

TOF-ERDA 装置の開発と性能評価

Development and performance evaluation of TOF-ERDA system

長谷川千華¹、操谷佳奈¹、谷本和樹²、安田啓介¹、小倉弓枝³、間嶋拓也³、

¹ 京都府立大学 生命環境科学研究科

² 京都府立大学 環境・情報科学科

³ 京都大学 工学研究科

Chika Hasegawa¹, K. Kuritani¹, K. Tanimoto², K. Yasuda¹, Y. Ogura³, T. Majima³

¹Graduate School of Life and Environmental Science, Kyoto Prefectural University

²Department of Life and Environmental Science, Kyoto Prefectural University

³Department of Nuclear Engineering, Kyoto University

1. 緒言

TOF-ERDA (Time Of Flight - Elastic Recoil Detection Analysis: 飛行時間測定弾性反跳粒子検出) 装置は、軽元素の深さ分析や複数元素の同時測定が可能で深さ分解能に優れた測定システムである。京都大学で新たに構築した TOF-ERDA 装置について、性能評価試験として 2 台の透過型検出器の検出効率の測定を行ったので報告する。

2. TOF-ERDA 装置

TOF-ERDA 装置はタンデトロン加速器の旧 RBS ラインに設置した。図 1 に京都大学で新たに構築した TOF-ERDA 装置の概略図を示す。

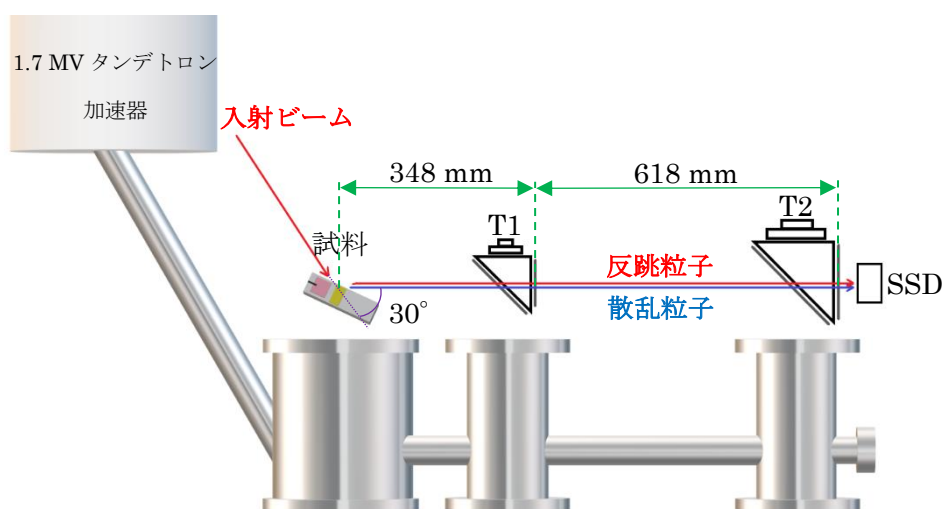


図 1. TOF-ERDA 装置

装置は2台の透過型検出器 (T1, T2) とシリコン半導体検出器 (SSD) で構成され、測定角は 30° である。透過型検出器はフォイル、静電ミラー、MCP 検出器で構成される。フォイルと静電ミラーには負の電圧、MCP 検出器には正の電圧を印加し、荷電粒子がフォイルを通過する際に発生する二次電子を MCP 検出器で検出する。T1 の MCP には浜松ホトニクス社の F4655-12 を、フォイルにはフォイル径 10 ϕ 、面密度 $3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ のカーボンフォイルをそれぞれ用いた。T2 の MCP には浜松ホトニクス社の F9890-31 を、フォイルにはフォイル径 10 ϕ 、面密度 $9.7 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ のカーボンフォイルをそれぞれ用いた。構築した TOF-ERDA 装置において、試料と T1 のフォイル間の距離は 348 mm、T1 のフォイルと T2 のフォイル間の距離は 618 mm である。また、検出器系の立体角は 0.084 msr である。

3. 検出効率測定実験

タンデトロン加速器で加速した O イオンを 200 μm の Au に照射し、散乱された O イオンを測定することによって T1、T2 の O イオンに対する検出効率を求めた。T1 の検出効率測定には 7.5 MeV の O⁺ビームを、T2 の検出効率測定には 9.0 MeV の O⁵⁺ビームをそれぞれ用いた。また、T1 の検出効率測定時は試料とターゲット電流測定用の電流計の間に 90 V の電池を繋ぎ、試料から出る二次電子を抑制した。

4. 結果と考察

SSD のカウント数と、透過型検出器と SSD で同時計数された数の比をとることによって検出効率を求めた。図 2 に T1 の検出効率測定結果、図 3 に T2 の検出効率測定結果をそれぞれ示す。図 2、3 それぞれの横軸はエネルギー [ch]、縦軸は検出効率を表している。T2 の検出効率は 0.96 以上で、十分高い検出効率が得られた。一方、T1 の検出効率は 0.78 程度であった。T1 の検出効率が T2 より低かった原因として、用いたフォイルの面密度が $3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ と薄いため、フォイルの損傷があった可能性があると考えられる。

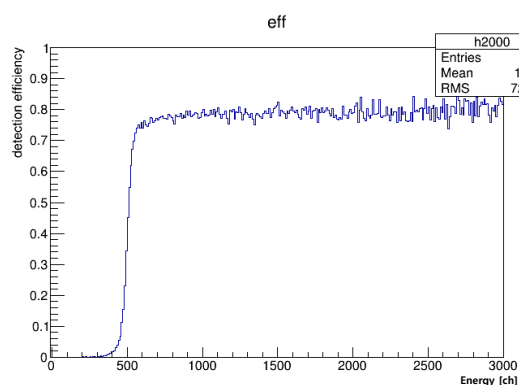


図 2. T1 の検出効率

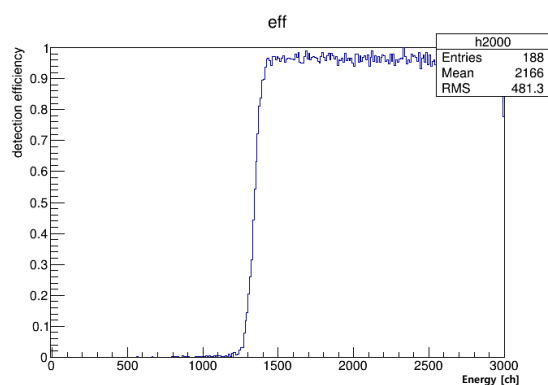


図 3. T2 の検出効率