

## ユニバーサル大災害時避難路報知システムの研究

## A study of universal evacuating alarm system under natural disasters for refugees

福本 一朗<sup>†</sup>, 佐橋拓, 佐橋昭<sup>‡</sup>Ichiro FUKUMOTO<sup>†</sup>, Taku SAHASHI<sup>‡</sup>, Akira SAHASHI<sup>‡</sup><sup>†</sup>長岡技術科学大学 Nagaoka University of Technology, <sup>‡</sup>Project I Ltd.

## 1. はじめに

視覚障害者・聾啞者のみならず、感覚器官が衰えた高齢者を含む情報弱者達は、大地震などの自然災害時に際して健常人以上の困難に出会うことが多い。それは避難経路指示や避難生活情報掲示に際して、通常の災害時表示方法が視覚・聴覚の正常な人のみを対象とされていることや、避難表示の全国的標準化がなされていないことがその主因と考えられる。さらに視覚障害者にとって最も重要な通信手段は音声と点字であり、聴覚障害者にとっては墨字・画像以外に手話・指文字があるが、大雨・火山噴火・避難時などの騒音下では音声は打消されるとともに、停電の地下街や夜間の被災地では文字や手話が認識できないことも多い。そのため大災害時には複数の情報伝達手段を同時に併用することが重要となる。本研究では独自に行った防災救護表示現状調査結果を元にして、災害報知器や非常避難路表示灯に点字・指文字を併用して表示することを提唱し、一例として健常者のみならず様々な感覚器障害を有する総ての災害時情報弱者に対して、複数の特殊感覚(視覚・聴覚・触覚・嗅覚・振動覚)通信手段を総動員し、大災害時に必要な緊急避難情報を迅速確実に伝達することの可能な「災害時ユニバーサル避難表示板」を提案したい。

## 2. 災害 ME 研究会

長岡技術科学大学では2004年の中越大地震を契機として、2004年10月に大災害時の救命システム研究を目的とした「災害ME研究会」を立ち上げて以来、救命ロボット・避難所診療支援システム・防災耐火耐水カルテ箱・エコノミークラス症候群診断予防システム・災害時救命ロボット等を研究してきた。そして東日本大震災発災1週間後の2011年3月18日金曜日には余震の間を縫って、第37回災害ME研究会を予定通り実施するとともに、社会に対して災害対策研究の必要性を訴える「緊急提言」を発することを決議した。さらに被災地後方に住む者として①過度の「自粛」は自粛しできる限り平常生活を続けることが却って被災地と避難民の方々を支えることになる事、②義援金に応じるだけでよしとせず全ての人が自分のできる事で被災者を援助してゆく事を提案した。

ただ大地震や洪水などの自然災害は、視覚障害者や聾啞者など心身にハンディを負っている人々をも平等に容赦なく襲う。しかし健常人ですら避難に困難を感じる大災害時では、身障者の方々はまさに生死の問題となる場面に直面することが多い。例えば聴覚障害者には津波警報放送は聞こえないし、避難所で生活情報連絡用ファックスを壁に掲示していても視覚障害者にはその存在すら知覚できない。<sup>1)</sup> 現に筆者が経験した2004年新潟県中越地震避難所において、避難者名簿の記入・整備を大声で呼びかけられたにも

拘らず、避難されていた聴覚障害者はそれを理解できず、数週間にわたり“行方不明”となり、関係者が長時間捜索するという事例があった。また東日本大震災避難所においても、津波警報に接することなく津波に巻き込まれてなくなった聴覚障害者が居られた。<sup>2)3)</sup> さらに無事避難できても、災害対応や救援等に人手が優先的に回されたため介護が手薄になり、身障者や高齢者の方々がともしれば片隅に押しやられて、ほとんど顧慮されなかったこともしばしば発生した。

我が国とは対照的に、市民保護を災害・戦争時の国家の最大の任務と考えるスウェーデンなど北欧諸国においては、災害弱者に対しても平常時から手厚い助機構を構築しておき、災害時にはむしろ“平時以上”のマンパワーを身障者に捧げる「市民防衛機構 *civilförsvar*」を採用している。それは単に人道上の理由のみならず、緊急時には救急医療・被災者救護に対する社会的負荷をかえって軽減する効果があると考えられているためである。

そのため非常時にも身障者・老人・児童への保護程度が切り下げられることはない。それは非常時に重症患者を増やして医療システムに対する過負荷を招かぬよう、むしろ通常以上の人員と資材を割くという方針のためであり、必要な緊急介護人員等は市民防衛隊より供給される。<sup>5)</sup> そのため北欧では過剰なほど手厚いマンパワーにより、災害時の障害者の誘導と保護が行われている。

しかし徴兵制も市民防衛隊もない我が国では、非常時に動員可能な臨時の救急介護要員の確保は困難であり、特に災害時被災者救命のためのマンパワーが不足する事は、阪神淡路大震災(1995)以来繰返し指摘されて来た事である。我々は介護人員の不足を補い、かつ迅速な避難を可能にするためには、災害時要援護者の安全な自力避難を支援する工学技術が必要となると考えられた。

本研究では筆者が体験した中越大地震(2004)・中越沖地震(2007)・東北関東大震災(2011)における避難所巡回診療の体験を元に、大災害時にも心身にハンディを負った災害弱者を切り捨てる事なく、健常被災者と同じく、共に危機を乗り越えるために必要な技術的支援方法を考察するとともに、一例として多様な身障者に最適避難経路を示す“ユニバーサル報知器”の概念を提案したい。

## 3. 避難表示実地調査

避難表示の現状を知るため、名古屋市と長岡市において現状調査を行った。調査時期は2007.7(中越沖地震)～2010.10で、調査方法は災害ME研究会員10名に依頼し、身の回りの避難表示の画像と文字を各自最低10件収集した。その調査結果は、災害ME研究会事務局で収集結果を取り纏め、問題点を整理、対応策を全員で討議した。<sup>10)</sup>

現状の避難表示の内、特に災害時避難表示調査例として、以下の様な表示が典型的であった。「仮設トイレ(中越沖地震柏崎)」・「危険立ち入り禁止(中越沖地震柏崎)」・「救護所(中越沖地震柏崎)」・「この道路は災害時には専用になります(某地下鉄駅構内)」・「この倉庫には災害時に使用する大切な物資が入っています(某地下鉄駅構内)」・「このドアは非常時・災害時にのみ開きます(某地下鉄駅構内)」・「定期的に防災サイレンが鳴りますのでご理解ください(市役所)」・「この病院は非常時に外来が閉鎖されることがあります(某病院)」・「この病院は災害時には拠点病院になります(某病院)」・「この病院には災害時の非常物資が備蓄されています(某病院)」・「AEDの看板(某駅地下構内)」・「電車緊急停止ボタン(某駅地下構内)」・「緊急時、非常ボタンを押して係員にお知らせください(某駅地下構内)」

- これらを含めた全表示について討議した結果、次の様な「避難ガイド標識意見」とその対策案がまとめられた。
1. 緑色は安全色のはずであるが、濫用されている。→ 医用機器と同様に赤・黄・緑は制限色とすべきである。
  2. 多数の表示が乱雑に並列されている場合、分かりにくい。→ 表示に重要度順・注意順の重みと順位をつけて表示するべきである。
  3. 危険放送スピーカの位置が階段横。→ スピーカの標準設置規定を作成する。
  4. 消防・警察・個人等雑多なレベルの表示が混在。→ 表示レベルごとに色と大きさ配列順を決める。
  5. 色文字・色抜き文字が無秩序に混在。→ 色文字・色抜き文字それぞれに色抜き文字は聴覚障害者専用の表示とする等の意味を与える。
  6. 災害弱者用の避難表示が極めて少ない。→ 避難・救難表示は健常者にも身障者にも判別できるユニバーサル表示とする。
  7. 点字表示がほとんどない。→ 視覚障害者は点字表示のあることすら気づかないので、点字表示の存在と場所を知らせる工夫が必要。
  8. 防災表示・避難表示・防火表示などが縦割り行政で雑多に勝手に決められている。→ 標準化する。
  9. 避難表示が左右両側に矢印として示されているので、どちらに行けばよいのか分からない。→ 避難方向を動的表示とする。
  10. 聾啞者は避難放送があってもわからない。→ 防災ラジオに「お知らせランプ」をつける。

#### 4. ユニバーサル避難報知器の提唱

障害者の通信手段を比較してみると、音声放送に比して、点字は永続性・検索性に優れた盲者の重要な通信手段であるが、成人健常者が新たに習得することは困難である。また現在の口話は健常人から聾啞者への通信手段としては優れているが、発語困難な聾啞者同志では使用困難である。指文字は筆記用具不要な事と遠くに離れていても読めることが利点である。手話は指文字に比して伝達速度が早く、また表情を併用するため感情伝達が容易である(Table 1)。<sup>11)</sup> 点字と手話は健常人との一般両立性がないという特殊性などを考慮すると、災害時報知器の表示方法には点字・手話の併用も考慮すべきであるといえよう。

Table 1 情報弱者のための通信手段比較(福本)

障害	通信手段	迅速性	通信速度	永続性	検索性	一般両立性
視覚障害	音声放送	×	×	×	×	○
	点字	×	△	○	△	×
聴覚障害	墨字	×	○	○	△	○
	手話	○	○	×	×	×
	口話	○	○	×	×	○
視聴覚	振動版	○	○	×	×	○
	拡散光	○	○	×	×	○

現状の報知器の問題点としては、①停電時・通信線途絶時の稼働脆弱性、②聴覚/視覚障害者への無配慮、③避難経路使用不可能時の対応無策(=避難経路固定化)、④煙・ガス・火・水蒸気・塵埃で視界不良時の対策無策、⑤暴風雨・防災重機・雑踏の騒音による放送聴取困難に対する無対策、⑥被災者側からの救助要請対応の無配慮、などが挙げられる。<sup>11) 12) 13)</sup>

これらの問題点を解決する手段として、①光発電パネルと蓄電池により室内光で充電、②聴覚障害者にはLED光で、視覚障害者には音声と振動で報知、③中央からの電波による指令または自律判断で避難方向を動的に指示、④視界不良時にも音声と振動で報知、⑤お知らせランプ等で放送聴取困難に対応、⑥人感センサで被災者の存在を、またPHSアンテナで個人同定すること等が考えられた。

我々は防災救護表示の現状調査に基づき、災害報知器だけでなく非常避難路表示灯にも点字・指文字を併用して表示することの重要性を指摘し、健常者のみならず様々な異なる障害を有する総ての災害時情報弱者に対して、複数の特殊感覚(視覚・聴覚・触覚・嗅覚・振動覚)通信手段を総動員して、大災害時に必要な緊急避難情報を迅速確実に伝達可能な「災害時ユニバーサル避難表示板」の概念を提唱している(Fig.1)。<sup>14)~18)</sup>



Fig.1 ユニバーサル報知器(試作1号機)

さらに自律分散型IT報知システムを内蔵し、災害指揮所立ち上げまで、あるいは被災した場合に、報知器自身が安全な避難経路を探し出して報知する(Fig.2)。

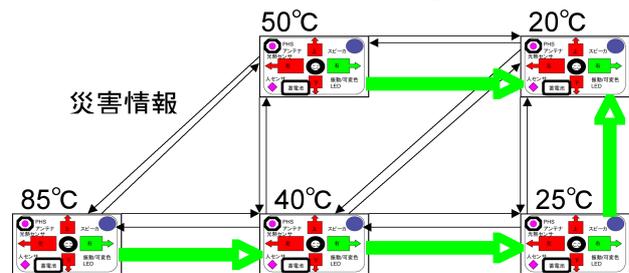


Fig.2 自律分散型報知器連携

各報知器の動作は、①司令所との連絡が取ればその指示に従って避難路を報知し、②自分が孤立していれば、自分で災害状況を判断するとともに、③被災者の有無をサーチする。また④周りの報知器(僚器)からの情報を総合し、最も安全な避難経路を探索して避難路を発見できれば被災者を誘導し、⑤できなければその場で救助要請信号を発信する(Fig.3)。

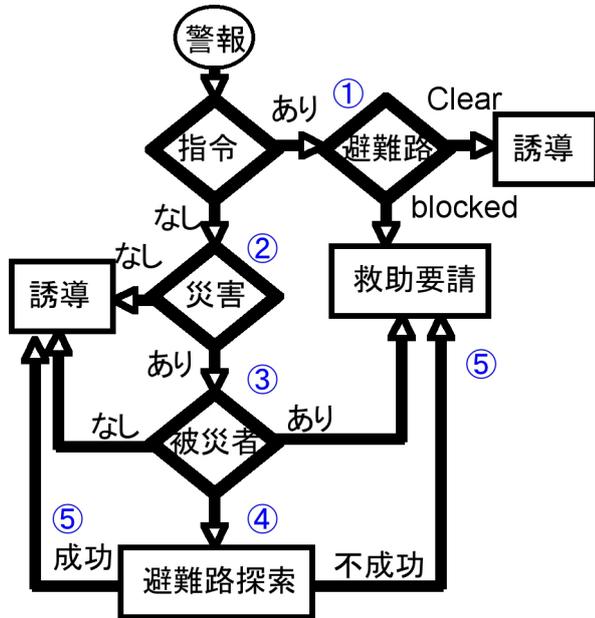


Fig.3 各報知器の動作フローチャート

また報知器はシステムの正常な稼働を可能にするため、一定の時間毎に次の報知器チェックシーケンスを実行する。①被災者発見 check=自己器周辺被災者探索、②自己 check=自己システム正常稼働検査、③指令 check=司令所からの特別指令探索、④僚器 check=近隣僚器の環境情報取得、⑤自己環境 check=自己器環境情報取得

なお災害時には、報知器は総ての取得情報を総合して、以下の6つの動作モードのいずれかに設定される(Fig.4)。

- (0)待機モード =自己環境計測をして停止する。
- (1)独立緊急モード=環境情報取得不能時に既定の避難ルートを表示する。
- (2)指令執行モード=司令所からの命令に従う
- (3)独立自律モード=自己環境情報のみで動作
- (4)分散緊急モード=僚器環境情報のみで動作
- (5)分散自律モード=全環境情報を用いて動的に最適避難経路を探索・表示する。

このうち最も望ましい動作モードは、最適避難経路を確実に発見できる分散自律モードであるが、大災害時には期待される情報の全てを同時に獲得できるとはかぎらない。またそれぞれの動作モードに対応して、(0)自己環境計測&報告、(1)既定避難ルート、(2)司令官指示避難ルート、(3)自己判断避難ルート、(4)僚器推薦避難ルート、(5)最適避難ルート、の5つの避難経路が設定される。

今回提案されたユニバーサル防災報知器は、まだ試作機が作られてばかりで性能比較試験などを経っていないが、地下街や高層ビルをはじめとして、鉄道駅・空港・高齢者施設・医療機関・身障者リハビリ施設など、大災害時に災害弱者が避難路発見に困難を覚える可能性のある場所に多数

配置できるように、小型で安価に設計されている。また報知器に内蔵されている通信機構により、被災者に声かけを行って励ましとともに、被災者バイタル情報を司令所に送信する事で救助優先順序決定にも役立つと考えられる。<sup>10)</sup>

今後は試作機を用いて、身障者の方々に使用していただくとともに、多数をネットワーク化した実用検証実験を行う予定である。

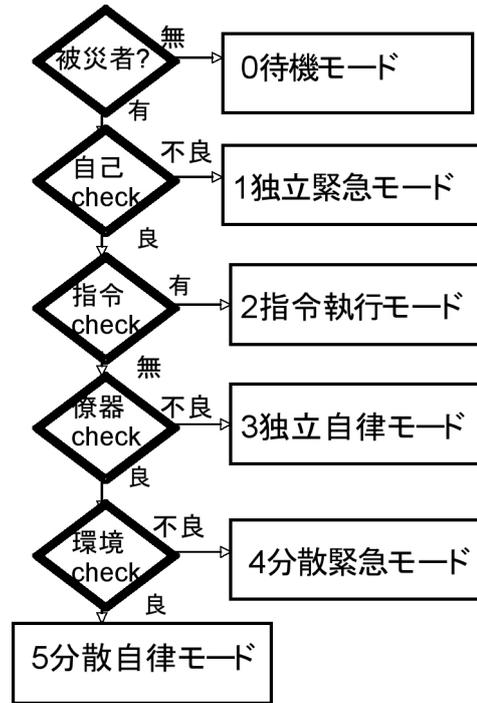


Fig.4 報知器の動作モード

## 5. 災害弱者の擁護

国民主権・平和主義と並んで人権尊重を三大原理とする日本国憲法は、その第14条に「すべて国民は法の下に平等であつて、人種・信条・性別・社会的身分又は門地により、政治的・経済的又は社会的関係において差別されない」として「法の下に平等」をすべての人に保障している。その保障は災害時の身障者にも当然及ぶものであり、心身の障害の存在を理由として避難や救急そして生活復興において不当な取扱いを受けず、実質的に平等な対応を受けることを許す権利とされている。ただ一旦被災者となると、健常人も身障者も等しく介護される側に回るため、介護システムに原理的な違いはない。もちろん公助・共助による人の助けは必要不可欠であるが、これまでの経験によると人命救助に最も必要な発災直後4日間はボランティアを当てにできないため、身障者自らが可能な限り独力で自活するための自助も必要である。<sup>2)</sup> この点、身障者の方々は個性的な生活能力を日常生活で培われておられるため、例えば携帯電話を少し改良して視覚障害や聴覚障害を有する人にも利用可能とする事などの技術的支援により、緊急時にはその現有生活能力を活用して避難・救助に役立てることも重要と考えられる。

そのためには、自助・共助・公助の総ての克災資源を有効に活用すべく、”常日頃からの準備”が必要である。

14) 15)

特に「災害報知システムや災害対処制度の設計」に関しては、平常時の健常人を主な対象とする人間工学の守備範囲を拡張して、障害者を含めた人間の災害応答特性を研究しユニバーサルなシステム設計基準を確立する必要がある。

ただ大災害時の機器・システム・制度の研究には通常の工学的研究ではみられない諸問題がある。それは通常の科学的検証法は、(1)全ての実験条件を厳密に制御可能できる化学合成実験・毒性実験等の「実験」、(2)実験条件の一部を制御可能できる臨床試験・耐波試験等「試験」、(3)実験条件の制御は不可能な天体観測・津波観測等の「観測」があるが、災害時支援工学はそのいずれにも分類することが困難である。その困難さはまた大災害の発生は稀なため過去の経験がそのまま活用できず、また災害はそれぞれが個別的で特異であるために被災者を用いた計画的実験が困難なことにも起因している。そのため「解決すべき技術的問題」を列挙することすら容易ではない。

しかし情報技術に視点を限れば、以下のような解決すべき問題点が挙げられる。(1)どのような大災害においても最低三日間は確保できる緊急電源システム、(2)すべての情報インフラが壊滅しても必要最低限の被災情報・救急救命情報を被災地域外に送信できる抗坦性の高い災害時情報通信システム、(3)資源の少ない災害救助犬に代わる被災者発見システム、(4)被災者を発見するだけでなく実際に救助できる救命ロボットシステム、(5)道路が寸断されても支援物資・医療機材を被災者に届けることの出来る災害時ロジスティック・システム、(6)大災害時には公的支援のみでは樹分ではないため自助・共助そしてボランティア活動を支援する分散自律的ソーシャルネットワークシステムなどの開発がそれである。“One for all, all for one.”は大災害時に悲惨さを少しでも減少させる最高の人間の営みであり、工学技術もその一つであると思える。

## 6. おわりに

中越地震の被災地である長岡市は、江戸時代を通じて代々徳川家の親藩である牧野家7万4千石が支配していたが、その家訓である牧野家牛久保壁書には「常在戦場」の一文が記載されていた。それは丁度、長岡の誇る賢人良寛和尚が三条地震(1828)の際、見舞い状に書かれた「災いに遭うときには遭うがよろしく」の心と同じく、「平時から非常時に備えて、いざという時には平常心で対処すべきである事」を教えている。また長岡出身の将軍で最後まで開戦に反対していた山本五十六元帥は「百年兵を養うは、ただ平和を護るため」と主張されていたが、それはまさに常在戦場の精神で平時から災害に備えることをも意味している。そして平時から「非常時の人命の保護と身障者も含めた人権擁護」を考えることが、しいては「最大多数の最大幸福」の実現に資するものと思われる。<sup>19) 20)</sup>

特に災害対処制度の設計に際しては、行方不明者の搜索等、大災害時には多くの人手が集中的に必要となるが、障害者の自助援助は結果として救援者増加に貢献し、より多くの被災者救助を可能にすることを、忘れてはならないと思料する。<sup>21) 22)</sup>

## 謝辞

早く避難表示実地調査にご協力いただいた災害 ME 研究会会員諸氏、およびユニバーサル報知器の試作製作を担当していただいた深谷守氏に感謝します。

## 参考文献

- [1] 「聴覚障害者に届かない情報・・・津波にも気がつかず」、読売新聞 2011.4.4
- [2] 平成 16 年東京都議会会議録第 17 号
- [3] 「東日本大震災、避難生活で苦しむ障害者達」、AFP BB News 2011.4.9 発信地:大槌/岩手
- [4] 江原勝幸:「福祉避難所における災害時要援護者の支援に関する考察」、静岡県立大学短期大学部研究紀要 20-W 号(2006-3)
- [5] Sten Lennquist: 「Katastrof Medicin」、Liber, pp434~448, 1982
- [6] 明路咲子:「災害対策関連改革」、井村圭壮・相澤譲治編「福祉制度改革の基本体系」第 15 章, pp177~185, 勁草書房刊 2001
- [7] 平成 21 年度障害者白書:  
<http://www8.cao.go.jp/shougai/whitepaper/h21hakusho/gaiyou/zuhyo/zuhyo04.html> 2010.3.30
- [8] 「阪神淡路大震災、WTC などの教訓」、中央防災会議資料、[www.bousai.go.jp/jishin/chubou/shutochokka/5/shiryu1.pdf](http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/shutochokka/5/shiryu1.pdf) 2010.3.18
- [9] 「災害時要援護者への配慮」、千葉県災害時要援護者避難支援の手引き第三章  
[pref.chiba.lg.jp/syozoku/a\\_bousai/taisaku/keikaku/hinan/.3syou.pdf](http://pref.chiba.lg.jp/syozoku/a_bousai/taisaku/keikaku/hinan/.3syou.pdf) 2010.3.18
- [10] 福本一朗:「災害弱者用避難表示の人間工学的研究」、人間工学会演題, 2011.6.6-7 (早稲田大学)
- [11] 福本一朗:「身障者用災害時ユニバーサル避難表示研究」--特に視覚・聴覚障害者特有の配慮必要性について--- 2010.9.17 第 34 回災害 ME 研究会発表(長岡技科大)
- [12] 福本一朗:「災害時には誰もが The Challenged」、第 49 回日本生体医工学会大会 OS『『大地震に備える災害ME研究』』招待講演資料, 2010.6.25(大阪国際交流センター)
- [13] 福本一朗:「災害時ユニバーサル避難表示の研究」、16<sup>th</sup> 日本集団災害医学会, 2011.2.11(大阪国際交流会館)
- [14] 福本一朗:「救助医療を支援する災害 ME 研究」、第 50 回生体医工学会パネルディスカッション「緊急医療のための生体医工学」PD3-1-3, pp231, 2011.5.1(東京電機大学)
- [15] 佐橋拓・佐橋昭・内山尚志・福本一朗:「災害時避難所を孤立させない災害診療支援システムの研究」、日本集団災害医学誌, Vol.14. No.3, pp351, 2009.12.31(2010.2.12 第 15 回日本集団災害医学会抄録集 A1-6, OVTA)
- [16] 福本一朗:「大災害時における災害弱者支援技術の研究」、日本集団災害医学誌, Vol.14. No.3, pp360, 2009.12.31(2010.2.12 第 15 回日本集団災害医学会抄録集 B1-1, OVTA)
- [17] 福本一朗:「災害弱者プライマリケア支援技術の試み」、第 4 回新潟県プライマリ・ケア研究会発表 No.1, p2, 2010.8.27(新潟県医師会館)
- [18] 福本一朗:「災害弱者に優しい大災害時避難表示システムの基礎研究」、第 50 回生体医工学会口頭発表 O3-14-1, pp326, 2011.5.1(東京電機大学)
- [19] 福本一朗:「東日本大震災被災地レポート」、日本医事新報, 2011
- [20] 福本一朗:「東日本大震災救援個人記録, pp3-5」「東北地方太平洋沖地震から学び備えること, pp46」「東日本大震災の悲劇を繰返さないために, pp47-55」、長岡技術科学大学災害 ME 研究会編「東日本大震災救援個人記録」、Project I 社刊, 2012.2.14
- [21] 福本一朗:「東日本大震災の個人的自戒反省文」、新潟県医師会編「東日本大震災—新潟県からの医療支援の記録---今後に行かすために」、pp101-103, 2012.3
- [22] 福本一朗:「東日本大震災被災地巡回診療—新潟長岡市と福島天栄村での医療支援から」p1-6, 「安全安心社会研究」第 2 号, p2012.3.22