

近接場ゴーストイメージングへの光コムを導入

進捗報告

光応用計測研究室

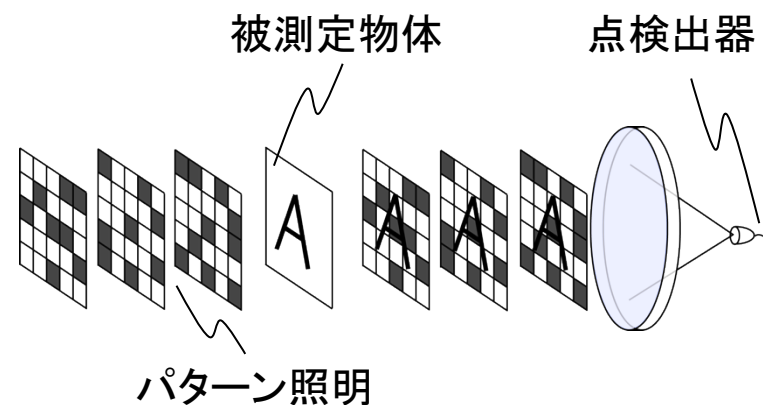
澁谷 九輝

はじめに

ゴーストイメージング (T. B. Pittman *et al.*, *Phys. Rev. A* **52**, 3429, (1995))

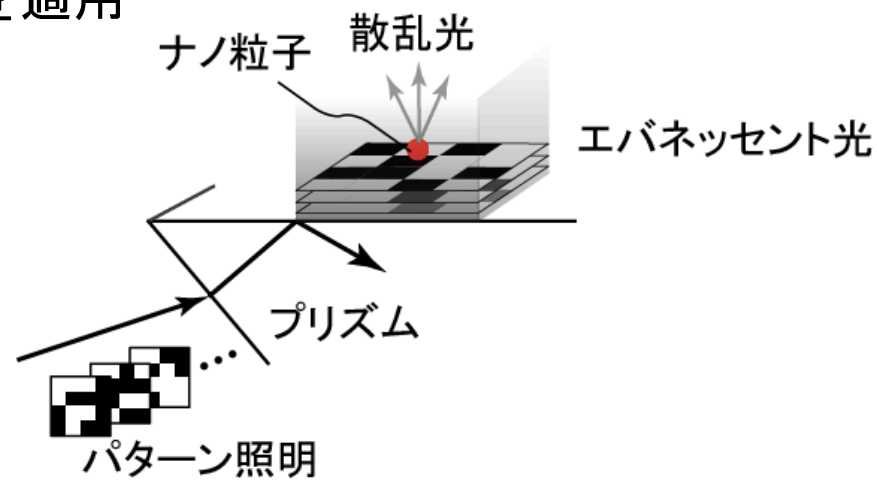
点型検出器を用いた相関イメージング法

- ・パターン照明を用いることによる高感度測定
- ・外乱にロバストな測定が可能
- ・あらゆる波長でのイメージングが可能



ゴーストイメージングにエバネッセント光を適用

- 2次元から3次元に拡張可能
- 高感度な断層イメージング



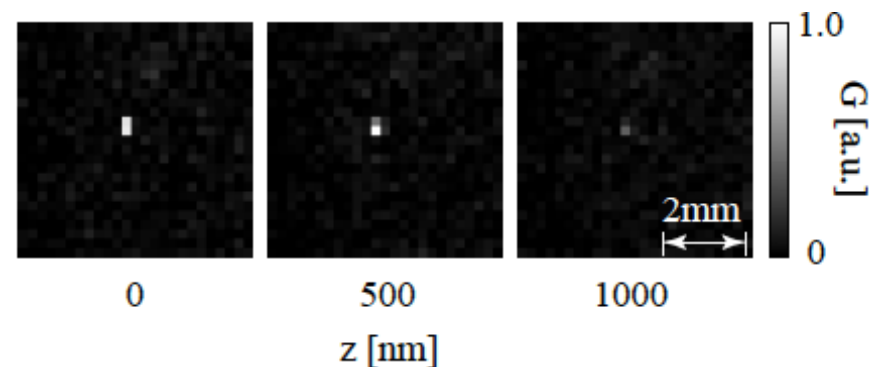
目的

近接場光を用いたゴーストイメージングによるナノ粒子断層マッピング法の開発

白色光を用いた近接場GI

300umのガラスビーズを用いて原理確認

今後の予定: 光学系の最適化
ナノ粒子のマッピング

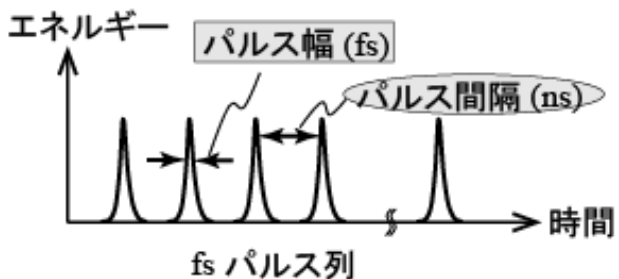


光コムを用いた近接場GI

デュアルコム分光法による高精度分光

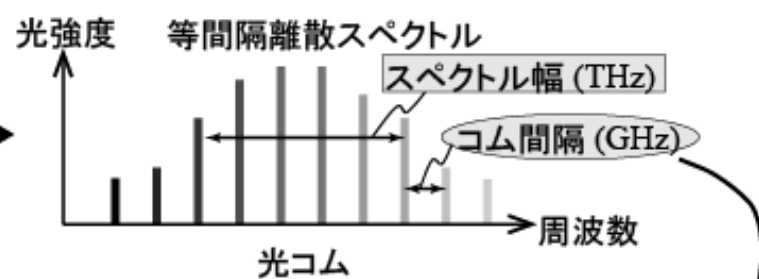
深さ方向の分解能向上が期待できる

時間領域 モード同期レーザー: 高繰り返し安定性



フーリエ変換

周波数領域 デュアルコム分光法: 高精度分光



数 nm 間隔で数千本のレーザー光源が存在していると同義

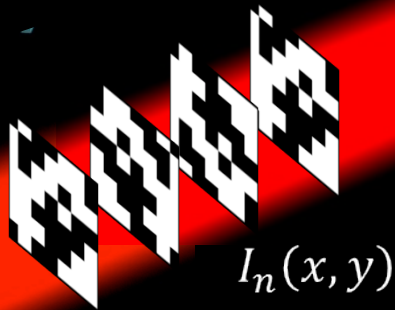
点検出型光相関イメージング手法

ゴーストイメージング

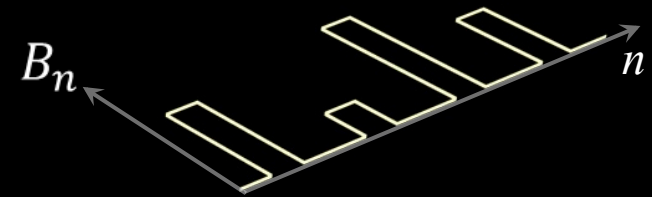
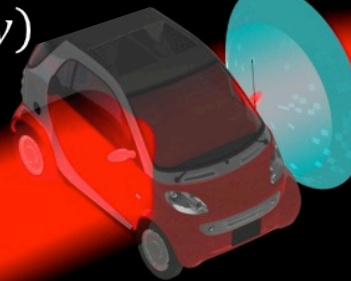
(T. B. Pittman *et al.*, *Phys. Rev. A* **52**, 3429, (1995))

・ランダムパターン照明を用いた相関イメージング手法

プロジェクタを用いた
既知のランダムパターン



$T(x, y)$



$$B_n = \int I_n(x, y) T(x, y) dx dy$$

相関演算

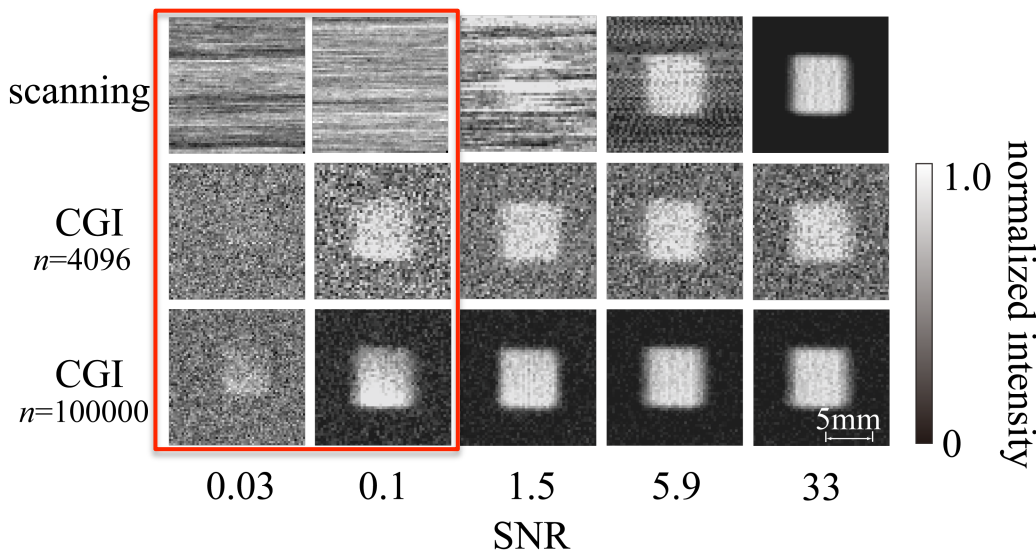
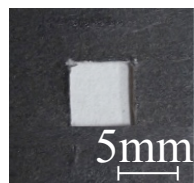
$$G(x, y) = \langle \Delta I_n(x, y) \Delta B_n \rangle$$

$$= \langle [I_n(x, y) - \langle I_n(x, y) \rangle] [B_n - \langle B_n \rangle] \rangle$$

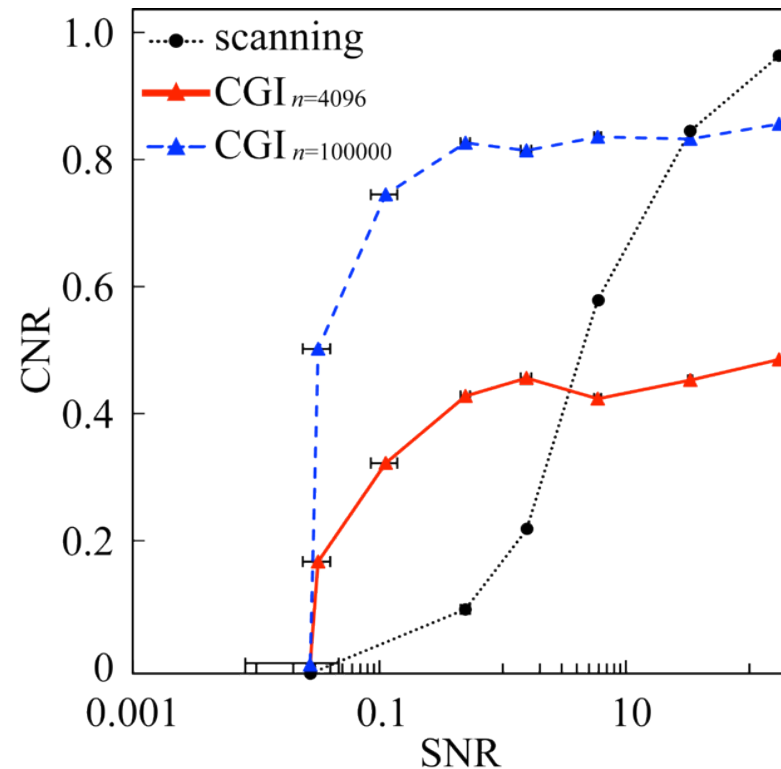
$$= \langle BI(x, y) \rangle - \langle B_n \rangle \langle I_n(x, y) \rangle,$$

(K. Shibuya et al., *Proc. SPIE*, 9225, 4. (2014)).

サンプル: 方形開口



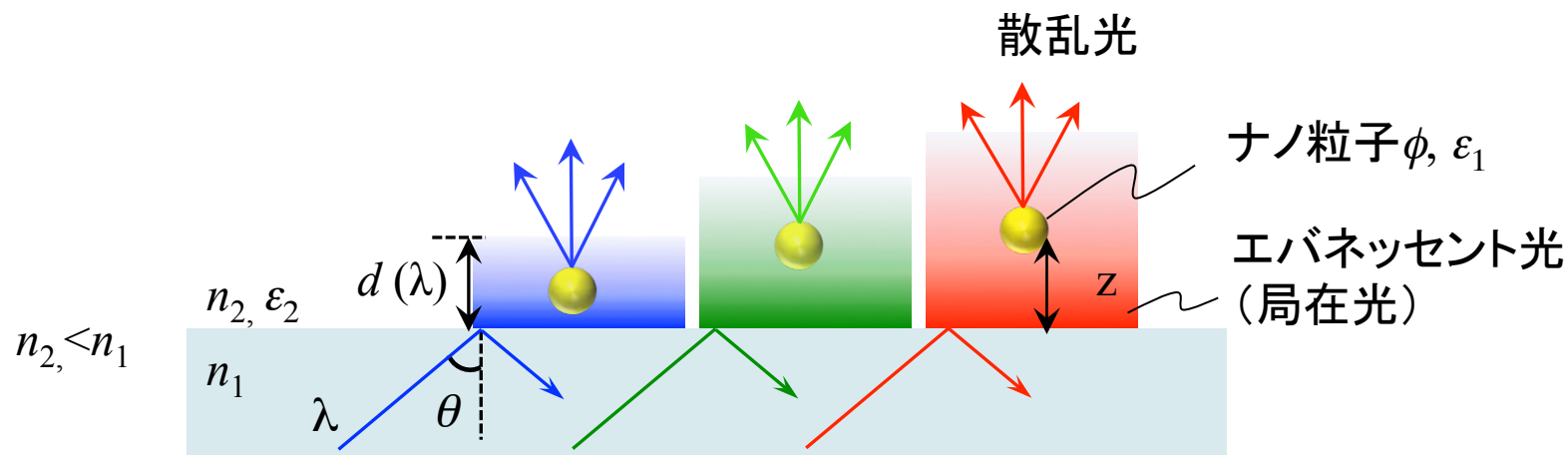
微弱光下における再構成像の比較



可視度の定量評価

積算および相関によるバックグラウンド抑制

高感度な測定が可能



エバネッセント光のしみ出し長 $d(\lambda)$

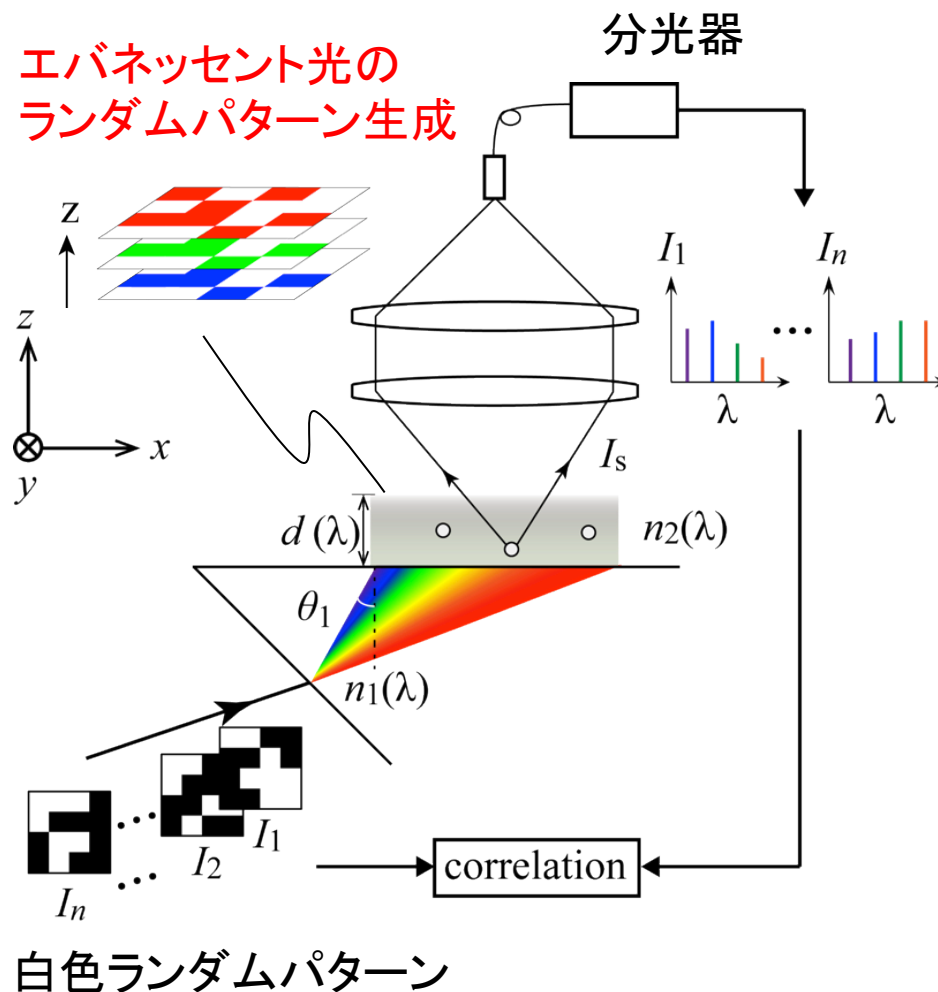
$$d(\lambda) = \frac{\lambda}{4\pi\sqrt{n_1^2 \sin^2 \theta - n_2^2}}$$

単一ナノ粒子による散乱光強度 $I_s(\lambda)$

$$I_s(\lambda) = I_0 \exp\left\{\frac{-z}{d(\lambda)}\right\} \frac{K^4}{6\pi} |\alpha|^2$$

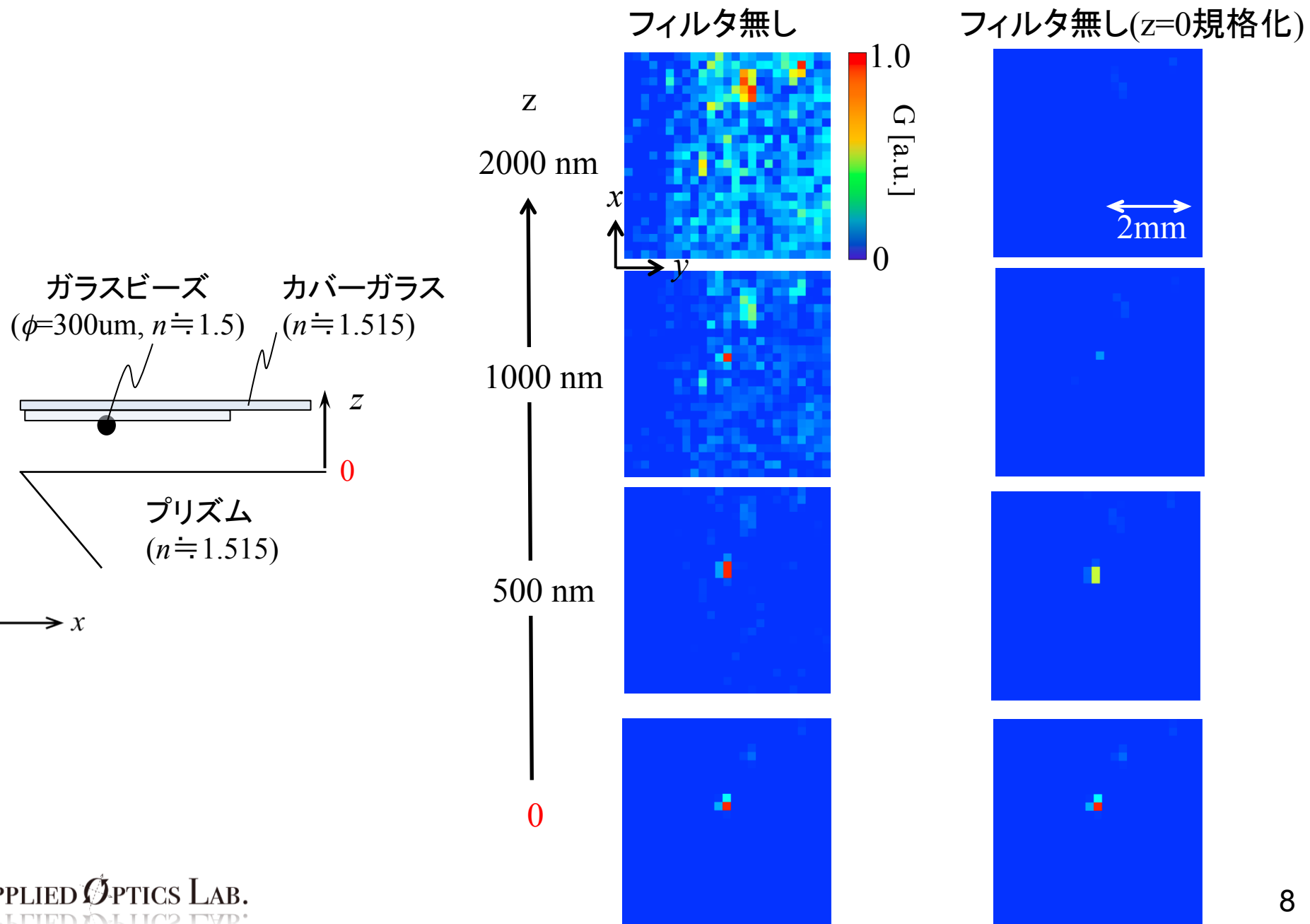
波数: $K = n_2 \frac{2\pi}{\lambda}$

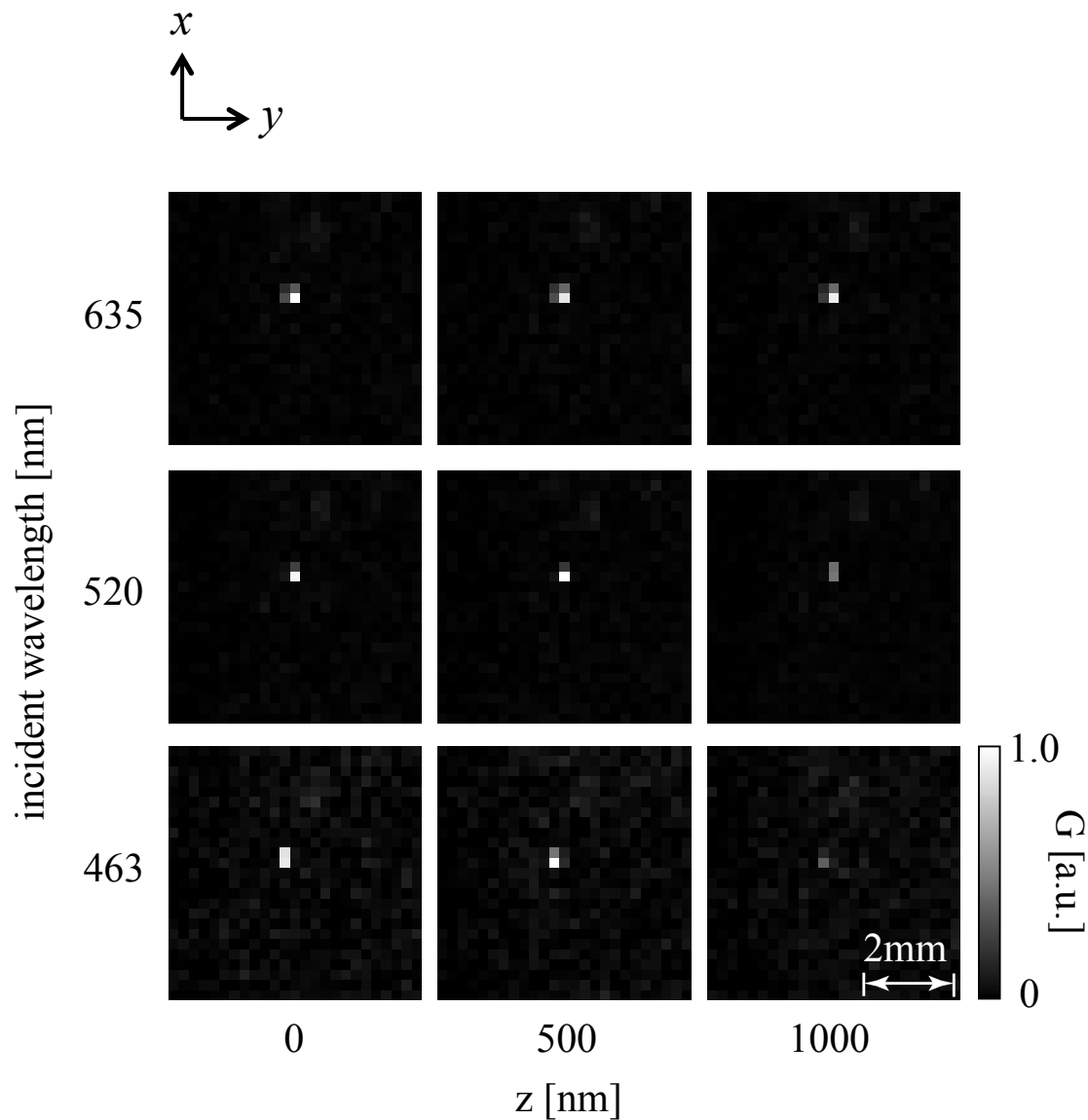
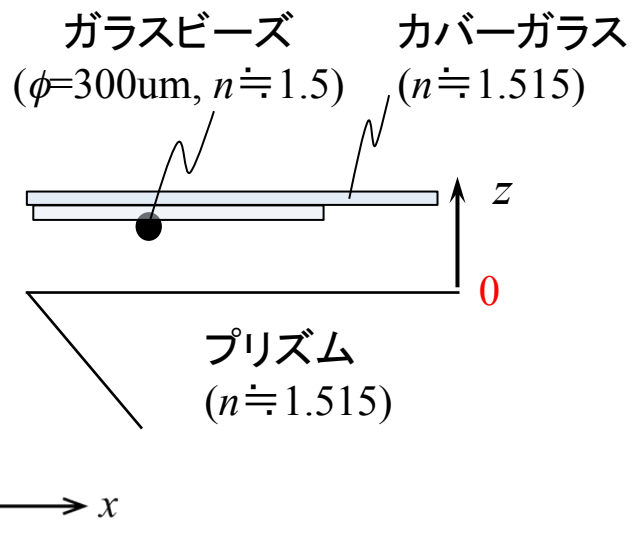
分極率: $\alpha = 4\pi\phi^3 \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 + 2\epsilon_2}$

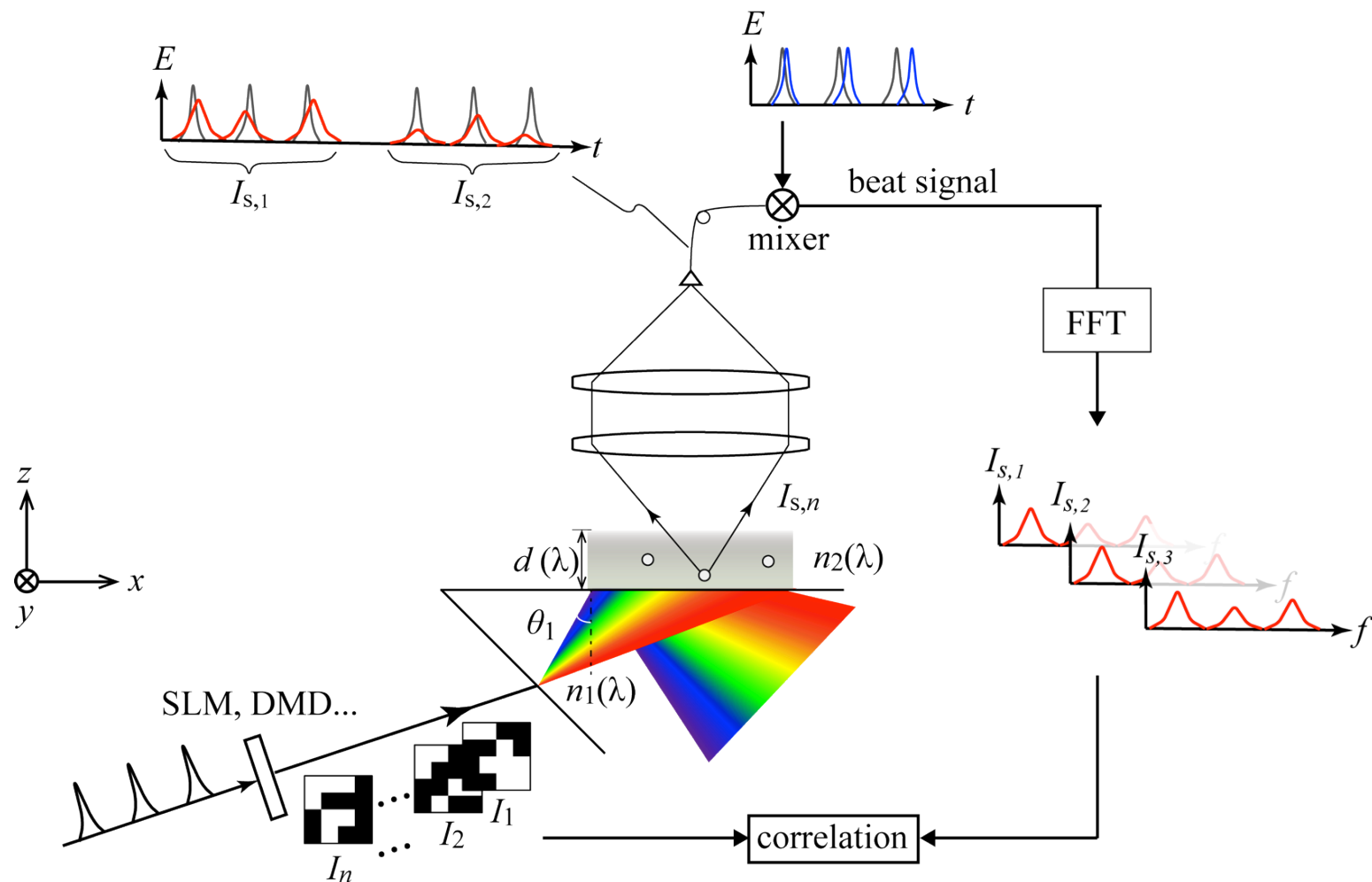


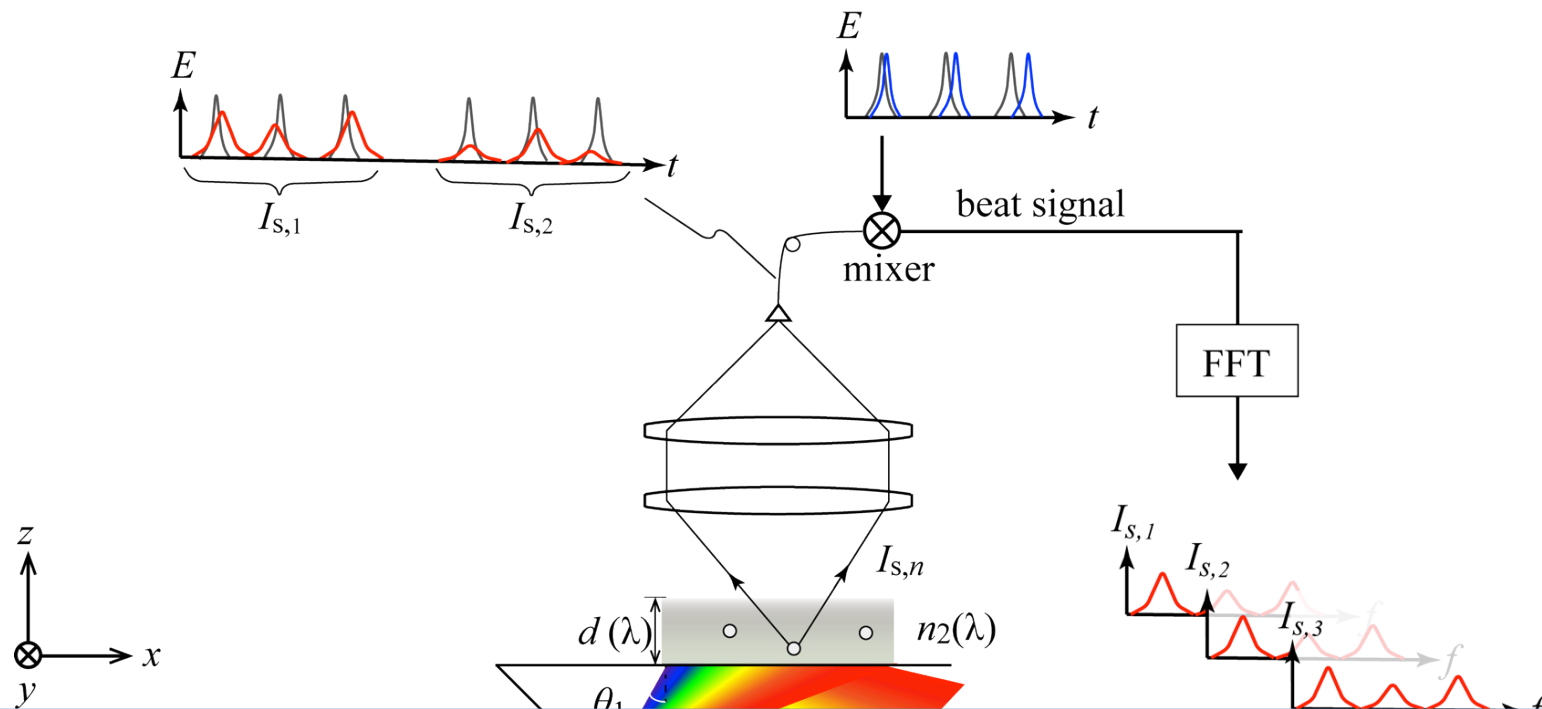
波長ごとの相関関数より断層情報を取得

近接場ゴーストイメージングによるマイクロ粒子マッピング





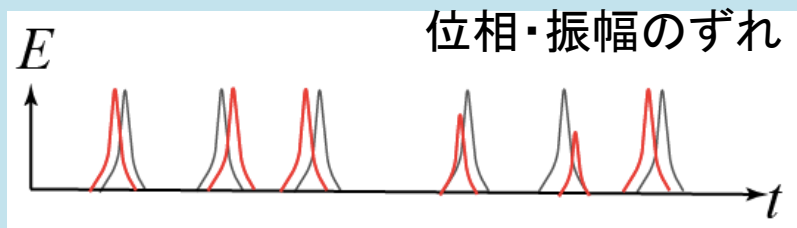




コヒーレンス性の崩れ

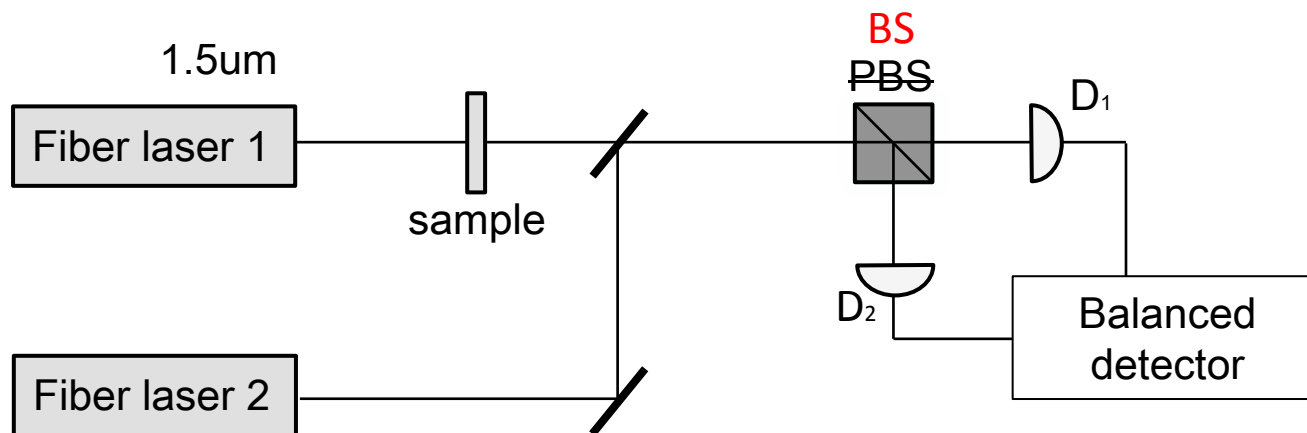
(散乱・蛍光...)

- ・光コムとしての耐性
(散乱体, 蛍光体の測定が可能なのか)
- ・測定精度の検証

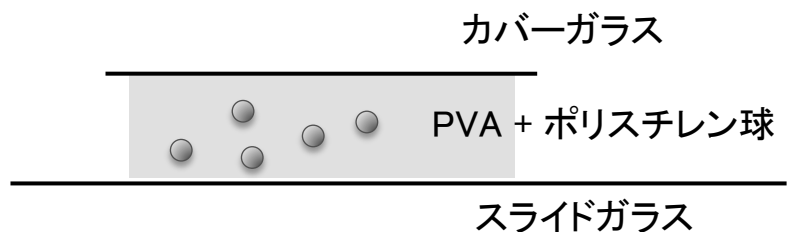


散乱による光コムへの影響の検証

実験装置 (デュアルコム分光法)

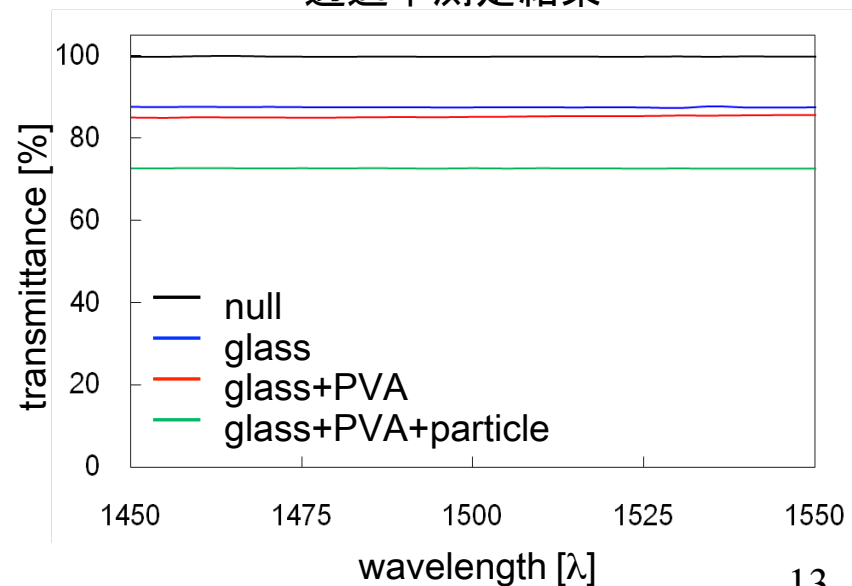


サンプル

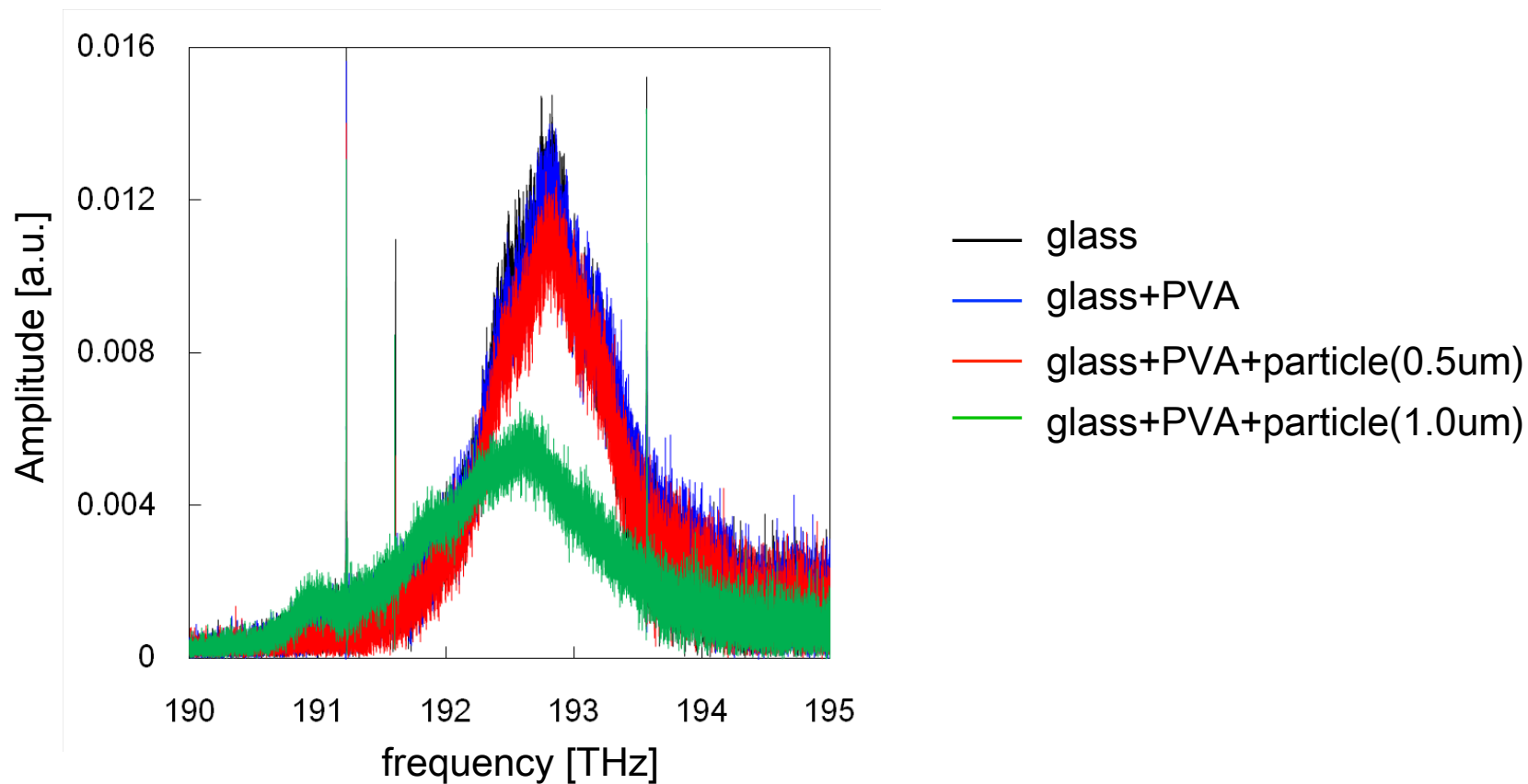


ポリスチレン球 粒径	0.5um, 1.0um
粒子濃度 [個/mm ²]	98×10 ⁶ , 92×10 ⁵

透過率測定結果



散乱による光コムへの影響

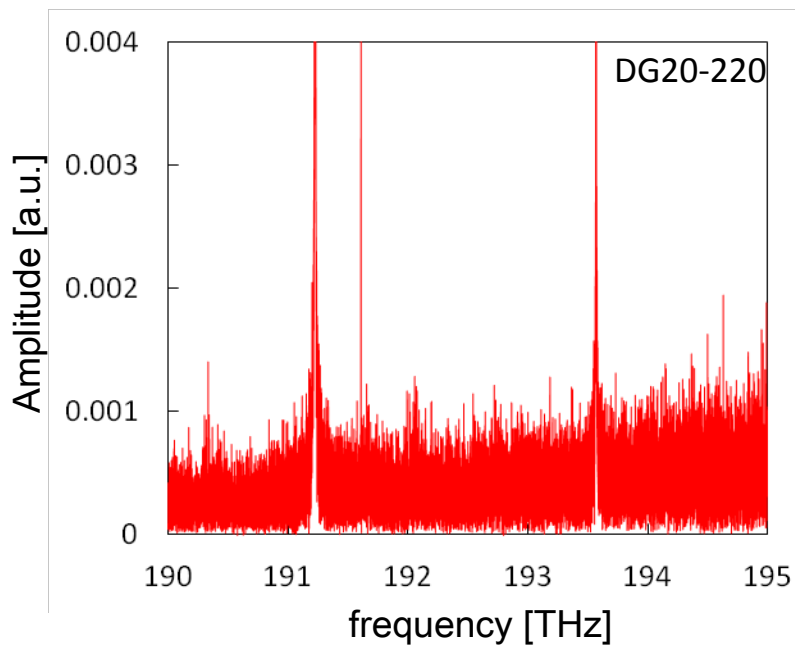
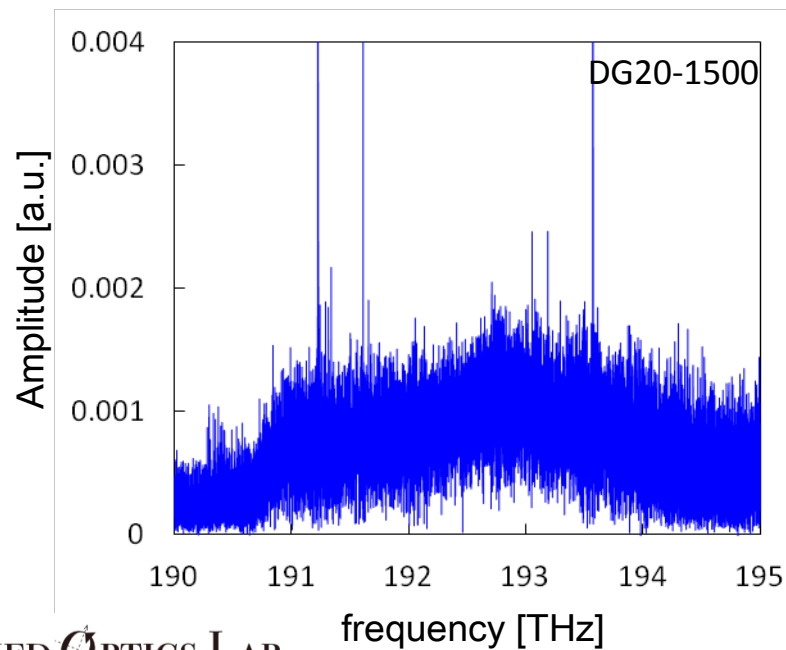
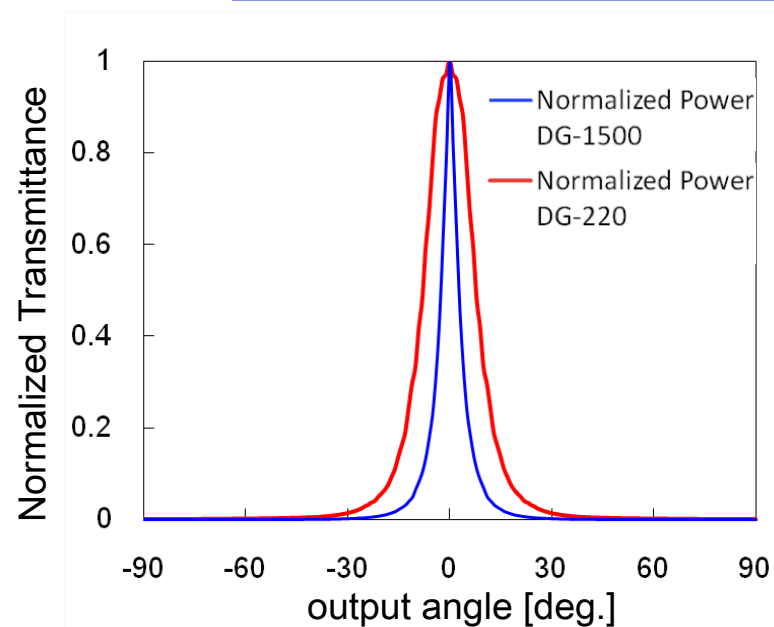


散乱による光コムへの影響

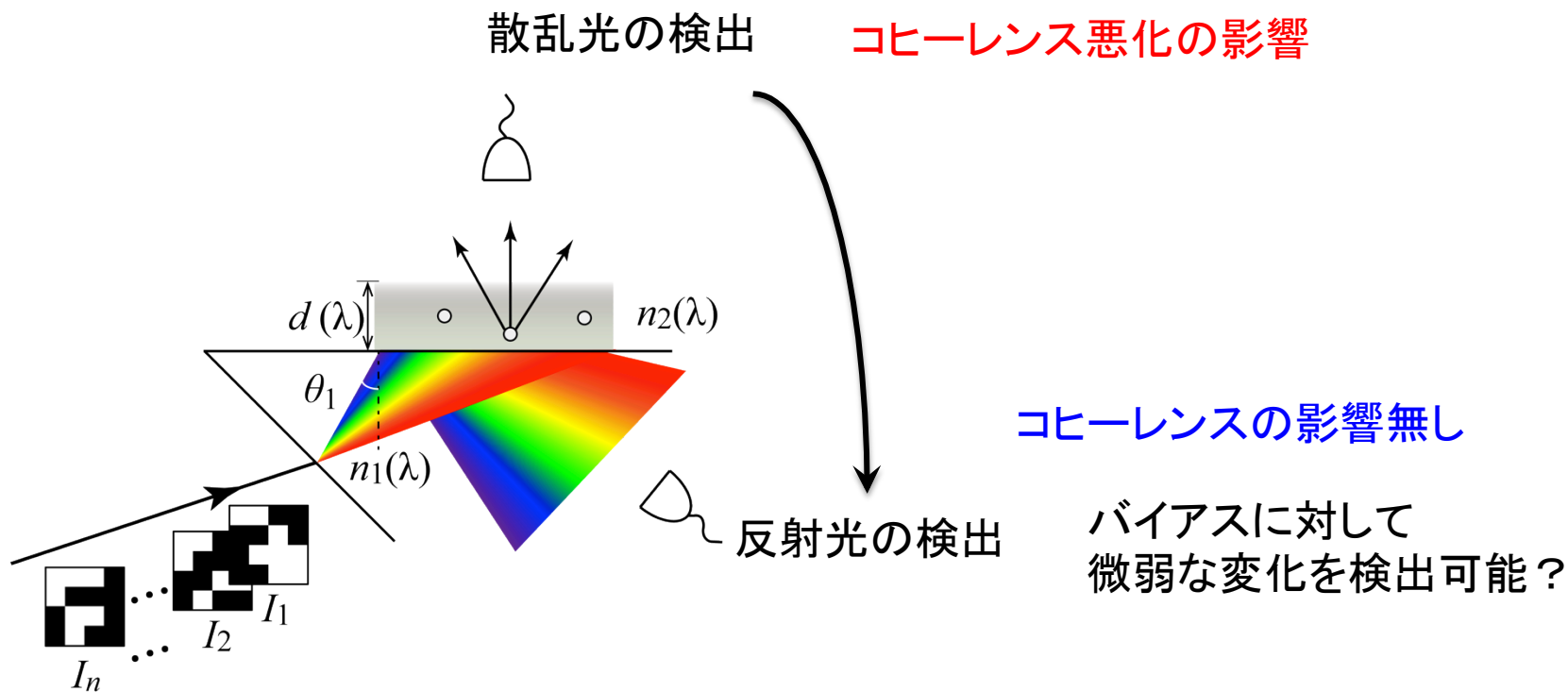
サンプル

すりガラス

粒度	1500, 220
----	-----------



検出方法の検討



まとめと今後の予定

まとめ

デュアルコムを用いた散乱光の影響検証(透過光検出)

- ・ポリスチレン球による散乱

検出光強度低下の影響のみ確認

- ・すりガラスによる散乱

S/N悪化によりコムスペクトル確認できず

今後の予定

- ・散乱係数と光コムスペクトルとの関係確認(散乱光のみを検出)
- ・測定精度・分解能について検証