



## 1-7 原研むつ・タンデトロン加速器の現状

北村敏勝<sup>1</sup>、荒巻能史<sup>1</sup>、水谷義彦<sup>1</sup>、外川織彦<sup>1</sup>、水島俊彦<sup>2</sup>、甲昭二<sup>3</sup>、須藤一彦<sup>3</sup>

<sup>1</sup>日本原子力研究所 むつ事業所 海洋調査研究室

<sup>2</sup>日本原子力研究所 大洗研究所 管理部保安管理課

<sup>3</sup>財団法人 日本海洋科学振興財団 むつ海洋研究所

## 1. はじめに

海洋環境における放射性核種の移行挙動に係る研究を行う目的で、原研むつ事業所にタンデトロン加速器質量分析装置(HVEE社製 Model 4130-AMS)が1997年4月に導入されてから早3年が経過した。本装置は、最大加速電圧が3MVのタンデム型加速器質量分析装置で炭素及びヨウ素同位体比測定ラインから構成されている。装置の概略図を図1に示す。

炭素ラインは、1998年10月に標準試料(Oxalic II 138pMC)の $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比の繰返し測定精度(相対標準偏差)が0.158%であることを確認した後、1999年12月から本格的な運転を開始した。一方、ヨウ素ラインは、1999年10月、重イオン検出器を使用して測定精度確認試験を行い、 $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ の相対標準偏差が1.0%以下であることを確認した。

本件では、昨年からの運転状況、装置の現状、ヨウ素ラインの精度確認試験結果等について報告する。

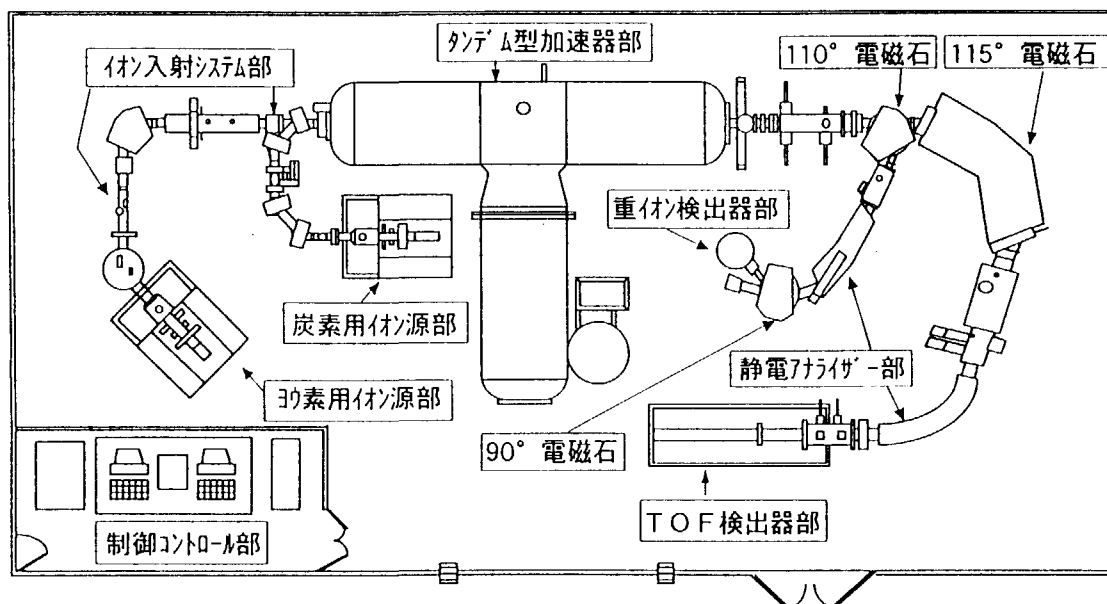


図1 タンデトロン加速器質量分析装置

## 2. タンデトロンの運転状況

設置から本年4月までの運転状況を図2に示す。総運転時間は約2,300時間、測定時間は約660時間である。1998年8月から1999年11月までヨウ素ラインのアライメント、測定精度確認試験等の調整作業を行っていたため、測定時間の殆どは昨年12月以降の炭素ラインの本格運転で占められている。

通常、イオン源のクリーニング、真空引き、コンディショニング、オブティマイズ等の調整作業の後、約2昼夜かけて50~56試料を測定し、運転状況を監視しながら適宜イオン源のクリーニングを実施している。測定は、図3に示すようにCsビームによるクレーター効果を低減させるため試料(ターゲットピース)をX-Y方向に9ポイント30秒ずつ走査させ、これを1サイクルとして1試料当たり合計10サイクル(45分)を標準としている。データ処理は、試料表面の汚染の影響を避けるため2~10サイクルのデータを採用し、現在、その時の統計誤差はNISTシュウ酸で約0.3%である。

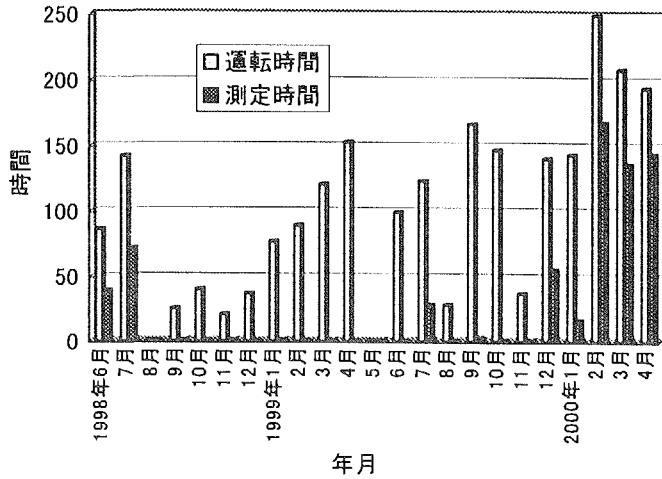


図2 月別運転・測定時間

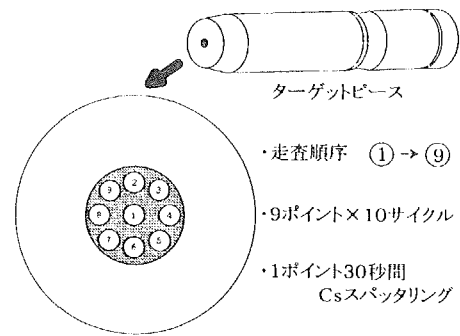


図3 Csスパッタリングの方法

図4に1999年12月から2000年4月の炭素同位体比測定数量の推移を、図5に測定試料の内訳を示す。全621試料のうち、北太平洋、オホーツク海等の海水試料が391個で63%、外部機関からの受託調査試料が151個で24%、NISTシュウ酸及びIAEA標準試料は75個で12%であった。

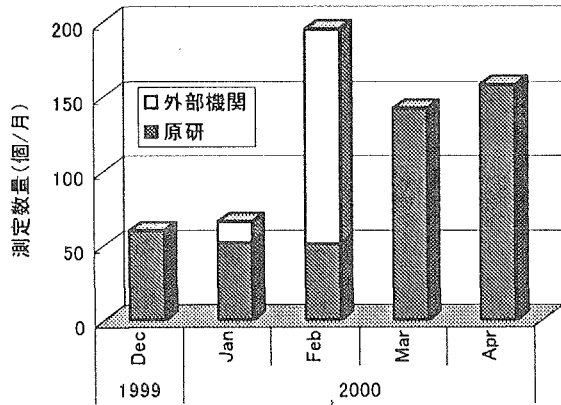


図4 月別測定数量

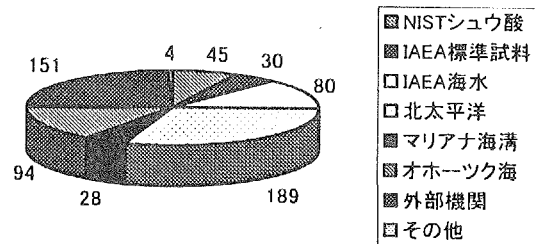


図5 測定試料の種類

### 3. バックグラウンド試料の測定結果

IAEA標準試料C-1 ( $0.0 \pm 0.02 \text{pMC}$ ) のサイクル毎の $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比の関係を図6に示す。測定開始直後は明らかに $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比が高く、5サイクル目までバックグラウンド値が高い。この現象は直前に測定された試料の種類を問わずほぼ同じ濃度で測定されることから、メモリー効果ではなく、むしろグラフィ

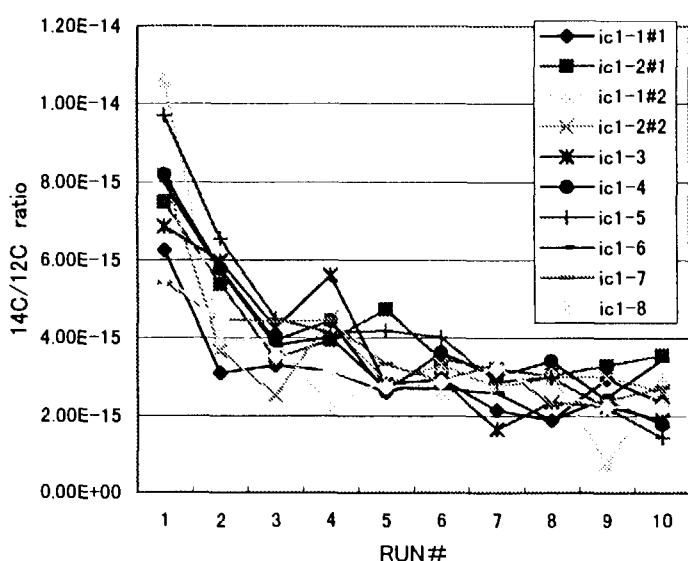


図6 IAEA C-1 測定結果

ト試料表面の汚染の影響と考えられる。従って、バックグラウンド値に近い古い年代試料の測定には、この汚染の影響を十分考慮する必要がある。なお、標準偏差から外れるものを除外して計算した結果、 $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  比は  $3.0 \times 10^{-15}$  で、この値が試料前処理装置と AMS 本体のバックグラウンドの合計と考えられ、その値は 0.28pMC、 $^{14}\text{C}$  年代にして約 47,000 年であった。

4. ヨウ素測定精度確認試験

本試験は、ヨウ素ラインのアライメントを確認する目的で、検出器に重イオン検出器を設置して 1999 年 10 月に行われた。加速電圧を 2.5MV、加速負イオンを荷電変換カナルで 5 価の正イオンに変換するようにストリッパガスの濃度を調整して行い、試験測定用試料は、カナダのトロント ISOTRACE 研究所加速器質量分析グループが作製したヨウ素標準試料 ( $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  比が  $1.1 \times 10^{-10}$  でヨウ化銀とニオブ粉末を 1 : 2.5 の割合で混合) を用いた。

試験の結果、 $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  比の相対標準偏差は 0.61%、0.86%、計数統計誤差は 0.44%、0.63%で、装置の高い安定性を確認するとともに、バックグラウンド値 ( $8.99 \times 10^{-14}$ ) を確認した。表 1 に 1 回目の試験結果を示す。

表 1  $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  比測定結果 (重イオン検出器使用)

$^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ (E-10)	run1	run2	run3	run4	run5	run6	run7	run8	run9	average per sample	rel std dev per sample in %	stat error per sample ave cnts in %
sample45	10935	10732	10856	10880	11009	10814	10845	10841	11158	10897	1.14%	1.31%
sample47	11023	10876	10546	10793	10842	10900	11083	10948	10865	10875	1.41%	1.29%
sample51	10944	10572	10759	10745	10851	10979	11162	10607	11430	10894	2.51%	1.32%
sample52	10842	10838	10835	10760	10966	10805	10595	10615	10761	10780	1.08%	1.27%
sample53	10843	11171	11027	11009	10941	10741	11030	11004	10904	10963	1.13%	1.49%
average per run	10917	10838	10805	10837	10922	10848	10943	10803	11024			
std dev per run in %	0.70%	2.03%	1.62%	1.01%	0.67%	0.85%	2.07%	1.71%	2.45%			
stat error per run in %	1.21%	1.26%	1.25%	1.24%	1.31%	1.37%	1.41%	1.46%	1.52%			
total average	10882											
std dev from run ave in %	0.68%											
stat error from run ave in %	0.59%											
std dev from sample ave in %	0.61%											
stat error from sample ave in %	0.44%											

入射システムのパラメーターは、 $^{127}\text{I}$  の入射時間  $T_{127}$  を 2msec、 $^{129}\text{I}$  の入射時間  $T_{129}$  を 8msec、 $^{127}\text{I}$ 、 $^{129}\text{I}$  の入射前の待ち時間を 0.1msec、1 回の sweep に掛かる時間 10.2msec として、2000sweeps、20blocks の設定で、1 回の測定 (single analysis) に掛かる時間  $T_{\text{single}}$  は 408sec で、5 試料を順に計数統計誤差が 1% に達するまで測定を繰り返した。

## 5. 保守状況等

### (1) 加速タンクの開放

ヨウ素ライン調整中の昨年8月、ストリッパーガス循環ターボポンプ用発電機交換後に頻繁にスパークが発生したため、加速タンクを開放した。図7は開放時に発見された発砲スチロールの小片で、これがスパークの原因と思われる。直前に交換したモーター冷却用フィンに付着していた輸送用梱包材が混入したと思われる。スパーク痕を研磨し、スタックダイオードを40個交換し復旧した。

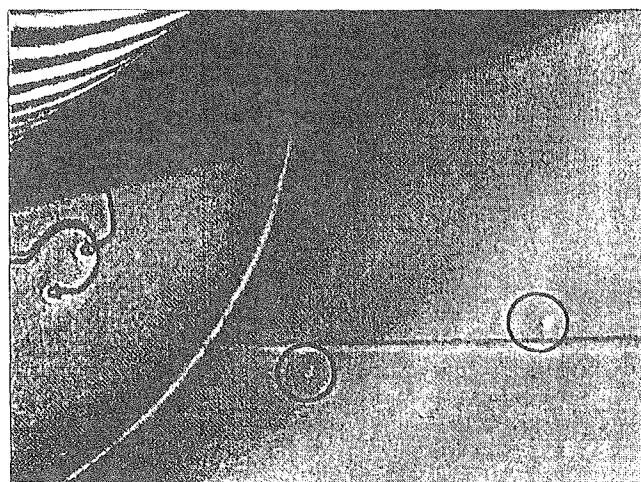


図7 タンク開放時に発見された発砲スチロールの小片

### (2) 測定グラファイト試料の脱落

図8に測定途中で試料がターゲットピース先端から剥離した模様の実体顕微鏡写真を示す。原因はターゲットプレス機の不具合によるもので、プレス用ホルダーの強度不足からグラファイト試料がターゲット表面から僅かに盛り上がり、プレス（プレス圧：800lb）されたことによるものである（現在はプレス用ホルダーを改良し良好にプレスされている）。また、表面に大きな窪みや割れが見られた試料は、 $^{12}\text{C}$ 、 $^{13}\text{C}$ 電流値及び $^{14}\text{C}$ カウントが常に同じパターンポイントにおいて不安定で、一方、表面に光沢があり均一にプレスされた試料は、電流値及びカウントともに安定していた。このように、プレス圧力、試料の均一性はAMS測定の重要な要素で、安定した測定のためには均一にプレスされたターゲット試料が不可欠である。

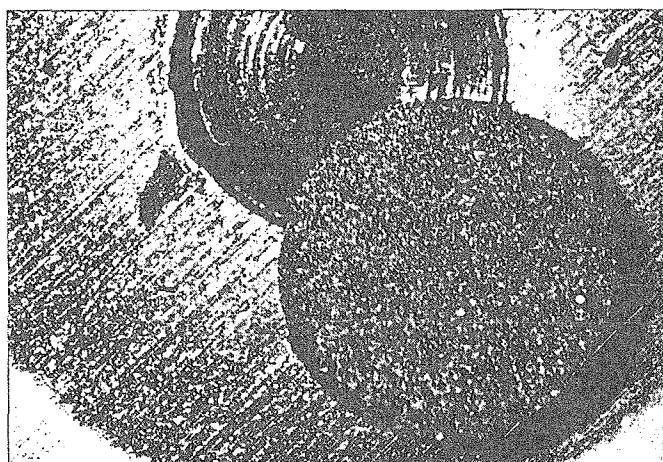


図8 剥離した測定試料（プレス圧：800lb）

## 6. おわりに

タンデトロン機の運転状況、装置の現状等についてその概要を報告した。なお、ヨウ素ラインは、7月中旬に飛行時間（TOF：Time of Flight）型検出器による $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ の繰返し測定精度確認を行い、3%以下であることを確認した。現在、装置は保守点検作業を行っている。

今後は、炭素ラインについて、測定試料の種類に応じた最適運転パターンやバックグラウンド低下の検討、測定精度の確認及び測定数量の増加を想定し効率的な運用体制の検討を進めたい。さらに、来年度からのヨウ素ラインの本格運転に備え測定条件の検討を行う予定である。