

## 第7回山陽人材育成会総会

### 東日本大震災以降のエネルギー・マネジメント

山口大学 大学院 技術経営研究科 副研究科長/教授 福代和宏

# 様々な主体におけるエネルギー管理

主体	目的	施策
家庭(住宅部門)	生活の質を維持しながら 省エネ／地球環境保護	?
企業(業務／産業部門)	利益を上げながら省エネ ／地球環境保護	?
地方自治体・政府	国益を守りながら省エネ／ 地球環境保護	?

- 東日本大震災以降の日本の状況、世界のエネルギー需給の状況を踏まえながら、各主体は、どのような施策を行っていけばよいか？

# 目次

---

- ▶ エネルギーに関する長期・短期の動向
  - ▶ 長期的な動向
    - ▶ エネルギー価格の高騰, シェールガス開発の影響
  - ▶ 短期的な動向
    - ▶ 東日本大震災後のエネルギー消費動向
- ▶ 省エネ施策
  - ▶ 一般家庭＆企業の取り組み実態
    - ▶ オペレーションで対応
  - ▶ 一般家庭の取り組み
    - ▶ 太陽光発電導入, 燃料電池併用, ...
  - ▶ 企業の取り組み
    - ▶ システム全体の変更
      - プラントレベル
  - ▶ 地方自治体・政府の取り組み
    - ▶ 支援の仕組み
      - NEDO⇒SII, 国内クレジット制度
    - ▶ 海外の状況を見ながら

# エネルギーに関する長期・短期の動向

---

## ▶ 長期的な動向

- ▶ エネルギー価格は確実に上昇(新興国需要の増大)
- ▶ シェールガスは助けになるか?
- ▶ 地球温暖化問題の深刻化

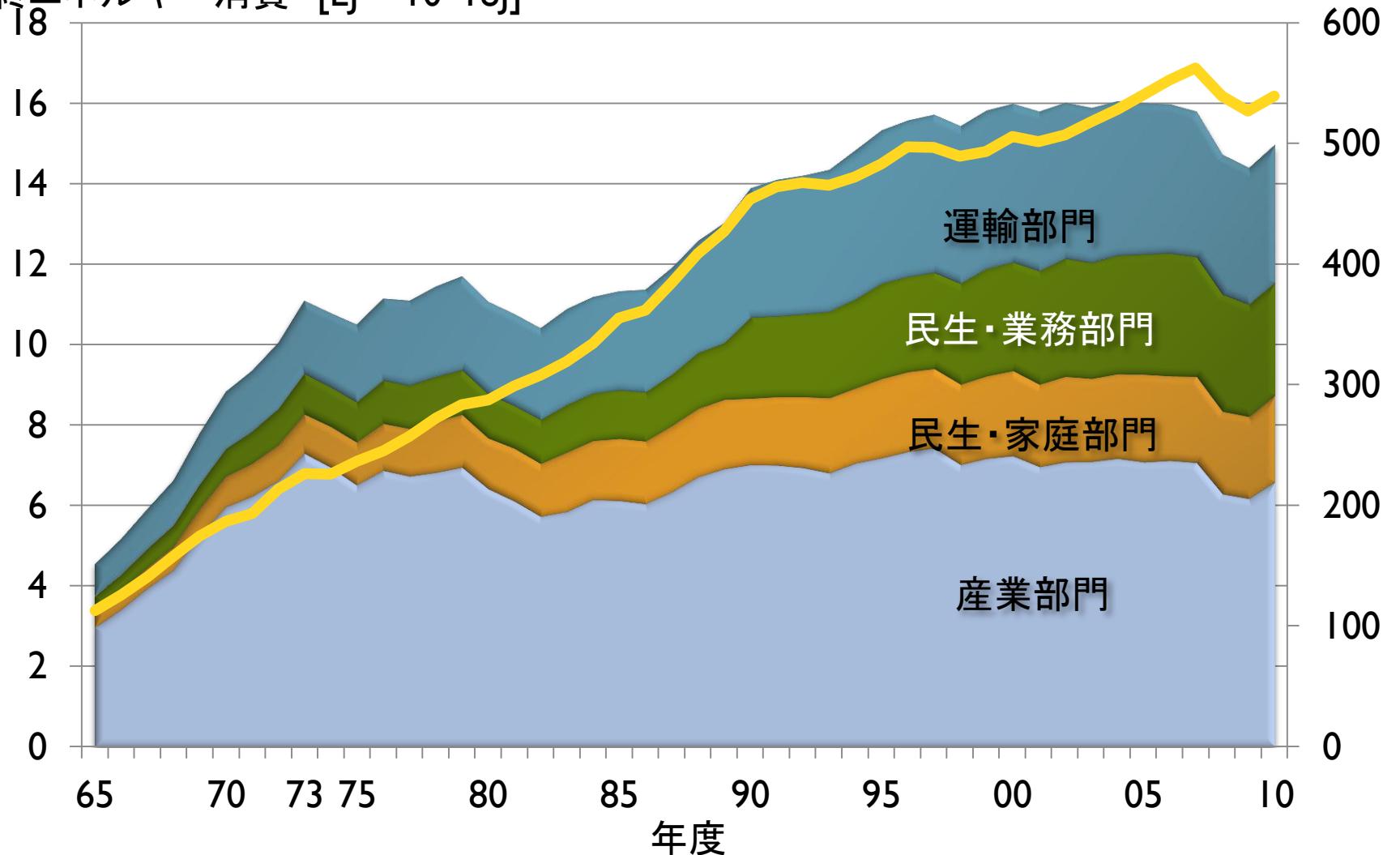
## ▶ 短期的な動向

- ▶ 東日本大震災以降のエネルギー電力供給の逼迫
- ▶ 節電はうまくいっているのか?
- ▶ 地球環境問題への影響は?

# 最終エネルギー消費の推移

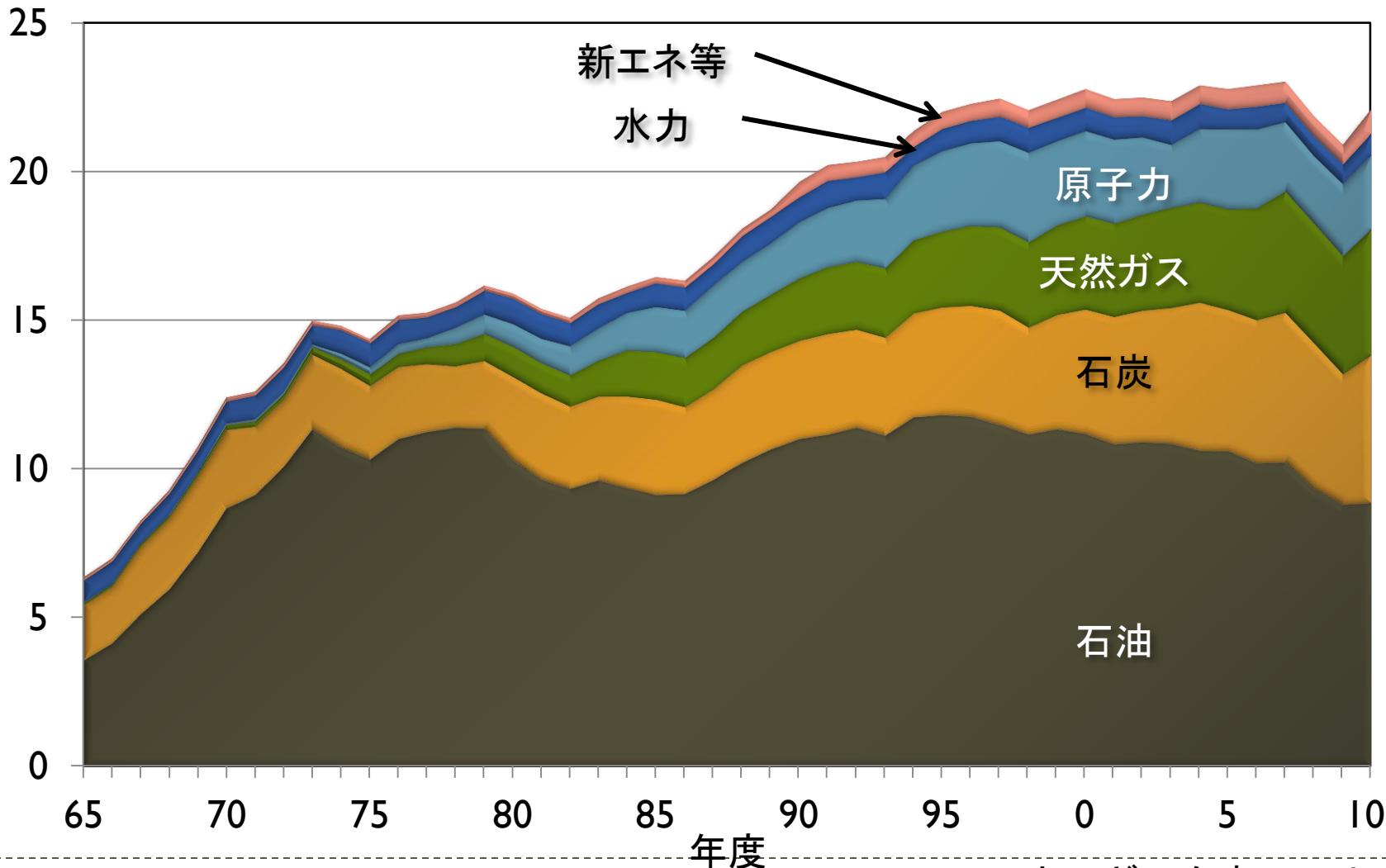
最終エネルギー消費  $[E] = 10^{18}J$

GDP [兆円]



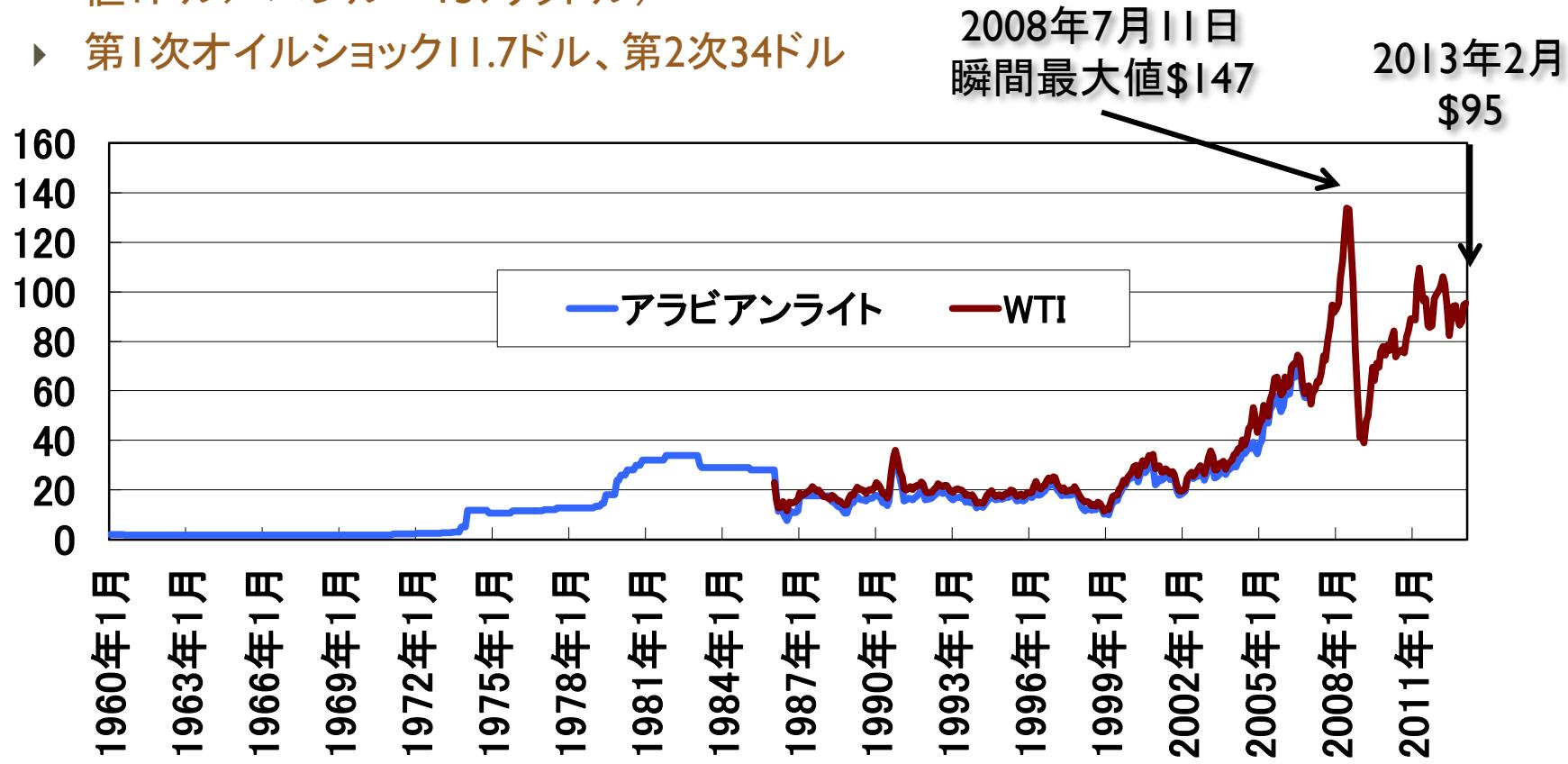
# 一次エネルギー国内供給の推移

一次エネルギー供給  $[E] = 10^{18}J$



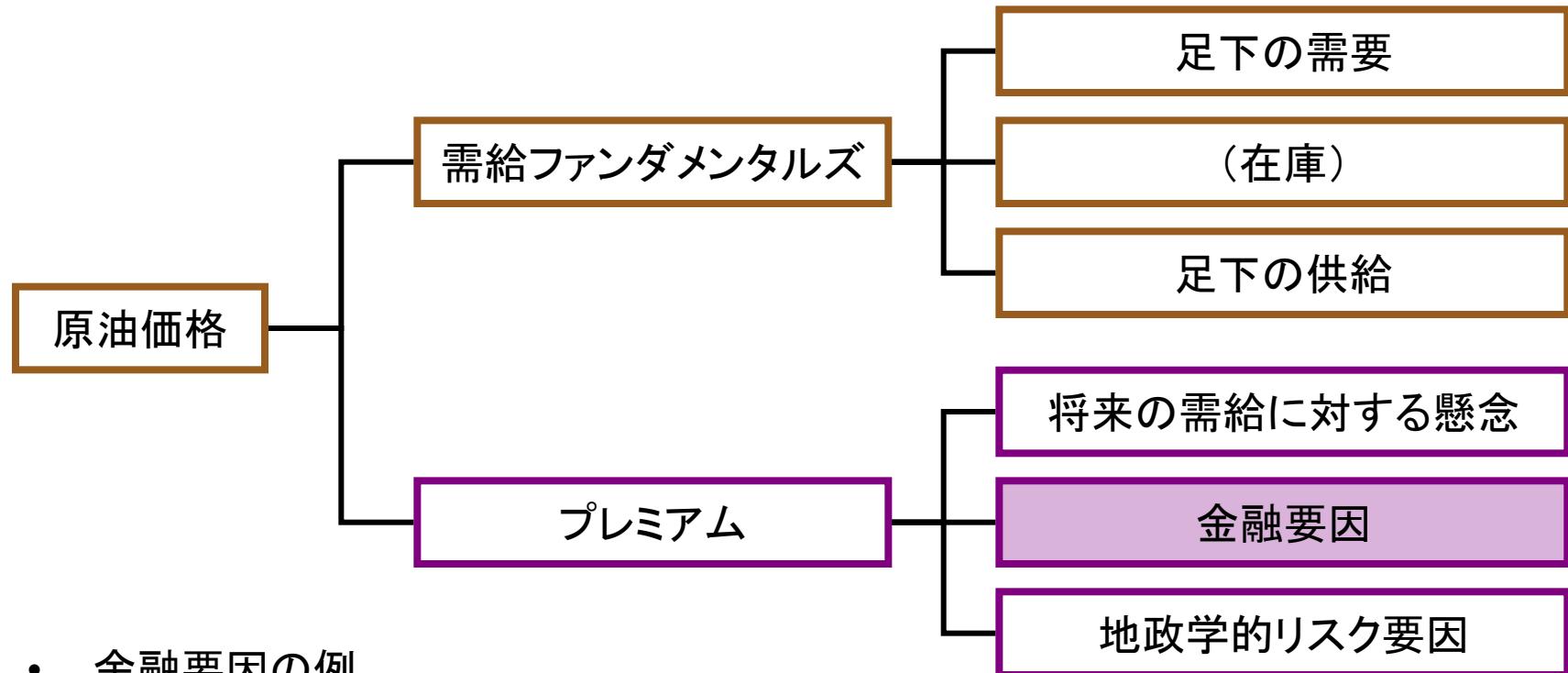
# 超長期的な原油価格の推移

- ▶ 國際原油価格(アラビアンライト[1986年公表停止]およびWTI)の推移(名目値:ドル／バレル=159リットル)
- ▶ 第1次オイルショック11.7ドル、第2次34ドル



DOE, EIAデータより

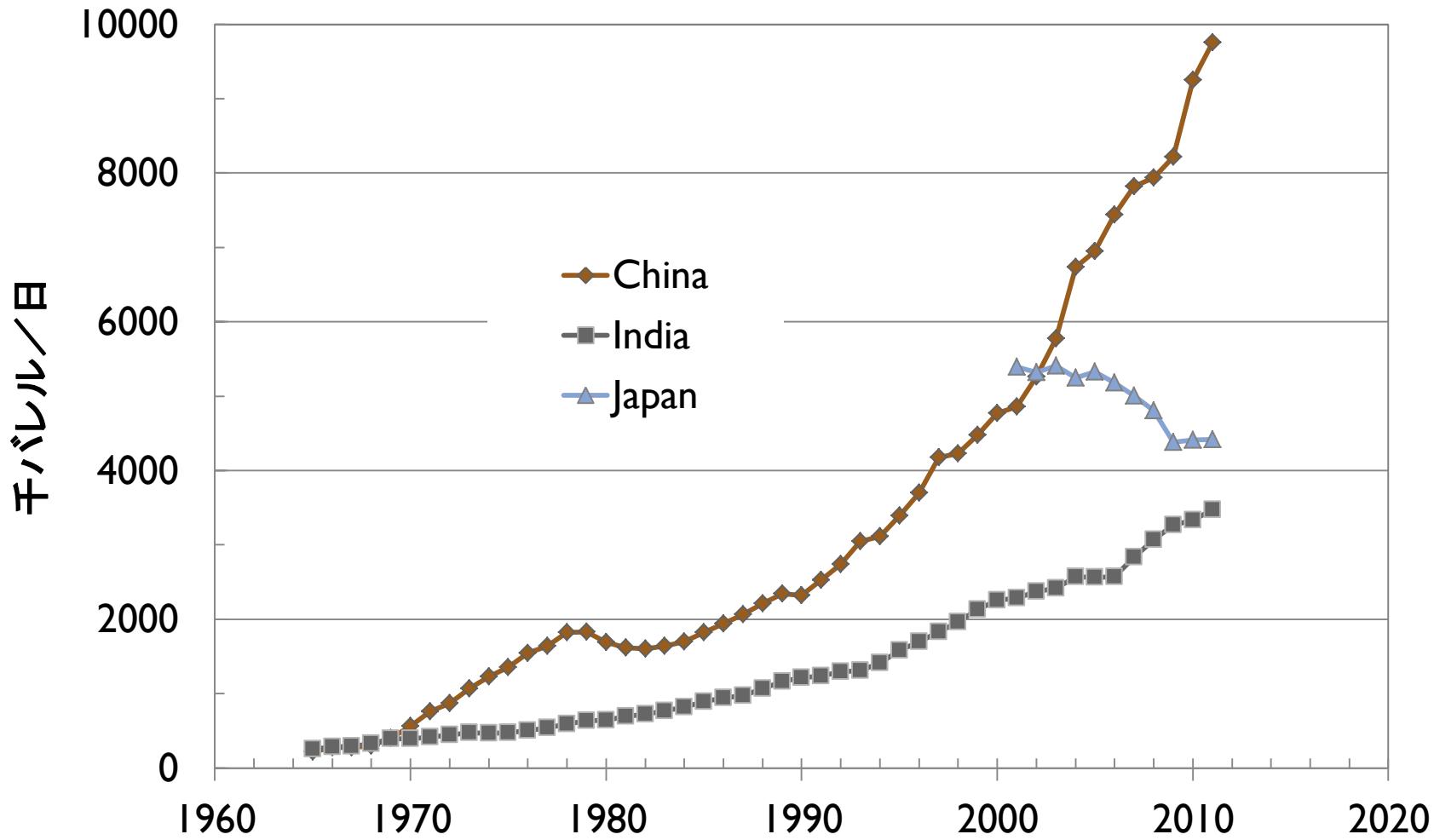
# 原油価格の決定要因



- 金融要因の例

- 2007年8月、サブプライムローン問題顕在化以降、株価が低迷、商品市場に資金が流入(原油価格高騰)
- 2008年9月、金融危機後、信用収縮により株式・原油ともに下落(原油価格急落)

# 中国・インドの石油需要



# マイナス要因だけか？

---

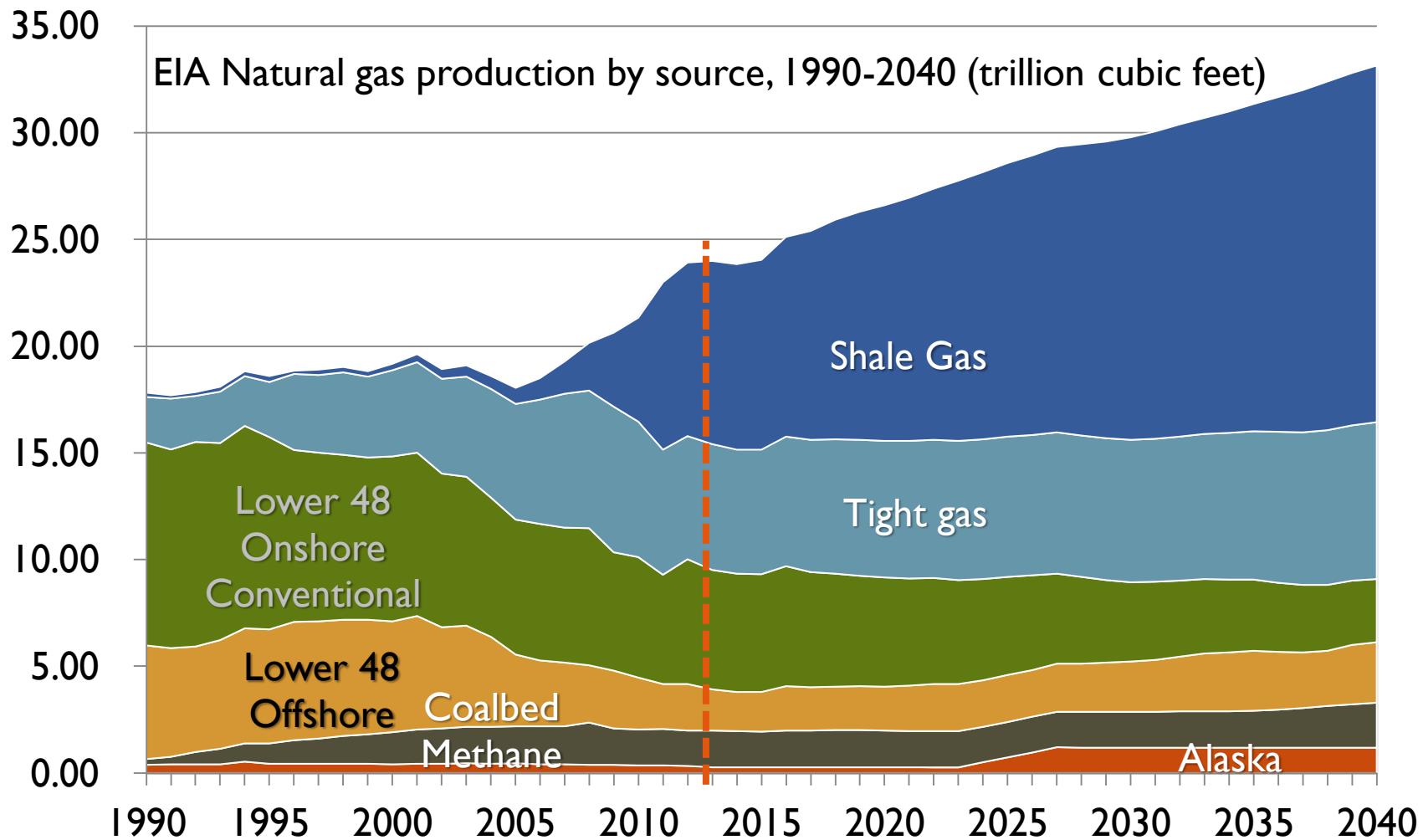
## ▶ シェールガス開発の進展

- ▶ 貝岩中に存在
- ▶ 埋蔵量16,000Tcf(2008年の天然ガス確認埋蔵量は6,500Tcf)
- ▶ 水圧破壊・水平坑井掘削技術の開発により生産量増加
- ▶ 米国で急速に開発進展(シェールガス革命)

## ▶ オイルサンド、オイルシェールの開発

- ▶ 重質原油埋蔵量4兆バレル(通常原油の2倍)
- ▶ カナダで開発進展

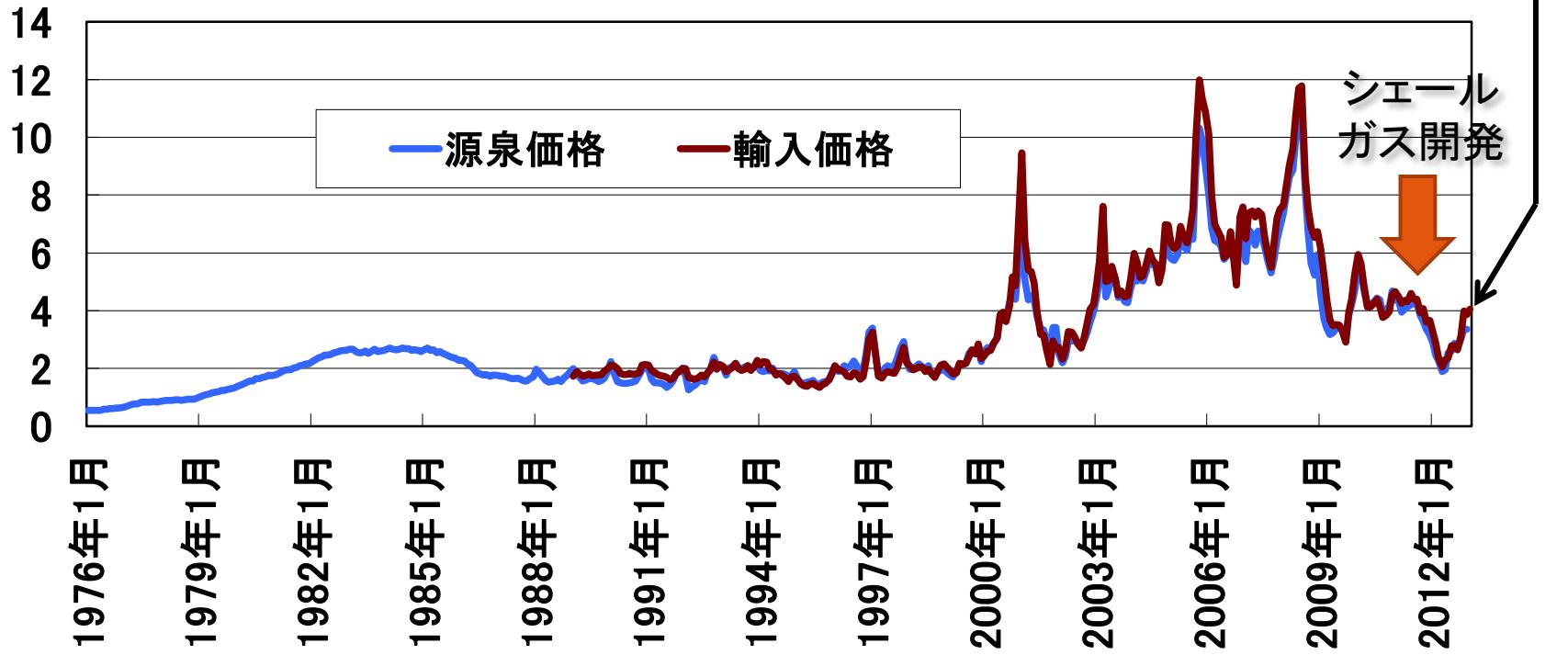
# 米国における天然ガス生産の見通し



# 米国天然ガス価格の推移

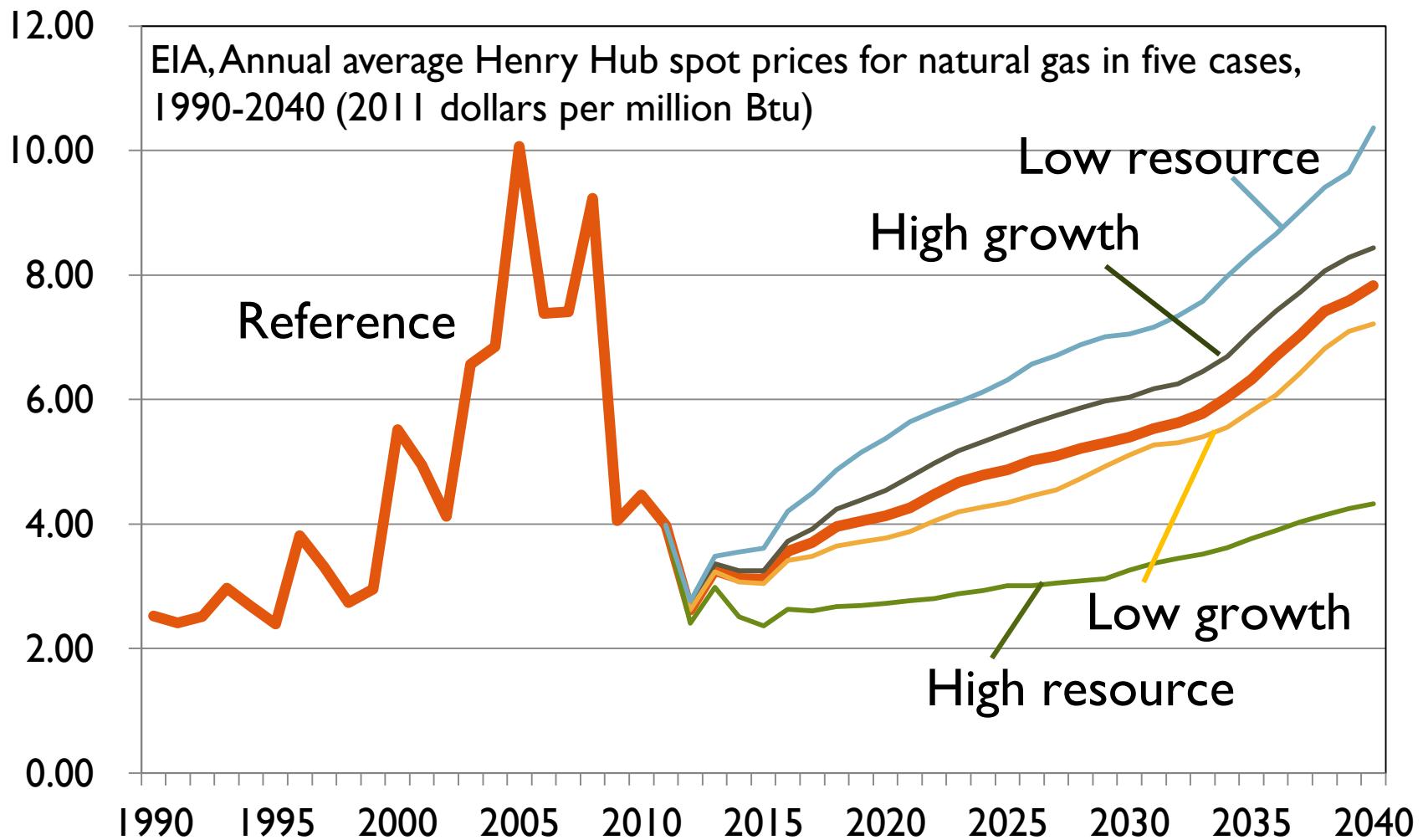
- ▶ 2000年代から天然ガス価格が世界的に上昇
- ▶ シェールガス開発により近年下落傾向

ドル/1000立方フィート



DOE, EIAデータより

# 米国天然ガス価格の見通し



# 非在来型化石燃料(シェールガス等)の問題点

---

- ▶ 日本では産出されないため、エネルギーの海外依存の状況は変わらない
  - ▶ 新興国需要が増えれば他のエネルギーと同じく価格が上昇する
- ▶ CO<sub>2</sub>排出量の削減にはつながらない
- ▶ 非在来型化石燃料もいすれは枯渇する
  - ▶ 問題の先送りにしかならない
- ▶ 長期的に考えれば石油をはじめとする化石燃料への依存度を下げる必要性がある
  - ▶ コスト面(燃料費高騰)
  - ▶ 環境面(地球温暖化)
- ▶ 結局は省エネルギーあるいは新エネルギー導入が必要

# 東日本大震災の発生

- ▶ 2011年3月11日、東日本大震災発生
  - ▶ 原発停止・火力発電所被災
  - ▶ 東日本における供給力が大幅低下
  - ▶ 3月14日以降、10日間延べ32回の計画停電実施
- ▶ 2011年夏の需要抑制策
  - ▶ 電気事業法第27条に基づく電力使用制限

## 震災直後の状況

震災前供給力	震災後供給力	ピーク需要
東京電力 5,200万kW	3,100万kW (▲4割)	4,100万kW
東北電力 1,400万kW	900万kW (▲3.5割)	

## 2011年夏の状況

想定需要	融通後供給力	必要な需要抑制率
東京電力 6,000万kW	5,380万kW	▲10.3%
東北電力 1,480万kW	1,370万kW	▲7.4%

# 化学工学会が呼び掛けた 「スマートワットJAPAN 2011夏」

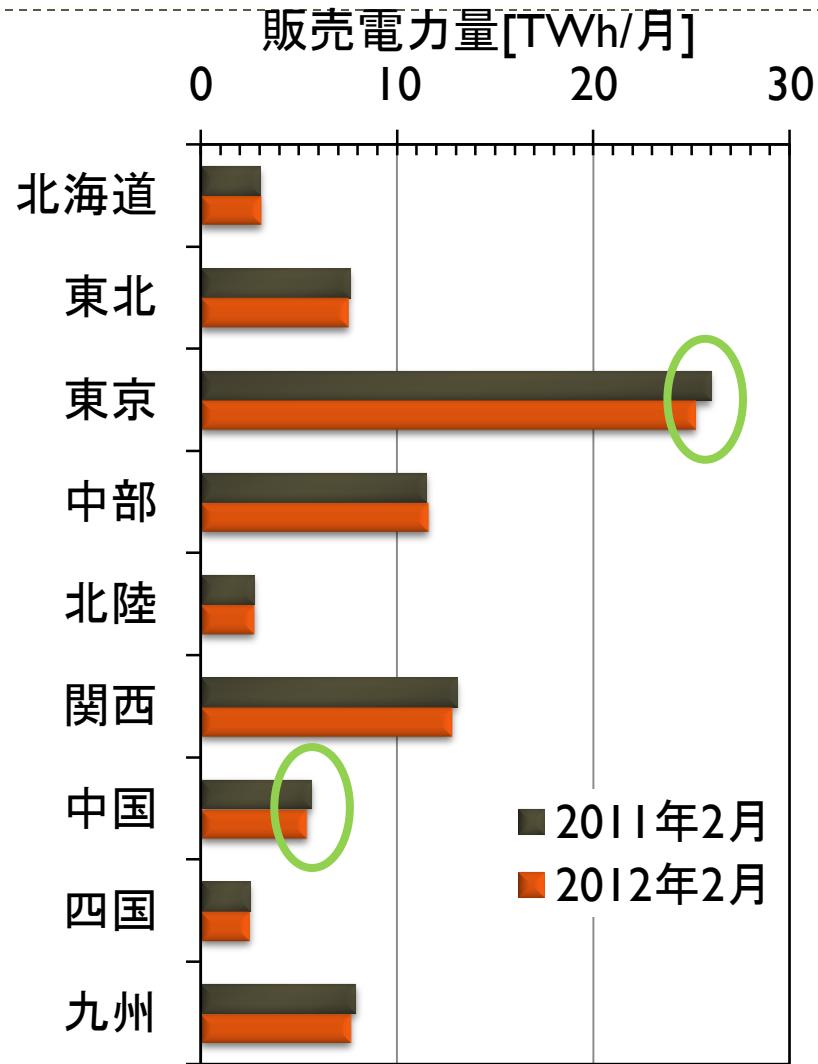
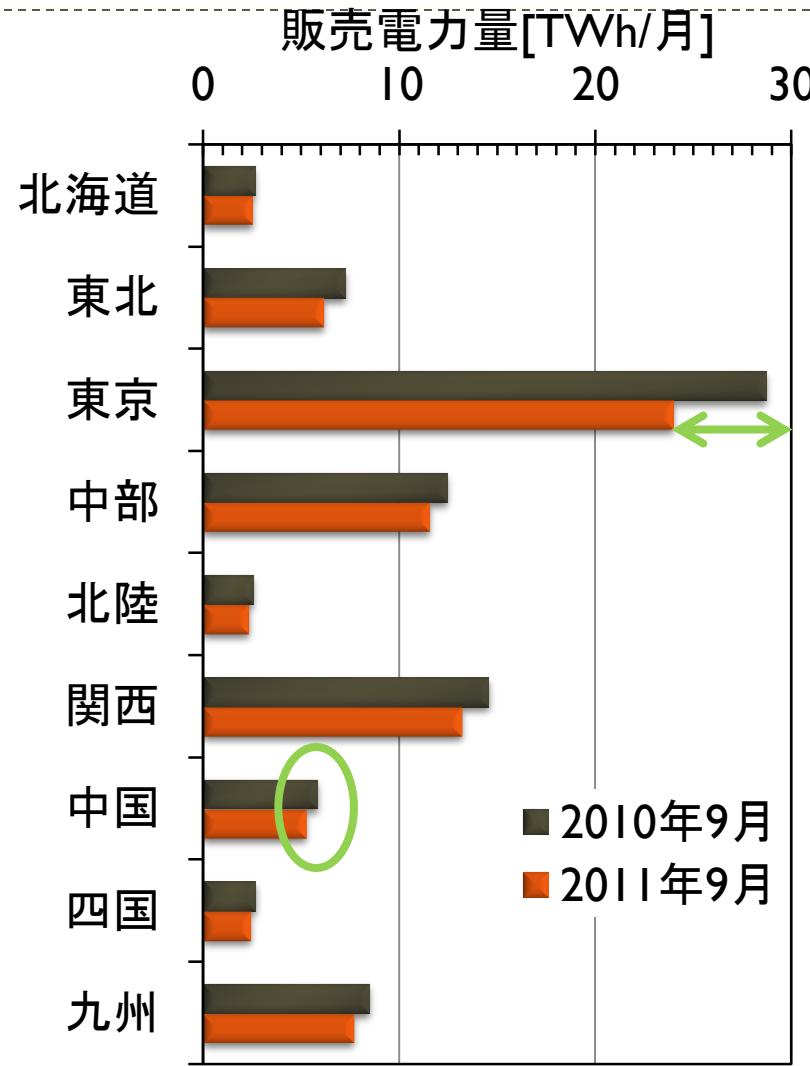
施策名(作戦名)	節電量	備考
「照明器具から見直そう」	90万kW	白熱灯からLED電球、蛍光灯へ
「冷蔵庫を賢く使おう」	60万kW	新機種にリプレース
「エアコンのムダをなくそう」	50～100万kW	新機種にリプレース
「太陽光で電力をつくろう」	30～50万kW	2011年夏までの導入可能量
「活動時間を分散させよう」	150万kW	200万人が協力
「単身で赴任しない」	100万kW	東電管内の40人に1人が移動
「パソコンの省エネ」	15万kW	東電管内で25台に1台実施
「お昼を長めに休もう」	100万kW	勤務シフト利用
「休日を変えてみよう」	270～320万kW	夏の平日休日の均等化
「蓄電技術を活用する」	5万kW	2011年夏までの導入可能量
「今ある自家発電機を使う」	300万kW	東電管内の施設合計
「自販機を止めてみよう」	25万kW	東電管内の自販機節電
「サーバーを移転しよう」	10～30万kW	東電管内のサーバー移転

# 日本サステナブル建築協会の提言 (2011年夏)

対象設備	節電方策	大規模事務所	小規模事務所
照明・コンセント	照度見直し、照明器具間引き50%	9～18 (%)	11
	照明＋コンセント設備節電	13～21	16
冷房設備	冷房設定26°C→28°C	3	5
	外気導入量適正化	3	5
	連続空調によるピークカット	4	3
	冷水出口温度7°C→9°C	3	-
その他	エレベータ・エスカレータの稼働削減	1	-
社会的対応	建物の時差使用2時間程度	効果低い	効果低い
	土日への使用振替	13～20	18
	夏休み分散化	13～18	18

建物全体の最大電力消費量に対する節電効果

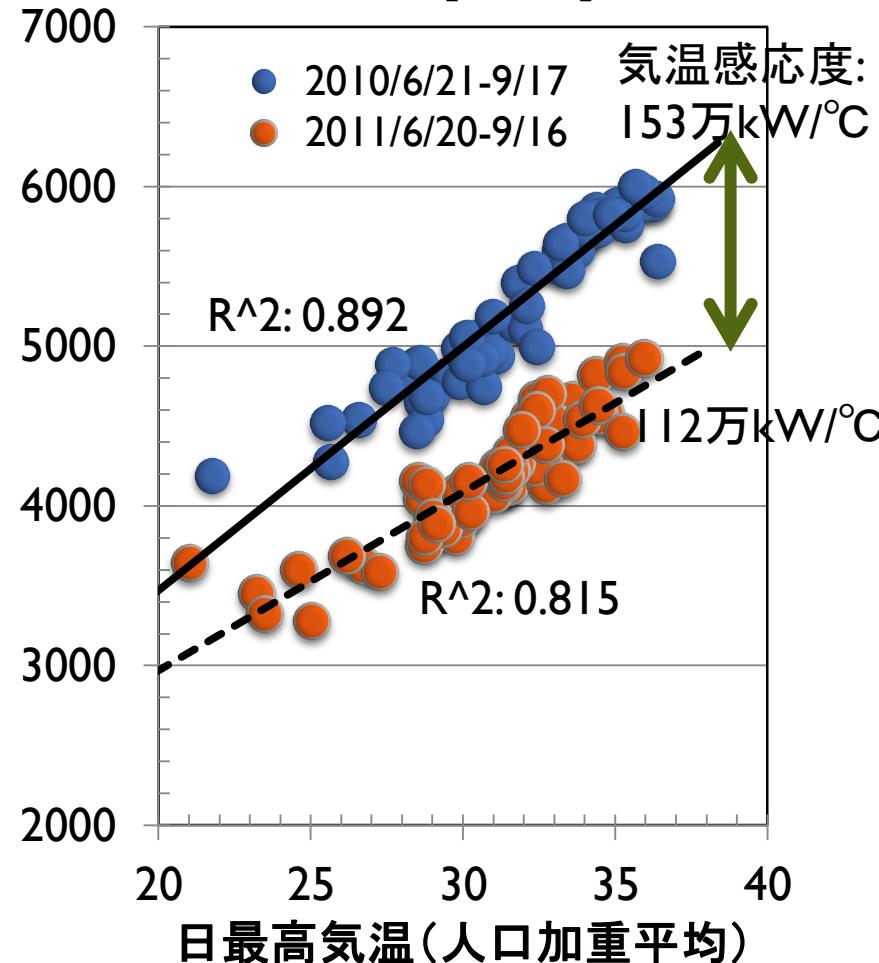
# 震災前後の各社の販売電力量



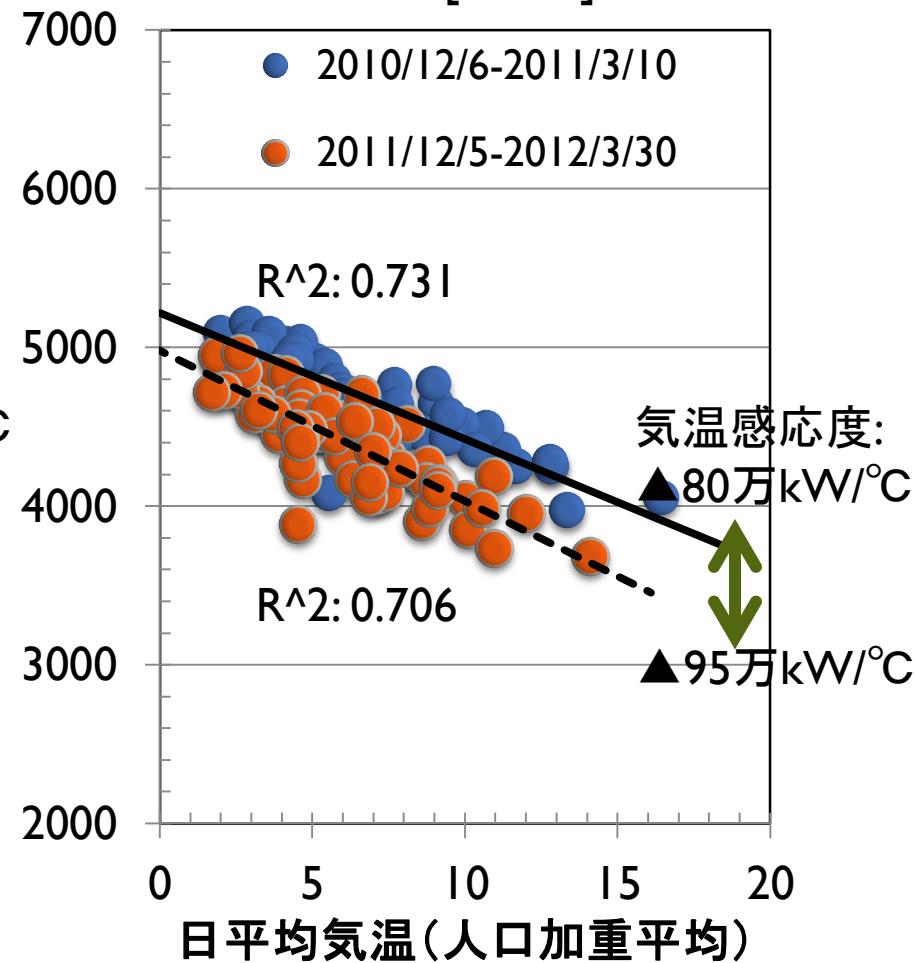
▶ 18 冬季電力が減少していないのは2011年12月～翌1月末の気温低下のせい？

# 東京電力の最大需要の変化（震災前後）

平日の最大電力需要[万kW]

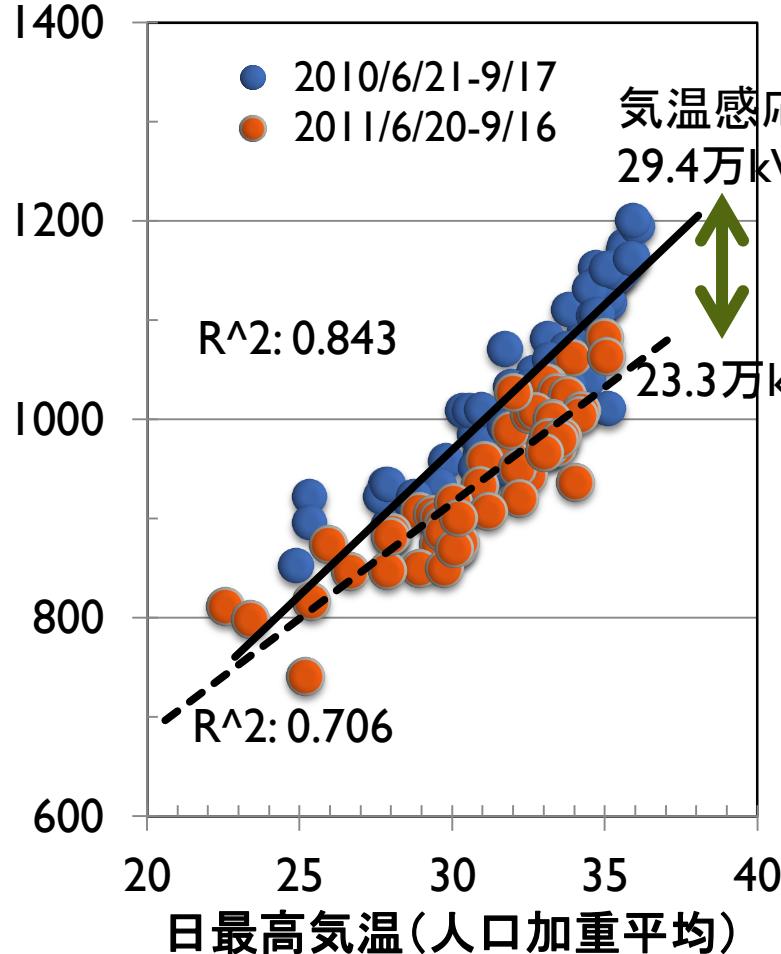


平日の最大電力需要[万kW]

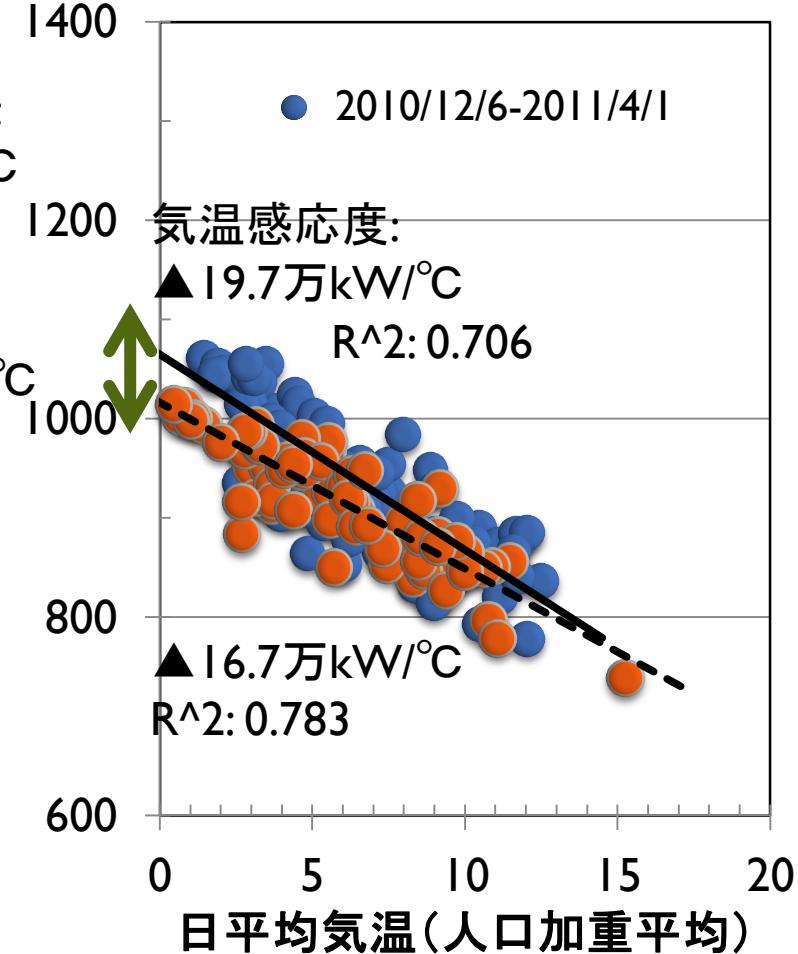


# 中国電力の最大需要の変化（震災前後）

平日の最大電力需要[万kW]

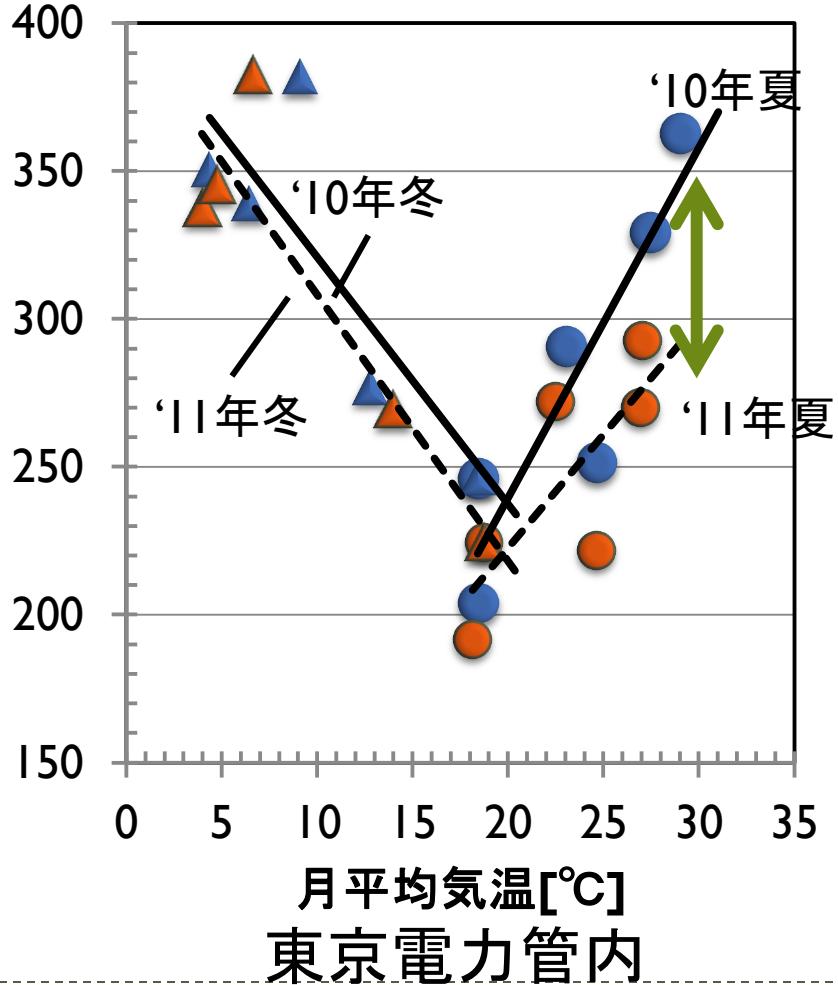


平日の最大電力需要[万kW]

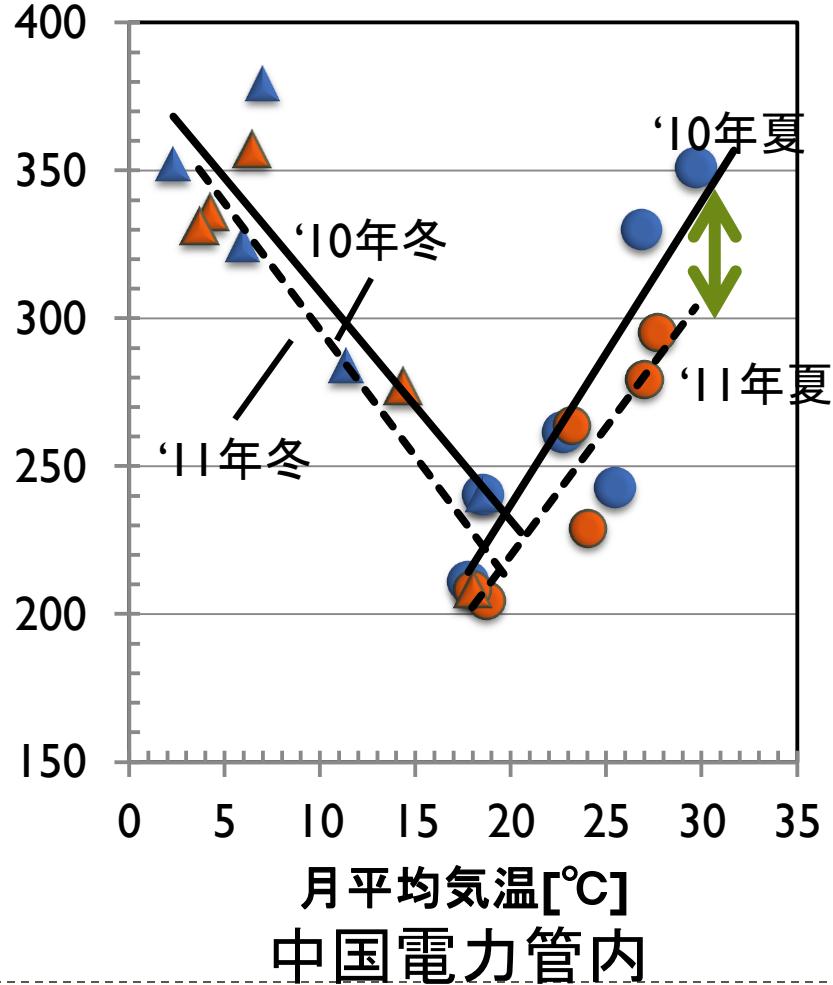


# 震災前後の電力消費量の変化（住宅部門）

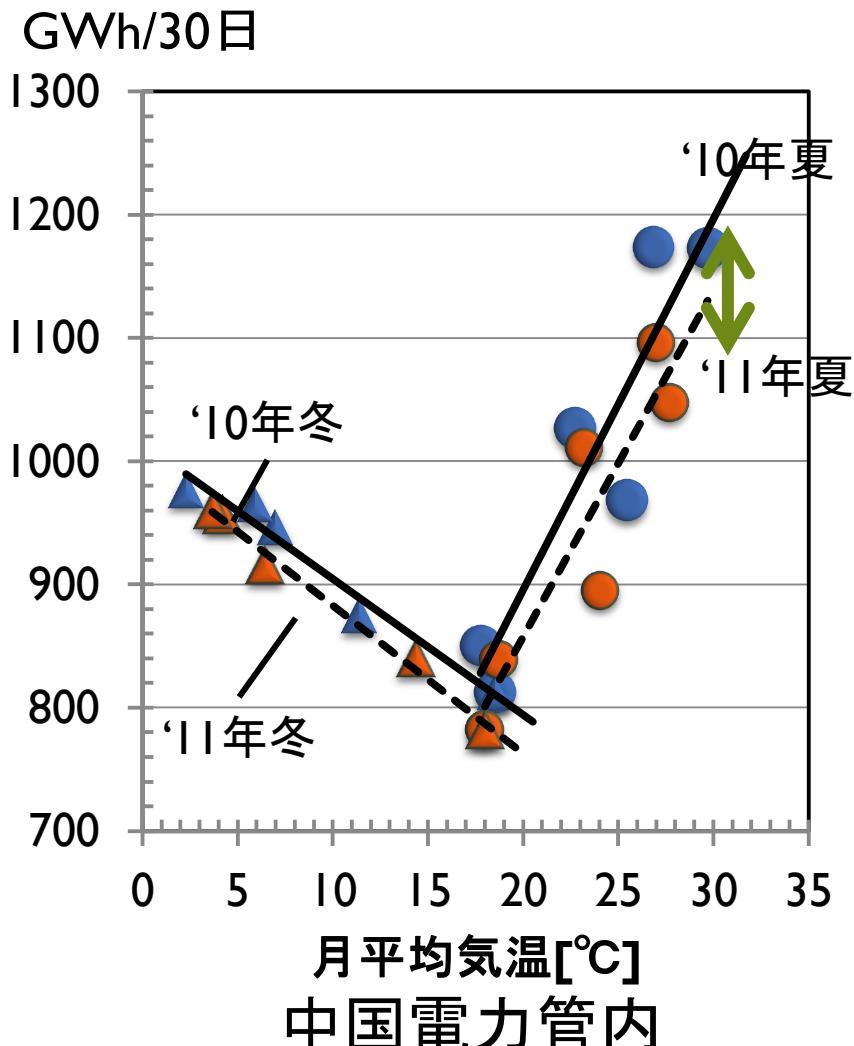
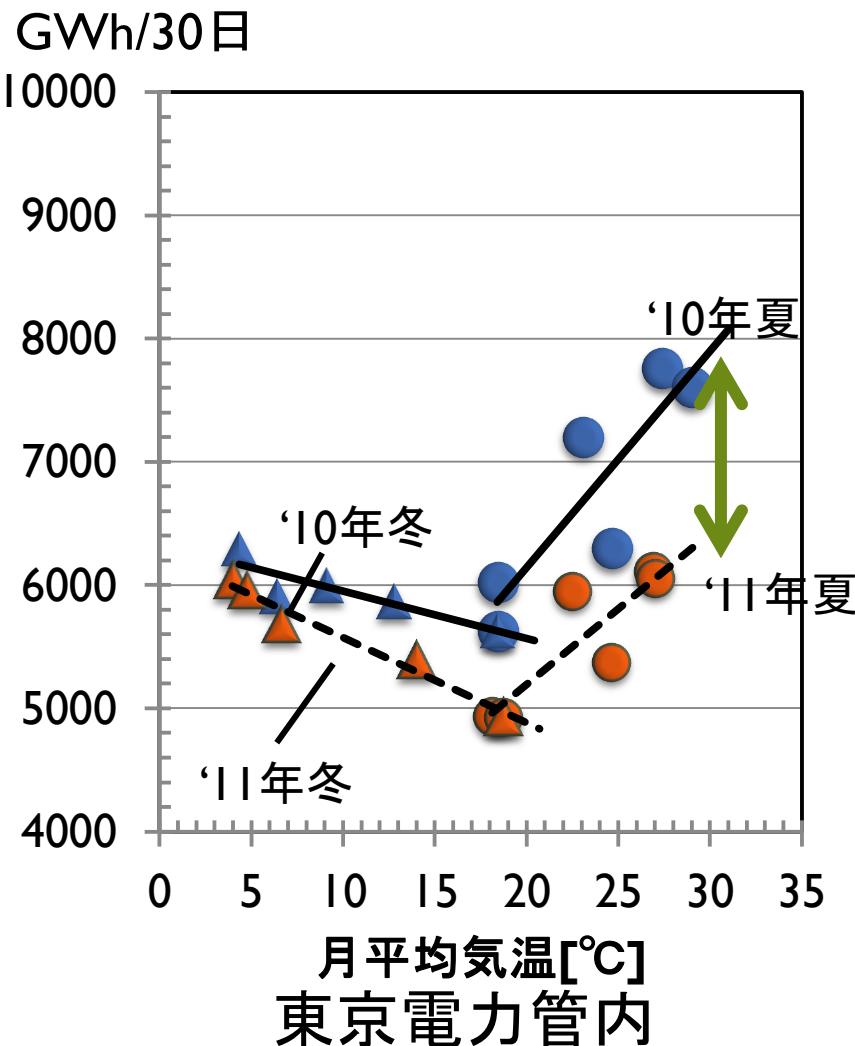
kWh/(口・30日)



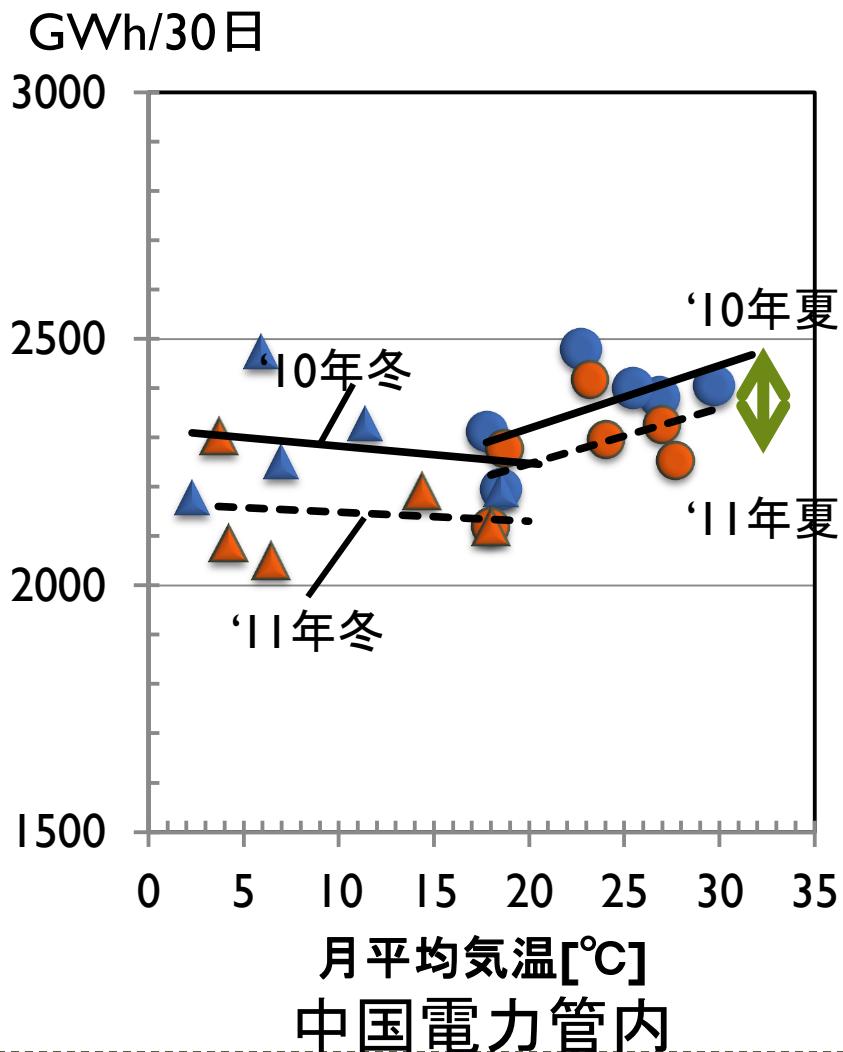
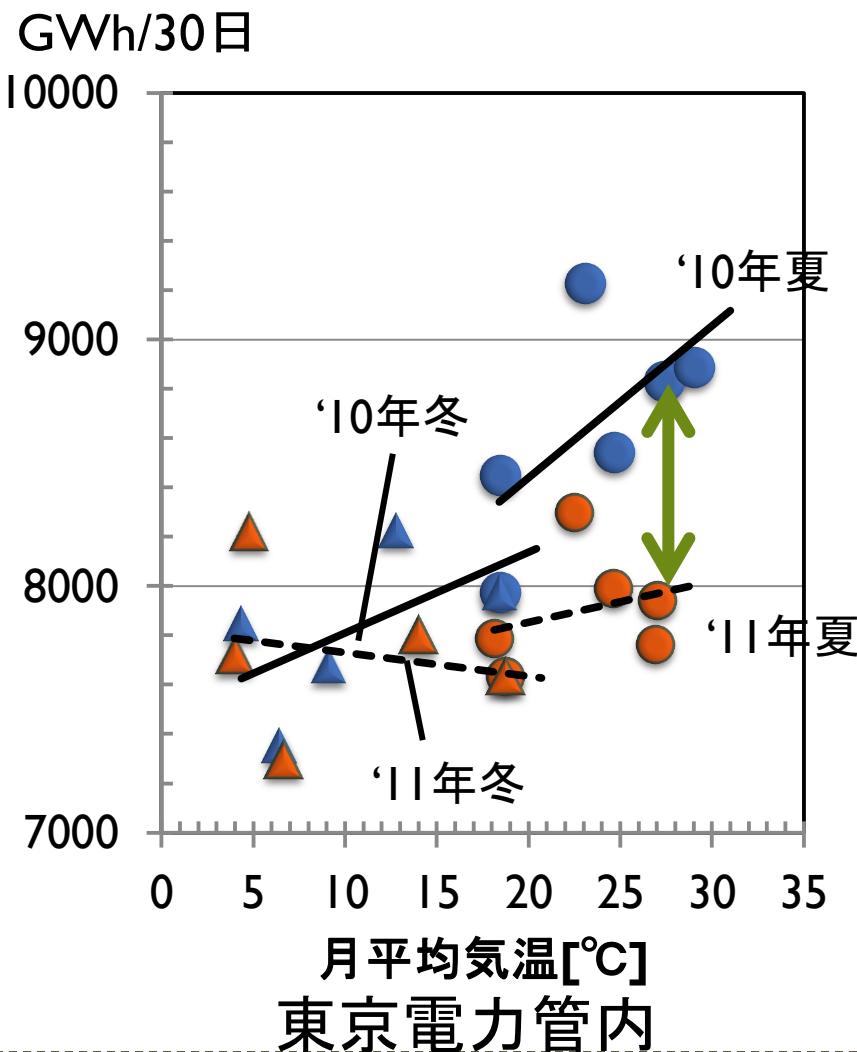
kWh/(口・30日)



# 震災前後の電力消費量の変化（業務部門）



# 震災前後の電力消費量の変化（産業部門）

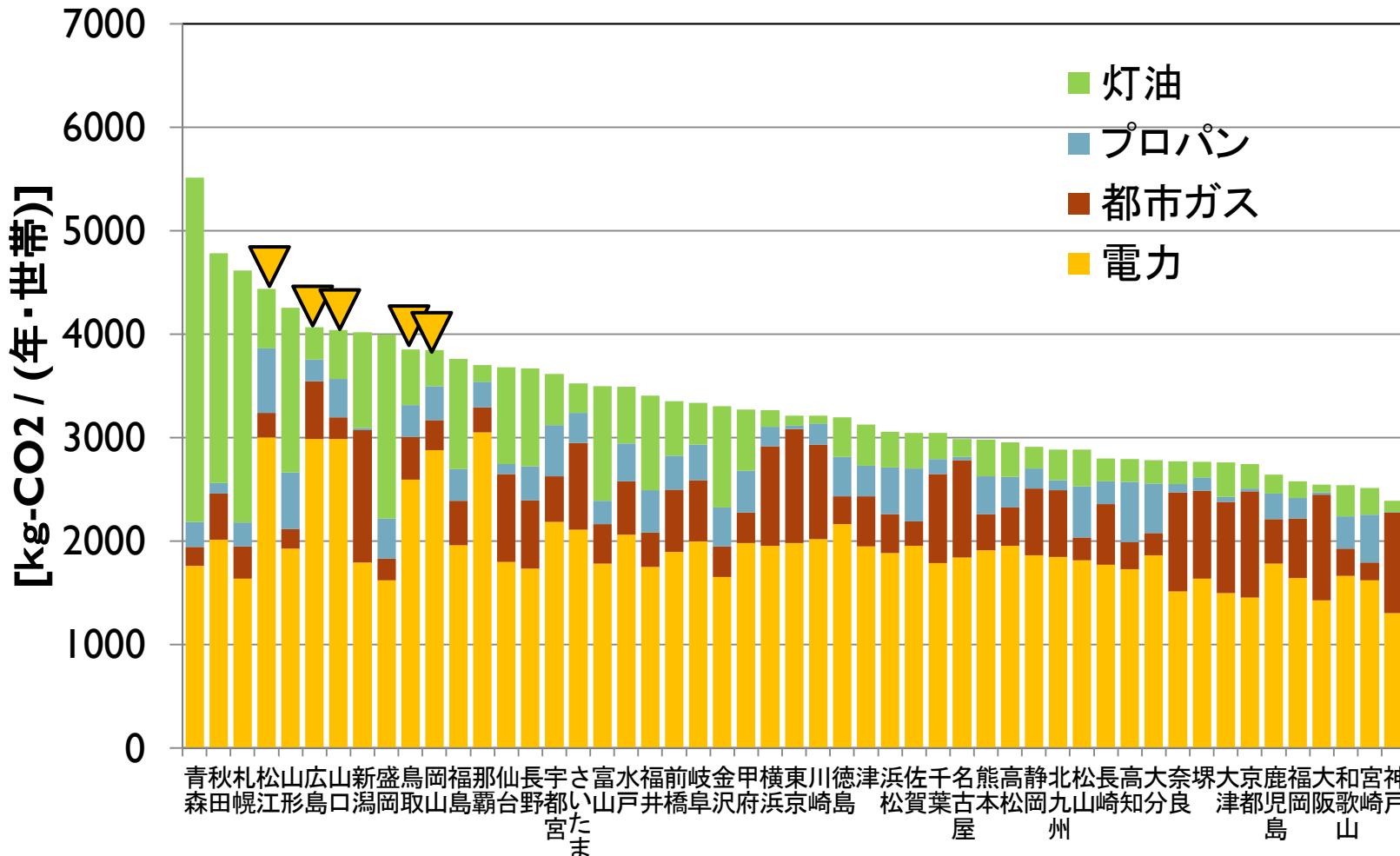


▶ 23 産業部門に関しては単純に気温だけでなく鉱工業生産指数等との相関を見るべき

# 東日本大震災後の電力消費の傾向

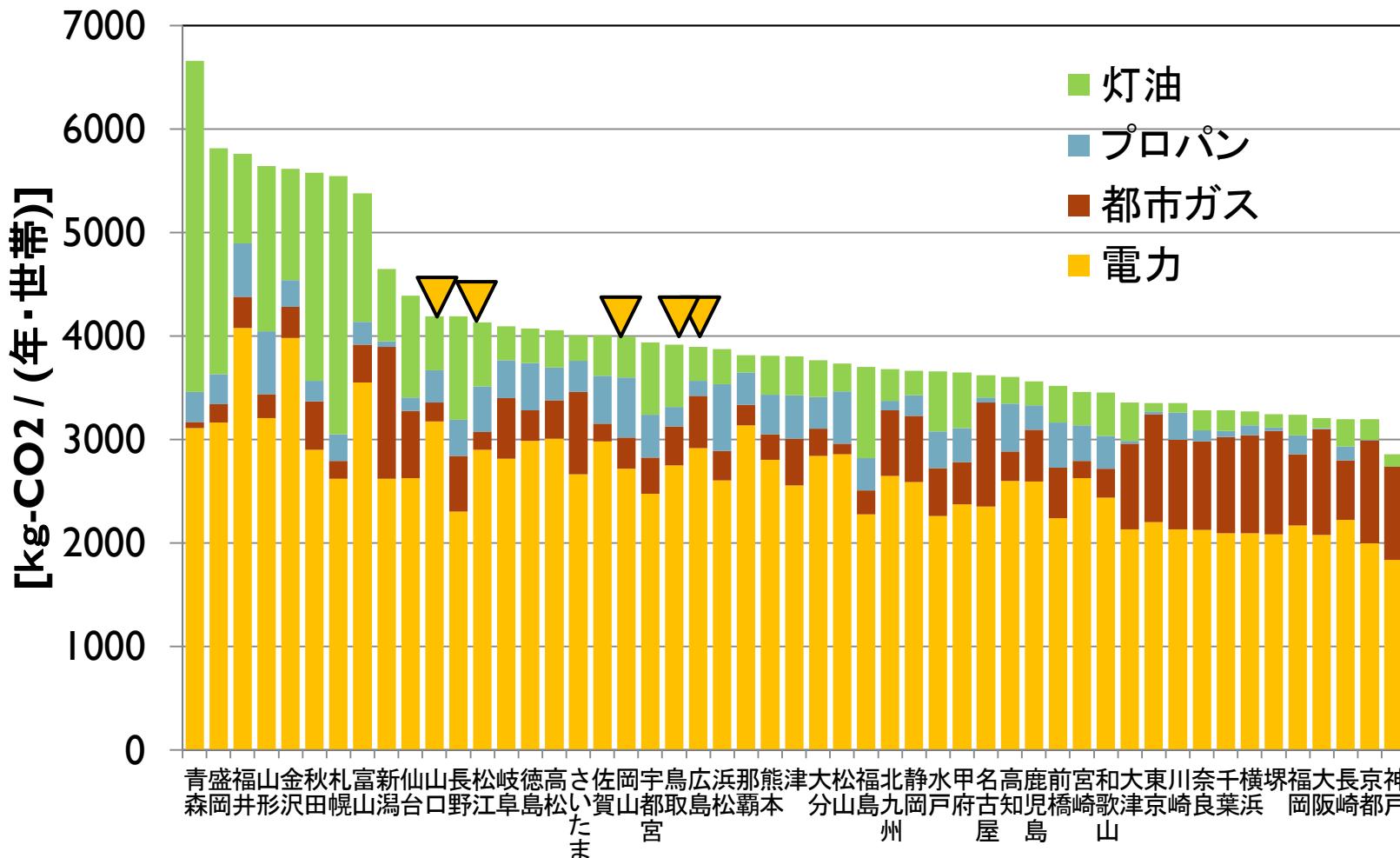
- ▶ ピーク時への対応(全部門合計)
  - ▶ 原発停止後の電力逼迫に対応し、ピーク時の節電が実施されている
  - ▶ ただし、季節差、地域差が大きい
- ▶ 部門別の総電力消費量
  - ▶ 住宅部門：震災後節電が進んだとは言えない
  - ▶ 業務部門：夏期の東京のみ節電推進
  - ▶ 産業部門：景気→生産量の影響があるため、節電効果は明確にはわからない
- ▶ まとめ
  - ▶ 電力逼迫への対応、すなわちピーク時対応(ピークシフト)のみ
    - ▶ “kW”の節電は進んだが、“kWh”の節電は進んでいない
  - ▶ 環境問題への対応、すなわち総電力消費量の低減は進んでいない
    - ▶ むしろ、火力発電依存が進んだため、CO<sub>2</sub>排出量は増加

# 中国地方各都市の位置づけ (住宅部門, CO<sub>2</sub>換算, 2010年)



※電力に関しては環境省「平成22年度の電気事業者ごとの実排出係数・調整後排出係数」(2012年1月17日)にもとづく

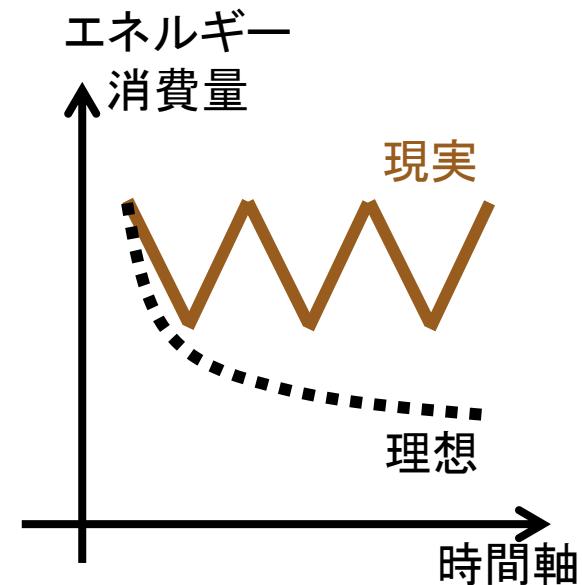
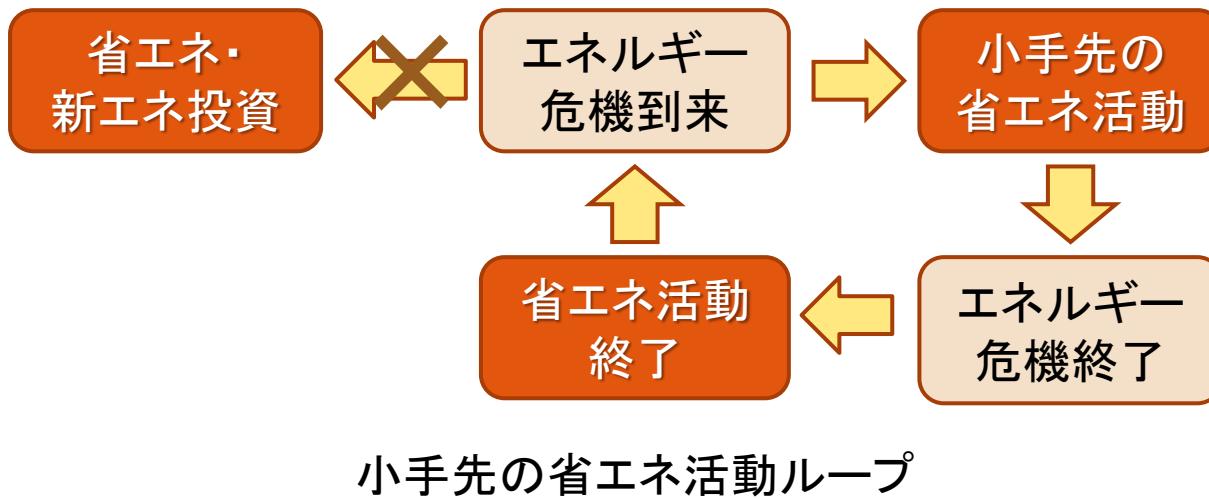
# 中国地方各都市の位置づけ (住宅部門, CO<sub>2</sub>換算, 2011年)



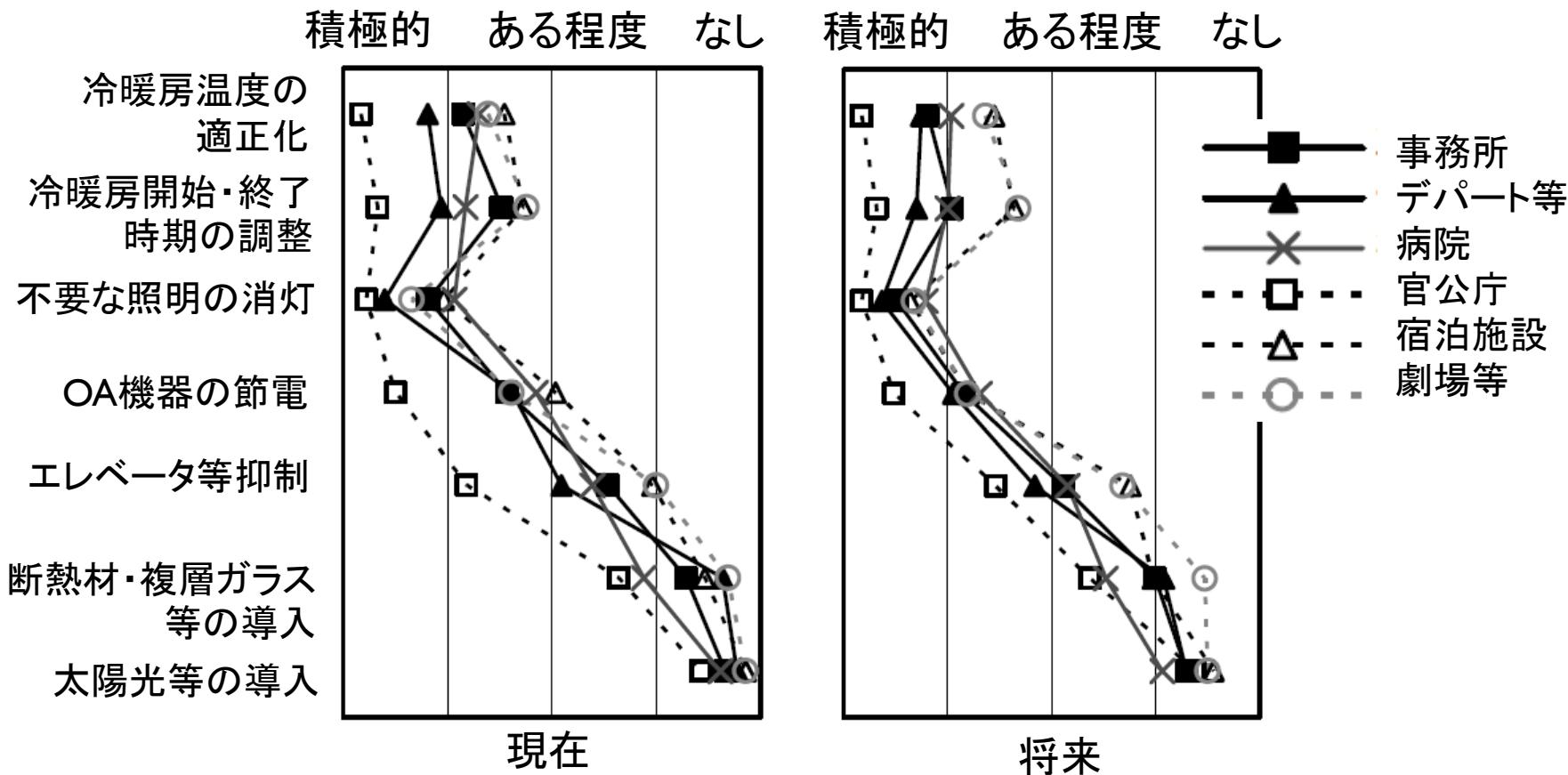
※電力に関しては環境省「平成23年度の電気事業者ごとの実排出係数・調整後排出係数」(2012年11月6日)にもとづく

# 企業（&一般世帯）の省エネ行動の傾向

- ▶ 小手先の省エネルギー活動なら取り組む
  - ▶ お金がかからないから
- ▶ 省エネ・新エネ投資を避ける
  - ▶ 「投資回収期間3年」の壁
  - ▶ 中小企業ではそもそも初期投資の余裕がない



# 中四国の業務ビルにおける省エネ取組実態



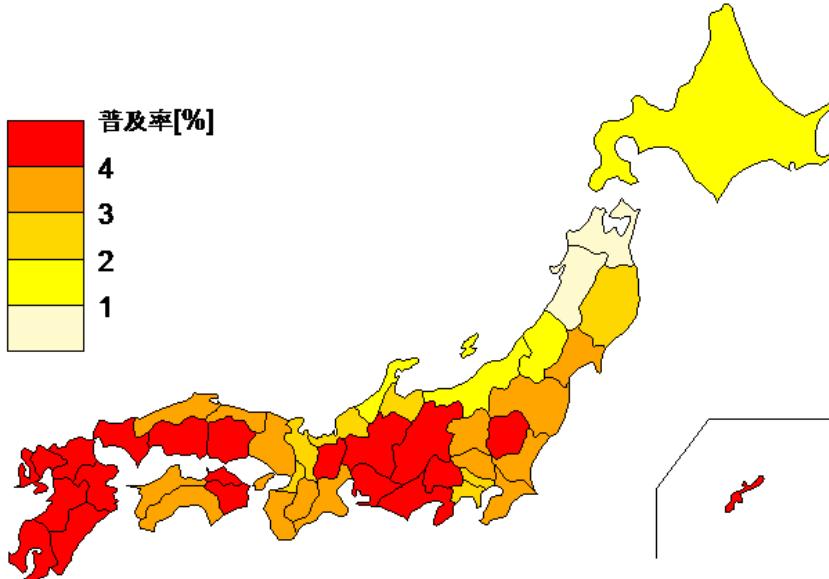
出典：池田大輔ほか、日本建築学会大会学術講演梗概集、2009年8月、pp.1157 - 1158

費用のかかる省エネ投資には現在も将来も積極的ではない

# 家庭の取り組み：省エネ投資

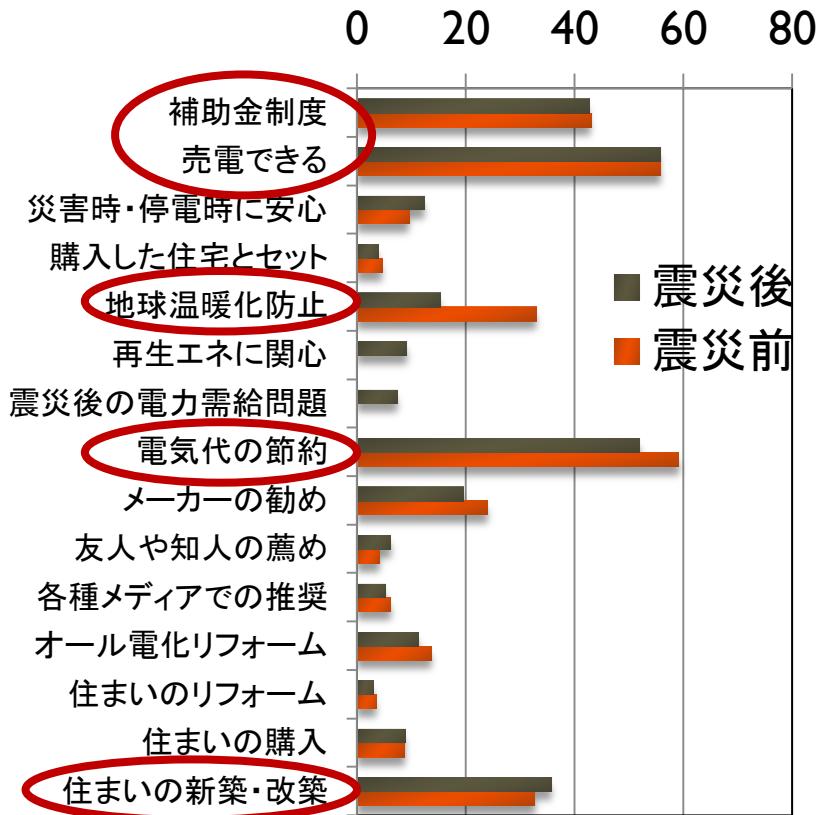
2011年度末の  
住宅用太陽光発電普及率

普及率[%]



※中国経済産業局資料より作成

導入理由またはきっかけ  
複数回答(回答率[%])

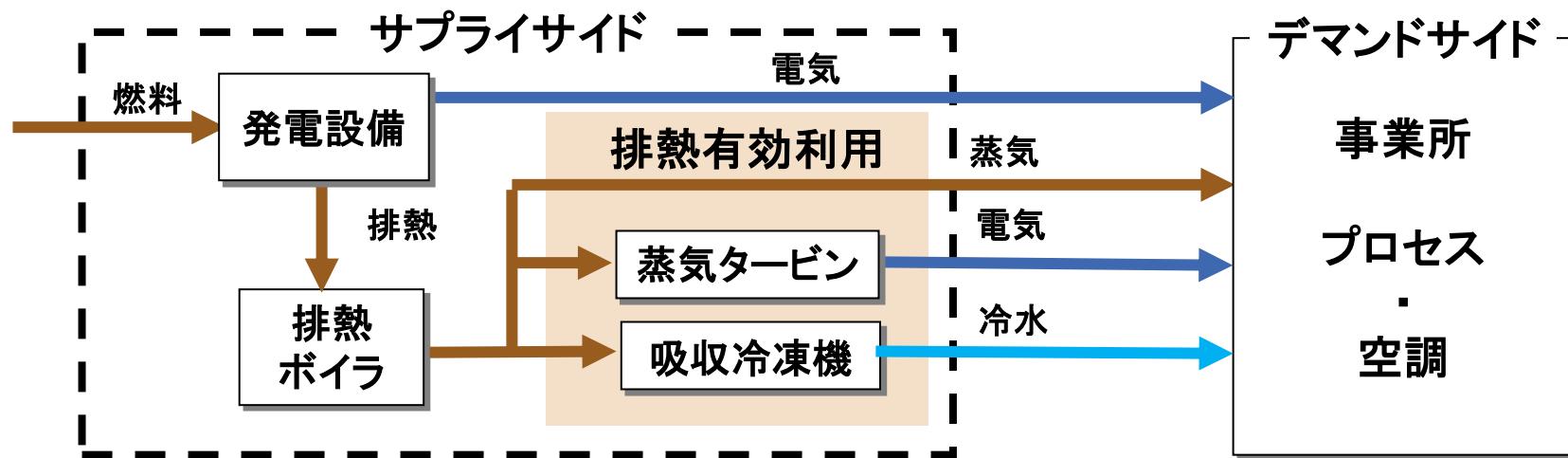


※福代：東日本大震災前後における太陽光発電システム導入世帯のエネルギー意識と電力消費量の変化より

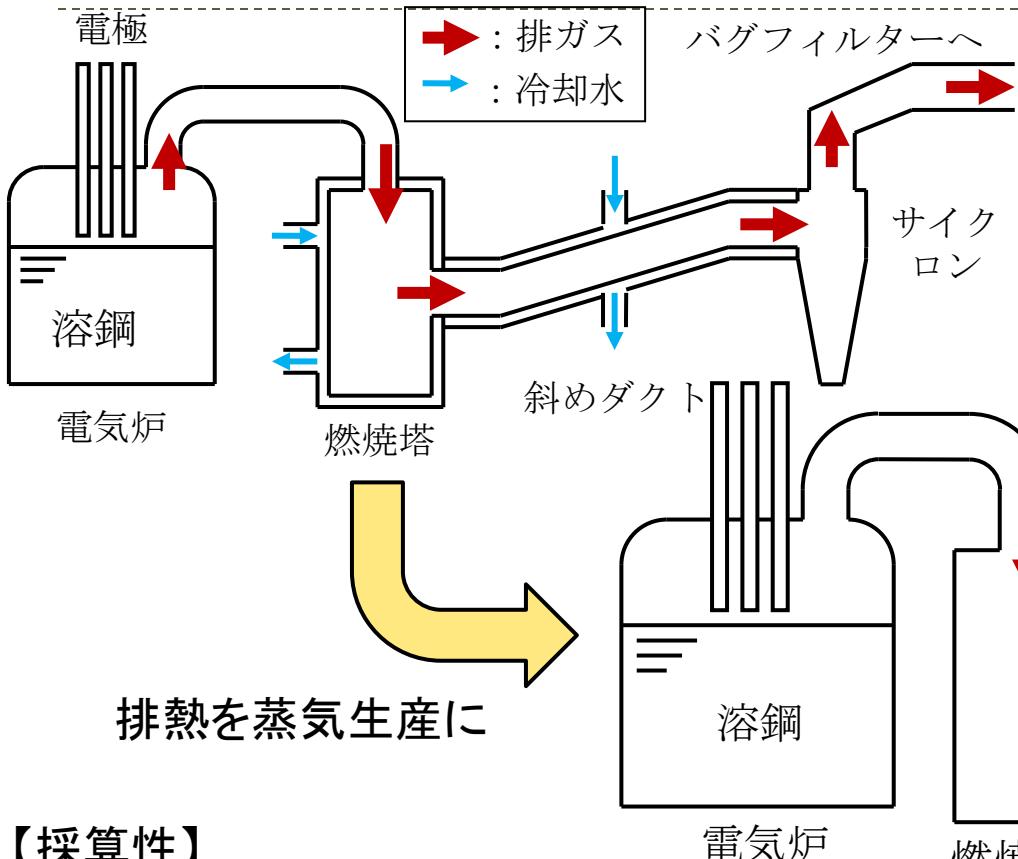
# 企業の取り組み：大規模投資を伴う省エネ施策

## ▶ 「3年回収」の壁さえ取り除ければ…

- ▶ 大量に熱を使用する事業所(化学・製鉄等)
  - ▶ コジェネで熱電併給
  - ▶ 排熱回収で蒸気生産/発電
- ▶ 電気のみ使用するが、建屋が広大な事業所(製造・倉庫等)
  - ▶ 屋根面に太陽光発電システム設置

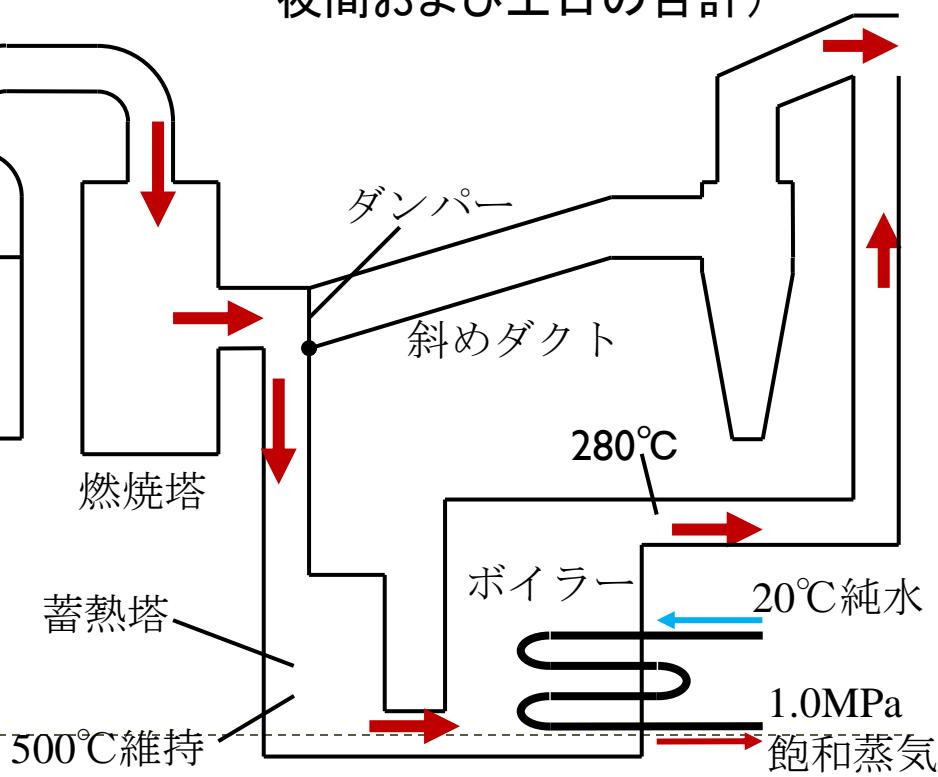


# プラントレベルの省エネ例：電炉排熱回収



## 【採算性検討条件】

- 粗鋼生産量80t/hの電気炉
- ⇒蒸気生産11.9t/h
- 他事業所への蒸気販売価格：  
1,000～2,000円/t
- 電気炉年間稼働時間:4,000h(平日  
夜間および土日の合計)



## 【採算性】

- 収入: 47,600,000～95,200,000円/年
- 排熱回収システム建設費+設備費 =  
3億円
- ⇒投資回収年数: 3.2～6.3年

# ESCOという解決策

契約形態	エネルギー削減量の保証	
	Shared Savings (ESCO/S) 節減額分与契約	Guaranteed Savings (ESCO/G) 節減量保証契約
概念図	<p>The diagram illustrates the Shared Savings ESCO (S) model. It shows two main parties: the ESCO事業者 (left) and the 顧客 (right). The ESCO事業者 provides services including省エネ診断 (Energy Audit), 設計施工 (Design and Construction), 保守 (Maintenance), and 檢証 (Verification of energy savings). These services are delivered to the 顧客's site, which contains 地盤 (Foundation), 燃料 (Fuel), and 運転 (Operation). The 顧客 receives省エネサービス (Energy-saving services) and makes a payment for the省エネサービス対価支払 (Payment for energy-saving service costs). The ESCO事業者 also receives省エネ診断 (Energy Audit) fees from the 顧客.</p>	<p>The diagram illustrates the Guaranteed Savings ESCO (G) model. It shows two main parties: the ESCO事業者 (left) and the 顧客 (right). The ESCO事業者 provides services including省エネ診断 (Energy Audit), 設計施工 (Design and Construction), 保守 (Maintenance), and 檢証 (Verification of energy savings). These services are delivered to the 顧客's site, which contains 地盤 (Foundation), 燃料 (Fuel), and 運転 (Operation). The 顧客 receives省エネサービス (Energy-saving services) and makes a payment for theサービス費支払 (Payment for service fees). The ESCO事業者 receives a guaranteed payment for the guaranteed energy savings.</p>

# 地方自治体・政府の取り組み

---

- ▶ 従来からの省エネ・新エネ支援の継続
  - ▶ 省エネ・新エネ支援の仕組みを家庭&企業に最大限活用してもらう
- ▶ 「一国環境主義」からの転換
  - ▶ 日本だけ頑張っても地球環境問題は好転しない
  - ▶ 省エネ・環境技術の輸出を促進し、大量消費国の省エネ・CO<sub>2</sub>削減を図る(CDMの考え方)
  - ▶ 単なるインフラ輸出ではなく、投資として推進(GDP ⇒ GNI)
- ▶ エネルギー生産効率の高い産業構造への転換
  - ▶ 単位エネルギーあたりのGDPを高める
  - ▶ 省エネを進めて家庭が疲弊し、産業が衰えたら意味がない

# 省エネ・新エネ支援の仕組み（1）

## ▶ エネルギー使用合理化事業者支援事業

### ▶ 担当

- ▶ NEDO (H10～H22)
- ▶ SII(環境共創イニシアチブ)(H23～)

### ▶ 対象

- ▶ 既設の工場・事業場等における先端的な省エネルギー設備の導入
- ▶ 「技術の先端性」、「省エネルギー効果」、「費用対効果」で評価

### ▶ 金額

- ▶ 補助対象経費の1/3以内、補助金の上限は50億円/年度/件

## ▶ ネット・ゼロ・エネルギー・ビル実証事業(ZEB)

### ▶ 担当

- ▶ SII(環境共創イニシアチブ)(H24)

### ▶ 対象

- ▶ ZEB(ネット・ゼロ・エネルギー・ビル)に資する高性能設備機器等の導入
- ▶ 省エネルギー性能の高い建物の新築・改築等

### ▶ 金額

- ▶ 補助対象経費の原則1/3以内、上限 5億円/件

# 省エネ・新エネ支援の仕組み（2）

## ▶ 国内クレジット制度

- ▶ H20年10月から開始

### ▶ 内容

- ▶ 自主行動計画外組織・団体（中小企業等）が行った温室効果ガス排出削減量を認証
- ▶ 自主行動計画や試行排出量取引スキームの目標達成に活用

### ▶ 対象

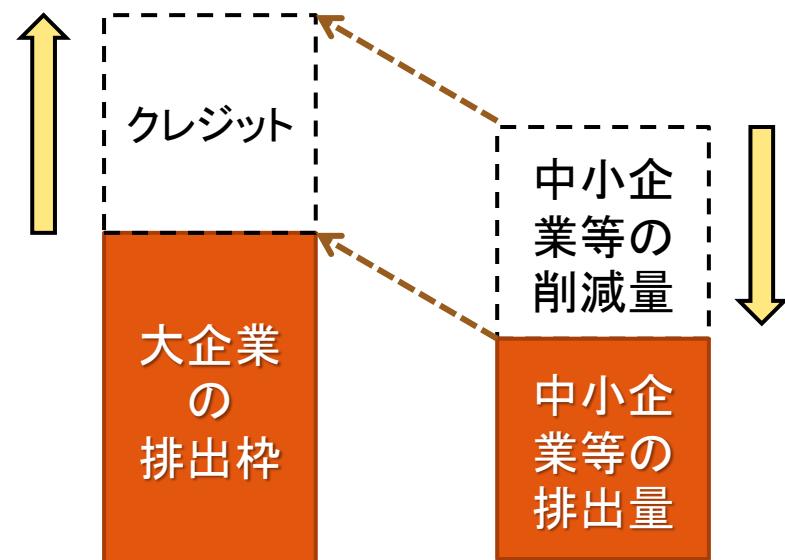
- ▶ 中小企業
- ▶ 農林（森林バイオマス）
- ▶ 民生部門（業務その他、家庭）
- ▶ 運輸部門

### ▶ 方法論

- ▶ 省エネ・新エネ各種技術導入
- ▶ 各種補助金と併用可能

### ▶ 取引価格

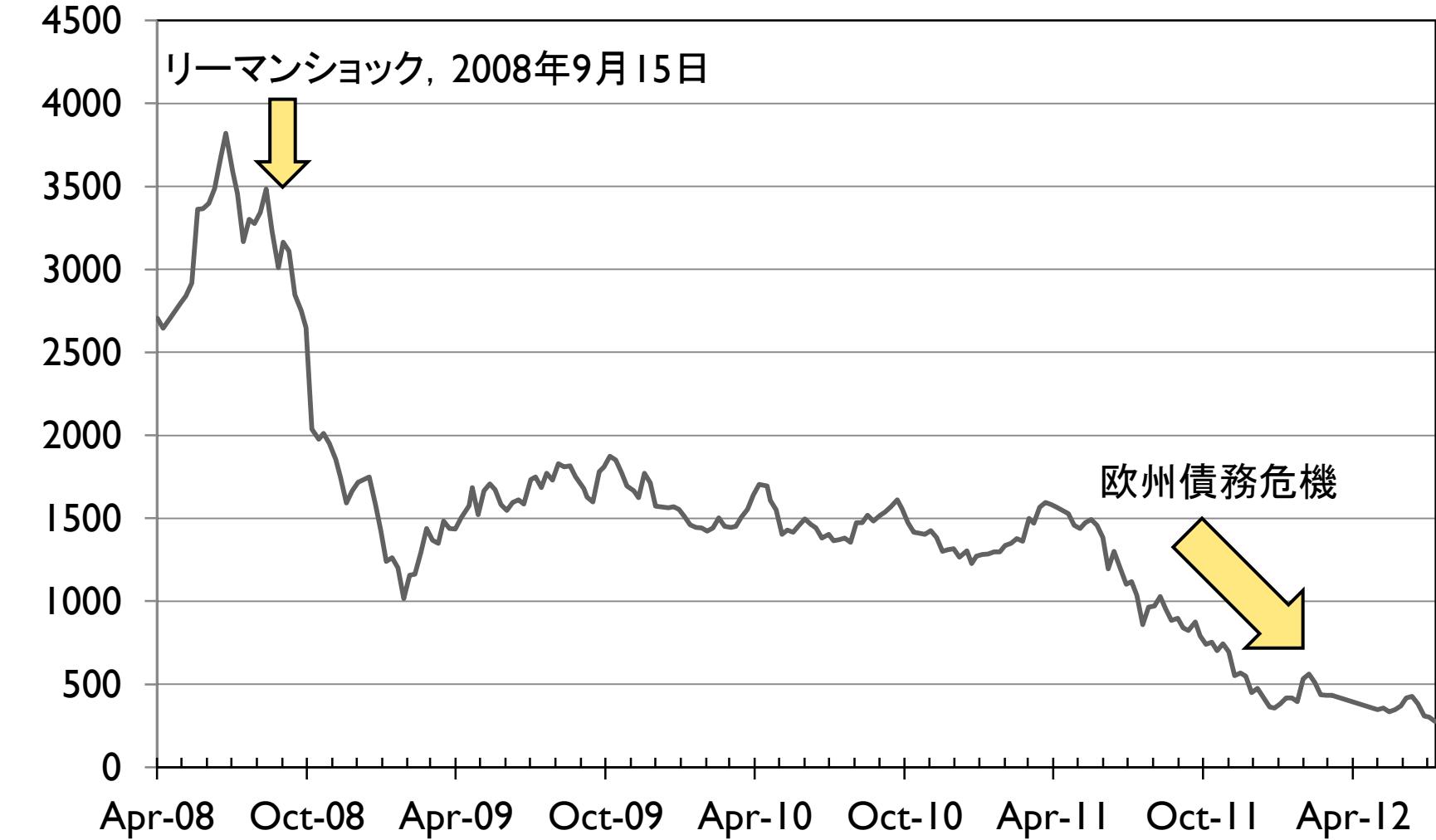
- ▶ 売り手と買い手で決定



# 日経・JBIC排出量取引参考気配

単位[円/t-CO<sub>2</sub>]

※2012年7月31日公表停止

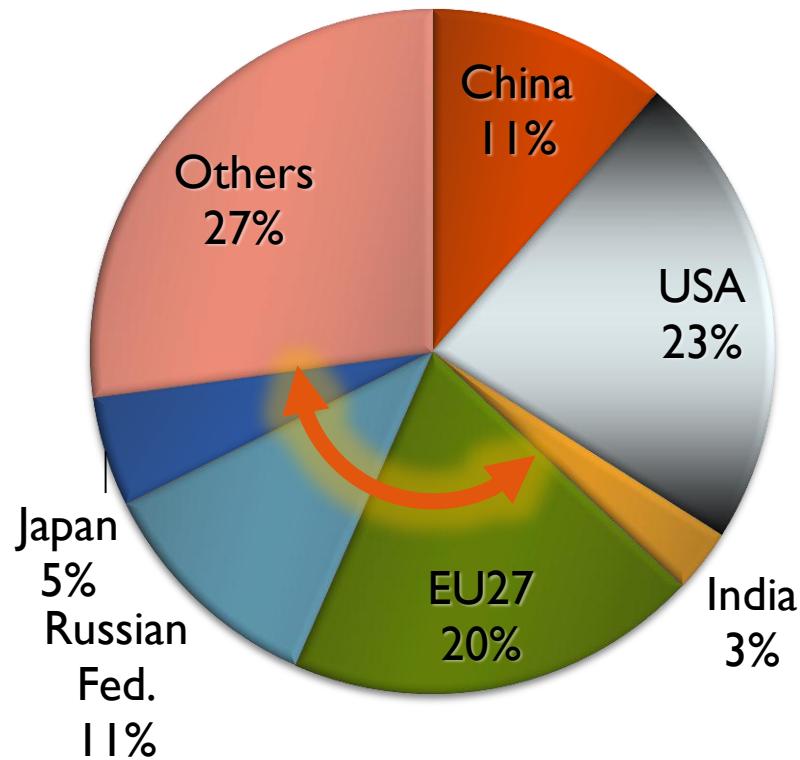


# 一国環境主義からの転換

1990年のCO<sub>2</sub>排出量の状況

総量: 22,060,863kton CO<sub>2</sub>

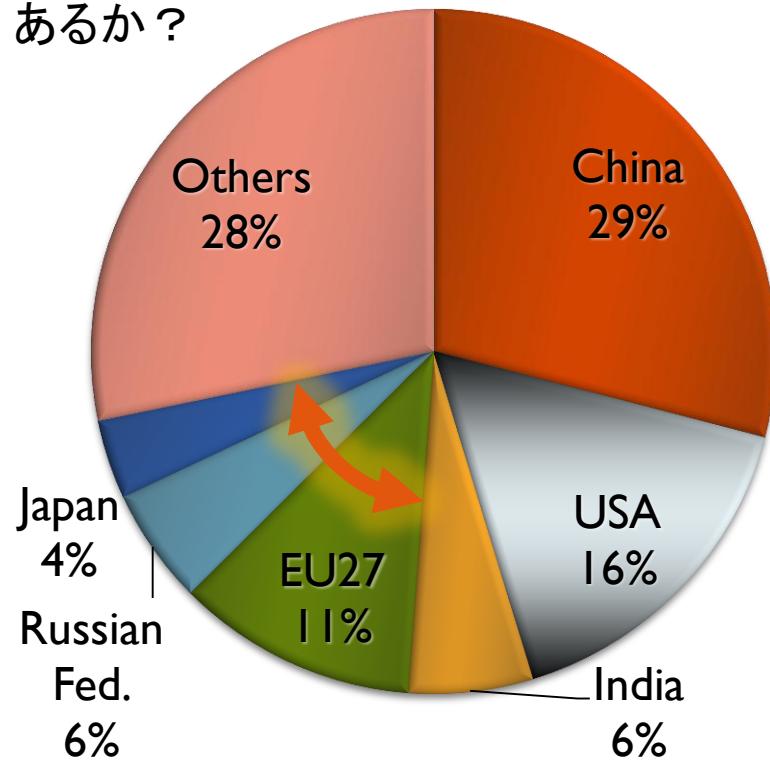
実際は日本のみが削減義務



2011年のCO<sub>2</sub>排出量の状況

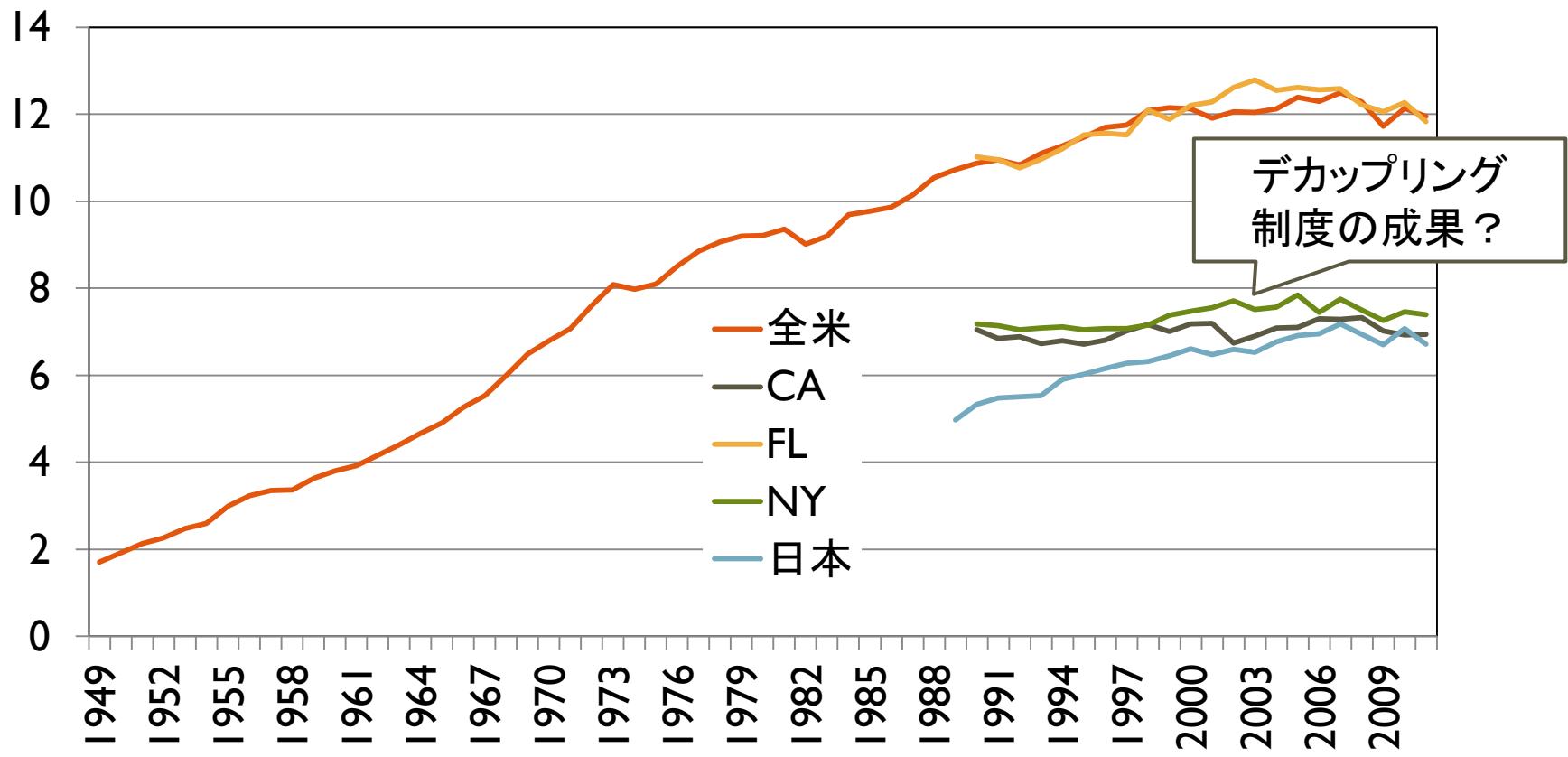
総量: 33,376,327kton CO<sub>2</sub>

日本のみ削減してどの程度意味があるか?



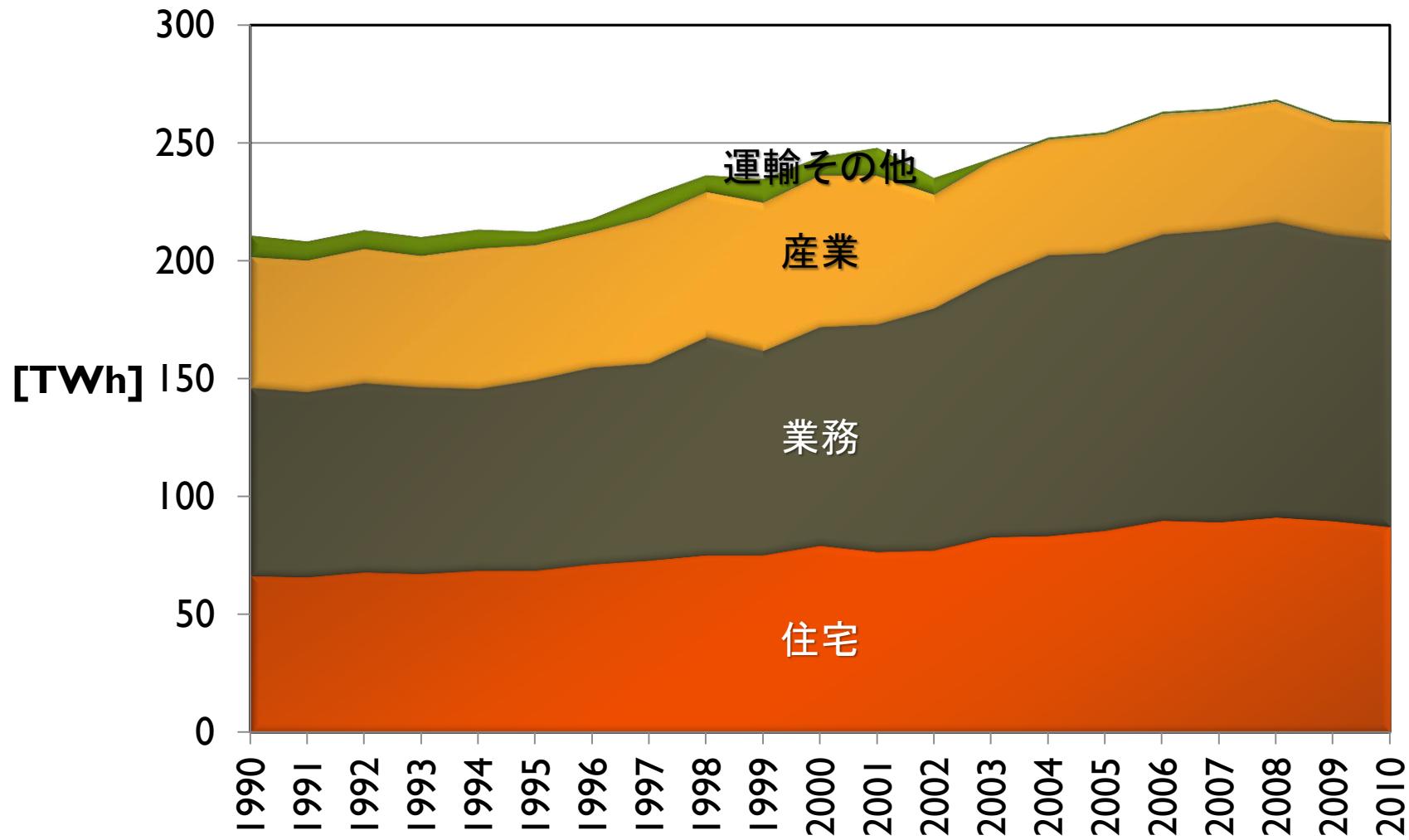
# 海外の状況：日本は本当に省エネ先進国か？ 全米, CA, FL, NYの一人当たり年間電力消費量

[MWh]



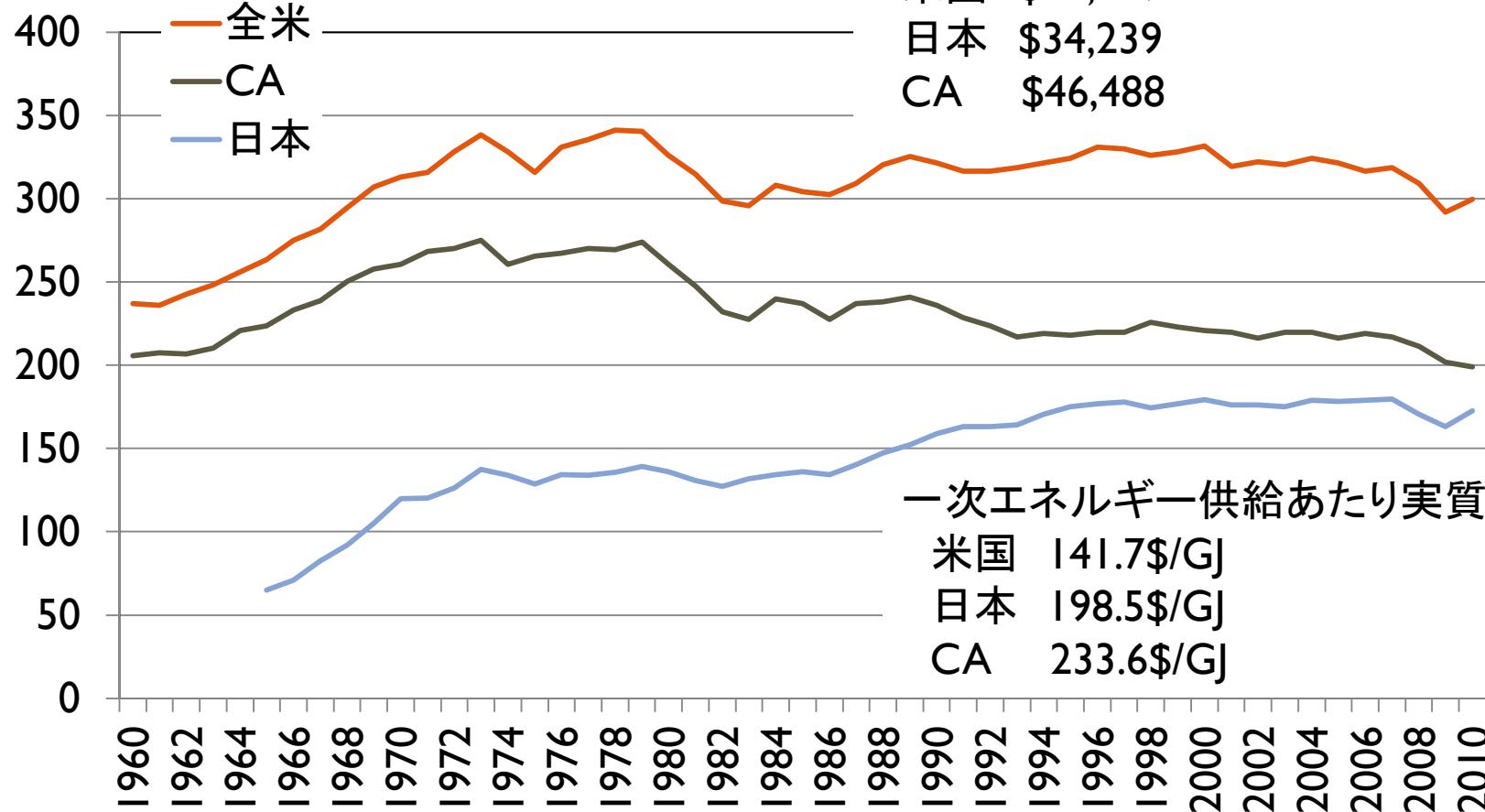
DOE, EIAデータより

# カリフォルニア州の年間電力消費量内訳



# 日米、CAの一人当たり一次エネルギー供給量

[GJ]



一人当たりGDP (2010年, USD, PPP)

米国 \$42,429

日本 \$34,239

CA \$46,488

一次エネルギー供給あたり実質GDP

米国 141.7\$/GJ

日本 198.5\$/GJ

CA 233.6\$/GJ

エネルギー白書およびDOE-EIAデータより算出

# まとめ

- ▶ 「エネルギー価格は高騰、地球環境問題は深刻化」というシビアな長期見通し(全主体)
  - ▶ 悪い方に考えておくと後々の被害が少ない
- ▶ 省エネ長期計画立案と省エネ・新エネ投資の必要性(家庭&企業)
  - ▶ 小手先の省エネでは何も変わらない
  - ▶ 省エネ・新エネ支援の仕組みを最大限活用
    - ▶ ただし排出権取引等には過度の期待を寄せない
- ▶ 現状の思考パターンを変える必要性(全主体)
  - ▶ 3年程度のスパンで意思決定を行う経済活動の思考パターン
  - ▶ 10~20年程度のスパンで意思決定を行う環境・エネルギーの思考パターン
    - ▶ 参考:昔の経済人は数十年単位で経営を考えた
  - ▶ 一国環境主義からの転換
    - ▶ 日本だけで省エネ・CO<sub>2</sub>削減を図っても世界への貢献はほとんどできない
    - ▶ 同じエネルギー消費量でより多くの富を生み出す(エネルギー生産効率の向上、カリフォルニア州を参考に)

# 様々な主体におけるエネルギー・マネジメント

主体	目的	施策
家庭(住宅部門)	生活の質を維持しながら省エネ／地球環境保護	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 省エネ活動</li><li>・ 省エネ投資(太陽光発電, 燃料電池)</li></ul>
企業(業務／産業部門)	利益を上げながら省エネ／地球環境保護	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 省エネ活動</li><li>・ 省エネ投資(太陽光発電, コジェネ)</li></ul>
地方自治体・政府	国益を守りながら省エネ／地球環境保護	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 省エネ・新エネ支援</li><li>・ 一国環境主義から省エネ・環境技術輸出へ</li><li>・ エネルギー生産効率の高い産業への構造転換</li></ul>