

# 福島第一原子力発電所の事故について 科学的に考えてみよう！

2025年12月23日

原子力規制委員会 委員長

山中伸介

# 原子力規制委員会、原子力規制庁とは？

組織としての使命、活動原則を掲げ、原子力規制業務を行っている。

**【使命】 原子力に対する確かな規制を通じて、人と環境を守ること**

## **【活動原則】**

- ( 1 ) 独立した意思決定**
- ( 2 ) 実効ある行動**
- ( 3 ) 透明で開かれた組織**
- ( 4 ) 向上心と責任感**
- ( 5 ) 緊急時即応**



## はじめに

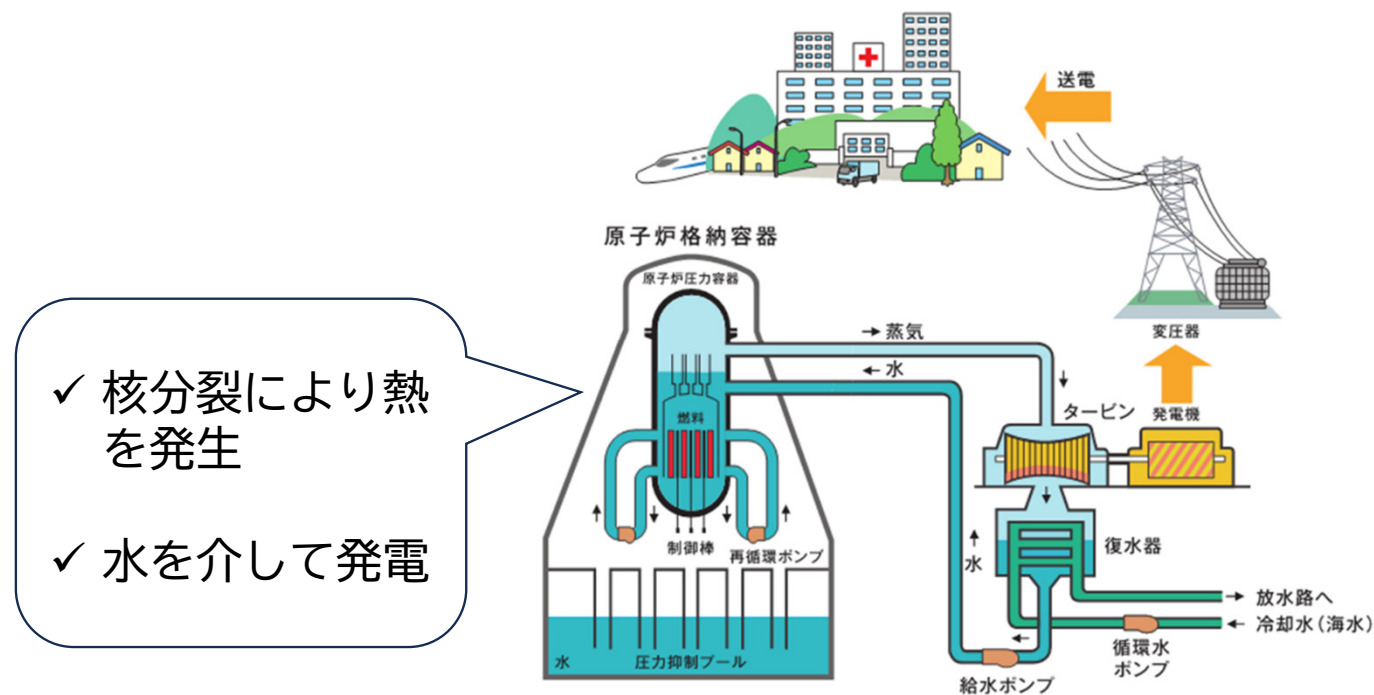
高校で習う科学の知識があれば、福島第一原発事故（1F事故）の流れを科学的に考えることは十分できます。「どれくらい大きなエネルギーが、どんな仕組みで生まれたのか」など、1F事故で実際に何が起こっていたのか、一緒に科学的に考えてみましょう！

# 本日の内容

- 0. 福島第一原子力発電所事故の概要
- 1. 原子力発電と事故発生 of 物理
- 2. メルトダウンと水素爆発の化学
- 3. 核分裂生成物の放出挙動

# 0. 福島第一原子力発電所事故の概要

## 沸騰水型炉 (BWR) 原子力発電のしくみ



5-1-2

原子力・エネルギー図鑑

5



2011年3月11日 東日本大震災発生



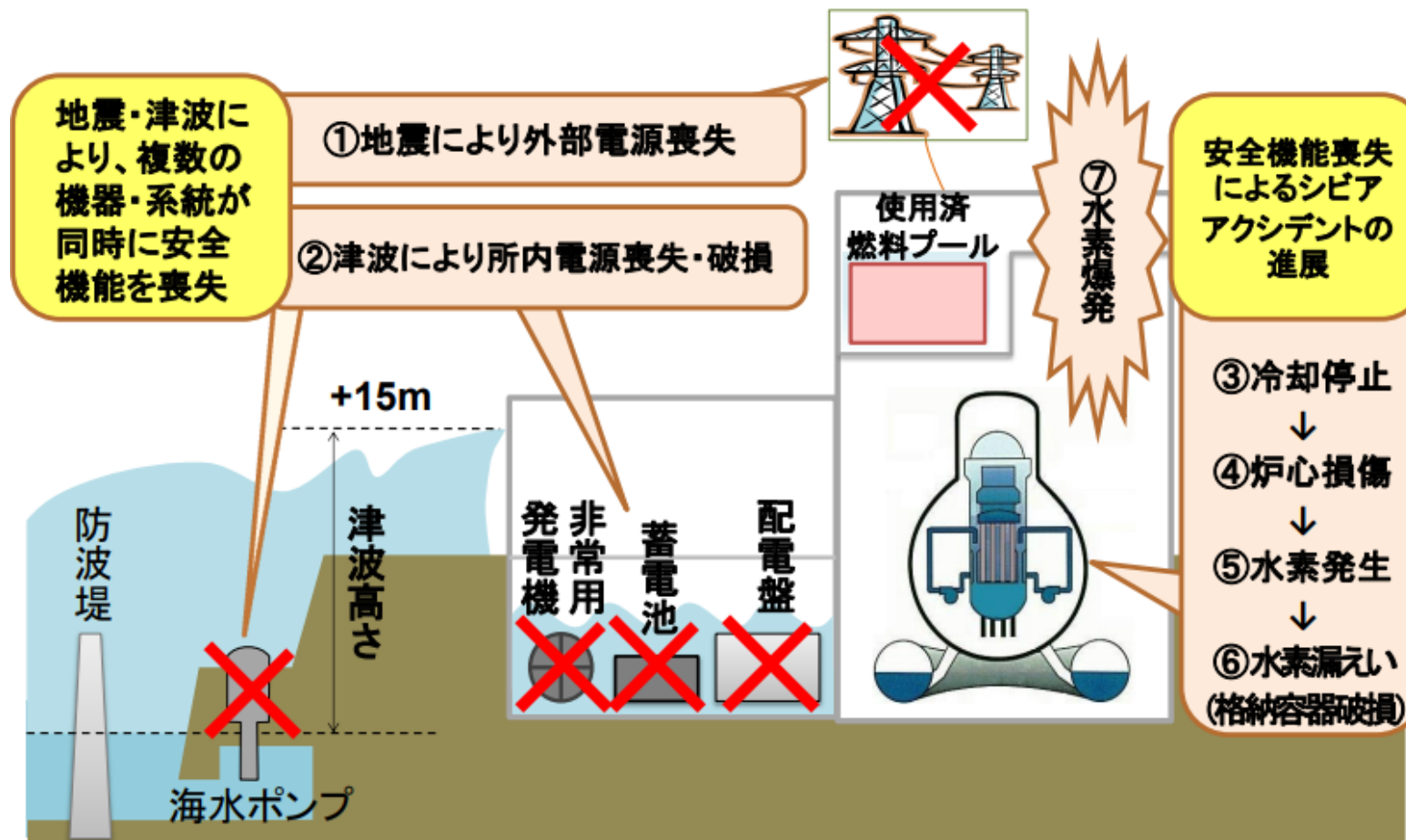
福島中央テレビ/日本テレビ

■超解像処理をしています  
■許可なく転載・複製することを禁じます

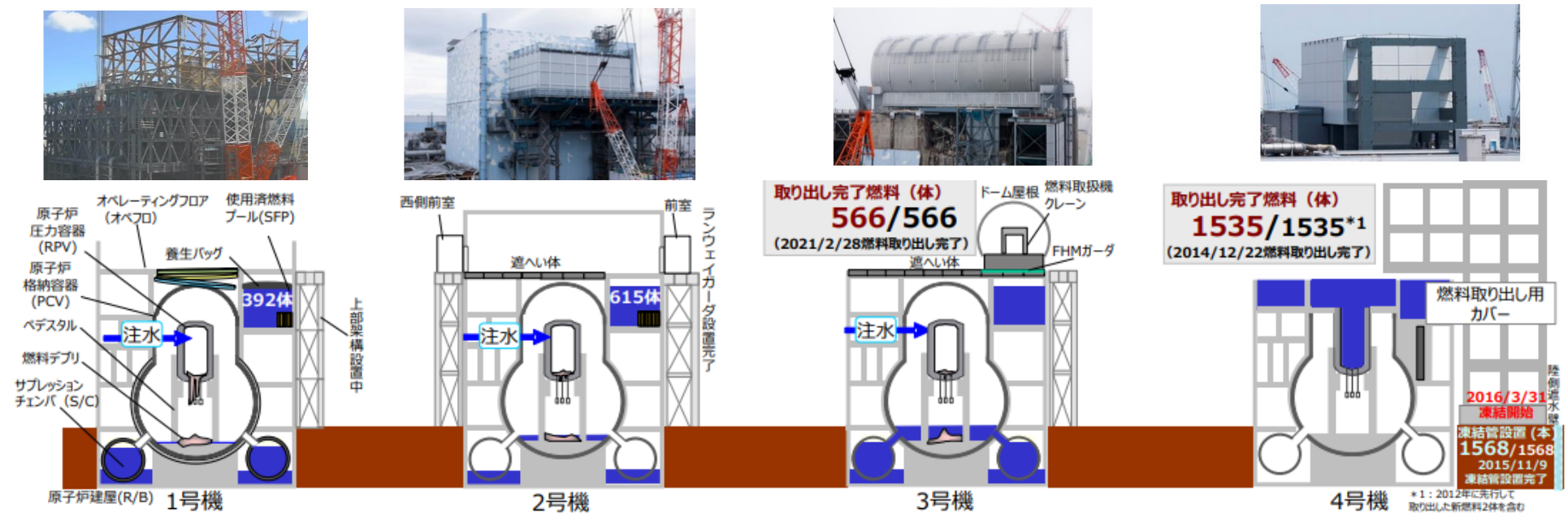




# 事故初期の事象進展



# 事故後における各号機の状態



	1号機	2号機	3号機	4号機
事故前の運転状態	運転中	運転中	運転中	点検中
メルトダウン	○	○	○	×
水素爆発	○	× *1	○	△ *2

\*1) 2号機上部に開放部が形成

\*2) 3号機から水素が流入



# 本日の内容

0. 福島第一原子力発電所事故の概要

1. 原子力発電と事故発生 of 物理

2. メルトダウンと水素爆発の化学

3. 核分裂生成物の放出挙動

# 1. 原子力エネルギーの基本と事故発生物理

**核分裂**： $^{235}\text{U}$ 、 $^{239}\text{Pu}$ などの重い原子核が2個以上の核分裂破片に分裂する現象。核分裂片は核分裂の結果として生成することから**核分裂生成物 (FP:Fission Products)**と呼ばれる。

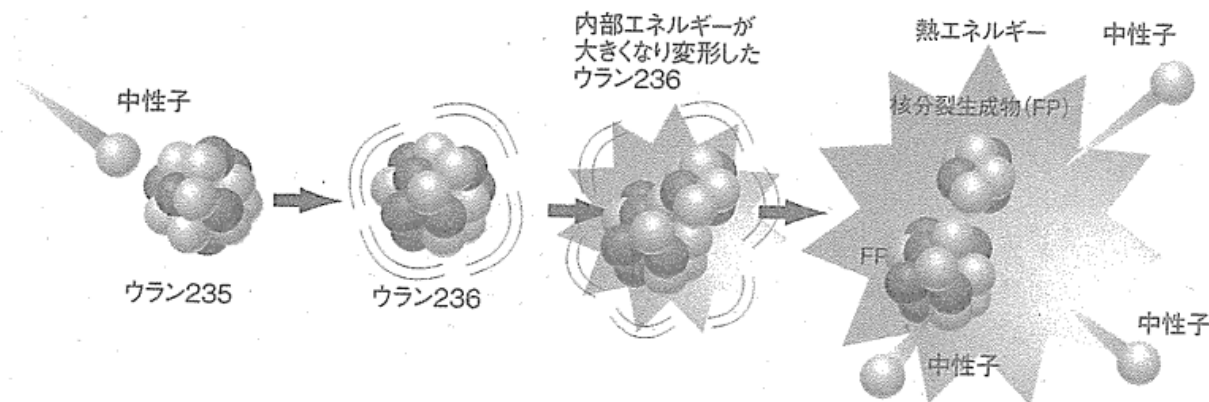


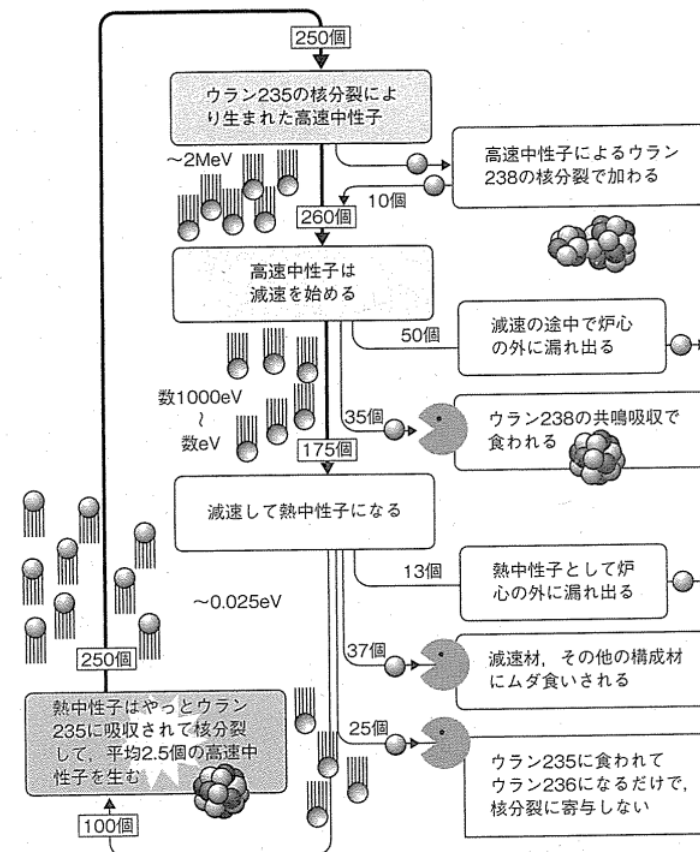
図 1.13 ウラン 235 ( $^{235}\text{U}$ ) の核分裂と中性子放出  
〔出典：日本原子力学会 編『原子力がひらく世紀 第3版』p.166, 日本原子力学会 (2011)〕

# 1. 原子力エネルギーの基本と事故発生物理

**核分裂連鎖反応**：中性子により $^{235}\text{U}$ 、 $^{239}\text{Pu}$ が核分裂するとき、熱エネルギーと同時に新たに発生した中性子によって、次の核分裂が引き起こされる。これが繰り返されることが「核分裂連鎖反応」という。

→制御棒等によって、中性子量を調整して連鎖反応を制御する。

1F事故では、制御棒の機能は十分に発揮されており、核分裂反応を停止することに成功している。



！ 原子炉（臨界状態）での中性子のふるまい（最初に100個の熱中性子による核分裂があった場合）  
[出典：日本原子力学会 編『原子力がひらく世紀 第3版』p.169, 日本原子力学会（2011）]

# 1. 原子力エネルギーの基本と事故発生物理

## 崩壊熱とは：

核分裂連鎖反応により生じるエネルギーは制御棒により停止した後、急速に低下するが、FPの $\beta$ -崩壊等による発熱が継続する。

→冷却を継続しないとイケない。

（1F事故では、電源喪失のために残り僅か出力の10%分の熱を冷却が出来なかった）

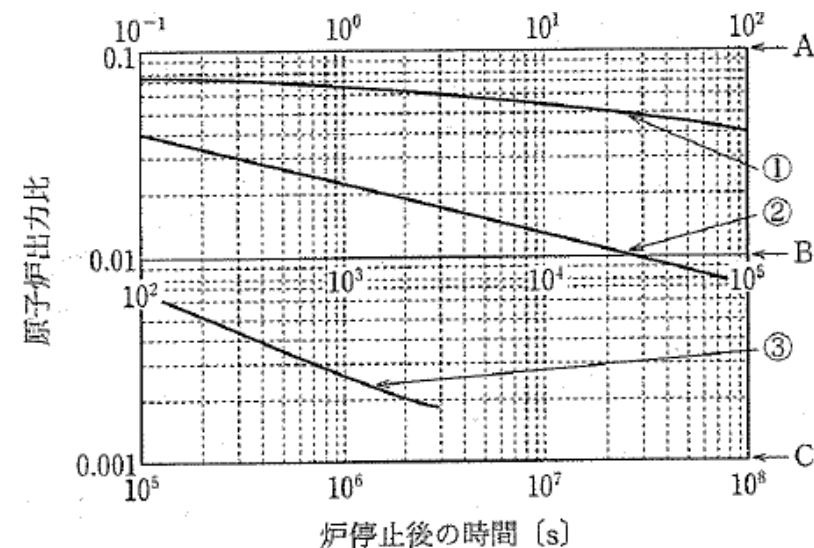
## 崩壊熱概算値（ANS標準式 ANS5.1）

1F1号機停止後1時間： 18MW

1F1号機停止後6時間： 17MW

1F1号機停止後12時間： 10MW

1F1号機停止後1日： 7MW



炉停止後の時間 10<sup>-1</sup>～10<sup>2</sup> 秒：曲線① 時間目盛 A

炉停止後の時間 10<sup>2</sup>～10<sup>5</sup> 秒：曲線② 時間目盛 B

炉停止後の時間 10<sup>5</sup> 秒～：曲線③ 時間目盛 C

図 3-2-16 無限期間運転したと仮定した後の核分裂生成物とアクチニド（重元素）による発熱量の時間的変化



# 1. 原子力エネルギーの基本と事故発生物理

元素の周期表  
The Periodic Table

周期\族	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H 水素 Hydrogen 1.00798																	2 He ヘリウム Helium 4.0026
2	3 Li リチウム Lithium 6.968	4 Be ベリリウム Beryllium 9.01218											5 B 硼(ホウ)素 Boron 10.814	6 C 炭素 Carbon 12.0106	7 N 窒素 Nitrogen 14.0069	8 O 酸素 Oxygen 15.9994	9 F 弗(フッ)素 Fluorine 18.9984	10 Ne ネオン Neon 20.1797
3	11 Na ナトリウム Sodium 22.9898	12 Mg マグネシウム Magnesium 24.306											13 Al アルミニウム Aluminium 26.9815	14 Si 珪(ケイ)素 Silicon 28.085	15 P 燐(リン) Phosphorus 30.9738	16 S 硫黄 Sulfur 32.068	17 Cl 塩素 Chlorine 35.452	18 Ar アルゴン Argon 39.978
4	19 K カリウム Potassium 39.0983	20 Ca カルシウム Calcium 40.078	21 Sc スカンジウム Scandium 44.9559	22 Ti チタン Titanium 47.867	23 V バナジウム Vanadium 50.9415	24 Cr クロム Chromium 51.9961	25 Mn マンガン Manganese 54.9380	26 Fe 鉄 Iron 55.845	27 Co コバルト Cobalt 58.9332	28 Ni ニッケル Nickel 58.6934	29 Cu 銅 Copper 63.546	30 Zn 亜鉛 Zinc 65.38	31 Ga ガリウム Gallium 69.723	32 Ge ゲルマニウム Germanium 72.630	33 As 砒素 Arsenic 74.9216	34 Se セレン Selenium 78.971	35 Br 臭素 Bromine 79.904	36 Kr クリプトン Krypton 83.798
5	37 Rb ルビジウム Rubidium 85.4678	38 Sr ストロンチウム Strontium 87.62	39 Y イットリウム Yttrium 88.9058	40 Zr ジルコニウム Zirconium 91.224	41 Nb ニオブ Niobium 92.9064	42 Mo モリブデン Molybdenum 95.95	43 Tc テクネチウム Technetium [98]	44 Ru ルテチウム Ruthenium 101.07	45 Rh ロジウム Rhodium 102.905	46 Pd パラジウム Palladium 106.42	47 Ag 銀 Silver 107.868	48 Cd カドミウム Cadmium 112.414	49 In インジウム Indium 114.818	50 Sn スズ Tin 118.710	51 Sb アンチモン Antimony 121.760	52 Te テルル Tellurium 127.60	53 I ヨウ素 Iodine 126.904	54 Xe キセノン Xenon 131.29
6	55 Cs セシウム Cesium 132.905	56 Ba バリウム Barium 137.327	※1	72 Hf ハフニウム Hafnium 178.486	73 Ta タンタル Tantalum 180.948	74 W タングステン Tungsten 183.84	75 Re レニウム Rhenium 186.207	76 Os オスミウム Osmium 190.23	77 Ir イリジウム Iridium 192.217	78 Pt 白金(プラチナ) Platinum 195.084	79 Au 金 Gold 196.967	80 Hg 水銀 Mercury 200.592	81 Tl タリウム Thallium 204.384	82 Pb 鉛 Lead 207.1	83 Bi ビスマス Bismuth 208.980	84 Po ポロニウム Polonium [210]	85 At アスタチン Astatine [210]	86 Rn ラドン Radon [222]
7	87 Fr フランシウム Francium [223]	88 Ra ラジウム Radium [226]	※2	104 Rf ラザホージウム Rutherfordium [267]	105 Db ドブニウム Dubnium [268]	106 Sg シーボーギウム Seaborgium [271]	107 Bh ボーリウム Bohrium [272]	108 Hs ハッcium Hassium [277]	109 Mt マイトネリウム Meitnerium [276]	110 Ds ダームスタット Darmstadtium [281]	111 Rg レントゲニウム Roentgenium [280]	112 Cn コペルニシウム Copernicium [285]	113 Nh ニホニウム Nihonium [288]	114 Fl フルロドウム Flerovium [289]	115 Mc モスコビウム Moscovium [289]	116 Lv リバモリウム Livermorium [293]	117 Ts テネシウム Tennessine [293]	118 Og オガネソン Oganesson [294]
※1 ランタノイド系	57 La ランタン Lanthanum 138.905	58 Ce セリウム Cerium 140.116	59 Pr プラセオジウム Praseodymium 140.908	60 Nd ネオジウム Neodymium 144.242	61 Pm プロメチウム Promethium [145]	62 Sm サマリウム Samarium 150.36	63 Eu ユウロピウム Europium 151.964	64 Gd ガドリニウム Gadolinium 157.25	65 Tb テルビウム Terbium 158.925	66 Dy ジスプロシウム Dysprosium 162.500	67 Ho ホルミウム Holmium 164.930	68 Er エルビウム Erbium 167.259	69 Tm ツリウム Thulium 168.934	70 Yb イットリビウム Ytterbium 173.045	71 Lu ルテチウム Lutetium 174.967			
※2 アクチノイド系	89 Ac アクチニウム Actinium [227]	90 Th トリウム Thorium 232.038	91 Pa プロトアクチニウム Protactinium 231.036	92 U ウラン Uranium 238.029	93 Np ネプツニウム Neptunium [237]	94 Pu プルトニウム Plutonium [239]	95 Am アメリシウム Americium [243]	96 Cm キュリウム Curium [247]	97 Bk バークリウム Berkelium [247]	98 Cf カリホルニウム Californium [251]	99 Es アインスタイニウム Einsteinium [252]	100 Fm フェルミウム Fermium [257]	101 Md メンデルビウム Mendelevium [258]	102 No ノーベリウム Nobelium [259]	103 Lr ローレンシウム Lawrencium [262]			

表の見方

セル内の表記

原子番号	元素記号
元素名(日本語)	
元素名(英語)	
原子量	

(2024.04 作成: iseri)

セルの色

- 緑色の元素は、単体の物質が金属の性質(光沢がある、電気や熱をよく通す、陽イオンになりやすい、など)を持つ。
- 黄色の元素は、単体の物質が非金属の性質を持つ。
- オレンジ色の元素は、単体の物質がその中間の(半導体の、半金属の)性質を持つ、ことを示す。

【元素記号の色】

- 赤字は、単体の物質が常温・常圧(25℃、1気圧)で気体。
- 青字は、単体の物質が常温・常圧で液体。
- 黒字は、単体の物質が常温・常圧で固体である、ことを示す。

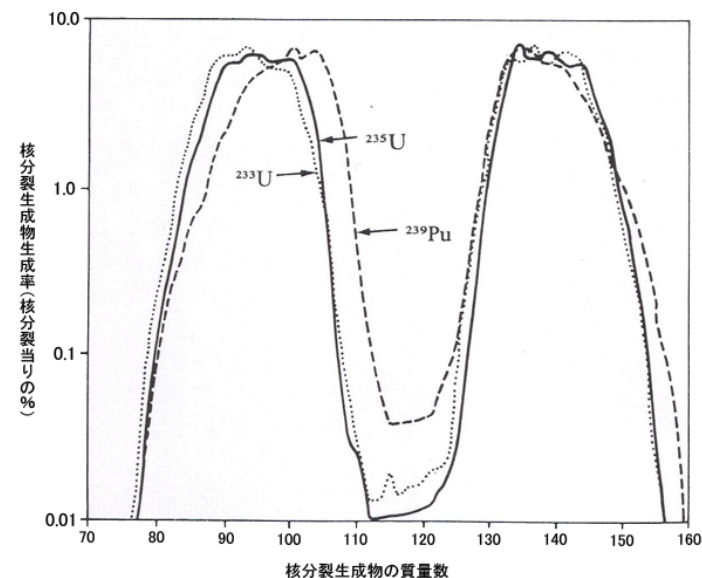
参考文献

国立天文台編「理科年表 2024年版」、丸善  
日本化学会 原子量表(2024) ... 他

- ※ 原子量が範囲で示される元素の原子量は、単なるため、範囲の中間値を記した。
- ※ 安定同位体がなく、天然で特定の同位体組成を示さない元素については、その元素の放射性同位体の質量数の一例を [ ] 内に記した。

Sr-90、  
Kr-89

Cs-137、I-131、  
Xe-133



【出典】W.マーシャル編:原子炉技術の発展(上)、裳華房、p.72

13

# 1. 原子力エネルギーの基本と事故発生物理

## 水の状態図

純粋な水であれば、温度と圧力を指定すると相状態が定まる。

(通常の運転時)

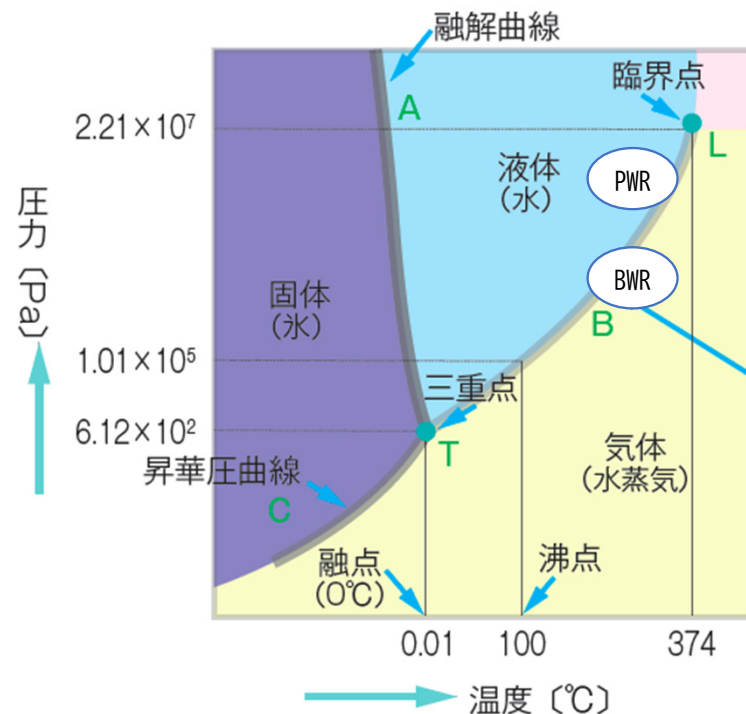
BWR		PWR	
圧力	温度	圧力	温度
約7Mpa	約300℃	約15.4Mpa	約300℃



液相・気相が混同  
(飽和沸騰状態)



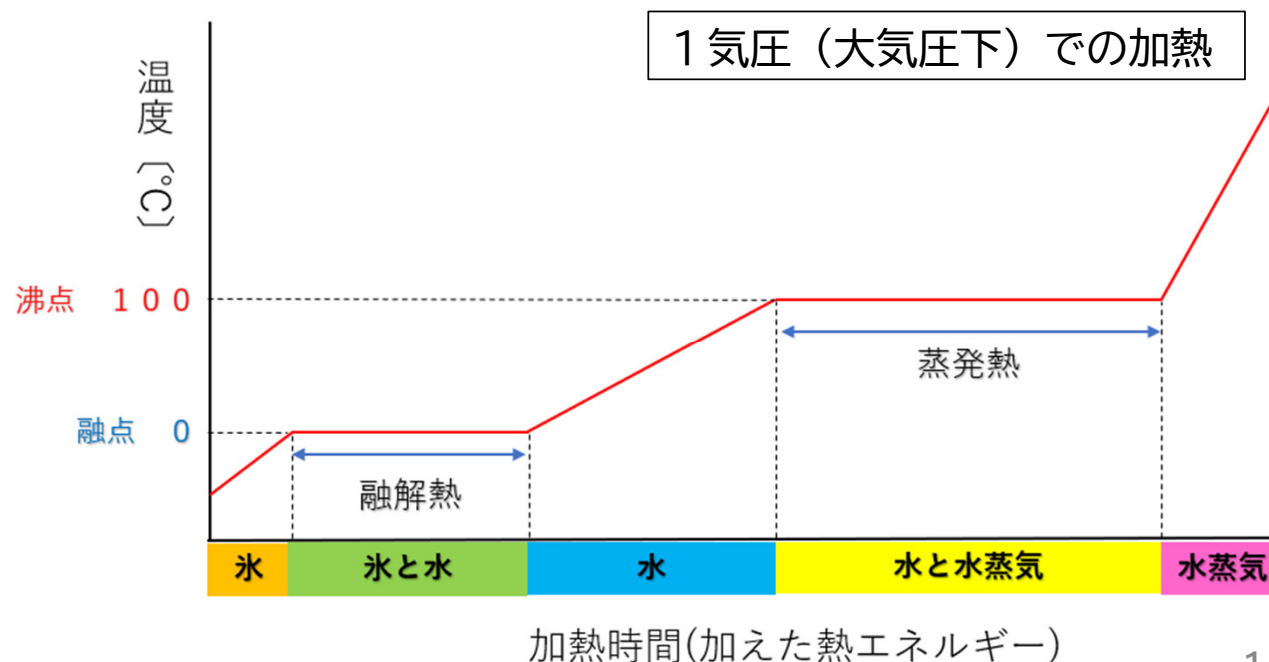
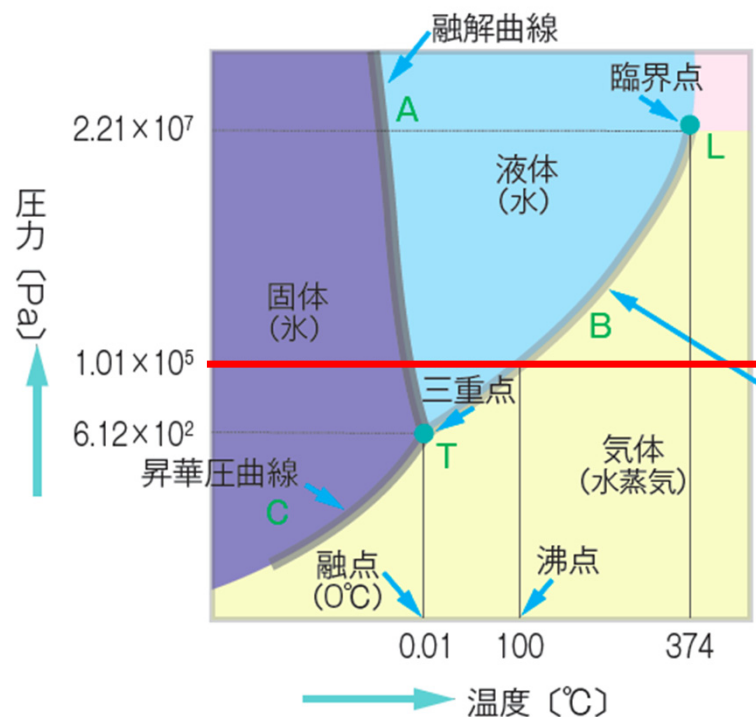
液相のみ



出典：<水の科学6>一定の条件のもと固体から気体へと変化する | [aqua-sphere](#) 14

# 1. 原子力エネルギーの基本と事故発生物理

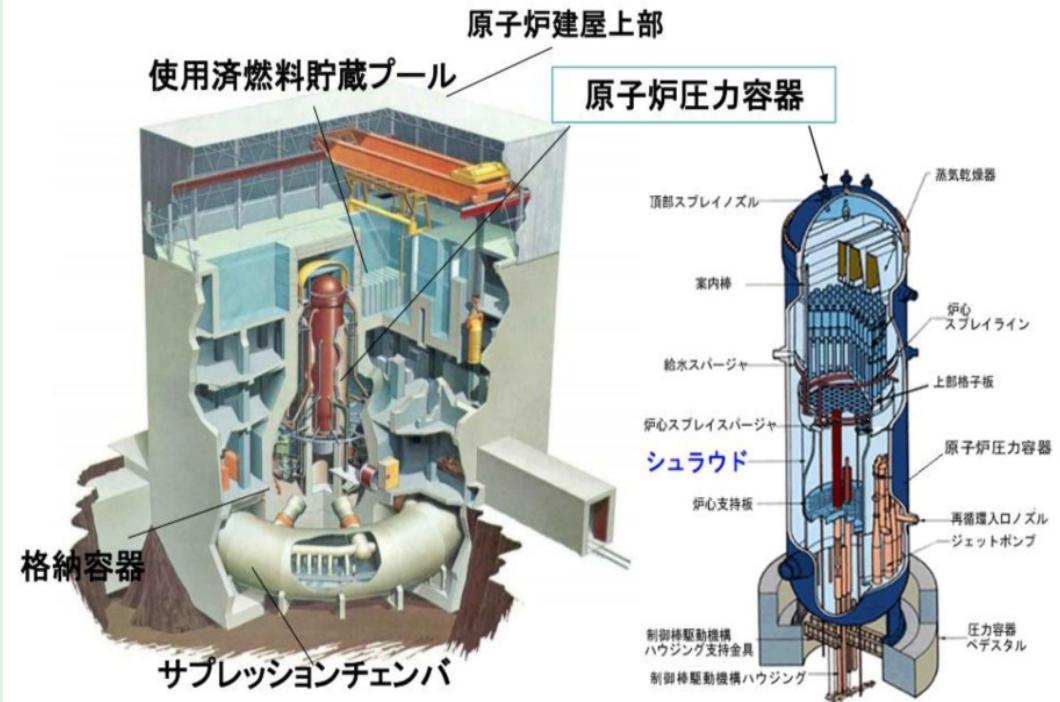
原子力発電がエネルギーを生み出す上で、冷却材（水）の状態変化に伴う熱交換が鍵となる！



出典：状態図とは（見方・例・水・鉄） | 理系ラボ

# 福島第一原子力発電所1号機の基本情報

1. 原子炉の種類：沸騰水型原子炉（BWR-3Mark1）
2. 定格発電出力：460 MWe（定格熱出力：1380MW）
3. 原子炉圧力：約6.89 MPa（約70.3 kg/cm<sup>2</sup>）
4. 燃料集合体数：400体（8×8配列など）
5. 燃料棒の主な仕様燃料棒有効長さ：約3.66 m
6. 燃料棒外径：約1.23～1.25 cm
7. 燃料材：二酸化ウラン（UO<sub>2</sub>）
8. 蒸気発生量：約2,480 トン/時
9. 蒸気温度：約285℃
10. 主な炉内構成材料（以降の計算で用いたもの）
  - 水：200t
  - ジルコニウム合金（Zr）：42t
  - 鉄合金（Fe）：66t
  - UO<sub>2</sub>：78t
  - B<sub>4</sub>C：わずか

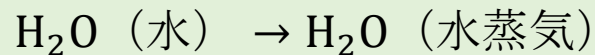


福島第一原子力発電所1号機と同型（BWR-3Mark I） 16



# 1. 原子力エネルギーの基本と事故発生物理 ～冷却の物理と熱管理の失敗～

Q.原子炉圧力容器内の水が崩壊熱によって、蒸発し、燃料が露出するまでの時間 $t$ はどれくらいか



前提条件：

- ・ 圧力容器内の水の全量 $w$ は $200\text{m}^3 = 200 \times 10^3 \text{ kg}$
- ・ 燃料棒全体が露出するためには $2/3$ の水の蒸発が必要
- ・ 崩壊熱は全て水の蒸発熱に使われるとする（水の温度自体は一定）
- ・ 水の蒸発熱

$$\Delta H_v (\text{J/kg}) = \frac{\Delta H_v (\text{J/mol})}{\text{水のモル質量} (\text{kg/mol})} = 40.7 \times 10^3 \text{ J/mol} \div (18 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}) \approx 2.3 \times 10^6 \text{ J/kg}$$

- ・ 原子炉の崩壊熱 $q_d$ は $15\text{MW} (= 15 \times 10^6 \text{ J/s})$

計算式：

$$t = (\Delta H_v (\text{J/kg}) \times \frac{2}{3} \times w) \div q_d$$

解：5.6h

17

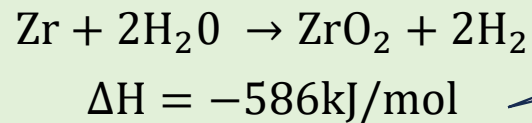
※数値はイメージを伝えるために原子力規制庁で簡素化しており、正確なものではありません。

# 本日の内容

- 0. 福島第一原子力発電所事故の概要
- 1. 原子力発電と事故発生 of 物理
- 2. メルトダウンと水素爆発の化学
- 3. 核分裂生成物の放出挙動

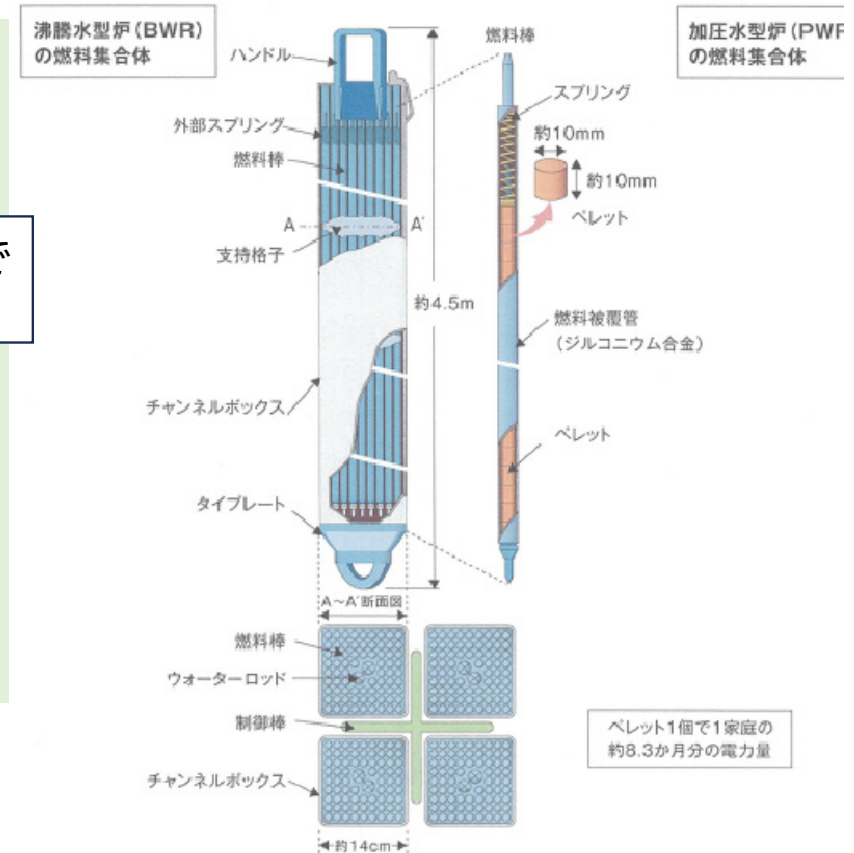
## 2. メルトダウンと水素爆発の「化学」：事故の核心

冷却水が減り、燃料が露出し崩壊熱により高温(1300K程度)になった際に、燃料を覆うジルコニウム合金(ジルカロイ)と水蒸気が以下の化学反応を起こす。



ヘスの法則で  
導ける

この化学反応により、水素が大量に発生する。  
またこの反応により大きな反応熱が発生し、  
炉心溶融が加速される。



5-1-7

出典：原子力・エネルギー図面集

## 2. メルトダウンと水素爆発の「化学」：事故の核心

この反応の速度関係は以下の式で表すことができる (Baker-Justの式)。

$$w^2 = 33.3 \times 10^6 t \exp\left(\frac{-45500}{RT}\right)$$

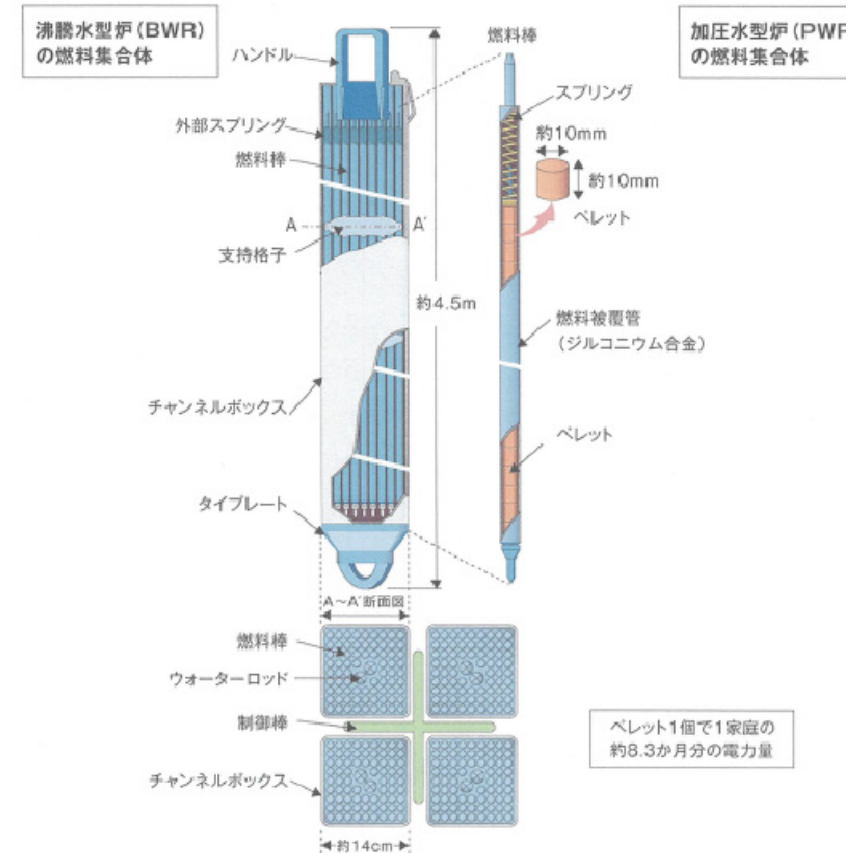
w:酸化量 (mg Zr/cm<sup>2</sup>)

t:時間(sec)

R:気体定数 (8.31 J/mol K)

T:温度 (K)

→上記の式を微分すると、Tにおける反応速度が出せる！



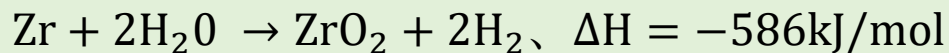
5-1-7

出典：原子力・エネルギー図面集



## 2. メルトダウンと水素爆発の「化学」：事故の核心

Q. 崩壊熱によって、炉心の温度が1473K付近から、水ジルコニウム反応が生じ始めるが、水ジルコニウム反応によって、炉心全体溶融を起こすまでの時間tはどれくらいか？



前提条件：

- ・ 炉内は $\text{ZrO}_2$ （ジルコニア）、 $\text{UO}_2$ 、鉄だけで構成されているとする
- ・ 崩壊熱は水ジルコニウム反応が開始した後は無視し、反応熱のみが炉心に伝わるとする
- ・ 比熱については、温度や体積に依存せず一定とする。
- ・ それぞれの融点 $T$ 、融解熱 $q$ 、比熱 $C$ （ $M$ は分子量）、重量 $m$ は以下の値とする

$\text{ZrO}_2$  :  $T_1 = 2960\text{K}$ 、 $q_1 = 260\text{J/g}$ 、 $C_1 = 9R/M = 0.608\text{J/(g} \cdot \text{K)}$ 、 $m_1 = 42 \times 10^6\text{g}$

$\text{UO}_2$  :  $T_2 = 3120\text{K}$ 、 $q_2 = 259\text{J/g}$ 、 $C_2 = 9R/M = 0.277\text{J/(g} \cdot \text{K)}$ 、 $m_2 = 66 \times 10^6\text{g}$

鉄 :  $T_3 = 1800\text{K}$ 、 $q_3 = 268\text{J/g}$ 、 $C_3 = 3R/M = 0.453\text{J/(g} \cdot \text{K)}$ 、 $m_3 = 78 \times 10^6\text{g}$

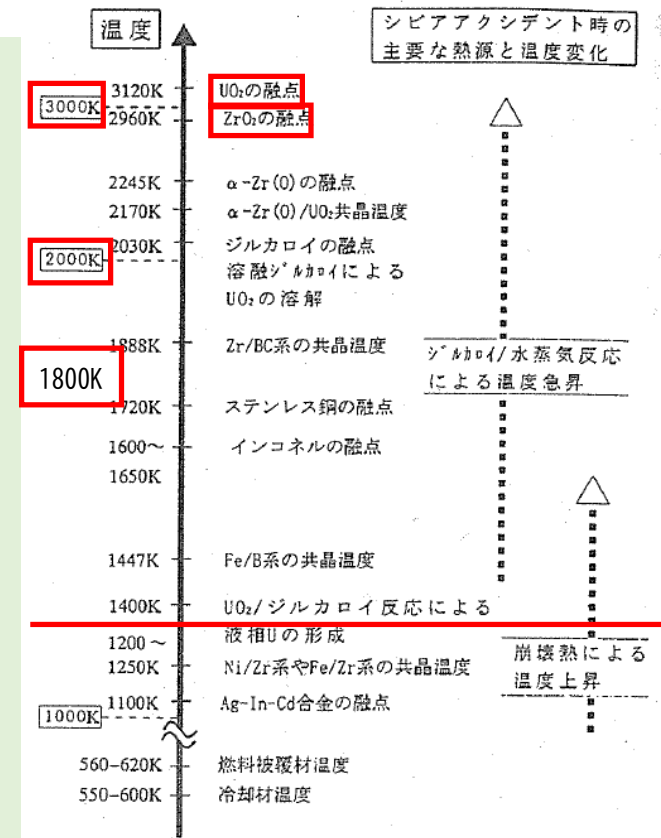
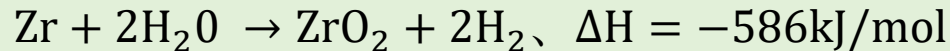


図 9.6.2 炉心構成材料に生じる高温現象

出典：原子力安全研究協会「軽水炉燃料のふるまい」

## 2. メルトダウンと水素爆発の「化学」：事故の核心

Q. 崩壊熱によって、炉心の温度が1473K付近から、水ジルコニウム反応が生じ始めるが、水ジルコニウム反応によって、炉心全体溶融を起こすまでの時間tはどれくらいか？



計算方針：

- ・ 炉心全体溶融に必要な熱量 $\Delta H_{\text{all}}$ を求めた上で、燃料全体で生じる単位時間当たりの水ジルコニウム反応の反応熱出力 $Q_{\text{all}}$ を求めることにより、tが求められる。

計算手順：

- ・  $\Delta H_{\text{all}}$ を求めるために、各構成物質ごとに全量溶融させるのに必要な熱量を求める。 $(T_0 = 1473\text{K})$

$$\Delta H_{\text{all}} = Q_{\text{ZrO}_2} + Q_{\text{UO}_2} + Q_{\text{Fe}} = q_1 m_1 + C_1 m_1 (T_2 - T_0) + q_2 m_2 + C_2 m_2 (T_2 - T_0) + q_3 m_3 + C_3 m_3 (T_2 - T_0) = 1.8 \times 10^{11}\text{J}$$

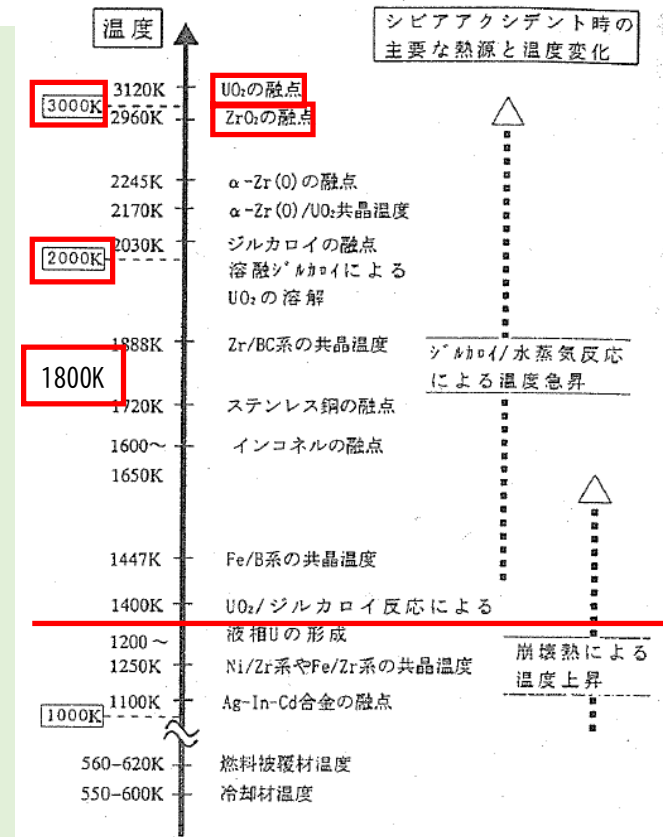
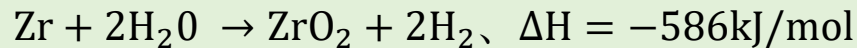


図 9.6.2 炉心構成材料に生じる高温現象

出典：原子力安全研究協会「軽水炉燃料のふるまい」

## 2. メルトダウンと水素爆発の「化学」：事故の核心

Q. 崩壊熱によって、炉心の温度が1473K付近から、水ジルコニウム反応が生じ始めるが、水ジルコニウム反応によって、炉心全体溶融を起こすまでの時間tはどれくらいか？



・ 熱出力を求めるために、燃料集合体の表面積AとBaker-Justの式を微分して求められる単位面積時間の酸化量  $\frac{dw}{dt}$  と酸素の単位重量当たりの反応熱 $\Delta H'$ を掛け合わせる。

$$\text{熱出力 } Q_{\text{all}} = A(\text{cm}^2) \times \frac{dw}{dt} (\text{mg/cm}^2 \cdot \text{s}) \times \Delta H' (\text{J/mg}_\text{O})$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{all}} &= \frac{1200^\circ\text{C} \quad 300\text{秒} \quad 41\text{MW}}{=} \\ &= \frac{1600^\circ\text{C} \quad 300\text{秒} \quad 213\text{MW}}{=} \\ &= \frac{2000^\circ\text{C} \quad 300\text{秒} \quad 624\text{MW}}{=} \end{aligned}$$

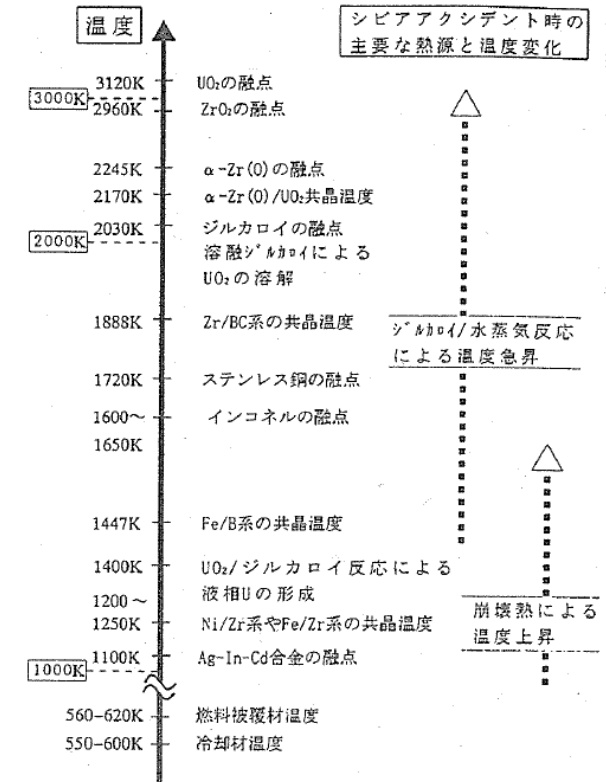


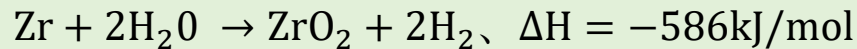
図 9.6.2 炉心構成材料に生じる高温現象

出典：原子力安全研究協会「軽水炉燃料のふるまい」

※数値はイメージを伝えるために原子力規制庁で簡素化しており、正確なものではありません。

## 2. メルトダウンと水素爆発の「化学」：事故の核心

Q. 崩壊熱によって、炉心の温度が1300K付近から、水ジルコニウム反応が生じ始めるが、水ジルコニウム反応によって、炉心全体溶融を起こすまでの時間tはどれくらいか？



今まで求めてきた値を元に、tを求めると、

$$t = \frac{\Delta H_{\text{all}}}{Q_{\text{all}}}$$

解：約1.2h

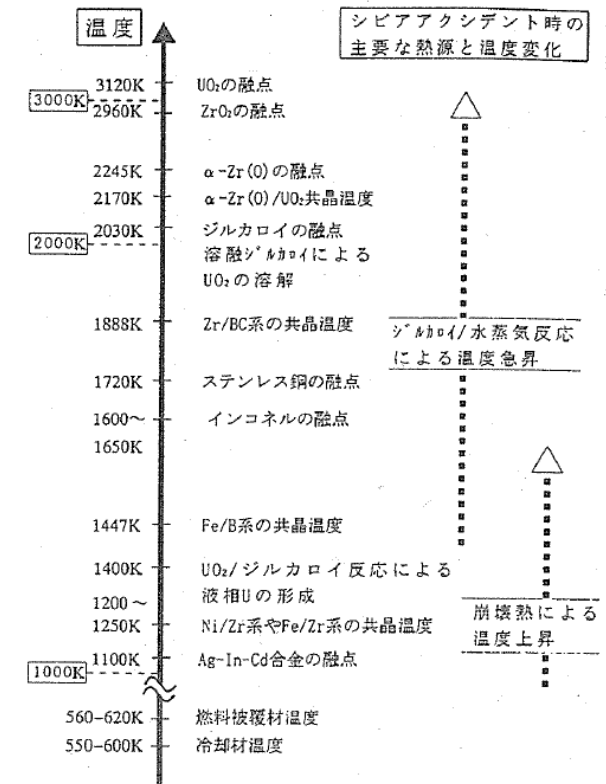
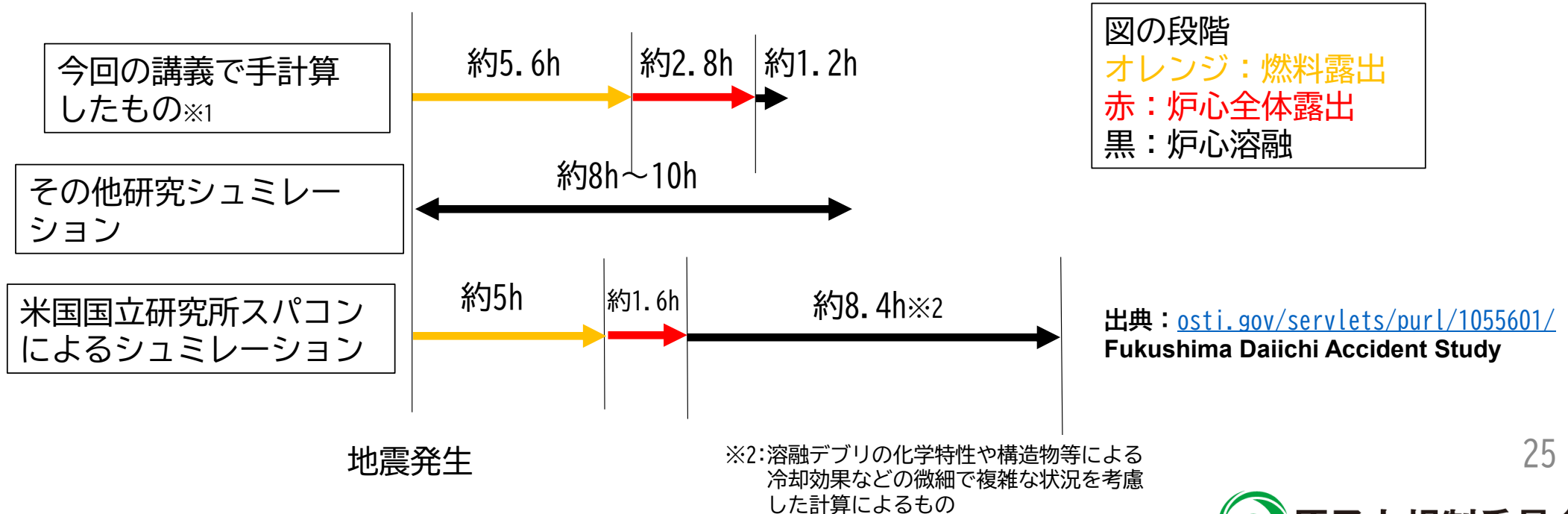


図 9.6.2 炉心構成材料に生じる高温現象



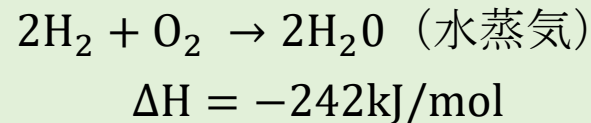
# シュミレーションでの計算と今回の計算の比較

- ・ 約5時間後から格納容器内の水の2/3が蒸発
- ・ 約5時間後から、水ジルコニウム反応が発生し始める。
- ・ 約15時間後には炉心が溶融し落下



## 2. メルトダウンと水素爆発の「化学」

Q. 水ジルコニウム反応によって、水素が発生するが、発生する水素の燃焼熱はTNT火薬の何トン相当になるか？



前提条件：

- ・ 炉内のジルコニウム量は42t、ジルコニウムの原子量は91とする
- ・ 炉内のジルコニウム全てがジルコニウム水反応すると仮定
- ・ TNT換算は 4184J/ TNT1gとする

解：約52t相当(水素の発生量は約1.86t)  
→世界最大規模の化学工場の爆発事故に相当

日時：2004年7月30日 午前9時頃

場所：ベルギー南西部、Ghislenghien工業団地付近

概要：TNT換算で 10～30トン相当

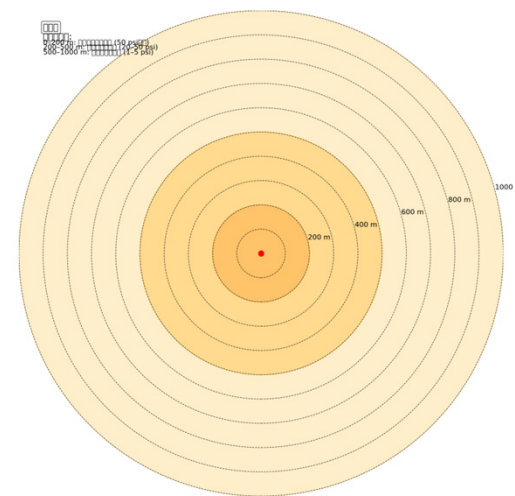
爆風半径：数百メートル火災と熱放射により、周囲の構造物は全焼



事故の原因高圧天然ガスパイプライン（圧力約70バール）が工事中に重機で損傷ガス漏れが発生し、周囲に広がったガスが引火して大爆発爆発時、パイプライン内には大量の天然ガスが流入しており、爆発エネルギーは非常に大きかった。

物的被害：工業団地の建物が壊滅、半径数百メートルで甚大な破壊爆風と火災により、現場は完全に焼失

爆発規模（推定）TNT換算で 10～30トン相当爆風半径：数百メートル火災と熱放射により、周囲の構造物は全焼



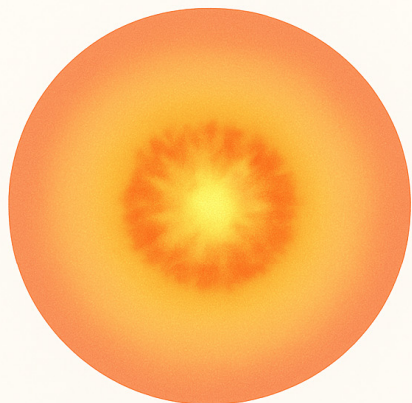
※数値はイメージを伝えるために、AI等用いたものも含まれ、正確なものではありません。



# (参考) 爆風の威力について

- 爆風半径：数百メートル
- 推定エネルギー：10～30トンTNT相当
- 都市部では建物倒壊・ガラス破損が広範囲に発生

Ghislenghien



Blast radius  
Hundreds of meters

Estimated energy  
10-30 tons of TNT

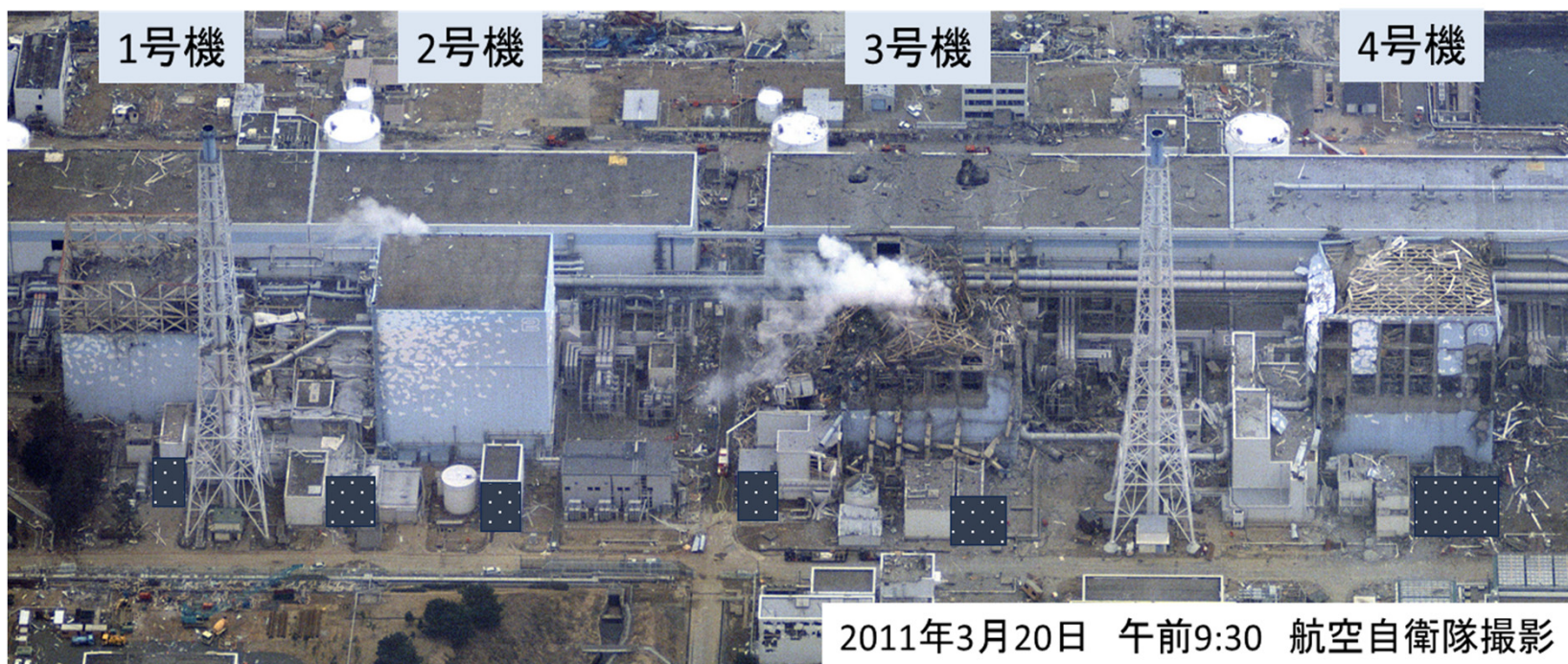


距離（爆心から）	爆風圧力の目安	被害レベル	想定影響
0～200 m	50 psi以上	致死率ほぼ100%	建物完全倒壊、即死、災
200～500 m	20～50 psi	致死率70～90%	重度外傷、構造物大破
500～1000 m	5～20 psi	重傷多数	建物部分倒壊、ガラス散
1～2 km	1～5 psi	軽傷・ガラス破損	衝撃波で窓破損、耳掛
2 km以上	1 psi未満	軽微	音響被害、心理的影響

※数値はイメージを伝えるために、AI等用いたものも含まれ、正確なものではありません。

# 各号機の様子

2011年3月11日14：46 東日本大震災





# 本日の内容

- 0. 福島第一原子力発電所事故の概要
- 1. 原子力発電と事故発生 of 物理
- 2. メルトダウンと水素爆発の化学
- 3. 核分裂生成物の放出挙動

### 3. 核分裂生成物の放出挙動

- ・原子炉の通常運転時では、核分裂反応によって生成されたFPの多くは燃料ペレット内に固体状態（金属状態、酸化物状態）で保持される。
- ・事故時においては、炉内に高温水蒸気が発生し、酸化雰囲気強化され、FPが揮発化される。  
→水素爆発とともに、気体やエアロゾルとして存在しているFPが環境中に放出される

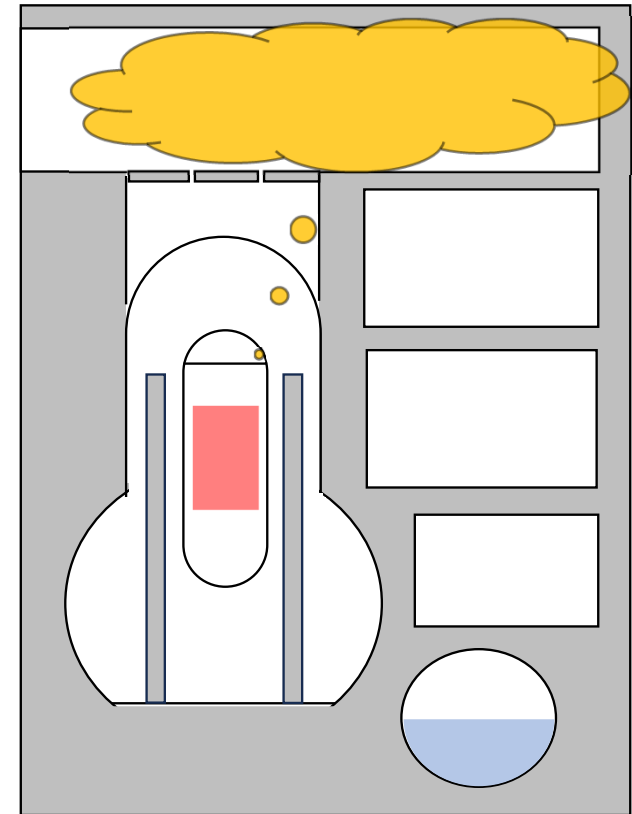
### 3. 核分裂生成物の放出挙動

膨大なエネルギーを生じる水素爆発によって、建屋が損傷した影響で、放射性物質が飛散してしまった。

飛散した主な核種としては以下のもので、

1. 物量の多い核種：セシウム、クリプトン、キセノン、ヨウ素、テルル、ストロンチウム（?）
2. 揮発性核種：ヨウ素化合物（ $I_2$ 、 $CH_3I$ ）、テルル化合物（ $TeO_2$ ）、セシウム化合物（ $CsI$ 、 $CsOH$ ）等

飛散した原因としては主に飽和蒸気圧が高く、気化しやすいものが水素爆発時に環境中に飛び散った。



## さいごに

科学者や技術者として歩いていくなら、「自分だけのオリジナリティを発揮すること」も大切ですが、それ以上に「社会のために役立つ存在になること」も意識してほしいです。

自分の夢や成果だけにこだわるのではなく、社会のいろいろな課題やみんなの声にも耳を傾けて、それに応えていくことがとても大切です。

次の章は君達が書く！  
科学はそのためのペンだ！



原子力規制委員会

Nuclear Regulation Authority

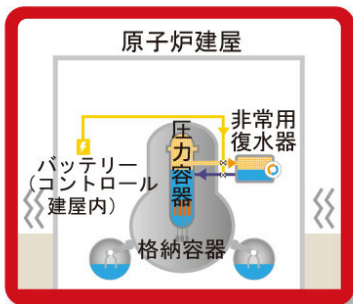
人と環境を守る、確かな規制へ

ご静聴、ありがとうございました。

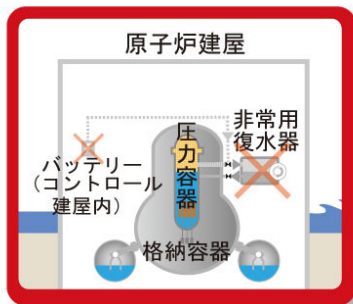


以降、参考資料

14:46 地震発生

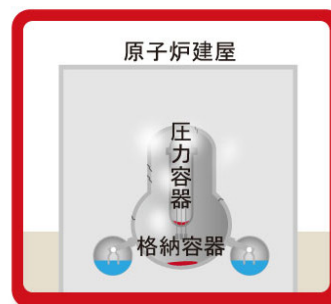


15:37 頃 津波襲来



津波により電源を喪失  
炉心の冷却が困難に

水素が建屋に漏洩



15:36 1号機原子炉建屋水素爆発



3/11

通常時の冷温停止  
プロセス

原子炉  
(スクラム)  
自動停止

送電線による  
電力供給

復水器による  
冷却

冷却(除熱)  
系による

残留熱除去  
系による

燃料棒の外側の  
ジルコニウムと  
水蒸気が  
化学反応し  
水素が大量発生

3/12

緊急時の冷温停止  
プロセス

軽油で動く  
発電機による  
電力供給  
(非常用  
ディーゼル  
発電機)

高い圧力の  
水で冷やす  
(高圧注水)

圧力容器の  
圧力を下げる  
(減圧)

継続的に  
水で冷やす  
(低圧注水)

冷却(除熱)  
系による

残留熱除去  
系による

燃料棒の外側の  
ジルコニウムと  
水蒸気が  
化学反応し  
水素が大量発生

4:00 頃 ~

津波発生後の対応・事象

冷却・注水・  
減圧機能を  
喪失

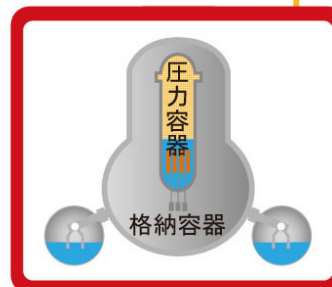
燃料の露出・  
損傷(空焚き状態)

圧力容器の  
損傷

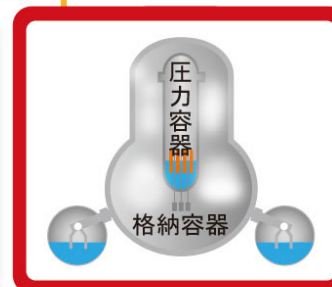
格納容器の  
損傷

水素が建屋  
に漏洩

消防車など  
による注水  
冷却



圧力容器内の水位が低下



水素発生

水位の低下や炉心損傷及び水素  
発生は、注水量の不確かさに  
伴って前後していた可能性があります。

◀ 弁 (閉) ▶ 弁 (開) — 水の流れ  
— 水の流れ (高圧) ■ 蒸気の流れ

出典：1号機の事故の経過 | 福島第一原子力発電所事故の経過と教訓