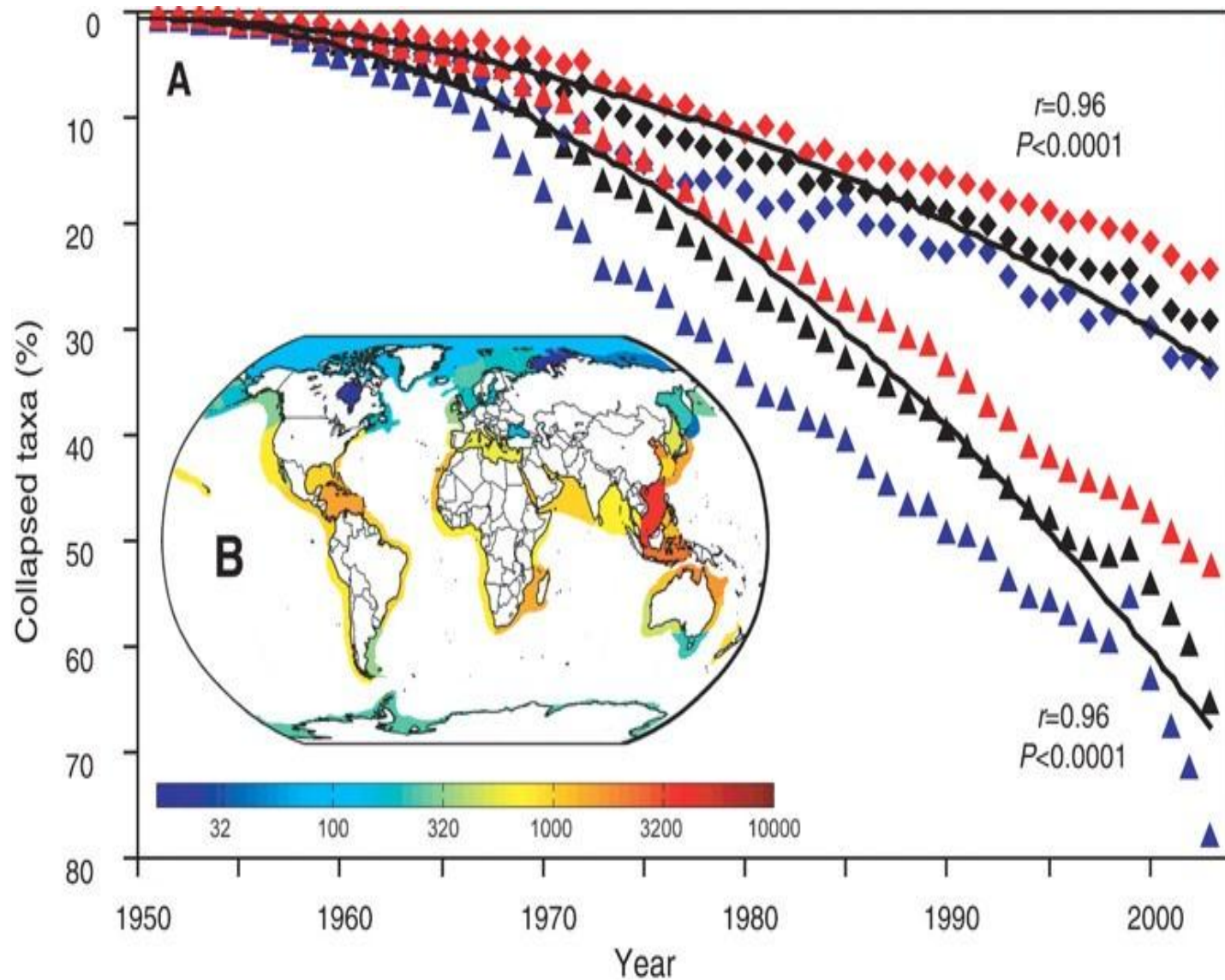


表2－3 漁獲量の実体（松田裕之氏による）

- ◆1970年代ペルーのカタクチイワシ漁獲量は1200万トン
- ◆1980年代、日本のマイワシ450万トンは乱獲でなく、その後の急減は自然現象（減った後は乱獲）
- ◆現在、サンマは資源保全でなく、生産調整
- ◆クラゲも食べられる
- ◆オキアミの資源量も10億トンと言われる。
- ◆中層のハダカイワシ等の資源量も膨大

図2-57 パームヤシの生産面積

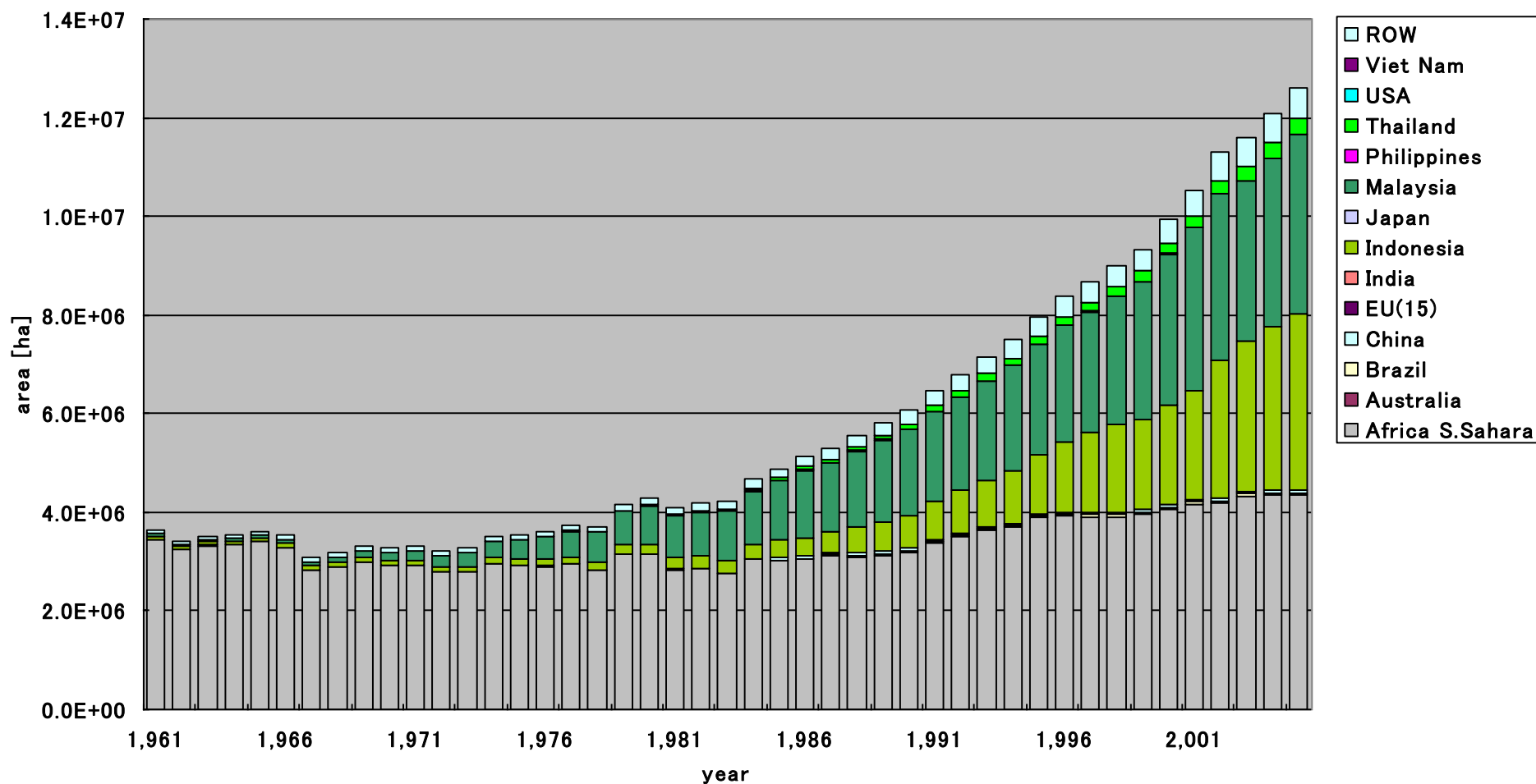
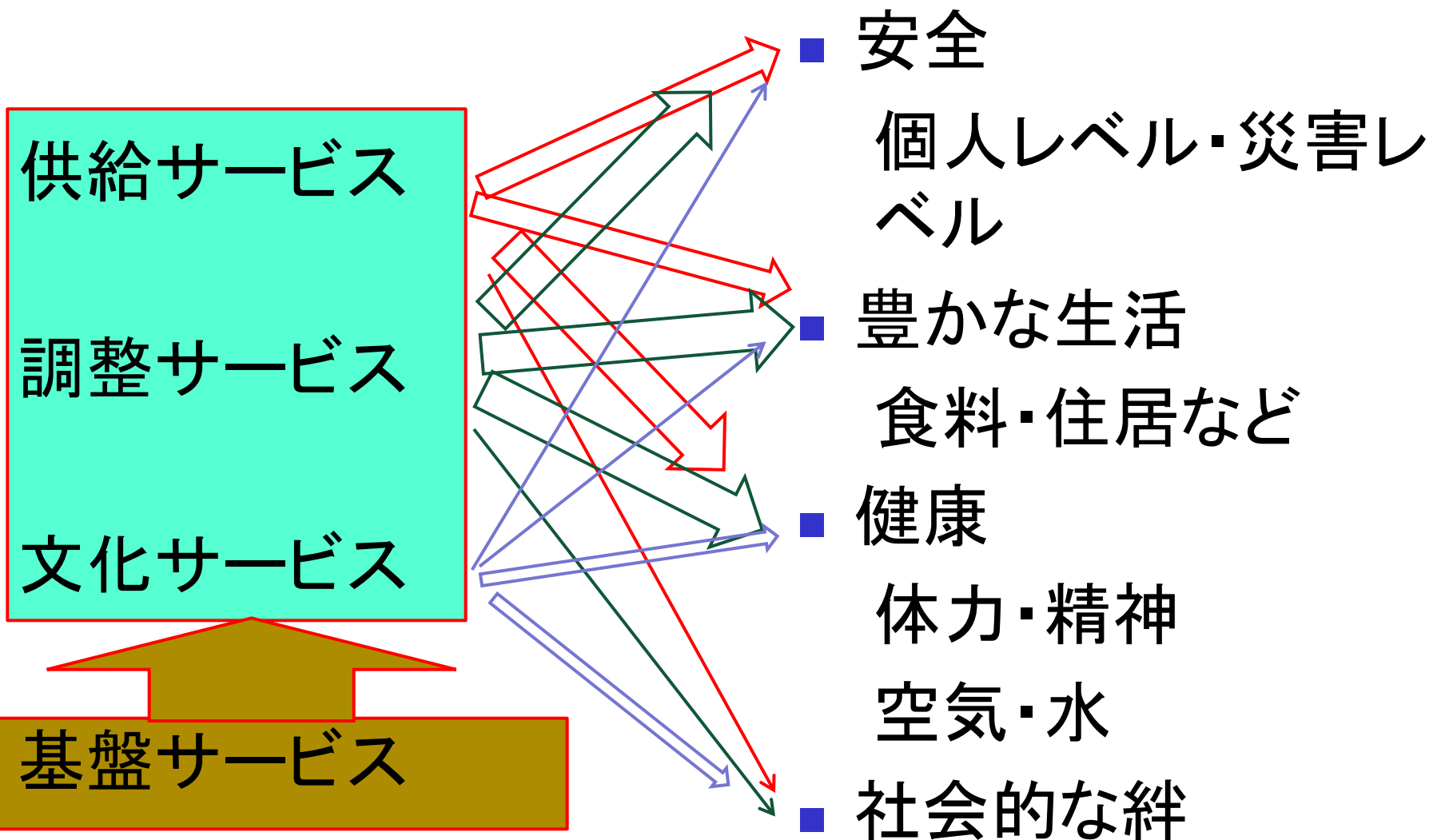


図2-58 生態系サービスは4種類からなる



環境省委「生物多様性総合評価」2010

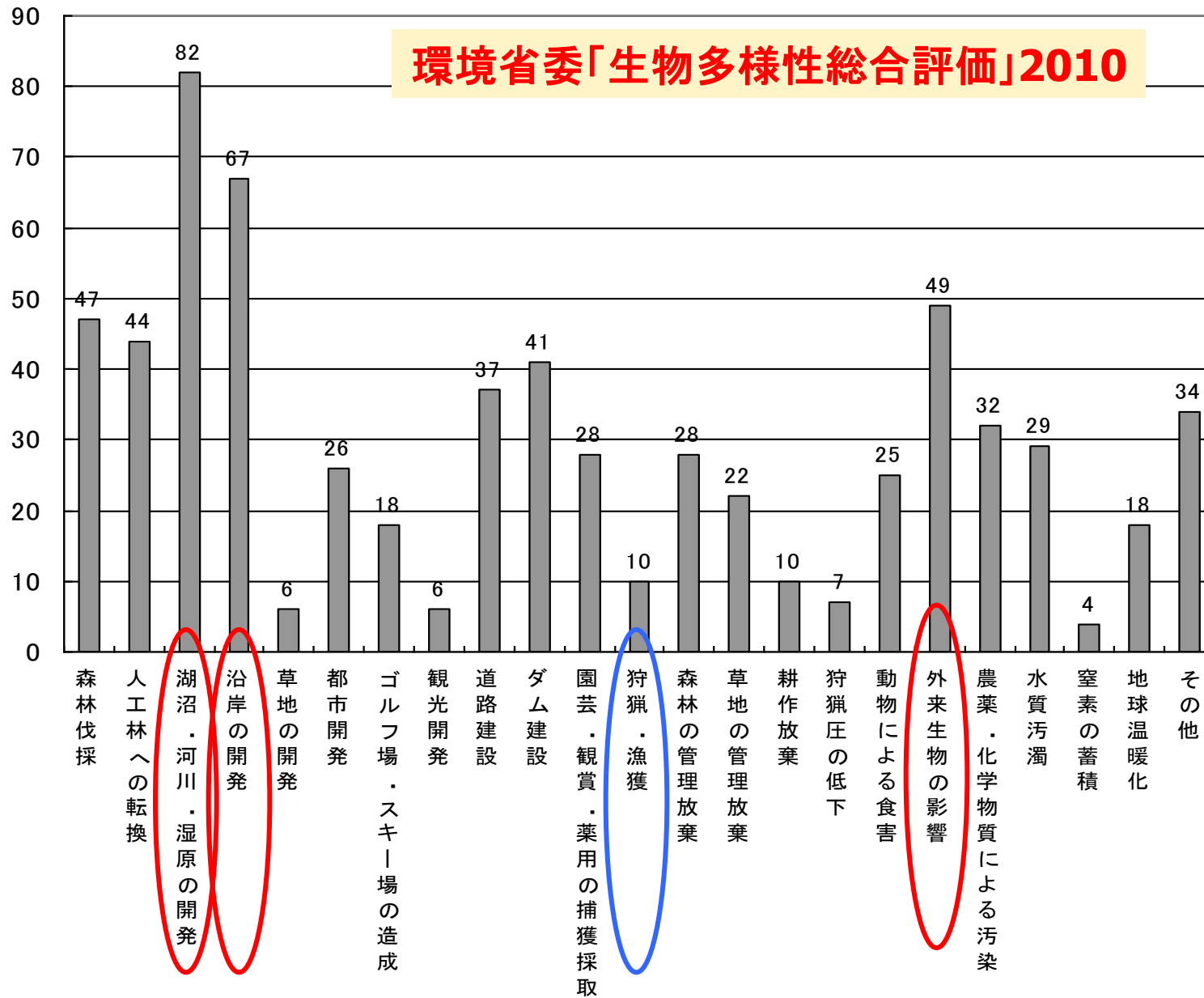
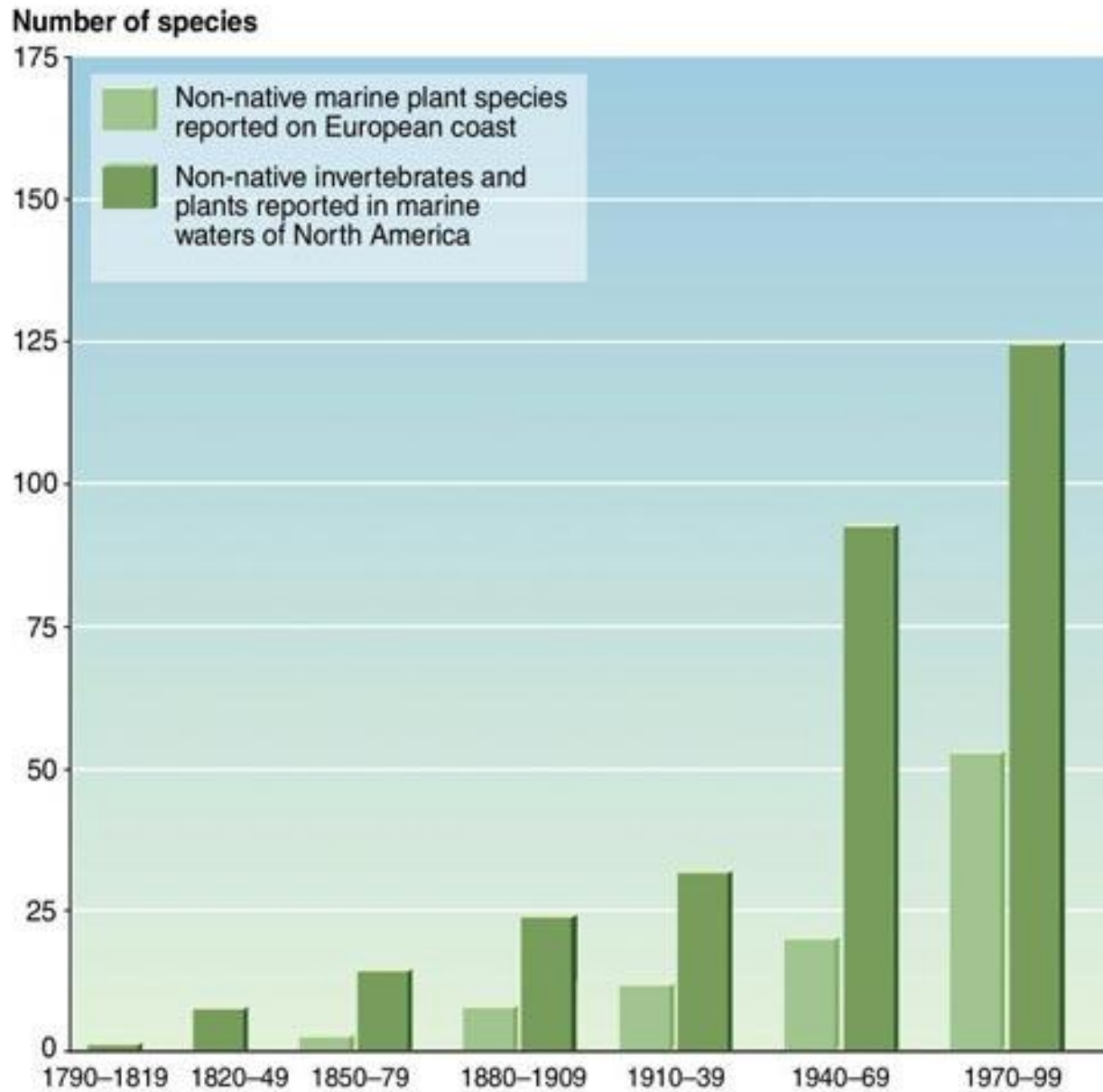


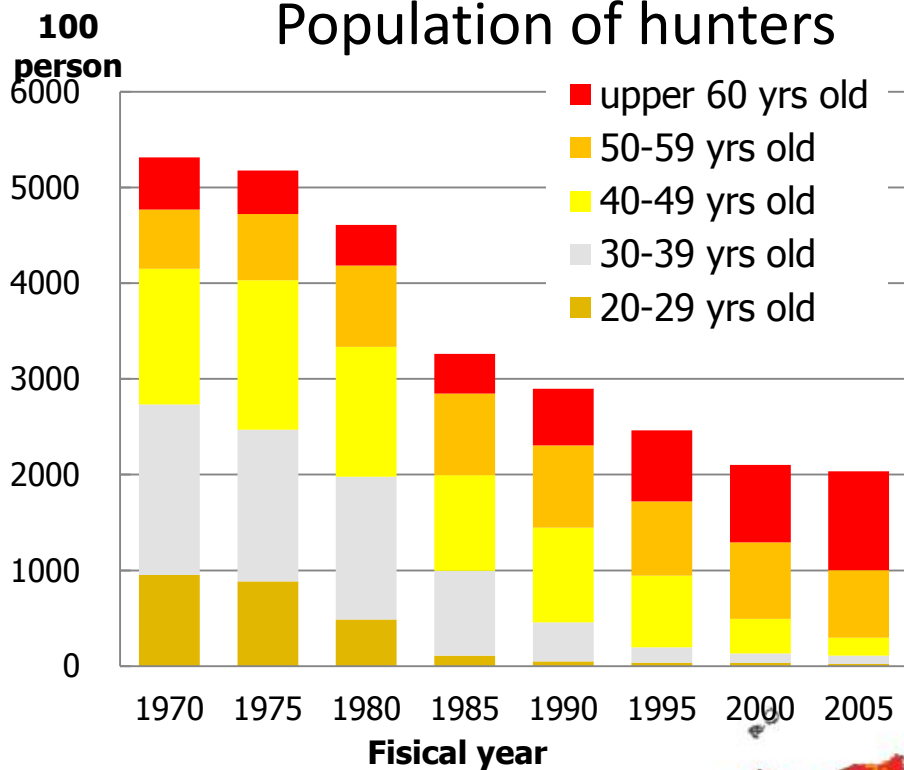
図2-59 環境省の生物多様性総合評価による生態系破壊の要因・負荷指標

図2-60 外来種の増加傾向 ヨーロッパと北米

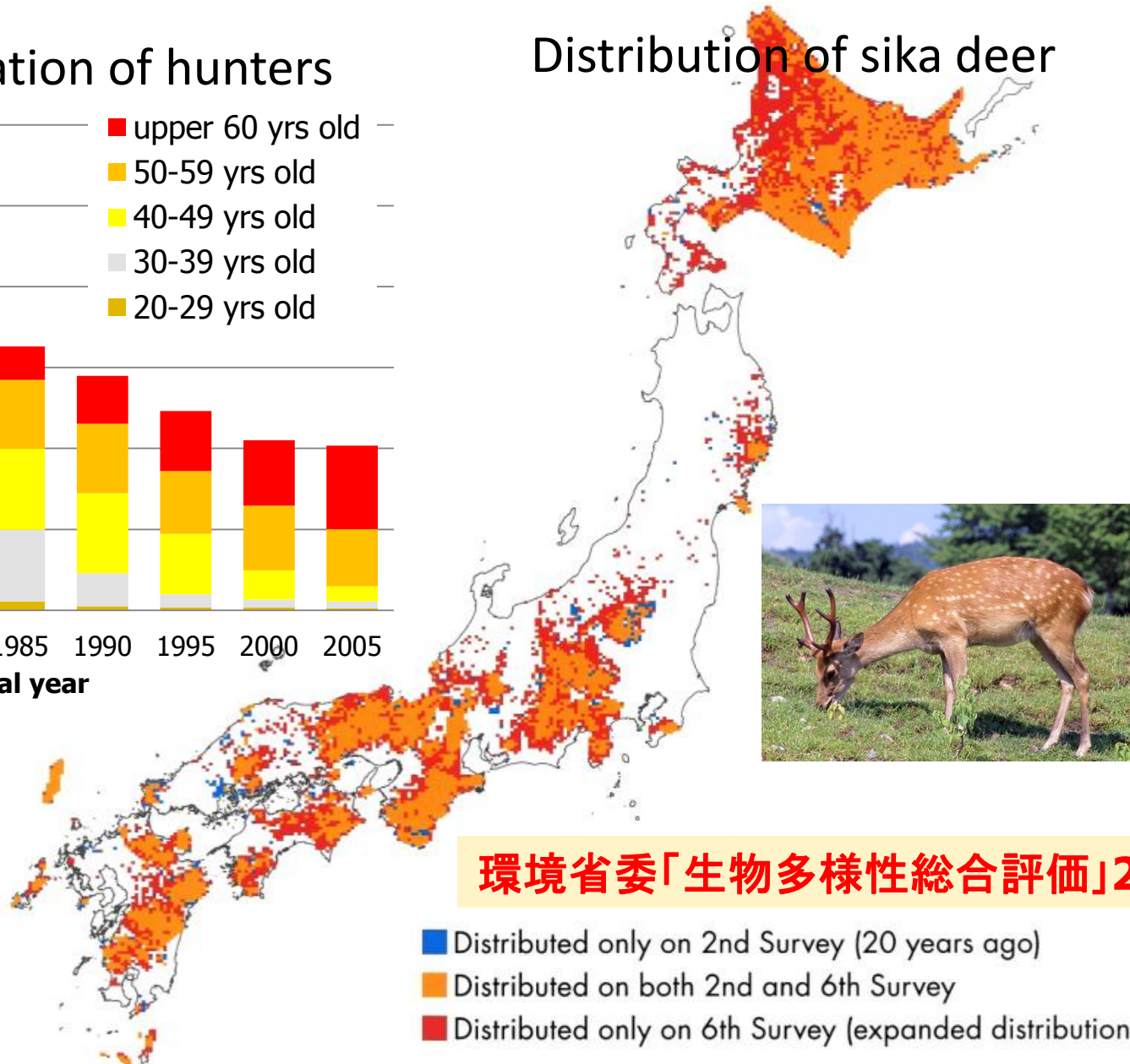


Source: Millennium Ecosystem Assessment

図2-61 日本国内のシカの問題



Distribution of sika deer



松田裕之氏提供

図2-62 2050年までの土地利用の変化

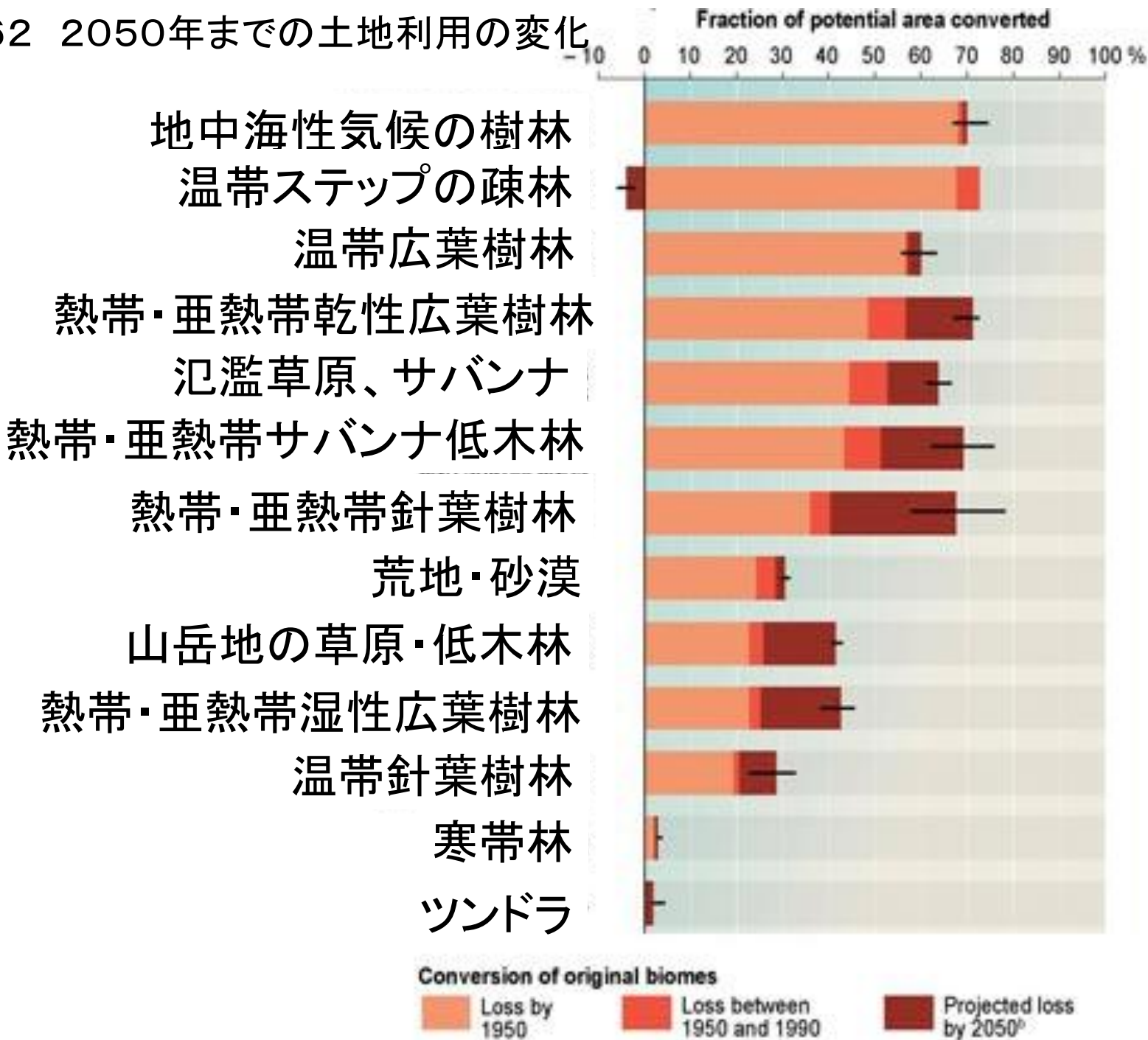
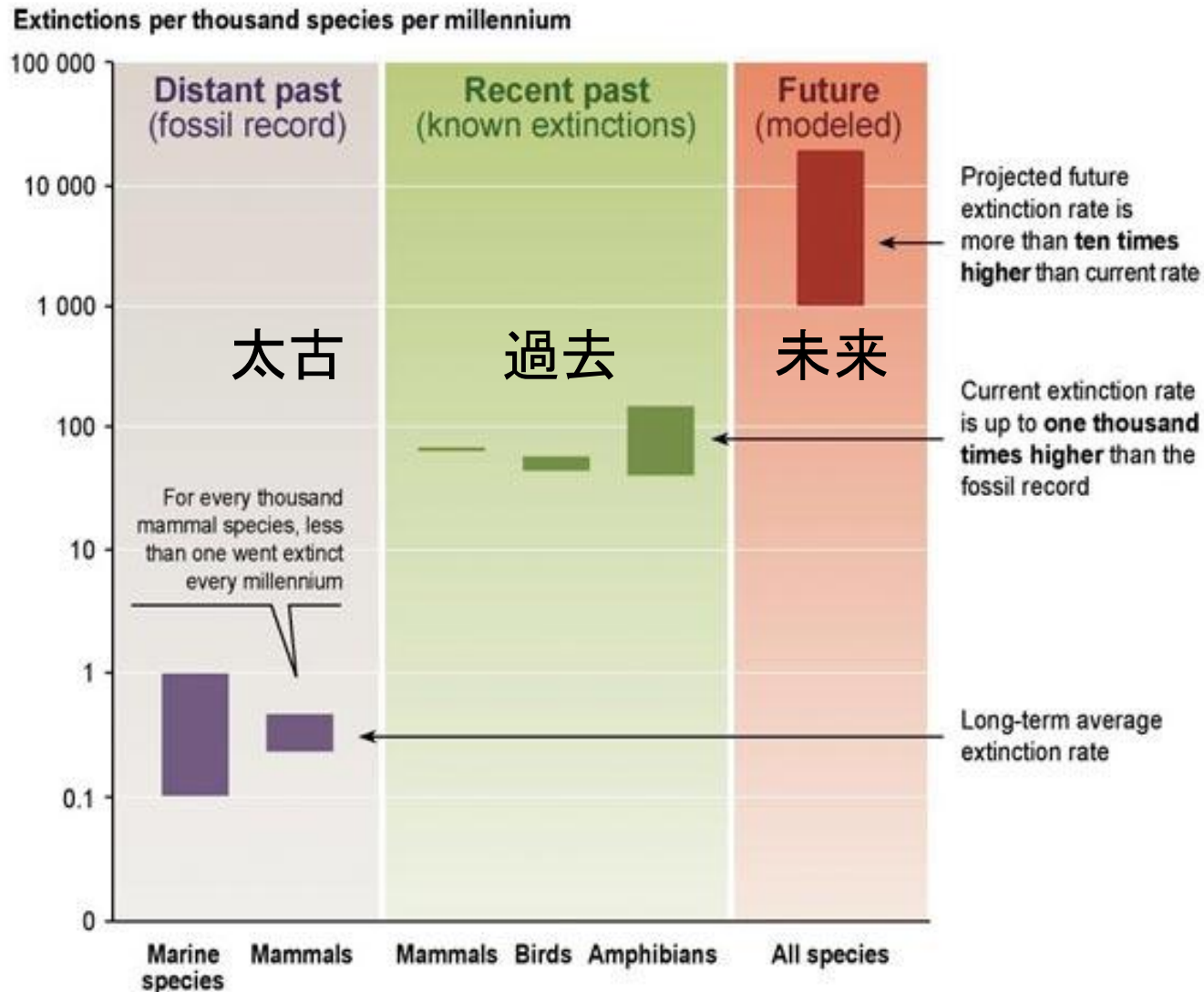
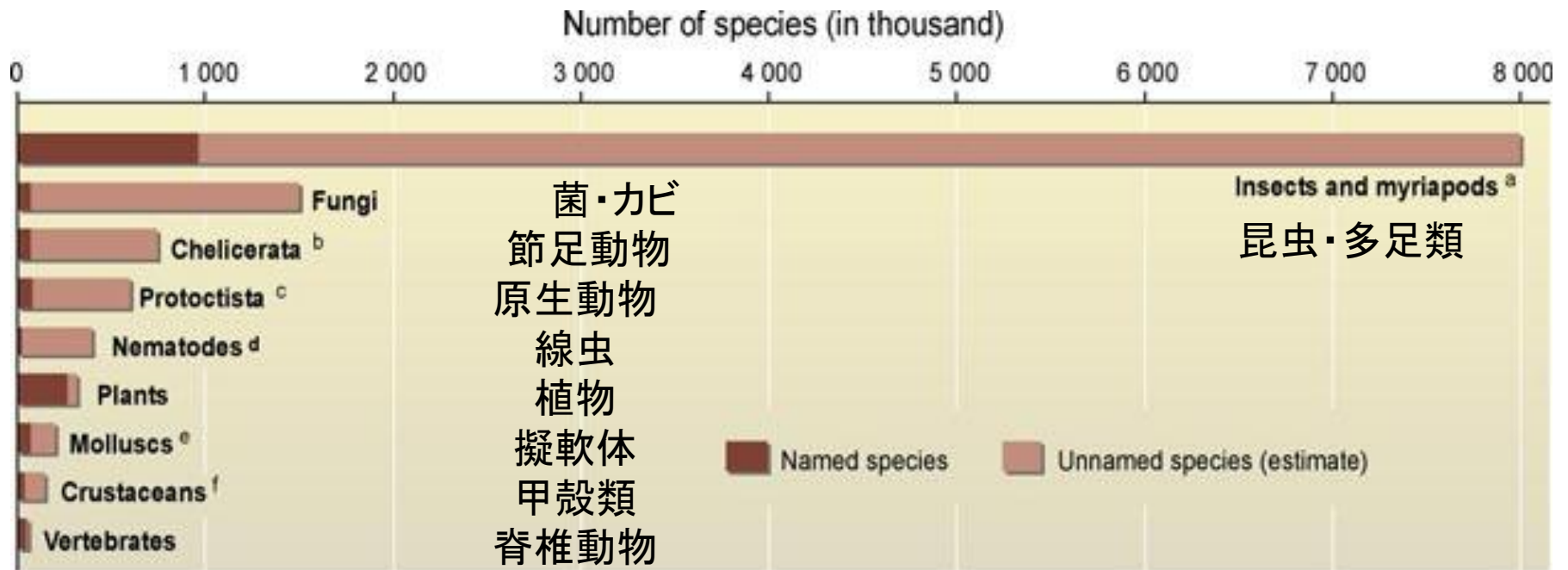


図2-63 生物絶滅の速度 1000種の生物種が1000年間で絶滅する数



Source: Millennium Ecosystem Assessment

図2-64 生物種の数



^a Myriapods: centipedes and millipedes

^b Arachnids

^c Algae, slime mold, amoeboids, and other single-celled organisms (excluding bacteria)

^d Roundworms

^e Snails, clams, squids, octopuses, and kin

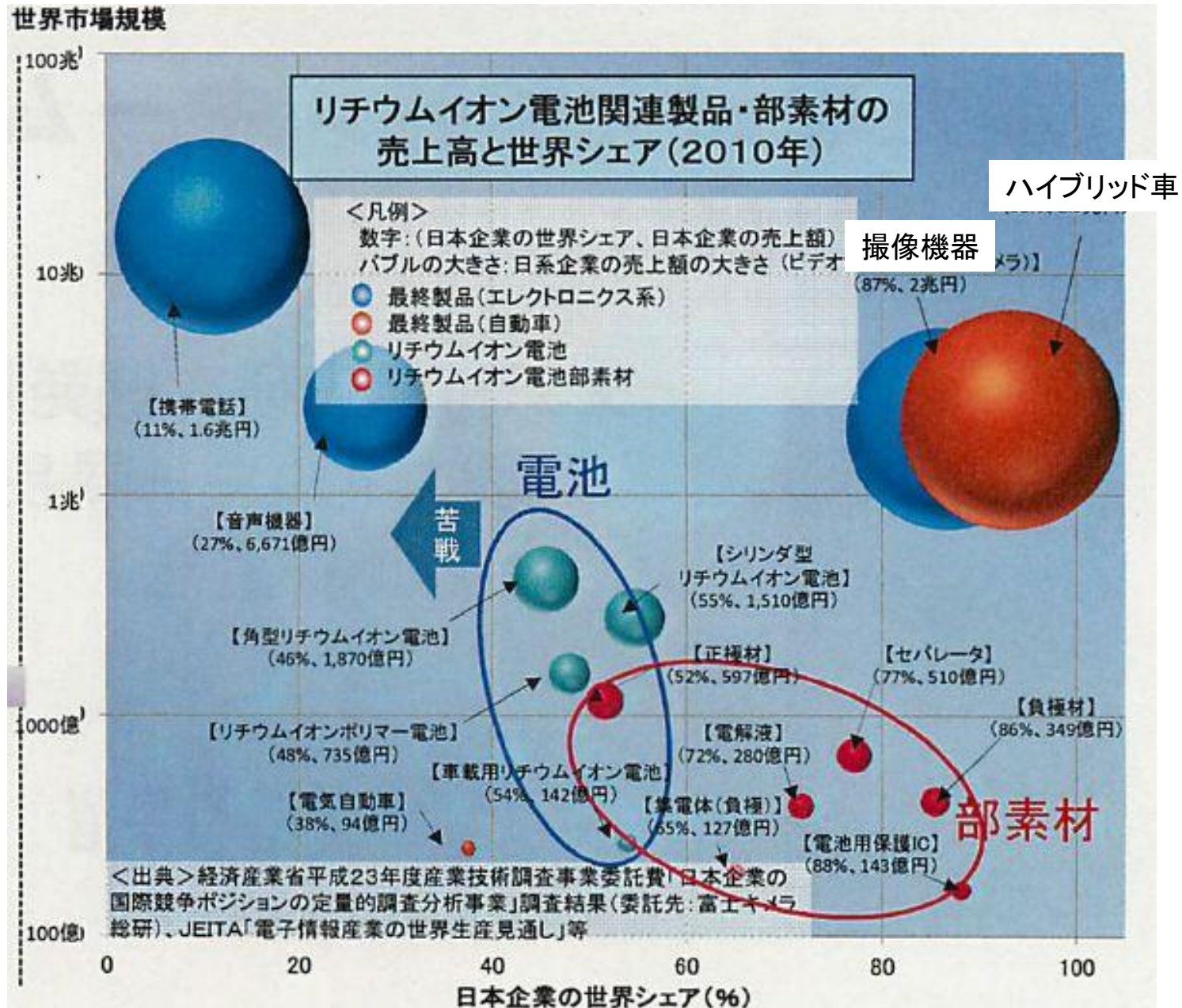
^f Barnacles, copepods, crabs, lobsters, shrimps, krill, and kin

Source: Millennium Ecosystem Assessment

2-2-6. 廃棄物

2－2－7. 産業構造と国の特徴

図2-65 日本製品の市場占拠率



2－2－8. 福島以後の安全・安心

2-2-9. ミレニアム開発計画

グローバル経済危機で前進は減速したもの、世界的には貧困削減目標の達成にめど

1日1ドル25セント未満で暮らす人々の割合、1990年と2005年の比較
(単位：%)

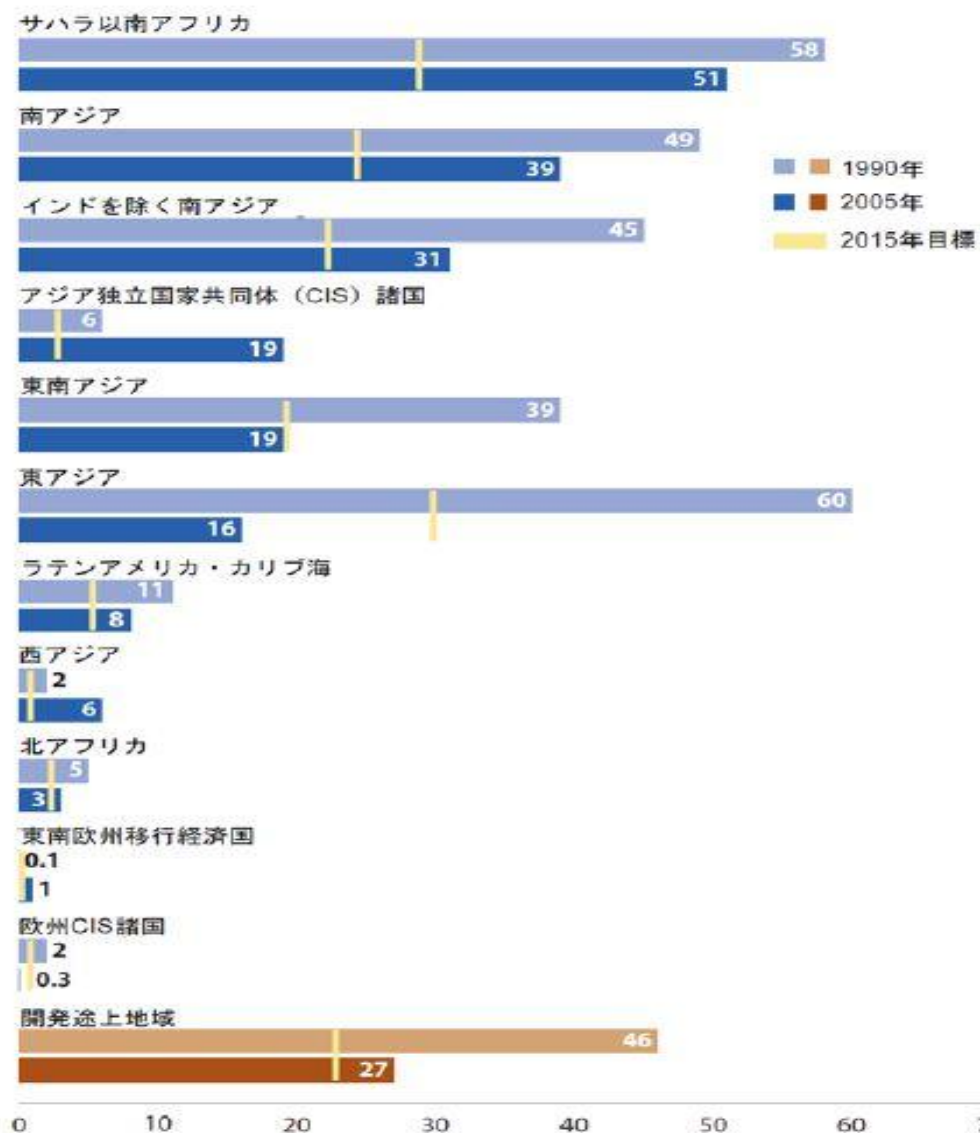


図2-66
貧困削減目標の達成度

飢餓終焉に向けた前進は ほとんどの地域で停滞

栄養不良人口の割合、1990～1992年、2000～2002年、
2005～2007年の比較（単位：％）

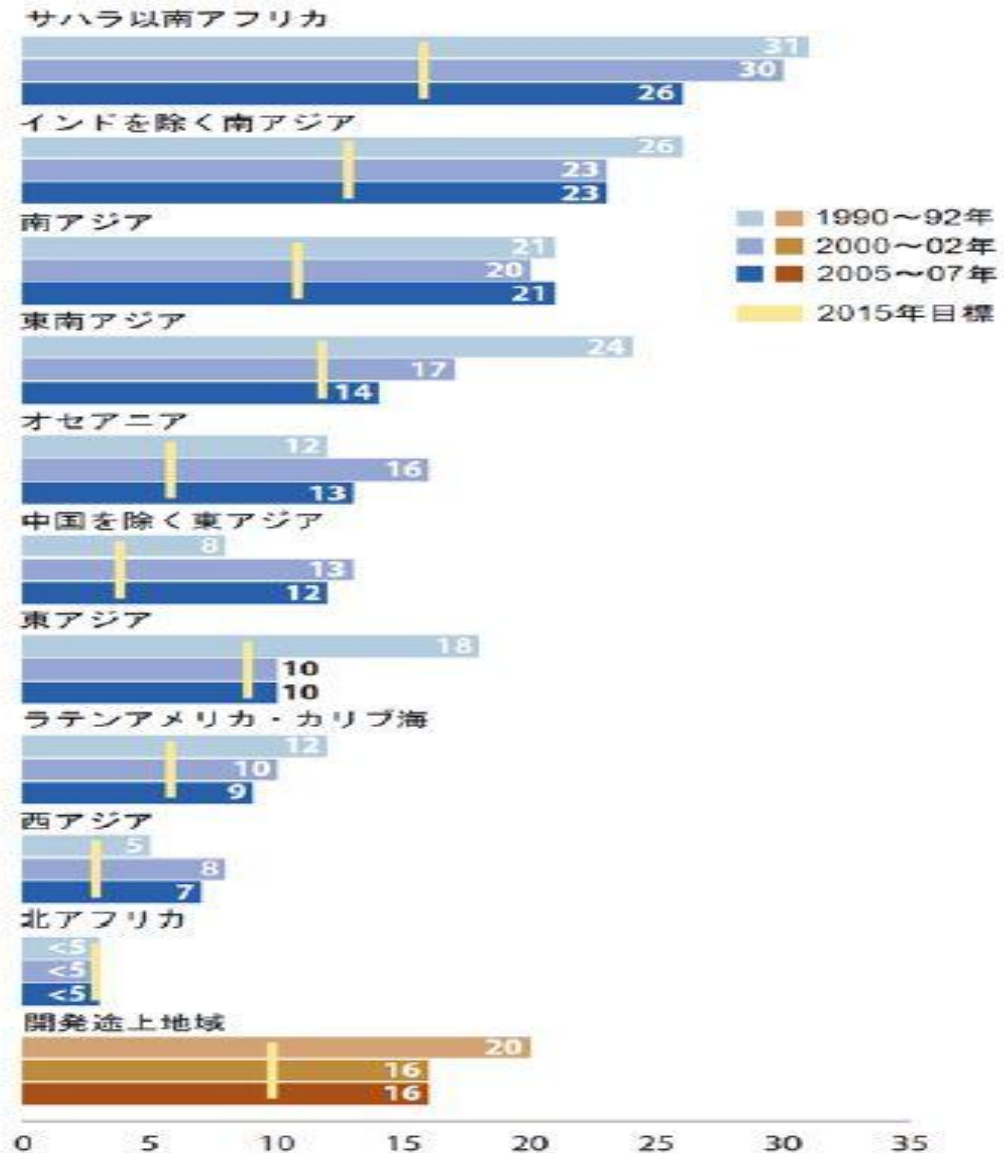


図2-67
飢餓の終焉は停滞

着実な前進にもかかわらず、一部地域の女子にとって、教育を受ける権利は未実現

男子に対する女子の小学校就学率、1998／1999 年と 2007／2008
(男子 100 人に対する女子の割合)

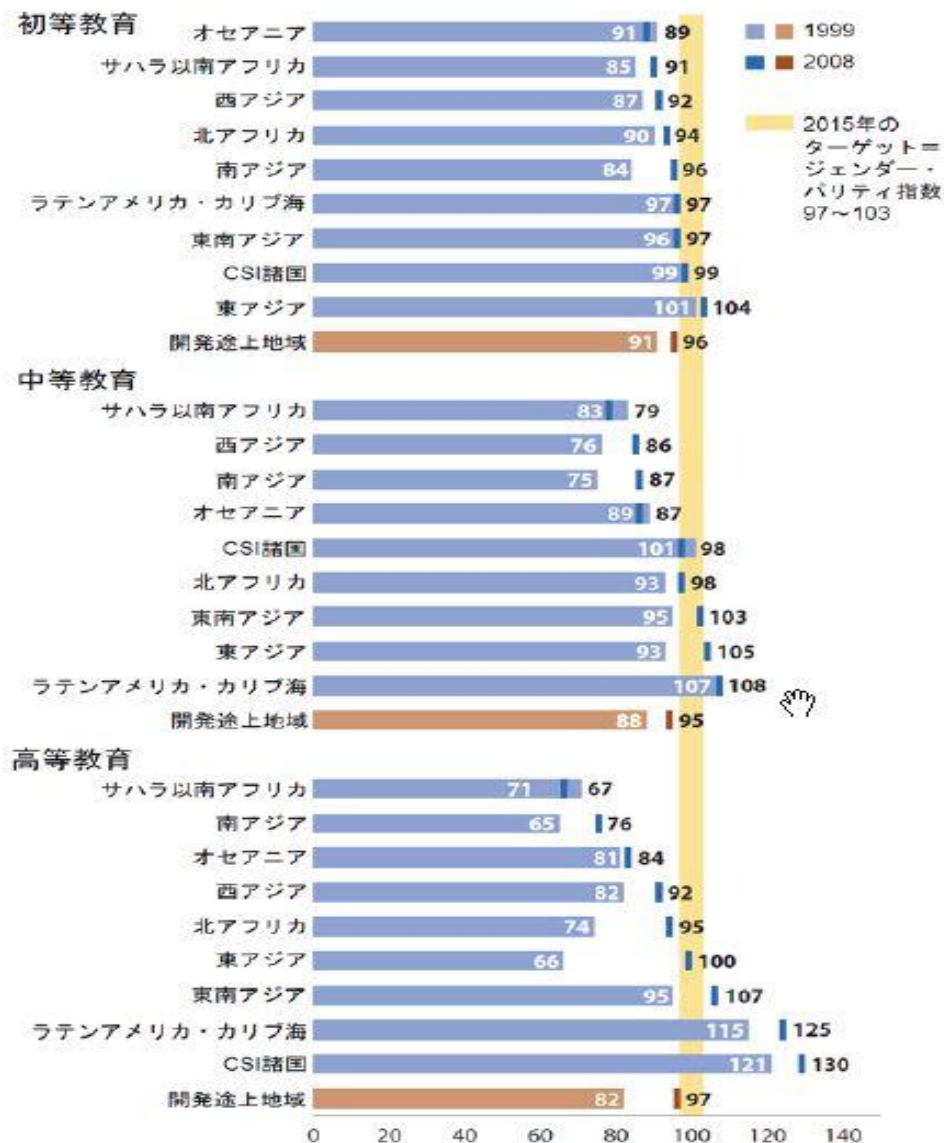


図2－68
普遍的教育の達成

幼児死亡率の低下ペースは目標達成に 不十分

生児出生 1,000 人当たり 5 歳未満児死亡率、1990 年と 2008 年の比較

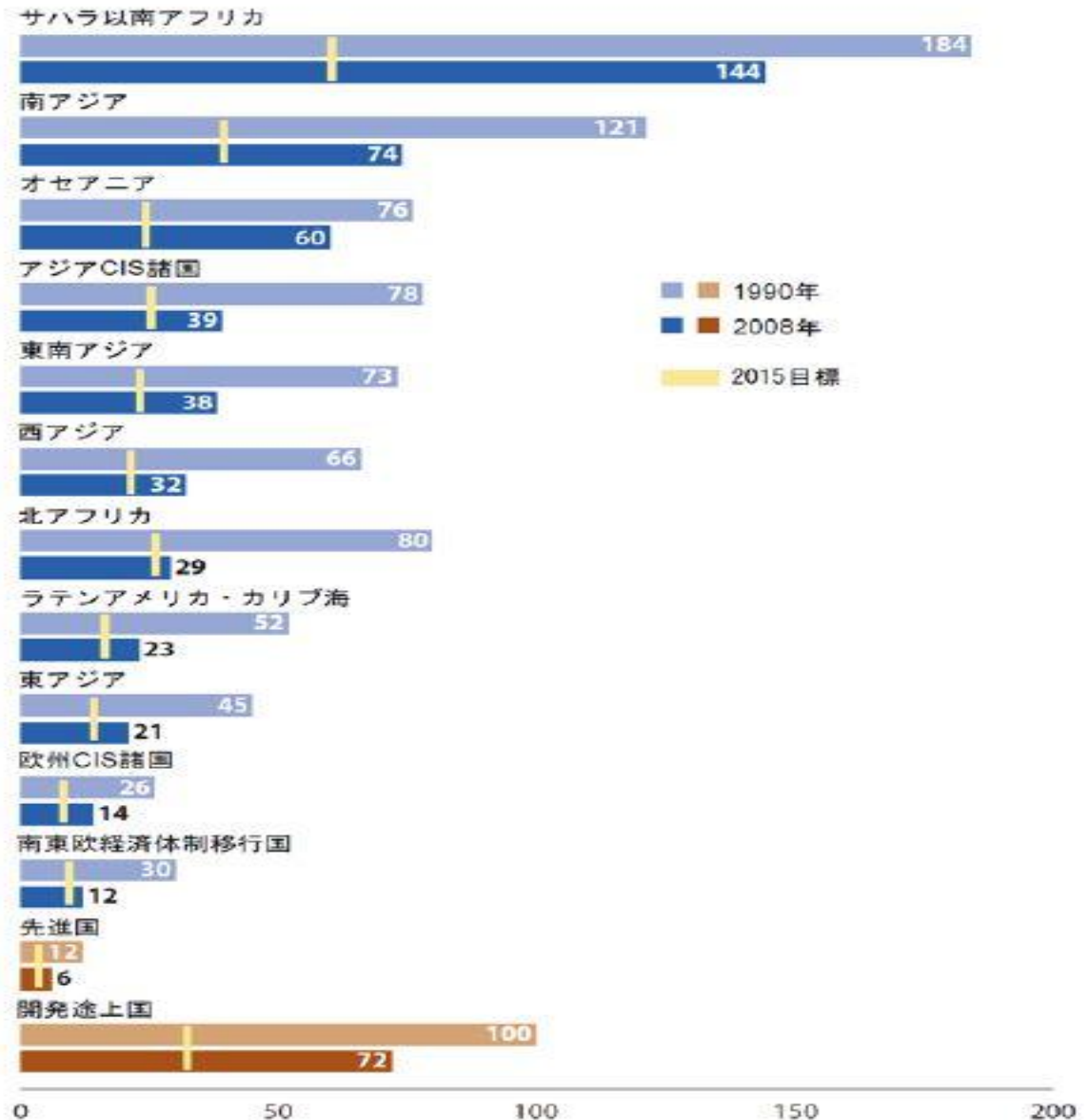


図2-69
幼児死亡率の低下

HIV のまん延はほとんどの地域で一段落したと見られ、感染者の余命も伸長

全世界の HIV 感染者数、新規 HIV 感染者数およびエイズによる死亡者数、1990～2008 年（単位：百万人）

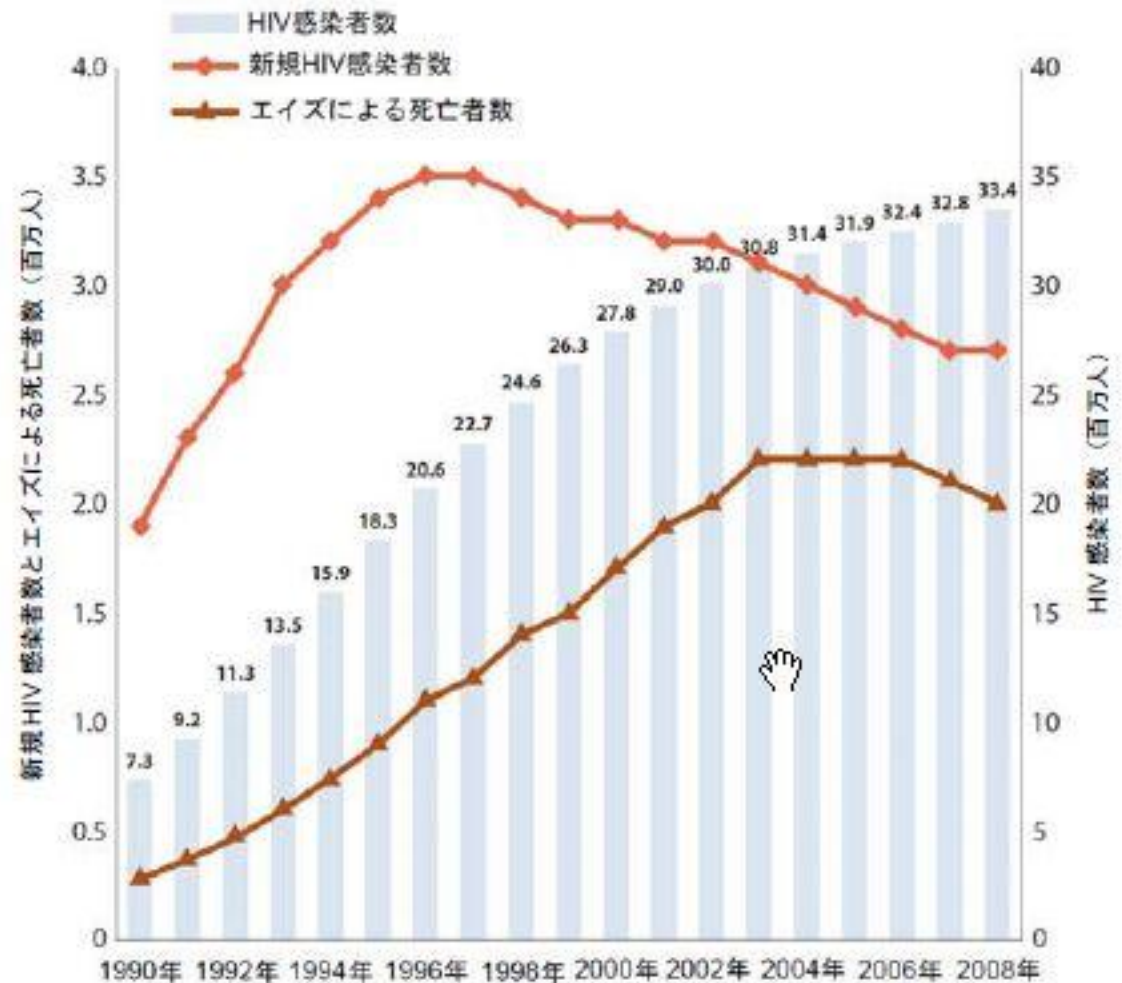


図2-70
HIVの蔓延防止

森林破壊は減速の兆候を示しつつ、依然として急速なペースで進行

陸地全体に占める森林面積、1990年と2010年の比較（単位：％）

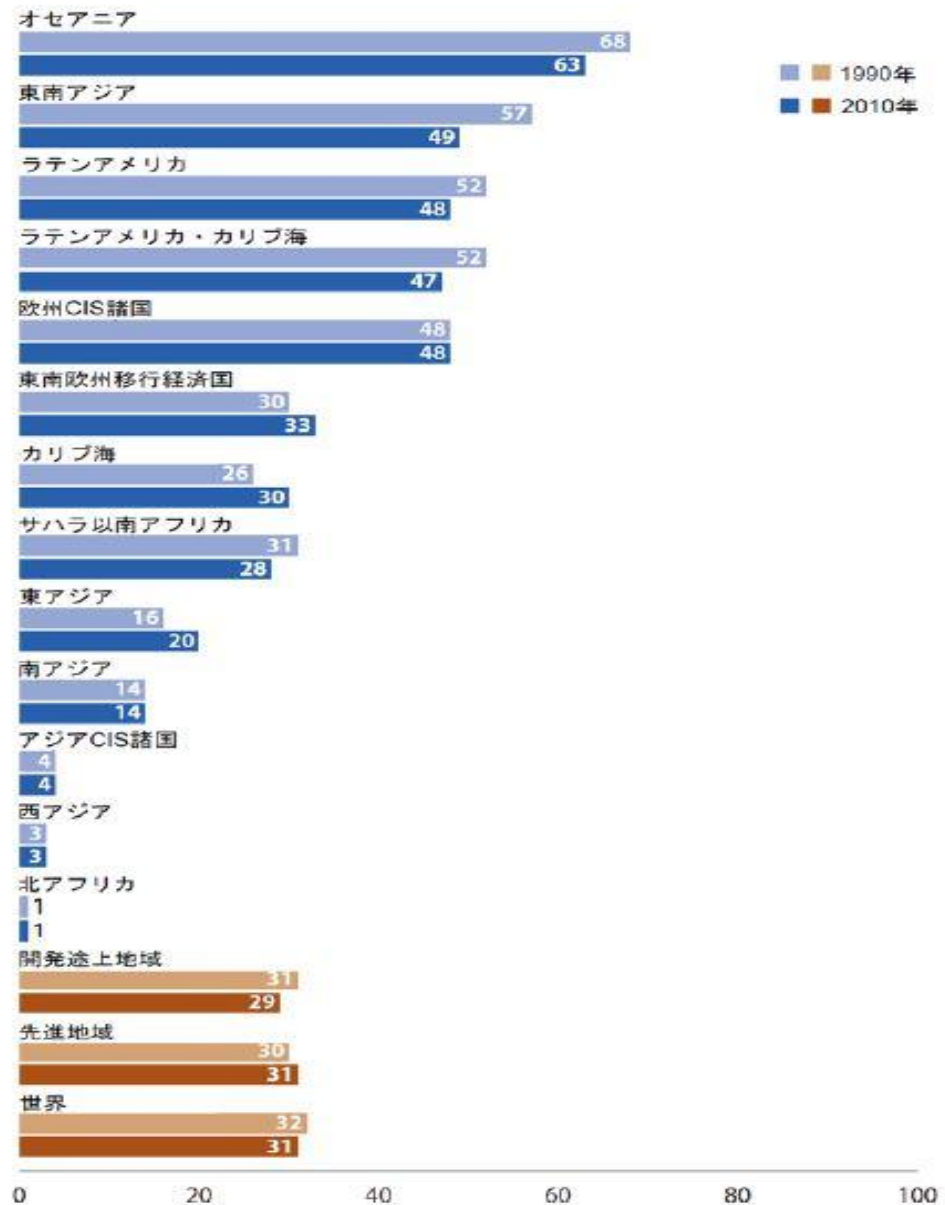


図2-71
森林面積の割合

二酸化炭素（CO₂）排出量、1990年と2007年の比較
（単位：10億メトリックトン）

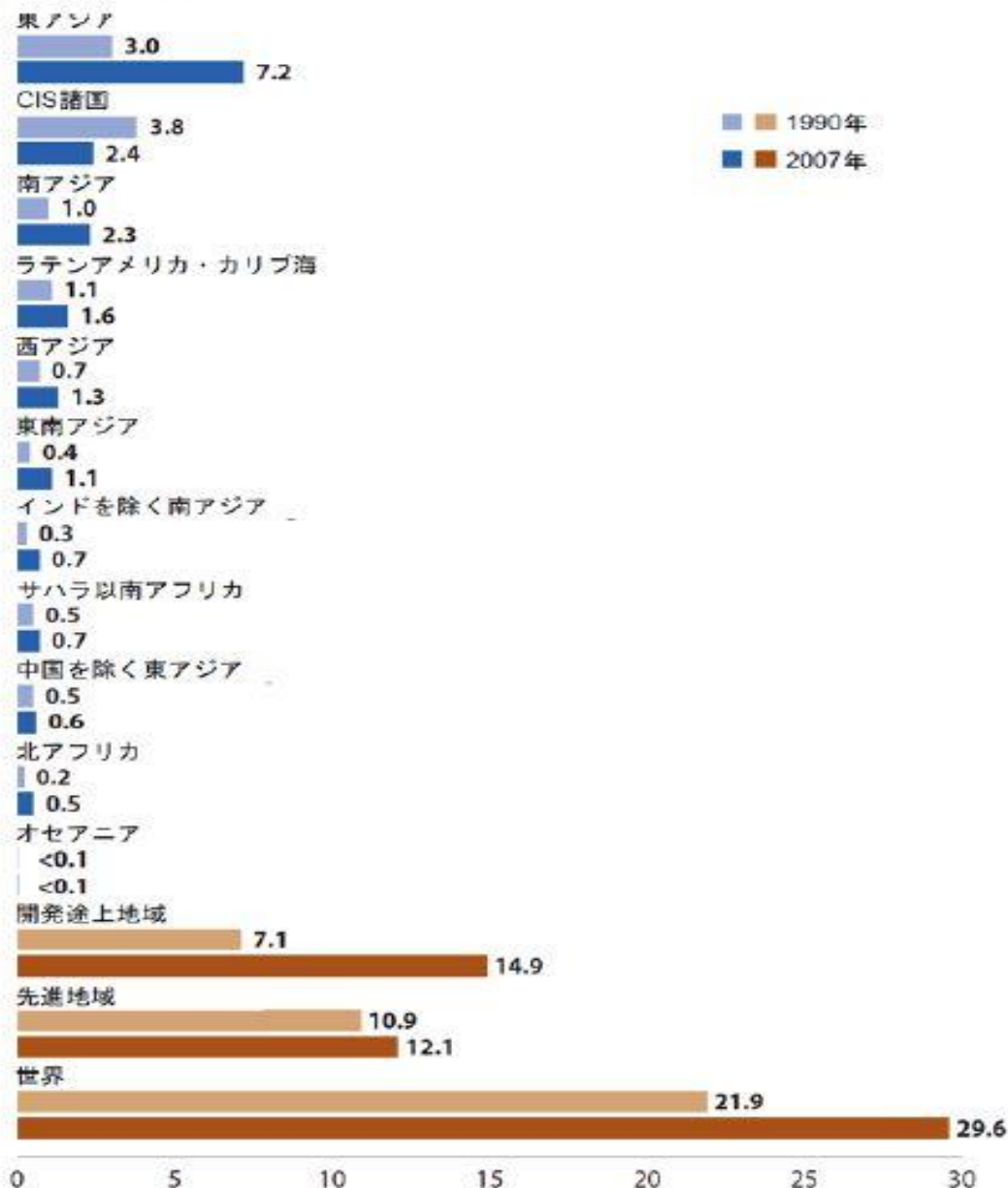


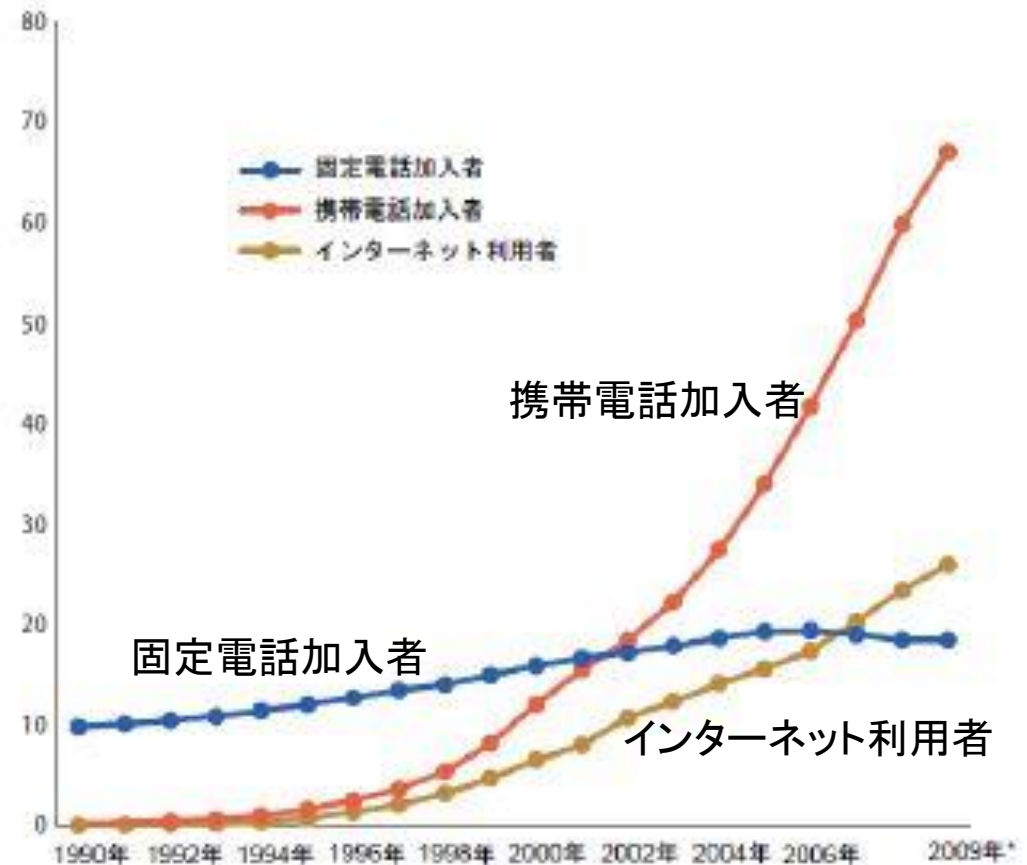
図2-72
二酸化炭素排出量比較

情報通信技術に対する需要は 増大の一途

世界人口 100 人当たりの固定電話加入者数、携帯電話加入者数およびインターネット利用者数、1990～2009 年

図2-73

情報通信技術に対する需要



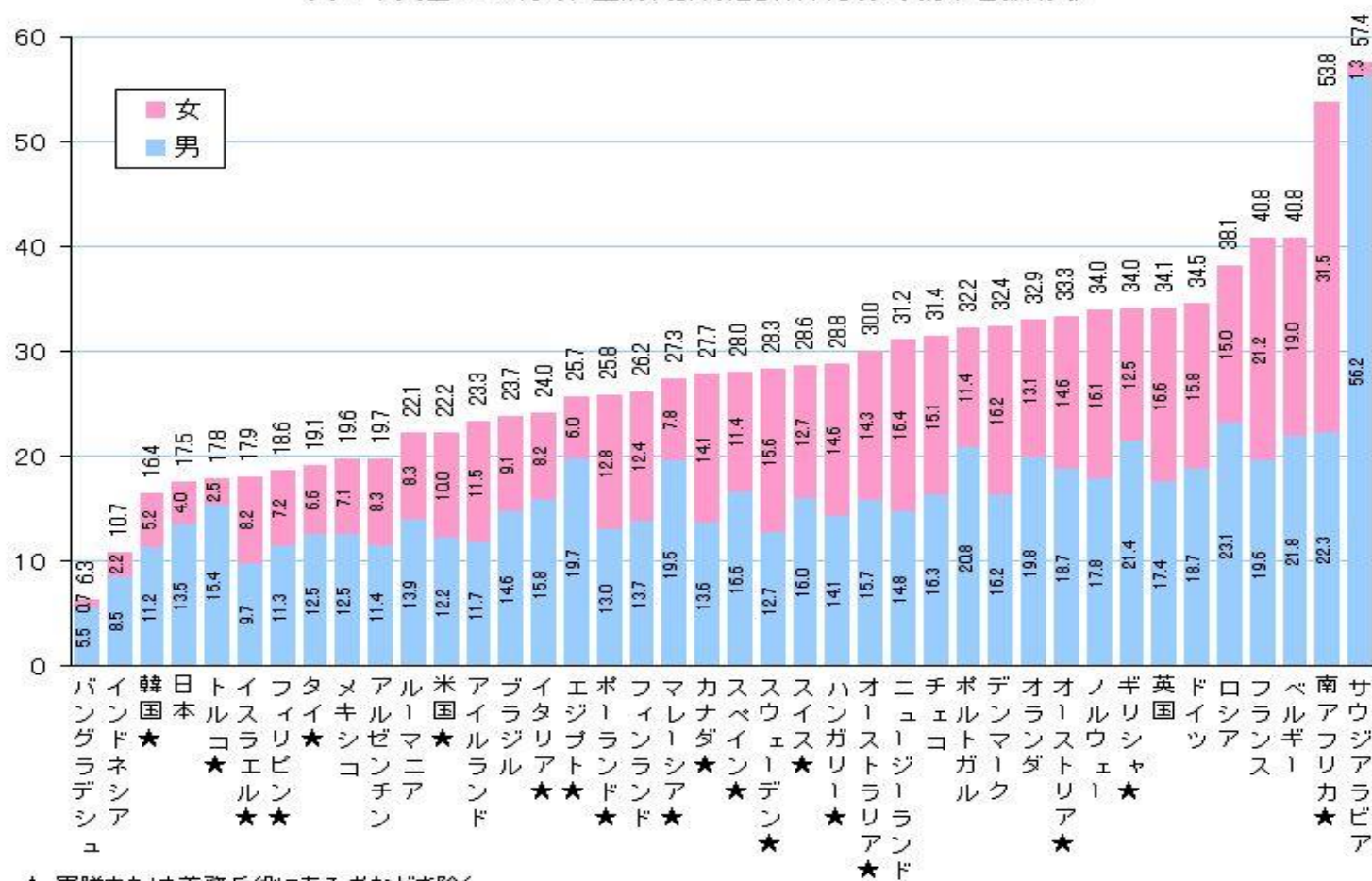
2ー3. 絶対に避けるべきこと

2-3-1. 不可逆性

2-3-2. 失業と国家への過度の依存

図2-74 公務員数の国際比較

人口千人当たり「行政・国防；強制社会保障」分野就業者数(人)



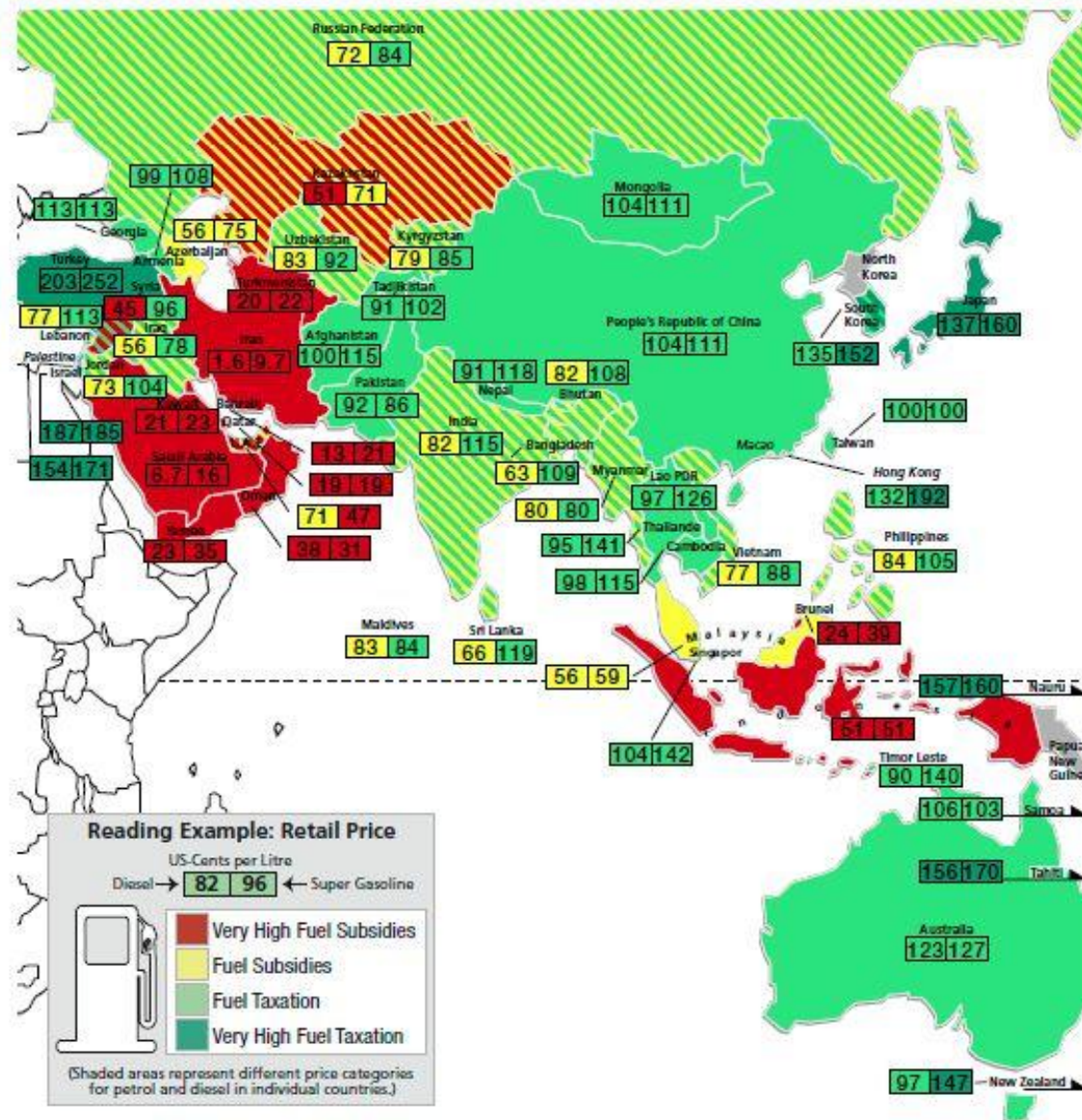
(注) 国際標準産業分類(ISIC)第3版によるILOの産業別就業者数データによる。ただしギリシャ、スウェーデン、フランス、ポーランド、ポルトガルは同第4版による(この場合は「公務、国防、強制社会保障事業」を公務員とした)。なお、バングラデシュ2005年、アルゼンチン2006年、韓国・ブラジル・エジプト2007年。

(資料) 総務省統計局「世界の統計2011」(人口は世銀WDI)

<http://www2.ttcn.ne.jp/honkawa/5190.html>

図2-75

GTZのIFP(International Fuel Price)調査 による自動車用燃料の価格



3. 解決への道筋

人類の進化の足跡

3-1. イノベーションによる解決

図3-1 中東の石油への依存度の推移

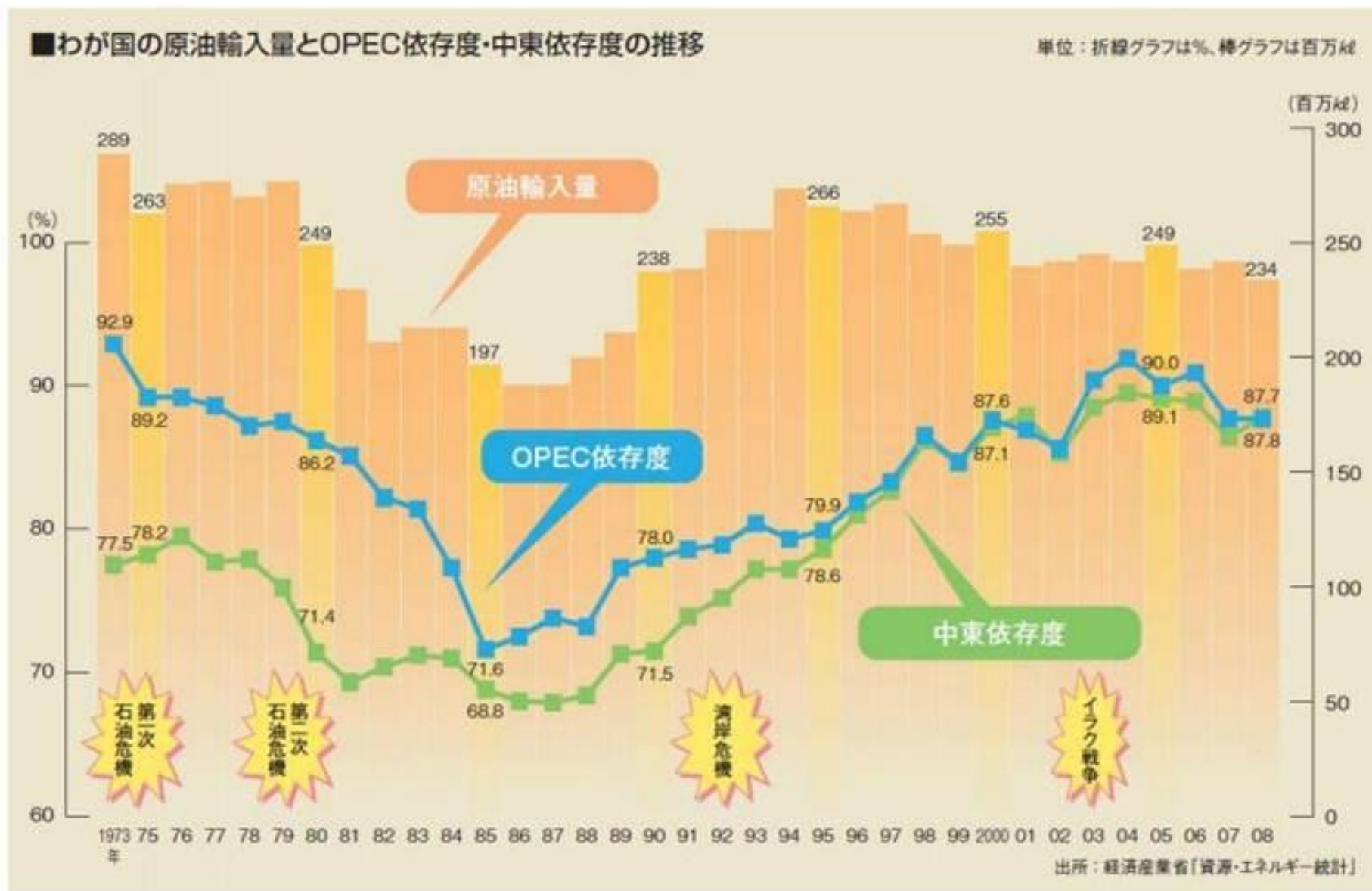
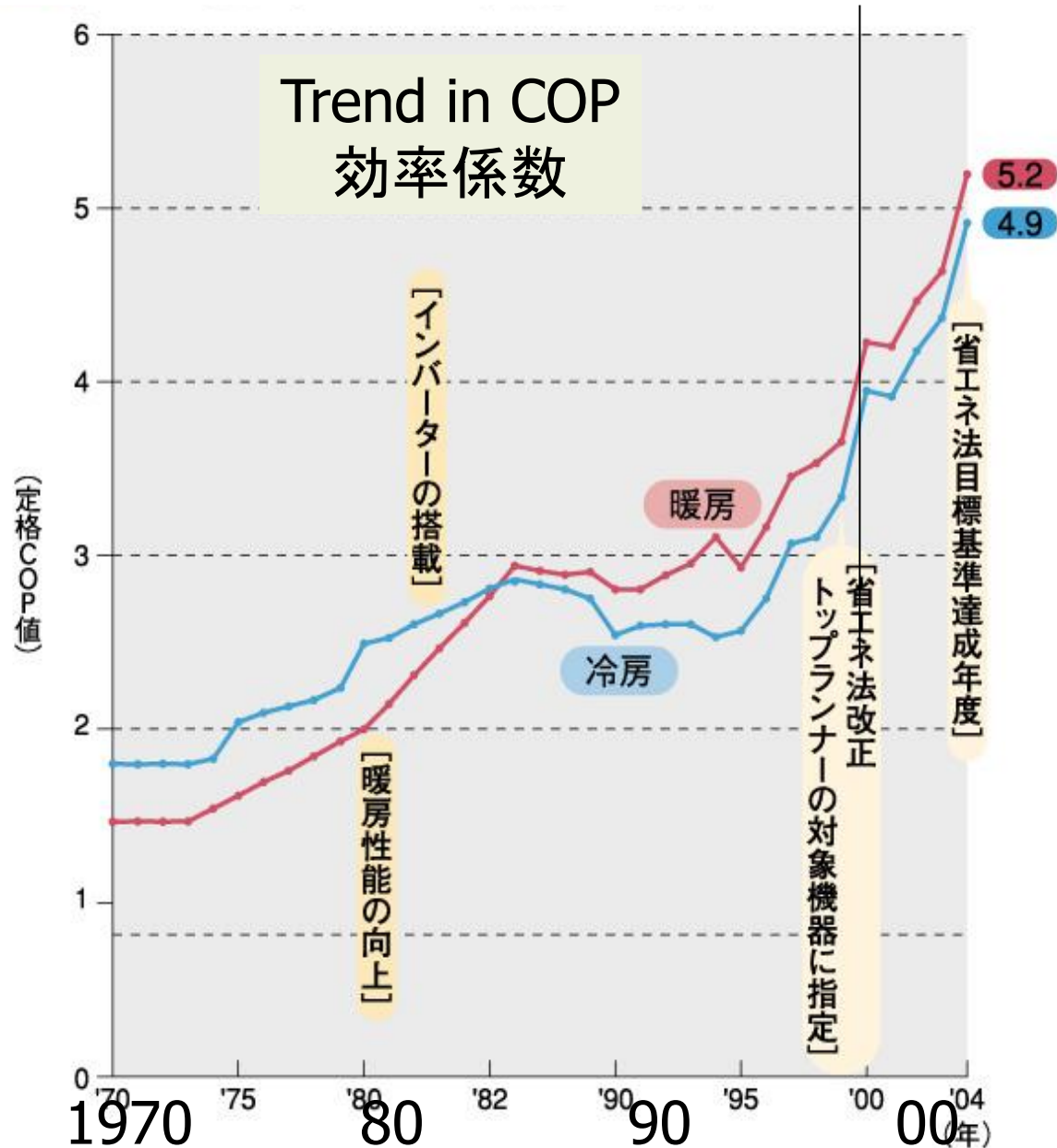


図3-2 エアコンの効率の向上



Now
> 6

表3－1 ドラッカーの言うイノベーションのための7つの機会

- ◆ 予期せぬ成功、失敗を利用する
- ◆ 現実にあるものとあるべきもののギャップ
- ◆ ニーズを見つける
- ◆ 産業構造の変化を知る
- ◆ 人口構造の変化に着目する
- ◆ 認識(ものの見方、感じ方、考え方)の変化をとらえる
- ◆ 新しい知識を利用する

表3－2 人類史的イノベーションの実例

- 火を使いこなす、調理をして食べる、農業の発明、酒の発明
- 材料の作成と利用＝石器、土器、鉄器、織物、紙、ガラス
- 文字の発明、哲学・宗教・数学の発明
- 法律などの社会的システム（ローマ法？）
- 天体望遠鏡→天文学（観察）→哲学から科学へ
- 印刷による知識・記録の普及
- 化石燃料、エネルギー、熱力学、触媒（空中窒素固定）
- 移動：船の実用化、自動車の大量生産、飛行機の実用化
- 電力供給の実現、テレビ・冷蔵庫・洗濯機の普及
- プラスチックと石油化学
- 医薬品、外科手術、抗生物質
- 微細化技術、特に、半導体、部品など
- インターネットの普及、Googleの検索エンジン
- 携帯電話の実用化、ウォークマン、電池の発明・進化

3-1-1. エネルギー革命

図3-3

二酸化炭素排出からみた効率ランキングベスト28ヶ国

CO₂ Emission (kg) per GDP US\$

Country Name	2008
Bermuda	0.089625
Macao SAR, China	0.093087
Switzerland	0.138115
Mali	0.156384
Hong Kong SAR, China	0.159908
Sweden	0.162206
Chad	0.164034
Burundi	0.166495
Iceland	0.18505
Rwanda	0.219242
Singapore	0.221475
Japan	0.233983
Israel	0.234865
France	0.250638

Country Name	2008
Norway	0.25325
Denmark	0.259214
United Kingdom	0.292592
Austria	0.297621
Ireland	0.326997
Finland	0.369432
Italy	0.373777
Germany	0.373947
Luxembourg	0.385118
Netherlands	0.386315
Portugal	0.443639
Spain	0.444775
Brazil	0.458359
United States	0.470005

図3-4 1ドルのGDPを稼ぐのに必要な
二酸化炭素排出量と一人あたりのGDPの関係

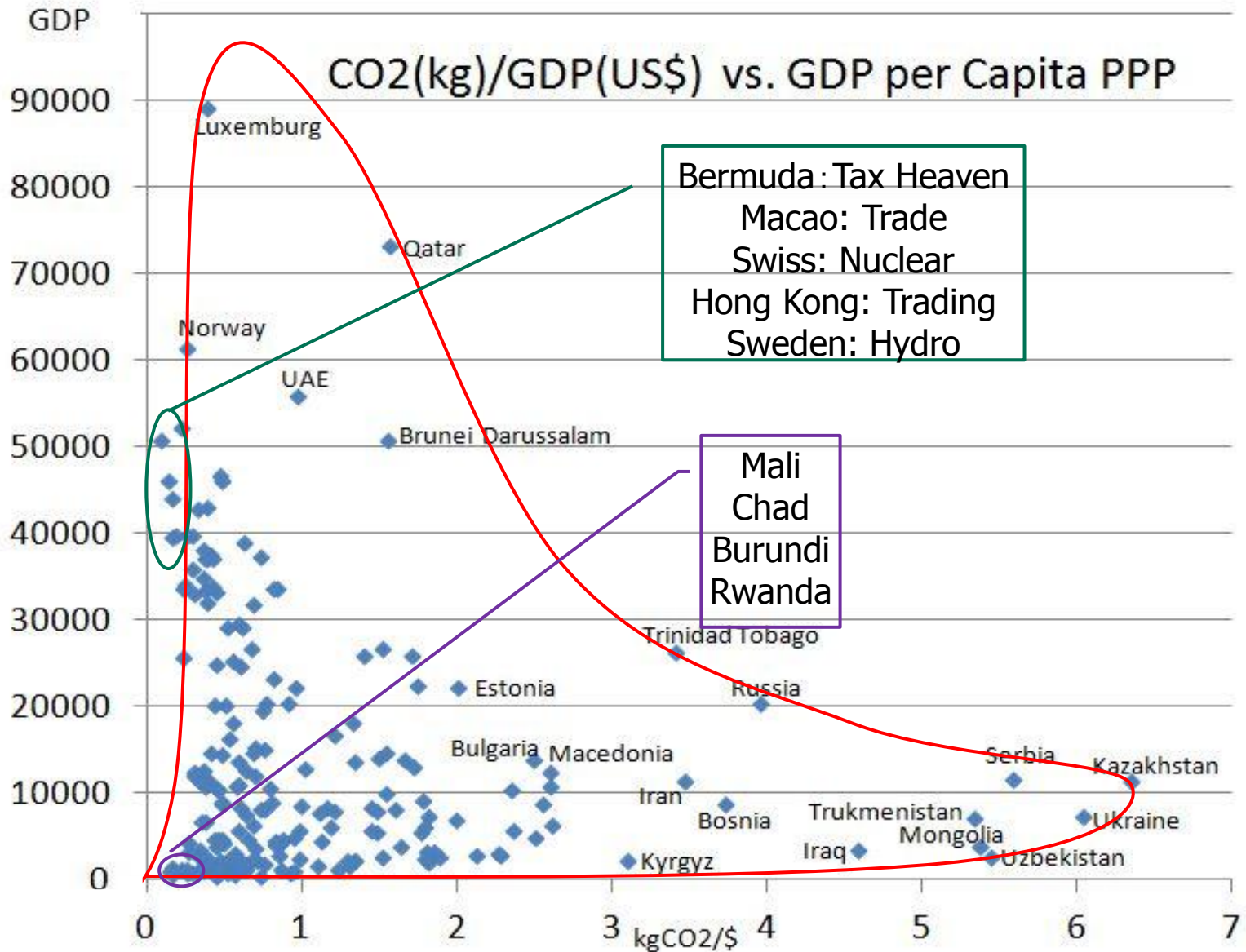


図3-5 エネルギー効率ワースト24ヶ国の推移

CO2 Emission(kg) per GDP US\$
inefficient countries worst 24

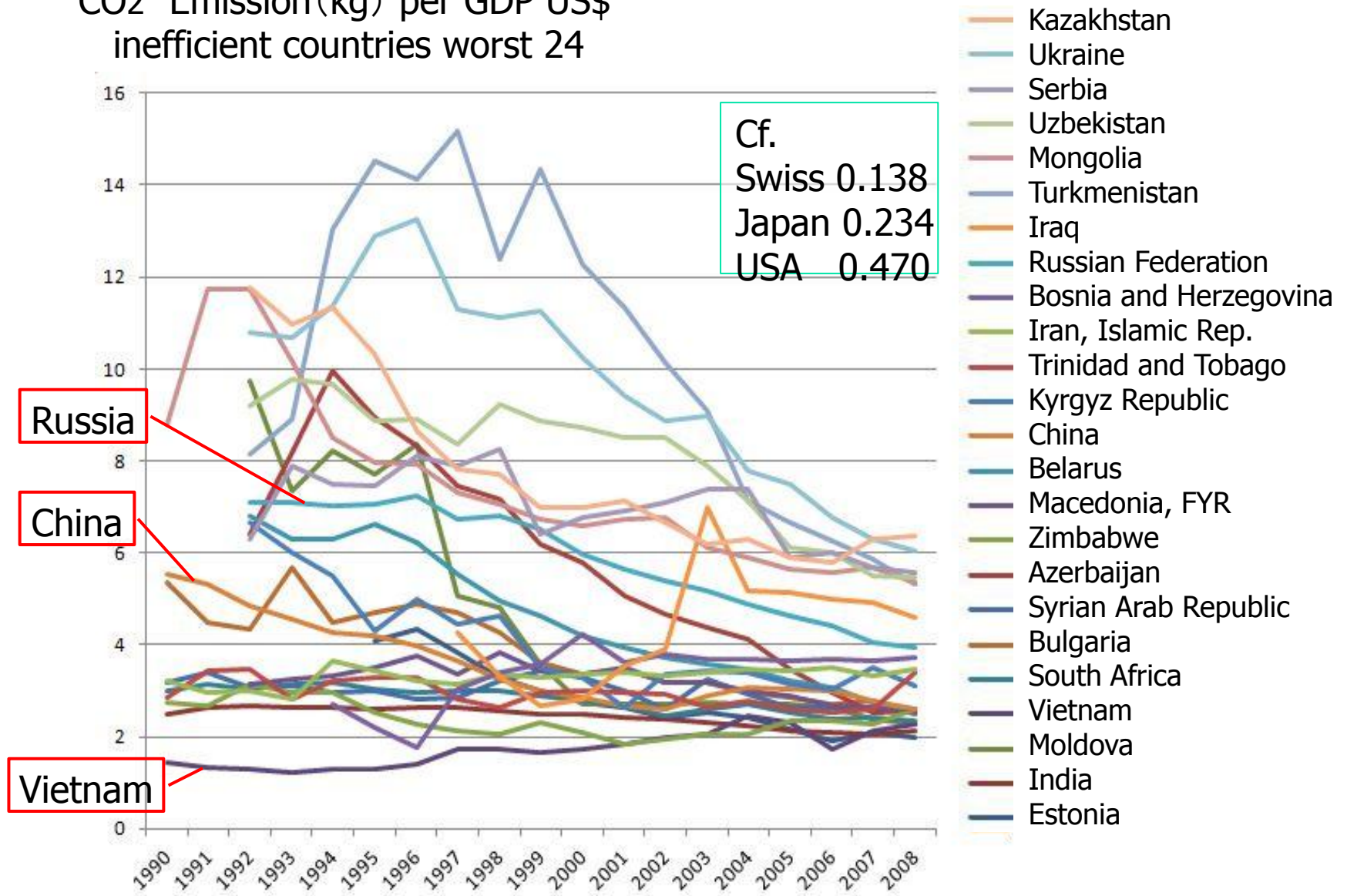


図3－6 CO₂排出量に満足度を考慮すること

需要側

$$\text{満足度} \times \frac{\text{サービス}}{\text{満足度}} \times \frac{\text{エネルギー消費量}}{\text{サービス}} \times \frac{\text{CO}_2\text{排出量}}{\text{エネルギー消費量}} = \text{CO}_2\text{排出量}$$

①ライフスタイルの見直し

②満足あたり必要サービス削減技術

③サービスあたりエネルギー消費削減技術

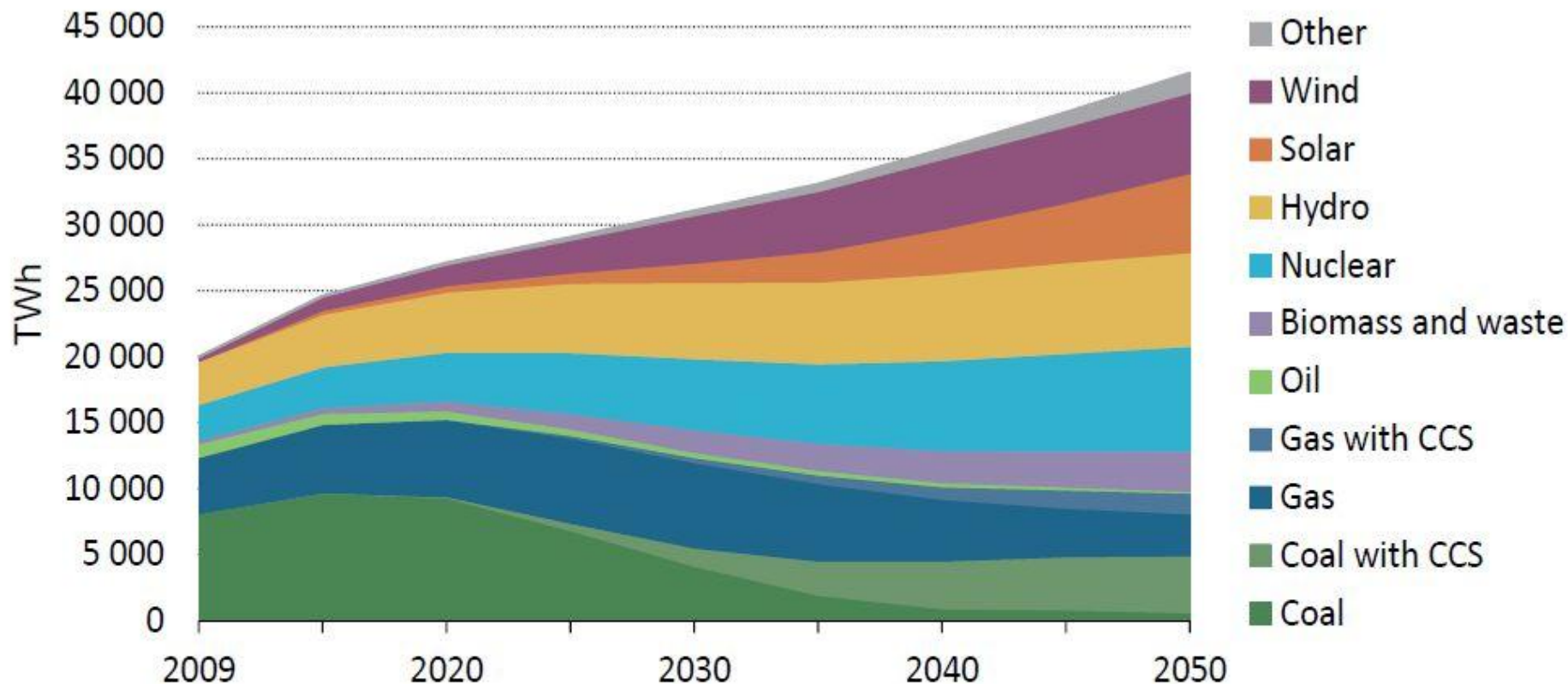
④⑤低炭素エネルギー利用技術

図3-7 連結可能な電気自動車 2050年



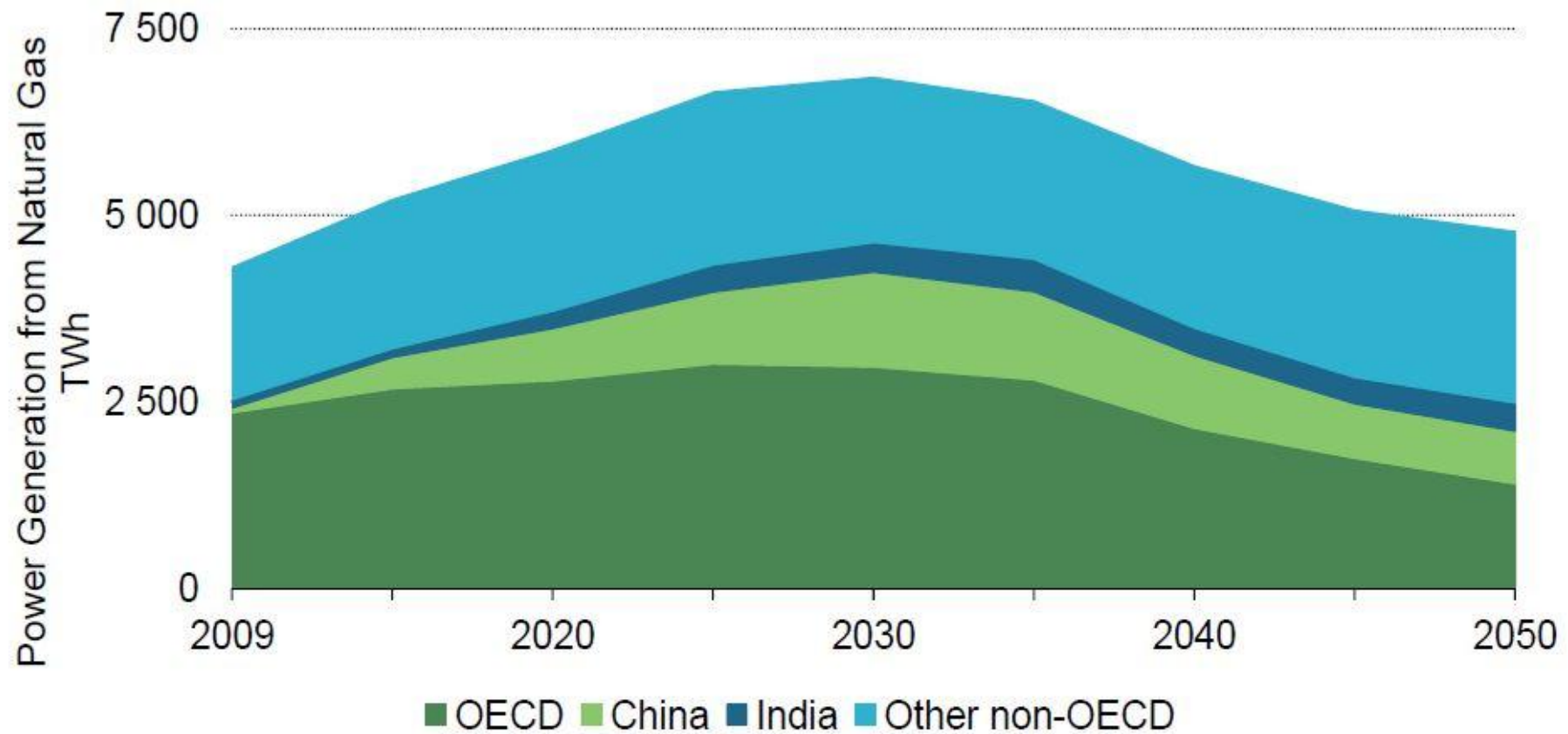
二人乗り 電気自動車 航続距離は30km
しかし、二台を連結可能で四人乗りになり、
液体燃料をエネルギー源とする発電車を
連結することで、長距離走行も可能になる

図3-8 IEAによる2050年までの電力発生に関する一次エネルギーの推移予測



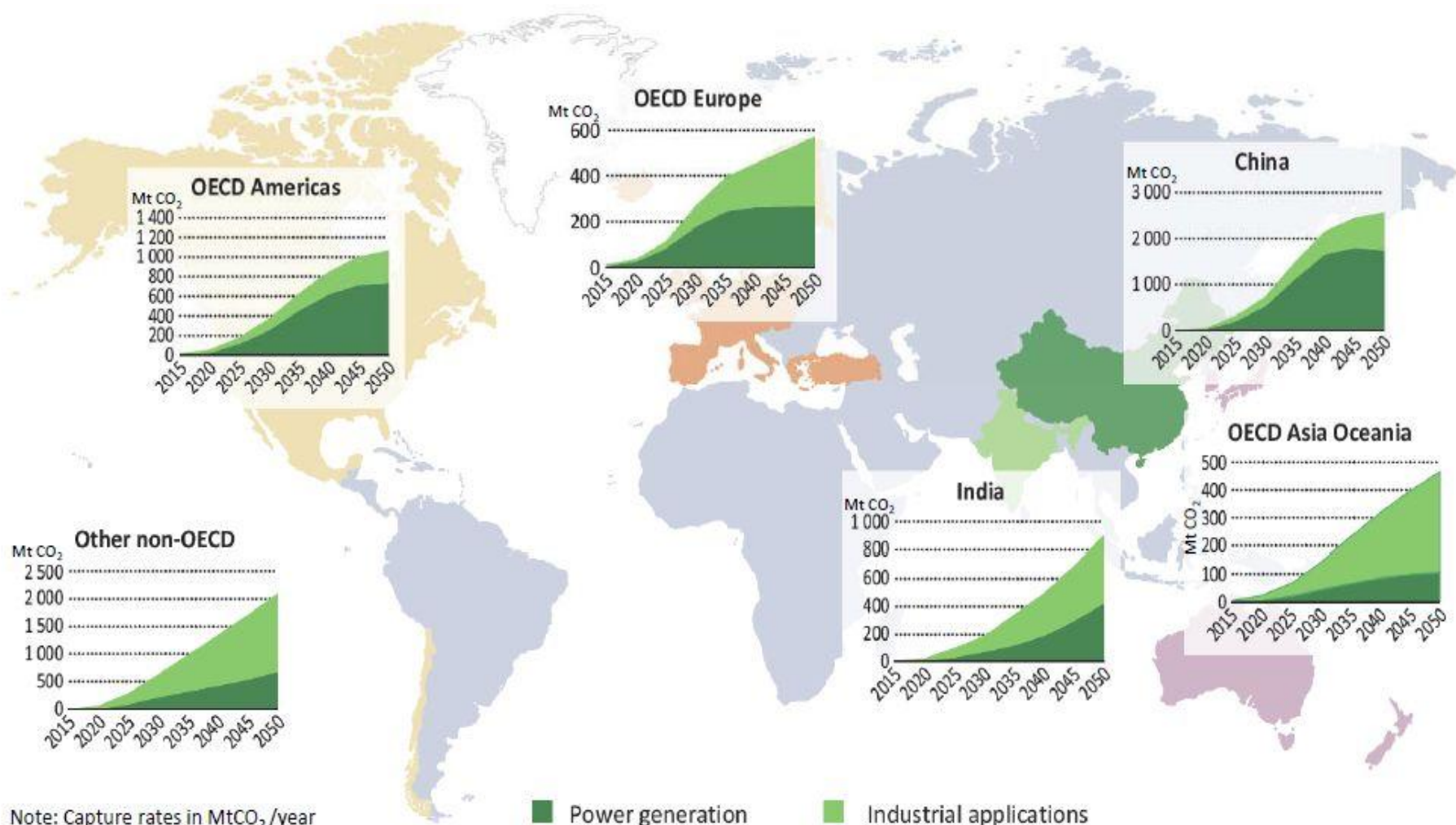
Renewables will generate more than half the world's electricity in the 2DS

図3-9 IEAによる天然ガスによる発電量の推移



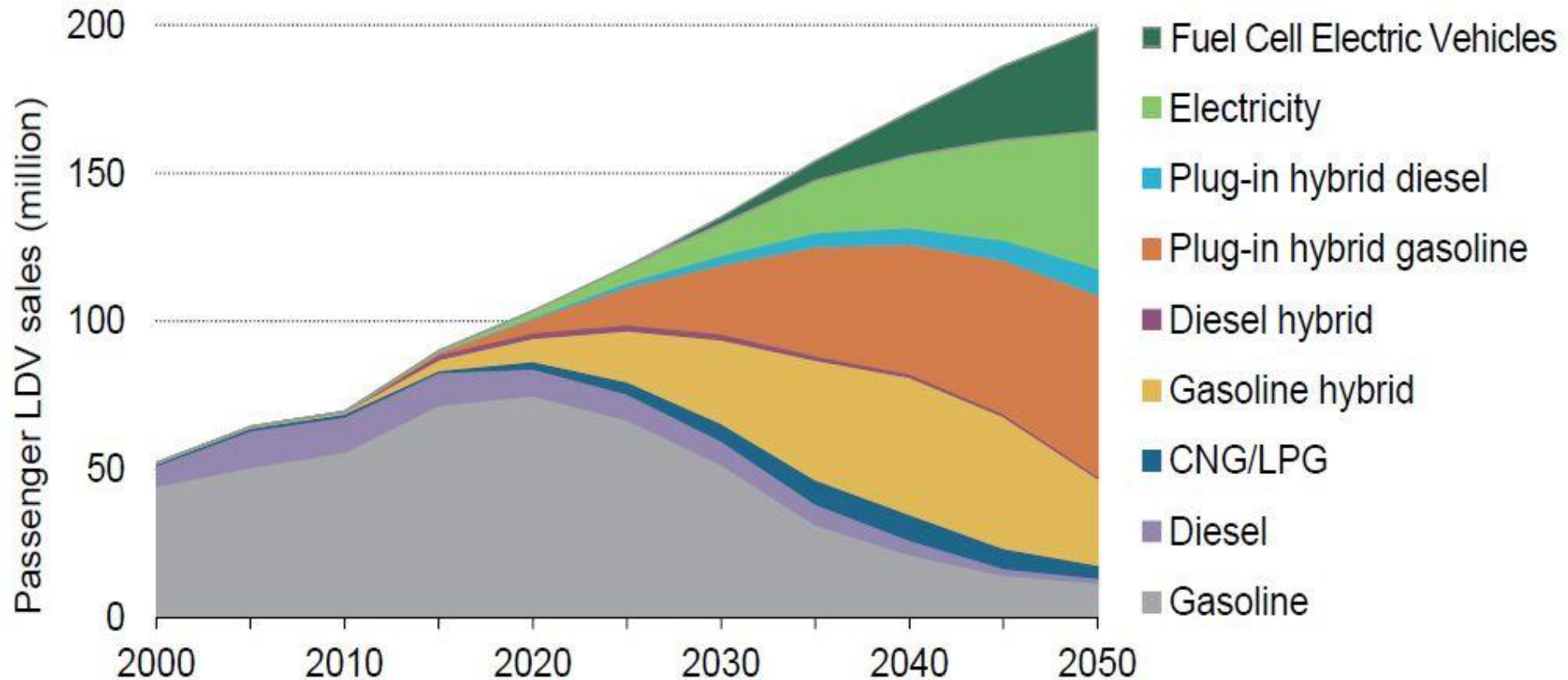
Around 2030, natural gas becomes 'high carbon'

図3-10 CCSの導入量



This document and any map included herein are without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.

図3－11 自動車の種類の推移

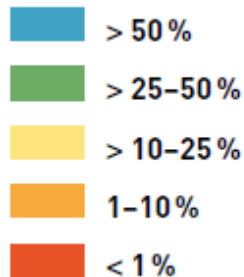


More than 90% of light duty vehicles need to be propelled by an electric motor in 2050

3—1—2. 元素革命

図3-12 元素別の資源回収の状況
森口祐一氏提供

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Uug	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo



* Lanthanides

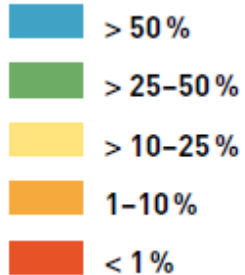
** Actinides

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

図3-13 リサイクルされた金属の使用率

森口祐一氏提供

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Sg	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Uug	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo



* Lanthanides

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

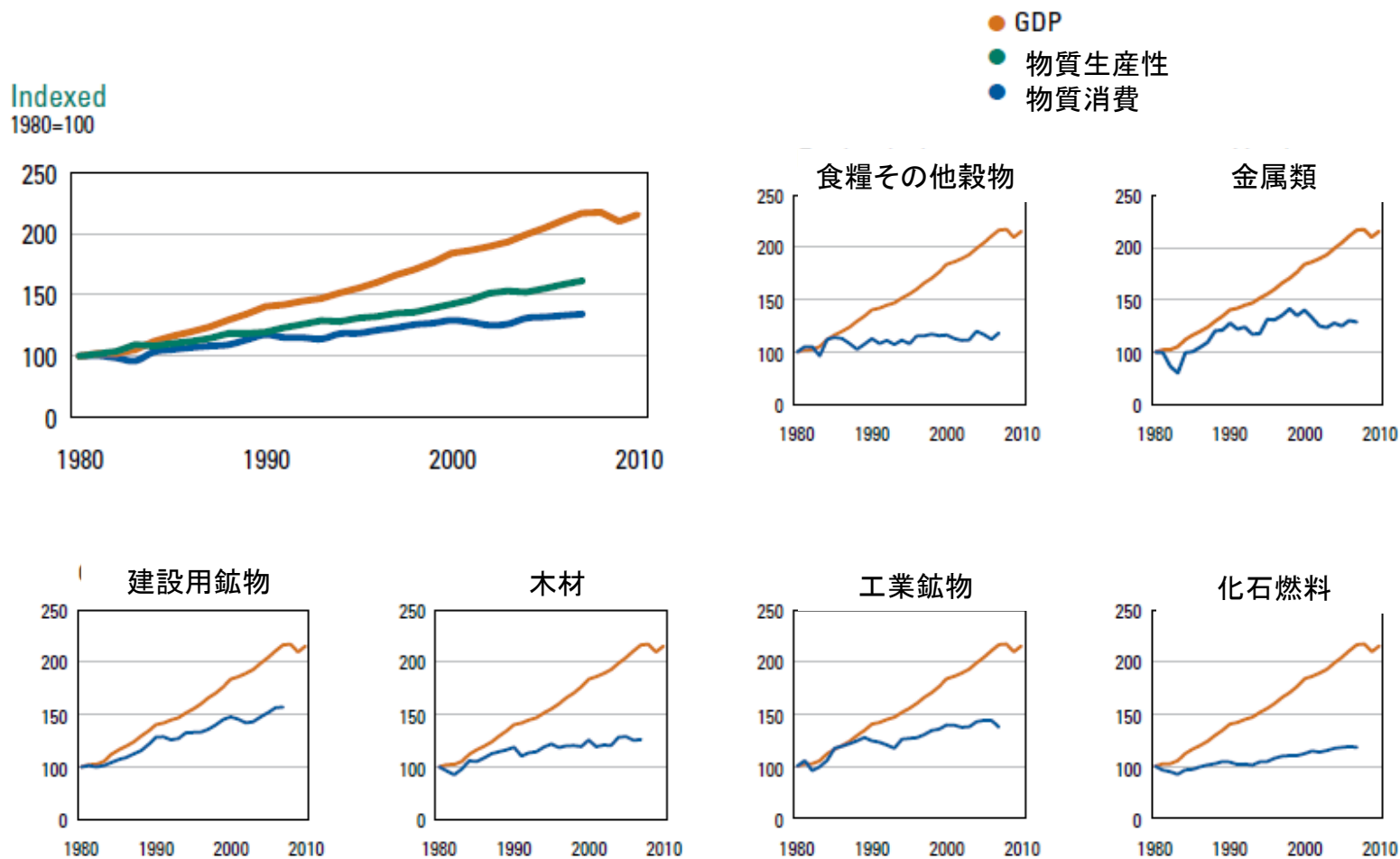
** Actinides

89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr
----------	----------	----------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------

図3-14 資源利用の長期的傾向

森口祐一氏提供

Figure 2.3. OECD加盟国の国内総生産と国内物質消費
1980-2000



Source: OECD, 2008b. Data update provided by OECD on 1 April 2011, <http://www.oecd.org/dataoecd/55/12/40464014.pdf>

図3-15 デカップリングの概念図

Figure 1. 「デカップリング」の2つの側面

森口祐一氏提供

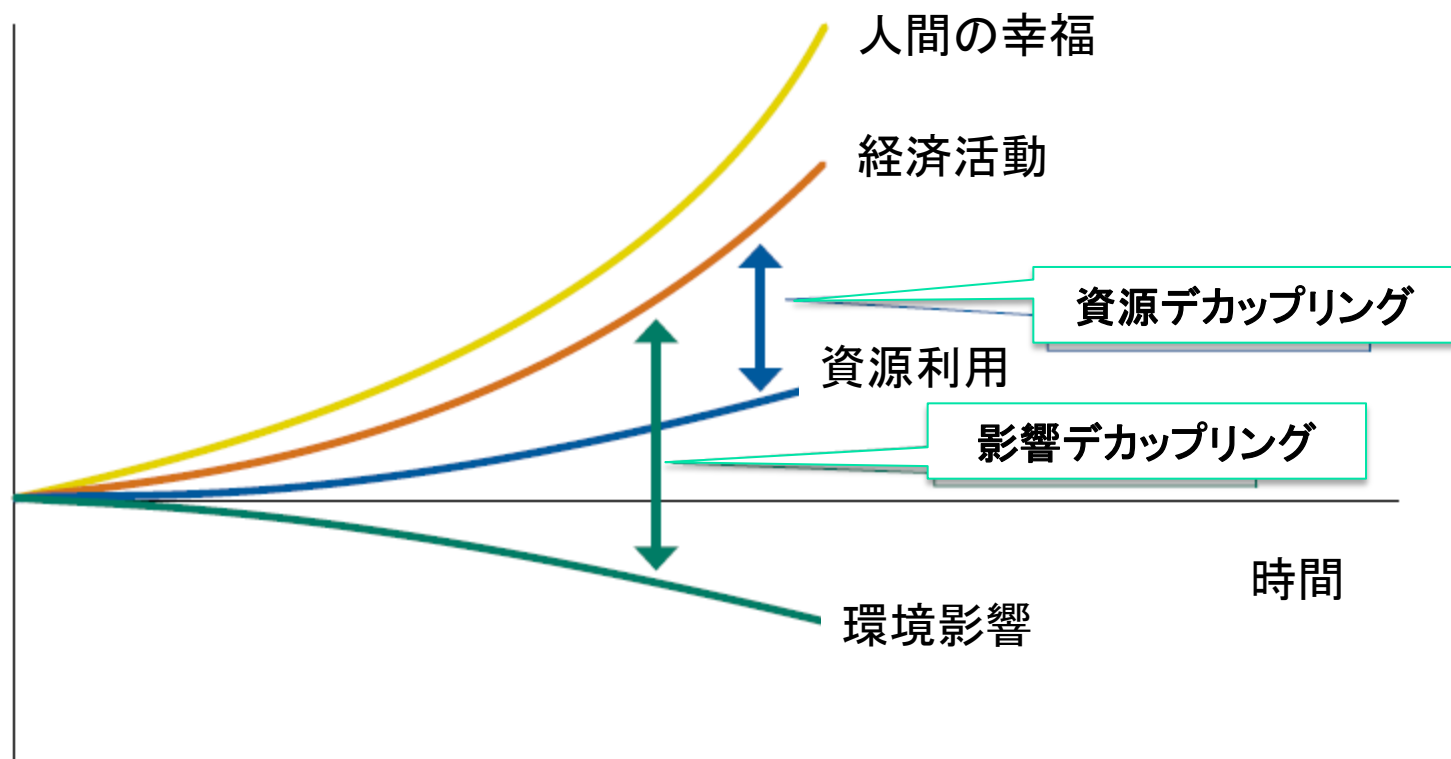


図3-16 イオン吸着鉱床のレアアース採取方法

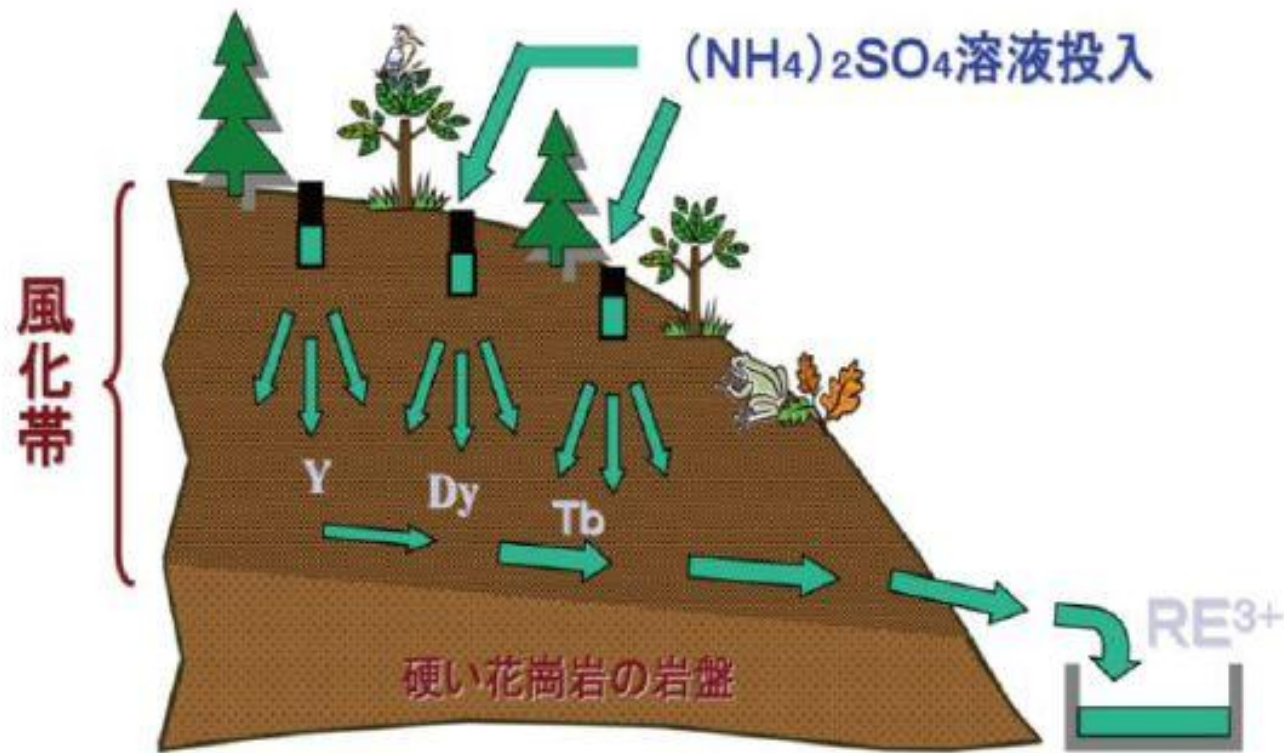


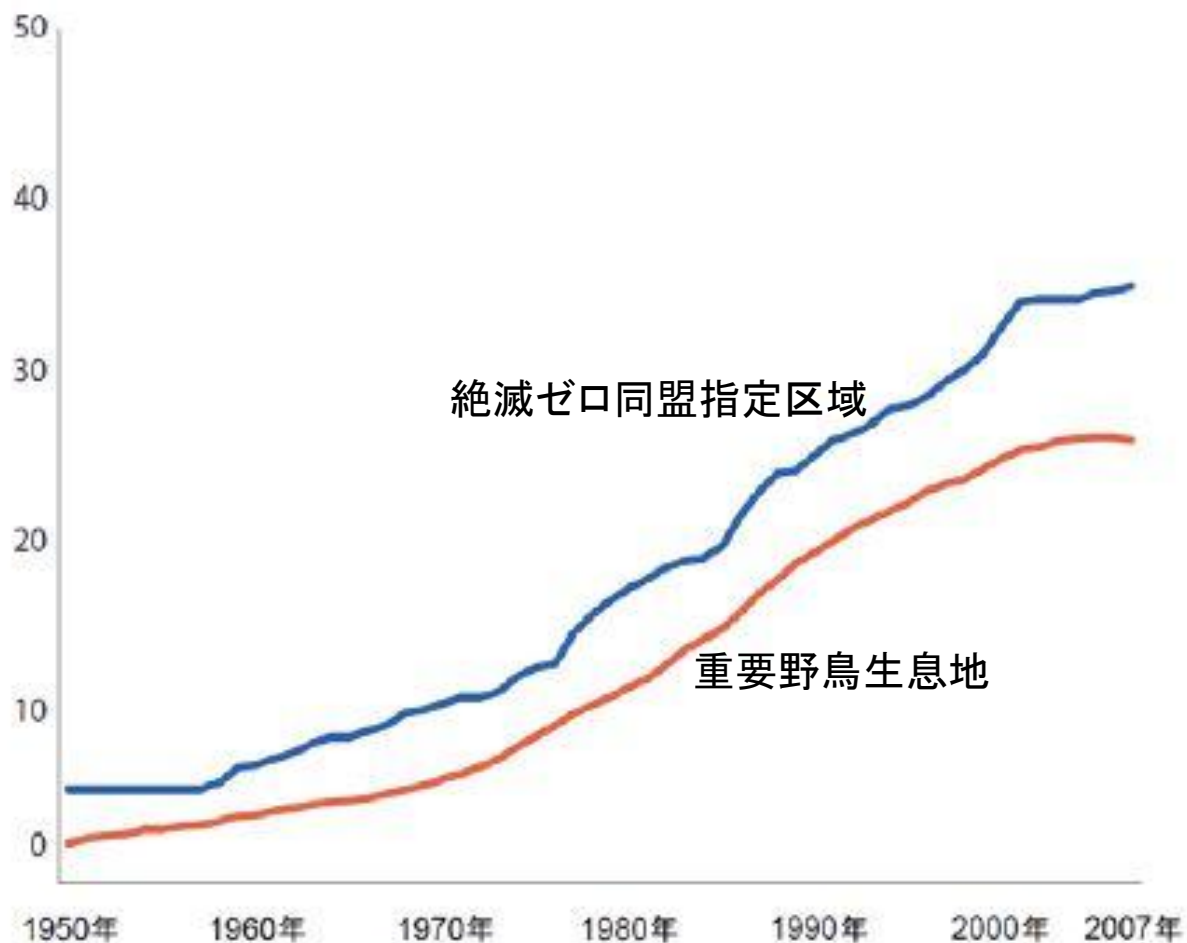
表3-3 地殻中に大量に存在する元素

1位	酸素	46%
2位	ケイ素	28%
3位	アルミニウム	8%
4位	鉄	5%
5位	カルシウム	4%
6位	ナトリウム	3%
7位	カリウム	2%
8位	マグネシウム	2%
9位	チタン	0. 5%
10位	水素	0. 15%
11位	リン	0. 1%
12位	マンガン	0. 1%
13位	フッ素	0. 1%
14位	バリウム	0. 05%
15位	炭素	0. 03%
16位	ストロンチウム	0. 03%
17位	イオウ	0. 03%

3－1－3. 生物多様性革命

図3-17 絶滅のおそれのある生物種の重要な生息地の保護の進展

保護対象となっている重要な生物多様性区域の割合、1950～2007年
(単位：%)



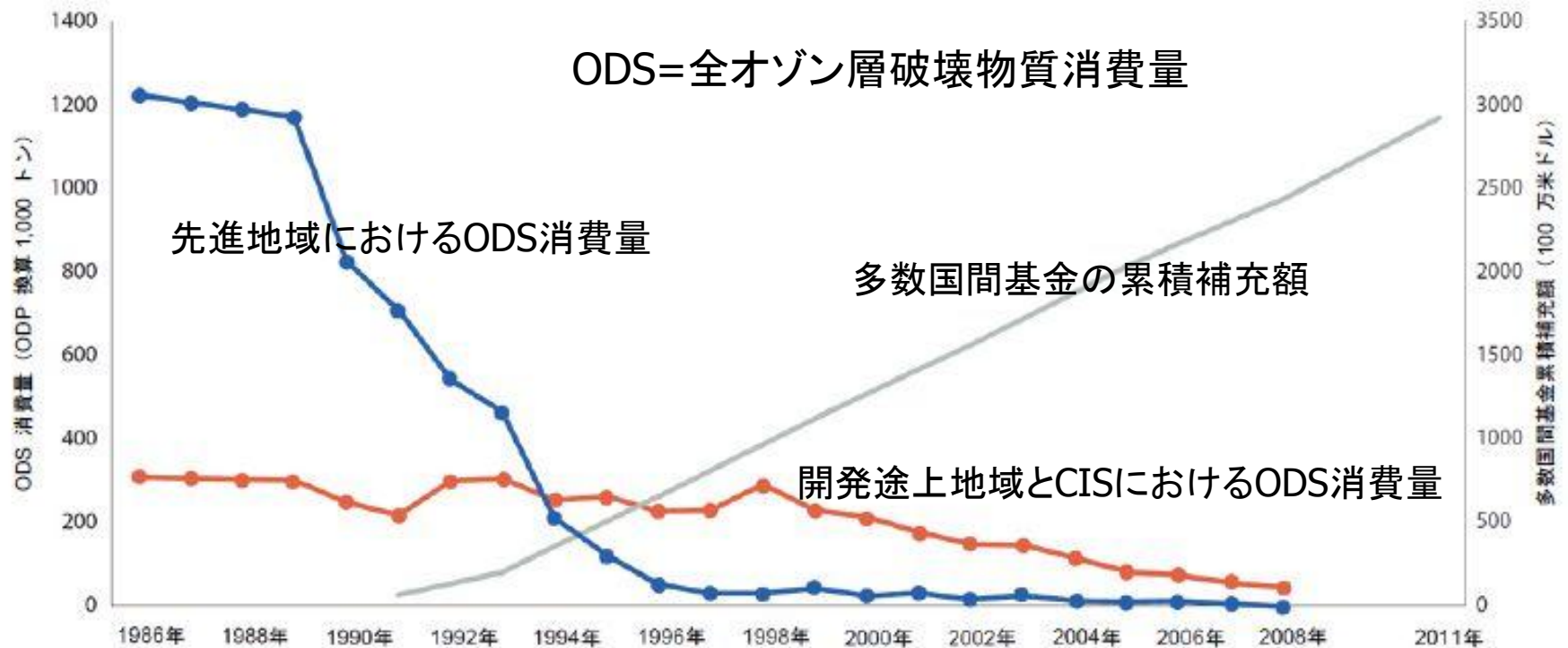
3-2. 個人の生き方・企業姿勢

3－3. 社会システムによる解決

3－3－1. 成功例を見る

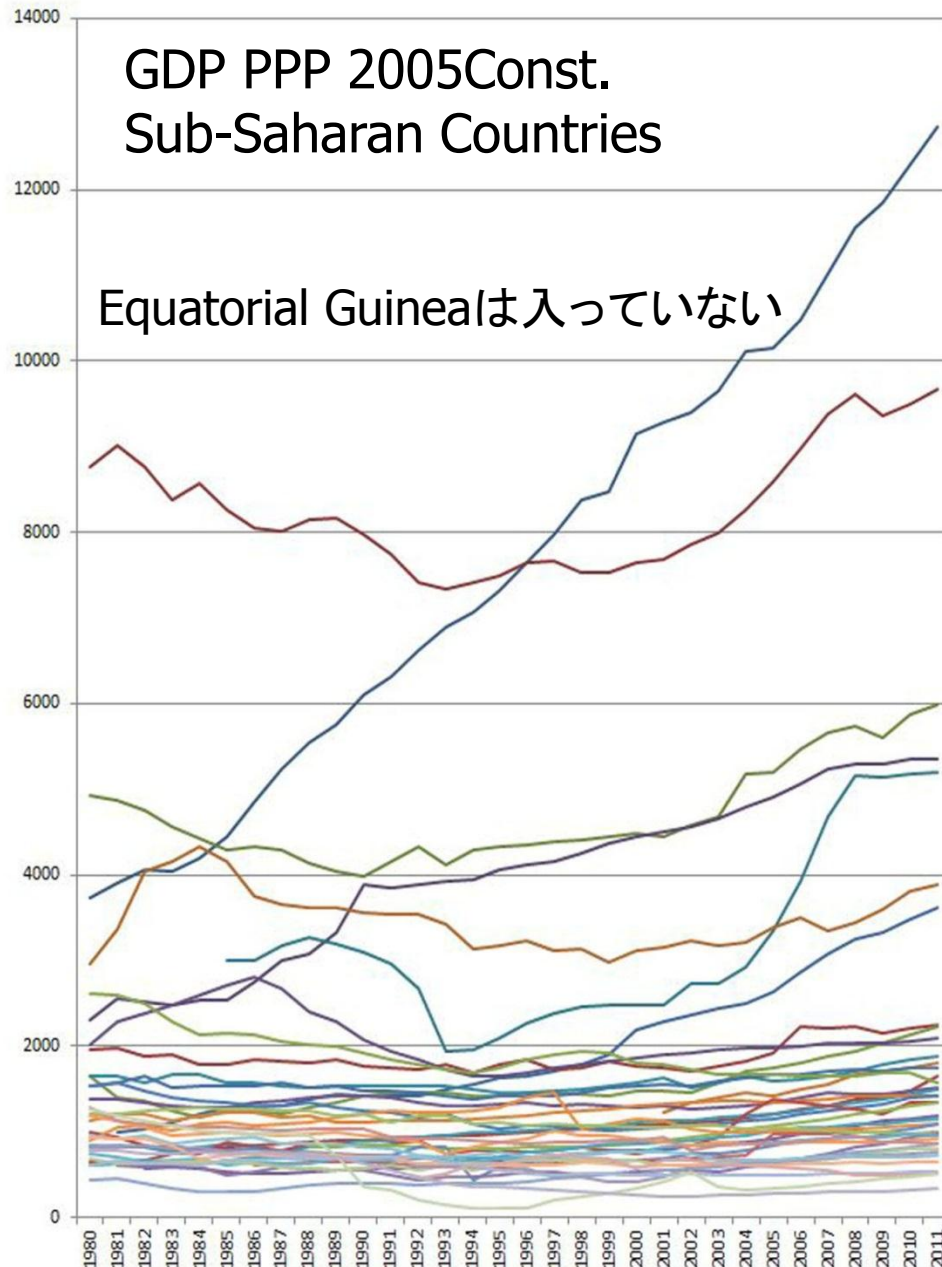
図3-18 モントリオール議定書の効果を示す削減の様子

全オゾン層破壊物質（ODS）の消費量、1986～2008年（単位：オゾン層破壊係数（ODP）換算 1,000 メトリックトン）と
 モントリオール議定書多数国間基金の補充状況、1991～2011年（単位：100 万米ドル）



3－3－2. 失敗例を見る

図3-19 アフリカ諸国の一人あたりGDP(PPP)の推移



成長国は
Tourism
Mining
Oil
Agri & Fishery
White Economy

失敗国は
Dry Lands
Politics
Civil War

3—3—3. 具体的提案

表3-4 宇沢弘文氏による比例的炭素税

国	1人あたりの 国民所得 (ドル)	温室効果ガスの 年間増加量 1人あたり (Ct)	帰属価格 (ドル/Ct)	評価額 1人あたり (ドル)
アメリカ	42,000	5.90	420	2,500
カナダ	34,000	6.20	340	2,100
イギリス	32,000	3.00	320	950
フランス	31,000	2.20	310	680
ドイツ	31,000	3.20	310	980
イタリア	28,000	2.20	280	600
オランダ	35,000	3.60	350	1,200
スウェーデン	32,000	1.90	320	610
ノルウェー	48,000	1.60	480	760
フィンランド	31,000	2.00	310	610
デンマーク	34,000	3.20	340	1,100
インドネシア	3,100	1.70	30	50
日本	31,000	2.70	310	840
韓国	21,000	2.60	210	560
マレーシア	11,000	1.90	110	210
フィリピン	3,200	0.30	30	8
シンガポール	40,000	3.20	400	1,300
タイ	6,900	1.20	70	80
インド	2,200	0.30	20	7
中国	4,100	1.10	40	40
オーストラリア	33,000	7.10	330	2,300
ニュージーランド	23,000	3.50	230	790

出所：UNFCCC, World Development Indicators 他.

表3-5 改造版宇沢弘文氏式の環境税額 単位US\$／人

国名	新環境税	宇沢氏課税
オーストラリア	188	2300
オーストリア	95	
バハマ	121	
バーレーン	288	
バルバドス	28	
ベルギー	99	
ブルネイ	903	
カナダ	153	2100
チリ	2	
中国	0	40
クロアチア	11	
キプロス	74	
チェコ	97	
デンマーク	98	1100
赤道ギニア	118	
エストニア	40	
フィンランド	99	610
フランス	51	680
ガボン	1	
ドイツ	98	980
ギリシャ	87	
香港	78	
ハンガリー	13	
アイスランド	54	
インド	0	7
インドネシア	0	50
アイルランド	143	
イスラエル	47	
イタリア	62	600
日本	91	840
韓国	61	560

国名	新環境税	宇沢氏課税
クウェート	1090	
ラトビア	5	
リビア	19	
リトアニア	7	
ルクセンブルグ	690	
マカオ	77	
マルタ	46	
マレーシア	0	210
オランダ	129	1200
ニュージーランド	49	
ノルウェー	138	760
オーマン	150	
パラオ	3	
フィリピン	0	8
ポーランド	9	
ポルトガル	39	
カタール	3159	
ロシア	4	
セーシェル	59	
シンガポール	290	
スロバキア	21	
スロベニア	53	
スペイン	93	
スウェーデン	46	610
スイス	63	
タイ	0	80
トリニダード・トバゴ	296	
UAE	1125	
英国	93	950
米国	227	2500

4. おわりに