

機械学習を用いた固体飛跡検出器解析

Analysis of solid-state nuclear track detector using machine learning

田口智也¹、檜原崇正¹、浅井孝文^{2,3}、南卓海¹、境健太郎¹、西本貴博¹、
余語覚文¹、有川安信¹、WOON Wei-Yen⁴、山内知也²、金崎真聡²、
福田祐仁³、蔵満康浩¹

TAGUCHI Tomoya¹, HIHARA Takamasa¹, ASAI Takafumi^{2,3},
MINAMI Takumi¹, SAKAI Kentaro¹, NISHIMOTO Takahiro¹, YOGO Akifumi¹,
ARIKAWA Yasunobu¹, WOON Wei-Yen⁴, YAMAUCHI Tomoya²,
KANASAKI Masato², FUKUDA Yuji³, KURAMITSU Yasuhiro¹

¹阪大、²神戸大、³量研関西、⁴国立中央大学

¹Osaka Univ.、²Kobe Univ.、³KPSI、⁴National Central Univ.

1.背景・目的

高強度レーザーを用いたイオン加速は、がん治療や核融合、プラズマ診断への応用を目的に研究されている。実験で使用されるイオン検出器の一つに固体飛跡検出器(CR-39、カプトンなど)があり、陽子や重イオンなどの放射線に対して感度を持ち、実験においては層構造(スタック)で用いることが一般的である[1]。加速されたイオンが固体飛跡検出器に入射してできた潜在飛跡を強塩基溶液により拡大してエッチピットを生成し、その形状や個数を計測することで入射イオンのエネルギーやフルエンス、空間分布などについての情報を得ることができる。しかし、その解析には複数回エッチングを行い、顕微鏡を用いてエッチピットの成長率を追う必要があり、非常に多くの時間と労力を必要とする。本研究では機械学習を用いた固体飛跡検出器のエッチピット解析の効率化と高精度化を目的とした。

2.方法

加速器を用いた校正実験でイオンを照射したCR-39にエッチングを行い、顕微鏡でスキャンしたデータから機械学習を用いたエッチピットの検出を試みた。スキャンで得た画像データを、ノイズの影響を減らすために平滑化を行ってから二値化を行い、輪郭検出を行った。画像データから輪郭検出が行われた部分を切り出し、それらをエッチピットとノイズに分け、そのデータを機械学習に与えることでエッチピット検出プログラムを作成した。同様の方法をレーザーイオン加速実験で使用したCR-39やカプトンにも応用した。

3.結果・展望

加速器を用いた校正実験で使用したCR-39から検出を行った結果を図1、レーザーイオン加速実験で使用したカプトンから検出を行った結果を図2に示す。エッチピットの検出が行われた部分を緑枠で囲んだ。それぞれ精度(検出正解数/エッチピット検出数)と再現率(検出正解数/全エッチピット数)を求めた。CR-39の精度は98%、再現率も98%となり、カプトンの精度は95%、再現率は76%となった。図1の結果からわかる通り機械学習を用いて正確にエッチピット検出ができたことがわかる。レーザーイオン加速実験は加速器を用いた校正実験よりもノイズが多いことに加えて、カプトンはCR-39に比べて表面のノイズが多いが、図2の様にエッチピットの検出を行うことができた。今後はディープラーニングなどを用いてさらに高精度・高再現率を成し遂げたい。また、エッチピット検出を行うだけではなくイオンのエネルギーや核種まで求められるようにしたい。

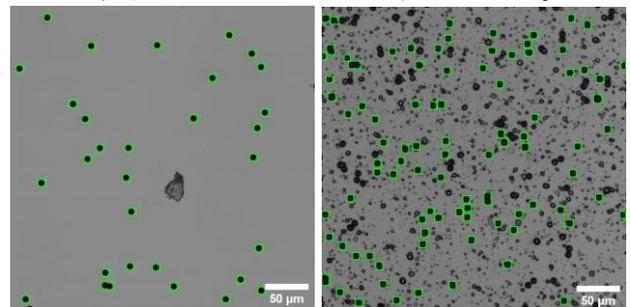


図1 CR-39

図2 カプトン

参考文献

[1]M.Kanasaki et al. J. Plasma Fusion Res. Vol.88, No.5 (2012) 261-275