

# 「情報環境と人」研究領域 領域活動・評価報告書

－平成26年度中間評価実施研究課題－

研究総括 石田 亨

## 1. 研究領域の概要

本研究領域は、人とのインタラクションが本質的な知的機能の先端研究を行い、その成果を情報環境で共有可能なサービスの形で提供し、さらに研究領域内外の他のサービスとのネットワーキングにより複合的な知能を形成していくことを目指すものです。

具体的には、人とのインタラクションが本質となる、ユビキタスコンピューティング、アンビエントインテリジェンス、知能ロボット、コミュニケーションやグループ行動支援などを実現するための知的機能の先端研究、ユーザビリティテスト、エスノグラフィ、統計分析など、利用現場における知的機能の評価研究、さらに研究成果を社会に提供するためのサービスコンピューティングを用いた知的機能のネットワーキング研究を対象とします。

## 2. 中間評価対象の研究課題・研究者名

件数： 1件(うち、大挑戦型1件)

※研究課題名、研究者名は別紙一覧表参照

## 3. 研究実施期間

平成 23 年 10 月～平成 27 年 3 月(※平成 29 年 3 月終了予定)

## 4. 中間評価の手続き

研究者の研究報告書を基に、評価会(領域会議等)での発表・質疑応答、領域アドバイザーの意見などを参考に、下記の流れで研究総括が評価を行った。

(中間評価の流れ)

平成 26 年 12 月 研究総括による中間評価

平成 27 年 1 月 領域会議の最終日を中間報告会と位置付け開催

平成 27 年 2 月 被評価者への結果通知、研究計画見直し

## 5. 中間評価項目

(1) 研究の進捗状況と今後の見込み

(2) 研究成果の現状と今後の見込み

(3) 戦略目標に向けての貢献、成果の社会的インパクトの見通し

(4) 大挑戦型として取り組む、挑戦的な研究項目に対する進展についても評価項目とした。

## 6. 評価結果

○藤木 淳研究者「立体的メディアのための人間の知覚特性に基づく情報提示表現手法の開拓」

本研究は、閲覧者の知覚特性を考慮した立体表現を行うことで、閲覧者に様々な質感を無意識に知覚させる立体メディアを実現することを目的としている。3D プリンタを活用して研究成果を具体的に表現し、著名な展示会で発表すると共に、論文化を進めている。特に、「透明」「濃淡」「金属」「反射」「動作」に関わる基本的な立体表現手法を見いだしたことは、貴重な研究成果である。ところで、アートとサイエンスの境界を歩むことは、若い研究者には相当なストレスであろう。さきがけという恵まれた研究環境を十分に活かし、自己確立のために与えられた貴重な期間を用い、今後の研究を支える社会的に耐性の優れた方法論を獲得してもらいたい。

## 7. 評価者

研究総括 石田 亨 京都大学大学院情報学研究科・教授

領域アドバイザー(五十音順。所属、役職は平成 27 年 3 月末現在)

五十嵐 健夫 東京大学大学院情報理工学系研究科・教授  
井佐原 均 豊橋技術科学大学情報メディア基盤センター・教授  
石黒 浩 大阪大学大学院基礎工学研究科・教授  
片桐 恭弘 公立はこだて未来大学 副学長・教授  
葛岡 英明 筑波大学大学院システム情報工学研究科・教授  
竹林 洋一 静岡大学創造科学技術大学院・教授  
塚本 昌彦 神戸大学大学院工学研究科・教授  
中小路 久美代 京都大学 学際融合教育研究推進センター デザイン学ユニット・特定教授  
橋田 浩一 東京大学大学院 情報理工学系研究科 ソーシャルICT研究センター・教授  
美濃 導彦 京都大学学術情報メディアセンター・教授  
森川 博之 東京大学先端科学技術研究センター・教授  
山田 敬嗣 Senior Vice President, NEC Asia Pacific Pte. Ltd.

(参考)

件数はいずれも、平成 27 年 3 月末現在。

### (1) 外部発表件数

	国内	国際	計
論文	0	0	0
口頭	1	0	1
その他	13	3	16
合計	14	3	17

### (2) 特許出願件数

国内	国際	計
1	0	1

### (3) 受賞

なし

### (4) 招待講演

国際 0 件

国内 4 件 (東京藝術大学 1、九州大学 2、東大寺 1)

### (5) プレスリリース

1 件 「クリエイターの独り言」, TOKYO DESIGNERS WEEK.tv,  
(BS 日テレ, 2014/1/623:54)

### (6) 出版物

1 件(共著)

「マテリアライジング・デコーディング 情報と物質とそのあいだ」millegraph, pp.83-86

(出版社: millegraph, 2014/7/31)

<http://www.redbull.com/jp/ja/stories/1331666461004/art-blog-yu-miyakoshi-140725>

別紙

「情報環境と人」領域 中間評価実施 研究課題名および研究者氏名

研究者氏名 (参加形態)	研究課題名 (研究実施場所)	現職(平成27年3月末現在) (応募時所属)	研究費(3年間) (百万円)
藤木 淳 (専任)	立体的メディアのための人間の 知覚特性に基づく情報提示表現 手法の開拓 (東京藝術大学)	JST さきがけ研究者  ( (財)国際メディア研究財団 基礎研究部門 研究員)	26

# 研究報告書

## 「立体的メディアのための人間の知覚特性に基づく情報提示表現手法の開拓」

研究タイプ: 大挑戦型

研究期間: 平成 23 年 10 月～平成 29 年 3 月

研究者: 藤木 淳

### 1. 研究のねらい

本研究では、立体物や立体空間をメディアとしてとらえ、従来素材に対して閲覧者に様々な質感や特定の状況を知覚させたり、生活環境に専用デバイスを配置して特定の現象を知覚させたりするなど、人間の知覚特性に基づいて用途に応じた視認性を向上させる立体表現手法を開拓することで、立体による有用な情報伝達環境の創成をねらいとする。

知覚特性を考慮することで、閲覧者は対象立体に含まれている状態・状況を無意識に抽出することが可能となる。また、閲覧者に少ない情報量(材料)で質感・現象を知覚させるため、材料や運用に掛かるコストの削減も期待できる。これにより、空間的な、広告、出版、案内、自己表現など、立体的な情報提示の普及を促進させる。

近年は3Dプリンタの低価格化・高品質化が目覚ましい。新聞紙媒体が、黒一色で、文字情報のみならず、ディザと呼ばれる点の密度変化による濃淡表現で、白黒ながらも視認性の高い写真イメージの伝達が可能となり、生産コストを抑えつつも表現の幅が広がったように、少ない情報量(材料)で様々な質感や現象が表現可能となることで身近で豊かな立体情報提示環境の創生に繋げる。また、本表現手法をデータ等の眼には見えない情報の立体的な可視化に適用することで、新たな視点で情報を検証することが可能となり、情報を取り扱う様々な領域の進展を牽引することを目指す。携帯電話やスマートフォンがライフスタイルの有り方を一変したように、本研究は立体的な新たな情報メディアで人間の営み全体の質を向上させる挑戦性を含んでいる。

### 2. 研究成果

#### (1) 概要

モデルの内部構造や表面色を組み替え、閲覧者に様々な質感や現象を想起させる複数の立体表現を記号的表現、知覚的表現、認知的表現の3つの表現アプローチから考案した。具体的には、

1. 記号的表現としての(ア)「透明」表現、
2. 知覚的表現としての(ア)「濃淡」表現、及び、(イ)「金属」表現
3. 認知的表現としての(ア)「反射」表現、及び、(イ)「動作」表現

の3項目である。なお、記号的表現と認知的表現は対象を知覚した後の人間の脳内処理に応じて分類されるものであり、どちらも知覚的表現から派生した表現であるが、アプローチが異なっていることとしてこれを別に分類した。各アプローチの具体的な表現手法の概要は以下の通りである。

- 1(ア)任意モデルからモデル全体が1つに接続されたワイヤーフレーム構造を構築することで、内部が透過した最小構造の立体モデルを得る

- 2(ア) 立体に拡張したディザ法から得た点群を母点としてポロノイ分割し、その境界線から線形状を構築することで、モデル全体が1つに接続された立体的な密度分布を得る  
 (イ) 一定角度毎に彫られた溝先に着色が施された単位ユニットでモデルを構成することで、他の視線方向から見える溝底を制限し、視線方向に応じて表面色を変化させる
- 3(ア) モデルを構成する球形状の一部分を窪ませ、窪んだ部分に周囲と逆の陰影を着色することで錯視を誘発し、視線方向に応じて表面色を変化しているように知覚させる  
 (イ) 2(ア)の表現手法を動きの表現に応用し、動作を表現した連続するイメージを基に周囲に溝をあけた立体形状を回転させることで動作を再生させる

## (2) 詳細

### 1. 記号的表現

記号的表現は、漫画の中に多くみられるような、状態をシンボル化して閲覧者に提示するような表現である。「透明」を対象とした記号的表現の表現手法の開発を行った。

#### (ア)「透明」表現

任意のモデルから全体が1つに接続された最小構造のワイヤーフレーム形状を生成することで、内部が透過した立体形状を得る表現手法を開発した。図1は本手法のアウトフローである。具体的な手順は、まず、ポリゴンモデルを構成する各ラインにおいて、ラインを共有する2つのポリゴンの法線の比較によりモデルのエッジライン(以下、エッジ)を抽出する。エッジで構成される領域内に別のエッジ領域があるときこれらを上下左右前後の線分で連結させる。また、図1のモデル上部の球形状のように、エッジ領域とこれを含む部分形状との高低差が大ききとき、エッジ周囲4方向からこの形状の表面に沿った線分を生成する。最終的にこれらの線分を線形状として立体化することで目的の形状を得る。本手法はモデルを最小限の構成で表現するため、材料コストの低下にも貢献している。図2に本手法を人型のモデルに適用した例を示す。



図2. 人型のモデルに「透明」表現を適用した例

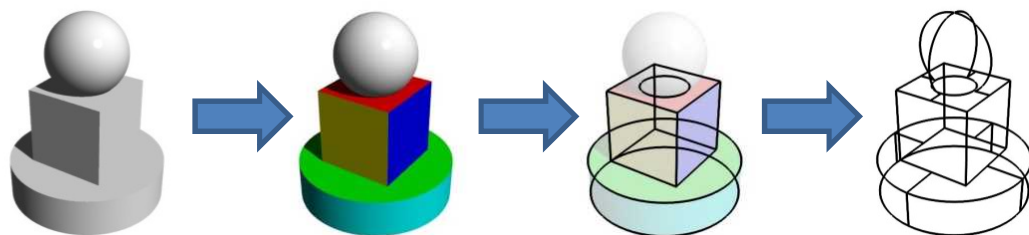


図1. モデル形状から全体が連結されたワイヤーフレーム形状を得るアウトフロー

### 2. 知覚的表現

知覚的表現は、意図する知覚反応を引き起こす外部刺激を閲覧者に与える表現である。「濃淡」と「金属」を対象とした知覚的表現の表現手法の開発を行った。

### (ア)「濃淡」表現

濃淡はモデルの部分毎に濃度が変化している様である。2次元イメージにおける、点の分布密度で濃度の違いを表現するデザ法を立体に拡張した。具体的には、図3に示すように、濃度情報を持つボクセル空間を走査しながら濃度値を加算していき、任意の閾値を超えたときに点を配置すると共に濃度に応じた大きさのマスク球を配置、以降は閾値を超えたときにマスク球の内外判定を行い、マスク球内にあるときは、マスク外に出るまで点を配置しないことで、高速で偏りのない立体的な点分布を得る。これによって得られた点群を母点として、ポロノイ分割を行い、ポロノイの境界線を立体化することで立体的な濃淡を表現できることを確認した。図4に本手法を人型のモデルに適用した例を示す。本手法はモデル内部に空間が生じるため、材料コストの低下にも貢献している。また、本デザ法は点分布に偏りが少ないため、最終的に得られる立体物の強度が、偏りがある場合に比べて増している。



図4. 人型のモデルに「濃淡」表現を適用した例

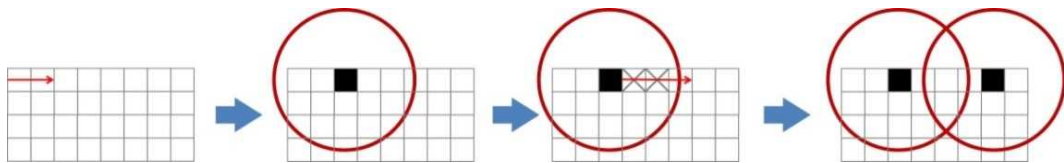


図3. 点配置の際に加算した濃度の閾値判定に加えてマスク球の判定も行う

### (イ)「金属」表現

遮蔽により視線方向によって見える色を制限させることで、閲覧者にモデルの表面色の変化しているように見せるねらいである。一定角度毎に彫られた溝先に着色が施された単位ユニット(図5)でモデルを構成し、他の視線方向から見える溝底を制限することで、ある程度の表面色変化が起こせることを確認した。現状では解像度が乏しいため色変化は弱く、ダイナミックな色変化は作り出せないが、これにより鏡面反射を持つ金属のような質感が創出できることを確認した。図6に本手法を人型のモデルに適用した例を示す。本手法は特許申請済みである[特許1]。

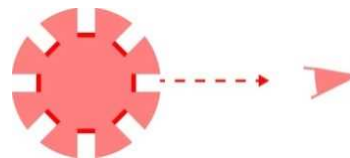


図5. 単位ユニット



図6. 人型のモデルに「金属」表現を適用した例

## 3. 認知的表現

認知的表現は、実生活における経験に基づく解釈から任意の状態を認知させる表現である。「反射」と「動作」を対象とした認知的表現の表現手法の開発を行った。

#### (ア)「反射」表現

視線方向に応じて逆方向に色変化が生じるときに反射しているように感じる人間の認知特性と、凹面の顔が通常の凸面の顔として認識されるホロウマスク錯視を用いて、凹んだ部分に膨らんで見えるような着色を施すことで閲覧者に凸と凹を錯覚させ、視線方向に応じた色変化から反射の

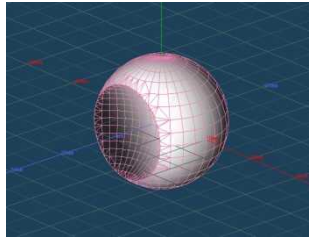


図7. 窪んだ部分に周囲と逆陰影が着色された球形状。形状を把握しやすいように図ではラインも表示してある。



図8. 人型のモデルに「反射」表現を適用した例

質感を創出した。具体的には、図7のように、モデルを構成する球形状の一部分を窪ませ、窪んだ部分に周囲と逆の陰影を着色することでこの効果が引き出せることを確認した。図8に本手法を人型のモデルに適用した例を示す。

#### (イ)「動作」表現

先の「金属」表現における、溝底が見える方向を制限することで視線方向に応じて異なる像が提示される表現手法を「動作」の表現に応用し、連続する複数の動作を表すイメージを円柱状の形状に周囲方向から投影し、この情報を基に溝を掘る。溝が掘られた円柱形状を回転させることで、連続したイメージを閲覧者に提示しアニメーション効果を作りだせることを確認した(図9)。溝底に着色を施す代わりに、形状の内部に空洞を設け照明を仕込み、溝を貫通させることで視認性が向上する。また、形状を球形状にし、上下円周方向からも、上下用の連続イメージの基に溝を掘ることで、上下視線方向により異なるアニメーションを提示可能となることを確認した(図10)。必要となる外部エネルギーは立体物の回転に掛かるエネルギー、及び、形状内部の単一照明のみのため運用コストは低い。



図9. 本手法を歩行アニメーションに適用した例

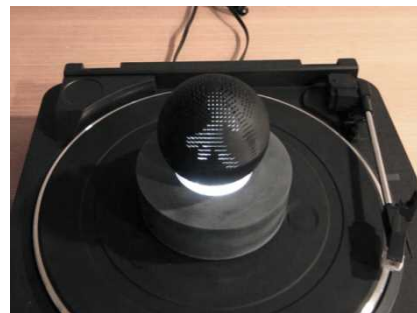


図10. 斜め上方向から見ると、見える像も斜め上からの視点になる

これらの成果の統括が学会誌に掲載予定である。また、本研究は、最終的に研究成果がエンドユーザのライフスタイルの中に活用されることを目指している。そのため、国内外最大規模のフェスティバルに参加することは、本成果がエンドユーザに認知される機会となり重要である。特に、専門家による厳選なる審査があるデザインフェスティバルで成果を発表することは、本成果の評価となる。

1(ア)「透明」表現の成果は、国内最大のデザインフェスティバル Tokyo Designers Week 2014 の推薦を受け、本手法を適用した立体物を展示発表した。なお、Tokyo Designers Week への

参加は、通常は審査による採択が必要である。

2(ア)「濃淡」表現の成果は、世界最大のデザインフェスティバル Milano Salone2014に採択され、本手法を適用した立体物を展示発表した。

2(イ)「金属」表現本成果は、国内最大の科学技術展示フェスティバルであるサイエンスアゴラにおいて、本手法を適用した立体物を展示発表した

3(ア)「反射」表現本成果は、サイエンスアゴラにおいて、本手法を適用した立体物を展示発表した。

3(イ)「動作」表現本成果は、サイエンスアゴラ及び推薦により Tokyo Designers Week 2015[展示発表4]において、本手法を適用した立体物を展示発表した。また、Milano Salone 2015での展示発表に採択済みである。

これらの研究成果は、板橋区立教育科学館から企画展の依頼を受け展示の計画を進行中である。本館常設展も検討中である。

### 3. 今後の展開

今後の造形アプローチとして、

1. 静的な立体物とデバイス装置との併用による立体的な質感・現象表現

2. デバイス装置のみによる立体的な質感・現象表現

を中心に行う。1は、動的要素を静的な立体物に与えることで、動きを伴うことによる新たなアプローチを探るねらいである。2は、動的デバイスの一つの素材と捉えることで、新たな素材による新たなアプローチを探るねらいである。

これまでは「透明」「濃淡」「反射」「金属」「動作」の質感・現象を対象とした。今後の対象質感としては、視線方向に依存して表面色に変化する構造は様々な質感の表現に応用可能であることを踏まえ、その代表質感として、引き続き「反射」を対象質感とする。また、立体の動きから「粘性」や「温度」といった触覚を伴う質感を創出する表現も行っていく。実在する質感・現象に加え、「現実にはない質感・現象」の表現を行う。例えば、距離によって見え方が変わる質感、動きを与えると表面色が変わって見える質感、イラストのように平面に感じさせる質感である。このようなこれまでにない新しい立体表現により、立体ならではの新しい情報提示が可能になると共に、新しい立体体験が日常となることで人間の感覚を拡張させることを目指す。

### 4. 評価

(1)自己評価

(研究者)

「透明」「濃淡」「反射」「動作」の質感・現象は、初期3DCGソフトウェアにおいて、モデルの基本属性となっていることも、エンドユーザに必要な属性要素であり、これらの属性の立体表現手法を確立することは重要課題である。また、表現手法が有用となるために、低コストで実現できることが重要である。これまでの研究成果では、低材料コスト、低運用コストで、これらを一定の質で表現する表現手法を考案した。質の向上やその他の表現の開発は今後の課題である。一方で、進行においては、2年間で上記の質感・現象を導く計画でいたが、3年の歳月が掛かった。研究計画を見直し、残りの2年で遅れを取り戻したい。

本研究は、最終的に研究成果がエンドユーザのライフスタイルの中に活用されることを目指し



ている。そのため、国内外最大規模のフェスティバルに参加することは、本成果がエンドユーザに認知される機会となり重要である。特に、専門家による厳選なる審査があるデザインフェスティバルで成果を発表することは、本成果の評価となる。Tokyo Designers Week は国内外の著名なデザイナーやアーティストが参加する国内最大のデザインフェスティバルである。7日間で10万人以上の来場者数の実績がある。本成果は、Tokyo Designers Week に2度の推薦を受け展示した。Milano Salone は国内外の著名なデザイナーやアーティストが参加する、イタリアミラノで開催される世界最大のデザインフェスティバルである。5日間で35万人以上の来場者数の実績がある。昨年、本成果は、Milano Salone に採択され展示した。今年も採択済みであり、展示予定である。その他、国内最大の科学技術展示フェスティバルであるサイエンスアゴラでの展示や、板橋区立教育科学館において企画展示される予定である。

以上のように、研究の進行に遅れはあるが、国内外最大のデザインイベントにおいて、研究成果を発信し、また、評価を得たことは、表現研究として、成果があがったと考える。残りの2年間は、研究の遅れを取り返すべく研究計画を見直し計画的に進め、表現の質の向上や新たな表現を開拓し、国内外への発表の機会を増やしていきたい。

(2) 研究総括評価(本研究課題について、研究期間中に実施された、年2回の領域会議での評価フィードバックを踏まえつつ、以下の通り、事後評価を行った)。

(研究総括)

本研究は、閲覧者の知覚特性を考慮した立体表現を行うことで、閲覧者に様々な質感を無意識に知覚させる立体メディアを実現することを目的としている。3Dプリンタを活用して研究成果を具体的に表現し、著名な展示会で発表すると共に、論文化を進めている。特に、「透明」「濃淡」「金属」「反射」「動作」に関わる基本的な立体表現手法を見いだしたことは、貴重な研究成果である。ところで、アートとサイエンスの境界を歩むことは、若い研究者には相当なストレスであろう。さきがけという恵まれた研究環境を十分に活かし、自己確立のために与えられた貴重な期間を用い、今後の研究を支える社会的に耐性の優れた方法論を獲得してもらいたい。

## 5. 主な研究成果リスト

### (1) 論文(原著論文)発表及び展示発表

- |   |
|---|
| 1. 藤木 淳: 3Dプリンタによる質感・現象の立体表現, VR学会学会誌 Vol.20 No.1 (in Press)                                      |
| 2. 藤木 淳: マテリアライゼーション キャストシリーズ #セレクション for TDW2013, TOKYO DESIGNERS WEEK 2013, 東京, 2013/10/26-11/4 |
| 3. Jun Fujiki: Materialization - translucence, Milano salone 2014, Milano, 2014/4/6-15            |
| 4. 藤木 淳, 藤木 寛子: モニュメンションズ, TOKYO DESIGNERS WEEK, 東京 2014, 2014/10/25-11/3                         |
| 5. Jun Fujiki & Hiroko Fujiki: monumations, Milano salone 2015, Milano, 2014/4/14-21(accepted)    |

## (2)特許出願

研究期間累積件数： 1件

## (3)その他の成果(主要な学会発表、受賞、著作物、プレスリリース等)

### 招待講演

1. 「表現すること、研究すること」, ADADA Japan, 九州大学大橋キャンパス, 2014/9/5
2. 「永遠／一瞬の中の私」“Eternal / Moment”, ACM Multimedia 2012, 東大寺, 2012/11/1

### ゲストトーク

1. 富松潔, 藤木淳, 馬場哲晃, 江振維: インタラクシオンデザイン「脳内リアル、メディアアート表現、身体接触などの課題」, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2012, 九州大学大橋キャンパス, 2012/9/4
2. 谷口暁彦, [gh/e], 藤木淳, 栗田大輔: マテリアライジング・メディア, 東京藝術大学, 2013/6/14

### プレスリリース

1. 「クリエイターの独り言」, TOKYO DESIGNERS WEEK.tv, BS 日テレ, 2014/1/6 23:54

### 出版物

1. 砂山 太一, 大野 友資, 舘 知宏, 豊田 啓介, 松川 昌平, 三木 優彰, 吉田 博則, 木内 俊克, 杉田 宗, 中村 竜治, 市川 創太, 岩岡 孝太郎, 谷口 暁彦, 川本 尚毅, 後藤 一真, 天野 裕, 土岐 謙次, 今井 紫緒, 浜田 晶則, 穴井 佑樹, 大山 宗哉, 永田 康祐, 御幸 朋寿, 藤木 淳, 増渕 基, 長谷川 徹, 竹中 司, 岡部 文, 美濃部 幸郎, マイケル・ハンスマイヤー, ベンジャミン・ディレンバーガー, 西澤 徹夫: マテリアライジング・デコーディング 情報と物質とそのあいだ, millegraph, pp.83--86 2014

### 学会誌寄稿

1. メディアデッサンに向けて, 映像情報メディア学会誌 2012年7月号「メディアアート紀行」, 2012/6

### 主要な展示発表

1. 藤木 淳, “キャスト - experimental materializations +  $\alpha$ ”, 東京藝術大学マテリアライジング展, 2013/6/8-6/23
2. 藤木 淳, “視線方向に応じた視覚情報を内包する点群立体の応用としての影絵アニメーションの試作”, 2014年度日本図学会秋季大会, 2014/10
3. 藤木 淳: 質感を立体表現する研究室, サイエンスアゴラ, 東京, 2014/11/7-9
4. 板橋区立教育科学館、ミニ展示「ふしぎな立体(仮)」(予定)

## 主要な学会発表

1. 藤木 淳,“不透明平面素材の部分除去による透明度表現のための2値化手法の検討と検証”,情報処理学会第154回グラフィクスとCAD研究会 情報処理学会研究報告,2014/2