

高速イオンによるグラフェン膜透過後の虹散乱パターン ～ハーツラスを用いた散乱パターンの観測～

Rainbow scattering pattern of ion beam by graphene sheet ～ Observation of scattering pattern by Harzlas ～

李澤寧¹, 久米望未¹, 石井邦和², 小川英巳²

¹ 奈良女子大学 大学院 人間文化総合科学研究科 数物科学専攻

² 奈良女子大学 理学部

Z. Li¹, N. Kume¹, K. Ishii², and H. Ogawa²

¹ Graduate School of Humanities and Sciences, Nara Women's University

² Department of Physics, Nara Women's University

1. はじめに

グラフェンとは炭素原子が蜂の巣のように六角形状に結びついた単層のシートである。2010年度には Gaim が単層のグラフェンの精製に成功しノーベル物理学賞を受賞しており、熱伝導性などの優れた特性から特にナノテクノロジー分野で注目されている素材である。また、グラフェンはその独自の構造により高速イオンビームを透過させると虹散乱が起こる。先行研究では Čosić らが5 keVのプロトンをグラフェンに入射させた際の軌道をいくつかのポテンシャルを用いてシミュレーションを行い、虹散乱パターンを得た。この得られた虹散乱には、近接衝突による円形パターンと遠隔衝突による六角形パターンが存在しており、この虹散乱がイオン-原子相互作用ポテンシャルに敏感であることから相互作用ポテンシャルを研究するためのツールになりうるということが報告されている。また本学では0.5 MeVのC⁺をグラフェンに透過させる実験を行い、グラフェン透過後の一次元のビーム強度分布が得られている。

本研究は虹散乱のより詳細な情報を得るために固体飛跡検出器を用いて実験を行い、グラフェン透過後の虹散乱における二次元散乱パターンの観測を目的とする。また、固体飛跡検出器で得られた実験結果と同様の条件で行ったシミュレーション結果を比較していく。

2. 実験

本研究は奈良女子大学の1.7 MVタンデムバンデグラフ型静電加速器を用いて実験を行った。加速器から0.5 MeVのイオンビームを引き出し、幅0.1 mmの2組の縦横スリットでコリメートされたビームをグラフェンシートに入射させる。グラフェンシート透過後のイオンビームは2.5 m先にある検出器によって検出される。検出器はフォトダイオードと固体飛跡

検出器（ハーツラス TD-1）を用いた。また、実験で得られたハーツラス TD-1 の飛跡を見られるようにするため、水酸化ナトリウム水溶液の濃度や温度、浸ける時間を変えて様々な条件で化学エッチングした。

3. 結果

図1にシミュレーション結果と実験結果を示す。(a)はグラフェン透過後の散乱角平面における遠隔衝突部分のシミュレーション結果、(b)はグラフェン透過後の散乱角平面における遠隔衝突部分に実験の入射ビームの広がり(0.024 mrad)を畳み込んだシミュレーション結果である。入射ビームの広がりを考慮すると六角形パターンの形がぼやけることがわかる。

(c)は実験で得られたグラフェン透過後の散乱ビームの観測結果である。ハーツラス TD-1 のエッチングは60°Cの8Nの水酸化ナトリウム水溶液に1時間浸けた。エッチング後のエッチピット(穴)の大きさは約6 μm であった。

発表では得られた実験結果とシミュレーション結果を比較していく。また、研究の現状と今後について紹介する。

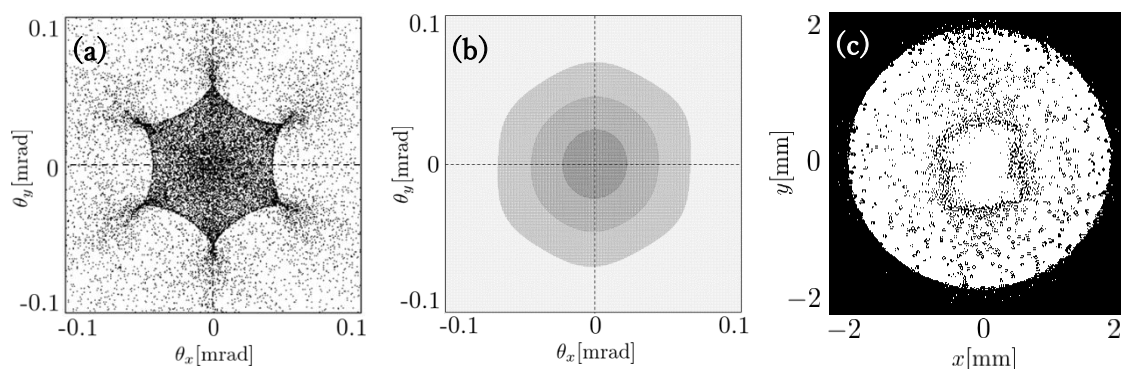


図1：シミュレーション結果と実験結果

- (a) 0.5 MeV C^{2+} イオンにおけるグラフェン透過後の散乱角平面のシミュレーション結果
- (b) (a)の結果に入射ビームの広がりを畳み込んだ結果
- (c) ハーツラス TD-1 の表面に入射されたグラフェン透過後の 0.5 MeV C^{2+} イオンの散乱ビーム

参考文献

- [1] M. Čosić, S. Petrović, N. Nešković, Nucl. Instr. And Meth. B **442** (2018) 54-62.