

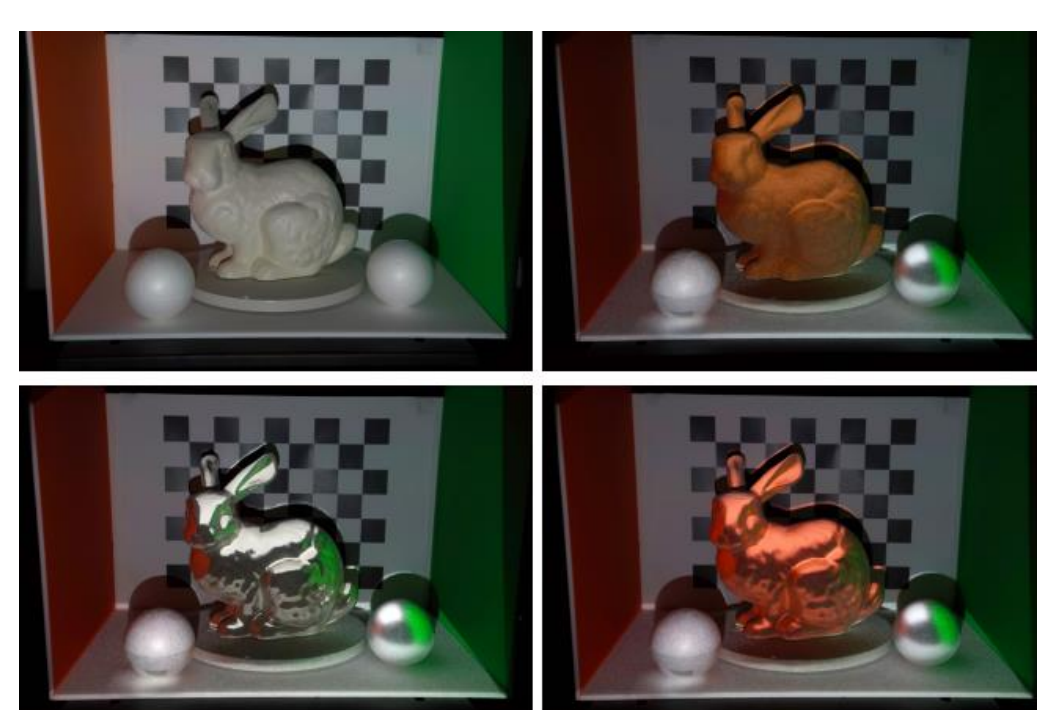
遠赤外域における映り込みを利用した ダイナミックプロジェクションマッピングによる没入感の向上

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である
- DPMにおいて、様々な質感再現が実現されている
- 現実世界のユーザが動いた時、投影するターゲットに映り込んでいるユーザも同様に動くことは、インタラクティブな体験を実現するため、没入感の向上に繋がる。したがって現実空間のうち動的なもの（人間）に特化した手法の設計を進める
- 現実世界の映り込みを実現するDPMによる没入感の向上を目的とする
- 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がある
 - CG空間の映り込みしか再現できない
- 現実空間の映り込みを実現した鏡の半球面を用いたDPMがある
 - シーン内に余計な鏡を置く必要がある
 - 映り込む環境が暗い



[Nomoto+ 2020]



[Siegl+ 2015]



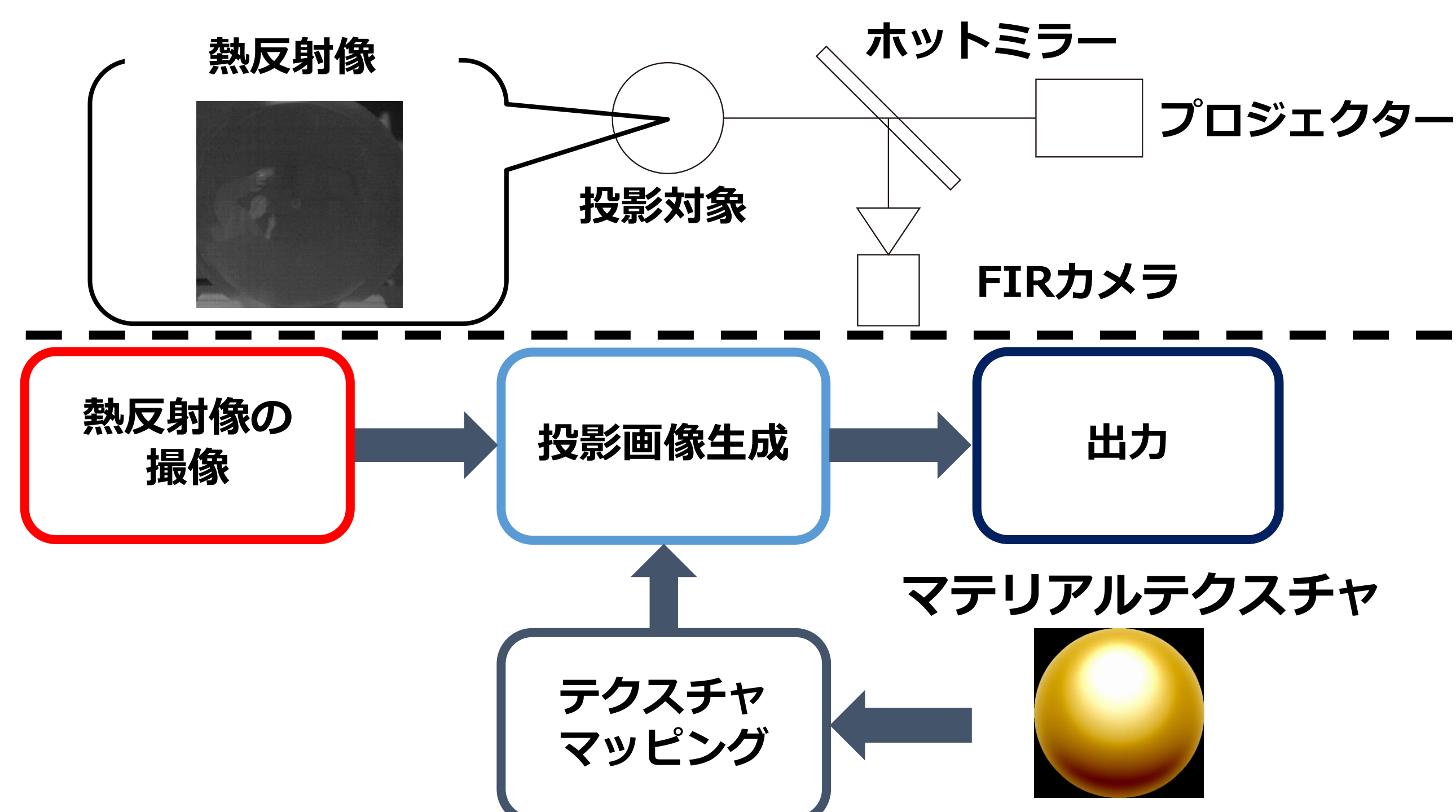
[Siegl+ 2015]

提案手法

遠赤外域の反射像を用いた質感の再現

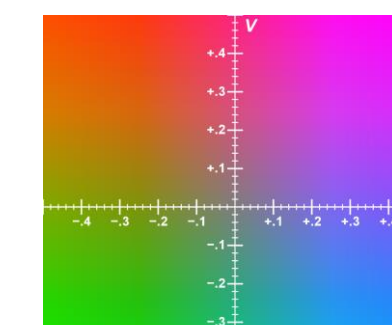
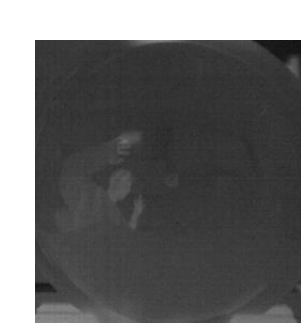
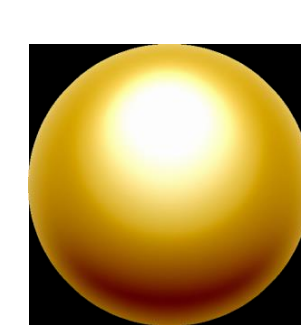
a. 投影対象（拡散反射物体）の遠赤外域における反射像を利用

- 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]
- 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

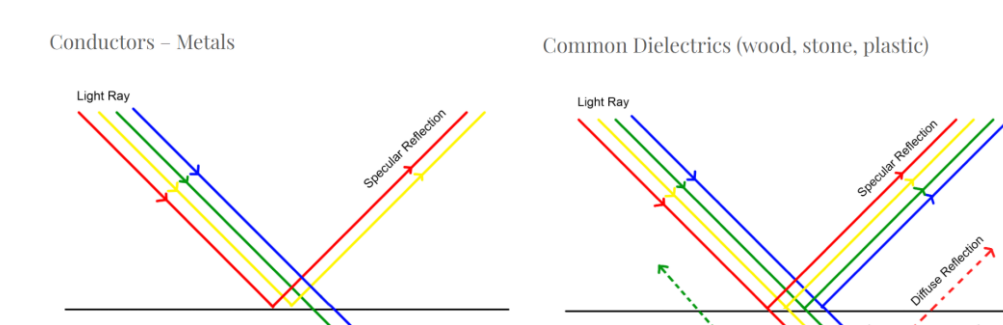


b. 熱反射像とマテリアルテクスチャの両立による質感再現

- 熱反射像はRGB情報を持たないため、そのまま投影するには向かない
 - 熱反射像とマテリアルテクスチャ画像の両立による質感再現
- 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



YUV色空間
[Wikipedia+]



導体/誘電体の反射特性
[JARKA+ 2018]

- 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
- 反射輝度 = 反射率 × 入射輝度

導体/ 誘電体(鏡面反射成分: 小)

$$I_{output} = R * I_{thermal} + I_{material}$$
$$UV_{output} = UV_{material}$$

誘電体(鏡面反射成分: 大)

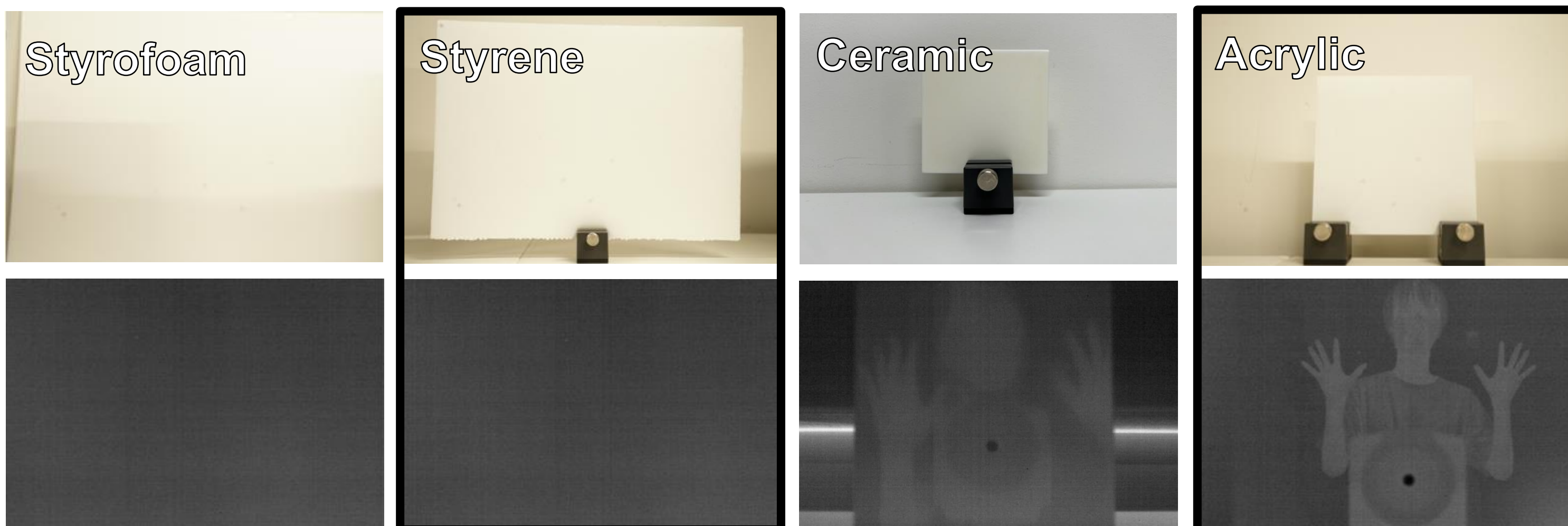
$$Y_{output} = R * Y_{thermal} + Y_{material}$$
$$UV_{output} = \omega_1 UV_{material} + \omega_2 UV_{thermal}$$

実験

遠赤外域の反射像を用いた質感再現手法の検証

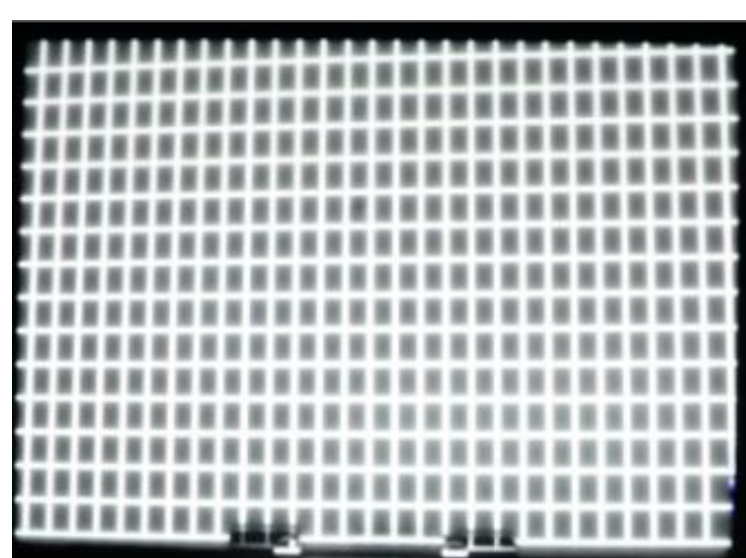
投影素材の選定 (a)

熱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

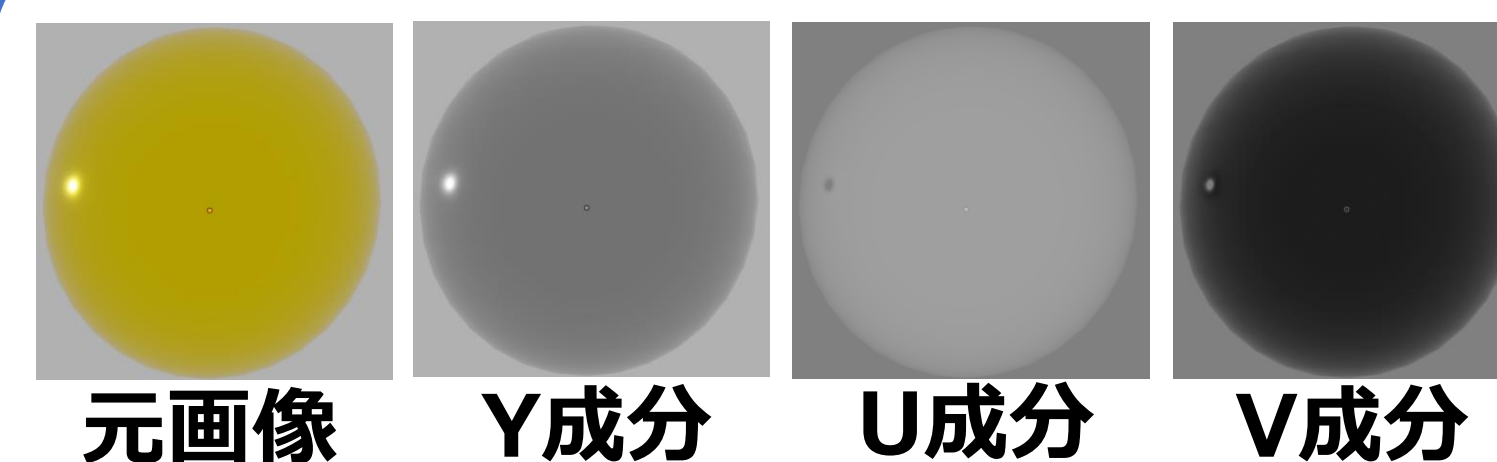


Acrylic

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



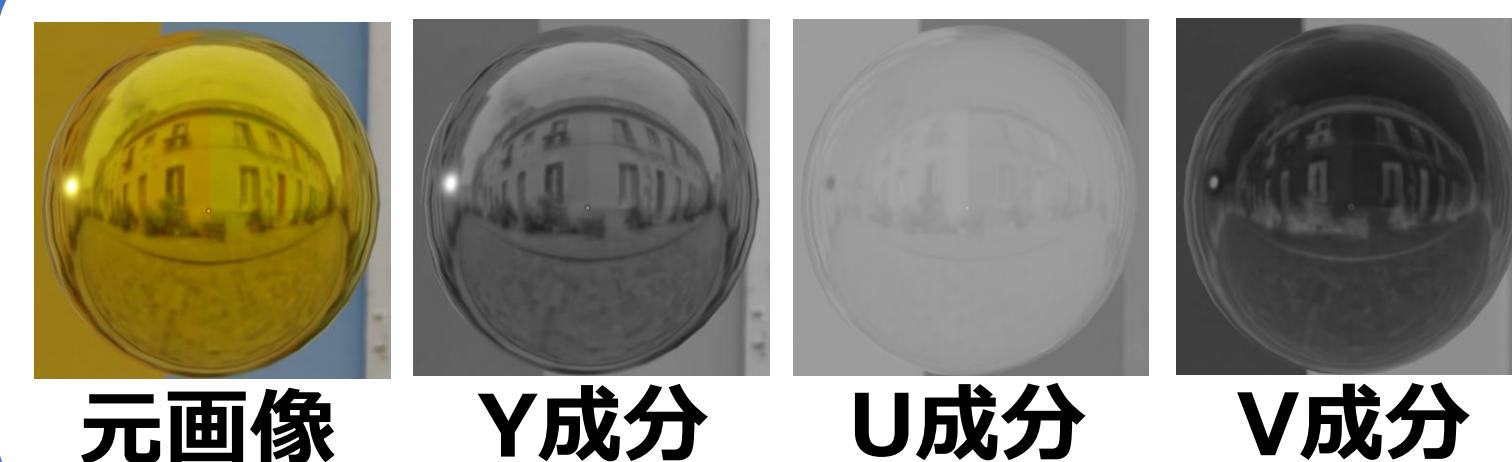
元画像

Y成分

U成分

V成分

映り込みがある導体



元画像

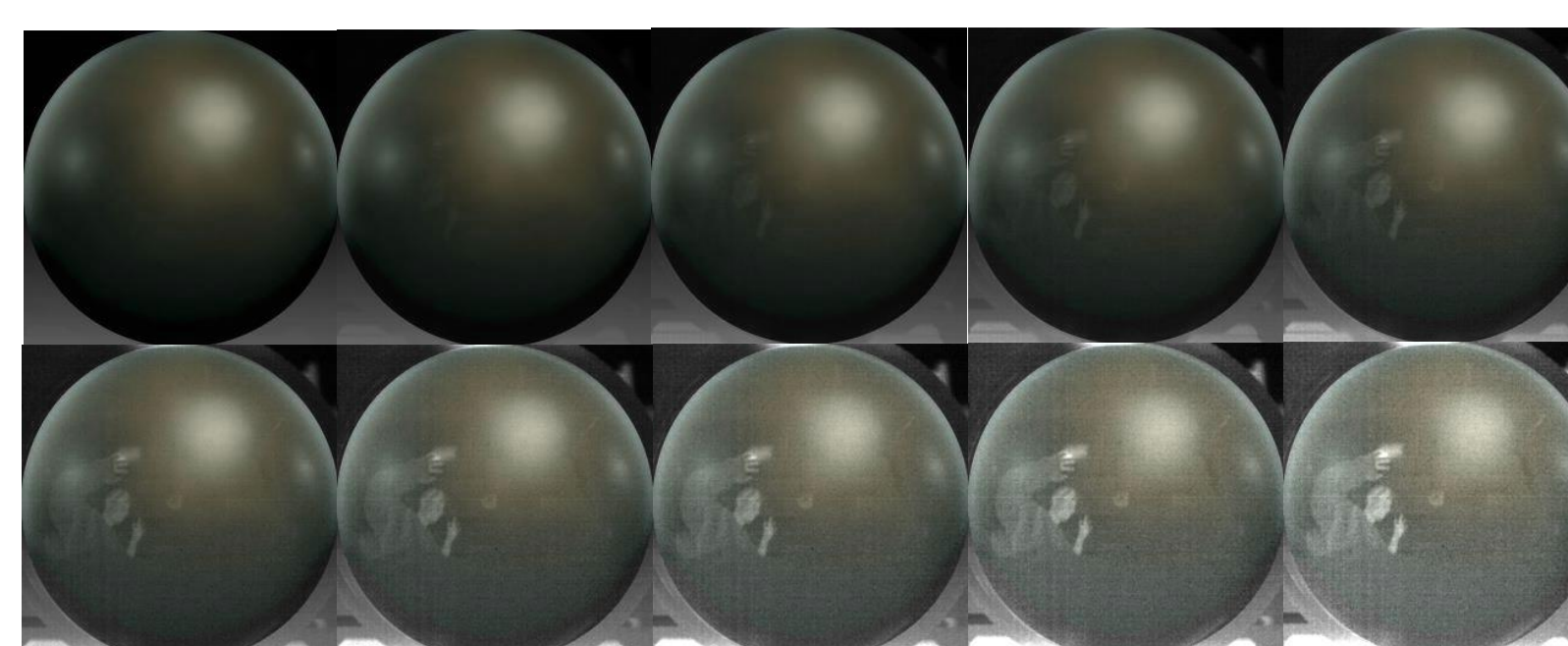
Y成分

U成分

V成分

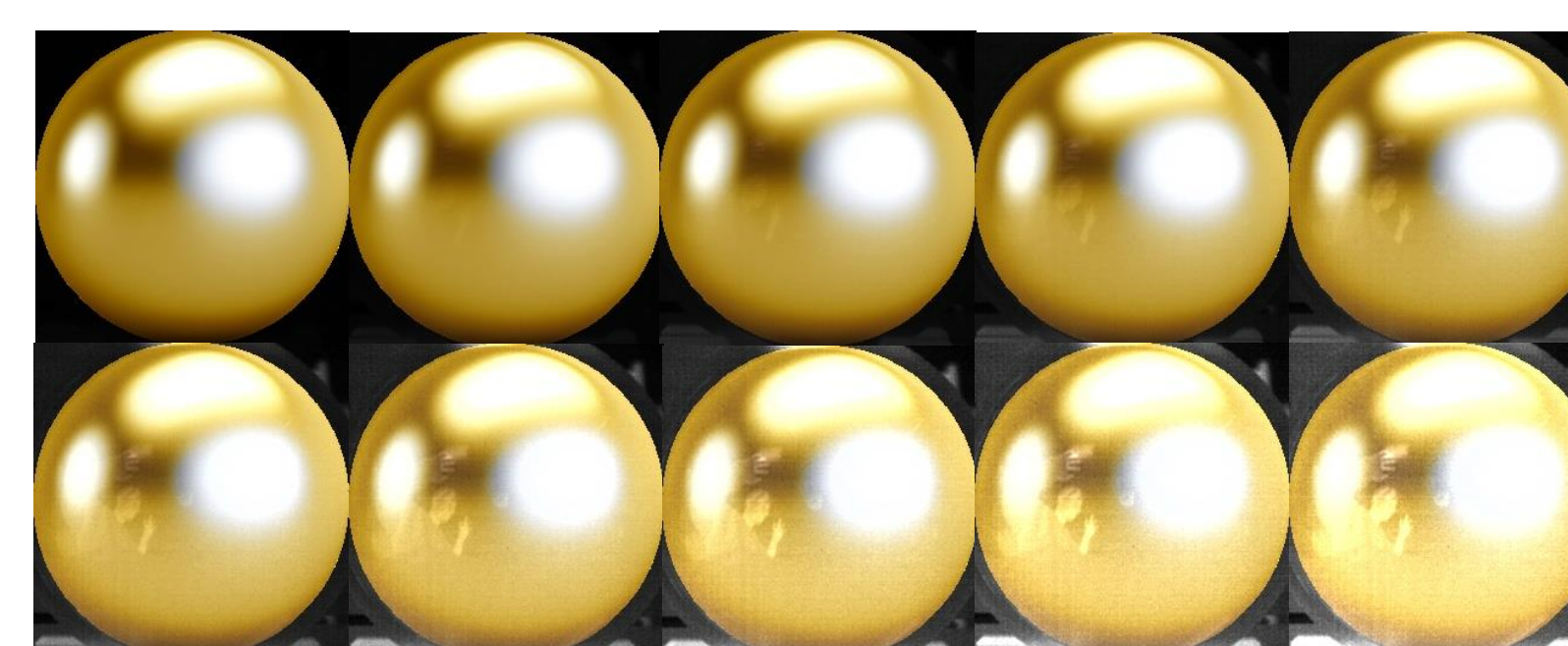
アクリルの熱反射像とMatcapによるシミュレーション (b)

鏡面反射成分が大きい誘電体の質感再現にはFIR画像のRGB復元が必要



誘電体(鏡面反射成分: 小)

R(反射率): 0.1 - 1



導体

R(反射率): 0.1 - 1

- 鏡面反射成分が大きい誘電体の質感を再現できない。映り込み像のRGB情報と質感のRGB情報両方が必要となるため、熱反射像からRGB情報を復元することを課題とする
- DPMへの応用。遅延の知覚限界を考慮したシステムにする。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