BEE
Bundesverband
Erneuerbare Energie e.V.

2015年5月26日

ドイツ発のエネルギー大転換
ー経済的価値とエネルギー安全保障ー

ドイツ再生可能エネルギー協会（BEE）代表
ヘルマン・ファルク博士
Dr. Hermann Falk

ドイツ再生可能エネルギー協会とは？

BEE
Bundesverband
Erneuerbare Energie e.V.

ドイツの**自然エネルギー業界を代表する「声」**となる存在。
水力、風力、太陽光、バイオマス、地熱業界の**26の産業連合・組織**から成り立っている。**30,000以上の会員**の利益を代表し、そのうち企業会員数は**5,000**にのぼる。
ドイツの自然エネルギー業界に従事している労働者は**380,000**人である。

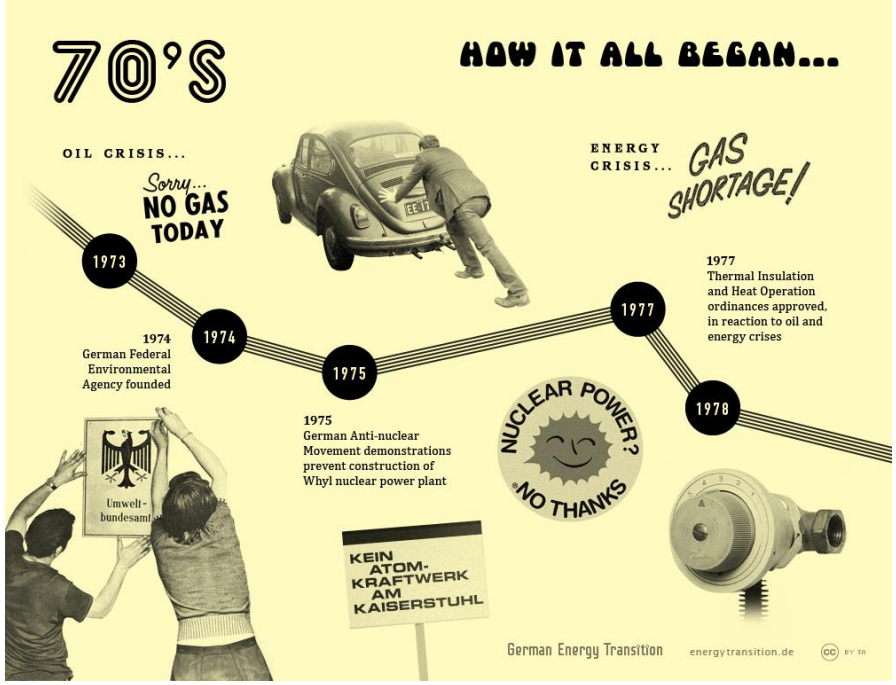
Bundesverband WindEnergie e.V. | BBE Bundesverband BioEnergie e.V. | Fachverband Biogas e.V. | GtV Bundesverband Geothermie | AEV | BVMW Bundesverband mittelständische Wirtschaft | BVP | bsm | bwp Bundesverband Wärmepumpe e.V. | DGS | DEPV Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e.V. | EnergieVerein Forum für Energierecht, Energiepolitik und Erneuerbare Energien e.V. | FnBB | VDB Zukunft tanken. | WFG Wirtschaftsforum Geothermie | WVW Wirtschaftsverband Windkraftwerke e.V.

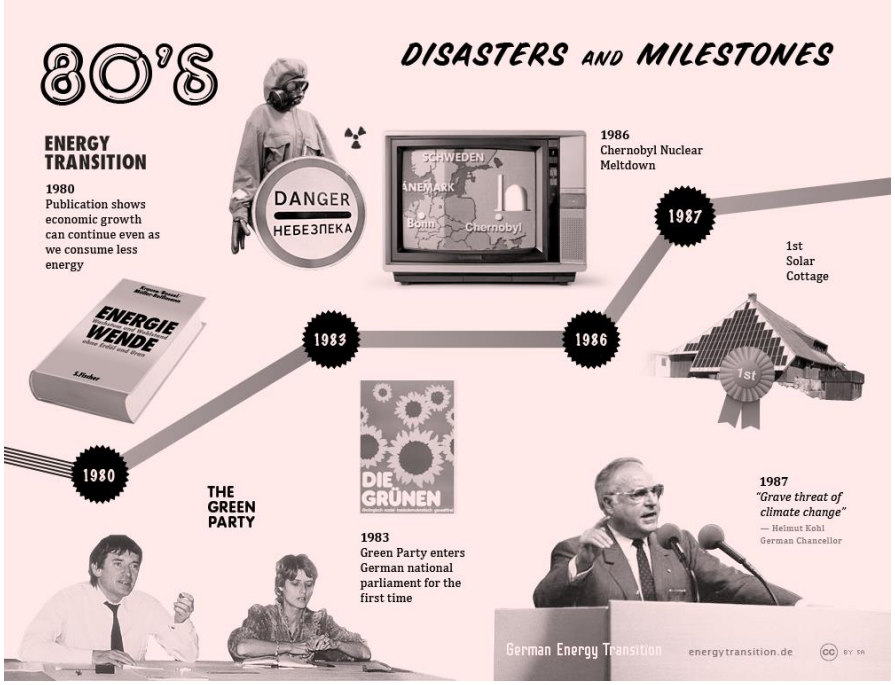
Bundschuh-Biogas-Gruppe e.V. (BBG) | Förderkreis Biogas e.V. | OWAG Ostbayrische Windanlagen GbR | Verband Deutscher Biomasseheizwerke e.V. | Windenergie Nordeifel e.V.

講演項目

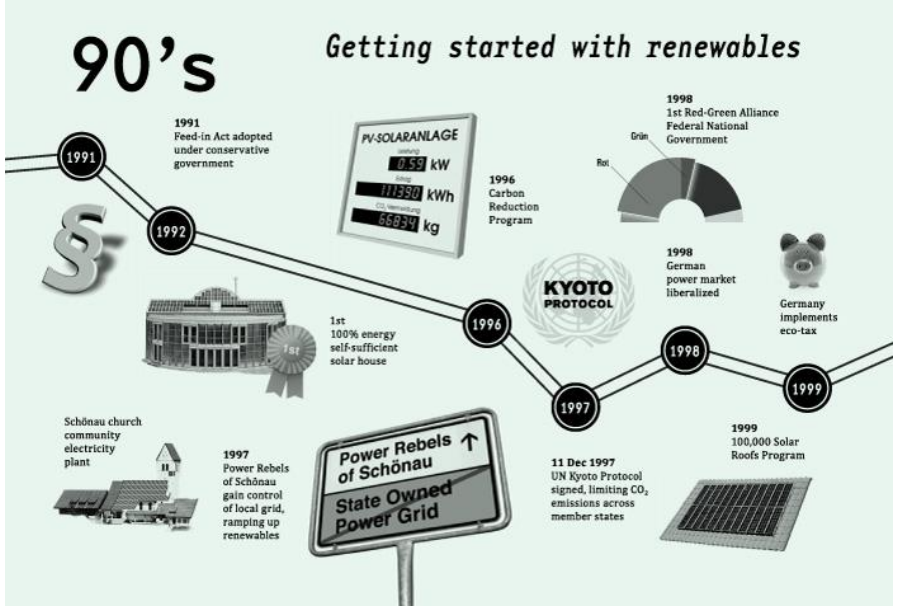
1. エネルギー大転換：“エナギーヴェンデ”
2. エネルギー大転換の恩恵
3. エネルギー大転換の課題

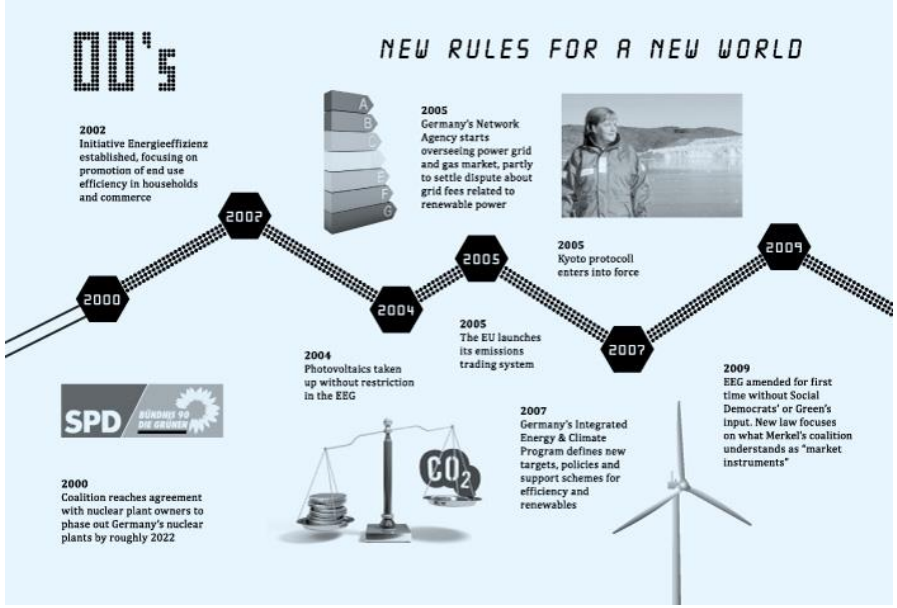
エネルギー大転換の歴史　1



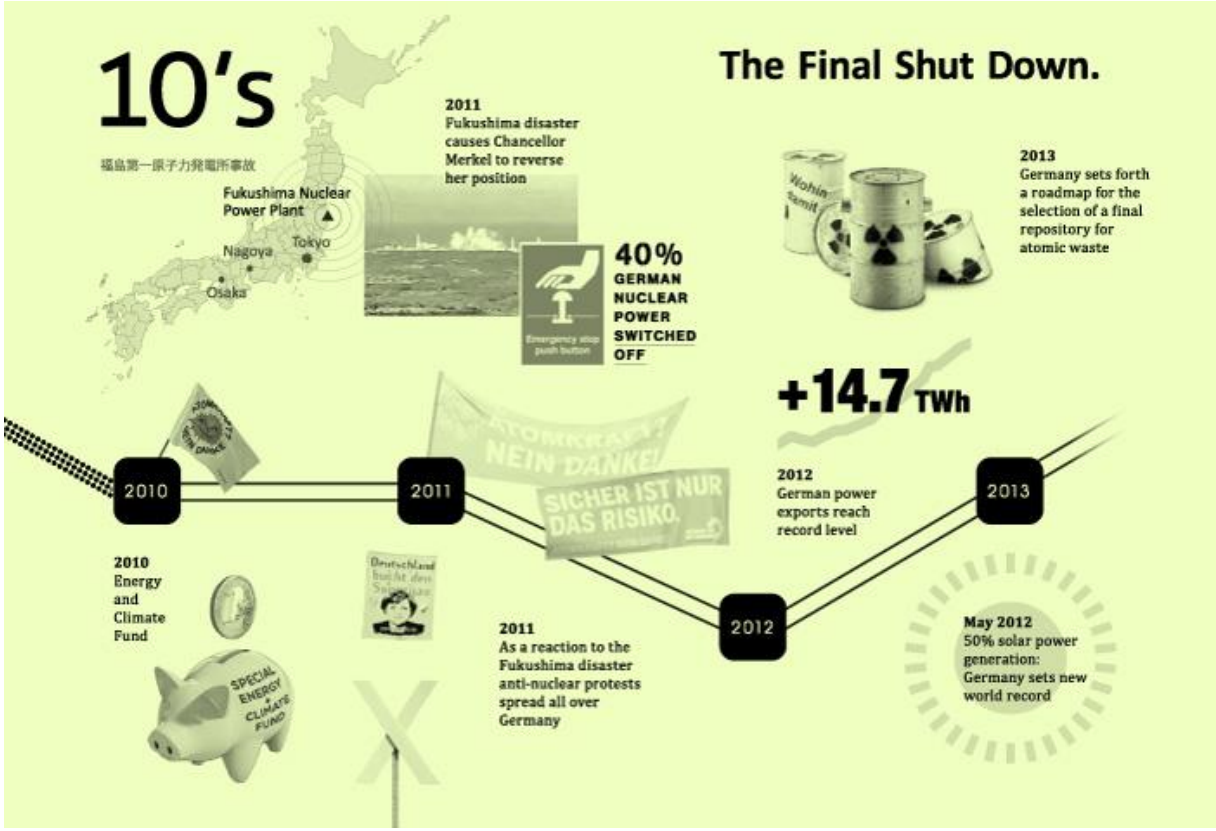


エネルギー大転換の歴史　2





エネルギー大転換の歴史　3

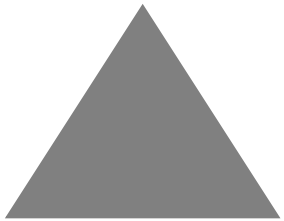


エネルギー大転換

BEE
Bundesverband
Erneuerbare Energie e.V.

ドイツの温暖化対策目標達成のためには、自然エネルギーの大幅な拡大が不可欠。

環境保護



供給の安定　　経済的実現可能性

-80%～-95% CO2 →2050

→ **100%自然エネルギーによる電力供給は、2050年までに実現可能。電力部門に限定すれば、それより早期に実現可能。**

エネルギー大転換

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

ドイツの気候変動＆エネルギー目標

- **温室効果ガス排出量**：2020年までに40%減、2050年までに80～95%減（1990年比）
- 最終エネルギー消費に占める**自然エネルギーの割合**：2020年までに18%、2050年までに60%
- 発電に占める**自然エネルギーの割合**：2025年までに40～45%、2035年までに55～60%
- **一次エネルギー消費**：2020年までに20%減、2050年までに50%減（2008年比）
- **電力需要**：2020年までに10%減、2050年までに25%減（2008年比）
- **エネルギー効率**：2020年までに**2倍**に（1990年比）
- **自然エネルギー熱利用の割合**：2020年までに14%

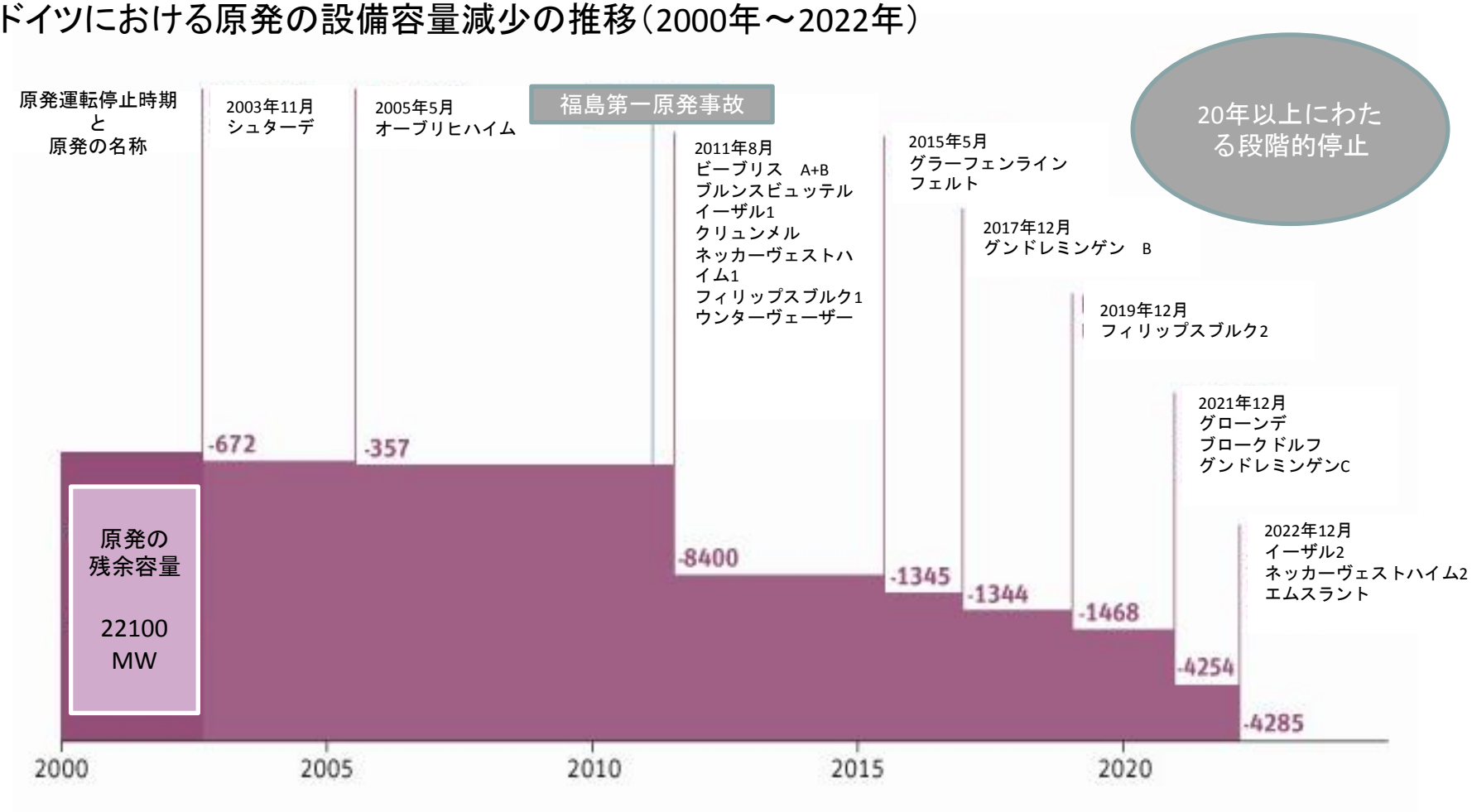
→ドイツの排出量削減目標値はEUの目標値を上回っている!

エネルギー大転換

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

ドイツは段階的にすべての原子力発電所を運転停止

ドイツにおける原発の設備容量減少の推移（2000年～2022年）

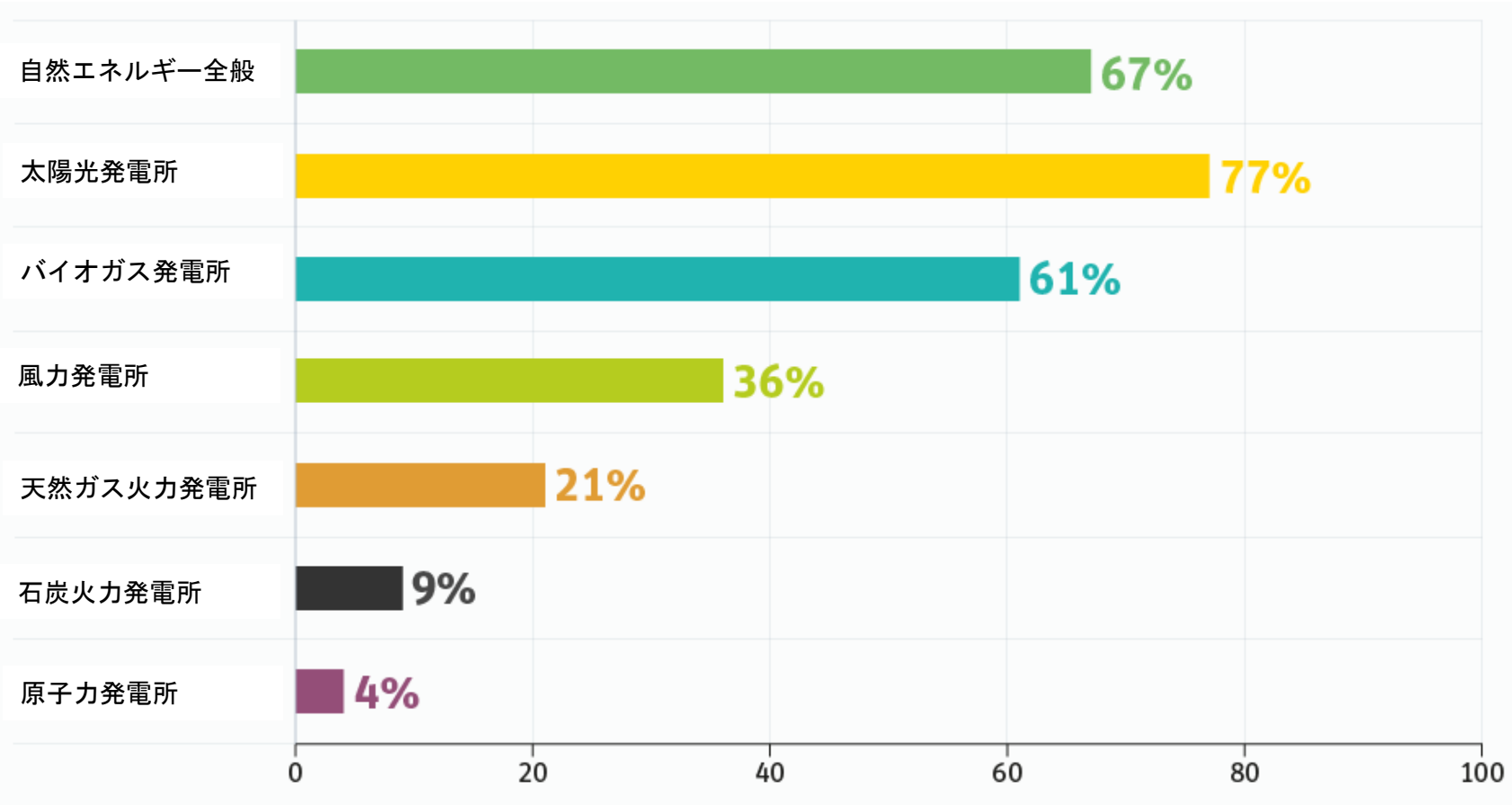


エネルギー大転換

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

ドイツで幅広い支持を得ている自然エネルギー

発電所の近くに住まいを構えることを“とても好む”もしくは“好む”ドイツ市民の割合 （2012年10月）

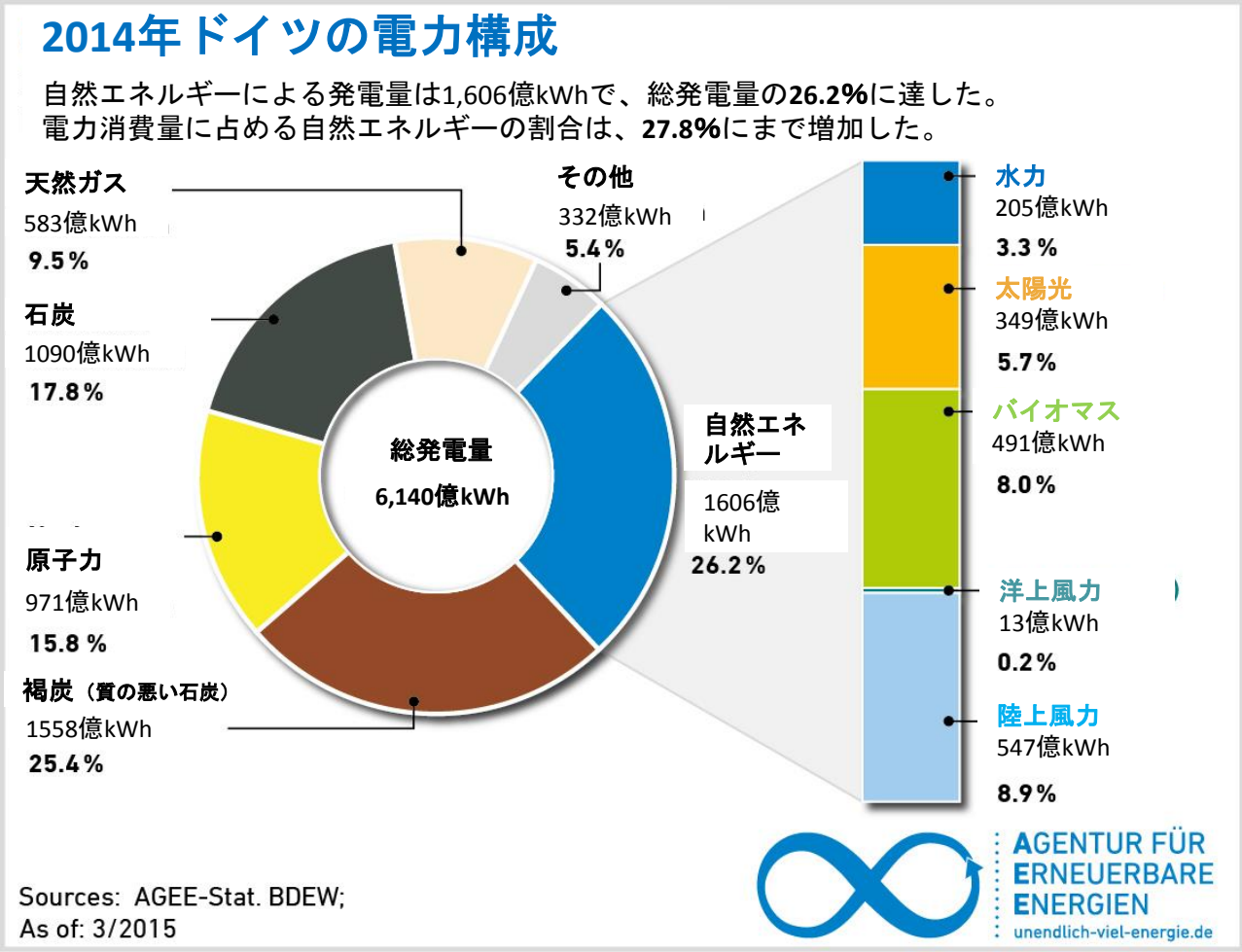


source: Heinrich Böll Stiftung 2013, AEE; energytransition.de

エネルギー大転換

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

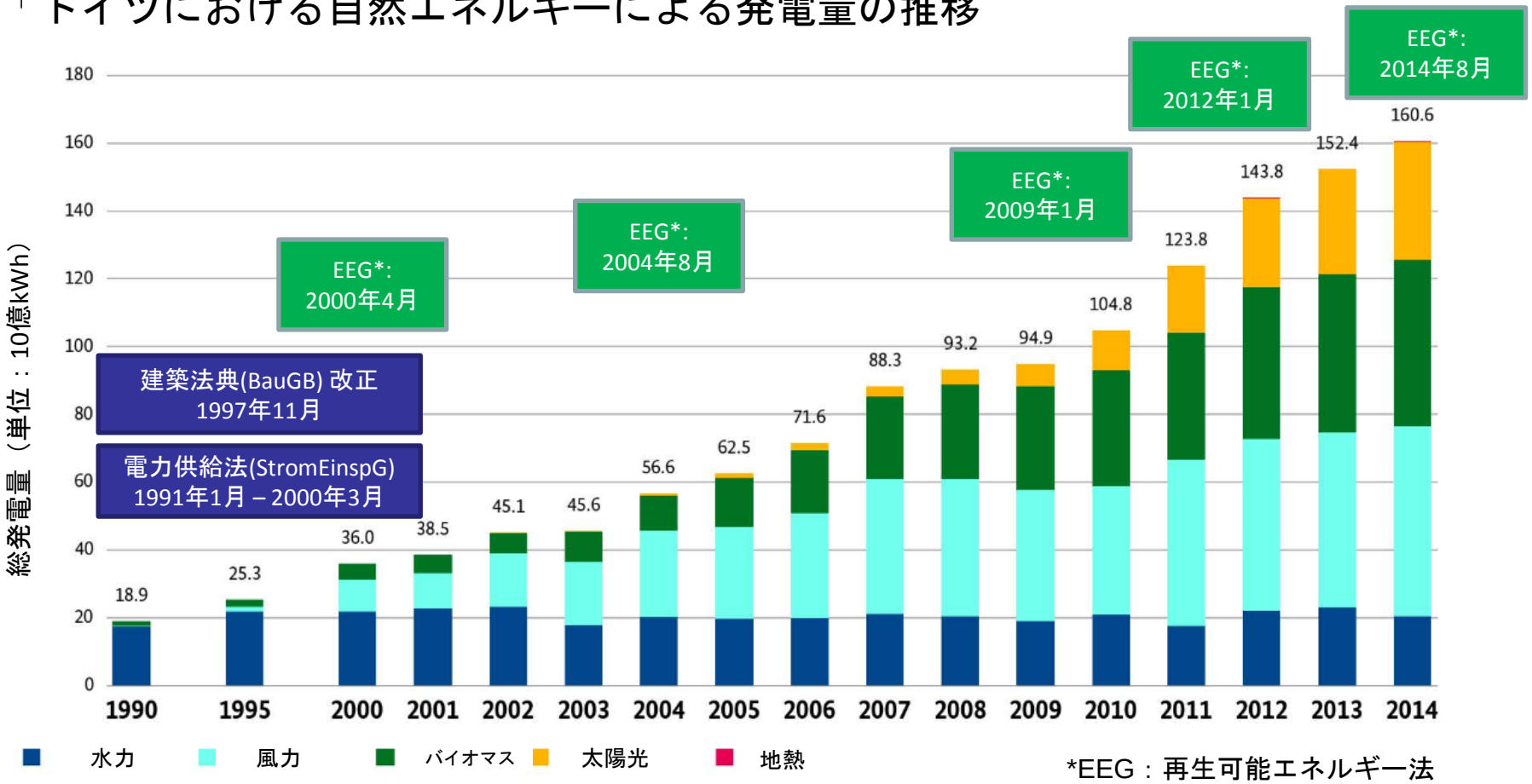
現在ドイツで、強固で更なる拡大を遂げる柱となった自然エネルギー



エネルギー大転換

Bundesverband Erneuerbare Energie e.V..V.

- ドイツにおける自然エネルギーによる発電量の推移



*EEG：再生可能エネルギー法

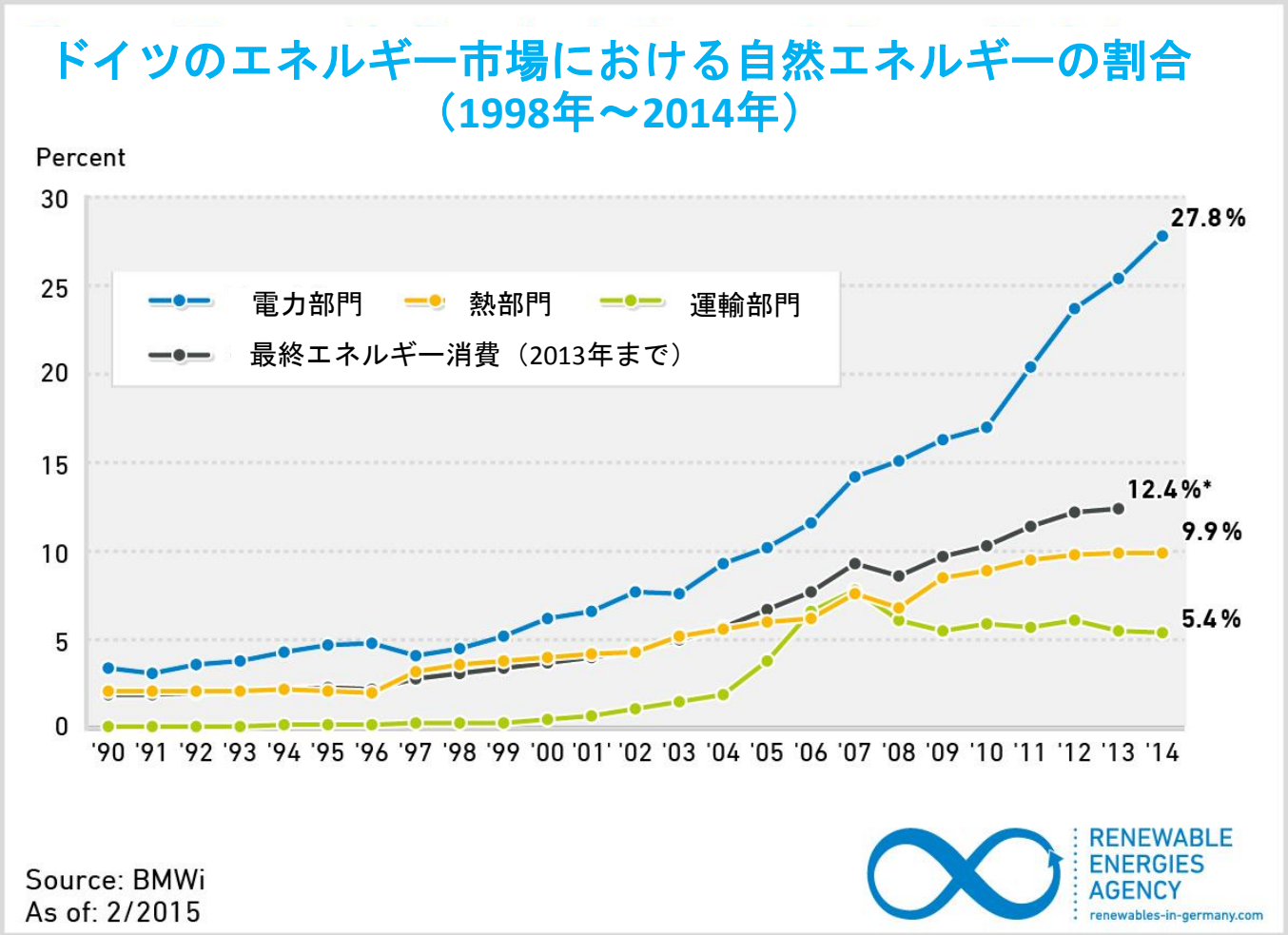
* incl. solid and liquid biomass, biogas, biomethane, sewage gas and landfill gas as well as the biogenic fraction of waste, from 2013 incl. sewage sludge; BMWi based on Working Group on Renewable Energy-Statistics (AGEE-Stat); as at February 2015; all figures provisional

Adapted from „Renewable Energy Sources in Germany 2014“, BMWi, 2015

エネルギー大転換

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

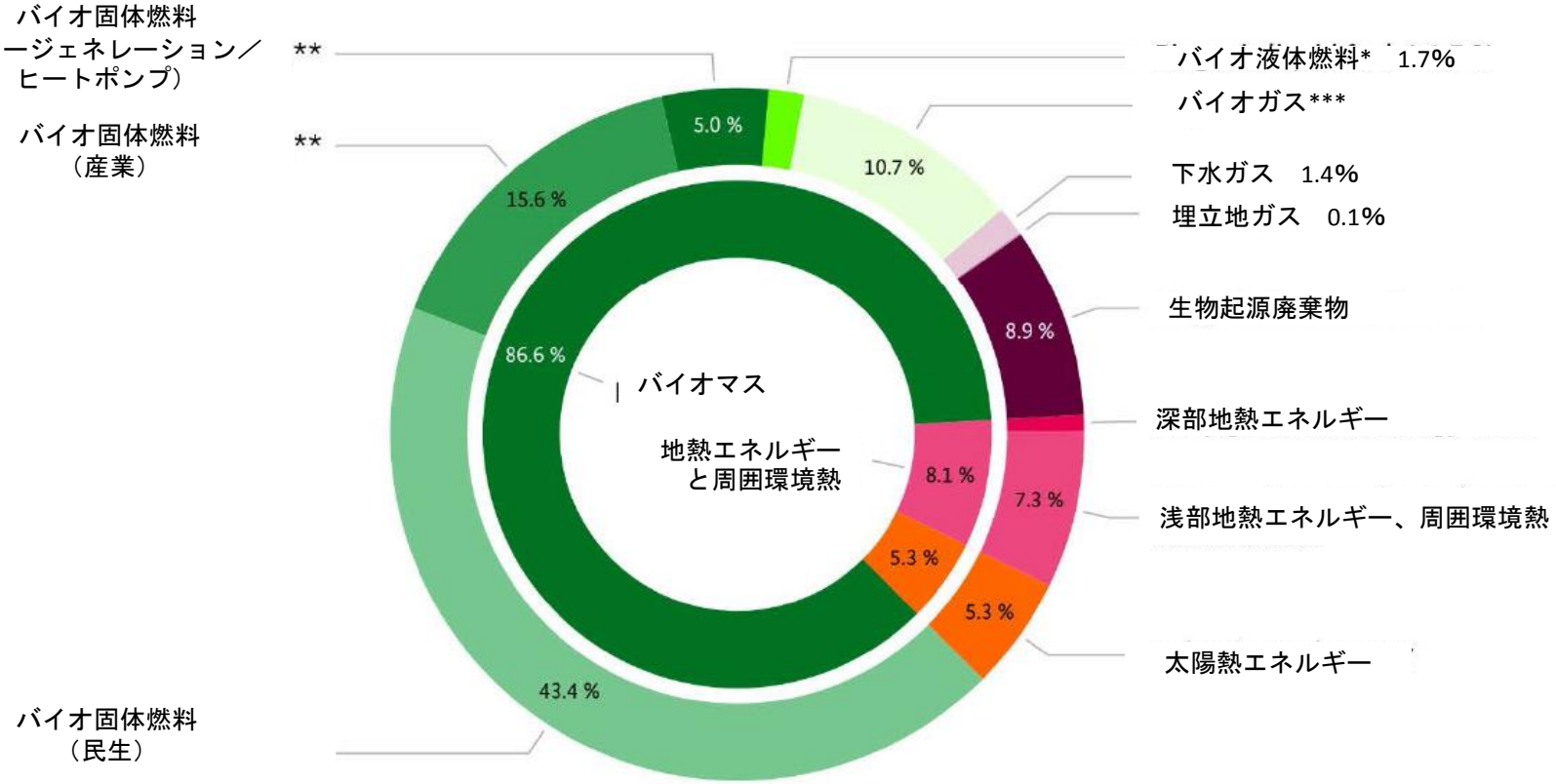
現在ドイツで、強固で更なる拡大を遂げる柱となった自然エネルギー



エネルギー大転換

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V..V.

ドイツでの自然エネルギーの熱消費量（2014年） 合計：1309億kWh



* incl. biodiesel used in farming, ** incl. biogenic share of waste, *** biogas, biomethane, sewage gas and landfill gas; BMWi based on Working Group on Renewable Energy-Statistics (AGEE-Stat); as at February 2015; all figures provisional

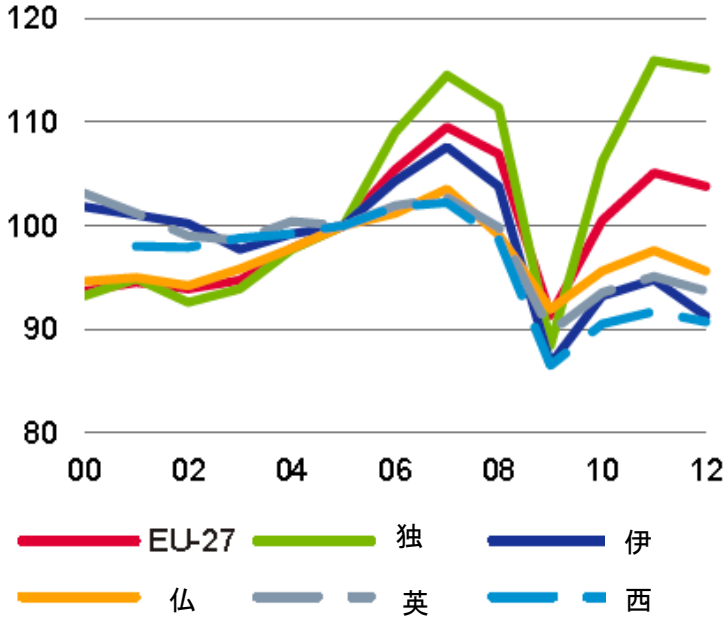
Adapted from „Renewable Energy Sources in Germany 2014“, BMWi, 2015

産業界の経済価値上昇
独 26 %, 米 13 %, EU 17 %

BEE Bundesverband

EUの平均を引き上げるドイツ 2

加工業の実質的粗付加価値（GVA）の推移
（2005年の値を100とした場合）

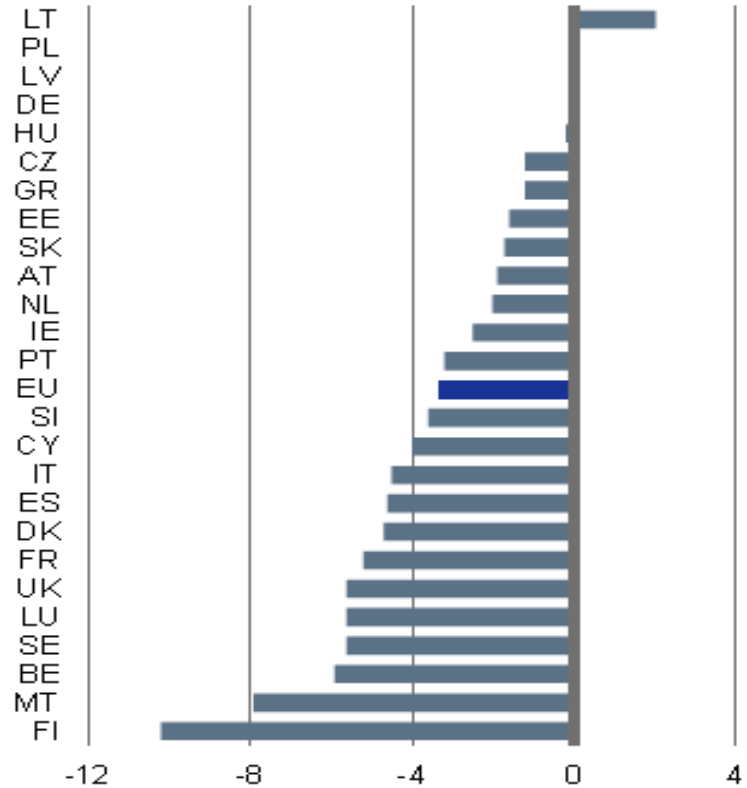


Quelle: Eurostat

Source: Deutsche Bank DB Research 2013 basierend auf Eurostat

産業の割合が増加している国は少ない 5

粗付加価値（GVA）全体に占める加工業の割合の変化
2000年と2012年の比較



Quelle: Eurostat

単位：%

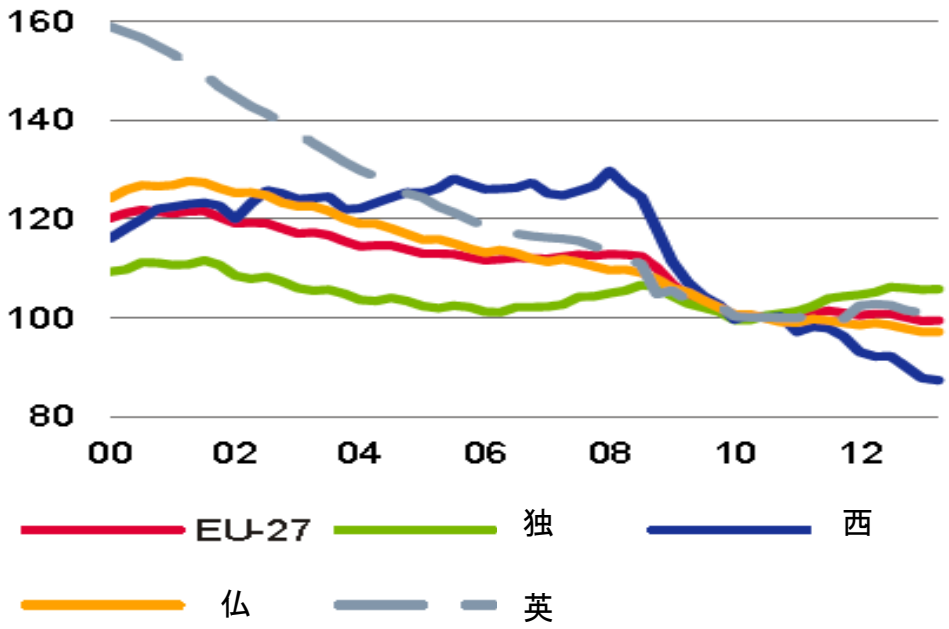
ドイツの産業雇用は最も安定している

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

欧州の産業雇用は近年安定傾向

3

欧州各国における加工業の労働者数の推移



* Keine Daten für Italien verfügbar

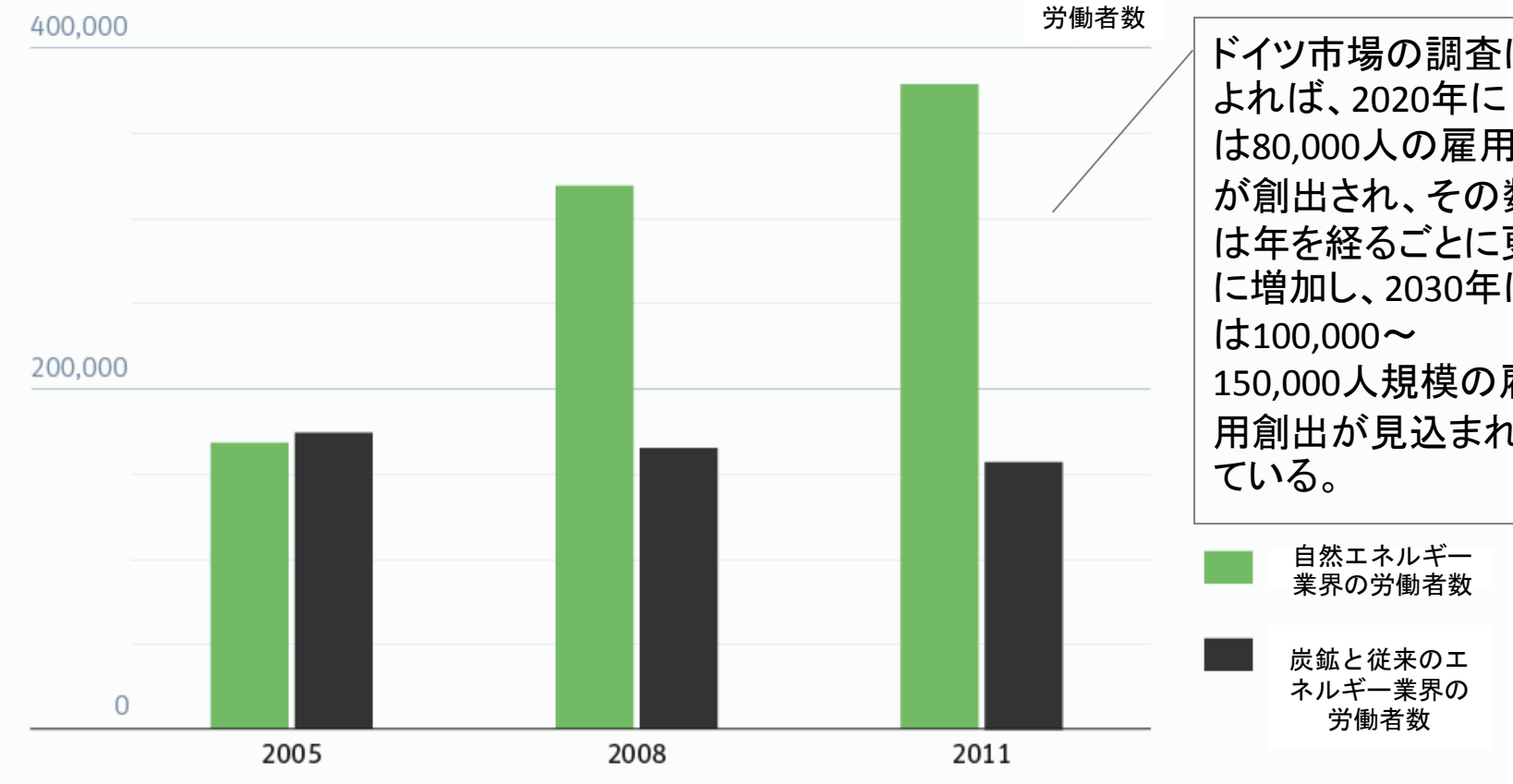
Quelle: Eurostat

Source: Deutsche Bank DB Research

自然エネルギーは従来のエネルギーよりも多くの雇用を創出

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

ドイツの自然エネルギー業界と従来のエネルギー業界の労働者数（2005年～2011年）



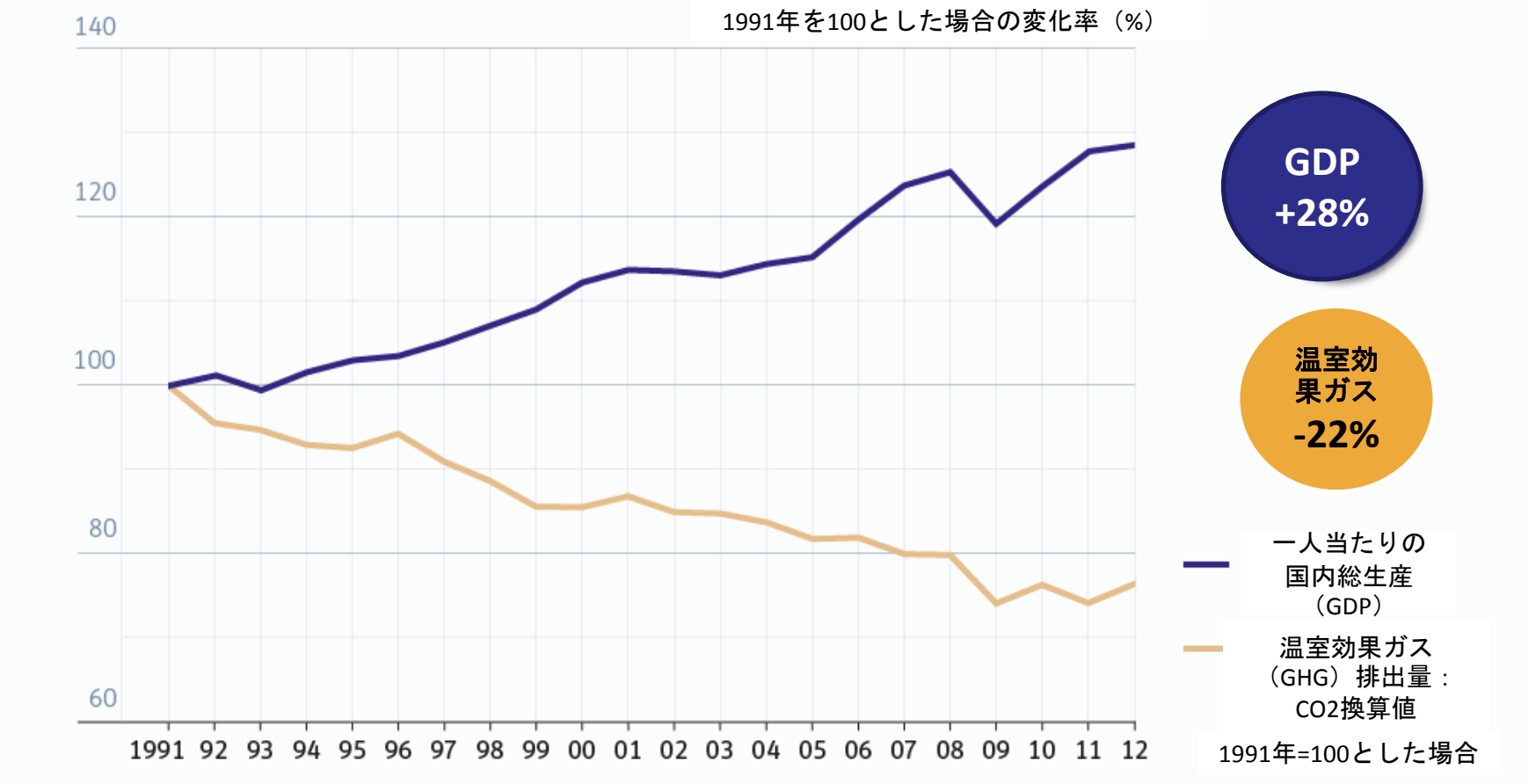
ドイツ市場の調査によれば、2020年には80,000人の雇用が創出され、その数は年を経るごとに更に増加し、2030年には100,000～150,000人規模の雇用創出が見込まれている。

source: Heinrich Böll Stiftung 2013,BMU/BMWi; energytransition.de

正しい方向へ　1

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

ドイツ:　成長する経済と減少する温室効果ガス排出量

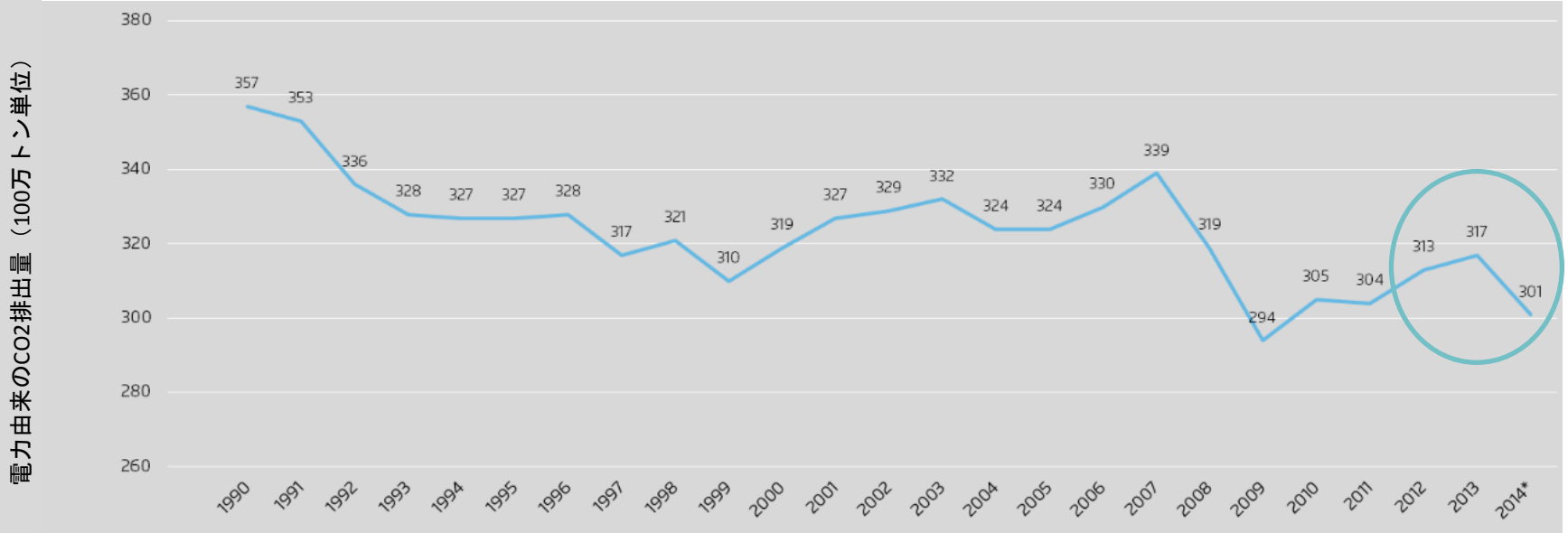


Source: Heinrich Böll Stiftung 2013, BMU, BMWi, Destatis; energytransition.de

正しい方向へ　２

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

ドイツでは電力由来のCO2排出量が下がってきている



Source: The Energiewende in the Power Sector : State of Affairs 2014, Agora Energiewende, 2015

講演項目

1. エネルギー大転換：“エナギーヴェンデ”
2. エネルギー大転換の恩恵
3. エネルギー大転換の課題

エネルギー大転換の恩恵

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

主な恩恵は…

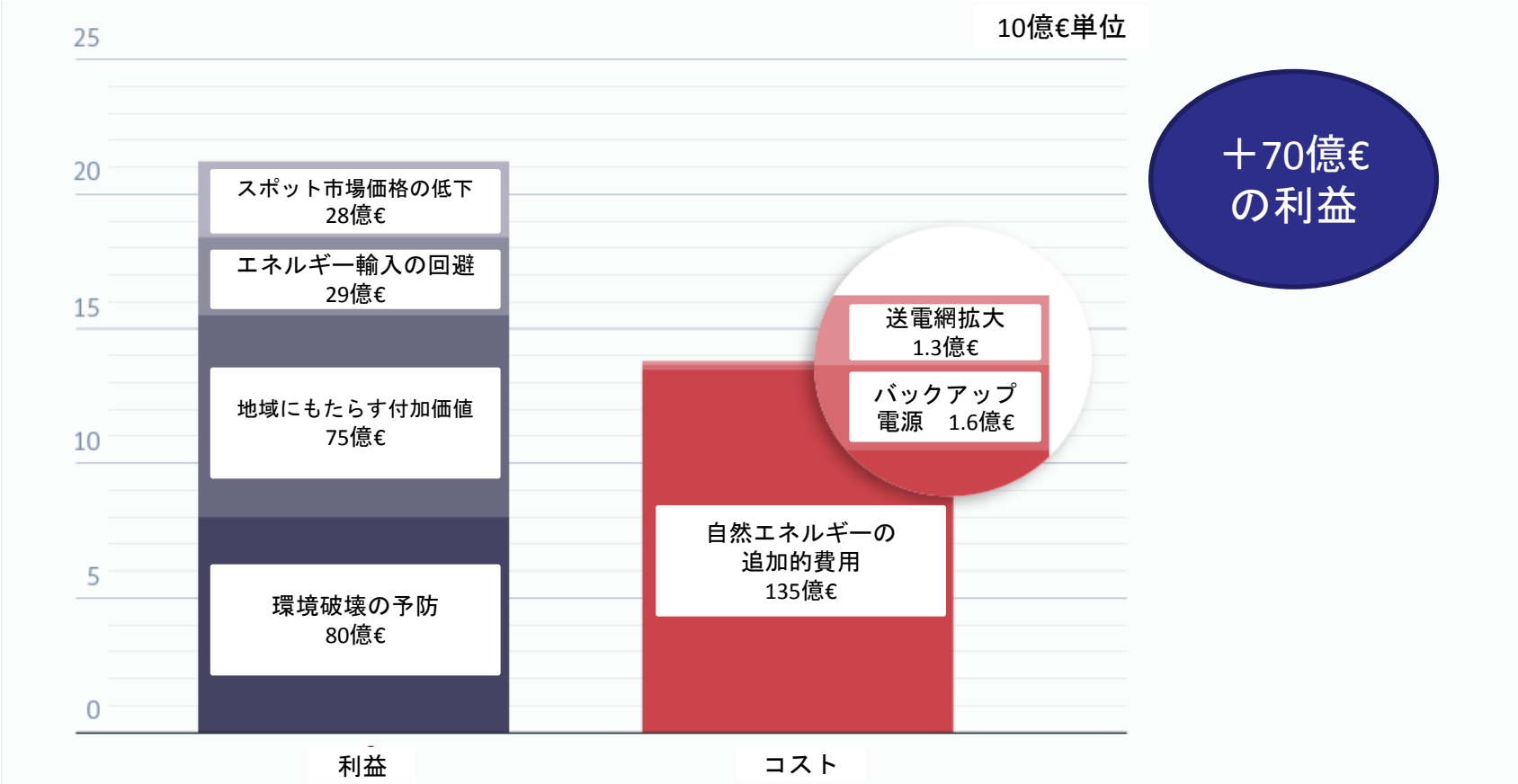
- 自然エネルギー拡大が気候保護を促進
- 技術革新の促進
- 公的援助の拡大
- 市民電力の増加と、競争の激化
- 雇用の拡大
- 輸入減少によるエネルギー安全保障の強化

エネルギー大転換の恩恵

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

自然エネルギーのおかげでドイツでは年間70億€（約9415億円）の節約に

自然エネルギー利用によるコストと利益（2011）



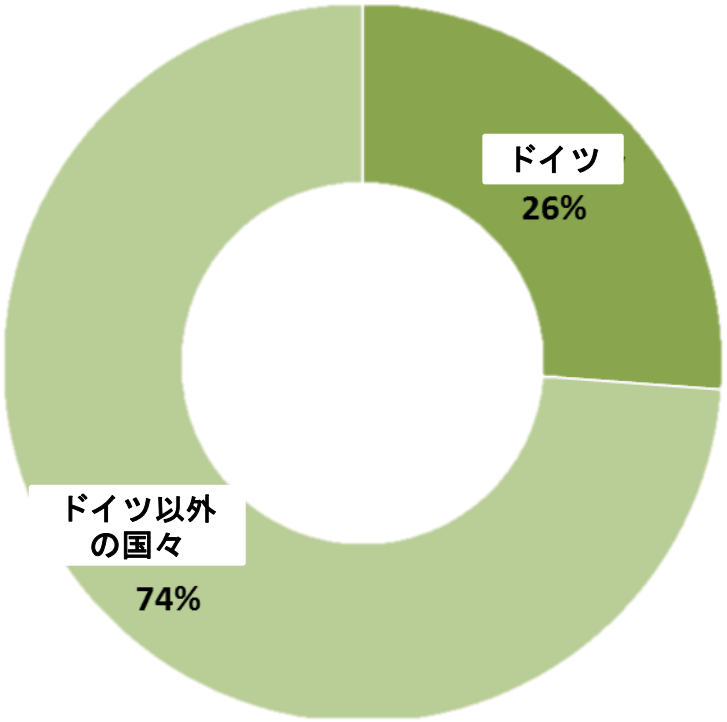
source: Heinrich Böll Stiftung 2013, AEE; energytransition.de

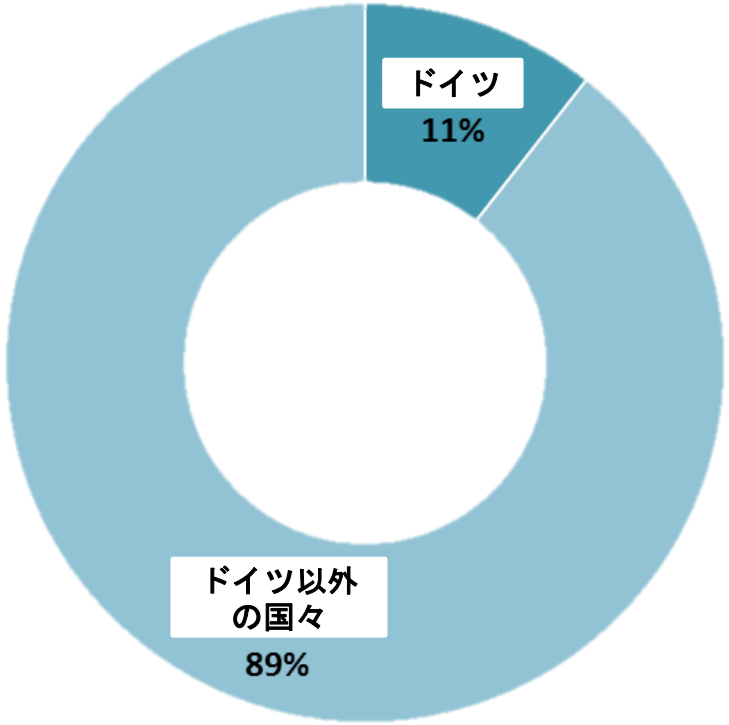
エネルギー大転換の恩恵

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

風力・太陽光で世界をリードするドイツ

太陽光・風力の稼動容量:ドイツと世界の国々（2013）



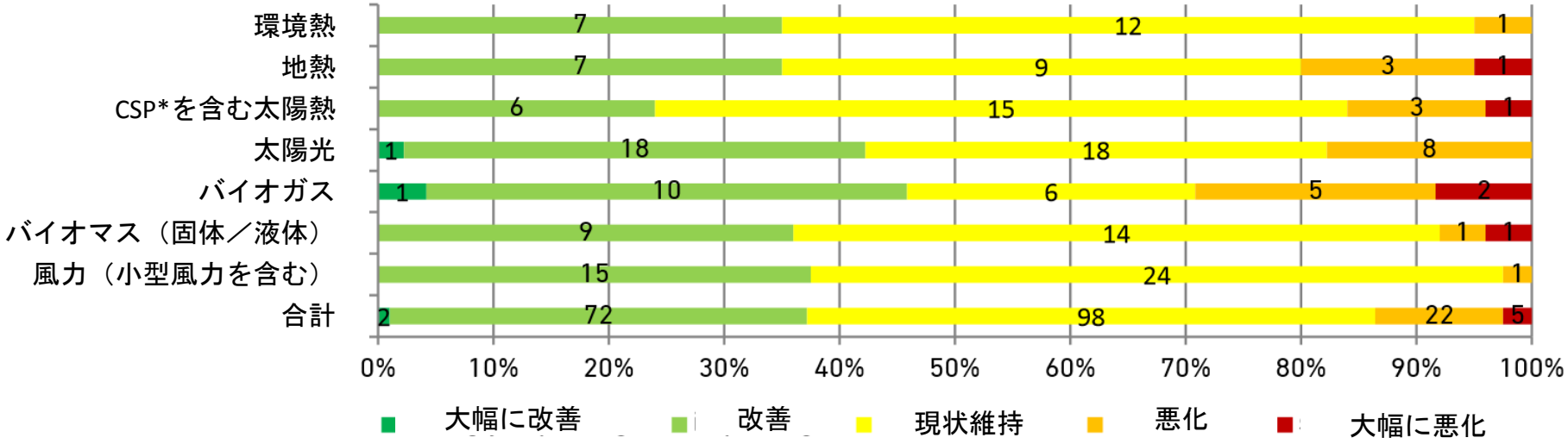


Sources: EPIA, BMWi, windmonitor.de, WWEA, own visualization

エネルギー大転換の恩恵

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

自然エネルギー業界の輸出状況　–　今後6ヶ月の景気予測



Source: German Energy Agency (dena), 2014
absolute numbers and percent, interviews from Oct. 2014

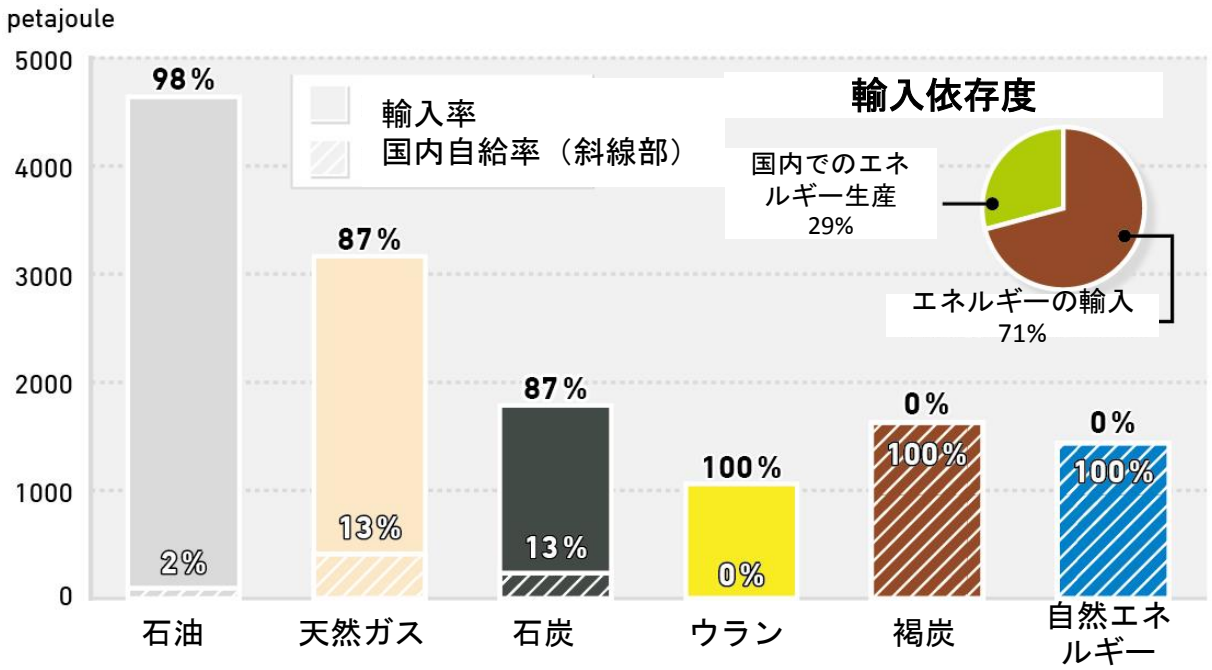
*CSP：集光型太陽熱発電

エネルギー大転換の恩恵

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

一次エネルギー消費とドイツのエネルギー輸入依存度（2013）

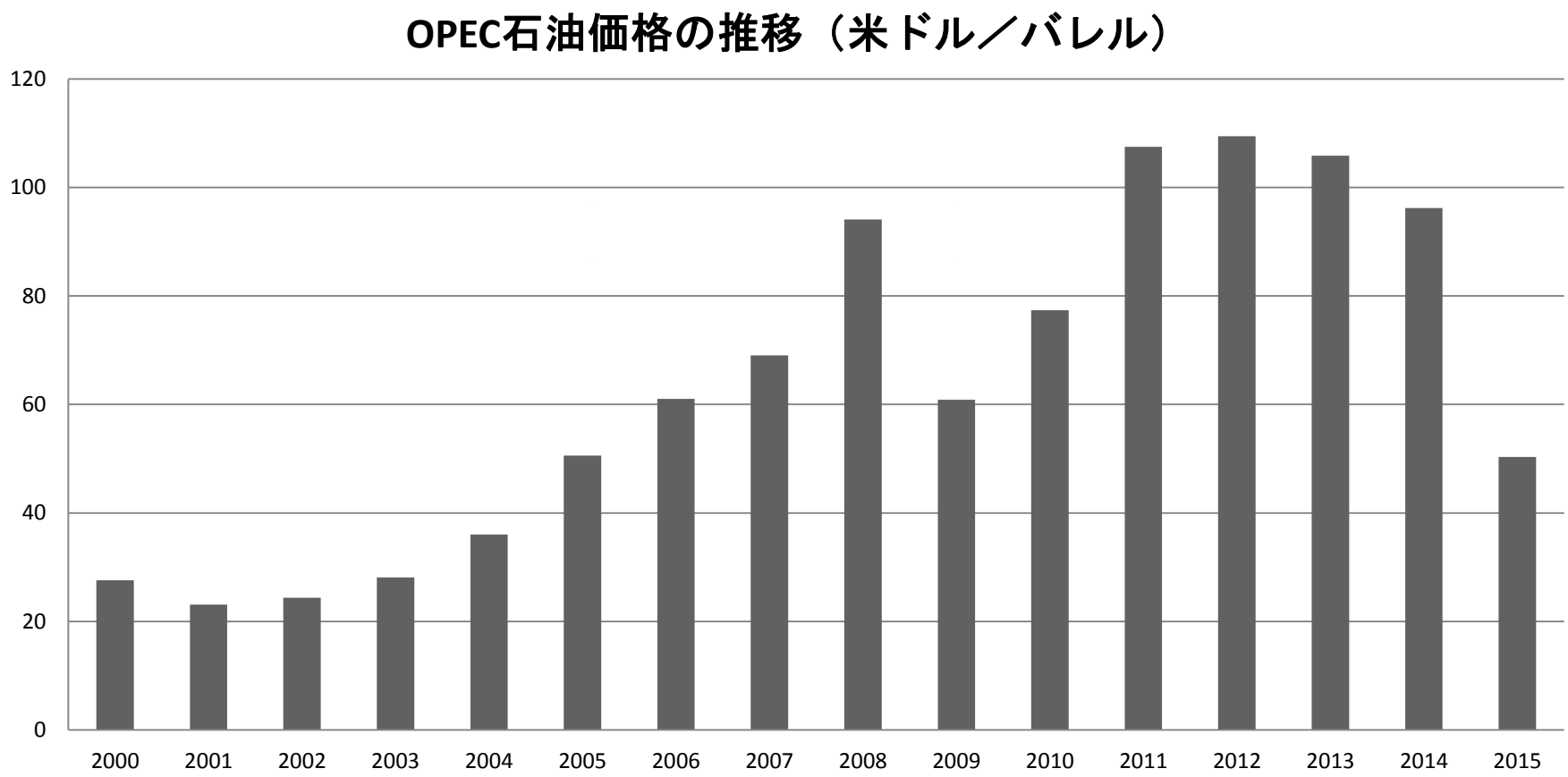
一次エネルギー総消費の71%を輸入（13,828ペタジュール）



Source: BMWi
As of: 8/2014

RENEWABLE ENERGIES AGENCY
renewables-in-germany.com

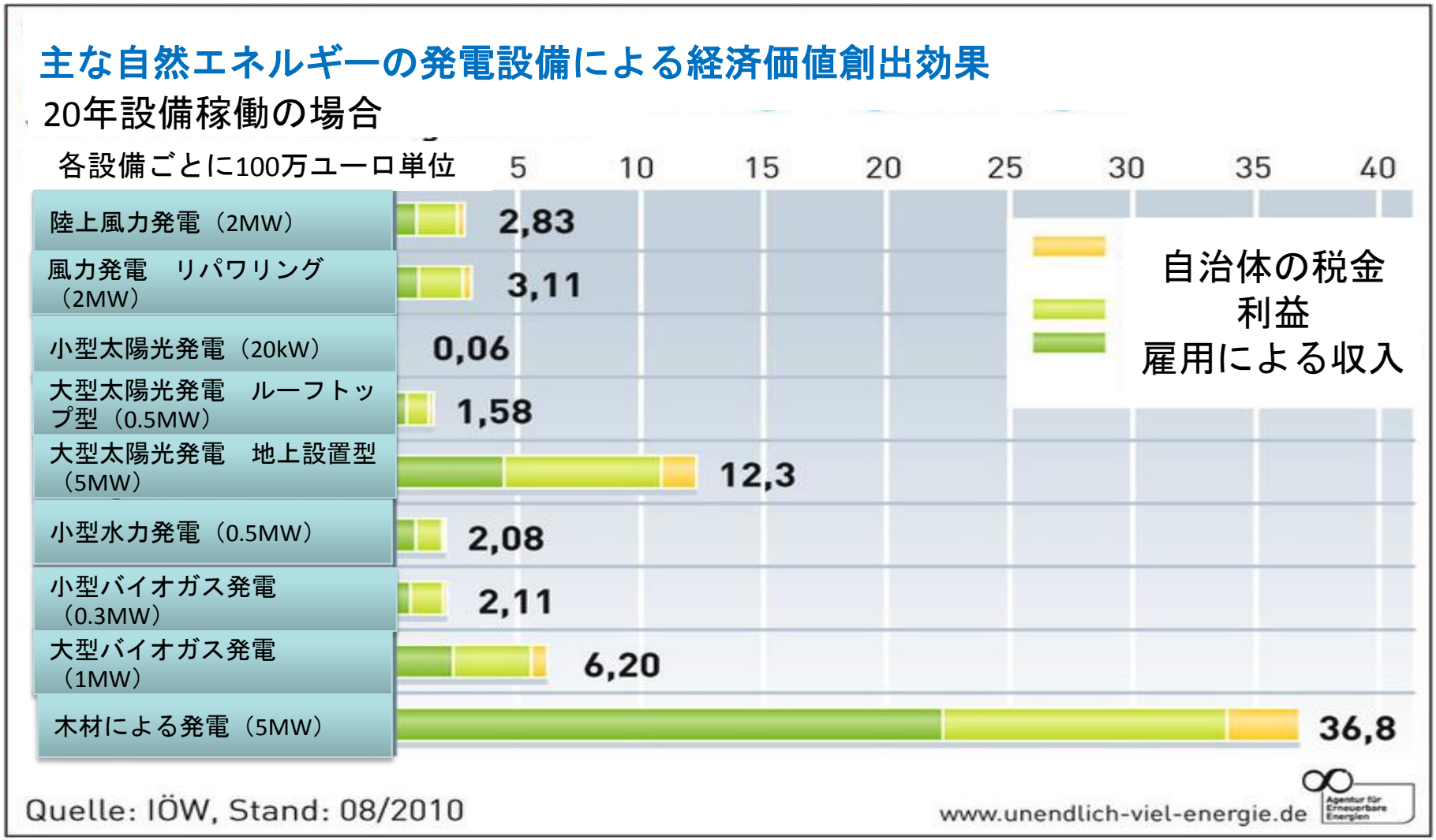
自然エネルギーが供給の安定を強化



Sources: OPEC, IEA, own visualization

自然エネルギーが創出する地域の価値

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

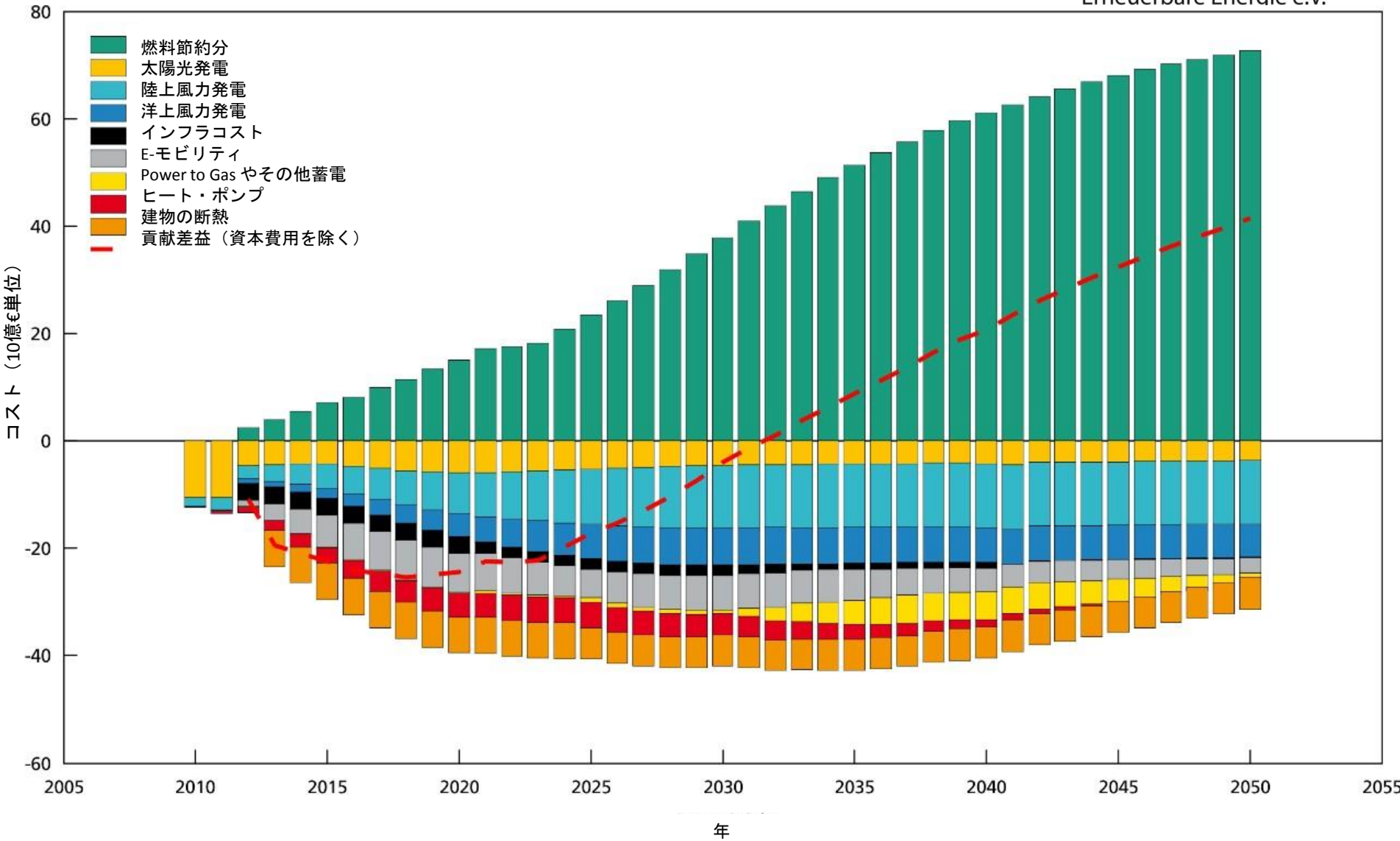


講演項目

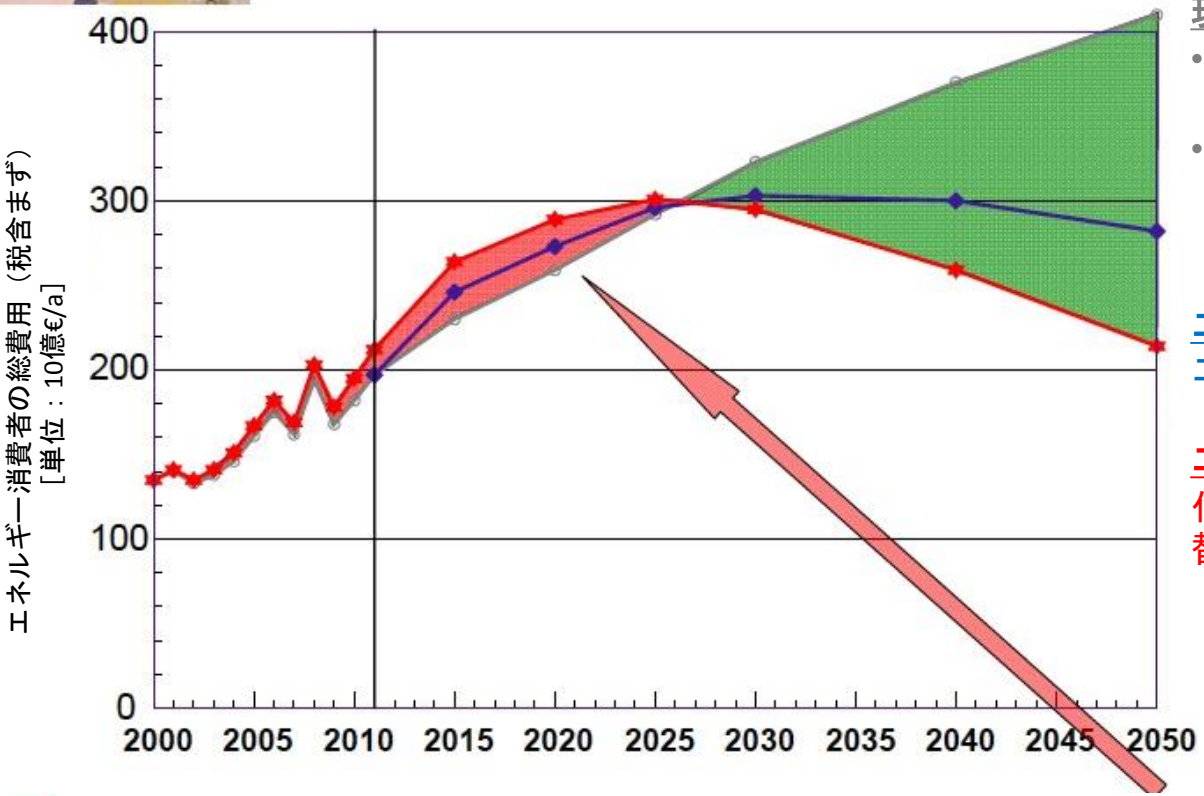
1. エネルギー大転換：“エナギーヴェンデ”
2. エネルギー大転換の恩恵
3. エネルギー大転換の課題
    a. コストと価格
    b. 系統安定と蓄電
    c. 市民の同意と参加

エネルギー大転換の総コスト

BEE
Bundesverband
Erneuerbare Energie e.V.



投資の回収



現状継続シナリオ

- エネルギー消費がこのまま変わらない
- エネルギー効率や、自然エネルギーに対して何の追加的投資もなされない

エネルギー大転換シナリオ（１）
エネルギー消費が50%減少

エネルギー大転換シナリオ（２）
化石燃料が自然エネルギーによって代替される

➔ エネルギー大転換のための追加コストは、エネルギーの総費用のうちの5%～最大8%で、2025年くらいまで必要。（合計：約3,000億€≒40兆3500億円）

➔ これを長期的な視点でみると、現状がこのまま継続する場合よりも利益を生む。

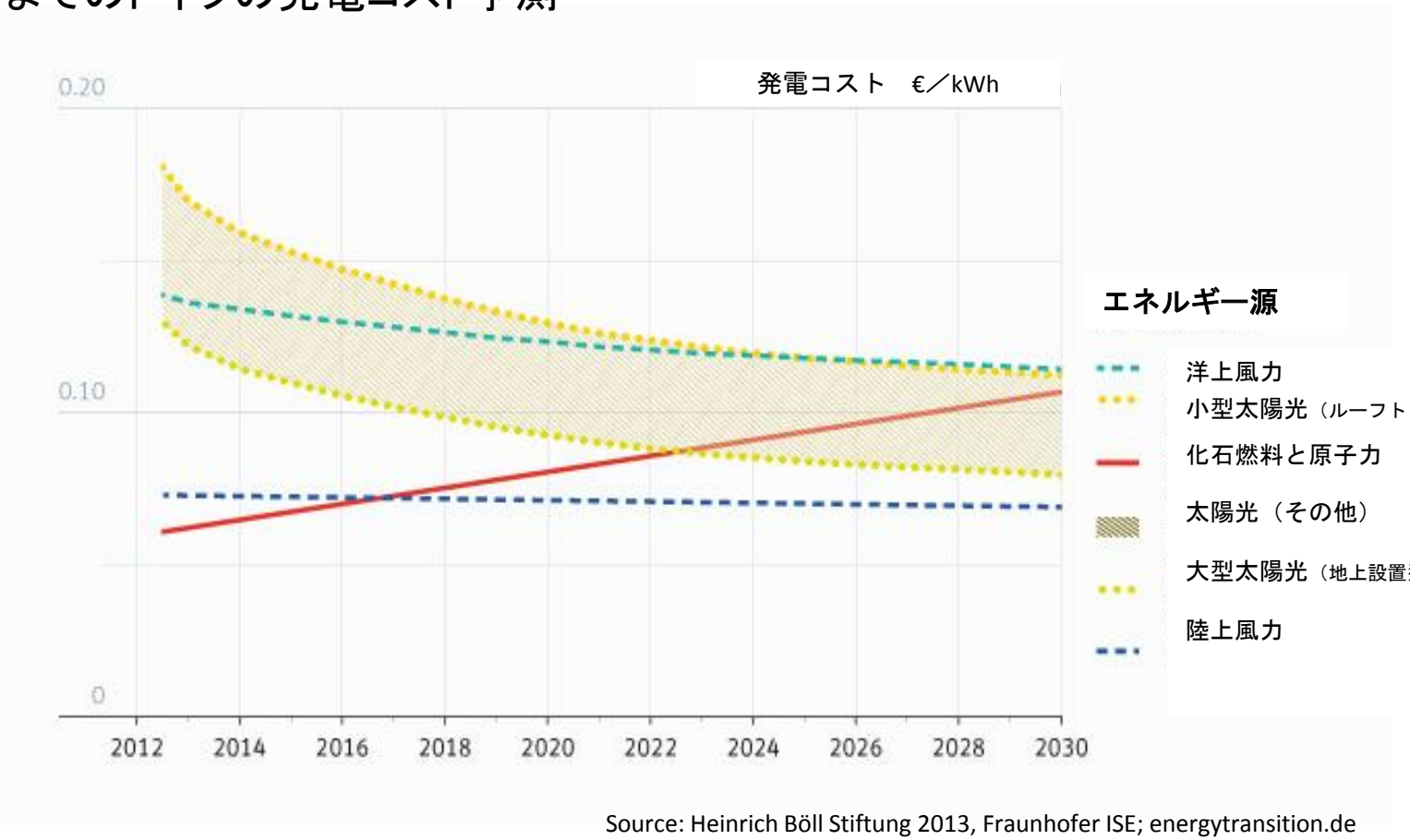
Slide courtesy F. Staiss 2013, based on data from BMU

エネルギー大転換の課題

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

自然エネルギーは競争力をつけてきている

2030年までのドイツの発電コスト予測

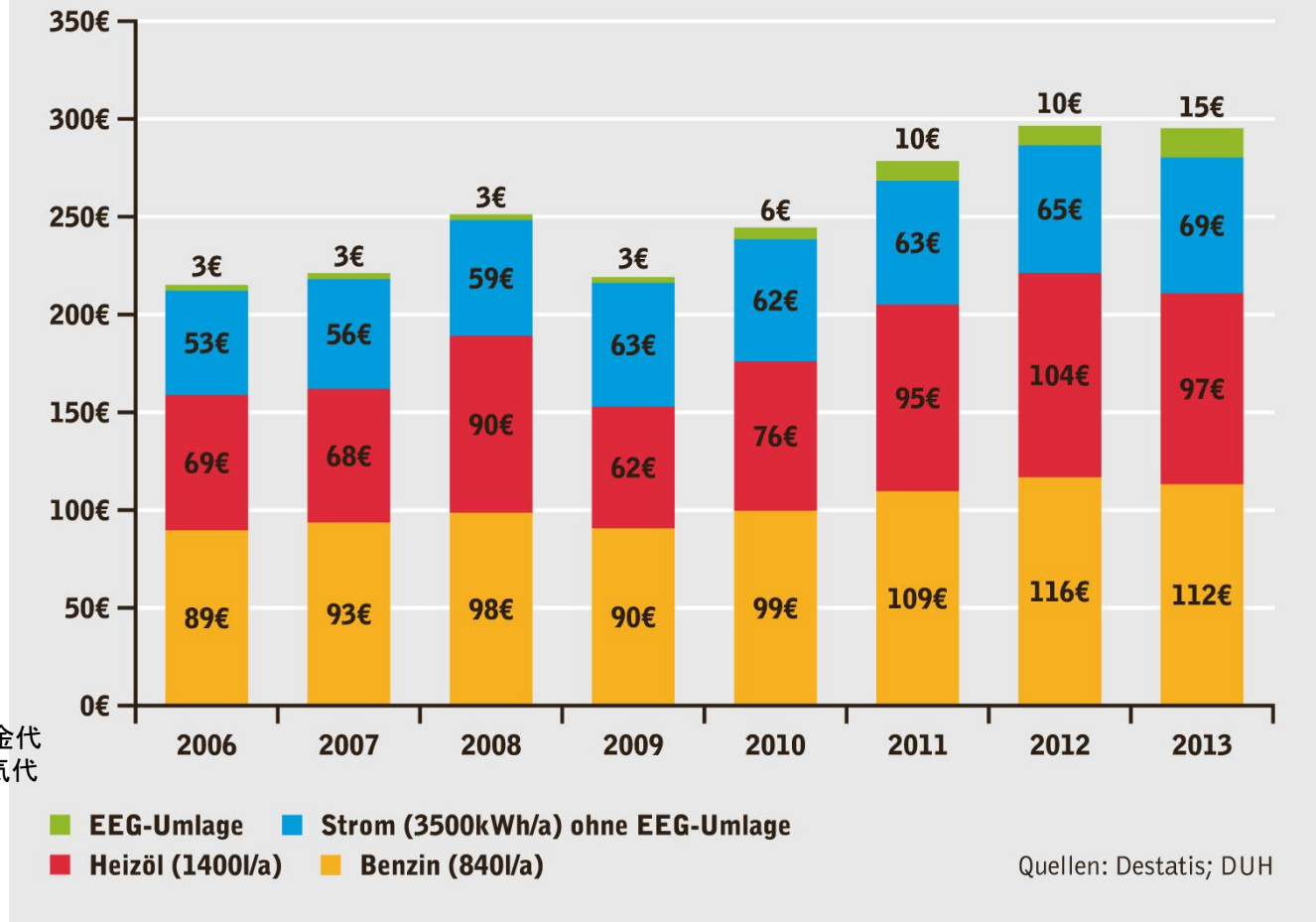


Source: Heinrich Böll Stiftung 2013, Fraunhofer ISE; energytransition.de

エネルギー大転換の課題

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

一般家庭が一ヶ月あたりに負担するエネルギーコストの例：再生可能エネルギー法（EEG）による賦課金や電気料金がエネルギーコスト全体に占める割合は少ない

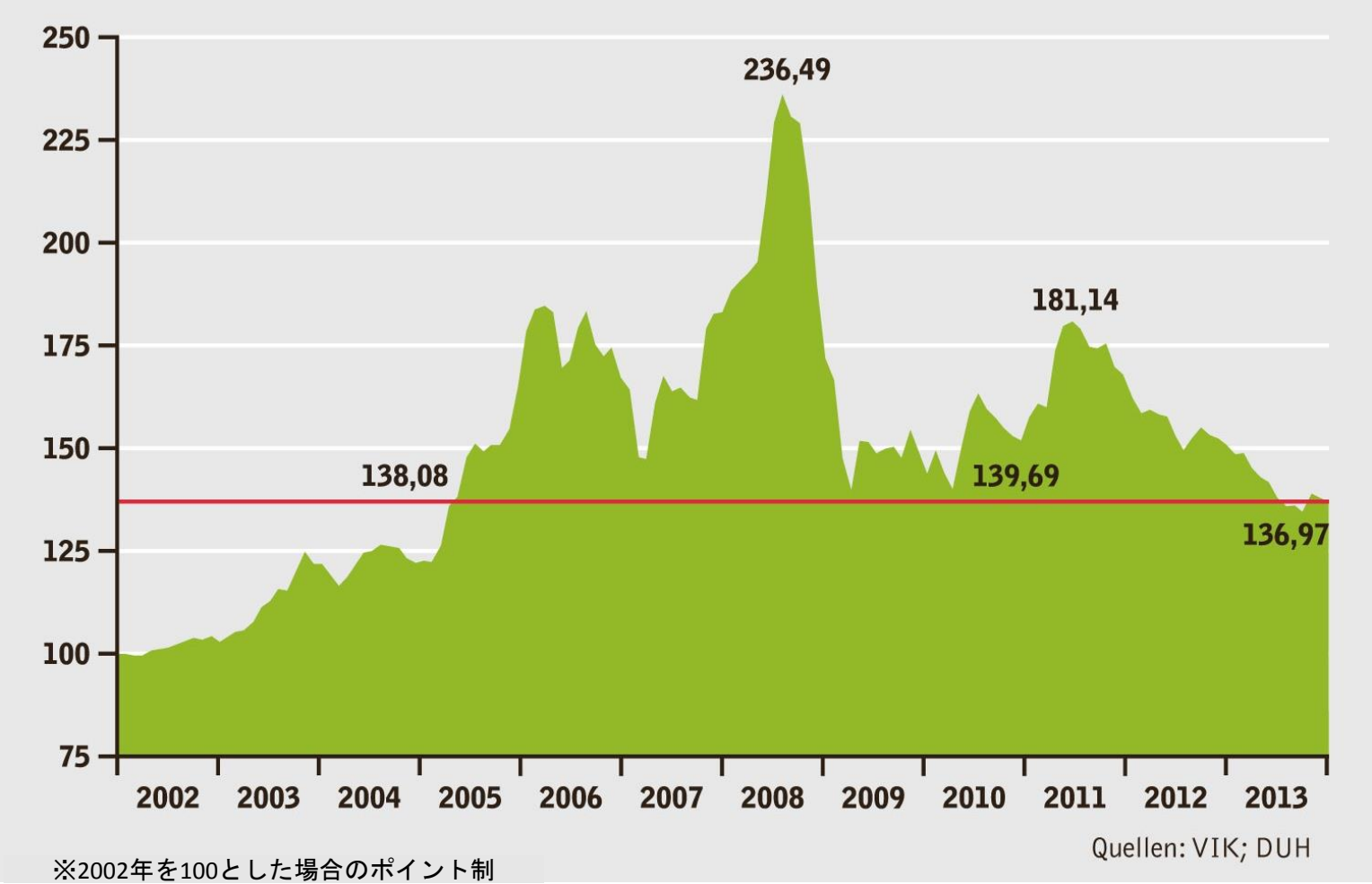


EEGによる賦課金代
賦課金以外の電気代
暖房用オイル代
ガソリン代

エネルギー大転換の課題

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

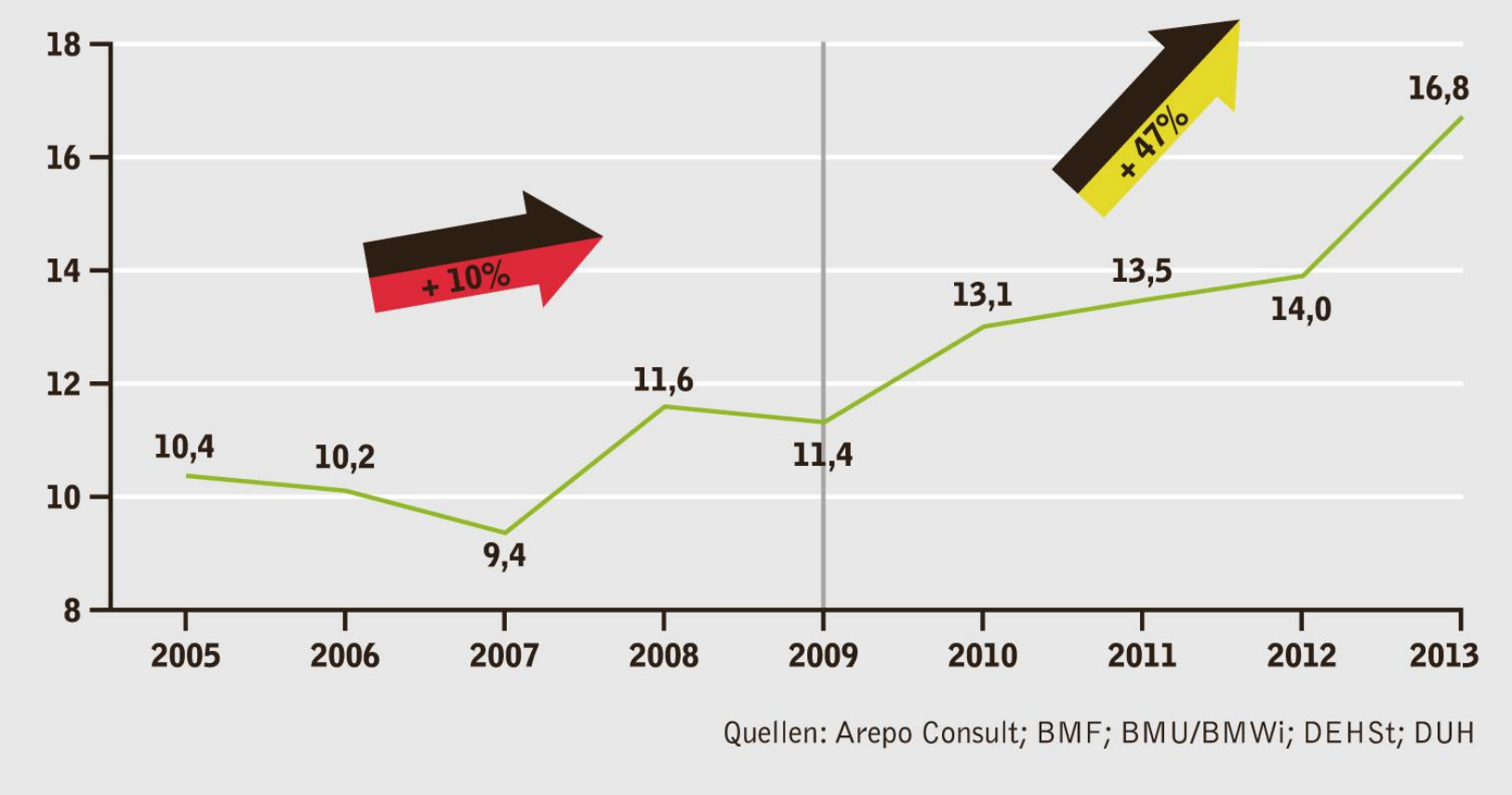
産業用のVIK電気料金指標はコンスタントに下がっている。 VIK：ドイツ産業エネルギー需要家連盟



エネルギー大転換の課題

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

産業界のEEG賦課金負担は少ない→ 産業界はますます利益を享受し、一般消費者向けの価格は上昇→規制の欠如は自然エネルギーのコスト上昇のせいではない

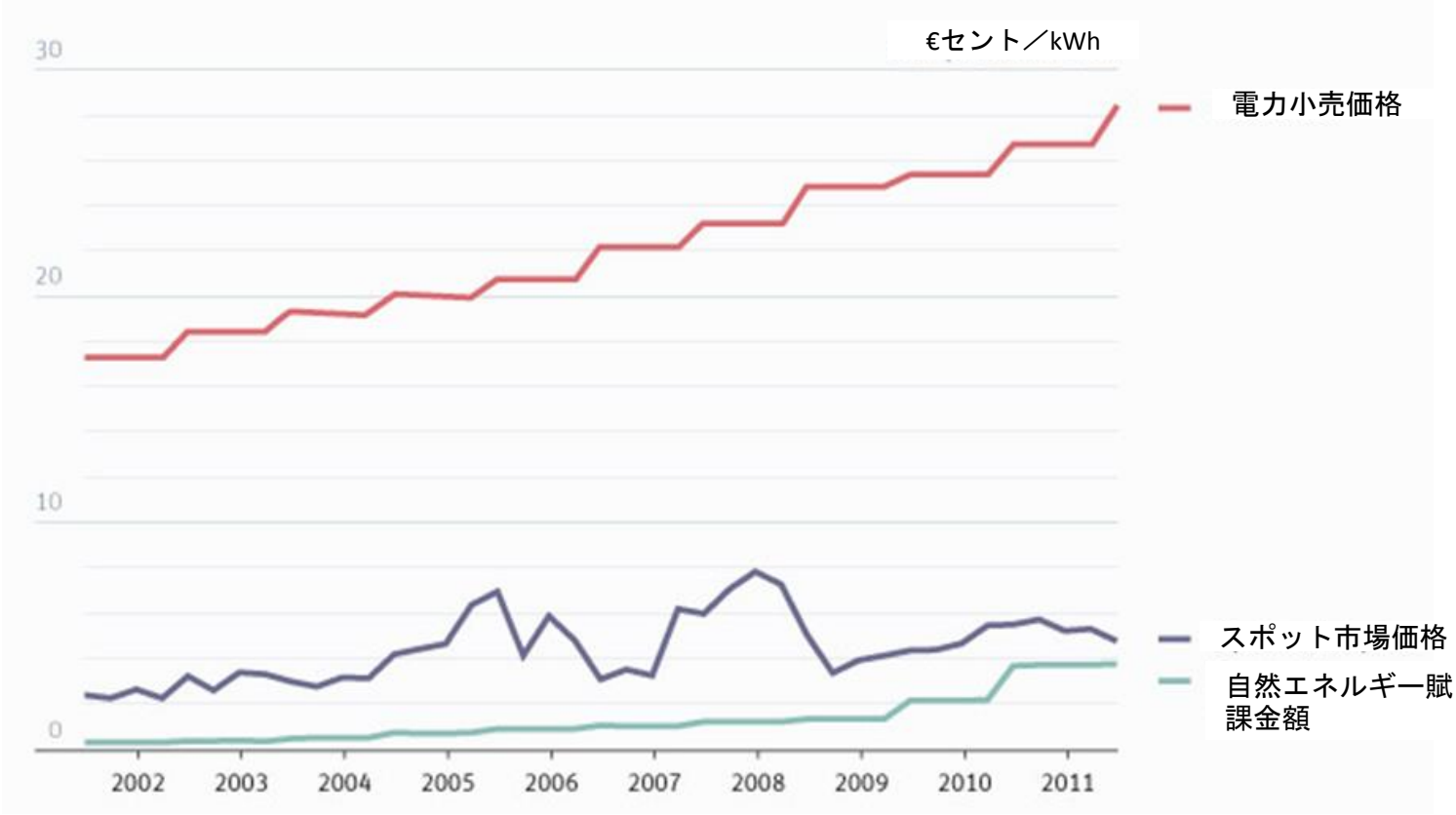


エネルギー大転換の課題

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

自然エネルギーは、ドイツのエネルギー料金上昇の主因ではない

ドイツの電力小売価格、スポット市場価格、自然エネルギー賦課金額の推移



Source: Heinrich Böll Stiftung 2013, AEE; energytransition.de

近隣諸国よりも低いドイツのエネルギー市場取引価格

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

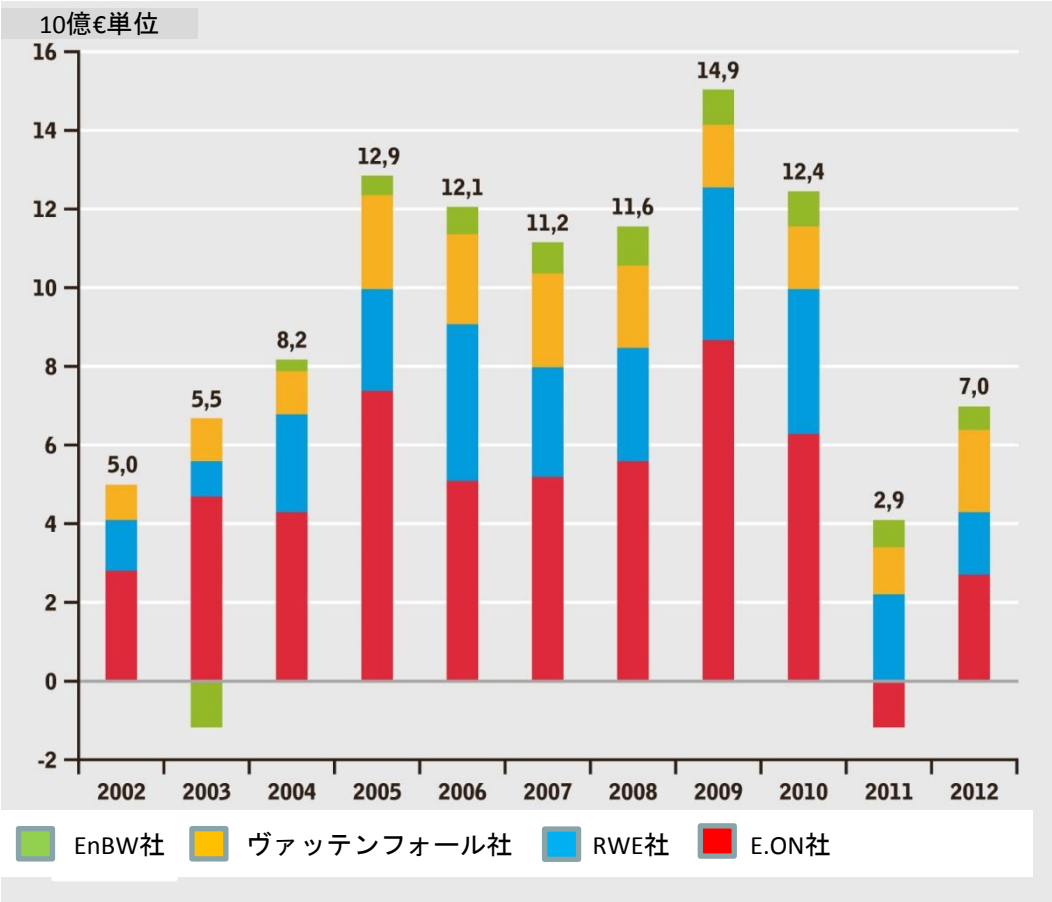
プラッツ社の一ヶ月前ベース電力予測値

Source: Platts

エネルギー大転換の課題

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

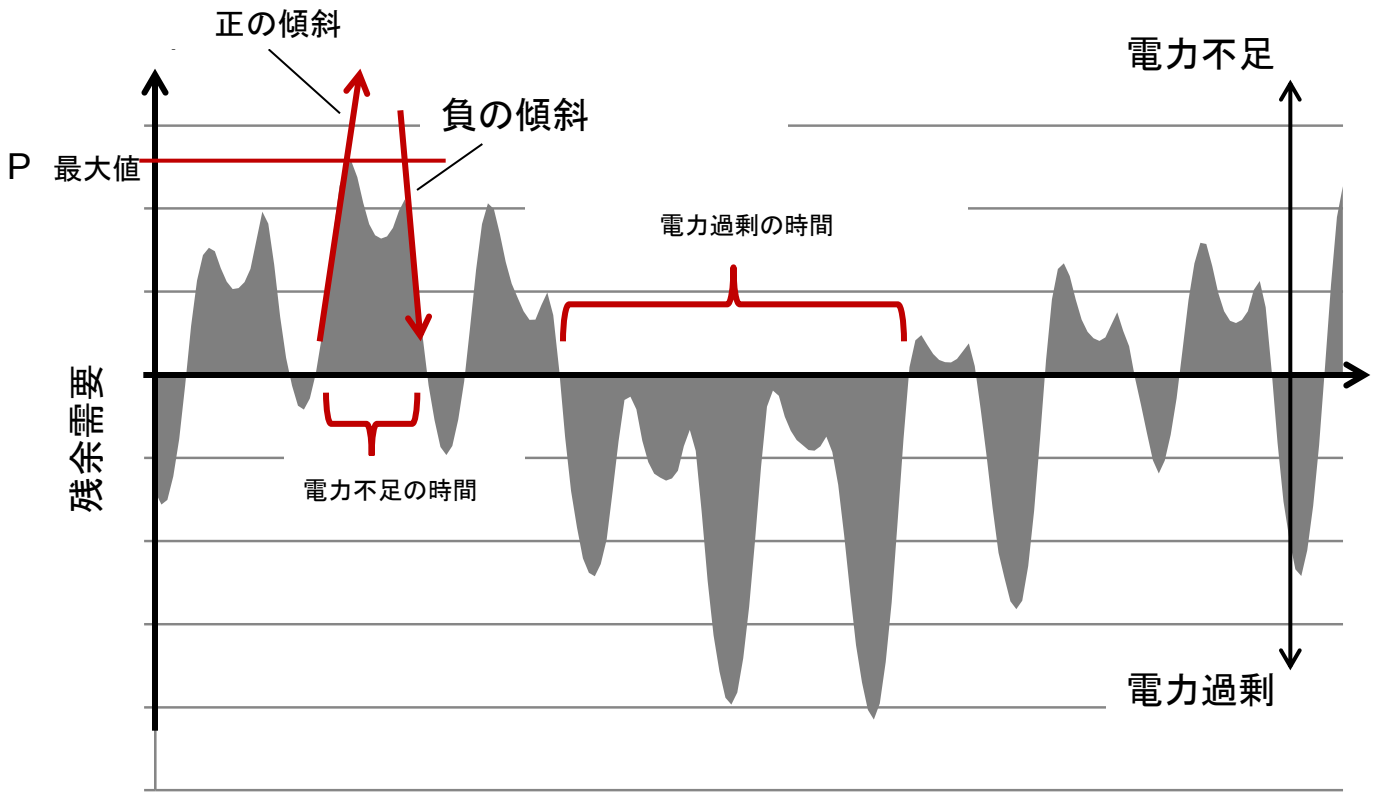
従来型の大手電力供給会社の予算余剰分の総計は1,000億ユーロ（約13兆4500億円）にのぼる　（2002年～2012年）



エネルギー大転換の課題

今後、更なる柔軟性が必要になる

残余需要 ＝ 需要 － 自然エネルギー

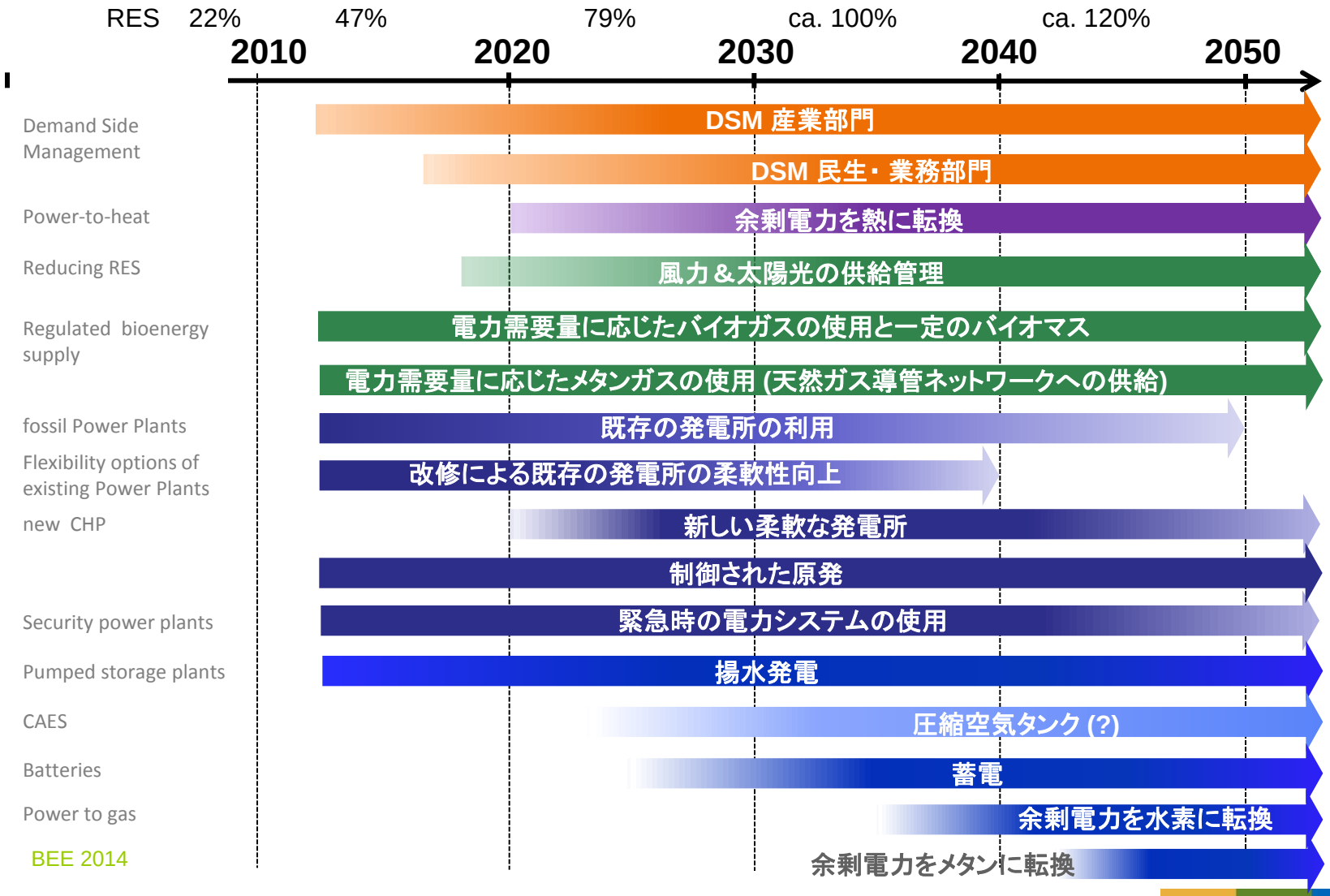


Source: BET Aachen, Krzikalla, 03/2013

エネルギー大転換の課題

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

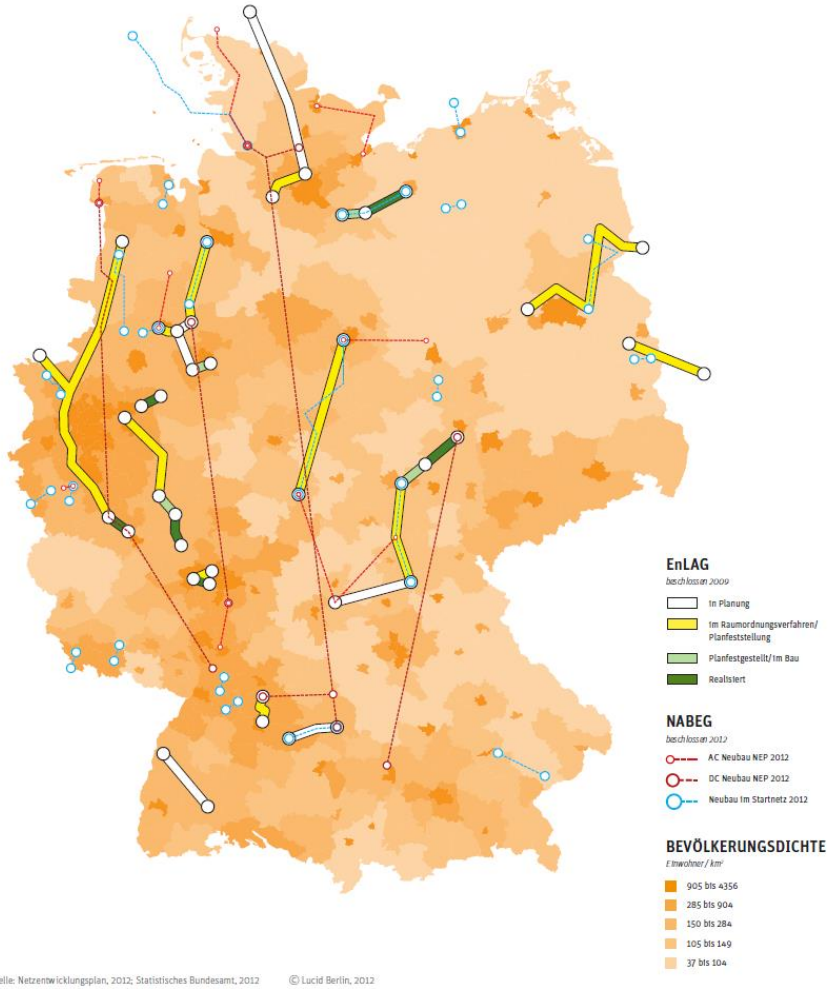
柔軟性を高める選択肢の合理的な利用方法を示す研究



source: BET Aachen, Krzikalla, 03/2013

エネルギー大転換の課題

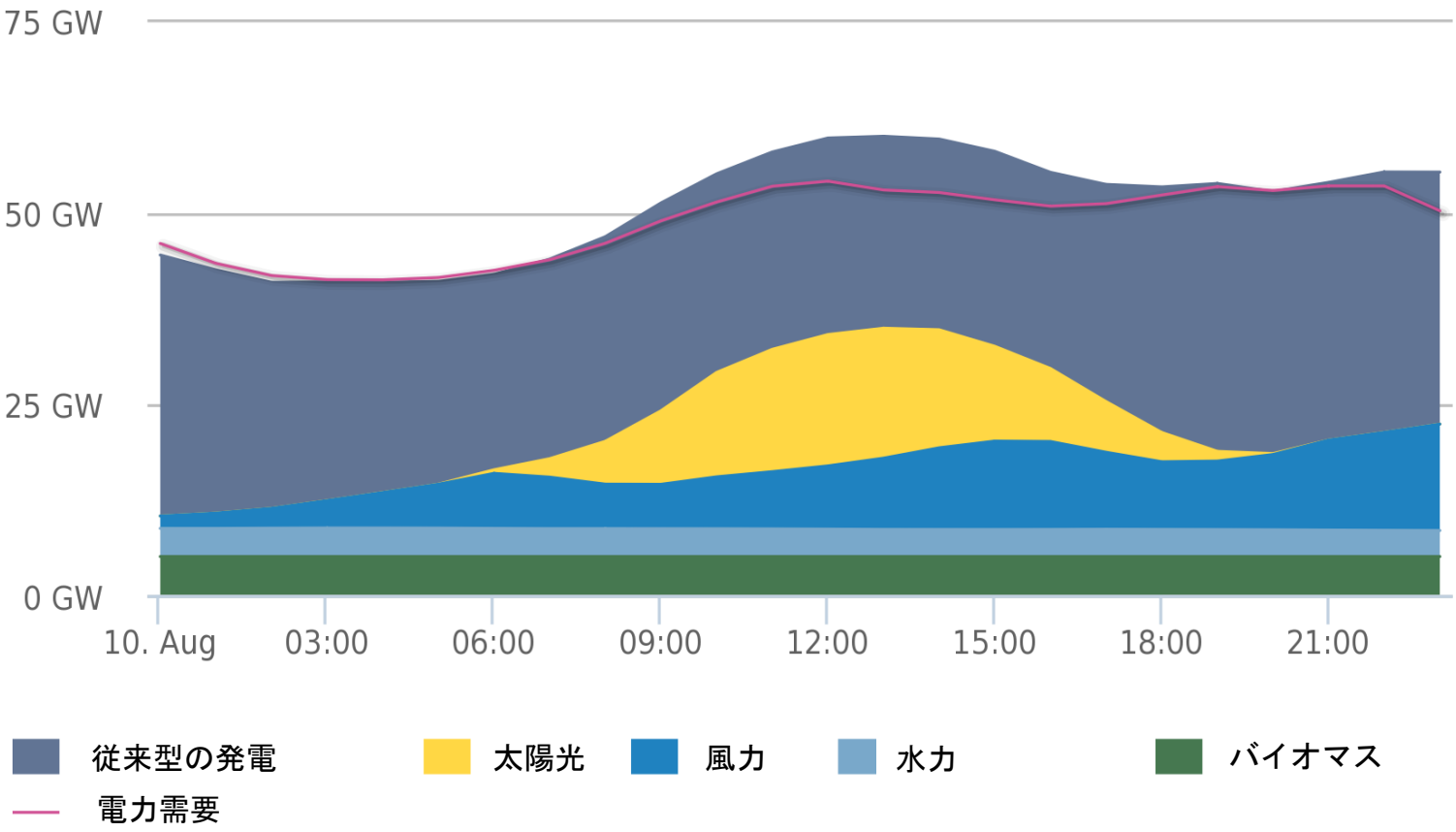
送電網拡大計画とドイツ連邦ネットワーク庁による進捗状況



エネルギー大転換の課題

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

自然エネルギーによる発電量が多くても電力供給は安定



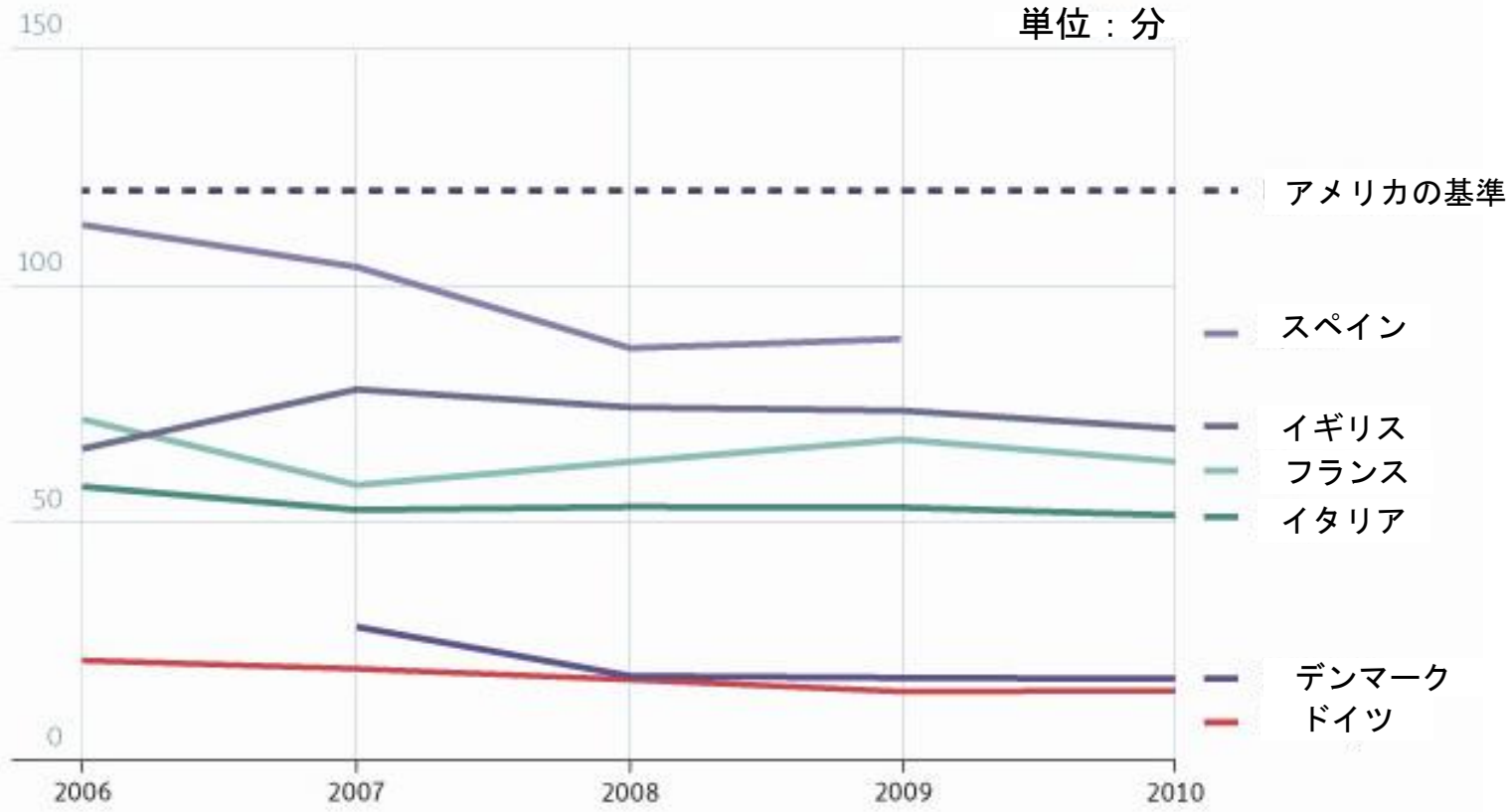
Source: Agora Energiewende 2015

エネルギー大転換の課題

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

電力系統の信頼性と自然エネルギーの拡大は両立する

1年あたりの停電時間（特別な事象は除く）: SAIDIに基づく



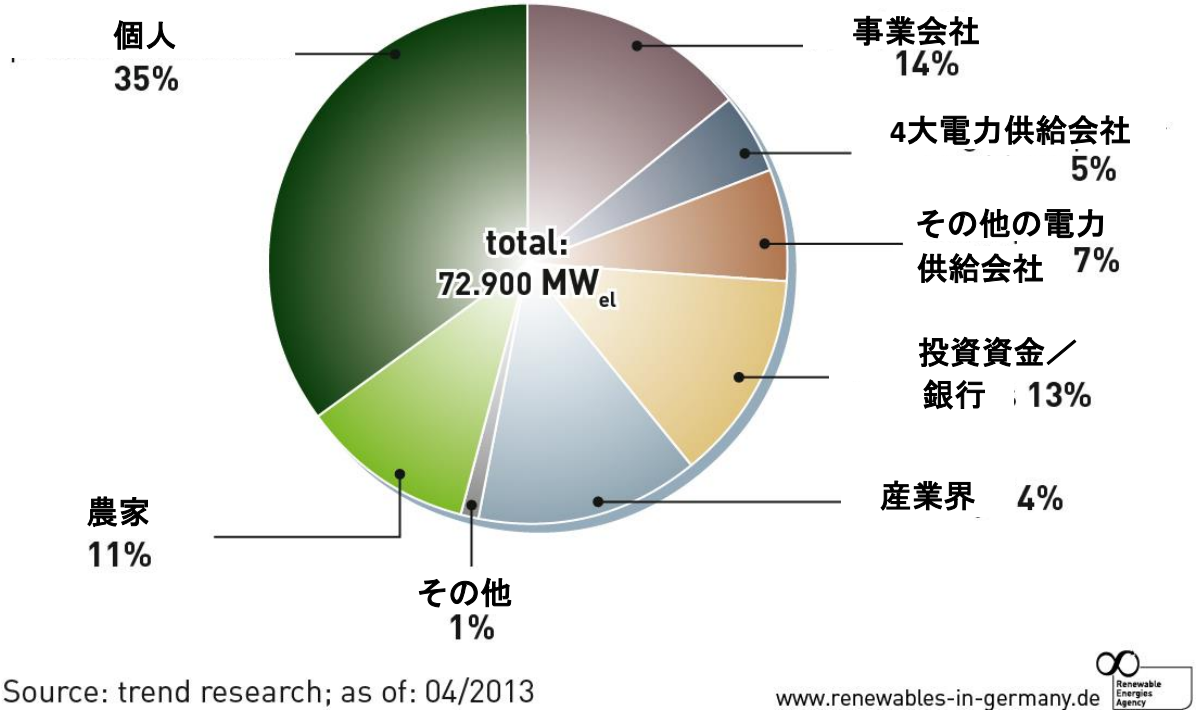
Source: Heinrich Böll Stiftung 2013, CEER and own calculation; energytransition.de

エネルギー大転換の恩恵

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

自然エネルギー発電設備容量の半分が市民の手に

2012年　発電設備容量ベースでみたドイツの自然エネルギー発電設備の所有者の内訳 (72 900MW)



→ ドイツでは、自然エネルギーによって参加主体の多様性が広がり、競争が促進されている。

エネルギー大転換の課題

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

成功事例: エネルギー協同組合 オーデンヴァルト（Odenwald）

- 会員数：2,800人
- 70の太陽光発電システムを設置
- 9つの風力タービン事業に参画
- 総容量: 30 MW
- 年間10,500トン以上の CO2排出量削減に寄与
- 3,600万ユーロ（約48億4200万円）がオーデンヴァルト地域周辺に投資

Energie Genossenschaft Odenwald eG Cluster

Sources: ego-strom.de

エネルギー大転換の課題

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

ドイツエネルギー協同組合　ー7つの原則

1. 自発的で開かれた会員
   - サービスの利用を誰にでも開放し、会員の責任を進んで全うする。
2. 民主的な会員の管理
   - 政策の設定や決断に積極的に携わるメンバーが管理を行う。
   - 会員一人につき一票を有する。
3. 会員の経済的な参加
   - 協同組合の資本金に貢献する。
4. 自治と独立
   - 会員によって管理される自立した組織。
5. 教育、トレーニング、情報
   - 協同組合は効果的にその発展に寄与するため、教育を提供する。
6. 協同組合間の協力
   - 協同組合は、協業することで最も効果的に会員に尽くす。
7. 地域社会との関わり
   - 地域社会の持続可能な発展のために協力的に活動する。

講演項目

1. エネルギー大転換：“エナギーヴェンデ”
2. エネルギー大転換の恩恵
3. エネルギー大転換の課題
4. 結論

エネルギー大転換

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

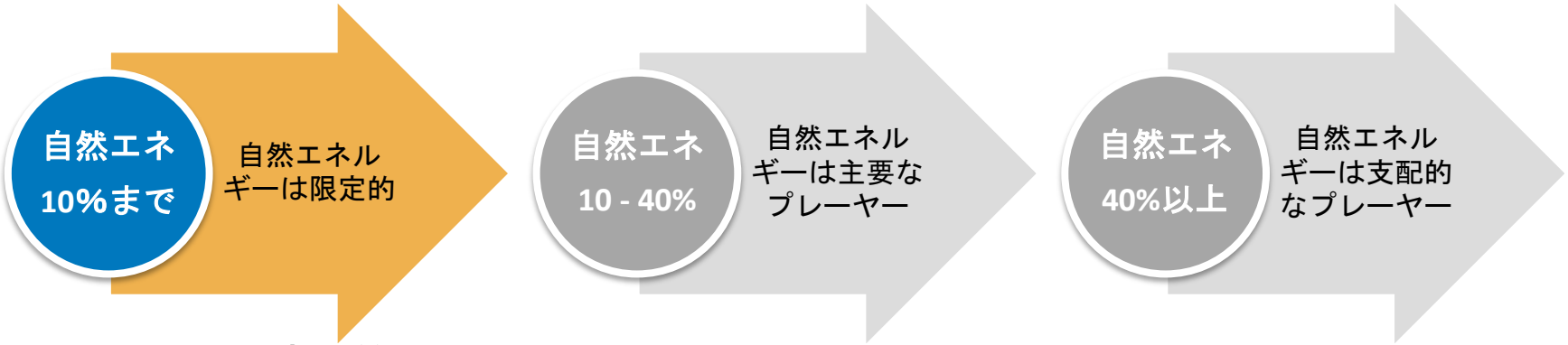
自然エネルギーの割合の増加が新たな要求と課題につながる (I)

→ 自然エネルギーが限定的なエネルギー源から支配的なエネルギー源へと移行するにつれて、系統への新たな要求と課題につながる

エネルギー大転換

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

自然エネルギーの割合の増加が新たな要求と課題につながる (II)



抜本的な適応策はまだ不要…

- 予測方法を発展させ利用する学習段階
- 自然エネルギーのための情報交換、請求書の作成、会計方法の発展
- 潜在的な不備が、システムに重大な影響を及ぼすことは(まだ)ない

エネルギー大転換

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

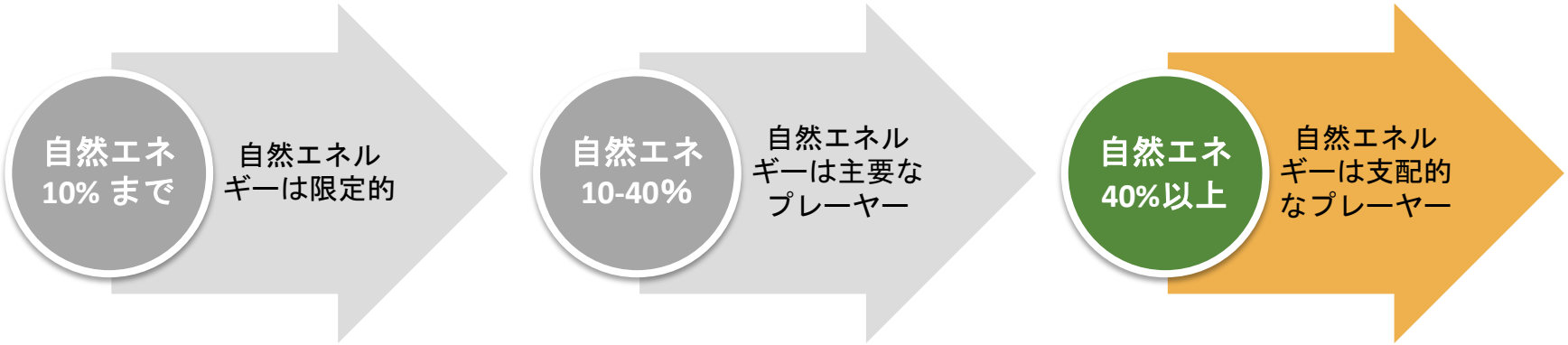
自然エネルギーの割合の増加が新たな要求と課題につながる (III)

- 正確さを高めるために予測方法を発展させる
- （新たな地域での発電によって生じる）送電の必要性に応じて系統インフラを整備し、柔軟性を高める
- “常時稼動が必要な”容量の削減方法を精査　－自然エネルギーを用いたアンシラリーサービスを提供する（電力市場への統合）
- リアルタイムでのデータ交換や自然エネルギーの直接的な制御を行う
- 欧州域内で自然エネルギー政策に関する調和した取り組みを行う

エネルギー大転換

BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.

自然エネルギーの割合の増加が新たな要求と課題につながる(IV)



- 自然エネルギーとそれを補足する従来型の発電所や蓄電を統合した新たな市場デザインを構築する
- 従来型の発電所と自然エネルギーを緊急時に完全に制御する
- デマンドレスポンスを十分に発展させる
- 送電系統運用者（TSOs）と配電系統運用者（DSOs）間のリアルタイム連携を強化する：情報交換、役割や責任の見直し
- 電力分野とそれ以外のエネルギー分野を横断する新たなビジネスモデルを発展させる

Thank you!

BEE
Bundesverband
Erneuerbare Energie e.V.

Bundesverband Erneuerbare Energie e. V.

German Renewable Energy Federation

Reinhardtstrasse 18
10117 Berlin
Fon 030 / 275 81 70 – 0
Fax 030 / 275 81 70 – 20
www.bee-ev.de