

平成20年03月28日

平成19年度「位置有感生体組織等価物質比例計数箱(PS-TEPC)の開発とそれによる宇宙ステーション内での線量当量計測技術の確立に関するワーキンググループ」活動報告書

代表者所属 氏名 高エネルギー加速器研究機構 佐々木慎一

1. 構成メンバー

氏 名	所属
佐々木慎一	高エネルギー加速器研究機構
俵裕子	高エネルギー加速器研究機構
道家忠義	早稲田大学・理工総研
寺沢和洋	早稲田大学・理工総研
身内賢太郎	京都大学大学院・理学研究科
松本晴久	宇宙航空研究開発機構
齋藤究	高エネルギー加速器研究機構

2. 本年度 WG 会合開催実績

以下は、高エネルギー加速器研究機構を開催場所として、定期的に開催した会合である。
経費、時間等の節約から、京大グループは TV 会議システムにより会合に参加している。

- (1) 第1回:平成19年04月05日
- (2) 第2回:平成19年04月23日
- (3) 第3回:平成19年05月10日
- (4) 第4回:平成19年05月31日
- (5) 第5回:平成19年06月15日
- (6) 第6回:平成19年07月05日
- (7) 第7回:平成19年10月09日
- (8) 第8回:平成19年11月06日
- (9) 第9回:平成19年12月11日
- (10) 第10回:平成20年〇1月08日
- (11) 第11回:平成20年01月25日
- (12) 第12回:平成20年03月12日

このほかに、前期後期各 2 回の照射実験を行うため、主要メンバーが集まった。。

3. 活動目的

現在、宇宙空間における標準的な線量計として用いられている TEPC では、LET(線エネルギー付与)を原理的に測定することができないため、その線量応答関数等に多大な曖昧さがあり、正確な線量評価を行うことはできない。たとえば、宇宙空間における他の線量計と比較において、2～3 倍も異なる結果を与えることが報告されている。一方、米国放射線防護委員会(NCRP)では、宇宙飛行士の被曝測定の精度を 30%以下とするように強く勧告しているが、TEPC においてこれを達成することは極めて困難であると言わざるを得ない。我々は、平成 16 年から 18 年度にわたり、「位置有感生体組織等価物質比例計数箱の開発とそれによる宇宙ステーション内での線量当量計測技術の確立」のテーマで地上研究を行い、TEPC にかわる線量計として PS-TEPC(位置有感生体組織等価物質比例計数箱)の開発を進め、宇宙仕様のプロトタイプを完成させた。PS-TEPC は LET と吸収エネルギーを同時測定可能で、正確な線量評価を可能とする実時間測定器と期待される。現在加速器を用いた種々の重イオンビームによる照射実験を行っており、近い将来 ISS 搭載をめざし、他の線量測定器との宇宙空間での比較実験を行い、最終的には PS-TEPC による宇宙放射線線量評価システムを確立させることを目的としている。

4. 活動内容

4. 1 会合活動

定期的に合計 12 回ほどの会合を持った。会議の内容は大きく 2 つに分かれる。一つは、継続して行っているビーム照射実験の結果解析に関する議論、実験方法や手法についての検討等、PS-TEPC の特性評価に対して実験的な検討を行うものであり、他方は、宇宙での使用に備えての PS-TEPC の検出部、測定部、通信制御の方法について具体化に関する検討である。

4. 2 調査研究活動

- (1)前期、後期各 2 回のビーム照射実験を合計 4 回(各回、夜間シフトを2日)放射線医学総合研究所重イオン加速器 HIMAC を使用して行った。これらの照射テストは、宇宙空間における飛来荷電粒子を模擬したものである。本年度は、陽子、He、C、Si、Fe、Ar 等の重イオンを照射し、これらに対する PS-TEPC の応答を調べた。
- (2)検出器の小型化並びに低雑音化を目的として、現在の方式と異なる読出回路の設計を開始し、基本的な測定回路部分を製作した。現在の PS-TEPC の読み出し回路に比べてチャンネル数は約半分であるが、小型簡略化と低雑音性に優れた回路が実現できた。具体的な評価は、来年度のビーム実験で行う予定である。
- (3)国際会議(IEEE2008)、宇宙利用シンポジウム等をはじめとした会議において上記で述べた研究成果等を公表した。

5. 成果

- (1). T. Nagayoshi, T. Doke, Y. Fujita, K. Hattori, K. Ishida, J. Kikuchi, H. Kitamura, H. Kubo, H. Matsumoto, K. Miuchi, H. Nishimura, K. Saito, S. Sasaki, H. Sekiya, A. Takada, T. Tanimori, K. Terasawa, H. Tawara, Y. Uchihori, and K. Ueno; “Response of a Micro Pixel Chamber to heavy ions with the energy of several hundreds of MeV/n”, *Nucl. Instr. Meth. A* **581** (2007) 110-114.
- (2) S. Sasaki, K. Saito, H. Tawara, T. Nagayoshi, Y. Fujita, T. Doke, K. Terasawa, K. Miuchi, H. Matsumoto and Y. Uchihori; “Development of Position-sensitive Tissue Equivalent Proportional Chamber for Space Dosimetry”, *IEEE Trans Nucl.Symp. Conf. Rec.* N28-2 (2007).
- (3) Y. Fujita, T. Nagayoshi, J. Kikuchi, T. Doke, and K. Terasawa, K. Miuchi, T. Tanimori, H. Kubo, A. Takada and H. Nishimura, S. Sasaki, K. Saito and H. Tawara, T. Komiyama and H. Matsumoto, Y. Uchihori and H. Kitamura; DEVELOPMENT OF DRIFT CAGE FOR PS-TEPC, *KEK Proceedings* **2007-12**, 213-223 (2008).
- (4) 寺沢和洋、道家忠義、佐々木慎一、谷森達、松本晴久、俵裕子、内堀幸夫、窪秀利、込山立人、身内健太郎、永吉勉、関谷洋之、高田淳史、西村広展、服部香里、藤田康信、石田幸司; “位置有感比例計数管の重イオンに対する応答”, 平成 18 年度放射線医学総合研究所重粒子線がん治療装置等共同利用研究報告書、*NIRS-M-203*、*HIMAC-125*、pp214-215 (2007).
- (5) 藤田康信、永吉勉、石田幸司、菊池順、寺沢和洋、道家忠義、身内賢太郎、高田淳史、西村広展、窪秀利、谷森達、佐々木慎一、俵裕子、齋藤究、松本晴久、込山立人、内堀幸夫、北村尚; “マイクロピクセルガス検出器を用いた宇宙放射線線量計の開発 III”、第 54 回応用物理学関係連合講演会、青山学院大学・相模原キャンパス、2007 年.
- (6) K. Terasawa, et al.; “Space Dosimetry with a Tissue Equivalent Position Sensitive Proportional Counter IV”, *Space Utilization Research*, **24** (2007).
- (7) 高エネルギー加速器研究機構平成19年度「共同開発研究」採択(2007-39); 位置有感型生体組織等価比例計数電離箱の開発と加速器混合放射線場測定への応用 (研究代表者 佐々木慎一).