

情報の観測，可視化および情報処理端末への応用に関する研究
Studies on Observation and Visualization of Information
and Application for Personal Digital Assistant

平成 24 年 2 月

愛知工業大学
Aichi Institute of Technology

鳥居 一平
Ippei Torii

目次

第1章	序論	1
1.1	研究背景	1
1.2	研究目的	3
1.3	本論文の構成	4
第2章	簡易方式による3次元オブジェクトの可視化	6
2.1	はじめに	6
2.2	フェイシャルモデリング手法	6
2.3	フェイシャルモデリングのワークフロー	7
2.3.1	測定環境	7
2.3.2	ベースライン, ベースパネルによる初期設定	7
2.3.3	スキャンラインの生成, 投影と撮影	8
2.3.4	スキャンラインの抽出と画像解析	9
2.3.5	座標算出	9
2.3.6	モデリングデータのポリゴン化	10
2.4	検証, 比較, 評価	10
2.5	むすび	13
第3章	複雑形状の再構築とコンピュータグラフィックス制作への応用	14
3.1	はじめに	14
3.2	オブジェクトモデリング	15
3.2.1	測定の環境と準備	15
3.2.2	キャリブレーション (初期設定)	16
3.2.3	画像解析による抽出	16
3.2.4	画像の正規化と結合	18
3.2.5	座標算出とデータ出力	20
3.3	実験結果	20
3.3.1	取得データの検証	20
3.3.2	複雑な形状への適用	22
3.4	考察	22
第4章	商店街情報の可視化のための情報取得	24
4.1	はじめに	24
4.2	商店街のWebによる活性化のために	26

4.3	新規開設からの解析と取り組み	26
4.4	Webサイトにおける情報の可視化	29
4.4.1	情報鮮度の識別と視覚化	29
4.4.2	RSSを多用した情報管理と統合	31
4.4.3	店舗露出度を競わせる手法の確立	32
4.4.4	魅力あるデザインとサイトの構築	33
4.5	よりリアルな話題を提供するシステム	34
4.6	むすび	35
第5章	可視化高機能を持つ情報処理端末用アプリの開発	38
5.1	はじめに	38
5.2	研究の目的	38
5.3	システム設計	39
5.4	システムの構成	44
5.4.1	身体・人間の視点からみた操作性	44
5.4.2	使う人の状態や状況に応じて	44
5.4.3	サポーターモード	44
5.4.4	使用者セルフモード	45
5.4.5	オリジナルページ	45
5.5	フィードバックしながらの改良	47
5.6	事例（特別支援学校からの報告）	47
5.7	まとめ	50
第6章	結論	52
6.1	本論文のまとめ	52
6.1.1	3次元オブジェクトの可視化	52
6.1.2	複雑微細形状の可視化再構成	53
6.1.3	商店街情報の可視化	53
6.1.4	可視化高機能アプリの開発	54
6.2	今後の展望	55
	謝辞	57
	参考文献	58
	研究業績	62

第1章 序論

1.1 研究背景

1951年、CG（Computer Graphics = コンピューター・グラフィックス）技術の研究はマサチューセッツ工科大学でスタートし、その後ユタ大学のキャットマル (E. Cutmall) を中心に、陰面処理法、シェーディング、マッピングなど現在のCGの基礎技術となる様々なアルゴリズムが開発された¹⁾。その流れは、ゼロックス社のパロアルト研究所などへも波及し、グラフィック処理に特化した汎用マシンやソフトが次々に登場する²⁾。

1980年代には、CGは様々な分野で使用され、映画やテレビ、ゲームの他、工業製品デザインやインターネット上（Web3D）などで幅広く利用され始めた。特に、CGを活用してデータを表現する視覚化技術は、ワークステーションやパーソナルコンピュータのコスト・パフォーマンスの向上により、様々な情報を扱うユーザ・インタフェースに適用されるようになってきている³⁾。こうした状況下において、データが持つ特性を視覚的に伝える可視化技術の重要性が増し、実験や観測で得られた測定データや情報をより分かりやすく伝えることが求められている。可視化の本来の目的は、実験や観測・シミュレーションや計測などから得られた大量の情報を効果的に示し、新たな情報の発見を行うことである。要求の多様性と共に視覚化技術は発展し、ICT（Information and Communication Technologies = 情報通信技術）の技術革新と結びつくことで、可視化された画像・音声・動画等の情報を送受信することが可能になった。

そうした社会背景をもとに、よりリアルなCGを効率よく制作するための技術が求められている。CGモデル表面の写実的で高品位な画質（フォトリアリスティックレンダリング）を実現するための高度な技術開発研究が盛んである。素材の質感を忠実に表現するためには、物体の反射特性、三次元形状、照明環境を総合的に考慮し、見る方向や光の当たる方向に応じて生じる素材表面の変化をレンダリング時に再現することが重要となる。

3DCG（3-Dimensional Computer Graphics）の制作工程は、主にモデリングとレンダリングに大別される。レンダリングは、反射という現象をモデル化するために考えられたBRDF（Bidirectional Reflectance Distribution Function = 双方向反射率分布関数）から始まり、物体表面上での光の反射をモデル化したGI（global illumination = 拡散光によるレンダリング技法）、VI（volume rendering = 立体レンダリング）、SSS（subsurface scattering = フォトリアルな質感を生成する技法）、へと発展してきた⁴⁾。しかし、モデリングの制作環境の整備は、熟練したクリエイターによる手作業に頼らなければならないのが現状で、効率化が遅れている。より高精度な自動形状モデリングが3DCGの重要課題である⁵⁾。

また現代社会においてはコンピュータグラフィックス以外の分野でも、可視化の技術が広く一般に普及する可能性が生じている。インターネットの普及に伴い、Webサイトの重要性が他のメディア媒体に比べ飛躍的に高まっていることがその背景として考えられる。ユーザビリティやアクセシビリティ⁶⁾が重要視されてきており、膨大な情報を誰にでも分かりやすく提供するために、可視化の技術が求められている。また光ファイバーなどのインフラ整備により双方向的な情報のやり取りの重要性が高まりWebサイトの優劣が企業収益や商品イメージを大きく左右するようになった⁷⁾。一方、全国の旧来型の商店街は、郊外型商業施設の増加やモータリゼーションの発展、産業構造の変化やライフスタイルの多様化、また経営者の高齢化などにより衰退する傾向にある。2007年3月に中小企業庁が発表した平成18年度商店街実態調査のなかで、一部の商店街においては好転の兆しが窺えるものの、「衰退している」と「停滞しているが衰退する恐れがある」が合計70.3%にのぼる⁸⁾。このような背景の元、近年多くの商店街で、活性化を目的としたIT事業への取り組みが見られる。だが一方、商店街のウェブサイトは内容の充実度や見易さなどの差異が大きいのが現状で、効果分析を実施したり、来街者や売り上げの増加に結びつける戦略を有する商店街は少ないと考えられる。

その他可視化の技術が広く一般社会に取り入れられている例として、携帯電話や携帯ゲーム機が多く注目を集めている。なかでも携帯電話とPDA(Personal Digital Assistants = 個人用小型情報管理ツール)を融合させた携帯情報端末スマートフォンへの関心が高まっている⁹⁾。一般的にスマートフォンと称されるこうした携帯情報端末は、アプリケーションをインストールすることで様々な使い方ができ、カスタマイズも可能であることが大きな魅力となり、広く普及し人々の暮らしの中に深く浸透している。また、こうした携帯情報端末は自閉症や言語障害のある人々のコミュニケーション支援の可能性を含有しており、教育現場や福祉現場でも使用が試みられている^{10) 11)}。コミュニケーションに障害のある人々を対象とする携帯情報端末用のアプリは、既にいくつか発売されている。ドロップトーク¹²⁾、Voice4u¹³⁾、Tap To Talk¹⁴⁾などが例である。しかし、それぞれに専用のシンボルや機能が多数用意されている反面、複雑すぎて使用が困難、あるいは高額(1,500円～30,000円)という理由から、現場では十分に生かされていないというのが現状である¹⁵⁾。最大の問題点は、こうした既存のアプリの多くが開発者や教育者の目線で作られており、障害のある人々が直感的に操作できない点である。障害のある人たちが自分の意志を伝え、相手の意志を知ることができれば、人と人との繋がりがより深まり、相互理解の促進が期待でき、そこから新たなヒューマンパワーが生じ、共に支え合う社会へ発展する可能性がある。

1.2 研究目的

本研究は、今までにも行われていたスリット光投影法を基本とし、その改良を行うことで実際の 3D を目的とする。形状の三次元情報取得には、レーザーと高精度カメラを利用した三次元形状測定手法が一般的で詳細なデータ取得が可能である一方、多大な資金と時間を必要とする¹⁶⁾。これに対して本研究では、安価な Web カメラとプロジェクターによる、人の顔の形状データをデスクトップ上に短時間で再現するシンプルなフェイシャルモデリング手法を提案し、CG モデリングへの応用の可能性を示す。

Da An と Alexander Woodward (Auckland Univ) は、1 台と 2 台のカメラを利用した計測で、3 ~ 6mm の精度の三次元形状測定手法を開発している¹⁷⁾。我々は、より精度の向上を目的とし、スリット光を 3 台の Web カメラを使用してスキャン時に発生するポリゴンの欠損を補完し、表面に無数の尖った細かいイボに覆われたツルレイシ (ニガウリ、ゴーヤ) の複雑形状の高精度復元を可能とする。

商店街情報の可視化のための情報取得の研究として、愛知県名古屋市の大須商店街公式サイト「アット大須」への取り組みについて述べる。従来の「アット大須」は、新しい情報と古い情報が混在し、更新が滞っており、セッション数も 1 日に 200 ~ 300 程度で、一部のブラウザでは不具合も発生していた。そこで本研究では、最新の Web 技術 CMS (Contents Management System = 管理システム) と RSS (RDF Site Summary = 更新情報管理) による情報管理モデルを作り、400 店舗のブログと 400 店舗からの最新情報 (画像とテキスト) を TOP ページに表出させ、セッション数の増加を目指した。さらに、Google の Analytics の解析を元に試行錯誤を繰り返し、情報鮮度の視覚化と商店主に更新を競わせる手法で、可視化情報の Web 発信の方式を可能とする。

可視化高機能を持つ情報処理端末用アプリの開発では、障害のある方が自由に活用できる、安価で操作が簡単な携帯情報端末用 AAC アプリ (Augmentative and Alternative Communication = 拡大・代替コミュニケーション) 「ねえ、きいて。」の設計・開発を目的とする。本研究では、使用者、保護者、障害のある子の親が作るコミュニティー、特別支援学校の教員から寄せられる不具合や要望や修正などをフィードバックする形で、配信後 3 ヶ月で 7 回のバージョンアップを行った。寄せられる内容はすべて想定外のもので、起こりうる事象を調べ直し、改良し、特別支援教育への応用の可能性を示す。

これらメディアの可視化研究は、それぞれ内容は異なるが、方法論ではなく実際の対象に適応させ、現場で人が使い、どのように情報技術が活用されるのかを調べ、問題点をみつけてフィードバックして展開していくものである。

1.3 本論文の構成

コンピュータの技術が発展した現代社会においては、情報の種類や量が爆発的に増大し、データが持つ特性を 3DCG を活用し視覚的表現によって伝える可視化技術の重要性が増してきている。また携帯情報端末の普及により、可視化高機能を持つ携帯アプリケーションの開発が求められている。そうした社会背景を元に、本研究は、情報の観測、可視化および情報処理端末への応用を提案し、各々に対する可視化手法の開発と、可視化を行った結果得られた従来とは異なる視点からの知見を示すことを目的とする。

本論文は、以下の章構成とした。

第 1 章では、本研究の背景と目的を述べた。

第 2 章では、簡易方式による 3 次元オブジェクトの可視化のためのコンピュータ観測とデータ取得について説明する。3DCG の制作に於いて、よりフォトリアリスティックで高精度な自動形状モデリングのために多くの研究が進められている、しかし、画像処理を計測工学・精密工学に応用しようとするものや形状復元の問題のみを扱うものが大半である。本章では、安価な Web カメラとプロジェクターからのスキャンラインにより、人の顔の形状データを短時間に再現するシンプルなフェイシャルモデリング手法を述べ、CG モデリングへの応用の可能性を示す。取得した取得データの正確性を検証するため、幾何形体を使用し検証を行い評価を行う。

第 3 章では、前章で行ったフェイシャルモデリングの誤差を縮めるために、スリット光切断法をさらに発展させた。スリット光を 3 台の Web カメラで補完し対象を近距離で撮影する。抽出した微細突起形状（ニガウリ）のラインのデータを可視化再構成する高精度復元手法を述べる。さらに、幾何形体による検証で、カメラ台数と精度の関連性を比較評価を行い、これらが一般的な 3DCG の基準を満たし、詳細部に特化しているかの評価も行う。

第 4 章では、商店街情報の可視化のための情報取得について述べた。商店街活性化を軸に、インターネットを用いた情報の鮮度の視覚化とデータベース処理システムの構築を述べる。4 つの斬新な手法、「RSS を多用した情報管理と統合」・「情報鮮度の識別と視覚化」・「魅力あるデザインとサイトの構築」・「店舗露出度を競わせる手法の確立」、を用いて商店街活性化のための Web システムの構築を述べる。サイト構築と改良は、Google のアナリティクスを元に、訪問セッション数・直帰率・滞在時間・ページビューのアクセス解析を行う。産学連携として、人とアイデアの交流の中から商店街が活性化され、大学だから見えるもの、大学では見えないもの、それを産学連携によって補完することを目的とする。

第 5 章では、可視化高機能を持つ情報処理端末用コミュニケーション支援アプリケーション「ねえ、きいて。」の開発について述べた。既出の AAC（補助代替コミュニケーション）アプリの不便さを改良し、主語・述語・動詞を組み合わせるのではなく、二語文をひ

とつのシンボルにまとめ提示し，自由により素早く意志を伝えあえるアプリの開発を述べる．また，使う側の状態や状況に応じて，サポーターモードと使用者セルフモードの2種類のモードを考案し，スマートフォン内蔵カメラやマイクを利用して，それぞれの要求のためにカスタマイズできる「オリジナルページ」の構築を述べる．それらを実際の教育現場からの報告により，フィードバックする形でのバージョンアップを述べる．

最後に第6章で，これらの研究から得られた結果をまとめる．

第2章 簡易方式による3次元オブジェクトの可視化

2.1 はじめに

3DCG (3-Dimensional Computer Graphics = 3次元の物体を表現するコンピューター・グラフィックス) はフォトリリスティックな表現が可能であり、様々な分野で目的に応じて研究されている。近年では、情報の可視化分野における主な研究題材の一つとなっている。^{1) 2) 3)}

フォトリリスティックな表現をするためのプロセスは、形状データを定義・作成するモデリングと、形状データから最終的な画像を出力するレンダリングに大別される。レンダリングは比較的自動化が容易で、コンピュータの高性能化により、現代では複雑な形状から写実的な画像を容易に生成することが可能となった。しかし、モデリングは熟練者による手作業に頼らなければならないのが現状で、効率化が遅れている。より高精度な形状モデリングが3DCGの重要課題である。代表的な3D物体形状計測技法としては、(1)ステレオ技法⁴⁾、(2)点スキャナ、(3)スリット技法⁵⁾がある。ステレオ技法は、外乱光の影響で影を測定対象物として誤認識する場合も多く、照明条件が変動する実環境への適用は困難な場合も多い。また、スキャナを用いる手法は、レーザの照射方向を三次元方向に走査する必要があり、高密度なデータを得る為には1回のスキャンで数秒かかることもある。レーザスキャナで垂直断面をスキャンする方式は、計測領域にて物体の速度や方向が変化すると、通過方向における物体サイズが曖昧になるという欠点がある。

本章では、人の顔の形状データを短時間でデスクトップ上に再現するための手法について述べる。本手法は、上記分類に従えば、(3)スリット技法に属し、オーソドックスなスリット光切断法である。これは、レーザスキャンに比べ、安価、高速かつシンプルな手法である。顔の形状データを取得するために、安価なWebカメラとプロジェクター装置による投影手法によって微妙な起伏を正確に測定できる投影手法を提案する。次に、より短時間に形状データを算出するための画像処理法、ライン抽出、ノイズ処理、細線化について述べる。

2.2 フェイシャルモデリング手法

プロジェクターから投射される水平方向のラインを平面に投影した場合、ラインはどの位置から観察しても水平に走っていることが確認できる。しかし、このラインを複雑な起伏に投影し上部から観察した場合、ラインは湾曲している。この差をWebカメラで撮影

比較, 解析して顔面の形状を取得する. そして, 取得した 3 次元形状データを一般的なアプリケーションに入力できるファイルフォーマットとして出力することで, 顔面形状をモデリングすることが可能となる. これが, 我々のフェイシャルモデリング手法であり, 2.1 で述べた分類の中では, (3)のスリットスキャナにおいてレーザ光源の代わりに, プロジェクターを用いたものである.

2.3 フェイシャルモデリングのワークフロー

2.3.1 測定環境

本手法による形状測定で必要となる基本装置は, プロジェクターと Web カメラである. プロジェクターと Web カメラは図 1 の位置関係に設置しなければならない. 注意すべき点は, プロジェクター, Web カメラともにレンズを基準に設置することである.

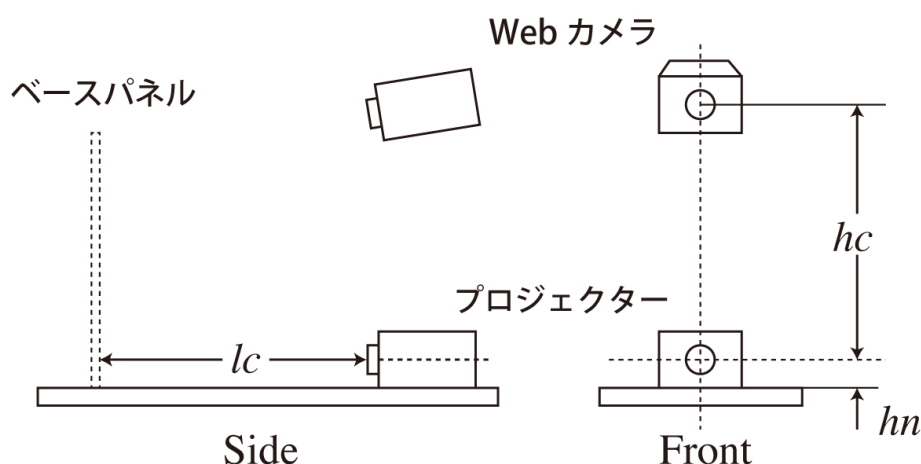


図 1. プロジェクター及びウェブカメラのセットアップ

2.3.2 ベースライン, ベースパネルによる初期設定

形状測定をする前に, コンピュータ上で基準となる 1px のライン (ベースライン) を生成する. ここで, ラインの色を決定するための実験を行った. Red(R:255 G:0 B:0), Green(R:0 G:255 B:0), Blue(R:0 G:0 B:255) をそれぞれ投影し, 抽出の正確さを比較した. その結果, Red は唇や肌の色にも反応するため, 抽出には不適であることが判明した. ま

た、Green は血管が浮き出ている人の場合、血管にも反応することが確認され、これもまた不適であることが確認された。最後に、Blue はクロマキー用のバック⁶⁾としても使われており、抽出精度が最も優れていた。結果、Blue をベースラインの色と決定した。生成されたベースラインをプロジェクターで投影し、実際に顔が撮影される位置に白画用紙(ベースパネル)を設置する。ここで、ベースラインが、実際の空間上で7mm 間隔となるようプロジェクターとベースパネルの距離、プロジェクターのズーム機能を調整する。ラインの間隔は、複数のラインが干渉をしないことを考慮に入れ7mm とした。プロジェクターのフォーカスは、ベースパネルを基準に適正とする。ベースパネルに投影したベースラインの間隔を定規ではかるだけでラインの調整を終えることが可能となった。そして、プロジェクターのレンズ面とベースパネルまでの距離 (l_c)、プロジェクターのレンズ中心と Web カメラまでの距離 (h_c)、設置面からプロジェクターのレンズ中心までの距離 (l_n) をそれぞれ計測する。完了後、Web カメラで静止画として撮影を行い、グローバル座標系とカメラ座標系で対応するベースラインを関連付ける。ラインにおけるグローバル座標系で、間隔の定義を行っていることから、カメラ座標系上でも必然的に間隔が一定となる。また、カメラレンズによる歪みも発生しているため補正しなければならない。

2.3.3 スキャンラインの生成、投影と撮影

前項で設定したベースラインの情報をもとに、顔へ投影するライン(スキャンライン)をプロジェクターで生成する。スキャンラインの色もベースラインと同じく Blue(R:0 G:0 B:255) とする。スキャンラインは、ベースパネルで見てベースラインと同一線上を通過しなければならない。ただ、ベースラインでは複数のラインを投影したのに対して、スキャンラインは1ラインを上部から順に投影する。これは、複数のラインによる相互干渉、処理データの複雑化に対処するためである。ここで、スキャンラインの1ラインが投影された後に、Web カメラが撮影を行うように制御する必要がある。この制御を高速で繰り返すことによって、被撮影者の負担を軽減することが可能である。また、レーザーほどの危険性はないが、スキャンラインが目の上を通過することも予想されるため、被撮影者には必ず目を瞑らせなければならない。

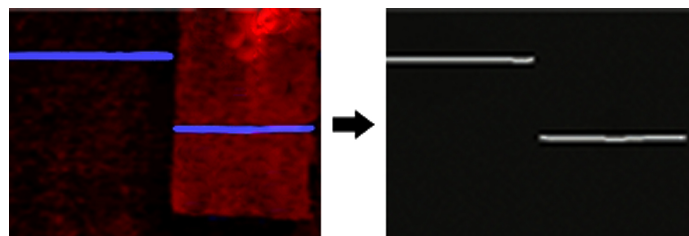


図2. スキャンラインの抽出

2.3.4 スキャンラインの抽出と画像解析

撮影した画像データ中のスキャンラインのみを抽出し、その他の情報を全て無視しなければならない。複数のサンプルからピクセルのRGB値Blueが187以上の箇所をスキャンラインと認識させることで、最も鮮明に画像を抽出できることを確認した。

また、スキャンラインが画像上x軸方向に連続していることを利用し、スキャンラインから大きく外れたノイズを除去することができる。そして、抽出されたラインをさらに鮮明にするため細線化処理⁷⁾を行う。ラインの最上部と最下部の点の平均を割り出すことで、ラインの太さを1pxにすることが可能となる。これでスキャンラインを完全に抽出することが可能となる。

2.3.5 座標算出

x軸に対してサンプリングを行い、データ数を決定する必要がある。顔でもっとも小さい特徴的な起伏を鼻と考え、複数のサンプルからサンプリング定理を適用する。サンプリング後、解析した画像をもとに座標を算出する。

2.3.2項で計測済みであるlc, ln, hcは既知である。図3より、プロジェクターから投影されたスキャンラインは、ベースパネル上の点 y_i で実像となる。 y_i は、2.3.2項で計測済みである。しかし、ベースパネルの前方に物体を設置した場合、物体上の点Pで実像となる。これは、Webカメラから撮影した画像では、ベースパネル上の点 y_i で観察された点と同一になることを表している。そして、これらを結合した直線a, b, cは一次関数であるため、座標の交点を求めることは容易である。以下の座標算出方程式により y_i を取得することで、全方向の座標を取得できることを確認することができる。

$$y = -\frac{y_i}{lc}z + y_i \quad (1) \quad (hc - y' + y_i)z_A = lx(y_i - y') \quad (6)$$

$$y = \frac{hc - y'}{lc}z + y' \quad (2) \quad z_A = \frac{lc(y_i - y')}{hc - y' + y_i} \quad (7)$$

$$x = -\frac{x_i}{lc}z + x_i \quad (3) \quad y_A = \left(-\frac{y_i}{lc}\right)\left(\frac{lc(y_i - y')}{hc - y' + y_i}\right) \quad (8)$$

$$-\frac{y_i}{lc}z_A + y_i = \frac{hc - y'}{lc}z_A + y' \quad (4) \quad y_A = -\frac{y_i}{lc}z_A + y_i \quad (9)$$

$$-y_i z_A + lcy_i = (hc - y')z_A + y'lc \quad (5) \quad x_A = -\frac{x_i}{lc}z_A + x_i \quad (10)$$

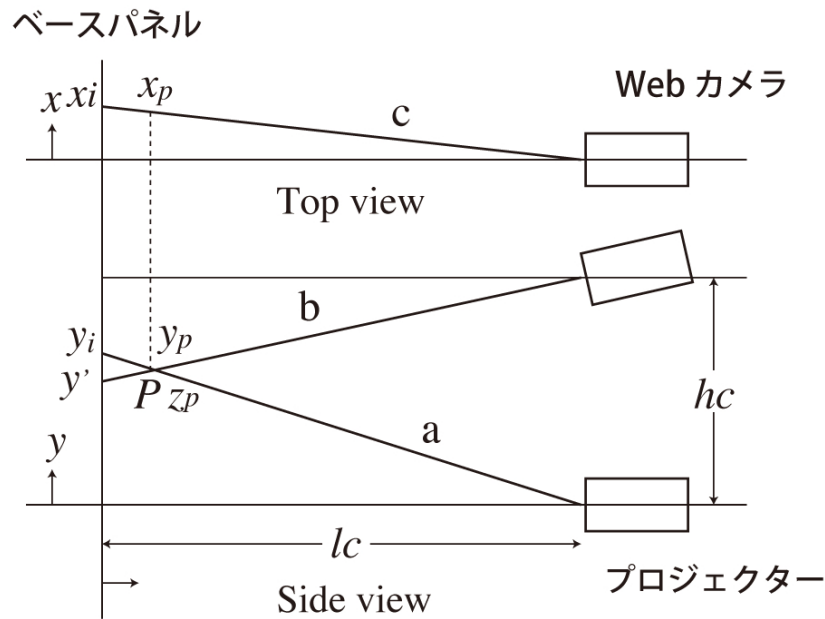


図3 . 座標算出のための計算と調整

2.3.6 モデリングデータのポリゴン化

取得した顔面の形状を一般のアプリケーションにポリゴンで入力できるようにデータを出力する。ポリゴンは、現在の 3DCG での標準的なモデリング技術であり、⁸⁾ 形状の編集が容易である。ここで、我々は標準的な 3次元形状ファイルフォーマットである DXF-3DFACE⁹⁾を採用した。座標情報をポリゴンの頂点として記録するさい、非常に単純な構造をしているため、処理が簡易となる。また、DXF は数多くの CG アプリケーションが採用しているため、データの互換性が高まることも考慮している。

2.4 検証, 比較, 評価

既知の物体を計測し、本手法による取得データの正確性を検証する必要がある。本論文では、幾何形体を使用し検証を行う。

幾何形体はデッサンなどに使われる幾何学的な立体であり、実寸は既知であることを考慮し採用した。取得データの精度を、二つの幾何形体を使用して評価する。この実寸と計測データの数値を比較することで正確性の検証を行う。以下に実寸、測定データでの数値について示す。

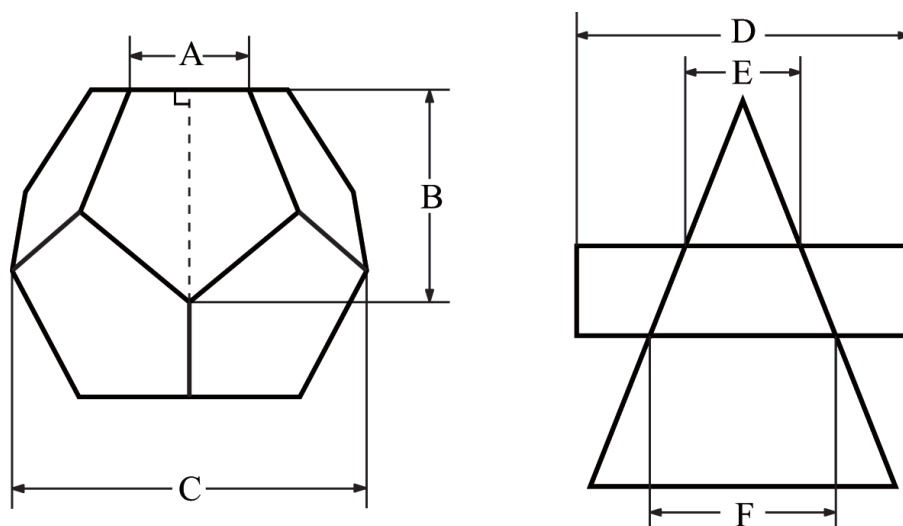


図4. 幾何形体

表1. 実物と測定器を用いた場合の差

	A	B	C
実物のサイズ	175.0mm	105.0mm	70.0mm
測定値	171.0mm	103.0mm	68.0mm
差	-4.0mm	-2.0mm	-2.0mm
	D	E	F
実物のサイズ	185.0mm	80.0mm	100.0mm
測定値	182.0mm	77.0mm	98.0mm
差	-3.0mm	-3.0mm	-2.0mm

幾何形体の実物のサイズと測定器との値を比較した結果、実寸との差は 5mm 前後となり、ファイナルモデリングにおける精度として必要な精度を満たしていると我々は評価した。

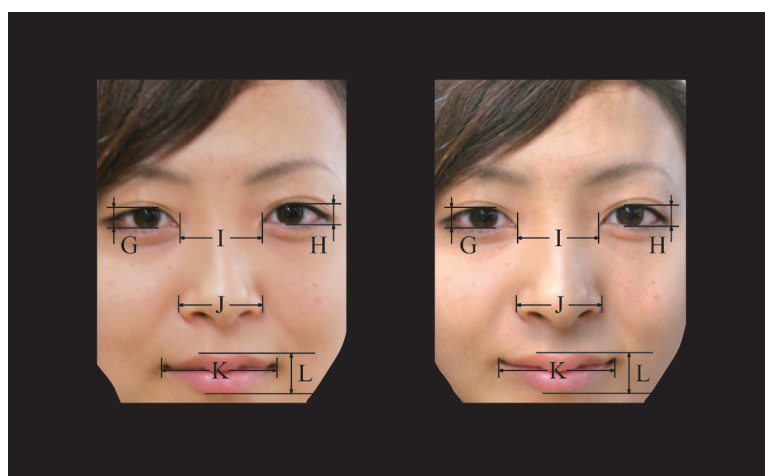


図5. 写真画像 (左)・レンダリングイメージ (右)

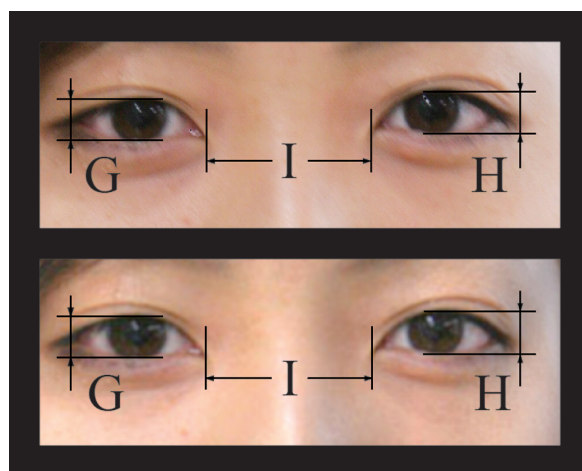


図6. 写真画像 (上)・レンダリングイメージ (下) 図5の拡大

表2. 写真画像とレンダリングイメージ測定の差

	G	H	I
写真画像	8.0 mm	8.3 mm	33.0mm
レンダリングイメージ	8.4 mm	8.6 mm	33.0mm
差	+0.4 mm	+0.3 mm	0 mm (基準)
	J	K	L
写真画像	33.6 mm	46.5 mm	16.2 mm
レンダリングイメージ	34.5 mm	45.5 mm	16.5 mm
差	+0.9 mm	+1.0 mm	+0.3 mm

写真画像とレンダリングイメージの差を、目頭と目頭の間を33mmを基準に比較した。(図6のI)

その結果、レンダリング画像には、許容誤差が0.3mm～1mmであり、十分な精度があると評価した。

2.5 むすび

本章では、フェイシャルモデリング時に、フォトリアスティックな表現を可能にする、安価で、高速かつシンプルな手法を提案し、その処理内容(撮影, 画像処理, 算出, 変換), 評価方法に関して述べた. 本手法により, 顔の形状を取得することは可能となった. 今後は, 目や口, 鼻などの動作部を分離し, 口の開閉やまばたきなどに代表されるフェイシャルアニメーション¹⁰⁾への応用を視野に入れることとする. 実際には, 先で述べた可動部を画像処理レベルで認識させ, 形状を別途に算出, 取得を目指す. また, 動作に関連する顔面の筋肉運動をデータベース化し, マッスルアニメーション¹¹⁾も取り入れなければならないと考える. 本フェイシャルモデリング手法の簡易性を生かし, エントランスインフォメーション, ロボットのインターフェース, 医療支援器具などに波及が期待される.

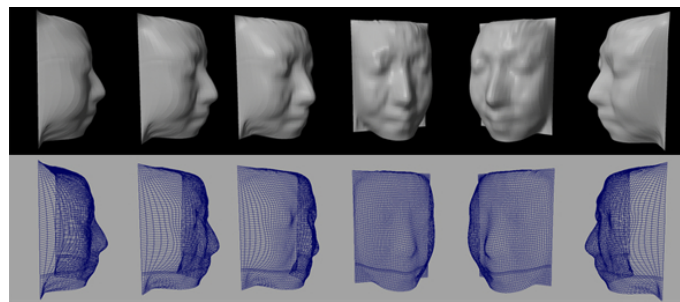


図7. フェイシャルモデリング (top)

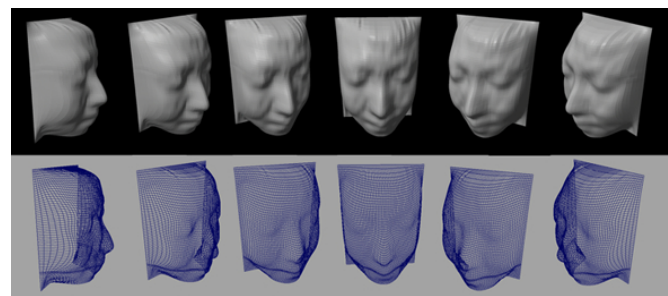


図8. フェイシャルモデリング (middle)

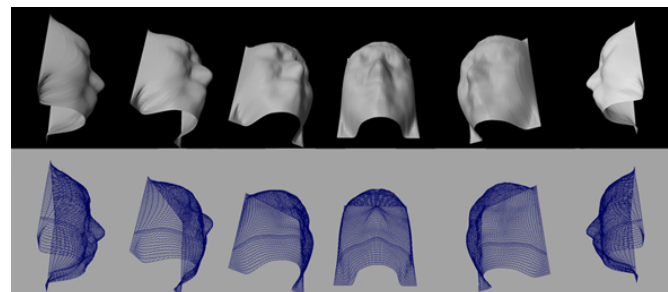


図9. フェイシャルモデリング (bottom)

第3章 複雑形状の再構築と コンピュータグラフィックス制作への応用

3.1 はじめに

3DCG の制作プロセスは、形状データを定義・作成するモデリングと、形状データから最終的な画像を出力するレンダリングに大別される。レンダリングは比較的自動化が容易で、複雑な形状から写実的な画像を容易に生成することが可能となった。しかし、モデリングはクリエイターによる手作業に頼らなければならないのが現状で、効率化が遅れている。より高精度な自動形状モデリングが 3DCG の重要課題である。

これまでの物体形状の計測技術は、(1)ステレオ技法、(2)点スキャナ、(3)スリット技法があるが、それらを 3DCG の実制作に耐えうる精度で応用する場合、費用は非常に高価となる。また、先行研究では、取得した三次元形状情報を三次元点群データに置き換えるだけであり、3DCG モデリングソフトウェアが取り扱うポリゴンや NURBUS に変換する過程については一般的には明確な説明がなされていない。これらの理由により、先行研究を一般的な 3DCG の制作工程において利用することは困難である。

本研究は、上記の(3)スリット技法においてレーザ光源の代わりにプロジェクターを用いたもので、Web カメラ (USB カメラ) とプロジェクターという安価で簡単に入手できる装置構成で実制作に耐えうる精度の三次元形状復元を行う手法である。スリット光を高精度に抽出し、解析するための画像処理と点群データではなく、3DCG モデリングソフトウェアで利用できる OBJ 形式 (ポリゴン) のデータに変換して出力する手法を提案する。また我々は、より複雑なオブジェクトの形状情報取得を目指した。3DCG の実制作のモデリングにおいて、簡易形状の表現は容易であり、コストも低い。一方で、細部の詳細表現は高い技術力が要求され、熟練のクリエイターさえも実現することが難しい。以上から、詳細表現を目的とした研究を行うことが 3DCG の発展に有用であることは明らかである²⁾。

本研究は、現在までに行われている安価なカメラによる、オーソドックスなスリット光切断法を基本とし、その改良を行うことで精度の向上を実現するとともに、取得したデータを 3DCG 制作に直接応用することが目的である。先行研究では、取得したデータを 3DCG オブジェクトに変換した場合、ポリゴンの一部が欠損した状態で再現される。これは、スキャン時に発生するスリット光の取得精度不足が主な原因である。本研究は、データを 3DCG の実制作に活用するため、スリット光を 3 台の Web カメラで補完し、ノイズの無い複雑な形状の高精度復元を可能とする。今回、複雑な形状のサンプルとしてツルレ

イシ（ニガウリ，ゴージャ）を用いた．表面に無数の尖った細かいイボに覆われており，その配列に規則性が存在しないことが理由である．

3. 2 オブジェクトモデリング

プロジェクターから水平方向のスリット光を平面に投影した場合，スリット光はどの位置から観察しても水平に走っていることが確認できる．しかし，このスリット光を複雑な起伏に投影し上部から観察すると，スリット光は湾曲する．このスリット光の変異をカメラで撮影，比較，解析して対象の形状を取得する．これら一連のモデリング処理を全自動で行う．

3. 2. 1 測定時の環境と準備

本手法による形状測定で必要となる基本装置は主に，プロジェクタ，Webカメラ，計算用コンピュータである．プロジェクタとWebカメラは図10の位置関係に設置する．プロジェクターから対象物にスリット光を照射し，Webカメラによって撮影する．本論文では，解像度 800×600 ，画角 60 度（機種名：Qcam® Orbit AF, Logicool）で撮影を行っている．撮影環境では，太陽光やスポット光など強い光を除去する必要がある．

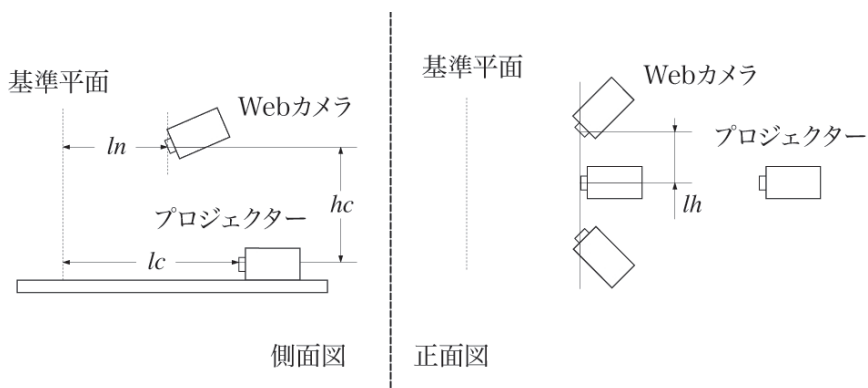


図10. Webカメラとプロジェクターの初期設定

3. 2. 2 キャリブレーション（初期設定）

形状測定をするために、基準となる 1px（プロジェクタで出力できる最小の光点）のスリット光（以後ベースライン）をコンピュータ上で生成する。ベースラインの色は任意であるが、本論文では Blue (R:0 G:0 B:255) を使用している。ベースラインをプロジェクターで投影し、基準となる位置（基準平面）に投影する。ベースラインが離散的に 7mm 間隔となるようプロジェクターと基準平面の距離を調整する。ラインの間隔は、他のライン同士が干渉をしないよう 7mm と設定した。図 1 中で示すパラメータ 4 箇所について示す。プロジェクターのレンズの表面から基準平面までの距離 (l_c)、カメラのレンズの表面から基準平面までの距離 (l_n)、プロジェクターのレンズの中心から Web カメラのレンズの中心までの距離 (h_c)、2 台のカメラ間の距離 (l_h) をそれぞれ計測する。これらのパラメータとベースラインを用いてワールド座標系をカメラ座標に変換する。また、これらは後に示す座標算出時に必要となる情報でもある。変換式 (1) を下に示す。(Δx , Δy) はワールド座標系の値で、単位はミリメートルである。(ΔX , ΔY) は一次関数の変化の割合を決定するものであり、ワールド座標系とカメラ座標系の比率を表わしている。よって (Δx , Δy) はワールド座標系で単位はミリメートルである。この値は基準平面上の 2 本のベースラインの距離を示している。また、(ΔX , ΔY) はカメラ座標系の値で、単位はピクセルである。(X_i , Y_i) は関数の独立変数である。I はワールド座標 (0, 0) の定義時に利用する誤差訂正定数である。なお、これから述べる座標系に関しては特に記述が無い限り、ワールド座標系とする。

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{\Delta x}{\Delta X} X_i \\ \frac{\Delta y}{\Delta Y} Y_i \end{pmatrix} + I \quad (1)$$

3. 2. 3 画像解析による抽出

前項で設定したベースラインの情報をもとに、対象へ投影するスリット光（スキャンライン）をプロジェクターから投影する。スキャンラインの色もベースラインと同じく Blue (R:0 G:0 B:255) とする。スキャンラインはベースラインを基準に座標系変換を行っているため、スキャンラインは基準平面上で離散的に投影したベースラインと同一位置を通過する必要がある。ベースラインでは複数のラインを同時に投影するのに対して、スキャ

ンラインは1ラインを上部から連続的に投影する。この制御を高速で行うことにより撮影時間が軽減できる。また、スキャンラインが目の上を通過しても被撮影者には害はなく安全である。これがレーザースキャナとの異なる利点である。撮影した画像データからスキャンラインのみを抽出し、その他の情報を取り除く必要がある(図11)。Webカメラで撮影した画像をRGB色空間からHSB(H:色相, S:彩度, B:明度)色空間に変換する。HSB色空間は、人間の色認識プロセスに類似しており、パラメータの人的な微調整に優れた効果を発揮する。以下に色空間の変換式を示す。MAX・MINは、RGB色空間上の値で最大値・最小値を表している。

$$H = \begin{cases} 60 \times \left(\frac{G-B}{MAX-MIN} + 0 \right), & \text{if } MAX = R \\ 60 \times \left(\frac{B-R}{MAX-MIN} + 120 \right), & \text{if } MAX = G \\ 60 \times \left(\frac{R-G}{MAX-MIN} + 240 \right), & \text{if } MAX = B \end{cases} \quad (2)$$

$$S = \frac{MAX-MIN}{MAX} \quad (3)$$

$$B = MAX \quad (4)$$

全ピクセルの色相角を解析し、平均となる色相角をしきい値Htとして定義する。取得した画像データから、各ピクセルの色相角Hij(0<Hij<360)を抽出し、360-Ht<Hij and Hij<Htを満たす時、HijのピクセルをTrue、満たさない時Falseとして判定を行う。また、彩度Sij(0 < Sij < 255)について250 < Sij < 255を満たす時True。明度Bij(0 < Bij < 255)について140 < Bij < 240を満たす時Trueとした。これらのパラメータは我々の環境での最良値である。全ての項目に対して(論理積)Trueを満たすピクセルをスキャンラインとして抽出させる。同時に、スキャンラインがx軸方向に連続した点であるため、ラインから大きく外れたノイズは除去することができる。そして、抽出されたラインをさらに鮮明にするため細線化処理を行う。ラインの最上部と最下部の点の平均を割り出すことで、ラインの位置をサブピクセルの精度で計測することができ、スキャンラインを完全に抽出することが可能となる。

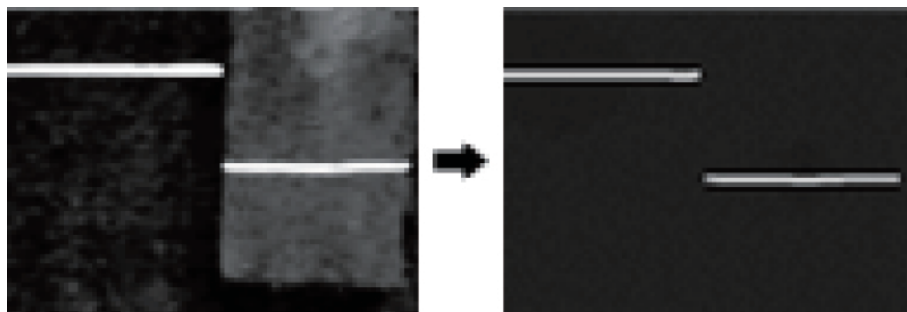


図11. 画像処理によるスリット光の抽出

3. 2. 4 画像の正規化と結合

撮影した画像の座標は横方向を x 、縦方向を y として扱う。 l_c , l_n , l_h を式 (2) に代入し、 θ と l_s の値を取得する。これは 2 台以上のカメラを用いる場合に必要な正規化処理である。式 (3)(4) から Camera B の画像を補正する。 (X, Y, Z) はワールド座標系の 3 次元座標であり、 (u, v) は画像平面に投影された座標である。 (c_x, c_y) は通常は画像中心である主点（レンズの光学的な中心）であり f_x, f_y は焦点距離でピクセル単位表現される。また、同次変換行列である $[R|t]$ は外部パラメータである。 k_1, k_2 は半径方向の歪み係数、 p_1, p_2 は円周方向の歪み係数である。

図 13 の (a) は、中央の Web カメラ (Camera A)。図 13 の (b) は、右の Web カメラ (Camera B)。左からの Web カメラ (Camera C) は省略する。図 13 の (c) は、(b) を補正したもの。図 13 の (d) は、(a) と (c) の複合であり、正規化後のものである。また、対象とカメラの距離 l_n は 45mm に設定した。

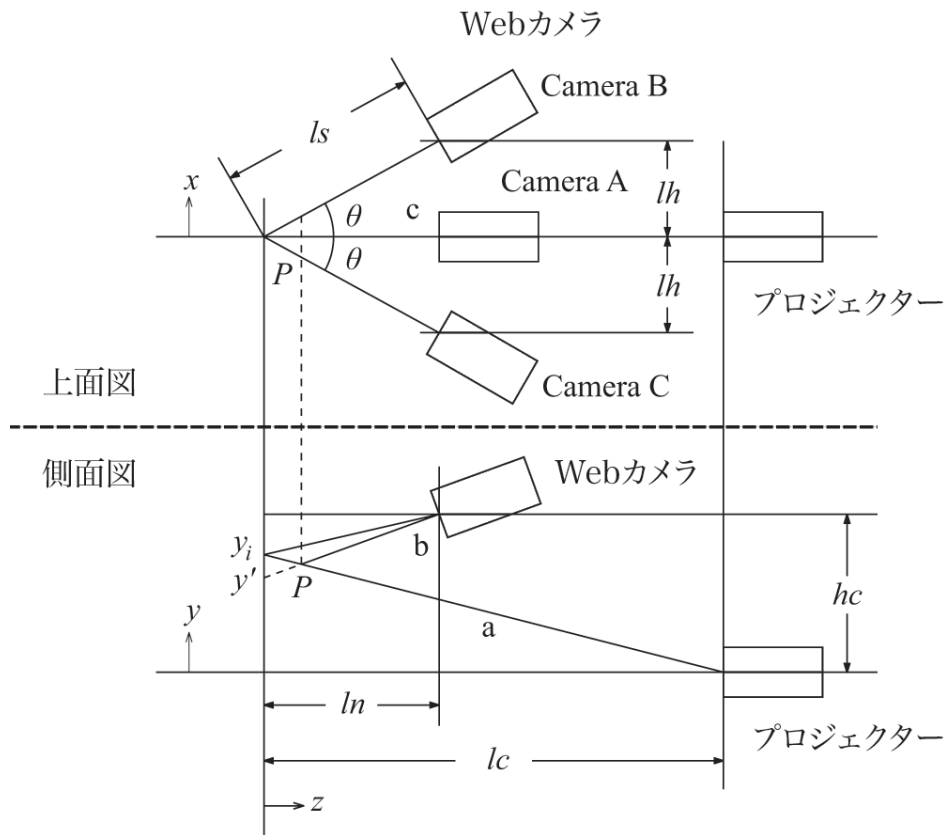


図 12. 測定図

$$l_s = \frac{lc}{\cos(\arctan \frac{lh}{ln})} = \frac{lh}{\sin(\arctan \frac{lh}{ln})} \quad (2)$$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = R \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} + t \quad (3)$$

$$\begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} fx[\{\frac{x}{z}(1 + k_1r^2 + k_2r^4)\} + \frac{2p_1xy}{z^2} + p_2\{r^2 + 2(\frac{x}{z})^2\}] + cx \\ fy[\{\frac{y}{z}(1 + k_1r^2 + k_2r^4)\} + p_1\{r^2 + 2(\frac{y}{z})^2\} + \frac{2p_2xy}{z^2}] + cy \end{pmatrix} \quad (4)$$

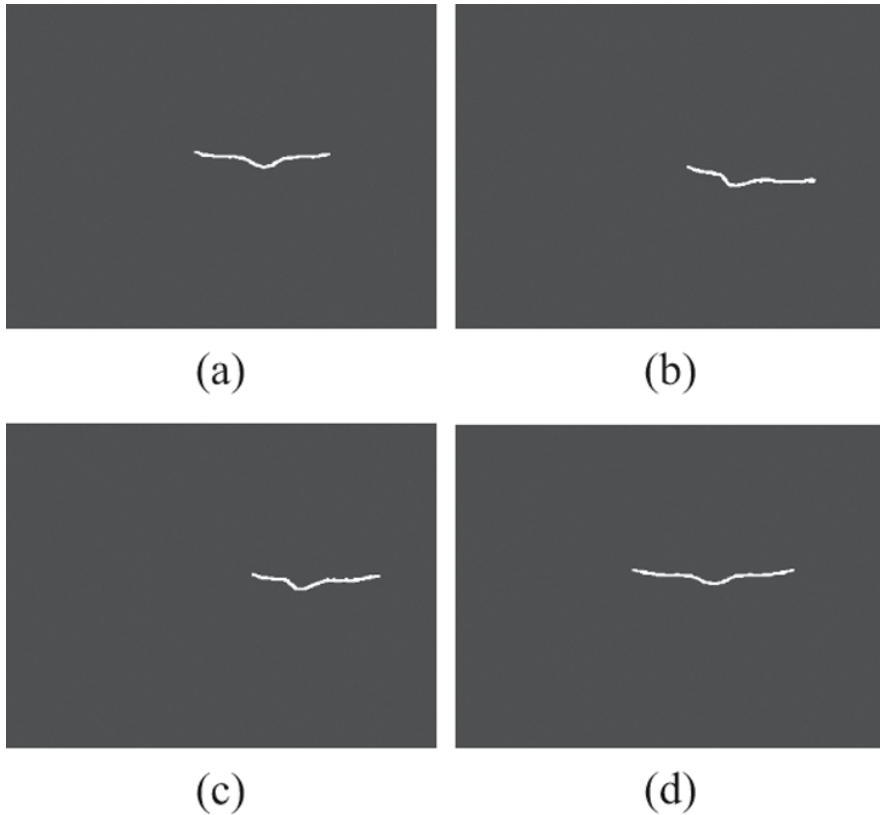


図 13. 画像の正規化处理

3. 2. 5 座標算出とデータ出力

正規化を終えた最終的な出力画像を用いて座標を算出する。lc, ln, hc は既知の定数である。図 12 より、プロジェクタから投影されたスキャンラインは、基準平面上の点 y_i で実像となる。 y_i は、測定したベースライン情報と座標変換によって取得される。基準平面の前方に物体を設置した場合、物体上の点 P で実像となる。これは、Web カメラから撮影した画像では、基準平面上の点 y' で観察された点と同一になることを示している。そして、これらを結合した直線 a, b, c は一次関数であるため、座標の交点 P(x_P , y_P , z_P) を求めることは容易である。以下に座標算出式 (5) を示す。点 P は、3DCG におけるバーテックスポイントに相当し、形状を定義する上で極めて重要なワールド座標系での位置情報となる。

$$P = \begin{pmatrix} x_P \\ y_P \\ z_P \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{x_i(y_i \ln + lhc - y_i lc)}{y_i \ln + lc(hc - y')} \\ \frac{y_i(y' \ln + lhc - y' lc)}{y_i \ln + lc(hc - y')} \\ \frac{lcln(y_i - y')}{y_i \ln + lc(hc - y')} \end{pmatrix} \quad (5)$$

上記より解放したワールド座標系座標を元に、3DCG のシーンを構築する。その際、我々は ASCII 形式である OBJ ファイルフォーマット³⁾ を活用した。バーテックスポイントの定義後、フェイスの構築を行い、連続した三次元の形状情報を出力する。また、OBJ ファイルフォーマットは一般的なアプリケーションソフトウェアに対応しているため、互換性についての問題は考慮する必要がない。

3. 3. 実験結果

3. 3. 1 取得データの検証

既知の物体を計測し、本手法による取得データの正確性を検証する必要がある。本論文では、幾何形体を使用し検証を行う。幾何形体 (図 14) はデッサンなどに使われる幾何学的な立体であり、実寸は既知であることを考慮し採用した。本手法の有用性を示すため、実際の座標と計測結果を比較し誤差を検証した。先行研究で検証に使用したものを改めて計測し、結果を比較した。また、今回の実験ではカメラ性能の要素である解像度や画角な

どは全て同一（解像度：800 × 600, 画角：60°）のものを使用している。数値は全て、D. J. Q. を基準にして計測したものである。これらは、カメラ台数に対しての誤差変化を意味しており、カメラ台数と精度には大きな関連性が存在することを確認した。

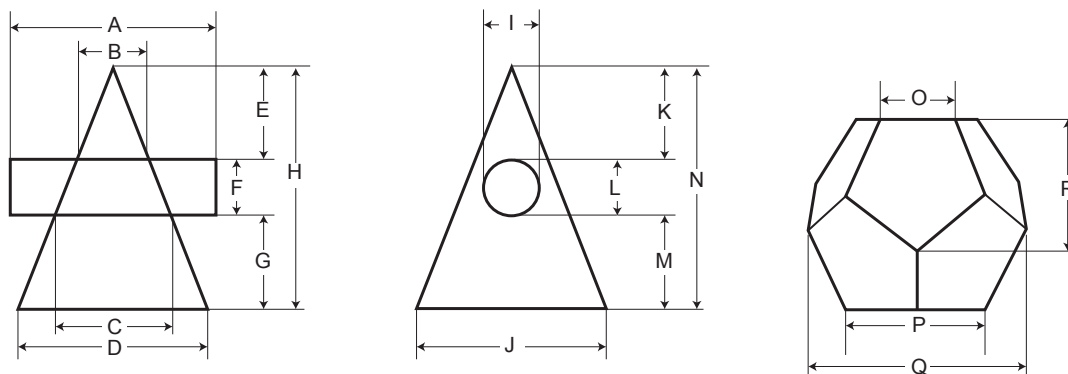


図 14. サンプル幾何形体

表 3. カメラ台数と誤差の関係

(サンプルの実寸と測定機で計測した数値)

	A	B	C	D
実際のサイズ	185.0	46.0	115.5	185.0
カメラ1台	187.3	48.5	117.9	185.0(基準)
カメラ2台	186.2	47.3	116.7	185.0(基準)
カメラ3台	185.4	46.2	115.9	185.0(基準)
	E	F	G	H
実際のサイズ	92.5	32.5	92.5	217.0
カメラ1台	90.3	31.3	90.2	214.5
カメラ2台	91.3	32.4	91.3	215.5
カメラ3台	92.0	32.1	92.0	216.5
	I	J	K	L
実際のサイズ	32.5	185.0	32.5	32.5
カメラ1台	34.5	185.0(基準)	30.5	30.5
カメラ2台	33.2	185.0(基準)	31.5	31.5
カメラ3台	32.8	185.0(基準)	32.1	32.2
	M	N	O	P
実際のサイズ	32.5	217.0	49.0	30.0
カメラ1台	30.5	215.1	51.3	32.4
カメラ2台	31.4	215.8	50.5	31.2
カメラ3台	32.2	216.5	49.4	30.6
	Q	R		
実際のサイズ	210.0	126.0		
カメラ1台	210.0(基準)	123.8		
カメラ2台	210.0(基準)	124.8		
カメラ3台	210.0(基準)	125.7		

単位：mm

3. 3. 2 複雑な形状への適用

複雑な微細突起形状のモデリングへ応用する。上記の実験によると、カメラの台数に比例して精度の向上が見られる。一台の Web カメラでは複雑な形状になるほどデータが失われやすい。より高精度な形状データを取得するためには、複数のカメラを利用すべきで、我々は3台のカメラを45mmの距離に設置し、サンプルとして微細突起形状のあるツルレイシを用い、実験を行った。

実際の正確な数値を測定することは不可能であるため、OBJ ファイルフォーマットを利用して、3DCG アプリケーションソフトウェア Maya に入力し、形状データのレンダリングを行った。図 16 で示した画像は形状モデルとレンダリング結果である。また、その他のレンダリング結果については図 17,18 で示す。ツルレイシ表面の微細突起形状が再現されていることは明らかである。

3. 4 考察

本章では、オブジェクトモデリングを行う場合において、画像処理や画像の正規化、座標変換と算出を用いた新たな手法を提案した。忠実な形状表現を可能にするこの手法は、3DCG 制作への応用も期待できる。最終的にツルレイシを用いた微細突起形状実験において、復元精度は相当に向上したと考えられる。本研究は、細部オブジェクトモデリング手法の第1段階である。

さらに簡易性や時間の短縮といった改良を加えて行くことで、効率的な形状復元システムの開発を目指す。また、ポリゴン依存しない形状変更手法として、シェーディング技術であるディスプレイメントマップ⁴⁾の利用を考察中である。これは、大きなデータ軽量化を意味する。



図 15. 複雑な形状サンプル：ツルレイシ（にがうり，ゴーヤ）

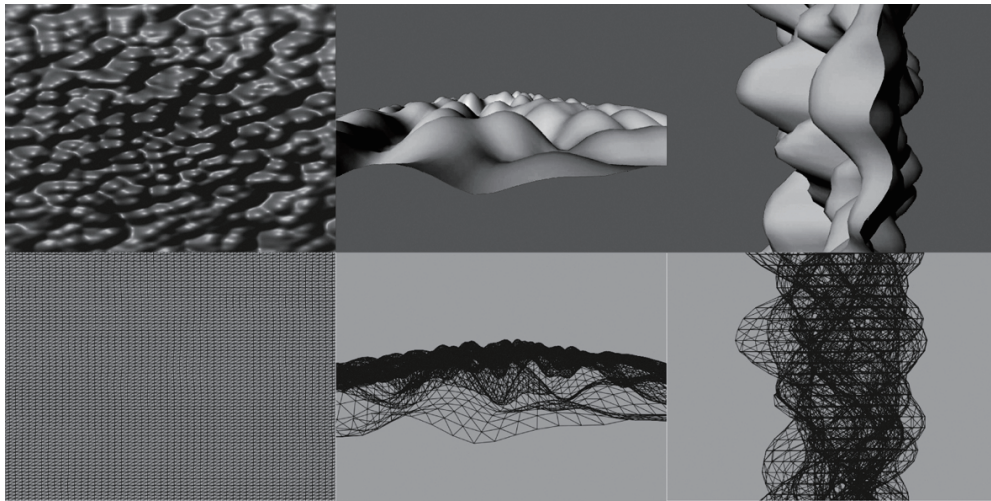


図 16. ツルレイシのモデルとレンダリング結果
(左：上面図，中央：側面図，右：正面図)

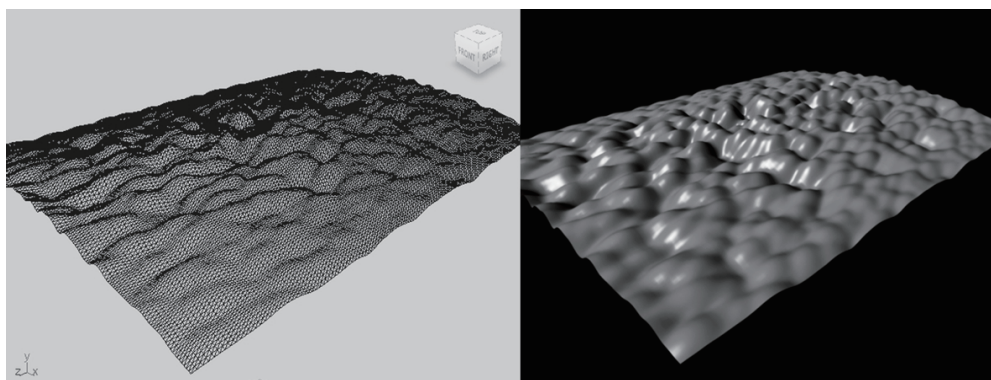


図 17. ツルレイシの表面レンダリング結果 1

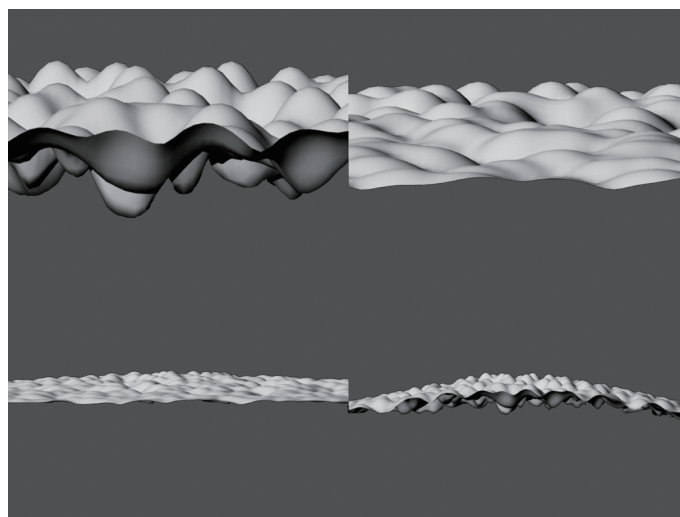


図 18. ツルレイシの表面レンダリング結果 2

第4章 商店街情報の可視化のための情報取得

4.1 はじめに

本章では、インターネット技術と産学連携による商店街活性化を目的とし、大規模商店街「大須商店街」の公式サイト“アット大須”で試みた、インターネットを用いた情報視覚化のシステムの構築と、新しいWebサイトのインタラクティブな“情報の可視化システム”を提案する。

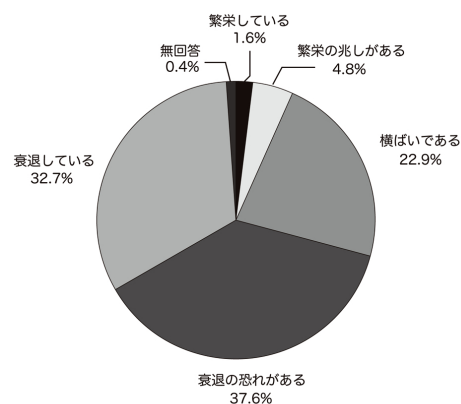


図 19. 商店街実態調査

商店街は、日本の商業施設の形体で、ある一定の通りに沿って稼働するものである。昨今、大型ショッピングセンターの進出により全国の商店街の衰退が大きな問題としてクローズアップされている。経済産業省中小企業庁の商店街実態調査¹⁾によれば、「停滞しているが衰退する恐れがある」または「衰退している」商店街は70.3%（図19参照）にものぼる。その対策として社会学や経済学などの視点^{2) 3)}から語られることが多いが、我々は、商店街活性化の先行研究⁴⁾にはない4つの大きな特徴を用いて、システムの構築を行った。

- ① RSS を多用した情報管理と統合。
- ② 情報鮮度の識別と視覚化。
- ③ 魅力あるデザインとサイトの構築。
- ④ 店舗露出度を競わせる手法の確立。

まず、商店主からの情報をRSS (RDF Site Summary) によって、統一的な手法を用いて出力するシステム「コメントアップロードシステム」を構築した。次に、大須商店街の400店舗の情報を収集し、情報の鮮度を識別し視覚化させ、データベース処理するシステムを構築した。そして、魅力のあるサイトデザインを重視し、ヘッダからボタン、文字コンテンツに至るまで、サイト構成の改善にもアプローチした。最後に、商店主のモチベーション向上を促すために、各商店の情報更新を競わせる手法を確立した。



図 20. 大須商店街 (町人祭おいらん道中)

今回、我々が取り上げたのは、日本で最も有名な商店街の1つである愛知県名古屋市の大須商店街である。名古屋市の中心部に位置し、長い歴史のある活気あふれる商店街である。大須観音の門前町で、東西約 600 メートル、南北約 400 メートルで囲まれた区域内にいくつもの道路が交差し、万松寺通商店街、大須新天地通商店街、名古屋大須東仁王門通商店街、大須仁王門通商店街、大須観音通商店街、大須門前町商店街、大須本通商店街、赤門通商店街、赤門明王商店街の9つの商店街で形成されている。アーケードタイプの商店街が主流で、個性的で多様な個店が集積した庶民的で広域的な商店街である。9つの商店街には約 400 店舗が所属し、地区内全体では約 1100 店舗が集積し、あらゆる商品が揃っているため恒常的な賑わいを呈している。

戦後、大須商店街は徐々に衰退の一途をたどったが、昭和 53 年以降、「大須大道町人祭」等のイベントを連続して行うことで活性化した。現在は、古着やセレクトショップ、アク

セサリー、アパレル雑貨などが7割を占め、常に10代～20代前半の若者を中心に人が多く集まる街となっている。しかし、2008年以降、景気の悪化に伴い消費が落ち込み、その影響は大須にも見られる。そうした状況下で、大須商店街公式サイト“アット大須”のサイトの一新のために、インターネットを用いた情報視覚化のシステムの構築を試みた。

我々は実験的アプローチ手法とWebサイト技術と画期的なアイデアとデザインの詰まった大規模商店街サイトの構築を目指した⁵⁾。

4.2 商店街のWebによる活性化のために

ネットワーク技術が格段の進歩を遂げ、世界中の人とリアルタイムでコミュニケーションができ、文字や画像、音声、動画等の様々な情報(Content)を、瞬時に世界中に送受信することも可能になった。そして、ネットワーク上に仮想空間を作り、さまざまな社会的活動、経済的活動が行えるようになった。こうした大きな変革が、今まさに社会全体を変えようとしている⁶⁾。

大型ショッピングセンターは、集客力や宣伝力が商店街とは規模が違う。ショッピングモールのために高いクオリティのWebサイトを構築している。商店街にとって、高度な機能を持つWebサイトを構築することは困難である。商店街は資金不足や高齢化などの諸問題に直面している。

それらを解決すべく我々は、大学主導のサイト構築を目指し、斬新で画期的なアイデアとデザインの詰まった、大規模商店街サイトの構築を目指した。

産学連携とは、「産」と「学」が互いの持ち味を活かし、人とアイデアの交流を行っていくことによって、組織自体を活性化することである。大学だから見えるもの、大学では見えないもの、それを産学連携によって補完したいと考える⁷⁾。

公式サイト“アット大須”の構築は、ユーザビリティ(使いやすさ)と情報のファインダビリティ(見つけやすさ)の研究にも深く関わっている。また、実践教育の場として、生きたコミュニケーション能力開発にも繋がる。

企業とくらべ、大学はコストの問題も時間的な制限も少なく、納得のいくまで作り直すことができる。アクセス数を解析し、2年の年月をかけて修正を繰り返し、サイトの更新を行った。これが、解析と共に改良を加えアイデアを積み重ねて展開するサイト“アット大須”である。

4.3 新規開設からの解析と取り組み

2009年5月1日に新しく「アット大須」がスタートした。それ以前のサイトへのセッション数は日に200～300程度であったが、スタート当初は1,800を越える日が一週間

ほど続いた。しかし次第にセッション数は低下し、一日平均900に落ち着く。5月の総セッション数 28,526。[図 21, 図 22, 図 23, ①]

6月, サイト内に動きをつけるために Flash によるバナーと, 「大須マップの使い方」を開設する。この月のセッション数はスタート月よりも約 8,000 減るが, 直帰率が 57.37% から 27.97% に減少し, 平均サイト滞在時間も 1:44 から 3:11 へと増加。訪問ページ数も 1.84 から 4.39 に上昇した。[図 21, 図 22, 図 23, ②]

7月から9月までは, 配置やコンテンツの内容の修正を続けるが, セッション数, 滞在時間まで低迷が続く。ユーザーが何を求め, なにを目的で訪問するのかを探る。

10月から週単位でトップページに大須の行事の画像を大きく配置した。最新ニュースも載せ, テキスト情報の内容の充実と更新に努める。セッション数は 29,154 と増加。平均滞在時間も3分に戻す。[図 21, 図 22, 図 23, ③]

2010年1月, マーキー(流れる広告)の更新が滞っていたので, 上位4件のみの表示に限定した。商店主の競争心を煽るためである。その結果, 下降ぎみであった訪問数も 29,793 と上昇する。それ以前の更新は一日に平均 3.7 件であったが, 規制後は徐々に更新数が増え, 月末には一日に平均 17.2 件の新しいマーキーが流れた。サイトの運営と更新は, 商店街のモチベーションに大きく左右される。常に, 商店主たちの意識向上を促し協力してもらわなければならない。[図 21, 図 22, 図 23, ④]

3月には, 新たにブログシステムを導入しリニューアルする。400 店舗のブログサイトを作り, トップページに最新情報と画像を表出させるシステムである。これにより各店舗の情報と商品が露出され, ユーザから高評価のメールが届いた。サイト滞在時間が前月 3:51 から 4:02 と伸び, 訪問数も 27,793(前月 1500 増)になる。[図 21, 図 22, 図 23, ⑤]

2011年1月 Twitter と大須グルメを新たに掲載する。大須最新ニュースも 1ヶ月で 58 件の情報が載せられた。訪問セッション数は 31,293 と飛躍的に向上し, 直帰率 31.09 に減少。滞在時間数は 4:13 と上昇, ページビューは 5.24 と上昇する(2年前 1.84)。ここに, 2年をかけて更新し, 商店街における Web サイトとして, 我々が求める理想の基本形式が完成したと考える。[図 21, 図 22, 図 23, ⑥]

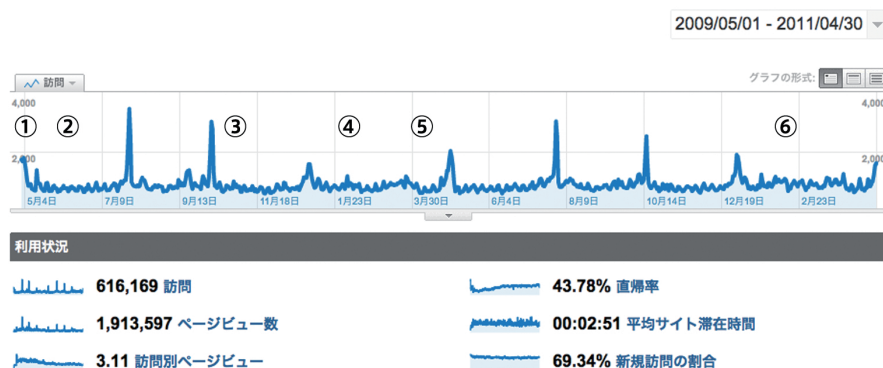


図 21. Google Analytics によるセッション数の変化 (May.2009 ~ Jan.2011)

	日時	訪問数	直帰率	滞在時間	ページビュー	大須ニュース
①	May,2009	28,526	57.37	1:44	1.84	2
	改良点			結果		
	"アット大須" リニューアルオープン			初日のセッション数が1,500を越えたがしかし、直帰率が高いコンテンツ不足が原因である		
②	Jun,2009	20,773	27.97	3:11	4.39	3
	改良点			結果		
	フラッシュバナーをトップページに設置動的要素を導入する			直帰率が改善される滞在時間数, ページビューも大幅に上昇する		
③	Oct,2009	29,154	34.08	3:04	3.79	15
	改良点			結果		
	メインウィンドウを大須の季節行事の画像に変更			訪問数が一ヶ月で9000上昇するが直帰率が上がり, 滞在時間も減少する		
④	Jan,2010	26,284	44.65	3:51	3.59	4
	改良点			結果		
	"大須マーカー" の掲載を最新の上位4件のみに限定し, 商店主のモチベーションを上げる			滞在時間が大幅に上昇する商店主の協力による成果である		
⑤	Mar,2010	27,793	33.58	4:02	4.45	38
	改良点			結果		
	リニューアル新たにブログシステムを導入し新しいコンテンツも増設する			コンテンツ数が38に上がり訪問数, ページビューが上昇する活気のあるサイトになった		
⑥	Jan,2011	31,293	31.09	4:13	5.24	58
	改良点			結果		
	デザイン一新Twitter, 大須グルメ開始最新ニュースも増やしてコンテンツが充実する			各商店主の更新が早くなりセッション数は最大となる理想とするWebの基本形が完成する		

図 22. Google Analytics (改良点と結果) の変遷 (May.2009 ~ Jan.2011)



図 23. デザイン構成の変遷 (May.2009 ~ Jan.2011)

4.4. Web サイトにおける情報の可視化

ウェブサイト構築の4つの大きな特徴

- 1, 情報鮮度の識別と視覚化
- 2, RSS を多用した情報管理と統合
- 3, 店舗露出度を競わせる手法の確立
- 4, 魅力あるデザインとサイトの構築

以下に具体的4つの取り組みについて述べる。

4.4.1 情報鮮度の識別と視覚化

大須マップ (図 24) では, CMS により出力された RSS1.0 を使用した情報整理を行う。ドキュメントの見出し, タイトルなどのリストを提供することで, サイトの更新情報などを効率的に公開できる。

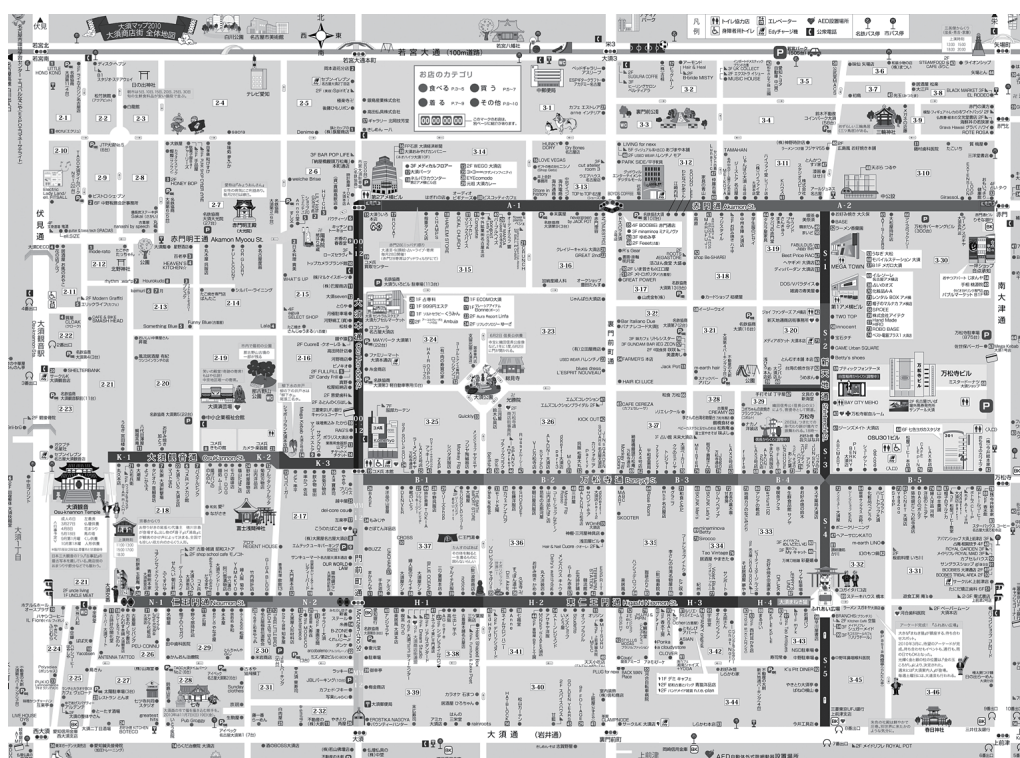


図 24. 情報視覚化システムの中心である大須マップ

大須マップは全て Flash により制御されており, 動きのある画面を提供できる。読み込みから表示まで時間がかかるが, 動的視覚化手法として最も適している。地図上の一箇所をクリックすることで, 拡大モードに移行する。拡大は, 以下に示す関数により行っている。xmouse, ymouse は, それぞれクリックされた時の x 座標, y 座標 (原点は左上)。swidth, sheight は, それぞれステージの横と高さ。scaleup は, 拡大倍率を示す。


```

xmouse = _xmouse*(1124/swidth);
ymouse = _ymouse*(768/sheight);
if (0<-ymouse*scaleup+sheight/2) {
    ymouse = sheight/(2*scaleup);
}
if (0<-xmouse*scaleup+swidth/2) {
    xmouse = swidth/(2*scaleup);
}
if (swidth*(scaleup-1)/scaleup<xxmouse) {
    xmouse = ((1124*scaleup)-swidth+swidth/2)/scaleup;
}
if (sheight*(scaleup-1)/scaleup<yymouse) {
    ymouse = ((768*scaleup)-sheight+sheight/2)/scaleup;
}
Tween.addTween(_root.main, {_width:1124*scaleup, _height:768*scaleup,
_x:-xmouse*scaleup+swidth/2, _y:-ymouse*scaleup+sheight/2, time:3, transition:easeInSine});

```

図 25. 大須マップの制御プログラム

UI として、マウスによる制御を重点にしている。大須マップ上のマーカ(ピン)をクリックすることで、ActionScript から RSS 抽出関数が呼び出され、ユニーク ID によって識別できる CMS 出力された商店の RSS が ActionScript 上に読み込まれる。ピンの位置は、別ファイルに記述し、原点からのピクセル値を記述している。

RSS からは、更新時間、店名、アップロードしたコメントがそれぞれ読み込まれる。コメントはメインウィンドウの吹き出しに表示され、動きと色調と形状によって、コメントの新鮮を表現した。左右に揺れるアニメーションの速度が早く、鮮やかな色調と丸い形状とが結びつき、新鮮なイメージを与える。日数が経過すると遅くなり、色調は鮮やかさを失い、ゴツゴツと角張っていく。(図 26)

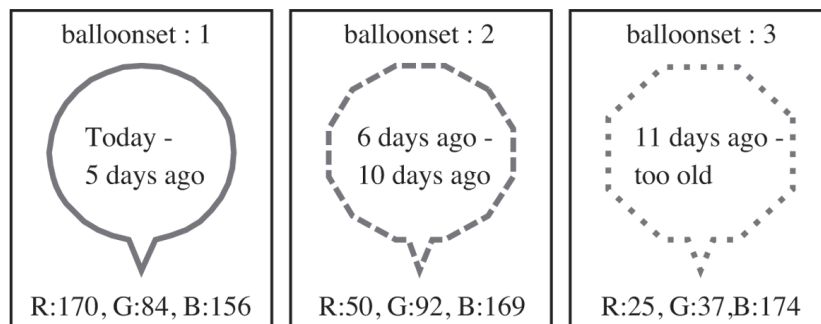


図 26. 吹き出し色と形による情報の視覚化

```

rss1 = new XML();
rss1.load("http://www.osu.co.jp/owner/modules/
popnublog/rss.php?param="+id);
rss1.ignoreWhite = true;
rss1.onLoad = function() {
storename = this.firstChild.firstChild.firstChild.
firstChild.nodeValue;
storetext = this.firstChild.childNodes[1].
childNodes[2].firstChild.nodeValue;
pubdata = this.firstChild.childNodes[1].
childNodes[3].firstChild.nodeValue;
storenamearea.text = storename;
if (storetext == undefined) {
storetextarea.text = "Nothing Message";
} else {
storetextarea.text = storetext;
}
checkballoon = today-pubdata;
if (checkballoon<=5) {
balloonset = 1;
} else if (checkballoon<=10) {
balloonset = 2;
} else {
balloonset = 3;
}
};

```

図 27. 吹き出しの色と形状変化で鮮度を示す処理の流れ

4.4.2 RSS を多用した情報管理と統合

商店主がインターネット上にコメントをダイレクトに掲載し情報を発信する「コメントアップロードシステム」を構築した。それぞれの商店主にユーザ名とパスワードを配布し、情報を統合的に管理できる大型 Web システムである (図 28)。

コメントアップロード

アット大須コメントアップロードシステムから「求人、ボランティア情報」がアップロードできるようになりました。こちらも、「お待情報」と同様にダイレクトアップロードされます。誤字脱字などには充分ご注意ください。

大須商店街のみなさまへ
 コメントがアット大須のトップページに表示されます。
 グリーンの文字が流れる『マーキー』には入力時間の新しい上位7つが表示されます。
 その下のカラフルな『吹き出し』には最新の4件のコメントが表示されます。
 コメントの内容は『マーキー』も『吹き出し』も共通です。
 ※、文字数を40文字に制限してありますので範囲内でアップロードしてください。
 また、文字数が制限の範囲内の場合でも『吹き出し』にはすべて表示されない場合がございますのでご了承ください。

ログイン
 ユーザー名:
 パスワード:
 ログイン

ようこそゲスト様
 ホーム
 お待情報の一覧
 求人情報の一覧

図 28. 商店主が各自ログインして書き込みができるページ

一般的には、動的コンテンツの生成に PHP で記述された CMS (Contents Management System) を活用するが、我々は、汎用 CMS の "XOOPS" (GNU General Public License の元、オープンソースで配布されている) を情報管理システムに適用した。

商店のユニーク ID, ユーザ名, パスワードをそれぞれ登録し、登録するユーザについては、個別にアクセス権限を指定する。登録したユーザ全てに独立したウェブログシステム (Blog) を構築する。RDF (Resource Description Framework) は、情報を主語 (subject), 述語 (predicate), 目的語 (object) に分割し、情報の表現方法についての枠組みである。XML は、メタデータを記述するための言語で、構造化されたデータを効率的に示すことができる。

処理の流れを図 29 に示す。

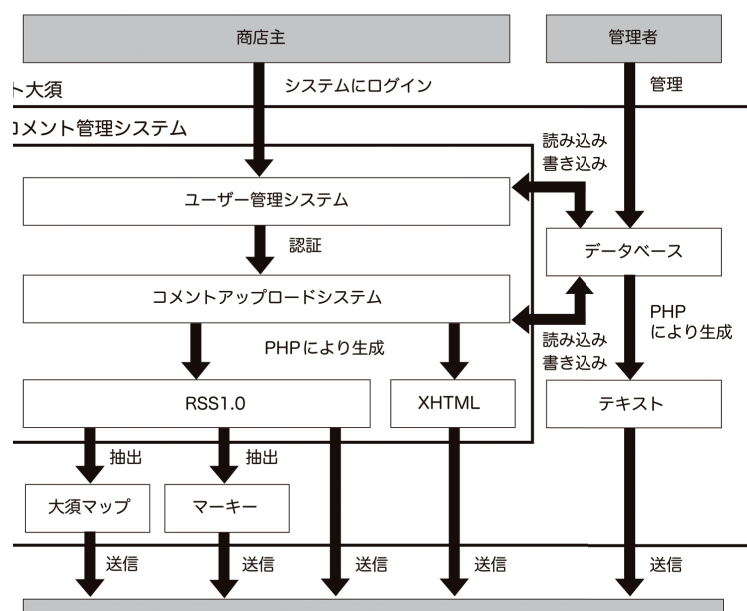


図 29. “アット大須” システムワークフロー

4.4.3 店舗露出度を競わせる手法の確立

更新され常に最新の情報が見られることこそが、Web サイトの再訪問の決め手である。我々はまず、主体者である店主のモチベーションを上げ、頻繁に更新をさせるようなシステムを考えなければならない⁸⁾。最新情報の多さは、ユーザのアクセス数に比例することから、マーキー (左右にスクロールする文字による広告表示) を設置した。アップロードされた最新のコメントを順に表示した。更新日時には、RSS1.0 形式で出力したユニーク ID による Flash 制御を行っている。設置当初は多くの書き込みがあったが、次第に下降ぎみになり、更新数は日に平均 5 件であった。

2010 年 1 月には、マーキーの更新が滞っていたので、上位 4 件のみに限定する。店主の競争心を煽るための設定である。結果、限定後は徐々に更新数が増え、一日平均 14 件、

約 50 分おきに新しいコメントがマーキーに流れた。トップページはアクセス数が多いため宣伝効果が高い。商店主たちは競ってコメントを書き込むようになった。



Cテキストベースのコンテンツ

図 30. トップページの構成図

4.4.4 魅力あるデザインとサイトの構築

Web におけるビジュアルは重要な要素である。本研究では、Web による商店街活性化のために既存の国内の Web サイトではなく、中国のインターネットショッピングサイト・モールに注目し、活気のあるデザインを目指した。

淘宝网（タオバオ、アリババ）、当当網（ダンダン・ドットコム）、卓越亜馬遜網（JOYO、アマゾン中国）、拍拍網（パイパイ・ドットコム）等、中国の GDP 急成長に支えられたインターネットショッピングサイトには、ネット利用者 3 億 8400 万人の購買欲を煽るエネルギーがある。商店街の活力を伝えるために中国のインターネット通販サイトの特徴的共通点を研究し活力を注入する⁹⁾。

Ajax と Flash を使った動きのある画面でユーザの目を惹きつける。動きを追うことは視線の本能的な動きである。テキストの横方向への移動、複数の動きが賑やかさを演出しユーザの視線を捉え、高揚感を与える。

また、ヘッダはサイトの最上部にあり看板的な要素を持つ。画面をスクロールせずに見える。ヘッダのデザインは全体のデザインに大きく影響を及ぼすため、商店街の活力あふれるエネルギーを象徴するデザインを構成する。

色は色相と明度と彩度の属性を持ち、人間の目を通して脳に伝達され、そこで脳に記憶されている情報と重ね合わせて、いろいろな感情や心理が生まれる。時代の流れや生活環境によって様々な色彩心理が生まれる。

色彩配色は Web サイトにおいて、とても重要な要素である。中国のショッピングサイトには日本では使われない、暖色系の原色及び明るい色、特に「オレンジと青色」の組み合わせが多く使われている。このカラーデザインが新鮮である。

オレンジ色 [活気, 賑やか, 親しみ, 健康, 庶民的, 安心, 人が集まる] に, 青色 [清潔, さわやか, 冷静, 沈静, 信頼, 静か, 落ち着き, 誠実] で, 対照の調和 (明瞭性の調和) による色彩調和が行われている¹⁰⁾。

ユーザの興味を引くように文字コンテンツ (テキストリンク) 15 文字に集約されて表示した。その情報の中から, 読みたい内容の具体的な情報を求めてクリックする。Yahoo のトピックスに使われている手法である。2011 年 1 月には, 最新ニュースを 1 ヶ月で 58 件の情報を掲載した。提供できる情報数が訪問数に比例する形になり訪問セッション数は 29,293 と飛躍的に向上した。

ページ移動のボタンには, 統一された形状とデザインの法則性を与えた。ボタンの大きさ, 位置, 個数をユーザの反応をアクセス数で解析し, 配置, デザインを柔軟に対応させた。左に縦で並ぶメニューボタンは 7 つにまとめた。

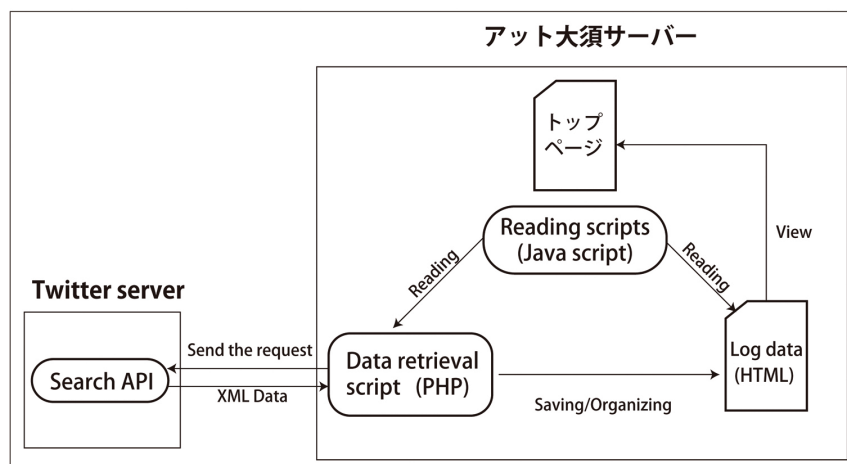
細かい部分への気配りとこだわりがサイトの魅力だと考え, 試行錯誤を繰り返した。

4.5 よりリアルな話題を提供するシステム

大須におけるリアルタイムな話題を提供するために, Twitter の導入を行った。トップページのデザイン性を尊重する為に, 既存のウェブサービスを利用せず, 独自のシステムを制作した。以下にシステムの詳細を述べる。

Twitter 検索 API を利用して, Twitter のパブリックタイムラインの中から, キーワード「大須」を含む発言を新しいものから 20 件抽出し, トップページにリアルタイムで表示するようになっている。アット大須のトップページにアクセスがあると, JavaScript を経由して PHP スクリプトが呼ばれ, 前回のタイムライン取得日時と現在の日時を比較する。前回の取得日時が 10 分以内の場合には, 何もせずに処理を終了する。前回の取得から 10 分以上経過していた場合, Twitter のタイムラインを取得する処理を開始する。Twitter の検索 API に検索ワードと取得件数を指定してリクエストを送信すると, XML 形式で検索結果を取得することができる。取得したデータの中には発信時刻, 発言内容, ユーザ名, 言語などの情報が含まれている。この中から必要な情報のみを抽出し, HTML の書式に整形した後, 1 つの HTML ファイルとして保存する。この HTML ファイルの最終更新日時が前述したデータ取得日時として利用される。保存された HTML ファイルは, トップページに埋め込まれた JavaScript によって読み込まれ, トップページ下部に表示される。この処理は前述の PHP によるタイムライン取得処理よりも先に行われるため, 前回取得しておいたデータを使用することで, ユーザに待ち時間を与えることなく, 即座にデータを表

示させることができる。タイムラインを取得し、表示する図式を図 31 に示す。



Twitterからタイムラインを取得し、

アット大須のトップページへ表示するためのメカニズムを示す。

- ①ユーザーがアット大須のトップページにアクセスする
- ②JavaScriptで保存されたログファイルが読み込まれトップページへ配置
- ③PHPがJavaScriptから読み込まれる
- ④ログファイルと日付、時刻を確認し、
前回の更新から10分未満だった場合、プロセスを終了する。
- ⑤Twitterの検索APIにリクエストを送信
- ⑥検索結果のXMLデータを取得
- ⑦XMLをHTMLに置き換え、ログファイルに書き込みをする

図 31. タイムラインを取得し表示するための図式

また、コメントアップロードシステムだけでは文字数に制限があり、商店主が最新の情報を伝え切れない事への対策を検討した。そこで400店舗のHPサイトを内包することを考えたが、更新などの管理面で問題があるため、各店舗にブログを配布し、画像とタイトルの情報をトップページに反映させ、各店舗からの露出を競わせた。

4.6 むすび

本章ではインターネットによる商店街活性化を軸に、情報の鮮度の可視化とデータベース処理システムの構築について述べた。また、産学連携により、大規模商店街をインターネット技術で活性化させることを研究し、最新のWeb技術を多用し、改善を繰り返してきた。実験的アプローチ手法を多数試み、多くの成果をあげることができた。商店街という閉鎖的にもなりがちな組織に学生の視点や、外部からの働きかけが、産学連携による効果をもたらした。

管理者用認証システムは、先述の CMS とは異なる 9 つのデータベースを使用し、RSS に出力する。アップロードされたコメントは、3 つの RSS1.0（大須マップ、マーキー、直接出力）と、XHTML 形式（コメントアップ一覧）に出力される。また、データベースから直接 TEXT データを取得し、大須マップのシステム補完（ユニーク ID の個別出力）に使用する。以上、計 5 つの出力の選択肢が生成される。RSS を多用することによって、情報がシステムティックに配信される。

最新の情報を発信するために、店主のアップしたコメントの最新情報の上位のみを、マーキーと吹き出しに反映させ、店主を競わせることに成功した。

2010 年 1 月には、マーキーを上位 4 件のみに限定し、店主のモチベーションをあげることに成功した。訪問数も 29,793 に上昇し、店主が“アット大須”を目にする回数が増え、毎朝の日課とする店主も現れ更新率が上昇した。

ある洋服店では、「上着お買い上げの方にはコサージュプレゼント実施中」を常に最新になるよう打ち込みを続けた。その結果、売り上げが 1 日に 10～15% 上昇した。これは、頻繁に情報を露出させることによりユーザの購買行動に繋がったと思われる。このようにして個々の店主が競い合い、コメントアップに対する意識高揚することこそが商店街全体のサイトの訪問数を上げる方法である。

Google の Analytics による解析で我々が最も注視したのが、News Contents の増加に伴う、滞在時間 (Time on Site) とページビュー (Pageviews) である。各店舗からの最新ニュースがサイトオープン当時、一ヶ月に 3 件だったが、2 年後には 58 件に上昇しページビュー (Pageviews) は、1.84 から 5.24 へ、滞在時間 (Time on Site) も 1:44 から 4:13 へ上昇した。それに伴う直帰率 (Bounce Rate) は 57.37 から 31.09 へと変化し、最も重要な訪問セッション数は、28,526 から 31,293 へと増加した。つまり、サイト内のコンテンツの量と訪問セッション数と滞在時間 (Time on Site)、ページビュー (Pageviews) は関連し、比例する。

デザイン面においては、訪問数、滞在時間、ページ閲覧数を上げるために、ファインダリティを追求したデザインに特化した。特に、カラー配色、テキストリンク、動きのある画面をトップページに組み込み、斬新で画期的なデザインを追求した。デザイン面だけでなく、ユーザビリティにも配慮し、いつ訪れても新鮮で飽きる事のない、常に変化と前進するサイトである。まさに生きている商店街そのものをサイト上にも表現するために、刻一刻と変わるリアルタイムの情報を反映させることにも成功した。サイト訪問者は消費者や観光客となり、商店街を訪れ、店舗においてのコミュニケーションに発展し、商店街の活性化に繋がった。

このサイトが、コンピュータに不慣れな管理者に渡っても、管理・運営ができるよう再構築した。この最新情報を可視化させる手法を使った Web サイトはマスコミに載り、広く全国の商店街からの問い合わせを受け、現在松江の大街道商店街で使われ運営されている。この取り組みによって全国の商店街が活性化されることを望んでいる。

名古屋大須商店街公式HP @アット大須

お祭り、小物がお値打ちでたくさん揃っています♪♪ *ピーフラット大

大須てんご盛り

- ★ 第34回大須大道町人祭
- ★ 第61回大須夏まつり
- 📅 年間行事予定
- 📍 大須道しるべ
- 👤 求人、ボランティア情報
- 📄 大須マッププリントアウト
- 🏪 大須商店街連盟について

OSUお便り情報

三井屋 成人式の髪飾り、小物がお値打ちでたくさん揃っています

ピーフラット大 新作メガネ入荷!! 【¥997700?】

マリズshop クリスマスイベントを中心に結婚式や謝意会に向けたドレス

万松寺 龍血丸 大須龍血丸おかげさまで

アチ横

NAGOYA OSU AMEYOKO

アチ横 アチ横 アチ横 アチ横

新しくはコレ!!!



大須を誇る猫

プロダクション

大須大道町人祭

大須夏まつり

お店・商品検索

検索

通り別	万松寺通	東仁王門通	新天地位	赤門通	仁王門通
店舗情報	大須観音通	大須本通	門前町通	赤門明王通	その他

最新にゆ〜す

- 10%割引! 商店街元気商品券 ☆☆☆12/3発売
- 「商店街逸品名品販売会」参加なう!
- ありがたドラゴンズ! 大須パブリックビューイング!
- 11/18(金) 平日も大須でお待ちしています♪
- 一問でおみやげ☆なごやめし博覧会 11/20(日) マデ
- なごやめし博覧会 ☆11/20(日) マデ
- 史上最大の食べ歩きイベント「なごやめし博覧会」開催中!
- 武将隊vs名古屋の伝統芸能!! 「なごやめし博覧会」開催中!
- 無料「ちょい乗りバス」、大須を走る!
- 大須名物パブリックビューイング!
- 中日ドラゴンズ、セ・リーグ優勝おめでとう!!
- 10/22(土) 山本光洋スペシャルライブ
- 大須大道町人祭、ご来場ありがとうございます!
- 第34回大須大道町人祭、初日
- 町人祭15日(土)OSU会場と時間変更
- 町人祭15日(土)プロレス会場変更
- 町人祭オープニング会場変更
- 雨でもやります! 町人祭
- 町人祭 スケジュール発表♪
- いよいよ! 町人祭
- ナゴヤまちかどアンサンブル♪
- 毎年恒例☆芸術らくご大須寄席
- OSU☆新メンバーお披露目LIVE

大須グルメ

大須観音駅前

大須グルメ

上前津駅前

お店からの最新情報

- 標までラメのタキシード 【マルチ洋装】
- 首振り強子「昇福竜」みちのく屋 【大須おみやげカンパニー】
- 11/25 NHKテレビでOS☆U 【大須おみやげカンパニー】
- 11/25・26 商店街逸品名品販売会 【大須おみやげカンパニー】
- 11/26 ふりそで会 大須で開催! 【大須おみやげカンパニー】
- 大須大道町人祭 紹介ブログ2 【大須おみやげカンパニー】
- 大須大道町人祭 紹介ブログ1 【大須おみやげカンパニー】
- 2012年 祭りの実行委員長 決定! 【大須おみやげカンパニー】
- 徳川宗春「からくり人形」大須観音 【大須おみやげカンパニー】
- OS☆U入荷 シャイニングスター 【大須おみやげカンパニー】
- なごやめし博覧会 11/20(日) まで 【大須おみやげカンパニー】
- 東仁王門通に可愛い雑貨屋さん出来ました! 【lunchain】
- ポージョレヌーボー2011 ふりこ 【大須おみやげカンパニー】
- 和柄シャツのご紹介 【マルチ洋装】
- パラのある暮らし 万松寺 【大須おみやげカンパニー】
- 役者・ダンサー・演出家 原智彦 【大須おみやげカンパニー】
- ハロウィーン仮装パレード 大須 【大須おみやげカンパニー】
- 大須のファストフード 安兵衛 【大須おみやげカンパニー】
- 大須西の市 七寺11月2日-の酒 【大須おみやげカンパニー】
- ハロウィン ランの館と大須 【大須おみやげカンパニー】

お店からの最新情報

検索

大須知っとこ

- 春まつり・夏まつり
- 大須大道町人祭
- 金粉ショウ
- コスプレサミット・どまんなか祭り
- 節分会
- 大須町人祭の見方教えます!
- 大須資料館
- 大須さんぽ
- 大須大道町人前夜祭
- 大須大道町人祭報告(2009)
- 大須人気商店 お店に直接ジャンプ!
- 大須町人祭公式ガイドブック(2009)
- アット大須の制作 鳥研

大須人気商店

お問い合わせ

店主専用

11/25 NHKテレビでOS☆U

大須おみやげカンパニー

大須 twitter

tunetta723: @riru_rfu もしかしてあの大須のどこ??

mekkyon: じゃまするならかえてやー RT @mur_1998: じゃまするよー (@アーバンスクエア大須店) http://t.co/MLVLSbC

yzr8000: http://t.co/yuT6WkMI 大須の大須晴れでませそば

mur_1998: じゃまするよー (@アーバンスクエア大須店) http://t.co/9xHJ6gmH0

TabelogRamen: 博多一風堂 本町通り店(大須観音、矢場町、伏見)★名古屋で言わずと知れた名店。。。『一風堂本町支店』名古屋で最初の一風堂さん。。。出来た時からよく使わせていただいています。。。(-_-)もう、ここに書き込まなくてもいいんじゃないか?と思っ... http://t.co/AknKmC7t

tsunafkin: @tonakaitan この前、大須で見つけた空いた、Ngazeさんが興味を持っているツボ楽器(ワドゥ)って、こういう音です! http://t.co/ZckwklCO \("w"/ふと思いつきましたw

BANANA RECORD: 【大須店2F】新コーナー新設:最新入荷 CD コーナー横に新品 CD OUTLET コーナー新設しました。 http://t.co/10adH1K1#bananarecord

neet2110: @J_tansu こんど大須いきましょー!

hikarishidou: @upnagatuki 大須はやすくなかった じゃんばらに行くべし

大須あっぱれ伝

- 大須あっぱれ伝 その13
- 大須あっぱれ伝 その12
- 大須あっぱれ伝 その11
- 大須あっぱれ伝 その10
- 大須あっぱれ伝 その9
- 大須あっぱれ伝 その8
- 大須あっぱれ伝 その7
- 大須あっぱれ伝 その6
- 大須あっぱれ伝 その5
- 大須あっぱれ伝 その4

11/25・26 商店街逸品名品販売会

大須おみやげカンパニー

大須あっぱれ伝

その13

11/26 ふりそで会 大須で開催!

大須おみやげカンパニー

大須あっぱれ伝

その12

大須大道町人祭 紹介ブログ2

大須おみやげカンパニー

大須あっぱれ伝

その11

大須大道町人祭 紹介ブログ1

大須おみやげカンパニー

大須あっぱれ伝

その10

大須あっぱれ伝

その9

大須あっぱれ伝

その8

大須あっぱれ伝

その7

大須あっぱれ伝

その6

大須あっぱれ伝

その5

大須あっぱれ伝

その4

図 32. 最新の「アット大須」

第5章 可視化高機能を持つ 情報処理端末用アプリの開発

5.1 はじめに

コミュニケーションの障害を持つ自閉症の人に有効な支援機器として VOCA(Voice Output Communication Aid) がある。VOCA に関する色様々な研究は行われているが^{1) 2) 3) 4)}、学校教育の現場では導入されていても、高価で操作が複雑なため広く普及していない。近年、コミュニケーションエイドとして携帯電話や携帯ゲーム機が多くの注目を集めている。⁵⁾ なかでも、携帯電話と PDA を融合させた携帯情報端末スマートフォンへの関心が高まっている。アプリケーションをインストールすることで様々な使い方ができ、カスタマイズも可能であることが大きな魅力となり、スマートフォンなどの携帯情報端末は、広く普及し私たちの暮らしの中に深く浸透している。こうした携帯情報端末が自閉症や言語障害のある方の支援になるということで教育現場でも使われ始めようとしている。

コミュニケーションに障害のある人を対象とするアプリは、既にいくつか発売されている。ドロップトーク⁶⁾、Voice4u⁷⁾、Tap To Talk⁸⁾ などが例である。しかし、それぞれに専用のシンボルや機能が多数用意され、様々な機能が増えている反面、複雑すぎて使いづらく高額で、現場では十分に生かされてないというのが現状である。^{9) 10)}

そこで、こうした障害のある方がより気軽にハイテク機器を活用し、コミュニケーションの喜びを感じるよう、安価で操作が簡単な携帯情報端末用アプリ "ねえきいて!" の設計・開発を行った。

5.2 研究の目的

絵カード交換式コミュニケーションシステムの開発者である Andy B. & L. Frost B., PhD は、「子ども達に対するコミュニケーション指導は、欲しいものをどのようにして要求するかを教えることから始める方が役立つ」と述べている。¹¹⁾ 伝えたい気持ちを強く持つのは何かを要求する場面であり、自らが発した要求が満たされることで伝わる喜びを実感することができるからである。そこで、今回のアプリ開発では、「…したい」「…ほしい」といった基本的な要求を容易に伝えられることを念頭において制作に取り組み、使用場面を「要求」に絞ることで、よりの確にスピーディーに自分の意思を伝えることができるものとした。その結果、機能が最小限に押さえられ、より簡単な操作が可能になった。

ワンタッチで要求が伝えられる簡便さは、他のコミュニケーションアプリには見られない利点である。

デザインと携帯情報端末のテクノロジーの融合がコミュニケーションのバリアフリー化を可能にすると考え、デザインをサポートするテクノロジー、テクノロジーを活かすデザインを目指した。¹²⁾

5.3 システム設計

障害のある方がより素早く効果的に意思を伝え合うことを可能にするのが、今回のアプリ開発の主な目的である。そのため、開発者の目線ではなく、自ら意志を伝えることが難しい障害者が何を求めているかを読み解くことが重要である。障害児と日常的に接している特別支援学校の教員らの意見を取り入れ、実際に教育現場で操作してもらいながら試作を繰り返した。

Self-use mode で使用されるシンボルのタイトルはスマートフォンに内蔵されているフォントを使用せず、画像として表示させている。これは、アプリケーションのデザイン感を統一させるための対応である。しかしながら、Original Page では新規にユーザー自らが決めたタイトルのシンボルを制作する場合と、既存のシンボルを読み込む二通りの選択肢がある。これは、二種類のシンボルを同時に表示できるという本アプリの大きなメリットの一つであるが、画像としてのタイトルと、内蔵フォントを使用して表示されているタイトルが混在することとなり、前述したデザイン感の統一性に欠けるという問題が発生する。そこで我々は、既存のシンボルを Original Page に読み込む際に、自動的にシンボルを規定サイズにトリミングし、別途文字情報を表示させる手法を採用した。既存のシンボルを Original Page に読み込む際に必要となるタイトルと音声情報は、XML ファイルに予め記述しておき、このファイルから取り出し表示させている。

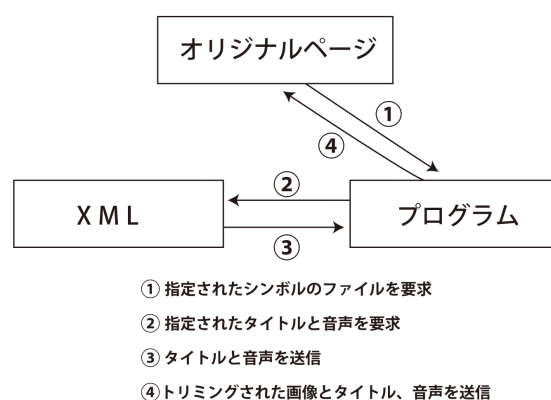


図 33. Original Page と XML ファイルの関係

この手法を採用するにあたって、いくらかのメリットが見受けられる。1つは、Self-use mode のファイルを変更しなくてもよい点が上げられる。アプリケーションのデザイン性の追求は本プロジェクトでも非常に留意すべき点であるため、見栄えを損なわずに Original Page へ読み込みができたのは大きな前進である。同時に、Self-use mode の画像を加工し、流用することでアプリケーションに内蔵させる画像ファイル数を少なくできた点が上げられる。iPhone App Store では、アプリケーションのサイズが 20MB を超過すると PC を介するか、スマートフォンを Wi-Fi 接続しなければダウンロードすることができない。この措置により、アプリケーションのサイズを 20MB 以下にする点においても非常に効果が期待できた。

また、臨床実験において、被験者の児童が誤って作成したシンボルを消したり、消すこと自体に興味を持つ児童がいたことも多く報告された。さらに、長押し秒数が短かった為に、ページ間の移動を行う動作を何度も行うとポップアップアラートが連続して表示されるという問題が発生した。そこで、削除するための長押し動作を 1 秒から 3 秒に改訂する対応策を取った。しかし、指先の微妙な動きや振動に液晶パネルが反応してしまい、削除が行えないなど意図した動作にならず、更に改良を加える必要性があった。そのため、コード上に長押しを検知するためのフラグ変数 (Flag) を用意し、初期値を 0 にセット、以下のプログラムを追記した。

1. アイコンがタッチされた際、Flag を 1 にし、タイマーのカウントを開始する。
(アイコンがタッチされたか、されていないか?)

```
-(void)longTouchStart:(id)sender
{
    Flag=1;
    [self performSelector:@selector(longTouch:) withObject:sender
    afterDelay:3.0f];
}
```

2. アイコンから指が離れた際、Flag を 0 に戻す。スワイプによってページが移動した場合にも Flag を 0 に戻す。(タッチされて 3 秒経ったか? 経てば消すことができる)

```
-(void)longTouchCancel:(id)sender
{
    Flag=0;
    [NSObject cancelPreviousPerformRequestsWithTarget:self
    selector:@selector(longTouch:) object:sender];
}
```

3. タイマーのカウントが3秒になった際、Flagが1なら削除確認のアラートを表示させる。同時にflagを0に戻す。（3秒に満たない場合、なにもしない）

```
-(void)longTouch:(id)sender
{
    if(Flag == 1){
        Flag=0;
        [self viewPopup:(id)sender];
    }
}
```

"ねえ、きいて!"は街中または教室のように騒々しい状況の中で使用されると推定される。したがって、使用者がそのような状況で周囲の人と明確にやりとりすることができることは重要である。多くのコミュニケーションツールは十分な音量を持っていないか、騒音を解消する手立てを備えていない。そのため騒々しい環境での円滑なコミュニケーションを妨げている。そこで我々は、この問題を解決するために1つの方法を試みた。

通常、16ビットは音声を記録するのに適切である。しかし、我々は24ビットを採用した。24ビットを使用する場合、16ビットより広い範囲での音声情報を拡大または縮小させることができる。24ビットを録音に使用する別の理由は音質である。イコライザを使用し音声データを編集する際に、音質が下がらないのである。教室のように騒々しい状況の中で使用されるために音声にもこだわった。24ビットで録音し、音域を圧縮して広げて16ビットで出力させた。

音声データを編集するために、我々は記録されたデータ(図34)を最初に標準化した。その後、基準値を計算し、音声データすべてにノーマライズを施した。(図35)

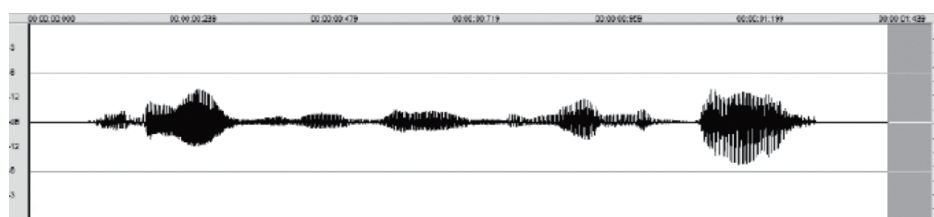


図34. 録音後、ノイズ除去処理のみを施したデータ。全体的に音量が小さく、聞き取りづらい。

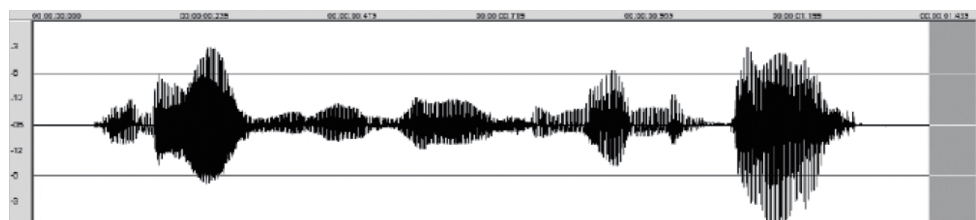


図35. 図34の音声にノーマライズを施したデータ

1.1 秒付近で波形が上限に達しているのので、これ以上波形を増幅させると音割れが発生してしまう。そのため、単純に音量を上げることはできない。しかし、それ以外の部分ではまだ音量が小さく、改善の余地は残っている。

【ノーマライズとは (音量正規化 [audio normalization または volume normalization])
歪みを生じない範囲で、最大レベルまで音響波形の振幅を増大させることである。】

自閉症の子どもの多くは聴覚過敏を持っている。¹³⁾ 特に高音域において敏感である。したがって、高い音域をカットし誰にでも聞きやすいものを試みた。標準化された音声信号の周波数特性を変更し、かつ高音域をカットするためにイコライザを使用した。図37にこのデータを示しアプリで使用した音声データの波形を図38で示す。

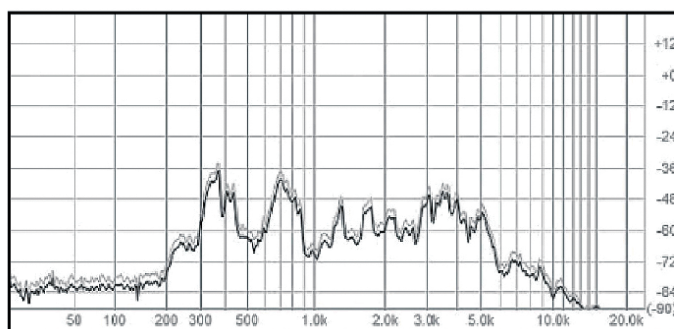


図 36. 録音後、ノイズ除去処理のみを施したデータ。

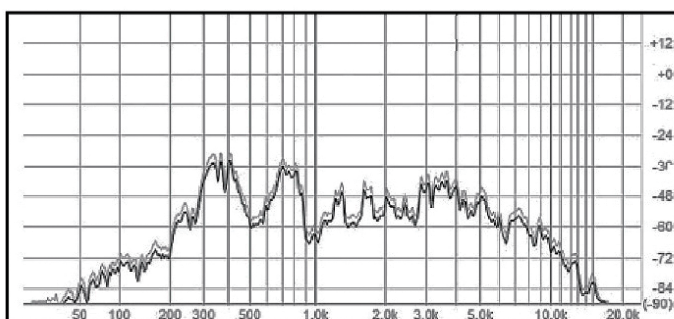


図 37. 図 36 の音声にノーマライズを施したデータ

コンプレッサーにより、音圧を上げたデータ。このデータではまず、音量レベルが -15dB を超える部分を、最大 1/4 のレベルまで圧縮した。

次に、それによって生じた音量レベルの余裕の分だけ全体の音量を上げた。

最終的に出来た音声データ (図 38) をノーマライズを施しただけのデータ (図 39) と比べると、元々の音量レベルが大きい部分では、ほぼそのままの音量が保たれている。

一方、音量レベルが小さかった部分では波形が大きくなり、聞き取りやすくなっている。また、波形全体で耳に障るような音割れは発生していない。

この作業を140個の音声に手作業で適用した。

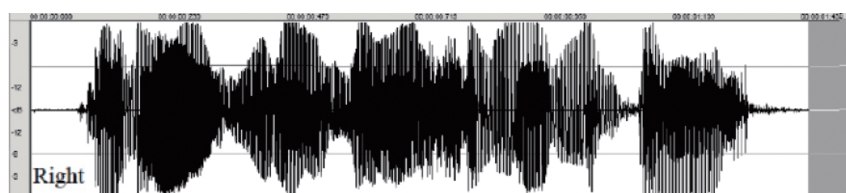


図 38. アプリケーション上の音声データの波形

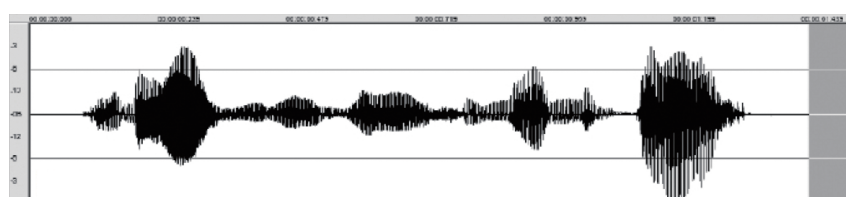


図 39. ノーマライズのみを施したデータ

スマートフォンのスピーカーは従来の携帯電話機とは全く異なり、通常のオーディオ機器に匹敵するが、周囲の騒音はクリアな音を遮断してしまうため、我々は高品質な音声データを記録した。そのために上述したものに加えて、多くの音声サンプルを用意し、調整した。その結果、「騒がしい場所においても非常に明確に音声を聞き取ることができた」という報告を、全国の特別支援学校から多数得ることができた。



図 40. クリアな音声

騒がしい食堂や教室、ホール、グラウンドでもクリアな音声で聞き取りが可能。

5.4 システムの構成

5.4.1 身体・人間の視点からみた操作性

本アプリは、難しい説明がなくても直感で操作できる簡便さにこだわった。また、各操作においては反応する部分を大きく取ることで、身体的障害のある方にも使いやすい設計になっている。大きくクリアな音声は、騒がしい場所や広いところでのコミュニケーションに役立つ。こうした特徴により、種々の障害をお持ちの方々が AAC をより利用しやすくなる。

ポケットに入る大きさの携帯情報端末を利用することで、特殊な機器を持ち運ぶ必要がなくなり、いつでもどこでも簡単にコミュニケーションすることができる。また、このアプリに含まれているコンテンツが他者とのコミュニケーションのきっかけ作りに役立つであろう。これは障害を持つ方が広く社会に受け入れられ、生活の質が向上する可能性に繋がると考えられる。

5.4.2 使う人の状態や状況に応じて

本アプリには、2種類のモードがある。「サポーターモード」障害のある方をサポートする支援者からコミュニケーションをスタートするモードと、「使用者セルフモード」障害のある方本人が、自ら他者に要求を伝えるためのモードである。使用場面の状況に応じて、2つのモードを使い分けることで、より効果的なコミュニケーションが期待できる。

5.4.3 サポーターモード

重度の知的障害のある方にとっては、二者択一でも難しい場合がある。まして、多数の選択肢の中から必要とするものを見つけて選ぶことは、大きな困難を伴う。このモードでは、あらかじめ支援者が障害のある方の実態と状況に合ったシンボルをいくつかピックアップして相手に提示するところからコミュニケーションをスタートさせる。

- ・使用者はサポーターから提示されたシンボルから自らの要求に合った内容を選ぶことができる。
- ・使用者が要求に合うシンボルにタッチすると二語文（シンボル名と述語）の音声が発せられる。

・ピックアップするシンボルの数を1から4個に限定することで、選択しやすくなっている。

==== 例 =====

使用者が何かを食べたいと支援者が推測する場合

- 1) 支援者は、「食べる」を12のカテゴリから選択する
- 2) 支援者は、使用者が何を食べたいか、取りたいか、推測し、「シリアル」、「パン」、「スープ」、「スパゲッティ」等、最大4つのシンボルを選択し、使用者にその画面を提示
- 3) 使用者は食べたいもののシンボル（例「シリアル」）にタッチをすると同時に「私はシリアルを食べたい」と音声が発せられる

5.4.4 使用者セルフモード

使用者が操作方法を学習したら、使用者セルフモードで使用者本人が、カテゴリやシンボルを使って直接要求を伝えられる。気持ちを伝えようとすることでコミュニケーションの楽しさを味わい、さらなる意思疎通に発展していくことであろう。

・このモードでは、障害のある方でも簡単に操作できるよう、反応する部分を広く取るなど随所に工夫を凝らした。

==== 例 =====

使用者が、何かを食べたいと伝えようとする場合

- 1) 使用者は、「食べる」を12のカテゴリから選択する
- 2) 使用者はその中の任意のシンボルにタッチする
- 3) 「私はシリアルを食べたい」と音声が発せられる

5.4.5 オリジナルページ

あらかじめ日常生活の様々なシーンに対応する約120個のアイコン（図41）が備わっているが、使う人の状況によってはより多種のアイコンが必要な場合も考えられる。ただ、アイコンの数ばかりを増やしても、実際に使用する機会がないものが多ければ、かえって選択に時間がかかり操作しづらくなる。そこで、スマートフォン内蔵のカメラやマイクを利用したオリジナルアイコン作成機能を備えた「make」ページである。この「make」ページでは、自分で撮った写真やネット上で見つけたイラスト、音声を使って、オリジナルアイコンを簡単に作ることができる。例えば、お気に入りの場所や人物、毎日の決まった行動など、使用者の実生活に沿ったオリジナルアイコンがあれば、コミュニケーションの幅

が大きく広がることは間違いない。このオリジナルアイコンを使って、簡単な操作性はそのままに、より素早く効果的に意思を伝え合うことができる。バージョン 3.0からは、カメラ機能を使って作成したアイコンや既存のシンボルを自由に配置して、オリジナルページをカスタマイズすることができる。

“カテゴリ”とその“シンボル”一覧					
『たべたい』	『ほしい』	『やって』	『ほけん』	『人』	『おへんじ』
ごはん	ペン	おんぶ	熱がある	おまわりさん	はい
パン	消しゴム	ぐるぐる	頭が痛い	お医者さん	いいえ
みそ汁	はさみ	こちょこちょ	おなかが痛い	赤ちゃん	どちらでもいいです
デザート	セロハンテープ	おいかけて	歯が痛い	おとうさん	わからない
お弁当	紙	歌	耳が痛い	おかあさん	考え中
ラーメン	クレヨン	ダンス	気持ちが悪い	おじいさん	待って
アイスクリーム	ティッシュ	ボール遊び	つめ切り	おばあさん	やめて!!
スナック菓子	ばんそうこう	ハグ	かまれた!	先生	わかりました
チョコレート	ゲーム機	かたぐるま	ころんだ	友達	びっくり!
『のみたい』	『いきたい』	『みたい』	『あいさつ』	『お笑い』	『きもち』
水	おうち / 学校	TV	おはようございます	なんでやねん	すき
お茶	トイレ / 公園	DVD	こんにちは	しえー	きらい
牛乳	コンビニ	映画	おやすみなさい	笑い声	うれしい
ジュース(コップ)	スーパー	えほん	いただきます	ドラムロール	悲しい
コーラ	ファーストフード店	新聞	ごめんなさい	ファンファーレ	怒っている
コーヒー	プール / 病院	マンガ	ありがとう	拍手	こわい
ジュース(ペットボトル)	教室 / 保健室	踏切	さようなら	ピンポン	おなかがすいた
シェイク	図書室 / 音楽室	換気扇	できました	プー	のどがかわいた
サイダー	体育館 / 運動場	信号	手伝って	ほあほあほあ〜ん	やすみたい

図 41. 様々なシーンに対応する 120 のコンテンツ

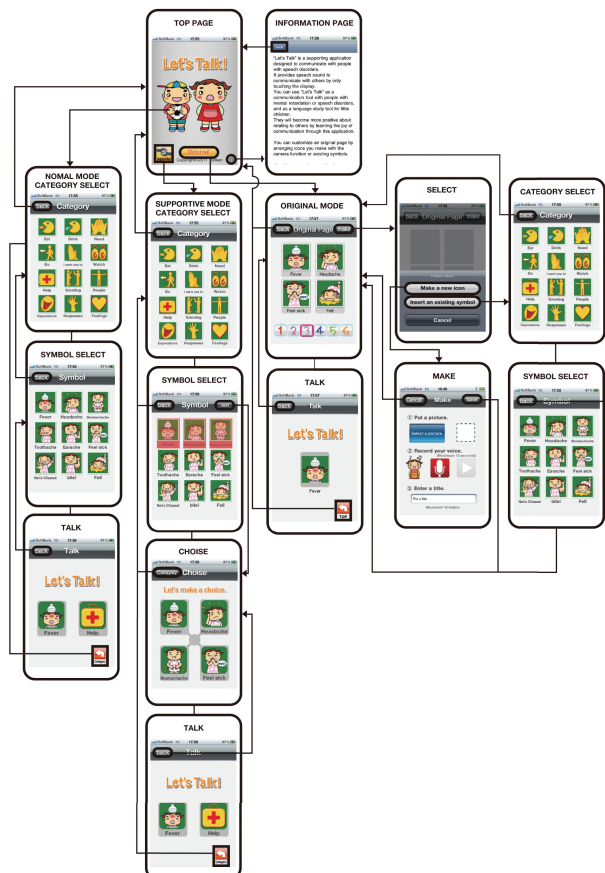


図 42. イメージ図

5.5 フィードバックしながらの改良

教4月23日のリリース開始から、7月23日の3ヶ月間に7度のバージョンアップを行った。教育現場からの臨床報告に加え、障害を持つ子の親が作るコミュニティー、特別支援学校の教員や施設の職員から、想定しなかった不具合や要望が寄せられ、修正・追加など、フィードバックする形でバージョンアップしていった。特に、ソーシャル・ネットワーク（Social Network = Facebook・Twitter等のSNSサイト）の普及によって、素早く、意見が寄せられることがバージョンアップを後押しした。

【App Version Number: 1. 0】※2011年4月23日 for Sale

【App Version Number: 1. 1】

※2011年5月4日一部反応の悪いボタン修正、カテゴリーボタンの修正、インフォメーションボタン移動、説明追加とボイス変更、再度起動でトップページに戻る

【App Version Number: 2. 0】

※2011年5月18日オリジナルアイコン作成、画像、音声録音機能と文字入力、カテゴリアイコンを動画に

【App Version Number: 2. 1】

※2011年5月24日オリジナルアイコンの修正、オリジナル制作順の修正、入力文字数半角16に設定

【App Version Number: 3. 0】

※2011年6月2日オリジナルページを6ページに増、既存のシンボルからも自由にアイコンを配置、自由にアイコンをカスタマイズ、「お笑い」カテゴリを追加、「いきたい」を2ページに分割

【App Version Number: 3. 1】

※2011年6月22日オリジナルページ6から10ページに増、消去の長押しを3秒に設定、アイコンの大きさを修正

【AppVersionNumber:3. 11】

※2011年7月22日消去の長押しの不具合を修正、意図しない画像表示を修正

5.6 事例（特別支援学校からの報告）

事例として、特別支援学校からの内容を述べる。

【事例①】療育手帳A判定（知能指数が35以下）、発語なし小3男児の場合（図43）給食時に「ねえ、きいて。」を使って、「○○ほしい（おかわり）」を伝える。プロンプトとは、

手を添えてボタンを押す動作を補助するなどの身体的補助のことである。この子は、入学当時からひっかき、つばはきなどの他害行為が目立ったが、自分の思いを適切な方法で伝えることを覚えて劇的に他害が減った。今は、PECS（絵カード交換式）と「ねえ、きいて。」を使って、基本的な要求を自分から伝えるようになってきている。

小5の男子生徒は、給食時に「ねえ、きいて。」をで「おかわり」や「手伝って」「減らして」を伝えている。療育手帳A判定で発語のない児童だが、機器の操作はすぐに覚え、自分でオリジナルのシンボルを追加している。昨年の5月終わりから使い始め、今では、常時「ねえ、きいて。」を携帯している。

言葉が伝えられなくても、思いが伝えられることで、学校生活に大きな安心感を得たようである。たとえ要求が満たされなくても、自分の思いが相手（先生）に伝わり、共感してもらえることは、彼にとって大きな喜びである。

給食時におけるiPodでの要求（小3 男児）

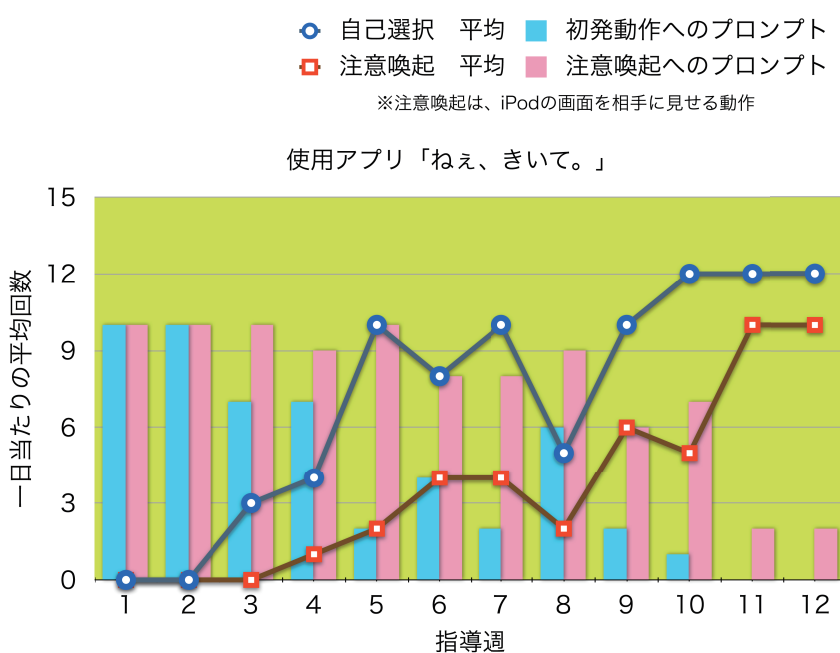


図 43. 給食時における要求（特別支援学校からの資料）

【事例②】療育手帳A判定（知能指数が35以下）、発語なし、小5男児の場合 〈実態〉

自発的要求は、ほしい物の方向へ身近な大人の手をとってのぼす。（クレーン現象）発語はない。食事は偏食があり、入学時は給食にはほとんど手をつけなかった。少しずつ食べられるようになったが、小3時に半分程度であった。行動は、小学部低学年時には周りの人の足を蹴るなどの他害行動がしばしば見られた。特に暑い時期は不安定になり、他害行動が目立った。小学部4年生に進級した頃には、週に1、2度突然泣き出し、走り回

り地団駄を踏み、大人を蹴るなどの行動が見られた。小学部3年時には、保護者の携帯電話に興味をもち始めた。

〈4月「ねえ、きいて。」との出会い〉 図44 ① 2011.4.26

初めて「ねえ、きいて。」をiPadで初めて触る。「ねえ、きいて。」を起動した状態でMに渡す。すぐに「タッチすると画面が変わる」ことを理解する。また、音声のでる画面があることも理解した。

〈5月「ねえ、きいて。」を給食時に使用〉 図44 ② 2011.5.17

「いただきます」を伝える。携帯性のよいiPodを中心に使用するようになる。給食時に、「いただきます」「減らして」「おかわり」などの言葉を伝えられる。一度手本を見せるだけで、すぐに操作できた。

〈5月下旬〉 図44 ③ 2011.5.24

「きれいなもの」を伝える。あらかじめ献立の写真をオリジナルシンボルとして作成しておいた。写真をみて「きれいなもの」を伝えている。この段階では、相手への注意喚起はしていない。

〈6月上旬〉 図44 ④ 2011.6.9

起動も素早くなりほかのアプリも使えるようになった。ToDoアプリで食べたメニューを消していき、「ねえ、きいて。」で「減らして」を伝えている。相手への注意喚起（相手の肩や腕をとんとんとたたく）を行うようになった。



① 2011.4.26

② 2011.5.17

③ 2011.5.24

④ 2011.6.9

図44. 給食時における要求

〈9月中旬〉 図45 ⑤ 2011.9.14

操作にもすっかり慣れ、オリジナルのシンボル追加ができるようになっている。気になる下校の手段（スクールバスか保護者迎えかなど）を自分で写真ライブラリの中から取り込みシンボルを追加している。給食を食べながらそれを確認している。

〈11月中旬〉 図45 ⑥ 2011.11.10

スケジュールアプリで、手順を確認しながら作業を行う。「ねえ、きいて。」以外のアプリ

りも使えるようになった。指示を受けて行動し、聞かれたら Yes か No か答えるだけだった M。これまでも、PECS(Picture Exchange Communication System) の導入を試みたこともあったが、支援者の継続的な訓練体制をとることができず、PECS のフェイズⅡの段階（導入段階）に留まっていた。「ねえ、きいて。」では、特別な訓練システムの必要もなしに、操作とコミュニケーションの機能を自ら短時間に理解することができた。「伝わる」実感を味わううちに、たとえ要求が即座に満たされなくても、相手に共感してもらうことで安心したり、「〇〇まで待って」といったやりとり（交渉）をしたりすることができるようになってきた。

〈2012年2月中旬〉 図45 ⑦ 2012.2.8

M が「ねえ、きいて。」を使う回数がめっきり減った。「いただきます」や「へらして」などの簡単な要求は身振りで伝え、身振りでは伝わりにくいことは携帯している iPod の写真ライブラリから選んだり、限られた単語ではあるが、メモ機能を使って文字を打ったりするようになった。その場に応じて合理的な手段を選んでいる。さらに、相手への注意喚起のために「あー」などの声を発するようになってきた。このように M が、自分から伝えようとする行動を起こすようになったのは大きな進歩だと感じている。



⑤ 2011.9.14

⑥ 2011.11.10

⑦ 2012.2.8

図 45. 給食時における要求

このアプリケーションは、知的障害のある自閉症の子どもなど、言葉で意思を伝えることが困難な人のために開発された。M は、このアプリを通して短期間の間に、コミュニケーションの機能を理解し、自発的なコミュニケーション力を高めることができた。

iPod などの情報端末の即座の反応は、知的障害のある人にも因果関係が理解しやすく、操作がしやすい。また、音声で伝えることで、相手も要求を理解しやすい。「伝わる」ことを繰り返して実感することで、コミュニケーションマインドが高まり、自発的コミュニケーション力を育てることにつながったと考える。このアプリは、コミュニケーション力育成のために有効なツールであることを実感した。（特別支援学校からの報告をもとに）

5.7 まとめ

我々は自閉症児のためのコミュニケーション援助ツールとして「ねえ、きいて。」を開

発した。自閉症児がこのアプリケーションを使用することでコミュニケーションの喜びを感じることができれば、他者の思考を理解しようとする強い動機付けになると思われる。

「ねえ、きいて。」を実験的に取り入れた特別支援学校からの報告によれば、ほとんどの子どもがこのアプリケーションに惹きつけられ、非常に喜んで使用した。子どもたちは、かわいいキャラクターに親しみを感じ、ゲーム感覚でできる操作方法に興味を持ち、夢中で取り組んだ。それまで全く発語が見られなかった何人かの子どもたちは、このアプリケーションを通じて教師や親へ自分の意志を伝え始めた。

すべてのデザインは幅広い年齢層に受け入れられるよう、明るくハッキリとした色遣いにこだわった。また、アピール力と識別しやすさを基調に、性別・年齢に隔たりなく親しみやすいデザインを追求した。

我々はこのアプリケーションが障害のあるなしに関わらず、全ての人々によりよい生活を送る手助けとなることを確信する。また障害に関わらず、他者とコミュニケーションを取ることができれば、人と人との繋がりがより深まり新たな人的資質が生まれ、相互理解の促進が期待できる。そこから新たなヒューマンパワーが生じ、共に支え合う社会へ発展する可能性があると考える。

第6章 結論

6.1 本論文のまとめ

本論文「情報の観測,可視化および情報処理端末への応用に関する研究」は,コンピュータ・グラフィックス(CG)を活用し,データが持つ特性を視覚的表現によって伝える可視化技術(Visualization Technology)について,幅広い分野での活用を提示するとともに,その具体的な応用についての研究を行った結果をまとめたものである.事例として4つの視点から得られた知見を示すことを目的とした.

(1) オーソドックスなスリット光切断法を採用しこれに独創的工夫を加えることにより実場面で有用なシステムを構築している.取得した三次元形状データを一般的な3DCGアプリケーションにフォーマットDXFで出力し,サブディビジョンサーフェスを適用することで,実用的な顔面形状のモデリングが可能となることを実証した.

(2) 非常に複雑な微細表面形状を有するツルレイシ(ニガウリ)の三次元形状を実用上十分な精度で計測し,それをコンピュータグラフィックスによりフォトリアリスティックな画像として可視化再構成することに成功した.

(3) 商店街情報の可視化のための情報取得を説明する.商店街活性化を軸に,情報の鮮度の視覚化とデータベース処理システムにより,400店舗の情報の管理と統合を行った.これにより,画期的なアイデアとデザインの詰まった大規模商店街サイトを構築した.

(4) 可視化高機能を持つ,コミュニケーション支援アプリ「ねえ、きいて。」の情報処理端末の開発について述べている.自閉症や失語症などコミュニケーションに障害のある人の使用を目的としたPDA用のAACアプリである.より気軽にハイテク機器を活用し,コミュニケーションの喜びを感じるよう,安価で操作が簡単な携帯情報端末用AACアプリリケーションの設計・開発を行った.これらから,本研究で提案する情報の観測,可視化および情報処理端末への応用の可能性を検証した.具体的な内容を以下に示す.

6.1.1 3次元オブジェクトの可視化

フェイシャルモデリング時に,フォトリアリスティックな表現を可能にする,安価で,短時間で,シンプルな手法を提案し,その処理内容(撮影,画像処理,算出,変換),評価方法に関して述べた.本手法により,顔の形状を取得することは可能となった.3DCGのモデリングへのデータを取得し,リアルな顔面形状のモデリングが可能となった.

今後は,目や口,鼻などの動作部を分離し,口の開閉やまばたきなどに代表されるフェイシャルアニメーションへの応用を視野に入れることとする.実際には,先で述べた可動

部を画像処理レベルで認識させ、形状を別途に算出、取得を目指す。また、動作に関連する顔面の筋肉運動をデータベース化し、マッスルアニメーションも取り入れなければならないと考える。本フェイシャルモデリング手法の簡易性を生かし、エントランスインフォメーション、ロボットのインターフェース、医療支援器具などに波及が期待される。

6.1.2 複雑微細形状の可視化再構成

スリット光切断法をさらに発展させ、簡易方式による3次元オブジェクトのコンピュータグラフィックスによる可視化再構成を行い、カメラの距離を対象物体に近づけ、3台のWebカメラを用いることでより正確なデータを取得し高精度のラインを抽出することが可能になった。オブジェクトモデリング時の処理内容と3DCGへの応用についても述べた。ツルレイシ(ニガウリ)の微細突起形状実験において、一般的な3DCG制作において基準を満たす詳細部復元の可視化再構成の手法を行った。今後、簡易性や時間の短縮といった改良を加えて行くことで、さらに効率的な形状復元システムの開発を目指す。また、ポリゴン依存しない形状変更手法として、シェーディング技術であるディスプレイメントマップの利用を考察中である。これは、大きなデータ軽量化に繋がると考えられる。

6.1.3 商店街情報の可視化

産学協同による大規模商店街をインターネット技術により活性化させることを研究し、最新のWeb技術を多用し、改善を繰り返してきた。実験的アプローチ手法を多数試み、成果をあげることができた。商店街という閉鎖的にもなりがちな組織に学生の視点や、外部からの働きかけが産学協同ならではの効果をもたらした。

4つの斬新な手法(RSSを多用した情報管理と統合、情報鮮度の識別と視覚化、魅力あるデザインとサイトの構築、店舗露出度を競わせる手法の確立)によって、訪問セッション数、直帰率、滞在時間、ページビュー、掲載ニュース数をサイトの変遷と共に解析した。

いつ訪れても新鮮で飽きる事のない、まさに生きている商店街そのものをサイト上にも表現するために、刻一刻と変わるリアルタイムの情報を反映させるようサイト構築を行った。これにより商店主のモチベーションも上がり、より多くの情報が更新されることにより、訪問セッション数と滞在時間も著しく増加した。訪問セッション数は、実店舗においてのコミュニティに発展し、商店街の活性化に貢献した。

6.1.4 可視化高機能アプリの開発

自閉症児のためのコミュニケーション援助ツールとして「ねえ、きいて。」を開発した。自閉症児がこのアプリケーションを使用することでコミュニケーションの喜びを感じることができれば、他者の思考を理解しようとする強い動機付けになると思われる。

「ねえ、きいて。」を実験的に取り入れた特別支援学校からの報告によれば、ほとんどの子どもがこのアプリケーションに惹きつけられ、非常に喜んで使用した。子どもたちは、デザインに親しみ、ゲーム感覚で操作を行い、夢中でアプリケーションに触れながら操作を学習していった。全く発語が見られなかった何人かの子どもたちは、この「ねえ、きいて。」を通じて教師や親へ自分の意志を伝え始めた。

たとえこのアプリケーションによって問題解決されなくとも、怒りや悩みや望みなど、自分の伝えたいことが他者に聞いてもらえるだけで、子どもたちは満足した。最も重要なのは、このアプリケーションが全ての子どもたちに多くの笑顔をもたらしたことである。

この「ねえ、きいて。」は、自閉症の子ども達だけでなく、声帯癌、脳卒中による脳性麻痺、老人性健忘症など、様々な疾患からコミュニケーションに問題が生じた人々にも使用される大きな可能性を秘めている。人間にとって他者とのコミュニケーションは生きていく上で欠かすことのできない手段である。言葉に頼ることなく他者とコミュニケーションを取ることができれば、相互理解の促進が期待できる。

我々はこのアプリケーションが障害のあるなしに関わらず、全ての人々に、よりよい生活を送る手助けとなり、障害に関わらず人々がお互いに意思疎通ができれば、新たな人的資質が生まれ、障害者と健常者の壁を越えたより幅広いコミュニケーションが生まれ、共存社会の実現が期待できると確信する。

6.2 今後の展望

本論文は、コンピュータ・グラフィクス (CG) を活用し、データが持つ特性を視覚的表現によって伝える可視化技術について、幅広い分野での活用を提示し、その具体的応用について論述した研究をまとめたものである。論文構成は大きく4つの方向性を持ち、3次元オブジェクトの可視化によるフェイシャルモデリング、複雑微細形状の可視化再構成、次に商店街活性化のための情報視覚化の試み、そして、可視化高機能を持つ携帯情報端末を用いた自閉症児のためのコミュニケーション支援ツールの研究開発へと発展してきた。

それぞれの研究は、方向性は異なるが実用的で独創性に富んでいる。今後の展望としては、方法論ではなくて、情報の可視化技術を実際の対象に適応させること。特に、障害者のための、携帯情報端末用アプリケーションを開発し、どのように活用されるかを調べ、問題点をみつけて、今後の展望としてさらなる応用を目指していく。

6.2.1 色やかたちや音の言語性を明確にする

今後、より多角的な視点からデザイン概念およびアプリケーション内容を検証し、有用な知見を導き、デザインが幅広い年齢層に受け入れられるよう、視覚言語や聴覚言語を用いたコミュニケーションにおいて具体的に記述できるような視点が必要であると考えられる。明るくハッキリとした色遣い、アピール力と識別しやすさを基調に親しみやすいデザイン。それらデザインと携帯情報端末のテクノロジーの融合がコミュニケーションのバリアフリー化を可能にすると考え、デザインをサポートするテクノロジー、テクノロジーを活かすデザインを目指す。

言語障害、知的障害のある人がより素早く効果的に意思を伝え合うことを目的にするために、自ら意志を伝えることが難しい障害のある人々が何を求めているかを読み解くことを課題に、教育現場の特別支援学校の教員らの意見を取り入れ、何度も試作を繰り返し、実際に操作してもらいバージョンアップしていく。

6.2.2 障害者のための支援アプリケーション

より簡単な操作性と低価格な AAC アプリの実現が障害を持つ人々の社会的進出が促進されれば、多くの人的資質が生み出され、産業全体への貢献に繋がるであろう。こうして

今までにないヒューマンリソースが生じ、福祉社会を促進させる新しいアイデアやそれを実現するための産業活動が活発になると考えられる。

また、アプリの改良を行う場合、身近に障害のある人がいなければ改良や修正や開発ができなかった。しかし、ICT ネットワーク通信による情報・知識の共有により、今回の取り組みのように、障害者・その家族・特別支援学校の教員らのコミュニティからの要望や不具合を受け、改良できる環境が整った。「ねえ、きいて。」ような支援ツールは、補聴器や車椅子のようにメンテナンスを必要とし、長期にわたる調査・研究が必要になる。今後もより多くの情報を入手し、改良を続けていく必要がある。

6.2.3 アルツハイマーの支援アプリ開発

2050年には世界中で1億人を超えるといわれるアルツハイマー患者のための支援としてのアプリ開発へと発展させる。社会に浸透し始めたスマートフォンなどの携帯情報端末が、認知症の人の支援機器として、着替えの手順、食事の手順といった日常の行為が困難な人に、可視化技術を通じて「行為」と「手順」を繰り返し、進行性の記憶障害を進行を抑え、回復させることを目的とする。

アルツハイマーの患者のQOL（Quality of Life = クオリティ・オブ・ライフ）の向上のための新しいコミュニケーションツールの開発を目的とする。アルツハイマー病は、脳を構成している神経細胞が通常の老化よりも急速に、つまり病的に減ってしまうことにより正常な働きを失い、認知症になっていく病気である、その予防法の原則の1つとして、他者とのコミュニケーションが提唱されている。NFCA（The National Family Caregivers Association）が中心となり、2011年3月から4月にかけて全米のアルツハイマー病患者の介護者674人に対して行われた調査によると、家族介護者が最も大きな不安を感じているのは、患者本人とコミュニケーションが取れなくなることであった。コミュニケーションが介護ストレスになっていると答えた人は71%に上る。

そこで、新たな代替コミュニケーションとしての機能に、着替えや食事の手順をスケジュールとして加え管理する、ToDoアプリの開発を目指し、この研究が世界的に大きく貢献できると考える。

謝 辞

本論文は筆者が平成 21 年 4 月、愛知工業大学大学院経営情報研究科博士後期課程経営情報科学専攻に入学し、平成 24 年 3 月までの間に携わってきた、情報の観測、可視化および情報処理端末への応用に関する研究をまとめたものです。この間、多くの方々からご指導、ご鞭撻、ご助言を賜りました。

まず本研究を遂行するにあたり、主査をしていただいた愛知工業大学情報科学部 末永康仁教授には、研究全般にわたり様々な視点より、数多くのご指導を賜りました。深く御礼申し上げます。副査をしていただいた、愛知工業大学経営情報科学部 鈴木達夫教授、情報科学部 中村栄治教授には多忙な中にもかかわらず審査を引き受けていただき、丁寧にご指導いただきました。工学部知能機械学科 渡辺教授には、フェイシャルモデリングにおける 3D 測定について様々なご指導をいただきました。深く御礼申し上げます。

愛知工業大学名電気高等学校前校長 桜井正一先生には大学勤務後も様々なご指導をいただき、励まして頂きました。また、マリアゴデブスカ教諭、中山智明教諭、愛知工業大学メディア情報研究会鳥居研究室 丹羽崇仁君をはじめ多くの学生や、デトロイト在住の大谷薫子さん、白鳥デザインの友北さん、情報学部事務の小島雅子さんには大変なご協力いただきました。深く感謝いたします。

大須商店街連盟 小野章雄前会長をはじめ大須商店街の皆様には、大須商店街公式 Web サイト「アット大須」の制作の機会をいただき、深く感謝いたします。

コミュニケーション支援アプリの開発においては、みあい養護学校 白濱菜穂子教諭をはじめ多くの教育現場の先生方から貴重な事例による報告をいただきました。深く感謝いたします。

博士後期課程の初年度から指導教員をしていただいた、愛知工業大学 石井直宏客員教授には、研究の進め方から、論文の書き方、学会への論文投稿に至るまで、数多くのご指導を賜りました。石井先生に出会えたことは私にとって、人生最大の幸せであります。厚く御礼申し上げます。また、研究の後押しをしてくださった、愛知工業大学 阿部圭一客員教授に深く感謝いたします。

学校法人 名古屋電気学園 後藤 淳総長、愛知工業大学 後藤泰之学長には、研究の機会を与えていただき、心より深く感謝いたします。ありがとうございました。

最後に、何時も暖かく励ましと協力で支えてくれた妻と家族、母に感謝します。

参考文献

第1章

- 1) 大口 孝之, コンピュータ・グラフィックスの歴史 3DCG というイマジネーション, フィルムアート社, (2009).
- 2) Michael Hiltzik, 鴨澤真, 夫未来をつくった人々—ゼロックス・パロアルト研究所とコンピュータエイジの黎明, 毎日コミュニケーションズ, (2001).
- 3) 小池 英樹: インタラクティブ 3次元情報視覚化, コンピュータソフトウェア, Vol.11, No.6, pp.20-31, (1994).
- 4) 倉地紀子, 「CG MAGIC: レンダリング」, 株式会社 オーム社, (2007).
- 5) Bernd Bickel, Manuel Lang, Mario Botsch, Miguel A. Otaduy, and Markus Gross, “Pose-Space Animation and Transfer of Facial Details”, ACM SIGGRAPH Symposium on Computer Animation (2008).
- 6) Jim Thatcher 著, UAI 研究会翻訳プロジェクト訳, “Web アクセシビリティ”, 毎日コミュニケーションズ, (2007).
- 7) 三宅新二, 岡部一光, 鳥越秀知, 横田一正 “HTML 文書からのイベント情報抽出”, 社団法人情報処理学会, Vol.2002, No.67pp. 31-38
- 8) 中小企業庁, 「平成 18 年度商店街実態調査」, 全国商店街振興組合連合会, pp.27-152, (2007).
- 9) 中村均・小孫康平・棟方哲弥・大杉成喜, 特殊教育諸学校におけるコンピュータ利用の動向の検討. 国立特殊教育総合研究所研究紀要, 28, 99-113, (2001).
- 10) 黒田未来・東敦子・津田望, 重度知的発達障害児への補助・代替コミュニケーション (AAC) 指導, 特殊教育学研究, 39(5), 25-32, (2002).
- 11) 窪田隆徳・藤野博, 言語発達障害児に対する VOCA の適用—コミュニケーション行動の拡大と発語の促進について—, 特殊教育学研究, 40,71-81, (2002).
- 12) ドロップトーク,
<http://droplet.ddo.jp/droptalk/>
- 13) Voice4u,
<http://voice4uaac.com/jp/>
- 14) Tap To Talk,
<http://www.taptotalk.com/>

- 15) 大谷博俊, 自閉性障害児の自立活動の指導における AAC の活用, 特殊教育学研究, 43, 1) 321-331, (2005).
- 16) N. Snavely, S. Seitz, and R. Szeliski. "Photo tourism: exploring photo collections in 3D", In SIGGRAPH 2006 Papers, pp. 835-846, (2006).
- 17) Da An, Alexander Woodward, Patrice Delmas, Georgy Gimel'farb, John Morris, Comparison of Active Structure Lighting Mono and Stereo Camera Systems: Application to 3D Face Acquisition, IEEE, Seventh Mexican International Conference on Computer Science '06, (2006).

第 2 章

- 1) Yuencheng Lee, Demetri Terzopoulos, and Keith, Realistic Modeling for Facial Animation, SIGGRAPH, ACM Computer Graphics, (1995).
- 2) Bernd Bickel, Manuel Lang, Mario Botsch, Miguel A. Otaduy, and Markus Gross, Pose-Space Animation and Transfer of Facial Details, ACM SIGGRAPH Symposium on Computer Animation, (2008).
- 3) T. Akimoto, Y. Suenaga, and R. Wallace, Automatic creation of 3D facial models. IEEE Computer Graphics and Applications, 13(5):16-22, September (1993).
- 4) 浜松ホトニクス株式会社, 3次元人体計測システム Bodyline Scanner, Journal Article.
- 5) 松田 高重, 松本 洋幸, 車種判別装置及び車種判別方法, J-Tokkyo.
- 6) Chroma key, http://en.wikipedia.org/wiki/Chroma_key
- 7) 岡久 卓也, 大上 健二, 距離変換画像を用いたデジタル図形の一細線化法, (1993).
- 8) Polygon, <http://en.wikipedia.org/wiki/Polygon>
- 9) Shigenori.ochiai, "DXF Handbook" Ohm company, (2003).
- 10) 藤島智子, 藤代一成, TVML を用いたノンビデオリアリスティックフェイシャルアニメーション, (2002).
- 11) 人間の動作理解のための運動機能の可視化技術, <http://minny.cs.inf.shizuoka.ac.jp/SIG-ICK/contents/documents/20071130kuroda.pdf>

第 3 章

- 1) "Advanced RenderMan: Creating CGI for motion pictures", A. Apodaca, L. Gritz, R.

Barzel, (1999).

2) "B1.Object Files (.obj)", <http://www.martinreddy.net/gfx/3d/OBJ.spec>

3) "RenderMan Interface Specification, version 3. 2", Pixar Animation Studio, (2000).

第4章

1) 平成18年度商店街実態調査の結果概要, 経済産業省中小企業庁, (2007).

2) 中沢孝夫, 『変わる商店街』, 岩波新書, (2001).

3) 望月昭彦, 『今, 商店街に何が欠けているのか』, 柴田敬次・阿部孝夫・井上繁・坂田期雄編 『地方自治の論点 106』, 時事通信社, (2002).

4) 毒島隆一, 小川雅人, 福田敦, 『現代の商店街活性化戦略』, 創風社, pp65-68, (2004).

5) 鳥居一平, ネットによる商店街活性化計画, 中部経済界, 8月号, pp. 26-27, (2009).

6) 森 正弥, ウェブ大変化・パワーシフトの始まり, 近代セールス社, (2010).

7) 中小企業政策審議会中小企業経営支援分科会商業部会, 『「地域コミュニティの担い手」としての商店街を目指して~様々な連携によるソフト機能の強化と人づくり』, (2009).

8) 黒田英憲, 小澤朋之, 亀田弘之, 印象語に基づく Web ページデザインシステムの構築とその評価, 電子情報通信学会技術研究報告, TL, 思考と言語, 107, 387, -12, pp. 19-24, (2007).

9) 張彦芳, 美術館 Web サイトから見る日本と中国の色, 北海道東海大学紀要, 芸術工学部, 22, -3, pp. 71-75, (2004).

10) 大井義雄, カラーコーディネーター入門色彩, 日本色研事業, p. 33-34, (2004).

第5章

1) 仲邑賢龍, コミュニケーションエイドの効用と限界, 日本失語症研究誌, 194-200, (2001).

2) 坂井聡, 自閉症児への VOCA 適用, 全国心身障害児福祉財団, 29-32, (1999).
<http://voice4uaac.com/jp/>

3) 中邑賢龍, 知的障害及び自閉的傾向を持つ子供の VOCA 利用可能性に関する研究—養護学校における VOCA 遊びと会話能力からの検討—, 特殊教育学研究, 35 (2), 33-41, (1997).

- 4) 窪田隆徳・藤野博, 言語発達障害児に対する VOCA の適用ーコミュニケーション行動の拡大と発語の促進についてー, 特殊教育学研究, 40, 71-81, (2002).
- 5) 渡邊章, コミュニケーション・エイドを用いた脳性まひ児の認知・思考の検討, 国立特殊教育総合研究所研究紀要, 18, 11-18, (1991).
- 6) ドロップトーク,
<http://droplet.ddo.jp/droptalk/>
- 7) Voice4u,
<http://voice4uaac.com/jp/>
- 8) Tap To Talk,
<http://www.taptotalk.com/>
- 9) 大谷博俊, 自閉性障害児の自立活動の指導における AAC の活用, 特殊教育学研究, 43, 1) 321-331, (2005).
- 10) 黒田未来・東敦子・津田望, 重度知的発達障害児への補助・代替コミュニケーション (AAC) 指導, 特殊教育学研究, 39 (5), 25-32, (2002).
- 11) Lori Frost and Andrew Bondy, PECS: The Picture Exchange Communication System, (2005).
- 12) 北神慎司・山縣宏美・室井みや, 視覚シンボルの認識容易性に関する実験心理学的検討, 日本教育工学会誌, 26 (Suppl.), 39-44, (2002).
- 13) 堀田修, 音声を主成分とするノイズ下での語音了解検査ーノイズの周波数帯域と単語了解度との関係についてー, 特殊教育学研究, 37 (4), 49-59, (2000).

研究業績

研究業績一覧

学術論文

(1) 学会論文誌掲載論文

- ① . Ipppei Torii, Yousuke Okada, Masayuki Mizutani, Naohiro Ishii:
A Simple Method for 3-Dimensional Photorealistic Facial Modeling”,
ACIS International Journal of Computer & Information Science,
Vol.10, No.1,pp.1~10, (2009).
- ② . Ipppei Torii, Yousuke Okada, Masayuki Mizutani, Naohiro Ishii:
“A Simple Method for 3-Dimensional Photorealistic Modeling and Consideration of
Reconstructing Error”,
International Journal of Digital Content Technology and its
Applications (IJCTA), Vol. 3, No. 3, pp.10~18, (2009).
- ③ . 鳥居一平, 岡田陽介, 石井直宏,
“スリット光投影法による複雑形状の再構築”,
芸術工学会誌, No. 52, pp.51~54, (2009).
- ④ . Ipppei Torii, Yousuke Okada, Masayuki Mizutani, Naohiro Ishii:
“Reconstructed Bitter Melon with Complex and Irregular Surface Based on
3-Dimensional Computer Graphics”, ACIS International Journal of Computer &
Information Science, Vol.10, No.4, pp.1~10, (2009).
- ⑤ . 鳥居一平, 岡田陽介, 丹羽崇仁, 小野木学, 石井直宏,
“複雑形状の再構築とコンピュータグラフィックス実制作への応用
—複雑形状の 復元精度± 0.5mm の実現—”,
形の科学会誌 第 25 卷 2 号, pp. 127~136, (2010).
- ⑥ . 鳥居一平, 岡田陽介, 小野木学, 丹羽崇仁, 石井直宏,
“商店街活性化のための情報視覚化の試み”,
電気学会論文誌 C, IEEJ Trans. EIS, Vol.130, No. 12,
pp.2178~2179, (2010).
- ⑦ . Ipppei Torii, Kaoruko Ohtani, Takahito Niwa, Naohiro Ishii:
“Information Visualization System for Activation of Shotengai”
(論文掲載受理),
情報処理学会論文誌, (2012).

(2) 著書

- ① . I. Ippei Torii, Yousuke Okada, Manabu Onogi, Naohiro Ishii:
“Inexpensive, Simple and Quick Photorealistic 3DCG Modeling”,
書籍 E-Activity and Intelligent Web Construction: Effects of Social Design
(全 284 ページ), Chapter 1 執筆 . pp.1~12, 出版社 IGI Global, USA, (2011).

(3) 国際会議発表 (Proceedings 及び Lecture Notes) (査読有)

- 1) Ippei Torii, Yousuke Okada, Manabu Onogi, Naohiro Ishii:
“Inexpensive, Simple and Quick Photorealistic Facial Modeling”, IEEE/ACIS
International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence,
Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD'09), pp.30~35, (2009).
- 2) Ippei Torii, Yousuke Okada, Manabu Onogi, Naohiro Ishii:
“A Simple method for 3-dimensional Photorealistic Facial Modeling”,
New Directions in Intelligent Interactive Multimedia Systems and Services - 2,
Springer, Vol.226, pp.487~497, (2009).
- 3) Ippei Torii, Yousuke Okada, Masayuki Mizutani, Naohiro Ishii:
“A Simple Method for 3-Dimensional Photorealistic Facial Modeling and Consideration
the Reconstructing Error”, Knowledge-Based and Intelligent Information &
Engineering Systems (KES09), Lecture Notes in Computer Science (Springer-Verlag),
Vol.5712, pp.681~688, (2009).
- 4) Naohiro Ishii, Yusaku Tokuda, Ippei Torii, Tomomi Kanda:
“Similarity Grouping of Paintings by Distance Measure and Self Organizing Map”,
Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems (KES09),
Lecture Notes in Computer Science (Springer-Verlag), Vol.5712, pp.713~720,
(2009).
- 5) Ippei Torii, Yousuke Okada, Masayuki Mizutani, Naohiro Ishii:
“A Simple Method for 3-Dimensional Modeling and Application to Complex Objects”,
IEEE 21st International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI2009),
pp.41~48, (2009).
- 6) Naohiro Ishii, Yusaku Tokuda, Ippei Torii, Tomomi Kanda:
“Sensitivity Characterization by Impression and Color Words”,
IEEE 21st International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI2009),
pp.362~369, (2009).
- 7) Ippei Torii, Yousuke Okada, Takahito Niwa, Manabu Onogi, Naohiro Ishii:
“Information Visualization System for Activation of Shopping Streets”,
KES 2010, Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems
Lecture Notes in Computer Science, Vo.6278, Springer Verlag, pp.113~122, (2010).

- 8) Masashi Okada, Naohiro Ishii, Ippei Torii:
“Information Extraction Using Xpath”, KES 2010, Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems Lecture Notes in Computer Science, Vo.6278, pp. 104~112, Springer Verlag, (2010).
- 9) Ippei Torii, Yousuke Okada, Takahito Niwa, Manabu Onogi, Naohiro Ishii:
“Information Visualization System Using Internet for Activation of Shopping Streets”, Proc. IEEE/ACIS-ICIS 2010: ,IEEE Computer Society, pp.378~383, (2010).
- 10) Ippei Torii, Kaoruko Ohtani, Takahito Niwa, Naohiro Ishii:
“Conference Augmentative and Alternative Communication with Digital Assistant for Autistic Children”, IEEE International Conference on Emerging Signal Processing Applications (IEEE/ ESPA Las Vegas 2012), pp.71~74, (2012).
- 11) Ippei Torii, Kaoruko Ohtani, Nahoko Shirahama, Takahito Niwa, Naohiro Ishii:
“Development of Voice Output Communication Aid with Personal Digital Assistant for Autistic Children”, 4th International Conference on Intelligent Decision Technologies (KES IDT 2012), (論文掲載受理), (2012).
- 12) Ippei Torii, Kaoruko Ohtani, Nahoko Shirahama, Takahito Niwa, Naohiro Ishii:
“Voice Output Communication Aid Application for Personal Digital Assistant for Autistic Children”, IIAI/ACIS International Symposium on Innovative E-Services and Information Systems (IEIS 2012) (論文掲載受理), (2012).

(4) 学会発表

- 1) “簡単なフォトリリスティックフェイシャルモデリング”,
鳥居一平, 岡田陽介, 水谷将之, 石井直宏, かたちシューレ 2009
—かたちの体験と交流—, 名古屋市立大学大学院医学研究科, 3, March, (2009).
- 2) “フォトリリスティックオブジェクトモデリングの手法 簡易手法による微細突起形状復元への応用”, 鳥居一平, 岡田陽介, 水谷将之, 石井直宏,
平成21年度電気関係学会東海支部連合大会, 愛知工業大学, 10, September, (2009).
- 3) コミュニケーションアプリ「ねえ, きいて」スマートフォンを利用したコミュニケーション支援ツールの開発, ポスター発表, ATAC カンファレンス京都,
国立京都国際会館, 11, December, (2010).
- 4) AAC (補助代替コミュニケーション)「ねえ, きいて。」GOOD DESIGN EXPO 2011
に出展, 東京ビッグサイト, 25-28, August, (2011).
- 5) Augmentative and Alternative Communication with Digital Assistant for Autistic Children. Show & Tell Demos, IEEE/ ESPA Las Vegas 2012,
鳥居一平, 大谷薫子, 石井直宏,