

# 太陽経

# 済革命

## 「石油経済」成長モデルの終焉 100年に1度のパラダイムシフト

100年に1度の経済危機は、100年に1度のパラダイムシフトの兆しでもある。世界経済成長の原動力は、米国から中国・インドに交代。同時に、米国が主導してきた20世紀型「石油経済」も終焉を迎えようとしている。21世紀は「太陽経済」の世紀だ。19世紀の「石炭」、20世紀の「石油」に次ぐ「第3次産業革命」、太陽経済革命の本質を浮き彫りにする。

本誌・藤井 一

©Mike Dobel/Masterfile/amanaimages, ©J. SANFORD/SCIENCE PHOTO LIBRARY/amanaimages

19<sup>世紀</sup> 石炭 20<sup>世紀</sup>

石油 21<sup>世紀</sup> 太陽



世界経済の  
原動力

英国 

米国 

中国 

インド 

# 「石油の世紀」の終焉

今世紀中に中国は世界一の経済大国にのし上がる。石油資源の枯渇、地球温暖化問題との折り合いをどうつけるか。そこが最大の問題だ。

膨大な石油を消費し、CO<sub>2</sub>をまきちらしながら高度成長にひた走る中国。しかし、20世紀型「石油経済」の成長モデルはすでに行き詰まっている



二一世紀における「主役交代」を暗示する事態が進行している。四月九日、中国汽車工業会は三月の新車販売台数を発表した。世界的な景気後退にもかかわらず、前年同月比では五%増の約一一万台。単月で過去最高を記録し、世界最大の自動車市場である米国を三カ月連続で上回った。

このままのペースで推移すれば、二〇〇九年を通じて中国が米国を逆転する公算が大きい。金融危機の影響で極端に個人消費が落ち込んでいる米国の現状を差し引いても、中国の躍進には目を見張るものがある。

**自** 自動車という基幹産業におけるチャンピオン交代は、世界経済成長の原動力が米国から中国、ひいてはインドに変わることを意味している。

日本、米国、欧州（英国、ドイツ、フランスの合計）およびBRICs（中国、インド、ロシア、ブラジル）のGDP長期予測値を見れば一目瞭然だろう（左ページのグラフ参照）。

中国は二〇二七年に米国を追い越して世界最大の経済大国にのし上がり、インドも二〇五〇年には米国に追いつくと見られる。ゴールドマン・サックスの予測によれば、BRICsの総GDPは二〇三二年にG7を逆転する公算が大きい。

その結果、二〇五〇年の世界は、現在とは大きく様変わりする。中国が二位以下に二倍近い大差をつける大国となり、米国とインドがそれに続く。日本や英国、ドイツは、GDPで見ればブラジル、メキシコ、ロシア、インドネシアにも抜かれる。

もちろん、米国がその軍事力を背景にした覇権を失うとは考えにくい。だが、かつての英国がそうであったように、米国は国際社会における影響力は維持しつつも、世界経済を牽引する主役の椅子は中国・インドに明け渡さざるを得ないだろう。

もっとも、中国・インドの経済成長には二つの難問が立ちまはる。エネルギー問題、環境問題だ。

いずれも高度成長と表裏一体をなすジレンマであり、二〇世紀型の思考形態では解決不可能といっている問題だ。

## 中印高度成長を脅かすエネルギー・環境問題

エネルギー問題については、中国・インドの石油消費が跳ね上がるのは必至である。とりわけ自動車市場で世界最大となる中国の石油需要はこれからも急増し続けるだろう。

現在、世界で最もエネルギーを

消費している国は米国で、石油換算では年間二億三億三〇〇〇万ト。

中国一三億八〇〇〇万ト、インド五億三〇〇〇万トで、中国・インド合計では、すでに米国に迫る勢いだ。

しかし、国民一人当たりの年間エネルギー消費量で比較すると、米国約八トに対して、中国約一ト、インド〇・五トにすぎない。つまり、自動車の普及等によって一人当たりのエネルギー消費が増えれば、国全体のそれも恐ろしい勢いで増える計算になる。

全世界のエネルギー総消費量は一〇六億ト。中国・インドの一人当たりエネルギー消費量が仮に欧州並みになれば、これが一九〇億トに増える。現在のなんと二倍近い水準である。

中国では省エネ化が進んでいないため、エネルギー効率も格段に悪い。GDP一〇〇ドル当たりのエネルギー消費量で比べれば、中国は日本のじつに九倍。言い換えれば、同じ額のGDPを稼ぐために、中国は日本の九倍の石油を必要とするのだ。

一方で石油資源には限りがある。二〇〇〇年のBP統計によれば、石油の確認埋蔵量は一兆〇四六〇億バレルで、残りあと四〇年足らずしかない。中国・インドがじゃんじゃん使うほど底をつくのも早くなる。再び原油価格が暴騰するのも確実だろう。

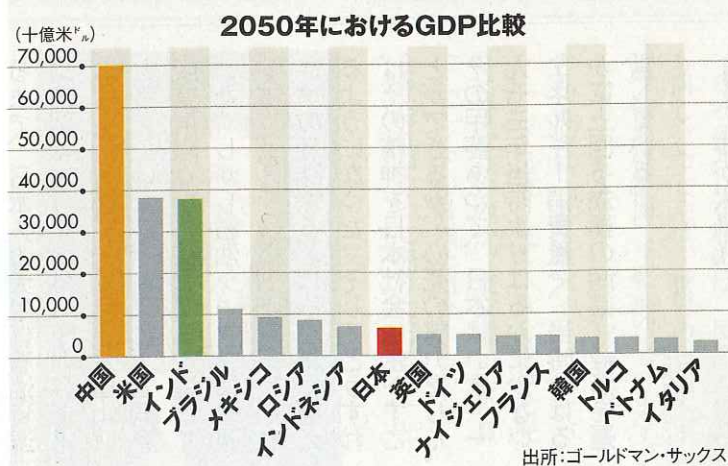
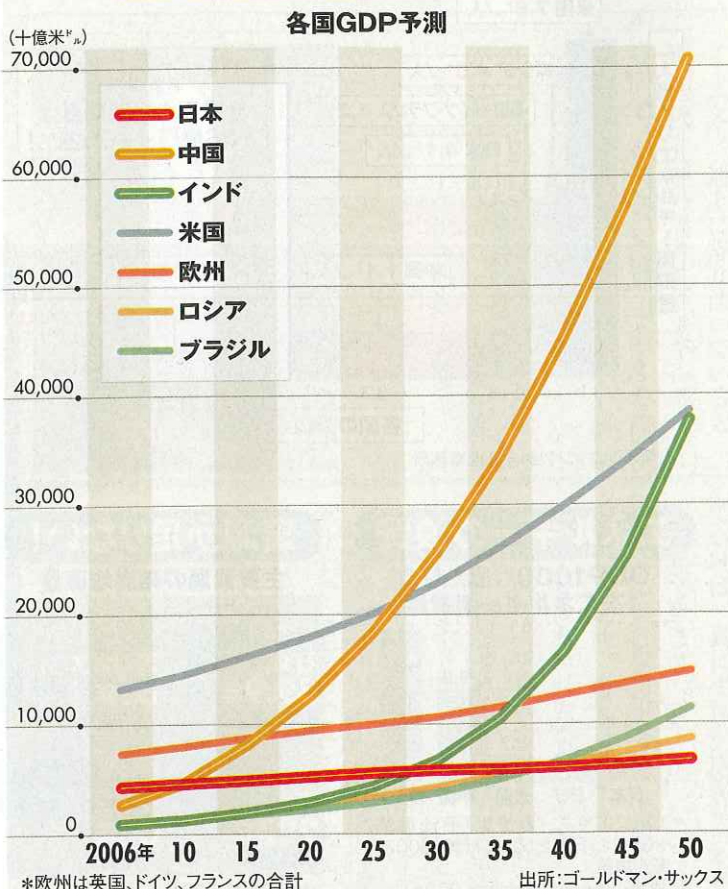
**石** 油だけに頼ってられない、もう一つの難問は地球温暖化である。石油を使えば、CO<sub>2</sub>排出量も増える。すでに中国は米国に次ぐ世界二位のCO<sub>2</sub>排出大国であり、一位になるのも時間の問題だ。

しかし、先述したエネルギー消費とまったく同じ理屈で、中国・インドの国民一人当たりCO<sub>2</sub>排出量が欧州並みになれば、全世界の総排出量は二六六億トから四三六億トに増え、地球温暖化対策は完全に破綻する。

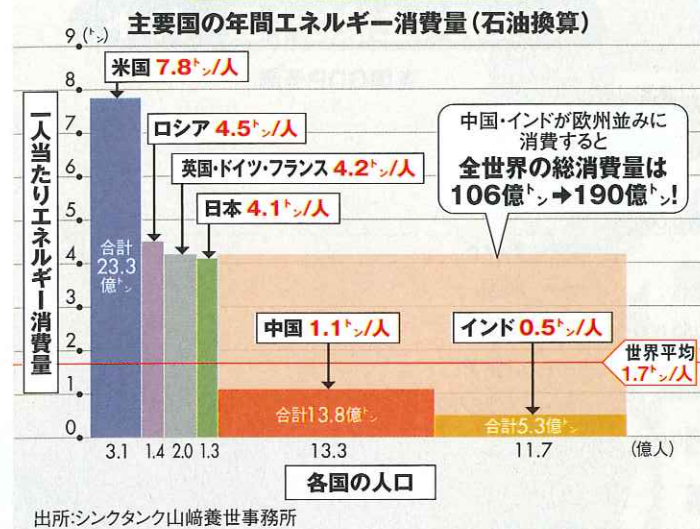
二〇世紀の経済成長を牽引してきた石油に頼っているのは、もはや二一世紀の経済成長は展望できないのである。

一九世紀に石炭を動力とする産業革命が起こり、英国が覇権を握った。二〇世紀にはそれが石油と米国に取って代わられた。二一世紀も同じパラダイムシフトが必ず起こる。世界経済成長の原動力は中国・インドに交代し、エネルギー

## 21世紀の主役は中国・インド



石油経済の限界



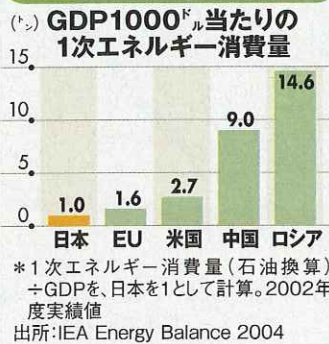
「源も一〇〇年に一度の大転換を迫られよう。」

世界最先端を行く日本の精神・技術

無尽蔵に降り注ぐ太陽光エネルギーを活用することで、エネルギー問題と環境問題の制約を突破し、同時に新たな産業・雇用を生み出す。単なるエネルギー源の転換ではなく、社会・経済のあり方を根底から変えるのが「太陽経済」の概念である。

そして、この太陽経済という概念では、日本は世界に一步も二歩

エネルギーの浪費



資源が足りない!



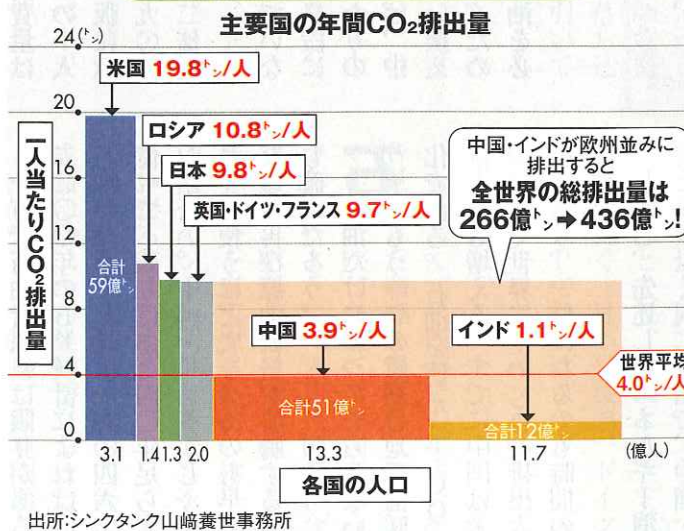
るまで、日本人の大半は石油資源は無限にあり、海外へ出かけてそれを買い付けて来さえすればよいと考えていた。それによって経済産業は限りなく拡大すると信じていた。しかし石油ショックに遭遇して、あらためて「もったいない」の意味するところを深く考えるようになった。そしてどうすればその精神を日本社会に生かすことができるか、必死の努力をした。その甲斐あって、日本はいま、一九七三年当時よりはるかに少ないエネルギー消費量で、当時をはるかに上回る規模の産業、経済を運営している。

日本が太陽光発電の実用化に本格的に着手したのも、じつは第一次石油ショック後の七三年のことである。

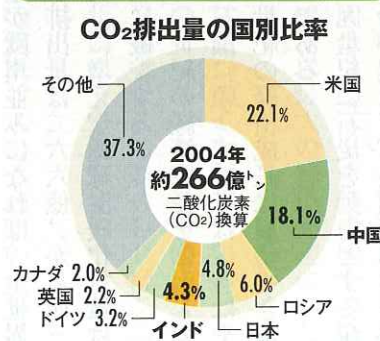
かつて日本が直面した問題に、今全世界が直面しており、太陽経済革命の潮流はもはや歴史の必然ともいえる。

「もったいない」の精神、世界最先

地球温暖化対策の破綻



秒読みに入った米中逆転



端の太陽光技術を戦略的に中国・インド、全世界に広げていくことが、日本にとっても次の一〇〇年の大計となる。

日本復活のラストチャンス 「太陽経済」で限界突破せよ

山崎養世 ● 一般社団法人「太陽経済の会」理事長

一世紀の世界経済成長の中心は中国とインド。これを疑う人はいない。しかし、中国・インドが経済成長を続ければ、いずれ石油資源の枯渇、地球温暖化問題に突き当たる。「石油経済」から脱却せざるを得ない。

そこで「太陽経済」——私の造語——です。地上に降り注いでいる太陽光は全人類の消費エネルギーの一万分で、しかも太陽光そのものは「タダ」。この無尽蔵のエネルギー源を使わない手はない。

コストが高い、とよく言われますが、技術革新も起こるし、大量生産・ネットワーク化も進む。石油は、みんなが使えば使うほど高くなる



K.Sumitomo

Interview with Yasuyo Yamazaki

れど、太陽光は、みんなが使えば使うほど安くなる。太陽光を独占することはできません。お日さまは、誰の頭上にも「平等」に降り注ぐ。このことは、資源、食料、水を奪い合うあらゆる紛争からの解放をも意味します。知恵と助け合いで「太陽経済」の概念を広げていけば、真に平和な国際社会を必ず実現できます。

日本には技術力がある。太陽光発電、二次電池、電気自動車、どれを取っても世界の最先端を走っている。この「第三次産業革命」とでも呼ぶべき大変化を主導できる底力は確実にあるのです。

どの国が「太陽経済」のデファクトスタンダードになるのかという競争はすでに始まっています。官民一体となって、日本が誇る技術を世界に広めていく努力が今こそ必要ではないでしょうか。

日本では少子高齢化が進み、経済基盤が脆弱化しています。「太陽経済」の潮流に乗り遅れば、復活の目はありません。

(談)

クリーンエネルギー技術を中国・インドに売り込め!

黒川清 ● 政策研究大学院大学教授(元内閣特別顧問)

倍(晋三)総理の任期中、内閣特別顧問だった私は「二〇五〇年までに食糧とクリーンエネルギーの輸出国になる」というビジョンを描いたペーパーを提出しました。役所の答えは「無理です」。二言目には「できない」と言うが、要はやるうとしないだけなのです。

やるうとしないのは、民間大企業も同じ。たとえば、世界のヒートポンプ需要は年間二二%伸びています。しかも、ヒートポンプを使った製品の九五%は「メイド・イン・ジャパン」ならば、なぜこれを世界に売りに行かないのか。東京電力の役員に「インドの財閥を紹介するから、合弁会社つくって売りに行こう」と

言ったんだけど、どうも返事はかばかしくない。できないと言う前に、日本が誇る技術を最も必要としているところに売りに行くべきです。具体的に言えば、これから成長してくる巨大市場の中国やインド。日本人はどうしてそこに商売に行かないのでしょうか。クリーンエネルギーの巨大な市場があるのだから、官民一体で取り組めばいくらでも売れますよ。

確かに、日本の太陽光技術、省エネ技術はすばらしい。でも、ビジネスにならない限りは「自分たちの技術がいちばんいい」と胸を張ったところで、「だからどうした」です。

単なる部品や技術を売るのはなく、コンセプトや夢を世界に売る。「ものづくり」から「ものがたり」への転換。これこそが、今日本に求められていることです。

「五〇年までにクリーンエネルギーの輸出国になる」ことは不可能ではありません。できないと言う前に、どう実現するのか考えて一歩を踏み出すべきなのです。

(談)

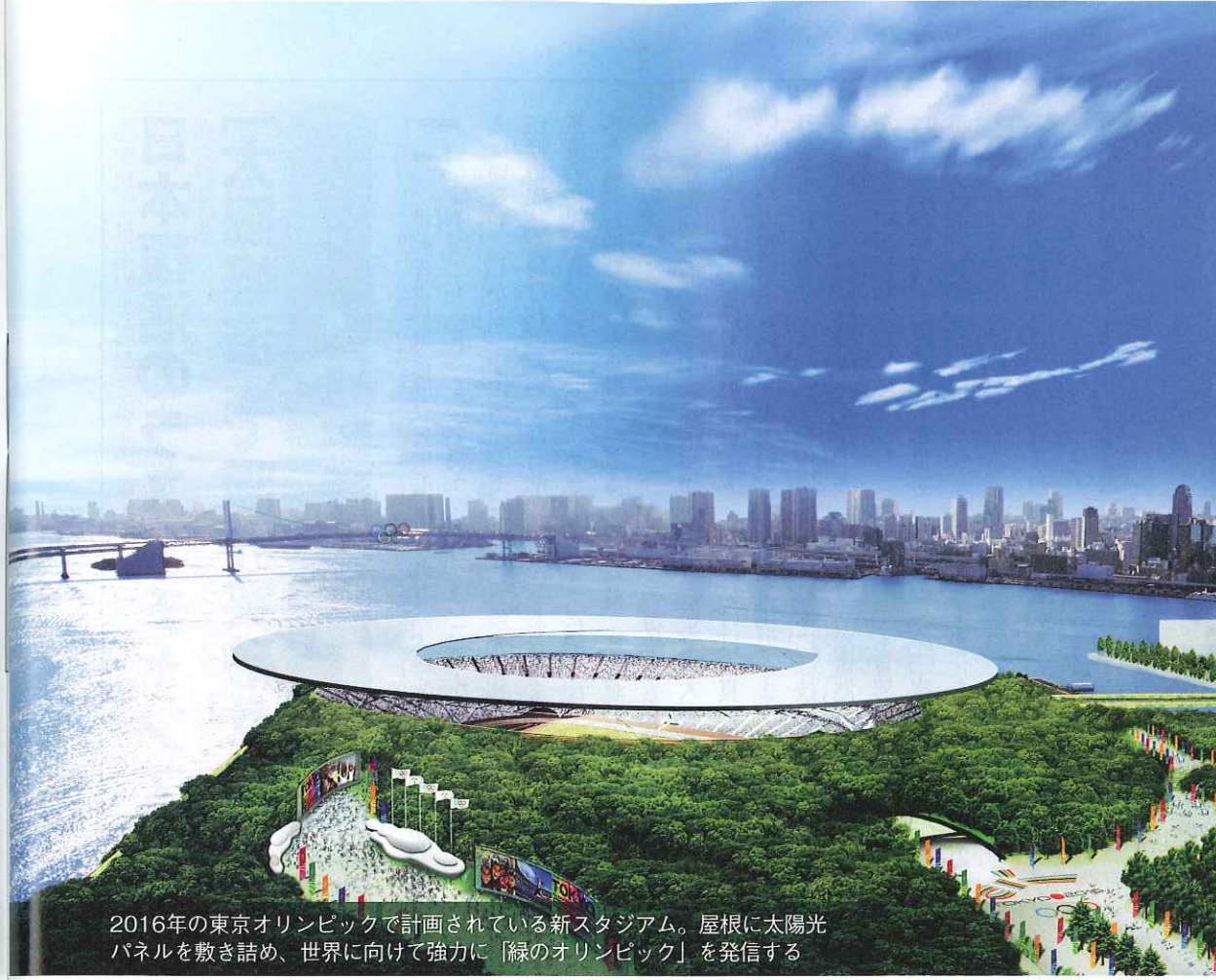


K.S.

Interview with Kiyoshi Kurokawa

# 「太陽技術立国」への道

太陽経済の勝者となる条件、「もったいない」の精神と技術力が、日本にはある。しかし、太陽光で国を立てる道のりは平坦ではない。



2016年の東京オリンピックで計画されている新スタジアム。屋根に太陽光パネルを敷き詰め、世界に向けて強かに「緑のオリンピック」を発信する

四月一四〜二〇日、IOC（国際オリンピック委員会）の委員三人が来日した。東京、シカゴ、マドリッド、リオデジャネイロの四都市に絞られた二〇一六年オリンピック開催候補都市の評価を行なうためである。IOC委員および世界中から詰めかけた四五〇人の報道陣に対して、東京オリンピック・パラリンピック招致委員会が最大限にアピールしたのは「緑のオリンピック」である。

場の七割は一九六四年大会の施設を活用し、その大半を直径八キロ圏内に集約する。会場間の移動にはプラグインハイブリッド車や電気自動車を導入される模様だ。

「候補都市のなかでは唯一、東京だけがオリンピック開催に伴うCO<sub>2</sub>排出量をマイナスに抑えることができる」と加治慶光・東京オリンピック・パラリンピック招致委員会エグゼクティブディレクターは強調する。一〇月二日、コペンハーゲンで

東京オリンピック開催が決まれば、晴海には新オリンピックスタジアムが建設される。建築家の安藤忠雄氏らが審査員となってコンペを行ない、世界中から設計案を受け付ける予定で、屋根にはびっしりと太陽光パネルを並べる。緑のオリンピックにふさわしい「アイコン」だ（上の写真参照）。

## 二〇年後に六〇兆円！太陽光産業の成長力

太陽光発電は単なる流行、ファッションではない。すでに太陽電池だけで二兆円産業に成長しており、液晶一〇兆円、半導体三〇兆円に迫る勢いだ。材料、シリコン、太陽電池、それを組み合わせたモジュール、モジュールとパワーコンディショナ

## 第3次産業革命

太陽経済の概念図

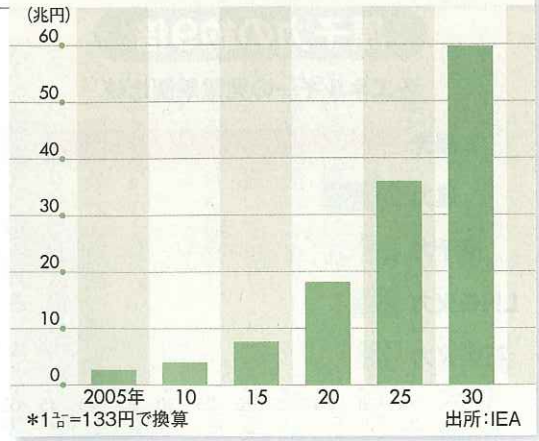


その発電システム、さらにその設置に至るまで、太陽光発電のすそ野は広く、IEA（国際エネルギー機関）の予測によれば、二〇三〇年の産業規模はなんと六〇兆円に達する。太陽光のエネルギー量は半端ではない。理屈のうえでは、ゴビ砂漠の半分に太陽光パネルを敷き詰めれば、全世界で消費されるエネルギーをすべて賄える計算になる。しかも、これから五〇億年はなくならず、半永久的に「タダ」で利用できる。

そのヤマダ電機の高崎本社（群馬県）にも太陽光パネルが敷き詰

## 2030年に60兆円産業に成長!

太陽光発電の産業規模見直し



められている。かつては住宅用が圧倒的なシェアを占めていたが、最近では企業・工場、あるいは学校や病院といった公共施設への導入も進んでいる。学校への設置については文部科学省の支援制度が活用できる。総合商社も動き出した。三菱商事は、スペインのアクシオナ社に出資。同社と共同で、ポルトガルの世界最大の太陽光発電事業に乗り出す。伊藤忠商事は日米企業を買収し、二〇一〇年までに太陽光発電関連事業で年間一〇〇〇億円以上の売上高を目指す。

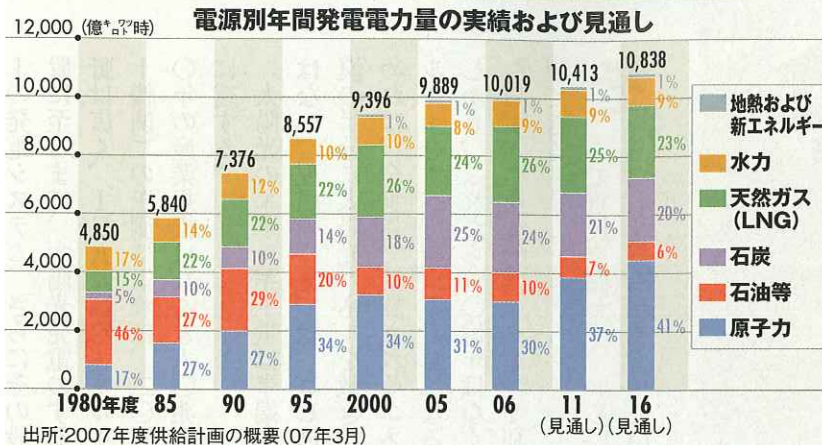
## 急速に進む技術革新コストも大幅に低下

もちろん、太陽光発電普及にはいくつもの課題がある。その最たるものは「出力安定化」。

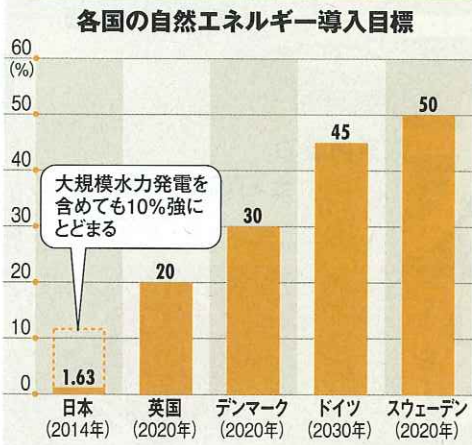
の発電単価は約四五円／キロワット時。原子力、LNG火力、石炭火力といった既存エネルギーのじつに九倍である。経済合理性だけを考えれば、とてもじゃないが採算に合わない。だが、技術にしてもコストにしても、それは「現時点」の問題であり、長期的には解決の目途が立っている。

発電技術については、量子ドット型の太陽電池研究が進んでいる。照射された太陽光をエネルギーに変える「変換効率」は現在はいせいで二〇%だが、これが理論上は約六〇%に跳ね上がる。リチウムイオン電池、燃料電池など蓄電技術の向上も考慮に入れば、LNG火力を下回る低コスト実現も夢

原子力に傾斜するエネルギー政策



自然エネルギー格差は歴然



太陽光バブル崩壊で問われる  
「フィードインタリフ」の功罪

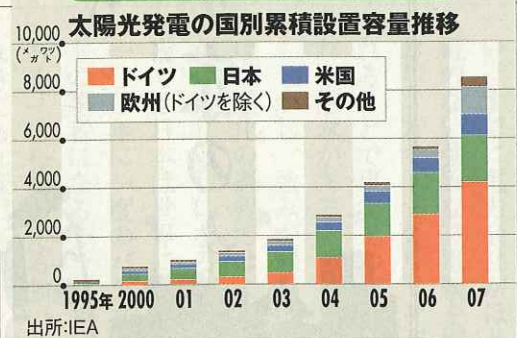
世界金融危機の爪痕は太陽光エネルギー分野にも刻まれている。フィードインタリフ(FIT)という電力固定買い取り制度によってふくらんだ太陽光バブルが崩壊した欧州の実情を追った。

二〇〇八年、太陽光発電設置容量で日本はスペインに逆転され、世界三位に転落した。

いまや太陽光で世界の先頭を走るドイツ、スペインに共通しているのは「フィードインタリフ(FIT)」と呼ばれる自然エネルギー電力の固定買い取り制度である。二〇〇五年間という長期にわたり、しかも既存電力より高い買い取り価格を設定したため、太陽光・風力発電への新規参入が爆発的に増え、ドイツはFIT導入から四年、スペインはわずか一年足らずで日本を逆転した。

FIT導入によって、太陽光パネルが不足し、多くのベンチャー企業が台頭した。ドイツのQ-Cellsは創業一〇年足らずでシャープを抜いて太陽光パネル世界一のし上がった。中国のサンテック、米国のファースト・ソーラーなど太陽光発電ベンチャーが次々に株式公開を果たし、株

ドイツが日本を逆転

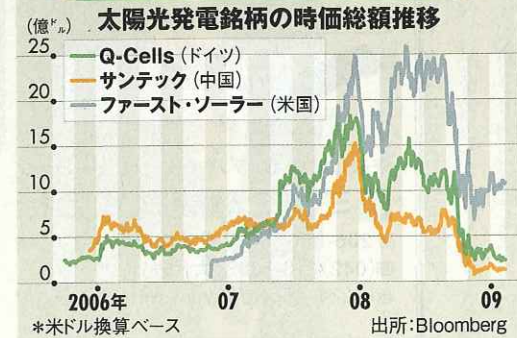


シャープが首位陥落

順位	社名(国籍)	生産量(%)	シェア(%)
1	Q-Cells(ドイツ)	389	10.2
2	シャープ(日本)	369	9.7
3	サンテック(中国)	363	9.5
4	京セラ(日本)	209	5.5
5	ファースト・ソーラー(米国)	200	5.3
6	MOTECH(台湾)	176	4.6
7	三洋電機(日本)	167	4.4
8	SolarWorld(ドイツ)	167	4.4
9	三菱電機(日本)	122	3.2
10	SunPower(米国)	100	2.6
上位10社合計		2263	59.5
その他		1541	40.5
世界合計		3804	100.0

出所:各社IR資料、資源総合システム、NEDO

金融危機でバブル崩壊



出所:Bloomberg

物語ではない。さらに、直流の高温超伝導による送電技術の研究も進んでいる。電気抵抗がない超伝導なら、送電ロスも理論的にはゼロ。超長距離の送電も可能になるため、日本の深夜電力を安く仕入れて昼の欧州に売ったり、その逆もできるようになる。

「将来的には世界の砂漠地帯に巨大な太陽光発電所を建設し、超伝導ケーブルで相互接続することによって、世界中に途切れることのないクリーンエネルギーを供給することもできる」と藤原洋・インターネット総合研究所代表取締役所長は言う(一五七ページのインタビュー参照)。

ちなみに、日本は高温超伝導研究では世界の先頭を走っており、送電に使われる超伝導ケーブルの実用化についても住友電気工業など日系企業が圧倒的に進んでいる。二〇年後、三〇年後を見通した場合、技術やコストが太陽光発電普及のボトルネックになるとは考えにくい。

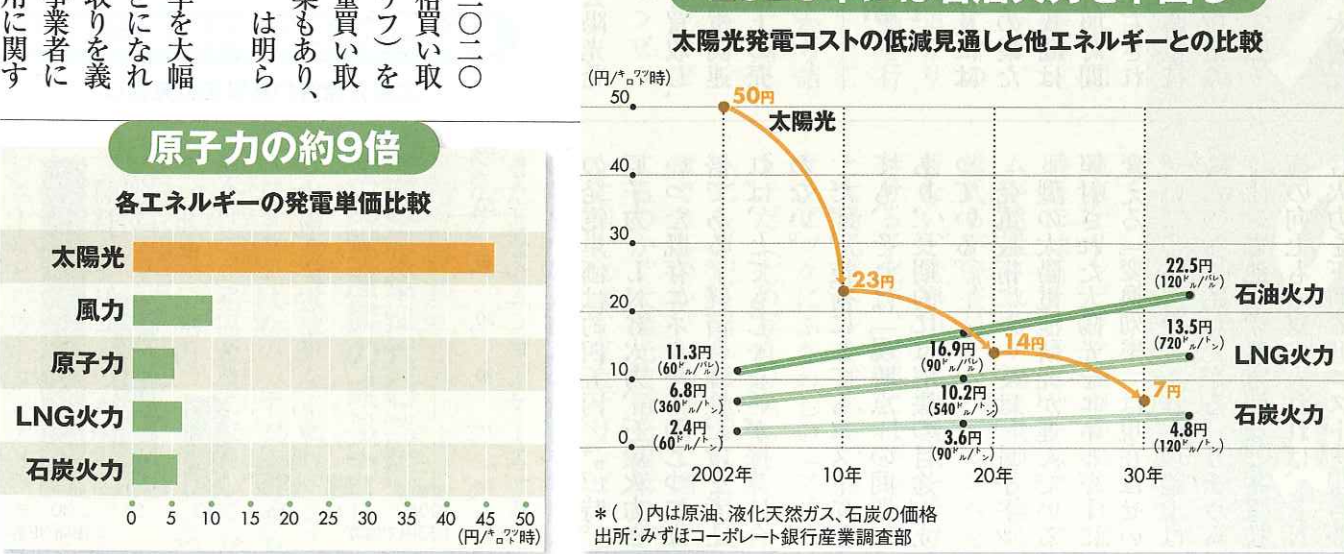
「国の意思が問われる」「新エネルギー政策」

真に重要なものは、太陽光発電を普及させ、その技術を中国やインドに売り込み、国を立てていくと

「将来的には世界の砂漠地帯に巨大な太陽光発電所を建設し、超伝導ケーブルで相互接続することによって、世界中に途切れることのないクリーンエネルギーを供給することもできる」と藤原洋・インターネット総合研究所代表取締役所長は言う(一五七ページのインタビュー参照)。

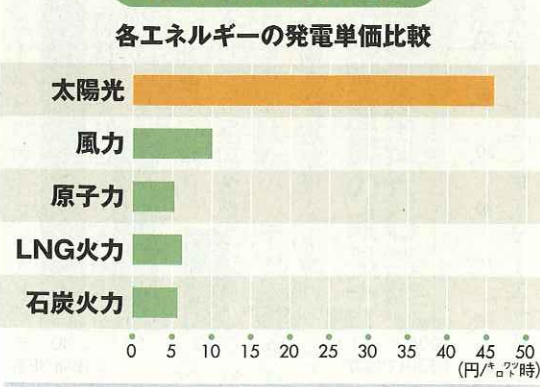
ちなみに、日本は高温超伝導研究では世界の先頭を走っており、送電に使われる超伝導ケーブルの実用化についても住友電気工業など日系企業が圧倒的に進んでいる。二〇年後、三〇年後を見通した場合、技術やコストが太陽光発電普及のボトルネックになるとは考えにくい。

2020年には石油火力を下回る



出所:みずほコーポレート銀行産業調査部

原子力の約9倍



ところが、昨年秋からの世界同時金融危機で様相は一変する。まず、銀行が発電事業者への融資を中止・延期するようになり、ファンドマネーもいつせいに逃避した。さらにスペインが買い取り枠削減を打ち出したこともあって、発電事業者は太陽光パネルの大量キャンセルに踏み切らざるをえなくなり、太陽光パネルの値崩れ、メーカーの経営危機に波及している。

つまり、このバブル崩壊を否定的にとらえるべきではないだろう。むしろ、FITがわずか数年で日本に肩を並べる産業・雇用を生み出した政策効果に注目するべきである。

つい最近、米国政府は太陽電池メーカーのソリドラ社に五三五億円

の債務保証を実行した。オバマ大統領のグリーン・ニューディール政策の一環として新設されたクリーンエネルギー債務保証制度によるものだ。この経済危機下にあっても、欧米では太陽光関連ベンチャーへの支援は依然として続いており、バブル崩壊の上つ面だけを観察していると本質を見誤る。

日本でもFIT導入が実現しそうだが、電力会社の根強い抵抗もあって、買い取り対象は太陽光のみ。しかも余剰電力に限られる。ちなみにドイツでは、一世帯平均の電気料金が円換算で九〇六〇円、うち四九六円がFITによる国民負担だ。この程度の値上げを覚悟すれば、ドイツのようなダイナミズムを生み出すことも可能なのである。

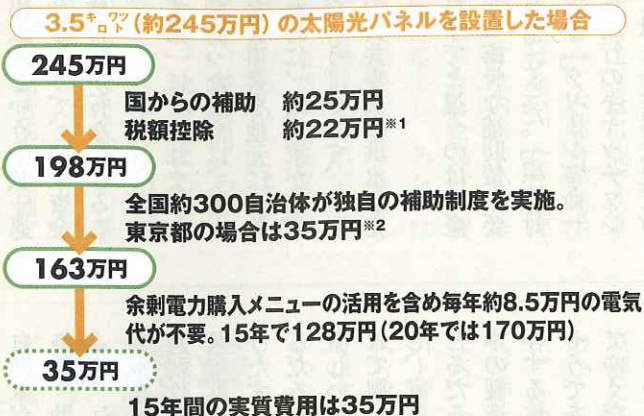
Column

写真提供:東京電力



家電量販店最大手、ヤマダ電機も太陽光発電システム販売に力を入れる。補助金復活で問い合わせが殺到中

国・地方自治体の助成復活で「お買い得」



\*1 既築住宅で省エネ改修工事を伴う場合に限る  
\*2 2009年4月から実施予定。1㎡につき10万円補助

日本



東京電力の扇島太陽光発電所構想 (仮称。写真上)。電力10社で約30ヵ所の建設計画が進む。写真下は三菱商事がスペイン企業と共同で取り組む世界最大の太陽光発電所。野球場の何十倍という面積が必要になる

る特別措置法)の目標数値を引き上げなければならぬ。現在の新エネルギー導入目標はわずかに六三%。太陽光発電を仮に五五倍に増やせば、この目標を少なくとも一〇%以上には引き上げなければ

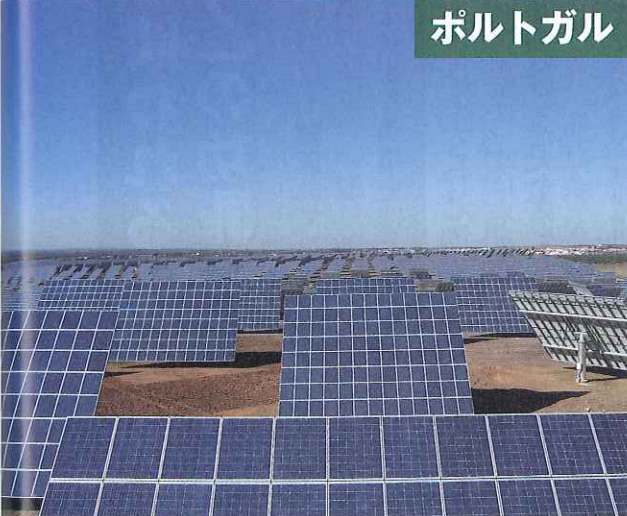
ただで全世界がつながる。それと同じように、太陽光発電のような小規模設備と二次電池で分散型の次世代送電網を構築しようという発想だ。

スマートグリッドの二次電池の役割を果たすのが電気自動車である。電気自動車に乗るときはバッテリーを充電し、乗らないときは逆に送電網に余った電力を売る。これによって、エネルギー効率の最適化が図れるため、発電量が少なくて済む。スマートグリッド構想を推進すれば、必然的に太陽光発電も電気自動車も一気に普及するわけだ。

オバマ大統領はスマートグリッドにも一兆円単位の予算を割くことをすでに決めていた。しかし、ここでも日本の態度は煮え切らない。すでに電力会社がほとんど停電のない強固な送電網を構築しており、スマートグリッドが導入されることで事実上の市場独占が崩れる懸念がある。

しかし、強みが弱みに転じるのは、進化の過程ではよくあることだ。繰り返しになるが、太陽光技術では日本は世界に先んじている。一〇〇年に一度のパラダイムシフトの勝者になるチャンスは十分にある。自らを変える強い意志。それさえあれば。

ポルトガル



ばならない。

うなれば、電力会社の抵抗は必至である。すでに電力一〇社はRPS法の目標達成に向けて、二〇二〇年までに全国約三〇ヵ所にメガソーラー(大規模な

太陽光発電所)の建設を計画している(左上の写真参照)。

目標が大幅に引き上げられれば、追加投資負担がかさむ。経済産業省、電力会社がエネルギー政策の根幹に据える原子力戦略にも狂いが生じかねない

(二〇一七年までに九基の原子力発電所建設が計画されている)。

確かに原子力は低コスト、低炭素を実現する最適の手段ではある。それが将来にわたって最適であるとは限らないのだが、経産省と電力会社は原子力重視の姿

勢を頑なに崩さないだろう。

オバマ大統領は、今後一〇年間に一五〇〇億ドルをつぎ込み、発電量に占める新エネルギー比率を二〇二五年までに二五%に引き上げると公約した。麻生首相は電力会社の抵抗を押し切って、新エネルギー導入へ舵を切ることができ

スマートグリッドと電気自動車の可能性

太陽経済の一つの社会モデルとなるのは、「スマートグリッド」と電気自動車だ。

スマートグリッドとは、わかりやすくいえばインターネットのようなものである。インターネットには大型コンピュータも旧来型の交換機も必要ない。サーバーと

インターネットと同じように二〇年後は太陽光時代になる

藤原洋 ● インターネット総合研究所代表取締役所長

I T産業は猛烈に電力を消費する。自動車工場でも製鉄所でもなく、いまや「データセンター」ですよ。何十年後にはサーバーやサーバーが発電量の半分を消費するんじゃないか。インターネット総合研究所(IRI)の経営を通じて、ITの次は環境エネルギーの時代がくる

だから、九六年にIRIを設立し、二〇〇五年にはナノオプトニクス研究所を立ち上げた。ナノオプトニクス研究所では、超伝導ケーブルによる太陽光エネルギー送電事業も視野に入れていきます。直流の高温超伝導だから、電気抵抗はゼロ、送電ロスもほとんどない。

インターネット革命の基幹技術は米国が握っていた。インテルもマイクロソフトも米国の会社です。でも、太陽光の基幹技術は圧倒的に日本が強いですからね。環境エネルギー革命の分け前を米国に渡すわけにはいかない。私を含めてクレイジーな起業家がリスクを取ってやっています。かかないと思っています。(談)

振り返れば、インターネットの基幹技術であるパケット交換が開発されたのが一九六九年。それから実用化まで二〇年かから、さらに二〇年かかって社会インフラとして定着した。誰も、この大変化を読むことはできなかった。

太陽光発電も同じだと思えます。高温超伝導の原理が発明されたのが八七年、ちょうど二〇年ちょっとたっている。あと二〇年後には、太陽光と超伝導の時代になっていますよ。技術が新たな産業・雇用を生み出し、同時に経済のあり方も変えていく。まさしく産業革命であり、私は起業家として常にそれを先導する立場でありたい。



K.S.

Interview with Hiroshi Fujiwara