

ドイツの再生可能エネルギー促進 過去、現在と未来

2012. 02. 18

林 彰 一

updated p13 on May 5, 2012

ドイツの再生可能エネルギーの現状

未来志向で効率的ー再生可能エネルギー 「ドイツの実情」 <http://bit.ly/yroqJr>

気候変動の影響が科学的に明らかにされている一方(温度上昇、洪水、旱魃、北極・南極の氷溶解の加速、動植物種の絶滅)、化石燃料の消費は全世界で増大している。そのため、気候変動に悪影響を及ぼさない再生可能エネルギーは、ますます重要となっている。

風力、水力、太陽光、バイオマス、地熱は、無尽蔵に利用でき、気候変動をもたらす排出物を出さない。ドイツのエネルギー消費における再生可能エネルギーの割合は近年では10%を上回っている。

ドイツは世界の風力発電の約14%を占めており、風力によるエネルギー生産では中国とアメリカ合衆国について世界第3位である。風力のあらたな利用可能性を約束しているのが、欧州北海オフショア・イニシアチブであり、この事業では、ドイツと他の8つのEU諸国が提携を結んでいる。

太陽光発電では、2010年、ドイツは設置出力総計1万7300メガワットを誇り、スペインと日本を上回ってドイツが世界一であった。このほか、ドイツ企業が中心となって推進しているデザーテック・イニシアチブも、持続可能なエネルギー技術に対する欧州における大規模投資のひとつである。この構想は、太陽光発電によって北アフリカでエネルギーを生産し、これにより2050年までに欧州の電力需要の約15%をまかなおうとするものである。

ドイツの最新エネルギー政策

福島第一原発事故を受けた見直し結果

連邦環境省 “Renewable Energy Sources in Figures (July 2011)”

この度練られたエネルギーへの取り組み方の提言にのっとり、2011年6月6日閣議決定により、ドイツ政府は従来のエネルギー政策のさらなる方向転換を確認した。

それは、原子力エネルギー脱却の加速化と同時に、再生可能エネルギーの時代への移行に着手することである。政府はその決断を、ドイツ経済と社会の進歩におけるマイルストーンでもあると考えている。この要となるものは、

- 2022年までに原子力発電を廃止すること
- すべての分野においてダイナミックに再生可能エネルギーを拡大すること
- 先進的な電力グリッドの急速な立ち上げ
- 省エネ、節エネ対策 特に省エネ建築による改修、省エネの先進技術投入

この新しいエネルギーコンセプトでもエネルギー供給の信頼性確保やエネルギー費用が負担できなくならないよう、政府は保証する。これによりドイツの産業上の地位も強化され、温暖化対策も従来通り厳密に実行されるものである。

ドイツの再生可能エネルギー(電力)促進政策の変遷

- 電力供給法(StromEinspG) 1990
電力供給事業者に対し、**小売り価格に対する固定比率**で再生可能電力の買い取り義務化
- 再生可能エネルギー法(EEG) 2000
エネルギー供給のうえでの持続可能な発展を促す。特に、気候、自然、環境を保護するという目的の明記。
総エネルギーにしめる再生可能エネルギーの比率(3.8%)を2010年までに2倍にする目標
系統管理者に対し再生可能電力の接続を義務づけ
電力供給事業者に対し再生可能電力の20年固定価格での買い取りを義務化
- 再生可能エネルギー法(EEG) 2004
2010年までに総エネルギー供給量のうち再生可能エネルギーの比率を12.5%以上、2020年には少なくとも20%以上とする目標
- 再生可能エネルギー法(EEG) 2009
2020年までに総電力供給量のうち再生可能エネルギー比率を30%以上にするとする目標
- 2011の脱原発立法化に伴う目標見直し → 次ページ

ドイツの再生可能エネルギー中・長期目標

□ 全電力消費における割合 (2000年6.4%、2011年速報値 20%)

2020年までに	35%以上
2030年までに	50%以上
2040年までに	65%以上
2050年までに	80%以上

□ 全エネルギー消費に対する割合 (2000年3.8%、2011年速報値 12%)

2020年までに	18%以上
2030年までに	30%以上
2040年までに	45%以上
2050年までに	60%以上

以下、p15までの図表の出典：

BMU-Brochure “Renewable Energies - Innovations for a Sustainable Energy Future”

<http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/44744/3860/>

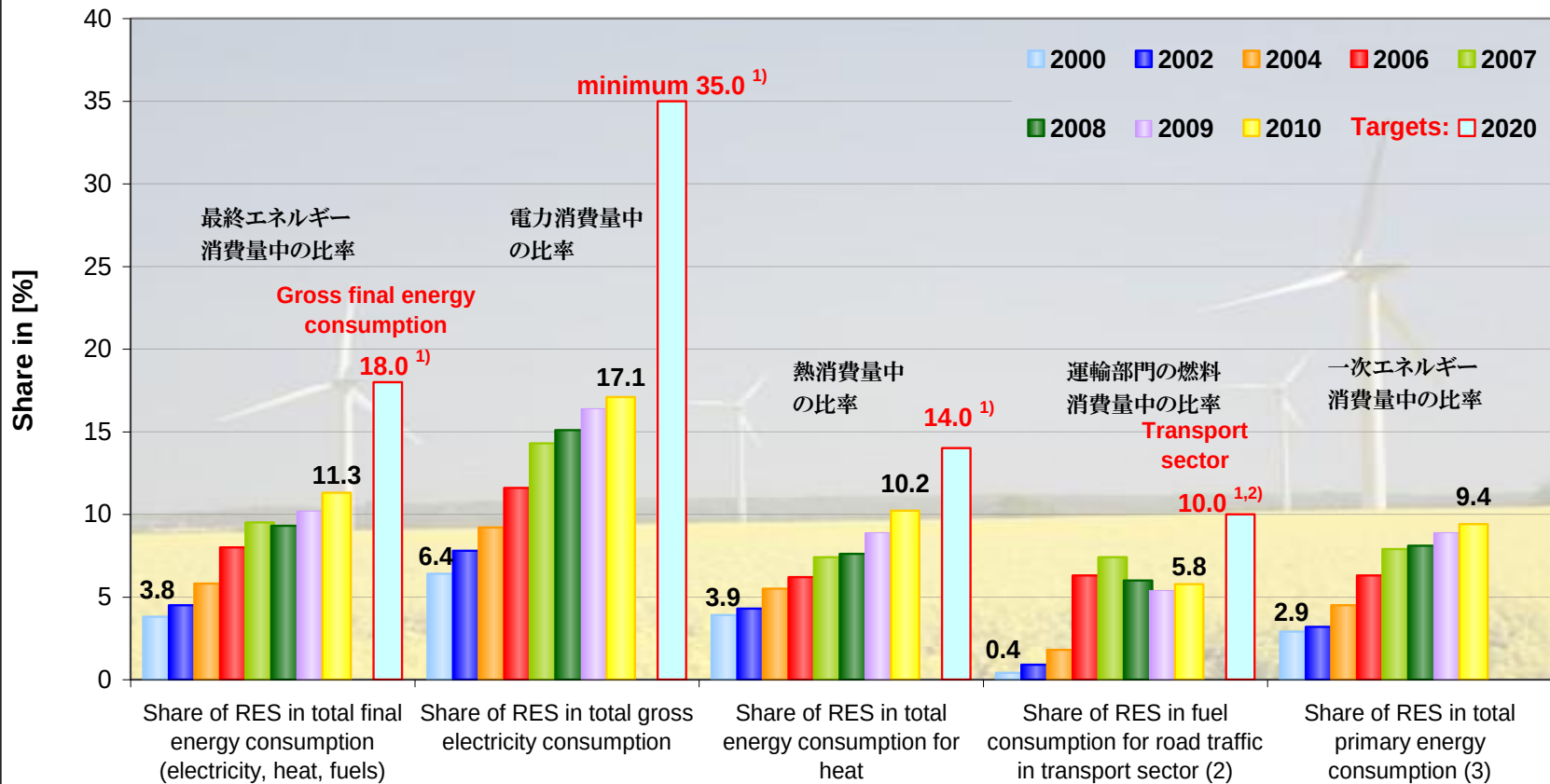
p13 については

“Gross employment from renewable energy in Germany in 2011 - a first estimate - As at: 14 March 2012 ”

http://www.erneuerbare-energien.de/files/english/pdf/application/pdf/ee_bruttobeschaefigung_en_bf.pdf

ドイツの再生可能エネルギートレンドと目標

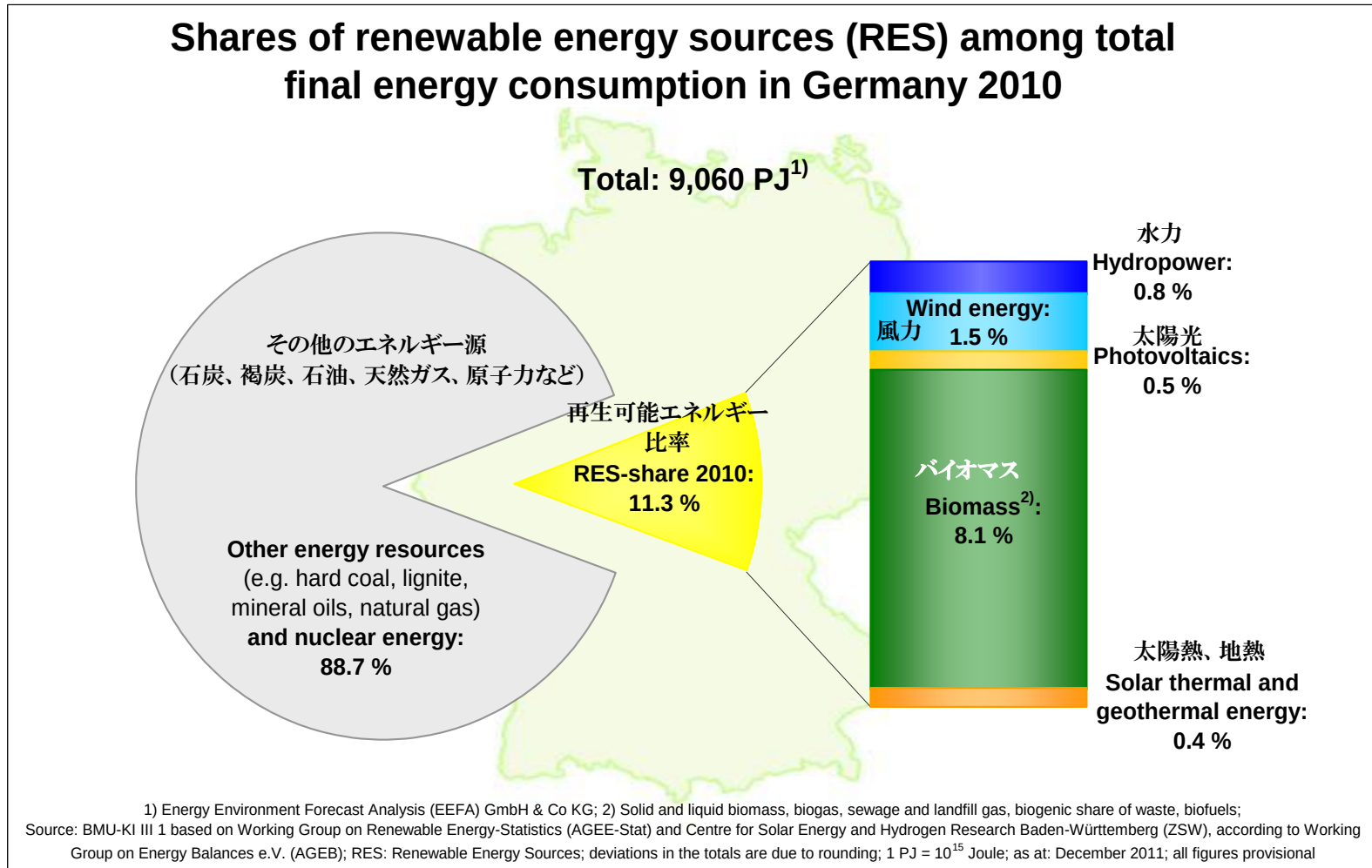
Renewable energy sources as a share of energy consumption in Germany



1) Sources: Targets of the German Government, Renewable Energy Sources Act (EEG); Renewable Energy Sources Heat Act (EEWärmeG), EU-Directive 2009/28/EC;

2) Total consumption of engine fuels, excluding fuel in air traffic; 3) Calculated using efficiency method; Source: Working Group on Energy Balances e.V. (AGEB); RES: Renewable Energy Sources; Source: BMU-KI III 1 according to Working Group on Renewable Energy-Statistics (AGEE-Stat); image: BMU / Brigitte Hiss; as at: December 2011; all figures provisional

ドイツのエネルギー消費中の再生可能エネルギー比率(2010)



出典: Development of renewable energy sources in Germany in 2010 version December 2011

ドイツの電力消費における電源ミックス(2010)

The Electricity Mix in Germany in 2010

Renewable Energies ensuring 16,8%
of gross power consumption.

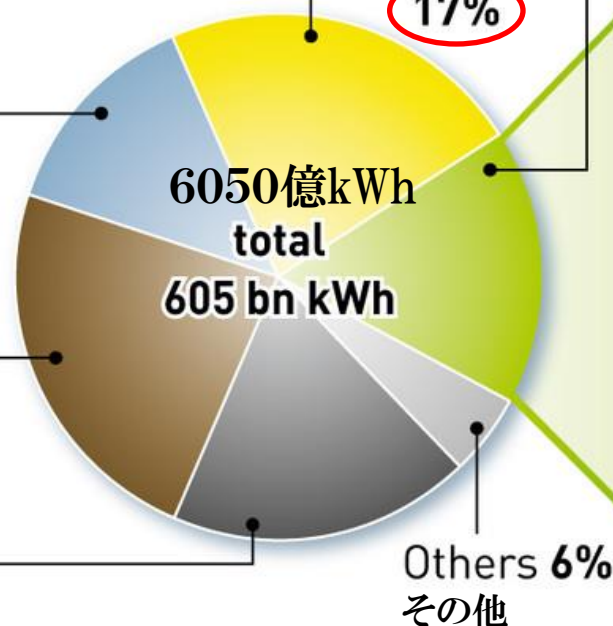
原子力
Nuclear Energy
22%

天然ガス
Natural Gas
13%

褐炭
Lignite
23%

石炭
Hard Coal
19%

再生可能エネルギー
Renewable
Energies
101,7 bn kWh
17%



太陽光
Photovoltaics
2,0%
(12,0 bn kWh)

水力
Hydropower
3,3%
(19,7 bn kWh)

バイオマス
Biomass
5,5%
(33,5 bn kWh)

風力
Wind energy
6,0%
(36,5 bn kWh)

Sources: AGEb, AGEE-Stat
Status: 08/2011

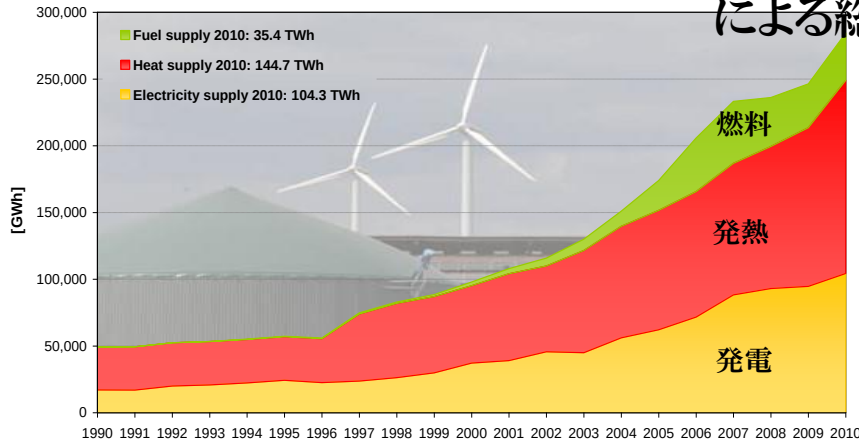
www.renewables-in-germany.de



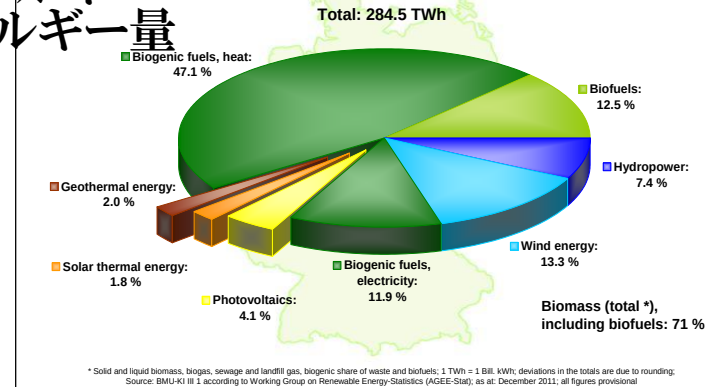
ドイツの再生可能エネルギーの急成長

Contribution of renewable energy sources to final energy supply in Germany

再生可能エネルギー
による総エネルギー量



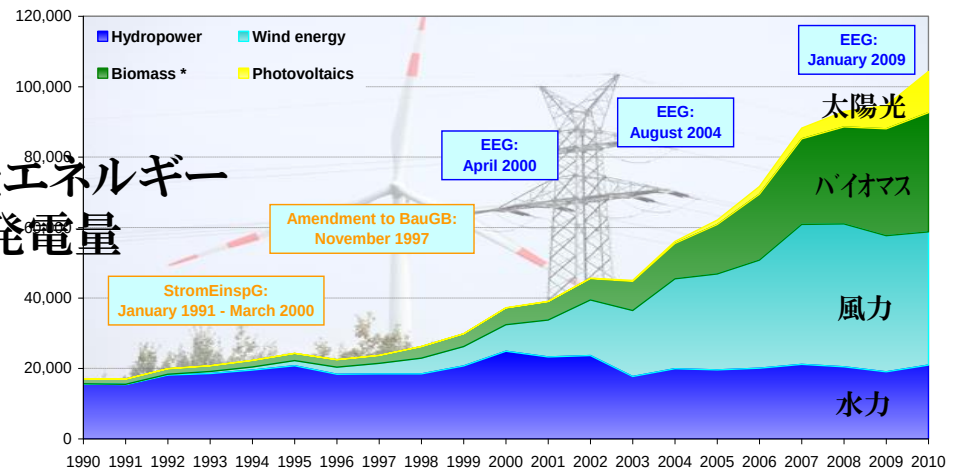
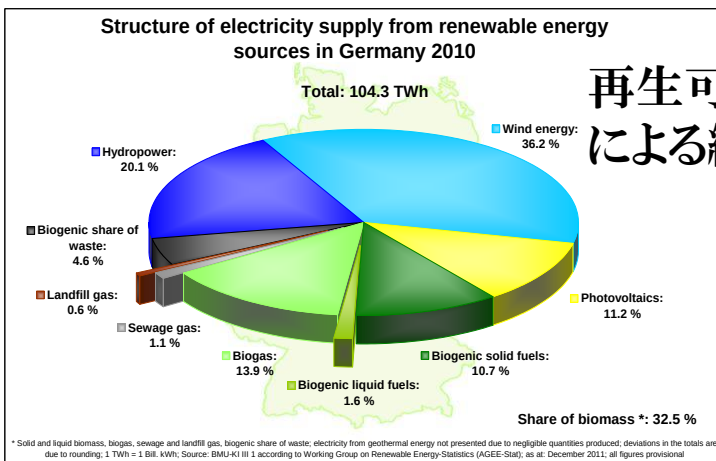
Structure of final energy supply from renewable energy sources in Germany 2010



Contribution of renewable energy sources to electricity supply in Germany

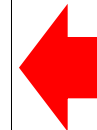
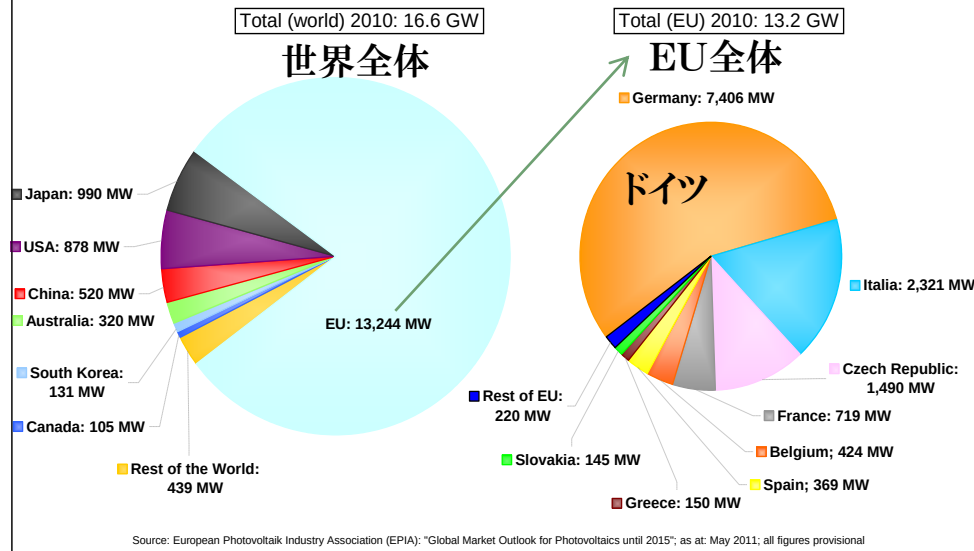
Structure of electricity supply from renewable energy sources in Germany 2010

再生可能エネルギー
による総発電量



再生可能エネルギー普及 国際比較(2010)

Worldmarket photovoltaics, new installed capacity 2010



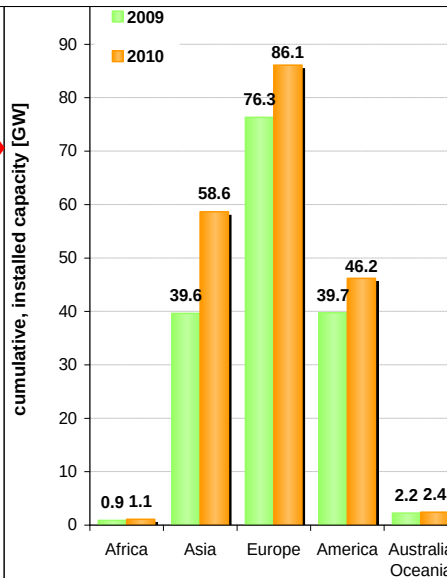
太陽光発電
設置済み設備の発電能力

日本	5.9%
USA	5.3%
ドイツ	44.6%
EU全体	79.8%

風力発電
設置済み設備の発電能力



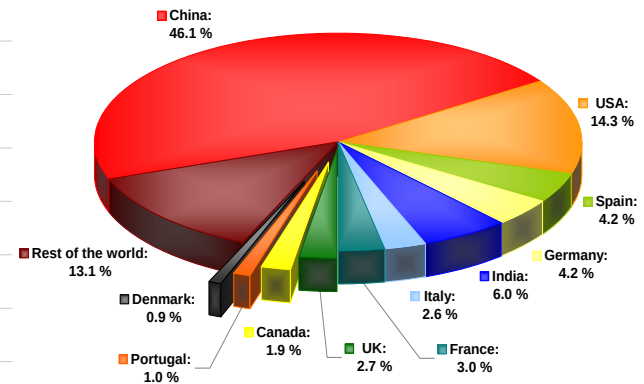
中国	46.1%
USA	14.3%
インド	6.0%
ドイツ	4.2%



Source: Global Wind Energy Council (GWEC); Global Wind Report - Annual Market Update 2010; deviations in the totals are due to rounding; as at: March 2011; all figures provisional

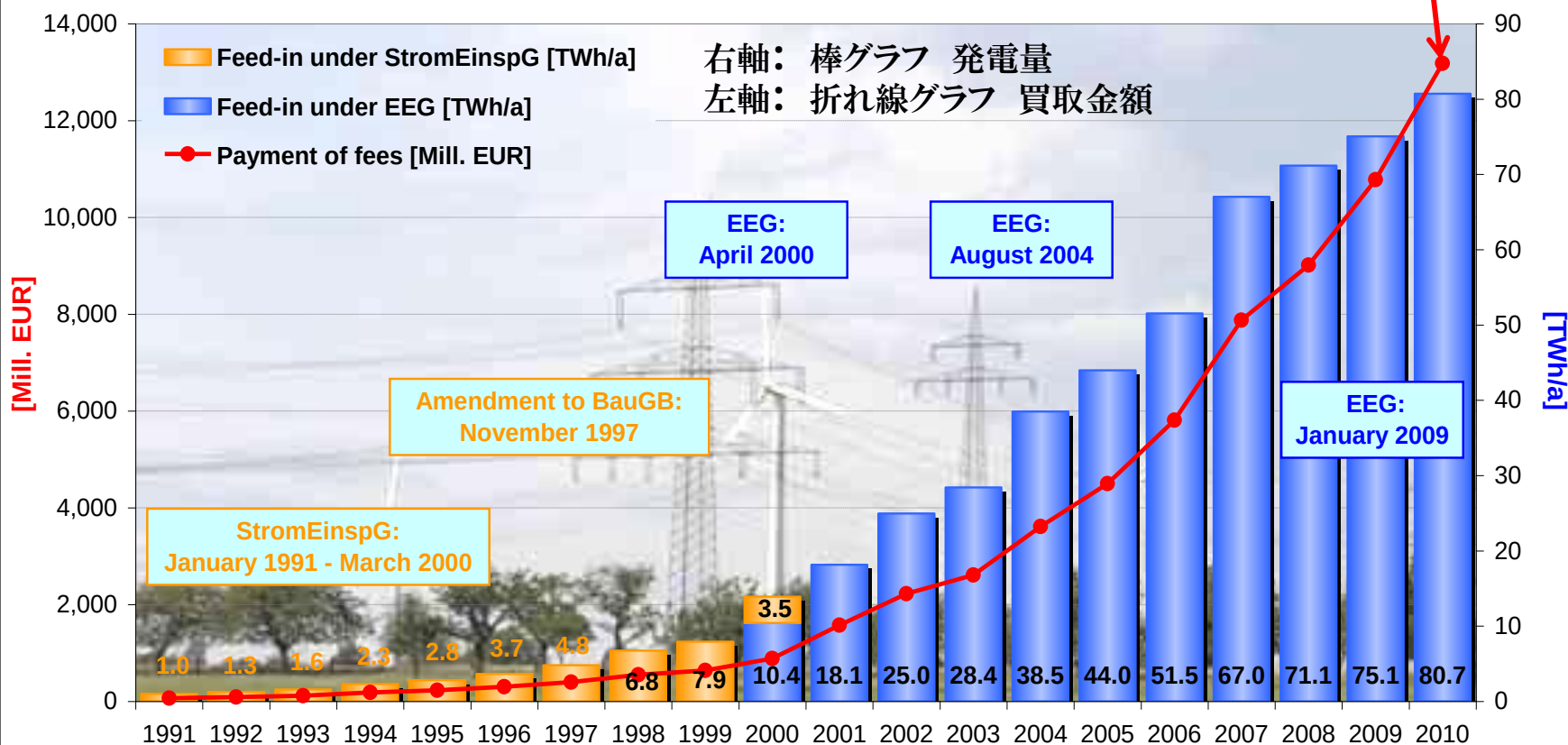
Global: Total capacity 2010: 194,390 MW

New installed capacity (total): 35,802 MW



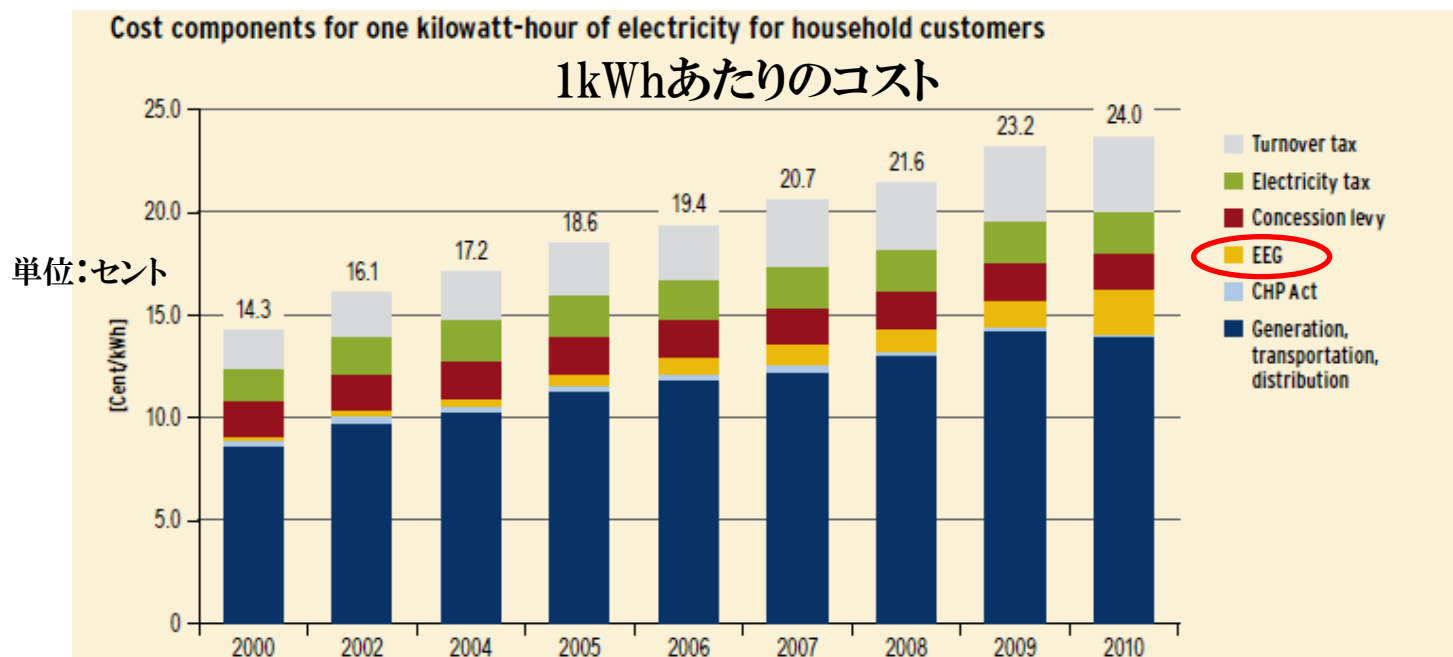
ドイツの再生可能エネルギー電力買取額

Feed-in and payment under the Electricity Feed Act (StromEinspG) and the Renewable Energy Sources Act (EEG) in Germany



StromEinspG: Act on the Sale of Electricity to the Grid; BauGB: Construction Code; EEG: Renewable Energy Sources Act; 1 TWh = 1 Bill. kWh;
Source: BMU-KI III 1 according to Working Group on Renewable Energy-Statistics (AGEE-Stat); image: BMU / Bernd Müller; as at: December 2011; all figures provisional

ドイツのEEGによる家計での費用負担



1kWhあたり0.24ユーロ。そのうちの0.023ユーロ(約10%)がEEG分

	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Generation, transportation, distribution	8.6	9.7	10.2	11.2	11.8	12.2	13.0	14.2	13.9
CHP Act	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1
EEG	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	1.0	1.1	1.3	2.3 ¹⁾
Concession levy	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Electricity tax	1.5	1.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Turnover tax	2.0	2.2	2.4	2.6	2.7	3.3	3.4	3.7	3.8
Total	14.3	16.1	17.2	18.6	19.4	20.7	21.6	23.2	24.0

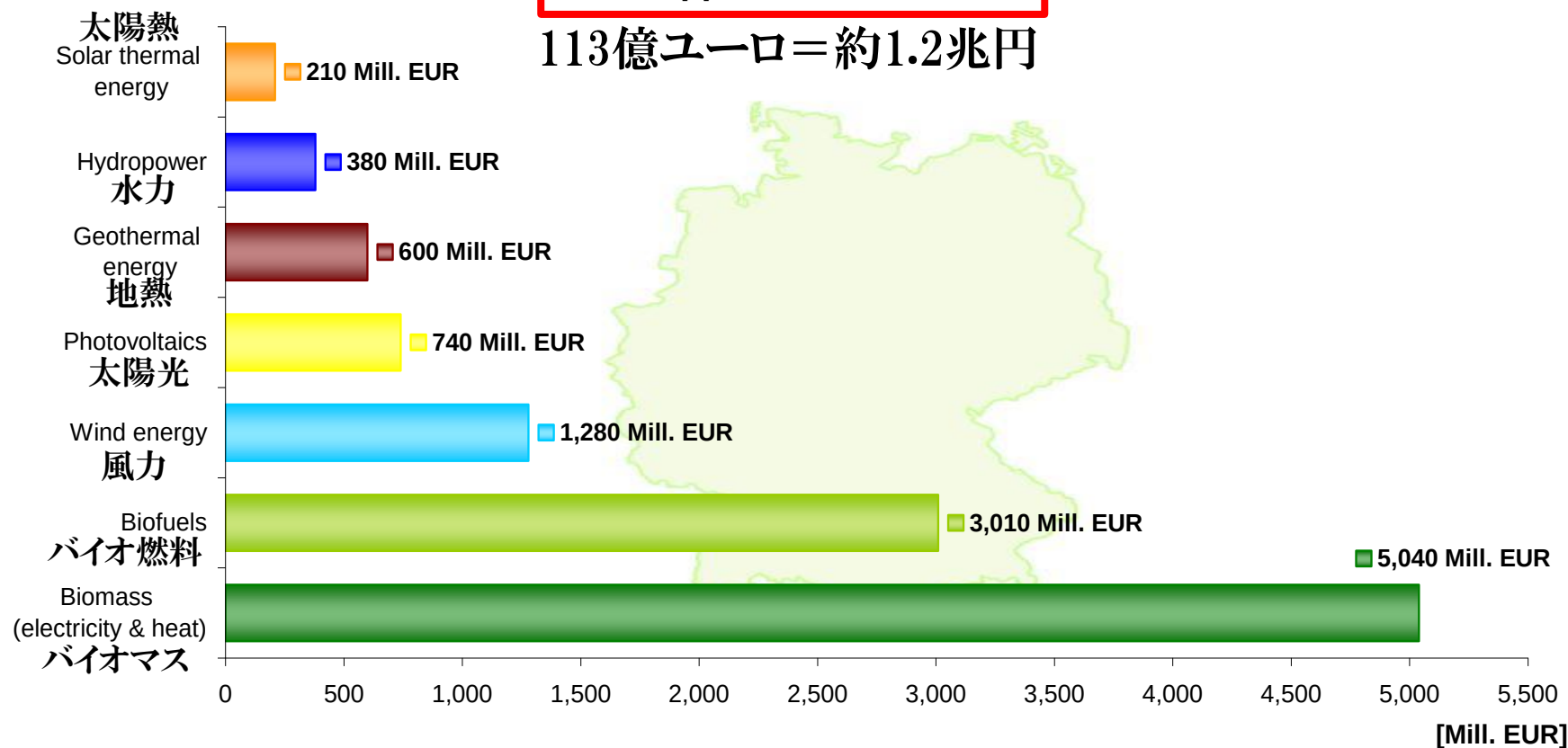
1) computed value on the basis of final EEG account for 2010

ドイツの再生可能エネルギー投資効果

Economic boost from the construction of renewable energy installations in Germany 2010

Total: approx. 11.3 Bill. EUR

113億ユーロ＝約1.2兆円



deviations in the totals are due to rounding;

Source: BMU-KI III 1 according to the Centre for Solar Energy and Hydrogen Research Baden-Wuerttemberg (ZSW); as at: December 2011; all figures provisional

再生可能エネルギーによる化石燃料輸入削減額

Trends in fossil fuel savings resulting from use of renewables

	Electricity	Heat	Transport	Total
	Primary energy [TWh]			
2009	218.9	130.1	21.8	370.8
2010	234.4	145.1	23.0	402.6

Sources: Sources: UBA [75] on the basis of AGEE-Stat and Klobasa et al. [88]; Frondel et al. [87]; Öko-Institut [90]; Ecoinvent [84]; Vogt et al. [89]; Frick et al. [86] and other sources; see tables on pages 27, 29 and 31

Development of savings on fossil fuel import costs in Germany ¹⁾

	Electricity	Heat	Transport	Total
	[Billion EUR]			
2009	2.1	3.1	0.9	6.2 ²⁾
2010	2.5	3.3	0.8	6.7 ²⁾

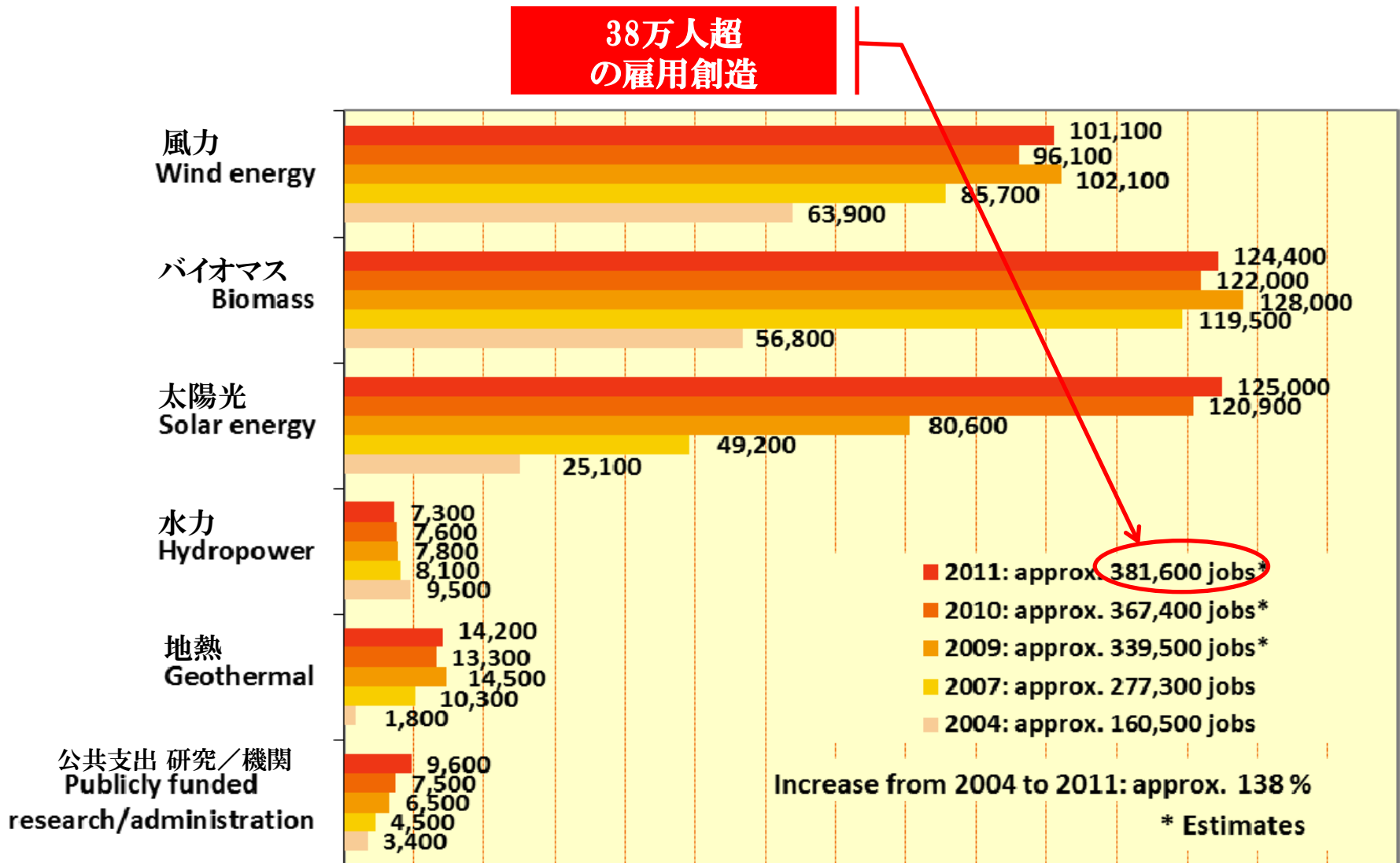
2010年
670億€

=約7000億円

Provisional figures

- 1) Excluding imported lignite for heating purposes (briquettes). Import shares for oil and natural gas according to [BMWi]. Import share for boiler coal 100 %, since fixed supply contracts for German coal do not permit any reductions. Savings in boiler coal therefore result in a reduction in hard coal imports. The total import share for hard coal is over 75 %. Import prices according to [BAFA].
- 2) Gross figures. Taking account of imports of biogenic fuels reduces the import savings to 5.8 billion EUR (2010) and 5.7 billion EUR (2009). For calculation method, cf. [133]

ドイツの再生可能エネルギーによる雇用創出



ドイツの再生可能エネルギーによる 温室効果ガス削減

Avoidance of CO₂ and Greenhouse-Gas emissions in Germany 2010

	Avoidance of CO ₂ emissions 単位:百万トン [mill. t]	Avoidance of GHG emissions 単位:百万トン [mill. t]
Electricity generation	70.9	75.3
<i>Through the EEG compensated power input</i>	<i>approx. 54</i>	<i>approx. 57</i>
Heat generation	39.5	39.6
Biogenic fuel generation	7.3	5.0
Total	117.6	119.8

EEG: Renewable Energy Sources Act; GHG: Greenhouse Gas;
deviations in the totals are due to rounding; Source: BMU-KI III 1 according to Working Group on Renewable Energy-Statistics (AGEE-Stat) and Federal Environment Agency (UBA);
as at: December 2011; all figures provisional

約1億2000万トン

ドイツの再生可能エネルギー政策の分析

ドイツが1990年代以降急速に再生可能エネルギーの普及を成し遂げたのは、再生可能エネルギー資源の豊富さによるものではない。

むしろ、この点についていえば同じヨーロッパのフランスやイギリスのほうが豊かである。

明確な違いは、電力買い取り補償制による効果的な制度を設計したという点に加え、それを改良してきたという点にある。

つまり再生可能エネルギーは、政策や制度、政治的意思決定に大きく左右されると言える。この点でいえば、電力買い取り補償制をとるにせよ、RPS制をとるにせよ、明確な政治的意思と不断の改良が再生可能エネルギー普及の鍵であるといえる。

(支援策は、Feed-in tariffないしMinimum Price Standardとよばれる「電力買い取り補償制」の他、日本がこれまで採用してきた再生可能エネルギー・ポートフォリオ基準 (Renewable Portfolio Standard: RPS) や競争入札制 (bidding scheme) をはじめとして多様に存在)

出典：立命館大学人文科学研究所紀要（88号）2007年3月 大島 堅一
再生可能エネルギー普及に関するドイツの経験－電力買い取り補償制の枠組みと実際－

ドイツの電力買い取り補償制の成功要因

ドイツが1990年代以降大幅に再生可能エネルギーを普及し得たのには、非常に巧みに設計された電力買い取り補償制が存在していたからである。

- ① ドイツの電力買い取り補償制は、比較的慎重に価格決定がされ、その後不備が生じるたびに頻繁にきめの細かい変更が施されている。電力買い取り補償制においては、得られる発電量があらかじめわからないという特徴があるが、太陽光発電に関する規定の変更など、ドイツではこの点を克服している。
- ② 再生可能エネルギー法および新再生可能エネルギー法で導入された価格引き下げ率の設定により、技術革新による価格低減効果を取り込み、発電事業者に(利益上の)過度の余剰が発生しないように工夫している。これによって、再生可能エネルギー普及に係る総コストを低減しているといえる。
- ③ 自然条件を考慮し、好条件のもとでは買い取り価格を低く、悪条件のもとでは買い取り価格が高くなるようにしている。特に、こうした点が考慮されなければならないのが風力であるが、この点についての改良は早い段階でなされていた。
- ④ 費用負担に関しても、地域によって不公平なものにならないような財政的仕組みが組み込まれている。再生可能電力普及による追加的コストは第一次的には送配電事業者によって負担されるが、最終的には電力消費者によって支払われるものである。ドイツにおける平準化スキームは費用負担の不公平をうまく回避しているといえるであろう。さらに言えば、電力大量消費産業については一定の上限を加えた上での過剰負担回避策がとられており、産業の競争力低下にも配慮した設計となっている。こうした制度を取り込むことによって電力買い取り補償制にともなう市場への歪んだ効果を排除しているといえる。

出典：立命館大学人文科学研究so紀要（88号）2007年3月 大島 堅一
再生可能エネルギー普及に関するドイツの経験－電力買い取り補償制の枠組みと実際－

再生可能エネルギー法(2004年7月～)の概要

再生可能エネルギー法は、2004年7月に再生可能エネルギー新法として全面改正された。基本的枠組みは電力買い取り補償制のままであるが、再生可能エネルギーの具体的な目標設定のもと大幅普及に向け、経済効率性も考慮し、きめの細かい修正が施されているのが特徴。

目的： エネルギー供給のうえでの持続可能な発展を促すこと、特に、気候、自然、環境を保護すること

具体的数値目標：

再生可能電力の電力供給に占める割合を2010年までに12.5%、2020年までに20%。

これによるCO₂削減効果は、電力部門で 2010年 72.6MtCO₂(2003年 46.3MtCO₂)、うち再生可能エネルギー法によるものが28.8MtCO₂(同52.1MtCO₂)と増大。

制度： 電力供給事業者に対し、当該事業者が経済活動を行っている地域内において発電される再生可能電力の買い取りを義務づける。再生可能エネルギー施設が設置される地域に電力供給事業者が存在しない場合、その場所から最も近い場所にある配電もしくは供給システムの管理者が再生可能電力を買い取る。**系統管理者に対し再生可能電力の接続を義務づけ。**

買い取り価格は20年(水力は15年または30年)の固定額で定め、再生可能電力事業者の事業リスクの低減を図る。

再生可能エネルギーの定義：

波力、潮力、流水、塩分濃度勾配エネルギーを含む水力、風力エネルギー、太陽光、地熱、バイオマス(バイオガス、埋立地ガス、下水汚泥ガス、都市及び産業廃棄物からの生分解可能な部分からのエネルギー)。

出典： 立命館大学人文科学研究so紀要(88号)2007年3月 大 島 堅 一
再生可能エネルギー普及に関するドイツの経験－電力買い取り補償制の枠組みと実際－

新再生可能エネルギー法によるFITの実際

表6 新再生可能エネルギー法にもとづく買い取り価格水準

	容量制限	区分	水準 (€/kWh)	期間(年)	引き下げ(年率)	内容
水力	5MWまで	≤500kW	9.67	30	—	2008年1月1日以降に認可されたもの。
		500kW-5MW	8.65			
	5MW-150MW	≤500kW	7.67	15	1.50%	5MWを超える容量の水力については、2004年8月～2012年末まで改修され、改修により15%以上発電能力が向上し、優良な環境状態が達成されるようになったもの。また、補償額は追加的電力。
		500kW-10MW	8.65			
		10-20MW	8.1			
廃棄物ガス・汚泥ガス・坑内ガス	なし	20-50MW	4.56	20	1.50%	特定の革新的技術を用いた場合
		50-150MW	3.7			
		≤500kW	7.67			
		500kW-5MW	8.65			
地熱	なし	5MW-10MW	8.65	20	1.50%	
		10MW-20MW	8.95			
		20MW-	7.16			
風力(地上)	なし	なし	8.7(稼働より5年以内)/5.5(5年以降)(※1)	20	2%	
風力(海上)			9.1(稼働より12年間)/8.19(12年以降)	20	2008年より2%	
太陽光エネルギー	なし	なし	45.7	20	2005年以降稼働のものについては5%、2006年以降稼働のものについては8.5%	発電を目的とした施設
		≤30kW	57.4	20	2005年以降稼働のものについては5%	建築物内または遮音壁に接して設置されたもの
		30kW-100kW	54.8			
		100kW-	54	20	2005年以降稼働のものについては5%	外壁、屋根等として設置された場合(Fassadenintegrierte Anlagen)
バイオマス	20MWまで	≤150kW	11.5	20	1.50%	
		150kW-500kW	9.9			
		500kW-5MW	8.9			
	20MWまで	≤20MW	3.9	20	1.50%	廃棄木材カテゴリーAIII、AIVが用いられている施設で2008年7月以降認可されたもの。
		≤150kW	17.5			
		150kW-500kW	15.9			
	20MWまで	500kW-5MW	12.9	20	1.50%	自己再生原料(Nachwachsende Rohstoffe)を利用する施設。
		≤150kW	17.5			
		150kW-500kW	15.9			
	20MWまで	500kW-5MW	11.4	20	1.50%	自己再生原料(Nachwachsende Rohstoffe)として定義された木材を燃焼する施設。
		≤150kW	13.5			
		150kW-500kW	11.9			
バイオマス	20MWまで	500kW-5MW	10.9	20	1.50%	熱電併給施設から生産される電力。
		5MW-20MW	10.4			
		≤150kW	13.5			
	20MWまで	150kW-500kW	11.9	20	1.50%	特定の革新的技術を用いた熱電併給施設からの総電力。
バイオマス	制限なし	≤5MW	15	20	2010年より1%	
		5MW-10MW	14			

*1: 稼働5年以内については、基準生産量の150%を達成した施設については、8.9セント。また、これを満たさない施設については、生産量が基準生産量の150%を0.75%下回る毎に2月ずつ延長。

出典… 立命館大学人文科学研究所紀要(88号)2007年3月 大島 堅一
再生可能エネルギー普及に関するドイツの経験―電力買い取り補償制の枠組みと実際―

ドイツのエネルギー政策関連年表

- 1973 オイルショック
- 1975 最初の原発稼働開始
- 1979 スリーマイル島原発事故。事故後SPDは反原発に転換
- 1980 ドイツに緑の党が誕生
- 1983 緑の党が連邦議会選挙で5.3%の議席獲得。環境省が発足
- 1986/4 チェルノブイリ原発事故
- 1990 ベルリンの壁崩壊。東西ドイツ再統合。電力供給法(StromEinspG)
- 1991 再生可能エネルギーの固定買取価格制度(FIT)開始
- 1998~2005 緑の党とSPDの連立政権(シュレーダー首相)。2000年代前半 緑の党 議席数8~9%
連立政権綱領に脱原発を組み込む
- 1998 電力自由化
- 2000 再生可能エネルギーに関する法律(再生可能エネルギー法 EEG)
- 2002 「電力の営業的生産に向けての核エネルギーの利用の整然とした終結に関する法律」
2020年代前半までに原子力発電所を順次閉鎖し、再生可能エネルギーを推進する法律制定
- 2005/11 CDU・CSU・SPD大連立政権(アンゲラ・メルケル首相)
- 2009/9 CDU/FDP保守連立政権(アンゲラ・メルケル首相)発足。
- 2010/10 新しいエネルギー計画策定(地球温暖化対策主眼) 2020年までにCO₂排出削減 1990年比▲40%、
2050年までに▲80%目標。完全脱原発の期間延長(平均12年の延長)を決定。
- 2011/3/11 福島第一原発事故発生
- 3/14 原発3ヶ月モラトリアム 1週間後にドイツの原発17基のうち7基を3ヶ月間停止(総発電量の8~9%相当)
- 3/27 バーデン・ヴェルテンベルグ州選挙で緑の党が得票倍増で第二党に躍進し、州首相が誕生
- 3/30 「安全エネルギー供給のための倫理委員会」、「原子炉安全委員会」設置
- 5/22 ブレーメン州議会選挙で緑の党が22.5%の得票でCDUを上回り、第二党へ
- 5/30 倫理委員会「ドイツのエネルギー転換－未来のための共同事業」を提出。停止中7基+1基、計8基完全停止
- 6/6 全ての原発を廃止する一連の法案閣議了承
- 7/8 脱原発法成立(2015、2017、2019に1基ずつ、2021まで3基、残り3基を2022までに停止)
- 12/29 速報発表:2011年の電力における再生可能エネルギー由来の電力の比率は約20%まで上昇(2010年17%)