

惑星地球科学2 (第10回目)

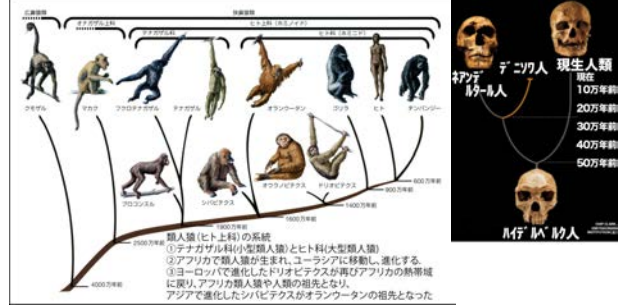
環境と文明，成長と限界

東京大学総合文化研究科：

小宮 剛 准教授

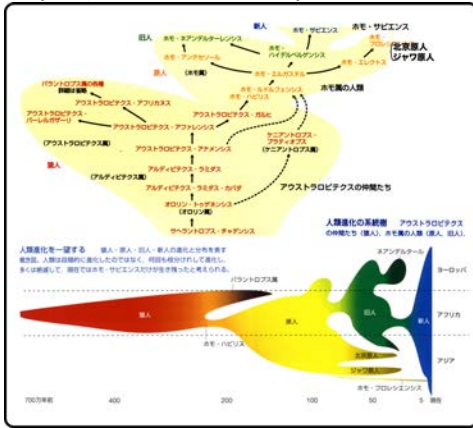
2015/12/4

環境と文明 (人類と環境の関わり)

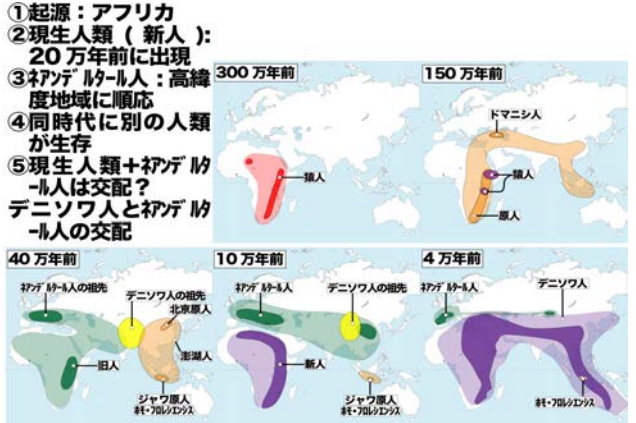


環境と文明 (人類と環境の関わり)

人類はいつ誕生したのか(16万年前：アフリカで)



環境と文明 (人類と環境の関わり)



⑤-2 地球の気温の変化とネアンデルタール人

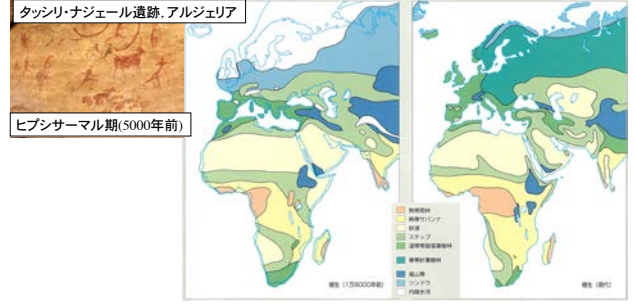


万年	気候変動	スターン	山脈的な地名
5	最終氷期 (最終氷期 7-1万年前)	アイスコンシン	アイスコンシン
10	リスニウ氷期	サンガモン	サンガモン
15	リス氷期	イリノイ氷期	イリノイ氷期
20			
25			

- ①20万年前から2.4-2.8万年前まで存在(最終氷期で絶滅)
- ②高緯度に適応した最初の人類
- ③高緯度地域で試料採集生活 高度に進化した石器文化/埋葬
- ④より高度に発達した(石器、動物の毛皮の衣服、テント)クロマニオン人との衝突+クロマニオン人との競合で絶滅

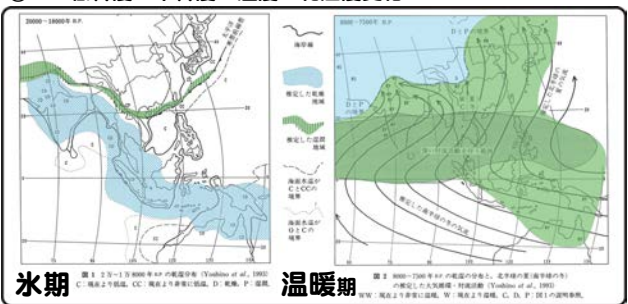


⑤-2 低温期と高温期の気候の違い(植生の違い、温度と乾湿度)

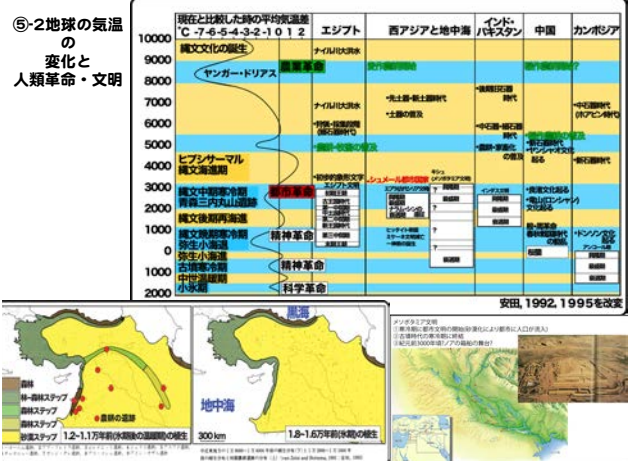


- ①氷期は氷床、ツンドラ、高山帯など植生のない地域が拡大
- ②砂漠地帯(温帯常緑落葉地域が縮小)が拡大

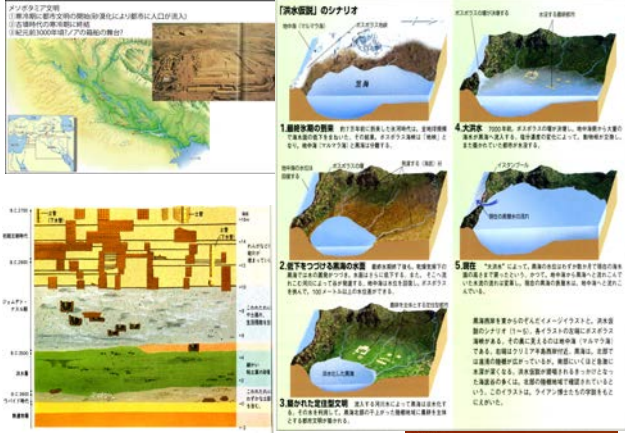
⑤-2 低緯度～中緯度の温度と乾湿度変化



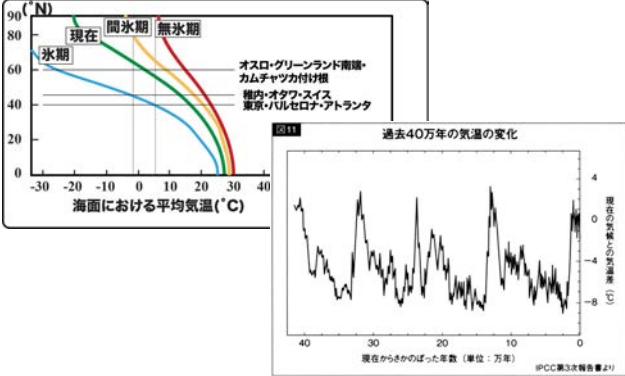
- ①氷期は乾燥地域広がる。現在よりも湿度が高くなるのは前線帯と日本の日本海側の一部のみ
- ②温暖期はモンスーンが活発になり、高湿度帯が広がる



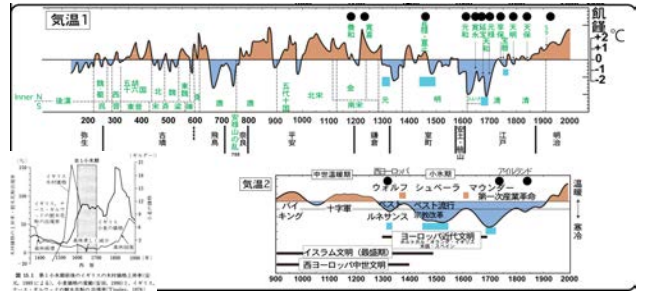
⑤-2 旧約聖書の記述は事実なのか？地球科学から検証



- ① 人類の歴史は長く、猿人は600~700万年、原人は200万年、旧人は60万年、新人も20万年くらいの歴史をそれぞれ持つ。
- ② 急激な生活様式の進歩を遂げた最終氷期以降。
- ③ 文明形成後、地球の多様な変動をまだ経験していない。



⑤-2 歴史時代の気温の変化と社会情勢



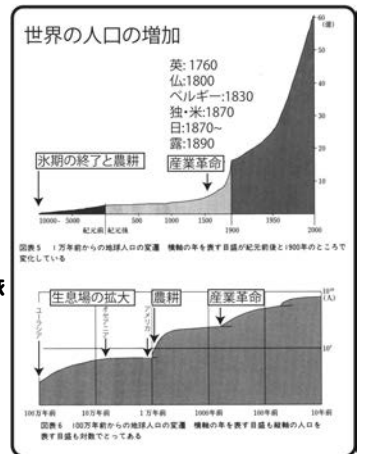
- ① アジア(日本)もヨーロッパも似た気温変動
- ② 飢饉などは寒冷な時期に集中。
- ③ ペストの流行、魔女狩りと言った社会情勢の悪化も寒冷化の時期、同時に宗教改革、産業革命も寒冷化の時期。
- ④ 特に中国では政権の後退期は寒冷化の時期に集中。

⑤-2 地球の人口

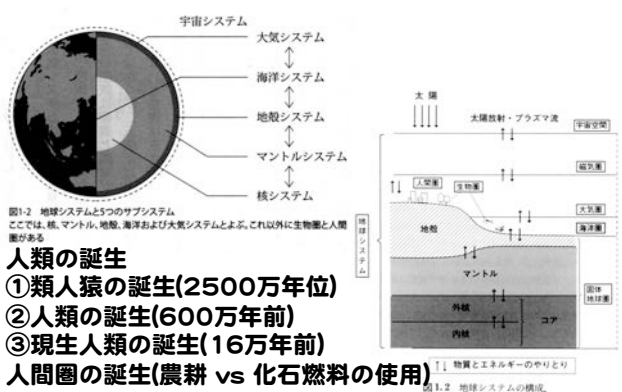
- 3段階の増加
- ① 生息場の拡大 (アフリカからユーラシア、オセアニア、アメリカへ)
- ② 農耕の開始
- ③ 産業革命

しかし、

- ① ②までは基本的にその時点でエネルギー(太陽)に依存した生活(他の動物同様)。一自然に影響されやすい
- ③において、化石燃料(過去の地球で蓄積されたエネルギーを使うようになる)人間圏の形成



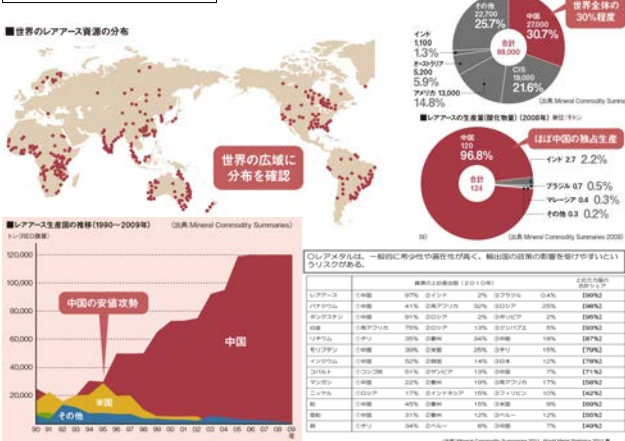
環境と文明 (人類と環境の関わり) 人類の誕生と人間圏の誕生



成長と限界~地球資源と人口~

- (1) 地球の資源(鉱産、エネルギー、木材、環境)
- ① 生物も含め、何にでもほぼ全ての元素が含まれている。
- ② 鉱床(経済的に成り立つ)として扱えるには、それらの元素が“濃集”させる必要がある(金でさえ3ppm必要)。
- (2) 鉱床と地球史
- ① 形成時期が地球史の特定の時代に限定 ~鉄鉱床, Mn鉱床, 磁岩型金-ウラン鉱床, コマチアイトに伴うNi
- ② 形成に長い時間が必要 ~石油、石炭、木材
- ③ 特定の場所と時期でのみ形成 ~白金(南ア)、ダイヤモンド
- ④ その他 ~金

レアメタルの問題点

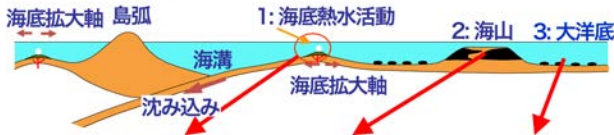


レアースを探せ



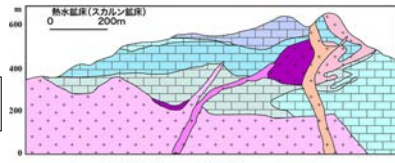
レアアースを探せ

海洋資源開発 (1) 3つのフィールド



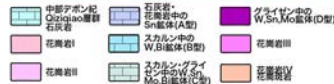
	海底熱水鉱床	コバルトリッチクラスト	レアアース
特徴	海底から噴出する熱水に含まれる金属成分が沈殿してきたもの	海底の岩石を皮殻状に覆う厚さ数mm~10数cmのマンガン酸化物	泥状に賦存。陸上の全貯存量に比べ、約800倍の量の存在が見込まれる。
含有する金属	銅、鉛、亜鉛、金、銀や、ゲルマニウム、ガリウム等レアメタル	マンガン、銅、ニッケル、コバルト、白金等	中重希土類元素を含むレアアースを含有
分布する水深	500m~3,000m	1,000m~2,400m	4,000~6,000m

スカルン型

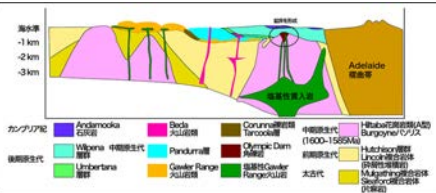


石灰岩と火成岩の間での熱水鉱床

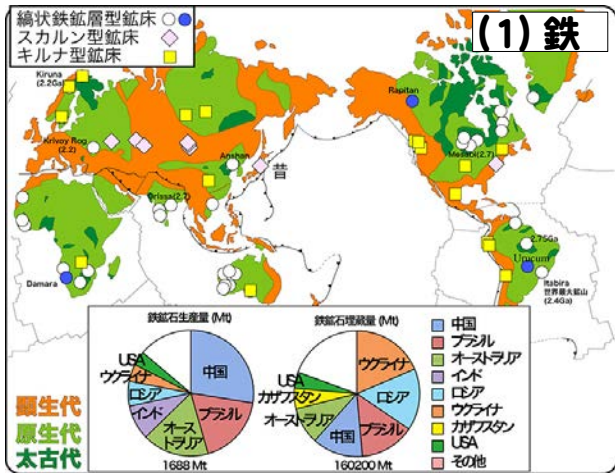
キルナ型



堆積岩とアルカリ花崗岩の間での熱水鉱床

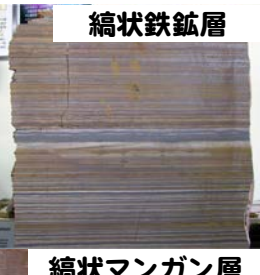
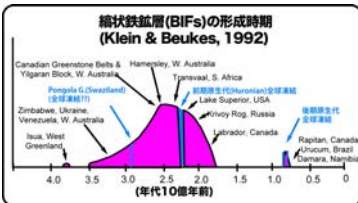


(1) 鉄



縞状鉄鉱層

18億年前以前
海水中のFe²⁺が酸化されて、Fe³⁺になり、沈殿(Fe₂O₃, FeO(OH))

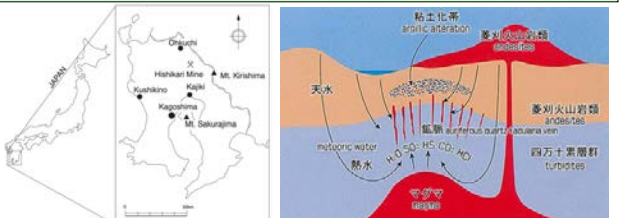


縞状マンガン層

23億年前

海水中のMn²⁺が酸化されて、Mn³⁺またはMn⁴⁺になり、沈殿

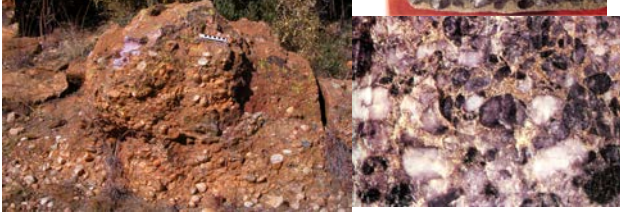
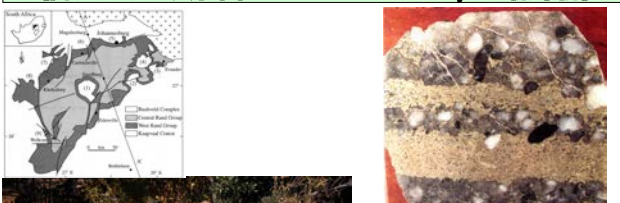
(3a) 現在の日本の金山 (菱刈鉱山)



1985年の出鉱開始以来165.7トン(2008年3月末現在)の金を産出。
菱刈鉱山は鉱石1トンに含まれる平均量が40グラムを超えるという高品位(世界の主要な金山の平均品位は約5グラム)を誇っており、現在も1年間に7.5トンの金を産出しています。商業規模で操業が行われている国内の唯一の金属鉱山。



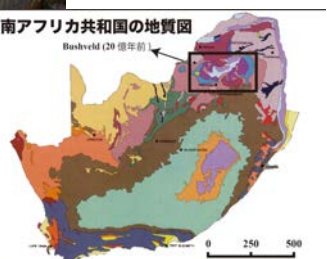
(3b) 礫岩型 金-ウラン鉱床 (南アフリカ共和国: Witswatersrand, 30億年前)



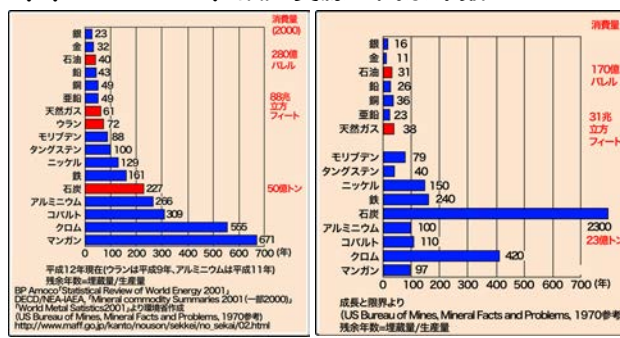
(2) 白金族鉱床



南アフリカのBushveld (20億年前)
巨大火山岩体の結晶化の時に白金族が濃集



(4) エネルギー、鉱産資源の残余年数



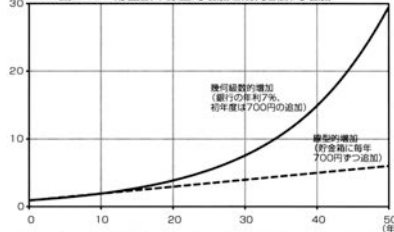
現在のペースで採掘しても石油は40年で消費

(5-0) 劇的な変化

(1) 幾何級数的成長

- ① 成長率0.1%とは、 $(1.001)^{x(\text{年})}$ → 700年で2倍。
 1%なら、 $(1.01)^{x(\text{年})}$ → 70年で2倍。
 2%なら、 $(1.02)^{x(\text{年})}$ → 35年で2倍。
- ② 最後の一年での増加量はさらに劇的

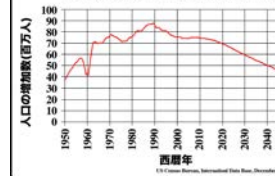
図2-3 貯金額の線型的増加と幾何級数的増加



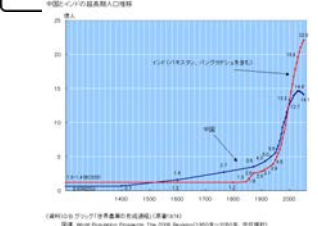
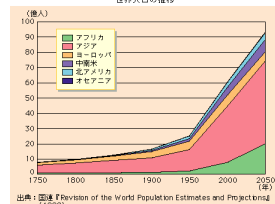
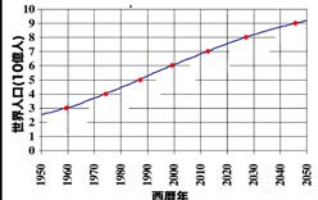
ある人が1万円を貯金に入れ、毎年700円ずつ定額で積み立てると、点線で示されるように、貯金額は線型的に増えていく。1万円を年利7%で銀行に預けると、1万円は幾何級数的に増加することになる。倍増期間は約10年である。

(5-1) 人口増加の予測

世界の人口の変動(年間)

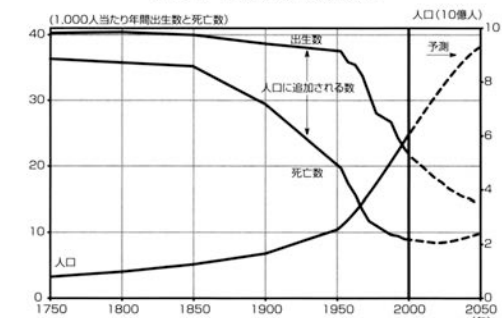


世界人口(年間)



(5-3) 人口の動態的推移

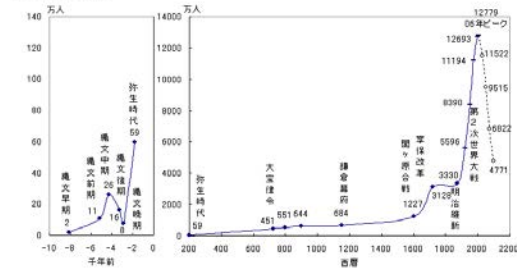
図2-4 世界の人口動態的推移



出生数と死亡数の差から、人口増加率が決まってくる。1965年までは、平均死亡率が出生率を上回る速度で低下したため、人口増加率が高くなった。1965年以降、平均出生率は死亡率よりも速く低下しており、そのため人口増加率は大きく減少した。しかしそれでも、人口の増加そのものは幾何級数的に続いている。(出所: UN)

(5-4) 日本の人口

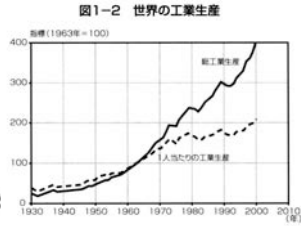
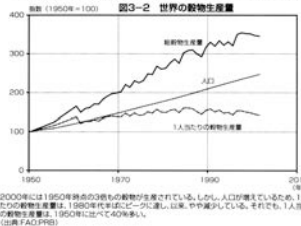
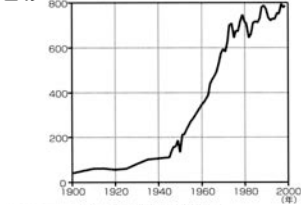
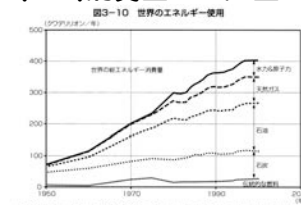
人口の超長期推移



(資料) 明治維新までは鬼頭宣「人口から読む日本の歴史」(2000)、「」 1920年、50年、75年、2000年は総務省「国勢調査」、2000年は総務省「推計人口」、「」 2030年、2050年、2075年、2100年は国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(2006年12月推計)」の出生中世(死亡中世)推計(「」推計)

(6-1) 消費量と生産量の推移

図3-17 世界の鉄鋼消費量



2000年には1950年時点の倍の食糧が生産されている。しかし、人口が増えているため、1人当たりの食糧生産量は、1950年代半ばに比べて減少し、ほぼ同等になっている。それでも、1人当たりの食糧生産量は、1950年に対して40%増し(出所: FAO推計)

図4-8 シナリオ0—豊裕をなくせば、無期に成長する

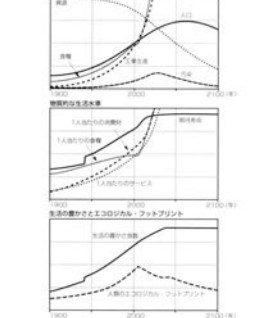
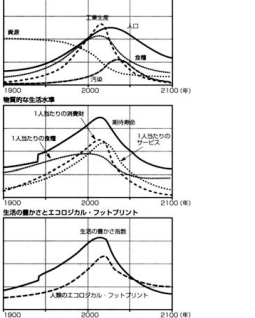


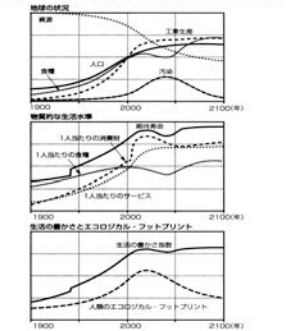
図4-11 シナリオ1—参照シミュレーション



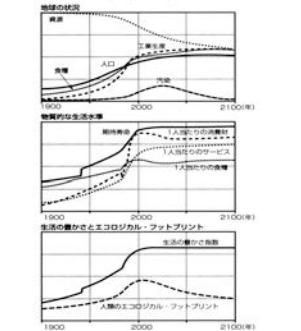
人口増加+急激な技術革新
 (必要な資源量が減少)
 単位当りの農業生産力も増加、
 現状がずっと維持された場合。
 →豊かな成長が期待

(6-2) 人間の拡大と地球の許容力
 資源の枯渇減少：採掘コスト増
 工業生産もコスト増
 農業生産：良好な土地と水の不足
 2030年くらいに破綻

シナリオ0—世界が2002年から人口と工業生産を安定させるという目標を採り入れ、かつ、汚染、資源、農業に関する技術を加えた場合



シナリオ10—シナリオ9の持続可能な社会をつくる政策を20年前の1982年に導入した場合



(持続可能な社会)
 『将来の世代が、そのニーズを満たす為に能力を損なうことなく、現代のニーズを満たす社会』
 豊かさを維持しつつ、エコロジカルフットプリント(人間が生活する上で環境(地球)がどれだけの負担するか)を減らしながら暮らす社会

(6-4) 40年前からずっと同じことが言われてきた

図4-11 シナリオ1—参照シミュレーション

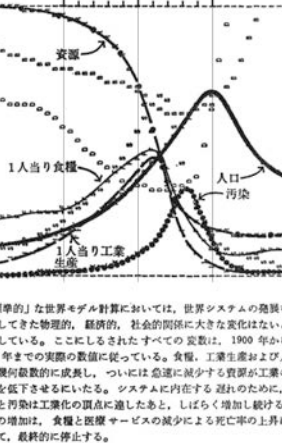
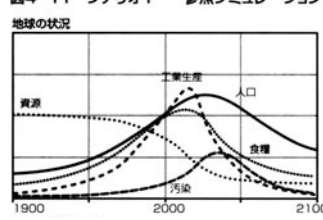


図 35 世界モデルの標準計算

「標準的」な世界モデル計算においては、世界システムの発展を配してきた物理的、経済的、社会的関係に大きな変化はないと定している。ここに示されたすべての変数は、1900年から70年までの実際の数値に従っている。食糧、工業生産および人口は幾何級数的に成長し、ついには急速に減少する資源が工業の長を低下させるにいたる。システムに内在する遅れのために、人口増加は工業化の頂点に達したあと、しばらく増加し続ける。口の増加は、食糧と医療マージンの減少による死亡率の上昇によって、最終的に停止する。