

(原発への外部電源必要性と喪失の影響)filename=nuclear-powerplant-external-electricity-need-lack-QA20160121A.tex

原発を停止する時，あるいは原発事故の際，核分裂連鎖反応が起こらなくなっても，外部電源や非常用電源を確保することが非常に重要であるといわれる。

- (a) 外部電源が必要な理由は何か，説明せよ。
- (b) 非常用電源が必要な理由は何か，説明せよ。
- (c) 外部電源も非常用電源を共に喪失した場合には原発はどうなるか，説明せよ。

[解答例]

- (a) 原子炉が計画的又は事故発生直後に運転停止して，核分裂連鎖反応が止まっても，運転中に生成された核分裂生成物の崩壊熱の発生がかなり長期間続く。このため，原子炉内における冷却水の強制対流のための外部電源が必要である。
- (b) 外部電源が何らかの原因で喪失した場合に備えて，冷却水の強制対流のための非常用電源が必要である。
- (c) 外部電源も非常用電源も喪失した場合，
  - (c-1) 崩壊熱のために，短時間の間に炉内の水温は上昇し，さらに蒸発するだけでなく，約800度C以上では核燃料被覆材として使われているジルコニウム合金(ジルカロイ)の主成分であるジリコニウム(Zr)と水の化学反応により，水素ガスが発生する。



- (c-2) この反応が続き，酸素が一定以上の濃度で存在して，火花など着火の原因がある場合，水素爆発に至る。
  - (c-3) さらに，温度上昇が続くと，燃料被覆材の損傷，溶融，制御棒の損傷が進行し，温度が2800度C以上になると，核燃料や制御棒などの溶融(メルトダウン)が始まり，一部または大部分が圧力容器から格納容器に貫通落下する(メルトスルー)。このような事態が進展すると，格納容器内の圧力が上昇して，格納容器に亀裂が入るか，大規模な破裂が起こり，外部環境中に放射性物質が大量に放出される。
  - (c-4) 核燃料や制御棒などの溶融物が格納容器の底部のコンクリートに直接接触する場合には，溶融物とコンクリートの熱化学的な相互作用が起こり，(コンクリートの骨材が石灰岩系であれば)水蒸気，水素ガス，二酸化炭素，一酸化炭素などが発生する。そして，一定濃度以上になり，点火源があれば，水素爆発，一酸化炭素爆発が起こる可能性が高くなる。

(備考)

1. 全 (交流) 電源の喪失 (station blackout) は SBO と略称されることがある.
2. 溶融物とコンクリートの熱化学的な相互作用 (Molten-Core-Concrete Interaction) は MCCI または CCI と略称されることがある.

参考：岡本良治・中西正之・三好永作「炉心溶融物とコンクリートとの相互作用による水素爆発，CO 爆発の可能性」『科学』84 巻 3 号 (2014), p.355.

[https://dl.dropboxusercontent.com/u/86331141/Shiryo/Kagaku\\_201403\\_Okamoto\\_etal.pdf](https://dl.dropboxusercontent.com/u/86331141/Shiryo/Kagaku_201403_Okamoto_etal.pdf)