

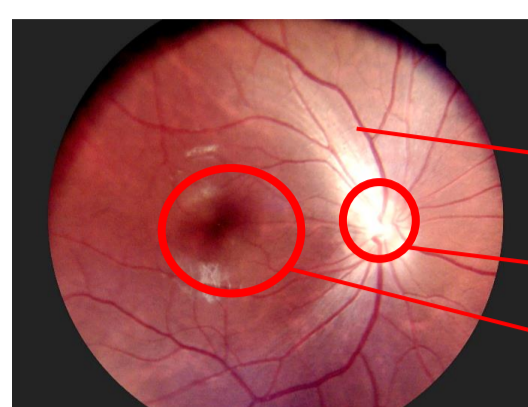
近赤外カラー眼底カメラ

奈良先端科学技術大学院大学 光機能素子科学研究室



概要および目的

眼底カメラ：眼球内部の状態を観察



観察部位	診断可能な病気
網膜血管	高血圧、糖尿病、動脈硬化
視神経乳頭	緑内障、脳圧亢進
黄斑部	黄斑変性

自分撮り可能な小型眼底カメラ

眼科疾患だけでなく生活習慣病への応用も
遠隔医療・AI診断との融合
医師不足地域への貢献

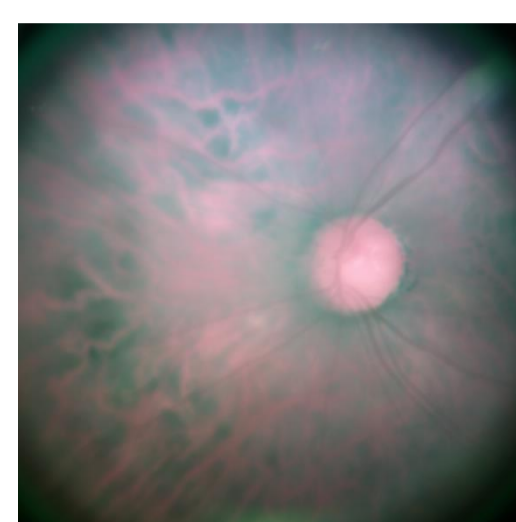
通常の眼底カメラの課題
・撮影時に眩しい光照射
・高速撮像時の光量確保

・医師による撮影
・散瞳剤による瞳孔拡張

セルフィー眼底カメラ（無散瞳）

近赤外光を利用

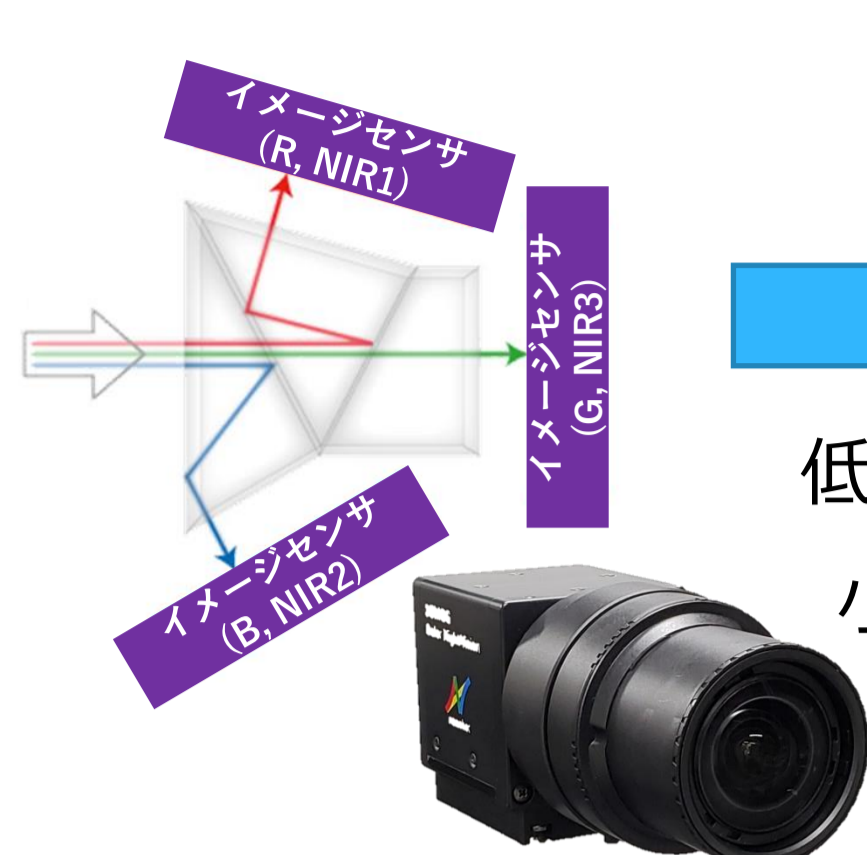
近赤外カラー眼底画像



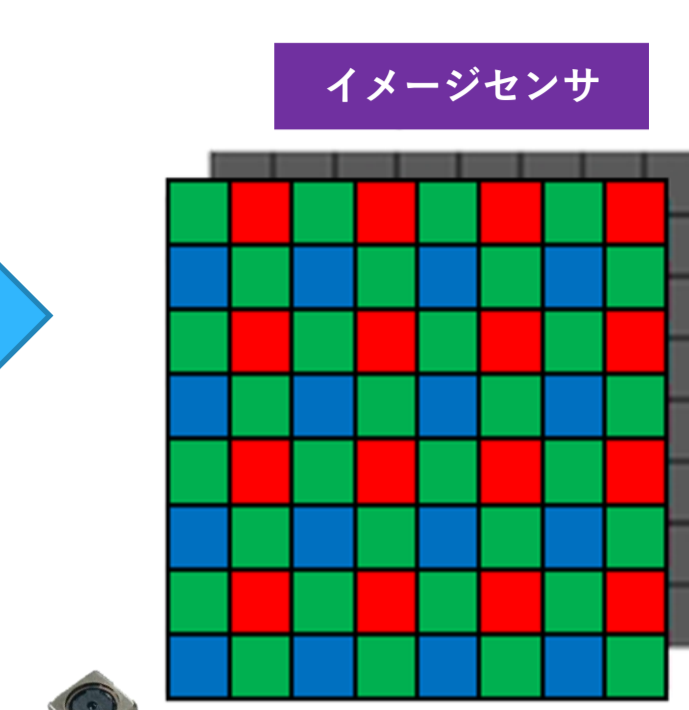
マルチスペクトル近赤外撮像
カラー化画像の生成

単板式近赤外カラーイメージセンサの開発

3板式カメラ



単板式



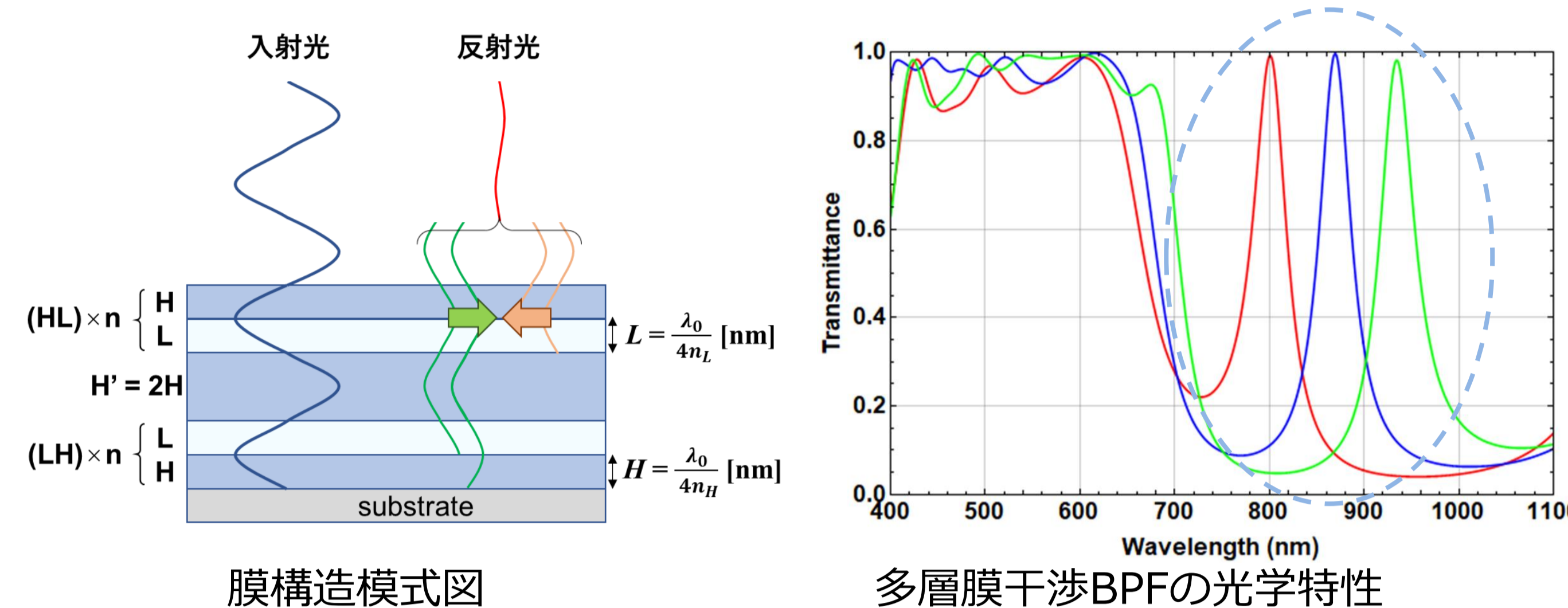
スマートフォンサイズの
小型眼底カメラに向けて



(イメージ図)

低コスト
小型化

多層膜干渉Fabry-Perotフィルタ膜構造



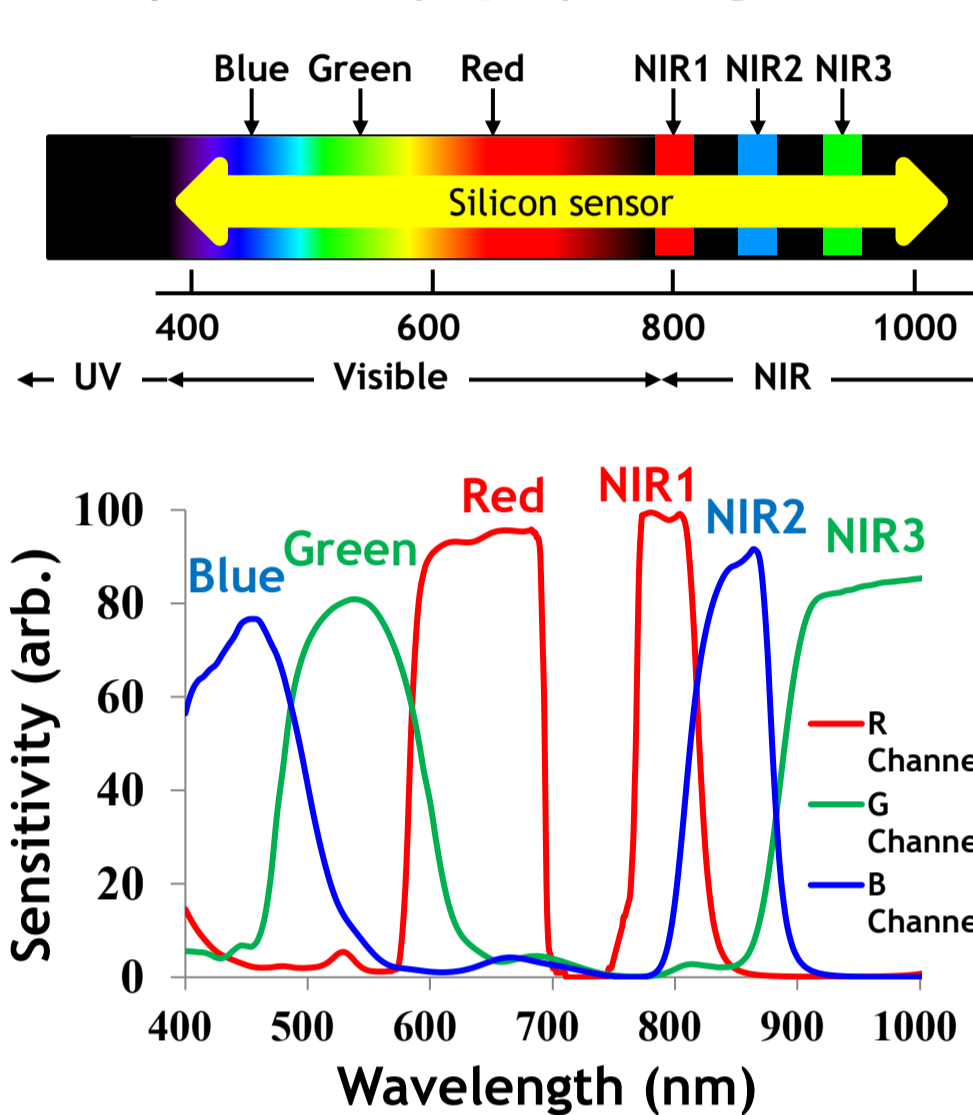
膜構造模式図

多層膜干渉BPFの光学特性

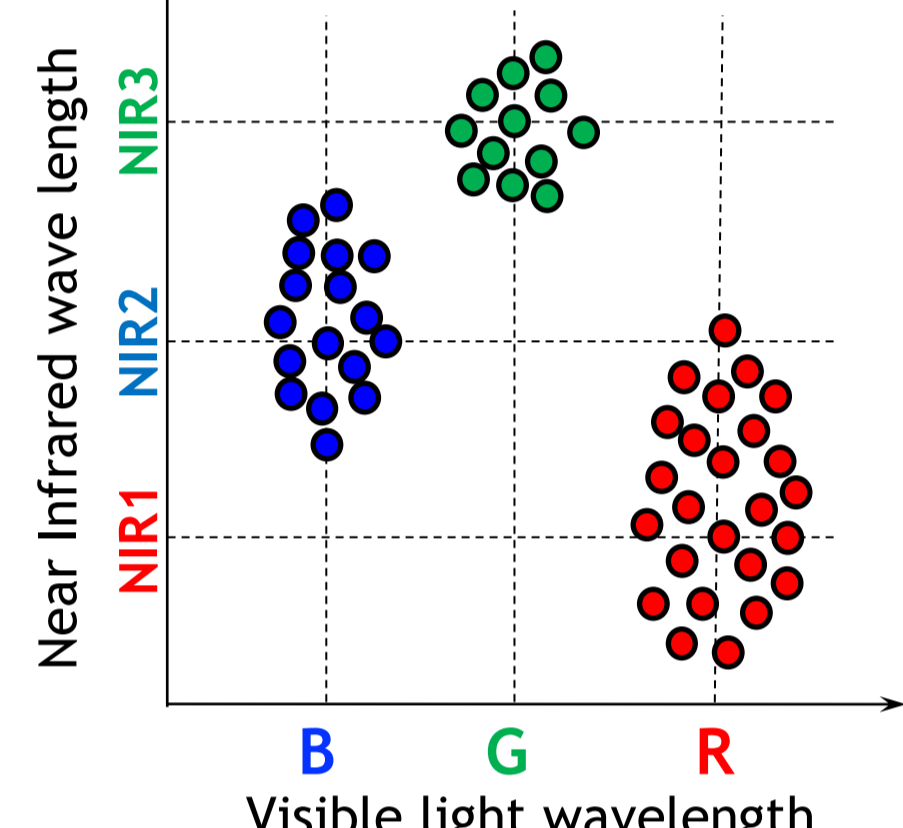
$\lambda/4$ 波長厚誘電体多層膜の中間層(スペーサ)の膜厚調整で
透過光の波長域を制御

近赤外カラー化画像取得技術

近赤外カラー化技術の原理



様々な物質の反射の相関
(可視光 vs. 近赤外光)

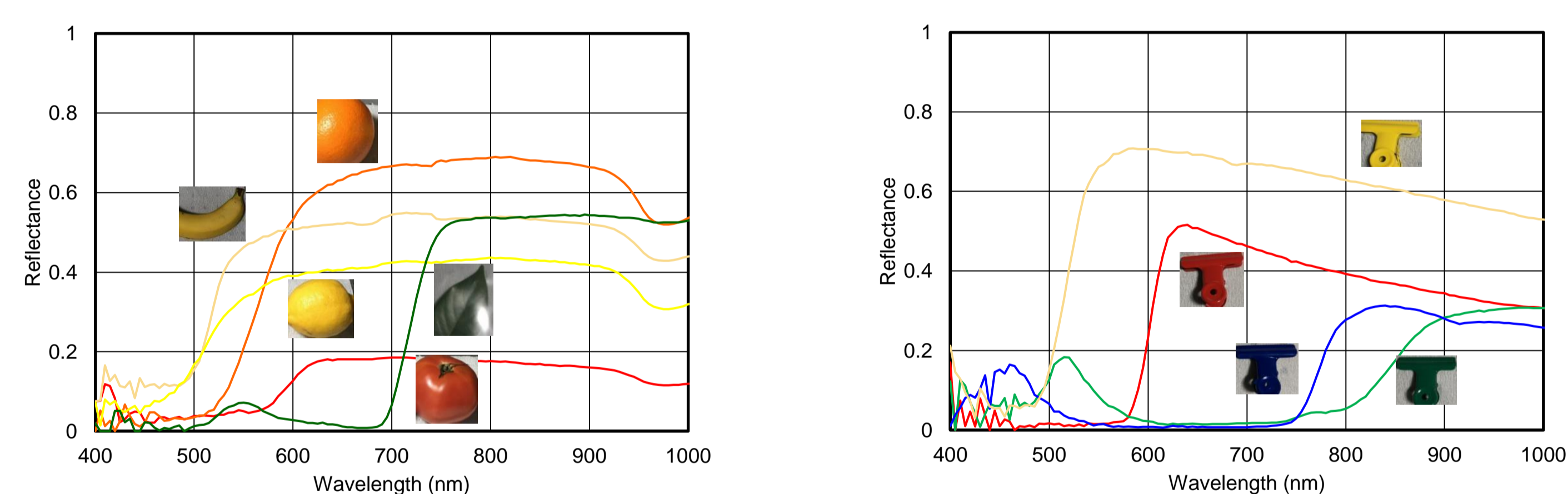


NIR1 (800 nm) → R
NIR2 (870 nm) → B
NIR3 (940 nm) → G



http://nanolux.co.jp/technology.html

反射スペクトルの例



近赤外モザイク状バンドパスフィルタの作製と評価

誘電体多層膜 Fabry-Perot 構造

入射光 反射光

打ち消し合う

スペーサ

基板

基準波長周辺に狭帯域の透過特性

フォトリソグラフィとエッチングによるモザイク BPF 作製プロセス

ガラス基板 → 前半成膜 → パターニング (1回目) → パターニング (2回目) → 後半成膜

モザイクフィルタ

近赤外カラー撮像可能なモザイクBPFを作製

近赤外カラー眼底カメラ光学設計

撮像対象 (眼球)

両凸非球面レンズ

プレート型ビームスプリッター

遮光環

カメラレンズ

照明光

眼底からの反射光

コンデンサレンズ

近赤外LED (3波長)

拡散板

偏光フィルム

近赤外カラーカメラ

3波長近赤外LED

画素位置合わせとUV硬化樹脂による接着

モザイク多層膜干渉BPF

顕微鏡

イメージセンサ (5.5mm x 2.2mm)

可動式ステージ

PAD保護用ポリイミドテープ

浸入

UV硬化樹脂

搭載前

搭載後

センサの外観

搭載後センサ画素拡大図

搭載後断面構造

ガラス基板

BPF

UV樹脂

イメージセンサ

PD

作製したセンサを組込んだカメラで撮影
→ デモザイクング (補間) 処理により高解像度化

補間のカーネル

デモザイクング処理

固視微動のトラッキング・高画質化

眩しくないため動画取得が可能

動画トラッキング→位置補正→画像積算
→デコンボリューション (眼底組織散乱の影響を低減)

固視微動の様子
(赤線：横方向の動き, 青線：縦方向の動き)

1フレーム画像

100フレーム積算画像

デコンボリューション画像

各波長画像への分解

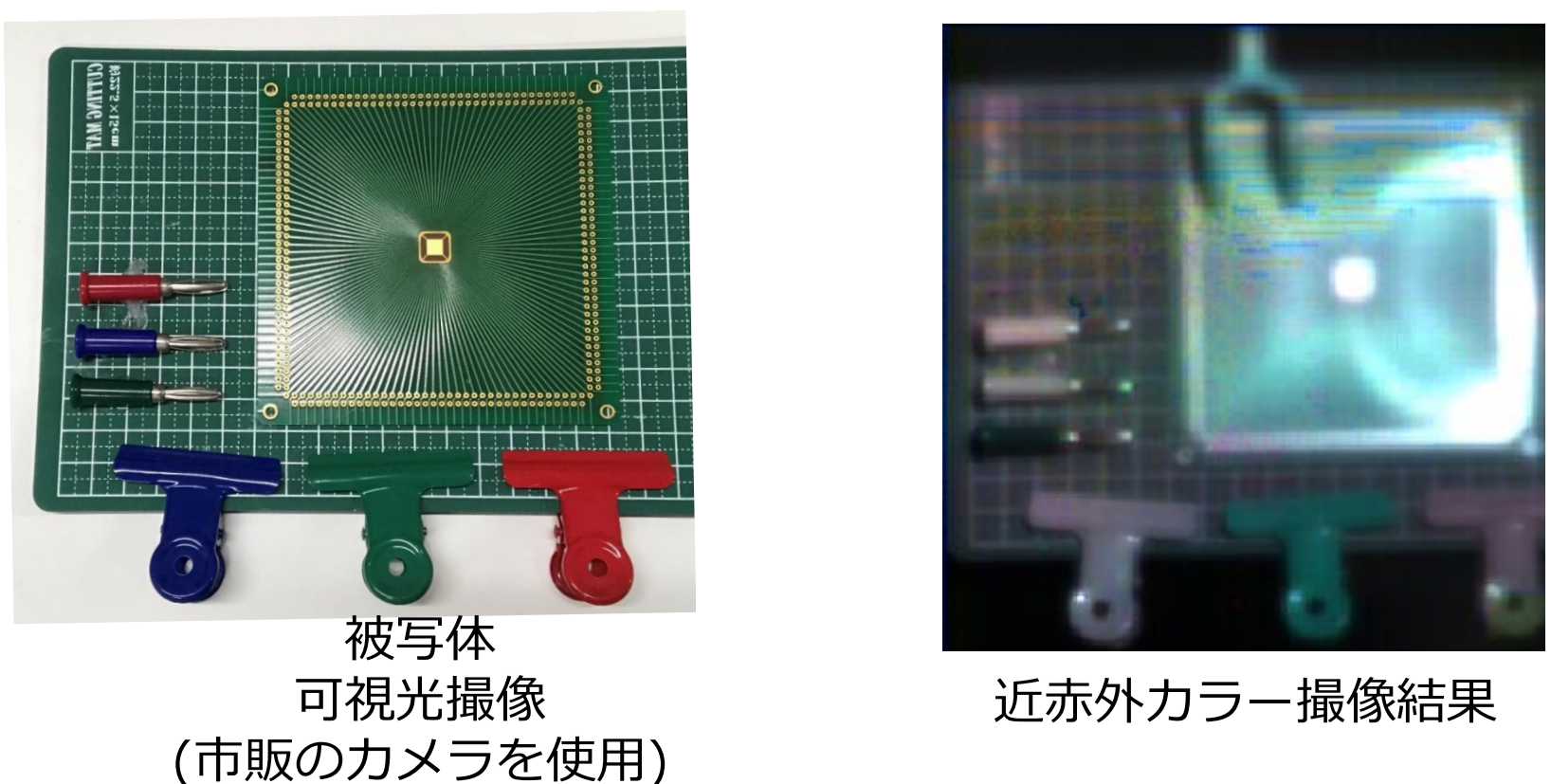
NIR1(R)画像

NIR2(B)画像

NIR3(G)画像

視神経乳頭部をエッジ検出し動きを追跡

近赤外光用モザイク多層膜干渉バンドパスフィルタ (BPF) によるカラー撮像



近赤外用モザイクBPF
搭載センサでの
カラー撮像に成功