

『食料安全保障から考える 社会のしくみ』

京都大学農学博士、農業研究者

篠原 信 氏

講師プロフィール

1995年京都大学卒業。京都大学博士(農学)。微生物情報伝達物質クオルモンの研究後、養液栽培では不可能とされていた有機質肥料を使った栽培技術(有機質肥料活用型養液栽培)を開発。研究の傍ら、食料問題を調査、「日本は何人養える?」というレポートにまとめた。「『指示待ち人間』はなぜ生まれるのか?」というレポートをネット上でまとめたところ、話題に。

近著は『世界をアップデートする方法 哲学・思想の学び方』。他に『自分の頭で考えて動く部下の育て方 上司1年生の教科書』『子どもの地頭とやる気が育つおもしろい方法』『ひらめかない人のためのイノベーションの技法』『思考の枠を超える－自分の「思い込み」の外にある「アイデア」を見つける方法』『そのとき、日本は何人養える? 食料安全保障から考える社会のしくみ』『世界をアップデートする方法 哲学・思想の学び方』など。

食料安全保障から考 える社会のしくみ

農業研究者
篠原信

1



2



3



4

Q1.日本だけで何人養える？

参考：現人口 1億2千570万人（2021年）

前提：食糧はすべて自給

石油の入手が容易

9000万人
（3570万人分不足）



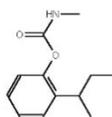
石油が手に入らない

3000万人
（9570万人分不足）

7

Q2.石油と食料に何の関係が？

- 農薬（化学薬品）の原料



- トラクターなどの燃料



- 肥料（窒素肥料）の製造

産業部門エネルギー需要の2.81%
農林水産業GDP1.0%（ともに2020年）

窒素肥料が食糧増産のネック

農業はエネルギー食いの産業

空気中の窒素（78%）

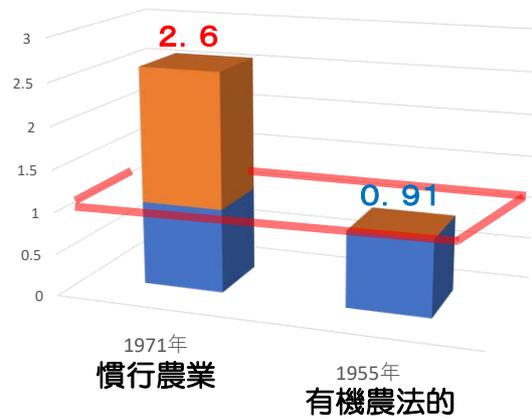


アンモニアなどの
大量生産

世界のエネルギー消費の1~2%

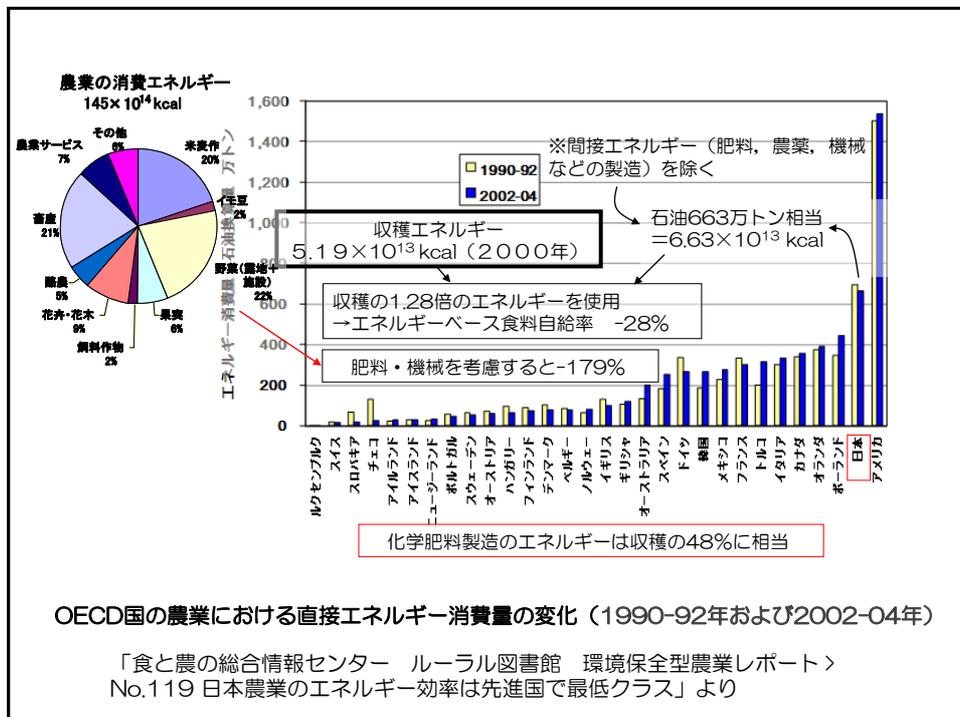
8

Q2.石油はどのくらい必要か？



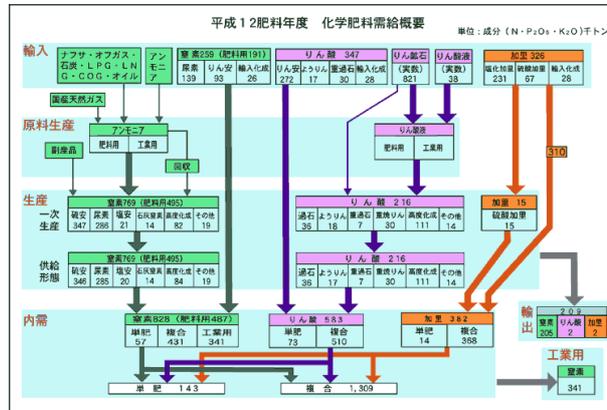
宇田川武俊(1977) 作物生産における投入補助エネルギー、環境情報科学、63, 77-91

9



10

国内で化学肥料145万トンを使用（平成12年）

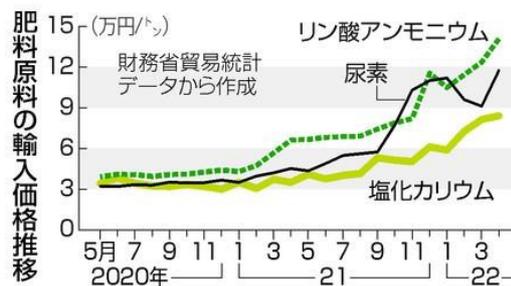


農業に投入されるエネルギーのうち、化学肥料に13.8%、機械の製造に50%使用さ
 参考：化学肥料の合成には、以下のエネルギーが必要（1kgあたり）
 窒素肥料：アンモニア 8,362kcal
 リン肥料：リン鉱石 約1,000kcal
 第2リン酸アンモニウム 約7,000kcal
 カリ肥料：塩化カリウム 約1,000kcal
 溶解採取法 約4,000kcal

エネルギー問題は化学肥料の高騰につながる

11

高騰する化学肥料



塩化カリウムは約3倍、尿素は約4倍、リン酸アンモニウムは約5倍に

1. 農林水産省「肥料をめぐる情勢」令和4年4月
2. 時事通信「肥料最高値、農家を直撃 政府・与党、新たな補助金検討」2022年06月02日

12

化学肥料の輸出制限

JETRO
日本貿易振興機構(ジェトロ)

海外ビジネス情報 | サービス | 国・地域別に見る | 目的別に見る | 産業別に見る

ビジネス短信 > ジェトロの海外ニュース > ロシア、窒素肥料の輸出制限を延長

ビジネス短信

ロシア、窒素肥料の輸出制限を延長
(ロシア)

2022年06月02日

ロシアは、窒素肥料の輸出制限を2022年7月1日から12月31日まで導入する(2022年5月30日付連邦政府決定第990号 参考)。今回の決定は、2021年12月1日から2022年5月31日に導入していた窒素肥料の輸出数量制限を延長したものである(2022年2月7日記事参照)。

輸出数量制限が設定されたのは、ロシアおよびユーラシア経済連合(EAEU)域外へ輸出する窒素肥料のうち、尿素、硝酸アンモニウムおよびこれらの混合肥料(輸出制限量:831万4,991トン)および、窒素、リン、カリウムのいずれか2~3種類を含む肥料(同595万5,830トン)。ロシア政府は、今回の措置延長の理由をロシア国内における肥料不足および食料価格の上昇を回避するためだと説明している。ビクトリア・アブラムチェンコ副首相は、2022年6月から翌年5月末までにロシア国内で必要となる肥料は前年に比べて23%多い1,500万トンとなる想定だとして、輸出制限延長の必要性を説明した。

13

Q4.有機農法にすれば解決か？

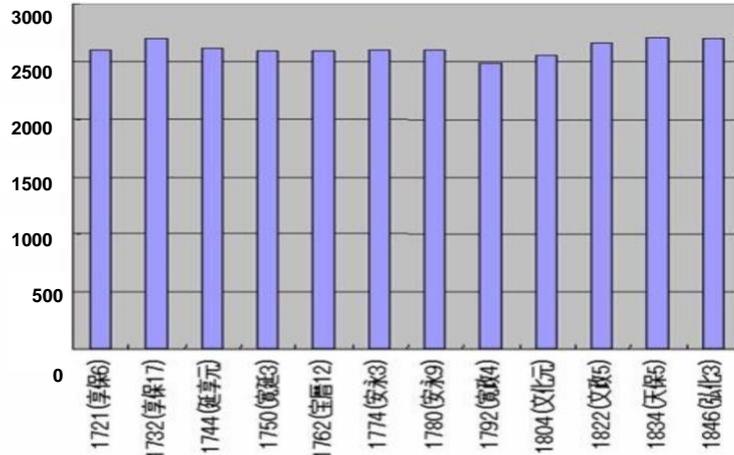
国内には生ゴミなど、肥料にできるもので溢れている

ほとんどが海外から来るもの



14

Q5.国内でまかなえないのか？



江戸時代中期から晩期までの人口推移

関根直太郎 「近世日本の人口構造」

15

Q6.技術は江戸時代より発達しているのではないか？



現代農業 石油使用を前提にした技術体系
石油がないと使えない技術が多い

トウモロコシ由来バイオエタノール
製造に要するエネルギーの

77~99%



ヒトの
労働エネルギー

=



石油コップ一杯程度
(86~260ml)

16



世界を養う

環境と両立した農業と持続可能な世界を求めて

パーツラフ・スミル
途見謙三・藤澤和夫

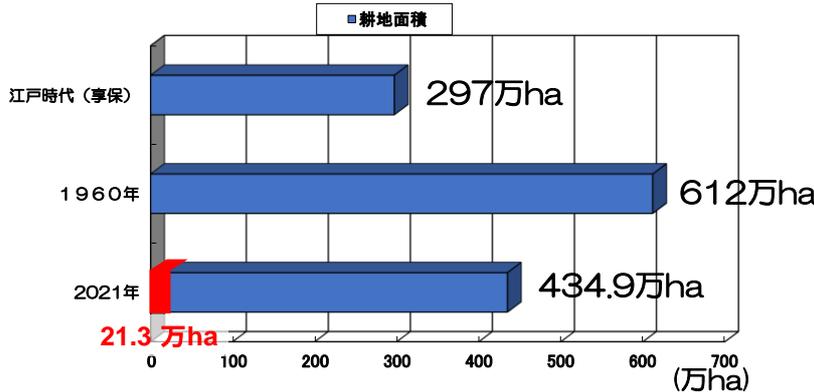
化学肥料に頼らなかったら？
→30~40億人しか養えない

*現在の世界人口は80億人

化学肥料がなければ
世界は半分しか養えない

17

Q7.耕地面積は江戸時代より広いのでは？



時代	耕地面積 (万ha)
江戸時代 (享保)	297
1960年	612
2021年	434.9

耕地は広がっている
しかし肥料がまかなえない

農家 (152万人) が人力で耕したら？ \times 1人で0.14haを耕す

18

Q8.魚介類をもっと食べれば？

日本人が最も水産物を食べていた2001年（40.9 kg/人）

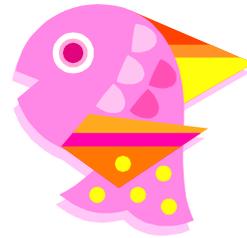
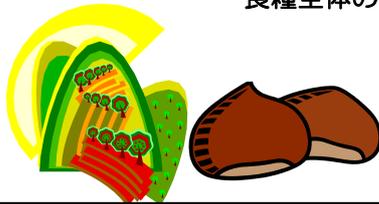


一人当たり魚介類摂取量 165 kcal/人

総摂取カロリー 2599 kcal/人

（1日当たり）

食糧全体の6.3%に過ぎない



19

Q9.一人当たり必要な耕地面積は？

現在の食生活を維持するなら 0.14 ha

現在の耕地面積で 3211万人分
（9300万人不足）

過去最大の耕地面積で 4300万人分
（8200万人不足）

注・食以外の生活必需品をのぞく



明治の食生活なら 0.06 ha

現在の耕地面積で 7493万人分
（5000万人不足）

過去最大の耕地面積で 1億人分
（2500万人不足）

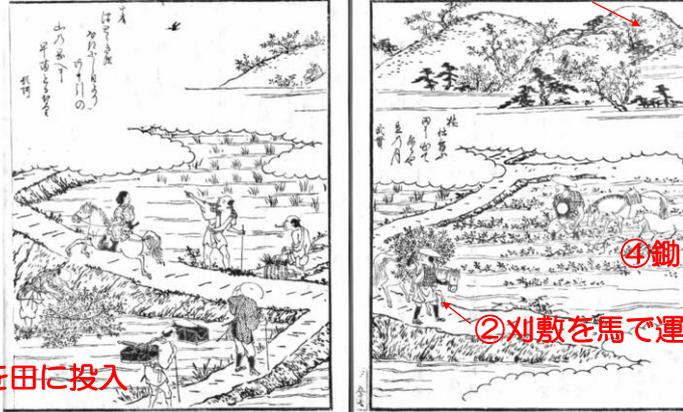
耕地面積も不足している



20

Q10.二毛作、三毛作をすれば？

①里山（刈敷山）で広葉樹の新梢を採集



③刈敷を田に投入

④鋤き込み

②刈敷を馬で運び

安曇野刈敷風景（善光寺名所図会, 1849年）

（信州デジから http://www.i-repository.net/il/meta_pub/G0000307library_02BK0104162789）

府中秣場騒動：正徳5年（1715年）、武蔵国多摩郡府中領で起きた一揆

21

Q11.コメがあれば大丈夫では？

真っ白なご飯を食べられる時代・・・比較的最近のこと



米騒動(1918年)がきっかけ



コメの朝鮮半島からの移送
朝鮮半島の生産量の45.3%

朝鮮半島での一人当たりコメ消費量
0.70石（1915～19年平均）

↓
0.44石（1930～36年平均）

1960年にカロリーベース食料自給率は79%
当時の人口は約9000万人→約7000万人分の食料供給に相当

22

Q12.おコメ以外にもなんとかならないか？

1998年農水省シミュレート

コメ：コシヒカリより生産性の高い品種に転換

ほか：コメの不向きな土地ではイモなどの高カロリー作物

肉を控える

耕せるところはすべて耕す



一人当たり1760 kcalを供給

(必要なカロリー 男性2500 kcal、女性2000 kcal)

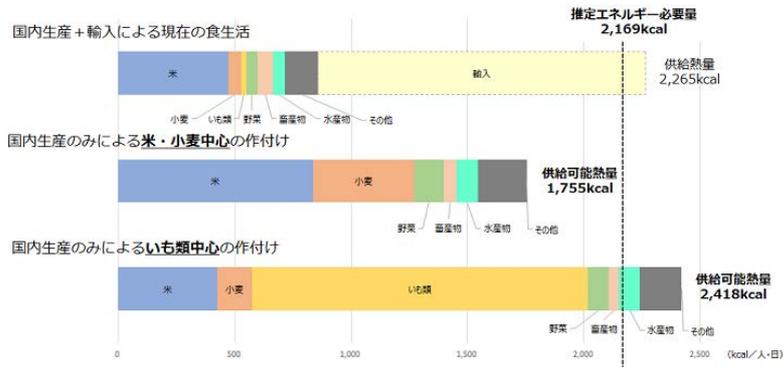
およそ1億人分の供給分(2500万人分不足)

石油の使用に問題がないことが前提
(肥料の生産・食糧の輸送などに支障が起きない)

23

農林水産省 令和3年度食料自給率 ・食料自給力指標について(令和4年8月5日)

令和3年度の食料自給力指標

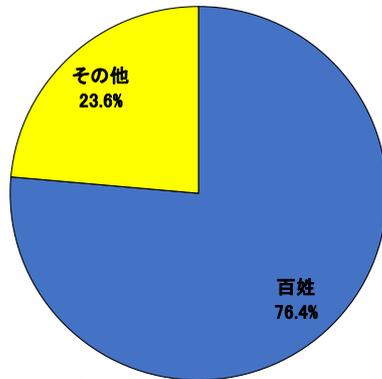


※ただし、肥料、農薬、化石燃料、種子の入手に支障がない場合

24

Q13. みんなで分かち合えば？

統制経済でも難しい（戦中、米騒動）



秋田藩の例（1849年）

関山直太郎「近世日本の人口構造」

江戸時代は8割が農業に従事

それでも3000万人前後で推移した

完全国内自給では、3000万人が限界？

25

Q14. 石油も食糧もないなんて極端では？

すべてなくならなくても、10倍に値上がりすることはあり得る

アジア金融危機の例（1998年）

インドネシアの通貨（ルピア）が7分の1に下落

物価の急上昇

一時食糧が消える

2才以下の子供の脳の発達に後遺症の恐れ
（国連予測）



26

Q15.食料や石油が10倍に高騰する？



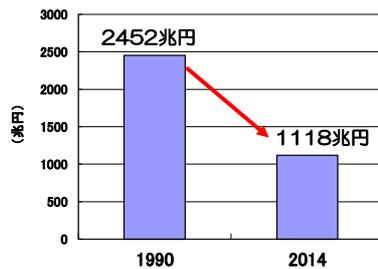
オーストラリアの干ばつ
小麦 当時史上最高値13.495ドル/ブッシェル
(2008年2月27日)

石油
20 ドル/バレル (2002年)
147 ドル/バレル (2008年)

ロシアによるウクライナ侵攻 (2022年)
小麦 史上最高値13.635ドル/ブッシェル
石油 139.13ドル/バレル

27

Q16.日本は経済大国なのに？



土地資産額の推移

誰も欲しがらなくなるだけで
土地資産の価格は半減



実質実効為替レート



28

Q17.日本経済が破綻するだろうか？



戦時国債 国内所得の260%を超える
戦後紙切れに
1934~1936年を1として、
1954年 301.8のハイパーインフレ



企業が中国へ移転

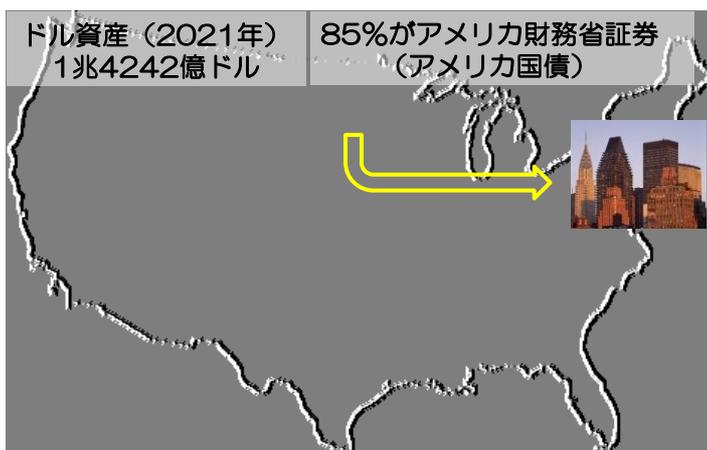
産業の空洞化
日本の企業数484万社→359万社
100万社以上減少
(1999年から17年間で)

個人資産2014兆円
(2021年12月末)
紙くずになる恐れも

出典：中小企業白書2007年版

29

Q18.日本は外貨（ドル）を持っているが？

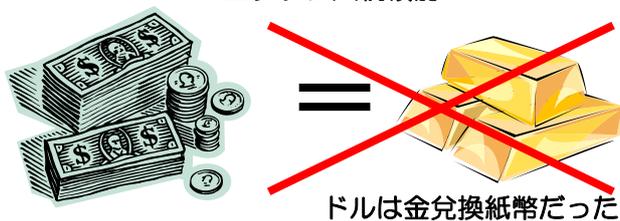


アメリカ財務省に牛耳られたまま
いざというとき引き出せない？

30

ドル 基軸通貨からの転落？

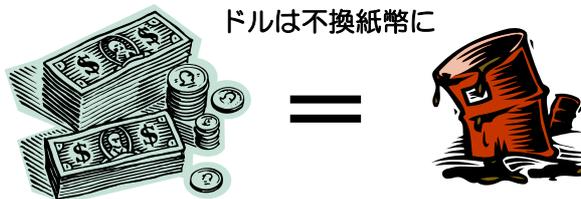
ニクソン大統領前



ドルは金兌換紙幣だった

ニクソン・ショック以後

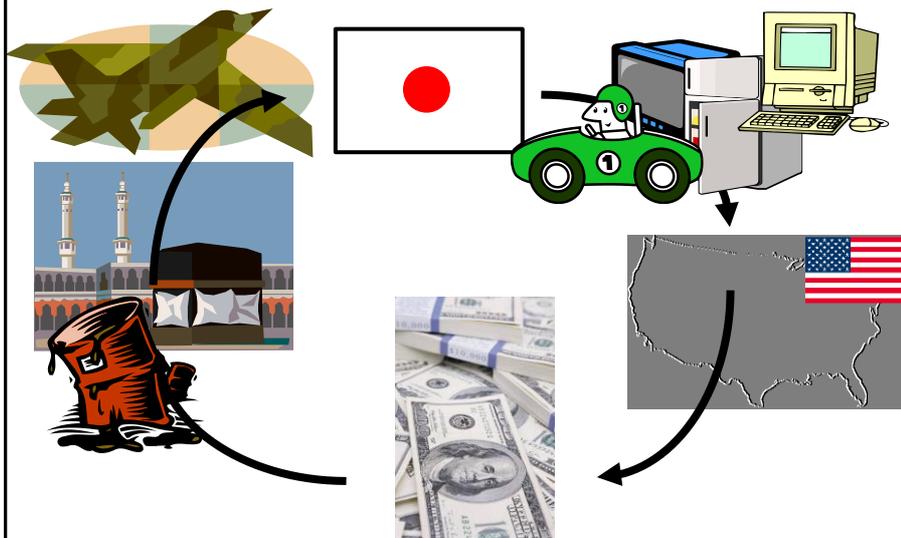
ドルは不換紙幣に



「石油兌換紙幣」に

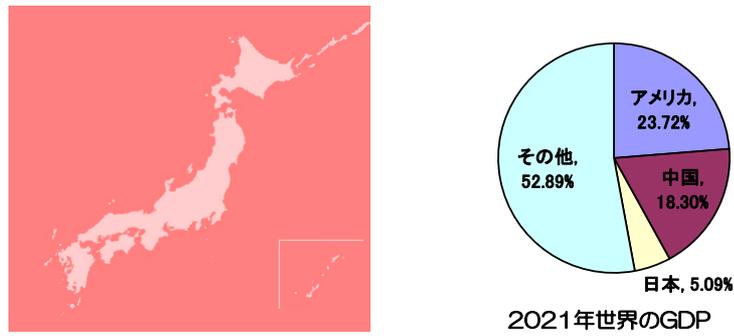
31

ドル 基軸通貨からの転落？



32

Q19. 食糧援助を期待できるのでは？

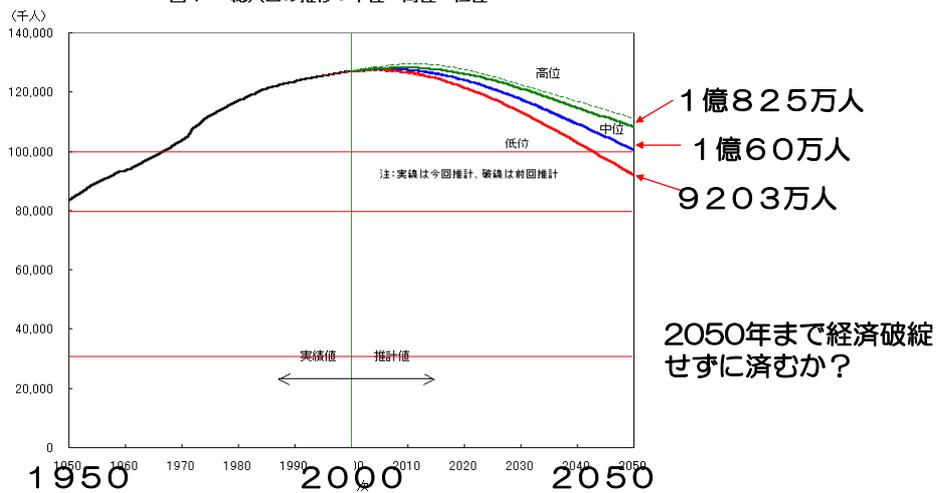


日本が経済破綻すると世界経済が大混乱する

33

Q20. 高齢化して、人口が減るのでは？

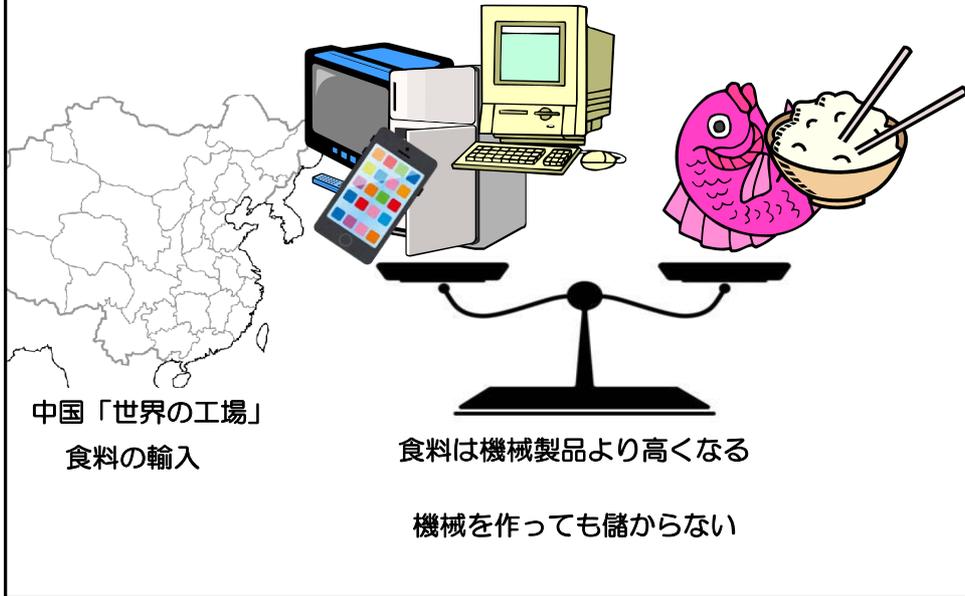
図1 総人口の推移：中位・高位・低位



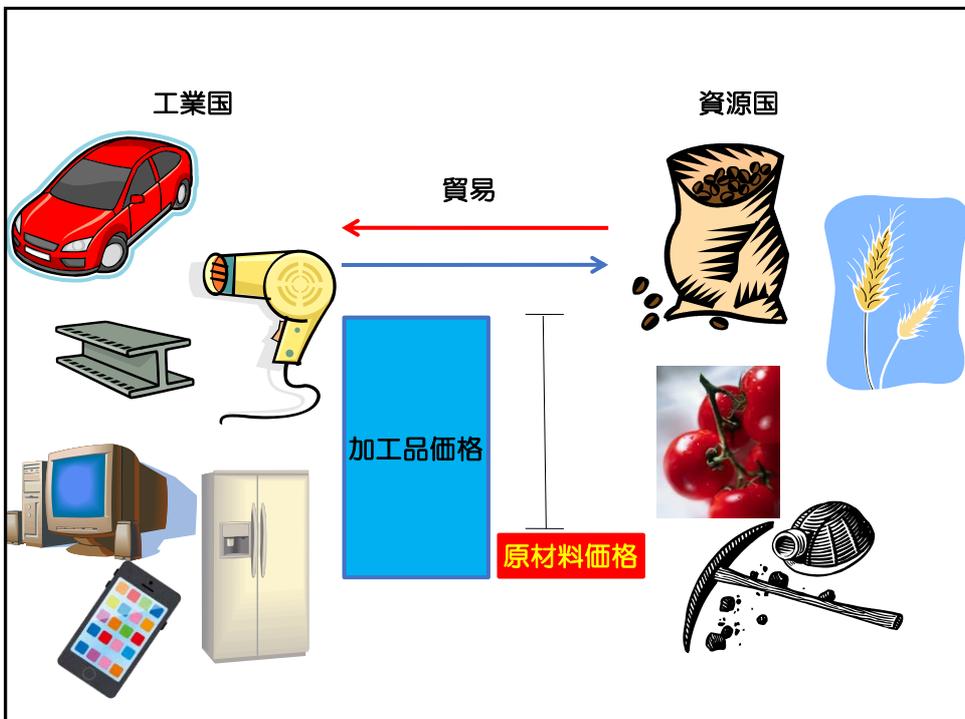
参照：国立社会保障・人口問題研究所

34

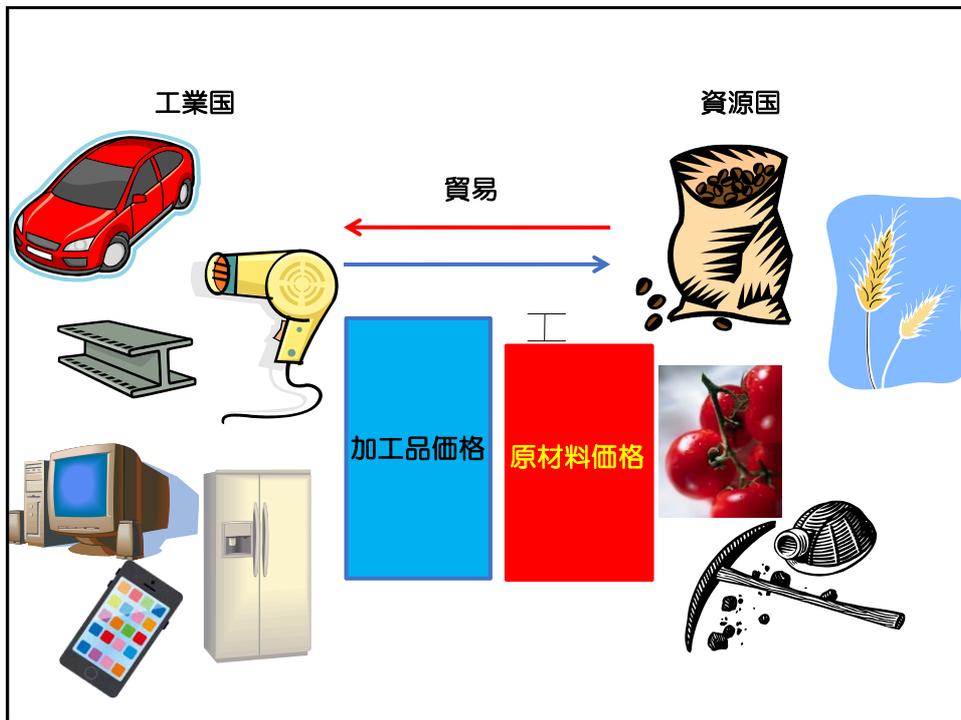
Q21. そこそこの国力は残るのでは？



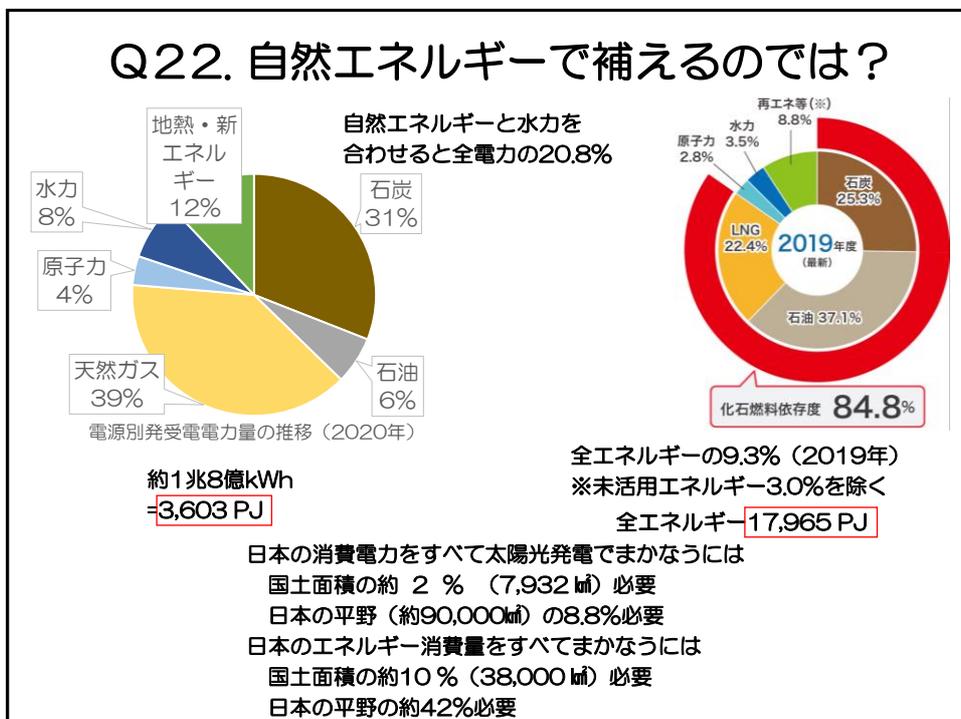
35



36



37



38

運輸のほぼすべてが石油依存（97.9%）



ガソリン 7,970 kcal/L



リチウム電池 447 kcal/L
ガソリンの5.6%のエネルギー密度



揚水発電

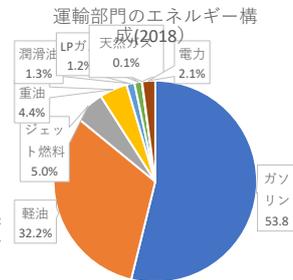
水をくみ上げて、電力不足の時に発電
ダムを新規に作るのが難しい

(a) スイスでのデモ時は巨大クレーン型



重力発電

コンクリートブロックを余剰電力で持ち上げる
ブロックを落として発電
運輸部門まかなうには246万基必要



39



水素はマイナス253℃でないと液化しない
※常温では液化しない



天然ガスはマイナス162℃でないと液化しない
※マイナス82℃以上だと圧力かけても液化しない

石油はエネルギー密度でダントツに優秀

40

その他自然エネルギー

地熱発電（アイスランドは電力の27%（2011））

1997年にピーク（38億kWh）

2016年に22億500万kWhまで低下

硫酸で配管が腐蝕

粘りのある溶岩（噴火が爆発的）

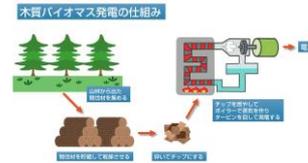


バイオマス発電

国土の3分の2が森林（2505万ha）

木材49億m³（2012年）で発電したら化石燃料の0.9年分

1年の増加分1億m³で発電したら化石燃料の6.6日分



バイオ燃料

ブラジルのバイオエタノールだけ例外（7.41倍のエネルギー）

他のバイオ燃料はエネルギー的に赤字



41

石油資源はまだまだあるのでは？

石油埋蔵量：1兆7,324億バレル（2020年）

2020年の石油生産量の53.5倍（※石油消費が激減した年）

EROI（石油採掘に要するエネルギーと得られたエネルギーの比率）の悪化

中東で石油が採掘され始めた時

EROIは200

現在

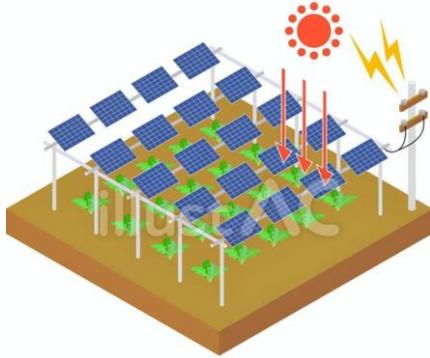
EROIは10を切ることも

EROIが3を切るとエネルギー的に赤字、採算が取れない

石油資源は「座礁資産」になる恐れ

42

Q23. ソーラー・シェアリングは？

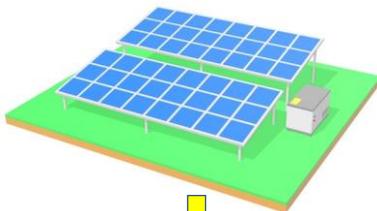


光を遮りすぎると作物が育たない

稲なら $500 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 以上の光強度
レタスは $200 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 以上
真夏の直射日光 $2,000 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
冬（晴天）で $500 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

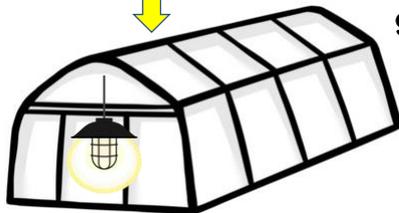
43

Q24. 太陽電池で発電し、照明つけたら？



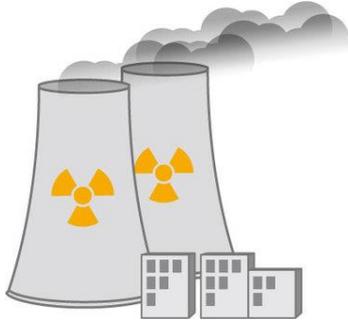
太陽電池の発電効率 20%
LED光の変換効率 30~50%

太陽光の10%以下しか利用できない
9割の光エネルギーが無駄に



44

Q25. 原子力は？



震災前の2010年は電力の28.6%
全エネルギーの14.3%

ウラン235の資源量

現在の原発稼働 170年分

5倍に増えると 30~40年分

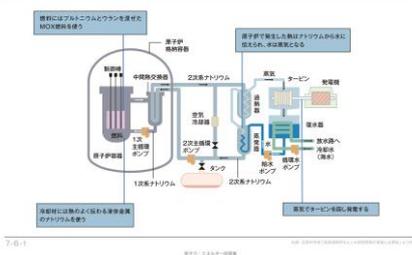


出典：京都大学複合原子力科学研究所

45

Q26. プルトニウムは？

高速増殖炉 (FBR) のしくみ

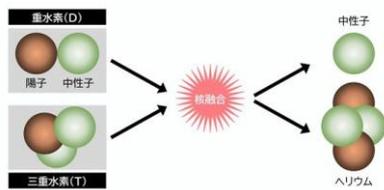


高速増殖炉なら半永久的に発電が可能
金属ナトリウムで冷却する必要

プルサーマル発電でも発電可能
ゴミ (アメリシウム) ができて以後、
発電に使えない

46

Q27. 核融合は？



核融合の温度 約1億℃

鉄の融点 約1500℃

タンゲステンの融点 約3400℃

現時点で実用化できていない

47

Q28.もし食糧危機が起きたら？



餓鬼草紙

人は餓死する前に「餓鬼」になる

48

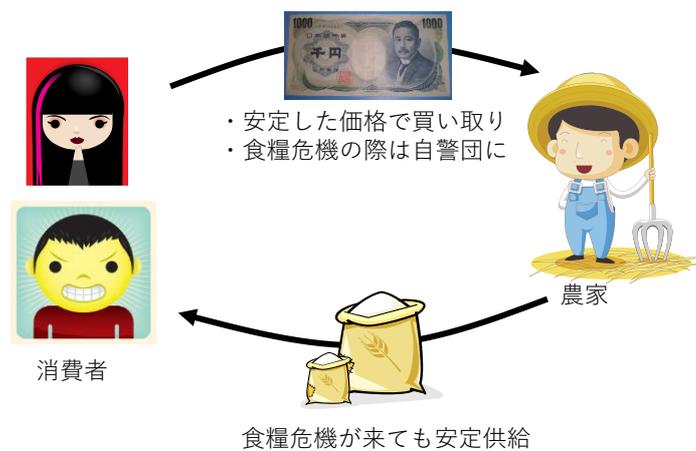
都会から食糧を奪いに大挙する

300万人 vs 1億2400万人の戦い
(1人対41人)



49

戸別食糧安全保障



50

エンゲル係数：生活費に占める食費の割合

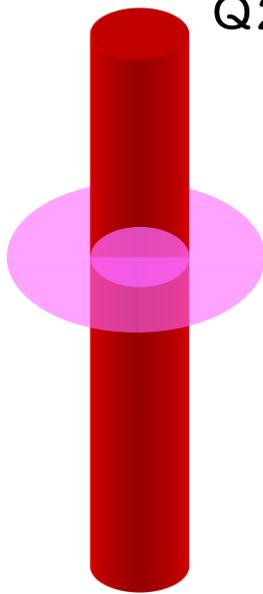
農業のGDP割合が高くなる ←
→エンゲル係数が高くなる
→食べるのがやっとの国民が増える
→スマホ代など他の消費に回すお金がない
→消費が減ると企業の業績が悪化
→給料が減って消費が低迷

- 農業が元気であるためには非農業が元気であること
- 農家が収入を得るには、非農業の購買力が高くなること

先進国の多くが農業のGDPに占める割合は1%程度
農家の数が少ない(1%程度)から農家も稼げる

51

Q29. 今後どうすべきか？



時間軸
長期・中期・短期

空間軸
国際的・国全体・各地域

自分自身
社会的・能力的

52

時間軸

- 長期 人口は2050年頃から完全自給が可能なレベルまで減少
それまでにエネルギー・食料自給可能な体制を整える
- 中期 食糧の不足を他の産業でカバーする
新規産業の育成（イノベーション）
既存産業の少消耗型化
耕地の荒廃を防ぐ（農業人口高齢化）
石油に依存しない農業技術の習得・開発
- 短期 経済的混乱を避ける
近隣諸国との協力体制の強化
小消耗型経済の訴求
自然エネルギーの増強

53

空間軸

- 国際的 近隣諸国との協力強化
- 国内的 各道府県で努力する
協力体制の強化
- 地域的 食糧の町内備蓄
プランター栽培（都市部など）
環境を害さない形での自然エネルギー増強
地方の極端な過疎化を防ぐ

54

個人レベル

暴動を避ける
放火・破壊は百害無益

人間的なつながりを強化する

視野を広く持ち、状況の変化を見極める

資源を使用しない生活スタイルへの転換

農業技術を習得する

「世界平均」の生活を送る

55

世界平均の生活とは？

世界で産出する資源を世界中の人間が公平に分ち合った
場合の生活レベルに抑えること



世界の石油産出量（年間）
約 33億5千万トン

世界平均は一人あたり0.5トン
→「石油消費権」は0.5トン

日本は一人あたり1.6トン

日本人は世界平均の3倍の石油を消費している

日本人は世界のどこかから2人分の「石油消費権」を奪っている

（天然ガスは2倍、世界のどこかで1人分の「天然ガス消費権」を
奪っている）

56

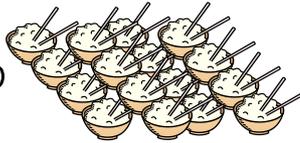
「穀物消費権」

世界中が公平に穀物を分かち合った場合の穀物量を食べる権利

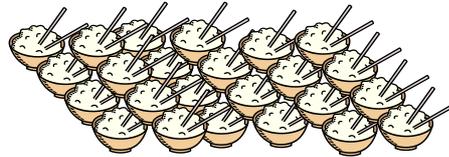
世界の穀物生産量（コメ・麦・豆・イモ）
年間 8.99×10^{15} kcal



世界平均は
一日一人あたり
3697 kcal



日本人の穀物消費量
5400 kcal
→世界平均の1.5倍



世界のどこかから、6000万人分の「穀物消費権」を奪っている

→日本人のせいで6000万人が餓死しても不思議ではない

57

「世界平均メニュー」

3700 kcalの穀物消費権で1日にどれだけ食べられるか

1. ご飯（140g） 16杯
（+α 魚 37g）



2. 鶏肉 200g（焼き鳥3本分）
ご飯 4杯



3. 豚肉 154g（ショウガ焼き分？）



4. 牛肉 97g（ミートボール7.5個分）



※輸入飼料に頼らない肉を除く

58

「世界平均の生活」を楽しむには

「エコ宝くじ」

少額のお金を出し合い、世界平均の生活を達成した人は賞金がもらえる

レシートに「穀物換算量」を記載する

牛肉100g (200kcal) = 穀物1100g (3850kcal)

豚肉100g (200kcal) = 穀物 700g (2450kcal)

鶏肉100g (200kcal) = 穀物 400g (1400kcal)

1ヶ月トータルで世界平均以下の生活ができなかった人はお金を没収
世界平均以下の生活をクリアできた人に賞金

59

欠けたるものはイノベーションの芽

男は「どうせ」、女性は「どうせなら」

看護婦（看護師）を一新したナイチンゲール

トイレを一新した女子大生

死に化粧を一新した看護師（エンゼルメイク）



農業に「どうせ」は転がっていないか？



それを「どうせなら」に変える
価値の創造



60

かわいい農業 アグリデザイン(2009)



61

田園に女子トイレを！



農業女子的トイレ完成イメージ図

農業女子に深刻な問題「トイレ」
 野外はイヤ
 家に帰るまでガマン
 農村に遊びに来る女性もガマン
 →農村への女性リピーター減少
 定住者減少
 →男性後継者の減少

簡易トイレはイヤ
 ドアを開けたらすぐ外
 不潔

今回の「農業女子的トイレ」は、レンタルのニッケンとの共同開発で、「くみ取り作業や洗浄水が不要な、自然環境に優しいバイオタイプを採用。トイレだけでなく、ちょっとした休憩もできるようなスペースにしてほしい」との農業女子の意見を反映させているとのこと。

快適、身だしなみも大丈夫なトイレ
 →工事現場や観光地にも

62



63

まとめ

1. 国内で充分な量の食料を生産できない
2. 海外との貿易で儲からなくなる
3. 海外から食料を買えなくなる
4. 「石油で食料を作る」技術の脱皮
5. 食料自給率をできるだけ高める
6. エネルギー消費の低い輸出産業の育成
7. 世界平均の生活を楽しむ
8. 世界平均生活の「見える化」

64