

CERN/CHARM における 24GeV 陽子を用いた遮蔽実験 (6) 鉄の遮蔽体厚みに対するエネルギースペクトルと減弱係数

Shielding experiment with 24 GeV protons at CERN/CHARM

(6) Energy spectra and attenuation factor of high energy neutrons for iron shielding thickness

*李 恩智¹, 執行 信寛¹, 佐波 俊哉², 中尾 徳晶³, 梶本 剛⁴, 萩原 雅之², 八島 浩⁵,
大山 隆弘², Froeschl Robert⁶, Iliopoulou Elpida⁶, Infantino Angelo⁶, Brugger Markus⁶, Roesler Stefan⁶
¹九州大学, ²KEK/総研大, ³清水建設(株), ⁴広島大学, ⁵京都大学原子炉実験所, ⁶CERN

欧州原子核研究機構 (CERN) の高エネルギー加速器混合粒子場 (CHARM) 施設において、24 GeV/c 陽子をターゲットに照射し生成された中性子が鉄の遮蔽体を透過した後のエネルギースペクトルを測定した。得られた結果と PHITS による計算値を比較した。

キーワード: CERN/CHARM、24 GeV/c 陽子、遮蔽実験、中性子エネルギースペクトル、アンフォールディング法、有機液体シンチレータ

1. 緒言 高エネルギー中性子の遮蔽体中での輸送は高エネルギー加速器の遮蔽設計で重要である。中性子の減衰はエネルギーにより異なるため、遮蔽体の厚みによりエネルギースペクトルが変化し、やがて平衡状態となる。2017 年秋の大会で報告したコンクリート透過後のエネルギースペクトルの測定に加え、鉄透過後の測定を行ったので報告する。

2. 実験および計算 図 1 に CERN の CHARM 施設の縦断面図を示す。実験手法は 2017 年秋の大会で報告したものと同等であるが、より薄い遮蔽で実験が可能になるようにビーム強度を 1/10 に減じて測定を行った。24 GeV/c、 6.7×10^{10} 個/s の陽子ビームを $\phi 8$ cm 径、50 cm 長の銅ターゲットに照射し生成した中性子をビーム軸から 90 度上方において、有機液体シンチレータで測定した。RooUnfold と SCINFUL-QMD コードによる応答関数を用いてアンフォールディング法により中性子エネルギースペクトルを導出した。透過実験用の鉄を入れ替え、鉄 40、60、80 cm 厚みの測定を行った。計算値は PHITS の簡略化した体系で導出した。

3. 結果 測定で得られた中性子のエネルギースペクトルの実験値と計算値の比較を鉄 40 cm 厚みに加え、鉄の厚み 20, 40 cm とした場合に行った。図 2 に結果を示す。測定で得られた中性子のエネルギーの範囲は 7 MeV から 300 MeV 程度であった。計算値は実験値の傾向をおおむね再現している。この中性子スペクトルを積分し、厚さあたりの中性子数の変化を求め減弱距離の導出を試みる。

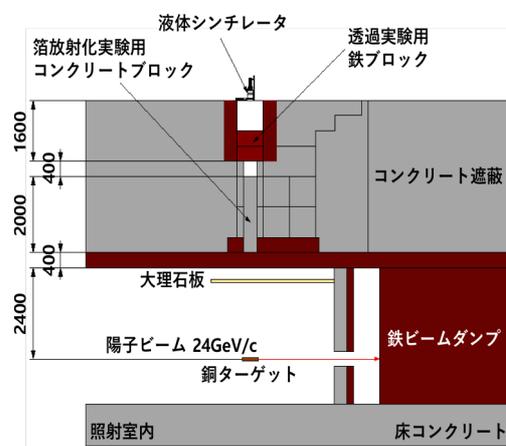


図 1. CERN/CHARM 照射施設の遮蔽断面図

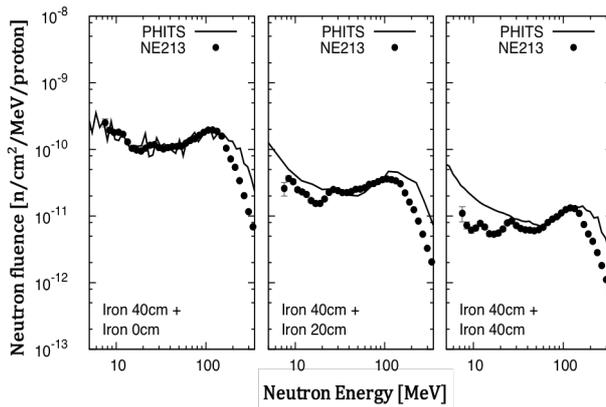


図 2. 測定で得られた中性子エネルギースペクトル

*Eunji Lee¹, Nobuhiro Shigyo¹, Toshiya Sanami², Noriaki Nakao³, Tsuyoshi Kajimoto⁴, Masayuki Hagiwara², Hiroshi Yashima⁵, Takahiro Oyama², Robert Froeschl⁶, Elpida Iliopoulou⁶, Angelo Infantino⁶, Markus Brugger⁶, Stefan Roesler⁶

¹Kyushu Univ., ²KEK/SOKENDAI, ³Shimizu Corporation, ⁴Hiroshima Univ., ⁵Kyoto Univ., ⁶CERN