

楕円体細胞核による
円偏光散乱特性の解析と
近赤外がん診断への応用可能性

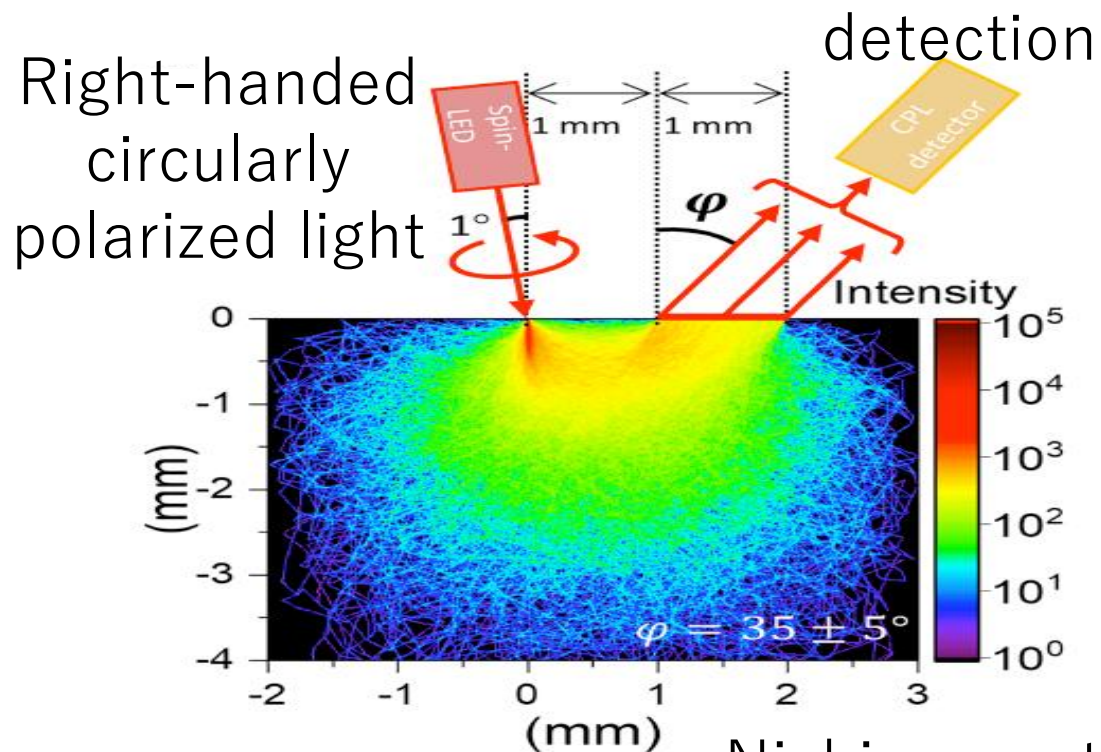
黒田裕太郎(筑波大学)

矢島秀伸(筑波大学)

曾我健太(筑波大学)

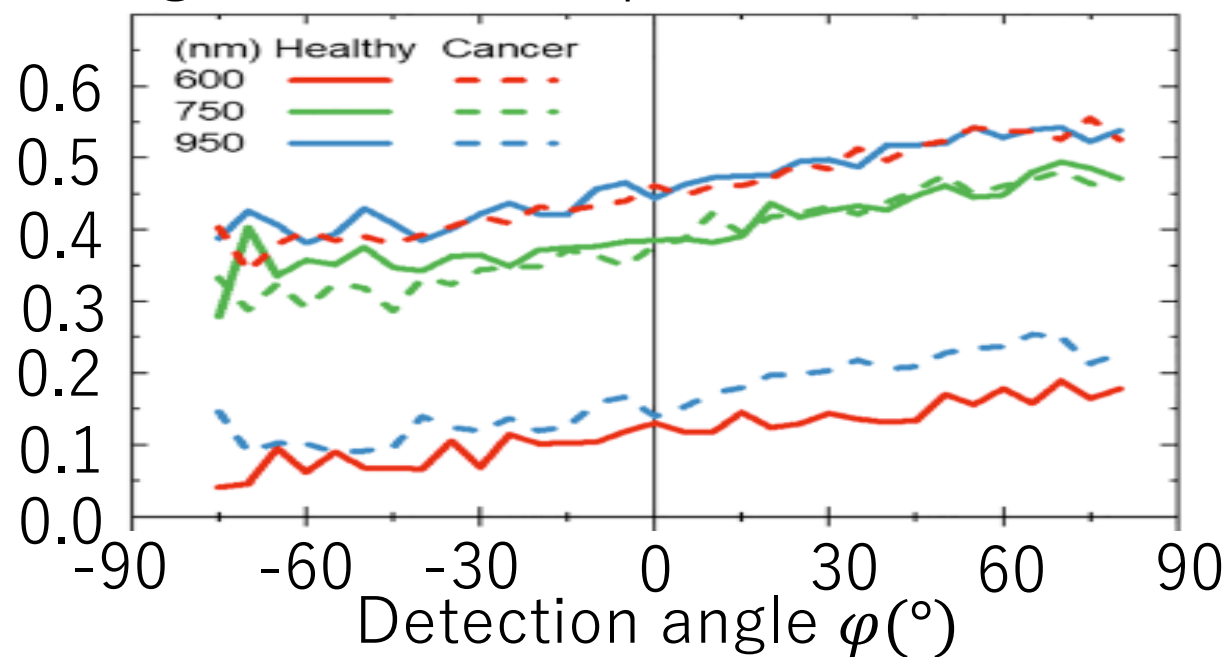
Introduction

健康な細胞核（約 $5.9 \mu\text{m}$ ）は、がん細胞では約 $11 \mu\text{m}$ まで大きくなる。
 先行研究では細胞核を球としてモデル化し、**円偏光が胃がん診断の指標となる可能性が示された**（Nishizawa et al., 2022）



Nishizawa et al. 2022 : Figure3

Degree of circular polarization (DOCP)

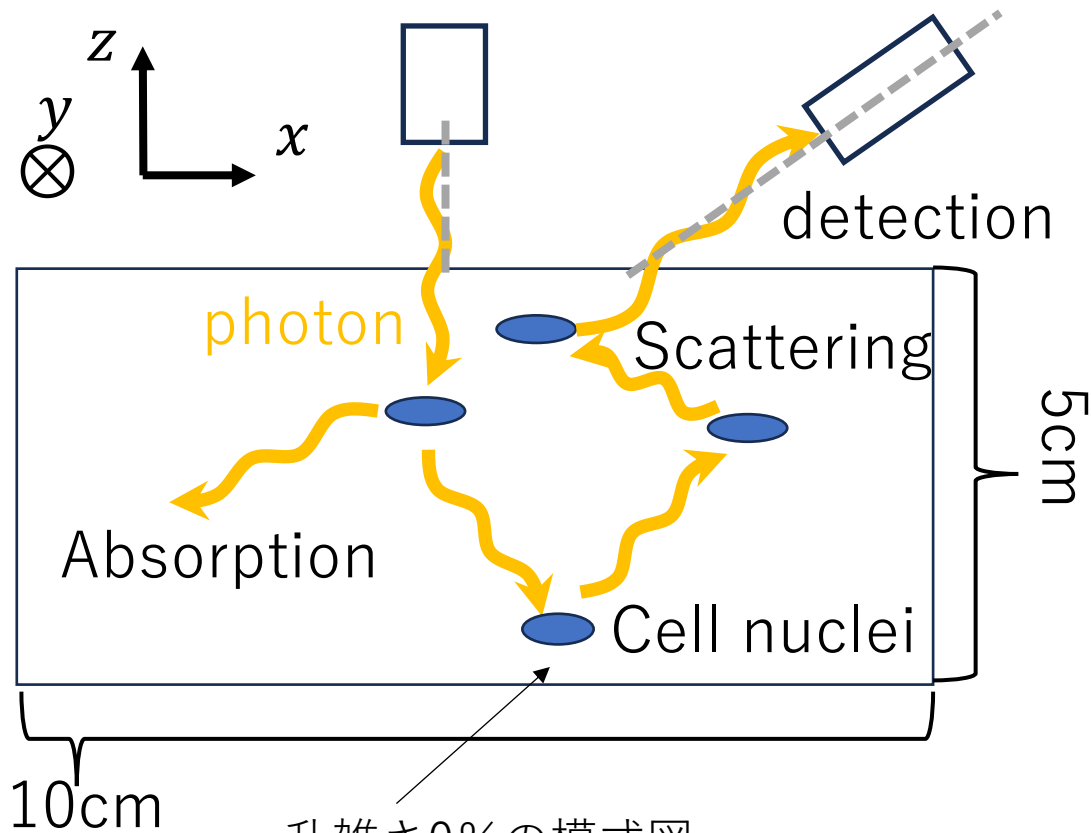


しかし実際の細胞核は不規則で非球形である

➤ **細胞核を楕円体としてモデル化した場合でもがん診断が可能かを検証**

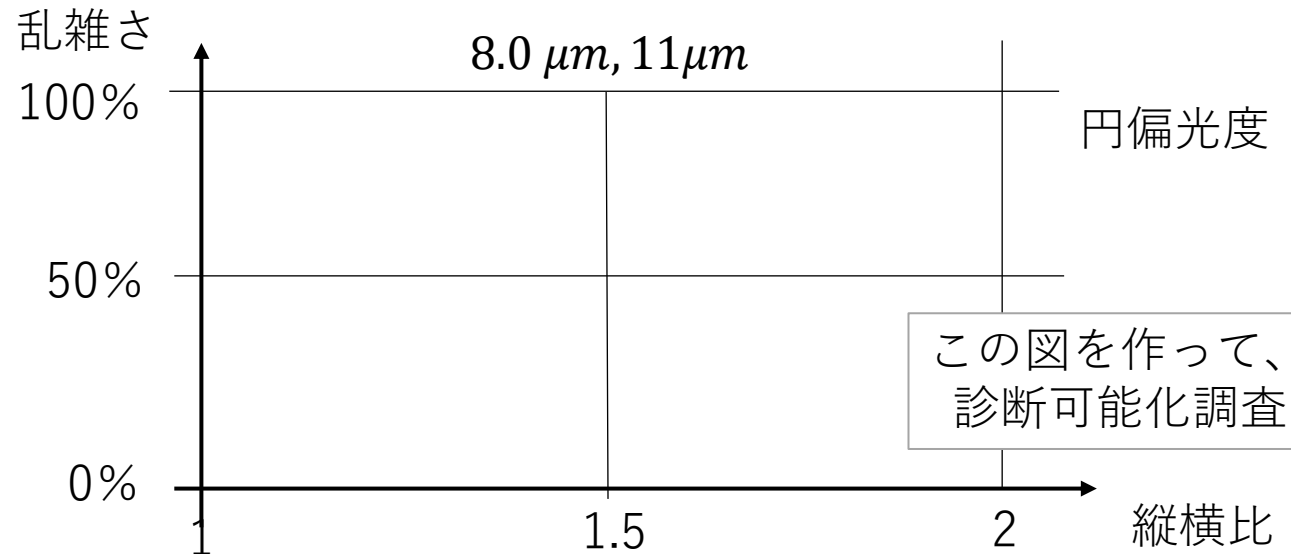
計算のセットアップ

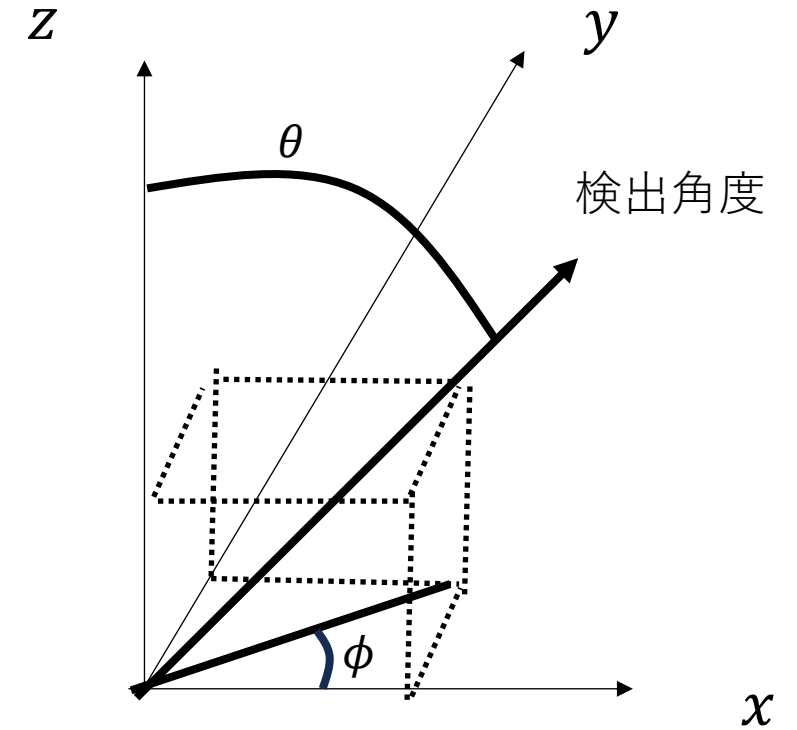
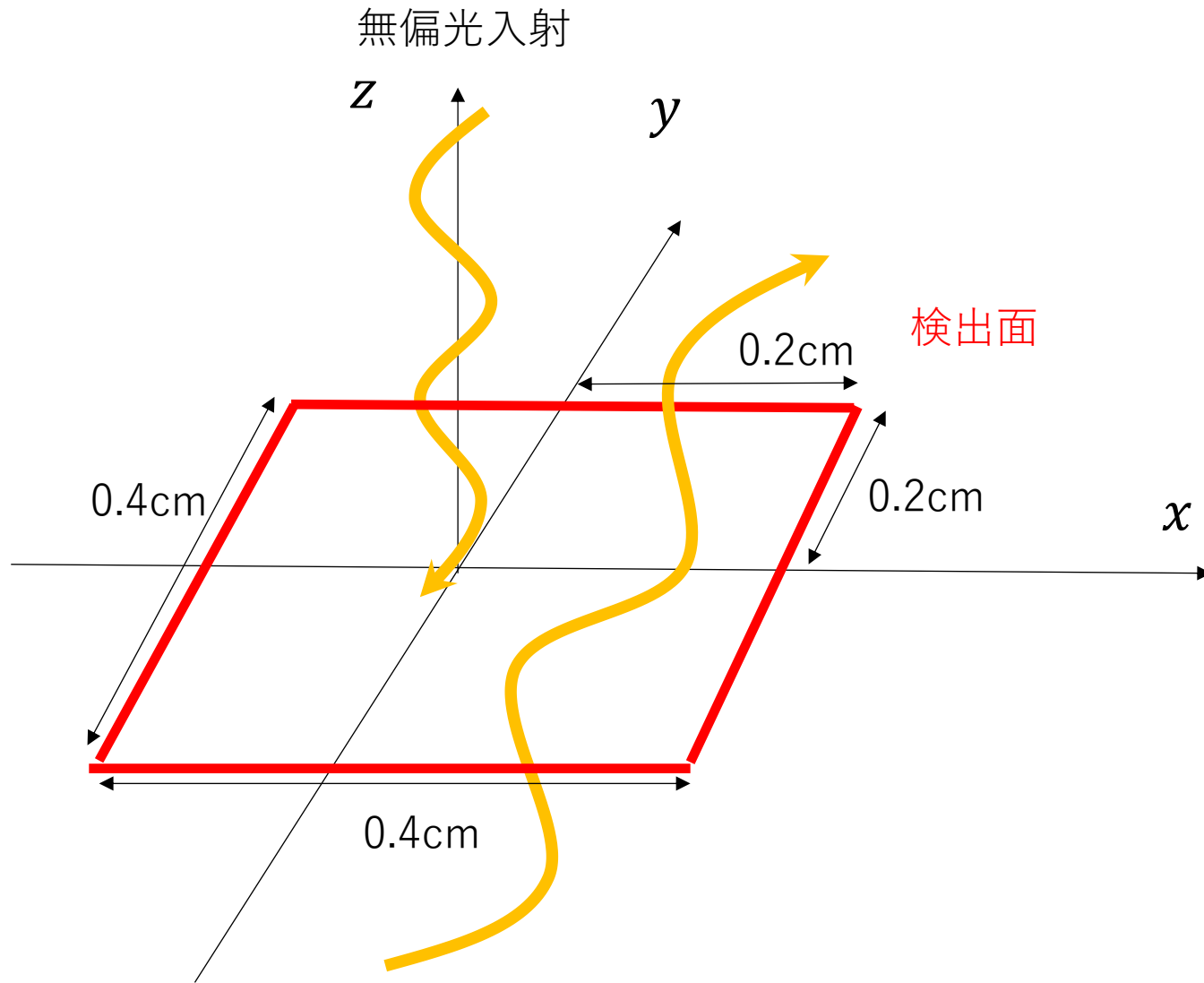
✓ 計算のセットアップ



乱雑さ0%の模式図
乱雑さ100%の場合はランダムに設置

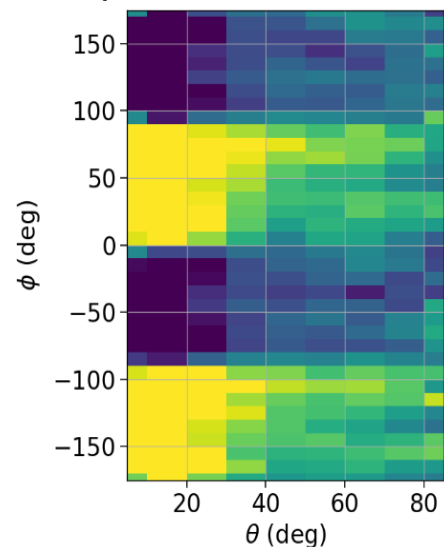
- **無偏光**を入射
- Wavelength : 950nm
- Coefficient(Nishizawa et al. 2022)
- Models:
 - ✓ Healthy : 5.9 μm sphere
 - ✓ Healthy : 6.0 μm x-aligned ellipsoids (1:1.01,1:1.03,1:1.1,1:1.25)
 - ✓ Intermediate : 8.0 μm x-aligned ellipsoids (1:1.25,1:1.5,1:1.75,1:2)
 - ✓ Cancer : 11 μm x-aligned ellipsoids (1:1.25,1:1.5,1:1.75,1:2)



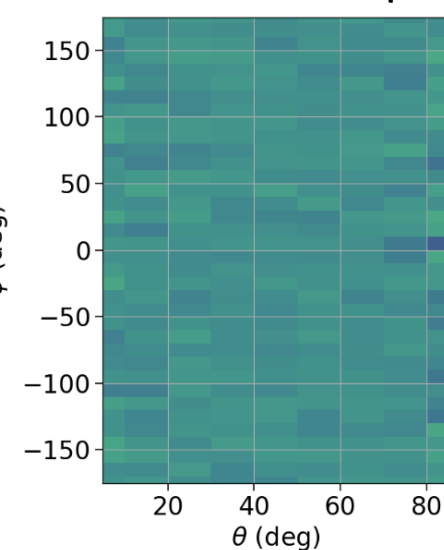


がん診断可能性

正常細胞
($6.0\ \mu\text{m}$ 縦横比 1:1.1)



球の正常細胞 ($5.9\ \mu\text{m}$)



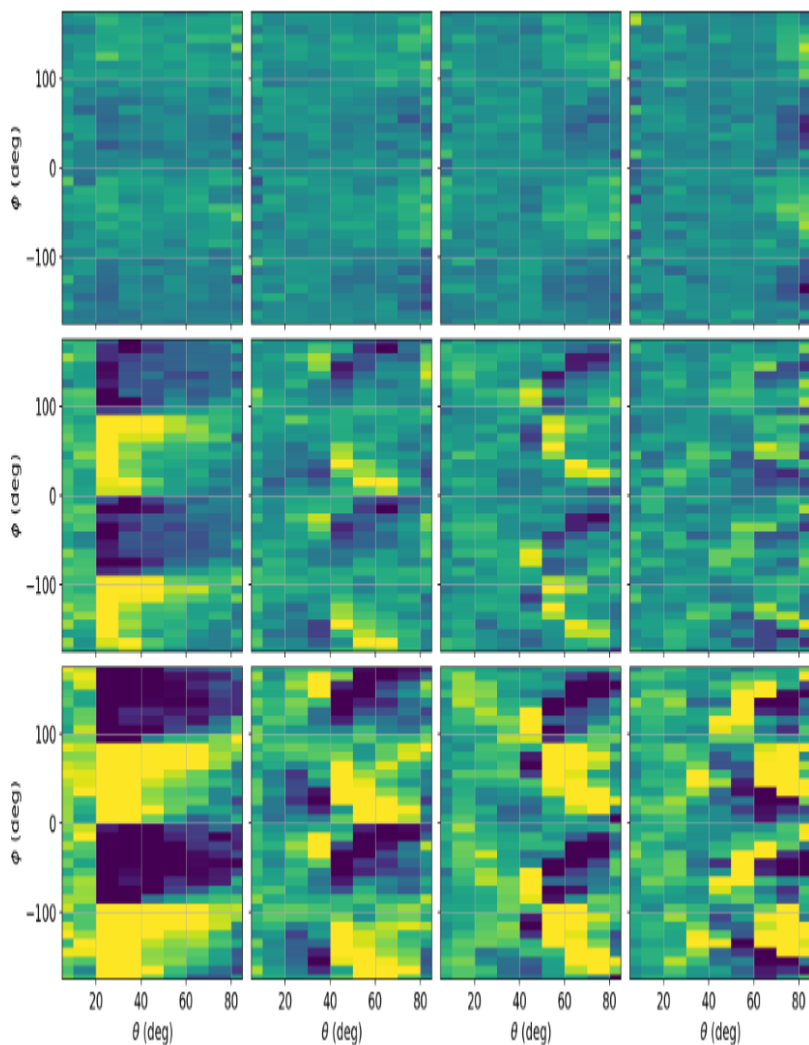
乱雑さ ↑

100%

50%

0%

中間状態(楕円体: $8\ \mu\text{m}$)



1.25

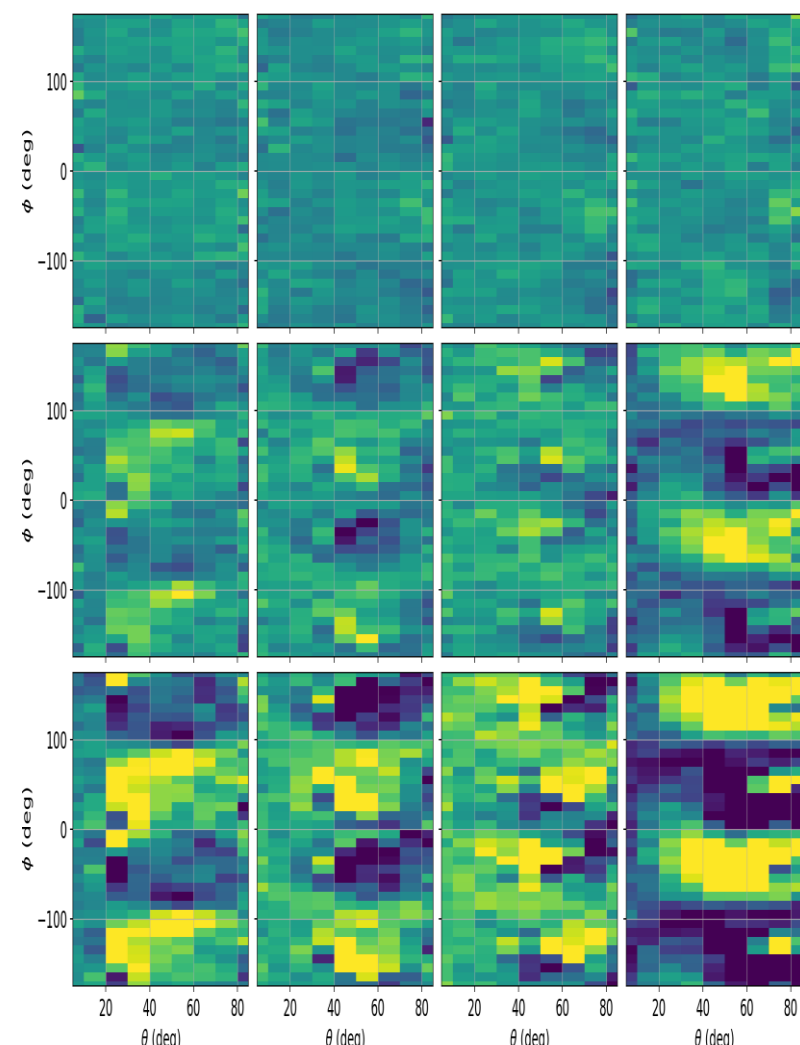
1.5

1.75

2

縦横比

がん(楕円体: $11\ \mu\text{m}$)



1.25

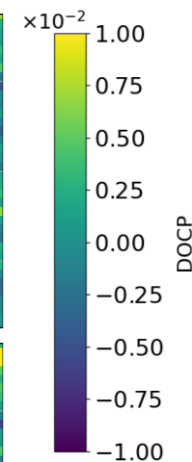
1.5

1.75

2

縦横比

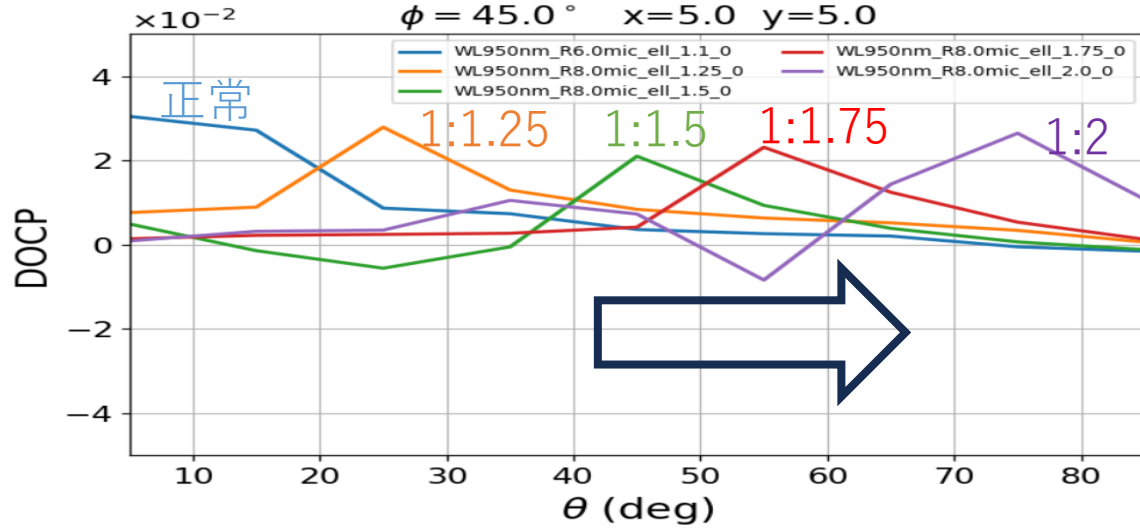
円偏光度



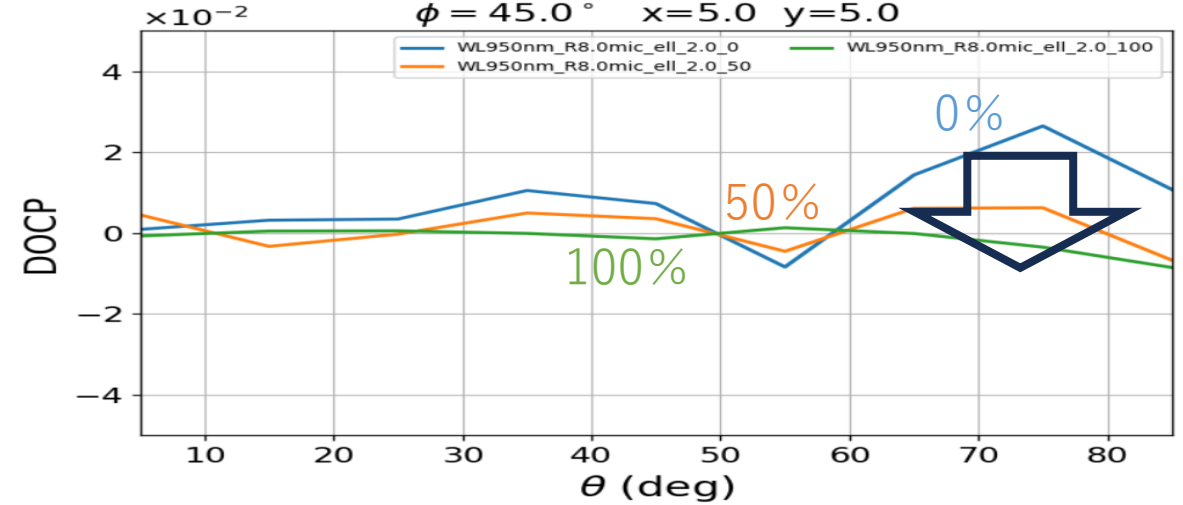
DOCP

どのようにしてがん診断を行うか、

乱雑は0、 $\phi = 45^\circ$ と固定、縦横比の比較

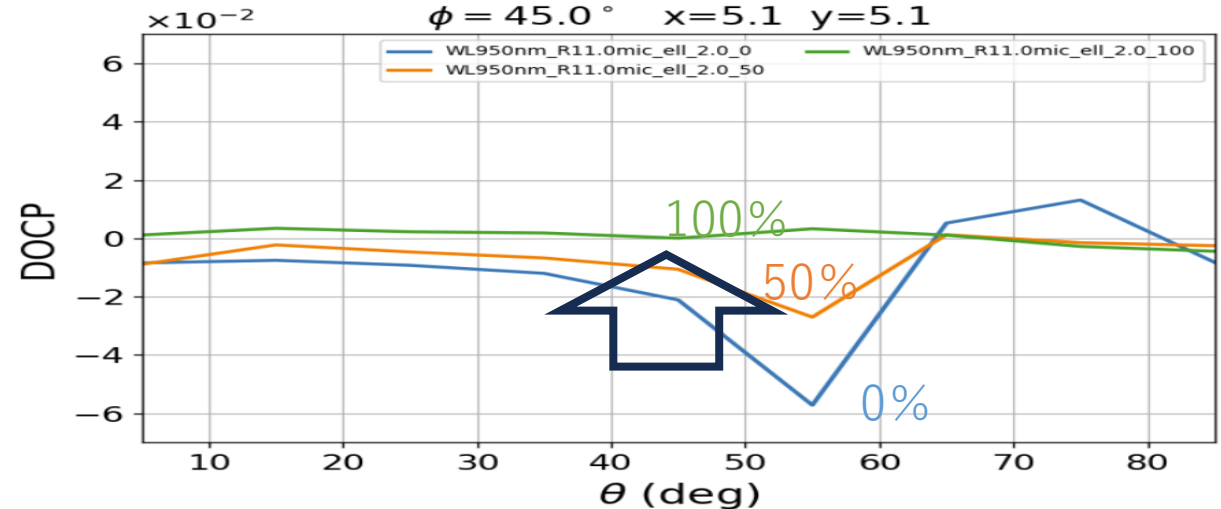
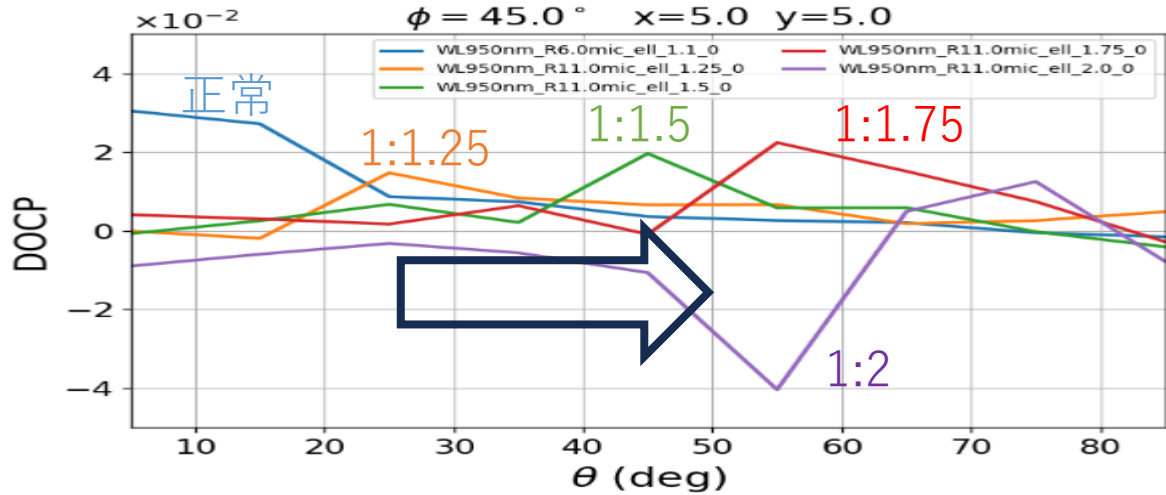


縦横比1:2と固定、 $\phi = 45^\circ$ と固定、乱雑さの比較



中間状態(楕円体: $8\mu m$)

がん(楕円体: $11\mu m$)



縦横比が大きくなるにつれて、円偏光度の絶対値の最大値となる角度が大きくなる(多分サイズによらない)

乱雑さが上がると、円偏光度は下がる(サイズによらない)

- 本研究では、**正常細胞核を縦横比 1:1.1 の整列した楕円体、がん細胞核を縦横比 1:1.25 から 1:2 の楕円体**としてモデル化し、さらに**乱雑さ**も導入することで、**正常から徐々にがん化していく状況**を模した計算を行った。
- その結果、整列した楕円体細胞核でも円偏光は生じ、縦横比が大きくなるほど、**円偏光度が最大となる極角**は大きくなることが分かった。
- また、**乱雑さが大きくなるにつれて円偏光度は低下する**ことが示され、細胞核形状だけでなく配置の乱れも円偏光特性に影響することが分かった。
- 以上より、円偏光の角度依存性や円偏光度を用いることで、**正常からがん化へ向かう変化を段階的に追うことができる可能性**があり、**近赤外がん診断への応用が期待**される。