

福島第一原発2号機、臨界か…

下記の今朝のニュースですが、まず、測定が正しいのか、問題ですね。特に極微量なので、疑わしい。東電は「データは間違いでも隠さない」と言うルールなので何でも出してきました。

所で、原子炉は停止していても、燃料中のプルトニウムから出る放射線が、燃料中の酸素と核反応して、一定量の中性子が出ています。この中性子によって、微量の核分裂は常に起きています。

また、燃料中のウランやプルトニウム、キュリウムなどの元素は、中性子が無くても核分裂を起こしています（「自発核分裂」と言います）。

ある日突然にキセノンが検出されたら、臨界事故です。ただ「今まで測定していなかったが、今回測定したらキセノンが検出された」ということなので、上記の核分裂によるキセノンでしょう。

特にキセノンは不活性ガスで、沃素のように水に溶けないこと、また、核分裂生成物の中で発生量が最も大きい部類であること、により、今まで格納容器に蓄積していたと思いません。

読売の記事は、臨界事故の可能性もあるが、元々存在する中性子の影響かもしれない、と正しく述べています。

福島第一原発2号機、臨界か…ホウ酸水注入

読売新聞 11月2日(水)8時13分配信

東電は2日、福島2号機の格納容器内で核分裂した際に生じるキセノンと見られる放射性物質を極微量検出したと発表した。キセノン133は半減期約5日、同135は半減期約9時間と非常に短いため、原子炉内で一時的に小規模な臨界が起きた可能性もあるとしている。

原子炉に存在する中性子による核分裂が起きたか、あるいは2号機で注水を増やしたことで炉内の水温が低下し水の密度が増えたことによって、局所的な臨界が起きた可能性があるとしている。

先月末から格納容器内のガスに含まれる放射性物質をフィルターで除去するシステムを稼働させており、キセノンは1日、このガスから検出された。検出濃度はキセノン133、キセノン135ともに1cm³当たり約10万分の1ベクレル。

さて、上の推論が正しいか、検証しました。

主な核種の自発核分裂の確率を以下に挙げます。(Wikipediaより)

235U: 5.60×10^{-3} 回/s-kg

238U: 6.93 回/s-kg

239Pu: 7.01 回/s-kg

240Pu: 489,000 回/s-kg

福島2号機には約100トンのU238があるので、毎秒70万回の核分裂があります。一方、Pu240はウラン量の約0.2%＝約200kgなので、 1.0×10^8 (乗)回の核分裂です。要するに殆ど、PU240の自発核分裂です。

Xe135の半減期は9時間なので、1日間でどれ位の核分裂が起きて、どれ位のXe135が出来るか、計算して見ましょう。

1 日間の核分裂回数 $=8.6 \times 10^{12}$ 。

Xe135 の核分裂収率は約 6% ですが、この分母は 200% なので、100 回の核分裂で Xe135 は 3 個出来ることとなります。つまり、1 日で Xe135 が 2.5×10^{11} 個できます。(厳密には、常に生成と崩壊が起きているので、ややこしい計算となります)。

Xe135 の半減期は 9 時間なので、上記の量の Xe135 の放射能は、

- ・放射能 $=$ 崩壊定数 \times 原子数

で計算できます。ここで、崩壊定数 $=0.7 / (9 \times 60 \times 60) = 2.2 \times 10^{-5}$

- ・放射能 $=2.2 \times 10^{-5} \times 2.5 \times 10^{11} = 5.5 \times 10^6$ ベクレル (550 万ベクレル)

福島 2 号機の格納容器の空間部分の体積は約 7000m³ です。つまり、1cm³ 当たりでは、放射能は 7.8×10^{-4} ベクレル、つまり、約 1000 分の 1 ベクレルです。

東電の Xe135 測定値は 10 万分の 1 ベクレルでした。つまり、理論値の 1/100 です。生成された Xe135 のうち、幾らかは格納容器の破損部から外部に逃げて行ったでしょうし、フィルターで回収された効率は当然 100% ではないでしょう。それを考慮すれば、ほぼ妥当と言えます。

結論は、

- 1) 臨界事故ではない。
- 2) 自発核分裂によるキセノンである。

2011-11-2 記

吉岡律夫