

令和2年1月17日
八戸工業大学での対話会

原子力の仕事のこれまでとこれから

シニアネットワーク東北 高橋實

今日話すこと

1. エネルギー選択の考え方

- 1. 1 安定供給、安全保障
- 1. 2 環境影響
- 1. 3 経済性
- 1. 4 原子力の安全性
- 1. 5 今後のエネルギー

2. これからの原子力の仕事

- 2. 1 短中期的な原子力の仕事
- 2. 2 中長期的な原子力の仕事

3. 学生の皆さんに期待すること

1. エネルギー選択の考え方

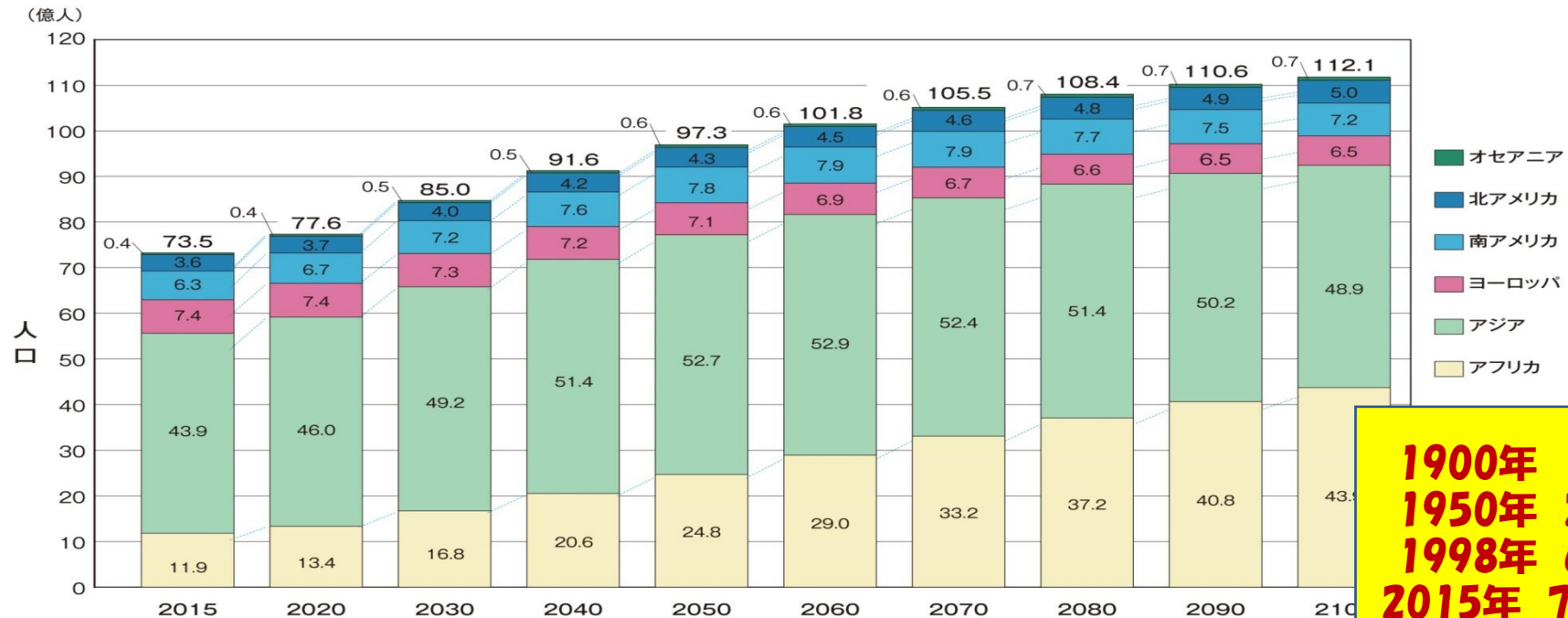
1.1 エネルギーの安定供給、安全保障

1.1.1 世界の人口予測

増え続ける世界の人口とエネルギー消費

もうすぐ100億人

世界の人口予測

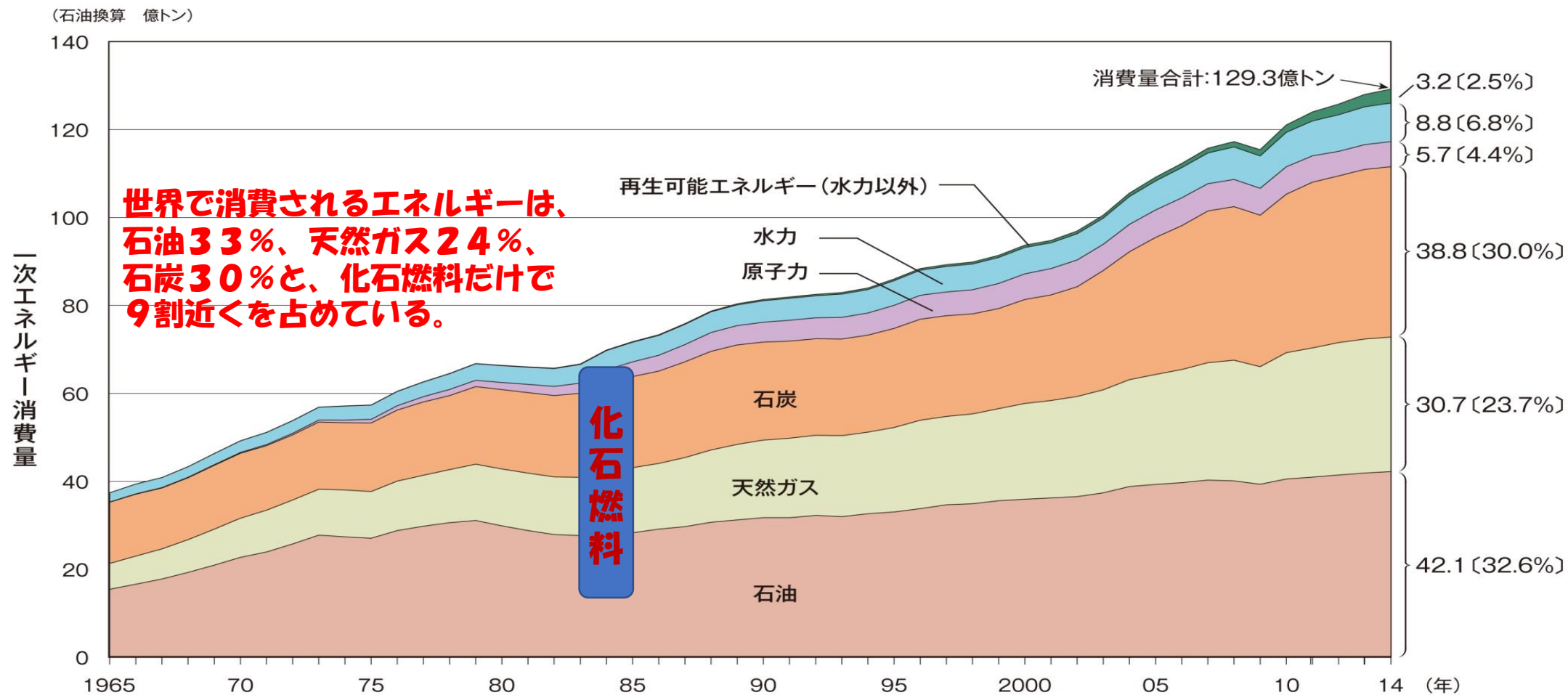


）四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある

出典：UN「World Population Prospects, the 2015 Revision」より作成

1.1.2

世界の一次エネルギー消費量の推移



(注) 四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある
内は全体に占める割合

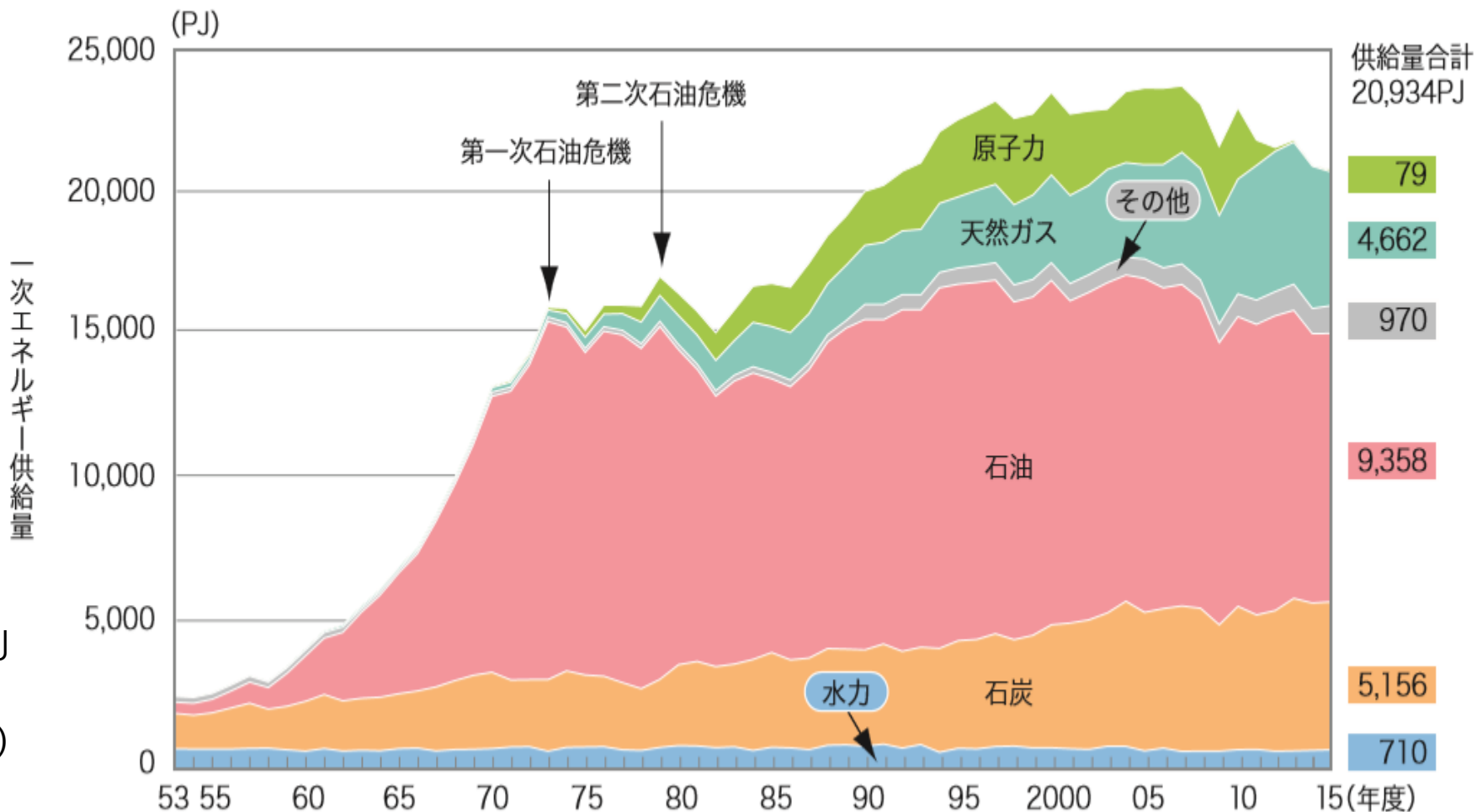
出典: BP統計2015より作成

1. 1. 3

日本の一次エネルギー供給実績

- 1953 アトム フォー ピース国連演説
- 1963 JPDR運開
- 1965 商用国産1号機（東海1）運開
- 1977 東海再処理工場ホット試験開始
- 1979 TMI事故
- 1980 原燃サービス設立
- 1986 チェルノブイリ事故
- 1992 日本原燃設立
- 2005 東通1号機運開
- 2008 大間着工
- 2011 福島第一事故

PJ
= 10^{15} J
(千兆
ジュール)

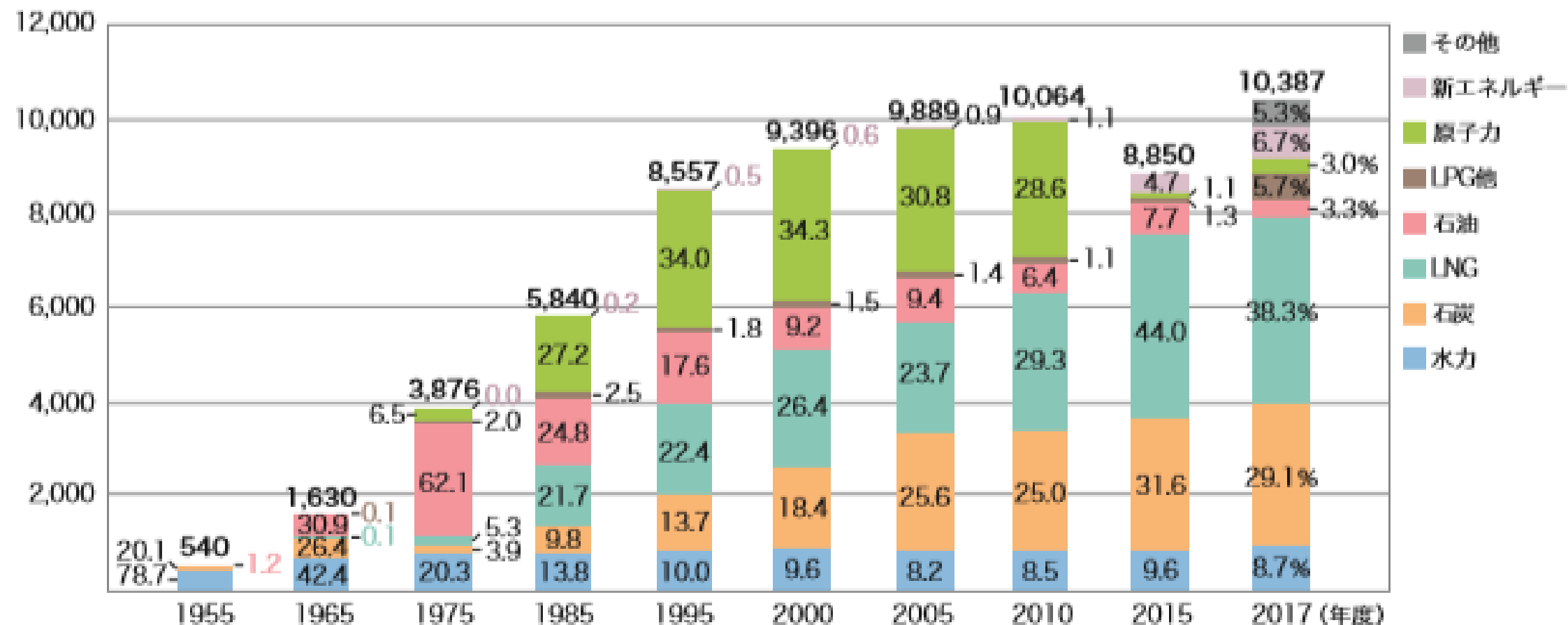


(注) 1PJ(= 10^{15} J)は原油約25,800kℓの熱量に相当(PJ:ペタジュール)。

出典:資源エネルギー庁「平成27年度(2015年度)エネルギー需給実績(確報)」ほか

1.1.4 電源別発電電力量構成比

(億キロワット時)



(注) 1970年度までは9電力計、1975～2015年度は10電力計。2016年度以降は10エリア計。

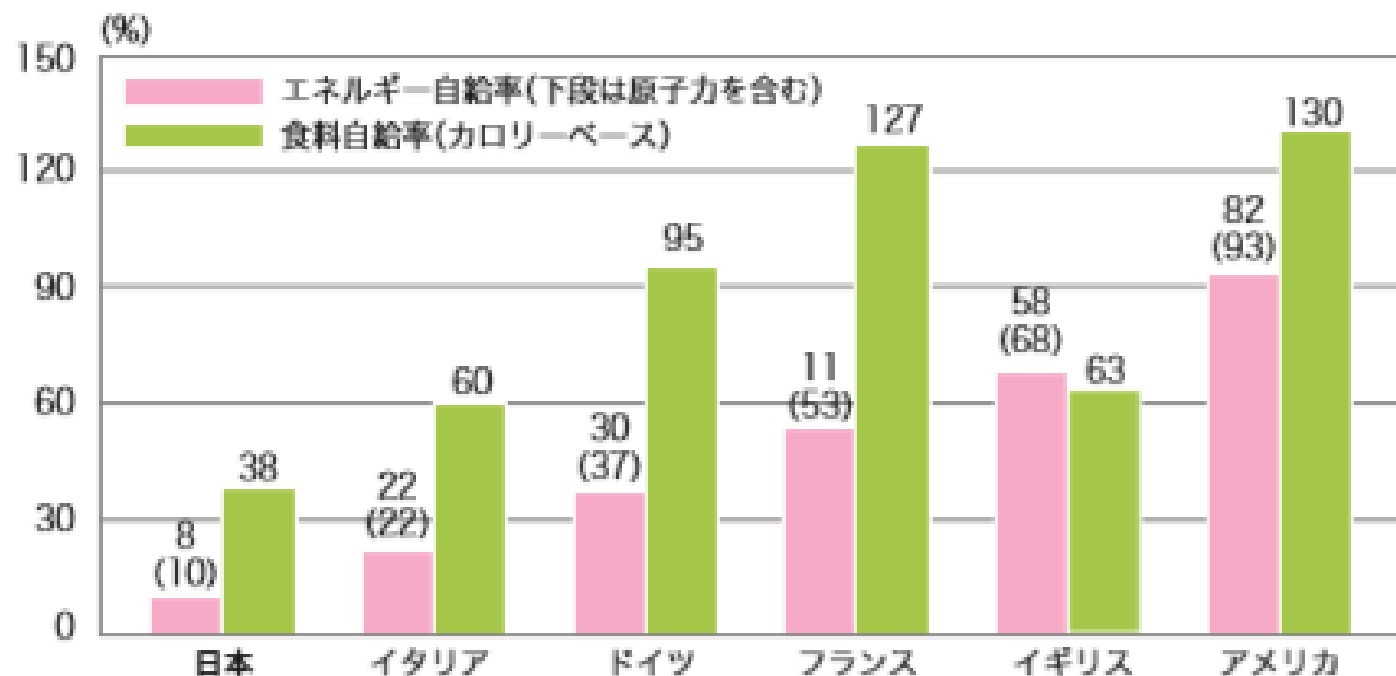
LPG他：LPG、その他ガス。

四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある。

出典：電気事業連合会調べ、資源エネルギー庁「電力調査統計」

1.1.5

各国のエネルギーと食料の自給率



【原子力の備蓄効果】

LNG	約14日
石油	約170日 (法定備蓄)
石炭	約30日
原子力	約2.7年程度

(注1)エネルギー自給率の数値:2017年暫定値。

(注2)原子力発電は燃料となるウランを輸入しているため純粋な国産エネルギーではありませんが、一度燃料を原子炉に入れると1年以上取り替えずに発電することができ、また、使用済燃料をリサイクルできるため、準国産エネルギーと考えられます。

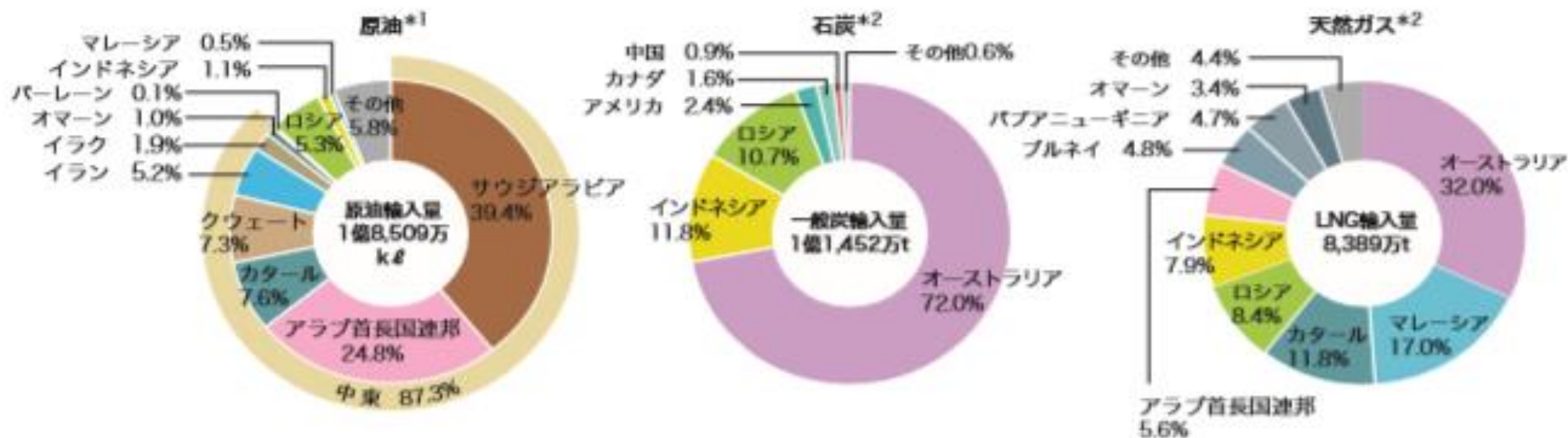
(注3)日本の食料自給率は、2017年度。他の国は2013年。

出典:長期エネルギー需要見通し小委員会、
農林水産省食料需給表 諸外国・地域の食料自給率(カロリーベース)、
資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」

1.1.6 日本が輸入する化石燃料の相手国別比率

日本は石油の約9割を、政情が不安定な中東からの輸入に依存。
石炭・天然ガスは、比較的政情の安定した国から輸入。

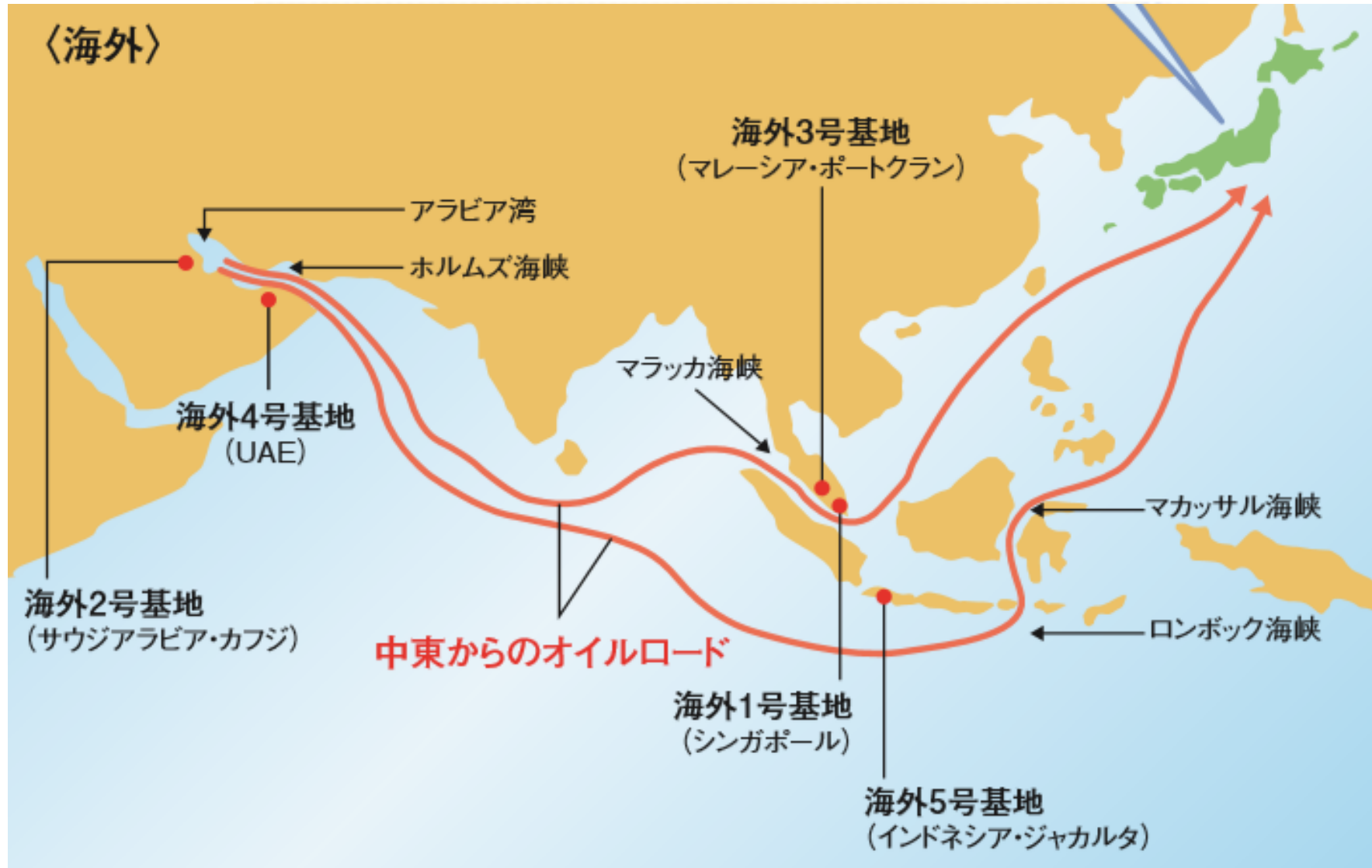
日本が輸入する化石燃料の相手国別比率(2017年度実績)



(注)四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある。

出典: *1 石油連盟統計資料、*2 財務省貿易統計より作成

1.1.7 原油のシーレーン 片道12,000Km, 往復 40日、 100数十隻の大型タンカー



1.1.8

太陽光・風力発電の出力変動



太陽光発電は
時間と天気で
発電量が変わる



風力発電は
風の強さで
発電量が変わる

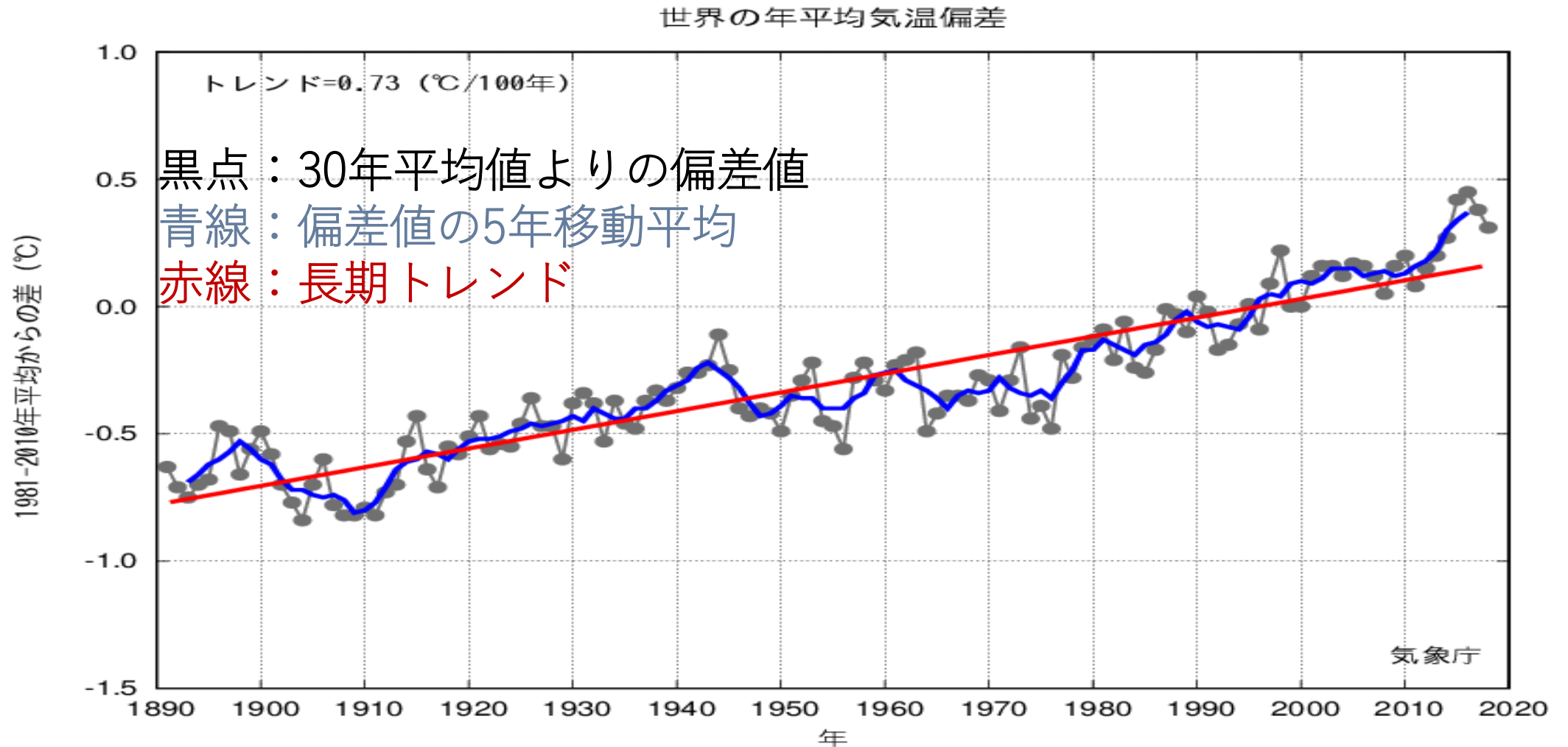
出典:電気事業連合会資料、北海道電力(株)ほりかつぶ発電所より作成

安定した制御可能なバックアップ電源と余裕のある流通網が必要

1.2 環境影響

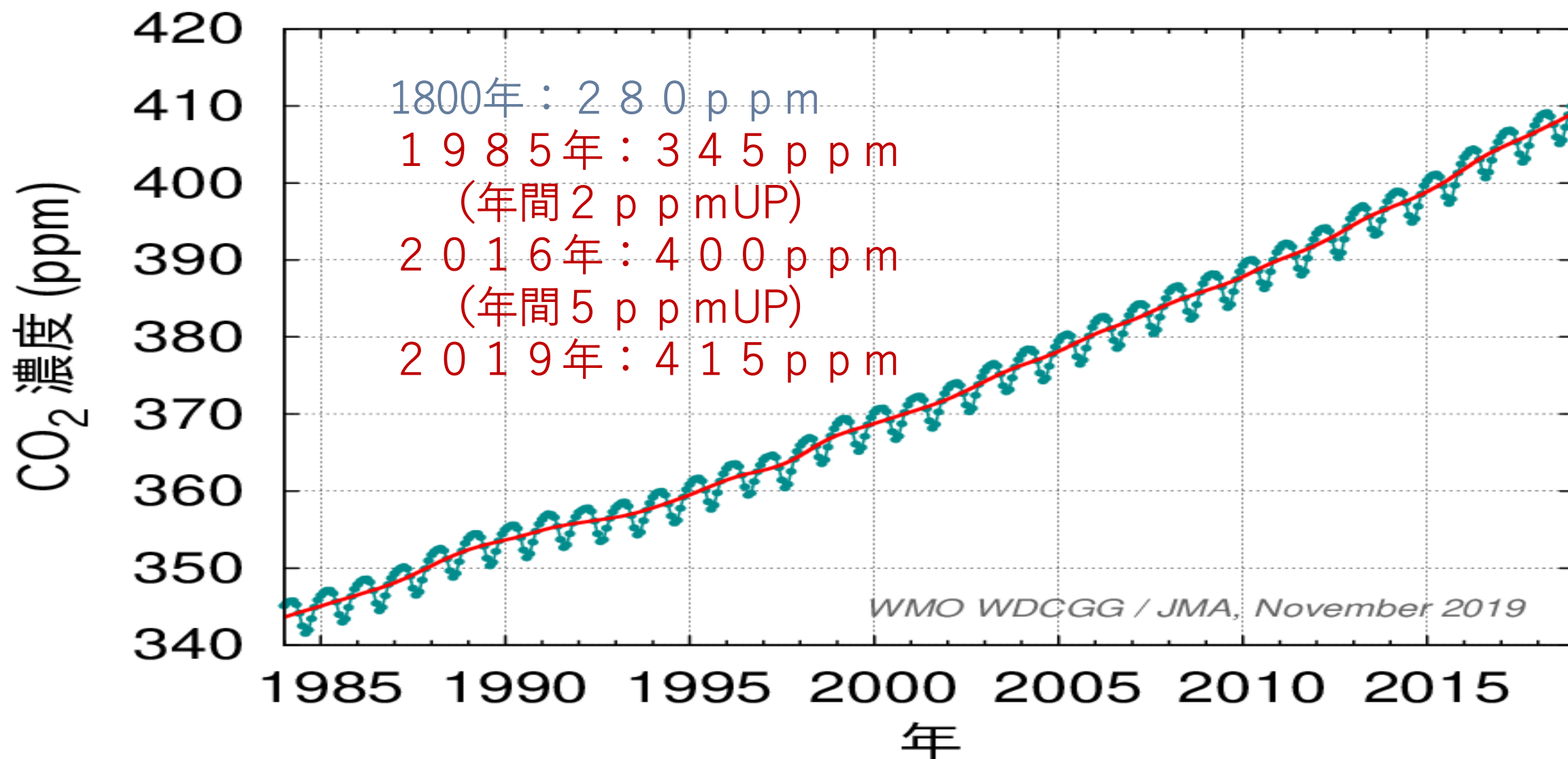
1.2.1 地球の年平均気温変化

出典：気象庁2018年12月28日更新データ



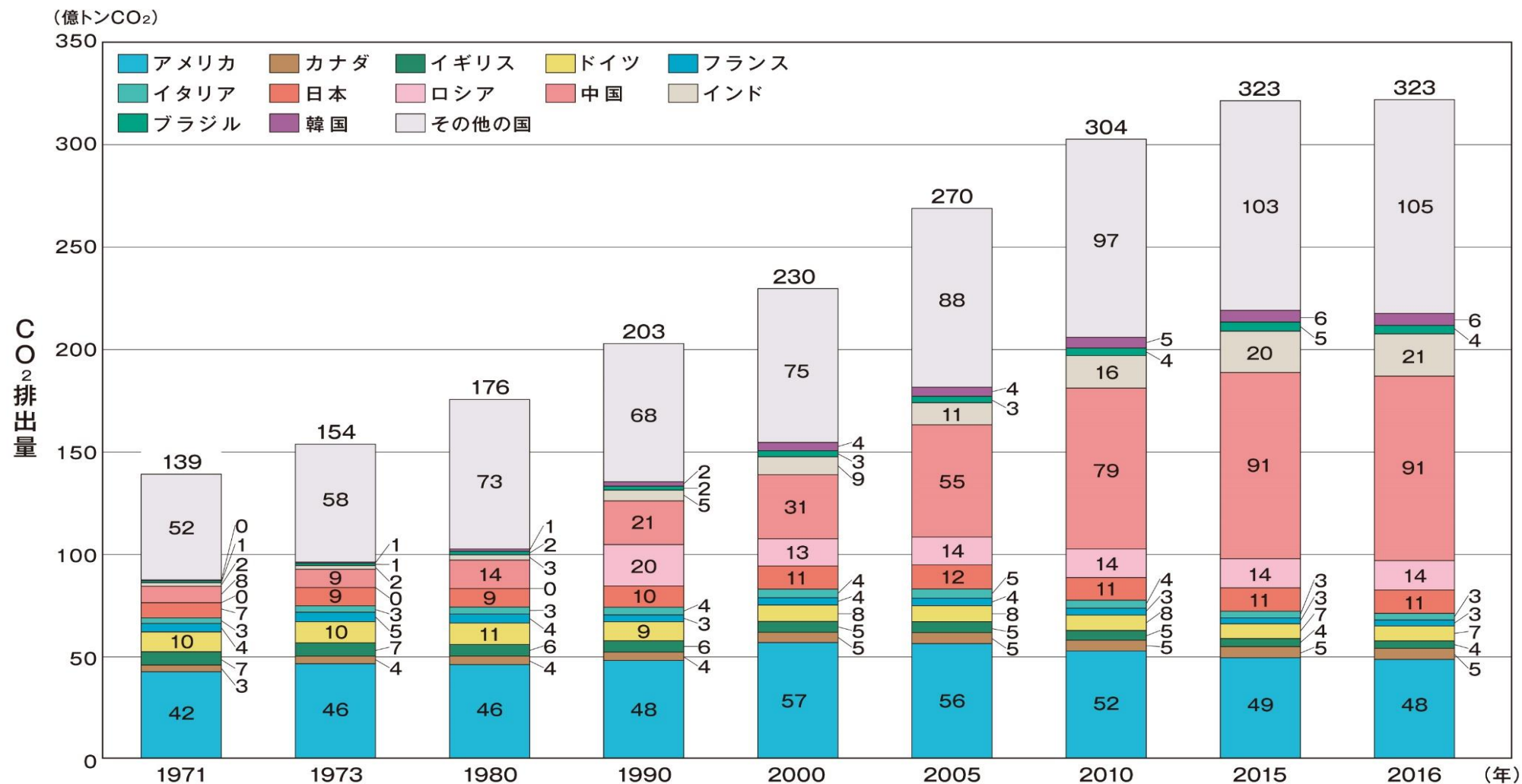
1.2.2 地球大気中のCO₂濃度の変化

出典：世界気象機関2019年11月データ



1. 2. 3

世界のCO₂排出量の推移



(注) 四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある
ロシアについては1990年以降の排出量を記載。1990年以前については、その他の国として集計

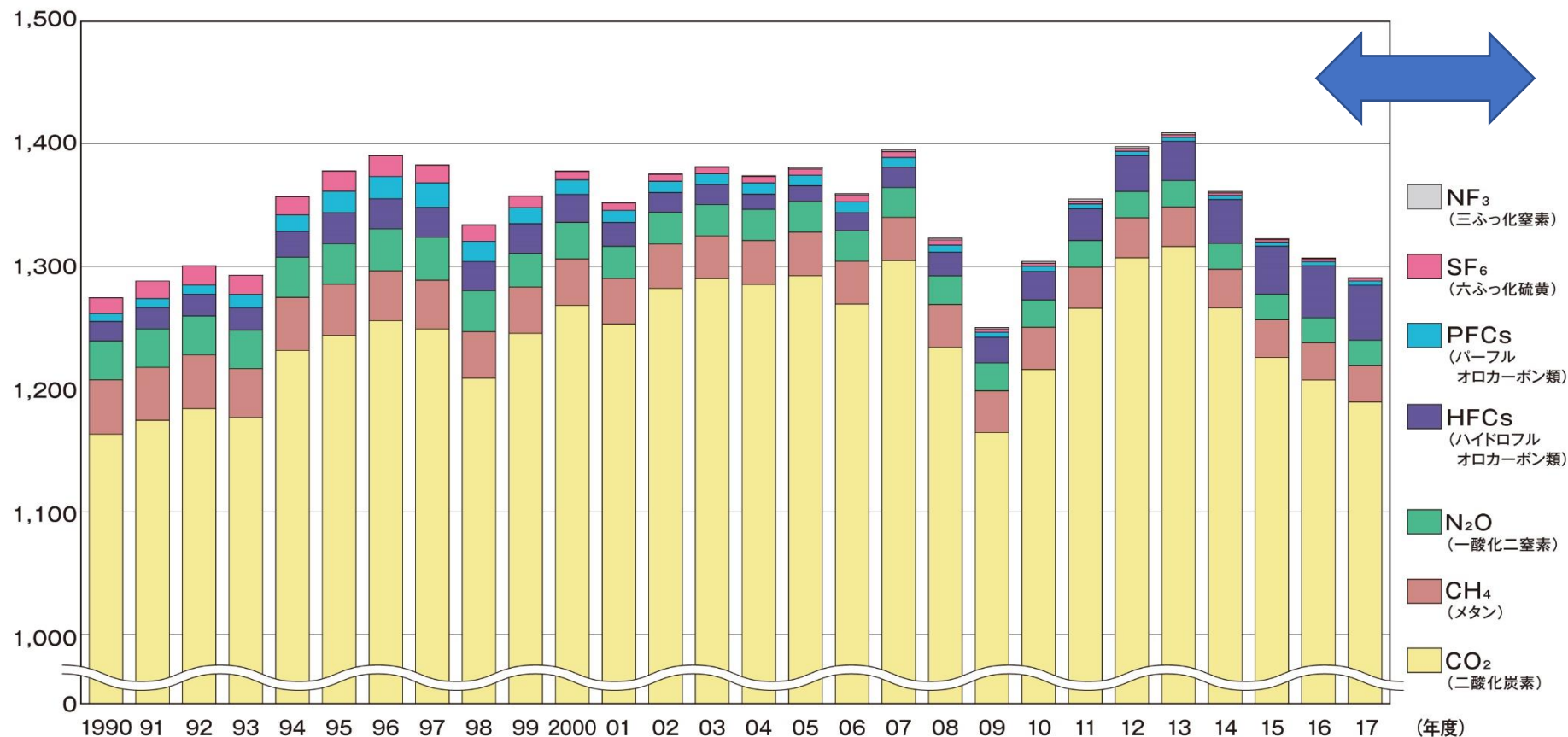
出典：(一財)日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧2019」より作成

1. 2. 4

日本の温室効果ガス排出量の推移

最近の減少；省エネ、再エネ、再稼働が貢献

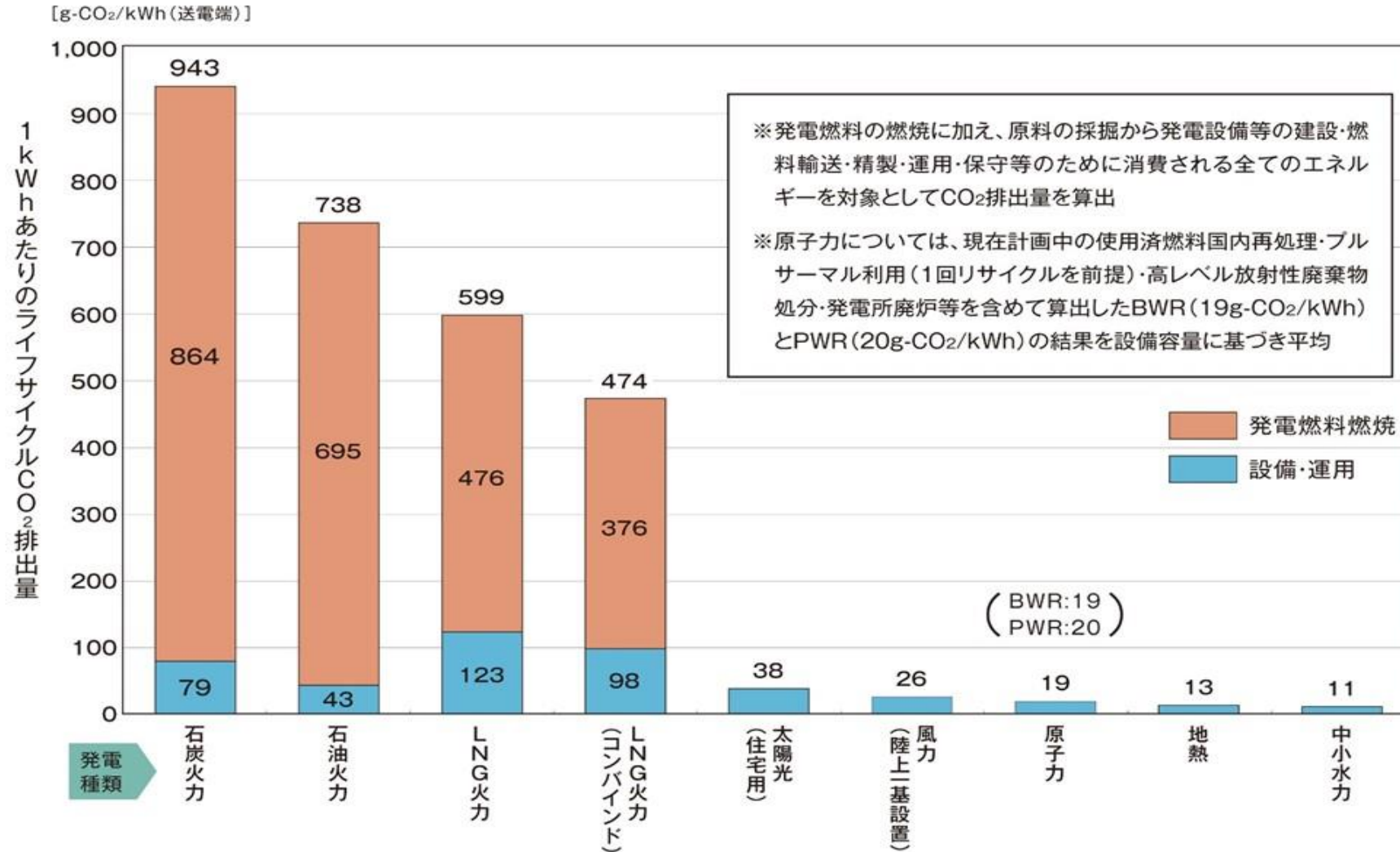
(百万トン-CO₂換算)



出典：温室効果ガスインベントリオフィスホームページより作成

1.2.5

各種電源別のライフサイクルCO₂排出量



出典：(一財)電力中央研究所「日本における発電技術のライフサイクルCO₂排出量算定報告書(2016年)」より作成

出典； 電事連原子力・エネルギー図面集 2016

1. 2. 6 パリ協定

- 2015年パリで開催のCOP21で 世界の気温上昇を2°C未満(1.5°C目標)とする旨採択。
- 日本は、温室効果ガス削減2030年度で、2013年度比26%削減、2050年度で 80%削減を目指す。



- 26%削減達成のためには、現存(建設中を含む)原子力すべての稼働、80%削減達成のためには、原子力の新增設は不可避。

1.3 経済性

1.3.1 1 kWh当たりの電源別発電コストの比較

1キロワット時当たりの電源別発電コストの比較



(注1)2011年の設備利用率は、石炭:80%、LNG:80%、石油:50%、10%

(注2)()内の数値は政策経費を除いた発電コスト。

(注3)事故リスク対策費は、事故廃炉・賠償費用等が1兆円増えると0.04円/キロワット時増加する。

*地熱については、その予算関連政策経費は今後の開発拡大のための予算が大部分であり、ほかの電源との比較が難しいが、ここでは、現在計画中のものを加えた合計143万キロワットで算出した発電量に関連予算を機械的に除した値を記載。

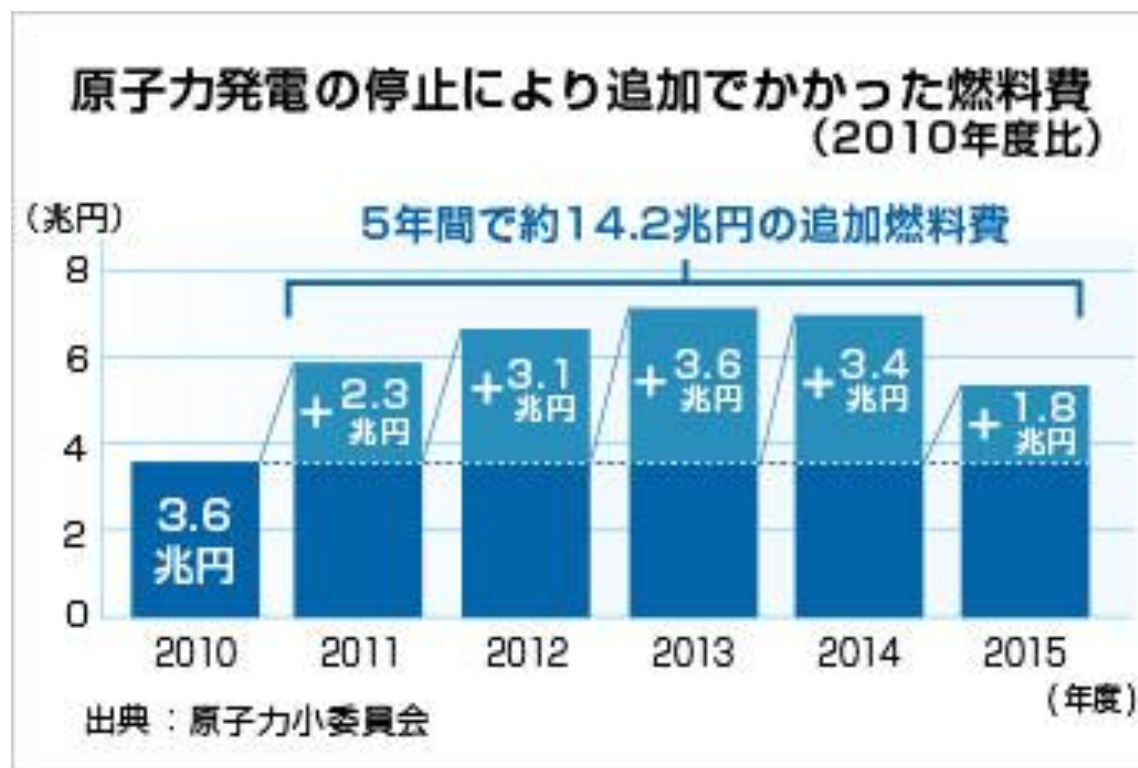
新設の場合のケース
スタディです

1. 3. 2

原発停止による発電コストの増加

東日本大震災、原子力発電の長期停止により、火力発電による発電電力量は大幅に増加しました。

2011年度2015年度の5年間で約14.2兆円の燃料費が発生しています。これは、4人家族では年間約6万円を追加、資源国に支払っていることになります。



1. 3. 3

再稼働後の電気料金の値下げ

- 関西電力は、原子力発電所の再稼働による火力燃料費の削減等を受け、2度にわたり、それぞれ4～5%程度電気料金を値下げ。
- 九州電力も、再稼働による火力燃料費削減などを理由に、1%程度電気料金を値下げ。

	再稼働プラント	値下げ幅 ^(注1)	火力燃料費等削減分
〔関西電力 の ケース〕	高浜発電所3・4号機	▲4.29% (2017年8月)	▲410億円 ^(注2)
		⇒ 産業用(工場等)で	約▲276万円/年の効果
	大飯発電所3・4号機	▲5.36% (2018年7月)	▲990億円 ^(注2)
		⇒ 産業用(工場等)で	約▲324万円/年の効果

(注1) 小売料金全体(規制及び自由部門)の平均値下げ幅

(注2) 契約電力900kW、月間使用量3,240,000kWhの場合における例

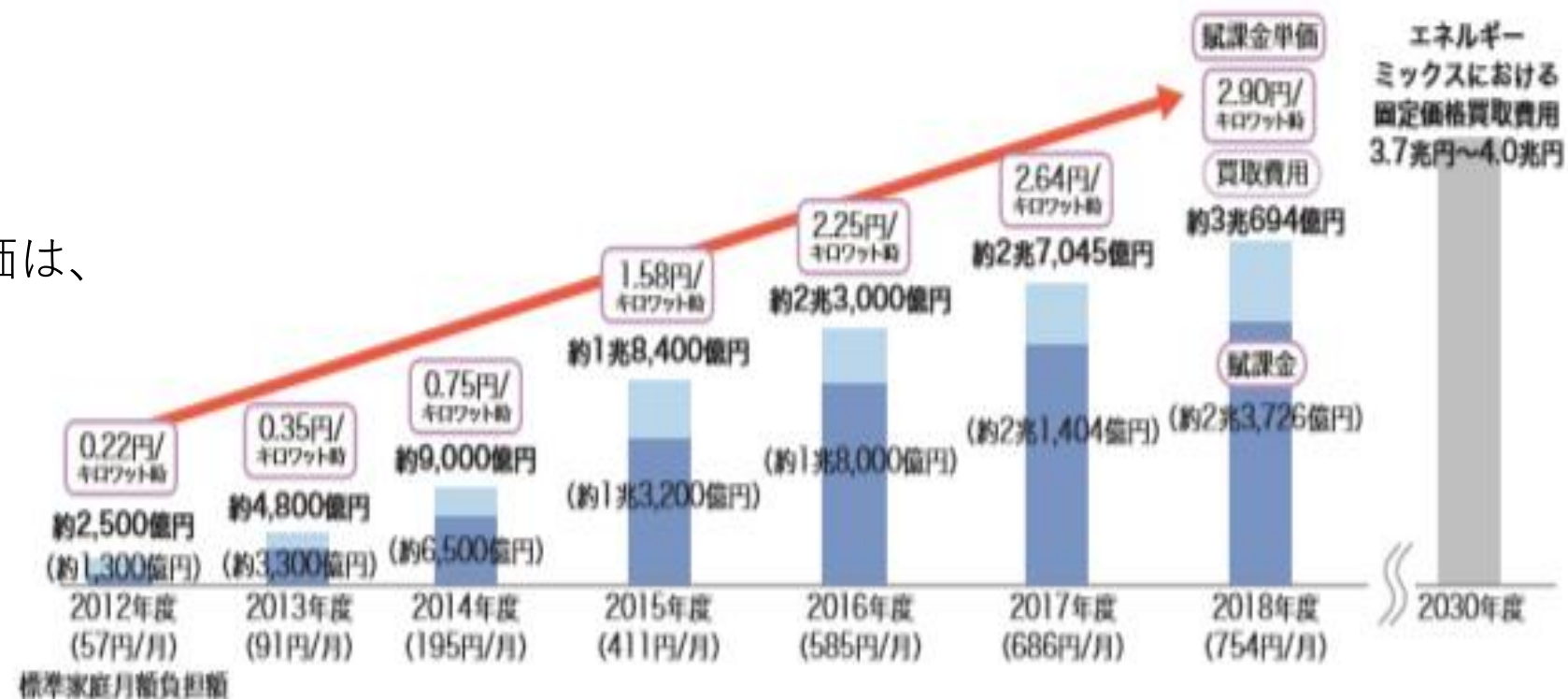
出典 関西電力のホームページから作成

1. 3. 4

再生可能エネルギーの固定価格買取費用の一部は、国民が負担している。
2030年の買取費用は、3兆7,000億円から4兆円になる想定。

再生可能エネルギーの固定価格買取費用の国民負担

現在の再エネ賦課金単価は、
2.95円/KWhです



*買取費用及び賦課金の額は当該年度開始当初の推計値

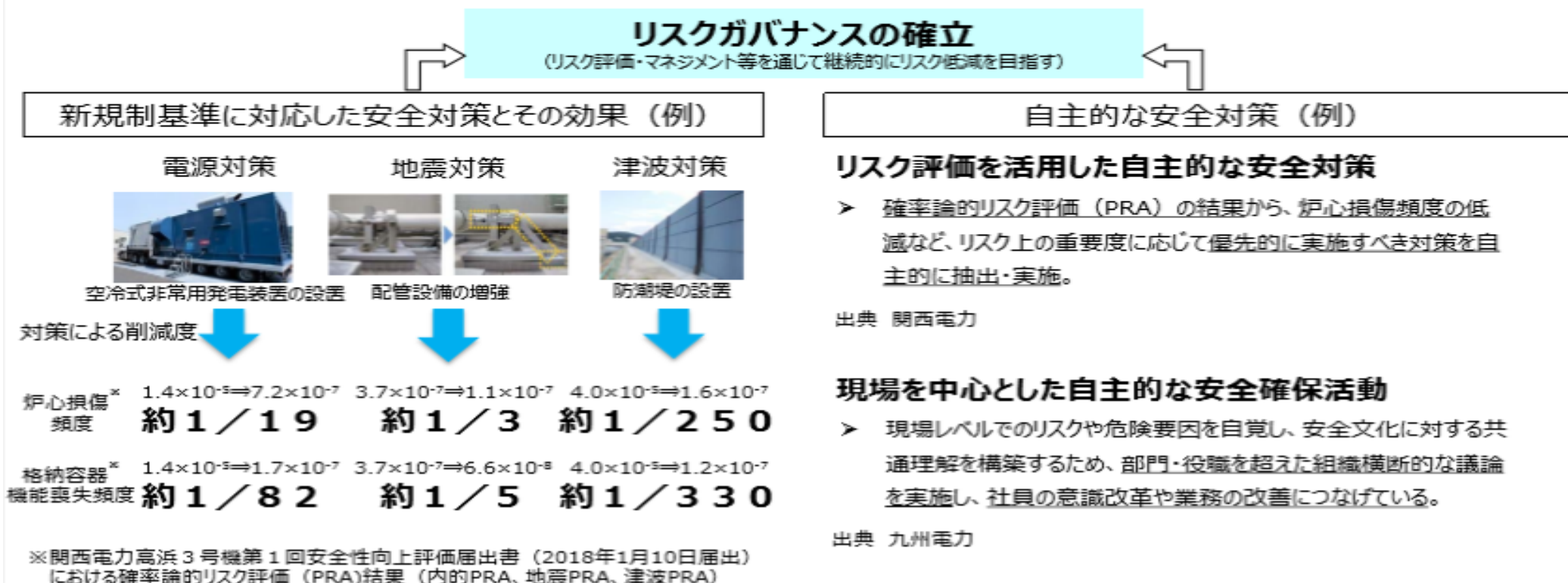
出典:資源エネルギー庁「エネルギー白書2018」より作成

1. 4. 原子力の安全性

1. 4. 1 福島第一事故後の原子力の安全性の向上

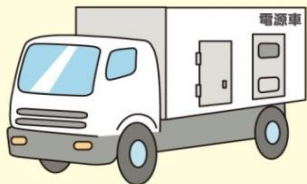
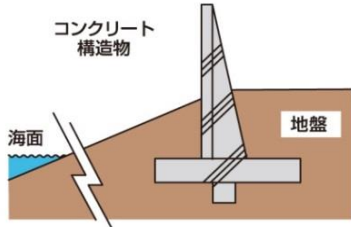
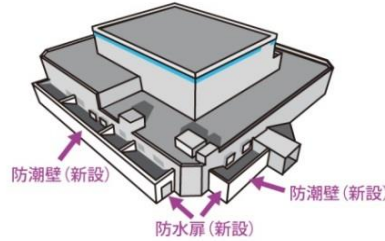
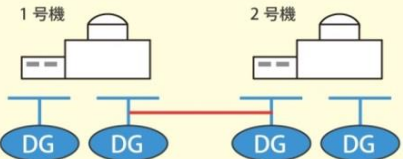
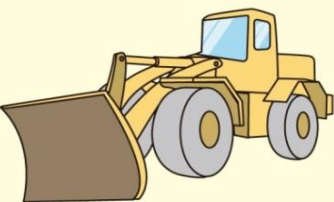
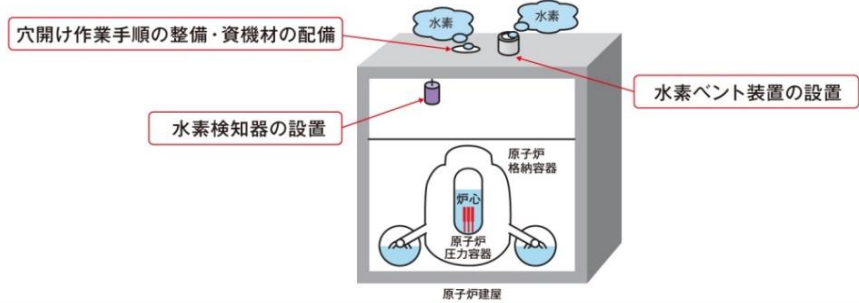
原子力の安全性向上

- 新規制基準に対応した安全対策によって、炉心損傷頻度等は大きく低減と評価。
- さらに、事業者はリスクガバナンスの確立に向けた自主的な安全対策（リスク評価・マネジメント等）に取り組む、国や産業界は各取組をサポートし、更なる安全性向上を目指す。



1. 4. 2

福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全対策の主な具体例

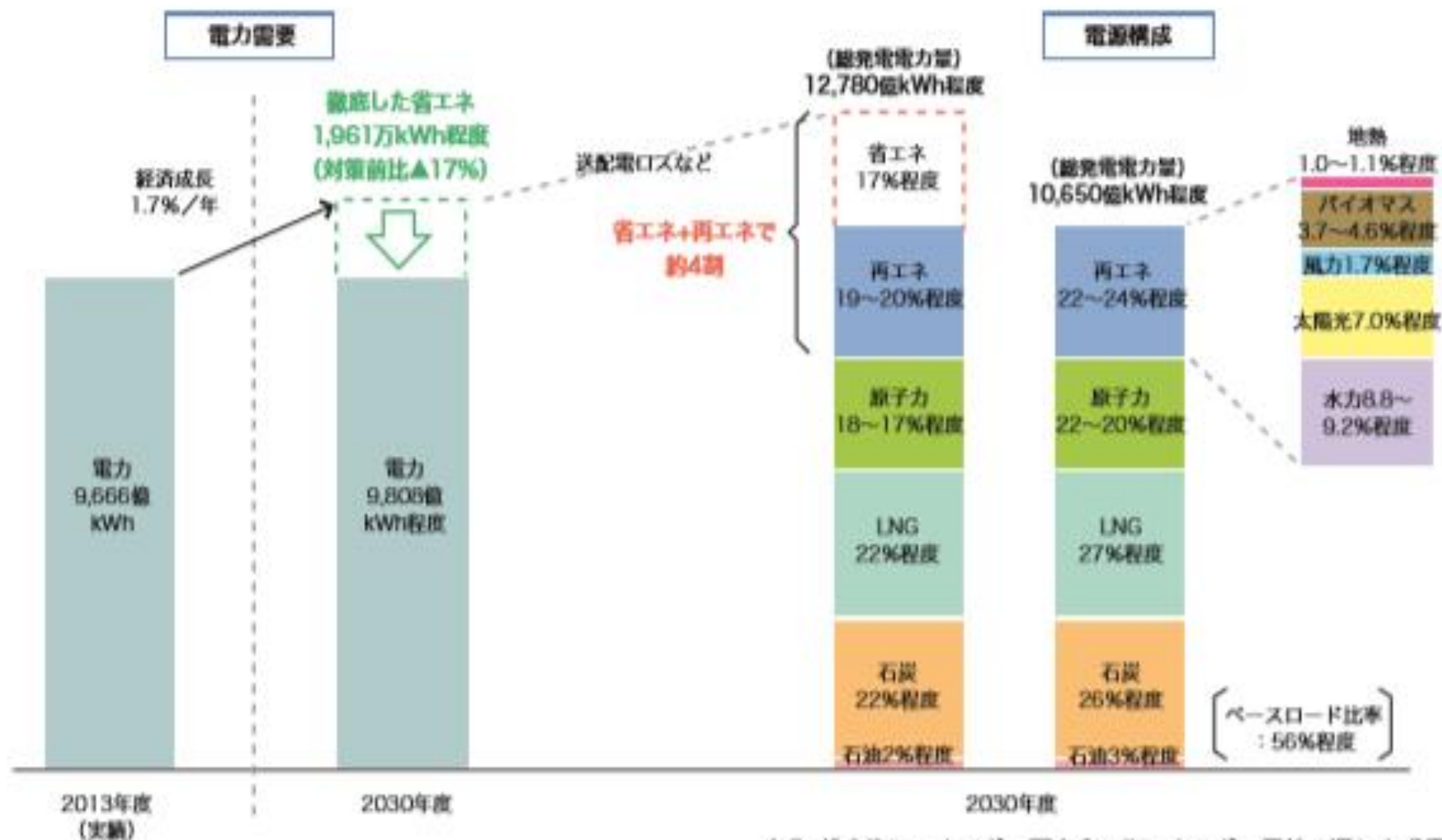
	短期対策（終了）	中長期対策（2～3年以内に実施）
緊急安全対策	非常用電源車の追加配備 	防潮堤の設置  防潮壁の設置 
電源信頼性向上対策	非常用発電機の号機間での融通 	送電鉄塔の点検および地震・津波対策 
シビアアクシデント対策	ホイールローダーの配備 	建屋ベントおよび水素検知器の設置（BWR） 

1.5 今後のエネルギー

1.5.1 各エネルギー源の比較

	エネルギーの安定供給	経済性	環境保全
火力発電	燃料は輸入 燃料産出国にかたよりのある	燃料コストは不安定	CO ₂ 排出量が多い
原子力発電	燃料は輸入 準国産資源	コストは安定 発電単価に占める燃料費の割合が小さい	発電時にCO ₂ を排出しない
水力発電	国産資源 (安定、制御可能) 自然条件に左右される	コストは安定	発電時にCO ₂ を排出しない
風力発電	国産資源 自然条件に左右される	高コスト	発電時にCO ₂ を排出しない
太陽光発電	国産資源 自然条件に左右される	高コスト	発電時にCO ₂ を排出しない

1.5.2 2030年度の需給構造の見通し(電力需要・電源構成)

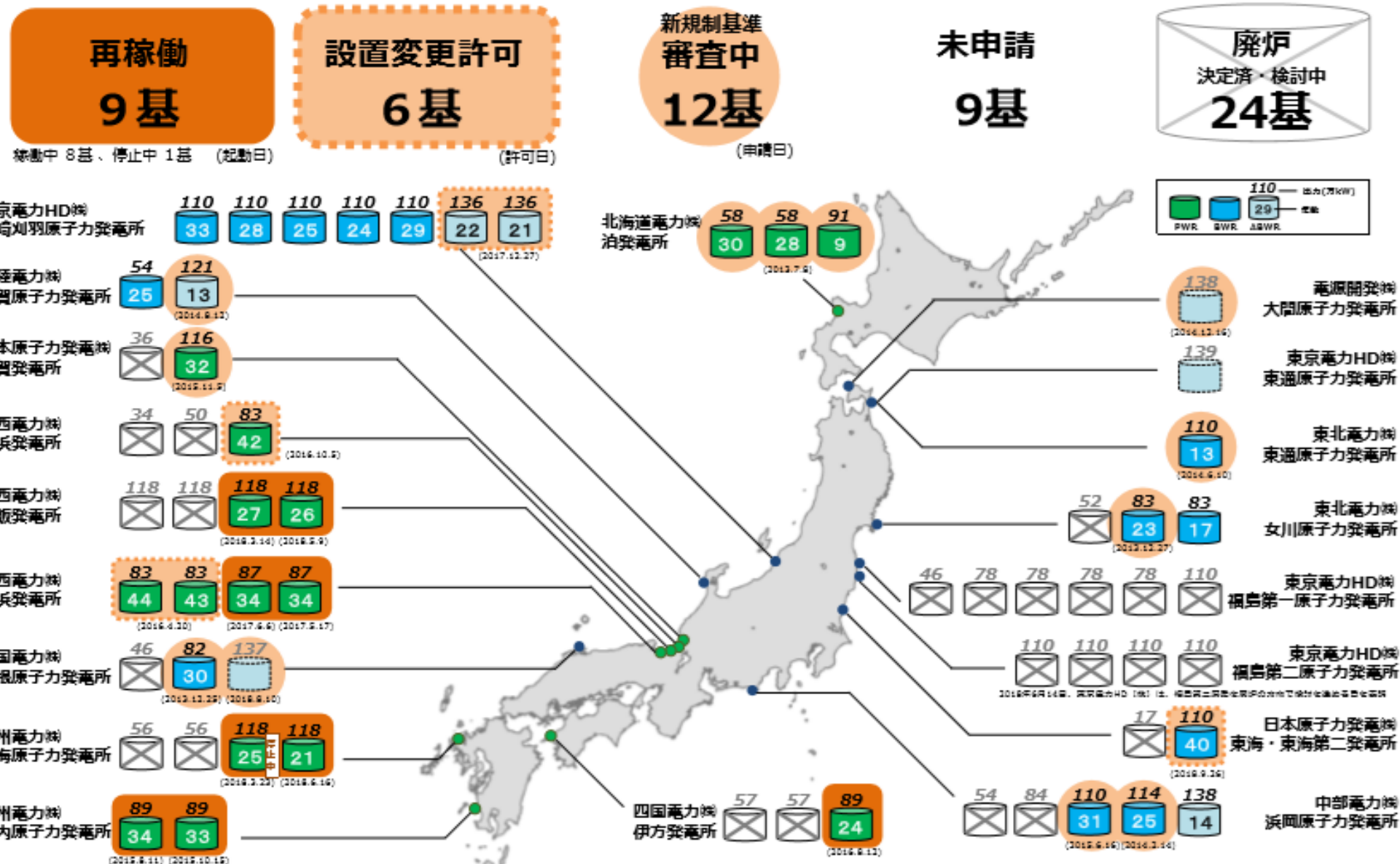


出典:総合資源エネルギー調査会長期エネルギー需給見通し小委員会資料

1.5.3

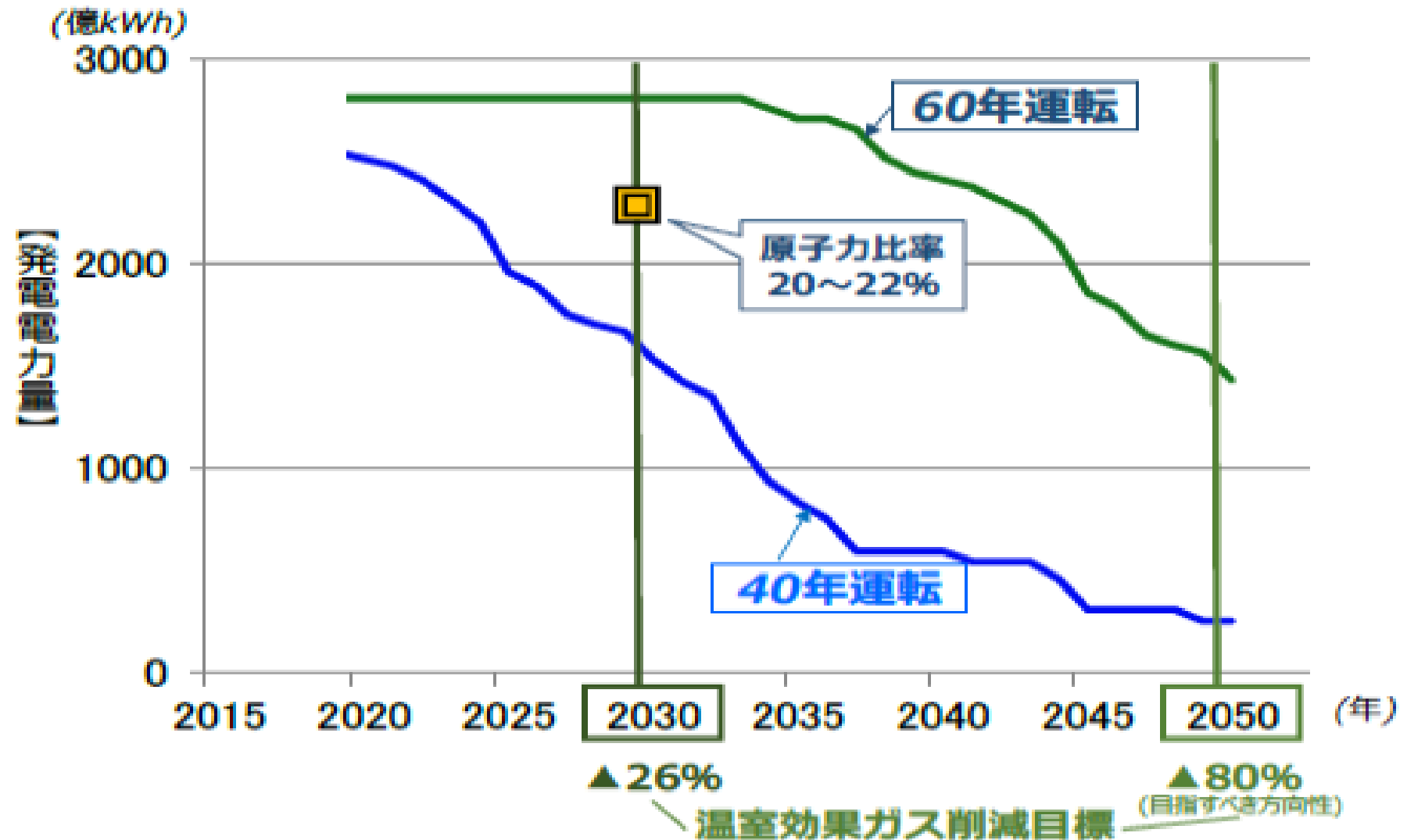
原子力発電所の現状

2019年7月1日時点



1.5.4

図表 21：リブレース・新增設がない場合の原子力発電量の推移



※全プラント(45基)の稼働を想定(建設中3基(大間、島根3、東電東通)含む)

設備利用率：70%と仮定

60年までの運転延長認可済みプラント：高浜1・2号、美浜3号 (出所：電気事業連合会資料(経団連事務局加筆))

1. 5. 5 今後のエネルギーまとめ

- 安全性、安定供給、経済性、環境への影響という観点から、すべてにおいて満点のエネルギー源、電源はない。
- 適切に組み合わせて使っていくことになるが、原子力(核燃料サイクルも含め)は、その中核となるべきエネルギーである。
- 原子力の新增設は不可避と考える。 第5次エネルギー基本計画では、原子力依存度を可能な限り低減、非連続的な技術革新を推進とあるが、現実性に乏しく、エネルギー開発のタイムスパンが長いことから非常に危険。

2. これからの原子力の仕事

2. 1 短期的、中期的仕事

- ・ 現存施設の許認可、運転保守管理、改良工事、放射線管理等の仕事は続く

現在稼働中の施設はもちろんだが、稼働可能だが許認可上止っている施設、建設中の施設については、それぞれの事業者として、全力を尽くして進展を図り稼働させる。青森県の例では、東通原子力発電所1号機、原子燃料サイクル関係の各施設(濃縮、中間貯蔵、再処理、廃棄物処分、MOX燃料製造)、大間原子力発電所建設関連の仕事は、今後とも青森県の中核産業として、活動が続けるであろう。

- ・ 青森県は原子力事業や研究開発の拠点で関連企業が集中立地しており、国策や地域への貢献が可能。例えば、世界7極が参加する国際共同核融合炉プロジェクト(ITER)は、本体はフランスに建設中、六ヶ所核融合研究所も那珂核融合研究所と共に日本の開発拠点である。

- 廃炉等の仕事

福島第一以外の廃炉を決めた発電所については、JPDRや東海第一の先例もあり、浜岡、玄海等で進行中。低レベル放射性廃棄物処分場に課題はあるが、地道に行程を進めることになる。これについても、後始末と言うことではなく、放射性物質の処分という今後に生かせる大きな仕事である。

- 福島第一原子力発電所での仕事

福島第一原子力発電所では、事故のため、1, 2, 3号では燃料が溶け落ちている。高線量率のため、アクセスのためのロボット開発等から始まっており、まだ、未解明の部分が多い。

しかしこれも、未解明の部分が多いということは、さらなる技術開発を要し、それが世界の先例となることでもあり、他分野への技術的広がりも考えられる。福島県をそういった先進技術の拠点にするというのも夢のある仕事ということができる。

2.2 中長期、長期的な仕事

- ・ 原子力発電所の新增設

前半の部分で述べたように、原子力(核分裂利用)は、我々の未来に、少なくとも中期的には必須の技術と考える。エネルギー安全保障上、原子力施設の停止はいまそこにある危機であり、かつ中長期的にも新增設は非常に重要である。

地球環境問題については、2030年くらいまでは、既存の原子力発電所が順調に運転し、かつ60年運転期間の延長が幅広く実現すれば、かなり難しいがなんとか目標を達成できるかもしれない。しかし、2050年時点での80%削減については、全く見通しが立っておらず、原子力の新增設が進めば、若干とも、目標に近づけるかもしれない。見通しもなく非連続的な技術革新に期待するということは、将来世代に対し、責任ある態度とはいえないであろう。

経済性についても、現にすでに実証済みの技術であり、今後の日本経済の維持、発展のために欠かせない。

再稼働は現在PWRが先行しているが、これが、BWRにひろがり、全国的な規模での運転が安全に続けば、雰囲気は変わってくるのではないか。 新增設には、地元対応からはじめることになり、20年程度はかかる覚悟が必要。 そのときに、原子力先進国である中国やロシアから技術援助を頼まなければ、国としてのエネルギーも決められないという事態は避けたい。

- 高レベル廃棄物の最終処分の仕事

技術的には、実証が進んでいる。立地の仕事は地味な仕事だが、粘り強く、技術的な確信を持ち、社会的な合意形成を探るのは、やりがいのある意義深い仕事である。

- 新型炉開発の仕事

現在世界中で小型の軽水炉、高温ガス炉等新しい技術も開発されつつある。 新增設のためには、今後の需要状況、各種エネルギーとの組み合わせも考え、技術開発を進めていく。 前述核融合炉もITER後の新しい段階に入る可能性がある。

- ・ 民間会社として、新規原子力の建設のためのシステム作り。
電力会社が完全な民間会社となった今、新增設という巨大投資ができるシステムが必要である。これは技術的課題ではないが、早急に解決すべき課題。

3. 学生の皆さんに期待すること(思いつくままに)

- 無資源国の日本にとって、原子力(核燃料サイクルを含む)は、第5次エネルギー基本計画にいう「非連続的な技術革新？」が実現するまで、少なくとも中期的には、エネルギーの中核を担うことになるべきである。昨今の厳しい風潮はあるが、皆さんには、世界の動きに関心を持ち、原子力と日本の将来を考えて欲しい。
- 技術への信頼は、結局人への信頼に基づく。 社会対応の基本は、誠実、忍耐。
- 自己表現を言葉にしてみよう。 自分の言葉で語られたことは、説得力がある。
- 国際ビジネスの共通語は英語、語学は一朝一夕にはものにならないので、地道に準備しておけば将来に生きる。
- 人間としての幅広い教養。 芸術でも、趣味でも、私はこれをやってますといえるものを持つと強い。
- 資格取得は、何かにつけて役立つ。 学生時代から準備できるものは準備しよう。

ご静聴ありがとうございました。