

# 特殊教育用ブロードバンド対応コンテンツと 高度アクセシビリティ支援ツールの開発

研究課題番号：14208020

平成 14 年度～平成 17 年度科学研究費補助金  
(基盤研究(A)) 研究成果報告書

平成 18 年 3 月

研究代表者：中 村 均

独立行政法人国立特殊教育総合研究所教育研修情報部長

## 特殊教育用ブロードバンド対応コンテンツと高度アクセシビリティ支援ツールの開発

Development study on broadband contents and accessibility tools for enhancing special education

### はしがき

教育の情報化政策によって各教室へのインターネットの接続が可能になるという計画が進められているなかで、特殊教育分野においては、障害のある児童生徒がインターネットを利用する際の障壁を最小限とするような教育用コンテンツとアクセシビリティの確保が重要な課題の一つであった。

我々は、まず、ブロードバンド配信と高度アクセシビリティに関する先端的な現状を把握した上で研究を進めるための調査を行った。具体的には University of California の Berkeley 校において講義配信システム等のストリーミング配信の状況について調査し、合わせて Minnesota 州で開かれている Closing the Gap カンファレンス等において最新の情報関連支援機器の状況について情報を得て、これらを独立行政法人国立特殊教育総合研究所の刊行する「世界の特殊教育」に報告した。次いで、国内の ICT(Information and Communications Technology)の活用とアクセシビリティに関する先進的な実践事例を調査すると共に、これらを記録した障害児・者と情報技術・支援技術に関する 15min の映像コンテンツを開発した。さらに、これらのコンテンツの利用を含めて、研究用ブロードバンド配信のための Web サーバー、動画配信サーバー構築し運用してきた。

研究を進める中で、障害のあるユーザーがブロードバンド配信される教育用コンテンツを利用する場合には、従来、教育用コンテンツには考慮されてこなかった触覚や力覚、あるいは、両耳聴取による立体感の情報伝達など、高次臨場感通信の要素が重要であるとの考えに至った。このため評価用コンテンツの試作にあたっては、コンテンツ情報を多感覚様相的に再現する手法を取り入れた設計を採用した。具体的には、視覚障害対応として、VRML (Virtual Reality Modeling Language)による視覚的なコンテンツを力覚フィードバック装置である PHANTOM(米 Sensable Technology 社製)を応用して形状を認知すると共に、インタラクティブに音声情報が提供可能なコンテンツ製作及びシステムの構築を行って視覚障害者による評価を実施した。また、知的障害へのアクセシビリティのツールとしてパーソナルロボットを用いることに着目して、これについてネットワークを通じて遠隔で操作する手法の検討を行った。本報告書は、それらの研究成果をまとめたものである。

**Foreword:** The authors firstly visited Berkeley, University of California to examine the state of the arts on broadband streaming server system as well as visited the Closing the Gap Conference to explore the latest assistive technologies. The results of the visits were published on Special Education in the World, a

journal of the National Institute of Special Education, Japan. Secondary the authors developed 15 min, video focused on the use of assistive technologies in the schools. Web servers and video streaming servers were developed for the use of the contents.

In terms of the use of broadband network for people with disabilities, the authors found that the importance of the use of multi sensory approach such as use of force feedback and 3D sound rather than the use of simple audio and visual information. In this line, new interface system for the blind was developed using VRML files and PHANTOM force feedback system, a product of Sensable Technology Inc., USA. Another accessibility tool using personal robot was explored for the children with intellectual disability to use the Internet. These results were described in the report of this project.

## 研究組織\*

研究代表者：中村 均（独立行政法人国立特殊教育総合研究所教育研修情報部長）

研究分担者：棟方哲弥（独立行政法人国立特殊教育総合研究所企画部総括主任研究官）

研究分担者：大杉成喜（独立行政法人国立特殊教育総合研究所教育研修情報部主任研究官）

研究分担者：渡邊 章（独立行政法人国立特殊教育総合研究所教育研修情報部総括主任研究官）

研究分担者：小野龍智（独立行政法人国立特殊教育総合研究所教育研修情報部主任研究官）

研究分担者：渡邊正裕（独立行政法人国立特殊教育総合研究所教育研修情報部研究員）

\* 成果報告書概要(様式 C-19 及び様式 C-20)に記載した組織である。

## 交付決定額（配分額）

（金額単位：円）

|        | 直接経費       | 間接経費      | 合計         |
|--------|------------|-----------|------------|
| 平成14年度 | 7,500,000  | 2,250,000 | 9,750,000  |
| 平成15年度 | 9,300,000  | 2,790,000 | 12,090,000 |
| 平成16年度 | 4,700,000  | 1,410,000 | 6,110,000  |
| 平成17年度 | 4,400,000  | 1,320,000 | 5,720,000  |
| 総 計    | 25,900,000 | 7,770,000 | 33,670,000 |

## 研究経緯

（平成 14 年度）

ブロードバンド配信と高度アクセシビリティに関する研究を開始するにあたり， 1）University of California の Berkeley 校において講義配信システム等の大学におけるストリーミング配信の状況について資料収集ならびに担当教官と意見交換を行った． 2）Minnesota 州で開かれた Closing the Gap カンファレンス，Florida 州の ATIA カンファレ

ンス, Virginia 州の TAM-KELLAR カンファレンス等において最新の情報関連支援機器の状況について調査を行った. 3) George Mason University, Helen A. Kellar Institute for Human disabilities, 韓国特殊教育院において, 障害者のネットワークの利用とアクセシビリティの確保等に関する研究の動向に関する資料収集と協議を行った.

さらに, 障害のある児童生徒に関わる高度アクセシビリティに関する映像ソフトの制作のために, シナリオを設計, 撮影, 編集作業を行った.

また, 研究用ブロードバンド配信のために Web サーバー, 動画配信サーバー等を導入して運用準備を行った.

#### (平成 15 年度)

前年に引き続き, ブロードバンド配信と高度アクセシビリティに関する先端技術についての実地調査を行った. 具体的には, 1) Boston University, Massachusetts Institute of Technology および Georgia Institute of Technology において高度なアクセシビリティ達成をするための主に, 聴覚を用いた情報提示手法に関する動向調査, 資料収集ならびに協議資料収集ならびに担当教官と意見交換を行った. 2) Centre for Learning Technologies (CLT) Lab, Ryerson University, Adaptive Technology Resource Centre, University of Toronto, Closing the Gap Conference において最新の情報関連支援機器の状況について調査と協議を行った. 3) California State University Northridge 校において障害者とテクノロジーに関する研究の動向に関する資料収集を行った. これらの調査結果を検討する中で, 障害のあるユーザーがブロードバンド配信される教育用コンテンツを利用する場合には, 従来, 教育用コンテンツには考慮されてこなかった触覚や力覚, あるいは, 両耳聴取による立体感の情報伝達など, 高次臨場感通信の要素が重要であることが示唆された. また, 前年度に運用準備に至った研究用ブロードバンド配信のための Web サーバー並びに, 動画配信サーバーを拡張し, 実験用コンテンツを試験的に配信した.

#### (平成 16 年度)

本年度は, 第 1 に, 視覚障害と知的障害に応じた高度アクセシビリティを確保するためのインターフェースの一つとして採用した力覚フィードバック装置である SensAble Technologies 社の PHANTOM について, 昨年度に課題となっていた両手による探索の自由度を高めるためのプログラム開発を行った. これは 2 台の PHANTOM の物理的な距離と設置角度を入力することで, 仮想の座標系を回転するものである.

第 2 に, Web 教材サーバー上に配置した教材コンテンツ情報である VRML データを Web ブラウザ上でクリックすることでパソコンに設定された PHANTOM アプリケーションが起動されるプログラムの開発を行った. アプリケーションプログラムは, 自動的にダウンロードした VRML データを取り込み, 図形オブジェクトを触覚に変換して提示することが可能となった.

第 3 に, 音響を用いた高次の臨場感を伝達するアプリケーションのアクセシビリティ



機能評価システムの構築のため、頭部伝達関数測定が可能な両耳モデル、頭部モデルを構成したほか、障害支援機器開発協会（ATIA）ATIA Conference 並びに、Closing The Gap Conference において資料収集を行った。

#### （平成 17 年度）

本年度は、高度アクセシビリティ支援ツールの改善と評価作業として、ICAD(International Conference on Auditory Display)においてアクセシビリティ関連の資料収集を行うとともに、視覚障害、知的障害を対象とした支援ツールについて検討した。また、コンテンツ配信に必要なサーバー機能の検討を進めた。具体的には、視覚障害対応として、昨年度から取り組んできた VRML による視覚的なコンテンツを力覚フィードバック装置である PHANTOM を応用して認知するためのコンテンツ製作及びシステムの改善を行って、視覚障害者による評価を実施した。また、知的障害へのアクセシビリティのツールとしてパーソナルロボットを用いることに着目して、これについてネットワークを通じて遠隔で操作する手法の検討を行った。これらを研究成果報告書にまとめた。

### 研究発表

#### 学会誌等

棟方哲弥, 特別な教育的ニーズのある児童生徒のための ICT を活用した教材・教具の開発と普及, リハビリテーション・エンジニアリング, 20(3), 2005, 34-38.

中村均, 日本における障害のある子どもの教育的支援と情報手段の活用, 世界の特殊教育 18, 2004, 11-13.

小野龍智・渡邊正裕・磯田真一, 米国におけるアシスティブ・テクノロジーセンターと大学の障害学生サポートプログラムについての報告, 世界の特殊教育 18, 2004, 41-49.

渡辺哲也, 指田忠司, 長岡英司, 岡田伸一, 視覚障害者のインターネット利用状況とその課題—ユーザー調査と PDF 文書のアクセシビリティ—, ヒューマンインタフェース学会論文誌 6(1), 2004, 139-146.

藤芳衛, 渡辺哲也, 視覚障害情報処理技術の最新動向(2003年), 視覚障害, 190, 2004, 39-54.

棟方哲弥・船城英明・中村均, アクセシビリティに配慮した Web 教材コンテンツ開発事例, 国立特殊教育総合研究所研究紀要第 30 巻, 2003, 151-163.

大杉成喜・金容漢, 日韓の特殊教育における情報化の現況と方向性(韓国語), 韓国特殊教育院・特殊教育研究, 第 9 巻 2 号, 2003.

渡邊章, 特殊教育におけるテレビ会議システムの利用, 発達 91 号, 2002, 18-24.

#### 口頭発表

棟方哲弥, 大内 進, 小野龍智, 渡辺哲也, 渡邊正裕, 中村 均, デジタルアーカイブのアクセシビリティ向上を目的とした力覚ディスプレイ応用システムの開発, 電子情報通信学

会研究会(ET), 2005-11-19.

棟方哲弥, 教育におけるアクセシブル・デザイン, 第2回韓国特殊教育情報化大会 I Tカンファレンス予稿集, 2004, 39-62.

大杉成喜, 韓国の特殊教育における情報通信技術活用の現況, 日本教育工学会大会発表論文集, 2002.

Ohuchi Makoto, Iwaya Yukio, Suzuki Yôiti, Munekata Tetsuya, Prototyping of Sound VR Game for Children with Visual Impairment, Proceeding of the poster session on Utilization of ICT and educational support for children with disabilities, Japan, 2003, 39.

#### 出版物

中村 均, 科学研究費補助金(基盤研究(A))「特殊教育用ブロードバンド対応コンテンツと高度アクセシビリティ支援ツールの開発」研究成果報告書, 2006-3.

棟方哲弥, テクノロジーを利用した障害児教育の海外事情, 21世紀テクノロジー社会の障害児教育, 渡部信一編, 学苑社, 2004, 127-143.



# 論文編

## 掲載論文等

棟方哲弥・船城英明・中村均, アクセシビリティに配慮した Web 教材コンテンツ開発事例, 国立特殊教育総合研究所研究紀要第 30 巻, 2003, 151-163.

小野龍智・渡邊正裕・磯田真一, 米国におけるアシスティブ・テクノロジーセンターと大学の障害学生サポートプログラムについての報告, 世界の特殊教育 18, 2004, 41-49.

棟方哲弥, 教育におけるアクセシブル・デザイン, 第 2 回韓国特殊教育情報化大会 I T カンファレンス予稿集 (韓国語), 2004, 53-62.

棟方哲弥, 特別な教育的ニーズのある児童生徒のための ICT を活用した教材・教具の開発と普及, リハビリテーション・エンジニアリング, 20(3), 2005, 34-38.

棟方哲弥, 大内 進, 小野龍智, 渡辺哲也, 渡邊正裕, 中村 均, デジタルアーカイブのアクセシビリティ向上を目的とした力覚ディスプレイ応用システムの開発, 電子情報通信学会研究会(ET), 2005-11-19 (口頭発表資料 PPT) .

## 関連新聞記事等

教育医事新聞 (平成 16 年 4 月 25 日) 「障害のある児童生徒対象に I C T 活用の教材・教具開発」

日本教育新聞 (平成 17 年 10 月 17 日) 「ロボット活用し国語の授業」



(技術報告)

# アクセシビリティに配慮したWeb教材コンテンツ開発事例

ー特殊教育学習ソフトウェアコンクール入選作品のWeb教材化と

アクセシビリティ機能の付加についてー

棟 方 哲 弥 ・ 船 城 英 明\* ・ 中 村 均

(情報教育研究部・学研デジタルコンテンツ事業部\*)

**要旨：**平成13年度文部科学省教育用コンテンツ開発事業で公開された「特別支援教育に役立つWeb教材コンテンツ<sup>注1</sup>」について、その特徴となっている種々のアクセシビリティ機能と、これらを実現させた開発の経緯について報告した。

それぞれのWeb教材について、「キーボードナビゲーション<sup>注2</sup>機能」、「スキャン入力機能」、「音声ガイダンス」などのアクセシビリティ機能を中心に説明し、合わせてアクセシビリティ機能を有効に活用するための操作環境に触れた。

最後に、Web教材化の過程で得られた知見についてまとめ、教材と一体になったアクセシビリティ機能について若干の考察を加えた。

**見出し語：**教育用コンテンツ，WWW，アクセシビリティ，教育の情報化，特殊教育

## I はじめに

ネットワーク上に置かれる教材ソフトウェアやデータを教育用コンテンツと呼ぶ。

本稿で述べる特別支援教育に役立つWeb教材コンテンツは、文部科学省教育用コンテンツ開発事業によるものである。教育用コンテンツ開発事業はコンピュータ等のハードウェア面での急速な整備と合わせて「教育の情報化」を牽引する車の両輪に位置付けられる。

ミレニアム・プロジェクト「教育の情報化」によって、平成17年度を目標に、全ての公立小中高学校等が、各学級の授業においてコンピュータを活用できる環境が整備されることとなった<sup>10) 2) 3) 4) 5)</sup>。これは「情報教育」が盛り込まれた学習指導要領が平成14年度から完全実施されるための基盤整備であることに加えて、現代の学校教育が抱える問題<sup>注3</sup>にコンピュータやインターネットを使って応えよ

うとする「教育の情報化」<sup>10)</sup>を実現させる目的があった。

上述したハードウェアの充実と合わせて、文部科学省は、開発事業等によって教育用コンテンツの開発・普及を推進することとなり、特殊教育の分野もその中に含まれることとなった。

特殊教育の情報教育を進めるために支援機器の研修や支援体制の整備が重要であるとされる<sup>9)</sup>。小学校・中学校・高等学校と同様に通常のハードウェア面とソフトウェア面の充実に加えて、障害に応じたスイッチやインターフェースの整備など、情報機器へのアクセスの確保が必要となる。

このような障害のある子どものアクセシビリティの確保は、世界共通の課題である。米国では、UDL：Universal Design for Learning（学習におけるユニバーサルデザイン）<sup>注4</sup>が提唱されている<sup>13)</sup>。これは、全ての教材にアクセシビリティ機能等を付けることにより、障害のある子と、そうでない子、全ての子たちに有効な教材が提供できるという

<sup>注1</sup>：特別支援教育のためのWeb教材コンテンツ開発チーム（代表者：中村 均 情報教育研究部長）として、平成13年11月6日付け13諸文科初第728号で委嘱を受けたプロジェクトである。

<sup>注2</sup>：マウス操作のkeyboard equivalents等とも呼ばれ、その起源はウイスコンシン大学が提唱するEZ accessと考えられる。マイクロソフト社ではフォーカスの移動にTabとShift+Tabを、確定にEnterを用いる<sup>6)</sup>。

<sup>注3</sup>：文部省学習情報課（当時）（2000）は、「学級崩壊」等の現代の学校教育が抱える問題の原因の一つに、授業についていけない子どもたちの割合が、小学校で7割、中学校で5割、高校で3割といった現状<sup>10)</sup>があるとして、分かる授業の実現のためにコンピュータやネットワークを使用する必要があるとした。

<sup>注4</sup>：このUDLには以下の三つの具体的な観点がある。1）情報の多角的な提供手段の確保（Multiple Representation of Information）、2）表現手段や操作方法の複数オプションの提供（Multiple Options for Expression and Control）、3）学習への取り組み方法や内容の多様性の確保（Multiple Options for Engagement）。

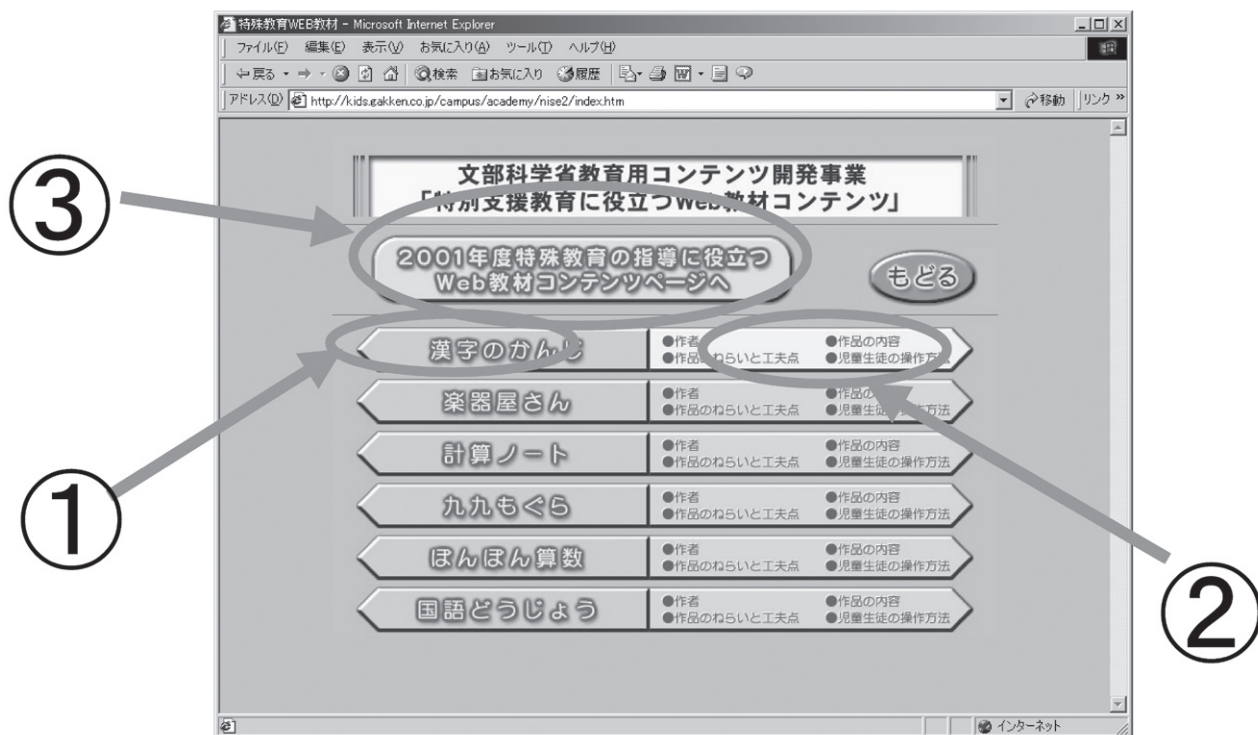


図1 特別支援教育に役立つWeb教材コンテンツのメニュー画面

考え方である。

Web教材コンテンツに、アクセシビリティに配慮した機能を付加するという考え方はこのUDLの考え方に一致する。

さまざまな児童生徒のニーズに応ずる教材を用意することは、実際上は難しいが、わが国における特別支援教育の進展を考える時、UDLの視点による教材開発が、今後、強く求められると考えられる。その意味で、特別支援教育のためのWeb教材コンテンツにおいてアクセシビリティに配慮した機能を実現する意義は大きい。

## II 目 的

本報告では、平成13年度文部科学省教育用コンテンツ開発事業で公開された「特別支援教育に役立つWeb教材コンテンツ」の特徴となっている種々のアクセシビリティ機能について、これらを実現させた経緯を含めて報告する。

また、そこから得られた知見と今後の課題についてまとめる。

## III 平成13年度文部科学省教育用コンテンツ開発事業で公開された「特別支援教育に役立つWeb教材コンテンツ」の概要

平成13年度文部科学省教育用コンテンツ開発事業では、障害児教育財団が行ってきた特殊教育学習ソフトウェアコンクール<sup>注5</sup>入選作品のうち、軽度の障害のある児童生徒の指導に役立つ学習ソフトウェアをWeb上で表示できるように再開発を行った。この際、児童生徒の学習上の困難を軽減するためのアクセシビリティ機能を付加することで、より多くの児童生徒の学習に利用できるよう配慮した。

図1は、特別支援教育に役立つWeb教材コンテンツのメニュー画面である。

各教材群へのリンク（図1の①）におけるリンクの様子を示している。メインのページから、別の教育用コンテンツへ（図1の③）、ならびにコンテンツの説明文、指導案（図1の②）にリンクが作られている。

各教材コンテンツは、Web上で利用可能なように、Flashあるいは、Shock Waveといったデータに変換したものであ

<sup>注5</sup>：特殊教育諸学校や特殊学級の教職員が日常の教育活動の中で行うコンピュータを用いた学習用ソフトウェアの開発を推進し、障害のある児童生徒のための新しい教育方法の発展に資するために平成2年度から開始され平成13年度に第11回となった。入選作品の著作権は障害児教育財団に帰属するとされる。



表1 特別支援教育のためのWeb教材コンテンツ内容一覧

| 作 品 名     | 内 容 (ねらい)                                                                                                        | 作 者 名                               | 備 考                                                        |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1. 漢字のかんじ | 軽度の障害の児童生徒用。アニメーションを通して漢字の持つ楽しい雰囲気を味わってもらう。                                                                      | 清水一郎 (山口県立岩国養護学校：制作当時)              | 第6回特殊教育学習用ソフトウェアコンクール入賞                                    |
| 2. 楽器屋さん  | 肢体不自由の養護学校では音楽の授業などで合奏をする場合には、生徒の障害の状況に合わせて楽器を改良するなどの工夫が必要である。そこで、その工夫のひとつとして手軽なスイッチ入力で音が出せるようにした。               | 教育機器係 代表者 大畑輝明<br>(埼玉県立宮代養護学校：制作当時) | 第2回特殊教育学習用ソフトウェアコンクール銅賞                                    |
| 3. 計算ノート  | 肢体不自由である児童生徒は、自分の力で書くことが困難である。それを補うために、文章用にはワープロがすでに活用されている。そこで、筆算用のノートを提供した。                                    | 加瀬 奨 (神奈川県立第二教育センター：制作当時)           | 第1回特殊教育学習用ソフトウェアコンクール大賞                                    |
| 4. 九九もぐら  | 友達と対戦することにより競争心を持たせ、自分の計算力を高めようとする態度を養うこと。遊び感覚で楽しみながら計算を繰り返し行うこと。繰り返すことにより、計算力を高めることをねらいとした。                     | 酒井瑞雄 (高知県立山田養護学校：制作当時)              | 第7回特殊教育学習用ソフトウェアコンクール入賞 (第9回に改良した「対戦型暗算deもぐらたたき」で入賞)       |
| 5. ぼんぼん算数 | 10以下の個数をきちんと数えられない児童に数え方を示すことで、数え方の習熟をはかること。数詞と数字、キャラクターの個数とマッチングを学習する。右と左に示されたキャラクターの数の多い少ないをすばやく数え、判断する練習をさせる。 | 高橋寿昌 (宮城県立利府養護学校：制作当時)              | 第5回特殊教育学習用ソフトウェアコンクール (ロボ君のぼんぼん算数として、ロボ君のぼんぼん国語と合わせて大賞を受賞) |
| 6. 国語道場   | 助詞の使い方の定着と話し方の練習を学ぶ。                                                                                             | 高橋寿昌 (宮城県立利府養護学校：制作当時)              | 第4回特殊教育学習用ソフトウェアコンクール大賞                                    |

注) 内容、作者の覧は、「特別支援教育のためのWeb教材コンテンツ」に掲載された記述を修正した。

る。その際に、データの殆どを製作し直したものと、音声データ等の限られた部分を高品質のものに差し替えるなど、部分的に作り替えたものがある。本論で報告するアクセシビリティ機能は、全コンテンツに対して、新たに加えられたものである。

コンテンツ群の一覧は、表1のとおりである。

#### IV 特別支援教育に役立つWeb教材コンテンツに用意されたアクセシビリティに配慮した特別な機能

本教材コンテンツは、その特色として、それぞれの教材の操作において、運動障害、視覚障害、学習障害等に配慮した機能を有している。具体的には「キーボードナビゲーション機能」、「スキャン入力機能」、「音声ガイダンス」などのコンテンツ共通の機能と「白黒反転モード」など教材と一体になったアクセシビリティ機能である。

図2は、スキャン速度の変更機能である。これは各ボタンへのフォーカスの停留時間の設定である。学習者は、この設定された時間内に、必要な項目を選択し、押しボタンスイッチ等を押さなければならない。当然のことながら、

利用する児童生徒の状態に合わせて、この速度を設定する必要がある。

メニュー画面から、スキャン機能を選択する(図2の①)と、スキャンスピードの選択画面(図2の②)になる。ここでは「ゆっくり」から「はやい」までの4段階の速度を選択させるようにした。実際の停留時間は、それぞれ0.5秒、1秒、2秒、3秒とした。一方、実際にスキャンしている場合、画面上のどこにフォーカスがあるのか、操作者が容易に確認できる必要がある。一般に、Webブラウザには、キーボードナビゲーション機能が付加されているが、通常、このフォーカスがどこにあるのか、視覚的に確認が困難であると言われる。今回は、画面上のフォーカスのあるボタンを動きのある大きな矢印で指し示す手法を用いることとした(図6から図8までに見える矢印記号部分)。

図3は、通常のマウス操作機能(図中の「マウスクリック」(図3の①))、キーボードナビゲーション機能(図3の②)、スキャン機能(図3の③)を選択する場面である。キーボードナビゲーション機能を選択すると、Tabキー(図4の①)で、画面上で右、あるいは下方向へのフォーカスの移動、Shift + Tabキー(図4の②)で、その逆方向のフォーカスの移動、さらに、Enterキー(図4の③)で確定

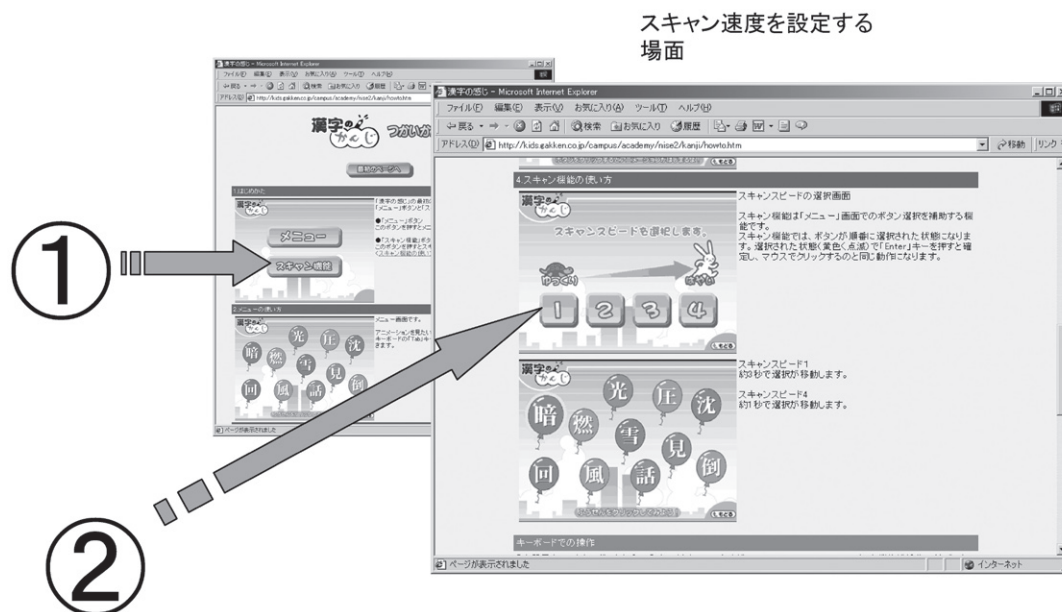


図2 特別支援教育のためのWeb教材コンテンツに埋め込まれたアクセシビリティ機能 (その1)

入力となる。

本コンテンツ群は、通常のマウスやキーボードによる操作が可能であるが、キーボードナビゲーション機能とスキャン入力機能を有しており、押しボタンスイッチや各種のセンサースイッチとインターフェースを利用することで、随意運動が可能な身体部位を有する児童生徒であれば、

コンテンツを利用することができる。図4は、コンテンツのアクセシビリティ機能を有効に利用するために必要な機器整備例である。表2は、操作スイッチあるいはセンサーとインターフェースの具体例と、それらを入手するために必要なURL等を記述した。

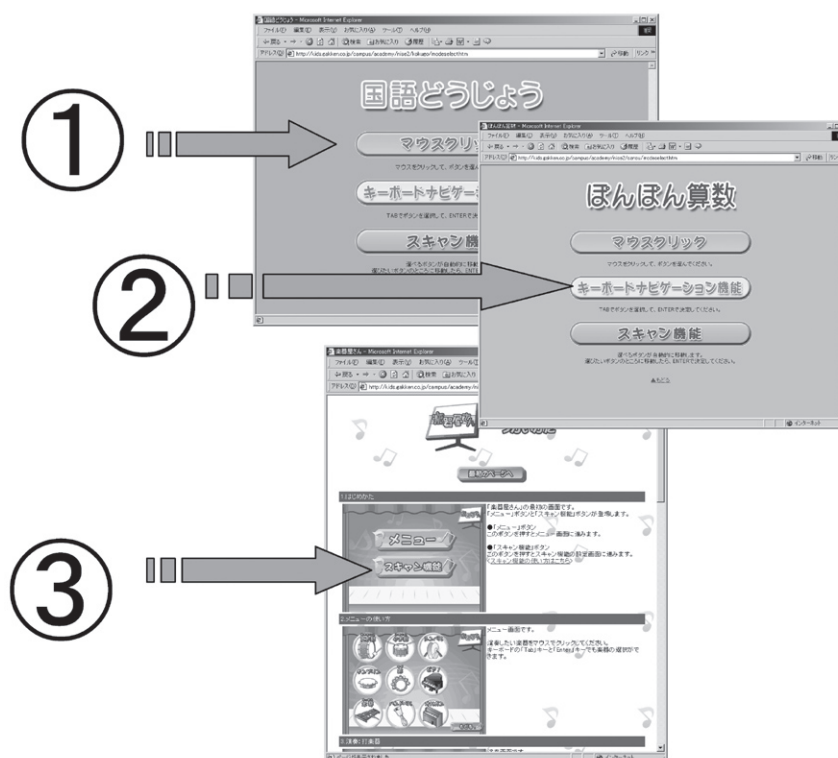


図3 特別支援教育のためのWeb教材コンテンツに埋め込まれたアクセシビリティ機能 (その2)

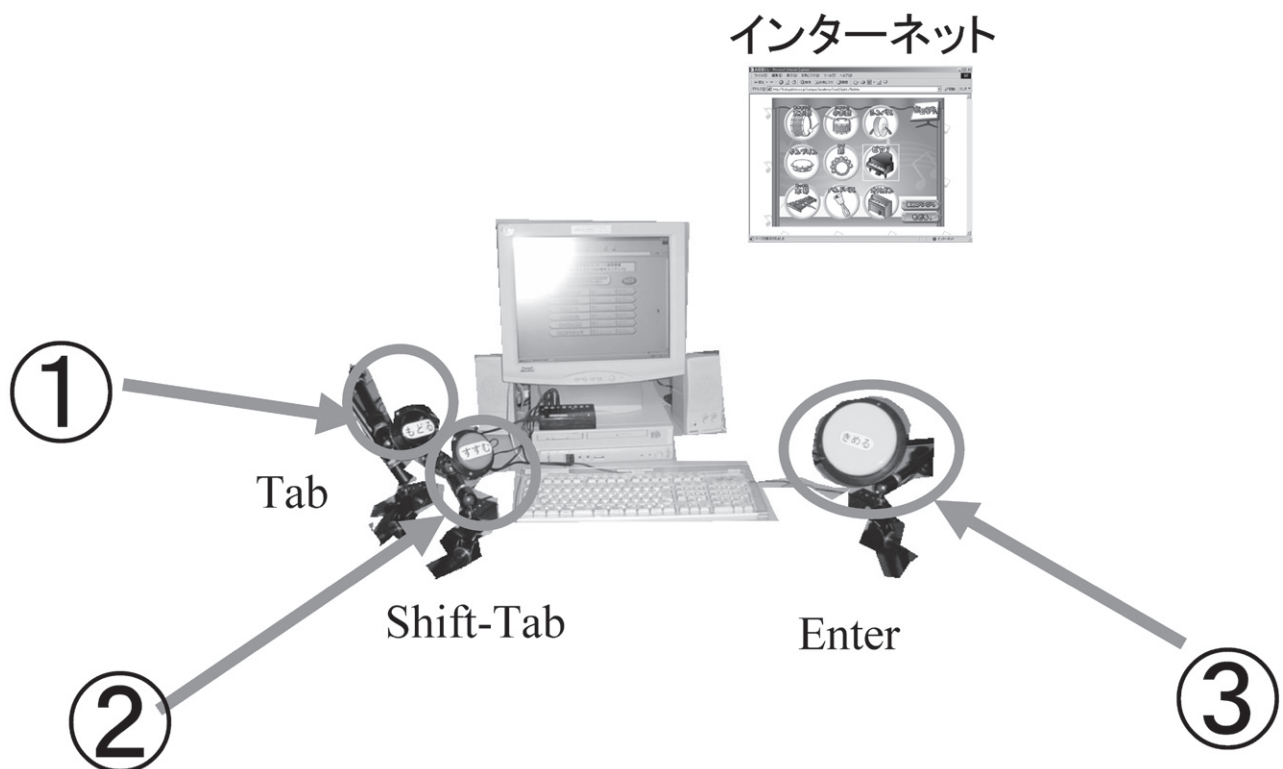


図4 特別支援教育のためのWeb教材コンテンツ全体の学習用端末システム例

図5は、主として弱視の児童生徒を対象とした黒白反転画面の様子である。これは眩しさを感じる児童生徒のために、画面上の輝度を低くおさえる働きがある。Windowsをはじめ、オペレーションシステム（以下、OS）自体が画面の白黒反転を持つようになっている。しかしながら、教材コンテンツ（本例はFlashによる。）では、画面の1枚、1枚を画像ファイルで構成する。この場合には、OSレベルの機能では、教材の実行場面の白黒反転を行うことができない。

したがって、通常の画像（図5の①）と、白黒反転した画像を使った教材コンテンツを、2種類用意することで、この問題の解決を図ろうとした（図5の②）。

以下、Web教材コンテンツ群を個々に解説する。

### 1. 漢字のかんじ（図6）

「漢字のかんじ」のオリジナル作品はHyperCardで作成されており、モノクロであった。Web化にあたっては、オリジナルが持つ、アニメーションを通して漢字の持つ楽しい

表2 コンテンツ使用環境構成の例

| 分類名        | 名称           | 利用する機能                          | メーカー等                                                                                                                                                   | 備考                                                                                                                        |
|------------|--------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| インターフェース   | Wing-SK      | Tab/Shift-Tab+Enter             | <a href="http://www.nise.go.jp/research/kogaku/Wing-SK.html">http://www.nise.go.jp/research/kogaku/Wing-SK.html</a>                                     | USB版は,<br><a href="http://www5.wind.ne.jp/ja1syk/wing-usb/index.htm">http://www5.wind.ne.jp/ja1syk/wing-usb/index.htm</a> |
|            | ねずみくんのクリック   | Tab/Shift-Tab+Enter             | <a href="http://isweb37.infoseek.co.jp/school/meskanto/nezukuri/nezukuri.html">http://isweb37.infoseek.co.jp/school/meskanto/nezukuri/nezukuri.html</a> |                                                                                                                           |
|            | なんでもスイッチボックス | Tab/Shift-Tab+Enter             | <a href="http://www.ttools.co.jp/product/anysw.html">http://www.ttools.co.jp/product/anysw.html</a>                                                     | テクノツール製                                                                                                                   |
| センサー・スイッチ類 | ジェリービーンスイッチ  | ごく軽い力で動作する押しボタンスイッチにより出力をOnにする。 | 例えば,<br><a href="http://www.kokoroweb.org/chap26/kr26d01.html">http://www.kokoroweb.org/chap26/kr26d01.html</a>                                         | 上記のインターフェースに接続する。ごく短いOn-Offを行う。                                                                                           |
|            | 瞬きスイッチ       | 瞬き、僅かな体の動きを感じて、出力をOnにする。        |                                                                                                                                                         |                                                                                                                           |
|            | 呼気スイッチ       | 一定量の呼気、あるいは吸気を感じて、出力をOnにする。     |                                                                                                                                                         |                                                                                                                           |

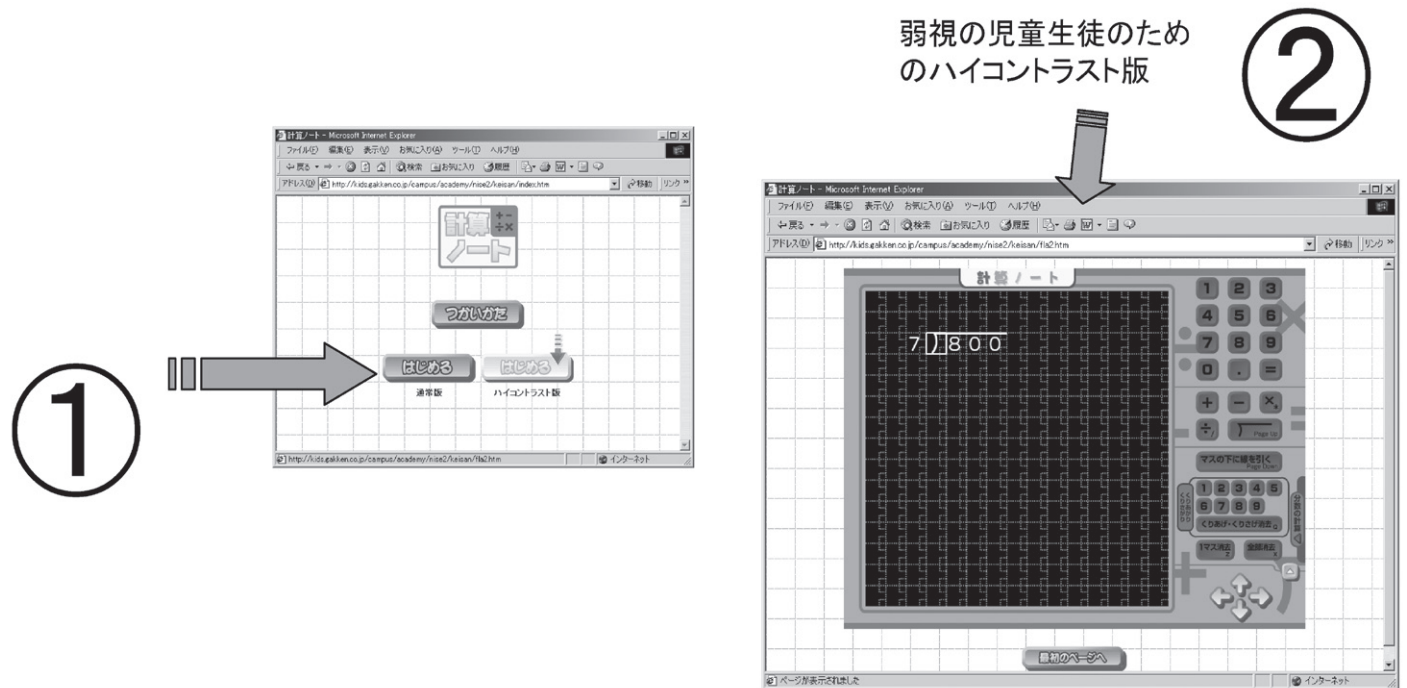


図5 特別支援教育のためのWeb教材コンテンツに埋め込まれたアクセシビリティ機能 (その3)



図6 特別支援教育のためのWeb教材コンテンツ (漢字のかんじ)



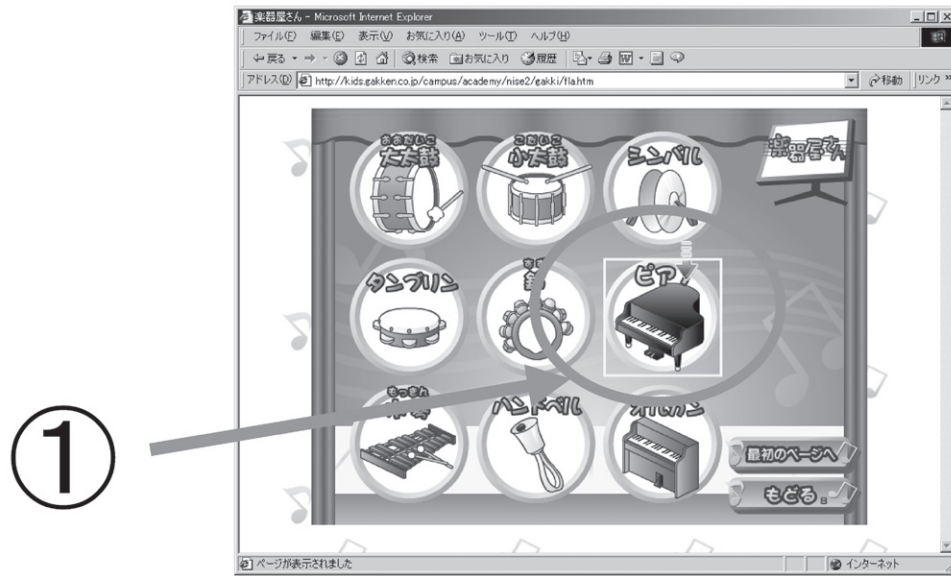


図7 特別支援教育のためのWeb教材コンテンツ (楽器屋さん)

雰囲気味わってもらふこと良さを活かしながら、カラー化とアクセシビリティ機能の付加、さらに、音訓の読みの確認ページを追加するなど改良を加えた。具体的には、通常のマウス選択とスキャン機能、キーボードナビゲーション機能を選択可能 (図6の①) とした。また、各ボタンを読み上げる音声ガイド機能を付加した。

## 2. 楽器屋さん (図7)

「楽器屋さん」のオリジナル作品はMSXパソコン用に作

成されており、楽器数は、3つであった。制作の意図は「肢体不自由の養護学校では音楽の授業などで合奏をする場合には、生徒の障害の状況に合わせて楽器を改良するなどの工夫が必要である。その工夫のひとつとして手軽なスイッチ入力で音が出せるようにした。」<sup>16)</sup> というものであった。Web化にあたり、9種の楽器とし、打楽器系では、それぞれに単音ボタンとアクセント (連打) ボタンを付け、音程を持つ楽器では、それぞれに各音を演奏できるように工夫した。通常のマウス操作、キーボードによる音階の演奏に

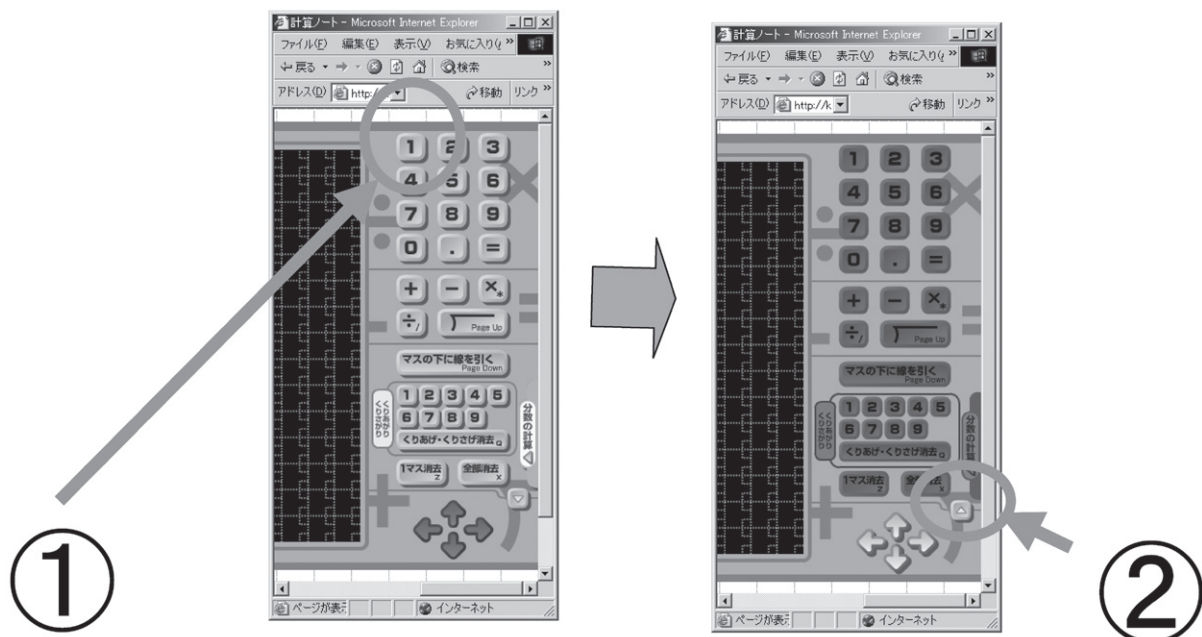


図8 特別支援教育のためのWeb教材コンテンツ (計算ノート)

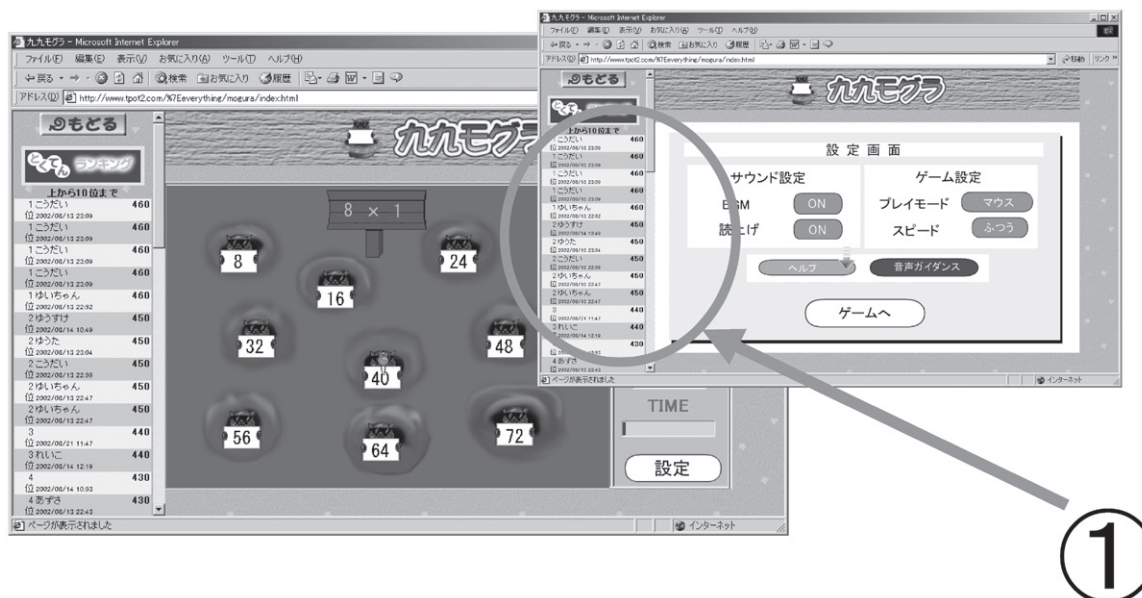


図9 特別支援教育のためのWeb教材コンテンツ (九九もぐら)

加えて、スキャン機能とキーボードナビゲーション機能(図7の①)が付加してある。

### 3. 計算ノート (図8)

「計算ノート」のオリジナル作品は、NEC PC9801用に製作されたもので、ウレタンフォームと押しボタンスイッチで製作した特別な入力装置がセットになっていた。制作の意図は「肢体不自由ある児童生徒は、自分の力で書くことが困難である。それを補うために、文章用にはワープロがすでに活用されている。そこで、筆算用のノートを提供した」<sup>16)</sup> というものであった。

Web化にあたっては、上記のオリジナル作品のねらいをもとに、全く新たに開発を行った。図8に見えるボタン類は、オリジナルの入力装置の代替機能として付加された。繰り上げの数字や小数点、分数の加減乗除の記号の表示を可能にするようにグリッドを設定した。また、入力操作を極力少なくするように、数字や記号の入力(図8の①)の後に必ずカーソルキーの選択ができる(図8の②)ようにした。プログラム言語としてFlashを用いたが、この言語では、上記のようなボタンのスキャンの順番を制御することができない。ここでは、仮想のページを用意して表示させることで、この問題を回避してある。入力の手数を少なくする工夫として、他に、数字を入力した後で、筆算のわり算記号を選択すると、文字列の長さに合わせて自動的に水平線が引かれるオリジナル作品の機能を実現した。

### 4. 九九もぐら (図9)

「九九もぐら」の制作の意図は「友達と対戦することによ

り競争心を持たせ、自分の計算力を高めようとする態度を養うこと。遊び感覚で楽しみながら計算を繰り返し行うこと。繰り返すことにより、計算力を高めることをねらいとした。」<sup>16)</sup> というものであった。

図9の右上は、ゲームの設定画面であり、Web化で新たに付加した機能は、プレイモードの選択機能と音声ガイダンス機能である。通常のマウス操作に加えて、キーボードナビゲーション機能が利用できる。また、より学習効果を上げるために正解時に、その九九の読み上げ機能を付加した。また、キーボードナビゲーション利用時に、選択された答えの数字を読み上げるようにした。オリジナル作品において、LAN機能を使った対戦機能は、インターネット上でのサーバーへの付加を最小限にするために、得点ランキング(図9の①)へと変更した。さらに、オリジナルにおいて、ある一定時間にモグラを叩けなかった場合に、モグラが画面上を自由に逃げ回るプログラムであったものを、逃げるモグラが次第にスピードを落として、最後は止まって待つように、また、キーボードナビゲーションを使っている場合には、逃げるモグラを追わずとも、確定キーで捕まえられるようにした。

### 5. ぼんぼん算数 (図10-1と図10-2)

「ぼんぼん算数」のオリジナル作品はFM-TOWNS用に制作されたものであった。「おいしいのどっち」と「かぞえてみよう」という二つのプログラムからなっている。制作の意図は「10以下の個数をきちんと数えられない児童に数え方を示すことで、数え方の習熟をはかること。数詞と数字、キャラクターの個数とのマッチングを学習する。右と左に



図10-1 特別支援教育のためのWeb教材コンテンツ (ぽんぽん算数)

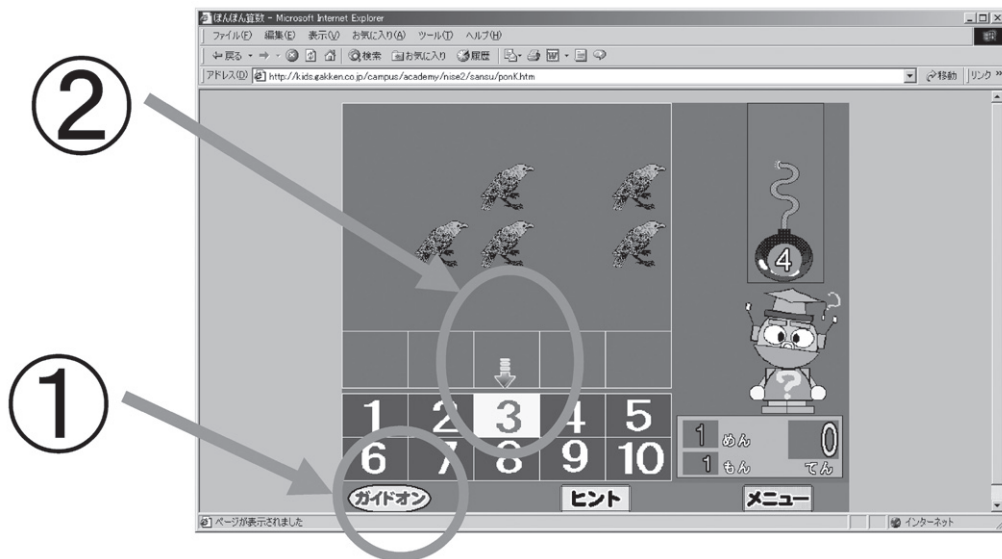


図10-2 特別支援教育のためのWeb教材コンテンツ (ぽんぽん算数)

示されたキャラクターの数の多い少ないをすばやく数え、判断する練習をさせる。」<sup>16)</sup> というものであった。

Web化では、音声データを差し替え、スキャン機能とキーボードナビゲーション機能と音声ガイド機能を付加した内容とした。矢印（図10-1の①）がメニュー項目を順次に移動し、学習者は、この矢印の位置によって、選択されている項目を確認する。図10-2は「かぞえてみよう」の画面である。学習者は、矢印（図10-2の②）の手がかりを使って、数字を選択する。矢印が、数字の他に「ヒント」等のメニュー部分に移動することで、学習者は、用意された教材の機能、すなわち音声ガイドの切り替え、ヒント、メニューを1個から3個のボタンで操作することができ

る。図10-2の①は、数字やメニューを音声で読み上げる機能を選択するボタンである。

## 6. 国語道場（図11-1と図11-2）

「国語道場」のオリジナル作品はMSXパソコン用に制作され、後に作者によりFM-TOWNS用に移植されていた。後者からデータを移植して教材をWeb上で実行可能な状態を再現した。

制作の意図は「助詞の使い方の定着と文の話し方の練習を学ぶ。」<sup>16)</sup> というものであった。

付加された機能は、「ぽんぽん算数」と同じく、音声データを差し替えたこと、スキャン機能とキーボードナビゲー

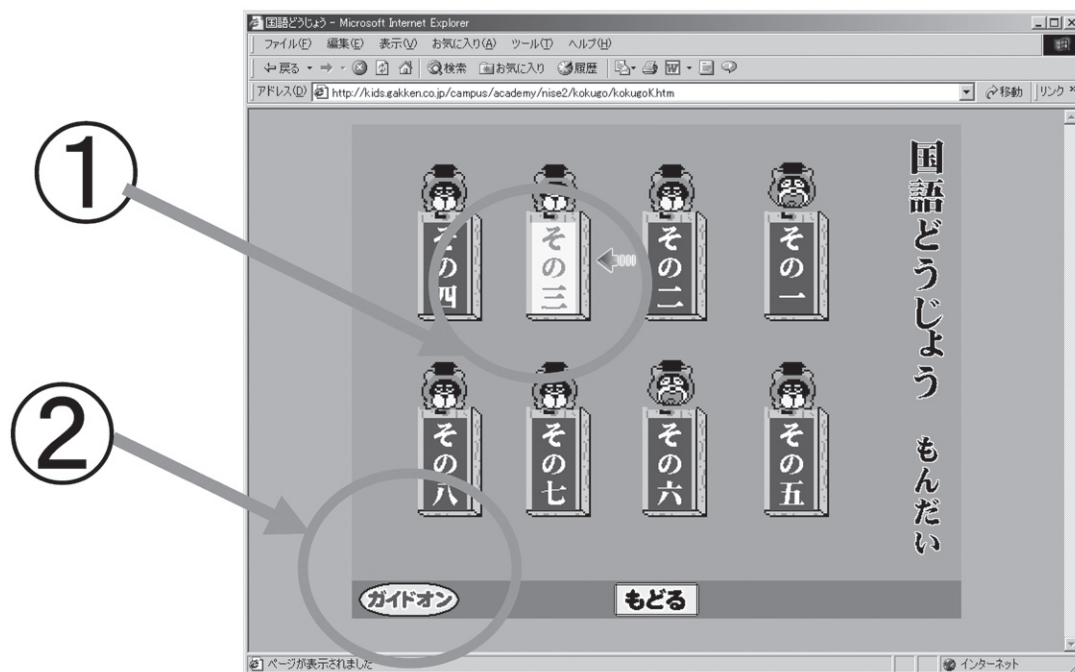


図11-1 特別支援教育のためのWeb教材コンテンツ (国語どうじょう)

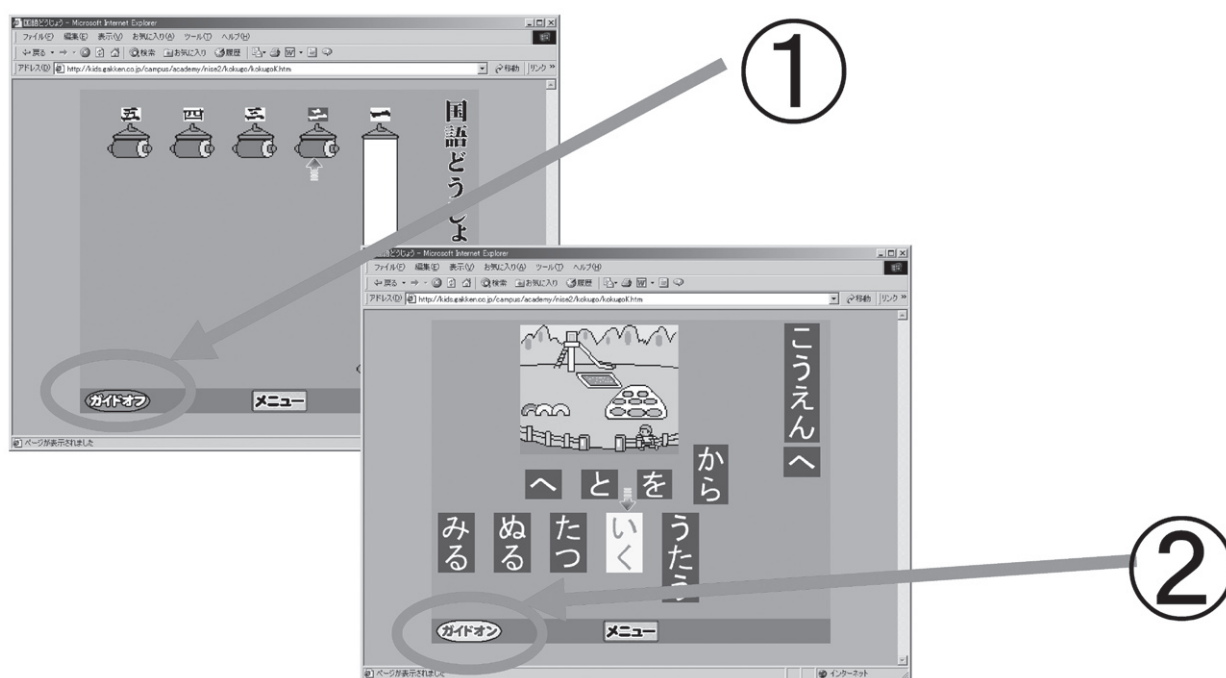


図11-2 特別支援教育のためのWeb教材コンテンツ (国語どうじょう)

ション機能、音声ガイド機能（図11-1の②）を付加したことである。スキャン機能とキーボードナビゲーション機能を使用する際には、画面上に矢印（図11-1の①）を表示して、その時点で選択されている項目の位置を示すようにした。また、図11-2は、音声による項目名の読み上げを実行している状態（図11-2の①）と実行していない状

態（図11-2の②）を示している。

その一方、オリジナル作品には学習者の声を録音して、再生して聞かせる機能があったが、Web化の際に「はなしてごらん」といった後に、ある一定の時間を空けて「よくできました」等のフィードバックを与える形に変更を余儀なくされた。



## V アクセシビリティ機能を有するWeb教材の制作によって得られた知見

開発の過程で以下のことがらが示された。

1. ブラウザを使用する環境におけるマウスのクリックによる確定プロセスと、Enterキーによる確定プロセスの動作が異なっており、このことがWeb教材コンテンツ製作において大きな障壁になり得ること。

Enterキーの確定では、確定と同時に、そのボタンへのフォーカスがはずれるように設定されている。これは、例えば、Webページなどにおける契約作業などにおいて、Enterキーで確定入力をさせた場合に、不必要に、2度、3度と同じ内容が送信されないようにとの配慮と考えられる。

一方、マウスのクリック操作では、フォーカスが外れることがない。このことが、Enterキーを使って、ボタンを操作し、楽器を演奏させる「楽器屋さん」のキーボードナビゲーション機能の開発過程で課題となった。

学習者が、同じ楽器を連続して演奏しようとした際に、一回目の演奏のあと、ボタンのフォーカスがはずれてしまうという不都合が生じた。

このように、確定機能の違いにより、マウスを操作できる使用者にとって、操作上の問題とならない場合でも、キーボードナビゲーション機能にたよるユーザにとって、不適切となる場合があることが示された。

今回のプログラミングでは、標準で用意されているボタンを使わずに、別の機能を持つ部品を作成するという工夫により、これを回避したが、今後、OSレベルでの検討が必要となる大きな問題と考えられた。

2. 教材コンテンツでは、画面の1枚、1枚を画像ファイルで構成するため、教材の実行場面の白黒反転を行うためには、OSレベルの反転機能では充分でないこと。

3. 画面上に多数のボタンを配置した場合には、走査順序を任意に設定するためには、プログラミングの工夫が必要であること。

「計算ノート」では、操作手数を最小限にするために、数字キーを入力した後に、必ず、方向キーが入力可能となる必要があった。通常のボタンを使用すると、システムによって自動的に走査順序が決定されてしまうため、本コンテンツでは、複数のページを組み合わせることで、見かけ上、走査順序を自由に制御可能とした。

上記に加えて、画面上のフォーカスのあるボタンの位置を「動きのある大きな矢印」で指し示す手法は、今後とも活用されるべきノウハウであると考えられた。

## VI 考 察

本報告では、教材に一体となったアクセシビリティを実現するアプローチを用いたが、その他のアプローチの方法としてWindowsのユーザ補助機能など、OSレベルで提供されるアクセシビリティ機能がある。

OSレベルのアクセシビリティ機能は、一般的に、そのOS上で動作するアプリケーションの全てに適用されるが、「計算ノート」の再開発のプログラミングにおいて課題となったように、背景まで含めた教材実行画面を特定の画像データで構成するFlash等のコンテンツ開発ツールを用いた教材においては、その例外となり、OSで提供される画面上の黒白反転が機能しない。また、OSとインターネットブラウザなどの市販のアプリケーションで提供されるキーボードナビゲーション機能により、障害に応じたスイッチ等によるコンピュータの操作が可能になるが、選択中のボタンやリンクの位置を示す機能は、ボタン等の外枠線の色が変化するのみとなる。これを判別することが困難な児童生徒にとっては、「漢字のかんじ」をはじめとする本コンテンツで工夫された「比較的大きな動きのある矢印」等を付加する必要があるだろう。

また、障害のある児童生徒が利用する教材におけるアクセシビリティの配慮においては、教材の中身や、指導のポイント、あるいは操作の段取りを把握して行うことが効果的であると考えられる。

たとえば「九九もぐら」において、逃げるモグラが、徐々にスピードを緩めて、一点に留まって子どもに捕まる、あるいは、位置を正確に追って捕まえないとも、ボタンの確定入力でモグラを捕獲することができるような機能は、コンテンツに依存するアクセシビリティ機能であり、OS等で実現できるものではない。

このような先行例として、Wiggle Worksというソフトウェアがある。これは米国でUDLを提唱するCASTがアイデアを提供し、大手出版社であるScholastic社が教材ソフトウェアを開発したものである。

このソフトウェアは、通常学校で読みを学習する際の総合的な教材であり、統合教育を想定し、障害のある児童生徒が教材を利用可能なようにアクセシビリティ機能を教材に合わせて埋め込まれている。

具体的には、体不自由の児童生徒に対するスキャン機能、オンスクリーンキーボード機能、弱視の児童生徒への拡大文字表示、文字カラー反転、ボタンの読み上げ機能、読みの障害のある児童生徒のための、単語を個別に読み上げるモード、学習すべき単語を個人の一覧として保存して必要に応じて利用可能な機能、自分で絵を描き直して印刷する機能、英語が母国語でない子どもに、ゆっくり読みきか

せる機能等を有していた<sup>14)</sup>。

Wiggle Worksの特色は、開発の当初から、障害のある児童生徒を含めて、多様な学習者の存在に配慮している点と考えられる。

このようなUDLの理念は、今回のWeb教材コンテンツの開発過程で得られた知見と合わせて、今後の、特別なニーズのある児童生徒を含む、全ての児童生徒のための教材開発に応用される必要があると考えられる。

**謝辞：**教育用コンテンツ開発事業では、特殊教育学習ソフトウェアコンクールの入賞作品をアクセシビリティに配慮して再開発を行いました。ここに、再開発を快諾頂いたオリジナル作品の作者の方々に御礼申し上げます。

また、開発と評価にあたっては、企画会議委員、開発チーム、評価チームの多くの先生方、文部科学省をはじめとする関係各位にお世話になりました。甚大な謝意を表します。

## 文 献

- 1) CAST: Center for Applied Special Technology: <http://www.cast.org/>.
- 2) 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部（内閣IT戦略本部）: e-Japan戦略, [http://www.kantei.go.jp/jp/it/network/dai1/pdfs/s5\\_2.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/it/network/dai1/pdfs/s5_2.pdf), 2001a.
- 3) 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部（内閣IT戦略本部）: e-Japan重点計画, <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/010329honbun.html>, 2001b.
- 4) 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部（内閣IT戦略本部）: e-Japan2002プログラム, <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/010626.html>, 2001c.
- 5) 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部（内閣IT戦略本部）: e-Japan重点計画-2002, <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/020618honbun.pdf>, 2002.
- 6) マイクロソフト: キーボードユーザーインターフェイス設計のガイドライン, MSDN ONLINE アクセシビリティ, 2002.
- 7) Meyer, A., Rose, D.: Learning to Read in the Computer Age, Brookline Books, Cambridge, MA, 1998.
- 8) Microsoft Co. Ltd: Synchronized Accessible Media Inter Exchange Caption & Audio Description, <http://www.microsoft.com/japan/enable/products/multimedia.htm>, 1999.
- 9) 文部科学省: 情報教育の実践と学校の情報化—新「情報教育に関する手引」—, 2002.
- 10) 文部省学習情報課: 「ミレニアム・プロジェクト」により転機を迎えた「学校教育の情報化」—「総合的な学習」中心から「教科教育」中心へ—, 2000.
- 11) 棟方哲弥: 北米における特殊教育の教育工学支援の実際 (2) —CAST (Center for Special Applied Technology)の活動について—, 世界の特殊教育, Vol. XVI, 45-46, 2002.
- 12) 棟方哲弥, 中村 均, 詫間晋平: 障害児学習用コンピュータソフトウェアの情報提示様式の分析, 国立特殊教育総合研究所研究紀要, Vol. 23, 37-45, 1996.
- 13) Rose, David: Universal Design for Learning, Journal of Special Education Technology, Vol. 15, No. 1, 67-70, 2000.
- 14) Scholastic: Wiggle Works, CD-ROM, 1993.
- 15) 特殊教育用Web教材ならびにWeb教材障害対応評価ツール開発チーム: 特殊教育の指導に役立つWeb教材コンテンツ, <http://kids.gakken.co.jp/campus/academy/nise/index.htm>, 2001.
- 16) 特別支援教育のためのWeb教材コンテンツ開発チーム: 特別支援教育に役立つWeb教材コンテンツ, <http://www.nise.go.jp/jigyo/index.html#contents>, 2002.

# The Development of Web-based Educational Materials Equipped with Accessibility Features : Revision of Recognized Special Education Software Programs for Use of the Web with the Addition of Accessibility Features

MUNEKATA Tetsuya, FUNAKI Eimei\* and NAKAMURA Hitoshi

Department of Information and Educational Technology, NISE

\*Digital Contents Group, Gakken Co. Ltd.

**Keywords :** Educational Software, WWW, Accessibility, the Digital Classroom, Special Education

Abstract :

The authors report the development of Web-based educational materials equipped with accessibility features for enhancing special education as a part of the ministerial project named "Development of Web based Education Contents in 2001-2002." They describe the Web-based materials mainly focused on their

accessibility features such as keyboard navigation, key scan, voice guidance as well as equipment for their practical use.

Finally, a summary of results is presented and a discussion of added accessibility features as integral to the materials is presented.



## 米国における地域のアシスティブテクノロジーセンターと 大学の障害学生サポートプログラムについての報告

### A Report on Regional Assistive Technology Centers and Disabled Students' Programs in the U. S.

小 野 龍 智<sup>1)</sup>・渡 邊 正 裕<sup>1)</sup>・磯 田 真 一<sup>2)</sup>

(情報教育研究部)<sup>1)</sup> (磯田医院理事)<sup>2)</sup>

小野、渡邊は、2002年10月に米国カリフォルニア州とミネソタ州を訪問する機会を得た。カリフォルニアではCenter for Accessible Technologyとカリフォルニア大学バークレー校 (UCB) へ行き、UCBで学んでいた磯田と共にWISEプロジェクトの研究室を訪問した。またミネソタ州では、PACER Centerを訪問した。本稿では、地域のアシスティブテクノロジーセンターとして活動している2つのセンターの活動を紹介し、またUCBにおける障害学生のサポートについて、磯田の体験を交えながら報告するものである。

#### I Center for Accessible Technology

##### 1. Center for Accessible Technologyの概要

Center for Accessible Technology (以下、CforAT) は、障害のある子の保護者達が1983年に始めた非営利団体であり、カリフォルニア州のバークレーにある。早くからコンピュータ・テクノロジーに着目し、教育の手段とすることで統合教育の推進を目指してきた。

CforATは高等教育、雇用、社会への参加を目標としているが、そのためには表現の道具も使えることが必要だと考えており、障害者がコンピュータを操作できるための支援技術 (アシスティブ・テクノロジー) を提供したり、芸術による表現活動のコースを持っていたり、障害者が必要なアシスティブ・テクノロジーの内容を決めるための相談活動を行ったりしている。またコンサルティングサービスとして、Webのアクセシビリティに関することや、Telecommunications法の255セクションに基づく相談活動なども行っている。このTelecommunications法の255セクションは、メーカーやサービスの提供者に、障害があっても使えるような周辺機器を用意することを義務付ける法律である。

教育の分野においては、学校に対する相談活動を行ったり、放課後に子ども達をCforATに集めて指導をしたりし

ており、アシスティブ・テクノロジーに関するノウハウを持つ、地域の障害児教育支援センターとして活動を行っている。

##### 2. 学校教育に対する支援

CforATでは、学校に対する支援機器の利用に関する相談や情報提供を行っており、時々授業を持つこともある。アメリカの学校では毎年IEPが作成されるが、そのIEPの中に支援機器に関する項目がある。IEPの作成にあたっては、保護者と学校、それとスタッフで作成している。支援機器を利用するためには、子どもの評価を行った上で、機器が必要であると明示される必要がある。評価が専門的で教師のみでは難しいため、CforATのスタッフが評価に関わることがあるとのことであった。

また放課後にはCforATで有料のコースを持ち、タイピングの練習をしたり (図1 参照)、芸術教育のプログラムをしたり (図2 参照) している。タイピングのコースは4年生から12年生を対象に週に3日、1回50分で行い、2週間のコースの料金は200ドルである。芸術教育のコースは、10週間のセッションで1回45分のコースが70ドル、1回90分



図1 コンピュータールーム



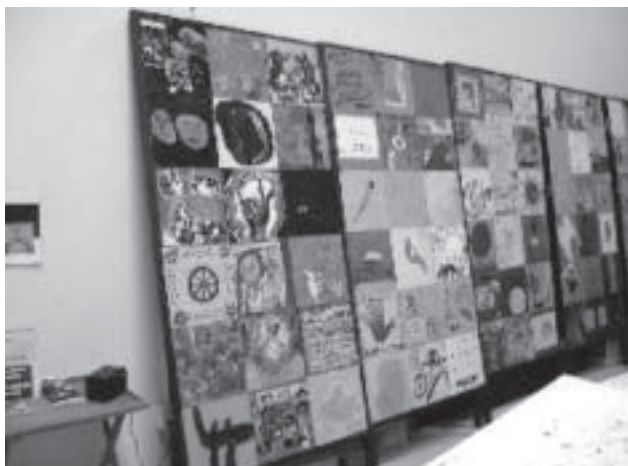


図2 芸術プログラムの作品

のコースが140ドルである。

タイピングのコースは、知的障害や肢体不自由の生徒、学習障害（LD）の生徒が参加しているとのことであった。タイピングの速度に関係なく、正確なテクニックを身につけることを目標とし、Herzog methodという方法を適用しているとのことであった。

### 3. 支援機器の利用

肢体不自由がある生徒が利用するものとして、CforATでは、IntelliTools社やMinspeak社の製品が利用されていた。インテリキー<sup>3)</sup>は国内でも販売されており、国内の養護学校でも使われている。

他にはダイナボックスというコミュニケーションエイド機器があったが（図3参照）、使用頻度はあまり高くはないとのことであった。ダイナボックスは、画面がタッチパネルになっており、表示されたシンボルを選択することでコミュニケーションができるようになっている。シンボルが登録されていない場合は、文字入力に切り替えが可能で、文字の入力では先読み機能や登録単語からの選択機能を

持っている。先読みの機能は、最初の1文字を入力すると、単語の候補を画面下部に提示し、その中に目的の単語があれば選ぶことで入力を可能とするものである。日本語の漢字変換機能との違いは、漢字変換は綴りの全体を知っておく必要があるが、先読み機能は綴りを全部覚えておく必要がない、またより少ない入力で長い単語を入力できるという点にある。

ダイナボックスは、肢体不自由がある人が使うことを前提に設計されているため、使う人の運動機能を評価するためのプログラムが内蔵されており、画面上で選択できる範囲やシンボルの大きさを評価することができる。

またパソコンを使うための入力ツールとして使ったり、簡単な環境制御装置の替わりとしての機能も持っており、外部の機器をコントロールする機能を持っている。

しながらCforATのスタッフは、ダイナボックスの問題として、機能があまりすぎて使いにくいと指摘していた。またシンボルの選択で階層が深いために、わかりにくい点も指摘していた。

LDの子ども達が使うアシスティブ・テクノロジーとして、Wynnというソフトが使われていた<sup>1)</sup>。これはワープロとブラウザ、メーカーの機能を持っている。文字の入力では先読みの機能を持っており、視覚的に単語を確認しながら入力することができる。また読み上げの機能を持っており、書いた文章を音声で確認することができる。読み上げは、文章を読み上げる他に、アルファベットを一文字ずつ読み上げたり、読み上げている単語の色を変えたり（ハイライト表示）することができる（図4参照）。その他にも電子辞書を引いたりスキャナを使って本から文章を取り込んだりすることができる。またスペルチェックの機能もあり、入力した文章の間違いを指摘することができる。

ブラウザの機能では、注意の問題に対応するために、画像を表示せずに文字情報だけを提示するモードがあったり、アンカー（現在選択しているところ）以外にグレーの



図3 ダイナボックス

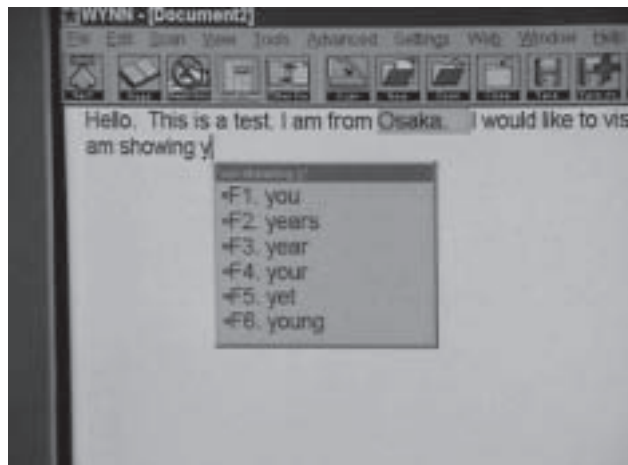


図4 先読み機能とハイライト表示





図5 マスク機能

マスクをかけたりする機能がある（図5参照）。

これらの機能のうち、最もよく使われるのは読み上げ機能と先読み機能であるとのことであった。特に読み上げ機能は最も一般的な機能であり、必須の機能であると言われていた。教室では、本やノートと一緒にパソコンを使用しているとのことであった。

またLDの子ども達が使う入力支援機器として、アルファスマートというキーボードにモノクロの画面がついた機器が使われていた（図6参照）<sup>1)</sup>。この機器はアルファベットを入力するための機器であり、保存、印刷、簡単なスペルチェック機能が付いている。またUSBでコンピュータに接続し、コンピュータ側からはUSBキーボードとして認識される。そのため保存した文書をコンピュータで使用しているワープロソフトに転送したり、接続した状態で使用するとアルファスマートでパソコンに入力したりすることができる。最新のアルファスマートは、Palm OSを使用し、簡単な予定表や表計算、ワープロソフト、計算機能、先読み機能がついていた。

LDの子ども達は、学校でもアシスティブ・テクノロジー



図6 アルファスマート

を利用している。CforATのスタッフによると、最も大切なことはデザインで、子ども達が使っている機器が格好いいことであるとのことであった。自分が使っている機器が他の子から見て格好悪いものは使いたくないし、coolなものを使いたいという話題になった。通常のクラスで他の子と違うものを使うときには、フィーリングが大切で、使いたいと思うかどうか問題となる。それはシールを貼るか色を変えるということでもよい。ゲームメーカーが作るようなことがあればよいものができるのではないかとの意見が、CforATのスタッフから出された。

#### 4. 今後の課題

支援機器の導入に際して問題となるのは、コストの問題が大きいと言われていた。必要な支援機器は高価であるため、IEPの中に必要であると明記されるのは難しいようである。支援機器は高額であり個人で気軽に購入できる金額ではないが、IEPの中に明記されると学校で購入されるため、学校にとってはあまり明記しながらないとのことであった。CforATは、IEP作成に当たっての学校と保護者の調整機関としての役割も果たしているが、意見の調整が難しいと述べていた。

また権利擁護（advocacy）の問題もある。アメリカは非常に多くの法律がきちんと整備されているが、保護者がすべてを理解して学校と交渉するのは難しく、そのための援助機関としての役割も果たしているとのことであった。advocacyについては、専門に扱っている機関が別にあるとのことで、それだけadvocacyに関するニーズが多いということが言えよう。

今後、CforATの方向性については、アシスティブ・テクノロジー利用のための評価を直接行うのではなく、他機関に対するコンサルテーションが中心になるだろうとのことであった。アシスティブ・テクノロジーの重要性が広まってきたときに、学校が評価を行ったり支援機器を導入したりするためのコンサルテーションである。

また今後はマイクロソフトやアップル、IBM等の大企業が標準でアシスティブ・テクノロジーを備えるようになると予測しており、小さな会社は残らないかもしれないと考えていた。そこで、学校や地域の施設だけでなく、これらの企業に対してもコンサルテーションを行うことを考えているとのことであった。

帰り際にスタッフと話をしている時に、Webのアクセシビリティについて、カリフォルニア州でアクセシビリティの高いWebページ作成のコンテストがあるようだがと聞くと、そのスタッフは偶然にもコンテストで審査をしている方であった。コンテストは、ただ単に開催するのではなく、事前に講習会を行った上でチームを募集し、作成時間を決めて競技形式で行うということであった。日本国内で

も平成14年度あたりからWebのアクセシビリティへの関心が高まってきており、特に企業では力を入れて取り組み始めているところがある。しかし日本の特殊教育諸学校においては、Webのアクセシビリティに配慮している学校は盲学校を除くと少なく、課題となっている。今後は日本国内においても、Webのアクセシビリティに関する講習会を行ったり、コンテストを計画する等の啓蒙活動が必要ではないかと感じた。

## II PACER Center

### 1. PACER Centerの概要

PACER Centerは、障害のある子の保護者達が他の保護者や家族を援助するPHH(Parents Helping Parents)の理念に基づいて1977年にミネソタ州ミネアポリス市に設立された。障害児とその親の生活水準の向上を図るため様々な活動を行っており、現在18の下部組織から成っている。活動はプロジェクト毎に行っており、現在保護者と家族のためのプロジェクトが11、学校や専門機関に対するプロジェクトが8、技術支援プロジェクトが3、他の機関との共同プロジェクトが7であった。今回は、その中でアシスティブ・テクノロジーを使って支援を行っているサイモン・テクノロジー・センターを訪問する機会を得た。

### 2. サイモン・テクノロジー・センターの活動

サイモン・テクノロジー・センター(以下、STC)では、以下のサービスを行っている。

- ・アシスティブ・テクノロジーに関する相談  
ミネソタ州はアシスティブ・テクノロジーのガイドラインを持っており、このガイドラインに沿ってIEPを作成している。一般のテクノロジーに関する相談だけでなく、IEP作成にあたっての相談活動も行っている。
- ・障害のある子どもの個別指導
- ・保護者や専門家を対象にしたワークショップの開催  
夕方からPACER Centerを会場にして、ワークショップを行っている。STCのスタッフが講師を務めている。
- ・ソフトウェア貸出ライブラリ(図7参照)  
ミネソタ州内の障害のある子どもの保護者や専門家に対して、ソフトウェアの貸出を行っている。貸出は登録が必要で、有料にて行っている。料金は、保護者が年間25ドル、専門家が100ドルである。
- ・中古の支援機器売上の仲介  
中古の支援機器の売買を仲介している。技術的なサポートはせず、情報提供のみを行っている。
- ・コンピュータ・グラント・プログラム



図7 貸出ライブラリ

低所得の保護者が新しいコンピュータや必要な支援機器、また機器を使うために必要な訓練を受けるための補助金を獲得し、活動している。

- ・地元の学校で放課後プログラムを実施するための補助金を得ている。
- ・英語とスペイン語によるアシスティブ・テクノロジーに関する情報の提供
- ・News Letterの発行
- ・学校での電子情報技術の提供

義務教育の学校の保護者や教師、また障害者を対象に、学校においてコンピュータやインターネットの使い方の講習会を行っている。

### 3. 今後の課題

STCのスタッフとはあまり長い時間は話すことができなかったが、一番の課題はコストであると言われていた。IEPの中にアシスティブ・テクノロジーが必要であるということになっても、機器が高価なため却下されるケースがあるとのことだった。教育には予算が低く、経済・財政上の理由から予算がカットされているようである。学校でのアシスティブ・テクノロジーの利用は進んでいるが、必要な機材をそろえるのが難しいとのことであった。

## III University of California at Berkeley (UCB) における障害者学生サポートセンターの取組

### 1. UCBの概要

カリフォルニア大学バークレー校(以下、UCB)は、カリフォルニアで最初に誕生した州立大学の本校であり、1960年代、全米を巻き込んだ学生運動発祥の地である。多数のノーベル賞受賞者を出している全米屈指の大学であると同時に、世界中の研究者のあこがれとなっている。キャンパスにはアジアを中心に世界中から3万人を超える学生

が集まって学んでおり、スタンフォード大学とともに、シリコンバレーの人材を支える存在となっている。

## 2. Disabled Students' Program (DSP) の概要

UCBは、障害者の自立活動の先駆者である、故エド・ロバーツの母校であり、他のカリフォルニア大学系列校と同様に多くの障害者学生を受け入れている。彼がその仲間とともにその創設に関与した障害者学生サポートセンター(Disabled Students Program :DSP) は現在でも運営されている(図8参照)。

DSPのパンフレットによれば、サービスの概要は表1に示すように、支援サービス、専門的サービス、職業紹介、スポーツと余暇の四つに大別できる<sup>4)</sup>。

障害のあるアメリカ人法(ADA)は、社会のあらゆる領域における障害者の機会平等の実現を目標に定められたが、1960年代にDSPを開設したバークレー校は障害者の高等教育の実現のための全米のモデルとなっている。UCBの全学生約3万人のうち、障害のある学生は約850人である(表2参照)。学生の障害には、聴覚障害、視覚障害、移動障害、脳性まひ、学習障害に加え、慢性疾患、エイズ等外形的にはわかりにくい障害も含まれている。DSPでは、入学前の助言、自立活動を援助するための寄宿舎プログラムをはじめとした生活支援、また障害にあわせた学習支援に至るまで幅広くきめ細かな対応が行われている。DSPスタッフは約30人。年間予算は100万ドル、事務所は車いす修理部門、学習センター等約1,060平方メートルの面積を有している。

## 3. Disabled Students' Program (DSP) の実際

筆者は、脳性まひという障害があるが(図9参照)、平成3年8月から平成13年8月までの間UCBのISF学科に在籍し、DSPが行っている学業上の補助的援助(Academic Accommodation)のサービスを利用した。本稿では、実際に利用した体験に基づいて報告する。

DSPが行っている学業上の補助的援助サービスの内訳は、表1のとおりである。筆者はこのうち、チューター、ノートテイク、セクレタリアル、リサーチヘルパー、テストテイクのサービスを利用した。

障害者の学生がDSPのアカデミックなサービスを受けるためには、学期が始まった直後に専門のアカデミックアドバイザーに会い、最初の講義で配られる要項を基に、その学期に必要なサービスの内容を検討する。また申請書に、テストやリサーチの回数、それぞれのサービスごとに必要な時間数や金額を概算で記入する。DSPは、申請した学生全てに必要な時間数の合計を学校側にバジェット(予算)として提出している。筆者が利用したときには、十分な内容を確保することができた。もし契約した額が足りない場



図8 DSPトップページ

表1 DSPが行っているサービスの種類と概要

### ○支援サービス (Support Services)

- a) 入学前の情報提供
  - ・入学前の助言サービス、自立生活を助ける学業支援情報提供、特別入学制度
- b) 住宅サービス
  - ・大学、生協等が運営する寮の提供、優先入居、近隣アパートの紹介
- c) 学業支援
  - ・テストの形式、制限時間などの配慮、履修免除教科、代替え教科の相談
- d) 財政支援
  - ・政府を通じて在宅支援、介助人サービスなどを受ける際の折衝
- e) 学業上の補助的援助
  - ・人によるサービス(テストの補助、移動の補助、ノートテイクなど)と費用の援助

### ○専門的サービス (Specialized Services)

- a) 介助人紹介
  - ・介助人紹介(募集、リストの作成)、介助人と学生の折衝のアレンジ
- b) 聴覚障害学生のためのサービス
  - ・手話通訳の提供、ノートテイクの提供、聴覚障害者向け電話(TDD)リレーサービスの利用
- c) 視覚障害学生のためのサービス
  - ・テキストの朗読、キャンパス内の移動の援助、学習センターでの補助機器の活用
- d) 学習障害学生のためのサービス
  - ・選択コースのアドバイス、個人教授による指導、教科書録音サービスなど
- e) 設備の修理、移送サービス
  - ・車いすの修理、専用バンによる移送サービス
- f) レジデンスプログラム
  - ・入学初年度に重度障害者の自立生活への移行目的としたプログラム

### ○職業紹介 (Career Planning)

- ・在学生と卒業生のための「障害学生就職プログラム」(DSSP)による進路指導、障害を持つ人の雇用に関する特別相談

### ○スポーツと余暇 (CAL-STAR)

- ・障害を持つ学生に適したレクリエーションプログラムの策定(余暇スポーツ、成人スポーツ等)

(「先端のバリアフリー環境ーカリフォルニアにみるまちづくりー」より)



表2 UCBにおける障害者学生の内訳（1995～1996）

| 障害種別             | 障害固定者 |      | 一時的障害者 |      | 全体数 |
|------------------|-------|------|--------|------|-----|
|                  | 学部生   | 大学院生 | 学部生    | 大学院生 |     |
| 身体障害者の全体数        | 214   | 68   | 46     | 15   | 343 |
| 視覚障害者            | 17    | 6    | 2      | 0    | 25  |
| 移動能力障害者          | 70    | 22   | 17     | 6    | 115 |
| その他の機能上の障害者      | 119   | 40   | 27     | 9    | 195 |
| 後天的脳障害者          | 8     | 0    | 0      | 0    | 8   |
| コミュニケーション障害者の全体数 | 17    | 3    | 0      | 0    | 20  |
| 言語障害者            | 2     | 0    | 0      | 0    | 2   |
| 聴覚障害者            | 15    | 3    | 0      | 0    | 18  |
| 学習障害者            | 436   | 39   | 0      | 0    |     |
| 障害者の小計           | 667   | 110  | 46     | 15   |     |
| 全障害者数            | 777   |      | 61     |      | 838 |

（「カリフォルニア大学バークレー校 障害者学生サポートセンターは今一障害者の高等教育機会の平等を考える」<sup>5）</sup>より）



図9 携帯端末を使って会話をしている筆者

合でも、後からでもDSPがやりくりして出しているようである。

次に、筆者が受けたサービスを紹介する。障害者の学生の多くは、講義中に自分でノートをとっていると講義自体を聞くことができない。ノートテイカーは、障害者の学生本人に代わってノートをとるサービスである。ノートテイカーをDSPから紹介される場合もあるが、ほとんどの場合は障害者の学生本人がクラスの友達に頼んでいる場合が多い。ノートテイカーは、DSPのオフィスで定期的にノートをコピーし各学生専用のフォルダーに置いておく。サービスを受ける学生は空いた時間にDSPに行き、コピーされたノートを受け取る仕組みとなっている。ノートテイカーの賃金は、筆者がサービスを受け始めた頃は1時間7ドル程度であったが、卒業前では一学期一律100ドルとなっていた。

講義が終わり、家に帰って勉強する際に必要になるのがセクレタリアルである。セクレタリアルは、プリントを整

理したりレポートを作成したりするのを手伝う仕事をする。ただセクレタリアルが障害者の学生が受けている授業の内容を知っているとは限らないため、毎回仕事の内容を伝える必要がある。そのため言語障害がない場合にはよいが、コミュニケーションがうまくとれないと、有効に活用するのは難しい。筆者の場合、言語障害があるためセクレタリアルの利用はあまり有効ではなかった。また、一週間に一度昼間に来てプリントを整理しても、「今夜はこの勉強がしたい」と思った時にそのプリントが無いと、結局身の回りの世話を受け持っているアテンダントに頼まざるを得ないことになり、セクレタリアルが何のために居るのか分からなくなってしまった。確かに、セクレタリアルは小テストや書類などの空欄に答えや必要事項を書き込むといった仕事もするが、来る時間が決まっておき時間も短いの、あまりニーズに合わないのではないかと印象を持っている。

勉強していてわからない時があるが、そのような場合にはチューターに聞いていた。チューターとは、講義や教科書でわからないところやレポートの書き方などで、質問に答えてくれる人たちで、主に大学院生が担当している。これは障害者の学生だけでなく健常者の学生も利用することができ、利用者がStudent Learning Centerに行ったり自分の部屋に呼んだりして教わることができる。

障害者の場合、チューターはDSPが募集して、用意してくれる。チューターに応募してきた人は（学生とは限らない）、最初にDSPの係員の面接を受け、学問的なバックグラウンドや応募の理由について聞かれる。DSPは、障害者の学生が受けている講義と照らし合わせ、チューターとしての該当者の名前と連絡先をリストにして障害者の学生に渡す。通常、障害者の学生は、このリストを元に自分で電話やe-mailで交渉を行い、DSPから供給される用紙を用いて契約をする。慎重な障害者の学生の場合、契約する前に再度自分で面接を行う。大学に入ったばかりで全く初めての学生からの依頼に対しては、DSP側で最も適切と思われる学生を選び、DSPのオフィスにて紹介する。チューターの賃金は大体1時間15～20ドルが相場である。健常者の学生が自分の部屋にチューターを呼んだ場合は私費から払うのだが、障害者の場合は大学が払うことになっている。

大学でレポートの提出を求められた場合に文献を探すのを手伝う人は、リサーチヘルパーと呼ばれている。彼らは障害者の学生と一緒に図書館に行き、必要な資料を探したり、コピーを取ったりする。

テストテイカーは、肢体不自由のある学生がテストを受ける時に冊子のページをめくったり、視覚障害のある学生の問題を読んだりして、障害者の学生がテストを受けやすいように手伝っている。障害の程度にもよるが、書字は困難であるが言語障害はない学生に代わって、数式を書くこ

ともある。最近の数学表記ソフトウェアは以前よりも良くなったが、そのソフトを操作して複雑な演算を行い、答えを導き出すのは困難である。

テストの時間については、DSPが用意した部屋で時間を延長してテストを実施することもできる。また筆者は書字や会話に困難を持っているが、そのような場合には自室でテストを受けることができ、時間も実質的に無制限にすることができる。若い教授の中には時間を切る方も多くいるが、ワープロを使って回答している筆者の画面を見て、正解している答えが多いと、「もう少し時間あげよう」ということもあった。

テストは、小テスト、中間テスト、期末テストなどに分かれている。小テストの場合、障害者の学生は、大体自室にテストを持ち帰ってよいということがほとんどである。少なくとも筆者の場合は、小テストを自室に持ち帰ることを拒まれたことがない。中間テストや期末テストなども、持ち帰って回答を考えてよいことが多いが、偶に試験監督なしでは受けることができないことがある。そのような場合には、テストテイカーが試験監督を兼ねたり、DSPの職員が試験監督をしたり、教授自身が監督となり教授のオフィスでテストを受けたりすることもある。このような配慮を受ける為には、学期の始めにDSPのアカデミックアドバイザーから教授に手紙を書いてもらう必要がある。これは Accommodation Letter と呼ばれ、これを受け取った教授はこのアドバイザーに連絡を取り、授業中の学生への配慮の仕方やテストの実施方法などを話し合うことになっている。

さて、アカデミックサービスを利用する際の賃金の支払いは、「タイムシート」という月毎の用紙にサービスを利用した時間数を書き込み、両者のサインを添えてDSPに提出すると、大学が学期末にまとめて賃金分の小切手を発行することになっている。このタイムシートは、チューターだけでなく、セクレタリアル、リサーチヘルパー、テストテイカーなど、すべてのアカデミックなヘルパーたちに対して、一人一人毎月提出しなければならない。ただ、ノートテイカーだけは一律100ドルなので、別の用紙を一学期に一回出せばよいということになる。

実際には、チューターとセクレタリアルを同じ人がやったり、あるいは着替えやトイレを手伝うアテンダントが、自分が学問的に得意な分野を持っている場合にはチューターやリサーチアシスタントとして働いてくれたりすることがある。ノートテイカーとしてチューターを雇うと、要点を押さえた良いノートを書いてくれるし、セクレタリアルとチューターを同じ人にすると、何も言わないでプリントの山を渡せば、5分も経たないうちに並べ直してバインダーに収めてくれる。また、一緒にいるアカデミックヘルパーがアテンダントだと、勉強中にトイレに行きたい時な

ど気持ちよく手伝ってくれる。チューターをテストテイカーにすると、学期中教えてもらった箇所がテストでわからなかったりすると、後で怒られることもあった。

最後に、DSPプログラムを利用した感想であるが、これだけ真剣に障害者の教育に取り組んでいる学校は世界に類を見ないと思う。一般に生きている実感が沸かないという現代社会において、障害者の生活などはその極みであり、UCBが与えてくれた学問へのチャンスをステップに、学問を推し進めることが生きがいとなった障害者も多いはずである。勉強が楽しくて仕方ないという方にとっては天国であろう。このすばらしい制度を利用させてくれたUCBに、ただただ感謝するばかりである。

## IV WISEプロジェクト

### 1. WISEプロジェクトの概要

UCBの大学院教育学研究科のリン教授 (Prof. Marcia C. Linn) が中心になって進めている、WISE (Web-based Integrated Science Environment) というプロジェクトがある(7) 10)。このプロジェクトは、Web上に対話的な統合的学習環境を構築しようとするものであり、大変興味深い取り組みである。我々は事前に連絡を取ってリン教授の研究室を訪問させていただくことにした。

WISE (かしこいという意) というプロジェクト名が示すような、かしこいWebサイトが構築されている (図10参照)。利用者側のブラウザの言語設定が日本語になっていると、会員登録の際の画面として日本語版が選択される (図11参照)。システムを利用するには登録を行う必要があるが、教師が登録を行えばプロジェクトを行う生徒のIDは教師が発行できる仕組みになっている。このサイトでは、多くの機能が教師のために提供されている。教師は、PET (Portal and Educator's Toolbox ; ペット<PET はお気に入りという意>) と呼ばれる教師用ページに用意された機能を使って、教材の開発、起動、生徒の登録、評価などを



図10 WISEの導入画面



図11 日本語化された WISEの会員登録画面

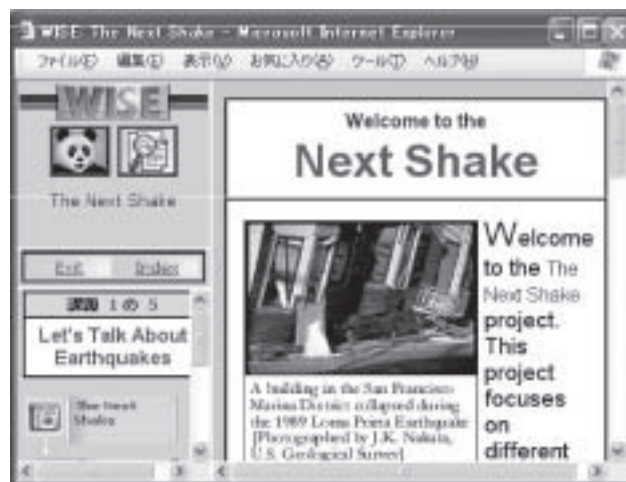


図13 教材 Next Shake の画面



図14 教材 Next Shake のノート画面



図12 WISEにおけるPETのサイトマップ

行う (図12参照)。教材はHTMLベースなので、外部の素材にリンクを張って活用することも容易である。また、既存の事例をもとに提供されている教材をそのまま利用したり、一部を変更して利用したりすることもできるようになっている。生徒は、教師が作成した教材を利用して学習を進める。小学校高学年から高校生程度を対象としており、

2人で1台のコンピュータを利用するペア学習を基本としている。“Next Shake”は次の地震がいつどこに起こるかを予測する教材である (図13参照)。“The Next Shake”には、小6から中2向けの教材が5時限分提案されている。地震の経験を考察するところから導入し (図14参照)、地震を予測する活動、Web上での断層の調査、学校の耐震性調査などを通して当初の予測を見直しながら生活と地震との関わりを考えさせる。画面左側にやるべきことが段階毎に示されるので、それによって生徒は解説画面を見たり、テストを受けたり、ノートをとったりする。このような教材は我々が訪問した時点で約3,000点蓄積されており、誰でも自由に登録できるためどの教材を誰が作成したのか、プロジェクト管理者でさえ把握していないそうである。

WISEのシステムが学習障害についてどのような配慮をしているのか尋ねたところ、次のような回答が得られた。



一般にはガイダンスがあるので、子どもたちはそれに従って学習を進めれば良く、どうすればよいかを見失う心配のないように配慮されている。読み書きに問題がある子どもについては、ヘッドセットと読み上げソフトウェアを利用することができる。WISEではグループ学習を推奨していて、読むことが得意な子どもと不得意な子どもがグループになることによって、お互いに助け合いながら効果的に学習を進めることができる。つまり、WISEでは、日本で想定されているe-learningのような自習という形態はあまり想定されていない。教室には様々なタイプの子どもがいる：

- ・発言の得意な子ども
- ・読み書きの得意な子ども
- ・実験の得意な子ども
- ・データ記録の得意な子ども

これら異なったタイプの子どもたちを集めて対話をさせつつ、総体的に学力を向上させていくのが理想的だという、大変米国らしい考え方である。日本的なe-learningは、コンピュータとの対話を重視する傾向が強く、それとは対照的である。

また、WISEでは、学習障害児が顕著に良い成績を修めるのはどのようなタイプの活動を組み合わせたプログラムなのか調査を実施し、読み書き、実験、スピーチの組合せ方によって、学習障害児が良い成績を出せるものと出せないものを分類している。その結果を利用した教材を開発することで、学習障害児がWISEを利用すると通常のテキストを読むよりもよりよく知識を吸収できるようにしている。

## 2. 今後の課題

現在のところはWebを用いてテキストと静止画像の組合せを想定しているが、将来ネットワークが整備されれば、ビデオストーリーミングも提供できるように準備している。また、日本語を含め、英語以外の言語への対応を順次進めている。UCBには、教育分野だけでなく、テクノロジー分野の最先端の専門家も多数集まっており、そのことがWISEプロジェクトを支える強みとなっている。

## 参考文献

- [1] AlphaSmart, Inc., AlphaSmart 3000  
[http://www.alphasmart.com/products/as3000\\_overview.html](http://www.alphasmart.com/products/as3000_overview.html), 2004.
- [2] Guide to the WISE Teacher's PET (or "How to Make WISE Work for You")  
<http://wise.berkeley.edu/teacher/guides/petGuide.pdf>, 2004.
- [3] IntelliTools Home Page  
<http://www.intellitools.com/>, 2004.
- [4] 小川信子 他 「先端のバリアフリー環境ーカリフォルニアにみるまちづくりー」、中央法規出版、1996.
- [5] 定藤丈弘、「カリフォルニア大学バークレー校 障害者学生サポートセンターは今ー障害者の高等教育機会の平等を考えるー」、ノーマライゼーション障害者の福祉1998年1月号（第18巻 通巻198号）pp. 52-57.  
[http://www.dinf.ne.jp/doc/japanese/prdl/jsrd/norma/n198/n198\\_052.htm](http://www.dinf.ne.jp/doc/japanese/prdl/jsrd/norma/n198/n198_052.htm), 2004.
- [6] Semantic Compaction Systems-the home of Minspeak.  
<http://www.minspeak.com/>, 2004.
- [7] 鈴木克明、伊藤拓次郎、市川尚、「教育目的のホームページについての調査・研究～米国の事例から」、2001.  
<http://www.anna.iwate-pu.ac.jp/~ichikawa/study/reports/2001/nhkk/index.html>, 2004.
- [8] The Disabled Students' Program at UC Berkeley  
<http://dsp.berkeley.edu/>, 2004.
- [9] UC Berkeley home page  
<http://www.berkeley.edu/>, 2004.
- [10] WISE-The Web-based Inquiry Science Environment  
<http://wise.berkeley.edu/>, 2004.
- [11] WYNN with Freedom Scientific Inc.  
<http://www.freedomscientific.com/WYNN/>, 2004.



## 교육에서의 Accessible Design

- 일본 국립특수교육종합연구소의 연구성취를 중심으로 -

테프야 무네키타(국립특수교육종합연구소 총괄주임연구원)

### 1. 서론

발표자가 소속되어 있는 독립행정법인 국립특수교육종합연구소는 1971년 10월에 문부과학성(당시 문부성)의 소속기관으로 설치되었으며, 그 후 행정기구제편에 따라 2001년 4월부터 문부과학성 소관의 독립행정법인이 되어 오늘에 이르기까지 특수교육에 관한 연구 가운데 주로 실제적인 연구의 종합적인 실시, 특수교육관계 직원에 대한 전문적, 기술적인 연수실시 등으로 특수교육의 진흥을 도모한다라는 기본 목표 아래, 특수교육에 있어 국가적 센터(national center)로서의 역할을 수행하고 있다.

인문과학계 연구소로 교육학, 심리학계 배정이 있는 연구직원이 많지만, 의학, 공학 등 특수교육을 종합적으로 실시하기 위한 직원배치가 이루어져 있다. 임직원 87명(중 연구직원 48명), 2004년도 연간예산 1,318,973,000엔. 연구활동은 2003년도 보고에 따르면, 전문영역이 다른 연구직원이 횡단적으로 국가의 교육정책과 밀접하게 관련되는 프로젝트연구가 7과제, 시각장애나 청각장애 등의 전문영역의 연구 중 중요한 학교현장 등의 필요(needs)에 대응한 일반연구가 25과제, 국내조사연구가 2과제, 문부과학성 및 일본학술진흥회 과학연구비보조금에 의한 연구가 28과제가 행해지고 있다(2004년 4월부터 연구소 조직제편에 맞추어 연구과제의 편수를 정선하고 증점화하는 등 구조 변경이 되고 있는 중이다). 급변 테마인 ICT(Information and Commu-

ations Technology)에 관한 분야에서는, 연구소 설립 다음해에 해당하는 초창기(創設期)부터 교육공학연구실이 설치되어 있으며, 이후 교육공학연구부, 정보교육연구부로 명칭을 바꾸면서도 30년 이상에 걸쳐 본 분야의 연구를 진행하고 있다.

본 발표에서는 먼저 일본 특수교육에 있어서 ICT보급의 현상과 과제에 대하여 논하고 이어서 장애아동의 필요(needs)에 대응한 과제, 교구나 교육시스템 개발에 관한 최신 연구에 대해 소개한다.

발표제목을 ‘교육에서의 Accessible Design’으로 정한 이유는, 이러한 연구가 앞으로 일반 학교에서 교수=학습환경에 포괄되는 것으로, “교육”이 모든 아동들에게 있어 접근이 가능하도록 하며 학습에서 보편적 설계(Universal Design))가 실현되는 것이 가능하게 될 것이라고 생각하기 때문이다. 더욱이 직접적으로 ICT를 이용하지 않는 연구에 대해서도 접근가능한 디자인(Accessible Design)의 관점에서 소개한 부분이 있다.

### 2. 일본 특수교육의 ICT 보급 현상과 과제

일본정부의 텔레니엄 프로젝트는 교육의 정보화를 문제삼아 특수교육을 포함한 학교교육의 정보화의 일환으로 2005년까지 모든 교실에 컴퓨터와 프로젝터를 지도용으로 정비한다는 목표를 세웠다. 컴퓨터와 인터넷의 보급이 이루어지고 있는 한편에서, 장애가 있는 아동이 이용하고 있는 현상은 어떤 것이었을까? 이와 관련하여 국립특수교육종합연구소에서는 정보교육을 추진시키는 인프라구조 현상을 상세하게 파악하고, 정보관련 지원기기를 이용한 지도내용과 연구에 대해서 실태조사를 하여 명확히 밝히고 있다.

이 조사는 일본의 전국 특수학교(분교 포함) 994개교와 특수학급자료실(通級지도교실) 설치학교 2,550개교(무선추출)에 대해 실시되었고, 특수학교 825개교 2,159명,

1) 학습에서의 보편적 설계는 미국의 CAST : Center for Applied Special Technology가 제창하고 있는 개념이다. 다음의 3가지 구체적인 관점을 제안하고 있다. ①화면표시 등의 시각정보와 음성 등의 청각정보를 제공하는 등 정보의 다각적인 제공수단의 확보(Multiple Representation of Information), ②키보드와 마우스 만이 아니라, 스캔방식으로 스위치입력을 가능하도록 하는 등, 아동의 표현수단과 조작방법의 특수물건의 제공(Multiple Options for Expression and Control), ③아동의 다양한 흥미관심에 맞추어 학습으로 대응하는 방법과 내용의 다양성 확보(Multiple Options for Engagement). CAST가 지향하는 것은 일반교육의 교재가 전부 아동들에게 사용될 수 있도록 연구하려는 운동이다. 이것이 실현되면 장애아동의 교육에 사용될 수 있는 교재가 비약적으로 증가하게 된다.

이터베이스를 가지고 있으며, 그 양은 연구논문이 3만건 이상, 특수교육 학교의 실천 연구 4만건 이상이 검색가능하다.

### (1) 확대교재제작 프로젝트

이것은 독립행정법인 국립특수교육종합연구소 일반연구(2002-2004년도), ‘약시아동의 시각특성을 토대로 한 확대교재에 관한 조사연구 -약시용 확대교재 작성에 관한 개발 및 지원.’ 즉, 독립행정법인 국립특수교육종합연구소 프로젝트 연구(2004-2006년도)인 확대교과서 작성시스템 개발과 그 교육효과의 실증적 연구에 의해 실시된 프로젝트이다.

맹학교에서의 점자교과서는 국가에서 제공해 왔지만, 초중학교에 재적하고 있는 약시아동에게 확대교과서를 제공하는 것은 여러가지 이유에서 자원봉사자에 의한 지원을 받아 왔다. 이것을 국가가 행하게 되어, 본 연구소에서는 외부의 협력도 얻어 약시아동용으로 적절한 확대교과서 작성에 대한 연구가 이루어졌다. 확대교과서 작성 자체가 목적인 한편, 약시아동의 읽기 특성에 맞는 교재의 확대를 위한 노하우 창출과 축적으로 가이드북이 제작될 예정이다. 일련의 노하우는 정신지체나 학습장애 아동에 대한 교재제시에 유용하다고 여겨지고 있으며, 이러한 노하우가 일반교육의 교재에 활용되게 된다면, ‘점자가능성(Accessible)’ 교육환경을 확립하는 것과 연계되는 것이다. 또한 이 편성작업에서 컴퓨터를 활용함으로써 화상편집 등이 효율적으로 이루어질 수 있다고 보고되고 있다. 이 교과서 자체는 디지털화하여 제공되는 것이지만, 이것과는 별도로 디지털 교과서가 시판되는 데까지 이르렀고, 보다 넓은 범위의 필요에 대응하는 일반학습 환경이 정비되는 방향에 있다. (상세한 것은, <http://www.tenji.ne.jp/kakudai/lbooks/syosya/index.html> 등)

### (2) 전맹(全盲)아동에 대한 회화감상지도의 새로운 시도

문부과학성 과학연구비 보조금(2002-2004년도) ‘3차원 조형시스템을 활용한 시각 장애아를 위한 회화의 입체적 보안과 그 지도법의 개발’ (대표자-大内 進, 독립행정법인 국립특수교육종합연구소)로 이루어진 연구이다.

시각을 활용하지 않는 전맹아동에 대한 미술교육은, 회화지도는 종전부터 큰 과제

특수학습자료실(通級지도교실) 설치학교 1,329개교에서 1,977학급·교실, 1,591명으로부터 회답이 있었다. 회답율은 특수학교가 82.9%, 특수학습자료실 설치학교가 52.1%였다. 이 조사에서는 통계적인 데이터는 물론이고 주관적·직관적인 잠재적 필요(needs)를 정량적으로 밝히기 위하여, 선도적인 교원을 대상으로 한 공동분석을 도입한 설문을 사용하여 정보교육지원기기활용이 촉진되기 위해 중요한 조건을 묻고 있다.

주목해야 하는 점은 지원기기 등을 사용한 후에, 컴퓨터나 인터넷을 활용하고 있는 비율은 컴퓨터 본체의 보급률과 큰 격차가 있었다는 점이다. 예를 들면, 컴퓨터를 사용하기 위한 지원기기의 이용상황은 특수학교에서 29.1%이며, 특수학습자료실에서 5.2%였다. 더구나 특별한 기기가 필요없는 OS 사용자 보조기능을 이용하고 있는 사례조차 4.4%에 그치고 있었다. 논리적으로는 지원기기를 필요로 하지 않는 지도사례가 있다는 것이 사실이지만, 일본 특수교육 재반학교에서 중도중복장애아의 비율을 고려할 경우, 그런 아동들에게 ICT 등의 활용이 충분히 이루어지고 있지 않을 가능성을 시사하고 있다.

이와 호응하듯, 교원을 대상으로 한 공동분석의 결과에서는 기기의 충실이 가장 중요한 과제였으며, 그 뒤를 이어서 학교에서의 연수, 필요한 시간 확보, 교원의 자질 순으로 중요하다고 생각하고 있다는 것이 명확하게 되었다. 이것은 기기를 적극적으로 사용하고 있는 사람을 분석한 결과이다. 다른 분석결과를 포함한 결론에서는, 아동들의 ICT활용을 적극적으로 추진하기 위해서는 기기를 충실히 함과 동시에 그것에 종사할 교원의 지원기기에 관한 연수와 정보수집의 시간확보가 중요하며, 나아가 교원의 기기이용에 관한 지식기능의 향상보다는 교원의 의식개혁을 중요하게 여겨야 하는 점이 시사되고 있다.

## 3. 장애아동의 필요에 대응하는 교재·교구와 교육시스템 개발에 관한 최근 연구

여기에서는 장애아동의 필요에 맞는 교재·교구와 교육시스템 개발에 관한 최근 연구 가운데, 국립특수교육종합연구소에서 행하여진 연구를 중심을 구체적인 예를 들어 고 한다. 특수학교 등에서의 실천연구 수도 많지만 그것에 대하여는 국립특수교육종합연구소의 데이터베이스에서 개요를 파악할 수 있다. 덧붙이자면, 국립특수교육종합연구소는 일본의 특수교육에 관련된 연구논문과 실천연구과제에 관한 포괄적인 데

였다. 이탈리아의 ‘인테로스’ 미술관과 협력관계를 가지면서 ‘만지는 그림’의 제작가 이드라인을 명확화하고 정보처리기술을 ‘활용한 만지는 그림’ 제작시스템 개발과 그 기술을 활용한 일본의 ‘만지는 그림’에 대한 보안, 맹학교 아동에 대한 감상지도법의 분석적 검토 등 과제에 대한 연구를 진행하고 있다. 이 연구의 방향으로, 적극적으로는 이차원의 회화를 전자태터로 읽어 들이고, 부조로 자동 번역하여 3차원 조형기로 양산하여, 촉각에 의한 회화감을 실현시키는 것에 있다.

(상세한 것은 <http://www.tenji.ne.jp/syokuzu/shokkaku/shokkaku4.html> 등)

### (3) 개인용 로봇을 이용한 정신지체 아동 대상의 새로운 인터페이스 개발연구

독립행정법인 국립특수교육종합연구소 프로젝트연구(2001~2003년도) ‘멀티미디어를 이용한 특수교육에 관한 종합적 정보시스템 연구개발’에 의해 진행되었으며, 현재 독립행정법인 국립특수교육종합연구소 ‘특별한 교육적 니즈의 아동을 위한 ICT를 활용한 교재·교구 개발과 보급(2003~2005년도)’에 의해 계속되고 있다.

일본전기 멀티미디어연구소(현 미디어정보연구소)의 협력을 얻어, 동 연구소가 개발중인 개인용 로봇 PaPeRo를 사용하여 교재를 개발하고 있다. 정신지체아동을 위한 컴퓨터와 인터넷 접근을 확보하기 위한 인터페이스로는, 기존의 터치 패널이나 외부 접속의 대형 스위치 등이 있으며, 이것들은 조작을 직감적으로 할 것, 혹은 조작을 단순화할 것에 착안한 인터페이스였다. 본 연구에서는 이 개인용 로봇의 의사소통능력에 착안하여, 보다 사람과 의사소통하는 형태에 가깝게 컴퓨터나 인터넷에 접근하는 것을 지원하는 정신지체장애인용 인터페이스 개발을 목적으로 하고 있다. 로봇은 인터넷으로 접속된다. 향후의 방향성으로서 무선 ID타그를 병용한 통합적인 교실·습환경의 실현을 목표로 하고 있다.

([http://www.nise.go.jp/kenshuka/josa/kankobutsu/pub\\_c/c-45.html](http://www.nise.go.jp/kenshuka/josa/kankobutsu/pub_c/c-45.html) 등)

### (4) 장애인에 대한 교육용 콘텐츠 개발과 공개

문부과학성 위탁사업(2001년도) ‘멀티미디어를 이용한 특수교육에 관한 종합적 정보시스템 연구개발’ 특별지원교육을 위한 웹교재 콘텐츠개발팀 (대표자:中村 均, 독립행정법인 국립특수교육종합연구소)에 의해 개발된 것이다.

웹 상에 공개되는 교육용 콘텐츠는 인터넷을 통하여 이용되는 교재이며, 보급이라는 관점에서 대단히 우수한 교재라고 할 수 있다. 반면, 이러한 교재는 마우스 이용을 전제로 하고 있어, 팔운동장애가 있을 경우는 고려하고 있지 않다. 그래서, 소프트웨어로 접근가능 기능을 부가함으로써, 1개의 스위치만으로 이용가능하도록 했다. 더 불어 음성안내를 부가하거나 화면을 보기 쉽도록 배려하였고, 아동의 학습상의 곤란을 경감시키는 연구를 실시하고 있다. 이 콘텐츠 활용을 위하여 교육용 콘텐츠 조건의 표와 교원지원의 전용 웹사이트를 구축하는 중에 있다. 일본의 교육전체로서의 교육 정보 내셔널센터와 일본교육공학진흥회, 기타 NPO가 수업할 때 활용할 것을 강력하게 추진하고 있다.

(<http://www.nise.go.jp/kenshuka/josa/kankobutsu/kiyo30/munekata2.pdf> 등)

### (5) 지체부자유아를 위한 접근가능 기능을 가진 웹 브라우저 개발

독립행정법인 국립특수교육종합연구소 프로젝트연구(2001~2003년도) ‘멀티미디어를 이용한 특수교육에 관한 종합적 정보시스템 연구개발’로 개발된 소프트웨어이다.

아동의 장애상태에 맞춘 입력장치(예: 누름버튼이나 센서 등)를 하나 갖추므로써 웹 페이지를 자유롭게 열람할 수 있다. 시작품(試作品) 명칭은 팟스아파트(이탈리아어로 ‘한결같은결음’)으로 하였다. 현재는, 웹 읽기기능과 검색기능을 부가한 소프트웨어를 연구소의 홈페이지에서 인터넷을 통하여 배포할 준비를 하고 있다.

([http://www.nise.go.jp/kenshuka/josa/kankobutsu/pub\\_c/c-45.html](http://www.nise.go.jp/kenshuka/josa/kankobutsu/pub_c/c-45.html) 등)

### (6) 펜입력기능첨가 촉각디스플레이 시스템 개발

독립법인 국립특수교육종합연구소 프로젝트연구(2001~2004년도) ‘멀티미디어를 이용한 특수교육에 관한 종합적 정보시스템 연구개발’ 등에 의해 개발되어, 현재는 계속 평가중이다.

쓰꾸바(筑波)기술단기대학과의 공동연구. 문자나 도형 등을 응답성이 높은 촉각 디스플레이 상에 표시되도록 하여, 그 정보를 촉각으로 확인하면서 펜형의 입력장치를 이용하여 그림을 그릴 수 있도록 한 장치이다. 시각장애인은 묘화(描畵)라는 작업으로 접근하기 위한 시스템임과 동시에 다양한 교재를 편입할 수 있으며, 새로운 형



#### 4. 향후 전망 -개발의 근거가 되는 기초적 데이터 취득과 평가의 중요성-

상기 내용을 포함한, 이 분야의 개발연구를 보면 새로운 기술을 도입하고 있는 개발부분에 중점을 두고 있으며, 사용되는 기기나 교재와 사람의 특성에 관한 기초적인 데이터가 부족한 것을 지적할 수 있다. 또한, 아동의 실제적인 발달에 언급되는 평가에 관한 관점의 고찰이 충분히 이루어지지 않았다. 향후의 과제이기는 하지만 다음에 별도의 연구사례를 두 가지를 소개한다.

하나는, 일본 맹학교 등에서 보고된 ‘입체복사를 이용한 교재에서 점자읽기의 어려움’에 착안하여, 시각장애아의 지도 장면에서 점자읽기(觸讀)가 어렵다는 입체복사 점자에 대하여 실험적 연구를 실시한 연구이다. 그 결과, 표준 점자의 점경(點徑)보다 작은 1.17mm 또는 표준 점경 규격인 1.43mm에서, 또한 점간격은 표준 점자규격의 1.05배부터 1.15배 넓은 조건의 읽기재료에서 읽기시간이 짧고 오독이 적으며, 동시에 ‘읽기 쉬움’의 평가가 높다는 결과를 얻었으며, 여기에서 입체복사교재용 점자규격을 설정할 때 유용한 데이터를 제안하고 있다.

또 하나는, 근육질환으로 구체물 조작과 자세 변환이 곤란한 아동에 대한 지원기술 개발에서 이루어진 평가 사례이다. 이 개발연구는 지체부자유특수학교와 소아요육센터로부터 의뢰를 받아, 근육질환 때문에 혼자 이동하는 것이 극히 어려운 유아에 대하여, 마이크로 콘트롤러와 고정밀도의 응답성이 높은 작동기(actuator)를 이용한 승용카트를 개발하는 것이다. 소아요육센터와 가정에서 사용할 때를 관찰기록한 것과 ICF(국제생활기능분류)를 근거로 아동의 활동을 평가한 결과, 스스로 이동할 수 있는 승용카트를 이용한 효과뿐만 아니라 아동의 대인관계, 특히 의사소통 능력에 ‘실행상황’ 수준이 향상한다는 유효성을 보여주고 있다.

이와 같이 개발의 근거가 되는 기초적 데이터의 취득과 전인적인 관점에서 평가가 이루어져야 비로소 장애아동의 생활을 향상시키는 연구가 이루어진다고 할 수 있다.

태의 교재개발을 목표로 하고 있다. 인터넷에 접속하여 같은 교실내의 교사와 아동, 나아가 학교간의 교재 유통을 포함한 발전이 가능하다.

([http://www.nise.go.jp/kenshuka/josa/kankobutsu/pub\\_c/c-45.html](http://www.nise.go.jp/kenshuka/josa/kankobutsu/pub_c/c-45.html) 등)

마지막으로 관련된 토픽을 두가지 소개하고자 한다.

최신 토픽의 하나로 웹 콘텐츠의 접근가능(accessibility)에 관한 JTB(일본공업규격)의 제정을 들 수 있다. 정식명칭은 ‘고령화·장애인 등 배려설계 지침 -정보통신에 관한 기기, 소프트웨어 및 서비스- 제3부:웹 콘텐츠(JISX 8341-3)’이며, 2004년 6월 20일에 제정되었다. 이 JIS에서 웹 콘텐츠란, 이용자가 웹 브라우저 등을 이용하여 접근하는 모든 정보, 서비스를 가리킨다고 정의하고 있기 때문에, 보다 광범위하게 지침이 영향을 미친다. 구체적인 내용으로는, 기본요건으로 시각, 청각에 의한 정보일수가 곤란한 경우에도 웹 콘텐츠를 조작 또는 이용할 수 있을 것, 혹은 특정한 신체부위를 사용하지 않고 다양한 부위를 사용하여 웹 콘텐츠를 조작 또는 이용할 수 있을 것, 신체의 안전에 해가 가지 않도록 웹 콘텐츠 조작 또는 이용할 수 있을 것, 이 규정이 있다. 또한, 시각의 부자유에는 ‘시각을 이용할 수 없다’, ‘시력이 낮거나 시야가 좁다’, ‘색의 식별이 어렵다’는 것, 그리고 ‘다양한 신체부위로서 임의의 한 손에 의한 마우스조작, 신체와 의족의 제한된 움직임에 대응하는 것이 요건이 되었다. 더 우기, 기본요건보다는 규정이 완만한 장려요건으로서, 인지 및 기억에 과도한 부하를 가하지 않고 웹 콘텐츠를 조작 또는 이용할 수 있을 것과 다양한 환경과 조작에 익숙하지 않을 경우에 대응할 것이 서술되어 있다. 미국의 지침을 받아들이는 책정되었지만 일본어 특유의 배려가 많이 있다.

또 한가지 토픽은, 공공방송프로그램과 웹 콘텐츠를 융합시킨 ‘디지털’이라고 불리는 대응책이다. 학교방송프로그램을 동화상이나 클립 형식으로 볼 수 있는 이상, 텍스트정보나 지도를 추진하는 단서가 되는 포럼 등이 제공되고 있다. 일본에는 장애아를 위한 프로그램이 있으며, 이것도 마찬가지로 웹 콘텐츠와의 융합이 시도되고 있다. 실천사례는 적지만, 현재 동경도내의 농학교에서 일반 초중학교용의 디지털 프로그램과 그 웹 콘텐츠를 사용하여 ‘학습에서의 보편적 설계(Universal Design)’를 실현하고 있는 수업이 이루어지고 있다. 이것은 필자가 강사로 활동하는 방송교육 전국 대회(2004년 11월5일)에서 보고될 예정이다.

## 5. 결론

일본의 특수교육은 큰 전환기를 맞고 있다. 그 구체적인 내용은 중앙교육심의회에서 검토를 하고 있으며, 답신을 기다리고 있지만 한층 더 개개인의 필요(needs)에 대응하는 교육과 LD, ADHD 등2)의 일반학급에 재적하는 아동에 대한 지원을 포함하여 기존의 특수교육의 범위를 크게 벗어난 교육으로의 대응이 과제가 된다. 그 근거에는 장애종별에 따라 정해진 특별한 장소에서의 특수교육에서 아동의 특별한 필요(needs)에 맞는 유연한 특별지원교육으로의 흐름이 있다. 더욱이 평가부분에서 서술하였듯이 ICF주3) 개정에 따라 ‘실행상황 평가’를 고려하는 등, 세계적인 장애관이 변화하고 있으며, 환경요인을 포함하여 “장애”를 파악하도록 되어 있다.

서두에서 언급했듯이 장애아동의 교육을 둘러싼 다양한 움직임 속에서 ‘교육에서의 접근가능한 설계(Accessible Design)’의 구축과 보급은 정상화(normalization) 진전에 대응하기 위한 강력하고 구체적인 수단이라고 할 수 있을 것이다.

## 6. 참고·인용문헌

獨立行政法人國立特殊教育總合研究所(2004) : 프로젝트研究報告書「擴大教科書」

作成マニュアル (擴大教科書へのアプローチ) , 2004年 3月.

視覚障害教育ネットワーク注3)(2004) : 擴大教材プロジェクト, Webサイト : url:

<http://www.tenji.ne.jp/kakudai/index.html>

獨立行政法人國立特殊教育總合研究所(2004) : 프로젝트研究報告書「マルチメディアを用いた特殊教育に關する總合的情報システムの研究開發」, 2004年3月.

獨立行政法人國立特殊教育總合研究所(2003) : 久里浜の海 (廣報誌) 創刊號, 2003年3月.

西谷淳ほか : 障害児者への生涯にわたる支援構想 -IEPと甲西町障害児者支援情報

ネットワークの試み-, 第39回日本特殊學會大會發表論文集.

2) 학습장애, 주의력결핍장애, 고기능자폐증 등의 경도발달장애를 가리킨다.

3) International Classification of Functioning, Disability and Health. WHO에 의한 국제생활기능분류. 지금까지 ICIDH(국제장애분류)라고 했지만, 2001년 5월 개정되었다. 질병의 귀결로서의 장애에서 환경요인 등 배경요인과의 상호작용에 의한 생활기능 상태에 착안하고 있다.

渡部信一ほか : ネットワークを利用した不登校・障害児支援システムの開發, 日本教育工學雜誌, 26, 11-20.

渡辺哲也・大内進 : 觸讀しやすい立體コピー點字のパターンに關する研究 -原圖の點徑及び點間隔の條件について-, 國立特殊教育總合研究所研究紀要 第30卷

棟方哲彌 : 筋疾患により具體物の操作や姿勢の變換が困難な子どもへの支援技術の開發 -マイクロナットローラとステッピングモータを用いたハンドベル演奏裝置と低床電動スクータの開發を通じて-, 國立特殊教育總合研究所研究紀要 第30卷.



## 特 集

特別な教育的ニーズのある児童生徒のための ICT を活用した  
教材・教具の開発と普及

独立行政法人国立特殊教育総合研究所 棟方 哲弥

## 1. はじめに

筆者が所属する独立行政法人国立特殊教育総合研究所は、1971 年 10 月に文部科学省（当時、文部省）の所轄機関として設置され、その後、中央省庁等再編により 2001 年 4 月から文部科学省所管の独立行政法人となり、今日に至るまで「特殊教育に関する研究のうち主として実地的な研究を総合的に行うこと、特殊教育関係職員に対する専門的、技術的な研修を行うこと等により、特殊教育の振興を図る」という基本的目標の下、特殊教育におけるナショナルセンターとしての役割を果たしている。本稿のテーマに近い「障害のある子どもの教育と ICT (Information and Communications Technology)」に関するポスターセッションを含めた国際会議を、筆者らが実行委員となって、日本ユネスコ委員会と共催（NISE/JNCU, 2003）実施した経験がある。

ところで ICT とは電子・情報・通信に関する技術全般を指す用語であり、日本において“平成 17 年度 ICT 政策大綱—ユビキタスネット社会の実現に向けて—”（総務省, 2004）という形で新たに登場したことから分かるように用語としては新しいが、その一方で内容はコンピュータやネットワークの活用を指すものであり、障害児教育における応用の歴史は比較的長いといえる。本研究所では設立の翌年に教育工学研究室が設置されて以来 30 年以上にわたって関連の研究を行っている。

本稿ではまず、障害のある子どものニーズに応じ

た教材・教具や教育システムの開発に関する最近 5 年ほどの研究について紹介する。次に、特殊教育から特別支援教育への転換を踏まえた本分野の在り方や、ユビキタスに象徴される新しい ICT を活用した教材・教具について提案し、リハエンジニアをはじめ、リハビリテーションに関わる多くの専門家の方々から批判や示唆を得たいと考えている。

## 2. 最近の 5 年間にわたった研究について

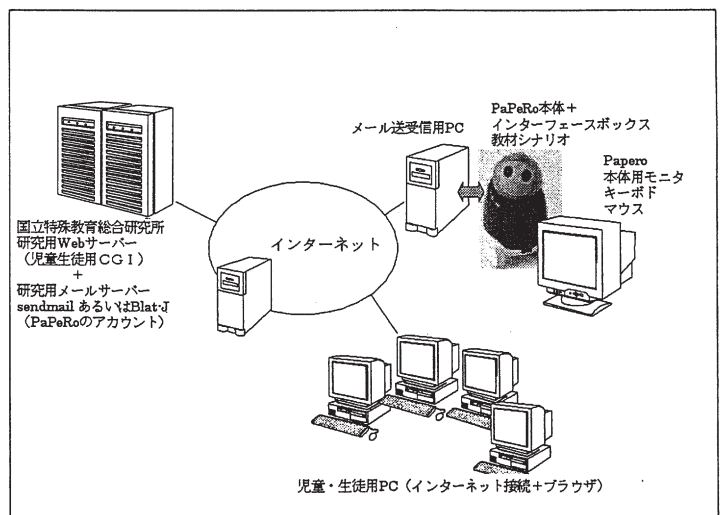
2.1 パーソナルロボットを用いた知的障害のある  
子どもを対象とした新しいインターフェース  
の開発研究

図1 パーソナルロボットを用いた知的障害者  
用インターフェースシステム（棟方ら、  
2004a より）

独立行政法人

国立特殊教育総合研究所

企画部・総括主任研究官

〒239-0841 神奈川県横須賀市野比 5-1-1

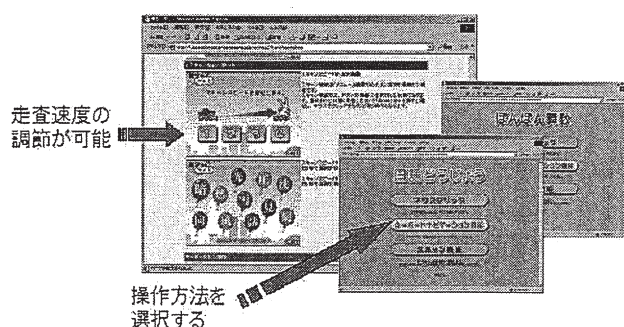
NECメディア情報研究所との共同研究枠として、同研究所が開発中のパーソナルロボット PaPeRo を使って教材開発（棟方ら、2004a）を行っている。知的障害のある児童生徒のためのコンピュータ



やインターネットへのアクセスを確保するためのインターフェースとして例えば、タッチパネルや外部に接続した大型のスイッチ等があるが、これらは操作を直感的に行うこと、あるいは操作を単純化することに着目したインターフェースであった。本研究では、パーソナルロボットのコミュニケーション能力に着目して、より、人間同士のコミュニケーションに近い形でコンピュータやインターネットへのアクセスを支援する知的障害者用インターフェースの開発を目的としている。ロボットはインターネットに接続されており、無線IDタグを併用した統合的な教室・学習環境の実現を目指して、現在、養護学校における実証授業が行われている。

## 2.2 障害のある子どものための教育用コンテンツの開発と公開

Web上に公開される教育用コンテンツは、インターネットを通じて利用される教材であり、普及という観点から大変に優れた教材である。通常、これらの教材は、マウスの利用を前提としており、上肢運動障害のある利用者が想定されていないものが多い。そこでソフトウェア自体にアクセシビリティ機能を付けることで1個のスイッチのみによって操作可能な教材を開発した。合わせて、音声ガイダンスの付加や画面の見やすさへの配慮などを行って、子どもの学習上の困難を軽減する工夫を施している(棟方ら, 2003)。



特別支援教育用Webコンテンツの例

(棟方ら, 2003 より)

## 2.3 肢体不自由のある子どものためのアクセシビリティ機能を有する Web ブラウザの開発

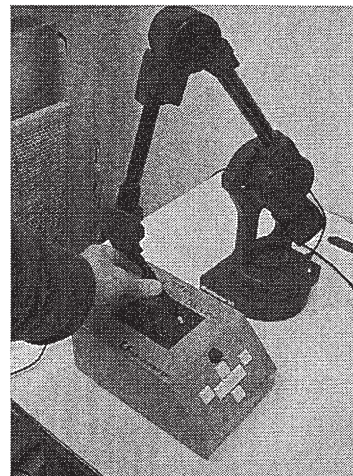
子どもの障害の状態に合わせた入力装置(例えば、

押しボタンやセンサーなど)を一つ用意することで、Web ページを自由に閲覧することができる。試作品の名称は「パッソ・ア・パッソ (イタリア語で” 一步一步” )」(棟方ら, 2004b)とした。ウェブページの読み上げ機能と検索機能が付加されている。学習履歴が保存できると共に、授業の組み立てを意識して、教師が URL (Uniform Resource Locator) リストを作成することができる。

## 2.4 ペン入力機能付き触覚ディスプレイシステムの開発

筑波技術短期大学との共同研究である。文字や図

形などを応答性の高い触覚ディスプレイ上に表示させ、それらの情報を触覚で確認しながら、ペン型の入力装置を用いて描画することが可能な装置である。視覚障害者用が描画という作業にアクセスするためのシステムであると同時に、



(渡辺ら, 2003 より)

さまざまな教材を組み込むことが可能であり、ネットワークに接続させることで、同じ教室内の教師と児童生徒、さらには、学校間での教材の流通を含めた発展が可能である。

## 2.5 全盲児童生徒への絵画鑑賞指導の新しい試み

視覚活用が難しい児童生徒に対する美術教育において絵画の指導は従前から困難な課題とされてきた。大内 (2005) は、イタリアの「アンテロス」美術館との協力関係を保ちながら、「触る絵」の作製ガイドラインの明確化および情報処理技術を活用しての「触る絵」の作製システムの開発とその技術を活用した我が国の「触る絵」への翻案、盲学校児童生徒への鑑賞指導法の分析的検討などの課題について研究を進めている。この研究の方向が示すものは、究極的には、二次元の絵画を電子データとして取り込み、レリーフに自動翻案して3次元造型機で量産



して、触覚による絵画鑑賞を実現させることにある。

これら以外では Ohuchi ら(2003)による視覚障害児のための VR(virtual reality)技術を用いた聴覚ディスプレイを使ったゲーム型学習システムの開発研究があり、その他、海外においても多くの取り組みが行われている(例えば、棟方, 2004c など)。なお、渡部(2004)編集による単行本には、さまざまな事例が紹介されている。加えて、Eスクエア・アドバンスドなどを含めて、各学校等において実践が行われており、その中には光村図書の電子(デジタル)教科書をろう学校で使った事例があげられる。この電子教科書は障害のある子どもの存在を前提にしておらず、既に 1990 代前半に米国で販売を開始した Wiggle Works に及ぶものではないが、結果として日本における UDL(Universal Design for Learning)の端緒の一つとなったと思われる。

### 3. ユビキタスネットの世界

以上、障害のある子どものニーズに応じた教材・教具や教育システムの開発に関する最新の研究について紹介した。次に、特殊教育から特別支援教育への転換を踏まえた教材・教具の在り方の変化や、ユビキタスに象徴される新しい ICT を活用した教材・教具について提案したい。

上述したパーソナルロボットには無線 ID タグを付加している。本システムではロボット本体がインターネットに接続しており、情報を複数のロボットで共有すれば、子どもが対話する相手は特定の個体に限定されない。極端な例では、外国の教室にあるロボットであった場合にも、その子どもが、それまでに体験した学習内容を踏まえて対話を行うことが可能となる。これはロボットの場合に限らず、文字カードや積み木のような単純な教具であっても、内部に仕組まれた ID タグシステム、あるいはマイクロコントローラを利用することによって、同様の対話が、教具と教具、あるいは使用者と教具の間で可能になると考えている。

このように ICT の活用によって教材・教具は、道具として一方的に使われる「教材・教具」から双方向通信(対話)する学習者のパートナーとなることが期待される。

### 4. 一人一人を大切にするために

特別支援教育は「場」ととらわれず、一人一人の教育的ニーズに対応した適切な教育的支援を行うこととされる。ICT を含めてテクノロジーにはこれに対応できる可能性がある。いわゆる軽度発達障害を含めて障害のある子どもが対象の場合には、これを AT(Assistive Technology)と呼ぶはずである。ところで筆者は、この用語に特別の思い入れがある。福祉用具や Technical Aid(現在の Assistive Products)には障害そのものを補償する意味合いがある一方で、米国の AT Device にはそれがない。つまり、定義には functional capabilities とあるだけで、「障害の補償」について書かれていない。前向きですっきりしている。少なくとも筆者はそう考えている。

筆者が特別支援教育への転換にあたり、最も大切と考えているのは、従来のように障害に焦点を当てることや発達の偏りに焦点を当てた治療的な教材・教具の利用ではなく、ある教材・教具を使うことで障害による困難や発達の偏りを感じさせないで、他の子どもと同じカリキュラムで学ぶことができるような場面作りだと考えている。適用の難しいケースもあると考えるが、例えば、障害のある子も、ないと思われる子に対しても、それぞれに必要な配慮を行う DI(Differentiated Instruction)というアプローチが存在する。

具体的には、通常クラスの授業で赤外線トランスミッターの付いたアンプシステムが先生の声を拡大して伝える。あるいは、人の声の帯域を増幅して聞きやすくして伝える。するとクラス全体の理解が上がり、全員の集中力が上がり、クラス全体の学業成績があがるという。先生に余裕ができれば、あるいは、クラスメートに余裕ができれば、特別支援が必要な場面自体が少なくなるというのである。HEARIT 社カタログにある情報なので鵜呑みにはできないが、Special Education に照会される子どもが減ると報告されている。

### 5. どのような評価の方法があるのか

ところで Peck & Scarpati (2002) は、“十分に成果が確認されていない新たなカリキュラムや支援機器が「最先端」と褒めそやされる”と警鐘をならし

ているように、評価が不可欠である。

ここでは評価について言及する。以前に筆者は、筋疾患により具体物の操作や姿勢の変換が困難な子どもへの支援技術の開発を行った(棟方, 2003)。以下は、その時の評価の説明である。この開発研究は、肢体不自由養護学校と小児療育センターからの依頼により、筋疾患のため自ら移動することが極めて困難な幼児に対して、マイクロコントローラと高精度で応答性の高いアクチュエータを用いた乗用カート開発を行ったものである。小児療育センターと家庭での使用時の観察記録と ICF(国際生活機能分類)に基づく、子どもの活動評価を行った。その結果、自ら移動できるという乗用カートを用いた効果ばかりでなく、子どもの対人関係、とりわけ、コミュニケーションの能力の「実行状況」の水準が向上した例となった。このように、直接に活動が広がったということに加えて、全人的な観点(担当PTの方の願いであった)からの評価が行われて初めて、障害のある子どもの生活を向上させる営みと言えよう。

WHO(2002)によれば、「参与感や主観的満足感に関する評価点」は、将来開発されるであろう付加的评价点(additional qualifiers)とされる。教材・教具のような教育場面にける評価には、本人の満足感の評価は不可欠であり、今後の喫緊の研究課題であると考えている。

## 6. ICT 活用教材・教具の普及と米国の QIAT

普及のためにはサービスの提供が不可欠であろう。米国流に言えば、Assistive Technology Services が大切である。特別支援教育体制では、養護学校等がセンター的な機能を発揮することや、特別支援教育コーディネータが果たす役割に期待が大きい、実際には、簡単に解決するものではない。それぞれの学校や自治体が目標の目安となる指標(index)を決めておきたいものである。

QIAT(Quality Indicators for Consideration of Assistive Technology)は、Joy Zabala 博士らがリードするコンソーシアムの産物であり、筆者は、大変に優れた実践的に役立つ指標だと思っている。彼女は、SETT フレームワークの提唱者であり、ごく最近、QIAT に関する研究で学位を取られたはずである。米国の CEC(Council for Exceptional Children)の

テクノロジーとメディア部会(TAM)の時期会長でもある。最近のバージョンの QIAT は量が充実する反面、米国の法規に寄り添っており、日本での利用には localize が必要と感じている。本分野に限らないと思うが、諸外国、とりわけ米国から目が離せない状況が、今後も続いていくと思われる。

国内での連携、さらに、海外との連携を深めながら、着実に評価を行った上で確かな成果を積み重ねることが重要だと考えている。

## 参考・引用文献等

- 1) NISE/JNCU(2003) Proceeding of poster session on Utilization of ICT and educational support for children with disabilities, Yokosuka, Japan.
- 2) M.Ohuchi, Y.Iwaya, Y.Suzuki, & T.Munekata(2003): A game for visually impaired children with a 3-D virtual auditory display, ICAD2003, 309.
- 3) Peck, A.F. & Scarpati, S.(2002) Strong Signals in the Noise: Impact of Technology on Special Education. Teaching Exceptional Children, 35(2),7.
- 4) WHO(2002): ICF 国際生活機能分類, 中央法規
- 5) 光村図書  
([http://www.mitsumura-tosho.co.jp/kyoka/kokugo/S\\_digital/index.asp](http://www.mitsumura-tosho.co.jp/kyoka/kokugo/S_digital/index.asp))
- 6) 棟方哲弥(2003): 筋疾患により具体物の操作や姿勢の変換が困難な子どもへの支援技術の開発 -マイクロコントローラとステッピングモータを用いたハンドベル演奏装置と低床電動スクータの開発を通じて-, 国特研研究紀要第 30 巻.
- 7) 棟方哲弥, 船城英明, 中村 均(2003): アクセシビリティに配慮した Web 教材コンテンツ開発事例, 国特研研究紀要第 30 巻, pp. 151-163.
- 8) 棟方哲弥・小野龍智・船城英明・中里英生・藤田善弘・中村 均 (2004a): パーソナルロボットを用いた知的障害者用インターフェースの開発, マルチメディアを用いた特殊教育に関する総合的情報システムの研究開発, 国立特殊教育総合研究所プロジェクト研究報告書, pp33-36.
- 9) 棟方哲弥・船城英明・中村 均(2004b): アクセシブル・ブラウザの開発, ibid., pp44-46.
- 10) 棟方哲弥(2004): テクノロジーを利用した障害児教育の

海外事情, 21 世紀テクノロジー社会の障害児教育, 渡部  
信一編, 学苑社, pp.127-143.

- 11) 渡辺哲也 (2004): 電子レーズライタのシステムと機能,  
ibid., pp11-14.
- 12) 大内進(2005): 3次元造形システムを活用した視覚障害  
児のための絵画の立体的翻案とその指導法の開発, 平成  
16年度科研費成果報告書.

注) UDL: 米国の CAST: Center for Applied Special Technology  
が、内容を改訂しながら提唱している。概ね、以下のこ  
とがらと言える。

- 1) Multiple Representation of Information
- 2) Multiple Options for Expression and Control
- 3) Multiple Options for Engagement





## デジタルアーカイブのアクセシビリティ向上を目的とした 力覚ディスプレイ応用システムの開発

—視覚障害者のために立体翻案された絵画の活用に向けて—

棟方哲弥 大内 進 小野龍智 渡辺哲也 渡邊正裕 中村 均  
独立行政法人国立特殊教育総合研究所

〒239-0841 神奈川県横須賀市野比5-1-1

E-mail: [munekatt@nise.go.jp](mailto:munekatt@nise.go.jp)

© The National Institute of Special Education



## はじめに

- 障害者基本法の一部を改正する法律
  - 平成16年6月4日
- 同 付帯決議
  
- 全盲の児童生徒に対する絵画鑑賞
  - イタリアの「アンテロス」美術館
  - インターネットで普及・活用

© The National Institute of Special Education



NISE

## イタリアの「アンテロス」美術館

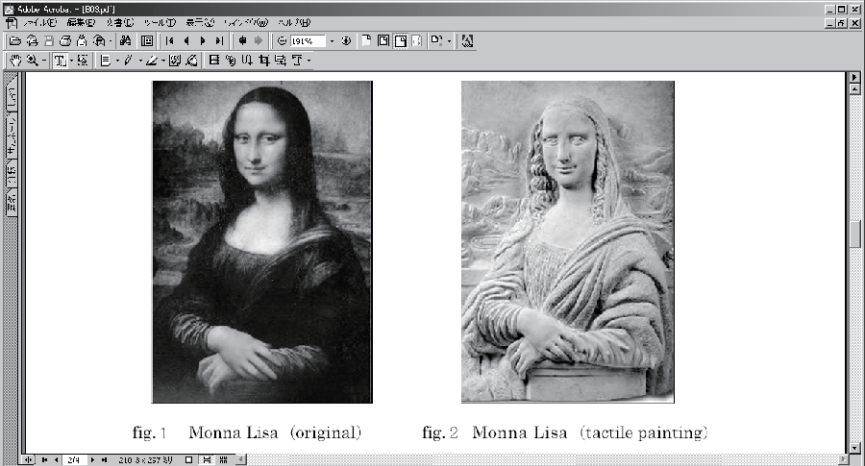


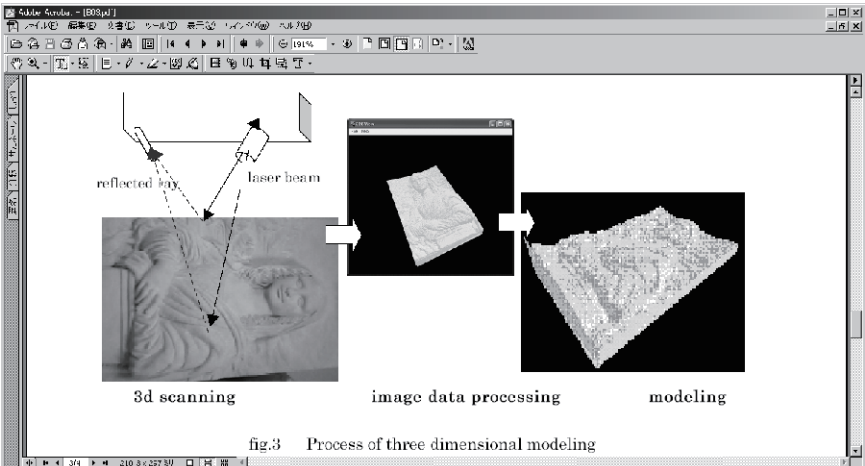
fig.1 Monna Lisa (original)      fig.2 Monna Lisa (tactile painting)

Susumu Oouchi (2003): A New Attempt to Help Blind Children Appreciate Paintings

The National Institute of Special Education

NISE

## インターネットで普及・活用



3d scanning      image data processing      modeling

fig.3 Process of three dimensional modeling

Susumu Oouchi (2003): A New Attempt to Help Blind Children Appreciate Paintings

The National Institute of Special Education

## 実物を使った指導場面



Susumu Oouchi (2003): A New Attempt to Help Blind Children Appreciate Paintings

© The National Institute of Special Education

## 目的

- Web上に置かれたデジタルアーカイブとしての立体画像のデジタルデータを力覚ディスプレイ端末で再現し、視覚によらずに、仮想的な立体の理解が行われるようなシステムの開発と評価を行うこと
- システムの開発
- データセットの提案
- 評価

© The National Institute of Special Education

## 視覚障害とPHANToM

- 長谷川貞夫(1994;1997)
- Wai Yu, Ramesh Ramloll and Stephen Brewster(2001)
- Stephen Brewsterら
  - (~2004)

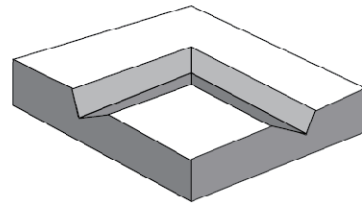


Figure 9. Engraved line on a flat surface.

Wai Yu, Ramesh Ramloll and Stephen Brewster(2001)

©The National Institute of Special Education

## システム構成

- 力覚フィードバック装置
  - PHANToM 1.5A ( SensAble Technologies, Inc. )

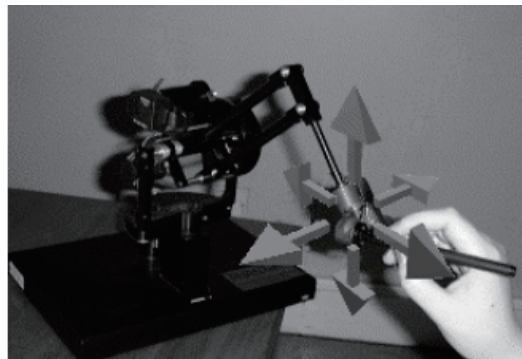
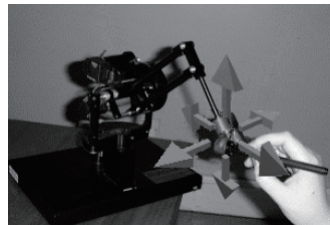


Photo by Wai Yu, Ramesh Ramloll and Stephen Brewster(2001)

©The National Institute of Special Education

## 仕様(一台)

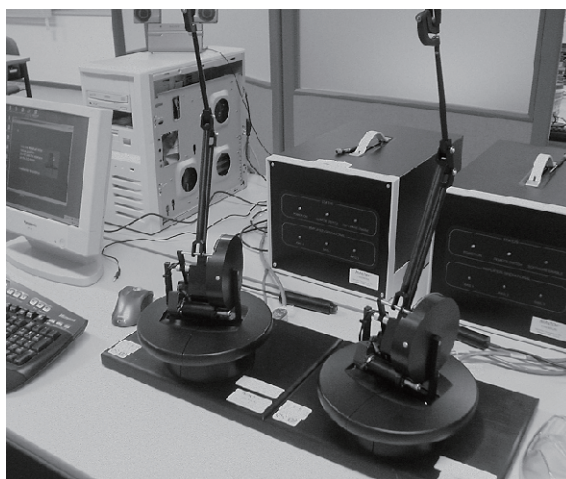
- 作業空間 381W × 267H × 191 D mm
- 解像度 0.03mm
- 最大出力 8.5N
- 連続出力 1.4N
- 出力軸 x, y, z
- GOST SDK 4.0



(SensAble Technologies, Inc.による)

© The National Institute of Special Education

## システム外観



© The National Institute of Special Education



# システム

- PC(Windows2000)
- PHANToM1. 5A 2台
  - SensAble Technologies, Inc.
- GOST SDK 4. 0
  - SensAble Technologies, Inc.
- Microsoft SAPI 4.0a runtime
- Lernout & HauspieR TTS3000 TTS engine - Japanese
- VC++
  - Microsoft
- 小型スピーカ
- 保護メガネ





# PHANToMの座標軸調整機能

(1) setup. ini

このファイルはデフォルトでは以下のように設定

```
#####  
# PHANTOM 回転・平行移動 初期設定ファイル  
# (記述方法)  
# パラメータ + "=" + 設定値 + ";"  
# というように記述します。パラメータは、RX1 や TZ2 などを  
# 指します。パラメータの後は、半角スペースを入れて、  
# "="を入れた後、再び半角スペースを入れてから、設定値を  
# 書きます。設定値の後ろには";"を入れてください。  
#  
# その他、パラメータ値と同じ文字列でなければ、任意の文字  
# をこのファイルに記述してもかまいません。  
#####  
#Phantom 1 号機の設定  
RX1 = 0: // X 軸方向の回転角(整数: -360 ~ 360)  
RY1 = 0: // Y 軸方向の回転角(整数: -360 ~ 360)  
RZ1 = 0: // Z 軸方向の回転角(整数: -360 ~ 360)  
TX1 = 0: // X 軸方向の平行移動距離(任意整数: マイナス可)  
TY1 = 0: // Y 軸方向の平行移動距離(任意整数: マイナス可)  
TZ1 = 0: // Z 軸方向の平行移動距離(任意整数: マイナス可)  
  
#Phantom 2 号機の設定  
RX2 = 0: // X 軸方向の回転角(整数: -360 ~ 360)  
RY2 = 0: // Y 軸方向の回転角(整数: -360 ~ 360)  
RZ2 = 0: // Z 軸方向の回転角(整数: -360 ~ 360)  
TX2 = 0: // X 軸方向の平行移動距離(任意整数: マイナス可)  
TY2 = 0: // Y 軸方向の平行移動距離(任意整数: マイナス可)  
TZ2 = 0: // Z 軸方向の平行移動距離(任意整数: マイナス可)  
  
PHANTOM 本体の位置を平行移動させたり回転させたりした場合には、これらのパラメータを設定することにより座標軸を調整可能
```





## 仮想物体への接触検知と音声出力機能

- 仮想空間に配置した図形オブジェクトにPHANTOMが接触した際の接触検知には、GHOSTが提供するコールバック機構を利用
- 必要な手続きは、生成した図形オブジェクトに対してコールバック関数を設定
- コールバック関数の設定は、setEventCallback関数を用いる
  - この関数は、gstTransformクラスで定義されており、このクラスから派生したクラスあるいはこのクラスを先祖として持つクラスから派生したクラスによって描画される図形オブジェクトでは、この関数を用いることが可能
- 例えば、立方体オブジェクト(myCube)を生成した後、接触検知のためのコールバック関数を設定は
  - myCube->setEventCallback(contact\_event\_callback, NULL);

## データセット

作成したファイルは拡張子「.phantom」で保存してください。

```
#####gstShape##### ...①
#TYPE=torus ...②
#TEXTTOSPEECH=読み上げ文字列 ...③
#R=20 ...④
#S=10
#RX=0
#RY=0
#RZ=0
#TX=0
#TY=0
#TZ=0
#####End of Shape in Phantom##### ...⑤
#####VRML##### ...⑥
#VRML V2.0 utf8
#TEXTTOSPEECH=読み上げ文字列 ...⑦
#RX=0 ...⑧
#RY=0 ...⑨
#RZ=0 ...⑩
#TX=0 ...⑪
#TY=0 ...⑫
#TZ=0 ...⑬
Shape {
  ... VRML データ ...⑭
}
#####End of Shape in Phantom##### ...⑤
... 次のデータ (VRML データ または gstShape オブジェクトデータ)
```



---

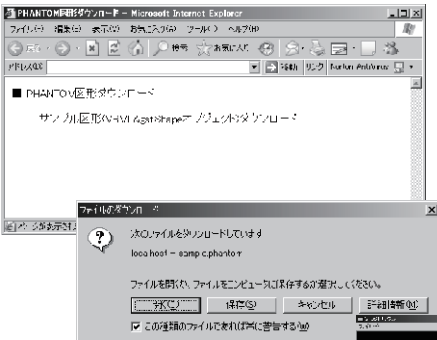
- TYPE [図形タイプ]  
図形タイプは「vml」と「shape」の2種類
- FILE [図形名]  
(例) FILE=object1.wrl  
(例) FILE=cone
- TEXT [再生文字列]  
の文字列がPHANTOMと図形が接触時に再生される音声となる
- R [大半径]  
gstShapeオブジェクトデータのうち、cone、cylinder、sphere、torusでのみ使用  
coneとcylinderの場合は底面の半径、sphereの場合は球の半径、torusの場合は外側半径
- S [小半径]  
gstShapeオブジェクトデータのうち、torusでのみ使用
- W [幅]  
gstShapeオブジェクトデータのうち、cubeでのみ使用
- H [高さ]  
gstShapeオブジェクトデータのうち、cone、cube、cylinderでのみ使用
- L [長さ]  
gstShapeオブジェクトデータのうち、cubeでのみ使用
- RX、RY、RZ [X軸方向回転角、Y軸方向回転角、Z軸方向回転角]  
図形が描画されるときに各軸方向での回転角度。未定義のパラメータは“0”
- TX、TY、TZ [X軸方向平行移動距離、Y軸方向平行移動距離、Z軸方向平行移動距離]  
図形が描画されるときに各軸方向への平行移動距離

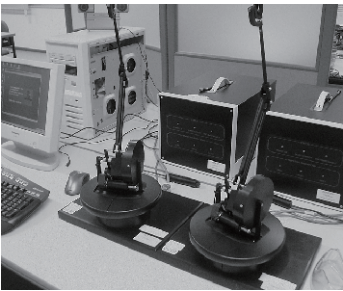


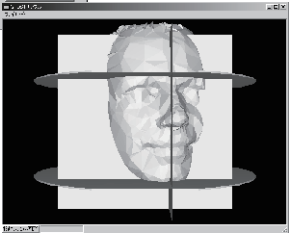


---

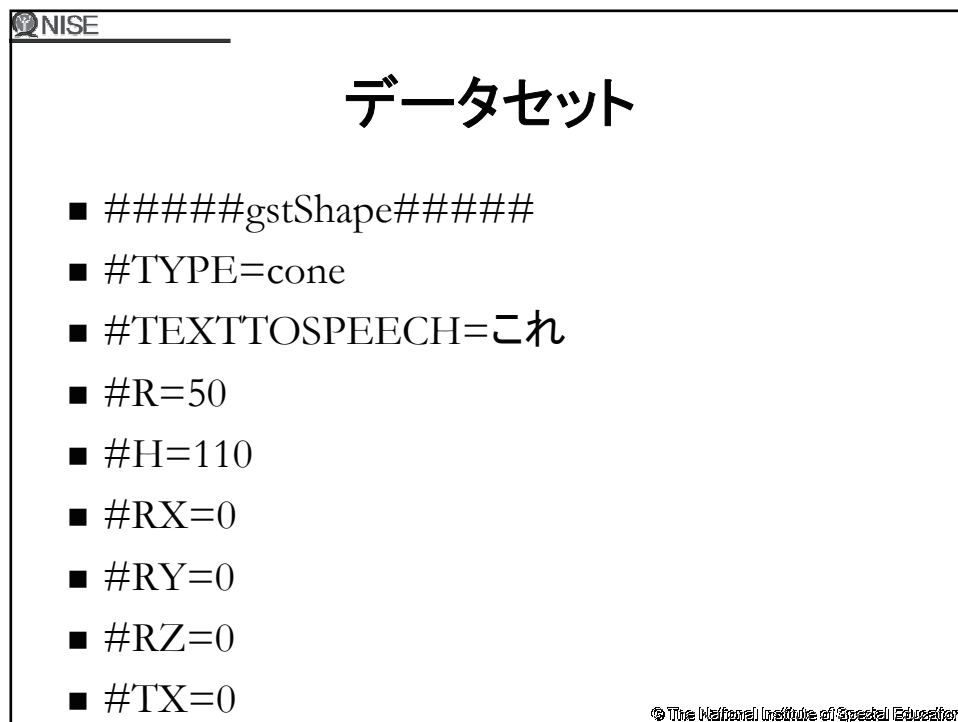
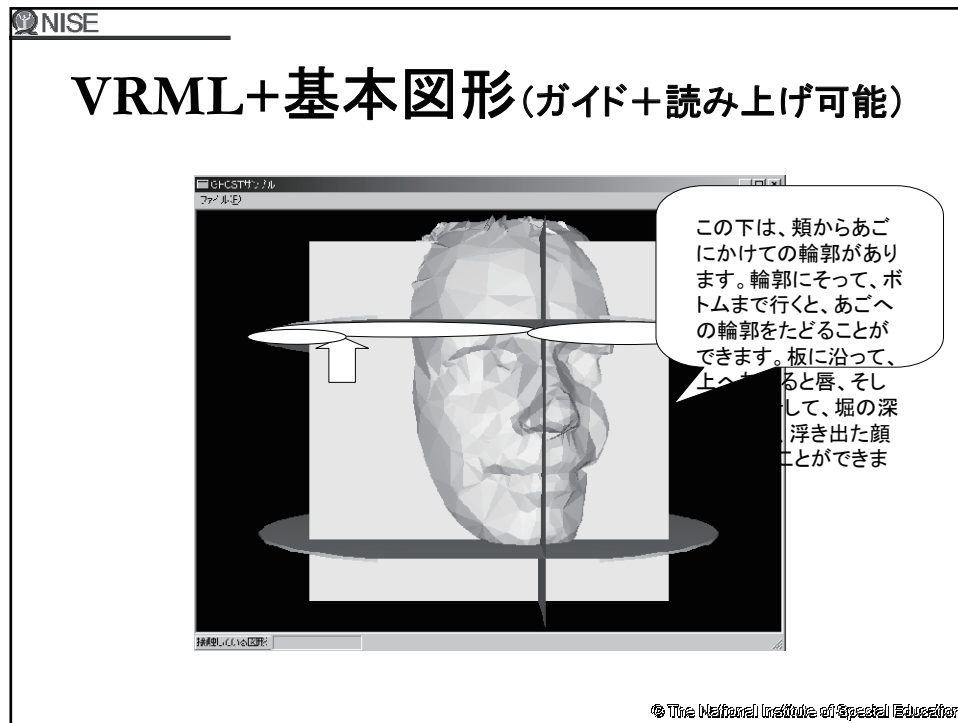
# Webからのデータ取得機能







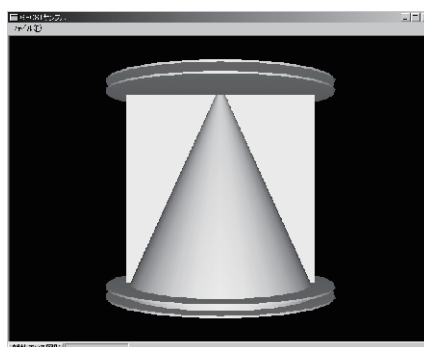
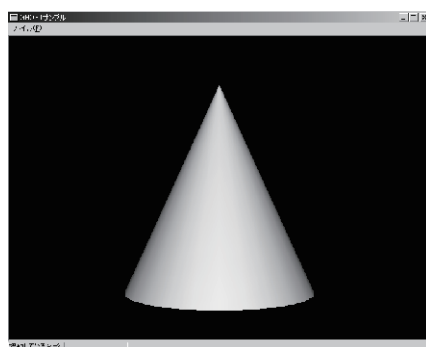


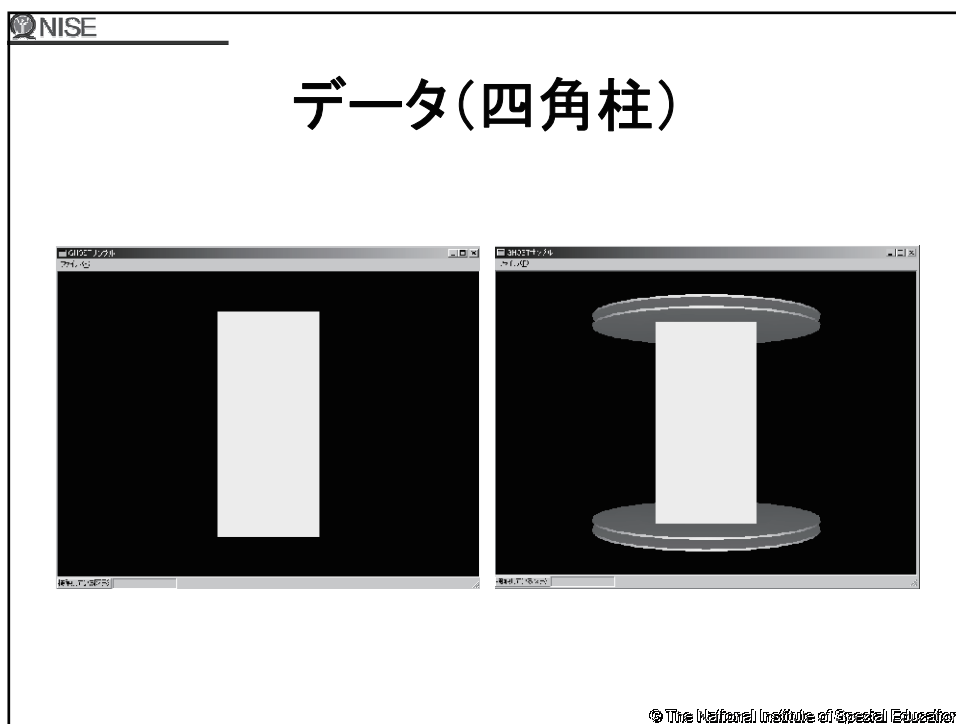
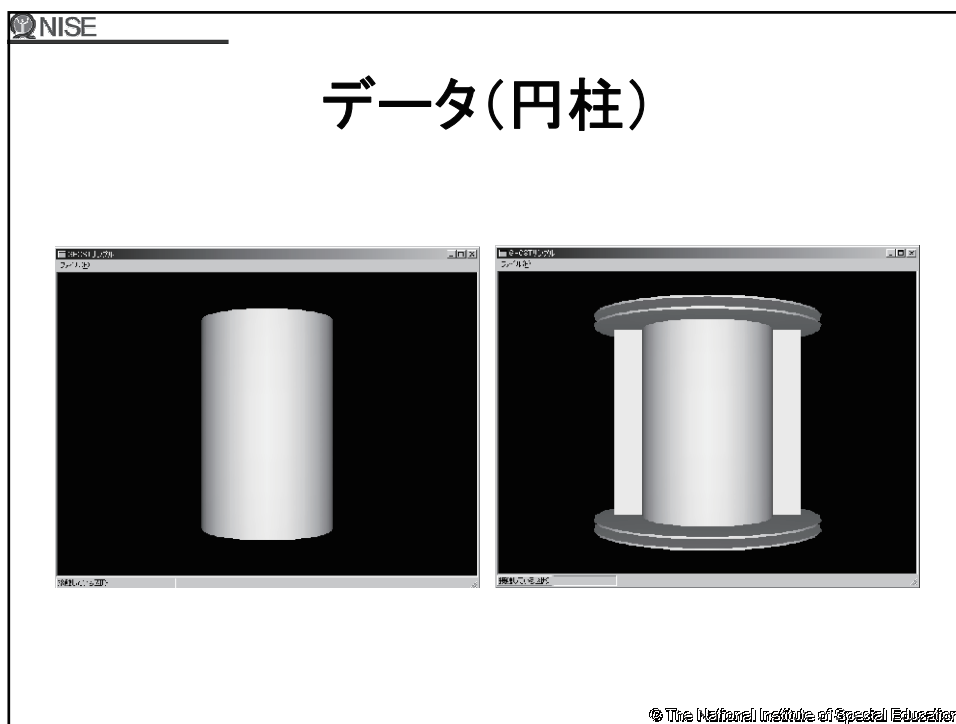


## 評価実験

- 立体画像の認識しやすさなどについて
  - 円錐
  - 円柱
  - 四角柱
- 条件
  - ガイド有り
  - ガイド無し
- 被験者
  - 全盲、成人男性1名

## データ(円錐)



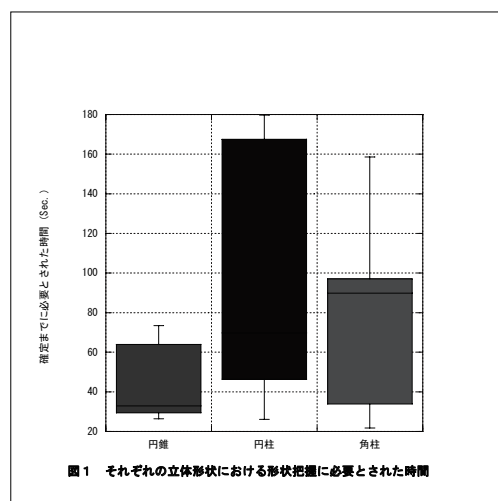


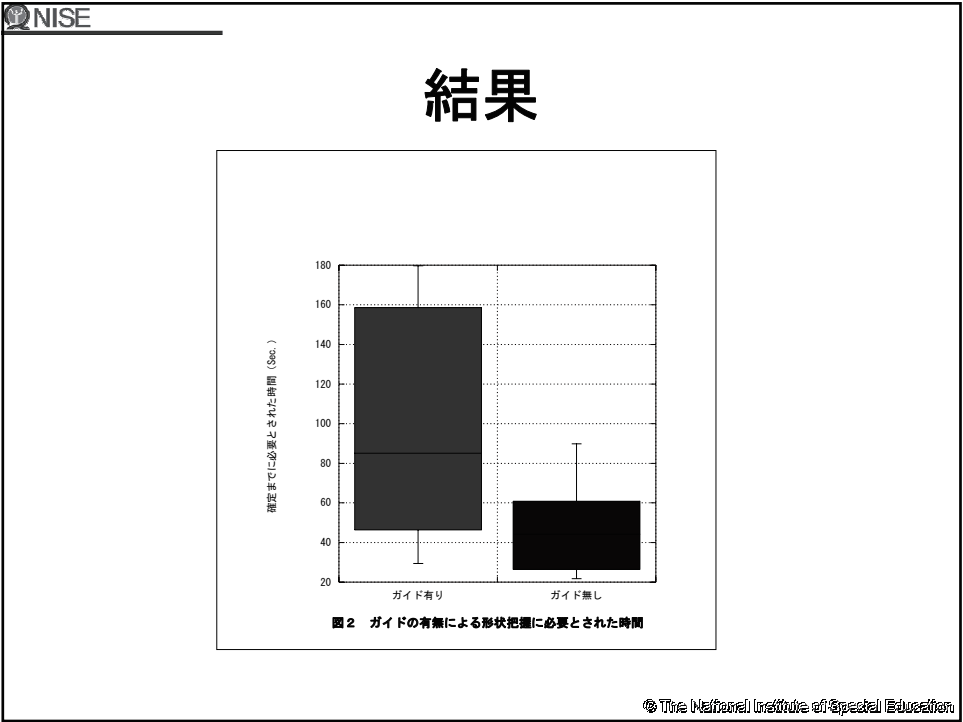


## 実際の様子

- 教示
- 操作練習
- 実験
  - “円錐、円柱、角柱”と“ガイド有り、ガイド無し”でランダムに提示
  - 測定項目
    - 正解・不正解(回答した内容)
    - 確定までに必要とされた時間

## 結果



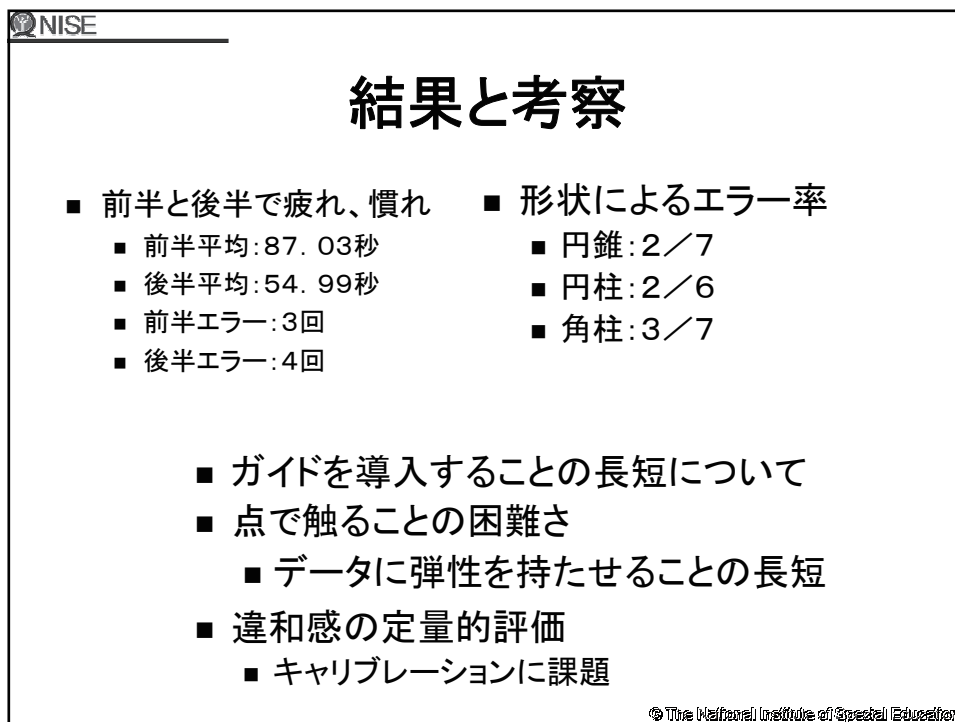
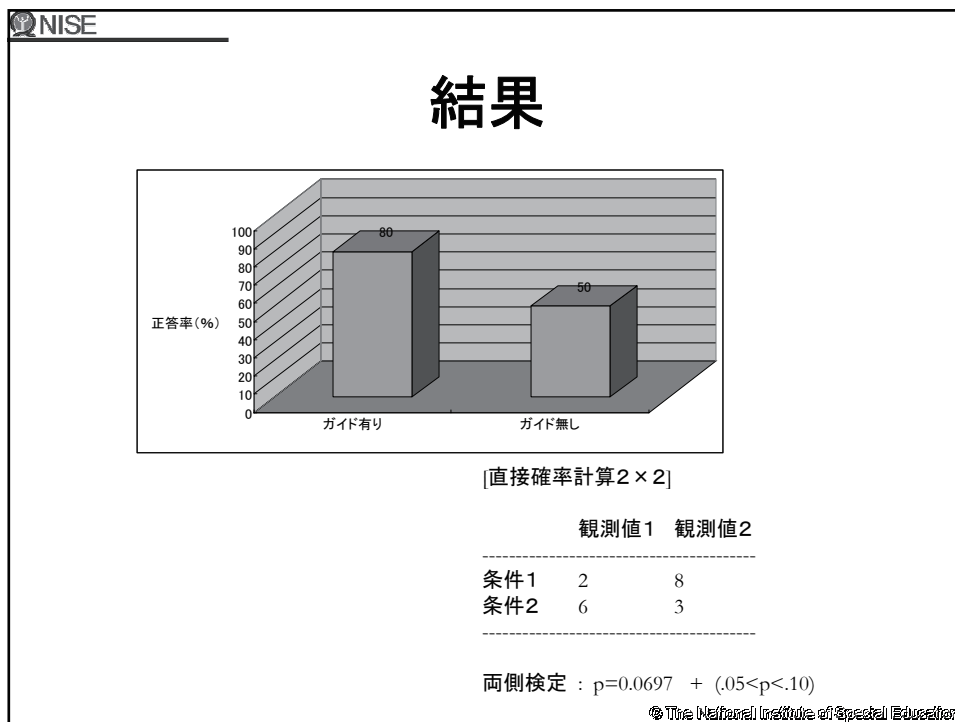


$t(18)=2.101, p<.05$ (両側検定)

t検定の結果、両条件の平均の差は有意であり、ガイドのある図形は、ガイドの無い図形に比べて、形状を認識ためにより長い時間を必要としていた。

t-検定：等分散を仮定した2標本による検定

|            | 変数 1     | 変数 2     |
|------------|----------|----------|
| 平均         | 95.383   | 46.638   |
| 分散         | 3103.333 | 479.4656 |
| 観測数        | 10       | 10       |
| プールされた分散   | 1791.399 |          |
| 仮説平均との差異   | 0        |          |
| 自由度        | 18       |          |
| t          | 2.575247 |          |
| P(T<=t) 片側 | 0.009532 |          |
| t 境界値 片側   | 1.734063 |          |
| P(T<=t) 両側 | 0.019065 |          |
| t 境界値 両側   | 2.100924 |          |



## まとめ

- Web上にあるデジタルアーカイブのアクセシビリティの向上を目的として、SensAble Technologies, Inc.の力覚フィードバック装置であるPHANToM 1.5Aを2台接続し、接触時に音声によるナレーション再生機能を付加したシステムを構築した。
- 上記を実現させるデータセットとして、VRMLデータと独立した基本図形を組み合わせることとした
- 全盲成人男性1名を被験者として行われた予備実験により、以下のことがらが示唆された。
  - ガイド機能を用いることで、形状を認識する時間は長くなる一方で、基本図形の認識が可能であること

## 今後の課題

- 実際のデータによる鑑賞プロセスの比較
- 仮想空間を用いることでの利点の追求
  - 遠近図法の学習への応用
  - より優れた鑑賞材料への工夫
    - 任意部分の拡大
    - 翻案率(仮称)の任意調整
- Web上の多様なデジタルデータへの対応

# 障害のある児童生徒を対象に ICT活用の教材・教具開発

## ▼ペン入力機能ディスプレイ



障害のある児童生徒がインターネットなどの新しい情報手段を利用して、必要な情報を活用できる力を育てることが、教育上の重要な課題になっている。

国立特殊教育総合研究所の教育工学研究室では、現在、「特別な教育的ニーズのある児童生徒のためのICT(情報通信技術)を活用した教材・教具の開発と普及」に取り組んでいる。

ICTを活用した教材や教具、支援機器に欠かせないのが、マイクログントローラーと呼ばれる指先にのるほどの小さな制御装置。この装置を使うことでさまざまな教材の機能を実現することができ、

現在、同研究所が行っている教材・教具開発研究には主に次のようなものがある。

① パーソナルロボットを使ったインターフェイス(接続仕様)。NECメディア情報研究所の協力を得て開発された、障害のある子どもがインターネットを利用するときのインターフェイスで、子どもが親しみやすい小型ロボットの中に教材を組み込み、授業に利用したり、メール交換ができる。開発はほぼ完了している。

「おそろく世界初の試みではないか。養護学校の試行でもよい結果が出ており、今後の活用に大きな期待がもてます」

② 肢体不自由児のためのWebブラウザ「パッソ・

国立特殊教育総合研究所  
情報教育研究部教育工学  
研究室 棟方 哲弥室長



世界初ロボットで  
インターフェイス

肢体不自由児の  
Webブラウザ

ペン入力機能  
ディスプレイ

「パッソ」。(イタリア語の「一歩一歩」)。子どもが障害に合わせた入力装置で、一つの押しボタンで自由にインターネットにアクセスできるもの。実際の授業短期大学との共同研究で試用に入っているもの。

③ ペン入力機能付き触覚ディスプレイシステム「電子レーズライタ」。筑波技術短期大学との共同研究で試用に入っているもの。

このほか、療育センターで試用に入っているもの。

「コスト面など課題も多いのですが、1日も早く障害をもつ子どもたちに活用してもらいたいというのが開発にあたったわれわれの願いです」と棟方氏は話している。

業に利用してもらえよう。で、視覚障害児・者の教材アイコンやロゴにも工夫を加えてある。現在、改良中だが、来年度はじめに公開予定という。

「スクーター」などがある。「コスト面など課題も多いのですが、1日も早く障害をもつ子どもたちに活用してもらいたいというのが開発にあたったわれわれの願いです」と棟方氏は話している。

教育医事新聞(平成16年4月25日)

障害のある児童生徒対象にICT活用の教材・教具開発



## 高知県立山田養護学校と特総研

家庭用のパーソナルロボットを利用した国語の授業が本年度、高知県立山田養護学校へ入交宏和校長、児童・生徒百三十二人で試みられている。国立特殊教育総合研究所の棟方哲弥総括主任研究官による研究の一環。ロボットが教室に入ることによって、児童の集中力が向上し、言葉の力も伸びるなど学習面でも効果が出始めている。

## 集中力アップ

小学部五年生の国語の授業は、パーソナルロボット「パペロ」に預けた電子メールをチェックすることから始まる。メールの送り主はパペロ。実際に書いてあるのは棟方研究官。内容は、直近の活動の様子をテーマにしたもの。それをパペロが読み上げて、「いいね」と呼ぶ掛け、全員で活動を振り返る。

## 写真の内容を説明→メールで送信→伝える楽しさ

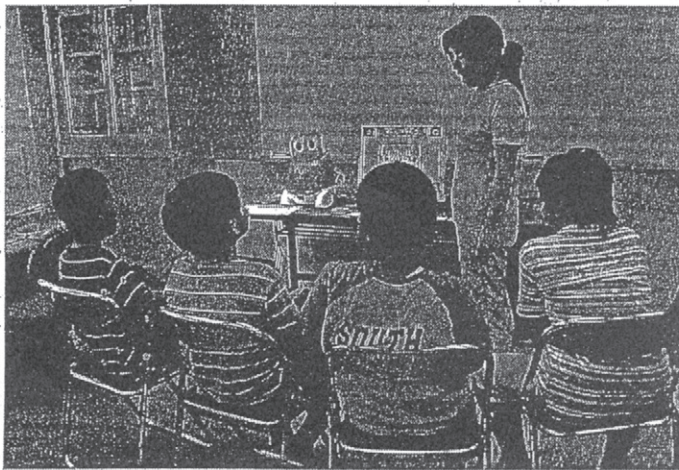
がそれぞれ発表を終える。文章を適当な分量に切り分けて四人に渡し、各自がパソコンに向かって入力する。パペロも背後から「頑張って」と声援を送る。入力した文章は、メールにしてパペロに送信。パペロが読み上げて、完成だ。

この授業は、知的障害のある児童にロボットを利用して気持ちを伝える楽しさを感じてもらおうと、棟方研究官はこれまで、家庭用ロボットを使った授業について研究していたが、継続的な実施は今年が初めて。NECの家庭用ロボット「パペロ」を、同社の協力で学校向けに機能変更している。

授業に参加しているのは、五年生のうち文章作成などが何とかなる児童四人。今春からは毎

## ロボット活用し国語の授業

## 学習効果も表れる



ロボットを使った授業に、落ち着いて参加している児童たち

## 助詞の誤り改善／感想を記す

はほとんどなく、十分に上乗力を保ち続ける。もうひとつ、児童が授業に参加している状態が続き、特に、ADHD傾向のある児童で、集中を高める効果が高かった。

さらに、作文の文中の助詞の使い方も、大きな変化があった。パペロ導入前には、助詞の誤りも改善しなかった児童が、導入三カ月後には助詞の誤りがなくなり、感想も書くようになったという。棟方研究官は「パペロを通して授業に集中することで、本来の国語の学習が児童に入りやすくなったのではないかと説明する。

ただ、知的障害のある児童への国語教育にロボットやパソコンを使うことを疑問視する声や、ロボットの見た目の珍しさに引きずられているだけではないとの見方もある。これに対し、棟方研究官は「パペロがあっても子どもたちは友達の名前や入力作業に集中できるなど、パペロに過度に集中するとはならない」と述べている。

パペロを学習の仲間と感づき、「さらに細かく評価していきたい」と話している。

特別支援教育

医療

教育相談



# プログラム編

プログラム開発においては下記のプログラムの機能解析を行った．

- 1) GHOST の主要 A P I の機能解析
- 2) 三次元データの読み込み方法
- 3) 三次元物体への接触検知方法及びそのイベント処理方法
- 4) PHANToM 2 台の同期作動の実現方法

上記の機能解析に関する基礎的な知見に基づいて，下記のプログラムの開発を行った．

- 1) PHANToM の座標軸調整プログラム
- 2) Web から PHANToM へのデータ取り込みプログラム
- 3) PHANToM の物体への接触検知と音声再生プログラム

これらのプログラムは，ブロードバンド通信における Web 上にあるデジタルアーカイブのアクセシビリティの向上を目的として，SensAble Technologies, Inc. の力覚フィードバック装置である PHANToM 1.5A を 2 台接続し，接触時に音声によるナレーション再生機能を付加したものである．PHANToM 操作性を高めるための座標軸調整機能，仮想物体への接触検知と音声出力機能，Web からのデータ取得機能を持つ．仮想空間上において，データに弾性を持たせること，フィンガーチップで指し示された場所の解説ナレーションが行われるようにすること，オリジナルデータにパーティションを重ね合わせるようにデータセットを作成することで，視覚的な仮想物体を触覚と音声で認識する環境を構築した．

なお，論文編「デジタルアーカイブのアクセシビリティ向上を目的とした力覚ディスプレイ応用システムの開発，電子情報通信学会研究会(ET), 2005-11-19」に用いられたシステムは，ここで紹介するプログラムの成果である．

なお，プログラムについては，共同研究を希望する場合には公開可能であるが，PHANToM システム本体を保有する必要があるため，本報告書後付けの連絡先に問い合わせされたい．



## PHANToM の座標軸調整プログラム

視覚障害と知的障害に応じた高度アクセシビリティを確保するためのインターフェースの一つとして採用した力覚フィードバック装置である SensAble Technologies 社の PHANToM について，両手による探索の自由度を高めるためのプログラム開発を行った．これは2台の PHANToM の物理的な距離と設置角度を入力することで，仮想の座標系を回転するものである．





## ▼1. プログラムの内容

このプログラムは、2 台の PHANTOM の座標軸（X 座標，Y 座標，Z 座標）をそれぞれ回転及び平行移動させることにより，PHANTOM の据え付け位置と操作感覚をなるべく実際の感覚に近づけるための実験を行うものである。

## ▼2. プログラムの構成

このプログラムは，VRML データを読み込んで描画する GHOST の基本的なプログラムに座標軸の回転・平行移動の設定値を外部ファイル（テキストファイル）により与えることができるようにしたものである。プログラムは以下のように構成される。

- ・ GhostSample06.exe（プログラム本体）
- ・ dinoborg.wrl（VRML データサンプル：怪獣）
- ・ fiero.wrl（VRML データサンプル：自動車）
- ・ gunstar.wrl（VRML データサンプル：宇宙船）
- ・ ken\_salisbury.wrl（VRML データサンプル：人面）
- ・ sneaker.wrl（VRML データサンプル：スニーカー）
- ・ cube.dat（立方体データサンプル）
- ・ sphere.dat（球体データサンプル）
- ・ setup.ini（座標軸回転・平行移動設定値外部ファイル）

## ▼3. プログラムの使用方法

2 項に示すファイル一式を PHANTOM が接続されているパソコンの任意のフォルダーにコピーして使用する。GhostSample06.exe を実行することによりプログラムが起動される。

## ▼4. データサンプルの編集

2 項に示すデータサンプルのうち，cube.dat（立方体データサンプル）と sphere.dat（球体データサンプル）は編集することができる。

### (1) cube.dat

デフォルトは” 25” がセットされている。これは立方体の一辺の長さを表している。この数字を変更することで立方体の一辺の長さを変更することができる。

※但し，編集した際には，数字の後ろには改行が 1 つ入っていないといけない。

### (2) sphere.dat

デフォルトは” 25” がセットされている。これは球体の半径の長さを表している。この数字を変更することにより球体の半径の長さを変更することができる。

※但し，編集した際には，数字の後ろには改行が 1 つ入っていないといけない。

## ▼ 5. 位置調整方法

### 5-1. PHANTOM の座標軸

PHANTOM の座標軸は PHANTOM 本体とパソコン画面上の座標は図 5-1-(a), 図 5-1-(b)に示すようになっている。

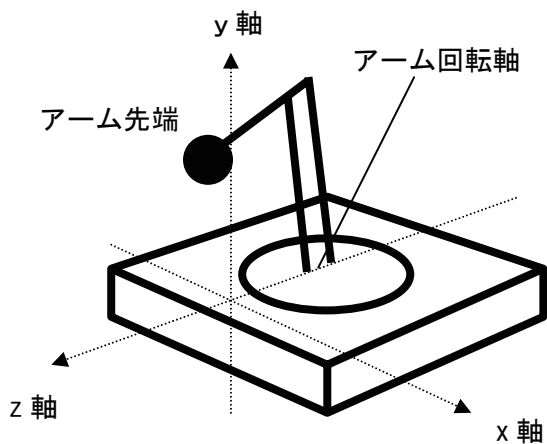


図 5-1-(a) PHANTOM の座標

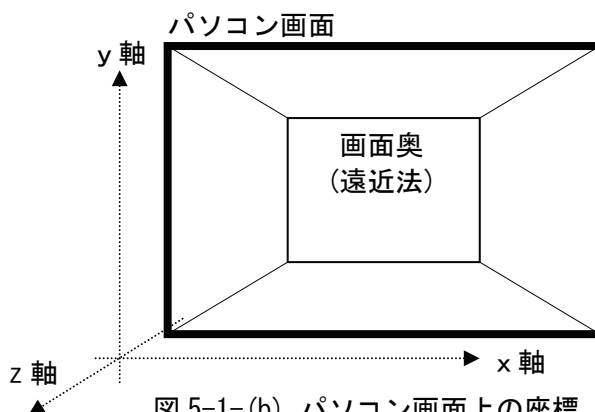


図 5-1-(b) パソコン画面上の座標

PHANTOM 本体では、アームの先端からアームの回転軸に向かう前後方向が常に z 軸となっている（手前が＋方向，奥が－方向）。また，アームの先端から回転軸に向かって左右方向が x 軸（右が＋方向，左が－方向），上下方向が y 軸（上が＋方向，下が－方向）となっている。一方パソコン画面上では，図形を三次元で扱うため，遠近法により画面の奥行きが設けられている。画面に向かって左右方向が x 軸，上下方向が y 軸，前後方向が z 軸となる。

### 5-2. 原点位置

GHOST SDK により開発されたアプリケーションプログラムが起動したとき PHANTOM は自動的にリセットされ，そのときに保持されているアームの先端位置が原点としてセットされる。一方，画面上では，PHANTOM がリセットされたとき，図 5-2-(a)に示すように●（黒丸）印のあたりの位置がほぼ原点として与えられ，ポインタもこの付近に現れる。

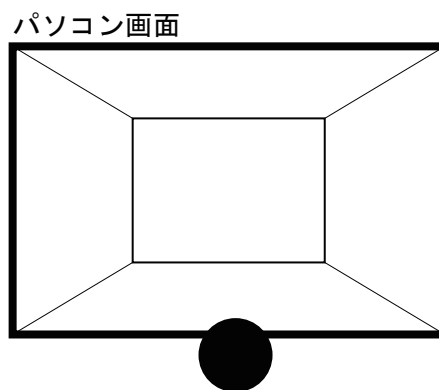


図 5-2-(a) パソコン画面上の座標

### 5-3. PHANTOM の配置

本プログラムの開発において，PHANTOM 本体は図 5-3-(a)に示すように識別及び配置されている。

PHANTOM 本体に向かって右側が 1 号機，左側が 2 号機となる。

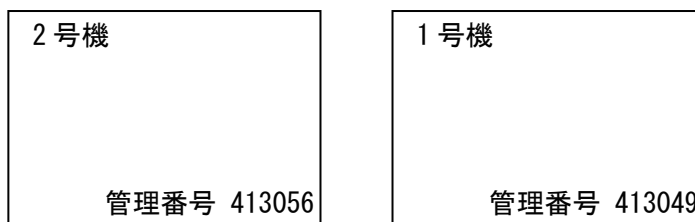


図 5-3-(a) PHANTOM の配置

## 5-4. 位置調整方法

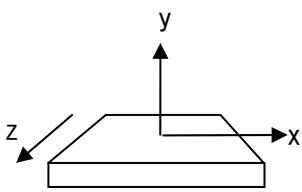
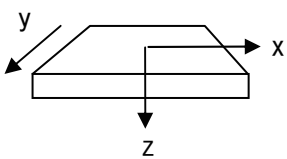
GHOST SDK では、すべてのオブジェクトがセパレータ配下に配置される。PHANTOM 本体もプログラム上では、PHANTOM オブジェクトとして認識され、セパレータ配下に配置される。セパレータは各オブジェクトの仕切のように振る舞い、それぞれのセパレータは独自の座標空間を持つことができる。セパレータの座標空間の設定は、「軸回転」「平行移動」「スケール拡大縮小」の3種類があり、位置調整には「軸回転」と「平行移動」が必要となる。

### 5-4-1. 軸回転の考え方

PHANTOM 本体と画面上の位置関係について GHOST SDK のマニュアルや、実機でのポインタの挙動から、軸回転は以下のように扱われていると考えられる。ここで、RX1, RY1, RZ1 はそれぞれ PHANTOM 本体の座標軸における x 軸, y 軸, z 軸の回転角度を示している。

#### 5-4-1-1. 本体配置：正面 / (RX1, RY1, RZ1) = (-90, 0, 0)

この回転は PHANTOM 本体を正面に向けて、x 座標の周りに  $-90^\circ$  に設定したものである。この回転では、PHANTOM 本体での座標軸はプログラム上では、以下のように認識される。

| 回転前座標軸                                                                                       | 回転後座標軸<br>(プログラム上での認識)                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>正面</p> |  |

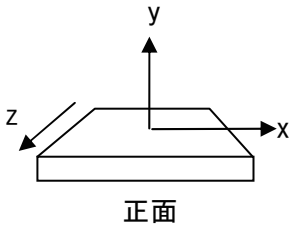
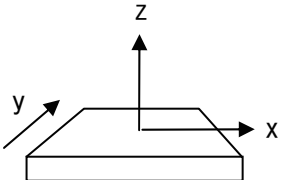
アーム先端の左右方向は、プログラム上でも左右方向として認識される。

アーム先端の上下方向は、プログラム上では前後方向（逆向き）として認識される。アーム先端を上に移動させると、ポインタは画面の奥に進む。一方、アーム先端を下に移動させると、ポインタは画面の手前に進む。

アーム先端の前後方向は、プログラム上では上下方向として認識される。アーム先端を奥に移動させると、ポインタは画面の下方方向に進む。一方、アーム先端を手前に移動させると、ポインタは画面の上方方向に進む。

#### 5-4-1-2. 本体配置：正面 / (RX1, RY1, RZ1) = (+90, 0, 0)

この回転は PHANTOM 本体を正面に向けて、x 座標の周りに +90° に設定したものである。この回転では、PHANTOM 本体での座標軸はプログラム上では、以下のように認識される。

| 回転前座標軸                                                                            | 回転後座標軸<br>(プログラム上での認識)                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |

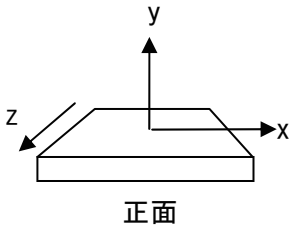
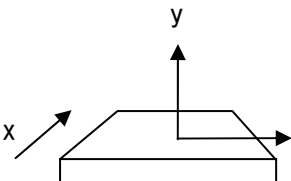
アーム先端の左右方向は、プログラム上でも左右方向として認識される。

アーム先端の上下方向は、プログラム上では前後方向として認識される。アーム先端を上に移動させると、ポインタは画面の手前に進む。一方、アーム先端を下に移動させると、ポインタは画面の奥に進む。

アーム先端の前後方向は、プログラム上では上下方向（逆向き）として認識される。アーム先端を奥に移動させると、ポインタは画面の上方向に進む。一方、アーム先端を手前に移動させると、ポインタは画面の下方向に進む。

#### 5-4-1-3. 本体配置：正面 / (RX1, RY1, RZ1) = (0, -90, 0)

この回転は PHANTOM 本体を正面に向けて、y 座標の周りに -90° に設定したものである。この回転では、PHANTOM 本体での座標軸はプログラム上では、以下のように認識される。

| 回転前座標軸                                                                              | 回転後座標軸<br>(プログラム上での認識)                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |

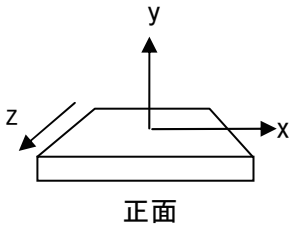
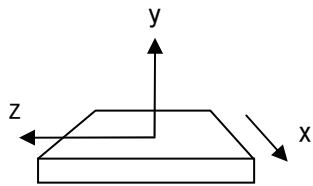
アーム先端の左右方向は、プログラム上では前後方向として認識される。アームの先端を右に移動させると、ポインタは画面の手前に進む。一方、アームの先端を左に移動させると、ポインタは画面の奥に進む。

アーム先端の上下方向は、プログラム上でも上下方向として認識される。

アーム先端の前後方向は、プログラム上では左右方向（逆向き）として認識される。アーム先端を奥に移動させると、ポインタは画面の右方向に進む。一方、アーム先端を手前に移動させると、ポインタは画面の左方向に進む。

#### 5-4-1-4. 本体配置：正面 / (RX1, RY1, RZ1) = (0, +90, 0)

この回転は PHANTOM 本体を正面に向けて、y 座標の周りに +90° に設定したものである。この回転では、PHANTOM 本体での座標軸はプログラム上では、以下のように認識される。

| 回転前座標軸                                                                            | 回転後座標軸<br>(プログラム上での認識)                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |

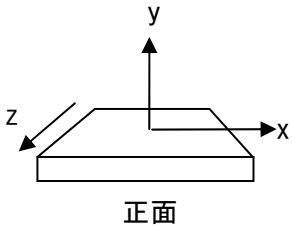
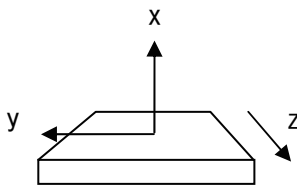
アーム先端の左右方向は、プログラム上では前後方向（逆向き）として認識される。アームの先端を右に移動させると、ポインタは画面の奥に進む。一方、アームの先端を左に移動させると、ポインタは画面の手前に進む。

アーム先端の上下方向は、プログラム上でも上下方向として認識される。

アーム先端の前後方向は、プログラム上では左右方向として認識される。アーム先端を奥に移動させると、ポインタは画面の左方向に進む。一方、アーム先端を手前に移動させると、ポインタは画面の右方向に進む。

#### 5-4-1-5. 本体配置：正面 / (RX1, RY1, RZ1) = (0, 0, -90)

この回転は PHANTOM 本体を正面に向けて、z 座標の周りに -90° に設定したものである。この回転では、PHANTOM 本体での座標軸はプログラム上では、以下のように認識される。

| 回転前座標軸                                                                              | 回転後座標軸<br>(プログラム上での認識)                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |

アーム先端の左右方向は、プログラム上では上下方向（逆向き）として認識される。アームの先端を右に移動させると、ポインタは画面の下に進む。一方、アームの先端を左に移動させると、ポインタは画面の上に進む。

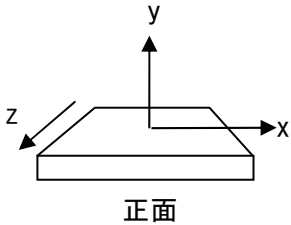
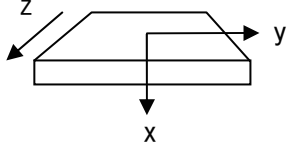
アーム先端の上下方向は、プログラム上は左右方向として認識される。アーム先端を上を移動させると、ポインタは画面の右に進む。一方、アームの先端を下に移動させると、ポインタは画面の左に進む。

アーム先端の前後方向は、プログラム上でも前後方向として認識される。



#### 5-4-1-6. 本体配置：正面 / (RX1, RY1, RZ1) = (0, 0, +90)

この回転は PHANTOM 本体を正面に向けて、z 座標の周りに +90° に設定したものである。この回転では、PHANTOM 本体での座標軸はプログラム上では、以下のように認識される。

| 回転前座標軸                                                                            | 回転後座標軸<br>(プログラム上での認識)                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |

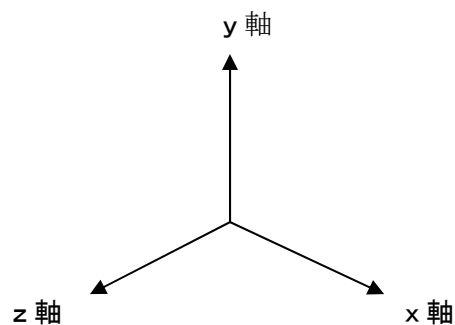
アーム先端の左右方向は、プログラム上では上下方向として認識される。アームの先端を右に移動させると、ポインタは画面の上に進む。一方、アームの先端を左に移動させると、ポインタは画面の下に進む。

アーム先端の上下方向は、プログラム上は左右方向（逆向き）として認識される。アーム先端を上を移動させると、ポインタは画面の左に進む。一方、アームの先端を下に移動させると、ポインタは画面の右に進む。

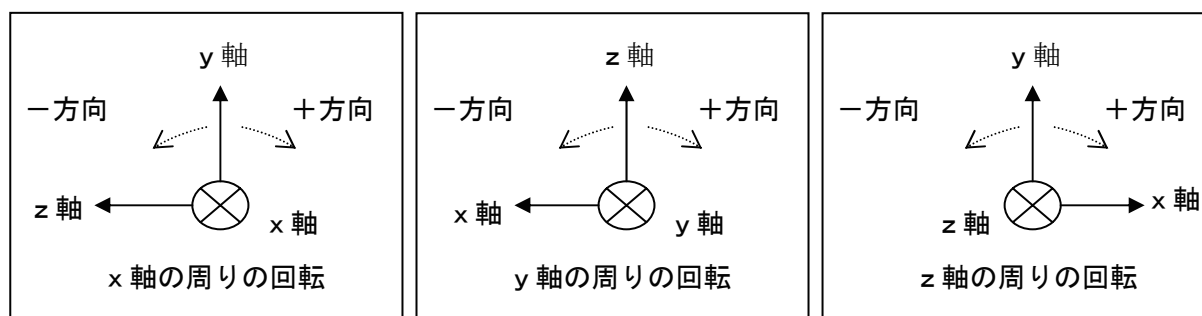
アーム先端の前後方向は、プログラム上でも前後方向として認識される。

#### 5-4-2. 軸回転の図式化

5-4-1 項の軸回転の考え方を図式化すると右図のようになる。軸を真上から見て、時計方向がプラスの回転方向、反時計方向がマイナスの回転方向を示す。x 軸を例に捉えると、x 軸を真上から見て（原点方向を見る）、+90° 回転させると、y 軸、z 軸は右に 90° 回転する。

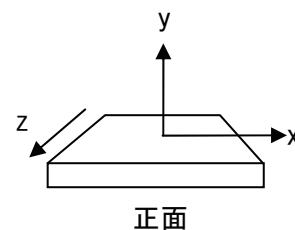


これらの回転は画面上での軸の回転となって表れる。PHANTOM の配置にかかわらず、常に操作する人の向きに軸が正面を向くようにするためには、回転としては逆の回転量を与える必要がある。すなわち、PHANTOM を y 軸の周りに +45° 回転（上から見て時計回りに +45°）させたとき、座標軸は -45° 回転させておくと、操作する人の正面に z 軸がくるようになる。



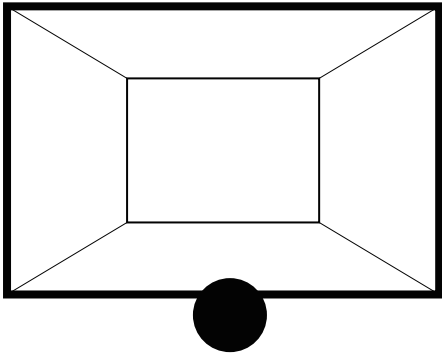
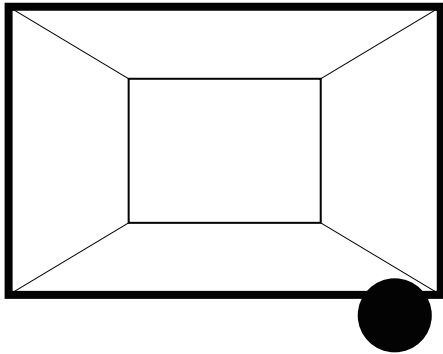
### 5-4-3. 平行移動の考え方

PHANTOM 本体と画面上の位置関係について GHOST SDK のマニュアルや、実機でのポインタの挙動から、平行移動は PHANTOM での座標軸において、各軸の正負の方向へ移動量を設定することができる。



例えば、x 軸方向に  $+\alpha$  平行移動すると、表 5-4-3(a)のようにポインタ初期位置が右方向にずれたところから開始される。

表 5-4-3(a) 平行移動後のポインタ位置

| 移動前ポインタ位置                                                                                       | 移動後ポインタ位置                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>パソコン画面</p>  | <p>パソコン画面</p>  |

#### 5-4-4. 位置調整における問題点

5-4-1項、5-4-2項及び5-4-3項に示す回転・移動の基本的な考え方に対し、実際に回転や移動を設定してそのポイントの動きを観察すると、以下の問題点が見られた。観察には PHANTOM 1 号機（右側）を使う。

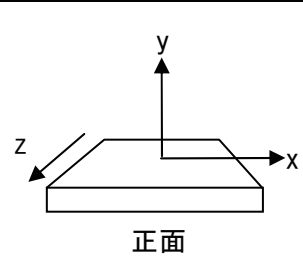
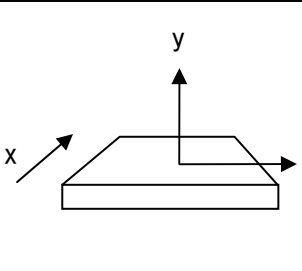
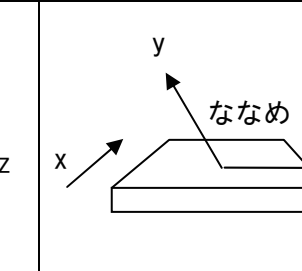
##### ■ y 軸の回転

y 軸の回転は、5-4-1-3項及び5-4-1-4項に示すような変換がプログラム上で行われていると考えられていたが、実際に5-4-1-3項及び5-4-1-4項のように設定したときのポイントの挙動は以下ようになる。

##### (a) 本体配置：正面 / $(RX1, RY1, RZ1) = (0, -90, 0)$

この回転は PHANTOM 本体を正面に向けて、y 座標の周りに  $-90^\circ$  に設定する。この回転では、PHANTOM 本体での座標軸はプログラム上では、表 5-4-4(a)に示すように y 軸が右下奥から左手前上方向に動くように見られる。

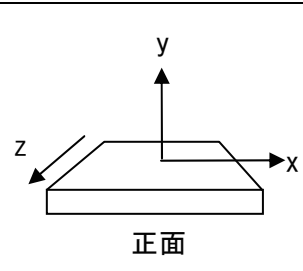
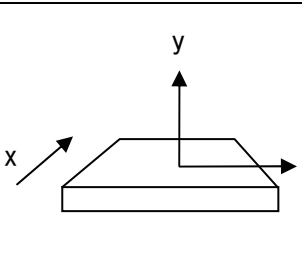
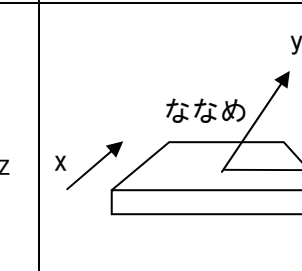
表 5-4-4-(a) y 軸の周りに  $-90^\circ$  回転したときのポイントの挙動

| 回転前座標軸                                                                             | 回転後座標軸<br>(理論上の動き)                                                                 | 回転後座標軸<br>(実際の挙動)                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |

##### (b) 本体配置：正面 / $(RX1, RY1, RZ1) = (0, +90, 0)$

この回転は PHANTOM 本体を正面に向けて、y 座標の周りに  $+90^\circ$  に設定する。この回転では、PHANTOM 本体での座標軸はプログラム上では、表 5-4-4(b)に示すように y 軸が左下奥から右手前上方向に動くように見られる。

表 5-4-4-(b) y 軸の周りに  $+90^\circ$  回転したときのポイントの挙動

| 回転前座標軸                                                                              | 回転後座標軸<br>(理論上の動き)                                                                  | 回転後座標軸<br>(実際の挙動)                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |

y 軸の周りに回転させることで座標軸に異常が見られる原因は不明です（メーカーサポートが必要となる）。以上のことから、y 軸の周りに回転させなくて済むような配置を考える必要がある。

## ■ 平行移動

PHANTOM 1 号機（右側）については、x 軸、y 軸、z 軸いずれの方向にも画面上のポインタを平行移動させることができるが、PHANTOM 2 号機（左側）については、平行移動させることができませんでした。この原因についても不明であるが、ハードウェア上の不具合があるものと思われる（メーカーサポートが必要となる）。

以上のことから、PHANTOM 2 号機（左側）[管理番号 4 1 3 0 5 6] については、平行移動を行わなくて済むような配置を考える必要がある。

### 5-4-5. PHANTOM の現実的な配置方法

5-4-1 項から 5-4-4 項までの結論を踏まえて、現実的な PHANTOM の配置方法は以下の通りとなる。

- (1) まず、PHANTOM 1 号機及び 2 号機を正面に向けて横に並べます。
- (2) 6 項に示す setup.ini において、以下のように回転を設定する。

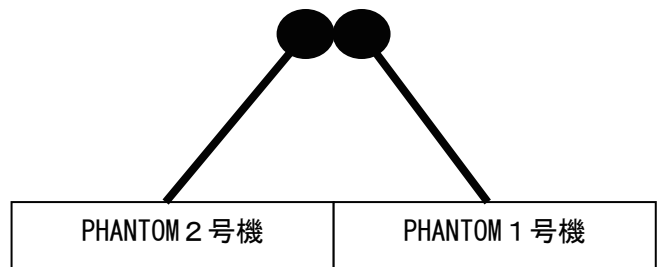
「PHANTOM 1 号機を y 軸中心に  $-45^\circ$  回転」

「PHANTOM 2 号機を y 軸中心に  $+45^\circ$  回転」

- (3) アーム先端はそれぞれ、アームの回転軸を通る位置に配置してから、プログラムを起動する。



- (4) プログラム起動後、両方のアーム先端を中央に寄せてくれば、ちょうど操作する人の正面が z 軸となる。



- (5) しかしながら、5-4-4 項に示すように、y 軸周りの回転はうまく動作しないため、苦肉の策として (6) 以降に示す方法をとらざるを得ない。
- (6) 6 項に示す setup.ini において、以下のような移動を設定する。

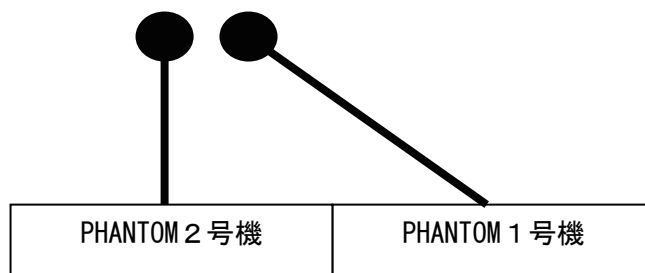
「PHANTOM 1 号機の x 軸方向に  $+\alpha$  平行移動」

※  $\alpha$  はポインタ位置を見ながら調整する。

- (7) アーム先端はそれぞれ、アームの回転軸を通る位置に配置してから、プログラムを起動する。



(8)プログラム起動後, PHANTOM 1 号機のアーム先端を PHANTOM 2 号機の先端と接近させる. (6)で PHANTOM 1 号機を  $x$  軸方向に  $+\alpha$  平行移動させているため, PHANTOM 1 号機のアーム先端を PHANTOM 2 号機のアーム先端部まで移動させてくると, 画面上では, 2 台のポインタはちょうど中央にくるように表示される.





## ▼ 6. 座標軸回転・平行移動設定値外部ファイル(setup.ini)の編集

setup.ini ファイルでは2台の PHANTOM それぞれの X 軸, Y 軸, Z 軸の座標軸回転角度と平行移動距離(+ または -)を設定することができる.

〈setup.ini のデフォルトの内容〉

```
#####
# PHANTOM 回転・平行移動 初期設定ファイル #
# (記述方法) #
# パラメータ + " = " + 設定値 + ";" #
# というように記述する. パラメータは, RX1 や TZ2 など #
# 指す. パラメータの後は, 半角スペースを入れて, #
# "="を入れた後, 再び半角スペースを入れてから, 設定値 #
# を書きます. 設定値の後ろには";"を入れる. #
# #
# その他, パラメータ値と同じ文字列でなければ, 任意の文字 #
# をこのファイルに記述してもかまわない. #
#####
#Phantom 1 号機の設定
RX1 = 90; // X 軸方向の回転角(整数: -360 ~ 360)
RY1 = 90; // Y 軸方向の回転角(整数: -360 ~ 360)
RZ1 = 90; // Z 軸方向の回転角(整数: -360 ~ 360)
TX1 = 0; // X 軸方向の平行移動距離(任意整数: マイナスも可)
TY1 = 0; // Y 軸方向の平行移動距離(任意整数: マイナスも可)
TZ1 = 0; // Z 軸方向の平行移動距離(任意整数: マイナスも可)

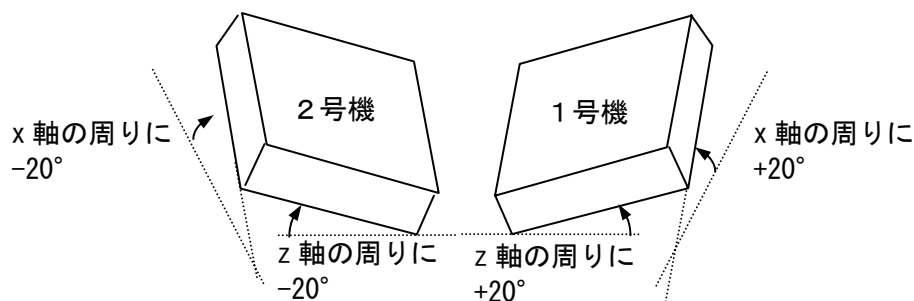
#Phantom 2 号機の設定
RX2 = 90; // X 軸方向の回転角(整数: -360 ~ 360)
RY2 = 90; // Y 軸方向の回転角(整数: -360 ~ 360)
RZ2 = 90; // Z 軸方向の回転角(整数: -360 ~ 360)
TX2 = 0; // X 軸方向の平行移動距離(任意整数: マイナスも可)
TY2 = 0; // Y 軸方向の平行移動距離(任意整数: マイナスも可)
TZ2 = 0; // Z 軸方向の平行移動距離(任意整数: マイナスも可)
```

## ▼ 7. 設定例

実際の配置と setup.ini ファイルの設定例を以下に示す.

### ■ PHANTOM の配置

下図のように x 軸及び z 軸の周りにそれぞれ回転させる.



### ■ 平行移動量

2号機は平行移動が効かないために, 1号機のポイントを右に +80 移動させておき, プログラム起動後, 1号機のアーム先端を2号機のアーム先端付近に持ってくると, 画面上で2台の PHANTOM のポイントが中央付近にくるようになる.

## ■ 設定値

### #Phantom 1 号機の設定

```
RX1 = -20;      // X軸方向の回転角(整数：-360 ～ 360)
RY1 = 0;        // Y軸方向の回転角(整数：-360 ～ 360)
RZ1 = 20;       // Z軸方向の回転角(整数：-360 ～ 360)
TX1 = 80;       // X軸方向の平行移動距離(任意整数：マイナスも可)
TY1 = 0;        // Y軸方向の平行移動距離(任意整数：マイナスも可)
TZ1 = 0;       // Z軸方向の平行移動距離(任意整数：マイナスも可)
```

### #Phantom 2 号機の設定

```
RX2 = 20;       // X軸方向の回転角(整数：-360 ～ 360)
RY2 = 0;        // Y軸方向の回転角(整数：-360 ～ 360)
RZ2 = -20;      // Z軸方向の回転角(整数：-360 ～ 360)
TX2 = -80;      // X軸方向の平行移動距離(任意整数：マイナスも可)
TY2 = 0;        // Y軸方向の平行移動距離(任意整数：マイナスも可)
TZ2 = 0;       // Z軸方向の平行移動距離(任意整数：マイナスも可)
```

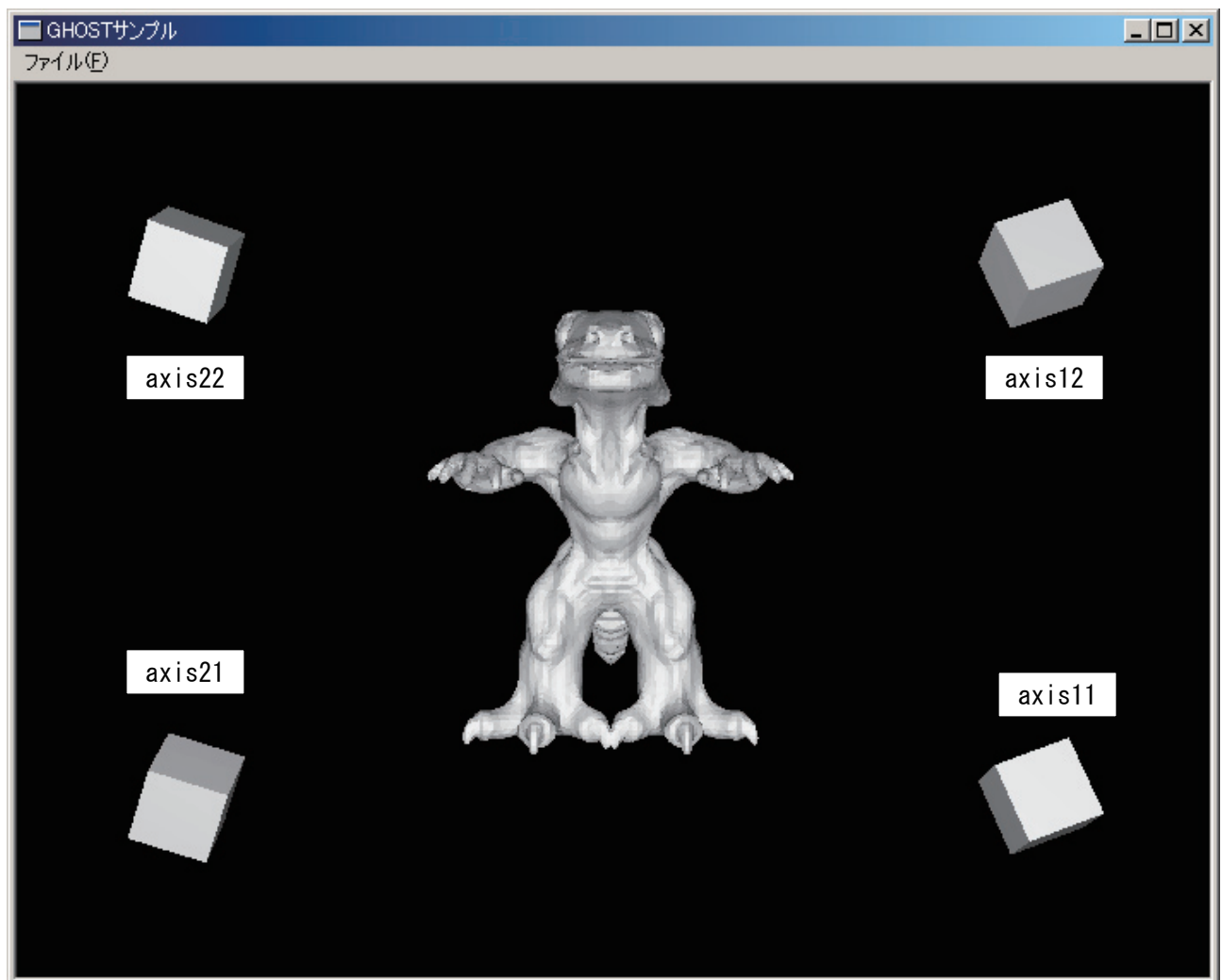
## ▼ 8. シーン構成

このプログラムでのシーン及びオブジェクトは以下のように構成されている。

```
myScene (シーン)
└─ rootSep (ルートセパレータ)
   ├─ p1trans (PHANTOM 1 号機用セパレータ)
   │   └─ myPhantom1 (PHANTOM 1 号機オブジェクト)
   ├─ p2trans (PHANTOM 2 号機用セパレータ)
   │   └─ myPhantom2 (PHANTOM 2 号機オブジェクト)
   ├─ myBoundary1 (PHANTOM 1 号機の稼働範囲用オブジェクト)
   ├─ myBoundary2 (PHANTOM 2 号機の稼働範囲用オブジェクト)
   └─ geometrySep (図形用セパレータ)
      ├─ vrmlSep (VRML データ用セパレータ)
      ├─ myCube (立方体オブジェクト)
      ├─ mySphere (球体オブジェクト)
      ├─ axis11 (軸回転量確認用立方体)
      ├─ axis12 (軸回転量確認用立方体)
      ├─ axis21 (軸回転量確認用立方体)
      └─ axis22 (軸回転量確認用立方体)
```

## ▼ 9. 実行画面例

実行画面例を以下に示す。



立方体オブジェクト axis11 および axis12 は、PHANTOM 1 号機の軸回転量を表現している。

一方、立方体オブジェクト axis21 及び axis22 は、PHANTOM 2 号機の軸回転量を表現している。

但し、画面は遠近法により表現されているので、例えば、axis11 と axis12 は同じ軸回転量を与えて

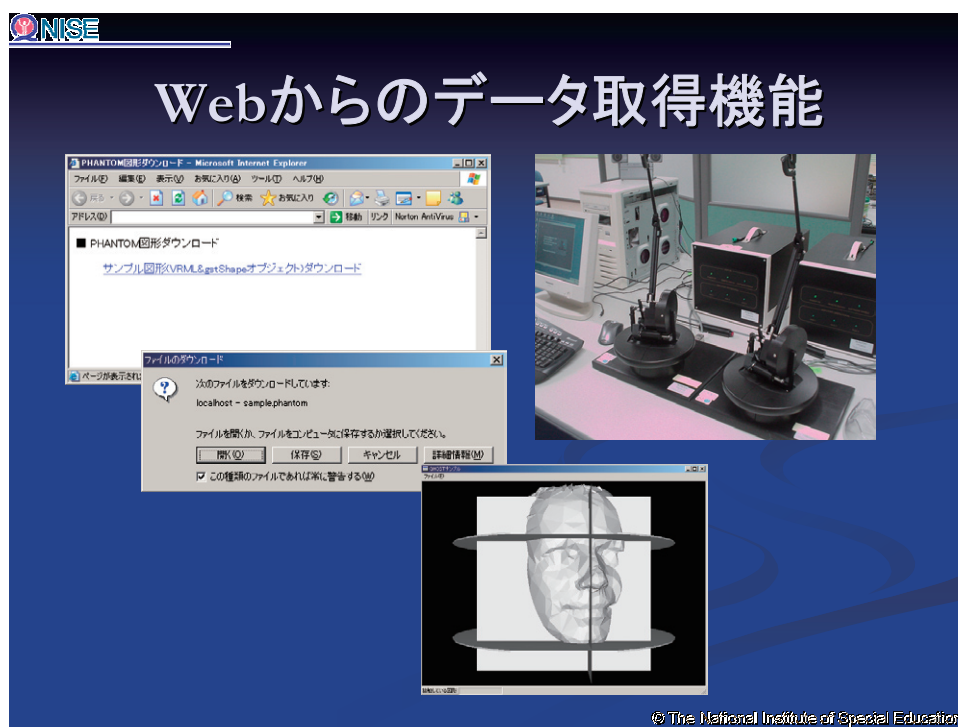
いるが、画面上では遠近法による表現に伴う回転が自動的に加えられ、上図のような画面で表示される。

なお、プログラムについては、共同研究を希望する場合には公開可能であるが、PHANToM システム本体を保有する必要があるため、本報告書後付けの連絡先に問い合わせされたい。



# Web から PHANToM へのデータ取り込みプログラム (VRML と gstShape 同時取込)

ブロードバンド経由で Web 教材サーバー上に配置した教材コンテンツ情報である VRML データを利用する。本プログラムは、Web ブラウザ上でファイルをクリックすることでパソコンに設定された PHANToM アプリケーションが起動されるプログラムの開発を行った。アプリケーションプログラムは、自動的にダウンロードした VRML データを取り込み、図形オブジェクトを触覚に変換して提示することが可能となっている。



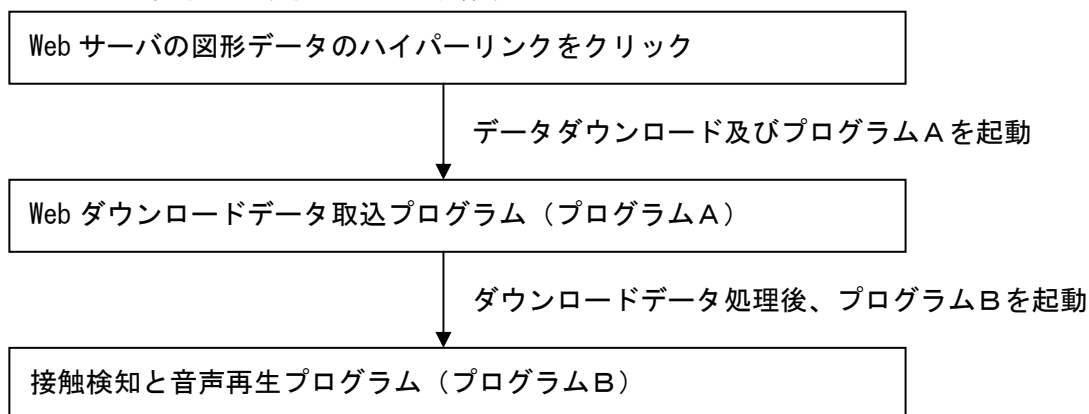


### ▼1. プログラムの内容

このプログラムは、Web サーバに公開された PHANTOM 用図形データを PHANTOM が接続されたローカルコンピュータにダウンロードするとともに、「接触検知と音声再生プログラム」で読み込むことができるようにデータの加工を行うプログラムである。取込可能なデータの種類の VRML データと GHOST が定義している gstShape オブジェクトデータの 2 種類で、このプログラムでは 2 種類のデータを 1 つのファイルで定義したものを同時に取り込むことができる。

### ▼2. プログラムの動作

このプログラムは以下に示す流れにより動作する。



### ▼3. プログラムの構成

このプログラムは以下のように構成される。

表 3-1. ローカルコンピュータ上に配置されるファイル

| ファイル名                         | 説明                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DownloadLead.exe<br>(プログラム A) | Web サーバから VRML データをダウンロードした場合に呼び出され、データ処理後、PhantomSpeak.exe(プログラム B)を起動する。                                                                                          |
| program.ini                   | DownloadLead.exe がデータダウンロード後、次に起動すべきプログラム B を指定するための設定ファイルである。デフォルトは、VRML データ用の「接触検知と音声再生プログラム」(PhantomSpeak.exe)になっています。これを変更することでデータダウンロード後に呼び出すプログラムを変更することができる。 |

表 3－2. Web サーバ上に配置されるファイル

| ファイル名          | 説明                                                                                |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| index.html     | Web サーバからダウンロードさせるための図形データを表示するための HTML ファイルである。ダウンロードさせるデータの追加・変更・削除に併せて内容を編集する。 |
| sample.phantom | ダウンロード用 VRML サンプルデータと gstShape オブジェクトのサンプルデータを合成したサンプルデータである。                     |

#### ▼ 4. プログラムの導入

プログラム及び Web サーバへのデータ設置は以下の手順により行う。

##### 4－1. Web サーバの設置

Web サーバは単純にデータへのハイパーリンクを表示するために使用するので、Web サーバはどのような種類のものでもかまわない。OS の種類も問わないが、以下は IIS に用いた場合の設置手順を示す。

###### (1) IIS のインストール

マイクロソフトが示す手順に従い、IIS をインストールする。

###### (2) 格納先のフォルダの設定

IIS をインストールすると通常は、「C:\¥Inetpub¥wwwroot」フォルダが作られる。このフォルダに「phantom」というフォルダを作成する。

さらに「phantom」フォルダの中に「htdocs」フォルダを作成する。このフォルダの中に、表 3－2 に示す index.html, sample.phantom の 3 つのファイルを配置する。

〈参考〉上記 3 つのファイルは 3 つとも同じ場所であれば、どこに配置されていてもかまわない。

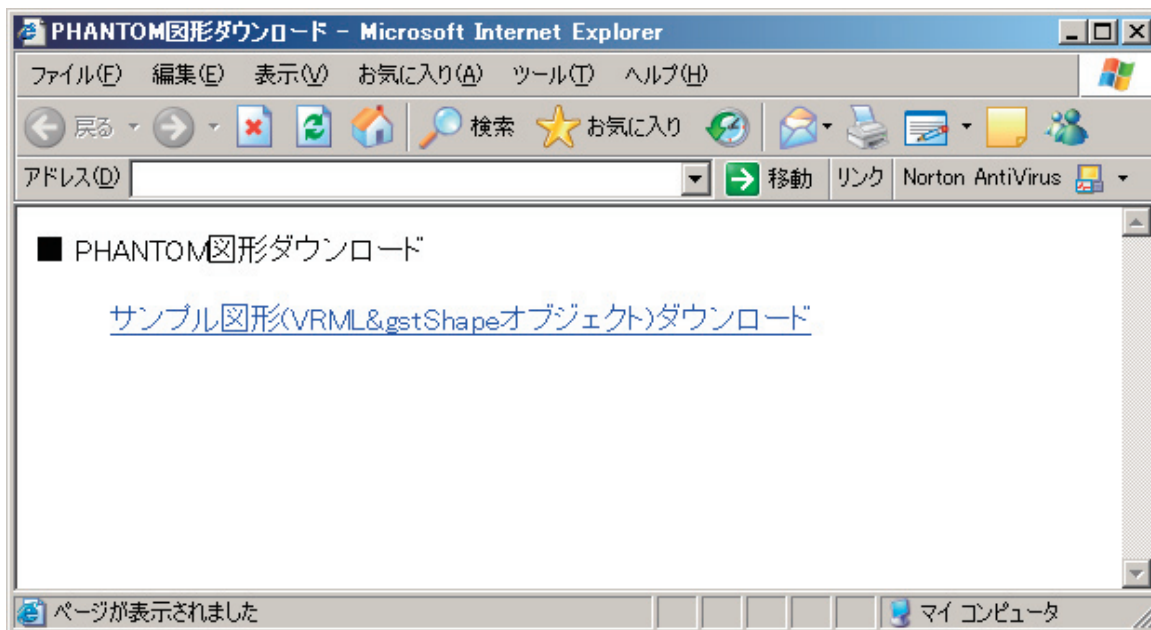
IIS の設定画面でエイリアスを設定することで 3 つのファイルが格納されているフォルダを指定することでデータ配信を構成することが可能である。

##### 4－2. プログラムの設置

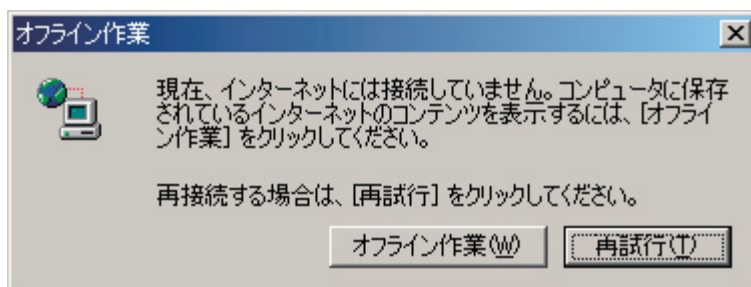
表 3－1 に示すファイルを PHANTOM が接続されているローカルコンピュータの任意の場所に配置する（すべて同じ場所に配置する）。

## ▼ 5. プログラムの起動

- (1) 4－1 項で設定した Web サーバの構成に従い、Internet Explorer を起動し、Web サーバにアクセスする。

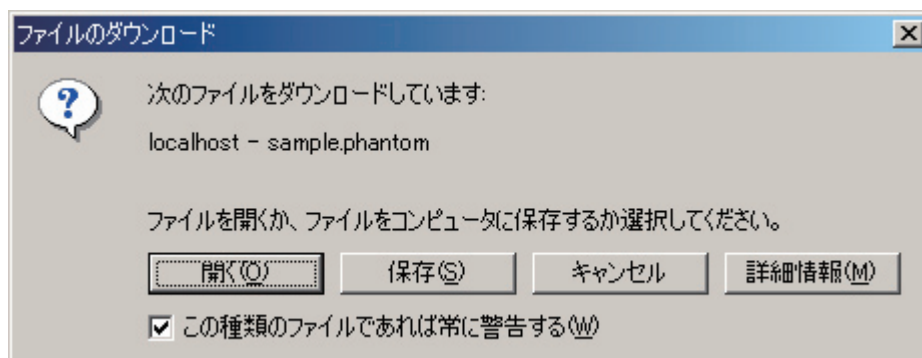


＜注意＞Web サーバにアクセスした場合に、以下のような画面が表示された場合には、「再試行」をクリックする。



以下には、VRML のデータをダウンロードした場合の手順を示す。

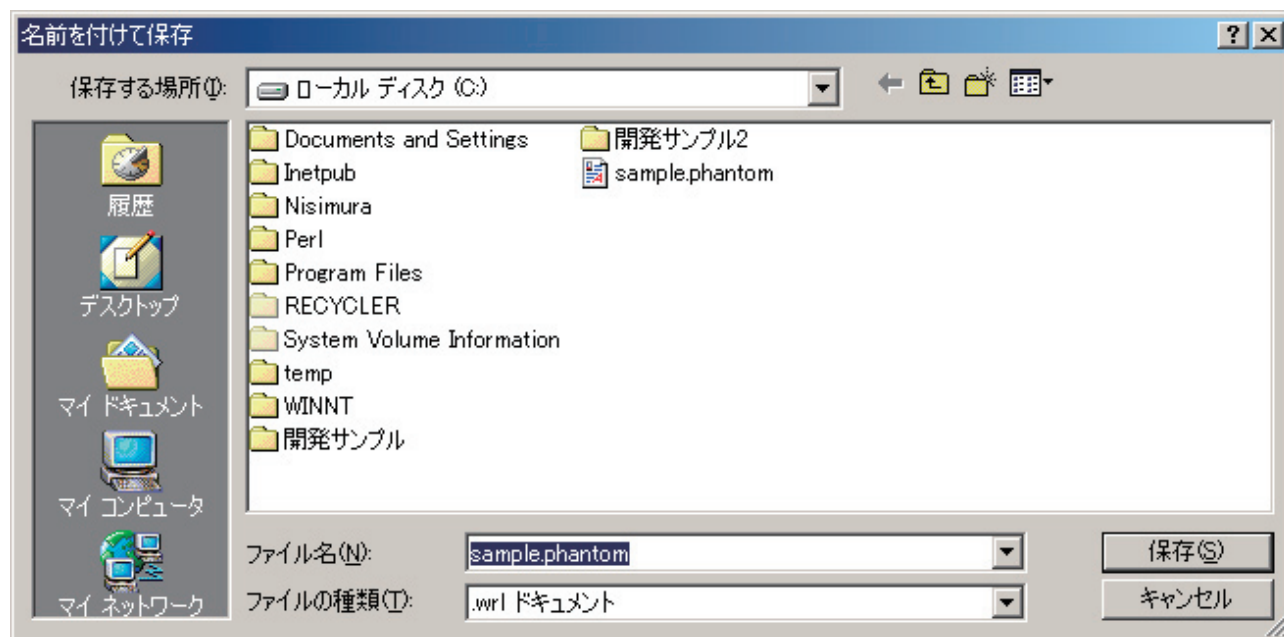
- (2) データのハイパーリンクをクリックすると、以下のような画面が表示される(使用する OS によって画面の表示が多少異なる)。



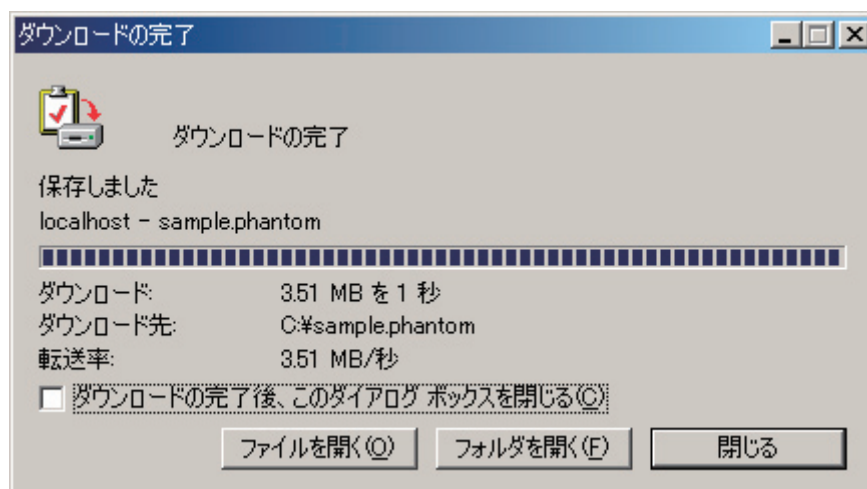
直接、プログラム A を呼び出す場合には「開く」をクリックする。データを一旦ダウンロードしてからプログラム A を呼び出す場合には「保存」をクリックする。

※「開く」によりプログラムの起動がうまく行かない場合には、一旦保存をしてから、ダウンロードしたデータファイルを Explorer 上でダブルクリックする。

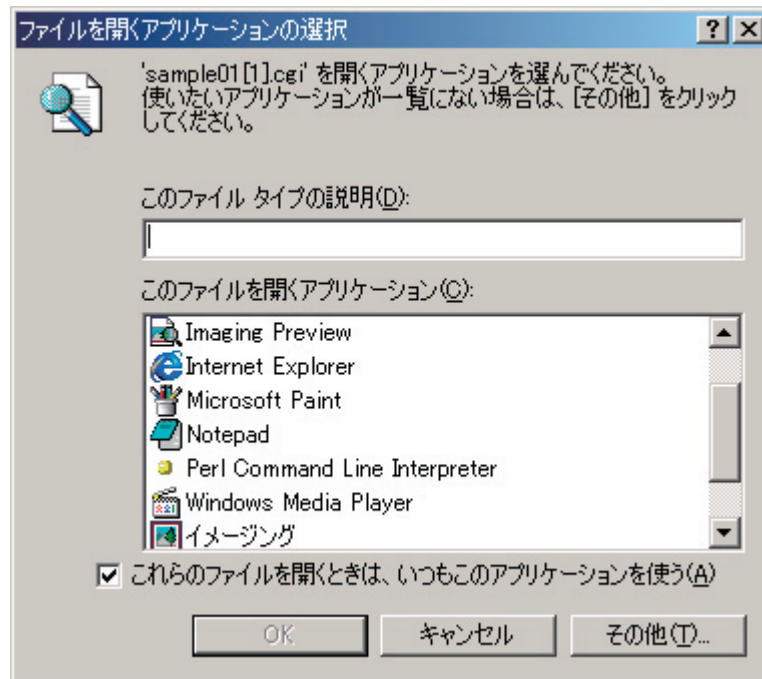
(3) データを一旦ダウンロードする場合には、以下のような画面が表示されるので、保存先を指定する。



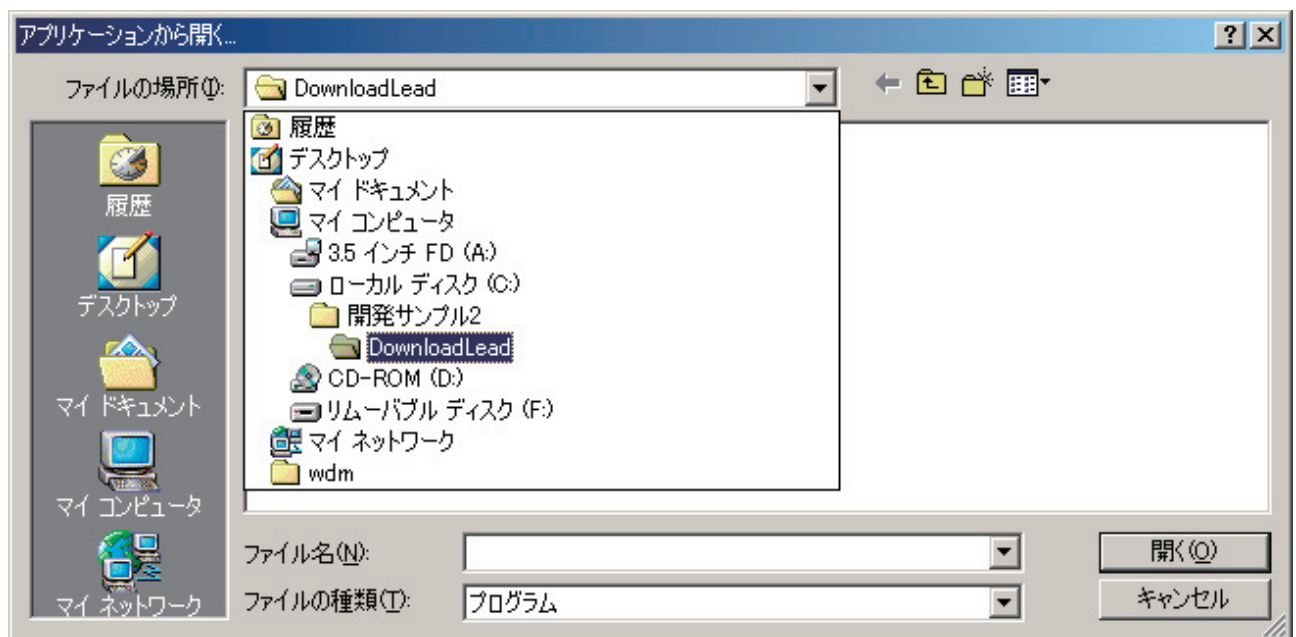
(4) ダウンロードが完了すると、以下のような画面が表示されるので、「ファイルを開く」をクリックする。



(5) はじめてダウンロードした場合には、以下のような画面が表示されるので、「その他」をクリックする。この画面は2回目の操作以降は表示されない。



(6) 起動するプログラムを選択する。「DownloadLead.exe」を選択する。  
この画面も2回目の操作以降は表示されない。



(7)プログラムが起動すると、DownloadLead.exe または DownloadLeadShape.exe が配置されているフォルダ内に、以下のようなファイルが作成されるが、これらはプログラム終了後、削除してもかまわない。

| ファイル名                      | 説明                                                                                                                                                                 |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| data.ini                   | DownloadLead.exe がデータダウンロード後に生成する。ダウンロードした VRML データと gstShape オブジェクトのデータの情報が格納されており、PhantomSpeak.exe によりロードされる。                                                    |
| download.log               | ダウンロードされたデータや起動されたプログラム B のフルパスがログとして記録される。このログはダウンロードの都度、上書きされ、ダウンロードの履歴は残らない。                                                                                    |
| object1.wrl<br>object2.wrl | Web サーバ上に配置された sample.phantom をダウンロードした場合に生成される VRML のデータファイルである。sample.phantom では 2 つの VRML データを 1 つのファイルに格納しているため、ダウンロード後に分割される。これはダウンロードされる VRML のデータの構成により異なる。 |



## ▼ 6. プログラムの内部処理について

5 項で示すプログラムの起動の流れに従って、プログラムの内部的な処理についての詳細を以下に記述する。

### ＜VRML データの場合：DownloadLead.exe の内部処理＞

| No. | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | ダウンロードした phantom ファイルを開き、既定の書式(詳細は 8 項)に従って、図形毎の設定情報を取り出す。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2   | <p>ダウンロードした phantom ファイルにセットされていたデータに定義されているパラメータを 1 図形 1 行として、data.ini に出力する。data.ini は以下のようなフォーマットで出力される。</p> <p>[出力フォーマット](1 図形 1 行)</p> <p><b>TYPE:FILE:TEXT:R:S:W:H:L:RX:RY:RZ:TX:TY:TZ</b></p> <p>●TYPE [図形タイプ]<br/>TYPE=*****として定義される。図形タイプは「vrl」 と「shape」 の 2 種類のみである。<br/>(例) TYPE=shape</p> <p>●FILE [図形名]<br/>FILE=*****として定義される。VRML データの場合には、「object1.wrl, object2.wrl, ...」 として出力される。gstShape オブジェクトデータの場合には、図形タイプ(cone, cube, cylinder sphere, torus)が出力される。<br/>(例) FILE=object1.wrl<br/>(例) FILE=cone</p> <p>●TEXT [再生文字列]<br/>ダウンロードされるデータファイルに含まれる#TEXTTOSPEECH で示す文字列である。<br/>この文字列が PHANTOM と図形が接触時に再生される音声となる。</p> <p>●R [大半径]<br/>gstShape オブジェクトデータのうち, cone, cylinder, sphere, torus でのみ使用される。<br/>cone と cylinder の場合は底面の半径, sphere の場合は球の半径, torus の場合は外側半径となる。その他の図形では定義されていても無効となる。</p> <p>●S [小半径]<br/>gstShape オブジェクトデータのうち, torus でのみ使用される。内側半径となる。<br/>その他の図形では定義されていても無効となる。</p> <p>●W [幅]<br/>gstShape オブジェクトデータのうち, cube でのみ使用される。<br/>その他の図形では定義されていても無効となる。</p> <p>●H [高さ]<br/>gstShape オブジェクトデータのうち, cone, cube, cylinder でのみ使用される。<br/>その他の図形では定義されていても無効となる。</p> <p>●L [長さ]<br/>gstShape オブジェクトデータのうち, cube でのみ使用される。<br/>その他の図形では定義されていても無効となる。</p> |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>●RX, RY, RZ [X 軸方向回転角, Y 軸方向回転角, Z 軸方向回転角]</p> <p>図形が描画されるときに各軸方向での回転角度となる。未定義のパラメータは“0”となり、その軸方向には回転はしない。</p> <p>●TX, TY, TZ [X 軸方向平行移動距離, Y 軸方向平行移動距離, Z 軸方向平行移動距離]</p> <p>図形が描画されるときに各軸方向への平行移動距離となる。未定義のパラメータは“0”となり、その軸方向には平行移動はしない。</p> <p>この data.ini ファイルは接触検知と音声再生プログラムで使用される。</p> |
| 3 | program.ini を読み込み、次に起動すべき「接触検知と音声再生プログラム」(デフォルトは PhantomSpeak.exe)を呼ぶ。                                                                                                                                                                                                                         |
| 4 | 接触検知と音声再生プログラムが起動すると同時に、DownloadLead.exe は閉じられる。                                                                                                                                                                                                                                               |

## ▼7. 設定ファイルの編集

プログラムにはいくつかの設定ファイルがある。これらの設定ファイルの編集方法を以下に示す。

### (1)program.ini

このファイルはデフォルトでは以下のように設定される。

|                  |
|------------------|
| PhantomSpeak.exe |
|------------------|

をダウンロード後、次に起動するプログラムを変更したい場合には、ここでプログラム名を変更する。なお、実際には上記以外のプログラムを指定してもダウンロードしたデータを描画した触感環境を表現することはできない。

## ▼ 8. データファイルの作成

プログラムで利用可能なデータの種類の種類は、VRML と gstShape オブジェクトの 2 種類である。Web からダウンロードさせるデータを作成する方法を以下に示す。

作成したファイルは拡張子「.phantom」で保存する。

```
#####gstShape#####                ...①
#TYPE=torus                          ...②
#TEXTTOSPEECH= ドーナツ型            ...③
#R=20                                }
#S=10                                } ...④
#RX=0                                }
#RY=0                                }
#RZ=0                                }
#TX=0                                }
#TY=0                                }
#TZ=0                                }
#####End of Shape in Phantom#####    ...⑤
#####VRML#####
#VRML V2.0 utf8                      ...⑥
#TEXTTOSPEECH=かいじゅう            ...⑦
#RX=0                                ...⑧
#RY=0                                ...⑨
#RZ=0                                ...⑩
#TX=0                                ...⑪
#TY=0                                ...⑫
#TZ=0                                ...⑬
Shape {
    . . . VRML データ                ...⑭
}
#####End of Shape in Phantom#####    ...⑤

. . . 次のデータ (VRML データ または gstShape オブジェクトデータ)
```

1 つの図形はヘッダーとフッターの間に定義しなければなりません。

ヘッダー①は、図形の種類を識別するために用いられる。「#####gstShape#####」と「#####VRML#####」の 2 種類のみとなる。前者は gstShape オブジェクトデータの場合に用い、後者は VRML データの場合に用います。これ以外のヘッダー文字列を指定した場合には、エラーの原因となる。

フッター⑤は「#####End of Shape in Phantom#####」となる。これ以外の文字列を指定した場合には、エラーの原因となる。

⑥は VRML データのバージョンと文字コードを指定するもので、このプログラムでは特に使用しないが、VRML データフォーマット上、必要に応じて変更する。

図形に応じてパラメータを設定する。パラメータは「#(パラメータ名)=」として設定する。パラメータ名の先頭には” #” を付け、” =” に続けて値を設定する。” =” の前後にスペースなどを含めるとエラーとなる。

gstShape オブジェクトデータの場合には、②～④のパラメータを定義する。VRML データの場合には、⑦～⑬のパラメータを定義する。

表 8－1．パラメータ定義

| パラメータ名         | 説明                                                                                                                          |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| #TYPE=         | gstShape オブジェクトの場合のみ指定する．cone(円錐)，cube(直方体)，cylinder(円柱)，sphere(球)，torus(ドーナツ型)のうち、いずれかを指定する．                               |
| #TEXTTOSPEECH= | 定義した図形に PHANTOM が接触したときに音声合成される文字列を設定する．未指定の場合は、接触しても音声合成されません．                                                             |
| #R=            | 図形の半径を表す．gstShape オブジェクトの場合で、cone(円錐)，cylinder(円柱)，sphere(球)，torus(ドーナツ型)を定義する場合には必ず指定する．torus の場合は外側の半径となる．設定値は正の小数で記述できる． |
| #S=            | 図形の内側半径を表す．gstShape オブジェクトの場合で、torus(ドーナツ型)の場合のみ指定する．設定値は正の小数で記述できる．                                                        |
| #W=            | 幅を表す．gstShape オブジェクトの場合で、cube(直方体)の場合のみ指定する．設定値は正の小数で記述できる．                                                                 |
| #H=            | 高さを表す．gstShape オブジェクトの場合で、cone(円錐)，cube(直方体)，cylinder(円柱)の場合のみ指定する．設定値は正の小数で記述できる．                                          |
| #L=            | 長さを表す．gstShape オブジェクトの場合で、cube(立方体)の場合のみ指定する．設定値は正の小数で記述できる．                                                                |
| #RX=           | 図形描画の際の X 軸方向への回転角度を表す．必要に応じて指定する．未指定の場合は X 軸方向へは無回転となる．設定値は正負の小数で記述できる．                                                    |
| #RY=           | 図形描画の際の Y 軸方向への回転角度を表す．必要に応じて指定する．未指定の場合は Y 軸方向へは無回転となる．設定値は正負の小数で記述できる．                                                    |
| #RZ=           | 図形描画の際の Z 軸方向への回転角度を表す．必要に応じて指定する．未指定の場合は Z 軸方向へは無回転となる．設定値は正負の小数で記述出来ます．                                                   |
| #TX=           | 図形描画の際の X 軸方向への平行移動距離を表す．必要に応じて指定する．未指定の場合は X 軸方向への平行移動はしない．設定値は正負の小数で記述できる．                                                |
| #TY            | 図形描画の際の Y 軸方向への平行移動距離を表す．必要に応じて指定する．未指定の場合は Y 軸方向への平行移動はしない．設定値は正負の小数で記述できる．                                                |
| #TZ            | 図形描画の際の Z 軸方向への平行移動距離を表す．必要に応じて指定する．未指定の場合は Z 軸方向への平行移動はしない．設定値は正負の小数で記述できる．                                                |

データを Web サーバからダウンロードしなくても、ローカルコンピュータ上に拡張子「.phantom」のデータファイルをおいておき、拡張子とプログラムの関連づけを行うことで、「Web ダウンロードデータ取込プログラム」を起動することが可能となる。

Web サーバからダウンロードせずに起動する場合には、以下のファイルがそろっていれば起動する。

|                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| 実行プログラム                     | DownloadLead.exe |
| 実行プログラムと同一フォルダに<br>配置するファイル | program.ini      |
| データファイル<br>(プログラムとは別フォルダ可)  | 任意ファイル名.phantom  |



## ▼10. CD-ROMの内容

CD-ROMの中には以下の内容が収められている。

[CD-ROM]

- └ <報告書>
  - └ Web ダウンロードデータ取込プログラム-その 2. doc   ... 報告書ファイル
- └ <プログラム>
  - └ <Web サーバ用ファイル>
    - └ <phantom>
    - └ <htdocs>   ... Web サーバ配置用ファイル格納フォルダ
  - └ <実行ファイル一式>   ... EXE と設定ファイル，データファイル一式
  - └ <ソース>   ... ソースファイル格納フォルダ
  - └ <DownloadLead>
  - └ <データファイル・設定ファイル>   ... バックアップ用

<実行ファイル一式>フォルダの中にあるファイルをローカルコンピュータの任意の場所にコピーする。

Web サーバ用ファイルは Web サーバ上に配置する。

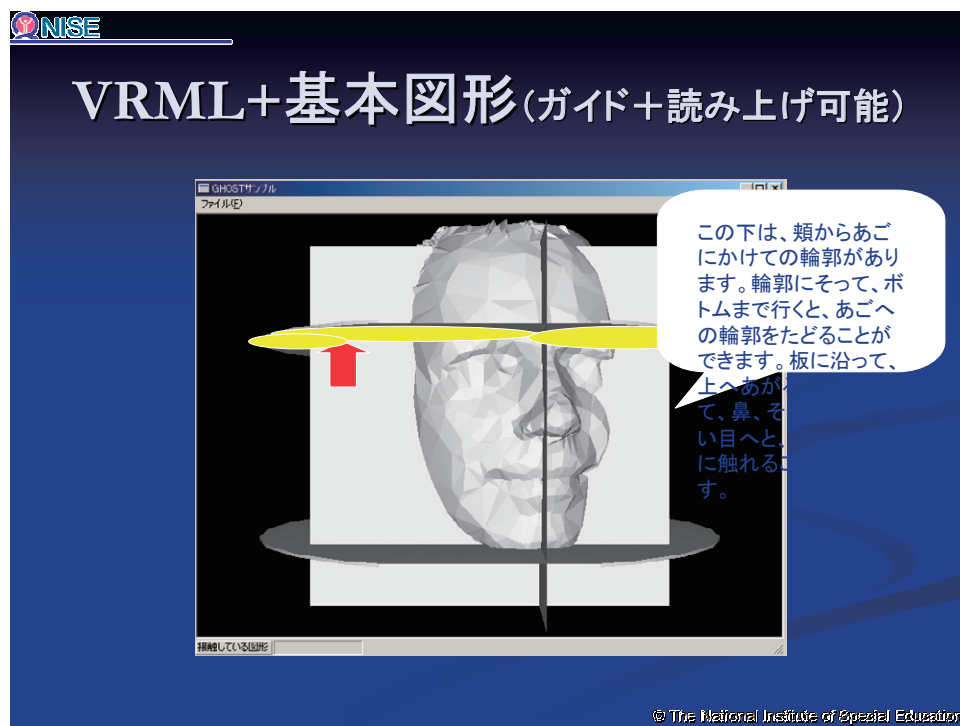
<データファイル・設定ファイル>はバックアップとして格納してある。

なお，プログラムについては，共同研究を希望する場合には公開可能であるが，PHANToM システム本体を保有する必要があるため，本報告書後付けの連絡先に問い合わせされたい。

# PHANToM の物体への接触検知と音声再生プログラム (VRML と gstShape 同時取込)

本プログラムは、Web 上にある仮想空間に配置した図形オブジェクトに PHANTOM が接触した際の接触検知には、GHOST が提供するコールバック機構を利用している。必要な手続きは、生成した図形オブジェクトに対してコールバック関数を設定する。

具体的には、setEventCallback 関数を用いるが、本関数は、gstTransform クラスで定義されており、このクラスから派生したクラスあるいは、このクラスを先祖として持つクラスから派生したクラスによって描画される図形オブジェクトに用いることが可能である。例えば、立方体オブジェクト (myCube) を生成した後、接触検知のためのコールバック関数を設定は myCube -> setEventCallback(contact\_event\_callback, NULL)となる。

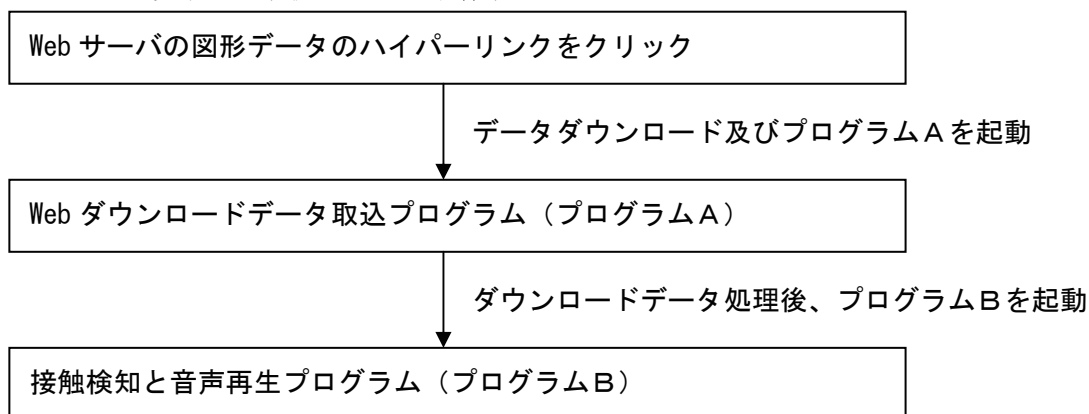


## ▼1. プログラムの内容

このプログラムは、Web サーバに公開された PHANTOM 用図形データを「Web ダウンロードデータ取込プログラム」がダウンロードし、データ処理した後、ダウンロードされたデータを元に PHANTOM とともに触感環境を提供する。取込可能なデータの種類の種類は VRML データと GHOST が定義している gstShape オブジェクトデータの 2 種類で、このプログラムでは 2 種類のデータを 1 つのファイルで定義したものを同時に取り込むことができる。

## ▼2. プログラムの動作

このプログラムは以下に示す流れにより動作する。



## ▼3. プログラムの構成

このプログラムは以下のように構成されている。

表 3-1. ローカルコンピュータ上に配置されるファイル

| ファイル名                          | 説明                                                                         |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| PhantomSpeak. exe<br>(プログラム B) | Web サーバからダウンロードされた VRML データと gstShape オブジェクトデータを表示し、PHANTOM とともに触感環境を表現する。 |
| setup. ini                     | PHANTOM の座標軸調整用の設定ファイルです。                                                  |
| speech. vbs                    | PHANTOM が図形に接触した際に音声を再生するために呼び出されるスクリプトファイルです(変更不可)。                       |

## ▼4. プログラムの導入

表 3-1 に示すファイルを PHANTOM が接続されているローカルコンピュータの任意の場所に配置する (すべて同じ場所に配置する)。

## ▼5. プログラムの起動

「Web ダウンロードデータ取込プログラム」によりダウンロードされ、処理された図形データが整っていれば、「接触検知と音声再生プログラム」は起動する。Web ページからダウンロードするところから実行させる場合には、「Web ダウンロードデータ取込プログラム」(DownloadLead.exe)が必要となる。すでに「Web ダウンロードデータ取込プログラム」によりダウンロード及び処理されたデータがある場合には、直接「接触検知と音声再生プログラム」を起動することができる。

## ▼6. 設定ファイルの編集

プログラムにはファイルがある。設定ファイルの編集方法を以下に示す。

### (1) setup.ini

このファイルはデフォルトでは以下のように設定される。

```
#####  
# PHANTOM 回転・平行移動 初期設定ファイル #  
# (記述方法) #  
# パラメータ + " = " + 設定値 + ";" #  
# というように記述する。パラメータは、RX1 や TZ2 などを #  
# 指す。パラメータの後は、半角スペースを入れて、 #  
# "="を入れた後、再び半角スペースを入れてから、設定値を #  
# 書きます。設定値の後ろには";"を入れてください。 #  
# #  
# その他、パラメータ値と同じ文字列でなければ、任意の文字 #  
# をこのファイルに記述してもかまいません。 #  
#####  
#Phantom 1 号機の設定  
RX1 = 0; // X軸方向の回転角(整数:-360 ~ 360)  
RY1 = 0; // Y軸方向の回転角(整数:-360 ~ 360)  
RZ1 = 0; // Z軸方向の回転角(整数:-360 ~ 360)  
TX1 = 0; // X軸方向の平行移動距離(任意整数:マイナスも可)  
TY1 = 0; // Y軸方向の平行移動距離(任意整数:マイナスも可)  
TZ1 = 0; // Z軸方向の平行移動距離(任意整数:マイナスも可)  
  
#Phantom 2 号機の設定  
RX2 = 0; // X軸方向の回転角(整数:-360 ~ 360)  
RY2 = 0; // Y軸方向の回転角(整数:-360 ~ 360)  
RZ2 = 0; // Z軸方向の回転角(整数:-360 ~ 360)  
TX2 = 0; // X軸方向の平行移動距離(任意整数:マイナスも可)  
TY2 = 0; // Y軸方向の平行移動距離(任意整数:マイナスも可)  
TZ2 = 0; // Z軸方向の平行移動距離(任意整数:マイナスも可)
```

PHANTOM 本体の位置を平行移動させたり回転させたりした場合には、これらのパラメータを設定することにより座標軸を調整することができる。

## ▼7. プログラム起動の補足

VRML データ及び gstShape オブジェクトデータは Web サーバからダウンロードしなくても、ローカルコンピュータ上に以下に示すファイルが実行ファイルと同じ階層のフォルダに配置されている場合には、「接触検知と音声再生プログラム」を起動することが可能となる。

表 7 - 1

|                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| 実行プログラム                    | PhantomSpeak.exe          |
| 実行プログラムと同一フォルダに配置するファイル    | setup.ini<br>speach.vbs   |
| データファイル<br>(プログラムとは別フォルダ可) | data.ini<br>VRML ファイル ... |

## ▼8. 音声合成(Text To Speech)について

テキストから音声を合成し再生するには、音声合成エンジン(Microsoft SAPI 4.0a runtime)が必要となる。SAPI は Windows2000/XP の場合には標準でインストールされているが、WindowsMe/98 などでは別途インストールする必要がある(マイクロソフトのサイトより SAPI をダウンロード)。

標準の SAPI では英語しか話さないため、日本語音声を合成するには日本語用の音声合成エンジン(Lernout & HauspieR TTS3000 TTS engine - Japanese)を別途インストールする必要がある。

一方、音声合成プログラミングを行うには主に以下の 2 種類の方法がある。

### (1) 音声合成オブジェクトを用いる方法

音声合成エンジンをインストールすると(されていると)、CLSID が登録され、HTM/HTA/WSF で使用が可能となるが、VB や JS から使用するためには、ProgID を登録する必要がある。

ProgID を登録するには、Windows ディレクトリ中の” Speech” ディレクトリにある「Vtext.DLL」を「regsvr32 Vtext.DLL」としてレジストリに追加する。

これで VB の場合には、CreateObject 関数により音声合成が使用可能となる。代表的な関数は Speak 関数で、与えられた文字列を音声合成し再生する。

今回の開発ではこの方法により音声合成を行っている。

CreateObject 関数により生成される音声合成オブジェクトには様々なメソッドやプロパティが装備されている。

### (2) Speech SDK を用いる方法

SDK を用いることにより、C++や VB を用いてプログラムレベルでより細かく制御を行うことができる。

## ▼ 9. CD-ROMの内容

CD-ROMの中には以下の内容が収められている.

|          |                            |                       |
|----------|----------------------------|-----------------------|
| [CD-ROM] |                            |                       |
| └        | ＜報告書＞                      |                       |
|          | └ 接触検知と音声再生プログラム-その 2. doc | ... 報告書ファイル           |
| └        | ＜プログラム＞                    |                       |
| └        | └ 実行ファイル一式                 | ... EXE と設定ファイル, データフ |
|          | ァイル一式                      |                       |
| └        | └ ソース                      | ... ソースファイル格納フォルダ     |
|          | └ 　└ 　＜PhantomSpeak＞       |                       |
| └        | └ 　└ 　＜データファイル・設定ファイル＞     | ... バックアップ用           |

＜実行ファイル一式＞フォルダの中にあるファイルをローカルコンピュータの任意の場所にコピーする.

＜データファイル・設定ファイル＞はバックアップとして格納している.

なお, プログラムについては, 共同研究を希望する場合には公開可能であるが, PHANToM システム本体を保有する必要があるため, 本報告書後付けの連絡先に問い合わせされたい.



特殊教育用ブロードバンド対応コンテンツと高度  
アクセシビリティ支援ツールの開発

[14208020]平成 14 年度～平成 17 年度科学研究費補助金（基盤研究（A））

---

平成 18 年 3 月 発行  
研究代表者： 中 村 均  
発行：独立行政法人国立特殊教育総合研究所

〒239-0841 神奈川県横須賀市野比五丁目 1 番 1 号  
電話 046-848-4121 FAX 046-839-6909

---