

JAEA-AMS-MUTSU における ^{14}C 測定の現状 Current status of ^{14}C measurement at JAEA-AMS-MUTSU

田中孝幸*・甲昭二・木下尚喜・関武雄
T. Tanaka*, S. Kabuto, N. Kinoshita and T. Seki

日本原子力研究開発機構 青森研究開発センター むつ事務所 AMS 管理課
AMS Management Section, Mutsu Office, Aomori Research and Development Center, JAEA

*Correspondence to: Tanaka T; E-mail: tanaka.takayuki@jaea.go.jp

Abstract

An accelerator mass spectrometry at Aomori Research and Development Center, JAEA (JAEA-AMS-MUTSU) was established in 1997 and the routine operation of ^{14}C and ^{129}I measurement was started from 1999 and 2003, respectively. This AMS has adopted the open door policy for the general users from the fiscal year of 2006 and various researches have been in progress by many users. The total number of measurements has increased well for five years after the open door policy excluding in 2008. The reasons for the decrease in 2008 were that we had stopped the operation of AMS for about one and half months because the operation system of AMS was upgraded, and that we could not measure the ^{14}C for several months because the amplifier of detector had broken. We had resolved this trouble and our AMS can measure smoothly ^{14}C .

Keywords: 加速器質量分析; ^{14}C ; 施設供用制度

1.はじめに

日本原子力研究開発機構青森研究開発センターむつ事務所に設置されているタンデトロン加速器質量分析装置(JAEA-AMS-MUTSU)は High Voltage Engineering Europa 製 Model 4130-AMS¹⁾であり、最大加速電圧 3MV のタンデム型加速器と放射性炭素(^{14}C)及び放射性ヨウ素(^{129}I)同位体比測定用の 2 本の独立したビームラインから構成されている^{2), 3)}。 ^{14}C と ^{129}I の定常測定はそれぞれ 1999 年 12 月、2003 年 5 月から開始され、これまで海洋環境における放射性核種の移行挙動に係る研究等に主に利用されてきた。

2005 年度からは原子力機構が保有する先端的大型研究施設・設備を外部利用者に有料で利用可能な施設共用制度が設けられ、JAEA-AMS-MUTSU は 2006 年度から外部利用に供している。2006 年度から 2010 年度までの 5 年間で、炭素及びヨウ素合わせて 63 テーマの外部利用に供してきた。

本稿では、JAEA-AMS-MUTSU における ^{14}C 測定の状況について報告する。

2. ^{14}C 測定

JAEA-AMS-MUTSU での ^{14}C 測定では、1 回に標準試料を含めて、最大 51 試料をセットし測

定を行っている。供用制度開始により、様々な研究機関から依頼される測定試料には、依頼者自らが前処理を行い、最終的な AMS 測定試料であるグラファイト試料を用意する利用者や当機構に前処理を依頼する利用者など、様々な形態が存在する。当機構で前処理を行った場合、標準試料は、NIST4990C を 6、IAEA-C6 を 3、IAEA-C1 を 1、グラファイトパウダー（和光純薬製）を 1 試料の合計 11 試料、未知試料 40 をセットし、測定を実施する。利用者自らが前処理を行った場合の標準試料は、基本的には、利用者に標準試料の種類、個数は、選択して頂くが、出来るだけ、機構内と同様な種類、個数を推奨している。また、測定の保障のため、当機構が用意した標準試料 6 試料(NIST;3、C6;2、パウダー;1)をセットしている。

3.¹⁴C 測定実績

1999 年に ¹⁴C 測定が開始して以来、測定試料数は、基本的に増加傾向に有り、施設供用制度開始してからは、2009 年を除き、年間 1100 試料以上と高い水準を維持している（図 1）。供用開始以前は、基本的に利用者は日本原子力研究開発機構に所属する研究者（機構内利用者）であり、それら利用者が用意可能な試料数と JAEA-AMS-MUTSU の運転可能性で測定数が決まっていたので、試料数の増減が比較的激しかった。供用開始前の 2005 年の大幅な減少は、プログラマブルロジックコントローラ（PLC）の故障により、PLC を経由して制御している機器がすべて停止し、数か月の測定が不可能となったためである。

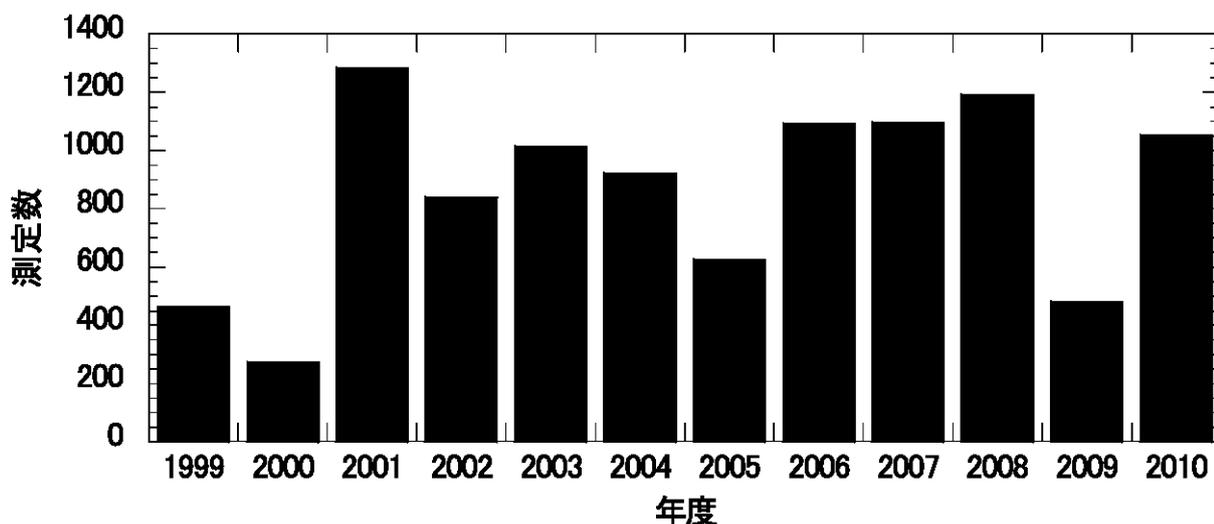


Fig. 1 Measurement number in each year

図 1 年度別測定数

供用開始後は、日本原子力研究開発機構に所属以外の研究者等（機構外利用者）に広く門戸を開いたため、測定試料が JAEA-AMS-MUTSU が測定可能な試料数の限界近くとなった。更に 2009 年を除き、JAEA-AMS-MUTSU に大きなトラブルがなかったため、希望通りの約 1100 試料を測定することが出来た。また、JAEA-AMS-MUTSU は、基本的に ¹⁴C と ¹²⁹I を 4 半期を目処に切

り替えて運転しているが、利用者の測定希望時期と JAEA-AMS-MUTSU の測定時期を調整することで、希望測定数の測定を可能とした。

供用開始からの機構内外利用者の使用割合を図 2 に示した。供用を開始した 2006 年からは、外部からの利用が年々増加している。供用開始した 2006 年は、機構外利用者の研究テーマが 4 件、試料数は全試料数の約 10%と、開始初年度のためかそれ程多くはなかったが、2010 年では、研究テーマが 10 件、試料数は約 50%まで増加している。これは、JAEA-AMS-MUTSU が、様々な分野の研究者に浸透していることを示している。今後も更に利用可能な研究分野を広げていけるようにしなければならない。

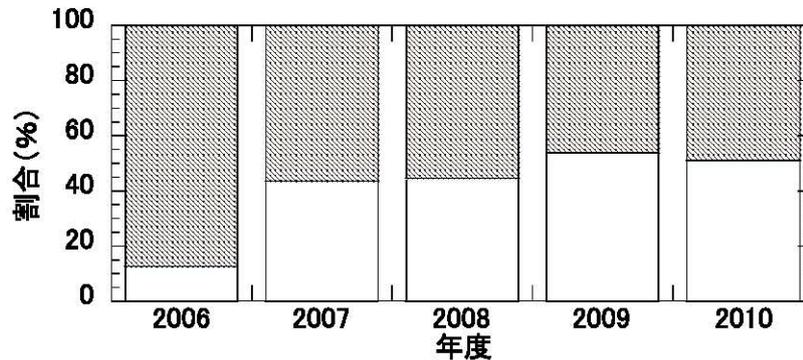


Fig. 2 Percentage of user

図 2.利用者別の割合

白抜きは機構外利用者、斜線は機構内利用者を示す。

2009 年の測定数は、前年度に比較して約 40%と大幅に減少している (図 1)。この減少の理由は、運転制御システムの更新による加速器の停止及び ^{14}C 測定における不具合が原因である。JAEA-AMS-MUTSU の制御システムは、既にサポートされていない Windows 3.1 上に構築されたプログラムで制御される機器を使用していたので、一旦故障が起きると交換部品等の入手が困難で復旧までに時間がかかる。そこで、制御機器の経年劣化に伴う故障発生を低減化、故障時の修理・交換部品調達の迅速化、操作性の向上等を図るため、Windows XP 上の制御システムに更新することとし、2009 年 6 月中旬から 7 月にかけて更新作業を実施した。この更新期間中は測定を行うことが不可能であった。

もう一つの原因である ^{14}C の不具合は、2009 年 9 月に起こり、 ^{14}C 測定の再開は、 ^{129}I 測定を途中で行ったとはいえ、2010 年 3 月までかかった。この不具合は、検出器からの信号を増幅するアンプの故障による同位体比の減少であったが、不具合箇所の発見の困難さ、故障分品の調達に数カ月を要したため、長期間の測定不能を招いてしまった。

4.標準試料の測定

2010 年度に測定した IAEA-C6 の pMC 値を図 3 に、また、IAEA-C1 の pMC 値を図 4 に示す。

C6 の pMC 値は、 150.2 ± 0.5 と安定しており、また概ね IAEA 推奨値(150.61 ± 0.11)⁴⁾の範囲内に収まっている。また、C1 についても安定的に測定できている。これらの結果は、この期間において、安定した $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 測定ができたことを示している。

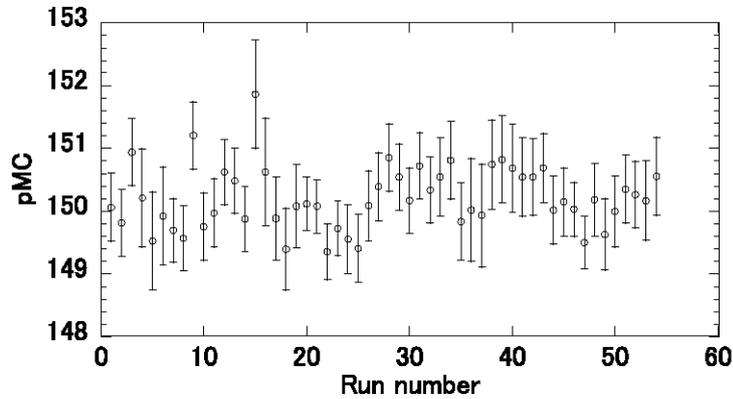


Fig. 3 pMC Of IAEA-C6 in 2010

図 3. 2010 年における IAEA-C6 の pMC 値

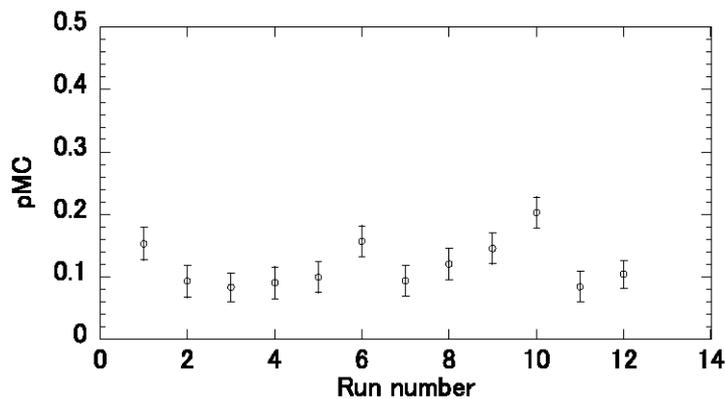


Fig. 4 pMC Of IAEA-C6 in 2010

図 4. 2010 年における IAEA-C1 の pMC 値

5.おわりに

IAEA-AMS-MUTSU は、設置後ほぼ 13 年が経過し、大小の不具合が頻発してきている。平 2009 年度の制御システムの更新に続き、2011 年 3 月には加速器管の開放点検を実施するなどにより、これまでと同様な ^{14}C 測定の継続に努めていく予定である。更に、利用者の多様なニーズに応えていくために、前処理技術の充実も進めていく予定である。

参考文献

- 1) A. Gottsdang and D. J. W. Mous, "The novel HVEE multi-element AMS system", Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B123, (1997) 163-166.

- 2) T. Aramaki, T. Mizushima, Y. Mizutani, T. Yamamoto, O. Togawa, S. Kabuto, T. Kuji, A. Gott dang, M. Klein and D. J. W. Mous, "The AMS facility at the Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI)", Nucl. Instrum. Methods Phys. B172, (2000) 18-23.
- 3) S. Suzuki, T. Kitamura, S. Kabuto, O. Togawa and H. Amano "High sensitivity measurement of Iodine-129/Iodine-127 ratio by accelerator mass spectrometry ", J. Nucl. Sci. Technol.43, (2006) 1431-1435.
- 4) K. Rozanski, W. Stichler, R. Gonfiantini, E. M. Scott, R. P. Beukens, B. Kromer, and J. V. D. Plicht, "The IAEA ^{14}C intercomparison exercise 1990", Radiocarbon 34 (1992) 506-519.

日本語要旨

日本原子力研究開発機構青森研究開発センターにある加速器質量分析装置 (JAEA-AMS-MUTSU) は、1997年に設置され、 ^{14}C 測定については1999年、 ^{129}I 測定については2003年から定常運転を開始した。2006年度からは外部利用者が利用可能な供用施設となり、多くの利用者により様々な研究活動に利用されるようになってきている。本講演では、JAEA-AMS-MUTSUの現状を報告する。施設供用制度開始から5年間は、2009年度を除き、順調に測定数を増加させた。しかし、2009年度の測定数の減少は、制御システムの更新により、約1.5カ月間、加速器を停止させたこと、検出器のアンプの故障により、数か月間、 ^{14}C 測定が不可能であったことによるものである。現在は、問題も解消し、 ^{14}C 測定は順調に測定している。