

図21. 高速表示速度、内容：災害情報

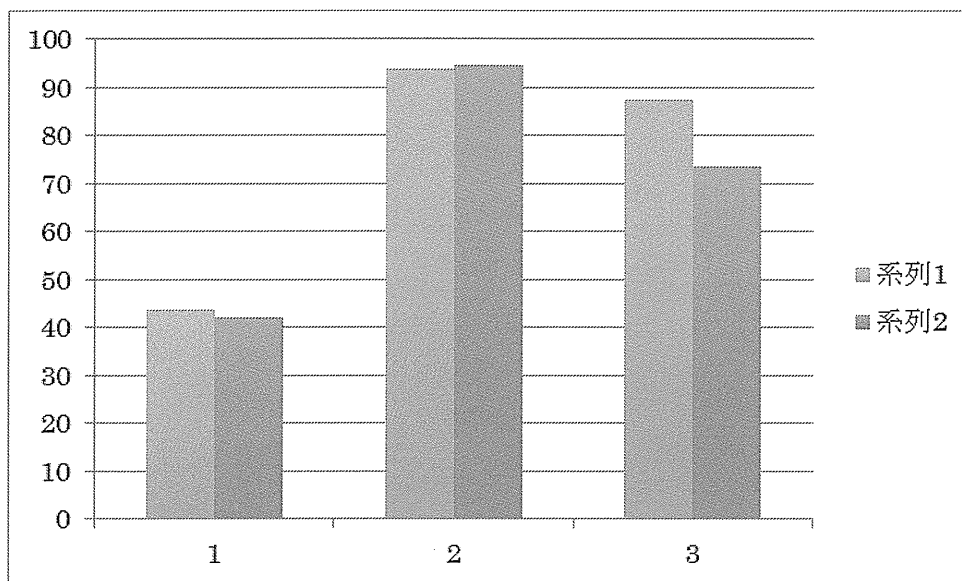
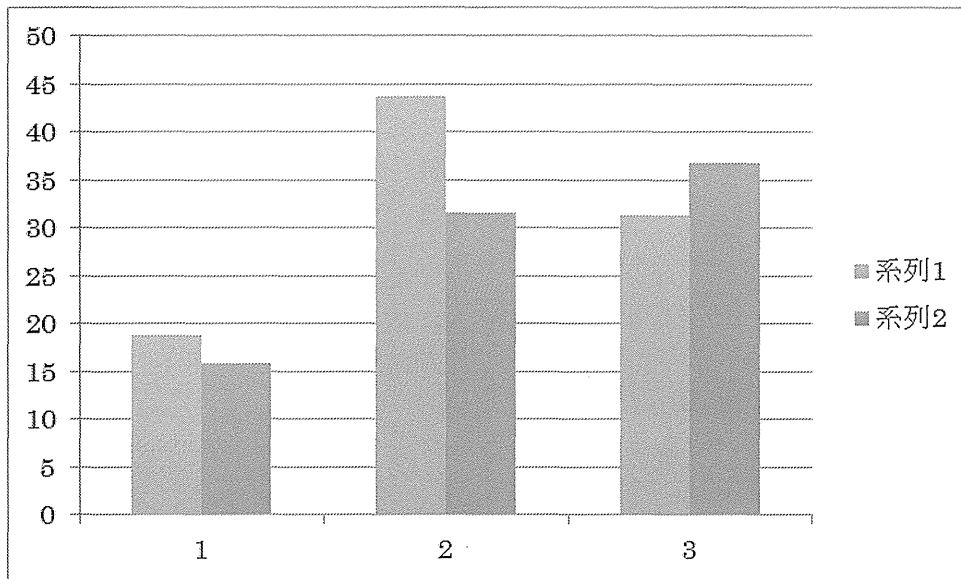
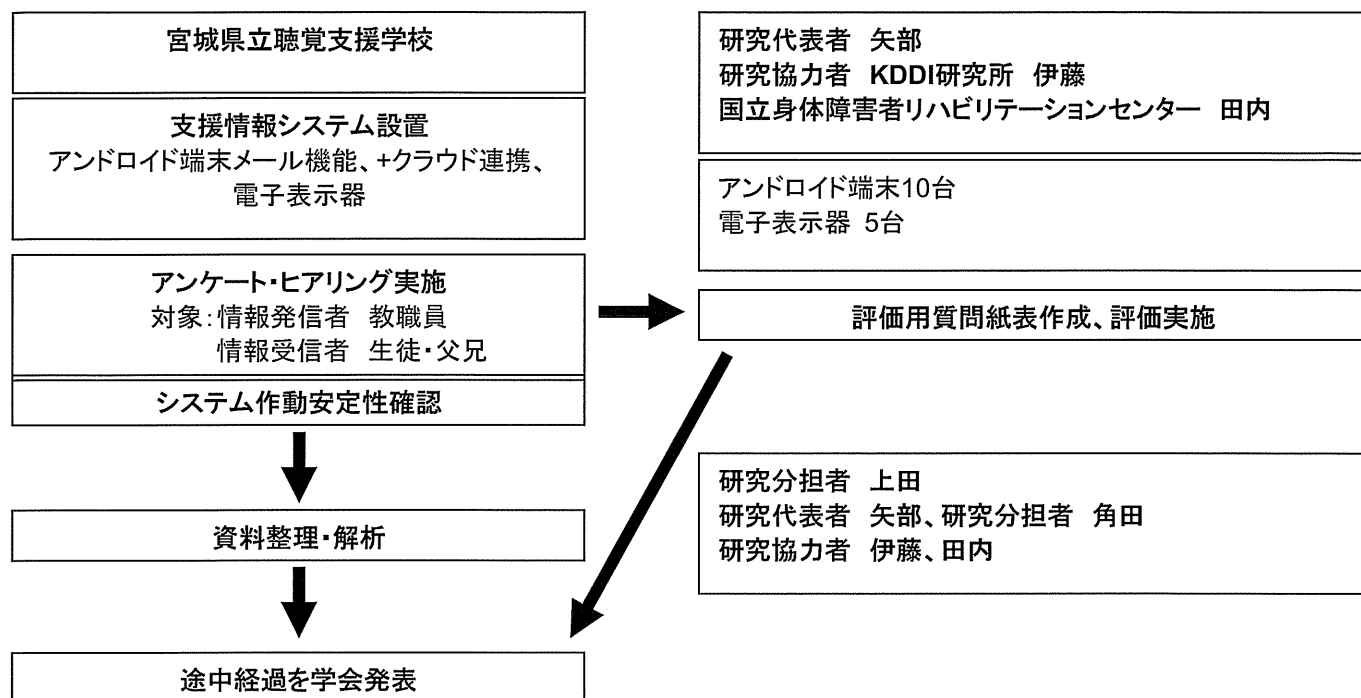


图22. 高速表示速度、内容：8桁数字

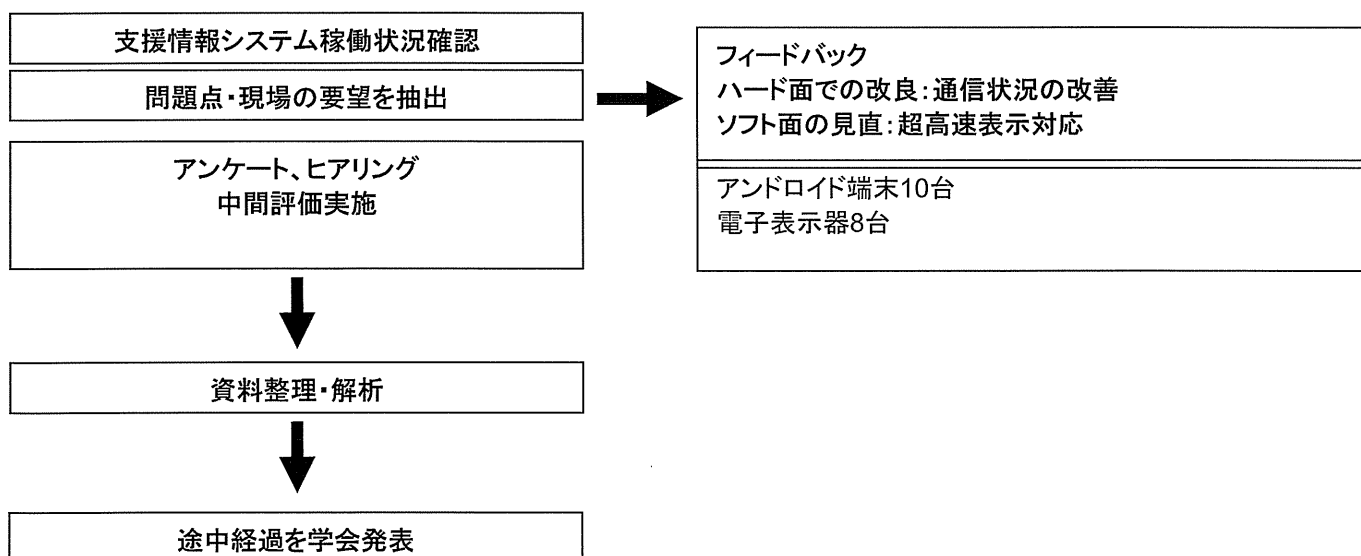


研究全体の具体的なロードマップ

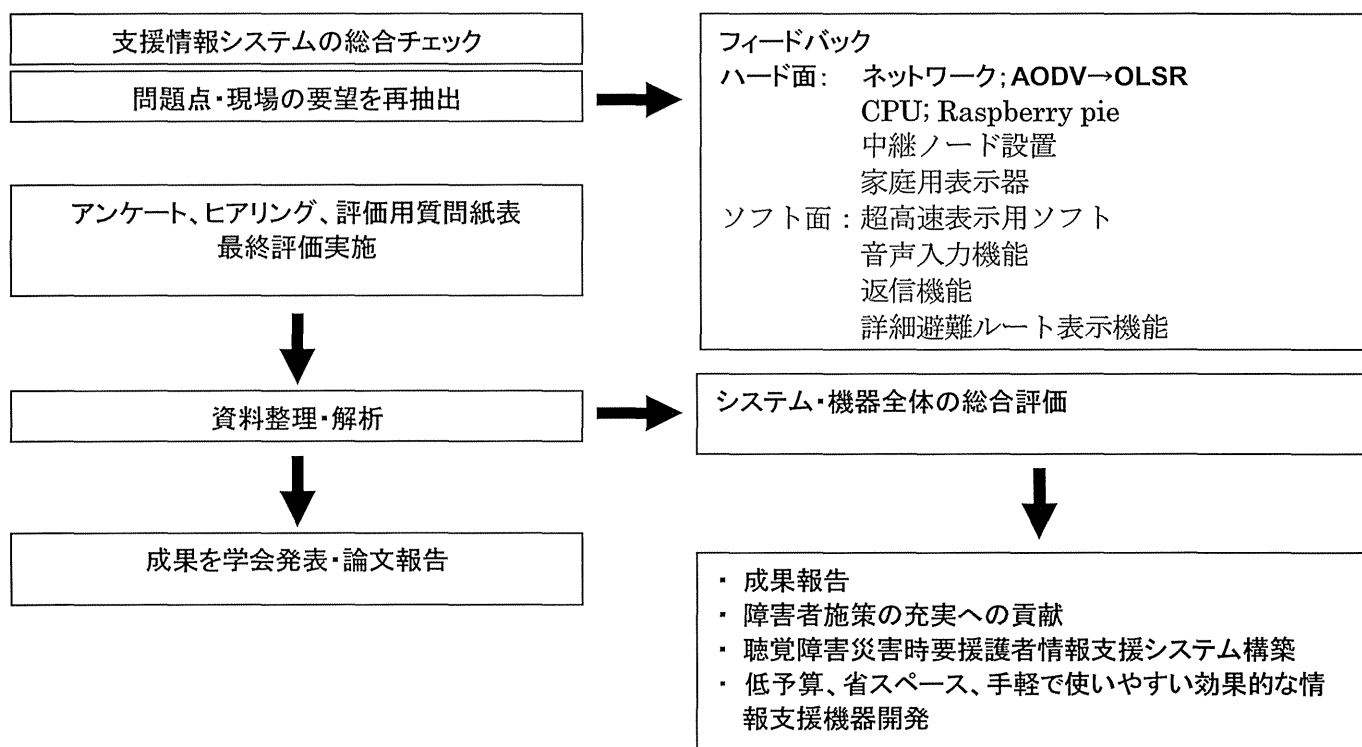
平成24年度 システム設置、作動確認、初期評価



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



Ⅱ. 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 th International Conference on human-computer interaction	Ⅲ	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 th International Conference on Cochlear Implants and other implantable auditory technologies	Ⅲ	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

Ⅲ. 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。

IV. 参考文献

Performance Evaluation of Information Delivery System in a Major Disaster for Deaf People based on Embedded Web System

Atsushi Ito
KDDI R&D Laboratories
Chiyoda-ku, Tokyo
102-8460 Japan
at-itou@kddi.com

Takao Yabe
Tokyo Metropolitan Hiroo
Hospital
Shibuya-ku, Tokyo
150-0013 Japan
takao_yabe@tmhp.jp

Koichi Tsunoda
Tokyo Medical Center
Meguro-ku, Tokyo
152-0021 Japan
tsunodakoichi@kankakuki.go.jp

Yuko Hiramatsu
KDDI Evolva Inc.
Shinjyuku-ku, Tokyo
160-0023 Japan
xyk-
hiramatsu@tsm.kddilabs.jp

Yu Watanabe
Utsunomiya University
Utsunomiya 321-8585 Japan
yu@is.utsunomiya-u.ac.jp

Masahiro Fujii
Utsunomiya University
Utsunomiya 321-8585 Japan
fujii@is.utsunomiya-u.ac.jp

Yoshiaki Kakuda
Hiroshima City University
Hiroshima 731-3194 Japan
kakuda@hiroshima-cu.ac.jp

Abstract—In this paper, we present an outline of the new Information Delivery System During a Major Disaster for People Who are Deaf (IDDD) designed using a web platform such as node.js and GCM (Google Cloud Message), and explain the performance measurement results. Especially, a new implementation method using web system for embedded system and M2M system is explained. Also, we explained delay to provide disaster information to a user and spreading that information to multiple displays are shorter than previous IDDD.

Keywords- Disaster information, support people who are disabled, web-based embedded system, ad-hoc network, mobile phone

I. INTRODUCTION

Based on research of the status of people with handicaps during the earthquakes in Kobe and Tottori [1,2], we designed the Information Delivery System During a Major Disaster for People Who are Deaf (IDDD) using mobile phone and ad-hoc networking technology with an evaluation test conducted in many different locations since 2007. We found many of the people who are deaf without support during the disaster. Some people were left alone in a house and could not go to a shelter. In the event of a disaster, the electric power supply is usually stopped, so that people cannot receive information from TV. Half of the people who died in the earthquake in Kobe [1] were people who required help to evacuate, such as people who were elderly or disabled. Consequently, an information delivery method is urgently needed for people with hearing impairments.

In Japan, there are several Disaster Information systems for people who are deaf as described in Table I. However, these Disaster Prevention Systems does not solve the problems of people who are deaf. So that, we developed an information

TABLE I. DISASTER INFORMATION SYSTEM IN JAPAN

System name	Problems
Eye Dragon II	Does not work without TV Only works in the living room
Information delivery to mobile phone by email (Kobe Disaster Prevention Net)	During dinner or taking a bath, it is difficult to see the mobile phone
IT-based Disaster Prevention System (JEITA)	Not focused on people who are disabled
Wireless IP Phone (Owase City)	Not focused on people who are disabled

delivery system based on a mobile phone network, and performed several trials [3, 4, 5, 6]. We conducted 19 trials of the IDDD from 2007–2011, asked attendants to answer questions, and received answers from 312 people. For example, we conducted a trial in the reception area of the department of otorhinolaryngology in a hospital. In this case, the display shows the number of the next person in line, and we tested the display to show disaster information as part of the trial. The overall impression of 87% of examinees was positive. The details are described in [6]. Also, the IDDD is used in three offices in Tokyo that employ people with hearing impairments. We confirmed that the size and color of the characters were legible and recognizable.

During these trials, we received many different requirements from the different demonstration locations and from the different attendants. However, the IDDD was expensive and not sufficiently flexible and need to modify complicated C code and adjust parameters to meet every request. Also, the cost decreased for the LED display. Therefore, we re-designed the new IDDD [7] based on embedded web system and GCM (Google cloud message) to start a new project supported by Ministry of Health, Labor and Welfare for the long-term evaluation of new IDDD to check usability at a school for the deaf in Miyagi.

Part of this research was supported by the Ministry of Health, Labor and Welfare.

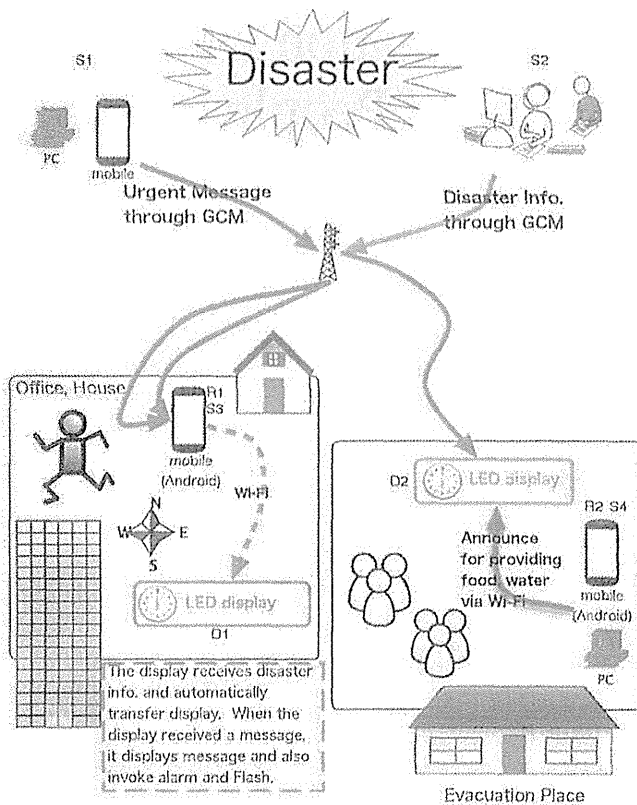


Figure 1. Outline of Information Delivery System

However, web based system is considered that the execution speed is not so fast comparing to native application, so that we measured delay to deliver information before we install new IDDD at a school for deaf in Miyagi. In this paper, we report a new implementation method using web system for embedded system and M2M system, and the results of the system performance test. As the performance test, we measured information delivery time to display that information, and delay between displays of IDDD. The delay to deliver information is shorter than previous system (12 sec \rightarrow 6 sec). This result is preferable at disaster situation.

We will first describe the outline of the Information Delivery System During a Major Disaster for People Who is Deaf (IDDD) in section II. We will then explain the details of designing the new IDDD in section III. Then, we will explain the performance measurement results in section IV. In conclusion, the opinions of parents and further study are presented in section V.

II. OUTLINE OF THIS SYSTEM

Figure 1 is the outline of the design for the IDDD. IDDD consists of who send information (S1, S2, S3 and S4 in Figure 1, receiver (mobile phone: Android Smart Phone, R1 and R2 in Figure 1) and LED display (D1 and D2 in Figure 1). There are four patterns to use this system:

(1) Send disaster information from a person who is aware

of the disaster (S1 or S2). The information is received by a mobile phone (R1 and R2) and transferred to the LED display (D1 and D2) directly.

(2) Send disaster information from a disaster information center of the government or an NPO (S2). The information is received by a mobile phone (R1 and R2) and transferred to the LED display (D1 and D2) directory.

(3) Send disaster information in an office or home locally by using a personal PC or mobile phone (S3 or S4) to the LED display (D1 and D2).

(4) Send support information by using mobile phone or PC (S4), such as the time to provide lunch or information on missing people in an evacuation area to people. The information is directly sent to the LED display (D1 and D2) directory.

This system was originally designed for SMS (short message service), however, we now using GCM instead of SMS. SMS was sometimes delayed or ignored when network access was highly congested since SMS is a circuit switching service.

Because of the network congestion in a large disaster, IP-based services are better for accessing networks. GCM is one of the most popular IP based push service. This is the reason that we decided to use GCM.

From a smartphone to the LED display, we now use Wi-Fi. When we designed the first generation IDDD, many feature phones had Bluetooth but not Wi-Fi, but now, all smartphones have Wi-Fi. In addition, this system can use ad-hoc networking to connect multiple LED displays to deliver information in a large space, such as an evacuation area or office building.

III. DESIGNING NEW INFORMATION DELIVERY SYSTEM FOR PEOPLE WHO ARE DEAF IN A MAJOR DISASTER

As described in section I, during these trials, we received many different requirements, such as changing size and color of LED display, the length of message and use flash/buzzer, at the different demonstration locations and from different attendants. For example, when a user would like to use different size of LED display, we need not only to change HW, but also to re-write API and to adjust the display speed. If a display is used in a room where almost all people are deaf, the display speed can be increased. Also, we should change the number of repeats to meet the requirements of the location, such as the message should be repeated many times at an event; however, in an office, messages should not need to be repeated so many times. Communication between an LED display and a mobile phone is expected in an office space or house; however, this function is not strongly required at an event. In addition, if LED displays are used in large venues, such as schools, we need to control them simultaneously using ad-hoc networking. Depending on use cases, many requests were raised, so that, we think we should re-design IDDD to realize flexibility such as adding new functions and change parameters easily.

First, we would like to change the application platform of

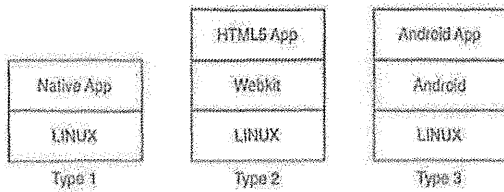


Figure 2. Three candidates of system architecture of LED display controller of IDDD

IDDD controller on the LED display from Linux to a higher level to realize a uniform platform of the IDDD to add

TABLE II. DIFFERENCES OF PREVIOUS ARCHITECTURE AND NEW ARCHITECTURE OF IDDD

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

flexibility.

As described in Figure 2, there are three different abstraction levels in the system and related programming languages that are used for developing mobile phones. These technologies provide a compact, reliable environment. Let's compare these three architectures. Type 1 is usually used for different embedded systems. However, costs are required to modify the functions of a system written in C code depending on hardware. Type 3 is also widely used not only for mobile phones but also for music players, TVs, digital cameras, etc. However, on the IDDD, we do not need an application execution environment like Dalvik VM. Type 2 is now widely discussed as a Web OS. This architecture is flexible to add

functions and change parameters. We can develop a JS library for a specific purpose and use the functions in WebKit as we need. Also, we can develop a client server system using a web server to define communication among LED displays and mobile phones very easily.

For these reasons, we decided to use Type 2 for the new IDDD system. In addition, we changed the LED from two colors to three colors as described in Table II.

Figure 3 shows a detailed block diagram of our new IDDD system. A disaster message is sent from the Information Server via GCM and received by an Android phone. On the Android phone, an Android application receives that message and forwards it to the LED display. An LED display consists of the Wi-Fi access point (AP), Wi-Fi dongle, CPU, LED display, flashlight, buzzer, and battery (optional). The Wi-Fi AP is used for receiving messages from Android phones and other LED displays when ad-hoc networking is working. We used AODV to implement ad-hoc network function. The Wi-Fi dongle is used for sending messages to other LED displays. The flashlight is used to alert people when an emergency message is received. The buzzer is used for the same purpose. The battery can be connected to keep the system working in the event of a blackout.

We used node.js [8] as an application execution environment. Node.js is a compact web server, and we can run applications written in JavaScript (JS) on it. Also, node.js is widely implemented on embedded Linux platforms.

Figure 4 is the software architecture for the new IDDD. Boxes with *, such as LED.js, adhoc.js and LED Device API are newly added functions on this system. LED.js is a library for controlling LED display and adhoc.js is a library for ad-hoc networking among LED displays. For example, LED.js consists of several JS functions as described in Figure 4. Also, we need the device API for the LED display to drive the LED controller.

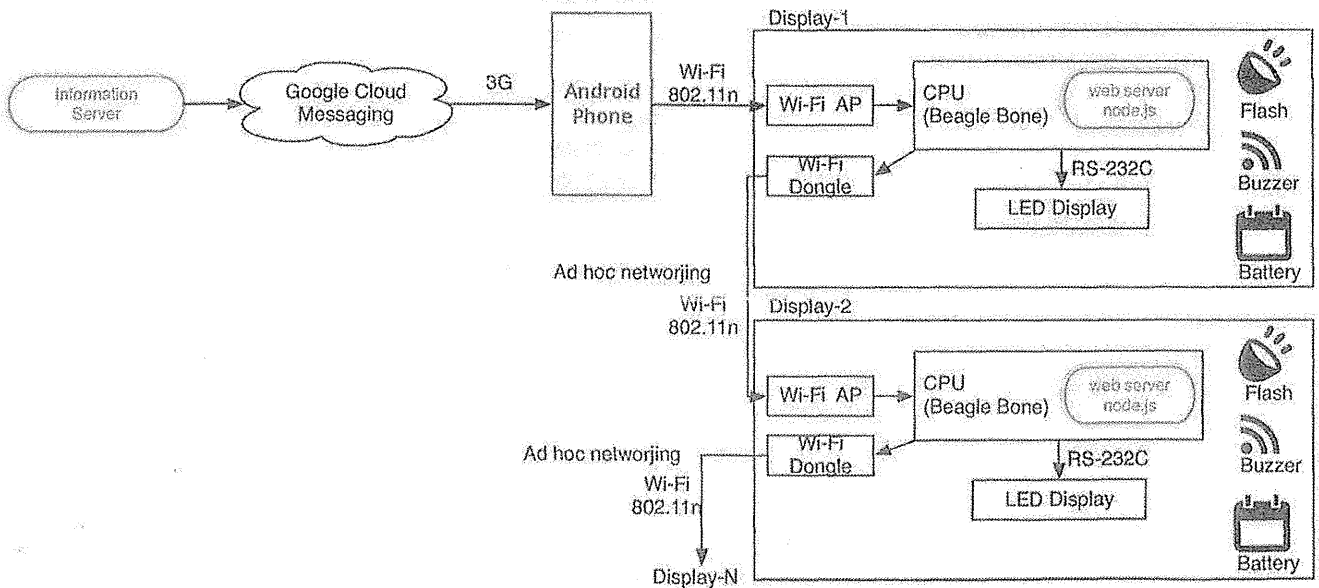


Figure 3. Block diagram of new IDDD

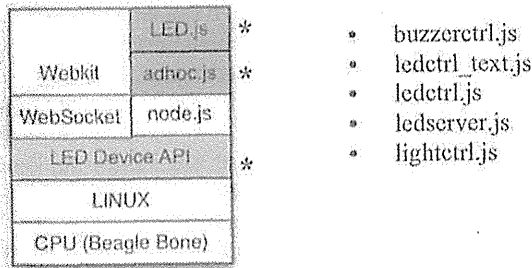


Figure 4. Software architecture of new IDDD based on

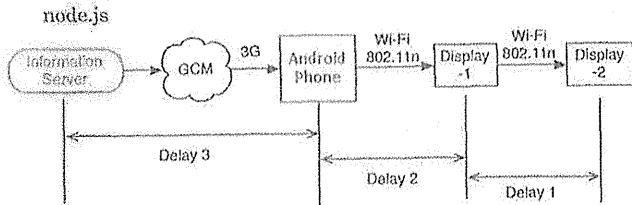


Figure 5. Test setting to measure performance

IV. PERFORMANCE OF THIS SYSTEM

We measured several aspects of this system by using the test configuration described in Figure 5. We measured three delays to check the performance. One is delay between two LED displays, Display-1 and 2, (Delay 1 in Figure 5), the second is delay between Android phone and LED display (Delay 2 in Figure 5) and the third is delay between information server and Android phone (Display 3 in Figure 5). Delay 1 is important to deliver information using ad hoc network function and Delay 2+3 is important to deliver urgent information as quickly as possible.

We think that the following criterias are important to evaluate delay of information delivery.

(C1) As fast as possible: Disaster information sometimes include urgent information such as tsunami alert and earthquake alert. So that, information should be delivered as soon as possible.

(C2) Delay should be constant: Sometime the delay is short and sometime the delay is large, the system looks unstable and may give anxiety to people who use IDDD. So that the delay should be constant.

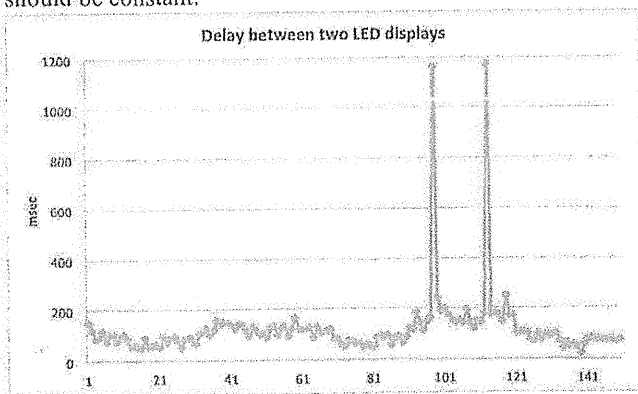


Figure 6. Delay between two LED displays (Delay1)

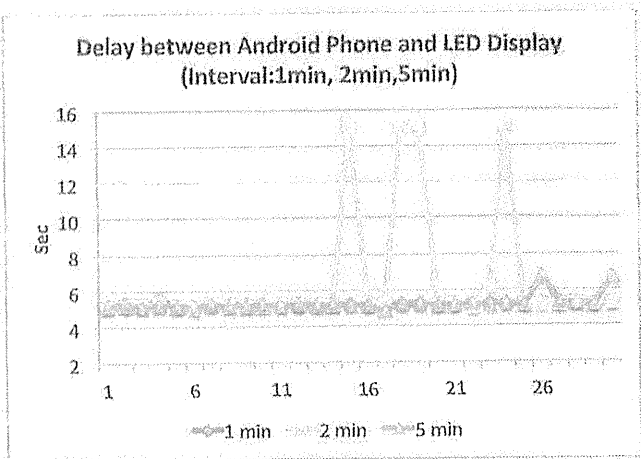


Figure 7. Delay of message between Android Phone and LED display (Delay 2)

4.1 Delay between two LED displays (Delay1)

As described in Figure 3, we are using ad-hoc networking between two displays using Wi-Fi (802.11n). Figure 6 shows the delay between the two LED displays. There are two major delays, however almost under 200 msec. We are planning to set five LED displays in the school for the deaf in Miyagi, so that the maximum delay to display information on all LED display is one second. We think that this result satisfies criteria C2 and there is no problem for the delay in message transmission between two LED displays.

In our previous system, we used Bluetooth for the message transfer between LED displays, and it usually took less than one second. We can conclude that Wi-Fi has the same performance as Bluetooth. Also, the range of Bluetooth is 10 m, but Wi-Fi is usually farther. Wi-Fi is useful for larger spaces or buildings like a school.

4.2 Delay between Android Phone and LED display (Delay2)

Our greatest concern was the delay in the GCM and mode change of 3G to Wi-Fi in Android phones. Firstly, we measured delay between Android phone and LED display. This delay means the delay of mode change of 3G to Wi-Fi in Android phones. For this test, we used IS17SH (Android 4.0) with DHCP to get IP address. As described in Figure 7, the delay was 5.69 sec and there was no significant difference among variation of sending message interval. We think that if we use fixed IP address, the delay might be reduced.

4.3 Delay between Information server and Android Phone (Delay 3)

Finally, we measured delay between information server and Android phone through GCM. We used the Galaxy Nexus with Android 4.0 for testing of the delay of GCM. We first tested to send a message using GCM at an interval of 1 minute as described in Figure 8. The delay was volatile and not stable

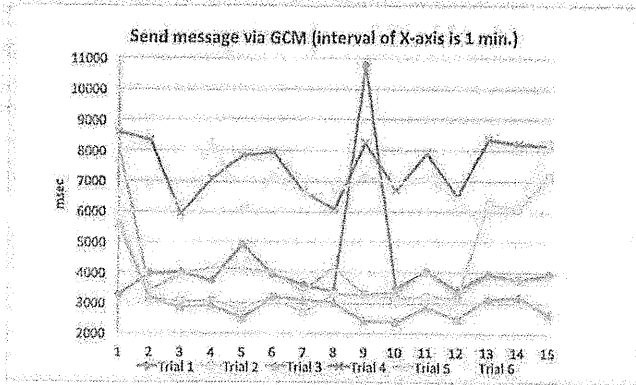


Figure 8. Delay of message between Information Server and LED display (interval =1 minute)

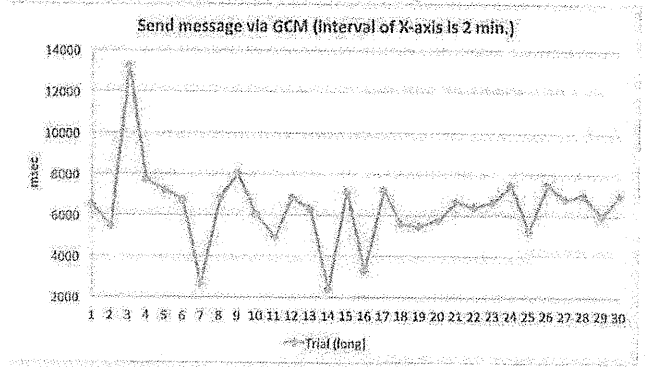


Figure 11. Delay of message between Information Server and LED display (interval =2 minute) -- long

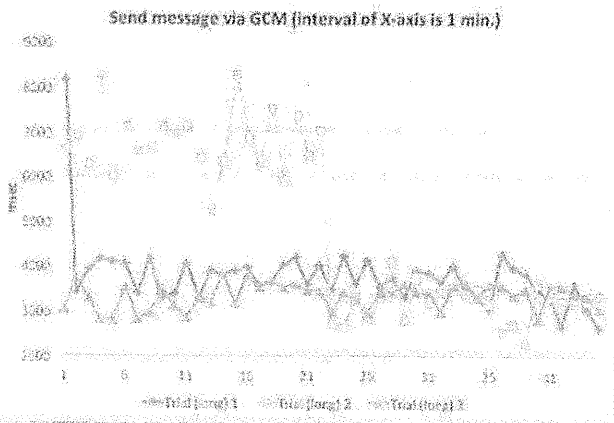


Figure 9. Delay of message between Information Server and LED display (interval = 1 minute) -- Longer time

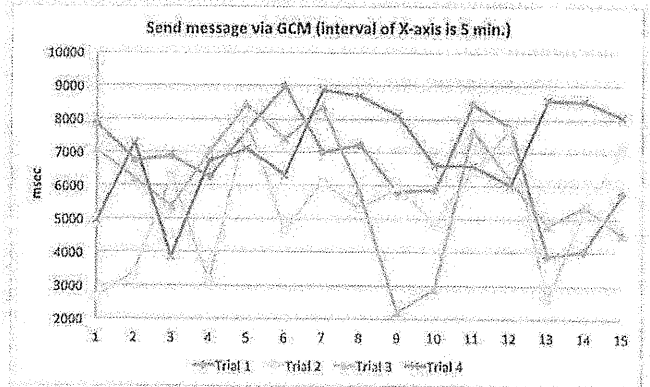


Figure 12. Delay of message between Information Server and LED display (interval =5 minute)

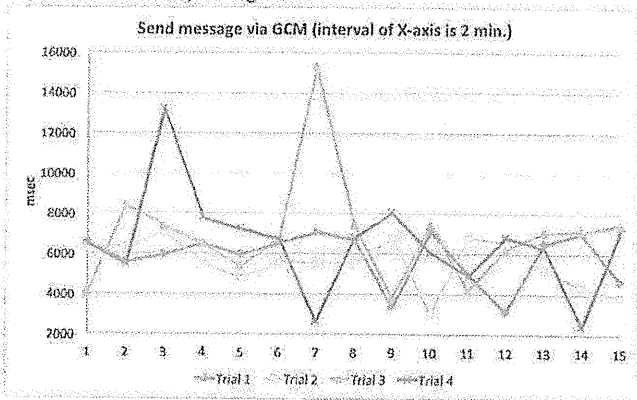


Figure 10. Delay of message between Information Server and LED display (interval =2 minute)

in Figure 8. However, by continuing to send the message, the delay stabilized after the twenty-third message attempt as described in Figure 9. Table III displays the average delay, distribution, max value and min value. After the 23rd trial of sending the message, the average delay, distribution, max value, and min value became shortest.

Next, we set the message interval at two minutes. As

described in Figure 10, when a message is sent every two minutes, the delay was unstable. Also, as described in Figure 11, the long-term trial was also as volatile as Figure 10. As described in Table III, there was no significant difference between trials for the short period and the long period. The average delay for the long term trial in Table III was almost two times shorter than the average delay in Table IV. We assume that this result might be affected the lifetime of caching routing table of GCM.

In addition, when the message sending interval is five minutes (Figure 12), the delay was more volatile, and the average and distribution was almost the same as when the interval was two minutes.

From Table III and VI, We can say that the message was delivered in 3 to 6 seconds when using GCM from Table III and IV. If we used Bluetooth, it usually took 8-12 seconds for the discovery time [9]. We can conclude that the new system is faster than the previous one and this result satisfies criteria C1.

If we would like to maintain a short, stable response time using GCM, we need to send messages frequently (within 1 minute) from the information server. In addition, we compared delay of GCM and SMS as displayed in Figure 13. Average delay of GCM (5sec) was 6.4 sec and that of SMS was 12.4 sec. So that performance of GCM is better than SMS.

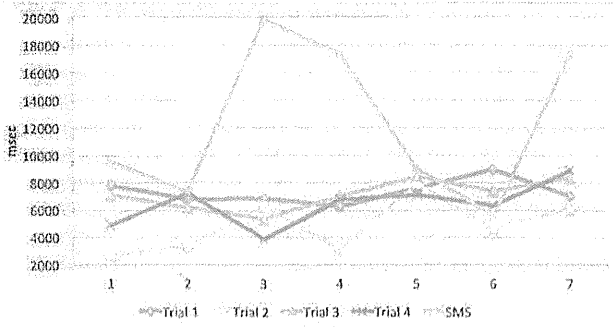


Figure 13. Comparison between GCM (5sec) and SMS

4.3 Effect by difference of versions of Android

Figure 14 displays the effect in the difference of the version of Android. This result explains that Android 2.2 and 2.3 are not suitable as the message receiver for the new IDDD since the delay is substantial and volatile depending on the devices. As displayed in Figure 14, we used different smart phone to measure different version of Android. We measured only network function of Android and it does not consume CPU as games, so that the effect of difference of CPU is not important for this evaluation. We should recommend that users of IDDD use Android 4.0 or higher to obtain stable behavior and shorter delays.

V. CONCLUSION

In this paper, we presented an outline of the new Information Delivery System During a Major Disaster for People Who are Deaf (IDDD) designed by using a web platform such as node.js. The performance measurement result was sufficient and better than that of the previous IDDD. Especially, the delay to deliver message is shorter than that of the previous system.

In addition, we would like to recommend users to use Android 4.0 or later to get the best performance. Our next step

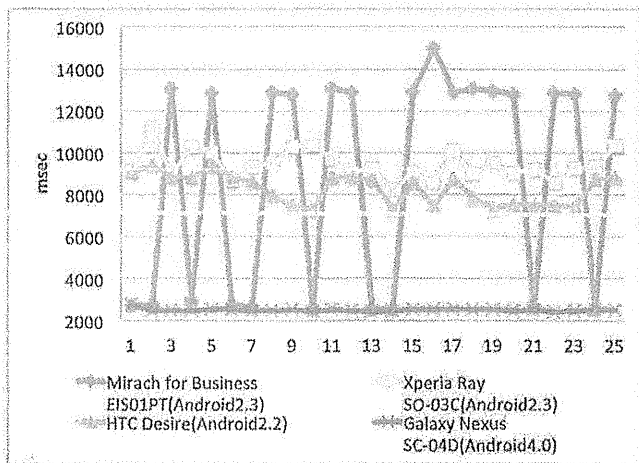


Figure 14. Difference of delay among versions of Android

TABLE III. STATISTICS WHEN MESSAGE INTERVAL IS ONE MINUTE (MSEC)

Interval is one minute	Trial 1-7	Trial (long) 1-3	Trial (long) 1-3 (after 23rd)
Average	4699.2	4015.3	3365.9
Distribution	1954.9	1363.9	403.3
MAX	10776.0	8298.0	4247.0
MIN	2399.0	2231.0	2281.0

TABLE IV. STATISTICS WHEN MESSAGE INTERVAL IS TWO MINUTE (MSEC)

Interval is two minute	Trial 1-4	Trial (long)
Average	6243.6	6406.1
Distribution	2026.4	1854.0
MAX	15296.0	13223.0
MIN	2426.0	2426.0

TABLE V. STATISTICS WHEN MESSAGE INTERVAL IS FIVE MINUTE (MSEC)

Interval is five minute	Trial 1-4
Average	6257.5
Distribution	1717.4
MAX	8999.0
MIN	2203.0

is to improve performance and refine LED.js and adhoc.js for actual use.

ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to thank to all the people who participated in this trial and in developing this system.

REFERENCES

- [1] "Survey of individuals with auditory handicaps requiring support after the Great Hanshin-Awaji earthquake," T. Yabe, Y. Haraguchi, Y. Tomoyasu, H. Henmi, A. Ito. *Japanese Journal of Disease Medicine*, Vol. 14, No. 1, 2009.
- [2] "Survey of individuals with auditory handicaps requiring support after the Western Tottori earthquake," T. Yabe, Y. Haraguchi, Y. Tomoyasu, H. Henmi, A. Ito. *Japanese Journal of Disease Medicine*, Vol. 12, No. 2, 2007.
- [3] "An Information Delivery and Display System for people who are deaf in Times of Disaster," Atsushi Ito, Hitomi Murakami, Yu Watanabe, Masahiro Fujii, Takao Yabe, Yoshikura Haraguchi, Yozo Tomoyasu, Yoshiaki Kakuda, Tomoyuki Ohta, Yuko Hiramatsu. *Proc. Telhealth 2007 (May 2007)*.
- [4] "A study on deaf people supporting systems using cellular phones with Bluetooth in disasters," Masahiro Fujii, Amir Khosravi Mandana, Takatoshi Takakai, Yu Watanabe, Kazuo Kmata, Atsushi Ito, Hitomi Murakami, Takao Yabe, Yoshikura Haraguchi, Yozo Tomoyasu, Yoshiaki Kakuda. *Proc. Exponwireless (June 2007)*.
- [5] "Universal Use of Information Delivery and Display System using Ad-hoc network for people who are deaf in Times of Disaster," Atsushi Ito, Hitomi Murakami, Yu Watanabe, Masahiro Fujii, Takao Yabe, Yoshikura Haraguchi, Yozo Tomoyasu, Yoshiaki Kakuda, Tomoyuki Ohta, Yuko Hiramatsu. *Proceedings of Broadbandcom 2008*, pp. 486-491.
- [6] "Information Delivery System for people who are deaf at a Larger Disaster," Atsushi Ito, Hitomi Murakami, Yu Watanabe, Masahiro Fujii, Takao Yabe, Yuko Hiramatsu. *Proceedings of Broadbandcom 2010*.
- [7] "A Study of Flexibility in Designing the Information Delivery System for people who are deaf in a Major Disaster," Atsushi Ito, Takao Yabe, Yu Watanabe, Masahiro Fujii, Yoshiaki Kakuda and Yuko Hiramatsu. *Proceedings of SCIS-ISIS 2012, November 2012, (to be published)*.
- [8] <http://nodejs.org/>
- [9] <http://developer.android.com/guide/topics/connectivity/bluetooth.html>

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

矢部多加夫 原口 義座 友保 洋三
邊見 弘 伊藤 篤

Japanese Journal of Disaster Medicine

日本集団災害医学会誌 Vol. 14 No. 1 別刷

【複製禁】

調査研究

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

矢部多加夫¹ 原口 義座² 友保 洋三²
邊見 弘² 伊藤 篤³

要旨 聴覚障害身体障害者認定者は現在約36万人であるが、社会の高齢化とともに増加傾向にあり、65歳以上の高齢者の40%にあたる約1,000万人が老人性難聴によるコミュニケーション障害を有し、補聴器装用が必要な人口は400万人以上とされている。聴覚障害災害時要援護者への災害情報伝達支援機器の開発を目的として、今回平成7年1月17日発災の阪神淡路大震災を事例にとり調査研究を行った。回答状況は、神戸市とその近隣地域で185例（発送350）回答率52.9%であった。回答者は4級以上の高度難聴ないし聾難聴者が29.2%、6級以下の中等度難聴者の回答が70.8%と、後者の割合が多かった。高齢中等度難聴の被災体験者では、88.3%が日常補聴器を使用しているにもかかわらず、紛失・故障・ハウリング・補聴器装用下では情報収集が不十分などの理由で被災時には必ずしも有効ではなかったとの回答が目立った。むしろ実際には、手話通訳や文字放送付きTV、手話通訳、筆談、Fax等の視覚情報を活用していた側面が明らかになった。聴覚障害災害時要援護者支援機器開発では、補聴器が利用可能な中等度—高度難聴者においても聴覚情報に併せて視覚情報で援用する機器が被災時には有効であると考えられた。

1. はじめに

災害時要援護者CEHCT (Children 子供, Elderly people 高齢者, Handicapped 障害者, Chronically ill 慢性疾患患者, Tourists 旅行者)¹⁾は、各種の身体的障害、コミュニケーション障害により災害時に十分な被災情報、物的支援が得られず、生命、身体および財産に損害を被る可能性が高く、何らかの形で支援を要する人々を指し高齢者、身体障害者、病人、乳幼児、外国人などが含まれ、身体機能の低下として聴覚・視覚などの感覚器障害、運動機能障害、各種認知障害等が挙げられる。近年の自然災害では、死者の大半が65歳以上の高齢者となっているなど災害時要援護者についての対策は、災害時人的被害を減少させる重要課題とされ、地域において災害時要援護者を特定し、市町村防災部局・福祉部局、自主防災組

織、民生委員等が要援護者に関する情報を共有、避難支援プランの策定が試みられている。また災害時要援護者への対応として内閣府、総務省、厚生労働省を中心に災害時要援護者の避難支援ガイドライン²⁾、ガイドラインの手引き³⁾が作成されている。

実際の災害現場では被災状況の精確な把握と被災者への情報伝達が大変重要になる。被災者への避難命令、医療・食料供給などの情報伝達手段として、広報車、拡声器による同報無線が、また住民レベルでの電話、ファックス、パソコン、携帯電話による相互連絡があるが、聴覚、視覚などの感覚器に障害を持つ災害時要援護者にとっては必ずしも有効ではない。災害時における聴覚、視覚障害者などの災害時要援護者を支援する情報機器の開発研究は必要な事柄と考えられるが、国内・国外ともに本格的な研究は多くない。国内では、有珠山噴火災害^{4) 5)}、阪神・淡路大震災⁶⁾における災害時要援護者の調査研究、国外では高齢者を対象にした研究⁷⁾、身体障害児⁸⁾、身体障害者の防災⁹⁾に関する研究報告があるが、視聴覚障害者への情報伝達機器開発に関する報告はない。

聴覚障害を有する者は36万人で増加傾向にあり、中等度難聴者ないし身体障害者認定に満たない高度難聴聴覚障害者を含めると潜在的な聴覚障害災害時要援護者はかなりの数になる。平成7年1月阪神・淡路大震災、平成11年9月東海村臨界事

Survey of individuals with auditory handicaps requiring support after the Great Hanshin-Awaji earthquake

¹ 東京都立広尾病院耳鼻咽喉科

² 独立行政法人国立病院機構災害医療センター

³ KDDI株式会社技術開発本部

著者連絡先：〒150-0013 渋谷区恵比寿 2-34-10

キーワード：聴覚障害災害時要援護者、阪神淡路大震災、聴覚障害災害時要援護者支援情報システム

故、平成12年10月鳥取西部地震¹⁰⁾、平成19年3月25日能登半島地震ではこのような聴覚障害災害時要援護者を巡る状況が現実化している。聴覚障害災害時要援護者への災害情報伝達支援機器開発を目的として、我々は鳥取西部地震を事例に調査研究結果を報告したが、今回平成7年1月17日発災の阪神淡路大震災についての調査研究結果を報告する。

対象および方法

1. 調査対象・方法

- 1) 調査対象：阪神淡路大震災（平成7年）に遭遇した、神戸市、宝塚市とその近隣地域在住で兵庫県全難聴者協会を通じて協力の得られた中等度・高度難聴ないし聾難聴者を対象に調査を行った。
- 2) 調査方法：3) に述べる内容のアンケート調査用紙郵送による回答集計およびヒアリングを実施した。アンケートは350通発送し、回答は185例（回答率52.9%）であった。各アンケート質問に対する回答内容は、対象に高齢者が多いためか未記入による欠損値が多く、統計学的検討は不可能であった。また、複数回答項目のため合計数が一致しない点があった。

3) 調査項目

I 聴覚障害

- 1) 年齢 2) 性別 3) 聴覚障害の程度 (a) 失聴の時期 (b) 難聴の程度 (c) 身体障害者手帳 (d) 補聴器の使用 (e) 日常会話 4) 住まい 5) 聴覚障害者用機器の使用

II 災害準備

- 6) 日頃の備え

III 災害発生時の状況

- 7) 被災時の状況 8) 災害情報の入手状況 (a) 災害情報 (b) 入手方法 (c) 入手までの時間 9) 被災状況相談依頼 10) 補聴器使用 (a) 使用の可否 11) 被災孤立状況 (a) 孤立状況 (b) 通知方法 (c) 救出者 (d) 救出までの時間 12) 自宅で必要な機器 (a) 外部連絡用 (b) 家庭内連絡用

IV 避難状況

- 13) 避難状況 (a) 避難の有無 (b) 避難情報入手方法 14) 補聴器使用 (a) 使用の可否 (b) 非使用の理由 15) 避難所での説明状況 (a) 説明者 (b) 説明方法 (c) 説明理解 16) 避難所での会話 (a) 会話方法 17) 避難所で必要な機器

V 災害後について

- 18) 震災を契機に準備した機器 (a) 有無 (b)

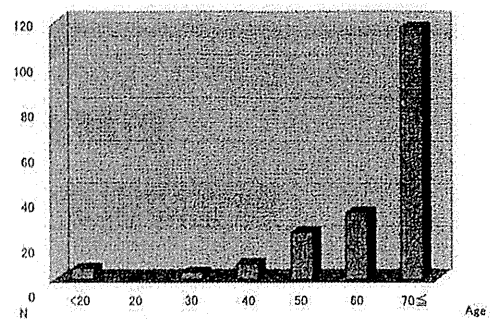


Fig. 1 Age distribution. Respondents over 60 years old occupied 80 % of all replies. n = 185.

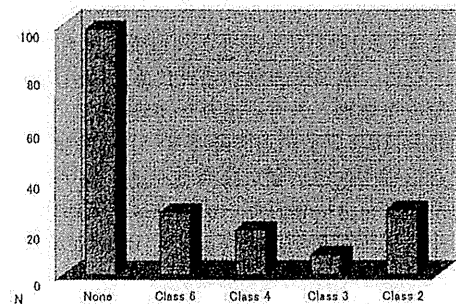


Fig. 2 Hearing handicap score Distribution showed two peak pattern. n = 178.

外部連絡用機器 (c) 家庭内用機器

VI 要望

- 19) 最も必要な災害情報 20) 聴覚障害者用機器 21) 自治体に望む機器
- 4) 調査期間：平成14年10月－平成16年1月の期間にアンケート発送・回収・データ整理、ヒアリングを行った。

結果

I 聴覚障害について

- 1) 年齢：Fig. 1に示すように、回答185名中60歳以上の回答者が148名（80%）であった。
- 2) 性別：女性76名、男性109名。
- 3) 聴覚障害の内容：身体障害者等級はFig. 2のように、2級が26名、3級が8名、4級が18名、6級が25名、無しが101名で2峰性パターンを示した (n=178)。発症年齢は10歳以下が13.2%、50歳以上が58.2%であった (n=182)。補聴器使用は回答者中88.3%が使用、11.7%が非使用 (n=171) で、日常生活での手段は口頭78.8%、筆談15.2%、手話6% (n=198、複数回答) であった。聴覚と併せた視覚の不自由さについては、有りが81.4%、無しが18.6%であった

(n=161) (Fig. 2)。

- 4) 住宅事情：一戸建てが60.8%，集合住宅が39.2%で(n=176)，独居は24名であった。
- 5) 公的な機器の給付、貸与：有りが41.1%，無しが58.9%で，機器は聴覚障害者用通信装置，文字放送デコーダ，フラッシュベル，携帯用信号装置，福祉電話，屋内信号装置である(n=192，複数回答)。

II 災害準備について

- 6) 災害に対する準備：準備していた5.5%，あまり準備していなかった23.1%，準備していなかった71.4% (n=182)。

III 災害発生時の状況

- 7) 災害発生時の状況：住宅損壊状況は，一部損壊33.7%，全壊27.6%，半壊24.3%，全焼1.7%，無し12.7% (n=181，複数回答)で，負傷の程度は無傷が72.6%で，他はかすり傷13.6%，打撲6.9%，骨折1.9%，その他5%であった(n=159)。
- 8) 災害発生直後の情報入手：入手58.1%，不可41.9% (n=160)，災害情報入手までの時間は災害直後が47.2%，半日後が29.8%，1日後13.7%，数日後4.4%，1週後1.2%，1週後以上3.7% (n=161)で，入手方法としては，テレビ29.7%，親族・友人21.1%，ラジオ14.5%，人づて11.4%，民生委員9.5%，テレビ文字放送1.9%，消防1%，福祉関係者1%，その他9.9% (複数回答，n=317)であった。
- 9) 被災状況の相談：した54%，しなかった46% (n=161)。
- 10) 補聴器装用者：補聴器は使えた78.7%，使えなかった21.3% (n=122)。使えなかった理由としては，紛失15名，破損4名，故障3名。
- 11) 被災して建物に閉じ込められた：回答161名中，23名が建物に，5名が被災地域に閉じこめられている。
- 12) 災害発生時に自宅で必要と思われる機器：外部との連絡用に必要な機器として，地域のネットワークシステム27.2%，聴覚障害者用通信装置19.4%，フラッシュベル19.0%，福祉電話17.0%，文字放送デコーダ11.5%，その他5.9% (n=253，複数回答)，自宅家族間連絡用に必要な機器として屋内信号装置45.9%，携帯用信号装置42.2%，その他11.9%があげられている(n=135，複数回答)。

IV 避難状況

- 13) 非難状況：した44%，しない56% (n=168)，

Table 1 Equipments and facilities necessary for living in the shelter

Reserve battery for hearing instrument	20%
Large-sized TV screen in the shelter	18%
Spare hearing instrument	17%
Instruments for conversation by writing	13%
Radio set	10%
cellular phone	7%
Wireless receiver connectable with hearing instrument	4%
Infrared assisted communication system	2%
Magnetic loop for FM hearing instrument	2%
etc	7%

避難情報入手は親族・友人が32.5%，民生委員19.8%，人づて16.7%，テレビが9.6%，その他・自治体職員等が21.4% (n=126)となっている。

- 14) 避難所での補聴器使用：使用66.7%，非使用33.3% (n=57)で，使えなかった理由として破損ないし紛失31.4%，電池が切れた14.3%，周囲がうるさくて聞こえなかった14.3%，故障8.6%，その他31.4%であった(n=35，複数回答)。

- 15) 避難所での説明：説明者は，自治体職員35.7%，福祉関係者12.6%，消防士4.5%，警察2.9%，その他44.3% (n=70，複数回答)で，方法は口頭54.7%，拡声器18.7%，テレビ1.3%，通訳者1.3%，その他24% (n=75)，内容については，よく分かった17.0%，大体分かった60.4%，分からなかった22.6% (n=53)であった。

- 16) 避難所での会話：直接45.9%，親族・友人を介して27%，民生委員を介して8.1%，ボランティア4.1%，通訳者を介して2.7%，その他12.2% (n=74)。

- 17) 避難所での連絡方法に必要な器具 (Table 1)：避難所に必要と思われる機器や設備として，補聴器用予備電池20%，高齢者にも見やすい大型テレビ・表示装置18%，予備の補聴器17%，筆談用具13%，ラジオ10%，携帯電話7%，補聴器取り付け可能ワイヤレス受信機4%，赤外線補聴伝達システム2%，FM補聴器用磁気ループ2%，その他7% (n=208，複数回答)などであった。

V 災害後について

- 18) 被災を契機に準備した情報収集機器：ある21%，ない79% (n=130)。外部との連絡用として，特になし34%，携帯電話20%，FAX19%，文字放送デコーダ10%，フラッシュベル6%，緊急通報システム2%，福祉電話2%，その他7% (n=112，複数回答)，

Table 2 Equipment to get disaster information for auditory handicapped person (Plural replies)

Urgent teletext system with emergency power supply	36%
Hearing instrument receivable emergency news	27%
Portable radio set receivable urgent teletext news	19%
Fax with emergency power supply	15%
etc	3%

Table 3 Public Facilities necessary for living in disaster

Urgent communication net for auditory handicapped person	33%
Guidance device to the shelter for auditory handicapped person	23%
Urgent communication instrument for auditory handicapped person	22%
Communication net for auditory handicapped person in the shelter	18%
etc	4%

家庭内用機器として、特になし 60%、予備の補聴器 27%、屋内信号装置 5%、携帯用信号装置 2%、その他 6% (n=100, 複数回答) などである。

VI 要望

- 19) 災害情報で最も必要な情報：詳細な地域の災害状況 35%、詳細な地域の交通網や電話回線の混雑状況 24%、避難情報 23%、救助情報 14%、その他 4% (n=356, 複数回答)。
- 20) 災害状況を知る上であるとよい聴覚障害者用機器 (Table 2)：非常文字放送を見るための非常電源装置を備えたテレビ 36%、非常放送が受信可能な補聴器 27%、非常文字放送を表示する携帯用ラジオ 19%、非常電源装置を備えた FAX 15%、その他 3% (n=269, 複数回答)。
- 21) 災害時に地方自治体に要望したい設備 (Table 3)：表に示すように、聴覚障害者のための緊急連絡網ネットワーク 33%、避難場所への聴覚障害者用誘導機器の設置 23%、文字放送アダプター、無線機器等の聴覚障害者用の緊急装置 22%、避難所での聴覚障害者用の情報伝達システム 18%、その他 4% の順 (n=249, 複数回答) であった。

考察

年齢は 60 歳以上 70 歳未満が 31 名 17%、70 歳以上の高齢者が 117 名 63% と多くを占めたが、本調査が被災後 9 年目に行われたため被災体験者の平均年齢が高くなっていることと、調査対象で中高齢難聴者が多くを占めた事を反映している。米子での調査結果では身体障害者認定 6 級と 2 級にピークが見られたが¹⁰⁾、神戸での結果は認定無し 101 名 57%、6 級 25 名 14%、2 級 26 名 15% とやはり 2 峰性の傾向が見られるものの聾難聴者を主体とした聴覚障害者協会よりも中高齢難聴者が主体の難聴者福祉協会からのアンケート調査用紙発送数が多かった事を反映して 6 級に満たない回答者が多かった。発症年齢は 10 歳以下が 13.2%、50 歳以上が 58.2% で、先天性聾難聴者と加齢による老人性難聴ないし中途失聴者を含む中高齢難聴者が多い事情を反映した結果と思われる。8 割以上の回答者は補聴器を使用し、口頭で意思疎通しているものの、3 割程度の回答者は筆談、手話でコミュニケーションをとっている。また同時に視覚に障害がある回答者が 81.4% という数字は深刻な状況で、災害時要援護者支援機器を考える場合、単に聴覚障害のみ、あるいは視覚障害のみではなく視聴覚障害を念頭に置いて振動・触覚などの体性感覚をも利用した支援機器を想定すべきなのかもしれない。聴覚障害被災者では一戸建て住宅が 61% で独居 14% であった。災害に対する準備は 6% と、ほとんどされていなかった。

前回調査した鳥取西部地震は、マグニチュード 7.3、最大震度 6 強 (鳥取県境港市、日野町) であったにもかかわらず、犠牲者が皆無という奇跡的な事例であったのに対し、平成 7 年 1 月 17 日 5 時 46 分発災の阪神淡路大震災はマグニチュード 7.3、最大震度 7 の激震で死者 6,434 名、行方不明者 3 名、負傷者 43,792 名という戦後日本で最大最悪の震災となった。回答者の住宅損壊は 87% に見られたが、負傷は無傷 73% で負傷例は幸いなことに打撲、骨折、かすり傷程度であった。災害情報入手は 58.1% が災害直後に入手しているが、残りの 41.9% は情報入手に半日以上かかっており、中には一週以上 (3.7%) との回答もあった。入手方法として文字放送を含む TV ニュース (29.7%)、親族・友人 (21.1%)、ラジオ (14.5%)、民生委員 (9.5%) からが多いが、米子の事例と比較すると停電事情のせいか TV ニュースの割合が低く (米子 59%)、親族・友人、ラジオ、民生委員からの割合が高い。ヒアリングでは情報機器が使えず、親族、友人、民生委員からの援助が遅れたとの意

見が多く寄せられた。神戸市は人口約153万人(平成20年4月現在)の日本六大都市の一つであるが、神戸市のような大きな政令指定都市では近隣の結びつきが少なく親族、友人、民生委員による聴覚障害者の所在・生活の把握が十分でなかったことが、災害自体の規模と合わせて推測され、コミュニティが比較的まとまり、発災時・避難勧告時にもいち早く救助・救援がなされた米子の事例と対照的であった。人口が集中した大都市圏では人口の移動が激しく視聴覚障害者の正確な把握は難しいが、支援機器利用に先立ってはまず個人情報保護に留意した上での登録過程が必要と思われる。

避難所に関する回答では、災害の程度を反映して避難所に避難した回答者は44%、実数で74名であった。補聴器は3割が使えず口頭の説明は2割程度が分からなかったとしている。災害後に準備した情報収集機器としては多くはないが、携帯文字メール、文字放送デコード、FAX、フラッシュベル、福祉電話などである。

要望については、災害情報は詳細な地域の災害状況、避難情報、詳細な地域の交通網や電話回線の混雑状況、救助情報が、避難所での機器は補聴器用予備電池、高齢者にも見やすい大型テレビ・表示装置、予備の補聴器、筆談用具、ラジオ、携帯電話、などであった。また、災害情報用機器は非常文字放送を見るための非常電源装置を備えたテレビ、非常放送が受信可能な補聴器、非常電源装置を備えたFAX、非常文字放送を表示する携帯用ラジオなど、地方自治体に要望したい設備は、聴覚障害者のための緊急連絡網ネットワーク、避難場所への聴覚障害者用誘導機器の設置、聴覚障害者用の緊急装置、避難所での聴覚障害者用の情報伝達システムなどであった。人口構成、災害の程度、調査対象の違いがあるが、要望事項については米子での回答とほぼ同じ傾向が見られた。

神戸での調査では、対象が障害者認定に満たない中等度—高度難聴聴覚障害者が多く88.3%が日常補聴器を使用しているにもかかわらず、ヒアリングでも被災時には紛失・故障・ハウリング・補聴器装用下では情報収集が不十分などの理由で被災時には必ずしも有効ではなかったとの回答が目立った。むしろ実際には、手話通訳や文字放送付きTV、手話通訳、筆談、Fax等の視覚情報を活用していた側面が明らかになった。聴覚障害災害時要援護者支援機器開発では、補聴器が利用可能な中等度—高度難聴者においても聴覚情報に併せて視覚情報で援用する機器が被災時には有効であると考えられた。

具体的には各自治体が運営する地域防災ネットワークに連結した聴覚障害災害時要援護者情報伝達支援機器が上述の要望を最も満たすのではないかと想定される。あらかじめ登録した利用者に対しBluetooth等を搭載した携帯端末とフラッシュランプ、振動伝達器を付けた文字情報表示ディスプレイを配備し、普段は地域に密着した天気・交通・各種イベント情報等のコンテンツを配信するが、発災時には地域防災ネットワークから携帯電話網を介し、強制的に端末を開いていち早く災害情報・避難情報を伝える情報機器などが考えられる。今後の試験機器開発と現場での実験を通して聴覚障害災害時要援護者の人々の期待に応える必要があると思われる。

結 論

災害時における聴覚障害災害時要援護者支援機器の開発と実際の応用を目的として平成7年1月17日の阪神淡路大震災を事例にとり調査研究を行った。回答状況は、神戸市、宝塚市とその近隣地域在住の被災聴覚障害者から185例(発送350)、回答率52.9%であった。回答者は4級以上の高度難聴ないし聾難聴者が29.2%、6級以下の中等度難聴者の回答が70.8%で、身体障害者認定に満たない中高齢難聴者が多くを占めた。高齢中等度難聴の被災体験者では、8割以上の回答者は日常補聴器を使用しているにもかかわらず発災時・避難時に必ずしも十分には機能しておらず、高度難聴—聾被災者ばかりでなく補聴器が利用可能な中等度—高度難聴者においても視覚情報を利用した情報伝達支援機器が有効であると考えられた。アンケート、ヒアリングの要望結果からは情報伝達支援機器として、登録聴覚障害者に配布した携帯端末とフラッシュランプ、振動伝達器搭載文字情報表示ディスプレイと各自治体運営地域防災ネットワークを携帯電話網で連結したシステムと機器などが有望と想定された。

謝 辞

神戸労災病院耳鼻咽喉科部長細見慶和先生、リオン株式会社聴能技術部課長飯島亮三氏、特定非営利活動法人兵庫県難聴者福祉協会理事長大上清氏はじめ貴重なご協力を頂いた神戸市、宝塚市難聴者団体の方々に深謝いたします。

本研究は平成14年度財団法人テクノエイド協会社会福祉用具開発調査研究事業の助成を受け、「災害発生時における聴覚障害災害弱者を支援す