

## 地球温暖化対策への気付き

～環境エネルギー・イノベーション立国に向けて～

平成20年4月5日

内閣特別顧問 黒川 清

## 本稿のポイント

府省部局別の部分最適を超えて、国家基本戦略として全体最適な政策パッケージを構築すべき。

イノベーションを基本とし、技術開発はステージ別に戦略的に行うべき。

技術開発と制度枠組みは車の両輪。戦略技術育成には、規制や制度も活用すべき。

日本の姿勢を見せるためにも、民生部門でも、一步踏み込んだ対策を講じるべき。

戦略技術を育てる新たな金融の仕組みも構築すべき。

## 結論

従来型の各省庁からの、自己範囲に限られた、したがって結果として自己最適化政策からは、現在突きつけられている地球規模の大きなグローバル社会の動きへ対応できない。国家政策の基本、日本の課題はまさにここにあり、大きな国家の政策とそこへ向けた各省庁の政策対応を指揮し、大きく転換させることこそが政治の責任、リーダーシップである。特に、G8サミット、京都議定書後等を控えて、日本の国際社会の信頼と存在基盤はきわめて危機的状況にあるといわざるを得ない。以上を踏まえて、この提案へ関係者からの検討ばかりでなく、このような視点からの政策対応を強く求めたい。

「地球温暖化問題に関する懇談会」の第一回会合に参加し、非常に有望な技術の芽に期待が持てる一方で、府省担当部局それぞれの政策を束ねた部分最適に留まり、国家としての全体最適にはなっていないと強く感じた。有望な技術の芽を育て、世界に貢献するためには、事業化の具体的プロセスや普及促進のための制度的対応も同時に必要と考えられる。以下、気付いた点をまとめた。検討の役に立てていただければ幸いである。

## 1. 基本認識

### (1) 世界は「カーボン・ラッシュ」

地球温暖化問題は「気候の危機」の認識であり、その影響は国境を越え、世界共通の危機である。この危機はエネルギーと水と食糧の3点に集約され、これらに対する世界の動きは加速している。世界ではイノベーションに必要な人材、技術、資金が急速に環境エネルギー分野に集中し始めている。かつての「Gold Rush」のように、世界は今、まさに「カーボン・ラッシュ」である。「*Green to Gold*」、つまり気候変動を避けようのない挑戦であり、極めて前向きに新たな成長機会として捉えている。

### (2) 急増するクリーンテック投資

日本でも環境対応融資、エコファンドなどが出だしたが、世界はそのずっと先を走っている。REN21によると、大規模水力を除く再生エネルギー設備投資は、2007年が約7.1兆円(ドイツ約1.4兆円、中国約1.2兆円、アメリカ約1兆円以上)が投資されている。

イノベーション加速の観点からは、ベンチャーキャピタル(VC)投資が重要である。民間調査会社(New Energy Finance)によると、2007年に約1兆円が先端技術の事業化に投資され、シリコンバレーのみならず、ドイツ、中国、韓国、台湾、インド、イスラエルにも急速に広がりだした。日本企業の企業価値トップ200社と比べても、太陽電池専門企業だけで6社がランクインし、これには創業10年未満のベンチャー企業が3社(米、独、中)も含まれ、そのトップの企業価値は1兆円を超え、日本の電力会社、ガス会社、石油会社も凌駕する。日本企業が従来型の研究開発体制と社内資金を中心に融資や政府補助金などを加え、新エネ・省エネの技術開発や設備投資を漸進的に進めているのに対し、欧米先進国のみならず世界各国では、VC投資に代表されるエクイティ・ファイナンスを活用し、多様な革新技术の芽を急速かつ効果的に育てる経営とあいまって、その実用へのスピードは比べものにならない。

### (3) 忍び寄る資源制約

2050年を見通すと、危機は地球温暖化と石油だけではない。一般に豊富に存在すると思われる元素でも静かな危機が迫っている。銅、鉛、亜鉛、金、銀、錫、ニッケル、マンガン、リチウム、インジウム、ガリウム、鉄、モリブデン、タングステン、コバルト、白金、パラジウムなどが現有埋蔵量を超える見通しである。ここで明らかのように、レアメタルのみならずベースメタル(基本的金属)ですら危機が迫っており、これまでの大量生産・大量廃棄型の産業構造、社会構造の変革を必然的に迫るものと言える。クリーンテクノロジー促進の観点でも、レアメタル対策は非常に重要なポイントとなる。

## 2. 真の環境エネルギー立国への道筋

エネルギー・運輸部門、産業部門、民生部門の各部門に即して検討すべきアイデアや部門横断的にイノベーションを刺激する制度面での対応について、いくつか提案したい。基本となるのはイノベーションであり、世界のカーボンラッシュへの情熱に互して如何に連続的なイノベーションを生みだし、それを国内外へ価値として転換、展開できるかが勝負であり、グローバル競争は激化している。革新的技術開発と政府の政策・規制は、イノベーション推進の両輪である。

### (1) エネルギー・運輸部門

#### 戦略的な技術開発

世界がクリーンテクノロジーの開発競争に突入している中で、優れた技術の芽は、日本国内にも多数存在する。そうした有望技術の芽を戦略的に育成していくことが不可欠である。その際には、健全で厳しい競争原理を導入し、国際協力も視野に入れ、基礎研究、産業化、普及という異なる事業化フェーズ毎に必要なリソースを適時適切に投入していくことが不可欠である。

太陽光発電・太陽熱利用では、国内外の人財を結集して、次世代太陽電池の国際研究拠点を早急に整備充実すべきだろう。太陽集光熱や太陽光励起レーザーでも、日本発のユニークな技術があり、健全に育成すべき。

次世代自動車では、燃料電池自動車については、研究開発・実証の努力を継続し、世界に先駆けた実用化を目指すべきである。炭素を一切使わないシステムを開発し、世界の先頭を走り続けることこそが、日本の強みとなる。電気自動車も重要なオプションである。家庭用電源を活用できるプラグイン・ハイブリッド自動車では、その実用化に向けて、官民挙げた戦略的・重点的な取組が極めて重要となる。これは2010年に本格的な初期市場投入が期待されるが、ハイブリッド自動車の市場導入に役立ったと同等以上の効果的なインセンティブ(初期市場立上げまでの時限的補助金に加え、電気料金や交通面での優遇措置などの制度的対応)の設定が必須だろう。有望技術を育てる観点から総合的な制度面の対応が必要となる。

次世代蓄電池は、再生可能エネルギー普及・浸透の最重要な共通基盤技術である。新たな正極、電解質、負極の探索など更なる技術深耕とイノベーション加速が必要である。また、リチウム電池のみならずニッケル水素電池、大容量キャパシタやこれらのハイブリッド型など次世代電池間競争によるイノベーション加速も不可欠である。

次世代小型高性能モーターと次世代磁石の開発も最重要な共通基盤技術であり、資源開発のみならず代替技術、省資源技術、リサイクル技術を含め総合的な開発戦

略が求められる。

バイオ燃料では、食料との競合を避けうるセルロース系次世代バイオエタノールの開発を進めるべきである。バイオディーゼル燃料では、廃食用油などを活用する地産地消型の草の根努力を奨励しつつ、コストダウンと普及支援が重要となる。国際的には、日本企業の水素化分解技術を活用したアジア諸国との国際協力が大切である。

省エネルギー系では、ヒートポンプ技術の進化、普及も忘れてはならない。照明用の電力消費を格段に引き下げるLED(発光ダイオード)の更なる技術開発や普及も重要であり、コストダウンを加速する上でも率先利用や適切な規制制度の導入によってイノベーションを刺激し続けることがポイントとなる。

そのほかにも、人工筋肉を利用した波力発電、超電導送電、超電導モーター(風力発電への適用)、熱電発電、排気ガス発電、温泉発電などが有望である。

新技術を支える制度構築や制度面での新たな対応

新規技術は、一般的に初期段階では、高コストによる普及障害という「鶏と卵」問題を抱える。技術開発の進展、量産効果、学習曲線などを織り込み、実用化レベルに到達するには、成長ステージに応じた適時適切な支援とインセンティブが不可欠であり、適切な支援措置と適切な規制・制度とのベストミックスが重要となる。

制度構築には、様々な要因と影響を検討しなければならず拙速に結論を得ることは困難であるが、幾つかの論点を提示する。

#### 1)太陽光等の新エネ導入許容型送配電網(ロバスト・グリッド)の形成

本質的に出力変動を伴う太陽光発電、風力発電は、電力系統の攪乱要因となる。今後は、現実の経済社会を支える大規模発電と、ピーク時対応を含め分散型の再生可能エネルギーとの共生を視野に入れることが不可欠だろう。従来型の一方向供給のみならず双方向型のロバストで柔軟な配電網の構築や、緩衝機能としての蓄電技術の活用も必要となる。(蓄電効果を持つプラグイン・ハイブリッド自動車等の普及は、電気事業での余分な設備投資を省き、電力設備の稼働率を改善し、経営効率の向上にも資する。また、災害時にも威力を発揮する。)

主な検討のポイントは以下の二点。

- ・電源開発促進税・石炭課税の適切な見直しと新エネ導入型送配電網整備への助成(電源立地促進からトータルな電力供給システムの再強化へ)
- ・負荷率改善に資するプラグイン・ハイブリッド自動車や電気自動車への制度的支援(料金制度、充電規格、充電インフラ整備)

欧州では、再生可能エネルギーの導入促進のためにアンバンドリング(電力の生産と配電の分離)を更に強化する動きが欧州委員会を中心に見られる。しかし、いたずらに理念先行の規制改革を優先するのではなく、技術の実態に即した、適切な制度整備によって、日本の国情に最も適した効率的で大規模災害時にもロバストな電力供給体制を整備していくことが可能となるのではないか。それが、更なるイノベーションの推進母胎となるだろう。このような根本的な検討を欠いたままでは、今後、太陽光発電や風力発電のコストが低下して普及体制が整ったとしても、物理的な系統制約によって、対応困難となる事態も想定される。

## 2) マイルドな固定価格買取制

2005年にドイツが太陽電池累積導入量で日本を抜き、首位になった原動力は、2000年制定の再生可能エネルギー法による高価格での固定価格買取制度(Feed-in tariff)と言われる。日本で、仮に固定価格買取制度が必要という場合には、現行の自主的措置である余剰電力購入制度を廃止した上で、20~30円/kWh程度のマイルドな価格設定にすることがイノベーション促進の観点からも望ましい。その際には、電気料金への適切な原価算入や、上記1)で検討される財源からの助成制度の設定などの措置も同時に検討されなければならない。

## 3) 単純石炭火力発電からの撤退(新規建設の自主的中止)

CO<sub>2</sub>負荷の大きな石炭火力発電の増設が世界的に見込まれる中で、日本として世界に先駆けて「従来型の石炭火力発電」から撤退(201X年以降の新規建設中止)し、G8、OECD諸国、中国、インドに自ら範を示してはどうか。同時に、水素社会に接続するIGCC(石炭ガス化複合発電)化、燃料転換、CCS(二酸化炭素分離貯留)による「石炭火力ルネッサンス」を先導してはどうか。

## 4) 国立公園等での風力発電等の設置制限の撤廃

風力発電の適地には国立公園等の地域と重なる部分が多く、300万kW(大型発電所2~3基)以上の立地可能性がある。しかし、国立公園等では、数例を除いて事実上風車の設置が認められていない。温暖化対策として重要な風力発電を抜本的に促進するため、「特別保護地区」を除き、設置を認めてはどうか(ただし、絶滅危惧種の生態系に著しい損害を与える場合のみ例外とする)。

## (2) 産業部門

### 省エネルギー対策

省エネルギー分野では、トップランナー方式を始めとして日本の省エネ政策は世界的にも高い評価を得ており、現在、国会で審議中の改正法案の実施を含め、引き続

き着実に実行を続けることが重要である。

#### CO2ラベリング

世界的には、英の流通業者テスコが、販売する商品の二酸化炭素排出量をラベリングし、消費者の商品選択の参考情報を示す取り組みを始めている。日本においても、客観的で公平なCO2ラベリングへの取り組みを進めていくべきである。

#### グリーン・サプライチェーンと次世代ものづくり

グリーン・サプライチェーンと次世代型ものづくりの推進も重要な視点である。一部の先進的企業では、川中の部品産業と川下の組立企業の連携・すり合わせを省資源の観点から再点検・再強化して、設計・調達戦略を見直し、省資源型の次世代ものづくりにチャレンジしている。資源制約や環境負荷を踏まえれば、こうした取組を産業横断的に強力に進めることを通じて、省資源型で、CO2などの環境負荷が少なく、エネルギー使用量も削減し、原価低減、つまり国際競争力の強化にもつながる「次世代型ものづくり」を目指していくべきだろう。

### (3) 民生部門

民生部門は非常に重要だが、必ずしも十分に手を付けられたとは言い難い。例えば、建築基準によって省エネ住宅・ビルを義務化する、白熱電球及び断熱効果の劣るアルミサッシを201X年に禁止する、一定規模以上のビルに新エネ導入(又は代替措置)を義務づけるといったことを検討してはどうか。また、日本の真剣度を示す上でも、深夜放送やネオンサインの制限などで踏み込んだ措置を検討してはどうか。

ライフスタイル関係では、身近な例として、レジ袋削減がある。日本では年間300億枚のレジ袋が使われ、原油換算で42万klに相当する。レジ袋を半減すれば、現行のバイオガソリン導入計画21万klと同等の原油削減効果が得られる。また、使い捨てビンを見直し、再利用可能ビン(Rビン)を再普及することでも、バイオガソリンと同等以上の原油削減効果が出てくる。使い捨て社会からの決別の小さな一歩として、レジ袋削減やRビン再普及を進めることが重要である。また、マイバッグ、マイ箸、マイふるしきなど環境負荷の低いライフスタイルの推進が望まれる。

### (4) 横断的事項(投資戦略)

世界の再生可能エネルギーのイノベーションは、巨額のエクイティ・ファイナンスによるリスクマネーによって急加速している。有望技術の芽の発掘から、アーリーステージ、機敏なM&A戦略など、ICTやバイオ技術で蓄積されたイノベーション・マネジメント手法が縦横無尽に駆使されている。日本において、これらに追随することは容易ではない。他方で、こうした世界的なファイナンスのネットワークとの接続性を最低限確保しておくこと

が極めて重要となる。また、日本において、これまでエクイティ・ファイナンスの知見を蓄積し、実行してきた数少ない政府関係機関である中小企業基盤整備機構や政策投資銀行において、ファンド支援又はファンド運営に関する政策的対応を早急に整えるべきである。(政策投資銀行については、民営化のコンテキストの中で巨額の融資業務による民業圧迫に進むのではなく、従来の日本の金融機関では十分でなかった投資機能の充実を図る中でクリーンテック・ファンドについても重要分野と位置付けていくべきであろう。)

#### (5) その他(Cool Earth-エネルギー革新技術計画の拡張)

この計画は経済産業省がまとめたものであり、同省の政策担当範囲の中での部分均衡となるのは、やむを得ないし、その中ではポイントを突いており高く評価できる。他方で、各府省横断的な地球環境問題に資する革新技術があると考えられる。農工連携分野などが典型で、例えば、ICTやバイオ技術と融合した高付加価値作物、高生産性農林水産業の可能性はどうか。国際農林水産業研究センター(JIRCAS)の研究成果は、乾燥、塩分、高温、低温に強い実用品種の開発があり、世界の農業不適地を緑化しつつ農業生産に貢献できる。また、温暖化適用作物の開発も重要だ。生物による二酸化炭素の高効率での吸着・貯蔵に関する技術開発はどうか。海藻などでは、バイオ燃料やレアメタル生物濃縮などにも活用の可能性がある。

# 地球温暖化対策への気付き ～環境エネルギー・イノベーション立国に向けて～

## 1. 基本認識

### (1) 世界は「カーボン・ラッシュ」

世界ではイノベーションに必要な人材、技術、資金が急速に環境エネルギー分野に集中。

### (2) 急増するクリーンテック投資

世界各国では、エクイティ・ファイナンスを活用し、多様な革新技术の芽を急速かつ効果的に育成。

### (3) 忍び寄る資源制約

一般に豊富に存在すると思われている元素でも静かな危機が肉迫。

## 2. 真の環境エネルギー立国への道筋

### (1) エネルギー・運輸部門

戦略的な技術開発

- ・太陽光発電・太陽熱利用
- ・次世代自動車
- ・次世代蓄電池
- ・次世代小型高性能モーター、次世代磁石
- ・バイオ燃料
- ・ヒートポンプ技術
- ・人工筋肉を利用した波力発電
- ・超電導送電
- ・超電導モーター（風力発電への適用）
- ・熱電発電
- ・排気ガス発電
- ・温泉発電 など

新技術を支える制度構築や制度面での新たな対応

- 1) 太陽光等の新エネ導入許容型送配電網（ロバスト・グリッド）の形成
  - ・電源開発促進税・石炭課税の適切な見直しと新エネ導入型送配電網整備への助成（電源立地促進からトータルな電力供給システムの再強化へ）
  - ・負荷率改善に資するプラグイン・ハイブリッド自動車や電気自動車への制度的支援（料金制度、充電規格、充電インフラ整備）
- 2) マイルドな固定価格買取制
- 3) 単純石炭火力発電からの撤退
- 4) 国立公園等での風力発電等の設置制限の撤廃

### (2) 産業部門

省エネルギー対策

- ・トップランナー方式、改正省エネ法の着実な実施
- CO<sub>2</sub>ラベリング
- ・客観的で公平なCO<sub>2</sub>ラベリングへの取り組み
- グリーン・サプライチェーンと次世代ものづくり
- ・省資源・省エネで環境負荷が少なく低原価となる国際競争力の高い「次世代型ものづくり」

### (3) 民生部門

- ・省エネ住宅・ビルの義務化
- ・白熱電球及び断熱効果の劣るアルミサッシの使用禁止
- ・レジ袋削減、リユース瓶使用、マイ箸、マイふるしきなど環境負荷の低いライフスタイルの推進

### (4) 横断的事項（投資戦略）

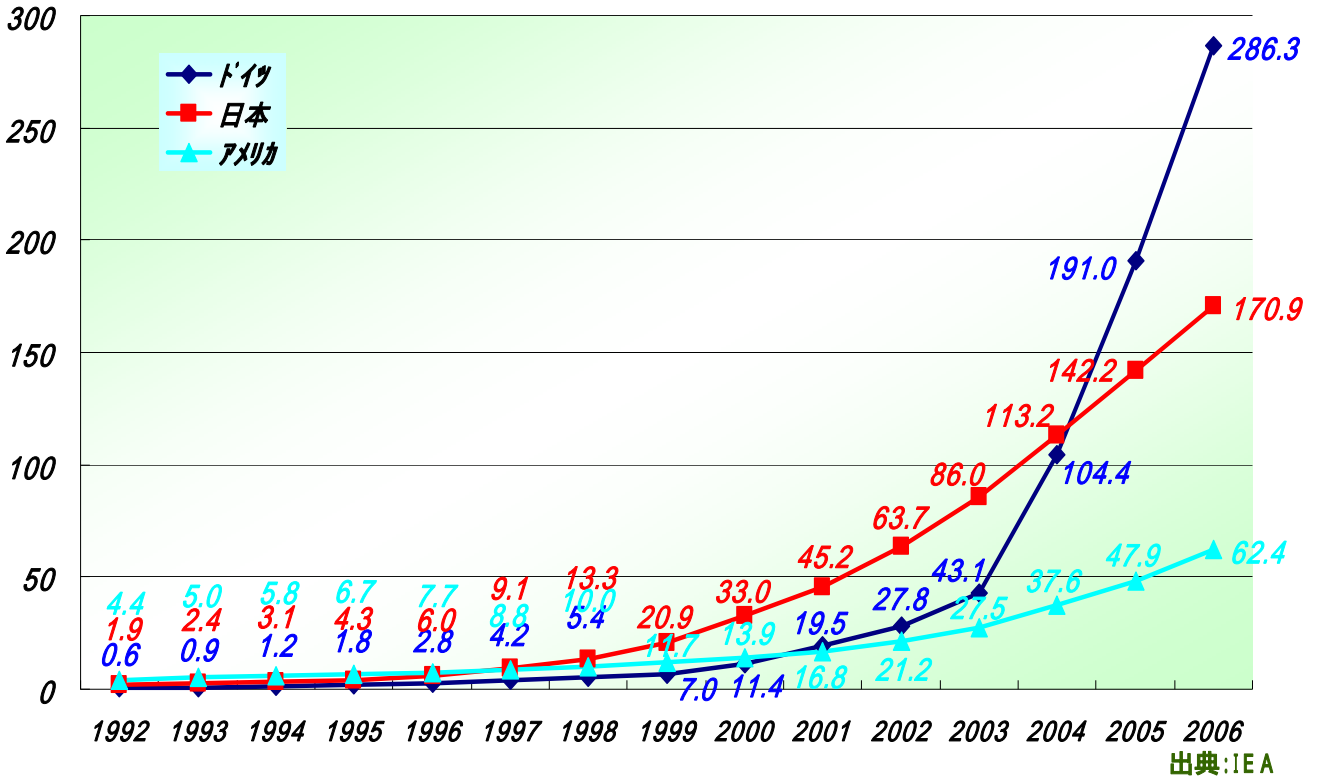
- ・巨額のエクイティ・ファイナンスによるリスクマネーによってイノベーションを急加速

### (5) その他（Cool Earth-エネルギー革新技术計画の拡張）

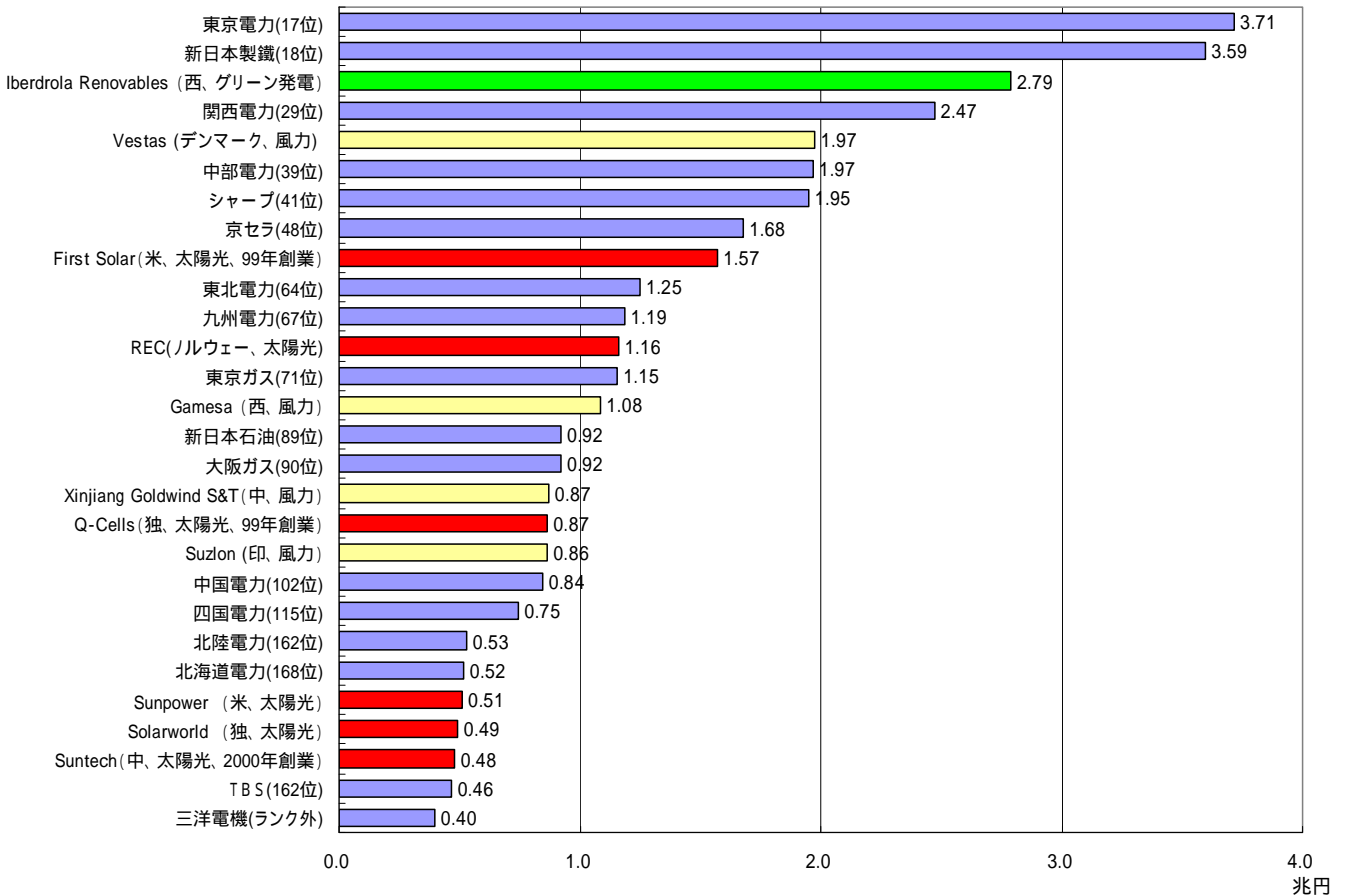


# 太陽光発電の累積導入量推移

導入量(万kW)



## 時価総額比較



日本企業3月28日終値、外国企業3月17日、1ユーロ = 157.12円(3月28日)