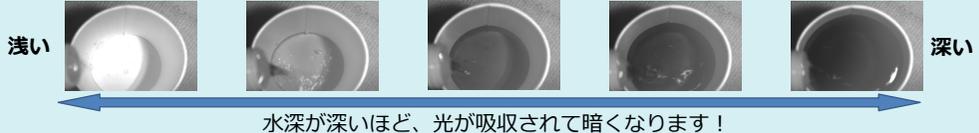


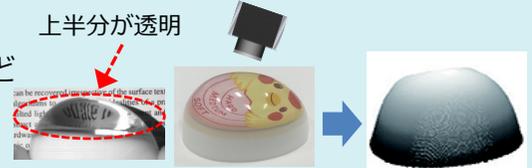
どんな研究？

近赤外線が水に吸収される特性を利用した物体の三次元の再構成を行います
カップに水をそそいでいる場面を赤外線カメラで撮影すると...

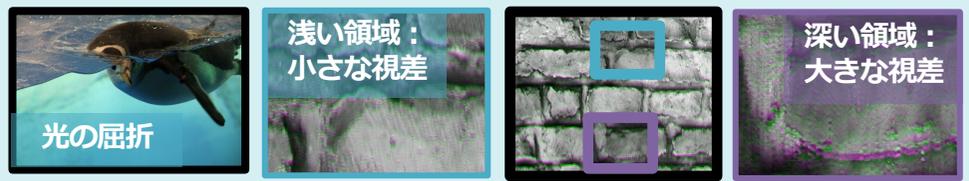


水深が深いほど、光が吸収されて暗くなります！

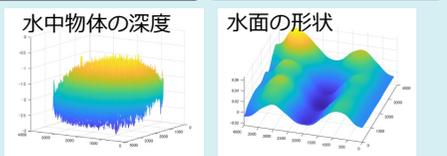
吸収特性を活用すると・・・
半透明や表面下散乱を起こす素材など
反射特性が特殊な物体の形状が
分かります！



屈折する光の向きが波長によって変わる特性を利用した深度推定を行います



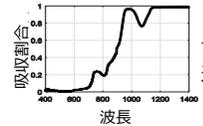
屈折する光の道すじを画像から計算することにより、屈折面の形状とその奥にある対象の深度を同時に推定します
→水面が平らでなくても適用可能！



吸収特性を活用した手法の研究内容

1. 水による光の吸収

ランベルト・ベールの法則：
媒質による光の吸収を定式化
 $I = I_0 e^{-\alpha l}$
 I : 媒質を通過後の光量、 I_0 : 媒質を通過前の光量
 α : 吸収係数、 l : 媒質の長さ



<水による光の吸収割合>
可視光域の光は水にほとんど吸収されませんが
近赤外線の光は水に強く吸収されます

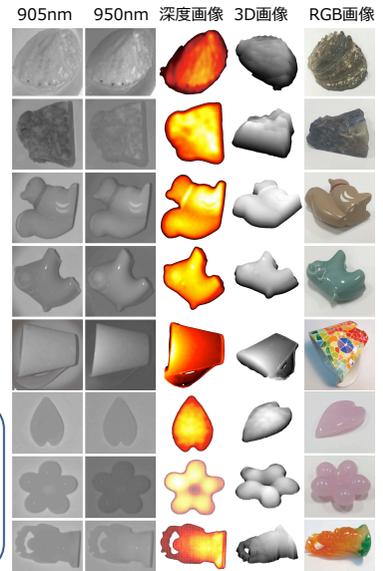
2. 2種類の近赤外線情報を活用

カメラが取得した光量は
 $I(\lambda_1) = r(\omega)s(\lambda_1)I_0 e^{-2\alpha(\lambda_1)l}$
 $I(\lambda_2) = r(\omega)s(\lambda_2)I_0 e^{-2\alpha(\lambda_2)l}$
反射特性 $s(\lambda_1) \approx s(\lambda_2)$ であると仮定すると
水深 l は次のように推定できます

$$l \approx \frac{1}{2(\alpha(\lambda_2) - \alpha(\lambda_1))} \ln \frac{I(\lambda_1)}{I(\lambda_2)}$$

I : 水を通過後の光量、 I_0 : 水を通過前の光量
 α : 水の吸収係数、 l : 水深
 s : 反射特性、 r : 幾何学特性

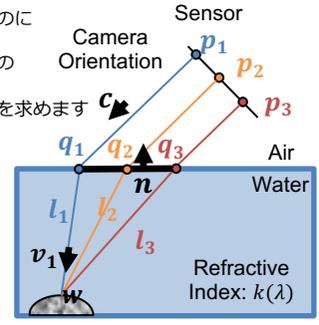
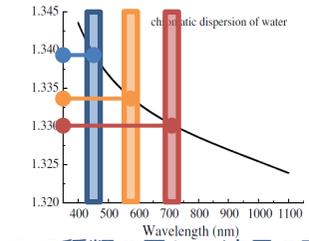
様々な材質の反射特性をのデータベースを作成
↓
反射特性 $s(\lambda_1) \approx s(\lambda_2)$ となることを発見！
3波長情報から反射特性を考慮した推定も可能



屈折特性を活用した手法の研究内容

1. 水による光の屈折

空気中から水中など、屈折率の異なるものに入射する光はその境界で屈折します
その際に屈折率(どの程度屈折するか)の値が波長によって異なることを利用して
境界面の形状とその奥にあるものの深さを求めます



CGによるシミュレーション 実システムによる実験



2. 3種類の異なる波長の画像情報を活用

これまでの研究では、境界面が平らでないといけない手法が殆どでこれを解決するために多数のカメラを用いる必要がありました
本研究では3種類の異なる波長の画像情報を利用して、1台のカメラの画像から水面の形状と水深を求めることを可能にしました

$$l_1(s) = q_1 + s v_1, l_2(t) = q_2 + t v_2, l_3(u) = q_3 + u v_3$$

