

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

九州大学マス・フォア・インダストリ研究所
若山 正人

本会会員である（株）オー・エル・エム・デジタル取締役・安生健一氏と九州大学マス・フォア・インダストリ研究所教授・落合啓之氏が，北海道大学情報科学研究科准教授・土橋宜典氏とともに，平成 26 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰（研究部門）を受賞されました．今回の受賞は 3 名による共同研究「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」が高く評価されたものです．

文部科学省によれば，本表彰は，科学技術に関する研究開発，理解増進等において顕著な成果を収めた者について，その功績を讃えることにより，科学技術に携わる者の意欲の向上を図り，もって我が国の科学技術水準の向上に寄与することを目的としたもので，その研究部門は我が国の科学技術の発展等に寄与する可能性の高い独創的な研究又は開発を行った者を対象としています．

本研究により評価された功績は，最近 10 年近くの間安生さんの研究及び商業映画への適用とそこから生まれた問題意識が核となり，JST 戦略的創造研究推進事業の一つである「数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索」（領域統括：西浦廉政 東北大学原子分子材料科学高等研究機構教授）の CREST 研究「デジタル映像数学の構築と表現技術の革新」により開花した共同研究の成果といえます．安生さん，落合さん，土橋さん（ここからは，“氏”をやめ，普段通り“さん”付けにさせていただきます）には，この場をお借りして改めてお祝いを申し上げたく思います．それとともに，筆者としても，数学の産業応用とそのフィードバックを願って設立されたマス・フォア・インダストリ研究所の一員，そして仲間として，この度の受賞はたいへん誇らしいものです．

それでは初めに，受賞対象となった研究を技術的側面から概観してみましょう．一言でいえばそれは，CG（Computer Graphics）を用いた映像制作における，アニメータなど作成者の利便性向上のための数理モデルの構築です．しかもこの共同研究の成果は，これまで，とくにわが国ではあまりなかった CG 分野と数学分野の研究者が本格的に協働することによって得られた貴重なものです．映画が楽しみな方ならご存知のように，近年，CG による映像生成は飛躍的な進歩を遂げています．しかし，それにともない，目的の映像（演出効果）を作り出すには高度な知識と技術が要求され，映像制作の現場において CG は必ずしも使いやすい技術とはいえません．CG の真の実用化のためには，

映像を見る側のための技術だけでなく、作る側のための技術の改良・確立が必要不可欠だと考えられる所以です。

このようななか、本研究では、3次元CGにおいて最も重要かつ困難な表示対象である流体と（人間や動物などの）キャラクターを対象として、映像の作り手の意図を直接的・直感的に指示できる新しい数理モデルが構築されました。ここでのポイントは、表示対象の映像生成に関する諸パラメータを推定するといった逆問題を解くことであり、そのアルゴリズムが多く開発されたところに本研究成果のひとつの核心があります。表示対象に応じて、用いられた数学的アプローチもさまざまなものがありました。実際、Lie理論（表現論）や各種の関数補間法、微分幾何、学習理論なども援用され研究が進められました。いくつかの具体例を挙げて、以下にご紹介したいと思います。

第一に述べるべきは、人間の表情アニメーションの作成に関する手法の開発研究です。制作の現場では、これまで、顔の各部位を動かすための多数の数値パラメータを手動で調整するというきわめて煩雑な作業が行われてきました。この課題を克服するために行われたのが、3次元の顔の形状モデルの一部を直接変形し、そこから逆に目的の表情を生成するための数値パラメータを算出する手法の開発です。また、モーションキャプチャーなどで得られた既存アニメーションデータから顔の動きの相関を学ぶことで、さらに効率よく作業ができる手法も考案されました。キャラクターの陰影表現においては、3次元モデルの表面に直接ペイント操作を使って描いた陰影情報から動径基底関数を用いた補間処理を施すことにより、作り手の意図を容易に反映できる技術の開発に成功しています。

もうひとつは、流体表現に関することです。流体が指定された形状を形成するよう流体シミュレーションを制御する方法を開発し、雲のシミュレーションへの応用がなされました。詳しく述べれば、雲の生成過程を記述するNavier-Stokes方程式に対し、フィードバック制御を適用し、物理パラメータを自動的に調整することです。物理パラメータを通じた間接的な制御法であるため、目的の形状に一致し、かつ、自然な雲の形状を生成することができるのです。また、シミュレーションによって生成された雲のリアルな陰影を表現するための、色計算のための物理パラメータの自動決定技術が開発されたことも注目すべき点です。この方法では、ユーザにより指定された雲の実写画像を参照し、類似した色合いを表現できるパラメータを決定するというアプローチがとられました。たとえば、雲の色は複雑な積分方程式で計算されますが、これにより、そこに含まれるパラメータを遺伝的アルゴリズムと呼ばれるランダム探索手法を用いて最適化し、実写画像と同等のリアリティを有するCG画像を生成することができます。

さてここで、本研究で得られた技術の広がりとそのインパクトについてもすこし述べ

てみたいと思います。今回の CREST 研究以前も含め、研究成果の一部は特許化もなされています。上記の表情アニメーションの生成に関する手法についても、いくつかのデジタルプロダクションにおいてその進化系も考案されはじめ、実用化が検討されていると聞いています。また、本研究においては、流体やキャラクターの表現に関する諸問題に対して、3次元 CG やアニメ作品に限定されない定式化を行なって問題を解いている点も特長です。したがって、得られた成果は単なる映画やゲームへの応用に留まるものではありません。安生さんの下には、コスメ産業や医用画像処理など、いわゆる科学的なビジュアライゼーションを必要とする方面からの問い合わせも届いているとのこと。今までにない実応用への広がり待ち遠しくあります。また昨年来、今回の受賞者の CREST 研究グループが中心となり、マス・フォア・インダストリ研究所のプログラムの一環として国際シンポジウム "Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis (MEIS)" が立ち上がっています。数学者、CG 研究者、産業界の技術者・研究者が、より多くの問題意識を深く共有し議論する場が設けられることにより、CG と数学の更なる発展を目指す活動にも繋がって来ていることはたいへん喜ばしいことです。

筆者が、このような紹介文を書くことになったひとつの理由は、筆者自身が当該 CREST 研究のメンバーの一人であるからだと承知しています。ただし、あまり戦力にならないメンバーであり、多少なりともお役に立てたのは、安生さんが代表として CREST 研究へ応募される際に協力の要請をいただき、申請書類作成のお手伝いをしたことと、その後、本受賞者である 3 人の研究を垣間みながら球面調和関数の表現論のレンダリングへの応用可能性を示唆したことくらいです。筆者自身に時間があれば、本格的に研究に参加できたかもしれませんが、そうしていたらおそらく今回の受賞はなかったのではと思います。実際、安生さんに、同僚でもあり長い間の数学研究仲間である落合さんを「主たる共同研究者」として紹介したことが、筆者の最大の功績です。落合さんは、代数解析・表現論をベースに、数論・トポロジー分野にも跨がるたいへん広い分野の数学研究で成果を挙げてきたとてもストロングな **problem solver** です。安生氏の計画を実現するには打ってつけの人物だと考えてのことでした。

安生さんと始めてお会いしたのは、筆者がグローバル COE プログラム「マス・フォア・インダストリ教育研究拠点」の活動を九州大学数理学研究院の同僚と開始した直後です。じつは安生さんは、九州大学の大学院で多変数関数論の研究をされた後、博士後期課程のときに日立に入社され、それ以来 CG の研究に没頭されてきた方です。筆者が、数学の産業応用に強い関心を抱き活動を進めていることをご存知であった吉田正章さん（当時の九大数理での先輩同僚）により、安生さんのことを聞いていたことがあり、上

記プログラムの活動として開催した東京でのフォーラムの際にはじめてお目にかかりました。年齢も接近していることから、意気投合し、それ以来、かなり密なお付き合いをさせて戴いています。今回この文章を書くにあたり、それが CREST 応募時のお手伝いに繋がっていったことを思い出したところです。

もう一つ思い出されるのは、CREST が始まった初期の頃の悩みの種、つまり、数学と CG は近いようで、ほとんど言葉が通じなかったことです。最初の 1 年間の目標として、両者の翻訳辞書をつくる、という計画がたてられたほどです。実際には、この辞書制作の話はなくなったわけですが、最初の 1 年近くは、言葉遣いや、異分野研究者の文化の理解に費やされたように思います。安生さんが数学科出身であったこと、土橋さんが流体運動を記述する Navier-Stokes 方程式や球面調和関数などにも深い親しみをもつ CG 研究者であったことが、1 年もしないうちから本格的な共同研究活動に入ることができた大きな要因であったと思う次第です。

昨年度、筆者も部分参加した CG 分野における世界最大の国際会議 SIGGRAPH 2013 (Anaheim ; 7 月) への出張中に、SIGGRAPH Asia 2013 (香港 ; 11 月) での“コース”採択の連絡が届き、落合さんがたいへん驚いていた様子は印象的でした。ここでいうコースとは、CG 研究のプロたちが学びたいと思う研究手法に関する講義であり、採択されるのは容易ではありません。さらに今夏の SIGGRAPH2014 (Vancouver ; 8 月) においても彼らが提案したコースの採択が決まっているとのこと。2012 年の SCA2012 (ACM SIGGRAPH/Eurographics Symposium on Computer Animation) でのモーフィング (映画やアニメーションの中で使用される特殊撮影のひとつ) の論文発表以来、さまざまな意味で対外発表活動が活発な本 CREST 研究グループの中心である安生さん、落合さん、土橋さんたちが、ますます進歩する CG の世界において、その研究の発展を牽引されていかれることを強く望み、大いに期待させていただいている次第です。