

2000年7月11日

原研那珂研究所モニタリングポストデータ解析結果

今中哲二

imanaka@rri.kyoto-u.ac.jp

JCO臨界事故の中性子を原研那珂研究所の2つのモニタリングポストが記録していたことは、すでによく知られている。昨年の今中の中性子計算では、科技庁ホームページに出ていた臨界前後約2時間の毎分データを基にモニタリングポスト地点での中性子線量を評価し、計算結果の fitting に用いた。その後、今年の4月はじめに科技庁から事故前後24時間の毎秒データを入手していたが、ようやく時間がとれ、解析してみたので紹介しておく。とくに目新しい知見が得られたわけではないが、1.7kmと2.0kmでの中性子線量は0.070と0.011 μSv となり、以前の評価に比べ若干小さくなった。また、初期バースト期間(23分間)の発生出力は全体の11%となり、当然のことながら原研報告(「那珂研中性子モニタ MP1 に基づく線量率の時間変化の評価」S11.12.11)の11.4%と一致した。

1. 入手データと解析方法

入手したデータは、モニタリングポスト MP1(転換試験棟から1700m)とMP2(同2000m)の中性子モニター(減速材付き He3 測定器)とガンマ線モニターの毎秒の線量率記録である。記録期間は、1999年9月30日9:00:00秒から10月1日9:00:59秒までで、2つのExcelファイル(9/30:11MBと10/1:6.5MB)として提供された。

毎秒の中性子線量率データを眺めると、0.00 $\mu\text{Sv/h}$ の海の中に、ポツンポツンと値が出ているだけである。その値も倍数関係にあるので、元のデータは毎秒計数で、それに換算係数を掛けて線量率となっているものとわかる。線量率ではピンとこないのも、中性子線量率はすべて計数に戻して扱うことにした。

データを眺めていると、奇妙なことに、同時刻のデータがあったり欠測秒があったりした(全体で同時刻データが1000個ぐらい、欠測秒が100個ぐらい)。同時刻のデータでも中身が違っているものがあり double count データではなさそうで、また一見ランダムに発生しているようであった。

中性子バーストは、MP1では9/30 10:37:02秒に6.32 $\mu\text{Sv/h}$ 、MP2では10:37:01秒に1.70 $\mu\text{Sv/h}$ のピークとして記録されている。計数に換算すると、それぞれ25countsと7countsに対応している。臨界事故の発生は10:35ということになっているので、モニタリングポストの時計は2分ほど進んでいたことになり、MP1とMP2では、MP2の方が1秒進んでいたことになる。

とにかく毎秒データのままだでは扱いにくいので、Excelマクロによって、毎分、毎10分、毎30分、毎時データに整理した。後は、通常のデータ処理をして表や図を作っただけである。出てくる結果は、もちろん原研報告と同じようになるが、一応自前の数字と図表ができた。

2. 解析結果

- 表 1 は BG 中性子の評価である。9 月 30 日 9:00 ~ 10:30 の 90 分と 10 月 1 日 6:30 ~ 9:00 までの 150 分をバックグラウンドとみなし、その平均を BG 値とした。中性子 BG は 1 分間に 1 個弱の計数率である。

0.003 ~ 0.004 $\mu\text{Sv/h}$ という BG 中性子線量率の値は何かの参考になりそう。この値は BG ガンマ線量率の 20 分の 1 程度。中性子の線質係数を 10 とすると、吸収線量率では 200 分の 1 ということになる。

表 1 MP1 と MP2 のバックグラウンド中性子計数率と線量率

	MP1		MP2	
	全計数	CPM	全計数	C P M
9/30 9:00 ~ 10:30	88	0.98 $\pm$ 0.10	74	0.82 $\pm$ 0.10
10/1 6:30 ~ 9:00	119	0.79 $\pm$ 0.07	93	0.62 $\pm$ 0.06
平均		0.89 $\pm$ 0.06		0.72 $\pm$ 0.06
(線量率: $\mu\text{Sv/h}$)		(0.0037 $\pm$ 0.0003)		(0.0029 $\pm$ 0.0002)

注：線量率換算係数は、MP1：0.0042 ($\mu\text{Sv/h}$) / CPM、MP2：0.0040 ($\mu\text{Sv/h}$) / CPM。

- 表 2 は、臨界事故期間中の中性子計数値と中性子線量値である。MP1 の中性子線量は以前の評価 (0.096 μSv) に比べ 3 割近くの減少となった。以前の評価では、モニタリングデータは約 2 時間分しかなく、そのプラトー期が約 18 時間継続したと仮定していた。実際には図 1 に示すようにプラトー期の出力は徐々に低下しており、線量評価値の減少は予測された結果である。

原研による MP1 データの解析結果は、Gross が 1942 カウントで Net が 972 カウントである。データ区分の取り方、BG の扱いなど若干異なるので、気にするほどの違いではない。

表 2 臨界事故期間中 (9/30 9:30 ~ 10/1 6:30) の中性子計数

	MP1	MP2
Gross	1959 $\pm$ 44	966 $\pm$ 31
BG	956 $\pm$ 69	779 $\pm$ 62
Net	1003 $\pm$ 82	187 $\pm$ 70
(Net 線量: μSv)	(0.070 $\pm$ 0.006)	(0.013 $\pm$ 0.005)
		(0.011) *

*：MP1 と MP2 の最初の 3 分間ピークの比を基に、MP2 の中性子線量を求めた値。

- 表 3 は、MP1 の計数値をもとに、はじめのバースト期をいろいろな時間に変えながら、全体に対する割合を評価してみた数字である。原研解析では、バースト期間をはじめの 25 分間をとし、そのときの出力が全体の 11.4% だったとしている。
- 大量被曝した 3 人の被曝は、被曝期間を 10 秒とすると、全期間の線量に対し 3 % 程度となる。

表3 臨界初期の全期間に対する割合（MP1 データより）

	Gross 計数	Net 計数	割合
全期間		1003	
はじめの1秒	25	25	2.5 %
10 秒	31	31	3 %
1 分	63	62	6 %
3 分	82	79	8 %
23 分	131	111	11 %

- 表4は、中性子線量とガンマ線量を比較したものである。原研那珂研究所の距離では、転換試験棟から飛んでくる中性子よりも、放射能雲からのガンマ線被曝の方が多かったことを示している。ちなみに、1400m地点での中性子線量が約 $0.5 \mu\text{Sv}$ である。

表4 中性子線量とガンマ線量

	MP1	MP2
中性子線量	$0.070 \mu\text{Sv}$	$0.011 \mu\text{Sv}$
ガンマ線量	$0.39 \sim 0.67 \mu\text{Sv}$	$0.43 \sim 0.51 \mu\text{Sv}$

注：ガンマ線量の下限値は、図2に認められる放射能雲ピークのみの方の合算値で、上限値は、9/30 9:00～10:36をBGとし9/30 10:37～10/1 7:00間の積算線量を求めた値。

- 図1 中性子計数率（全期間：毎30分平均データ）

MP1では10/1 4:00までBGを越える計数率が観測されている。科技庁・原研の報告では、9/30 20:00から出力が一定であったとしているが、黒の実線は、9/30 11:00から10/1 4:00までの計数率を指数関数 fitting したものである。その直線に基づくと、出力半減に要する時間は17.3時間となった。

- 図2 ガンマ線量率（全期間：毎分データ）

中性子をプロットしたついでにガンマ線もプロットしてみると、放射能雲のきれいなピークがいくつか現われた。はじめのバーストピークも認められる。9/30の17時から24時にかけては、放射能雲のなごりがウロウロしていた感じで、全体が持ち上がっている（降雨もあったらしいが）。

バーストピークのガンマ線量値が、少々気になっている。MP1の最初の3分間ガンマ線量は $0.004 \mu\text{Sv}$ となる。一方、中性子についての最初の3分間線量は $0.006 \mu\text{Sv}$ であり、中性子対ガンマ線比が1.5にしかない（敷地周辺サーベイデータでは約9）。中性子の毎秒計数はストンと落ちているのに比べ、ガンマの上昇は数分間継続しているので、時定数設定などが関係しているかも知れない。

- 図3 中性子計数率とガンマ線量率（はじめの2時間：毎分データ）

- 図4 中性子計数率（はじめの1分：毎秒データ）

全期間の1分ごとデータと9/30 10:30:00～11:00:00の毎秒データをExcelファイルとしてKURのサーバーに入れてある（<http://www-j.rii.kyoto-u.ac.jp/NSRG/ftp/mpdat.xls>）ので必要な方はdownloadされたい（570kB）

以上

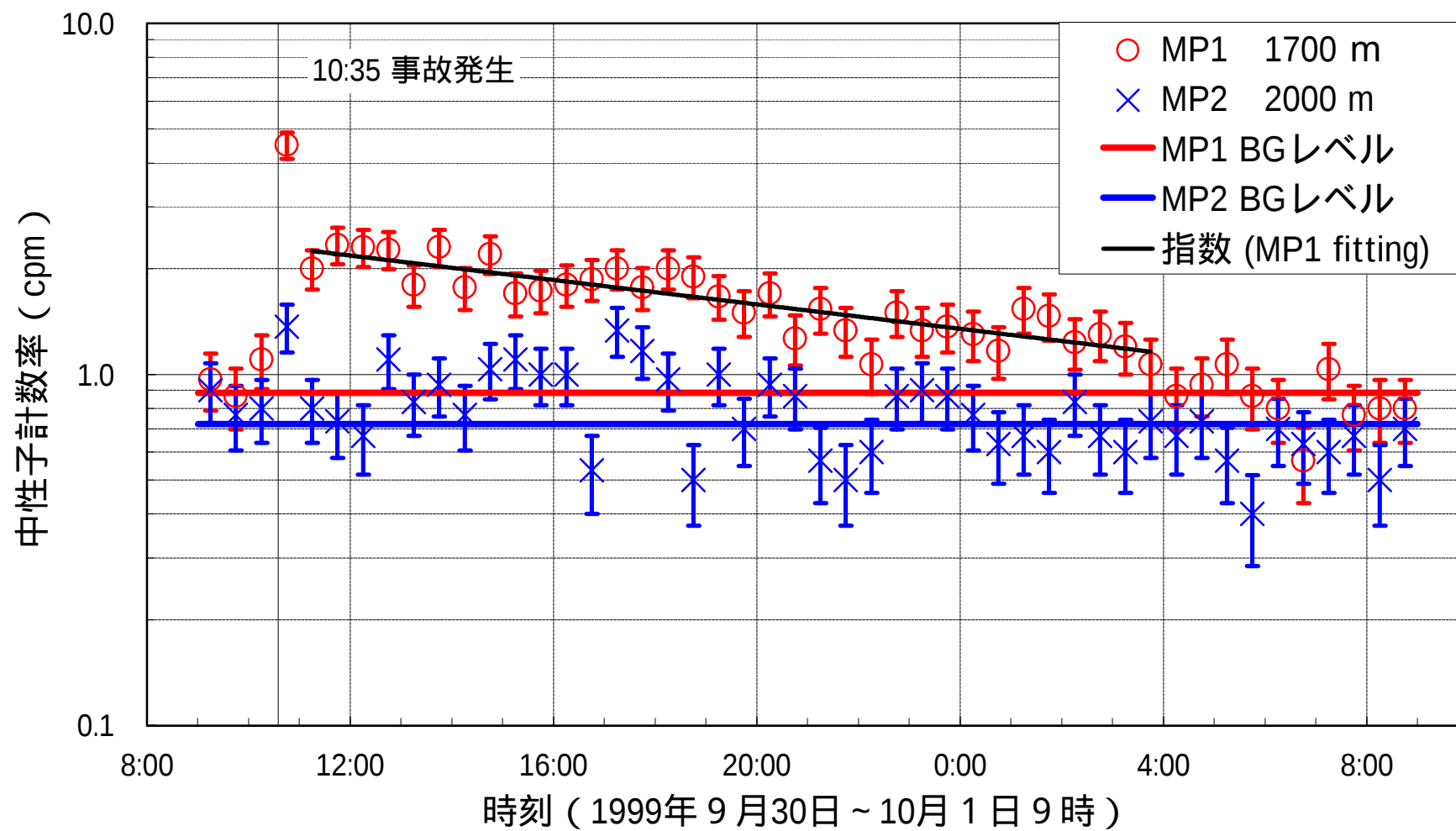


図1 原研那珂モニタリングポスト：中性子
30分ごとデータ

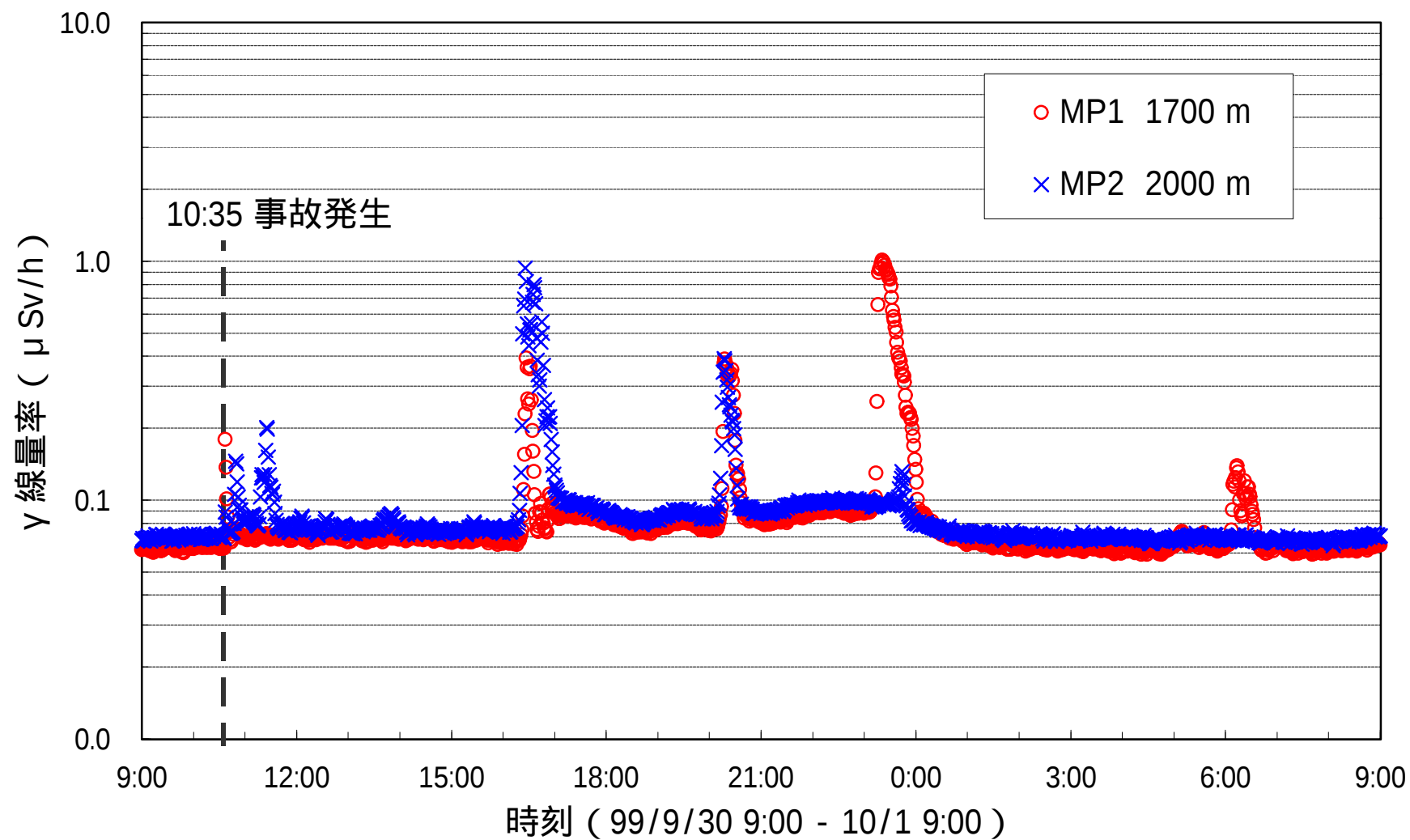


図2 原研那珂モニタリングポスト：γ線（毎分データ）

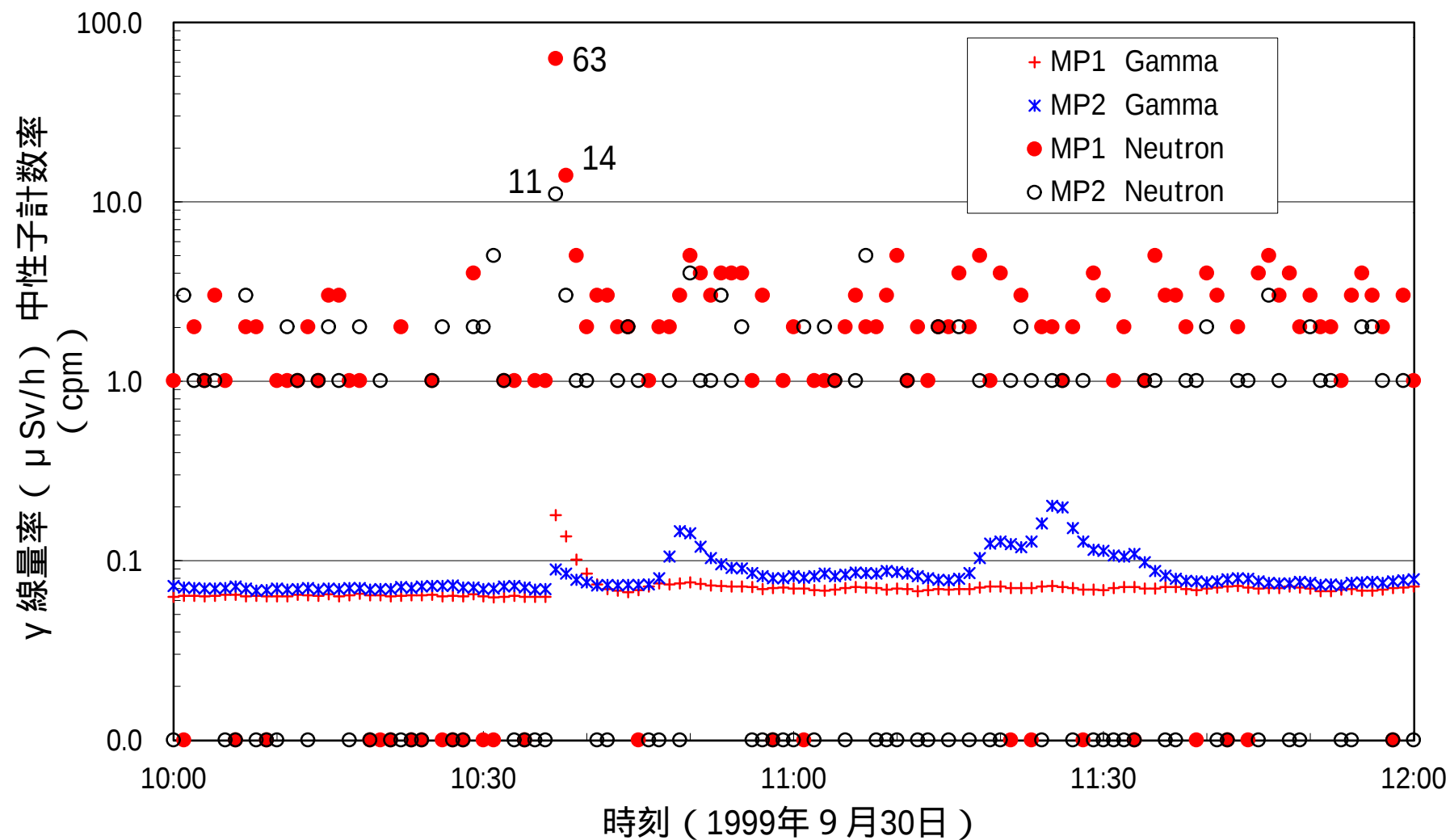


図3 原研那珂モニタリング記録： γ 線と中性子
(10時～12時毎分データ)

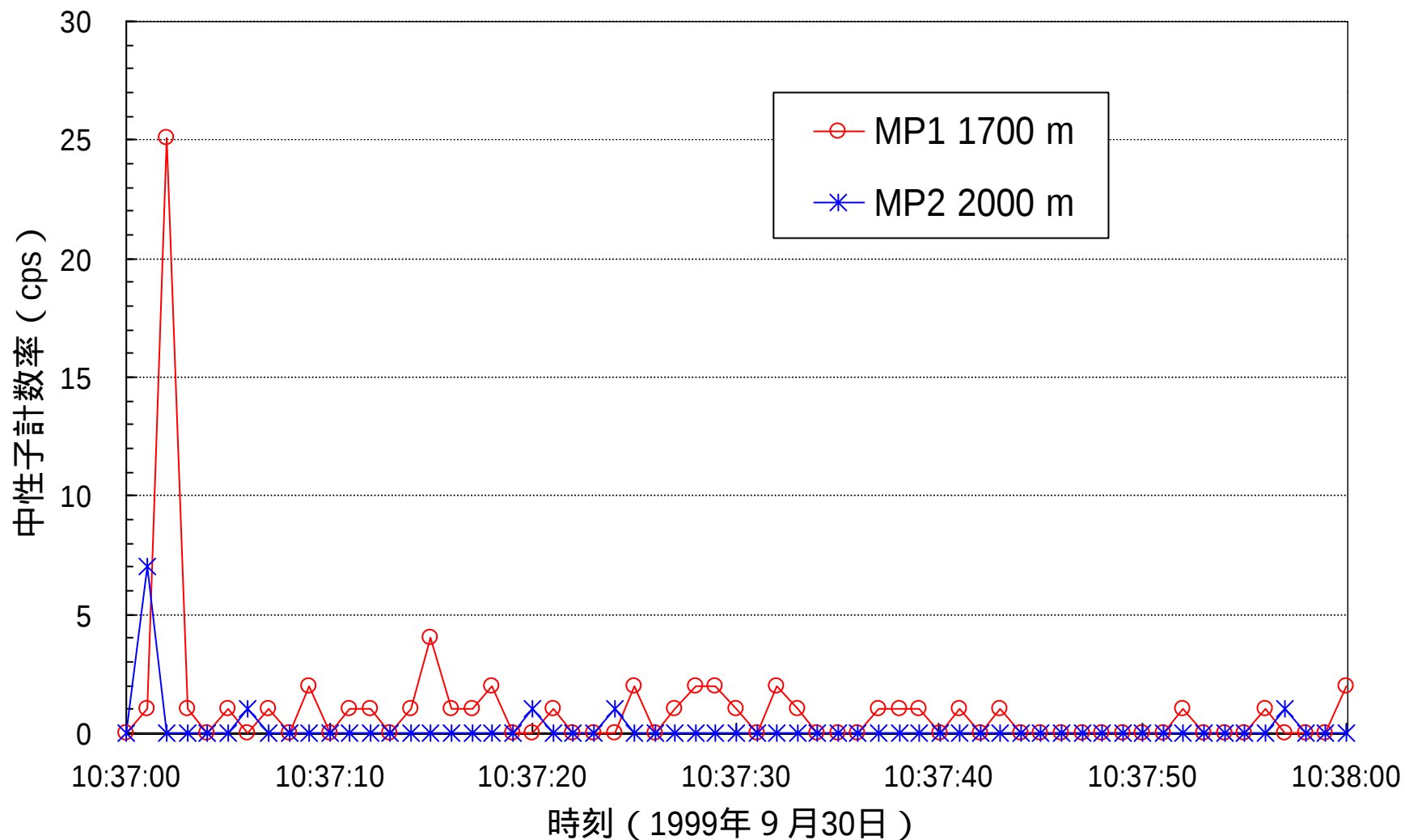


図4 原研那珂中性子モニタリング (発生から毎秒データ60秒間)

注: 事故発生が10:37分は時計の遅れ? MP1とMP2で1秒の違い.