



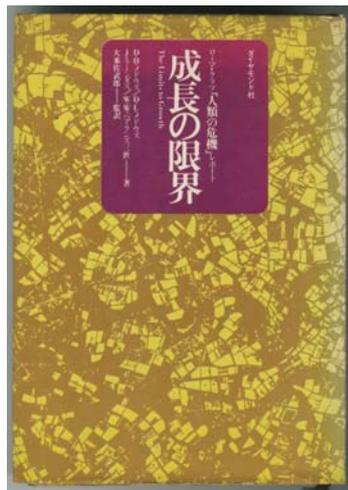
「成長の限界」を再び問う

—エネルギー、食料、環境問題を解く鍵—

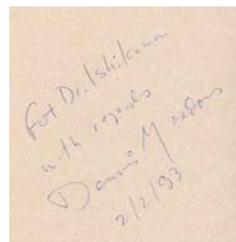
ナチュラル研究所
工学博士 石川 宏
<http://www.ishikawa-lab.com/>
<mailto:dr.ishikawa@aa.wakwak.com>
2013.12.16



成長の限界 ローマクラブ「人類の危機」レポート



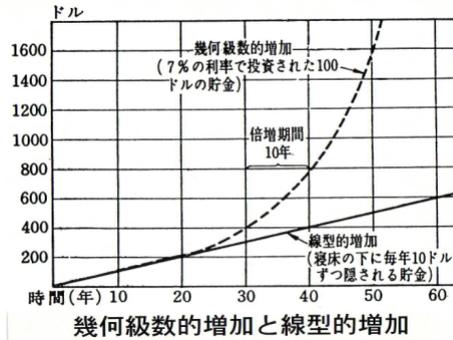
The Limits to Growth 1972
ダイヤモンド社 昭和47 650円



来日した折の著者D.L.Meadowsのサイン

- ローマクラブは1970年にスイス法人として設立された民間組織
- 1972年に「成長の限界」として、発表
- 当時ローマクラブ東京事務所は「科学技術と経済の会」の中にあり、NTTも支援。翻訳を手伝う

幾何級数的増加



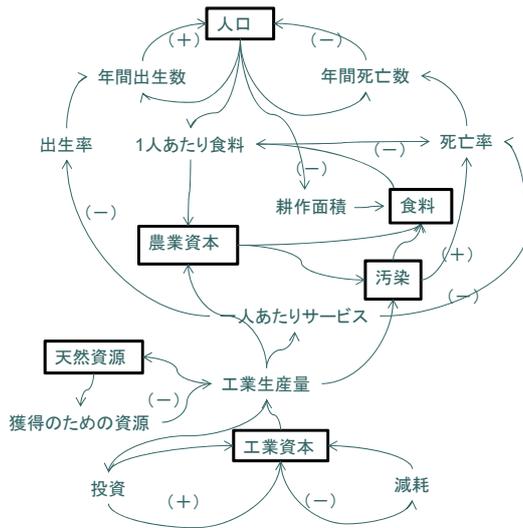
- 1, 2, 4, 8
- 古来さまざまな表現
ペルシャの廷臣 池の睡蓮
- 無限大の資源があるという前提

D.メドウズ「成長の限界」1972

(C) 2013 H.Ishikawa

3

世界モデル



世界モデルの部分図

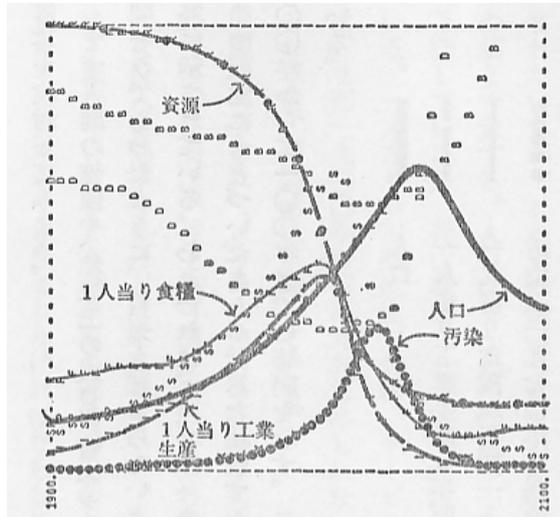
D.メドウズ「成長の限界」1972

- 幾何級数的な成長による、天然資源の枯渇、公害による汚染の進行、発展途上国における人口の爆発的増加、などによる人類の危機回避の道を探ることを目的
- 危機の諸要因とその相互作用を全体として把握するモデルを作成。
- 人口、資本、食料、天然資源、汚染の基本要素間の因果関係をフィードバックループとして記述。定量化し「世界モデル」とする
- コンピュータシミュレーションをDYNAMOを用い、MITのシステムダイナミクスチームが実施

(C) 2013 H.Ishikawa

4

標準モデルのシミュレーション結果



D.モドウス「成長の限界」 1972

- 1900年から1970年までは、実際の数値
- しばらくは、食料、工業生産、人口は幾何級数的に増加するが、その後急激に減少する
- 資源が工業の成長を減少させる
- 人口と汚染は工業が頂点に達した後しばらく増加し続ける。
- 人口の増加は、食料の減少と汚染による死亡率の上昇によって、最終的に停止する
- 原因と結果の時間遅れによる破綻

(C) 2013 H.Ishikawa 5

必ずしも受け入れられなかった

- 人類が破局をむかえるなど、悲観論である
- 成長を止めると貧しい人々が貧困から抜け出せない
- 成長は善であり、挑戦である
- 技術があらゆるものを解決する
- 市場システムが自動的にわれわれの望む未来を作り出してくれる
- 局所的に問題が起るのであり、世界モデルは意味がない
- 所詮シミュレーション。仮定・前提に納得できない

カエサル: 多くのひとは自分が見たいと欲するものしか見ていない(塩野七生ローマ人の物語)

L.モドウス「限界を超えて」 1992

(C) 2013 H.Ishikawa 6

「成長の限界」の再評価

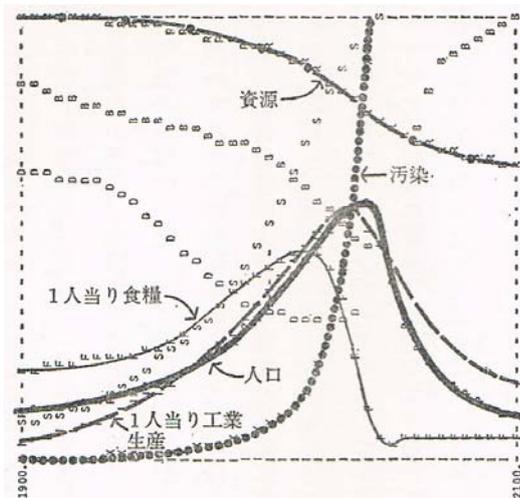
- 地球は有限、幾何級数的発展はないということを示したことは、高く評価できる
- バラバラに研究されていた、経済、エネルギー、資源、公害、食料などの問題を有機的につなげ、相互の関係を明らかにした
- エネルギー資源について、採掘のためにエネルギーが必要であるから、取り出せるエネルギーと同じになる時点を、限界としている。すなわちEPR(エネルギー収支比率Energy Profit Ratio)が考慮されている
- 原子力エネルギーについても、汚染により、成長の限界の答えとならないとしている
- どのようにすれば安定的な世界が作れるかも示している
- 政治から中立

石川の意見

(C) 2013 H.Ishikawa

7

エネルギーが無制限の場合



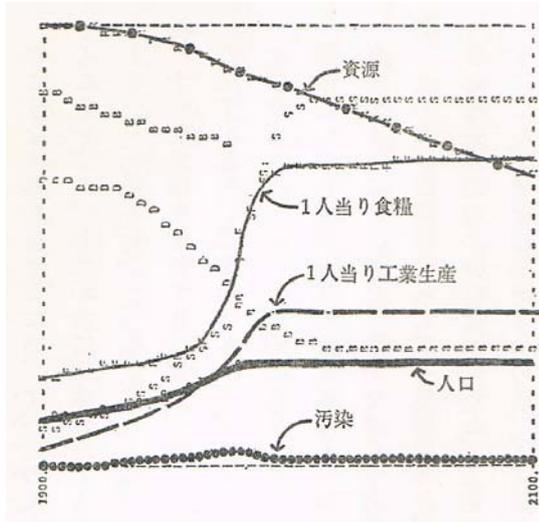
- 核エネルギーでエネルギー資源問題が解決できた場合
- 工業生産、食料、サービスは増大する
- しかし、汚染(核廃棄物のほか、工業の副産物、熱汚染、農業汚染)は急速に進み、標準モデルよりも人口の低下が激しい

D.メドウズ「成長の限界」1972

(C) 2013 H.Ishikawa

8

安定化された世界はあるか

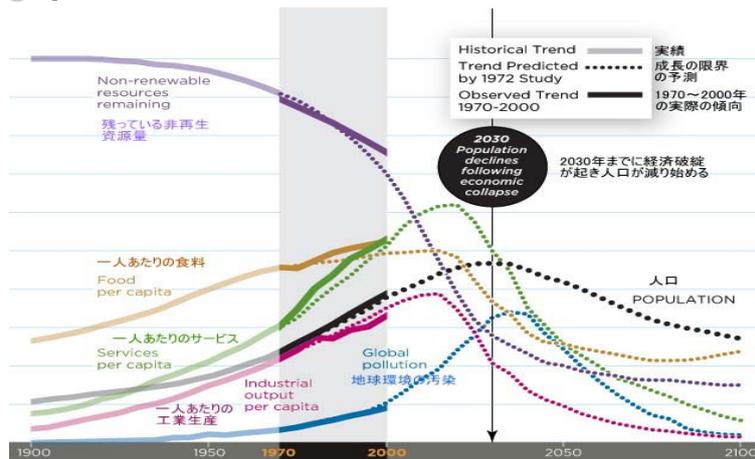


D.モドゥズ「成長の限界」1972

- 1975年から人口ゼロ成長
- 投資を減耗と等しくする
- 1単位の製造資源の消費を1/4に
- 1単位製造するための汚染を1/4
- 製造からサービスへ資源を割り当てる
- 食料生産に資本を振り向ける
- 土壌の肥沃化のために資本を振り向ける(リサイクル)
- 工業資本の延命化

(C) 2013 H.Ishikawa 9

40年後の検証



- 成長の限界の予測は正しかった。
- 今のままの経済成長と消費が続くと、2030年までに世界経済が破綻

Looking Back on the Limits to Growth by Mark Strauss
Smithsonian magazine, April 2012

(C) 2013 H.Ishikawa 10



公害は克服か



四日市公害館HPより

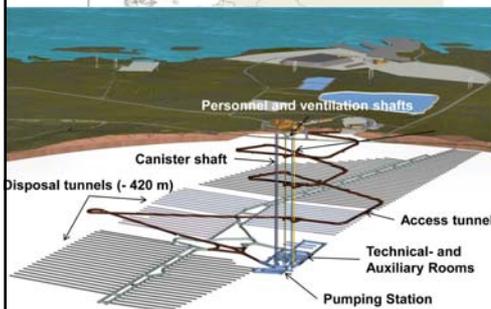
- 昭和30年代、戦後の復興期、四日市の海を埋め立てて石油化学コンビナートを
- 全国有数の石油化学工業都市「四日市公害」
- 脱硫化装置の開発と導入で解決
- 原子力発電の燃料ゴミについては、見通したらず

(C) 2013 H.Ishikawa

11



オンカロ —隠し場所—



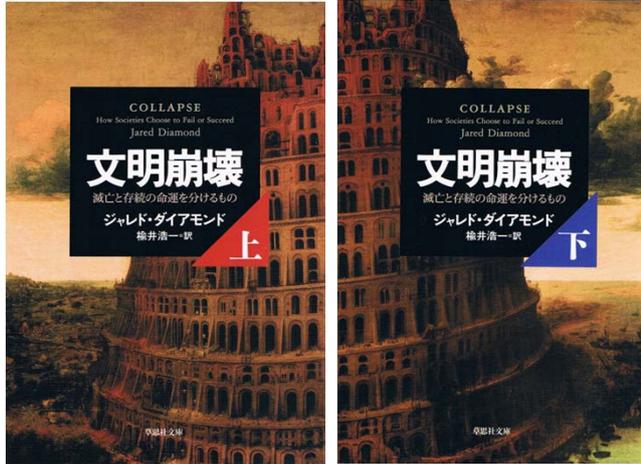
<http://www.posiva.fi/en>

- 世界で唯一の最終処分場
- フィンランドで原発開始と同時に1970年代から研究開始
- 2001年から建設開始。2020年から貯蔵開始
- 100年分の廃棄物
- ほっておいても安全。10万年間、無害になるまで貯蔵。
- 後世に責任を負う
- ドキュメンタリー『[100,000年後の安全](#)』

(C) 2011-2012 H.Ishikawa

12

成長の限界をこえ、崩壊した文明



共通するのは人口の増加、食料欠乏、森林破壊

- イースター島
- ピトケアン島
- アナザシ族
- マヤ
- ヴァイキング
- グリーンランド
- ティコピア島
- 日本の江戸時代
- アフリカ
- ドミニカとハイチ
- 中国
- オーストラリア
- 大企業
- 世界は一つ

「銃・病原菌・鉄」の続編
ジャレド・ダイヤモンド 草想社 2005

(C) 2013 H.Ishikawa 13

イースター島



- チリから3600km
- 170km² 亜熱帯
- ヨーロッパ人が1722年に発見した時には不毛の地に貧窮した2000人
- 最盛期15,000人あるは30,000人
- モアイ像のなぞ
20m 10トンから270トン
- 建造中に放置されたものも含め約1000体

ジャレド・ダイヤモンド「文明の崩壊」2005

(C) 2013 H.Ishikawa 14

モアイのなぞを説く

- 組織的作業を実行するため、人口の多い複雑な社会があった
- 大型の像を運ぶのに成人が500人、貴重な働き手を動員
- 全課程で膨大な食料を必要 300年にわたり20%増
- 太くて長い縄、丈夫な運搬具のため貴重な大木を切り倒した
- 船が造れない、家が直せない、暖房や調理の燃料がない
- 肥沃な表土が流され食料生産が大幅に減少
- 飢餓にみまわれ
- 食料をめぐり争い、共食い
- 社会の秩序崩壊、像をたおし次々と死に絶えた

ジャレド・ダイヤモンド「文明の崩壊」 2005

(C) 2013 H.Ishikawa

15

ティコピア島



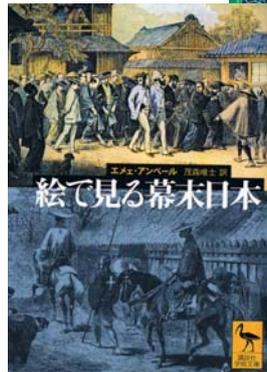
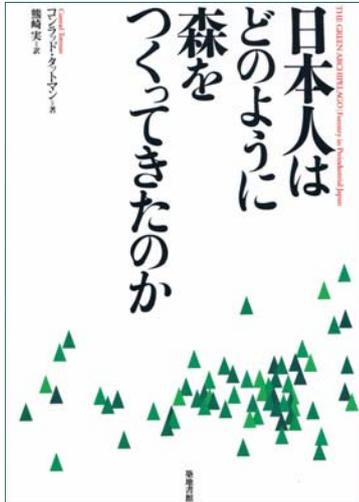
- 環境を破壊せず、存続した例
- 5km²、人口は1200人
- 3000年にわたりひとが住み続けた
- 食料生産の持続と人口ゼロ成長
- 焼畑、ブタはやめ、重層的な原始の熱帯林を模した立体的な食料生産樹木園
- 首長は毎年の儀式で人口ゼロ成長を説く
- 避妊、中絶、墮胎、新生児間引き、独身、自殺を奨励

ジャレド・ダイヤモンド「文明の崩壊」 2005

(C) 2013 H.Ishikawa

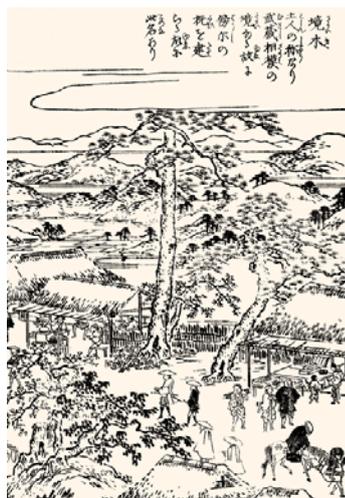
16

日本の江戸時代



3 H.Ishikawa 17

日本の江戸時代

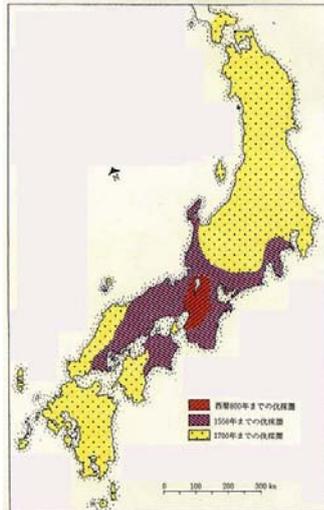


旅人が捨てた草鞋が堆肥に
大江戸リサイクル事情 石川英輔 1997

- 外から孤絶した人口密度の高い島社会で持続可能な自給持続のライフスタイル打ち立てた
- 急速な人口増加が起きなかった
- 人口3000万人、コメ生産量3000万石(450万トン)
 - コメ450万トン→糞尿→農地
 - わら450万トン
 - 50%→堆肥→農地
 - 30%→燃料→灰→洗剤または農地
 - 20%→草履、縄→堆肥→農地

(C) 2013 H.Ishikawa 18

森林伐採



- 弥生時代以降農耕の普及で平地の森林は開墾
- 古墳時代は鉄器と青銅の精錬のため大量の炭需要
- 遷都のたびに壮大な木造建築物のため森林を伐採
- 戦国時代の終わりとともに、築城ブームが起こり最高級木材が集められ、1650年頃までに大規模な森林消失
- 何度も江戸大火
- 江戸時代、森林の利用制限(消極的管理)と植樹(積極的管理)への強力な方針転換

記念的建築物のための木材伐採圏

コンラッド・タットマン「日本人はどのように森をつくってきたのか」 1998

(C) 2013 H.Ishikawa 19

江戸幕府の森林管理



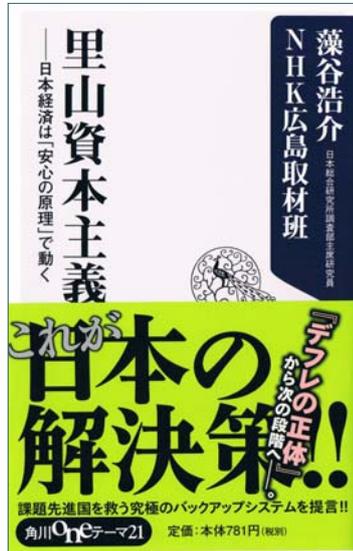
大はしあたけの夕立(広重)

いかだは重要な木材運搬手段

- 民衆がその山をゆるやかに管理し利用するのではなく、支配層が利用権を明確にし、注意深く管理することにより、持続性に成功
- 上級役人に森林管理の責任
- 森林利用を免許制
- 森林の詳細目録
- 木材運搬経路の開発と監視
- 育林に関する科学的知識の体系化
- 植林は1750年から日本ひろく実施され、1800年には木材生産は上昇に転じた
- 他の国と比し、降雨量、地力により再生の速度が速く、若芽をたべる羊がない
- 江戸幕府の政治的安定志向

(C) 2013 H.Ishikawa 20

里山資本主義のすすめ



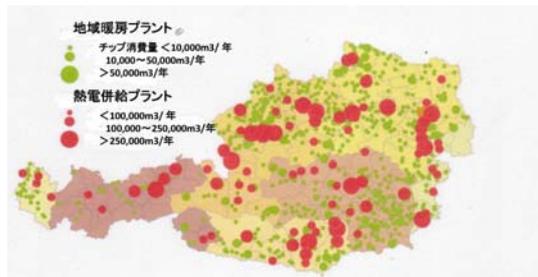
- マネー中心の資本主義から自然に密着した暮らしと経済
- 木材中心、地産地消、過疎を逆手
- 物質的豊かさから、心の豊かさへ
- 日本の山間部はエネルギーの宝庫。放置された森林を活用し、外部(都市、外国)から購入はやめよう
- お手本はオーストリア

(C) 2013 H.Ishikawa 21

原発ゼロ、オーストリアの選択



ギュッシングの熱電併給プラント
国際森林年の集い 2011



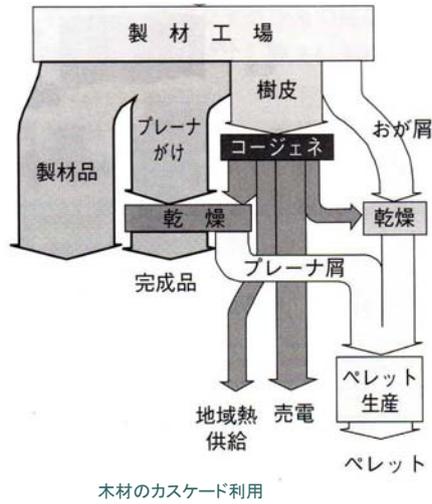
出所)オーストリアバイオマス協会

- 総エネルギーの30%が自然エネルギー(日本は7.5%)
- バイオマス60%、水力36%、その他風力、地熱、太陽
- 森林成長量の6割を利用

熊崎実講演資料 2011

(C) 2013 H.Ishikawa 22

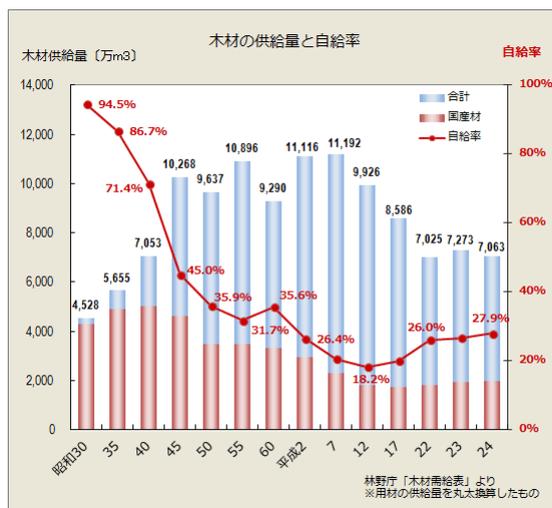
オーストリア 林業が最先端



木造中高層集合住宅
クロスラミネート材

(C) 2013 H.Ishikawa 23

現在の木材



- 2002年時点で、先進国の中で、木材の純輸入量（総輸入量－輸出量）が最も多い
- 極東ロシアやシベリアでは、木材生産量そのものは減少しているにもかかわらず、いわゆる違法伐採
- インドネシアやマレーシアからみると、日本向けが両国の木材輸出量の第1位。熱帯雨林の破壊

(C) 2013 H.Ishikawa 24

現在日本はかつてない森林を有す

明治の田上山



大津市上田上堂町より田上山を望む(明治41年撮影)

現代の田上山



(昭和57年撮影)

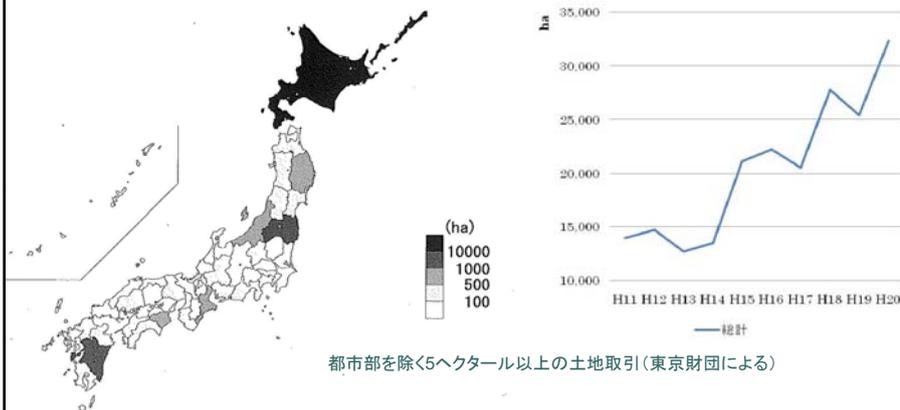
- 砂防工事と植林にくわえ、夏の多雨により、森林が復元

竹村公太講演資料 2007

(C) 2013 H.Ishikawa

25

山間部の土地が外国に売られている



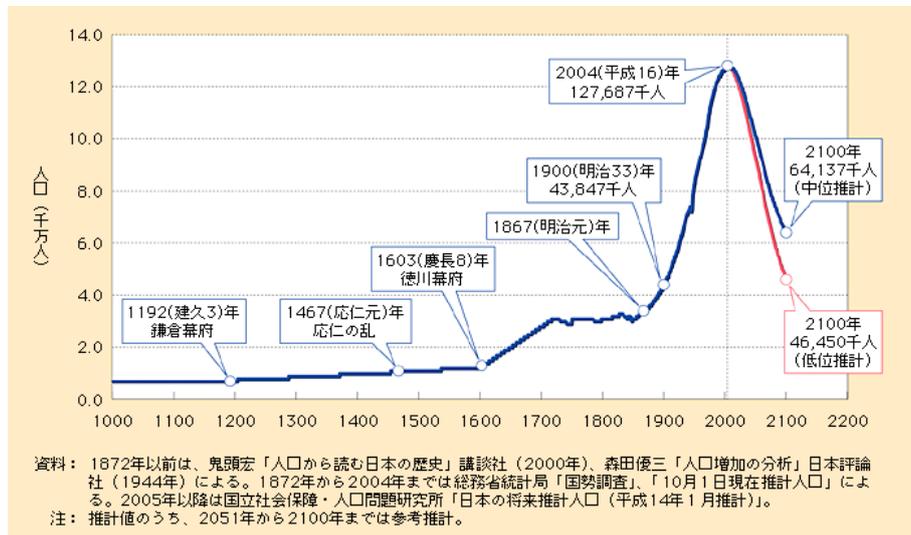
- 林業が続けられず、手放す
- 買手は外国人。木材、地下水、CO2取引が目当て。伐採後手当が悪く、裸山に
- 実態把握がされにくい。
- 土地の私的財産権は世界一強く、まったく自由に売買

東京財団「グローバル化する国土資源(土・緑・水)と土地制度の盲点」2010

(C) 2013 H.Ishikawa

26

日本の人口



(C) 2013 H.Ishikawa 27

内閣府「少子化社会対策白書」2005

「成長の限界」答えは

- 破綻は弱い国から、局所的におこる
- グローバル化により、平均化ができれば良いが、逆に世界に伝搬する
- 国ごとに自国優先の政策をとることになろう
- とくに食料の自国確保は国家的課題
- TPP、アベノミックスは逆行ではないか
- 10月15日の安倍内閣総理大臣所信表明演説では、16回も「成長」を発言
- たしかに「ゼロ成長」の合意形成は容易ではない
- 日本は人口減をチャンスととらえ、豊かな森林を活用、「もったいない」、成長より成熟
- 科学的手法を取り入れた持続可能な国家ビジョンの提示を

石川の意見

(C) 2013 H.Ishikawa 28