

デジタルメディアを利用した障害者向け支援機器の開発 ～ 発語支援機器等個別対応型補助具の開発～

町田芳明*¹ 本多春樹*² 山口葉子*¹ 白坂康俊***¹ 池上奈津子***²

Development of Equipment for Handicapped People by Using Digital Media
- Manufacture of Three-Dimensional Models of Space in The Mouth -

MACHIDA Yoshiaki*¹, HONDA Haruki*², YAMAGUCHI Youko*¹,
SHIRASAKA Yasutoshi***¹, IKEGAMI Natsuko***²

抄録

デジタルメディア機器を利用することによって、個人の体型的特徴に合った機能補助具や医療器具を開発する方法について研究した。その結果、五つの母音(あ・い・う・え・お)を発声することのできる口腔形状モデルを開発した。また、この技術を言語障害や聴覚障害解消の研究に応用することについて検討した。その結果、耳空間を3次元のCGに表現して形状を評価することができた。

キーワード：発声発語，口腔形状，三次元CG，ラピットプロトタイプング

1. はじめに

測定装置や積層造形装置などのデジタルメディア機器を利用して個人の体型的特徴に合った機能補助具を開発するための方法を確立しようとするものである。そのため、測定装置により対象となる部位の形状を測定し、このデータを基にCADにより適切な形状を設計してモデルを製作する方法を研究した。

本研究では、平成13年度に実施した「デジタルメディア技術を応用した発声発語メカニズムの研究 - 口腔内空間の三次元模型の作製 -」で構築したシステムを利用して「発語支援機器等個別対

応型補助具の開発」のための研究を行った。

また、この技術を聴覚障害解消のために応用することなどについて検討した。

2. 研究内容

2.1 これまでの研究の経緯

発声は、喉頭から発せられた音(空気振動)が、口腔内を通過するとき、その空間形状によって空気の流れが変えられることにより行われることが分かっている。しかし、口腔内の動態であるために観察が難しく、これまでは正確な口腔形状を再現することができなかった。

平成13年度に実施した研究では、デジタルメディア技術による手法を用いることによって口腔形状を精密に再現した立体模型を製作し、言語障害の発生メカニズムの研究に利用した。本研究は、基本的にはこの手順に沿って行った。

また、さらに福祉や医療分野に広く応用のできる高品位の形状作成のシステムを構築する事を目

*¹福祉・デザイン部

*²福祉・デザイン部(現 電子情報技術部)

***¹国立身体障害者リハビリテーションセンター
第二機能回復訓練部

***²東京都リハビリテーション病院

指した。

2.1.1 CTスキャン装置による形状測定

発声発語時の口腔内形態の断面映像を得るため、CTスキャンで被験者の頭の頂点から頸部にかけて、数ミリ刻みで水平方向の断面データを連続して撮影する。この時点でのデータはスライス状の平面画像データ(DICOMまたはJPEG)である。

これに写っている画像の輝度(画面上の明るさ)による境界線を選択することによって、目的とする部位(皮膚、筋肉、軟骨、皮膚など)の形状を特定することができる。

2.1.2 平面のCT画像データから立体データ(CAD)への変換

本研究では頭部内側の空間形状の測定を目的とするため「皮膚」の境界を選択する。

三次元形状データを作成した後、CAD用のデータに変換を行い、さらにSTLデータに変換して、積層造形の模型製作のためのデータにする。

2.1.3 三次元CG画像(レンダリング)作成

発声発語時の口腔内形態の三次元形状データを基にして、自由な視点から観察の可能な三次元CG画像データを作成する。これによって、発声発語時の口腔内形状を立体的に見ることができる。

2.1.4 立体データ作成

CTスキャンで撮影した約200枚の画像に目的とする部位の輪郭を指定し、そのデータを変換して立体データを作成する。

3. 結果及び考察

本研究では、測定装置や積層造形装置を利用して、個人の障害や機能低下を補完する機能補助具を、個人の体型的特徴に合わせて開発するシステムを構築した。

3.1 発語支援機器

CTスキャンと積層造形装置を利用して、五つの母音(あ・い・う・え・お)を発声することができる模型をそれぞれ製作した。

CTスキャンにはX線が使用されているため、安全を配慮して三人の被験者に分散して口腔内形状の測定を行った。

その結果、完成した模型に人工口頭を取り付け

て発声音の評価を行ったところ、次のようなことが分かった。



図1 CT画像:側面

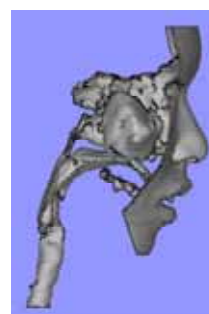


図2 CG画像:側面



図3 CT画像:正面



図4 CG画像:正面

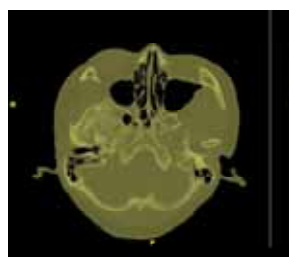


図5 CT画像:平面

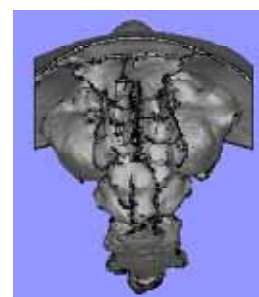


図6 CG画像:平面

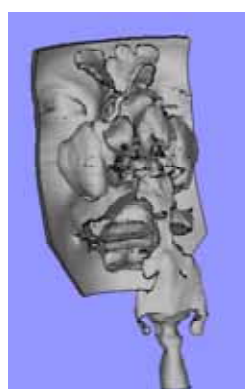


図7 CG画像:裏面



図8 CG画像:透視図

3.1.1 発声音の聞き取り評価

「あ」の発声音を録音し、これを被験者に聞き取ってもらい、どのように聞こえたか調査したところ「あ」と判別できた人は約半分を超える程度だった。また、「い」についても同様の結果であ

った。被験者は「あ」と「い」の発声音しかないと知っていたと思われるので、この調査の結果からは「あ」「い」の発声音の判別はあまりできていないと判断できる。

しかし、「あ」を聞かせた後に連続して「い」を聞かせたところ、多くの被験者が正しく聞き取ることができた。「あ」と「い」の順を入れ替えても同様の結果であった。この結果から次のようなことを推測した。

試作した発声モデルは材質が樹脂であるため、聞きなれている人の肉声と異質の音である。そのため、初めて聞いたときに被験者にはこれを情報として判断する用意ができていない。しかし、「あ」の音を聞いた後に「い」の音を聞けば、これを比較することによって「あ」「い」を判別することができるようになったと推測できる。

3.1.2 画像の乱れの処理

被験者の歯に金属が埋め込まれているような場合、X線が金属に反射して画像に乱れ(アーチファクト)が生じるが、これを解決する方策について検討した。

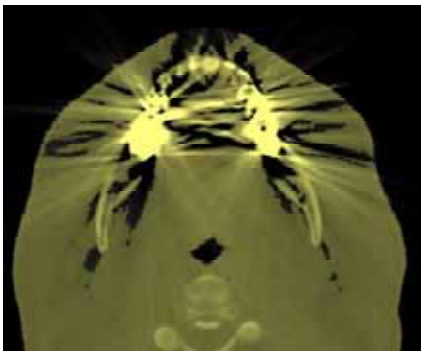


図9 アーチファクトを生じたCT画像:平面



図10 アーチファクトを生じたCT画像:側面
MRIによる測定

MRIはX線を使用しないので画像に乱れを生じることがないとの情報があり、これを用いる方法について検討した。しかし、MRIは強い磁気を使用するため、歯に埋め込まれた金属が磁化し、CTスキャンとはまた違ったノイズが発生することが分かった。この場合、画像の歪みとなって表れることが予測される。

三次元スキャナーによる測定

歯の周辺の形状を石膏などで型採りし、その型を三次元スキャナーで測定して、得られたデータをノイズのある部分と取り替える方法について検討した。しかし、データを完成させるまでに工程数が多く、それぞれの工程で生じるわずかなデータの誤差が累積され、最終的なデータの質に信頼性が欠けると思われるためこの方法は採用しなかった。三次元スキャナーが口腔内のようなトンネル形状の内側を部分的にでも測定できる方法が確立されれば、これは有望な方法であると思われる。

以上のような検討を行ったが、解決策は見つからず、歯に金属の治療痕の無い人に被験者になってもらう以外に方法は無かった。

3.2 聴覚回復補助具

聴覚回復の手段として手術を行う場合に、外耳・中耳・内耳の形状は複雑なうえ、個人差が大きい。そのことが手術を難しいものになっている。

外耳・中耳・内耳形状の個別的な特徴をあらかじめ知っておくことができれば、それに合った器具を用意しておくなど適切な準備ができ、治療(手術)の成功率は格段に向上することが見込まれる。

そこで、耳の空間形状を精密に再現して、個別対応の補助具(検証するための道具としての模型)を製作する方法を研究した。

システムの流れは次のとおりである。

CTスキャンにより耳の空間形状を測定する。

このデータを基に、CADにより編集を行って体型的特徴に対応する適切な形状を設計する。

空間形状のモデルを製作し、それに対応する適切な形状の補助具を製作する。

3.2.1 内耳空間の境界面について

CTスキャンの映像は空間と肉質の部位の境界

面は容易に判別できるが、リンパ液が満たされている内耳空間の境界面は、画像の色調の違いから他の部位と判別することが難しかった。

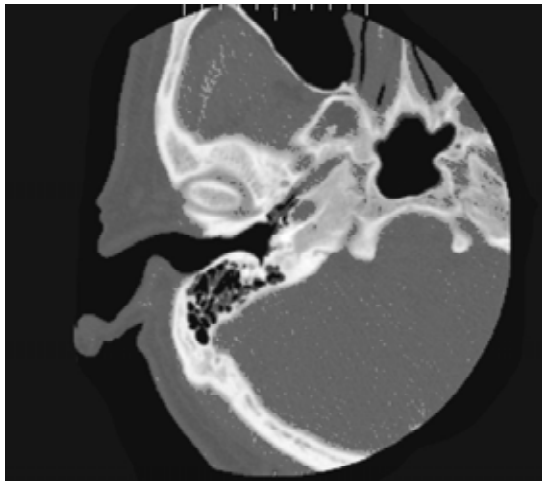


図11 CT画像による耳空間画像:平面

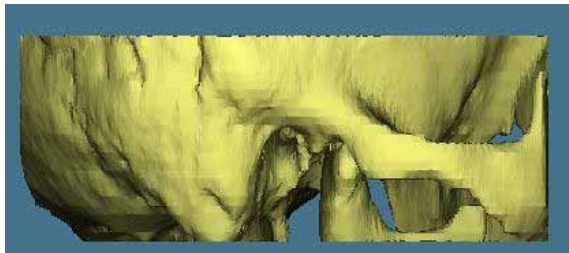


図12 CT画像から作成した耳空間周辺の骨格画像

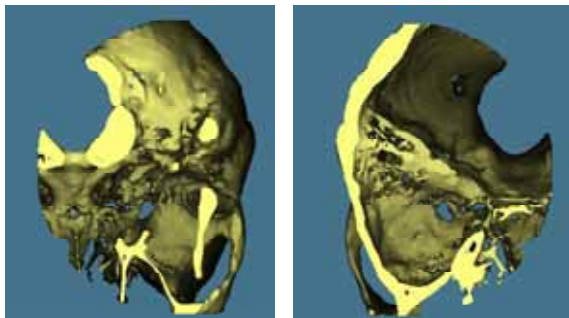


図13 耳空間周辺画像 図14 耳空間周辺画像

3.2.2 内耳空間の形状について

内耳空間は立体的で複雑な形状をしているため、空間の連続性を判断することが難しかった。

例えばトンネル状の空間が何らかの原因で空間が狭まっているような場合など、CT スキャンの映像では、空間が途切れているように見えることがある。空間が連続しているのかどうか判別するためには、立体的な形状として認識できなければならない。そのためには、その部位に関する高度な知識を持っている医療関係者のアドバイスが必

要だった。

4 まとめ

口腔形状の構造を精密に再現することにより、五つの母音(あ・い・う・え・お)を発声することのできる口腔形状モデルを開発した。開発品は言語障害などの研究のための教材として利用するために、商品化について企業と調整中である。

また、同じ技術を利用して聴覚回復補助具を開発することを研究した。耳空間を3次元のCGに表現して形状を評価できるまでに忠実な画像が得られたので、必要があれば積層造形装置によりモデルを製作することも可能である。

その結果、測定装置や積層造形装置を利用することによって、個人の障害や機能低下を補完する機能補助具を、個人の体型的特徴に合わせて開発するためのワークフローを構築できた。

謝辞

本研究のためにご協力いただいた、国立身体障害者リハビリテーションセンター耳鼻科 熊田政信氏、診療放射線 山本秀昭氏、肥沼武司氏、職員の皆様、また貴重なアドバイスをくださった、埼玉大学工学部情報システム工学科 近藤邦雄氏、に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 町田芳明, 片山歴, 白坂康俊, 権田功, ライフデザインフォーラム: 障害者の余暇活動に関する実態調査, 2(2000)107-
- 2) 町田芳明, 簗輪幸三, 増田伸二, 星野伸行, 小柳久佐, 中嶋吉男: デジタルメディアを応用した設計手法に関する研究, 4(2002)132-
- 3) 埼玉県工業技術センター(デジタルメディア研究会編): デジタルデザインハンドブック, デザインインフォメーション, 24(2000)2-
- 4) ライフデザインフォーラム: 障害者と健常者の余暇活動に関するアンケート調査レポート, Design Information, 25, (2001)2-
- 5) 町田芳明, 白坂康俊, 池上奈津子: デジタルメディア技術を応用した発声発語メカニズムの研究, 3(2001)276-