

原発をどうする？ 第37回勉強会

原発とは何か（第3回）

原発の問題点

2018年7月21日

西田 進

# 目次

## (第1回) 原発の技術

- 1. 原子力とは何か
- 2. 原発の歴史
- 3. 原子炉の技術

## (第2回) 原発事故と放射能

- 4. 福島原発事故
- 5. 放射能の話

## (第3回) 原発の問題点

- 6. 原発と地球温暖化
- 7. 核燃料サイクルと高速増殖炉
- 8. 原発の問題点
- 9. 脱原発への道

# 原発と地球温暖化

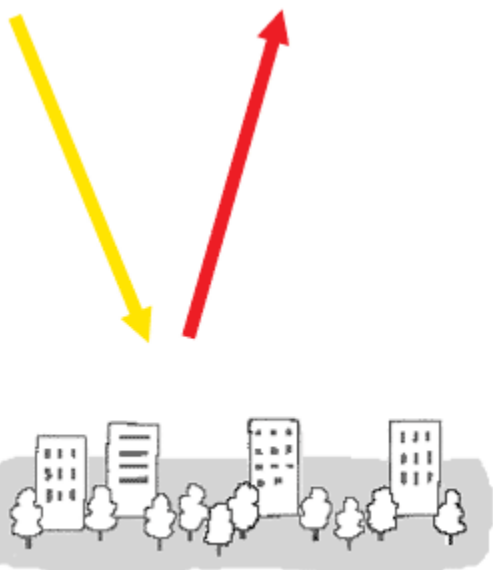
1. 地球温暖化の原因
  2. 原発は建設から解体までにどれだけCO<sub>2</sub>を出すか
  3. 原発は地球温暖化問題解決の決め手になりうるか
- (付録) 原発の温排水が地球温暖化に及ぼす影響

# 「いわゆる地球温暖化」は、温室効果ガスによって起こる

温室効果ガスとは、太陽光は通過させ、熱線は吸収する性質を持つガスのこと  
二酸化炭素  $\text{CO}_2$ 、メタン  $\text{CH}_4$ 、水蒸気  $\text{H}_2\text{O}$  など

もし、温室効果ガスが存在しなかったら

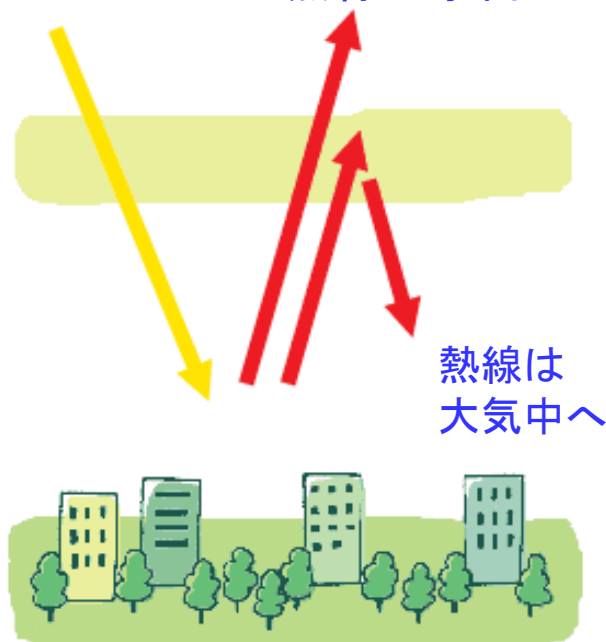
太陽光 熱線は宇宙へ



平均気温は  $-19^{\circ}\text{C}$

現在のように、温室効果ガスが適量あったら

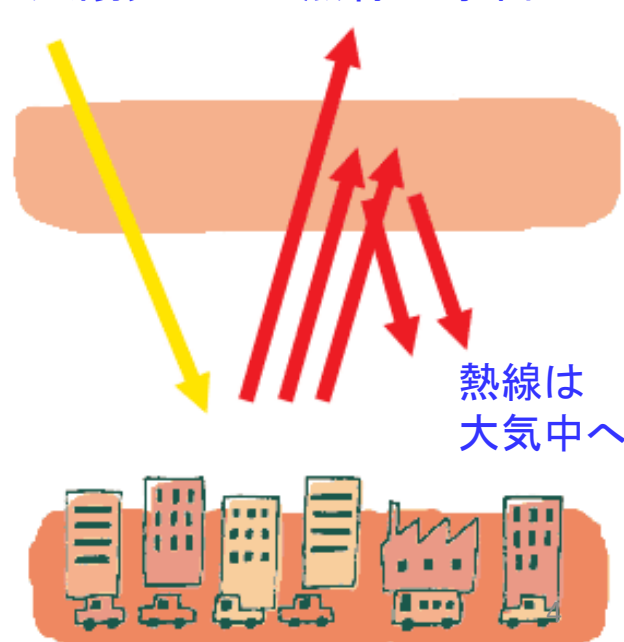
太陽光 熱線は宇宙へ



平均気温は  $15^{\circ}\text{C}$

将来、温室効果ガスが過大になったら

太陽光 熱線は宇宙へ



平均気温は 例えば  $20^{\circ}\text{C}$

原発は建設から解体までにどれだけCO2を出すか

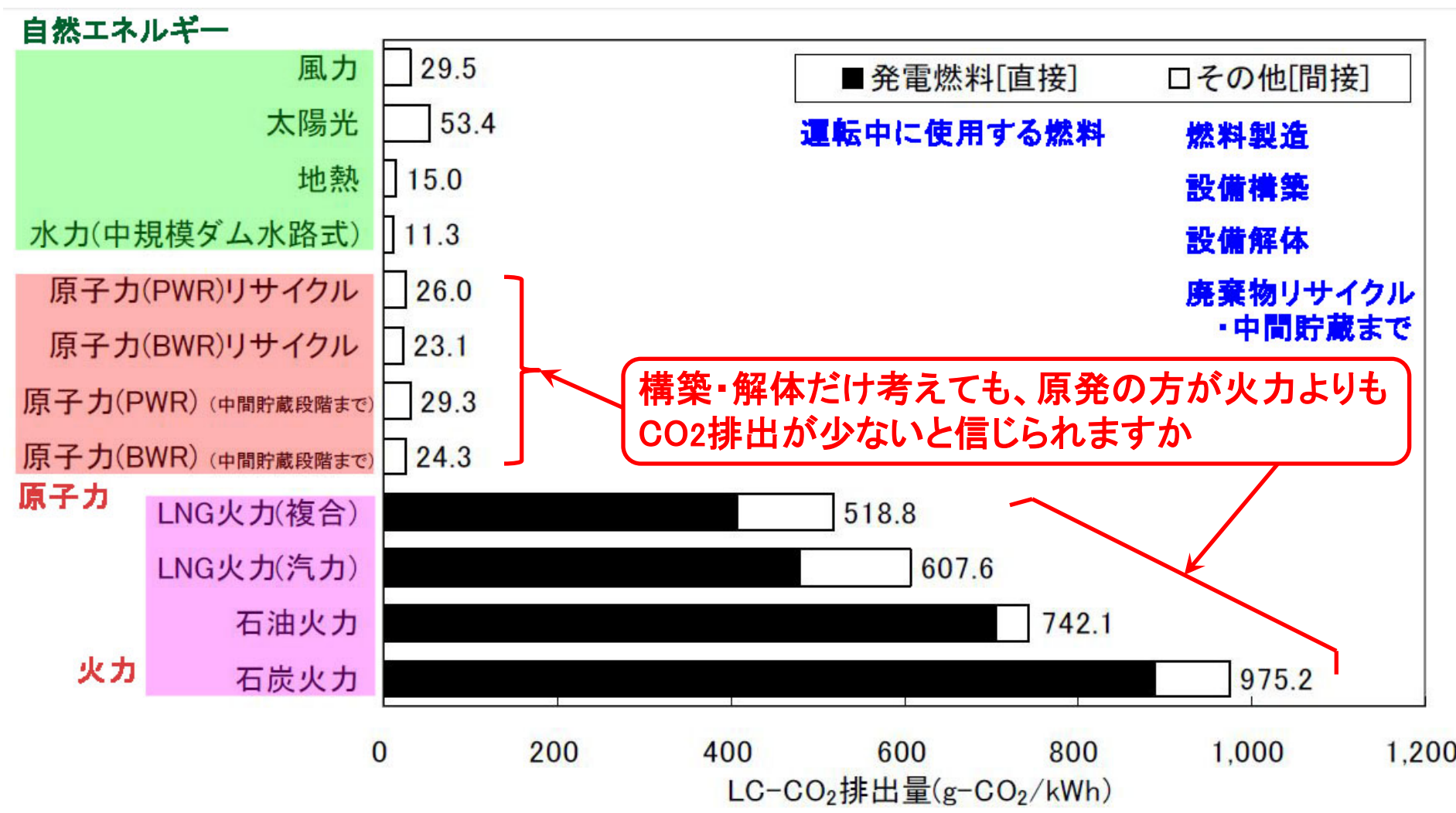


図 2.3 2000 年 評価<sup>[2][3]</sup>における電源別ライフサイクル CO<sub>2</sub> 排出量

### 原発は構築から解体までにどれだけCO<sub>2</sub>を出すか(続)

原発の構築、燃料製造、運用、解体、廃棄物処理など、  
すべての工程で発生する CO<sub>2</sub> の量を、原発の LC-CO<sub>2</sub> という  
このような評価をすることを、一般に LCA ( Life Cycle Assessment ) という

前頁に示されたLC-CO<sub>2</sub> の結果に問題点はないだろうか

1. 原発の燃料の採掘・製錬・濃縮等は外国で行われており、LCAに必要なデータが十分に把握されているだろうか。
2. 我国では大型の商用炉の解体(廃炉)の経験がないので、解体で生じる CO<sub>2</sub> の量が適正に評価されているだろうか。
3. 廃棄物処理については、LLW( 低レベル放射性廃棄物)の中間貯蔵までしか考慮されていない。HLW( 高レベル放射性廃棄物)の長期貯蔵(10万年?)はどうなっているのだろうか。
4. 地球温暖化とは一応別の問題だが、原発には、放射能の健康被害、災害避難などがある。CO<sub>2</sub> の量に換算できない問題も大きい。

### 原発は地球温暖化問題解決の決め手になりうるか

1. 温暖化対策は気候変動のリスクを防ぐためのものである。したがって、単なる**技術問題**としてだけではなく、リスク管理を含めた**経済問題**としても考慮しなければならない。
2. 原発は運転中のCO<sub>2</sub>の排出は少ないけれども、コストが高過ぎ、日本のように国策でなければ経済的に成り立たない。先進国では原発よりも再生可能エネルギーに投資することにより、再生エネルギーのコストが下がっている。同じく CO<sub>2</sub>の排出がないならコストの安い再生エネルギーの方が温暖化対策に効果的である。
3. 原発は、事故、核廃棄物、廃炉などのリスクが大き過ぎる。温暖化のリスクを避けるために新たなリスクを負うことになる。
4. エネルギー単位で表わしたウラン原料の埋蔵量は、石油の1／7 \* しかない。つなぎのエネルギーである原発で生じた核廃棄物を10万年間も管理しなければならない。  
\* プルトニウムを増殖できる「高速増殖炉」の開発には、日本だけが固執している。

喩は適切ではないが、**原発は大艦巨砲主義**であろう。航空主兵論者だった源田実は、「海軍が大艦巨砲主義から航空へ切り替えられなかったのは組織改革での犠牲を嫌う職業意識の強さが原因だった。人情に脆くて波風が立つのを嫌う日本人の性格では、なかなか難しいことです」と語っている。

「原発は多量の温排水を出し、地球温暖化の原因になる」という。これは本当か？

## 1. 原発の発電効率と温排水

カルノーサイクルの熱機関の最大効率  $\eta$  は、

$\eta = (T_H - T_L) / (T_H + 273)$  である。

ここで、 $T_H$  は高温源の温度( $^{\circ}\text{C}$ )、

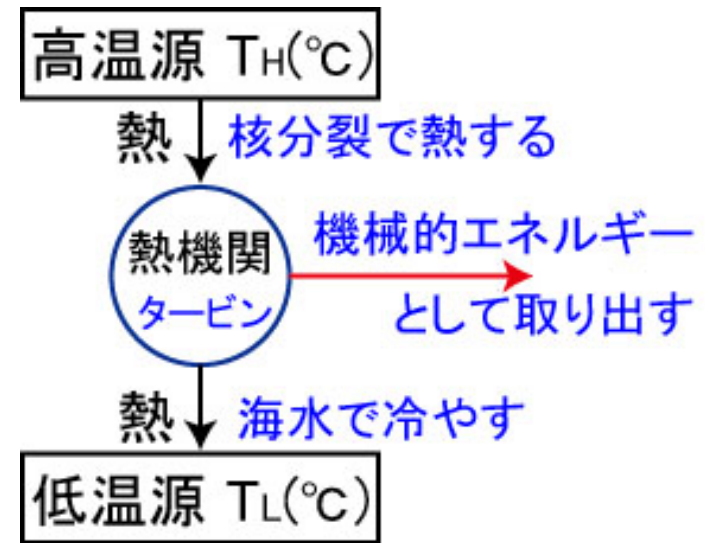
$T_L$  は低温源の温度( $^{\circ}\text{C}$ )である。

原発では、 $T_H = 280^{\circ}\text{C}$ 、 $T_L = 40^{\circ}\text{C}$ とすると、

$\eta = 43\%$ となるが、実際は約33 %である。

つまり、出力100万kWの原発では、ウラン燃料

の発熱 300万kWのうち 200万kWは廃熱として、海に捨てられる。



## 2. 温排水による地球温暖化

日本には、100万kW級の原発が58基ある(廃炉予定を含む)。稼働率を70%とすると日本の原発による廃熱の合計は、 $200\text{万kW} \times 58 \times 0.70 = 8120\text{万kW}$ となる。これが海を温めている。8120万kWは、日本列島に降り注ぐ太陽エネルギーの約0.1%に相当する。

この廃熱が日本列島全体に均等にばらまかれたら多分問題にならないだろうが、原発周辺に集中すれば「温室効果ガスによる温暖化」とは別の環境問題となると思われる。(一種のヒートアイランド現象)



# 核燃料サイクルと高速増殖炉

## 1. 軽水炉と高速増殖炉の違い

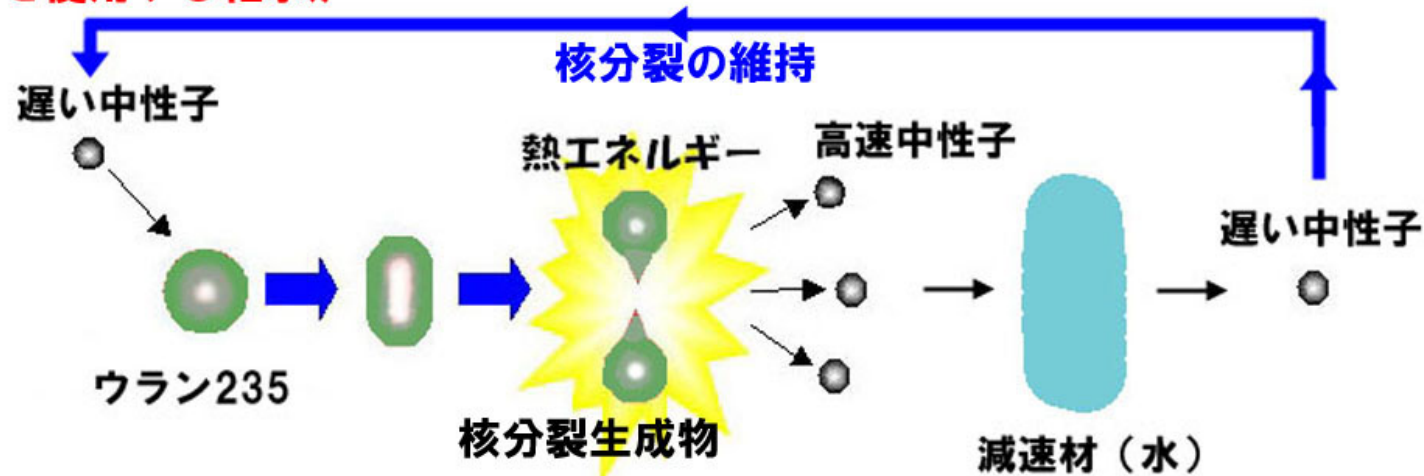
現在のウラン原子炉では、貴重なウランを無駄使いしているか？

## 2. 核燃料サイクル ---- 非再処理のケース

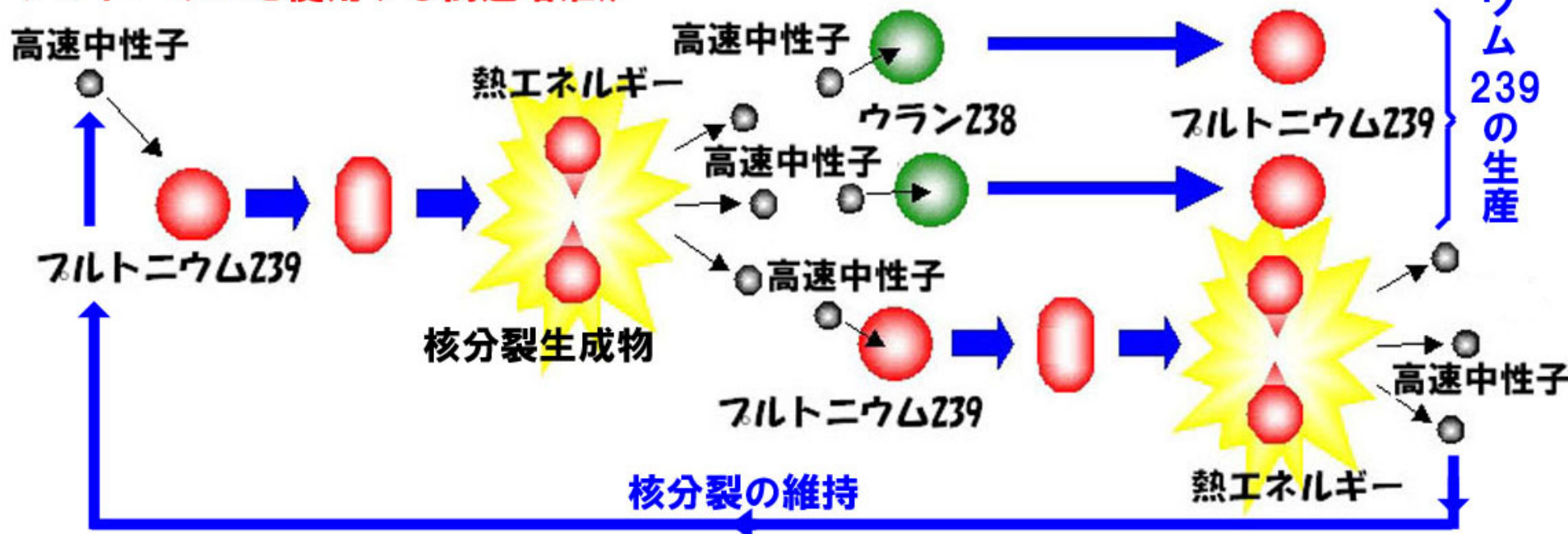
## 3. 核燃料サイクル ---- 再処理のケース

## 4. 高速増殖炉の現状

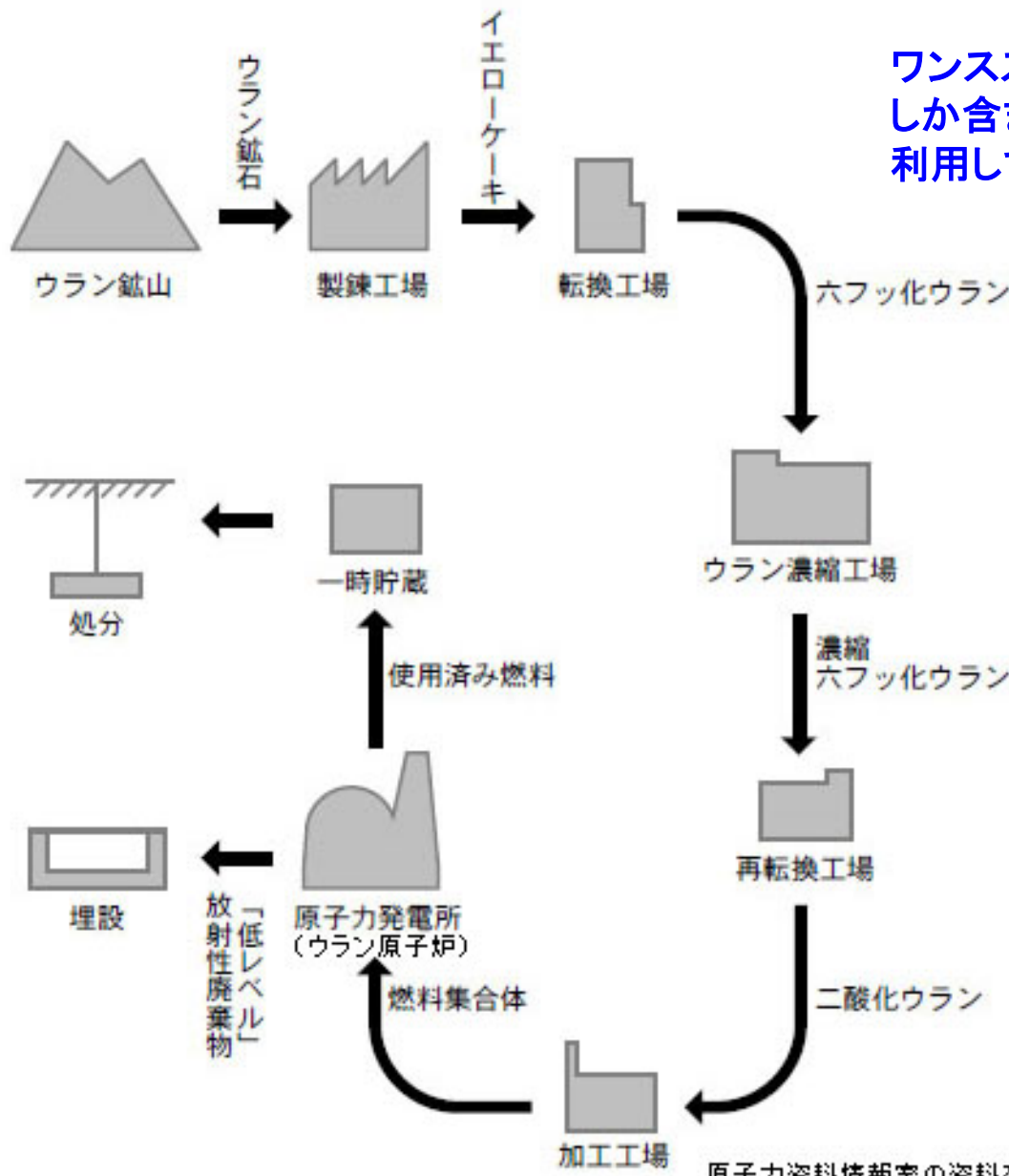
## ウランを使用する軽水炉



## プルトニウムを使用する高速増殖炉



核燃料サイクル — 非再処理ケース (ワンスルー)

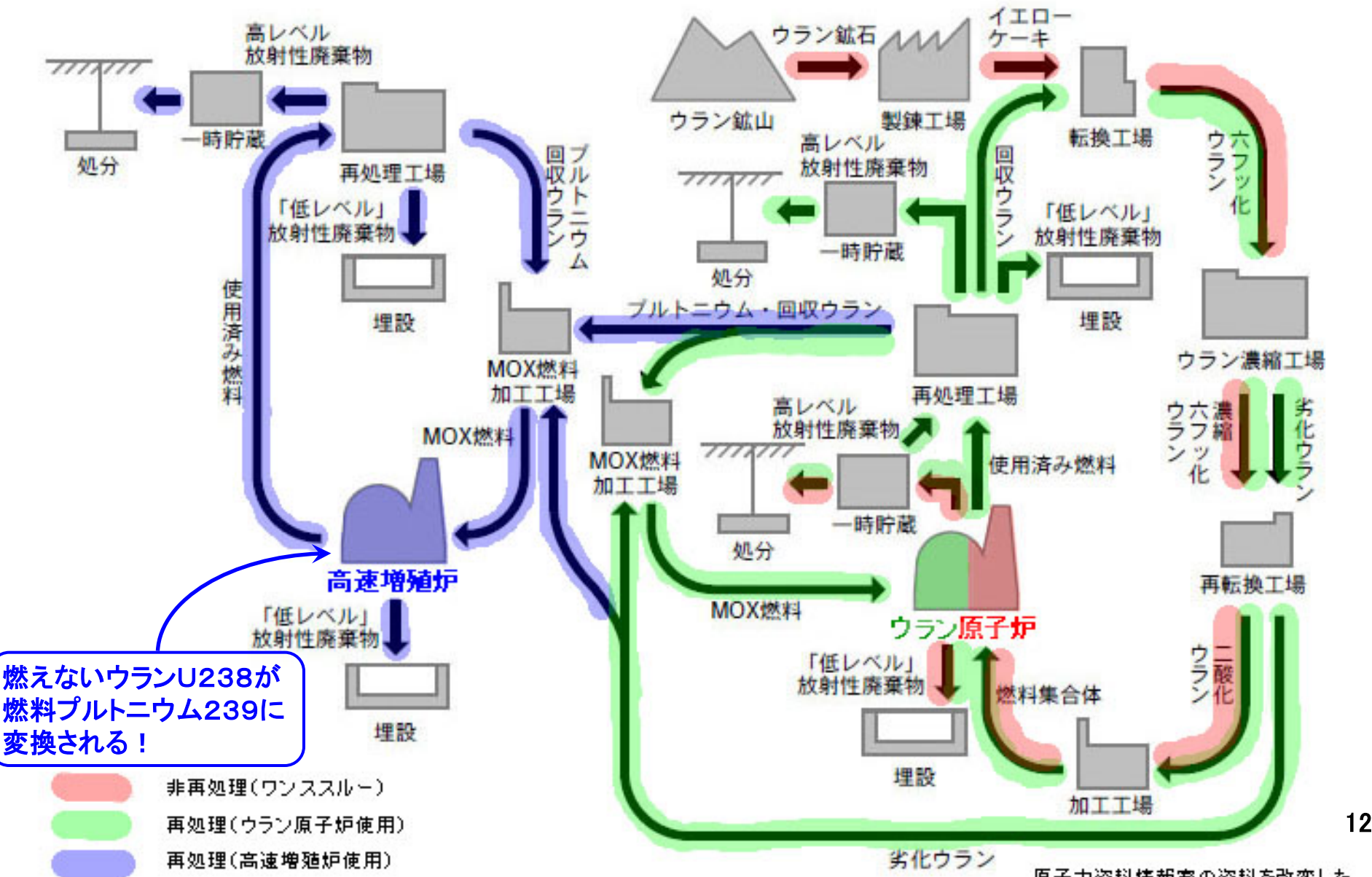


ワンスルーでは、天然ウランに0.7%しか含まれていないウラン235だけを利用している。

原子力資料情報室の資料を改変した

核燃料サイクル

ワンスルー、再処理(ウラン原子炉使用)、再処理(高速増殖炉使用)、3つのケースを示す



### 核燃料サイクルと高速増殖炉

以下のようなことが言われている:

1. 現在の**ウラン原子炉**では、天然ウランの中に0.7%しか含まれていないウラン235を燃料として使用している。
2. **高速増殖炉**を建設すれば、使用した燃料よりも多くの燃料が得られるので、燃料サイクルを回せば、無尽蔵にエネルギーが得られる。
3. 資源のない日本としては、**高速増殖炉**はぜひ開発しなければならない技術である。

これらは、本当だろうか？

実は、1. は正しい。

2. は正しい部分もあるが、結論は誤りである。誤解を招きやすい表現である。

3. は誤りであろう。(現実的でない)

以下、順次説明する。

## 高速増殖炉の問題点と現状

### 1. 高速増殖炉が難しい理由

#### ① 冷却材にナトリウムを使う

高温の金属ナトリウムは、空気に触れると燃焼し、水に触れると爆発する  
原子炉の中ではナトリウムは強い放射能を帯び、不透明のため、点検が困難

#### ③ ウランよりも放射線の強いプルトニウムを燃料にする、など

### 2. 日本の高速増殖炉の現状(福井県敦賀市にある「原型炉もんじゅ」)

#### ① 1995年 4月 臨界達成

#### ② 1995年12月 ナトリウム漏洩事故発生

#### ③ 2010年 8月 原子炉容器内で炉内中継装置(3.3トン)が落下

#### ④ 2012年11月 原子力規制庁が点検漏れ9679個あることを公表

#### ⑤ 2016年12月 廃炉を正式に決定(1兆円以上の事業費を投じた)

### 3. 世界の高速増殖炉の現状

#### ① アメリカ CRBR原型炉1983年計画中止、PRISM原型炉1994年計画中止

#### ② フランス フェニックス原型炉2010年運転中止、スーパーフェニックス実験炉1998年閉鎖

#### ③ イギリス PFR原型炉1994年閉鎖、CDFR商用実証炉計画中止

#### ④ ドイツ SNR-300原型炉1991年計画中止、SNR-2実証炉計画中止

#### ⑤ ロシア BN-800実証炉2014年臨界、2015年12月商用発電開始出力86万kW(世界唯一)



## 千ヨット脱線ですが、えせ科学のお話

一見科学のように見えて、実は科学としては疑問符が付くものをえせ科学という。  
にせ科学、疑似科学、Pseudo-science、Bending Science などとも呼ばれる。

科学とえせ科学の境界線はあいまいであり、学者の見解が必ずしも一致しないため、  
法律による取締りに馴染まない。

一部の疑似科学はいわゆる悪徳商法と親和性が高い

### 1. えせ科学であることが明白だといわれている例

UFO、超能力、パワーストーン、偽食事療法、など

### 2. 科学的であるが、根拠を調べないと危険な場合がある例

- 疫学(統計調査の結果から因果関係を導くのが難しい場合は、悪用されやすい)
- ライフサイクル・アセスメント(基礎データが入手困難な場合は、悪用されやすい)
- 核燃料サイクル(科学的には正しいが、技術的・経済的に合理性が乏しい)

### 3. えせ科学の被害に遭わないために

- 学校教育で、騙されないためのリテラシーを教えること
- 市民がリベラル・アーツとしての科学を勉強すること
- 科学者が市民のための科学教育にもっと貢献すること

# 原発の問題点

原発はなぜいけないのか



# 原発の問題点(私見)

1. 原発事故が起こらないとしても、放射性廃棄物の処分に目途が立たない  
高レベル放射性廃棄物を地上管理施設で冷却・保管し(30年～50年)、  
その後地層処分して数万年以上に渡り隔離・保管しなければならない。  
それだけでない。ウラン採掘から燃料棒の加工、廃炉まで放射線被害を蒙る。
2. 原発事故は万一起これば、国際的な甚大な被害を及ぼす  
福島事故は7年経っても解決しない。廃炉には40年以上かかるという。
3. 原発の発電コストは、廃炉や事故補償を含めると自然エネルギーよりも高価  
日本の原発は税金を投入し国策としてやっているが、経済的には成り立たない。
4. 原発は核兵器拡散の元凶である  
今、原発に注力している国(フランス、中国、インド)は核兵器と無関係ではない。
5. ウランの確認可採埋蔵量は化石燃料に比べて僅かである  
高品位石炭 500、石油150、天然ガス120、ウラン20 (単位は $10^{16}$  kcal)

元京都大学原子炉実験所 小出先生の講演より

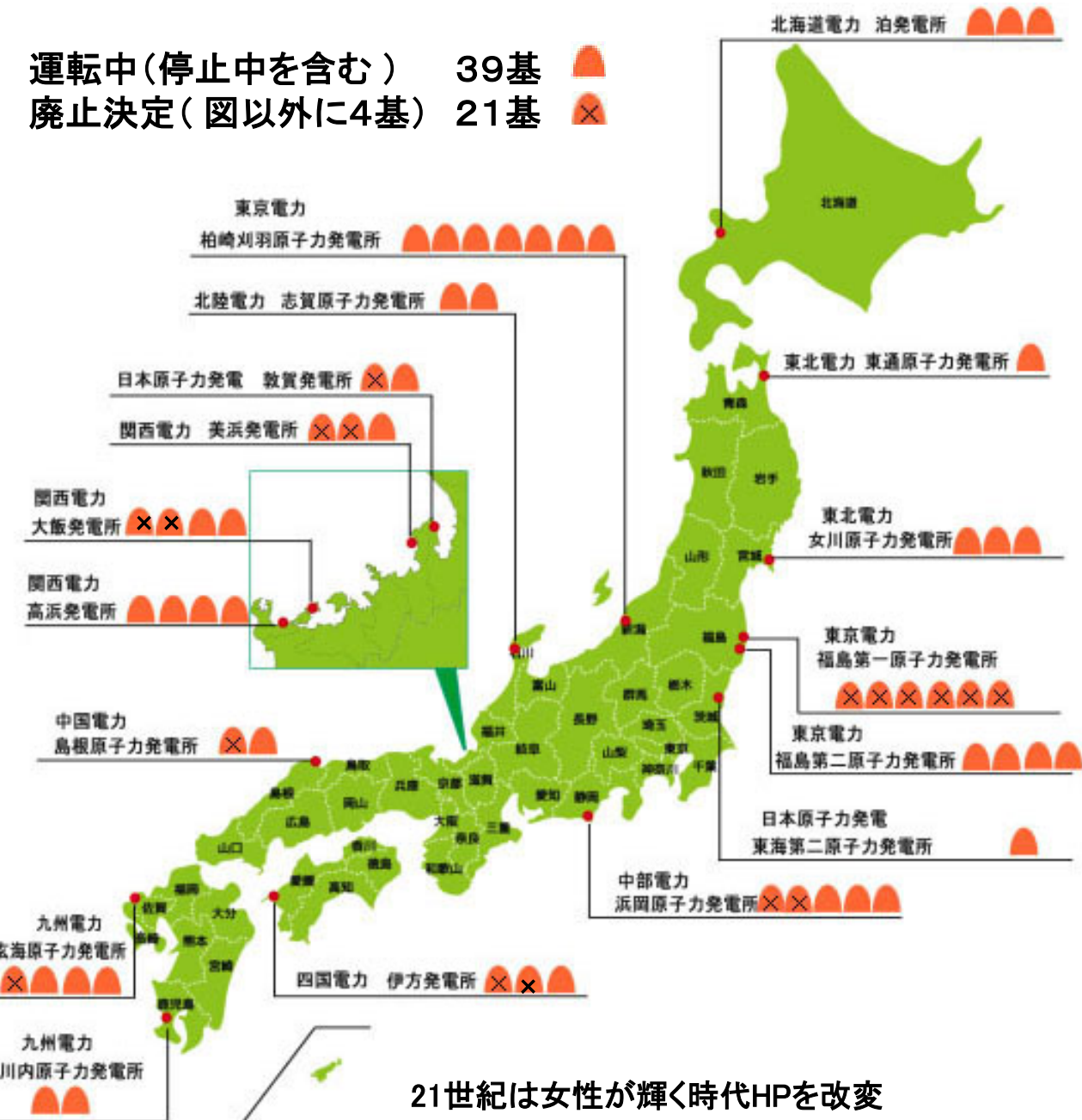
以上5つの理由から、原発は未来世代へ負担を残すものといえる

# 脱原発への道

# 日本の原発の現状

運転中(停止中を含む) 39基  
廃止決定(図以外に4基) 21基

日本の原発の状況  
2018年6月7日現在



運転中: 39基  
稼働中: 5基  
(川内1号、高浜3号、大飯3号、4号、玄海3号)  
定期検査停止中: 20基  
東北地震による停止中: 7基  
新潟地震による停止中: 2基  
その他による停止中: 5基  
建設中: 3基  
廃止中・廃止決定: 21基(福島第一他)

日本原子力産業協会HPを改変

## 脱原発への道(私見)

たかが電気を得るために、危険な原発を使うのはやめよう

1. 日本のエネルギー消費のうち、電力の占める割合は僅か約25%である。  
電力は、原発がなくても火力や再生可能エネルギーで作れる。
2. 地球温暖化を考えると、今後化石燃料の使用は減らさなければならない。  
それは次の方法で実現できると考えられる。完全実現には年月を要する。  
省エネルギー  
自然エネルギー(再生可能エネルギー)
3. 廃炉作業には長期間を要する。正常に運用終了した東海発電所の場合は  
23年間の予定で進めている。福島原発の廃炉作業には40年かかるといわ  
れている。チェルノブイリは廃炉をあきらめて石棺にした。

未来世代に負の遺産を残さず、持続可能な社会を残そう！

みんなで原発なしで暮らす方法を考えませんか



ご清聴、有難うございました

本資料作成に当たり、環境省ほか多数の資料を参考にしました