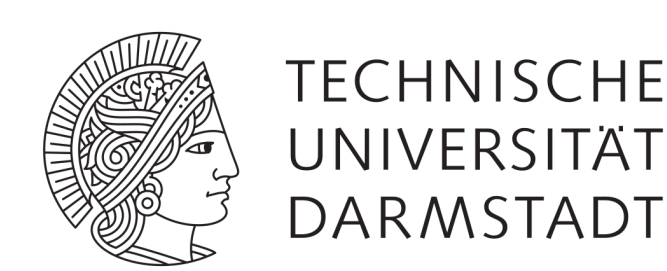


# 時間シフト法のための埋め込み球形粒子を含む液滴からの光散乱

L. Li <sup>1</sup>, C. Tropea <sup>1</sup> and W. Schäfer <sup>2,3</sup>
**1** ダルムシュタット工科大学    **2** AOM-Systems    **3** ai-quanton


[1] L. Li, S. Rosenkranz, W. Schaefer, and C. Tropea, "Light scattering from a drop with an embedded particle and its exploitation in the time-shift technique," *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, vol. 227, pp. 20–31, 2019, doi: [10.1016/j.jqsrt.2019.01.022](https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2019.01.022)



論文

[2] W. Schäfer and C. Tropea, "Time-shift technique for simultaneous measurement of size, velocity, and relative refractive index of transparent droplets or particles in a flow," *Appl. Opt.*, vol. 53, pp. 588–597, 2014, doi: [10.1364/AO.53.000588](https://doi.org/10.1364/AO.53.000588)



論文

[3] W. Schäfer, *Time-Shift Technique for Particle Characterization in Sprays*. Ph.D. diss., TU Darmstadt, 2012; book ed., Berlin, 2013, ISBN 979-8161309988. <https://amzn.eu/d/08dPYjDf>



書籍

[4] P. Laven, "Simulation of rainbows, coronas, and glories by use of Mie theory," *Appl. Opt.*, vol. 42, pp. 436–444, 2003, doi: [10.1364/AO.42.000436](https://doi.org/10.1364/AO.42.000436)



論文

本研究は、カプセル化・コーティングプロセスや金属塗料の噴霧で想定される、**粒子を内包する液滴からの光散乱**を扱う。3D光線追跡モデルは、入射平面波の多数の光線の軌跡を計算し、特定の方向に散乱された全光線を重ね合わせて散乱図を得る [1, 3]。

## 1 3次元光線追跡法（3DRT）

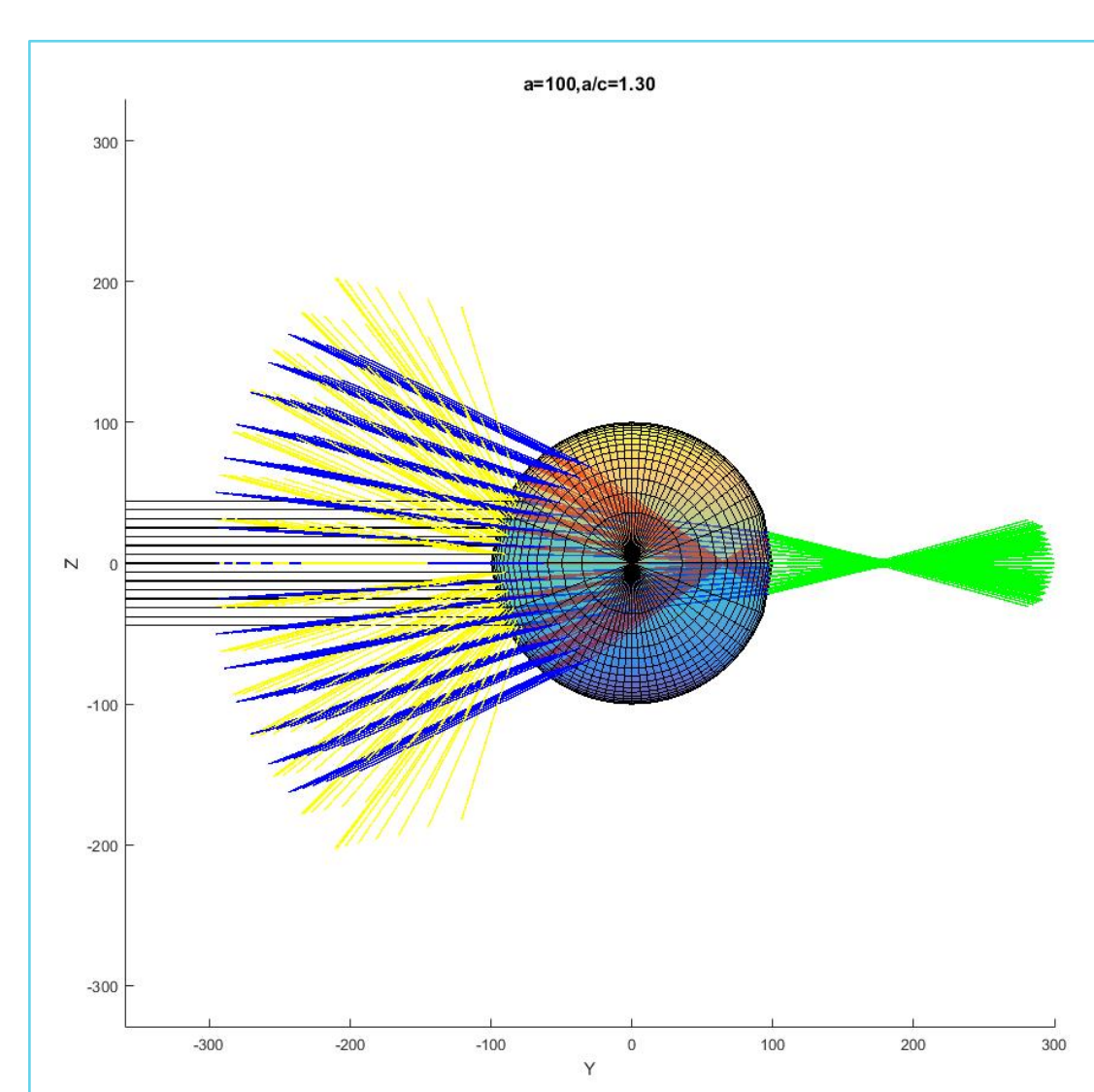


図1 粒子を内包する液滴の光線追跡モデル。

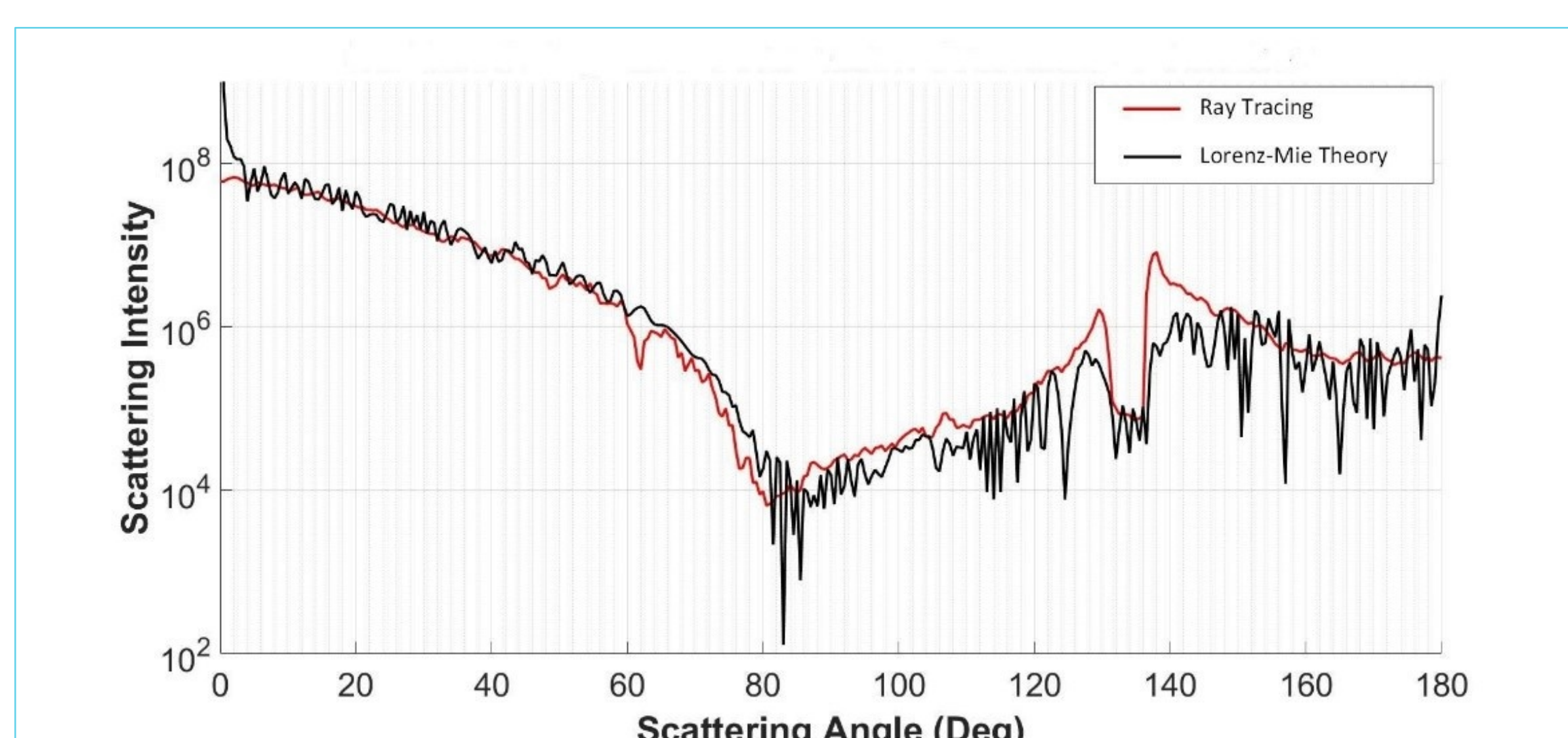


図2 光線追跡（赤）とローレンツ・ミー理論（黒）の比較 [4]。

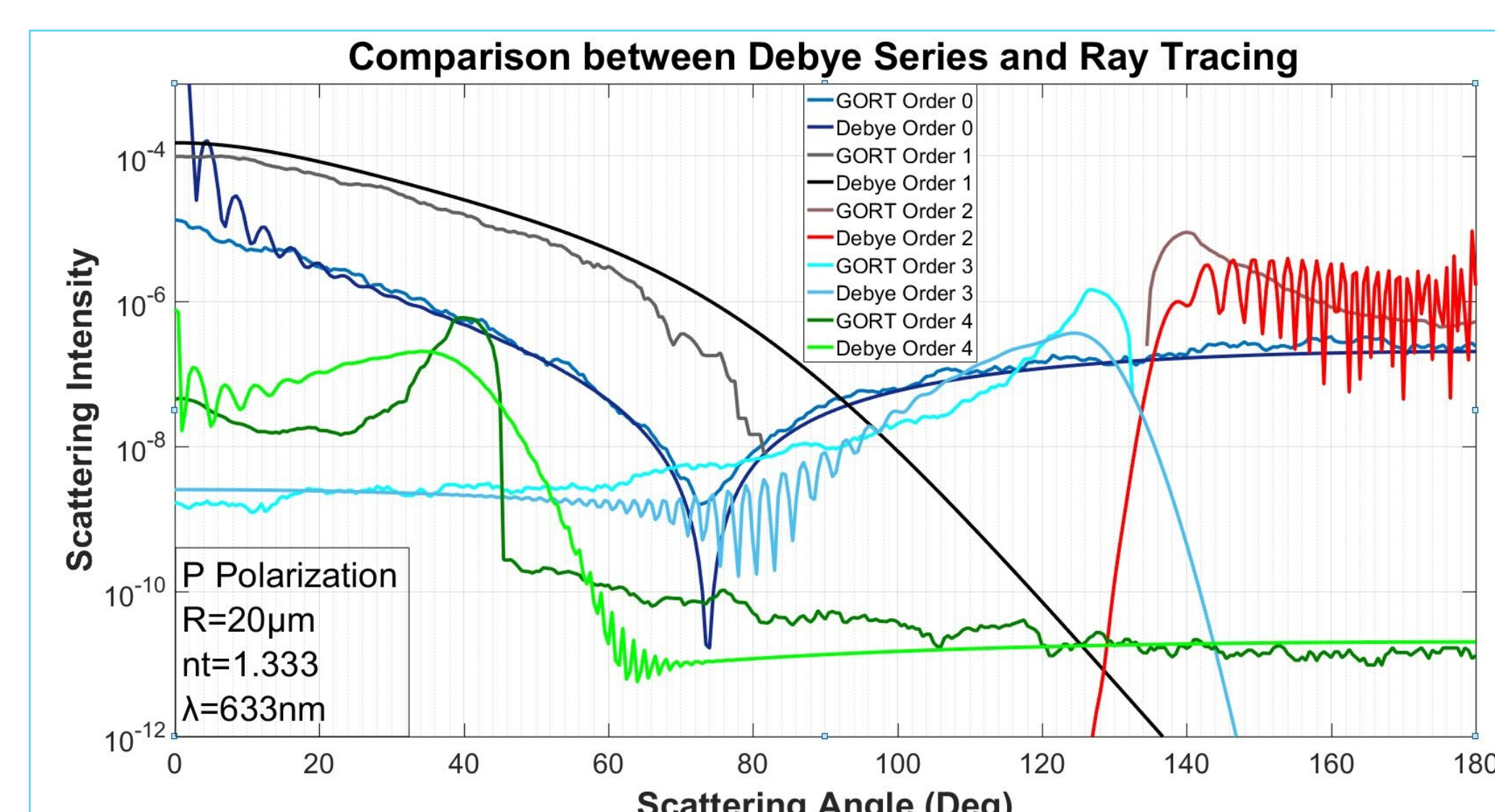


図3 光線追跡（GORT）とデバイ級数の比較 [1, 3]。P偏光、 $R = 20 \mu\text{m}$ 、 $nt = 1.333$ 、 $\lambda = 633 \text{ nm}$ 。

## 2 粒子を内包する液滴の光散乱図

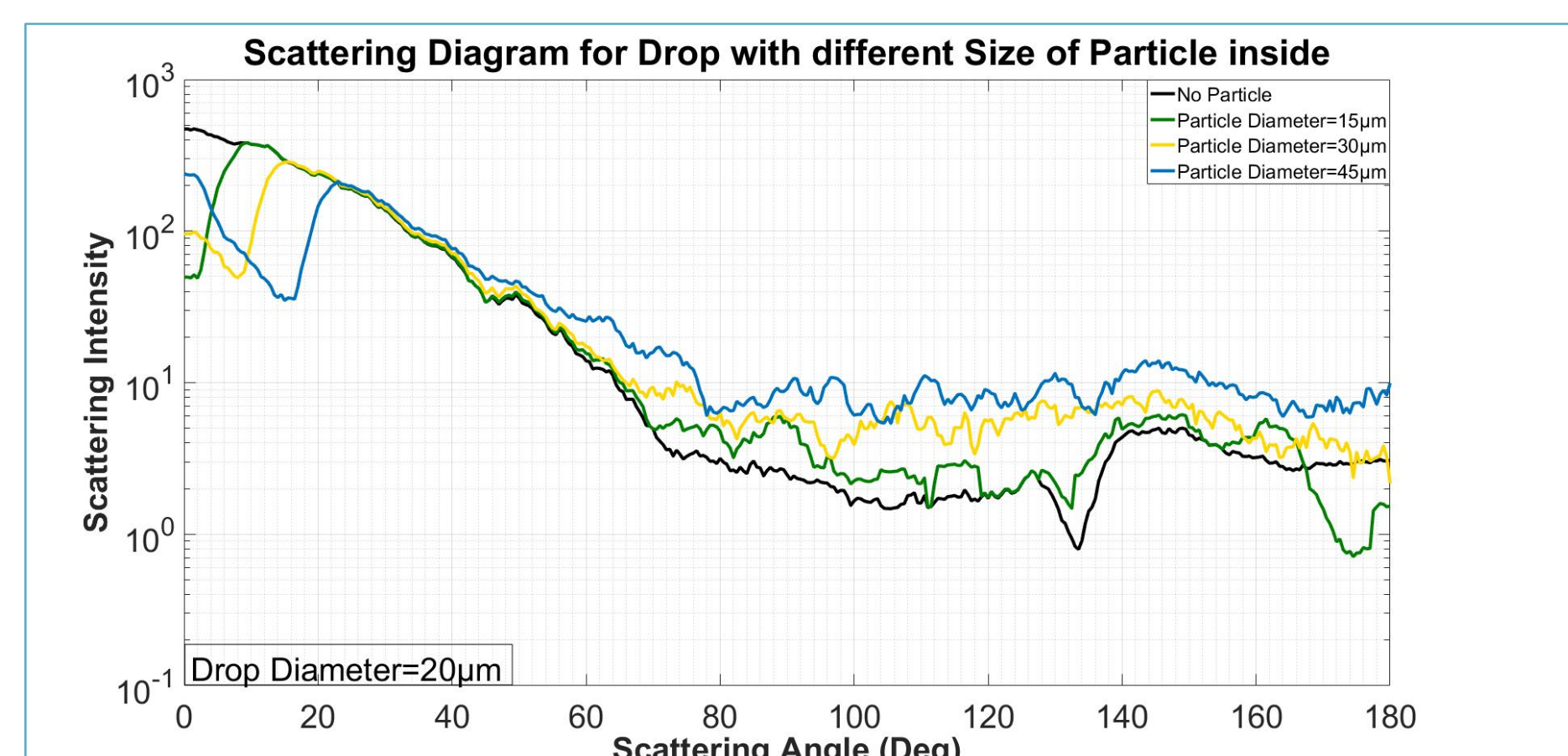


図4 粒子サイズの変化（液滴直径  $20 \mu\text{m}$ ）。

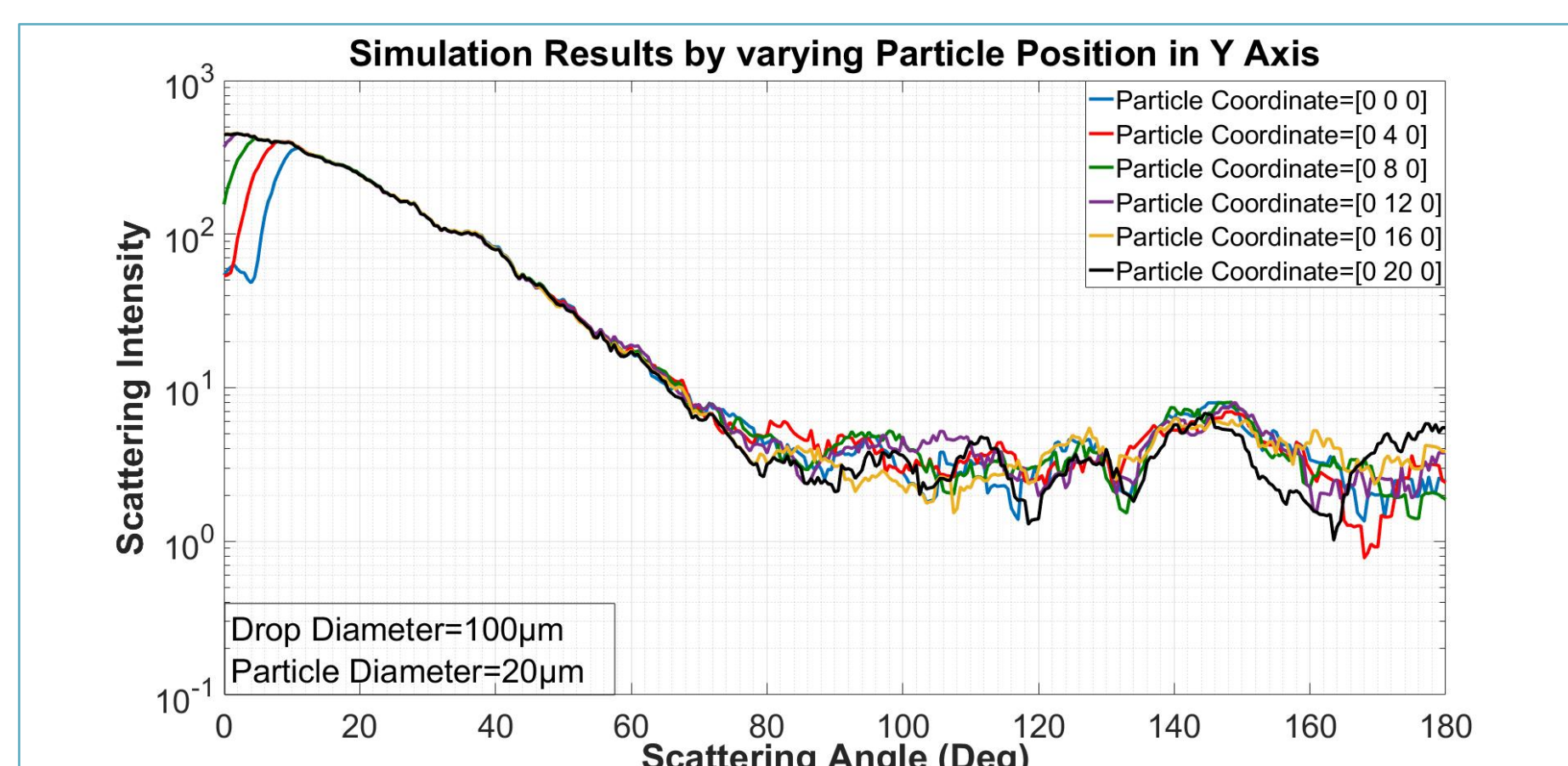


図5 y方向の粒子位置の変化（液滴  $100 \mu\text{m}$ 、粒子  $20 \mu\text{m}$ ）。

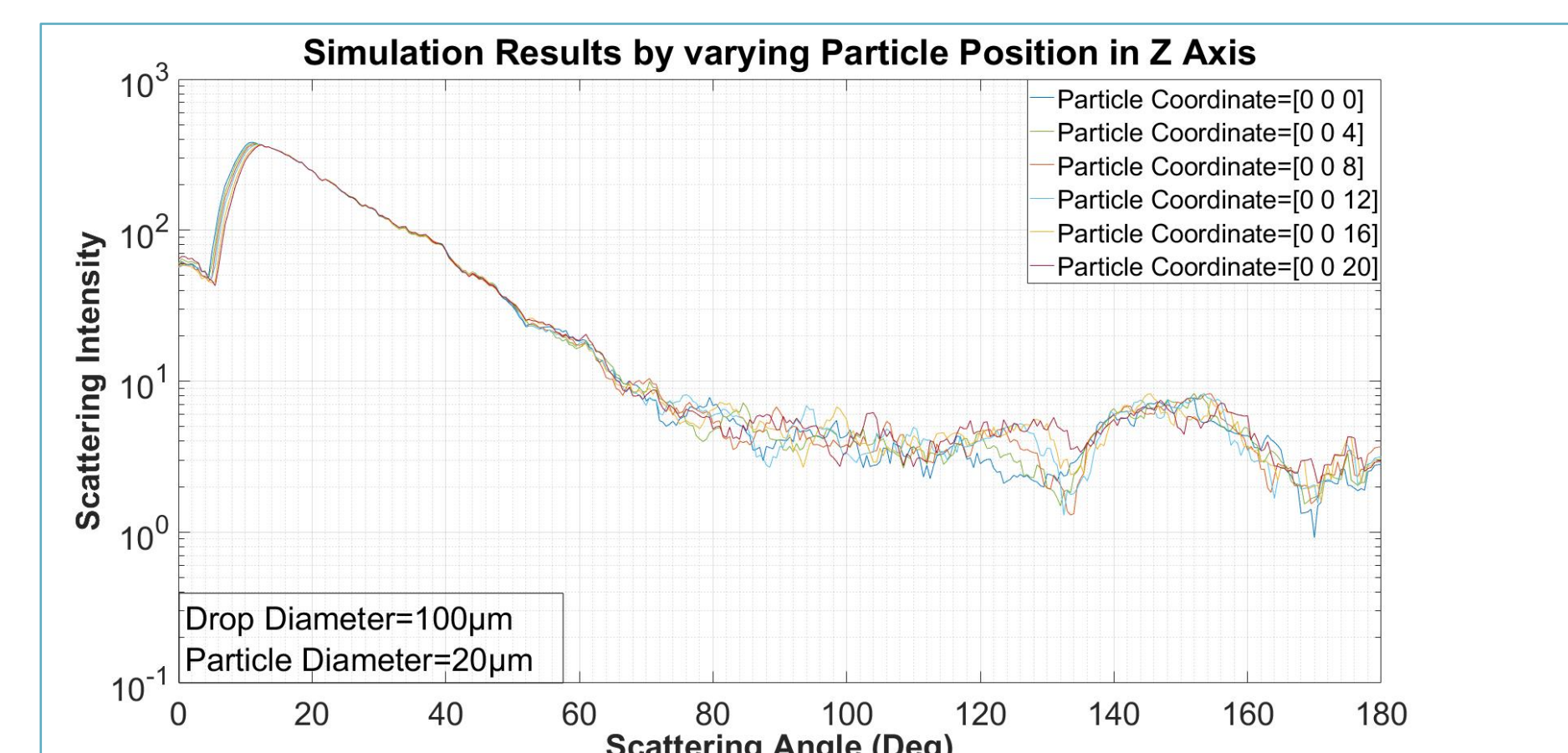


図6 z方向の粒子位置の変化（液滴  $100 \mu\text{m}$ 、粒子  $20 \mu\text{m}$ ）。

- 粒子位置をz方向に変えても、前方散乱への影響は小さい。
- 内包粒子のサイズは、前方散乱強度に大きな影響を与える。

## 3 時間シフト法のための光散乱シミュレーション

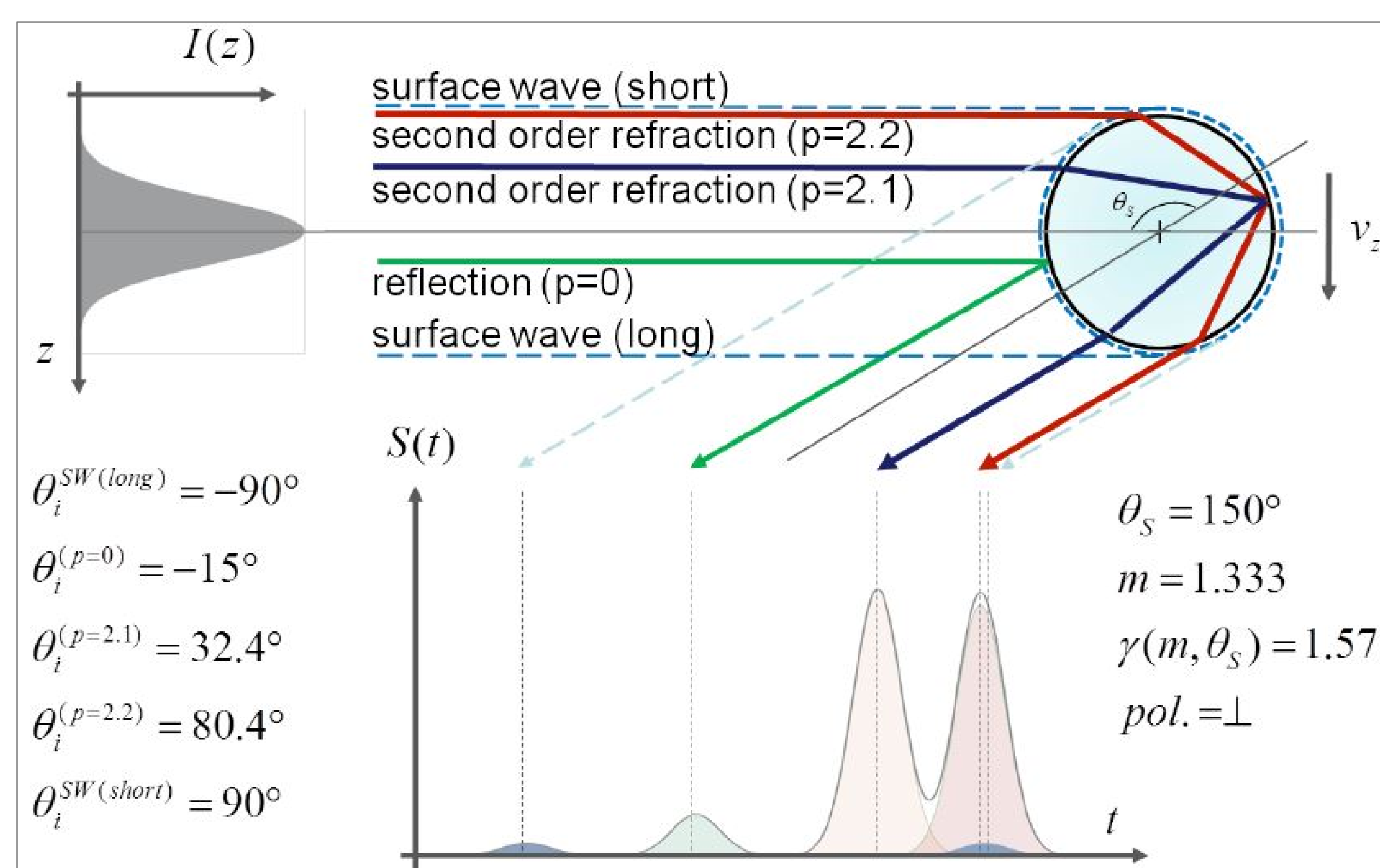


図7 時間シフト法の原理：散乱次数と信号ピーク（ $\theta_s = 150^\circ$ 、 $m = 1.333$ 、 $\perp$ 偏光）。

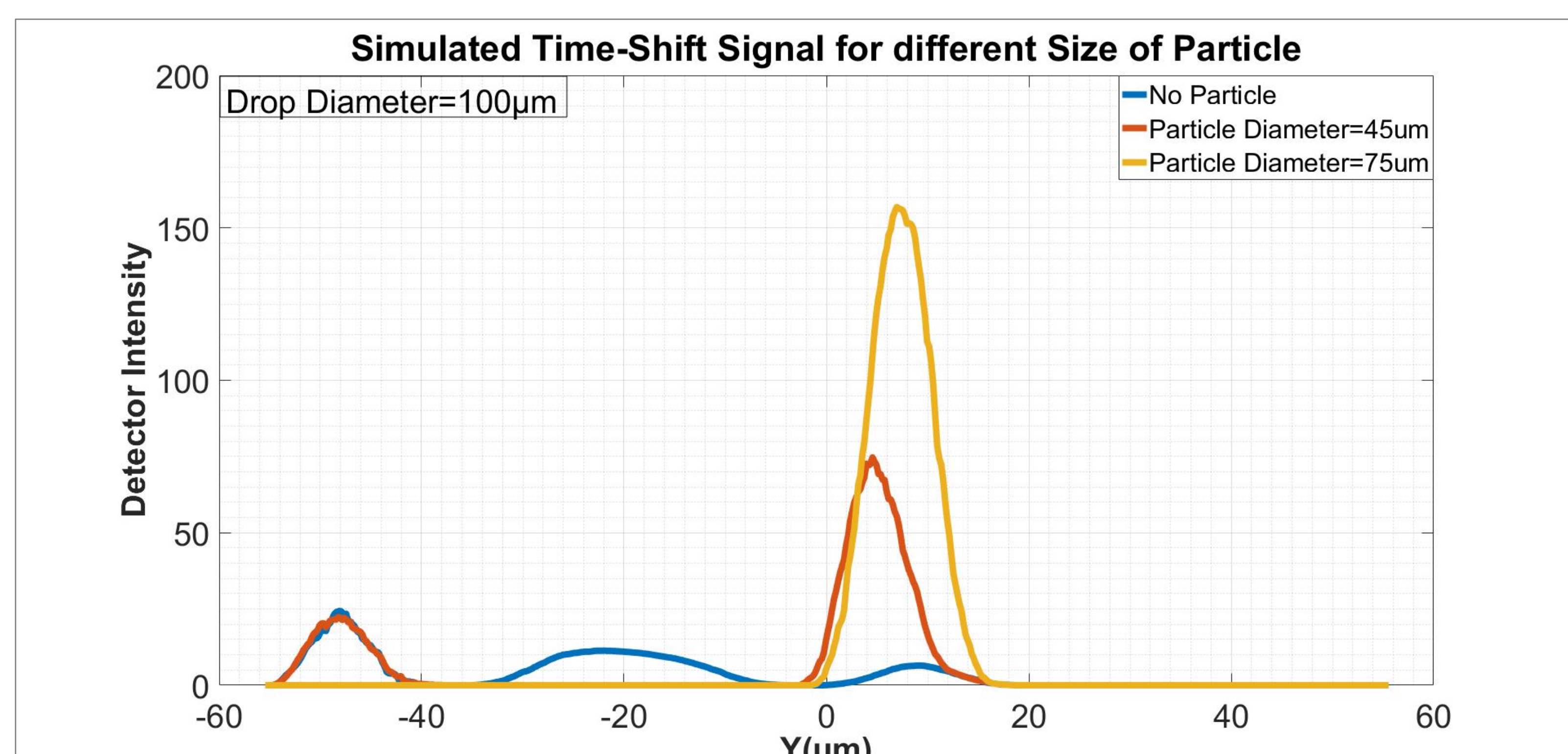


図8 粒子サイズごとのTSTOF信号のシミュレーション（液滴直径  $100 \mu\text{m}$ ）。

- 粒子直径が  $45 \mu\text{m}$  のとき、散乱次数  $p = 2.1$  の信号が消失する。
- 粒子直径が  $75 \mu\text{m}$  を超えると、粒子が光の内部反射を遮るため、2次屈折  $p = 2.1$  と  $p = 2.2$  の両方が消失する。