

バックグラウンド(宇宙線)中性子の計測

高エネルギー物理学研究所 宮島光弘 平山英夫 福崎誠也

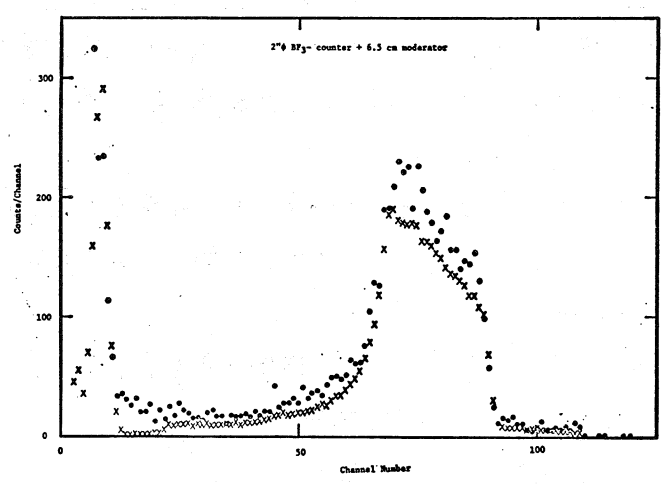
最近、加速器あるいは原子炉などの施設では、外部に洩れ出す放射線の微弱な量の測定が要求される傾向にある。ここでは、高エ研に設置した放射線モニターを用いた場合に、どの程度の微弱な放射線が測定可能かを中性子線の場合について調べたので、その結果について報告する。通常、微弱中性子線を測定する場合、必ずバックグラウンド中性子が測定され、その存在が微弱中性子線計測の限界を決めてしまう。地上におけるバックグラウンド中性子は宇宙線によって大気中に発生したものが地表に到達するもので年間数ミリレムの線量を与える。表1にこれまで行われた宇宙線中性子の測定結果を示す。但し、測定は大気層で行われたものが大部分なので、その結果をもとに着着が地表の値に外挿し(*flux density*)、その値をもとにDose rateおよびDE rateを計算した。この表からも判るように宇宙線中性子の値は大きなばらつきを示しており、今後の測定が必要などころである。我々の製作した中性子モニターは $2^{\circ}\phi$ のBF₃計数管(96% enriched B¹⁰, 70 cm Hg)と6.5 cm厚のパラフィンモデレータからなっている。測定はこのモニターを用い、放射線分析装置で行なった。その結果を表1図に示す。×印はAmBeの中性子線源による放射線分布で、●印はバックグラウンド中性子の4000秒間の計数値/ス7回分を各チャンネルごとに加えたもので、このバックグラウンド中性子の放射線分布は線源による放射線分布と全く同じ形をしており、中性子を確実に測定していることが判る。一方各4000秒間の測定のス0チャンネルから/10チャンネルまで加えた場合の計数値の時間変化を表2図に示す。横軸は日付と時間である。[A]は $2^{\circ}\phi$ のBF₃を、[B]は $1^{\circ}\phi$ のBF₃の検出器を用いた時の値である。この測定は加速器から~200 m離れたところにある6階建の最上階で窓を通して加速器が見えるところで行なった。同図[A]の19日正午から20日の夜明けまでの測定では、その間にブースター、シンクロトロンテスト運転が行われ、20日10:00から26日24:00までの測定はバックグラウンド中性子の測定である。この結果から、加速器運転中の中性子計数値は 273 ± 16.5 (6.83 cps)、バックグラウンド中性子の計数値は 226.8 ± 15.1 (5.67 cps)でその差は 1.16×10^{-2} cpsであった。又加速器建屋内(リニャックRF室)に設置した中性子モニターの計数率と同図に点線でORA-1として示してあるが、同じ時間帯の中性子の計数値と良く一致を示しており、この測定はブースターからの漏洩中性子を計測したものであることが判る。そこで表3図に示した線源を用いた校正直線によるとこのモニターは $7.2 \mu\text{rem/hr/cps}$ の換算値を持っているので、この値を用いてDE rateを求めると、加速器運転時には $0.5 \mu\text{rem/hr}$ 、バックグラウンド中性子線では $0.41 \mu\text{rem/hr}$ であった。このバックグラウンド中性子線は年間 3.6 mrem となり、表1に示した値と良く一致している。またバックグラウンド中性子の4000秒間の測定値は計数値の平均の6内に53%、26内に87%が入っており、1週間程度の測定では計数値に大きな変動は見られなかった。一方、宇宙線によって大気中に発生する中性子の強度は、太陽活動、気圧、気候等の変化によって変動する宇宙線の強度に

従って変動し、その変動は10~20%であると云われているが、現在のところ詳しくは判っていない。最後に測定に使用したモニターのモデルターはCdで覆われていないために、熱中性子の影響を受ける可能性がある。そこでモニターの場所を少し移動させて屋上の水タンクの直下に置き、モデルターを1mm厚のCdで覆った場合と、Cdカバーを取去った時との測定を行なった。結果を第4図に示す。この測定から熱中性子の影響は計数値の10%以内であることが判る。従って、ブースター運転時の計数値の増加は確かにブースターから洩れ出した中性子によるものと云うことが出来る。以上のことから、微弱中性子線の計測では、バックグラウンド中性子の存在により、その測定限界が決まってしまうが、相対的な測定では、計数値の測定精度あるいはバックグラウンド中性子の変動(10~20%)を越える中性子であるならば測定することは難かしくない。我々が用いた程度の中性子検出器では測定に時間をかけることで年間~1mrem程度の線量計測は十分に可能である。

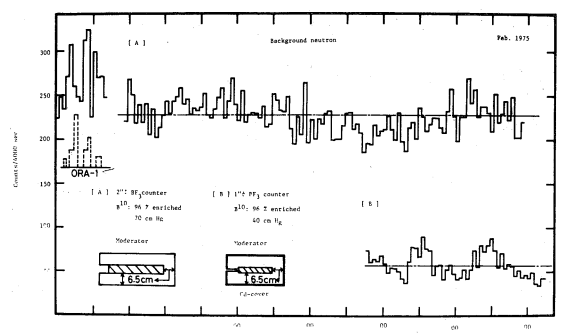
Sea-Level cosmic ray data

| Investigator | Latitude | Flux density (n cm ⁻² sec ⁻¹) | at a slab surface | |
|-----------------------------|----------|---|--------------------------------------|------------------------------------|
| | | | Dose rate (mrad y ⁻¹) | DE rate (mrem y ⁻¹) |
| Mendell and Korff 1962 | 53°N | 4.1 × 10 ⁻³ | 0.20 | 1.4 |
| Boella et al. 1962 | 46°N | 4.6 × 10 ⁻³ | 0.22 | 1.6 |
| Kent 1962 | 46°N | 8.4 × 10 ⁻³ | 0.40 | 2.8 |
| Haymes 1963 | 41.5°N | 5.4 × 10 ⁻³ | 0.26 | 1.8 |
| Boella et al. 1963 | 42°N | 2.4 × 10 ⁻² | 1.14 | 8.1 |
| Yamashita 1964 | 44°N | 6.2 × 10 ⁻³ | 0.30 | 2.1 |
| Watt 1966 | 55°N | | | 6.8 |
| Tajima et al. 1967 | 36°N | | 0.85 | |
| Hajnal et al. 1970 | 54°N | 8.4 × 10 ⁻³ | 0.5 | 3.3 |
| O'Brien and McLaughlin 1970 | 54°N | 6.5 ~ 6.9 × 10 ⁻³ | 0.31 | 2.2 |

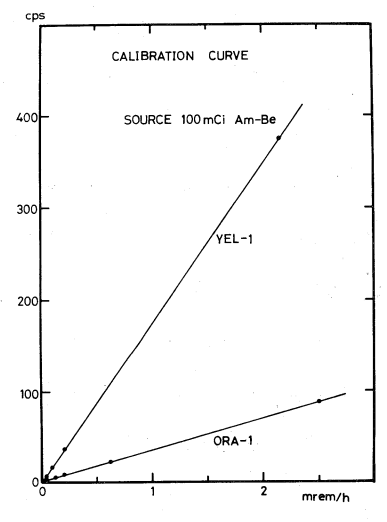
第1表



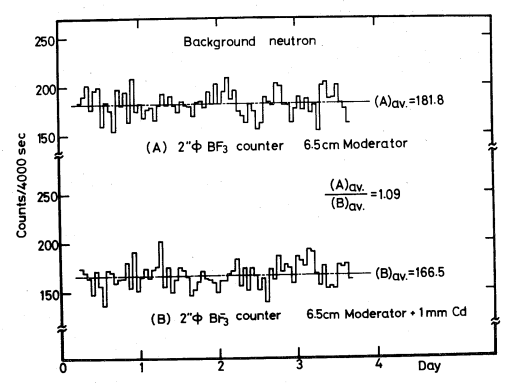
第1図



第2図



第3図



第4図