

# エネルギーと環境

平成25年度フレッシュマンセミナーI  
担当 中村

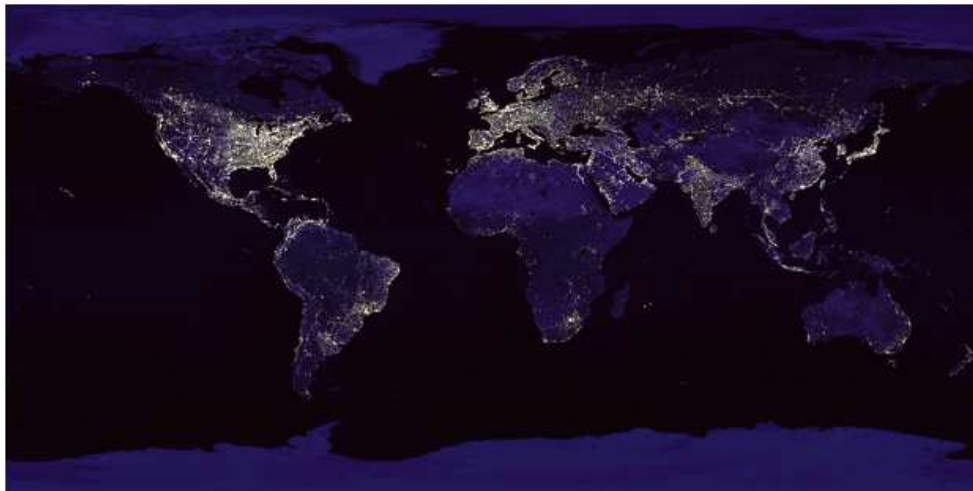
1

## お話の内容

- 0. はじめに
- 1. エネルギーについて
  - 2. 世界のエネルギー事情について
  - 3. 国内のエネルギー事情について
- 4. 地域とエネルギーについて
  - 5. エネルギー資源の埋蔵量について
- 6. 地球とエネルギー
- 7. 再生エネルギーについて
- 8. エネルギーと暮らし

2

## 宇宙から見た地球の夜



出典：四国電力HP

3

## 鹿児島大学1、2年生向けの環境に関わる授業

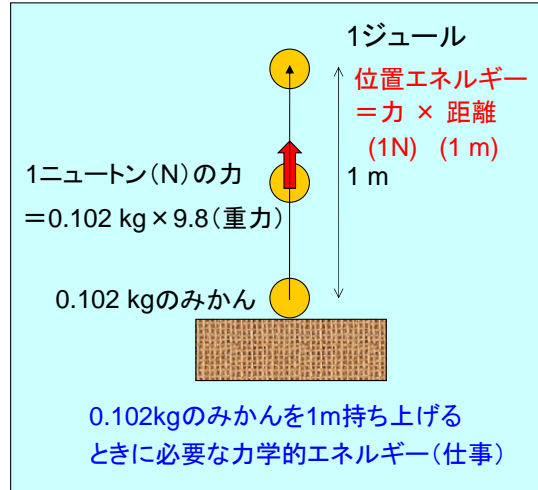
1	2012	分野1	環境文学入門	新福豊実	全	
2	2012	分野2	現代社会と環境教育	小栗有子	全	
3	2012	分野3	地球と環境	河野元治	文系	
4	2012	分野3	人間と環境の心理学	園田美保	全	1期
5	2012	分野3	きれいな環境とエネルギーをめざして	楠元芳文	全学部	1期
6	2012	分野3	エネルギー環境教育論(入門)	萩原豪	全学部	1期
7	2012	分野3	環境汚染昨日・今日・明日	安藤哲夫	全学部	1期
8	2012	分野3	自然環境保全と世界遺産	岡野隆宏	全学部	1期
9	2012	分野3	環境教育・ESD論(入門)	萩原豪	全学部	1期
10	2012	分野3	地域環境エネルギー論	佐藤正典	全	1期
11	2012	分野3	鹿児島探訪-環境-	榊原邁	全学部	1期
12	2012	分野3	屋久島の環境文化I-植生-	相場慎一郎	全学部	1期
13	2012	分野3	屋久島の環境文化II-生き物-	坂巻 祥孝	全学部	1期
14	2012	分野2	屋久島の環境文化IV-生活と文化-	門久義・桑原季雄	全学部	2期
15	2012	分野3	環境教育・ESD論(基礎)	萩原豪	全学部	2期
16	2012	分野3	エネルギー環境教育論(基礎)	萩原豪	全学部	2期
17	2012	分野5	屋久島の環境文化III-産業-	門久義・岡野隆宏	全学部	2期
18	2012	分野3	環境教育・ESD論(応用)	萩原豪	全学部	3期
19	2012	分野3	環境教育・ESD論(実践)	萩原豪	全学部	4期

# 1. エネルギーについて

**エネルギー:**  
力、熱、化学、電気、磁気、  
光(電磁波)、生物、栄養、  
原子・原子核

**エネルギーの単位:**  
ジュール(J)、カロリー(cal)  
電子ボルト(eV)

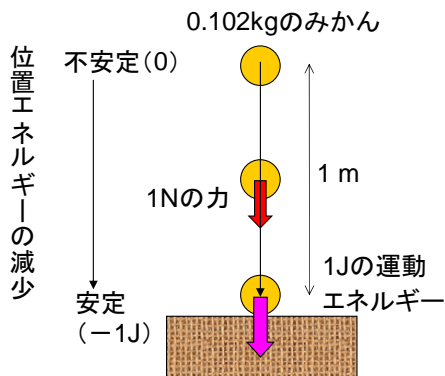
**工率、動力(電力)、パワー、  
仕事率:**  
単位時間あたりの出力(消費)  
エネルギー  
**1秒あたりの工率:ワット(W)**



1秒で持ち上げたとき

$$\text{工率 (仕事率)} = \frac{\text{エネルギー}}{\text{時間}} = \frac{1\text{J}}{1\text{秒}} = 1\text{W}$$

## 力学的エネルギー

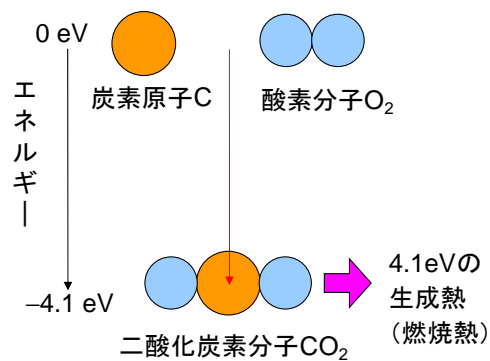


持ち上げたみかんを手から離したとき、みかんは落下していく。

落下して陳列棚にぶつかったときに衝撃を与える。

(ちなみに落下時間は0.45秒)

## 化学反応で発生するエネルギー



化学反応でより安定な物質を形成した場合には、余剰のエネルギーを放出する。

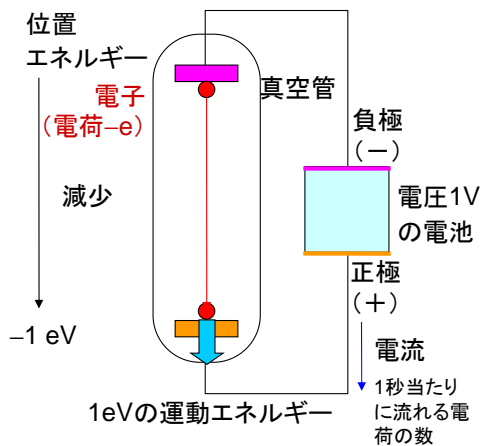
1 eVは $1.602 \times 10^{-19}$ Jに相当

炭素、水素、炭化水素、アルコール系の物質の燃焼熱

物質	化学式 (状態)	1モルあたりの 重さ(g)	1モルあたりの 燃焼(kJ)	1 kgあたりの 燃焼熱(MJ)
炭素	C(固体)	12.01	393.5	32.76
水素	H <sub>2</sub> (気体)	2.016	285.8	141.8
メタン	CH <sub>4</sub> (気体)	16.04	890.3	55.5
プロパン	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (気体)	44.10	2220	50.3
メチルアルコール	CH <sub>3</sub> OH(液体)	32.04	725.7	22.6
エチルアルコール	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH(液体)	46.07	1368	29.7
石炭 (輸入一般炭)				26.6
原油				1lあたり38.2
ガソリン				1lあたり34.6
LPガス				50.2
輸入天然ガス				54.5

※1モル =  $6.02 \times 10^{23}$ 個の原子あるいは分子からなる量、気体は22.4l  
 ※k(キロ) = 1000、1 kJ = 1000ジュール  
 ※M(メガ) = 100万、1 MJ = 100万ジュール

電気エネルギー



1 eVは $1.602 \times 10^{-19}\text{ J}$ に相当  
 電力(W) = 電圧(V) × 電流(A)  
 電流: 1A = 1秒当たり $0.624 \times 10^{19}$   
 個の電子の流れ

熱エネルギー

1) 微視的な見方  
 原子や分子などの粒子の運動、振動  
 あるいは回転のエネルギー

1 eVは11604 Kの温度に相当  
 1 eVは11331°Cの温度に相当



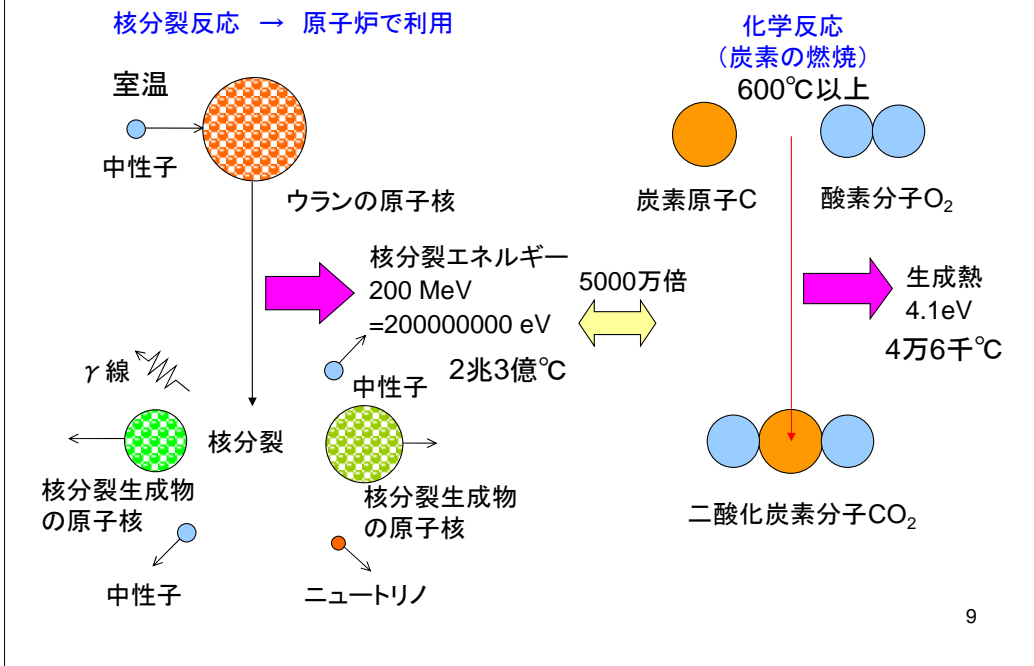
室温は0.025eVのエネルギーに相当

2) 巨視的な見方

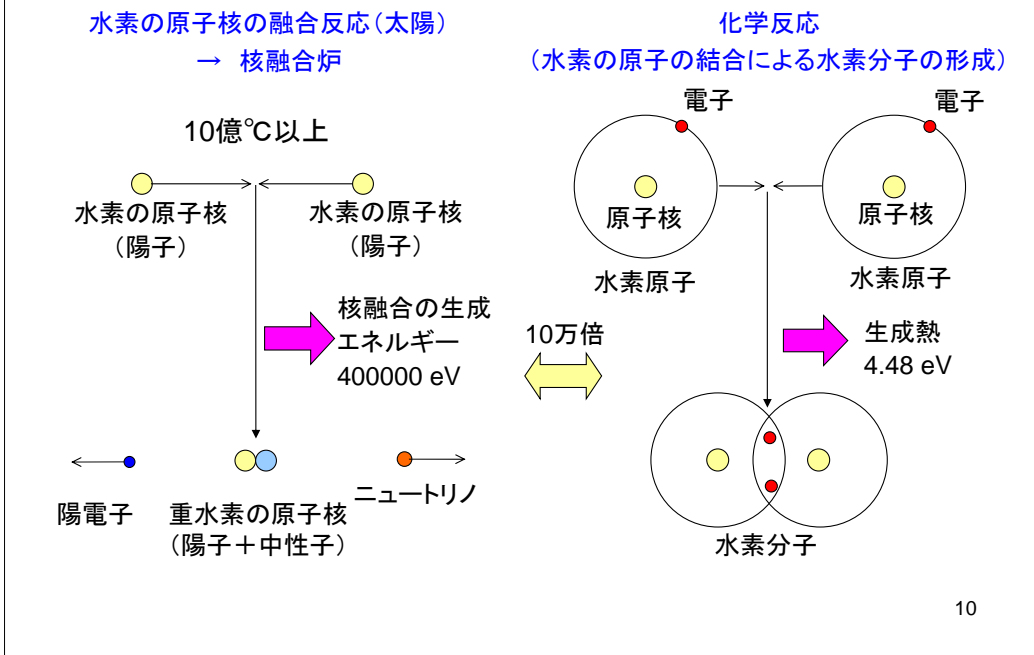
1ccの水を1°Cだけ温度を上げるのに  
 必要な熱量 = 1 cal(カロリー)

1 cal = 4.184 J  $\approx$  4.2 J

## 核エネルギー(核分裂)



## 核エネルギー(核融合)



【第 200-1-2】生活用品の製造にかかる間接エネルギー 出典：エネルギー白書2011

品目	生産工程	投入エネルギー (原油換算)	エネルギー	
			(×MJ)	(kWh)
米栽培 (玄米1kg)	栽培 → 収穫 → 出荷 →	0.35ℓ	13.4	3.7
洋服 (紳士ジャケット) 1着 (600g)	素材 → 布地製造 → 縫製 →	7ℓ	267	74.3
自動車 (1,800cc)	製鉄 → プレス (部品ごとの製造) → 加工・組立て →	1,442ℓ	55080	15300
住宅 (戸建・床面積100㎡)	製材 → 加工・組立て →	8,774ℓ	335200	93100
カラーテレビ (21型)	材料 (樹脂・電子部品) 製造 → 組立て → 輸送 →	38ℓ	1450	403
図書 1冊 (300グラム)	製紙 → 印刷 → 製本 →	0.55ℓ	21	5.8

(出所) 科学技術庁 (現文部科学省) 資源調査会報告「家庭生活におけるエネルギーの有効利用に関する調査報告書」(平成6年)

一世代あたりの電力消費量の推移



(注) 数値は3月電力会社平均値

出典：電気事業連合会

出典：「原子力・エネルギー」図面集2012 1-26-13

家庭の電気使用量が最低に 7月、節電が浸透 1世代あたり7.3%減  
2012/9/4 12:00日本経済新聞 電子版

7月の1世代あたりの電気使用量は前年同月と比べて7.3%減の342キロワット時となり、月間としては比較可能な2005年1月以降で最低となった。総務省がまとめた7月の家計調査でわかった。東日本大震災後の相次ぐ原子力発電所の稼働停止を受け、夏場の電力供給への不安が高まり、家庭で節電の取り組みが広がったことが裏づけられた。

【第 200-1-3】我が国のエネルギーバランス・フロー概要 (2009年度、単位 10<sup>15</sup>J)



(注1) 本フロー図は、我が国のエネルギーフローの概要を示すものであり、細かいフローについては表現されていない。

特に輸送部門内のフローは表現されていないことに留意。

(注2) 「石油」は、原油、NGL・コンデンセートの他、石油製品を含む。

(注3) 「石炭」は、一般炭、無煙炭の他、石油製品を含む。

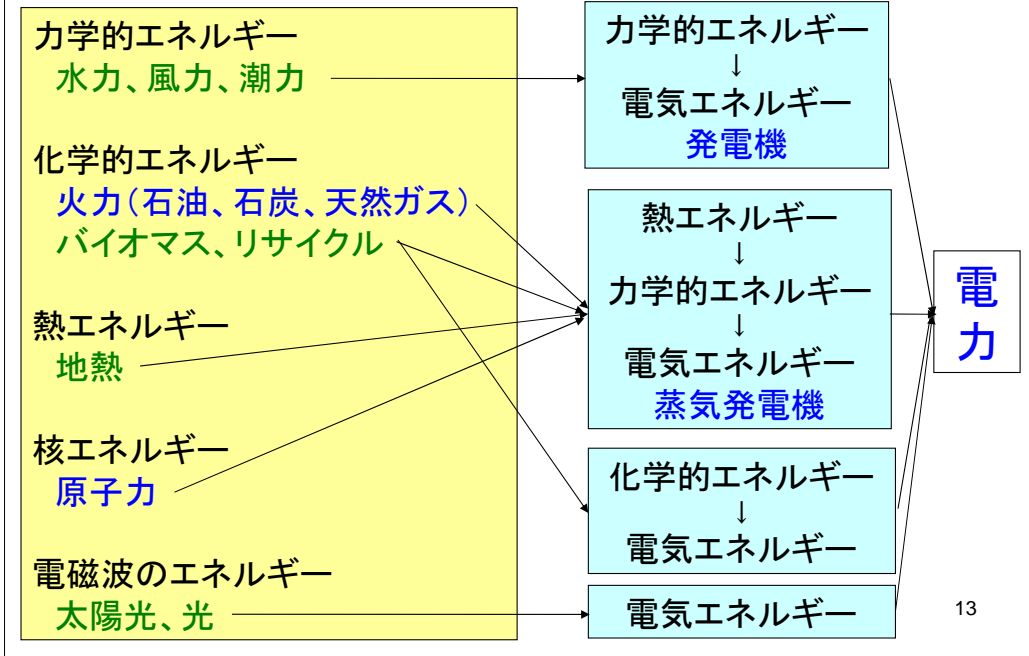
(注4) 「自家発電」の「ガス」は、天然ガス及び都市ガス。

(出所) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」

出典：エネルギー白書2011

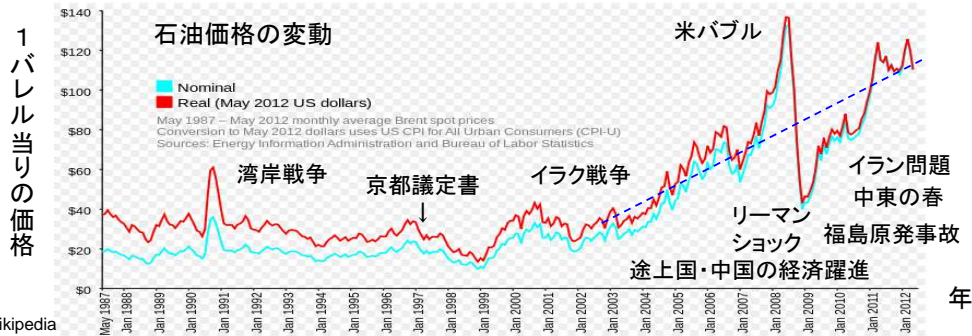
## エネルギー変換と電力

### エネルギー源



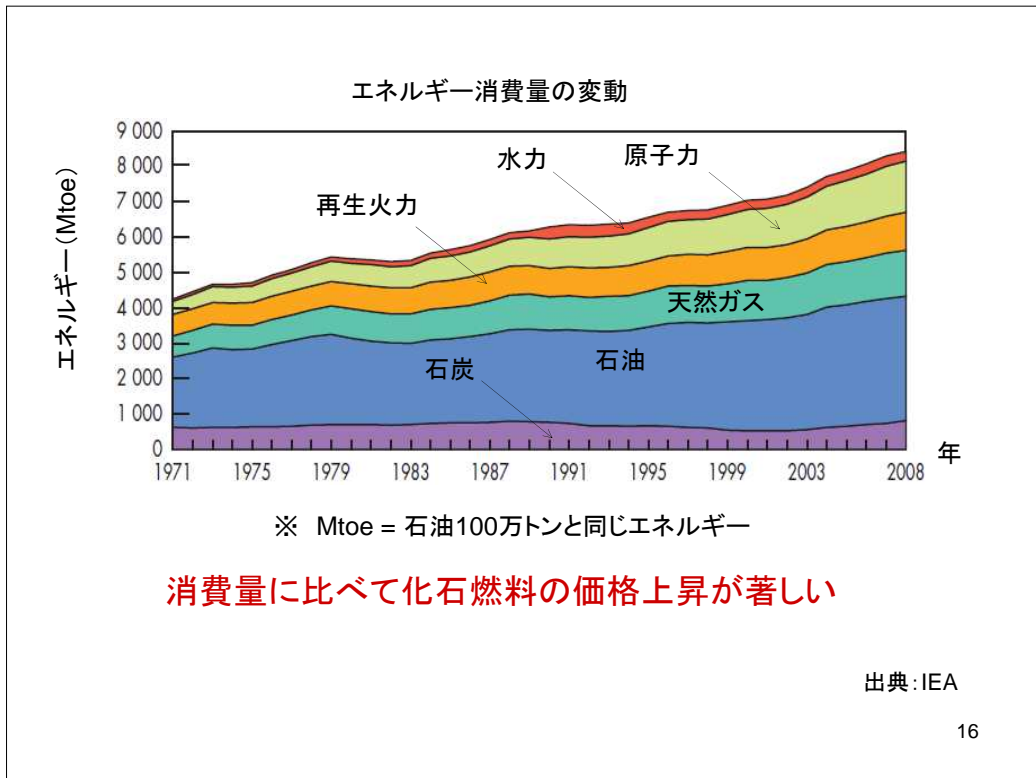
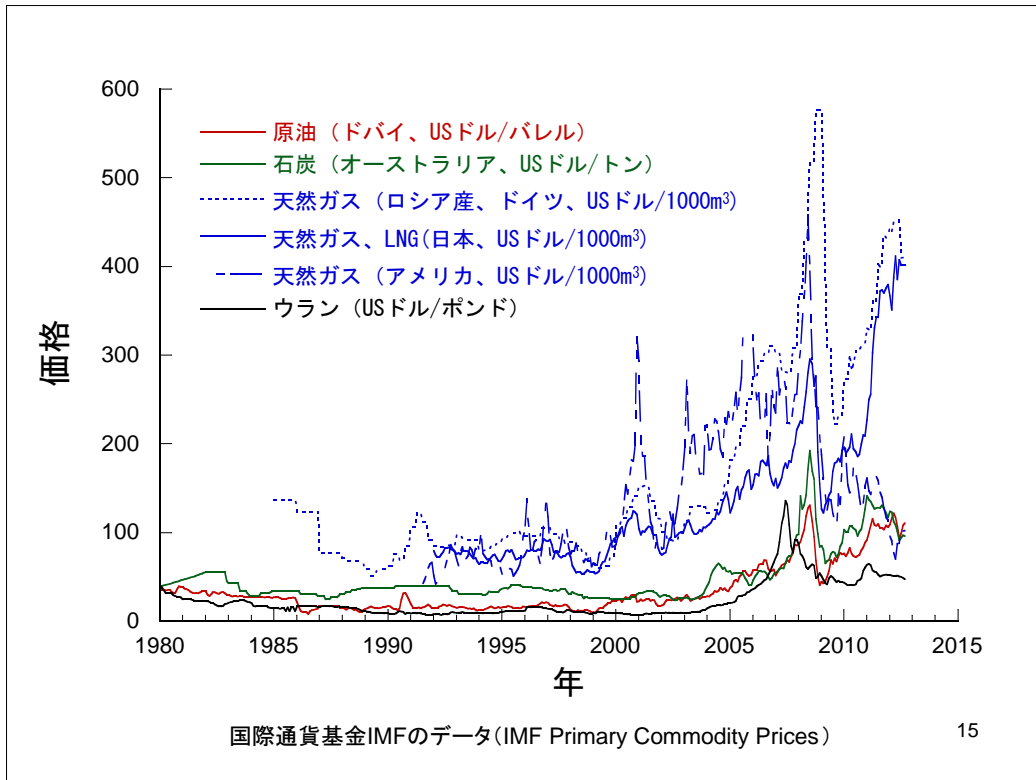
13

## 2. 世界のエネルギー事情

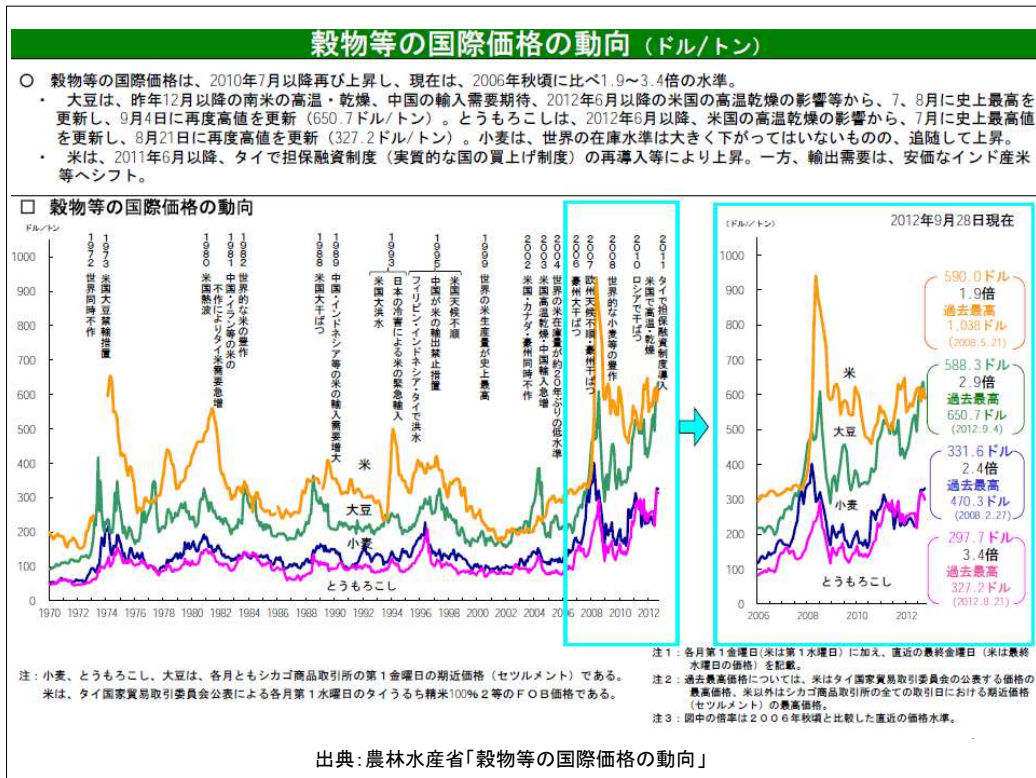
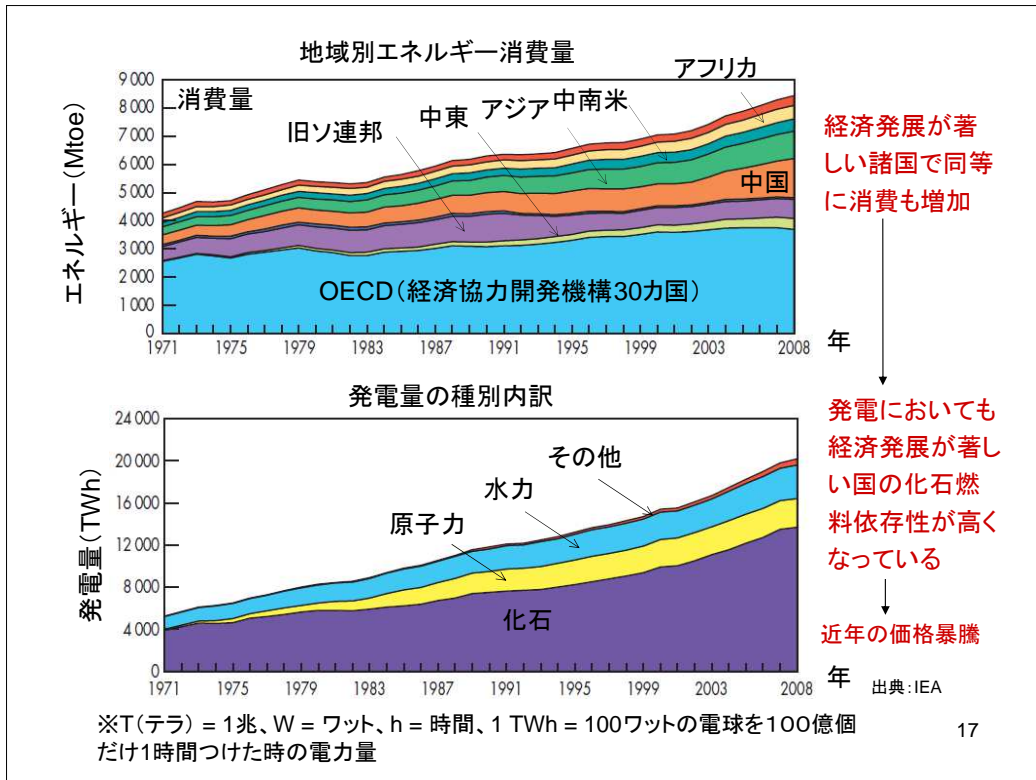


Wikipedia

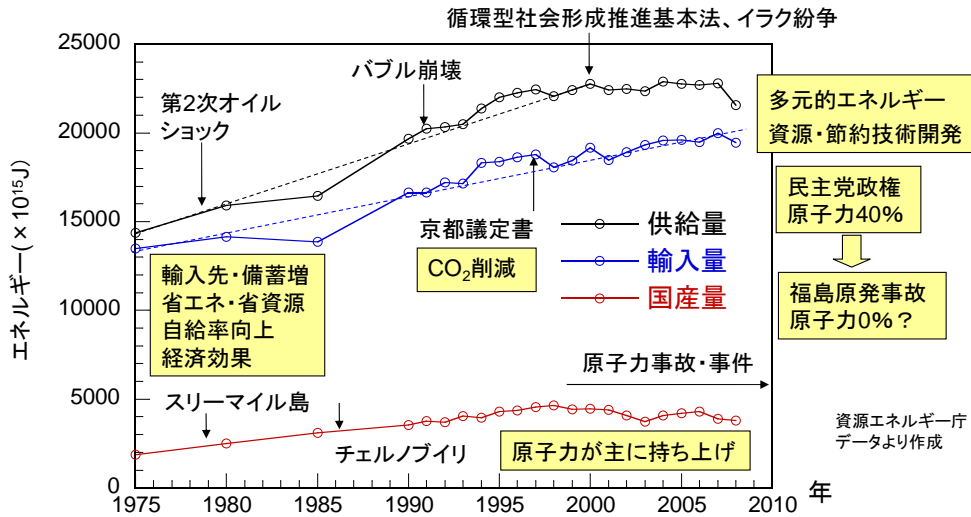
※ 1バレル≈ 159リットル





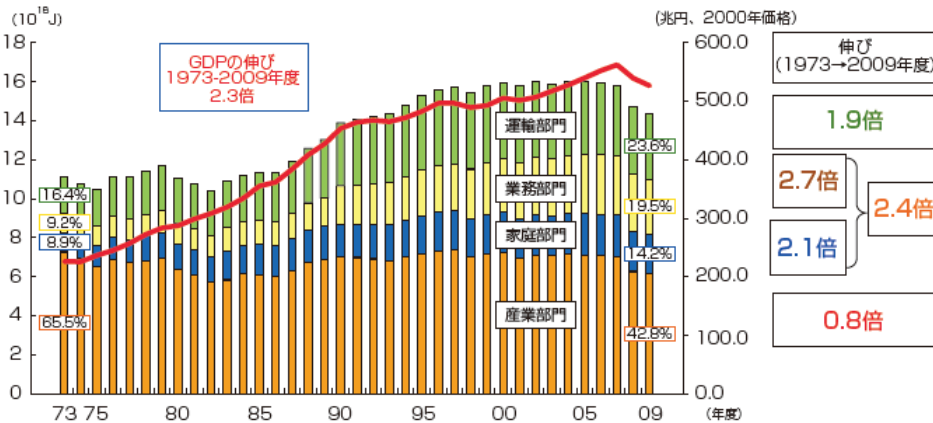


### 3. 国内のエネルギー事情



※J = ジュール (102グラム《みかん1個》を1m持ち上げるのに必要なエネルギー)  
 10<sup>15</sup> = 10を15回だけ掛けた値 (=1000兆)

### 【第211-1-1】最終エネルギー消費と実質GDPの推移

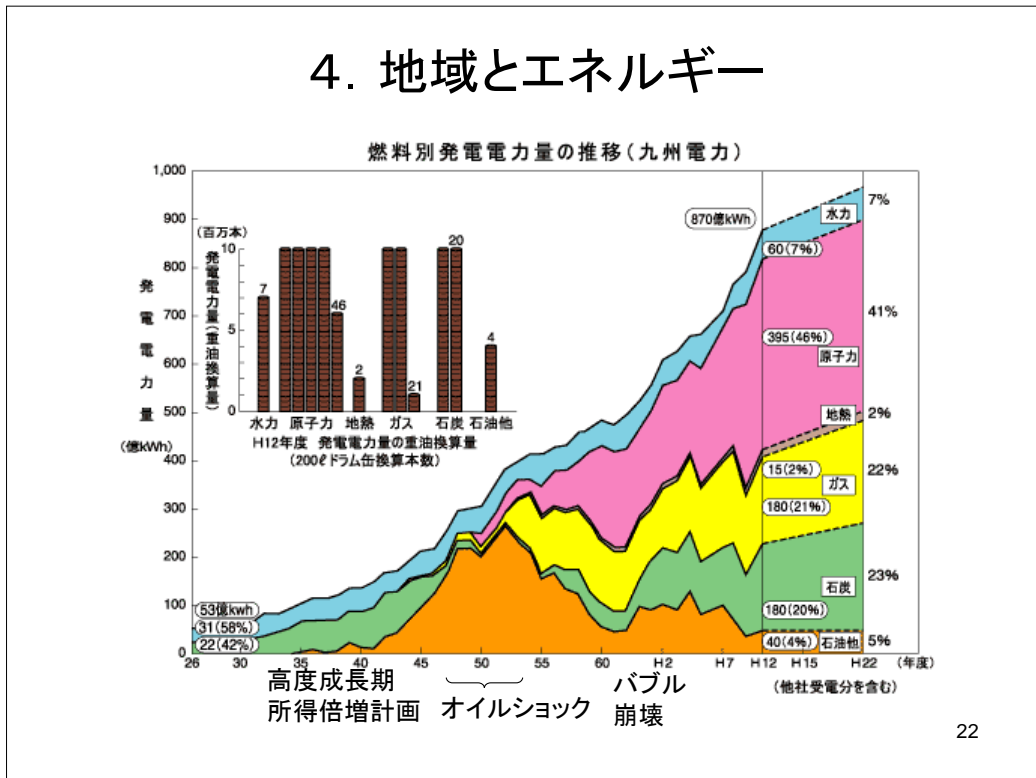
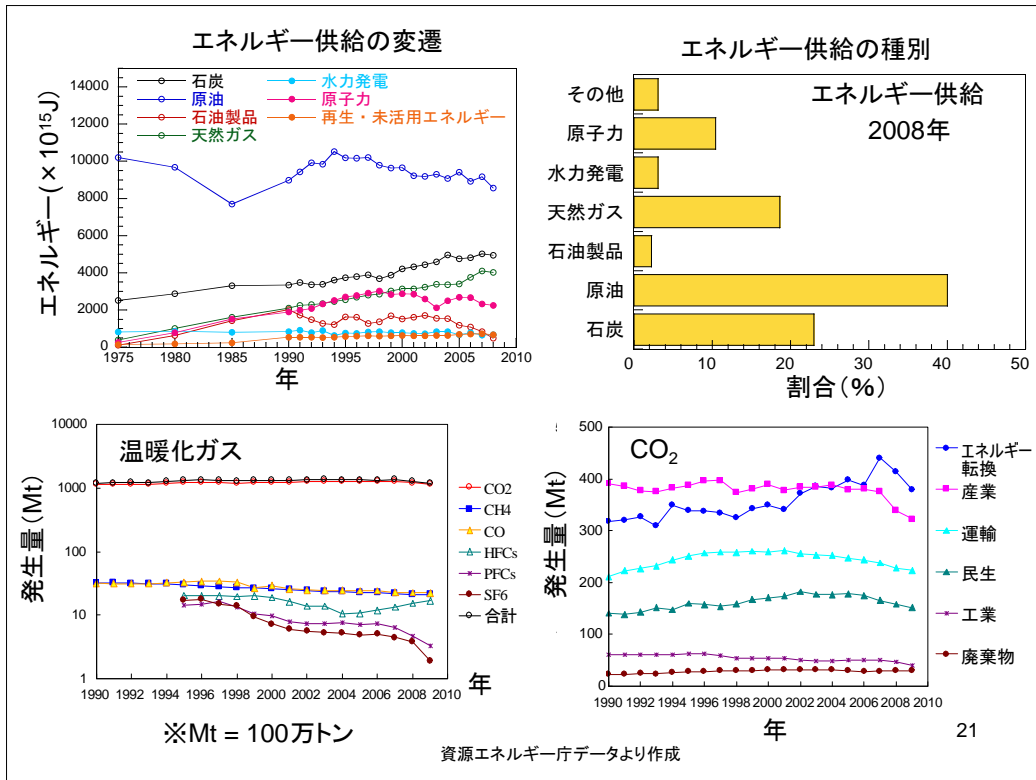


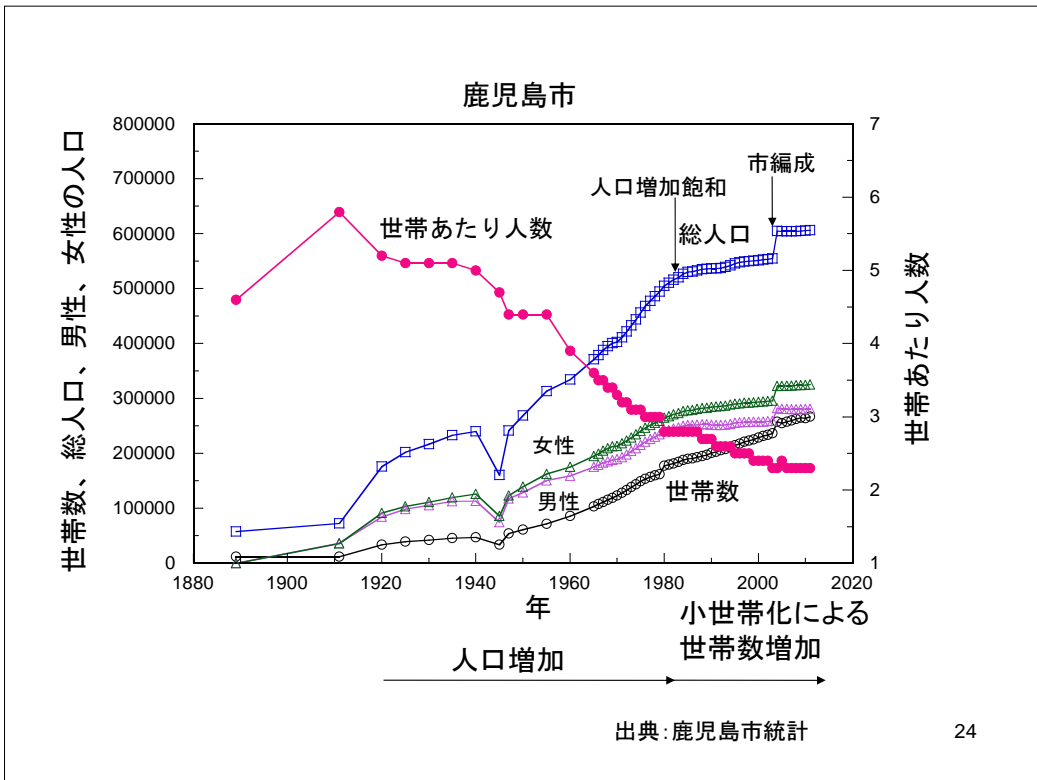
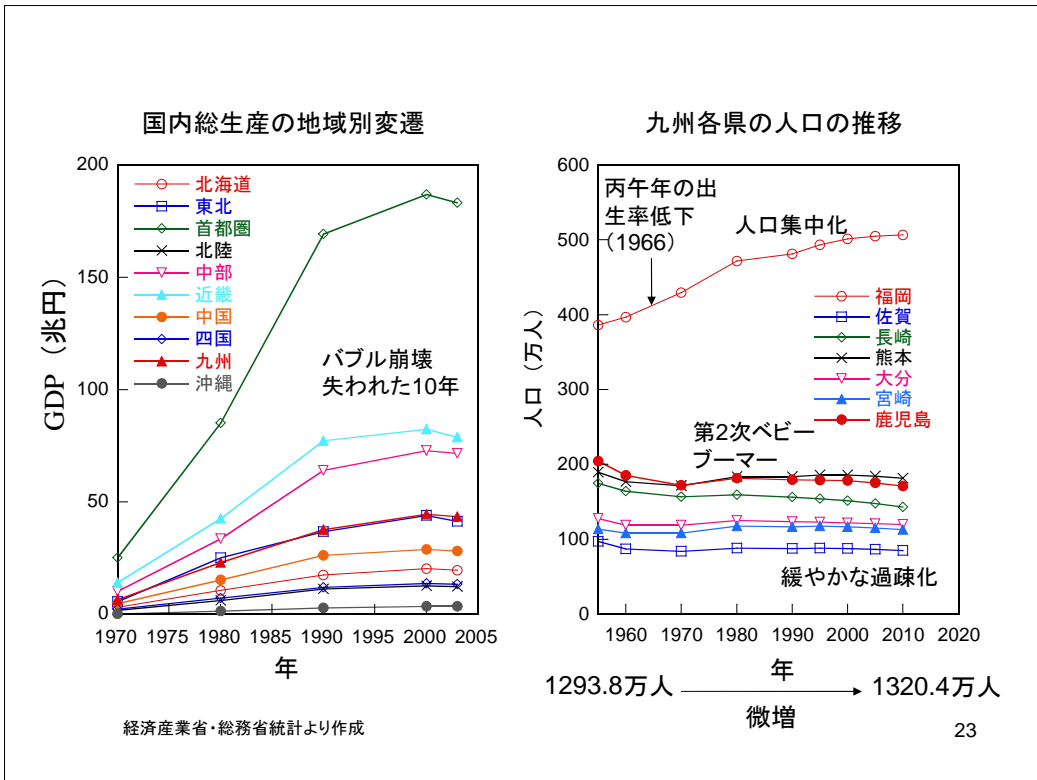
(注1) J (ジュール) = エネルギーの大きさを示す指標の一つで、1MJ = 0.0258 × 10<sup>-3</sup> 原油換算kl

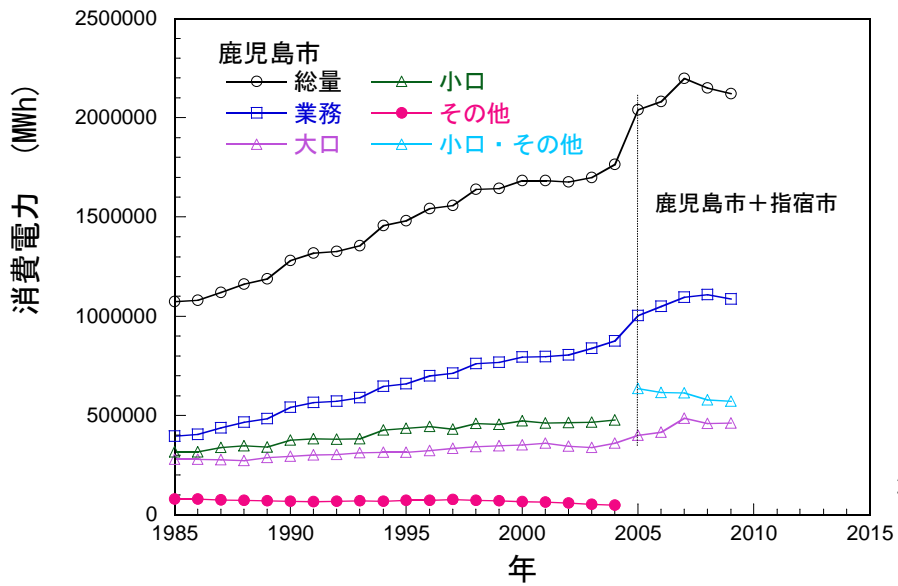
(注2) 「総合エネルギー統計」は、1990年度以降の数値について算出方法が変更されている<sup>1)</sup>。

(注3) 構成比は端数処理 (四捨五入) の関係で合計が100%とならないことがある。

(出所) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、内閣府「国民経済計算年報」、(財)日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」

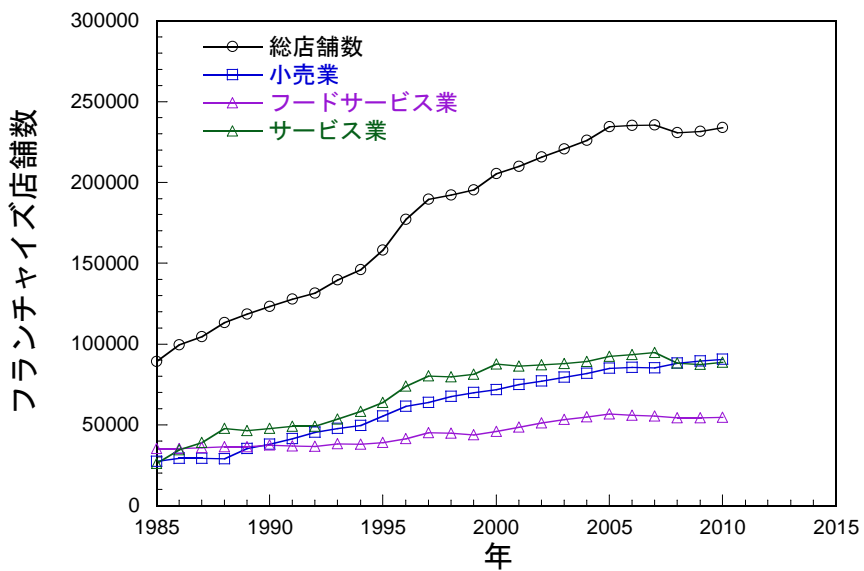






出典：  
鹿児島市統計

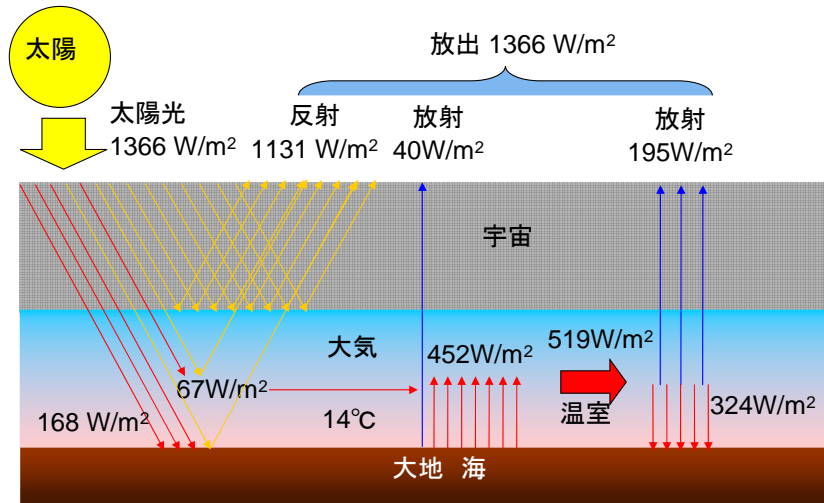
人口は飽和状態になっているにもかかわらず、電力の消費が大きくなっている。押し上げている原因はもっぱら業務用。



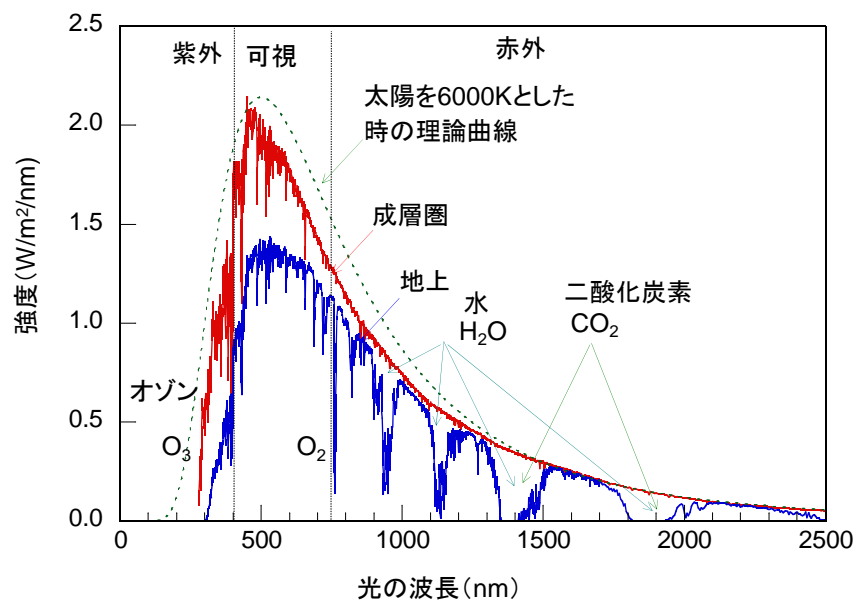
出典：日本フランチャイズチェーン協会

## 6. 地球環境とエネルギー

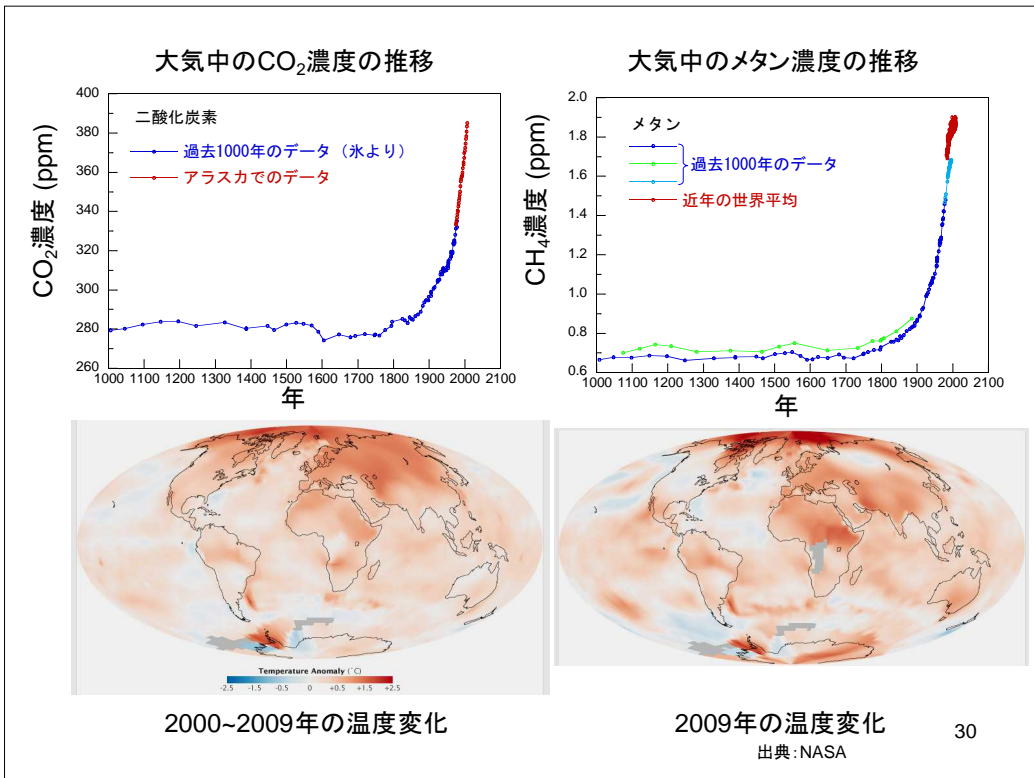
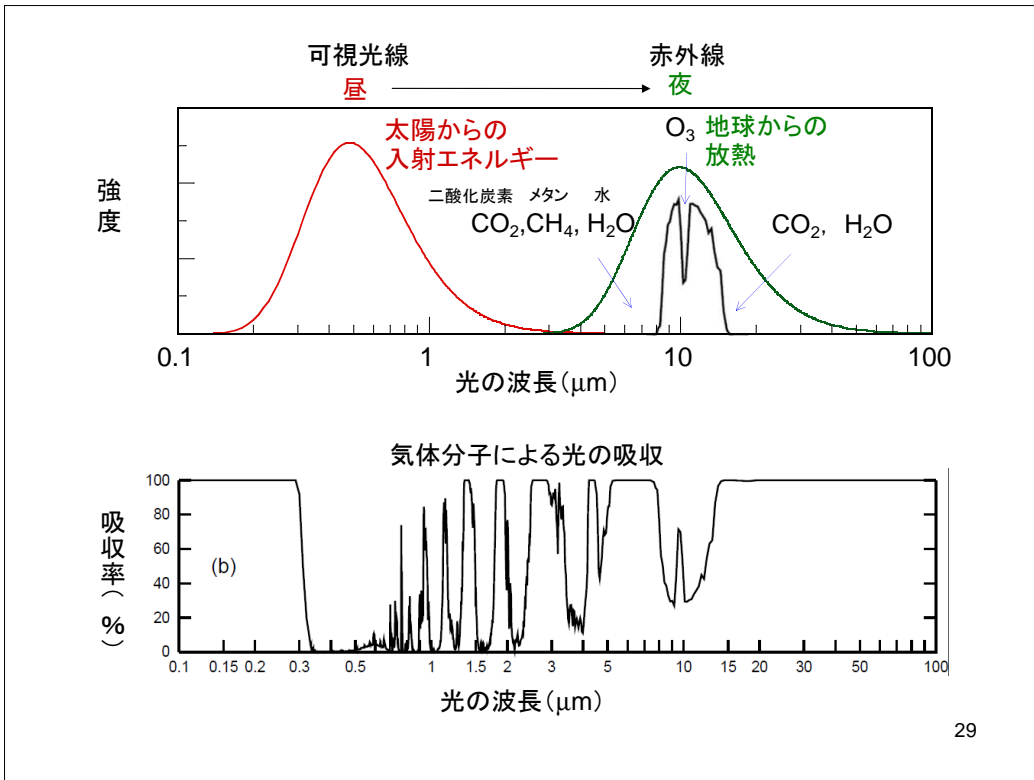
地球全体での太陽エネルギーの収支と温室効果

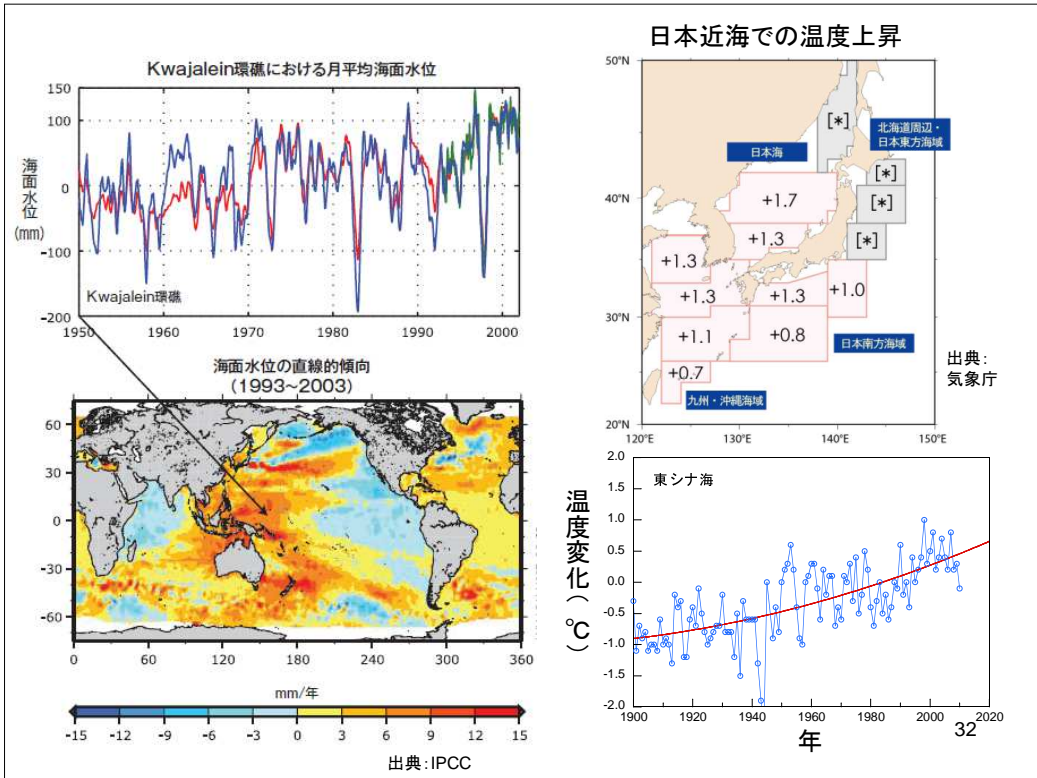
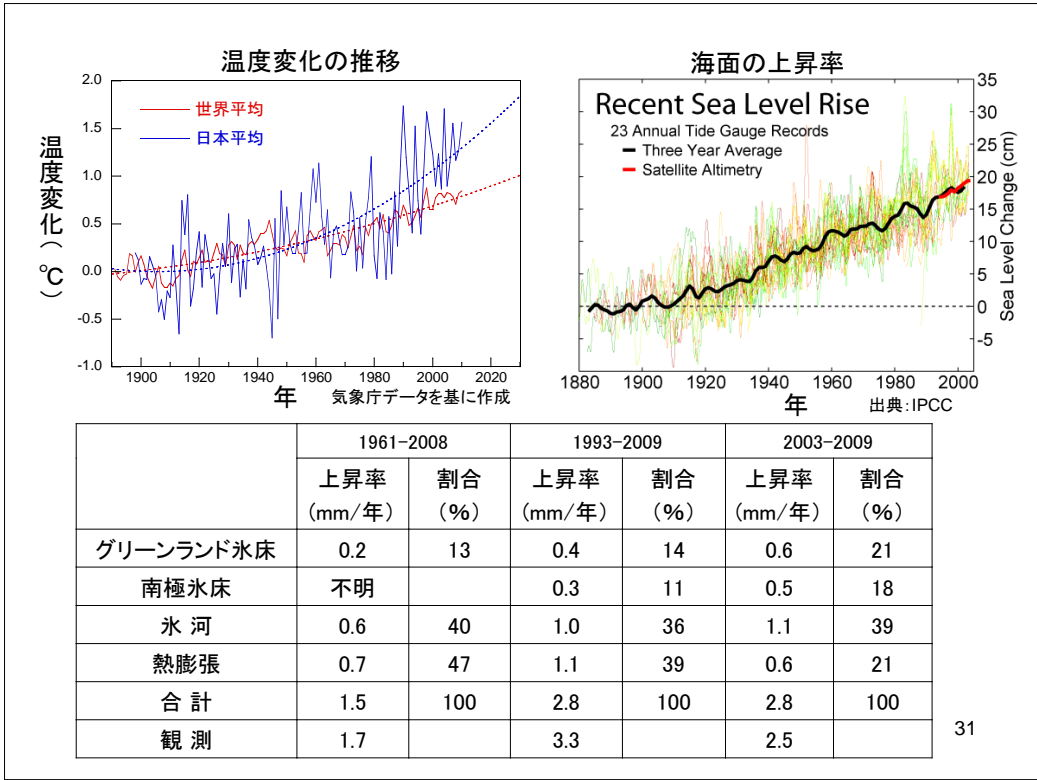


27

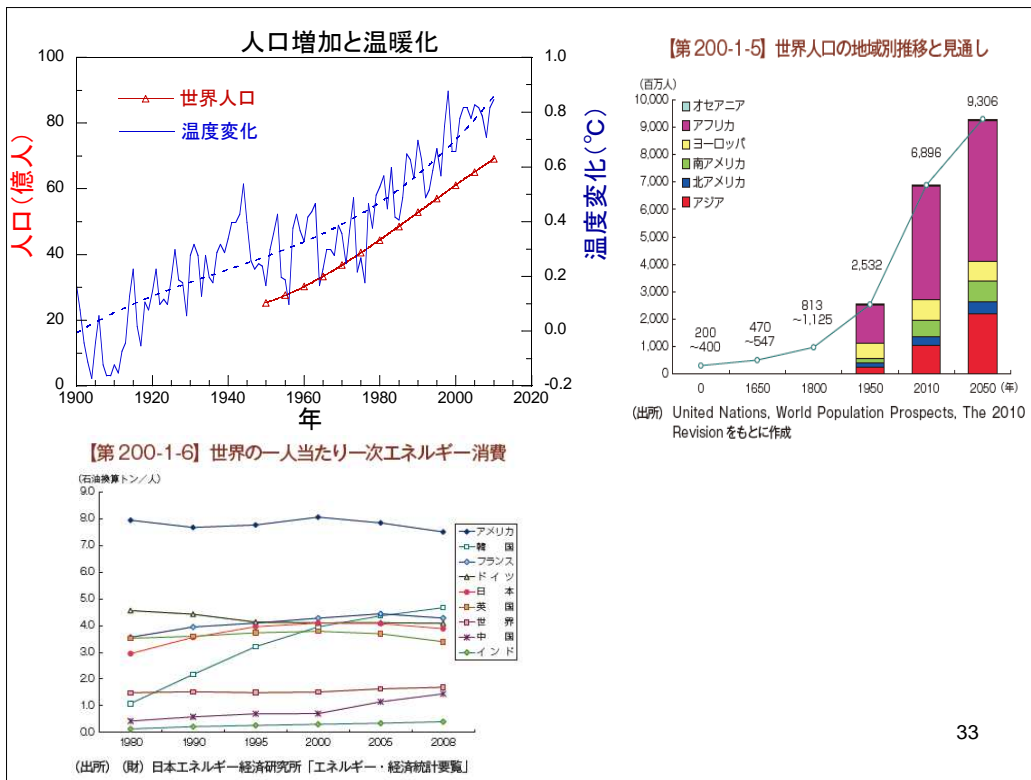


28









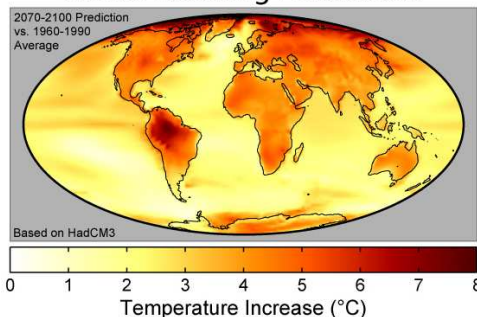
### 現在認められている温暖化の影響

異常高温や猛暑日の増加、大雨の発生頻度増加  
高温の影響による米、果物の品質の低下

降水パターンの変化や豪雨リスクの増大が既に世界的に観測されており、従来の予測がむしろ控えめであった恐れも指摘されている。日本においても降水量の変動が拡大し、小雨の年と多雨の年の差が激しくなっている。これにより渇水リスクと洪水リスクが同時に大きくなっており、局地的豪雨の増加なども観測されている。(Wikipedia)

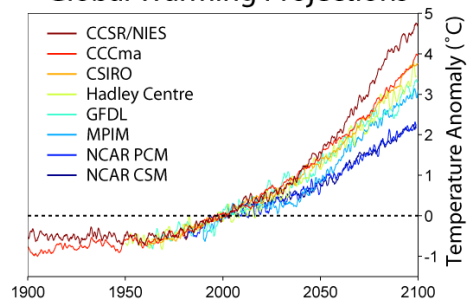
### 将来

#### Global Warming Predictions

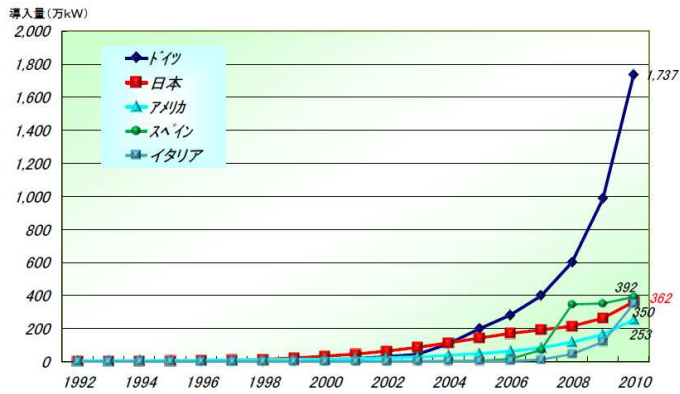


1960-1990年の平均気温に対する2100年の温度上昇の予測例 (Wikipediaより)

#### Global Warming Projections



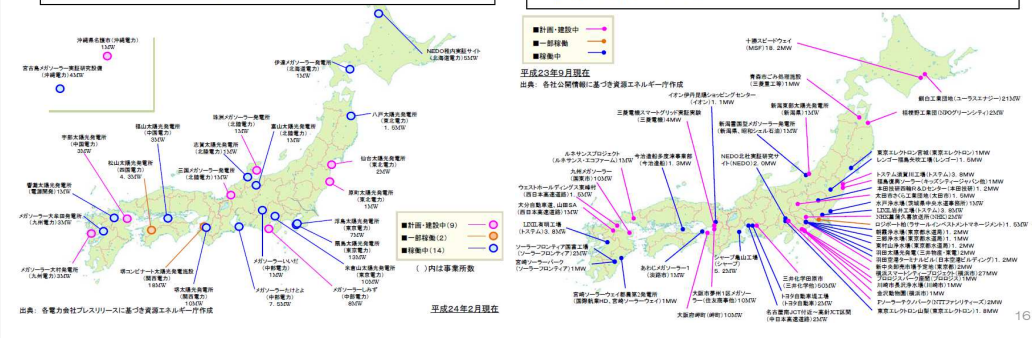
地球全体の平均温度の上昇の予測 (Wikipediaより)



出典:資源エネルギー庁 資料「わが国における再生エネルギーの現状」H24.3.6

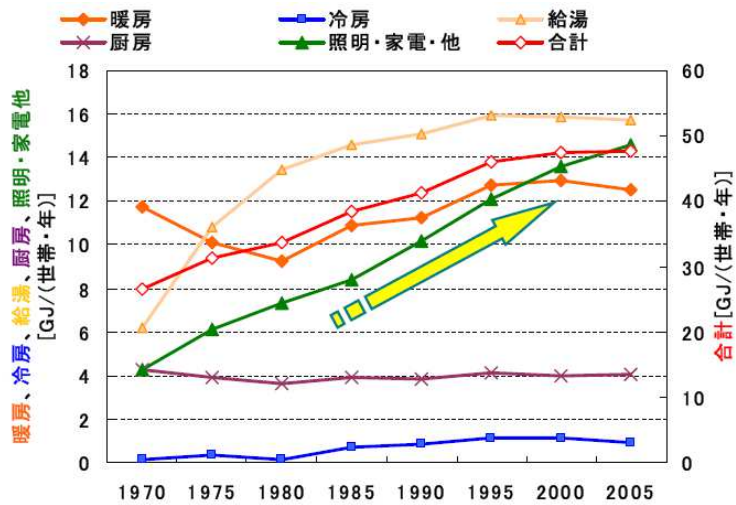
■ 平成24年2月現在、電力会社によるメガソーラーは、計画・建設中も含めて約25カ所。1MWクラスから1.0MW以上のものまで様々。

■ 平成23年9月現在、電力会社以外によるメガソーラーは、計画・建設中も含めて約48カ所。1~2MWクラスが主流。



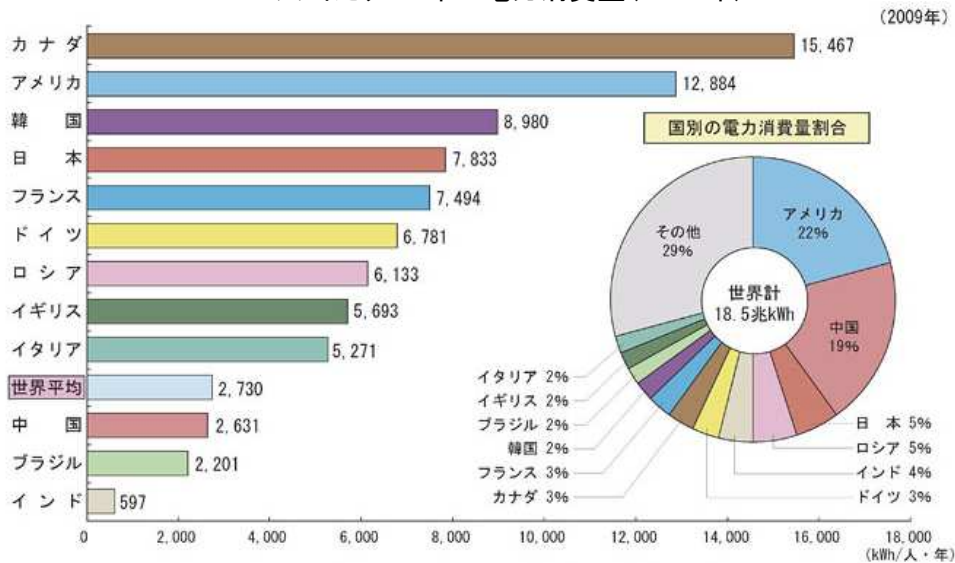
## 8. エネルギーと暮らし

世帯あたりのモニター: TV1台 → TV2台 → TV2台、PC1台  
→ TV2台以上、PC2台以上+大型・高性能・多機能



住環境計画研究所「家庭用エネルギー統計年報2006年版」

### 一人当たりの1年の電力消費量(2009年)



(注) 四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある

出典:IEA「KEY WORLD ENERGY STATISTICS 2011」

出典:四国電力HP

### エネルギー・環境に関する選択肢(概要) 国家戦略室 H24.7

#### 震災後のエネルギー選択を巡る議論

1

#### 震災前の選択

(2010年6月エネルギー基本計画)

- 原子力を基幹電源とするエネルギー選択
  - ・地球温暖化問題の解決
  - ・安価でエネルギー安全保障上も優れる**準国産電源**
- 電源に占める原発の比率
 

2010年

**26%**

➡

2030年

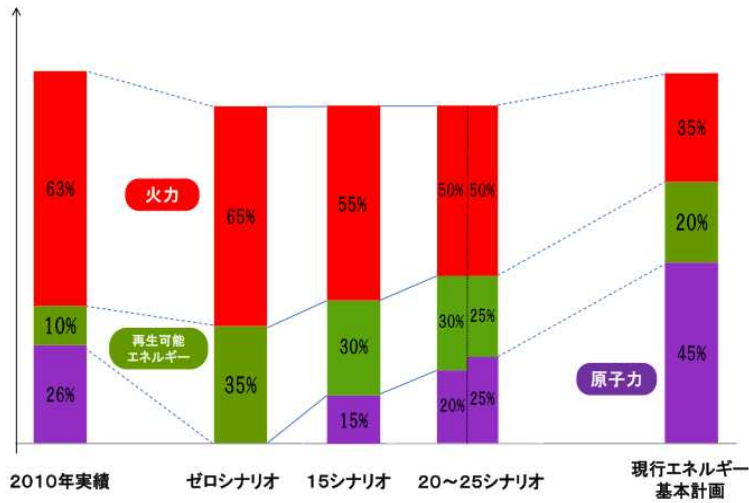
**45%**

#### 震災後の選択

- 共有されつつある方向性
  - ・原発依存度を可能な限り減らす
- 意見が分かれる論点
  - ・どの程度の時間をかけて減らしていくのか
  - ・どこまで減らすべきか
  - ・原発低減を、どのエネルギーで補っていくべきか
  - ・どの程度のコストをかけて国民生活や産業活動の構造転換を図るか

## 各シナリオにおける発電構成(2030年)

4

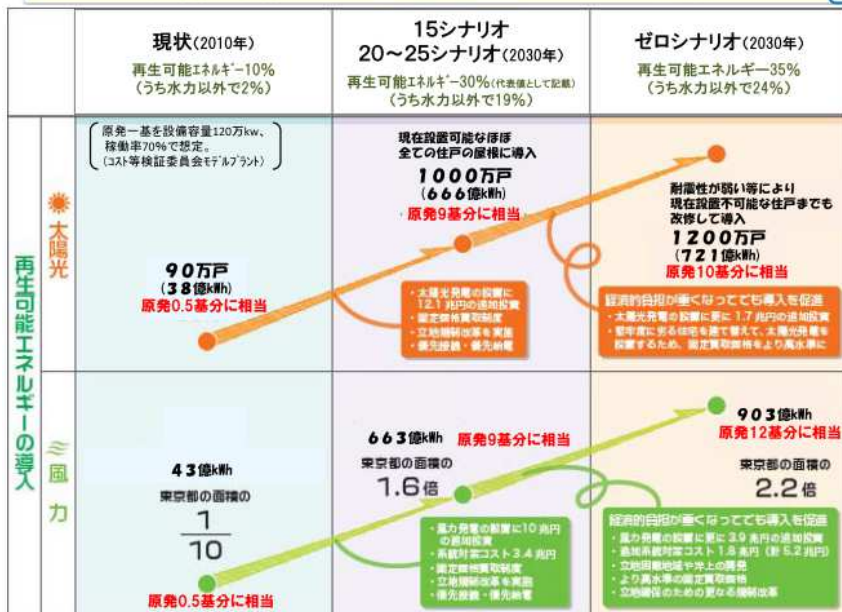


- エネルギー・環境に関する選択肢の国民的議論への参加を期待。それを礎にして、政府は責任ある選択を行う。

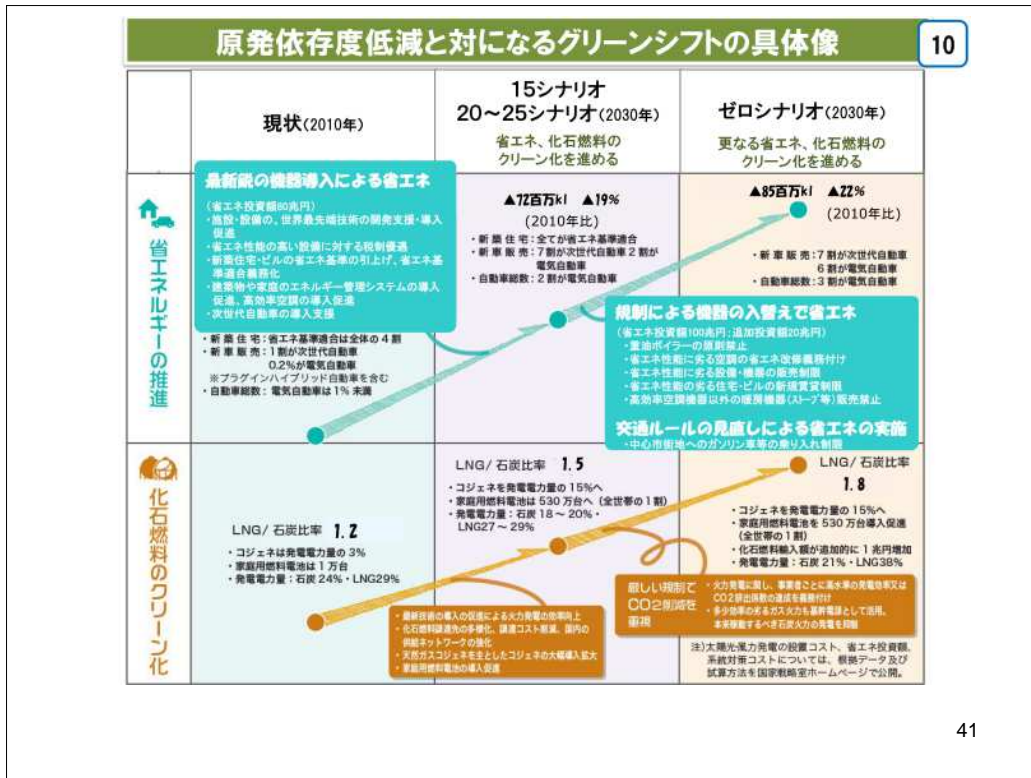
39

## 原発依存度低減と対になるグリーンシフトの具体像

9



40



## 革新的エネルギー・環境戦略(平成24年9月14日エネルギー・環境会議決定)

### 革新的エネルギー・環境戦略(概要)

#### 1. 原発に依存しない社会の一日も早い実現

##### (1) 原発に依存しない社会の実現に向けた3つの原則

- 3原則
- ・40年運転制限を厳格に適用
- ・規制委員会の安全確認を得たもののみ、再稼働
- ・原発の新設・増設は行わない
- 2030年代に原発稼働ゼロを可能とするよう、グリーンエネルギーを中心にあらゆる政策資源を投入。その第一歩として、政府は本年末までに「グリーン政策大綱」をまとめる。

##### (2) 原発に依存しない社会に向けた5つの政策

- 核燃料サイクル政策
- ・国際的責務を果たしつつ再処理事業に取り組む
- ・**関係自治体や国際社会とコミュニケーションを図りつつ、責任を持って議論**
- ・直接処分の研究に着手
- ・もんじゅは、高速増殖炉開発の取組みと、廃棄物の減容等を目的した研究を行うこととし、このための**年限を区切った研究計画を策定、実行し、成果を確認の上、研究を終了**
- ・廃棄物の減容・有害度低減等を目的とした処理技術、専焼炉等を研究開発
- ・バックエンド事業は国も責任を持つ
- ・**国が関連自治体や電力消費地域と協議する場を設置し、使用済核燃料の直接処分のあり方、中間貯蔵の体制・手段の問題、最終処分場の確保に向けた取組など、結論を見出す作業に直ちに着手**
- 人材や技術の維持・強化
- ・**人材や技術の維持・強化策(本年末まで)**
- 国際社会との連携
- 立地地域対策の強化
- 原子力事業体制と原子力損害賠償制度

(3) 原発に依存しない社会への道筋の検証

○ 原発に依存しない社会への道筋について、いかなる変化が生じても柔軟に対応できるよう、**検証を行い、不断に見直し**

《検証のポイント》

- ・グリーンエネルギー拡大の状況
- ・国際的なエネルギー情勢
- ・使用済核燃料の処理に関する自治体の理解と協力の状況
- ・国民生活・経済活動に与える影響
- ・原子力や原子力行政に対する国民の信頼の度合い
- ・国際社会との関係

2. グリーンエネルギー革命の実現

○「グリーン政策大綱」(本年末目途)

- ・節電: 2030年までに1,100億kWh以上の削減
- ・省エネ: 2030年までに7,200万kWh以上の削減 **10%減**
- ・再生可能エネルギー:  
2030年までに3,000億kWh(3倍)以上開発 **19%減**  
(数値はいずれも2010年比)

3. エネルギー安定供給の確保のために

- 火力発電の高度利用
- コジェネなど熱の高度利用
- ・コジェネ: 2030年までに1,500億kWh(5倍)導入
- 次世代エネルギー関連技術
- 安定的かつ安価な化石燃料等の確保及び供給  
(数値は2010年比)

4. 電力システム改革の断行 (「電力システム改革戦略(仮称)」(本年末目途))

5. 地球温暖化対策の着実な実施 (2013年以降の「地球温暖化対策の計画」(本年末まで))

○ 十分に透明性を確保したプロセスで丁寧に情報開示し、**検証を行い、不断に見直し**

- ・2020年までに全ての新築住宅・建築物について省エネ基準適合を義務化する。
- ・新車販売に占める次世代自動車の割合を2020年までに50%とする。
- ・再生可能エネルギー 再生可能エネルギー4は、2010年1,100億kWhから、2030年までに3,000億kWh(3倍)[水力を除く場合、水力を除く場合、2010年250億kWhから、2030年までに1,900億kWh(8倍)]以上の開発を実現する。

<再生可能エネルギーの大量導入>

(固定価格買取制度による民間投資の誘発)

- ・固定価格買取制度の効果的な運用で、多様な主体による投資を一段と促進させつつ、量産効果を発揮させる。

(系統安定化対策)

- ・太陽光や風力といった出力が不安定な電源の導入拡大に対して、第3節に述べる火力発電の確保、第4節に述べる送電網の広域運用、さらに大型蓄電池の導入促進に向けた環境整備といった、系統安定化対策を講じる。

- ・発電部門と送配を、機能的又は法的に分離する。

- ・地域をまたいで系統を運用する中立的な機関を創設し、送配電網の広域運用を実現する。

<コジェネの拡大イメージ>

コジェネ	2010	2015	2020	2030
発電電力量 (2010年比)	300億kWh	400億kWh (1.3倍)	600億kWh (約2倍)	1,500億kWh (約5倍)
設備容量	900万kW	1,200万kW	1,500万kW	2,500万kW

## 課題

- 1) 種々のエネルギー資源について環境に及ぼす影響を調べ, 考察せよ.
- 2) 我々の生活, 社会, 産業におけるエネルギー消費と環境の問題について論ぜよ.
- 3)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ などのガス分子はなぜ地球温暖化の原因になるのか, 物理的な原因を述べよ.