

第2回 低エネルギー社会を考えようフォーラム (2009年9月27日)

低エネルギー社会の心構え～エルゴソフィの見地から～

金沢美術工芸大学・大谷正幸

Slide#1

(略)

Slide#2

「どうも日本人というのは、これは日本の教育の欠陥なんだけど、物事を考える時に、物事の原則っていうことをちっとも考えないんだ・・・」(白洲次郎『プリンシプルのない日本』)

Slide#3

エルゴソフィ ergosophy とは、「エンジニアの視点から考える経済学、社会学、歴史、および純粋に物理学的な意味での仕事、エネルギー、仕事率に関連づけられた知恵」(Frederick Soddy, “THE ROLE OF MONEY”)

Slide#4

石油・天然ガス生産の実績と予測(ASPO)・・・今がピーク付近、今後は減耗の一途。

Slide#5

さらなる懸念材料

• Net Export Problem

産油国の自国内消費は減らない → 輸出向け原油量の減少ペースは生産の減耗ペースより大きくなる。

• Net Energy Problem

$EPR = \text{産出エネルギー} / \text{投入エネルギー}$ 、 $\text{産出エネルギー} = \text{正味エネルギー} + \text{投入エネルギー}$

→ $\text{正味エネルギー} = \text{産出エネルギー} \times (1 - 1/EPR)$... 急激な入手不可能性

• ドル

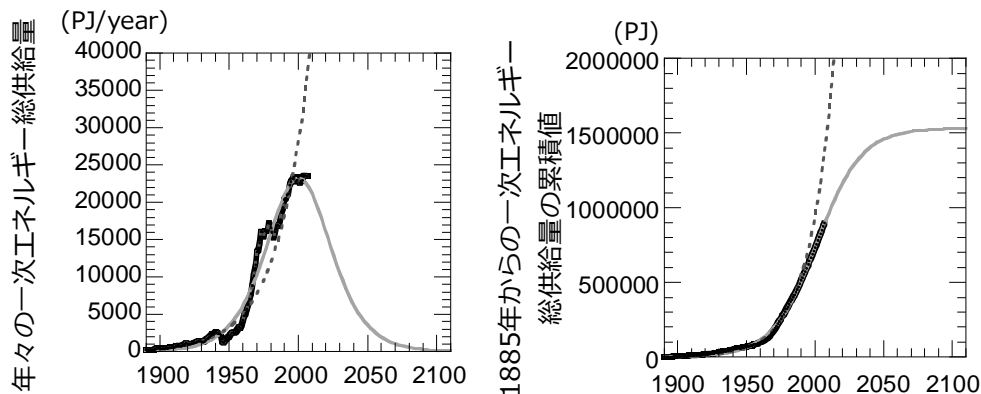
日本の原油輸入量の88%は中東産だが、対中東貿易では11.6兆円の貿易赤字(2008年度)

Slide#6

日本の一次エネルギー総供給量の構成(2007年度、EDMC エネルギー経済統計要覧 2009年版)

石炭 21.4%、石油 47.8%、ガス 16.6%、水力 2.9%、原子力 9.9%、新エネルギーほか 1.3%

Slide#7

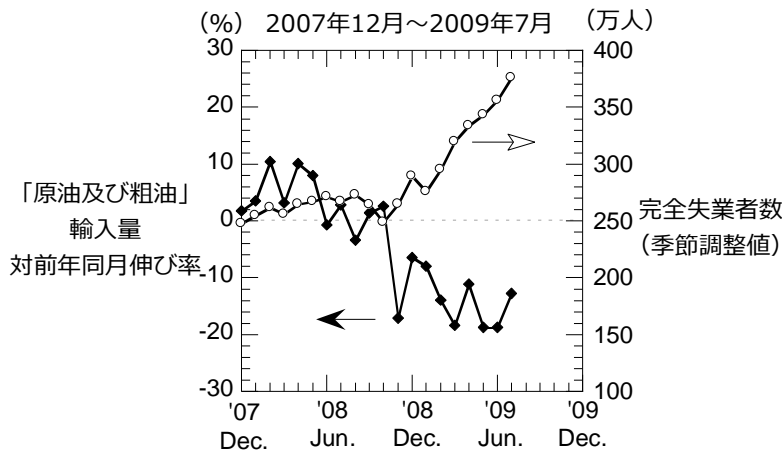


Slide#8

「都市生活、つまり経済というのは、エネルギーがない限り成り立たない。これは大前提です。」(養老孟司『バカの壁』)

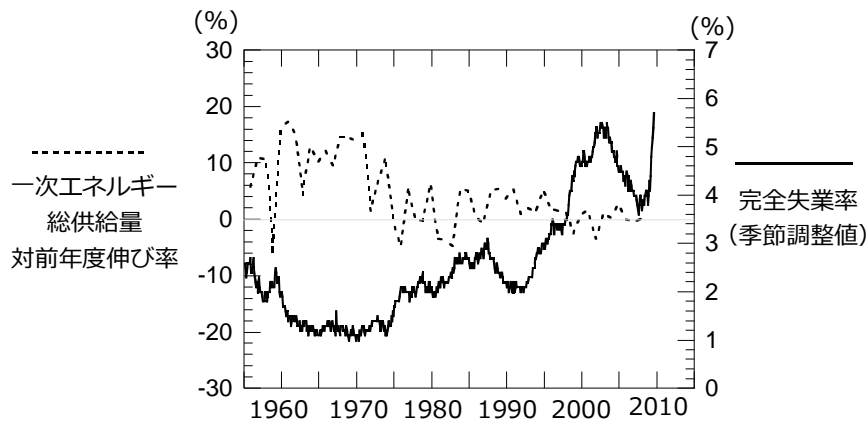
Slide#9

失業者数および原油輸入量の変動（財務省貿易統計、総務省労働力調査）



Slide#10

エネルギー供給量の変動と失業率の推移（EDMC 経済エネルギー統計要覧、総務省労働力調査）



Slide#11

「経済成長にとって石油が重要なのは自明であり、経済学者は石油の動向を注視し、その重要性を正確に分析していると思うかもしれない。だが、これまで、そうした研究はないに等しかった・・・」（デイヴィッド・ストローン『地球最後のオイルショック』）

Slide#12

DIY

Slide#13～15

原則

1. あらゆる物理・化学変化は、エネルギー変換プロセス。 → エネルギー保存則、エントロピー増大則
2. 経済は原則的に、“Buy cheap, sell dear.”（安く仕入れて高く売る）
3. 生物は基本的に、包括適応度の増大を指向している。

Slide#16

James Prescott Joule(英) の偉業・・・見た目には異なる現象の規模をエネルギー単位の数量として比較可能にした。
エネルギーの国際単位：J（ジュール）

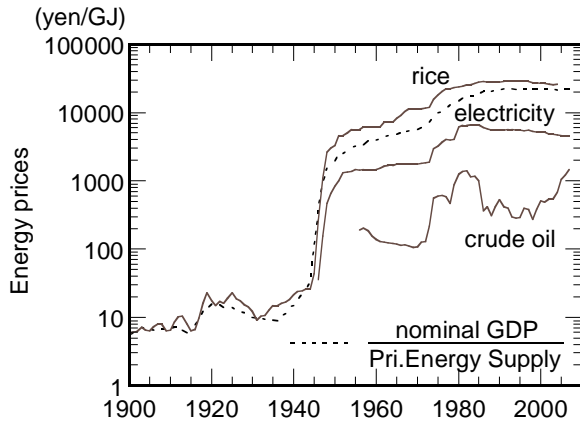
Slide#17

1GJ(ギガ・ジュール) = 10^9 J = 10 億 J

熱エネルギー換算：米 10kg→0.136GJ、電力 1kWh→0.0036GJ、原油 1kL→8.2GJ

Slide#18

各種エネルギー価格の推移、エネルギー単価 (円/GJ) : 米 > 電力 > 原油



Slide#19

- ・近代農業は化石燃料や電力に支えられているが、自らの筋力を使って発電した電力を売って生計を立てているような人はいない。
- ・化石燃料を利用した火力発電所はあるが、電力を使って水素ガス燃料を製造しても決して採算が取れない。

Slide#20

- ・熱以外のエネルギーには 100% の効率でエネルギー変換できない。(熱力学第 2 法則)
- ・変換後のエネルギーは変換前よりも高い単価でなければ採算が取れない。(Buy cheap, sell dear.)
- ・1GJ の火力発電には、~3GJ の化石燃料を要する。 → 電力価格 $\geq 3 \times$ 化石燃料価格
- ・1GJ の食料が食卓に届くまでに、10GJ の化石燃料が使われている。 → 食糧価格 $\geq 10 \times$ 化石燃料価格

Slide#21

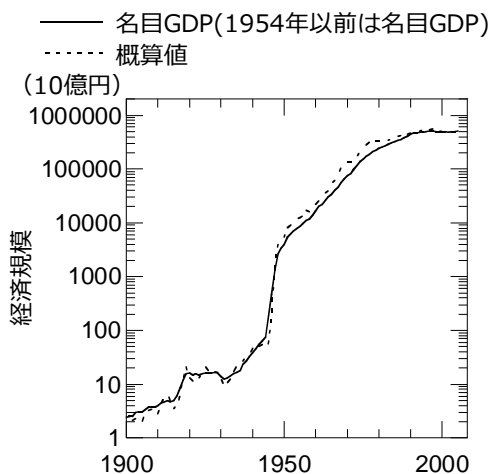
エネルギー単価 : 食糧 \gg 化石燃料 → 機械生産がコスト面で手仕事を圧倒 → 産業化・都市化
 大英帝国の穀物法 → 産業革命 (19 世紀初頭)、日本の食糧管理制度 → 高度経済成長 (20 世紀)

Slide#22

147\$/bbl(2008July) → 食糧供給システムへの経済的打撃 (∵ 食糧価格/10 \geq 化石燃料価格 + α)

Slide#23~24

経済規模をエネルギーの関数として再現する試み

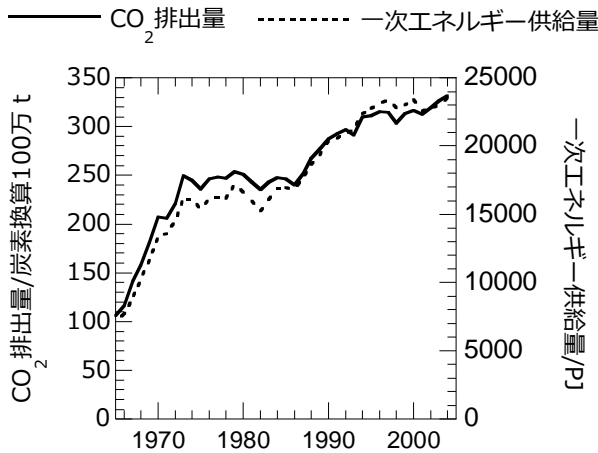


Slide#25

勤労者世帯収入 \propto 名目 GDP

Slide#26

CO₂ 排出量削減（≒エネルギー供給量抑制）の経済的影響について



鳩山民主党代表の2020年に1990年比25%の温室効果ガス削減発言に対する経産省の望月事務次官のコメント（平成21年9月7日）：「国民、経済にとって非常に厳しい道を選ぶという覚悟が必要だ。」

- ・シリコンの製造 $\text{SiO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{Si} + \text{CO}_2$
- ・鉄鋼生産 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$
- ・コンクリート原料の製造 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$

Slide#27~28

成長が強制される理由、経済と物理の衝突

GDPの成長を目的化することは馬鹿馬鹿しいことだが、現行の金融のしくみが無限成長を強制している。一方、エネルギー供給量は今後、不可避免的に減少し、物価安定化に拘泥すればGDPも縮小、大いなる矛盾を生む。

Slide#29

フランシス・ベーコン以来の科学の方法論：帰納法 → 法則性 → 演繹的推論 → 分析・予測

Slide#30

安価な1GJの化身の経済価値≒1GJの米価相当の経済価値（"Buy cheap, sell dear"の平均的営み）

<農業衰退の理由> …おいそれと帰農できない理由

米・パン：S 円/GJ、化石燃料：F 円/GJ

米の生産・流通等のプロセスに nGJ の化石燃料が投入されているとする。

この部門の粗利益（売上－燃料の仕入）は、S - nF

一方、平均的な経済活動では、nGJ の化石燃料を投入したときの粗利益は nS - nF

→ 同量のエネルギー投入で、農業は他産業よりも薄利

→ 農業・地方の衰退、都市化

Slide#31

<経済的に良好なエネルギー開発の条件> …新エネルギー技術が普及しない理由

米・パン：S \$/GJ、化石燃料：F \$/GJ

nGJ の化石燃料を投入して mGJ を産出するエネルギー生産（EPR=m/n）の粗利益は、

$$mF - nF = nF(m/n - 1) = nF(EPR - 1)$$

これが平均的な経済活動の粗利益 nS - nF より大きいとき、 $nF(EPR - 1) > nS - nF$

よって、 $EPR > S/F$

$$S = 250\$/GJ, F = 24.4\$/GJ (150\$/\text{bbl}) \rightarrow EPR > 10$$

$$S = 250\$/GJ, F = 9.75\$/GJ (60\$/\text{bbl}) \rightarrow EPR > 25$$

→ 原油価格の低下は新規エネルギー開発を頓挫させるが、原油価格の高騰は実体経済を痛打する。

Slide#32

EPR の低下がつきつける都市の存続問題

経済的に良好なエネルギー開発の条件： $EPR > S/F$

一方、都市化の進展により、1GJ の食料が食卓に届くまでに、10GJ の化石燃料を使用。

食糧価格(S) $\geq 10 \times$ 化石燃料価格(F)+人件費ほか → 現状では、 $S/F \geq 10$

EPR が 10 を切るようなエネルギー開発は食糧供給システムにおけるエネルギー利用の抑制を条件とするが、それは都市の成立要件に抵触する。 → 人心の改革 → ライフ・スタイルの変革

Slide#33

石油文明の熱力学 → 次世代文明の論理 … 熱力学の法則は万古不易

Slide#34

危機を察した者の決断：

「正子、オレ百姓やろうと思うんだ」

次郎の思いつきはいつも突然である。

「はいはいそうですか」

正子は子供たちの手前、相槌をかえしたが、また始まったかと内心あきれていた。

「バカ、わかってねえな」

次郎は真顔である。

「いいか、よく聞けよ」

そう前置きしたうえで、近い将来間違いなく食糧不足になること、東京一円が空爆される可能性があることを、とうとうと話して聞かせた。

(北康利『白洲次郎 占領を背負った男』より)

Slide#35

世紀の大発明：低エネルギー社会対応型○○○○

Slide#36

歴史の教訓：橘孝三郎の失敗

「土に還れ」 → 挫折 → 515 事件

獄中、浅はかさに気づく。

「最も注意されなくてはならないのは、社会それ自身の経済的性質である。」

「次の時代は、何よりも先に貨幣の管理に成功せんことを要求しておく。」

Slide#37

「われわれは経済力の限度においてしか経済生活を維持できない。」(下村治『ゼロ成長脱出の条件』)

Slide#38

「一国の暴政は、必ずしも暴君暴吏の所為のみに非ず、その実は人民の無知をもって自ら招く禍いなり。」(福沢諭吉『学問のすゝめ』)