

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：12103

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K04540

研究課題名(和文)次世代インタフェースを踏まえた視覚障害者の直感的直接情報アクセスに関する基礎研究

研究課題名(英文)Fundamental study on next generation interface of accessing information for visually impaired.

研究代表者

大西 淳児(Onishi, Junji)

筑波技術大学・保健科学部・教授

研究者番号：30396238

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、視覚障害者のための次世代インタフェースを踏まえた情報コンテンツの作成・構成・提示方法について、基礎段階から検討するものである。この課題を解決するため、本研究では、様々な観点から視覚障害者への教育で必要となる情報をリアルタイムに共有するためのプロトタイプシステムを開発した。開発したシステムを個々に評価することで、リアルタイムな情報共有に必要な機能を明らかにすることができた。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study is to consider the method of creating, constructing and presenting information contents based on the next generation interface for the visually impaired. In order to resolve this problem, we have developed several prototype systems in order to share information which has to be shared both visually impaired students and a teacher for the lecture. By individually evaluating the developed system, we get important functions for real-time information sharing.

研究分野：福祉情報工学

キーワード：視覚障害 特別支援教育 教育支援システム 情報保障 教育工学 触覚 図形提示

1. 研究開始当初の背景

スマートフォンやタブレットPCの急速な普及により、コンピュータと人間との間のユーザインタフェースが大きく変化する時代が到来した。次世代のユーザインタフェースでは、既に広く普及しているジェスチャー操作、音声操作に加え、触力覚、BCI・筋電、位置計測・センシング、超現実感付与といった、人間のごく自然にもつ感覚機能をより巧みに利用したインタフェースが普及すると考えられる。この普及の背景には、スイッチをソフトウェアで制御できるために、機械的なスイッチと比べて、スペースの制限のある機器の中では、低コストでプログラマブルなスイッチが実装可能であること、ビジュアルな表示による直感操作を生み出すメリットがあること等がある。そのため、今後、従来のユーザインタフェースに代わって、タッチスクリーンスイッチのようなアナログ操作的インタフェースを備えた機器が爆発的に増大すると見込まれている。

研究代表者は、この視覚依存度の高いインタフェースによりもたらされる視覚障害者への新たなバリアが大きなショックを与えると考えた。その最も大きな理由は、操作方法が、従来の触覚を中心としたものから、触覚のないものへ切り替えざるを得なくなったからである。

一般に、視覚障害者のためのアクセス補助機能は、主に画面読み上げ機能と特定の意味を持つジェスチャーの組み合わせで操作する方法がとられている。しかし、これらの操作方法は、端末独自の仕様で共通化されておらず、自学自習のための教材や資料も多くない。また教材があっても動作自体が理解できない場合も多い。一例をあげると「ピンチ」という操作は指を広げたり閉じたりすることにより画面拡大・縮小等が起きるが、この動作の理解自体が見えていないと難しい。

そのため、現状の直感操作インタフェースによる情報のやりとりと言うのは、あくまでも晴眼者のモデルを主体とした設計思想で実現している部分が非常に多く、音声ガイドなどの機能でユニバーサル化を考慮しているとは言え、視覚障害者にとって、操作を極めて困難にする結果を招いている状況であった。

このような背景の下、次世代のインタフェースのあり方が、人間の五感を活用した直感的なものへ移行していくこと、および、政府によるインクルーシブ教育推進政策を踏まえると、早い段階より、これらの技術動向に追随しながら、視覚障害者がより目的とする情報へ直感的にアクセスでき、晴眼者の情報取得に遅れることなく共有できるための、情報コンテンツの構成・提示方法を構築しなければならないとの着想に至った。

2. 研究の目的

本研究の目的は、視覚障害者のための次世

代インタフェースを踏まえ、視覚障害者教育において、いち早く目的の情報を取得するための、情報コンテンツの作成・構成・提示方法について、基礎段階から検討するものである。

この課題を解決するため、本研究では、以下の3つの課題の解決を行うこととした。

- ① 次世代インタフェースを踏まえた現状の問題点の明確化および直感操作に関する研究
- ② 視覚障害者が直感的かつ直接的アクセスするための情報コンテンツの構成に関する研究
- ③ 次世代インタフェース用情報コンテンツ提示方法およびその教育効果に関する研究

以上の課題について、視覚に障害のある学生への高等教育機関であるという特性を十分に生かして、あらゆる角度から柔軟な発想を重視しつつ、これらの研究課題に取り組むこととした。

3. 研究の方法

本研究は、視覚障害学生が教育を受ける際に、音声以外の情報をいち早く獲得/理解し、教員と学生間での確かな情報共有するための教育資料などの作成・提示方法およびインタフェースの指針を得ることを目的とした。その手段として、プロトタイプシステムを試作し、当事者の協力の下で評価をしながらの確かな情報共有の方法を探った。

まず、この目的を達成するため、前項の研究目的に掲げた3つの研究フェーズを設定した。このとき、使用法(活用・教育)、利用者レベル評価、改善点抽出のフェーズを加えることで、段階的に問題解決の道と課題点が早期に明確にすることを重視しつつ、プロトタイプシステムの評価を行った。特に、本研究では、NHK放送技術研究所の研究協力体制の下、遠隔力覚誘導提示方式による図形情報の共有システムの開発を中心に研究を進めた。また、その他、視覚障害学生の教育に必要なとなる教師と学生間の情報共有のシステムのプロトタイプを試作しながら様々な観点からの評価を行い、教育における情報共有のリアルタイム化の方策について検討を行った。

4. 研究成果

本研究では、視覚障害学生が教育を受ける際に必要となる音声以外の情報を如何にリアルタイムに教師と情報共有させるための基礎的要素を明らかにすることを目指し、様々な観点から情報共有のプロトタイプを開発・評価を行った。3年間にわたる研究では、様々な観点から実に多くのプロトタイプシステムを構築し評価を行ったが、本稿では、主たる成果に焦点を絞って報告することとする。

- (1) 遠隔力覚誘導提示システム



図1 システム全体外観

このシステムは既に市販されている製品により構成され、力覚提示装置 (PhanToM Omni (Sensable 社製)、触覚ディスプレイ装置 (KGS 社製) および操作コントローラの3つの部位を持つ。なお、操作コントローラは、コンテンツの選択と誘導を操作する機能、触覚提示と力覚誘導の空間位置を補正するキャリブレーションを行うための装置である。図1にシステムの全体像を示す。

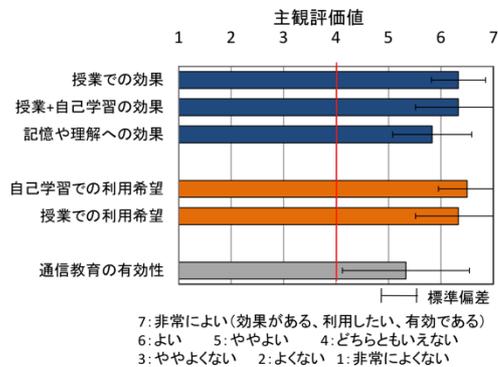


図2 システムの効果と有効性

このシステムでは、盲学校現場で実際に授業を実施・評価するため、インターネットのモバイル回線を通じて、遠隔制御を行うための機能整備、および、Windows7のサポート期限の影響を回避するため、Windows10プラットフォームで動作させるための改修を実施した。

遠隔制御の機能によって、教師または学生が互いに力覚フィードバック装置を通じて、指の動きを制御することができ、触覚ディスプレイ装置上に表現される図面を同じタイミングで触れることができる。この装置の狙いは、視覚情報の情報共有を触図という共通のメディア基盤を通じて、視覚障害者と教師との間でリアルタイムに情報共有するところにある。

この装置を用いて、鍼灸五要穴を提示する模擬授業を実施し、簡単なローカル評価を実施した。図2に、システムの効果と有効性についてアンケート調査によって得られた主観評価結果を示す。この結果から、評価に協力していただいた学生から高い評価を受けていることが分かった。この結果を受けて、更に、学生と教師間のコミュニケーション機能の改善と評価で判明したシステム不具合点の改修を行うこととなった。現在、このソフトウェアの改修作業は、当初、想定してい

なかった様々な事象が発生した影響で回収作業スケジュールに遅れが生じた。そのため、盲学校での実証実験については、平成30年度以降に実施する方向に計画を変更することになった。

(2) 盲ろう学生のための遠隔要約筆記伝達支援ソフトウェア

この課題では、盲ろう学生と教師との情報共有支援を実現するためのシステムを試作した。開発したシステムは、従来から聴覚障害者向けに活用されている要約筆記の字幕提供システム IPTalk から字幕表示情報を独自開発したリレーサーバで中継し、盲ろう学生が必要とする情報に焦点を絞って点字出力を行うクライアントソフトウェア及び点字出力されている文章をリアルタイムで確認できる教師用クライアントで構成する。図3に基本構成を示す。

利用するハードウェアは、Windows10が動作するPC3台および点字表示ディスプレイはKGS社のBrailleTender BT46もしくは、有限会社エクストラ製ブレイルセンスを利用し、点字出力処理のエンジンとしてNVDAを利用した。

これらを実装したクライアントの動作概要を図4に示す。この図では、左側が盲ろう学生が使用する学生モードで起動したクライアント、右側のノート型PCが教師用モードで起動したクライアントになっている。教師用クライアントの赤色の部分は、学生の点字ディスプレイに表示している字幕文字データの位置を示しており、学生が点字ディスプレイを操作して、表示する文字を切り替えるとはぼ遅延を生じることなく、教師用のクライアントに表示反映されるようになっている。これにより、教師は、学生がフォーカスを当てている場所をリアルタイムに確認することができ、授業の進行ペースや必要な情報呈示のタイミングを学生の状況に合わせて行うことができる。また、クライアントに表示される要約筆記のログについては、授業科目ごとに分類された上で、Linuxサーバ上で動作しているMySQLデータベース管理システムへ蓄積されており、復習用データ配信Webアプリケーションを通じて、盲ろう学生が授業以外での学習において、有効に活用できるようなシステム構成となっている。

このシステムは、実際に平成30年度から入学した盲ろう学生が授業で実際に使用しており、他の視覚障害の学生と同じ環境での学習に利用されている。今後は、実際の使用を通じて、情報共有のリアルタイム性を更に高めるための機能について検討を進める予定である。

(3) まとめ

この研究では、視覚障害学生に教育で必要となる情報を直接かつ直感的に提供するための仕組みをプロトタイプ開発の手法によって、さまざまな評価を行った。その結果、リアルタイムに学生と教師間で情報共有

する際の機能をより明確にすることができた。今後は、大勢の学生がいる授業環境での使用に耐えうるようなリアルタイム性の高い情報共有を実現する為の改良を進めていく必要がある。

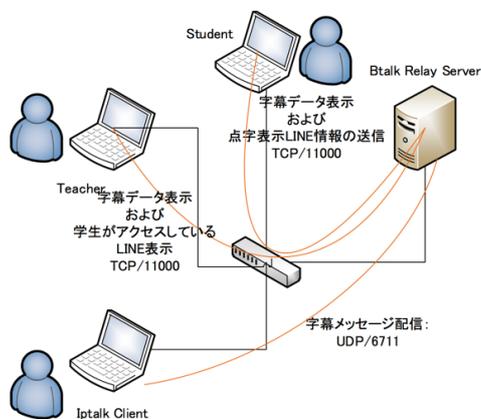


図3 システムネットワーク構成



図4 システム全体概要

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 17 件)

- (1) Miura, T., Soga, S., Matsuo, M., Sakajiri, M., Onishi, J., Ono, T. GoalBaural: A Training Application for Goalball-related Aural Sense., Proceedings of the 9th Augmented Human International Conference, DOI:10.1145/3174910.3174916, pp.20:1-20:5, ACM, 2018, 査読有
- (2) Matsuo M, Miura T, Sakajiri M, Onishi J, Ono T. Experience report of blind gamer to develop the accessible action RPG. Journal on Technology and Persons with Disabilities, CSUN Assistive Technology Conference 2017. 2017:171-188., 査読有
- (3) Sakai T., Handa T., Sakajiri M., Shimizu T., Hiruma N., Onishi J.. Developmen of Tactile-Proprioceptive display and effect evaluation of local area vibration presentation method. Journal of Advanced Computational

Intelligence and Intelligent Informatics, 2017; 21(1):87-99., 査読有

- (4) Matsuo M., Miura T., Sakajiri M., Onishi J., Ono T. Inclusive Side-Scrolling Action Game Securing Accessibility for Visually Impaired People. Human-Computer Interaction - INTERACT2017 Springer Lecture Notes in Computer Science LNCS, vol.10516. pp.410-414. DOI:10.1007/978-3-319-68059-0_41., 査読有
- (5) Matsuo M., Miura T., Sakajiri M., Onishi J., Ono T., Experience report of blind gamer to develop the accessible action RPG, Journal on Technology and Persons with Disabilities, CSUN Assistive Technology Conference, 2017, pp.171-181, 査読有
- (6) Matsuo M, Miura T, Sakajiri M, Onishi J, Ono T., ShadowRine: Accessible game for blind users, and accessible action RPG for visually impaired gamers, 2016 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 2016, pp.2826-2827, doi:10.1109/SMC.2016.7844667, 査読有
- (7) Onishi J., Sakai T, Sakajiri M, Ogata A, Miura T, Handa T, Hiruma N, Shimizu T, Ono T., Auto-Aasisting figure presentation system for inclusion education, 2016 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 2016, pp.176-181, doi:10.1109/SMC.2016.7844238, 査読有
- (8) Onishi J., Sakai T, Sakajiri M, Ogata A, Miura T, Handa T, Hiruma N, Shimizu T, Ono T., Experimenting with tactile sense and kinesthetic sense assiting system for blind education, Computers Helping People with Special Needs Lecture Notes in Computer Science, 2016:9759, 2016, pp.92-99, doi:10.1007/978-3-319-41267-2_86, 査読有
- (9) Matsuo M., Miura T., Sakajiri M., Onishi J., Ono T., Audible mapper & ShadowRine: Development of map editor using only sound in accessible game for blind users, and accessible action RPG for visually impaired gamers, Computers Helping People with Special Needs Lecture Notes in Computer Science, 2016:9759, 2016, pp.537-544, DOI:10.1007/978-3-319-41264-1_73, 査読有
- (10) Ohashi T., Miura T., Sakajiri M., Onishi J., Ono T., Can visually impaired smartphone users correctly

manipulate tiny screen keyboards under a screen reader condition?, Computers Helping People with Special Needs Lecture Notes in Computer Science, 2016:9759, 2016, pp.157-164, DOI: 10.1007/978-3-319-41264-1_21, 査読有

- (11) 松尾政輝, 坂尻正次, 三浦貴大, 大西淳児, 小野東, 視覚障害者のアクセシビリティに配慮したアクションRPG - 全盲者向け開発環境とゲーム本体の開発, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.21(2), 2016, pp.303-310, doi:10.18974/tvrsj.21.2_303, 査読有
- (12) Miura T, Ohashi T, Sakajiri M, Onishi J, Ono T., Accessible Button Arrangements of Touchscreen Interfaces for Visually Impaired Users, Journal on Technology & Persons with Disabilities, 2016, pp.55-68, doi:10.2111.3/180130, 査読有
- (13) J. Onishi, M. Sakajiri, T. Miura and T. Ono, "Terminal Operation Learning Application for the Screen Reader Users," Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2015 IEEE International Conference on, Kowloon, 2015, pp. 2343-2348. doi: 10.1109/SMC.2015.410
- (14) Sakajiri M, Miyoshi S, Onishi J, Ono T, Ifukube T, Singing Accuracy of Hearing Persons Using a Tactile Voice Pitch feedback System, NTUT Education of Disabilities, Vol.14, pp.13-16, 2015.
- (15) 大西淳児, 坂尻正次. 触覚フィードバック機能を持つタッチスクリーン端末を活用した視覚障害者のためのアクセス方法に関する基礎的研究. 筑波技術大学テクノレポート. 2015;22(2):58-59, 査読無
- (16) 大西淳児, 坂尻正次. 視覚障害者のための次世代インタフェースに関する基礎研究. 筑波技術大学テクノレポート. 2015;23(1):124-127., 査読無
- (17) Onishi J, M. Sakajiri, Miura, T. and Ono, T., Terminal Operation Learning Application for the Screen Reader Users, Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2015 IEEE International Conference on, Kowloon, 2015, pp. 2343-2348. doi: 10.1109/SMC.2015.410, 査読有

[学会発表] (計 24 件)

- (1) 安藤玄太郎, 松尾政輝, 三浦貴大, 坂尻正次, 大西淳児, 小野東, 弱視者のためのバーチャルミュージアムの構築, 第27回ライフサポート学会フロンティア講演会, 2018年3月10日, 杏林大学(東京都三鷹市)

- (2) 三浦貴大, 坂尻正次, 大西淳児, 曾我晋平, 松尾政輝, 小野東, ゴールボールにおける方向を誤認しやすい投球音の分析, 日本音響学会 2018 年春期研究発表会, 2018 年 3 月 13 日, 日本工業大学(埼玉県南埼玉郡)
- (3) 坂井忠裕, 坂尻正次, 半田拓也, 清水俊宏, 大西淳児, 緒方昭広, 視覚障がい教育の授業応用を目指した遠隔力覚誘導提示システムの開発と評価, 第 92 回福祉情報工学研究会, 2017 年 10 月 19 日, 九州工業大学 附属図書館 4 階 AV ホール(福岡県北九州市)
- (4) 松尾政輝, 三浦貴大, 坂尻正次, 大西淳児, 小野東, 視覚障害者のアクセシビリティに配慮したサイドスクロールアクションゲームの開発とゲーム内における聴触覚提示方法, 第 43 回感覚代行シンポジウム, 2017 年 12 月 5 日, 国立研究開発法人産業技術総合研究所臨海副都心センター(東京都江東区)
- (5) 坂尻正次, 曾我晋平, 三浦貴大, 大西淳児, 松尾政輝, 小野東. ゴールボールにおける投球音の定位能力を訓練するアプリケーションの開発. 日本音響学会 2017 年秋季研究発表会, 2017 年 9 月 27 日, 愛媛大学(愛媛県松山市)
- (6) 三浦貴大, 坂尻正次, 大西淳児, 松尾政輝, 小野東, Minsky:全盲者のためのスマートフォン向け小型ソフトウェアキーボード, LIFE2017, 2017 年 9 月 16 日, お茶の水大学(東京都文京区)
- (7) 坂尻正次, 三浦貴大, 三好茂樹, 大西淳児, 小野東, 伊福部達. 2 次元触覚ディスプレイを用いた盲ろう者歌唱支援のための触覚フィードバックによる音声ピッチ制御, LIFE2017, 2017 年 9 月 16 日, お茶の水大学(東京都文京区)
- (8) 大西淳児, 松尾政輝, 坂尻正次, 三浦貴大, 小野東. 盲ろう学生のための遠隔要約筆記伝達支援ソフトウェアの試作, LIFE2017, 2017 年 9 月 16 日, お茶の水大学(東京都文京区)
- (9) 曾我晋平, 松尾政輝, 三浦貴大, 坂尻正次, 大西淳児, 小野東, GoalBaural: ゴールボールにおける音感覚の訓練アプリケーションの開発, 第 26 回ライフサポート学会フロンティア講演会, 2017 年 3 月 7 日, 芝浦工業大学豊洲キャンパス(東京都江東区)
- (10) 坂井忠裕, 坂尻正次, 半田拓也, 清水俊宏, 大西淳児. 認知地図形成に与える触覚/力覚誘導提示方式の効果, 第 89 回福祉情報工学研究会, 2017 年 3 月 10 日, 筑波技術大学(茨城県つくば市)
- (11) 三浦貴大, 大橋隆, 松尾政輝, 坂尻正次, 大西淳児, 小野東, 視覚障害者のスマートフォン利用におけるアクセシブルなボタン配置に関する検討, 第 42 回感覚代行シンポジウム, 2016 年 12 月 12

- 日，産業技術総合研究所 臨海副都心センター（東京都江東区）
- (12) 松尾政輝，三浦貴大，坂尻正次，大西淳児，小野東，視覚障害者のアクセシビリティに配慮した音だけで作図可能な地図エディタとサイドスクロールアクションゲームの開発，情報処理学会アクセシビリティ研究会第2研究会，2016年12月2日，国立情報学研究所（東京都千代田区）
- (13) 市場大亮，三浦貴大，坂尻正次，大西淳児，小野東，弱視者のゲームアクセシビリティにおける問題点，情報処理学会アクセシビリティ研究会第2研究会，2016年12月2日，国立情報学研究所（東京都千代田区）
- (14) 松尾政輝，三浦貴大，坂尻正次，大西淳児，小野東，視覚障害者のアクセシビリティに配慮したアクションRPGのユーザーニーズに基づく改善，FIT2016第15回情報科学技術フォーラム，2016年9月8日，富山大学五福キャンパス（富山県・富山市）
- (15) 大西淳児，松尾政輝，大橋隆，三浦貴大，坂尻正次，小野東，視覚障害者のための遠隔教育支援システムの試作，FIT2016第15回情報科学技術フォーラム，2016年9月8日，富山大学五福キャンパス（富山県富山市）
- (16) 松尾政輝，三浦貴大，坂尻正次，大西淳児，小野東，全盲者のアクセシビリティに配慮した音だけで作図する地図エディタの評価，LIFE2016，2016年9月4日，東北大学青葉キャンパス（宮城県仙台市）
- (17) 大西淳児，大橋隆，松尾政輝，坂尻正次，三浦貴大，小野東，視覚障害者のための遠隔個別教育支援システムの試作，LIFE2016，2016年9月4日，東北大学青葉キャンパス（宮城県仙台市）
- (18) 三浦貴大，國安雄貴，坂尻正次，大西淳児，小野東，2010年代における視覚障害者のタッチスクリーン端末の利用・ニーズ動向，LIFE2016，2016/9/4-2016/9/6，東北大学青葉キャンパス（宮城県仙台市）
- (19) 松尾政輝・三浦貴大・坂尻正次・大西淳児・小野東，全盲者のアクセシビリティに配慮した音だけで作図する地図エディタとアクションRPGの開発，ライフサポート学会・第25回フロンティア講演会，1A6-2，奨励賞研究，2016年3月8日，東京工科大学蒲田キャンパス（東京都大田区）
- (20) 大橋隆，三浦貴大，坂尻正次，大西淳児，小野東，視覚障害ユーザーのためのタッチスクリーン端末用音声フィードバック入出力インタフェース，ライフサポート学会「視聴覚障害者バリアフリー技術研究会 研究発表会」，サイトワールド

- 2015，2015年11月3日（東京都江東区）
- (21) 坂尻正次，三好茂樹，大西淳児，小野東，伊福部達，盲ろう者の歌唱支援のための触覚フィードバックによる音声ピッチ制御システムの歌唱の正確性，LIFE2015・第15回日本生活支援工学会大会・福祉工学シンポジウム2015・第31回ライフサポート学会大会，3C2-05，2015年9月9日，九州産業大学（福岡県福岡市）
- (22) 松尾政輝，坂尻正次，三浦貴大，大西淳児，小野東，全盲者のためのバリアフリーゲームにおける音だけで作図する地図エディタ，LIFE2015・第15回日本生活支援工学会大会・福祉工学シンポジウム2015・第31回ライフサポート学会大会，3C2-03，2015年9月9日，九州産業大学（福岡県福岡市）
- (23) 三浦貴大，坂尻正次，大西淳児，小野東，視覚障害者におけるタッチスクリーン端末の使用動向，LIFE2015・第15回日本生活支援工学会大会・福祉工学シンポジウム2015・第31回ライフサポート学会大会，3C2-02，2015年9月9日，九州産業大学（福岡県福岡市）
- (24) 大橋隆，三浦貴大，坂尻正次，大西淳児，小野東，視覚障害ユーザーのためのタッチスクリーンインタフェースのアクセシブルなボタン配置，LIFE2015・第15回日本生活支援工学会大会・福祉工学シンポジウム2015・第31回ライフサポート学会大会，3C2-04，2015年9月9日，九州産業大学（福岡県福岡市）

〔産業財産権〕

○出願状況（計1件）

名称：遠隔力覚誘導システム，マスター装置及びスレーブ装置，並びにプログラム
 発明者：坂井忠裕，清水俊宏，大西淳児，坂尻正次，緒方昭広
 権利者：日本放送協会，国立大学法人筑波技術大学，一般財団法人NHKエンジニアリングシステム
 種類：特許願
 番号：特願2017-193249
 出願年月日：平成29年10月3日
 国内外の別：国内

〔その他〕

ホームページ等
<http://www.solab.work/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大西 淳児 (Onishi, Junji)
 筑波技術大学・保健科学部・教授
 研究者番号：30396238