

# 世界のエネルギー情勢 ～我が国が認識すべきこと～

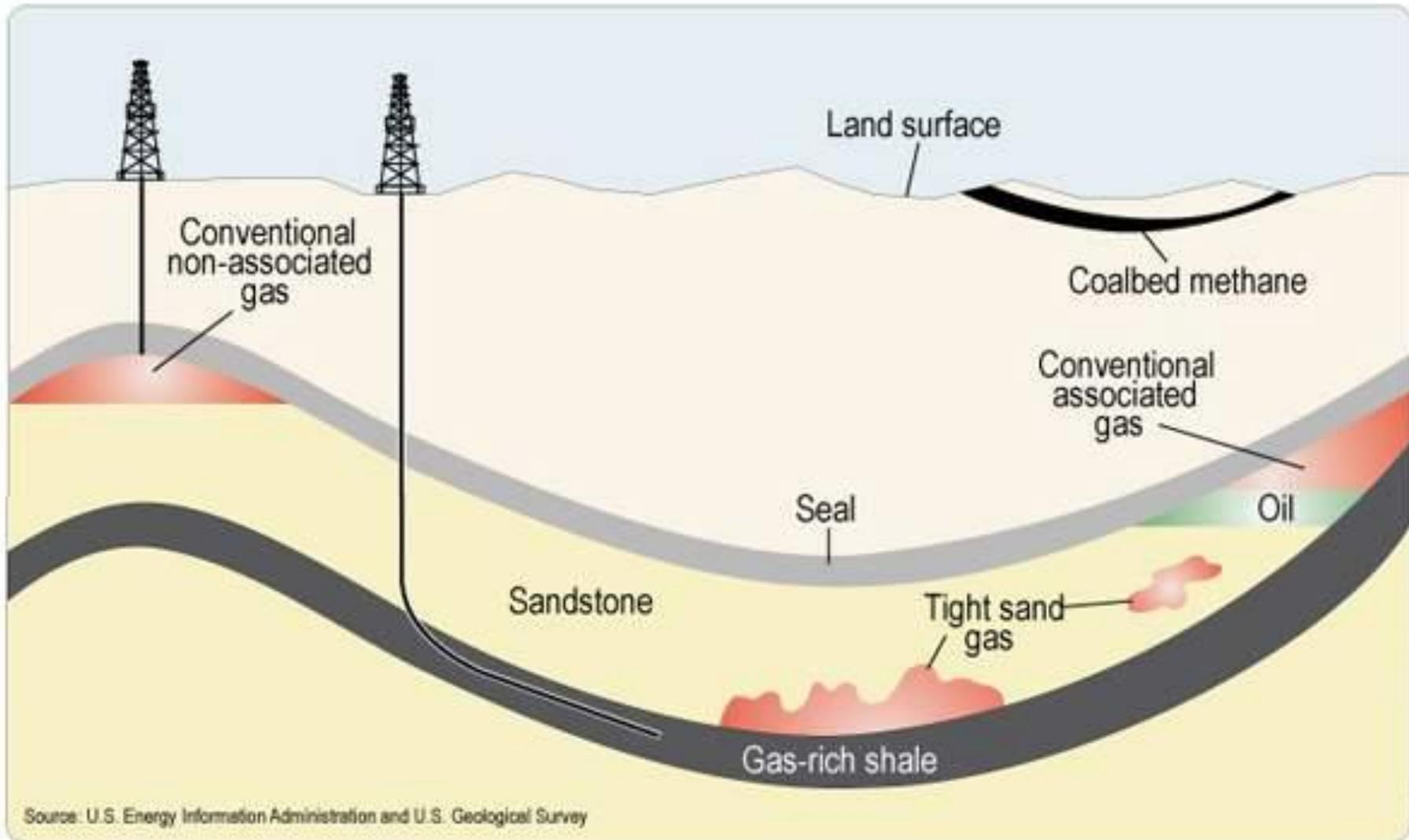
2012年8月4日

小野章昌

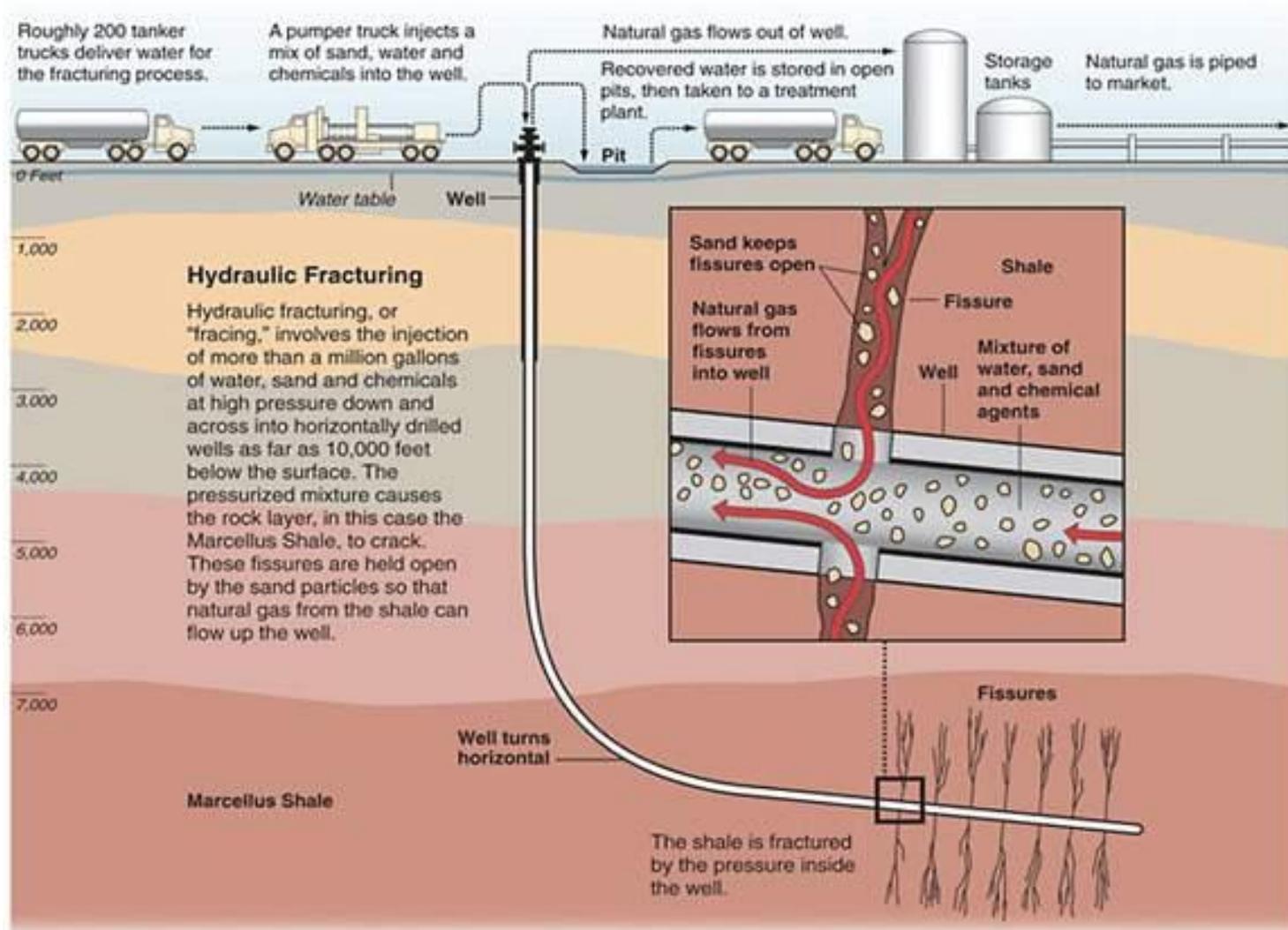
# 化石燃料生産ピーク

1. シェールガス・オイルは救世主か？
2. 石油生産ピークを忘れても良いか？

# 1. シェール・ガスとシェール・オイル



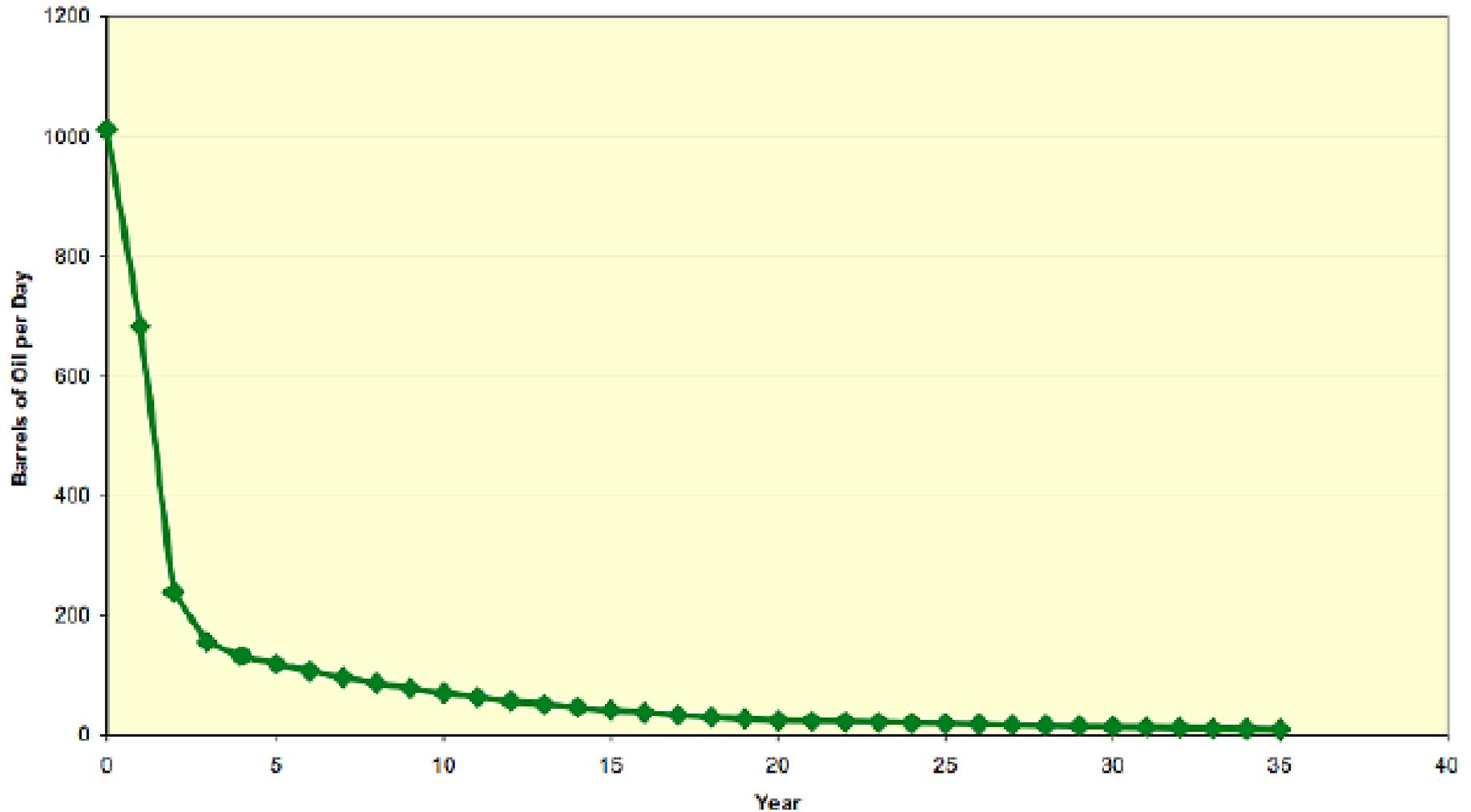
# シェール・ガス・オイルの掘り方



# 米シェール・オイル生産の実態

- 北ダコタ州バッケン油田の例では、3200の生産井により50万バレル/日の生産を行っている。1孔当たりの生産量は150バレル/日。メキシコ湾最大の生産井では250,000バレル/日でその差は歴然。
- 次々と生産井(1本700ー1000万ドル)を掘る必要がある

# 生産井の減衰(バッケン油田)



# バッケン油田の採掘孔

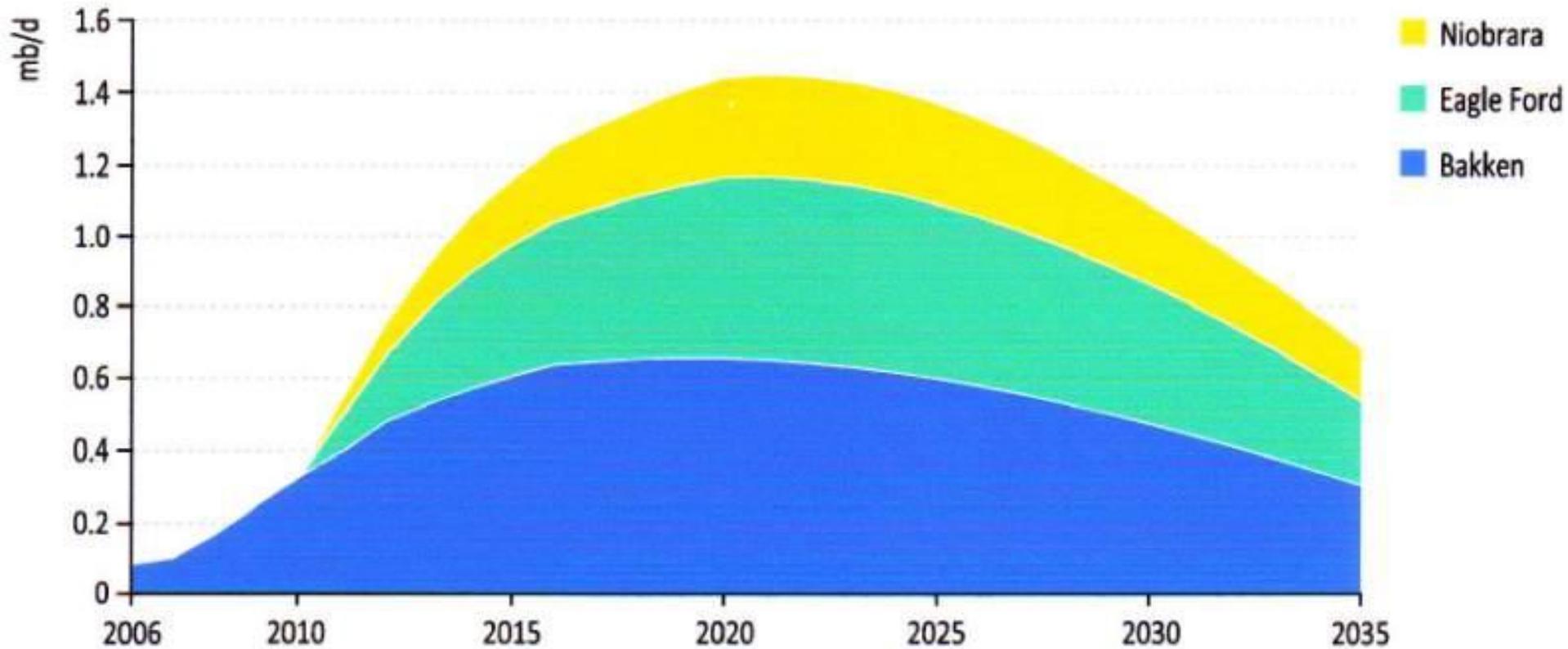
Fracking gas production in North Dakota



Map of wells planned and drilled in a section of the Bakken ([DMR Presentation](#) to Farm Bureau)

These wells have to drilled closely parallel to each other and extend horizontally underground. 18

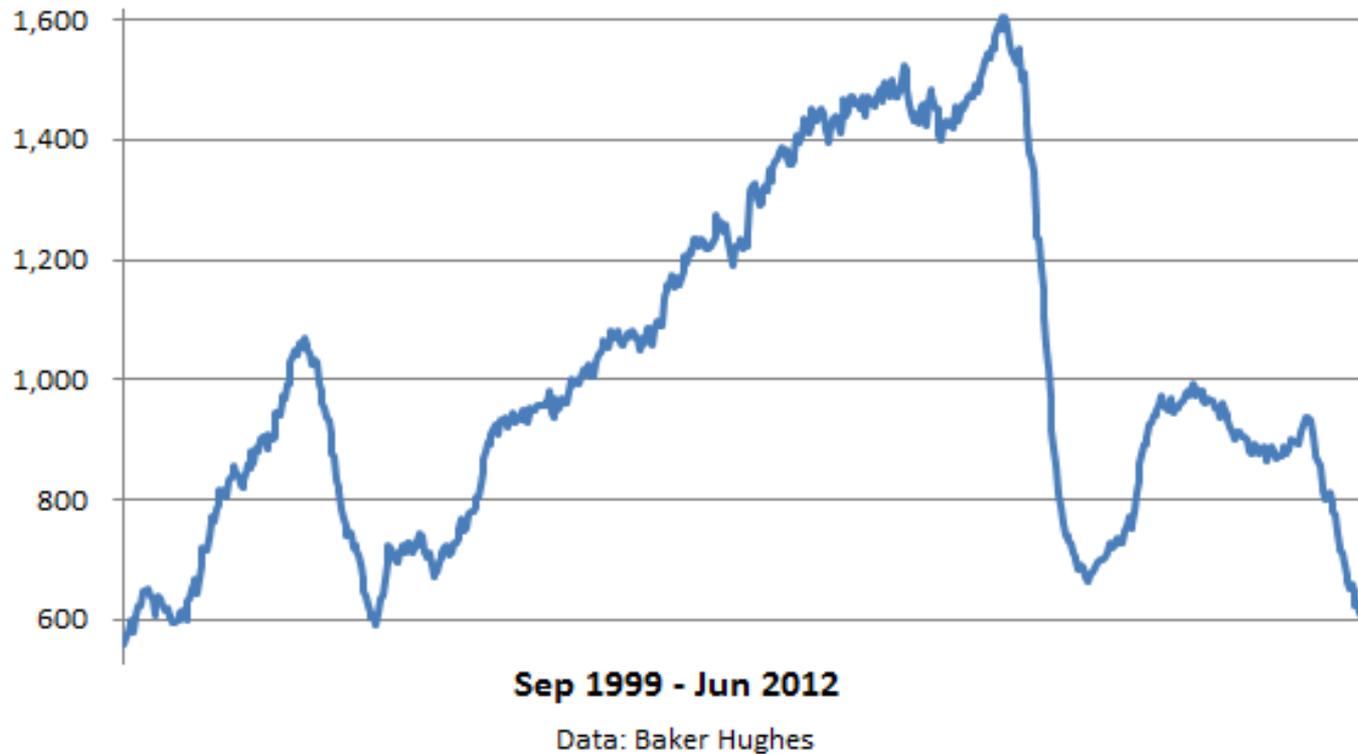
# 米シェール・オイル生産見通し



出典：IEA「世界エネルギー見通し2011」

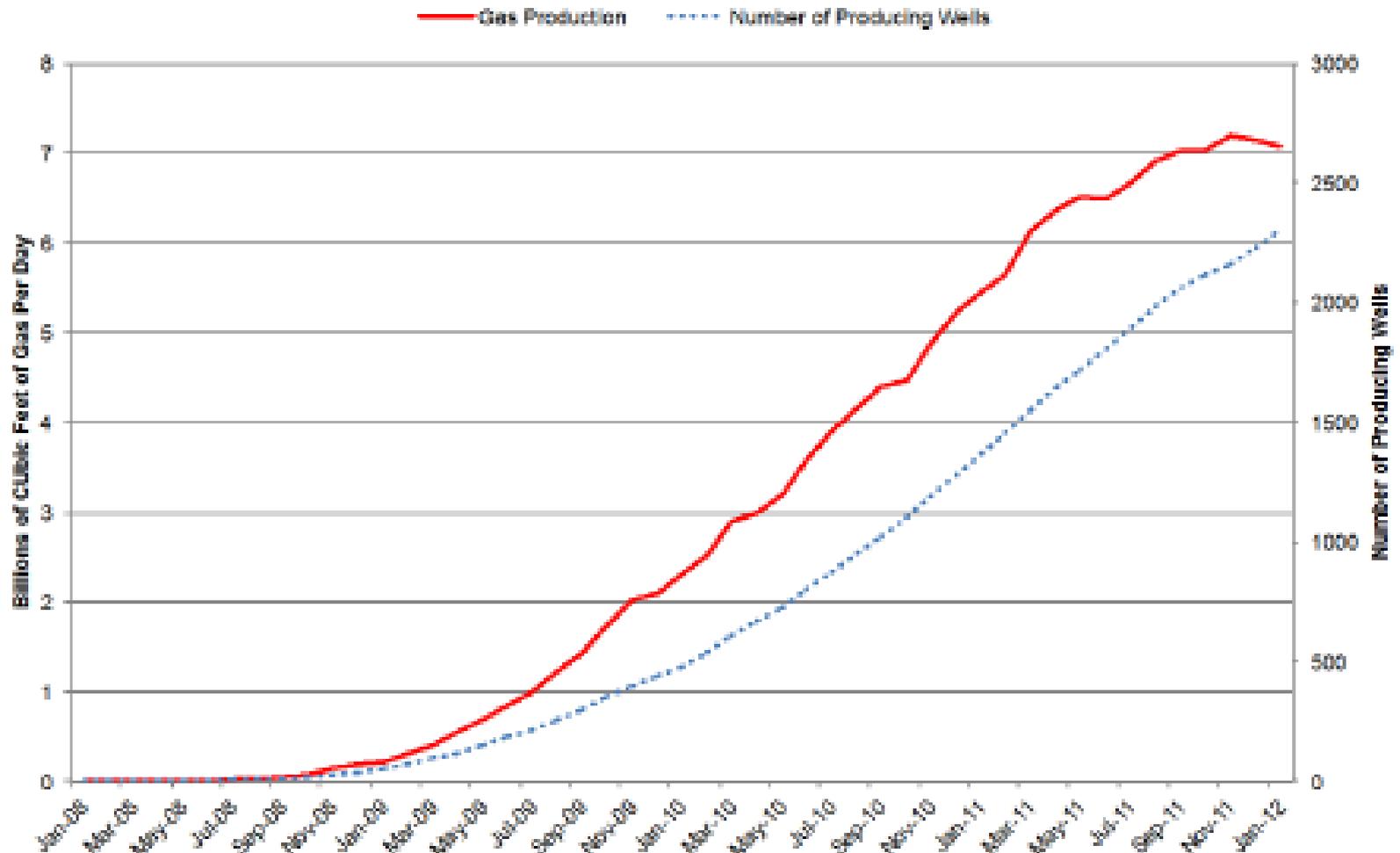
# 米国天然ガス操業リグ数

## Natural Gas Rigs in Operation



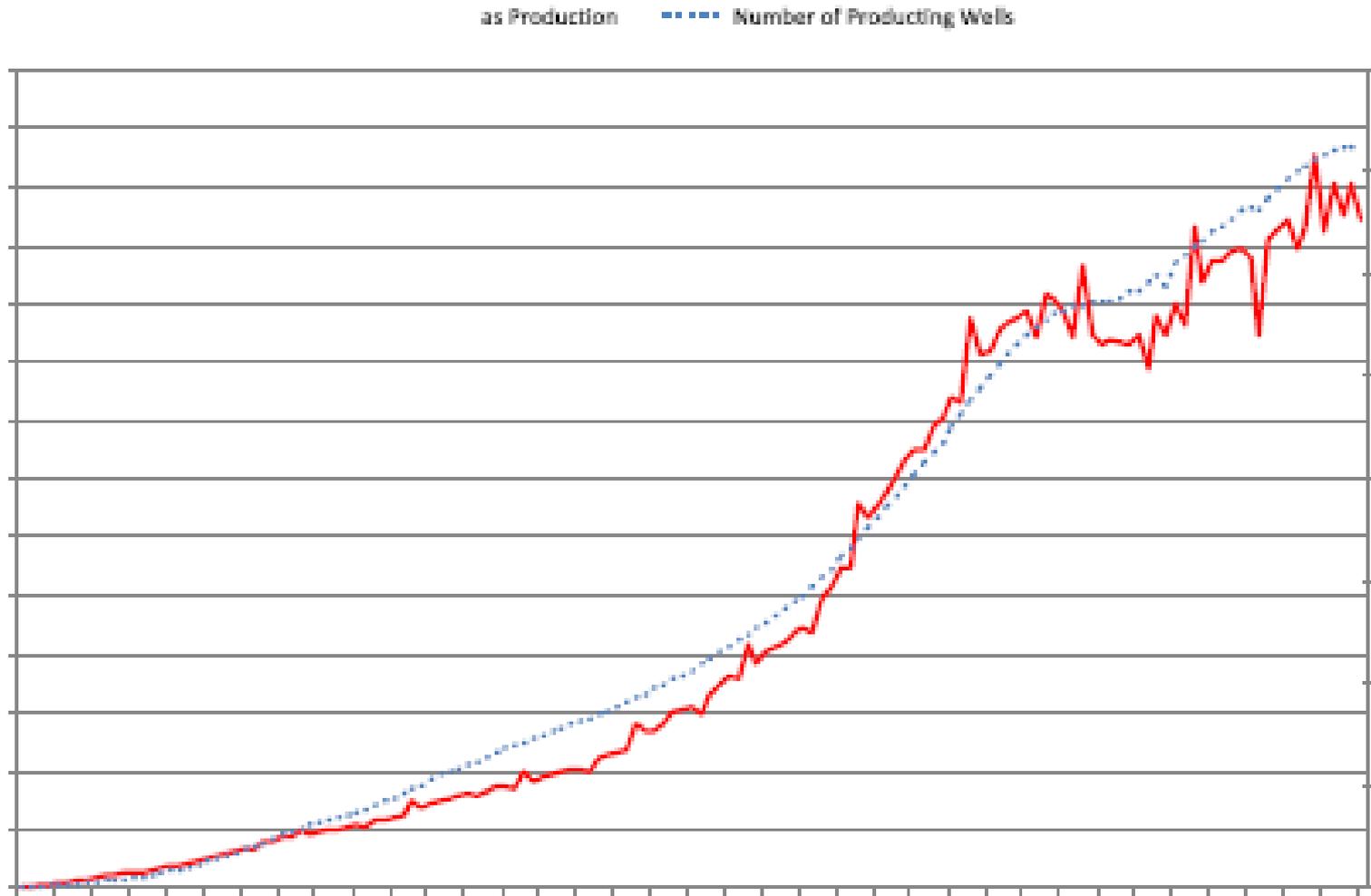
# ヘインズビル・ガス田生産

## Haynesville Shale Gas Production



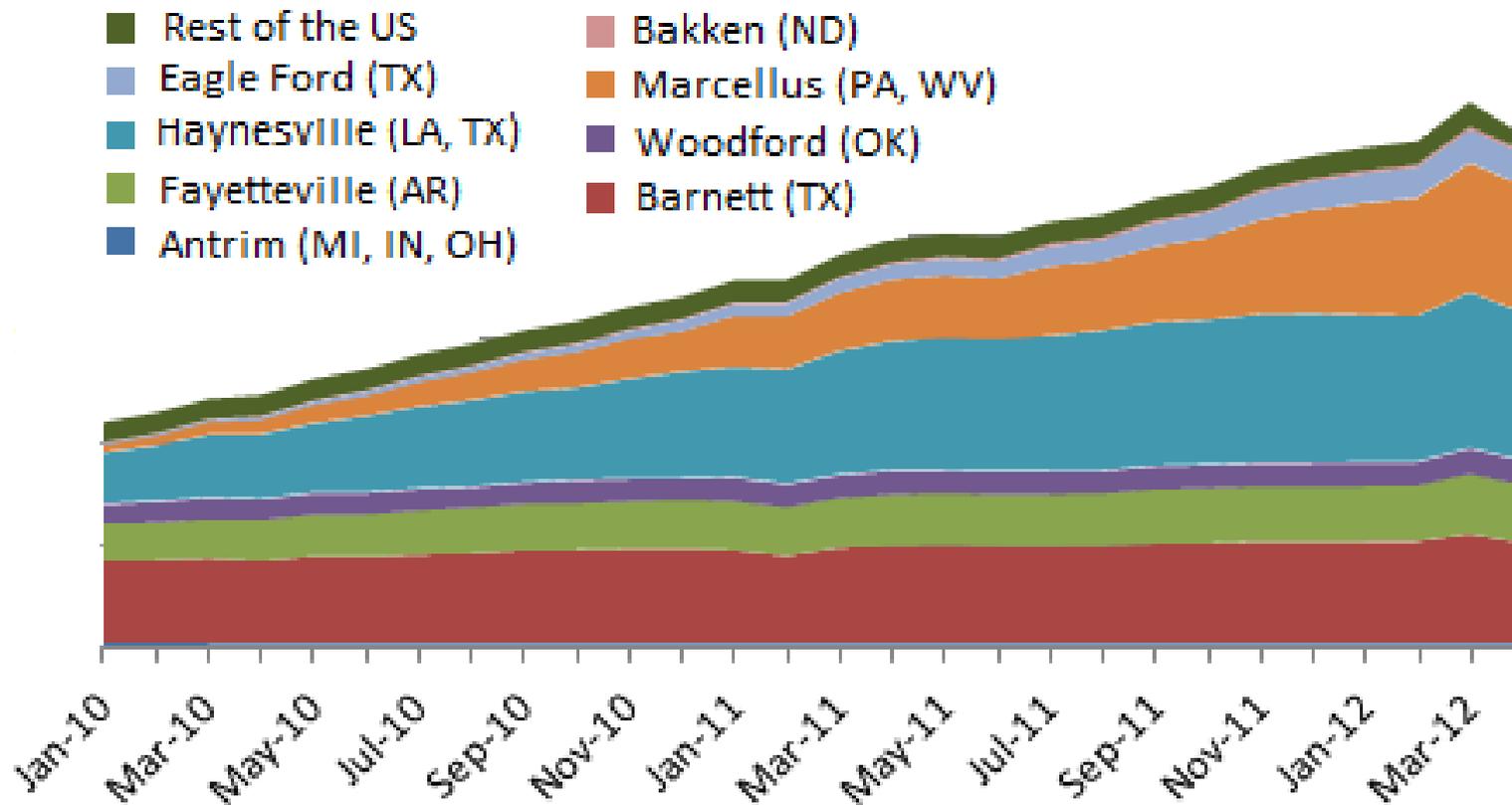
出典: A.E. Berman、ASPO国際会議2012

# バーネット・ガス田生産



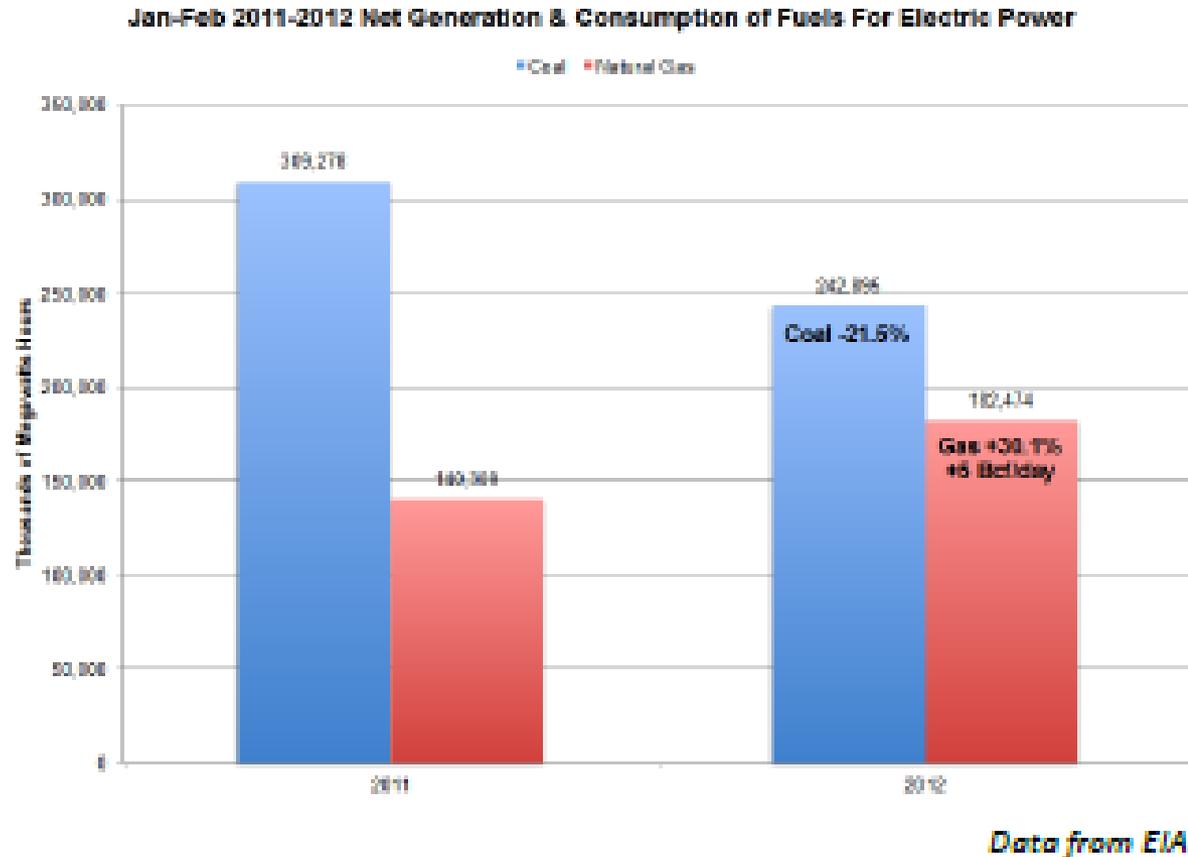
# 最近の米シェールガス生産

## Monthly Dry Shale Gas Production



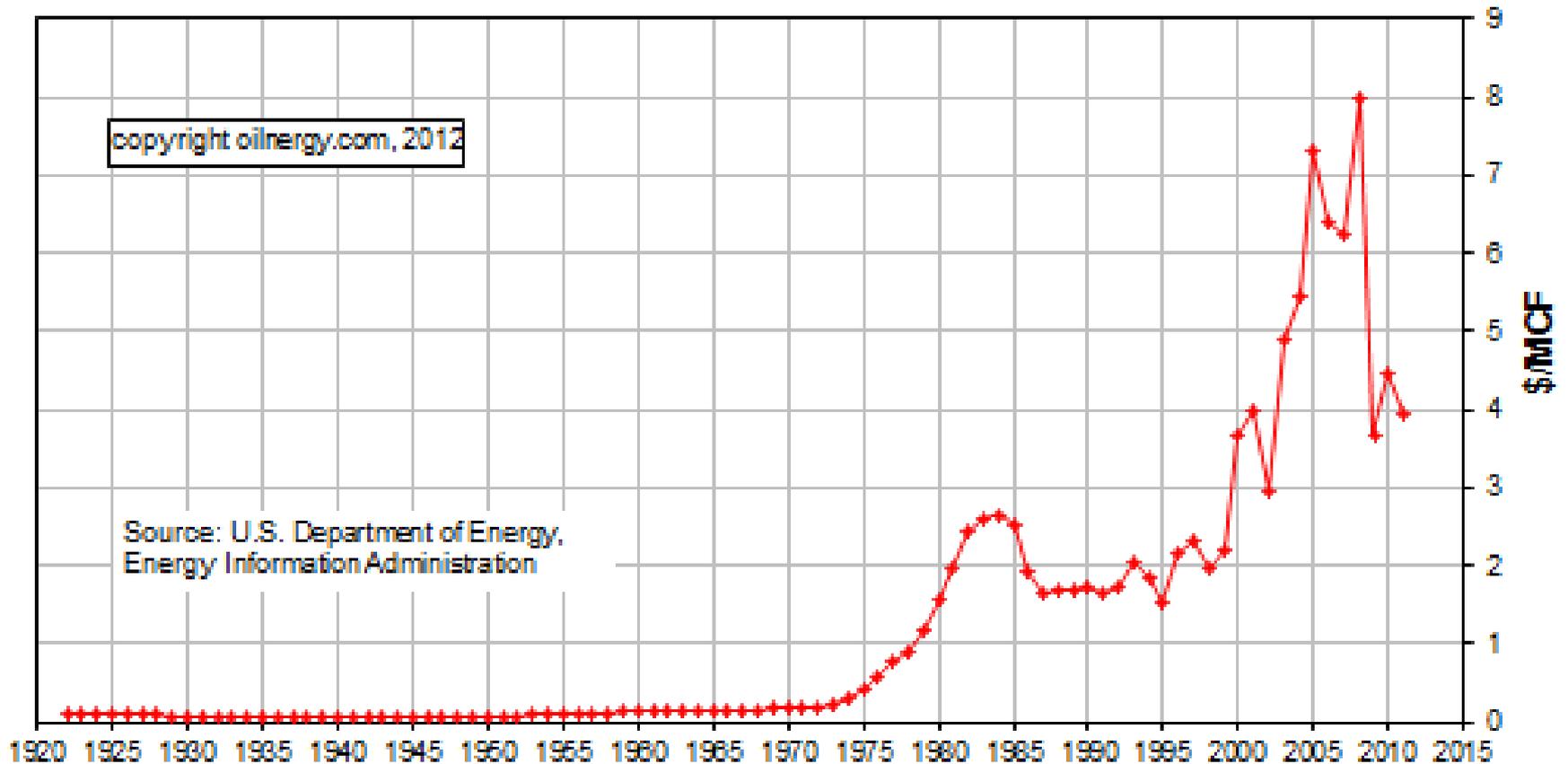
Source: EIA; Lippman Consulting, Inc.

# (需要) 石炭火力からガス火力へ



# 米国天然ガス価格推移

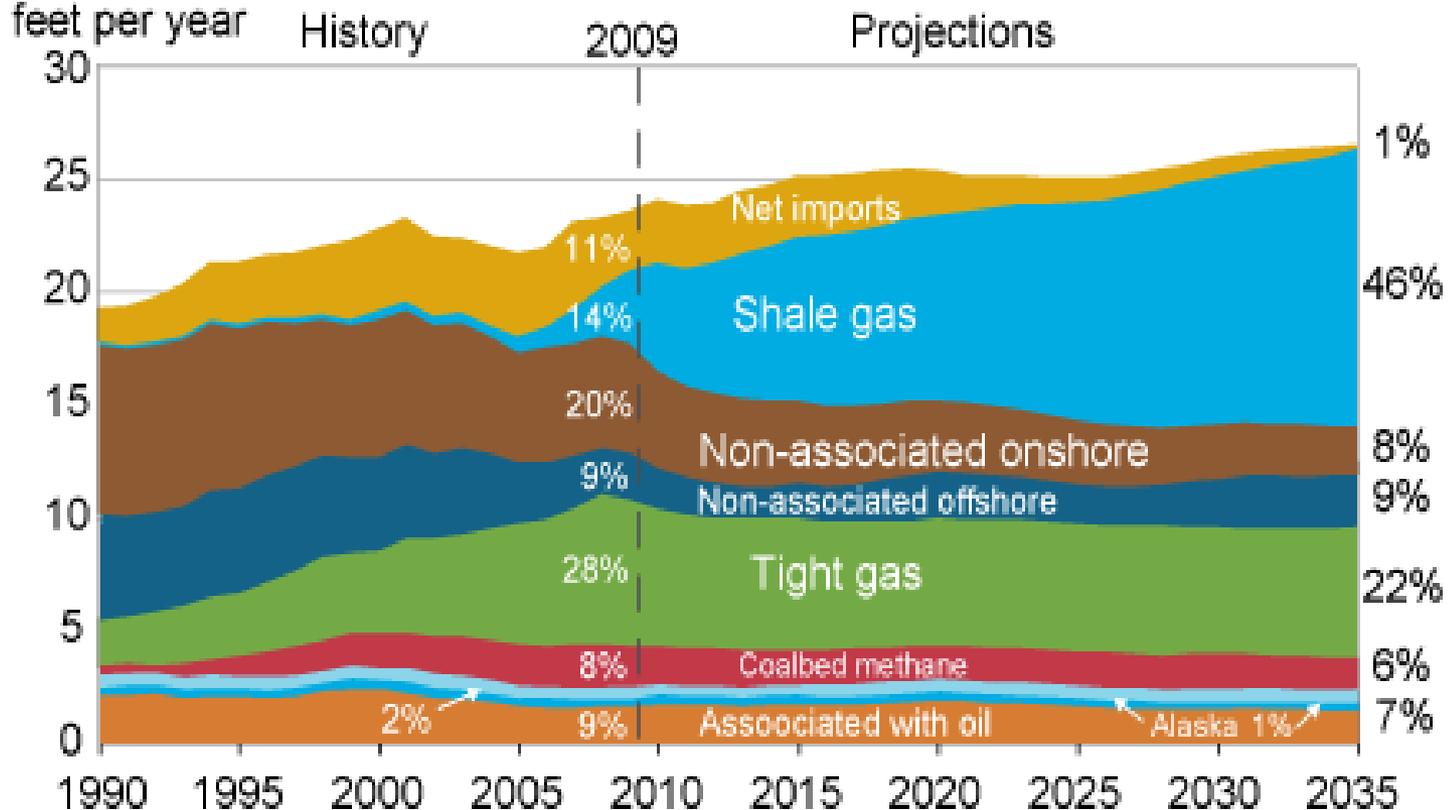
## U. S. Wellhead Natural Gas Price



# 米国のガス生産見通し

## U.S. Natural Gas Supply, 1990-2035

U.S. dry gas  
trillion cubic  
feet per year



Source: EIA, *Annual Energy Outlook 2011*

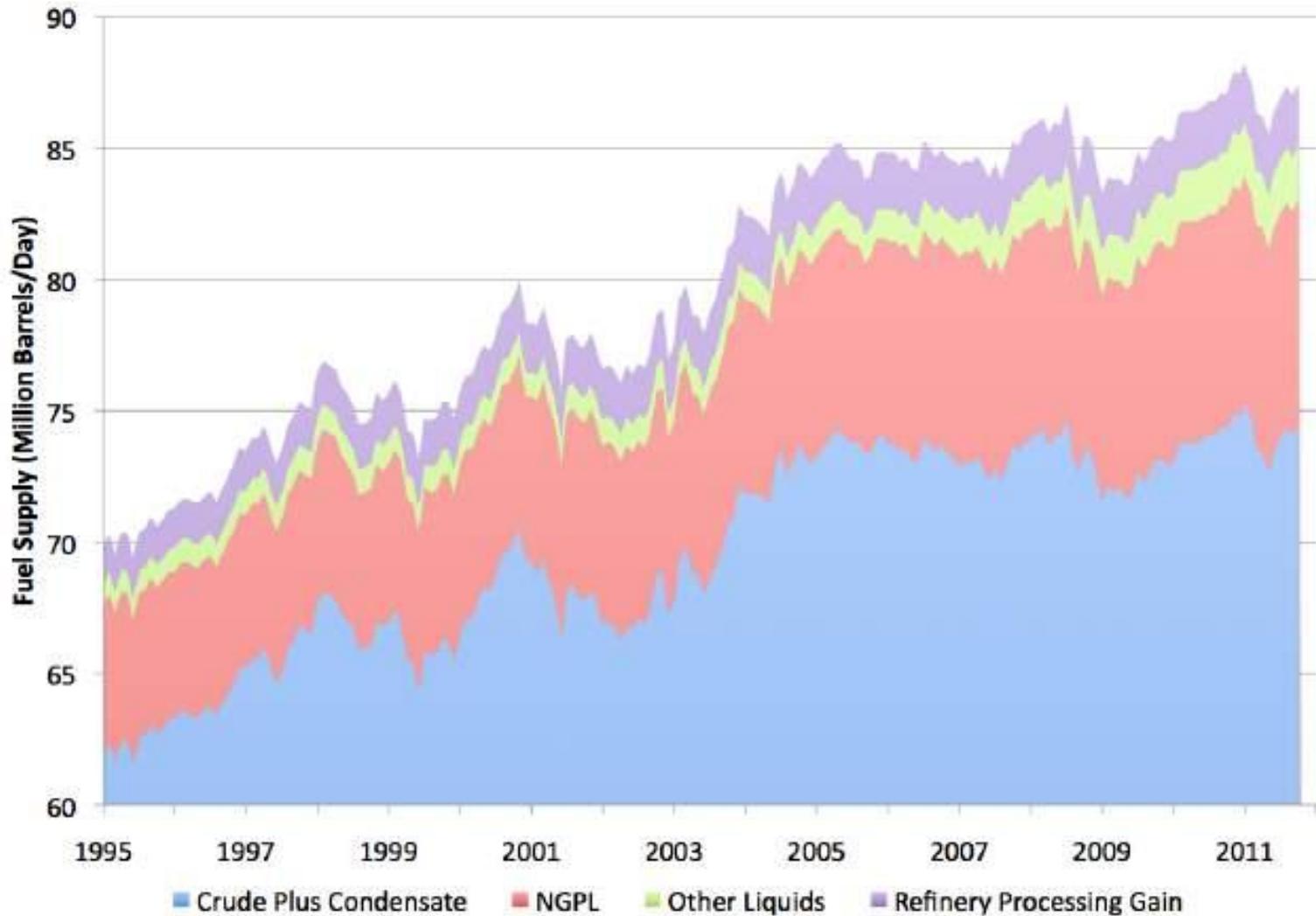
# 米シェール・ガス生産の実態

- 水圧破砕用に1孔当たり15,000－20,000Tの水と100Tの化学剤を注入する。→ 地表水の環境汚染をもたらす懸念があり、NY州、NJ州などで操業規制を招いている。
- 在来型資源の減衰を補っているのが現状。リグ数減少から見て生産量が増え続けることはない。
- エネルギー収支比(EPR)は低いと考えられ、現在の企業も赤字という(バーネットガス田の採算ラインは7-8ドル/100万Btu)。
- 石炭火力からガス火力への転換が加速され、ガス価格の再騰も考えられる。

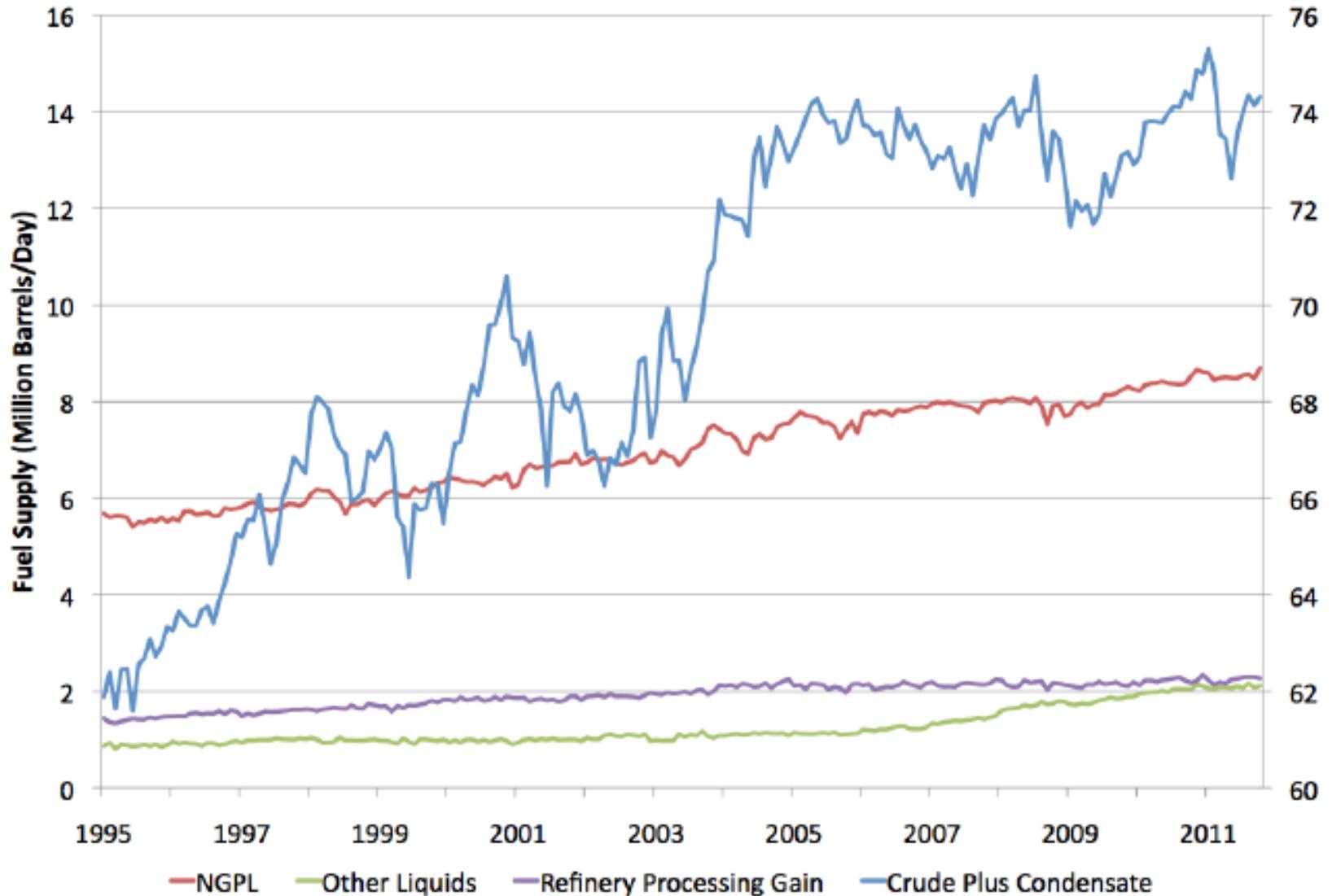
# 認識1

- 非在来型資源はEPRが低いのが欠点。回収にコストが掛かり、時間を要する。
  - ➡ 大きな生産量を望むことは無理（資源があることと生産量が伴うことは別）。
- 米国は大消費国。国内市場価格が上がれば議会が輸出制限を掛けることが容易に予想される。
- シェールガスは我が国の救世主になり得ない。

## 2. 世界石油生產



# 世界石油生産内訳



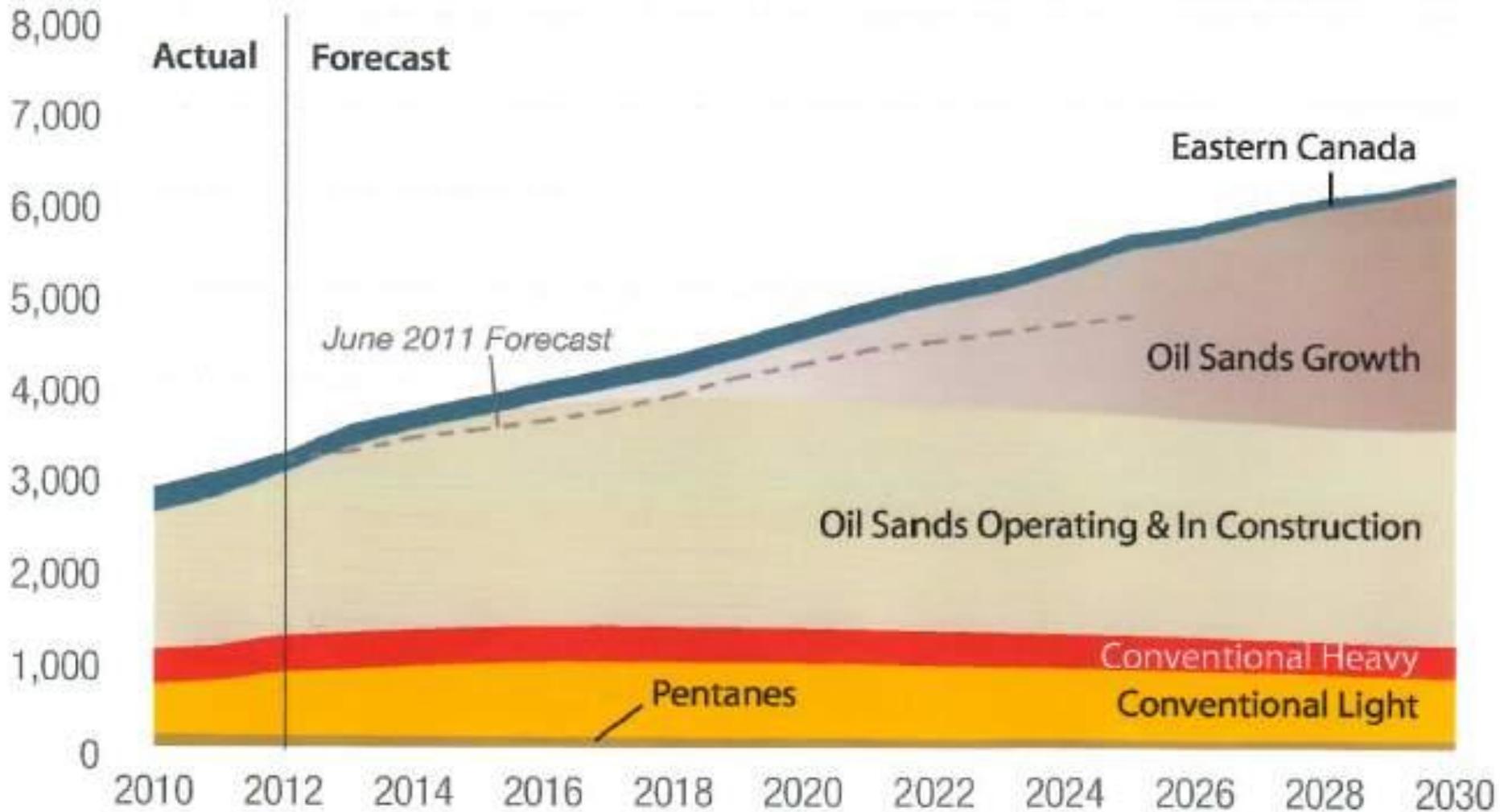
# 原油生産はプラトー状態

- 原油生産量は7,500万バレル/日で頭打ち。いわゆるプラトー状態になっている。
- 増えているのはNGL(天然ガス液)とバイオ燃料
- NGLは天然ガス生産時の副産物液体であるが成分には軽いものが多く、ガソリン製造には不向き
- バイオ燃料は主にトウモロコシ、砂糖キビ由来の自動車用エタノール。自ずと限度がある。

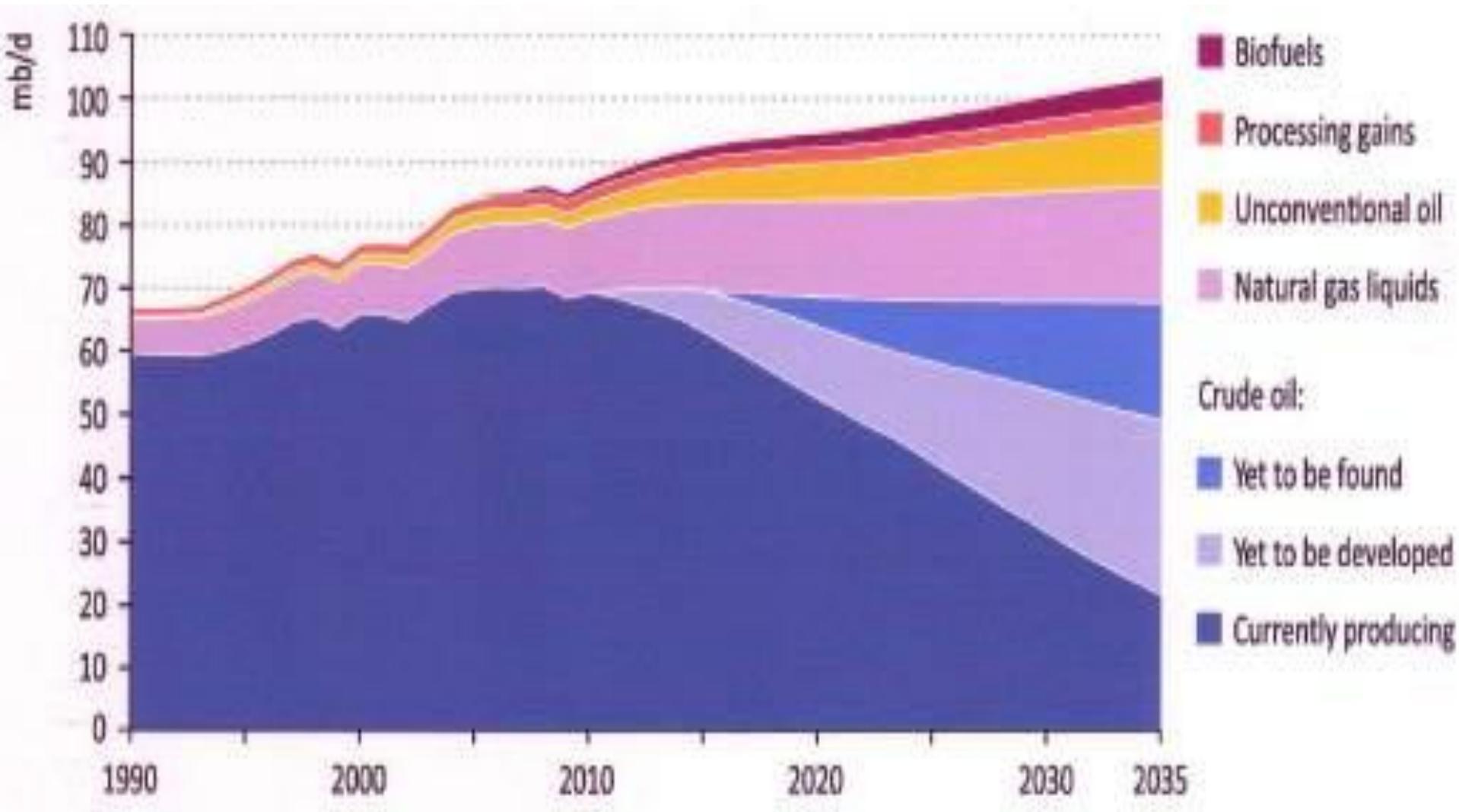
# カナダのオイルサンド採掘



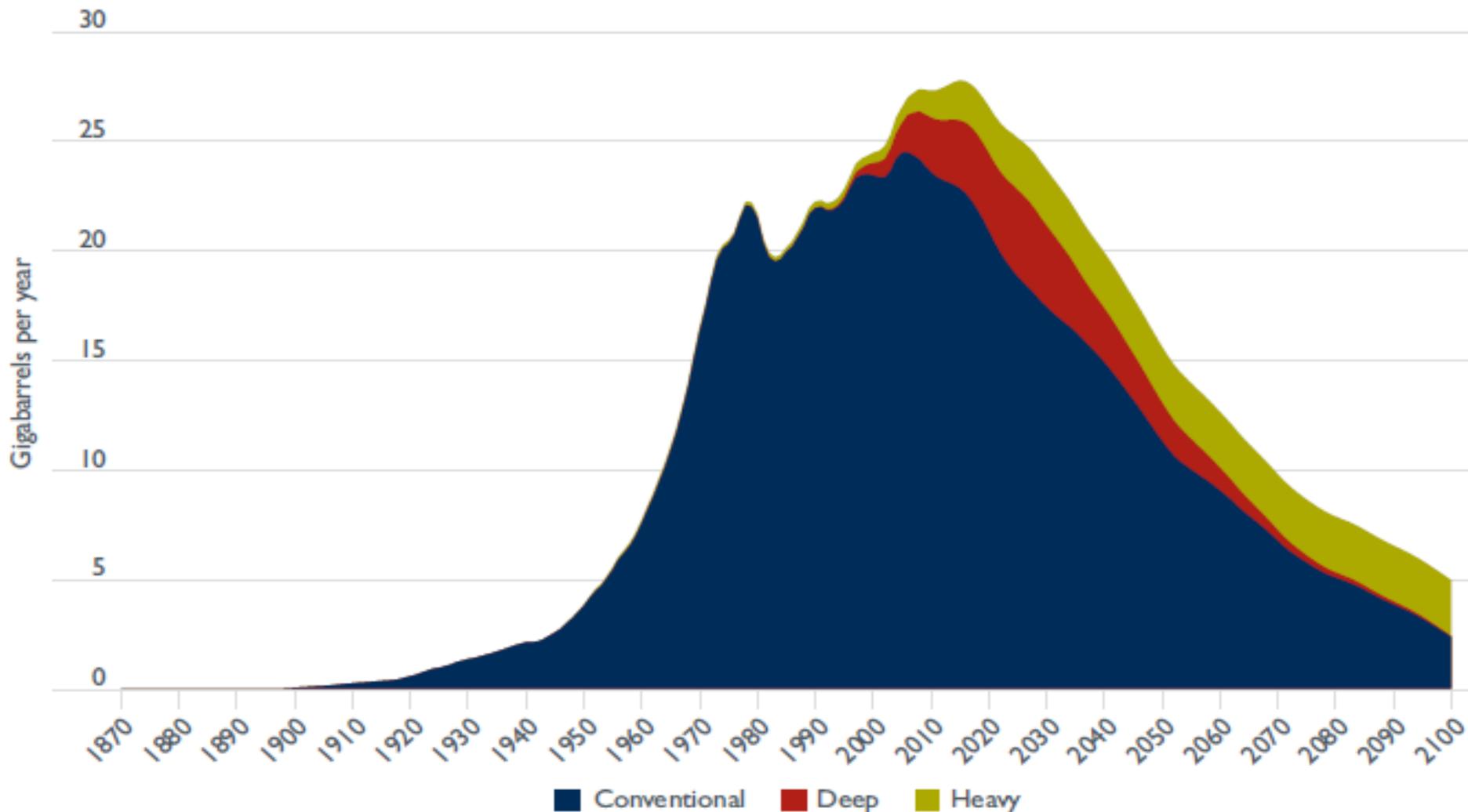
# カナダ・オイルサンド生産予想



# IEA世界石油生產見通し



# 世界原油生産長期見通し



出典: オーストラリア政府レポート

3-4-24

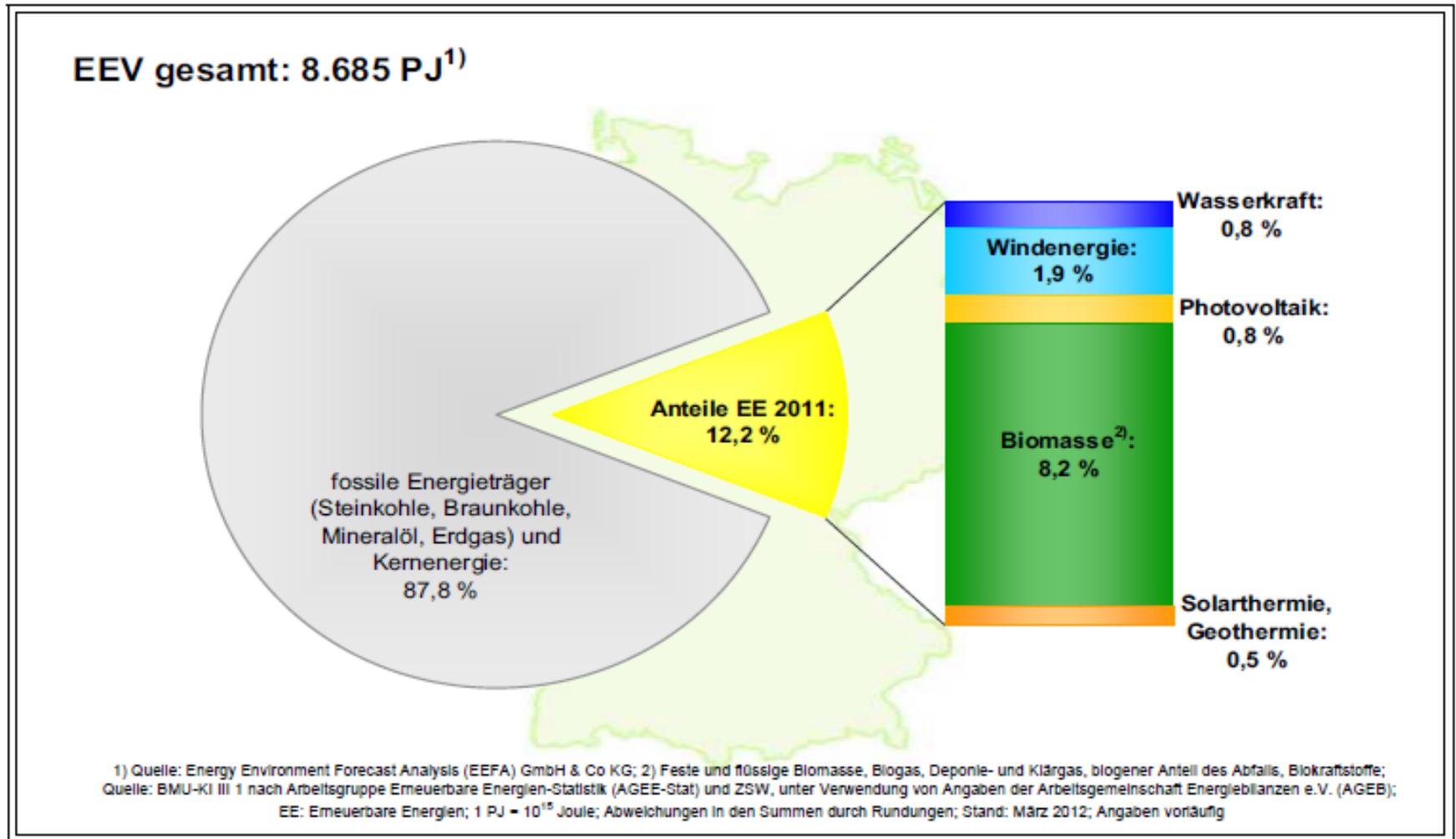
## 認識2

- ピーク後の油田は毎年6.7%の生産減退(IEA)、既存油田平均で年間4.1%(300万バレル/日)減退。サウジアラビアが3年に1つ必要。
- **イージーオイルの時代は終わった**。深海・重質油などの非在来型資源を加えても2010年代に生産は下がり始め、2050年には現在の半分程度、2100年には15%程度になろう(オーストラリア政府2011年レポート)。
- 石油生産ピークは切実な問題と考えるべき。

# 欧州の再生可能エネルギー

- (1) ドイツから学ぶこと
- (2) スペインから学ぶこと

# (1)ドイツの再生可能エネルギー

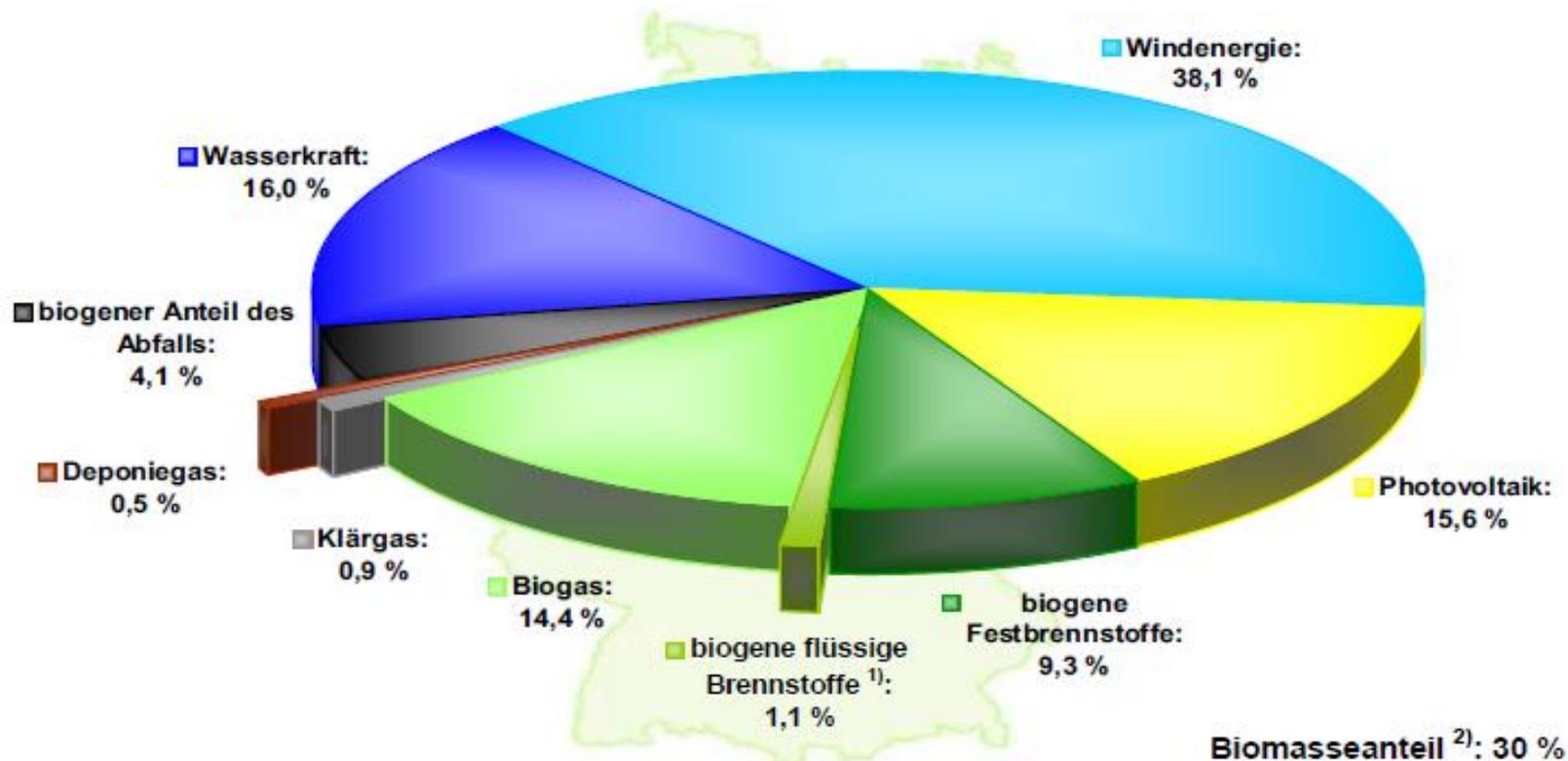


# ドイツ再生可能電力 (2011年)

	水力	風力	太陽光	バイオマス	合計
容量 (万kW)	440	2,900	2,480	720	6,550
発電量 (億 KWh)	195	465	190	369	1,219

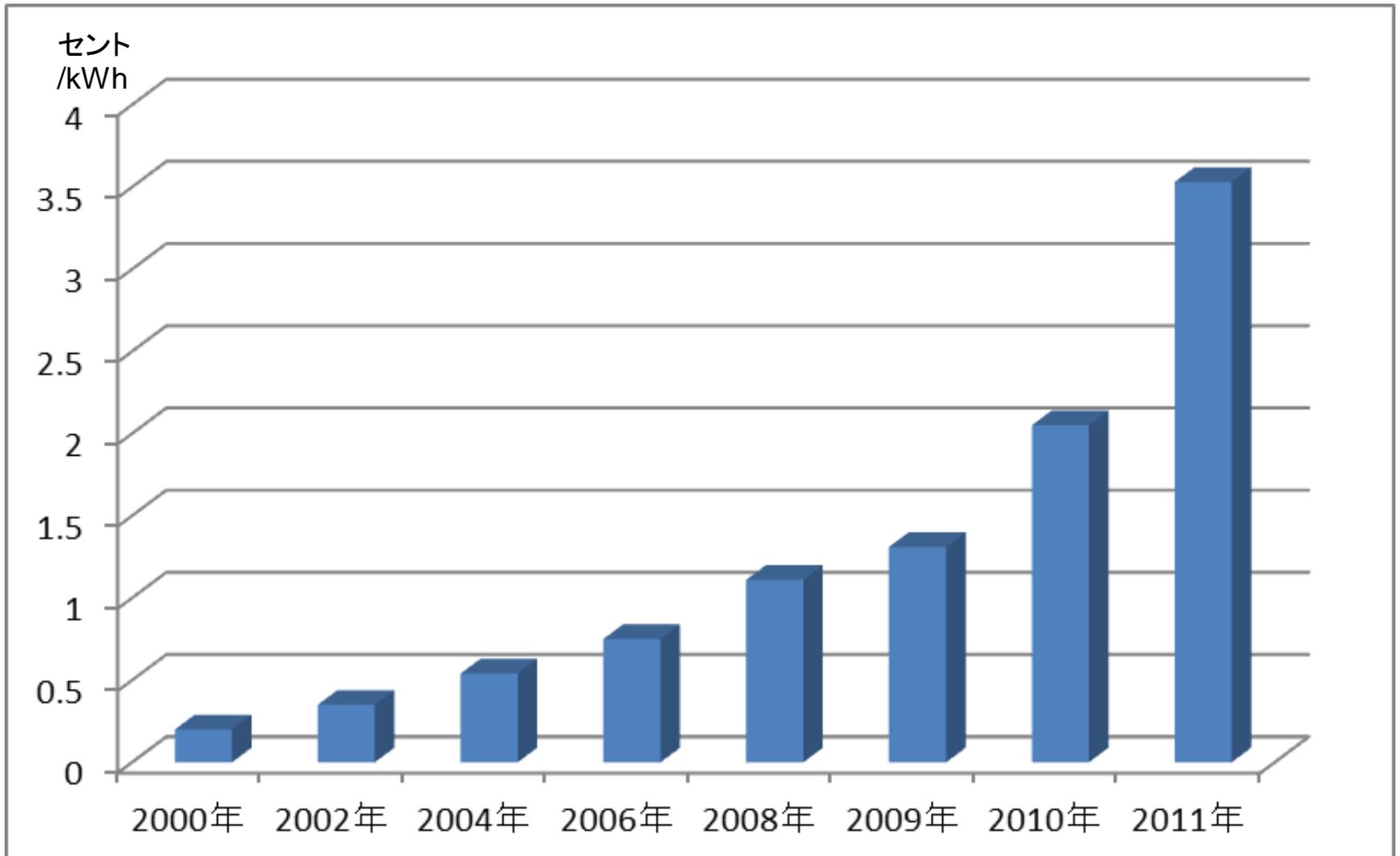
# ドイツ再生可能電力の内訳

Stromerzeugung aus EE: 121,9 TWh



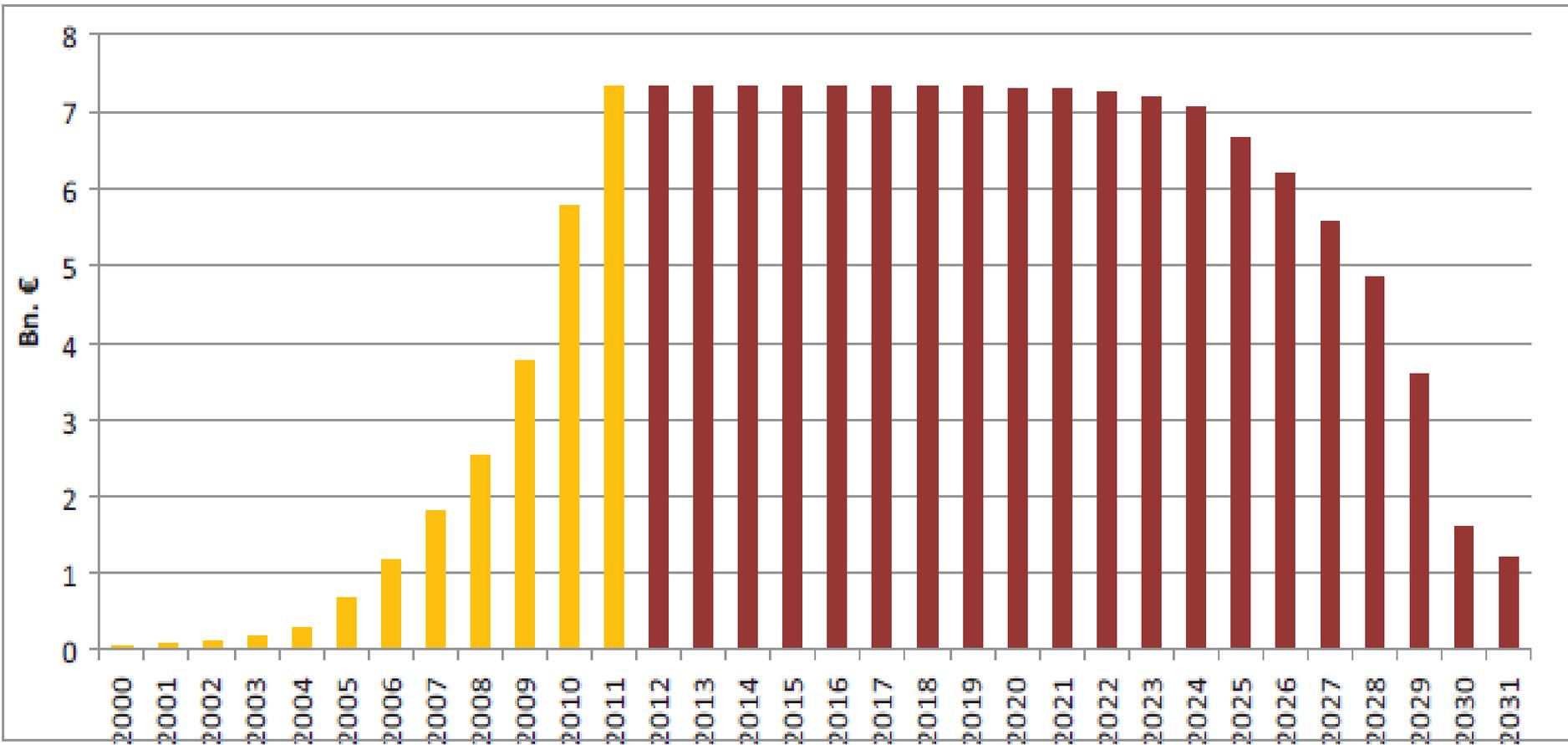
1) Inklusive Pflanzenöl; 2) Feste und flüssige Biomasse, Biogas, Deponie- und Klärgas, biogener Anteil des Abfalls; aufgrund geringer Strommengen ist die Tiefengeothermie nicht dargestellt; 1 TWh = 1 Mrd. kWh; Abweichungen in den Summen durch Rundungen; Quelle: BMU-KI III 1 nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: März 2012; Angaben vorläufig

# ドイツ消費者超過料金



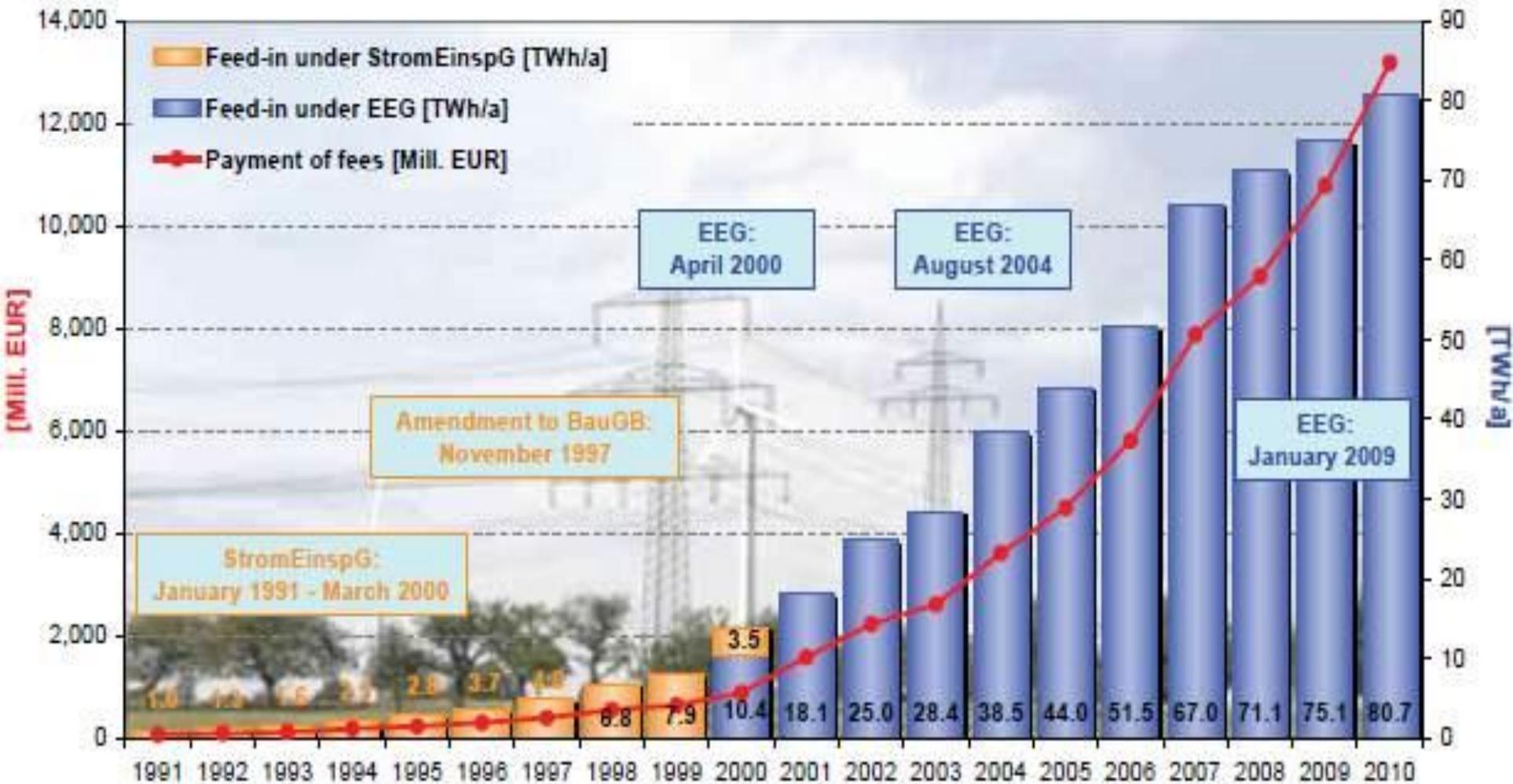
出典:独環境省「環境経済レポート2011」より作成

# ドイツ太陽光超過料金



出典:ドイツRWI経済研究所2012年レポート

# ドイツFIT発電量と買取費用

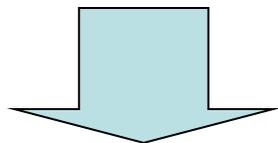


# ドイツの太陽光発電 購入価格引下げ

	10kW以下の設備	10kW－40kW	10,000kW以下
4月1日以前	24.43セント	21.98セント	18.33セント
4月1日以降	19.50	18.50	13.50
2013年5月	17.28	16.40	11.85
2014年5月	15.32	14.53	10.39
2015年5月	13.58	12.88	9.12
2016年5月	12.03	11.42	7.97

# ドイツのFIT

- ドイツのFITによる買取費用は年間167億ユーロ(1.7兆円2011年)、今止めても将来20年間の負担債務は3,340億ユーロ(34兆円)
- ドイツ政府は太陽光発電買取価格を大幅に引下げ(2012年4月)、10,000kW以上のメガソーラーを買取対象から外した。

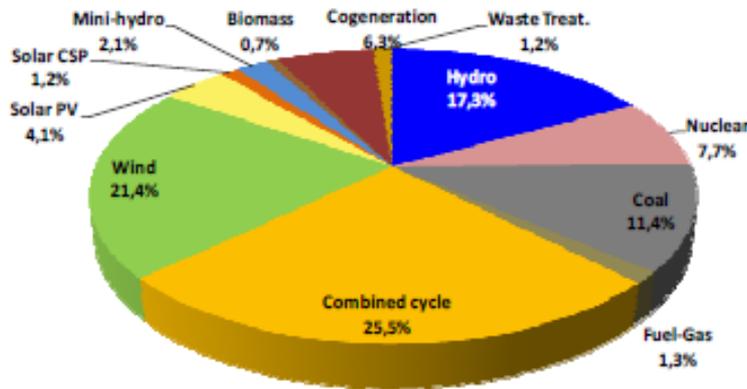


- FIT買取を終息に向かわせる意向

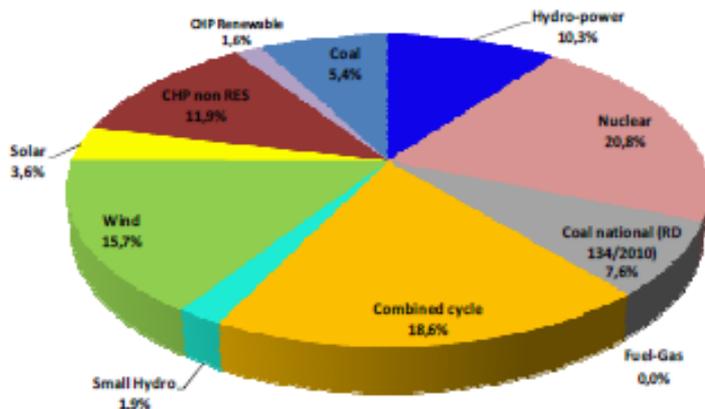
# (2) スペインの電源と発電量

## Installed capacity and demand supply 2011:

Installed capacity January 2012



Demand supply 2011



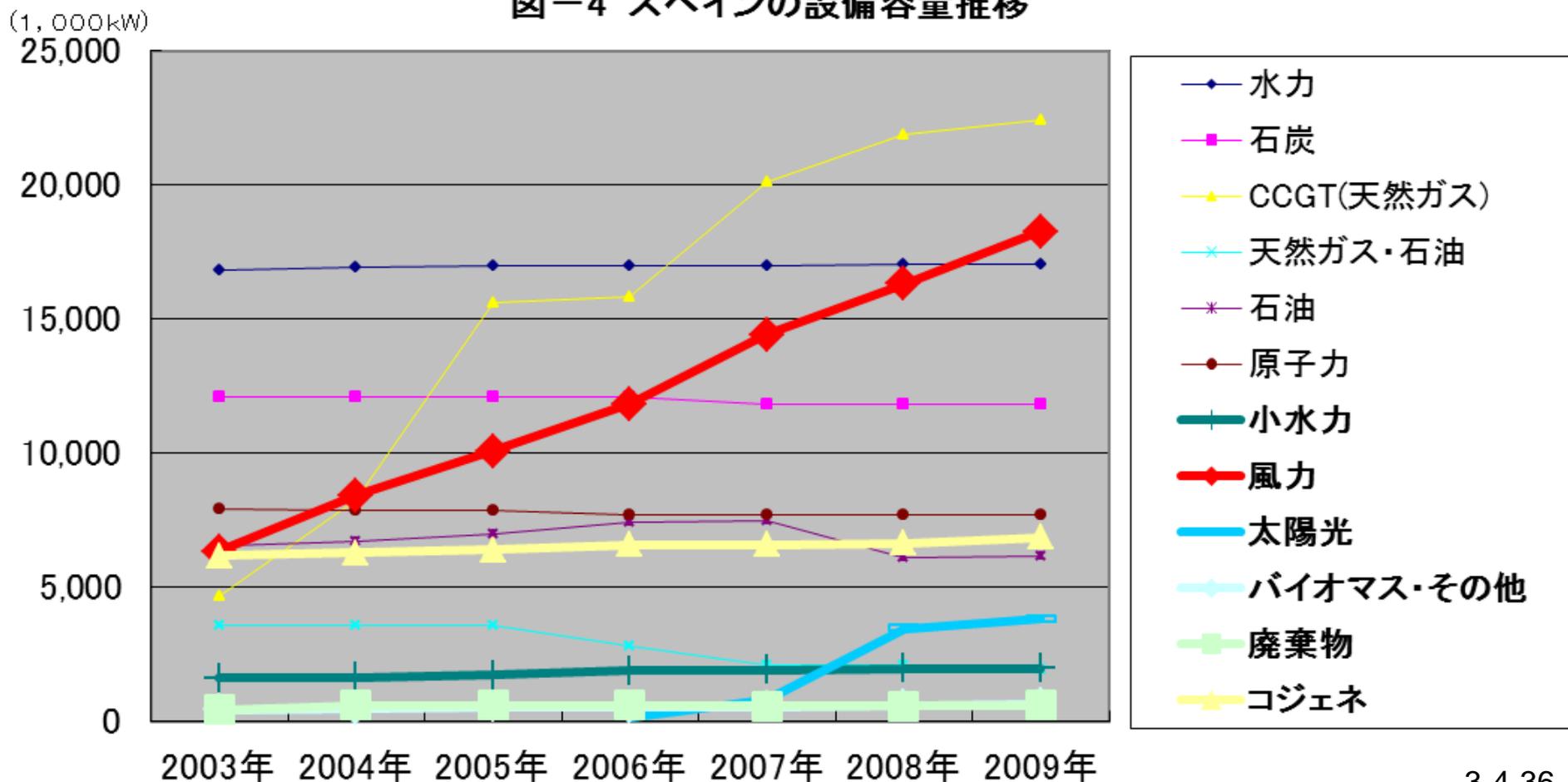
Technology	MW	%
Hydro	16 657	17.2
Nuclear	7 455	7.7
Coal	11 085	11.5
Fuel-Gas	1 252	1.3
Combined cycle	24 789	25.6
Total (ordinary regime)	61 238	63.0
Wind power generation	20 775	21.4
Solar PV	3 977	4.1
Solar CSP	1 150	1.2
Biomass	717	0.7
Micro-hydro	2 026	2.1
Cogeneration	6 098	6.3
Waste treatment	1 202	1.2
Total (special regime)	35 945	37.0

Total 97 183

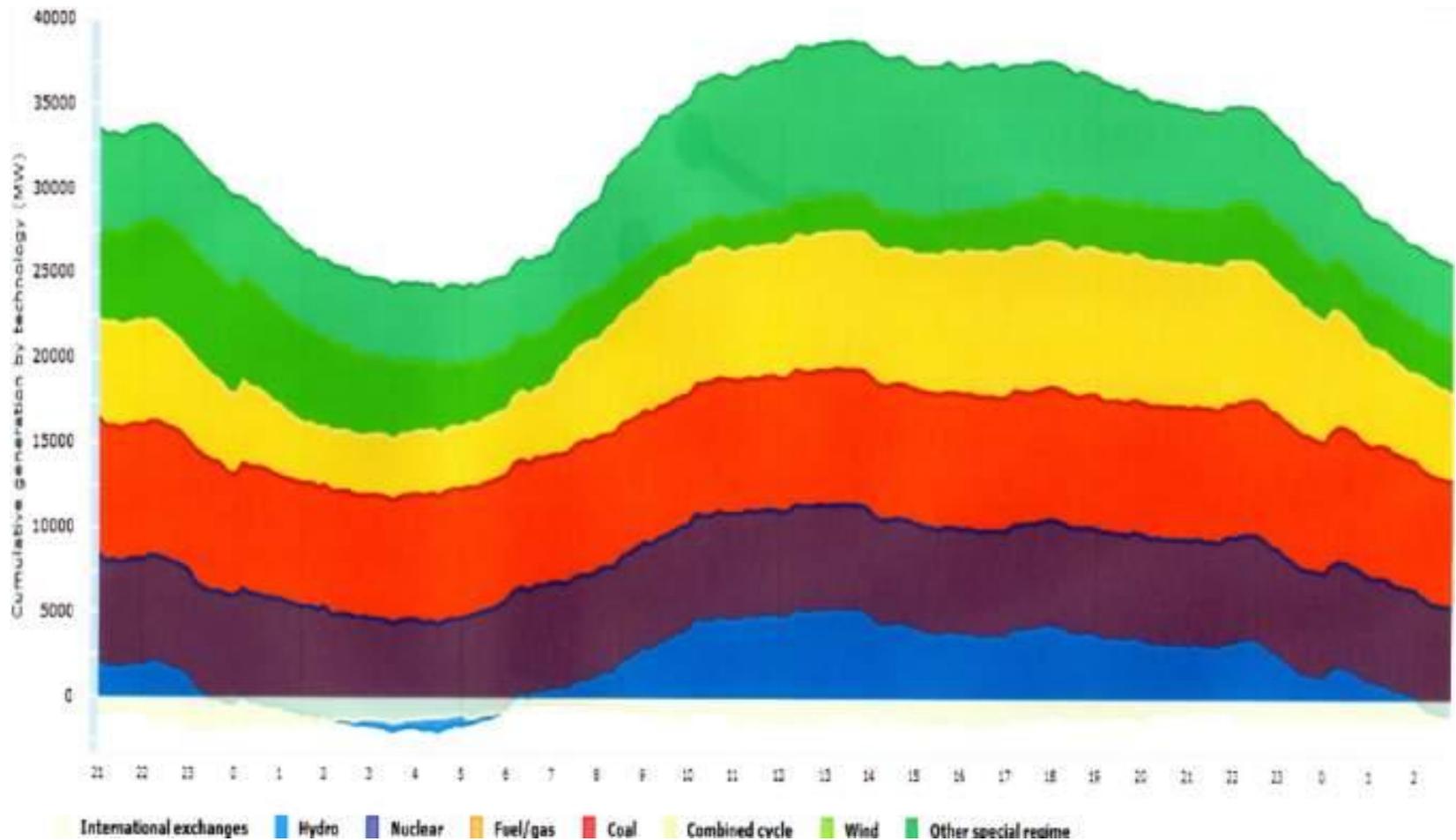
255 179 GWh = 172 177 Net Ordinary Regime  
 + 92 353 Net Special Regime  
 - 3 245 Hydro-pump storage  
 - 6 105 International exchanges

# スペインの発電容量推移

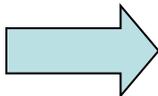
図-4 スペインの設備容量推移



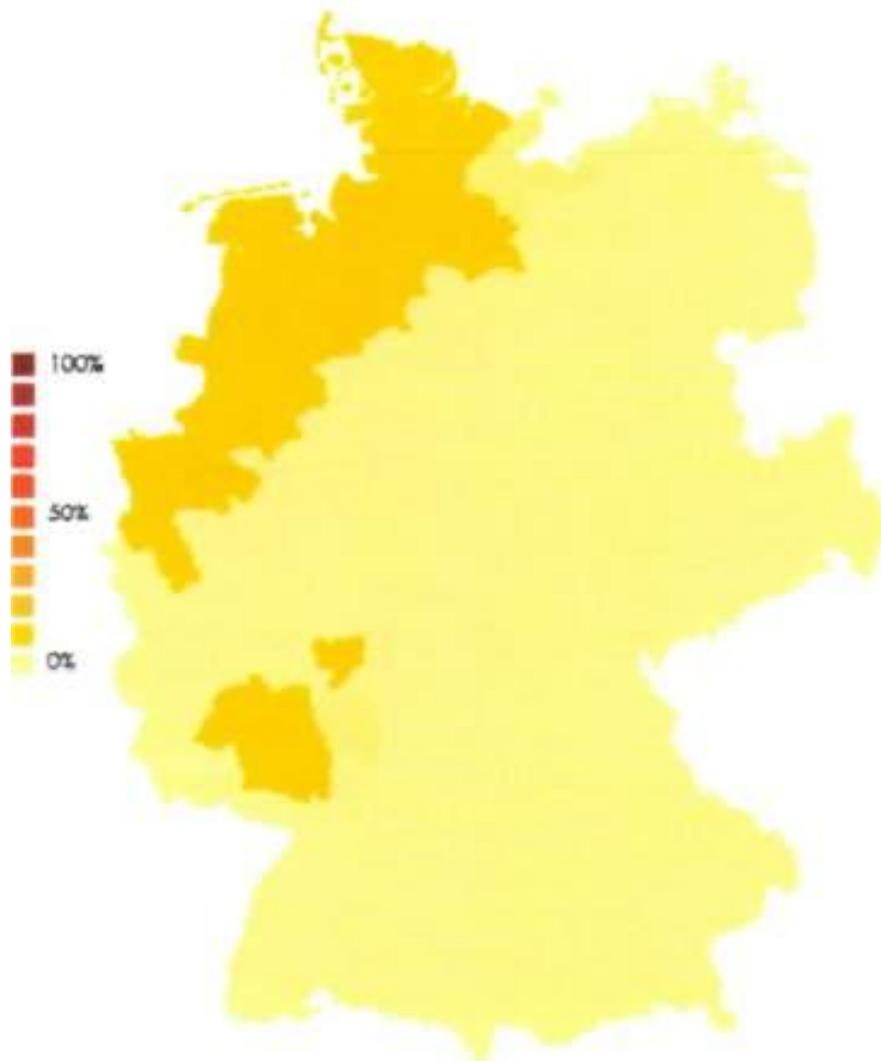
# 6月26日のスペインの発電状況



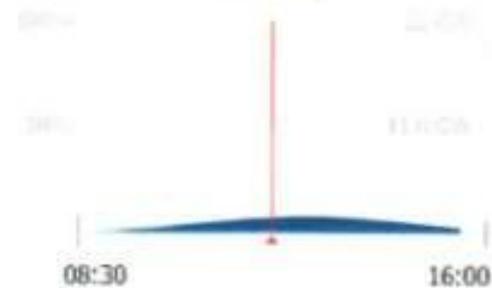
# スペインのFIT

- FITによって風力2,100万kW、太陽光500万kW(合わせて全発電容量の25%)に伸長したが、しわ寄せが電力会社に行った。
- FIT購入価格と販売価格の差による電力会社の赤字が230億ユーロ(2兆3,000億円)に達し、新政府は2012年1月FITによる新規買取を中止した。
- 風力・太陽光の新規建設はほとんど望めなくなり、国内関連産業は窮地に立たされている。
- ガス火力の稼働率は23%に落ちた(日本は52%)。
- ピーク需要4,400万kWに対し全発電容量1億kW。  
 これ以上の風力・太陽光は必要ない。

# 12月24日のドイツ太陽光発電



Daily Variation of PV Power in Germany

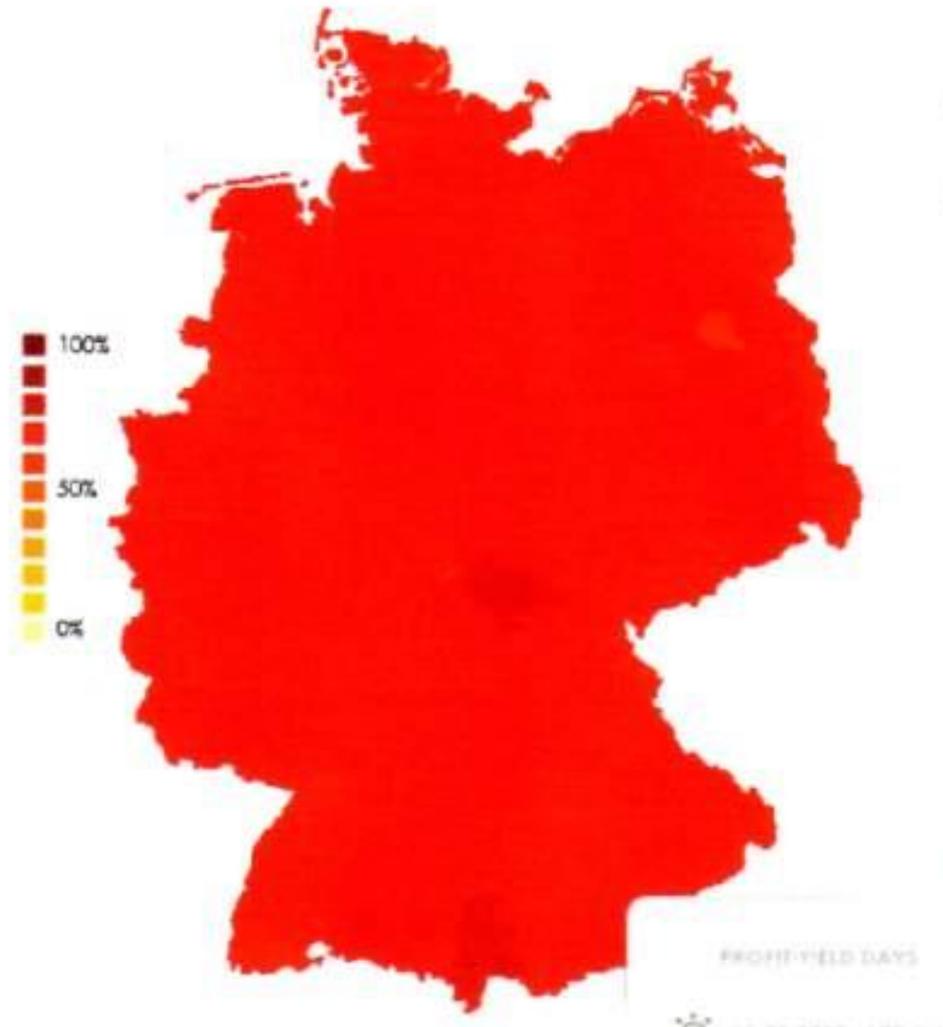


Current PV Power in Germany\*  
**1.5 GW**

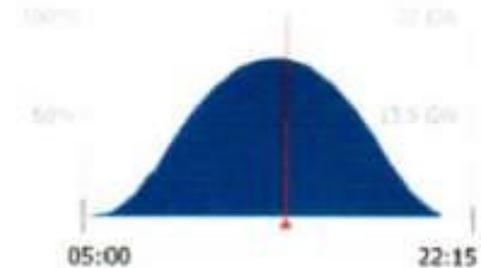
\*projected current output of all PV plants installed before 11/30/2011 with a total 21.83 GW nominal power according to the German Federal Network Agency.

# 5月25日のドイツ太陽光発電

Relative output from 05/25/2012-14:00 CET



Daily Variation of PV Power in Germany

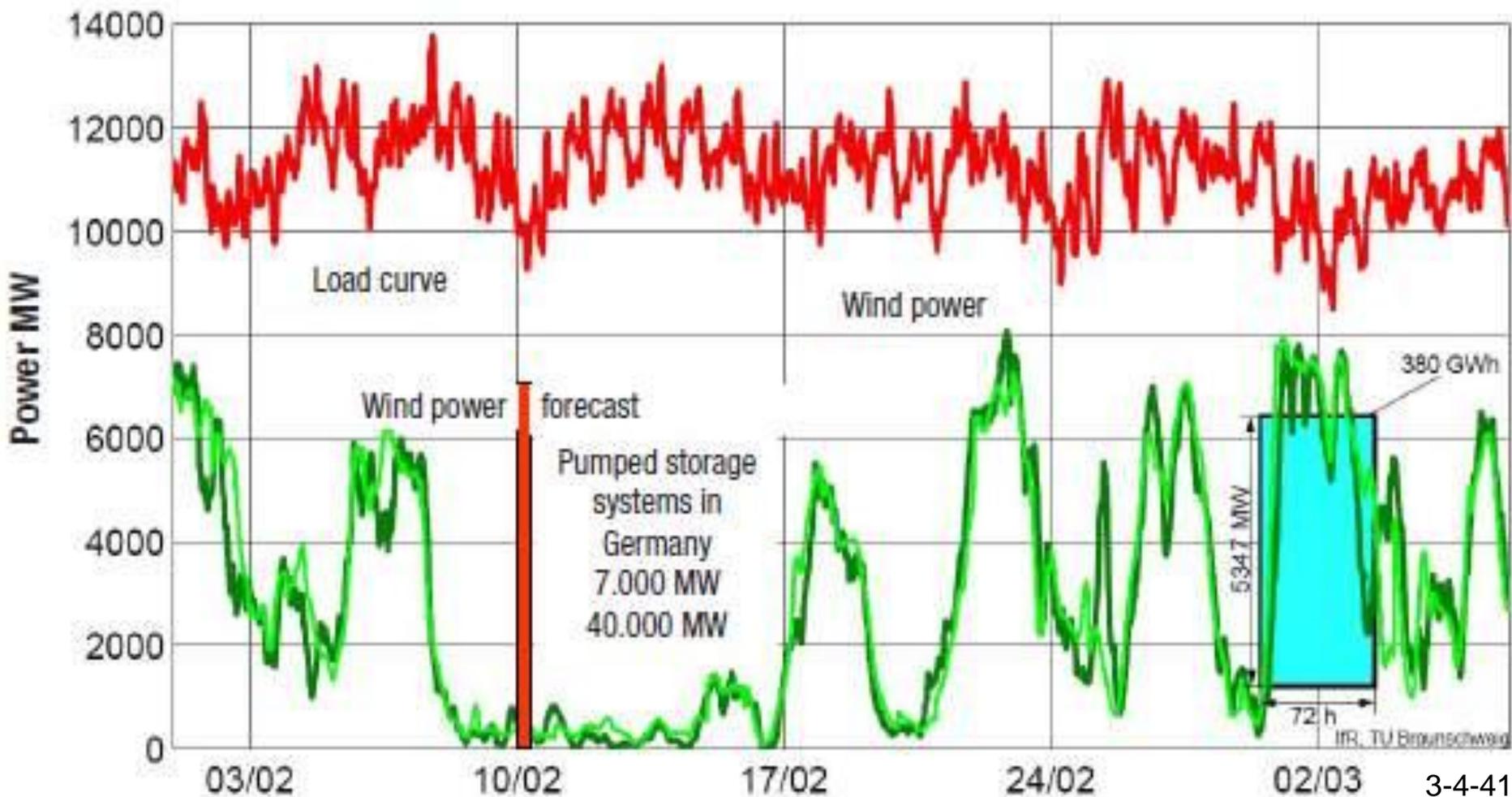


Current PV Power in Germany\*  
**20.8 GW**

\*projected current output of all PV plants  
\*based on data provided before 04/30/2012 with a total  
\*13.5 GW nominal power according to the  
\*German Federal Network Agency.

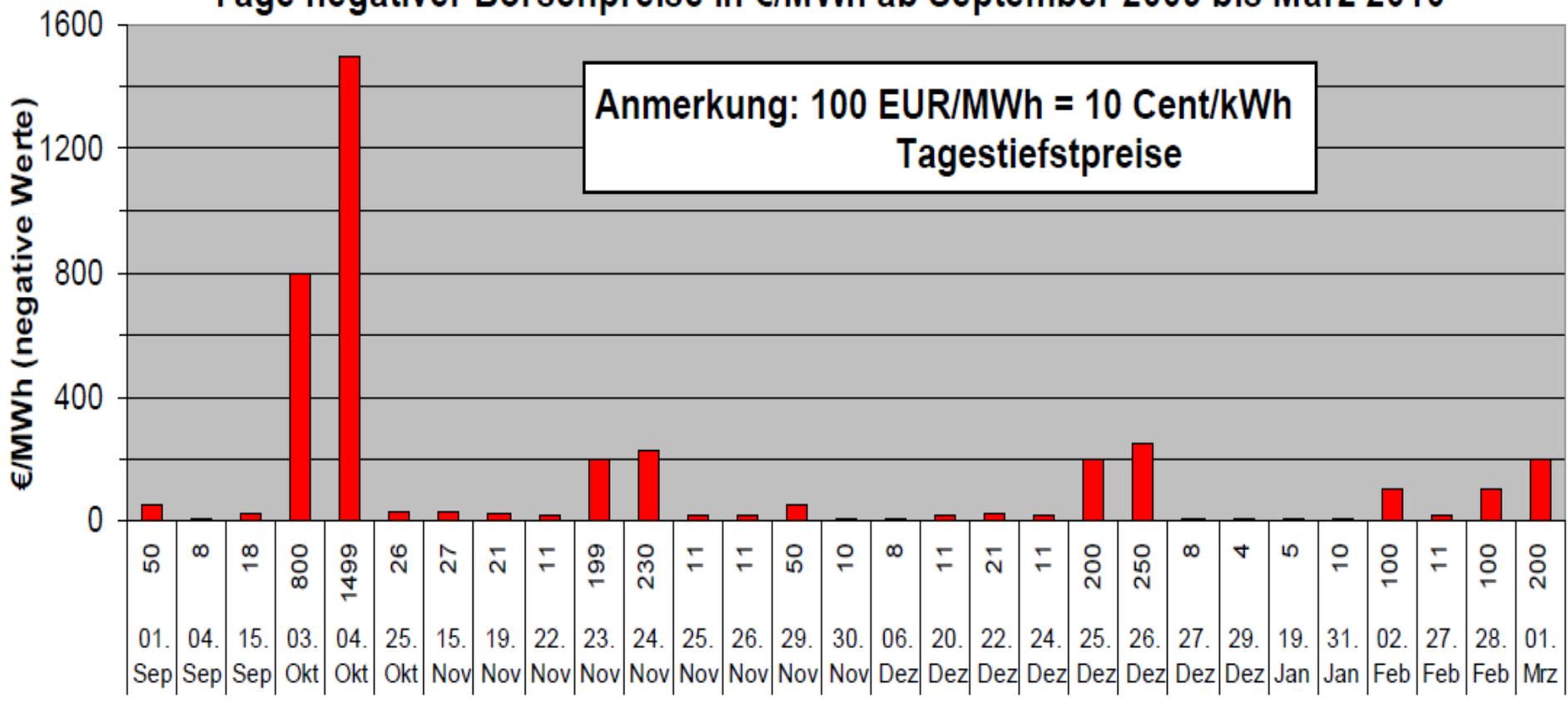
# ドイツの風力発電(緑色)

Input and load curves in the Vattenfall HV grid (01. 02. – 06. 03. 08)



# ドイツ市場でのネガティブ料金

Tage negativer Börsenpreise in €/MWh ab September 2009 bis März 2010



対象期間: 2009年9月~2010年3月

出典: アーヘン大学 H. Alt博士

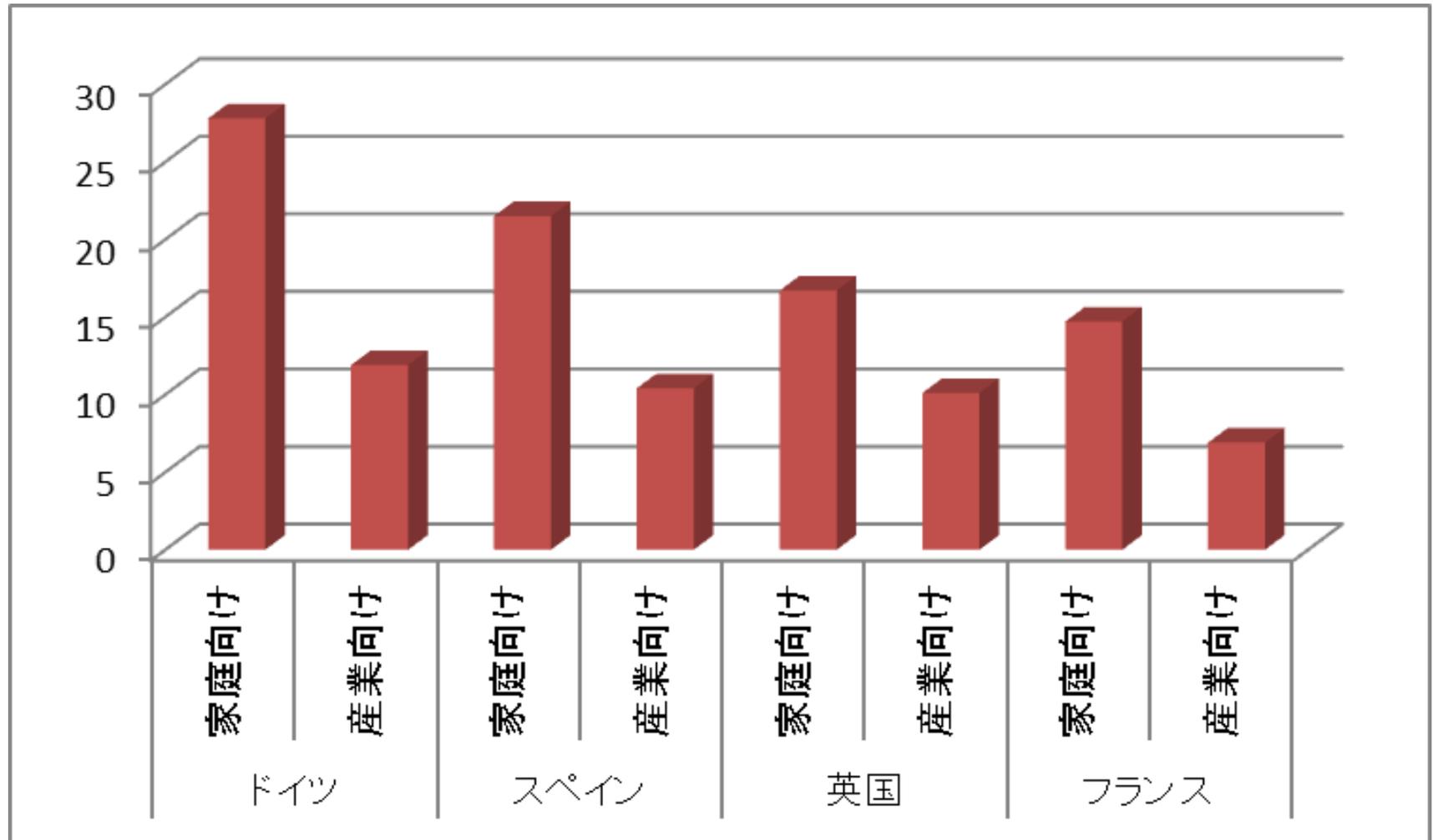
2012年冬季の出力抑制回数197回

# 原子力の代りは石炭(ドイツ)

- 建設中の火力発電所1,200万kWに加えてさらに1,000万kWを2020年までに建設する計画(基幹電源の代わりは基幹電源)
- 建設中火力発電内訳(2014年まで運開)

石炭火力	1,077万kW
(褐炭)	274万kW)
(一般炭)	803万kW)
ガス火力	95.4万kW
その他	36.5万kW
合計	1,209万kW

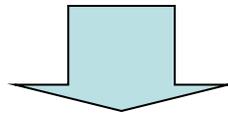
# 主要国の電力料金



出典:2011年11月EU統計より作成

# 認識3

- ドイツ、スペイン共にFIT(固定価格買取制度)は行き詰まっている。いずれも消費側の負担が大きくなりすぎているため。
- 風力・太陽光はスペインでは発電量の20%程度、ドイツでは10%程度を賄うことができるが、変動が激しくバックアップ用の別電源を欠かせない。



- 太陽光・風力は基幹電源にはなり得ない。
- バックアップ電源(火力)の稼働率を低下させる。
- 結果として二重投資と電力料金増をもたらす。

# 我が国計画は無理な前提に立つ

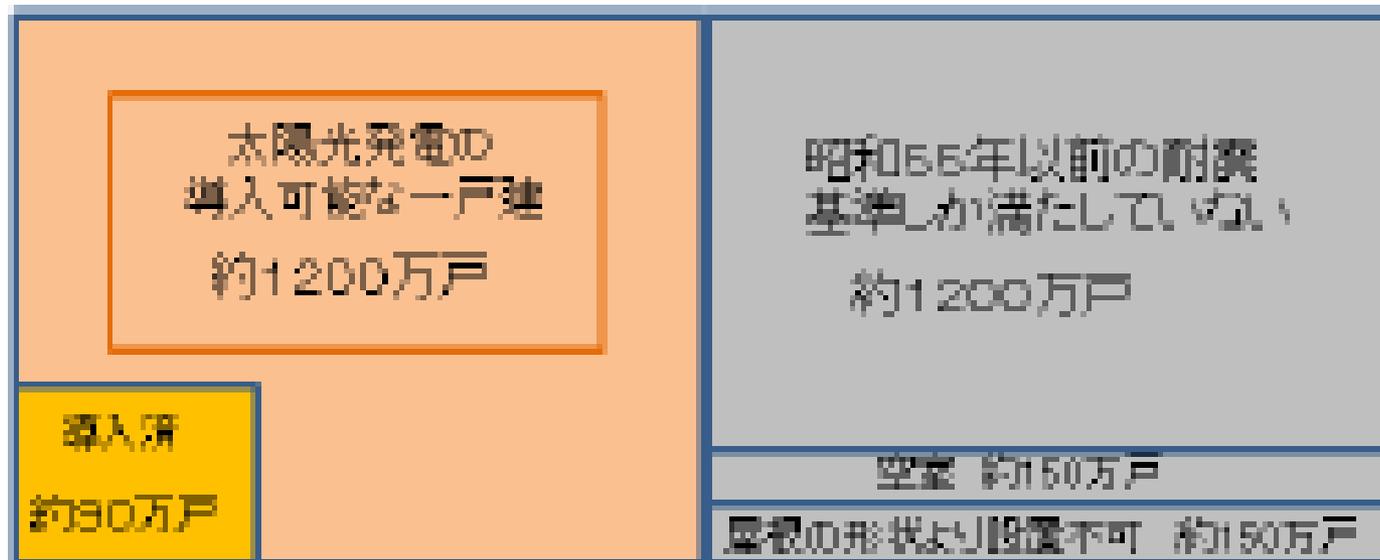
- 我が国新計画は2030年**再生可能電力30%～35%**を前提としている。現在の3倍以上とするもので、これまでの目標値は2倍であったもの。このような唐突な数字のインフレの根拠は見出せない。
- 電力消費を省エネで1割、節約で1割削減することを前提としているが、省エネの主力は電化（電気自動車、ヒートポンプ）。普及と共に電力消費は増えよう。
- コージェネ15%が前提とされていて、**2,500万kWのガスコージェネ、500万台の燃料電池**が想定されている。パイプライン不足の我が国で果たして可能か？ LNG供給は可能か？

# 新計画の太陽光・風力発電(2030年)

	現状 (2010年)	再生可能 30%	再生可能 35%
太陽光 発電量	38億kWh	666億kWh	721億kWh
太陽光 発電容量	330万kW (90万戸)	6,300万kW (1000万戸)	6,800万kW (1200万戸)
風力 発電量	43億kWh	663億kWh	903億kWh
風力 発電容量	244万kW (東京面積1/10)	3,500万kW (東京面積1.6倍)	5,100万kW (東京面積2.2倍)

# 住宅の太陽光発電（経産省資料）

＜我が国の一戸建て総数：約2,700万戸＞



戸建1,000万戸に導入：4,000万kW

発電量：420億kWh

# 現実を無視した計画

- 「太陽光パネルを1000万戸の屋根に付ける」その方法がない(法律による強制は無理)。「耐震性がない家屋にも補修して設置(1200万戸)」は無謀。
- メガソーラーはFIT買取価格が下がれば誰も建設しない。
- 風力発電は「従来の系統接続可能量を考慮すると1,000万kW(170億kWh)程度が限度」(経産省平成22年度委託調査)。
- 北海道・東北に500万kWを導入するには1兆1,700億円の系統拡張工事が必要(経産省)、誰が投資。

# これも無理な計画

	現状 (億kWh)	2030年 (億kWh)	増加量 (億kWh)
水力発電	810億kWh 4,700万kW	1160億kWh 6,100万kW	350億kWh 1,400万kW
地熱発電 (再生可能35% シナリオ)	30億kWh 54万kW	390億kWh 550万kW	360億kWh 506万kW
バイオマス 発電	140億kWh 240万kW	330億kWh 550万kW	190億kWh 310万kW

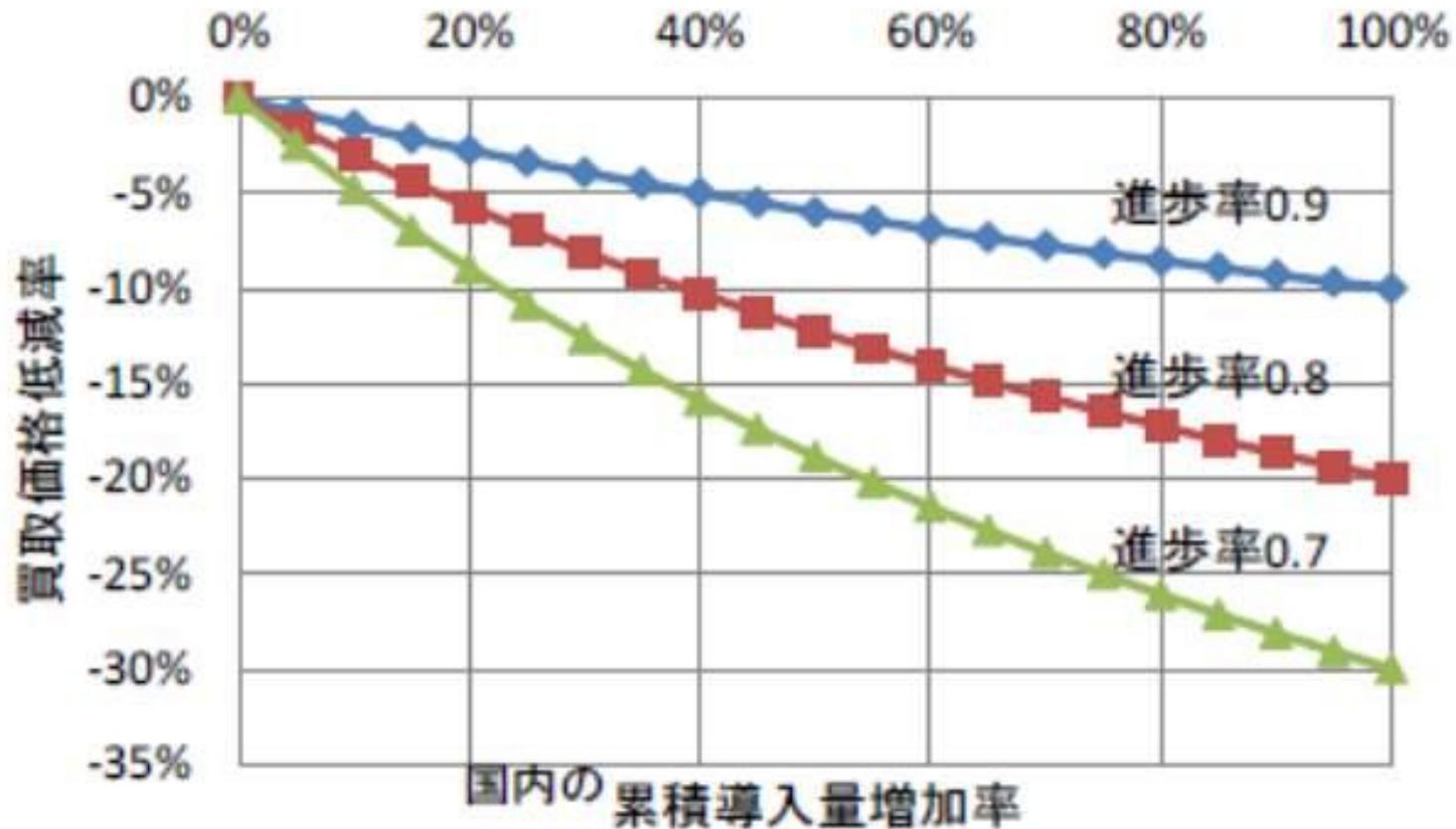
出典: 経産省資料

# 無理な理由

- 中小水力発電を近年傾向の5割増しで拡大(2030年1,400万kW増)とあるが、奥地化、小規模化とコスト上昇が予想される。FITによる可能量は110－300万kW(環境省H.22ポテンシャル調査)に過ぎない。
- 地熱発電を現在の10倍の550万kWに拡大する計画だが、FITによる可能量は110－480万kW(環境省H.22ポテンシャル調査)。
- バイオマス発電を近年の傾向の4割増しで拡大とあるが、バイオ資源に乏しい我が国では森林・農業資源とともに収集・運搬コストが高く、低コスト化が困難。

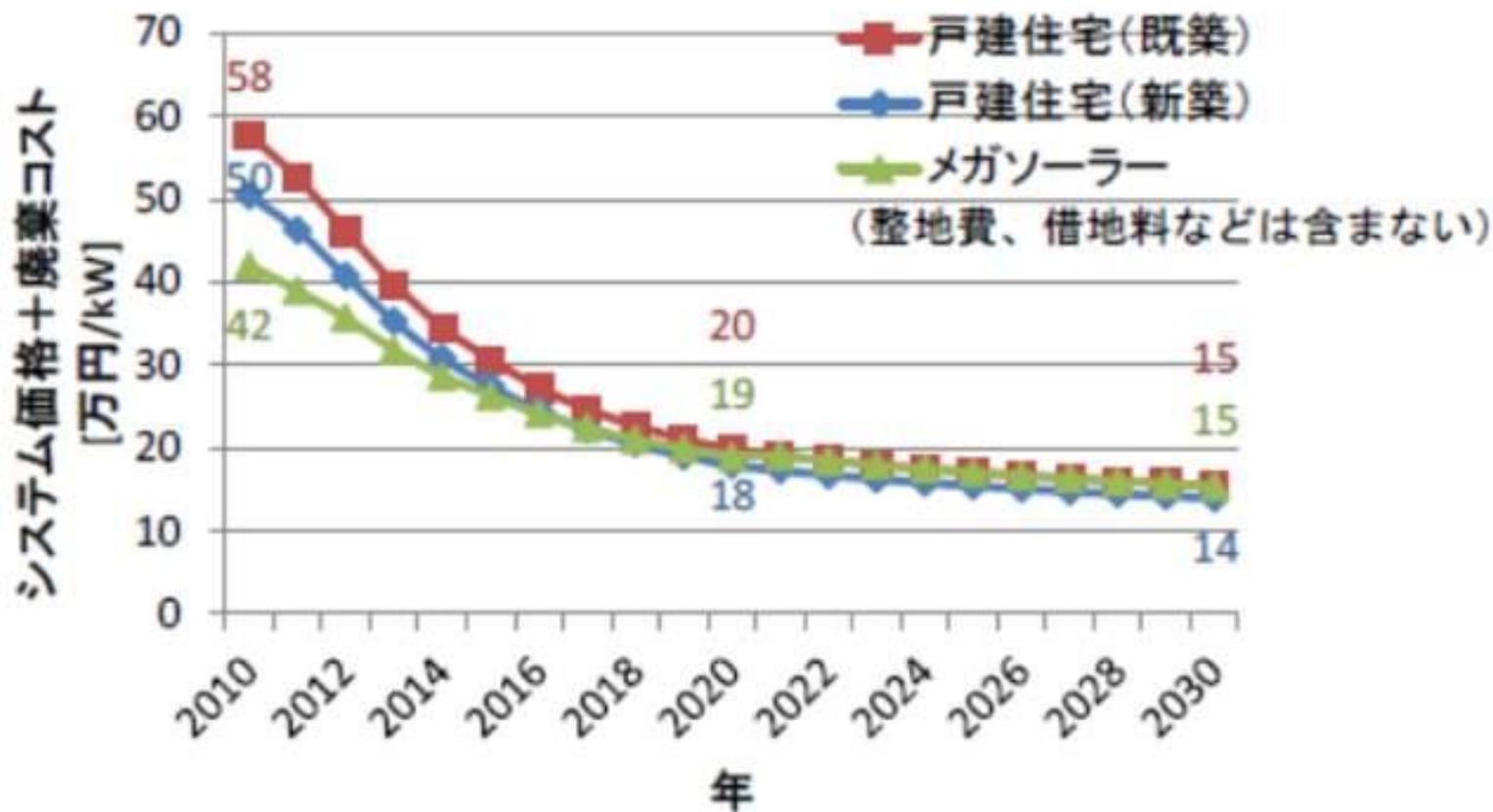
# 我が国FITは根拠に乏しい

導入量増加がこのようなコスト低減につながるか？

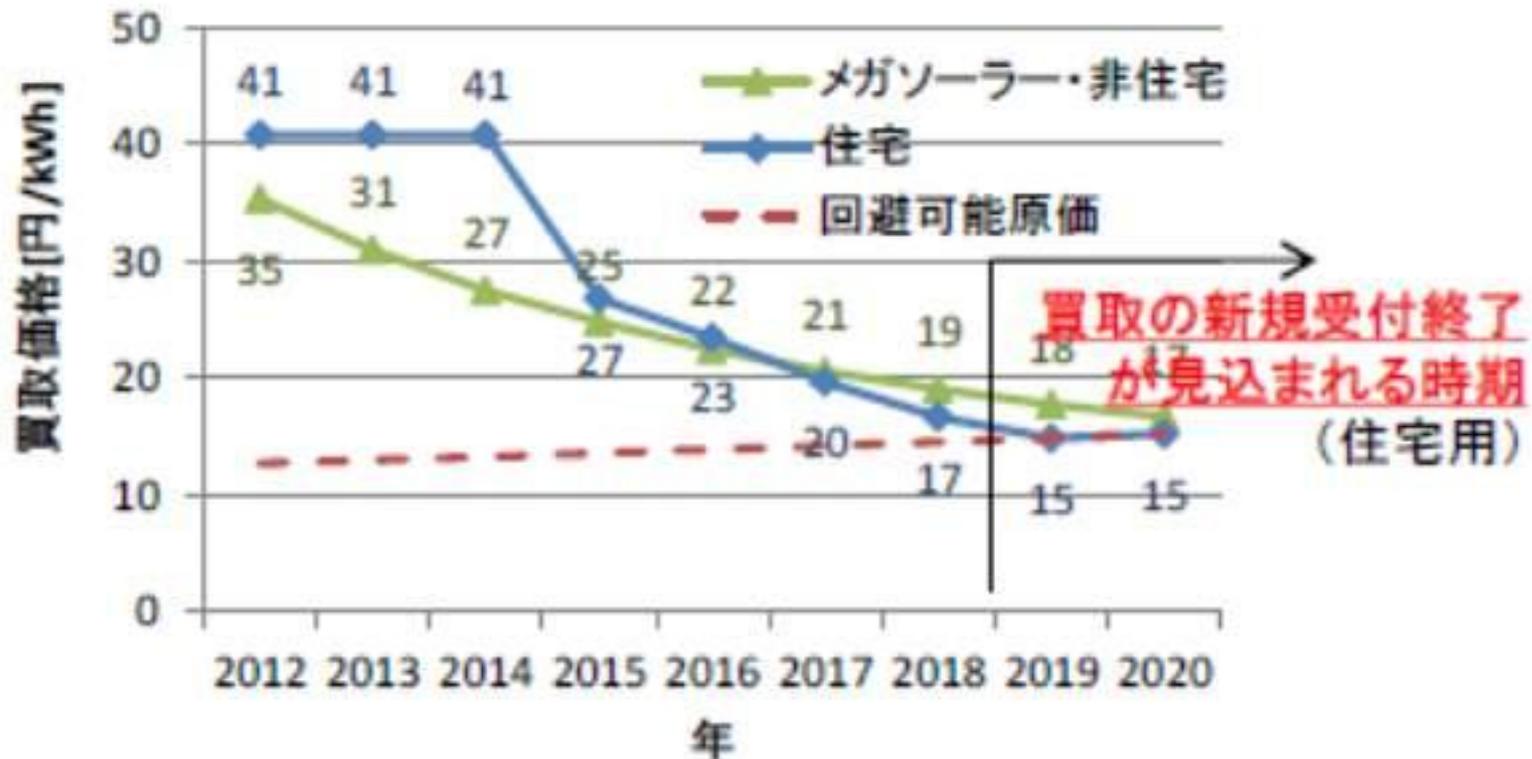


# 太陽光システム価格低下想定

## システム価格低減の推計結果

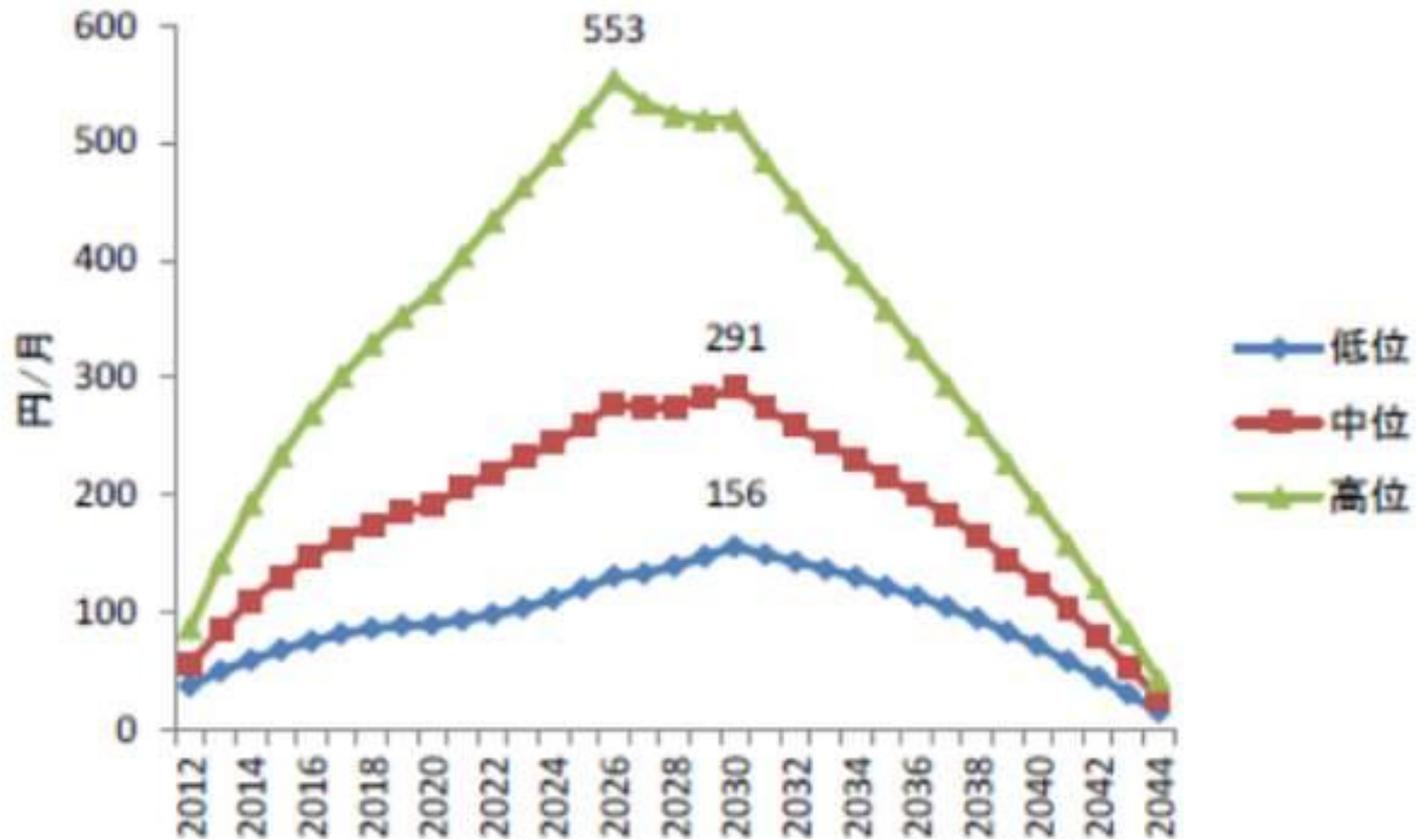


# このような買取価格引下げは可能か？



# 急激な買取価格低減が前提

標準世帯の月あたり負担額推移



# 認識4

- 我が国のFITは非合理的な前提（急速なコスト低下）の下で設計されている。
- 買取価格の急激な低下があれば導入は進まない（欧州の例）。
- 全ての再生可能エネルギー導入量が現実性のあるものからほど遠い。 ➡ 新計画は**実現不能のシナリオ**。検証が必要。2030年以降はもっと不透明。
- 再生可能エネルギーのメリットは何か？  
つまるところ燃料費の節約（ガス火力で8.2円、石炭火力で4.3円/kWh）。一方では火力発電の稼働率が下がる。二重投資となり自由市場では電力事業者、金融界にとって建設のインセンティブがない。