

幾何級数的な  
拡大型大量生産社会はどこまで続くのか？(I. エネギ-編)

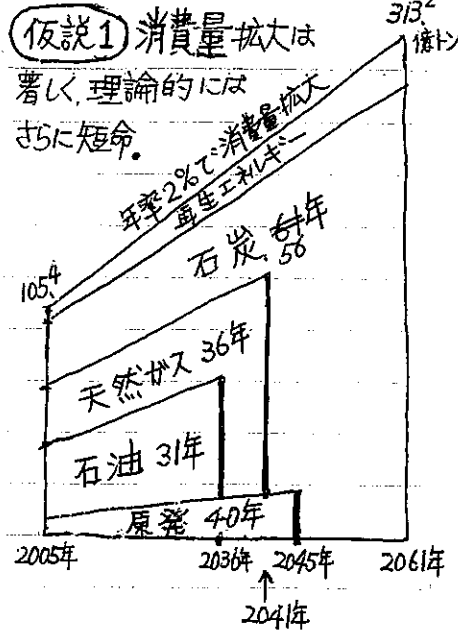
2011-3-29

中西 香

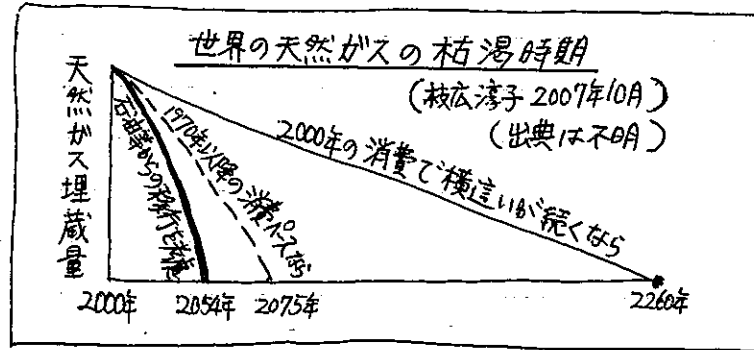
1. 地球上の化石燃料等の可採年数 =  $\frac{\text{埋蔵量}}{\text{最近年の消費量}}$

(出典: BP統計2006年)  
2005年の石油換算消費量  
億トン/年

|         |              |             |                |
|---------|--------------|-------------|----------------|
| 石油      | 38.4 (36.4%) | 40年 ← 可採年数  | (2045年) ← 枯渇時期 |
| 天然ガス    | 24.7 (23.5%) | 61年         | (2066年)        |
| 石炭      | 29.3 (27.8%) | 227年        | (2232年)        |
| ウラン(原発) | 6.3 (6.0%)   | 64年 (2069年) |                |
| 再生エネルギー | 6.6 (6.3%)   | 半永久的        |                |
| 世界の総消費量 | 105.4 (100%) |             |                |



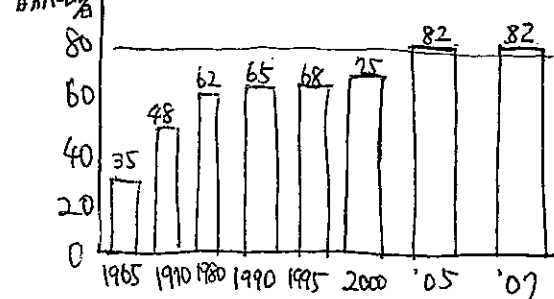
- (1) 可採年数よりも相当に短くなる理由は、消費量の年々増加に加え、石油枯渇時(2036年)時以降天然ガスがカバーする(上図参照)為、天然ガスも短命化。同様の事が、石油/天然ガスをカバーし、さらにウラン(原発)をカバー(上図)する石炭でも見つけられる。また化石資源のドミノ倒し現象である。(詳細は、次頁シミュレーション参照)
- (2) 世間でも当然の事、ドミノ倒し現象は認識されている。「不都合な真実」の記者で、環境評論家の枝広淳子氏は、天然ガスは2054年頃枯渇のおそれありと警告している。(注)蓄シミュレーションでは2041年



「石油等からの移行を考慮」という事は、2054年より前に石油の方が先に枯渇し、その空白分を天然ガスが補う為天然ガスの寿命が可採年数より12年間短命に終る事を意味する。

- (3) なお、消費量伸長率年2%の妥当性はあるか？ 石油に例をとってみると妥当性は下記の通りである。

全世界の石油消費量推移 (2009年版 経産省エネギ-白書)



過去42年間で2.3倍に伸長。年平均伸長率は2%である。

(理論値)

仮説1 詳細

2/8

2. 世界のエネルギー消費量とエネルギー枯渇時期シミュレーション

2011-3-29

中西 香

前提条件: 年率2%の伸長

| 年代   | エネルギー<br>消費量 2005年<br>105.4億トン(100%) | 非再生エネルギー-93.7%           |                     |                                |                  |                      |                      | 再生エネルギー-6.3%          |                      |
|------|--------------------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------------|------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
|      |                                      | 石油換算<br>消費量<br>億トン(石油換算) | 石油<br>消費量<br>億バレル/年 | 天然ガス<br>消費量<br>兆m <sup>3</sup> | 石炭<br>消費量<br>億トン | 原発用ウラン<br>消費量<br>万トン | 太陽光発電<br>消費量<br>億kWh | 再生エネルギー<br>消費量<br>億トン | 太陽光発電<br>消費量<br>億kWh |
| 2005 | 105.4                                | 38.4                     | 1.2                 | 27.65                          | 29.3             | 6.3                  | 6.6                  | 6.3%                  |                      |
| 2010 | 105.4                                | 32.0                     | 1.08                | 3.05                           | 29.3             | 6.3                  | 6.6                  | 2005年比 (+1%)          |                      |
| 2015 | 105.4                                | 35.4                     | 0.91                | 3.37                           | 29.3             | 6.3                  | 6.6                  | (+2%)                 |                      |
| 2020 | 105.4                                | 39.1                     | 0.72                | 3.72                           | 29.3             | 6.3                  | 6.6                  | 10% (+3.7%)           |                      |
| 2025 | 105.4                                | 43.1                     | 0.51                | 4.11                           | 29.3             | 6.3                  | 6.6                  | (+8%)                 |                      |
| 2030 | 105.4                                | 47.6                     | 0.28                | 4.54                           | 29.3             | 6.3                  | 6.6                  | 20% (+13.3%)          |                      |
| 2035 | 105.4                                | 52.6                     | 0.03                | 5.01                           | 29.3             | 6.3                  | 6.6                  | (+22%)                |                      |
| 2040 | 105.4                                | 58.6                     |                     | 5.52                           | 29.3             | 6.3                  | 6.6                  | 30% (+23.7%)          |                      |
| 2045 | 105.4                                | 65.6                     |                     | 6.08                           | 29.3             | 6.3                  | 6.6                  | 40% (+33.7%)          |                      |
| 2050 | 105.4                                | 73.6                     |                     | 6.68                           | 29.3             | 6.3                  | 6.6                  | 50% (+43.7%)          |                      |
| 2055 | 105.4                                | 82.6                     |                     | 7.32                           | 29.3             | 6.3                  | 6.6                  |                       |                      |
| 2060 | 105.4                                | 92.6                     |                     | 8.01                           | 29.3             | 6.3                  | 6.6                  |                       |                      |
| 2061 | 105.4                                | 105.4                    |                     | 8.75                           | 29.3             | 6.3                  | 6.6                  |                       |                      |

非再生エネルギー枯渇時期と伸び率をどうで伸長可能か?

起点の2003-5年頃の情報ソース  
BP統計 2006年  
BP統計 2006年  
「総合エネルギー統計」  
著者推定

### 3. 解明すべき諸懸案

(1) 埋蔵量が今後とも増加するので、資源枯渇はそんなに早くはないのではないか？

埋蔵量が20%増加した場合の延命年数を推測すると5~10年程度。長くは期待できない。

|                             | 仮説1 (理論値) の場合 | 実行予測の場合               | 枯渇時期 |
|-----------------------------|---------------|-----------------------|------|
| 石油                          | 4.3年          | 10年 (2070年)           |      |
| 天然ガス                        | 2.4年          | 9年 (2066年)            |      |
| 石炭                          | 4.2年          | (温暖化対策上消費制限あり予測の意味なし) |      |
| ウラン                         | 5.5年          | 12年 (2072年)           |      |
| [ウラン埋蔵量43%増見通(2007年 OECD他)] |               | 11年 (2060年)           |      |

(2) 技術進歩によって資源枯渇のリスクを克服できる可能性は???

- (1) CO<sub>2</sub>の固定化技術によって石炭利用 --- 20年の延命可 困難。人類にとって
- (2) 原発の安全性確保により巨大エネルギーをまかない、温暖化問題も克服 --- 生存のリスク高まる。
- (3) 再生エネルギー拡大 --- 効率・コスト面からの制約大、エネルギー全体需要のせいせい4割カバーが限界？

(3) 原発をどう観るか？

従来の評価(安価かつ温暖化対策のエース)は、福島原発事故によってすり落ち、原発に大きくかじを切る事は最低10年は不可能となったが、装いを新たに2030年以降、再復活をとげるであろう。

① 原発の経済性：安全対策費によってすり落ちるが、ギリギリの所でふんばるだろう。

福島原発からみの損害(水・食物・健康・生活・移住) 15~50兆円(最悪これ位と観る)  
 日本のGDP比 10%。財政負担すてに限界。  
 日本の最近年(2004年)の原発発電量 2827億kWh × ①6円/kWh × 30年間(償却) = 50兆円  
 原発コスト①6円 → ②12円 → ③20円以上  
 損害負担 立地コストup、安全対策費を考慮  
 日本の総発電コスト 10~30年分まで負担すると 30%~10% 中での電気代値上とは33%。  
 発電コスト: 原子力 5~6円 火力 4~10円 太陽光 46円 → NEDO 2025年目標 7円  
 (日本) → 20円(後後化)

② 原発の安全性：神話は完全に崩れた。事故を機に相互する流れへの分岐が顕著になる。

{ 独・伊 など : 火山帯国や反原発民意の高い国は廃案傾向か。  
 仏米 : より高い安全性を求め技術開発に迫る。 } 日本はどうするか？

③ 原発の新たな装いの再登場/復活

2020年試作、2030年量産の目途で小型高性能機 --- ヒルゲイツが触手。

- ・10MW程度
- ・使用済核燃料を材料とする
- ・燃料取出は10数年以上不要

2040年~50年代の主力機の可能性。  
 原発のエネルギーシェア(全世界): 16%程度に高まる。  
 OECD諸国は 23% → 40%以上 ('04年) ('40~50年代)

④ 原発推進の根拠:

- ・快適で便利な現代生活を人々は追い求めこそすれ、大巾に切下げる事に反発する。
- ・元々快適な生活は地方の人々や弱者の犠牲の上に成り立っており、「経済優先」は止まらない。
- ・「もっと何重にもコンクリートで覆え」とか、技術に対する信仰・期待はまたまた続く。
- ・再生エネルギーは巨大規模展開不可能。温暖化対策にも原発以外効果的なのは見あらず。

⑤ 原発の寿命:

ウラン枯渇による。埋蔵量の増、使用済核燃料の活用を考慮すると、最長2080年とみる。ただし予測値(p.6)の原発のエネルギーシェア(ピーク時16%)がもっと高ければ、寿命はその分短くなる。

(4) 再生エネルギーの拡大：再生エネルギーの全エネルギーに占める割合は、2005年で6.3%。

このシェアが拡大した分だけ、化石燃料等の負担は軽減され、枯渇時期は遅くなる。

実行予測値では、  
 仮にこうおいた、  
 2005年 6.3%  
 2015年 10% に達する。  
 2025年 15% "  
 2032年 20% "  
 2039年 30% "  
 2053年 40% "  
 2057年以降 他エネルギーがどんどん枯渇し、60~86%のシェアが必要とされる。

① 2053年40%をまかなえる拡大は果して可能か???

- ・車・運輸関係のエネルギー消費は全世界では15%程度か? → 電気自動車・EV-10k 35%位か?
- ・家庭用電力 全世界では10%位か? → 太陽光発電化(効率火力の1/8、10MW発電にパナ83%) 限界か? 石田靖彦氏
- ・バイオマス・水力などの拡大

② 2057~60年以降の60~86%のシェアへの再生エネルギーの拡大は可能か? --- ほとんど不可能?

③ さらに、CO<sub>2</sub>排出の多い石炭をp.6の予測の如く高い割合で温存する事も、温暖化対策上許される事ではないとすると、再生エネルギーは、上記①②を上回る生産が要求される。全く不可能ではないか? ...

(5) 食料問題への波及

① 化石燃料の枯渇危機の中で2020年~30年にかけて、とうもろこし生産の9割はエタノール用に向けられ、且つ、とうもろこし(用エタノール)生産量も現状の倍増程度が予測される。

② 2004年度の穀物生産量は全世界で22.7億トン/年内とうもろこしは6.5億トン/年(29%)

飼料用とうもろこしはエタノール生産の副産物として0.33トン/トン得られるので不足が若干種別される。石田晴成氏情報

12020~30年頃の見込

9割の5.9億トンがエタノール用 + 5.9% (作付面積倍増)

計 11.8億トン エタノール用とうもろこし生産

エタノール 7.15億kg生産 ← とうもろこし 1.65kg/エタノール1L (石田晴成氏情報より)

石油枯渇対策の決定打にはならない (2005年度石油生産38.4億トンの18.6%に相当) (2025年度 // 57.1億トンの12.5%に相当)

結果として食用とうもろこしの大半が失われ、中南米等の貧しい人々の食生活がひびきかされ、穀物の世界生産量の18%程度減という深刻な事態も迎える事となる。

③ 1950年から2000年までの農業生産量は50年で3.03倍に伸びた。一方同期間の人口(世界)は25.2億人から60.7億人と2.41倍の伸長。

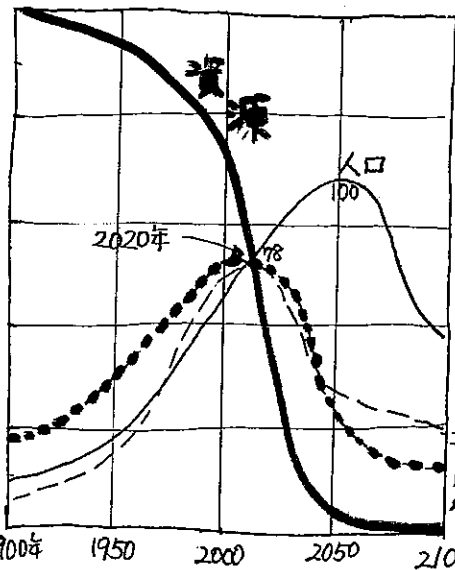
ただし、1990年代以降、異常気象・緑の革命の一巡化もあり、穀物生産の停滞傾向の中でこのエタノールインパクトは深刻である。

1人1食以下で生活する絶対的貧困者が10億人にも達する現代の世界は、明らかに配分がおかしいからだが、その矛盾が一層深刻化する事は必至。

(6) 2010~20年代は、原発・資源絶対不足が共通認識となり、経済性も無視した資源高騰(2-3倍以上)時代となる。

(7) ローマクラブ「成長の限界」は今どうなっているか。

1970年時点(今から41年前)の予測である(「ローマクラブ」世界モデルの標準計算)



- 人口: 2020年 78億人 → 76億人, 2050年 100億人 → 91億人
- 資源の消費率 2000年 3割強 → ? 2020年 5割強 → ?
- 1人あたり食糧 2010年頃ピーク → 飽和はしているが、またPLATでは2020年以降急激に減少、人口ピークはもっと早く来て、山崩れしている? ない?
- 1人あたり工業生産 2020年ピークで下っていく。

→ 確かに名目GDPにある工業付加価値は(全世界) '95 20% → '00 18% → '07 16.3%と下っている。この間の人口増あつたので1人あたりは3割と減少は激しい。

ローマクラブの指摘は2011年現在までの所、大局を得ている。資源の急速な減少が、工業・食糧などに深刻な影響を及ぼすと同時に、温暖化等新たな抑止要因が21世紀に入り追加されている。

4. 現実的な「世界のエネルギー消費量と枯渇時期」予測 (仮説2詳細)

前提条件: 年率1.5%伸長

2011-3-29

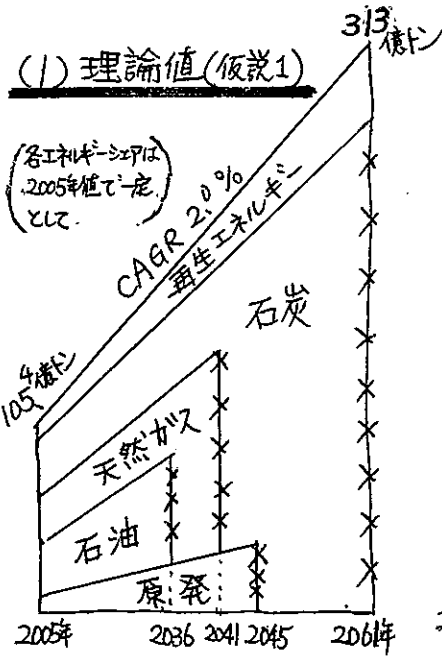
中西 香

(%)はエネルギー消費シェア

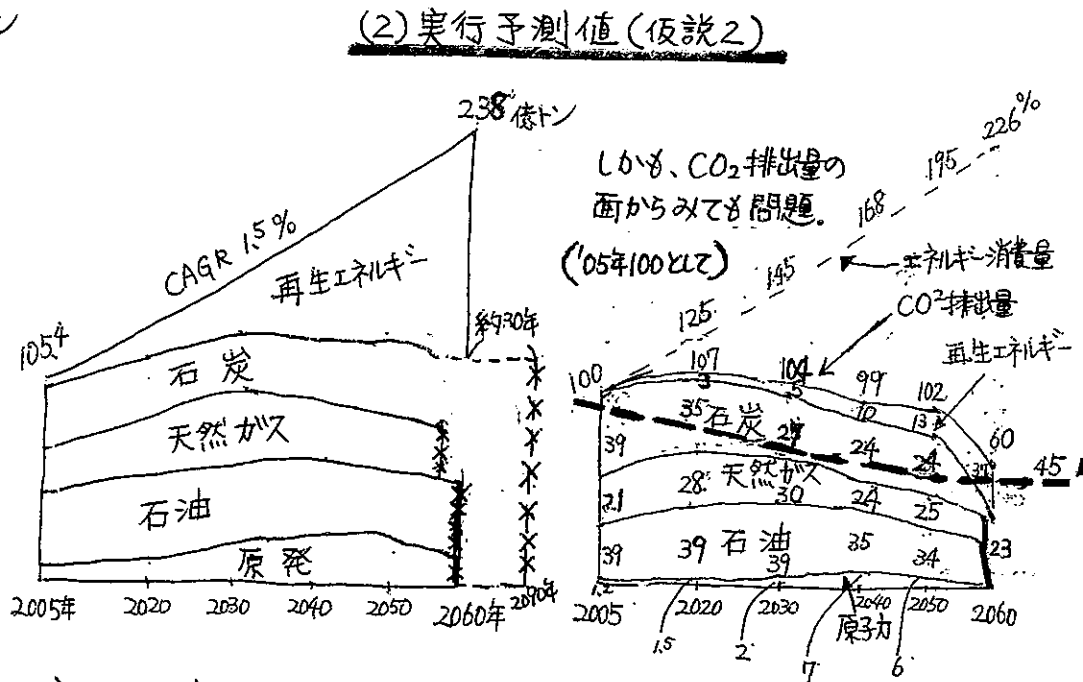
| 年    | 総消費    | 石油消費量 (億バレル) | 天然ガス消費量 (兆m³) | 石炭消費量 (億トン) | 原発用ウラン消費量 (億トン) | 再生エネルギー消費量 (億トン) | 15%伸長 |
|------|--------|--------------|---------------|-------------|-----------------|------------------|-------|
| 2005 | (100%) | 266 (36%)    | 2.93 (24%)    | 177.1 (27%) | 45.1 (7%)       | 4.0 (1%)         | 1     |
| 6    |        | 262 (35%)    | 3.10 (25%)    | 177.1 (27%) | 46.0 (7%)       | 4.1 (1%)         |       |
| 7    |        | 259 (34%)    | 3.14 (25%)    | 170.9 (27%) | 47.9 (7%)       | 4.2 (6%)         |       |
| 8    |        | 255 (32%)    | 3.55 (27%)    | 170.9 (27%) | 48.6 (7%)       | 4.3 (6%)         |       |
| 9    |        | 254 (31%)    | 3.60 (27%)    | 153.4 (26%) | 50.4 (7%)       | 4.3 (6%)         |       |
| 10   |        | 258 (31%)    | 3.71 (27%)    | 153.4 (26%) | 52.0 (7%)       | 4.4 (6%)         |       |
| 11   |        | 259 (30%)    | 3.77 (27%)    | 153.4 (26%) | 52.7 (7%)       | 4.5 (6%)         |       |
| 12   |        | 255 (30%)    | 3.83 (27%)    | 153.4 (26%) | 53.5 (7%)       | 4.5 (6%)         |       |
| 13   |        | 254 (30%)    | 3.88 (27%)    | 153.4 (26%) | 54.3 (7%)       | 4.5 (6%)         |       |
| 14   |        | 261 (30%)    | 3.94 (27%)    | 134.2 (25%) | 54.9 (7%)       | 4.6 (6%)         |       |
| 15   |        | 265 (30%)    | 3.94 (27%)    | 134.2 (25%) | 55.3 (7%)       | 4.7 (6%)         |       |
| 16   |        | 260 (29%)    | 4.15 (28%)    | 134.2 (25%) | 53.8 (7%)       | 4.7 (6%)         |       |
| 17   |        | 264 (29%)    | 4.21 (28%)    | 134.2 (25%) | 54.6 (7%)       | 4.8 (6%)         |       |
| 18   |        | 259 (28%)    | 4.27 (28%)    | 134.2 (25%) | 55.5 (7%)       | 4.9 (6%)         |       |
| 19   |        | 263 (28%)    | 4.34 (28%)    | 134.2 (25%) | 56.3 (7%)       | 4.9 (6%)         |       |
| 20   |        | 267 (28%)    | 4.25 (27%)    | 113.0 (24%) | 54.8 (7%)       | 5.0 (6%)         |       |
| 21   |        | 261 (27%)    | 4.31 (27%)    | 92.0 (23%)  | 55.7 (7%)       | 5.1 (6%)         |       |
| 22   |        | 265 (27%)    | 4.21 (26%)    | 92.0 (23%)  | 56.5 (7%)       | 5.2 (6%)         |       |
| 23   |        | 259 (27%)    | 4.11 (25%)    | 92.0 (23%)  | 57.3 (7%)       | 5.3 (6%)         |       |
| 24   |        | 263 (26%)    | 4.17 (25%)    | 92.0 (23%)  | 58.2 (7%)       | 5.3 (6%)         |       |
| 25   |        | 267 (26%)    | 4.23 (25%)    | 92.0 (23%)  | 58.8 (7%)       | 5.4 (6%)         |       |
| 26   |        | 261 (26%)    | 4.31 (27%)    | 92.0 (23%)  | 55.7 (7%)       | 5.5 (6%)         |       |
| 27   |        | 265 (26%)    | 4.21 (26%)    | 92.0 (23%)  | 56.5 (7%)       | 5.6 (6%)         |       |
| 28   |        | 259 (27%)    | 4.11 (25%)    | 92.0 (23%)  | 57.3 (7%)       | 5.6 (6%)         |       |
| 29   |        | 263 (26%)    | 4.17 (25%)    | 92.0 (23%)  | 58.2 (7%)       | 5.7 (6%)         |       |
| 30   |        | 267 (26%)    | 4.23 (25%)    | 92.0 (23%)  | 58.8 (7%)       | 5.8 (6%)         |       |
| 31   |        | 261 (26%)    | 4.31 (26%)    | 92.0 (23%)  | 57.4 (7%)       | 5.9 (6%)         |       |
| 32   |        | 265 (25%)    | 4.01 (23%)    | 92.0 (23%)  | 58.3 (7%)       | 6.0 (6%)         |       |
| 33   |        | 269 (25%)    | 3.89 (22%)    | 92.0 (23%)  | 59.2 (7%)       | 6.0 (6%)         |       |
| 34   |        | 262 (24%)    | 3.78 (21%)    | 92.0 (23%)  | 60.0 (7%)       | 6.1 (6%)         |       |
| 35   |        | 255 (23%)    | 3.66 (20%)    | 72.5 (22%)  | 58.3 (7%)       | 6.2 (6%)         |       |
| 36   |        | 247 (22%)    | 3.52 (19%)    | 72.5 (22%)  | 59.1 (7%)       | 6.3 (6%)         |       |
| 37   |        | 251 (22%)    | 3.38 (18%)    | 72.5 (22%)  | 60.0 (7%)       | 6.4 (6%)         |       |
| 38   |        | 243 (21%)    | 3.44 (18%)    | 72.5 (22%)  | 60.9 (7%)       | 6.5 (6%)         |       |
| 39   |        | 235 (20%)    | 3.29 (17%)    | 72.5 (22%)  | 61.8 (7%)       | 6.6 (6%)         |       |
| 40   |        | 238 (20%)    | 3.24 (17%)    | 55.5 (20%)  | 61.8 (7%)       | 6.7 (6%)         |       |
| 41   |        | 241 (20%)    | 3.31 (17%)    | 55.5 (20%)  | 57.0 (7%)       | 6.8 (6%)         |       |
| 42   |        | 245 (20%)    | 3.24 (16%)    | 55.5 (20%)  | 57.9 (7%)       | 6.9 (6%)         |       |
| 43   |        | 249 (20%)    | 3.29 (16%)    | 55.5 (20%)  | 58.8 (7%)       | 7.0 (6%)         |       |
| 44   |        | 240 (19%)    | 3.34 (16%)    | 55.5 (20%)  | 59.7 (7%)       | 7.1 (6%)         |       |
| 45   |        | 244 (19%)    | 3.39 (16%)    | 38.9 (16%)  | 58.3 (7%)       | 7.2 (6%)         |       |
| 46   |        | 247 (19%)    | 3.22 (15%)    | 38.9 (16%)  | 59.3 (7%)       | 7.3 (6%)         |       |
| 47   |        | 238 (18%)    | 3.21 (15%)    | 38.9 (16%)  | 56.9 (7%)       | 7.4 (6%)         |       |
| 48   |        | 241 (18%)    | 3.32 (15%)    | 38.9 (16%)  | 57.8 (7%)       | 7.5 (6%)         |       |
| 49   |        | 231 (17%)    | 3.37 (15%)    | 38.9 (16%)  | 58.7 (7%)       | 7.6 (6%)         |       |
| 50   |        | 235 (17%)    | 3.42 (15%)    | 22.3 (17%)  | 56.3 (7%)       | 7.7 (6%)         |       |
| 51   |        | 238 ( )      | 3.47 ( )      | 22.3 ( )    | 57.1 ( )        | 7.8 (6%)         |       |
| 52   |        | 242 ( )      | 3.52 ( )      | 22.3 ( )    | 58.0 ( )        | 7.9 (6%)         |       |
| 53   |        | 246 ( )      | 3.58 ( )      | 22.3 ( )    | 58.4 (16%)      | 8.0 (6%)         |       |
| 54   |        | 249 ( )      | 3.63 ( )      | 22.3 ( )    | 56.2 ( )        | 8.1 (6%)         |       |
| 55   |        | 253 ( )      | 3.68 ( )      | 4.4 ( )     | 57.1 ( )        | 8.2 (6%)         |       |
| 56   |        | 257 ( )      | 3.74 ( )      | 0.7 ( )     | 54.3 (15%)      | 8.3 (6%)         |       |
| 57   |        | 261 ( )      | 3.79 ( )      | 0.7 ( )     | 55.1 ( )        | 8.4 (6%)         |       |
| 58   |        | 265 ( )      | 3.85 ( )      | 0.7 ( )     | 55.9 ( )        | 8.5 (6%)         |       |
| 59   |        | 269 ( )      | 3.91 ( )      | 0.7 ( )     | 56.8 ( )        | 8.6 (6%)         |       |
| 60   |        | 273 ( )      | 3.97 ( )      | 0.7 ( )     | 53.8 (14%)      | 8.7 (6%)         |       |
| 61   |        |              |               |             |                 |                  |       |
| 62   |        |              |               |             |                 |                  |       |

起点の05/08 (直の情報) オイル・ガス・コークス (08-12-22) 総合エネルギー統計 OECD-NEA/IAEA 「URANIUM」2007年版 著者推定

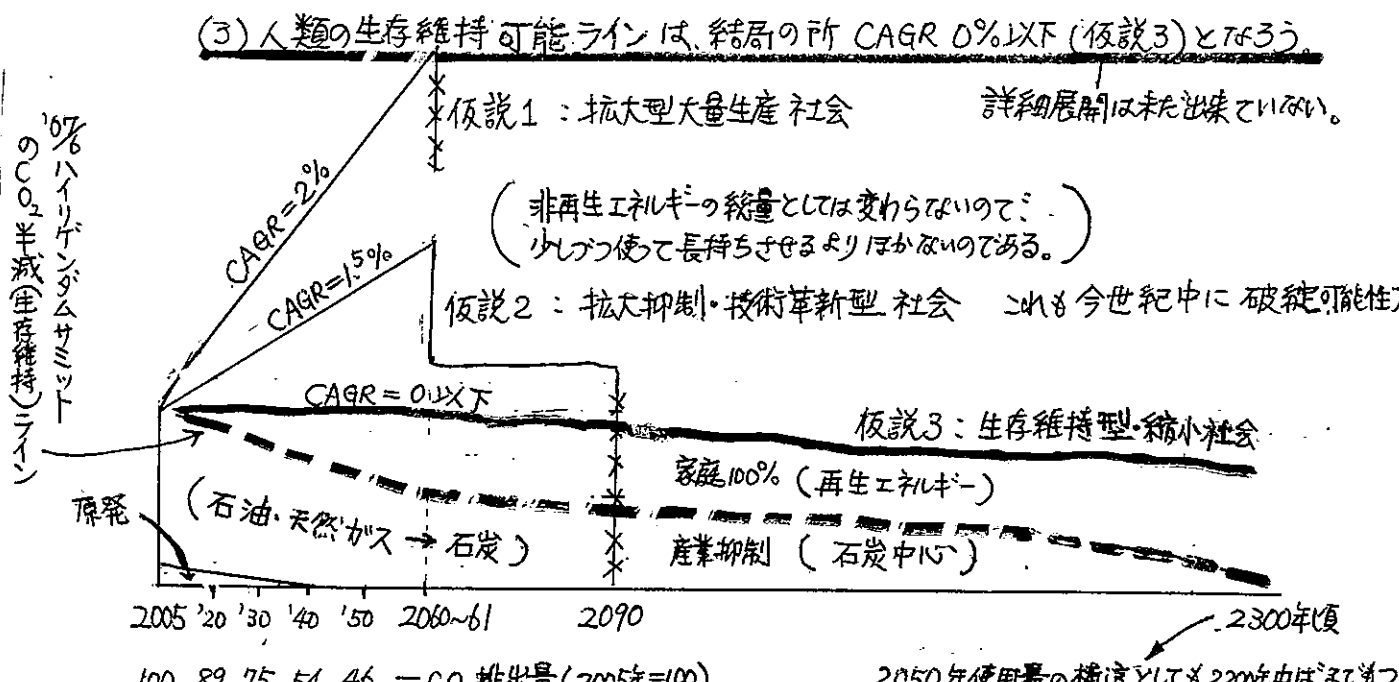
おそろしく急増不可避



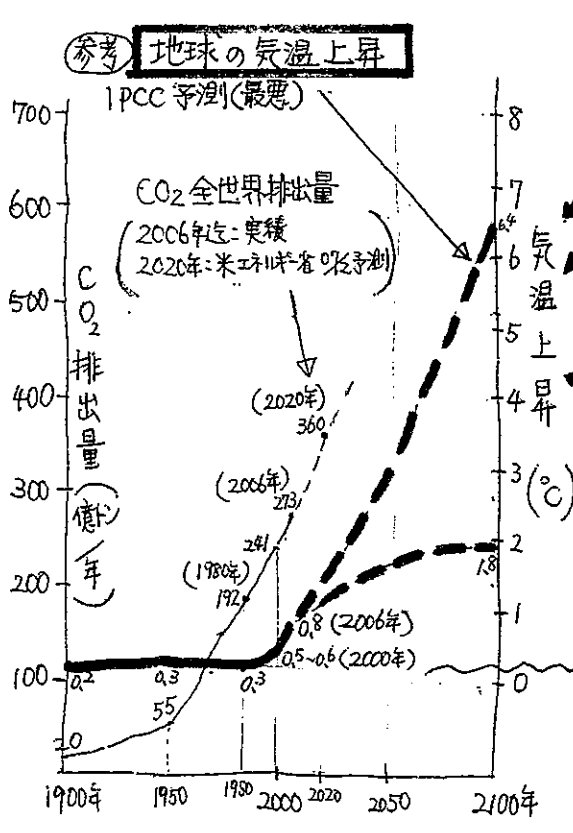
消費増加(△部分) 5818億トン  
従来分(□部分) 5902億トン  
56年間総消費エネルギー 11,720億トン  
即ち、エネルギー消費年率2%増を続ける拡大型大量消費社会の末路を暗示。あくまで理論値(実加パース)だから4つの仮定の資源が丁度50年後に枯渇する!



実行予測の条件を変更:  
• エネルギー消費をCAGR 1.5%に抑制 → 55年間総エネルギー消費 16%位減  
• 再生エネルギーを全体の4割程度に拡大 → 2050年頃現規模の11倍の実現性は?  
それでも石炭以外の3つのエネルギーが仮説1に比べ延命はするものの、2060年前後で3つとも枯渇する。  
→ 石炭が2060年総エネルギーの6割負担 143億トン横這として30年しか残らない。  
石炭のクリーン化も織込  
それでも温暖化防止の為のCO2半減(2000年比2050年)の条件はクリアできない。



仮説3の結論  
① 仮説3で始めてCO2の生存維持可能ラインがクリアできる。  
② 短命のウランを前提にした危険度の高い原発は、終息し、石炭(CCT)に乗り換えた方がまし。  
③ 人類は今後も数百年にわたり仮説1~2~3を堂々めぐりし、石炭CCTにおいて技術通信は進み、仮説3に進む事をいつまでもためらう為に、その都度自然から懲らしめを受け続ける。  
④ 石炭(CCT)は、人類滅亡前の執行猶予」と評価し、縮小社会に向わない限り、人類の明日はない。



IPCC 警告 (07年2月英インテリゲンチ誌)  
+6.4°C: 生物のほとんどが絶滅  
+5.4°C: 世界の食料供給が尽きる。人類のほとんどが高温地帯を避け、極地近くへ避難し始める。  
+4.4°C: 野生生物の半分は絶滅。干ばつ・渇水で豪の農業崩壊。スペイン南部・イタリア・ギリシャで砂漠化が進み、大規模な人の移動  
地中海によるCO2吸収CAPACITY (113億トン/年程度とみられている)  
約30年間の時差を伴って、CO2排出量の増加は気温上昇につながるのではなか。

