

# ドイツにおけるエネルギーシフト

しっかり見てみよう



Agentur für  
Erneuerbare  
Energien

[www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)



# ドイツにおけるエネルギーシフト

しっかり見てみよう



再生可能  
エネルギー

## 未来のエネルギー源をめぐるデータと事実

一見すると、再生可能エネルギーに対するさまざまな留保には理由があるようにも思えます。でもその裏にはまったく別の姿が隠れていることも珍しくありません。このパンフレットは、未来のエネルギー供給を支える再生可能エネルギーについて、さまざまなデータと事実を挙げて、一面的な見方をしっかりとした見通しに改めようとするものです。



再生可能エネルギーはすでに今日、エネルギー供給を支える重要な柱となっています。現代の再生可能エネルギーが世界の最終エネルギー消費に占める割合は、およそ10%に達しています。この割合を大きく高め、温暖化防止を迅速に進めていくには、決然とした努力が世界中で必要です。豊かな先進工業輸出国として、ドイツには、再生可能エネルギーを促進して温暖化防止の戦いを押し進めていく大きな責任があります。2050年までにドイツはエネルギー供給の大部分を再生可能な供給源でまかなうことをめざしています。

再生可能エネルギーを基礎にして、気候や環境にやさしく、危険のないエネルギーシステムを構築することは難しい課題ではありますが、これは何よりも経済と社会にとって大きなチャンスです。しかし、社会的な議論においては、再生可能エネルギーに対する留保だけが論じられることが少なくありません。再生可能エネルギーはあまりに高くつくのではないか、不当なコスト配分を生ずるのではないか、あるいは、再生可能エネルギーは技術的にまだ成熟していないのではないかと疑われているのです。文脈によっては、一見すると、それが納得できるように思えることもあるかもしれませんが、そのような留保が想定している事柄の裏をよく見れば、まったく別の姿が隠れていることも珍しくないのです。

現実とは、往々にして、一見そう見えるより多面的です。そんなとき、手がかりにできるのは、再生可能エネルギーに関するデータと事実だけです。このパンフレットでは、再生可能エネルギーに反対する主張を取り上げて、その背後に隠れている真実を明らかにします。ややもすれば一面的になりがちなわたしたちの視野が広がって、しっかりと見通すことができるようになるでしょう。

さあ、どうぞお読みください!

フィリップ・フォーラー  
再生可能エネルギーエージェンシー代表



「21世紀の始まりにあたって、エネルギーシフトは、環境政策・経済政策における最大の課題です」  
—— ドイツにおけるエネルギーシフトの重要性について、前ドイツ連邦環境相ペーター・アルトマイヤーはこう語っています。わたしたちは、2050年までに、再生可能エネルギー源による電力生産の割合を80%まで高め、エネルギー供給を再生可能で、確実に、経済的なものにするをめざしているのです。

この目標は決して絵空事ではありません。2050年までの道のりは、さまざまな計画や段階的目標によってあらかじめ定められ、そうした計画や目標は、エネルギー効率、再生可能エネルギー生産、省エネルギーを支援するさまざまなプログラムでサポートされています。すでに今日、ドイツの電力消費のおよそ4分の1は再生可能エネルギーによるものです。これは総エネルギー消費の約12%にあたります。もちろん、再生可能エネルギーの拡充にあたっては、電力供給の信頼性と、生産の経済性に注意しなければなりません。さもないと実際に持続可能なエネルギー供給という目標は達成できないからです。

ドイツ大使館や総領事館に、日本の市民のみなさんやメディアやさまざまな機関から、エネルギーシフトほど多くのお問い合わせをいただいたテーマはほかにありませんでした。このパンフレットは、エネルギーシフトに関してよく口にされる不安や批判をとりあげて、もっとしっかりとした土台に基づいた議論ができるよう、情報を提供するものです。とりあげる疑問は、ドイツにおける議論に由来しますが、ドイツのエネルギーシフトについて語る場合、日本においても主張されているものです。

このパンフレットは、エネルギーシフトに関するみなさんの疑問にきっと答えてくれることでしょう。さあ、どうぞお読みください!

クラウス・アウアー  
ドイツ連邦共和国大使館 広報文化担当公使



一見すると、再生可能エネルギーに対してしばしば表明される留保の中には、納得できるものもあるように思えます。でもその裏にはまったく別の姿が隠れていることも珍しくありません。データと事実を手がかりに、もう一度しっかり見直してみてください。

 「再生可能エネルギー拡充のコストは計算がたたない。」

 「風や太陽はいつでもあるわけじゃない。」

 「再生可能エネルギーは温暖化防止の役に立たない。」

 「太陽エネルギーはアフリカでしか割に合わない。」

 「たっぷり風が吹くのは海辺だけ。」

02  
04  
06  
08  
10  
12  
14  
16  
18  
20  
22  
24  
26  
28  
30  
32  
34  
36  
38  
40  
42  
44  
46  
48  
50  
52

「再生可能エネルギーへの支援は国民経済の重荷になる。」  


「再生可能エネルギーだけじゃ明かりが灯せなくなる。」  


「再生可能エネルギーの拡充は経済を弱体化する。」  


「再生可能エネルギーを市場に統合するなんて無理な話だ。」  


「太陽光発電はどんどんコストが高くなる。」  


「バイオエネルギーのせいで発展途上国の人々が飢えてしまう。」  

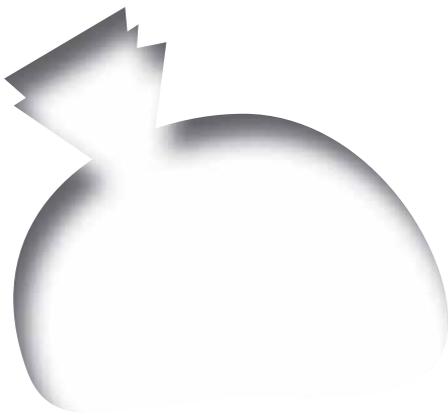

# —見ると—

「再生可能エネルギーへの支援は  
国民経済の重荷になる。」



太陽と風と水は、請求書を寄こしたりしません。ただし、再生可能エネルギーへの転換には初期投資が必要です。将来、安全で安価なエネルギー供給を確保するためには、新しいクリーンなエネルギー源への支援が欠かせません。

エネルギー供給を再生可能エネルギー抜きで確保しようとしても、決して安くはなりません。従来の発電所の中には、もう古くなったものもたくさんあり、新しくしていかなければなりません。再生可能エネルギー設備が、大量生産と技術の進歩によってどんどん安くなっていくのに対し



て、化石燃料を用いる発電所の建設と運用にかかる費用は近年、大幅に増えているのです。「建設時には助成金をもらっていた旧来の石炭火力発電所や原子力発電所とくらべても、新しい再生可能エネルギー設備にかかるコストは決して高くありません。

### 化石エネルギー —— 人間にとっても、気候にとっても、ますます増大するコスト

コストについて議論するなら、電力料金だけに集中するのでは不十分です。暖房料金や温水料金、ガリンスタンドでの燃料代を見れば、価格が急速に上昇していることが分かります。住宅に必要なエネルギーのおよそ82%は、室内暖房と給湯に使われます。暖房市場では石油と天然ガスが支配的なので、その値段が上がると家庭のエネルギー料金にも影響します。石油価格は、2012年には1トンあたり647ユーロ〔90,580円〕で、1999年と比べて5倍になっています。プレミアムガソリンの価格は、ドイツでは1リットルあたり81セント〔113円〕(1998年)だったのが1.65ユーロ〔231円〕(2012年)に、ディーゼルは同じ期間に59セント〔82

円)から1.49ユーロ〔209円〕に上がりました。天然ガスの輸入価格は、今日では15年前の4倍です。水圧破砕法のような新しい採掘方法も、価格高騰をおさえる効果はせいぜい一時的で、非在来型の石油資源やガス資源の採掘可能量の予想は大幅に下方修正せざるを得ませんでした。このほか、環境や土地利用にかかる追加費用も膨大なものになります。

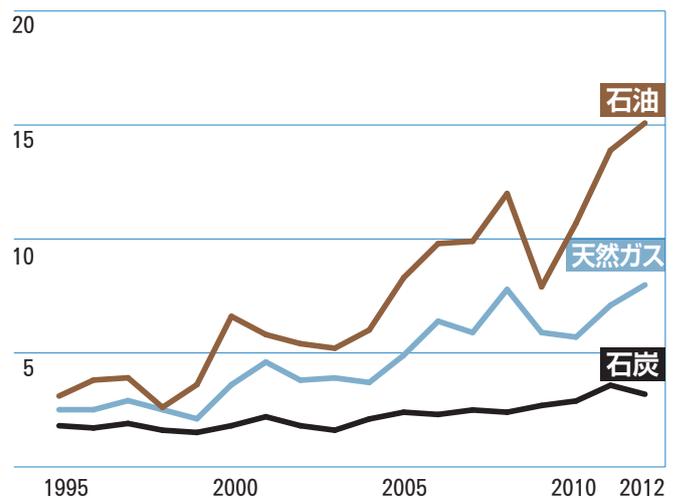
### 再生可能エネルギーは、未来のエネルギー価格にブレーキをかけます

2030年より前に、ドイツでは再生可能エネルギーによる電力は、1キロワット時あたり7.6セント〔11円〕で生産され、従来型電力の1キロワット時あたり9セント〔13円〕よりも安くなると予想されています。1キロワット時あたりの再生可能電力の生産コストは、利用開始当時に比べると半分以下になりました。再生可能エネルギーへの初期投資は、こうして、ちゃんと割に合うのです。

国民経済に及ぼす再生可能エネルギーの利益は、2050年までに、それまでの投資のおよそ5倍になります。再生可能エネルギーは、化石エネルギー供給に比べて、およそ5,700億ユーロの節約になります。再生可能エネルギーは、わたしたちの子供たちや孫たちに、最後には、温暖化や核廃棄物のかわりに、クリーンなエネルギーを残すのです。

### 化石燃料の輸入価格の歴史的展開

ギガジュールあたり、ユーロ<sub>2010</sub>



出典: BMWi/BAFA



DLR, IWES, IfnE: ドイツにおける再生可能エネルギー拡充の長期的シナリオと戦略(2012)

支援によって得られる利益は  
コストをはるかに上回ります。



—見ると—

需要計画

見積り

# 「再生可能エネルギー拡充のコストは 計算がたたない。」

算

34.000,00  
23.445,80  
456.456,00

34,26  
12,35  
85,00  
257,80

876,00  
63.454,00  
185,00  
345.57,80

756,45  
18.254,98  
657.658,30  
47,60  
457,80

123.321,45  
68,70  
23.56  
988.998,90

34.000,00  
23.445,80  
456.456,00

12.876,00  
65.244,00  
85,00  
4.257,80

620.876,00  
63.454,00  
185,00  
345.57,80

756,45

23.445,80  
456,00

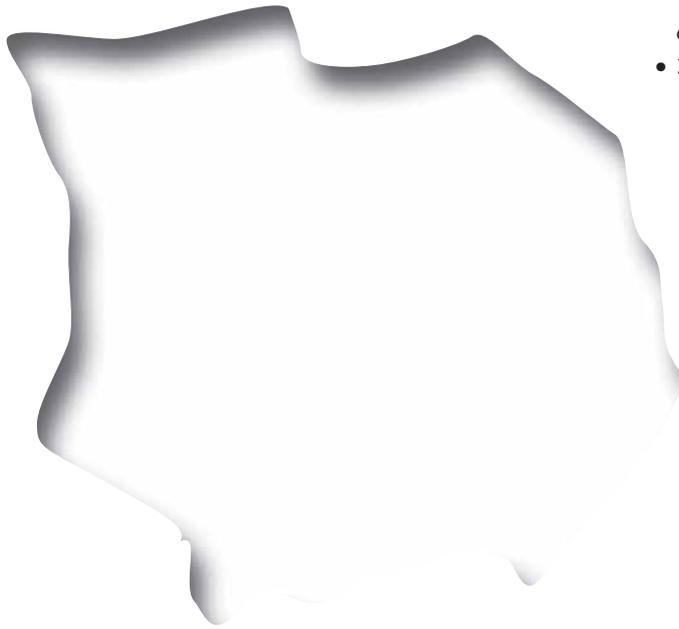
756,45  
18.254,98  
657.658,30  
47,60

123.321,45  
68,70  
23.56  
988.998,90

4.000,00  
445,80  
6,00

再生可能エネルギーの利用コストは透明で、常に下がっています。これに対して、ほとんど計算が立たないのは、化石燃料と核によるエネルギー供給の方です。土地の破壊、気候や健康への害による従来のエネルギー供給のコストを考えれば、今日すでに、再生可能エネルギーがウランや石炭、石油、天然ガスに比べて安価なのは明らかです。

2011年の福島原発事故や、2010年のメキシコ湾の原油流出事故は、印象深い実例です。自然保護団体グリーンピースは、日本の



原発事故による損害は目下1,850億ユーロ〔25兆9,000億円〕に達していると計算しています。石油プラットフォームに関わっていたBP社は、原油流出事故で損害や影響をこうむった個人と企業に対する賠償だけで290億ユーロ〔4兆600億円〕を支払わなければなりません。事故を直接引き起こした者が部分的に金銭的な損害賠償を行うとしても、そもそもその環境破壊は元に戻せないことも多く、影響はまだまだ長期にわたるのです。

**石炭、石油、それにウランは、人間にとっても、環境にとっても、高いコストの原因となります**

依然として90%近くを化石原料と核原料に頼っているわたしたちのエネルギー供給は、人間と環境に常に悪影響を与えています。大気汚染、気候変動、それに資源採掘は、人間の健康や、植物世界や動物世界、建造物やいろい

ろな物に害を及ぼし、また土壌を汚染します。これによって国民経済がこうむるコストは、エネルギー計算にはあられません。国家や医療保険、あるいは市民が担わなければなりません。つまり、このような隠れたコスト（外部コスト）は、その原因を作った者ではなく、社会が支払うのです — 例えば高い税金という形で。

外部コストの例としては、そのほか次のものを挙げることができます。

- 石炭、ウラン、天然ガス、石油の採掘と移送・輸送による生態系の侵害、
- 核エネルギーの利用と結びつく事故の危険と、放射性廃棄物の蓄積、
- 枯渇するエネルギー資源をめぐる紛争の危険、
  - エネルギー輸入へのドイツの強度の依存と、それにとまなうリスク。



FÖS: 電気には、本当はどれだけのお金がかかっているか(2012)

# 再生可能エネルギーの値段は正直です。

化石エネルギーと核エネルギーでは、表面的なコストの下に、真のコストが隠れています。

請求書の上でのエネルギー価格

紛争

環境破壊

復旧費用

安全対策費用

健康被害

## 月額電気料金(2013年)

生産\*、輸送、販売 42.88ユーロ

租税公課 25.32ユーロ

EEG分担金(2013年) 15.40ユーロ

1カ月あたりの総コスト 83.59ユーロ

**\*ここに含まれない外部コスト 29.75ユーロ**

標準的な3人家庭の電力コスト(3,500 kWh/a)をUNB、BDEW、BNetzA、Verivoxのデータおよび独自評価に基づいて計算(2013年2月現在)、FÖS「従来型エネルギー分担金」(2012)

—見ると —

「再生可能エネルギーだけじゃ  
明かりが灯せなくなる。」



ドイツのような高度に発達した先進工業国のエネルギー供給に、再生可能エネルギーでほんとうに足りるものだろうか？ — では、逆の質問をしてみましょう。石炭、天然ガス、石油、ウランは、今後の30年間ないし40年間においても、わたしたちのエネルギー供給を保証してくれるのでしょうか？ 化石エネルギー源だけで、増大する世界人口のエネルギー需要をまかなえるのでしょうか？

再生可能エネルギーの無尽蔵の自然ポテンシャルは、「使い切る」ことができません。ちゃんと利用さえすればいいのです。風力、太陽エネルギー、水力、バイオエネルギー、地熱 — どれかひとつが提供する分だけでも、現在の世界のエネルギー使用量を何倍も上回ります。再生可能エネルギーによる完全供給は、その多様なポテンシャルを有意義に組み合わせ、エネルギー保存と負荷調整の力も合わせれば、十分に達成可能なのです。

- ドイツの屋根や建物正面、それに集落の塗装面の10%に太陽光発電設備を設置すれば、今日のドイツの電力消費量をすべて完全に太陽光発電でカバーすることができます。
- 陸上の風力エネルギー設備の設置出力を倍にして、海上にもあらたに建設すれば、ドイツの電力消費量の4分の1に相当します。
- 2011年の連邦環境省によるパイロットスタディによれば、太陽熱は長期的にドイツの熱需要の4分の1をカバーできます。
- 国内のエネルギー植物、木材、廃物（水肥や堆肥など）のバイオマスは、ドイツの1次エネルギー需要の4分の1をカバーします。そのために利用するのは、最大で農業利用面積の4分の1です。
- ドイツにおける水力発電は、業界の予想によれば、長期的に50%増加します。
- ドイツにおいて地熱によって長期的に実現できるポテンシャルは、電力消費と熱需要の半分をカバーするのに十分です。

### 100%再生可能エネルギーは実現できます

再生可能エネルギーへの完全な転換は、供給の中断なしに技術的に可能です。ドイツやデンマークの数多くの太陽光発電団地、バイオエネルギー村、地域エネルギー供給、100%再生可能エネルギー地域、それに再生可能エネルギー拡充のダイナミクスがよい見本です。再生可能エネルギーの拡充は急速に進

み、次第々々にかつての石炭火力発電所や原子力発電所にとってかわっているのです。エネルギー効率を高めて節約すれば、古い発電所はもっと早くなくても済むようになり、また新設は余分になります。再生可能エネルギーの年間電力生産量は、再生可能エネルギー業界のシナリオによれば、2012年の1,361億キロワット時 (kWh) から、2030年には4,500億kWhに増加します。これにより、電力供給のほぼ80%を占めるまで成長することになるでしょう。



DLR, IWES, IfnE: ドイツにおける再生可能エネルギー拡充の長期的シナリオと戦略。ヨーロッパと世界の動向を考慮して (2012)

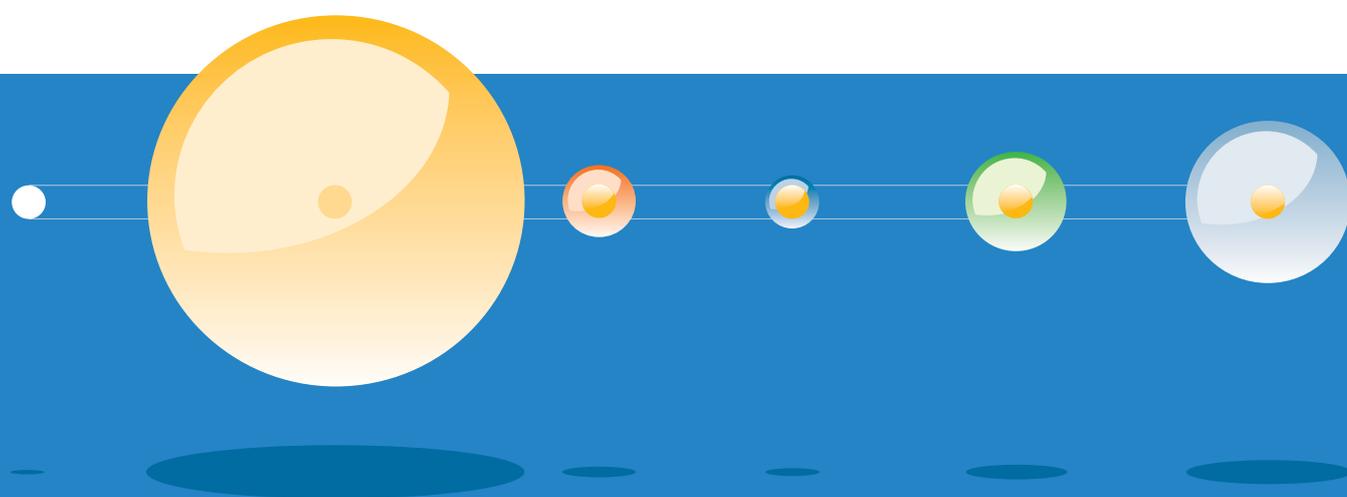
Greenpeace, EREC, DLR, GWEC: エネルギーの進化と革命。持続可能な世界エネルギーの展望 (2012)

WWF, Ecofys, OMA: エネルギーレポート。2050年までの100%再生可能エネルギー (2011)

SRU: 100%再生可能電力供給への道 (2011)

FVEE: 2050年のエネルギー構想。エネルギー効率と100%再生可能エネルギーに基づく持続可能なエネルギー構想の展望 (2010)

# 太陽の光だけで 世界中のエネルギー需要の 2,850倍を供給できます。



世界の年間  
エネルギー  
消費量

太陽エネルギー:  
2,850倍

地熱:  
5倍

水力:  
3倍

バイオエネルギー:  
20倍

風力:  
200倍

世界の年間エネルギー消費量と比べると、自然の太陽エネルギーが供給できるのは理論的にその2,850倍です。風力による供給だけでも200倍です。

こうしたポテンシャルはドイツでも利用できます。ドイツに注ぐ太陽光だけで、ドイツのエネルギー消費量の約80倍のエネルギーがあります。

出典: FVEE, DLR

# —見ると—

「風や太陽は  
いつでもあるわけじゃない。」



再生可能エネルギーを利用する人は、停電を心配する必要はありません。風力と太陽光による電力供給は、正確な天気予報のおかげで計算が立ち、またバイオマス、水力、それに蓄電設備によって柔軟に補うことができます。こうした組み合わせにより、再生可能エネルギーによる完全供給が達成できます。

風力発電のさかんな東フリースラント地方で風が凧いでも、それによる出力低下は地域や、広域連合や、全ヨーロッパにまたがる既存の電力網によって相殺することができます。逆に、風力発電による電力が過剰な場合、これは電力網を通して大量消費地に送られます。分散的な再生可能エネルギー設備は、互いにサポートし合ったり、補い合ったりすることができます。風と太陽が足りない場合、バイオガス設備や、蓄電設備、水力、木材火力、あるいは地熱発電所が、いつでも頼もしく肩代わりしてくれます。風と太陽が余る場合、余剰電力は、電力網を使って、柔軟性のある大口消費者や、熱電併給設備、あるいは蓄電器に送ることができます。

消費電力に対する再生可能エネルギーの割合が増えると、電力網の拡充と最適化が必要になります。電力網は、再生可能電力を地域、広域連合、さらには国境を超えて送り、地域の天候変動を相殺するのを助けます。電力需要も、将来的にはこうした供給のばらつきに適合することができますし、またしなければなりません。すでに今日、冷蔵施設などの大口電流消費者では、消費電力を時間に合わせてコントロールすることができます。風力と太陽光によって大量に電力が供給されるときには需要を高め、凧や暗がりなど逆の時は低くするのです。これを

負荷調整と呼んでいます。最終消費者は、将来的には、インテリジェント電気メーターと可変電力料金制を利用して、冷蔵庫や洗濯機などの家庭用機器を、風力や太陽光による電力が大量に供給される場合にたくさん使う、ということができるようになるでしょう。

### 再生可能コンビネーション発電所 — チームプレーヤーとしての再生可能エネルギー

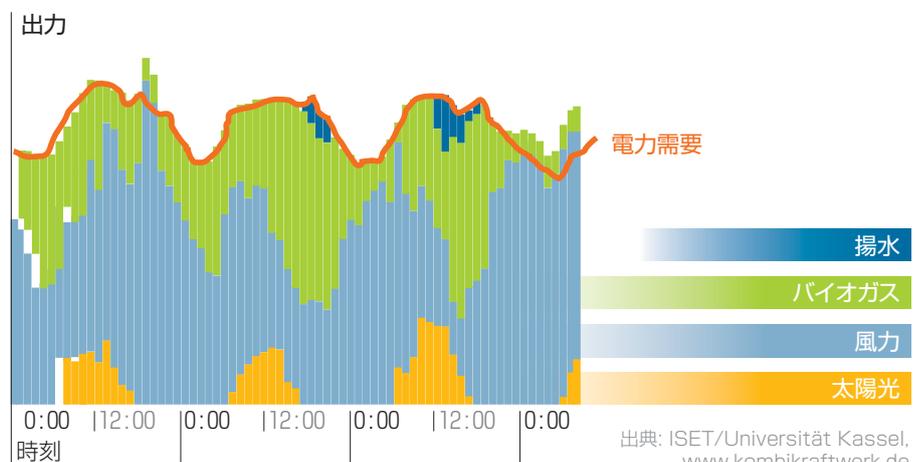
研究プロジェクト「コンビネーション発電所」では、どのようにすれば電力供給を100%再生可能エネルギーでまかなえるかを明らかにします。つまり、ドイツ全土に散らばる風力、太陽光、バイオマス、水力発電設備を互いに連結して制御するのです。風力エネルギー設備とソーラーモ

ジュールは、必要に応じて、バイオガス設備と揚水発電で補います。将来的にはさらに、高性能の蓄電池などの蓄電技術がこれに加わります。

安定した電力供給には、いわゆるシステムサービスの提供も必要です。これには供給網の安定を保障するための調整エネルギーや相殺エネルギー、電圧維持のための無効電力の発生があります。これまでは主として火力発電所や原子力発電所がこのシステムサービスを行っていました。再生可能エネルギーは、電力供給において果たす役割が大きくなればなるほど、それだけ大きな責任を果たしていかなければなりません。プロジェクト「コンビネーション発電所2」は、電力供給を100%再生可能エネルギーでまかなった場合でも、安定した信頼できる電力網の運営が可能であることを明らかにします。



### いつでも、どんな天候でも、信頼できる電力供給を再生可能エネルギーで — 再生可能コンビネーション発電所



BEE, BET: 再生可能エネルギーによる変動電力供給の相殺可能性(2013)

でも、必ずどこかにあります。



—見ると—

「再生可能エネルギーの拡充は  
経済を弱体化する。」



再生可能エネルギーは、経済立地としてのドイツの強みに重要な貢献を果たしています。生産設備と研究に多額の投資を行うことにより、再生可能エネルギーのおかげで、ドイツは今後もグリーンテクノロジーをめぐる国際競争の先頭を走り続けるのです。

再生可能エネルギーの拡充は、経済全体にプラスの効果をもたらします。経済規模の拡大、長期的なエネルギーコストの削減、さらには投資、地域価値の創出、雇用などです。再生可能エネルギー分野の総就業者数は、2012年でおおよそ378,000人です。2020年までに、業界では就業者数が500,000人に増加すると計算しています。その場合、設備を用いた生産の側のみならず、そこに供給を行う産業の側においてもあらたに職場が誕生します。例えば、風力エネルギー設備はスチール製であり、これを供給するのは伝統的な鉄鋼会社なのです。再生可能エネルギーの拡充により、生産、企画、販売、設置、運営、保守といったさまざまな分野の企業が恩恵を受けます。経済危機にもかかわらず、多くの会社が再生可能エネルギー分野に対する納品業者として成長し、経済拠点ドイツに根をおろしています。中央ヨーロッパでは何十年も前からサービス業が盛んでし

たが、再生可能エネルギーはこれに立ち向かっています。ドイツは再生可能エネルギー源を将来さらに拡充しようとしているため、今後も、この分野と、これに隣接する産業分野の成長が見込まれるでしょう。

**産業は、技術革新と電力料金低下で利益を得ています。**

ケルン・ドイツ経済研究所のランキングによれば、ドイツは経済立地としての国際競争で5位につけています。競争力のある革新的な産業がなければ、これはあり得ないことでしょう。経済立地としてのドイツは、多くの分野の先進企業にとって有望で魅力的です。企業の立地選択にとって重要なのは、良好なインフラや、魅力的な専門家市場といった要素です。ドイツにおいては、電力料金もひとつの要素です。ドイツでは、平均すると、電力料金は企業の総生産価値のわずか2.2%です。エネルギー集約型の企業にとっては、電力料金は確かに

得ています。限界コストが低いため、風力エネルギーと太陽エネルギーのおかげで電力料金が低下しているのです。2012年には、これは平均して1キロワット時あたり約6セント〔8円〕です。

**再生可能エネルギーは輸出を促進します**

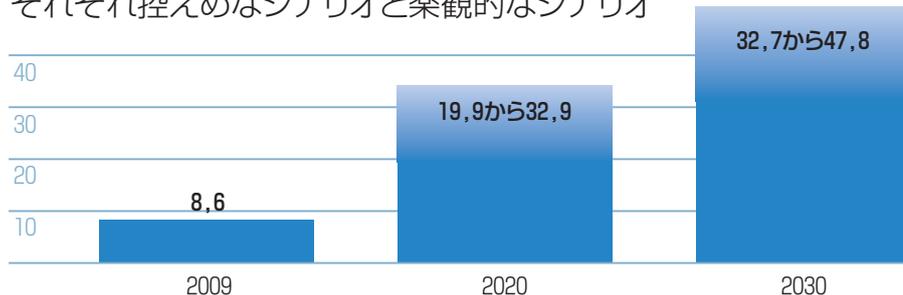
ドイツは世界第3の輸出国です。ほかの国でも将来、エネルギーシステムを組み換えていくでしょうから、機械工学や電気工学あるいは自動車生産の分野における革新的で高品質の製品の輸出には、さらに可能性が広がるでしょう。工業国ドイツにおけるエネルギーシフトがうまくいけば、他の国々もそこに打開策を求めるでしょう。今日、世界中で年間約1,500億ユーロ〔21兆円〕が、再生可能エネルギー設備に投資されています。2050年には、この金額は年間9,000億ユーロ〔126兆円〕近くに増大していることも考えられます。



いっそう重要な問題です。しかしこうした企業はすでにドイツのエネルギーシステムにおけるエコ電流の増加から利益を

**再生可能エネルギー技術の輸出**

年間輸出量(10億ユーロ<sub>2005</sub>)  
それぞれ控えめなシナリオと楽観的なシナリオ

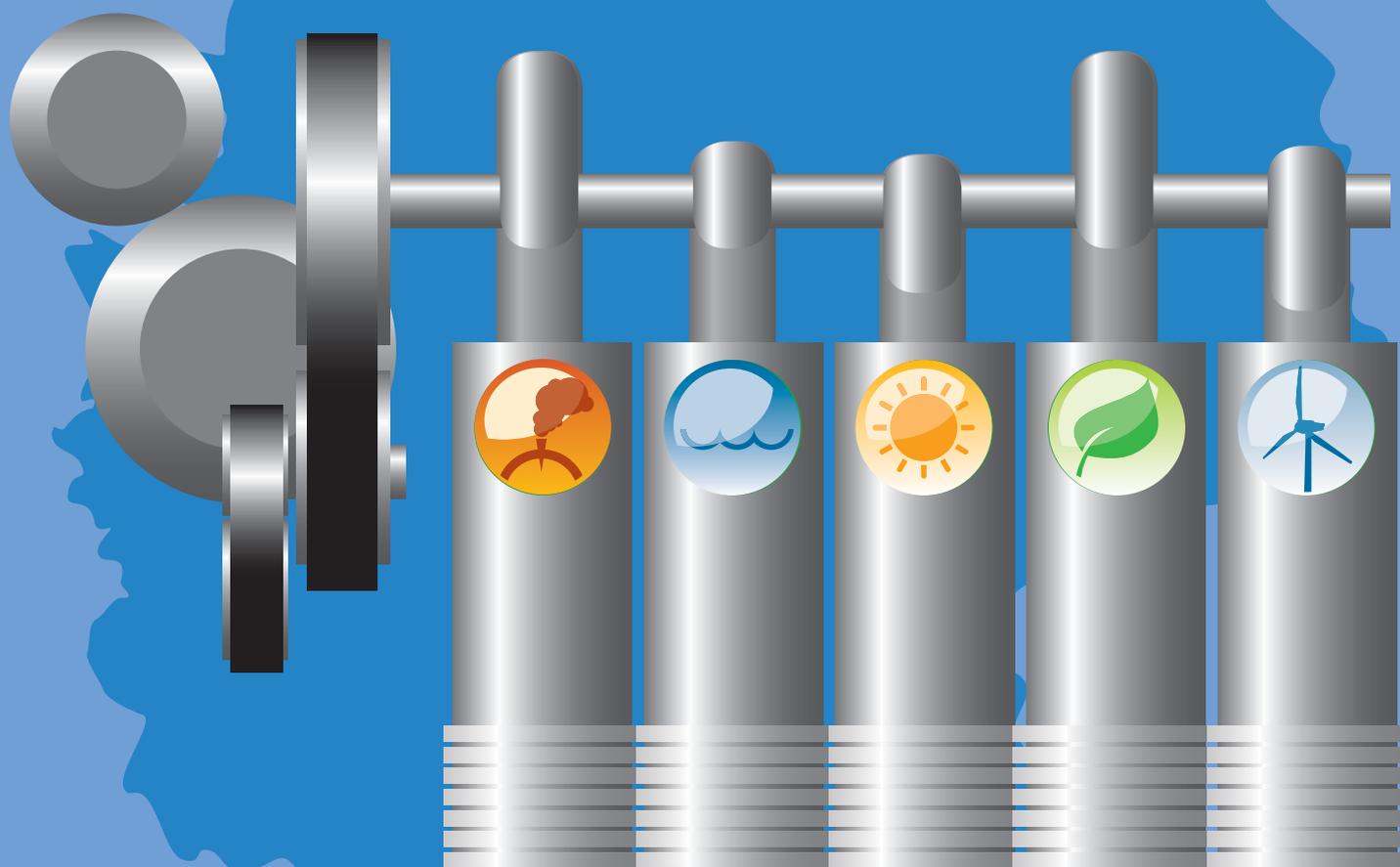


出典: BMU(2012年現在)



出典: BMU: 再生可能エネルギーで職場が増える!(2013)

# エネルギーシフトは ドイツ経済の推進力です。



—見ると—

# 「再生可能エネルギーは 温暖化防止の役に立たない。」



排出権取引は、エネルギー分野・工業分野における温室効果ガスの排出を制限します。しかし、エネルギー供給に持続可能な足場を与えるには、それだけでは不十分で、新しい技術の発展を適切に支援するための道具立てが必要です。例えば再生可能エネルギー法がそれにあたります。再生可能エネルギーの拡充が強力であればあるほど、ヨーロッパの温暖化防止目標を野心的に設定することができますし、またそうしなければなりません。

再生可能エネルギーはCO<sub>2</sub>排出を防ぐのではなく、ほかの所で排出させるようにするだけだ、と批判する人がいます。再生可能エネルギーによって排出権の価格が下がり、他の分野や外国でもっと安くCO<sub>2</sub>が排出できるようになるというのです。このような非難は、状況を近視眼的に見ているだけです。最終的には、排出を回避した分は、それぞれ次の取引期間の排出枠を確定する際に考慮されます。つまり、2つの道具立ての実効性にとって重要なのは、再生可能エネルギーの拡充とエネルギー需要をうまく予測できるかどうか、そして排出可能量を適切に低く抑えられるかどうか、なのです。

CO<sub>2</sub>排出の削減は再生可能エネルギーの拡充よりも他の方法の方が安価に達成できる、という非難も短絡的です。新しい技術を開発するための財政的刺激を、排出権取引だけで適時に与えることはできません。現在は削減義務がわずかであるため、化石エネルギー生産において簡単に実現できる効率化措置が行われているだけです。しかし化石エネルギー

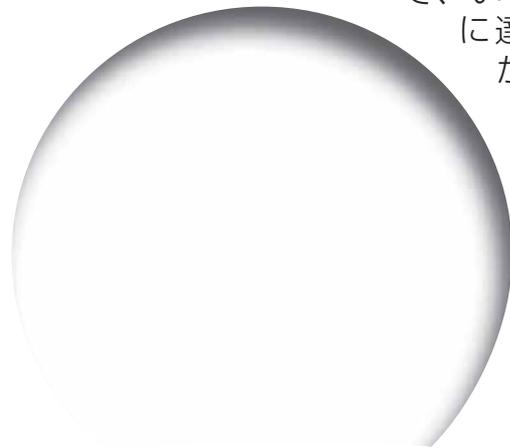
生産の排出削減ポテンシャルには限りがあります。温室効果ガスを2050年までに80%から95%減らすというEU温暖化防止目標は、これでは達成できません。ですから今日、コスト低下と排出削減に大きなポテンシャルを有する新しい技術に投資することが大切なのです。さもなければ、意欲的な温暖化防止目標をたててみたところで、新しい技術を短期間で開発しなければならなくなってしまい、将来、温暖化防止コストは急激に増大してしまうでしょう。

再生可能エネルギー支援と排出権取引とを適切に調和させることによって、そのどちらか片方だけの道具立てを使うよりも、温暖化防止効果をいっそう低コスト

で、いっそう包括的に達成することができます。

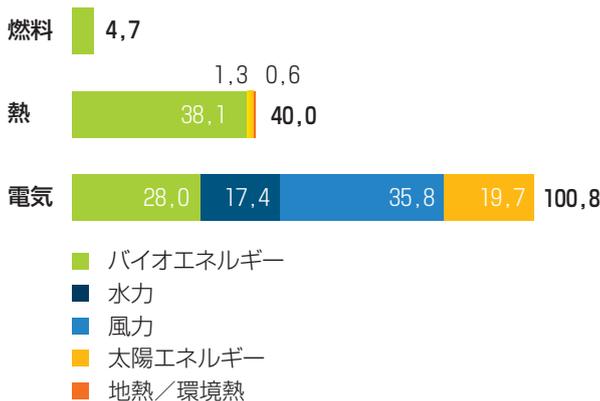
排出権取引が、既存の温暖化防止技術のさらなる開発を推進するのに対して、再生可能エネルギー支援

は、新しい技術が開発されて市場で定着できるようはたらきかけるのです。



### 再生可能エネルギーの利用による温室効果ガス排出の削減(ドイツ、2012年)

(CO<sub>2</sub>換算値、100万t)



出典: BMU, UBA, AGEE-Stat(2013年2月現在)

### 再生可能エネルギーは、排出権取引をしない国々の温暖化防止にも役立ちます

再生可能エネルギーのコスト低下と技術革新により、中国やインドなど排出権取引をしない国々で再生可能エネルギーの導入が増えています。どんどん安価になる再生可能エネルギーが大きなチャンスを開くのは、まさに発展途上国や中進国においてです。再生可能エネルギーのおかげで、多くの人は初めて電気に接することができるようになり、あるいはまた、汚染を引き起こす高価な燃料にかわって、環境にやさしい安価な手段を手に入れるのです。こうして、再生可能エネルギーは、ヨーロッパの排出権取引の外でも、温暖化防止に重要な貢献を果たしています。

**再生可能エネルギーなら、  
もっと野心的な排出目標が  
達成できます。**



# —見ると—



「再生可能エネルギーを市場に  
統合するなんて無理な話だ。」



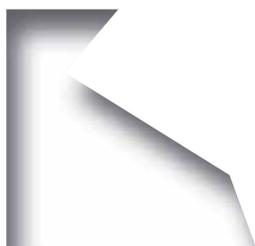
将来、ドイツでは変動する再生可能エネルギーがエネルギー供給の中心を形成します。エネルギーシステムを構成するその他の要素は、常に風力と太陽光の要件に適合しなければなりません。つまり、補足的で柔軟な位置を占めるわけです。こうした柔軟性のため、新しい価格体系をもつ新しい市場デザインが提唱されています。これは、キロワット時あたりの電力だけではなく、常に安定して出力を提供することにも価値を置く、という価格体系です。

1998年、エネルギー市場の自由化によって電力卸売市場が導入され、ついには電力取引が行われるようになったとき、ドイツの発電所はもっぱら旧来の大型発電所ばかりでした。それ以来、電力市場における価格は、その時々電力需要をまかなうためにどうしても運転を続けなければならない発電所のうち、最もお金のかかる発電所による電力生産の運営コストに基づいて形成されてきました（限界コスト）。太陽光と風力によるエネルギー設備では、燃料をつかわないため、限界コストはほぼゼロに等しくなります。同時に、再生可能エネルギーによる電力は優先的に採用されます。これにより、発電所の優先順位（メリットオーダー）がわかります。再生可能設備による電力は、石炭やガスによる発電所の電力をどんどん駆逐し、こうして電力卸価格は低下します（メリットオーダー効果）。従来の発電所はフル稼働する時間を減らして運転されるようになり、経済性が損なわれます。そのため新設プロジェクトのための計画はますます延期されるようになり、経営者の中には既存の発電所の停止を考える者もあらわれます。同時に、再生可能エネルギーの市場への

統合という目標はさらに遠くなります。なぜなら、その市場収益は低下し、それにともない電力生産コストとの差が大きくなるからです。

**電力市場は、中央の巨大な発電所だけが市場を決定していた時代の産物です。**

再生可能エネルギーからの電力供給が増加したことにより、従来の市場構造に潜んでいたひとつの問題が明らかになってきました。太陽と風のエネルギーがなければ、顕在化するにはまだ何年かを要したことでしょう。つまり、これはこういう問題です——市場において達成可能な価格では、まだ十分な生産設備が稼働している場合、それが化石燃料に基づくものであれ、再生可能エネルギー源によるものであれ、新設プロジェクトへの意欲を生み出すには十分ではないのです。現実的なネットワークをいくつもくぐり抜けないことには、卸売価格が大きく上昇して投資を刺激するにはいたりません。しかし供給の安定性という理由からは、それを待っているわけにもいきません。エネルギーを安定して供給



するためには、新しい発電所を適時に作動させなければならぬからです。

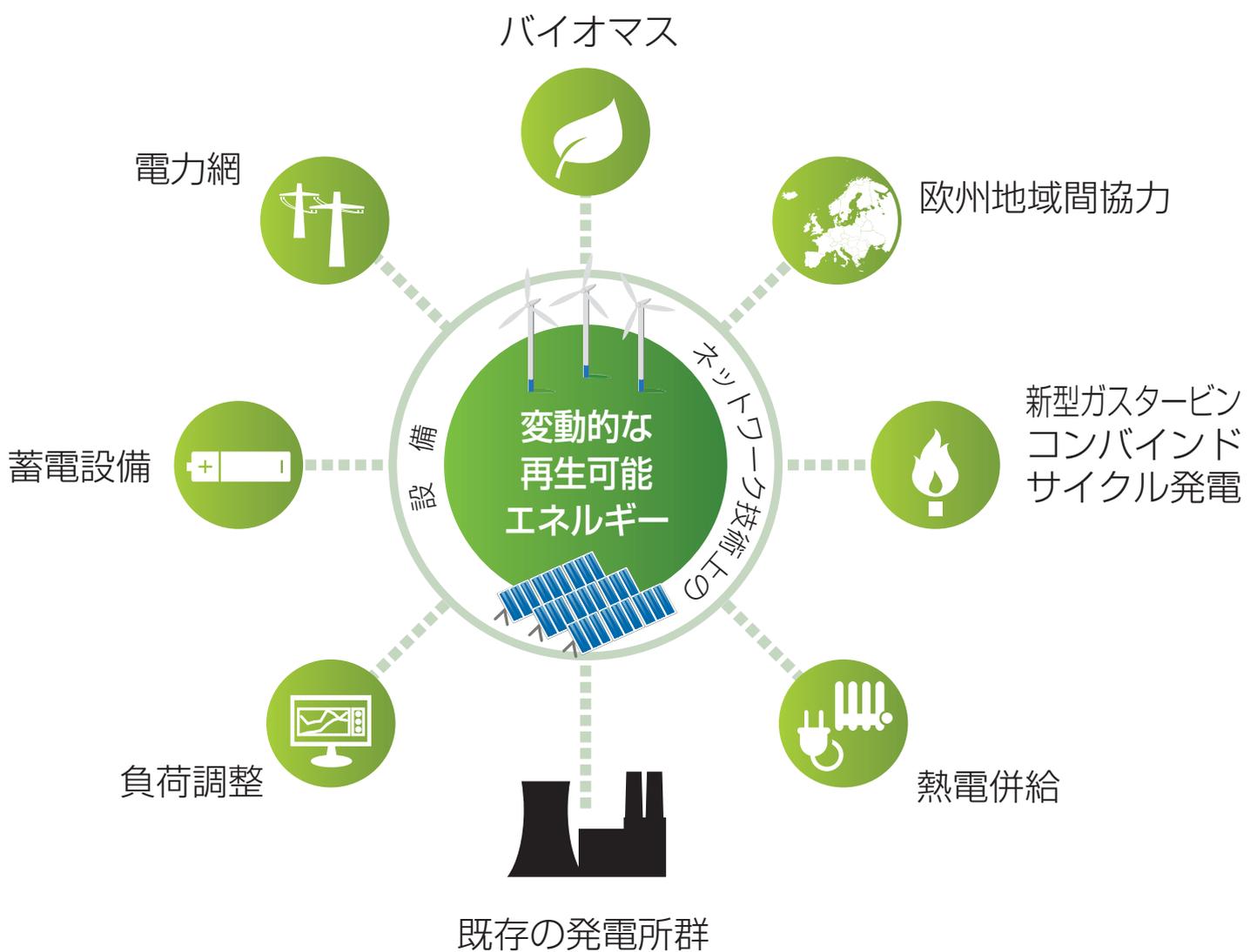
変動的な再生可能エネルギーを補うには、新しい安定した設備や蓄電設備、それに柔軟なエネルギー消費が必要です。必要とされる投資安全性を提供するために、キロワット時あたりの電流に価値を与えるだけでなく、電力を常時安定して供給することに価値を与える市場メカニズムが必要です。

**固定価格買取制度は、世界的な成功モデルです**

従来の市場システムには、再生可能エネルギーのための信頼できる買取メカニズムがありませんでした。そのため議会は再生可能エネルギー法（EEG）を制定し、これにより市場参入を容易にしたのです。太陽光や風力などによる電力供給がこれまで順調に拡充できたのは、EEGで定めた買取優先制、技術に応じた報酬の保証、電力網への接続義務のおかげです。そのため、この理念は世界中で実行に移されるようになりました。2012年初めには、世界で少なくとも65の国と27の地域で固定価格買取制度を導入しています。これに比べて、割り当て制が行われているのはたった18カ国です。

# 電力市場が変わらなければなりません。

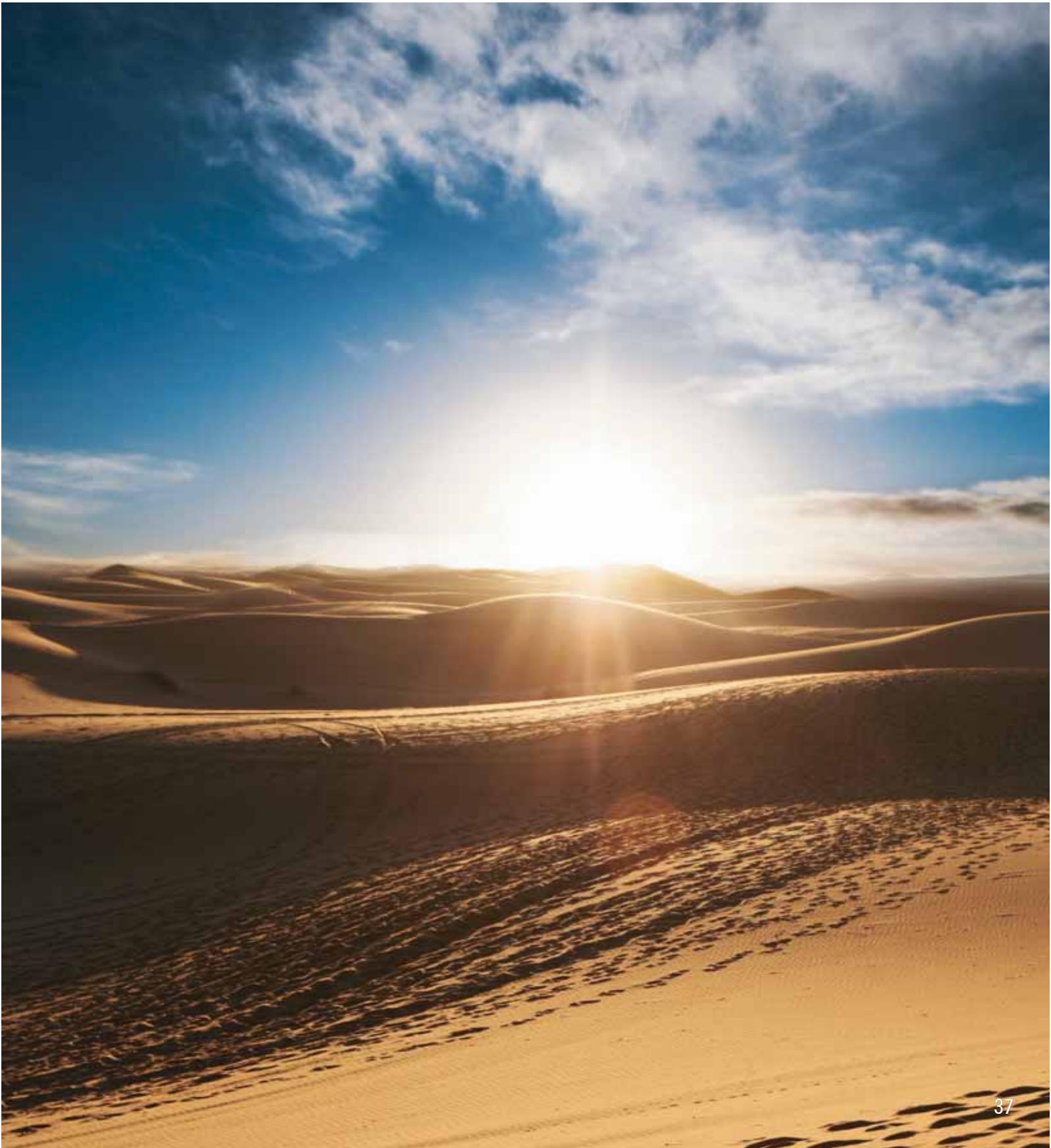
そうしてのみ、従来型であれ、再生可能型であれ、新しい発電所の建設や、蓄電設備や、負荷調整に対する投資への刺激が生まれ得るのです。



出典: BEE/Greenpeace Energy/IZES: 市場デザインの指針研究(2012)に基づき独自に構成

# —見ると—

「太陽エネルギーはアフリカでしか割に合わない。」



太陽光発電設備によって1家族の年間電力需要をまかなうには、計算上、1戸建て家屋の屋根の広さで十分です。10平方メートルの太陽熱収集器があれば、ドイツではそれだけで平均的家庭の熱需要の5分の1をカバーできます。その場合、熱や電力が生産されてから消費者のもとにいたる道のは、考えられる限り短くなります。これ以上簡単で、分散的なエネルギー供給はあり得ません。



10m<sup>2</sup>の太陽光発電設備は、年間約1,100キロワット時の電力を生産します。これは平均家庭の年間電力消費量の約30%にあたります。



10m<sup>2</sup>の太陽熱収集器は、年間約3,700キロワット時の熱を生産します。これは平均家庭の年間熱消費量の約20%にあたります。



理論的には、サハラ砂漠に700x700キロメートルの設備を設置して太陽エネルギーを利用すれば、世界のエネルギー需要はすべてカバーできます。ただし、北アフリカや南ヨーロッパの太陽光発電設備が将来、ドイツにもエネルギーを供給するとすれば、電気はまず、はるかな道のをたどらなければならなくなるでしょう。

### 消費者に近いという利点

しかしどうしてそんなに遠くま

なく、移送時の損失がなければ、太陽エネルギーはその利点を直接その場で消費者のもとで発揮できます。エネルギー消費者は生産者になって、エネルギーシフトに直接の貢献を果たすのです。太陽光による電力と熱は、化石エネルギーの輸入とは無関係です。設備をいちど設置すれば、運営費がそれ以上かかることはありません。ですから、太陽光発電設備は、エネルギー価格

### 科学拠点・経済拠点ドイツの利点

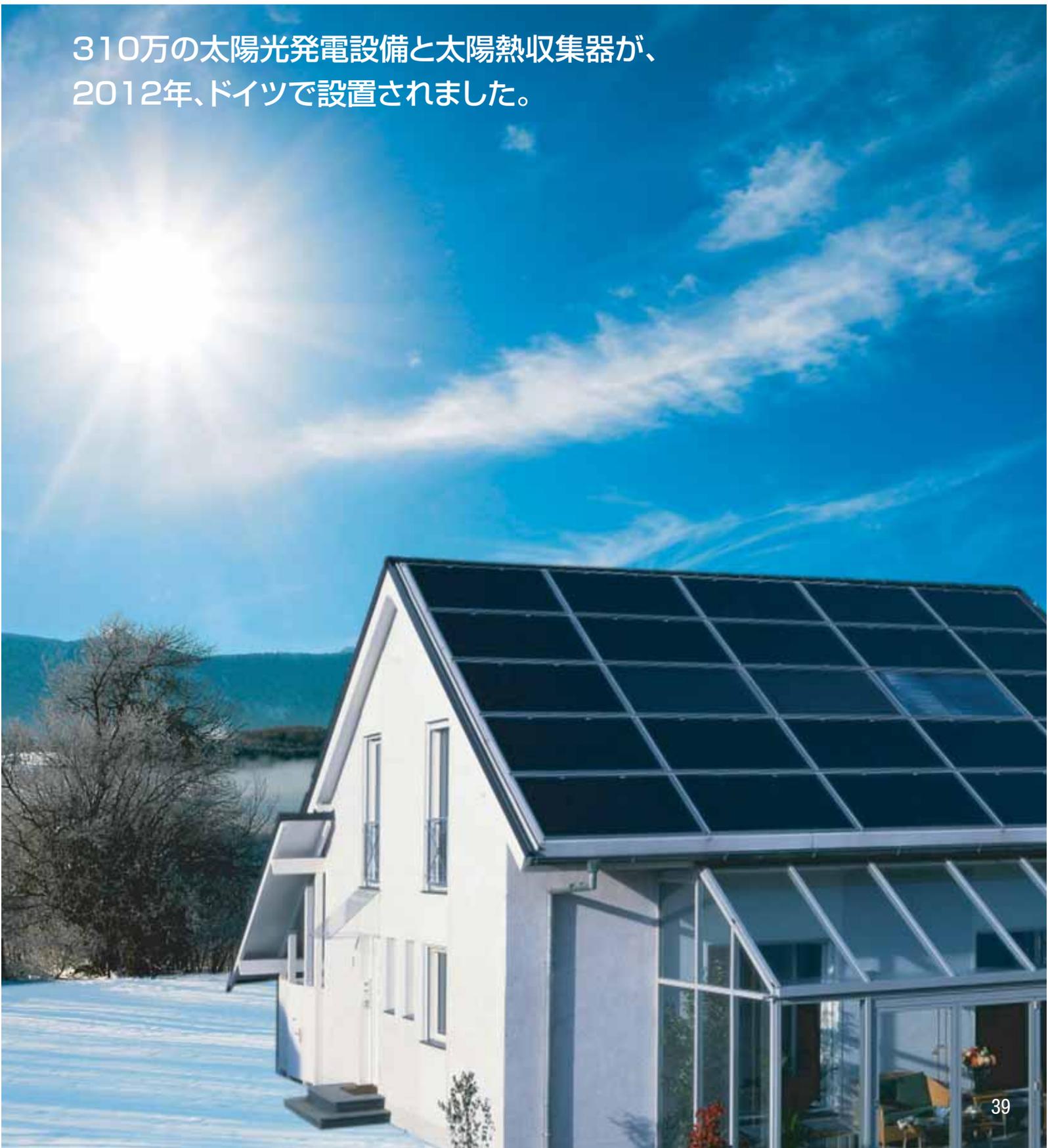
発展途上国において、太陽エネルギーは分散的エネルギー供給を実現する理想の道であり、成長と繁栄の基盤となります。しかしそれでも、太陽エネルギーを急速かつ大量に市場へ導入するには、ノウハウと経済力を持ち、政治的に安定した先進工業国の方に、はるかにより条件がそろっています。したがって、太陽エネルギーは、ドイツにおいても国民経済にとって有意義です。太陽光技術を砂漠に送ってしまうわけにはいきません。

で行かなければならないのでしょうか。砂漠でなら理論的に太陽エネルギーが3分の1増しから2分の1増しで集められるとしても、中央ヨーロッパでも太陽光はたっぴりと集められます。逆に、海を渡るケーブルが

の上昇から直接、守ってくれます。さらに、エネルギー生産の分散は、エネルギー市場への参加者を大幅に増やし、一方通行で分配される市場支配力を解体します。これは競争を活性化します。

# 太陽光設備はドイツのほとんど どんな屋根でもちゃんと割に 合います。

310万の太陽光発電設備と太陽熱収集器が、  
2012年、ドイツで設置されました。



—見ると—

「太陽光発電は  
どんどんコストが高くなる。」



太陽光発電設備による電力のコストは、過去15年間で、他のどんな技術よりも大幅に低下しました。太陽光発電で1キロワット時の電気を作るコストが1995年にはまだおよそ2マルク〔130円〕かかったのに対し、2013年には小さな屋上設備ですでに16セント未満〔22円〕になっています。

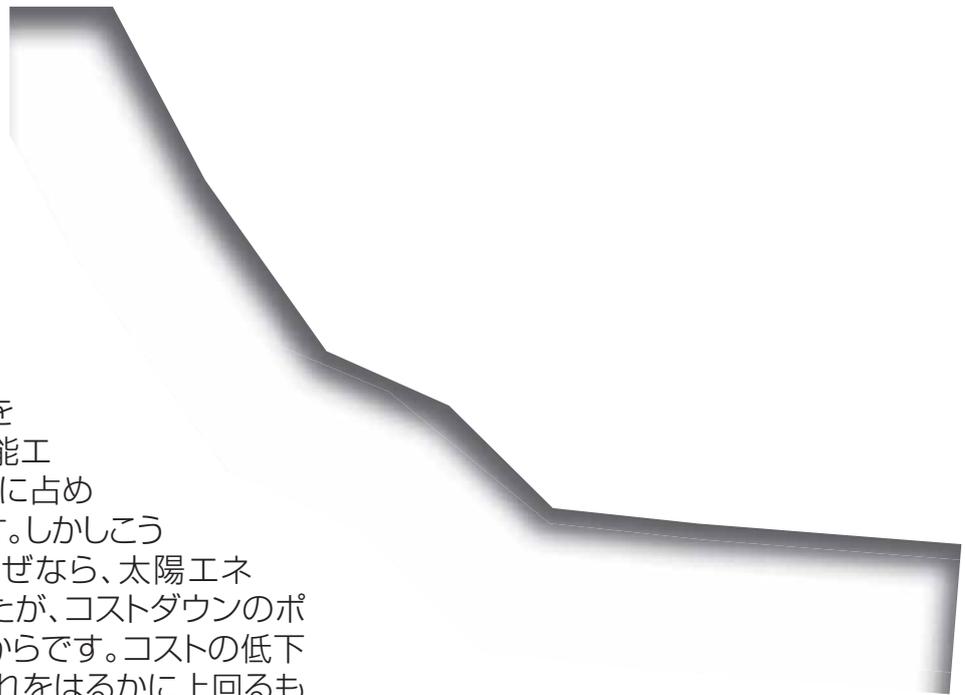
大量生産と飛躍的な技術開発のおかげで、太陽光発電は手に入りやすくなりました。そして再生可能エネルギー法(EEG)により、太陽エネルギーによる電力の生産価格は継続的に低下していきま。買取価格は毎月下がっていきまから、太陽光発電設備のメーカーは、ますます低価格で効果的な設備を提供していかなければなりません。こうした技術革新圧力は実を結ぶでしょう。製造原価は生産量が増えれば増えるほど低下することを、開発の歴史は示しています。いわゆる「学習曲線」というものです。つまり設置される設備が増えれば増えるほど、その価格は下がるのです。いずれにせよ、今から20年たって設備が古くなったとき、太陽エネルギーは、肩を並べるものがないほどに安価になっています。今日では、太陽光発電はEEG分担金の約半分を占めていますが、再生可能エネルギーによる電力供給に占める割合はおよそ26%です。しかしこうした優遇は正当です。なぜなら、太陽エネルギーは当初、高価でしたが、コストダウンのポテンシャルも大きかったからです。コストの低下は、期待通りどころか、それをはるかに上回るものでした。太陽光発電は、当初は最も値段の高い技術でしたが、今では一番安いもののひとつになっています。

### 太陽光発電は急速に競争力を増しています

2013年4月、太陽光発電のEEG買取価格は1キロワット時あたり11~16セント〔15~22円〕です。2000年には、これは約50セント〔70円〕でした。こうして買取価格はすでに家庭の電力価格を大幅に下回っているのです。まもなく太陽光発電は商工業にとっても従来の電力網からの電力より安価になるでしょう。設置される太

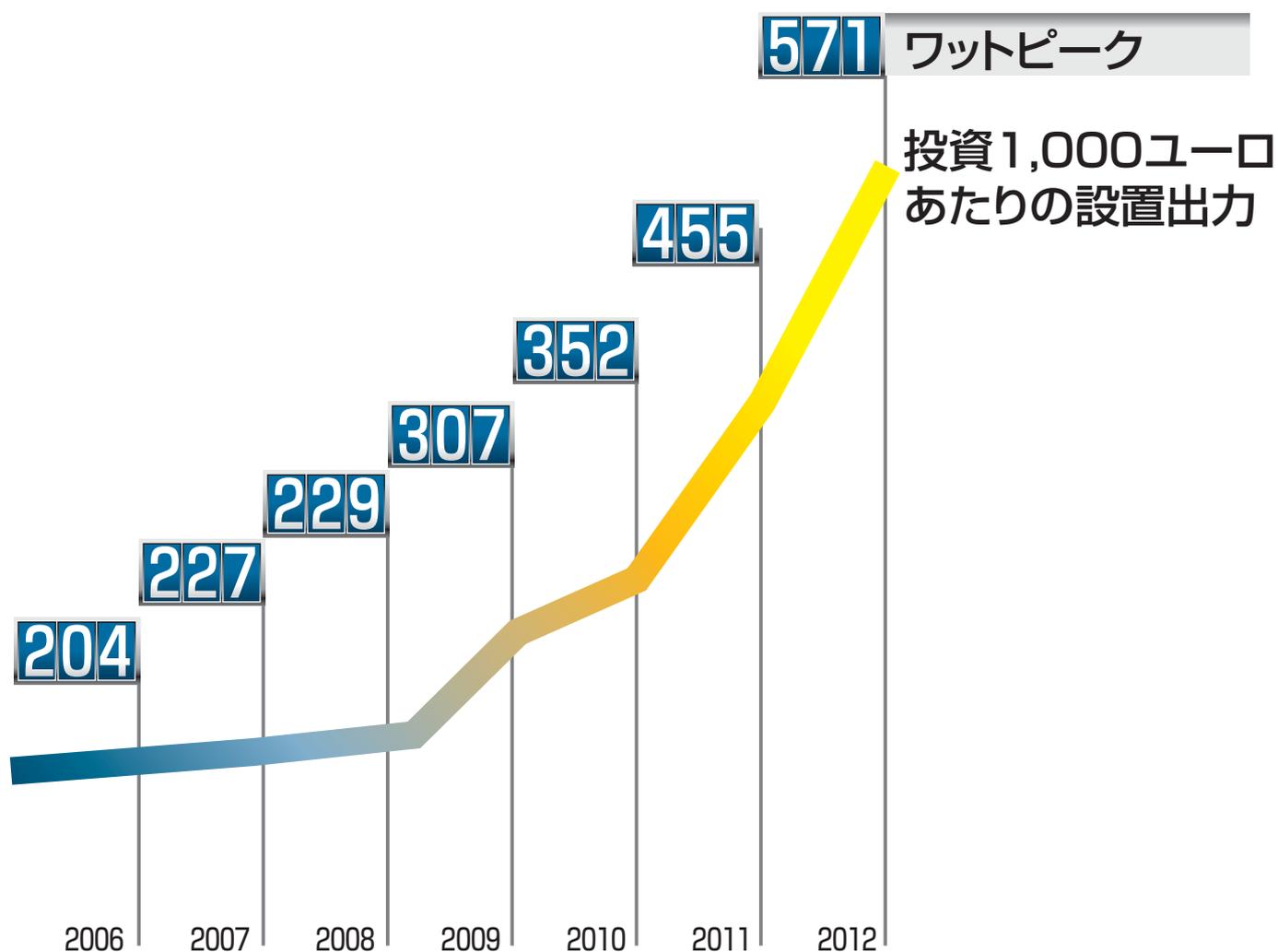
陽光発電設備の価格がどれほど下がったかは、右のグラフを見れば分かります。2008年には1,000ユーロ〔140,000円〕を支払っても、太陽光発電による電力はわずか229ワット程度しか手に入りませんでした。それが2012年末には571ワットになりました。2020年以降、太陽光発電設備に対するEEGの平均買取価格は急速に低下します。なぜなら、まだEEGの高い初期レートで電力網につながっていた最も初期の最も高価な設備に対する支払いが、次第に終了していくからです。こうした設備でも依然として電力は生産されますが、EEG分担金にはもう負担をかけません。

2009年から2012年のあいだに、ドイツで太陽光発電は4倍になりました。ドイツの電力ミックスの5%が、すでに太陽光発電によるものです。業界では、2020年までには、それほどの追加コストをかけずに、ドイツの電力消費の10%に達することをめざしています。



Fraunhofer ISE: 太陽光発電に関する最新の事実(2013)

# 太陽光発電による電力は 今までと同じお金で ますますたくさん 手に入るようになりました。



—見ると—

「たっぷり風が吹くのは  
海辺だけ。」



ドイツで実際に利用されている風力エネルギーは、自然のポテンシャルのほんの一部だけです。特に中級山岳地帯など内陸部では、発電力は海岸地方に匹敵するにもかかわらず、これまでわずかしか開発が行われていませんでした。まだ利用されていない潜在力が最もたくさん眠っているのは、北海沿岸ではなく、内陸のバイエルン州です。

ど、風はそれだけ強く、また均一に吹くからです。回転翼の直径が大きくなっても、風力発電の量は増えます。

**風力エネルギーはますます高出力に、ますます安価になっています**

大規模な市場の形成とともに、出力の向上も急速に進んでいます。1980年には、風力発電設備は出力30キロワット

力の利用に供すれば、総出力198,000MWに達する風力発電設備を建設することができます。潜在的なエネルギー供給量はその場合、3,900億kWhです。2012年のドイツの総電力消費量6,000億kWh弱と比べてみてください。

再生可能エネルギー業界では、風力エネルギーは2030年のドイツの電力消費の36

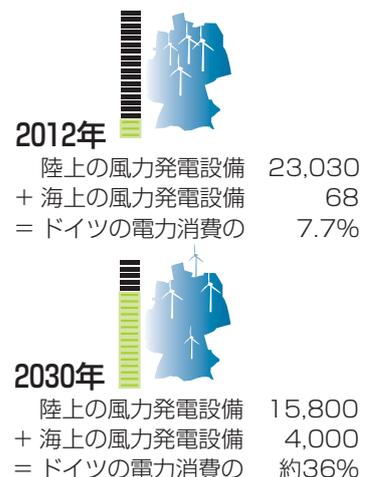
風力は海辺でしか割に合わないと思えるのは間違いです。ドイツにおける風力発電のポテンシャルの3分の1は海から遠い南部諸州にあるのです。確かに、平均風速は内陸よりも海岸の方が上です。しかし風力の利用は、内陸部でも割に合います。2011年、内陸にあるブランデンブルク州では79億キロワット時(kWh)の電力を産み出しました。これに対し、海岸地方のシュレスヴィヒ=ホルシュタイン州では62億kWhでした。風力発電設備の回転軸までの高さはどんどん高くなり、30メートルに達することも稀ではありません。おかげで、内陸部の平均的立地でも、海岸地方に肩を並べる発電量に達しているのです。回転軸までの高さが1メートル増えるごとに、発電量は1%増えます。高ければ高いほ

が標準でしたが、今日では2~3メガワット(MW)の設備が量産されています。出力が実に7.5 MWに達する設備も作られています。同時に、風の弱い地域に適した小出力の設備もブームです。高出力の設備に比べれば、これは確かに年間を通して少ない電力しか産み出しませんが、そのかわりわずかな風でもよくはたらくのです。風の強い日には、制限された出力ながら、電力網の負担を軽くしてくれます。

1990年と比べると、風力発電のコストは60%以上低下しました。2012年には、23,030の設備でおおよそ31,300MWの出力を有し、ドイツの電力消費の7.3%をカバーしています。ドイツ全土で土地面積の2%を風

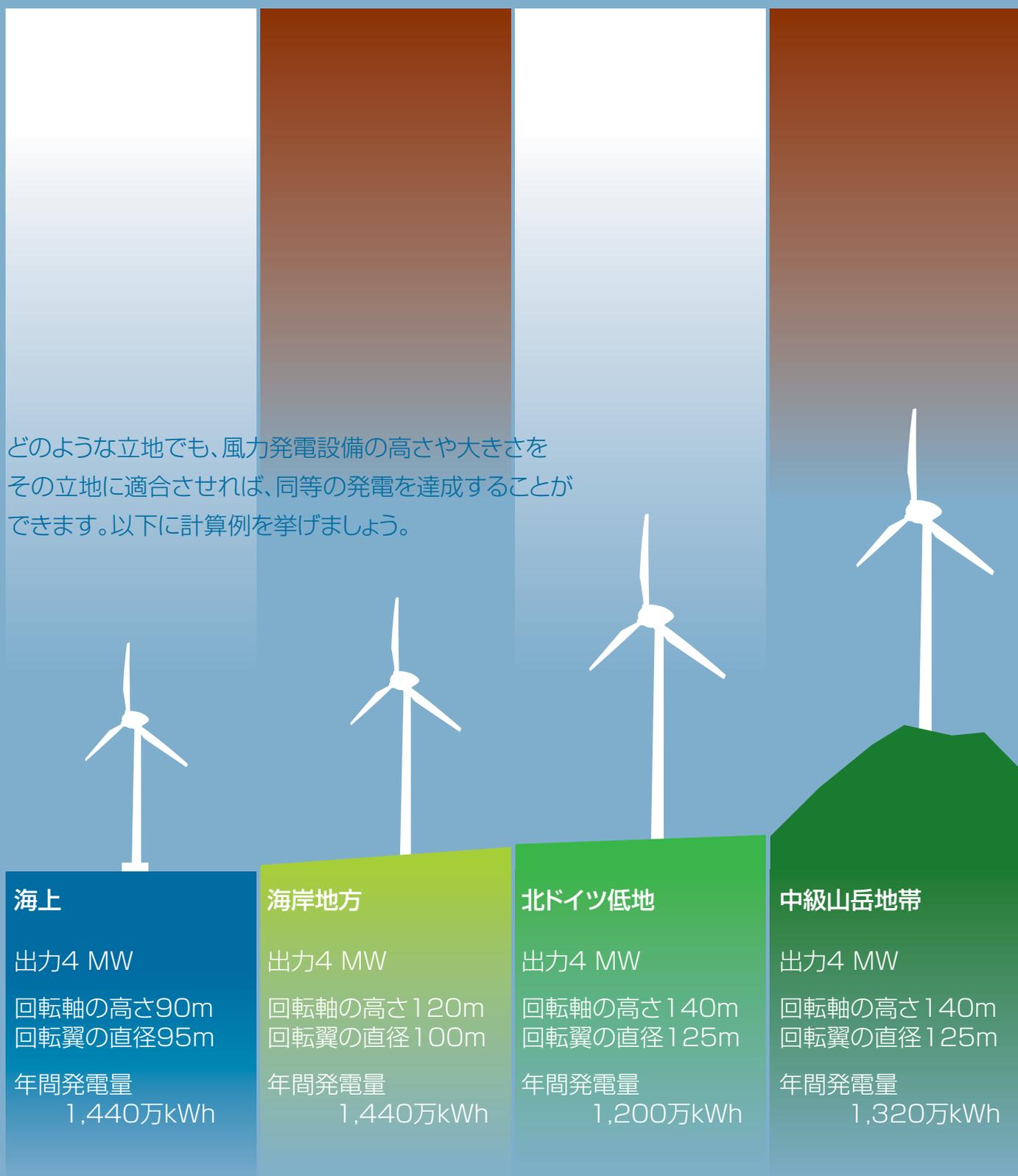
%をカバーできると計算しています。平均出力を4MWとすると、そのためにはおおよそ20,000基あれば足りることになります。

### 少ない設備で多くの風力発電



# 風はどこにでも吹いています。 そしてどの立地にも、 それに適した設備があります。

どのような立地でも、風力発電設備の高さや大きさをその立地に適合させれば、同等の発電を達成することができます。以下に計算例を挙げましょう。



# —見ると—

「バイオエネルギーのせいで  
発展途上国の人々が飢えてしまう。」



バイオエネルギーが増えれば増えるほど農産物価格は上昇するのでしょうか？ そんなに簡単には、世界の農産物市場の価格展開は説明できません。農産物価格が下がっている間に、バイオエネルギーのための穀物利用が増える、という逆の動きもあるのです。逆に農産物価格が高すぎると、バイオ燃料はコストに見合う生産ができなくなります。そのため、例えば2012年の世界のバイオエタノールの生産は減少しています。

世界の農産物市場における価格変動には、さまざまな理由があります：

- 重要な耕作地における旱魃など、異常気象による収穫の減少、
- 歴史的に低い世界の在庫量、
- 飼料としての穀物の需要の増大、とりわけこれは購買力の高い中国とインドにおける肉消費の増加による。

近年は、農家にとって機械、肥料、燃料の値段が上昇していたにもかかわらず、生産者価格は比較的安く抑えられていました。そのため世界中で多くの土地が活用されていません。耕作が割に合わないのです。農業生産拡大のための新規投資も、これまでのところほとんど行われていません。これは問題が次々に生ずる原因になりかねません。農産物価格は変動が激しく、供給と需要の現実の関係からは乖離していました。例えば2008年、アメリカで不動産バブルがはじけると、投機的な意図から価格は急騰し、その後、記録的な豊作を受けてふたたび下落したのです。

バイオエネルギーのためのバイオマスの需要が増加すると、地域的には、食料と飼料の供給の逼迫を引き起こすおそれがあります。疑わしい場合は、食料生産には必ず優先順位をつけなければなりません。つまり「食べ物が先!」なのです。

### 燃料タンクと皿は両立します

2012/13年度にバイオ燃料の生産に流れた穀物はおよそ1億4,200万トンで、全体のわずか6%でした。土地とバイオマスのポテンシャルが十分にあることを考えると、食料生産とバイオマスのエネルギー利用のあいだに競争が起こるはずはありません。既存のポテンシャルを適切に持続可能に利用すれば、「燃料タンクか、それとも皿か」のあいだで結論を出す必要はないのです。飢えは何よりも貧困の問題です。分配の公正が重要なのであって、食料生産が基本的に少なすぎるというわけではないのです。多くの発展

### チャンスとしてのバイオエネルギー

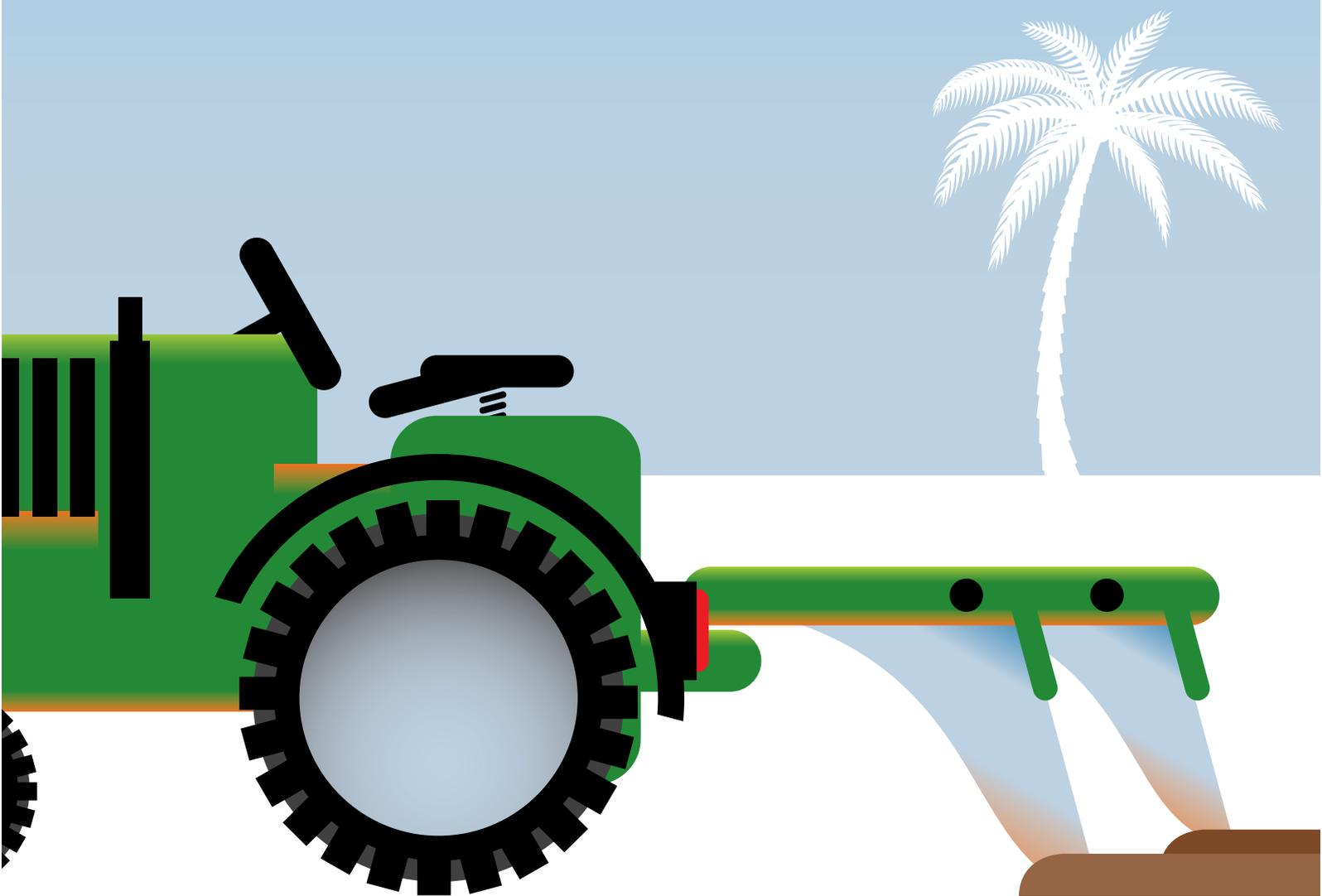
発展途上国の多くの小作農民は、世界市場の低価格圧力と収益性の低さに苦しみ、耕作を放棄して大都市に出ていきました。バイオエネルギーの持続的利用への取り組みは、潮流を変えるチャンスを生み出しています。

- 電気、熱、燃料の生産は、農民にもうひとつの経済的足場を創出します。
- 高価な化石エネルギー源への依存が減少します。
- 発展途上国においては、バイオエネルギーは低コストの分散的エネルギー供給を提供し、これがその他のすべての社会経済的活動を支えます。
- 伝統的なバイオマス(堆肥、木材など)を非効率的に利用していた最貧国では、供給が近代化され、乱伐(薪など)にブレーキをかけることができます。

途上国は十分自らを養うことができるかもしれませんが、欧米から過剰供給される安価な食料輸入に依存しています。

多くの中進国や発展途上国は、化石燃料の輸入に依存しています。このため、1970年以降の石油価格の高騰によって、多くの負債をかかえることになりました。発展途上国は、その後、購買力がどんどん衰える一方で、世界市場において高騰する価格を支払わなければなりませんでした。化石エネルギー源を輸入するための支出の

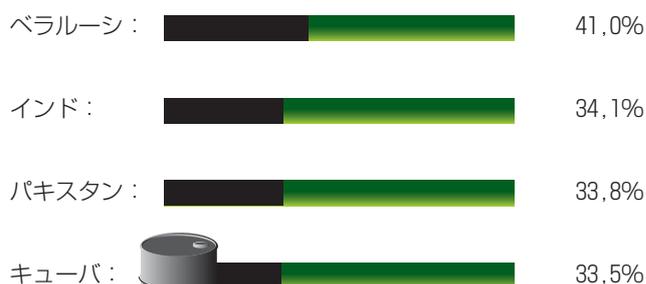
# バイオエネルギーは、 発展途上国にとっては 経済発展のチャンスです。



輸出収入に対する比は上昇し、多くの発展途上国では50～75%にも達しました。つまり、自国製品を世界市場で売ったわずかな収入が、たちまち石油料金の支払いに食い尽くされていったのです。今日、原油価格が上がると、発展途上国の国民総所得はそれにもまして大幅に低下してしまいます。

バイオエネルギーにより、石油の罠から抜け出して、外貨を維持することができます

輸入全体に対する化石燃料の割合(2012年)



出典: WTO 国際貿易統計(2012)

**Agentur für Erneuerbare Energien:** Akzeptanz Erneuerbarer Energien in der deutschen Bevölkerung. 2012. Ergebnisse der Meinungsumfrage. Online unter: [www.unendlich-viel-energie.de/de/detailansicht/article/523/akzeptanz-erneuerbarer-energien-in-der-deutschen-bevoelkerung.html](http://www.unendlich-viel-energie.de/de/detailansicht/article/523/akzeptanz-erneuerbarer-energien-in-der-deutschen-bevoelkerung.html)

**Bundesverband Erneuerbare Energie (BEE), Büro für Energiewirtschaft und technische Planung (BET):** Möglichkeiten zum Ausgleich fluktuierender Einspeisungen aus Erneuerbaren Energien. März 2013. Online unter: [www.bee-ev.de/3:1358/Meldungen/Sichere\\_Stromversorgung\\_in\\_Deutschland\\_auch\\_bei\\_hohen\\_Anteilen\\_Erneuerbarer\\_Energien.html](http://www.bee-ev.de/3:1358/Meldungen/Sichere_Stromversorgung_in_Deutschland_auch_bei_hohen_Anteilen_Erneuerbarer_Energien.html)

**BEE, Greenpeace Energy, Institut für ZukunftsEnergieSysteme (IZES):** Kompassstudie Marktdesign. Dezember 2012. Online unter: [www.bee-ev.de/\\_downloads/publikationen/studien/2012/1212\\_BEE-GPE-IZES-Kompassstudie-Marktdesign.pdf](http://www.bee-ev.de/_downloads/publikationen/studien/2012/1212_BEE-GPE-IZES-Kompassstudie-Marktdesign.pdf)

**BEE:** Das BEE Szenario Stromversorgung 2030. Dezember 2012. Online unter: [http://bee-ev.de/\\_downloads/imDialog/Plattform-Systemtransformation/121214\\_BEE-Dialogkonferenz\\_Szenario-Stromversorgung-2030\\_BEE-Pieprzyk.pdf](http://bee-ev.de/_downloads/imDialog/Plattform-Systemtransformation/121214_BEE-Dialogkonferenz_Szenario-Stromversorgung-2030_BEE-Pieprzyk.pdf)

**BEE:** Branchenprognose Stromversorgung 2020. Januar 2009. Online unter: [http://www.bee-ev.de/\\_downloads/publikationen/studien/2009/090128\\_BEE-Branchenprognose\\_Stromversorgung2020.pdf](http://www.bee-ev.de/_downloads/publikationen/studien/2009/090128_BEE-Branchenprognose_Stromversorgung2020.pdf)

**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), Ingenieurbüro für neue Energien (IfnE):** Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Abschlussbericht. März 2012. Online unter: <http://www.energie-studien.de/de/studiendatenbank/studie/langfristszenarien-und-strategien-fuer-den-ausbau-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland-bei-berue-3/details.html>

**Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft (FÖS):** Was Strom wirklich kostet. Vergleich der staatlichen Förderungen und gesamtgesellschaftlichen Kosten konventioneller und erneuerbarer Energien. August 2012. Online unter: [www.foes.de/pdf/2012-08-Was\\_Strom\\_wirklich\\_kostet\\_lang.pdf](http://www.foes.de/pdf/2012-08-Was_Strom_wirklich_kostet_lang.pdf)

**FÖS:** Strompreise in Europa und Wettbewerbsfähigkeit der stromintensiven Industrie. Januar 2013. Online unter: [www.foes.de/pdf/2013-01-Industriestrompreise-Wettbewerbsfaehigkeit.pdf](http://www.foes.de/pdf/2013-01-Industriestrompreise-Wettbewerbsfaehigkeit.pdf)

**Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE:** Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. März 2013. Online unter: [http://www.energie-studien.de/de/studiendatenbank.html?tx\\_aee-studies\\_piStudies\[Search\]=aktuelle%20fakten%20zur%20photovoltaik](http://www.energie-studien.de/de/studiendatenbank.html?tx_aee-studies_piStudies[Search]=aktuelle%20fakten%20zur%20photovoltaik)

**Fraunhofer ISE:** 100 % Erneuerbare Energien für Strom und Wärme in Deutschland. November 2012. Online unter: <http://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/veroeffentlichungen-pdf-dateien/studien-und-konzeptpapiere/studie-100-erneuerbare-energien-in-deutschland.pdf>

**Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung (GWS), IZES:** Monitoring der Kosten und Nutzenwirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien im Strom- und Wärmebereich im Jahr 2011. Juni 2012. Online unter: [www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/knee\\_update\\_2012\\_bf.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/knee_update_2012_bf.pdf)

**Fraunhofer IWES:** Studie zum Potenzial der Windenergienutzung an Land - Kurzfassung. März 2011. Online unter: [www.eeg-aktuell.de/wp-content/uploads/2011/04/IWES\\_Potenzial\\_onshore\\_2011.pdf](http://www.eeg-aktuell.de/wp-content/uploads/2011/04/IWES_Potenzial_onshore_2011.pdf)

**ForschungsVerbund Erneuerbare Energien (FVEE):** Weltenergiebedarf und Potenziale erneuerbarer Energien. Online unter: [www.fvee.de/fileadmin/bildarchiv/grafiken\\_und\\_charts/Erlaeuterung\\_zu\\_Grafik\\_EE-Potenziale\\_01.pdf](http://www.fvee.de/fileadmin/bildarchiv/grafiken_und_charts/Erlaeuterung_zu_Grafik_EE-Potenziale_01.pdf)

**FVEE:** Energiekonzept 2050. Eine Vision für ein nachhaltiges Energiekonzept auf Basis von Energieeffizienz und 100% erneuerbaren Energien. Juni 2010. Online unter: [www.fvee.de/fileadmin/politik/10.06.vision\\_fuer\\_nachhaltiges\\_energiekonzept.pdf](http://www.fvee.de/fileadmin/politik/10.06.vision_fuer_nachhaltiges_energiekonzept.pdf)

**Greenpeace International, European Renewable Energy Council, DLR, Global Wind Energy Council:** Energy [r]evolution. A sustainable World Energy Outlook. Juli 2012. Online unter: [www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/](http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/)

[climate/2012/Energy%20Revolution%202012/ER2012.pdf](#)

**GWS, DIW, IZES, Fraunhofer ISI:** Renewable energy deployment – do benefits outweigh the costs? August 2012. Online unter: <http://www.gws-os.com/discussionpapers/gws-paper12-5.pdf>

**GWS, Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu):** Volkswirtschaftliche Effekte der Energiewende: Erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Januar 2012. Online unter: <http://www.energie-studien.de/de/studiendatenbank/studie/volkswirtschaftliche-effekte-der-energiewende-erneuerbare-energien-und-energieeffizienz/details.html>

**GWS, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW):** Erneuerbar beschäftigt in den Bundesländern! Bericht zur daten- und modellgestützten Abschätzung der aktuellen Bruttobeschäftigung in den Bundesländern. Juni 2012. Online unter: <http://www.energie-studien.de/de/studiendatenbank/studie/erneuerbar-beschaeftigt-in-den-bundeslaendern-bericht-zur-daten-und-modell-gestuetzten-abschaetzung/details.html>

**Harms, Gunnar:** Kurzgutachten: Auswirkungen sinkender Börsenstrompreise auf die Verbraucherstrompreise. August 2012. Online unter: [www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag\\_de/themen\\_az/energie/PDF/Studie-Harms-Wirkung\\_Boersenpreise\\_auf\\_Verbraucherstrompreise.pdf](http://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag_de/themen_az/energie/PDF/Studie-Harms-Wirkung_Boersenpreise_auf_Verbraucherstrompreise.pdf)

**Institut für Energie- und Umweltforschung/ GWS:** Volkswirtschaftliche Effekte der Energiewende: Erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Januar 2012. Online unter: [www.ifeu.de/energie/pdf/volkswirtschaftl\\_%20effekte\\_%20energiewende\\_broschuere\\_pehnt\\_RZ.pdf](http://www.ifeu.de/energie/pdf/volkswirtschaftl_%20effekte_%20energiewende_broschuere_pehnt_RZ.pdf)

**Institut der deutschen Wirtschaft Köln:** Die Messung der industriellen Standortqualität in Deutschland. Endbericht zur Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. September 2012. Online unter: [www.bmwi.de/DE/Mediathek/publikationen,did=518148.html](http://www.bmwi.de/DE/Mediathek/publikationen,did=518148.html)

**IZES:** Eruierung von Optionen zur Absenkung der EEG-Umlage. Januar 2012. [www.izes.de/cms/upload/pdf/20120123\\_Absenkung\\_EEG\\_Umlage.pdf](http://www.izes.de/cms/upload/pdf/20120123_Absenkung_EEG_Umlage.pdf)

**Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Zentrum für Erneuerbare Energien (ZEE):**

Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien. September 2010. Online unter: [www.ioew.de/uploads/tx\\_ukioewdb/IOEW\\_SR\\_196\\_Kommunale\\_Wertsch%C3%B6pfung\\_durch\\_Erneuerbare\\_Energien.pdf](http://www.ioew.de/uploads/tx_ukioewdb/IOEW_SR_196_Kommunale_Wertsch%C3%B6pfung_durch_Erneuerbare_Energien.pdf)

**Öko-Institut:** Der Instrumenten-Mix einer ambitionierten Klimapolitik im Spannungsfeld von Emissionshandel und anderen Instrumenten. Mai 2010. Online unter: [www.oeko.de/oekodoc/1020/2010-078-de.pdf](http://www.oeko.de/oekodoc/1020/2010-078-de.pdf)

**Öko-Institut:** Strompreisentwicklungen im Spannungsfeld von Energiewende, Energiemärkte und Industriepolitik. Der Energiewende-Kosten-Index (EKX), Oktober 2012. Online unter: [www.oeko.de/oekodoc/1587/2012-443-de.pdf](http://www.oeko.de/oekodoc/1587/2012-443-de.pdf)

**Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU):** Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung. Januar 2011. Online unter: [www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02\\_Sondergutachten/2011\\_07\\_SG\\_Wege\\_zur\\_100\\_Prozent\\_erneuerbaren\\_Stromversorgung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2011_07_SG_Wege_zur_100_Prozent_erneuerbaren_Stromversorgung.pdf?__blob=publicationFile)

**UFZ:** Why Should Support Schemes for Renewable Electricity Complement the EU Emissions Trading Scheme? Juli 2011. Online unter: [http://www.ufz.de/export/data/global/26152\\_DP\\_5\\_2011\\_Lehmann\\_Gawel.pdf](http://www.ufz.de/export/data/global/26152_DP_5_2011_Lehmann_Gawel.pdf)

**Umweltbundesamt (UBA):** Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien – klimafreundlich und ökonomisch sinnvoll. April 2011. Online unter: [www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4067.pdf](http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4067.pdf)

**UBA:** Nachhaltige Stromversorgung der Zukunft. Kosten und Nutzen einer Transformation hin zu 100% erneuerbaren Energie. Dessau-Roßlau, August 2012. Online unter: [www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4350.pdf](http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4350.pdf)

**WWF, Ecofys, Office for Metropolitan Architecture:** The Energy Report. 100% Renewable Energy by 2050. Januar 2011. Online unter: [http://wwf.panda.org/what\\_we\\_do/footprint/climate\\_carbon\\_energy/energy\\_solutions/renewable\\_energy/sustainable\\_energy\\_report/](http://wwf.panda.org/what_we_do/footprint/climate_carbon_energy/energy_solutions/renewable_energy/sustainable_energy_report/)

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit:**

Erneuerbare Energien 2012, Februar 2013. Online unter: <http://www.erneuerbare-energien.de/die-themen/datenservice/erneuerbare-energien-in-zahlen/>

**Bundesministerium für Wirtschaft, Technologie:** Energiedaten - nationale und internationale Entwicklung. Januar 2013. Online unter: [www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/energiedaten.html](http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/energiedaten.html)

**Bundesverband Solarwirtschaft:** Statistische Zahlen der deutschen Solarstrombranche (Photovoltaik), Februar 2013. Online unter: <http://www.solarwirtschaft.de/presse-mediathek/marktdaten.html>

**Bundesverband Solarwirtschaft:** Statistische Zahlen der deutschen Solarwärmebranche (Solarthermie), Februar 2013. Online unter: <http://www.solarwirtschaft.de/presse-mediathek/marktdaten.html>

**Bundesverband WindEnergie:** Potenzial der Windenergienutzung an Land. Kurzfassung. Mai 2011. Online unter: <http://www.wind-energie.de/infocenter/statistiken>

**Deutsche WindGuard, Bundesverband Wind-Energie, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA):** Status des Windenergieausbaus in Deutschland. Dezember 2012. Online unter: [www.wind-energie.de/sites/default/files/attachments/page/statistiken/fact-sheet-statistik-we-2012-12-31.pdf](http://www.wind-energie.de/sites/default/files/attachments/page/statistiken/fact-sheet-statistik-we-2012-12-31.pdf)

**編集:** Jörg Mühlenhoff, Janine Schmidt, Claudia Kunz, Magnus Maier, Alena Müller, Rainer Hestermann, Johannes Katz

**編集⌘切:** 2013年4月

**発行者:**  
Agentur für Erneuerbare Energien e.V.  
Reinhardtstr. 18  
10117 Berlin  
Tel: +49 -(0)30-200535-3  
Fax: +49 -(0)30-200535-51  
E-mail: [info@unendlich-viel-energie.de](mailto:info@unendlich-viel-energie.de)

**翻訳:** 飛鳥井雅友

**日本語版製作:**  
ドイツ大使館  
〒106-0047 東京都港区南麻布4-5-10  
Tel: 03-5791-7700  
Fax: 03-5791-7773  
E-mail: [info@toky.diplo.de](mailto:info@toky.diplo.de)  
[www.japan.diplo.de](http://www.japan.diplo.de)

**インターネット上の最新情報:**  
[www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)  
[www.kommunal-erneuerbar.de](http://www.kommunal-erneuerbar.de)  
[www.foederal-erneuerbar.de](http://www.foederal-erneuerbar.de)  
[www.energie-studien.de](http://www.energie-studien.de)

**構成:** BBGK Berliner Botschaft

**写真:**  
p.1, 3: photocase (2), wikicommons (3),  
BWE (2), BSW; fotolia; Montage: BBGK  
p.37 iStock photo  
p.39 BSW, Stock Exchange sxc;  
Montage: BBGK  
p.23 Wikimediaq  
p.45 Stock Exchange sxc  
p.49 Stock Exchange sxc

---

再生可能エネルギーエージェンシー（AEE）は、再生可能エネルギーに関わる企業や団体が運営し、ドイツ連邦環境省と農業省が支援しています。AEEの使命は、温暖化防止から、安定的なエネルギー供給、さらには雇用や経済発展や技術革新にいたる再生可能エネルギーを基礎とする持続可能なエネルギー供給のチャンスと利点を明らかにすることです。再生可能エネルギーエージェンシーは、超党派的・超社会的に活動しています。

[www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)





ドイツ連邦共和国大使館 東京  
Botschaft der  
Bundesrepublik Deutschland Tokyo



大阪・神戸ドイツ連邦共和国総領事館  
Generalkonsulat der  
Bundesrepublik Deutschland  
Osaka-Kobe