

視覚障害者支援技術の研究動向

2010年から2019年のWIT研究会における発表の分析[†]

渡辺 哲也*

1. はじめに

電子情報通信学会（会員数：2019年3月現在2.6万人）の特定テーマ研究会の1つに福祉情報工学研究会（Well-being Information Technology, 略称はWIT）がある[1]。ここでは、「高齢者や障害のある人たちの情報通信技術（ICT）に対するアクセシビリティ向上やICTを応用した福祉・リハビリ機器等の充実」に関する研究発表が行われている。著者がこの研究会の委員長を務めていた時期（2009年6月から2011年5月まで）に研究会発足10周年を迎えたのでその記念行事を行った。その行事の一環として、1999年から2009年までの間の視覚障害者、聴覚障害者、肢体不自由者支援に係る技術研究についてそれぞれの専門家にレビューしてもらい、著者は視覚障害者支援研究を担当した[2]。それからちょうど10年を迎えたこの機会に、2010年から2019年までの10年間の福祉情報工学研究会における研究発表をレビューし、研究動向と主流の研究の変化を眺めてみることにした。

2. 研究発表の分析

2.1 障害種別等の分類

福祉情報工学研究会第51回研究会（2010年1月開催）から第104回研究会（2019年12月開催）までの発表を調査対象とした。同じ学会の他の研究会や（音声研究会など）、他の学会の研究会（ヒューマンインタフェース学会アクセシブル研究会）と共催の場合、他研究会宛での申し込みと思われる発表も含めた。ただし、セッションごとにテーマが分かれている場合は、他研究会の発表は除いた。この結果、分析対象とした発表は988件となった。ここから、招待講演と特別講演の計49件、並びに、共催・併催などのため直接的には障害者や高齢者の支援を目的としていないと考えられた研究195件を除いた744件を対象として、対象とする障害の種別と支援場面で分類をした。その分類の結果を図1に示す。視覚障害者支援に関する発表は256件で、全744件の34.4%を占め、障害種別の中で最も多かった。2番目に多かったのは聴覚障害者支援に関する発

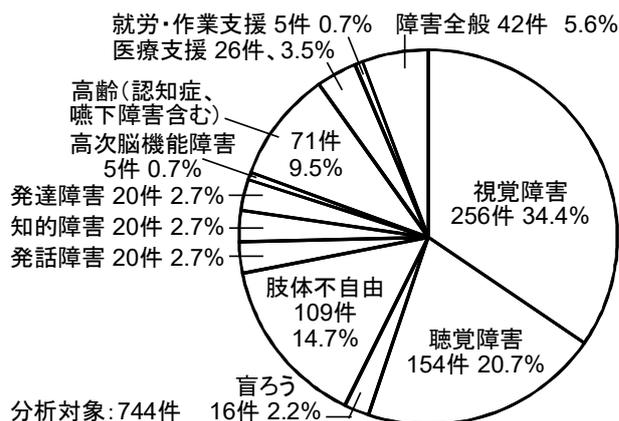


図1 WIT研究会における研究発表の障害別分類

表で154件（20.7%）、3番目は肢体不自由者支援に関する発表で109件（14.7%）、4番目は高齢者支援に関する発表で71件（9.5%）であった。なお、この障害種の分類と次の視覚障害者支援技術のテーマの分類は基本的には発表題目をもとにした分類のため（手元に技術研究報告がある場合はこれも分析に利用）、若干の誤分類があるものと思われるが、ご容赦願いたい。

2.2 視覚障害者支援技術の年別件数

視覚障害者支援技術に関する研究発表の年ごとの件数を図2に表す。毎年20件以上の発表があった。研究会はおおむね年5回開催されるので、平均すれば1回あたり4件程度の発表となるが、実際は12月と3月の研究会にまとまった数の発表がある。12月に発表件数が多いのは、WIT研究会が東京都内で開催されるとともに、他の同様なテーマの研究会との併催や連続開催があるためであろう。一方で3月に多いのは、視覚障害者と聴覚障害者であることを入学条件とする筑波技術大を研究会の会場とすることが多く、同大における研究成果が数多く発表されるためであろう。

2.3 視覚障害者支援技術の分類

視覚障害者及び盲ろう者支援技術の研究272件をテーマで分類したのが図3である。ICTを用いた支援技術、あるいはICTのアクセシビリティを取り扱った情報アクセスに関する研究発表が最も多く90件（33.1%）あった。2番目に多かったのは移動支援に関する研究発表で66件（24.3%）、3番目は余暇支援で34件（12.5%）、4番目は障害種別の研究をひとまとめ

[†] Research Trends in Assistive Technology for Blind and Visually Impaired People – Analysis of the Reports to SIG WIT, IEICE for the 10 Years from 2010 to 2019
Tetsuya WATANABE

* 新潟大学工学部
Faculty of Engineering, Niigata University

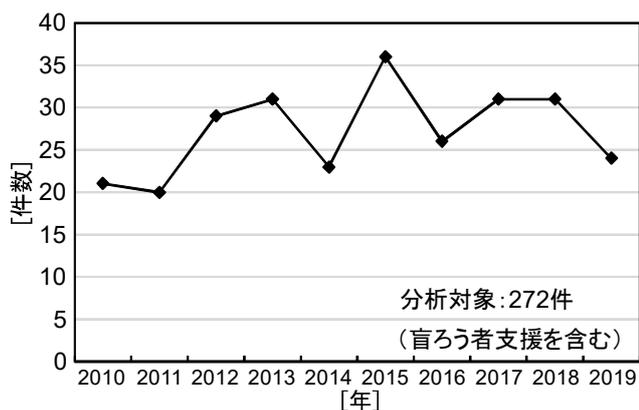


図2 視覚障害者支援研究発表の年別件数の推移

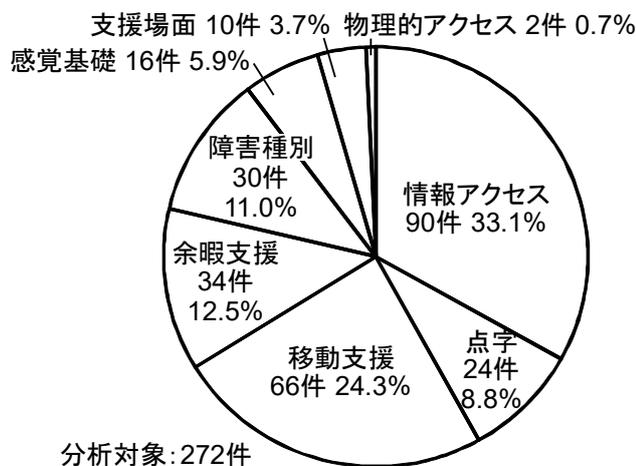


図3 視覚障害者支援研究発表のテーマの分類

にした30件(11.0%)であった。点字に関する研究発表は24件(8.8%)にとどまるが、情報アクセスに近いテーマなので図3では情報アクセスの次に並べた。両者を足し合わせると視覚障害者支援技術発表の41.9%となる。視覚障害者の不便は文字処理(情報アクセス)の不便、単独移動の不便、日常生活の不便と大別されることがしばしばである。分析した研究発表のテーマはちょうどこれらの不便に合致したと言える。ほかは、感覚基礎に関する研究発表が16件(5.9%)、支援場面ごとの報告が10件(3.7%)、物理的アクセスとしたもの2件(0.7%)である。図3に分類したテーマは更に細目に分けることができる。これについて以下で紹介する。随時、1999年から2009年までの10年間のレビューと比較をする。

2.3.1 情報アクセス

情報アクセスに関する研究発表90件は、Webアクセス14件、文字入力支援13件、触覚ディスプレイ・力覚誘導13件、図形へのアクセス11件、DAISY関連6件、触知グラフ5件、操作インターフェース5件、ICT機器利用状況調査5件、漢字の利用支援4件、映画・放送へのアクセス2件、などに分けられた。

Webアクセスに関しては、図書館や病院のアクセシビリティ

の調査(鶴見大、広島大)、Webコンテンツにおける赤文字の誘目性に関する研究(熊本高専、色覚障害にも分類可)、Web構造や非言語情報の音声表現(東京女子大ほか)について複数回発表されている。

文字入力支援に関しては、視覚障害者のタッチパネル上での文字入力方法として一筆書き式入力IPPITSU(群馬高専ほか)、指のジェスチャによる文字入力方式Move&Flick(NTT)、モールス信号入力(東京女子大)、触覚カバー(筑波大ほか)などの提案と評価結果が報告されている。このうちMove&Flickはdocomoのスマートフォンに搭載されており、かつApp Storeから無料でダウンロードできる。タッチインターフェース関連では、スクリーンリーダ利用時の文字確定方法の効率の比較も行われている(新潟大)。文字入力支援ではほかに書字訓練手法の開発、タッチタイピングの導入、手書きの支援に関する発表もあった。

NHKほかの研究グループからは、大型触覚ディスプレイを使った研究について継続的に発表されている。これを使って表、図、グラフの提示を行い、触覚ディスプレイのピンを上下させる振動情報の付加の効果について報告している。更に力覚提示デバイスによる手指の力覚誘導機能を導入し、これを視覚障害教育に応用している。図形へのアクセスに関する研究発表が増加した。その具体的テーマは、視覚障害者の図形認識の解明やその支援(筑波技術大)、触図の作成ツールの開発(立命館大)、市販の描画キットとICTを組み合わせた視覚障害者向け作図システムの開発(筑波大ほか)などである。

DAISY関連の研究は、DAISYコンテンツ作成支援とDAISYプレーヤの開発に大別される。触知グラフに関する研究は、触知グラフを生成するアプリケーションの開発(新潟大、富山県立大)と触知グラフの触知性・有効性の評価(新潟大)である。操作インターフェースの研究は、上にも述べたタッチインターフェースにおける画面サイズの効果(新潟大)、ラジコンヘリコプタ操縦システムと腕時計型点字ディスプレイの開発(大学入試センター)などである。ICT機器利用状況調査は新潟大で数年ごとに継続的に行われているものである。漢字の利用支援も新潟大独特のテーマだが、漢字詳細読みについてはテキストコーパスを用いて自動的に生成する研究が他のグループ(東京工業大)からも報告されている。そのほか、映画の音声ガイド、放送の解説音声、動画の音声ガイド、商品情報の画像認識と読み上げなどの研究発表があった。

1999年から2009年においても情報アクセスに関する研究が最も多かったが、そのときはグラフィカルユーザインターフェース(GUI)ベースの基本ソフトであるWindows、並びにLinux、そしてWebブラウザへのアクセスをどのように可能にするかという研究が主流だった。これら基本ソフト、そしてその上で動くアプリケーションソフトやWebブラウザへのアクセスに関する研究は、GUIに対応したスクリーンリーダ[3]と音声Webブラウザ[4]が開発・実用化されることで一段落がついた。その後Webを介した情報取得が一般的になるにつれ、Webアクセシビリティが重要なテーマとなった。こちらに対しても2004年にWebコンテンツのアクセシビリティに関するJIS規格が制定され(JIS X 8341-3:2004)、更に2016年に改訂がな

れることで一定の解決を見ているが (JIS X 8341-3:2016)、アクセシビリティの問題が完全に解決されたとは言えず、引き続き研究が行われている。

2010 年以降に新たな研究テーマとして興^{おこ}ってきたのがスマートフォン、タブレットなどタッチインタフェースへのアクセスである。視覚障害者のタッチインタフェースへの期待と危機感^{おこ}は GUI に対するそれらと似た雰囲気もあるが、根本的に異なるのはスクリーンリーダが標準装備されており、アクセスが保障されていることである。Windows が普及し始めた頃、基本ソフトにスクリーンリーダは標準装備されておらず、視覚障害者はスクリーンリーダソフトを購入してインストールしなければならなかった (音声出力がないのに!) が、現在のスマートフォン、タブレットにはスクリーンリーダが標準装備されており、その音声出力機能をオンにするだけで追加費用や大きな手間なしに視覚障害者はメインストリームの機器を使い始められる。ただしタッチインタフェースのジェスチャによる操作が簡単なわけではなく、とりわけ文字入力については課題が大きい。そのため、上記のような文字入力支援やインタフェースの研究が必要とされている。日本語はアルファベットと文字が異なり、更に仮名漢字変換が必要なため、スクリーンリーダが標準装備されるだけでは不足で、視覚障害者による仮名漢字変換を可能にする漢字の詳細読みの装備が必要だった。2012 年 9 月、この WIT 研究会で 2004 年から 2008 年にかけて発表された漢字の詳細読みに関する研究成果 ([5] ほか) が iPhone、iPad に装備されたことで、視覚障害者も実用的にこれらタッチインタフェース機器を使えるようになり、今や (若年層を中心に) 多くの視覚障害者がスマートフォンやタブレットを使用していることが 2013 年と 2017 年の ICT 利用状況調査から明らかになっている。

2000 年代には数式へのアクセスに関する研究発表が多かったが、これも InftyReader と ChattyInfty という実用的なアプリケーションとして研究成果が結実したため、2010 年以降の発表件数は少ない。

2.3.2 点字

点字に関する研究発表 24 件は、点字の学習 9 件、コンピュータによる自動点訳 4 件、点字楽譜 2 件、その他に分けられた。点字の学習に関する発表では、e-learning 教材の開発とその改良 (神戸大のグループ)、点字学習時につまづきやすい点の解明 (鶴見大のグループ) が主であった。神戸大のグループは自動点訳 Web アプリケーションを開発し、これの精度向上や読み上げソフトへの応用にも取り組んでいる。点字楽譜に関して、横浜国立大のグループは、MusicXML 形式の電子楽譜から点字と音声からなる DAISY コンテンツを自動生成するシステムを開発している。他に、点字読み取りセンサの開発、点字フォントの開発、触読位置の計測などの研究があった。

2.3.3 移動支援

移動支援に関する研究発表 66 件は、ナビゲーション (システム) 30 件、環境認知技術 22 件、触地図 13 件、白杖 1 件に分けられた。

ナビゲーション (システム) に関しては、地理情報に基づいた周囲情報や経路の案内 (新潟大ほか)、障害物検出器 (大分大、九州工大)、超指向性スピーカによる音声案内 (筑波大ほか)、BLE ビーコンを用いた歩行案内 (新潟大ほか) について複数回発表されている。視覚障害者ナビゲーションの研究は、支援システムに用いる機器の種類 (センサ、カメラ、可視光、Bluetooth など)、支援場所 (建物内、屋外、イベント会場、ショッピングセンタなど)、研究機関が多岐に亘るのが特徴である。機器についてだけでなく、理解しやすい案内文の検討や、歩行制動特性など、人を対象とした研究も見られる。

ナビゲーションのためにはシステムが環境を認知する必要がある。筑波大ほかのグループは、深度センサ Kinect を使った階段、机、椅子、トイレ、誘導ブロックなどの検出に関する研究を継続的に行っている。同じグループは近年では深層学習を用いてトイレマークや誘導ブロックの認識を試みている。深層学習の利用は筑波大のほかに大阪工業大ほか、神戸高専からも報告されている。

触地図に関する研究は新潟大学ほかのグループが継続的に行っている。その内容は、触地図自動作成システムの開発、これを使った歩行実験、触地図上の記号の探索性、識別性の評価などである。

ナビゲーションと環境認知のシステム開発は、利用可能な機器の発達の恩恵に浴している。2000 年代にも危険の検出、場所の案内、誘導に関する研究開発の数は多く、2010 年代の研究テーマも同様と言えるが [2]、システム構成要素には画然たる違いがある。かつてパソコンを用いたところにスマートフォンを活用でき、携行にまったく支障がないほど小型になった。環境認知のためセンサも、従来は部品を組み合わせ作り込んでいたがその必要がなくなり、メインストリームのセンサ製品を用いることができて (Kinect ほか) スマートになり、更にスマートフォンに搭載されているセンサ (GPS、加速度センサ、カメラなど) を用いれば外部センサが不要にさえた。実際、一般向けの歩行者ナビがスマートフォンで実現されており (Google マップ)、これを音声出力すれば視覚障害者の誘導に役立つ。一方、視覚障害者用のナビアプリも多数開発され (BlindSquare ほか、2019 年末には Google もアプリを発表)、それらも実用段階に入った。このようにナビゲーションと環境認知の目的にはメインストリームの先端技術が活用されているのとは対照的に、触地図を作る道具 (立体コピー機、点字プリンタ) は専用品であるため、この 10 年の間に特段の進化は見られず、触地図システムを個人が所有/使用する環境はいまだ整っていない。

2.3.4 余暇支援

余暇支援に関する研究発表 32 件は、視覚障害者のゲームの支援 22 件、スポーツ支援 5 件、朗読支援 3 件、買い物支援 2 件、旅行支援 1 件に分かれた。

ゲームの支援に関する研究発表が多い点は、1999 年から 2009 年とは異なる特徴である。これらの研究においてプレーヤへの情報は音声・音響や触覚を通じて提示される。ゲームの種類は視覚障害者用に新たに開発したゲーム (音追跡ゲーム、

kikimimi, TECHTILE toolkit を用いたインタラクティブシステムほか)と、一般のゲームを視覚障害者にも使えるようにしたもの(まわし将棋, 詰め将棋ほか)に分けられ, 前者の方が発表件数が多い. このテーマについては芝浦工大のグループと新潟大のグループからの発表が多い.

スポーツ支援では, ボウリングの支援(筑波技術大)と観戦方法の提案があった. 朗読支援は, 視覚障害者自身が読み聞かせを行う支援と朗読音声の自動生成に分けられた.

2.3.5 障害種別

このカテゴリには盲ろう者の支援に関する研究 16 件, 色覚障害者の支援に関する研究 7 件, 弱視者の支援に関する研究 5 件, 視野狭窄者の支援に関する研究 2 件を集めた.

盲ろう者の支援に関する研究の中では体表点字(桜雲会ほか)とフット・インタフェース(芝浦工大)に関する発表が多かった. そのほかは高等教育支援, 教育資料の電子化, 触手話ロボット, 指点字機器などとバラエティに富む. 指点字機器に関する研究が多数を占めた 2000 年代からは様相が変化した.

色覚障害者の支援に関する研究 7 件のうち 5 件は 2 色覚者の色識別率向上のための画像処理技術に関するものであった(群馬大・豊橋技科大). ほかは, 色覚問題に関する教育支援システムの開発と病院におけるカラーユニバーサルデザインに関する研究であった.

弱視者の支援に関する研究は, オンライン地図の見やすさ, レーザ網膜作像を用いた弱視用 HMD, HMD を用いたモバイルアプリケーション, 視線計測を用いた Web アクセシビリティの向上, コード化点字ブロックを利用した周辺情報提示手法と, 内容, 研究グループとも様々だった. 視野狭窄者については, 歩行時の足元知覚の計測とパソコン操作時の視線追跡に関する研究が行われた.

2.3.6 感覚基礎

感覚基礎に関する研究 16 件のうち 12 件が触覚に関するもの, 残り 4 件が聴覚に関するものだった. 触覚については, 触図に用いる記号の可読性を検証した研究(早大, 新潟大)と白杖を介した地面情報の知覚に関する研究の発表件数が多かった. 浮き出し文字の可読性に関する研究もあった. 聴覚については 4 件中 3 件が音声に関する研究で, 高速/早口音声に関する研究が 2 件, 案内用音声の明瞭性に関する研究が 1 件あった.

2.3.7 支援場面

このカテゴリには教育支援に関する研究 6 件, 医療支援に関する研究 2 件, サポート体制に関する研究 2 件を集めた. 教育支援として, プログラミング教育, Microsoft Office 365 を用いた学習支援システム, MathML の変換, 墨字学習支援システムについて報告された. 医療支援として, タブレットを用いた遠隔支援と心肺蘇生法を支援する Web アプリについて報告された. 先進国の障害者サポート体制と生活訓練のための教育プログラムサポートシステムについて報告された.

2.3.8 物理的アクセス

家庭用テレビのアクセシビリティ調査と 3D プリンタで点字を印刷する手法についての報告があった.

3. 期待された研究は実現したか?

2009 年にレビューをした際に, 視覚障害のある第二著者が支援技術利用者の立場から, 今後の研究が期待される技術を示した [2]. それらの研究がその後 10 年の間に行われたか, 行われたなら実用化されたかについて簡単に振り返ってみよう.

パソコンの利用支援に関して, 晴眼者と同程度の正確さで視覚障害者が漢字仮名交じり文を書く手段が期待されたが, 詳細読みを聞いて漢字を確定する手法は 10 年前と変わっていない. この詳細読みをその漢字を含む熟語ではなく, 意味情報で説明する方法が提案されているが [6], 今のところ研究段階にある.

Web アクセシビリティの基本的事項の一つに, 画像への代替テキストの付与があるが, 個人のブログでこれを実践している人は少ないと思われる. そこで Facebook は視覚障害者向けに「写真を説明する」AI サービスの提供を 2016 年に始めた. ブログの写真の内容を AI 技術で判断し, これを代替テキストとして自動的に付けるというものである. 実際にこのテキストを聞いた視覚障害者が, さすが眼科の先生はアクセシビリティに配慮して写真にテキストを付けていると誤解したというエピソードがある.

実用的なオープンソースの音声合成エンジンの提供が期待されたが, これは実現された(例えば名古屋工業大の Open JTalk). 単にテキスト音声合成を無料で使うという目的であれば, アプリケーションや Web サービスは多数見つかる. 音声合成にも AI 技術が使われている.

点字に関する研究については広報の必要性が指摘されていた. 広報の場としては学会・研究会よりも市民公開講座の方がよい. 著者が思い当たるのは, 視覚障害者向け総合イベント「サイトワールド」である. ここで, 大きめの点字「L サイズ点字」の体験会は継続して行われているが, 点字に関する研究発表はされていない. 今後, 一般市民向けに分かりやすい研究発表会を開催するのによいと思われる.

触覚ディスプレイの高精細化が期待されたが, これは実現していない. 現在入手可能な触覚ディスプレイ(点図ディスプレイ)の点同士の間隔は 2.4 mm で, この数値は 10 年前から変わっていない.

点字用紙 1 枚分の文字情報を提示できる点字ディスプレイの開発が期待された. これは, タブレットの普及と相まって点字タブレットという概念になり, 世界中の様々な機関で研究開発が進められている(しかし, 日本では研究されていない). Web 上では Blitab, Dot Pad という試作品あるいは製品が見つかる. 筆者自身も技術展示会で Dot Pad を触ったことがある. しかし両製品とも実際に使われているという話はまだ聞いていない. 点字を表示するのであればピン間隔は 2.4 mm 程度でもよいので, 触覚ディスプレイの高精細化より実現可能性が高いと思われる. 今後の研究開発に期待が持てる.

移動支援のために画像認識技術の応用が期待された. 既にレビューで見たとおり, これに関する研究が WIT 研究会でも多

数報告されている。周知の通り、AI 技術の発展により画像認識は実用レベルにまで向上した。ネット接続なしでリアルタイムで認識を行う製品も実現されている（例えば OrCam MyEye）。ただし、画像認識の結果を移動支援（進行方向の提示や障害物の警告など）に活用するまでには至っていない。誘導に活かすなら、道路の白線や信号の認識が必要であり [7]、ほかに自動運転に用いられている各種センサの導入も必要だろう [8, 9]。

WIT 研究会ではロービジョンの人の支援に関する研究発表が少ないと指摘されており、2010 年から 2019 年の間も同じ傾向であった。この研究発表の少なさは関係なく、ロービジョンの人によるタブレットの活用がこの 10 年の間に急激に進み、日常生活だけでなく [10]、教育面においても大いに役立っている [11, 12]。教育におけるタブレットの活用については日本弱視教育研究会が発行する『弱視教育』に論文が多数掲載されているので、興味のある方はそちらを参照してほしい。

盲ろう者の支援においては、研究内容の充実とともに持続的な研究が期待された。2 章で紹介したように、一定数の発表はあり、またテーマの幅が広がっている。

4. 考察

4.1 本レビューの限界

著者が WIT 研究会の発足に関わった 20 年前は、障害者支援を名称に含む学会・研究会は少なく、特に工学技術を核とする学会においてこれを専門とする研究会はなかった。その後、社会の変化に呼応して、障害者・高齢者支援を主たるテーマとする研究会が次々と発足し、電子情報通信学会以外でもヒューマンインタフェース学会、情報処理学会、日本音響学会、日本バーチャルリアリティ学会などにそのような研究会が設置されている。このように発表先が増えたことに加え、研究者の方ならご存じの通り、主たる発表の場とする学会・研究会は研究者ごとに異なる。従って、WIT 研究会の研究発表だけを見て国内の視覚障害者支援技術研究を網羅できたとは言えない。自分の研究テーマに関して海外の研究動向を知っておく必要もあるが、このレビューではそれも扱ってない。このようにレビューの範囲が 1 国内の 1 学会内の 1 研究会に限られている点がこの原稿の限界である。

4.2 支援技術開発者の役割

スマートフォン・タブレットの普及と AI 技術の発達で障害者支援分野にもたらした恩恵は大きく、視覚障害者支援分野においてもそれは顕著である [13]。このようにメインストリームの技術が障害者支援にも役立つという傾向は、今後ますます加速するだろう。従って支援技術の研究者には、メインストリーム技術の動向を常に監視し、使えそうな技術を見つけ出し、それを障害者・高齢者が使いやすいように調整する役割が求められる。それと、メインストリームの研究が行わない研究（視覚障害者支援であれば、例えば触覚特性や高速音声）を地道に続けることである。このようにして知見を積み重ねていけばこそ、役立ちそうな技術が利用可能になったとき、対象者が使いやすいように調整できるのだと思う。

5. おわりに

WIT 研究会におけるこの 10 年間の研究発表をレビューし、それ以前の 10 年と比べた変化を概観し、期待された技術が実現されたかどうかを述べ、更に現在の技術開発の傾向を踏まえて、今後支援技術の研究者に求められる研究姿勢・方向性を考えてみた。このような小論が読者にとって少しでも考えるヒントを与え、その結果として支援技術が発展し、その利用者の生活が向上することを願っている。

なお、レビューした技術研究報告は 272 件にも上るためそれらすべてを文献として挙げることはしなかった。WIT 研究会のサイトで発表題目と発表者をすべて見ることができるのでそちらを参照してもらいたい。

謝辞

本稿についてご意見を寄せて下さった小林真氏（筑波技術大）に感謝いたします。

参考文献

- [1] 電子情報通信学会, 福祉情報工学研究会: <https://www.ieice.org/~wit/> [accessed May 5, 2020]
- [2] 渡辺哲也, 南谷和範: “視覚障害者支援技術研究のレビューと将来への展望,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.109, No.358, pp. 57-64, 2010.
- [3] 渡辺哲也, 岡田伸一, 伊福部達: “GUI に対応した視覚障害者用スクリーンリーダーの設計,” 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J81-D-II, No.1, pp. 137-145, 1998.
- [4] 浅川智恵子, 伊藤隆: “非視覚的 Web アクセスシステムにおけるユーザ・インターフェイス,” 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.2, pp. 453-459, 1999.
- [5] 渡辺哲也, 大杉成喜, 山口俊光, 渡辺文治, 岡田伸一, 澤田真弓: “児童の語彙特性を考慮した漢字説明表現の開発とその評価—視覚障害者用スクリーンリーダーの詳細読みの改良—,” 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J90-D, No.6, pp. 1521-1531, 2007.
- [6] 西田昌史, 堀内靖雄, 黒岩真吾, 市川薫: “視覚障害者支援のための意味情報に基づく仮名漢字変換,” 電子情報通信学会論文誌, Vol. J95-D, No.4, pp. 960-968, 2012.
- [7] 尾山匡浩: “深層学習を用いた点字ブロックの認識,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.117, No.502, pp. 153-155, 2018.
- [8] 松ヶ谷和沖: “自動運転を支えるセンシング技術,” Denso Technical Review, No.21, pp. 13-21, 2016.
- [9] 工藤真, 掛川晋司, 志摩健, 栗山哲, 内田吉孝, 早瀬茂規: “自動運転実現に向けた車両周辺センシング技術の高度化,” 日立評論, Vol.99 No.5, pp. 47-51, 2017.
- [10] 三宅琢, 下田百里奈: “ロービジョンケアとしてのデジタルデバイス活用,” 新しい眼科, Vol.35, No.5, pp. 61-66, 2018.
- [11] 中野泰志: “タブレット端末は拡大教科書の代わりになるか?,” 弱視教育, Vol.52, No.3, pp. 12-20, 2014.
- [12] 氏間和仁: “弱視教育におけるタブレット PC の活用の基本的考え方と活用事例,” 弱視教育, Vol.52, No.3, pp. 21-33, 2014.
- [13] 渡辺哲也: “「見る」を助ける携帯端末,” 映像情報メディア学会誌, Vol.69, No.6, pp. 34-37, 2015.

(2020 年 1 月 20 日 受付)

[問い合わせ先]

〒950-2181 新潟県新潟市西区五十嵐2の町 8050

新潟大学

渡辺 哲也

TEL: 025-262-6133

E-mail: t2.nabe@eng.niigata-u.ac.jp

—— 著 者 紹 介 ——



わたなべ てつや
渡辺 哲也 [非会員]

1993年、北海道大学大学院工学研究科生体工学専攻修了。水産庁水産工学研究所、障害者職業総合センター、国立特別支援教育総合研究所を経て、現在、新潟大学工学部工学科教授。音声、触覚、情報通信技術を用いた視覚障害者支援技術の研究開発に従事。博士（工学）。電子情報通信学会、ヒューマンインタフェース学会、日本バーチャルリアリティ学会、視覚障害リハビリテーション協会などの会員。