

近代日本「ものづくり」夜学会 日比谷カレッジ版第1回

2016年09月21日(水) 19:00-20:30、日比谷図書文化館

# 技術・エネルギーから見る 近代文明の成立と限界

## 「成長」から「縮小」の道へ

松久 寛

京都大学名誉教授  
縮小社会研究会代表理事



# 私は(1947年生)、歴史上もっとも 幸運な世代

1. 飢えなし(飽食)
2. 戦争なし(兵役もなし)
3. 身分制なし
4. 成長の時代

次の世代は？

# 次の世代は？

**給料**: 厚生労働省「国民生活基礎調査」によれば、日本国民の平均世帯年収は1994年の664.2万円をピークに減少を続け、2011年は548.2万円。

**非正規雇用**: 37.4%(2014年)

**生活保護受給者**: 215.9万人(2014年年4月)

## 日本の未来？

赤字国債、高齢化、人口減、政治、経済、  
技術立国、戦争・・・、問題山積

食料、エネルギー

# 最重要：食料 日本<sup>の</sup>自給率39%、石油に依存

農地面積/人 (ha/人): 日:0.036, 米:1.27, 独:0.21, 仏:0.46, 英:0.28, 中:0.082  
 人口 (百万人): 日:127, 米:318, 独:82, 仏:63, 英:62, 中:1350

我が国の農地面積は456万ha。  
 平均経営面積は、豪州の約1/1,300、米国の約1/75、EUの1/6。

## ○農地面積の各国の比較

農林省:[http://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kaigai\\_nogyo/pdf/area.pdf](http://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kaigai_nogyo/pdf/area.pdf)

	日本	米国	EU(27)	EU(27)			豪州
				ドイツ	フランス	イギリス	
平均経営面積 (ha) (倍)	2.27 (1)	169.6 (75)	14.1 (6)	55.8 (25)	52.6 (23)	78.6 (35)	2,970.4 (1,309)
農地面積 (万ha)	456	40,345	18,841	1,689	2,927	1,733	40,903
国土面積に 占める割合 (%)	12.2	41.0	43.5	47.3	53.3	71.1	52.8

資料：平均経営面積：「農業構造動態調査」、USDA/NASS資料、EU 農業センサス2010（速報値）、  
 Australian Commodity Statistics

農地面積及び国土面積に占める割合：「耕地及び作付面積統計」、FAOSTAT

注1：日本は2011年の数値。それ以外の国は、平均経営面積は2010年、農地面積は2009年の数値。

注2：日本の平均経営面積及び農地面積には、採草・放牧地等を含まない。

注3：日本の平均経営面積は一経営体当たりの経営耕地面積（農業経営体）。

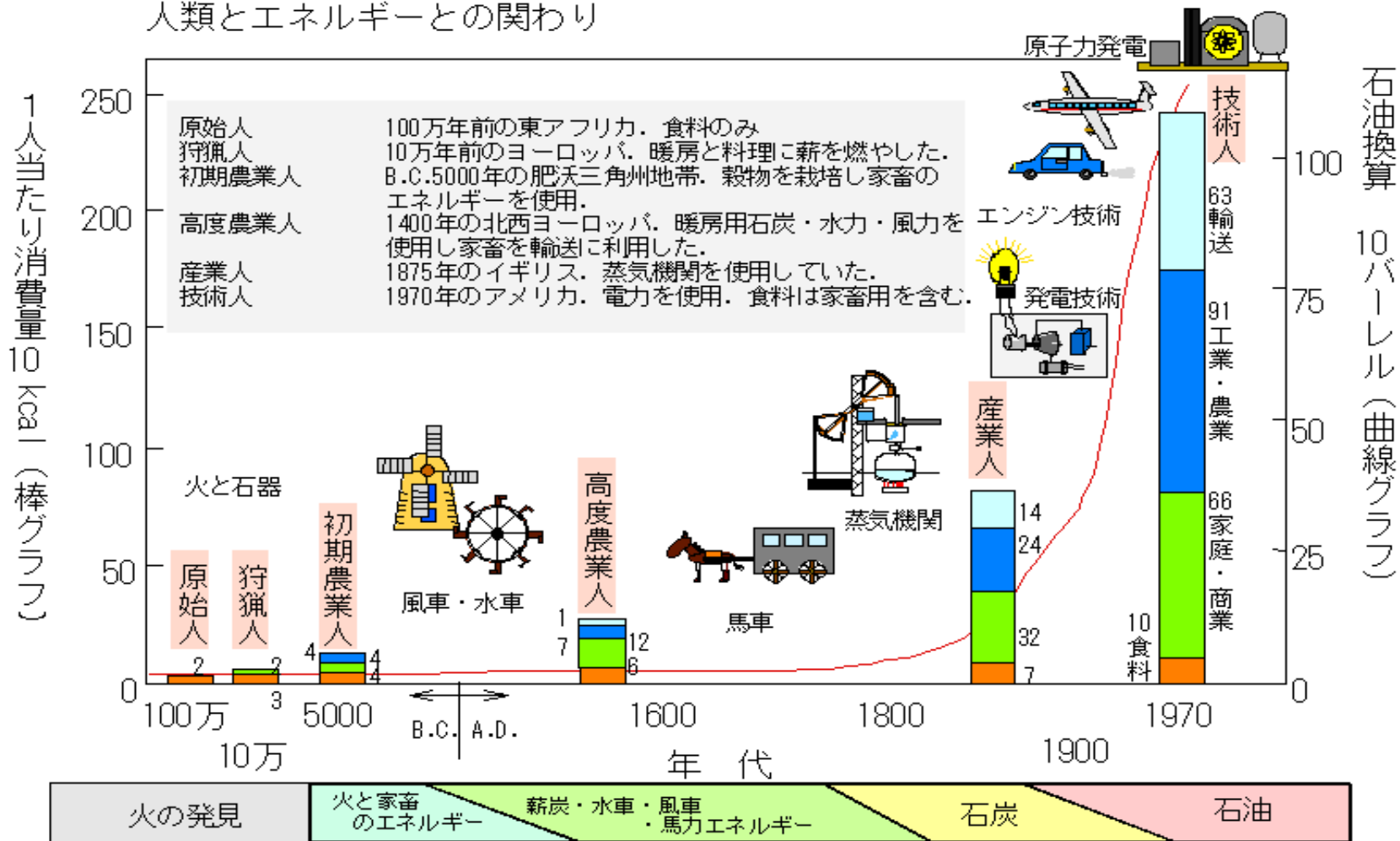
注4：日本の「国土面積に占める割合」は、北方領土を除いた国土面積に対する割合。

原始時代は、一人一日、必要熱量2000kcalであった。

現在24万kcal使用。これは2000kcalの120倍。この大半は化石燃料。

日本人は10万kcal: 50倍

人類とエネルギーとの関わり



総合研究開発機構「未来への選択 エネルギーを考える」(1979)に基づき作成

[http://www.ecobeing.net/people/peo0403/kakawari\\_chart\\_1.html](http://www.ecobeing.net/people/peo0403/kakawari_chart_1.html)

# 猿 → 人間

## 火、道具

[石、棒、土器、青銅、鉄、プラスチック]

土器、鉄も火すなわちエネルギーを使用して製作。  
現在の文明はすべてエネルギー(木、石炭、石油、天然ガス、原子力)に依存。

道具(技術)が競争の勝敗を支配

# 技術、武器による支配

## ホモサピエンスの世界征服 by 投槍器



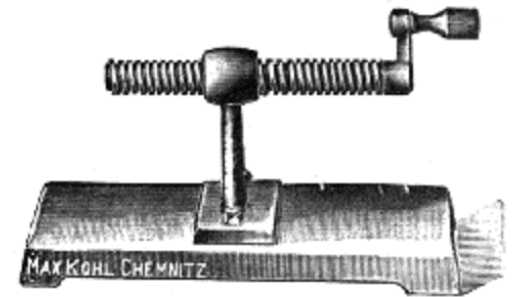
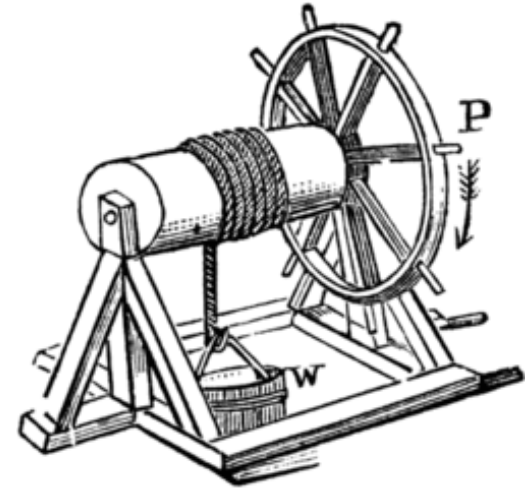
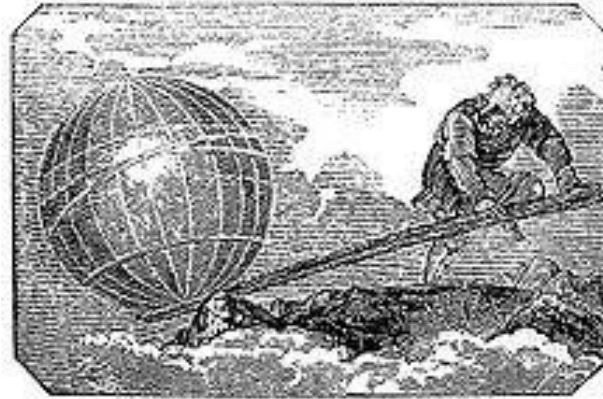
[atlatl](#); [woomera](#); [spear thrower](#)

## 単純機構

力の方向を変える

ルネッサンス時代の科学者が6つの単純機構を定義

てこ  
車輪と車軸  
滑車  
坂  
楔  
ねじ





# 文明： 生産、貯蔵、輸送

## 車輪

6500–4500 BC: 木製車輪

4500 BC: 轆轤

4500–3300 BC: 車、馬

2200–1550 BC: スポーク車輪、2輪戦車



テヘランのイラン国立博物館に展示されているスポーク式の車輪。紀元前1000年以前のもものと推定されている。チョガ・ザンビールで出土



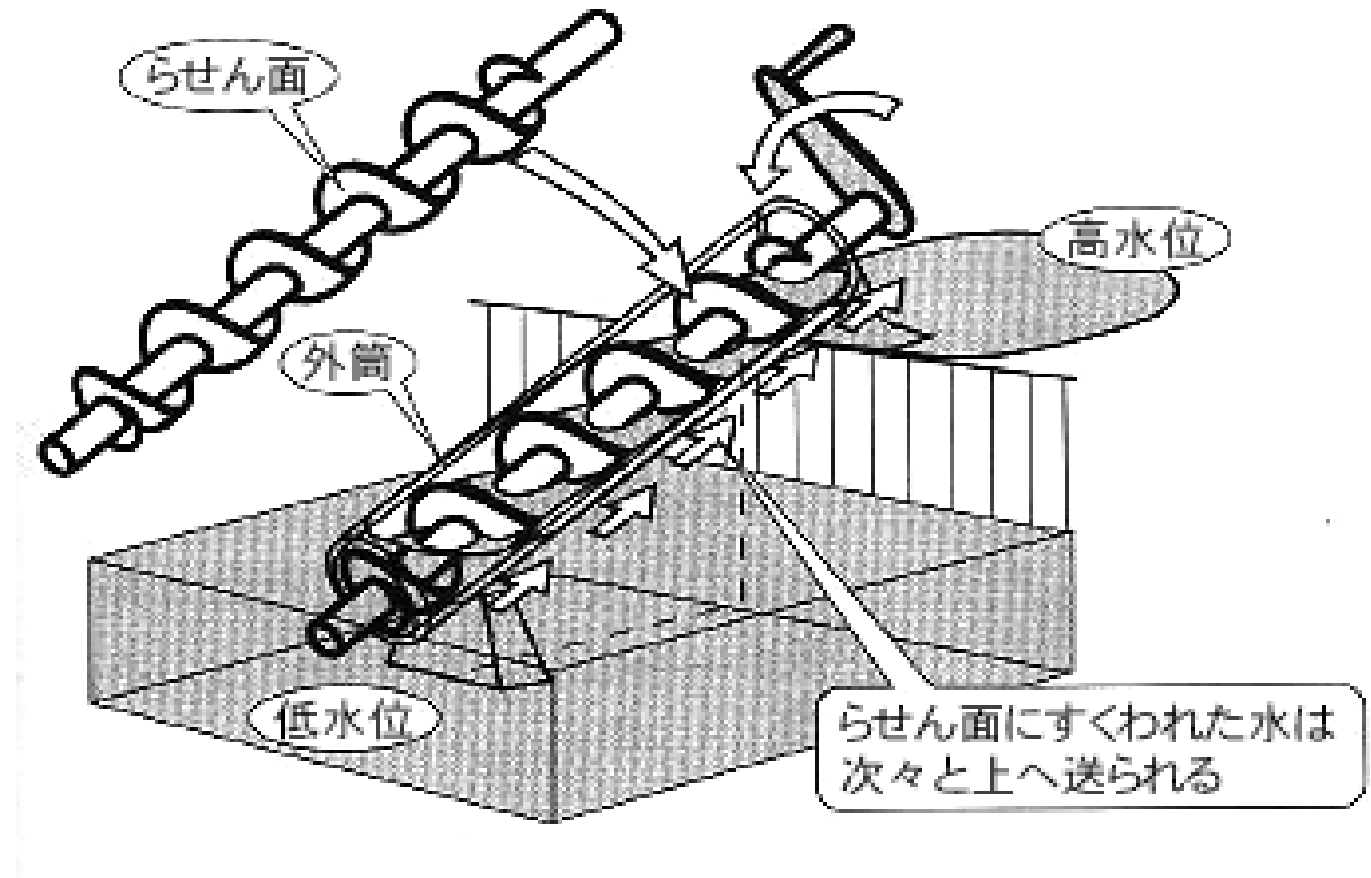
シュメール時代のオナガーに引かせた戦車の絵(紀元前2500年ごろ)

文：<http://en.wikipedia.org/wiki/Wheel>

写真：<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E8%BB%8A%E8%BC%AA>

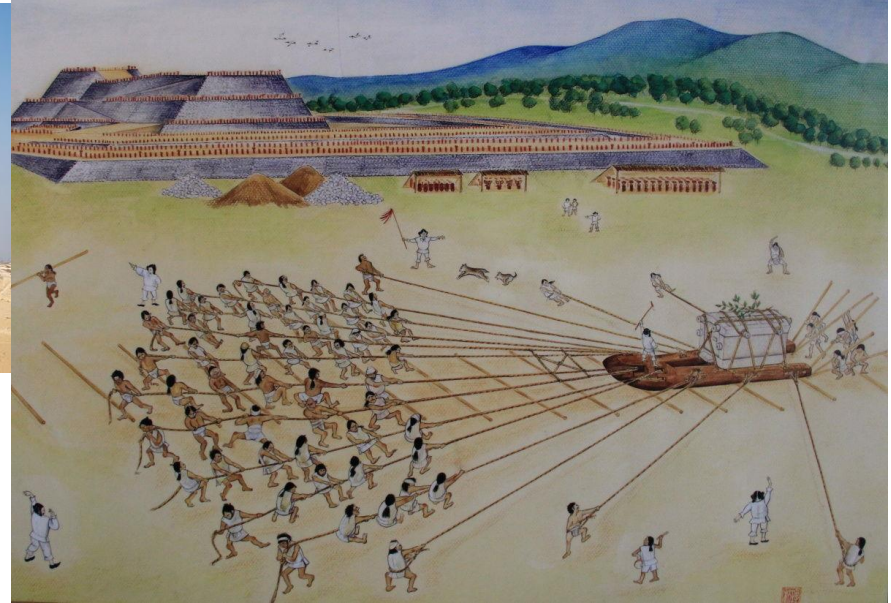
# 水のくみ上げ

エジプト(ナイル)の灌漑、佐渡金山



蒸気機関の初めの利用は石炭鉱山での水の汲出し

# Cradle



<http://image.search.yahoo.co.jp/search?p=%E5%B7%A8%E7%9F%B3%E3%81%AE%E9%81%8B%E6%90%AC&rkf=2&gdr=1&ei=UTF-8&xargs=6&b=1>



<http://image.search.yahoo.co.jp/search?p=%E5%B7%A8%E7%9F%B3%E3%81%AE%E9%81%8B%E6%90%AC%E3%80%80%E3%82%AF%E3%83%AC%E3%83%BC%E3%83%89%E3%83%AB&aq=-1&ei=UTF-8>

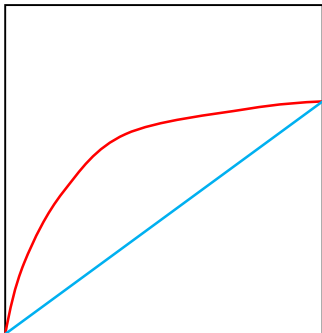


# ジンギスカンの世界征服：馬と弓

## モンゴルの弓（複合弓）

軸となる木製の弓、外側に糸状にほぐした動物の腱、内側に動物の角や骨を膠で貼り付けた。

飛距離は力×距離＝エネルギー  
実用矢で400m, (和弓：200m)



<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E8%A4%87%E5%90%88%E5%BC%93>

- 鉄の刀、馬：縄文→弥生、スペインのインカ征服
- 鉄砲伝来： 秀吉の朝鮮出兵

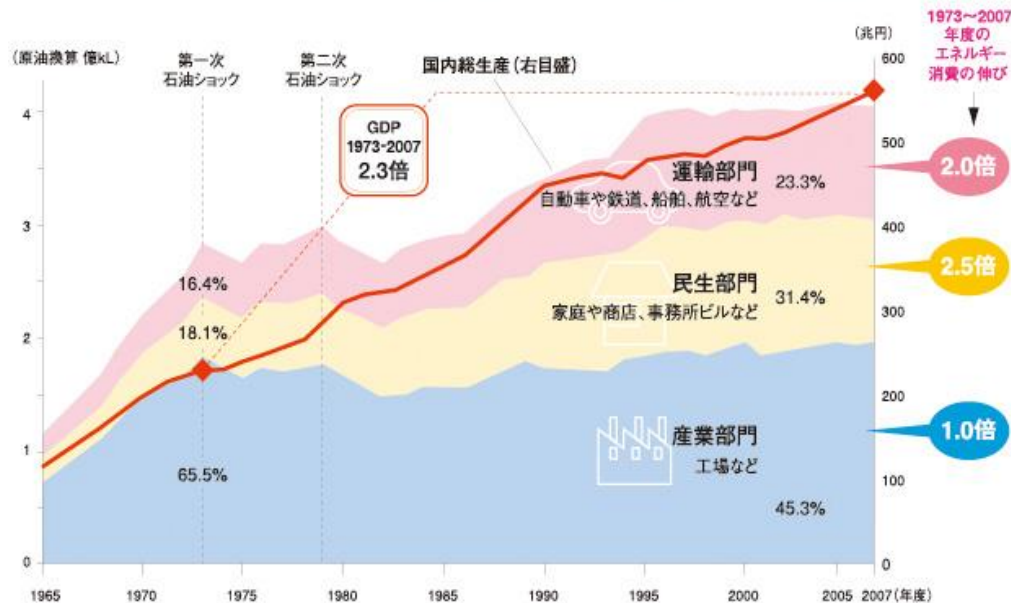


# 生産：エネルギー

- 産業革命：石炭の利用
- 近代文明：石油の利用
  
- 1馬力 = 750W、(人間100W)

■ 日本の最終エネルギー消費とGDPの推移 (図-5)

出所:資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、内閣府「国民経済計算年報」、(財)日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」



注1) GDPは1980年度まではISNA1990年基準、1980~1993年度までは新SNA1995年基準、1994年度以降は連鎖方式SNA。  
注2) 原油換算とは、石炭や天然ガスなどの異なるエネルギー源を原油の量に置き換えた場合の量。

工場はオイルショック後、省エネを推進。しかし、民生と運輸は増加(便利な生活)  
米1calに石油0.9cal使用。他にも同様で、現在文明は油上の楼閣である。

あらゆるものの生産にエネルギーを使用

■ 生活用品の製造・輸送にかかる間接エネルギー (表-1)

出所:旧科学技術庁資料

品目	生産工程	投入エネルギー(原油換算)
米栽培(玄米1kg)	栽培→収穫→出荷	0.35 0
洋服(紳士ジャケット)1着(600g)	素材→布地製造→縫製	7 0
自動車(1,800cc)	製鉄→プレス(部品ごとの製造)→加工・組立て	1,442 0
住宅(戸建・床面積100㎡)	製材→加工・組立て	8,774 0
カラーテレビ(21型)	材料(樹脂・電子部品)製造→組立て→輸送	38 0
図書1冊(300g)	製紙→印刷→製本	0.55 0

玄米1kg=3500kcal, 原油1l=9126kcal

# イースター島の滅亡

燃料(木)がなくなれば、文明は滅亡する。  
滅亡の過程は弱肉強食の修羅場である。



<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%A2%E3%82%A4>

- 南太平洋に位置するイースター島はモアイとよばれる大石像で有名である。最大のモアイは20mを超え、270トンにもなる。モアイは、887体も彫られ、半数は台座に設置されたが、社会の崩壊過程での氏族間の戦いで、すべて倒された。ではなぜ、そのようなモアイを作る社会が、崩壊したのであろうか。「文明崩壊(ジャレド・ダイヤモンド著、草思社)によれば、木材の伐採が原因である。
- 1000年から1400年あたりには、推定6000-30,000人が11ないし12の氏族にわかれて住んでおり、それぞれが大きなモアイを作るのを競っていた。彼らは、イモ、バナナ、サトウキビを栽培し、ニワトリを飼育し、イルカを捕獲して生活していた。当時は、モアイの運搬道具になる高さが20mにもなる巨大なヤシや、カヌーの材料になる高さが15-30mになる木などが生えていた。その木は住居、煮炊きから火葬にも利用された。
- しかし、1400年ごろから、森林破壊が始まり、木材がなくなり、草や芝がなくなり、土壌侵食が起こり、ついに食糧がとだえた。その過程で、氏族間の食糧の奪い合いの戦いとなり、モアイ像も倒された。人口は十分の一になった。さらに、1800年代にはペルーによる奴隷狩りと天然痘の持ち込みで1864年には島民は111名になった。



# ティコピア島



- サンタクルーズ諸島、面積5km<sup>2</sup>
- 紀元前900年頃に人間が到着。定住が始まって700年後あたりに、島民は鳥類、軟体動物、魚類の減少を埋め合わせるために**ブタ**の生産を増やした。
- 定住が始まって1000年から2000年の間に、ティコピア島民は独自の農法を採用し始めた。堆積層から発見された植物の残渣から、果樹栽培が導入されたことが判明し、また、木炭の微粒子の量が減っていることから**焼畑農業**を止めたことが推察された。16世紀の終わり頃には、大切な農園に害をなすという理由で、島の首長らは島からブタを一掃している。
- 現在は海沿いの20ほどの村々におよそ1200人が住む。
- 食料生産の持続と人口ゼロ成長
- 焼畑、ブタはやめ、重層的な原始の熱帯林を模した立体的な食料生産樹木園
- 首長は毎年の儀式で人口ゼロ成長を説く
- 避妊、中絶、墮胎、新生児間引き、独身、自殺を奨励



# 江戸時代の燃料

- **燃料**: 武蔵野に広がるクヌギ、コナラなどの雑木林から採れる薪や木炭, 30年で成長伐採. 計画生産, さもないとはげ山. 照明はアブラナから採ったナタネ油.
- **里山**: 枯れ枝は拾ってもよいが、生木はだめ。
- **陶磁器, 製塩, 製鉄**: 周辺はすぐに禿山
- **煮炊きは可、暖房は不可**

## 成長の限界は警告されてきた

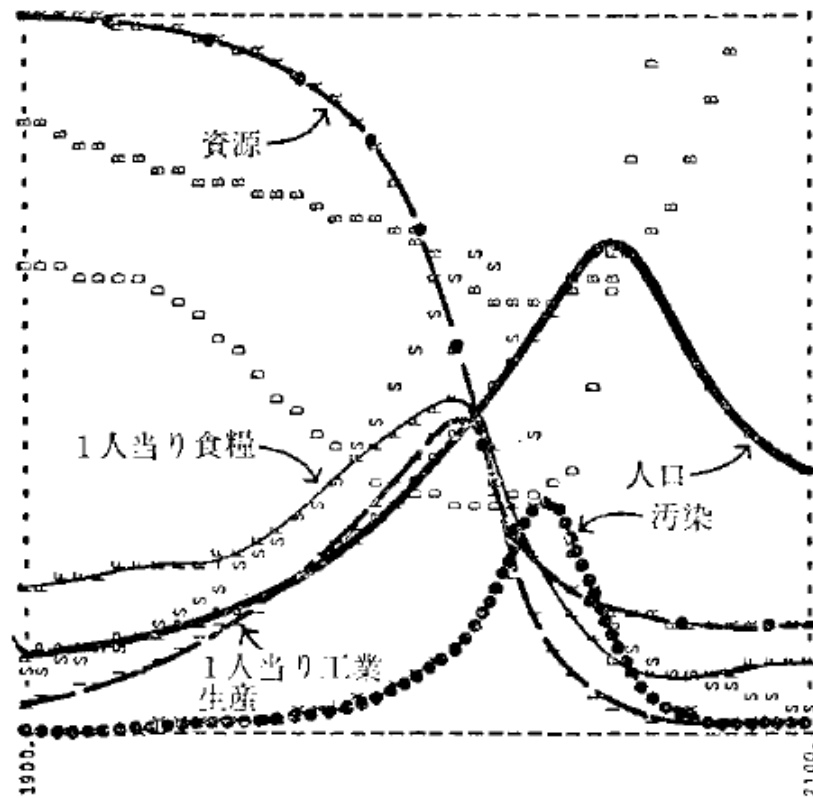
成長の限界: ローマクラブ 1972年  
脱成長 (Degrowth): セルジュ・ラトゥーシュ  
持続社会

しかし、持続(sustainable)の意味は千差万別  
成長率を持続(政府や企業経営者)  
今の生活を持続(市民)  
環境を持続

この3つは、同じ持続という言葉であるが、中身は正反対である。

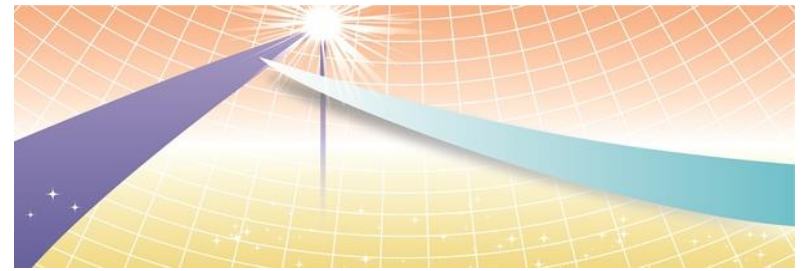
# 1972年 ローマクラブ 「人類の危機」レポート:「成長の限界」

幾何級数的成長と資源  
と環境の制約により、人  
口は2050年にピーク



「成長の限界」、ダイヤモンド社、  
図35 世界モデルの標準計算

# 世界人口の推移



国連人口基金東京事務所 世界人口推移グラフ  
[http://www.unfpa.or.jp/p\\_graph/](http://www.unfpa.or.jp/p_graph/)

# 日本の人口の縮小予測

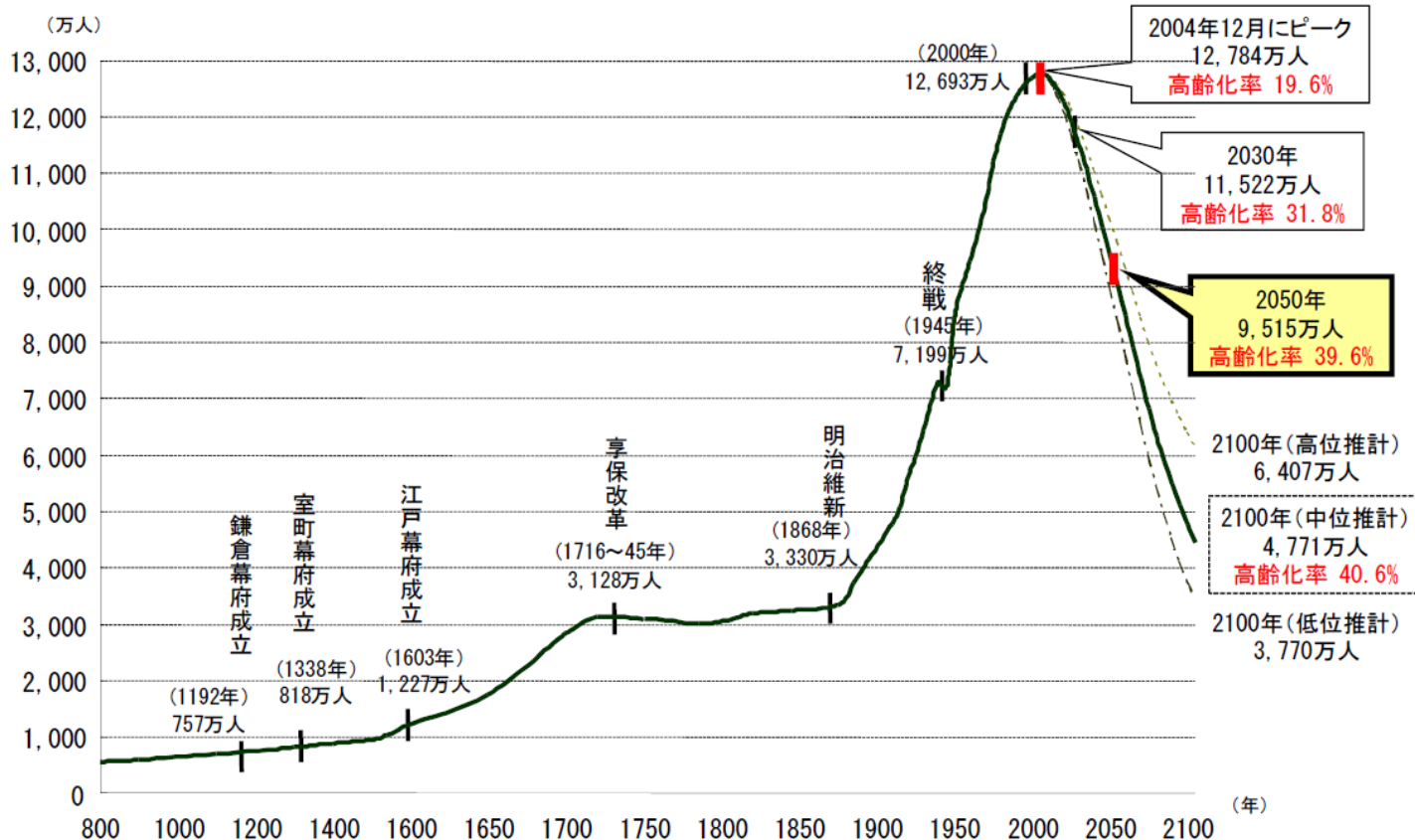
「国土の長期展望」 中間とりまとめ概要 平成23年2月21日  
国土審議会政策部会長期展望委員会

第I章 長期展望の  
前提となる大きな潮流

## 我が国の人口は長期的には急減する局面に

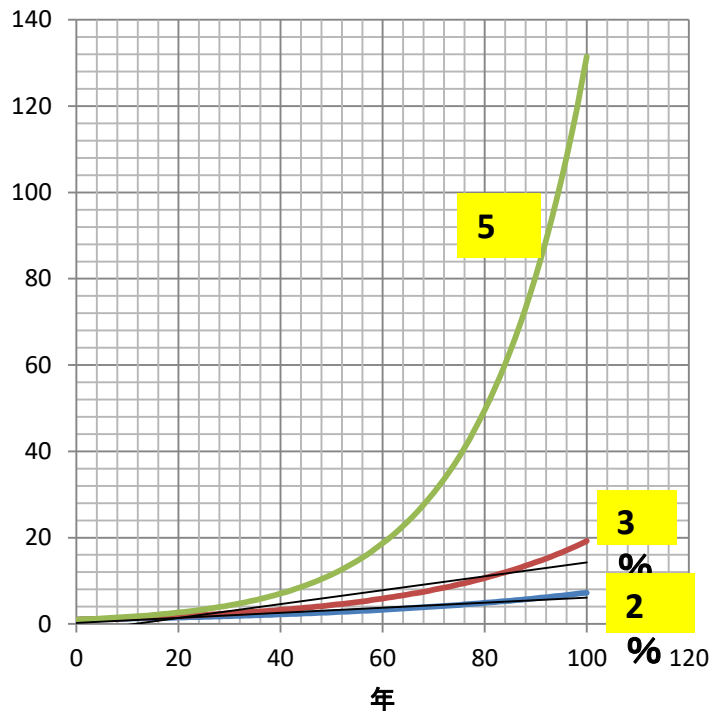


○日本の総人口は、2004年をピークに、今後100年間で100年前(明治時代後半)の水準に戻っていく可能性。  
この変化は千年単位でもみても類を見ない、極めて急激な減少。



(出典)総務省「国勢調査報告」、同「人口推計年報」、同「平成12年及び17年国勢調査結果による補間推計人口」、国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(平成18年12月推計)」、国土庁「日本列島における人口分布の長期時系列分析」(1974年)をもとに、国土交通省国土計画局作成

# 成長：幾何級数、指数関数



成長率	2%	3%	5%
2倍になる年	35年	24年	15年
50年後	2.7倍	4.4倍	11倍
100年後	7.2倍	19倍	132倍
100年分の 資源が枯渇	54年後	46年後	35年後

経済成長は生産の増大を意味し、資源、エネルギー消費が増大する。  
指数関数的成長はネズミ算、高利貸しと同じで、修羅場を経て滅亡へ。

## 2. 幾何学的成長と縮小

### 化石燃料等の埋蔵量・消費量・可採年数(単位:石油換算億トン)

	A : 埋蔵量	B : 年間消費量	A/B : 可採年数
石油	2,337* <sup>1</sup> 3,753* <sup>4</sup>	38.8* <sup>3</sup>	60年 97年
天然ガス	1,662* <sup>1</sup> 4,603* <sup>5</sup>	26.5* <sup>3</sup>	63年 174年
石炭	4,277* <sup>2</sup>	32.8* <sup>3</sup>	130年
ウラン	479* <sup>1</sup>	6.1* <sup>3</sup>	78年
合計	8,755 13,112	104.2	84年 (2%成長 : 49年) 126年 (2%成長 : 63年)

出所: \*1 「世界国勢図会2011/12」(矢野恒太記念会)、\*2 「図表で語るエネルギーの基礎2009-2010」(電気事業連合会)、\*3 「原子力・エネルギー」図面集2011、\*4 オイルサンド、シェールオイルなど非在来型を加算(石油工業連盟、2007年)、\*5 シェールガス等の埋蔵量の1/2を加算(BP2012年)

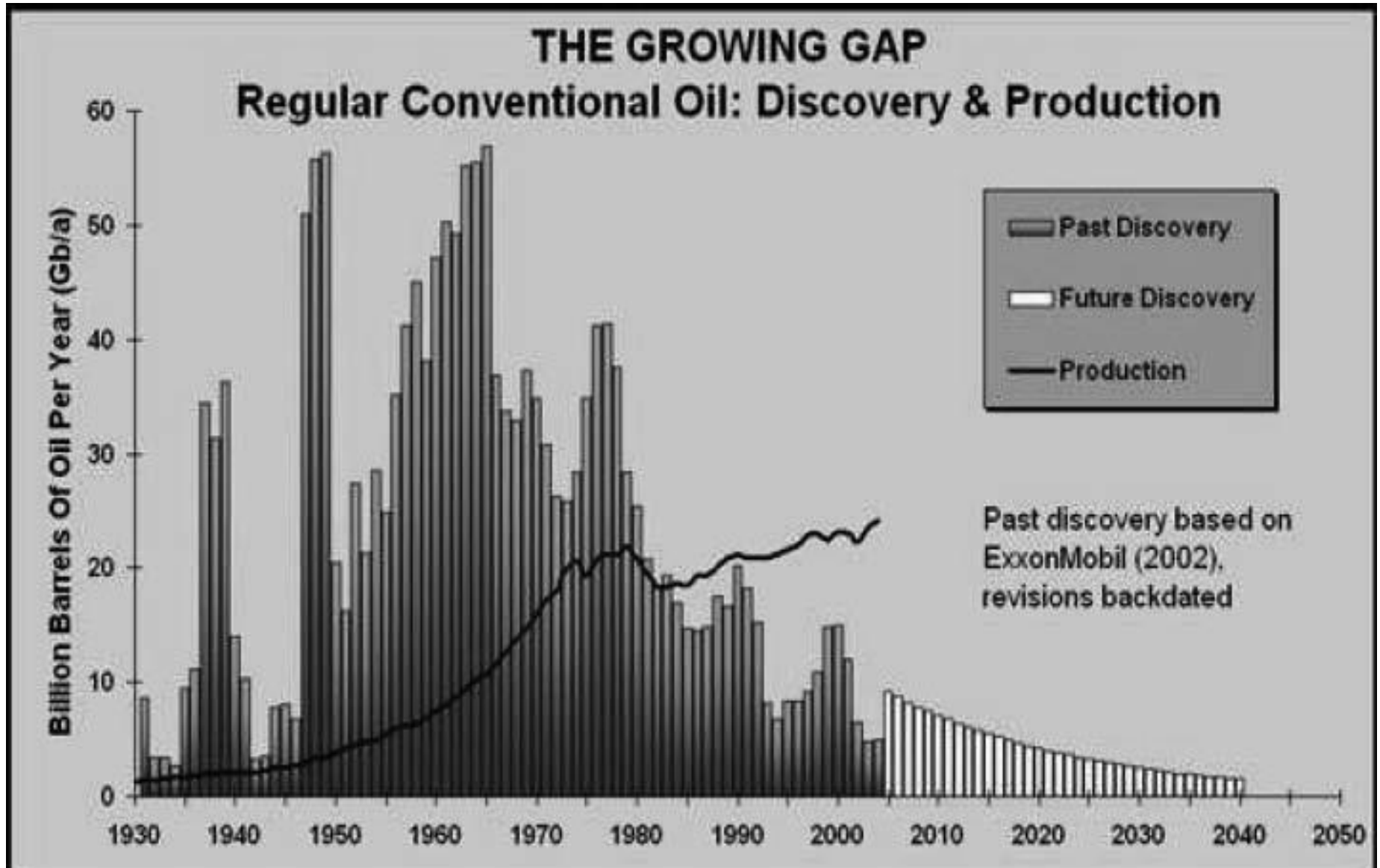
青字はシェールガス、オイルを加算。

石炭は大量にあるように見えるが、石油、天然ガスがなくなれば、その分、石炭の使用量が増加し、すぐになくなる。結局、全エネルギーで計算すると、84年(126年)で枯渇する。成長を加味すると、わずか2%でも、49年(63年)で枯渇する。



# 石油発見量と消費量

ピークオイル論の検討 木船久雄 図3 石油の発見量と生産量  
名古屋学院大学論集 社会科学篇 第44巻 第2号 (2007年10月)  
(出所) Energy Bulletins, ASPO



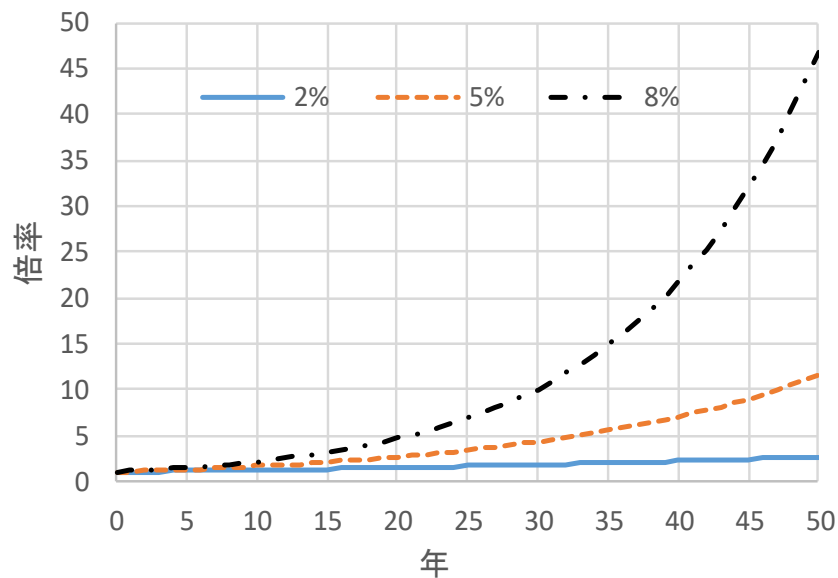


図1 指数関数的成長曲線

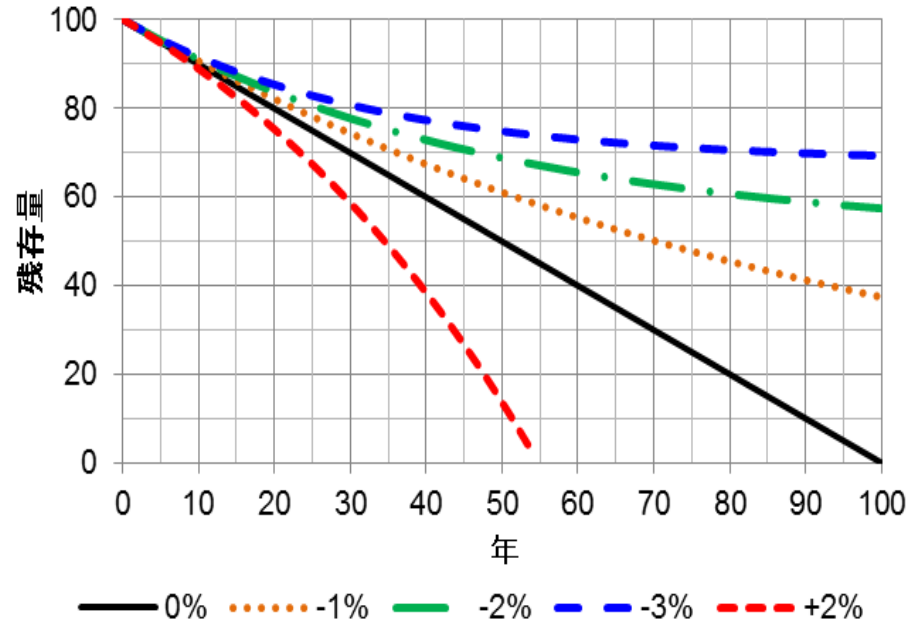


図3 縮小率と残存量の関係

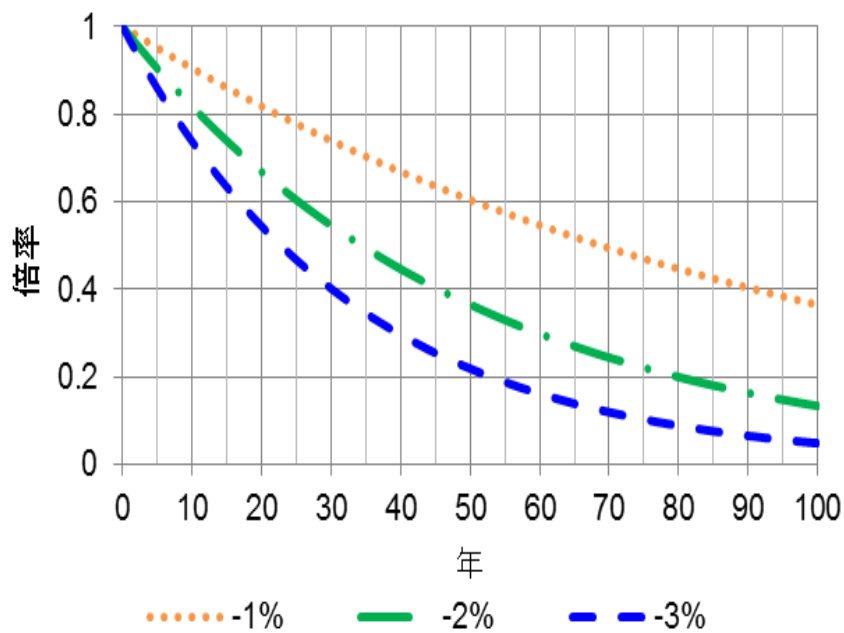


図2 指数関数的縮小曲線

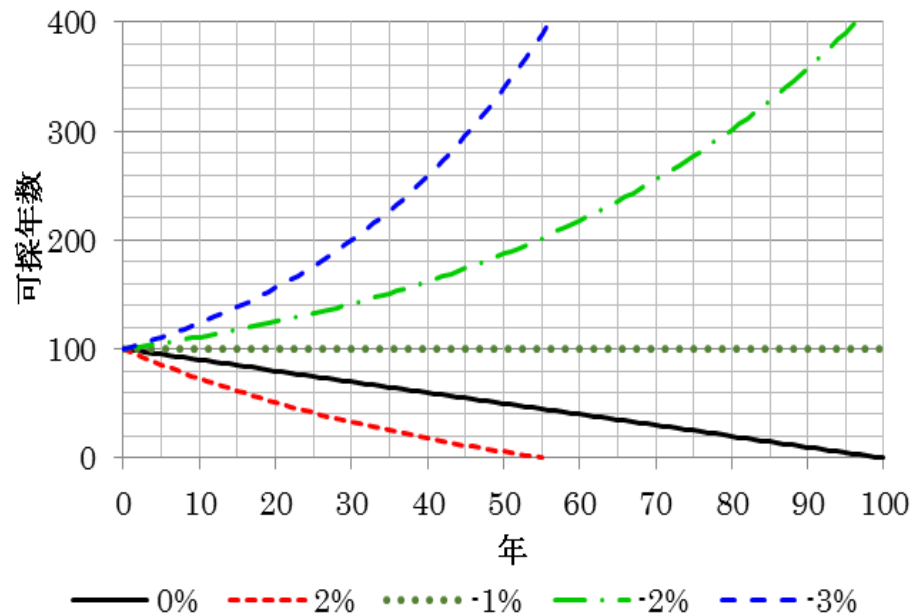
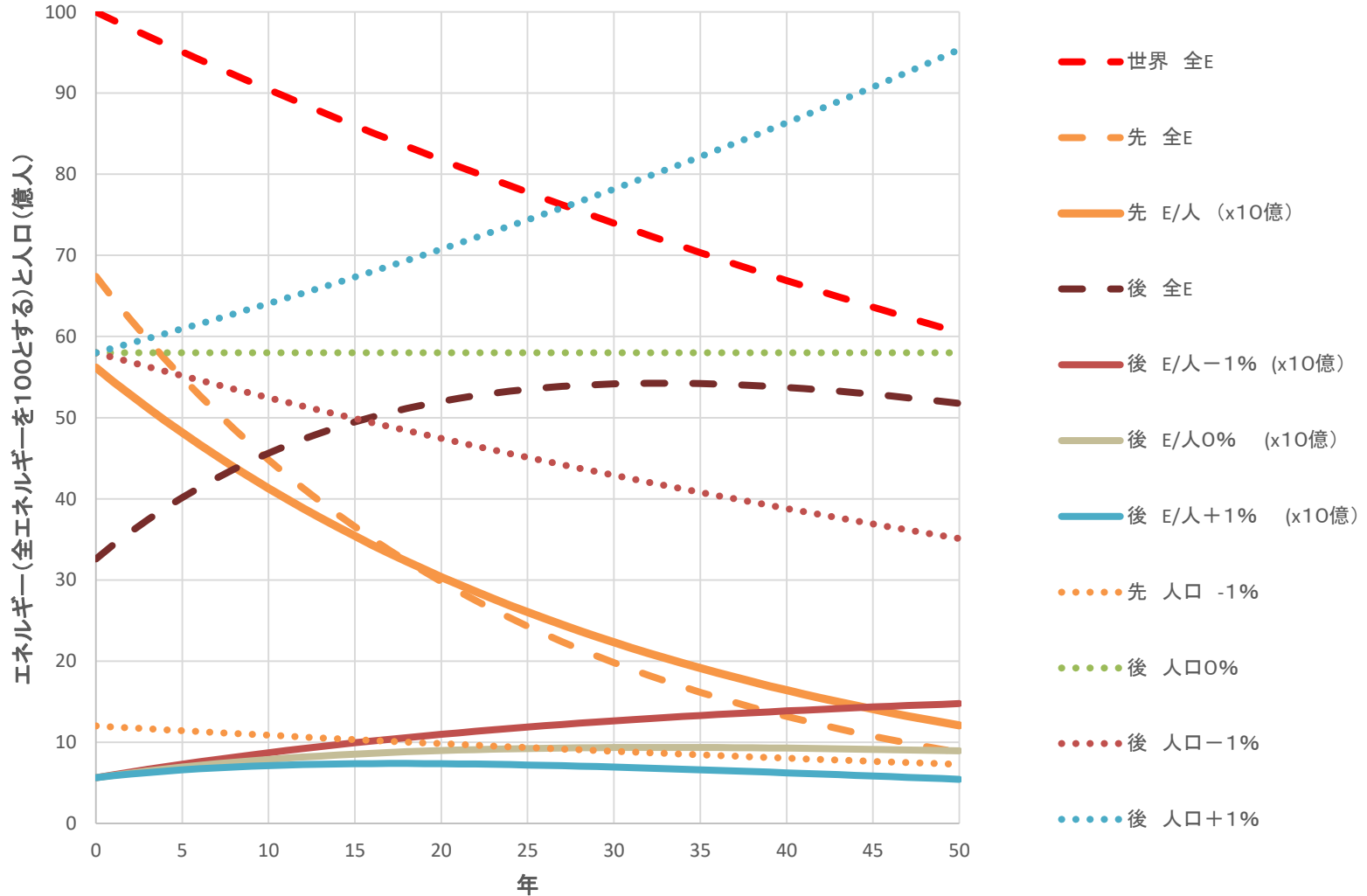


図4 縮小率と残存可採年数の関係

# 南北問題

世界で年1%のエネルギー縮小モデル

先進国人口12億人（日本、アメリカ合衆国、カナダ、ヨーロッパ、オーストラリア、ニュージーランド）、途上国人口58億人。先進国と途上国の一人当たり格差を10倍とした。先進国のエネルギー-4%/年。先進国人口-1%/年、途上国人口、+1、0、-1%/年



# 成長の持続は可能か

人間の英知を信じる

科学技術の永遠の進歩、新エネルギー、  
省エネ技術の進歩、再生可能エネルギー

実現可能なものと不可能なものがある

- ・地震予知
- ・安全な原子力
- ・宇宙発電

エントロピー、エネルギー比、廃棄エネルギー  
帳尻は、国債、原発事故などになって国民に

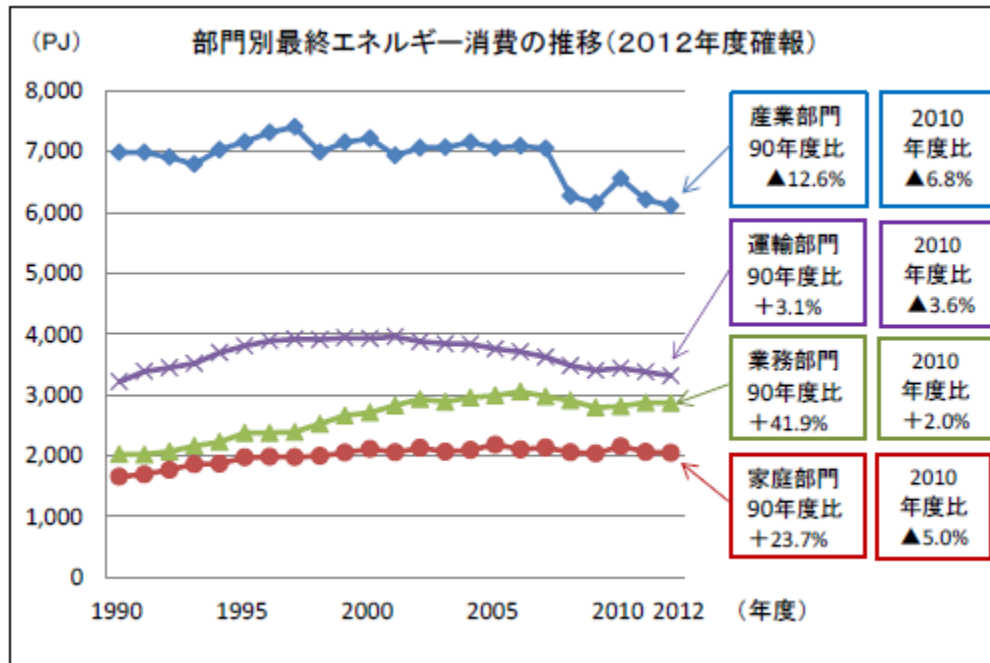
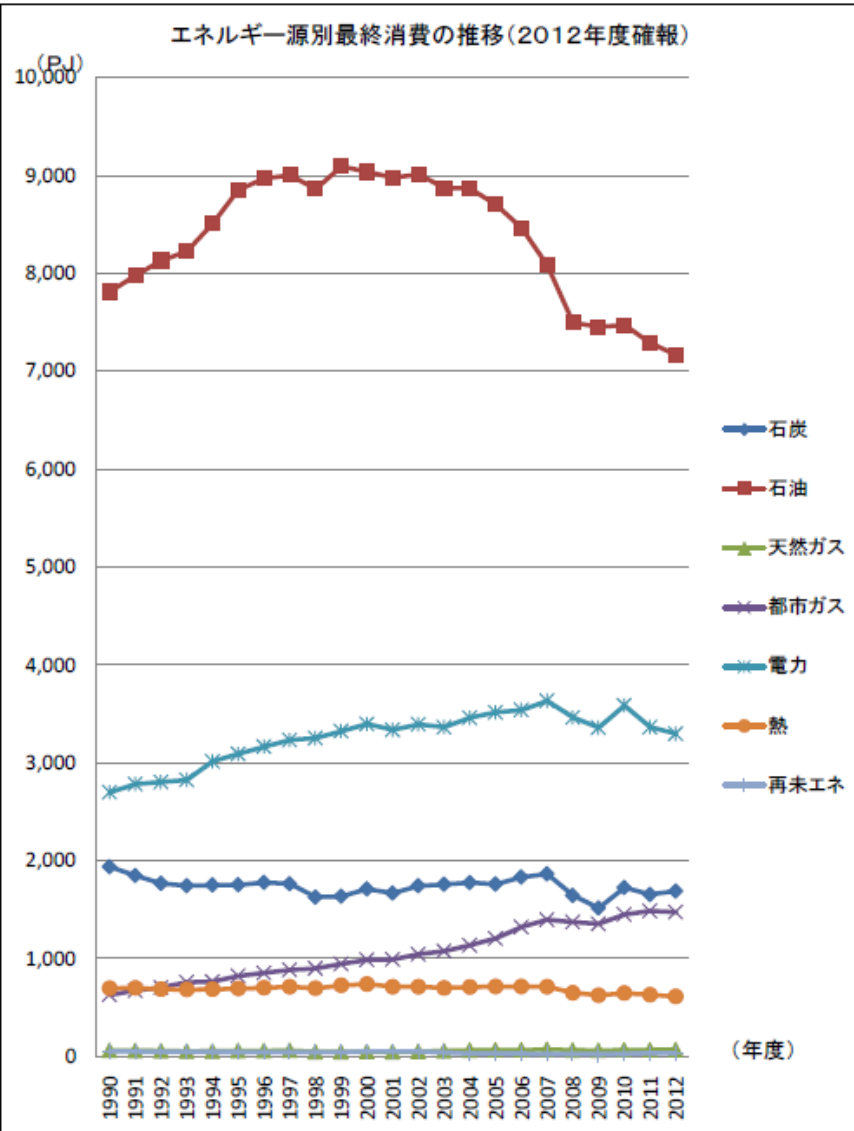
# 家電の省エネ

- ビデオ: 73.6% (1997-2003)
- エアコン: 67.8% (1997-2004)
- 冷蔵庫: 55.2% (1998-2004)
- 照明: 35.7% (1997-2005)
- コピー機: 72.5% (1997-2006)
- 温熱便座: 14.6% (2000-2006)

ハイブリッドカー?      ライフサイクルコスト?

# 日本のエネルギー

電力は全エネルギーの23%  
 電力の20%を再生可能エネルギーにしても、全エネルギーの4.6%



H26.4.15

資源エネルギー庁

[http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total\\_energy/pdf/stte\\_011.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/pdf/stte_011.pdf)

# 非枯渇性(再生可能)エネルギー

## 1GWの発電に必要な各種発電装置の数と費用

装置 一台の容量	必要数	費用 (兆円)	稼働 年数	備考(稼働率、コスト、など)
住宅太陽光 4kW	210万	4.2	20	稼働率12%、50万円/kW 日本の総住宅数5759万戸
メガソーラー 1MW	8300	4.2	20	稼働率12%、50万円/kW
小水力 (1MW以下) 0.5MW	2600	1.4	40	稼働率70%、100万円/kW 2011年:495地点209MW、 包蔵水力3GW
風力 2MW	2000	1.2	20	稼働率25%、30万円/kW 2014年2000基
地熱 15MW	67	1.0	40	稼働率100%、100万円/kW 現:29地点、515MW 包蔵力14GW (53度以上の利用)
火力 1GW	1.1	0.1	40	稼働率90% 要燃料費
原子力 1.3GW	1.1	?	40	稼働率70%

# 非枯渇性エネルギー

電力の50%を非枯渇性エネルギーにしても、全エネルギーの20%

電力は一次エネルギーの40%  
(二次エネルギーの23%)

## 木材

江戸時代は3000万人, 3000kcal/人・日、  
年間成長量: 8500万立方米→4000万立方米を利用  
= 2000万トン = 100兆Kcal = 2000kcal/日・人

**消費量の縮小が必然**



# 森林エネルギー

## 利用可能エネルギー

- 江戸時代：3000万人、3000kcal/日・人
- 現在：1億2700万人、700kcal/日・人

(全成長エネルギー：6000kcal/日・人)

仲津英治「森林エネルギーの可能性と限界」

年間成長量：8500万立方米→4000万立方米を利用  
=2000万トン=100兆Kcal=2%=2000kcal/日・人

# エネルギー：年2%の縮小

(一人一日：2000kcal = 石油0.2リットル)

- 太陽熱温水器(20度x200L ): 4,000kcal
- 太陽光発電(3.5kW, 3500kWh/year) : 8200kcal/day
- 木材: 3,000kcal/kg
- 車使用: 1000kcal/1km
- 水道水: 3kcal/L、一人(400L/day)で1,200kcal/day
- エアコン(1kw: 860cal/hour ): 860kcal/hour
- 車 製造(14,420,000kcal, 10年寿命を20年使用):2,000kcal/day
- 住宅(100平米38,840,000,50年寿命を100年使用): 1,000kcal/day
- テレビ(21型) : 380,000kcal, ・ジャケット : 70,000kcal

2%の縮小は可能である。

## 2. 幾何学的成長と縮小 **成長の原動力は作られたもの** 電通PRの「戦略十訓」(1970年代)

- ・もっと使わせろ
- ・捨てさせろ
- ・無駄使いさせろ
- ・季節を忘れさせろ
- ・贈り物をさせろ
- ・組み合わせで買わせろ
- ・きっかけを投じろ
- ・流行遅れにさせろ
- ・気安く買わせろ
- ・混乱をつくり出せ

元のアイデアはヴァンス・パッカー著『浪費をつくり出す人々』([1960年](#))

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%9B%BB%E9%80%9A>

**現在： 使い捨て、オール電化、大量生産・大量消費、24時間営業、高速、グローバリズム、...**

# 縮小社会が目指すもの = 今日&明日 & みんなの幸せ

- ・ GDPは世界3位、個人GDPは25位、
- ・ 地球幸福度指数は75位（2009年）  
生活満足度・寿命・環境負荷
- ・ OECDの「より良い暮らし指標（幸福度指数）」21位/36か国（2012年）

住宅、収入、雇用、共同体、教育、環境、ガバナンス、医療、生活満足度、安全、仕事と生活の両立

価値観の転換

楽しく縮小

- ・ 省エネ、丈夫で長持ち、もったいない
- ・ 第1次産業、地産地消、地域社会
- ・ 分配（仕事、収入、社会保障）
- ・ 家族（コモンハウス）

幸せな社会

# 縮小社会の実現はまず意識改革から 縮小の戦略10訓

- ・ 贈り物をさせる
- ・ 季節を忘れさせる
- ・ 無駄使いをさせる
- ・ 捨てさせる
- ・ もっと使わせる
- ・ 混乱をくり出せ
- ・ 気安く買わせる
- ・ 流行遅れにさせる
- ・ きっかけを投じる
- ・ せろ
- ・ 組み合わせで買わせる

# 縮小社会のイメージ

- (1)安全に、豊かに、幸せな生活。それが持続可能であること
- (2)一人ひとりがそれぞれの場所で創造に関与
- (3)最小限度の生活が自動的に保証される社会
- (4)物質＋文化に支えられた生活
- (5)社会全体としては縮小。各企業、組織は持続、成長をめざす。
- (6)人は物およびサービスを自ら生産するか購入するかを自由に選択できるが、自ら生産する割合が多くなる。

# 縮小社会での政策

- 30年後まで責任, 30年先の人権
- 成長束縛からの解放
- もったいない、儉約、丈夫で長持ち、省エネ、エコ、リサイクル、リユース、バスに乗ろう、無駄使いは止めよう、等々
- 100年住宅, 30年車
- **ベーシックインカム**、ワークシェア、炭素税、金融取引や利子利益の制限、汚染物の廃棄規制、海洋資源の捕獲制限や森林保護協定、法定準備率の増加、減価貨幣、地域通貨、国際貿易の制限、各種の雇用者保護、公共交通の振興、地産地消費や里山保護の運動、リサイクル活動等々、

## 縮小に対する反応

- 自主的、計画的な縮小は不可能。そのようなことは人類のみならず生物の歴史でなかった。
- 多くの生物は繁殖と滅亡を繰り返してきた。人類も同じであり、どうせ無駄な努力であるので、成り行きに任すしかない。
- すでに、70億という人口になってしまい、まだ人口増は続いているのだからもう手遅れである。
- 日本だけの問題ではない、世界で同一步調をとる必要があるが、それは不可能である。

明確で実現可能な目標があれば世界規模で実現可能である。 例：マスキー法、フロン  
我々の選択は、成長の果ての破滅か縮小かの二者択一であり、縮小なくして持続はない



# 拡大と縮小

発展(=拡大):

技術はパイが大きくなるのが前提. 産業も拡大を前提. 経済学では発展を前提としたものしかない.

企業で縮小は言えない. 発展途上国で縮小は言えない.

縮小は始まっている

- ・人口減, 高齢化
- ・2012,13年での電力の10%減
- ・嘉田知事:もったいない
- ・スローライフ, ロハス
- ・都市の縮小(過疎化)
- ・バブルの崩壊で、地価、株価は半減、給料は10%減

# 縮小社会が目指すもの = 今日&明日 & みんなの幸せ

- ・ GDPは世界3位、個人GDPは25位、
- ・ 地球幸福度指数は75位（2009年）  
生活満足度・寿命・環境負荷
- ・ OECDの「より良い暮らし指標（幸福度指数）」21位/36か国（2012年）

住宅、収入、雇用、共同体、教育、環境、ガバナンス、医療、生活満足度、安全、仕事と生活の両立

価値観の転換

楽しく縮小

- ・ 省エネ、丈夫で長持ち、もったいない
- ・ 第1次産業、地産地消、地域社会
- ・ 分配（仕事、収入、社会保障）
- ・ 家族（コモンハウス）

幸せな社会

# 企業の倫理

三方よし、 大丸:先義後利、 住友:浮利を追わず

パナソニック 綱領(昭和4年創業者松下幸之助が制定)

産業人タルノ本分ニ徹シ, 社会生活ノ改善ト向上ヲ図リ, 世界文化ノ進展ニ寄與センコトヲ期ス

三菱重工社是(昭和45年6月1日制定)

1. 顧客第一の信念に徹し社業を通じて社会の進歩に貢献する

**東京電力 「エネルギーの最適サービスを通じてゆたかで快適な環境の実現に貢献します」。** 「ゆたかで快適な環境」とは、「便利でくらしやすだけでなく、心豊かで、自然とも調和した持続可能な社会」と考えています。

- 経済成長で成長神話, バブルで拝金主義
- 成長神話から社会責任へ

# エネルギーの枯渇の影響

## 大量生産・輸送は石油に依存

- 生産効率の低下→物を大事に、手仕事の増加
- 運輸の減少→地産地消
- 大都市の縮小→地方へ
- 核家族→大家族へ（子ども、老人ケア）
- 教育の無料化、大学の減員、専門学校、生涯教育
- 医療の無料化、簡素化
- 元気な人は働く、無駄な延命はしない