

共同研究(共同研究機関：東北大学電気通信研究所)

**電子透かし技術を応用した  
障害者のための情報補償システムの開発  
－音響の情報バリアフリー化に向けて－  
(平成16年度～18年度)**

**研究報告書**

平成 19 年 3 月

独立行政法人  
国立特殊教育総合研究所

共同研究(共同研究機関：東北大学電気通信研究所)

**電子透かし技術を応用した  
障害者のための情報補償システムの開発  
—音響の情報バリアフリー化に向けて—  
(平成16年度～18年度)**

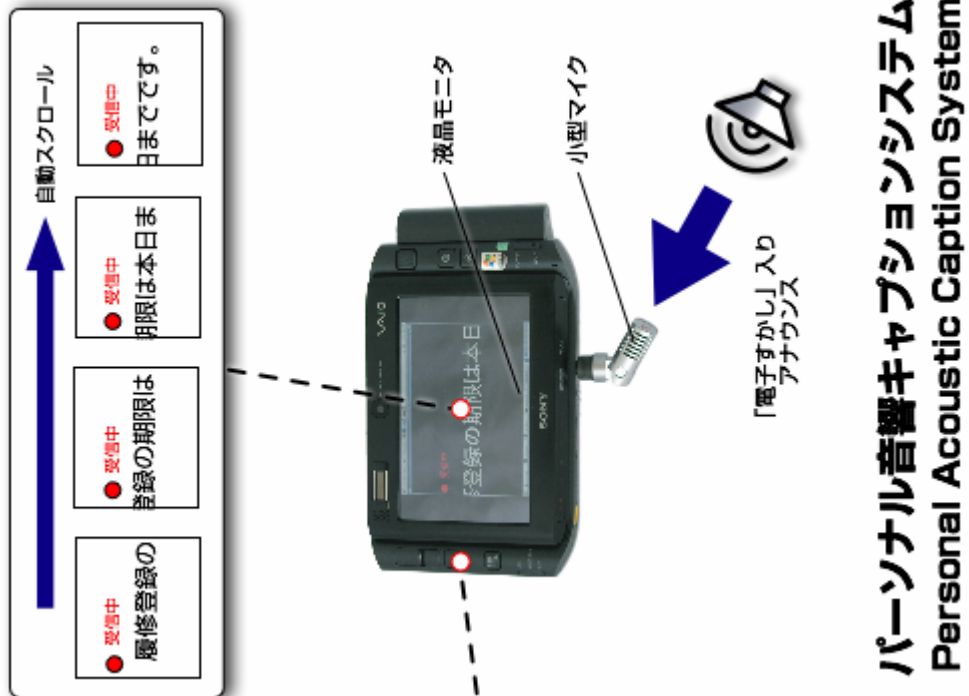
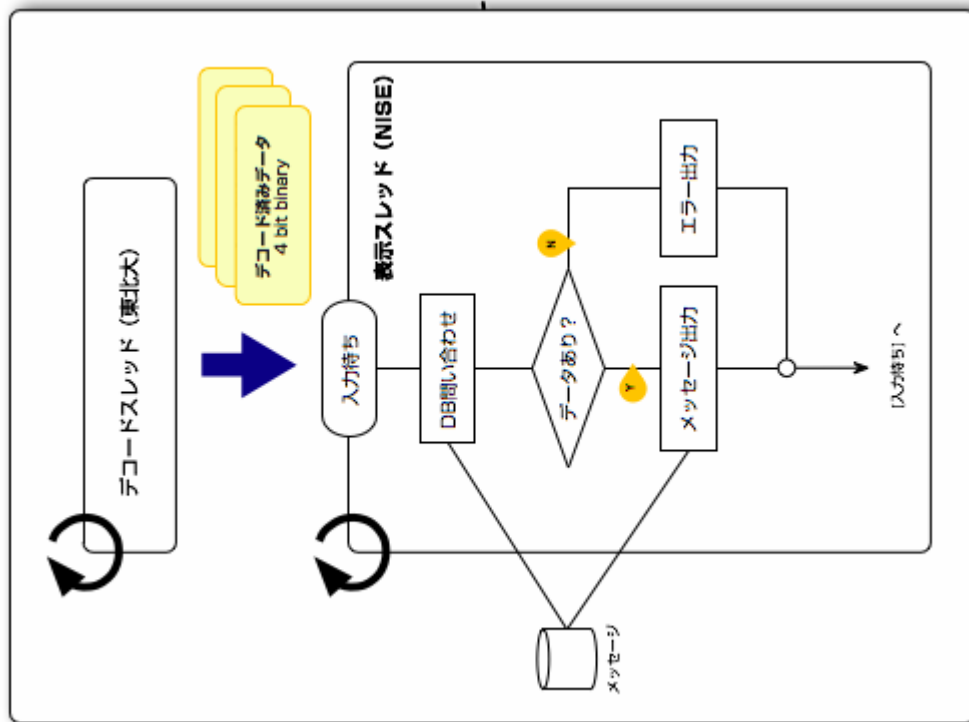
**研究報告書**

平成 19 年 3 月

独立行政法人  
国立特殊教育総合研究所



パーソナル音響キャプションデコーダ(概念図)



パーソナル音響キャプションシステム  
Personal Acoustic Caption System

## パーソナル音響キャプションデコーダ



パーソナル音響キャプションデコーダ(本文p.19)

# まえがき

本研究は、障害者基本法に書かれた情報の利用におけるバリアフリー化を目指す一環として聴覚障害者を主な対象とした情報補償システムの開発を目指したものであり、音の電子透かし技術に関する特許と研究実績のある東北大学電気通信研究所と国立特殊教育総合研究所の共同研究\*として行われたものである。

本書は、音声情報のバリアフリーの1つとして公共の場所等における音声によるアナウンスを文字情報として伝えるシステムの実用化に向けて行った上記の研究成果について報告するものである。

本共同研究の成果として開発された「パーソナル音響キャプションデコーダ」はPDAタイプの携帯コンピュータ(165mm×95mm, 600g, 重さは補助バッテリー含む。)を本体として動作するもので、スピーカから発せられる音に埋め込まれた電子透かしを解読して、聾学校の校内文字放送システムで用いられるメッセージを表示することが可能となっている。

評価実験では屋内で最小40dB程度という、図書館内の騒音レベルとされる程度の小さな音圧のデータから電子透かしを認識しており、音源からの距離は77mを記録した。屋外では50-55dB, 音源から32mの距離で認識が可能であった。音電子透かしの空気伝搬の耐性に関する当初の予想を大きく上回っており、今後さらに精緻な実験が必要であるが、現時点において、実用範囲となる成果を上げたものと考えている。

今後は、メッセージデータをWeb上に配置することで常に新しい情報を参照可能にすること、現在PDA上で動作するシステムを普及型の携帯電話上のアプリケーションとして利用することなど、本システムの完全実用化への取り組み、さらに一般ユーザも便利に利用可能であることを踏まえて、学校内での利用を越え、緊急公共放送や駅の構内などにおける音声データへの電子透かしの応用など視野に入れた音響のバリアフリーの規格化など、今回の開発が進んだことで見えてきた発展的な課題に取り組む必要があると考えている。

独立行政法人国立特殊教育総合研究所  
総括研究員 棟方哲弥

国立大学法人東北大学電気通信研究所  
教授 鈴木陽一

---

\*「共同研究」とは、障害種別等に係る専門的研究に関し、研究所の研究員等又は研究員等のチームと外部機関等とが、共通の課題について共同して行う研究であって、研究所の実際の・総合的研究と外部機関等における基礎的・理論的研究を融合し、障害のある子どもの教育の充実に資するものをいう(独立行政法人国立特殊教育総合研究所共同研究実施規則より)。

# 研究体制

本共同研究は、以下の研究体制で行われた（なお、甲と乙の記述は共同研究契約書による）。

## (甲)独立行政法人国立特殊教育総合研究所

総括研究員 棟方哲弥

## (乙)東北大学電気通信研究所

教授 鈴木陽一

助教授 西村竜一

大学院情報科学研究科 カクノウ（16年度～17年度）

工学部情報工学科 半田浩規（18年度）

国立特殊教育総合研究所の研究協力者、研究協力機関は以下のとおりである。

### 研究協力者

筑波大学附属聾学校・教諭 板橋安人

筑波大学附属聾学校・教諭 武林靖浩（平成8年度）

筑波大学附属聾学校・教諭 竹村 茂（平成8年度）

筑波大学附属聾学校・教諭 横山知弘（平成8年度）

東京都立葛飾ろう学校・教諭 伊藤 守

### 研究協力機関

筑波大学附属聾学校

東京都立葛飾ろう学校

上記の他に、元国立特殊教育総合研究所科学研究支援員山口俊光氏には、同支援員期間終了後よりシステムの実装ならびに研究資料作成を担当いただいた。ここに記して謝意を表する次第である。

# 目次

まえがき	i
研究体制	ii
研究の経緯	iv
研究成果物	v
1. パーソナル音響キャプションデコーダ	v
2. 報告書等	v
3. 関連発表等	vi
第 I 章 システムに実装するメッセージの内容と種類の検討	3
1. はじめに	3
2. 目的	4
3. 検討課題 1	4
4. 検討課題 2	10
5. 結論	13
第 II 章 パーソナル音響キャプションデコーダの開発	17
1. はじめに	17
2. 研究の経過	18
3. パーソナル音響キャプションデコーダ	18
4. 評価実験	24
5. 結論	27
第 III 章 まとめ	31
1. まとめ	31
2. 今後の課題	32
3. 参考文献	34
第 IV 章 研究資料	35
第 V 章 参考資料	79



# 研究の経緯

障害者基本法では、情報機器等における障害者の利便の確保を国と地方自治体の責務としており、参議院内閣委員会の同法の付帯決議には、情報機器等のみならず、コンテンツや通信サービスについてのバリアフリー化の実現に向けて万全を期することが明記された。

すでに、国立特殊教育総合研究所では、プロジェクト研究等において、障害のある子どもが情報機器、メディア及びコンテンツを活用するための開発研究等を行ってきているが、これらの高度な技術に関するバリアフリーに焦点を当てた研究開発では、電気通信分野の基礎的・理論的研究との融合が必須となると思われた。そこで、音の電子透かし技術（第IV章研究資料を参照。）に関する特許と研究実績のある東北大学電気通信研究所（以下、通研）との共同研究を開始した。

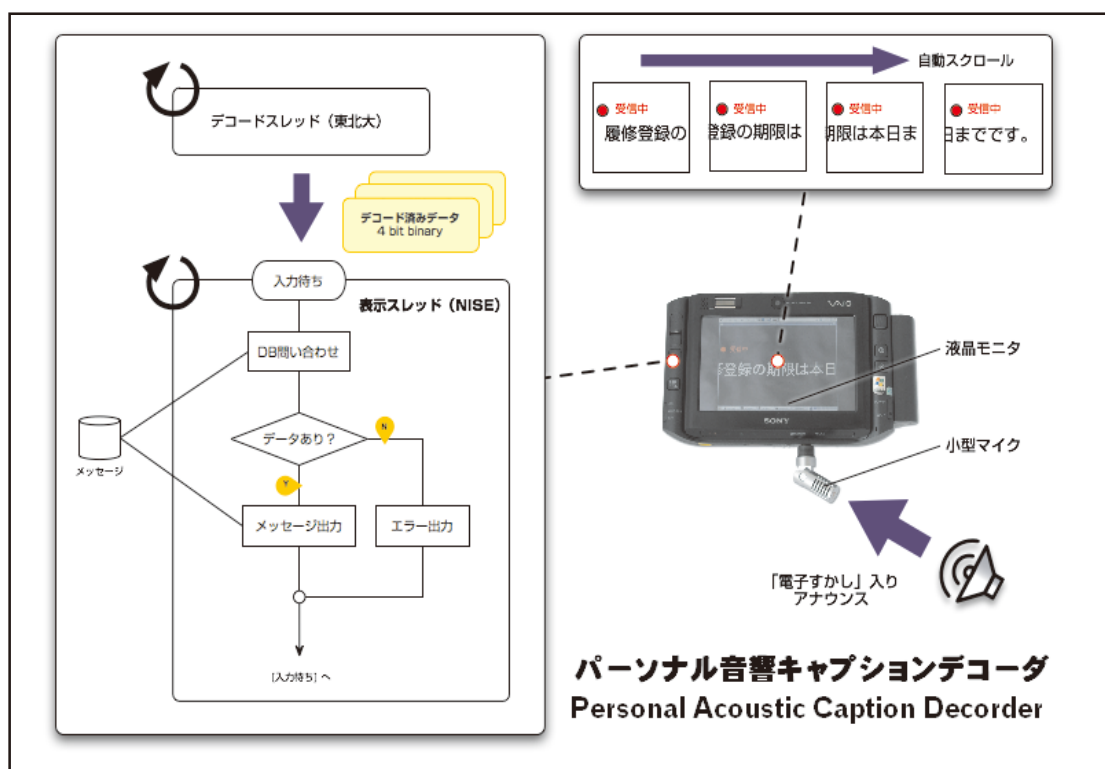
研究の開始当時において、通研における電子透かしの解読のためのリアルタイム処理は、高性能なCPU（演算装置）を搭載したデスクトップコンピュータで実行されており、さらに空気伝搬させた音の電子透かしの解析は未知の領域であった。平成16年から平成17年度においては「LDPC符号による音電子透かしの耐性強化に関する研究」として、当時修士課程に在籍していたカクトウ氏により、透かし情報の解読精度の向上方法が明らかにされた。この間、国立特殊教育総合研究所では、実証機に搭載可能なプログラムの完成を待ちながら、東北大学電気通信研究所とのデータ互換を行うためのシステムの準備と合わせて、その応用方法について研究協力校である筑波大学附属聾学校と検討を進めた。とりわけ同校が独自に運用を始めていた「校内文字情報表示端末システム」（廊下と教室に電光掲示板が固定設置されたタイプ）の利用状況の聞き取りを含めて提示すべきメッセージについて検討を行ってきた。

このような状況の中、通研において、空気伝搬させた電子透かしデータのリアルタイムの解読処理を行う実演が公開されたのは平成18年10月であった。同研究所において、左右のスピーカから出力される別々の電子透かしデータを、一般的なノートパソコンによって解読することに成功した。そこでは多くの人が入り出す実用に近い状況で電子透かし情報の解読に成功した一方で、その段階で、常に動作が安定していたわけではなかった。このソースプログラムとCライブラリの提供を受け、国立特殊教育総合研究所ではPDAへの実装とデータを受信した際に、校内文字放送に使われるメッセージを表示させる実証機の開発と評価に取り組んだ。

# 研究成果物

## 1. パーソナル音響キャプションデコーダ

以下に「パーソナル音響キャプションデコーダ」を示す。本デコーダは開発時点で写真にみえる SonyVGN-UX90S (165mm × 95mm, 600g, 重さは補助バッテリー含む。)とマイクロホン ECM-DS30P を用いて実装されている。システムの詳細は後述する。



## 2. 報告書等

- (1) 報告書名称:「共同研究:電子透かし技術を応用した障害児者のための情報補償システムの開発—音響の情報バリアフリー化に向けて— (本報告書) ,平成 19年 3月 .
- (2) エコーに基づく音電子透かしの空気伝搬耐性に関する検討 (東北大学卒業論文:半田浩規) ,平成 19年 3月 .
- (3) LDPC 符号による音電子透かしの耐性強化に関する研究 (東北大学審査修士学位論文:カクトウ) ,平成 18年 2月 .
- (4) 音響電子透かしの空気伝搬耐性に関する検討 (平成 17年東北地区若手研究者研究発表会:カクトウ, 西村竜一, 鈴木陽一) ,平成 17年 3月 1日 .

なお、「パーソナル音響キャプションデコーダ」については今後、学会等で発表し、アンケート調査結果等を含めて、研修等において活用する予定。

### 3. 関連発表等

音響を活用した障害者支援バリアフリー技術に関して以下の関連する論文発表等を行った。

- (1) 大内誠・岩谷幸雄・鈴木陽一・棟方哲弥：汎用聴覚ディスプレイ用ソフトウェアの開発と音空間知覚訓練システムの応用, 日本音響学会誌 62 巻 3 号, 224-232, H18.
- (2) M.Ohuchi, Y.Iwaya, Y.Suzuki, T.Munekata : Training Effecton Ability of Sound Localization Using Virtual Auditory Game for Visually Impaired Proceedings of ICAD 05-Eleventh Meetong of the International Conference on Auditory Display, Limerick, Ireland, 6-9, H17.7.
- (3) 大内 誠・岩谷幸雄・鈴木陽一・棟方哲弥：視覚障害者の認知地図形成訓練を目指した3次元音響ゲーム様コンテンツ開発 視覚障害, 第6回日本ロービジョン学会学術総会・第14回視覚障害リハビリテーション研究発表大会, 97, H17.
- (4) Training Effect of a Virtual Auditory Game on Sound Localization Ability of the Visually Impaired (○大内 誠, 岩谷幸雄, 鈴木陽一(東北大), 棟方哲弥(独立行政法人国立特殊教育総合研究所)) 「音空間・HRTF ワークショップ」(主催: 文部科学省知的クラスター創成事業 サイバーフォレスト計画、共催: 東北大学電気通信研究所音響工学研究会・東北大学情報科学研究科), H16.7.
- (5) Makoto Ohuchi, Yukio Iwaya & Yôiti Suzuki (Tohoku University); Tetsuya Munekata (National Institute of Special Education): Cognitive-map forming of the blind in virtual sound environment, ICAD: International Conference on Auditory Display, Queen Mary, University of London, Mile End Road, LONDON, 2006.
- (6) Makoto Ohuchi, Yukio Iwaya, Yoiti Suzuki, Tetsuya Munekata, A comparative study on sound localization acuties of congenital blind persons and sighted subjects, Acoust. Sci. & Tech, 2006., Vol. 27, No.5, pp.290-241, 2006.