

特集 ■アンドロイドやエージェントに感じる人の存在感

CG キャラクターの存在感



森島繁生

MORISHIMA SHIGEO

早稲田大学

1. はじめに

昨今のCGキャラクター合成技術は成熟の時を迎え、目にする映画やTVコマーシャルなどに登場するCG合成された人物は、実写とほとんど見分けがつかない位に、そのリアリティは完成の域に達してきている。これはフォトリアルなレンダリング技術はもちろんのこと、実世界を模倣する物理シミュレーション技術、アクターの動作を忠実にリターゲット可能なモーションキャプチャ技術などの様々な要素技術によって支えられている。しかし、コンテンツ中のCGキャラクターのリアリティは、必ずしも観客に感動を呼び覚ます必要条件であるとは限らず、むしろリアル過ぎるがために「不気味の谷」に陥ることもしばしば起こりうる。感動はあくまでストーリーが主体であり、CG技術自体は裏方の役割であり、それぞれのコンテンツ表現に応じた最適なキャラクターの存在感を与えてやるのが、コンテンツの成功の鍵となると思われる。

CGキャラクターに存在感を与える試みとして、筆者らの研究グループでは、二つの立場から研究を遂行している。

一つは、クリエイターの視点から、CGキャラクターの質感、動作や表情に自由に演出を加え、時にはリアリティを削ぎ取ることによってむしろ感動を深め、作者の感性によってキャラクターに息吹を吹き込む機能を実現する「ディレクタブル(演出可能な)CG」の研究である。

二つ目は、コンテンツを鑑賞する観客に対して、スクリーンに登場するキャストに特別な親近感を抱かせ、自分自身ないしは共に鑑賞している仲間のスクリーン上の姿を通して、ストーリーへの没入感や臨場感を高める「ダイブイントゥザムービー」の研究である。

前者の一例は、手書きアニメと3次元CGとのシーム

レスな表現の融合をめざす研究であり、3次元CGキャラクターに手描きの感性を演出的に付加する表現ツールを実現するものである。現在、早稲田大学、OLM デジタル、ATRで構成されるデジタルアニメーションラボにおいて、この研究を遂行している [1]。

後者の例は、映画のキャストに観客の個性を短時間で付加するインスタントキャストイングの実現である。これは顔および全身の形状再現、歩容等の動作の個性、表情変化時の個人の特徴、声優音声の声質変換による個人の声合成などを、観客自体に負担を与えず極めて簡単な手順で短時間に特徴抽出し、リターゲットする技術である。これは、早稲田大学、大阪大学、ATRとのコラボレーションで研究を行っている [2]。

本稿では、この二つの研究例を通して、CGキャラクターの存在感について考察する。

2. 手書きアニメ vs. 3次元CG

従来の3次元CG技術は、フォトリアルな表現を追求することに主眼がおかれ、実写シーンにコンポジットしても違和感のないレンダリングおよびアニメーション技術開発が主な目的とされてきた。しかし、より高度なリアリティが実現されるにつれて、実物との相違点をますます敏感に感じとり、様々なオブジェクト間のリアリティのバランスや背景との mismatchなどがクローズアップされ、むしろ不気味さを感じさせることもしばしば起こっている。

一方、日本のアニメ作品は、いわゆるフォトリアルなCG表現とは対極に位置するものであり、手書き主体でかつリミテッドアニメーション等の手法で制作する独特のスタイルによって、長い間世界の多くの人々の心を捉えてきた。しかし日本のアニメ作品の中に、制作効率と

いう観点で有利な3次元CGを融合することは根本的に困難な課題を含んでいる。すなわち、2次元アニメ作品は、3次元CGとは相容れない要素を多く含み、実世界には存在しないアニメ独特の世界観をも含むからである。そこで、従来のフォトリアル志向の3次元CG技術に、作者の感性を反映させて演出効果を付加する機能を持たせて、あたかも手描きアニメのように3次元CGキャラクターを表現可能な技術が求められている。

筆者らは、この2次元アニメと3次元CGを融合し効率的な作品制作を支援する様々な要素技術について検討を行っている。これは、大きく分けて四つに分類することができる。1) 作者の感性を反映して思うままに光や影をコントロールすることができる演出シェーダ。2) 手描きではほとんど不可能な、煙、炎、水、頭髮の動きなどを物理シミュレーションに基づいて生成しアニメ調に高速変換するトゥーンシミュレータ。3) 過去の作品やデータベースからキャラクターの動作や表情を再現するリユーズブルコーパス。そして4) 台詞や音声、音楽に合わせてキャラクターの唇、頭部、身体の動きを自動制御するビヘイブシンクである。

これらの技術に基づき、アニメーターにとって使い勝手のよいユーザインタフェースを備えたツールを開発して、実際のアニメ制作現場にフィードバックし、映像制作プロダクションとのコラボレーションによる実証映像制作を通じて技術の評価を行っている。

これらの研究は、特に現実世界とは異なる2次元アニメ独特の世界を、3次元CG技術を用いて再現できることを目標とし、現実世界の単純なシミュレーションに留まらず、作者の感性をも直感的にフィードバックできる機能を重視している。これは、「ディレクタブル(演出可能な)」というキーワードで表現されるように、あくまで3次元CGに基づく自動計算を基本としながら、後で作者の感性を加えてモディファイすることが可能であり、しかも空間的、時間的に違和感を生じないアニメ作品の制作を可能とする。作品制作に関わるコスト削減と制作期間の短縮が可能であるばかりではなく、従来の2次元作品に新たな表現のバリエーションを付加できる可能性がある。

3. 光と影の演出

CGキャラクター合成における光と陰影の効果は、存在感を際立たせる上で不可欠の要素である。いわゆる手描きアニメにおけるライティングや陰影付けは、3次元CGにおけるフォトリアルな陰影とは根本的に異なり、

より抽象的・記号的である。しかし、映画やアニメ等の映像制作の観点で言えば、まず演出意図が前提にあり、それを満たすという意味でのライティングと陰影付けが必要となる。

ハイライトの演出に関しては、手続き型のハイライトモデルをマウスドラッグベースの直感的方法で制御可能な“HighlightShader”がすでに開発されている[3]。陰影の演出に関しては、3次元モデルの陰影領域をリアルタイムに編集制御できる局所制御可能なトゥーンシェーダ“LoCoStySh”が開発された[4]。これらのツールはいずれもMayaプラグインとして実現され、アニメ制作現場において活用されている。

一方、影は物体に付随するものではなく、それ自体に主張や感情表現が求められる極めて重要な要素である場合が多い。影はあくまで付属品ではなく、それ自体キャラクターの存在感を増長させる重要な役割を担う表現要素である。ここで提案する二つの影の演出方法とは、1) 3次元キャラクターを対象として光源の移動や物体自体の変形を伴わずに物体の落とす影の位置、大きさ、形状を直感的に演出可能な影の制御方式、そして2) アニメ制作のワークフローに着目し、ユーザの意図する演出効果を持たせた影を、2次元のキャラクターレイヤのみの情報から単純に生成する方式である。

図1に1)の方式による3次元キャラクターの影の演出結果を示す。3次元キャラクターの場合、左の例に示すように影は光源と物体の位置によって自動的に計算されるのが通常である。しかし、そこで、作者の感性が反映できる機能を持たせることは極めて重要である。まず、通常の計算で影を生成した後に、簡単なマウス操作によって、影の形状をインタラクティブに演出可能なツールを開発した[5]。このツールを用いて影部分を編集し、演出した結果が同図右である。この演出効果は影オブジェクトの形状変形と、光線の屈折を表現する属性によって記述され、演出後の光源の移動や物体の運動変形にも違和

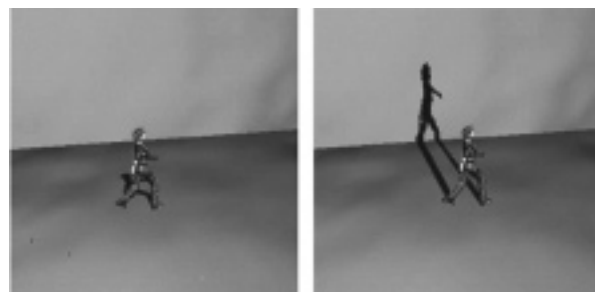


図1 3D影の編集ツール(左:元の影、右:演出後)

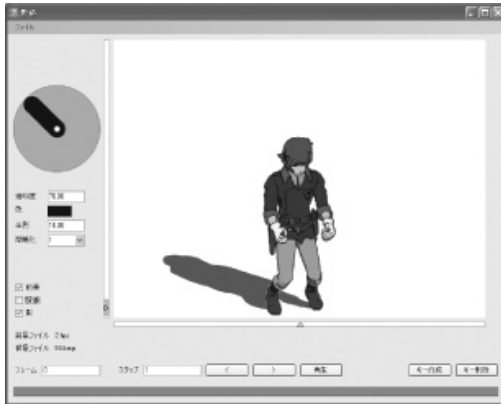


図2 影の編集ツール「影造」のインターフェース
影の位置、大きさ、方向、単純化を自在に制御可能

©2003 松本零士 / プラネット・銀河鉄道管理局 ©2006 早稲田大学



図3 影造による影の演出の例

©2007 ハウステンボス / 夢の友社 / 市川森一

感なく追従する。また光源情報に変形を加えていないことから、編集した影以外のシェーディング情報は変化せず、物理的に矛盾が生じない点が特徴である。

一方、2次元の手描きアニメ作品では、影の表現に多くの制作時間をかけられないのが現実である。しかし、影は実体の表現と同等に重要な表現要素である。二つ目の影の演出方法として、ここで提案する“影造”(図2)[6]は、作画段階でなく、編集段階で影を自由に演出できる点が特徴である。必要とする入力情報は一般的なアニメ制作会社で用いられている透明度付きのキャラクターの動画画のみである。この動画画を読み込み、ユーザがいくつかのパラメータを微調整するだけで、短時間で手描きアニメ風の影レイヤの動画画を生成することができる。3次元モデルは一切必要とせず、コンポジット直前映像に対してアフターエフェクト的に影レイヤを自動挿入することが可能である。

影を表現する要素は、影を生成する位置、影の大きさ、影の方向、そして影の形である。これらは、専用を用意されたGUIにより簡単なマウスの操作で指示することができる。影生成のアルゴリズムは極めてシンプルで

あるが、手描きアニメに要求される機能は網羅的に実装されている。例えば影の単純化もパラメータによって制御される。足元の影は比較的くっきりと出し、頭部に向かうほどボケの量を増やすという表現も可能である。入力は2次元の画像情報だが、影生成の処理自体は3次元CG手法で実現しているため、キャラクターレイヤは2次元で背景レイヤが3次元で作成された場合でも、違和感なく自動的に影を落とすことができる。また足元が水面の場合も、波のせせらぎに揺れる影を表現することができる。さらにキーフレームごとに影の演出を行えば、演出効果を補間したキーフレームアニメーションを実現することが可能である。

4. 演出可能シミュレーション

CGキャラクターに存在感を与えるもう一つの要素として、運動が挙げられる。運動のリアルな再現方法としては、モーションキャプチャがよく利用されるが、例えばアニメ作品などの場合には、特に人物の動きがリアルすぎてシーンにマッチしないことがしばしばである。そこで、モーションキャプチャした動作データに演出を加える必要が生じる。また3次元CGでは、シミュレーションが多用されるが、このシミュレーション技術にいかん演出可能性を持たせるかが重要な課題である。

4.1 MoCaToon

モーションキャプチャデータから単位時間当たりの描画枚数を意図的に減らして制作されるリミテッドアニメーション風のキャラクターの動きを再現する“MoCaToon”技術を開発した[7]。モーションキャプチャデータそのまま使用するのではなく、動きの意味を再現する姿勢のみを抜き出すために、姿勢間距離の総和が最大となるような姿勢の系列をキーとして選択する。また、キー姿勢の補間関数はフレーム間隔を考慮して適切なものが選択できる(サンプル&ホールド、イーズイン&イーズアウト)。またキー配置を時間的にシフトして、動作の「ため」や「ゆるみ」を表現できる。これにより、モーションキャプチャデータに特有の人間の生の動きから感じられる不気味さが取り除かれ、作者の演出が可能となった。また、編集対象となる姿勢の数を大幅に減らせることから、これまで困難と考えられてきたアニメ制作でのモーションキャプチャデータの利用が実現される。

4.2 HairMotionDirector

風になびく頭髮や、身体動作に伴う頭髮の運動を、モー

ションキャプチャによりモデリングする手法を開発した。頭髮の房に間隔をあけて反射テープを筒状に巻きつけることで、マルチボディセグメントに置換した頭髮運動を獲得でき、さらに各セグメントの回転角速度を計算することによって、風等により生じる頭部周りの外力場を推定することが可能となる。さらにこの外力場に置かれた任意の頭髮モデルにキャプチャした外力場による運動をリターゲットすることが可能となった。

さらに特定のキーフレームに着目して、運動に演出を施すことも可能である。マウスを用いて着目する頭髮房を指定し、所望の位置に房を移動したり変形することによって、この変形された房に関わる新たな外力場が計算され、頭髮全体にこの影響が及ぶことで、シミュレーションとしても違和感のない、作者の意図した頭髮運動が演出可能である [8]。

図 4 に、演出の前後の頭髮の様子を示す。より激しい風が吹いた場合の運動を、房の編集によって実現することができていることがわかる。



図 4 演出可能な頭髮アニメーション
運動場自体に演出を加えて頭髮運動を編集
演出前 (左)、演出後 (右)

4.3 表情筋による表情制御

CG キャラクターの表情合成に関しては、表情筋モデルを用いた物理シミュレーションによる合成方法が有効である。表情筋のカスタマイズによって、様々な個性のキャラクター生成が行えるばかりではなく、時系列変化も制御可能である。表情筋への力の作用の瞬間を検出し、少ない注目点の動きから表情筋の強度と作用のタイミングを自動推定し、顔全体の表情をリターゲットする方式の提案を行った [9]。

またキャラクターの顔オブジェクトを入力して、自動的に表情筋の配置を決定し、また一部の筋肉の配置や追加、物理特性などをカスタマイズ可能な機能を付加することによって、表情のバリエーションを増やしたり、誇張表現が可能になるなど、表情演出の機能が強化された [10]。

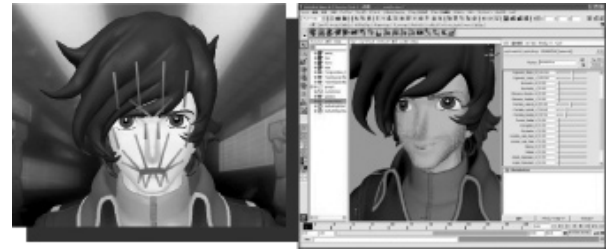


図 5 表情筋モデルと Maya プラグイン
表情筋のカスタマイズ機能が付加された

©2003 松本零士 / プラネット・銀河鉄道管理局 ©2006 早稲田大学

図 5 は、アニメキャラクターに自動配置された表情筋モデルのであり、表情筋の制御は Maya のプラグインツール“Phy-Ace”として実装されている。

5. インスタントキャストイング

2005 年に開催された愛・地球博の「三井・東芝館」で好評を博した 12 分の映画作品“Grand Odyssey”は、一つのスクリーンに登場する 20 名の配役を自由にカスタマイズして、毎回上映時に独自のキャスト構成を同一のストーリーで実現するという全く新しい発想のコンテンツ作品である。またこのコンテンツを支えるフューチャーキャストシステム [11] は、全ての観客の顔をレンジスキャンし、個人の顔モデルを短時間で自動生成して映画の登場人物に仕立て上げるシステムである。この観客の顔をもつ CG キャラクターはシナリオに従って演技を付加され、表情を変形したり、台詞を喋ったりすることができる。

この作品では、背景映像は事前にプリレンダリングにより作成されており、この背景とリアルタイム合成された登場人物の顔表情映像とが合成されて映画のシーンが逐次生成される。顔情報のキャプチャからモデル生成、さらに映像送出・上映までのプロセスが全て自動化されており、商用システムとしてすでに長崎のハウステンボスにて 2007 年 3 月より運用され、最も人気の高いアトラクションの一つとなっている。この CG キャラクターの存在感について概観する。

5.1 フューチャーキャストの概要

図 6 にフューチャーキャストシステムのデータフローを示す。

音声は、基本的に声優声であり、正面画像からの男女推定結果にしたがって音声トラックが割り当てられる。また配役は推定年齢順にソートされて決定される。

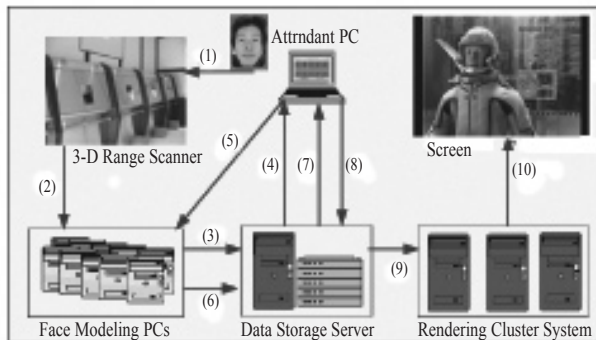


図6 フューチャーキャストのデータフロー

- 1) アテンダントの誘導のもと、観客の顔を撮影
- 2) 顔画像データをモデリング PC に送信
- 3) 3D 顔モデルをサーバに格納
- 4) サムネイルでアテンダントが撮影状況をチェック
- 5) モデリングの実行可否をアテンダントが指示
- 6) 生成した顔モデルとキーシェーブをサーバに格納
- 7) 年齢・性別推定結果、モデル完成度をチェック
モデルが著しく不完全な場合は撮り直しを指示
- 8) 本編での役割分担、音声トラックの選択を確認
- 9) 全ての個人データをレンダリングクラスタに送信
- 10) 背景映像に実時間合成された顔を重ねて映写

5.2 感動を呼び覚ますキャラクターの存在感

スクリーンに登場するCGキャラクターに対して、どれだけ感動を感じているかは、本人の顔ないし自分の友人や家族の登場人物を鑑賞する際に、大きく現れると推定される。この感動度合いを Galvanic Skin Response (GSR) で客観的に評価する手法を提案した [12].

これによれば、見知らぬ人物からキャスト構成された作品の場合には、特に感情的な高まりは発生しないが、一方で、自分自身が登場人物となったり、自分の友人が登場人物となっている場合に、明らかに強い GSR 反応を示すことが評価実験により示された。GSR 反応の増加は生理的な覚醒の度合いが高まっていることを意味する。複数の友人と共に共演する場合には社会的な存在感をも喚起しており、自分自身だけが登場する場合より強い傾向が現れた。作品の中では被験者の CG キャラクターが友達とともに宇宙船をコントロールする共同作業を行うシーンがある。上映後のインタビューでもこの共同作業が存在感の増加に寄与しているという意見が多くあった。これは従来の映画鑑賞では不可能な体験であり、観客と映画とのインタラクションやコミュニケーションを増強しようとする本システムの有効性を示唆するもの

である。また同時に、エンタテインメント体験の客観評価尺度としての GSR の有効性を示す結果となった。

5.3 さらに存在感を実現

感動する人、しない人、その分かれ目は自分自身を映像中に発見できるかできないかに関わる。2005 年の愛・地球博の当時に比較して、CPU および GPU 能力は飛躍的に向上し、計算コストの制約は取り除かれつつある。したがって、リアルタイム生成は、顔に限定する必要がなくなった。

全身のリアルタイムレンダリングを考慮しつつ、頭髪運動の付加や、表情表出時の個人性、声の個人性、歩容の個人性など、より多くの個人情報を CG キャラクターに反映したり、自らのモデルを独自にデザインできる機能を付加することにより、さらに存在感を高めることが可能である。

図7は、新しいキャラクターと従来のキャラクターを比較したものである。頭髪の特徴を付加することによって、より個性が忠実に反映されていることが分かる。また、図8は、自分のキャラクターに別にデザインされた頭髪を付加したものである。さらに登場人物として印象的にアレンジされていることが分かる。よって、個性を反映したCGキャラクターの要素は、必ずしも本人の忠実なコピーよりも、よりキャストとしての相応しい装飾を行うことによって、自分自身の印象が高まるだけでなく、キャラクターとしての存在感や見る者を魅了する効果がより高められると考えられる。

全身のシルエットからキャラクターをカスタマイズする方式、歩容のシルエット動画像から歩きの特徴を抽出する研究、表情の個人特徴を表情筋の運動と関連づけて抽出する方式、頭髪運動を含む動作のパフォーマンスキャプチャ方式の研究、頭髪のリアルタイムレンダリングの研究、皮膚の質感表現の研究、限られた発話から声をカスタマイズする方式の研究などを進めている。



図7 新旧キャラクター比較
ヘルメットを外し、後頭部モデルと頭髪モデルを付加した
*口絵にカラー版掲載



図8 登場人物のデザイン機能の効果

6. まとめ

本稿では、CGキャラクターの存在感を増強するための、演出方法の様々なバリエーションについて述べた。存在感は、必ずしもフォトリアリティに起因するものではなく、作者の意図する感性をいかに忠実にキャラクターに再現可能であるかが重要なポイントである。もちろん実写の映画作品の場合は、現実世界にCGキャラクターを違和感なく登場させるために、フォトリアリティや実世界の物理シミュレーションは重要であるが、アニメ作品の場合には、むしろリアリティを大幅に削減し、背景や他の手描き要素とマッチしたレンダリング法やシミュレーション法が必要である。また、自身を登場人物に仕立てるインスタントキャストイングの場合には、現実そのままよりも、より脚色され、美化された自分自身の仮想の姿に人々は共感と感動を覚えることも確認できた。

今後のコンテンツ産業の行方は、様々なリアリティのバリエーションを再現可能なオーサリングツール群によって、そのジャンルがさらに幅を広げてゆく可能性がある。いずれにしても、それぞれの作品のストーリーや状況設定に応じた最適なキャラクターの存在感を与えることが重要な課題であることは間違いない。

参考文献

- [1] <http://www.cavie-x.net/index.html>
 [2] <http://www.diveintothemovie.net/jp/>
 [3] Ken-ichi Anjyo, Shuhei Wemler, and William V. Baxter : Tweakable light and shade for Cartoon animation, Proc. NPAR 2006, ACM Press, pp. 133-139 (2006)
 [4] Hideki Todo, Ken-ichi Anjyo, William Baxter, Takeo Igarashi : Locally Controllable Stylized Shading, SIGGRAPH2007, ACM Transactions on Graphics Volume 26, Issue 3, Article No.17 (2007)
 [5] 中嶋英仁, 杉崎英嗣, 森島繁生 : 直感的に影を演出可能な編集ツール, 映像情報メディア学会誌, Vol.62,

No.2, pp. 234-239 (2008)

- [6] 中嶋英仁, 杉崎英嗣, 上村周平, 森島繁生 : 手描きアニメを利用した影生成システム ~影造~, 第7回 NICOGRAPH 春季大会論文 & アート部門コンテスト審査員特別賞 (2008)
 [7] Shigeo Morishima, Shigeru Kuriyama, Shinichi Kawamoto, Tadamichi Suzuki, Masaaki Taira, Tatsuo Yotsukura, Satoshi Nakamura : Data-driven efficient production of Cartoon Character animation, ACM SIGGRAPH 2007 sketches, Article No.76 (2007)
 [8] Yosuke Kazama, Eiji Sugisaki, Shigeo Morishima, Directable and Stylized Hair Simulation, INSTICC GRAPP2008 Conference DVD-ROM, pp.316-321 (2008)
 [9] 久保尋之, 石橋康, 前島謙宣, 森島繁生 : 表情筋運動モデルの過渡特性を考慮した表情アニメーション, Visual Computing / グラフィクスとCAD 合同シンポジウム 2008, 20.pdf (2008)
 [10] 久保尋之, 上村周平, 石橋康, 前島謙宣, 森島繁生 : 筋配置のカスタマイズが可能な表情生成シミュレータの提案, 日本顔学会誌, 第8巻, 第1号, p.189 (2008)
 [11] Akinobu Maejima, Shuhei Wemler, Tamotsu Machida, Masao Takebayahasi, and Shigeo Morishima : The Future Cast System, The IEICE Transaction on Information and System, Vol.E91-D, No.4, pp.1135-1148 (2008)
 [12] 森島繁生 : 顔表情のCG合成と感動評価, 映像情報メディア学会誌, Vol.62, No.12, pp.1923 (20)-1927 (23) (2008)

【略歴】

森島繁生 (MORISHIMA Shigeo)

早稲田大学 理工学術院 教授

1982年東京大学工学部卒業, 1987年東京大学工学系研究科電子工学専攻博士課程修了, 工学博士。同年成蹊大学工学部専任講師, 1988年同大助教授, 2001年同大教授, 2004年より現職。現在, NICT 客員研究員, デジタルアニメーションラボ代表, 早大 IT 研究機構デジタルエンタテインメント研究所所長を併任。専門は画像情報処理工学。1991年電子情報通信学会業績賞受賞。