

エネルギーチャレンジ

原油価格高騰時代、温暖化問題への取り組み

はじめに …… 4

第 1 部

成長の限界——ピークオイルと温暖化危機

デニス・メドウズ (インタラクティブ・ラーニング研究所所長)

- 1 世紀以上の変化を迎える 25 年 …… 5
- 成長が生む負のスパイラル …… 6
- 現実のものとなった「成長の限界」 …… 7
- 「グローバルな問題」と「普遍的な問題」 …… 8
- 「時間的な遅れ」を踏まえた持続可能な発展シナリオ …… 9
- 習慣は変えられる——ただし強い意志が必要 …… 9
- 技術で CO₂ 排出は減らせない …… 10
- ピークオイルが招く大幅なコスト高 …… 11
- 加速する変化のスピード …… 12
- 時間軸を延ばし、システム思考をとぎすます …… 13

第 2 部

エネルギー持続可能性のジレンマ

——有限な世界の未来にパワーを与える

デイビッド・ヒューズ (カナダ地質調査所上級地質学研究员)

- 世界のエネルギー消費の 3 割を占める石油資源 …… 15
- これまでの石油資源消費の半分は過去 20 年で …… 16
- 本当のピークオイルはいつか? …… 17
- 天然ガスは石油の代替にならない …… 19
- アジアで著しい伸びを示す石炭 …… 21
- 燃焼効率アップと省エネでエネルギー消費を 4 分の 1 に …… 21
- 途上国と先進国の不公正を見直す …… 22
- 長期的な視野を持ち、今すぐ行動を …… 24

第3部

経営戦略を練り直す欧米企業の実例

——危機の認識と持続可能性の意思

小田理一郎（有限会社チェンジ・エージェント代表取締役社長兼 CEO）

- 大きな変化に「何もしない」ことのコスト …… 26
- 気候変動とエネルギーの持続可能性がビジネスに及ぼす影響 …… 27
- 環境とビジネスを両立させる「エコマジネーション」
——「ゼネラル・エレクトリック（GE） …… 28
- 安価で持続可能な商品を提供する
——ウォルマート …… 29
- 組織や社会のデザインに働きかけるシステム思考 …… 29
- 効率改善の徹底化とオフセットの両輪で炭素中立を目指す
——ST マイクロエレクトロニクス …… 30
- NGO と協力して温暖化対策法案策定を推進
——ダウ・ケミカル …… 31
- シナリオ・プランニングで先を「見る」力を …… 31
- ライフスタイルをどう変えていくか …… 32

第4部

パネルディスカッション

「エネルギーチャレンジの時代にどう取り組むべきか」

- 日本のエネルギー需給の現状と課題 …… 34
- 大きな購買力を武器に再生可能エネルギーを進める
——東京都 …… 36
- 上流から下流まで、メーカーの環境負荷をトータルに把握
——株式会社リコー …… 39
- 2020 年に CO₂ 排出半減を目指す
——株式会社アレフ …… 41
- 「天動説」から「地動説」へ
——気候変動とピークオイルに立ち向かう …… 42
- 求められるトップのコミットメントと、継続の仕組みづくり …… 44
- 足るを知り、社会のイノベーションを起こす …… 46

はじめに

ニューヨークでは、原油の先物価格が2007年11月に1バレル90ドルに達し、原油の先高感是一段と強まっています。投機資金の流入など短期的な要因による価格の乱高下を背景として、経済成長に牽引されて伸び続けるエネルギー需要に対して、石油の供給能力が伸び悩む状況が続いています。原油に詳しいアナリストたちの間では、向こう2年以内に200ドルにも迫るとの見方すら出ています。エネルギー資源の価格高騰が続けば、エネルギー供給の96%を輸入に頼る日本は、深刻な影響を受けることは間違いありません。

この状況を受けて、2007年11月に国内外の有識者の方々を招き、私たちの生活や産業活動に関して大きな影響を与えるエネルギーの現況と見通しを概観し、今私たちは何をなすべきかについて考えるシンポジウムと講演会を開催しました。この冊子は、その際の講演やパネルディスカッションの内容をまとめたものです。

第1部では、まず『成長の限界』の著者として知られるデニス・メドウズ氏が、経済とエネルギー資源、そして環境がどのように相互作用を起こすかを考える枠組みを提供します。

第2部では、石油、石炭など化石燃料の資源調査および技術評価の専門家であるデイビッド・ヒューズ氏が、世界のエネルギー需給の現況と見通しを豊富なデータを添えて提示します。

第3部では、かかる状況を受けて世界の企業がどのように対応しているかの事例を紹介します。

最後に、第4部では、日本の中で私たちはいかに考えるべきか、日本の企業や地域はどのように手を打つべきかを、自治体・企業・環境エネルギー NGO・学会の代表によるパネルディスカッションでさらに深く考えていきます。

差し迫るエネルギー問題と温暖化問題に対して、国や自治体、企業、そして私たち市民が何をなすべきかについて、考え、行動する一助となれば幸いです。

枝廣淳子

(有) イーズ 代表取締役

小田理一郎

(有) チェンジ・エージェント 代表取締役

成長の限界

——ピークオイルと温暖化危機



デニス・メドウズ

Dennis Meadows

インタラクティブ・ラーニング研究所所長

● 1 世紀以上の変化を迎える 25 年

みなさん、こんにちは。いつも日本に来る機会はともうれいしいものです。その理由は2つあります。まず、日本の方々は私の考えに興味を持って下さっている。2つめの理由は、来日するたびに、新しい考えや新しい技術など、何かを学ぶことができ、帰国したら自分は何をしようか、と考えることができるからです。インスピレーションを得られる来日の機会をつくってもらえて、ともうれしく思っています。

この5日間に、2つの記事が新聞紙上に出了ました。今後100年以上にわたって、日本に対しても、地球に対しても、大きな影響を与えることになる要因を伝える記事です。

この前の土曜日(2007年11月17日)、気候変動の科学的根拠について世界各地の科学者が集い協議する国連のIPCC(気候変動に関する政府間パネル)がスペインのバレンシアで開催され、報告要旨が出されました。

基本的なメッセージは、「気候変動はすでに起こりつつあるものである、すでに大きな影響のいくつかは回避することはできない、そして根本的な転換をすぐにしない限り、気候変動はさらに深刻な事態をもたらす」というものです。気候変動はグローバルな問題なのです。

今朝(2007年11月20日)、ウォールストリート・ジャーナルという、米国で最も保守的といっってよい経済紙が第一面に、「世界の石油産出量は今後あまり増やせる見込みはなさそうだ」という記事を載せました。日本のエネルギーの83%は化石燃料に頼っており、そのほほすべては輸入ですから、これは大きな問題をはらんでいるといえるでしょう。

石油の枯渇という問題は、私が呼ぶところの「普遍的な問題」です。これは「すべての人に影響を与える問題だが、その地域での取り組みによって、ローカルに解決できる問題」です。例えば、日本で対策をとってれば、ほかの国がエネルギー問題でとても困っているときにも、日本はそれほど困らないという状況をつくることは可能でしょう。

ということで、今日は「エネルギー」と「気候変動」の2つの問題についてお話しします。これだけが問題だから、というわけではありません。あとで説明しますが、本当の問題は別の問題なのです。しかし、この2つの問題は、行動につながるプロセスを動かす刺激となると考えているからです。

この100年間に起こってきたさまざまな変化——技術、政治、経済、生活の質などの変化を、20世紀に皆さんや皆さんのご両親が目にしたわけですが、私のコンピュータ・モデルによると、皆さんがこれから2030年までの間に目にする変化は、もっと大きなものになります。つまり今後25年間に、過去100年以上の変化を目撃することになるでしょう。

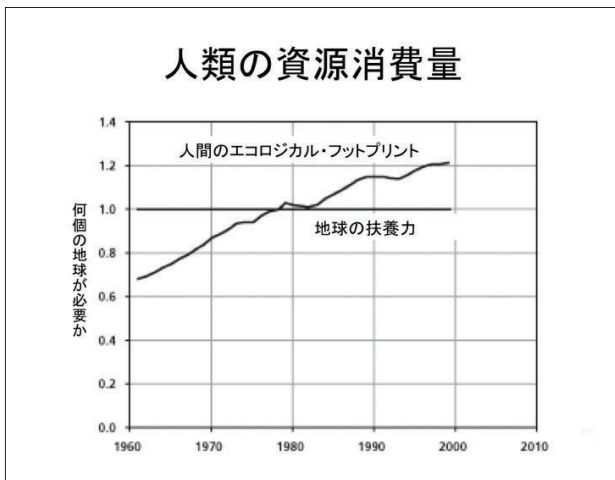
この変化はとても大きなものになります。しかし、その変化は場所によってさまざまに異なってきます。場合によっては破滅的な変化になることもあるでしょう。しかし場合によっては、ライフスタイルなどをシフトするという変化かもしれません。

今日の私の目的の1つは、日本で起こってくるであろう変化を、この2番目のタイプ、つまり健全でいきいきとして、自由で公正な世界につながっていく変化にしたということなのです。

問題は何かというと、1970年代初めに私が初めて来

日したときから、人類は地球がサポートできる能力を超えて成長してしまったことです。この図は、1960年から現在までの「世界全体のエコロジカル・フットプリント」を示しています（図1）。

図1



スイスのマティス・ワケナゲルという科学者がまとめたもので、エコロジカル・フットプリントとは、人類がどのくらいの資源を地球から取り出して使っているかを計算するものです。資源には、再生不可能な資源と再生可能な資源がありますが、長期的観点での資源利用量を見るために、彼は再生不可能な資源の利用量を再生可能な資源の等量に換算して計算しています。

歴史を振り返ってみると、日本はほとんどの期間、再生可能なエネルギーと再生可能な資源をベースにしてきました。林業、農業、漁業などです。そして、おそらく何十年かのうちに、ふたたび再生可能なエネルギーと再生可能な資源をベースにした社会になるでしょう。技術的にはかつてより高いレベルで、となるでしょうけれど。

この図は、地球が再生可能なエネルギーや資源を提供できる能力に対して、私たちがどれほど使っているかを示すものです。注目していただきたいのは、最初の本『成長の限界』を出した1972年時点では、私たちは地球の扶養力の限界から15%下回った水準にあったということです。従ってまだ限界を超えておらず、消費のペースを遅くすれば持続的な発展が可能なはずでした。『成長の限界』の結論は、「われわれは減速しなければならない」というものでした。でも人類はそうしなかったのです。

そのため現在では、逆に限界を35%も上回っている状況です。ですから、2004年に出したシリーズ3冊目となる最新の『成長の限界—人類の選択』では、「減速しなければならない」ではなく、「下げることが必要だ」と結論づけています。

そもそも、「限界を超える」ということがどうして可能なのか、という疑問をお持ちの方もいらっしゃるかもしれません。答えはシンプルです。例を1つ挙げましょう。例えば、あなたの友達が一生懸命貯金をしている

とします。何年もの間、お金を使わないで銀行口座に預金をしてきました。すると、銀行口座にはお金がどんどん貯まっていきます。この状態なら、短期的には勢いよくお金を使うことが可能です。私たちは今、まさにこれをしているのです。化石燃料、金属、種の多様性、肥沃な土壌など、何億年もかけて蓄積してきた地球の資源を、すさまじい勢いで使い果たしつつあるのです。

その友達が、いずれは支出を抑えて、貯金していく水準以下にしなければならないのと同じく、私たちの資源の消費量も減らして、毎年毎年、再生システムで生み出される分にまで下げる必要が出てきます。しかし、当面だけ見ていれば、問題ではありません。

エネルギーと気候の問題は、支出を引き下げることの大きな2つの要因となっています。例えば魔法のボタンを押して、瞬く間に気候の問題やエネルギーのすべての問題をかき消すことができたとしても、それでもまだ難しい問題は残ります。なぜならば、まだ限界を超えているからです。そしてどういう方法にせよ、われわれを限界の下に押し込もうとする圧力がかかってきます。

●成長が生む負のスパイラル

1つ、とても興味深いジレンマ、パラドックスがわれわれの現在の世界には存在しています。それは、われわれは問題を見ればすぐに、成長を刺激しようとする、ということです。技術を伸ばそう、経済を成長させよう、生産を上げよう。それによって問題を解決しようとする。しかし、成長を推し進めようとするほど、地球がわれわれを押し戻そうとする力が大きくなります。つまり、いってみれば、われわれは長期的にはこの問題をより難しいものにしていくのです。成長を短期的に促進することが成功すればするほど、そうなのです。

このエコロジカル・フットプリントは、個人でも家庭でも、地域でも国でも地球全体でも、計算することができます。私も自分のエコロジカル・フットプリントを計算したことがありますが、それはひどいものでした。なぜなら、私は頻繁に飛行機で移動しているからです。

ワケナゲルは、先の予測は提示していません。彼もいずれはこのエコロジカル・フットプリントが下がってきて、限界以下に落ちなければどうにもならないということは知っていますが、エコロジカル・フットプリントでは、それが「いつ」「どのような形で」起こるのかについては提示していません。

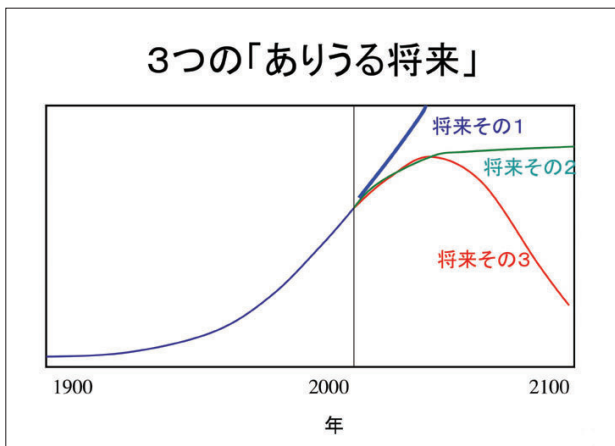
また、エコロジカル・フットプリントの計算には、前提として入っている単純化した条件がいくつかあります。その1つに、「エコロジカル・フットプリントが限界を超えた状態になっても、地球の生産性に対してマイナスの影響を及ぼさない」という仮定があります。しかし、生物その他に詳しい科学者であれば、その限界を超えてしまったら、地球の扶養力や生産性はダメージを受けるので、下がっていくと考えるでしょう。

この「下げていく力」がどのようなものなのかを考え

ていしましょう。そうすることで、役に立つ行動はどのようなものなのかを考えていきたいと思います。後ほど、ヒューズ氏が、特にエネルギーについて、より具体的なデータなどを示してくれます。そこそ、日本がとても役に立つ新しい政策を打ち出せる分野なのです。

説明に入る前に、一般的なイメージをお聞きしてみたいと思います。みなさんが、未来についてどうお考えかを教えて下さい。この100年間およびその前の世紀において、地球の社会の中の多くの側面は、幾何級数的に成長してきました。人口も、食糧も、エネルギーの消費量も、自動車の生産台数も、ほかにも多くのものが、この「3つのありうる将来」のグラフの左側にあるような幾何級数的な成長を遂げてきたのです(図2)。

図2



ここで考えるべきは、では、この先この趨勢はどうなっていくのか、ということです。もちろん、未来はさまざまに複雑ですが、ここでは可能性として、大きく単純化して、3つの未来を考えましょう。1つは、この先も成長が十分に長い間継続するので、私たちは心配するには及ばないという可能性です。2つ目の可能性は、この成長の趨勢はどこかで安定して横ばいになるという可能性です。そして3つ目は、成長が行き過ぎて崩壊するという可能性です。皆さんはどうお考えですか。

これは皆さんお一人お一人に考えていただきたいと思います。この先、私たちの未来として、「どうなってほしいか」ではなく、現実的に「どうなると思うか」、皆さんや皆さんのお子さんたちがご覧になる世界がどうなるかということを考えてください。

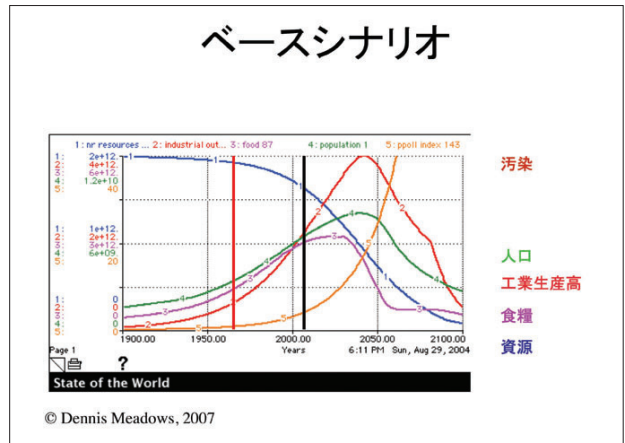
●現実のものとなった「成長の限界」

われわれのグローバル・モデルでは、人口、工業生産、物質およびエネルギーの消費量の幾何級数的な成長の原因とその結果について解析しました。私はなるべく先の可能性を考え、例えば、「限界を超えてしまった場合には、地球の生産力が削がれる」ということも、モデルに取り入れています。

そうしたシミュレーションの結果として出てきたシナ

リオの1つが、本にも掲載されていますが、こちらです(図3)。

図3



時間軸は、1900年から2100年までです。このモデルには何百という変数が入っているのですが、こちらの図には主なものを5つだけプロットしてあります。このグラフについて、いくつか大事なポイントを説明しましょう。

まず、われわれは、1972年、1994年、2004年の3度にわたって、シミュレーションを行いました。3度とも、基本的には同じ結果となりました。もっとも、時間が経過し、成長が増大し、資源が枯渇するにつれて、魅力的な将来像を描くことはより難しくなっていますが。

1972年に1冊目の本を出した時点(赤い縦線時)で、われわれは「この世紀中は成長が続く」と考えていたことに注意して下さい。また、20世紀という世紀を見ると、世界経済というシステムは大成功でした。すばらしい成長を遂げています。食糧生産も工業生産も、人口を上回るスピードで伸びています。出生率は下がっています。汚染もそれほどありません。2000年までの間は、人口も工業生産も食糧生産も増大し、汚染も若干は増えるものの、それほどひどくなるわけでもなく、資源面でもそれほど難しい問題が出てこないだろう、存在する資源量に対して使ってしまう資源の量は15%を超えないと考えていました。ですから、1900年から2000年の間には、資源の問題は起こらないと思っていました。

『成長の限界』の研究に対する批判の多くは、われわれが「破滅が起こる」とか、「2000年までに石油の枯渇が起こる」と言っているのに、それは起こらなかったではないかというものです。しかし、われわれはこの研究でそうしたことを予測したわけではありません。

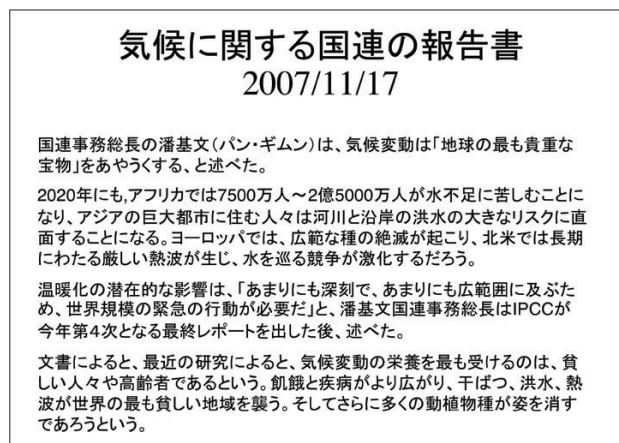
しかし、そのときわれわれが『成長の限界』で訴えたのは、20世紀で成功した政策をそのまま21世紀にも当てはめてしまうと、21世紀には「行き過ぎと崩壊」という事態が生じるということでした。ですから、将来の問題を避けるためには、このあたりで、政策と私たちの習慣、そして将来どのような問題が出てくると予期するかを変えなくてはならない、ということだったのです。

1972年に、最初にこのようなコメントを述べたとき、たくさんの批判が向けられました。当時、私の人々に向かって、これからの未来を考えたときに1か2か3かと、今皆さんに尋ねたのと同じように尋ねたとしたら、ほぼ全員が1を選んだでしょう。1972年の段階では、成長はどんどん続いていくということ以外を考へるのは、ほぼ不可能だったのです。日本でも、当時は大いなる経済成長がありました。もう忘れてる人も多いのですが、現在の中国ほどの勢いで、日本も大きくその経済を伸ばしていた時期があったのです。人々は金持ちになり、生活レベルが向上し、日本でも素晴らしい時代でした。アメリカでもそうでした。ですからほぼ全員が、このような成長がこれからもどんどん続くだろうということを、疑いもしなかったのです。

ですから、私にとっては、このような問題について話をするのはとても大変でした。しかし今はとても簡単なことです。なぜなら、今では非常に多くの科学的な研究結果が出され、新聞記事もテレビ番組も、さまざまな問題を映し出しているからです。

例えばここに載せているのは、IPCCのサマリーレポートです(図4)。この土曜日(2007年11月17日)にスペインで行われたIPCCの集まりの概要です。

図4



ここに載っているのは、新しい国連総長のコメントです。パレンシアでのIPCCの会議に参加する前に、彼は世界の各地を回って、気候変動によってどのような影響が出ているかを、自分の目で見て回りました。そしてスペインの会議に参加し、このようなコメントを出したのです。

この10年、15年、さまざまな研究結果が、われわれは根本的な変革を行わなくてはならないことを示唆し続けてきました。日本という国に対しても、外交政策を変えなければ、20~30年のうちに大変なことになるだろうと。

また、水不足も大きな問題になりつつあります。単に貧しい国の話だけではありません。今日アメリカの一部では、水道の蛇口をひねっても、水が出るのは1日に数時間だけという地域すらあるのです。日照りと水不足

があまりにひどいので、アメリカですら、水は無料で好きなだけ使えるものではなくてきています。そして、水不足の問題に直面している人は世界中で数十億人も上るのです。

このように状況は変わり、私が大声で議論して回らなくても、こういった問題については分かってもらえるようになってきました。

1972年の段階では、人々は、「限界など存在していない」と、われわれの研究を批判しました。1980年代に入って、いくつかの限界が見えてくるようになりした。1970年代には石油ショックがありましたから。そして80年代は、「いや、限界はあるけれども、ずっとずっと未来の先のことだよ」というのが人々の考えでした。

1990年代になって、「いや、限界って、そんなに遠くの話ではないかもしれない」という言葉が聞こえ出しました。「割と近くまで来ているのかもしれない。でも、心配する必要はないよ。市場の力と技術の力があれば、こういった問題はすべて解決できるから、われわれは心配などすることはない」

そして2000年代に入って、「いや、限界は間近まで迫っているだけではなく、市場も技術も、この問題を解決できそうにはない」と、人々は言い始めたのです。「何かほかのことをやらなくては」と。こうして、われわれはやっとのことで、何かほかのことをしなくてはならないと認識するに至りました。

●「グローバルな問題」と「普遍的な問題」

何をすべきかを語る前に、ここで2つの問題について区別しておきましょう。「グローバルな問題」と「普遍的な問題」です。その違いを説明しましょう。この区別は、解決策を考える上でもとても重要です。

グローバルな問題というのは、すべての人に影響を与えます。そして国際的に協調することのみ解決することができるという問題です。京都議定書というのは、気候変動というグローバルな問題を解決するための取り組みです。例えば日本で、中国もアメリカもほかの国も何もしないのに、日本で取り組みをすれば日本の気候がよくなる。そのようなことはあり得ないわけです。水産資源の枯渇も、同じようにグローバルな問題です。核の拡散もそうです。こういった問題を、個々の国だけで解決することはできません。

それに対して、普遍的な問題は全く異なるものです。やはり、あらゆる人に影響を与えるのですが、少なくともある程度はローカルに解決することができます。それぞれのローカルで行動することによってです。

グローバルな問題である気候変動でいえば、ほかの国が難しい状況にあれば、日本も同じく難しい状況にあるということになります。しかし石油の枯渇は、この普遍的な問題に当たります。ここ日本で、石油の枯渇が日本の皆さんに対して与える困難さを緩和するための取り組み

みをすることができます。たとえ他国が石油の枯渇に苦しんでいても、日本はそれよりはましだという状況をつくり出すことができます。土壌の浸食、農地の肥沃度の減少、水の汚染、森林の過剰な伐採——これらも普遍的な問題です。世界中の人に影響を与えますが、しかしそれぞれの場で、その地に与える影響を減らすための取り組みをすることができるのです。

グローバルな問題に対しては、遠い将来にメリットを享受するために、今ここで投資をしなくてはなりません。これは解決するのがとても難しい種類の問題です。ですから、われわれは現在、グローバルな気候変動の問題を解決することができていないのです。日本ですらそうです。とても賢い人々がいて、お金もあり、気候について非常に懸念を寄せている。それでも CO₂ 排出量は、世界のどの国でも増大の一途をたどっています。この問題について、解決ができていないのです。

普遍的な問題は、いまここでお金を投資すれば、ここで近い将来、その利益を享受することができます。そういったほうがより興味深い問題です。政治家は、こういった問題には対応することができます。

そして、そうした対策としての政策措置には、やはり2つのタイプがあると思います。1つは、「適応型」の政策措置、もう1つは「予防型」のものです。

もう事態は避けられないという状況にあるときには、適応型の措置を取ることによって、ローカルな被害や打撃を抑えることができるでしょう。例えば、オランダでは、気候変動への適応策として、堤防の高さを高くしています。予防的な措置とは、そもそも問題が起きないように取る措置です。

「グローバルな問題」に対してその地域でのメリットが出てくる政策は、適応型の政策措置しかありません。「普遍的な問題」に対しては、予防的措置を取る余地や可能性があります。

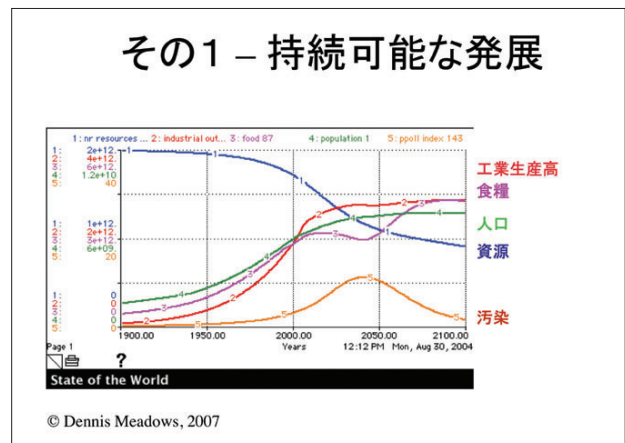
日本は、気候変動に対して適応型の政策を取ることができます。石油の枯渇に対しても同じです。例えば、海岸沿いの壁を高くする。適応型の措置を取ったからといって、海水面が上昇することを避けられるわけではありませんが、海水面が上がったときの被害を抑えることはできます。

風力発電もしかりです。風力発電をしたからといって、石油の枯渇の問題が解決できるわけではありませんが、石油の価格が高騰したときの電力の供給源として役に立つでしょう。

●「時間的な遅れ」を踏まえた持続可能な発展シナリオ

適応型および予防型の措置を賢く取ることができれば、違った未来像を描くことができます。これはわれわれのコンピュータ・モデルから出てきた別のシナリオ、「持続可能な発展のシナリオ」です（図5）。

図5



ユートピア的なものではありませんが、少なくとも長期的に維持できる社会の基盤を提供するシナリオになっています。

この持続可能な発展シナリオは、先ほどの崩壊シナリオと比べてときに、2000年の段階よりもずっと前に手を打って初めて、何十年もたったあとに、その政策措置の効果が全面的に表れてくることが分かります。これはエネルギーのピークを考える上でも、とても重要な点です。なぜなら、石油の枯渇に対応しようとしたとき、そのためにたくさんの化石燃料が必要になるからです。

例えば可能性のある地熱は、日本にとっても重要なエネルギー源ですが、地熱発電所をつくるにも、大量の化石燃料が必要になります。まだ化石燃料が残っている間に、そのような政策を進めていかなければなりません。もうなくなってしまったというのが分かるまで待つのはいけません。なぜなら、今説明したような、とても長い「時間的な遅れ」が存在しているからです。

人間はかつて、再生可能なエネルギーを使っていました。草であるとか、家畜の糞、木材などです。それから石炭にエネルギー転換がされました。そして石炭から石油と天然ガスへ、そのエネルギー転換のたびに、最低でも50年しかかかっているのです。本当に必要なときに、それがきちんと使える状態になっているためには、早めに進めなくては間に合わなくなります。

ほかに、このグラフには重要な点があります。例えば、汚染に対する対策を取ったとしても、その実際の効果が表れるまでには、何十年もかかります。汚染の度合いが、元のレベルにまで下がるまでには100年もかかっています。極めて長期間にわたって、このような政策措置を進め、その結果を待たなくてはなりません。過去に正しいことをやったとしても、その間は状況が悪化する中で生きていかざるを得ないのです。

●習慣は変えられる ——ただし強い意志が必要

最後にこれについて申し上げたいのは、先ほどお見せした崩壊のシナリオと、この持続可能性のシナリオの大

きな違いは、技術ではないということです。汚染防止のための新しい技術、また、発電のための新しい技術——言うまでもなく、こういったものは非常に重要です。しかし、それがあからといて、問題が解決されるわけではありません。技術だけを使うとすれば、その結果は崩壊しかありません。技術の活用が上手であれば、崩壊の時期は若干遅めになります。ただし、より高いレベルからの大きな崩壊となります。いずれにせよ、将来の基本型が崩壊であることは変わりません。

持続可能な発展シナリオに移行するためには、習慣を変える必要があります。社会、文化、ライフスタイルなどの習慣です。

過去 100 年を振り返ると、私たちはさまざまな習慣を身につけてきました。ライフスタイルであったり、エネルギーの使い方であったり、経済システムであったり、です。しかも、それは上手く機能して大成功を収めてきました。特に日本ではとても大きな成功でした。ですが、21 世紀にはそれでは上手くいきません。ですから、習慣を変えなければいけないのです。

習慣を変えるにはどうすればよいのでしょうか。私たちがエネルギーの使い方や CO₂ の排出といった習慣を変えることは、「可能」です。しかし、「意識して考えないとできません」し、「簡単に違和感もなく気持ちよくできるものではありません」。しかし変えなければ、事態はどんどんと悪化していきます。

1 つの問題を解決するのに、さまざまなやり方がありますが、いったんあるやり方を取ると、それが習慣になるということです。これが私たちの今直面している問題なのです。

例えばエネルギーの使い方にもさまざまなやり方があります。さまざまなライフスタイルを、私たちは自分のものとすることができます。経済や政治の仕組みにも、さまざまなものがあり得ます。そして、私たちはこれまでとは違うやり方をしていかななくてはならないのです。

●技術で CO₂ 排出は減らせない

より本質的な話をすると、エネルギーの問題や気候変動は問題ではないのです。これまで問題だと話してきたので、「どういうこと？」と思われるかもしれません。

例えば、皆さんのご友人の一人が癌になったと考えてみてください。それが原因でこの友人は頭痛に悩まされているとします。もちろん頭痛というのは厄介なもので、皆さんは何とかがあげたいと思うでしょうが、頭痛が真の問題だとは考えないでしょう。頭痛というのは 1 つの症状に過ぎません。真の問題は癌にかかっているということです。頭痛をなくすことができても、それで問題が解決されたとは思わないでしょう。エネルギー問題や気候変動の問題とは、この場合の頭痛のようなものです。それは厄介な問題であり、対策が必要ですが、この問題を解消しても、真の解決策とはならないのです。

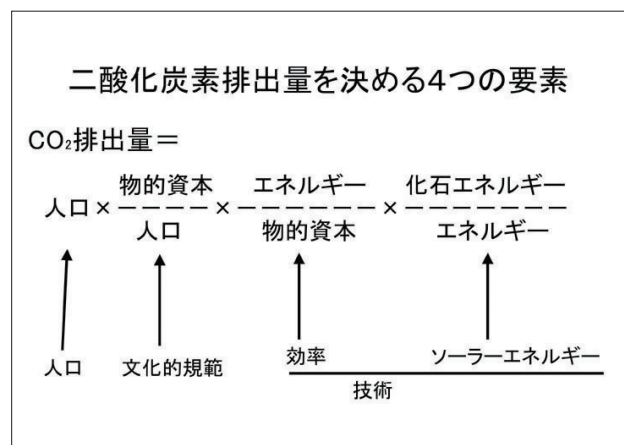
「問題」は有限の地球上での物理的成長なのです。そ

して、物質の消費量が地球の能力の範囲内に引き戻されるまでは、圧力がかかることになります。つまり、エネルギーや気候の問題を解決しても、無限の成長ができるようになるわけではありませんから、その他の限界——水不足、森林消失、土壌喪失その他関連する要因——がさらに切迫してくるだけです。そして、症状を減らすために成長を刺激しようとするほど、バランスを取り戻そうとする圧力は強くならざるを得ないのです。

「技術的な発展のみではこのシナリオを実現するのは不十分で、大きな社会的・文化的な変革が必要」という点を説明するために、CO₂ の排出量を見ていきましょう。もちろん CO₂ が唯一の温室効果ガスというわけではありませんし、実際に、京都議定書でも 6 種の温室効果ガスを取り上げています。また、温室効果ガスの中で一番重要なものが CO₂ というわけでもありません。熱の吸収という意味では、水蒸気の方が CO₂ の 3 倍の効果がありますから。しかし、水蒸気量はコントロールがしにくい一方、CO₂ の排出ならある程度コントロールできます。

さて、CO₂ の排出量を減らすためには、この式の右辺の 4 つの項の積が減らなければなりません (図 6)。

図 6



最初の項は「人口」です。ある国に何人の人間がいるかということです。その人々が、自分たちのライフスタイルを維持するために使われている資本——家とか車や飛行機など——が 2 つ目の項です。3 つ目の項は、そうした資本を動かすために必要なエネルギーです。一番右側の項は、そのエネルギーのうち、どれくらいが化石燃料由来かということです。

これまでのところ、CO₂ の排出量は増え続け、従って大気中の CO₂ 濃度も増え続けています。これは、世界全体のレベルで見てもそうですし、どこの国を見てもそうです。日本もアメリカもそうです。

なぜかという、先ほども述べたように、技術のみでは問題解決にはならないからです。これまでの私たちの努力は、この式で言えば、右の 2 つの項目、すなわち、省エネ電球やハイブリッドカーに変えるなどによる「エネルギー効率」、再生可能エネルギーを増やすことによ

る「化石燃料の割合」のみに注力してきました。確かに、この右の2つの項は少しは下がってきています。特に日本ではかなりの効果を出しています。

しかし、左の2つの項に対しては、世界のどこの国でも、手を打ってきませんでした。従って、これらは上昇し続けています。結果として、4つの項を掛け合わせた積であるCO₂の排出量は増え続けているのです。

ちなみにこれまでのところは、平均気温は0.7℃ほど上昇しています。京都議定書ではこの上昇幅を2℃以内に抑えようとしています。これはこれまでの上昇幅の3倍です。

気候変動の影響は、すでにさまざまな形で出ています。例えば、海がCO₂をより吸収することによって海水の酸性度が上がります。そうすると、最終的には貝がいなくなりますから、皆さんの好きな魚介類も食べられなくなってしまいかも知れません。貝殻や甲殻類の殻は、酸性度が高い海の中ではつくることのできないのです。

●ピークオイルが招く大幅なコスト高

このように温暖化は大きな問題ですし、世界でも大きな問題として考えられています。しかし、私はここで、まだあまり広く認識されていない問題についてお話ししたいと思います。それは、地球の化石燃料が使えなくなりつつあるということ、ピークオイルです。

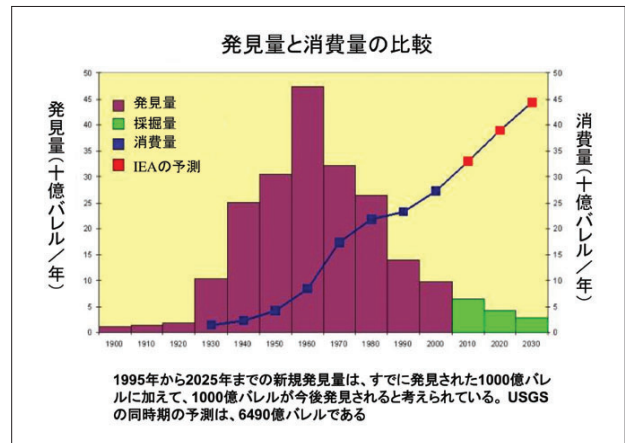
石油は今、われわれのエネルギーの約50%を供給しています。石油と天然ガスで60%、石油と天然ガスと石炭で85%ほどになります。今証拠として明らかになりつつあるのは、この石油、天然ガス、石炭のいずれもが、すでに生産量のピークに達しているか、今後10年、20年のうちにはピークに達するであろうということです。

1984年以来、毎年、石油の消費量は石油の発見量を上回っています。例えば、2006年の数字を見ると、私たちが消費した石油は310億バレル、それに対して、発見された石油は90億バレルです。過去の産油国も含めて、生産量は減少しているのです。

そのよい例が、アメリカです。かつてアメリカは最大の産油国であり、かつ最大の石油輸出国でした。しかし、40年代の後半になって、消費量が発見量を上回るようになり、その20年後には、生産量はピークを打って、その後下り坂になっています。今では世界最大の石油輸入国です。そして同様に、石油輸出国だったのに輸入国になってしまった国が35カ国あります。これと同じことが、地球全体の規模で起こりつつあるのです。

地球全体の石油の生産量のピークは、すでに2006年に来てしまったと考える研究者もたくさんいます。実際、IEA（国際エネルギー機関）の統計でも、2007年の上半期の生産量は前年を下回っています。こちらのグラフをご覧ください（図7）。

図7



1970年までには、日量60万バレル以上産出できる巨大油田が10カ所発見されました。そのおかげで、このころは発見量が生産量を上回っています。しかし、70年から90年の間には、巨大油田の範疇に入る油田は2つしか発見されませんでした。90年以降には、たった1つだけです。それはカザフスタンで見つかった油田なのですが、実際にその石油を採掘して使えるものにするのは非常に難しいことが明らかになってきています。

折れ線グラフ上の右側の赤い四角が並んでいるものが、IEAが予測するこれからの消費量です。しかし、私は「それは、政治的な動機と希望的観測に満ちた夢物語だ」と思っています。

2週間前（2007年11月）に、ドイツのエネルギーウォッチという研究所が、この先の石油生産に関する報告書を出しました。IEAの予測では、2030年には人類は1億2,000万バレルの石油を消費していることになっています。エネルギーウォッチの予測では、1日の生産量は4,000万バレルです。そのギャップは、今の年間石油生産量と同じくらいあるのです。いかに代替エネルギーを進めようと、あるいは効率化を進めようと、それだけのギャップを埋めるのは不可能です。

石油価格がこの10年間で6倍に上がってきたことは、決して偶然ではありません。1バレル100ドルという時期が来るのは共通認識になっています。私は個人的には、2年以内に今の水準の倍になるだろうと考えています。しかもその後も、下がりはないと考えています。

ピークオイル問題のいいところは、地質学というのは、政治ほどひどくはないということです。私たちは、地質については理解ができますが、政治については理解できませんから。もし、地質学的に見て、ピークがもうやってきているというなら、本当にそうなのです。

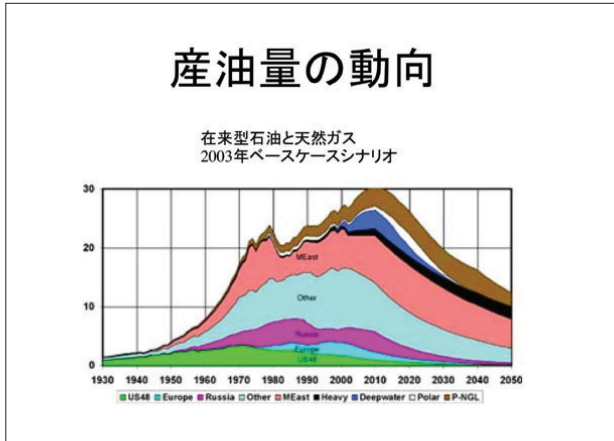
1970年代の石油ショックは、政治家が起こしたものでした。今度の石油ショックは、地質学的原因で起こるものです。政治家というのは考え方が変わったりすることがありますが、地質は考えを変えたり気分を変えたりはしません。

最近、OPECの会合がありました。OPECに対して、「産油量を増やせ」という大きな圧力がアメリカほか多

くの国からかかりました。しかし、最終的に OPEC の結論は「増産はしない」ということでした。増産できないからしないのだらうと思います。

別の見方をしてみましょう。こちらは場所と種類ごとに産油量の動向を表したグラフです（図 8）。

図 8



緑色が米国です。1970年代にピークに達しています。まだかなりの産油量はあるのですが、過去に比べるとだいぶ減っています。

紫色がロシアですが、ロシアの産油量がピークに達するのは10年ほど先でしょう。ということは今後10年間、日本にとっては極めて興味深い事態となります。なぜなら日本は、ますます石油が必要になる。そしてロシアにはそれがある。

あえて私が言うまでもないかもしれませんが、日本はエネルギーの83%を輸入に頼っています。残る17%のかなり大きな部分も、輸入ウラン燃料に頼っています。石炭についても、20年程度でやはり生産量がピークを迎えると考えられています。

そうすると、さまざまな影響が出てきます。まず起こるのはコストの上昇です。経済的なコストだけではなく、環境的なコストや政治的なコストも上昇します。おそらく、化石燃料を供給してくれる国に対して、政治的な妥協を求められることが増えるでしょう。ロシアも石油と引き換えに、日本に何らかの政治的な妥協を求めてくるでしょう。同じことがヨーロッパについてもいえます。

また、例えば航空会社の場合を見てみると、すでにコストの35%を燃料費が占めるようになっていますから、燃料が高くなれば航空券も高くなり、航空機や自動車による移動が減ることになります。

農業セクターは、かつてはエネルギーを提供する側だったのですが、今はエネルギーを消費する側になっています。実は、食糧由来のエネルギーを1カロリー得るために、化石燃料ベースのカロリーを10～15カロリー投入する必要があります。となると、食糧コストも上がります。

私たちは、「エネルギーというのは、欲しいときに必ずそこあるものだ」という考え方と状況に慣れてしまっ

ています。スイッチを入れれば電気がつく、ガソリンスタンドに行って給油すればガソリンが出てくる、という状況が当然だと思っています。しかし今後は、エネルギー供給が途絶えたり、あるいは常に使える状態にあるとは限らないという状況が出てくるでしょう。

産業界として、適応型の政策措置を取るべき大事な分野があります。いずれ、人口密度は下がってきます。なぜなら、大都市に大量の物質を持ち込み、排出されたものを持ち出していくためのコストが非常に高くなっていくからです。

そして、市場には非常に大きな影響が3つの形で出てきます。消費者が裁量支出できる部分が減るため、それだけサービスや物の購入が減ります。そして、商品の製造やサービスを提供するためのコストも上がっていきます。そして、日本の産業界の輸出先の国々でも裁量支出が減るため、輸出ビジネスも減ることになります。

こうした状況に適応するのは、あまり気持ちのいいプロセスではありません。しかし日本は、そうした変化に対して、非常にいい強みを持っています。生まれればですが。その具体的な話についてはまたお話しします。

●加速する変化のスピード

大事な問題は、ピークに達したあと、どれほどすぐに産油量が減ってくるかということです。アナリストによっては、ピークに達したあとと長期間、その水準のまま推移するだろうと言う人もいます。たくさんの問題はありますが、少なくともその問題に対処するための石油は大量にそこにあると言っています。

しかし、ピークに達したあと、産油量は年率4%、6%、10%ほどで減少してくるだろうと言うアナリストもいます。かなり急に減ってくるというわけです。もしこうなると、われわれがこれぐらいはあるだろうと思っている産油量と、実際の産油量のギャップがとて大きくなくなってきます。

私は、ピークに達したあとの産油量はかなり急激に減少すると考えています。というのは、技術が非常に進んでいますから、急速に地下の石油を掘り出すことができるからです。

石油会社としては、できるだけ早く石油を汲み上げたいわけです。そうすれば、投資をしたあとすぐに売り上げを立てることができますから。経済的にそうしたいという動機があり、技術がそれを実現する可能性を提供してくれています。

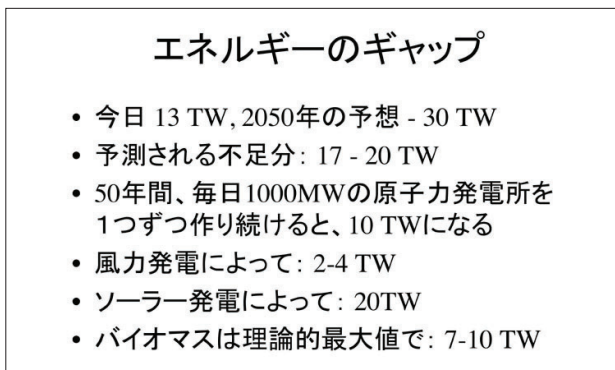
米国の産油量の減少は年率4%ほどですが、グローバルに見たときは7～10%になるのではないかと思います。もしこのような事態になると、ギャップが大変に大きくなります。

私はこの問題をずっと注目し、考えてきました。その結果、結論として、われわれが地球規模で代替エネルギー源やエネルギー効率の措置を進めても、そのギャップを埋めることは決してできないだろう、と考えるに至

りました。再生可能エネルギーはもちろん大変に大事なものです。エネルギー効率の向上を図ることも極めて重要です。最大限これらを進める必要があります。しかし、それが進んだからといって、将来エネルギーのサービスが低下してしまう事態を避けることはできません。

こちらのスライドには、発電能力を表すテラワット (TW) という単位で数字が出ています (図9)。あとでお読みいただければと思いますが、1つだけ述べておくと、われわれの直面するエネルギー不足は、17~20テラワットと考えられています。テラワットとは発電能力を表す単位ですが、その感じをつかんでいただくために述べると、50年間にわたって毎日1基ずつ1,000メガワットの原子力発電所をつくり続けて、やっと10テラワットになるということです。事故もなければ閉鎖もない、そのような想定です。

図9



これほどの建設をするということは、もちろん不可能です。日本の最大の原子力発電所は柏崎にあります。これは1,500メガワットです。しかし今は、地震の余波で止まっています。先ほど申し上げたのは、地震もなければ、どんな問題も発生しないという仮定なのです。しかしそれでもなお、問題を解決することはできません。

この20年間、「ピークなんて来ない」と言うことができる状況が続いていました。今になって、ピークオイルがやってくると人々は認識をし始め、その結果はどうなるだろうと考え始めている。どうなるかは、分かりません。なぜなら、こういった結果どうなるかというのは、物理的な科学から起こってくるわけではなく、政治、倫理、文化、宗教、国際的な競争、こういったものから起こってくるからです。こうした領域になってくると、科学的に正確な予測をすることができないのです。

最近私は、歴史書を多読しています。人類史上の偉大な国や時代がどのように勃興し、どのように衰退したかを読んでいます。われわれの将来を予測する上で、手掛かりとなるような例がないかと探して読んでいますが、1つも見つかっていません。現在の状況は、これまでの状況と全く違うのです。

大きな違いの1つは、変化のスピードがずっと速いことです。西洋に興ったローマ帝国は、約600年間かけて少しずつ衰退していきました。われわれの基本的な移行

期間は、恐らく60年ほどでしょう。10倍速いわけです。ですから、その結果どうなるかは、なかなか分からないのです。

しかし、分かっていることもあります。さまざまな技術が出てきている。ソーラーや風力の技術が進歩するにつれて、コストはどんどん下がっていく。そして、まだこういった技術に十分な資金を投下はしていません。本気になれば、新しい種類の発電技術をつくり出していくことができるでしょう。ソーラーや地熱、その他の波力などの再生可能なエネルギー源から発電する技術が、どんどんできてくるでしょう。

ただし、そんなにすぐには進まないことも分かっています。そして、そこから享受できる利益は、主に豊かな人たちのものになるでしょう。そして技術的、経済的な手段を持ち得ない主に貧しい人たちが、大きな破滅的な状況に直面することになるでしょう。

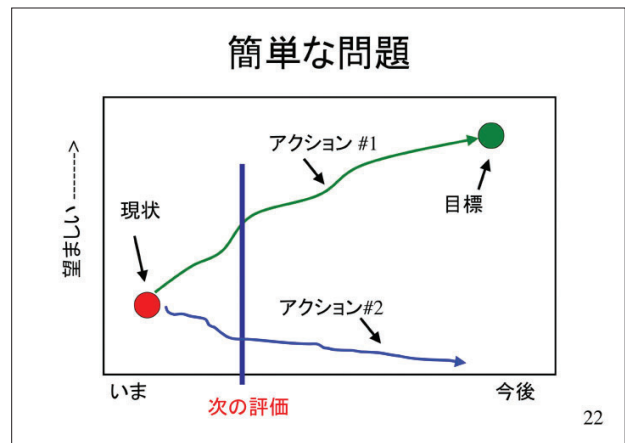
社会の構造を新しいエネルギー源をベースした形に変えていくためには、50年から70年の年月がかかります。ですから、石油のピークが去年だったのか、あるいはこの先2~3年で来るのかという程度の差異は、本質的には意味がありません。大事なポイントは、世界は今すぐに行動・習慣を変えなければならないということです。

●時間軸を延ばし、システム思考をとぎすます

少なくとも日本では、自国で何ができるか、何をすべきか、考えることができます。そのような問題を、どのように考えていったらよいかという点で、最後にお話したいポイントがあります。

問題には2種類あります。私は、「簡単な問題」と「難しい問題」と分類しています。こちらが「簡単な問題」の例です (図10)。

図10



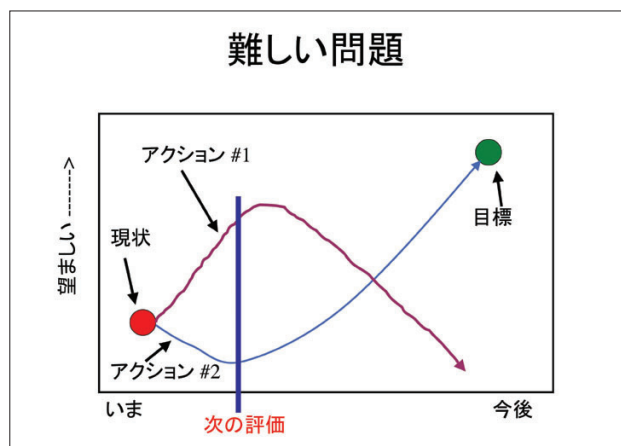
私たちは現在、赤丸のところにいます。そして将来、緑丸のところにいきたい。この縦軸では、上に行けば行くほど望ましい状態です。今、私たちには選択肢の1番と2番があります。この青い縦棒は、私たちの取った行

動についての評価を行うタイミングです。「体重を減らす」ということが目標であれば、次の評価は次に体重計に乗るときになります。企業であれば、次の決算を開示するときがそのタイミングに当たるかもしれません。あるいは学生であれば、次の試験でしょうか。つまり、今、選択肢が2つあり、取った選択肢が良かったのか悪かったのかという評価をするタイミングがこの縦棒だということです。

簡単な問題の場合は、長期的にいい結果をもたらす行動が、短期的に見てもいい結果を示します。例えば、新しい外国語を習得しようとしたときに、将来的にあれくらいのレベルにいたい、たくさんの言葉を知りたいと思ったら、勉強を始めてしばらくたったときには、始める前より多くの言葉を知っていることになるでしょう。政治家や市場は、こうした問題は得意です。こうした問題は解決できます。

もう1つの問題が「難しい問題」です（図11）。

図11

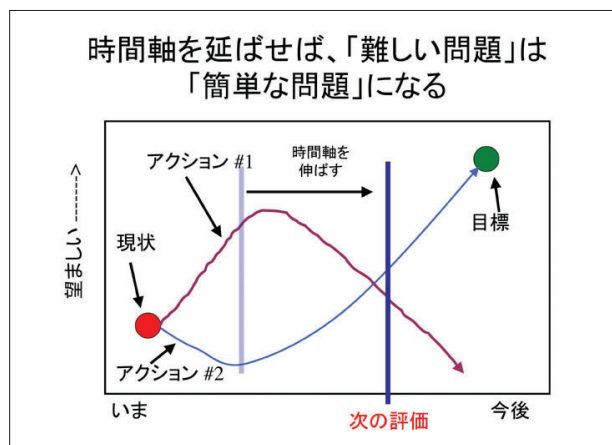


この場合は、根本的に問題を解決して目標地点に連れていってくれる策が、実は短期的に——すなわち次の評価をするときには——そうでない行動に比べて悪く見えてしまうのです。こうした問題は、難しいのです。例えば、政治家であれば、正しいことをしようとする、次の選挙では当選できないかもしれない。石油の枯渇という問題も、この難しい問題に当たります。将来的により多く安く石油が使えるようにするためには、短期的には相対的に価格を高く、使える量を減らすことが必要になるのです。

ですから、こうした難しい問題を少しでも簡単な問題に近づける努力が必要です。どうすればよいのでしょうか。

1つは、「時間軸を延ばす」ことです（図12）。そうすれば、本当に役立つ政策が「良い」ことが見えてきます。もっとも、時間軸を延ばすのは、行動を先延ばしすることでは決してありません。行動は今取らなければいけないのですが、長期的に、より遠い先を見据えて行動を取るといことです。

図12



それから、もう1つできることは、このような複雑な「システムの挙動」に対する皆さんの理解を深めることです。すなわち、難しい問題をより簡単な問題にいくためには、「システムとは、いったん良くなって悪くなったり、あるいは悪くなってその後良くなったりという挙動を示すものなのだ」ということを理解する必要があります。これはあまり理解されていません。ほとんどの人は、「短期的に良ければ長期的にも良いだろう」と考えています。

こうした問題を解決するという点に関して、最後にもう1つだけ申し上げたいことがあります。恐らく、今日の私の話の中で、ここが一番大切なポイントです。「行動は言葉より重要である」ということです。

持続可能な発展の重要性をいくら多くの人々に訴えても、気候変動やエネルギー問題について訴えても、私たちの行動が、「それはさして重要ではない」ということを表していたら、どうでしょうか。人々にあれこれ指示を出しながら、自分は言っていることと違う行動を取っていたら、人々はどう思うのでしょうか。

人々が注目するのは、私たちの言葉ではなく、私たちの行動なのです。私たちがその習慣を変えることができれば、問題を解決することができるでしょう。

ご清聴ありがとうございました。■