

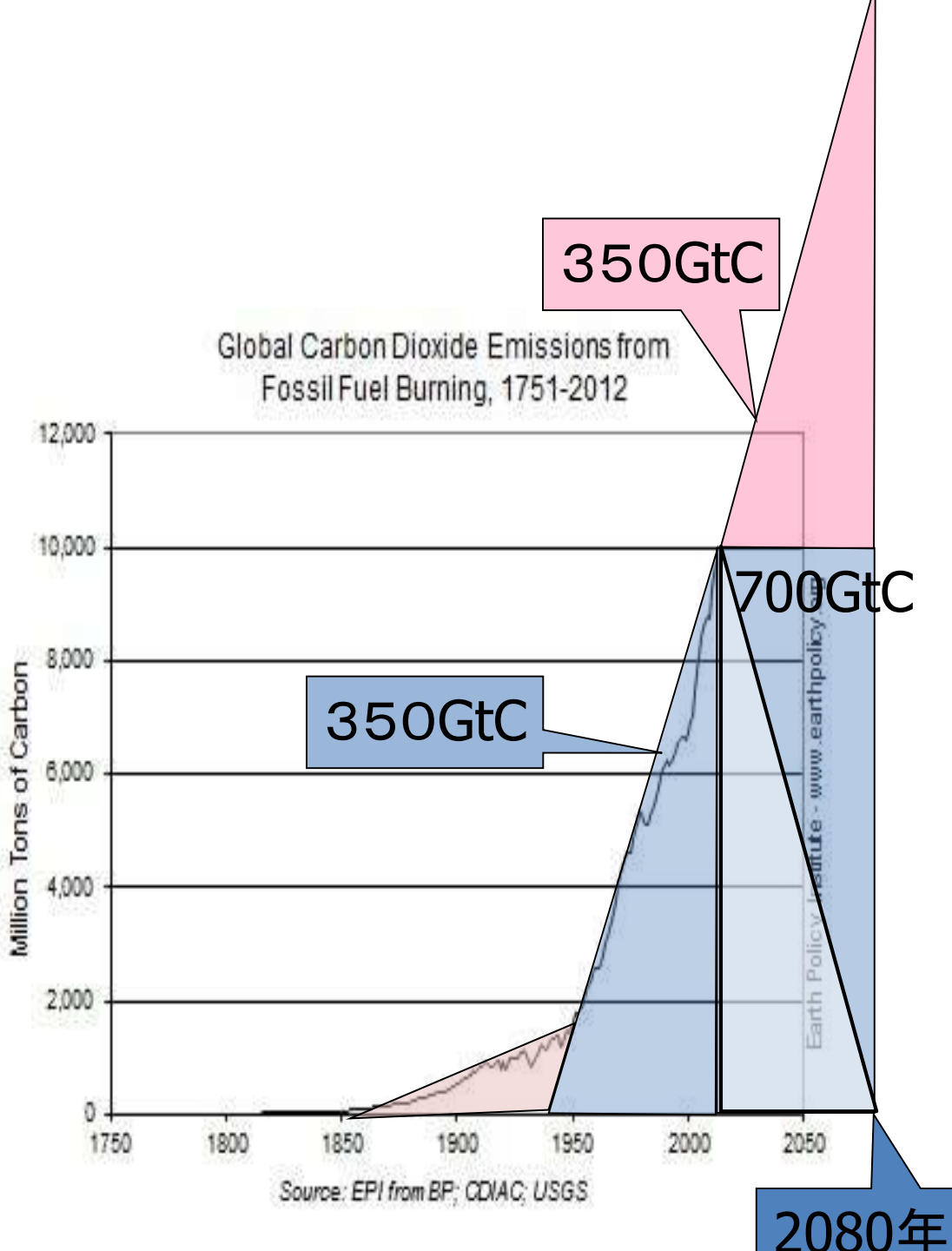
資源の視点のリサイクル

各国の削減目標

国連気候変動枠組条約に提出された約束草案より抜粋

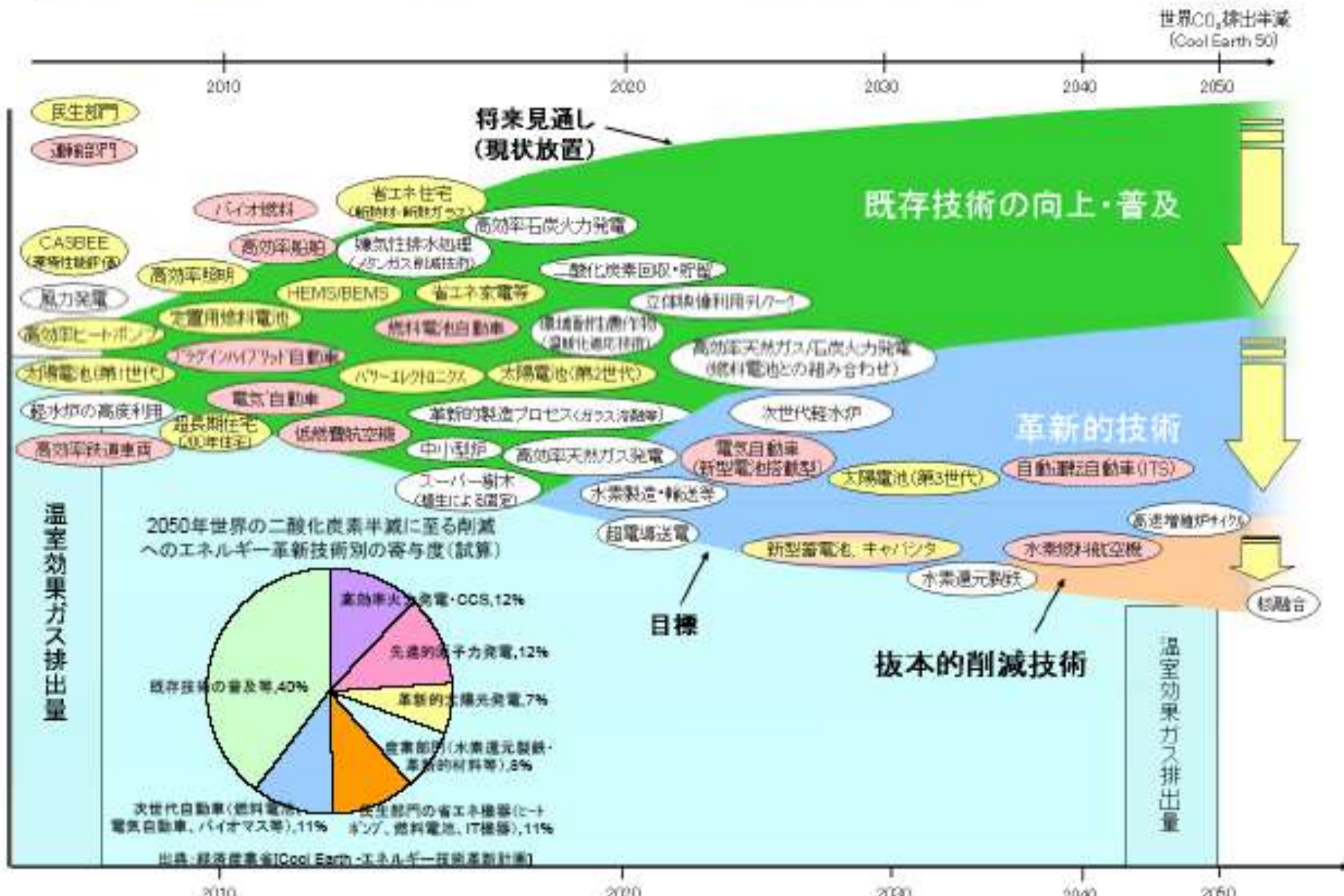
国名		削減目標	
	中国	2030年までに GDP当たりのCO ₂ 排出を 60 - 65% 削減	2005年比
	EU	2030年までに 40% 削減	1990年比
	インド	2030年までに GDP当たりのCO ₂ 排出を 33 - 35% 削減	2005年比
	日本	2030年までに 	2013年比
	ロシア	2030年までに 70 - 75% に抑制	1990年比
	アメリカ	2025年までに 26 - 28% 削減	2005年比

2050
まで
80%削減



我が国の革新的環境エネルギー技術の普及見通し

別添1



エネルギー供給
発生， 転換， 貯蔵

エネルギー使用
熱， 駆動， 照明， 情報

環境

太陽電池

燃料電池

二次電池

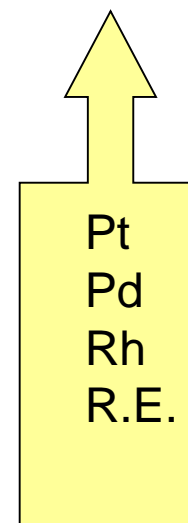
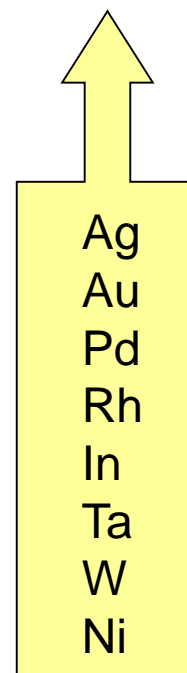
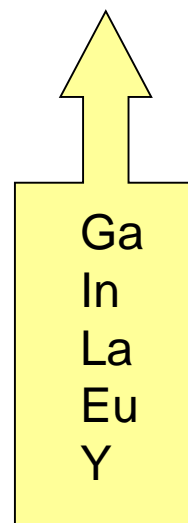
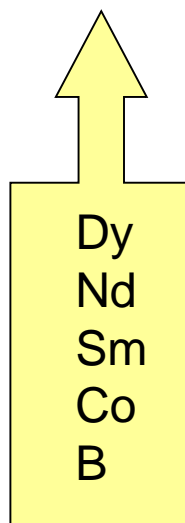
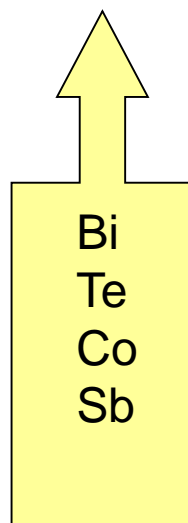
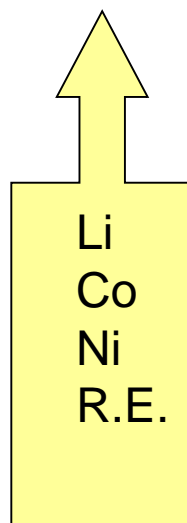
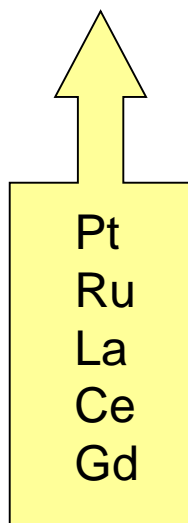
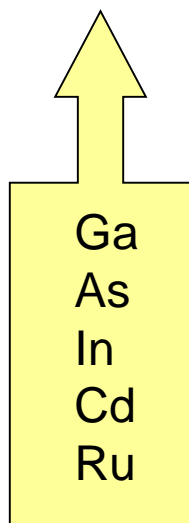
熱電素子

モータ

LED

電子部品

触媒

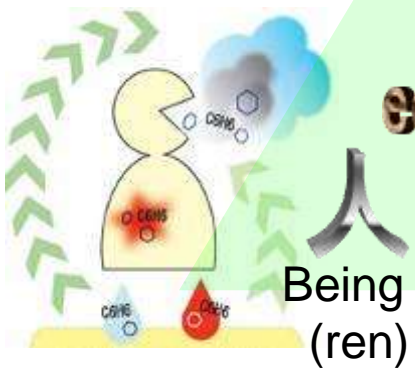


問題解決が切迫しているからこそ、直面する課題だけでなく 個々のリスクの科学的な把握を



Global climate change

Biological hazard



Being (ren)



Heaven (tian)

Earth (di)



Resource sustainability

資源循環と廃棄物：不安定な市場と増大する

- 平成16年(2004年)時点の年間資源使用総量(ほぼ、採掘される岩石量に相当)は、全世界で約10億トンであり、平成2年(1990年)からの年間増加量5.6億トンは、かつて資源枯渇の危機が叫ばれた1960~70年代の年間増加量3.8億トンを上回る勢いです
- 一方で、主要資源の可採年数は、銅10年、鉄10年、アルミニウム771年と金属種によってばらつきがあるものの、可採年数が限られているものがあります。また、リチウムイオン電池や液晶パネルの透明電極などに用いられ、今後需要の伸びが予想されるレアメタルについては、可採年数は、リチウム47年、インジウム51年、プラチナ392年など、資源量が限られたものもあります。
- さらに、これらのレアメタル資源は特定の地域に偏在しており、資源の安定した確保のため、資源の有効活用をさらに進める必要性があります。(独)物質材料・研究機構の予測によると、世界中が日本と同じレベルの省資源型社会に転換したとしても2050年には埋蔵量を超える資源需要が見込まれています

1kgのレアメタルがなくなると どのくらいの製品が影響を受けるか

産業の
ビタミン

ノートPC
3700台

デジカメ
20万台

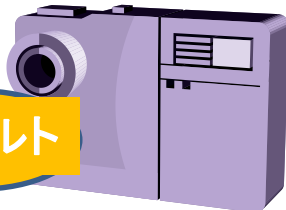
ノートPC
430台

デジカメ
3600台

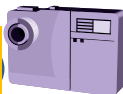
電池
1200個



コバルト



タンタル



リチウム

携帯電話機
5900台

デジカメ
9万台

ノートPC
7100台

携帯

ノートPC
10万台

LED
260万個



タンゲステン



パラジウム



ガリウム



携帯電話機
630台

ノートPC
5900台

ノートPC
1100台
携帯電話
71万台

LED
12万個



ネオジム



インジウム



ユーロピウム



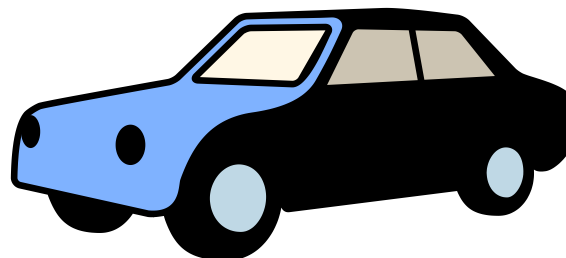
走るレアメタル＝自動車

鉄鋼部材 (特殊鋼、ハイテン等への添加) (Cr,Mn,V,Mo,Ni)

小型モーター
パワーステアリング
パワーウィンドウ
制御システム等
200近く (Ndなど)

カーナビ
液晶ディスプレイ (In)
電子部品(Au等)

加工用(製造工場)
金属加工超硬合金工具(W,Co)
加工用ロボット駆動 (Nd,Dy)



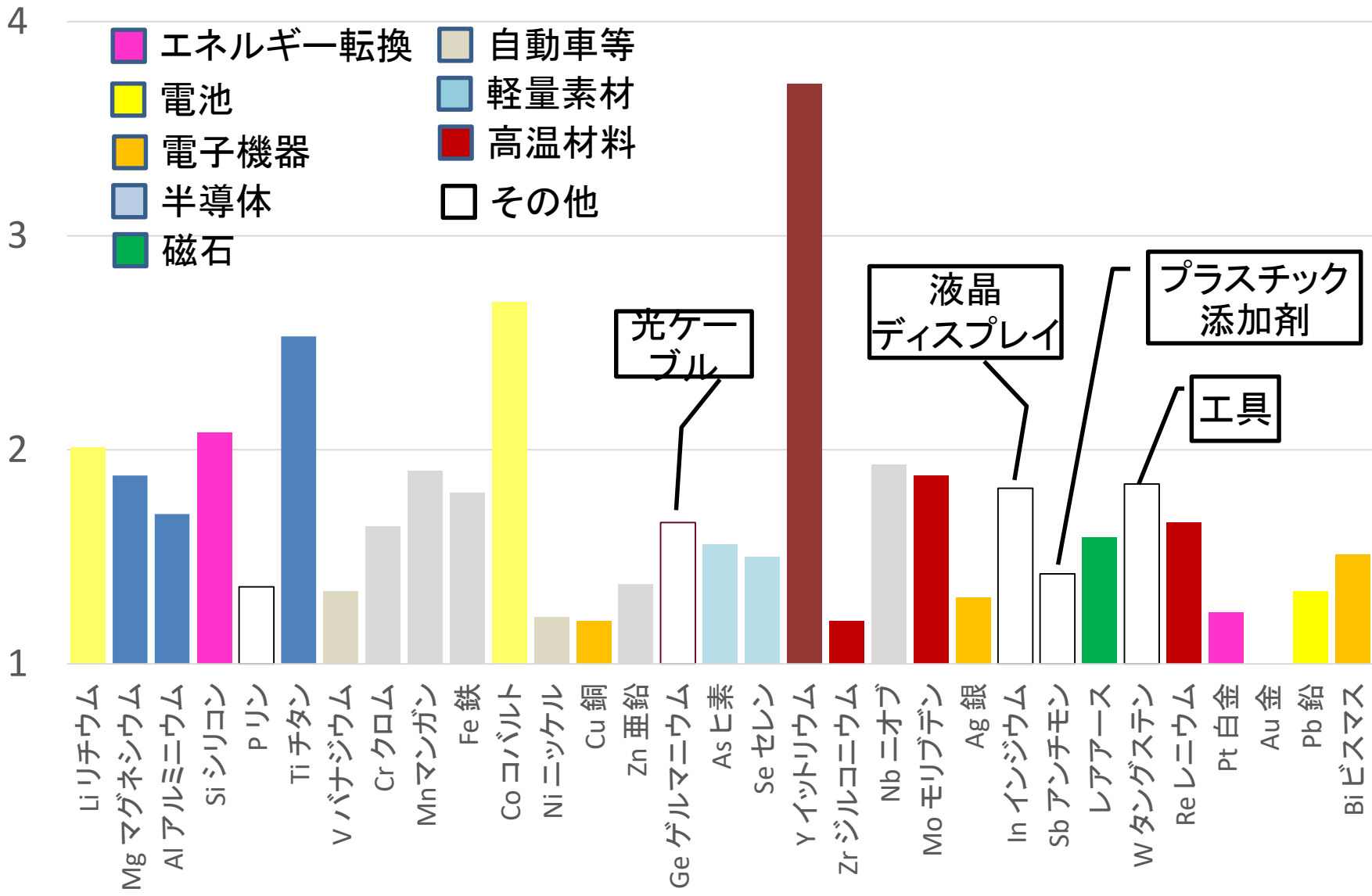
ハイブリッド自動車
電気自動車
燃料電池自動車
駆動用モータ(Nd,Dy)

燃料電池
電極(Pt)

LEDライト(Ga)

ニッケル水素電池(Ni, 希土類)
リチウムイオン電池(Li, Co)

排気ガス浄化触媒
ガソリン車三元触媒(Pt,Pd,Rh)
ディーゼル車(Pt)



サステナビリティ周期表 (供給編)

- 耐用年数: (現有可採埋蔵量)/(年間消費量)
- 資源端重量: 1kg生産にかかわる総資源ton数
- 占有度: 生産1位の国のシェア(%), 国名コード
- 増大率: 1999年と2009年の生産量比(%)

H
耐用
TMR
占有
増大

● Li 194 1.5 41CL 120	Be 2.5 86US 42
Na 56 100	● Mg 5500 0.07 82CN 215

- モーター・磁石
- 電池
- ICチップ・部品
- 配線・導電
- 照明
- 光機能
- 記録メディア
- 熱電変換・冷却
- 触媒・反応電極
- 次世代構造材
- ディスプレイ・研磨
- 難燃剤
- 次世代太陽電池

● B 0.14 47TK 101	C	N	O	F	Ne
Al 164 0.05 31CN 163	● Si 0.03 65CN 169	● P 124 35CN 114	S 126	Cl 130	Ar

K 2800 26CA 99	Ca 0.09 237	Sc 2.	● Ti 1300 0.04 23AU 220	● V 208 1.5 37CN 135	● Cr 60 0.03 42ZA 180	Mn 40 0.01 22CN 163	● Fe 92 0.008 39CN 165	● Co 122 0.61 40CG 219	● Ni 41 0.26 19RU 125	● Cu 31 0.36 34CL 125	● Zn 22 0.04 28CN 131	● Ga 7.3 157	● Ge 32 71CN 241	● As 0.03 47 129	● Se 59 0.45 50JP 119	● Br 38IL 86	Kr
Rb 0.13	● Sr 10 0.51 48ES 133	● Y 61 2.7 371	Zr 4200 0.55 41AU 151	● Nb 73 0.64 92BR 335	Mo 48 0.75 25US 155	Tc	● Ru 79 79ZA 119	● Rh 160 2300 79ZA 85	● Pd 160 810 41ZA 156	● Ag 14 48 18PL 134	● Cd 0.07 23CN 94	● In 24 1.2 50CN 250	● Sn 22 2.5 37CN 153	● Sb 0.06 91CN 136	● Te 10 44JP 88	● I 600 59CL 159	Xe
Cs 0.01	● Ba 31 0.51 147	(Ln) 800 - 97CN 162	Hf 10 151	● Ta 33 6.8 48AU 245	● W 40 0.2 81CN 185	Re 18 48CL 118	Os 540 79ZA	Ir 400 79ZA 40	● Pt 160 530 79ZA 118	● Au 17 1100 13CN 101	● Hg 32 2 63CN 56	Tl 0.4 67	● Pb 17 0.03 43CN 128	● Bi 57 0.02 62CN 221	Po	At	Rn

Fr	Ra	(An)
----	----	------

● La 1600 8.2 371*	● Ce 770 18 246*	● Pr 7.9	● Nd 420 12 90*	Pm	● Sm 16	● Eu 188 33	● Gd 17	● Tb 244 55	● Dy 209 16	Ho 30	Er 12	Tm 32	Yb 32	Lu 32
-----------------------------	---------------------------	-------------	--------------------------	----	------------	-------------------	------------	-------------------	-------------------	----------	----------	----------	----------	----------

Ac	Th	Pa	U 22
----	----	----	---------

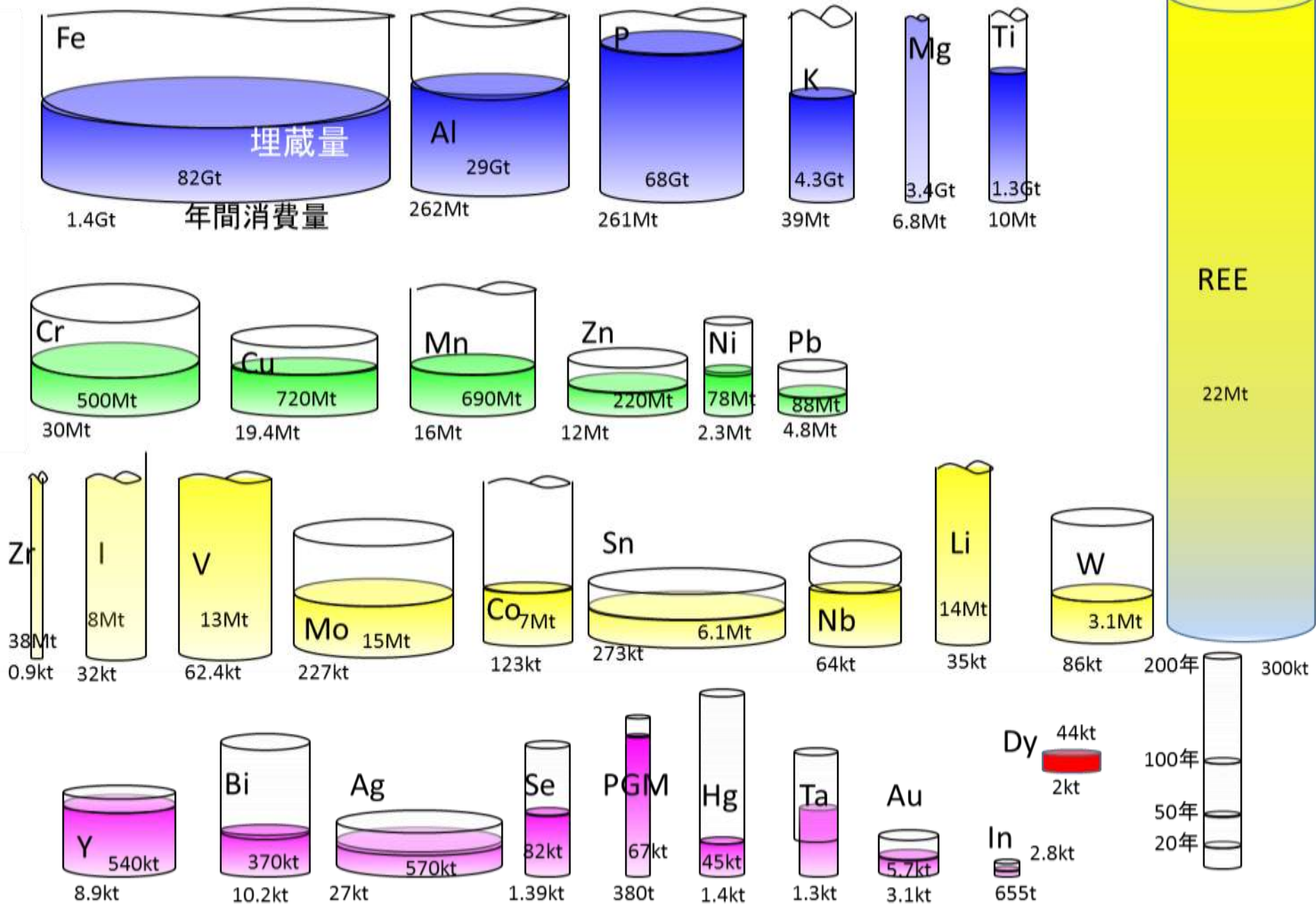
* 日本の輸入量より推定 () 地殻より海水中に含まれるもの

参考文献 米国鉱山局データ USGS minerals information

工業レアメタル
「概説 資源端重量」 NIMS-EMC 材料環境情報データ No.18



2015



Amount of stock

ストック量 (← 埋蔵量)
(ton)

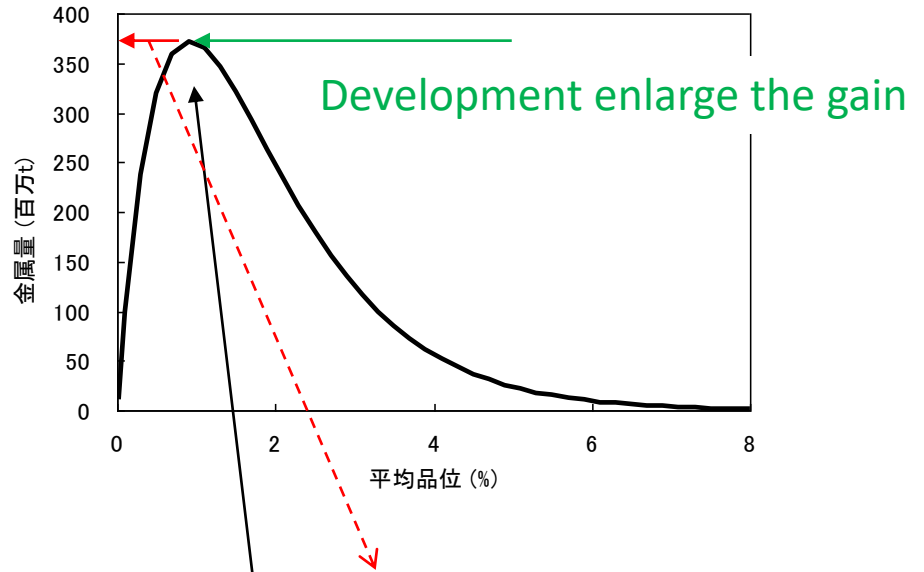
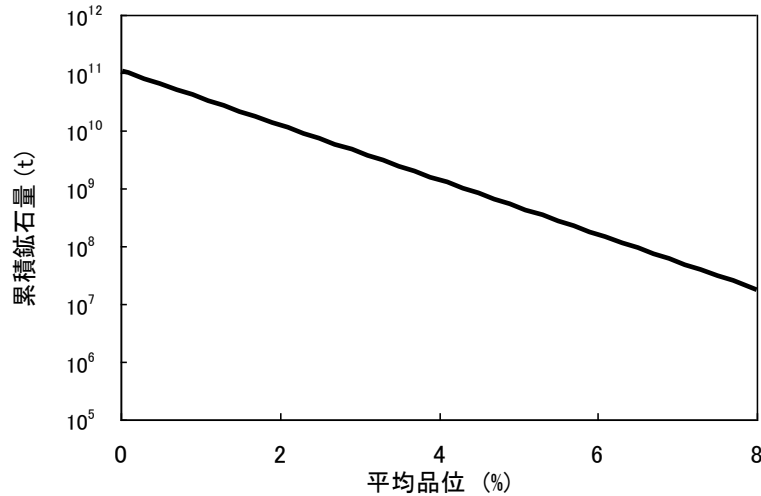
Amount of reserve

Durable period

可採年数・耐用年数 = _____
(year)Resource consumption rate
資源消費速度
(ton/year)

	1962年	1971年	...	2000年	2015年
金Au	20	11		18	18
銅Cu	54	36		26	37
鉛Pb	60	26		20	18
鉄Fe	464	240		121	60
アルミAl	397	100		185	107
石炭coal	1755	2300		227	114
石油petro.	41	31		40	50

耐用年数は自転車操業の厳しさの程度の比較のみ、いつ倒れるかを示すものではない



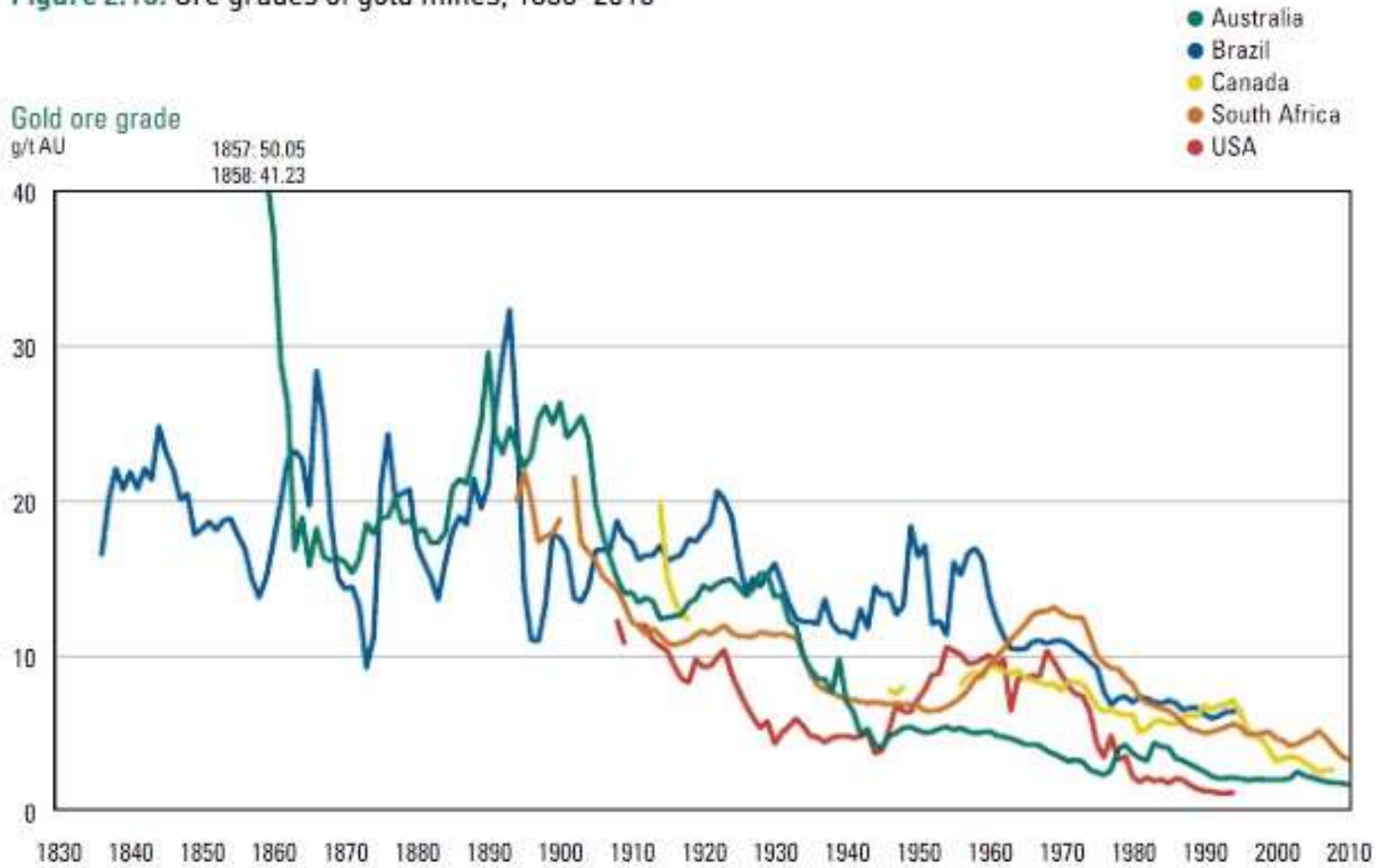
Accumulated ore $T(x) = \int_x^\infty t(x)dx$
 $= T_0 \cdot \exp(-bx)$

Ore between $x \sim x+dx$ $t(x) = T_0 b \cdot \exp(-bx)$

Metal between $x \sim x+dx$ $m(x) = x \cdot t(x)$
 $= T_0 bx \cdot \exp(-bx)$

Mining Peek at $x = 1/b$

Figure 2.13. Ore grades of gold mines, 1830–2010



Source: Giurco *et al.*, 2010

サステナビリティ周期表 (供給編)

H
耐用
TMR
占有
増大

- 耐用年数: (現有可採埋蔵量)/(年間消費量)
- 資源端重量: 1kg生産にかかわる総資源ton数
- 占有度: 生産1位の国のシェア(%), 国名コード
- 増大率: 1999年と2009年の生産量比(%)

- モーター・磁石
- 電池
- ICチップ・部品
- 配線・導電
- 照明
- 光機能
- 記録メディア
- 熱電変換・冷却
- 触媒・反応電極
- 次世代構造材
- ディスプレイ・研磨
- 難燃剤
- 次世代太陽電池

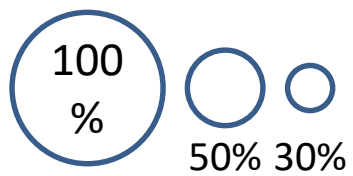
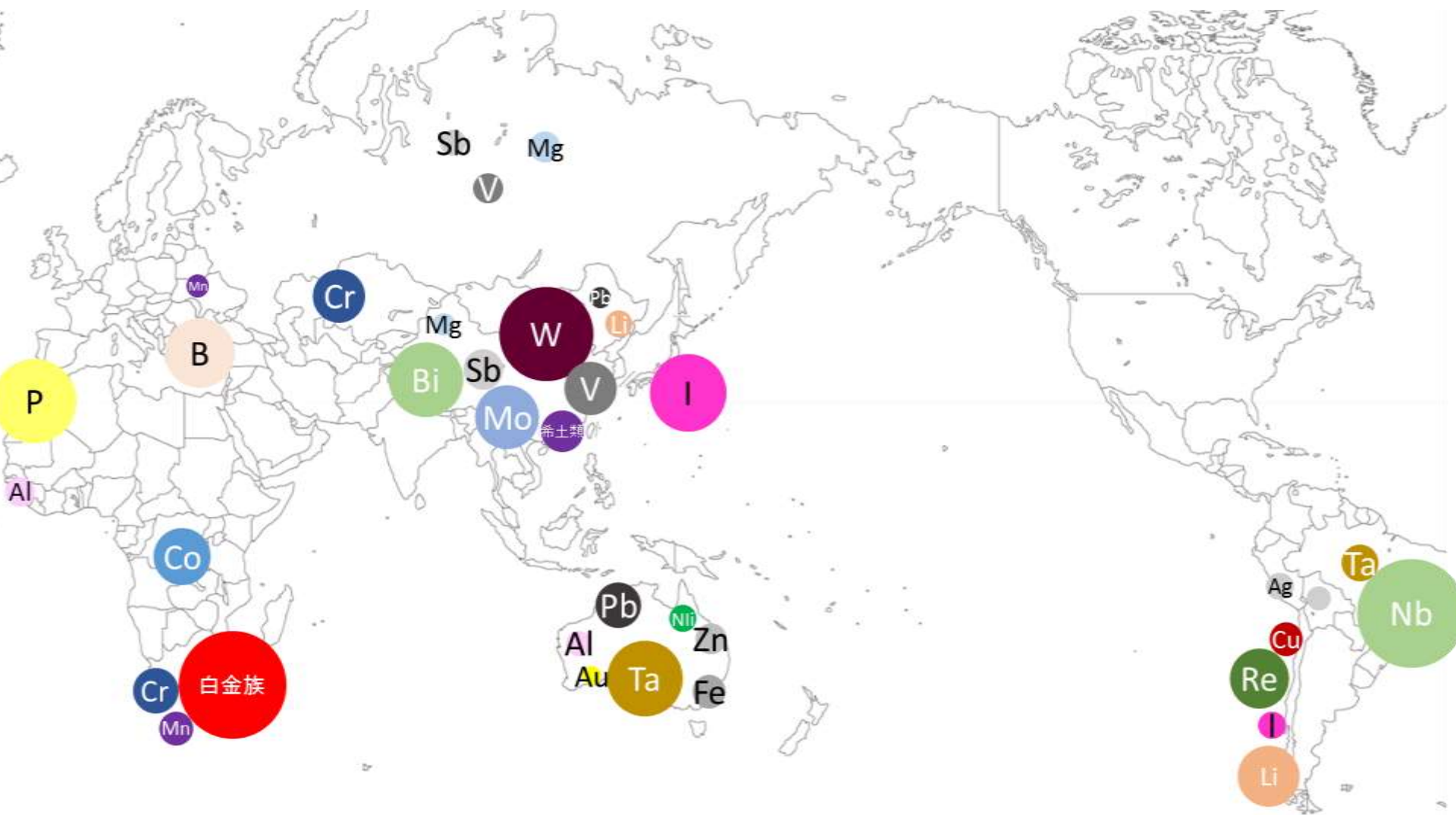
● Li 194 1.5 41CL 120		● Be 2.5 86US 42										● B 0.14 47TK 101		C	N	O	F	Ne	
Na 56 100		● Mg 5500 0.07 82CN 215										Al 164 0.05 31CN 163		● Si 0.03 65CN 169	● P 124 35CN 114	S	Cl	Ar	
K 2800 26CA 99	Ca 0.09 237	Sc 2.	● Ti 1300 0.04 23AU 220	● V 208 1.5 37CN 135	● Cr 60 0.03 42ZA 180	Mn 40 0.01 22CN 163	● Fe 92 0.008 39CN 165	● Co 122 0.61 40CG 219	● Ni 41 0.26 19RU 125	● Cu 31 0.36 34CL 125	● Zn 22 0.04 28CN 131	● Ga 7.3 157	● Ge 32 71CN 241	● As 0.03 47 129	● Se 59 0.45 50JP 119	● Br 130 38IL 86	Kr		
Rb 0.13	● Sr 10 0.51 48ES 133	● Y 61 2.7 371	Zr 4200 0.55 41AU 151	● Nb 73 0.64 92BR 335	Mo 48 0.75 25US 155	Tc	Ru 79 79ZA 119	● Rh 160 2300 79ZA 85	● Pd 160 810 41ZA 156	● Ag 14 48 18PL 134	● Cd 0.07 23CN 94	● In 24 1.2 50CN 250	● Sn 22 2.5 37CN 153	● Sb 0.06 91CN 136	● Te 10 44JP 88	● I 600 59CL 159	Xe		
Cs 0.01	● Ba 31 0.51 147	(Ln) 800 - 97CN 162	Hf 10 151	● Ta 33 6.8 48AU 245	● W 40 0.2 81CN 185	Re 18 48CL 118	Os 540 79ZA	Ir 400 79ZA 40	● Pt 160 530 79ZA 118	● Au 17 1100 13CN 101	● Hg 32 2 63CN 56	Tl 0.4 67	● Pb 17 0.03 43CN 128	● Bi 57 0.02 62CN 221	Po	At	Rn		
Fr	Ra	(An)	● La 1600 8.2 371*	● Ce 770 18 246*	● Pr 7.9	● Nd 420 12 90*	Pm	● Sm 16	● Eu 188 33	● Gd 17	● Tb 244 55	● Dy 209 16	Ho 30	Er 12	Tm 32	Yb 32	Lu 32		



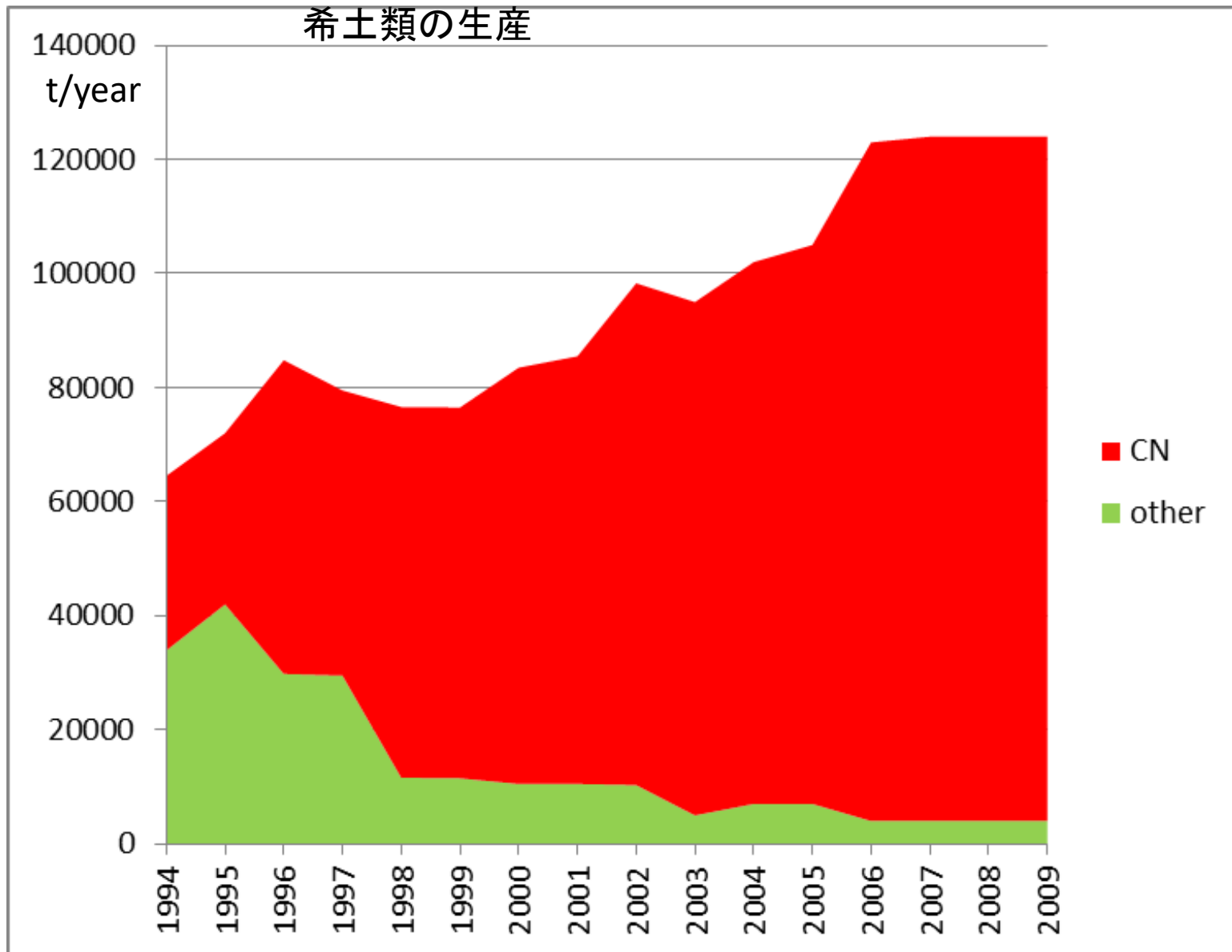
Ac	Th	Pa	U 22
----	----	----	---------

* 日本の輸入量より推定 () 地殻より海水中に含まれるもの

参考文献 米国鉱山局データ USGS minerals information
工業レアメタル
「概説 資源端重量」 NIMS-EMC 材料環境情報データ No.18



希土類の生産



サステナビリティ周期表 (供給編)

- 耐用年数: (現有可採埋蔵量)/(年間消費量)
- 資源端重量: 1kg生産にかかわる総資源ton数
- 占有度: 生産1位の国のシェア(%), 国名コード
- 増大率: 1999年と2009年の生産量比(%)

H
耐用
TMR
占有
増大

● Li 194 1.5 41CL 120	Be 2.5 86US 42
Na 56 100	● Mg 5500 0.07 82CN 215

- モーター・磁石
- 電池
- ICチップ・部品
- 配線・導電
- 照明
- 光機能
- 記録メディア
- 熱電変換・冷却
- 触媒・反応電極
- 次世代構造材
- ディスプレイ・研磨
- 難燃剤
- 次世代太陽電池

● B 0.14 47TK 101	C	N	O	F	Ne												
Al 164 0.05 31CN 163	● Si 0.03 65CN 169	● P 124 35CN 114	S 126	Cl 130	Ar												
K 2800 26CA 99	Ca 0.09 237	Sc 2.	● Ti 1300 0.04 23AU 220	● V 208 1.5 37CN 135	● Cr 60 0.03 42ZA 180	● Mn 40 0.01 22CN 163	● Fe 92 0.008 39CN 165	● Co 122 0.61 40CG 219	● Ni 41 0.26 19RU 125	● Cu 31 0.36 34CL 125	● Zn 22 0.04 28CN 131	● Ga 7.3 157	● Ge 32 71CN 241	● As 0.03 47 129	● Se 59 0.45 50JP 119	● Br 38IL 86	Kr
Rb 0.13	● Sr 10 0.51 48ES 133	● Y 61 2.7 371	Zr 4200 0.55 41AU 151	● Nb 73 0.64 92BR 335	Mo 48 0.75 25US 155	Tc	● Ru 79 79ZA 119	● Rh 160 2300 79ZA 85	● Pd 160 810 41ZA 156	● Ag 14 48 18PL 134	● Cd 0.07 23CN 94	● In 24 1.2 50CN 250	● Sn 22 2.5 37CN 153	● Sb 0.06 91CN 136	● Te 10 44JP 88	● I 600 59CL 159	Xe
Cs 0.01	● Ba 31 0.51 147	(Ln) 800 - 97CN 162	Hf 10 151	● Ta 33 6.8 48AU 245	● W 40 0.2 81CN 185	Re 18 48CL 118	Os 540 79ZA	Ir 400 79ZA 40	● Pt 160 530 79ZA 118	● Au 17 1100 13CN 101	● Hg 32 2 63CN 96	Tl 0.4 67	● Pb 17 0.03 43CN 128	● Bi 57 0.02 62CN 221	Po	At	Rn

Fr	Ra	(An)
----	----	------

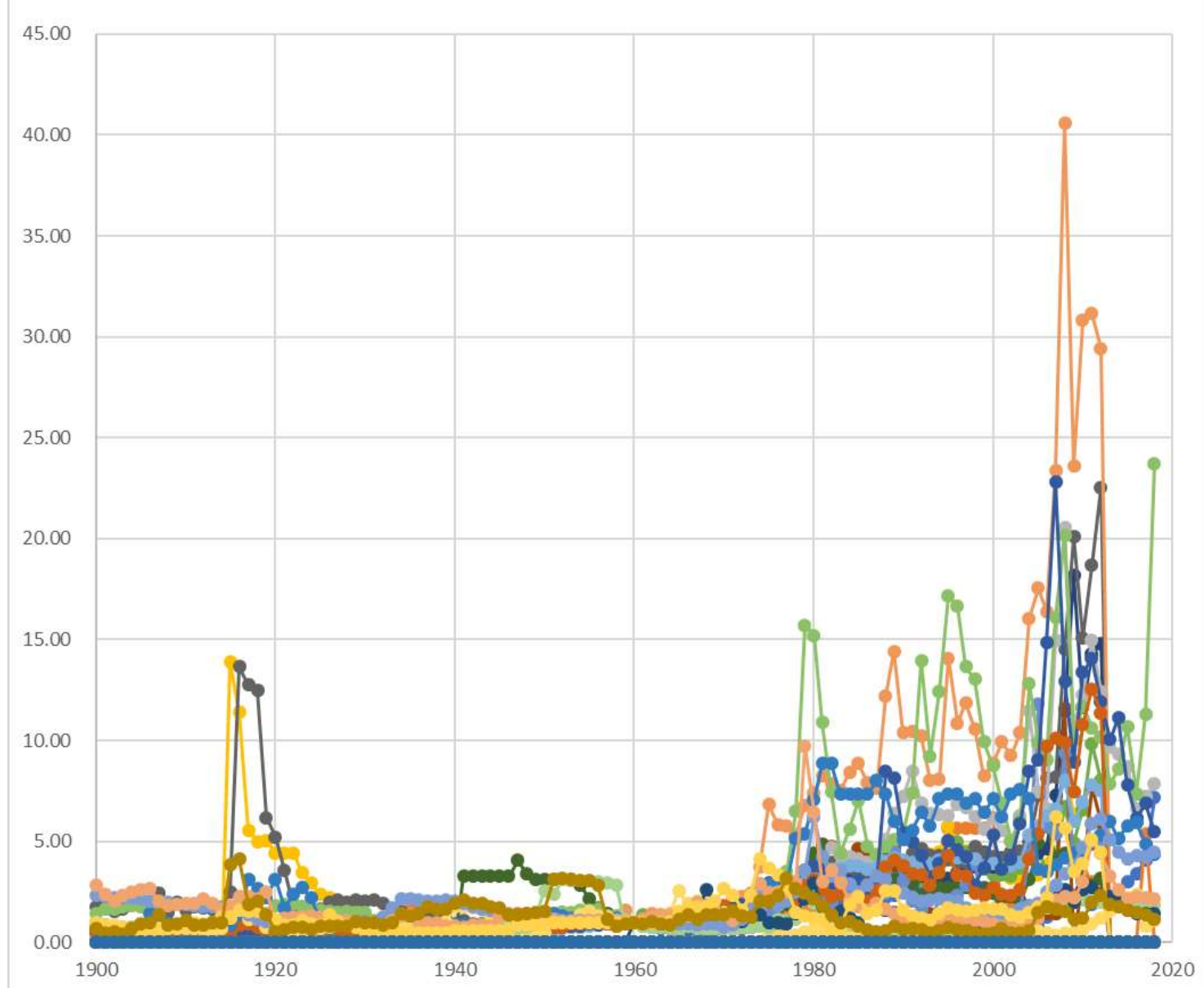
● La 1600 8.2 371*	● Ce 770 18 246*	● Pr 7.9	● Nd 420 12 90*	Pm	● Sm 16	● Eu 188 33	● Gd 17	● Tb 244 55	● Dy 209 16	Ho 30	Er 12	Tm 32	Yb 32	Lu 32
-----------------------------	---------------------------	-------------	--------------------------	----	------------	-------------------	------------	-------------------	-------------------	----------	----------	----------	----------	----------

Ac	Th	Pa	U 22
----	----	----	---------

* 日本の輸入量より推定 () 地殻より海水中に含まれるもの



金属価格の変動 (1960年基準)

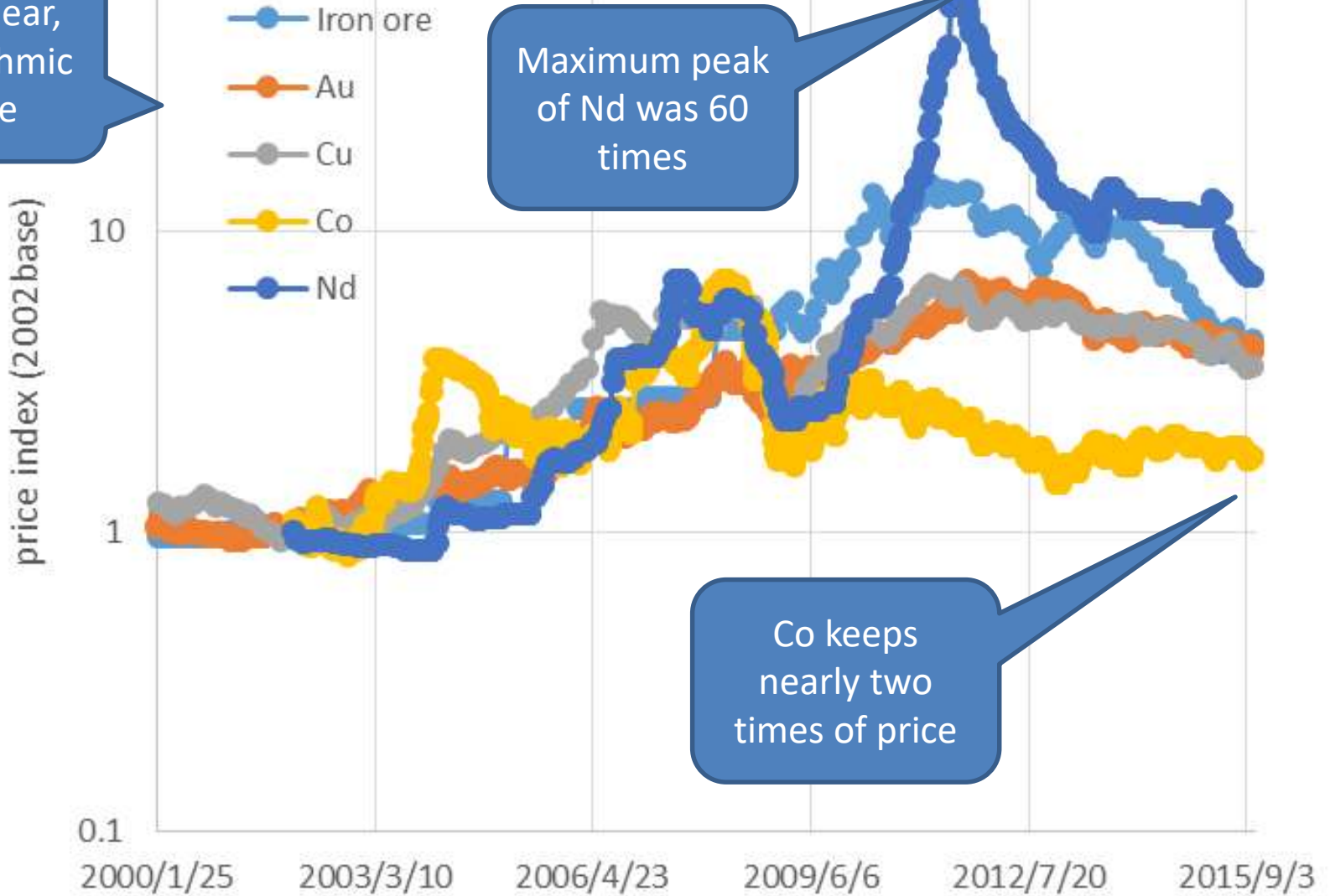


Prices have changed more drastically

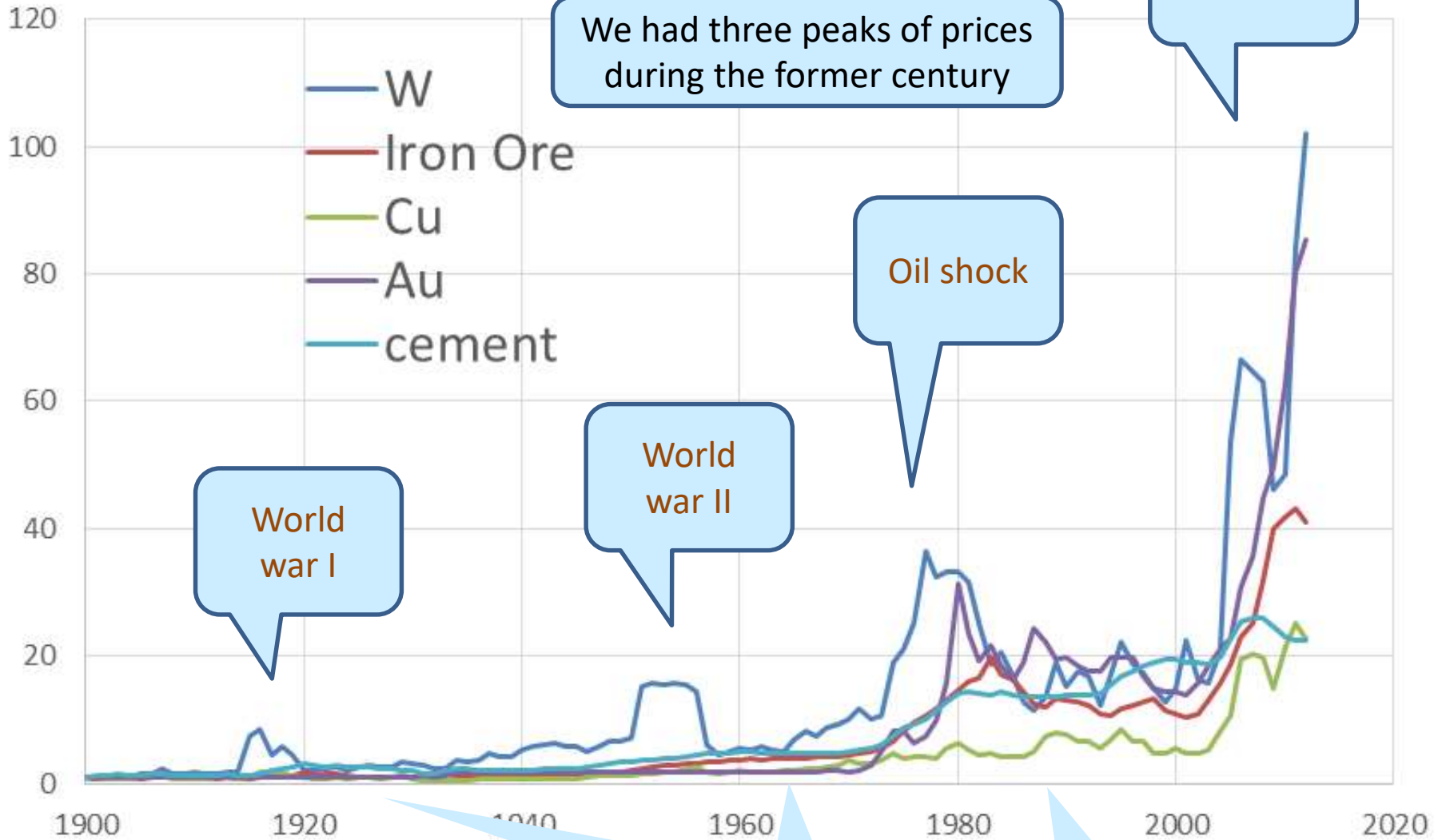
Not linear,
Logarithmic
scale

Maximum peak
of Nd was 60
times

Co keeps
nearly two
times of price



Historical resource price from 1900



We had three peaks of prices during the former century

now

World war I

World war II

Oil shock

After the peak, prices shifted higher levels

制約下の資源

- 資源が使われて価値を生み出すものでなく
- コントロールすることに価値を求める時代になった

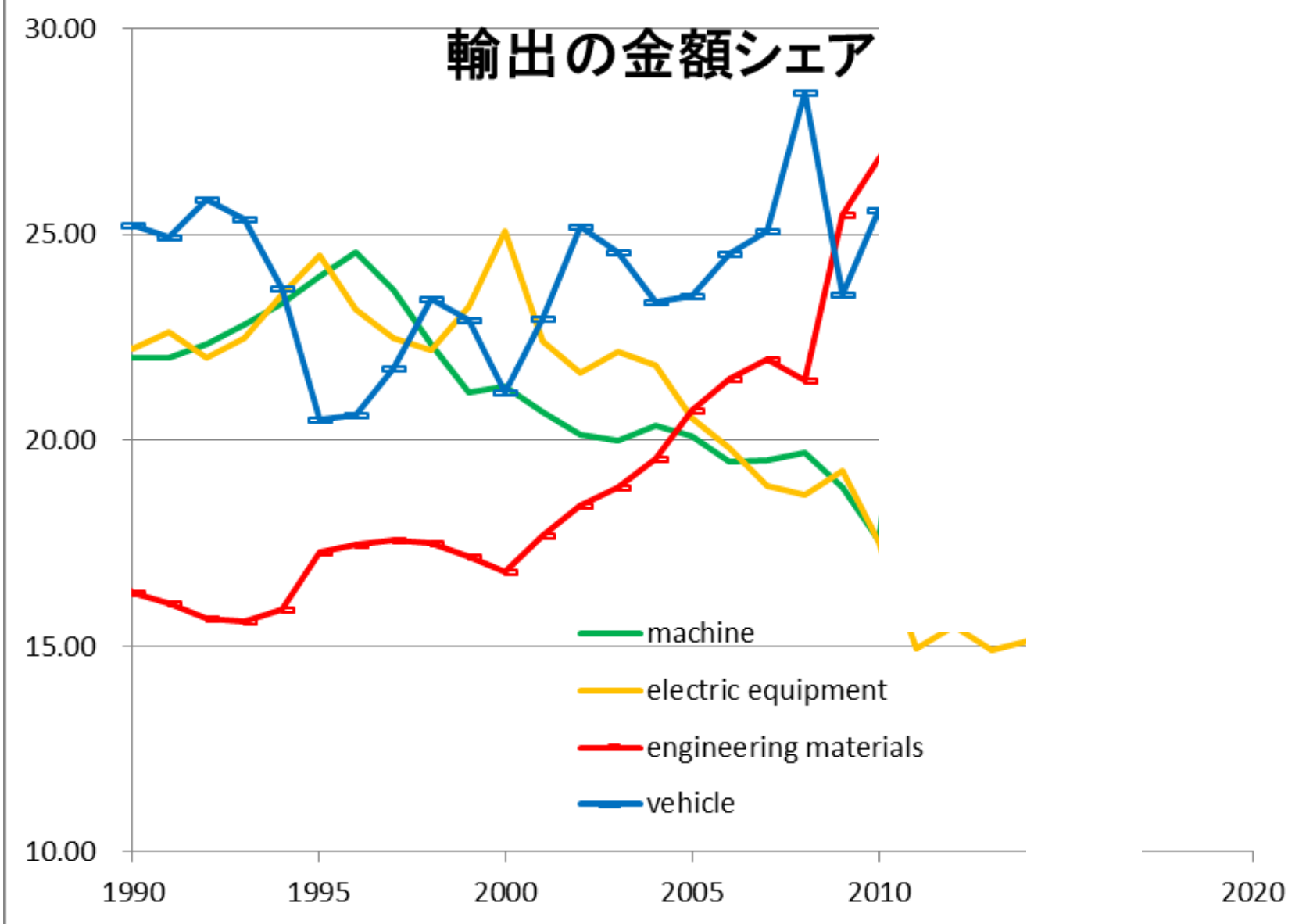


価格変動が常態化

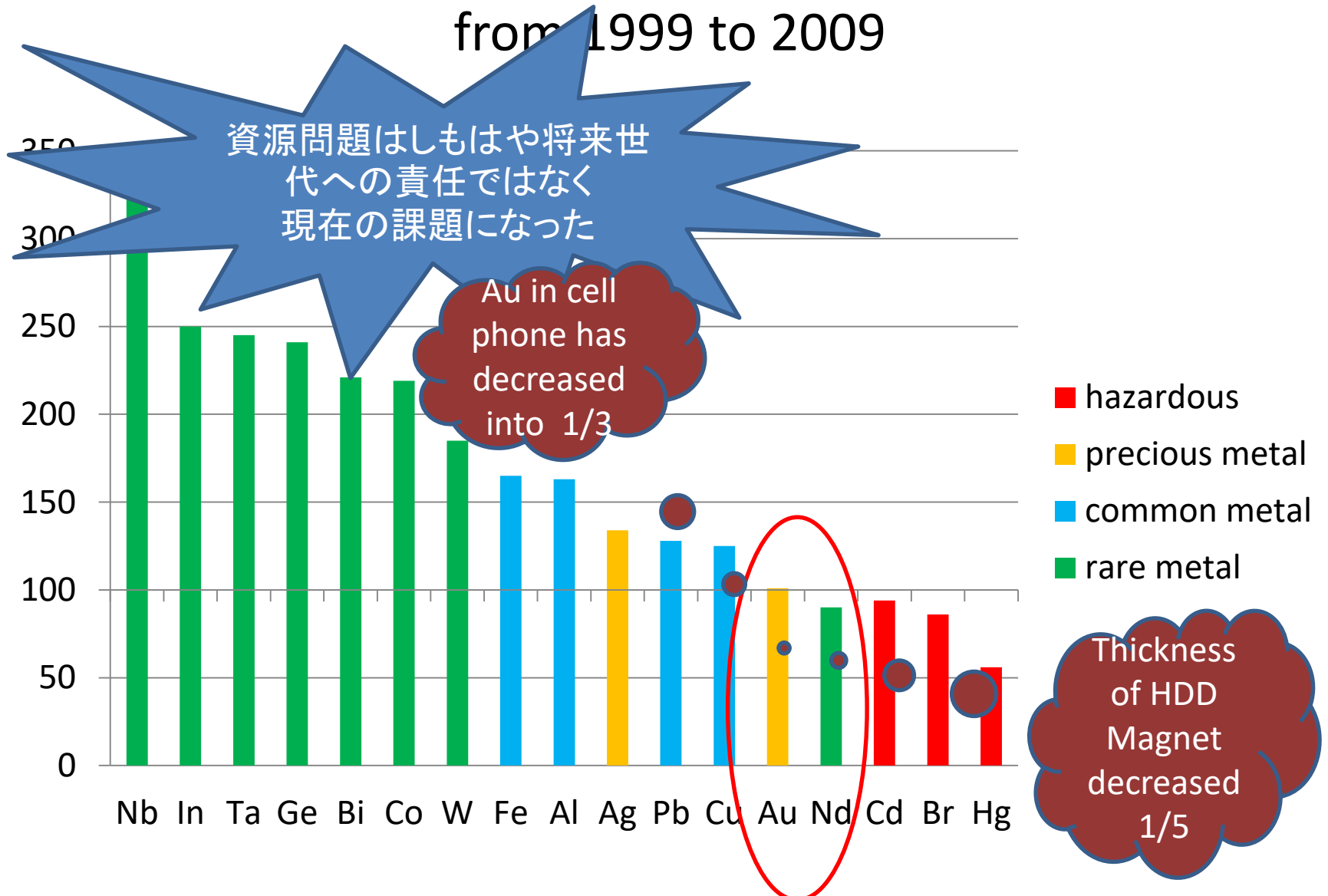


危ぶまれる実体経済の基盤

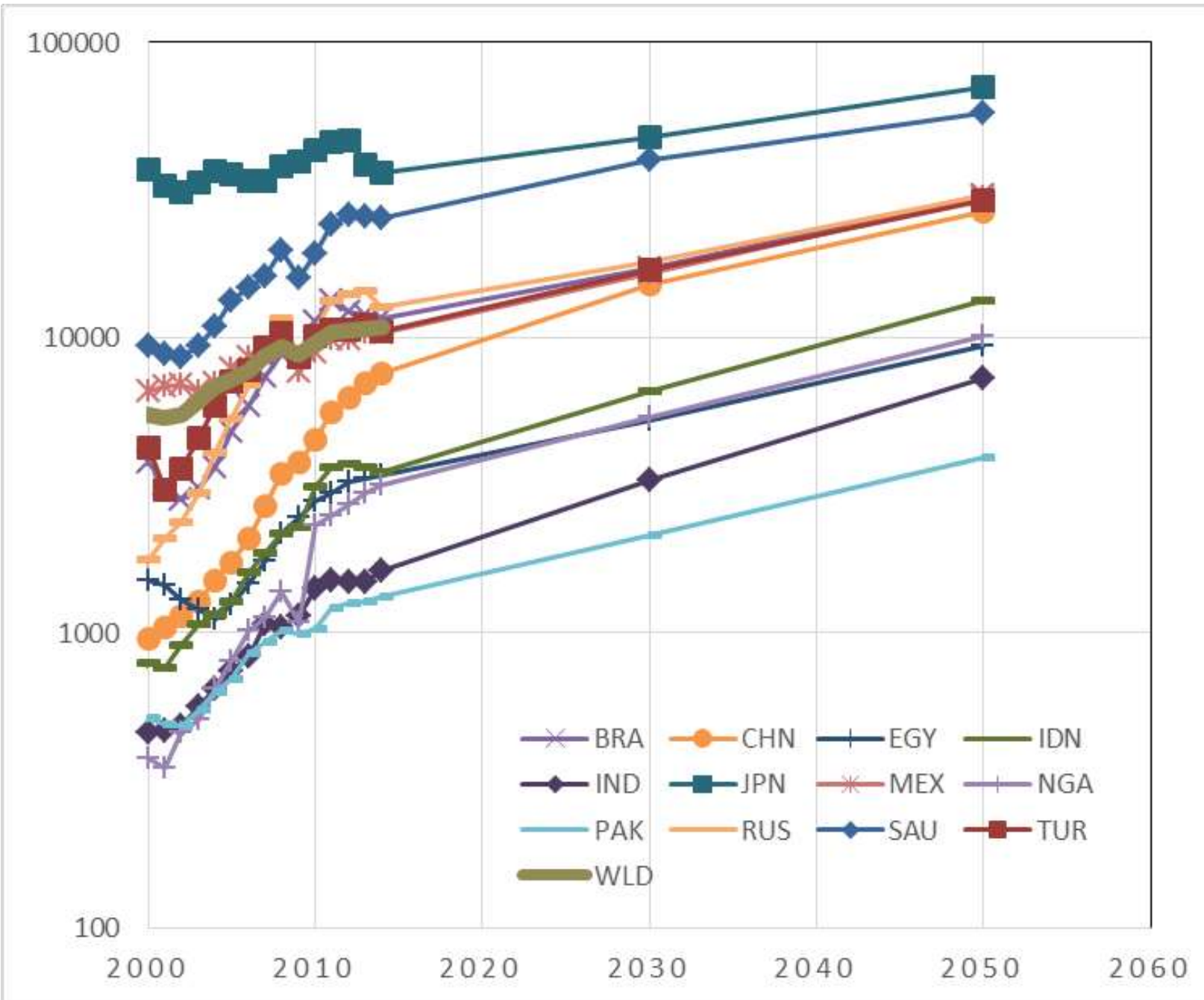
輸出の金額シェア

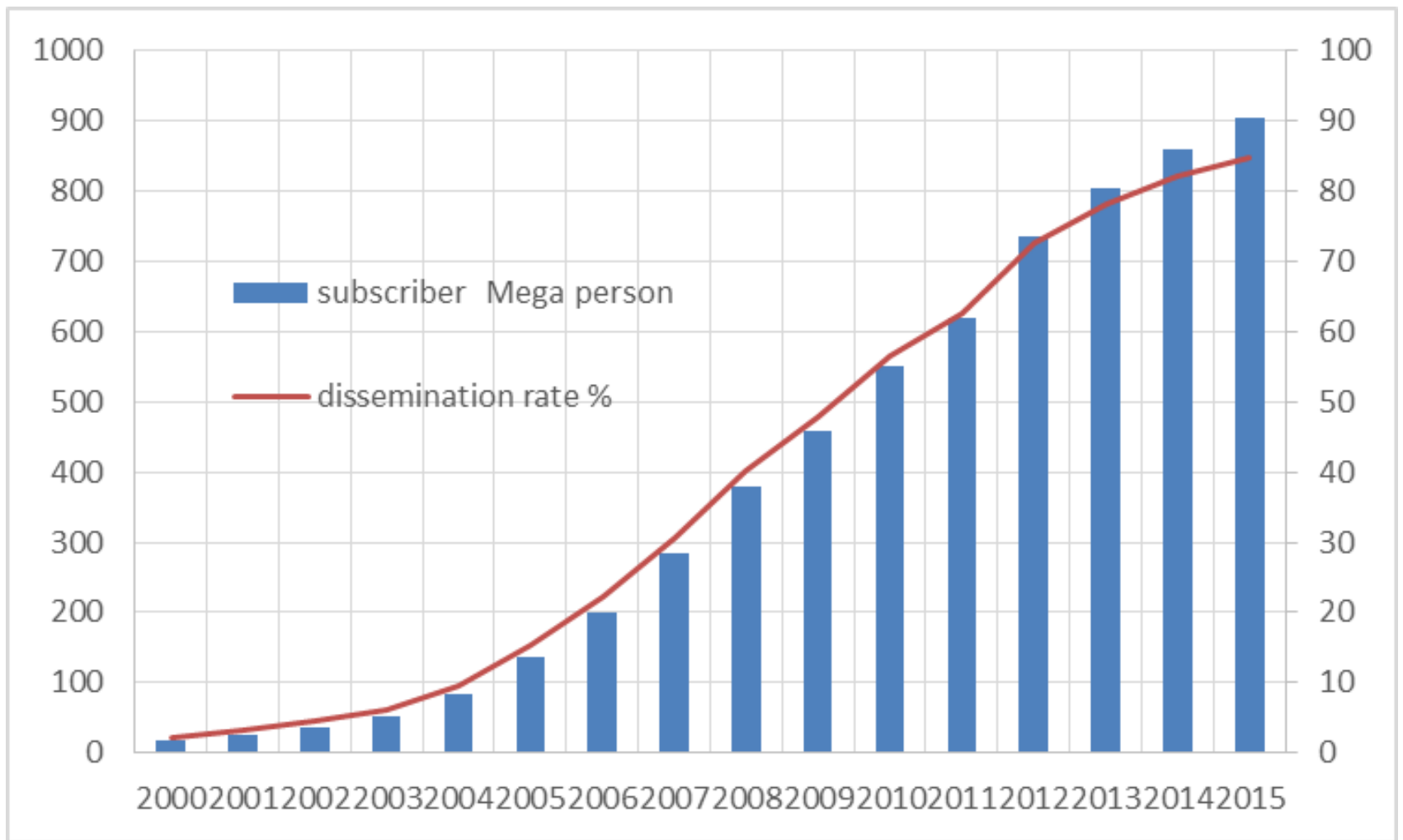


Change of annual consumption of metals from 1999 to 2009

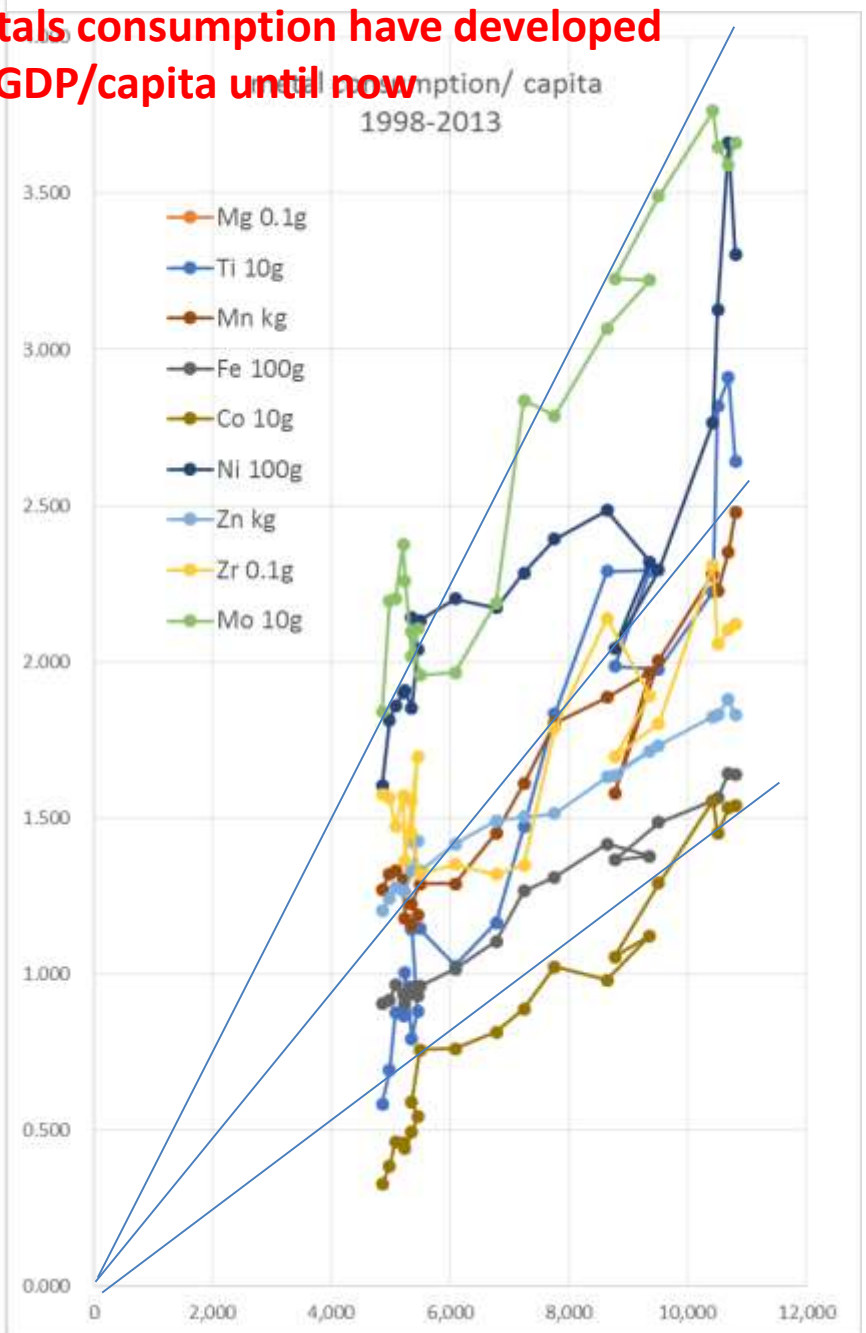
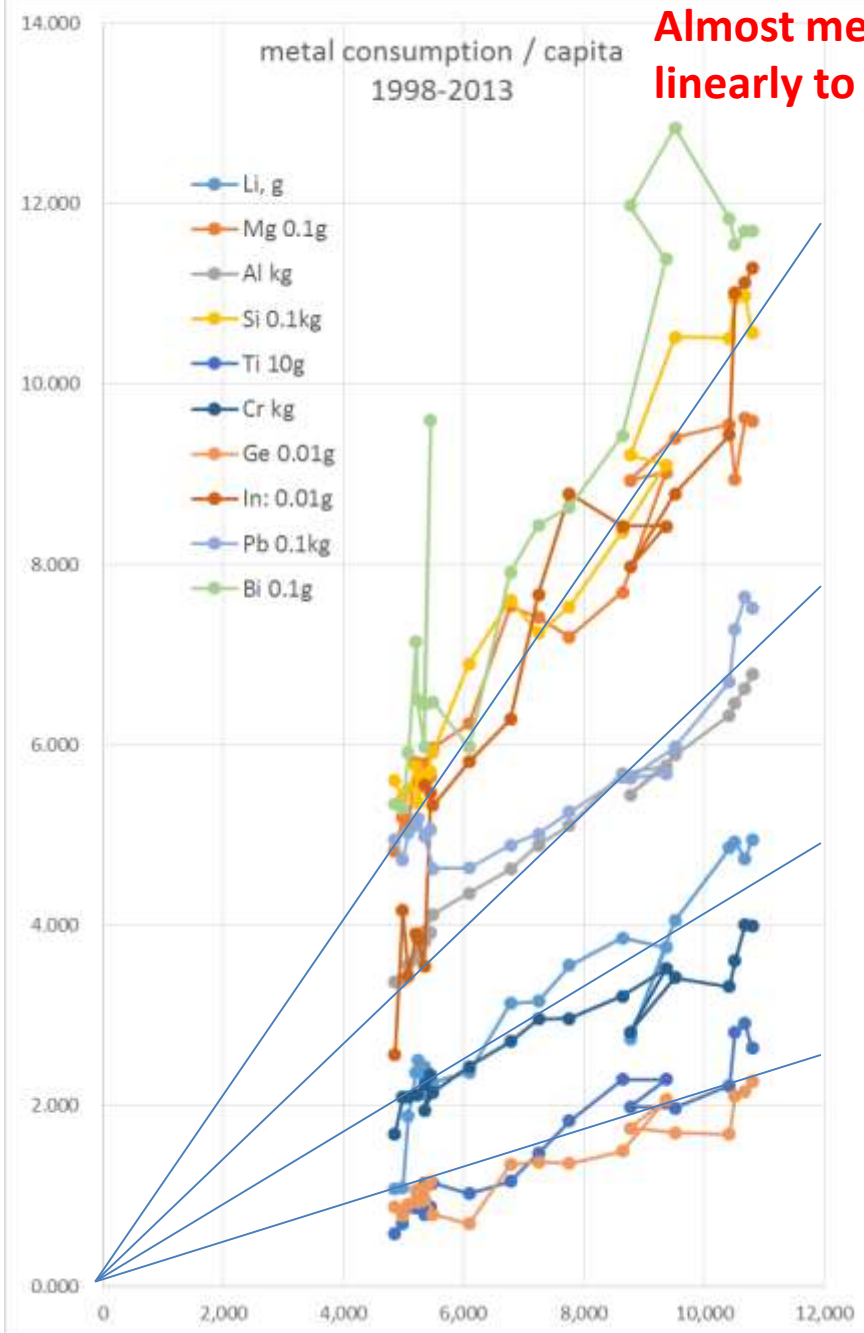


資源制約を考えた製品設計が求められるようになってき出した



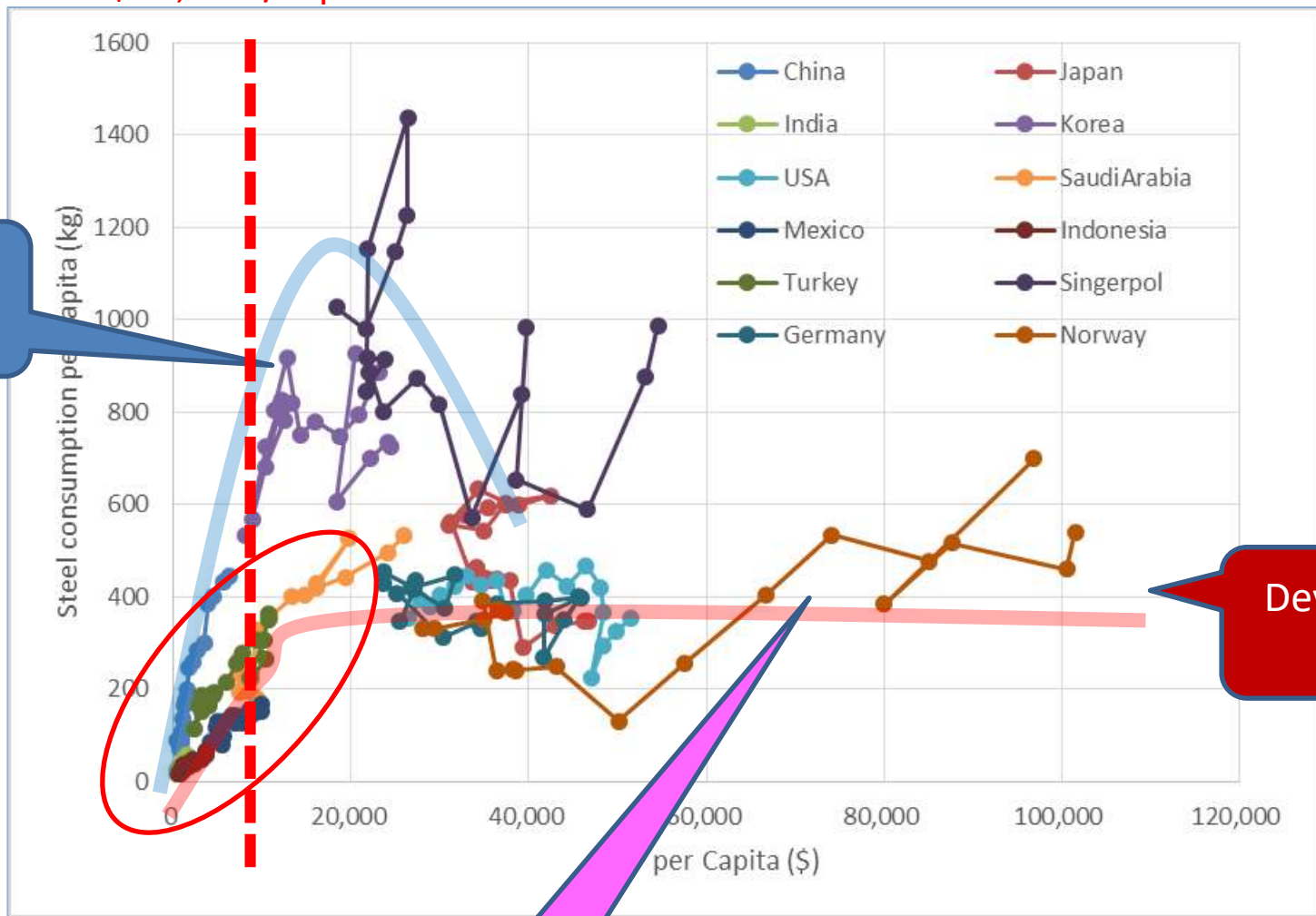


Almost metals consumption have developed linearly to GDP/capita until now



Fe consumption / capita v.s. GDP/ capita from 1994 to 2014

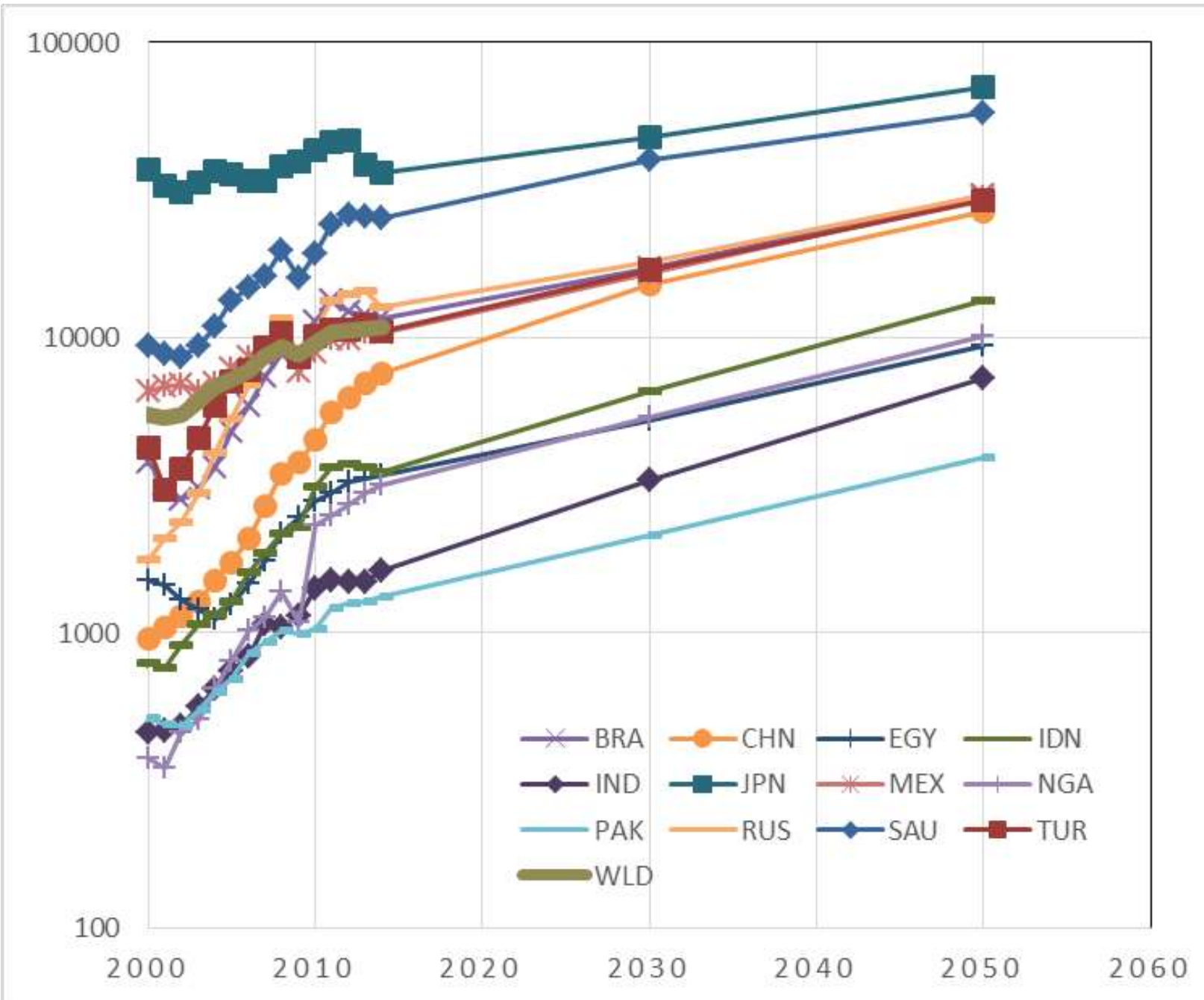
\$10,000 /capita



Exporting countries

Developed level

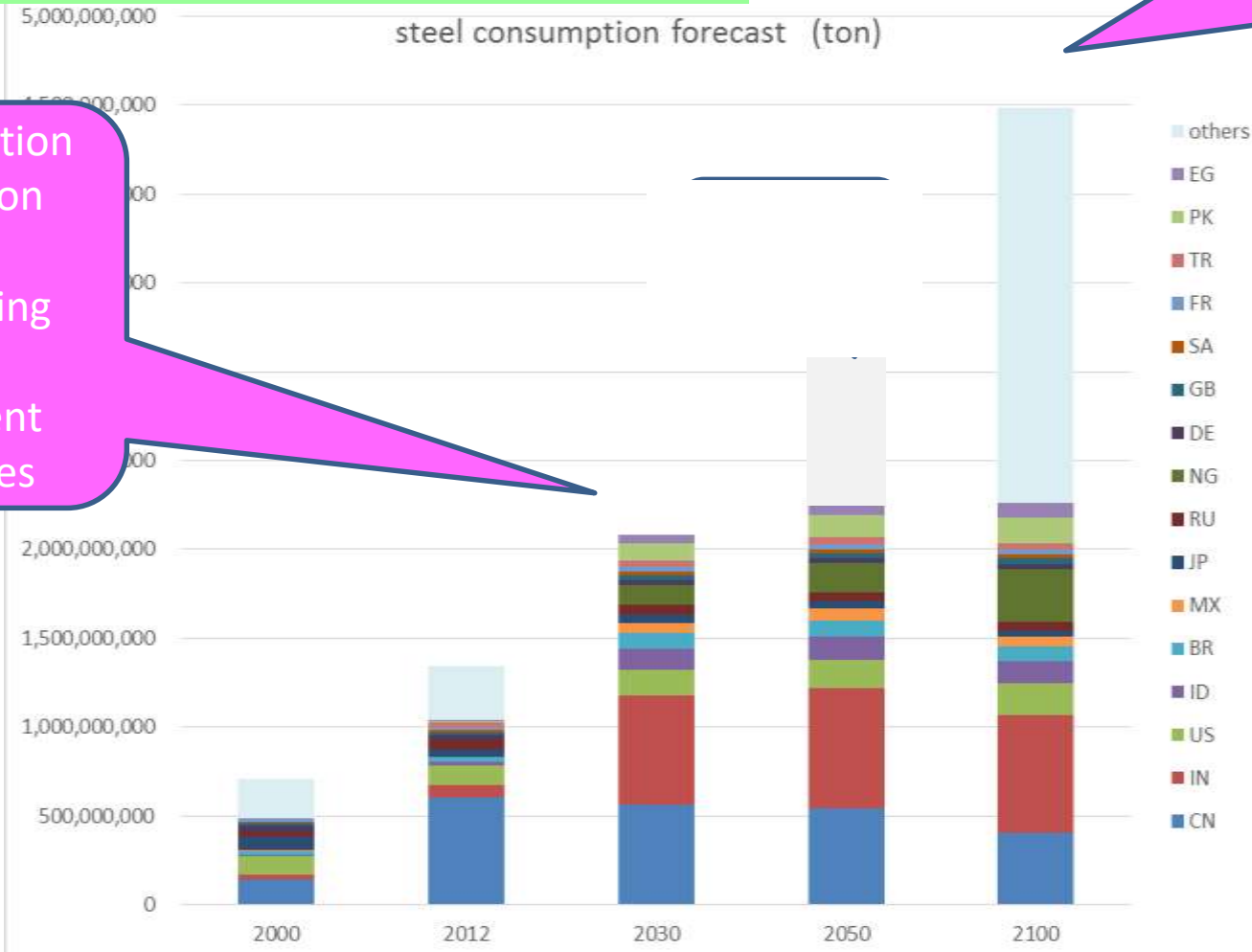
Consuming countries



Rough forecast gets to be simpler,
 (population) x (developed consumption level)

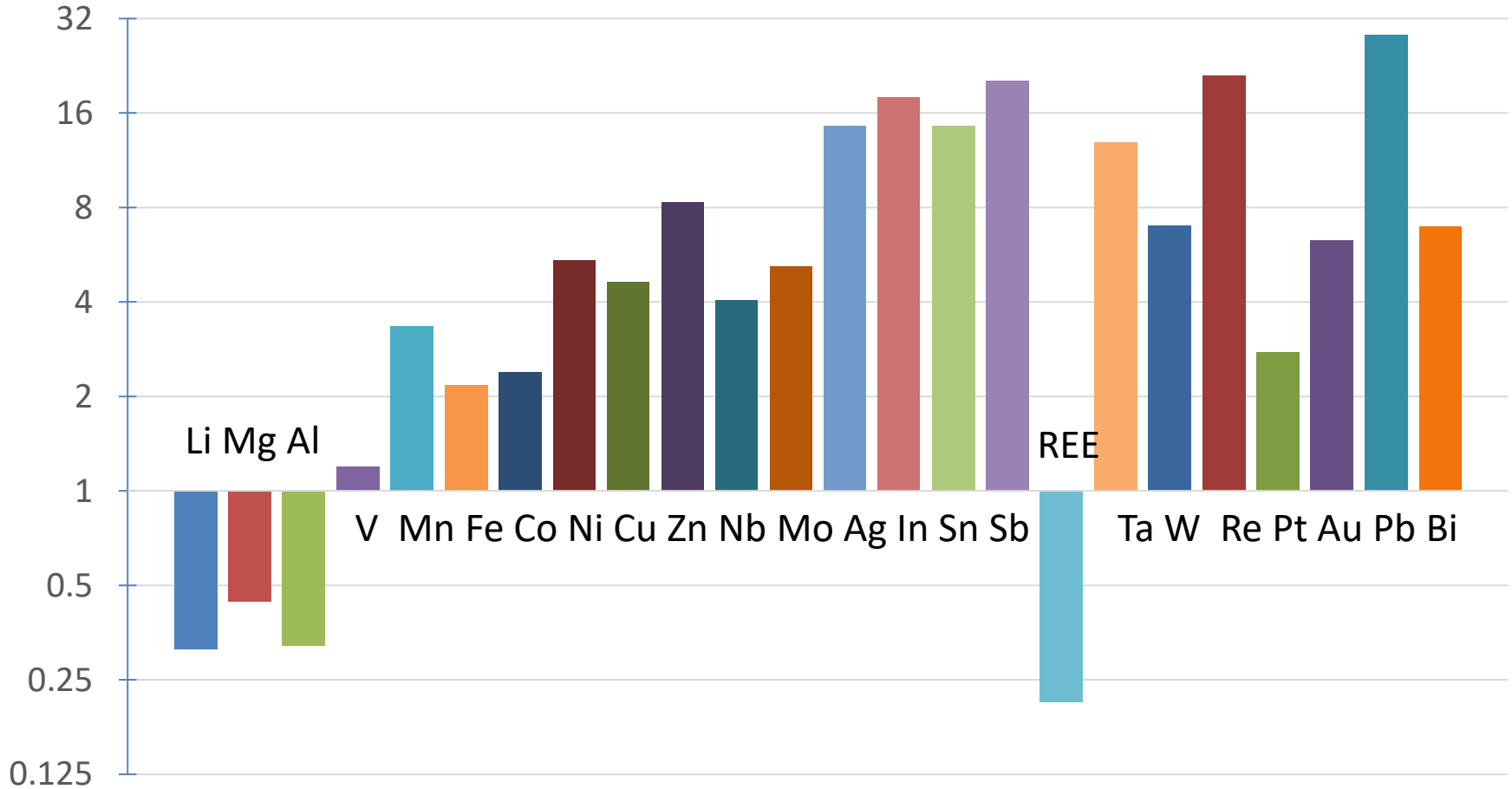
Every country reaches developed level of consumption per capita

Consumption prediction with concerning only prepotent countries



metal	Fe
Consumption/year at 10Gperson world	4.5Gton/year
Reserve	87Gton

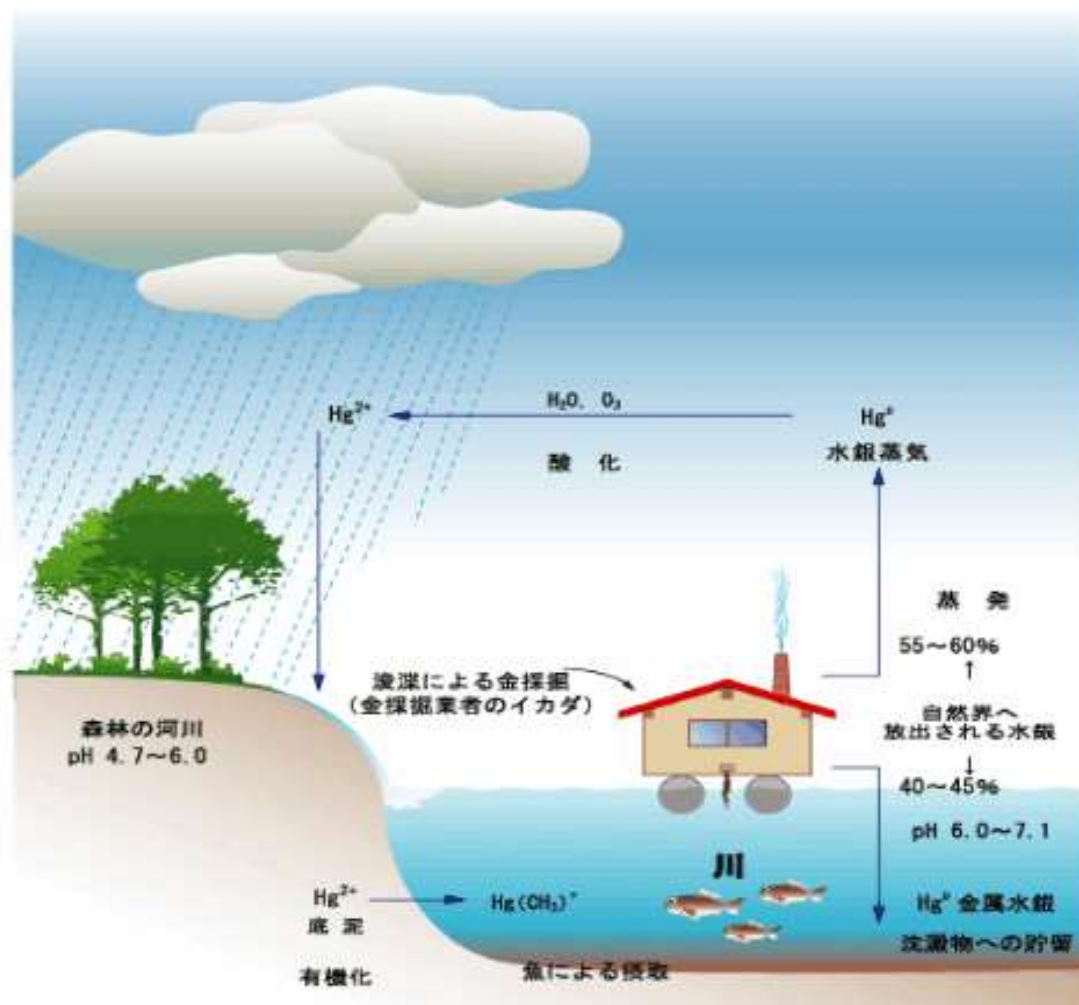
Estimated demand up to 2100 v.s. current reserve amount



世界の[]汚染

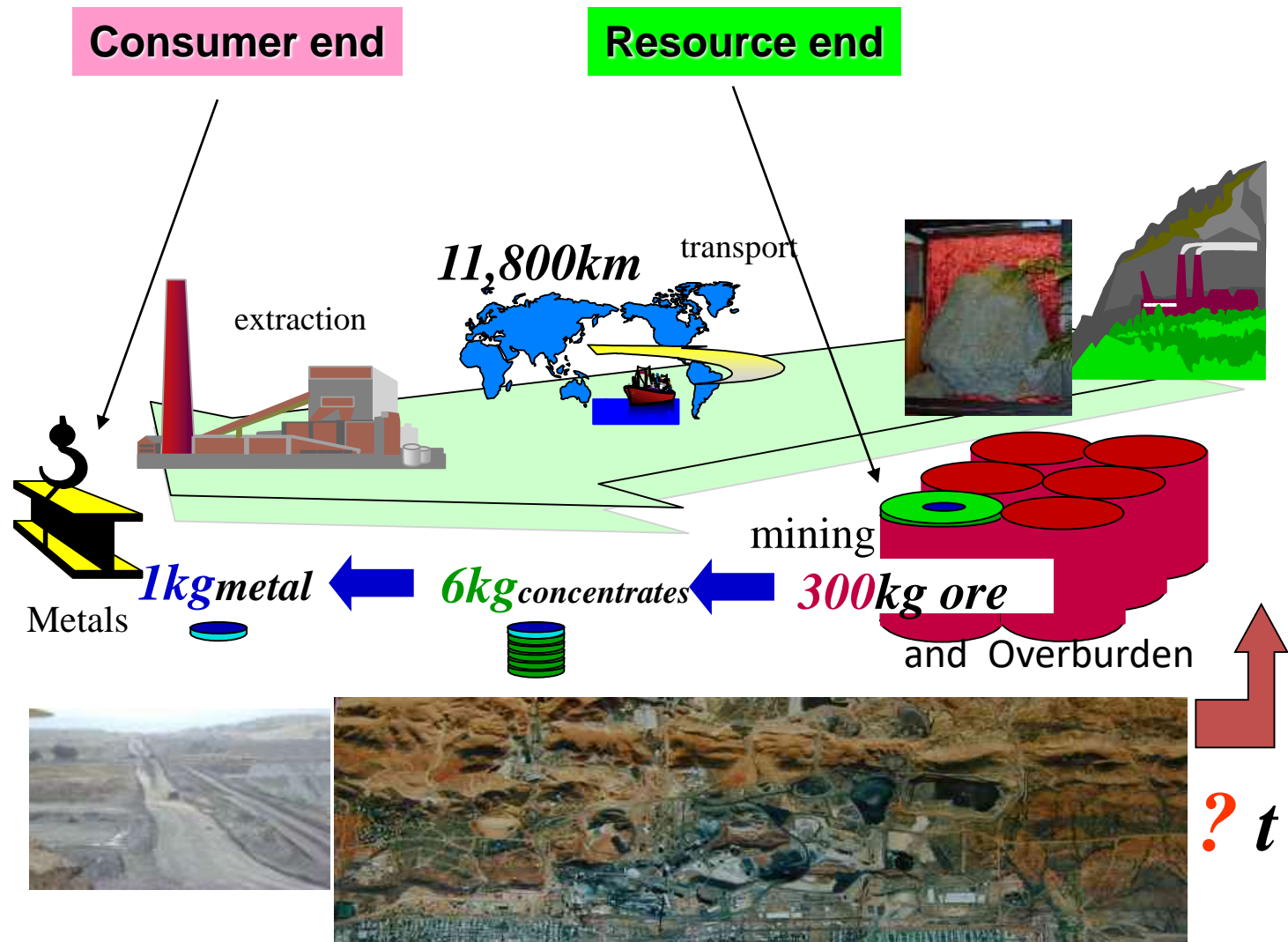


金属水銀 (Hg^0) は金採掘用イカダから放出され、そのうち55~60%は蒸発し、40~45%は水中に落ちる。蒸発した Hg^0 は大気水の水 (H_2O)、オゾン (O_3) で酸化され水銀イオン (Hg^{2+}) となる。 Hg^{2+} は雨と共に地上へ落ちる。もし土壌が酸性 (pH 4程度) なら Hg^{2+} は有機化して、 Hg^+ 水銀 ($\text{Hg}(\text{CH}_3)^+$) となる。 $\text{Hg}(\text{CH}_3)^+$ はただちに近くにいる生き物に取り込まれ食物連鎖網にはいる。





Resource(-end)-view weight



TMR: Total Materials Requirements, or Ecological rucksacks



Ag ore



Au ore





lode





Deposited overburden





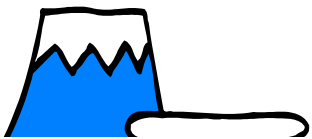
Chuquicamata Chuquicamata, Antofagasta Chile

3290 m

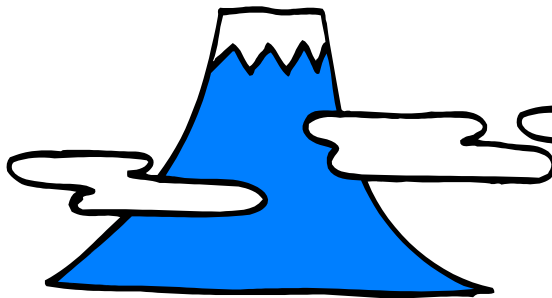
Image © 2007 DigitalGlobe
© 2007 Europa Technologies



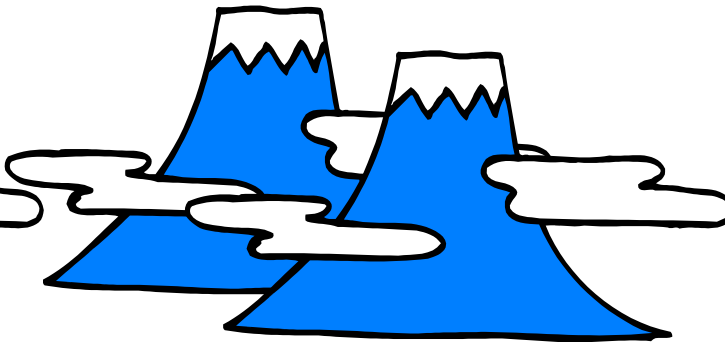
Mined material
(resource end)



Top of mount Fuji
10Gton



mount Fuji
100Gton



two mount Fijis
215Gton

Extracted metal
(consumer end)



A 25m pool



An Olympic pool



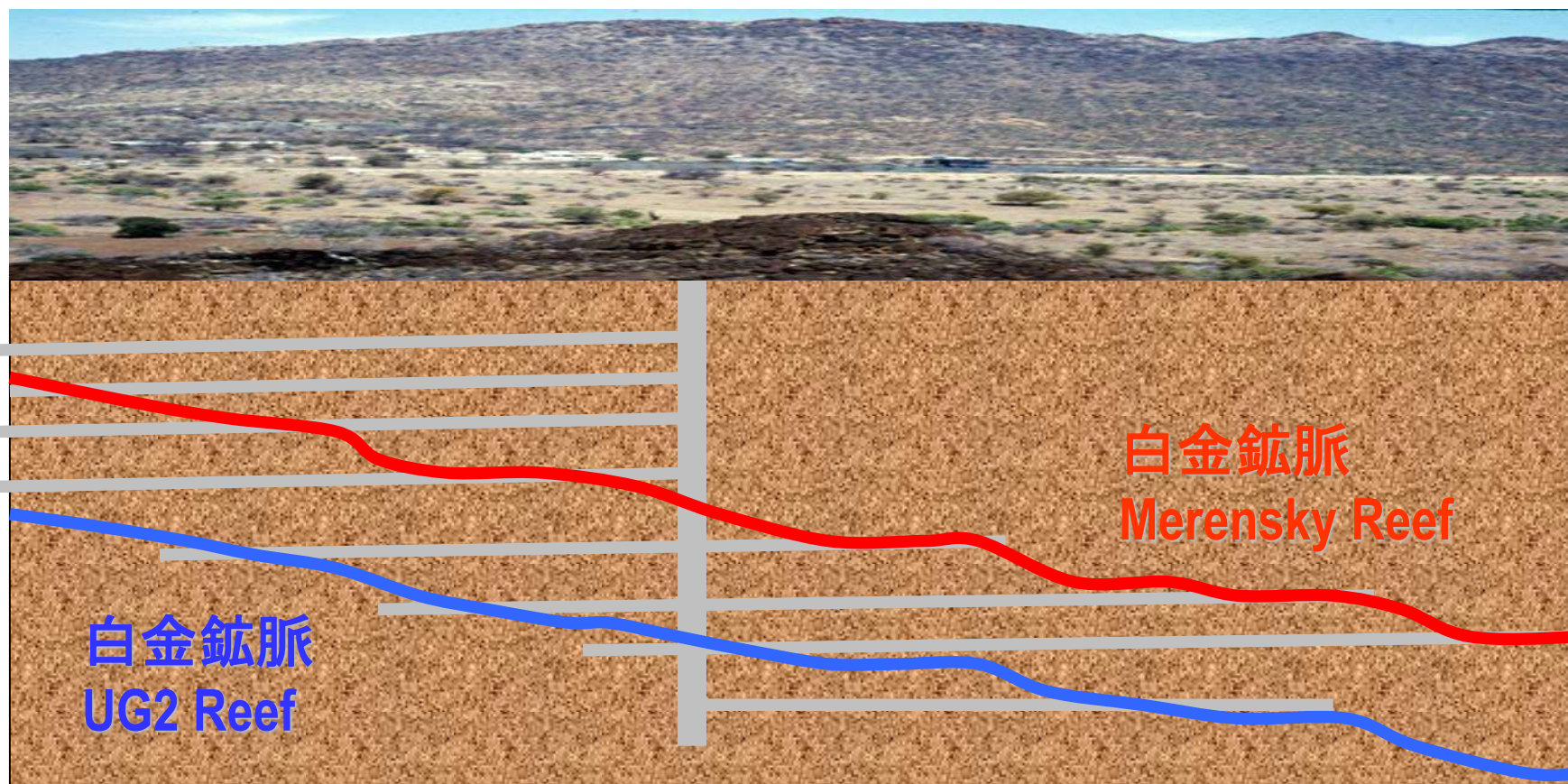
1500 Pentagons
Fe

Ecological Rucksack



3g platinum ring

More than 1.5ton ecological rucksack



Platinum mining

One gram of Pt
Involves
1.2 tons of
Materials.



TMR: 3.6 ton

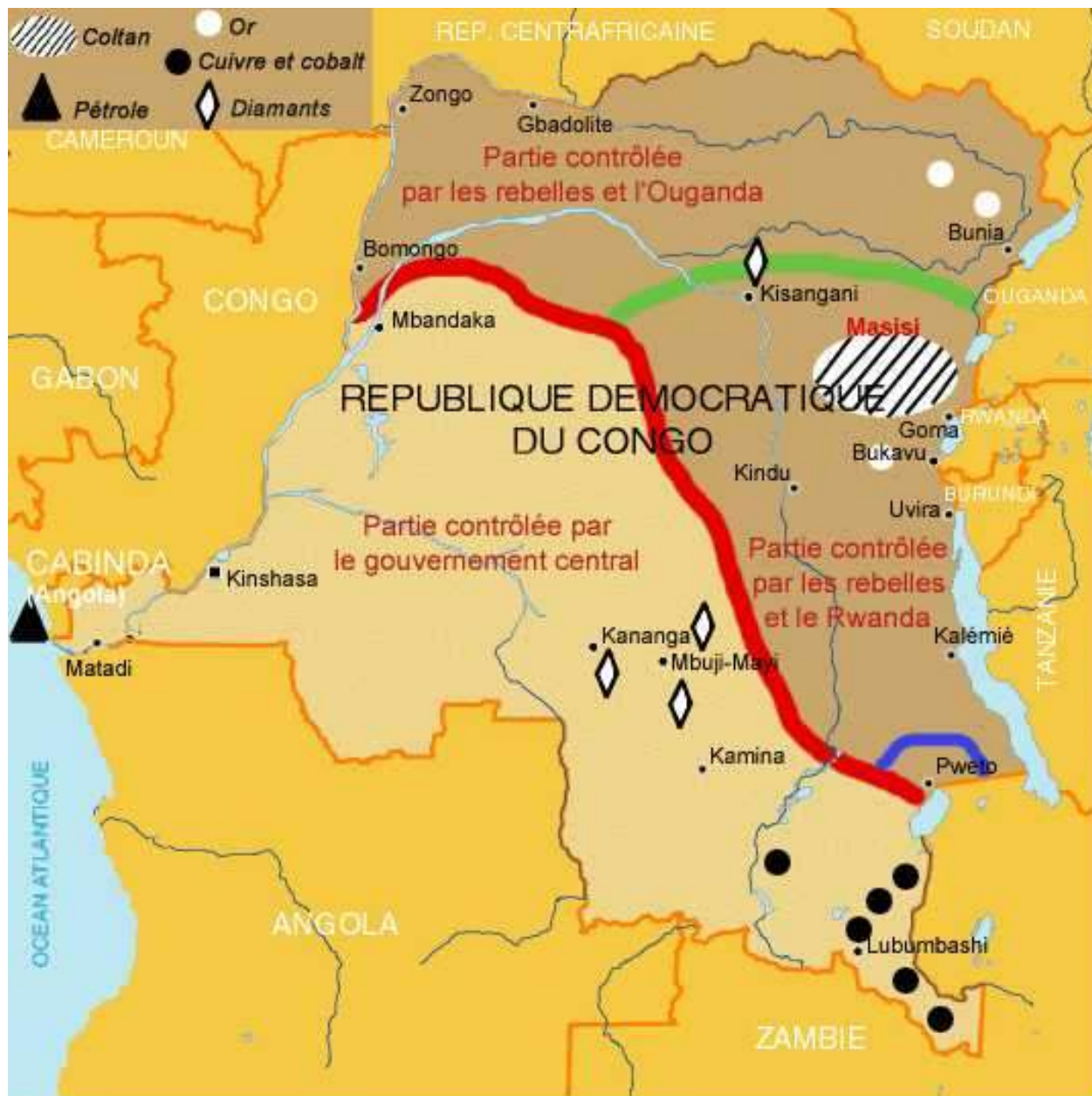


Platinum ring : 3 g



Equivalent to 0.7 ton of steel





GEOATLAS - Copyright 1998 Graphi-Ogre













Mashijing 馬石徑



Mashijing 馬石徑

垭上

24

© 2010 Mapabc.com
Image © 2010 DigitalGlobe
© 2010 Kingway Ltd.

©2010 Google

圖像取得日: 2005/4/14

24° 58'14.42" N 115° 03'12.45" E 標高 378 m

高度 2.13 km



25° 02'44.75" N 115° 04'28.79"

© 2010 Mapabc.com
Image © 2010 DigitalGlobe
© 2010 Kingway Ltd.

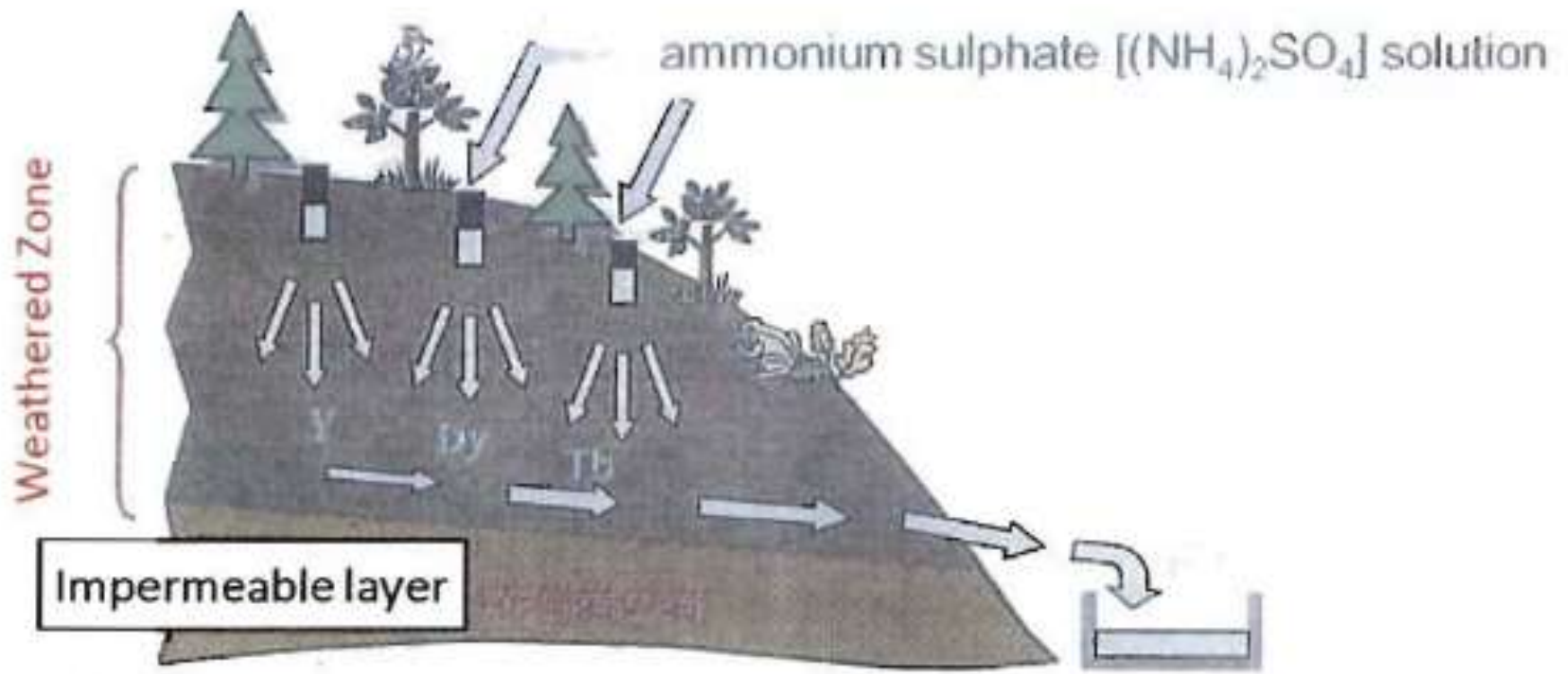
©2010 Google

画像取得日: 2005/4/14

25° 02'32.41" N 115° 04'20.84" E 標高 485 m

高度 1.59 km

Diagram of in-situ leaching



Extraction solvent: directory to the ground



Possibly ammonium sulphate solution

Small dam for residual extraction solvent



Residual extraction solvent dam adjacent to rice terraces.
No impermeable liner.



写真 1 溶媒抽出工程（ミキサーセトラーのライン）

中国におけるレアアース(希土類元素)開発状況の調査報告
柴山 敦1、棚町裕次2、中村創一郎3



写真 5 レアアース分離工程後の廃水処理施設

中国におけるレアアース(希土類元素)開発状況の調査報告
柴山 敦¹、棚町裕次²、中村創一郎³

1,100,00kg



530,00kg



32,00kg



ゲルマニウム 1kg

白金 1kg 1,200kg



インジウム 1kg

7,00kg



タンタル 1kg

金 1kg

8kg



鉄 1kg

天然のレアメタル類の鉱石の背後には大きな環境背後霊が隠れている

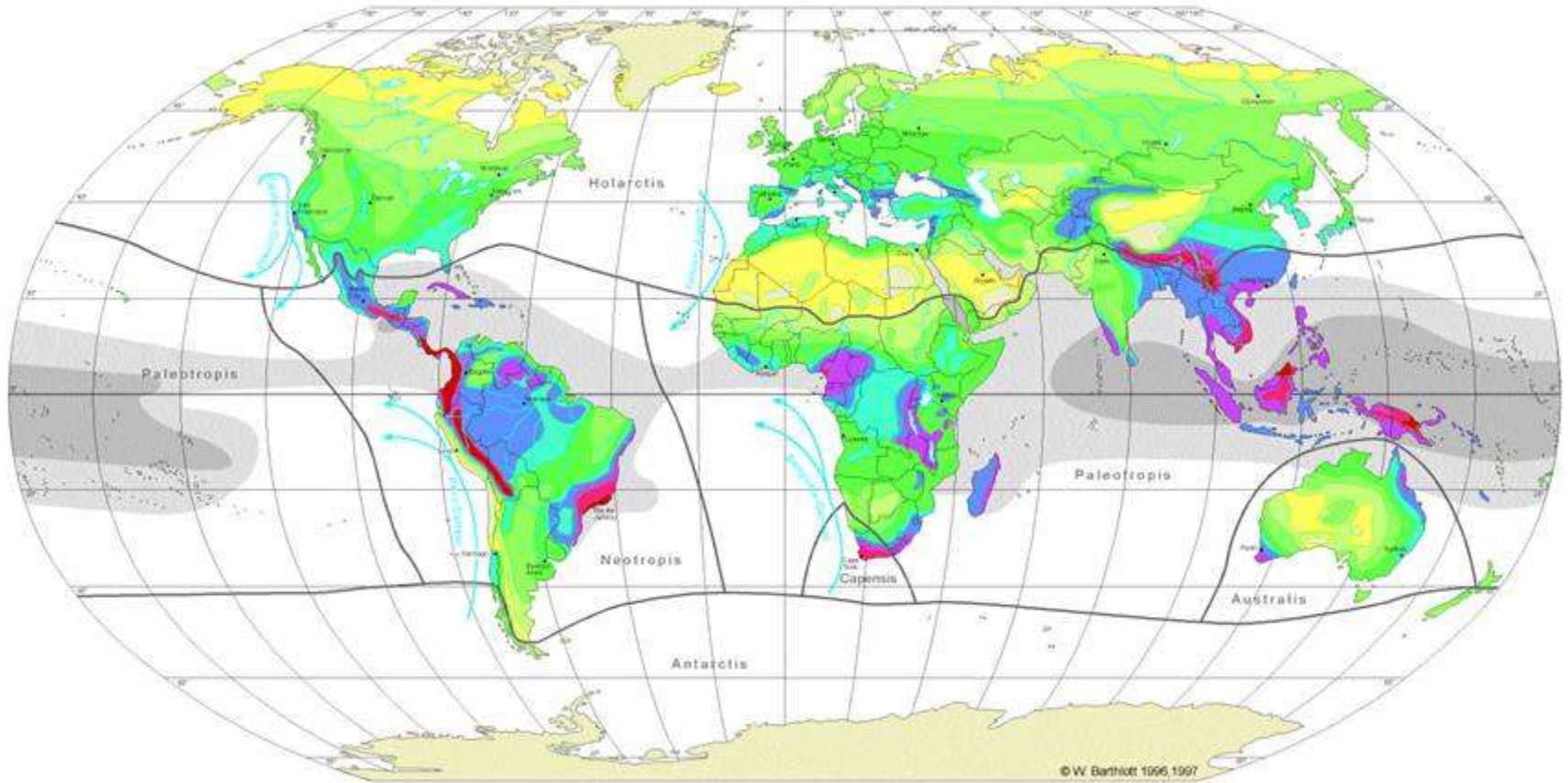
資源開発にともなう諸問題

人権：先住民強制移住、土地収用、抑圧
 環境：自然破壊、環境汚染、生物多様性破壊
 労働：児童労働、奴隷労働、安全、争議、HIV
 政争：資源の権益と腐敗
 紛争：暴動、地域紛争



世界の生物多様性

GLOBAL BIODIVERSITY: SPECIES NUMBERS OF VASCULAR PLANTS



© W. Barthlott 1996, 1997

Robinson Projection
Standard Parallels 38° N und 38° S
Scale 1: 130 000 000

Diversity Zones (DZ): Number of species per 10.000km²



sea surface temperature

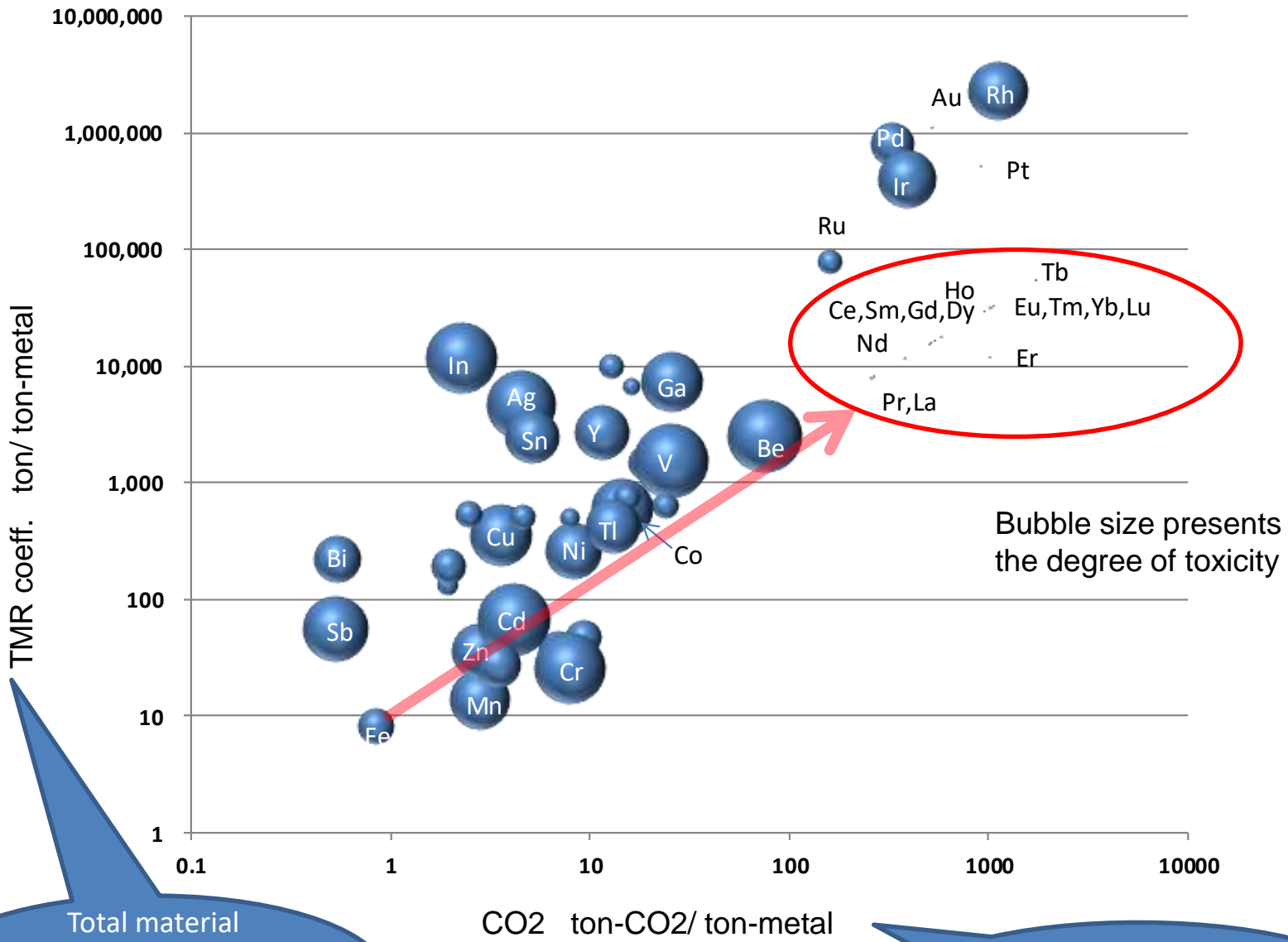


 cold currents

Capensis floristic regions

W. Barthlott, N. Bedinger, G. Braun,
F. Feig, G. Ker, W. Lauer & J. Mubke 1997
modified after
W. Barthlott, W. Lauer & A. Placke 1996
Department of Botany and Geography
University of Bonn
German Aerospace Research Establishment, Cologne
Cartography: M. Gref
Department of Geography
University of Bonn

1kg R.E.E. is nearly equivalent to 1 ton Fe by environmental view



Bubble size presents the degree of toxicity

Total material requirement
 ≈
 Waist from mining

CO2 emission during mining and extraction

サステナビリティ周期表 (供給編)

耐用年数: (現有可採埋蔵量)/(年間消費量)
 資源端重量: 1kg生産にかかわる総資源ton数
 占有度: 生産1位の国のシェア(%), 国名コード
 増大率: 1999年と2009年の生産量比(%)

H
 耐用
 TMR
 占有
 増大

- モーター・磁石
- 電池
- ICチップ・部品
- 配線・導電
- 照明
- 光機能
- 記録メディア
- 熱電変換・冷却
- 触媒・反応電極
- 次世代構造材
- ディスプレイ・研磨
- 難燃剤
- 次世代太陽電池

● Li 194 1.5 41CL 120	Be 2.5 86US 42													● B 0.14 47TK 101	C	N	O	F	Ne
Na 56 100	● Mg 5500 0.07 82CN 215													Al 164 0.05 31CN 163	● Si 0.03 65CN 169	● P 124 35CN 114	S	Cl	Ar
K 2800 26CA 99	Ca 0.09 237	Sc	● Ti 1300 0.04 23AU 220	● V 208 1.5 37CN 135	● Cr 60 0.03 42ZA 180	Mn 40 0.01 22CN 163	● Fe 92 0.008 39CN 165	● Co 122 0.61 40CG 219	● Ni 41 0.26 19RU 125	● Cu 31 0.36 34CL 125	● Zn 22 0.04 28CN 131	● Ga 7.3 157	● Ge 32 71CN 241	● As 0.03 47 129	● Se 59 0.45 50JP 119	● Br 130 38IL 86			Kr
Rb 0.13	● Sr 10 0.51 48ES 133	● Y 61 2.7 371	Zr 4200 0.55 41AU 151	● Nb 73 0.64 92BR 335	Mo 48 0.75 25US 155	Tc	● Ru 79 79ZA 119	● Rh 160 2300 79ZA 85	● Pd 160 810 41ZA 156	● Ag 14 48 18PL 134	● Cd 0.07 23CN 94	● In 24 1.2 50CN 250	● Sn 22 2.5 37CN 153	● Sb 0.06 91CN 136	● Te 10 44JP 88	● I 600 59CL 159			Xe
Cs 0.01	● Ba 31 0.51 147	(Ln) 800 - 97CN 162	Hf 10 151	● Ta 33 6.8 48AU 245	● W 40 0.2 81CN 185	Re 18 48CL 118	Os 540 79ZA	Ir 400 79ZA 40	● Pt 160 530 79ZA 118	● Au 17 1100 13CN 101	● Hg 32 2 63CN 56	Tl 0.4 67	● Pb 17 0.03 43CN 128	● Bi 57 0.02 62CN 221	Po	At			Rn
Fr	Ra	(An)	La 1600 8.2 371*	● Ce 770 18 246*	● Pr 7.9	● Nd 420 12 90*	Pm	● Sm 16	● Eu 188 33	● Gd 17	● Tb 244 55	● Dy 209 16	Ho 30	Er 12	Tm 32	Yb 32	Lu 32		

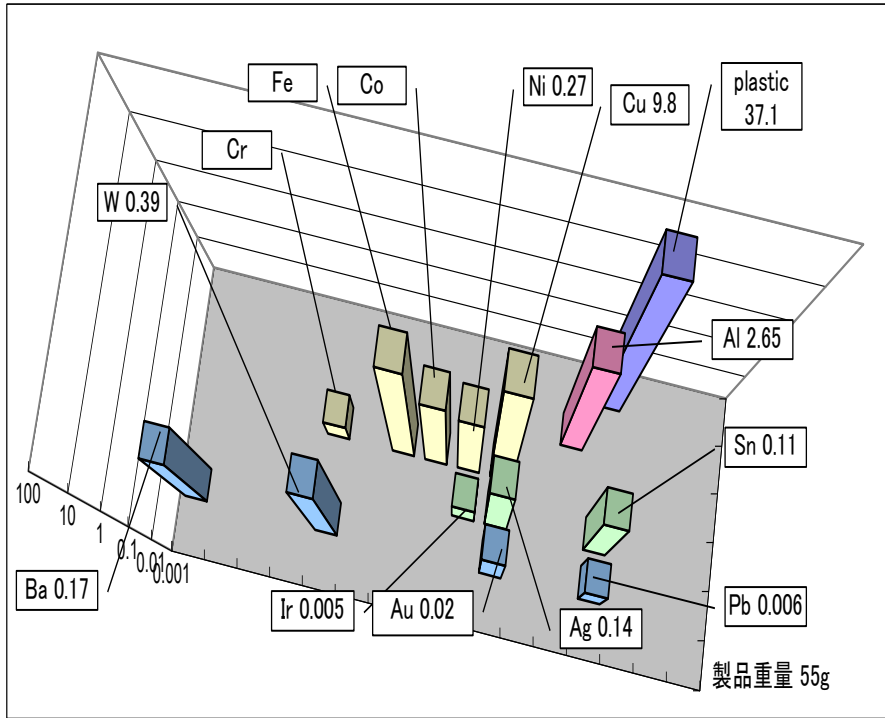


* 日本の輸入量より推定 () 地殻より海水中に含まれるもの

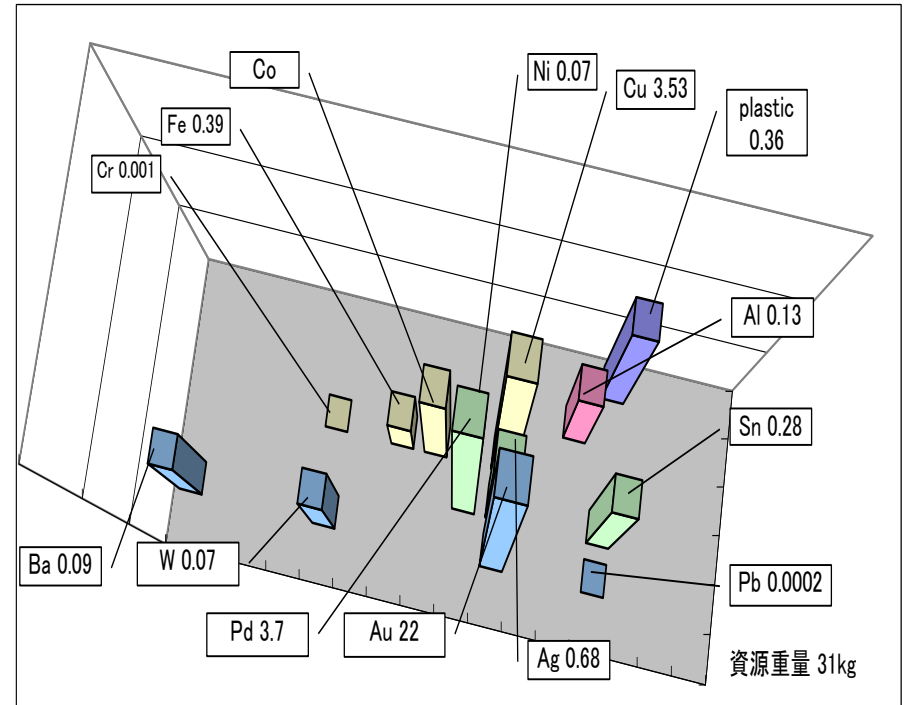
参考文献 米国鉱山局データ USGS minerals information
 工業レアメタル
 「概説 資源端重量」 NIMS-EMC 材料環境情報データ No.18

Cell Phone

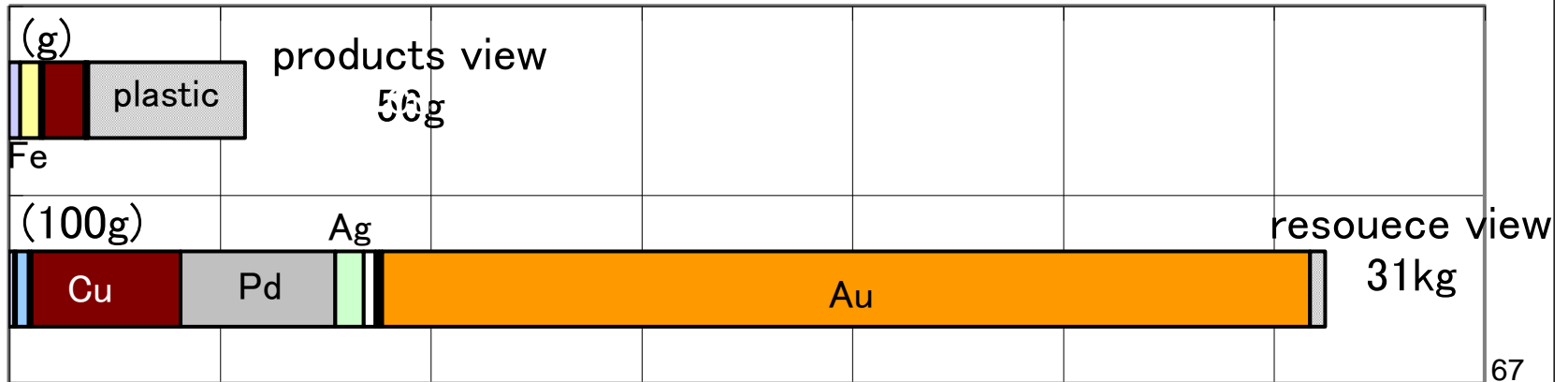
Product-end

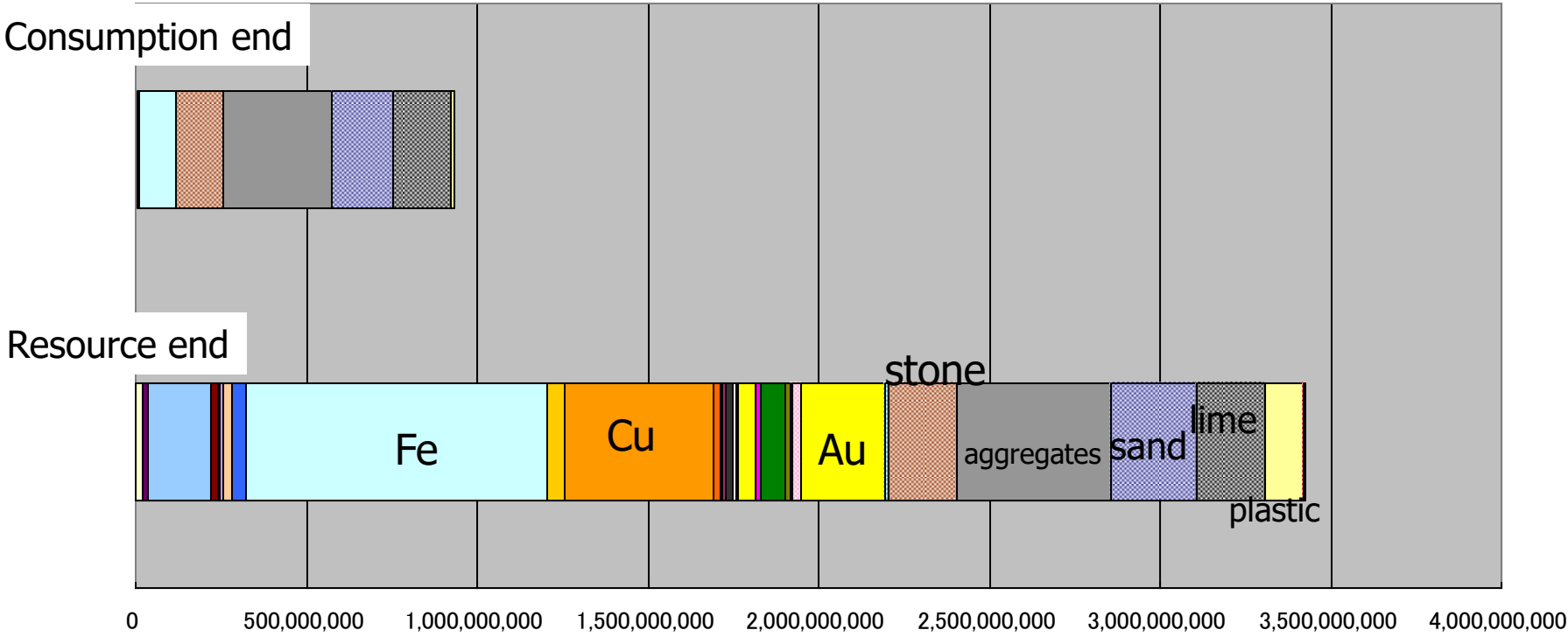
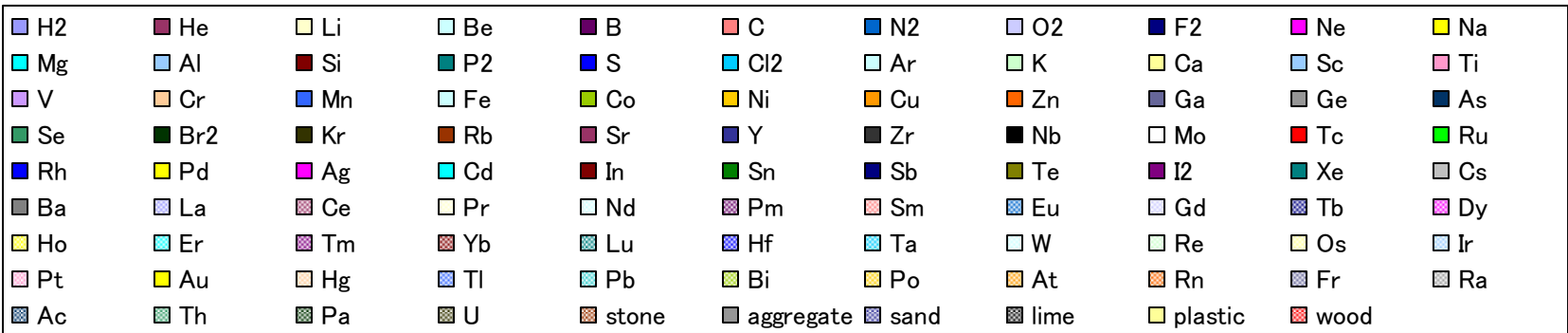


Resource-end



0 50 100 150 200 250 300 350





近年の資源問題激化の2つの要因

世界の8割の人々による豊かさの追求による資源需要拡大

環境・エネルギー・情報等技術イノベーションによる新規資源要求

資源問題のもたらす3つの持続可能性への危機

資源制約の四タイプ+1

量的要素 現有技術で掘りだせる絶対量に限界
Au, Cu, Zn

地政学的要素 1-2カ国に資源が偏在
Pt, Nb, Dy Li Co

製造技術的要素(エネルギー要素) 電力価格等に依存
Ti, Al, Mg, Si

環境要素 廃水、廃鉱石など環境コストの増大
希土類

プラス1 供給速度の問題
副産物金属

地球環境の持続可能性

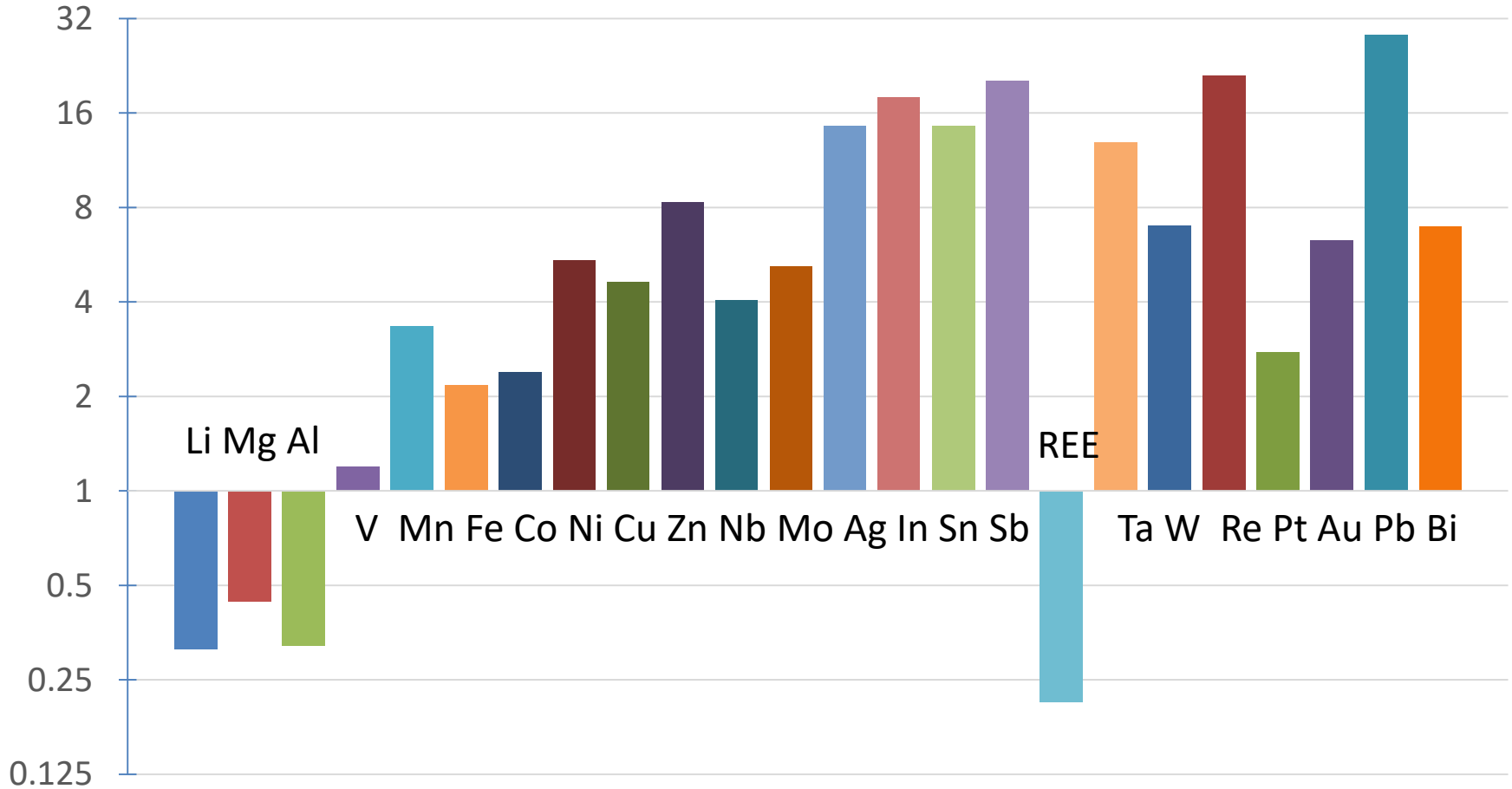
人間経済の持続可能性

国民経済の持続可能性

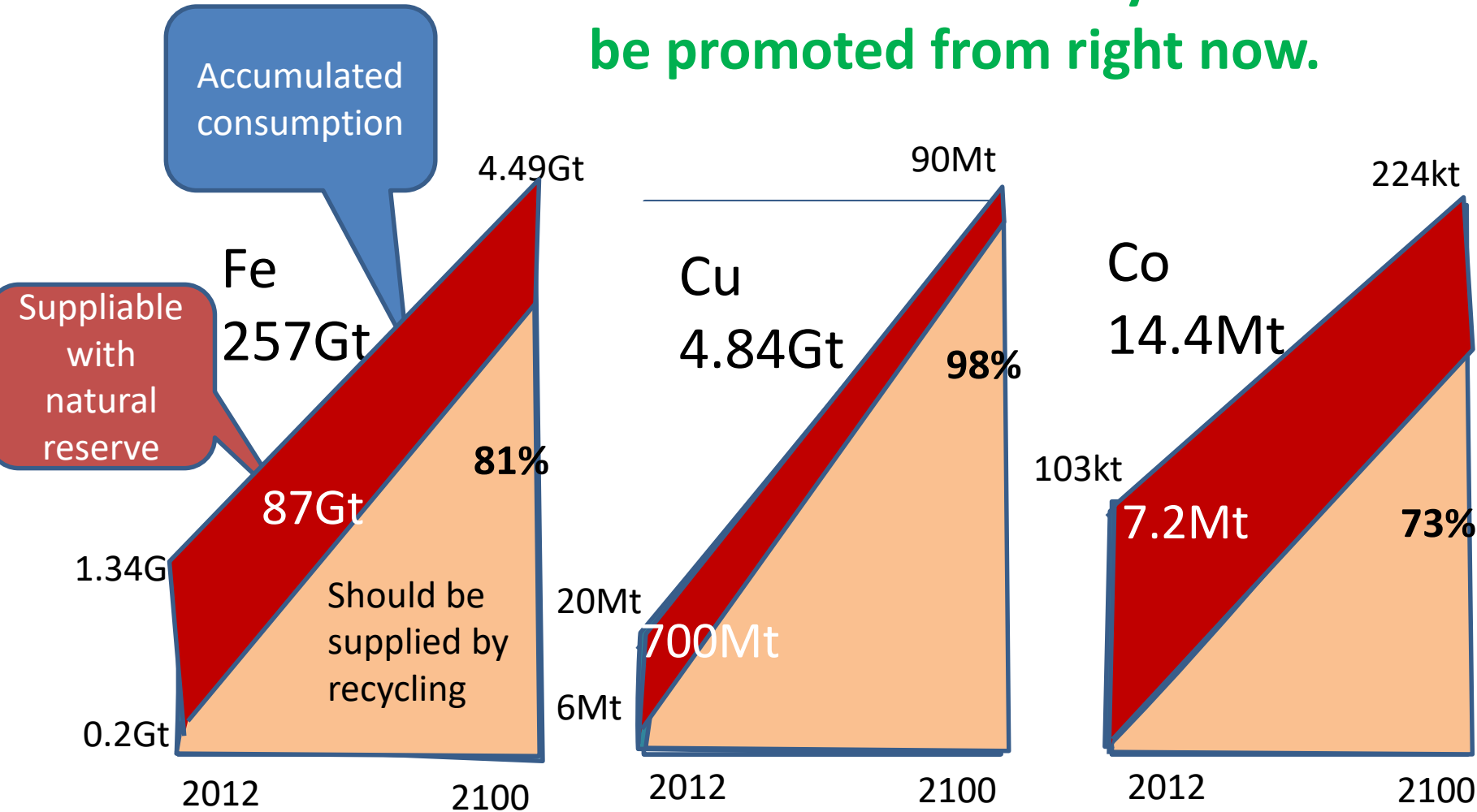
確実に迫る危機

いつきてもおかしくない危機

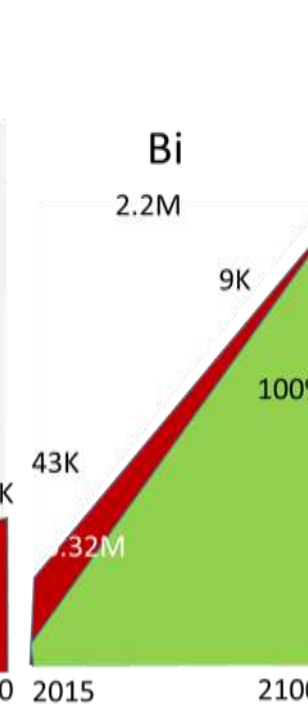
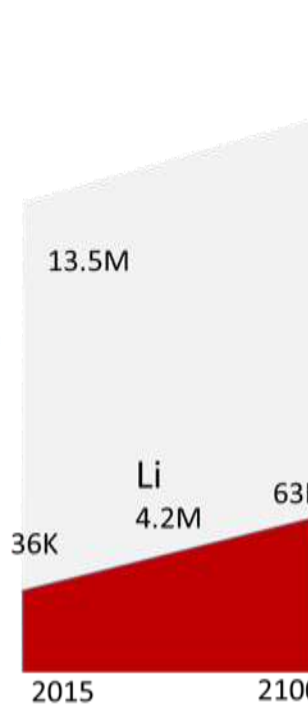
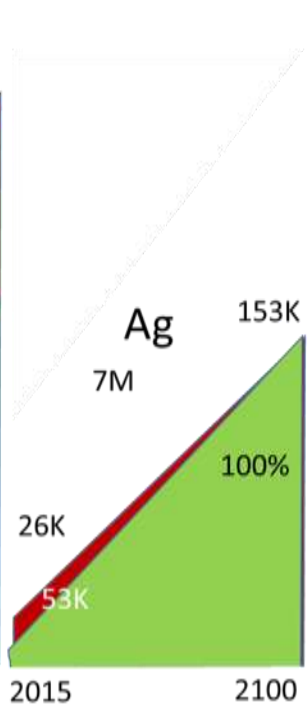
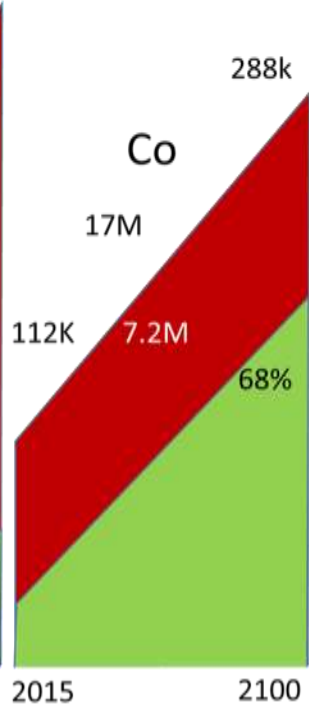
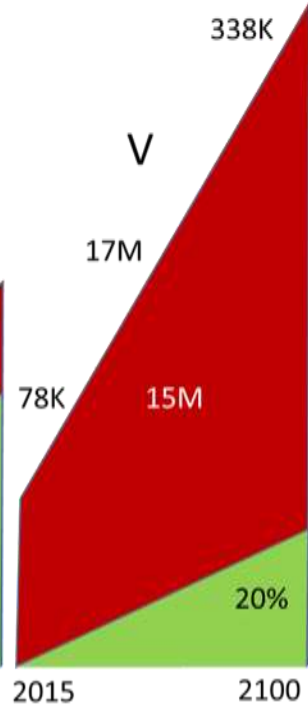
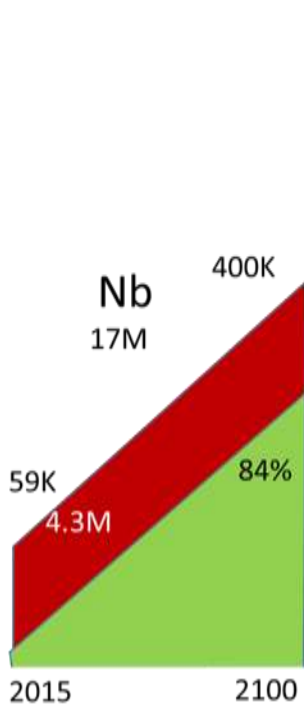
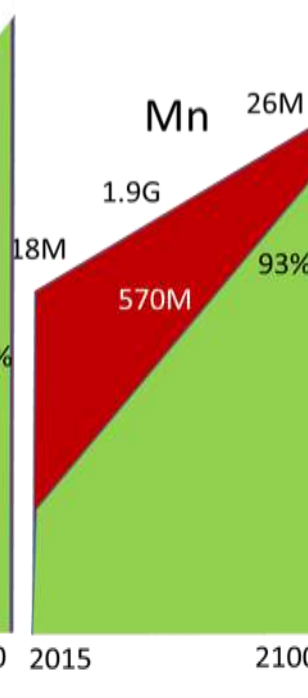
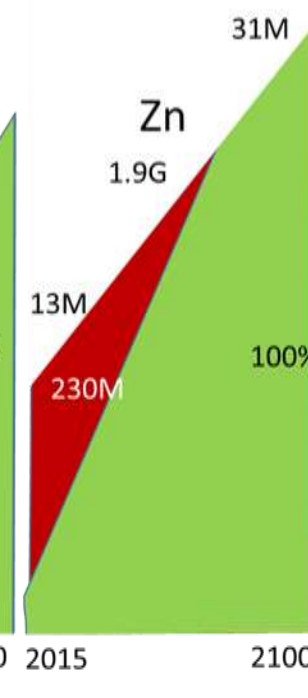
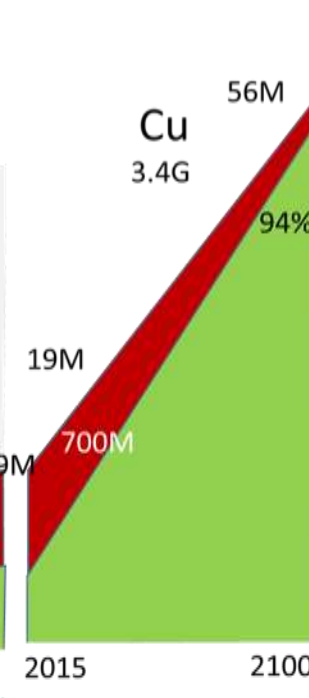
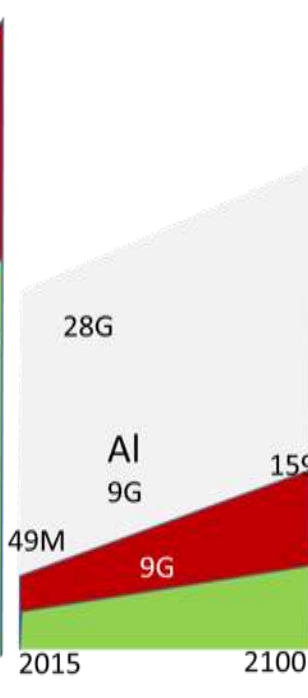
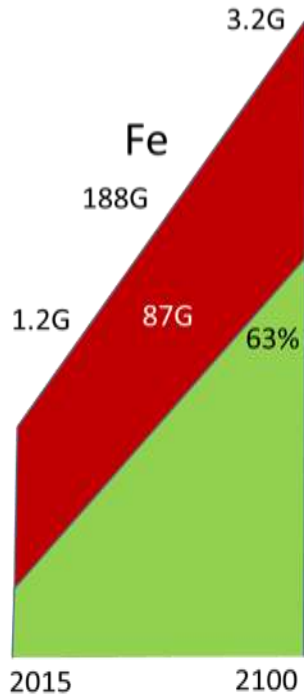
Estimated demand up to 2100 v.s. current reserve amount

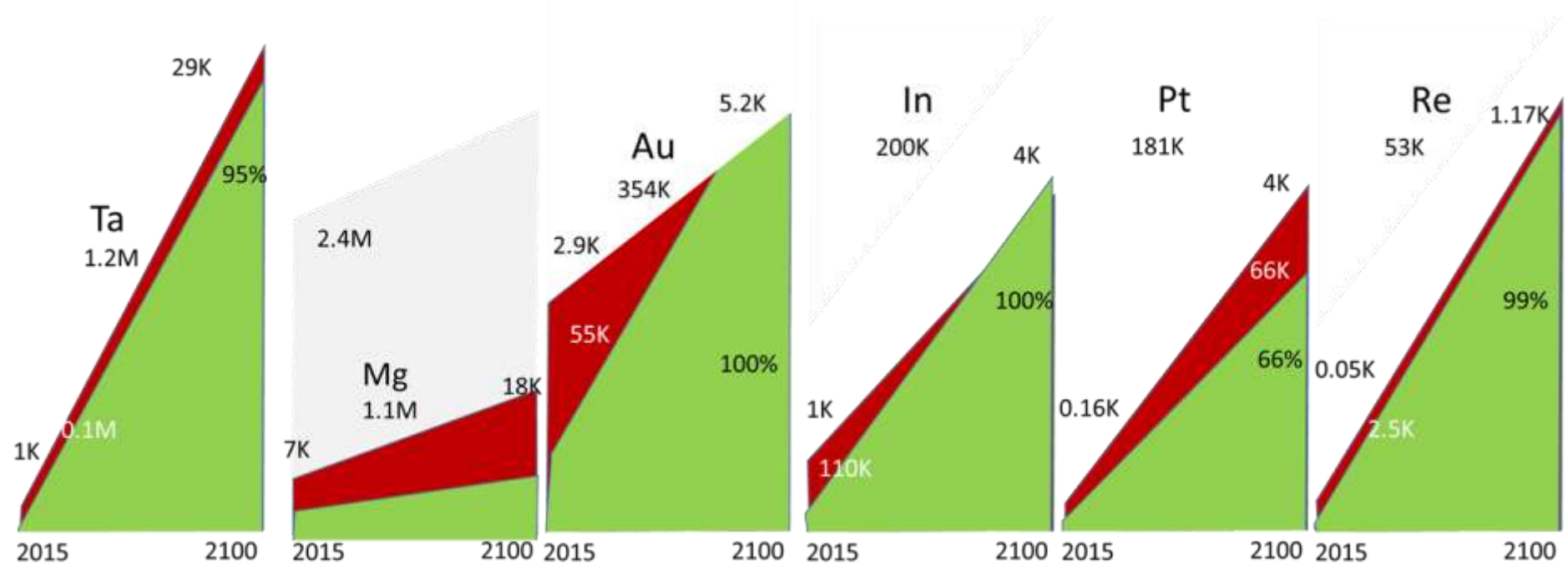
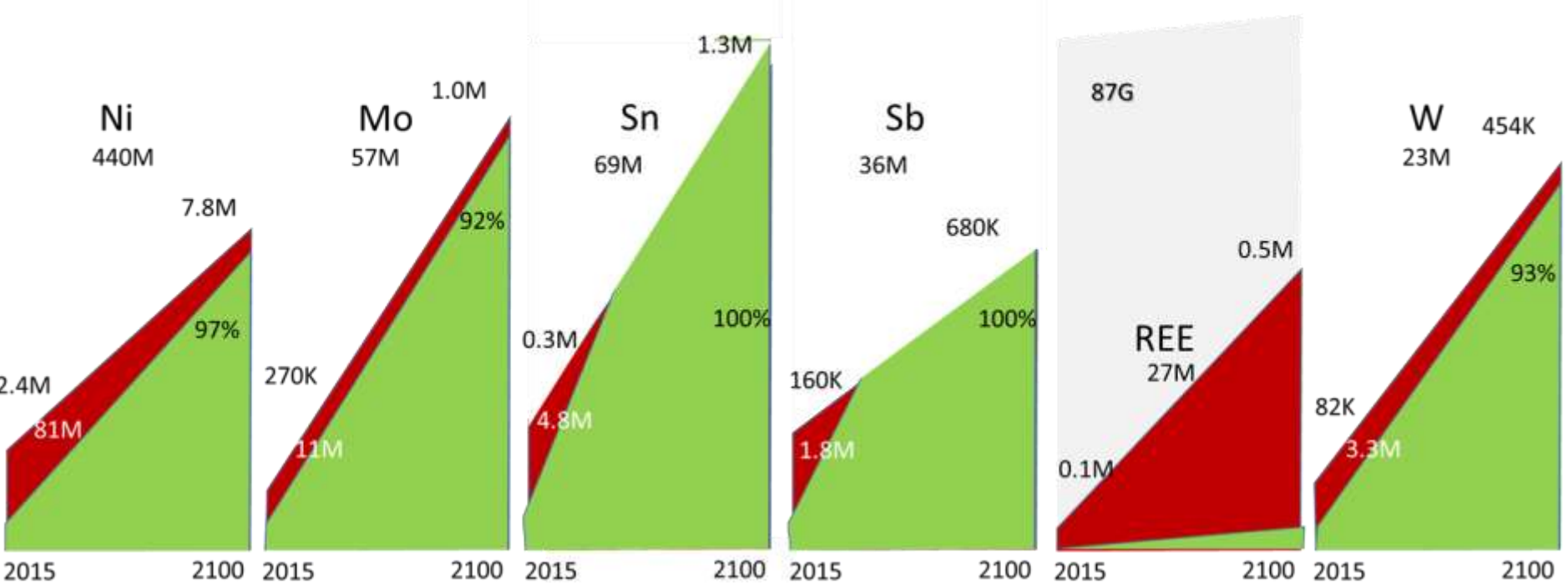


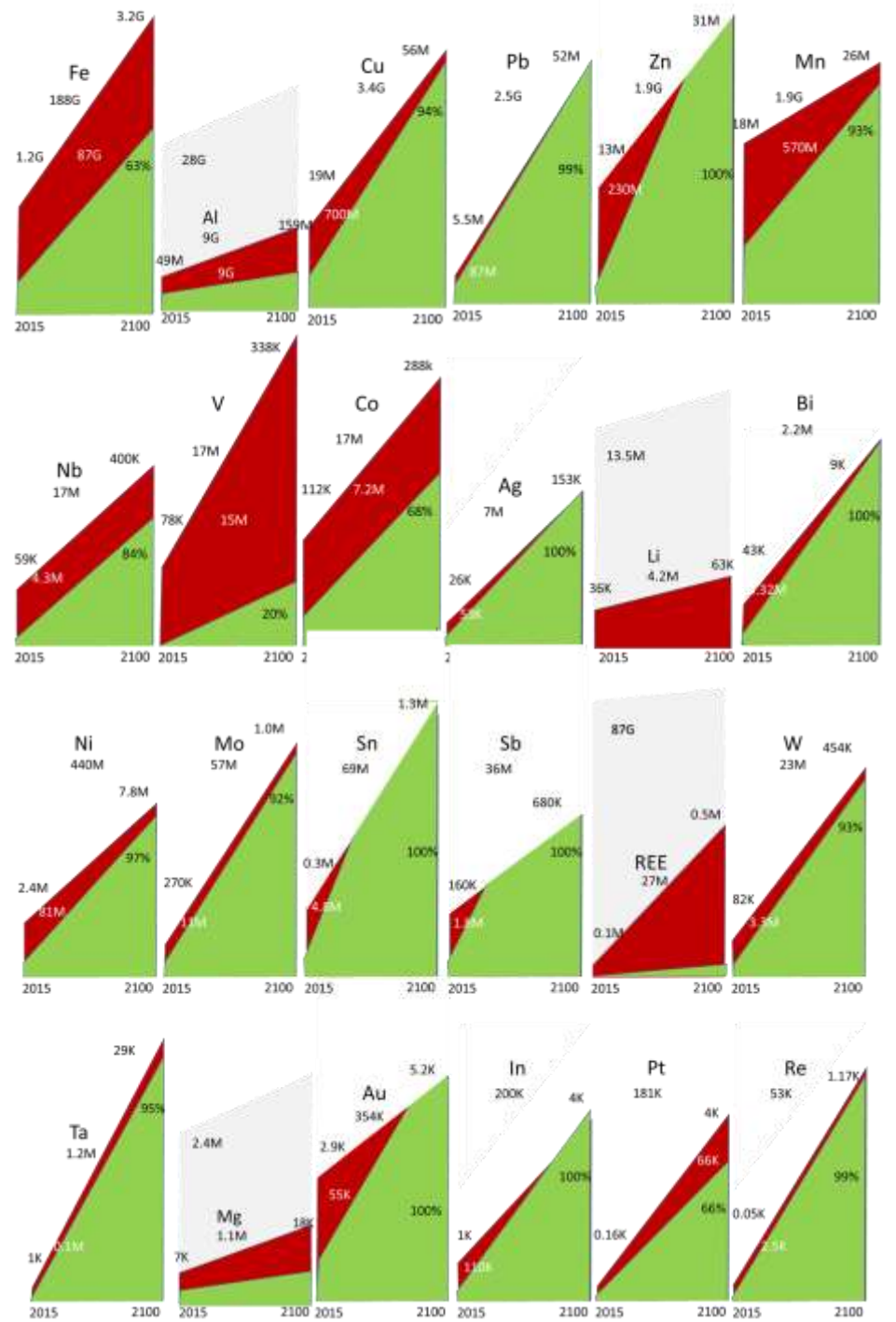
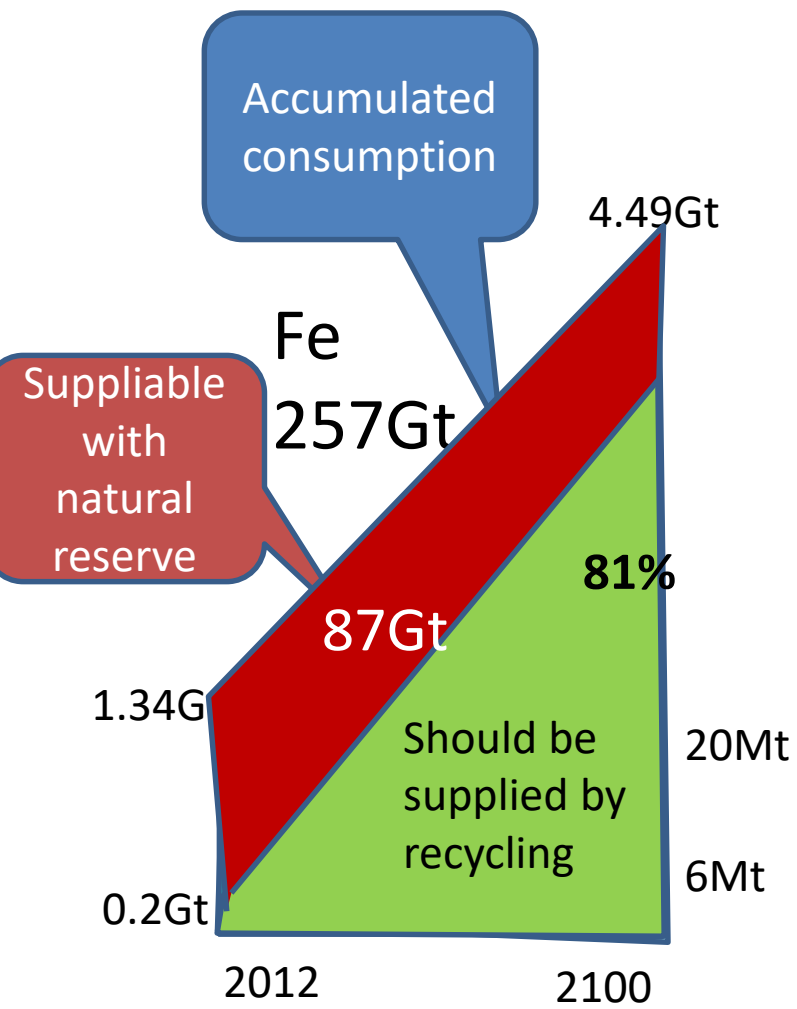
The circulation society must be promoted from right now.



Estimated accumulated consumptions till 2100 with simple assumption of linear growth







金属および化合物輸入平均単価(¥/kg)

	metal	scrap/単結晶	化合物		鉄母合金		metal	scrap/単結晶	化合物		鉄母合金
Li			Li2CO3	437			Zr	5,278	scrap 2,928		
Be	271,471						Nb				Fe-Nb 2,195
B	26,557		B2O3	89			Mo	4,608	scrap 1,721		Fe-Mo 1,694
C	135						Rh	3,302,801			
Na	188		NaOH	54			Pd	1,497,566			
Mg	265	scrap 157	Mg(OH)2	67			Ag	55,222			
Al	174	scrap 161	Al(OH)3	21			Cd	158			
Si	667	単結晶Si 9,182			Fe-Si 127		In	39,792			
P	290		P2O5	171			Sn	1,702	scrap 673		
S	52						Sb	1,050			
K			KOH	63			Te	26,557			
Ca	497		CaCO3	35			I	5,238			
Ti	1,075	scrap 583	TiO2	248			Ba			BaSO4 55	
V	2,631		V2O5	901	Fe-V 1,357		La			La2O3 3,049	
Cr	1,193	scrap 622			Fe-Cr 109		Ce			CeO2 1,793	
Mn	251		MnO2	176	Fe-Mn 100		REE	6,667			
Fe	41	scrap 32					Ta	40,813	scrap 23,703		
Co	2,679	scrap 1,032	C酸化物	2,113			W	5,510	scrap 2,283		Fe-W 3,207
Ni	1,445	scrap 1,092			Fe-Ni 344		Os,Ir	819,841			
Cu	643	scrap 577					Pt	3,896,264			
Zu	163	scrap 119					Au	3,930,097			
Ge	116,228		Ge酸化物	91,510			Hg	311,500			
As		2,887					Tl	27,060			
Se		11,340					Pb	175	scrap 221		
Sr			SrCO3	69			Bi	1,798			
Y			Y2O3	9,022			U	133,094			

貿易統計(輸入)より2012年分の平均単価を計算