

1. 研究実施計画

課題名：MeV重イオン表面励起反応の高度計測技術による高機能材料の開発に関する基礎的研究

研究機関名：独立行政法人 産業技術総合研究所

任期付研究員氏名：溝田武志

研究期間（科学技術振興調整費充当期間）

平成10年度～平成12年度（3年間）

①. 研究の意義、目的、必要性

本研究では材料の表面分析に原子核・素粒子の分野で用いられてきた高度な粒子計測技術を導入することにより、現状で一般的に行われている表面分析をより高度化することを目的としている。各種の高機能材料開発においては、生成した新しい材料の組成や構造を詳細に分析し、そのデータを材料プロセスにフィードバックする必要がある。

②. 研究の概要

各種材料表面にMeV重イオンを衝撃する事により二次的に発生する粒子を様々な形で検出し、材料表面で生じる物理現象を詳しく解析することにより、材料自身の表面構造に関する情報が得られる。本研究では、既存のタンデム加速器から発生するMeV重イオンを用いて、材料表面を衝撃することにより発生する二次粒子の検出法を開発するとともに、粒子発生プロセスに関わる物理現象を詳細に解析することによって、材料表面の微視的な構造を明らかにするための手法を確立する。

③. 研究目標

MeV重イオンの衝撃により発生する二次粒子の検出システムの開発、二次粒子の発生の物理的なプロセスの解明、本手法により得られる材料表面の微構造に関する情報の取得、等を系統的に確立することを目標とする。

④ポンチ絵(研究概要)

研究課題名

MeV重イオン表面励起反応の高度計測技術による
高機能材料の開発に関する基礎的研究

任期付き研究員 溝田武志

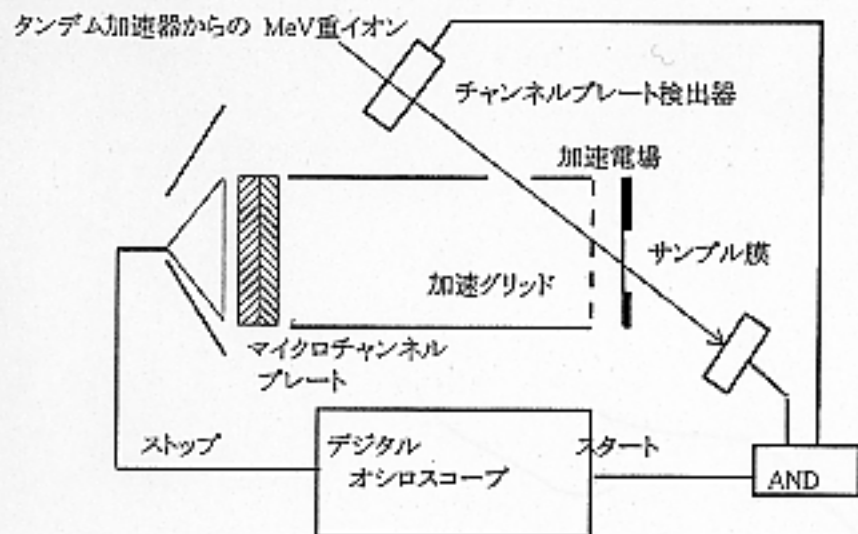


図1. PDMS測定系の概略

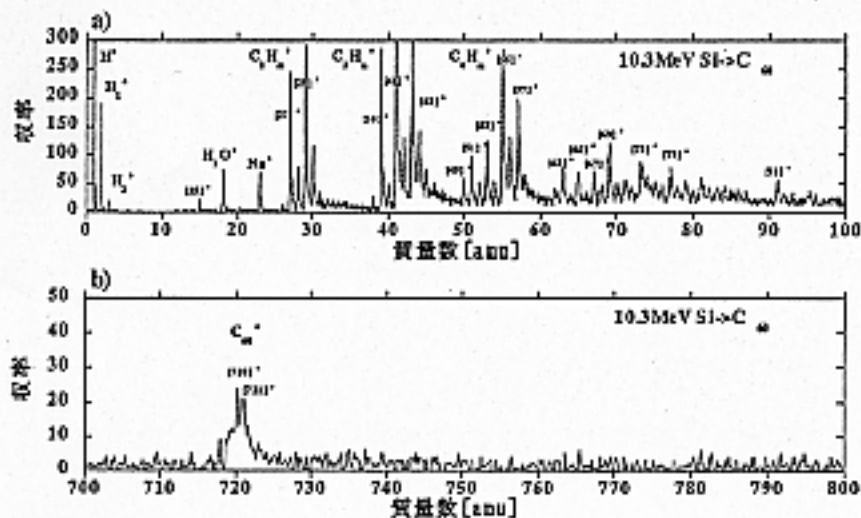


図1 C₆₀をターゲット薄膜(金/マイラ箔)表面に固着させた試料からの二次イオンの質量分布
a) 質量数0~100amu、b) 質量数700~800amu

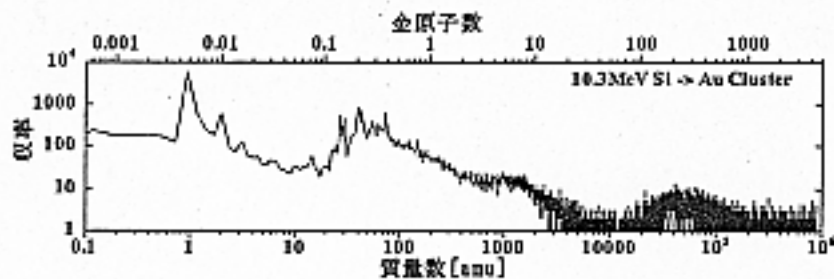


図2 金クラスターをターゲット薄膜表面に固着させた試料からの二次イオンの質量分布

2. 研究成果の概要

①研究成果

(1) C_{60} フラーレン膜

タンデム加速器から得られる、11.2 MeV Si ビームを金フォイルで弾性散乱させ、10.3 MeV のビームとして C_{60} フラーレン膜に照射した。そこから生成される二次イオンを、上記測定系を用いて質量分布測定を行った。水素イオンと、様々な炭化水素群に加えて、 C_{60} フラーレンのピーク (720 amu) が観測された。更に、 C_{60} に水素が付着したと思われる、721、722 amu のピークも観測された。これにより、装置の質量分解能として、 $M/\Delta M \sim 1000$ が得られた。18 cm でシングル飛行時間測定系としては、極めて優秀な値を示した。通常 PDMS に用いられる重イオンビーム (100 MeV, 100 amu 程度) に比べ、10.3 MeV Si ビームを用いたことで、 C_{60} ロス、 C_{60} -キャプチャーのピークが見られず、測定系としては、より有効であることが分かった。

(2) 金ナノ粒子

粒径の揃ったナノ粒子を大量に作成するのに、化学的手法は極めて有効であり、その一例としてドデカンチオールを用いた液層法によって金ナノ粒子を作成した。光学材料の原料として用いられるものである。混合液の比率によって粒径分布が変わることが分かっており、その観測の為に質量分布測定を、上記の測定システムを用いて行った。

その結果、質量分布の測定が行え、混合液の比率によってその分布が変わることも確認できた。通常行われている TEM 写真からの解析結果とも良い対応が見られた。短時間で、質量を直接測定する事で、そのサイズ分布を知ることができ、極めて有効な手法であることがわかった。

②波及効果、発展方向、改善点等

既存のタンデム加速器から得られる MeV 重イオン照射による二次イオン質量分析システムを用いた、高機能材料の評価を目指して、装置設計・製作から始め、二次イオン質量分析システムを確立し、最適化し、実際の高機能材料の評価を行えるようにした。高分子、クラスター、ナノ粒子の質量 (サイズ) 分布測定には、有効

な手法と思われる。

原子核実験技術の応用により、小型で、高分解能の二次イオン質量分析装置が完成できた。更なる応用として、ビーム源に ^{252}Cf -核分裂線源を用いることにより、より小型で、簡便なものができると思われる。放射線の取り扱いという問題は残るが、例えば宇宙探査用といった新しい展開があるのではないかとと思われる。