

中性子放射化法による環境中性子の変動測定

桑原雄宇・濱島靖典・村田祥全・小村和久

〒923-1224 能美郡辰口町和気 金沢大学自然計測応用研究センター,低レベル放射能実験施設

Yu Kuwahara : Measurement of the Environmental Neutron Using the Activation Method

【はじめに】 中性子束の測定法には① $^{10}\text{B}(\text{n},\alpha)^7\text{Li}$ 、 $^3\text{He}(\text{n},\text{p})^3\text{H}$ 、 $^6\text{Li}(\text{n},\alpha)^3\text{H}$ などの核反応で放出される α 線や陽子を測定する方法と、② (n,γ) 核反応で放射化された試料の放射能を測定する方法がある。後者の方法として、 ^{197}Au は熱中性子に対して反応断面積(98.8 b)が大きく、放射化された ^{198}Au が適度な半減期(2.694 d)と γ 線エネルギー(411.8 keV)を持つため最適である。原子炉や加速器周辺の中性子束評価に $^{197}\text{Au}(\text{n},\gamma)^{198}\text{Au}$ 反応が用いられている。しかし、環境レベルの中性子束(10^{-2} – 10^{-3} atoms/cm²·s)にこの反応を適用する場合、生成する ^{198}Au の放射能は極めて低く通常の測定では検出が困難であった。

当研究室の尾小屋地下測定室に設置した極低バックグラウンド Ge 検出器を用いることにより、 $^{197}\text{Au}(\text{n},\gamma)^{198}\text{Au}$ 反応による環境レベルより1桁低い中性子束の測定が可能となった。本研究では、 $^{197}\text{Au}(\text{n},\gamma)^{198}\text{Au}$ 反応を利用して、海拔高度(LLRL 屋上:40 m、獅子吼高原:640 m)による中性子束の違いを研究することを目的とし、併せて輸送中における放射化を低減する遮蔽条件を検討した。

【試料とその設置状況】 大きさ約40×180×0.15 mm、重さ約22 gの板状金試料を用意し、地面・床面からの影響、積雪による影響を避けるために獅子吼高原では地面から積雪前:80 cm・積雪後:200cm、LLRL 屋上では床面から積雪前:30 cm・降雪後:160 cmの高さに金試料を設置した。

【実験Ⅰ 金試料輸送時の放射化低減法の検討】 獅子吼高原において2週間金試料を曝露し、 ^{198}Au の生成量の比較を行った。金試料の状態は以下の3つの状態であった。①むき出し②熱中性子捕獲断面積の大きいCd板(約1.1 mm)で包む③中性子を減速させるパラフィン(半径8.5 cm)で②を包む

【実験Ⅱ 環境熱中性子束の変動測定】 金試料を獅子吼高原では2週間、LLRL 屋上では2週間あるいは3日間曝露して海拔高度の違いによる熱中性子束の違いを検討した。

【測定】 曝露後直ちに尾小屋地下測定室に運び、極低レベルバックグラウンド井戸型 Ge 検出器を用いて、約48～72時間 ^{198}Au の放射能測定を行った。

【実験結果Ⅰ】 ^{198}Au の生成量は金試料がむき出し状態に比べCdに包むと約1/4に低減され、さらにパラフィンで包むと約1/10に低減されることから、金試料輸送時にはCdで包み、さらにパラフィンで包むことが有効であると考えられる。

【実験結果Ⅱ】 熱中性子束の平均値は LLRL 屋上： 1.05×10^{-3} (atoms/cm²·s)、獅子吼高原： 2.36×10^{-3} (atoms/cm²·s)を得た。LLRL 屋上に比べると獅子吼高原の値は約 2.2 倍高くなった。このことは空気による吸収の違いを約 80(g/cm²)としたときの減衰と矛盾しない。また、約 22 g の金試料を相対効率 70%の井戸型検出器を用いた場合、標準偏差が 2 週間曝露:14%、3 日間曝露:23%で熱中性子束を評価可能であることがわかった。

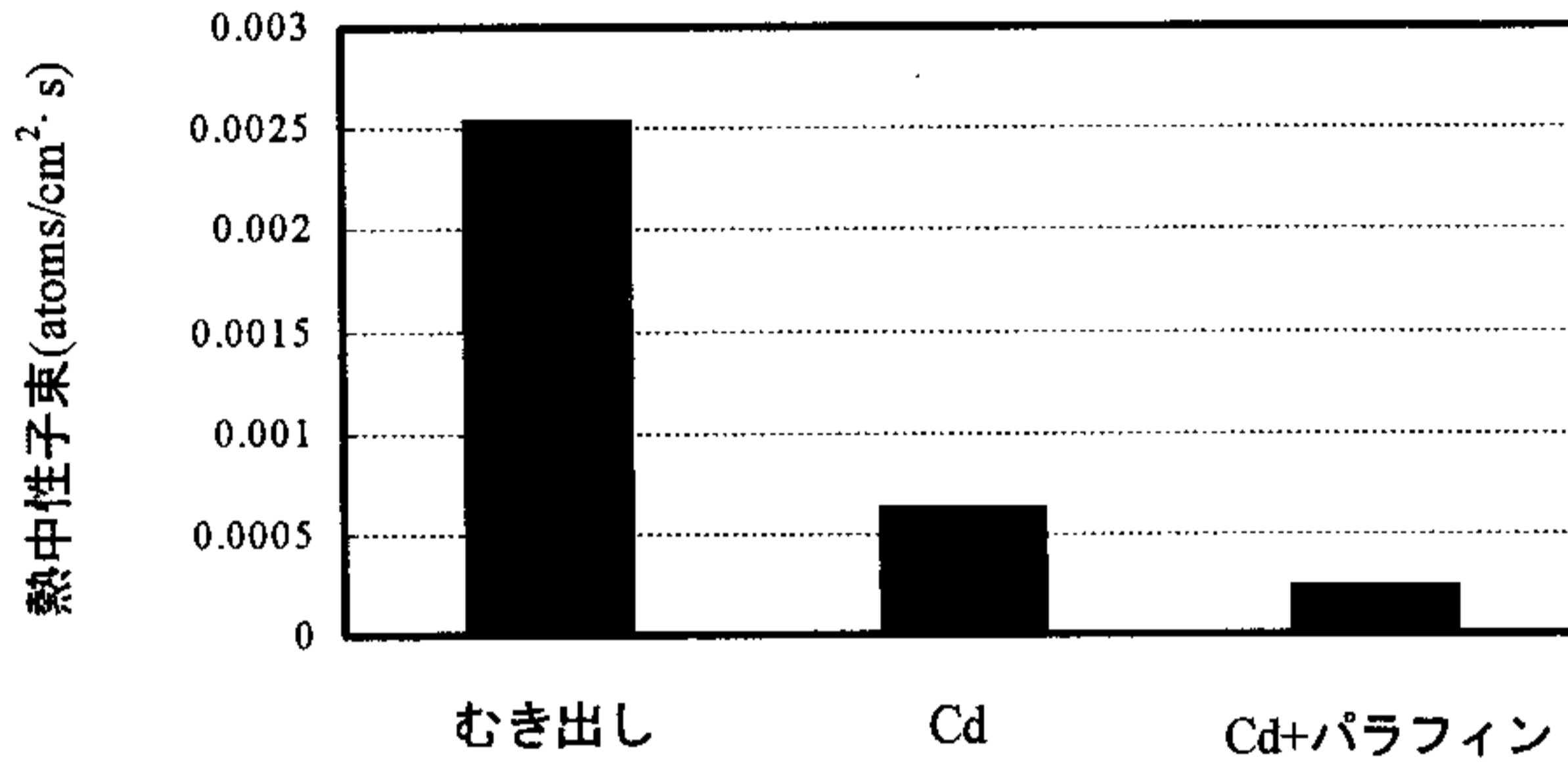


図 1. 遮蔽条件の違いによる熱中性子束の比較

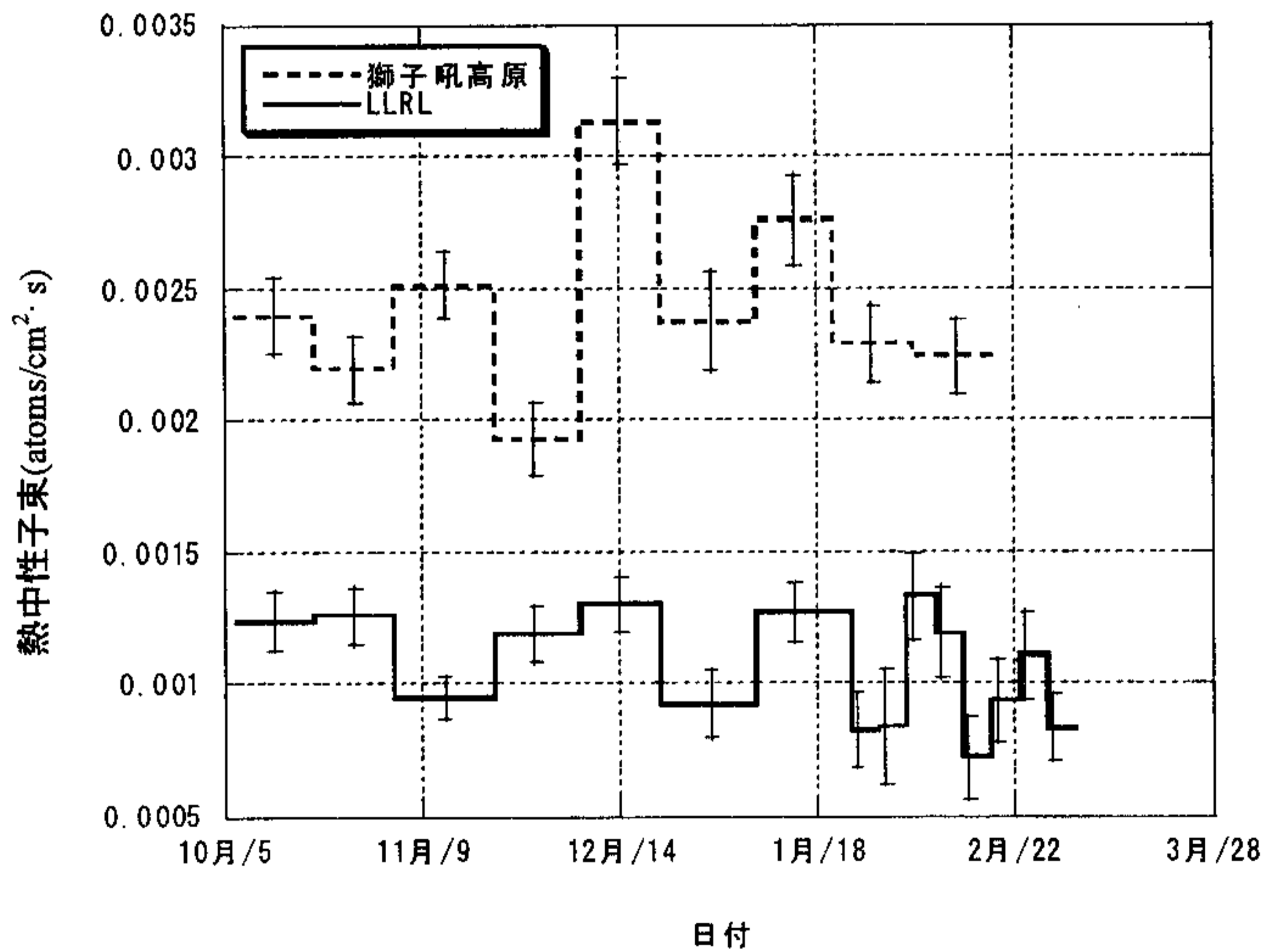


図 2. 獅子吼高原と LLRL 屋上における熱中性子束の変動