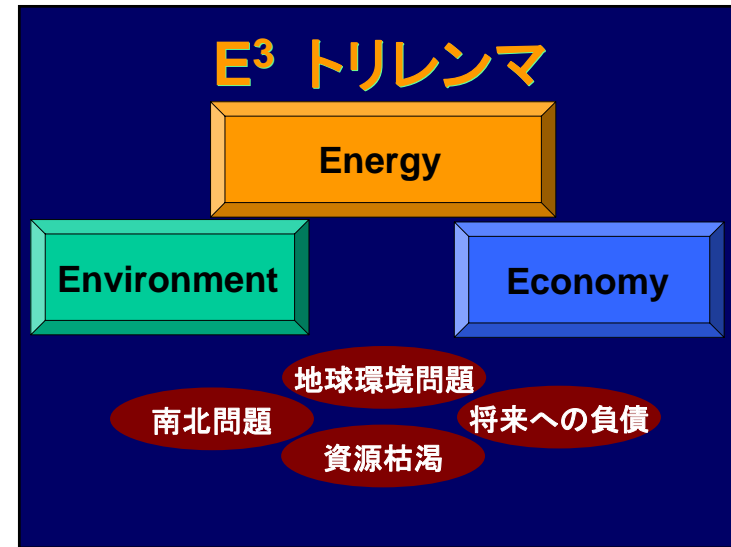


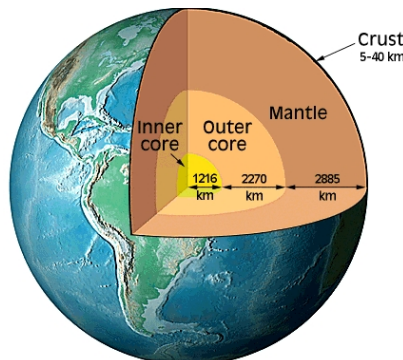
◆◆◆◆ 総合科目 ◆◆◆◆
エネルギー問題・地球環境問題を考える

第2回 人類の営みと地球史
工学部システム創成学科
環境・エネルギーシステムコース(E&E)
山富 二郎
tjiro@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp



地球の構造

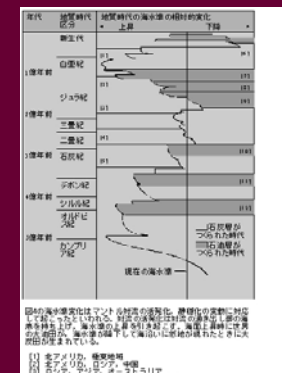
赤道半径 = 6378 km
体積 = $1.0832 \times 10^{12} \text{ km}^3$
質量 = $5.974 \times 10^{21} \text{ t}$
平均密度 = 5.52 g/cm^3
地殻 - 大陸部で 30 km,
海洋部で 5 km
マントル - 深さ 2900 km
核 - 鉄とニッケル



年齢 46 億歳

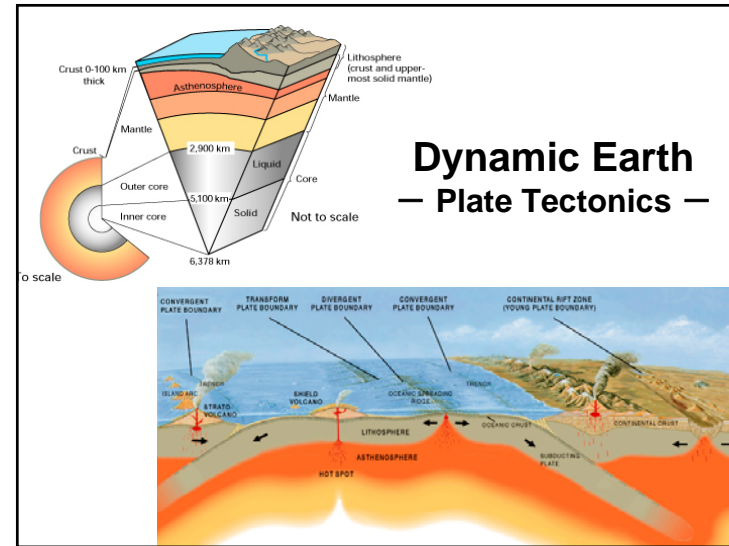
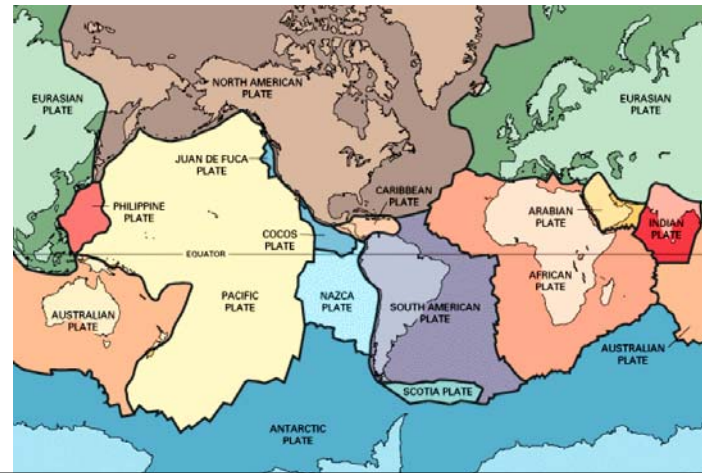
地質年代区分

地質年代区分	地質年代区分	生物群の出現	地質年代区分
2000000000年	2000000000年	2000000000年	2000000000年
1000000000年	1000000000年	1000000000年	1000000000年
0年	0年	0年	0年

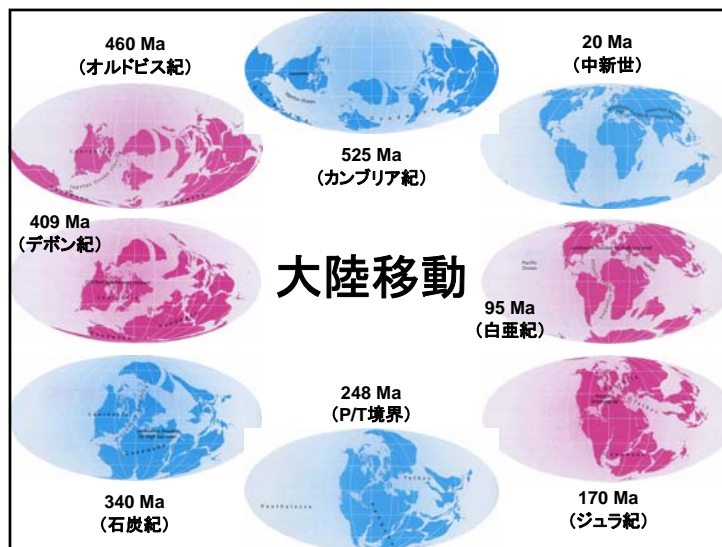


*1 地質年代区分は、地質年代区分委員会によって定められている。
*2 地質年代区分は、地質年代区分委員会によって定められている。
*3 地質年代区分は、地質年代区分委員会によって定められている。
*4 地質年代区分は、地質年代区分委員会によって定められている。
*5 地質年代区分は、地質年代区分委員会によって定められている。

Restless Earth — Plate Tectonics —

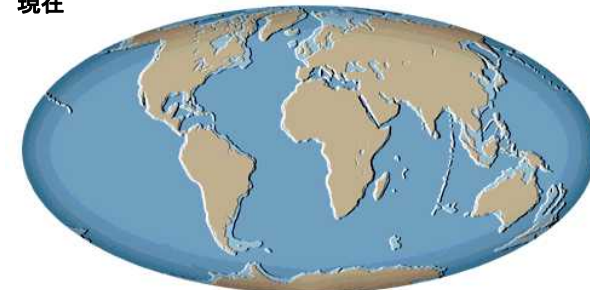


Dynamic Earth — Plate Tectonics —

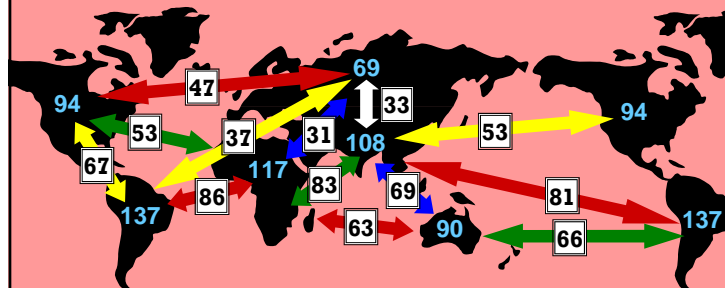


大陸移動

現在

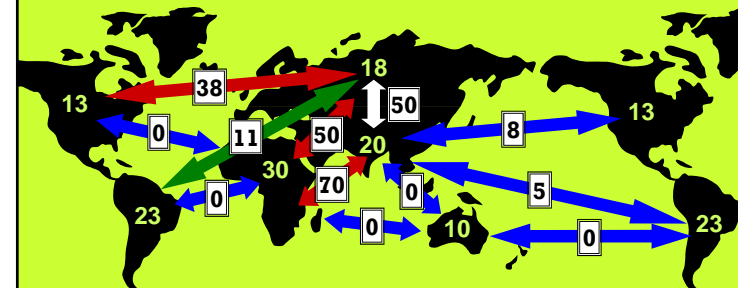


大陸間の生物の類似性 (種子植物)



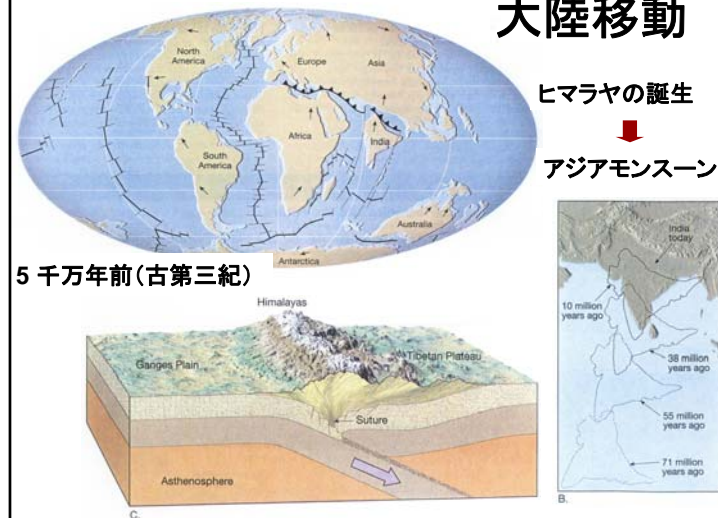
大陸上の数字はその大陸に棲息する科の数, 大陸間の数字は類似度 $100c/n$; c は共通な科の数, n は少ない方の科の数。

大陸間の生物の類似性 (哺乳類)

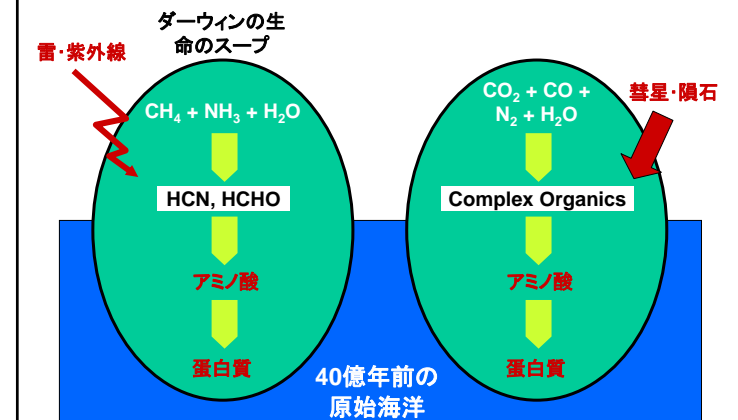


大陸上の数字はその大陸に棲息する科の数, 大陸間の数字は類似度 $100c/n$; c は共通な科の数, n は少ない方の科の数。

大陸移動



原始地球環境下の生命誕生

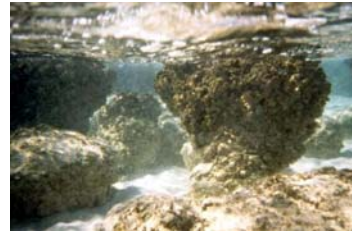


ストロマトライト

— Stromatolite —

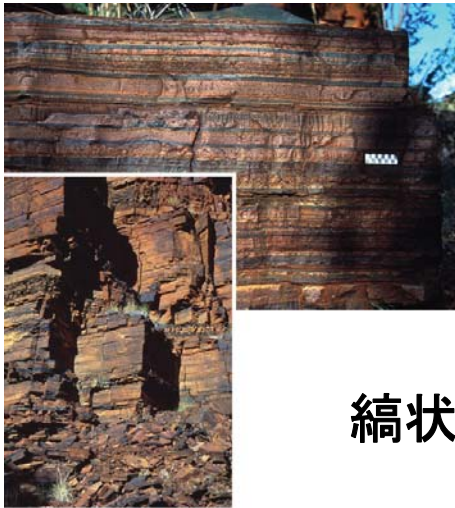
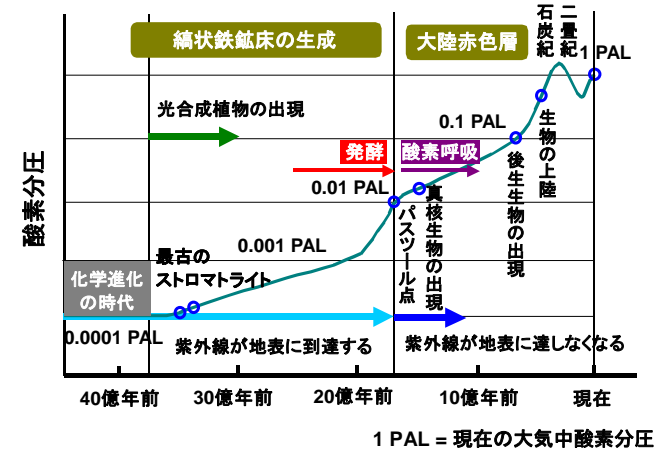


← 米モンタナ州 Glacier National Park
で発見されたStromatoliteの化石



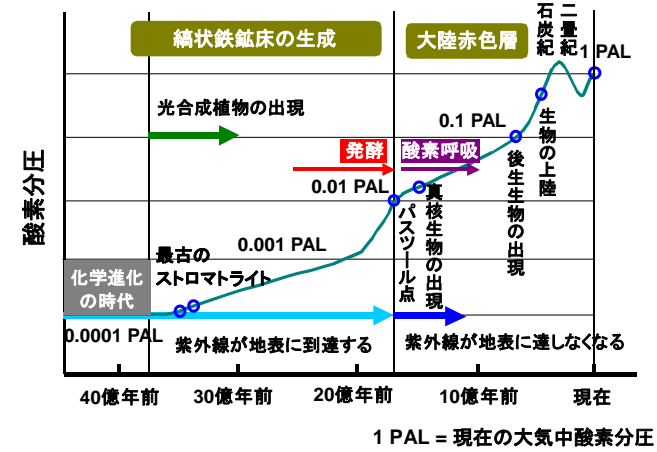
↑ 西オーストラリア州 Hamelin Pool
の生きているStromatolite

地球大気の生成

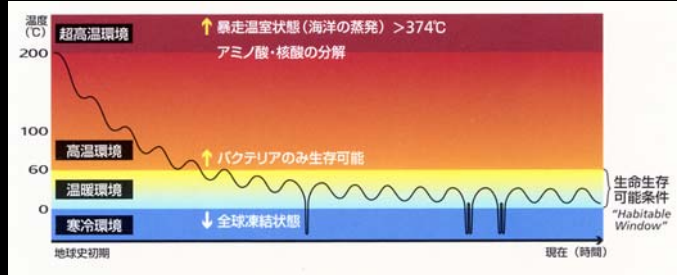


縞状鉄鉱床

地球大気の生成



Snowball Earth (全球凍結)



Snowball Earth (全球凍結)



古生代 (6.0 ~ 2.5 億年)

Paleozoic
ancient life



- 三葉虫の出現
- 脊椎動物 (魚類) の出現
- サンゴ礁の出現
- シダ植物の上陸
- 両生類の出現
- 爬虫類の出現

中生代 (2.5 ~ 0.65 億年)

Paleozoic
ancient life

Mesozoic
middle life



- 恐竜の出現
- 最初の哺乳類
- 最初の鳥類
- 顕花植物の出現
- 恐竜の絶滅
- 巨大隕石の衝突 (約6500万年前)

新生代(6500万年 ~ 現在)

Paleozoic
ancient life

Mesozoic
middle life

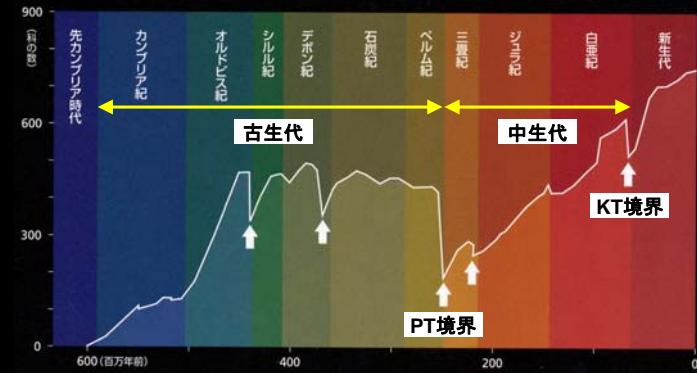
Cenozoic
recent life



- 哺乳類の隆盛
- 人類の出現 (約400-500万年前)
- 氷河期(100万年前)
- 古代文明の誕生(約5000年前)

Mammals

Mass Extinction(大量絶滅)



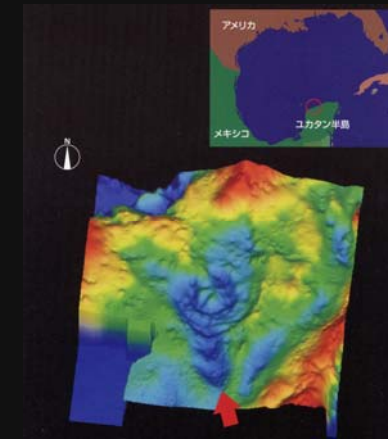
海棲無脊椎動物の多様性の増減グラフ(ジャック・セブスキー、デイヴィッド・ラウブ両博士作成)

酸素濃度変化(PT境界)



現代から6億年前までの酸素と二酸化炭素濃度の推移。縦軸は大気中の割合を示す
Robert A. Berner.(2002)PNAS.vol.99.NO.7,4172.-4177より改変

隕石衝突(KT境界)



隕石衝突(KT境界)



Mass Extinction (大量絶滅)

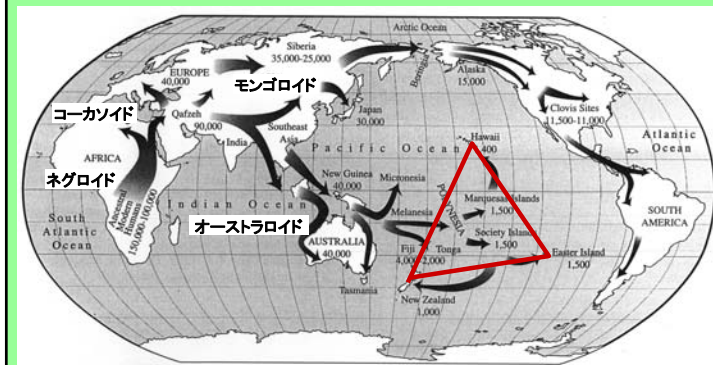
- 大陸の移動, 地殻変動
- 巨大噴火 …… 火山ガス・CO₂の大量放出
- 巨大隕石 …… 衝撃, 津波, 火焰, 粉塵
- 海洋循環
- 酸素欠乏
- 海面変動
- 温暖化 …… メタンハイドレートの噴出
- 寒冷化

人類誕生の地 — アフリカ大地溝帯



人類の移住・拡散

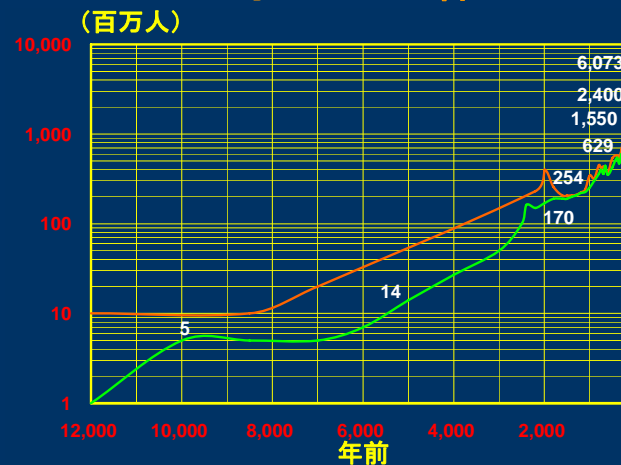
— ホモ・サピエンス・サピエンス —



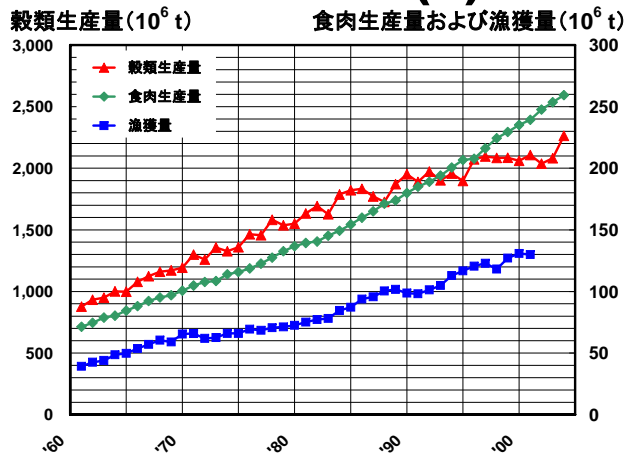
地球史カレンダー

年前	(Ma)	月	日	時	分	秒	出来事
4,600,000,000	4,600	1	1	0	0	0.00	地球誕生
4,000,000,000	4,000	2	17	14	36	31.30	原始生命誕生・原始海洋とプレートの始まり
3,500,000,000	3,500	3	29	6	46	57.39	化石の最初の生物化石
2,700,000,000	2,700	5	31	18	15	39.13	陸地動物と光合成開始・地球磁場(パンアレン帯)の発生
2,500,000,000	2,500	6	16	15	7	49.57	植物細胞壁の生成が始まる
2,100,000,000	2,100	7	18	8	52	10.43	陸地動物、真核生物出現
1,900,000,000	1,900	8	3	5	44	20.87	大陸の出現
1,000,000,000	1,000	10	13	15	39	7.83	多細胞動物出現
550,000,000	550	11	18	8	36	31.30	中生代/古生代境界、陸地動物、硬骨動物
450,000,000	450	11	26	7	2	36.52	オゾン層発生、生物上陸
300,000,000	300	12	8	4	41	44.35	石炭紀
250,000,000	250	12	12	3	54	46.96	古生代/中生代境界(生物の大量絶滅) - マントル起源のマグマによる爆発的火山活動
66,000,000	66.0	12	26	18	18	46.96	中生代/新生代境界(直径10kmの巨大隕石衝突、恐竜絶滅、新生代の始まり(哺乳類の時代))
4,000,000	4.00	12	31	16	22	57.39	人類(祖先: アウストラロピテクス・アファレンシス)誕生 - 直立二足歩行
2,400,000	2.40	12	31	19	25	46.43	道具の使用
1,000,000	1.00	12	31	22	5	44.35	大氷河期(第四紀)、最初のアフリカ脱出(ジャワ原人・北京原人)
200,000	0.200	12	31	23	37	8.87	ホモ・サピエンス・サピエンス(新人)誕生
15,000	0.015	12	31	23	58	17.17	最後の氷河期(ベーリング海峡を渡る)
12,000	0.012	12	31	23	58	37.73	農耕開始
5,000	0.005	12	31	23	59	25.72	古代文明、絹文海漕
250		12	31	23	59	58.29	産業革命
20		12	31	23	59	59.86	

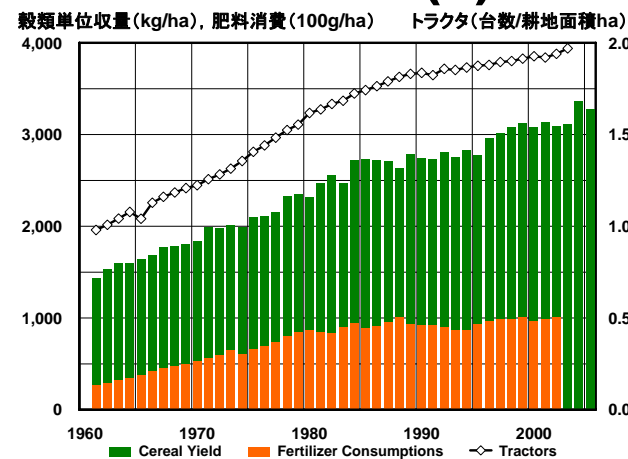
地球人口の増加

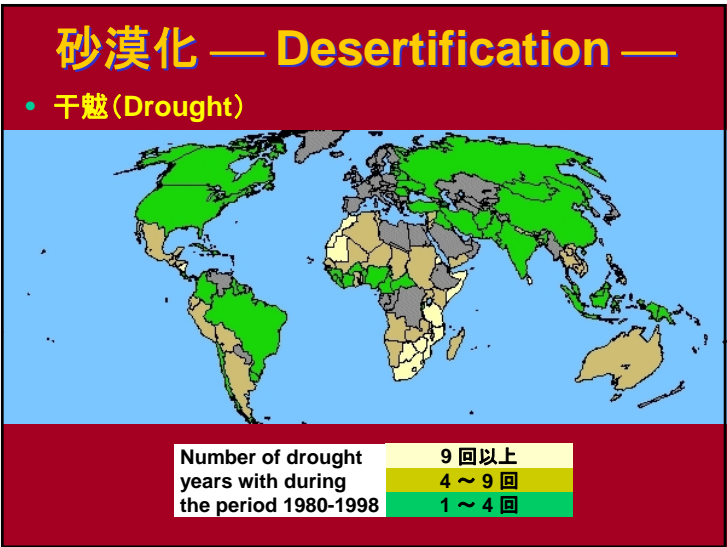
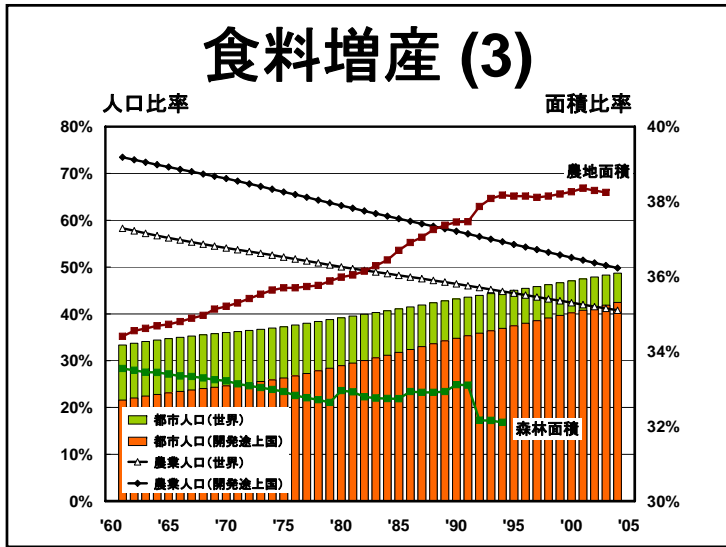


食料増産 (1)



食料増産 (2)





砂漠化 — Desertification —

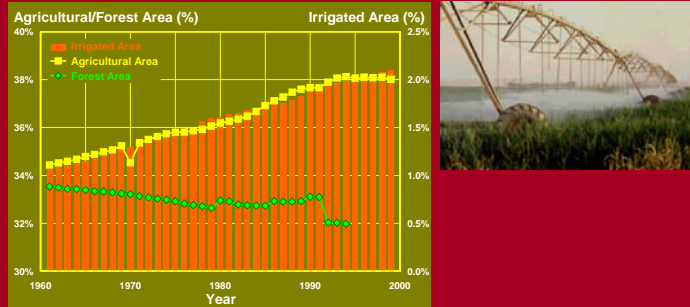
- 干魃 (Drought)
- 森林の伐採 (Deforestation)

砂漠化 — Desertification —

- 干魃 (Drought)
- 森林の伐採 (Deforestation)
- 過放牧 (Overgrazing)

砂漠化 — Desertification —

- 干魃 (Drought)
- 森林の伐採 (Deforestation)
- 過放牧 (Overgrazing)
- 農地拡大 (Farming)



砂漠化 — Desertification —

- 干魃 (Drought)
- 森林の伐採 (Deforestation)
- 過放牧 (Overgrazing)
- 農地拡大 (Farming)



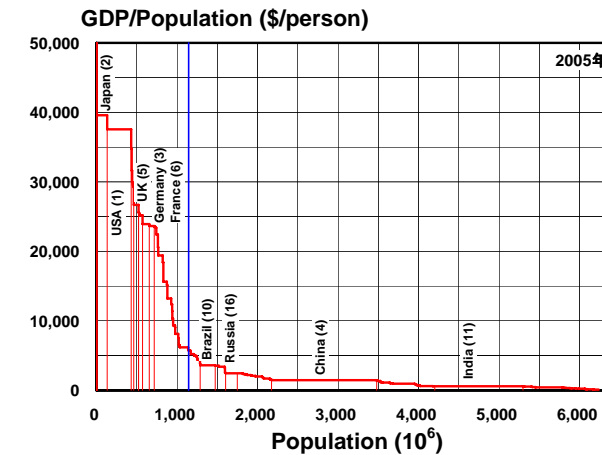
- 土地不足
- 借地権の制限
- 経済的圧力
- 貧困
- 人口増加

- 土壌の浸食 (Erosion)
- 土壌生産力の低下 (Soil fertility decline)
- 地下水位の低下 (Lowering of the water table)
- 塩化作用 (Salinization)

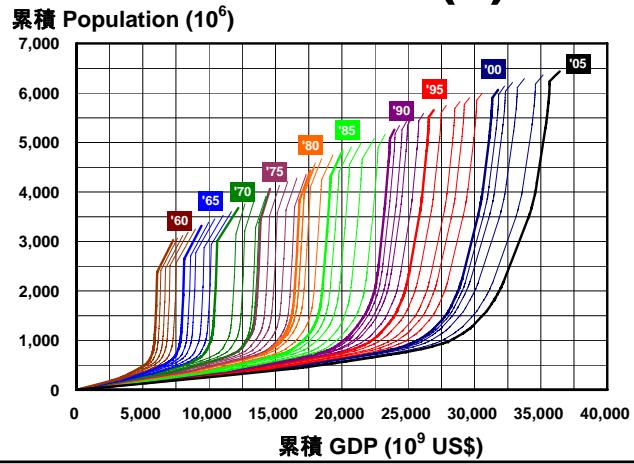
一人当たりGDPによるランク付け (1)

	2002年	GDP per Capita	GDP in 2000\$ (10 ⁹ \$)	ΣGDP (10 ⁹ \$)	Population (%)	ΣPopulation (10 ⁶)	ΣPopulation (%)
World		5,289	32,857,000			6,212,827	
1	Luxembourg	45,995	20,399	20	0.06%	0,444	0
2	Norway	38,200	173,353	194	0.59%	4,538	5
3	Japan	37,216	4,741,307	4,935	15.02%	127,399	132
4	United States	34,759	10,023,500	14,959	45.53%	288,369	421
5	Switzerland	34,239	249,421	15,208	46.29%	7,285	428
6	Denmark	29,976	161,097	15,369	46.78%	5,374	433
7	Iceland	29,323	8,445	15,378	46.80%	0,288	434
8	Sweden	27,662	246,859	15,624	47.55%	8,924	443
9	Ireland	27,184	106,835	15,731	47.88%	3,930	447
10	Hong Kong, China	25,483	172,952	15,904	48.40%	6,787	453
11	United Kingdom	25,251	1,497,408	17,402	52.96%	59,302	513
12	Austria	24,433	197,505	17,599	53.56%	8,084	521
13	Canada	23,981	752,104	18,351	55.05%	31,362	552
14	Finland	23,814	123,847	18,475	56.23%	5,201	557
15	Netherlands	23,411	378,064	18,853	57.38%	16,149	573
179	Malawi	141	1,704	32,315	98.35%	12,070	5,909
180	Guinea-Bissau	138	0,201	32,316	98.35%	1,449	5,910
181	Ethiopia	126	8,466	32,324	98.38%	67,218	5,977
182	Burundi	111	0,756	32,325	98.38%	6,818	5,984
183	Congo, Dem. Rep.	83	4,363	32,329	98.39%	52,706	6,037

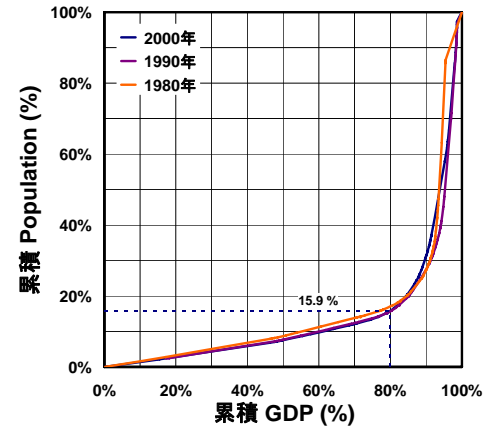
一人当たりGDPによるランク付け (2)



富の偏在 (1)



富の偏在 (2)



一次エネルギー消費

Primary energy consumption per capita

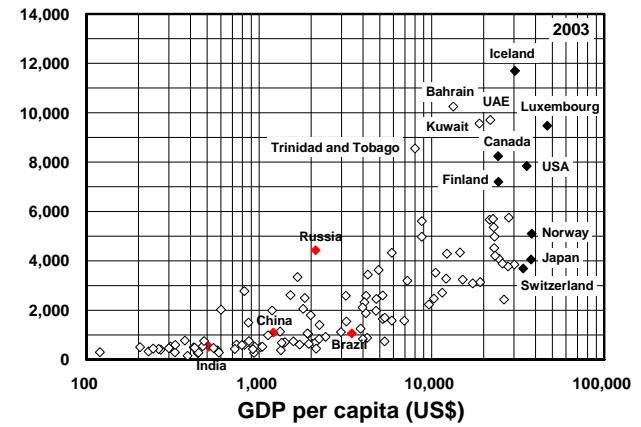


BP Statistical Review of World Energy 2006

35 © BP 2006

エネルギー使用量

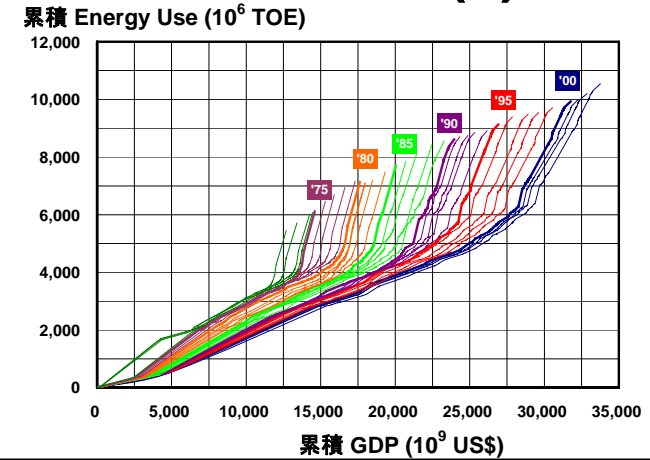
Energy Use per capita (kg of equivalent oil)



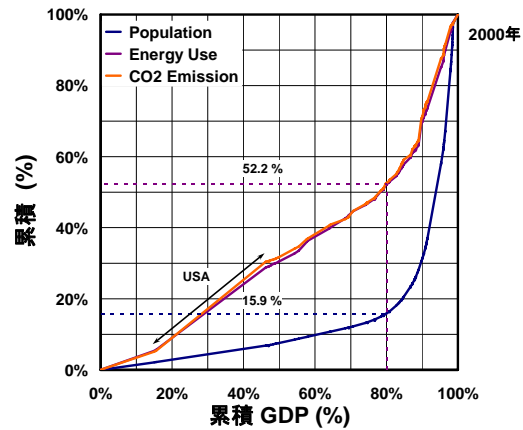
一人当たりGDPによるランク付け (3)

2002年	GDP per Capita	Energy Use		ΣEnergy		CO ₂ Emission		ΣEmission	
		(10 ⁶ TOE)	(10 ⁶ t)	(10 ⁶ TOE)	(%)	(10 ⁶ t)	(10 ⁶ t)	(%)	
World	5,289	10,202,470				24,355,230			
1 Luxembourg	45,995	4,041	4	0.04%	9,427	9	0.04%		
2 Norway	38,200	28,812	33	0.32%	63,079	73	0.30%		
3 Japan	37,216	520,656	554	5.43%	1,201,569	1,274	5.23%		
4 United States	34,759	2,289,039	2,843	27.86%	5,834,488	7,109	29.19%		
5 Switzerland	34,239	27,137	2,870	28.13%	40,788	7,149	29.35%		
6 Denmark	29,976	19,703	2,889	28.32%	47,544	7,197	29.55%		
7 Iceland	29,323	3,395	2,893	28.35%	2,213	7,199	29.56%		
8 Sweden	27,662	52,835	2,946	28.87%	51,816	7,251	29.77%		
9 Ireland	27,184	15,315	2,961	29.02%	43,118	7,294	29.95%		
10 Hong Kong, China	25,483	16,377	2,977	29.18%	35,380	7,329	30.09%		
11 United Kingdom	25,261	228,489	3,206	31.42%	542,745	7,872	32.32%		
12 Austria	24,433	31,126	3,237	31.73%	63,596	7,936	32.58%		
13 Canada	23,981	249,207	3,486	34.17%	516,313	8,452	34.70%		
14 Finland	23,814	35,622	3,522	34.52%	62,555	8,515	34.96%		
15 Netherlands	23,411	78,561	3,600	35.29%	150,631	8,665	35.58%		
179 Malawi	141		9,914	97.18%	0.784	23,717	97.38%		
180 Guinea-Bissau	138		9,914	97.18%	0.278	23,717	97.38%		
181 Ethiopia	126	19,934	9,934	97.37%	6,185	23,724	97.41%		
182 Burundi	111		9,934	97.37%	0.256	23,724	97.41%		
183 Congo, Dem. Rep.	83	15,423	9,950	97.52%	1,781	23,726	97.41%		

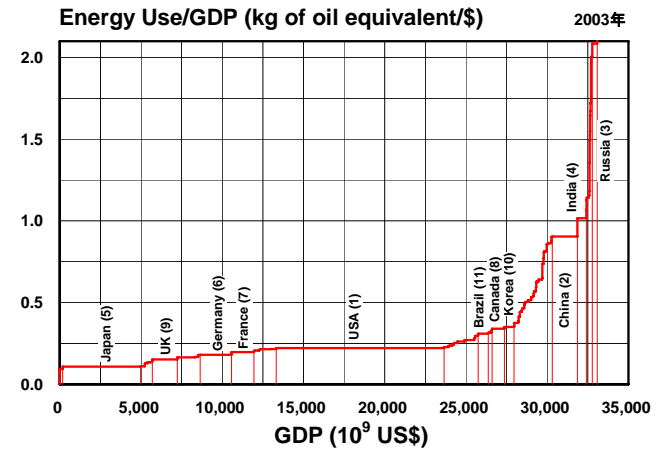
富の偏在 (3)



富の偏在 (4)

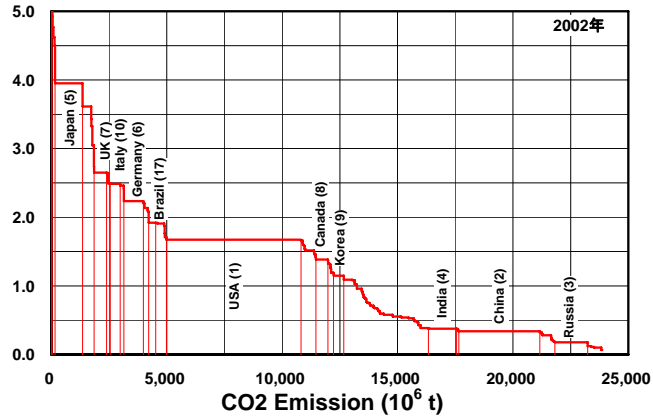


GDP Efficiency League (1)



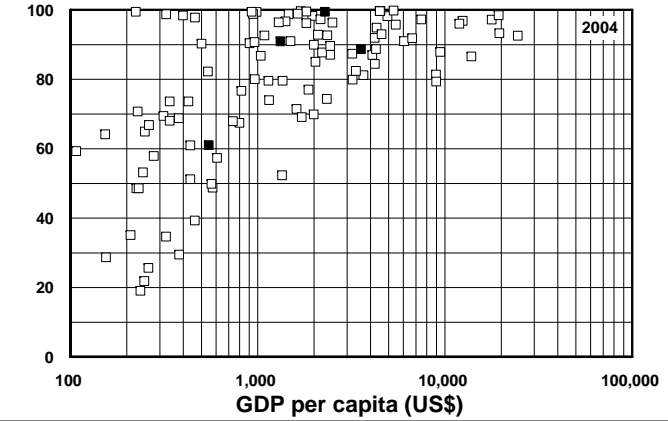
GDP Efficiency League (2)

GDP/CO2 Emission (\$/kg of CO₂)



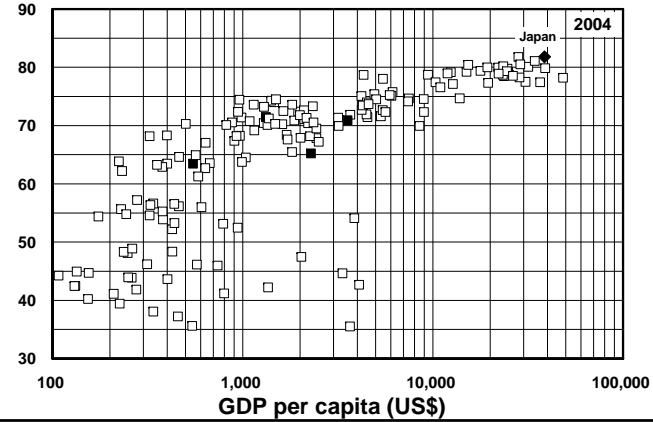
成人識字率

Adult Literacy Rate (%)



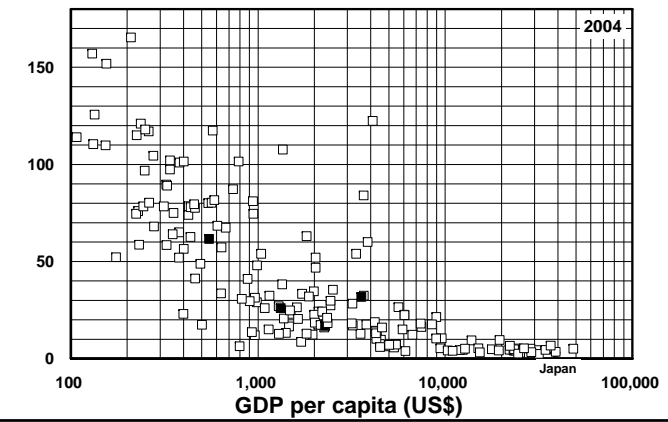
平均寿命

Life Expectancy at birth (years)



乳児死亡率

Mortality rate, infant (per 1,000 live births)



地球環境と人類社会の共生

- ◆ 環境保全・修復技術
- ◆ 自然/再生可能エネルギーの利用
- ◆ 省エネ・エネルギー利用の効率化
- ◆ リサイクル、廃棄物処分/処理
- ◆ ライフスタイルの見直し
- そして、
- ◆

エネルギー・鉱物資源の分類

Building Materials (建設用材料鉱物)

岩石、(骨材としての)砕石・礫・砂、粘土、石灰石(セメント)、.....

Industrial Minerals (工業用原料鉱物)

肥料、化学工業用原料、研磨剤、充填剤.....

Metallic Mineral Resources (金属鉱物資源)

(a) 鉄・鉄合金金属 — Fe, Mn, Cr, V, Mo, W, Ni, Co,

(b) 軽金属 — Al, Mg, Ti,

(c) 卑金属 — Cu, Pb, Zn, Cd, Sn, Sb, Bi, Hg,

(d) 貴金属 — Au, Ag, PGM (Pt, Pd, Rb,,)

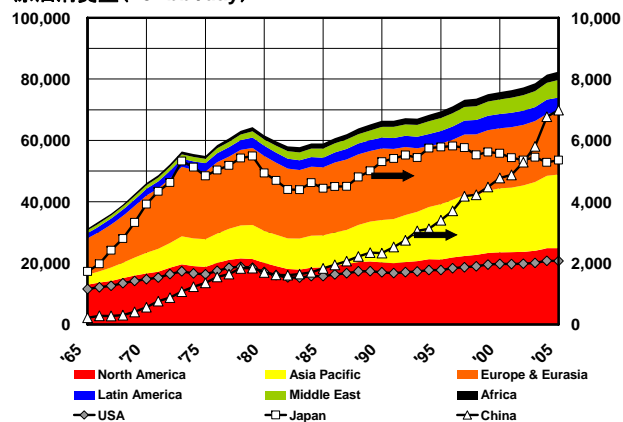
(e) 核燃料金属 — U, Th,

Mineral Fuels (燃料鉱物)

化石燃料鉱物 — 石油, 天然ガス, タールサンド, 油母頁岩, 石炭, ...

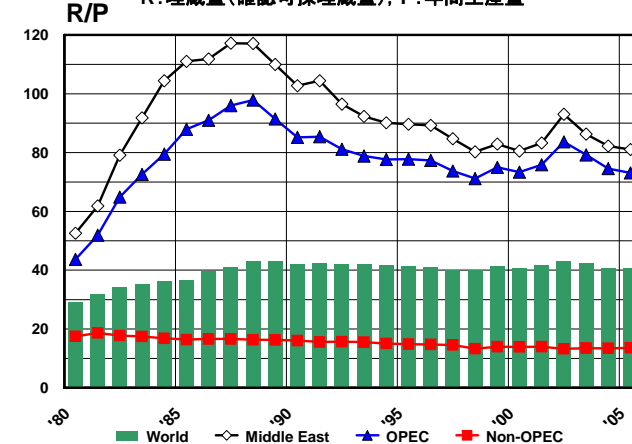
原油消費量

原油消費量 (10³ bbl/day)

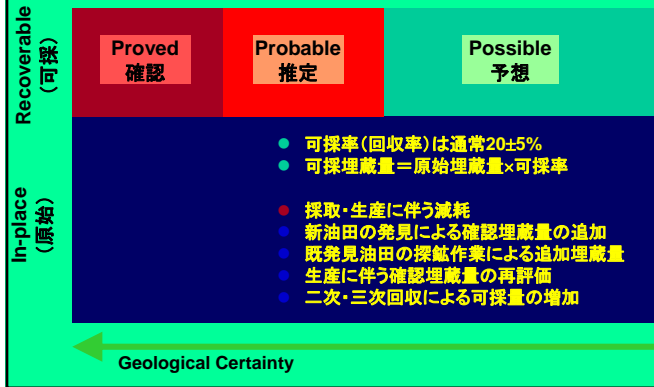


原油の耐用年数: R/P

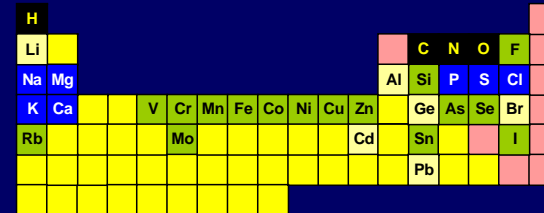
R: 埋蔵量(確認可採埋蔵量), P: 年間生産量



原油埋蔵量とは



生体の必須元素



- ◆ K, Na, Mg, Caは細胞中のpH調整に携わったり、骨格を構成している。
- ◆ Mgは、神経や筋肉の興奮性の調整を行い、欠乏すると神経が興奮しやすくなったり、心臓病や高血圧になりやすくなると言われている。
- ◆ Feは、哺乳類の血中において酸素運搬体として機能しているヘモグロビンに含まれている。
- ◆ Zn不足によって味蕾細胞の世代交代が遅れ、味覚受容体の感度の低下、即ち、味覚障害が起きる。

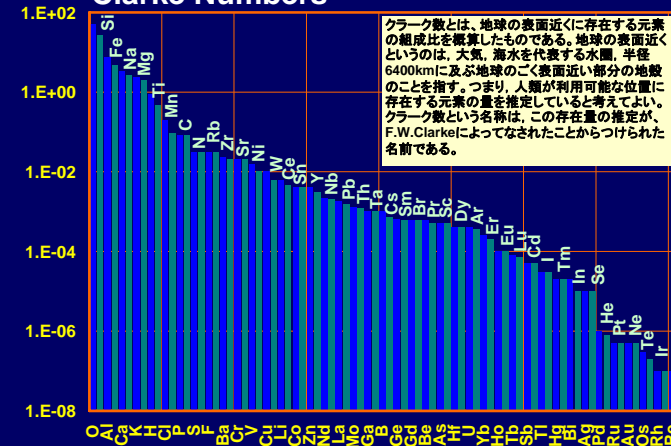
元素の周期律表

漢字元素周期表

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

クラーク数

Clarke Numbers



クラーク数

元素記号	クラーク数	元素名	元素記号	クラーク数	元素名	元素記号	クラーク数	元素名			
¹ O	49.5	Oxygen	酸素	³¹ Zn	4.00E-03	Zinc	亜鉛	⁶¹ Sr	5.00E-05	Antimony	アンチモン
² Hg	29.5	Silicon	珪素	³² Ny	3.00E-03	Vitrium	イットリウム	⁶² Cd	5.00E-05	Cadmium	カドミウム
³ Al	7.56	Aluminium	アルミニウム	³³ Nd	2.20E-03	Neodymium	ネオジム	⁶³ Tl	3.00E-05	Thallium	タリウム
⁴ Fe	5.63	Iron	鉄	³⁴ Sm	2.00E-03	Samarium	サマリウム	⁶⁴ Pb	3.00E-05	Lead	鉛
⁵ Ca	3.39	Calcium	カルシウム	³⁵ La	1.80E-03	Lanthanum	ランタン	⁶⁵ Hg	2.00E-05	Mercury	水銀
⁶ Na	2.63	Sodium	ナトリウム	³⁶ Pb	1.50E-03	Lead	鉛	⁶⁶ Tu	2.00E-05	Thulium	ツリウム
⁷ K	2.4	Potassium	カリウム	³⁷ Nb	1.30E-03	Molybdenum	モリブデン	⁶⁷ Rb	2.00E-05	Bismuth	ビスマス
⁸ Mg	2.21	Magnesium	マグネシウム	³⁸ Y	1.20E-03	Yttrium	イットリウム	⁶⁸ Er	1.00E-05	Erbium	エルビウム
⁹ H	0.87	Hydrogen	水素	³⁹ Ga	1.00E-03	Gallium	ガリウム	⁶⁹ Ag	1.00E-05	Silver	銀
¹⁰ Ti	0.46	Titanium	チタン	⁴⁰ Ta	1.00E-03	Tantalum	タンタル	⁷⁰ Se	1.00E-05	Selenium	セレン
¹¹ Cl	0.19	Chlorine	塩素	⁴¹ B	1.00E-03	Boron	硼素	⁷¹ Pd	1.00E-06	Palladium	パラジウム
¹² Si	0.02	Silicium	珪素	⁴² Ge	8.00E-04	Germanium	ゲルマニウム	⁷² Hf	8.00E-07	Hafnium	ハフニウム
¹³ P	0.08	Phosphorus	燐	⁴³ Ge	6.50E-04	Germanium	ゲルマニウム	⁷³ Ru	5.00E-07	Ruthenium	ルチニウム
¹⁴ C	0.08	Carbon	炭素	⁴⁴ Sm	6.00E-04	Samarium	サマリウム	⁷⁴ Pt	5.00E-07	Platinum	プラチナ
¹⁵ S	0.03	Sulfur	硫黄	⁴⁵ Gd	6.00E-04	Gadolinium	ガドリニウム	⁷⁵ Au	5.00E-07	Gold	金
¹⁶ N	0.01	Nitrogen	窒素	⁴⁶ As	5.00E-04	Arsenic	砒素	⁷⁶ Nb	5.00E-07	Niobium	ニオブ
¹⁷ F	0.03	Fluorine	弗素	⁴⁷ Ba	6.00E-04	Beryllium	ベリリウム	⁷⁷ Os	3.00E-07	Osmium	オスミウム
¹⁸ Rb	0.03	Rubidium	ルビジウム	⁴⁸ Pu	5.00E-04	Praseodymium	プラセオジム	⁷⁸ Ir	2.00E-07	Iridium	イリジウム
¹⁹ Ba	0.023	Barium	バリウム	⁴⁹ As	5.00E-04	Arsenic	砒素	⁷⁹ Rh	1.00E-07	Rhodium	ロジウム
²⁰ Zn	0.02	Zinc	亜鉛	⁵⁰ La	4.00E-04	Lanthanum	ランタン	⁸⁰ Pd	1.00E-07	Palladium	パラジウム
²¹ Cr	0.02	Chromium	クロム	⁵¹ Hf	4.00E-04	Hafnium	ハフニウム	⁸¹ Re	1.00E-07	Rhenium	レニウム
²² Sr	0.02	Srionium	ストロンチウム	⁵² Tb	4.00E-04	Dysprosium	ジスプロシウム	⁸² Kr	2.00E-08	Krypton	クリプトン
²³ V	0.015	Vanadium	バナジウム	⁵³ Tl	4.00E-04	Uranium	ウラン	⁸³ Xe	3.00E-09	Xenon	キセノン
²⁴ Ni	0.01	Nickel	ニッケル	⁵⁴ Xe	3.00E-04	Xenon	キセノン	⁸⁴ Ag	3.00E-09	Silver	シルバー
²⁵ Cu	0.01	Copper	銅	⁵⁵ Pb	2.50E-04	Ytterbium	イットルビウム	⁸⁵ Pb	9.00E-11	Protactinium	プロトアクチニウム
²⁶ W	6.00E-03	Tungsten	タングステン	⁵⁶ Er	2.00E-04	Erbium	エルビウム	⁸⁶ Ac	4.00E-14	Actinium	アクチニウム
²⁷ Li	6.00E-03	Lithium	リチウム	⁵⁷ Nb	1.00E-04	Holmium	ホルミウム	⁸⁷ Po	4.00E-14	Polonium	ポロニウム
²⁸ Co	4.00E-03	Cobalt	コバルト	⁵⁸ La	1.00E-04	Lanthanum	ランタン	⁸⁸ Ra	4.00E-15	Radium	ラジウム
²⁹ Co	4.00E-03	Cobalt	コバルト	⁵⁹ Tb	8.00E-05	Terbium	テルビウム	⁸⁹ Np	1.00E-18	Neptunium	ネプツニウム
³⁰ Sn	4.00E-03	Tin	錫	⁶⁰ Lu	7.00E-05	Lutetium	ルチニウム	⁹⁰ Pu	1.00E-18	Plutonium	プルトニウム

主要金属の静的耐用年数

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005
Al Bauxite	98	224	244	234	193	205	184	145
Cr Chromium	453	71	339	97	99	264	245	46
Co Cobalt	91	83	77	77	80	163	124	134
Cu Copper	45	57	64	41	38	31	26	32
Au Gold	7	34	27	26	19	20	19	17
In Indium		37	25	23		11	6	6
Fe Iron Ore		174	152	129	120	118	117	108
Pb Lead	25	42	35	26	21	24	20	22
Mn Manganese			128	95	90	85	95	44
Hg Mercury		20	23	20	32	41	88	63
Mo Molybdenum	63	79	83	56	47	40	41	61
Ni Nickel	108	80	80	65	51	45	38	45
PGM 白金類	100	98	172	126	178	172	195	164
Ag Silver	18	20	24	18	17	19	15	14
Ta Tantalum		164	120	86	57	61	28	28
Sn Tin	15	40	40	14	25	35	35	23
W Tungsten	36	47	50	60	50	55	45	39
V Vanadium	409	356	440	135	126	238	250	323
Zn Zinc	23	22	26	24	21	19	22	23
Crude Oil			29	37	42	41	41	41
Natural Gas			58	59	65	67	66	65

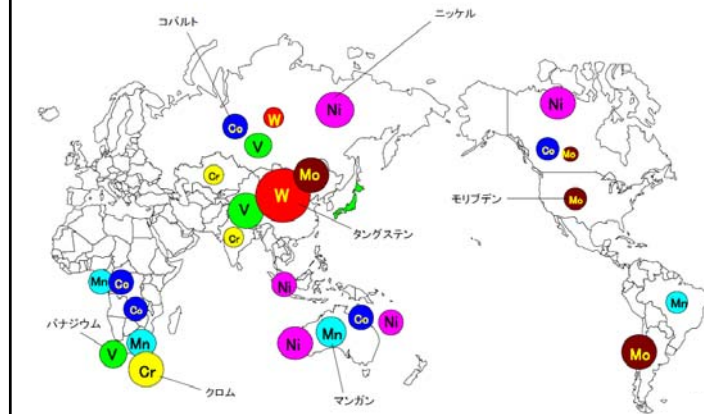
2004年

鉄鋼向けレアメタル資源 (1)

備蓄対象レアメタル7鉱種の鉄鋼向け用途

鉱種名	鋼材等の種類
ニッケル	ステンレス鋼, 構造用合金, 鉄合金
クロム	ステンレス鋼, 構造用鋼材, 耐熱鋼, スーパーアロイ, 高速度工具鋼
タングステン	高速度工具鋼, 耐熱鋼, 超硬合金
コバルト	耐熱合金, 高速度鋼
モリブデン	ステンレス鋼, 耐熱鋼, 構造用合金鋼, 高速度工具鋼, 高張力鋼
マンガン	高張力鋼, 構造用合金, 高マンガン鋼, 鋼材共通(脱酸剤)
バナジウム	高張力鋼, 高速度工具鋼, 耐熱合金

鉄鋼向けレアメタル資源 (2)



電子材料や環境対応素材におけるレアメタルの使用例

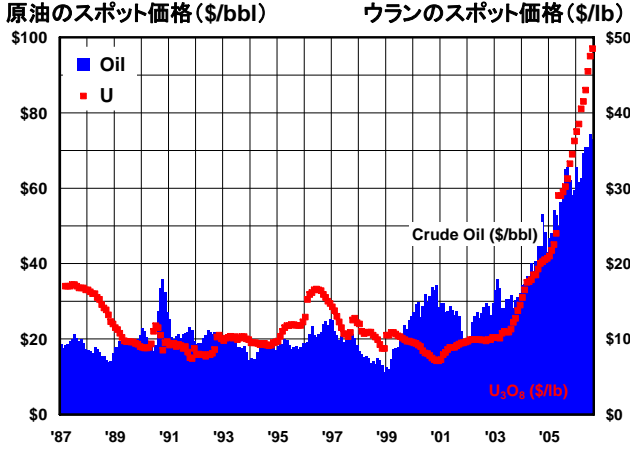
分野	部品名	使用されるレアメタル
電子材料分野	液晶導電膜	インジウム
	コンデンサー	タンタル、ニオブ、ニッケル、バリウム、チタン、ビスマス、ジルコニウム、希土類等
	表面弾性波(SAW)、フィルタ	タンタル、ニオブ等
	磁性材料	コバルト、ニッケル、クロム、ストロンチウム、ホウ素、希土類等
	半導体	ガリウム、セレン、ニッケル、コバルト、タンタル、モリブデン、タングステン、インジウム、希土類等
	コネクター	ベリリウム、ニッケル、クロム等
	リードフレーム	ニッケル、ジルコニウム等
	接点	タングステン、白金族、ニッケル、インジウム等
	光ファイバー	ゲルマニウム、ガリウム等
	二次電池材料	コバルト、ニッケル、リチウム、バナジウム、希土類等
精密加工分野	液晶研磨剤	セシウム
	工作機械(工具)	タングステン、コバルト、 hafnium、モリブデン等
	電子部品焼成炉	ジルコニウム等
環境・エネルギー分野	燃料電池・太陽電池	白金族、モリブデン、ニッケル、チタン、ガリウム、ゲルマニウム、インジウム、テルル、タンタル等
	自動車用触媒	白金族、希土類等
	光触媒	チタン

主要金属の埋蔵量Top 5

	1	2	3	4	5	Top 1	Top 3	Top 5
Al Bauxite	Guinea	AUT	Jamaica	Brazil	India	29.6%	60.4%	71.1%
Cr Chromium	KAZ	RSA	India	2004年のデータ		35.8%	51.2%	
Co Cobalt	COD	AUT	Cuba	Zambia	Russia	48.6%	81.4%	88.9%
Cu Copper	Chile	USA	INA	Peru	Poland	29.8%	44.7%	57.4%
Au Gold	RSA	AUT	Peru	Russia	USA	14.3%	34.5%	48.1%
In Indium	Canada	USA	China	Russia	Japan	35.7%	56.4%	67.1%
Fe Iron Ore	Ukraine	Russia	Brazil	China	AUT	18.8%	48.8%	71.3%
Pb Lead	AUT	China	USA	KAZ	Peru	22.4%	50.9%	63.6%
Mn Manganese	Ukraine	India	AUT	China	RSA	32.6%	70.0%	86.7%
Hg Mercury	Spain	KGN	Algeria			63.3%	71.3%	
Mo Molybdenum	China	USA	Chile	Canada	Russia	38.4%	82.6%	90.6%
Ni Nickel	AUT	Russia	Cuba	Canada	Brazil	35.5%	55.2%	70.3%
PGM 白金族	RSA	Russia	USA	Canada		88.7%	98.7%	
Ag Silver	Poland	Mexico	Peru	AUT	China	18.9%	45.9%	67.0%
Ta Tantalum	AUT	Canada				93.0%	100.0%	
Sn Tin	China	MAS	INA	Peru	Brazil	27.9%	57.4%	77.9%
W Tungsten	China	Canada	Russia	USA	Bolivia	62.1%	79.7%	86.3%
V Vanadium	China	Russiae	RSA			38.5%	76.9%	100.0%
Zn Zinc	China	AUT	USA	KAZ	Peru	15.0%	43.6%	64.5%
Crude Oil	Saudi Arabia	Iran	Iraq	Kuwait	UAE	22.0%	43.0%	59.6%
Natural Gas	Russia	Iran	Qatar	Saudi Arabia	UAE	21.6%	26.4%	30.6%

AUT : Australia INA : Indonesia KAZ : Kazakhstan
 MAS : Malaysia MOZ : Mozambique RSA : Republic of South Africa
 ZIM : Zimbabwe COD : Congo (Kinshasa) KGN : Kyrgys Republic

ウラン資源



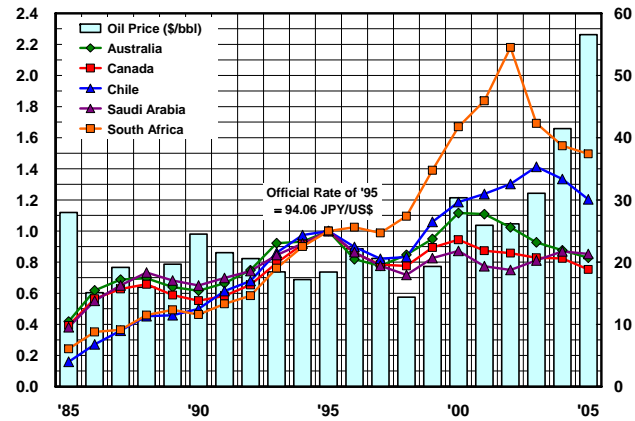
生産量・消費量の伸び(年率)

	Raw Steel				Cement			
	1985~1990	1990~1995	1995~2000	2000~2005	1985~1990	1990~1995	1995~2000	2000~2005
World	0.42%	-1.60%	1.70%	4.88%	2.84%	3.88%	2.71%	6.17%
China	6.50%	8.88%	6.53%	20.87%	8.89%	19.27%	4.33%	11.45%
Germany	0.00%	-7.90%	1.05%	-0.94%		-5.32%	1.70%	-3.44%
India	4.12%	8.19%	2.29%	5.38%	6.54%	3.67%	10.96%	7.88%
Japan	-1.70%	-2.68%	-0.75%	0.86%	0.44%	2.01%	-1.84%	-4.78%
Korea	10.16%	10.61%	3.75%	2.30%	9.91%	11.03%	-1.58%	1.78%
Russia			-0.73%	1.82%			-8.27%	7.50%
USA	0.53%	-0.76%	1.10%	-2.71%	-1.24%	1.34%	2.98%	1.92%

	Copper				Crude Oil			
	1985~1990	1990~1995	1995~2000	2000~2005	1985~1990	1990~1995	1995~2000	2000~2005
World	2.28%	1.27%	5.60%	2.07%	2.51%	0.42%	1.94%	1.38%
China	4.85%	18.82%	7.86%	15.73%	5.79%	7.73%	7.55%	7.26%
Germany	3.56%	-0.81%	1.43%	-6.11%	0.49%	1.92%	-0.15%	-1.02%
India	11.08%	-5.79%	18.78%	10.57%	5.82%	3.94%	7.29%	2.24%
Japan	3.56%	-3.04%	-1.28%	-3.77%	2.80%	1.53%	-0.96%	-1.37%
Korea	9.54%	8.67%	7.77%	1.23%	11.40%	16.22%	2.46%	0.50%
Russia			7.01%	2.59%	0.69%	-8.77%	-4.69%	0.61%
USA	3.28%	2.96%	4.21%	-7.41%	2.58%	0.38%	2.38%	0.81%

資源国の通貨

Normalized Exchange Rate (LC/JPY) Oil Price (\$/bbl)



E³トリレンマ

◆ 環境の汚染

気候変動/地球温暖化 異常気象
温室効果ガス 酸性雨 土壌汚染 砂漠化
大気汚染 水質汚染 オゾン層の破壊

◆ 人口の増加

食糧増産 農地拡大 森林破壊 農地破壊
機械化・肥料への依存増加 都市化 富の偏在
安全な水

◆ 資源の枯渇

再生エネルギーの経済性 安全な食糧
非再生産性 化石燃料 大量消費 大量廃棄
資源の偏在性 リサイクルング ゴミ問題

レポート課題(第2回)

下記にあげる3冊の本

- 「生命と地球の歴史」丸山 茂徳+磯崎 行雄著 岩波新書 543
- 「地球環境報告Ⅱ」石 弘之著 岩波新書 592
- 「地球温暖化を防ぐ」佐和 隆光著, 岩波新書 529

のいずれか一つを選び、レポートには、

- 名前, 学生証番号, 学年, 所属学科とコース
- 選んだ図書のタイトル
- 著者の主張
- 新たな発見・重要な知見
- 著者の考えや主張に対する批判
- テーマに関係した君の新たな提案

などを, A4用紙で1枚ないし2枚で記述すること(様式不問)。