中性子放射線化法による環境中性子の変動測定

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 桑原, 雄宇, 濱島, 靖典, 村田, 祥全, 小村, 和久 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/19582

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$^{10}B(n,\alpha)^{7}Li$、$^{3}He(n,p)^{3}H$、$^{6}Li(n,\alpha)^{3}H$ 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 $^{197}Au(n,\gamma)^{198}Au$ 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 /cm^{2}·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、$^{197}Au(n,\gamma)^{198}Au$ 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、$^{197}Au(n,\gamma)^{198}Au$ 反応を利用して、海抜高度(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 日間曝露して海抜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/cm^2·s)、獅子吼高原：2.36×10^{-3}(atoms/cm^2·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/cm^2)としたときの減衰と矛盾しない。また、約22g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。

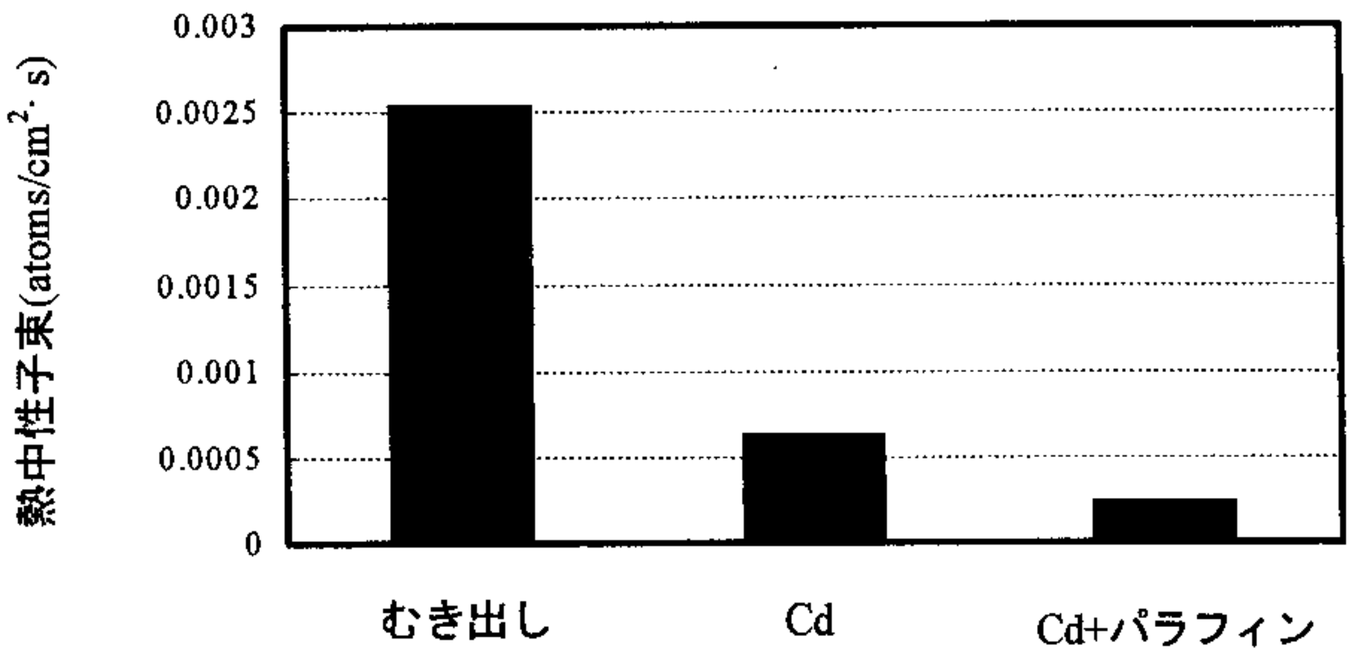

図1. 遮蔽条件の違いによる熱中性子束の比較

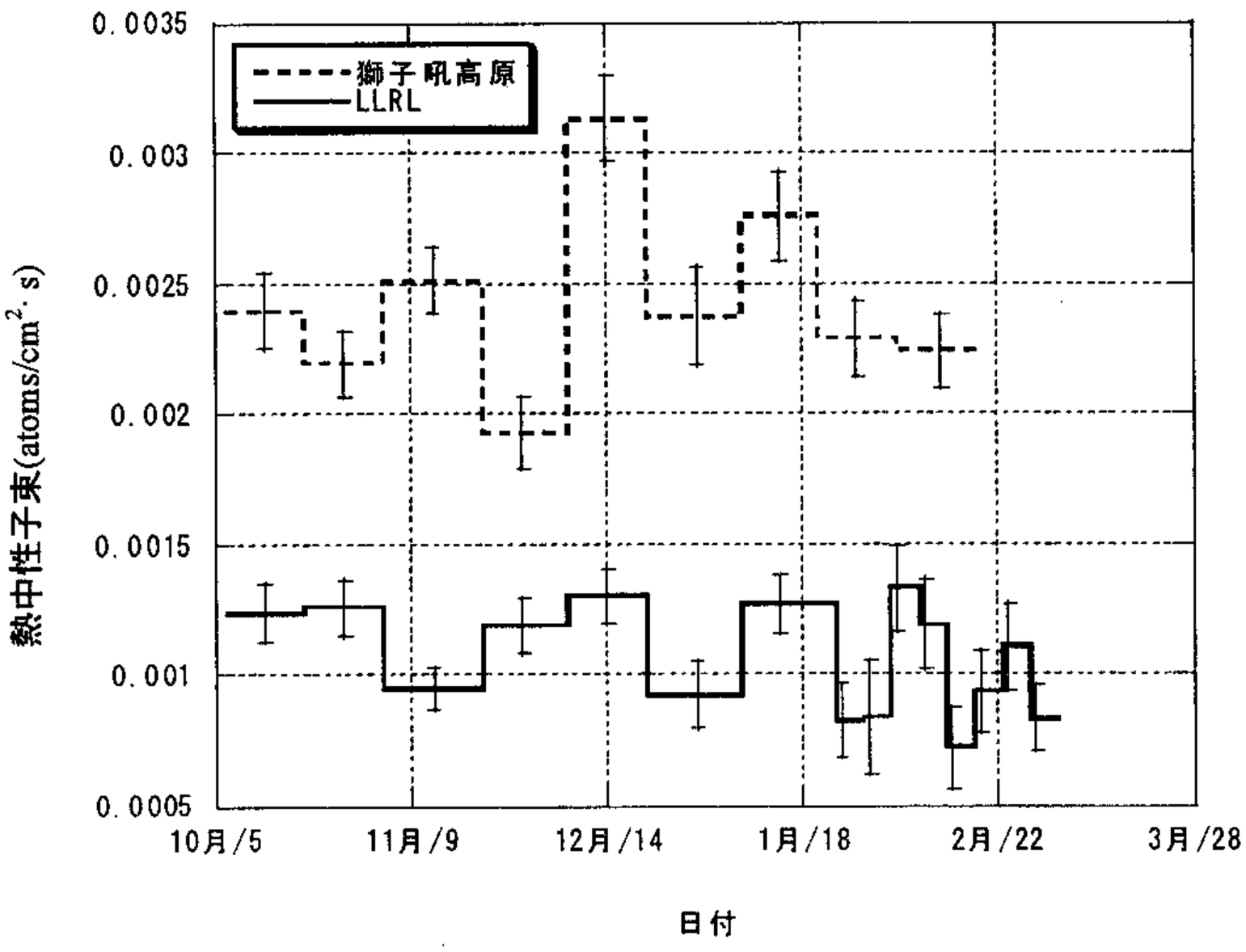

図2. 獅子吼高原とLLRL屋上における熱中性子束の変動