

# 「2100年原子力ビジョン」 について

平成20年10月28日

日本原子力研究開発機構

経営企画部 戦略調査室

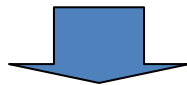
# ビジョン策定の背景と狙い

## 【エネルギー環境問題への関心の高まり】

- 世界全体で2050年までに温室効果ガス排出量の半減が目標  
(クールアース50)
- 発電過程で二酸化炭素を排出せず、かつ安定して経済的な電力供給が可能な原子力発電の導入拡大が世界的な低炭素社会の実現に不可欠  
(原子力委地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョンを考える懇談会)
- 原子力は温室効果ガスの排出量を減少させる不可欠の手段  
(洞爺湖サミット合意文書)

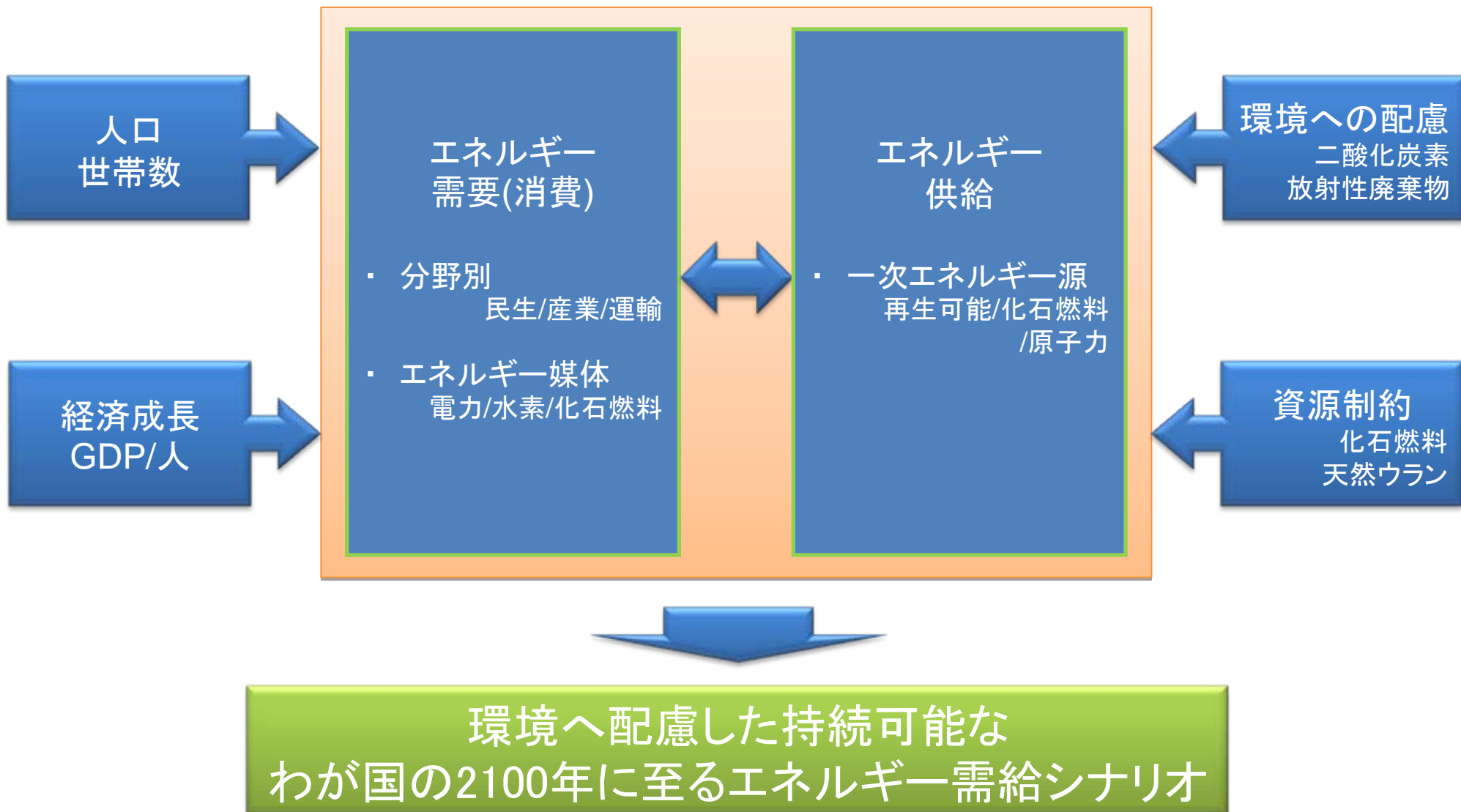
## 【国民議論】

エネルギー源の選択は暮らしや社会のあり方そのものの  
選択に他ならず、国民一人ひとりが議論へ参画が必要



議論の素材として、再生可能エネルギーと原子力の最大限活用によりエネルギー環境問題の解決が可能であることを示す。

# エネルギー需給検討の枠組み



# 技術的オプション導入の基本的考え方(1/2)

◆ 長期にわたり持続可能な「エネルギー安定供給」と、二酸化炭素の「低排出化」の両立を目指す

👉 このため、需要面では:

- 総合的なエネルギー利用効率を向上させる(低排出化)  
⇒省エネルギー
- 最終消費段階での化石燃料燃焼の機会を減らす(低排出化)  
⇒最終エネルギー媒体の集約化;電化(民生、産業、運輸)、水素化(産業、運輸)

## 【技術オプション例】

オール電化住宅、電気自動車、水素燃料電池自動車、製鉄業の還元材としての水素の利用、

# 技術的オプション導入の基本的考え方(2/2)

☞ 供給面(エネルギー転換を含む)では:

○ 特定の資源・技術への過度の集中を避ける(安定供給)

✓ 発電では;

- 新エネルギー(太陽光、風力)を最大限利用する(安定供給、低排出化)
- 化石燃料(特に石油)への依存を低減させる(安定供給)
- 化石燃料を利用する場合(ベースロード電源としての石炭火力、ピークロード電源としての天然ガス火力)はCCSを装備(低排出化)
- 不足する電力を原子力(核分裂炉、核融合炉)で供給(安定供給)
- 核燃料サイクルの確立(安定供給)

✓ 発電以外のエネルギー転換(化石燃料の精製、水素製造等)では;

- 核熱利用による水素製造(低排出化)

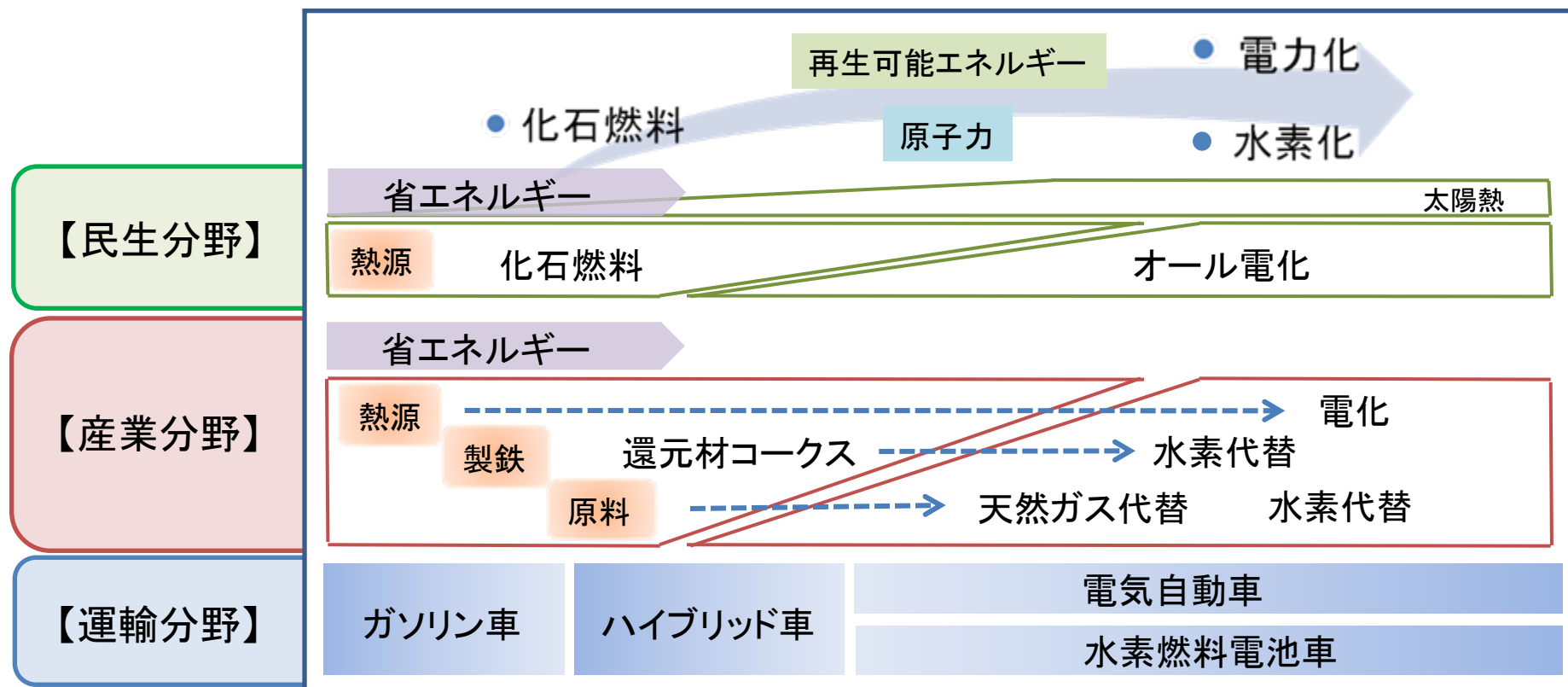
➤ ロードマップ等 準拠



# 将来のエネルギー需給に関する主な想定事項



- 2100年の人口を6,407万人、一人当たりのGDPを現在の2倍と想定
- 2030年までに13%の省エネ、それ以降は一定水準としCO<sub>2</sub>排出量の過小評価を避ける
- 化石燃料依存の低減
- 電力化、水素化を大幅に導入
- 再生可能エネルギー、原子力の積極的導入
- CCS導入を考慮した火力発電
- 水素製造等への原子力導入



現在

2100年

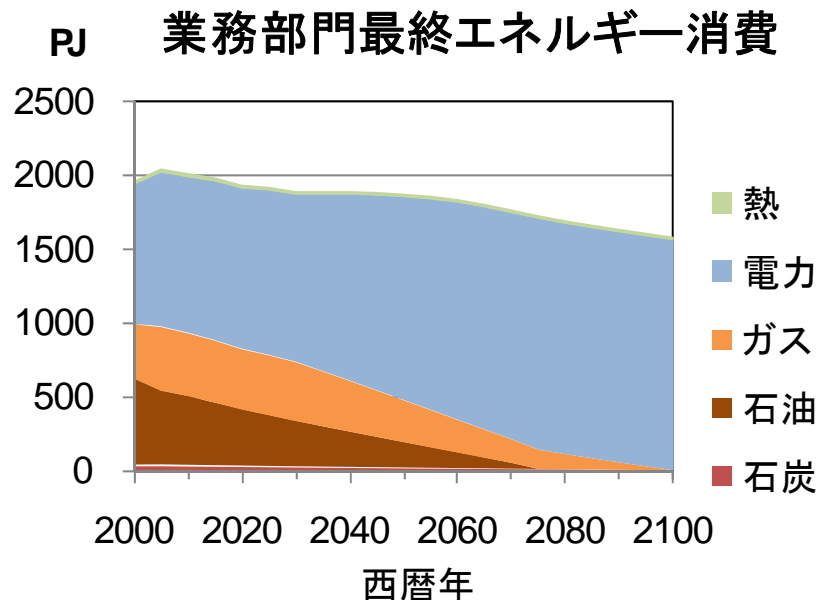
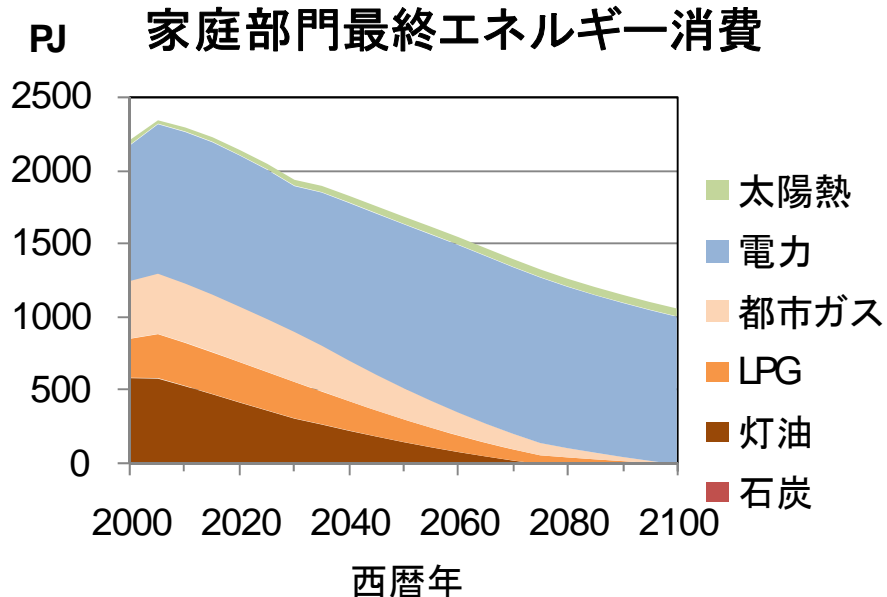
# 民生分野のエネルギー需要構成

## 【家庭部門：シェア設定シナリオ】

石炭 — 熱源利用のため、2100年で0%  
 灯油 — 熱源利用のため、2075年で0%  
 LPG — 2030年まで2005年のシェアを維持し、その後2100年までに0%  
 都市ガス — 2030年まで2005年のシェアを維持し、その後2100年までに0%  
 電力 — 2100年で95%のシェア  
 太陽熱 — 2100年で5%のシェア

## 【業務部門：シェア設定シナリオ】

石炭 — 熱源利用のため、2100年で0%  
 石油 — 熱源利用のため、2075年で0%  
 ガス — 2030年まで2005年のシェアを維持し、その後2100年までに0%  
 電力 — 2100年で「熱」以外の全てが電力分  
 熱 — 2005年の消費量のまま2100年まで一定  
 ☞ 熱は、太陽熱、地熱を含む



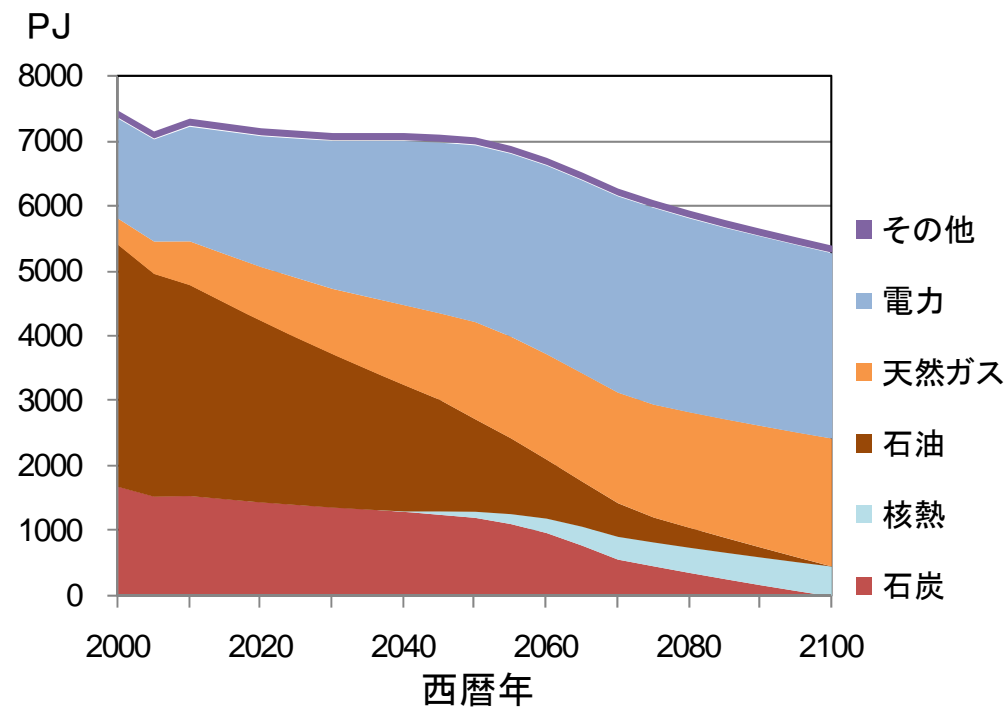


# 産業分野のエネルギー需要構成

## 【シナリオ】

- 石炭　　―一般炭は、蒸気供給や自家発などの熱源として利用される。消費量は年々減少し2100年でゼロになるとした。原料炭は、2100年に製品のコークスが全て核熱水素に置き換わり2100年でゼロになるとした。
- 石油　　―重油などの燃料油については2075年で消費量がゼロになるとし、LPGやナフサなどの原料用の石油製品も天然ガスや核熱水素で代替することで消費量は年々減少し2100年でゼロになるとした。
- 天然ガス―LPGやナフサなどの石油製品を代替し消費量が拡大する。2050年以降、電力に次ぐエネルギー源／工業原料となる。
- 電力　　―産業分野においても電化が進み、電力消費量が拡大するとした。
- 核熱　　―2040年から高温ガス炉の導入開始。初期は化学コンビナートにおける蒸気と電力の供給から利用を始め、化学工業における原料用ナフサ、石油プラントにおける脱硫用水素および製鉄におけるコークスを核熱水素で代替する。2100年にはコークスの全量を核熱水素で代替するとした。
- その他　―主に紙・パルプで使われる黒液であるが、2005年から2100年まで横ばいとした。

## 最終エネルギー消費構成

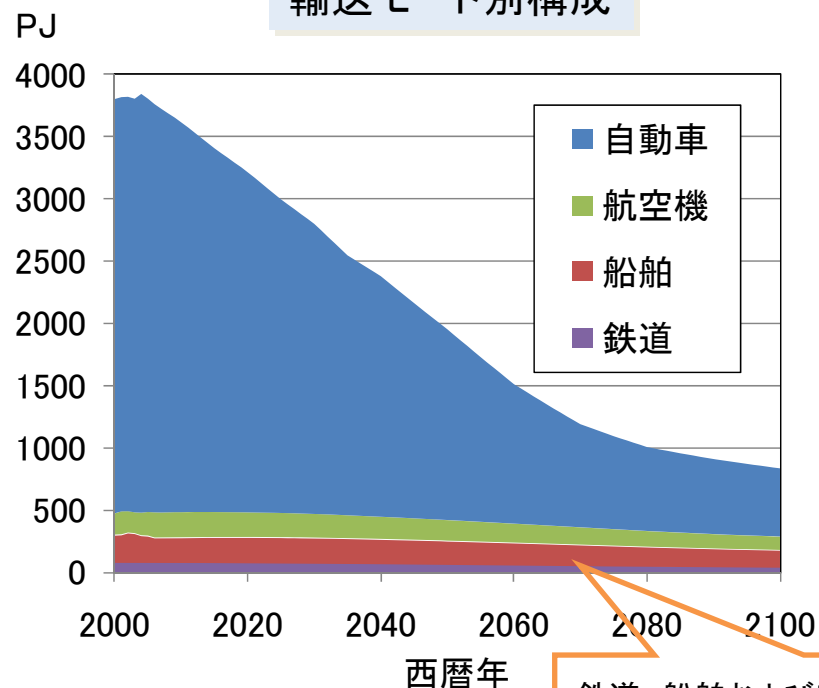




# 運輸分野エネルギー需要構成

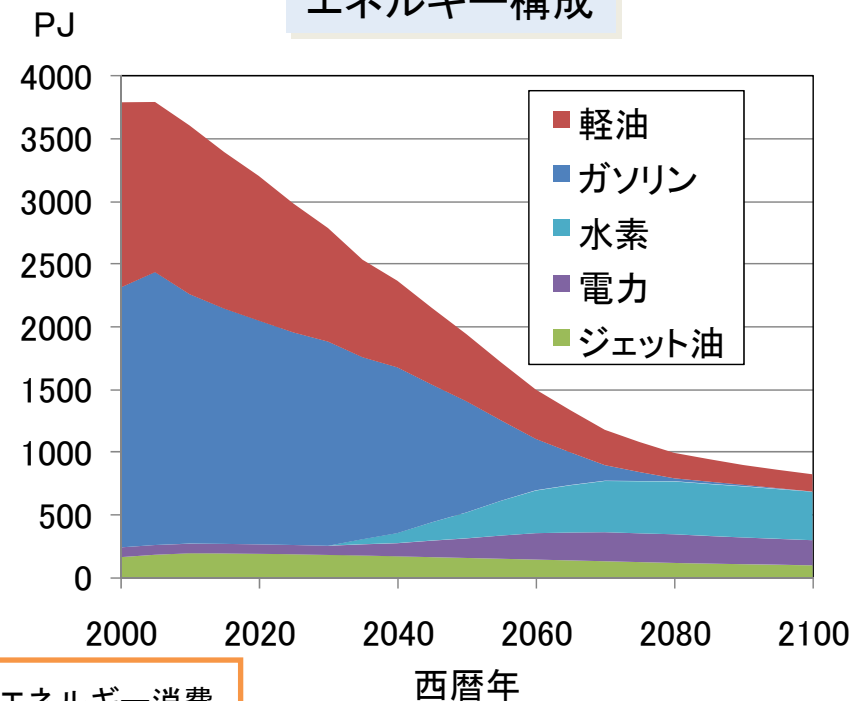
- 主に自動車でガソリン及び軽油などの化石燃料の直接利用から電気および水素などの合成燃料に利用の中心が移る。
- 燃料電池車や電気自動車はTank to Wheel効率が極めて良いため、最終エネルギー消費量が著しく減少する。

輸送モード別構成



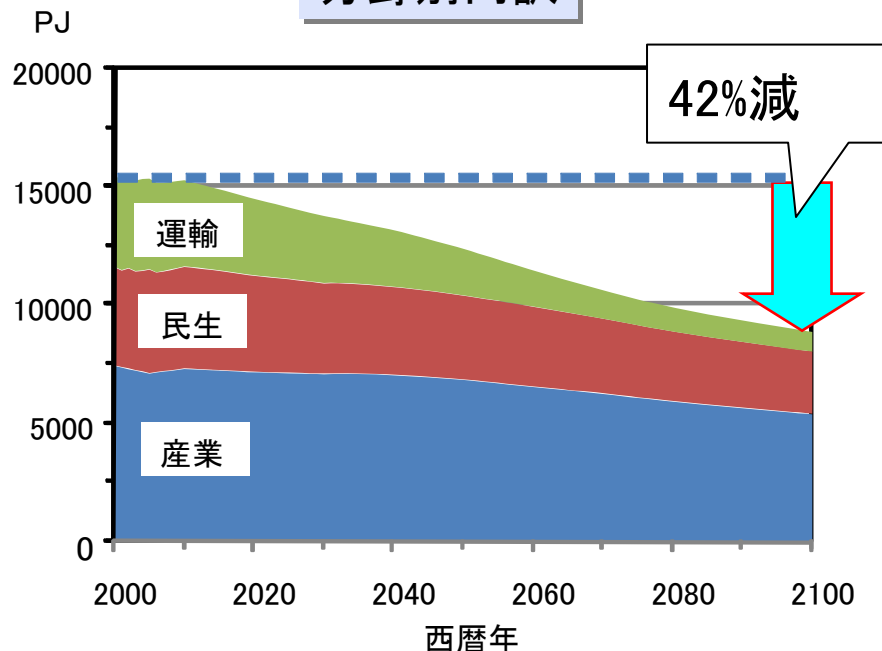
鉄道、船舶および航空のエネルギー消費量については、旅客は総人口のみに、貨物は総人口とGDPにそれぞれ連動させた。

エネルギー構成

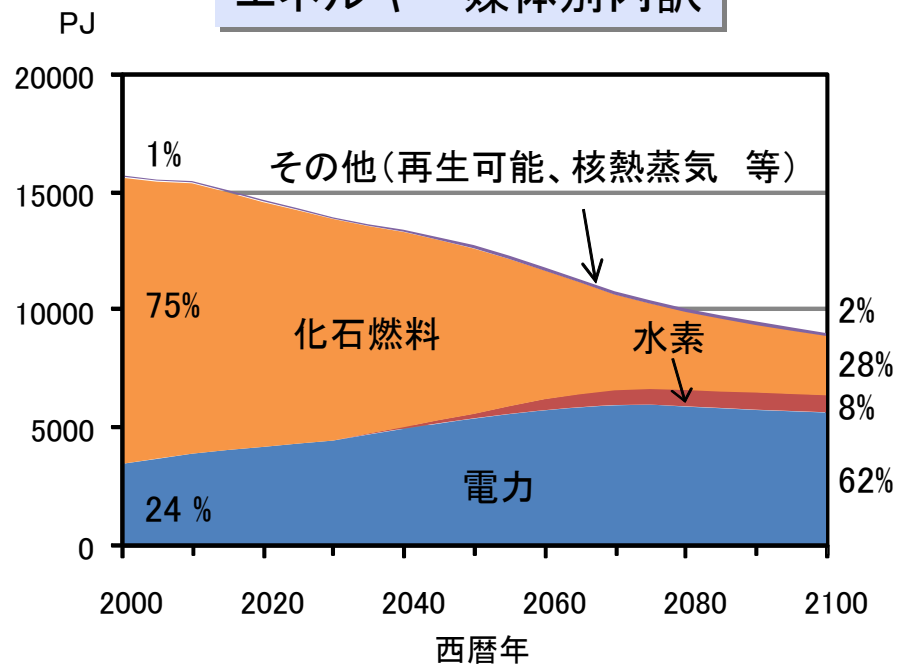


# 最終エネルギー消費量

分野別内訳



エネルギー媒体別内訳



## 【2100年の姿】

- 最終エネルギー消費量は、省エネルギーに加え、運輸分野における技術の進展・改善により、現在の42%減の水準になる。
- 電化が大幅に進み、最終エネルギー消費に占める電力の割合は現在(2005年)の24%から62%に大幅に増大する。
- 水素は最終エネルギー消費の8%を占める。

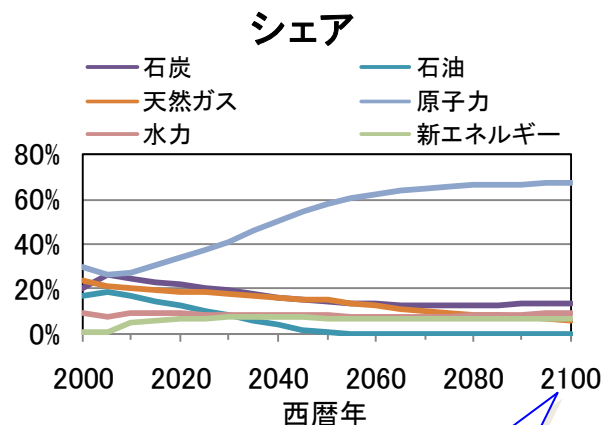
# 一次エネルギー供給量の算出 【発電部門】



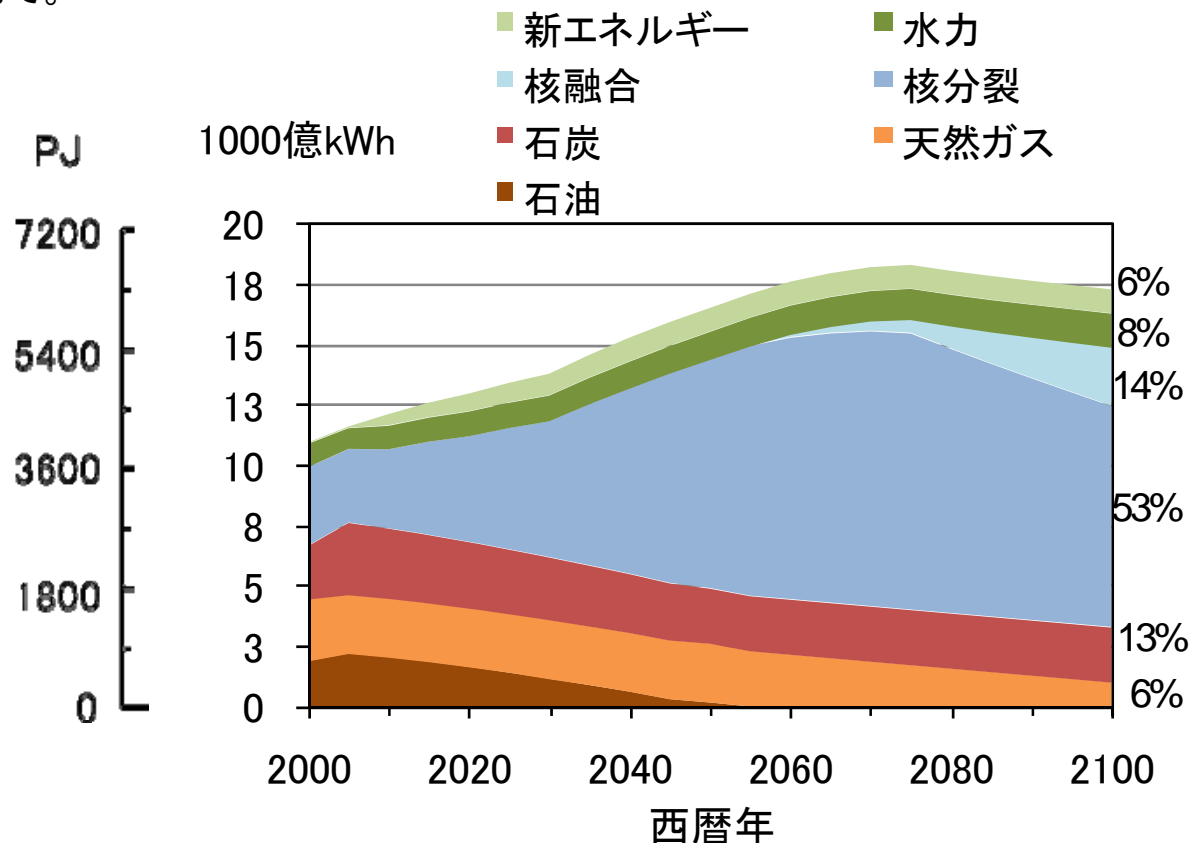
## 【各電源のシェア設定シナリオ】

- 石油火力は、できる限り早期に利用をやめる。
- 石炭火力は、CCSを導入し将来にわたり利用する。
- ガス火力(CCS導入)は、負荷調整の主力として将来にわたり利用する。
- 新エネルギーを最大限利用、不足分を原子力で。

## 電源別発電電力量

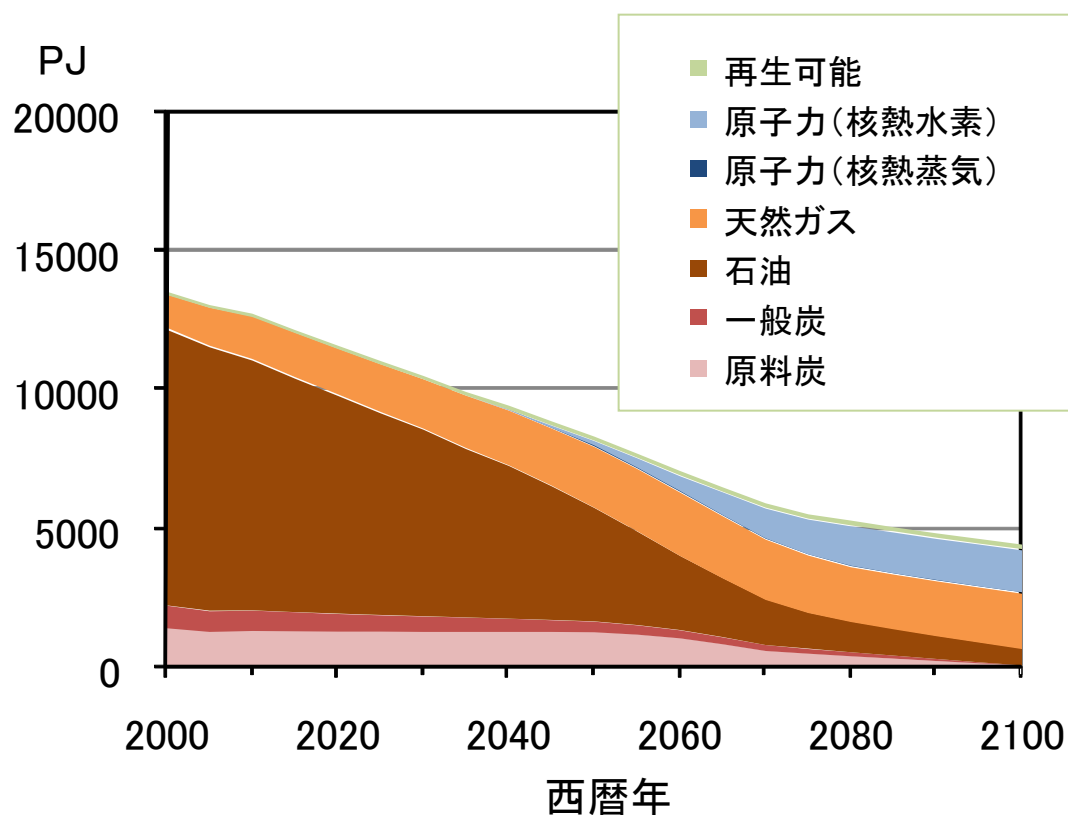


原子力	67.1%
石炭	13.2%
石油	0%
天然ガス	5.8%
水力	9.1%
新エネ	6.4%



# 一次エネルギー供給量の算出 【転換部門】

- 需要側で推計した民生、産業および運輸の各分野において、電力以外の化石燃料や合成燃料などの消費量の合計値およびエネルギーキャリアごとにそれぞれ設定した精製プロセス効率を用い、エネルギー源別の一次エネルギー供給量を算出



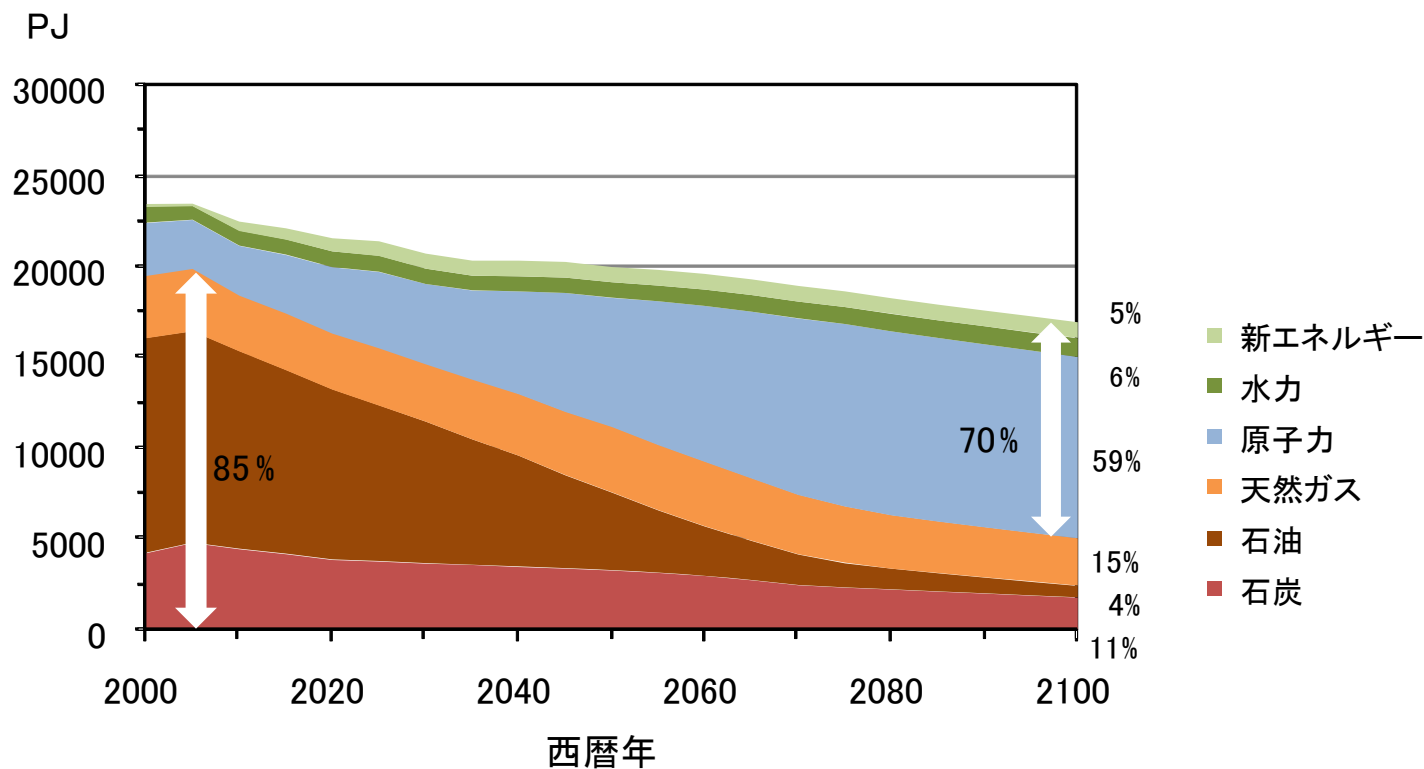
## 高温ガス炉による核熱利用

- 化学コンビナートにおける自家発電及び産業用蒸気供給の熱源
- 製鉄産業における還元剤であるコークス(石炭製品)の代替として、また、化学コンビナートにおける原料として、水素を供給
- 輸送部門の水素燃料電池車両への水素供給源

➡ 転換部門とは、発電を除く、石油精製や合成燃料製造である。

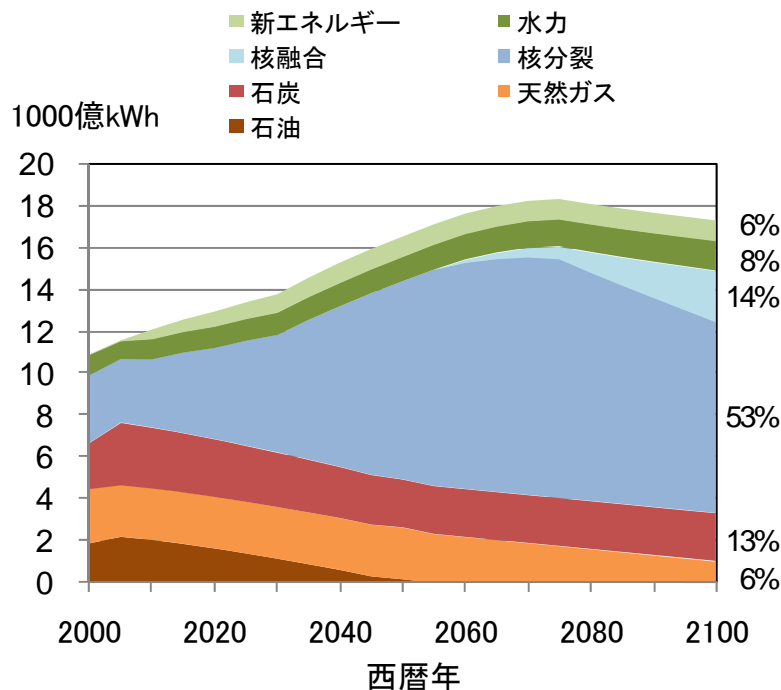
# 一次エネルギー供給量

	現在	→	2100年
化石燃料	85%	→	30%
再生可能エネルギー	5%	→	10%
原子力	10%	→	60%

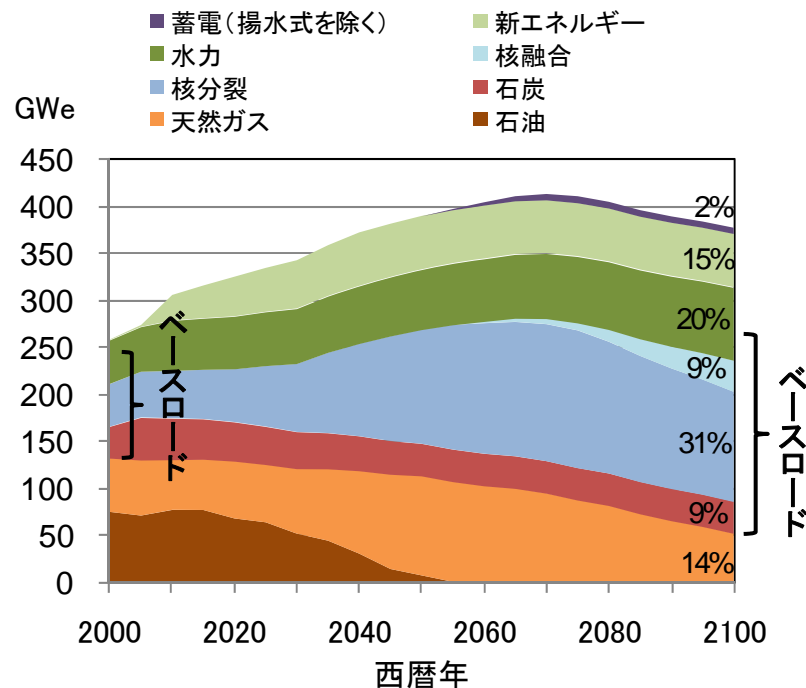


# 需要変化に対応した電源の役割分担

発電電力量



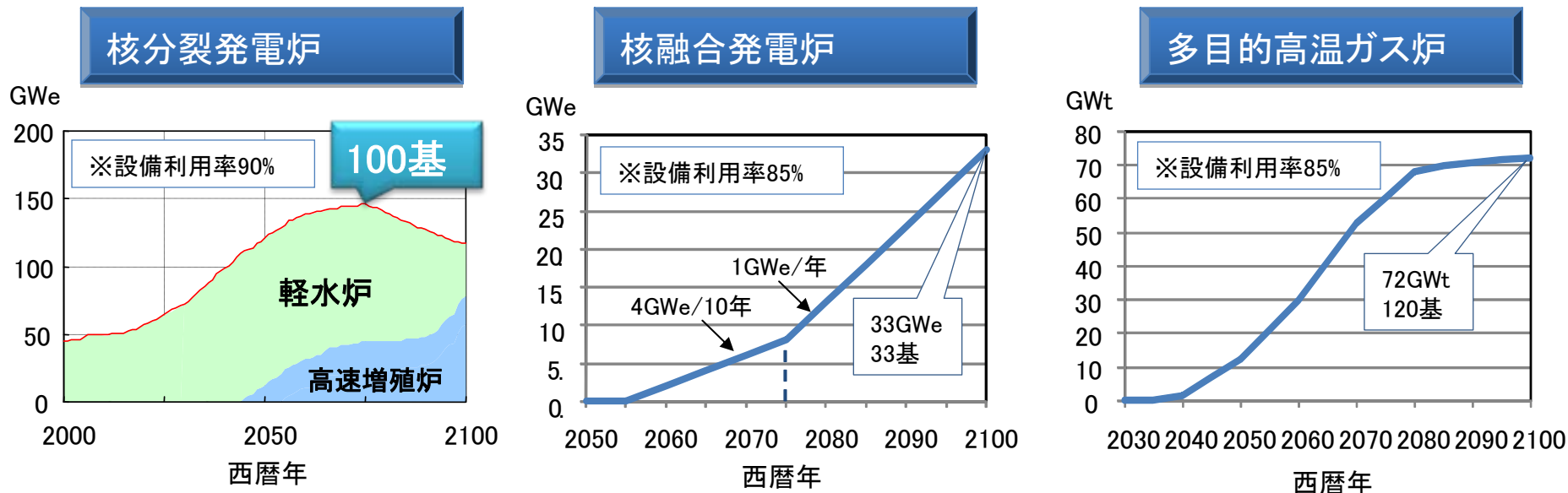
発電設備容量



## 将来の電力供給シナリオ

- 充電式自動車の普及などにより、長期的には、日負荷変動の幅は縮まる方向であるとし、2100年では供給予備力を半減できるとした。(最大電力/平均電力が、現在では1.6→2100では年1.3とした)
- しかし、将来的にベースロード電源の設備比率がある程度大きくなれば、低負荷時間帯(夜間)の余剰電力を蓄える必要があり、本ビジョンでは揚水式及び将来技術による蓄電設備の導入を想定した。
- さらに、これらの蓄電設備からの電力供給によっても賄えないようなピーク需要に対応するための供給予備力として天然ガス火力(CCS付)を想定している。

# 原子力プラントの設備規模(まとめ)



☞ もんじゅ、実証炉および大間を除く

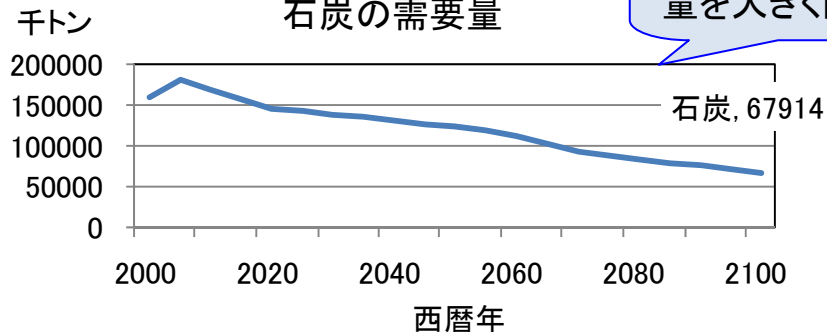
## 【設備規模の推計】

- 核分裂発電炉はピーク時(2075年頃)で145GWe  
⇒現在の設備規模の2倍に当たる**100基**(1.5GWe/基と仮定した場合)
- 核融合発電炉は2100年で33基(1GWe/基)  
＝我が国企業が国際市場で十分な競争力を持ちうる規模
- 多目的高温ガス炉は2100年で120基(600MWt/基)  
＝需要地近傍立地に適しており、各都道府県に約2.5基が設置される規模

# 資源需要量

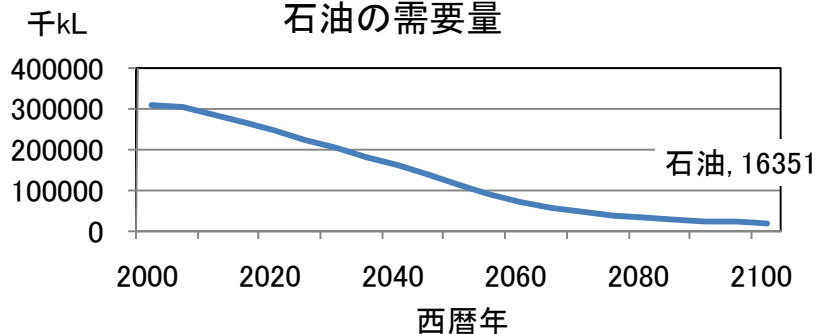
## 化石資源需要量

### 石炭の需要量

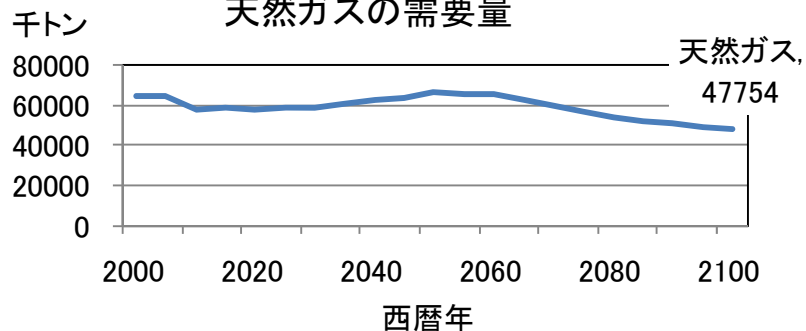


石炭、石油の輸入量を大きく削減

### 石油の需要量

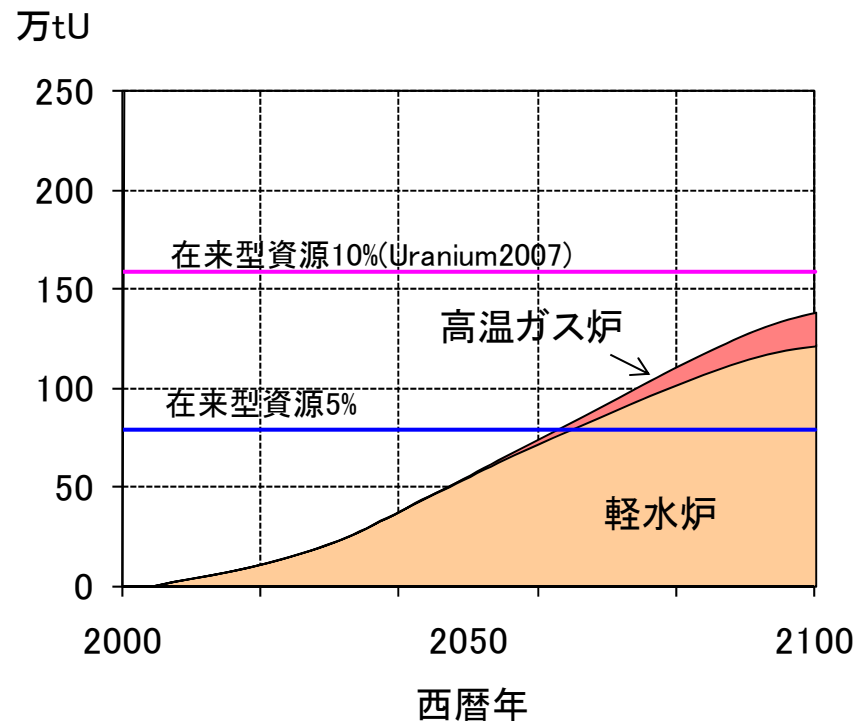


### 天然ガスの需要量



## 天然ウラン累積需要量

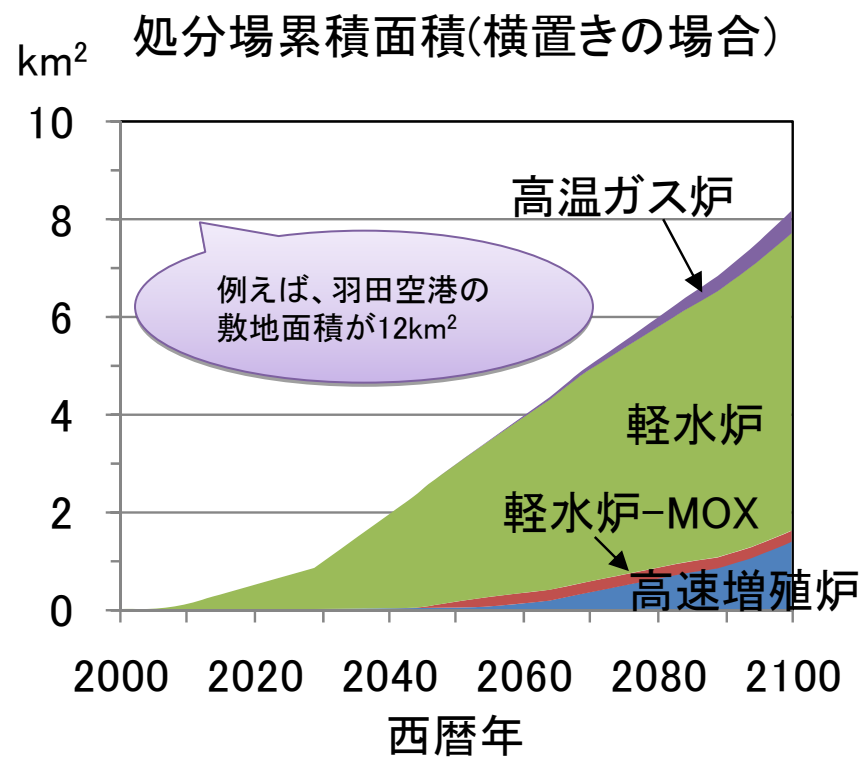
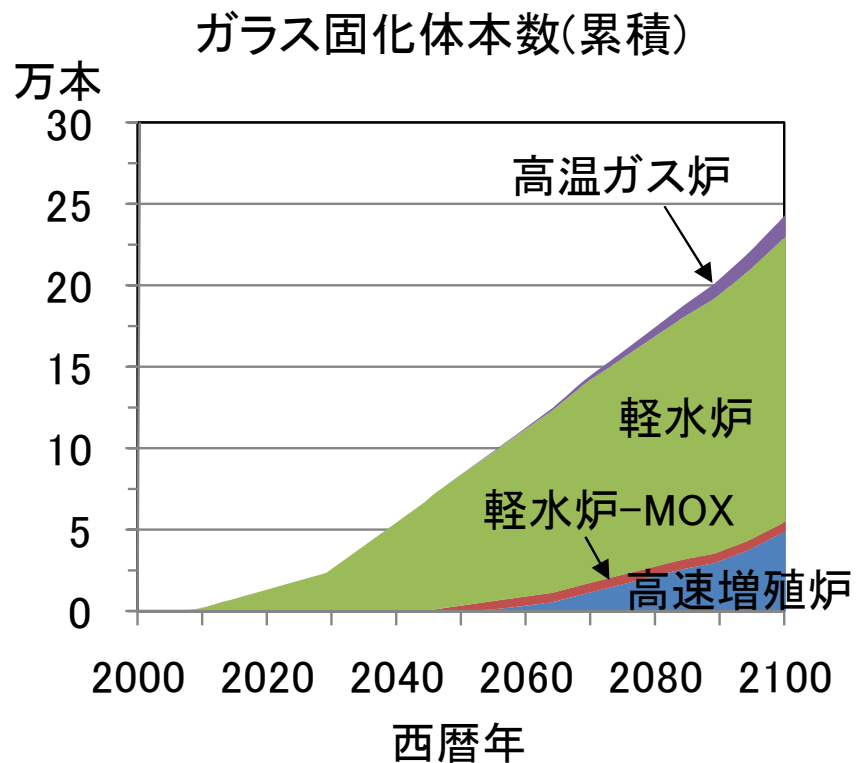
高速増殖炉の導入により、2100年頃から、天然ウランの消費量は大幅に削減できる





# 環境排出量

## 【高レベル放射性廃棄物】

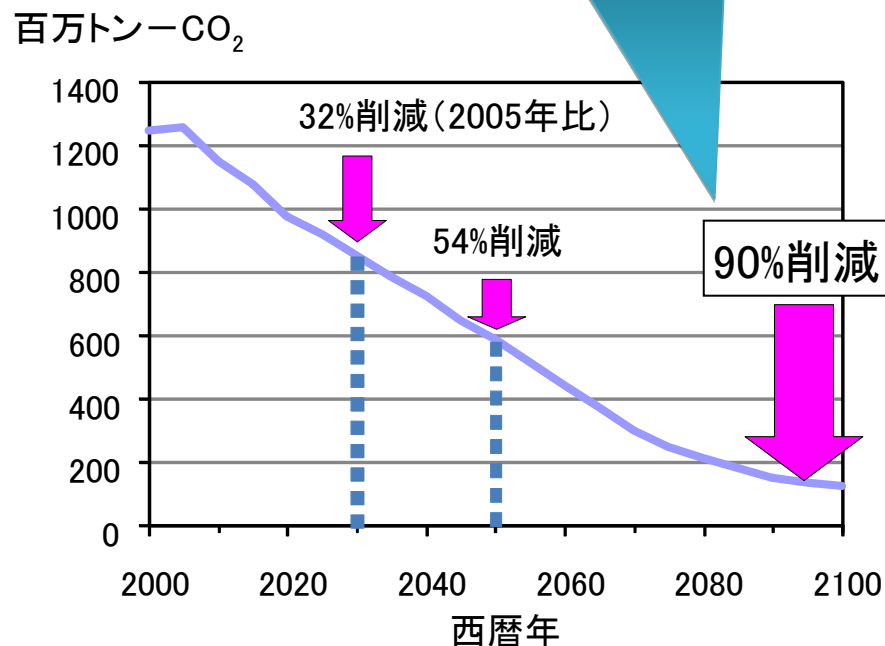


上記のグラフでは、ガラス固化体製作年での量を処分場面積に換算した場合を示している。

# 環境排出量

## 【二酸化炭素排出量】

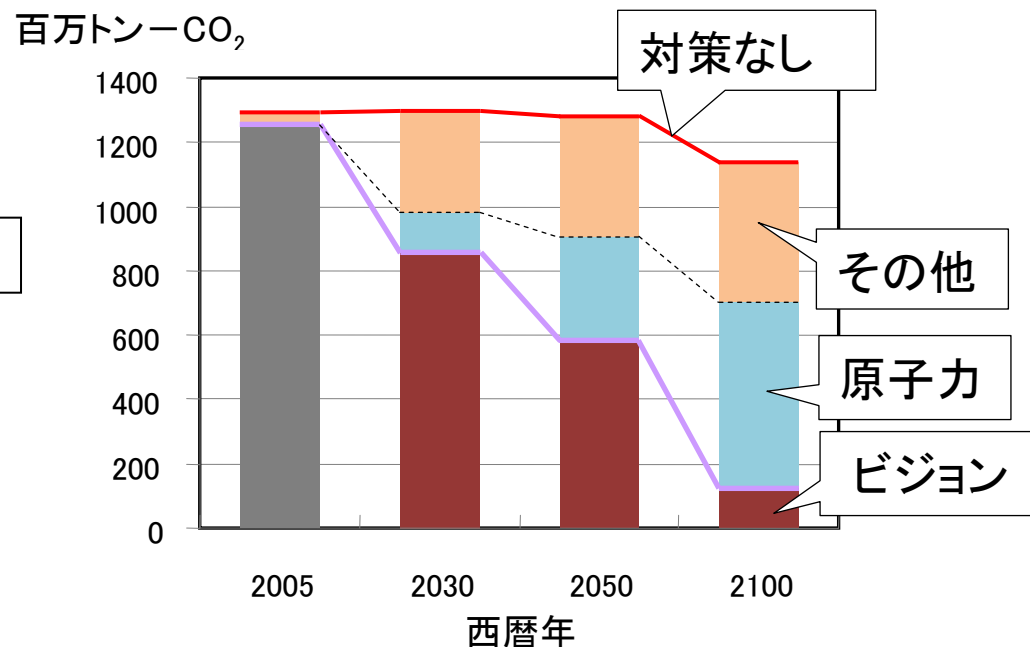
2050年で現在の約半減、  
2100年で9割以上削減



- ☞ CCS導入による削減を考慮  
(石炭火力、天然ガス火力及び製鉄の高炉ガス)
- ☞ 森林によるCO<sub>2</sub>吸収を考慮

### 二酸化炭素削減への貢献(2100年)

- 電源としての原子力の貢献は38%
- 高温ガス炉の産業・運輸利用の貢献は13%



# 実現に向けた課題

- 社会的合意の中で、**立地地域の理解**が不可欠
- ビジョン実現には**バックエンド対策**が前提

## ◆ 特に分離変換技術の研究への取り組みが大切

**分離変換技術**を用いれば、

☞ 高レベル廃棄物の潜在的な有害度を低減

さらに、発熱性核種の長期保管と組み合わせれば、

☞ 処分場の面積を縮小(数分の一から百分の一)

# 結びに代えて

3S (Safeguards、Safety、Security) + 人材育成

安全 Safety  
(原子力安全)

- ・規制体系
- ・耐震対策の強化

セキュリティ Security  
(物的防護、核セキュリティ)

- ・核テロリズムに対する  
対抗措置

保障措置 Safeguards  
(保障措置、核不拡散)

- ・包括的保障措置協定
- ・追加議定書

人材育成

研究・開発、設計・建設、運転、安全規制

これらを責務を果たす上においては、国際協力も極めて有効な方法