

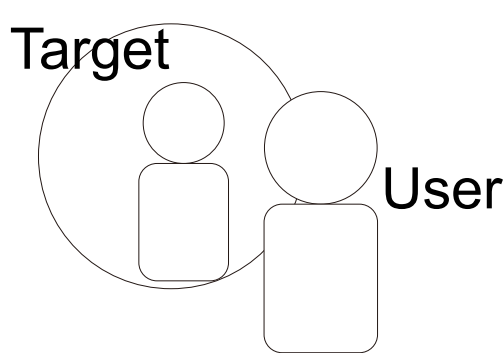
遠赤外域における映り込みを利用した ダイナミックプロジェクションマッピングによる没入感の向上

23M13757 石川陽菜
東京工業大学 工学院 情報通信系 渡辺研究室

背景

現実の映り込みの動的投影へ

- ダイナミックプロジェクションマッピング(DPM)は物体を追跡し動的に投影する技術
- DPMにおいて, 様々な質感再現が実現されている
- ユーザのリアルタイムな映り込みをターゲットに投影することはインタラクティブな体験を実現し, 没入感の向上に繋がる.



- 目的: 現実世界の映り込みを実現するDPMによる没入感の向上

→ 本研究では, 特に人間の映り込みを実現

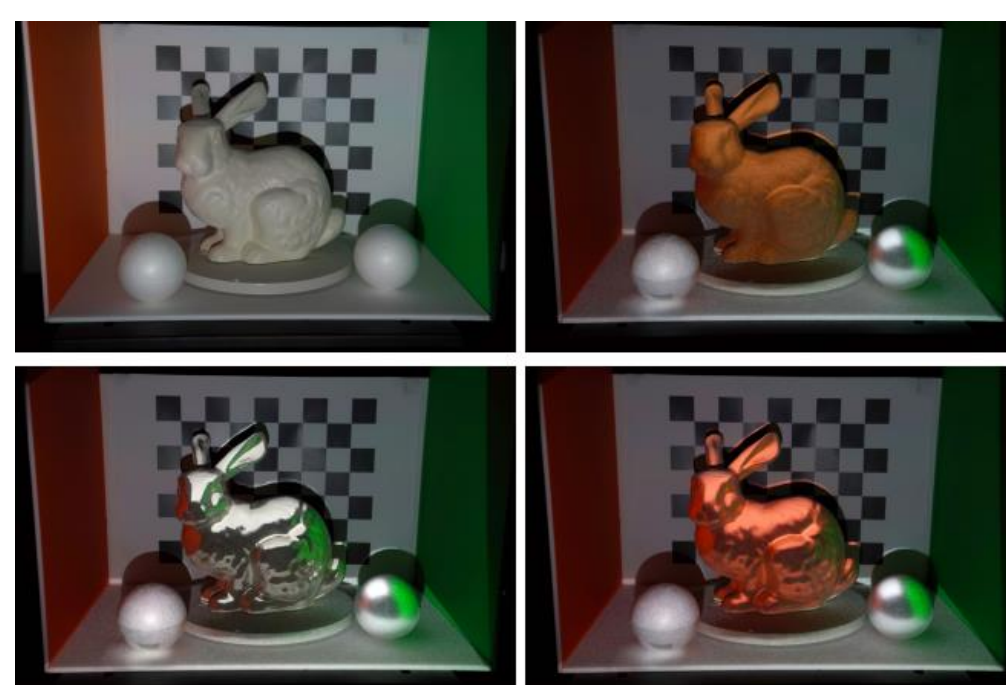
- パストレーシングを用いてCG空間の映り込みを実現したDPM

– CG空間の映り込みしか再現できない

- 鏡の半球面を用いて現実空間の映り込みを実現したDPM

– シーン内に鏡を置く必要がある

– PMの環境光は暗い必要があるため, 映り込む環境も暗い



[Nomoto+ 2020]



[Siegl+ 2015]



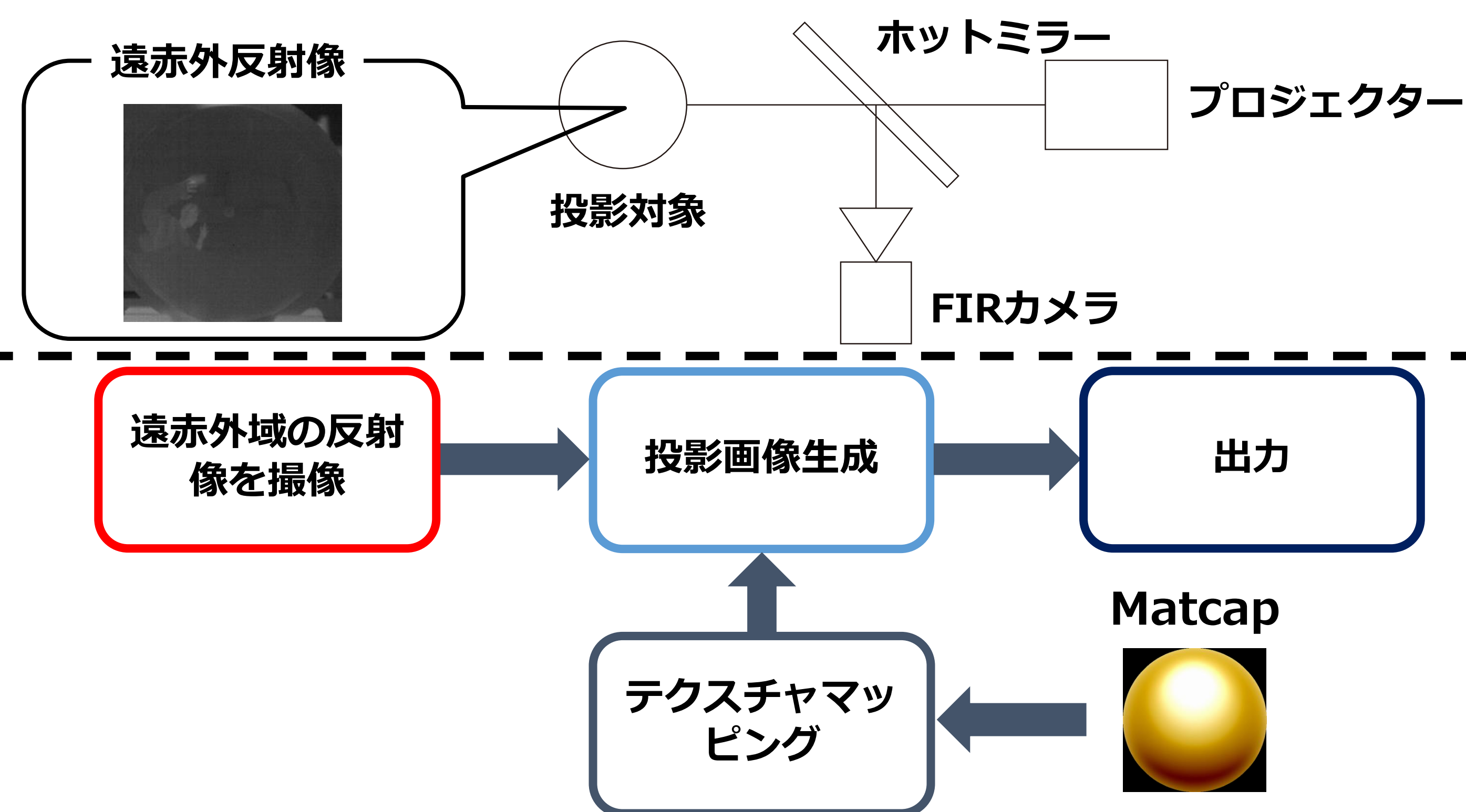
[Siegl+ 2015]

提案手法

遠赤外域の反射像を用いた質感の再現

a. 投影対象(拡散反射物体)の遠赤外域における反射像を利用

- 可視光域で拡散反射物体でも, 遠赤外域では鏡面反射性を示すことがある [Shirazi+ 2014]
- 鏡ではなく投影対象から映り込みを撮像でき, システムの簡略化が可能
- 可視光の影響を受けない



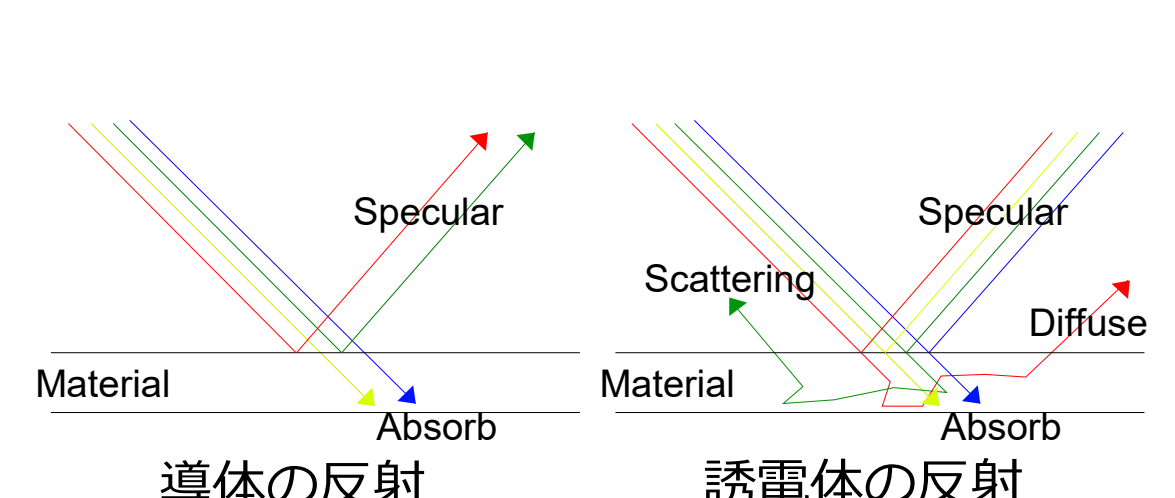
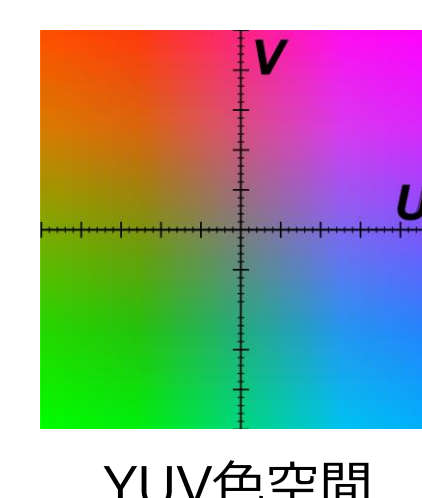
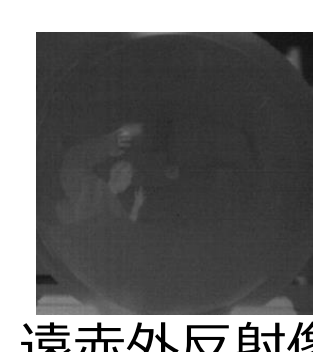
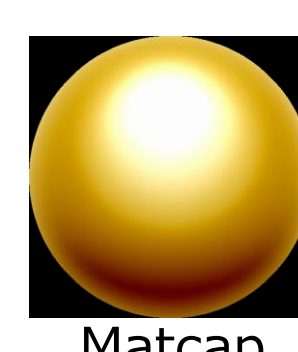
b. 遠赤外反射像とMaterial Capture(Matcap)の両立による質感再現

- 遠赤外反射像とMatcapを組み合わせる

– 現実空間の物体は反射特性によって映り込みの色が異なることから, 再現する質感の反射特性に応じてYUV色空間を用いて合成手法を切り替える

- 完全鏡面以外の質感も再現可能

- 反射特性を限定すれば, 反射像の輝度値のみを用いて質感再現が可能



- 以下の反射特性を利用

– 人は色より輝度の変化に敏感

– 鏡面反射成分が小さい時, 相互反射は無視できる

– 導体の反射光の色は導体の色となる

– $I = I_d + I_s$ (2色性反射モデル)

導体/ 誘電体(鏡面反射成分: 小)

$$Y_{\text{output}} = R * Y_{\text{FIR}} + Y_{\text{matcap}}$$

$$UV_{\text{output}} = UV_{\text{matcap}}$$

- R: 反射率
- Y: 輝度成分
- UV: 色成分
- ω : 重み係数

I_d : 拡散反射のRGB成分

I_s : 鏡面反射のRGB成分(映り込み)

誘電体(鏡面反射成分: 大)

$$Y_{\text{output}} = R * Y_{\text{FIR}} + Y_{\text{matcap}}$$

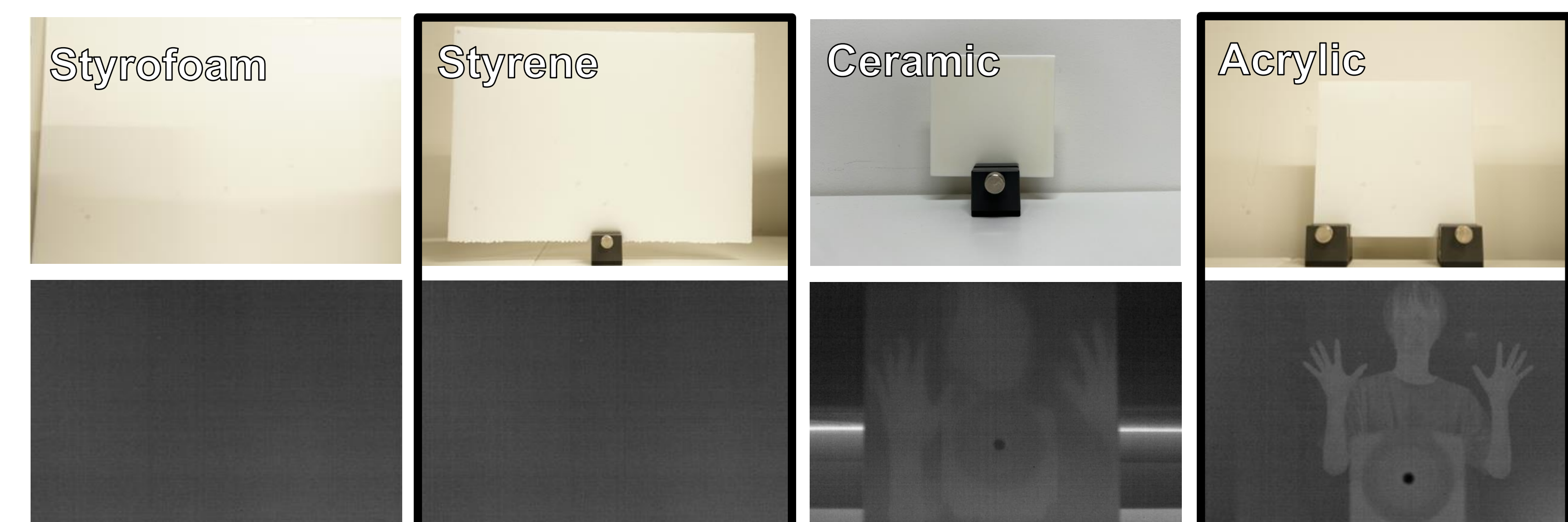
$$UV_{\text{output}} = \omega_1 UV_{\text{FIR}} + \omega_2 UV_{\text{matcap}}$$

実験

遠赤外域の反射像を用いた質感再現手法の検証

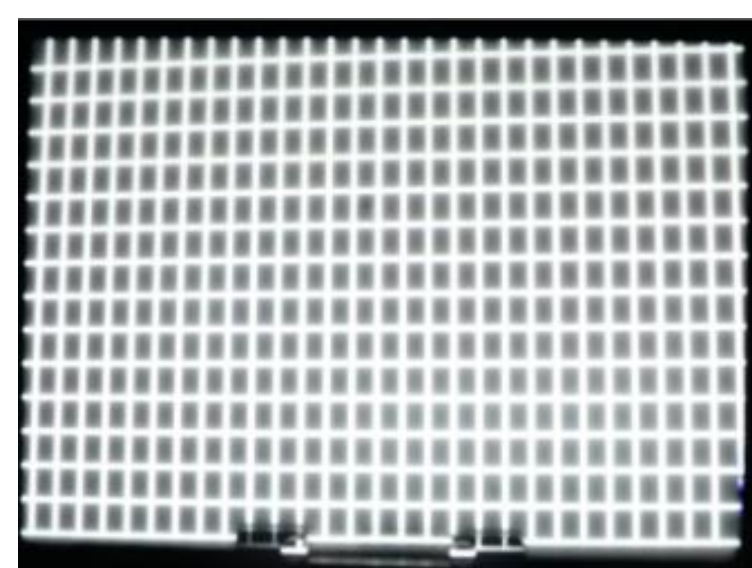
投影素材の選定 (a)

遠赤外反射像がみられてかつ投影が可能な素材

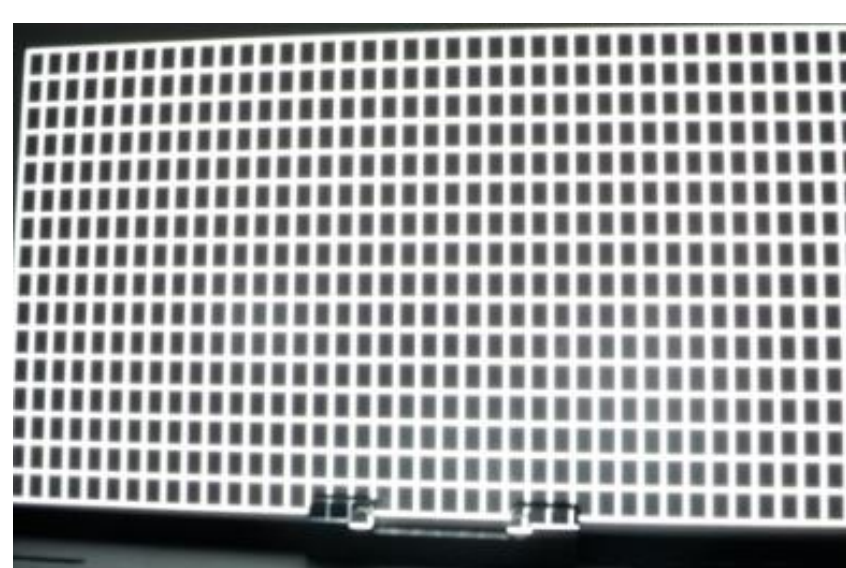


実験設備

スチレン板とアクリル板で投影結果の比較



Styrene

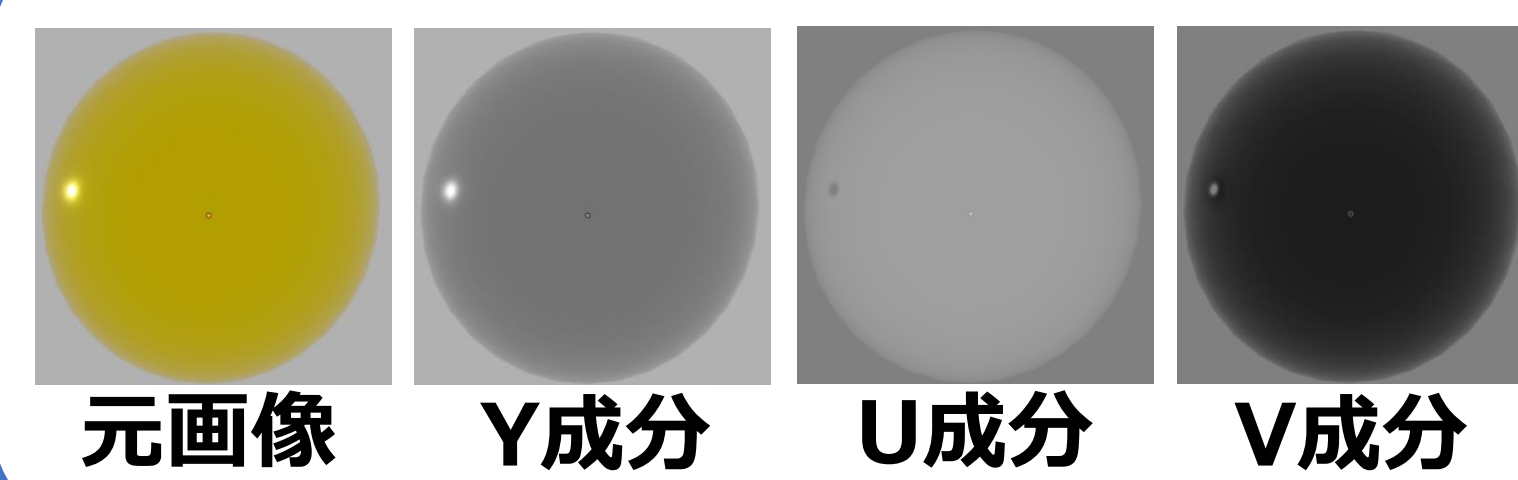


Acrylic

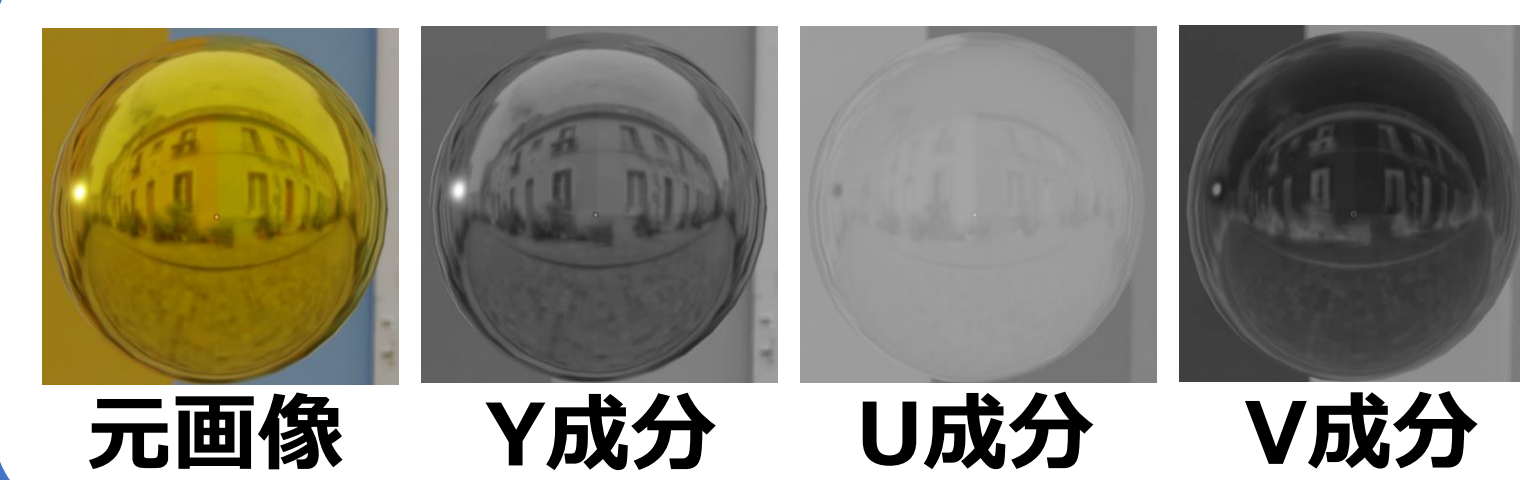
CGを用いた物理シミュレーション (b)

環境が映り込む時, Y成分の変化が大きく, UV成分の変化が小さい

映り込みがない導体

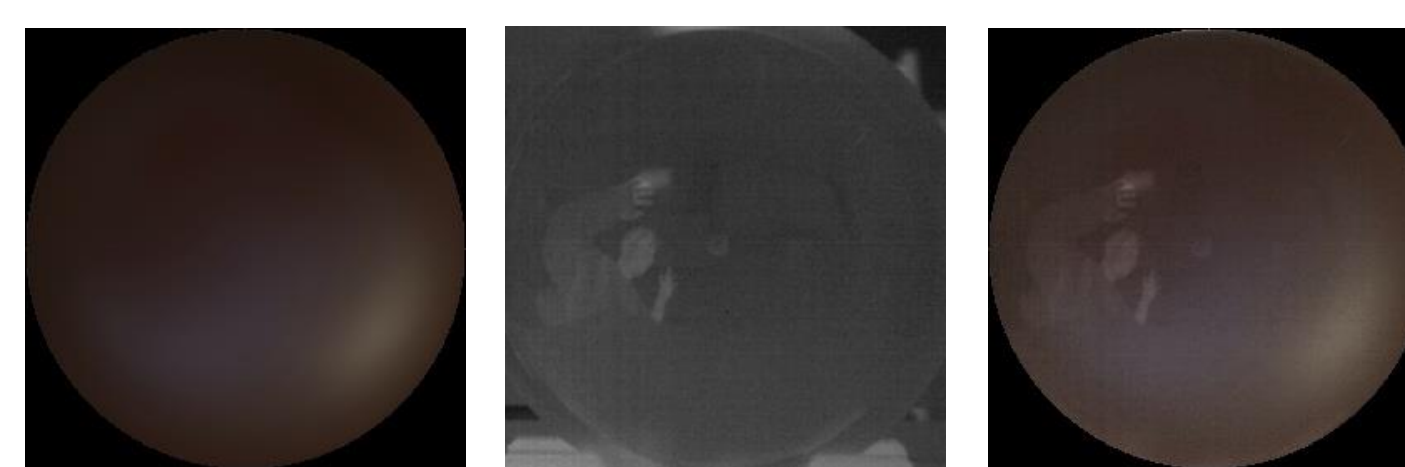


映り込みがある導体



アクリルの遠赤外反射像とMatcapによるシミュレーション (b)

提案手法bの式のうち, 反射率Rを0.5として合成



Matcap

反射像

結果

誘電体 (鏡面反射成分: 小)



Matcap

反射像

結果

導体

- 鏡面反射成分の大きい誘電体の質感再現には映り込み像のRGB情報が必要であるため, 遠赤外反射像からRGB復元することを課題とする

- DPMへの応用

– 投影遅延は遅延の知覚限界である6ms以内に抑える必要があるため, 高速なRGB復元手法の検討が必要

– 同軸システムを組んで, アルミチェッカーボードを用いたキャリブレーションを行い位置合わせを行う