

中性子線量と発生出力の 評価

今中哲二 京都大学原子炉実験所

JCO事故を想定し、無遮蔽の地面 - 大気系で中性子線量計算を行って測定データにフィットさせたところ、計算値は測定値とうまく一致した。さらに、沈澱槽と転換試験棟をモデルに入れたモンテカルロ計算を行い、発生出力を推定した。

1.中性子測定データ

1.1 原研那 珂研中性子モニタリング ポストデータ

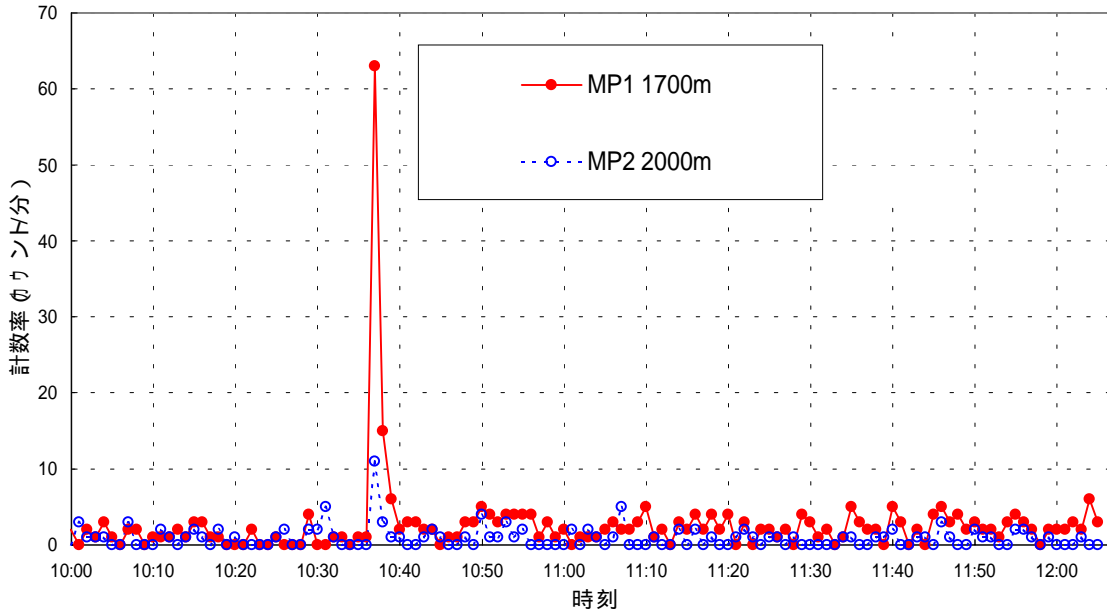


図 1原研那 珂研究所の 中性子モニタリング ポスト 計数率
(0月30日 10:00-12:05)

科技庁のホームページ (<http://www.sta.go.jp/genan/jco/jco91008.html>) に発表されている元のデータは $\mu\text{Sv/h}$ で表示されている。そのデータが“とびとびの値”であることから、線量率換算係数を推定し、図 1 では cpm に変換してある。

表1 MP1データに基づく中性子線量評価

	時刻	counts	cpm (gross)		線量率 (Net) $\mu\text{Sv/h}$
			Gross	Net	
< 事故前 >	10:00 - 10:36	38	1.03 ± 0.18	Background	-
< 事故後 > 即発臨界バースト	10:37 - 10:39	84	28	27.0	0.11
遅発臨界バースト	10:40 - 10:59	53	2.65 ± 0.32	1.62 ± 0.36	0.0068
準安定状態	11:00 - 12:05	147	2.23 ± 0.18	1.20 ± 0.25	0.0050

MP 2 では、即発バーストのピークが観測されているが、その後の平均計数率は事故前より小さい。

表 1 より、MP 1 での中性子線量は：

即発臨界バースト (3 分間) $0.0056 \mu\text{Sv}$

遅発臨界バースト (20 分間) $0.0023 \mu\text{Sv}$

準安定期 (17.5 時間) $0.088 \mu\text{Sv}$ 合計 $0.096 \mu\text{Sv}$ となる。

合計線量に対する 3 成分の割合は、それぞれ 6 %、2 %、92% である。また、MP2 の中性子線量は、即発臨界バースト Net 計数値の比較 (80.9 対 12.4) から、 $0.0014 \mu\text{Sv}$ とした。

ここでは、11:00～12:05 に出力低下が認められないことから、準安定期の出力は一定としたが、実際にはゆっくりとした低下傾向があったものと思われる。全期間についてのデータを入手できた段階で見直す予定、

1.2 サ ーベメータによる JCO周辺中性子線量原研労組まとめ (高橋報告)

2中性子線量計算と測定データへのフィット

- ・ DOT3.5 計算 (2次元差分方程式収束法): RZ 形状でZ軸上3m (または 20m) に、核分裂スペクトル線源を設定し、無遮蔽の地面 - 大気系での中性子輸送計算を実施する。地上1mでの中性子エネルギースペクトルを求めて中性子線量を計算した。

- ・ MORSE-CG 計算 (3次元モンテカルロ法): 沈澱槽と建屋をシンプルな形状 (それぞれ、直径50cm 高さ20cmの水の円柱と、直径10m高さ8m壁厚20cmのコンクリート円筒) で模擬し、沈澱槽内でランダムに核分裂スペクトルの中性子を発生させ、漏洩してくる中性子を計算した。

どちらの計算も、エネルギー群は44群で、断面積はENDF/B4から作成した。

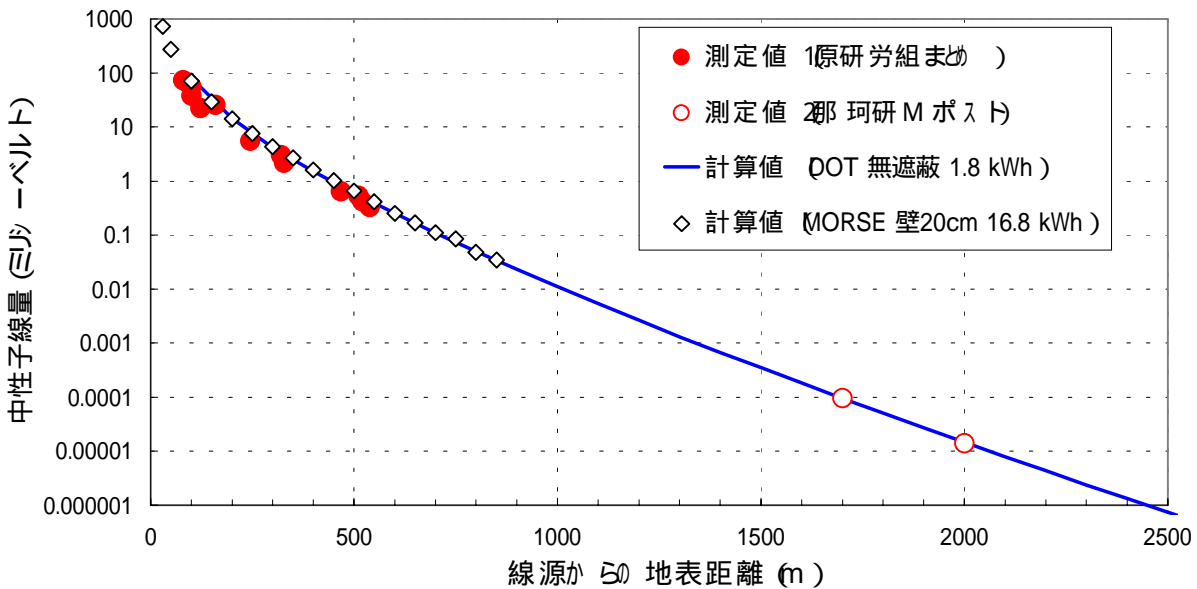


図 2 地表 1m の中性子線量測定値と計算値

図 2 は、DOT と MORSE の計算結果が測定データに一致するよう、input である線源強度を合わせたものである。2つの計算と2つの測定は、ひとつの曲線にきれいに乗っており、相互の整合性がよいことを示している。

図 2 に基づくと、1000m で 0.01mSv、1300m で 0.001mSv の中性子線量となる。発生出力としては、MORSE 計算の線源強度である約 17kWh (核分裂数 1.9×10^{18} 、核分裂質量 0.74mg) をここでの評価とし、ファクター 100% のエラーを見込んでおきたい。

3核分裂量評価値の比較 (炉物理部会は原子力学会ホームページ : <http://wwwsoc.nacsis.ac.jp/aesj/>)

評価者	評価手法	核分裂数 ($\times 10^{18}$)			
		全体	バースト	定常期	
科技庁報告 :	(原研)	溶液放射能濃度、中性子線量率	2.5	1.2	1.3
影響学会小村班 :	今中 (KUR)	中性子線量	1.9	(6~8%)	
	三頭ら (東北大)	直接線ピーク計数率	2~3		
原子力学会炉物理部会 :	近藤 (東大)	バースト・熱バランス計算	2.3	0.4	1.9
	関本 (東工大)	中性子線量率、溶液放射能濃度	0.9~4.0		
	竹田ら (阪大)	動特性解析、中性子線量率	3.7	0.691	3
	辻ら (北大)	動特性解析	2.41		