

戦略的創造研究推進事業 CREST
研究領域「数学と諸分野の協働による
ブレークスルーの探索」
研究課題「デジタル映像数学の構築
と表現技術の革新」

研究終了報告書

研究期間 平成22年10月～平成28年3月

研究代表者:安生 健一
((株)オー・エル・エム・デジタル、
R&Dスーパーバイザー)

§ 1 研究実施の概要

(1) 実施概要

「人間は、映像の何をみてリアルであると感じるのか?」という問いかけは、映像表現において基本的なものです。本プロジェクトは、3次元コンピュータグラフィックス(3DCG)による、人間やキャラクタ、および水、炎、煙などの流体のデジタル表現に関して、この基本的な問いに対する数学的知見の発見とその実際的な応用を推進し、現在もなお活発な研究活動を行っています。

キャラクタについては、表情アニメーションのための、顔モデルへの一連の直接操作法という規範を提案し、理論と実用面を開拓しました。理論的には、学習論的手法、およびその決定論的解釈を与える再生核ヒルベルト空間による数学的解釈を進め論文化を推進しました。これらの技術は、映像制作現場でも本格的利用が推進されつつあります。また、全身キャラクタの変形アニメーション、モーションキャプチャーからのキーフレーム抽出と編集技術など、既存手法の数学的構造を見極めることで、論文化あるいは実用化への道筋を明らかにしてきました。

さらに Lie 理論の応用として位置づけられる、形状変形の理論と実際応用とを結びつける方法論の提案を、デジタル映像およびゲーム分野での著名な会議での講演や書籍化を通じて推進しました。

流体については、雲や炎の表現を中心とした陰影制御や形状変形に関する直接操作法を開発・論文化しました。これらの開発には、ラプラシアン固有関数、あるいは動径基底関数の数学的な考察も寄与しました。また、雲、煙、炎、爆発などの実写画像(2次元画像)から、2次元ないし3次元の流体モデリングの方法を開発し、論文化しました。ここでは勾配画像法の導入や、EM アルゴリズム(expectation-maximization algorithm)の発想を活かした新しい定式化によるアルゴリズムを構築しました。

以上の技術については、そのほとんどが映像制作現場で渴望されているものであり、本格的実用に入ったもの、あるいはその緒についたものもあります。

我々の開発してきた技術は、流体や人間のリアリティの特徴づけのごく一部を明らかにしたにすぎません。一方でこれらの技術や方法論は、映像制作の行為そのものをより直感的なものに変えることで、人間の感じるリアリティの質をより高く、また分かりやすく伝えることに貢献するものと考えます。

(2) 顕著な成果

< 優れた基礎研究としての成果 >

1. 流体の動画をもとにした流体ボリュームのモデル化およびアニメーション作成手法

Makoto Okabe, Yoshinori Dobashi, Ken Anjyo, and Rikio Onai, “Fluid Volume Modeling from Sparse Multi-view Images by Appearance Transfer”, ACM. Trans. Graph. 34 (4): Article 93 (2015)

概要: 単一視点や直交 2 視点の画像など, 疎な多視点画像から 3 次元流体をモデル化することは, 映像制作分野でニーズの高い挑戦的な課題である.

しかしながら, 入力画像が疎な場合には, 既存手法ではモデリングされるボリュームは不自然でぼやけたものとなる. 本論文は, 入力画像の見た目情報を抽出し, それがあらゆる視点方向で維持されるような手法を提案した. 最尤推定で知られる EM アルゴリズムの定式化を本問題解決のために適用することで, 煙, 爆発, 水しぶきの自然な流体ボリュームをモデリングできた. 更に映像制作への適用を考慮し, シミュレータを用いたレンダリングや編集の手法 (図 1) も提案した.



図 1: 本手法で作られた流体ボリュームを用いて, 車と背景を追加した 3 次元シーンでの爆発アニメーション.

2. 流体の陰影表示の対話的演出手法の開発

Yoshinori Dobashi, Wataru Iwasaki, Ayumi Ono, Tsuyoshi Yamamoto, Yonghao Yue, Tomoyuki Nishita, “An Inverse Problem Approach for Automatically Adjusting the Parameters for Rendering Clouds Using Photographs”, ACM Transaction on Graphics, Vol. 31: Article 145 (2012)

概要: 本論文では, リアルな雲の陰影を表現するために, 雲の色を決定する積分方程式に含まれるパラメータを実写から推定するという逆問題を定式化しその解法を提案した. 本研究は, 単にパラメータの推定法を提案しただけでなく, 実写画像から抽出される視覚的統計量(この論文ではヒストグラム)に基づいてパラメータを最適化するという問題に取り組んでいる. すなわち, 人間がリアルと感じる特徴量に基づいたパラメータの推定を試みているという点で, これまでにない新たな研究領域の開拓に成功した論文といえる.

3. ブレンドシェープによる表情アニメーションのバリエーション作成とその編集方法

Yeongho Seol, J.P. Lewis, Jaewoo Seo, Byungkuk Choi, Ken Anjyo, and Junyong Noh, “Spacetime Expression Cloning for Blendshapes”, ACM Trans. Graph. Vol. 31(2): Article 14 (2012)

概要: ブレンドシェープは, 顔のアニメーションを制作するための標準的手法のひとつで, いくつかの表情の決めポーズを用意し, それらの線形補間でアニメーションを作成するものである(詳しくは次項参照). 本論文は, あるキャラクタの表情アニメーションを, 同様のトポロジーをもつ別のキャラクタに簡単に移植し (retargeting), さらにブレンドシェープとして編集可能にする手法を提案した. この手法は, 我々の表情アニメーション研究で培ってきた逆問題的アプローチを発展させたもので, 高品質な表情アニメーションが既存手法よりも容易に作れることを例証した.

< 科学技術イノベーションに大きく寄与する成果 >

1. CGにおける運動や変形の記述とその数理

Hiroyuki Ochiai and Ken Anjyo “Mathematical Basics of Motion and Deformation in Computer Graphics”, SIGGRAPH2014 course 19: 1-47 (2014.7)

概要：CGにおける基本的な操作は、3次元空間内のアフィン変換から曲面のさまざまな変形まで多岐にわたる。本講演は、これらの基本的操作とその数学的起源や概念を解説し、実装面や操作面での実用例も示した。前年のSIGGRAPH Asia 2013でも同様の講演を行い、2014年10月には米国Morgan & Claypool社から本を出版した。さらに落合は、国内最大のゲーム開発者会議CEDEC2013, CEDEC2014, および日本数学会の2015年秋期総合分科会で特別講演も行い、国内外のCG研究者・実務家や数学者に対し、強いインパクトを与えた。

2. ブレンドシェープによる表情アニメーション作成の実際とその数理モデル

J.P. Lewis, Ken Anjyo, Taehyun Rhee, Menjie Zhang, Frederoc H. Pighin, Zhigang Deng, “Practice and Theory of Blendshape Facial Models”, EUROGRAPHICS2014 State of the Art Reports: 199-218 (2014)

概要：3次元の顔モデルを微小多角形の集合で表し、その頂点列を1列に並べたベクトル（以下顔ベクトル）を顔と同一視しよう。ブレンドシェープとは、これら顔ベクトルの線形和で一般の顔を表し、その係数を補間してアニメーションを作る方式のことである。本サーベイ論文は、90年代末に初めてその数学的な構造に着目が集まったこの手法の実用面と理論面について、世界のエキスパート達が集結して執筆したものである。それゆえ、実用面と理論面からも今日の規範と将来を見据える豊かな内容となっている。

3. 表情アニメーション作成のための学習機能つきブレンドシェープの直接操作法

Ken Anjyo, Hideki Todo, and J.P. Lewis, “A Practical Approach to Direct Manipulation Blendshaes”, Journal of Graphics Tools, Vol. 16 (3): 160-176.

概要：本研究は、2010年夏に、現在の映像数学グループのJP Lewisと安生が発表したブレンドシェープの直接操作法に端を発する。この手法は、顔モデルへのピン&ドラッグ操作を実現し、煩雑なスライダー制御から作成者の負担を激減させた。本論文は、ベイズ推定のアプローチを導入し、学習データがある場合には、直接操作法がさらなる高効率化が図れることを示した(図2)。これら直接操作法は、現在も進化をとげ、映画製作への実用化も進んでいる。

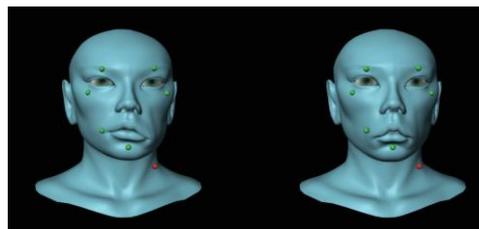


図2：ブレンドシェープの学習機能つき直接操作法

唇の右端の点を直接操作で下に引っ張って赤い点まで移動した瞬間を示している。緑の点は固定点。左の顔は従来の我々の手法による。右は学習版による結果で、唇の動きの相関性により左右両方の唇の端が下がっている。

§ 2 研究実施体制

(1) 研究チームの体制について

①「映像数学」グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
安生健一	(株)オー・エル・エム・デジタル	R&D スーパーバイザー	H22.10～H28.3
Alexandre Derouet-Jourdan	(株)オー・エル・エム・デジタル	リサーチャー	H26.3～H28.3
John P. Lewis	Victoria University / Weta Digital	Associate Professor / Consultant	H22.10～H28.3
Richard Roberts	Victoria University	D2	H27.7～H28.3
岡部 誠	電気通信大学	助教	H25.4～H28.3
木村歩	(株)オー・エル・エム・デジタル	R&D マネージャー	H22.10～H28.3
大垣 真二	(株)オー・エル・エム・デジタル	シニアリサーチャー	H25.8～H28.3
Liu Gengdai	(株)オー・エル・エム・デジタル	リサーチャー	H25.4～H28.3
四倉達夫	(株)オー・エル・エム・デジタル	R&D リード	H22.10～H28.3
Marc Salvati	(株)オー・エル・エム・デジタル	ソフトウェアエンジニア	H22.10～H28.3
前島 謙宣	(株)オー・エル・エム・デジタル	ソフトウェアエンジニア	H27.4～H28.3
曾良洋介	(株)オー・エル・エム・デジタル	ソフトウェアエンジニア	H22.10～H26.3
廣瀬三平	(株)オー・エル・エム・デジタル	リサーチャー	H25.3～H26.3
藤堂 英樹	(株)オー・エル・エム・デジタル	リサーチャー	H23.4～H25.3
Jaewoo Seo	(株)オー・エル・エム・デジタル	リサーチャー	H23.10～H24.7

研究項目

- ・ 人間の表情とキャラクターアニメーションに関する数理モデルの構築と、その実用化に向けての研究
- ・ 流体の実画像情報から2次元ないし3次元の流体 CG モデルの構築

②「数学モデル」グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
落合 啓之	九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所	教授	H22.10～H28.3
溝口 佳寛	九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所	准教授	H22.10～H28.3
鍛冶 静雄	山口大学大学院工学研究科	講師	H24.9～H28.3
横山 俊一	九州大学 数理学研究院	助教	H24.11～H28.3
近藤 光浩	九州大学大学院数理学府	M2	H27.4～H28.3
松尾 拓哉	九州大学大学院数理学府	M2	H27.4～H28.3
内田 圭亮	九州大学大学院数理学府	M2	H27.4～H28.3
清水 脩平	九州大学大学院数理学府	M1	H27.4～H28.3
酒井 良介	九州大学大学院数理学府	M1	H27.4～H28.3
正木 聖子	九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所	テクニカル スタッフ	H27.11～H28.3
佐々野 詠淑	九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所	学術研究員	H27.10～H28.3
田村 朋之	九州大学大学院数理学府	リサーチ・アシスタント (D2)	H27.10～H28.3
Dorjgotov Khongorzul	九州大学大学院数理学府	リサーチ・アシスタント (D1)	H27.10～H28.3
鈴木 由佳	九州大学大学院数理学府	リサーチ・アシスタント (D1)	H27.10～H28.3
高坂 太智	九州大学大学院数理学府	リサーチ・アシスタント (D1)	H27.10～H28.3
岡本 健太郎	九州大学大学院数理学府	リサーチ・アシスタント (D1)	H27.10～H28.3
若山 正人	九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所	教授	H22.10～H27.3
松下 昂平	九州大学大学院数理学府	リサーチ・アシスタント (D3)	H24.4～H27.3
池田 有希	九州大学大学院数理学府	リサーチ・アシスタント (D3)	H24.4～H27.3
今井 卓郎	九州大学大学院数理学府	リサーチ・アシスタント (D3)	H24.4～H26.3
坂下 一生	九州大学大学院数理学府	リサーチ・アシスタント (D3)	H23.4～H25.3

研究項目

- ・ デジタル映像表現に適した記述様式の研究

- ・ 人間表現に適した記述様式の研究
- ・ CG アニメーションのための離散モデルの研究
- ・ 流体の演出表現の数学モデルの導入と検証
- ・ デジタル映像としての最適な離散化の研究

③「CG」グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
土橋 宜典	北海道大学	准教授	H22.10～H28.3
岩崎 慶	和歌山大学	准教授	H22.10～H28.3
佐藤周平	株式会社ユビキタスエンターテインメント	研究員	H26.8～H28.3
鈴木 慧	北海道大学	学生 (M1)	H27.9～H28.3
XING XIAOXIONG	北海道大学	学生(D2)	H24.11～H27.8
Charles Welton Ferreira Barbosa	北海道大学	学生(D 1)	H26.4～H27.3
XING XIAOXIONG	北海道大学	学生(D2)	H24.11～H28.3
Charles Welton Ferreira Barbosa	北海道大学	学生(D 1)	H26.4～H27.10
外崎正典	北海道大学	学生(M2)	H27.4～H28.3
水谷圭祐	北海道大学	学生(M2)	H27.4～H28.3
川口龍樹	北海道大学	学生(M1)	H27.4～H28.3
谷翼	北海道大学	学生 (M2)	H25.4～H27.3
古川歩	北海道大学	学生 (M2)	H25.4～H27.3
佐藤周平	北海道大学	専門研究員	H22.10～H26.8
楠元克敏	ソニー株式会社／北海道大学	学生(社会人) (D2)	H22.10～H26.3
多田宗広	北海道大学	学生(M2)	H24.9～H26.3
渋川雄平	北海道大学	学生(M2)	H24.9～H26.3
森田拓也	北海道大学	学生(M 2)	H24.4～H25.3
千葉雄太	北海道大学	学生(M2)	H22.10～H23.3
福士竜一	北海道大学	学生(M2)	H22.10～H23.3

研究項目

- ・データベースを利用した高精細流体映像生成の効率化と演出表現に関する研究
- ・流体の映像表現のための輝度計算における演出表現に関する研究
- ・流体シミュレーションの制御および変形による演出表現に関する研究
- ・実写を利用した流体の演出表現に関する研究

(2) 国内外の研究者や産業界等との連携によるネットワーク形成の状況について

- フェイシャルアニメーション研究に関して、以下の方々と連携した:
Taehyun Rhee 博士, Mengjie Zhang 博士 (Victoria U.), Zhigang Deng 博士 (U. Houston) - EG14 Star Report 共同執筆のための議論
Fred Pighin 博士 (Google, Inc) - EG14 Star Report, SIGGRAPH Asia 2010 Course Notes, および SIGGRAPH2014 Course Notes 共同執筆のための議論.
Yeongho Seol 博士 (Weta Digital), Jaewoo Seo 博士 (Industrial Light & Magic) — フェイシャルアニメーションのリターゲティングに関する研究の議論と論文化, およびキーフレーム抽出および編集方法に関する技術開発の議論.
- 以下の方々とは、何回か共同研究の議論をしたが、まだ実現には至っていない。引き続き検討して行きたい:
Eitan Grinspun 博士 (U. Columbia), Myung-Soo Kim 教授 (Seoul National U.), Diego Gutierrez 准教授 (U. Zaragoza).
- 雲のレンダリングの研究に関して、楽 詠こう氏 (Columbia 大) と連携して輝度計算プログラムの開発を行った。

§ 3 研究実施内容及び成果

以下では、テーマごとに担当したグループ名を記載したが、実際は3グループが相互に深く関わった研究がほとんどである。したがって主たる研究責任の所在としてのグループ名の記載とご理解頂きたい。

3.1 人間の表情とキャラクターアニメーションに関する数理モデルの構築と、その実用化に向けての研究(映像数学グループ)

(i) 表情の特徴づけ-統計的手法から決定論的手法へ-

当初、人間の表情アニメーションに関する考察から、物理法則等にもとづくパラメータ付けは困難であるため、表情のデータベースから特徴を取り出すことを考えていた。しかし映像制作現場では、表情自体はアニメータのセンスと経験でつくるのが本来的であり、むしろその制作過程を効率化する数理モデルが必要であると結論した。そこで、我々は 2010 年夏に開発したブレンドシェープの**直接操作法 (Direct Manipulation Blendshaes, DMB)** を発展させ、計測した顔のアニメーションデータから、その顔の各部の動きの相関を学習し、より効率のよいピンアンドドラッグ操作を実現した[JGT2012a]。またその方法論を拡張し、顔のアニメーションを(同じボロジューを持つ)別の顔のアニメーションへ移植し、さらに編集できる手法も開発した [TOG2012]。特徴抽出空間とは、学習機能付き DMB でいえば、データの相関行列に基づく RKHS 空間となる。

また、これらの手法を開発する過程でベイズ推定という確率論的アプローチと、再生核ヒルベルト空間 (Reproducing Kernel Hilbert Space, RKHS) による決定論的アプローチの共通点に着目し、RKHS を経由して、CG で頻繁に現れる動径基底関数(radial basis functions, RBF) による関数補間の理論的基礎ともつながることが分かり、この視点から、確率論的あるいは決定論的なさまざまな補間手法の数学的枠組みについて論文化することができた [SA10 Course, JMI11, MEIS2014, S14 Course, EG14 Star MEIS2015]。

(ii) 人間表現に適した記述様式の研究

表情アニメーションについては、前項の手法そのものが、ひとつの記述様式を与えている。それ以外に数学モデルグループと進めた点として、キャラクターの全身形状の変形問題がある。その基礎理論については、数学モデルグループの項にあるので、ここでは全身の動きを扱うための形状変形手法について述べる。

ケージベースとして知られる既存手法は種々あり、柔軟物体の扱いや誇張した変形表現に適している。しかし、直接対象物にアクセスするよりそれを囲むケージへの操作が必要で直感的な操作性に欠ける、あるいは剛体の特性は扱いにくい、物体の頂点数が多いと計算が遅い、などの問題があった。これを解決すべく、我々は対象を効率的にクラスタリングし、柔軟性、剛体性をうまく調和させること、頂点数に比例して計算量の増大するウェイトと呼ばれるパラメータ数を減少させること、を実現するアルゴリズムを開発し、CG 国際会議 SIGGRAPH Asia 2015 にて発表する [SA15 TB] (図 3)。



図 3 : ケージベースデフォーマー

我々の手法 [SA15 TB]は、従来では計算の負荷が高かったウェイト計算の高速化、および、剛体変形・弾性変形をクラスタリング部位ごとに適用可能なフレキシブル変形を実現した。図の左から: 変形をデザインするときの表示画面、誇張したパンチングのシーン、それを側面からみた様子、を示す。

(iii) 人間やキャラクタの演出制御

本項目の一部は、基本的には、前出の「特徴抽出空間」の応用と考えられる。それについては、次のような成果を得た。

演出制御のためには、前記 直接操作法を典型とする直感的なインターフェースがまず必要である。先の我々のケージベースデフォーマにも、ケージ変形という間接的な方法でなく、直接キャラクタの部位に操作して変形する機能も付加されている。

さらには特徴量にもとづいてパラメタライズされた空間が**編集可能 (editable)** である必要がある。すなわち、パラメータ変更による形状の変化が、不連続な結果や予測を超えるイレギュラーな動きをしない、ということが大切である。表情アニメーションに関する論文 [JGT2012a, TOG2012] では、導入した特徴量空間がこの意味で編集可能であることを示している。

また全身のアニメーションに関するケージベース手法 [SA15 TB] の他に、上記の意味で“編集可能”なキーフレーム抽出法を現在も開発している。そのアルゴリズムのもととなるのは **Salient Point アルゴリズム**[SA10 JP-Ken] であり、特徴点を抽出する方法として基本的である (後述)。

我々が現在開発しているモーションキャプチャーデータからのキーフレーム抽出法では、編集可能性を実現するために、キーフレーム間の補間を滑らかに行う 3 次ベジェ曲線自動生成アルゴリズムを創出した。これにより実測データからキーフレームを抽出し、容易に編集が実現出来る。例えば 図 4 の上段は、計測したオリジナルデータをキャラクタに当てはめて表示したものだが、大きなボールをとるという動作を仮定していないので、手が足にめり込んでいる。その修正をオリジナルデータの編集では非常に大変な作業となるが、我々の手法でキーフレームを取得し、その編集によれば、数分の処理で下段のような自然なアニメーションが作れる。

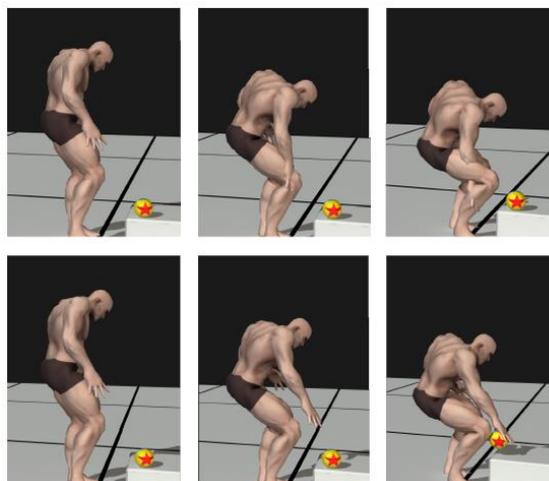


図 4 : キーフレーム抽出とその編集

上段は、計測したオリジナルデータをキャラクタに当てはめて表示している。手が足にめり込んでいる。我々の手法でキーフレームを取得し、それを編集すれば、数分の処理で下段のような自然なアニメーションが作れる。

(iv) カメラと陰影の演出制御

本項目については、映像数学グループからの貢献は少なかった。特にカメラについては顕著な成果は無い。一方陰影の制御については、主として CG グループにおいてさまざまな成果が得られているのでそちらを参照して頂きたい。頭髮の表現等については、映像数学グループと共同で研究を進めて成果を得た [Dobashi 髪の毛 2 編論文]。

映像数学グループからの固有な結果は、直接的な演出制御手法ではないが、Path-tracing と呼ばれる一連のフォトリアルなレンダリング技術に共通する高速化手法として、影計算の効率化を図るアルゴリズムを提案した [EGSR15]。ここでは、データ構造をダイナミックに変更していくことで高速化を実現した。これにより従来のもより 10% 以上の高速化が図れる。これはレンダリングコスト削減には十分貢献する結果である (図 5)。この結果を更に拡張し、2016 年春には、著名なオンライン論文誌 *Journal of Computer Graphics Techniques* に論文採択 (Vol. 5 No.1)された。



図 5: 影計算の高速化アルゴリズム

左がレンダリングされた3次元シーン。中央と右は、視線と影領域との判定回数を色で示したもの。赤いところは、そこでの影計算回数が多いことを示している。中央が我々の結果、右が従来法であり、我々の方法が影計算の効率を上げていることがわかる。

また、タイルング問題も取り上げた。数学の分野でも古くから知られる問題であるが、CGにおいても、レンガ造りのパターンなど、ある程度のグローバルな構成と詳細部分のランダム性とを両立するタイルングの問題があった。従来は人手を介する場合も少なくなかった。これに対して数学モデルグループと共同で、Wang Tile を用いたタイルングについての数学的考察を行っている [溝口-Alex MEIS2015]。詳細は後述する。

(v) 演出アニメーションのための数理モデル

ここでは (iii) に述べた Salient Point アルゴリズム [SA10 JP-Ken] についての数理的応用可能性の検討結果を追記する。このアルゴリズムは、曲線の特徴をとらえた多角形近似問題に端を発しており、この問題自体は、CG に留まらず、古くから取り上げられてきている。

この多角形頂点列を求めるアルゴリズムは既にいくつか知られているが、例えば曲線の曲率計算にもとづくアルゴリズムもあるが、CG 応用では、必ずしも「望ましい」結果を得られない。Salient Point では、曲線の2点を選んだときに、その2点が「予測可能である」という概念を導入し、2点の張る弦と2点間の曲線との最大距離をしきい値で規定して「予測可能」かを判断するものである。この発想によれば、CG 応用に有用な応用のあることが分かった。上記(iii)以外にも、JP Lewis 等の一連の論文 (例えば、ACM TOG 2011 Jaewoo でのブレンドシェープへの応用など)や、2点を結ぶ最適な曲線の選択アルゴリズム [JGT2012b] などにも発展した。後者については特許も取得している。

3.2 流体の実画像情報から2次元ないし3次元の流体CGモデルの構築

(映像数学グループ)

(i) 動画像からの流体部分抽出

映像数学グループでは、リアルな流体アニメーションを実写映画等に合成する場合を想定して、実写撮影からの煙、炎の素材の再利用を検討した。その一つは[DigiPro2012] で発表したものである。具体的には定点カメラで撮影した実写の動画素材から煙や炎等の流体部分のみの情報を自動的に取り出す技術を開発した (図 6 参照)。煙や炎などの流体は、半透明部分も多く、背景画像からの切り出しは従来市販ソフトでは対応できなかった。手前の画像を流体とし、背景は動かない画像情報と仮定して(つまり背景は静止している場合を考える)、その各画素での前景(流体)と背景との合成の値(アルファマット値、以下 α)を求める。まず時間方向に変化したときあまり変化が起きない部分は背景と推定し、初期値として α を求め、画像勾配法により、その精度を上げてゆくものである。



図 6：流体画像からの流体情報の抽出
左が入力動画。この背景画像から、煙の情報だけを抽出する。これを他の背景の上に合成したのが右の図。

(ii) 疎な多視点画像からの流体のボリュームモデリング

さて次の課題は、そのような2次元の流体動画があったとき、それをさらに3次元の密度分布データにまで変換できるか、である。この課題は H25 年から基礎検討を始め、H26 年度に追加したものだが、これも (i)と同類の技術である。ただしこちらはより挑戦的で、流体のみが映った定点カメラの動画から、その流体の3次元密度分布をもとめるものである。

MEIS2014 ではそのアルゴリズムの原型を示した。ポイントは入力画像からのヒストグラム情報を構成したい 3D 密度分布の情報に加え、iterative な処理により収束する迄この密度分布を求めて行くものである。さらに 3DCG の基本ツール Maya 等のシミュレーション・レンダリング機能と組み合わせて、よりリアルな映像制作に使用できることを示した。炎や煙、水滴などの場合、一定点からの動画像だけでも密度分布が得られることを示した [SIGGRAPH2015] (図 7)。

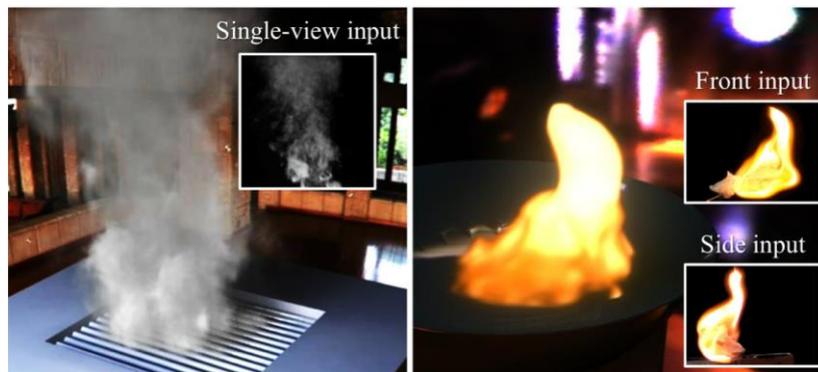


図 7：疎な視点画像からの流体のボリュームモデリング
左の煙では、一視点からの動画像、右の炎は、直交する2視点からの動画像から 3D ボリュームをモデル化している。3D 化されることでダイナミックなカメラワークが可能となる。また煙の例では乱気流の効果も Maya を用いて付加している。

これらの手法は、映像制作現場にとって非常に期待されている技術であり、更なる高精細化などの課題克服については現在も検討を続けている。

3.3 自然現象の演出的表現と数学モデルの応用に関する研究 (CG グループ)

自然現象の映像表現において、数学モデルを応用することで作成者の意図を反映できる演出表現手法を構築した。自然現象の中でも、特に、煙や炎、雲などの流体现象の演出表現を中心とし、そこから派生したいくつかの研究を実施した。大別して、動きと陰影の演出表現に関する研究を実施した。実施内容と成果について以下に説明する。

動きの演出表現に関する研究内容は以下のとおりである。まず、流体の演出表現を実現するための基盤となる GPU を活用した効率的な流体シミュレーション手法を開発し、さまざまな計算条件でのシミュレーション結果を保存するデータベース構築システムを開発した。これら高速シミュレ

ータとデータベース構築システムを軸として流体の演出表現手法に関する研究・開発を進めた。具体的には、以下の項目について研究・開発を行った。

(i) 高速な流体シミュレータの開発

格子ベースの流体シミュレータについて、GPUを活用した方法を開発した。煙、炎、雲などの流体の動きの高速計算が実現できた。また、粒子ベースのシミュレーション手法については、粘性流体および雲を対象とした手法を新規に開発した。

(ii) 流体の形状を制御する方法

入力として与えられる目的形状となるよう流体の動きを制御する。流体の動きは支配方程式である Navier-Stokes 方程式に基づいて物理シミュレーションを行う。物理シミュレーションを行いながら、流体の内部状態を監視し、シミュレーションパラメータや外力を逐次補正することにより目的形状を生成する。

(iii) 事前に計算したデータベースを用いる方法

事前にパラメータをさまざまに変化させて流体解析を行い、データベースとして保存しておく。そして、このデータベースを利用して目的の映像表現を実現する。データベースには、速度場や密度場などが含まれる。それらに対して周波数空間での変調や流れ場の変形処理を施す。この方法では、必ずしも支配方程式を満たす動きが得られるとは限らないが、視覚的にはそれらしい映像表現が実現できる。

(iv) 流体の速度場をデザインする方法

流体の動きは速度場によって決まる。そこで、作成者によって課せられた制約条件を満たしつつ Navier-Stokes 方程式を解くことで、流体らしさを保ちながら目的の動きを表現する。

次に、陰影の演出表現に関する研究内容は、以下のとおりである。自然現象の表現においては、最終的にそれを CG 映像として表示すること、すなわちレンダリングする過程にも配慮しながら演出技術の開発を行うことが必要である。しかし、煙・炎・雲などの流体现象の陰影は複雑な積分方程式で表され、また、その計算結果は多くのパラメータに依存する。目的の映像効果を得るためには、それらのパラメータを適切に設定しなければならないが、容易な作業ではない。この問題を解決するため、以下の二つのアプローチによる方法の研究・開発を進めた。

(v) インタラクティブに陰影をデザインする方法

作成者の指定に基づいて流体の色付けを行う。作成者の作業量を軽減するため、作成者によって与えられる少ない入力から補間処理により全体の色付けを行う。補間処理において、物理的な方程式に基づいた陰影計算に使用される量を用いることで自然な色付けを行う。多次元空間での補間となることから、補間関数として動径基底関数を用いた手法を中心に開発した。

(vi) 逆問題解法による方法

陰影計算に使用される物理パラメータを実写を利用して算出する。作成者により入力された一枚の実写から抽出される画像特徴量が一致するよう CG 画像のレンダリングパラメータを自動推定する。推定には非線形な逆問題解法に広く用いられている手法の中から利用する。作成者は実写を一枚入力するだけでよいとため、大幅な負担軽減につながる。

以上の研究の実施によって得られた研究成果は以下のとおりである。高速流体シミュレータやデータベース構築システム等、本研究のベースとなる要素は順調に開発が進み、当初の計画どおり、平成24年度から主目的である演出表現に関する研究を開始した。他グループとの連携の下、各種数学モデルを導入した具体的な演出表現手法を実現し、以下の成果を得た。

(vii) 爆発の形状を制御する方法

爆発源の初期強度分布の最適化と予測制御によって爆発によって発生した煙が自然に目的の形状を形成するよう制御する方法を開発した(図 8).

(viii) 雲の形状を制御する方法

水平方向に移動する積雲の分布が指定された形状を形成するよう、地表面での熱および水蒸気分布を制御する方法を開発した(図 9).

(ix) 速度場の高解像度化手法

事前に計算した速度場のデータベースに対して、主成分分析を適用することで、低解像度映像から高解像度映像を生成する手法を開発した(図 10).

(x) 流れ場のインタラクティブなデザイン手法

ラプラシアン固有関数を用いてインタラクティブに流れ場をデザインできる手法を考案した. 流れ場をラプラシアン固有関数の線形和により表現し, 作成者の意図を制約条件とする最適化問題を解くことで, リアルな流れ場を生成する(図 11).

(xi) ガス状物体のインタラクティブなペイントシステム

炎・雲・爆発の色付けをインタラクティブに行うシステムを開発した. 作成者が色付けを行った箇所の特徴量を解析し, 動径基底関数を用いた補間によって自然な色付けを行う方法を開発した(図 12).

(xii) 雲の陰影の逆問題解法

作成者により入力された実写画像を利用して, 雲の表示におけるレンダリングパラメータを自動推定する手法を開発した. 実写画像の色ヒストグラムと一致するよう CG 画像のパラメータを高速に探索する方法を開発した(図 13).

(xiii) 粒子を用いた流体シミュレーション

複雑な変形を伴う流体やアダプティブなシミュレーションを効率よく行うため, 粒子を用いた手法に関する研究を実施した. 粘性流体と雲のアダプティブなシミュレーション手法を開発した(図 14).

(xiv) 多様な流れ場の生成

事前に計算した単一の流れ場から類似したさまざまな流れ場を生成する方法を開発した. 周波数空間での変調やシミュレーション空間サイズの変更を行った場合でも連続で自然な流れ場を生成する仕組みを考案した(図15).

(xv) 非圧縮性を考慮した流れ場の変形

事前に計算した流れ場をユーザの指定に応じて変形する方法を開発した. 流れ場をベクトルポテンシャルに変換し, 流体の重要な特性である非圧縮性を保ったまま変形できる仕組みを考案した(図 16).

(xvi) 炎のシミュレーションの制御

炎の動き・形状をインタラクティブに編集できる仕組みを考案した. ユーザの指定した制御点位置に炎が到達するような擬似的な外力を発生させる. ユーザの指定した制約条件を満たすよう外力の大きさは自動調節される(図 17).

(xvii) 粒子データのループ再生による水のエンドレスアニメーション

粒子ベースの流体シミュレーションによって事前に計算した粒子の動きデータを再利用することで永続的な水のアニメーション映像を生成する方法を開発した. 粒子データを複数の小グループに分割し, 自然な動きが生成されるよう適切なグループを逐次選択しながらアニメーション

を生成する(図 18).



図 8: 爆発の形状制御

図 9: 雲の形状制御



図 10: データベースを用いた流体映像の高解像度化

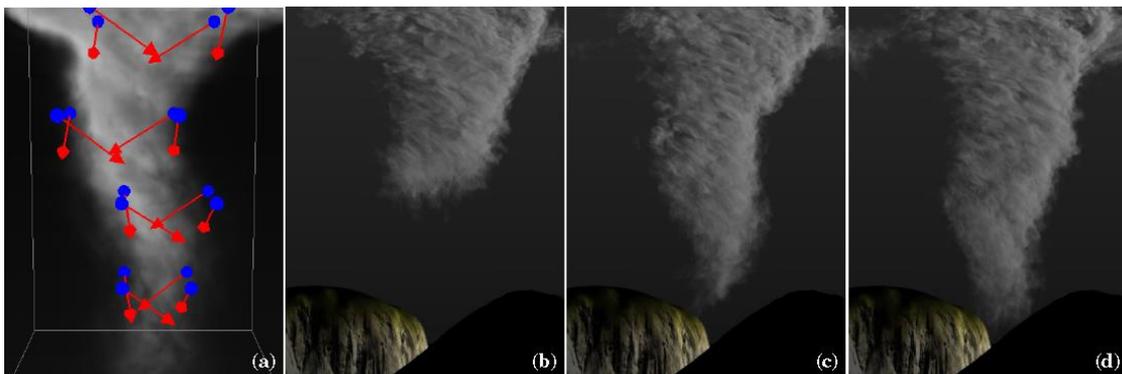


図 11: 竜巻の流れをデザインした例

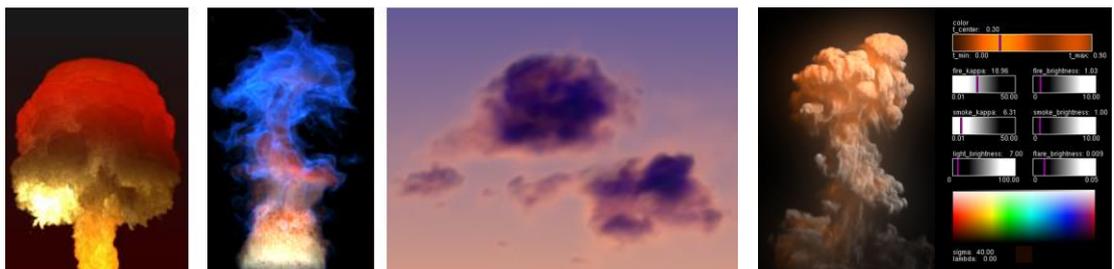


図 12: インタラクティブな陰影の編集例. 左から, 爆発, 炎, 雲の例

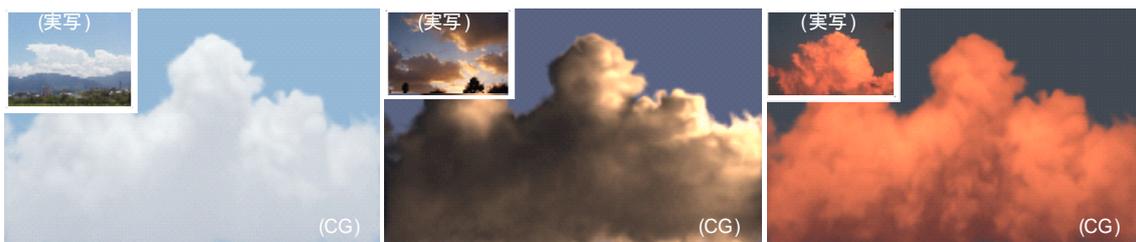


図 13: 実写からレンダリングパラメータを推定した例



図 14: 粒子を用いたシミュレーション例

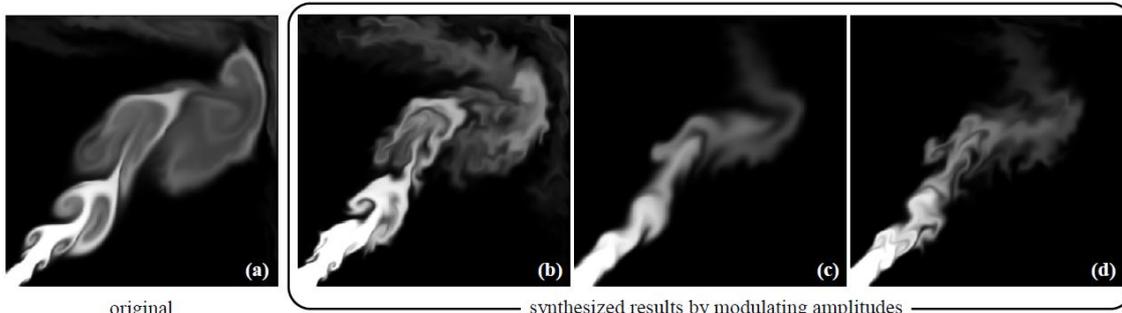


図 15: 多様な流れ場の生成例



図 16: 流れ場を変形して作成した煙の例



図 17: 炎の形状制御の例

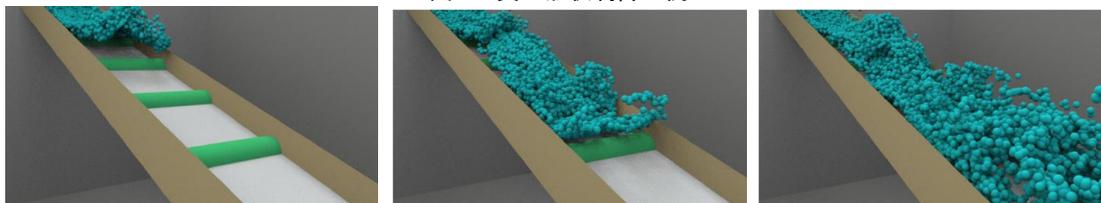


図 18: 粒子データのループ再生の例

最後に、上記の研究を通して派生した研究により得られた成果を列挙しておく。

(xviii) 髪的高速陰影計算

キャラクターと流体が混在して映像を効率よく生成することを想定して実施した研究である。リアルな髪を表示するためには、数万本の髪の毛それぞれについて陰影計算を行う必要があり、非常に高い計算コストを必要とする。そこで、球面調和関数を用いて高速化する手法を開発した。照明分布と髪による光の減衰関数を球面調和関数を用いて表現することで陰影計算に伴う積

分計算の高速化を図った。提案法を用いることで、図 19 に示すようなリアルな髪を 0.3 秒以内に表示することが可能となった。



図 19: 環境照明を考慮した高速な髪のレンダリング

(xix) 陰影のデザイン

ガス状物体のインタラクティブなペイントシステムに用いた考え方を通常の物体の陰影編集に発展させた研究である。流体の陰影編集に用いた考え方施すシェーディング技術は仮想物体の見え方を決定する基礎的かつ重要な要素である。しかし、映画やゲームなどの映像表現においては、物理法則に従ったシェーディングモデルによって、必ずしも作成者が所望するシェーディング結果が得られるとは限らない。そこで、物理法則に従ったシェーディング結果に対して編集を施すことにより、目的の結果を実現する手法を開発した。作成者に入力された輝度情報と陰影計算に利用される情報を用いて、シェーディングのための輝度計算関数を動径基底関数により構築し、インタラクティブに陰影をデザインする。その基礎実験として、拡散反射および環境光成分に着目し、図 20 に示す結果を得た。制御点位置で作成者に指定された色、光源情報、幾何情報等を用いて各点の陰影を計算する。



図 20: 陰影の編集例

3.4 形状変形・補間と表示手法に関する研究 (数学モデルグループ)

CG において最も基本となる変形や補間は、数学的な概念として捉えやすく、かつ重要なテーマである。それらの問題を数学的アプローチで解決することを目指している。関連する数学分野はリー理論、関数補間、離散微分幾何などがある。具体的な重要課題については、映像数学グループ、CG グループと議論しつつ、数学モデルグループが主導する。実際の検証映像制作やプロタイプシステムの構築には、他の 2 グループが担っている。

(i) リー環を用いたモーフィング(2D)

与えられた二つの図形を滑らかに補間する手法は、モーフィングとも呼ばれ、さまざまな映像表現に用いられている。我々は、CG の議論のさまざまな場面で現れる基本的な手法である行列のブレンド法に対して数学的な研究を押し進めた。従来法の、物体に意図しないつぶれが起こってしまう、あるいは滑らかな動きにならない、などの問題点に対してリー環の空間で行列をブレンドする手法を提案した(図 21)。この図形の微視的な幾何をなるべく保ちながら変形するアルゴリズムについて、数学的なフレームワーク(新しいエネルギー関数)を設定することで、従来主観的であった比較に客観的根拠を与えた。さらに、この観点から従来手法を見直し、平面の変換群

に対する不変性を考慮することにより、より優れたアルゴリズムを提案した。本研究結果は査読付きコンピュータアニメーションに関する著名な国際会議 SCA2012 に採択された。また国内では CEDEC 2012, 2013 等でも講演し、好評を博した。

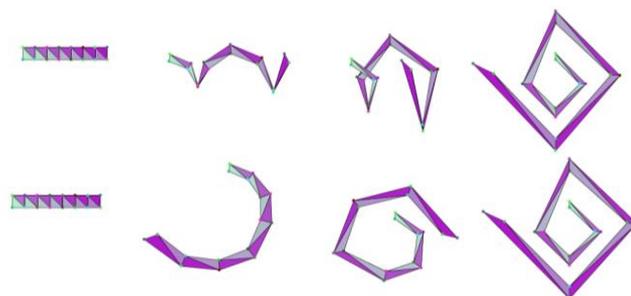


図 21: エネルギー関数の差異によるモーフィング

上段、下段それぞれがモーフィングのアニメーションを示す。入力データとして、右端が初期形状、左端が最終形状を示す。この間を剛体変形(なるべく近い)アニメーションを構成するが、上段は従来法のエネルギー関数による結果であり、途中の動きが複雑であり自己交叉も起きている。我々の手法では自己交叉のないより自然な剛体らしい変形アニメーションが生成される。

(ii) リー環を用いたモーフィング(3D)

(i)の手法を3次元の場合に拡張し、上記問題だけではなく形状生成やケージベース変形などにおいても有効な手法を開発した。キーアイデアは、変形に関わる行列群をリー群とみなしたときのリー環との局所対応をベースに、補間や変形を制御し易い線形空間(リー環)をうまく利用したパラメタリゼーションを導入したことにある。図 22 と図 23 に適用例を示す。これらの結果はシンポジウム MEIS2013 や、国際会議 SIGGRAPH ASIA 2013 Course にて発表した。

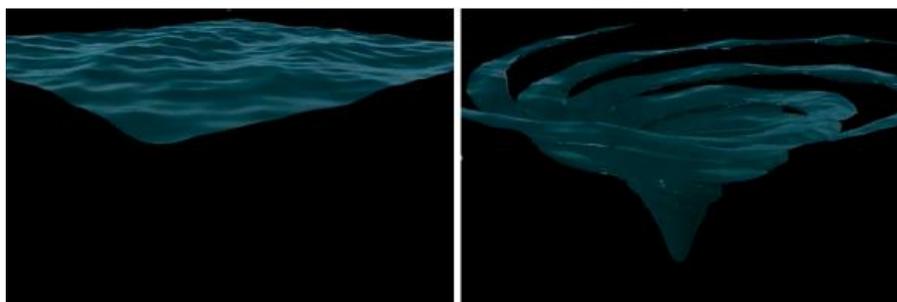


図 22: 3次元プローブを用いた形状のデザイン

左図が波のモデルで入力データである。リー群-リー環対応を活かした変形座標系を導入して、プローブを表すアイコンを操作することにより、より複雑な形状を生成できる。右図はその例で渦を表している。

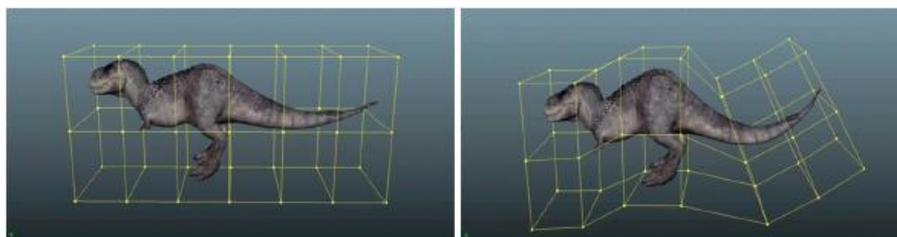


図 23: ケージベース変形への適用

左がケージに囲まれた表示対象で、右図のようにリー群-リー環対応による座標系を導入すると、滑らかな変形が容易に得られる

(iii) リー環を用いたメッシュ編集

リー環を利用した行列の補完を用いて、インタラクティブな重み付きブレンドによるメッシュ編集システムを構築した。ここではまた、編集点以外のウェイトは離散ポアソン方程式により自動的に重みを計算している。これらの数学的道具立てにより、従来の方式よりも自然で適用範囲の広い編集システムとなった。[Kaji-Liu MEIS2014](図 24)

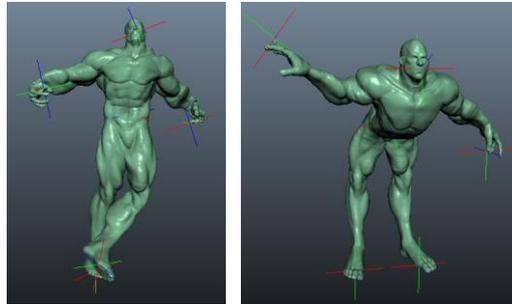


図 24: インタラクティブなメッシュ編集システム

形状の編集に、リー環を用いた行列の補完を活用している。編集点以外でのウェイトは手入力ではなく離散ポアソン方程式から自動的に導いている。

また、リー環を利用した行列の補完、局面メッシュから3次元単体複体の構成、piecewise 線形変換上の剛体変換不変なエネルギー関数の構成などの数学的な土台をもとに、複数の形状を、与えられた重み付けに従ってブレンドするシステムを構築した。これは平面上の2つの形状のモーフィングを与える(i)の結果を空間内の形状に対応させ、さらに、2 つ以上の形状のブレンドを行うように対応させるという二通りの方向へ拡張したものである。[Kaji, MEIS2015](図 25)

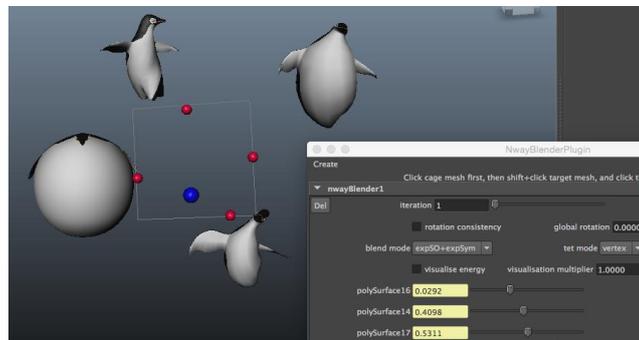


図 25: 複数の形状のブレンド

3つ以上の形状が与えられたときにそれを任意の重み付けに従ってブレンドするシステム(Maya Plugin)。左の青い丸を動かすことでウェイトを自由に変更でき、合成した図形をリアルタイムに表示できる。

(iv) リー環を用いた補間に付随する数理的問題

以上のようなリー環を活用した補間計算を実際の映像制作に活かす(実装)際には、リアルタイムの応答を得るために高速で行列の指数関数を計算する必要が生ずる。ここでは、利用される行列のサイズが 3×3 であるという特徴を活かし、固有値のみを用いた指数行列の計算式、そして、固有値においても3次方程式の解の公式を用いた直接的な計算式を与え、計算アルゴリズムの高速化を行った。そして、計算実験により、演算アルゴリズムだけでなく、形状補間アルゴリズムに組み込んだ際の実行についても計算時間、および、計算誤差の影響の評価を行い、その有効性を確認した。

また、形状補間手法のなかで、ARAP(As-Rigid-As Possible Shape Interpolation)と呼ばれる三角形分割された図形とそれぞれの三角形ごとに定まる複数のアフィン変換を用いて定式化

する剛性保存補間手法について考察を行い、統一的な視点から複数の手法の考察を行った。特に、「良い」補間と呼ぶ概念を数学的特徴量である面積や長さの変化で複数の定式化を提案し、それぞれの補間が「良くなる」ための必要十分条件を求め、与えられた初期図形に対して、各補間手法の「良さ」を判定する計算式をそれぞれ具体的に求めた。そして、本研究において形状補間アルゴリズムの比較を行うためにさまざまな初期形状の入力、アルゴリズムやパラメータの選択を容易に行えるプロトタイプソフトウェアを Python 言語により実装し、さまざまな補間手法の具体的な変形動画を作成し、特徴の評価を行った。

(v) Wang tile を用いた石垣模様の自動生成

Wang タイルを用いた石垣模様の作成方法を、映像数学グループと共同で提案した。Wang タイル敷き詰め問題は 4 辺が色付けされた正方形のタイルセットで接続辺の色が同じタイルのみ接続可能として平面を敷き詰めることを考える問題である。任意の与えられたタイルセットに対して、平面充填が可能であるかは決定不能であること。また、非周期的な充填を与える最小のタイルセットに関する理論的な研究も進められている。一方で、構成される充填の非周期性を活かした、CG におけるテクスチャマッピングへの応用も研究されている(Stam1997, Cohen 2003, 2006)。我々は、与えられた長方形領域に対して必ず充填可能であるタイルセットのクラスを定式化し、そのタイルセットを用いて非周期的な不規則な石垣模様の作成方法を提案する。石垣模様作成に有効なタイルセットのクラスの提案、その充填可能性の証明、および、その性質を使った石垣模様作成アルゴリズムも提案し、その結果の有効性を確認している。これらの成果の一部は、SCSS2016 (The 7th Int'l Symposium on Symbolic Computation in Software Science) に採択された。今後、タイルセットの変化とテクスチャの性質との関係を精査し、より柔軟な多様な石垣模様の作成ツールを構築する予定である。(図 26)



図 26 : Wang タイルによる壁面のテクスチャ生成
自動生成されたタイリングのパターン。タイルのだいたいの大きさと Wang タイルという特殊な制約のもとで、このパターンが求められる。

3.5 最終成果デモ映像制作 (全グループ)

以上述べた成果、ならびに 2012 年以降に得られた研究成果をビデオにまとめる作業を行った。「流体」「キャラクターアニメーション」「数学的基礎」の3本を制作した。以下に概要を述べる。

(i) 「流体」

流体に関する様々な成果の中から、応用上特に重要な技術の紹介を行った。技術の詳細より、得られる結果についてのインパクトを伝える「作品」となった。2015 年 11 月の CREST 新技術説明会や 2016 年 5 月の CG 国際会議 EUROGRAPHICS2016 で公開した。前者では、ソフトウェア会社からのコンタクトなどもあり、今後は本格的な実用化についても検討してゆく所存である。

(ii) 「キャラクターアニメーション」

これも (i) と同じく、応用上の観点から重要なものを選んでビデオにした。いくつかの技術は実際に映像制作現場で用いられており、現在も様々な改良がなされている。2016 年 1 月の VFX-Japan セミナーでも、(i) とともに公開し、国内のデジタル映像制作業界全体へ紹介し好評を博した。

(iii) 「数学的基礎」(図 27 を参照)

数学モデル Gr. が中心となってすすめた、変形や回転に関する数学的手法の基礎に

ついでに教育的ビデオである。2次元の平行移動や回転といったシンプルなトピックから Lie 群・Lie 環対応を応用した補間方法、さらにその 3DCG 応用までを 30 のセクションに分けた。一つ一つのセクションには 30 秒程度の短いアニメーションをつけ、初学者にも分かりやすい内容とした。総尺は 20 分程度となった。このビデオをベースにした講義録が、2016 年 7 月に米国アナハイムで開催される SIGGRAPH2016 のコースプログラムに採択され、90 分の講演を行う予定である。

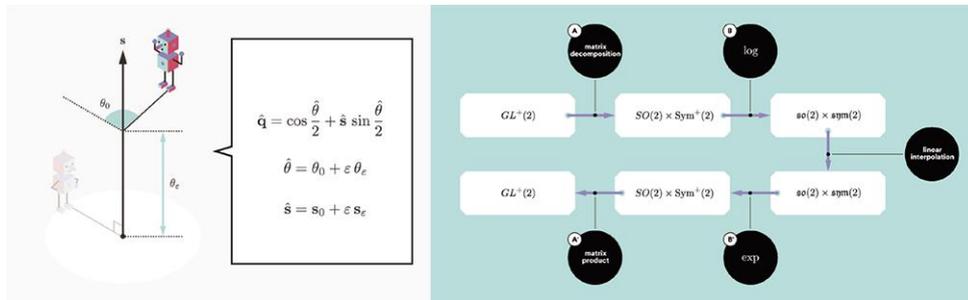


図 27: CG における変形・回転・補間などを記述するのに適した数学的な概念をまとめたビデオを作成した。図はその例で、双対 4 元数(左)や Lie 群 - Lie 環対応(右)を短いアニメーションにして説明している。

§ 4 成果発表等

(1) 原著論文発表 (国内(和文)誌 18 件, 国際(欧文)誌 59 件)

1. Ken Anjyo and J. P. Lewis, “RBF interpolation and Gaussian process regression through an RKHS formulation”, *Journal of Math-for-Industry JMI2011A-6* pp.63-71, 2011.4
2. Makoto Okabe, Ken Anjyo, Rikio Onai, “Creating Fluid Animation from a Single Image using Video Database”, *Computer Graphics Forum*, Vol. 30, No. 7 (Pacific Graphics 2011), pp.1973-1982, 2011. 9 (DOI: 10.1111/j.1467-8659.2011.02062.x)
3. 佐藤周平, 土橋宜典, 山本強, “最適な初期強度分布の推定および予測制御による爆発シミュレーションの制御”, *映像情報メディア学会論文誌*, pp.1446-1451, 2011.10 (DOI:10.3169/itej.65.1446)
4. 岩崎航, 土橋宜典, 山本強, “Radial Basis Function を用いた雲のボリュームレンダリングの編集システム”, *電子情報通信学会 D*, Vol.J95-D No.2 pp.297-304, 2012.02
5. Yeongho Seol, J. P. Lewis, Jaewoo Seo, Byungkuk Choi, Ken Anjyo, Junyong Noh, “Spacetime Expression Cloning for Blendshapes”, *ACM Transactions on Graphics*, Vol. 31, No. 2, Article 14, 2012. 4 (DOI: 10.1145/2159516.2159519)
6. Ken Anjyo, Hideki Todo, J.P. Lewis, “A Practical Approach to Direct Manipulation Blendshapes”, *Journal of Graphics Tools*, Vol. 16, Issue 3, pp. 160-176, 2012. 8 (DOI: 10.1080/2165347X.2012.689747)
7. Yoshinori Dobashi, Wataru Iwasaki, Ayumi Ono, Tsuyoshi Yamamoto, Yonghao Yue, Tomoyuki Nishita, “An Inverse Problem Approach for Automatically Adjusting the Parameters for Rendering Clouds Using Photographs”, *ACM Transactions on Graphics*, Vol. 31, No. 6, Article 145, 2012.11 (DOI: 10.1145/2366145.2366164)
8. 佐藤周平, 森田拓也, 土橋宜典, 山本強, “基本速度場による流体アニメーションの高解像度化”, *電子情報通信学会論文誌 D*, Vol.J96-D, No.2, pp.338-345, 2013.2 (Online ISSN: 1881-0225)
9. Hideki Todo, Ken Anjyo, Shun'ichi Yokoyama, “Lit-Sphere extension for artistic rendering”, *The Visual Computer*, Volume 29, Issue 6 (2013), pp.473-480, 2013.6 (DOI:10.1007/s00371-013-0811-7)
10. Jaewoo Seo, Ken Anjyo, “Line Selection Tool for 3D Artists”, *Journal of Graphics Tools*, Volume 16, Issue 4, pp.233-244, 2013.6 (DOI: 10.1080/2165347X.2013. 823780)
11. 楠元克敏, 土橋宜典, 山本強, “流体解析に基づく積雲のシミュレーションのコントロール”, *電子情報通信学会論文誌 D*, Vol. J-96-D, No.8, pp.1944-1951. 2013.8
12. 渋川雄平, 土橋宜典, 山本強, “ガス状物体のボリュームレンダリングのための特徴量に基づく伝達関数設計手法”, *映像情報メディア学会誌* Vol. 68 No.2 pp.J66-J71. 2014.2 (DOI: 10.3169/itej.68.J66)
13. 多田宗広, 土橋宜典, 山本強, “環境照明下における特徴量に基づく輝度補間を用いたインタラクティブなシェーディングの編集システム”, *電子情報通信学会論文誌 D* Vol.J97-D, No.3, 2014.3
14. 名畑豪祐, 岩崎慶, 土橋宜典, 西田友是, “レイサンプリングによる効率的な分割統治法を用いたレイトレーシング”, *情報処理学会論文誌*, Vol.55, No.12, pp.2559-2568, 2014.12 (ISSN : 03875806)

15. 佐藤周平, 土橋宜典, 岩崎慶, 落合啓之, 山本強, “ラプラスアン固有関数を用いた流体の流れ場のインタラクティブなデザイン手法”, 電子情報通信学会 論文誌 D Vol.J97-D No.9 pp.1528-1536, 2014.9 (ISSN: 1881-0225)
 16. Kohei Matsushita, Hiroyasu Hamada, “A Fast Computation of 3×3 Matrix Exponentials and its Application in CG”, Journal of Information Processing, Vol.23(2), pp.171-175, 2015.03 (ISSN: 1882-6652)
 17. Kei Iwasaki, K. Mizutani, Yoshinori Dobashi, Tomoyuki Nishita, “Interactive Cloth Rendering of Microcylinder Appearance Model under Environment Lighting”, Computer Graphics Forum (Eurographics 2014), Vol.33, No.2, pp.333-340, 2014.05 (DOI: 10.1111/cgf.12302)
 18. Hiroyuki Ochiai, “Mathematics: As an Infrastructure of Technology and Science”, A mathematical Approach to Research Problems of Science and Technology, Springer-Verlag, pp. 3-15. 2014. 7 (DOI: 10.1007/978-4-431-55060-0_1)
 19. Yuki Ikeda , Yasunari Fukai, Yoshihiro Mizoguchi, “A Property of Random Walks on a Cycle Graph”, Pacific Journal of Mathematics for Industry 7:3, Springer Berlin Heidelberg, 2015.6 (DOI: 10.1186/s40736-015-0015-3)
 20. Tetsuya Takahashi, Yoshinori Dobashi, Issei Fujishiro, Tomoyuki Nishita, Ming, C. Lin, “Implicit Formulation for SPH-based Viscous Fluids”, Computer Graphics Forum (Eurographics 2015), Volume 34, Issue 2, pp.493 - 502, 2015.5 (DOI: 10.1111/cgf.12578)
 21. Syuhei Sato, Yoshinori Dobashi, Yonghao Yue, Kei Iwasaki, Tomoyuki Nishita, “Incompressibility-Preserving Technique for Deforming Fluid Flows”, The Visual Computer (Computer Graphics International 2015) , Volume 31, Issue 6-8 , pp.959-965, 2015.6 (DOI: 10.1007/s00371-015-1122-y)
 22. Charles Welton Ferreira Barbosa, Yoshinori Dobashi, Tsuyoshi Yamamoto, “Adaptive Cloud Simulation using Position Based Fluids”, Computer Animation and Virtual Worlds (Proc. 28th International Conference on Computer Animation and Social Agents (CASA 2015)), Volume 26, Issue 3-4, pp.367 - 375, 2015.5-8 (DOI: 10.1002/cav.1657)
 23. Makoto Okabe, Yoshinori Dobashi, Ken Anjyo, Rikio Onai, “Fluid Volume Modeling from Sparse Multi-view Images by Appearance Transfer”, ACM Transactions on Graphics (Proc. SIGGRAPH 2015), Volume 34 Issue 4, Article No. 93, 2015.8 (DOI: 10.1145/2766958)
 24. 岩上優美, 今泉一哉, 安在絵美, 中嶋香奈子, 山下和彦, 岡部誠, 尾内理紀夫, "足圧分布画像を用いた足部アーチ分類手法の提案と検証", 電気学会論文誌 C, 135 巻, 5 号, pp.505-512, 2015
 25. Mitsugu Hirasakaa, Kyoung-Tark Kimb, Yoshihiro Mizoguchic, “Uniqueness of Buston Hadamard matrices of small degrees”, Journal of Discrete Algorithms, Vol. 34, pp.70-77, 2015.9 (DOI:10.1016/j.jda.2015.05.009)
 26. Shinji Ogaki, Alexandre Derouet-Jourdan, “An N-ary BVH Child Node Sorting Technique for Occlusion Test”, Journal of Computer Graphics Techniques, 2016 (to appear)
- [proceedings(査読審査あり)]
27. Shizuo Kaji, Sampei Hirose, Shigehiro Sakata, Yoshihiro Mizoguchi, Ken Anjyo, “Mathematical Analysis on Affine Maps for 2D Shape Interpolation”, Proceedings of SCA12 (the ACM SIGGRAPH/Eurographics Symposium on Computer Animation 2012), pp.71-76, 2012.7 (DOI: 10.2312/SCA/SCA12/071-076)

28. Syuhei Sato, Takuya Morita, Yoshinori Dobashi, Tsuyoshi Yamamoto, “A Data-Driven Approach for Synthesizing High-Resolution Animation of Fire”, DigiPro '12 Proceedings of the Digital Production Symposium, Los Angeles, pp.37-42, 2012.8 (DOI: 10.1145/ 2370919. 2370926)
29. Makoto Okabe, Ken Anjyo, Rikio Onai, “Extracting Fluid from a Video for Efficient Post-Production”, DigiPro '12 Proceedings of the Digital Production Symposium, Los Angeles, pp.53-58, 2012.8 (DOI: 10.1145/2370919.2370928)
30. Takanori Nishino, Kei Iwasaki, Yoshinori Dobashi, Tomoyuki Nishita, “Visual Simulation of Freezing Ice with Air Bubbles”, SIGGRAPH ASIA 2012, Technical Brief, Article No. 1, 2012.11 (DOI: 10.1145/2407746.2407747)
31. Xiaoxiong Xing, Yoshinori Dobashi, Tsuyoshi Yamamoto, Yosuke Katsura, Ken Anjyo, “Real-time Rendering Animated Hair Under Dynamic Environmental Lighting”, Proceedings of Virtual Reality Continuum and its Application in Industry (VRCAI 2012), pp.43-46, 2012.12 (DOI: 10.1145/2407516.2407528)
32. Munehiro Tada, Yoshinori Dobashi, Tsuyoshi Yamamoto, “ Feature-based Interpolation for the Interactive Editing of Shading Effects”, Proceedings of Virtual Reality Continuum and its Application in Industry (VRCAI 2012), pp.47-50, 2012.12 (DOI: 10.1145/ 2407516.2407529)
33. Makoto Okabe, Yuta Kawate, Ken Anjyo, Rikio Onai, “Video Retrieval based on User-Specified Appearance and Application to Animation Synthesis”, Proceedings of 19th International Conference on Multimedia Modeling, MMM 2013, Part II, pp.110-120, Multimedia Retrieval and Management with Human Factors, Special Session Papers, Huangshan, China, 2013.1 (DOI: 10.1007/978-3-642-35728-2_11)
34. 岡部誠, 安生健一, 尾内理紀夫, “3次元ゲームシーンの学習に基づく単一画像の3次元化”, ビジュアルコンピューティング '13 予稿集, 2013.6
35. Tomohiro Yamamoto, Makoto Okabe, Yusuke Hijikata, Rikio Onai, “Semi-Automatic Synthesis of Videos of Performers Appearing to Play User-Specified Music”, In Proc. of WSCG 2013, pp.179-186, 2013.6
36. 佐藤周平, 土橋宜典, 山本強, “流体の流れ場のインタラクティブなデザイン”, 画像電子学会 Visual Computing/グラフィクスと CAD 合同シンポジウム予稿集 2013, ROMBUNNO.5, 2013.6
37. 渋川雄平, 土橋宜典, 山本強, “ガス状物体のボリュームレンダリングのための伝達関数のインタラクティブな設計手法”, 画像電子学会 Visual Computing/グラフィクスと CAD 合同シンポジウム予稿集 2013, ROMBUNNO.8, 2013.6
38. 川手裕太, 岡部誠, 尾内理紀夫, 平野廣美, “静止画内物体への変形指示による動画検索”, Workshop on Interactive Systems and Software (WISS 2013), 2013.12
39. Syuhei Sato, Yoshinori Dobashi, Kei Iwasaki, Hiroyuki Ochiai, Tsuyoshi Yamamoto, “Generating Flow Fields Variations by Modulating Amplitude and Resizing Simulation Space”, Proc. SIGGRAPH ASIA 2013 Technical Briefs, 2013.11 (DOI: 10.1145/ 2542355.2542371)
40. 崎山翔平, 岡部誠, 尾内理紀夫, 平野廣美, “料理画像をアニメーションすることによる魅力的な料理動画生成システム”, Workshop on Interactive Systems and Software (WISS 2013), 2013.12
41. J.P. Lewis, Ken Anjyo, Taehyun Rhee, Mengjie Zhang, Fred Pighin, Zhigang Deng, “Practice and theory of blendshape facial models”, EUROGRAPHICS State of the Art Reports, pp.199-218, 2014, (ISSN: 1017-4656, DOI = 10.2312/egst.20141042)

42. Yoshinori Dobashi, Yuhei Shibukawa, Tsuyoshi Yamamoto, “Feature-based Editing of Visual Appearance of Volumetric Objects”, The 31st Computer Graphics International (CGI2014) Short Paper, 2014.6
43. Syuhei Sato, Yoshinori Dobashi, Kei Iwasaki, Hiroyuki Ochiai, Tsuyoshi Yamamoto, Tomoyuki Nishita, “An Optimization Approach for Designing Fluid Flow Fields”, The 31st Computer Graphics International (CGI2014) Short Paper, 2014.6
44. J. P. Lewis, Zhenyao Mo, Ken Anjyo, Taehyun Rhee, “Probable and Improbable Faces”, Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis I, Springer-Verlag, pp.21-30, 2014.6 (DOI: 10.1007/978-4-431-55007-5_4)
45. Kei Iwasaki, “Efficient Image-Based Rendering Method Using Spherical Gaussian”, Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis I, Springer-Verlag, pp.37-42, 2014.6 (DOI: 10.1007/978-4-431-55007-5_6)
46. Masato Wakayama, “A Lie Theoretic Proposal on Algorithms for the Spherical Harmonic Lighting”, Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis I, Springer-Verlag, pp. 43-54, 2014.6 (DOI: 10.1007/978-4-431-55007-5_7)
47. Y. Shibukawa, Y. Dobashi, T. Yamamoto, “Interactive Editing of Volumetric Objects by Using Feature-based Transfer Function”, Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis I, Springer-Verlag, pp.56-62, 2014.6 (DOI: 10.1007/978-4-431-55007-5_8)
48. M. Tada, Y. Dobashi, T. Yamamoto, “Feature-based Approach for the Interactive Editing of Environmental Lighting Effects”, Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis I, Springer-Verlag, pp.63-72, 2014. 6 (DOI: 10.1007/978-4-431-55007-5_9)
49. Shinji Ogaki, “Ray Tracing of Quadratic Parametric Surface”, Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis I, Springer-Verlag, pp.71-78, 2014.6 (DOI: 10.1007/978-4-431-55007-5_10)
50. Yoshinori Dobashi, “Inverse Approach for Visual Simulation of Clouds”, Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis I, Springer-Verlag, pp.85-91, 2014.6 (DOI: 10.1007/978-4-431-55007-5_12)
51. Syuhei Sato, Yoshinori Dobashi, Kei Iwasaki, Hiroyuki Ochiai, Tsuyoshi Yamamoto, “Generating Flow Fields Variations using Laplacian Eigenfunctions”, Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis I, Springer-Verlag, pp.93-101, 2014.6 (DOI: 10.1007/978-4-431-55007-5_13)
52. Hiroyuki Ochiai, Ken Anjyo, “Mathematical formulation of motion and deformation and its applications”, Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis I, Springer-Verlag, pp.123-129, 2014.6 (DOI: 10.1007/978-4-431-55007-5_16)
53. Genki Matsuda, Shizuo Kaji, Hiroyuki Ochiai, “Anti-commutative Dual Complex Numbers and 2D Rigid”, Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis I, Springer-Verlag, pp.131-138, 2014.6 (DOI: 10.1007/978-4-431-55007-5_17)
54. Makoto Okabe, Ken Anjyo, Rikio Onai, “Single-View 3D Reconstruction by Learning 3D Game Scenes”, Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis I, Springer-Verlag, pp.153-159, 2014.6 (DOI: 10.1007/978-4-431-55007-5_19)
55. Syohei Sakiyama, Makoto Okabe, Rikio Onai, “Animating Images of Cooking Using Video Examples and Image Deformation”, Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis I, Springer-Verlag, pp.171-176, 2014.6 (DOI: 10.1007/978-4-431-55007-5_21)

56. Hiromi Hirano, Makoto Okabe, Rikio Onai, “Detection of Inserted Text in Images”, *Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis I*, Springer-Verlag, pp.177-183, 2014.6 (DOI 10.1007/978-4-431-55007-5_22)
57. 江頭一馬, 土橋宜典, 山本強, “Surface Flow の拡張による異方性反射およびアニメーションを考慮したイメージベース陰影編集”, 画像電子学会 Visual Computing/情報処理学会グラフィクスとCAD 研究会 合同シンポジウム, 15:1-15:4, 東京, 2014.6
58. 楠元克敏, 土橋宜典, 山本強, “流体解析を利用した Smoke Art の生成法”, 画像電子学会 Visual Computing/情報処理学会グラフィクスとCAD 研究会 合同シンポジウム 2014, 17:1-17:5, 東京, 2014.6
59. 岡部誠, 土橋宜典, 山口尊嗣, 安生健一, 尾内理紀夫, “直交視点画像を用いた 3 次元流体モデリング”, 画像電子学会 Visual Computing/情報処理学会グラフィクスとCAD 研究会 合同シンポジウム, 26 2014.6 (グラフィクスとCAD 研究会 優秀研究発表賞)
60. C. W. F. Barbosa, Y. Dobashi, T. Yamamoto, “Pressure Calculation Applied to Boundary Conditions in SPH Fluid Simulations”, *Proc. Fourth International Workshop on Image Electronics and Visual Computing (IEVC 2014)*, 2014.10.7
61. K. Egashira, Y. Dobashi, T. Yamamoto, “Extended Surface Flow for Image-based Shading Design Taking into Account Anisotropic Reflections and Animations”, *Proc. Fourth International Workshop on Image Electronics and Visual Computing (IEVC 2014)*, 2014.10.7
62. A. Kogawa, Y. Dobashi, T. Yamamoto, M. Okabe, “Transparent Volume Texture Synthesis from 2D Examples”, *Proc. Fourth International Workshop on Image Electronics and Visual Computing (IEVC2014)*, 2014.10.7
63. K. Mizutani, S. Sato, Y. Dobashi, T. Yamamoto, “Controllable Simulation of Fire Based on Computational Fluid Dynamics”, *Proc. Fourth International Workshop on Image and Electronics and Visual Computing (IEVC2014)*, 2014.10.7
64. M. Sotozaki, C. Barbosa, Y. Dobashi, T. Yamamoto, “Interactive Water Surface Generation from Particles”, *Proc. Fourth International Workshop on Image and Electronics and Visual Computing (IEVC2014)*, 2014.10.7
65. Syuhei Sato, Yoshinori Dobashi, Kei Iwasaki, Tsuyoshi Yamamoto, Tomoyuki Nishita, “Deformation of 2D Flow Fields Using Stream Functions”, *SIGGRAPH ASIA 2014 Technical briefs*, 2014.12
66. 小川直記, 岡部誠, 尾内理紀夫, 益子宗, 平野廣美, “配置と時間による可読性を維持した画像内文字提示手法”, *WISS 2014*, 2014.12
67. Yoshinori Dobashi, Yuhei Shibukawa, Munehiro Tada, Shuhei Sato, Kei Iwasaki, Tsuyoshi Yamamoto, “An Interactive Editing System for Visual Appearances of Fire and Explosion”, *Proc. Eurographics 2015 Short Paper Program*, 2015.5, (DOI: 10.2312/egsh.20151012)
68. Shinji Ogaki, Alexandre Derouet-Jourdan, “MBVH Child Node Sorting for Fast Occlusion Test”, *Eurographics Symposium on Rendering 2015 - Experimental Ideas & Implementations*, 2015.6 (DOI: 10.2312/sre.20151167)
69. Gengdai Liu, Ken Anjyo, “A Linear Blending Scheme for Rigid and Non-Rigid Deformations”, *SIGGRAPH ASIA 2015, Technical Brief*, , Article No. 19, 2015.11
70. Kei Suzuki, Yoshinori Dobashi, Tsuyoshi Yamamoto, “A Sketch-based System for Cloud Volume Retrieval from Simulated Dataset for Realistic Image Synthesis”, *Proceedings of 14th ACM SIGGRAPH International Conference on Virtual Reality Continuum and Its Applications in Industry*, pp. 51-54, 2015.10

71. Shinji Ogaki, "Shader Development at OLM", SIGGRAPH Asia 2015 Workshop, R&D in the Video Game Industry, 2015.11
72. Takao Kakimori, Makoto Okabe, Keiji Yanai, Rikio Onai, "A system to support the amateurs to take a delicious-looking picture of foods", The Symposium on Mobile Graphics and Interactive Applications (MGIA) at SIGGRAPH Asia 2015, demonstrations, 2015.11
73. M.Kondo, T.Matsuo, Yoshihiro Mizoguchi, Hiroyuki Ochiai, "A Mathematica module for Conformal Geometric Algebra and Origami Folding", The proceedings of SCSS 2016: The 7th International Symposium on Symbolic Computation in Software Science, EPiC Series in Computing, Vol.39, pp.60-80, 2016
74. Toshiaki Matsushima, Yoshihiro Mizoguchi and Alexandre Derouet-Joudan, "Verification of A Brick Corner Wang Tiling Algorithm", The proceedings of SCSS 2016: The 7th International Symposium on Symbolic Computation in Software Science, EPiC Series in Computing, Vol.39, pp.107-116, 2016.3
75. Takuya Yamakawa, Yoshinori Dobashi, Tsuyoshi Yamamoto, "Efficient Simulation of Furniture Layout Taking into Account Lighting Environment," Proceedings of 29th International Conference on Computer Animation and Social Agents, 2016.5 (to appear)
76. Shizuo Kaji, "Tetrisation of triangular meshes and its application in shape blending", Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis III, Springer, 2016 (to appear)
77. Alexandre Derouet-Jourdan, Yoshihiro Mizoguchi, Marc Salvati, "Wang Tiles Modeling of Wall Patterns", Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis III, Springer, 2016 (to appear)

(2) その他の著作物(総説, 書籍など)

1. 安生健一, 「1枚の画像がもたらす多様な映像世界」, 数学セミナー 連載“続・CGにつながる数学”第1回 2010年10月号 通巻589号 pp.80-85
2. 安生健一, 「人間らしい動きを作る」, 数学セミナー 連載“続・CGにつながる数学”第2回 2010年11月号 通巻590号 pp.78-83
3. 安生健一, 「CGで群れを表す」, 数学セミナー 連載“続・CGにつながる数学”第3回 2010年12月号 通巻591号 pp.86-91
4. J.P. Lewis, Fred Pighin, Ken Anjyo, "Scattered Data Interpolation for Computer Graphics", ACM SIGGRAPH ASIA 2010 Courses, Article 2, 2010.12, (ISBN: 978-1-4503-0527-3, DOI: 10.1145/1900520.1900522)
5. 安生健一, 「CGで自然物形状を表す」, 数学セミナー 連載“続・CGにつながる数学”第4回 2011年1月号 通巻592号 pp.74-79
6. 安生健一, 「CGで頭髪を表す」, 数学セミナー 連載“続・CGにつながる数学”第5回 2011年2月号 通巻593号 pp.68-75
7. 安生健一, 「レンダリング方程式」, 数学セミナー 連載“続・CGにつながる数学”第6回 2011年3月号 通巻594号 pp.81-87
8. 岩崎慶, “写実的レンダリング”, 情報処理学会誌「情報処理」, Vol. 53, No. 6, pp.556-561, 2012.5
9. 土橋宜典, “自然現象のビジュアルシミュレーション”, 情報処理学会誌「情報処理」, Vol. 53, No. 6, pp.562-547, 2012.5

10. 安生健一, 四倉達夫, “デジタルプロダクションにおける技術開発事例と今後の展開”, 情報処理学会誌「情報処理」, Vol. 53, No. 6, pp.595-599, 2012.5
11. 落合啓之, “Computer Graphics における運動の記述”, 科学・技術の研究課題への数学アプローチ-数学モデリングの基礎と展開-, MI レクチャーノート, Vol. 46, pp.1-10, 2013.3
12. 若山正人, “CG 表現と球面調和関数の表現論”, 科学・技術の研究課題への数学アプローチ-数学モデリングの基礎と展開-, MI レクチャーノート, Vol. 46, pp.11-20, 2013.3
13. 岩崎慶, “写実的レンダリング”, 「画像ラボ」 4 月号, 日本工業出版発行, 2013.4.10
14. 四倉達夫, 安生健一, 木村歩, “デジタル映像プロダクションにおける技術開発”, 「画像ラボ」 4 月号, 日本工業出版発行, 2013.4.10
15. 岡部 誠, “流体動画の撮影と利用による流体アニメーションの生成”, 精密工学会誌 特集「デザインインタフェースの最先端」, 79 巻 6 号, 2013.5
16. Hiroyuki Ochiai, Ken Anjyo, “Mathematical Description of Motion and Deformation: From Basics to Graphics Applications”, SIGGRAPH ASIA 2013 Courses Article No.2, 2013.11 (DOI: 10.1145/2542266.2542268)
17. 土橋宜典, “CG 系レンダリングプログラムの最先端”, 照明学会誌 特集:照明シミュレーションの可能性と課題, Vo. 98, No. 3, 2014.3
18. Ken Anjyo, Hiroyuki Ochiai, “Mathematical Basics of Motion and Deformation in Computer Graphics”, Synthesis Lectures on Computer Graphics and Animation 6 (3), Morgan & Claypool Publishers, pp. 1-83, 2014.10, (DOI:10.2200/ S00599ED1V01Y 201409CGR017)
19. Hiroyuki Ochiai, Ken Anjyo, “Mathematical basics of motion and deformation in computer graphics”, ACM SIGGRAPH 2014 Courses, Article 19, 2014.8, (ISBN: 978-1-4503-2962-0, DOI:10.1145/2614028.2615386)
20. Ken Anjyo, JP Lewis, Fred Pighin, “Scattered data interpolation for computer graphics ”, ACM SIGGRAPH 2014 Courses, Article 27, 2014.8, (ISBN: 978-1-4503-2962-0, DOI:10.1145/2614028.2615425)
21. Yoshihiro Mizoguchi, “Theory of Automata, Abstraction and Applications”, A Mathematical Approach to Research Problems of Science and Technology Mathematics for Industry Volume 5, 2014, pp. 337-348
22. 山本醍田, 鈴木健太郎, 小口貴弘, 徳吉雄介, 白鳥貴亮, 向井智彦, 五十嵐悠紀, 岡部 誠, 森本有紀, 上瀧 剛, 坂東洋介, 加藤 諒, “Computer Graphics Gems JP 2015 - コンピュータグラフィックス技術の最前線 -”, ボーンデジタル, 2015, “動画の誇張”, pp.187-198
23. 落合啓之, “リーマンの球面”, 現代思想 2016 年 3 月臨時増刊号 総特集=リーマン リーマン予想のすべて, 青土社, pp.176-185, 2016.3

(3) 国際学会発表及び主要な国内学会発表

① 招待講演(国内会議 31 件, 国際会議 21 件)

1. 安生健一, “映像コンテンツ制作における表現技術の追求”, 電子情報通信学会 マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究専門委員会 Enriched MultiMedia (EMM) 研究会, 国立情報学研究所・東京, 2011.5.30
2. 安生健一, “アニメの方程式”, 第 7 回九州大学創立百周年記念講演会, 九州大学・福岡, 2011.7.9

3. Yoshinori Dobashi, “ Visual Simulation of Natural Phenomena Based on Computational Fluid Dynamics”, Forum “Math-for-Industry” 2010, Hilton Fukuoka Sea Hawk (Fukuoka), MI Lecture Note Vol.27, 2011.10.21
4. J.P. Lewis, “ Scattered Interpolation in Computer Graphics”, Forum “Math-for-Industry” 2010, Hilton Fukuoka Sea Hawk (Fukuoka), MI Lecture Note Vol.27, 2011.10.21
5. Hiroyuki Ochiai, “Mathematical consideration on visualization of complex objects”, International Symposium on Plasma Turbulence, Imaging and Synergy, Kyushu University, 2011. 6. 7
6. Yoshinori Dobashi, “ Fluid Simulation in CG : Visual Simulation of Natural Phenomena”, JGFoS 2011 (Japanese-German Frontiers of Science Symposium), Tokyo, 2011.10.28-30
7. Ken Anjyo, “Transforming 2D Image to 3D Animation -From a Practitioner’s Viewpoint”, Session : Mathematical aspects of Computer Graphics, Mathematical Aspect of Image Processing and Computer Vision (MAIPCV) Winter School 2011, Tohoku University, 2011. 11. 24
8. Masato Wakayama, “Remarks on geodesics for multivariate normal models”, WIAS +MATHON Joint Seminar, WIAS+MATHON, Berlin, 2012.1.9
9. Masato Wakayama, “Long-term-internship for PhD students in Mathematics in Japan status and procedure in the course-curriculum, joint research activities”, IDTC Research Methodology Workshop, RMIT University, Australia, 2012.2.3
10. Ken Anjyo, “Techniques for art-directed animation”, Weta Digital–Victoria University Computer Graphics Seminar Series, Kelburn Campus, Victoria University of Wellington, 2012.2.21.
11. 安生健一, “CG のための方程式, データベース, および演出”, 日本計算工学会 第1回S&V (Simulation & Visualization)研究会, 中央大学・東京, 2012.3.2
12. Yoshinori Dobashi, “Modeling, Rendering and Simulating Clouds”, Studio Phones Seminar, Kobe, 2012.3.29
13. Yoshinori Dobashi, “Modeling, Rendering, and Simulating Clouds”, The Spring Conference on Computer Graphics, Slovakia, 2012.5.3
14. 安生健一, “コンピュータグラフィックスにおける顔と表情のモデル化”, CREST Workshop 「生体形状モデリングと幾何学」, 東京, 2012.7.13
15. Ken Anjyo, “Geometrical and Statistical Issues in Computer Facial Animation”, Study Group Workshop 2012 (SGW2012) , Fukuoka, 2012.7.25
16. 鍛冶静雄, “数学がつなぐカタチ -幾何学的な形状補間法-”, CEDEC 2012, 横浜, 2012.8.20
17. Ken Anjyo, “Mathematical models for computer facial animation”, Joint Workshop of IMS and IMI on Mathematics for Industry, Singapore, 2012.9.6
18. 土橋宜典, “コンピュータグラフィックスの歴史と未来”, 電子情報通信学会スマートインフォメディアシステム研究会, 大阪, 2012.9.20
19. Yoshinori Dobashi, “Visual Simulation of Clouds - Inverse Design Approach -”, Asian Conference on Design and Digital Engineering, Hokkaido Niseko, 2012.12.6
20. 鍛冶静雄, “数学がつなぐカタチ -幾何学的な形状補間法-”, ワークショップ「数理学と情報科学の周辺」, 長野, 2013.2.14
21. Yoshihiro Mizoguchi, “Mathematical Aspects of Interpolation Technique for Computer

- Graphics”, PNU Mathematics Colloquium, Pusan National University, Korea, 2013.4.19.
22. Ken Anjyo, “Techniques for making animation directable”, 29th Spring Conference on Computer Graphics, Smolenice, Slovakia, 2013.5.2
 23. 落合啓之, “行列の数理と運動の記述”, CEDEC 2013 (Computer Entertainment Developers Conference), パシフィコ横浜, 2013.8.21
 24. 土橋宜典, 櫻井快勢, “コンピュータグラフィックス研究の最前線 ～レンダリング, プロシージャルモデリングとその周辺～”, CEDEC 2013 (Computer Entertainment Developers Conference 2013), 横浜, 2013.8.21
 25. 土橋宜典, “An Inverse Problem Approach for Automatically Adjusting the Parameters for endering Clouds Using Photographs (SIGGRAPH ASIA 2012)”, 日本ソフトウェア科学会第 30 回大会 特別招待講演, 東京大学本郷キャンパス・東京, 2013.9.11
 26. 岡部誠, “大量映像の分析と利用に基づく映像合成”, お茶の水女子大学 情報科学科「理学総論」, お茶の水女子大学, 2013.10.9
 27. Ken Anjyo, “Digital animation techniques and high performance computing”, JSPS(日本学術振興会) 北東アジアシンポジウム 招待講演, 2013.10.23
 28. 安生健一, “CG のための数学的手法と発想”, 第 19 回ビジュアライゼーションカンファレンス 基調講演, タイム 24 ビル・東京, 2013.11.29
 29. 溝口佳寛, “複素数・四元数と図形の回転”, 九州数学教育会 第 4 回算数・数学教育研修会, 福岡市, 2013.12.8
 30. 落合啓之, “Math for CG, 映像制作に使われる数学”, 城西大学理学部数学科講演会 学部3年生対象, 2013.12.18.
 31. Masato Wakayama, “An application of Lie theory to computer graphics via spherical harmonics”, Berliner Colloquium fur Wissenschaftliche Visualisierung, Zuse-Institut Berlin (ZIB), Germany, 2014.2.28
 32. 岡部誠, “大量映像の分析と利用に基づく映像合成”, 第 147 回アルゴリズム研究会, 中央大学後楽園キャンパス, 2014.3.4
 33. 岩崎慶, “マイクロシリンダモデルを用いた布の高速レンダリング”, 第 155 回グラフィクスと CAD 研究会, 横須賀, 日本, 2014.6.28
 34. 安生健一, “SIGGRAPH2014 コースについて - CG の数理的側面に関する話題を中心に -”, Visual Computing / グラフィクスと CAD 合同シンポジウム 2014, 2014.6.30
 35. 落合啓之, “CG における運動や変形の記述とその数理”, パシフィコ横浜, CEDEC2014, 2014.9.3
 36. 安生健一, “CG 映像制作におけるいろいろなデザイン”, 平成 26 年度名古屋商工会議所冠講座「デザインと持続可能な未来社会」, 名古屋, 日本, 2014. 9.10
 37. 落合啓之, “伝える技術伝わる心”, 九州大学テクノロジーフォーラム 2014, 2014.12.3, 東京国際フォーラム
 38. 溝口佳寛, “計算機を用いて数学の問題を解くということ”, 香住ヶ丘高校類型別出前講義, 福岡県立香住ヶ丘高校, 2015.2.3
 39. 落合啓之, “行列のできるアニメーション”, ワークショップ “Intersection of Pure Mathematics and Applied Mathematics VIII: Special”, 2015.2.20, 九州大学大学院数理学府, 福岡市
 40. 溝口佳寛, “Coq チュートリアル”, ウィンタースクール「数学ソフトウェア・チュートリアル」, 2015.2.18, 九州大学

41. Y.Mizoguchi, “Mathematical Aspects of Interpolation Technique for Computer Graphics”, Kick-off Meeting of IMI Australia Branch in La Trobe, 2015.3.12, La Trobe University, Australia
42. 岡部誠, 土橋宜典, 安生健一, 尾内理紀夫, “見た目の転送を用いた疎な多視点画像からの流体ボリュームのモデリング”, VC/GCAD 合同シンポジウム 2015, 2015.6, 姫路市市民会館
43. Hiroyuki Ochiai, “Computer graphics and mathematics”, Computational and Geometric Approaches for Nonlinear Phenomena, 2015.8.5, 早稲田大学理工学術院
44. 佐藤周平, “流体アニメーション制作を効率化する技術”, CEDEC2015, 2015.08.26, パシフィコ横浜
45. 溝口佳寛, “定理証明支援系 Coq について”, 数学ソフトウェアとフリードキュメント XXI, 2015.9.12, 京都産業大学
46. 落合啓之, “CG 映像制作の数理”, 日本数学会秋季総合分科会・応用数学分科会特別講演, 京都産業大学, 2015.9.14, 京都市
47. 落合啓之, 概説講演“CG 映像制作におけるリー理論”, 表現論シンポジウム, 2015.11.19, 静岡県伊豆の国市
48. 安生健一, “海外の最新 CG・VFX 映像上映と解説 ～日本の最新 CG 技術の研究成果紹介と共に～”, VFX-JAPAN セミナー, 2015.1.14, 東京・WATERRASCOMMON ホール
49. 安生健一, “流体の動画像をもとにした、流体の 2 次元または 3 次元モデルの構築方法”, CREST/さきがけ/ERATO 新技術説明会 ～材料、デバイス・装置、情報分野～, 2016.2, JST 東京本部
50. Hiroyuki Ochiai, Ken Anjyo, “An Introduction to Matrix Exponential for CG”, Weta Digital, 2016.02.24
51. Ken Anjyo, Hiroyuki Ochiai, “An Introduction to Matrix Exponential for CG”, Victoria University of Wellington, 2016.02.26.
52. 安生健一, “10 年後のコンテンツ産業を超えるもの”, パネルセッション「ポスト・ディズニー(ピクサー)のコンテンツ産業の行方 -今後 10 年のコンテンツ産業を支えるメディア技術は何か-」情報処理学会第 78 回全国大会, 2016.3.11, 慶應義塾大学矢上キャンパス

② 口頭発表(国内会議 37 件, 国際会議 35 件)

1. 佐藤周平, “データベースを用いた炎のアニメーションの生成法”, Visual Computing/グラフィクスと CAD 合同シンポジウム, 松江市, 2011.6.25 (査読有)
2. 千葉雄太, “データベースを用いた水のアニメーション編集”, 情報処理学会グラフィクスと CAD 研究会第 143 回研究発表会, 松江市, 2011.6.27
3. 富士竜一, “布のシミュレーションデータを用いたカーテン編集システム”, 情報処理学会グラフィクスと CAD 研究会第 143 回研究発表会, 松江市, 2011.6.27
4. Syuhei Sato, Yoshinori Dobashi, Tsuyoshi Yamamoto, Ken Anjyo, “Controlling Simulated Explosions by Optimization and Prediction”, Proc. 12th International Conference on Computer-Aided Design and Computer Graphics, pp. 296-301, 2011. 9 (DOI: 10.1109/CAD/Graphics.2011.78) (査読有)
5. Yoshinori Mizoguchi, “Generalization of Composition of Cellular Automata on Groups”, Workshop on Algebraic Combinatorics, Shanghai Jiao Tong University, 2011.9
6. 佐藤周平, “データの合成による炎のアニメーション生成”, 電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 函館市, 2011.10.22-23

7. 千葉雄太, “2次元スライスを用いた波のアニメーション生成法”, 電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 函館市, 2011.10.22-23
8. 福土竜一, “布のシミュレーションデータを用いたスタイルカーテンのデザインシステム”, 電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 函館市, 2011.10.22-23
9. 佐藤周平, “基本速度場の合成による炎のアニメーション”, 情報処理学会グラフィクスと CAD 研究会第145回研究発表会, つくば市, 2011.11.17-18
10. Yoshihiro Mizoguchi, “Interpolation using eigenvectors of the Laplacian matrix of a graph”, New Animation Interpolation and Proposal of its Evaluation Indicators, 九大 IMI, 2012.3.5-9
11. Ken Anjyo, “Compatible mapping of 2D shapes”, New Animation Interpolation and Proposal of its Evaluation Indicators, 九大 IMI, 2012.3.5-9
12. 楠元克敏, 土橋宜典, 山本強, “流体解析に基づく積雲のキーフレームコントロール”, 情報処理学会学会グラフィクスと CAD 研究会第 147 回研究会, 東京, 2012.6.22
13. Xiaoxing Xing, 土橋宜典, 山本強, “Real-time Hair Rendering Using Irradiance Maps”, 情報処理学会グラフィクスと CAD 研究会第 147 回研究会, 東京, 2012.6.22
14. 多田宗広, 土橋宜典, 山本強, “Radial Basis Functionを用いたインタラクティブなシェーディングの編集システム”, 画像電子学会 Visual Computing/情報処理学会グラフィクスと CAD 合同シンポジウム 2012, 東京, 2012.6.24
15. 森田拓也, 佐藤周平, 土橋宜典, 山本強, “基本速度場を用いた高解像度な流体映像の生成”, 画像電子学会 Visual Computing/情報処理学会グラフィクスと CAD 合同シンポジウム 2012, 東京, 2012.6.24
16. 西野孝則, 岩崎慶, 土橋宜典, 西田友是, “泡を考慮した氷結シミュレーション”, VC/GCAD 合同シンポジウム 2012, 東京, 2012.6.24
17. 渋川雄平, 土橋宜典, 山本強, “ボリュームレンダリングにおける伝達関数の推定法”, 情報処理学会グラフィクスと CAD 研究会第 148 回研究会, 福岡, 2012.8.29
18. 松下昂平, 井慶喜, 池田有希, 松田元輝, 濱田裕康, 溝口佳寛, “アフィン写像を用いた補間による二次元アニメーションを作成するソフトウェアの開発”, 電気関係学会九州支部連合大会論文集, 05-2A-01, 長崎, 2012.9.25
19. Xiaoxiong Xing, 土橋宜典, 山本強, “A Voxel-based Approach for Efficient Computation of Hair Shadows”, 電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 札幌, 2012.10.20
20. Yoshihiro Mizoguchi, “Mathematical Aspects of Interpolation Technique for Computer Graphics”, Forum “Math-for-Industry” 2012, Fukuoka, 2012.10.22
21. 佐藤周平, 土橋宜典, 山本強, “ラプラシアン固有関数を用いた速度場の補間による流体アニメーションの生成”, 情報処理学会グラフィクスと CAD 研究会第149回研究会, 横浜, 2012.12.3
22. 森田拓也, 土橋宜典, 山本強, “任意形状の爆発アニメーション生成システム”, 情報処理学会グラフィクスと CAD 研究会第 149 回研究会, 横浜, 2012.12.3
23. 岩崎慶, “レンダリング”, 情報処理学会第 75 回全国大会イベント企画 コンピュータグラフィクスの新展開, 仙台, 2013.3.8
24. 土橋宜典, “自然現象のビジュアルシミュレーション”, 情報処理学会第 75 回全国大会イベント企画 コンピュータグラフィクスの新展開, 仙台, 2013.3.8
25. 横山俊一, 吉田学, “Magma による p 進拡大体の高速生成アルゴリズムの実装”, 第 22 回日本数式処理学会大会, 神奈川, 2013.6.8
26. 佐藤周平, 土橋宜典, 山本強, “流体の流れ場のインタラクティブなデザイン”, 画像電子学会

- Visual Computing/情報処理学会グラフィクスと CAD 合同シンポジウム 2013, 青森, 2013.6.22
27. 渋川雄平,土橋宜典, 山本強, “ガス状物体のボリュームレンダリングのための伝達関数のインタラクティブな設計手法”, 画像電子学会 Visual Computing/情報処理学会グラフィクスとCAD 合同シンポジウム 2013, 青森, 2013.6.22
 28. 谷翼, 土橋宜典, 佐藤周平, 山本強, “ベクトル量子化を施した3次元テクスチャの合成”, 情報処理学会グラフィクスとCAD 研究会第151回研究会, 青森, 2013.6.24
 29. Shizuo Kaji, “An Application of Lie theory to Computer Graphics”, Applied Topology, Bedlewo, Poland, 2013.7.25
 30. 土橋宜典, 櫻井快勢, ”コンピュータグラフィックス研究の最前線 ～レンダリング, プロシージャルモデリングとその周辺～”, Computer Entertainment Developers Conference 2013, 横浜, 2013.8.21
 31. 落合啓之, チーム発表1“安生チーム”, 第1回 JST CREST「数学」領域横断若手合宿～冬の学校, 指宿, 2014.1.31
 32. 松田元輝, “非可換二重複素数と剛体変形”, 第130回日本数学会九州支部例会, 琉球大学, 2014.2.15
 33. Shizuo Kaji, “An Application of Lie theory to Computer Graphics”, Applied Topology, Bedlewo, Poland, 2013.7.25
 34. Syuhei Sato, “Generating Variations of Flow Fields by Modulating Amplitude and Resizing Simulation Space”, Symposium MEIS2013: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, MI Lecture Note Vol.50 Kyushu University pp.15-20, 2013.10
 35. Makoto Okabe, “Single-View 3D Reconstruction by Learning 3D Game Scenes”, Symposium MEIS2013: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, MI Lecture Note Vol.50 Kyushu University pp.39-42, 2013.10
 36. J. P. Lewis, “Probable and Improbable Faces”, Symposium MEIS2013: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, MI Lecture Note Vol.50 Kyushu University pp.43-49, 2013.10
 37. Kei Iwasaki, “Efficient Image-Based Rendering Method using Spherical Gaussian”, Symposium MEIS2013: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, MI Lecture Note Vol.50 Kyushu University pp.52-55, 2013.10
 38. Masato Wakayama, “A Lie Theoretic Proposal on Algorithms for Spherical Harmonic Lighting”, Symposium MEIS2013: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, MI Lecture Note Vol.50 Kyushu University pp.56-63, 2013.10
 39. Hiromi Hirano, “Detection of inserted text in images”, Symposium MEIS2013: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, MI Lecture Note Vol.50 Kyushu University pp.64-67, 2013.10
 40. Syohei Sakiyama, “Animating images of cooking using video examples and image deformation”, Symposium MEIS2013: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, MI Lecture Note Vol.50 Kyushu University pp.74-77, 2013.10
 41. Yoshinori Dobashi, “Inverse Approach for Visual Simulation of Clouds”, Symposium MEIS2013: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, MI Lecture Note Vol.50 Kyushu University pp.78-83, 2013.10
 42. Hiroyuki Ochiai, “Mathematical Formulation of Motion/Deformation and its Applications”, Symposium MEIS2013: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, MI Lecture Note Vol.50 Kyushu University pp.100-103, 2013.10

43. Shinji Ogaki, "Ray Tracing of Quadratic Parametric Surface", Symposium MEIS2013: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, MI Lecture Note Vol.50 Kyushu University pp.110-115, 2013.10
44. Munehiro Tada, "Feature-Based Interpolation of Intensities for Interactive Editing of Environmental Light Effects", Symposium MEIS2013: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, MI Lecture Note Vol.50 Kyushu University pp.116-121, 2013.10
45. Yuhei Shibukawa, "A Feature-Based Approach for Designing Appearance of Volumetric Objects", Symposium MEIS2013: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, MI Lecture Note Vol.50 Kyushu University pp.122-127, 2013.10
46. Genki. Matsuda, "Anti-commutative Dual Complex Numbers and 2D Rigid Transformation", Symposium MEIS2013: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, MI Lecture Note Vol.50 Kyushu University pp.128-133, 2013.10
47. Sampei Hirose, "A Lie Theoretic Parameterization of Affine Transformation", Symposium MEIS2013: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, MI Lecture Note Vol.50, Kyushu University pp.134-140, 2013.10
48. Shun'suke Yokoyama, "Lit-Sphere Extension for Artistic Rendering After FMI2011", Forum "Math-for-Industry" 2013 -The Impact of Applications on Mathematics-, Fukuoka, 2013. 11
49. 佐藤周平, 土橋宜典, 山本強, 西田友是, "極座標補間による異なる流体流れ場の補間手法", 情報処理学会グラフィクスとCAD 第155回研究会, 研究報告, 神奈川, 2014.6, GCAD 賞受賞
50. 貝原慎一郎, "組合せ最適化問題に対する制約式の健全性について", 九州大学組合せ数学セミナー, 九州大学西新プラザ, 2014.7.19
51. 谷翼, 土橋宜典, 佐藤周平, 山本強, "3次元流体シミュレーションの速度場のループ再生", FIT2014 第13回情報科学技術フォーラム, 茨城, 2014.9
52. 池田有希, "円環グラフ上の追跡戦略と回避戦略の解析", 第131回日本数学会九州支部例会, 鹿児島大学, 2014.10
53. 谷翼, 土橋宜典, 佐藤周平, 山本強, "3次元流体映像の変形と補間", 情報処理学会グラフィクスとCAD 第157回研究会, 研究報告, 東京, 2014.11
54. 崎山翔平, 岡部誠, 尾内理紀夫, 平野廣美, "SizzTass:静止画に動きを付与する動画作成支援システム", WISS 2014 デモ発表, 2014.12 (対話発表賞)
55. 吉田弘志, 岩崎慶, "多光源レンダリング法のための効率的な重要度キャッシング法", 画像電子学会第271回研究会, 和歌山, 日本, 2015.2.28
56. 佐藤周平, 土橋宜典, 楽詠コウ, 岩崎慶, 西田友是, "ベクトルポテンシャルを用いた非圧縮性流体流れ場の変形", 情報処理学会第77回全国大会, 京都, 2015.3
57. Shizuo Kaji, Gengdai Liu, "Probe-type Deformers", Symposium Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis (MEIS) 2014, Fukuoka, Japan, MI Lecture Notes Kyushu University 2014 Vol.58, pp. 26-35, 2014.11.12
58. Kazutaka Mizutani, Kei Iwasaki, "Importance Sampling for Cloth Rendering under Environment Light", Symposium Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis (MEIS) 2014, Fukuoka, Japan, MI Lecture Notes Kyushu University 2014 Vol.58, pp. 81-88, 2014.11.13
59. J.P. Lewis, Ken Anjyo and Taehyun Rhee, "Superresolution from Principal Component Models by RKHS Sampling", Symposium Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis (MEIS) 2014, Fukuoka, Japan, MI Lecture Notes Kyushu University 2014 Vol.58, pp. 99-106, 2014.11.14

60. Makoto Okabe, Yoshinori Dobashi, Ken Anjyo, Takatsugu Yamaguchi and Rikio Onai, “Fluid Volume Modeling from Ortho-View Images”, Symposium Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis (MEIS) 2014, Fukuoka, Japan, MI Lecture Notes Kyushu University 2014 Vol.58, pp. 112-121, 2014.11.14
61. 松嶋聡昭, 溝口佳寛, Alexandre Derouet-Jourdan “Coq による証明付き Brick Corner Wang Tiling プログラム”, 11th Theorem Proving and Provers (TPP), 2015.9.17, 神奈川大学
62. Ken Anjyo, “Finite-dimensional RKHS for Solving Computer Graphics Problems”, Symposium Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis (MEIS) 2015, Fukuoka, Japan, MI Lecture Notes Kyushu University 2015 Vol.64, pp.23-30, 2015.9.18
63. Alexandre Derouet-Jourdan, Yoshihiro Mizoguchi, Marc Salvati, “Wang Tiles Modeling of Wall Patterns”, Symposium Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis (MEIS) 2015, Fukuoka, Japan, MI Lecture Notes Kyushu University 2015 Vol.64, pp.61-70, 2015.9.18
64. Shizuo Kaji, “Tetrisation of triangular meshes and its application in shape blending”, Symposium Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis (MEIS) 2015, Fukuoka, Japan, MI Lecture Notes Kyushu University 2015 Vol.64, pp.33-42, 2015.9.18
65. Yoshinori Dobashi, Tsubasa Tani, Syuhei Sato, Tsuyoshi Yamamoto, “A Simple Method for Morphing Smokes”, Symposium Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis (MEIS) 2015, Fukuoka, Japan, MI Lecture Notes Kyushu University 2015 Vol.64, pp.54-60, 2015.9.18
66. Y.Mizoguchi, “A Coq Library for the Theory of Relational Calculus”, Workshop on Formalization of Applied Mathematical Systems, University of Hawaii, Manoa, 2015.10.1
67. M.Kondo, T.Matsuo, “Origami System using CGA”, The 14th Logic and Computation Seminar, Kyushu University, Fukuoka, 2015.11.12
68. Shizuo Kaji, “A topological algorithm for shape deformation in computergraphics”, Topology and Combinatorics & Industrial Math seminar, Ajou University, Korea, 2015.12.31
69. Y.Fukai, Y.Ikeda, Y.Mizoguchi, “A property of random walks on a cycle graph”, Korea-Japan Workshop on Algebra and Combinatorics, Pusan National University, Pusan, 2016.1.28
70. 松尾拓哉, “計算折り紙の定式化と折り操作の Mathematica 言語による実装”, Software in Mathematics Demonstration Track in Hakata Workshop 2016, Kyushu University, Fukuoka, 2016.2.23
71. 川口龍樹, 土橋 宜典, 山本 強, “Laplacian Editing を用いたセルシェーディングにおける陰影境界の編集手法”, 情報処理学会グラフィクスと CAD 第 162 回研究会, 研究報告, 東京, 2016.2
72. Y.Mizoguchi, “Computer Graphics and Mathematics”, MJIIT Seminar, Malaysia-Japan Int. Inst. of Tech., UTM, Malaysia, 2016.3.4

③ ポスター発表(国内会議 21 件, 国際会議 22 件)

1. Shun'ichi Yokoyama, Hideki Todo, Ken Anjyo, “Light-based Mapping for Non-photorealistic Rendering”, Forum Math-for-Industry 2011, COE Lecture Note Vol.32, Honolulu, USA, 2011.10

2. Hideki Todo, Ken Anjyo, “Hybrid Framework for Blendshape Manipulations”, Proceeding SIGGRAPH Asia 2011 Posters, Hong Kong, 2011.12
3. 岡部誠, 安生健一, 尾内理紀夫, “勾配画像処理に基づく動画中の流体部分抽出”, Visual Computing / グラフィクスと CAD 合同シンポジウム 2012, 東京, 2012.6.23-24
4. Katsutoshi Kusumoto, Yoshinori Dobashi, Tsuyoshi Yamamoto, “Keyframe Control of Cumulus Cloud Simulation”, ACM SIGGRAPH ASIA 2012 Poster Program, 2012.11.29-30
5. Xiaoxiong Xing, Yoshinori Dobashi, Tsuyoshi Yamamoto, Yosuke, Katsura, Ken Anjyo, “Rendering Animated Hair Under Dynamic Environmental Lighting”, ACM SIGGRAPH ASIA 2012 Poster Program, 2012.11.29-30
6. 松下昂平, 濱田裕康, “3 次対称行列の指数関数を高速計算するプログラム”, 九州大学 IMI 数学理論先進ソフトウェア開発室 研究成果報告会～数学ソフトウェア援用・開発を中心として, 九大 IMI, 2013.7.29
7. 松田元輝, 松下昂平, 池田有希, “3 次元補間アニメーションを作成する Maya 上で実行可能な関数ライブラリの開発”, 九州大学 IMI 数学理論先進ソフトウェア開発室 研究成果報告会～数学ソフトウェア援用・開発を中心として, 九大 IMI, 2013.7.29
8. Tatsuya Kurihara, Makoto Okabe, Rikio Onai, “DDMixer2.5D: drag and drop to mix 2.5D video objects”, UIST '13 Adjunct Proceedings of the adjunct publication of the 26th annual ACM symposium on User interface software and technology 2013, pp. 69-70, 2013.10
9. Kohei Matsushita, Hiroyuki Hamada, Genki Matsuda, “A Fast Computation of Matrix Exponential and its Application in CG”, Forum “Math-for-Industry” 2013, Fukuoka, Nov. 2013. (MI Lecture Note, Vol.51, p.92), 2013.11
10. 安生健一, 落合啓之, “デジタル映像数学の構築と表現技術の革新”, FIRST 合原プロジェクト－CREST 数学領域 合同シンポジウム, 東京, 2014.1.11
11. 廣瀬三平, “Gabor Filter を用いたテクスチャ生成について”, 第1回 JST CREST「数学」領域若手横断合宿, 鹿児島, 2014.1.31-2.2
12. 濱田裕康, 松下昂平, 松田元輝, “A Fast Computation of Matrix Exponential and its Application in CG”, 第 1 回 JST CREST「数学」領域横断若手合宿, 指宿, 2014.1
13. 横山俊一, “計算代数システム Magma による多変数多項式の終結式計算の高速化”, 第 1 回 JST CREST「数学」領域横断若手合宿, 指宿, 2014.1
14. 山口尊嗣, 岡部誠, 尾内理紀夫, “流体の3次元化による動画作成支援”, 第 55 回プログラミン
グ・シンポジウム, 静岡県伊東市, 2014.1
15. 古川歩, 土橋宜典, 山本強, 岡部誠, “画像からの半透明なボリウムテクスチャの生成”, 画像電子学会 Visual Computing/情報処理学会グラフィクスと CAD 研究会 合同シンポジウム 2014, 東京, 2014.6
16. Morgane Rivière, Makoto Okabe, “Extraction of a cartoon's topology”, SIGGRAPH '14 ACM SIGGRAPH 2014 Posters, Article No. 64, 2014.8 (DOI: 10.1145/2614217.2614260)
17. Syuhei Sato, Yoshinori Dobashi, Kei Iwasaki, Hiroyuki Ochiai, Tsuyoshi Yamamoto, Tomoyuki Nishita, “Generating Various Flow Fields using Principal Component Analysis”, SIGGRAPH '14 ACM SIGGRAPH 2014 Posters, Article No. 9, 2014.8 (DOI: 10.1145/ 2614217.2630575)
18. 松下昂平, “Planar Shape Interpolation with Bounded Distortion”, CG 技術の実装と数理, 九州大学, 2014.10

19. 岡部誠, “「Eulerian Video Magnification for Revealing Subtle Changes in the World」の実装 I”, CG 技術の実装と数理, 福岡市, 2014.7.26/2014.10.4
20. Makoto Okabe, “Extracting Fluid from a Video by Attenuating Steerable Pyramid Coefficients” Symposium MEIS 2014: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis 2014, poster, Nishijin Plaza, Fukuoka, 2014.11
21. Alexandre Derouet-Jourdan, Marc Salvati, “Building Walls with Wang Tiles”, Symposium MEIS 2014: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis 2014, poster, Nishijin Plaza, Fukuoka, 2014.11
22. K.Matsushita, “A Mathematical Definition of a "Good" Transformation”, Symposium MEIS 2014: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, Nishijin Plaza, Fukuoka, 2014.11
23. M.Kondo, T.Matsuo, “A Mathematica module for Conformal Geometric Algebra”, Symposium MEIS 2014: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, Nishijin Plaza, Fukuoka, 2014.11
24. H.Hamada, K.Toyofuku, S.Kaji, “A New Algorithm of Polar Decomposition”, Symposium MEIS 2014: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, Nishijin Plaza, Fukuoka, 2014.11
25. Y.Kubo, K.Matsushita, T. Matsushima, “A Mathematica Implementation of Planar Shape Interpolation with Bounded Distortion”, Symposium MEIS 2014: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, Nishijin Plaza, Fukuoka, 2014.11
26. 久保陽平, “A Mathematica Implementation of Planar Shape Interpolation with Bounded Distortion”, Software in Mathematics Demonstration Track in Hakata Workshop 2015, 福岡市, 2015.2.15
27. 貝原慎一郎, “タイリング問題の整数計画法を用いた解法とその実装”, Software in Mathematics Demonstration Track in Hakata Workshop 2015, 福岡市, 2015.2.15
28. 松尾拓哉, 近藤光浩, “A Mathematica module for Conformal Geometric Algebra”, Software in Mathematics Demonstration Track in Hakata Workshop 2015, 福岡市, 2015.2.15
29. 岡部 誠, 土橋宜典, 安生健一, 尾内理紀夫, “見た目の転送を用いた疎な多視点画像からの流体ボリュームのモデリング”, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU) 2015, 2015.7
30. 柿森 隆生, 岡部 誠, 柳井 啓司, 尾内 理紀夫, “料理写真撮影におけるおいしそうな構図決定を支援するシステム”, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU) 2015, 2015.7
31. Alexandre Derouet-Jourdan, Yoshihiro Mizoguchi, Marc Salvati, “Wang Tiles Modeling of Wall Patterns”, JST CREST-PRESTO Symposium 2015: Mathematics for the 22nd century, 2015.9
32. Toshiaki Matsushima, Yoshihiro Mizoguchi, Alexandre Derouet-Jourdan, “A Certified Wang Tiling Program with the Coq Proof Assistant”, Symposium MEIS 2015: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, Nishijin Plaza, Fukuoka, 2015.9
33. Kei Iwasaki, Yoshinori Dobashi, Makoto Okabe, Tsuyoshi Yamamoto, “A Method for Modeling Clouds from Photographs”, Symposium MEIS 2015: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, Nishijin Plaza, Fukuoka, 2015.9
34. Makoto Okabe, Yoshinori Dobashi, Ken Anjyo, Rikio Onai, “Fluid Volume Modeling from Sparse Multi-view Images by Appearance Transfer”, Symposium MEIS 2015: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, Nishijin Plaza, Fukuoka, 2015.9

35. Ken Anjyo, Hiroyuki Ochiai, "Toward mathematics for Computer Graphics", Symposium MEIS 2015: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, Nishijin Plaza, Fukuoka, 2015.9
36. Makoto Okabe, Yoshinori Dobashi, Ken Anjyo, Rikio Onai "Fluid Volume Modeling from Sparse Multi-view Images by Appearance Transfer", (a) Symposium MEIS 2015: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, Nishijin Plaza, Fukuoka, 2015.9
(b) JST CREST-PRESTO Symposium 2015: Mathematics for the 22nd century, 2015.9
37. 近藤光浩, 松尾拓哉, "折り紙における Conformal Geometric Algebra の活用", IMI 短期共同研究「CG 技術の実装と数理」, 九州大学, 福岡市, 2015.7.25-26 / 2015.10.4-5
38. Alexandre Derouet-Jourdan, Hiroyuki Ochiai, "Pilleboue et al. 2015. 《Variance Analysis for Monte Carlo Integration》", IMI 短期共同研究「CG 技術の実装と数理」, 九州大学, 福岡市, 2015.7.25-26 / 2015.10.4-5
39. 岡部誠, "Laffont et al. 2014.《Transient Attributes for High-Level Understanding and Editing of Outdoor Scenes》", IMI 短期共同研究「CG 技術の実装と数理」, 九州大学, 福岡市, 2015.7.25-26 / 2015.10.4-5
40. 大垣真二, "Ogaki et al. 2015, 《MBVH Child Node Sorting for Fast Occlusion Test》", IMI 短期共同研究「CG 技術の実装と数理」, 九州大学, 福岡市, 2015.7.25-26 / 2015.10.4-5
41. 岩崎慶, "Yan et al. 2014.《Rendering Glints on High-Resolution Normal-Mapped Specular Surfaces》", IMI 短期共同研究「CG 技術の実装と数理」, 九州大学, 福岡市, 2015.7.25-26 / 2015.10.4-5
42. M.Kondo, "Tree-Dimensional Origami Folding using Conformal Geometric Algebra", Forum "Math-for-Industry" (FMfI2015), Kyushu University, Fukuoka, 26th, 2015.10
43. M.Matsuo, "Mathematica implementation of a formal origami folding", Forum "Math-for-Industry" (FMfI2015), Kyushu University, Fukuoka, 26th, 2015.10

(4)知財出願

①国内出願 (3 件)

1. 画像処理装置および方法、並びにプログラム, 安生健一, 徐才雨, 藤堂英樹, 株式会社オー・エル・エム・デジタル, 2012.12.29, 特許第 5531087 (特願 2012-287461)
2. 動画生成装置、動画生成方法及び動画生成プログラム, 崎山翔平, 岡部誠, 尾内理紀夫, 平野廣美, 2013.10.18, 特願 2013-217364
3. 画像処理装置、画像処理方法、ならびに、プログラム, 岡部 誠, 尾内 理紀夫, 平野 廣美, 楽天株式会社, 2014.9.5, 特許 第 5758533 号 (特願 2014-181145)

②海外出願 (0 件)

(5) 受賞・報道等

①受賞

1. Best Poster Award, Forum Math-for-Industry 2011, Shun'ichi Yokoyama, Hideki Todo, Ken Anjyo, “Light-based Mapping for Non-photorealistic Rendering”, 2011.10
2. VC 賞 / グラフィクスと CAD 研究会優秀研究発表賞, 岡部誠, 安生健一, 尾内理紀夫, “ビデオデータベースを用いた流体画像に基づくアニメーション生成(2011)”, 2012.6.23
3. 情報処理学会グラフィクスと CAD 研究会優秀研究発表賞 (Visual Computing/グラフィクスと CAD 合同シンポジウム 2012), 森田拓也, 土橋宜典, 山本強, “基本速度場を用いた高解像度な流体映像の生成”, 森田拓也, 2013.5.30
4. 情報処理学会グラフィクスと CAD 研究会優秀研究発表賞 (Visual Computing/グラフィクスと CAD 合同シンポジウム 2013), 佐藤周平, 土橋宜典, 岩崎慶, 落合啓之, “流体の流れ場のインタラクティブなデザイン”, 2013.7.18
5. 情報処理学会グラフィクスと CAD 研究会優秀研究発表賞 (Visual Computing/グラフィクスと CAD 合同シンポジウム 2013), 渋川雄平, 土橋宜典, 山本強, “ガス状物体のボリュームレンダリングのための伝達関数のインタラクティブな設計手法”, 2013.7.18
6. 2013 年度日本数式処理学会 奨励賞, 横山俊一, “Magma による p 進拡大体の高速生成アルゴリズムの実装”, 2013.6.8
7. 情報処理学会 グラフィクスと CAD 研究会 優秀研究発表賞 (Visual Computing/グラフィクスと CAD 合同シンポジウム 2013), 佐藤周平, 土橋宜典, 岩崎慶, 落合啓之, “流体の流れ場のインタラクティブなデザイン”, 2013.7.18
8. 情報処理学会 グラフィクスと CAD 研究会 優秀研究発表賞 (Visual Computing/グラフィクスと CAD 合同シンポジウム 2013), 渋川雄平, 土橋宜典, 山本強, “ガス状物体のボリュームレンダリングのための伝達関数のインタラクティブな設計手法”, 2013.7.18
9. Forum "Math-for-Industry" Excellent Poster Award, Kohei Matsushita, Hiroyasu Hamada, Genki Matsuda, “A Fast Computation of Matrix Exponential and its Application in CG”, Kohei Matsushita, 2013.11
10. 第 21 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ 発表賞, 崎山翔平, 岡部誠, 尾内理紀夫, 平野廣美, “料理画像をアニメーションすることによる 魅力的な料理動画生成システム”, 2013.12.6
11. 2013 年度 情報処理学会山下記念研究賞, 渋川雄平, “ボリュームレンダリングにおける伝達関数の推定法”, 2013
12. 平成 26 年度文部科学大臣表彰 科学技術賞(研究部門), “CG 映像制作のための演出技術の数理モデルに関する研究”, 安生健一, 落合啓之, 土橋宜典, 2014.4
13. グラフィクスと CAD 研究会 優秀研究発表賞, 岡部誠, 土橋宜典, 山口尊嗣, 安生健一, 尾内 理紀夫, “直交視点画像を用いた 3 次元流体モデリング”, ビジュアルコンピューティング '14, 2014.6
14. 情報処理学会第 155 回グラフィクスと CAD 研究発表会優秀研究発表賞, 佐藤周平, 2014.7.25
15. 第 13 回 2014 年度 CG Japan Award, 安生健一, 2014.11

16. WISS 2014 対話発表賞, 崎山 翔平, 岡部 誠, 尾内 理紀夫, 平野 廣美, “SizzTass:静止面に動きを付与する動画作成支援システム”, WISS 2014 デモ発表, 2014.12
17. 情報処理学会山下記念研究賞, 佐藤周平, “流体の流れ場のインタラクティブなデザイン”, 2015.3.17
18. MIRU インタラクティブ発表賞, 岡部誠, 土橋宜典, 安生健一, 尾内理紀夫, “見た目の転送を用いた疎な多視点画像からの流体ボリュームのモデリング”, MIRU 2015, 2015.7
19. MIRU インタラクティブ発表賞, 柿森隆生, 岡部誠, 柳井啓司, 尾内理紀夫, “料理写真撮影におけるおいしそうな構図決定を支援するシステム”, MIRU 2015, 2015.7
20. Excellent Poster Award, M.Kondo, “Tree-Dimensional Origami Folding using Conformal Geometric Algebra”, Forum "Math-for-Industry" (FMFI2015), 2015.10
21. VRCAI Best Short Paper Award, Kei Suzuki, Yoshinori Dobashi, Tsuyoshi Yamamoto, "A Sketch-based System for Cloud Volume Retrieval from Simulated Dataset for Realistic Image Synthesis," VRCAI 2016, 2015.10

②マスコミ(新聞・TV等)報道

1. 映像新聞/ Interbee のニュースサイト, “OLM デジタル 安生健一氏らによる「作り手の意図を推測しアニメ制作を効率化するツール」の研究が SIGGRAPH で発表 アニメーション演出を数理モデル化し直感的な作業から関連パラメータを導出”, 2014.8.2
http://www.inter-bee.com/ja/magazine/creation/detail.php?magazine_id=2558
2. "写真をグツグツ動画に", ワールドビジネスサテライト, トレンドたまご, テレビ東京, 2014.9.2
http://www.tv-tokyo.co.jp/mv/wbs/trend_tamago/post_75651/

③その他

1. 講演: 安生健一, 「デジタル映像表現につながる数学」, 平成 22 年度数学・数理科学と諸科学・産業技術分野の連携ワークショップ「広がっていく数学」—CGによる可視化と数学, 学術総合センター, 2011.3.7
2. 雑誌掲載: 技術情報誌 “CYBERNET NEWS WINTER 2012 No.134” 「見えるか技術」, 安生健一 インタビュー記事「CG を豊かにする数学」が掲載
3. 雑誌(紙面+Web)掲載: “日経パソコン” 2011 年7月号「クローズアップ」ならびに“日経パソコン(Web版)” 2011 年8月22日「クローズアップ」, 安生健一 インタビュー記事「新しいCG 技術で創造性を引き出したい」が掲載
4. 広報誌掲載: “JST news” 2011 年 5 月号「ようこそ, 私の研究室へ」
安生健一 インタビュー及び研究室紹介記事「現実よりもリアルな CG 映像を“数学”という言葉で描き出す～「こんな映像を作りたい」という作り手の思いに応え, 数学の世界も広げます。」～
5. 広報誌掲載: 九大広報(2012 年 1 月 Vol. 79),
マス・フォア・インダストリ研究所所長として若山正人が表紙を飾る. 裏表紙に藤堂英樹(映像数学グループ)と九大数理学府の学生との研究討論の場面が掲載.
また, 九大数理学府 博士後期課程在籍の学生 横山俊一が OLM デジタルとの共同研究を紹介.
6. セミナー: 安生健一, 土橋宜典, 岡部誠, “コンピュータグラフィックスと数学の接点”, 第 10 回「計算機を用いた数学研究」GCOE セミナー, 京都, 2012 年 7 月 20-21 日 (公開)

7. 雑誌掲載:安生健一,「単位 4 元数空間／コンピュータグラフィックスにおける被覆の応用」
“数学セミナー” 特集: 被覆のはなし, 2013 年 1 月号 (日本評論社 発行／2013 年 1 月号
通巻 615 号) (公開)
8. 教材への出演:“進研ゼミ中学講座 中3Challenge 英数国理社” 6月号,「オクムラのっ!
数学み～つけた!」(CG アニメに関連する数学の紹介. 安生健一がマンガのキャラクター
になって登場), 2012 年 6 月 1 日, 2015 年 1 月 1 日 (株式会社ベネッセコーポレーション発
行) (公開)
9. テレビ番組: コンテンツビジネス最前線 ジャパコン TV (BSフジ), 内容: <特集2>『デジ
タルの決死圏! ～世界に飛び出す CG アニメ～』, www.bsfuji.tv/japacontv/, 2013 年 1 月
25 日(金)24:00-24:55
10. 雑誌掲載:月刊「大学への数学」 8 月号の新コーナー「ふしぎの国のスウガク使い」,安生健
一のインタビューが掲載, (2012 年 7 月 20 日 東京出版発行) (公開)
11. 雑誌掲載:「画像ラボ」 4 月号, “写實的レンダリング”, 岩崎慶, (2013 年 4 月 10 日 日本工
業出版発行) (公開)
12. 雑誌掲載:「画像ラボ」 4 月号, “デジタル映像プロダクションにおける技術開発”, 四倉達夫,
安生健一, 木村歩, (2013 年 4 月 10 日 日本工業出版発行) (公開)
13. 雑誌掲載:「数学セミナー」 9 月号のインタビュー連載・「この研究のここが面白い」, 安生健
一のインタビュー“数学で CG を進化+深化させる”が掲載, (2013 年 9 月 1 日 日本評論
社発行) (公開)
14. Study Group Workshop 2013 cmp: Makoto Okabe (Delegator), Yoshihiro Mizoguchi
(Modelator) , “Topology-Driven Vectorization of Clean Line Drawings”, Kyushu
University, 2013. 12 (MI Lecture Note Vol.55, pp.61-98)
15. 数学通信 Vol.19 (2), pp. 30-33,”安生氏, 落合氏の平成 26 年度文部科学大臣表彰科学
技術賞受賞(研究部門)に寄せて”(若山正人). 2014
16. 書籍編集: Anjyo, Ken (Ed.), “Mathematical Progress in Expressive Image
Synthesis I”, Springer, 2014
17. IST News, “平成 26 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞 研究部門 受賞
記”, 2014/SUMMER, No.38
<http://www.ist.hokudai.ac.jp/publicity/files/ISTNEWS-No38.pdf>
18. 書籍編集: Ochiai, Hiroyuki, Anjyo, Ken (Eds.), “Mathematical Progress in
Expressive Image Synthesis II”, Springer, 2015
19. 平成27年度科学技術の「美」パネル展(タイトル:Colorful Buddha)
20. 文部科学大臣表彰の紹介「理学部便り」vol 13, 2015.6. 九州大学
<http://www.sci.kyushu-u.ac.jp/html/rigaku/tayori/zoom.php>
21. 雑誌掲載:河野裕昭・里田明美, “輝数遇数 数学教室訪問／落合啓之”, 現代数学 2015
年 11 月号, pp.2-5
22. 記事掲載:連載記事 “「数学の時代」第5回「国力の源泉「社会復帰」””, 産経新聞,
2015.12.31
23. 雑誌・WEB 掲載:特集「使える! 数学」, 週刊ダイヤモンド 2016 年 1 月 23 日号,
<http://dw.diamond.ne.jp/articles/-/15937>
24. 記事掲載:落合啓之, 『短期共同研究「CG 技術の実装と数理」の紹介』JIMI ニュースレター
第8号 2016 年 2 月, p4.

http://www.imi.kyushu-u.ac.jp/publishes/pub_inner/id:4/category_id:21

25. WEB 記事掲載:野口光一他, “3DCG の夜明け ～日本のフル CG アニメの未来を探る～ 第 8 回:安生健一氏”, AREA JAPAN, コラム トレンド&テクノロジー, 2016.3.30
http://area.autodesk.jp/column/trend_tech/daybreak_3dcg/08/
26. 記事掲載:落合啓之, “九大の研究シーズ「空間の3次元的な性質の解析と応用」” OPACK メール 38 号, p5(予定)
27. 記事掲載:JST ニュース 5 月号, 安生健一, (予定)
28. 安生チーム (mcg) (安生健一 編集): “Character Animation” (ビデオ; 4 分 54 秒) 2015.10.
29. 安生チーム (mcg) (安生健一 編集): “Fluid” (ビデオ; 5 分 13 秒) 2015.10.
30. 安生チーム (mcg) (落合啓之・安生健一 編集): “Mathematical Basics for Computer Graphics” (ビデオ; 20 分 7 秒) 2016.3.
31. 書籍編集:Yoshinori Dobashi, Ochiai, Hiroyuki (Eds.), “Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis III”, Springer, 2016 (to appear)

(6) 成果展開事例

①実用化に向けての展開

②社会還元的な展開活動

1. 本研究成果をインターネット(URL: <http://mcg.imi.kyushu-u.ac.jp/>)で公開し, 一般に情報提供している.
2. SIGGRAPH, および SIGGRAPH Asia にて実施した Course については, そのコースノートがインターネット(URL: <http://dl.acm.org>)公開されており, 一般に情報提供されている.
3. “行列の数理と運動の既述” “CG における運動や変形の記述とその数理” に関する講義講演を CEDEC2013, 2014 にて実施した. その講演資料は, 「CEDEC Digital Library」(URL: <http://cedil.cesa.or.jp/>)で公開している.
4. SIGGRAPH での Course や CEDEC での講演を通じて要望をいただき, 発表内容と資料をまとめて加筆を加え, 書籍化した. “Mathematical Basics of Motion and Deformation in Computer Graphics” (Synthesis Lectures on Computer Graphics and Animation 6 (3), Morgan & Claypool Publishers)

§ 5 研究期間中の活動

5-1 主なワークショップ, シンポジウム, アウトリーチ等の活動

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2010年12月 14-18日	SIGGRAPH ASIA 2010	ソウル	約 7,600 名	Course 発表 J.P.Lewis 安生健一
2011年3月 7日	平成 22 年度数学・数理学と 諸科学・産業技術分野の連携 ワークショップ「拡がっていく数 学」—CGによる可視化と数学	学術総合センタ ー	45 名	講演者 安生健一
2013年10月 21-23日	Symposium MEIS2013: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis	九州大学 医学部 百年講堂	69 人	シンポジウム主 催 研究成果発表 など
2014年7月 26日-27日	研究集会「CGの実装と数理」	九大 IMI 伊都 キャンパス	約 30 人	研究集会主催
2014年10月 4日-5日	研究集会「CGの実装と数理」	九大 IMI 伊都 キャンパス	約 20 人	研究集会主催
2014年11月 12日-14日	シンポジウム「デジタル映像表 現のための数理的手法 (MEIS2014)」	西新プラザ・福 岡	78 名	シンポジウム主 催 海外招聘者に よる講演等も実 施
2015年7月 25日-26日	研究集会「CGの実装と数理」	九大 IMI 伊都 キャンパス	約 30 人	研究集会主催
2015年9月 25日-27日	シンポジウム「デジタル映像表 現のための数理的手法 (MEIS2015)」	西新プラザ・福 岡		シンポジウム主 催海外招聘者 による講演等も 実施
2015年10月 4日-5日	研究集会「CGの実装と数理」	九大 IMI 伊都 キャンパス	約 30 人	研究集会主催

§6 最後に

MEIS2015 集合写真



MEIS2014 集合写真、会場写真



