

孤立散乱体の光波散乱計測の深層学習解析

Scatterometry using deep learning analysis for isolated scatterer

筑波大理工学¹, 筑波大物質工学²,

○星野 鉄哉¹, 成岡 伸太郎¹, 青木 貞雄¹, 伊藤 雅英¹, 小林 正美²

Inst. of Applied Physics., Univ. of Tsukuba¹, Inst. of Materials Science., Univ. of Tsukuba²,

○Tetsuya Hoshino¹, Shintaro Narioka¹, Sadao Aoki¹, Masahide Itoh¹, Masami Kobayashi²

E-mail: hoshino.tetsuya.gt@u.tsukuba.ac.jp

光波散乱計測は、媒体と試料の屈折率差があり散乱が大きい場合、3次元形状計測において、結像計測に比べ精度が二桁向上する。この手法で、周期構造については深層学習による形状推定がされている [1]。汎用性が高い孤立形状に深層学習を適用した。

油滴の光計測は既報である [2]。ここではサイズ・アスペクト比を計算するための、光軸を含む平面での断面形状について、楕円、半楕円、四角、三角を判別する (Fig.1)。教師データとして、油滴の幅・縦横比・消光係数、入射光の偏光を変えて、6072 個の散乱角度分布を孤立系の厳密結合波解析で計算した。計算を行った各角度について、実験データから標本を抽出した。深層学習用に各標本の角度分布と対応する形状を全結合した。プログラミング言語は Python、フレームワークは Pytorch である。活性化関数レイヤとしては、ReLU (Reflected Linear Unit)レイヤを、出力層には Softmax レイヤを用いた。

プログラム実行に必要なバッチ数、繰り返し数、パラメータ数を最適化した。階層数は 3 でパラメータ数はいずれも 85 とした。バッチ数が 64、繰り返し数が 150 のとき、教師データと同じテストデータで検証した accuracy が 96%である。この学習結果をもとに、形状推定すると 7 個の油滴について、いずれも半楕円の判定を得た。半楕円と異なる形状である確率の指標である novelty score はいずれも 0.01 未満と高い信頼性が得られた。

【文献】 [1] J.Bischoff, J. J. Bauer, U.Haak, L.Hutschenreuther, H.Truckenbrodt, SPIE, **3332**, 526-537 (1998)

[2] 成岡 伸太郎、星野 鉄哉、伊藤 雅英、小林 正美、第 82 回応物秋、**22p-P09-11**(2021)

【謝辞】 深層学習プログラム作成は株式会社 ZIDO の御協力を頂きました。

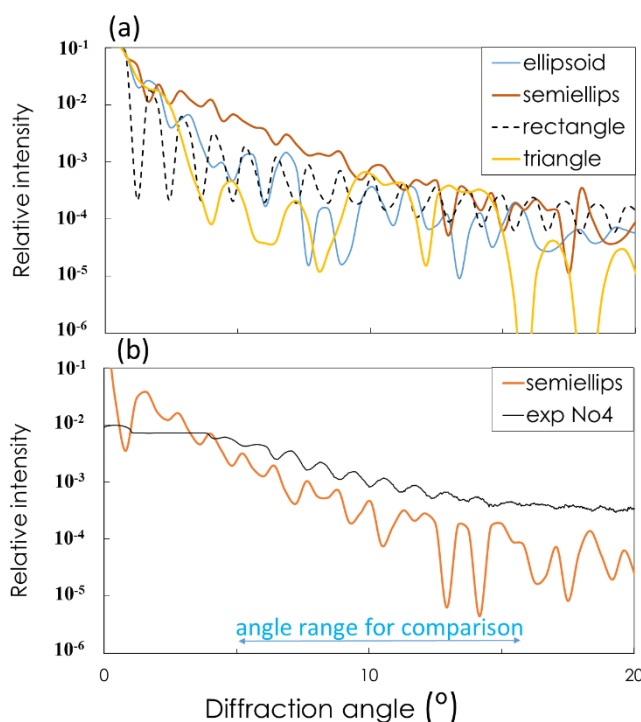


Fig.1 (a) Simulated diffraction patterns of four shapes with width 40 wavelengths and aspect ratio 0.3. (b) Diffraction patterns of the simulation of the semi-ellipsoid and the experiment.