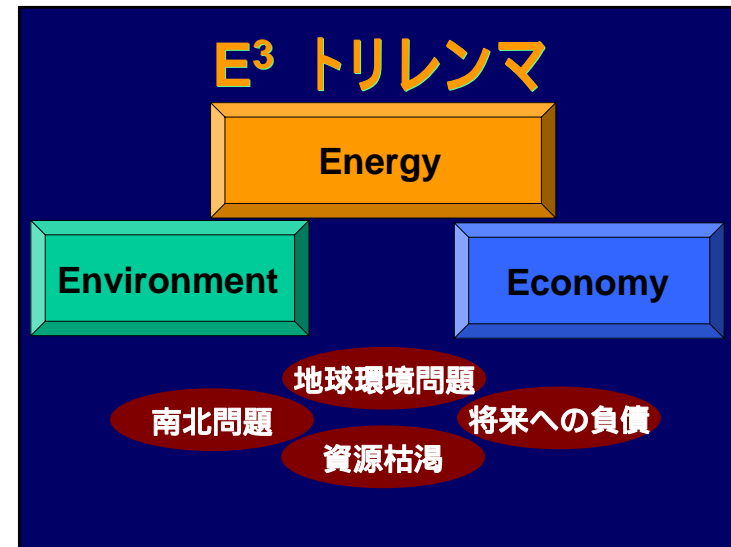


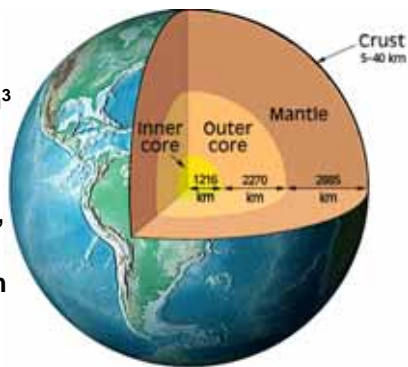
◆◆◆◆ 総合科目 ◆◆◆◆
 エネルギー問題・地球環境問題を考える

第4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

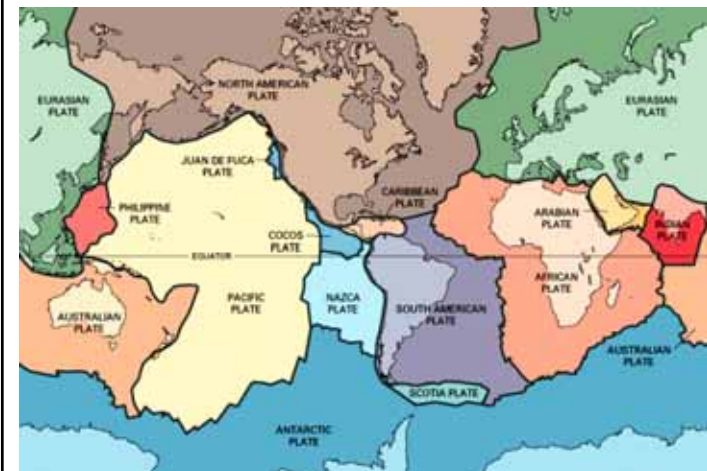


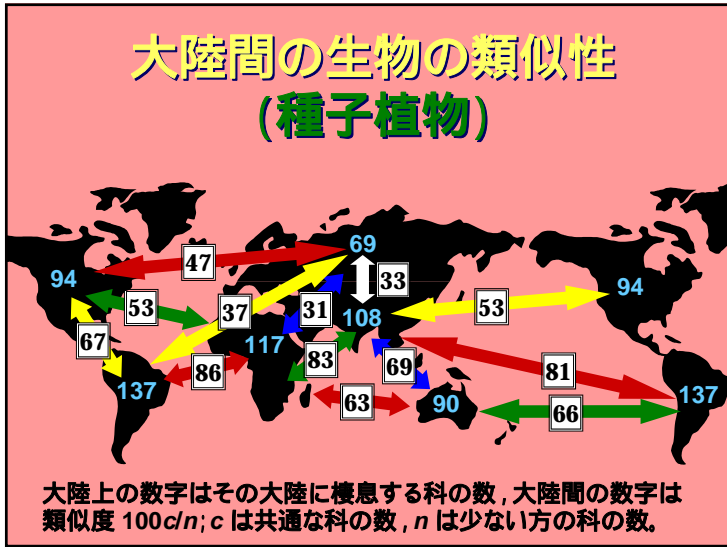
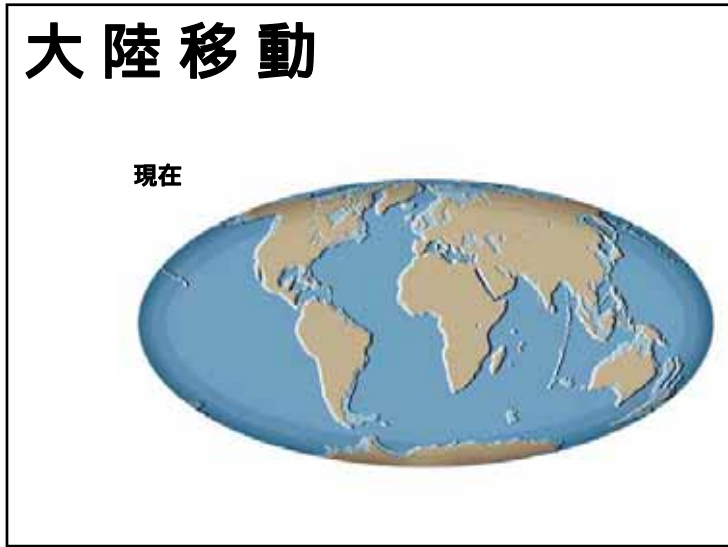
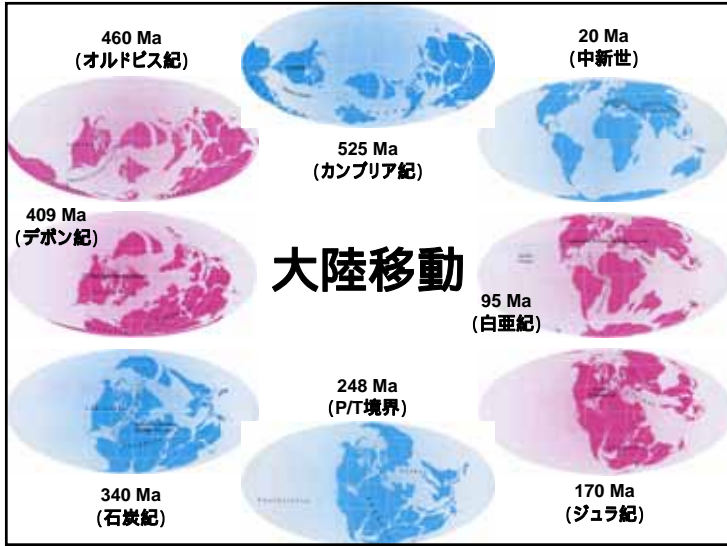
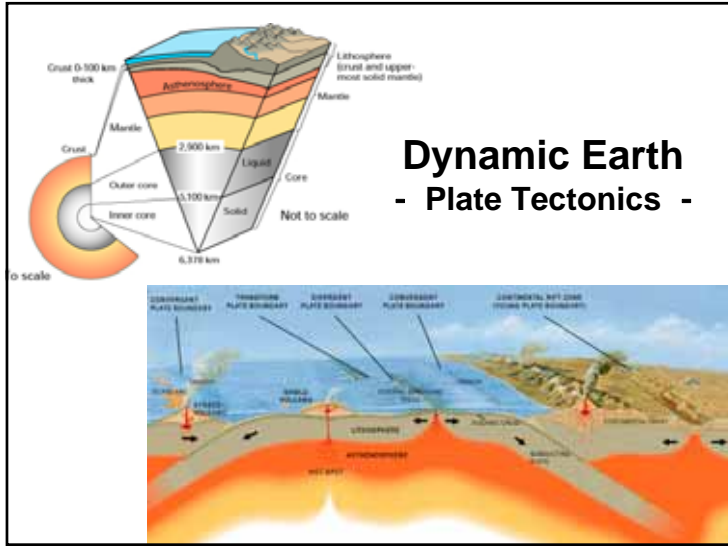
地球の構造

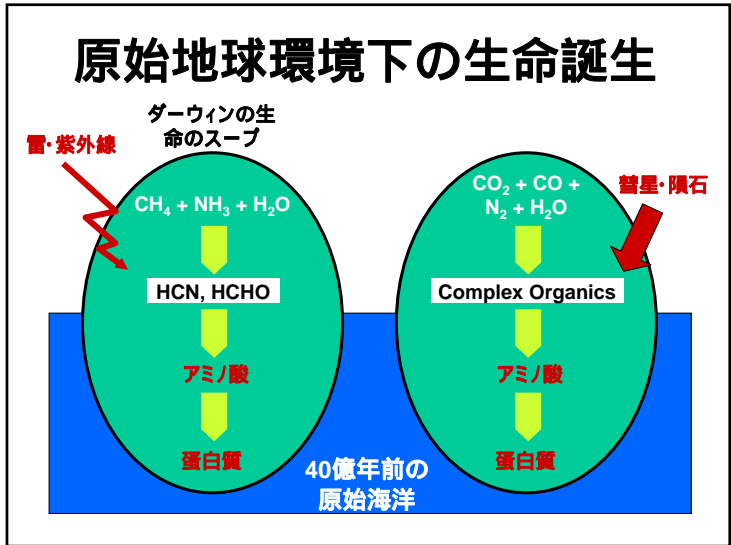
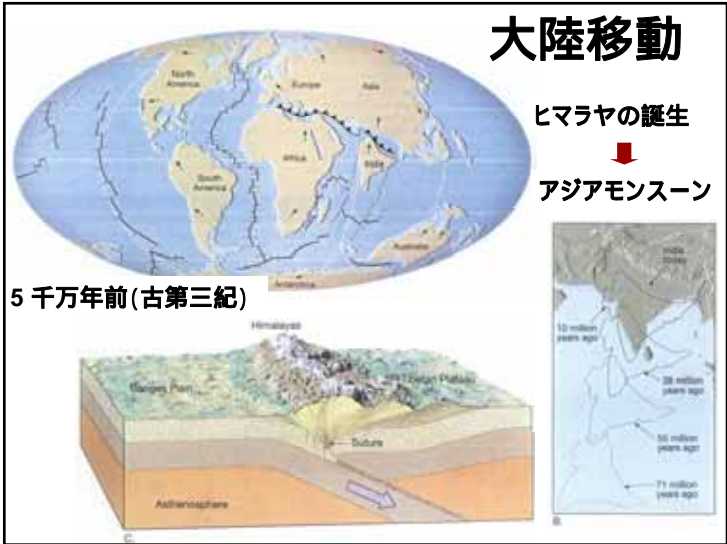
赤道半径 = 6378 km
 体積 = $1.0832 \times 10^{12} \text{ km}^3$
 質量 = $5.974 \times 10^{21} \text{ t}$
 平均密度 = 5.52 g/cm^3
 地殻 - 大陸部で 30 km,
 海洋部で 5 km
 マントル - 深さ 2900 km
 核 - 鉄とニッケル

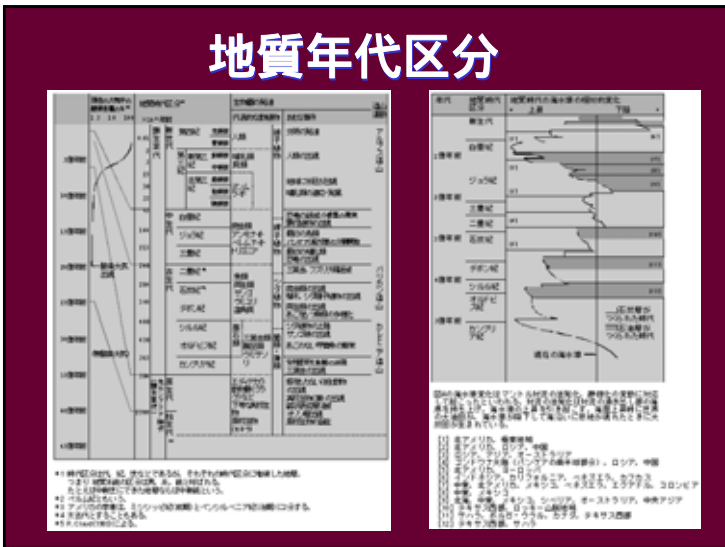
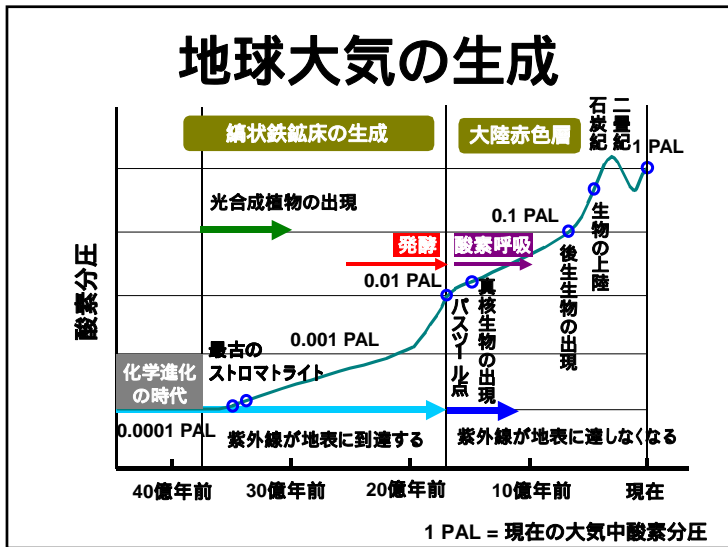
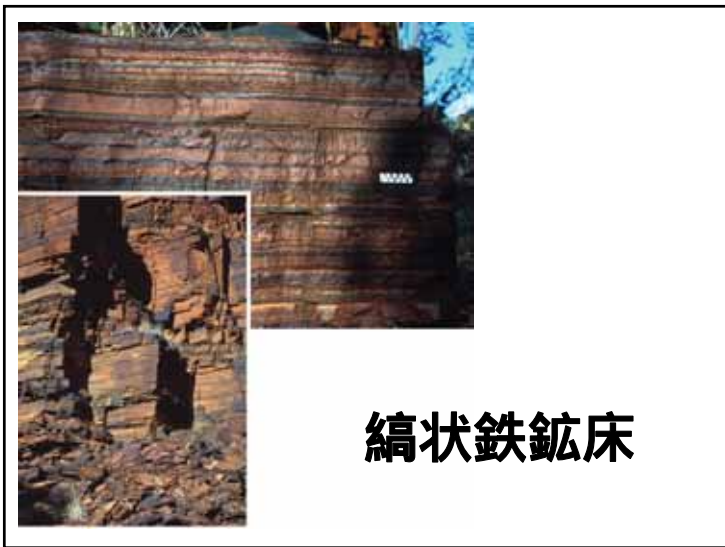
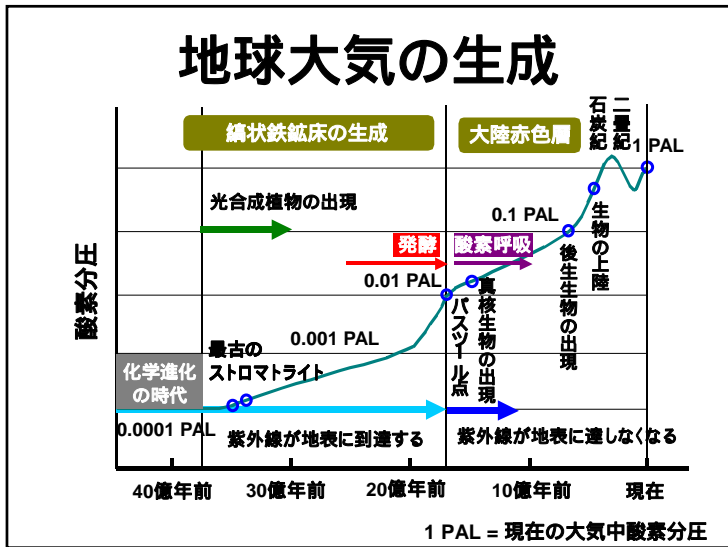


Restless Earth - Plate Tectonics -

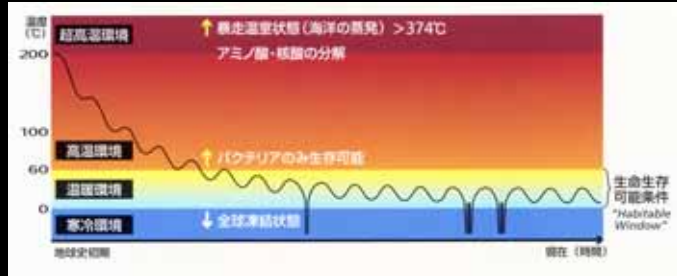








Snowball Earth (全球凍結)



古生代 (6.0 ~ 2.5 億年)

Paleozoic
ancient life



Trilobite fossil

- 三葉虫の出現
- 脊椎動物 (魚類) の出現
- サング礁の出現
- 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



Dinosaur bones

- 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

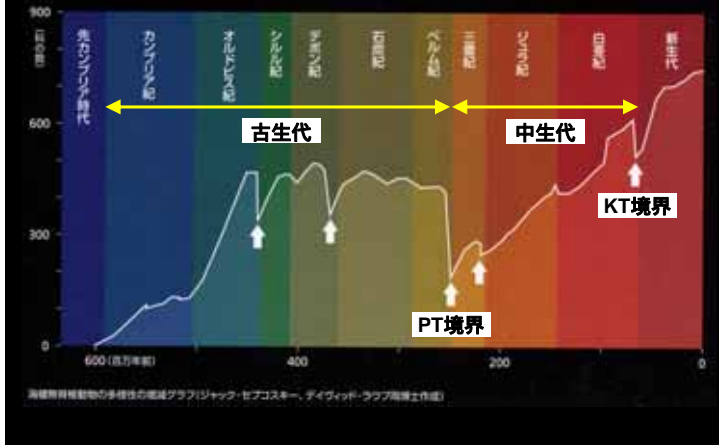
Cenozoic
recent life



Mammals

- 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)

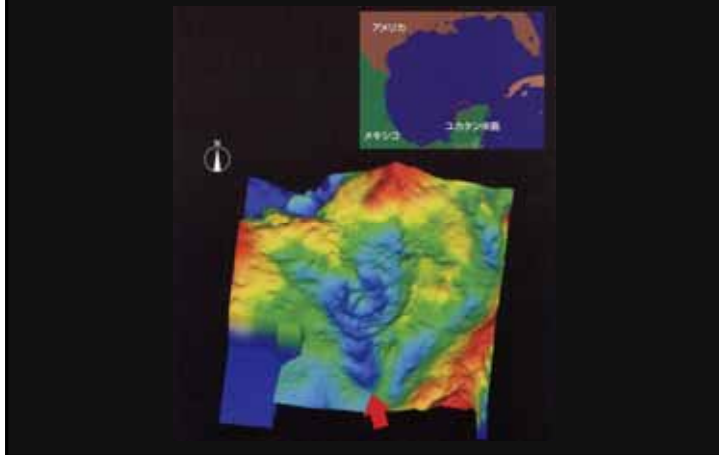
Mass Extinction (大量絶滅)



酸素濃度変化(PT境界)



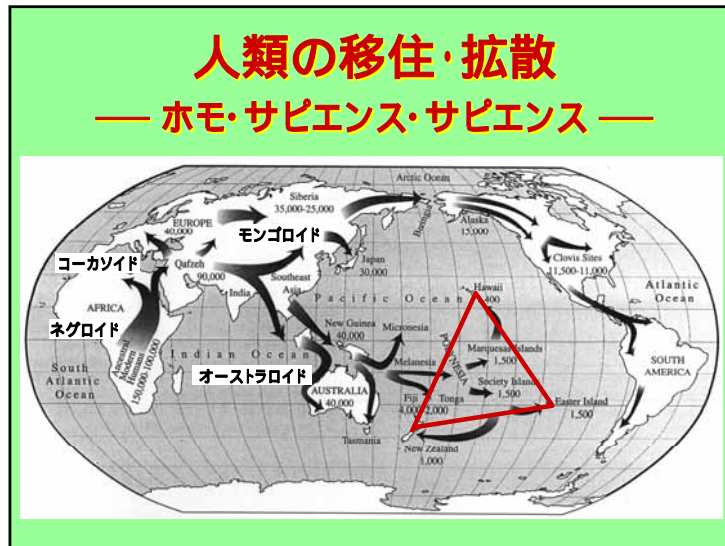
隕石衝突(KT境界)



Mass Extinction (大量絶滅)

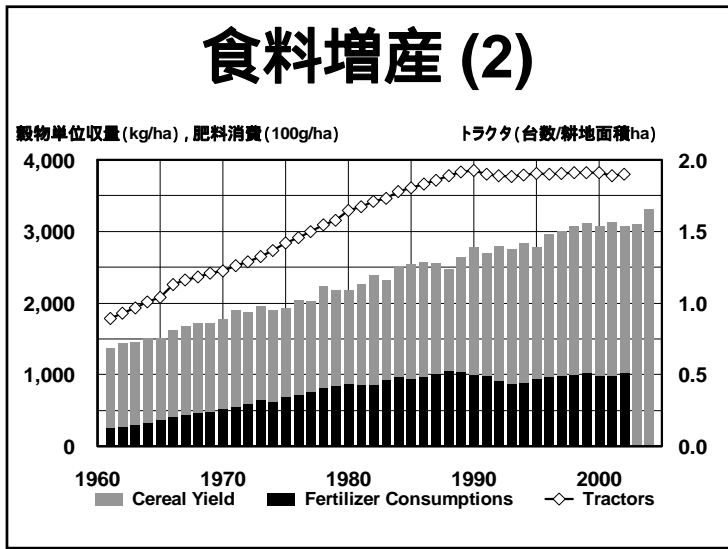
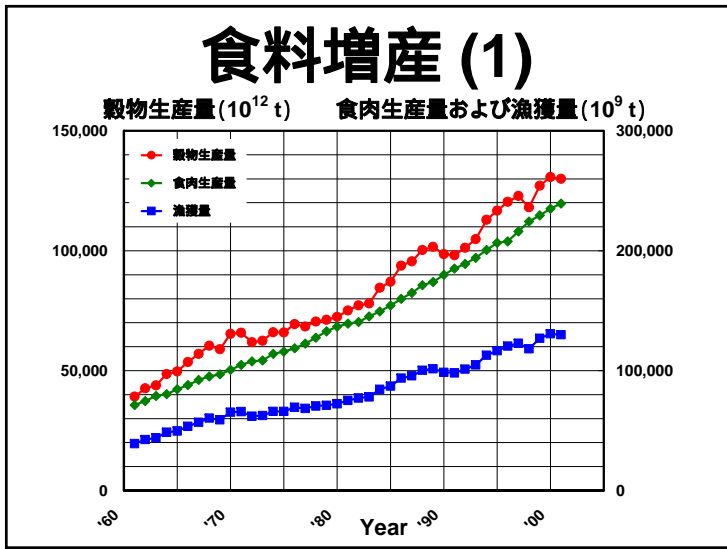
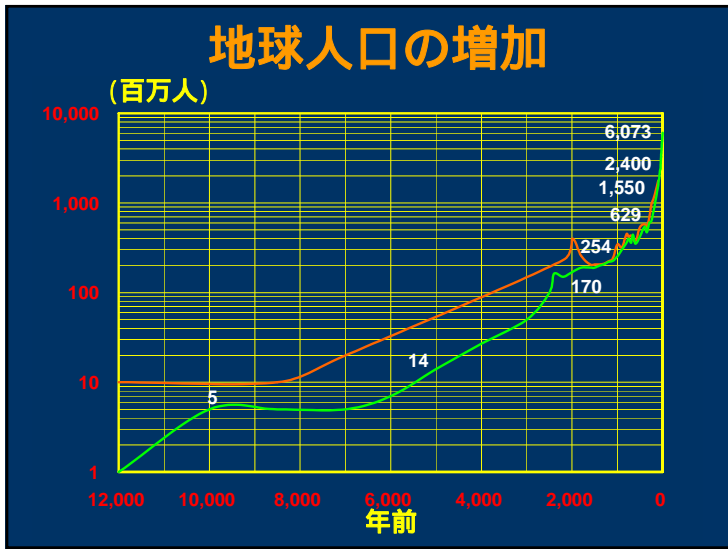
- 大陸の移動, 地殻変動
- 巨大噴火…… 火山ガス・CO₂の大量放出
- 巨大隕石…… 衝撃, 津波, 火焰, 粉塵
- 海洋循環
- 酸素欠乏
- 海面変動
- 温暖化…… メタンハイドレートの噴出
- 寒冷化

人類誕生の地 - アフリカ大地溝帯



地球史カレンダー

地球史	月	日	時	分	秒	出来事
4,600,000,000	1	1	0	0	0.00	地球誕生
4,000,000,000	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	29	6	46	57.39	最古の原核生物化石
2,700,000,000	5	31	18	15	39.13	酸素発生因光合成開始・地球磁場(ハナレレン帯)の発生
2,500,000,000	6	16	15	7	49.57	錐状鉄鉱石鉱床の生成始まる
2,100,000,000	7	18	8	52	10.43	酸素発生、真核生物出現
1,900,000,000	8	3	5	44	20.87	大脳の出現
1,000,000,000	10	13	15	39	7.83	多細胞生物出現
550,000,000	11	18	8	36	31.30	原生代/古生代境界、動物急増、硬骨生物
450,000,000	11	26	7	2	36.52	オゾン層誕生、生物上陸
300,000,000	12	8	4	41	44.35	石炭紀
250,000,000	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	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	12	31	16	22	57.39	人類(種人: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	12	31	19	25	46.43	道具の使用
1,000,000	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	12	31	23	37	8.87	ホモ・サピエンス・サピエンス(新人)誕生
15,000	12	31	23	58	17.17	最後の氷河期(ベーリング海峽を渡る)
12,000	12	31	23	58	37.73	農耕発明
5,000	12	31	23	59	25.72	古代文明、縄文海進
250	12	31	23	59	58.29	産業革命
20	12	31	23	59	59.86	



砂漠化 — Desertification —

- 干魃 (Drought)



Number of drought years with during the period 1980-1998	9 回以上
	4 ~ 9 回
	1 ~ 4 回

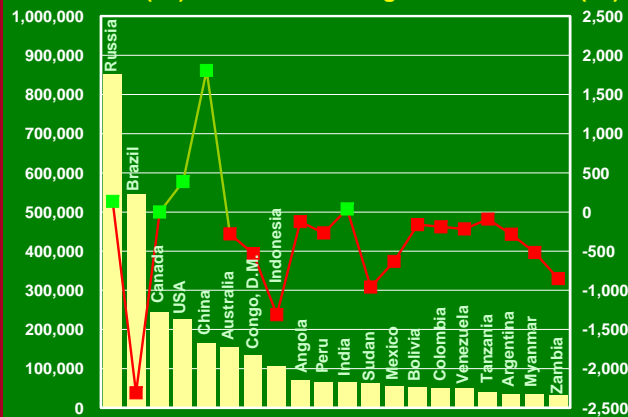
砂漠化 — Desertification —

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



森林面積

Forest Area (ha) Forest Change for 1990 - 2000 (ha)



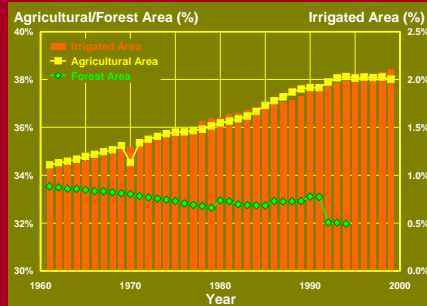
砂漠化 — Desertification —

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



砂漠化 — Desertification —

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



砂漠化 — Desertification —

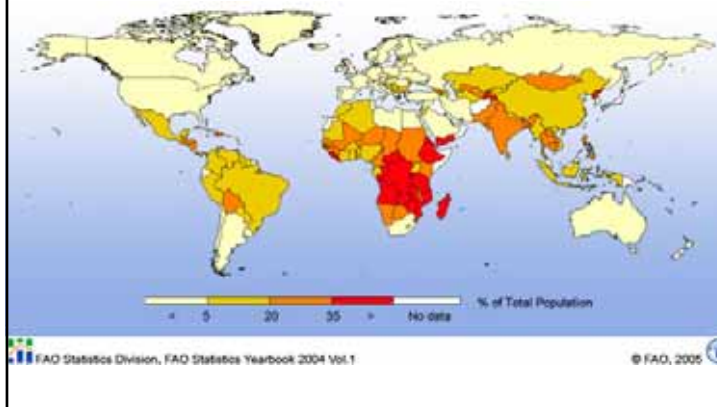
- 干魘 (Drought)
- 森林の伐採 (Deforestation)
- 過放牧 (Overgrazing)
- 農地拡大 (Farming)



- 土地不足
- 借地権の制限
- 経済的圧力
- 貧困
- 人口増加

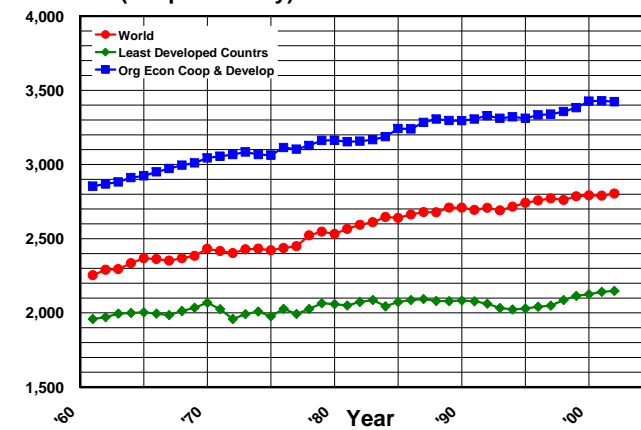
- 土壌の浸食 (Erosion)
- 土壌生産力の低下 (Soil fertility decline)
- 地下水位の低下 (Lowering of the water table)
- 塩化作用 (Salinization)

FAOによる栄養状態の調査



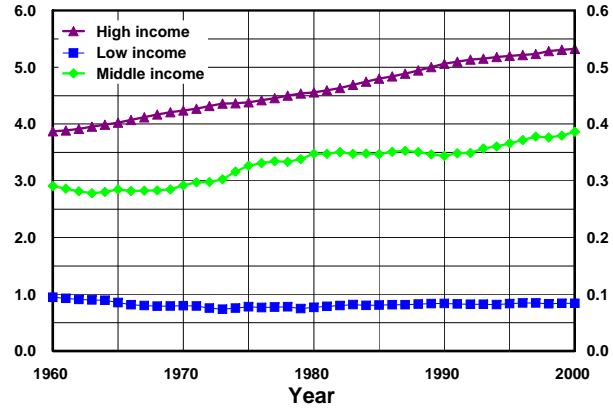
栄養摂取状態

Nutrition (Cal/person/day)



富の偏在 (1)

Changes in per Capita GDP/the World Average

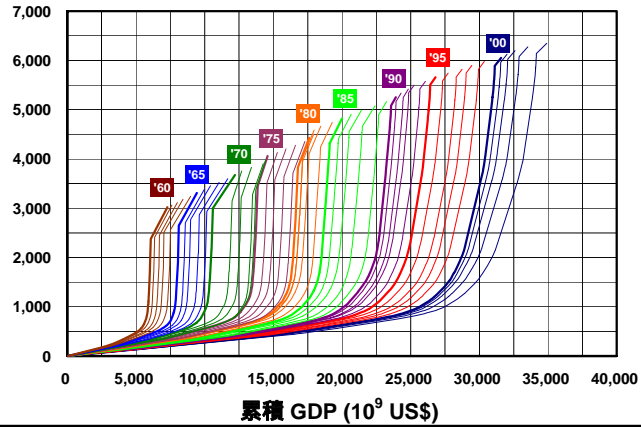


一人当たりGDPによるランク付け

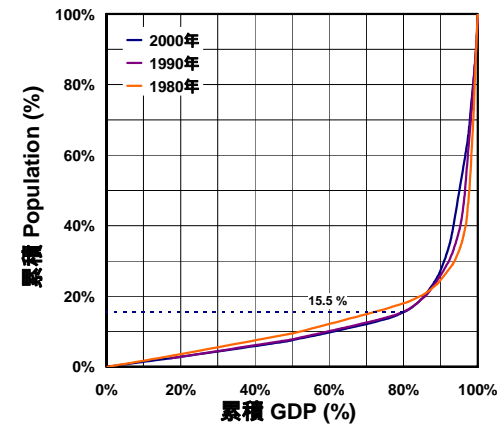
	GDP per Capita	GDP in 2000S		ΣGDP (10 ⁹ \$)	ΣGDP (%)	Population (10 ⁸)		ΣPopulation (%)
		(\$)	(10 ⁹ \$)			(10 ⁸)	(10 ⁸)	
World	5,217	3.16E+13	31,573.380			6.05E+09	6,052.431	
1 Luxembourg	44,757	1.96E+10	19,603	20	0.06%	4.38E+05	0.438	0
2 Japan	37,409	4.75E+12	4,746,068	4,766	15.31%	1.27E+08	126,870	127
3 Norway	37,165	5.67E+11	566,906	4,933	15.85%	4.49E+06	4,491	132
4 United States	34,599	9.76E+12	9,764,800	14,697	47.23%	2.82E+08	282,224	414
5 Switzerland	34,295	2.46E+11	246,240	14,944	48.02%	7.18E+06	7,180	421
6 Iceland	29,963	8.42E+09	8,420	14,952	48.05%	2.81E+05	0.281	421
7 Denmark	29,630	1.58E+11	158,226	15,110	48.55%	5.34E+06	5,340	427
8 Sweden	27,012	2.40E+11	239,568	15,350	49.32%	8.87E+06	8,869	436
9 Ireland	24,848	9.48E+10	94,753	15,445	49.63%	3.81E+06	3,813	440
10 Hong Kong, China	24,810	1.65E+11	165,359	15,610	50.16%	6.67E+06	6,665	446
11 United Kingdom	24,445	1.44E+12	1,439,348	17,049	54.79%	5.89E+07	58,880	505
12 Austria	23,766	1.90E+11	190,410	17,240	55.40%	8.01E+06	8,012	513
13 Netherlands	23,283	3.71E+11	370,639	17,610	56.59%	1.59E+07	15,919	529
14 Canada	23,198	7.14E+11	713,796	18,324	58.88%	3.08E+07	30,770	560
15 Finland	23,184	1.20E+11	119,905	18,444	59.27%	5.17E+06	5,172	565
179 Eritrea	155	6.34E+08	0.634	31,108	99.96%	4.10E+06	4,097	5,764
180 Sierra Leone	126	6.34E+08	0.634	31,108	99.96%	5.03E+06	5,031	5,769
181 Ethiopia	102	6.53E+09	6,528	31,115	99.98%	6.43E+07	64,298	5,834
182 Burundi	100	6.79E+08	0.679	31,116	99.99%	6.81E+06	6,807	5,841
183 Congo, Dem. Rep.	89	4.30E+09	4,304	31,120	100.00%	4.86E+07	48,571	5,889

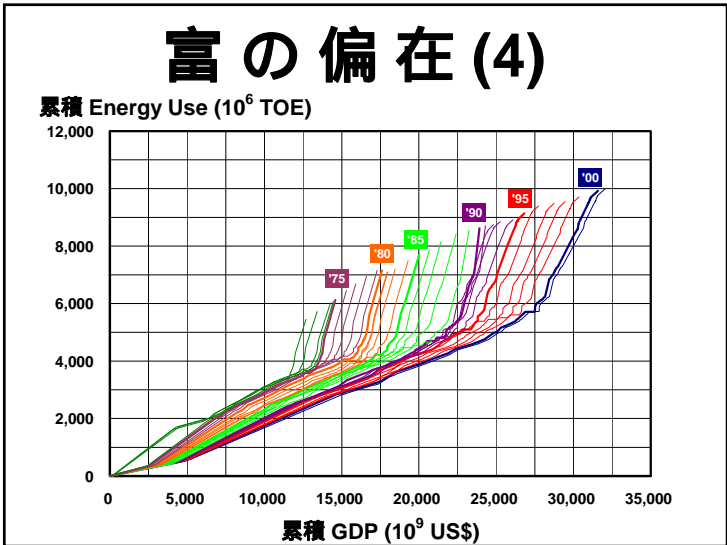
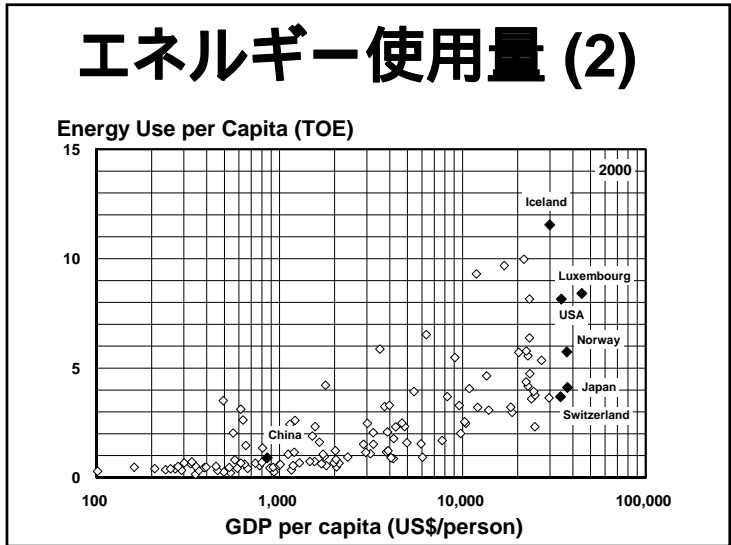
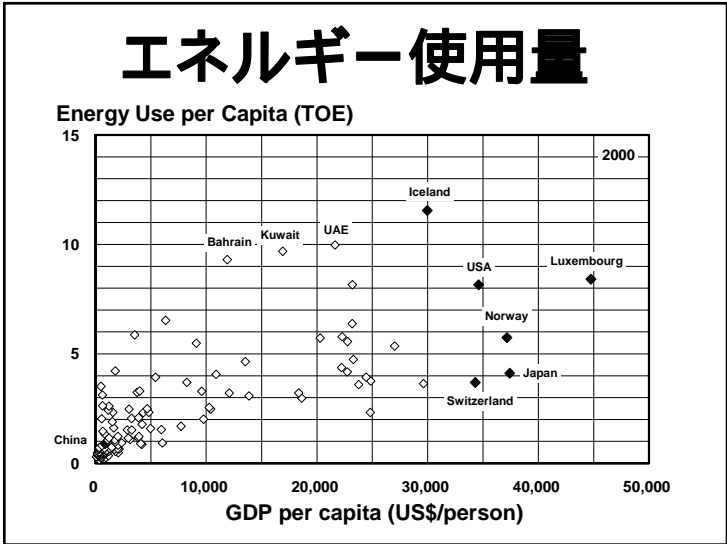
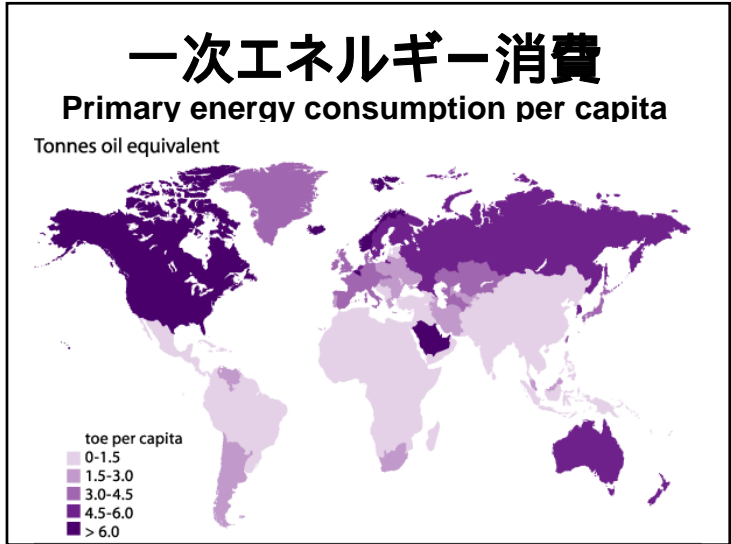
富の偏在 (2)

累積 Population (10⁶)

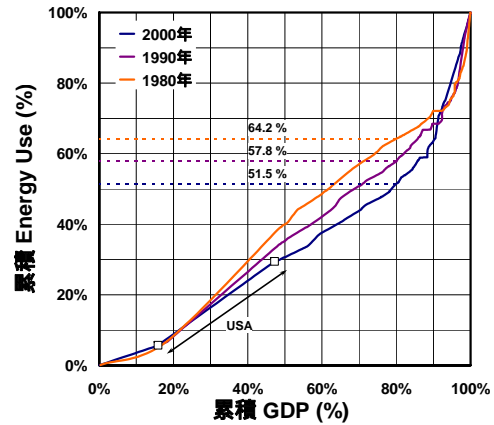


富の偏在 (3)

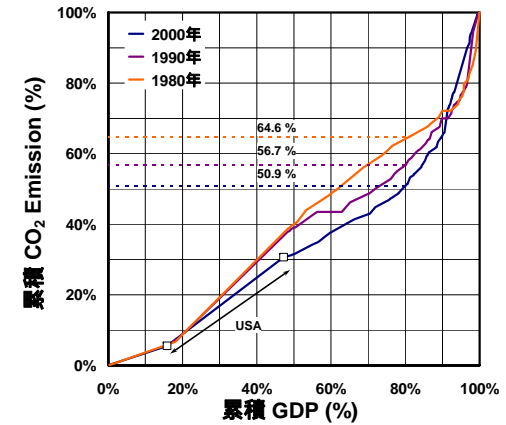




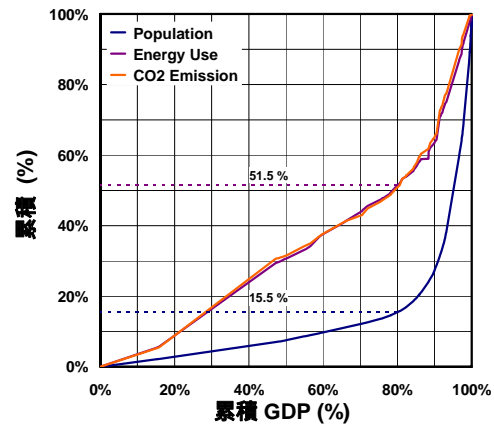
富の偏在 (5)



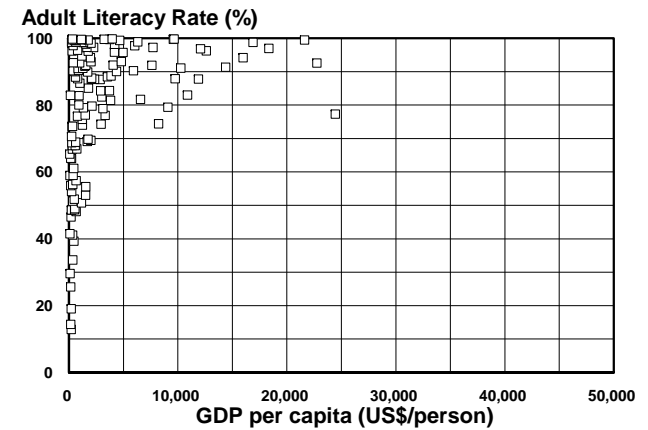
富の偏在 (6)



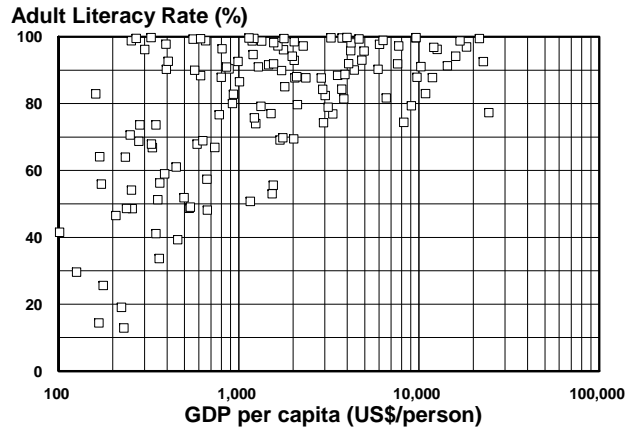
富の偏在 (7)



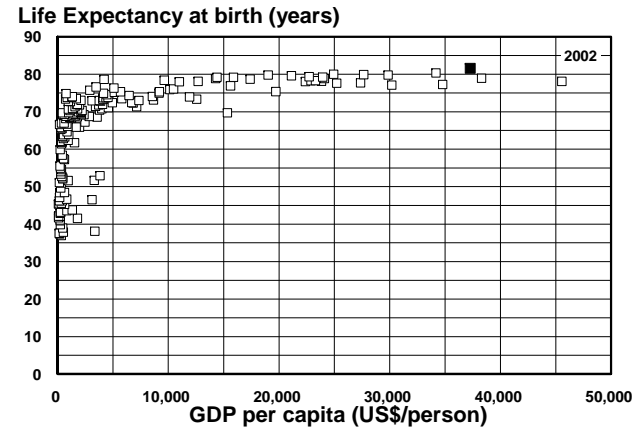
成人識字率



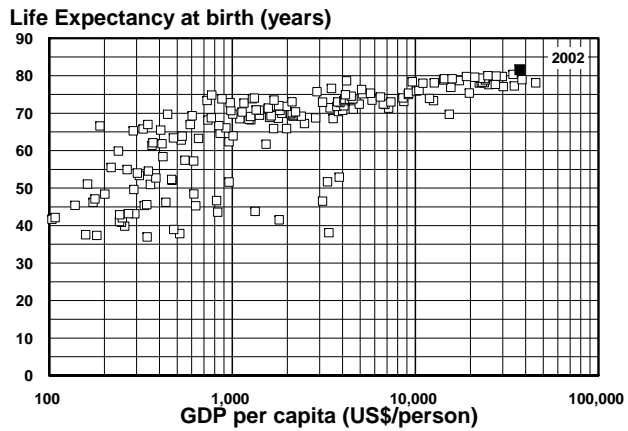
成人識字率 (2)



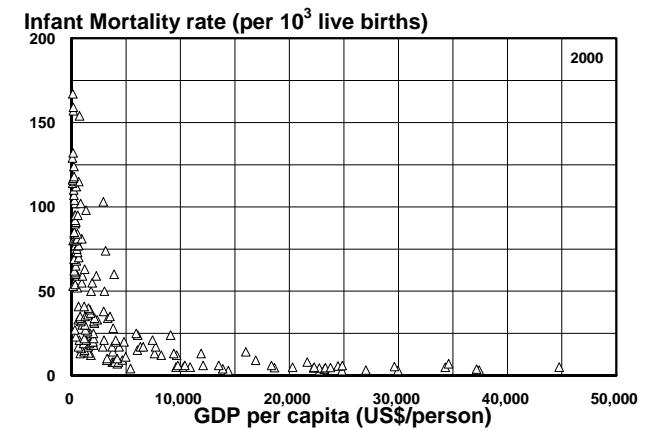
平均寿命



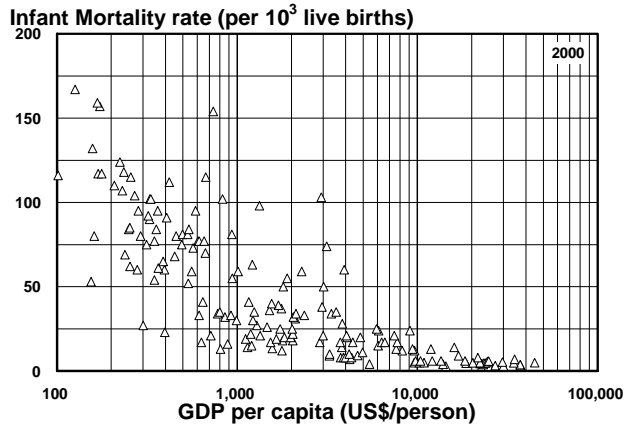
平均寿命 (2)



乳児死亡率



乳児死亡率 (2)



富の偏在 (8)

2000年	GDP		Life expectancy	Infant Mortality rate	GINI index	Income share held by highest 20%
	(\$ per capita)	Share (%)				
Luxembourg	44,757	0.06%	77.9	5.00	30.8	38.9
Japan	37,409	15.03%	81.1	3.20	24.9	35.7
Norway	37,165	0.53%	78.6	3.80	25.8	37.2
United States	34,599	30.93%	77.0	6.90	40.8	45.8
Switzerland	34,295	0.78%	79.7	4.90	33.1	64.4
Iceland	29,963	0.03%		3.00		
Denmark	29,630	0.50%	76.8	5.30	24.7	35.8
Sweden	27,012	0.76%	79.6	3.20	25.0	36.6
Ireland	24,848	0.30%	76.4	5.90	35.9	43.3
United Kingdom	24,445	4.56%		5.60	36.0	44.0
Austria	23,766	0.60%	78.2	4.80	30.0	38.5
Netherlands	23,283	1.17%	78.0	4.60	30.9	38.7
Canada	23,198	2.26%		33.1		40.4
Finland	23,184	0.30%	77.5	3.70	26.9	36.7
Germany	22,750	5.92%	77.9	4.40	28.3	36.9
Belgium	22,268	0.72%	77.6	5.00	25.0	37.3
France	22,217	4.14%	78.9	4.40	32.7	40.2
Australia	20,285	1.23%		4.90	35.2	41.3
Italy	18,630	3.40%	79.5	4.60	36.0	42.0
Spain	13,871	1.78%	79.0	4.00	32.5	40.3
New Zealand	13,524	0.17%	78.6	6.00	36.2	43.8
Korea, Rep.	10,890	1.62%		5.00	31.6	37.5
Portugal	10,405	0.34%		6.00	38.5	45.9
Greece	10,268	0.36%	78.0	5.00	35.4	43.6

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
 - ◆ リサイクリング, 廃棄物処分/処理
 - ◆ ライフスタイルの見直し
- そして,
- ◆

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 土壌汚染 砂漠化
 大気汚染 酸性雨
 水質汚染 オゾン層の破壊

◆ 人口の増加

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

◆ 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
 資源の偏在性 大量廃棄
 リサイクリング ゴミ問題