

H31年度 三重大学対話会

我国のエネルギー事情と選択

日本原子力学会シニアネットワーク連絡会会員

大野 崇

(元三菱重工)

平成31年5月28日

今日お話をしたいこと

- エネルギーとは
- 人類とエネルギーとのかかわり
- 我国が置かれている現状
- エネルギー資源の選択

今日お話をしたいこと

- **エネルギーとは**
- 人類とエネルギーとのかかわり
- 我国が置かれている現状
- エネルギー資源の選択

エネルギーは仕事をする能力

光ったり
熱を出したり
動かしたり
音を出したり



一次エネルギー：(石油、石炭、天然ガス)

二次エネルギー：(電気、都市ガス)



エネルギーの分類

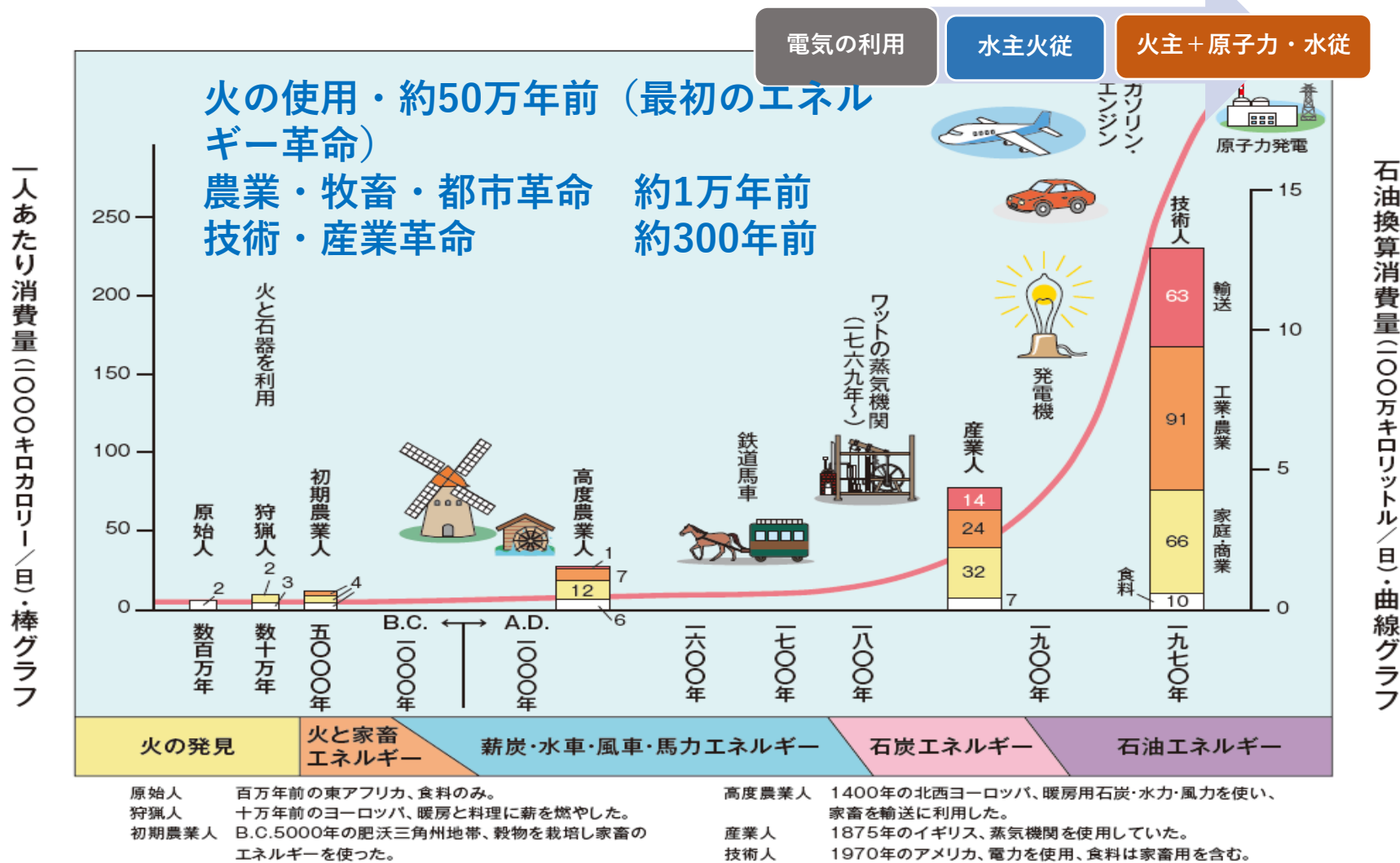
- 一次エネルギー 資源による分類
 - 化石燃料 世界は85%～90%依存
 - 石炭、原油・石油、天然ガス、シェールオイル/ガス、オイルサンド、メタンハイドレートなど
 - 再生可能エネルギー
 - 安定型再エネ：水力、地熱、バイオなど
 - 変動型再エネ：太陽光、風力など
 - 原子力エネルギー
 - ウラン核分裂、核融合
- 二次エネルギー 一次エネルギーから生産
 - 電気、都市ガス、水素、ガソリン、灯油など

今日お話をしたいこと

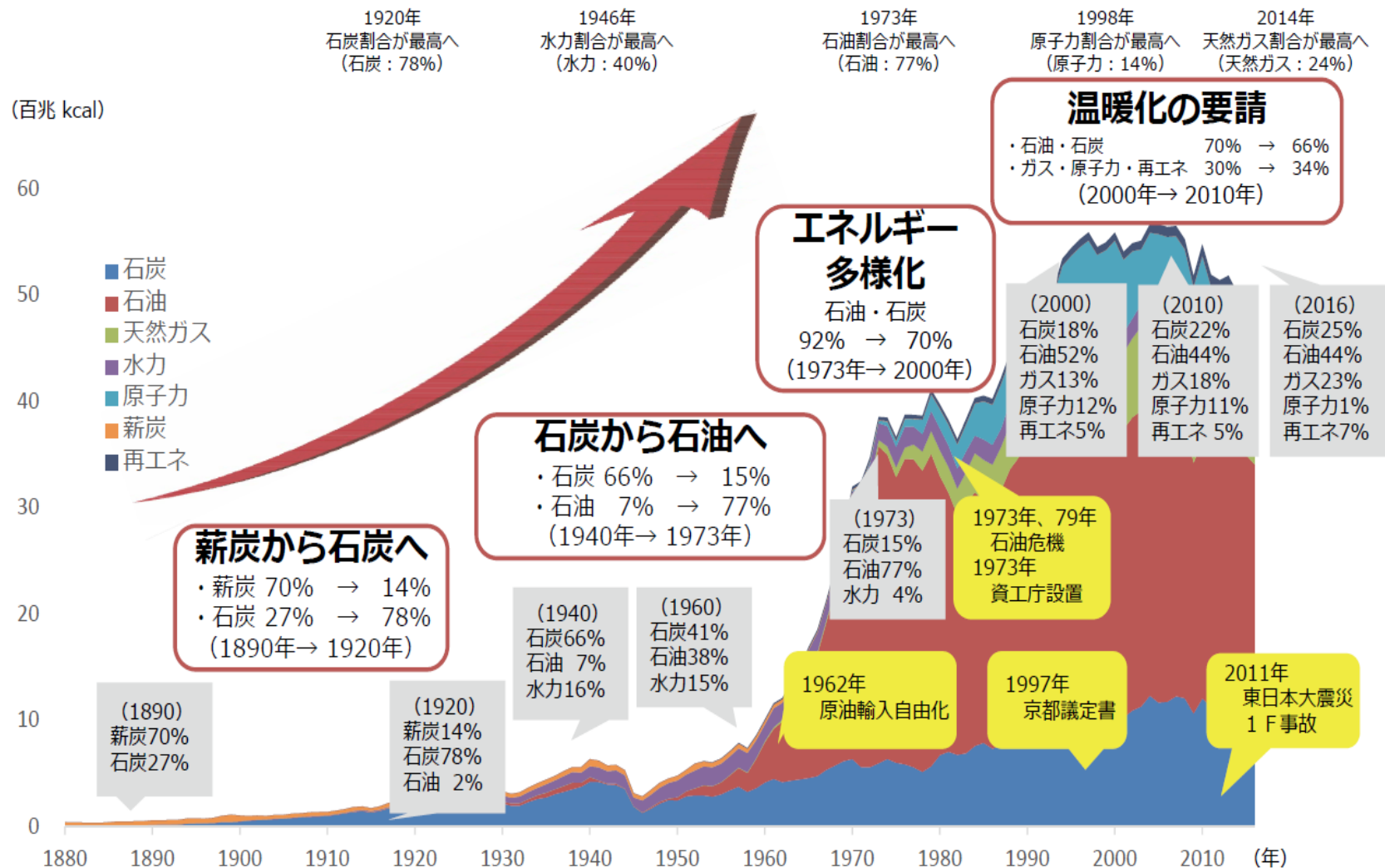
- エネルギーとは
- **人類とエネルギーとのかかわり**
- 我国が置かれている現状
- エネルギー資源の選択

文明とエネルギー利用

人類とエネルギーのかかわり



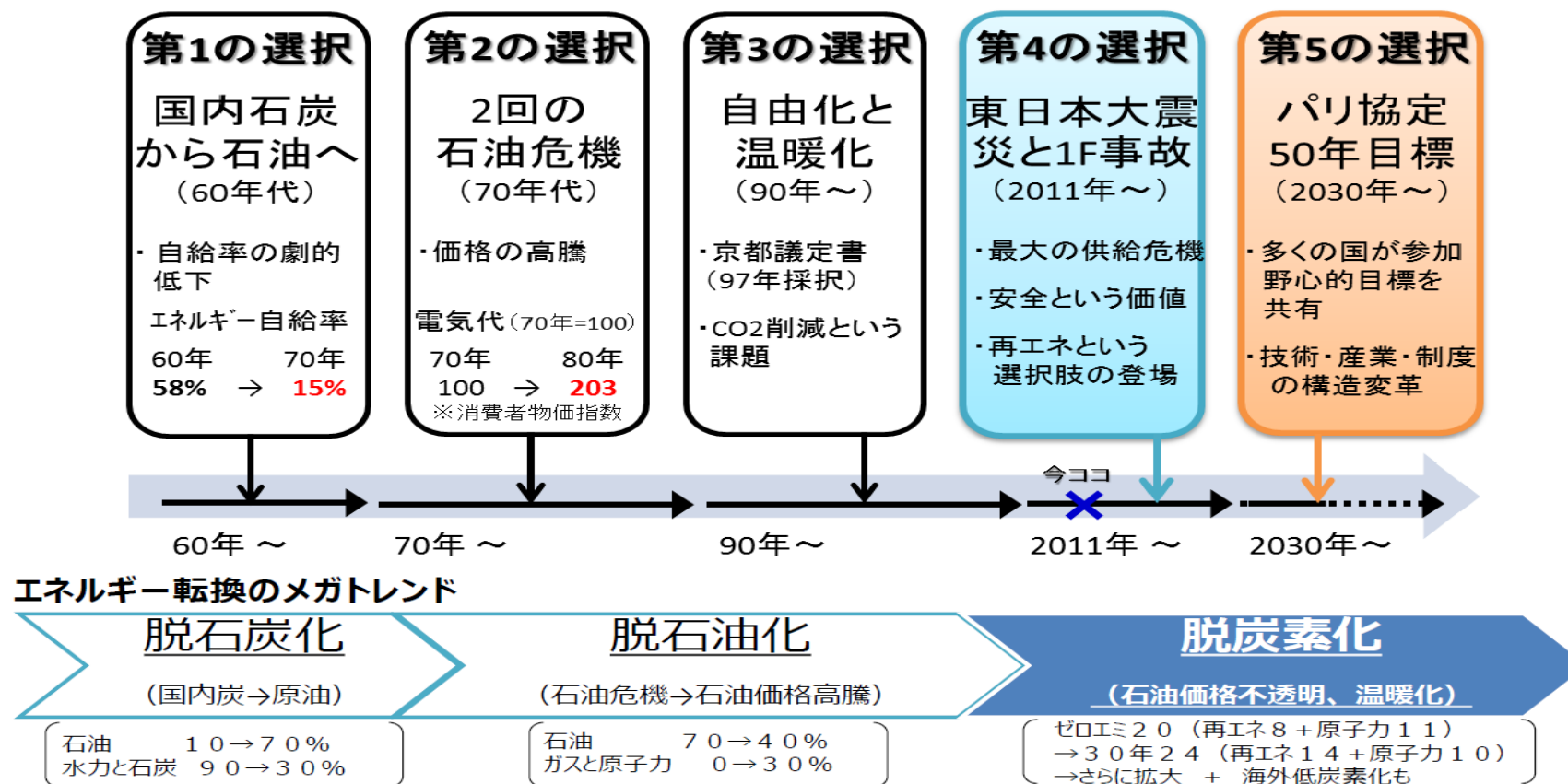
明治維新後の一次エネルギー供給量の推移



出典：日本エネルギー経済研究所資料より資源エネルギー庁作成

20世紀後半以降のエネルギー資源利用の変遷

1940年代までは水主火従・1950年代に火主（石炭主）水従へ
 1960年～90年代は石炭、石油、天然ガス、原子力時代ミックスへ
 21世紀は地球温暖化抑制が課題・四半期以降は脱炭素に



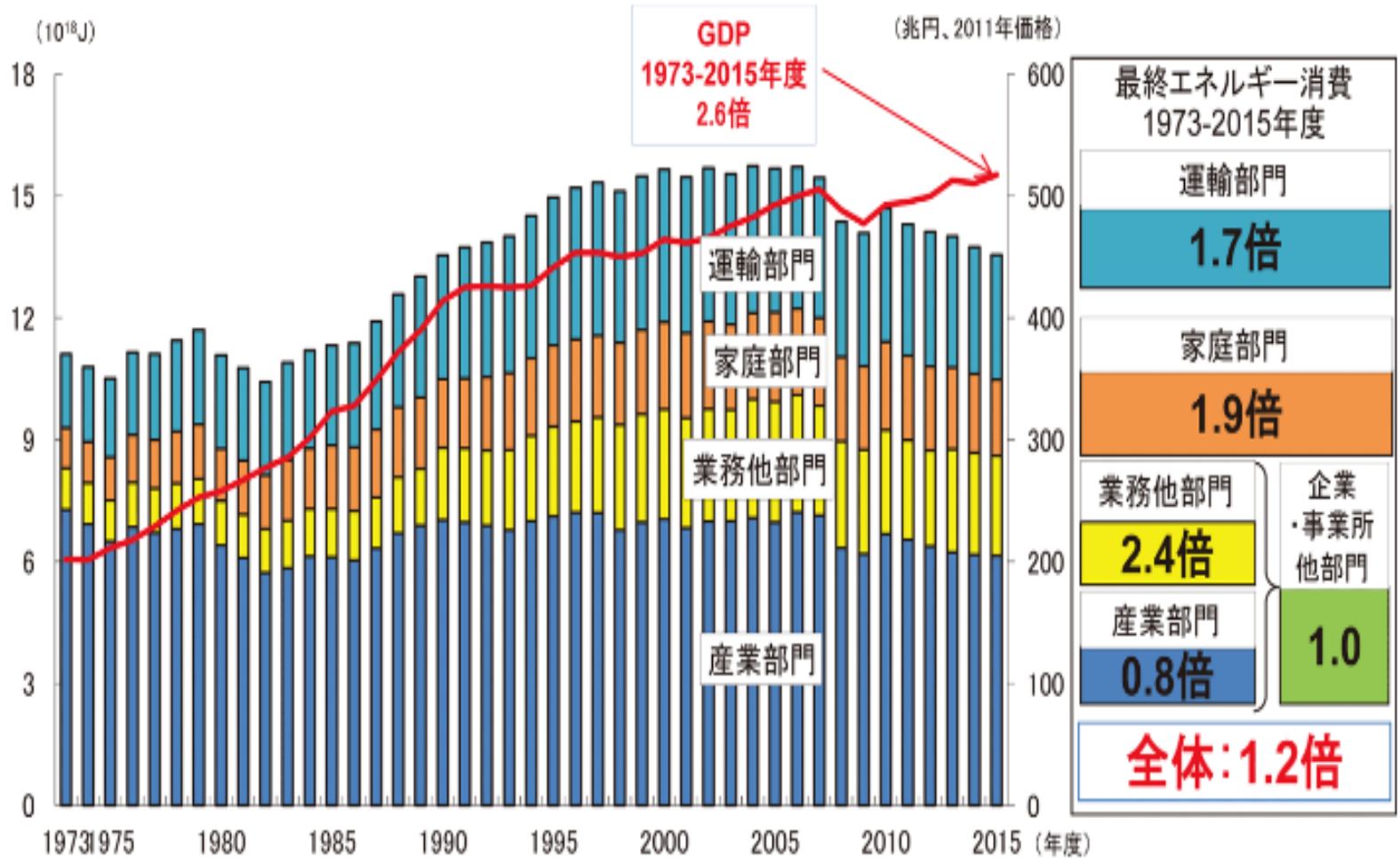
第5次エネルギー基本計画 資料 より

今日お話をしたいこと

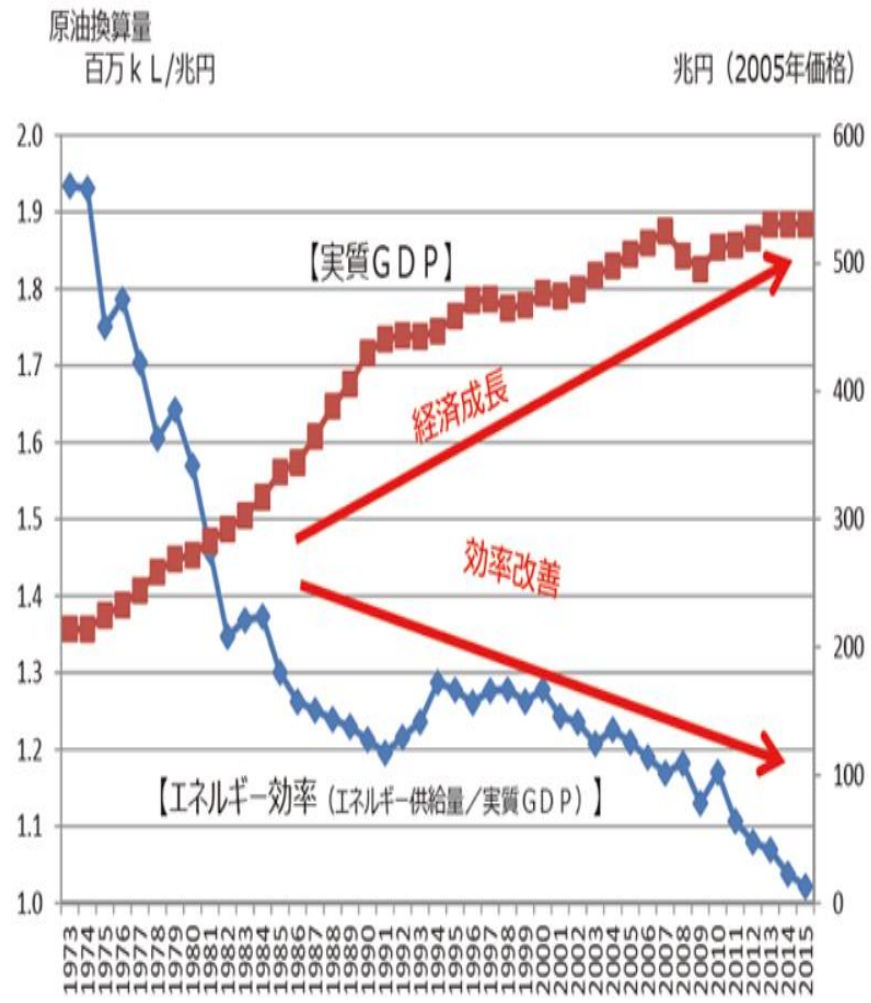
- エネルギーとは
- 人類とエネルギーとのかかわり
- **我国が置かれている現状**
- エネルギー資源の選択

日本は省エネが進んでいるが需要も増えている

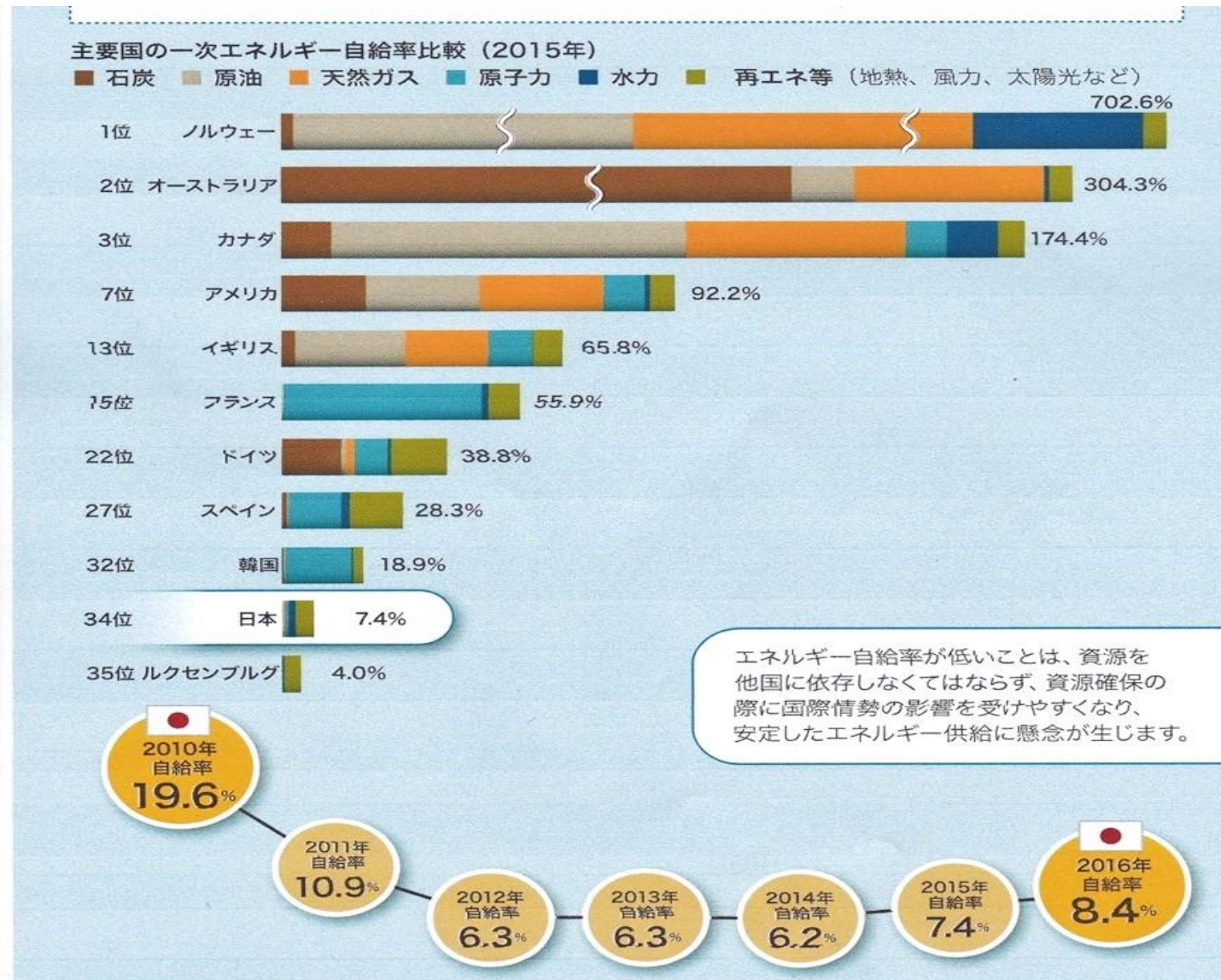
＜最終エネルギー消費と実質GDPの推移＞



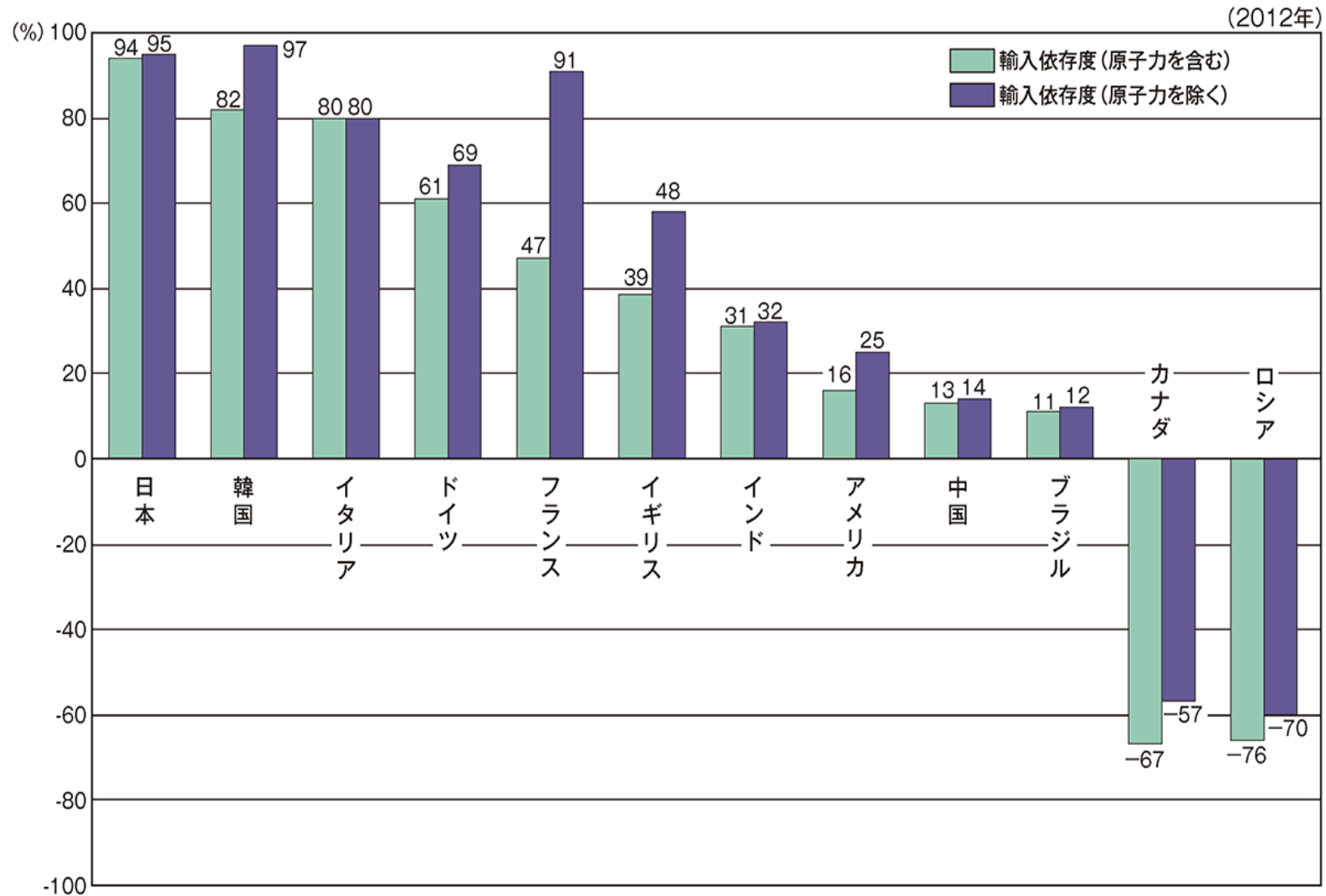
【第211-1-2】我が国の実質GDPとエネルギー効率(エネルギー供給量/実質GDP)の推移



主要国の一次エネルギー自給率 日本は34位

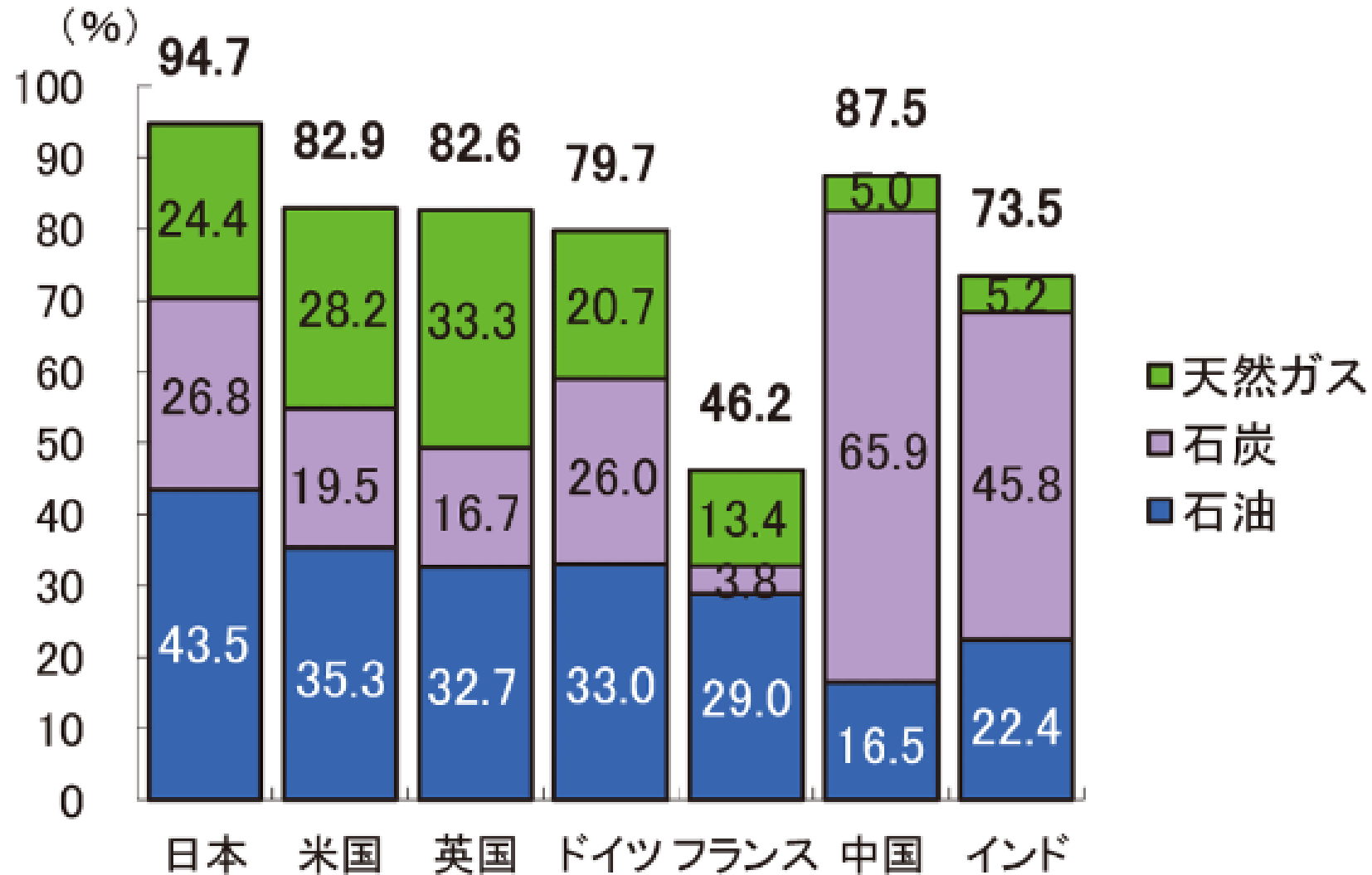


主要国のエネルギー輸入依存度



(注) 下向きのグラフは輸出していることを表す

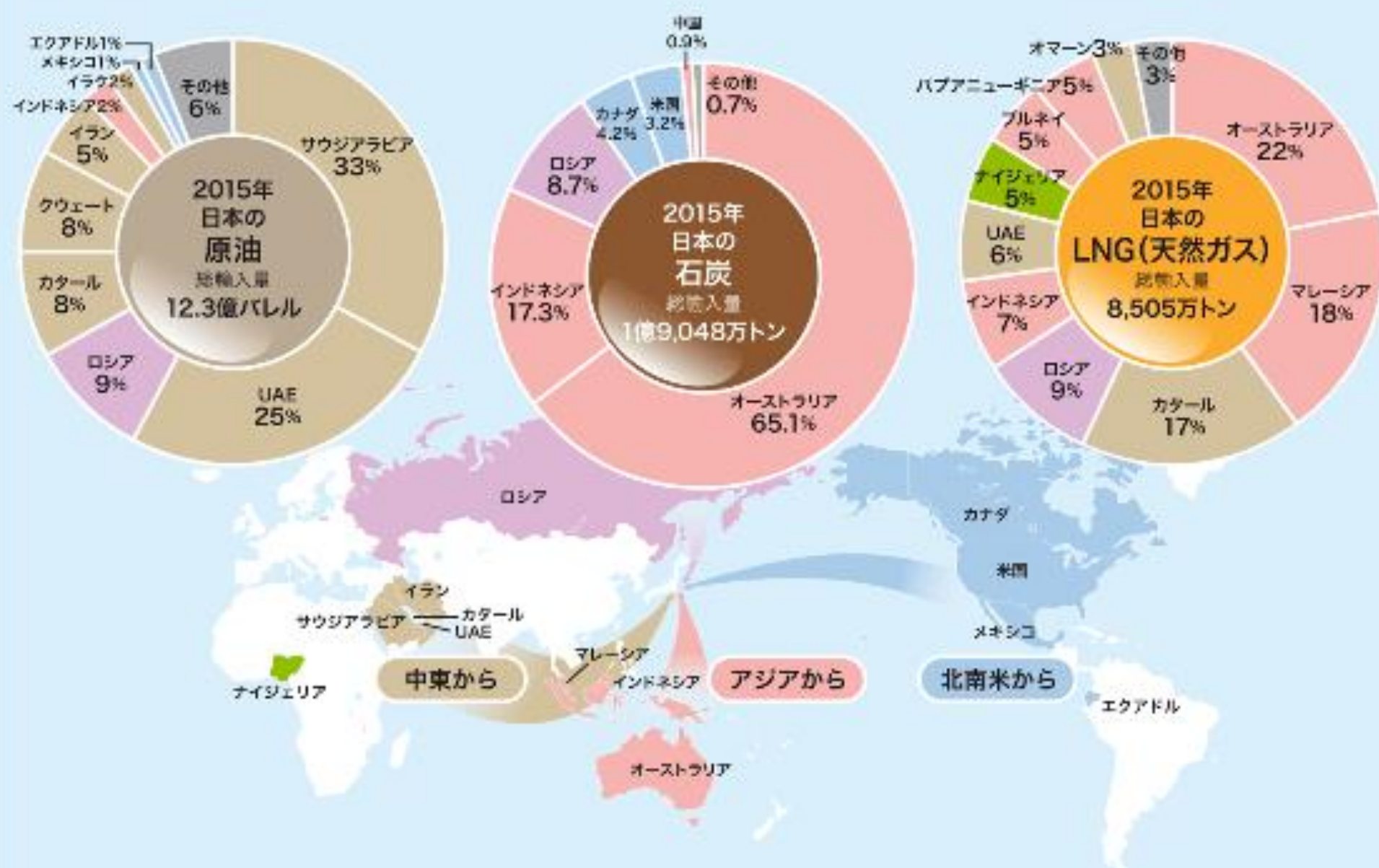
<主要国の化石エネルギー依存度（2014年）>



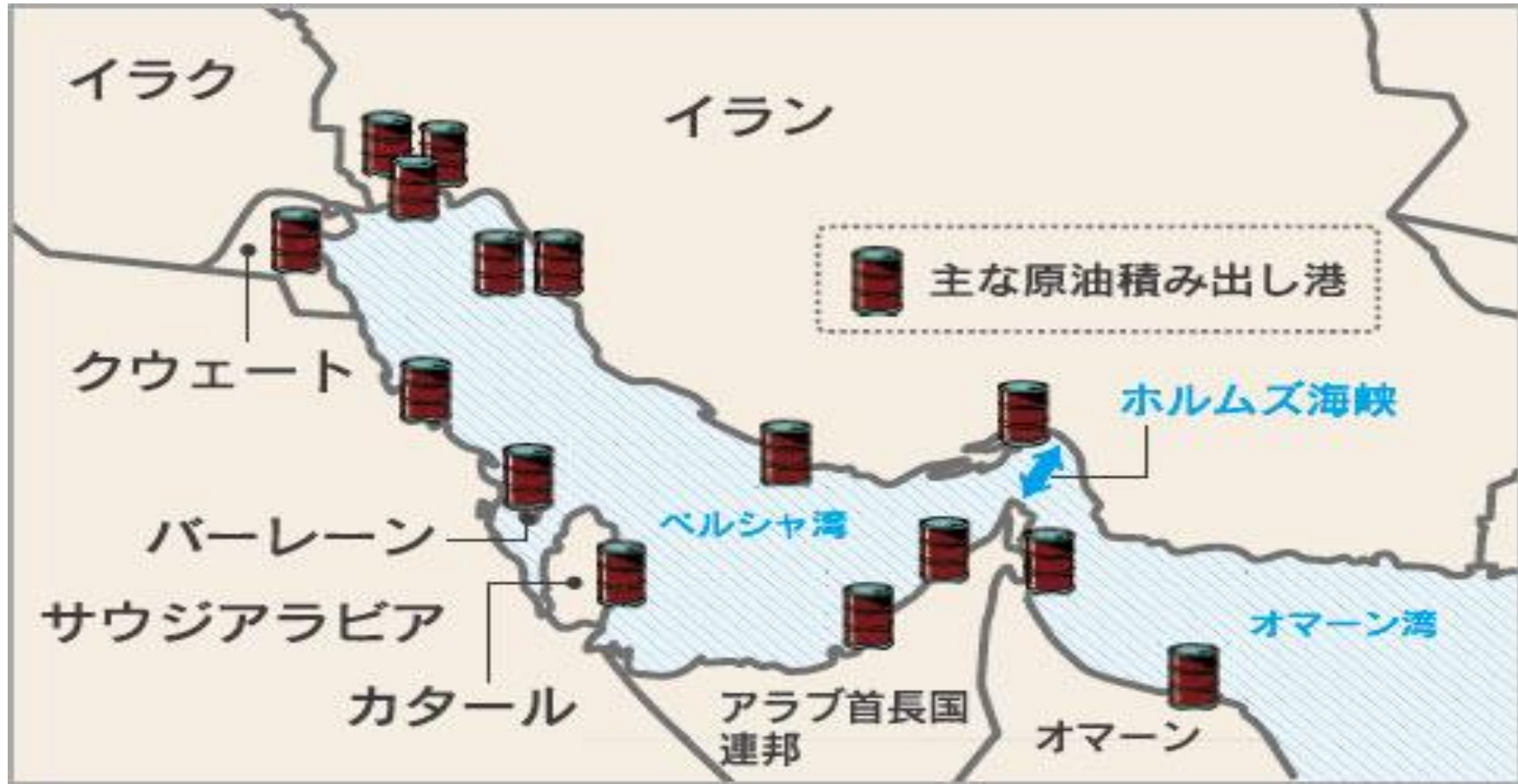
(注) 化石エネルギー依存度 (%) = (一次エネルギー供給のうち原油・石油製品、石炭、天然ガスの供給) / (一次エネルギー供給) × 100。

(出典) IEA 「World Energy Balances 2016 Edition」 を基に作成

<日本の化石燃料輸入先（2015年）>

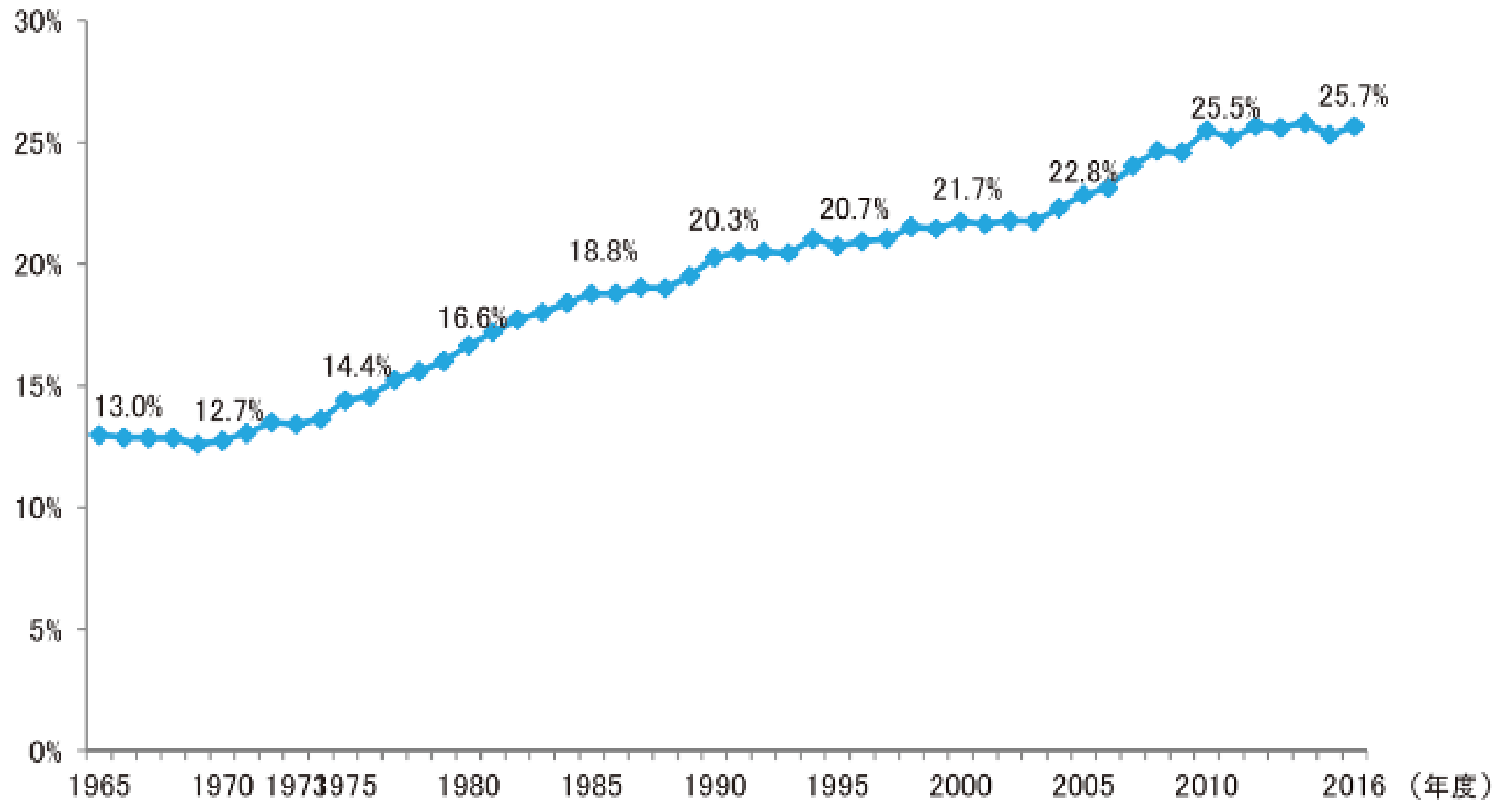


ホルムズ海峡 = エネルギー生命線

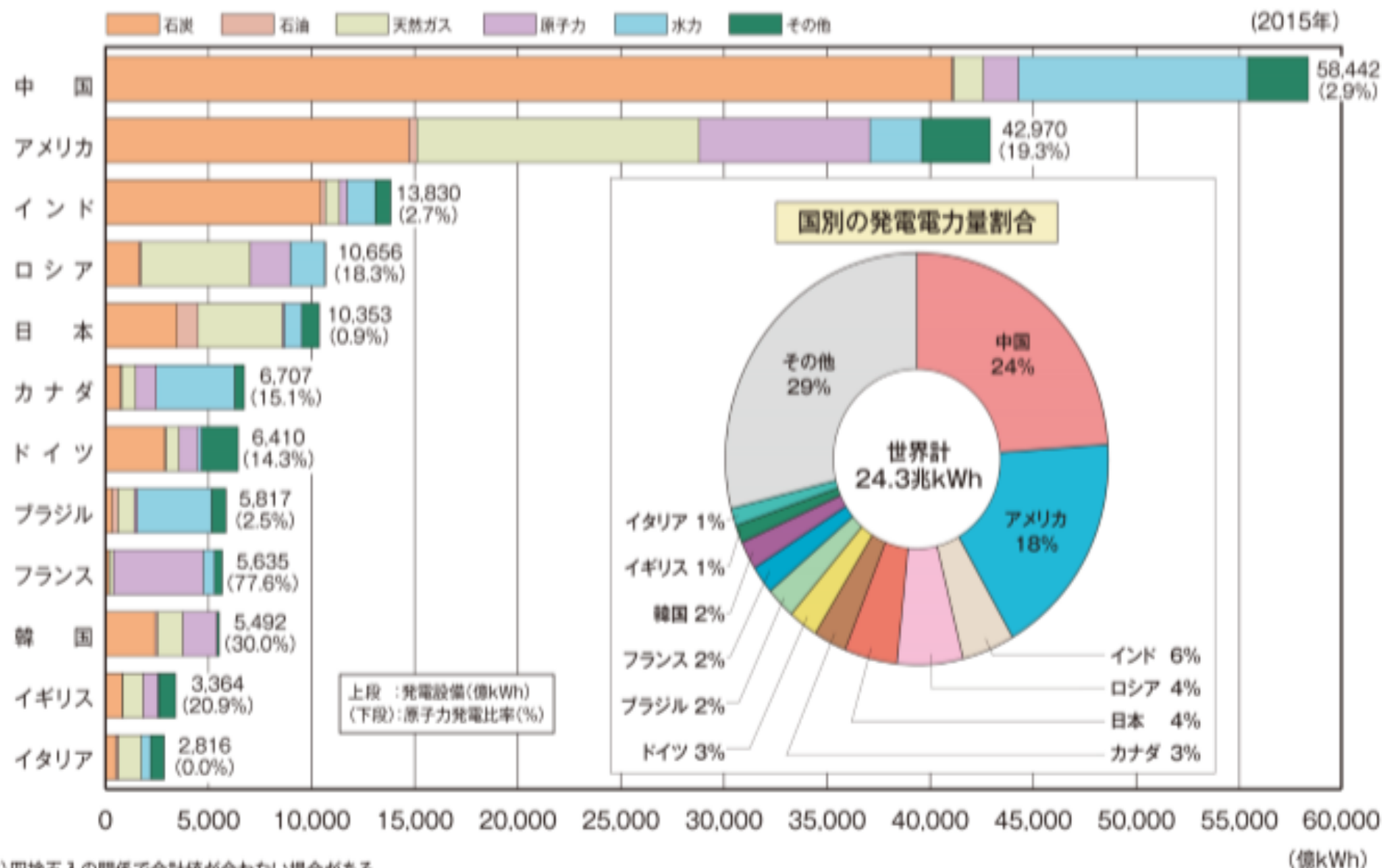


日本向け：原油9割、液化プロパンガス8割、
液化天然ガス 2 割

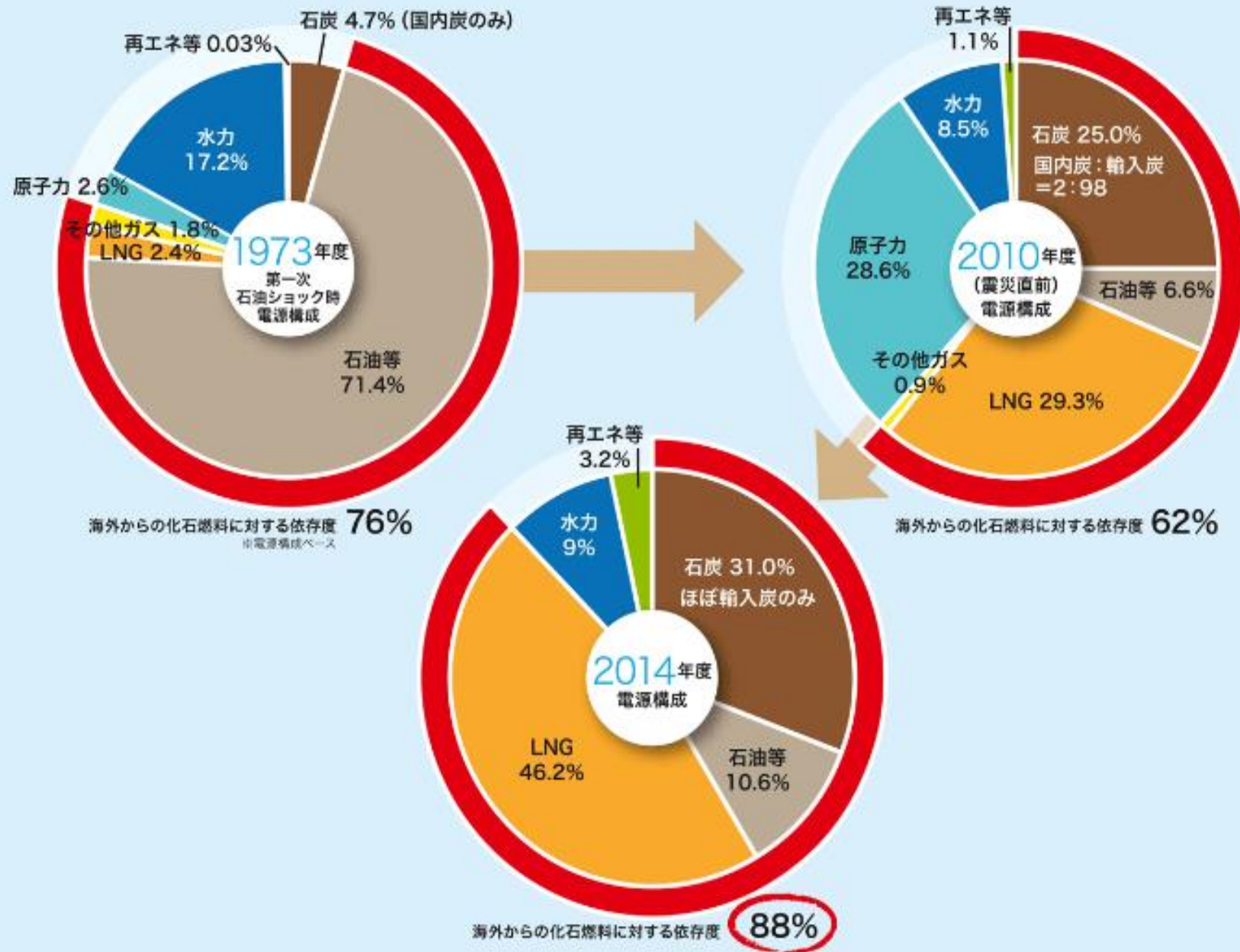
電力化率の推移



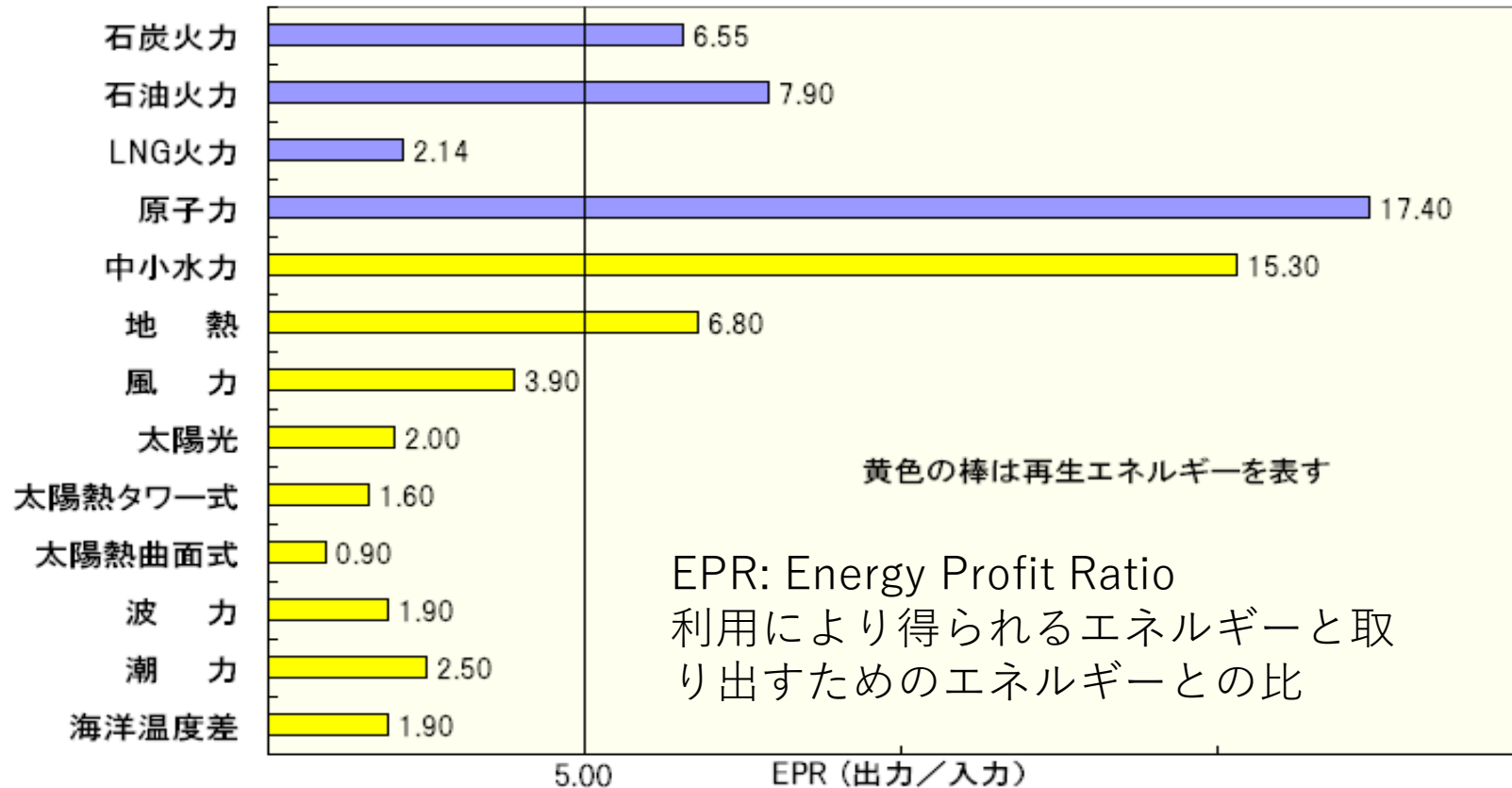
主要国の発電電力量



<我が国の電源構成（発電のためのエネルギー源）の推移>



電源のエネルギー収支



(注)原子力では、ガス拡散と遠心を半分ずつにしている

設備利用率は、石炭、石油、LNG、原子力は75%、水力45%、風力35%、太陽光15%、太陽熱15%

電源を得る手段(発電)をEPRで評価

[出典]天野治:石油の代替エネルギーをEPRから考える、日本原子力学会誌、Vol.48、No.10(2006)、p.762

主な電力源の投入燃料規模と在庫状況の比較

①原子力発電所1基分(100万kw)が1年間で発電する電力量を他の発電方式で代替した場合に必要な燃料



濃縮ウラン

10トントラック2.1台
濃縮ウラン燃料21トン



天然ガス

LNG専用船4.75隻
(20万トンLNG船)
95万トン



石油

大型タンカー7.75隻
(20万トン石油タンカー)
155万トン



石炭

大型石炭運船11.75隻
(20万トン船)
235万トン

②国内民間在庫日数

(洋上在庫含まず、電力会社の発電用在庫(2012年度平均在庫日数等)で計算。※電力調査統計等より作成)

ウラン 約2年程度

※海外で濃縮等加工済のもの(震災前の値)で、現在ではより大きい値となる。

LNG 約13日

石油 約67日

※国家備蓄は約85日(IEA基準、平成25年度3月末)資源エネルギー庁「石油備蓄の現況」より

石炭 約33日

今日お話をしたいこと

- エネルギーとは
- 人類とエネルギーとのかかわり
- 我国が置かれている現状
- **エネルギー資源の選択**

エネルギー資源の選択

- 持続性のある発展を目指し、最適なエネルギー資源群を選択し組合せる⇒エネルギー・ミックス
- 資源選択の4要素 **S + 3 E**
 - **S** 安全性 Safety
 - **3 E** 供給安定性 Energy Security
 - 経済性 Economic Efficiency
 - 環境適合性 Environment Protection
- より高度な**S + 3 E**（第5次エネルギー基本計画）
 - 安全性：国民が受容可能な安全レベル・安全目標
 - 安全最優先＋技術・ガバナンス改革による安全の革新
 - 供給安定性：震災前の自給率
 - 資源自給率＋技術自給率向上／選択肢の多様化確保
 - 経済性：国際競争力ある料金
 - 国民負担抑制＋自国産業競争力の強化
 - 環境適合性：GHG（Green House Gas）削減目標達成
 - 環境適合性＋脱炭素化への挑戦

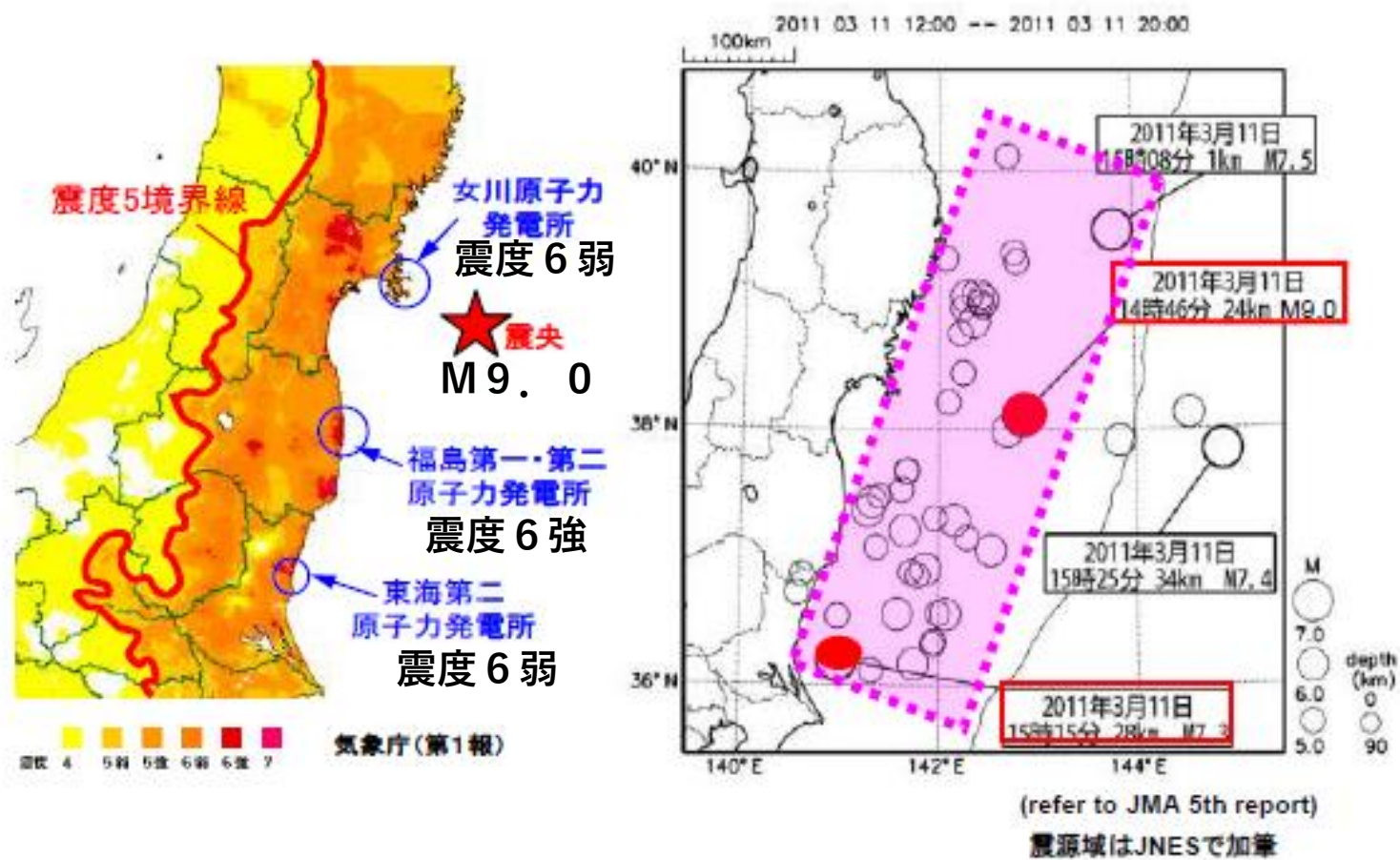
2030年度達成目標：天然ガス27% 石炭26%
石油3% 再エネ22～24% 原子力20～22%

変動型再エネ・太陽光と風力の特性

- 発電量：太陽光は夜間ゼロ、太陽光、風力とも天候次第
 - 需要に応じた発電ができない
 - バックアップ電源が必要
 - 安定電源 火力 ⇒ CO2低減にならない
 - 貯蔵 バッテリー 揚水発電など
 - このような構造的要因により高コスト化（FITでカバー）
- 変動型再エネの特徴
 - 発電時は一斉に同じように発電・重複、余剰が生ずる「共喰い現象」
 - 設備容量が需要容量を超えると発電量が過剰になる
 - 間欠発電からの供給を優先すると、バックアップ電源の経済性が低下
- 2050年に向け経済的に自立化した主力電源化必須

参考
東電福島第一原子力発電所
事故の概要

東北地方太平洋沖地震の震源等



東北地方太平洋沖地震の諸元及び地震規模

第2波（2段目）の認定

写真15 : 経過時間7分42秒



さらに大きな段波が東波除堤を越流し始める

写真16 : 経過時間7分56秒



防波堤・東波除堤を覆う段波が到達

写真15・16で確認された段波は第2波（2段目）と判断される。

写真17 : 経過時間8分10秒



写真18 : 経過時間8分20秒



10m盤タンク周辺に大規模に浸水

第2波（1段目）は、東波除堤を越えなかったのに対し、第2波（2段目）は、北防波堤、南防波堤および東波除堤を大きく越えたことから、第2波（2段目）は、敷地全体に大きな時間差なく到達したものと考えられる。

東電福島第一発電所事故(1)

何故起こったのか、何故防げなかったのか

2011年3月11日 14時46分 M9.0の地震発生

地震を感知し1、2、3号機とも直ちに制御棒が自動挿入され、原子炉停止。
地震のために外部電源喪失、直ちに非常用ディーゼル発電機(D/G、
独立2系統)作動。

同日 15時37分 津波襲来

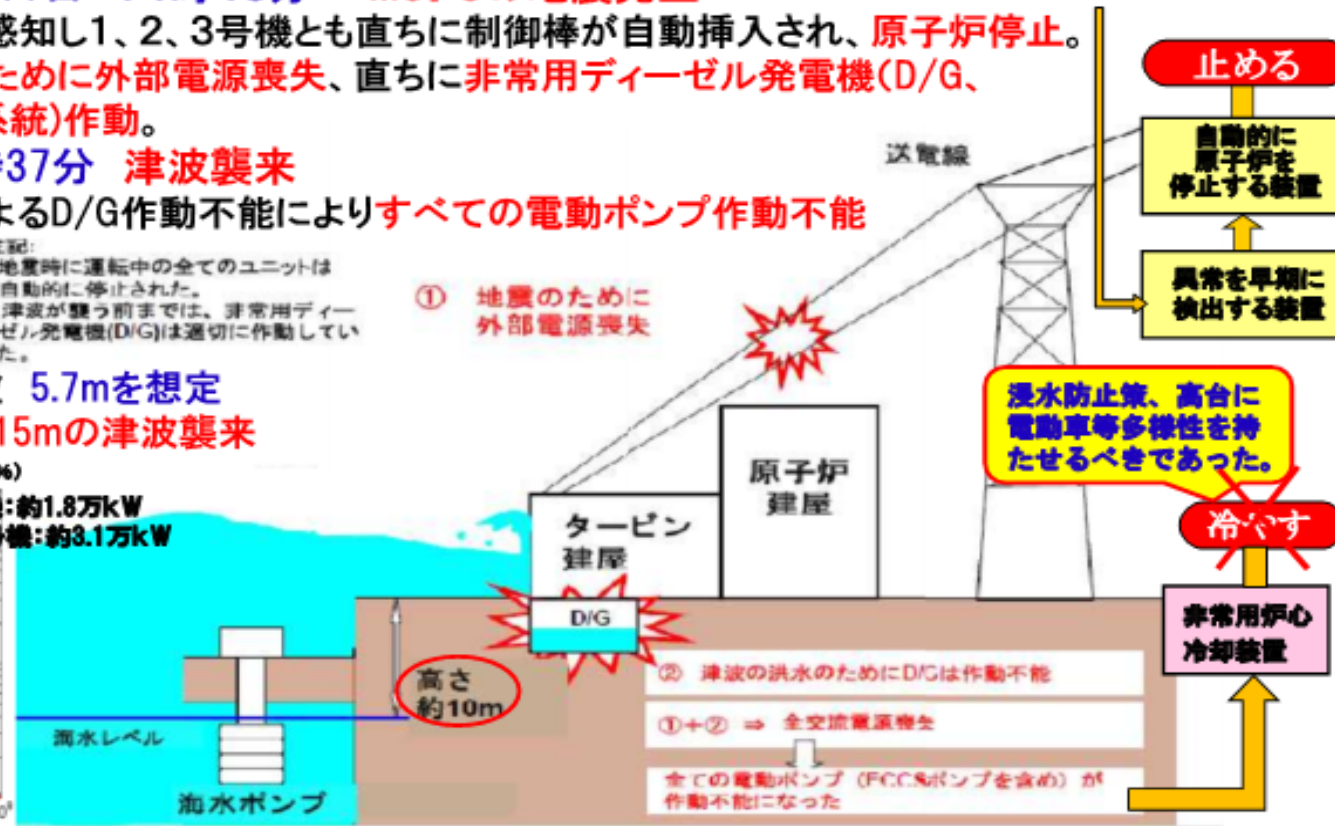
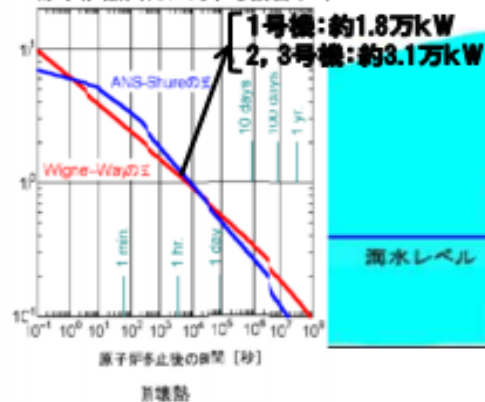
浸水によるD/G作動不能によりすべての電動ポンプ作動不能

注記:
-地震時に運転中の全てのユニットは自動的に停止された。
-津波が襲う前までは、非常用ディーゼル発電機(D/G)は適切に作動していた。

最大津波 5.7mを想定

→ 約15mの津波襲来

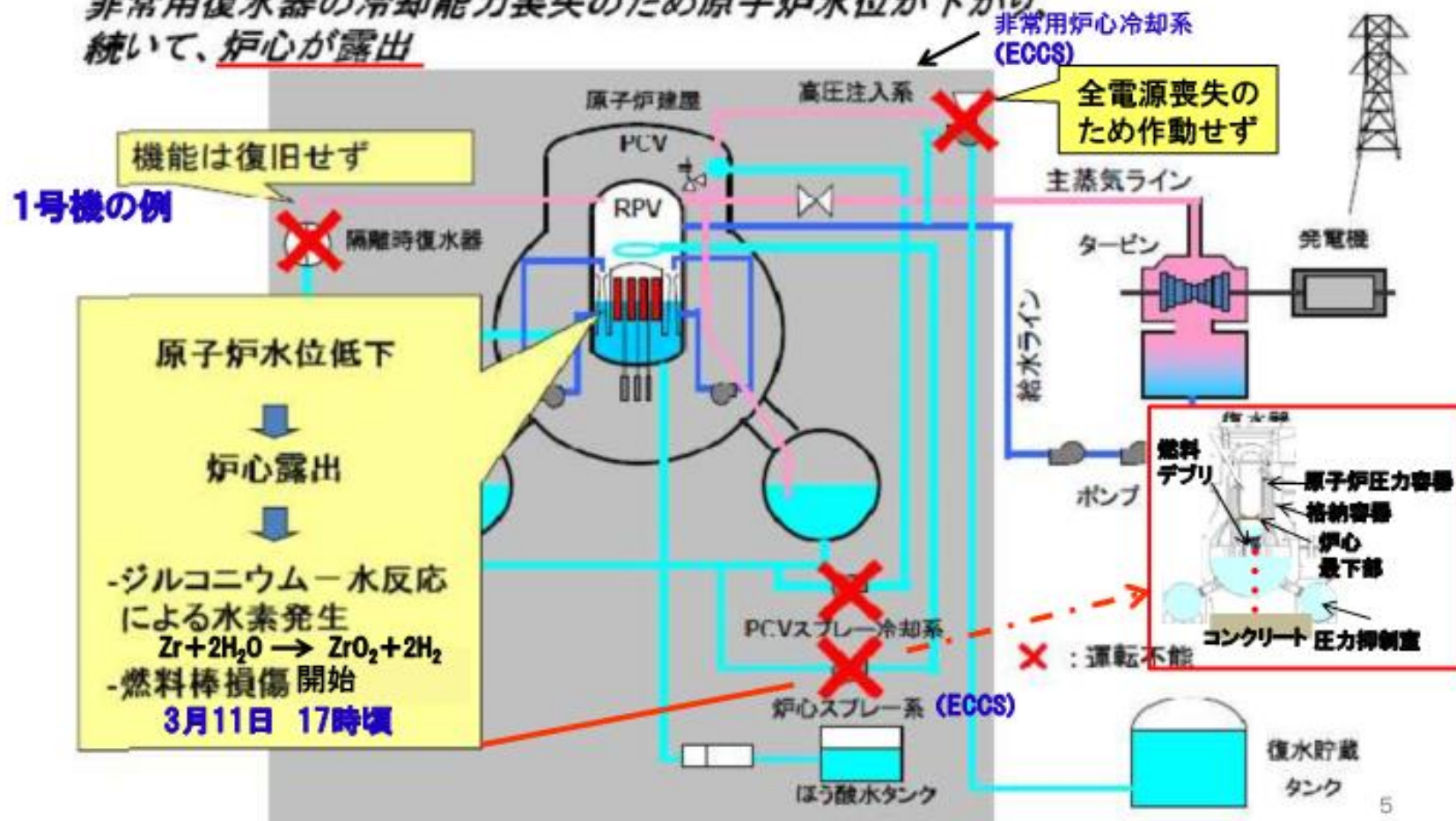
原子炉熱出力に対する割合(%)



東電福島第一発電所事故(2)

燃料を冷やせなかった結果どうなったのか

非常用復水器の冷却能力喪失のため原子炉水位が下がり、続いて、炉心が露出



東電福島第一発電所事故(3)

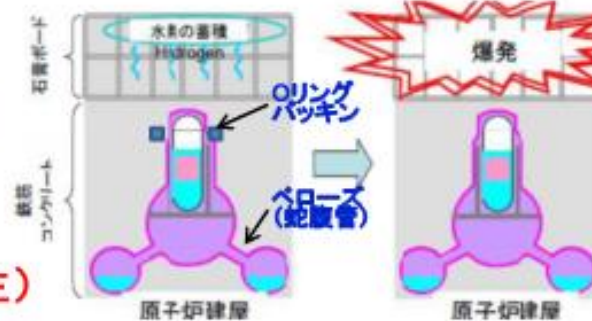
何故水素爆発を起こし、放射性物質を放出したか

- ジルコニウム-水反応により大量の水素発生
- 原子炉圧力容器の内圧が上がり、圧力容器底部の損傷部から水素、高温水蒸気等が格納容器へ漏洩
- 格納容器内の温度、圧力が上昇し、水素は格納容器蓋のOリング過温破損及び配管、ケーブル等の貫通部等から原子炉建屋へ漏洩
- ベントした水素が原子炉建屋へ逆流
- 原子炉建屋上部で
水素爆発(水素4%、酸素5%以上)
1号機:12日15時36分
- 水素爆発に伴い、
放射性物質を外部に放出(ただし、2号機が主)



(朝日新聞より)

石膏ボード部



事故の遠因ともたらした社会的影響

- 事故の遠因

- “安全神話”の忍び込み

- 安全神話とは事故は起こらないとの思い込み

- 官民一体で、信頼性の高い原子力発電所を作り上げ、それが過信へとつながっていった。

- 社会的影響

- 風評被害、低線量被ばく、トリチウム

本日のテーマに関心を持っていただき
誠に有難う御座いました