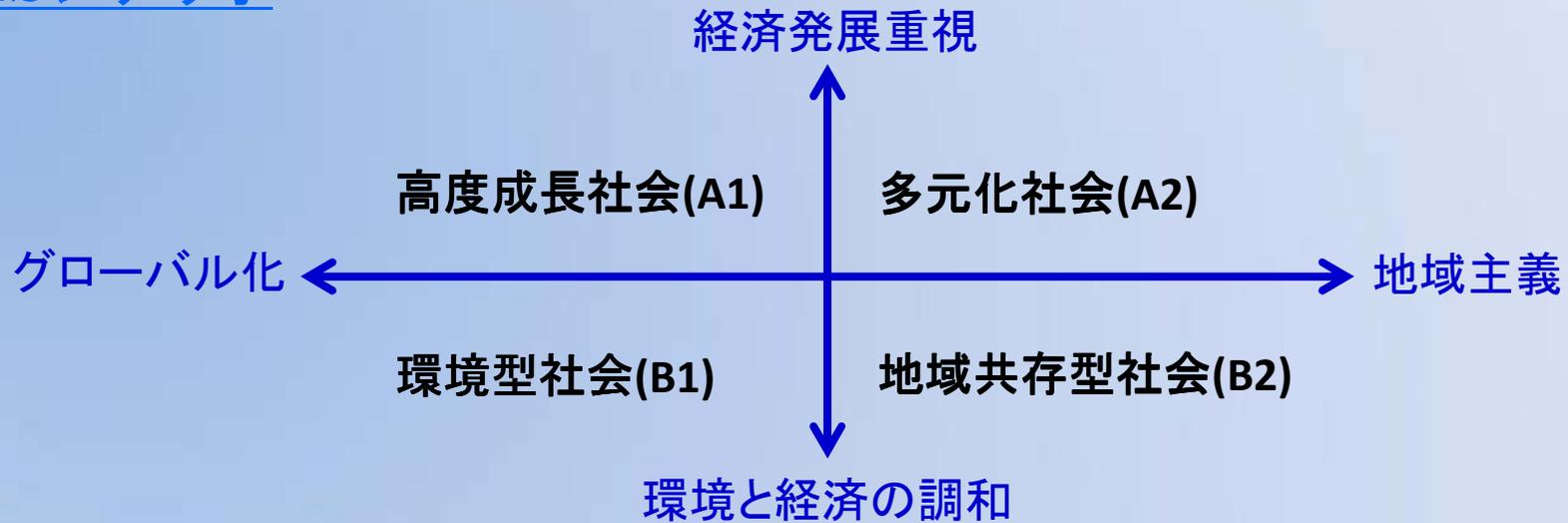


銅の長期需給シナリオについて

- SRESシナリオに基づく長期需給シミュレーション
- 中国の消費拡大に関する考察

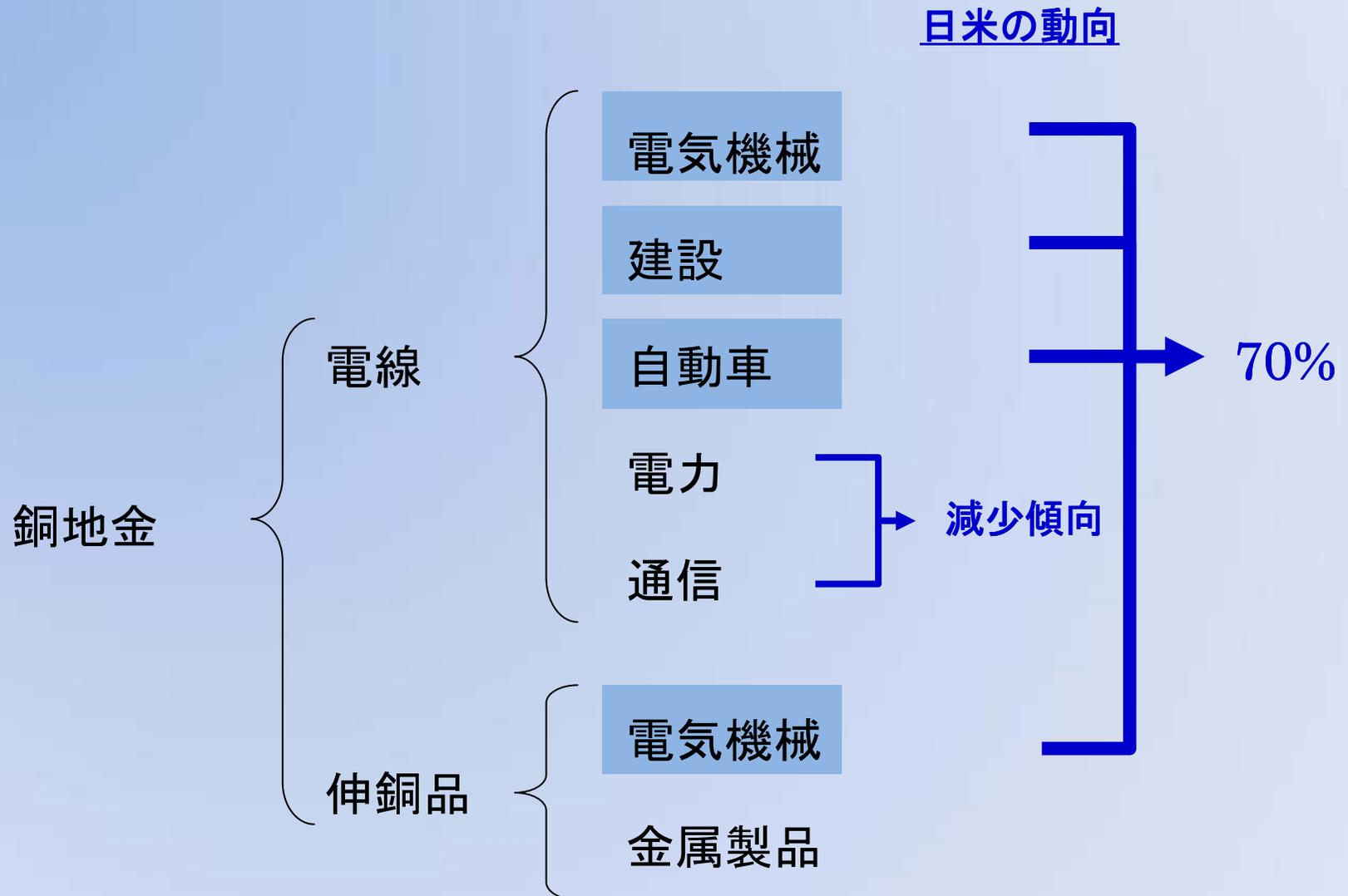
関西大学総合情報学部 伊藤俊秀



シナリオ	2100年の人口	経済成長率
A1: 高成長社会	70億人	1990-2020: 3.3%
		1990-2050: 3.6%
		1990-2100: 2.9%
A2: 多元化社会	150億人	1990-2020: 2.2%
		1990-2050: 2.3%
		1990-2100: 2.3%
B1: 循環型社会	70億人	1990-2020: 3.1%
		1990-2050: 3.1%
		1990-2100: 2.5%
B2: 地域共存型社会	100億人	1990-2020: 3.0%
		1990-2050: 2.8%
		1990-2100: 2.2%

人口とGDPによる銅需要の予測モデルを考える

銅の需要区分



電気機械産業の銅需要モデル

$$\text{電気機械産業の銅需要予測} = \underbrace{\frac{\text{電気機械産業の銅需要}}{\text{電気機械産業のGDP}}}_{\text{銅需要係数}} \times \frac{\text{電気機械産業のGDP}}{\text{全産業のGDP}} \times \text{全産業のGDP予測}$$



$$\begin{aligned} \frac{\text{電気機械産業の銅需要}}{\text{電気機械産業のGDP}} &= \frac{\text{電気機械製品 1 単位に使用される平均銅量} \times \text{生産量}}{\text{電気機械製品 1 単位の平均価格} \times \text{生産量}} \\ &= \frac{\text{電気機械製品 1 単位に使用される平均銅量}}{\text{電気機械製品 1 単位の平均価格}} \end{aligned}$$

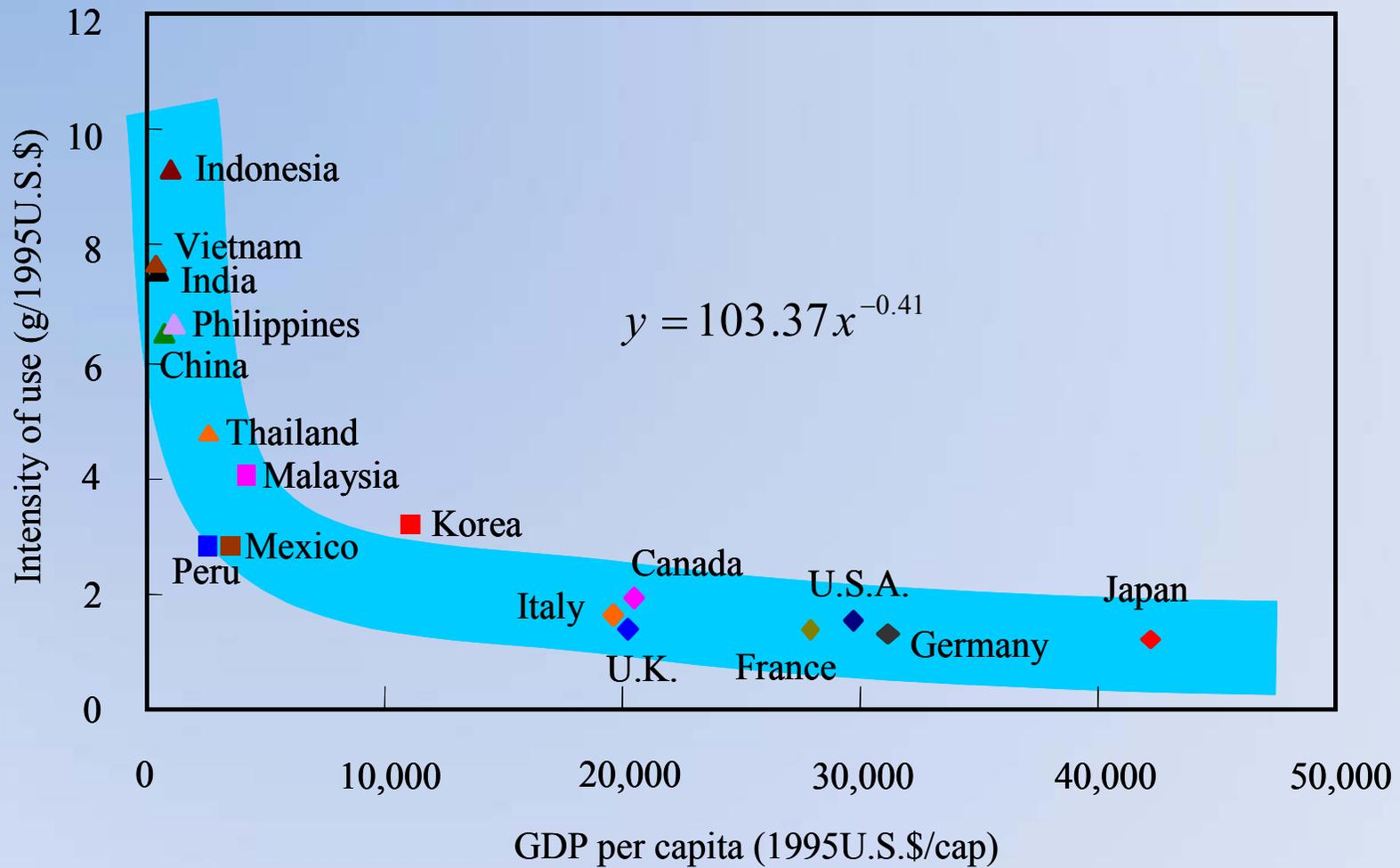


1995年の日本の電気機械における銅の使用強度(1.276)を用いる

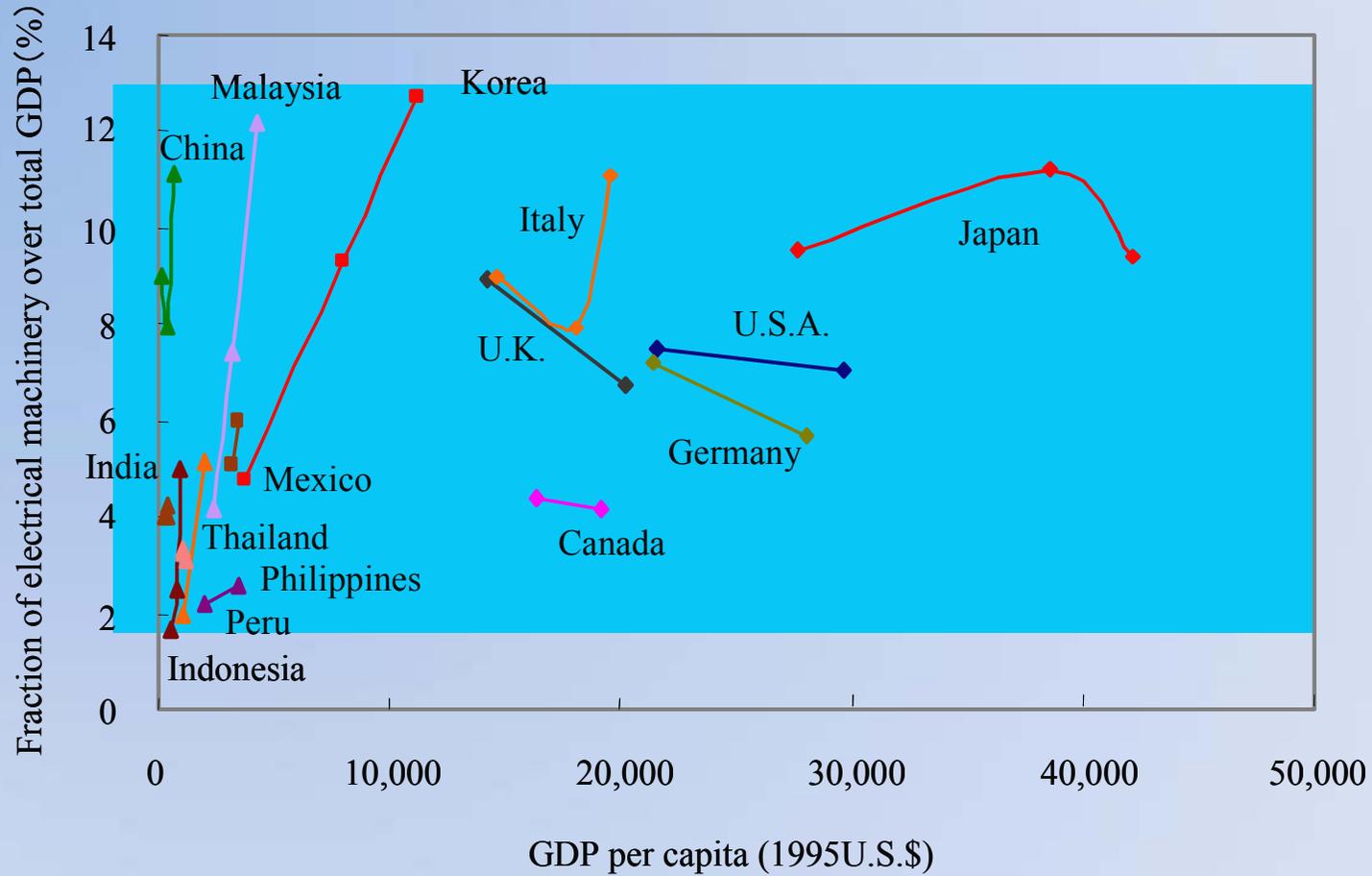
$$\frac{\text{電気機械産業の銅需要}}{\text{電気機械産業のGDP}} = 1.276 \times \frac{\text{日本の電気機械製品 1 単位の平均価格}}{\text{各国における電気機械製品 1 単位の平均価格}}$$

各国の平均価格費として物価費を代用

銅の使用強度



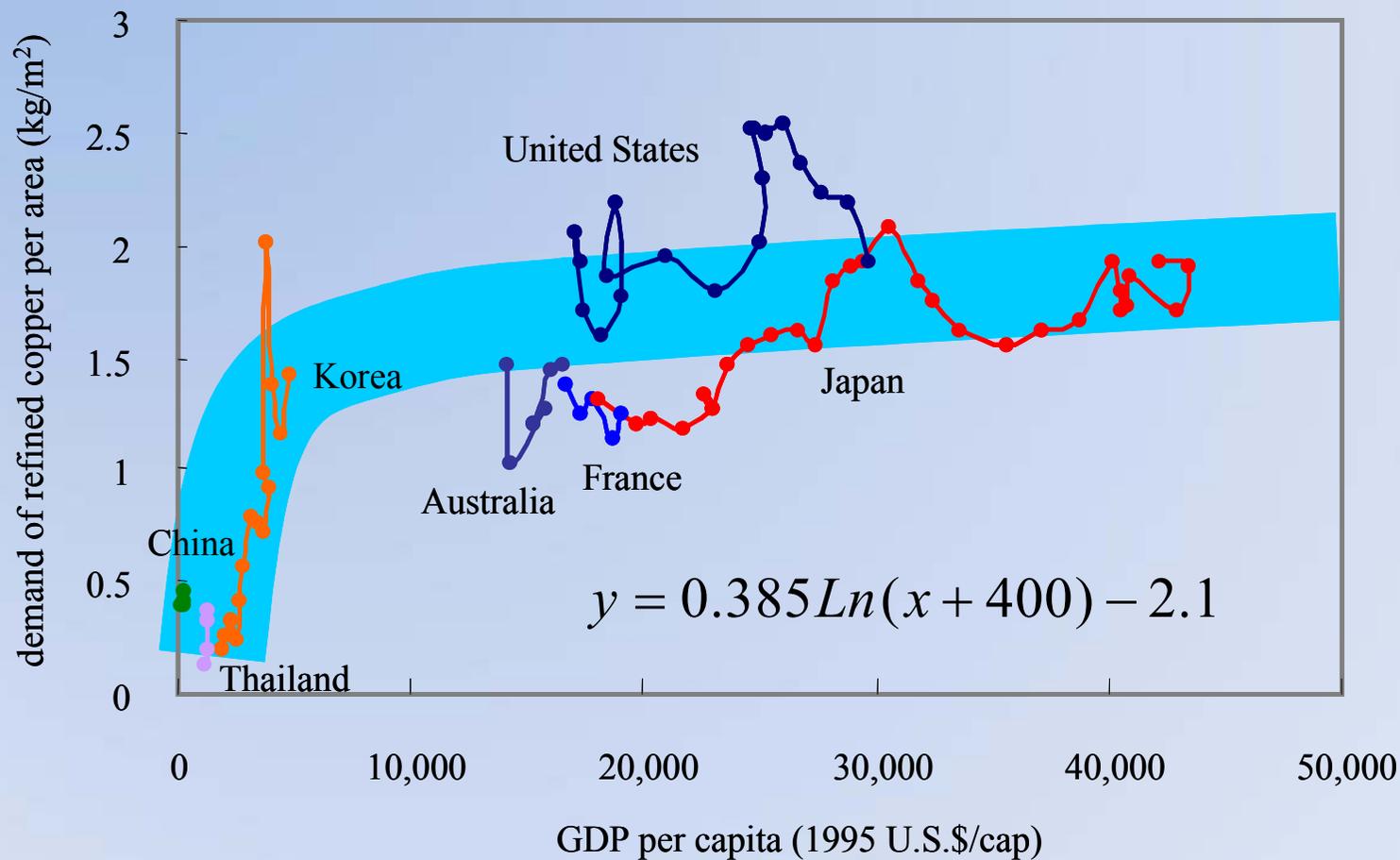
電気機械産業のGDP割合



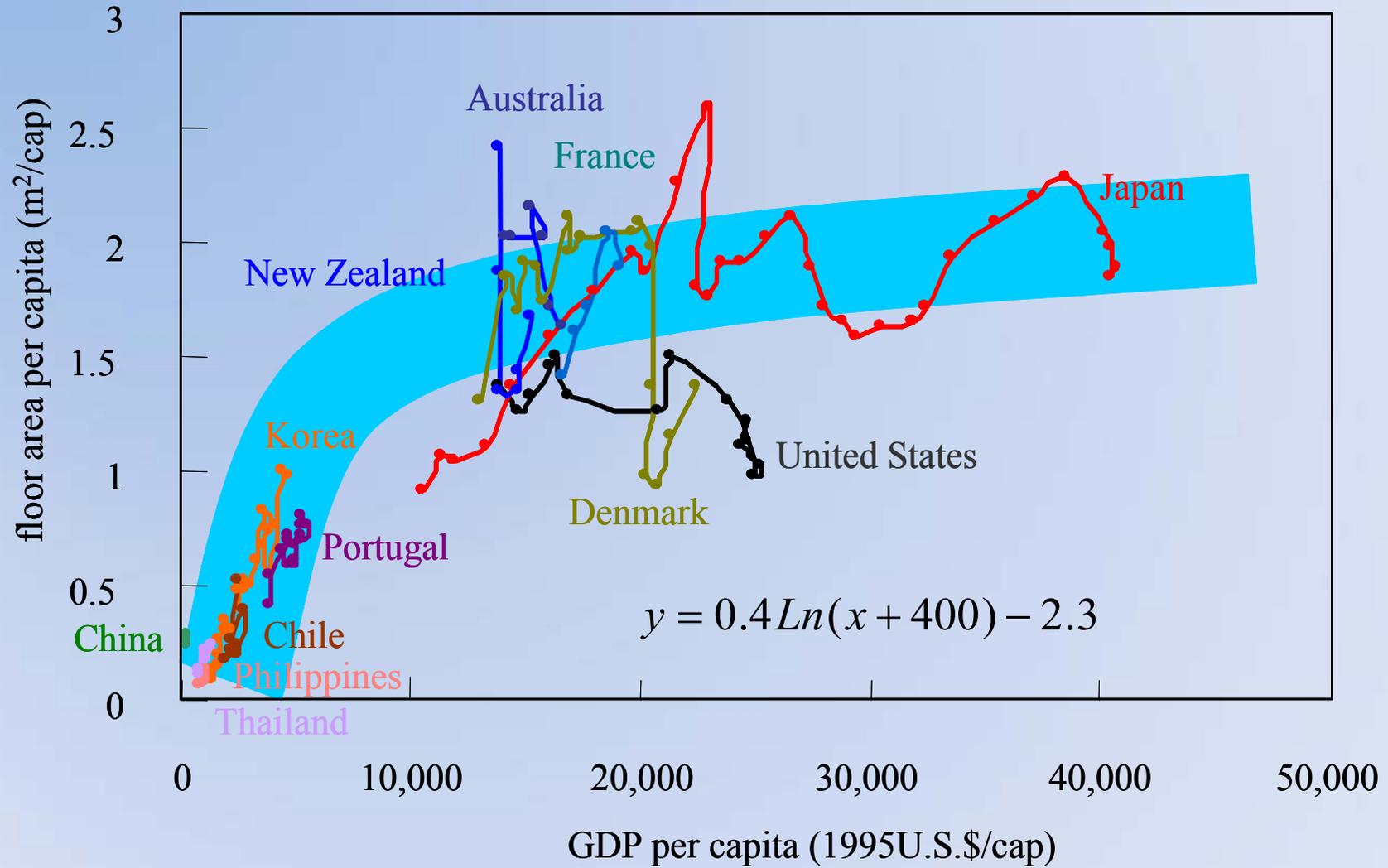
$$\begin{cases}
 GDP < \$10,000 \text{では} & y = 10^{-5} x + 0.02 \\
 10,000 \leq GDP < 20,000 \text{では} & y = -4 \times 10^{-6} x + 0.16 \\
 20,000 \leq GDP \text{では} & y = 0.08
 \end{cases}$$

$$\text{建設産業の銅需要予測} = (\text{床面積あたりの銅需要}) \times \left(\frac{\text{床面積}}{\text{人口}} \right) \times \text{人口予測}$$

建設用の銅需要量を全体の30%と想定した場合の床面積あたりの銅需要量



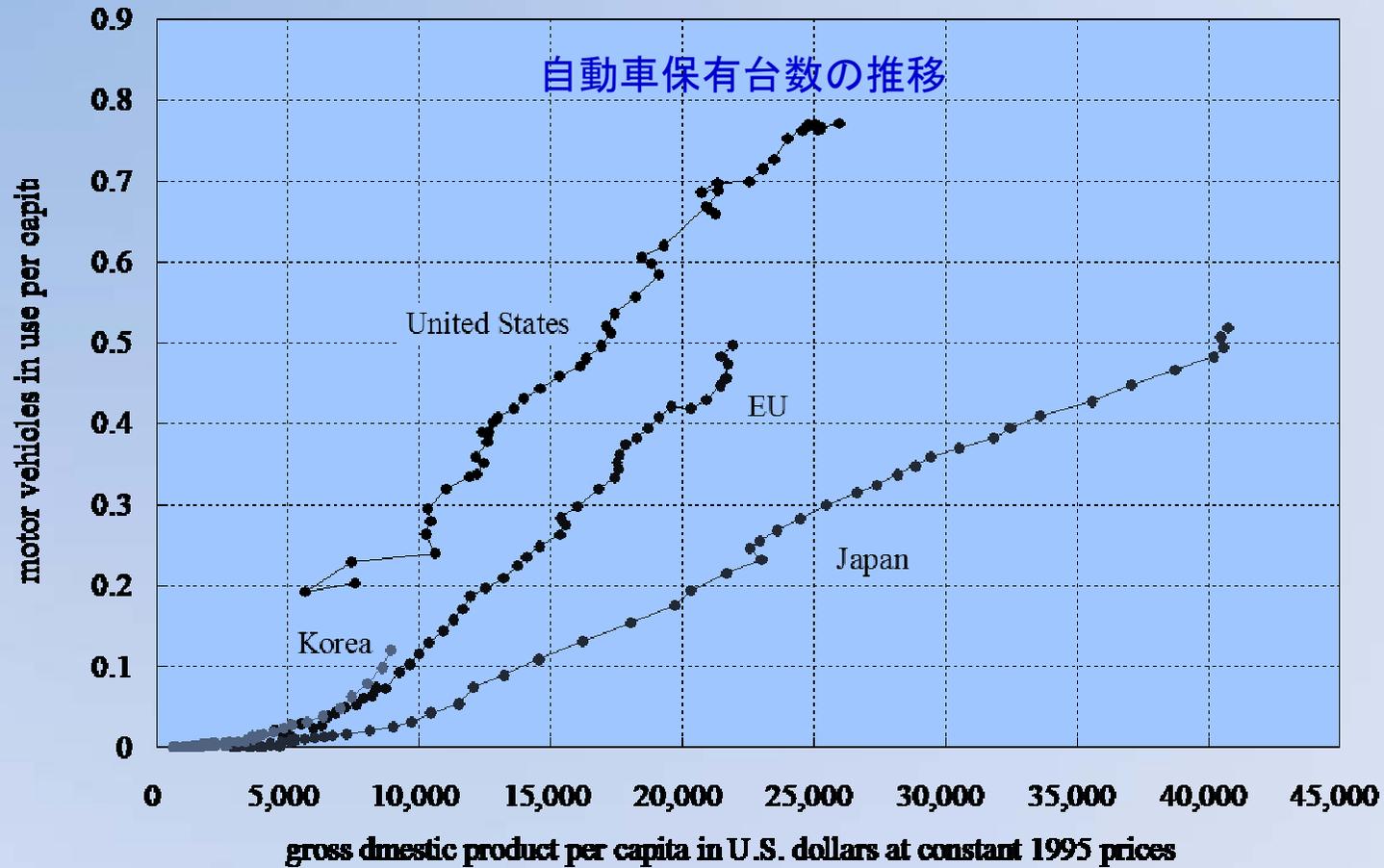
一人あたりの床面積



自動車産業の銅需要モデル

$$\text{自動車産業の銅需要量予測} = \frac{\text{自動車 1 台あたり銅使用量} \times \text{自動車保有台数}}{\text{人口}} \times \text{人口予測}$$

12Kg/台



$$\left\{ \begin{array}{ll} GDP < \$10,000 \text{では} & y = 0.0038 \exp(10^{-4} x) \\ 10,000 \leq GDP < 33,000 \text{では} & y = 3 \times 10^{-5} x - 0.1886 \\ 33,000 \leq GDP \text{では} & y = 0.8 \end{array} \right.$$

銅需要の予測モデル

① 電気機械産業

$$103.37x^{-0.4096} \times \left\{ \begin{array}{l} 1 \times 10^{-5} x + 0.02 \quad (x \leq 10,000) \\ -4 \times 10^{-6} x + 0.16 \quad (10,000 \leq x \leq 20,000) \\ 0.08 \quad (20,000 \leq x) \end{array} \right\} \times \text{GDP 予測値}$$

② 建設産業

$$\{0.385 \ln(x + 400) - 2.1\} \times \{0.4 \ln(x + 400) - 2.3\} \times \text{人口予測値}$$

③ 自動車産業

$$13 \times \left\{ \begin{array}{l} 0.0038 \exp(0.0003x) \quad (\text{一人あたり GDP} < 10,000) \\ 3 \times 10^{-5} x - 0.1886 \quad (10,000 \leq \text{一人あたり GDP} < 33,000) \\ 0.8 \quad (33,000 \leq \text{一人あたり GDP}) \end{array} \right\} \times \text{人口予測値}$$

埋蔵量と埋蔵量ベースによる鉱石量予測

I. 埋蔵量

2000年における銅の埋蔵量は 3.4×10^8 t

これに1750年～1999年の累積生産量 4.5×10^8 tを加え

7.9×10^8 t を想定

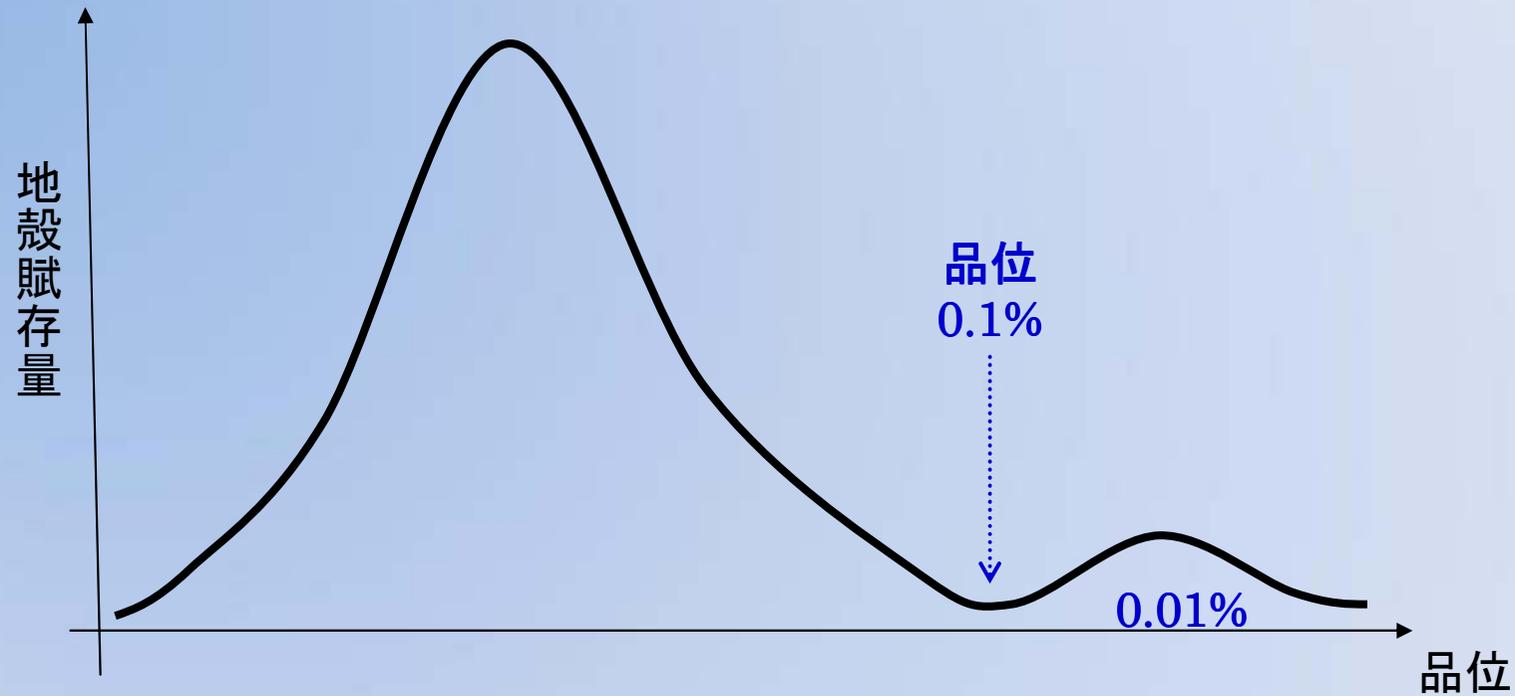
II. 埋蔵量ベース

2000年における銅の埋蔵量ベースは 6.5×10^8 t

これに1750年～1999年の累積生産量を加え、

1.1×10^9 t を想定

銅の地殻存在量に基づく予測



$$\begin{aligned} \text{大陸地殻に含まれる全銅量} &= \text{地球質量(t)} \times \text{地殻割合(\%)} \times \text{地殻存在度} \times 0.01\% \\ &= 1.32 \times 10^{11} \text{ t} \end{aligned}$$

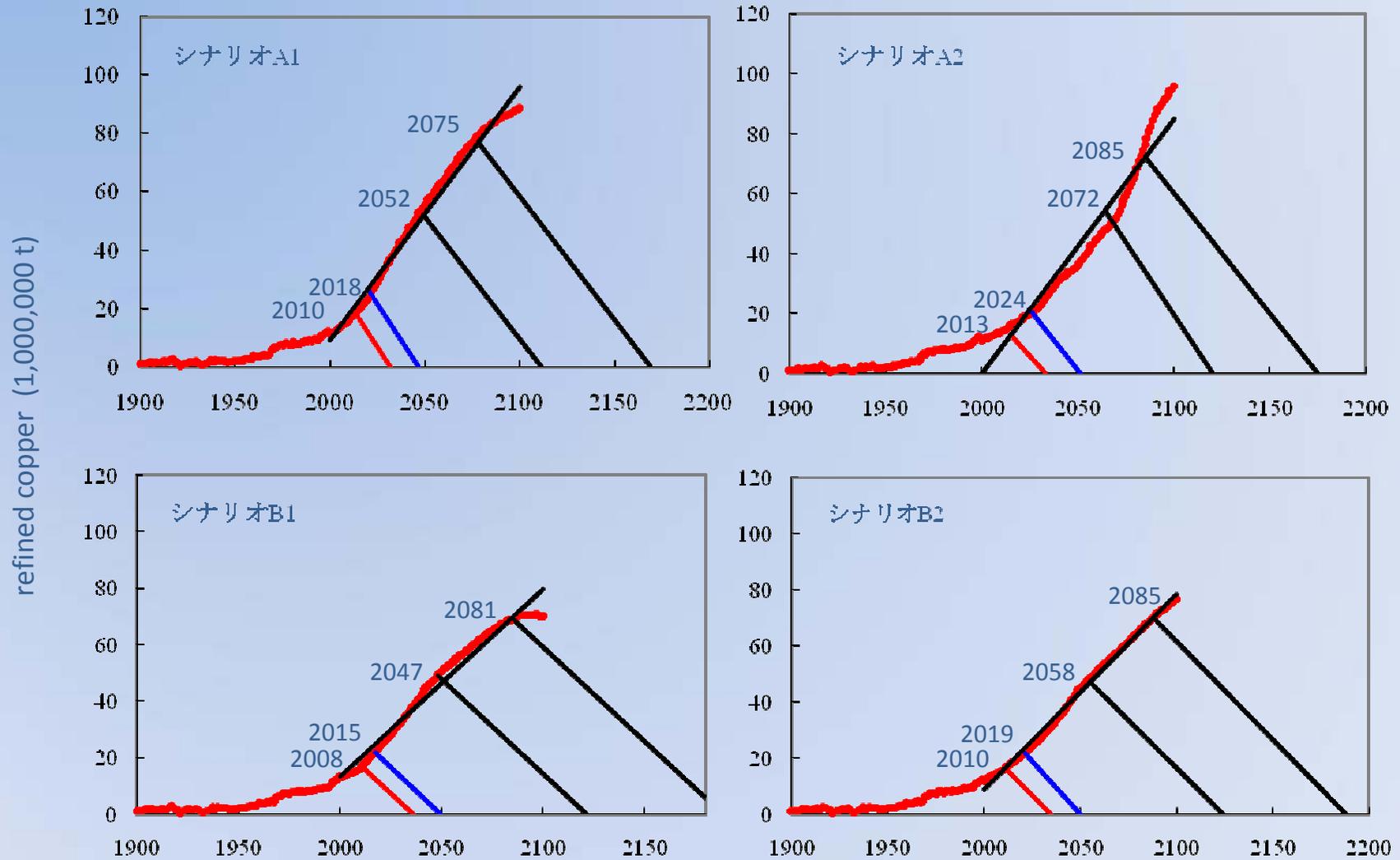


大陸地殻の平均地殻厚を45kmとして地表2kmの深さまでに含まれる銅の鉱石量
 $7.4 \times 10^9 \text{ t}$ を想定

3km: $1.1 \times 10^{10} \text{ t}$ 4km: $1.5 \times 10^{10} \text{ t}$

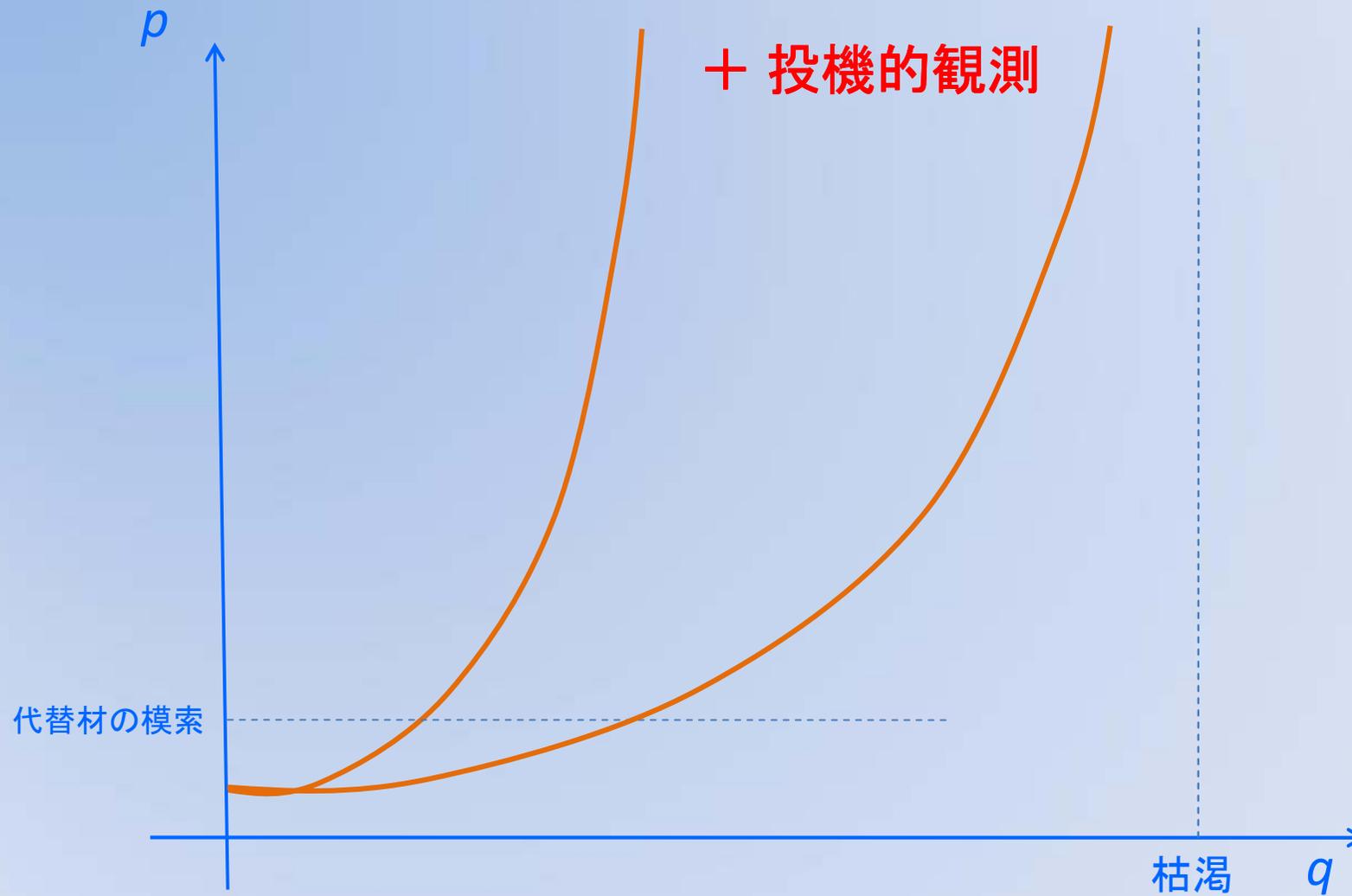
長期需給シミュレーション

需要のピークを頂点とする二等辺三角形を想定



IPCCのSRESシナリオに基づく2100年までの銅の需給シミュレーション, 資源と素材, Vol.120, p.681-687, 2004

供給障害と価格に関する考察



人類が地球に存在する最後の一原子を消費する日が来るとは思えない

John E. Tilton

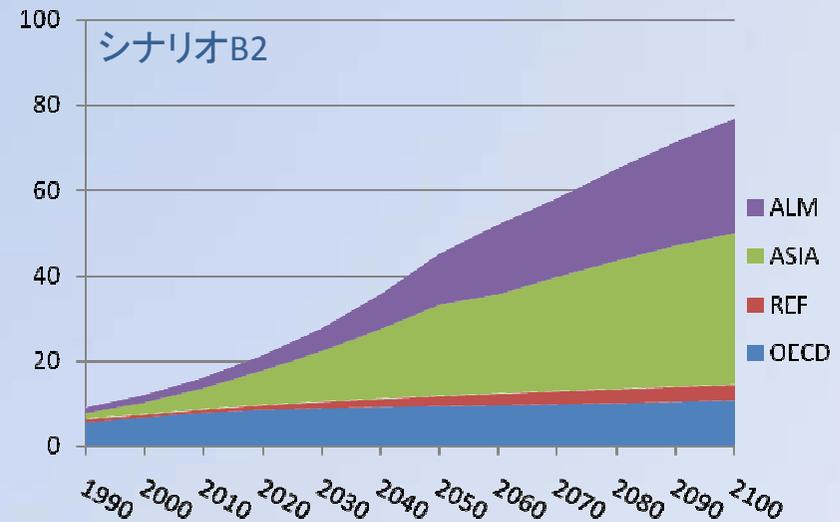
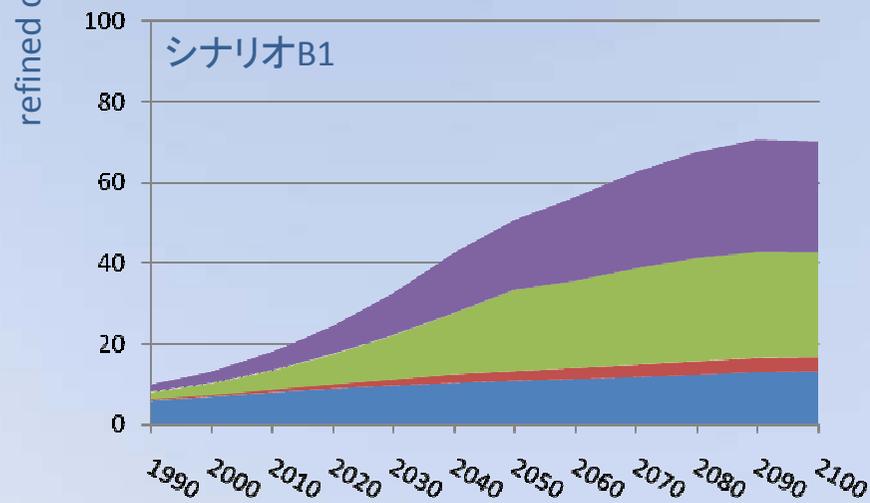
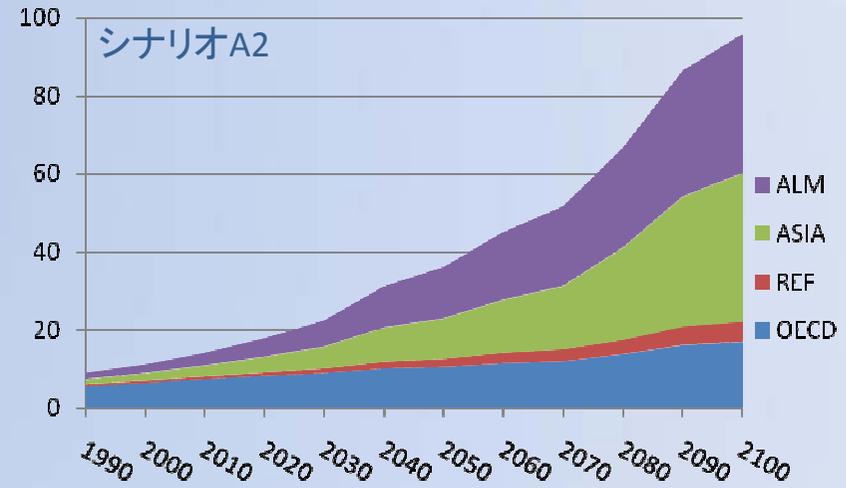
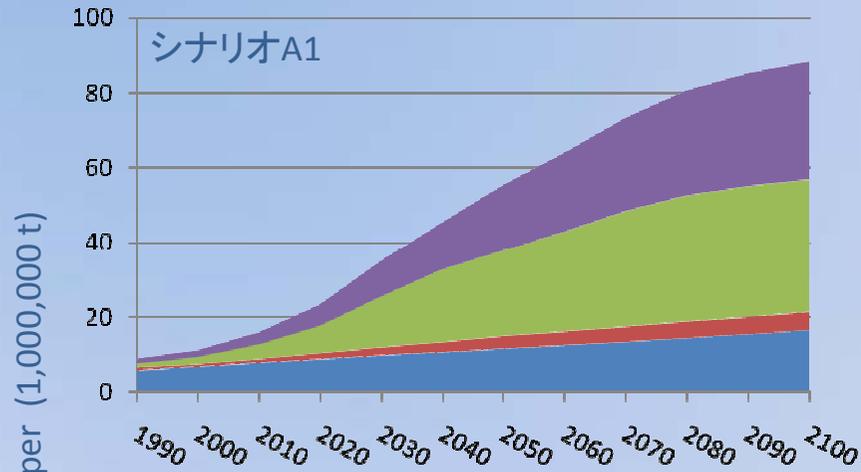
2100年までの銅需要予測

ALM: アフリカ、ラテンアメリカ、中東地域の開発途上国

ASIA: アジア地域の開発途上国

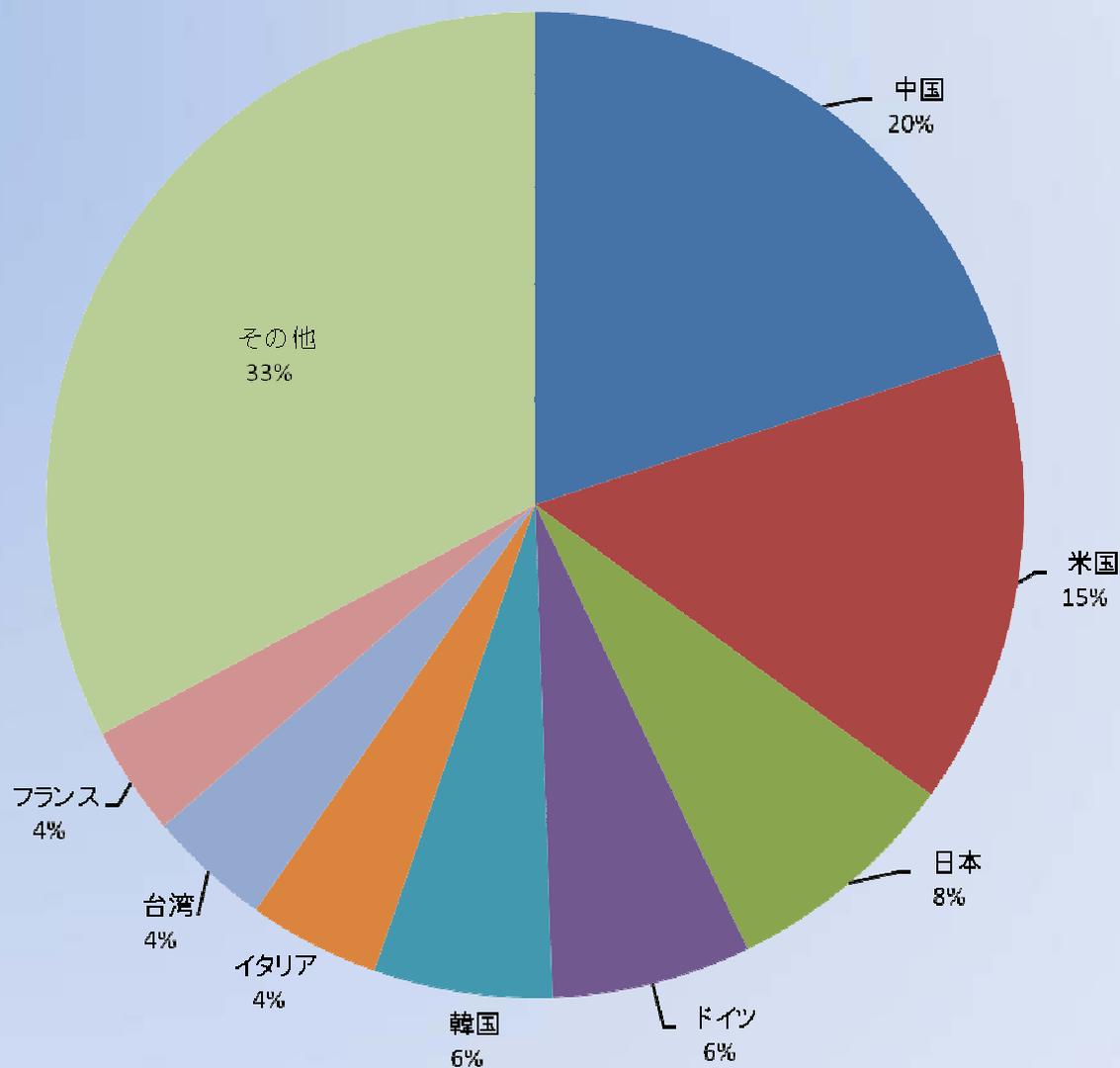
REF: 東欧、ロシア(旧社会主義圏)

OECD: OECD諸国

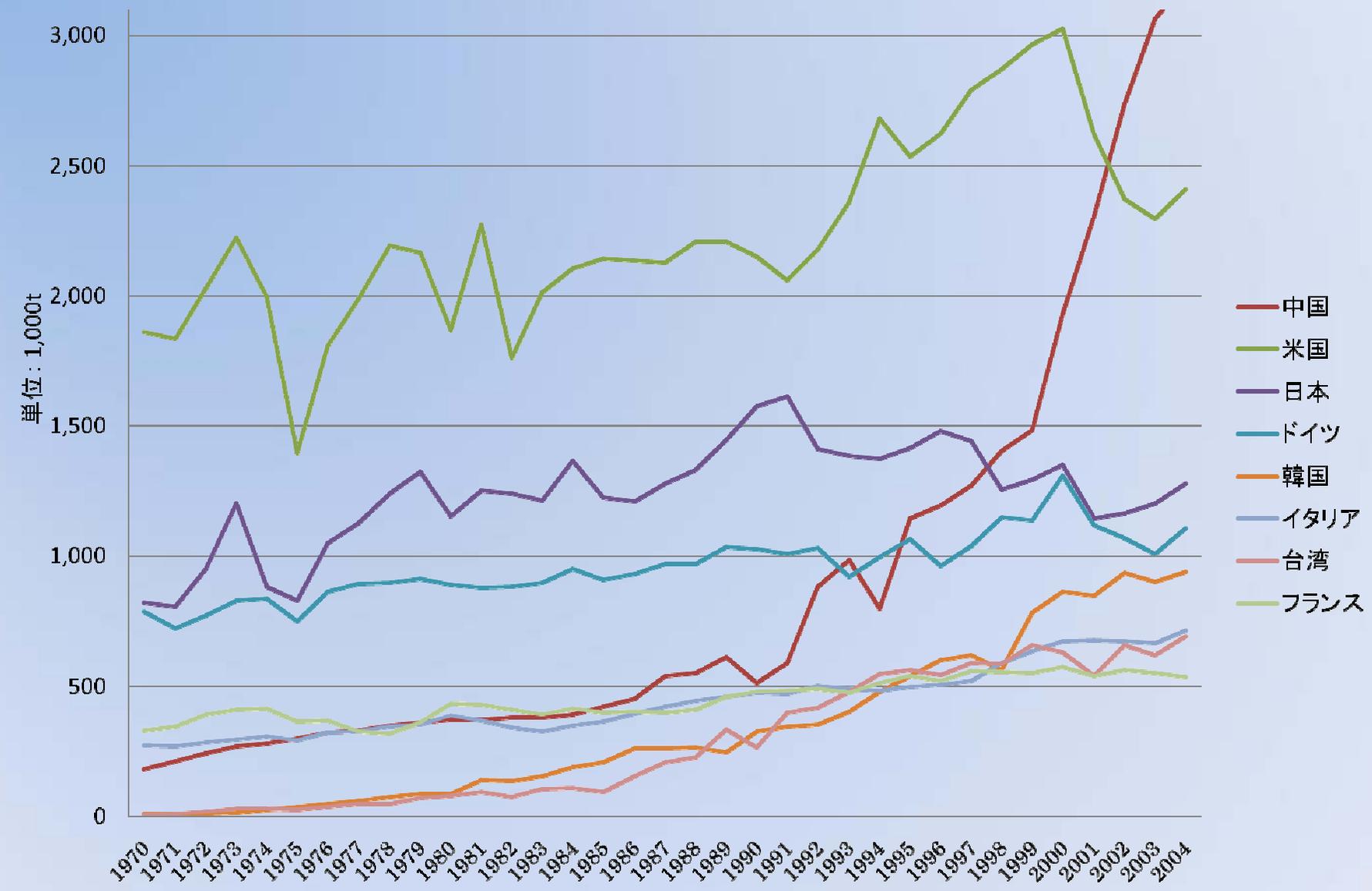


世界の2/3を消費する主要消費国

消費国	1000 t
中国	3,065
米国	2,296
日本	1,202
ドイツ	1,009
韓国	901
イタリア	665
台湾	619
フランス	551
その他	5,007
計	15,316



主要消費国の消費推移

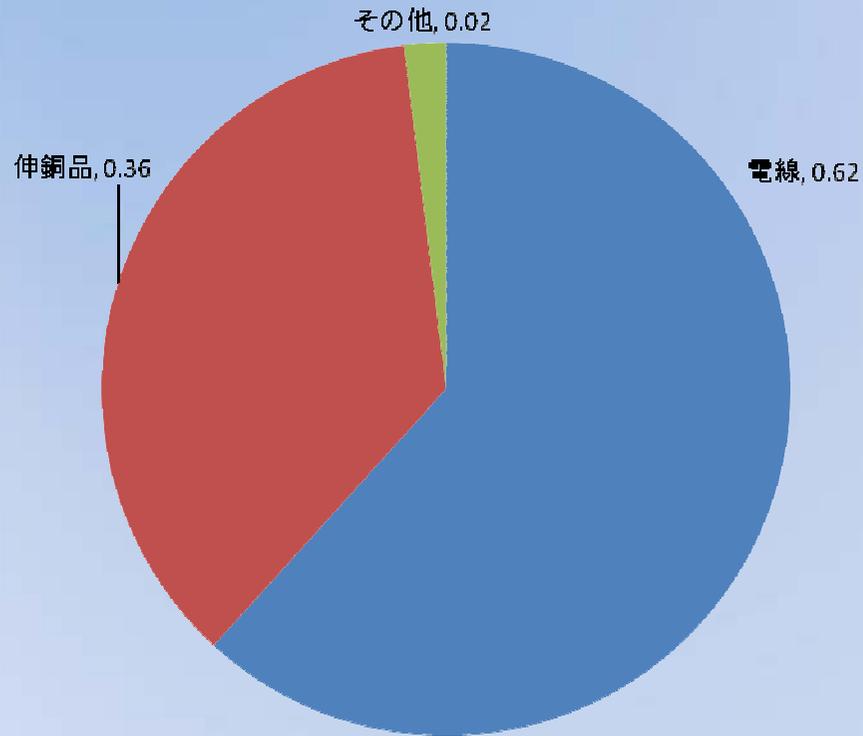


最近の中国の銅消費と価格の推移

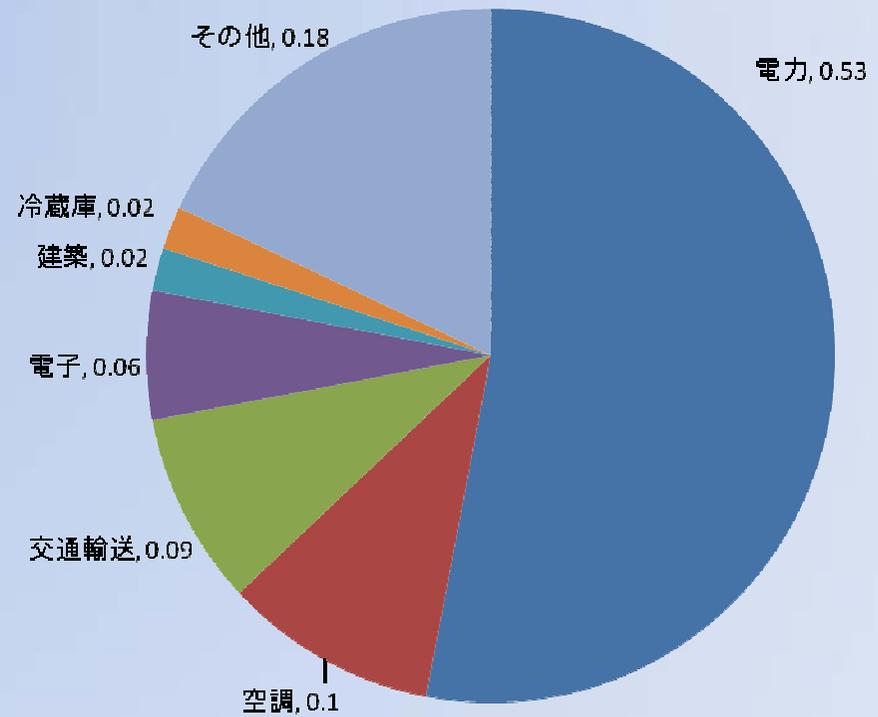


日本と中国の銅消費割合

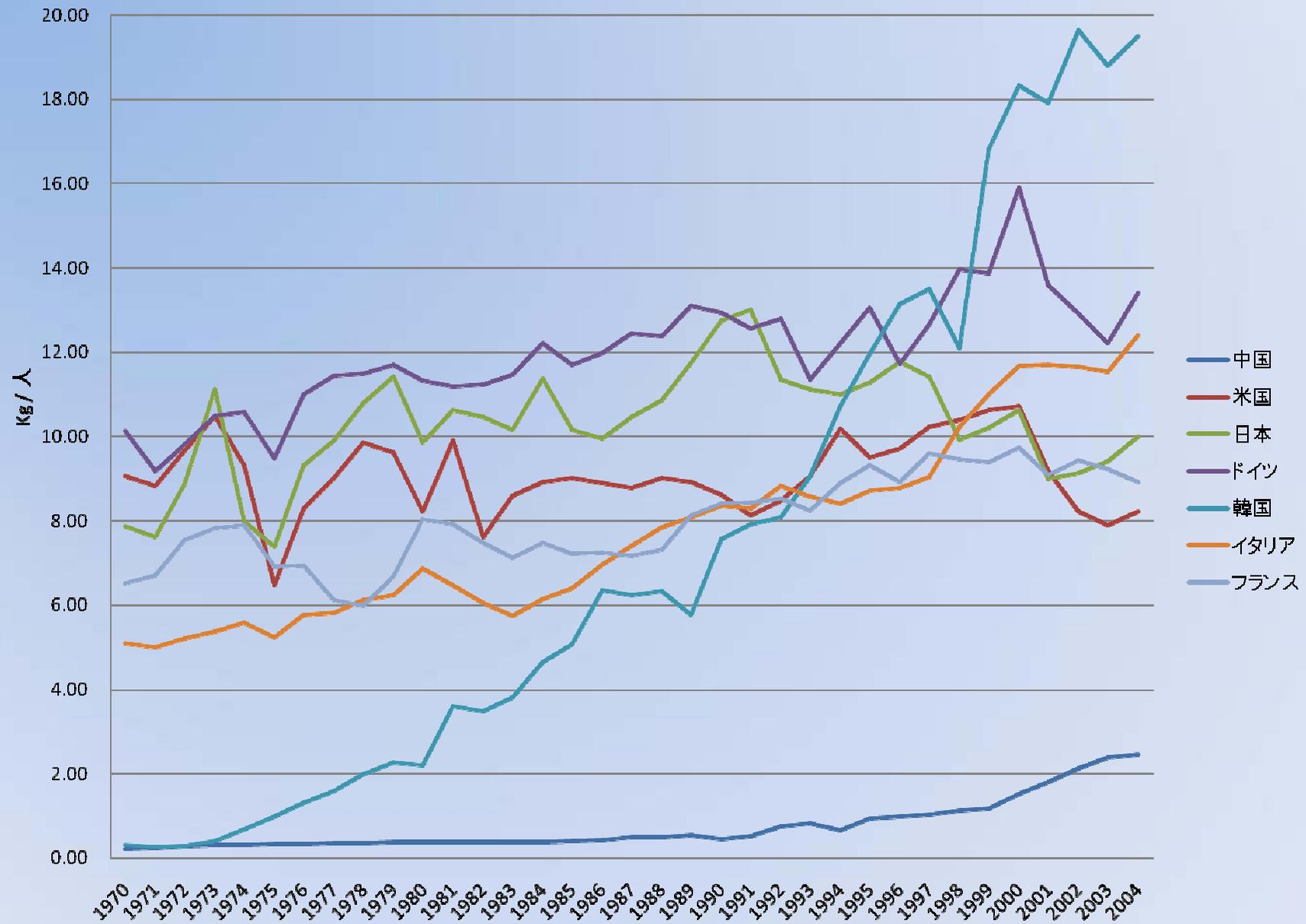
日本の消費割合



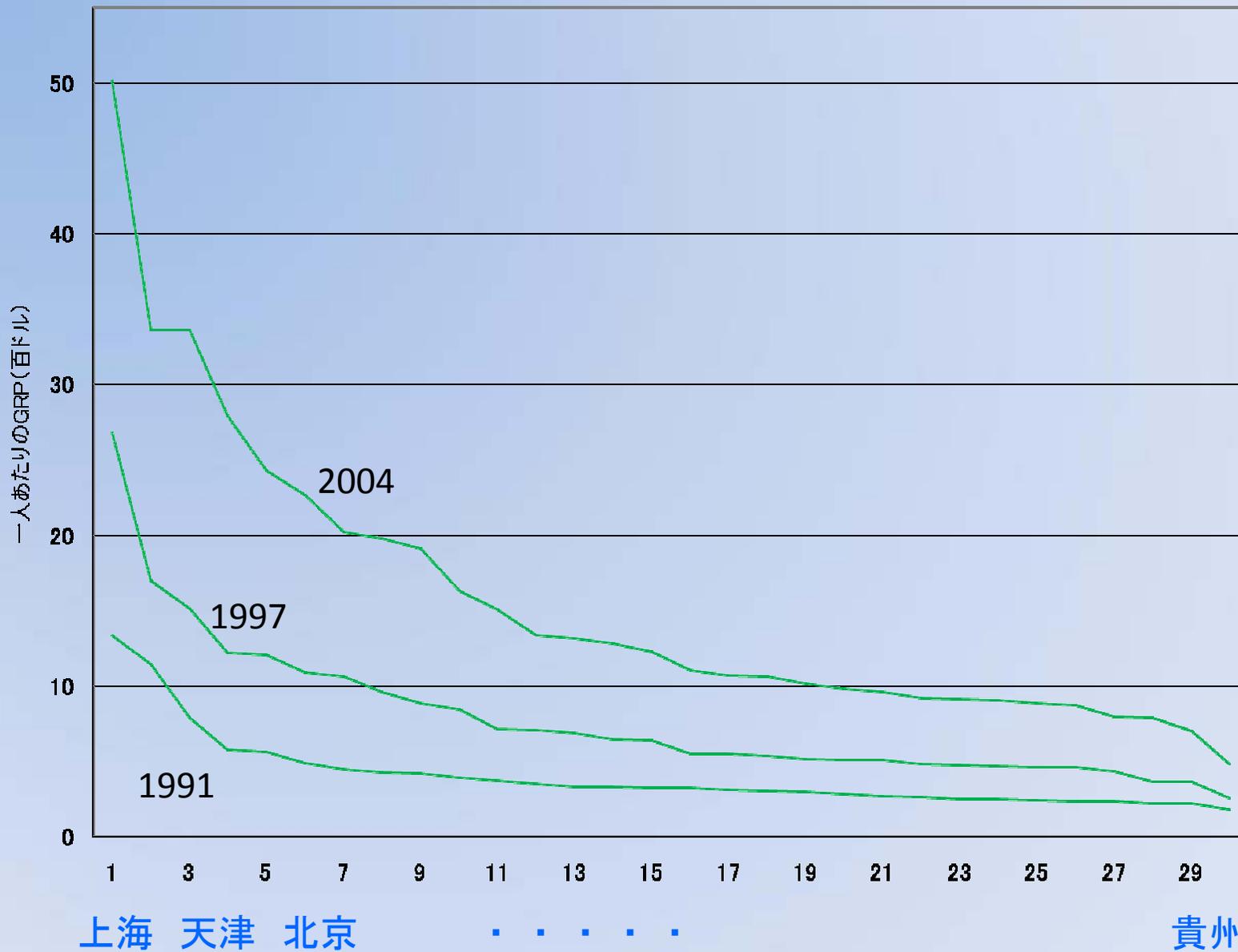
中国の消費割合



一人あたりの銅消費量の比較



一人あたりのGRPの推移



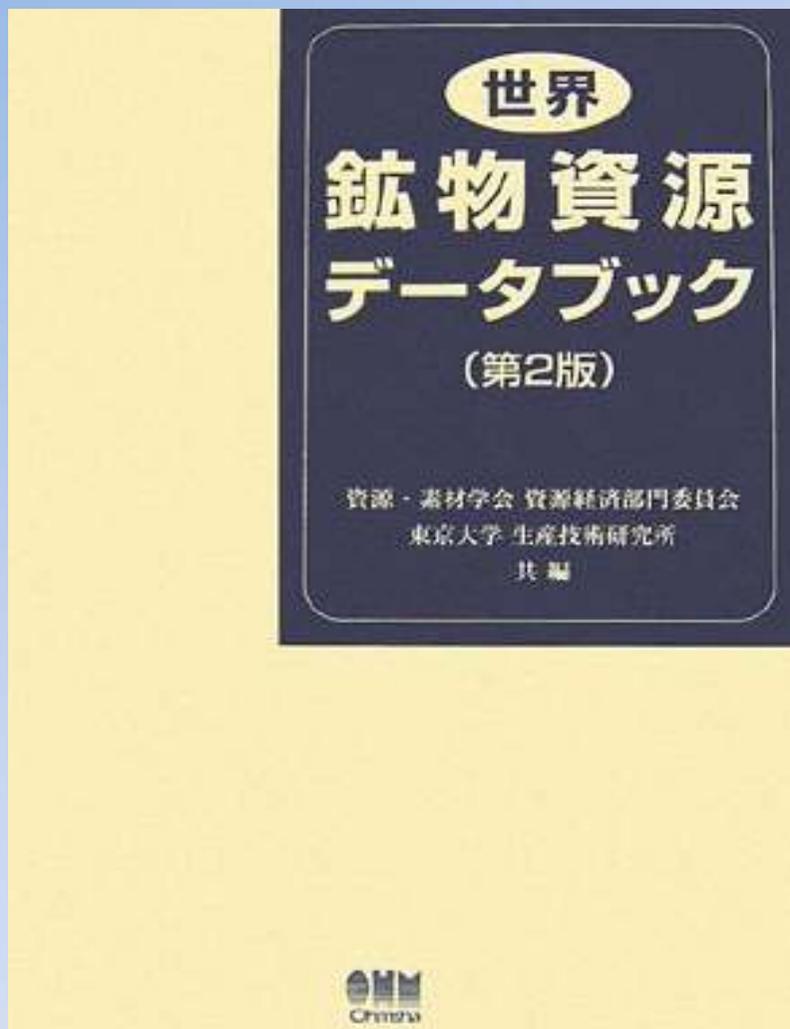
一人当たりGRPの順位



1993-1997年までの中国の行政区別消費量

11/27,2007 資源経済シンポジウム

t	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
北京市	-	-	8,000	14,000	45,418	23,672	25,007	12,637	19,066
天津市	81,602	72,082	72,223	78,560	79,862	51,025	57,014	14,057	23,877
河北省	-	-	-	-	-	13,787	8,170	6,227	-
山西省	16,452	11,565	12,099	15,625	13,199	10,489	17,111	14,244	10,213
内蒙古自治区	-	-	1,272	1,480	2,403	2,159	2,859	2,257	1,490
遼寧省	-	-	-	-	-	52,162	39,262	37,528	-
吉林省	-	4,856	4,332	4,039	5,080	5,297	6,664	3,345	4,808
黒竜江省	-	-	-	-	23,693	12,728	17,934	5,551	11,338
上海市	-	-	-	-	-	79,270	95,806	72,984	-
江蘇省	-	-	-	147,729	118,734	95,392	117,663	110,348	-
浙江省	-	42,439	59,178	69,366	85,224	75,272	90,263	80,064	88,684
安徽省	-	-	-	-	-	11,499	44,336	17,382	-
福建省	-	-	9,766	11,052	16,639	17,027	22,183	16,858	21,000
江西省	-	-	-	-	-	22,974	26,393	27,192	-
山東省	25,909	25,074	26,494	33,733	33,811	34,772	41,706	34,153	36,851
河南省	-	59,447	60,707	19,886	60,982	40,354	55,993	61,247	42,912
湖北省	41,400	25,000	27,300	29,500	39,500	28,799	19,789	19,397	19,700
湖南省	-	-	-	-	24,686	39,253	32,660	51,471	-
広東省	12,292	13,051	-	-	-	93,236	109,657	104,988	102,500
広西壮族自治区	-	6,000	-	-	-	5,412	5,848	3,508	-
海南省	161	148	126	824	5,566	1,117	2,062	38	952
四川省	-	-	15,954	18,045	31,311	46,664	20,702	26,110	15,311
貴州省	-	-	-	-	-	1,507	1,802	926	-
雲南省	21,053	-	25,119	29,819	34,399	32,771	44,845	50,280	40,480
陝西省	-	-	-	-	7,770	17,647	13,588	8,717	8,268
甘肅省	-	-	-	-	19,155	11,863	21,806	19,377	23,567
青海省	-	-	-	-	-	323	202	237	-
寧夏回族自治区	-	-	-	-	-	626	931	695	-
新疆维吾尔自治区	-	-	478	457	881	1,098	1,501	1,781	1,788
計	198,869	259,662	323,048	474,115	648,313	828,195	943,757	803,599	472,805
データブック	610,000	512,000	590,000	882,000	984,600	797,700	1,143,400	1,192,700	1,269,700



資源・素材学会 資源経済部門委員会
東京大学 生産技術研究所
定価: 63,000円 [事務局\(03\)3402-0541](tel:0334020541)