

# 米・仏・独のエネルギー政策の システム分析から浮かぶ教訓 再生可能性エネルギーと原子力の 両方の推進は可能か？

2010年10月13日 国会議員会館

マイケル・シュナイダー

エネルギーと原子力政策に関する国際コンサルタント、仏パリ

《 原子力エネルギーは気候変動の影響を緩和する  
安定的でクリーンなエネルギー源だとする評価が広ま  
ってきている 》

天野之弥

IAEA事務局長

2010年5月3日ニューヨーク



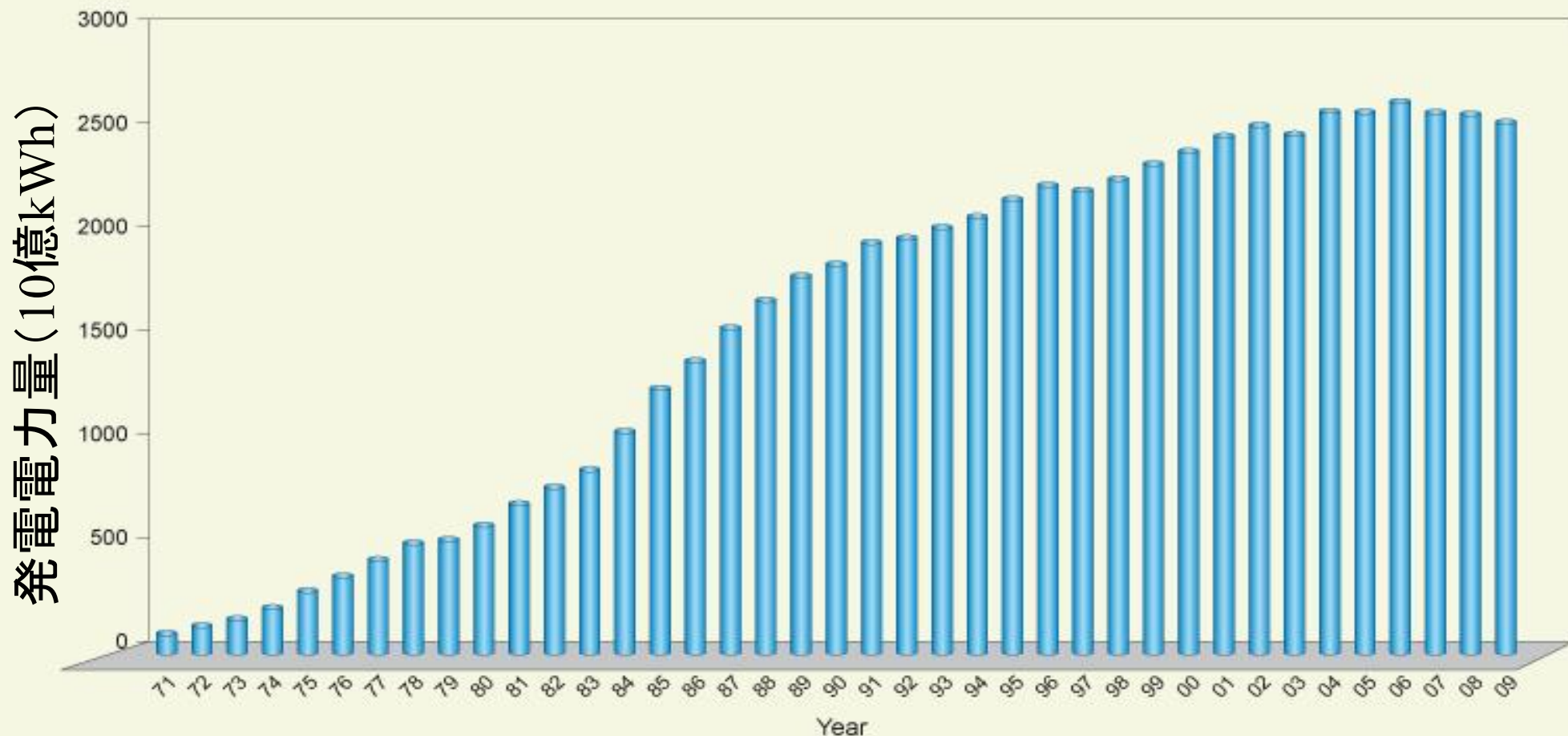
2010年5月5日

原子力発電の発電量がさらに低下

原子力発電の年間発電量はわずかながら下降し続けてお  
り、昨年は2%の低下となった

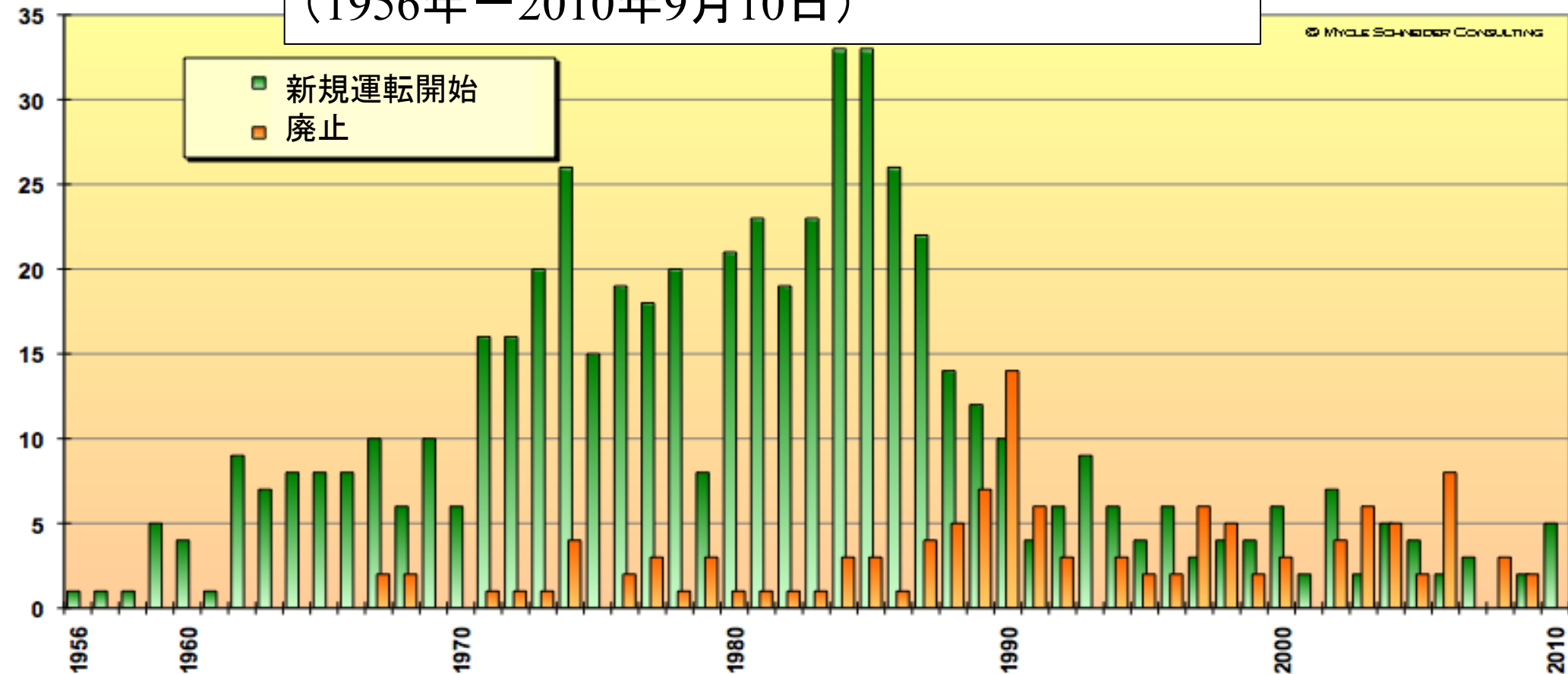
# 「 原発の発電電力量がまた低下... 」

世界の原子力発電電力量: 2兆5580億kWh(2009年)



# 世界の原発の新規運転開始基数と廃止基数 (1956年－2010年9月10日)

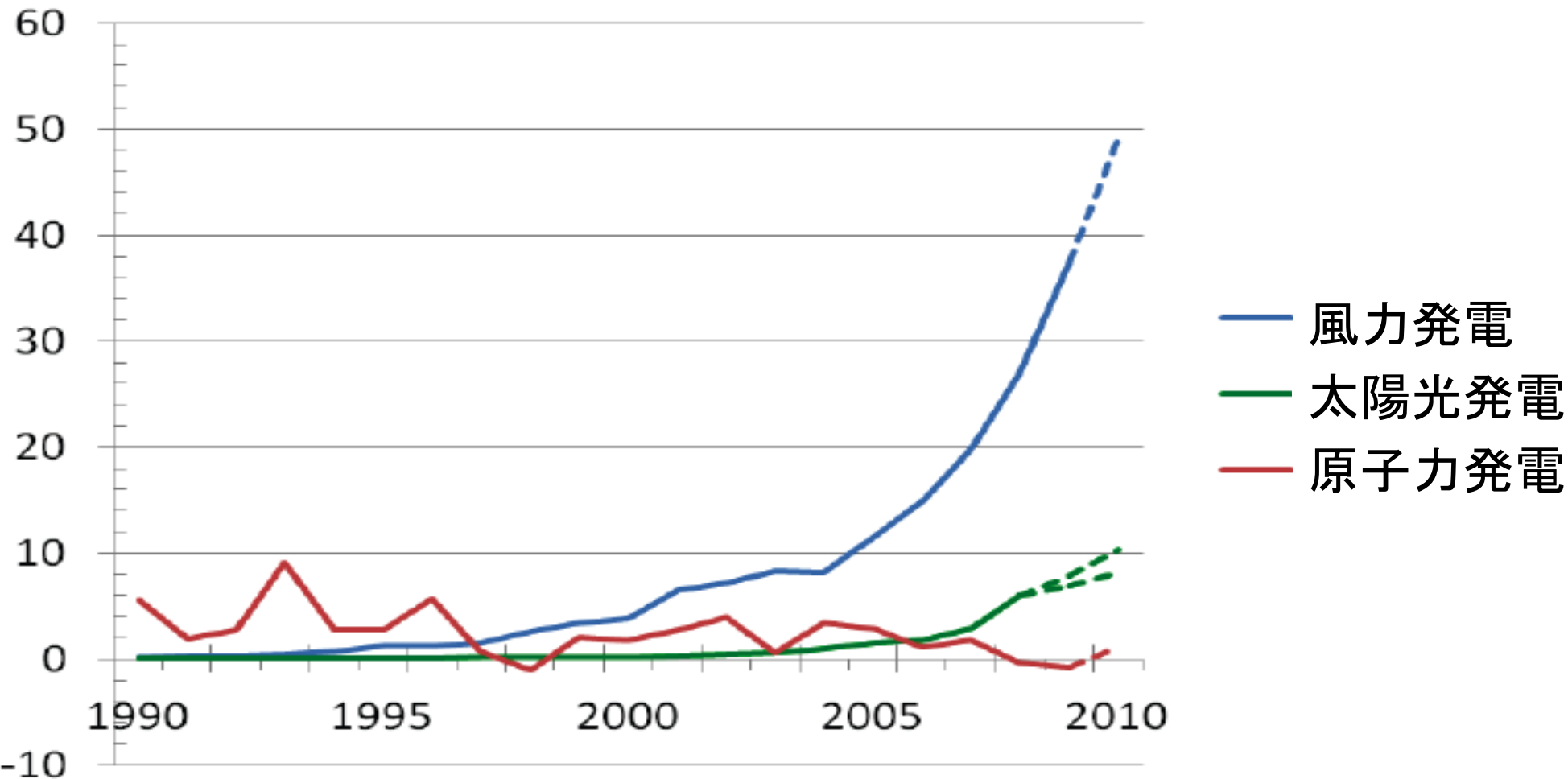
© MYCLE SCHNEIDER CONSULTING



Source: IAEA-PRIS, MSC, 2010

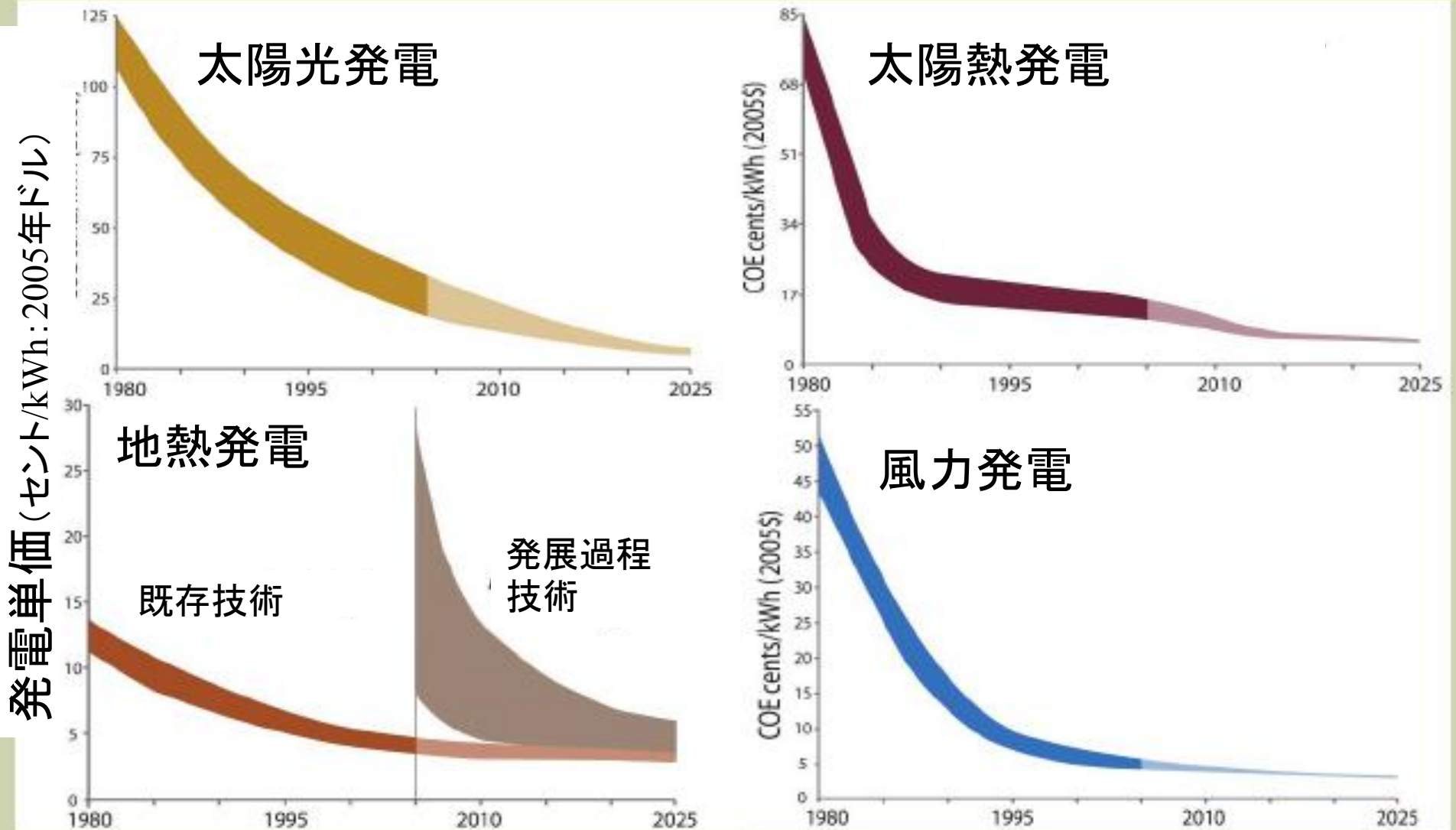
# 世界の発電設備の年間増加容量(1990-2010年)

百万kW



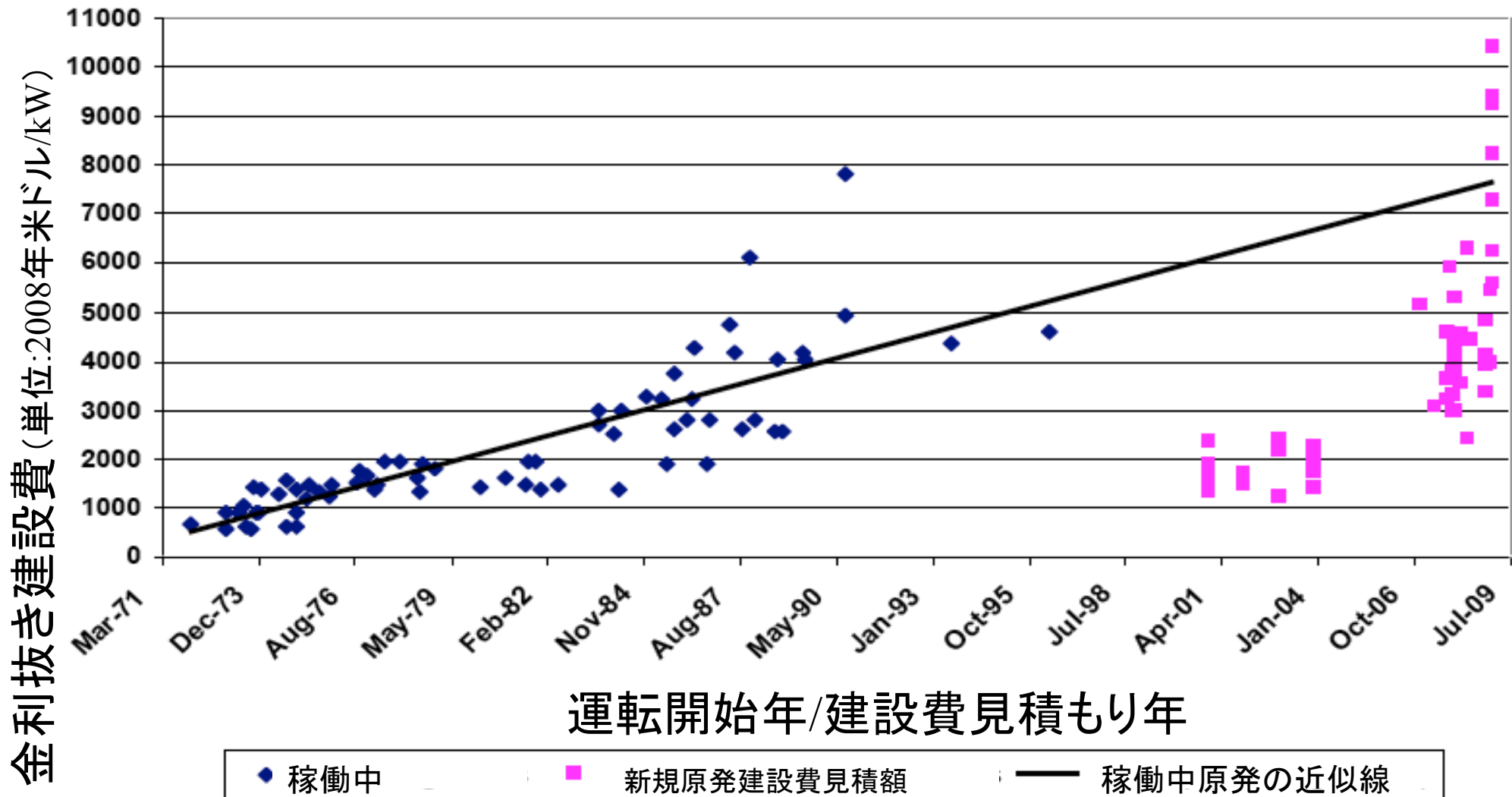
Source: Amory Lovins, RMI, personal communication, 2010

# 技術学習曲線



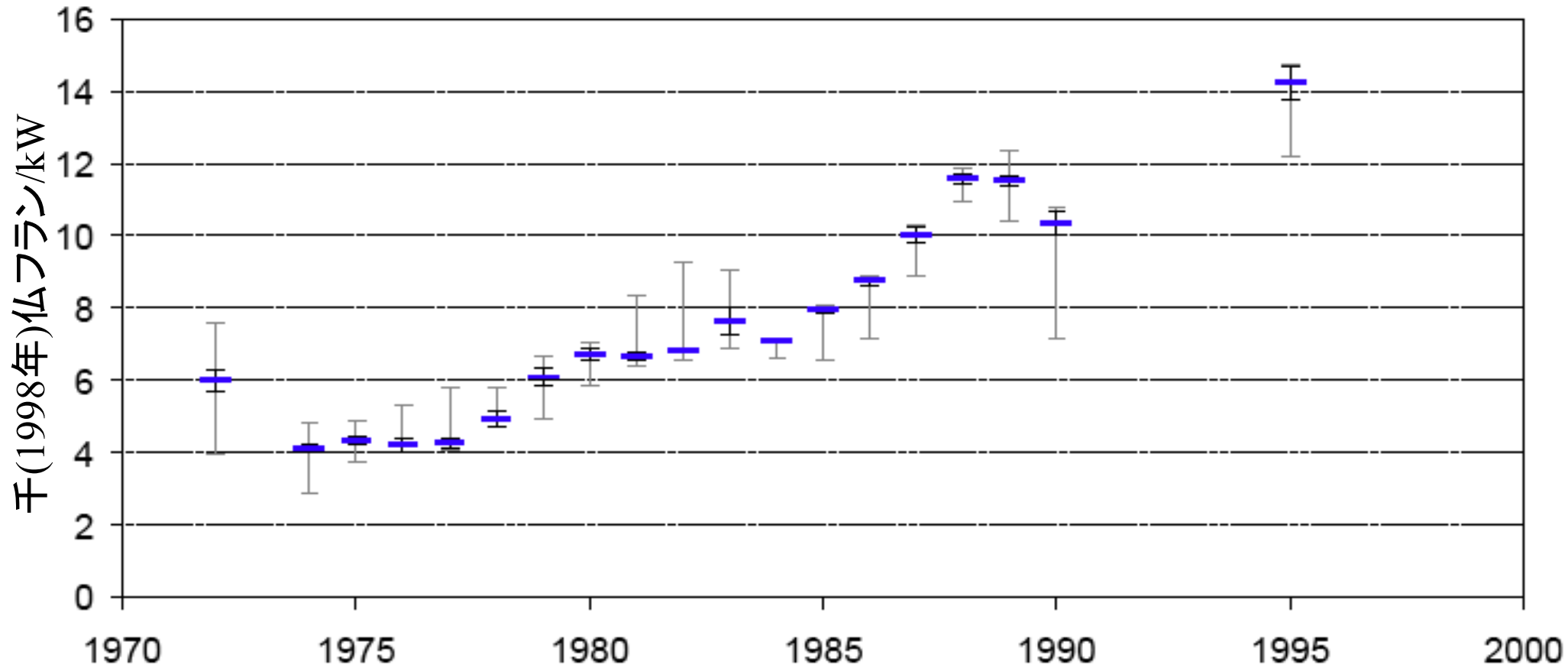
Source: Cooper 2010

# 負の学習曲線:アメリカの原発建設単価の推移:



Source: Cooper 2010

# 負の学習曲線: フランスの原発(PWR)建設単価



Source: Arnulf Grübler, «An assessment of the costs of the French nuclear PWR program 1970–2000 », 6 October 2009



# 度を超えた準備・建設期間の長期化／建設費の超過： フィンランド・オルキルオト3号炉の事例

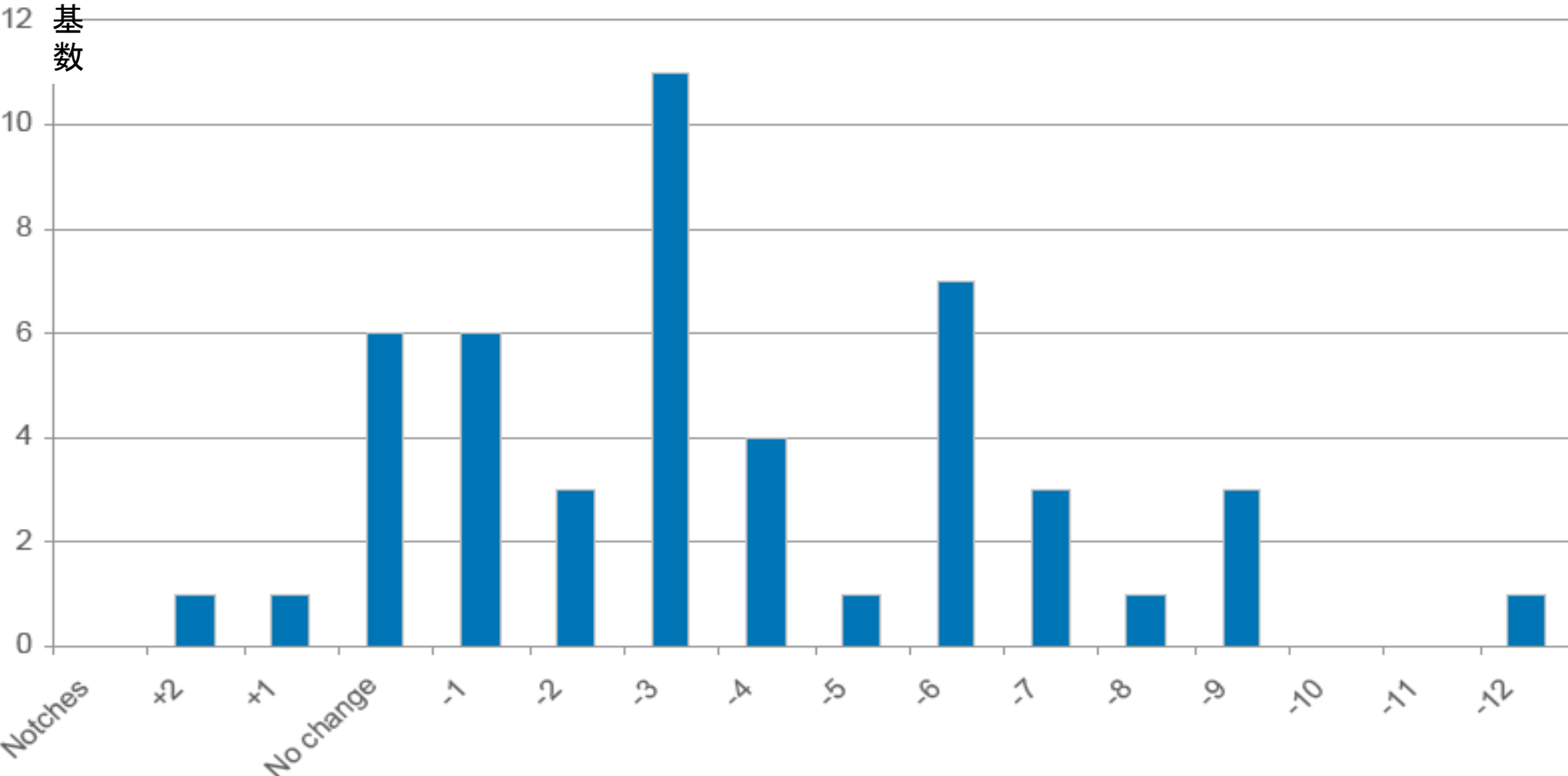
- 1998-1999 フィンランドの電力会社TVO社、環境影響評価書提出
- 2005 建設開始(8月)
- 2006 18カ月遅れ
- 2007 24カ月遅れ
- 2008 36カ月遅れ
- 2010 少なくとも42 カ月遅れ
- 2013 運転開始?



**リードタイム:環境影響評価から少なくとも 14-15 年**  
**公式発表建設費: 約30億ユーロ (保証された固定価格)**  
**建設開始から5年の時点での超過額:27億ユーロ (90%)**

*Sources: Various, compiled by MSC*

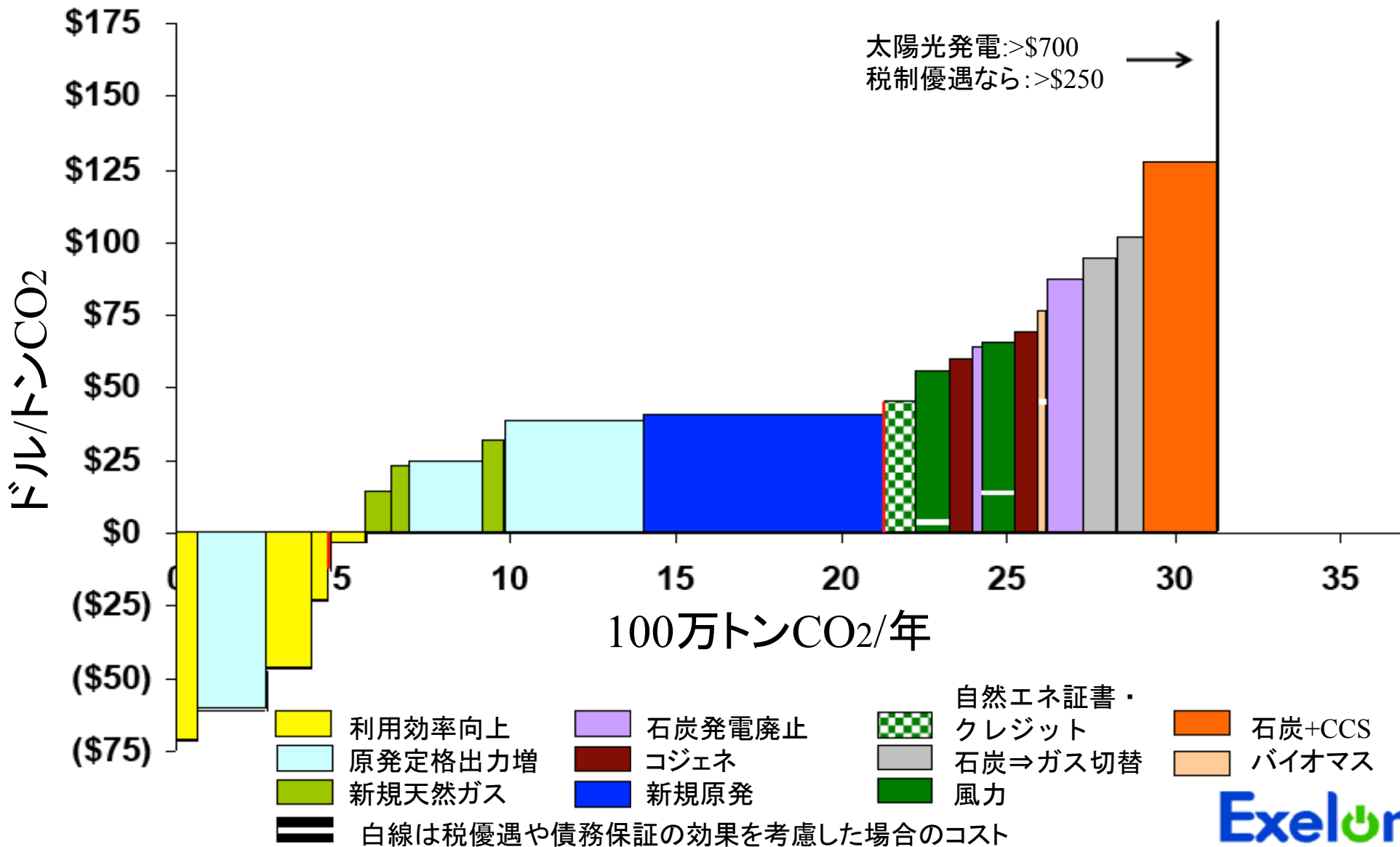
# 原発所有電力会社48社の信用格付けの変化(下目盛が変化した段階数)



“ムーディーズは、新規原子力発電を積極的に追求している債権発行体に対してさらに否定的な評価を採用することを検討している”

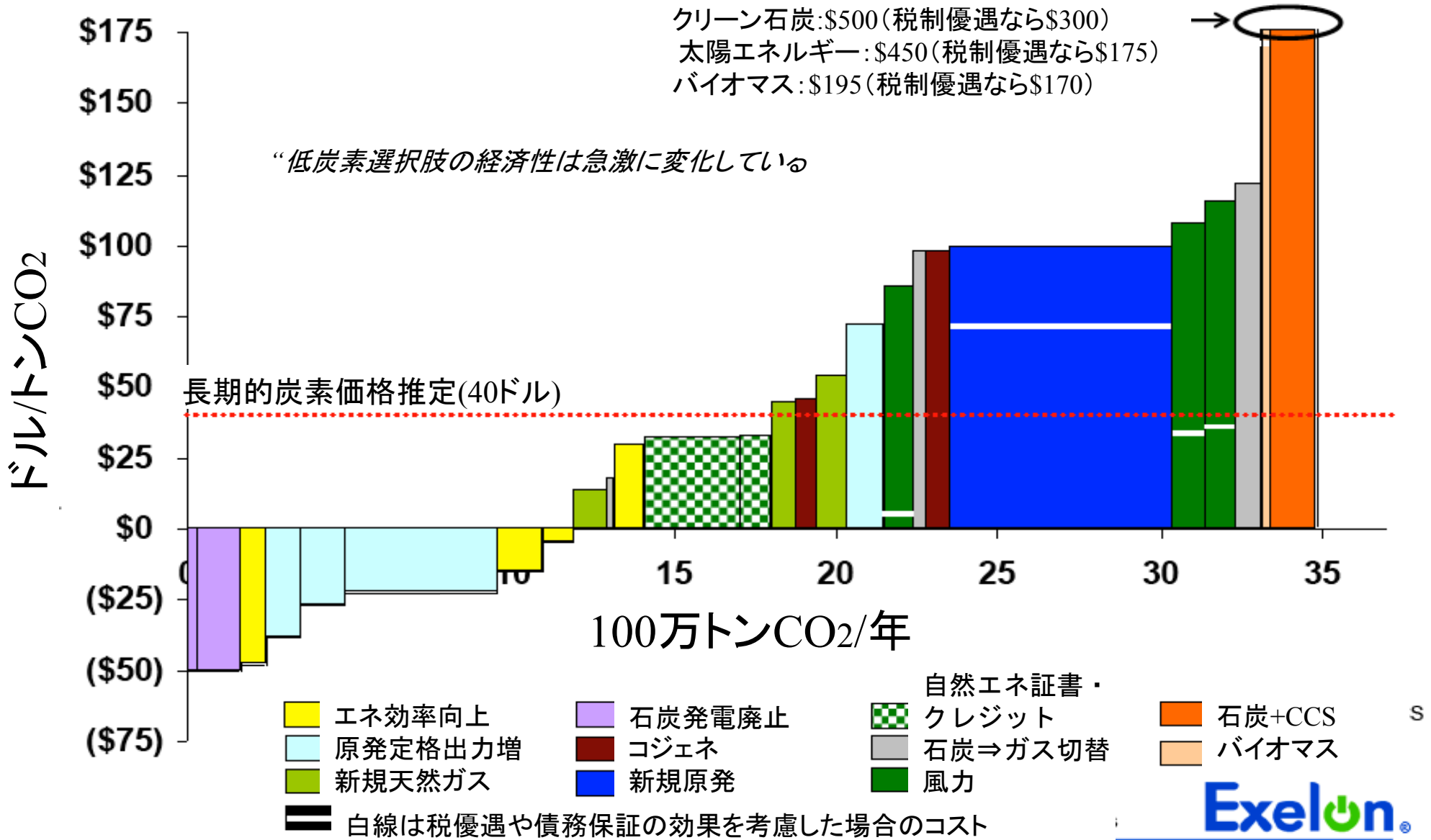
Source: Moody's, "New Nuclear Generation: Ratings Pressure Increasing", 2009

# CO2削減の選択肢に関するエクセロン社の見解(2008年)



Source: John Rowe, Exelon

# CO2削減の選択肢に関するエクセロン社の見解(2010年)



Source: John Rowe, Exelon

# The Washington Post

## コンステレーション・エナジー社、カルバート・クリフスの原子炉建設計画を棚上げ

By Steven Mufson

Saturday, October 9, 2010; 12:14 AM

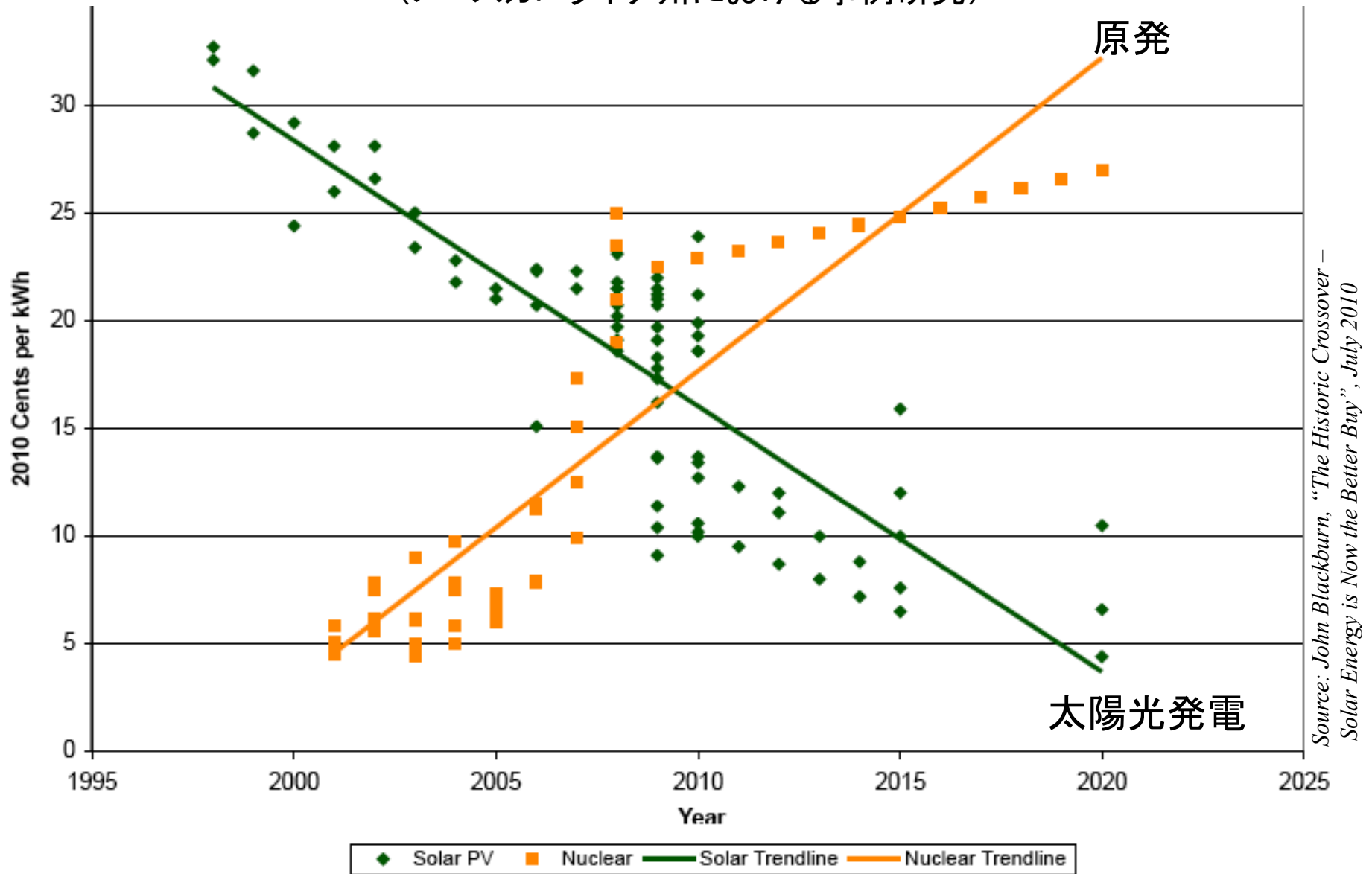
コンステレーション・エナジー社は、カルバート・クリフスの原子力発電所で新しい原子炉を建設する計画を**棚上げ**にしたとオバマ政権関係者が明らかにした——政府が、同計画に**75億ドルの債務保証**を提供することを決定した**にも関わらず**。

政府高官らは、コンステレーションの決定は「驚き」だったと言っているが、同社のスポークスマン、レアリー・マクドネルは、政府の債務保証の条件は、「無理なものだ」とし、エネルギー省に対し「進めない」と言ってあつたと語った。

コンステレーション社の決定は、米国の原子力のルネッサンスという考えにとって**大きな痛手だ**。同社とフランスの電力会社EDFは、ジョイントベンチャー、ユニスターのパートナーとなっている。ユニスターは、カルバート・クリフスの新しい原子炉を、全国に展開する同型機の第一号とする予定だった。両者は、2007年7月に債務保証を申請していた。（訳注：10月末、コンステレーション社のユニスター所有権50%をEDFが買い取ることで合意が成立。だが、外国企業による原子力発電所の一〇〇%保有を禁じた法律の問題が浮上している。）

# 歴史的交差: 太陽エネルギーの方が今やお買い得

(ノースカロライナ州における事例研究)



# 《 公衆は電力会社より先を行っているか? 》

ジョン・ブラックバーン教授

“歴史的交差—太陽エネルギーの方が今やお買い得”, 2010年7月



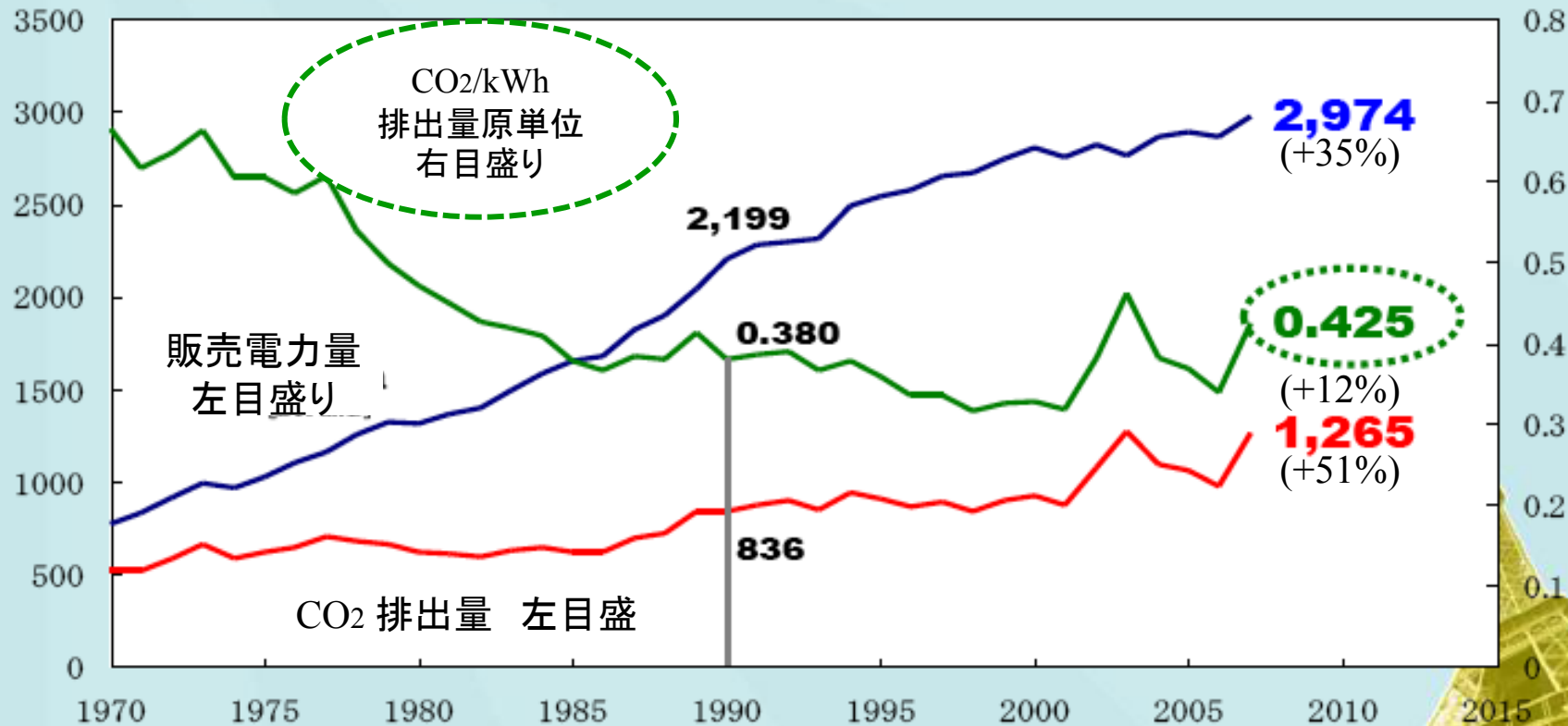




# 東京電力のCO<sub>2</sub>排出量の推移

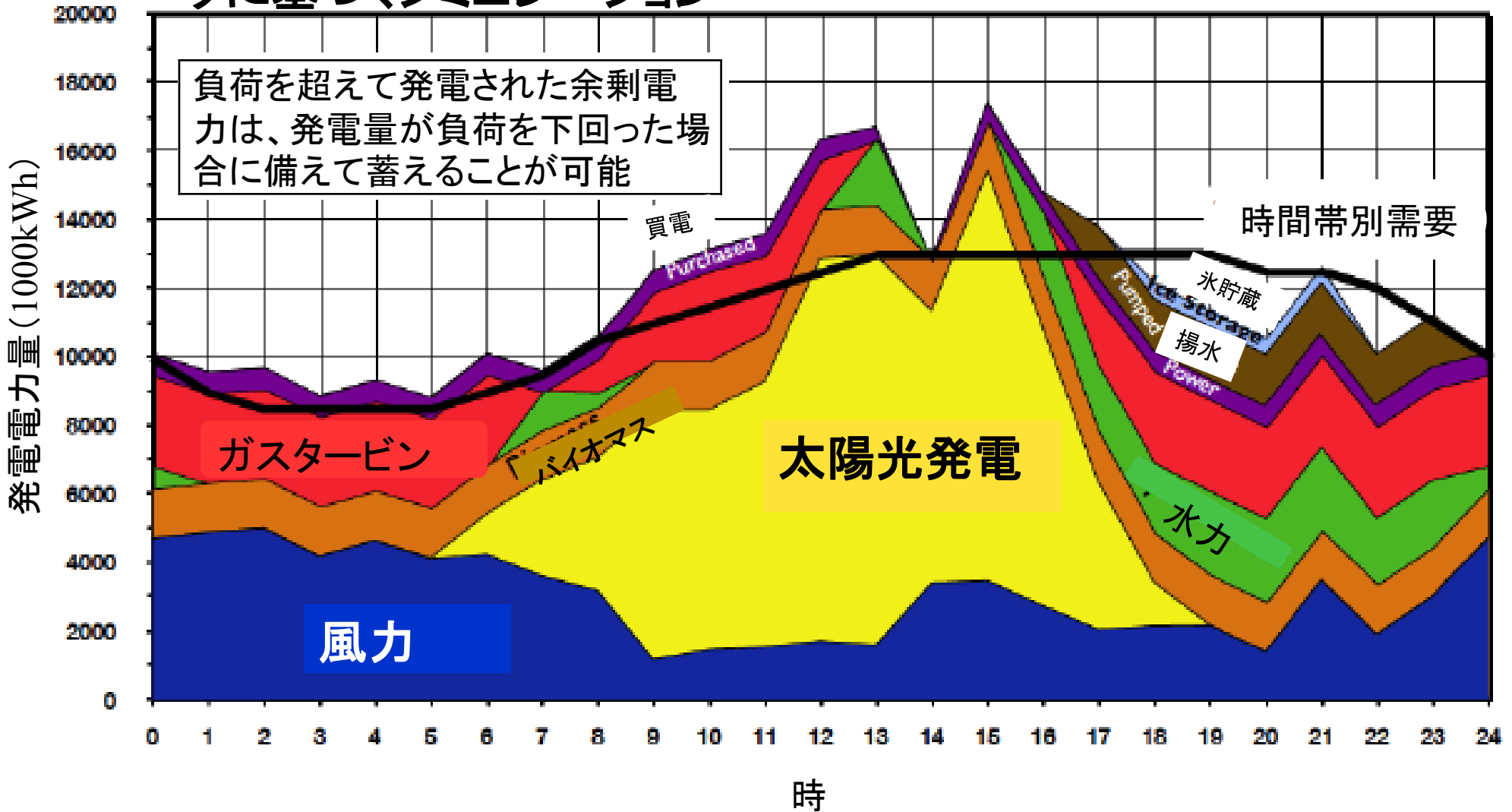
10万トンCO<sub>2</sub>  
億kWh/年

kgCO<sub>2</sub>/kWh



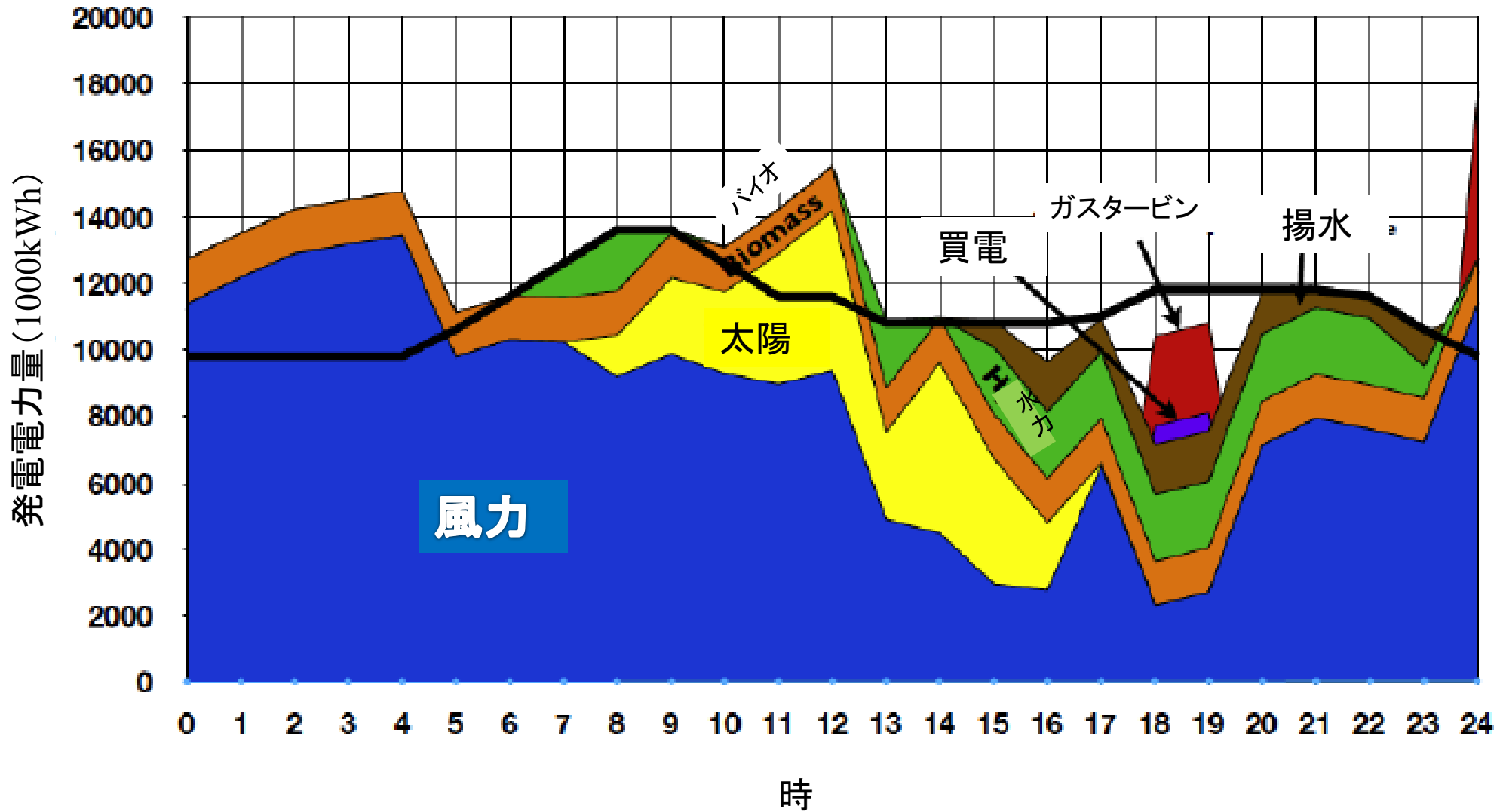


# 7月のある1日の時間帯別発電と負荷:ノースカロライナ州の実測データに基づくシミュレーション



Source: John Blackburn, "Matching Utility Loads with Solar and Wind Power in North Carolina Dealing with Intermittent Electricity Sources", March 2010

# 1月のある1日の時間帯別発電と負荷：ノースカロライナ州の実測データに基づくシミュレーション



Source: John Blackburn, "Matching Utility Loads with Solar and Wind Power in North Carolina Dealing with Intermittent Electricity Sources", March 2010

# ノースキャロライナ州に関するブラックバーン博士の研究の結論

- 年間販売電力量910億kW時(東電の3分の1規模)の76%は太陽光や風力で賄うことが可能。さらに:
  - +200万kWをバイオマスかコジェネで
  - +250万kWを水力発電で、そして
  - +150万kWを揚水発電で
- 氷貯蔵(夏場に利用)、負荷管理、電気自動車蓄電池利用が可能なシステムなら、必要な電力購入および予備発電装置での発電量は電力負荷の6%ですむ
- 研究対象となった2952時間のうち供給不足となったのはわずか17時間
- 現在のシステムやその大規模な基幹電源(石炭火力及び原子力)のために使われている予備用設備よりも小さな予備発電容量との組み合わせで電力システムを運用することが可能となる

# グリッド一欠けているもの

緊急に必要とされているのは:

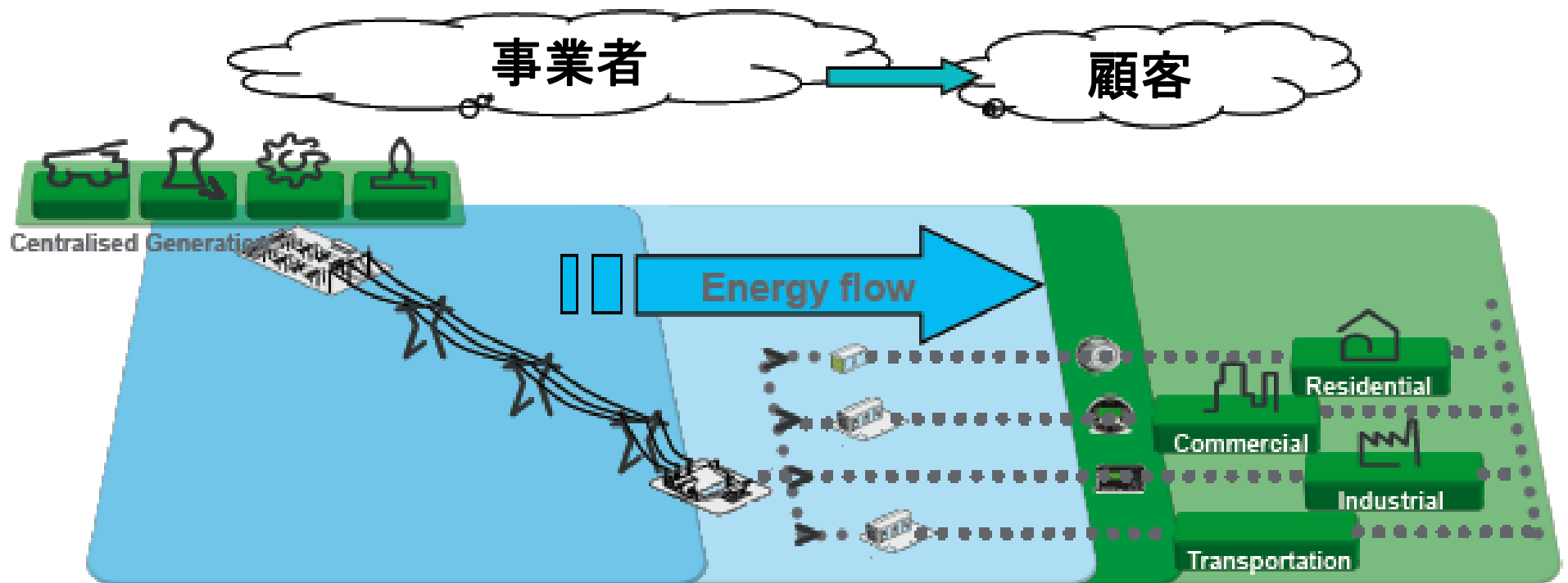
-最適な送電・配電網の体系的分析

-分散型アプローチ(マイクログリッド、スマートグリッド、グリッド・クラスター(群)、VPP[仮想発電所=分散型電源統合制御システム]、等)の持つ技術的・社会的な潜在的可能性や問題に関するアセスメント

-競争・対立する選択肢の評価(大vs小)

# 伝統的な電力網(グリッド)

- 集中発電を基礎に需要変動に対処
- トップダウンのエネルギーフロー
- 統合型の事業者による電力生産と消費のバランス
- 受動的な電力利用者



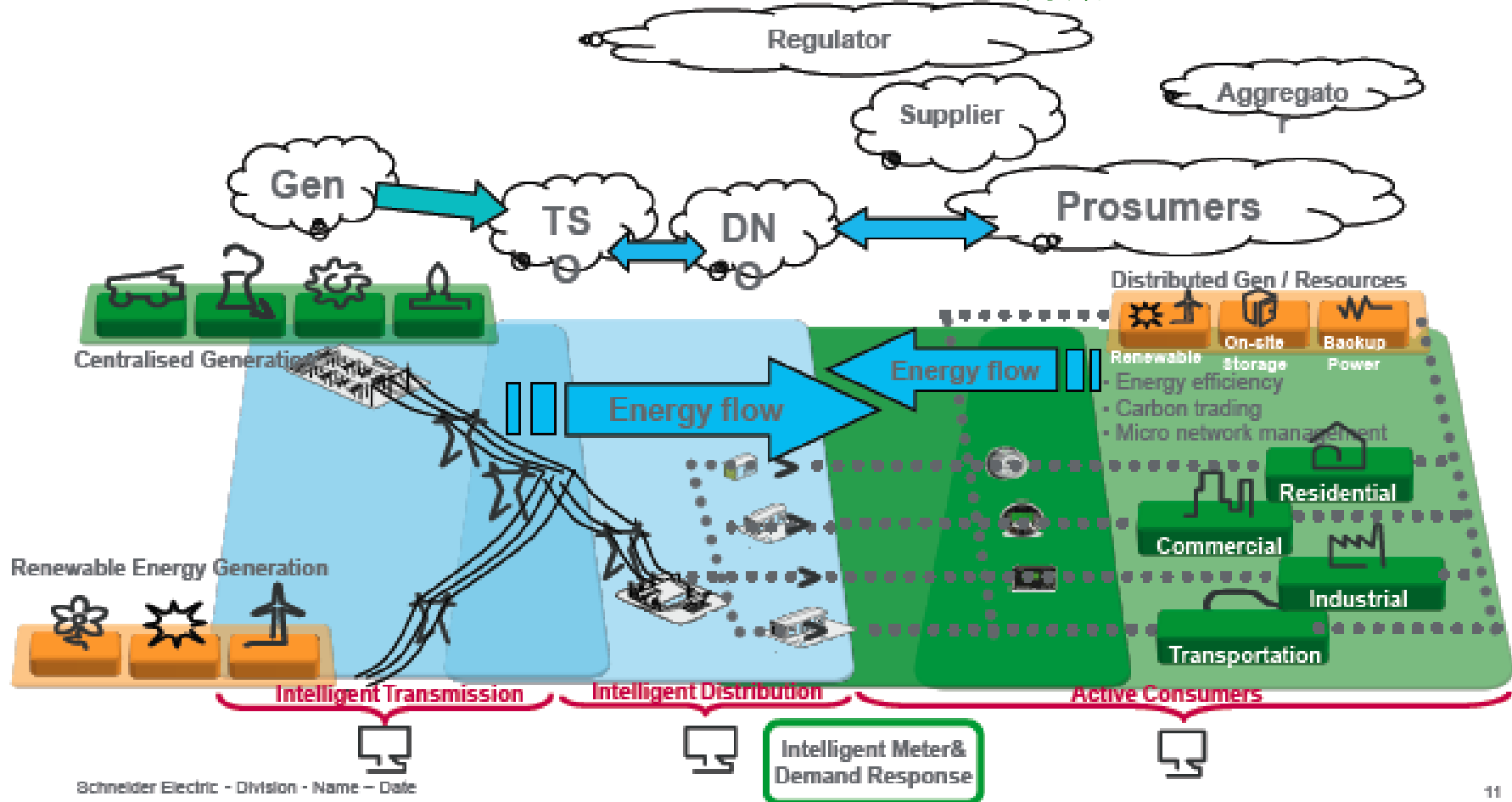
Source: Sanjay Verma, Manila, June 2010

# もっとスマートな電力網(グリッド)とそれに伴う新しい要件

- 新しい役割と貢献(プロシューマー)
- 行動変革
- 通信技術の最適利用
- リアルタイムおよび可視性(見える化)
- あらゆる場所でのオートメ化

しかし、同時に必要な

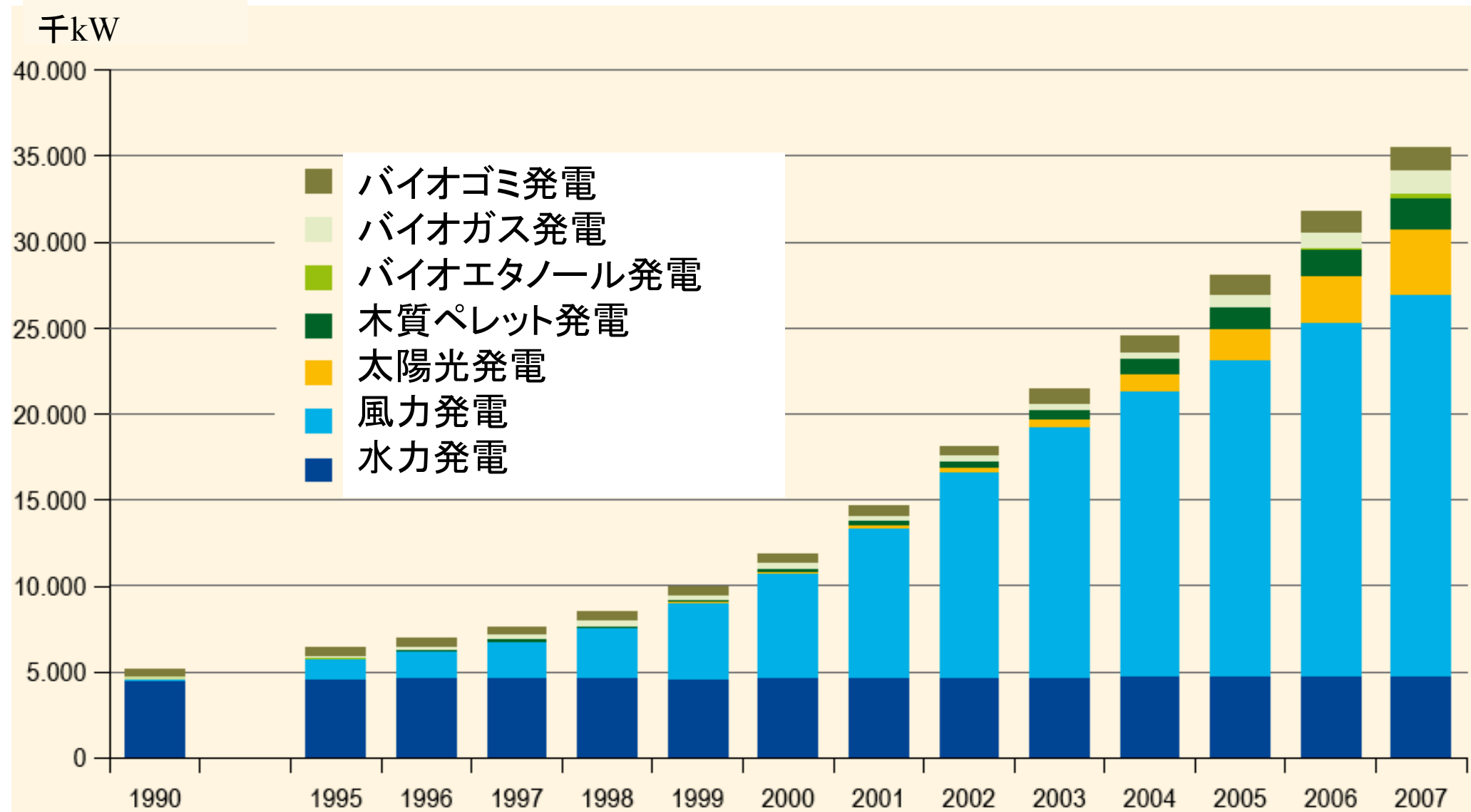
- エネルギー効率向上
- 再生可能エネルギーの分散型電力源
- エネルギー貯蔵



Source: Sanjay Verma, Manila, June 2010

# ドイツのエネルギー政策 システム分析

# ドイツにおける再生可能エネルギーの発電容量の推移 (1990～2007年)



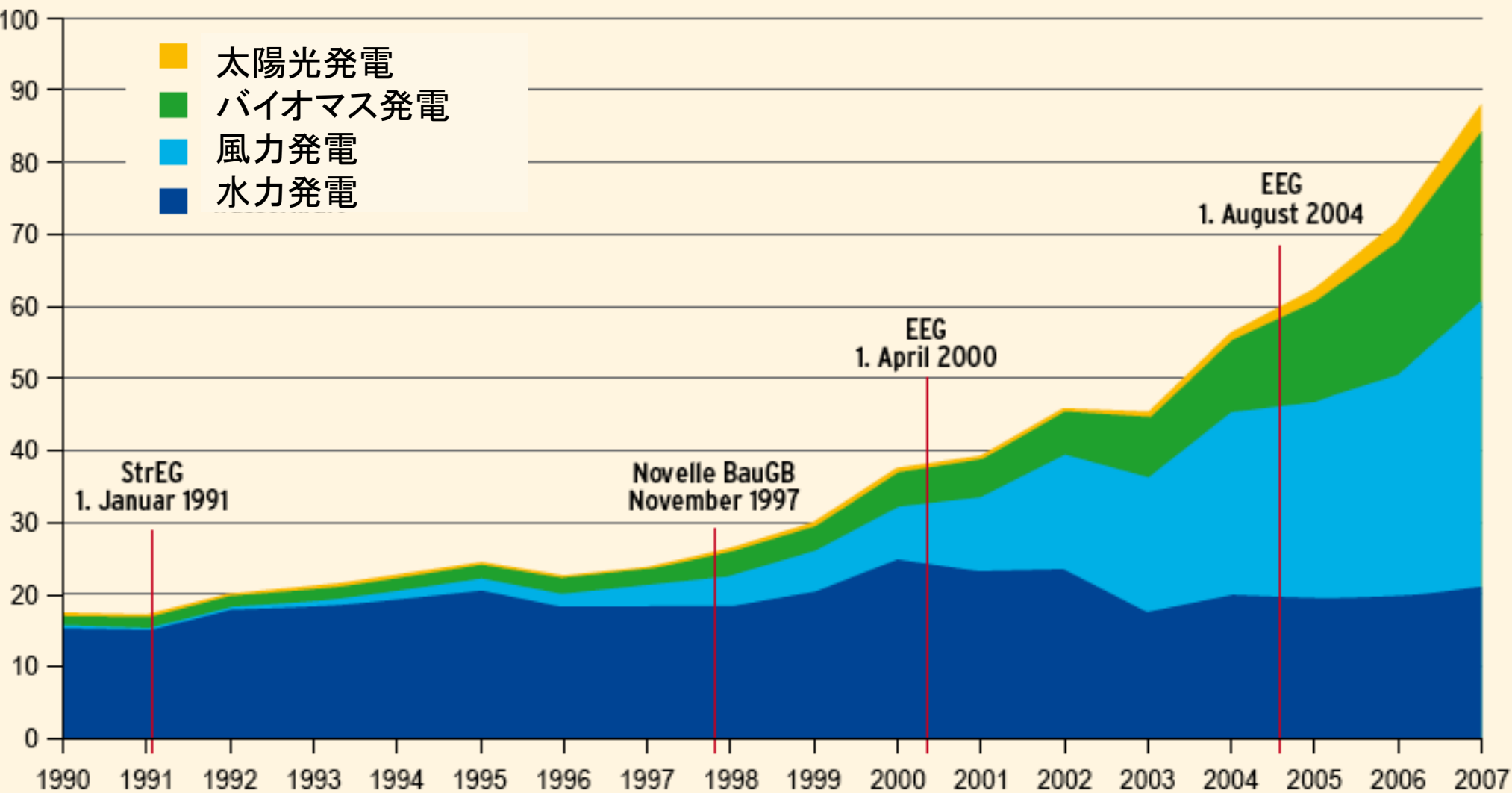
Source: BMU, "Erneuerbare Energien in Deutschland 1990-2007", 2010



# ドイツにおける再生可能エネルギーによる発電電力量(1990-2007年)

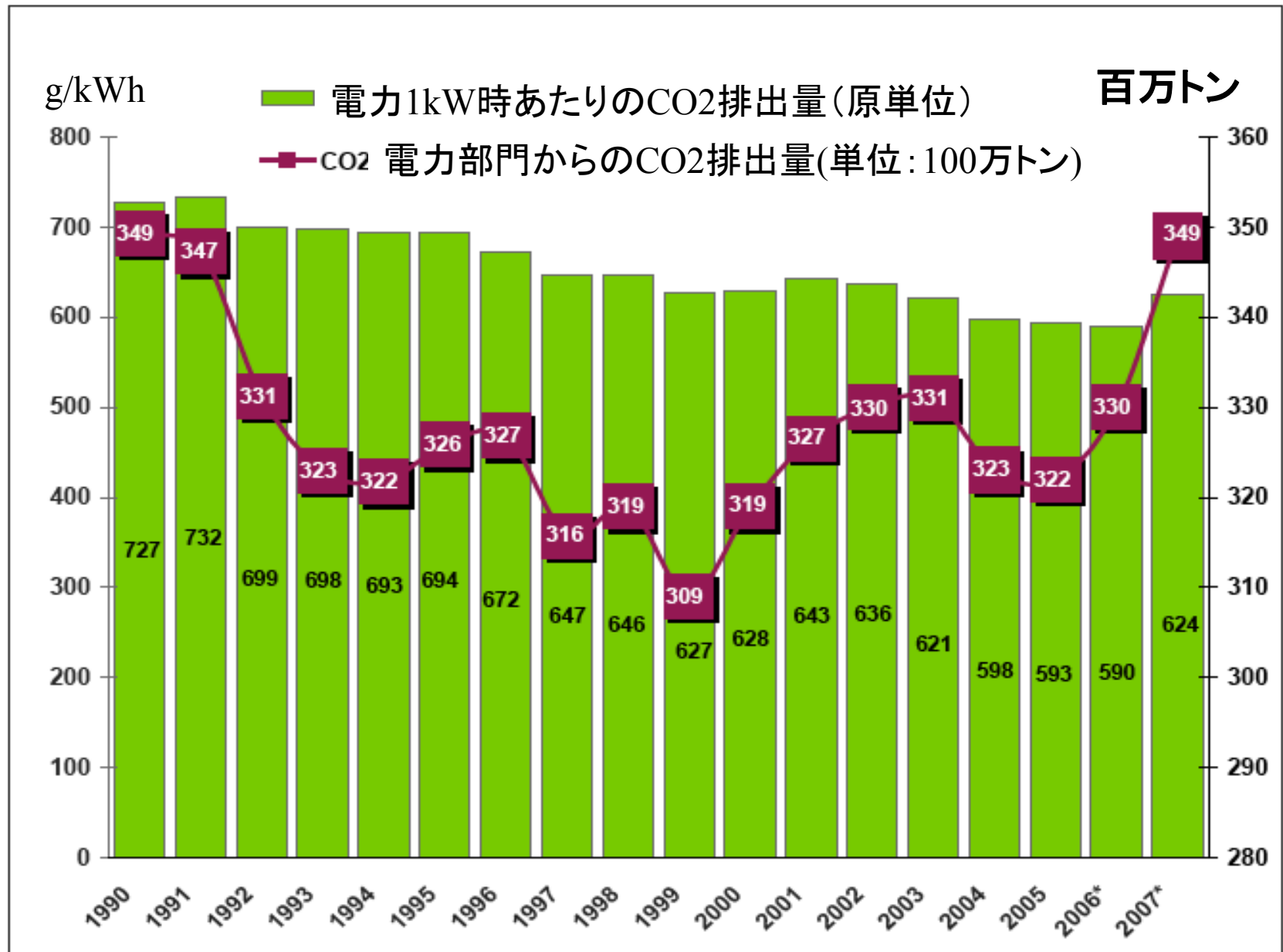
10億kWh

- 太陽光発電
- バイオマス発電
- 風力発電
- 水力発電

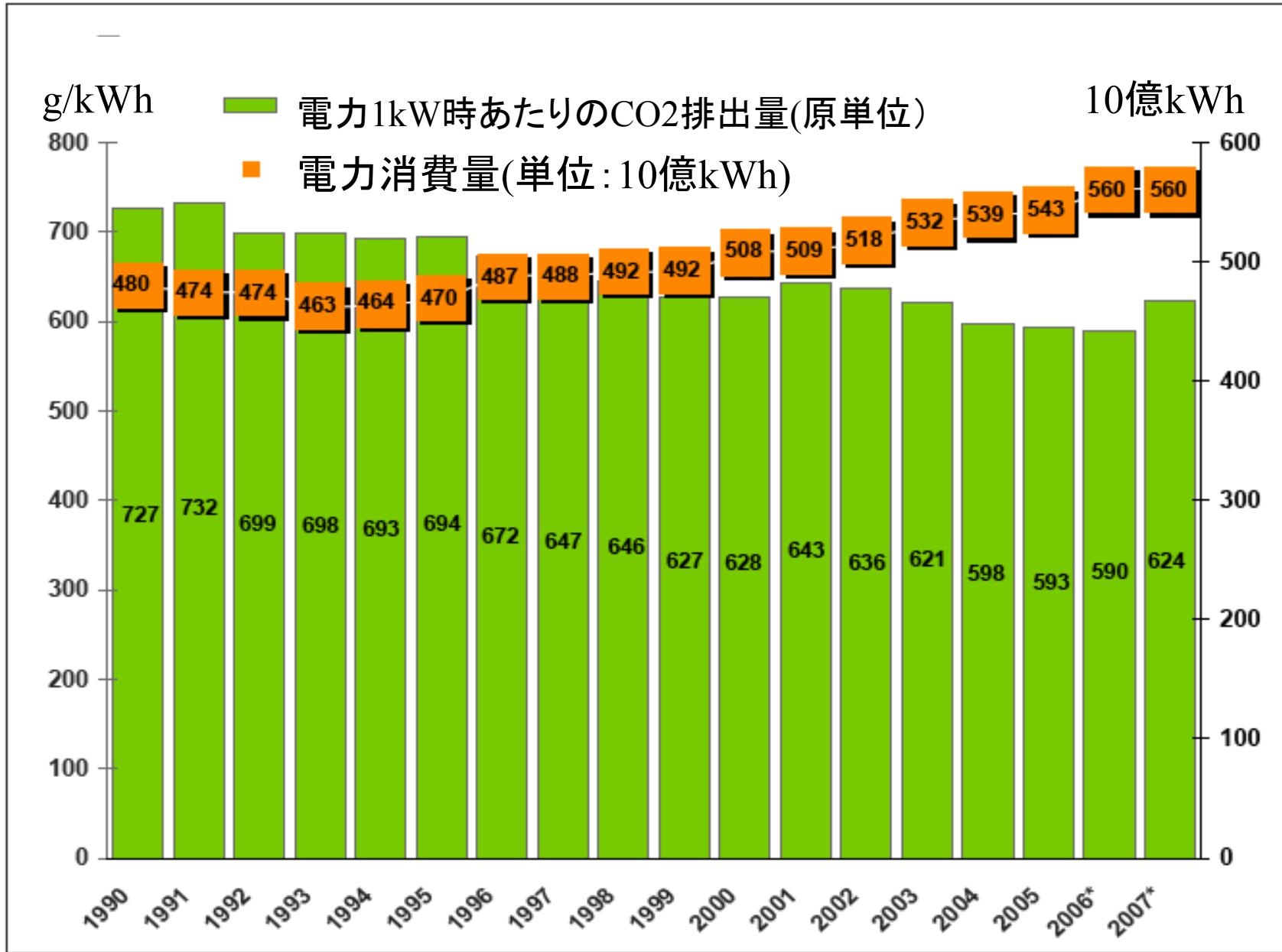


Source: BMU, "Erneuerbare Energien in Deutschland 1990-2007", 2010

# ドイツの発電部門のCO2排出量(1990-2007年)

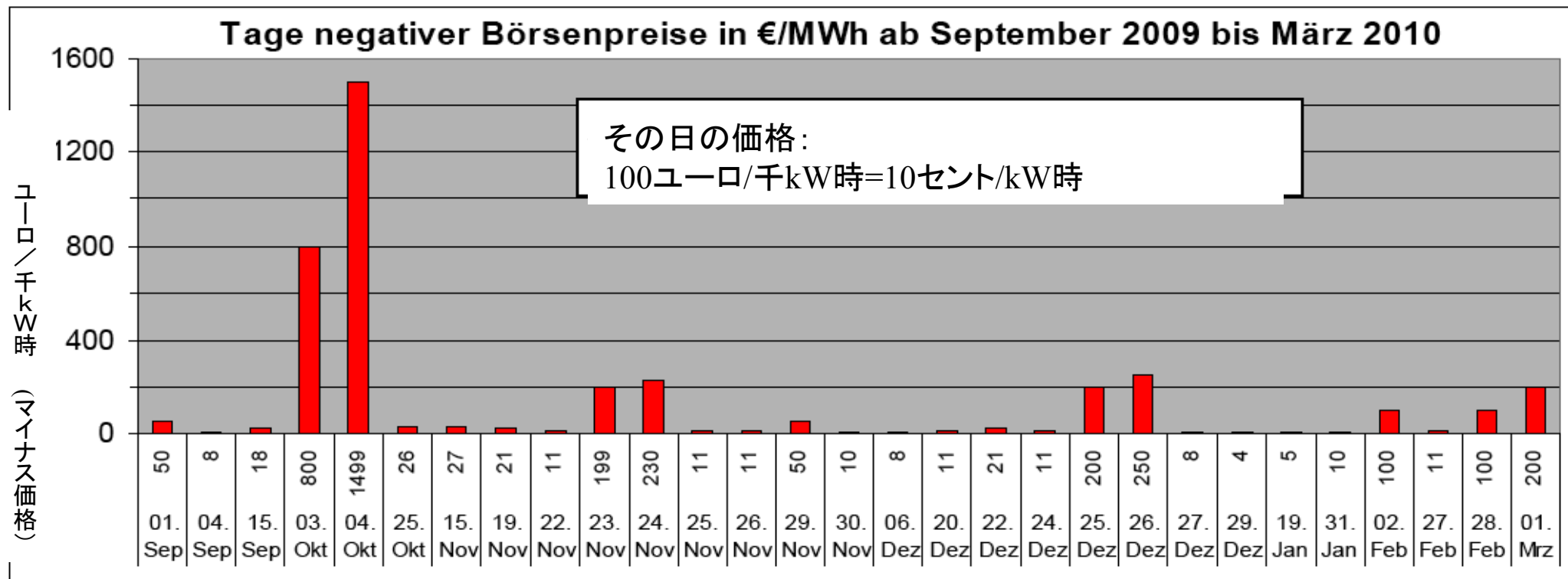


# ドイツにおける電力消費量とCO2排出量(1990-2007年)



Source: Umweltbundesamt, 2009

# ドイツ電力取引所で出たマイナス電力価格 2009年9月－2010年3月の間で負の価格となった日



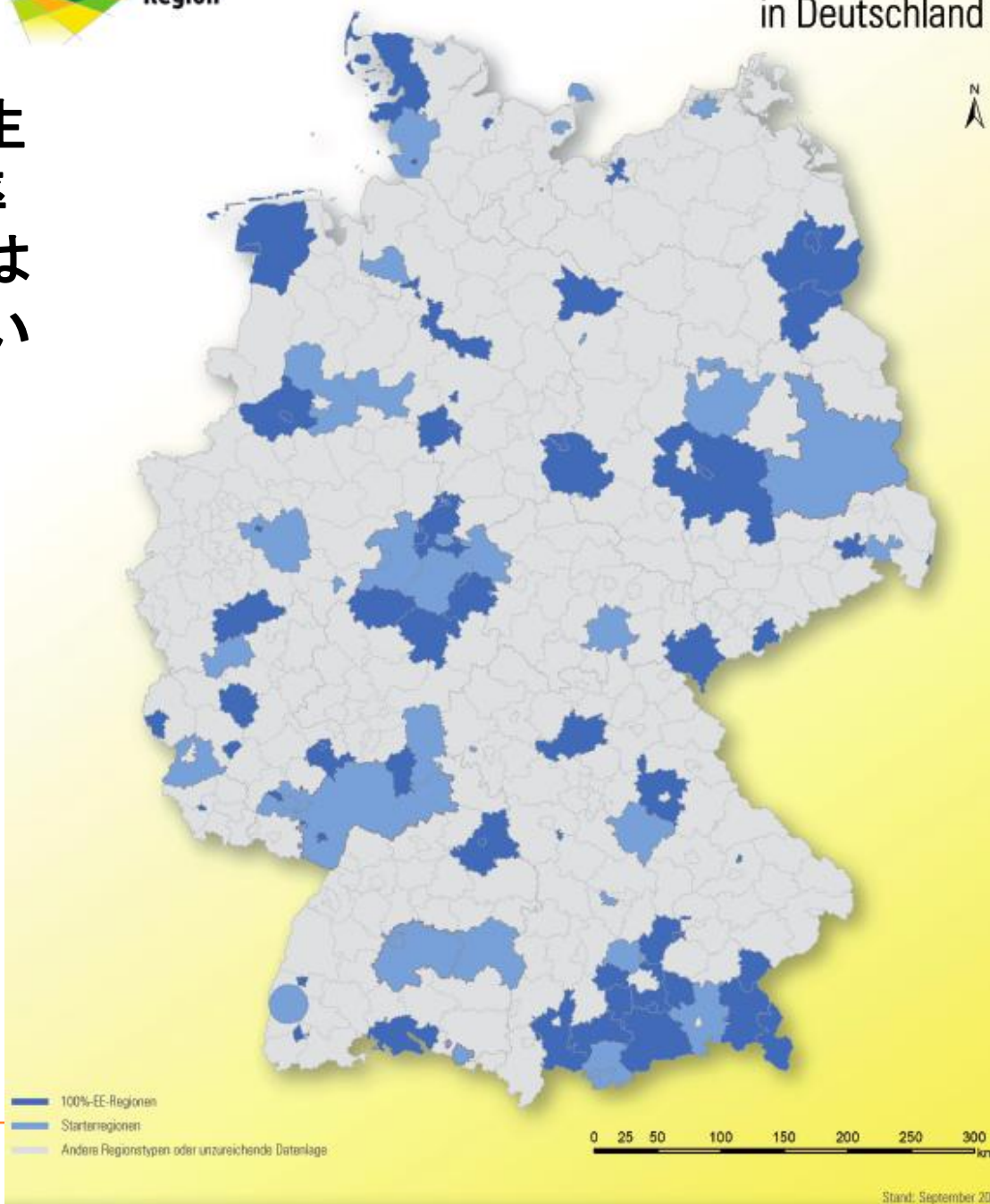
Sources: H. Alt, "Warum negative Strompreise an der Strombörse?", FH - Aachen, March 2010



## 100%-Erneuerbare-Energie-Regionen in Deutschland

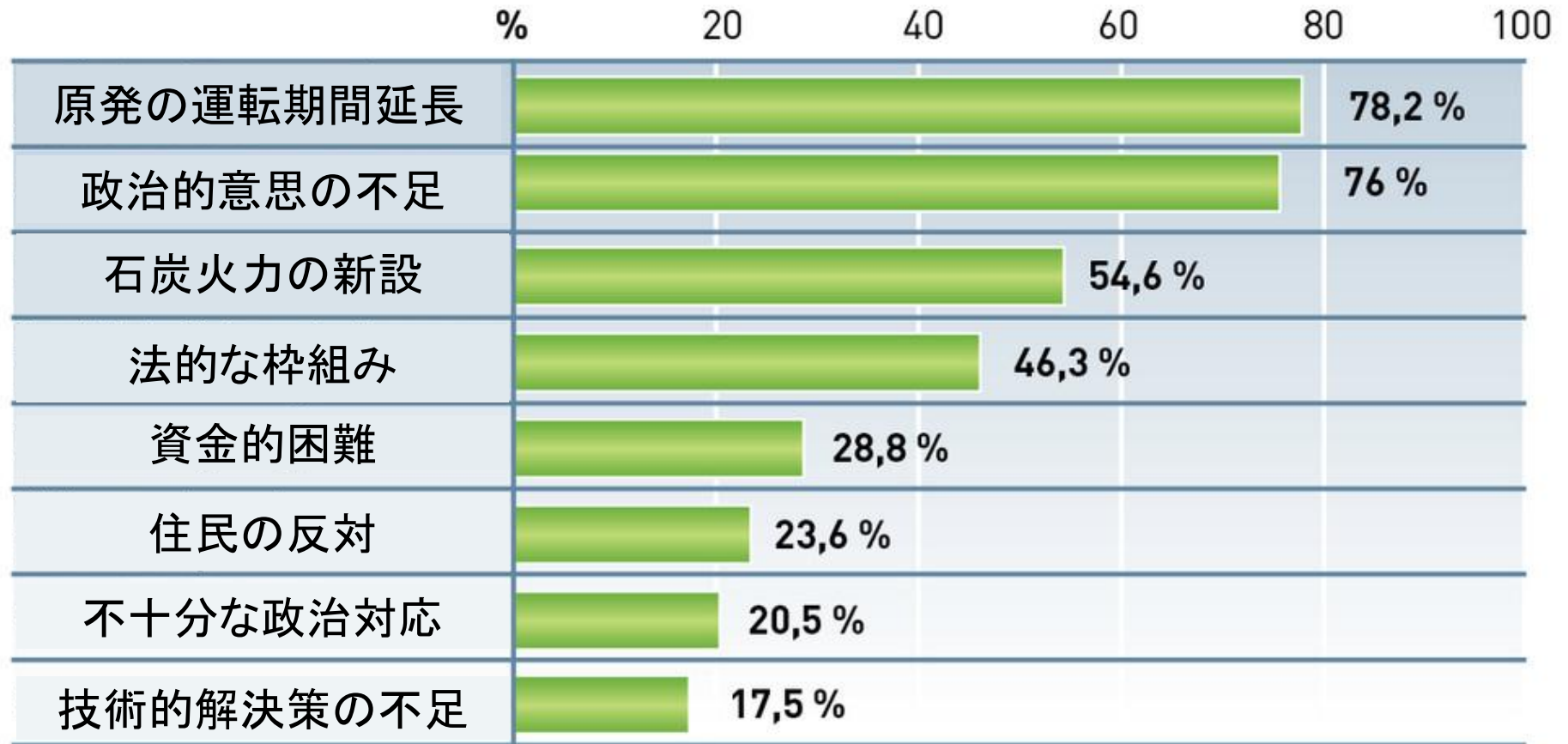
ドイツにおける再生  
可能エネルギー率  
100%を実施または  
それを目標としている  
地域:

- 面積で52%
- 人口で3500万人



# 再生可能エネルギー拡大の障害

あなたの視点から見て、現在、何が再生可能エネルギーの拡大の障害となっているとお考えですか



\*Mehrfachnennung möglich

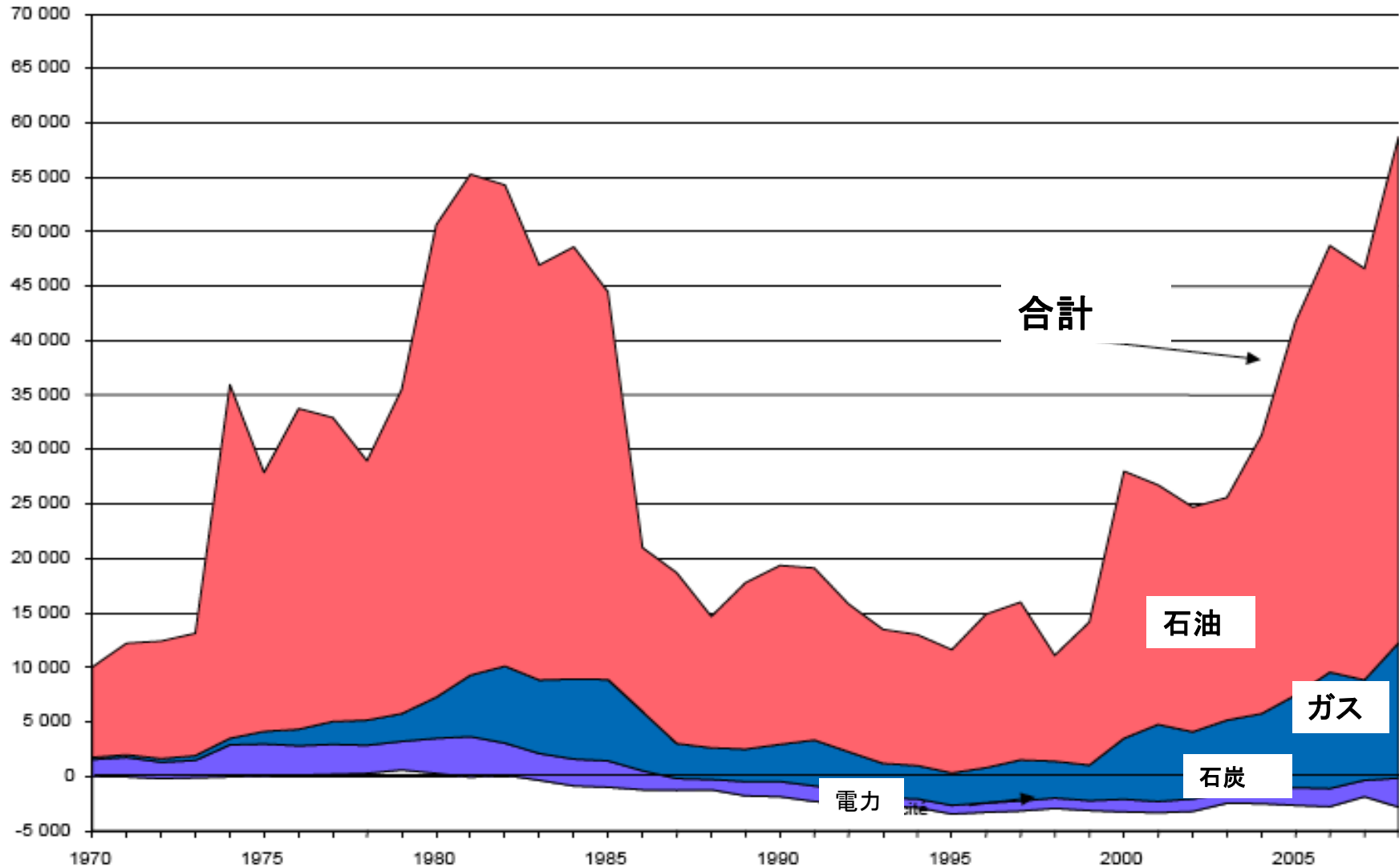
Quelle: Befragung unter 229 Teilnehmern des 2. Kongresses  
100% Erneuerbare-Energie-Regionen; Stand: 09/10

www.unendlich-viel-energie.de 

# フランスのエネルギー政策 システム分析

# フランスの国家としてのエネルギー請求書明細

## 1970-2008年(10億(2008年)ユーロ)

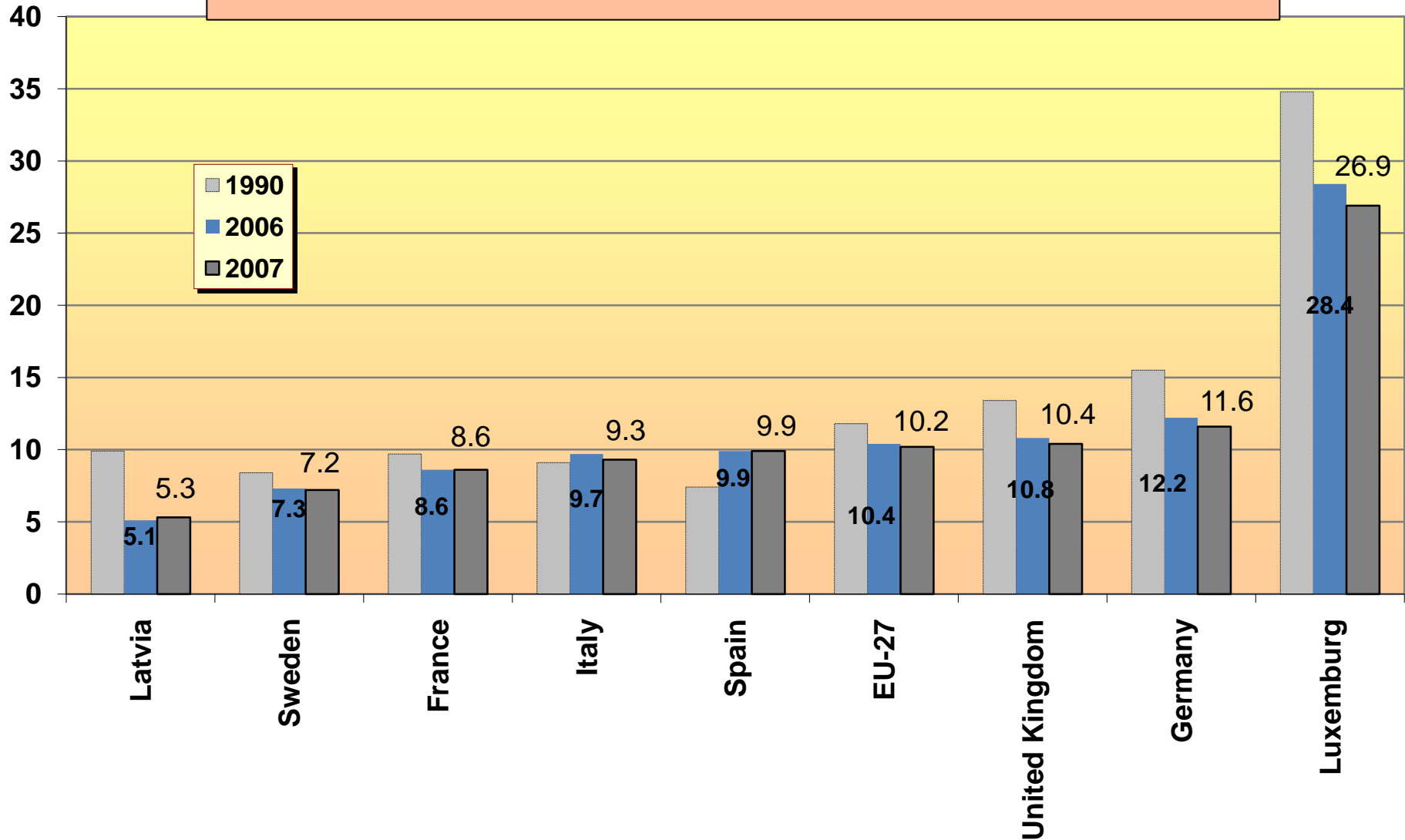


Source: CGDD-Bilan énergétique de la France, May 2009

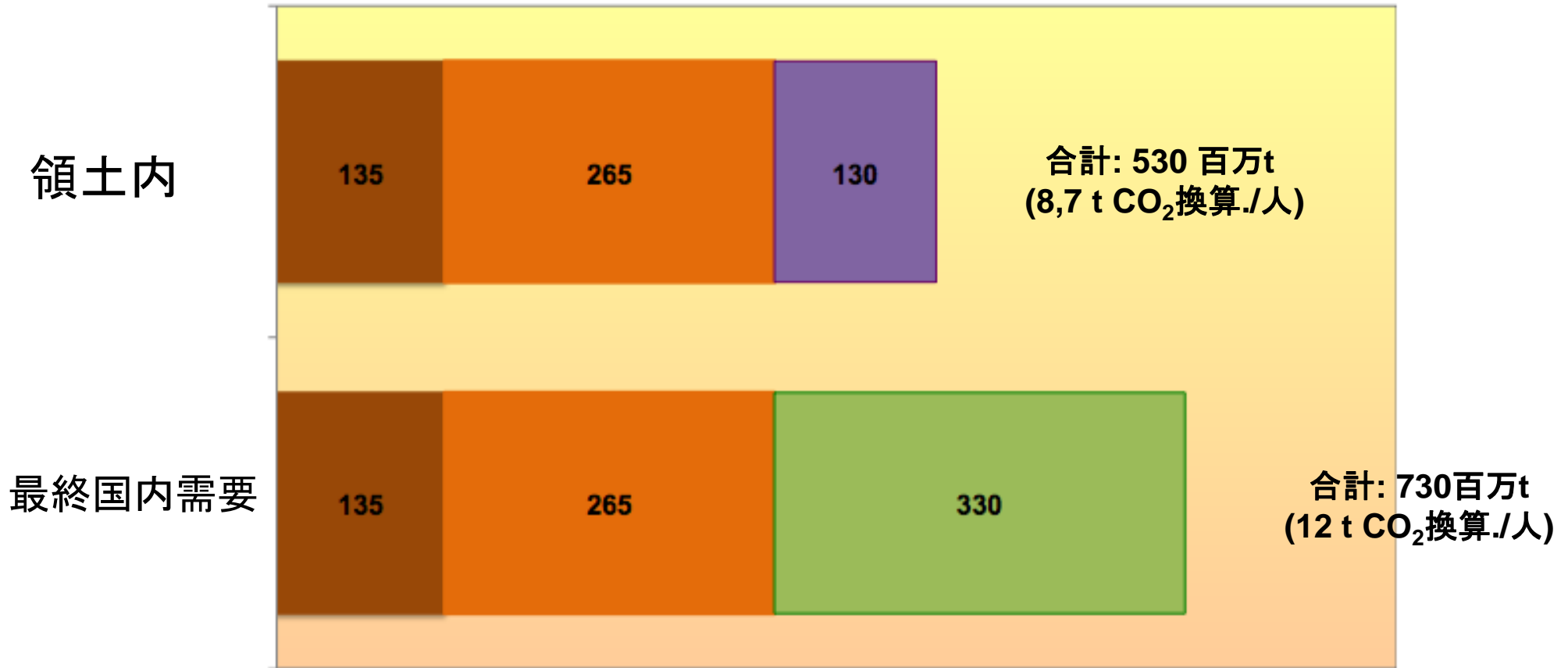


# 一人当たりの温室効果ガス排出量 1990年、2006年、2007年 (トンCO2換算)

t CO2/人



# フランスの温室効果ガス排出量 (2005)



- 家庭部門からの排出(交通と熱)
- 国内需要のための国内生産からの排出
- 輸入品に含まれるCO<sub>2</sub>
- 輸出品に含まれるCO<sub>2</sub>

Source: French Ministry of Ecology, 2010

# 原子力は気候変動緩和とは無関係

**“原子力は、少なくとも今世紀半ばまでは、大気中のCO<sub>2</sub>相当量の濃度を制限する上で重要な役割を果たしそうにない**

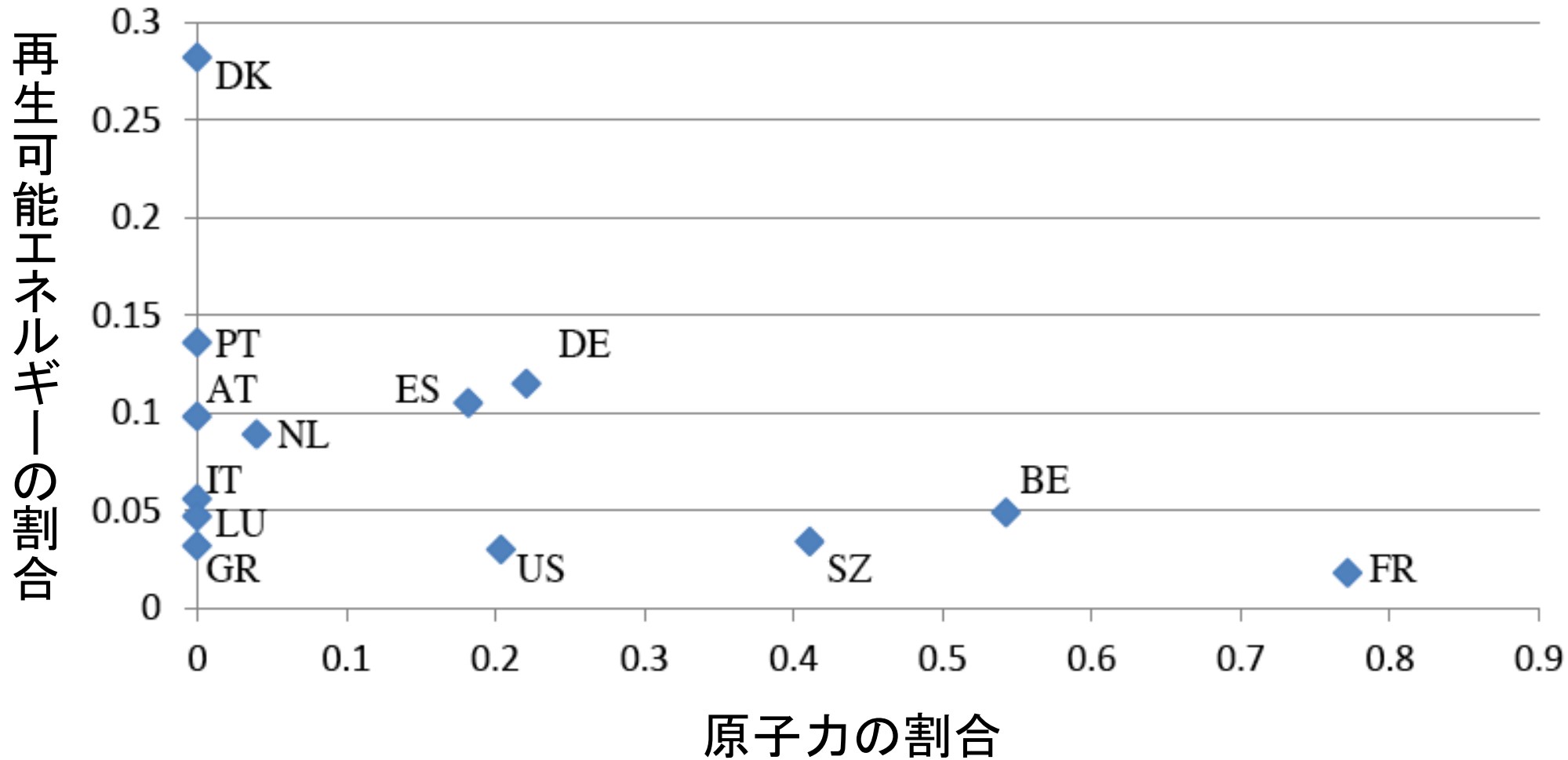
...

**現実的な計画で、向こう30－40年以内にCO<sub>2</sub>相当量を550ppm以下にとどめるのに原子力が役立てるようなスピードで原発を次々と建設することを想定しているものはない”**

ロバート・ロズナー  
国立アルゴンヌ研究所代表  
2009年4月

\*The term ppme CO<sub>2</sub> refers to parts per million equivalent CO<sub>2</sub> concentration of greenhouse gases in the atmosphere.

# 締め出される再生可能エネルギー： 水力以外の再生可能エネルギーvs原子力



Source: Mark Cooper, "POLICY CHALLENGES OF NUCLEAR REACTOR CONSTRUCTION, COST ESCALATION AND CROWDING OUT ALTERNATIVES", September 2010

## 結論

- ・原発は国際的なエネルギー分野で限定的な役割しか果たしていない  
世界の電力の約13%、一次エネルギーの約5%、最終エネルギー消費の約2%。さらなる低下は必至
- ・原子力は、これまで期待を裏切ってきた。予算の大幅超過、建設の遅れ、そして、あまりにも長い計画開始から運転開始までの期間。このコストの多くを納税者が支払わされてきた
- ・最近の新規建設計画で起きている諸問題を見ると、状況が変わることはないであろう
- ・原子力は、気候変動の緩和とはおよそ関係がない
- ・再生可能エネルギーは、現在の不利な条件下においても、既に経済的競争力を持っている
- ・エネルギー利用効率の向上が、長期的なレトリックの段階から抜け出してラジカルな実施へと進まなければ、再生可能エネルギーは、排出削減に繋がらない

・エネルギーの未来は、手頃な価格の分散型超高効率技術、スマートグリッド、そして、持続可能な都市計画にある。原子力政策は、集中型で融通性に欠け、一般的に専制的であり、この対極を象徴している

・原子力エネルギー利用の継続は、信頼性のある持続可能なエネルギーの利用政策の緊急の実施にとって、大きな障害となるであろう

**まとめ:**  
**インテリジエントなエネルギーサービスの  
スマートな形での実施を！！**

ご清聴ありがとうございました

Contact: Mycle Schneider

Email: [mycle@orange.fr](mailto:mycle@orange.fr)