

論文

## 石油ピーク後の世界

大久保 泰邦<sup>1</sup>

投稿受付：2008年5月12日 受理日：2008年5月22日 WEB公開日：2008年8月1日

### 要旨

イースター島や江戸時代の例を考えると、資源が有限であることを感知できる、できないがその文明の運命を大きく左右することが分かる。米国やヨーロッパは石油ピークを経験しており、感知していると考えられるが、日本の国民は経験が無いことから感知していないと思われる。そこで、ここでは一つのショック療法として、石油ピークによってもたらされる最悪のシナリオを示し、考えるきっかけを提供したい。

世界の石油生産量が急激に低下し、日本への原油の輸入量が激減した時、世界は硬直化・争奪戦となることが予想される。この時、日本では、一般販売のガソリンが無くなり、通勤は電車が中心だが超満員、電力ピーク時には停電となるであろう。また、食料の輸送力が不足、輸入食料が激減し、包装を必要とする食料が姿を消し、コンビニエンスストアが閉鎖されると予想される。また航空機の便数の激減、衣服などの化学製品の不足が起きるはずである。物価は現在の2倍以上となり、市場原理の下では石油価格は300ドル以上になると試算される。石油ピーク後は政府が石油価格を決定、配給制となることが予想される。

最悪のシナリオを回避する最善策は見つからない。というのは石油ピークという社会リスクは我々が経験したことも無いことであり、何が起こるか予測不可能だからである。しかし日本人には「もったいない」で表される有限感が具わっており、あるがままを許容する、自然体の感性がある。このもったいない精神は、石油ピークという未曾有の社会を生き抜く力を与えてくれるものとなるはずである。

多様な価値観を包含する社会の方が、社会危機の中で最善策を見つける力があり、従来型の生き方を打ち破る可能性がある。一方、あるがままを許容する社会は、多様性が少なく、そのため議論の集約化、意思統一が早く、効率的な発展を遂げる力がある。その反面、社会危機の中では最善策を見つける力、従来型を打ち破る力は弱い。日本はどちらかと言えば後者であろうか。前者と後者は矛盾しているのかもしれないが、日本が生き抜くためにはこの矛盾を克服し、両者を兼ね備える必要がある。

【キーワード】：石油ピーク、社会リスク、石油価格の上昇、硬直化シナリオ、社会変革

### 1. はじめに

イースター島は森林資源を使い切ったために崩壊したと言われている。それに対し、江戸時代は農作物や森林資源は有限であることを感知し、幕府はそれを綿密なデータを基に、また長期的視点から管理したそうである (Diamond, 2007)。戦国時代において、いやと

いうほど資源の大切さを思い知ったのである。農作物や森林が無くなればどうなるか、幕府だけでなく国民一人一人が感知していたと考えられる。このため農作物と森林資源は枯渇せず、江戸幕府の長期政権を支えた。

このことから分かることは、資源が有限であることが感知できない場合、その文明は崩壊する可能性があるということである。翻っ

<sup>1</sup>大久保 泰邦 (おおくぼ やすくに) 産業技術総合研究所、日本学会会議連携会員、工学博士



て現在の日本はどうであろうか。石油ピークが間近に迫っている可能性がありながら、それを国民は感知していない。このままでは崩壊のシナリオを描くことになるかもしれない。

感知するためには、過去に経験をしていないと非常に難しいことである。米国やヨーロッパは石油ピークを経験した。しかし日本人は石油ピークを経験したことは無い。この差は非常に大きいと感じる。

可能性のある最悪のシナリオを示し、読者に頭の中でシミュレーションをしてもらうことにより、この差を少しでも埋めることはできないだろうか。ここではその試みを行う。

## 2. 石油と現代人

石油はガソリンや灯油としてだけでなく、発電、石油化学製品として自動車の内装、衣服、家具、食品の包装、肥料、農薬などありとあらゆるところで利用されている。

図1は1860年からの石油価格の推移を表す。1861年からの石油ブーム時代は、石油は現在の価格に匹敵するほど高価なものであった。その後石油は石油ショックの時代を除き、大体安値安定であった。すなわち、「安い石油の時代」が続いた。ところが2003年に始まったイラク戦争を契機に石油価格の高騰が始まった。2008年3月初め、原油価格は再び1バレル100ドルを越えた。輸送費などが値上がりし、食料品をはじめとして、ほとんど全ての物価が上昇している。

## 3. 石油ピークのリスク

石油の特徴は以下の通りである。

- ・常温・常圧で液体
- ・採取・輸送が容易
- ・単位体積当たりのエネルギーが大きい
- ・最適な輸送用エネルギー
- ・家具・衣服・食料などあらゆる化学製品の原料
- ・環境負荷が小さい

石油は他の資源に無い力があり、世界の繁栄に多大な寄与をした。裏返せば、石油無しに現代の繁栄は成り立たないのである。

地震、火山噴火、津波と言った地質災害を最小限にするためのリスクマネジメントがある。この基本的な考え方は以下の通りである。

(1) 地質災害を最小限にする最善策は、常に発生してから一定期間経った後になって分かる。

この理由は、地質災害発生の時期、場所などは特定が難しく、また社会は複雑でお互いに関連しあい、かつ常にダイナミックであるから、災害発生の状況が多岐にわたり、一律な最善策は存在しない。しかしその状況下での最善策は必ず存在するのである。

(2) 地質災害を最小限にする最善策は事前には分からないので、事前の準備が重要になる。

事前準備として、

- ・地質災害発生の時期、場所などについてできるだけ正確な情報を収集・分析する(予知の努力をする)

- ・地質災害発生を想定して、対応策を事前に考え、防災訓練を行う(心構えをする)

- ・地質災害発生の時期、場所などについての最新の情報、対応策について社会に発信する

- ・地質災害発生時の状況を連絡しあうネットワークを構築する。

が挙げられる。

石油ピークの危機に関しては地質災害と類似性があり、この地質災害発生のリスクマネジメントの考え方が使える。しかし忘れてはならないのは、地質災害の脅威は全ての人知っているが、石油ピークの脅威についてはほとんどの人が分かっていないことである。このことが、対応策を立てる上で最もネックになっている。

また対応策は、国、自治体、企業、大学、地域コミュニティ、家族、個人のさまざまなレベルで行わなければならない。すなわちさ

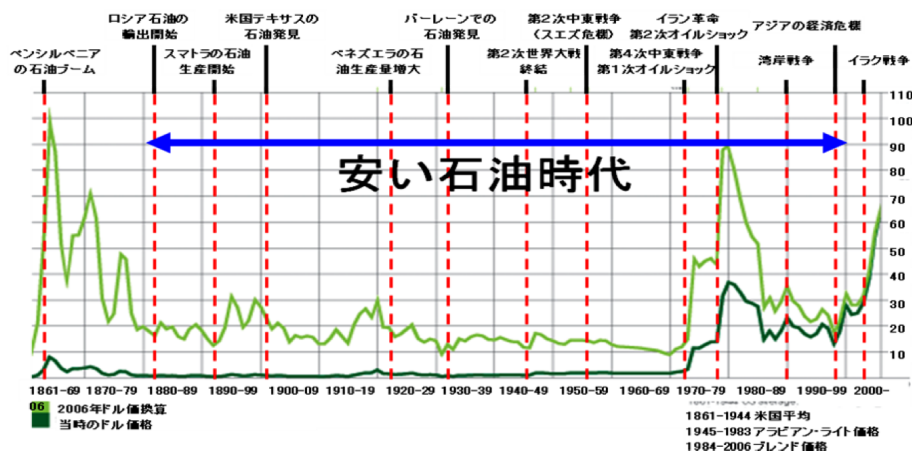


図1 1861年からの石油価格の推移(BP(2007))

さまざまなレベルでの意思決定と行動が必要になる。

以上から石油ピークに対しては、リスクマネジメントの観点から以下のことが必要になる。

(1) 石油ピークの脅威を分かりやすく伝える

(2) 石油ピークの時期についてできるだけ正確な情報を収集・分析する

(3) 国、自治体、企業、大学、地域コミュニティ、家族、個人のさまざまなレベルでネットワークを構築し、石油ピークの時期の最新の情報、対応策について社会に発信する

(4) 石油ピーク後の社会がどうなるかをさまざまな観点から予想し、対応策を事前に考え、さまざまなレベルで実践する

#### 4. 石油ピーク後のシナリオ

地震の脅威については日本人は全員知っている。ところが石油ピークの脅威に関してはほとんどの日本人が知らない。そのため、石油ピークに対しては対策を立て、行動を起こすことが大切であるが、行動どころか対策を立てることすら十分でない。

そこで、ここでは一つのショック療法として、石油ピークによってもたらされる最悪のシナリオを示すことによって、日本人に考えるきっかけを提供したい。

はじめに、事実に基づく現状として、(1) 現在の世界の状況と (2) 日本の状況、を示す。次に、ある仮定に基づく石油ピーク後のシナリオとして、(3) 21 世紀のある年 (ここでは 20XX 年) の世界の状況、(4) 日本の状況、を示す。

#### 現在

(1) 世界の状況 (データは、BP(2007))

・非 OPEC 産油国の石油生産シェアは、世界の 60% 弱である。しかし確認埋蔵量のシェアは 25%。

・OPEC 産油国の石油生産シェアは、世界の 40% 強、確認埋蔵量のシェアは 75%。

・世界の輸出入量は生産量の 64% (図 2)。

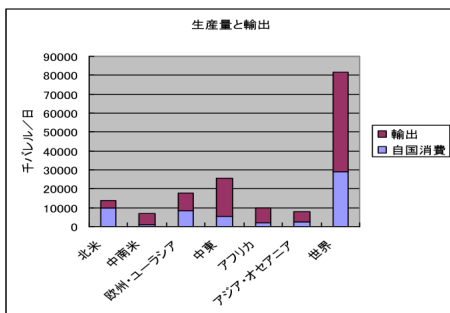


図 2 世界の自国消費と輸出 (2006年)(BP(2007))

・米国の輸入量は世界の輸入量の 26%、生産量の 16.7%、欧州は世界の輸入量の 26%、生産量の 16.5% に相当 (図 3)。

・中国の輸入量は、世界の輸入量の 7% 強であり、生産量の 5% に相当。自国産石油の西部から東部へ、東北部から南部へ、沖合から陸上への輸送を展開。

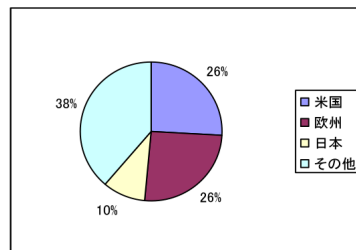


図 3 世界の石油輸入量割合 (2006年)(BP(2007))

(2) 日本の状況

・日本の輸入量は世界の輸入量の 10% であり (図 3)、生産量の 6.4% に相当。

・日本の石油の国内生産量は、国内需要の 1.2%。

・日本の石油の一次エネルギーに占める割合は、50% である。

・石油の用途別では、輸送用 40%、石油化学原料 20%、家庭・業務 16%、鉱工業 15%、電力 6%、農林・水産 3%。

・ハイブリッド自動車など高燃費の自動車が製品化されるが、普通車が主流で、かつ高い居住性が求められ自動車重量が増え、燃費の飛躍的向上は無い。

・プラグインハイブリッド、電気自動車は、技術的課題の他、電力容量に限界があり、電力源も有限であること、発電所立地問題、インフラ整備に莫大なエネルギーが必要なことから、解決がつかず、普及していない。

・自動車用道路建設、路面電車を廃止しバス路線に変更、地下鉄建設、高層ビル建設が進むなど、石油大量消費の街づくりが進む。

・電力の内、石油火力発電が占める割合は 13%。

・原子力発電の増設は地元の反対の声が大きく、進展しない。

・電力の内、3 割を占める天然ガス、1 割をしめる石炭も資源制約がかかる。

・食料輸入は中国の安い農産物を中心に増大。自給率は 40% を切る。

・その他の石油代替エネルギーは、規模が小さく、シェアは小さい。

・石油化学製品は、食料の包装用、家電製品、自動車、衣服など身の回りにあるもののほとんど全て。

・農業においては、機械化と肥料を石油が支えている。農業機械を作るにも、鉄などの原料段階からたくさんの石油が必要である。化

学肥料、農薬、家畜の餌、プラスチック製品、耕運機などの燃料などにも、大量の石油を投入。

・食品については、加工食品の増加、輸入の増加、スーパーマーケットなどの大型小売店の出現と小型小売店の減少、大型貨物運搬車、ジャスト・イン・タイム・デリバリーなどの輸送手段の変革、毎日の買い物から、週に一度の大量購入へのライフスタイルの変革により、石油大量消費型のビジネスとなった。

### ある仮定に基づく石油ピーク後のシナリオ

ここで、非 OPEC 産油国の石油生産量が 20XX 年に、突然 30% 激減し (図 4)、世界全体の輸出入量が半減すると仮定して (図 5)、シナリオの作成を試みた。これは、以下に示すとおりであり、硬直化・争奪戦の最悪のシナリオである。

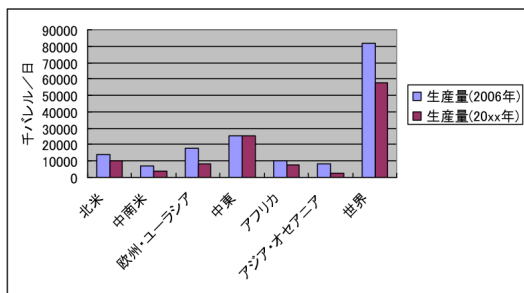


図 4 非 OPEC 産油国の石油生産量が 20XX 年に、突然 30% 激減と仮定。

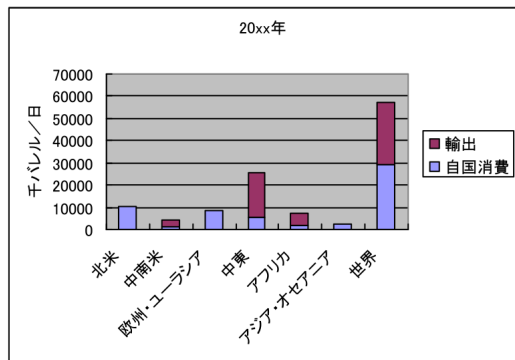


図 5 20XX 年、世界全体の輸出入量が半減と仮定。

(3) 21 世紀のある年 (ここでは 20XX 年) の世界の状況 (最悪のシナリオ)

・ロシア、アジア、南米やヨーロッパなどの非 OPEC 産油国の生産量が急激に落ち込み、一気にシェアは 2006 年の 64% から 30 ポイント減少し、日々その生産量は落ち込む。  
 ・これに対し、OPEC 産油国への増産の声が高まるが、OPEC 産油国の老朽化した油田の増産余力が無く、それどころか生産量は徐々に減衰を始めている。

・世界の石油生産量は、2006 年の 70% にまで落ち込み、さらに下降し続ける。

・非 OPEC 産油国の自国産は国内消費をカバーするのがやっととなり、30% の減少はそのまま輸出入量の減少となる。

・すなわち、世界の輸出入量は半減し、30% の減少分をどこの国が被るか、石油の争奪戦が始まる。

・エネルギー確保が各国政府の最大の課題となり、自国のエネルギーの囲い込み、エネルギー供給の自給自足を目指す。

・グローバル化した世界から、一転してナショナリズムが台頭。

・国際的テロが増大。

・国内も緊張状態となり、移民コミュニティを標的として内紛が多発。

・石油代替エネルギーは、概ね生産するのに必要なエネルギーの割合が大きく (EPR が小さく)、また量的な制約があることから、各国政府は開発支援を行わない。

・米国は、原子力発電所の増設を急遽決定する一方、当面の需要確保のため世界の生産量の 16.7% の輸入シェア維持に努め、中東、シーレーンの軍事力を強化する。日本に対しては軍事費の大幅な拡大を求める。

・欧州は、石油の確保に努めるとともに、欧州内でのエネルギーの多様化が進み、その取引が盛んになる。

・中国・インドは自国のエネルギーの囲い込みを行う。

・石油価格の高騰、不足で、食料生産が低下し、食料不足となる。輸出用の食料生産は自国用となり、輸出量を大幅削減。

・中国は資源を持てる国として、アジアの覇権争いで日本を大きくリード。

(4) 21 世紀のある年 (ここでは 20XX 年) の日本の状況 (最悪のシナリオ)

・日本は、米国の支援を受け、中東の石油の確保に努力するが、中国、ヨーロッパの圧力が強く、輸入シェアは 6.4% から 3% 程度に一気に減衰し、石油輸入量は 2006 年の 50% となる。

・石油化学原料、家庭・業務、鋳工業、農林・水産の石油消費は全て半分に。

・特に輸送用は代替が効かず、維持に努力するが、それでも 40% が 23% になる。

・電力供給 13% の石油火力発電はほぼゼロになる。

・このため常時 10% 以上の電力量不足となる。

・特に電力のピーク時では停電となり、エレベーター、クーラーは停止。工場は生産ラインストップ。

・石油火力発電から別の発電に切り替えたくても、大規模なエネルギー源が見つからず、

新規発電所建設は進まない。

- ・夜間のネオンなどの余分な明かりは消灯。
- ・夜間のテレビ放送は終了。
- ・一般用のガソリンの販売は停止となり、会社通勤は電車、バス、路面電車などの大量輸送手段と自転車、徒歩。
- ・電車通勤者は増加したが、逆に電車の本数が減り、朝夕の通勤時間は超満員。時差通勤を余儀なくされ、通勤できない人もでる。
- ・航空機はほとんど運航無し。
- ・食料品に関しては、包装に石油製品が使えないため、スーパーでの売り場から包装を必要とする生鮮食料品が姿を消す。
- ・コンビニエンスストアは、配送用のトラックが動かず、品数が激減し、夜間は節電のため閉店。
- ・冷凍保存が必要な食料が、スーパー、コンビニエンスストアから消える。
- ・自動販売機が無くなる。
- ・野菜などの外国産が姿を消し、国産の野菜が高値で売られるが、量が少なく、一般家庭ではほとんど買えない。
- ・肉・魚も輸送燃料不足で、ほとんど輸入が無くなる。国産肉は量が少なく、一般家庭ではほとんど買えない。
- ・衣服の品数が激減し、かつ価格高騰。
- ・米国からシーレーン確保のための巨額の軍事費を要求され、税金の負担が増大。

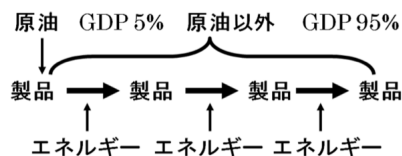
## 5. 石油価格上昇に伴う物価上昇

石油はガソリンや灯油としてだけでなく、発電、石油化学製品として自動車の内装、衣服、家具、食品の包装、肥料、農薬などありとあらゆるところで利用されている。

原油の価格を1バレル当たり80ドルと仮定すると、2006年の石油生産量が約300億バレル/年であるから、それを掛け合わせるとその額は世界のGDPの約5%になる。そこで、製品にはもともと平均5%の原油価格が含まれることになる。

石油は、GDPに現れる原材料としての石油のほか、GDPに現れないエネルギーとしての石油があり、それが価格に入り込んでいる。耕運機を例にとると、材料の鉄を作るために探査、採取、輸送、製鉄でエネルギーを使う。次に部品の鋳造にエネルギーを使う。次に組み立てにエネルギーを使う。さらに耕運機を動かすときには石油を使う。このようにして耕運機を動かすまでの過程でエネルギーが投入され、最終製品の価格に占めるエネルギーの割合は増える(図6)。Laherrere (2007)は、価格に対してエネルギーの貢献度は平均50%あり、残りの内35%は社会資本、15%は人件費としている。実際には、エネルギーの全てが石油ではない。日本の場合、一次エネルギーの60%が石油なので、石油の貢献度は平均

30%程度と考えられる。



平均で、価格の約半分が石油などのエネルギー

図6 最終製品を作成する過程でエネルギーが投入され、価格に占めるエネルギーの割合は増える。この過程で投入されたエネルギーのコストはGDPに反映されない

石油の貢献度が平均30%であれば、原油価格が5倍になった時、先物取引、備蓄の取り崩しの要素や流通のタイムラグを考え、物価は数年かけて平均2倍強になるはずである。

## 6. 石油の実勢価格

石油は1バレル(約160リットル)100ドルとすると、1リットル約65円である。石油の価値を考えるとこれでも安すぎる。石油の実勢価格はいくらであろうか。これを、「世界のGDPに貢献している割合」から試算する。世界のGDP(2006年)は約48兆ドル/年(フリー百科事典『ウィキペディア(Wikipedia)』)であり、世界の石油生産量(2006年)は約300億バレル/年(BP, 2007)である。GDPに対してエネルギーの貢献度は50%と仮定する。世界の石油生産量と一次エネルギー消費量が揃っている2001年のデータから一次エネルギーに占める石油の割合は40%である。そこで、GDPに対する石油の貢献度は20%となる。石油がGDPに平均20%含まれていると仮定すると、世界のGDPの内、石油が占める分は、9兆6000億ドル/年(=48兆ドル/年×0.2)となる。

石油の実勢価格は、石油によって生まれたGDP(9兆6000億ドル/年)を石油の生産量(300億バレル/年)で割った値、320ドル/バレルとなる。これはGDPへの貢献度を20%と仮定した場合であり、この割合が変われば、実勢価格も変わることになる。著者の予想では、石油ピークに達するまで、石油価格は上昇を続け、石油ピークになった時、300ドル/バレル程度になり、その後政府による囲い込みが起これ、価格は政府が決定することになる。

以上をまとめると以下の通りである。

### 硬直化・争奪戦シナリオ

- ・原油の輸入量半減
- ・一般販売のガソリンが無くなる
- ・通勤は電車を中心だが超満員

- ・電力ピーク時には停電
- ・食料の輸送力が不足
- ・輸入食料が激減
- ・包装を必要とする食料が姿を消す
- ・コンビニエンスストア閉鎖
- ・航空機の便数が激減
- ・衣服などの化学製品が不足
- ・物価は現在の2倍以上
- ・市場原理の下では石油価格は300ドル以上になる
- ・石油ピーク後は政府が石油価格を決定、配給制

## 7. 柔軟な社会変革

石油ピークに対する最善策は、地震が起こることを前提にした社会作りと同様、石油ピークをリスクとして取り入れた社会を作ることである。この社会は、現在の金銭第一主義の価値観、都市での贅沢から脱皮し、幸福第一主義の価値観、田舎の贅沢へと移行することにより実現できると考える。その社会としては以下のようなものが挙げられる。

- ・勤務先は地元
  - 通勤の移動節約
  - 自転車・徒歩の促進、これによる健康増進
  - 若い世代が地元暮らしとなり、3世代同居の大家族化
  - 都市から地方への人口の逆流
- ・家庭や地域コミュニティに地元密着型資源、太陽電池、風力発電、ヒートポンプ、蓄電池を設置し、それを組み合わせて自給
  - 水力や地熱などの自然エネルギーを利用
  - 送電ロスの削減
  - 非再生資源からの脱却
- ・地元で採れた作物、家庭菜園の野菜が中心
  - 労働集約型でエネルギー節約
  - 旬の野菜
  - 有機農法主流で残留農薬問題解消
  - パートタイム「皆農」制による運動不足解消・健康増進
  - 食料自給増加
- ・地域コミュニティでは、知識・経験を生かし、高齢者が活躍
  - 人材資源のリサイクル
  - 退職後は地元へ
- ・夏休みは1ヶ月
  - クーラーを使わない生活
  - 夏季のピーク電力問題解消
  - 定年後急に暇から毎年1ヶ月暇で、生活スタイルの多様化
- ・海外との移動手段は船が中心
  - 「時は金なり」から「急がば回れ」の価値観
  - 海の自然を学習し、科学を理解

- 日本は海洋国として新産業創生
- ・収入半分、支出半分、幸せ倍増
- 収入半分でも新たに購入する必要品も半分に
- GDPよりも国民総幸福量（GNH）の価値観

## 8. むずび

現在の社会は、僅かな性能を上げるために莫大な資金とエネルギーを投入する。これは無駄な贅沢である。もったいないの精神に戻り、浪費をやめ、新たな幸福感を持って生きる社会を築くことが必要である。

とは言っても最善策は見つからない。というのは石油ピークという社会リスクは我々が経験したことも無いことであり、何が起こるか予測不可能だからである。しかし地震のような社会リスクの経験から最善策は必ず存在する。

「もったいない」は、「勿体無い」と書く。「勿体」は「物体」のことであり、「もったいない」の意味は「物の本体を失すること」である。これには有限感がある。すなわち、日本人には有限感が具わっており、あるがままを許容する、自然体の感性がある。

多様な価値観を包含する社会の方が、社会危機の中で最善策を見つける力があり、従来型の生き方を打ち破る可能性がある。一方、あるがままを許容する社会は、多様性が少なく、そのため議論の集約化、意思統一が早く、効率的な発展を遂げる力がある。その反面、社会危機の中では最善策を見つける力、従来型を打ち破る力は弱い。

もったいない精神を持ちながら、「なぜ」、「なぜ」を繰り返して議論する。前者と後者は矛盾しているのかもしれない。しかし、日本が生き抜くためにはこの矛盾を克服する必要がある。

是非、男女を問わず、あらゆる社会的立場の人々、あらゆる世代の方々が、一人一人常に疑問を持って行動を起こしてほしい。もったいない学会は、新しい方向性を示し、具体的な行動を起こす場を作ることが目標となる。

## 参考文献

- BP (2007) BP Statistical Review of World Energy June 2007, 45p.
- Diamond, J. (2007) Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed, Viking, 575p.
- Laherrere, J. (2007) Uncertainty of data and forecast for fossil fuels, Universidad de Castilla-La Mancha, 63p.