

厚生労働科学研究費補助金総合研究報告書

平成 27年 3月 20日

厚生労働大臣 塩崎 恭久 殿

住 所 東京都文京区小石川5-4-10-101

研究者氏名 ヤベタカオ  
矢部多加夫 印  
(所属研究機関 独立行政法人国立病院機構  
東京医療センター臨床研究センター)

平成24年度から実施した厚生労働科学研究費補助金(障害者対策総合研究事業(障害者政策総合研究事業(感覚器障害分野)))に係る研究事業を完了したので、次のとおり報告する。

研究課題名(課題番号) : 聴覚障害災害時要援護者支援情報システム開発研究(H24-感覚-一般-001)

国庫補助金精算所要額 : 金28,953,000円也(研究期間の総額を記載すること。)  
(うち間接経費 6,666,000円)

- 1 厚生労働科学研究費補助金総合研究報告書表紙
- 2 厚生労働科学研究費補助金総合研究報告書目次
- 3 厚生労働科学研究費補助金総合研究報告書
- 4 研究成果の刊行に関する一覧表
- 5 研究成果による特許権等の知的財産権の出願・登録状況

**厚生労働科学研究費補助金**

**障害対策総合研究事業**

**聴覚障害災害時要援護者支援情報システム開発研究**

**平成24年度～平成26年度 総合研究報告書**

**研究代表者 矢部 多加夫**

**平成27年(2015年)4月**

## 目次

### . 総合研究報告書

聴覚障害災害時要援護者支援情報システム開発研究

矢部多加夫、伊藤篤、角田晃一

### . 研究成果の刊行に関する一覧表

### . 研究成果の刊行物・別刷

## ・ 総合研究報告書

総合研究報告書

聴覚障害災害時要援護者支援情報システム開発研究

主任研究者：矢部 多加夫

独立行政法人国立病院機構東京医療センター臨床研究センター 研究員

東京都立広尾病院耳鼻咽喉科 部長

研究要旨：災害時に各種の身体的障害、コミュニケーション障害により十分な被災情報、物的支援が得られず、生命、身体及び財産に損害を被る可能性が高い、災害時要援護者(Children、Handicapped、Elderly people、Chronically ill、Tourists、CHECT) 特に聴覚障害災害時要援護者支援情報機器の開発、実地応用調査研究(3年目)を行った。

平成24年度(1年目)：

難聴の程度にかかわらず聴覚障害者にとっては視覚情報が決定的に重要で、発災時の避難情報と避難所での生活情報が特に必要な情報であるとの調査結果に基づき、電光表示装置5台、アンドロイド携帯端末機器10台から成るクラウドコンピューティングを利用した支援情報機器を開発した。東日本大震災被災地である宮城県立聴覚支援学校を対象研究施設にし実証実験とアンケート・ヒアリングを行った。対象は109名で評価は良好であった。システム自体の運用は可能だったが、通信状況、使い勝手に問題が残った。

平成25年度(2年目)：

表示装置3台を追加、計8台にて前年度の課題であった通信状況の改善を目的に電光表示装置ソフトを改良したシステムを設置、アンケート調査を行い、解析を行った。通信状況は格段に改善、操作方法についても音声入力、返信機能を追加、良好な評価を得た。アンケートは聴覚障害者の視覚情報視認性に焦点を置き40名を対象に実施したが、前年度と合わせると159名になるが、健聴者に比べ超高速表示で視認性が向上するという結果が得られた。

平成26年度(3年目)：

25年度のシステム稼働状況を点検、問題点・現場の要望を抽出し、ハード面での改良、機器修理、機器の追加、ソフト面での見直し作業を通じてフィードバックした。アンドロイド端末12台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ11台から構成される支援情報システムを開発し、宮城県立聴覚支援学校に設置、試験稼働を開始した。WiFiメール機能の出力向上に加えて中継ノードを設置した結果、階段を隔てた多数階間の通信も可能になった。システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry piに変更、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、人を認識して名前を表示する機能Active Display機能を追加した。距離、速度と表示内容の関係を調査した結果、日本語もしくは災害情報に関する言葉に関しては遠距離、高速という条件では聴覚障害者の正解率が若干高いものの、ランダムな数字列に関しては健聴者の正解率が圧倒的に高かった。言語習得における抽象概念習得の経緯差が推測された。

以上の結果より平成24年から3年間の結果からは難聴者・健聴者双方から本支援情報システムの評価は高く、また表示様式の視認性にも一定の傾向が見られた。結果を基に情報通信のハード面の機能強化、ソフト面での視認性改善が必要であると考えられた。

情報受信者・情報発信者からの再評価とシステム全体の総合評価からは、概ね当初予定した機器とシステムの完成は得られたと考えられる。研究終了時の撤去作業を行い、学会発表、論文作成を行った。障害者施策の充実に貢献する機器・システムを社会に問う。

## 分担研究者氏名・所属機関名および所属機関における役職名

伊藤 篤 宇都宮大学情報工学科教授

角田 晃一 独立行政法人国立病院機構東京医療センター人工臓器機器開発研究部 部長

### A . 研究目的

災害時に各種の身体的障害、コミュニケーション障害により十分な被災情報、物的支援が得られず、生命、身体及び財産に損害を被る可能性が高い、災害時要援護者（Children、Handicapped、Elderly people、Chronically ill、Tourists、CHECT）の中で、申請者が十数年の調査研究、開発研究を通して多くの知見を有する聴覚障害災害時要援護者を対象に支援情報機器の長期実証実験を行った。

聴覚障害災害時要援護者の災害時の不利益についての調査記録は少なく、研究代表者の矢部が2004年より鳥取西部地震、阪神淡路大震災の事例について調査報告した論文（日本集団災害医学会誌 12: 214-219, 2007、14: 75-81, 2009、巻末資料）のみである。調査結果の要点は、難聴の程度にかかわらず聴覚障害者にとっては視覚情報が決定的に重要で、特に必要な情報は被災時の避難情報と避難所での生活情報であった。これらの知見に基づき、携帯端末機器を利用した電光表示装置による聴覚障害災害時要援護者支援情報機器を開発、公共施設での短期使用研究を行い、結果を発表してきた（第14、15、16回日本集団災害医学会総会）。

東日本大震災発災後、厚生労働省社会援護局障害保健福祉部を介した社団法人宮城県聾唖協会からの機器貸与の申し出により、社団法人宮城県聾唖協会に中型機を2台、宮城県立聴覚支援学校に大型機1台、中型機1台を貸与、2011年5月から稼働を開始した。機器に対する評価は良好で、発災時以外の通常使用時の機能についても評価が高く、後者の施設からは長期使用による機器の有効性、新たな活用に関する実証調査協力の申し出があった。従来の実証研究は短期、少数台機器のため十分な評価に至らなかったが、本研究の目的は被災地聴覚支援学校での長期間多数台機器による複合的な機能についての実証を行い、機器とシステム全体の見直しと改善に結びつけて聴覚障害者自立支援選択肢の一つとして社会への還元を目指すものである。

本システムは、アンドロイド端末のメール機能を使用してクラウド連携、アドホックネットワークを構築し表示器に表示するもので、大規模な取り付け作業無しで手軽に即時に多くの人々に情報発信できる点が独創的で国際的にも類を見ないものである。設置状況と質問紙表アンケートによる評価、ヒアリング結果をハードとソフト面にフィードバックし、さらにシステム全体の総合評価を行い、機器とシステムの向上・完成を目指す事を目的とする。

24年度（1年目）には、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ5台、アンドロイド携帯端末機器10台から成るクラウドコンピューティングを利用した支援情報機器を開発した。東日本大震災被災地である宮城県立聴覚支援学校を対象研究施設にし実証実験とアンケート・ヒアリングを行った。対象は109名で評価は良好であった。システム自体の運用は可能だったが、通信状況、使い勝手に問題が残った。

25年度（2年目）は、表示装置3台を追加、計8台にて前年度の課題であった通信状況の改善を目的に電光表示装置ソフトを改良したシステムを設置、アンケート調査を行い、解析を行った。現在システムの運用は聴覚支援学校のみに限局してしているが、将来的には災害情報、避難情報、避難所における一連の情報を有機的に伝達する方策が課題として残った。

26年度（3年目）は表示装置3台を追加、計11台にて前年度の課題であった通信状況の改善を目的に電光表示装置ソフトを改良した電光表示ソフトをさらに改善、聴覚障害者の要望に答えた

超高速表示の実現、アドホックネットワーク機動性向上を目的にネットワークプロトコルを従来のAODVからOLSRに変更、システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry piに変更、音声認識を利用した音声入力機能の改善・情報受信確認の返信機能充実・通信状況向上のために中継ノード設置・家庭用表示器機能を追加検討した。

## B. 研究方法

### 24年度(1年目)

聴覚障害災害時要援護者支援情報機器として開発した、アンドロイド端末(Android 4.0)、Linux オペレーティングシステム、Java Scriptアプリケーション、IP (Google Cloud Messaging) による広範囲ネットワーク、WiFi (IEEE 802.11n)通信、3色LED表示ディスプレイから構成される支援情報機器新システムを宮城県立聴覚支援学校に設置、稼働を開始した。

聴覚障害災害時要援護者支援情報システムは、アンドロイド端末(災害避難情報発信者用)、WiFiメール機能、グーグルクラウド、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ(情報受信者用)から構成される。1に構成図、2に現地に設置した視覚情報表示ディスプレイを示す。

3に新システムブロック図、表1に従来のシステムと新システムとの比較を、4に従来のシステム(Type 1)と新システム(Type 2)のソフトウェア構成比較を示した。

実証試験・アンケート評価は、平成24年8月 - 平成25年3月、平成25年5月 - 平成26年3月、平成26年5月 - 平成27年3月、宮城県立聴覚支援学校(宮城県仙台市太白区八本松7 - 29)で実施した。実施者は、研究責任者矢部多加夫、研究分担者角田晃一、研究協力者KDDI研究所伊藤篤氏、宮城県立聴覚支援学校及び教諭小暮出氏を中心に、視覚情報表示ディスプレイ制作担当株式会社GClue佐々木氏、東北大学付属看護学校学生諸氏、宮城県立聴覚障害者支援団体手話通訳の方々の協力を得て行われた。

24年度の支援情報システム評価のアンケート、ヒアリングは、対象計109名、聴覚障害者75名(平均年齢15歳、女性31名、男性44名)、対照健聴者34名(平均年齢31歳、女性12名、男性22名)で行った。アンケート内容は、表2に示すように、1) LED表示機器について、2) 表示文字の色による読みやすさ、3) 表示文字の速度による読みやすさ、4) 表示文字の出し方による読みやすさ、の4項目である。LED表示機器は、校内各所に設置して定型緊急避難情報をスクロール表示し、認知の程度について質問した。表示文字の色は赤と緑の2色を提示し、LED表示機器までの距離を10m、15mの二通りに設定して読みやすさを尋ねた。表示文字の速度は文字色と距離、スクロール速度の3つの要素を組み合わせ設定し試験を行い、最後にスクロールした文字表示と静止文字表示の読みやすさについて調査した。

### 平成25年度(2年目)

従来のコンピューター利用は、ユーザーが装置と各種ソフトを自身で保有管理していたのに対し、クラウドコンピューティングでは最低限の接続環境のみを用意しインターネット上で各種ソフトを利用して作業を進める。本システムの場合、従来の方法では各種の情報をとりまとめて発信する大型サーバを設置しなければならず、維持管理に伴うコストは地域・対象限定型の小さなネットワークには負担が大きく、見合わないものであった。グーグルクラウドは初期登録以外は無料で使用でき、接続ネットワーク、情報表示のみを準備することにより対象が限定された本システムのような事例でもサーバ機能を利用することで情報配信ネットワークの構築が可能である。情報保守、個人情報保護、各種ウイルス感染に対する防御も保証されている。アンドロイド端末は支援学校教諭、難聴支援団体が保持し非常時、あるいは平常時の通信時に送信する。発災使用時の機会は限られており、システム運用を維持する上でも平常時使用の送信コンテンツを考慮する必要がある。1年目での通信機能、多数階間の通信、通信内容は十分ではなかったため改良を試みた。

2年目の実証試験・アンケート評価は、平成25年5月 - 平成26年3月、宮城県立聴覚支援学校（宮城県仙台市太白区八本松7 - 29）で実施した。実施者は、研究責任者矢部多加夫、研究分担者角田晃一、研究協力者KDDI研究所伊藤篤氏、宮城県立聴覚支援学校及び教諭小暮出氏を中心に、視覚情報表示ディスプレイ制作担当株式会社GClue佐々木氏、東北大学付属看護学校学生諸氏、宮城県立聴覚障害者支援団体手話通訳の方々の協力を得て行われた。2年目の対象は聴覚障害者に絞り40とし、前年度と合わせると名計159名であった。アンケート内容、評価項目は前年度同様、1) LED表示機器について、2) 表示文字の色、3) 表示文字の速度、4) 表示文字の出し方の4項目であった。合わせて本システムに関するコメント、情報発信者側からのシステムの使い勝手のヒアリングを行った。合わせて本システムに関するコメント、情報発信者側からのシステムの使い勝手のヒアリングを行った。

#### 平成26年度（3年目）

アンドロイド端末12台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ11台から構成される支援情報システムを宮城県立聴覚支援学校に設置、試験稼働を開始した。階段を隔てた多数階間の通信、超高速表示、現場の一時的なアドホックネットワークの機動性向上、システム全体の価格を抑えるためにCPU変更、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、人を認識して名前を表示する機能Active Displayについて検討した。

実証試験・アンケート評価は、従来同様、宮城県立聴覚支援学校で実施した。3年目の対象は聴覚障害者19名、対象健聴者16名（女性13名、男性22名、平均年齢28歳）とし、3年合わせて計194名であった。

（倫理面への配慮）

LED表示機器表示文字認識のタスクは負担が少なく、短時間で終了するものであるが、試験に先立って十分な説明を行い、同意を得た上で実施した。高度聴覚障害被検者の場合には、手話通訳者が同席し十分な説明を行った。得られた匿名化アンケート結果は集計し、聴覚障害の有無、年齢などの因子をふまえて解析した。

### C. 研究結果

#### 24年度（1年目）

当初採用規格であったBluetoothではアンドロイド端末 - 視覚情報表示ディスプレイ間の通信は十分ではなかったが、WiFiメール機能への変更により改善された。また建物の多数階間の通信では十分に到達しないことがあったが、WiFiメール機能の規格を強化することで問題は解決された。

従来システムは、オペレーティングシステム：Linux、アプリケーション：Native（C言語）、LED表示：2色LED、広範囲ネットワーク（WAN）：SMS、端末 - 表示ディスプレイ間通信：Bluetoothであるのに対し、新システムではそれぞれ、Linux、JavaScript、3色LED、IP（Google Cloud Messaging）、WiFi（IEEE 802.11n）に変更した。LEDの仕様は、表示部分サイズ：976mmX122mm、ドット数：128ドットX16ドット、色数：RGB、コントローラー：C-Power 5200、内蔵CPU：Beagle Bone、電源：100V-1A、内蔵WiFi：100Mbpsである。

伝達速度は旧システムが平均12000msecで、6000msecから20000msecと幅があり安定しないのに対し、新システムでは平均5000msec（2500msec - 9000msec）とより高速で安定していた（）。またアンドロイド端末のバージョン差の検討では、新システムアンドロイド端末採用のAndroid4.0（Ice cream sandwich）は、Android2.2（Froyo）、Android2.3（Ginger bread）が平均約9000msecであるのに対し約2500msecと高速で安定していた（）。聴覚障害災害時要援護者支援情報機器運用実際模式図をに示す。

聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システム実証試験・アンケート評価（）。結果は、1) 女性51名、男性58名、一般来校者54名、小学部11名、中学部19名、高等部・専攻科25名、補

聴器利用有り75名、なし75名、LED表示認知96名(88%)、表示内容理解(86%)、LED表示器利便性(92%)。2)色の読みやすい条件:15m赤>10m赤>10m緑>15m緑。3)読みやすい文字速度は15m緑・高速が、4)読みやすい文字の出し方は15m緑・スクロール有が高評価であった。全体の結果としては、スクロールは有った方が良く、文字速度は高速の方が読みやすいが、文字色による差はなかった。聴覚障害者群では条件による差はなかったが、全体、聴覚障害者群ともに最も読みやすい条件は15m緑・高速であった。

LED表示認知(88%)、内容理解(86%)、利便性評価(92%)といずれも高値で、支援情報機器新システムに対する評価は高かった。LED表示条件としては今回の検討からは15m緑・高速スクロールの条件が高い視認性を示した。

## 平成25年度(2年目)

当初採用規格であったBluetoothではアンドロイド端末-視覚情報表示ディスプレイ間の通信は十分ではなかったが、WiFiメール機能への変更により改善された。また建物の多数階間の通信では十分に到達しないことがあったが、WiFiメール機能の規格を強化し、内臓CPUと回路を改良新規開発した追加フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイを使用することで問題は解決された。通信内容は試験稼働時には限られた発災・避難定型文であったが、その後平常時通信内容も追加した。

通信状況は格段に改善、操作方法についても音声入力、返信機能を追加、良好な評価を得た。アンケートは聴覚障害者の視覚情報視認性に焦点を置き40名を対象に実施したが、前年度と合わせると159名になるが、健聴者に比べ超高速表示で視認性が向上するという結果が得られた(表4)。これは聴覚障害者では残された視覚情報認知、おそらく動体視力認知機能と合わせた優位性が反映された結果と推察される。

## 平成26年度(3年目)

当初採用規格であったBluetoothではアンドロイド端末-視覚情報表示ディスプレイ間の通信は十分ではなかったが、昨年のWiFiメール機能の出力向上に加えて中継ノードを設置した結果、階段を隔てた多数階間の通信も可能になった。電光表示ソフトをさらに改善、視覚情報の高速表示が見やすいとする聴覚障害者の要望に答えた、毎秒20文字の超高速表示を実現した。ただ、これ以上の高速化では、健聴者が判読できないので実際の利用は難しいと思われた。現場の一時的なアドホックネットワークの機動性向上を目的にネットワークプロトコルを従来のAODVからOLSRに変更し評価したが、良好な結果が得られた。また、OLSRをNode.jsに実装し、色々なディスプレイで利用ができるようにした。システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry piに変更した(図8)。音声認識を利用した音声入力機能の改善:スマートフォンアプリを改修し、使い勝手の向上を図った。担当教員からも、使いやすくなったとの評価があった。図9-16に設置された新型ディスプレイと実証実験の状況を示す。情報受信確認の返信機能充実:返信用ボタンを設置した。家庭においても情報を受信できる家庭用表示器:家庭や寄宿舎におけるコミュニケーションの向上のため、人を認識して名前を表示する機能Active Displayを付け加えた。これまで評価試験を行ってきた表示機は、外から与えられた情報を表示するだけのものではあったが、今年度は、それに状況認識の機能を追加した。特に、聴覚支援学校に付属する寄宿舎などでの利用を念頭に、以下の機能を実装した。表示機に、BLEビーコンをキャッチする機能を実装する。この機能は、移植性を高めるため、node.jsの上に構築される。生徒は、BLEビーコンを常に携帯する。寄宿舎に帰った時、ビーコンに反応し帰ってきた生徒の名前、簡単な挨拶(お帰りなさい、など)を表示する(図17-18)。このような使い方をすることで、平常時の利用を効果的に行うことが可能となる。尚、現在、最終試験中であり、聴覚支援学校での評価試験は、今後の課題と考えられた。

平成 24 年度の評価試験では、距離と速度を変化させ、文字色として赤、緑、黄色を比較した結果、緑が読みやすいことが判明した。平成 25 年度の評価試験では、聴覚障害者は、高速・遠距離でも、表示データを読み取れる割合が、健聴者に比べて高いことが判明した。

3 年目は、評価試験の最終年として、距離、速度と表示内容の関係を調査した。距離は、これまでの 20m、10m の 2 パターンに加え、1m を設定した。この場合、表示機が大きくなりすぎ内容を読み取りにくいとため、LCD を利用した新しい表示機を試作し、利用した。尚、大きさは、距離と面積の比が近くなるようにした。また、表示内容は、「地震が発生しました。」などの災害情報に加え、「25378543」のような 8 桁の数字の列を利用した。平成 26 年 10 月 18 日に宮簞祭（宮城県立聴覚支援学校の学園祭）で行われた結果を示す。対象者は聴覚障害者 19 名、対象健聴者 16 名（女性 13 名、男性 22 名、平均年齢 28 歳）で、事前に十分説明、同意を得た上で実施した。尚、X 軸は距離（左から、20m、10m、1m）、系列 1 が健聴者、系列 2 が聴覚障害者を示している。

図 19 に表示速度は普通で、内容は災害情報の結果を示すが、わずかであるが、健聴者（青）の方が聴覚障害者（オレンジ）に比べ正解率が高い。表示速度普通で内容が 8 桁数字の場合には明らかに、健聴者の正解率が高かった（図 20）。高速表示速度・災害情報内容（図 21）ではわずかであるが、健聴者で正解率が高い。このグラフには無いが少しだけ間違えた者を含めると聴覚障害者で正解率が高くなり、25 年度にみられた聴覚障害者は高速・遠距離でも、表示データを読み取る割合が健聴者に比べて高い傾向が確認できた。高速表示速度・8 桁数字内容（図 22）では 20m、10m では健聴者の方が、近距離（1m）では聴覚障害者で正解率が高かった。

## D. 考察

### 24 年度（1年目）

我々の従来の方法では各種の情報をとりまとめて発信する大型サーバを設置し、管理しなければならず、維持管理に伴うコストは地域・対象限定型の小さなネットワークには負担が大きく、見合わないものであった（分担研究報告書 1・参照）。しかし、今回のクラウドコンピューティングを利用したシステムでは、接続ネットワーク、情報表示のみを準備することにより対象が限定された本事例の様な場合でもサーバ機能を利用することで情報配信ネットワークの構築が安価に大規模な取り付け工事なしに可能になった。機能面でもアンドロイド端末 - 視覚情報表示ディスプレイ間通信を Bluetooth から WiFi メール機能へ、また WiFi メール機能規格強化により安定した作動が確保された。今後の検討課題としては、ネットワークの安定化、学内ネットとの接続、操作性向上、視覚情報表示ディスプレイの大きさ（大型、中型、小型）の検討、視覚情報表示ディスプレイとアンドロイド端末の双方向通信の可能性について検討する。システム全体のコストの多くは表示ディスプレイとソフト開発にかかっており、需要、必要な機能をどこまで盛り込むか等の因子でシステム全体の価格が決まってくる。従って表示部分を必要最低限の機能に絞り込むことにより導入自治体の予算規模に応じた対応あるいは新興国向けの廉価版システム構築も可能と考えられる。そのためには各種の条件設定を試みて、最低限の機能を絞り込む課程が必要になるが、今年度は予算の制限で視覚情報表示ディスプレイとアンドロイド端末の機能に制約が生じ、表示文字の大きさ（10m、15m）、色（赤、緑）、文字スクロール（文字送り）の速さ表示が十分に行えなかった。アンケートでもその制約から結果的に有意差が明らかにならなかった項目があり、この点は次年度の検討課題にしたい。

難聴者・健聴者双方からの全体評価は LED 表示認知（88%）、内容理解（86%）、利便性評価（92%）と大変高く、本支援情報システムの有用性は十分に裏付けられた。また表示ディスプレイの視認性については、小中学生では差が無く、どの表示でも見やすいとする回答が多かったが、高校生以上では緑色の大きな表示文字で、高速スクロール表示が見やすいとする回答に一定の傾向が見られた。結果を基に情報通信のハード面の機能強化、ソフト面での視認性改善が必要であると考えられた。災害発生時の機動的迅速な活用のためには、平常時からの普段使いでシステム

操作に習熟しておく必要があり、このためにも災害避難情報以外の平常時情報コンテンツについて検討すべきと思われる。

評価は各種イベント時に、年4 - 5回を予定しており、またアンケート内容についても検討を加え、若干の変更を加え、評価結果を解析、システム改善にフィードバックする。年度ごとに表示ディスプレイとアンドロイド端末双方の台数を増やし、長期間多数台機器による複合的な機能評価と災害発生時以外の平常時情報通信コンテンツ検討に結びつける。

### 平成25年度（2年目）

WiFiメール機能規格強化により安定した作動が確保された。また内臓CPUと回路を改良新規開発した追加フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイの採用により、通信状況、視認性は向上した。電光表示ソフトをさらに改善、聴力障害者の要望に答えた超高速表示を実現する、現場の一時的なアドホックネットワークの機動性向上を目的にネットワークプロトコルを従来のAODVからOLSRに変更し評価する、システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry piに変更する、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、通信状況向上のために中継ノード設置、家庭においても情報を受信できる家庭用表示器、詳細避難ルート設定機能を追加検討する。システム全体のコストの多くは表示ディスプレイとソフト開発にかかっており、需要、必要な機能をどこまで盛り込むか等の因子でシステム全体の価格が決まってくる。従って表示部分を必要最低限の機能に絞り込むことにより導入自治体の予算規模に応じた対応あるいは新興国向けの廉価版システム構築も可能と考えられる。そのためには各種の条件設定を試みて、最低限の機能を絞り込む課程が必要になるが、視覚情報表示ディスプレイとアンドロイド端末の機能向上を図り、表示文字の大きさ（10m、15m）、色（赤、緑）、文字スクロール（文字送り）の速さ表示の改良を行う。

表示ディスプレイの視認性については、昨年度小中学生では差が無く、どの表示でも見やすいとする回答が多かったが、高校生以上では緑色の大きな表示文字で、高速スクロール表示が見やすいとする回答に一定の傾向が見られた。今年度は健聴者に比べ超高速表示で視認性が向上するという結果が得られた。結果を基に情報通信のハード面の機能強化、ソフト面での視認性改善が必要であると考えられた。災害発生時の機動的迅速な活用のためには、平常時からの普段使いでシステム操作に習熟しておく必要があり、このためにも災害避難情報以外の平常時情報コンテンツについて検討すべきと思われる。評価は各種イベント時に、年4 - 5回を予定しており、またアンケート内容についても検討を加え、若干の変更を加え、評価結果を解析、システム改善にフィードバックする。年度ごとに表示ディスプレイとアンドロイド端末双方の台数を増やし、長期間多数台機器による複合的な機能評価と災害発生時以外の平常時情報通信コンテンツ検討に結びつける。

### 平成26年度（3年目）

電光表示ソフトをさらに改善、聴力障害者の要望に答えた超高速表示を実現する、現場の一時的なアドホックネットワークの機動性向上を目的にネットワークプロトコルを従来のAODVからOLSRに変更し評価する、システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry piに変更する、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、通信状況向上のために中継ノード設置、家庭においても情報を受信できる家庭用表示器、詳細避難ルート設定機能を追加検討することであった。このうち 詳細避難ルート設定機能以外は達成することが出来、とりわけ表示機に、BLEビーコンをキャッチする機能を実装した状況認識の機能は特記すべきもので、今後の新たな展開が期待される。

従来、難聴者・健聴者双方からの全体評価は LED 表示認知（88%）、内容理解（86%）、利便性評価（92%）と大変高く本支援情報システムの有用性は十分に裏付けられていたが、今年度も同様の評価が得られた。平成24年度の評価試験では、緑が読みやすいことが判明、平成25年度に

は、聴覚障害者は高速・遠距離でも表示データを読み取れる割合が、健聴者に比べて高いことが判明した。今年度は、評価試験の最終年として、距離、速度と表示内容の関係を調査した。日本語、もしくは、災害情報に関する言葉に関しては遠距離、高速という条件では聴覚障害者の正解率が若干高いものの、ランダムな数字列に関しては健聴者の正解率が圧倒的に高かった。その理由として、意味の無い言葉が手話の世界には含まれていないなどの言語習得における抽象概念習得の経緯が反映しているのではないかと推測された。

この3年間の支援情報機器開発研究で聴覚進学校での有効性が確認された。この結果を基に学校だけでなく、病院、図書館、公民館など、各種公共施設などを始めとして介護施設、仮設住宅など色々な場面において展開できる可能性が示唆された。今後東京オリンピック開催に向け、災害時要援護者(Children、Handicapped、Elderly people、Chronically ill、Tourists、CHECT)の中の外国人旅行者用の多言語表示システムは必要になると思われる。

また、今年の宮髻祭での評価では、表示速度ばかりではなく表示内容で、言語内容とランダムな数字列において健聴者と聴覚障害者の認知差が大きくなったが、今後の詳細な調査によって新知見が見いだされる可能性があり、大変興味深い結果と思われる。

## E. 結論

### 24年度(1年目)

1. アンドロイド端末10台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ5台から構成される支援情報システムを開発し、宮城県立聴覚支援学校に設置、試験稼働を開始した。
2. クラウドコンピューティング、WiFiメール機能を利用した本システムは、接続ネットワーク、情報表示のみを準備することにより対象が限定された本事例の場合でも情報配信ネットワークの構築が安価に大規模な取り付け工事なしに可能であった。
3. アンケート評価は、LED表示認知(88%)、内容理解(86%)、利便性評価(92%)と、肯定的な解答であった。
4. 表示文字では大きな文字が、色は緑色、スクロールは有った方が良く、速さは高速スクロールの項目が有意差を認めた。
5. 本聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システムの作動は安定しており、聴覚障害者からも高い評価を得た。開発、評価の過程で集積された問題点・課題を解析、検討して今後のシステム機能向上に結びつけたい。

### 平成25年度(2年目)

1. WiFiメール機能規格強化により安定した作動が確保された。また内臓CPUと回路を改良新規開発した追加フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイの採用により、通信状況、視認性は向上した。
2. 表示文字では大きな文字が、色は緑色、スクロールは有った方が良く、速さは高速スクロールの項目が有意差を認めた。健聴者に比べ超高速表示で視認性が向上するという結果が得られたが、これは聴覚障害者では残された視覚情報認知、おそらく動体視力認知機能と合わせた優位性が反映された結果と推察された。
3. 本聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システムの作動は安定しており、聴覚障害者からも高い評価を得た。開発、評価の過程で集積された問題点・課題を解析、検討して今後のシステム機能向上に結びつけたい。

### 平成26年度(3年目)

1. アンドロイド端末12台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ11台から構成される支援情報システムを開発し、宮城県立聴覚支援学校に設置、試験稼働を開始した。

- 2．クラウドコンピューティング、WiFiメール機能を利用した本システムは、接続ネットワーク、情報表示のみを準備することにより対象が限定された本事例の場合でも情報配信ネットワークの構築が安価に大規模な取り付け工事なしに可能であった。WiFiメール機能の出力向上に加えて中継ノードを設置した結果、階段を隔てた多数階間の通信も可能になった。
- 3．システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry piに変更、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、人を認識して名前を表示する機能Active Display機能を追加した。
- 4．距離、速度と表示内容の関係を調査した結果、日本語もしくは災害情報に関する言葉に関しては遠距離、高速という条件では聴覚障害者の正解率が若干高いものの、ランダムな数字列に関しては健聴者の正解率が圧倒的に高かった。言語習得における抽象概念習得の経緯差が推測された。
- 5．本聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システムの作動は安定しており、聴覚障害者からも高い評価を得た。開発、評価の過程で集積された問題点・課題を解析、検討して今後のシステム機能向上に結びつけたい。  
(末尾に研究全体の具体的なロードマップを示した。)

図1. 聴覚障害災害時要援護者支援情報機器構成図



図2 宮城県立聴覚支援学校に設置した視覚情報表示ディスプレイ



図3 . 新システムブロック図

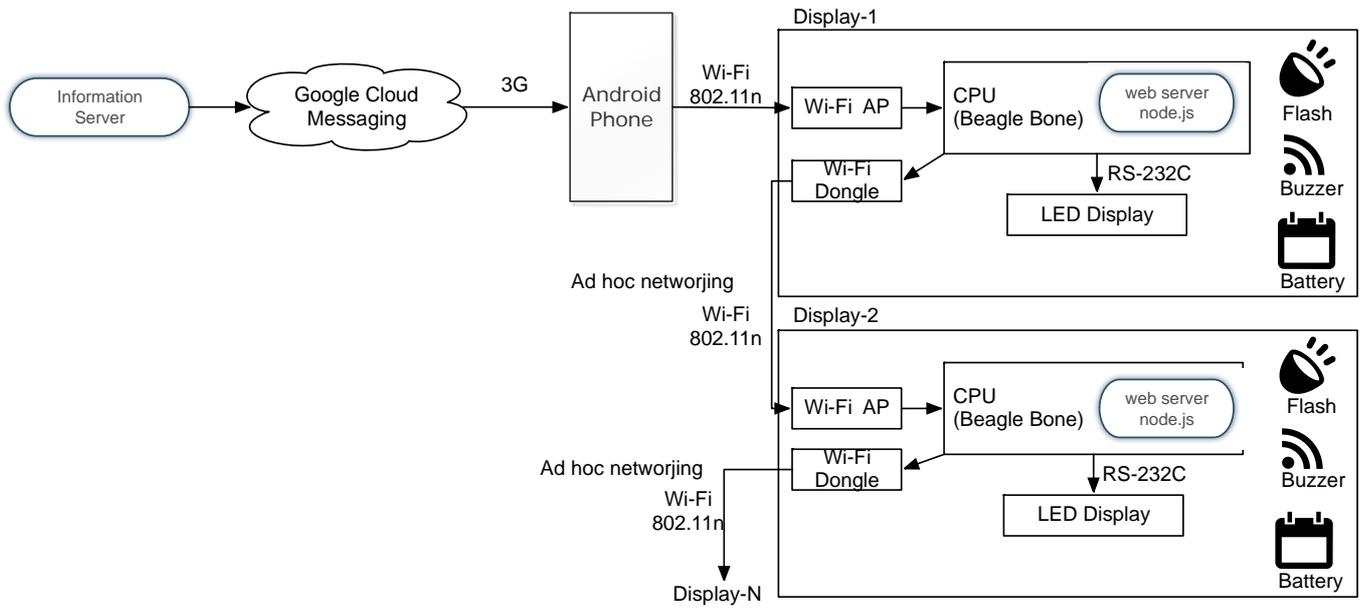


表1 . 従来のシステムと新システムとの比較

	Previous System	New System
OS	Linux	Linux
APP	Native	Java Script
Display	LED 2 color	LED 3 color
WAN	SMS	IP (Google Cloud Messaging)
Local communication	Bluetooth	Wi-Fi

図4 . 従来のシステム (Type 1) と新システム (Type 2) のソフトウェア構成

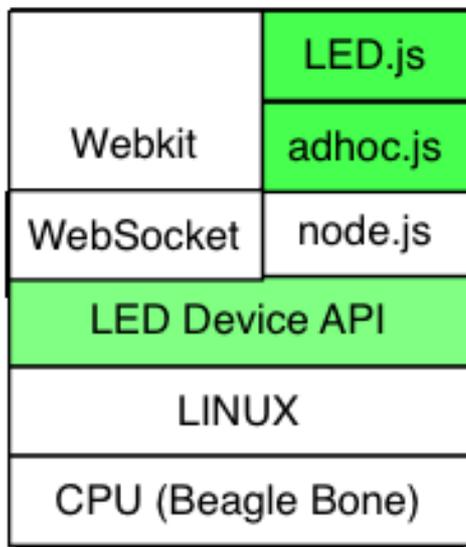
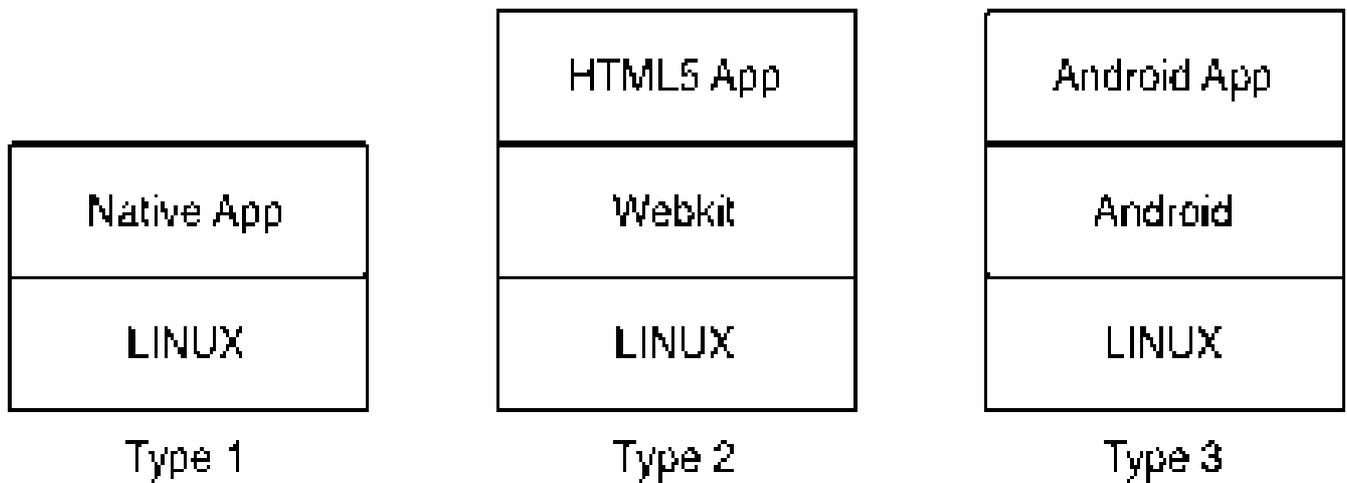


表2 . アンケート用紙

<sup>ひょうじき</sup>  
LED表示機についてお聞きします

チェック (  ) してください。

また、( )の中には、数字か文字を入れてください。

<sup>せいべつ</sup>  
性別            男                            女

<sup>しよぞく・ねんれい</sup>                            <sup>いっぱんらいこうしゃ</sup>                            <sup>ねんれい</sup>                            <sup>さい</sup>  
所属・年齢                            一般来校者                            年齢 (                            ) 歳

( 本校 )                            <sup>しょうがくぶ</sup>                            <sup>ちゅうがくぶ</sup>                            <sup>こうとうぶ</sup>  
   小学部                            中学部                            高等部・専攻科  
   学年 (                            ) 年生

<sup>ほちょうきりよう</sup>                                                                                                              
補聴器利用                            あり                            なし

<sup>ひょうじき</sup>  
LED表示器に気がつきましたか？

気づいた                            気づかなかった

<sup>ひょうじないよう</sup>  
表示内容はわかりましたか？

よくわかった                            だいたいわかった  
あまりわからなかった                            わからなかった

<sup>ひょうじき</sup>                            <sup>じょうほうでんたつ</sup>                            <sup>べんり</sup>  
LED表示器は、情報伝達に 便利だと感じましたか？

<sup>べんり</sup>                                                       <sup>い</sup>                            <sup>べんり</sup>  
便利                                                       どちらかと言えば便利  
あまり便利と感じない                            わからない

(以下の項目は、調査員が記載をお願いします)

文字の色についてお聞きします

- ( 1 )      表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑 )  
読みやすい                      読みにくい
- ( 2 )      表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤 )  
読みやすい                      読みにくい
- ( 3 )      表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑 )  
読みやすい                      読みにくい
- ( 4 )      表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤 )  
読みやすい                      読みにくい

## 文字の速度について伺います

- ( 5 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑, 低速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 6 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤, 低速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 7 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑, 高速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 8 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤, 高速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 9 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑, 低速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 10 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤, 低速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 11 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑, 高速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 12 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤, 高速 )  
読みやすい 読みにくい

## 文字の出し方について伺います

- ( 1 3 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑, スクロール有 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 4 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤, スクロール有 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 5 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑, スクロール無 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 6 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤, スクロール無 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 7 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑, スクロール有 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 8 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤, スクロール有 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 9 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑, スクロール無 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 2 0 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤, スクロール無 )  
読みやすい 読みにくい

アンケートは、これで終了しゅうりょうです。どうもありがとうございました。

図5 . 従来のシステム (SMS) と新システム(Trial 1-4)の伝達速度比較

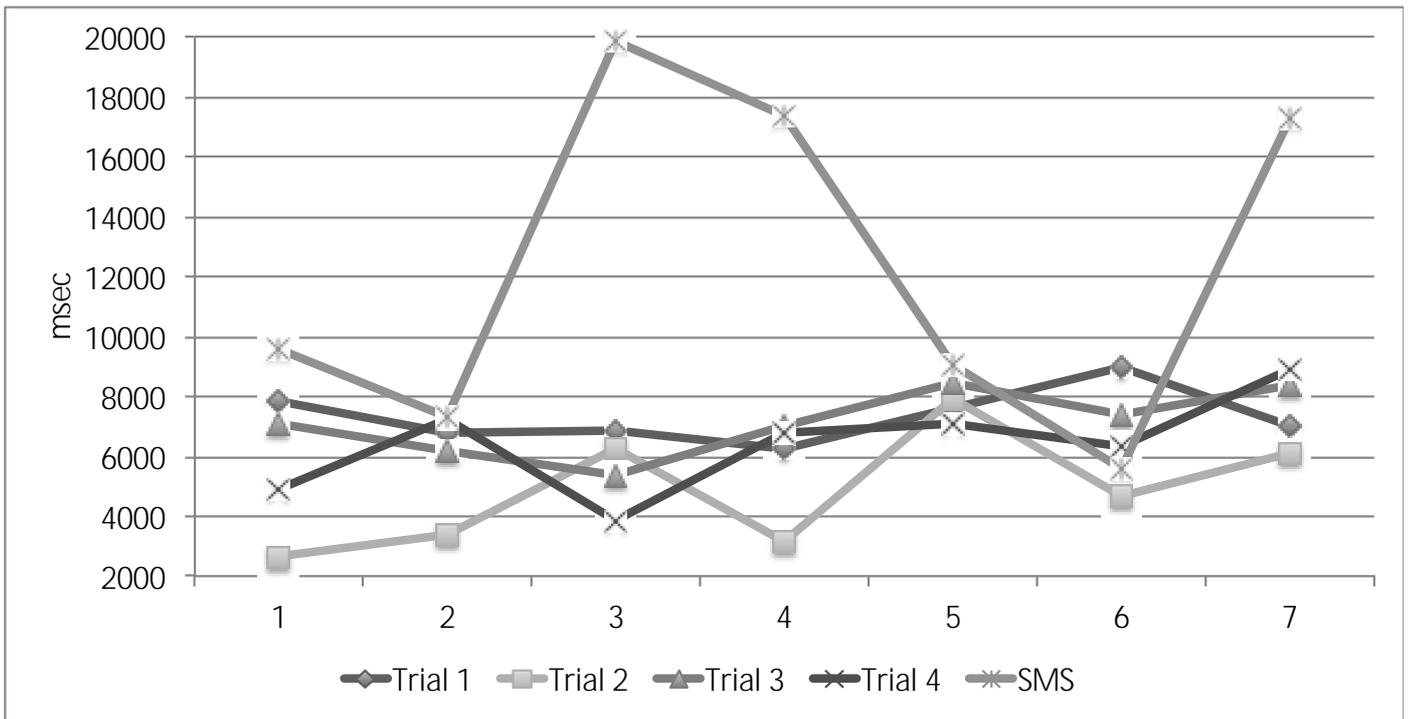


図6 . アンドロイド端末のバージョン差 . 従来のシステム (Android 2.2、2.3) と新システム (Android 4.0)の伝達速度比較

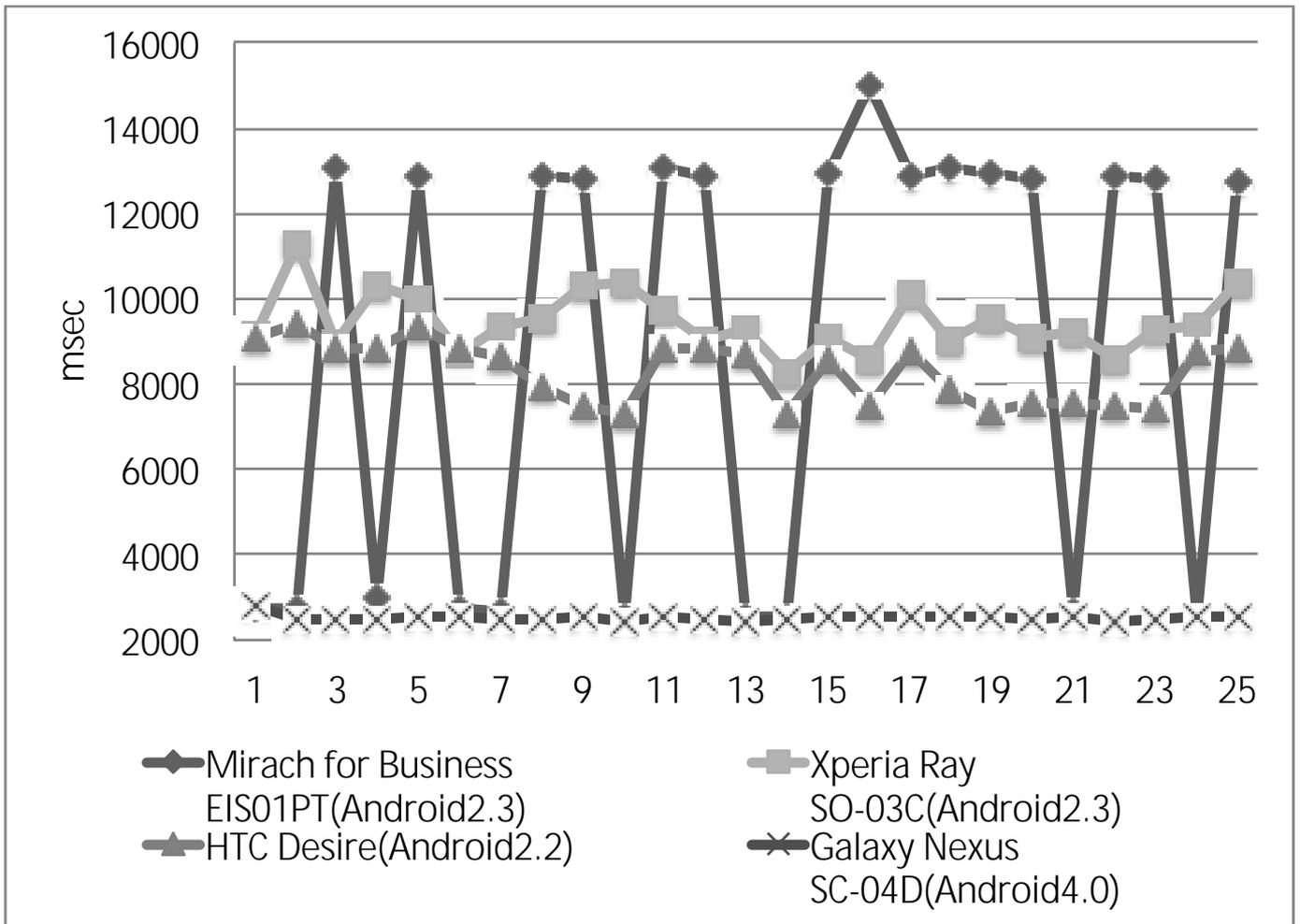


表3 . アンケート結果

	条件	読みやすい	読みにくい	
(2) 文字の色	10m 緑	92 (84.4%)	17 (15.6%)	
	10m 赤	92 (84.4%)	17 (15.6%)	
	15m 緑	91 (84.4%)	18 (16.5%)	
	15m 赤	97 (89.0%)	12 (11.0%)	
(3) 文字の速度	10m 緑 低速スクロール	88 (80.7%)	21 (19.3%)	
	10m 赤 低速スクロール	94 (86.2%)	15 (13.9%)	
	10m 緑 高速スクロール	98 (90.0%)	11 (10.0%)	
	10m 赤 高速スクロール	95 (87.1%)	14 (12.9%)	
	15m 緑 低速スクロール	83 (76.1%)	26 (23.9%)	
	15m 赤 低速スクロール	82 (75.2%)	27 (24.8%)	
	<b>15m 緑 高速スクロール</b>	<b>100 (91.7%)</b>	<b>9 (8.3%)</b>	
	15m 赤 高速スクロール	99 (90.8%)	10 (9.2%)	
	(4) 文字の出し方	10m 緑 スクロール有	81 (74.3%)	28 (25.7%)
		10m 赤 スクロール有	91 (83.5%)	18 (16.5%)
10m 緑 スクロール無		72 (66.0%)	37 (34.0%)	
10m 赤 スクロール無		73 (66.9%)	36 (33.1%)	
15m 緑 スクロール有		91 (83.5%)	18 (16.5%)	
15m 赤 スクロール有		89 (81.7%)	20 (18.3%)	
15m 緑 スクロール無		76 (69.7%)	33 (30.3%)	
15m 赤 スクロール無		77 (70.6%)	32 (29.4%)	

図 7 . 聴覚障害災害時要援護者支援情報機器運用実際模式図

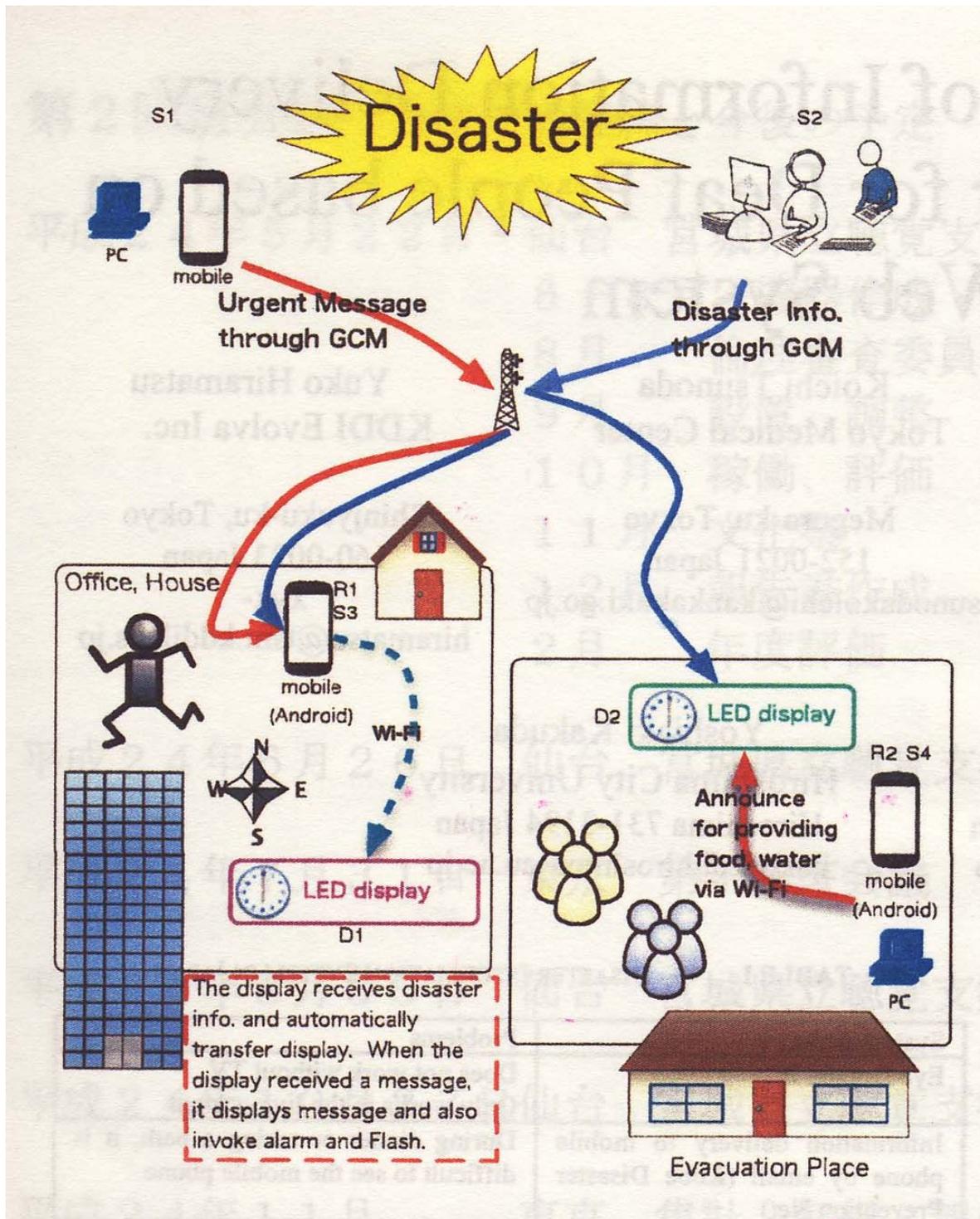


表4 . 赤の高速表示の部分で聴覚障害者の視覚認知度が有意に上昇する。

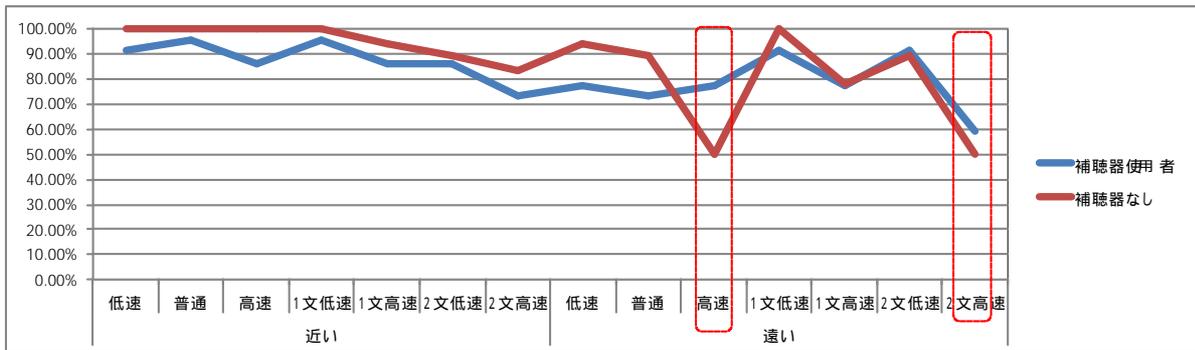




図9．宮城県立聴覚支援学校に設置したフラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ



図10．電光表示装置大型機．表示の距離と色を変え、視認性のアンケート調査を実施した．



図11．実証実験状況写真．



図12 . 実証実験状況写真 .



図13．実証実験状況写真．



図14．実証実験状況写真．



図15．実証実験状況写真．



図16．実証実験状況写真．



図17．BLEビーコンに反応する表示器．



図18 . BLEビーコンに反応する表示器 .

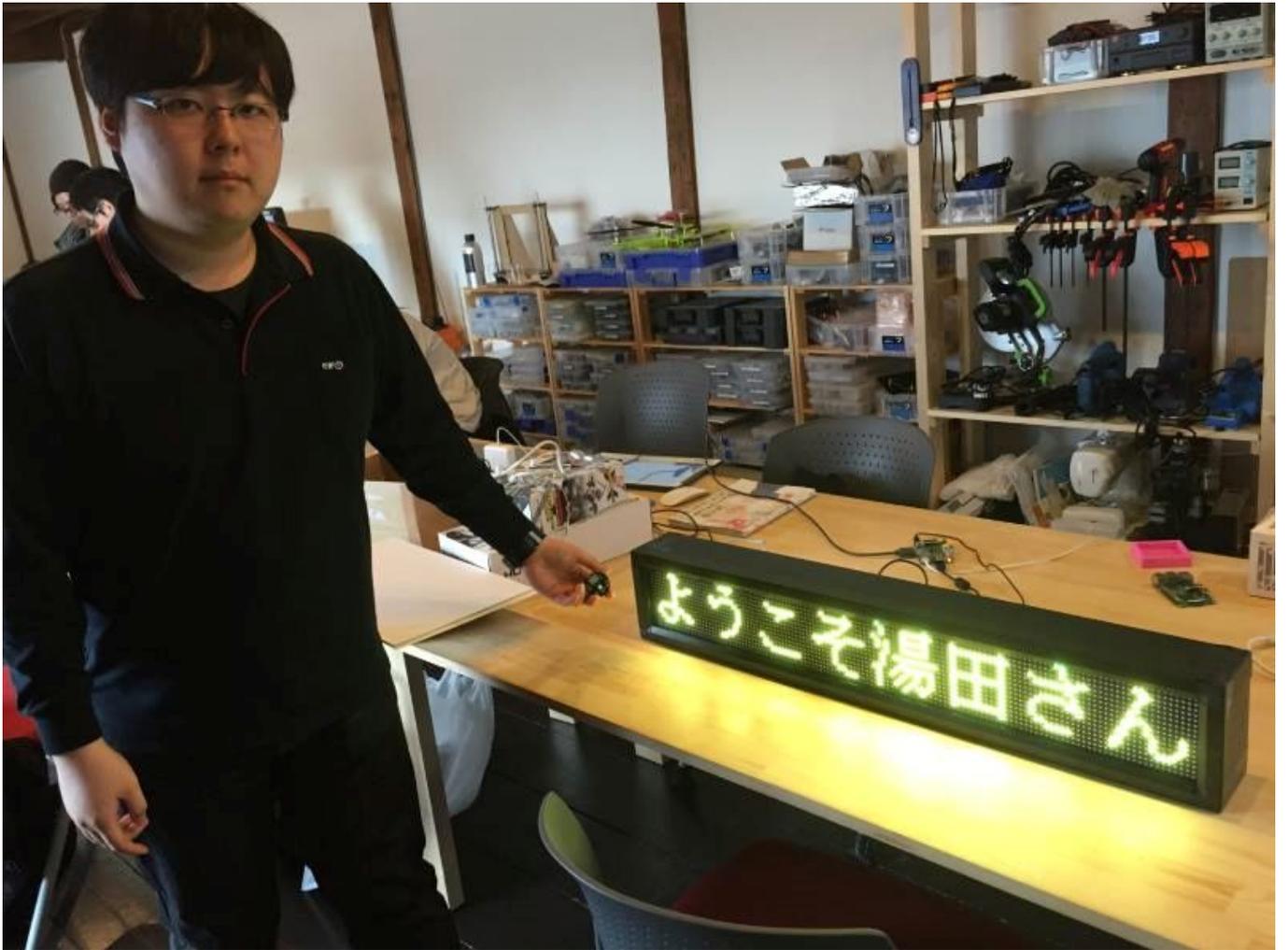


图19 . 表示速度普通、内容：災害情報

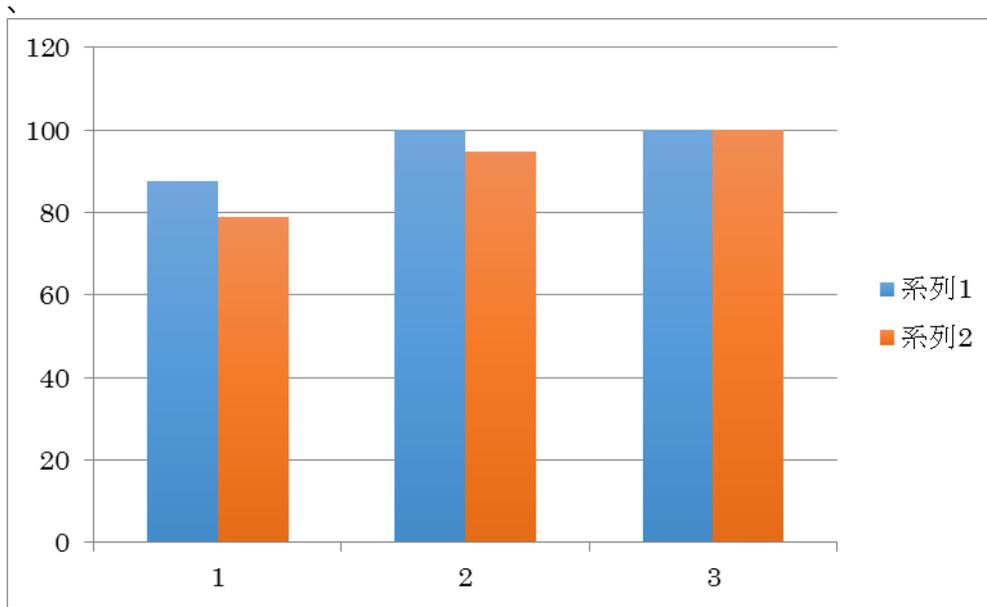


图20 . 表示速度普通、内容：8 桁数字

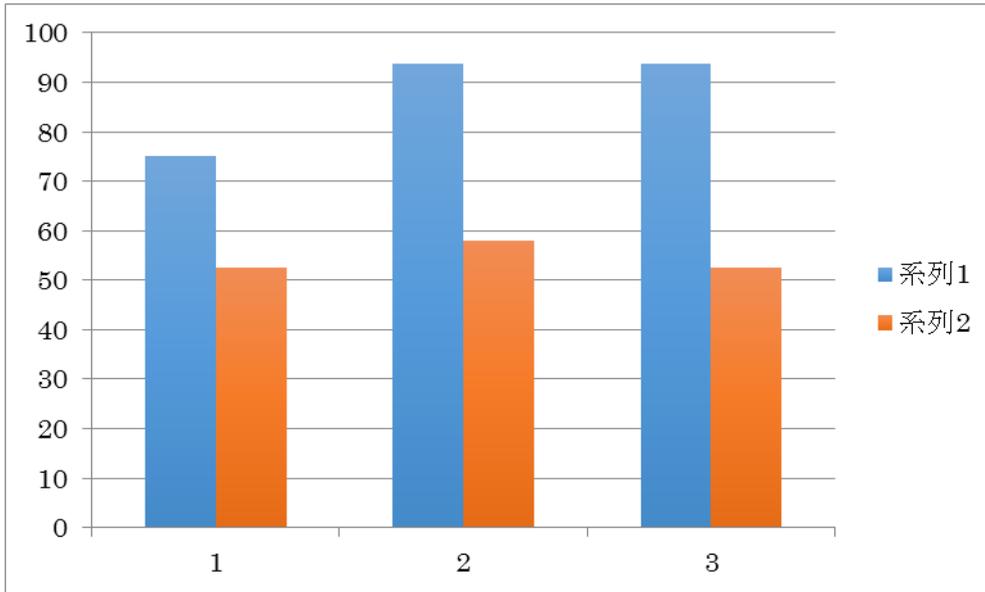


图21 . 高速表示速度、内容：災害情報

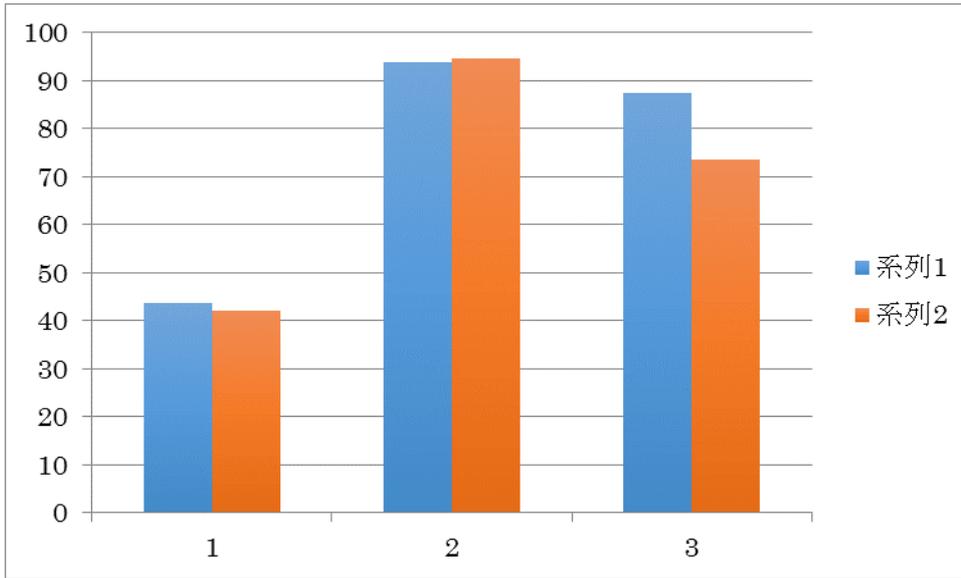
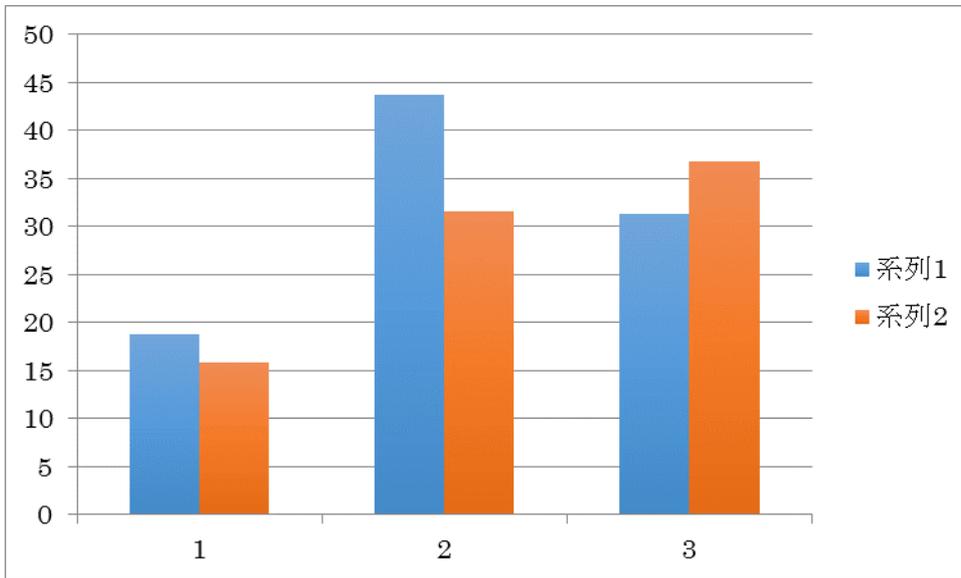
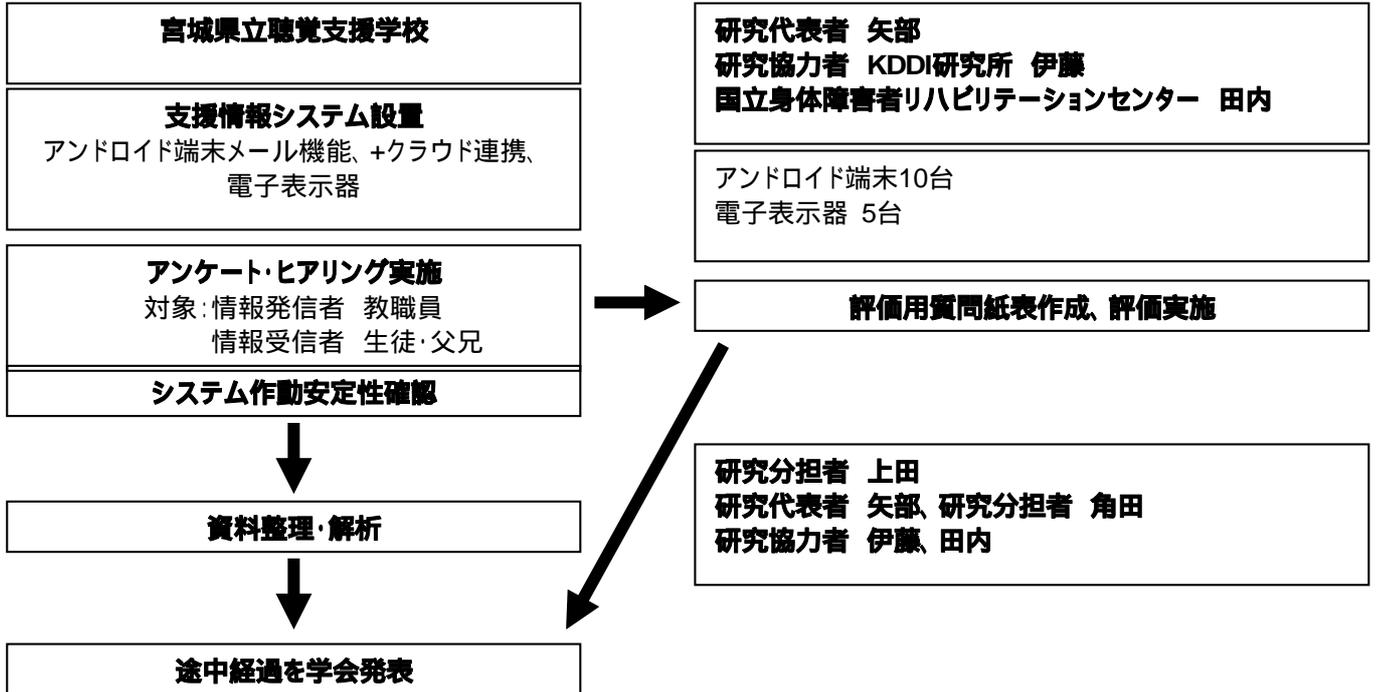


图22 . 高速表示速度、内容：8 桁数字

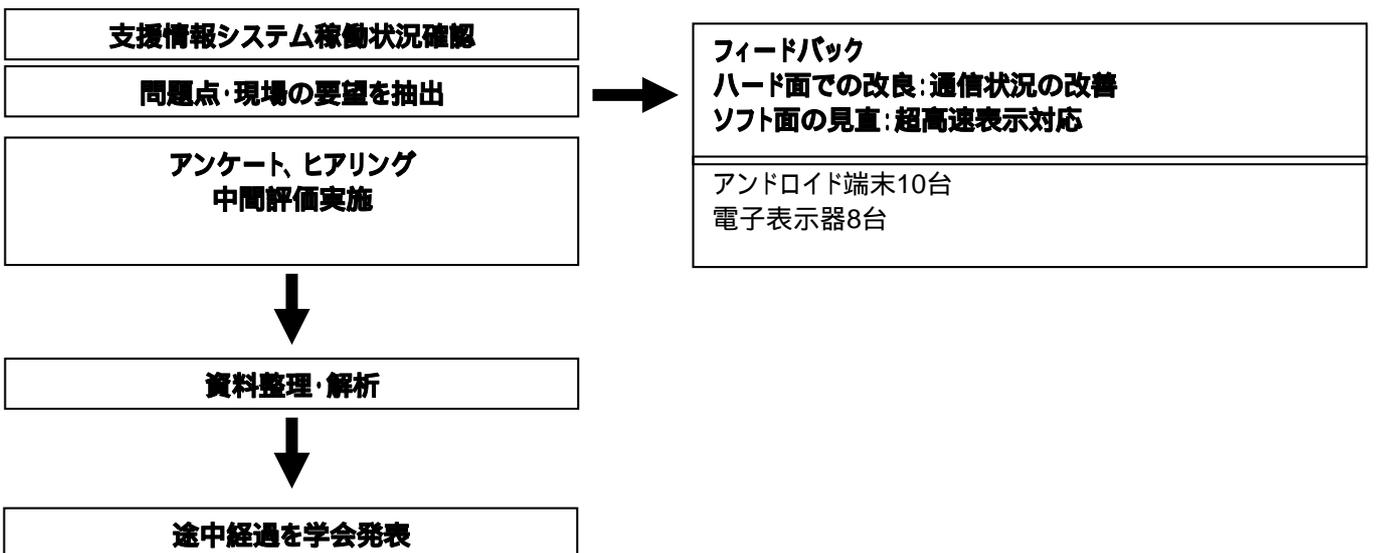


## 研究全体の具体的なロードマップ

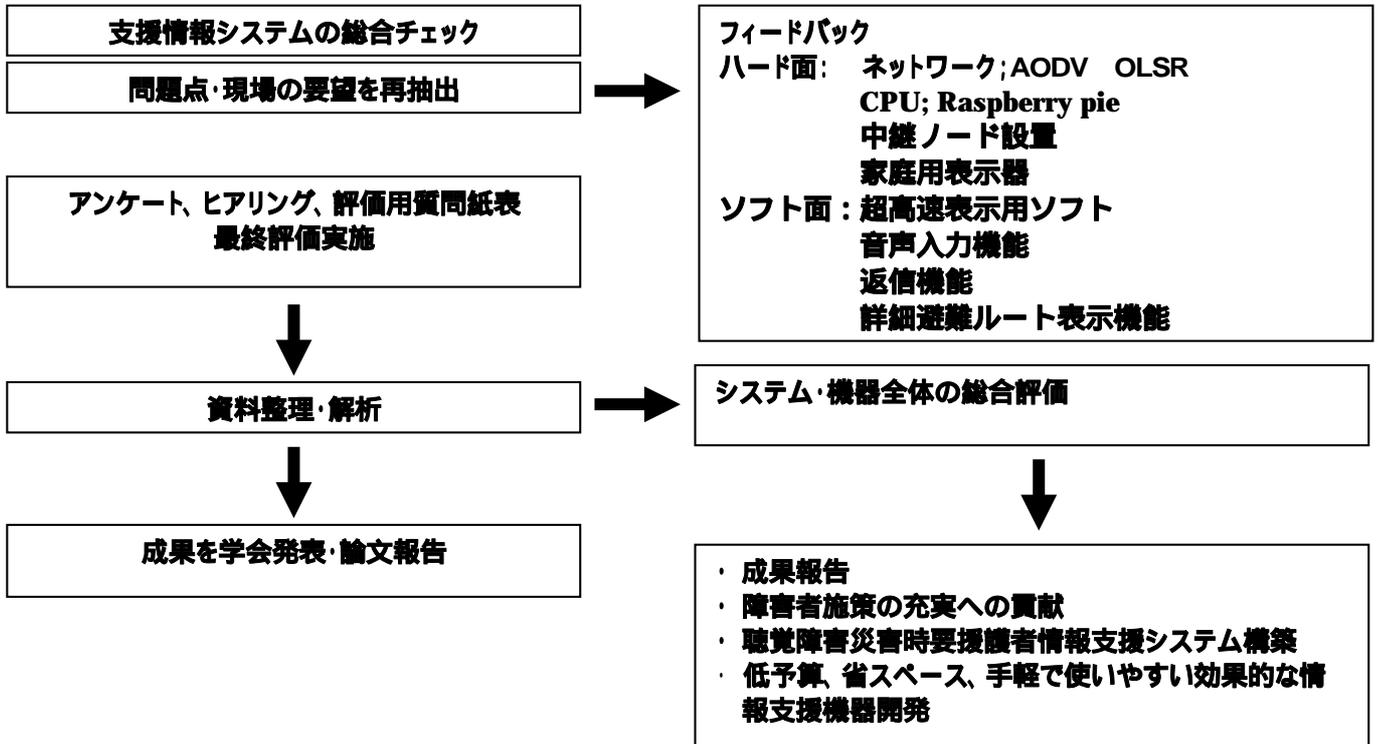
### 平成24年度 システム設置、作動確認、初期評価



### 平成25年度 問題点・現場の要望を抽出、中間評価



**平成26年度 最終評価、システム・機器の機能向上と完成、報告**



## . 研究成果の刊行に関する一覧表

### 25年度(2年目)

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
矢部多加夫	聴覚障害災害時要援護者支援情報機器評価(5)	日本集団災害医学会誌	18	219	2013
A Ito	Information delivery system for deaf people at a large disaster as web based embedded system	The Fifth International Workshop on Ad Hoc, Sensor and P2P Networks (AHSP2013)		422-428	2013
A Ito	Evaluation of an information delivery system for hearing impairments at a school for deaf	15 <sup>th</sup> International Conference on human-computer interaction		21-26	2013
T Yabe	Development research of communication systems for the deaf people in a major disaster	AAO-HNSF Annual meeting & Oto Expo 2013			2013
矢部多加夫	聴覚障害災害時要援護者支援情報システム	第58回日本聴覚医学会	56	375-376	2013

### 26年度(3年目)

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
矢部多加夫	聴覚障害災害時要援護者支援情報機器評価(6)	日本集団災害医学会誌	19	219	2014
矢部多加夫	耳鼻咽喉科領域における感覚代行の臨床応用	第10回信越耳鼻咽喉科セミナー		422-428	2014
T Yabe	Novel Communication Systems for the Deaf People in a Major Disaster.	13 <sup>th</sup> International Conference on Cochlear Implants and other implantable auditory technologies		21-26	2014
矢部 多加夫	厚生労働科学研究費補助金 障害対策総合研究事業 災害時の聴覚障害者情報支援システム開発研究 平成25年度 総括研究報告書				2014

## **. 研究成果の刊行物・別刷**

1. 矢部多加夫、原口義座、友保洋三、他：鳥取西部地震における聴覚障害災害時要援護者の調査研究；日本集団災害医学会誌、12, 214-219, 2007
2. 矢部多加夫、原口義座、友保洋三、他：阪神淡路大震災における聴覚障害災害時要援護者の調査研究；日本集団災害医学会誌、14, 75-81, 2009
3. Atsushi Ito, Takao Yabe, Koichi Tsunoda, et al.: Performance evaluation of information delivery system in a major disaster for deaf people based on embedded web system.; AHSP2013 2013. 3. 6-8
4. Atsushi Ito, Takao Yabe, Koichi Tsunoda, et al.: A study of optimization of IDDD (Information Delivery System for Deaf people in a major Disaster); ASON 2014 2014. 3. 6-8
5. Atsushi Ito, Takao Yabe, Koichi Tsunoda, et al.: Evaluation of an information delivery system for hearing impairments at a school for deaf. HCII 2014 2014.7
6. 矢部多加夫、角田晃一：聴覚障害災害時要援護者支援情報システム．第58回日本聴覚医学会誌56: 375-376, 2013

**5 . 研究成果による特許権等の知的財産権の出願・登録状況：特になし。**

厚生労働科学研究費補助金総合研究報告書

平成 27年 3月 20日

厚生労働大臣 塩崎 恭久 殿

住 所 東京都文京区小石川5-4-10-101

研究者氏名 ヤベタカオ  
矢部多加夫 印  
(所属研究機関 独立行政法人国立病院機構  
東京医療センター臨床研究センター)

平成24年度から実施した厚生労働科学研究費補助金(障害者対策総合研究事業(障害者政策総合研究事業(感覚器障害分野)))に係る研究事業を完了したので、次のとおり報告する。

研究課題名(課題番号) : 聴覚障害災害時要援護者支援情報システム開発研究(H24-感覚-一般-001)

国庫補助金精算所要額 : 金28,953,000円也(研究期間の総額を記載すること。)  
(うち間接経費 6,666,000円)

- 1 厚生労働科学研究費補助金総合研究報告書表紙
- 2 厚生労働科学研究費補助金総合研究報告書目次
- 3 厚生労働科学研究費補助金総合研究報告書
- 4 研究成果の刊行に関する一覧表
- 5 研究成果による特許権等の知的財産権の出願・登録状況

**厚生労働科学研究費補助金**

**障害対策総合研究事業**

**聴覚障害災害時要援護者支援情報システム開発研究**

**平成24年度～平成26年度 総合研究報告書**

**研究代表者 矢部 多加夫**

**平成27年(2015年)4月**

## 目次

### . 総合研究報告書

聴覚障害災害時要援護者支援情報システム開発研究

矢部多加夫、伊藤篤、角田晃一

### . 研究成果の刊行に関する一覧表

### . 研究成果の刊行物・別刷

## **・ 総合研究報告書**

総合研究報告書

聴覚障害災害時要援護者支援情報システム開発研究

主任研究者：矢部 多加夫

独立行政法人国立病院機構東京医療センター臨床研究センター 研究員

東京都立広尾病院耳鼻咽喉科 部長

研究要旨：災害時に各種の身体的障害、コミュニケーション障害により十分な被災情報、物的支援が得られず、生命、身体及び財産に損害を被る可能性が高い、災害時要援護者(Children、Handicapped、Elderly people、Chronically ill、Tourists、CHECT) 特に聴覚障害災害時要援護者支援情報機器の開発、実地応用調査研究(3年目)を行った。

平成24年度(1年目)：

難聴の程度にかかわらず聴覚障害者にとっては視覚情報が決定的に重要で、発災時の避難情報と避難所での生活情報が特に必要な情報であるとの調査結果に基づき、電光表示装置5台、アンドロイド携帯端末機器10台から成るクラウドコンピューティングを利用した支援情報機器を開発した。東日本大震災被災地である宮城県立聴覚支援学校を対象研究施設にし実証実験とアンケート・ヒアリングを行った。対象は109名で評価は良好であった。システム自体の運用は可能だったが、通信状況、使い勝手に問題が残った。

平成25年度(2年目)：

表示装置3台を追加、計8台にて前年度の課題であった通信状況の改善を目的に電光表示装置ソフトを改良したシステムを設置、アンケート調査を行い、解析を行った。通信状況は格段に改善、操作方法についても音声入力、返信機能を追加、良好な評価を得た。アンケートは聴覚障害者の視覚情報視認性に焦点を置き40名を対象に実施したが、前年度と合わせると159名になるが、健聴者に比べ超高速表示で視認性が向上するという結果が得られた。

平成26年度(3年目)：

25年度のシステム稼働状況を点検、問題点・現場の要望を抽出し、ハード面での改良、機器修理、機器の追加、ソフト面での見直し作業を通じてフィードバックした。アンドロイド端末12台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ11台から構成される支援情報システムを開発し、宮城県立聴覚支援学校に設置、試験稼働を開始した。WiFiメール機能の出力向上に加えて中継ノードを設置した結果、階段を隔てた多数階間の通信も可能になった。システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry piに変更、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、人を認識して名前を表示する機能Active Display機能を追加した。距離、速度と表示内容の関係を調査した結果、日本語もしくは災害情報に関する言葉に関しては遠距離、高速という条件では聴覚障害者の正解率が若干高いものの、ランダムな数字列に関しては健聴者の正解率が圧倒的に高かった。言語習得における抽象概念習得の経緯差が推測された。

以上の結果より平成24年から3年間の結果からは難聴者・健聴者双方から本支援情報システムの評価は高く、また表示様式の視認性にも一定の傾向が見られた。結果を基に情報通信のハード面の機能強化、ソフト面での視認性改善が必要であると考えられた。

情報受信者・情報発信者からの再評価とシステム全体の総合評価からは、概ね当初予定した機器とシステムの完成は得られたと考えられる。研究終了時の撤去作業を行い、学会発表、論文作成を行った。障害者施策の充実に貢献する機器・システムを社会に問う。

## 分担研究者氏名・所属機関名および所属機関における役職名

伊藤 篤 宇都宮大学情報工学科教授

角田 晃一 独立行政法人国立病院機構東京医療センター人工臓器機器開発研究部 部長

### A．研究目的

災害時に各種の身体的障害、コミュニケーション障害により十分な被災情報、物的支援が得られず、生命、身体及び財産に損害を被る可能性が高い、災害時要援護者（Children、Handicapped、Elderly people、Chronically ill、Tourists、CHECT）の中で、申請者が十数年の調査研究、開発研究を通して多くの知見を有する聴覚障害災害時要援護者を対象に支援情報機器の長期実証実験を行った。

聴覚障害災害時要援護者の災害時の不利益についての調査記録は少なく、研究代表者の矢部が2004年より鳥取西部地震、阪神淡路大震災の事例について調査報告した論文（日本集団災害医学会誌 12: 214-219, 2007、14: 75-81, 2009、巻末資料）のみである。調査結果の要点は、難聴の程度にかかわらず聴覚障害者にとっては視覚情報が決定的に重要で、特に必要な情報は被災時の避難情報と避難所での生活情報であった。これらの知見に基づき、携帯端末機器を利用した電光表示装置による聴覚障害災害時要援護者支援情報機器を開発、公共施設での短期使用研究を行い、結果を発表してきた（第14、15、16回日本集団災害医学会総会）。

東日本大震災発災後、厚生労働省社会援護局障害保健福祉部を介した社団法人宮城県聾唖協会からの機器貸与の申し出により、社団法人宮城県聾唖協会に中型機を2台、宮城県立聴覚支援学校に大型機1台、中型機1台を貸与、2011年5月から稼働を開始した。機器に対する評価は良好で、発災時以外の通常使用時の機能についても評価が高く、後者の施設からは長期使用による機器の有効性、新たな活用に関する実証調査協力の申し出があった。従来の実証研究は短期、少数台機器のため十分な評価に至らなかったが、本研究の目的は被災地聴覚支援学校での長期間多数台機器による複合的な機能についての実証を行い、機器とシステム全体の見直しと改善に結びつけて聴覚障害者自立支援選択肢の一つとして社会への還元を目指すものである。

本システムは、アンドロイド端末のメール機能を使用してクラウド連携、アドホックネットワークを構築し表示器に表示するもので、大規模な取り付け作業無しで手軽に即時に多くの人々に情報発信できる点が独創的で国際的にも類を見ないものである。設置状況と質問紙表アンケートによる評価、ヒアリング結果をハードとソフト面にフィードバックし、さらにシステム全体の総合評価を行い、機器とシステムの向上・完成を目指す事を目的とする。

24年度（1年目）には、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ5台、アンドロイド携帯端末機器10台から成るクラウドコンピューティングを利用した支援情報機器を開発した。東日本大震災被災地である宮城県立聴覚支援学校を対象研究施設にし実証実験とアンケート・ヒアリングを行った。対象は109名で評価は良好であった。システム自体の運用は可能であったが、通信状況、使い勝手に問題が残った。

25年度（2年目）は、表示装置3台を追加、計8台にて前年度の課題であった通信状況の改善を目的に電光表示装置ソフトを改良したシステムを設置、アンケート調査を行い、解析を行った。現在システムの運用は聴覚支援学校のみに限局してしているが、将来的には災害情報、避難情報、避難所における一連の情報を有機的に伝達する方策が課題として残った。

26年度（3年目）は表示装置3台を追加、計11台にて前年度の課題であった通信状況の改善を目的に電光表示装置ソフトを改良した電光表示ソフトをさらに改善、聴覚障害者の要望に答えた

超高速表示の実現、アドホックネットワーク機動性向上を目的にネットワークプロトコルを従来のAODVからOLSRに変更、システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry pieに変更、音声認識を利用した音声入力機能の改善・情報受信確認の返信機能充実・通信状況向上のために中継ノード設置・家庭用表示器機能を追加検討した。

## B. 研究方法

### 24年度(1年目)

聴覚障害災害時要援護者支援情報機器として開発した、アンドロイド端末(Android 4.0)、Linux オペレーティングシステム、Java Scriptアプリケーション、IP (Google Cloud Messaging) による広範囲ネットワーク、WiFi (IEEE 802.11n)通信、3色LED表示ディスプレイから構成される支援情報機器新システムを宮城県立聴覚支援学校に設置、稼働を開始した。

聴覚障害災害時要援護者支援情報システムは、アンドロイド端末(災害避難情報発信者用)、WiFiメール機能、グーグルクラウド、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ(情報受信者用)から構成される。1に構成図、2に現地に設置した視覚情報表示ディスプレイを示す。

3に新システムブロック図、表1に従来のシステムと新システムとの比較を、4に従来のシステム(Type 1)と新システム(Type 2)のソフトウェア構成比較を示した。

実証試験・アンケート評価は、平成24年8月 - 平成25年3月、平成25年5月 - 平成26年3月、平成26年5月 - 平成27年3月、宮城県立聴覚支援学校(宮城県仙台市太白区八本松7 - 29)で実施した。実施者は、研究責任者矢部多加夫、研究分担者角田晃一、研究協力者KDDI研究所伊藤篤氏、宮城県立聴覚支援学校及び教諭小暮出氏を中心に、視覚情報表示ディスプレイ制作担当株式会社GClue佐々木氏、東北大学付属看護学校学生諸氏、宮城県立聴覚障害者支援団体手話通訳の方々の協力を得て行われた。

24年度の支援情報システム評価のアンケート、ヒアリングは、対象計109名、聴覚障害者75名(平均年齢15歳、女性31名、男性44名)、対照健聴者34名(平均年齢31歳、女性12名、男性22名)で行った。アンケート内容は、表2に示すように、1) LED表示機器について、2) 表示文字の色による読みやすさ、3) 表示文字の速度による読みやすさ、4) 表示文字の出し方による読みやすさ、の4項目である。LED表示機器は、校内各所に設置して定型緊急避難情報をスクロール表示し、認知の程度について質問した。表示文字の色は赤と緑の2色を提示し、LED表示機器までの距離を10m、15mの二通りに設定して読みやすさを尋ねた。表示文字の速度は文字色と距離、スクロール速度の3つの要素を組み合わせ設定し試験を行い、最後にスクロールした文字表示と静止文字表示の読みやすさについて調査した。

### 平成25年度(2年目)

従来のコンピューター利用は、ユーザーが装置と各種ソフトを自身で保有管理していたのに対し、クラウドコンピューティングでは最低限の接続環境のみを用意しインターネット上で各種ソフトを利用して作業を進める。本システムの場合、従来の方法では各種の情報をとりまとめて発信する大型サーバを設置しなければならず、維持管理に伴うコストは地域・対象限定型の小さなネットワークには負担が大きく、見合わないものであった。グーグルクラウドは初期登録以外は無料で使用でき、接続ネットワーク、情報表示のみを準備することにより対象が限定された本システムのような事例でもサーバ機能を利用することで情報配信ネットワークの構築が可能である。情報保守、個人情報保護、各種ウイルス感染に対する防御も保証されている。アンドロイド端末は支援学校教諭、難聴支援団体が保持し非常時、あるいは平常時の通信時に送信する。発災使用時の機会は限られており、システム運用を維持する上でも平常時使用の送信コンテンツを考慮する必要がある。1年目での通信機能、多数階間の通信、通信内容は十分ではなかったため改良を試みた。

2年目の実証試験・アンケート評価は、平成25年5月 - 平成26年3月、宮城県立聴覚支援学校（宮城県仙台市太白区八本松7 - 29）で実施した。実施者は、研究責任者矢部多加夫、研究分担者角田晃一、研究協力者KDDI研究所伊藤篤氏、宮城県立聴覚支援学校及び教諭小暮出氏を中心に、視覚情報表示ディスプレイ制作担当株式会社GClue佐々木氏、東北大学付属看護学校学生諸氏、宮城県立聴覚障害者支援団体手話通訳の方々の協力を得て行われた。2年目の対象は聴覚障害者に絞り40とし、前年度と合わせると名計159名であった。アンケート内容、評価項目は前年度同様、1) LED表示機器について、2) 表示文字の色、3) 表示文字の速度、4) 表示文字の出し方の4項目であった。合わせて本システムに関するコメント、情報発信者側からのシステムの使い勝手のヒアリングを行った。合わせて本システムに関するコメント、情報発信者側からのシステムの使い勝手のヒアリングを行った。

#### 平成26年度（3年目）

アンドロイド端末12台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ11台から構成される支援情報システムを宮城県立聴覚支援学校に設置、試験稼働を開始した。階段を隔てた多数階間の通信、超高速表示、現場の一時的なアドホックネットワークの機動性向上、システム全体の価格を抑えるためにCPU変更、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、人を認識して名前を表示する機能Active Displayについて検討した。

実証試験・アンケート評価は、従来同様、宮城県立聴覚支援学校で実施した。3年目の対象は聴覚障害者19名、対象健聴者16名（女性13名、男性22名、平均年齢28歳）とし、3年合わせて計194名であった。

（倫理面への配慮）

LED表示機器表示文字認識のタスクは負担が少なく、短時間で終了するものであるが、試験に先立って十分な説明を行い、同意を得た上で実施した。高度聴覚障害被検者の場合には、手話通訳者が同席し十分な説明を行った。得られた匿名化アンケート結果は集計し、聴覚障害の有無、年齢などの因子をふまえて解析した。

### C. 研究結果

#### 24年度（1年目）

当初採用規格であったBluetoothではアンドロイド端末 - 視覚情報表示ディスプレイ間の通信は十分ではなかったが、WiFiメール機能への変更により改善された。また建物の多数階間の通信では十分に到達しないことがあったが、WiFiメール機能の規格を強化することで問題は解決された。

従来システムは、オペレーティングシステム：Linux、アプリケーション：Native（C言語）、LED表示：2色LED、広範囲ネットワーク（WAN）：SMS、端末 - 表示ディスプレイ間通信：Bluetoothであるのに対し、新システムではそれぞれ、Linux、JavaScript、3色LED、IP（Google Cloud Messaging）、WiFi（IEEE 802.11n）に変更した。LEDの仕様は、表示部分サイズ：976mmX122mm、ドット数：128ドットX16ドット、色数：RGB、コントローラー：C-Power 5200、内蔵CPU：Beagle Bone、電源：100V-1A、内蔵WiFi：100Mbpsである。

伝達速度は旧システムが平均12000msecで、6000msecから20000msecと幅があり安定しないのに対し、新システムでは平均5000msec（2500msec - 9000msec）とより高速で安定していた（）。またアンドロイド端末のバージョン差の検討では、新システムアンドロイド端末採用のAndroid4.0（Ice cream sandwich）は、Android2.2（Froyo）、Android2.3（Ginger bread）が平均約9000msecであるのに対し約2500msecと高速で安定していた（）。聴覚障害災害時要援護者支援情報機器運用実際模式図をに示す。

聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システム実証試験・アンケート評価（）。結果は、1) 女性51名、男性58名、一般来校者54名、小学部11名、中学部19名、高等部・専攻科25名、補

聴器利用有り75名、なし75名、LED表示認知96名(88%)、表示内容理解(86%)、LED表示器利便性(92%)。2)色の読みやすい条件:15m赤>10m赤>10m緑>15m緑。3)読みやすい文字速度は15m緑・高速が、4)読みやすい文字の出し方は15m緑・スクロール有が高評価であった。全体の結果としては、スクロールは有った方が良く、文字速度は高速の方が読みやすいが、文字色による差はなかった。聴覚障害者群では条件による差はなかったが、全体、聴覚障害者群ともに最も読みやすい条件は15m緑・高速であった。

LED表示認知(88%)、内容理解(86%)、利便性評価(92%)といずれも高値で、支援情報機器新システムに対する評価は高かった。LED表示条件としては今回の検討からは15m緑・高速スクロールの条件が高い視認性を示した。

## 平成25年度(2年目)

当初採用規格であったBluetoothではAndroid端末-視覚情報表示ディスプレイ間の通信は十分ではなかったが、WiFiメール機能への変更により改善された。また建物の多数階間の通信では十分に到達しないことがあったが、WiFiメール機能の規格を強化し、内臓CPUと回路を改良新規開発した追加フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイを使用することで問題は解決された。通信内容は試験稼働時には限られた発災・避難定型文であったが、その後平常時通信内容も追加した。

通信状況は格段に改善、操作方法についても音声入力、返信機能を追加、良好な評価を得た。アンケートは聴覚障害者の視覚情報視認性に焦点を置き40名を対象に実施したが、前年度と合わせると159名になるが、健聴者に比べ超高速表示で視認性が向上するという結果が得られた(表4)。これは聴覚障害者では残された視覚情報認知、おそらく動体視力認知機能と合わせた優位性が反映された結果と推察される。

## 平成26年度(3年目)

当初採用規格であったBluetoothではAndroid端末-視覚情報表示ディスプレイ間の通信は十分ではなかったが、昨年のWiFiメール機能の出力向上に加えて中継ノードを設置した結果、階段を隔てた多数階間の通信も可能になった。電光表示ソフトをさらに改善、視覚情報の高速表示が見やすいとする聴覚障害者の要望に答えた、毎秒20文字の超高速表示を実現した。ただ、これ以上の高速化では、健聴者が判読できないので実際の利用は難しいと思われた。現場の一時的なアドホックネットワークの機動性向上を目的にネットワークプロトコルを従来のAODVからOLSRに変更し評価したが、良好な結果が得られた。また、OLSRをNode.jsに実装し、色々なディスプレイで利用ができるようにした。システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry piに変更した(図8)。音声認識を利用した音声入力機能の改善:スマートフォンアプリを改修し、使い勝手の向上を図った。担当教員からも、使いやすくなったとの評価があった。図9-16に設置された新型ディスプレイと実証実験の状況を示す。情報受信確認の返信機能充実:返信用ボタンを設置した。家庭においても情報を受信できる家庭用表示器:家庭や寄宿舎におけるコミュニケーションの向上のため、人を認識して名前を表示する機能Active Displayを付け加えた。これまで評価試験を行ってきた表示機は、外から与えられた情報を表示するだけのものではあったが、今年度は、それに状況認識の機能を追加した。特に、聴覚支援学校に付属する寄宿舎などでの利用を念頭に、以下の機能を実装した。表示機に、BLEビーコンをキャッチする機能を実装する。この機能は、移植性を高めるため、node.jsの上に構築される。生徒は、BLEビーコンを常に携帯する。寄宿舎に帰った時、ビーコンに反応し帰ってきた生徒の名前、簡単な挨拶(お帰りなさい、など)を表示する(図17-18)。このような使い方をすることで、平常時の利用を効果的に行うことが可能となる。尚、現在、最終試験中であり、聴覚支援学校での評価試験は、今後の課題と考えられた。

平成 24 年度の評価試験では、距離と速度を変化させ、文字色として赤、緑、黄色を比較した結果、緑が読みやすいことが判明した。平成 25 年度の評価試験では、聴覚障害者は、高速・遠距離でも、表示データを読み取れる割合が、健聴者に比べて高いことが判明した。

3 年目は、評価試験の最終年として、距離、速度と表示内容の関係を調査した。距離は、これまでの 20m、10m の 2 パターンに加え、1m を設定した。この場合、表示機が大きくなりすぎ内容を読み取りにくいいため、LCD を利用した新しい表示機を試作し、利用した。尚、大きさは、距離と面積の比が近くなるようにした。また、表示内容は、「地震が発生しました。」などの災害情報に加え、「25378543」のような 8 桁の数字の列を利用した。平成 26 年 10 月 18 日に宮簞祭（宮城県立聴覚支援学校の学園祭）で行われた結果を示す。対象者は聴覚障害者 19 名、対象健聴者 16 名（女性 13 名、男性 22 名、平均年齢 28 歳）で、事前に十分説明、同意を得た上で実施した。尚、X 軸は距離（左から、20m、10m、1m）、系列 1 が健聴者、系列 2 が聴覚障害者を示している。

図 19 に表示速度は普通で、内容は災害情報の結果を示すが、わずかであるが、健聴者（青）の方が聴覚障害者（オレンジ）に比べ正解率が高い。表示速度普通で内容が 8 桁数字の場合には明らかに、健聴者の正解率が高かった（図 20）。高速表示速度・災害情報内容（図 21）ではわずかであるが、健聴者で正解率が高い。このグラフには無いが少しだけ間違えた者を含めると聴覚障害者で正解率が高くなり、25 年度にみられた聴覚障害者は高速・遠距離でも、表示データを読み取る割合が健聴者に比べて高い傾向が確認できた。高速表示速度・8 桁数字内容（図 22）では 20m、10m では健聴者の方が、近距離（1m）では聴覚障害者で正解率が高かった。

## D. 考察

### 24 年度（1年目）

我々の従来の方法では各種の情報をとりまとめて発信する大型サーバを設置し、管理しなければならず、維持管理に伴うコストは地域・対象限定型の小さなネットワークには負担が大きく、見合わないものであった（分担研究報告書 1・参照）。しかし、今回のクラウドコンピューティングを利用したシステムでは、接続ネットワーク、情報表示のみを準備することにより対象が限定された本事例の様な場合でもサーバ機能を利用することで情報配信ネットワークの構築が安価に大規模な取り付け工事なしに可能になった。機能面でもアンドロイド端末 - 視覚情報表示ディスプレイ間通信を Bluetooth から WiFi メール機能へ、また WiFi メール機能規格強化により安定した作動が確保された。今後の検討課題としては、ネットワークの安定化、学内ネットとの接続、操作性向上、視覚情報表示ディスプレイの大きさ（大型、中型、小型）の検討、視覚情報表示ディスプレイとアンドロイド端末の双方向通信の可能性について検討する。システム全体のコストの多くは表示ディスプレイとソフト開発にかかっており、需要、必要な機能をどこまで盛り込むか等の因子でシステム全体の価格が決まってくる。従って表示部分を必要最低限の機能に絞り込むことにより導入自治体の予算規模に応じた対応あるいは新興国向けの廉価版システム構築も可能と考えられる。そのためには各種の条件設定を試みて、最低限の機能を絞り込む課程が必要になるが、今年度は予算の制限で視覚情報表示ディスプレイとアンドロイド端末の機能に制約が生じ、表示文字の大きさ（10m、15m）、色（赤、緑）、文字スクロール（文字送り）の速さ表示が十分に行えなかった。アンケートでもその制約から結果的に有意差が明らかにならなかった項目があり、この点は次年度の検討課題にしたい。

難聴者・健聴者双方からの全体評価は LED 表示認知（88%）、内容理解（86%）、利便性評価（92%）と大変高く、本支援情報システムの有用性は十分に裏付けられた。また表示ディスプレイの視認性については、小中学生では差が無く、どの表示でも見やすいとする回答が多かったが、高校生以上では緑色の大きな表示文字で、高速スクロール表示が見やすいとする回答に一定の傾向が見られた。結果を基に情報通信のハード面の機能強化、ソフト面での視認性改善が必要であると考えられた。災害発生時の機動的迅速な活用のためには、平常時からの普段使いでシステム

操作に習熟しておく必要があり、このためにも災害避難情報以外の平常時情報コンテンツについて検討すべきと思われる。

評価は各種イベント時に、年4 - 5回を予定しており、またアンケート内容についても検討を加え、若干の変更を加え、評価結果を解析、システム改善にフィードバックする。年度ごとに表示ディスプレイとアンドロイド端末双方の台数を増やし、長期間多数台機器による複合的な機能評価と災害発生時以外の平常時情報通信コンテンツ検討に結びつける。

### 平成25年度(2年目)

WiFiメール機能規格強化により安定した作動が確保された。また内臓CPUと回路を改良新規開発した追加フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイの採用により、通信状況、視認性は向上した。電光表示ソフトをさらに改善、聴力障害者の要望に答えた超高速表示を実現する、現場の一時的なアドホックネットワークの機動性向上を目的にネットワークプロトコルを従来のAODVからOLSRに変更し評価する、システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry pieに変更する、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、通信状況向上のために中継ノード設置、家庭においても情報を受信できる家庭用表示器、詳細避難ルート設定機能を追加検討する。システム全体のコストの多くは表示ディスプレイとソフト開発にかかっており、需要、必要な機能をどこまで盛り込むか等の因子でシステム全体の価格が決まってくる。従って表示部分を必要最低限の機能に絞り込むことにより導入自治体の予算規模に応じた対応あるいは新興国向けの廉価版システム構築も可能と考えられる。そのためには各種の条件設定を試みて、最低限の機能を絞り込む課程が必要になるが、視覚情報表示ディスプレイとアンドロイド端末の機能向上を図り、表示文字の大きさ(10m、15m)、色(赤、緑)、文字スクロール(文字送り)の速さ表示の改良を行う。

表示ディスプレイの視認性については、昨年度小中学生では差が無く、どの表示でも見やすいとする回答が多かったが、高校生以上では緑色の大きな表示文字で、高速スクロール表示が見やすいとする回答に一定の傾向が見られた。今年度は健聴者に比べ超高速表示で視認性が向上するという結果が得られた。結果を基に情報通信のハード面の機能強化、ソフト面での視認性改善が必要であると考えられた。災害発生時の機動的迅速な活用のためには、平常時からの普段使いでシステム操作に習熟しておく必要があり、このためにも災害避難情報以外の平常時情報コンテンツについて検討すべきと思われる。評価は各種イベント時に、年4 - 5回を予定しており、またアンケート内容についても検討を加え、若干の変更を加え、評価結果を解析、システム改善にフィードバックする。年度ごとに表示ディスプレイとアンドロイド端末双方の台数を増やし、長期間多数台機器による複合的な機能評価と災害発生時以外の平常時情報通信コンテンツ検討に結びつける。

### 平成26年度(3年目)

電光表示ソフトをさらに改善、聴力障害者の要望に答えた超高速表示を実現する、現場の一時的なアドホックネットワークの機動性向上を目的にネットワークプロトコルを従来のAODVからOLSRに変更し評価する、システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry pieに変更する、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、通信状況向上のために中継ノード設置、家庭においても情報を受信できる家庭用表示器、詳細避難ルート設定機能を追加検討することであった。このうち 詳細避難ルート設定機能以外は達成することが出来、とりわけ表示機に、BLEビーコンをキャッチする機能を実装した状況認識の機能は特記すべきもので、今後の新たな展開が期待される。

従来、難聴者・健聴者双方からの全体評価は LED 表示認知(88%)、内容理解(86%)、利便性評価(92%)と大変高く本支援情報システムの有用性は十分に裏付けられていたが、今年度も同様の評価が得られた。平成24年度の評価試験では、緑が読みやすいことが判明、平成25年度に

は、聴覚障害者は高速・遠距離でも表示データを読み取れる割合が、健聴者に比べて高いことが判明した。今年度は、評価試験の最終年として、距離、速度と表示内容の関係を調査した。日本語、もしくは、災害情報に関する言葉に関しては遠距離、高速という条件では聴覚障害者の正解率が若干高いものの、ランダムな数字列に関しては健聴者の正解率が圧倒的に高かった。その理由として、意味の無い言葉が手話の世界には含まれていないなどの言語習得における抽象概念習得の経緯が反映しているのではないかと推測された。

この3年間の支援情報機器開発研究で聴覚進学校での有効性が確認された。この結果を基に学校だけでなく、病院、図書館、公民館など、各種公共施設などを始めとして介護施設、仮設住宅など色々な場面において展開できる可能性が示唆された。今後東京オリンピック開催に向け、災害時要援護者(Children、Handicapped、Elderly people、Chronically ill、Tourists、CHECT)の中の外国人旅行者用の多言語表示システムは必要になると思われる。

また、今年の宮髷祭での評価では、表示速度ばかりではなく表示内容で、言語内容とランダムな数字列において健聴者と聴覚障害者の認知差が大きくなったが、今後の詳細な調査によって新知見が見いだされる可能性があり、大変興味深い結果と思われる。

## E. 結論

### 24年度(1年目)

1. アンドロイド端末10台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ5台から構成される支援情報システムを開発し、宮城県立聴覚支援学校に設置、試験稼働を開始した。
2. クラウドコンピューティング、WiFiメール機能を利用した本システムは、接続ネットワーク、情報表示のみを準備することにより対象が限定された本事例の場合でも情報配信ネットワークの構築が安価に大規模な取り付け工事なしに可能であった。
3. アンケート評価は、LED表示認知(88%)、内容理解(86%)、利便性評価(92%)と、肯定的な解答であった。
4. 表示文字では大きな文字が、色は緑色、スクロールは有った方が良く、速さは高速スクロールの項目が有意差を認めた。
5. 本聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システムの作動は安定しており、聴覚障害者からも高い評価を得た。開発、評価の過程で集積された問題点・課題を解析、検討して今後のシステム機能向上に結びつけたい。

### 平成25年度(2年目)

1. WiFiメール機能規格強化により安定した作動が確保された。また内臓CPUと回路を改良新規開発した追加フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイの採用により、通信状況、視認性は向上した。
2. 表示文字では大きな文字が、色は緑色、スクロールは有った方が良く、速さは高速スクロールの項目が有意差を認めた。健聴者に比べ超高速表示で視認性が向上するという結果が得られたが、これは聴覚障害者では残された視覚情報認知、おそらく動体視力認知機能と合わせた優位性が反映された結果と推察された。
3. 本聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システムの作動は安定しており、聴覚障害者からも高い評価を得た。開発、評価の過程で集積された問題点・課題を解析、検討して今後のシステム機能向上に結びつけたい。

### 平成26年度(3年目)

1. アンドロイド端末12台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ11台から構成される支援情報システムを開発し、宮城県立聴覚支援学校に設置、試験稼働を開始した。

- 2．クラウドコンピューティング、WiFiメール機能を利用した本システムは、接続ネットワーク、情報表示のみを準備することにより対象が限定された本事例の場合でも情報配信ネットワークの構築が安価に大規模な取り付け工事なしに可能であった。WiFiメール機能の出力向上に加えて中継ノードを設置した結果、階段を隔てた多数階間の通信も可能になった。
- 3．システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry pielに変更、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、人を認識して名前を表示する機能Active Display機能を追加した。
- 4．距離、速度と表示内容の関係を調査した結果、日本語もしくはは災害情報に関する言葉に関しては遠距離、高速という条件では聴覚障害者の正解率が若干高いものの、ランダムな数字列に関しては健聴者の正解率が圧倒的に高かった。言語習得における抽象概念習得の経緯差が推測された。
- 5．本聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システムの作動は安定しており、聴覚障害者からも高い評価を得た。開発、評価の過程で集積された問題点・課題を解析、検討して今後のシステム機能向上に結びつけたい。  
(末尾に研究全体の具体的なロードマップを示した。)

図1. 聴覚障害災害時要援護者支援情報機器構成図



図2 宮城県立聴覚支援学校に設置した視覚情報表示ディスプレイ



図3 . 新システムブロック図

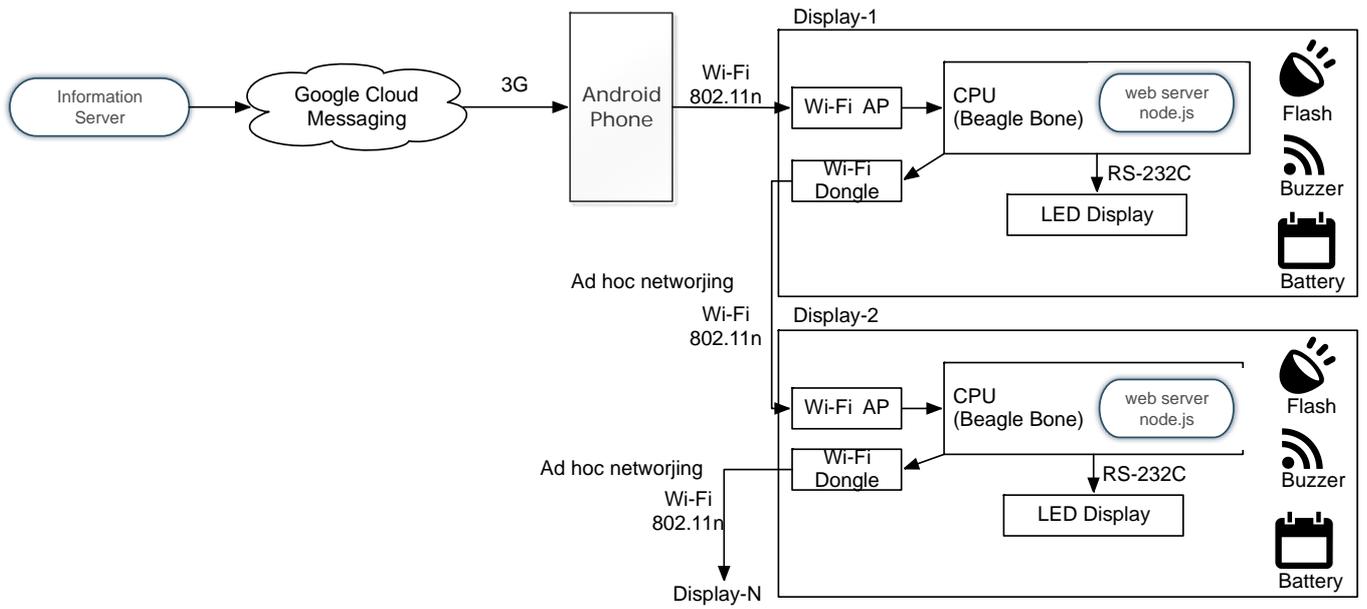


表1 . 従来のシステムと新システムとの比較

	Previous System	New System
OS	Linux	Linux
APP	Native	Java Script
Display	LED 2 color	LED 3 color
WAN	SMS	IP (Google Cloud Messaging)
Local communication	Bluetooth	Wi-Fi

図4 . 従来のシステム (Type 1) と新システム (Type 2) のソフトウェア構成

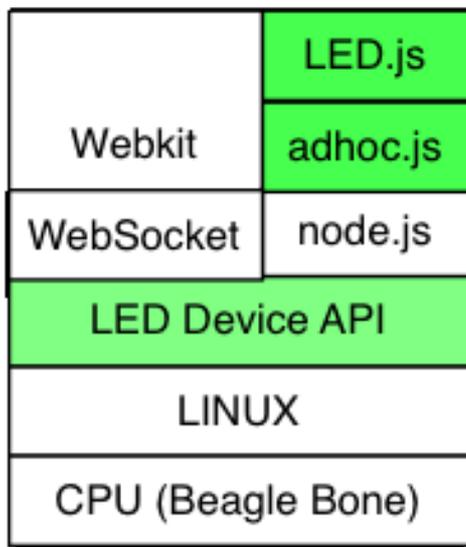
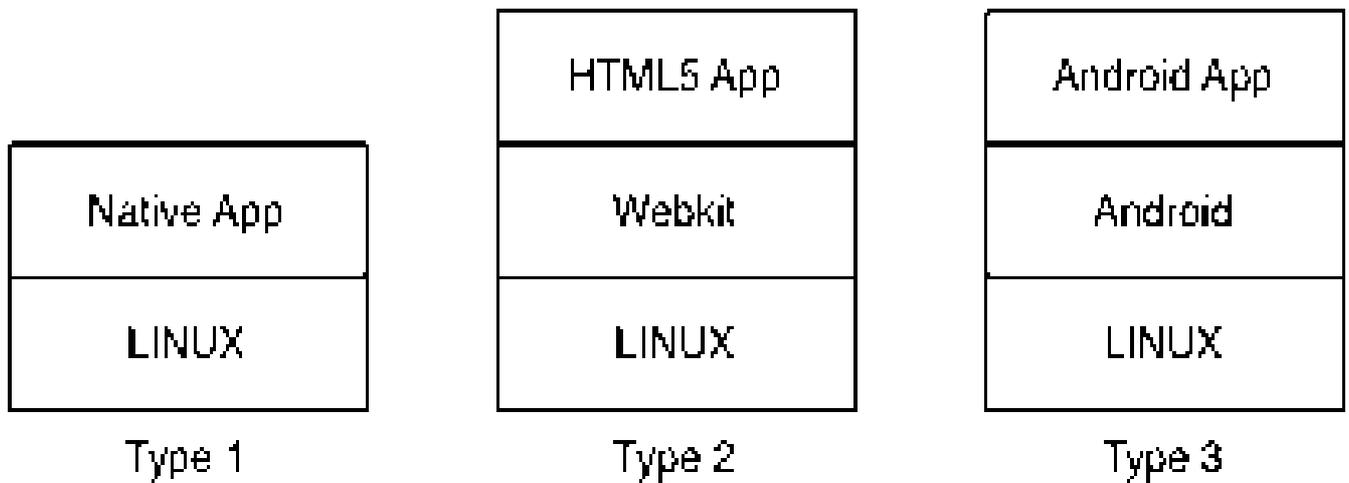


表2 . アンケート用紙

<sup>ひょうじき</sup>  
LED表示機についてお聞きします

チェック (  ) してください。

また、( )の中には、数字か文字を入れてください。

<sup>せいべつ</sup>  
性別            男                            女

<sup>しよぞく・ねんれい</sup>                            <sup>いっぱんらいこうしゃ</sup>                            <sup>ねんれい</sup>                            <sup>さい</sup>  
所属・年齢                            一般来校者                            年齢 (                            ) 歳

( 本校 )                            <sup>しょうがくぶ</sup>                            <sup>ちゅうがくぶ</sup>                            <sup>こうとうぶ</sup>  
   小学部                            中学部                            高等部・専攻科  
   学年 (                            ) 年生

<sup>ほちょうきりよう</sup>                                                                                                              
補聴器利用                            あり                            なし

<sup>ひょうじき</sup>  
LED表示器に気がつきましたか？

気づいた                            気づかなかった

<sup>ひょうじないよう</sup>  
表示内容はわかりましたか？

よくわかった                            だいたいわかった  
あまりわからなかった                            わからなかった

<sup>ひょうじき</sup>                            <sup>じょうほうでんたつ</sup>                            <sup>べんり</sup>  
LED表示器は、情報伝達に 便利だと感じましたか？

<sup>べんり</sup>                                                       <sup>い</sup>                            <sup>べんり</sup>  
便利                                                       どちらかと言えば便利  
あまり便利と感じない                            わからない

(以下の項目は、調査員が記載をお願いします)

文字の色についてお聞きします

- ( 1 )      表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑 )  
読みやすい                      読みにくい
- ( 2 )      表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤 )  
読みやすい                      読みにくい
- ( 3 )      表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑 )  
読みやすい                      読みにくい
- ( 4 )      表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤 )  
読みやすい                      読みにくい

## 文字の速度について伺います

- ( 5 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑, 低速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 6 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤, 低速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 7 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑, 高速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 8 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤, 高速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 9 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑, 低速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 10 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤, 低速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 11 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑, 高速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 12 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤, 高速 )  
読みやすい 読みにくい

## 文字の出し方について伺います

- ( 1 3 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑, スクロール有 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 4 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤, スクロール有 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 5 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑, スクロール無 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 6 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤, スクロール無 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 7 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑, スクロール有 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 8 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤, スクロール有 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 9 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑, スクロール無 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 2 0 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤, スクロール無 )  
読みやすい 読みにくい

アンケートは、これで終了しゅうりょうです。どうもありがとうございました。

図5 . 従来のシステム (SMS) と新システム(Trial 1-4)の伝達速度比較

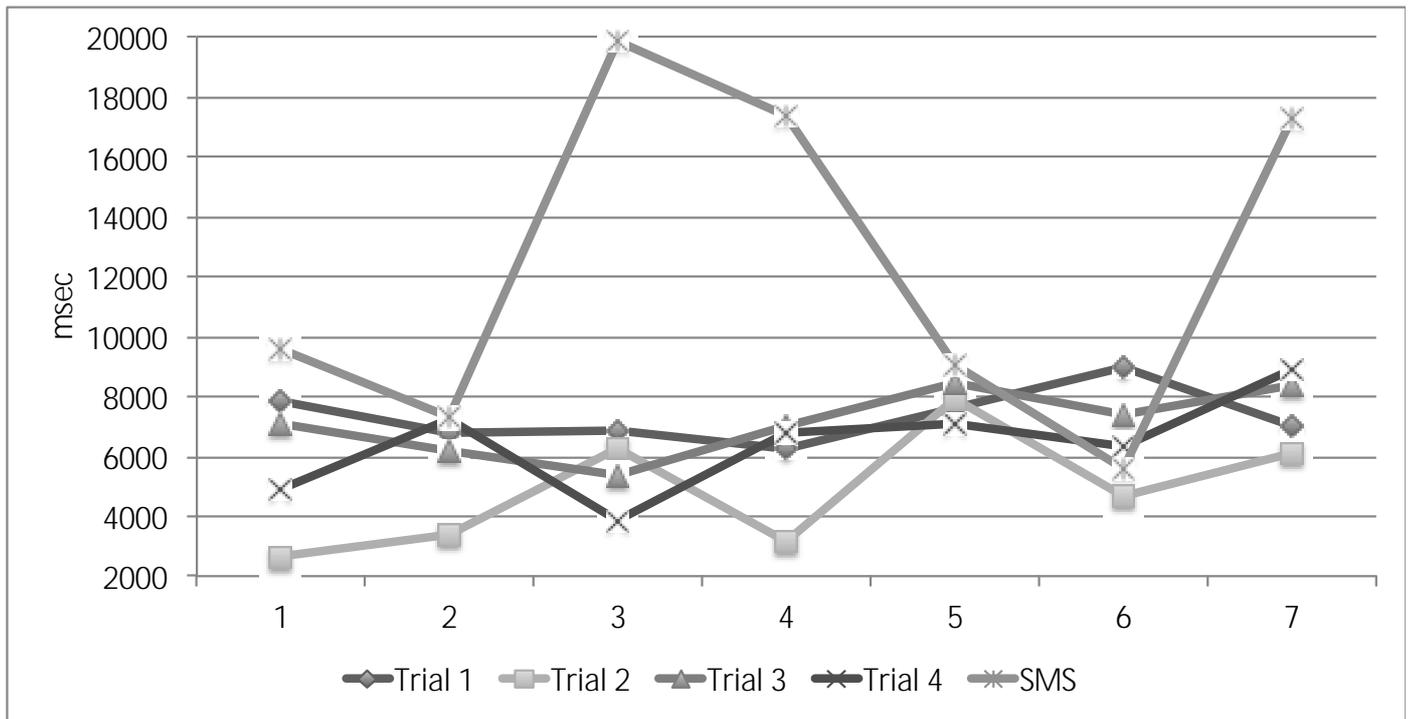


図6 . アンドロイド端末のバージョン差 . 従来のシステム (Android 2.2、2.3) と新システム (Android 4.0)の伝達速度比較

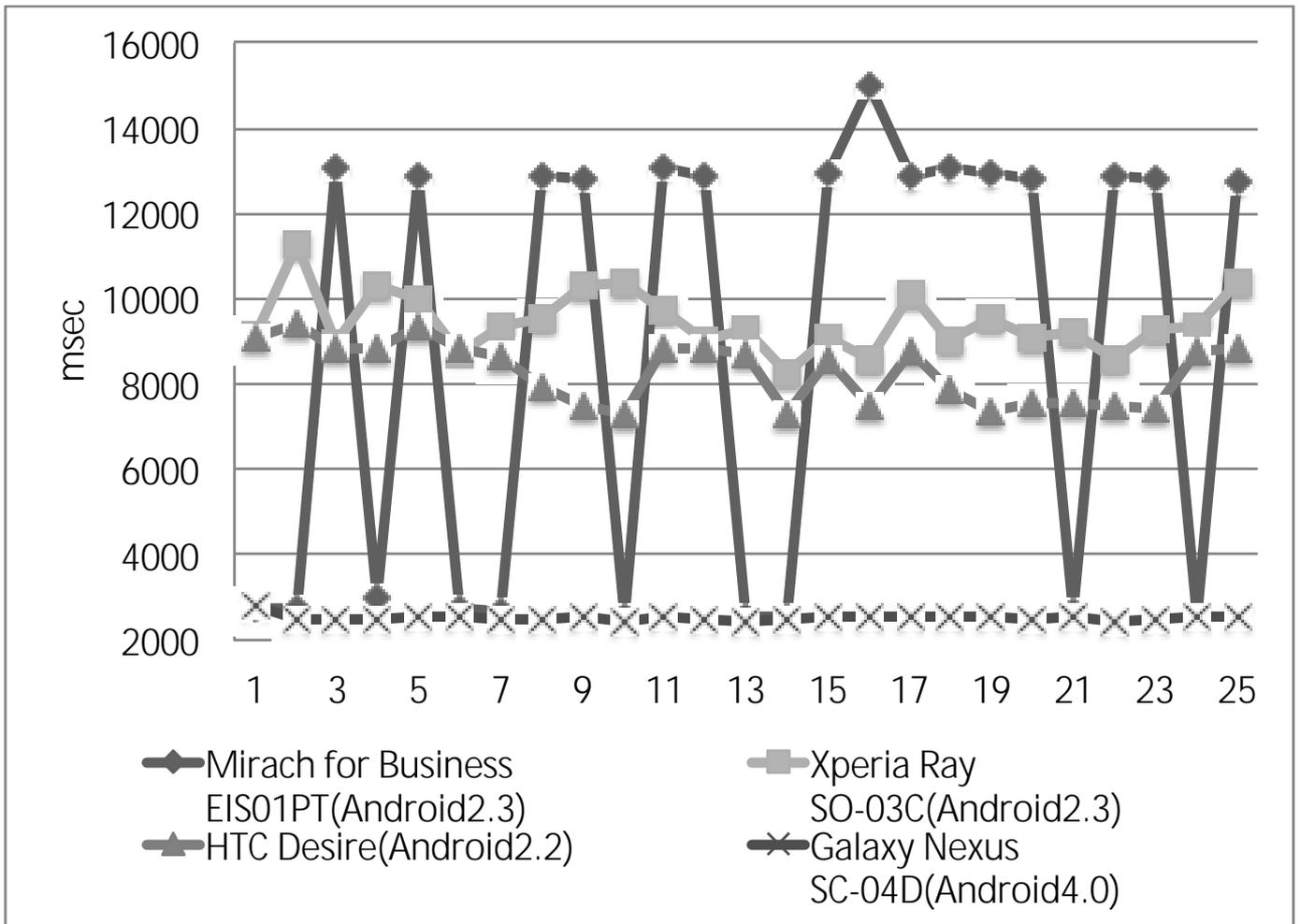


表3 . アンケート結果

	条件	読みやすい	読みにくい	
(2) 文字の色	10m 緑	92 (84.4%)	17 (15.6%)	
	10m 赤	92 (84.4%)	17 (15.6%)	
	15m 緑	91 (84.4%)	18 (16.5%)	
	15m 赤	97 (89.0%)	12 (11.0%)	
(3) 文字の速度	10m 緑 低速スクロール	88 (80.7%)	21 (19.3%)	
	10m 赤 低速スクロール	94 (86.2%)	15 (13.9%)	
	10m 緑 高速スクロール	98 (90.0%)	11 (10.0%)	
	10m 赤 高速スクロール	95 (87.1%)	14 (12.9%)	
	15m 緑 低速スクロール	83 (76.1%)	26 (23.9%)	
	15m 赤 低速スクロール	82 (75.2%)	27 (24.8%)	
	<b>15m 緑 高速スクロール</b>	<b>100 (91.7%)</b>	<b>9 (8.3%)</b>	
	15m 赤 高速スクロール	99 (90.8%)	10 (9.2%)	
	(4) 文字の出し方	10m 緑 スクロール有	81 (74.3%)	28 (25.7%)
		10m 赤 スクロール有	91 (83.5%)	18 (16.5%)
10m 緑 スクロール無		72 (66.0%)	37 (34.0%)	
10m 赤 スクロール無		73 (66.9%)	36 (33.1%)	
15m 緑 スクロール有		91 (83.5%)	18 (16.5%)	
15m 赤 スクロール有		89 (81.7%)	20 (18.3%)	
15m 緑 スクロール無		76 (69.7%)	33 (30.3%)	
15m 赤 スクロール無		77 (70.6%)	32 (29.4%)	

図 7 . 聴覚障害災害時要援護者支援情報機器運用実際模式図

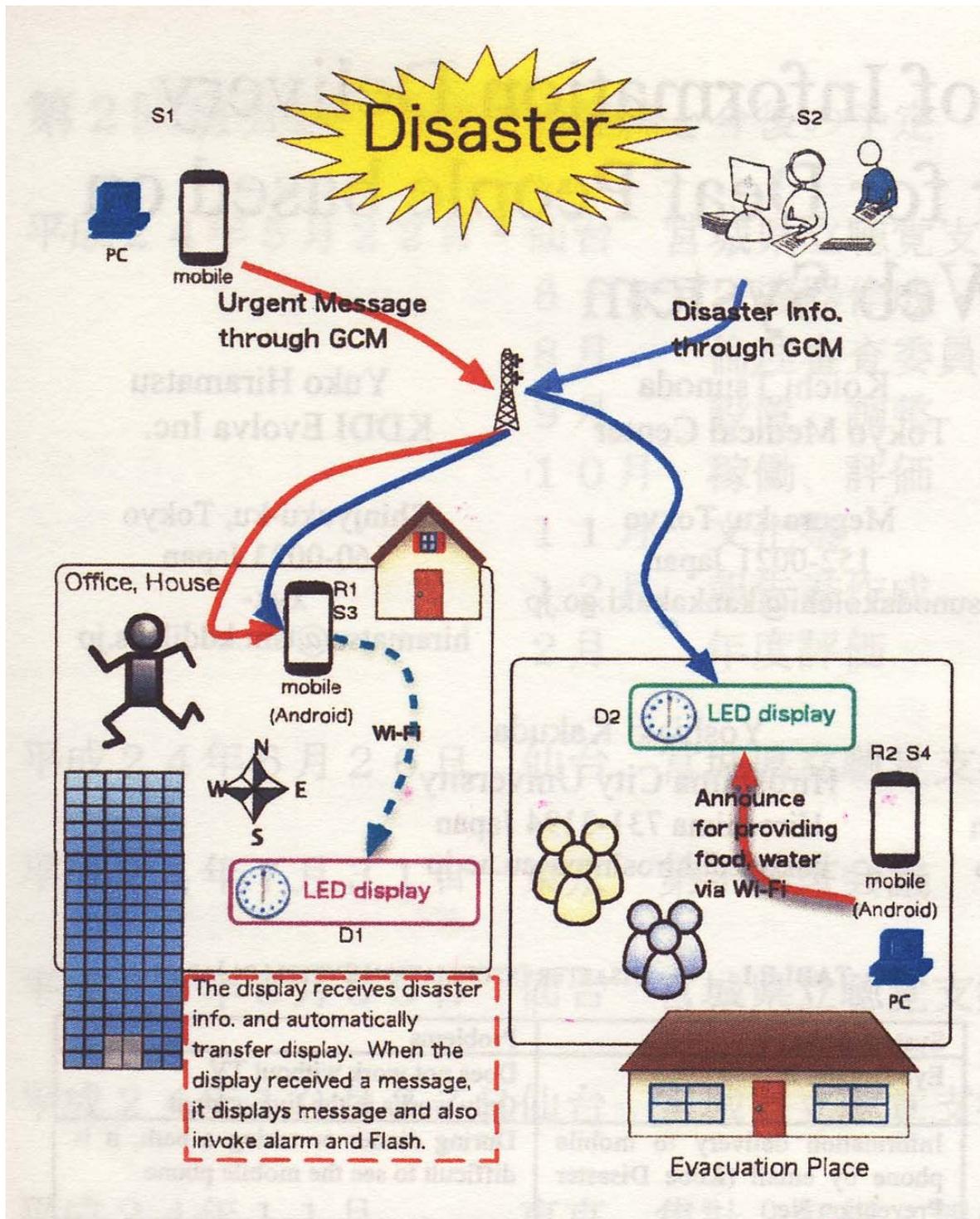


表4 . 赤の高速表示の部分で聴覚障害者の視覚認知度が有意に上昇する。

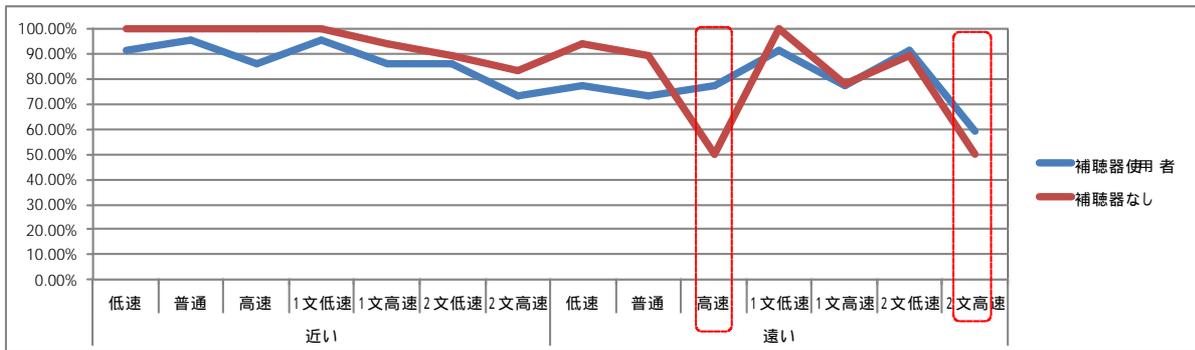


図 8 . CPUをRaspberry pieに変更したBLEボード .



図9．宮城県立聴覚支援学校に設置したフラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ



図10．電光表示装置大型機．表示の距離と色を変え、視認性のアンケート調査を実施した．



図11．実証実験状況写真．



図12 . 実証実験状況写真 .



図13．実証実験状況写真．



図14．実証実験状況写真．



図15．実証実験状況写真．



図16．実証実験状況写真．



図17．BLEビーコンに反応する表示器．



図18 . BLEビーコンに反応する表示器 .

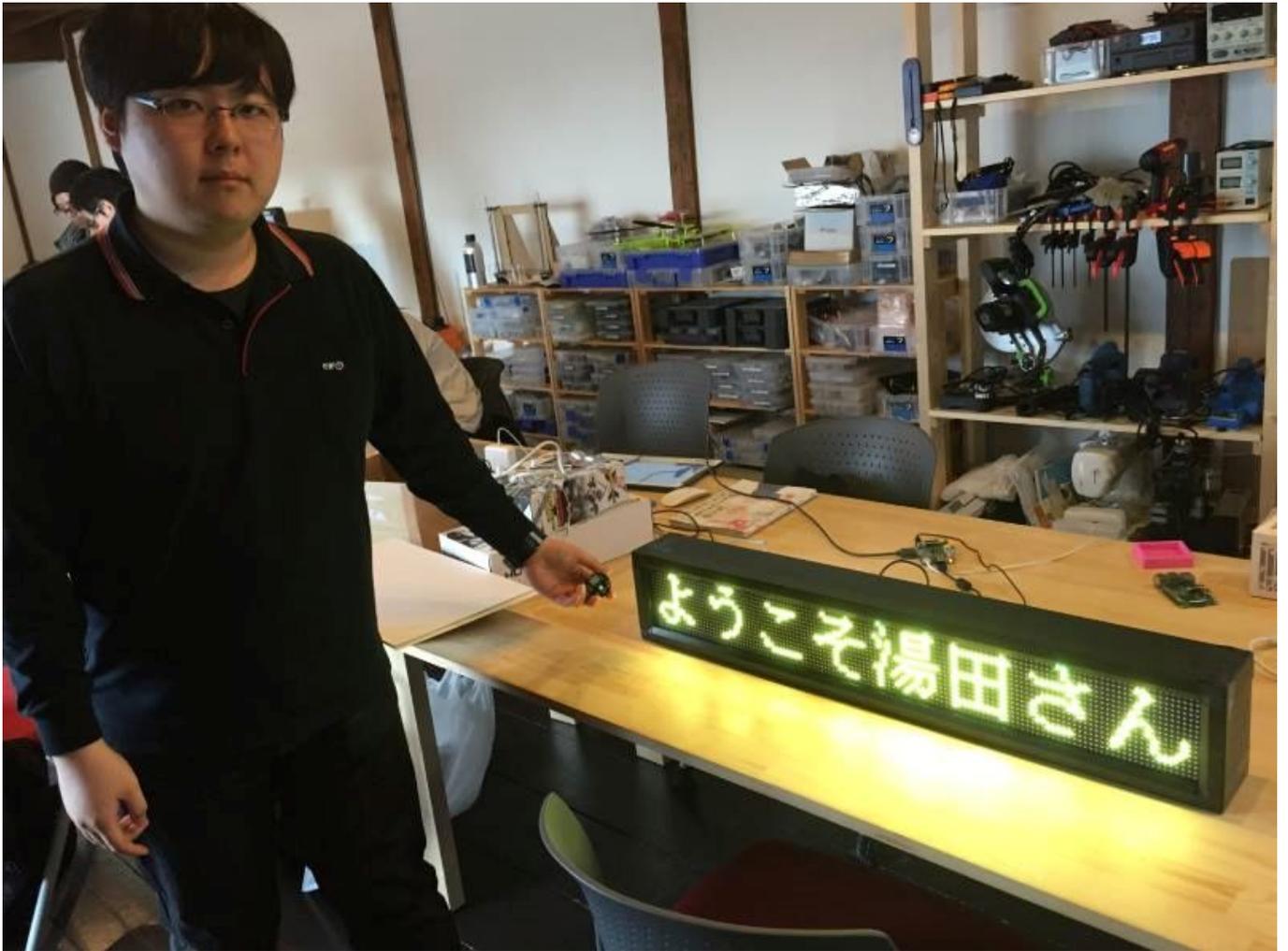


图19 . 表示速度普通、内容：災害情報

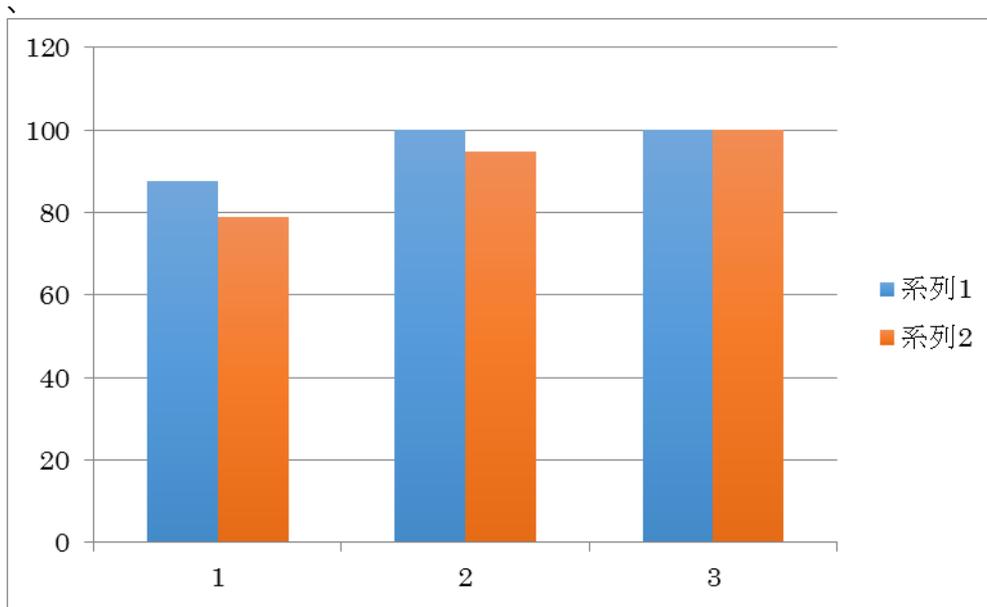


图20 . 表示速度普通、内容：8 桁数字

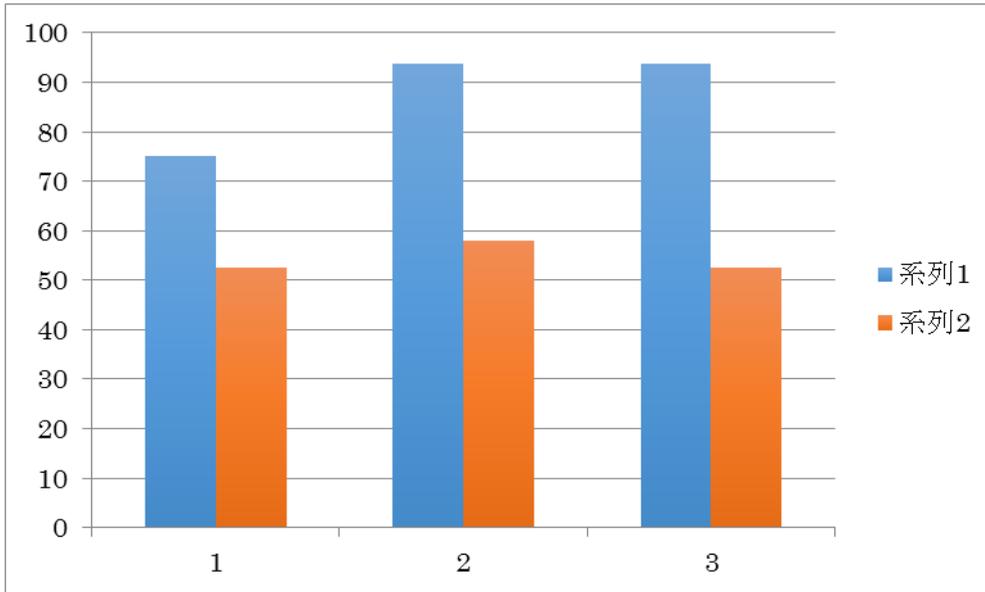


图21 . 高速表示速度、内容：災害情報

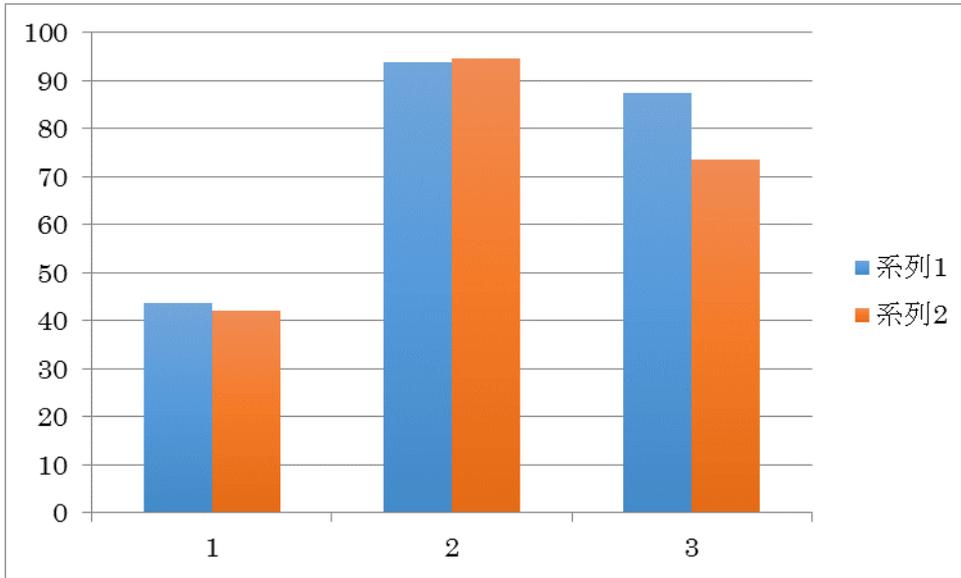
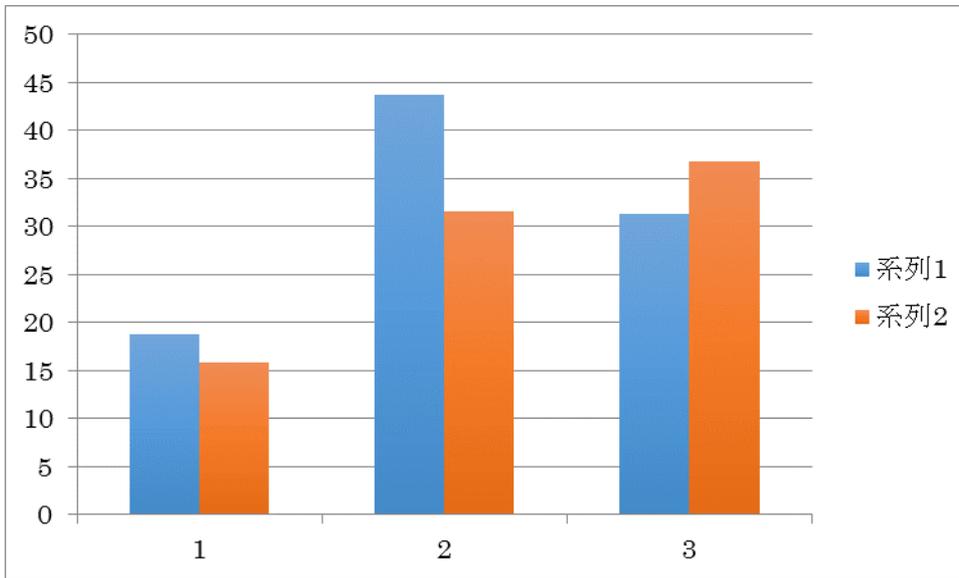
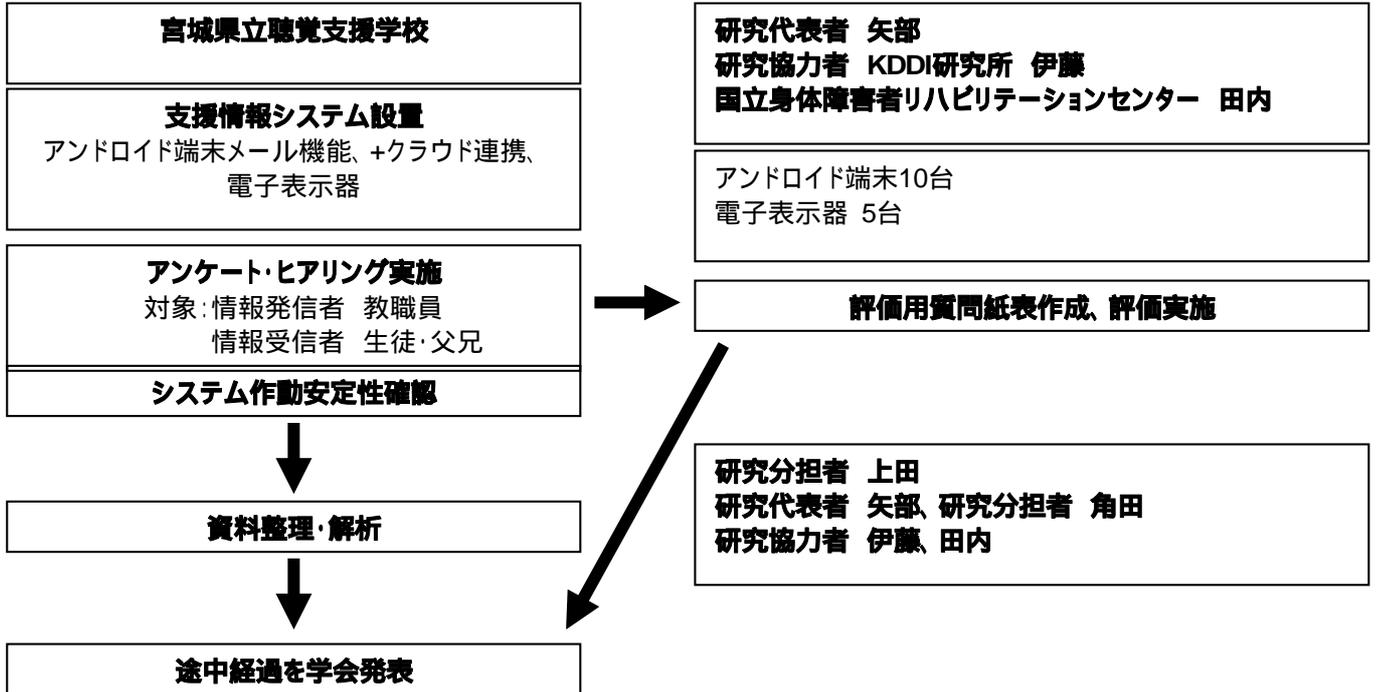


图22 . 高速表示速度、内容：8 桁数字

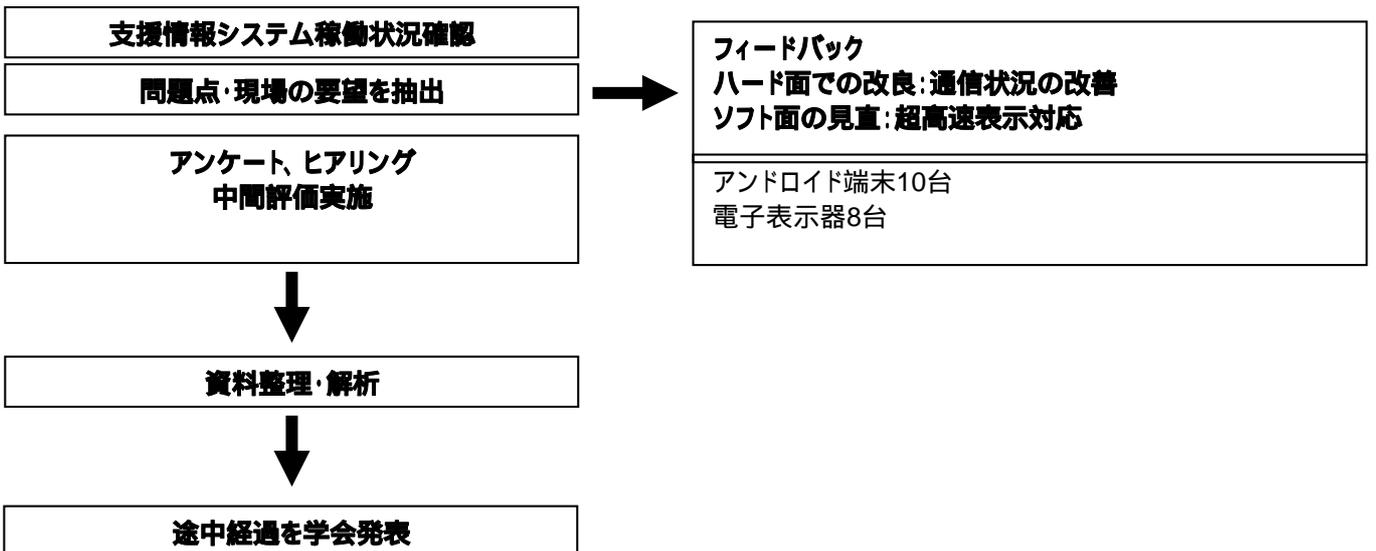


## 研究全体の具体的なロードマップ

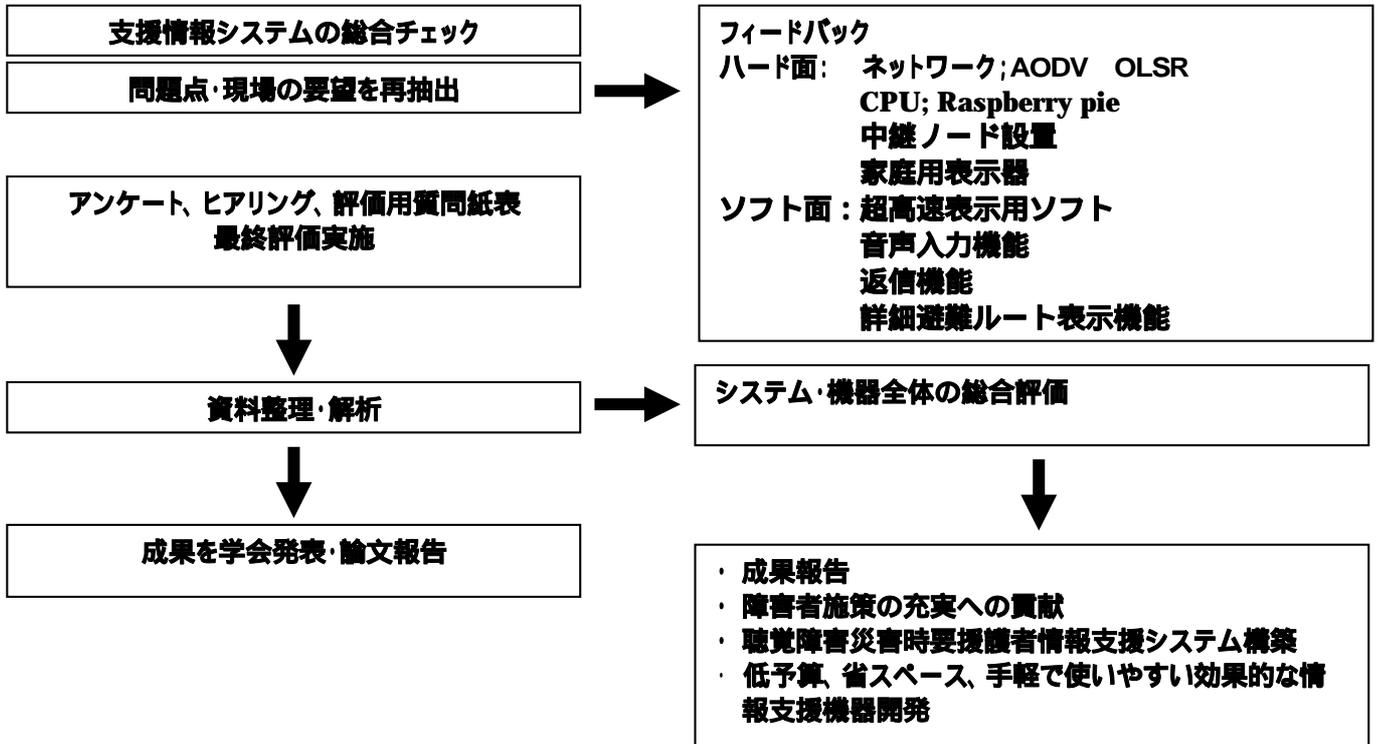
### 平成24年度 システム設置、作動確認、初期評価



### 平成25年度 問題点・現場の要望を抽出、中間評価



**平成26年度 最終評価、システム・機器の機能向上と完成、報告**



## . 研究成果の刊行に関する一覧表

### 25年度(2年目)

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
矢部多加夫	聴覚障害災害時要援護者支援情報機器評価(5)	日本集団災害医学会誌	18	219	2013
A Ito	Information delivery system for deaf people at a large disaster as web based embedded system	The Fifth International Workshop on Ad Hoc, Sensor and P2P Networks (AHSP2013)		422-428	2013
A Ito	Evaluation of an information delivery system for hearing impairments at a school for deaf	15 <sup>th</sup> International Conference on human-computer interaction		21-26	2013
T Yabe	Development research of communication systems for the deaf people in a major disaster	AAO-HNSF Annual meeting & Oto Expo 2013			2013
矢部多加夫	聴覚障害災害時要援護者支援情報システム	第58回日本聴覚医学会	56	375-376	2013

### 26年度(3年目)

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
矢部多加夫	聴覚障害災害時要援護者支援情報機器評価(6)	日本集団災害医学会誌	19	219	2014
矢部多加夫	耳鼻咽喉科領域における感覚代行の臨床応用	第10回信越耳鼻咽喉科セミナー		422-428	2014
T Yabe	Novel Communication Systems for the Deaf People in a Major Disaster.	13 <sup>th</sup> International Conference on Cochlear Implants and other implantable auditory technologies		21-26	2014
矢部 多加夫	厚生労働科学研究費補助金 障害対策総合研究事業 災害時の聴覚障害者情報支援システム開発研究 平成25年度 総括研究報告書				2014

## **. 研究成果の刊行物・別刷**

1. 矢部多加夫、原口義座、友保洋三、他：鳥取西部地震における聴覚障害災害時要援護者の調査研究；日本集団災害医学会誌、12, 214-219, 2007
2. 矢部多加夫、原口義座、友保洋三、他：阪神淡路大震災における聴覚障害災害時要援護者の調査研究；日本集団災害医学会誌、14, 75-81, 2009
3. Atsushi Ito, Takao Yabe, Koichi Tsunoda, et al.: Performance evaluation of information delivery system in a major disaster for deaf people based on embedded web system.; AHSP2013 2013. 3. 6-8
4. Atsushi Ito, Takao Yabe, Koichi Tsunoda, et al.: A study of optimization of IDDD (Information Delivery System for Deaf people in a major Disaster); ASON 2014 2014. 3. 6-8
5. Atsushi Ito, Takao Yabe, Koichi Tsunoda, et al.: Evaluation of an information delivery system for hearing impairments at a school for deaf. HCII 2014 2014.7
6. 矢部多加夫、角田晃一：聴覚障害災害時要援護者支援情報システム．第58回日本聴覚医学会誌56: 375-376, 2013

**5 . 研究成果による特許権等の知的財産権の出願・登録状況：特になし。**

厚生労働科学研究費補助金総合研究報告書

平成 27年 3月 20日

厚生労働大臣 塩崎 恭久 殿

住 所 東京都文京区小石川5-4-10-101

研究者氏名 ヤベタカオ  
矢部多加夫 印  
(所属研究機関 独立行政法人国立病院機構  
東京医療センター臨床研究センター)

平成24年度から実施した厚生労働科学研究費補助金(障害者対策総合研究事業(障害者政策総合研究事業(感覚器障害分野)))に係る研究事業を完了したので、次のとおり報告する。

研究課題名(課題番号) : 聴覚障害災害時要援護者支援情報システム開発研究(H24-感覚-一般-001)

国庫補助金精算所要額 : 金28,953,000円也(研究期間の総額を記載すること。)  
(うち間接経費 6,666,000円)

- 1 厚生労働科学研究費補助金総合研究報告書表紙
- 2 厚生労働科学研究費補助金総合研究報告書目次
- 3 厚生労働科学研究費補助金総合研究報告書
- 4 研究成果の刊行に関する一覧表
- 5 研究成果による特許権等の知的財産権の出願・登録状況

**厚生労働科学研究費補助金**

**障害対策総合研究事業**

**聴覚障害災害時要援護者支援情報システム開発研究**

**平成24年度～平成26年度 総合研究報告書**

**研究代表者 矢部 多加夫**

**平成27年(2015年)4月**

## 目次

### . 総合研究報告書

聴覚障害災害時要援護者支援情報システム開発研究

矢部多加夫、伊藤篤、角田晃一

### . 研究成果の刊行に関する一覧表

### . 研究成果の刊行物・別刷

## ・ 総合研究報告書

総合研究報告書

聴覚障害災害時要援護者支援情報システム開発研究

主任研究者：矢部 多加夫

独立行政法人国立病院機構東京医療センター臨床研究センター 研究員

東京都立広尾病院耳鼻咽喉科 部長

研究要旨：災害時に各種の身体的障害、コミュニケーション障害により十分な被災情報、物的支援が得られず、生命、身体及び財産に損害を被る可能性が高い、災害時要援護者(Children、Handicapped、Elderly people、Chronically ill、Tourists、CHECT) 特に聴覚障害災害時要援護者支援情報機器の開発、実地応用調査研究(3年目)を行った。

平成24年度(1年目)：

難聴の程度にかかわらず聴覚障害者にとっては視覚情報が決定的に重要で、発災時の避難情報と避難所での生活情報が特に必要な情報であるとの調査結果に基づき、電光表示装置5台、アンドロイド携帯端末機器10台から成るクラウドコンピューティングを利用した支援情報機器を開発した。東日本大震災被災地である宮城県立聴覚支援学校を対象研究施設にし実証実験とアンケート・ヒアリングを行った。対象は109名で評価は良好であった。システム自体の運用は可能だったが、通信状況、使い勝手に問題が残った。

平成25年度(2年目)：

表示装置3台を追加、計8台にて前年度の課題であった通信状況の改善を目的に電光表示装置ソフトを改良したシステムを設置、アンケート調査を行い、解析を行った。通信状況は格段に改善、操作方法についても音声入力、返信機能を追加、良好な評価を得た。アンケートは聴覚障害者の視覚情報視認性に焦点を置き40名を対象に実施したが、前年度と合わせると159名になるが、健聴者に比べ超高速表示で視認性が向上するという結果が得られた。

平成26年度(3年目)：

25年度のシステム稼働状況を点検、問題点・現場の要望を抽出し、ハード面での改良、機器修理、機器の追加、ソフト面での見直し作業を通じてフィードバックした。アンドロイド端末12台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ11台から構成される支援情報システムを開発し、宮城県立聴覚支援学校に設置、試験稼働を開始した。WiFiメール機能の出力向上に加えて中継ノードを設置した結果、階段を隔てた多数階間の通信も可能になった。システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry piに変更、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、人を認識して名前を表示する機能Active Display機能を追加した。距離、速度と表示内容の関係を調査した結果、日本語もしくは災害情報に関する言葉に関しては遠距離、高速という条件では聴覚障害者の正解率が若干高いものの、ランダムな数字列に関しては健聴者の正解率が圧倒的に高かった。言語習得における抽象概念習得の経緯差が推測された。

以上の結果より平成24年から3年間の結果からは難聴者・健聴者双方から本支援情報システムの評価は高く、また表示様式の視認性にも一定の傾向が見られた。結果を基に情報通信のハード面の機能強化、ソフト面での視認性改善が必要であると考えられた。

情報受信者・情報発信者からの再評価とシステム全体の総合評価からは、概ね当初予定した機器とシステムの完成は得られたと考えられる。研究終了時の撤去作業を行い、学会発表、論文作成を行った。障害者施策の充実に貢献する機器・システムを社会に問う。

## 分担研究者氏名・所属機関名および所属機関における役職名

伊藤 篤 宇都宮大学情報工学科教授

角田 晃一 独立行政法人国立病院機構東京医療センター人工臓器機器開発研究部 部長

### A . 研究目的

災害時に各種の身体的障害、コミュニケーション障害により十分な被災情報、物的支援が得られず、生命、身体及び財産に損害を被る可能性が高い、災害時要援護者（Children、Handicapped、Elderly people、Chronically ill、Tourists、CHECT）の中で、申請者が十数年の調査研究、開発研究を通して多くの知見を有する聴覚障害災害時要援護者を対象に支援情報機器の長期実証実験を行った。

聴覚障害災害時要援護者の災害時の不利益についての調査記録は少なく、研究代表者の矢部が2004年より鳥取西部地震、阪神淡路大震災の事例について調査報告した論文（日本集団災害医学会誌 12: 214-219, 2007、14: 75-81, 2009、巻末資料）のみである。調査結果の要点は、難聴の程度にかかわらず聴覚障害者にとっては視覚情報が決定的に重要で、特に必要な情報は被災時の避難情報と避難所での生活情報であった。これらの知見に基づき、携帯端末機器を利用した電光表示装置による聴覚障害災害時要援護者支援情報機器を開発、公共施設での短期使用研究を行い、結果を発表してきた（第14、15、16回日本集団災害医学会総会）。

東日本大震災発災後、厚生労働省社会援護局障害保健福祉部を介した社団法人宮城県聾唖協会からの機器貸与の申し出により、社団法人宮城県聾唖協会に中型機を2台、宮城県立聴覚支援学校に大型機1台、中型機1台を貸与、2011年5月から稼働を開始した。機器に対する評価は良好で、発災時以外の通常使用時の機能についても評価が高く、後者の施設からは長期使用による機器の有効性、新たな活用に関する実証調査協力の申し出があった。従来の実証研究は短期、少数台機器のため十分な評価に至らなかったが、本研究の目的は被災地聴覚支援学校での長期間多数台機器による複合的な機能についての実証を行い、機器とシステム全体の見直しと改善に結びつけて聴覚障害者自立支援選択肢の一つとして社会への還元を目指すものである。

本システムは、アンドロイド端末のメール機能を使用してクラウド連携、アドホックネットワークを構築し表示器に表示するもので、大規模な取り付け作業無しで手軽に即時に多くの人々に情報発信できる点が独創的で国際的にも類を見ないものである。設置状況と質問紙表アンケートによる評価、ヒアリング結果をハードとソフト面にフィードバックし、さらにシステム全体の総合評価を行い、機器とシステムの向上・完成を目指す事を目的とする。

24年度（1年目）には、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ5台、アンドロイド携帯端末機器10台から成るクラウドコンピューティングを利用した支援情報機器を開発した。東日本大震災被災地である宮城県立聴覚支援学校を対象研究施設にし実証実験とアンケート・ヒアリングを行った。対象は109名で評価は良好であった。システム自体の運用は可能だったが、通信状況、使い勝手に問題が残った。

25年度（2年目）は、表示装置3台を追加、計8台にて前年度の課題であった通信状況の改善を目的に電光表示装置ソフトを改良したシステムを設置、アンケート調査を行い、解析を行った。現在システムの運用は聴覚支援学校のみに限局してしているが、将来的には災害情報、避難情報、避難所における一連の情報を有機的に伝達する方策が課題として残った。

26年度（3年目）は表示装置3台を追加、計11台にて前年度の課題であった通信状況の改善を目的に電光表示装置ソフトを改良した電光表示ソフトをさらに改善、聴覚障害者の要望に答えた

超高速表示の実現、アドホックネットワーク機動性向上を目的にネットワークプロトコルを従来のAODVからOLSRに変更、システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry pieに変更、音声認識を利用した音声入力機能の改善・情報受信確認の返信機能充実・通信状況向上のために中継ノード設置・家庭用表示器機能を追加検討した。

## B. 研究方法

### 24年度(1年目)

聴覚障害災害時要援護者支援情報機器として開発した、アンドロイド端末(Android 4.0)、Linux オペレーティングシステム、Java Scriptアプリケーション、IP (Google Cloud Messaging) による広範囲ネットワーク、WiFi (IEEE 802.11n)通信、3色LED表示ディスプレイから構成される支援情報機器新システムを宮城県立聴覚支援学校に設置、稼働を開始した。

聴覚障害災害時要援護者支援情報システムは、アンドロイド端末(災害避難情報発信者用)、WiFiメール機能、グーグルクラウド、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ(情報受信者用)から構成される。1に構成図、2に現地に設置した視覚情報表示ディスプレイを示す。

3に新システムブロック図、表1に従来のシステムと新システムとの比較を、4に従来のシステム(Type 1)と新システム(Type 2)のソフトウェア構成比較を示した。

実証試験・アンケート評価は、平成24年8月 - 平成25年3月、平成25年5月 - 平成26年3月、平成26年5月 - 平成27年3月、宮城県立聴覚支援学校(宮城県仙台市太白区八本松7 - 29)で実施した。実施者は、研究責任者矢部多加夫、研究分担者角田晃一、研究協力者KDDI研究所伊藤篤氏、宮城県立聴覚支援学校及び教諭小暮出氏を中心に、視覚情報表示ディスプレイ制作担当株式会社GClue佐々木氏、東北大学付属看護学校学生諸氏、宮城県立聴覚障害者支援団体手話通訳の方々の協力を得て行われた。

24年度の支援情報システム評価のアンケート、ヒアリングは、対象計109名、聴覚障害者75名(平均年齢15歳、女性31名、男性44名)、対照健聴者34名(平均年齢31歳、女性12名、男性22名)で行った。アンケート内容は、表2に示すように、1) LED表示機器について、2) 表示文字の色による読みやすさ、3) 表示文字の速度による読みやすさ、4) 表示文字の出し方による読みやすさ、の4項目である。LED表示機器は、校内各所に設置して定型緊急避難情報をスクロール表示し、認知の程度について質問した。表示文字の色は赤と緑の2色を提示し、LED表示機器までの距離を10m、15mの二通りに設定して読みやすさを尋ねた。表示文字の速度は文字色と距離、スクロール速度の3つの要素を組み合わせ設定し試験を行い、最後にスクロールした文字表示と静止文字表示の読みやすさについて調査した。

### 平成25年度(2年目)

従来のコンピューター利用は、ユーザーが装置と各種ソフトを自身で保有管理していたのに対し、クラウドコンピューティングでは最低限の接続環境のみを用意しインターネット上で各種ソフトを利用して作業を進める。本システムの場合、従来の方法では各種の情報をとりまとめて発信する大型サーバを設置しなければならず、維持管理に伴うコストは地域・対象限定型の小さなネットワークには負担が大きく、見合わないものであった。グーグルクラウドは初期登録以外は無料で使用でき、接続ネットワーク、情報表示のみを準備することにより対象が限定された本システムのような事例でもサーバ機能を利用することで情報配信ネットワークの構築が可能である。情報保守、個人情報保護、各種ウイルス感染に対する防御も保証されている。アンドロイド端末は支援学校教諭、難聴支援団体が保持し非常時、あるいは平常時の通信時に送信する。発災使用時の機会は限られており、システム運用を維持する上でも平常時使用の送信コンテンツを考慮する必要がある。1年目での通信機能、多数階間の通信、通信内容は十分ではなかったため改良を試みた。

2年目の実証試験・アンケート評価は、平成25年5月 - 平成26年3月、宮城県立聴覚支援学校（宮城県仙台市太白区八本松7 - 29）で実施した。実施者は、研究責任者矢部多加夫、研究分担者角田晃一、研究協力者KDDI研究所伊藤篤氏、宮城県立聴覚支援学校及び教諭小暮出氏を中心に、視覚情報表示ディスプレイ制作担当株式会社GClue佐々木氏、東北大学付属看護学校学生諸氏、宮城県立聴覚障害者支援団体手話通訳の方々の協力を得て行われた。2年目の対象は聴覚障害者に絞り40とし、前年度と合わせると名計159名であった。アンケート内容、評価項目は前年度同様、1) LED表示機器について、2) 表示文字の色、3) 表示文字の速度、4) 表示文字の出し方の4項目であった。合わせて本システムに関するコメント、情報発信者側からのシステムの使い勝手のヒアリングを行った。合わせて本システムに関するコメント、情報発信者側からのシステムの使い勝手のヒアリングを行った。

#### 平成26年度（3年目）

アンドロイド端末12台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ11台から構成される支援情報システムを宮城県立聴覚支援学校に設置、試験稼働を開始した。階段を隔てた多数階間の通信、超高速表示、現場の一時的なアドホックネットワークの機動性向上、システム全体の価格を抑えるためにCPU変更、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、人を認識して名前を表示する機能Active Displayについて検討した。

実証試験・アンケート評価は、従来同様、宮城県立聴覚支援学校で実施した。3年目の対象は聴覚障害者19名、対象健聴者16名（女性13名、男性22名、平均年齢28歳）とし、3年合わせて計194名であった。

（倫理面への配慮）

LED表示機器表示文字認識のタスクは負担が少なく、短時間で終了するものであるが、試験に先立って十分な説明を行い、同意を得た上で実施した。高度聴覚障害被検者の場合には、手話通訳者が同席し十分な説明を行った。得られた匿名化アンケート結果は集計し、聴覚障害の有無、年齢などの因子をふまえて解析した。

### C. 研究結果

#### 24年度（1年目）

当初採用規格であったBluetoothではアンドロイド端末 - 視覚情報表示ディスプレイ間の通信は十分ではなかったが、WiFiメール機能への変更により改善された。また建物の多数階間の通信では十分に到達しないことがあったが、WiFiメール機能の規格を強化することで問題は解決された。

従来システムは、オペレーティングシステム：Linux、アプリケーション：Native（C言語）、LED表示：2色LED、広範囲ネットワーク（WAN）：SMS、端末 - 表示ディスプレイ間通信：Bluetoothであるのに対し、新システムではそれぞれ、Linux、JavaScript、3色LED、IP（Google Cloud Messaging）、WiFi（IEEE 802.11n）に変更した。LEDの仕様は、表示部分サイズ：976mmX122mm、ドット数：128ドットX16ドット、色数：RGB、コントローラー：C-Power 5200、内蔵CPU：Beagle Bone、電源：100V-1A、内蔵WiFi：100Mbpsである。

伝達速度は旧システムが平均12000msecで、6000msecから20000msecと幅があり安定しないのに対し、新システムでは平均5000msec（2500msec - 9000msec）とより高速で安定していた（）。またアンドロイド端末のバージョン差の検討では、新システムアンドロイド端末採用のAndroid4.0（Ice cream sandwich）は、Android2.2（Froyo）、Android2.3（Ginger bread）が平均約9000msecであるのに対し約2500msecと高速で安定していた（）。聴覚障害災害時要援護者支援情報機器運用実際模式図をに示す。

聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システム実証試験・アンケート評価（）。結果は、1) 女性51名、男性58名、一般来校者54名、小学部11名、中学部19名、高等部・専攻科25名、補

聴器利用有り75名、なし75名、LED表示認知96名(88%)、表示内容理解(86%)、LED表示器利便性(92%)。2)色の読みやすい条件：15m赤>10m赤>10m緑>15m緑。3)読みやすい文字速度は15m緑・高速が、4)読みやすい文字の出し方は15m緑・スクロール有が高評価であった。全体の結果としては、スクロールは有った方が良く、文字速度は高速の方が読みやすいが、文字色による差はなかった。聴覚障害者群では条件による差はなかったが、全体、聴覚障害者群ともに最も読みやすい条件は15m緑・高速であった。

LED表示認知(88%)、内容理解(86%)、利便性評価(92%)といずれも高値で、支援情報機器新システムに対する評価は高かった。LED表示条件としては今回の検討からは15m緑・高速スクロールの条件が高い視認性を示した。

## 平成25年度(2年目)

当初採用規格であったBluetoothではAndroid端末-視覚情報表示ディスプレイ間の通信は十分ではなかったが、WiFiメール機能への変更により改善された。また建物の多数階間の通信では十分に到達しないことがあったが、WiFiメール機能の規格を強化し、内臓CPUと回路を改良新規開発した追加フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイを使用することで問題は解決された。通信内容は試験稼働時には限られた発災・避難定型文であったが、その後平常時通信内容も追加した。

通信状況は格段に改善、操作方法についても音声入力、返信機能を追加、良好な評価を得た。アンケートは聴覚障害者の視覚情報視認性に焦点を置き40名を対象に実施したが、前年度と合わせると159名になるが、健聴者に比べ超高速表示で視認性が向上するという結果が得られた(表4)。これは聴覚障害者では残された視覚情報認知、おそらく動体視力認知機能と合わせた優位性が反映された結果と推察される。

## 平成26年度(3年目)

当初採用規格であったBluetoothではAndroid端末-視覚情報表示ディスプレイ間の通信は十分ではなかったが、昨年のWiFiメール機能の出力向上に加えて中継ノードを設置した結果、階段を隔てた多数階間の通信も可能になった。電光表示ソフトをさらに改善、視覚情報の高速表示が見やすいとする聴覚障害者の要望に答えた、毎秒20文字の超高速表示を実現した。ただ、これ以上の高速化では、健聴者が判読できないので実際の利用は難しいと思われた。現場の一時的なアドホックネットワークの機動性向上を目的にネットワークプロトコルを従来のAODVからOLSRに変更し評価したが、良好な結果が得られた。また、OLSRをNode.jsに実装し、色々なディスプレイで利用ができるようにした。システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry piに変更した(図8)。音声認識を利用した音声入力機能の改善：スマートフォンアプリを改修し、使い勝手の向上を図った。担当教員からも、使いやすくなったとの評価があった。図9-16に設置された新型ディスプレイと実証実験の状況を示す。情報受信確認の返信機能充実：返信用ボタンを設置した。家庭においても情報を受信できる家庭用表示器：家庭や寄宿舎におけるコミュニケーションの向上のため、人を認識して名前を表示する機能Active Displayを付け加えた。これまで評価試験を行ってきた表示機は、外から与えられた情報を表示するだけのものではあったが、今年度は、それに状況認識の機能を追加した。特に、聴覚支援学校に付属する寄宿舎などでの利用を念頭に、以下の機能を実装した。表示機に、BLEビーコンをキャッチする機能を実装する。この機能は、移植性を高めるため、node.jsの上に構築される。生徒は、BLEビーコンを常に携帯する。寄宿舎に帰った時、ビーコンに反応し帰ってきた生徒の名前、簡単な挨拶(お帰りなさい、など)を表示する(図17-18)。このような使い方をすることで、平常時の利用を効果的に行うことが可能となる。尚、現在、最終試験中であり、聴覚支援学校での評価試験は、今後の課題と考えられた。

平成 24 年度の評価試験では、距離と速度を変化させ、文字色として赤、緑、黄色を比較した結果、緑が読みやすいことが判明した。平成 25 年度の評価試験では、聴覚障害者は、高速・遠距離でも、表示データを読み取れる割合が、健聴者に比べて高いことが判明した。

3 年目は、評価試験の最終年として、距離、速度と表示内容の関係を調査した。距離は、これまでの 20m、10m の 2 パターンに加え、1m を設定した。この場合、表示機が大きくなりすぎ内容を読み取りにくいとため、LCD を利用した新しい表示機を試作し、利用した。尚、大きさは、距離と面積の比が近くなるようにした。また、表示内容は、「地震が発生しました。」などの災害情報に加え、「25378543」のような 8 桁の数字の列を利用した。平成 26 年 10 月 18 日に宮簞祭（宮城県立聴覚支援学校の学園祭）で行われた結果を示す。対象者は聴覚障害者 19 名、対象健聴者 16 名（女性 13 名、男性 22 名、平均年齢 28 歳）で、事前に十分説明、同意を得た上で実施した。尚、X 軸は距離（左から、20m、10m、1m）、系列 1 が健聴者、系列 2 が聴覚障害者を示している。

図 19 に表示速度は普通で、内容は災害情報の結果を示すが、わずかであるが、健聴者（青）の方が聴覚障害者（オレンジ）に比べ正解率が高い。表示速度普通で内容が 8 桁数字の場合には明らかに、健聴者の正解率が高かった（図 20）。高速表示速度・災害情報内容（図 21）ではわずかであるが、健聴者で正解率が高い。このグラフには無いが少しだけ間違えた者を含めると聴覚障害者で正解率が高くなり、25 年度にみられた聴覚障害者は高速・遠距離でも、表示データを読み取る割合が健聴者に比べて高い傾向が確認できた。高速表示速度・8 桁数字内容（図 22）では 20m、10m では健聴者の方が、近距離（1m）では聴覚障害者で正解率が高かった。

## D. 考察

### 24 年度（1年目）

我々の従来の方法では各種の情報をとりまとめて発信する大型サーバを設置し、管理しなければならず、維持管理に伴うコストは地域・対象限定型の小さなネットワークには負担が大きく、見合わないものであった（分担研究報告書 1・参照）。しかし、今回のクラウドコンピューティングを利用したシステムでは、接続ネットワーク、情報表示のみを準備することにより対象が限定された本事例の様な場合でもサーバ機能を利用することで情報配信ネットワークの構築が安価に大規模な取り付け工事なしに可能になった。機能面でもアンドロイド端末 - 視覚情報表示ディスプレイ間通信を Bluetooth から WiFi メール機能へ、また WiFi メール機能規格強化により安定した作動が確保された。今後の検討課題としては、ネットワークの安定化、学内ネットとの接続、操作性向上、視覚情報表示ディスプレイの大きさ（大型、中型、小型）の検討、視覚情報表示ディスプレイとアンドロイド端末の双方向通信の可能性について検討する。システム全体のコストの多くは表示ディスプレイとソフト開発にかかっており、需要、必要な機能をどこまで盛り込むか等の因子でシステム全体の価格が決まってくる。従って表示部分を必要最低限の機能に絞り込むことにより導入自治体の予算規模に応じた対応あるいは新興国向けの廉価版システム構築も可能と考えられる。そのためには各種の条件設定を試みて、最低限の機能を絞り込む課程が必要になるが、今年度は予算の制限で視覚情報表示ディスプレイとアンドロイド端末の機能に制約が生じ、表示文字の大きさ（10m、15m）、色（赤、緑）、文字スクロール（文字送り）の速さ表示が十分に行えなかった。アンケートでもその制約から結果的に有意差が明らかにならなかった項目があり、この点は次年度の検討課題にしたい。

難聴者・健聴者双方からの全体評価は LED 表示認知（88%）、内容理解（86%）、利便性評価（92%）と大変高く、本支援情報システムの有用性は十分に裏付けられた。また表示ディスプレイの視認性については、小中学生では差が無く、どの表示でも見やすいとする回答が多かったが、高校生以上では緑色の大きな表示文字で、高速スクロール表示が見やすいとする回答に一定の傾向が見られた。結果を基に情報通信のハード面の機能強化、ソフト面での視認性改善が必要であると考えられた。災害発生時の機動的迅速な活用のためには、平常時からの普段使いでシステム

操作に習熟しておく必要があり、このためにも災害避難情報以外の平常時情報コンテンツについて検討すべきと思われる。

評価は各種イベント時に、年4 - 5回を予定しており、またアンケート内容についても検討を加え、若干の変更を加え、評価結果を解析、システム改善にフィードバックする。年度ごとに表示ディスプレイとアンドロイド端末双方の台数を増やし、長期間多数台機器による複合的な機能評価と災害発生時以外の平常時情報通信コンテンツ検討に結びつける。

### 平成25年度（2年目）

WiFiメール機能規格強化により安定した作動が確保された。また内臓CPUと回路を改良新規開発した追加フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイの採用により、通信状況、視認性は向上した。電光表示ソフトをさらに改善、聴力障害者の要望に答えた超高速表示を実現する、現場の一時的なアドホックネットワークの機動性向上を目的にネットワークプロトコルを従来のAODVからOLSRに変更し評価する、システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry pieに変更する、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、通信状況向上のために中継ノード設置、家庭においても情報を受信できる家庭用表示器、詳細避難ルート設定機能を追加検討する。システム全体のコストの多くは表示ディスプレイとソフト開発にかかっており、需要、必要な機能をどこまで盛り込むか等の因子でシステム全体の価格が決まってくる。従って表示部分を必要最低限の機能に絞り込むことにより導入自治体の予算規模に応じた対応あるいは新興国向けの廉価版システム構築も可能と考えられる。そのためには各種の条件設定を試みて、最低限の機能を絞り込む課程が必要になるが、視覚情報表示ディスプレイとアンドロイド端末の機能向上を図り、表示文字の大きさ（10m、15m）、色（赤、緑）、文字スクロール（文字送り）の速さ表示の改良を行う。

表示ディスプレイの視認性については、昨年度小中学生では差が無く、どの表示でも見やすいとする回答が多かったが、高校生以上では緑色の大きな表示文字で、高速スクロール表示が見やすいとする回答に一定の傾向が見られた。今年度は健聴者に比べ超高速表示で視認性が向上するという結果が得られた。結果を基に情報通信のハード面の機能強化、ソフト面での視認性改善が必要であると考えられた。災害発生時の機動的迅速な活用のためには、平常時からの普段使いでシステム操作に習熟しておく必要があり、このためにも災害避難情報以外の平常時情報コンテンツについて検討すべきと思われる。評価は各種イベント時に、年4 - 5回を予定しており、またアンケート内容についても検討を加え、若干の変更を加え、評価結果を解析、システム改善にフィードバックする。年度ごとに表示ディスプレイとアンドロイド端末双方の台数を増やし、長期間多数台機器による複合的な機能評価と災害発生時以外の平常時情報通信コンテンツ検討に結びつける。

### 平成26年度（3年目）

電光表示ソフトをさらに改善、聴力障害者の要望に答えた超高速表示を実現する、現場の一時的なアドホックネットワークの機動性向上を目的にネットワークプロトコルを従来のAODVからOLSRに変更し評価する、システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry pieに変更する、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、通信状況向上のために中継ノード設置、家庭においても情報を受信できる家庭用表示器、詳細避難ルート設定機能を追加検討することであった。このうち 詳細避難ルート設定機能以外は達成することが出来、とりわけ表示機に、BLEビーコンをキャッチする機能を実装した状況認識の機能は特記すべきもので、今後の新たな展開が期待される。

従来、難聴者・健聴者双方からの全体評価は LED 表示認知（88%）、内容理解（86%）、利便性評価（92%）と大変高く本支援情報システムの有用性は十分に裏付けられていたが、今年度も同様の評価が得られた。平成24年度の評価試験では、緑が読みやすいことが判明、平成25年度に

は、聴覚障害者は高速・遠距離でも表示データを読み取れる割合が、健聴者に比べて高いことが判明した。今年度は、評価試験の最終年として、距離、速度と表示内容の関係を調査した。日本語、もしくは、災害情報に関する言葉に関しては遠距離、高速という条件では聴覚障害者の正解率が若干高いものの、ランダムな数字列に関しては健聴者の正解率が圧倒的に高かった。その理由として、意味の無い言葉が手話の世界には含まれていないなどの言語習得における抽象概念習得の経緯が反映しているのではないかと推測された。

この3年間の支援情報機器開発研究で聴覚進学校での有効性が確認された。この結果を基に学校だけでなく、病院、図書館、公民館など、各種公共施設などを始めとして介護施設、仮設住宅など色々な場面において展開できる可能性が示唆された。今後東京オリンピック開催に向け、災害時要援護者(Children、Handicapped、Elderly people、Chronically ill、Tourists、CHECT)の中の外国人旅行者用の多言語表示システムは必要になると思われる。

また、今年の宮髻祭での評価では、表示速度ばかりではなく表示内容で、言語内容とランダムな数字列において健聴者と聴覚障害者の認知差が大きくなったが、今後の詳細な調査によって新知見が見いだされる可能性があり、大変興味深い結果と思われる。

## E. 結論

### 24年度(1年目)

1. アンドロイド端末10台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ5台から構成される支援情報システムを開発し、宮城県立聴覚支援学校に設置、試験稼働を開始した。
2. クラウドコンピューティング、WiFiメール機能を利用した本システムは、接続ネットワーク、情報表示のみを準備することにより対象が限定された本事例の場合でも情報配信ネットワークの構築が安価に大規模な取り付け工事なしに可能であった。
3. アンケート評価は、LED表示認知(88%)、内容理解(86%)、利便性評価(92%)と、肯定的な解答であった。
4. 表示文字では大きな文字が、色は緑色、スクロールは有った方が良く、速さは高速スクロールの項目が有意差を認めた。
5. 本聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システムの作動は安定しており、聴覚障害者からも高い評価を得た。開発、評価の過程で集積された問題点・課題を解析、検討して今後のシステム機能向上に結びつけたい。

### 平成25年度(2年目)

1. WiFiメール機能規格強化により安定した作動が確保された。また内臓CPUと回路を改良新規開発した追加フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイの採用により、通信状況、視認性は向上した。
2. 表示文字では大きな文字が、色は緑色、スクロールは有った方が良く、速さは高速スクロールの項目が有意差を認めた。健聴者に比べ超高速表示で視認性が向上するという結果が得られたが、これは聴覚障害者では残された視覚情報認知、おそらく動体視力認知機能と合わせた優位性が反映された結果と推察された。
3. 本聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システムの作動は安定しており、聴覚障害者からも高い評価を得た。開発、評価の過程で集積された問題点・課題を解析、検討して今後のシステム機能向上に結びつけたい。

### 平成26年度(3年目)

1. アンドロイド端末12台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ11台から構成される支援情報システムを開発し、宮城県立聴覚支援学校に設置、試験稼働を開始した。

- 2．クラウドコンピューティング、WiFiメール機能を利用した本システムは、接続ネットワーク、情報表示のみを準備することにより対象が限定された本事例の場合でも情報配信ネットワークの構築が安価に大規模な取り付け工事なしに可能であった。WiFiメール機能の出力向上に加えて中継ノードを設置した結果、階段を隔てた多数階間の通信も可能になった。
- 3．システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry pielに変更、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、人を認識して名前を表示する機能Active Display機能を追加した。
- 4．距離、速度と表示内容の関係を調査した結果、日本語もしくはは災害情報に関する言葉に関しては遠距離、高速という条件では聴覚障害者の正解率が若干高いものの、ランダムな数字列に関しては健聴者の正解率が圧倒的に高かった。言語習得における抽象概念習得の経緯差が推測された。
- 5．本聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システムの作動は安定しており、聴覚障害者からも高い評価を得た。開発、評価の過程で集積された問題点・課題を解析、検討して今後のシステム機能向上に結びつけたい。  
(末尾に研究全体の具体的なロードマップを示した。)

図1. 聴覚障害災害時要援護者支援情報機器構成図



図2 宮城県立聴覚支援学校に設置した視覚情報表示ディスプレイ



図3 . 新システムブロック図

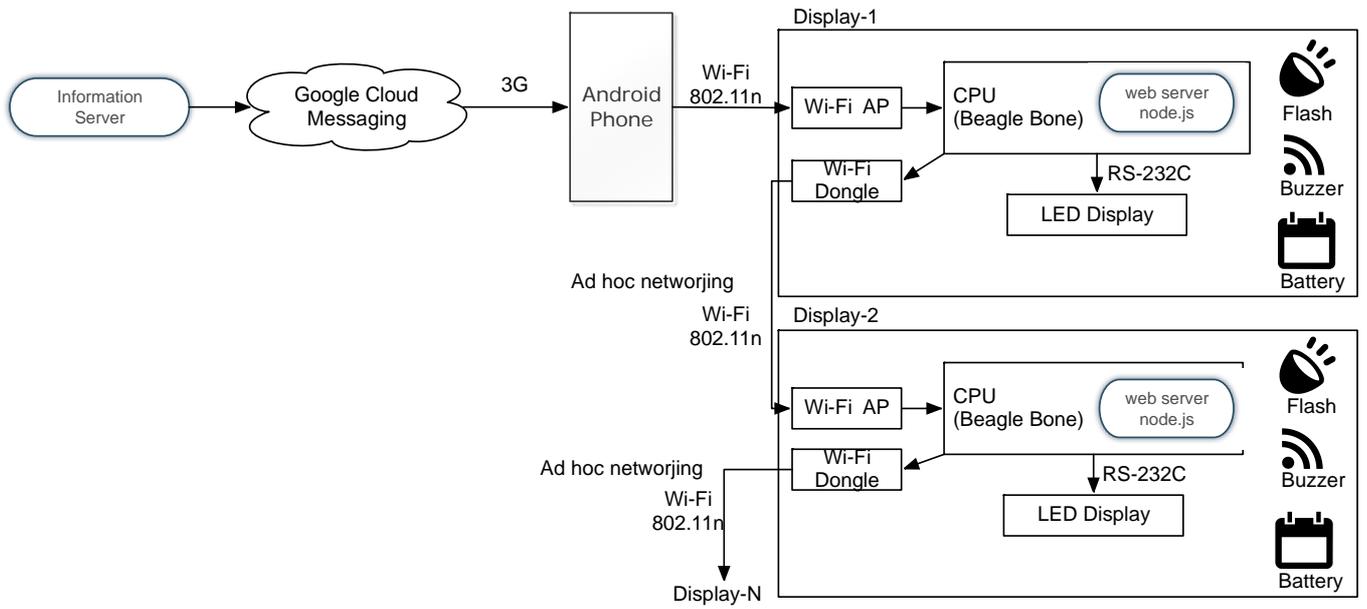


表1 . 従来のシステムと新システムとの比較

	Previous System	New System
OS	Linux	Linux
APP	Native	Java Script
Display	LED 2 color	LED 3 color
WAN	SMS	IP (Google Cloud Messaging)
Local communication	Bluetooth	Wi-Fi

図4 . 従来のシステム (Type 1) と新システム (Type 2) のソフトウェア構成

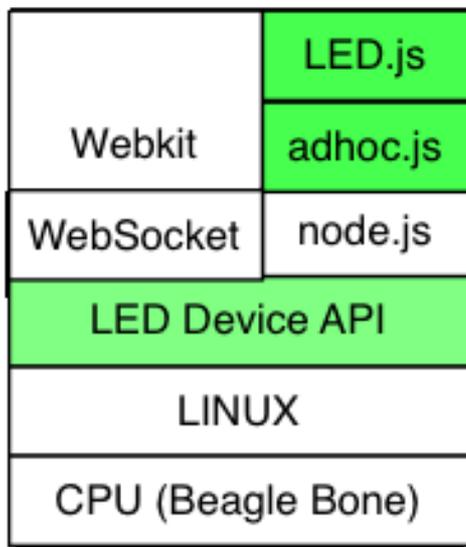
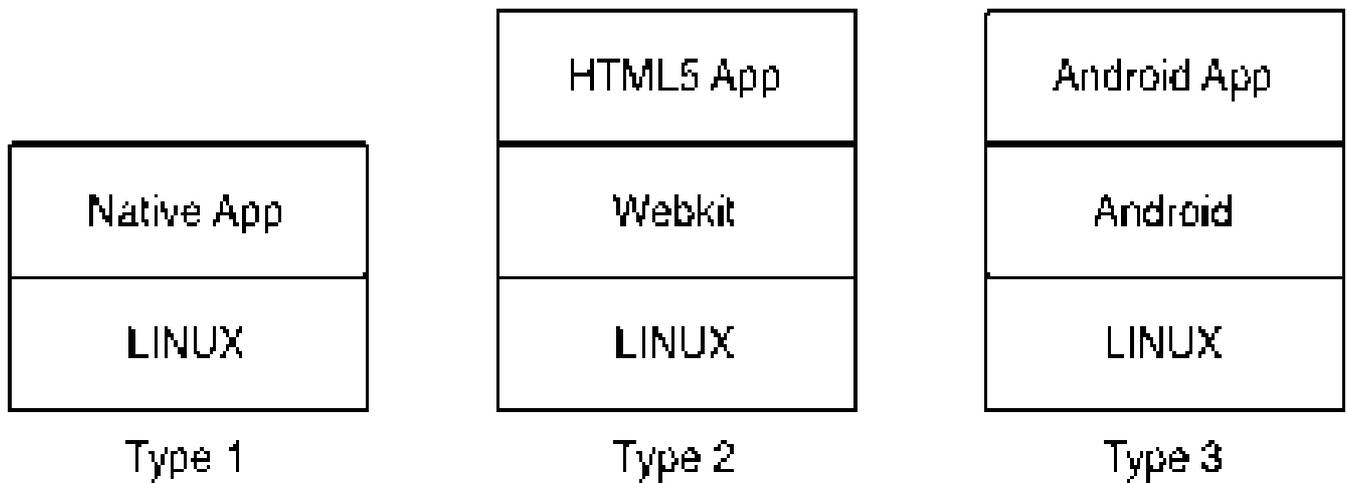


表2 . アンケート用紙

<sup>ひょうじき</sup>  
LED表示機についてお聞きします

チェック (  ) してください。

また、( )の中には、数字か文字を入れてください。

<sup>せいべつ</sup>  
性別            男                            女

<sup>しよぞく・ねんれい</sup>                            <sup>いっぱんらいこうしゃ</sup>                            <sup>ねんれい</sup>                            <sup>さい</sup>  
所属・年齢                            一般来校者                            年齢 (                            ) 歳

( 本校 )                            <sup>しょうがくぶ</sup>                            <sup>ちゅうがくぶ</sup>                            <sup>こうとうぶ</sup>  
   小学部                            中学部                            高等部・専攻科  
   学年 (                            ) 年生

<sup>ほちょうきりよう</sup>                                                                                                              
補聴器利用                            あり                            なし

<sup>ひょうじき</sup>  
LED表示器に気がつきましたか？

気づいた                            気づかなかった

<sup>ひょうじないよう</sup>  
表示内容はわかりましたか？

よくわかった                            だいたいわかった  
あまりわからなかった                            わからなかった

<sup>ひょうじき</sup>                            <sup>じょうほうでんたつ</sup>                            <sup>べんり</sup>  
LED表示器は、情報伝達に 便利だと感じましたか？

<sup>べんり</sup>                                                       <sup>い</sup>                            <sup>べんり</sup>  
便利                                                       どちらかと言えば便利  
あまり便利と感じない                            わからない

(以下の項目は、調査員が記載をお願いします)

文字の色についてお聞きします

- ( 1 )      表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑 )  
読みやすい                      読みにくい
- ( 2 )      表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤 )  
読みやすい                      読みにくい
- ( 3 )      表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑 )  
読みやすい                      読みにくい
- ( 4 )      表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤 )  
読みやすい                      読みにくい

## 文字の速度について伺います

- ( 5 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑, 低速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 6 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤, 低速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 7 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑, 高速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 8 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤, 高速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 9 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑, 低速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 10 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤, 低速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 11 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑, 高速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 12 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤, 高速 )  
読みやすい 読みにくい

## 文字の出し方について伺います

- ( 1 3 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑, スクロール有 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 4 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤, スクロール有 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 5 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑, スクロール無 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 6 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤, スクロール無 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 7 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑, スクロール有 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 8 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤, スクロール有 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 9 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑, スクロール無 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 2 0 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤, スクロール無 )  
読みやすい 読みにくい

アンケートは、これで終了しゅうりょうです。どうもありがとうございました。

図5 . 従来のシステム (SMS) と新システム(Trial 1-4)の伝達速度比較

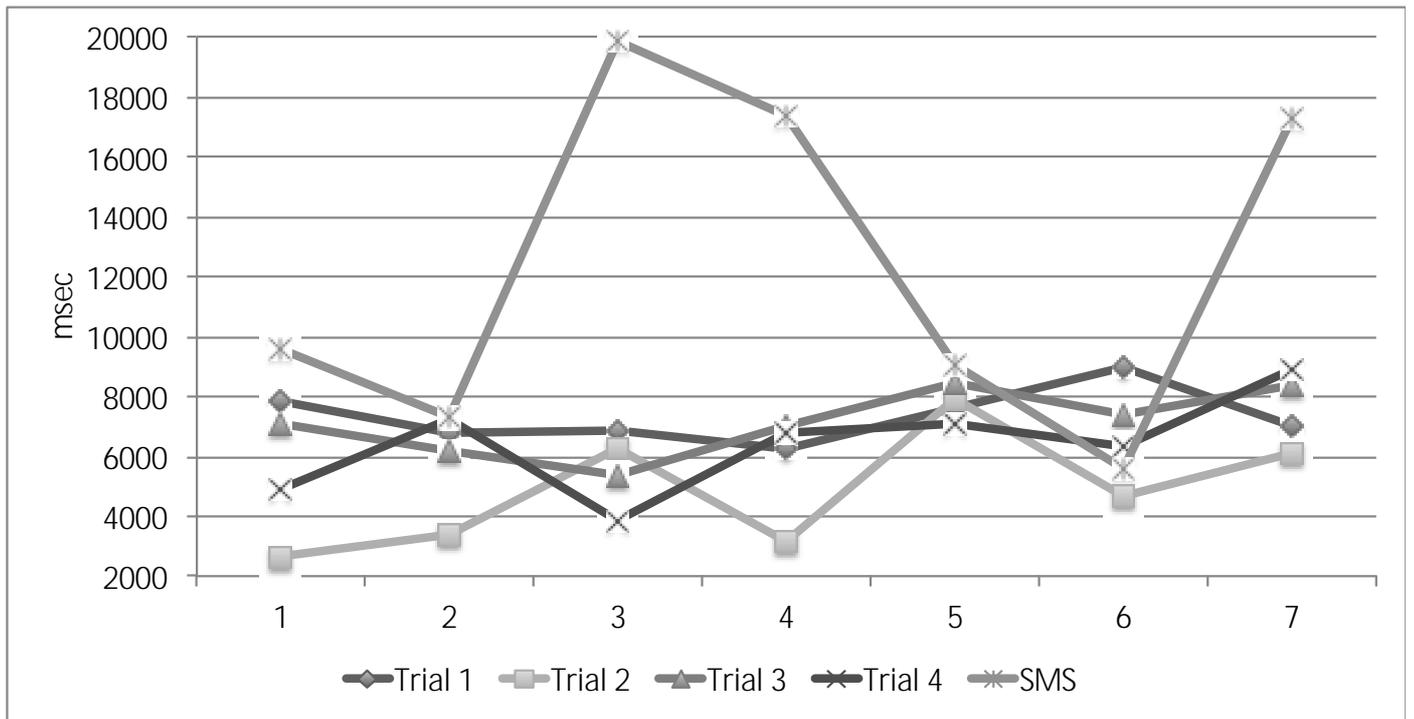


図6 . アンドロイド端末のバージョン差 . 従来のシステム (Android 2.2、2.3) と新システム (Android 4.0)の伝達速度比較

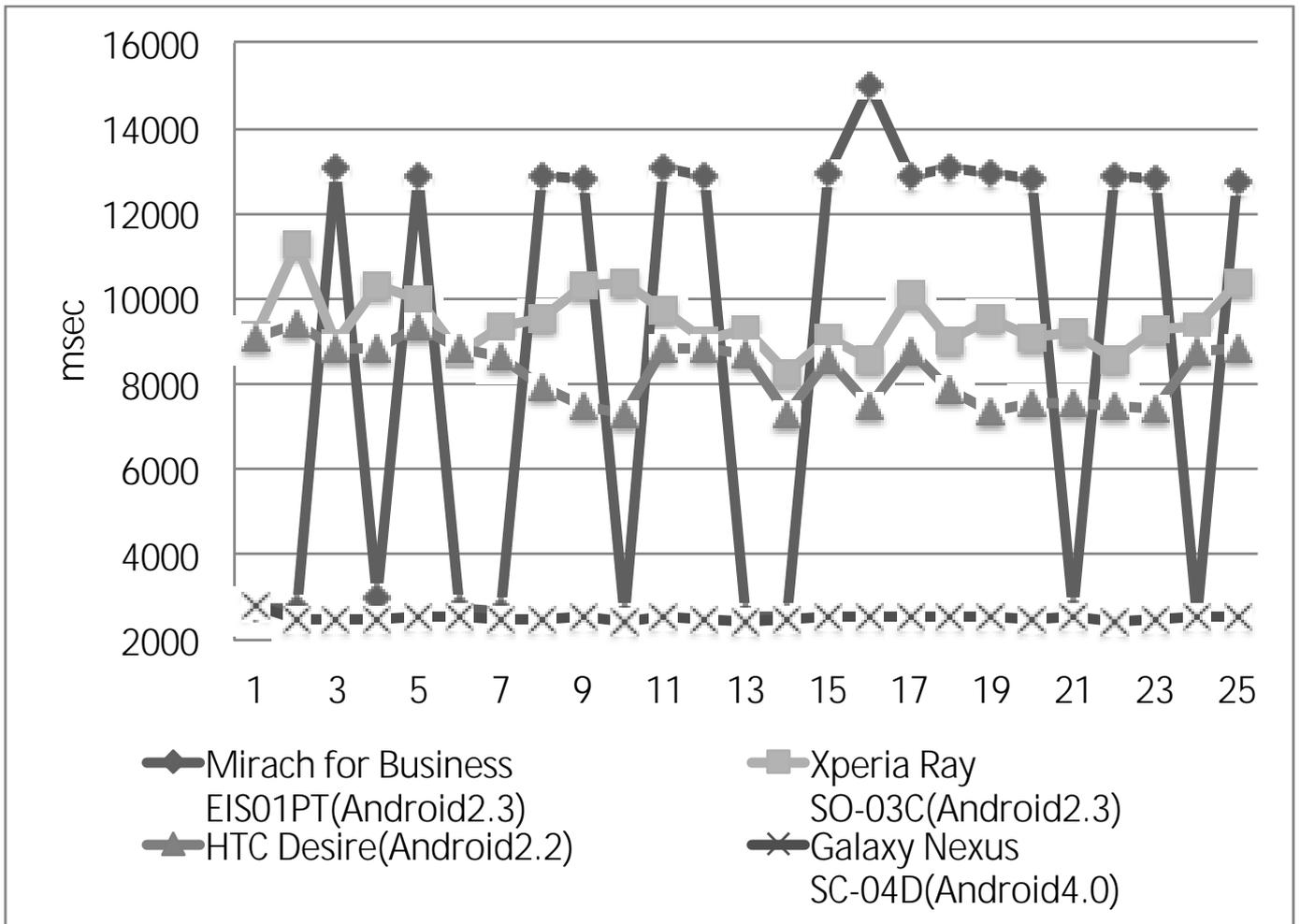


表3 . アンケート結果

	条件	読みやすい	読みにくい	
(2) 文字の色	10m 緑	92 (84.4%)	17 (15.6%)	
	10m 赤	92 (84.4%)	17 (15.6%)	
	15m 緑	91 (84.4%)	18 (16.5%)	
	15m 赤	97 (89.0%)	12 (11.0%)	
(3) 文字の速度	10m 緑 低速スクロール	88 (80.7%)	21 (19.3%)	
	10m 赤 低速スクロール	94 (86.2%)	15 (13.9%)	
	10m 緑 高速スクロール	98 (90.0%)	11 (10.0%)	
	10m 赤 高速スクロール	95 (87.1%)	14 (12.9%)	
	15m 緑 低速スクロール	83 (76.1%)	26 (23.9%)	
	15m 赤 低速スクロール	82 (75.2%)	27 (24.8%)	
	<b>15m 緑 高速スクロール</b>	<b>100 (91.7%)</b>	<b>9 (8.3%)</b>	
	15m 赤 高速スクロール	99 (90.8%)	10 (9.2%)	
	(4) 文字の出し方	10m 緑 スクロール有	81 (74.3%)	28 (25.7%)
		10m 赤 スクロール有	91 (83.5%)	18 (16.5%)
10m 緑 スクロール無		72 (66.0%)	37 (34.0%)	
10m 赤 スクロール無		73 (66.9%)	36 (33.1%)	
15m 緑 スクロール有		91 (83.5%)	18 (16.5%)	
15m 赤 スクロール有		89 (81.7%)	20 (18.3%)	
15m 緑 スクロール無		76 (69.7%)	33 (30.3%)	
15m 赤 スクロール無		77 (70.6%)	32 (29.4%)	

図 7 . 聴覚障害災害時要援護者支援情報機器運用実際模式図

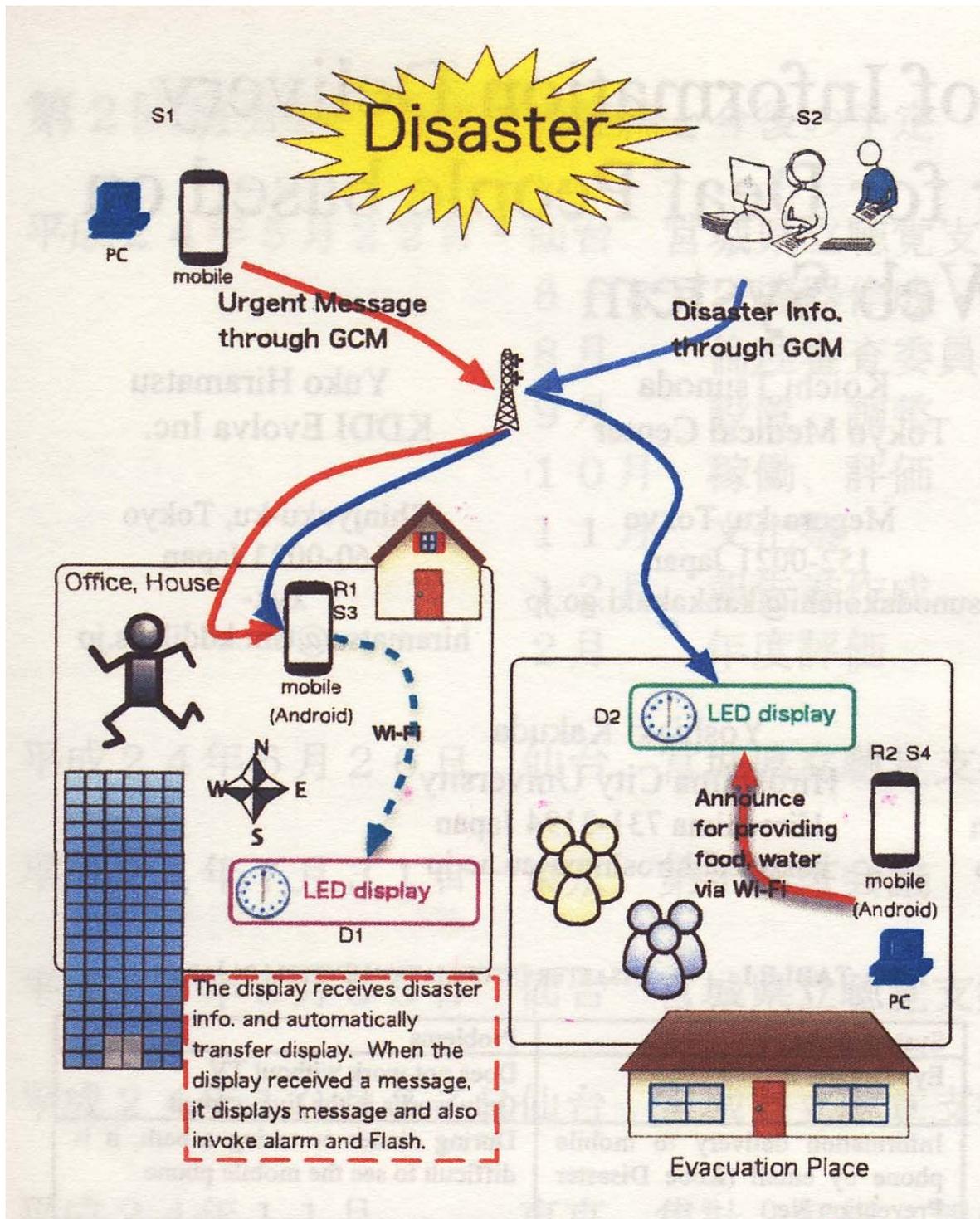


表4 . 赤の高速表示の部分で聴覚障害者の視覚認知度が有意に上昇する。

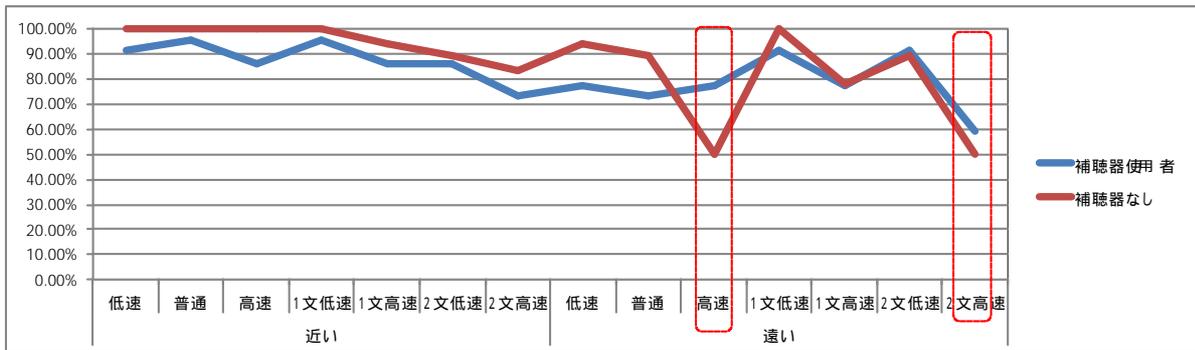


図 8 . CPUをRaspberry pieに変更したBLEボード .



図9 . 宮城県立聴覚支援学校に設置したフラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ



図10．電光表示装置大型機．表示の距離と色を変え、視認性のアンケート調査を実施した．



図11．実証実験状況写真．



図12 . 実証実験状況写真 .



図13．実証実験状況写真．



図14．実証実験状況写真．



図15．実証実験状況写真．



図16．実証実験状況写真．



図17．BLEビーコンに反応する表示器．



図18 . BLEビーコンに反応する表示器 .

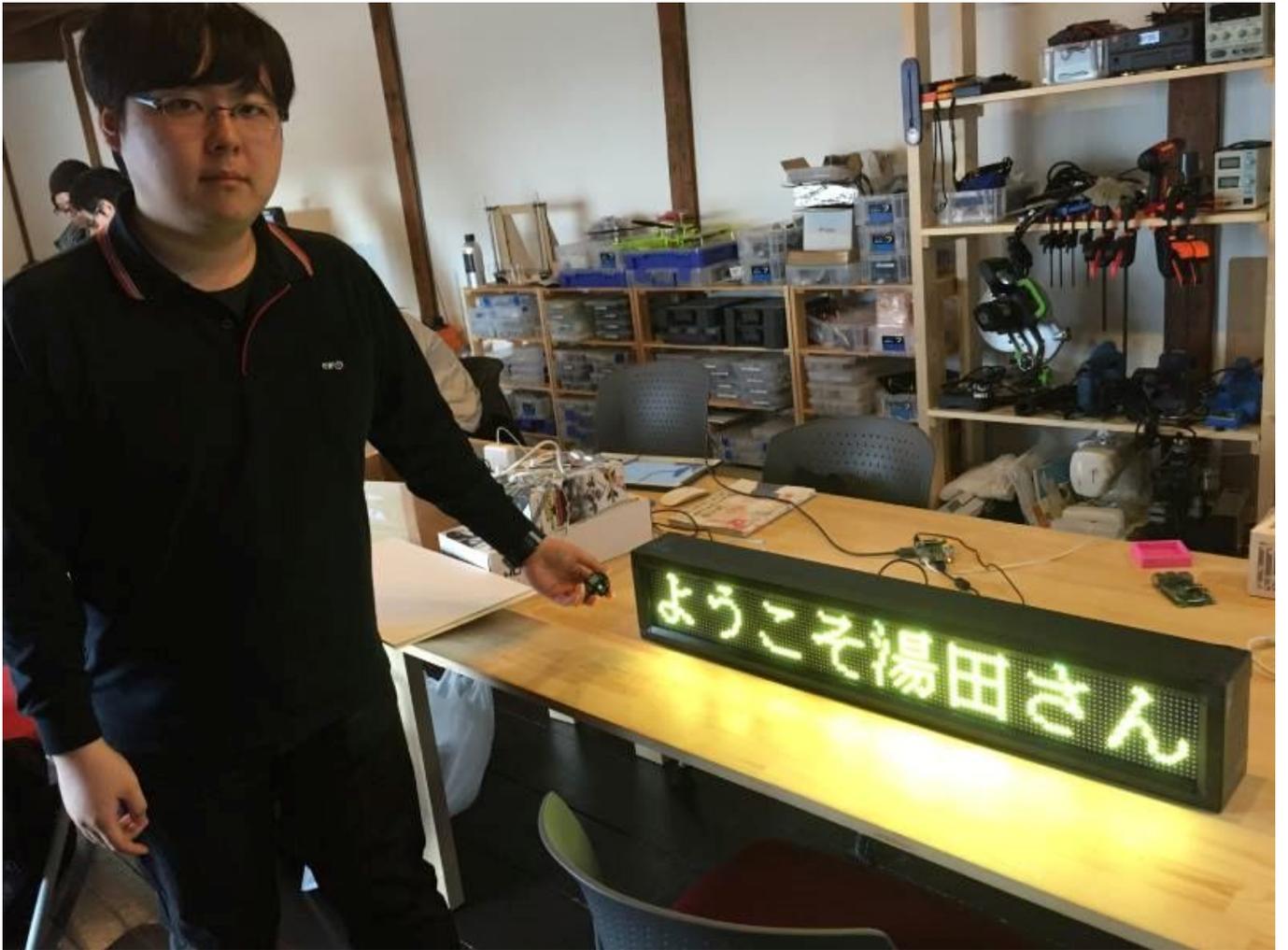


图19. 表示速度普通、内容：災害情報

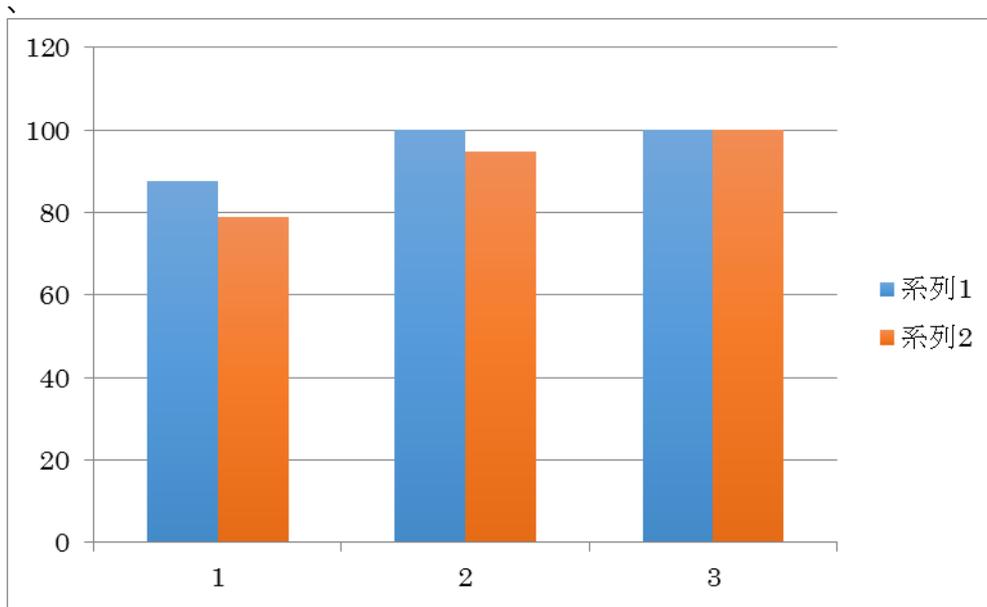


图20 . 表示速度普通、内容：8 桁数字

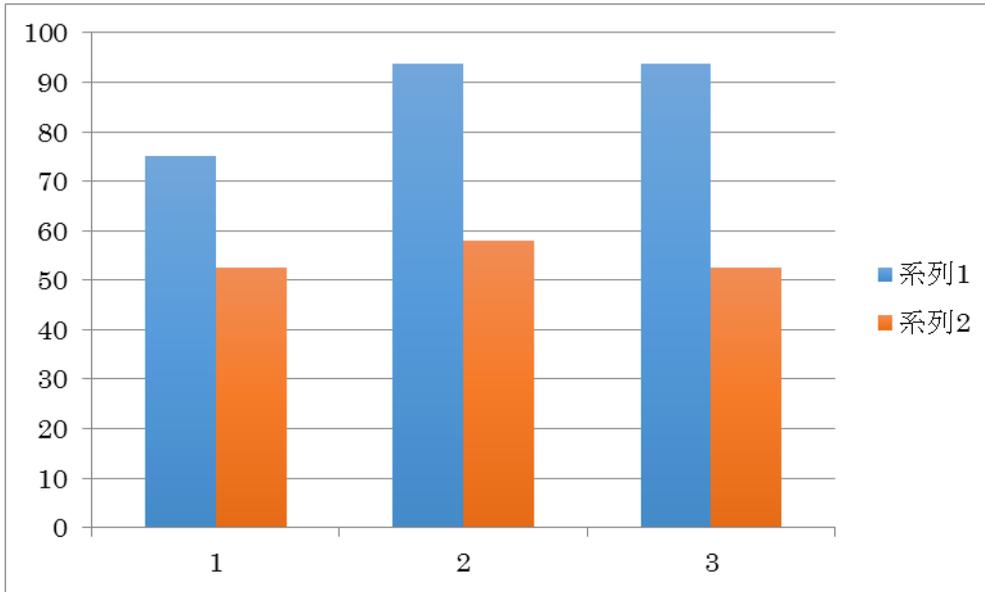


图21 . 高速表示速度、内容：災害情報

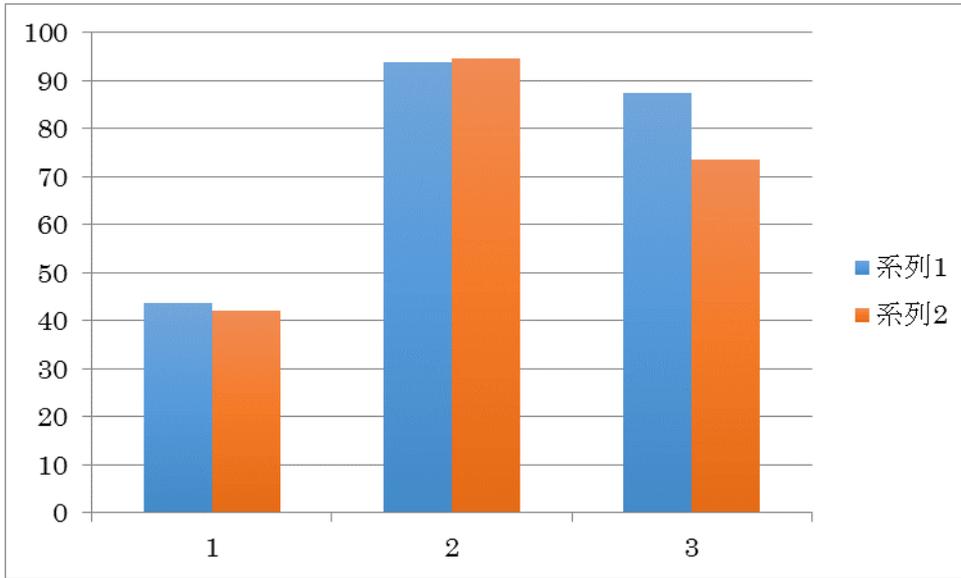
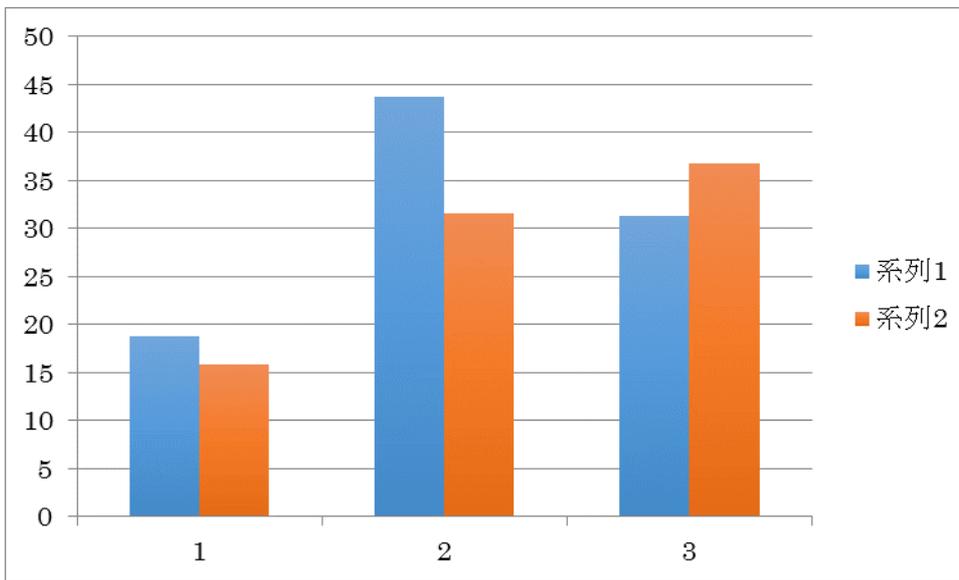
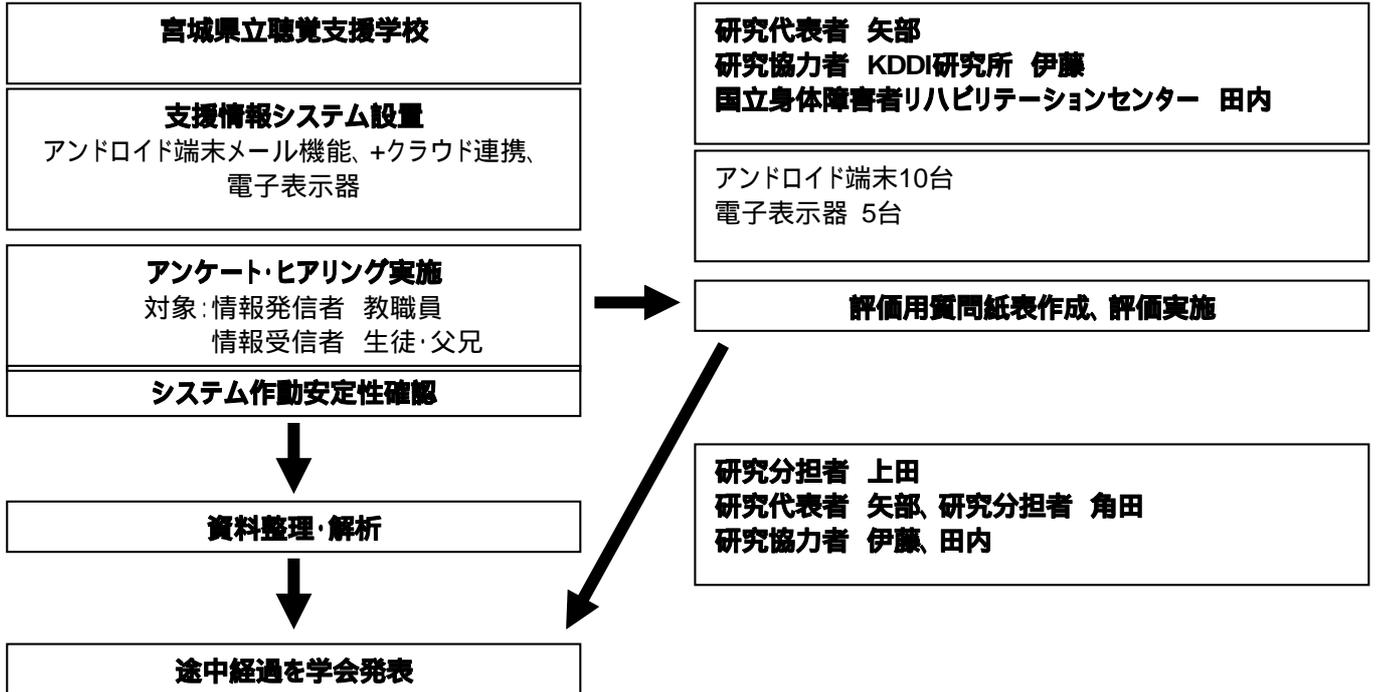


图22 . 高速表示速度、内容：8 桁数字

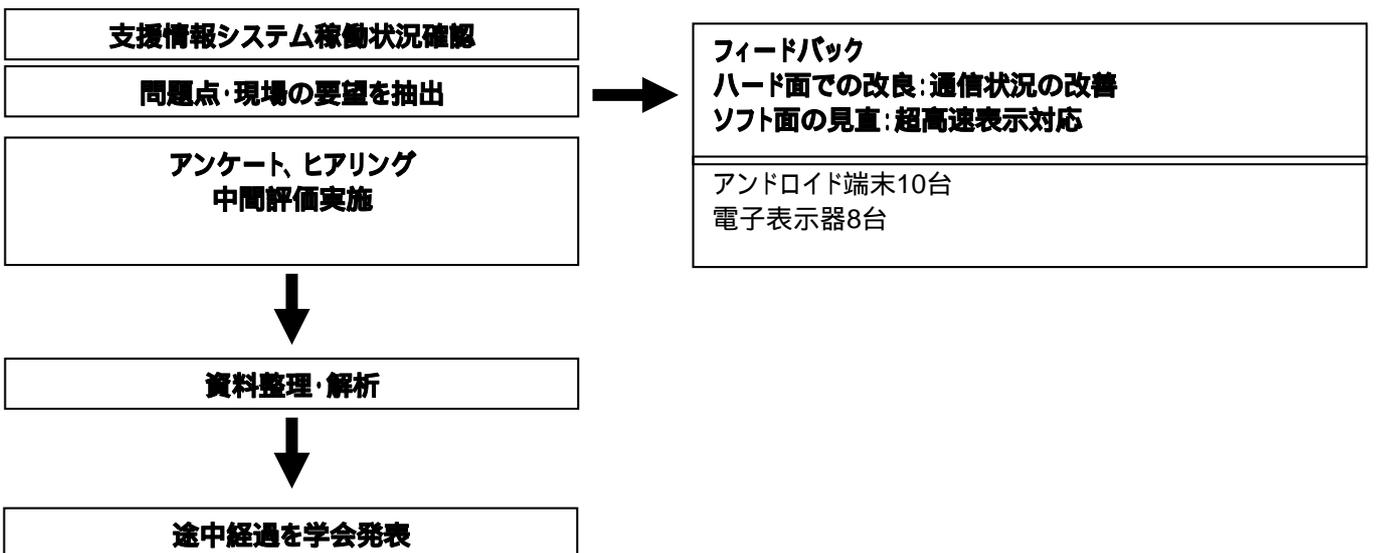


## 研究全体の具体的なロードマップ

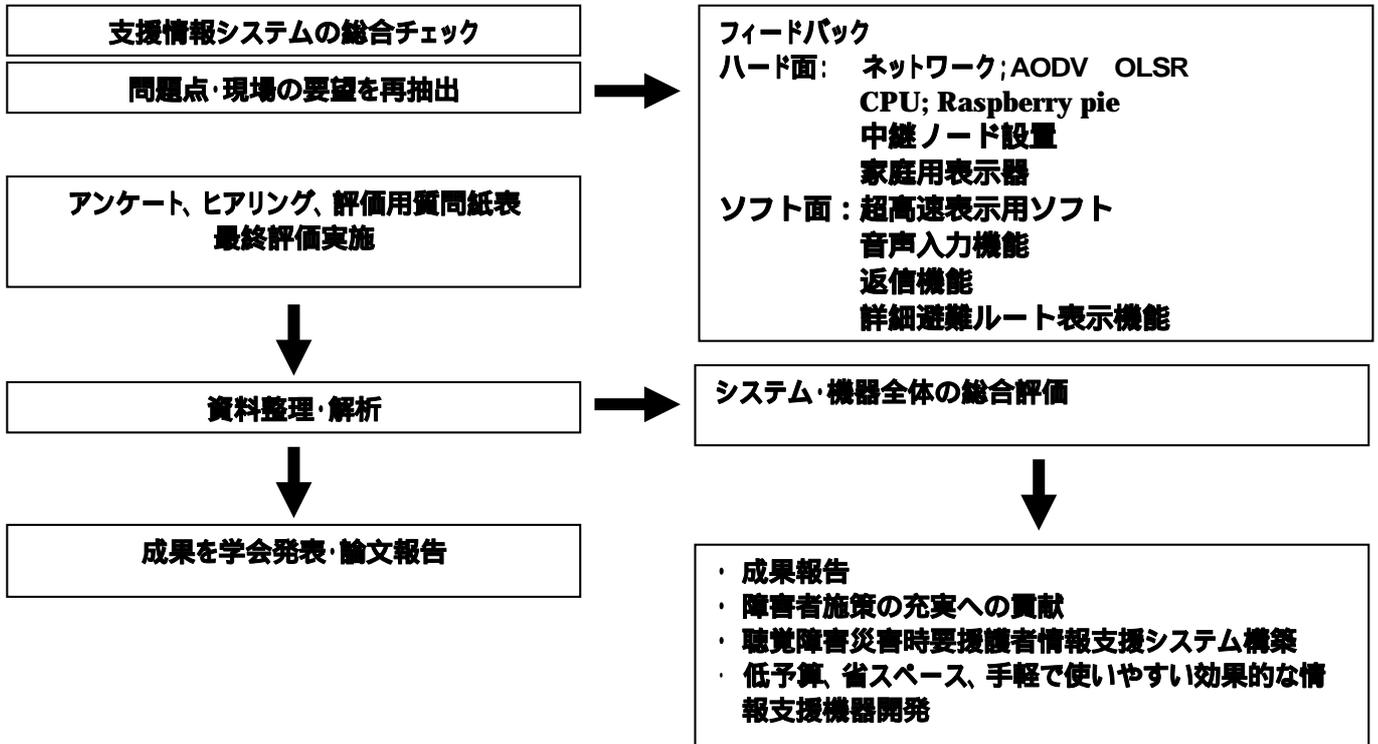
### 平成24年度 システム設置、作動確認、初期評価



### 平成25年度 問題点・現場の要望を抽出、中間評価



**平成26年度 最終評価、システム・機器の機能向上と完成、報告**



## . 研究成果の刊行に関する一覧表

### 25年度(2年目)

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
矢部多加夫	聴覚障害災害時要援護者支援情報機器評価(5)	日本集団災害医学会誌	18	219	2013
A Ito	Information delivery system for deaf people at a large disaster as web based embedded system	The Fifth International Workshop on Ad Hoc, Sensor and P2P Networks (AHSP2013)		422-428	2013
A Ito	Evaluation of an information delivery system for hearing impairments at a school for deaf	15 <sup>th</sup> International Conference on human-computer interaction		21-26	2013
T Yabe	Development research of communication systems for the deaf people in a major disaster	AAO-HNSF Annual meeting & Oto Expo 2013			2013
矢部多加夫	聴覚障害災害時要援護者支援情報システム	第58回日本聴覚医学会	56	375-376	2013

### 26年度(3年目)

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
矢部多加夫	聴覚障害災害時要援護者支援情報機器評価(6)	日本集団災害医学会誌	19	219	2014
矢部多加夫	耳鼻咽喉科領域における感覚代行の臨床応用	第10回信越耳鼻咽喉科セミナー		422-428	2014
T Yabe	Novel Communication Systems for the Deaf People in a Major Disaster.	13 <sup>th</sup> International Conference on Cochlear Implants and other implantable auditory technologies		21-26	2014
矢部 多加夫	厚生労働科学研究費補助金 障害対策総合研究事業 災害時の聴覚障害者情報支援システム開発研究 平成25年度 総括研究報告書				2014

## **. 研究成果の刊行物・別刷**

1. 矢部多加夫、原口義座、友保洋三、他：鳥取西部地震における聴覚障害災害時要援護者の調査研究；日本集団災害医学会誌、12, 214-219, 2007
2. 矢部多加夫、原口義座、友保洋三、他：阪神淡路大震災における聴覚障害災害時要援護者の調査研究；日本集団災害医学会誌、14, 75-81, 2009
3. Atsushi Ito, Takao Yabe, Koichi Tsunoda, et al.: Performance evaluation of information delivery system in a major disaster for deaf people based on embedded web system.; AHSP2013 2013. 3. 6-8
4. Atsushi Ito, Takao Yabe, Koichi Tsunoda, et al.: A study of optimization of IDDD (Information Delivery System for Deaf people in a major Disaster); ASON 2014 2014. 3. 6-8
5. Atsushi Ito, Takao Yabe, Koichi Tsunoda, et al.: Evaluation of an information delivery system for hearing impairments at a school for deaf. HCII 2014 2014.7
6. 矢部多加夫、角田晃一：聴覚障害災害時要援護者支援情報システム．第58回日本聴覚医学会誌56: 375-376, 2013

**5 . 研究成果による特許権等の知的財産権の出願・登録状況：特になし。**

厚生労働科学研究費補助金総合研究報告書

平成 27年 3月 20日

厚生労働大臣 塩崎 恭久 殿

住 所 東京都文京区小石川5-4-10-101

研究者氏名 ヤベタカオ  
矢部多加夫 印  
(所属研究機関 独立行政法人国立病院機構  
東京医療センター臨床研究センター)

平成24年度から実施した厚生労働科学研究費補助金(障害者対策総合研究事業(障害者政策総合研究事業(感覚器障害分野)))に係る研究事業を完了したので、次のとおり報告する。

研究課題名(課題番号) : 聴覚障害災害時要援護者支援情報システム開発研究(H24-感覚-一般-001)

国庫補助金精算所要額 : 金28,953,000円也(研究期間の総額を記載すること。)  
(うち間接経費 6,666,000円)

- 1 厚生労働科学研究費補助金総合研究報告書表紙
- 2 厚生労働科学研究費補助金総合研究報告書目次
- 3 厚生労働科学研究費補助金総合研究報告書
- 4 研究成果の刊行に関する一覧表
- 5 研究成果による特許権等の知的財産権の出願・登録状況

**厚生労働科学研究費補助金**

**障害対策総合研究事業**

**聴覚障害災害時要援護者支援情報システム開発研究**

**平成24年度～平成26年度 総合研究報告書**

**研究代表者 矢部 多加夫**

**平成27年(2015年)4月**

## 目次

### . 総合研究報告書

聴覚障害災害時要援護者支援情報システム開発研究

矢部多加夫、伊藤篤、角田晃一

### . 研究成果の刊行に関する一覧表

### . 研究成果の刊行物・別刷

## ・ 総合研究報告書

総合研究報告書

聴覚障害災害時要援護者支援情報システム開発研究

主任研究者：矢部 多加夫

独立行政法人国立病院機構東京医療センター臨床研究センター 研究員

東京都立広尾病院耳鼻咽喉科 部長

研究要旨：災害時に各種の身体的障害、コミュニケーション障害により十分な被災情報、物的支援が得られず、生命、身体及び財産に損害を被る可能性が高い、災害時要援護者(Children、Handicapped、Elderly people、Chronically ill、Tourists、CHECT) 特に聴覚障害災害時要援護者支援情報機器の開発、実地応用調査研究(3年目)を行った。

平成24年度(1年目)：

難聴の程度にかかわらず聴覚障害者にとっては視覚情報が決定的に重要で、発災時の避難情報と避難所での生活情報が特に必要な情報であるとの調査結果に基づき、電光表示装置5台、アンドロイド携帯端末機器10台から成るクラウドコンピューティングを利用した支援情報機器を開発した。東日本大震災被災地である宮城県立聴覚支援学校を対象研究施設にし実証実験とアンケート・ヒアリングを行った。対象は109名で評価は良好であった。システム自体の運用は可能だったが、通信状況、使い勝手に問題が残った。

平成25年度(2年目)：

表示装置3台を追加、計8台にて前年度の課題であった通信状況の改善を目的に電光表示装置ソフトを改良したシステムを設置、アンケート調査を行い、解析を行った。通信状況は格段に改善、操作方法についても音声入力、返信機能を追加、良好な評価を得た。アンケートは聴覚障害者の視覚情報視認性に焦点を置き40名を対象に実施したが、前年度と合わせると159名になるが、健聴者に比べ超高速表示で視認性が向上するという結果が得られた。

平成26年度(3年目)：

25年度のシステム稼働状況を点検、問題点・現場の要望を抽出し、ハード面での改良、機器修理、機器の追加、ソフト面での見直し作業を通じてフィードバックした。アンドロイド端末12台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ11台から構成される支援情報システムを開発し、宮城県立聴覚支援学校に設置、試験稼働を開始した。WiFiメール機能の出力向上に加えて中継ノードを設置した結果、階段を隔てた多数階間の通信も可能になった。システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry piに変更、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、人を認識して名前を表示する機能Active Display機能を追加した。距離、速度と表示内容の関係を調査した結果、日本語もしくは災害情報に関する言葉に関しては遠距離、高速という条件では聴覚障害者の正解率が若干高いものの、ランダムな数字列に関しては健聴者の正解率が圧倒的に高かった。言語習得における抽象概念習得の経緯差が推測された。

以上の結果より平成24年から3年間の結果からは難聴者・健聴者双方から本支援情報システムの評価は高く、また表示様式の視認性にも一定の傾向が見られた。結果を基に情報通信のハード面の機能強化、ソフト面での視認性改善が必要であると考えられた。

情報受信者・情報発信者からの再評価とシステム全体の総合評価からは、概ね当初予定した機器とシステムの完成は得られたと考えられる。研究終了時の撤去作業を行い、学会発表、論文作成を行った。障害者施策の充実に貢献する機器・システムを社会に問う。

## 分担研究者氏名・所属機関名および所属機関における役職名

伊藤 篤 宇都宮大学情報工学科教授

角田 晃一 独立行政法人国立病院機構東京医療センター人工臓器機器開発研究部 部長

### A．研究目的

災害時に各種の身体的障害、コミュニケーション障害により十分な被災情報、物的支援が得られず、生命、身体及び財産に損害を被る可能性が高い、災害時要援護者（Children、Handicapped、Elderly people、Chronically ill、Tourists、CHECT）の中で、申請者が十数年の調査研究、開発研究を通して多くの知見を有する聴覚障害災害時要援護者を対象に支援情報機器の長期実証実験を行った。

聴覚障害災害時要援護者の災害時の不利益についての調査記録は少なく、研究代表者の矢部が2004年より鳥取西部地震、阪神淡路大震災の事例について調査報告した論文（日本集団災害医学会誌 12: 214-219, 2007、14: 75-81, 2009、巻末資料）のみである。調査結果の要点は、難聴の程度にかかわらず聴覚障害者にとっては視覚情報が決定的に重要で、特に必要な情報は被災時の避難情報と避難所での生活情報であった。これらの知見に基づき、携帯端末機器を利用した電光表示装置による聴覚障害災害時要援護者支援情報機器を開発、公共施設での短期使用研究を行い、結果を発表してきた（第14、15、16回日本集団災害医学会総会）。

東日本大震災発災後、厚生労働省社会援護局障害保健福祉部を介した社団法人宮城県聾唖協会からの機器貸与の申し出により、社団法人宮城県聾唖協会に中型機を2台、宮城県立聴覚支援学校に大型機1台、中型機1台を貸与、2011年5月から稼働を開始した。機器に対する評価は良好で、発災時以外の通常使用時の機能についても評価が高く、後者の施設からは長期使用による機器の有効性、新たな活用に関する実証調査協力の申し出があった。従来の実証研究は短期、少数台機器のため十分な評価に至らなかったが、本研究の目的は被災地聴覚支援学校での長期間多数台機器による複合的な機能についての実証を行い、機器とシステム全体の見直しと改善に結びつけて聴覚障害者自立支援選択肢の一つとして社会への還元を目指すものである。

本システムは、アンドロイド端末のメール機能を使用してクラウド連携、アドホックネットワークを構築し表示器に表示するもので、大規模な取り付け作業無しで手軽に即時に多くの人々に情報発信できる点が独創的で国際的にも類を見ないものである。設置状況と質問紙表アンケートによる評価、ヒアリング結果をハードとソフト面にフィードバックし、さらにシステム全体の総合評価を行い、機器とシステムの向上・完成を目指す事を目的とする。

24年度（1年目）には、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ5台、アンドロイド携帯端末機器10台から成るクラウドコンピューティングを利用した支援情報機器を開発した。東日本大震災被災地である宮城県立聴覚支援学校を対象研究施設にし実証実験とアンケート・ヒアリングを行った。対象は109名で評価は良好であった。システム自体の運用は可能だったが、通信状況、使い勝手に問題が残った。

25年度（2年目）は、表示装置3台を追加、計8台にて前年度の課題であった通信状況の改善を目的に電光表示装置ソフトを改良したシステムを設置、アンケート調査を行い、解析を行った。現在システムの運用は聴覚支援学校のみに限局してしているが、将来的には災害情報、避難情報、避難所における一連の情報を有機的に伝達する方策が課題として残った。

26年度（3年目）は表示装置3台を追加、計11台にて前年度の課題であった通信状況の改善を目的に電光表示装置ソフトを改良した電光表示ソフトをさらに改善、聴覚障害者の要望に答えた

超高速表示の実現、アドホックネットワーク機動性向上を目的にネットワークプロトコルを従来のAODVからOLSRに変更、システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry pieに変更、音声認識を利用した音声入力機能の改善・情報受信確認の返信機能充実・通信状況向上のために中継ノード設置・家庭用表示器機能を追加検討した。

## B. 研究方法

### 24年度(1年目)

聴覚障害災害時要援護者支援情報機器として開発した、アンドロイド端末(Android 4.0)、Linux オペレーティングシステム、Java Scriptアプリケーション、IP (Google Cloud Messaging) による広範囲ネットワーク、WiFi (IEEE 802.11n)通信、3色LED表示ディスプレイから構成される支援情報機器新システムを宮城県立聴覚支援学校に設置、稼働を開始した。

聴覚障害災害時要援護者支援情報システムは、アンドロイド端末(災害避難情報発信者用)、WiFiメール機能、グーグルクラウド、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ(情報受信者用)から構成される。1に構成図、2に現地に設置した視覚情報表示ディスプレイを示す。

3に新システムブロック図、表1に従来のシステムと新システムとの比較を、4に従来のシステム(Type 1)と新システム(Type 2)のソフトウェア構成比較を示した。

実証試験・アンケート評価は、平成24年8月 - 平成25年3月、平成25年5月 - 平成26年3月、平成26年5月 - 平成27年3月、宮城県立聴覚支援学校(宮城県仙台市太白区八本松7 - 29)で実施した。実施者は、研究責任者矢部多加夫、研究分担者角田晃一、研究協力者KDDI研究所伊藤篤氏、宮城県立聴覚支援学校及び教諭小暮出氏を中心に、視覚情報表示ディスプレイ制作担当株式会社GClue佐々木氏、東北大学付属看護学校学生諸氏、宮城県立聴覚障害者支援団体手話通訳の方々の協力を得て行われた。

24年度の支援情報システム評価のアンケート、ヒアリングは、対象計109名、聴覚障害者75名(平均年齢15歳、女性31名、男性44名)、対照健聴者34名(平均年齢31歳、女性12名、男性22名)で行った。アンケート内容は、表2に示すように、1) LED表示機器について、2) 表示文字の色による読みやすさ、3) 表示文字の速度による読みやすさ、4) 表示文字の出し方による読みやすさ、の4項目である。LED表示機器は、校内各所に設置して定型緊急避難情報をスクロール表示し、認知の程度について質問した。表示文字の色は赤と緑の2色を提示し、LED表示機器までの距離を10m、15mの二通りに設定して読みやすさを尋ねた。表示文字の速度は文字色と距離、スクロール速度の3つの要素を組み合わせ設定し試験を行い、最後にスクロールした文字表示と静止文字表示の読みやすさについて調査した。

### 平成25年度(2年目)

従来のコンピューター利用は、ユーザーが装置と各種ソフトを自身で保有管理していたのに対し、クラウドコンピューティングでは最低限の接続環境のみを用意しインターネット上で各種ソフトを利用して作業を進める。本システムの場合、従来の方法では各種の情報をとりまとめて発信する大型サーバを設置しなければならず、維持管理に伴うコストは地域・対象限定型の小さなネットワークには負担が大きく、見合わないものであった。グーグルクラウドは初期登録以外は無料で使用でき、接続ネットワーク、情報表示のみを準備することにより対象が限定された本システムのような事例でもサーバ機能を利用することで情報配信ネットワークの構築が可能である。情報保守、個人情報保護、各種ウイルス感染に対する防御も保証されている。アンドロイド端末は支援学校教諭、難聴支援団体が保持し非常時、あるいは平常時の通信時に送信する。発災使用時の機会は限られており、システム運用を維持する上でも平常時使用の送信コンテンツを考慮する必要がある。1年目での通信機能、多数階間の通信、通信内容は十分ではなかったため改良を試みた。

2年目の実証試験・アンケート評価は、平成25年5月 - 平成26年3月、宮城県立聴覚支援学校（宮城県仙台市太白区八本松7 - 29）で実施した。実施者は、研究責任者矢部多加夫、研究分担者角田晃一、研究協力者KDDI研究所伊藤篤氏、宮城県立聴覚支援学校及び教諭小暮出氏を中心に、視覚情報表示ディスプレイ制作担当株式会社GClue佐々木氏、東北大学付属看護学校学生諸氏、宮城県立聴覚障害者支援団体手話通訳の方々の協力を得て行われた。2年目の対象は聴覚障害者に絞り40とし、前年度と合わせると名計159名であった。アンケート内容、評価項目は前年度同様、1) LED表示機器について、2) 表示文字の色、3) 表示文字の速度、4) 表示文字の出し方の4項目であった。合わせて本システムに関するコメント、情報発信者側からのシステムの使い勝手のヒアリングを行った。合わせて本システムに関するコメント、情報発信者側からのシステムの使い勝手のヒアリングを行った。

#### 平成26年度（3年目）

アンドロイド端末12台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ11台から構成される支援情報システムを宮城県立聴覚支援学校に設置、試験稼働を開始した。階段を隔てた多数階間の通信、超高速表示、現場の一時的なアドホックネットワークの機動性向上、システム全体の価格を抑えるためにCPU変更、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、人を認識して名前を表示する機能Active Displayについて検討した。

実証試験・アンケート評価は、従来同様、宮城県立聴覚支援学校で実施した。3年目の対象は聴覚障害者19名、対象健聴者16名（女性13名、男性22名、平均年齢28歳）とし、3年合わせて計194名であった。

（倫理面への配慮）

LED表示機器表示文字認識のタスクは負担が少なく、短時間で終了するものであるが、試験に先立って十分な説明を行い、同意を得た上で実施した。高度聴覚障害被検者の場合には、手話通訳者が同席し十分な説明を行った。得られた匿名化アンケート結果は集計し、聴覚障害の有無、年齢などの因子をふまえて解析した。

### C. 研究結果

#### 24年度（1年目）

当初採用規格であったBluetoothではアンドロイド端末 - 視覚情報表示ディスプレイ間の通信は十分ではなかったが、WiFiメール機能への変更により改善された。また建物の多数階間の通信では十分に到達しないことがあったが、WiFiメール機能の規格を強化することで問題は解決された。

従来システムは、オペレーティングシステム：Linux、アプリケーション：Native（C言語）、LED表示：2色LED、広範囲ネットワーク（WAN）：SMS、端末 - 表示ディスプレイ間通信：Bluetoothであるのに対し、新システムではそれぞれ、Linux、JavaScript、3色LED、IP（Google Cloud Messaging）、WiFi（IEEE 802.11n）に変更した。LEDの仕様は、表示部分サイズ：976mmX122mm、ドット数：128ドットX16ドット、色数：RGB、コントローラー：C-Power 5200、内蔵CPU：Beagle Bone、電源：100V-1A、内蔵WiFi：100Mbpsである。

伝達速度は旧システムが平均12000msecで、6000msecから20000msecと幅があり安定しないのに対し、新システムでは平均5000msec（2500msec - 9000msec）とより高速で安定していた（）。またアンドロイド端末のバージョン差の検討では、新システムアンドロイド端末採用のAndroid4.0（Ice cream sandwich）は、Android2.2（Froyo）、Android2.3（Ginger bread）が平均約9000msecであるのに対し約2500msecと高速で安定していた（）。聴覚障害災害時要援護者支援情報機器運用実際模式図をに示す。

聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システム実証試験・アンケート評価（）。結果は、1) 女性51名、男性58名、一般来校者54名、小学部11名、中学部19名、高等部・専攻科25名、補

聴器利用有り75名、なし75名、LED表示認知96名(88%)、表示内容理解(86%)、LED表示器利便性(92%)。2)色の読みやすい条件:15m赤>10m赤>10m緑>15m緑。3)読みやすい文字速度は15m緑・高速が、4)読みやすい文字の出し方は15m緑・スクロール有が高評価であった。全体の結果としては、スクロールは有った方が良く、文字速度は高速の方が読みやすいが、文字色による差はなかった。聴覚障害者群では条件による差はなかったが、全体、聴覚障害者群ともに最も読みやすい条件は15m緑・高速であった。

LED表示認知(88%)、内容理解(86%)、利便性評価(92%)といずれも高値で、支援情報機器新システムに対する評価は高かった。LED表示条件としては今回の検討からは15m緑・高速スクロールの条件が高い視認性を示した。

## 平成25年度(2年目)

当初採用規格であったBluetoothではアンドロイド端末-視覚情報表示ディスプレイ間の通信は十分ではなかったが、WiFiメール機能への変更により改善された。また建物の多数階間の通信では十分に到達しないことがあったが、WiFiメール機能の規格を強化し、内臓CPUと回路を改良新規開発した追加フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイを使用することで問題は解決された。通信内容は試験稼働時には限られた発災・避難定型文であったが、その後平常時通信内容も追加した。

通信状況は格段に改善、操作方法についても音声入力、返信機能を追加、良好な評価を得た。アンケートは聴覚障害者の視覚情報視認性に焦点を置き40名を対象に実施したが、前年度と合わせると159名になるが、健聴者に比べ超高速表示で視認性が向上するという結果が得られた(表4)。これは聴覚障害者では残された視覚情報認知、おそらく動体視力認知機能と合わせた優位性が反映された結果と推察される。

## 平成26年度(3年目)

当初採用規格であったBluetoothではアンドロイド端末-視覚情報表示ディスプレイ間の通信は十分ではなかったが、昨年のWiFiメール機能の出力向上に加えて中継ノードを設置した結果、階段を隔てた多数階間の通信も可能になった。電光表示ソフトをさらに改善、視覚情報の高速表示が見やすいとする聴覚障害者の要望に答えた、毎秒20文字の超高速表示を実現した。ただ、これ以上の高速化では、健聴者が判読できないので実際の利用は難しいと思われた。現場の一時的なアドホックネットワークの機動性向上を目的にネットワークプロトコルを従来のAODVからOLSRに変更し評価したが、良好な結果が得られた。また、OLSRをNode.jsに実装し、色々なディスプレイで利用ができるようにした。システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry piに変更した(図8)。音声認識を利用した音声入力機能の改善:スマートフォンアプリを改修し、使い勝手の向上を図った。担当教員からも、使いやすくなったとの評価があった。図9-16に設置された新型ディスプレイと実証実験の状況を示す。情報受信確認の返信機能充実:返信用ボタンを設置した。家庭においても情報を受信できる家庭用表示器:家庭や寄宿舎におけるコミュニケーションの向上のため、人を認識して名前を表示する機能Active Displayを付け加えた。これまで評価試験を行ってきた表示機は、外から与えられた情報を表示するだけのものではあったが、今年度は、それに状況認識の機能を追加した。特に、聴覚支援学校に付属する寄宿舎などでの利用を念頭に、以下の機能を実装した。表示機に、BLEビーコンをキャッチする機能を実装する。この機能は、移植性を高めるため、node.jsの上に構築される。生徒は、BLEビーコンを常に携帯する。寄宿舎に帰った時、ビーコンに反応し帰ってきた生徒の名前、簡単な挨拶(お帰りなさい、など)を表示する(図17-18)。このような使い方をすることで、平常時の利用を効果的に行うことが可能となる。尚、現在、最終試験中であり、聴覚支援学校での評価試験は、今後の課題と考えられた。

平成 24 年度の評価試験では、距離と速度を変化させ、文字色として赤、緑、黄色を比較した結果、緑が読みやすいことが判明した。平成 25 年度の評価試験では、聴覚障害者は、高速・遠距離でも、表示データを読み取れる割合が、健聴者に比べて高いことが判明した。

3 年目は、評価試験の最終年として、距離、速度と表示内容の関係を調査した。距離は、これまでの 20m、10m の 2 パターンに加え、1m を設定した。この場合、表示機が大きくなりすぎ内容を読み取りにくいとため、LCD を利用した新しい表示機を試作し、利用した。尚、大きさは、距離と面積の比が近くなるようにした。また、表示内容は、「地震が発生しました。」などの災害情報に加え、「25378543」のような 8 桁の数字の列を利用した。平成 26 年 10 月 18 日に宮簞祭（宮城県立聴覚支援学校の学園祭）で行われた結果を示す。対象者は聴覚障害者 19 名、対象健聴者 16 名（女性 13 名、男性 22 名、平均年齢 28 歳）で、事前に十分説明、同意を得た上で実施した。尚、X 軸は距離（左から、20m、10m、1m）、系列 1 が健聴者、系列 2 が聴覚障害者を示している。

図 19 に表示速度は普通で、内容は災害情報の結果を示すが、わずかであるが、健聴者（青）の方が聴覚障害者（オレンジ）に比べ正解率が高い。表示速度普通で内容が 8 桁数字の場合には明らかに、健聴者の正解率が高かった（図 20）。高速表示速度・災害情報内容（図 21）ではわずかであるが、健聴者で正解率が高い。このグラフには無いが少しだけ間違えた者を含めると聴覚障害者で正解率が高くなり、25 年度にみられた聴覚障害者は高速・遠距離でも、表示データを読み取る割合が健聴者に比べて高い傾向が確認できた。高速表示速度・8 桁数字内容（図 22）では 20m、10m では健聴者の方が、近距離（1m）では聴覚障害者で正解率が高かった。

## D. 考察

### 24 年度（1年目）

我々の従来の方法では各種の情報をとりまとめて発信する大型サーバを設置し、管理しなければならず、維持管理に伴うコストは地域・対象限定型の小さなネットワークには負担が大きく、見合わないものであった（分担研究報告書 1・参照）。しかし、今回のクラウドコンピューティングを利用したシステムでは、接続ネットワーク、情報表示のみを準備することにより対象が限定された本事例の様な場合でもサーバ機能を利用することで情報配信ネットワークの構築が安価に大規模な取り付け工事なしに可能になった。機能面でもアンドロイド端末 - 視覚情報表示ディスプレイ間通信を Bluetooth から WiFi メール機能へ、また WiFi メール機能規格強化により安定した作動が確保された。今後の検討課題としては、ネットワークの安定化、学内ネットとの接続、操作性向上、視覚情報表示ディスプレイの大きさ（大型、中型、小型）の検討、視覚情報表示ディスプレイとアンドロイド端末の双方向通信の可能性について検討する。システム全体のコストの多くは表示ディスプレイとソフト開発にかかっており、需要、必要な機能をどこまで盛り込むか等の因子でシステム全体の価格が決まってくる。従って表示部分を必要最低限の機能に絞り込むことにより導入自治体の予算規模に応じた対応あるいは新興国向けの廉価版システム構築も可能と考えられる。そのためには各種の条件設定を試みて、最低限の機能を絞り込む課程が必要になるが、今年度は予算の制限で視覚情報表示ディスプレイとアンドロイド端末の機能に制約が生じ、表示文字の大きさ（10m、15m）、色（赤、緑）、文字スクロール（文字送り）の速さ表示が十分に行えなかった。アンケートでもその制約から結果的に有意差が明らかにならなかった項目があり、この点は次年度の検討課題にしたい。

難聴者・健聴者双方からの全体評価は LED 表示認知（88%）、内容理解（86%）、利便性評価（92%）と大変高く、本支援情報システムの有用性は十分に裏付けられた。また表示ディスプレイの視認性については、小中学生では差が無く、どの表示でも見やすいとする回答が多かったが、高校生以上では緑色の大きな表示文字で、高速スクロール表示が見やすいとする回答に一定の傾向が見られた。結果を基に情報通信のハード面の機能強化、ソフト面での視認性改善が必要であると考えられた。災害発生時の機動的迅速な活用のためには、平常時からの普段使いでシステム

操作に習熟しておく必要があり、このためにも災害避難情報以外の平常時情報コンテンツについて検討すべきと思われる。

評価は各種イベント時に、年4 - 5回を予定しており、またアンケート内容についても検討を加え、若干の変更を加え、評価結果を解析、システム改善にフィードバックする。年度ごとに表示ディスプレイとアンドロイド端末双方の台数を増やし、長期間多数台機器による複合的な機能評価と災害発生時以外の平常時情報通信コンテンツ検討に結びつける。

### 平成25年度(2年目)

WiFiメール機能規格強化により安定した作動が確保された。また内臓CPUと回路を改良新規開発した追加フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイの採用により、通信状況、視認性は向上した。電光表示ソフトをさらに改善、聴力障害者の要望に答えた超高速表示を実現する、現場の一時的なアドホックネットワークの機動性向上を目的にネットワークプロトコルを従来のAODVからOLSRに変更し評価する、システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry pieに変更する、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、通信状況向上のために中継ノード設置、家庭においても情報を受信できる家庭用表示器、詳細避難ルート設定機能を追加検討する。システム全体のコストの多くは表示ディスプレイとソフト開発にかかっており、需要、必要な機能をどこまで盛り込むか等の因子でシステム全体の価格が決まってくる。従って表示部分を必要最低限の機能に絞り込むことにより導入自治体の予算規模に応じた対応あるいは新興国向けの廉価版システム構築も可能と考えられる。そのためには各種の条件設定を試みて、最低限の機能を絞り込む課程が必要になるが、視覚情報表示ディスプレイとアンドロイド端末の機能向上を図り、表示文字の大きさ(10m、15m)、色(赤、緑)、文字スクロール(文字送り)の速さ表示の改良を行う。

表示ディスプレイの視認性については、昨年度小中学生では差が無く、どの表示でも見やすいとする回答が多かったが、高校生以上では緑色の大きな表示文字で、高速スクロール表示が見やすいとする回答に一定の傾向が見られた。今年度は健聴者に比べ超高速表示で視認性が向上するという結果が得られた。結果を基に情報通信のハード面の機能強化、ソフト面での視認性改善が必要であると考えられた。災害発生時の機動的迅速な活用のためには、平常時からの普段使いでシステム操作に習熟しておく必要があり、このためにも災害避難情報以外の平常時情報コンテンツについて検討すべきと思われる。評価は各種イベント時に、年4 - 5回を予定しており、またアンケート内容についても検討を加え、若干の変更を加え、評価結果を解析、システム改善にフィードバックする。年度ごとに表示ディスプレイとアンドロイド端末双方の台数を増やし、長期間多数台機器による複合的な機能評価と災害発生時以外の平常時情報通信コンテンツ検討に結びつける。

### 平成26年度(3年目)

電光表示ソフトをさらに改善、聴力障害者の要望に答えた超高速表示を実現する、現場の一時的なアドホックネットワークの機動性向上を目的にネットワークプロトコルを従来のAODVからOLSRに変更し評価する、システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry pieに変更する、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、通信状況向上のために中継ノード設置、家庭においても情報を受信できる家庭用表示器、詳細避難ルート設定機能を追加検討することであった。このうち詳細避難ルート設定機能以外は達成することが出来、とりわけ表示機に、BLEビーコンをキャッチする機能を実装した状況認識の機能は特記すべきもので、今後の新たな展開が期待される。

従来、難聴者・健聴者双方からの全体評価はLED表示認知(88%)、内容理解(86%)、利便性評価(92%)と大変高く本支援情報システムの有用性は十分に裏付けられていたが、今年度も同様の評価が得られた。平成24年度の評価試験では、緑が読みやすいことが判明、平成25年度に

は、聴覚障害者は高速・遠距離でも表示データを読み取れる割合が、健聴者に比べて高いことが判明した。今年度は、評価試験の最終年として、距離、速度と表示内容の関係を調査した。日本語、もしくは、災害情報に関する言葉に関しては遠距離、高速という条件では聴覚障害者の正解率が若干高いものの、ランダムな数字列に関しては健聴者の正解率が圧倒的に高かった。その理由として、意味の無い言葉が手話の世界には含まれていないなどの言語習得における抽象概念習得の経緯が反映しているのではないかと推測された。

この3年間の支援情報機器開発研究で聴覚進学校での有効性が確認された。この結果を基に学校だけでなく、病院、図書館、公民館など、各種公共施設などを始めとして介護施設、仮設住宅など色々な場面において展開できる可能性が示唆された。今後東京オリンピック開催に向け、災害時要援護者(Children、Handicapped、Elderly people、Chronically ill、Tourists、CHECT)の中の外国人旅行者用の多言語表示システムは必要になると思われる。

また、今年の宮髷祭での評価では、表示速度ばかりではなく表示内容で、言語内容とランダムな数字列において健聴者と聴覚障害者の認知差が大きくなったが、今後の詳細な調査によって新知見が見いだされる可能性があり、大変興味深い結果と思われる。

## E. 結論

### 24年度(1年目)

1. アンドロイド端末10台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ5台から構成される支援情報システムを開発し、宮城県立聴覚支援学校に設置、試験稼働を開始した。
2. クラウドコンピューティング、WiFiメール機能を利用した本システムは、接続ネットワーク、情報表示のみを準備することにより対象が限定された本事例の場合でも情報配信ネットワークの構築が安価に大規模な取り付け工事なしに可能であった。
3. アンケート評価は、LED表示認知(88%)、内容理解(86%)、利便性評価(92%)と、肯定的な解答であった。
4. 表示文字では大きな文字が、色は緑色、スクロールは有った方が良く、速さは高速スクロールの項目が有意差を認めた。
5. 本聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システムの作動は安定しており、聴覚障害者からも高い評価を得た。開発、評価の過程で集積された問題点・課題を解析、検討して今後のシステム機能向上に結びつけたい。

### 平成25年度(2年目)

1. WiFiメール機能規格強化により安定した作動が確保された。また内臓CPUと回路を改良新規開発した追加フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイの採用により、通信状況、視認性は向上した。
2. 表示文字では大きな文字が、色は緑色、スクロールは有った方が良く、速さは高速スクロールの項目が有意差を認めた。健聴者に比べ超高速表示で視認性が向上するという結果が得られたが、これは聴覚障害者では残された視覚情報認知、おそらく動体視力認知機能と合わせた優位性が反映された結果と推察された。
3. 本聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システムの作動は安定しており、聴覚障害者からも高い評価を得た。開発、評価の過程で集積された問題点・課題を解析、検討して今後のシステム機能向上に結びつけたい。

### 平成26年度(3年目)

1. アンドロイド端末12台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ11台から構成される支援情報システムを開発し、宮城県立聴覚支援学校に設置、試験稼働を開始した。

- 2．クラウドコンピューティング、WiFiメール機能を利用した本システムは、接続ネットワーク、情報表示のみを準備することにより対象が限定された本事例の場合でも情報配信ネットワークの構築が安価に大規模な取り付け工事なしに可能であった。WiFiメール機能の出力向上に加えて中継ノードを設置した結果、階段を隔てた多数階間の通信も可能になった。
- 3．システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry piに変更、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、人を認識して名前を表示する機能Active Display機能を追加した。
- 4．距離、速度と表示内容の関係を調査した結果、日本語もしくはは災害情報に関する言葉に関しては遠距離、高速という条件では聴覚障害者の正解率が若干高いものの、ランダムな数字列に関しては健聴者の正解率が圧倒的に高かった。言語習得における抽象概念習得の経緯差が推測された。
- 5．本聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システムの作動は安定しており、聴覚障害者からも高い評価を得た。開発、評価の過程で集積された問題点・課題を解析、検討して今後のシステム機能向上に結びつけたい。  
(末尾に研究全体の具体的なロードマップを示した。)

図1. 聴覚障害災害時要援護者支援情報機器構成図



図2 宮城県立聴覚支援学校に設置した視覚情報表示ディスプレイ



図3 . 新システムブロック図

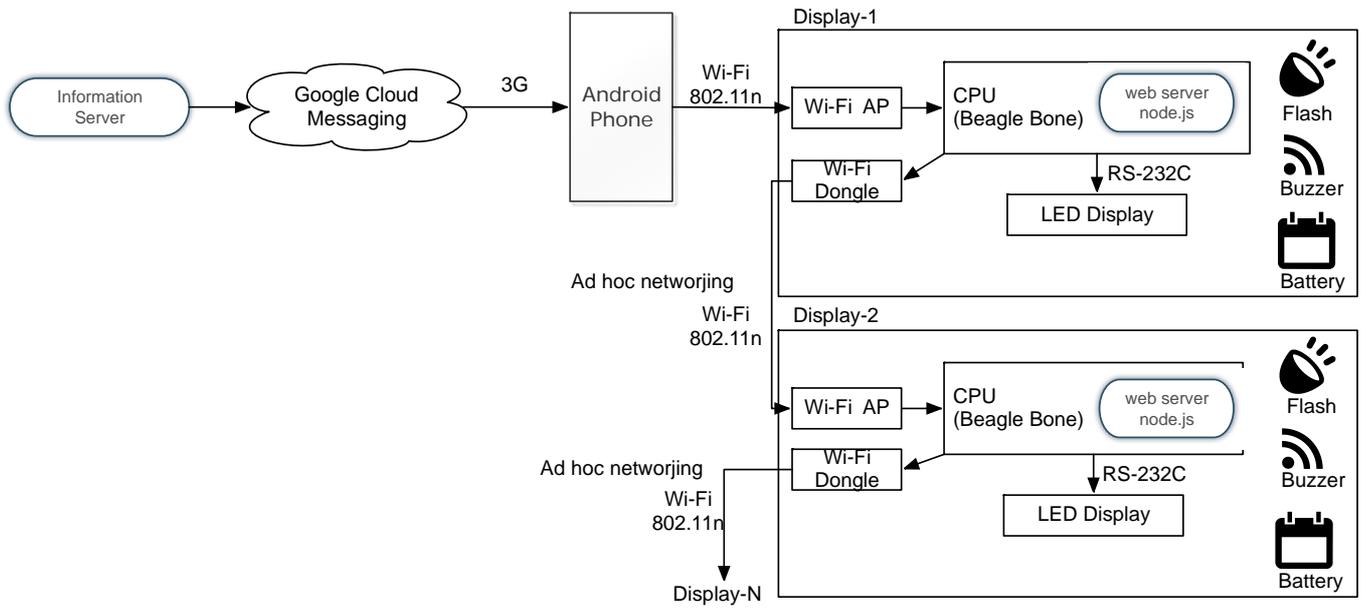


表1 . 従来のシステムと新システムとの比較

	Previous System	New System
OS	Linux	Linux
APP	Native	Java Script
Display	LED 2 color	LED 3 color
WAN	SMS	IP (Google Cloud Messaging)
Local communication	Bluetooth	Wi-Fi

図4 . 従来のシステム (Type 1) と新システム (Type 2) のソフトウェア構成

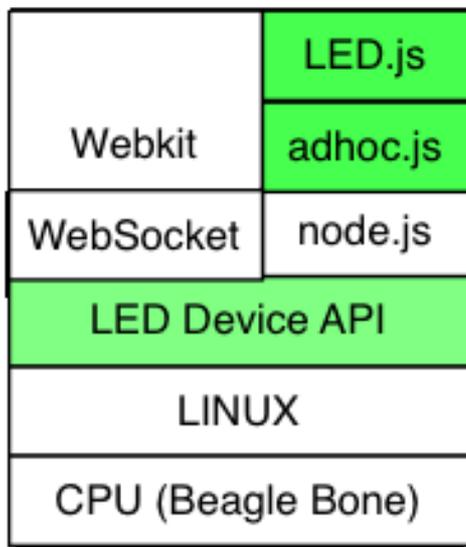
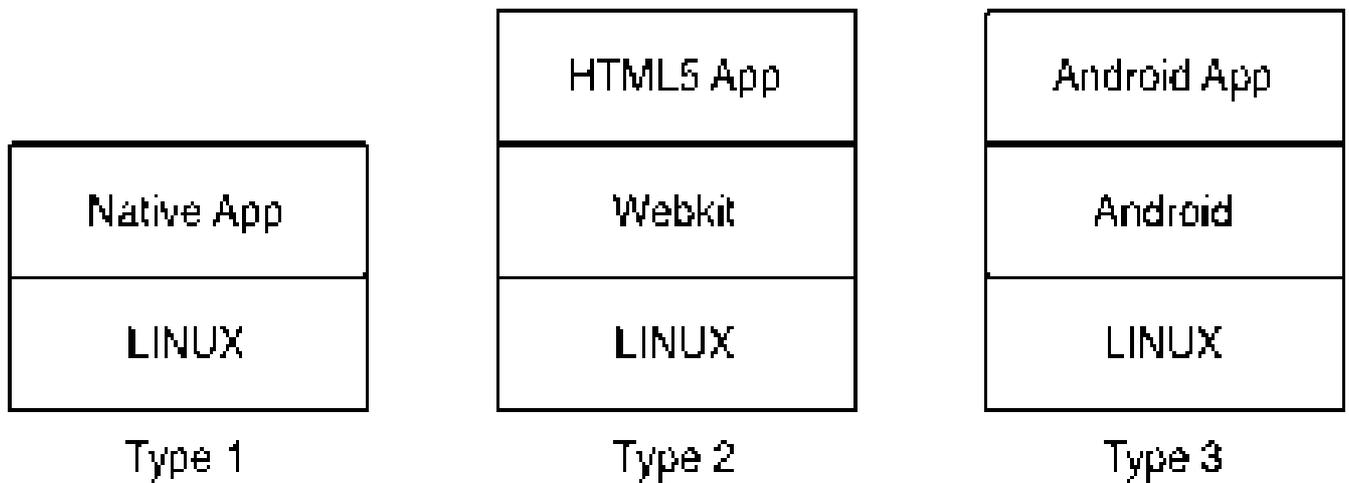


表2 . アンケート用紙

<sup>ひょうじき</sup>  
LED表示機についてお聞きします

チェック (  ) してください。

また、( )の中には、数字か文字を入れてください。

<sup>せいべつ</sup>  
性別            男                            女

<sup>しよぞく・ねんれい</sup>                            <sup>いっぱんらいこうしゃ</sup>                            <sup>ねんれい</sup>                            <sup>さい</sup>  
所属・年齢                            一般来校者                            年齢 (                            ) 歳

( 本校 )                            <sup>しょうがくぶ</sup>                            <sup>ちゅうがくぶ</sup>                            <sup>こうとうぶ</sup>  
   小学部                            中学部                            高等部・専攻科  
   学年 (                            ) 年生 <sup>ねんせい</sup>

<sup>ほちょうきりよう</sup>                                                                                                              
補聴器利用                            あり                            なし

<sup>ひょうじき</sup>  
LED表示器に気がつきましたか？

気づいた                            気づかなかった

<sup>ひょうじないよう</sup>  
表示内容はわかりましたか？

よくわかった                            だいたいわかった  
あまりわからなかった                            わからなかった

<sup>ひょうじき</sup>                            <sup>じょうほうでんたつ</sup>                            <sup>べんり</sup>  
LED表示器は、情報伝達に 便利だと感じましたか？

<sup>べんり</sup>                                                       <sup>い</sup>                            <sup>べんり</sup>  
便利                                                       どちらかと言えば便利  
あまり便利と感じない                            わからない

(以下の項目は、調査員が記載をお願いします)

文字の色についてお聞きします

- ( 1 )      表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑 )  
読みやすい                      読みにくい
- ( 2 )      表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤 )  
読みやすい                      読みにくい
- ( 3 )      表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑 )  
読みやすい                      読みにくい
- ( 4 )      表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤 )  
読みやすい                      読みにくい

## 文字の速度について伺います

- ( 5 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑, 低速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 6 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤, 低速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 7 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑, 高速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 8 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤, 高速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 9 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑, 低速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 10 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤, 低速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 11 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑, 高速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 12 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤, 高速 )  
読みやすい 読みにくい

## 文字の出し方について伺います

- ( 1 3 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑, スクロール有 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 4 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤, スクロール有 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 5 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑, スクロール無 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 6 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤, スクロール無 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 7 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑, スクロール有 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 8 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤, スクロール有 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 9 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑, スクロール無 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 2 0 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤, スクロール無 )  
読みやすい 読みにくい

アンケートは、これで終了しゅうりょうです。どうもありがとうございました。

図5 . 従来のシステム (SMS) と新システム(Trial 1-4)の伝達速度比較

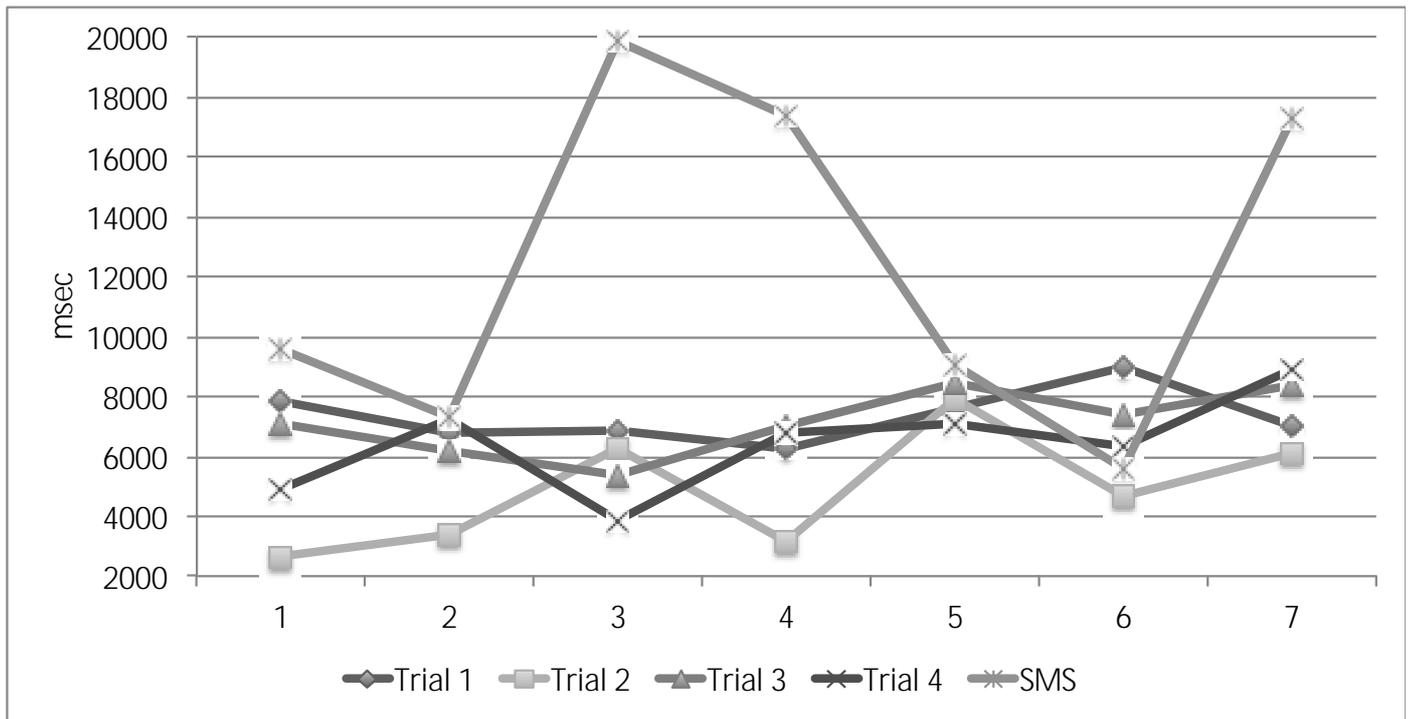


図6 . アンドロイド端末のバージョン差 . 従来のシステム (Android 2.2、2.3) と新システム (Android 4.0)の伝達速度比較

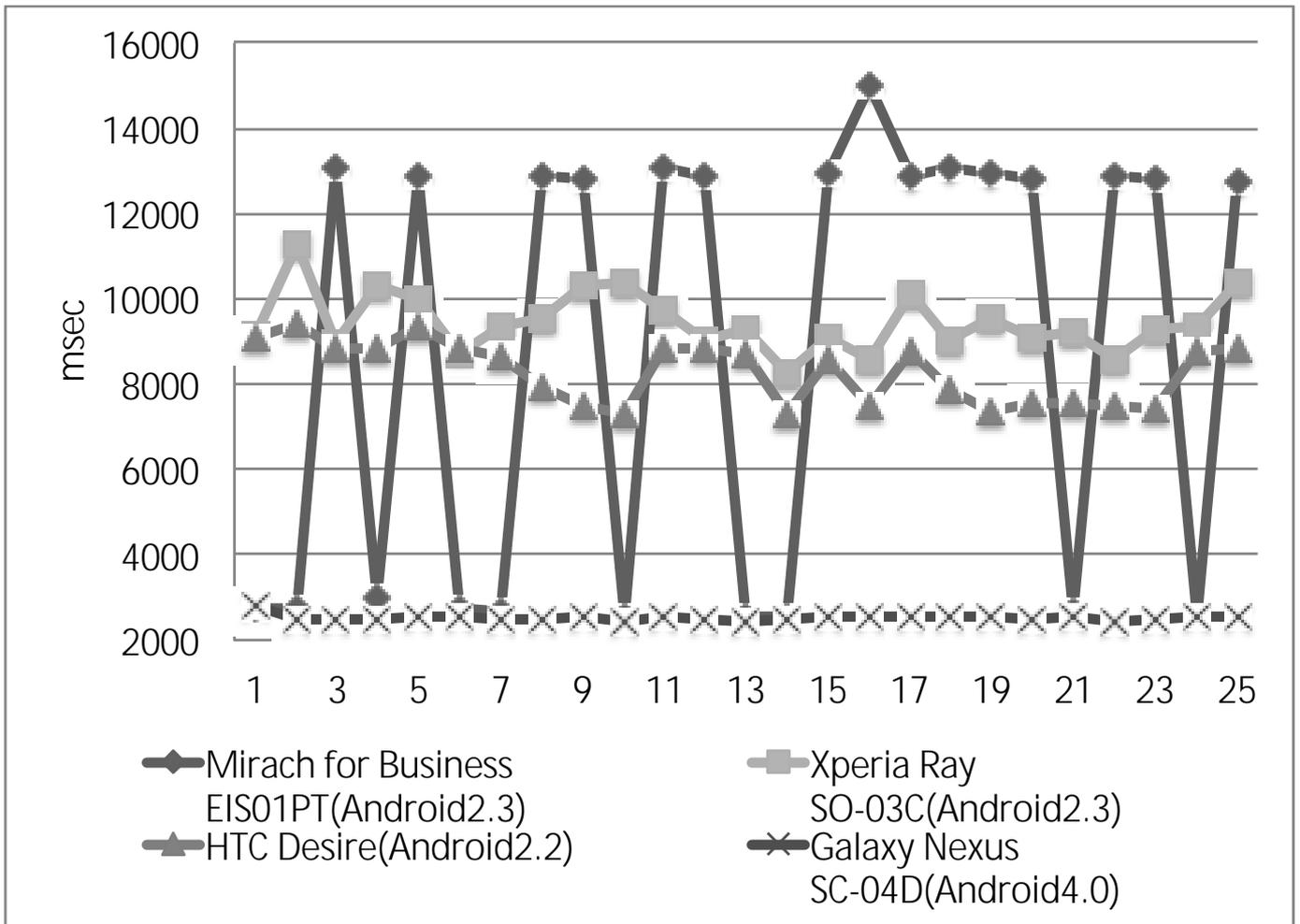


表3 . アンケート結果

	条件	読みやすい	読みにくい	
(2) 文字の色	10m 緑	92 (84.4%)	17 (15.6%)	
	10m 赤	92 (84.4%)	17 (15.6%)	
	15m 緑	91 (84.4%)	18 (16.5%)	
	15m 赤	97 (89.0%)	12 (11.0%)	
(3) 文字の速度	10m 緑 低速スクロール	88 (80.7%)	21 (19.3%)	
	10m 赤 低速スクロール	94 (86.2%)	15 (13.9%)	
	10m 緑 高速スクロール	98 (90.0%)	11 (10.0%)	
	10m 赤 高速スクロール	95 (87.1%)	14 (12.9%)	
	15m 緑 低速スクロール	83 (76.1%)	26 (23.9%)	
	15m 赤 低速スクロール	82 (75.2%)	27 (24.8%)	
	<b>15m 緑 高速スクロール</b>	<b>100 (91.7%)</b>	<b>9 (8.3%)</b>	
	15m 赤 高速スクロール	99 (90.8%)	10 (9.2%)	
	(4) 文字の出し方	10m 緑 スクロール有	81 (74.3%)	28 (25.7%)
		10m 赤 スクロール有	91 (83.5%)	18 (16.5%)
10m 緑 スクロール無		72 (66.0%)	37 (34.0%)	
10m 赤 スクロール無		73 (66.9%)	36 (33.1%)	
15m 緑 スクロール有		91 (83.5%)	18 (16.5%)	
15m 赤 スクロール有		89 (81.7%)	20 (18.3%)	
15m 緑 スクロール無		76 (69.7%)	33 (30.3%)	
15m 赤 スクロール無		77 (70.6%)	32 (29.4%)	

図 7 . 聴覚障害災害時要援護者支援情報機器運用実際模式図

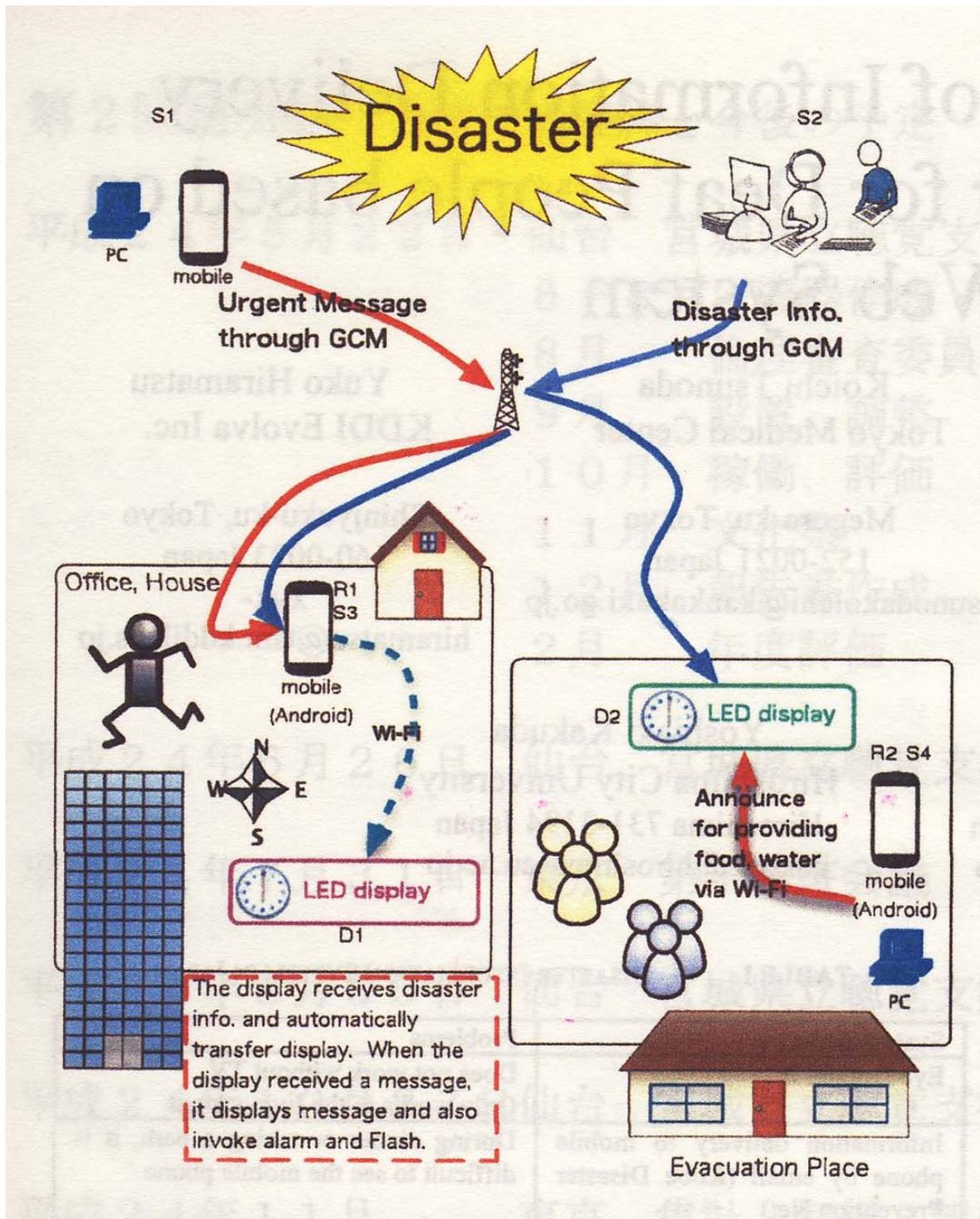


表4 . 赤の高速表示の部分で聴覚障害者の視覚認知度が有意に上昇する。

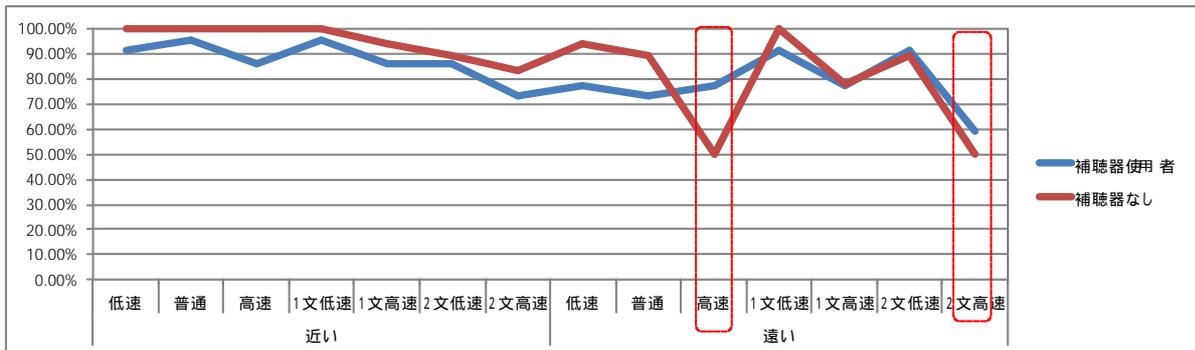


図 8 . CPUをRaspberry pieに変更したBLEボード .



図9．宮城県立聴覚支援学校に設置したフラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ



図10．電光表示装置大型機．表示の距離と色を変え、視認性のアンケート調査を実施した．



図11．実証実験状況写真．



図12 . 実証実験状況写真 .



図13．実証実験状況写真．



図14．実証実験状況写真．



図15．実証実験状況写真．



図16 . 実証実験状況写真 .



図17．BLEビーコンに反応する表示器．



図18 . BLEビーコンに反応する表示器 .

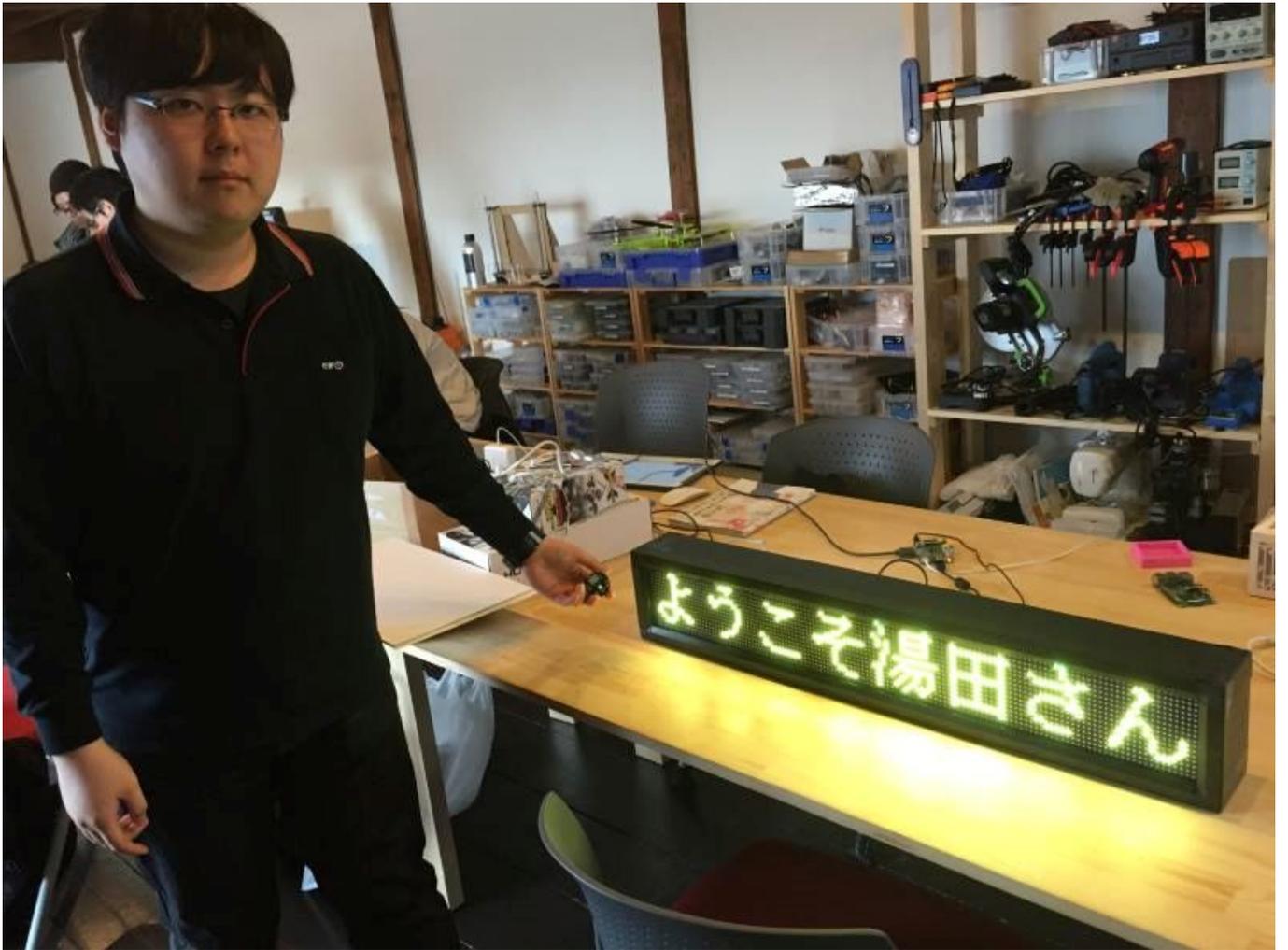


图19 . 表示速度普通、内容：災害情報

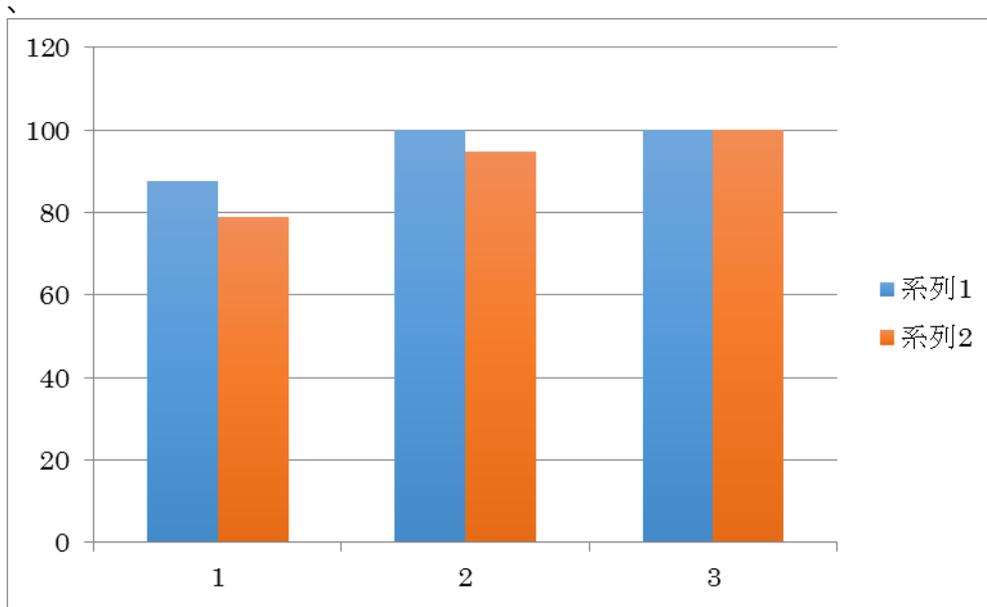


图20 . 表示速度普通、内容：8 桁数字

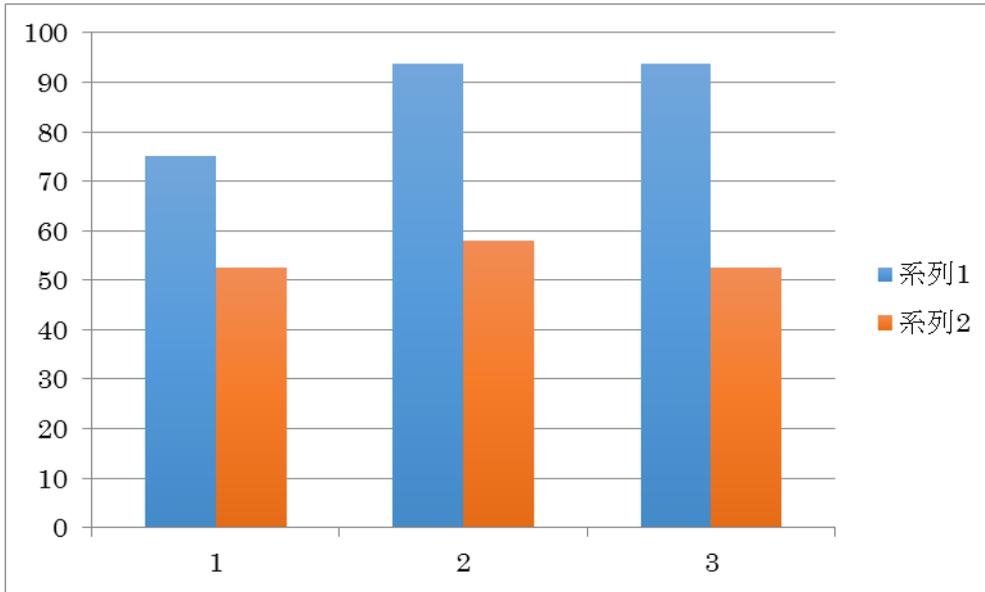


图21 . 高速表示速度、内容：災害情報

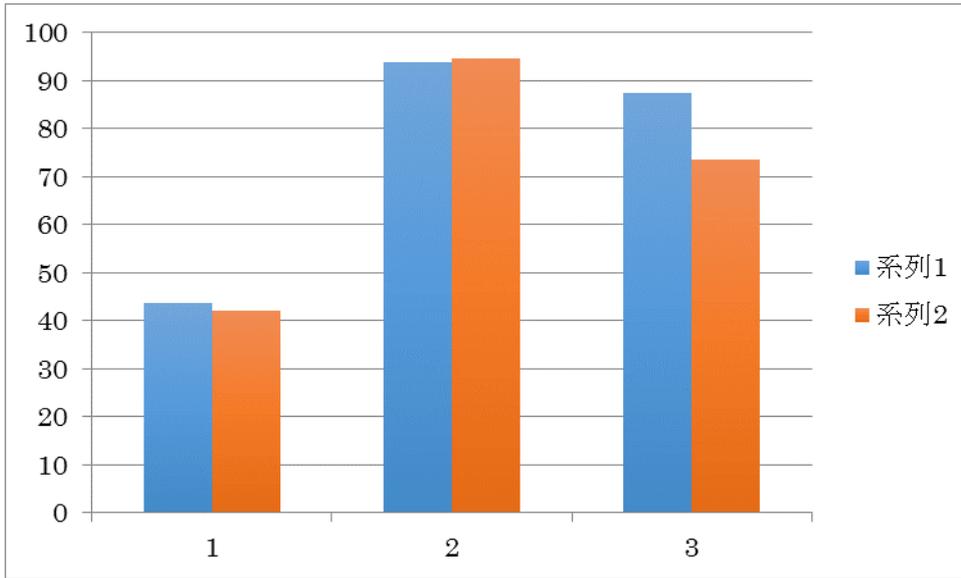
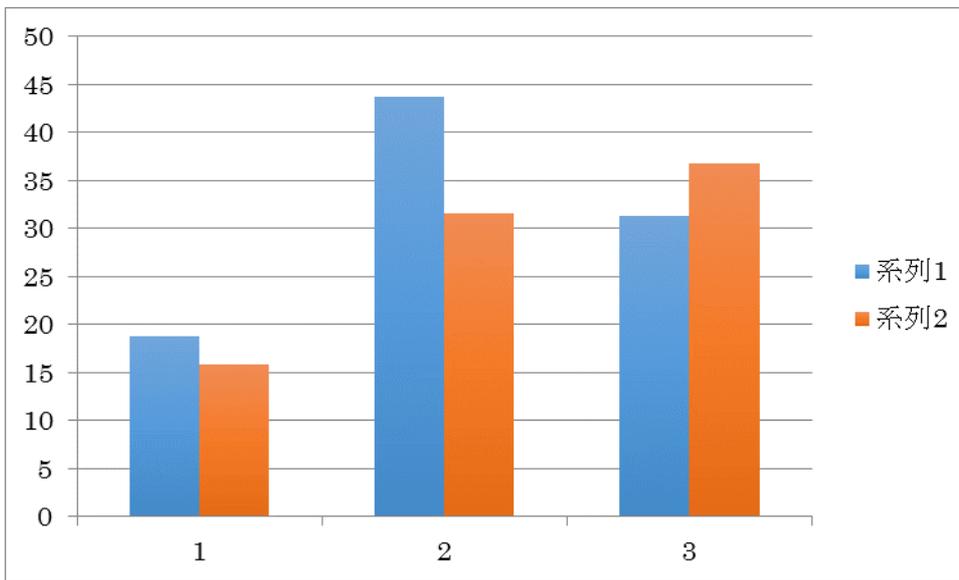
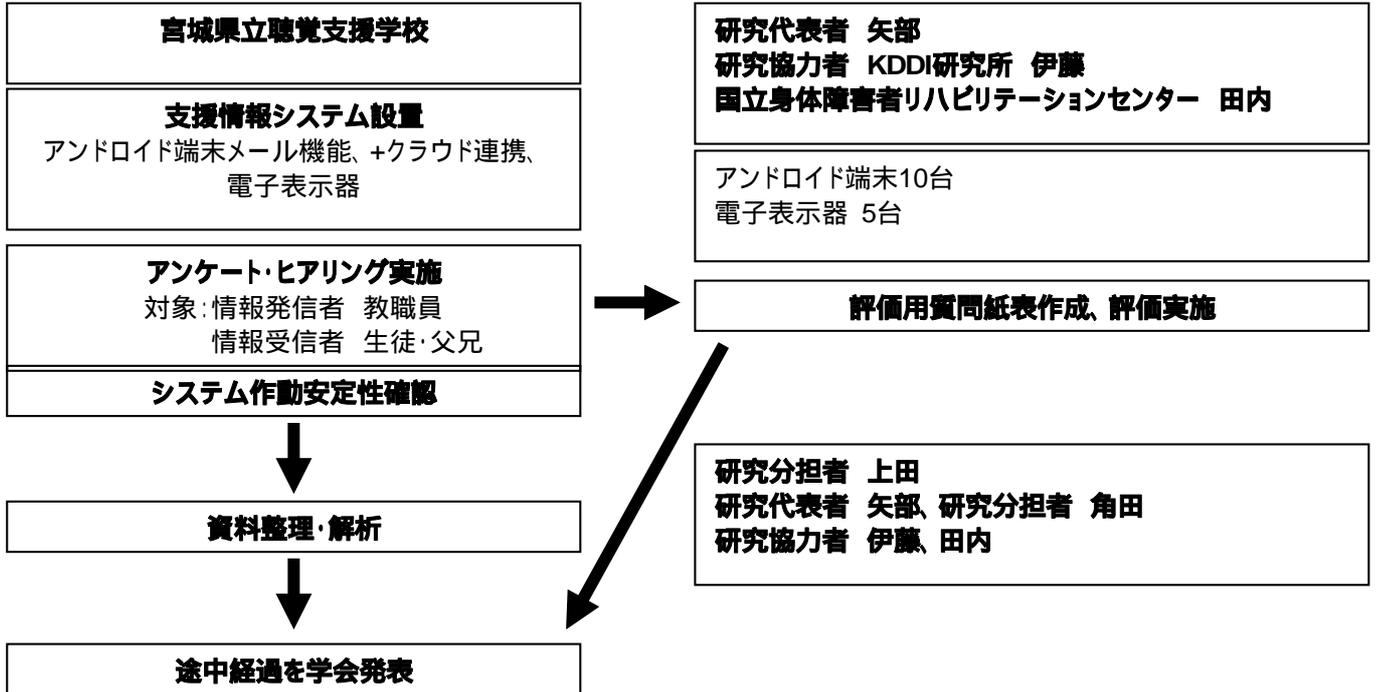


图22 . 高速表示速度、内容：8 桁数字

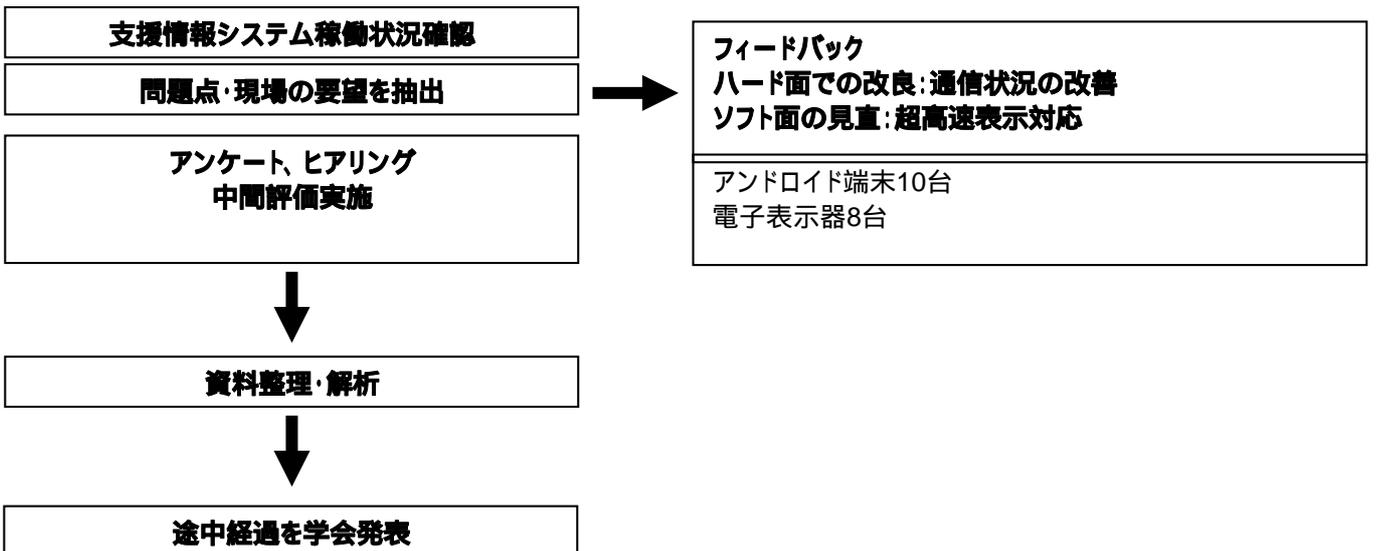


## 研究全体の具体的なロードマップ

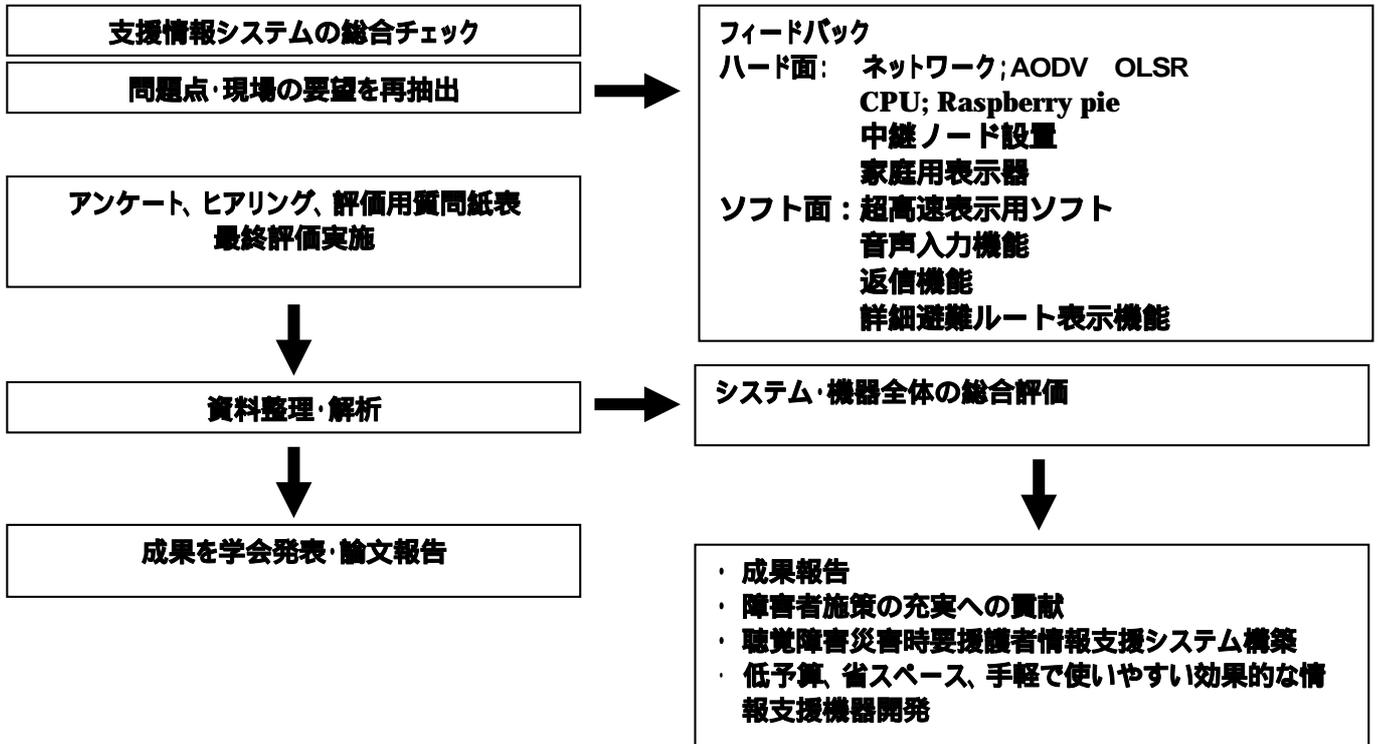
### 平成24年度 システム設置、作動確認、初期評価



### 平成25年度 問題点・現場の要望を抽出、中間評価



**平成26年度 最終評価、システム・機器の機能向上と完成、報告**



## . 研究成果の刊行に関する一覧表

### 25年度(2年目)

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
矢部多加夫	聴覚障害災害時要援護者支援情報機器評価(5)	日本集団災害医学会誌	18	219	2013
A Ito	Information delivery system for deaf people at a large disaster as web based embedded system	The Fifth International Workshop on Ad Hoc, Sensor and P2P Networks (AHSP2013)		422-428	2013
A Ito	Evaluation of an information delivery system for hearing impairments at a school for deaf	15 <sup>th</sup> International Conference on human-computer interaction		21-26	2013
T Yabe	Development research of communication systems for the deaf people in a major disaster	AAO-HNSF Annual meeting & Oto Expo 2013			2013
矢部多加夫	聴覚障害災害時要援護者支援情報システム	第58回日本聴覚医学会	56	375-376	2013

### 26年度(3年目)

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
矢部多加夫	聴覚障害災害時要援護者支援情報機器評価(6)	日本集団災害医学会誌	19	219	2014
矢部多加夫	耳鼻咽喉科領域における感覚代行の臨床応用	第10回信越耳鼻咽喉科セミナー		422-428	2014
T Yabe	Novel Communication Systems for the Deaf People in a Major Disaster.	13 <sup>th</sup> International Conference on Cochlear Implants and other implantable auditory technologies		21-26	2014
矢部 多加夫	厚生労働科学研究費補助金 障害対策総合研究事業 災害時の聴覚障害者情報支援システム開発研究 平成25年度 総括研究報告書				2014

## **. 研究成果の刊行物・別刷**

1. 矢部多加夫、原口義座、友保洋三、他：鳥取西部地震における聴覚障害災害時要援護者の調査研究；日本集団災害医学会誌、12, 214-219, 2007
2. 矢部多加夫、原口義座、友保洋三、他：阪神淡路大震災における聴覚障害災害時要援護者の調査研究；日本集団災害医学会誌、14, 75-81, 2009
3. Atsushi Ito, Takao Yabe, Koichi Tsunoda, et al.: Performance evaluation of information delivery system in a major disaster for deaf people based on embedded web system.; AHSP2013 2013. 3. 6-8
4. Atsushi Ito, Takao Yabe, Koichi Tsunoda, et al.: A study of optimization of IDDD (Information Delivery System for Deaf people in a major Disaster); ASON 2014 2014. 3. 6-8
5. Atsushi Ito, Takao Yabe, Koichi Tsunoda, et al.: Evaluation of an information delivery system for hearing impairments at a school for deaf. HCII 2014 2014.7
6. 矢部多加夫、角田晃一：聴覚障害災害時要援護者支援情報システム．第58回日本聴覚医学会誌56: 375-376, 2013

**5 . 研究成果による特許権等の知的財産権の出願・登録状況：特になし。**

厚生労働科学研究費補助金総合研究報告書

平成 27年 3月 20日

厚生労働大臣 塩崎 恭久 殿

住 所 東京都文京区小石川5-4-10-101

研究者氏名 ヤベタカオ  
矢部多加夫 印  
(所属研究機関 独立行政法人国立病院機構  
東京医療センター臨床研究センター)

平成24年度から実施した厚生労働科学研究費補助金(障害者対策総合研究事業(障害者政策総合研究事業(感覚器障害分野)))に係る研究事業を完了したので、次のとおり報告する。

研究課題名(課題番号) : 聴覚障害災害時要援護者支援情報システム開発研究(H24-感覚-一般-001)

国庫補助金精算所要額 : 金28,953,000円也(研究期間の総額を記載すること。)  
(うち間接経費 6,666,000円)

- 1 厚生労働科学研究費補助金総合研究報告書表紙
- 2 厚生労働科学研究費補助金総合研究報告書目次
- 3 厚生労働科学研究費補助金総合研究報告書
- 4 研究成果の刊行に関する一覧表
- 5 研究成果による特許権等の知的財産権の出願・登録状況

**厚生労働科学研究費補助金**

**障害対策総合研究事業**

**聴覚障害災害時要援護者支援情報システム開発研究**

**平成24年度～平成26年度 総合研究報告書**

**研究代表者 矢部 多加夫**

**平成27年(2015年)4月**

## 目次

### . 総合研究報告書

聴覚障害災害時要援護者支援情報システム開発研究

矢部多加夫、伊藤篤、角田晃一

### . 研究成果の刊行に関する一覧表

### . 研究成果の刊行物・別刷

## ・ 総合研究報告書

総合研究報告書

聴覚障害災害時要援護者支援情報システム開発研究

主任研究者：矢部 多加夫

独立行政法人国立病院機構東京医療センター臨床研究センター 研究員

東京都立広尾病院耳鼻咽喉科 部長

研究要旨：災害時に各種の身体的障害、コミュニケーション障害により十分な被災情報、物的支援が得られず、生命、身体及び財産に損害を被る可能性が高い、災害時要援護者(Children、Handicapped、Elderly people、Chronically ill、Tourists、CHECT) 特に聴覚障害災害時要援護者支援情報機器の開発、実地応用調査研究(3年目)を行った。

平成24年度(1年目)：

難聴の程度にかかわらず聴覚障害者にとっては視覚情報が決定的に重要で、発災時の避難情報と避難所での生活情報が特に必要な情報であるとの調査結果に基づき、電光表示装置5台、アンドロイド携帯端末機器10台から成るクラウドコンピューティングを利用した支援情報機器を開発した。東日本大震災被災地である宮城県立聴覚支援学校を対象研究施設にし実証実験とアンケート・ヒアリングを行った。対象は109名で評価は良好であった。システム自体の運用は可能だったが、通信状況、使い勝手に問題が残った。

平成25年度(2年目)：

表示装置3台を追加、計8台にて前年度の課題であった通信状況の改善を目的に電光表示装置ソフトを改良したシステムを設置、アンケート調査を行い、解析を行った。通信状況は格段に改善、操作方法についても音声入力、返信機能を追加、良好な評価を得た。アンケートは聴覚障害者の視覚情報視認性に焦点を置き40名を対象に実施したが、前年度と合わせると159名になるが、健聴者に比べ超高速表示で視認性が向上するという結果が得られた。

平成26年度(3年目)：

25年度のシステム稼働状況を点検、問題点・現場の要望を抽出し、ハード面での改良、機器修理、機器の追加、ソフト面での見直し作業を通じてフィードバックした。アンドロイド端末12台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ11台から構成される支援情報システムを開発し、宮城県立聴覚支援学校に設置、試験稼働を開始した。WiFiメール機能の出力向上に加えて中継ノードを設置した結果、階段を隔てた多数階間の通信も可能になった。システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry piに変更、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、人を認識して名前を表示する機能Active Display機能を追加した。距離、速度と表示内容の関係を調査した結果、日本語もしくは災害情報に関する言葉に関しては遠距離、高速という条件では聴覚障害者の正解率が若干高いものの、ランダムな数字列に関しては健聴者の正解率が圧倒的に高かった。言語習得における抽象概念習得の経緯差が推測された。

以上の結果より平成24年から3年間の結果からは難聴者・健聴者双方から本支援情報システムの評価は高く、また表示様式の視認性にも一定の傾向が見られた。結果を基に情報通信のハード面の機能強化、ソフト面での視認性改善が必要であると考えられた。

情報受信者・情報発信者からの再評価とシステム全体の総合評価からは、概ね当初予定した機器とシステムの完成は得られたと考えられる。研究終了時の撤去作業を行い、学会発表、論文作成を行った。障害者施策の充実に貢献する機器・システムを社会に問う。

## 分担研究者氏名・所属機関名および所属機関における役職名

伊藤 篤 宇都宮大学情報工学科教授

角田 晃一 独立行政法人国立病院機構東京医療センター人工臓器機器開発研究部 部長

### A . 研究目的

災害時に各種の身体的障害、コミュニケーション障害により十分な被災情報、物的支援が得られず、生命、身体及び財産に損害を被る可能性が高い、災害時要援護者（Children、Handicapped、Elderly people、Chronically ill、Tourists、CHECT）の中で、申請者が十数年の調査研究、開発研究を通して多くの知見を有する聴覚障害災害時要援護者を対象に支援情報機器の長期実証実験を行った。

聴覚障害災害時要援護者の災害時の不利益についての調査記録は少なく、研究代表者の矢部が2004年より鳥取西部地震、阪神淡路大震災の事例について調査報告した論文（日本集団災害医学会誌 12: 214-219, 2007、14: 75-81, 2009、巻末資料）のみである。調査結果の要点は、難聴の程度にかかわらず聴覚障害者にとっては視覚情報が決定的に重要で、特に必要な情報は被災時の避難情報と避難所での生活情報であった。これらの知見に基づき、携帯端末機器を利用した電光表示装置による聴覚障害災害時要援護者支援情報機器を開発、公共施設での短期使用研究を行い、結果を発表してきた（第14、15、16回日本集団災害医学会総会）。

東日本大震災発災後、厚生労働省社会援護局障害保健福祉部を介した社団法人宮城県聾唖協会からの機器貸与の申し出により、社団法人宮城県聾唖協会に中型機を2台、宮城県立聴覚支援学校に大型機1台、中型機1台を貸与、2011年5月から稼働を開始した。機器に対する評価は良好で、発災時以外の通常使用時の機能についても評価が高く、後者の施設からは長期使用による機器の有効性、新たな活用に関する実証調査協力の申し出があった。従来の実証研究は短期、少数台機器のため十分な評価に至らなかったが、本研究の目的は被災地聴覚支援学校での長期間多数台機器による複合的な機能についての実証を行い、機器とシステム全体の見直しと改善に結びつけて聴覚障害者自立支援選択肢の一つとして社会への還元を目指すものである。

本システムは、アンドロイド端末のメール機能を使用してクラウド連携、アドホックネットワークを構築し表示器に表示するもので、大規模な取り付け作業無しで手軽に即時に多くの人々に情報発信できる点が独創的で国際的にも類を見ないものである。設置状況と質問紙表アンケートによる評価、ヒアリング結果をハードとソフト面にフィードバックし、さらにシステム全体の総合評価を行い、機器とシステムの向上・完成を目指す事を目的とする。

24年度（1年目）には、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ5台、アンドロイド携帯端末機器10台から成るクラウドコンピューティングを利用した支援情報機器を開発した。東日本大震災被災地である宮城県立聴覚支援学校を対象研究施設にし実証実験とアンケート・ヒアリングを行った。対象は109名で評価は良好であった。システム自体の運用は可能だったが、通信状況、使い勝手に問題が残った。

25年度（2年目）は、表示装置3台を追加、計8台にて前年度の課題であった通信状況の改善を目的に電光表示装置ソフトを改良したシステムを設置、アンケート調査を行い、解析を行った。現在システムの運用は聴覚支援学校のみに限局してしているが、将来的には災害情報、避難情報、避難所における一連の情報を有機的に伝達する方策が課題として残った。

26年度（3年目）は表示装置3台を追加、計11台にて前年度の課題であった通信状況の改善を目的に電光表示装置ソフトを改良した電光表示ソフトをさらに改善、聴覚障害者の要望に答えた

超高速表示の実現、アドホックネットワーク機動性向上を目的にネットワークプロトコルを従来のAODVからOLSRに変更、システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry pieに変更、音声認識を利用した音声入力機能の改善・情報受信確認の返信機能充実・通信状況向上のために中継ノード設置・家庭用表示器機能を追加検討した。

## B. 研究方法

### 24年度(1年目)

聴覚障害災害時要援護者支援情報機器として開発した、アンドロイド端末(Android 4.0)、Linux オペレーティングシステム、Java Scriptアプリケーション、IP (Google Cloud Messaging) による広範囲ネットワーク、WiFi (IEEE 802.11n)通信、3色LED表示ディスプレイから構成される支援情報機器新システムを宮城県立聴覚支援学校に設置、稼働を開始した。

聴覚障害災害時要援護者支援情報システムは、アンドロイド端末(災害避難情報発信者用)、WiFiメール機能、グーグルクラウド、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ(情報受信者用)から構成される。1に構成図、2に現地に設置した視覚情報表示ディスプレイを示す。

3. に新システムブロック図、表1. に従来のシステムと新システムとの比較を、4. に従来のシステム (Type 1) と新システム (Type 2) のソフトウェア構成比較を示した。

実証試験・アンケート評価は、平成24年8月 - 平成25年3月、平成25年5月 - 平成26年3月、平成26年5月 - 平成27年3月、宮城県立聴覚支援学校(宮城県仙台市太白区八本松7 - 29)で実施した。実施者は、研究責任者矢部多加夫、研究分担者角田晃一、研究協力者KDDI研究所伊藤篤氏、宮城県立聴覚支援学校及び教諭小暮出氏を中心に、視覚情報表示ディスプレイ制作担当株式会社GClue佐々木氏、東北大学付属看護学校学生諸氏、宮城県立聴覚障害者支援団体手話通訳の方々の協力を得て行われた。

24年度の支援情報システム評価のアンケート、ヒアリングは、対象計109名、聴覚障害者75名(平均年齢15歳、女性31名、男性44名)、対照健聴者34名(平均年齢31歳、女性12名、男性22名)で行った。アンケート内容は、表2に示すように、1) LED表示機器について、2) 表示文字の色による読みやすさ、3) 表示文字の速度による読みやすさ、4) 表示文字の出し方による読みやすさ、の4項目である。LED表示機器は、校内各所に設置して定型緊急避難情報をスクロール表示し、認知の程度について質問した。表示文字の色は赤と緑の2色を提示し、LED表示機器までの距離を10m、15mの二通りに設定して読みやすさを尋ねた。表示文字の速度は文字色と距離、スクロール速度の3つの要素を組み合わせ設定し試験を行い、最後にスクロールした文字表示と静止文字表示の読みやすさについて調査した。

### 平成25年度(2年目)

従来のコンピューター利用は、ユーザーが装置と各種ソフトを自身で保有管理していたのに対し、クラウドコンピューティングでは最低限の接続環境のみを用意しインターネット上で各種ソフトを利用して作業を進める。本システムの場合、従来の方法では各種の情報をとりまとめて発信する大型サーバを設置しなければならず、維持管理に伴うコストは地域・対象限定型の小さなネットワークには負担が大きく、見合わないものであった。グーグルクラウドは初期登録以外は無料で使用でき、接続ネットワーク、情報表示のみを準備することにより対象が限定された本システムのような事例でもサーバ機能を利用することで情報配信ネットワークの構築が可能である。情報保守、個人情報保護、各種ウイルス感染に対する防御も保証されている。アンドロイド端末は支援学校教諭、難聴支援団体が保持し非常時、あるいは平常時の通信時に送信する。発災使用時の機会は限られており、システム運用を維持する上でも平常時使用の送信コンテンツを考慮する必要がある。1年目での通信機能、多数階間の通信、通信内容は十分ではなかったため改良を試みた。

2年目の実証試験・アンケート評価は、平成25年5月 - 平成26年3月、宮城県立聴覚支援学校（宮城県仙台市太白区八本松7 - 29）で実施した。実施者は、研究責任者矢部多加夫、研究分担者角田晃一、研究協力者KDDI研究所伊藤篤氏、宮城県立聴覚支援学校及び教諭小暮出氏を中心に、視覚情報表示ディスプレイ制作担当株式会社GClue佐々木氏、東北大学付属看護学校学生諸氏、宮城県立聴覚障害者支援団体手話通訳の方々の協力を得て行われた。2年目の対象は聴覚障害者に絞り40とし、前年度と合わせると名計159名であった。アンケート内容、評価項目は前年度同様、1) LED表示機器について、2) 表示文字の色、3) 表示文字の速度、4) 表示文字の出し方の4項目であった。合わせて本システムに関するコメント、情報発信者側からのシステムの使い勝手のヒアリングを行った。合わせて本システムに関するコメント、情報発信者側からのシステムの使い勝手のヒアリングを行った。

#### 平成26年度（3年目）

アンドロイド端末12台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ11台から構成される支援情報システムを宮城県立聴覚支援学校に設置、試験稼働を開始した。階段を隔てた多数階間の通信、超高速表示、現場の一時的なアドホックネットワークの機動性向上、システム全体の価格を抑えるためにCPU変更、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、人を認識して名前を表示する機能Active Displayについて検討した。

実証試験・アンケート評価は、従来同様、宮城県立聴覚支援学校で実施した。3年目の対象は聴覚障害者19名、対象健聴者16名（女性13名、男性22名、平均年齢28歳）とし、3年合わせて計194名であった。

（倫理面への配慮）

LED表示機器表示文字認識のタスクは負担が少なく、短時間で終了するものであるが、試験に先立って十分な説明を行い、同意を得た上で実施した。高度聴覚障害被検者の場合には、手話通訳者が同席し十分な説明を行った。得られた匿名化アンケート結果は集計し、聴覚障害の有無、年齢などの因子をふまえて解析した。

### C. 研究結果

#### 24年度（1年目）

当初採用規格であったBluetoothではアンドロイド端末 - 視覚情報表示ディスプレイ間の通信は十分ではなかったが、WiFiメール機能への変更により改善された。また建物の多数階間の通信では十分に到達しないことがあったが、WiFiメール機能の規格を強化することで問題は解決された。

従来システムは、オペレーティングシステム：Linux、アプリケーション：Native（C言語）、LED表示：2色LED、広範囲ネットワーク（WAN）：SMS、端末 - 表示ディスプレイ間通信：Bluetoothであるのに対し、新システムではそれぞれ、Linux、JavaScript、3色LED、IP（Google Cloud Messaging）、WiFi（IEEE 802.11n）に変更した。LEDの仕様は、表示部分サイズ：976mmX122mm、ドット数：128ドットX16ドット、色数：RGB、コントローラー：C-Power 5200、内蔵CPU：Beagle Bone、電源：100V-1A、内蔵WiFi：100Mbpsである。

伝達速度は旧システムが平均12000msecで、6000msecから20000msecと幅があり安定しないのに対し、新システムでは平均5000msec（2500msec - 9000msec）とより高速で安定していた（）。またアンドロイド端末のバージョン差の検討では、新システムアンドロイド端末採用のAndroid4.0（Ice cream sandwich）は、Android2.2（Froyo）、Android2.3（Ginger bread）が平均約9000msecであるのに対し約2500msecと高速で安定していた（）。聴覚障害災害時要援護者支援情報機器運用実際模式図をに示す。

聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システム実証試験・アンケート評価（）。結果は、1) 女性51名、男性58名、一般来校者54名、小学部11名、中学部19名、高等部・専攻科25名、補

聴器利用有り75名、なし75名、LED表示認知96名(88%)、表示内容理解(86%)、LED表示器利便性(92%)。2)色の読みやすい条件:15m赤>10m赤>10m緑>15m緑。3)読みやすい文字速度は15m緑・高速が、4)読みやすい文字の出し方は15m緑・スクロール有が高評価であった。全体の結果としては、スクロールは有った方が良く、文字速度は高速の方が読みやすいが、文字色による差はなかった。聴覚障害者群では条件による差はなかったが、全体、聴覚障害者群ともに最も読みやすい条件は15m緑・高速であった。

LED表示認知(88%)、内容理解(86%)、利便性評価(92%)といずれも高値で、支援情報機器新システムに対する評価は高かった。LED表示条件としては今回の検討からは15m緑・高速スクロールの条件が高い視認性を示した。

## 平成25年度(2年目)

当初採用規格であったBluetoothではAndroid端末-視覚情報表示ディスプレイ間の通信は十分ではなかったが、WiFiメール機能への変更により改善された。また建物の多数階間の通信では十分に到達しないことがあったが、WiFiメール機能の規格を強化し、内臓CPUと回路を改良新規開発した追加フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイを使用することで問題は解決された。通信内容は試験稼働時には限られた発災・避難定型文であったが、その後平常時通信内容も追加した。

通信状況は格段に改善、操作方法についても音声入力、返信機能を追加、良好な評価を得た。アンケートは聴覚障害者の視覚情報視認性に焦点を置き40名を対象に実施したが、前年度と合わせると159名になるが、健聴者に比べ超高速表示で視認性が向上するという結果が得られた(表4)。これは聴覚障害者では残された視覚情報認知、おそらく動体視力認知機能と合わせた優位性が反映された結果と推察される。

## 平成26年度(3年目)

当初採用規格であったBluetoothではAndroid端末-視覚情報表示ディスプレイ間の通信は十分ではなかったが、昨年のWiFiメール機能の出力向上に加えて中継ノードを設置した結果、階段を隔てた多数階間の通信も可能になった。電光表示ソフトをさらに改善、視覚情報の高速表示が見やすいとする聴覚障害者の要望に答えた、毎秒20文字の超高速表示を実現した。ただ、これ以上の高速化では、健聴者が判読できないので実際の利用は難しいと思われた。現場の一時的なアドホックネットワークの機動性向上を目的にネットワークプロトコルを従来のAODVからOLSRに変更し評価したが、良好な結果が得られた。また、OLSRをNode.jsに実装し、色々なディスプレイで利用ができるようにした。システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry piに変更した(図8)。音声認識を利用した音声入力機能の改善:スマートフォンアプリを改修し、使い勝手の向上を図った。担当教員からも、使いやすくなったとの評価があった。図9-16に設置された新型ディスプレイと実証実験の状況を示す。情報受信確認の返信機能充実:返信用ボタンを設置した。家庭においても情報を受信できる家庭用表示器:家庭や寄宿舎におけるコミュニケーションの向上のため、人を認識して名前を表示する機能Active Displayを付け加えた。これまで評価試験を行ってきた表示機は、外から与えられた情報を表示するだけのものではあったが、今年度は、それに状況認識の機能を追加した。特に、聴覚支援学校に付属する寄宿舎などでの利用を念頭に、以下の機能を実装した。表示機に、BLEビーコンをキャッチする機能を実装する。この機能は、移植性を高めるため、node.jsの上に構築される。生徒は、BLEビーコンを常に携帯する。寄宿舎に帰った時、ビーコンに反応し帰ってきた生徒の名前、簡単な挨拶(お帰りなさい、など)を表示する(図17-18)。このような使い方をすることで、平常時の利用を効果的に行うことが可能となる。尚、現在、最終試験中であり、聴覚支援学校での評価試験は、今後の課題と考えられた。

平成 24 年度の評価試験では、距離と速度を変化させ、文字色として赤、緑、黄色を比較した結果、緑が読みやすいことが判明した。平成 25 年度の評価試験では、聴覚障害者は、高速・遠距離でも、表示データを読み取れる割合が、健聴者に比べて高いことが判明した。

3 年目は、評価試験の最終年として、距離、速度と表示内容の関係を調査した。距離は、これまでの 20m、10m の 2 パターンに加え、1m を設定した。この場合、表示機が大きくなりすぎ内容を読み取りにくいとため、LCD を利用した新しい表示機を試作し、利用した。尚、大きさは、距離と面積の比が近くなるようにした。また、表示内容は、「地震が発生しました。」などの災害情報に加え、「25378543」のような 8 桁の数字の列を利用した。平成 26 年 10 月 18 日に宮簞祭（宮城県立聴覚支援学校の学園祭）で行われた結果を示す。対象者は聴覚障害者 19 名、対象健聴者 16 名（女性 13 名、男性 22 名、平均年齢 28 歳）で、事前に十分説明、同意を得た上で実施した。尚、X 軸は距離（左から、20m、10m、1m）、系列 1 が健聴者、系列 2 が聴覚障害者を示している。

図 19 に表示速度は普通で、内容は災害情報の結果を示すが、わずかであるが、健聴者（青）の方が聴覚障害者（オレンジ）に比べ正解率が高い。表示速度普通で内容が 8 桁数字の場合には明らかに、健聴者の正解率が高かった（図 20）。高速表示速度・災害情報内容（図 21）ではわずかであるが、健聴者で正解率が高い。このグラフには無いが少しだけ間違えた者を含めると聴覚障害者で正解率が高くなり、25 年度にみられた聴覚障害者は高速・遠距離でも、表示データを読み取る割合が健聴者に比べて高い傾向が確認できた。高速表示速度・8 桁数字内容（図 22）では 20m、10m では健聴者の方が、近距離（1m）では聴覚障害者で正解率が高かった。

## D. 考察

### 24 年度（1 年目）

我々の従来の方法では各種の情報をとりまとめて発信する大型サーバを設置し、管理しなければならず、維持管理に伴うコストは地域・対象限定型の小さなネットワークには負担が大きく、見合わないものであった（分担研究報告書 1・参照）。しかし、今回のクラウドコンピューティングを利用したシステムでは、接続ネットワーク、情報表示のみを準備することにより対象が限定された本事例の様な場合でもサーバ機能を利用することで情報配信ネットワークの構築が安価に大規模な取り付け工事なしに可能になった。機能面でもアンドロイド端末 - 視覚情報表示ディスプレイ間通信を Bluetooth から WiFi メール機能へ、また WiFi メール機能規格強化により安定した作動が確保された。今後の検討課題としては、ネットワークの安定化、学内ネットとの接続、操作性向上、視覚情報表示ディスプレイの大きさ（大型、中型、小型）の検討、視覚情報表示ディスプレイとアンドロイド端末の双方向通信の可能性について検討する。システム全体のコストの多くは表示ディスプレイとソフト開発にかかっており、需要、必要な機能をどこまで盛り込むか等の因子でシステム全体の価格が決まってくる。従って表示部分を必要最低限の機能に絞り込むことにより導入自治体の予算規模に応じた対応あるいは新興国向けの廉価版システム構築も可能と考えられる。そのためには各種の条件設定を試みて、最低限の機能を絞り込む課程が必要になるが、今年度は予算の制限で視覚情報表示ディスプレイとアンドロイド端末の機能に制約が生じ、表示文字の大きさ（10m、15m）、色（赤、緑）、文字スクロール（文字送り）の速さ表示が十分に行えなかった。アンケートでもその制約から結果的に有意差が明らかにならなかった項目があり、この点は次年度の検討課題にしたい。

難聴者・健聴者双方からの全体評価は LED 表示認知（88%）、内容理解（86%）、利便性評価（92%）と大変高く、本支援情報システムの有用性は十分に裏付けられた。また表示ディスプレイの視認性については、小中学生では差が無く、どの表示でも見やすいとする回答が多かったが、高校生以上では緑色の大きな表示文字で、高速スクロール表示が見やすいとする回答に一定の傾向が見られた。結果を基に情報通信のハード面の機能強化、ソフト面での視認性改善が必要であると考えられた。災害発生時の機動的迅速な活用のためには、平常時からの普段使いでシステム

操作に習熟しておく必要があり、このためにも災害避難情報以外の平常時情報コンテンツについて検討すべきと思われる。

評価は各種イベント時に、年4 - 5回を予定しており、またアンケート内容についても検討を加え、若干の変更を加え、評価結果を解析、システム改善にフィードバックする。年度ごとに表示ディスプレイとアンドロイド端末双方の台数を増やし、長期間多数台機器による複合的な機能評価と災害発生時以外の平常時情報通信コンテンツ検討に結びつける。

### 平成25年度(2年目)

WiFiメール機能規格強化により安定した作動が確保された。また内臓CPUと回路を改良新規開発した追加フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイの採用により、通信状況、視認性は向上した。電光表示ソフトをさらに改善、聴力障害者の要望に答えた超高速表示を実現する、現場の一時的なアドホックネットワークの機動性向上を目的にネットワークプロトコルを従来のAODVからOLSRに変更し評価する、システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry pieに変更する、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、通信状況向上のために中継ノード設置、家庭においても情報を受信できる家庭用表示器、詳細避難ルート設定機能を追加検討する。システム全体のコストの多くは表示ディスプレイとソフト開発にかかっており、需要、必要な機能をどこまで盛り込むか等の因子でシステム全体の価格が決まってくる。従って表示部分を必要最低限の機能に絞り込むことにより導入自治体の予算規模に応じた対応あるいは新興国向けの廉価版システム構築も可能と考えられる。そのためには各種の条件設定を試みて、最低限の機能を絞り込む課程が必要になるが、視覚情報表示ディスプレイとアンドロイド端末の機能向上を図り、表示文字の大きさ(10m、15m)、色(赤、緑)、文字スクロール(文字送り)の速さ表示の改良を行う。

表示ディスプレイの視認性については、昨年度小中学生では差が無く、どの表示でも見やすいとする回答が多かったが、高校生以上では緑色の大きな表示文字で、高速スクロール表示が見やすいとする回答に一定の傾向が見られた。今年度は健聴者に比べ超高速表示で視認性が向上するという結果が得られた。結果を基に情報通信のハード面の機能強化、ソフト面での視認性改善が必要であると考えられた。災害発生時の機動的迅速な活用のためには、平常時からの普段使いでシステム操作に習熟しておく必要があり、このためにも災害避難情報以外の平常時情報コンテンツについて検討すべきと思われる。評価は各種イベント時に、年4 - 5回を予定しており、またアンケート内容についても検討を加え、若干の変更を加え、評価結果を解析、システム改善にフィードバックする。年度ごとに表示ディスプレイとアンドロイド端末双方の台数を増やし、長期間多数台機器による複合的な機能評価と災害発生時以外の平常時情報通信コンテンツ検討に結びつける。

### 平成26年度(3年目)

電光表示ソフトをさらに改善、聴力障害者の要望に答えた超高速表示を実現する、現場の一時的なアドホックネットワークの機動性向上を目的にネットワークプロトコルを従来のAODVからOLSRに変更し評価する、システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry pieに変更する、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、通信状況向上のために中継ノード設置、家庭においても情報を受信できる家庭用表示器、詳細避難ルート設定機能を追加検討することであった。このうち 詳細避難ルート設定機能以外は達成することが出来、とりわけ表示機に、BLEビーコンをキャッチする機能を実装した状況認識の機能は特記すべきもので、今後の新たな展開が期待される。

従来、難聴者・健聴者双方からの全体評価は LED 表示認知(88%)、内容理解(86%)、利便性評価(92%)と大変高く本支援情報システムの有用性は十分に裏付けられていたが、今年度も同様の評価が得られた。平成24年度の評価試験では、緑が読みやすいことが判明、平成25年度に

は、聴覚障害者は高速・遠距離でも表示データを読み取れる割合が、健聴者に比べて高いことが判明した。今年度は、評価試験の最終年として、距離、速度と表示内容の関係を調査した。日本語、もしくは、災害情報に関する言葉に関しては遠距離、高速という条件では聴覚障害者の正解率が若干高いものの、ランダムな数字列に関しては健聴者の正解率が圧倒的に高かった。その理由として、意味の無い言葉が手話の世界には含まれていないなどの言語習得における抽象概念習得の経緯が反映しているのではないかと推測された。

この3年間の支援情報機器開発研究で聴覚進学校での有効性が確認された。この結果を基に学校だけでなく、病院、図書館、公民館など、各種公共施設などを始めとして介護施設、仮設住宅など色々な場面において展開できる可能性が示唆された。今後東京オリンピック開催に向け、災害時要援護者(Children、Handicapped、Elderly people、Chronically ill、Tourists、CHECT)の中の外国人旅行者用の多言語表示システムは必要になると思われる。

また、今年の宮髙祭での評価では、表示速度ばかりではなく表示内容で、言語内容とランダムな数字列において健聴者と聴覚障害者の認知差が大きくなったが、今後の詳細な調査によって新知見が見いだされる可能性があり、大変興味深い結果と思われる。

## E. 結論

### 24年度(1年目)

1. アンドロイド端末10台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ5台から構成される支援情報システムを開発し、宮城県立聴覚支援学校に設置、試験稼働を開始した。
2. クラウドコンピューティング、WiFiメール機能を利用した本システムは、接続ネットワーク、情報表示のみを準備することにより対象が限定された本事例の場合でも情報配信ネットワークの構築が安価に大規模な取り付け工事なしに可能であった。
3. アンケート評価は、LED表示認知(88%)、内容理解(86%)、利便性評価(92%)と、肯定的な解答であった。
4. 表示文字では大きな文字が、色は緑色、スクロールは有った方が良く、速さは高速スクロールの項目が有意差を認めた。
5. 本聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システムの作動は安定しており、聴覚障害者からも高い評価を得た。開発、評価の過程で集積された問題点・課題を解析、検討して今後のシステム機能向上に結びつけたい。

### 平成25年度(2年目)

1. WiFiメール機能規格強化により安定した作動が確保された。また内臓CPUと回路を改良新規開発した追加フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイの採用により、通信状況、視認性は向上した。
2. 表示文字では大きな文字が、色は緑色、スクロールは有った方が良く、速さは高速スクロールの項目が有意差を認めた。健聴者に比べ超高速表示で視認性が向上するという結果が得られたが、これは聴覚障害者では残された視覚情報認知、おそらく動体視力認知機能と合わせた優位性が反映された結果と推察された。
3. 本聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システムの作動は安定しており、聴覚障害者からも高い評価を得た。開発、評価の過程で集積された問題点・課題を解析、検討して今後のシステム機能向上に結びつけたい。

### 平成26年度(3年目)

1. アンドロイド端末12台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ11台から構成される支援情報システムを開発し、宮城県立聴覚支援学校に設置、試験稼働を開始した。

- 2．クラウドコンピューティング、WiFiメール機能を利用した本システムは、接続ネットワーク、情報表示のみを準備することにより対象が限定された本事例の場合でも情報配信ネットワークの構築が安価に大規模な取り付け工事なしに可能であった。WiFiメール機能の出力向上に加えて中継ノードを設置した結果、階段を隔てた多数階間の通信も可能になった。
- 3．システム全体の価格を抑えるためにCPUをRaspberry pielに変更、音声認識を利用した音声入力機能の改善、情報受信確認の返信機能充実、人を認識して名前を表示する機能Active Display機能を追加した。
- 4．距離、速度と表示内容の関係を調査した結果、日本語もしくはは災害情報に関する言葉に関しては遠距離、高速という条件では聴覚障害者の正解率が若干高いものの、ランダムな数字列に関しては健聴者の正解率が圧倒的に高かった。言語習得における抽象概念習得の経緯差が推測された。
- 5．本聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システムの作動は安定しており、聴覚障害者からも高い評価を得た。開発、評価の過程で集積された問題点・課題を解析、検討して今後のシステム機能向上に結びつけたい。  
(末尾に研究全体の具体的なロードマップを示した。)

図1. 聴覚障害災害時要援護者支援情報機器構成図



図2 宮城県立聴覚支援学校に設置した視覚情報表示ディスプレイ



図3 . 新システムブロック図

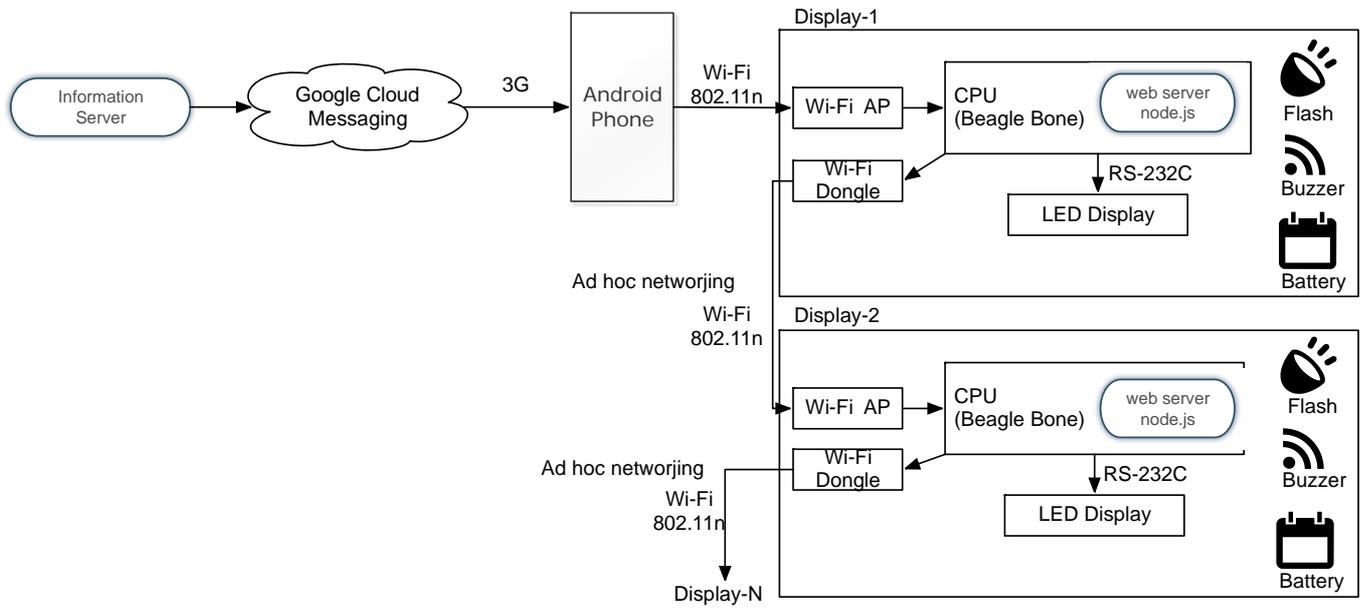


表1 . 従来のシステムと新システムとの比較

	Previous System	New System
OS	Linux	Linux
APP	Native	Java Script
Display	LED 2 color	LED 3 color
WAN	SMS	IP (Google Cloud Messaging)
Local communication	Bluetooth	Wi-Fi

図4 . 従来のシステム (Type 1) と新システム (Type 2) のソフトウェア構成

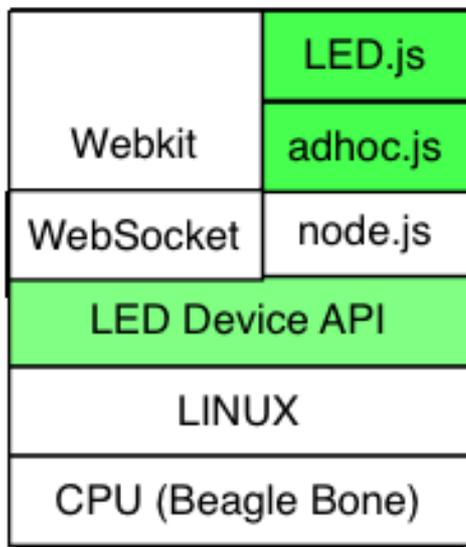
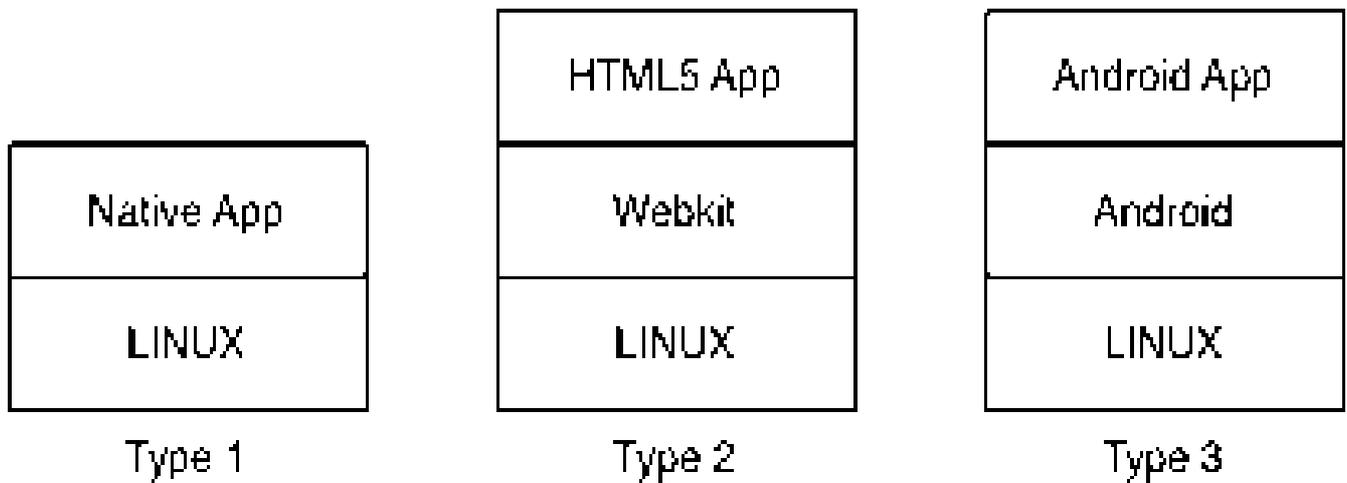


表2 . アンケート用紙

<sup>ひょうじき</sup>  
LED表示機についてお聞きします

チェック (  ) してください。

また、( )の中には、数字か文字を入れてください。

<sup>せいべつ</sup>  
性別            男                            女

<sup>しよぞく・ねんれい</sup>                            <sup>いっぱんらいこうしゃ</sup>                            <sup>ねんれい</sup>                            <sup>さい</sup>  
所属・年齢                            一般来校者                            年齢 (                            ) 歳

( 本校 )                            <sup>しょうがくぶ</sup>                            <sup>ちゅうがくぶ</sup>                            <sup>こうとうぶ</sup>  
   小学部                            中学部                            高等部・専攻科  
   学年 (                            ) 年生

<sup>ほちょうきりよう</sup>                                                                                                              
補聴器利用                            あり                            なし

<sup>ひょうじき</sup>  
LED表示器に気がつきましたか？

気づいた                            気づかなかった

<sup>ひょうじないよう</sup>  
表示内容はわかりましたか？

よくわかった                            だいたいわかった  
あまりわからなかった                            わからなかった

<sup>ひょうじき</sup>                            <sup>じょうほうでんたつ</sup>                            <sup>べんり</sup>  
LED表示器は、情報伝達に 便利だと感じましたか？

<sup>べんり</sup>                                                       <sup>い</sup>                            <sup>べんり</sup>  
便利                                                       どちらかと言えば便利  
あまり便利と感じない                            わからない

(以下の項目は、調査員が記載をお願いします)

文字の色についてお聞きします

- ( 1 )      表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑 )  
読みやすい                      読みにくい
- ( 2 )      表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤 )  
読みやすい                      読みにくい
- ( 3 )      表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑 )  
読みやすい                      読みにくい
- ( 4 )      表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤 )  
読みやすい                      読みにくい

## 文字の速度について伺います

- ( 5 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑, 低速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 6 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤, 低速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 7 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑, 高速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 8 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤, 高速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 9 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑, 低速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 10 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤, 低速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 11 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑, 高速 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 12 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤, 高速 )  
読みやすい 読みにくい

## 文字の出し方について伺います

- ( 1 3 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑, スクロール有 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 4 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤, スクロール有 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 5 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 緑, スクロール無 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 6 ) 表示した文字についてお聞きします。( 10m, 赤, スクロール無 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 7 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑, スクロール有 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 8 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤, スクロール有 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 1 9 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 緑, スクロール無 )  
読みやすい 読みにくい
- ( 2 0 ) 表示した文字についてお聞きします。( 15m, 赤, スクロール無 )  
読みやすい 読みにくい

アンケートは、これで終了<sup>しゅうりょう</sup>です。どうもありがとうございました。

図5 . 従来のシステム (SMS) と新システム(Trial 1-4)の伝達速度比較

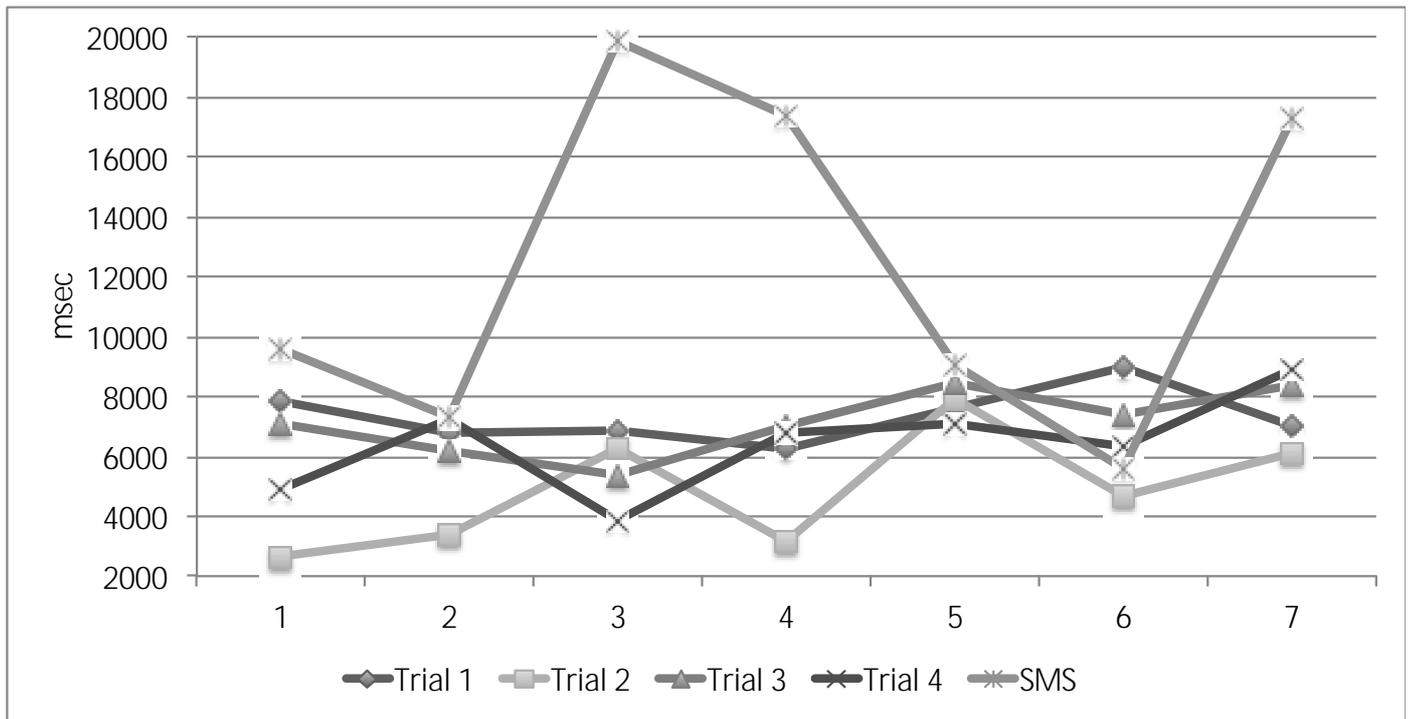




表3 . アンケート結果

	条件	読みやすい	読みにくい	
(2) 文字の色	10m 緑	92 (84.4%)	17 (15.6%)	
	10m 赤	92 (84.4%)	17 (15.6%)	
	15m 緑	91 (84.4%)	18 (16.5%)	
	15m 赤	97 (89.0%)	12 (11.0%)	
(3) 文字の速度	10m 緑 低速スクロール	88 (80.7%)	21 (19.3%)	
	10m 赤 低速スクロール	94 (86.2%)	15 (13.9%)	
	10m 緑 高速スクロール	98 (90.0%)	11 (10.0%)	
	10m 赤 高速スクロール	95 (87.1%)	14 (12.9%)	
	15m 緑 低速スクロール	83 (76.1%)	26 (23.9%)	
	15m 赤 低速スクロール	82 (75.2%)	27 (24.8%)	
	<b>15m 緑 高速スクロール</b>	<b>100 (91.7%)</b>	<b>9 (8.3%)</b>	
	15m 赤 高速スクロール	99 (90.8%)	10 (9.2%)	
	(4) 文字の出し方	10m 緑 スクロール有	81 (74.3%)	28 (25.7%)
		10m 赤 スクロール有	91 (83.5%)	18 (16.5%)
10m 緑 スクロール無		72 (66.0%)	37 (34.0%)	
10m 赤 スクロール無		73 (66.9%)	36 (33.1%)	
15m 緑 スクロール有		91 (83.5%)	18 (16.5%)	
15m 赤 スクロール有		89 (81.7%)	20 (18.3%)	
15m 緑 スクロール無		76 (69.7%)	33 (30.3%)	
15m 赤 スクロール無		77 (70.6%)	32 (29.4%)	

図 7 . 聴覚障害災害時要援護者支援情報機器運用実際模式図

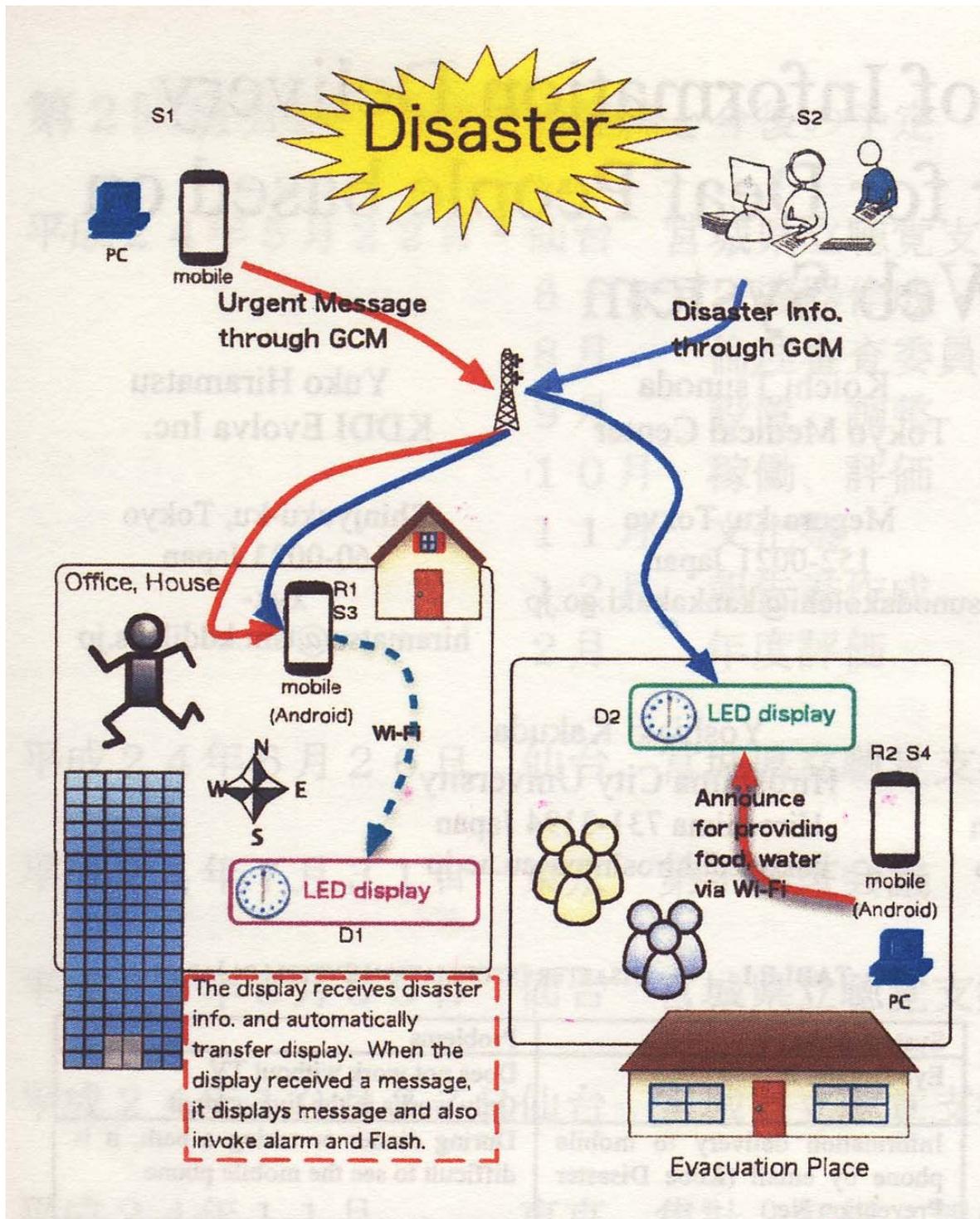


表4 . 赤の高速表示の部分で聴覚障害者の視覚認知度が有意に上昇する。

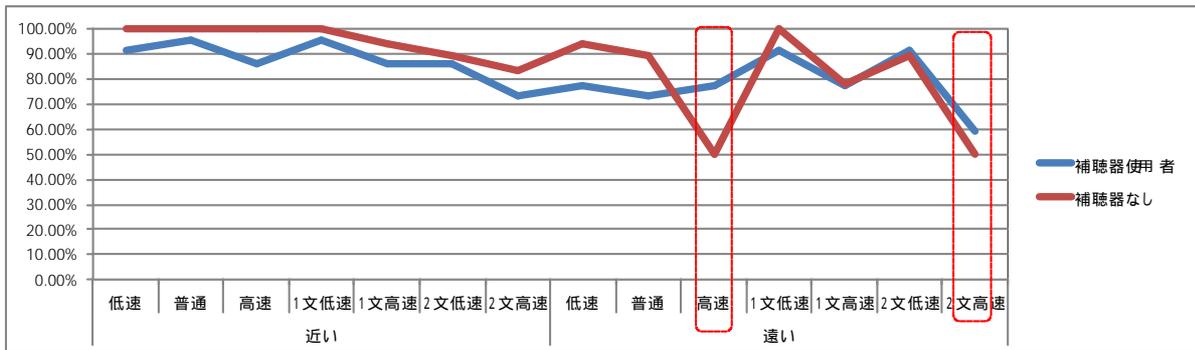




図9．宮城県立聴覚支援学校に設置したフラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ



図10．電光表示装置大型機．表示の距離と色を変え、視認性のアンケート調査を実施した．



図11．実証実験状況写真．



図12．実証実験状況写真．



図13．実証実験状況写真．



図14．実証実験状況写真．



図15．実証実験状況写真．



図16 . 実証実験状況写真 .



図17．BLEビーコンに反応する表示器．



図18 . BLEビーコンに反応する表示器 .

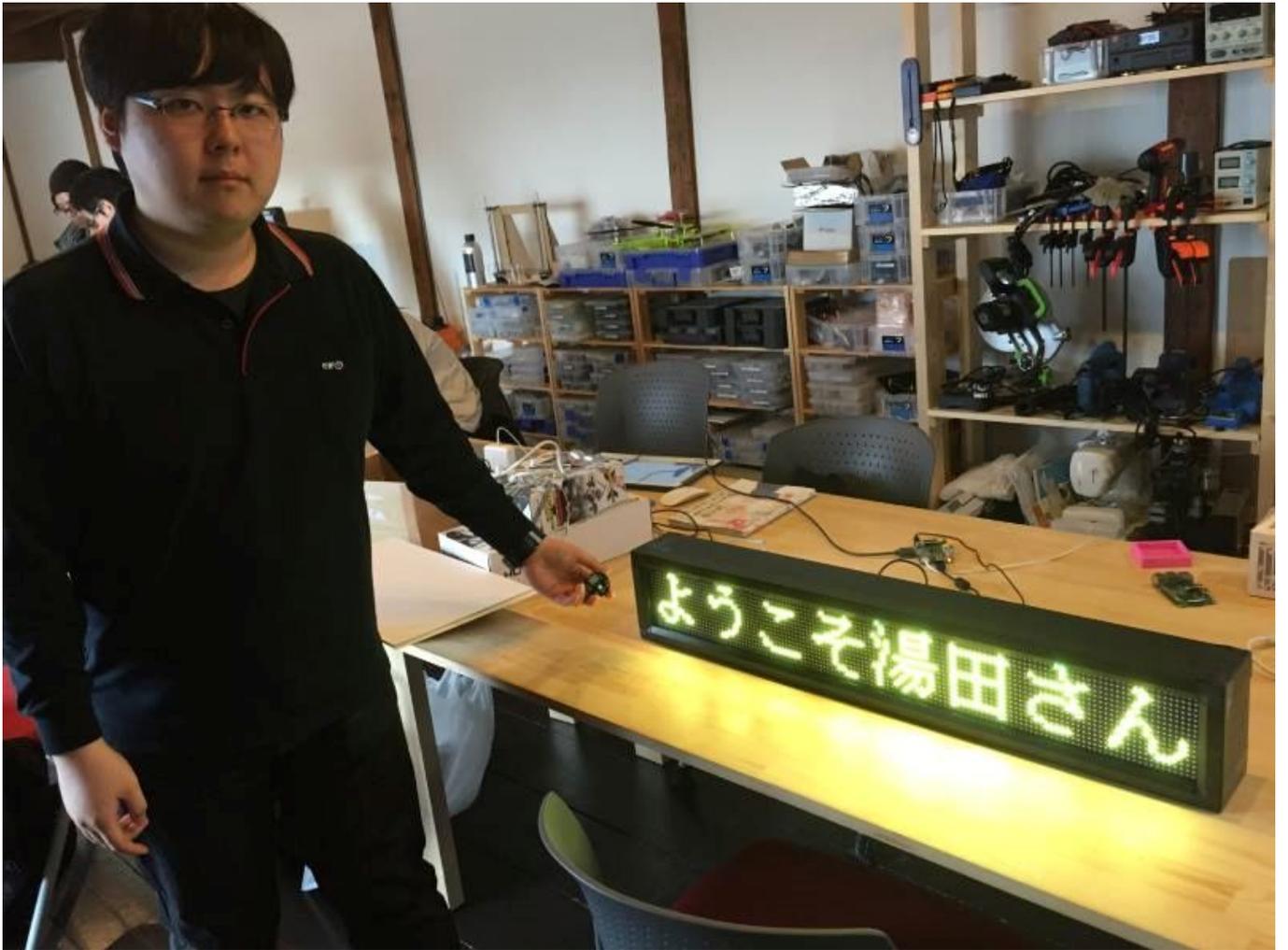


图19 . 表示速度普通、内容：災害情報

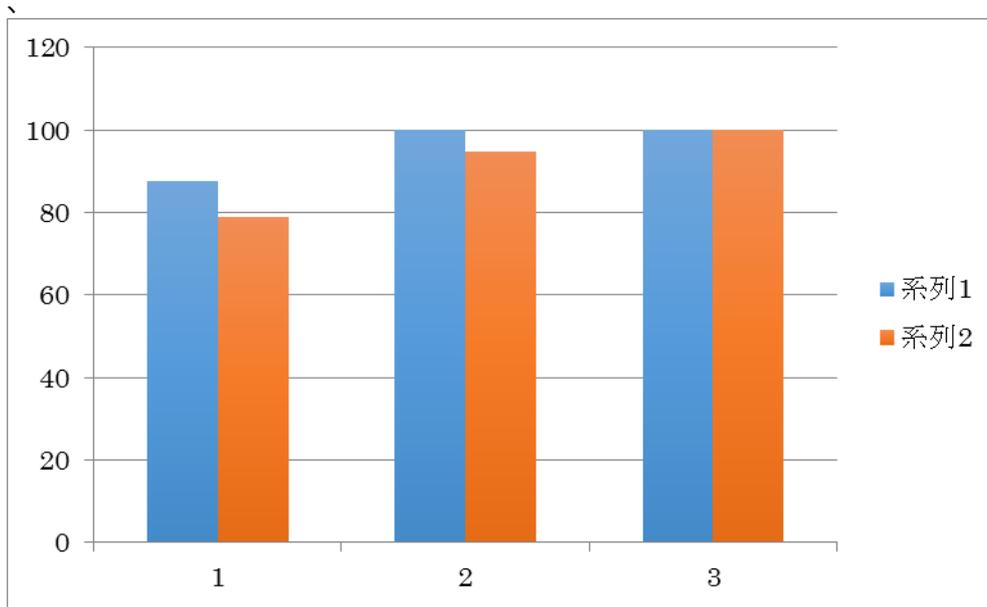


图20 . 表示速度普通、内容：8 桁数字

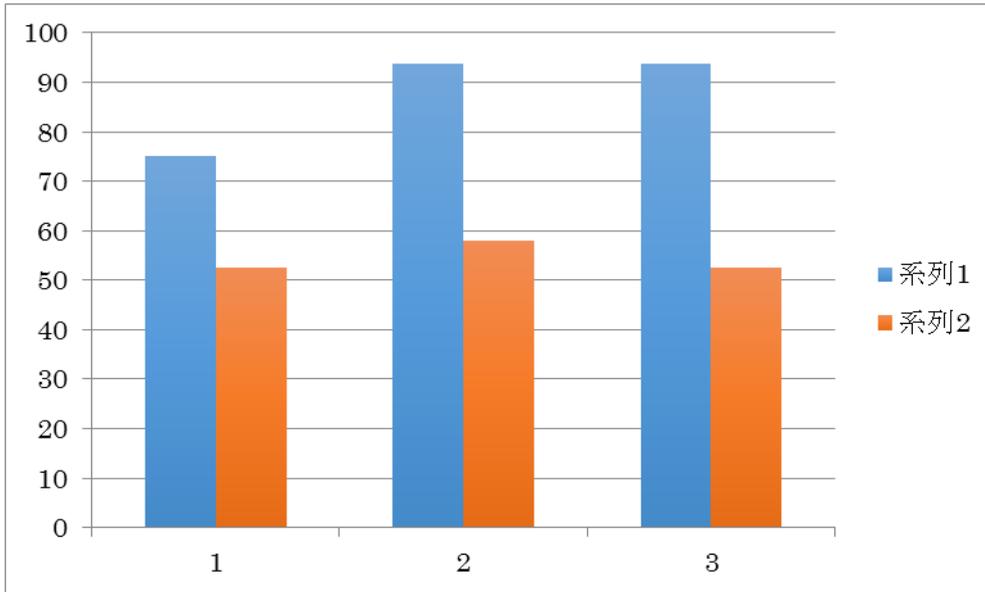


图21 . 高速表示速度、内容：災害情報

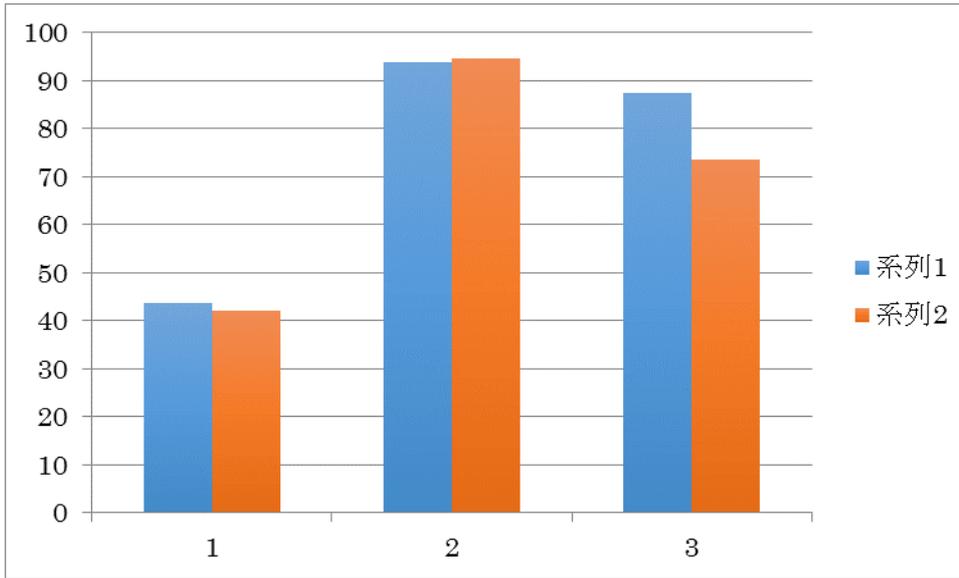
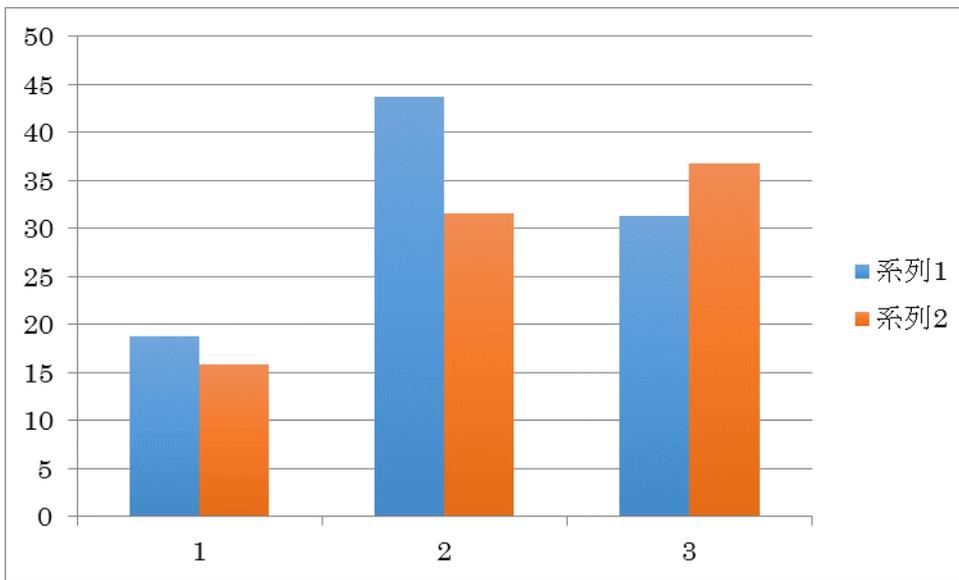
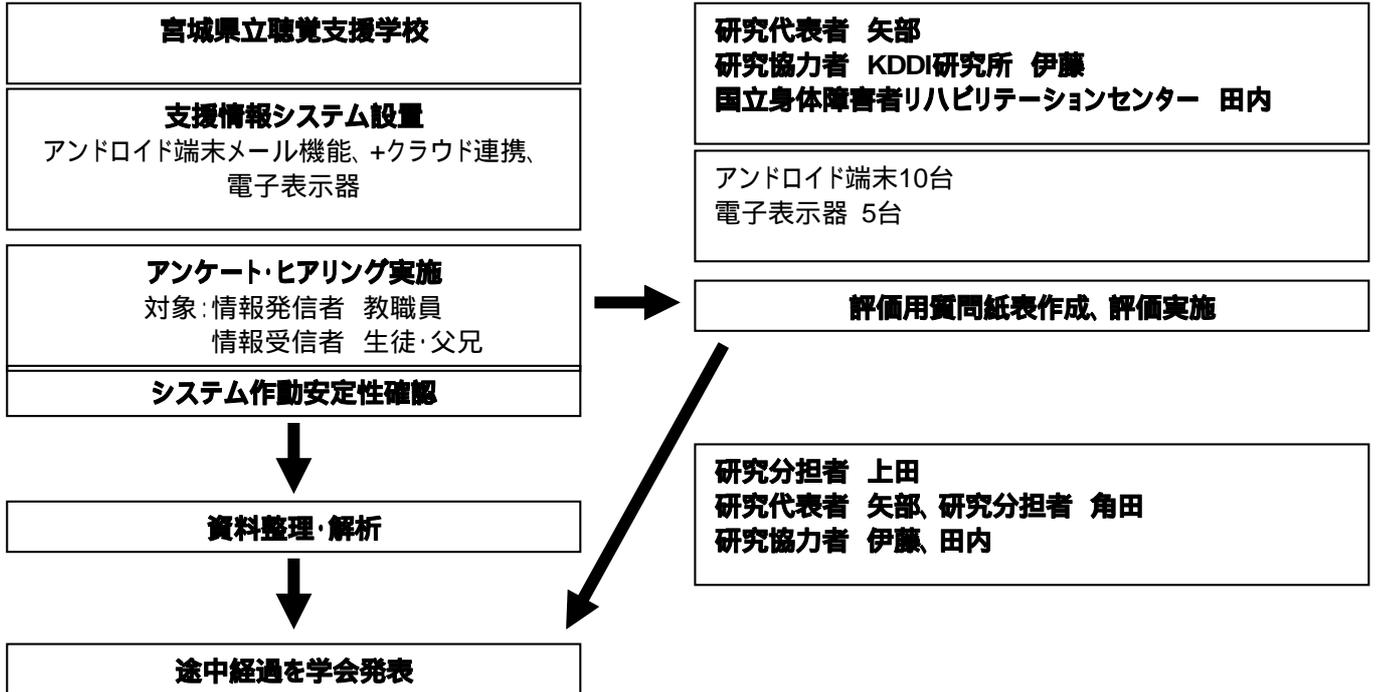


图22 . 高速表示速度、内容：8 桁数字

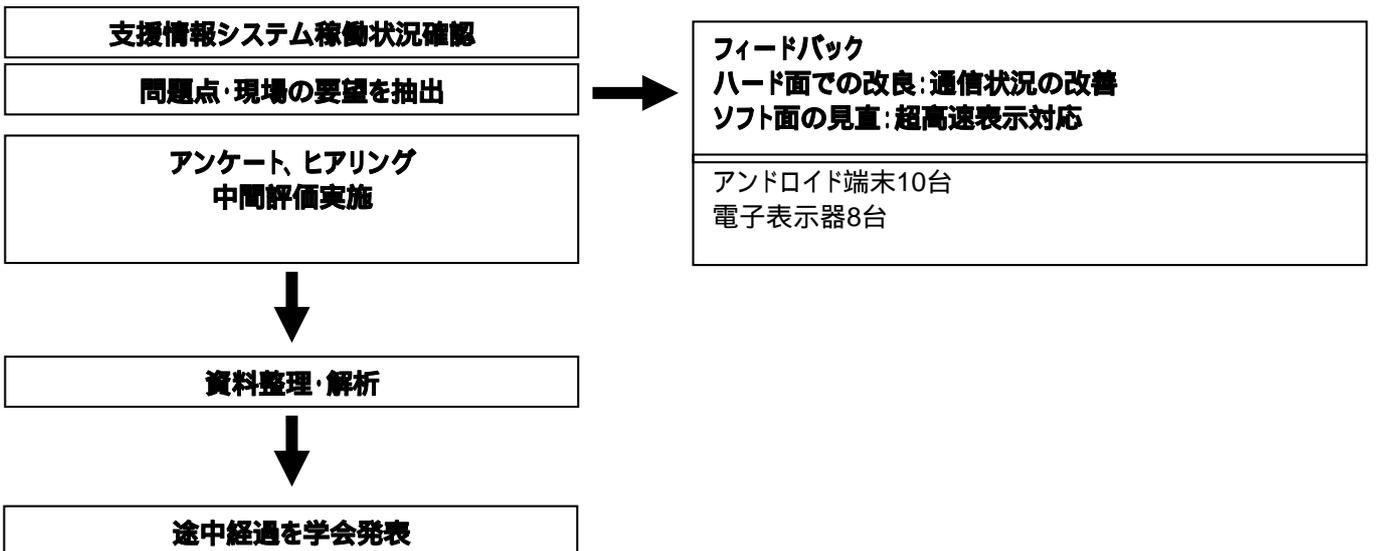


## 研究全体の具体的なロードマップ

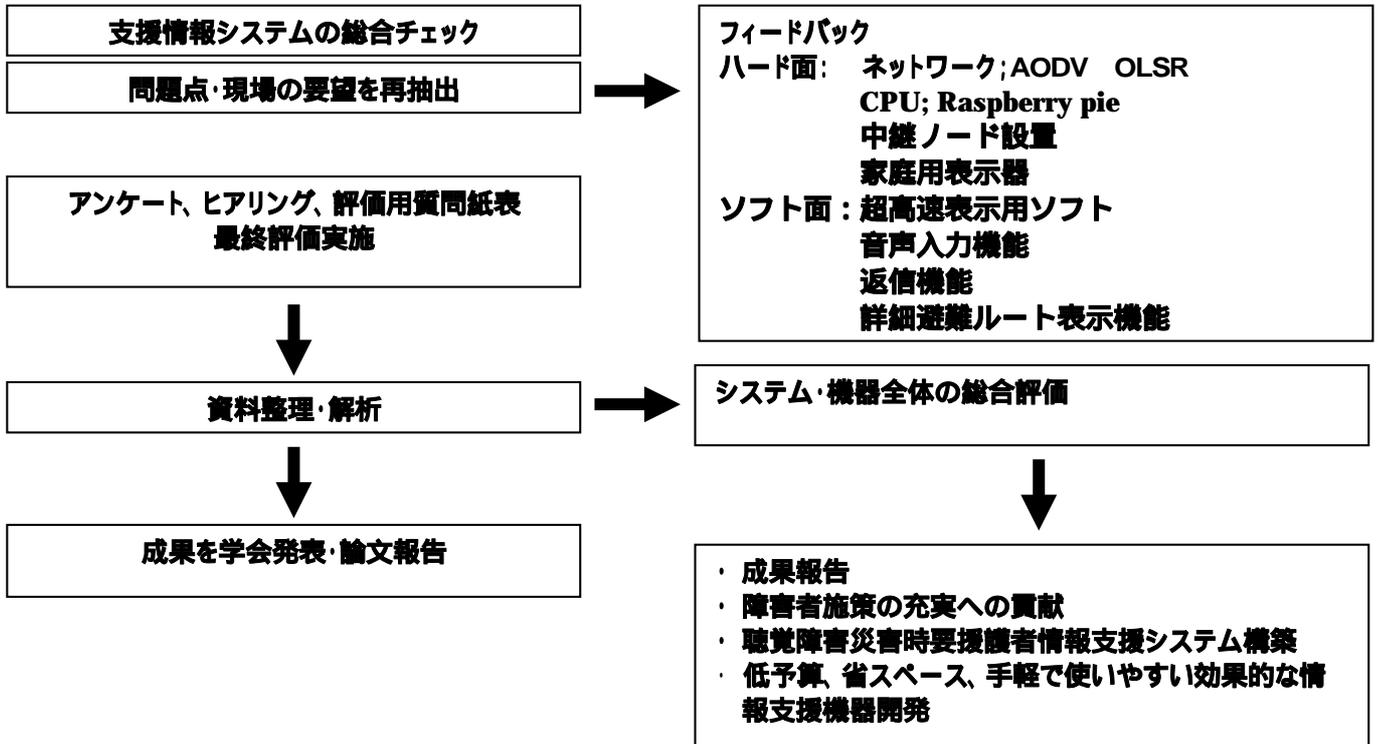
### 平成24年度 システム設置、作動確認、初期評価



### 平成25年度 問題点・現場の要望を抽出、中間評価



**平成26年度 最終評価、システム・機器の機能向上と完成、報告**



## . 研究成果の刊行に関する一覧表

### 25年度(2年目)

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
矢部多加夫	聴覚障害災害時要援護者支援情報機器評価(5)	日本集団災害医学会誌	18	219	2013
A Ito	Information delivery system for deaf people at a large disaster as web based embedded system	The Fifth International Workshop on Ad Hoc, Sensor and P2P Networks (AHSP2013)		422-428	2013
A Ito	Evaluation of an information delivery system for hearing impairments at a school for deaf	15 <sup>th</sup> International Conference on human-computer interaction		21-26	2013
T Yabe	Development research of communication systems for the deaf people in a major disaster	AAO-HNSF Annual meeting & Oto Expo 2013			2013
矢部多加夫	聴覚障害災害時要援護者支援情報システム	第58回日本聴覚医学会	56	375-376	2013

### 26年度(3年目)

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
矢部多加夫	聴覚障害災害時要援護者支援情報機器評価(6)	日本集団災害医学会誌	19	219	2014
矢部多加夫	耳鼻咽喉科領域における感覚代行の臨床応用	第10回信越耳鼻咽喉科セミナー		422-428	2014
T Yabe	Novel Communication Systems for the Deaf People in a Major Disaster.	13 <sup>th</sup> International Conference on Cochlear Implants and other implantable auditory technologies		21-26	2014
矢部 多加夫	厚生労働科学研究費補助金 障害対策総合研究事業 災害時の聴覚障害者情報支援システム開発研究 平成25年度 総括研究報告書				2014

## **. 研究成果の刊行物・別刷**

1. 矢部多加夫、原口義座、友保洋三、他：鳥取西部地震における聴覚障害災害時要援護者の調査研究；日本集団災害医学会誌、12, 214-219, 2007
2. 矢部多加夫、原口義座、友保洋三、他：阪神淡路大震災における聴覚障害災害時要援護者の調査研究；日本集団災害医学会誌、14, 75-81, 2009
3. Atsushi Ito, Takao Yabe, Koichi Tsunoda, et al.: Performance evaluation of information delivery system in a major disaster for deaf people based on embedded web system.; AHSP2013 2013. 3. 6-8
4. Atsushi Ito, Takao Yabe, Koichi Tsunoda, et al.: A study of optimization of IDDD (Information Delivery System for Deaf people in a major Disaster); ASON 2014 2014. 3. 6-8
5. Atsushi Ito, Takao Yabe, Koichi Tsunoda, et al.: Evaluation of an information delivery system for hearing impairments at a school for deaf. HCII 2014 2014.7
6. 矢部多加夫、角田晃一：聴覚障害災害時要援護者支援情報システム．第58回日本聴覚医学会誌56: 375-376, 2013

**5 . 研究成果による特許権等の知的財産権の出願・登録状況：特になし。**