

平成 21 年 6 月 12 日現在

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2006～2008

課題番号：18300261

研究課題名（和文） 知の構造化に基づく聴覚障害学生のための
キーワード提示に関する研究研究課題名（英文） Keyword display system for hearing impaired students
based on knowledge structuring

研究代表者

加藤 伸子 (KATO NOBUKO)

筑波技術大学・産業技術学部・准教授

研究者番号：90279555

研究成果の概要：

本研究課題は講義の全体像や関連性が把握でき知の構造化を支援するキーワード可視化方法、ならびに講義中に活用できるキーワード入力方法を検討し、科学高等教育に適した聴覚障害学生へのキーワード提示システムを開発しようとするものである。

また、聴覚障害学生への情報保障方法として頻繁に用いられている手話通訳、要約筆記との連携方法など、情報保障への応用について検討を行った。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2007年度	2,800,000	840,000	3,640,000
2008年度	2,200,000	660,000	2,860,000
年度			
年度			
総計	6,900,000	2,070,000	8,970,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・科学教育

キーワード：障害者支援, 聴覚障害, コミュニケーション支援, ユーザインタフェース

1. 研究開始当初の背景

近年、大学・大学院へ進学する聴覚障害者が急増しており、特に支援が困難な理工系、医学系への聴覚障害者への情報保障体制の整備は急務である。このため、これまで我々は手話通訳やリアルタイム字幕、要約筆記などの情報保障により、講義情報を保障する研究を進めてきた。しかしこのような従来の情報保障方法だけでは解決できない問題があることがわかってきた。聴覚障害学生は全ての情報を視覚より得ているため健聴の学生のように聞きながらノートをとる、資料を見るといっ

た行為ができない。このため、講義中は講義内容を目で追うだけで精一杯であり、講義の全体像や他との関連性の把握、構造化が非常に困難である。このことが科学高等教育での内容理解に大きな影響を与えていると考えられる。このため、本研究課題は講義の全体像や関連性が把握でき知の構造化を支援するキーワード可視化方法、ならびに講義中に活用できるキーワード入力方法を検討し、科学高等教育に適した聴覚障害学生へのキーワード提示システムを開発しようとするものである。キーワードだけでなく同時にキーワード

の意味や関連語を提示することにより、以下の効果が期待される。

- 手話や指文字と専門用語との対応が明確になる
- 専門用語の表記や意味の確認ができる
- これまでの講義内容や他の講義との関連性の把握が容易になる

特に、関連キーワードを提示する場合には、単にテキストとして提示するだけでなく、2次元のマップとして表示することで、より関連性や全体像の把握が容易になると考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、聴覚障害学生が容易に専門用語の意味や関連性が把握できるよう支援するキーワード可視化方法、ならびに講師が講義中に活用できるキーワード入力方法を検討し、大学の講義等において聴覚障害学生を支援するキーワード提示システムを提案しようとするものである。

講義中に継続的に利用するには、聴覚障害学生が瞬時に把握できる表示形式であること、講義の流れを妨げることのないインタラクティブな入力方式であること、の2点が重要である。このため本研究では、講義場面における聴覚障害学生に対するキーワード提示として、提示内容、キーワード選択方式、提示装置について各々検討を行う。検討結果に基づき、聴覚障害者のためのキーワード提示システムを作成する。

また、聴覚障害者への情報保障の際に手話通訳者や要約筆記者・字幕オペレータへのキーワード提示システムへの応用について検討を行う。

3. 研究の方法

(1) キーワード提示システムの試作

講義中に講師がキーワードを入力すると、キーワード、キーワードの意味（辞書の内容）、関連語が表示されるキーワード提示システムを試作する。本研究においては、手話通訳や要約筆記等の情報保障を用いる方法ではなく、講師自身が手話、口話、プレゼンテーション等の視覚提示を用いて聴覚障害学生に直接伝える講義を前提として、システムの試作を行う。

(2) キーワード提示方式の検討

試作したキーワード提示システムを用いて、聴覚障害学生に対する実際の講義中においてキーワード提示を行い、

- キーワード
- キーワードの意味（辞書の内容）
- 関連語（関連キーワード）

の3つの表示方法の比較を行う。講義終了後に聴覚障害学生に対して有効性についてのアンケートを行う。

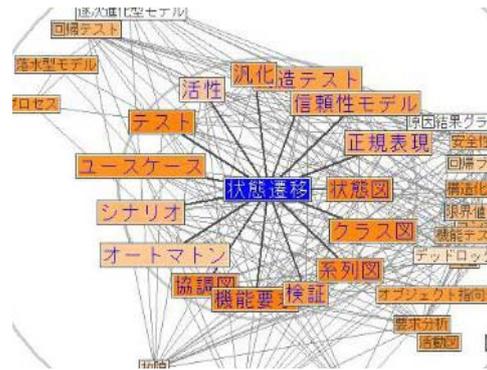


図1 関連語の全周表示

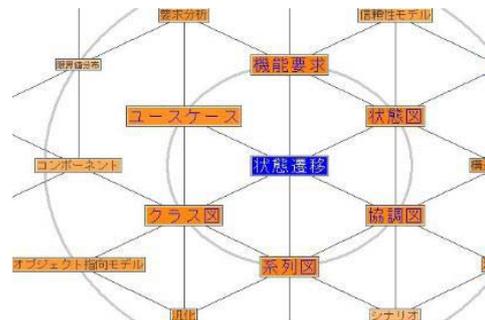


図2 関連語の六角表示

(3) 関連語の表示方式の検討

関連語の表示方法について、

- テキスト形式
- 全周表示(図1参照)
- 六角表示(図2参照)

の3つを聴覚障害学生に提示し、どの方式がみやすいか、のアンケートを行う。

(4) キーワード選択方式の検討

キーボードからの入力、関連語からの選択（タッチパネル対応）、音声入力の3つの方法を検討する。具体的にはキーワード入力を行った場合に、キーボードからの入力、タッチパネルによる入力、音声入力について、どの程度入力に時間を要するのか、入力しやすさ、効率の良さを検討する。

(5) キーワード提示装置

聴覚障害学生に提示する方法として、

- 大型モニタによる表示
- 個別小型モニタ表示

の検討を行う。

(6) キーワード提示システムの提案

(1)～(5)の実験結果をもとに、聴覚障害学生に対するキーワード提示システムの提案を行う

(7) 情報保障者へのキーワード提示システム

手話通訳者や要約筆記者／リアルタイム字幕オペレータにキーワードを提示する方式との関連、応用可能性について検討を行う。

4. 研究成果

(1) キーワード提示システムの試作

試作したキーワード提示システムは、図3に示すようにサーバー、クライアントの構成となっている。講師がサーバー側システムよりキーワードを入力すると、LANで接続されたクライアントにおいてキーワード、意味(辞書の検索結果)、関連語(関連キーワード)が提示される(図4参照)。講師がキーワードを入力する際には、キーボードによる入力、タッチパネルによる関連語を選択しての入力、音声入力も可能となっている。

音声入力では、商用の音声認識ソフトであるドラゴンスピーチを利用している。文全体の認識ではなく、キーワードのみを認識させるために音声コマンド機能を用いている。これはユーザーが自由に決めた言葉(コマンド)に特定の操作を関連づける方法で、指定されたテキストを表示するように設定している。

辞書データにはEPWING形式の汎用の辞書や自作の辞書を任意に指定することができ、複数の辞書を指定する串刺し検索も可能になっている。

関連語の表示はテキスト表示とマップ表示(全周表示または六角表示)が可能である。表示パラメータとして関連度と重要度の2つのパラメータがあり、関連度は教科書内で同時に出現する確率をもとに計算をした値であり、重要度は出現数により計算されるが講義に応じて講師が調整することも可能な値である。関連度と重要度により表示される位置、色を決定する。

関連語として表示されるキーワードの数は表示閾値を用いて任意に設定可能である。表示閾値としては、関連度の閾値と重要度の閾値の2種類の閾値があり、スライダーまたは数値入力により変更が可能である。

(2) キーワード提示方式の検討結果

キーワード提示方式について講義中に見たかどうかを1:かなり見なかった、7:かなり見たの7段階で問うアンケートを行ったところ、評価値の平均(SD)は、キーワード:4.8(0.9)、辞書:4.9(1.0)、関連語:4.6(1.1)であった。また、見やすさを1:かなり見にくい、7:かなり見やすいの7段階で問うアンケート評価を行った。評価値の平均(SD)は、キーワード:5.4(1.1)、辞書:5.8(1.0)、関連語:5.2(1.1)であった。

この結果より、講義中に講師の説明およびプレゼンテーション資料を見ながらであっても、キーワード提示システムを多少なりとも「見た」ことがわかる。どのエリアを見たかという問では3つのエリアに有意な差は見られなかったが、3つのエリア共に参考になったとの評価が得られている。

システムを利用してよかった点は何かを複数回答可で答えてもらったところ「意味が

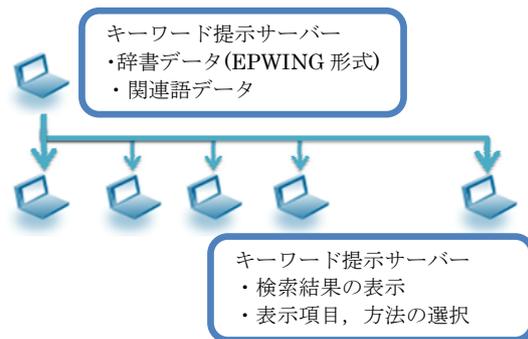


図3 システムの基本構成

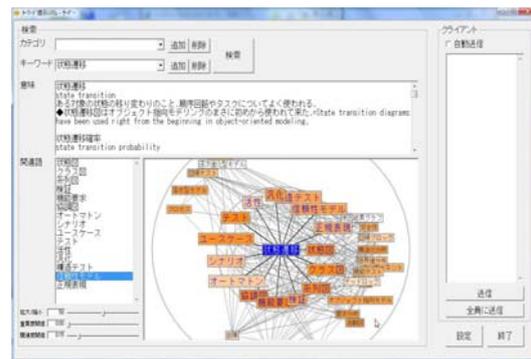


図4 キーワード提示システム画面

わかった」「キーワード間の関連がわかった」の他に「読みがわかった」、「忘れていた語を思い出すことができた」「理解度が高まった」という記述があった。すなわち、キーワード提示システムを利用することで、講義で用いている専門用語の意味の確認やキーワード間の関連の確認がはかられており、専門用語の復習にも有効だと考えられる。

(3) 関連語の表示方式の検討結果

関連キーワードの表示方式として、テキスト形式、全周表示(図1)、六角表示(図2)3つを提示し、各々の見やすさを7段階(1:かなり見にくい、7:かなり見やすい)で答えてもらった。評価値の平均(SD)は、テキスト表示:6.0(1.3)、全周表示:3.1(1.2)、六角表示:5.0(1.3)であり、全周表示は他と比べて優位に評価値が低かった($p < .05$)。また全周表示において閾値を変化させた表示を提示した場合、見やすさの評価値の平均(SD)は閾値0.00:2.0(0.9)、閾値0.15:3.7(1.0)、閾値0.20:6.0(0.9)であった。すなわち閾値が高く表示する関連キーワードを限定した方が有意に評価が高いことがわかった($p < .01$)。

また、関連性のわかりやすさについて順位づけしたところ、順位和は、テキスト表示:26、全周表示:18、六角表示:10であり条件の違いにより順位に違いがある($p < .01$)。関連性については、テキスト表示ではなくマップ形式がわかりやすいと考えられる。

(4) キーワード入力方式の検討結果

講師が講義中にキーワードを入力する方法として、キーボードから入力する方法、関連語から選択する方法、音声入力を用いる方法の3つの方式を検討した。

キーワードをキーボードから入力する方法で、講師が発語を終了してからキーワードの入力を完了するまでの時間を計測した例を図5に示す。4秒以内に半数以上の単語の入力が可能であったが、かな漢字変換で候補を選択するのに時間を要したり、誤った変換を修正するのに手間取り10秒程度かかる場合が見られた。また、入力者による差が大きく、キーボード入力が速い入力者、遅い入力者の差が顕著であった。

関連語から選択する方式では、1~4秒で入力が完了した。同じ単語をキーボードで入力した場合と、関連語から選択した場合では必ずしもキーワードの入力が速いとは限らなかった。操作の様子を分析すると、(a)キーワードエリアから関連語エリアにマウスを移動するのに要する時間、(b)関連語エリアの中でキーワードを選択するのに時間がかかっていることがわかった。これらに要する時間はタッチパネルのPCを用いることで解決をはかることができるが、文字を小さくすると選択の有効範囲が狭く、指では誤選択をする場合があった。逆に文字を大きくするとリストに表示できる語数が減少するため、選択可能性が低くなる。

本システムにおける音声入力では、単語の違いによる認識時間の違いは少なく、発語終了後1~2秒で認識が可能であった。ただし、誤認識の場合には再度言い直すまたはあらためてキーボードから入力する手間が発生し、講義を中断することになった。聴覚障害学生は口形を読んで講義内容を把握していることから、不必要な言い直しはできるだけ避けた方がよいと考えられる。

また、コマンドとして音声認識させるためには、(a)特定のキーを押しながら発語する、(b)前の語句との間を一定間隔以上あける、の2つの方法を試した。手話との併用を可能にするため、本システムでは特定のキーとしてフットスイッチが使用可能である。これは、同じ場所で講義を行う場合には利用可能であるが、プレゼンテーション資料を指さす、ホワイトボードに書くなど場所を移動しながら講義を行う場合には、利用が困難であり、間をとる方法が有効であった。

3つの入力方式を比較すると、

- ・音声入力では、誤認識による中断が最大の課題である。一定以上誤認識が起きるのであれば最初からキーボードを使用した方が講義の流れが中断されない。

- ・関連語から選択する方法では、タッチパネルを用いることにより素早く入力すること

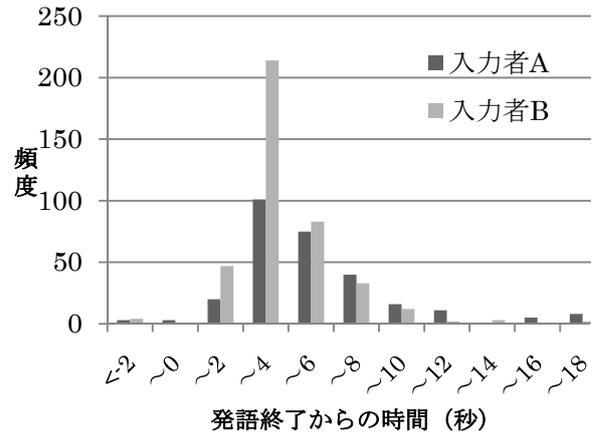


図5 キーボードを用いてキーワード入力に要する時間

が可能であるが、関連語として表示される語数が限定される、語数を増やすと選択に手間取るという問題がある。

- ・キーボードによる入力は誤変換等があると入力時間を要するが、確定前に修正が可能という点で確実に入力が可能である。キーボード入力方式をより高速にするためには、かな漢字変換の辞書登録を充実させる等の方法が有効であると考えられる。

聴覚障害学生からみた場合に、キーワード入力方法としてどの方法が望ましいか、3つの方法に順位をつけてもらった。講師が入力する場合の順位和は、キーボード入力 11、関連語から選択 11、音声入力 20、聴覚障害学生自身が入力する場合の順位和は、キーボード入力 9、関連語から選択 13、音声入力 20という結果であった。双方ともに条件の違いにより順位に違いがある ($p < .05$)。

入力速度から講義室での音声コマンド認識率が低い場合には、キーボード入力を主として、関連語の選択を行う方法が好ましく、音声コマンド認識率が高い場合には音声コマンドが利用可能なものを音声コマンドで、他のものはキーボード入力、関連語選択で行う方法がよいと考えられる。

(5) キーワード提示装置の検討結果

聴覚障害学生に提示する方法として、

(a)大型モニタ(プロジェクター)による表示
(b)個別モニタ(机上ノートPC)による表示

の2つについて「みやすいか」という質問に対し、1:非常にそう思わない、7 非常にそう思うの7段階でアンケートを行ったところ、回答の平均 (SD) は各々 (a) 5.7(1.4), (b) 5.6(1.3)で2つの表示方法に有意な差は見られなかった。また、(a)大型モニタによる表示、(b)個別モニタによる表示、(c)両方に表示の3つについてどれがよいか順位づけを行ったところ、順位和は、(a)15, (b)18, (c)9であった。有意差はなく個人差が大きかつ

たが両方を活用したいとの意見が最多であった。

大型モニタについては見やすさや、講師が表示内容にさらに解説を加えられる点が評価されており、個別モニタについては、表示方法を個別に設定できることや、個人で自由に検索できることが評価されていた。また、両方に表示することで、全体での表示に加え、個別モニタでは関連語を検索するなど、複合的に利用する意見も提案された。

(6) キーワード提示システムについての検討結果

これまでの聴覚障害学生に対するアンケートの結果、キーワード提示システムの使い方として2つの方法が示唆された。

(a) 講義中に講師が利用する場合

大型モニタに投影し、必要に応じてキーワードの意味や関連語を引用し、授業に取り込む方法が望ましい。このためには大型モニタは必要不可欠である。小型モニタは補助的に、自分の調べたい語を表示する場合等に有効である。関連語の表示には見やすく語数を絞ったマップ形式が適している。

講師のキーワード入力方法としては、音声入力による入力が最も入力速度が速く、キーワードの前後に間をおくことで認識が可能である。誤認識率が高い場合には、キーボード入力とタッチパネルにより関連語から選択する方法を併用する方法が現実的である。

(b) 演習中や自学習に利用する場合

個人での利用は当初の想定外であったが、聴覚障害学生からの要望が多かった。聴覚障害学生が個人で利用する場合には、小型モニタでキーボード入力を用いる方法がよいと考えられる。

今回試作したサーバークライアント型のキーワード提示システムは、全クライアントに同じデータを送信する形式となっており、個別の検索に対応していない。サーバーが個々のクライアントに個別に回答する方式を採用することで、辞書データの一括管理をしながら個別検索を行うことができるようになると思われる。

このようなシステムを常時稼働させることで、講義での利用だけでなく自宅での学習にも活用でき、聴覚障害学生にとって把握が困難な抽象的な専門用語でも使いこなすことができるようになると思われる。

聴覚障害学生へのアンケートでは基礎科目中心の1年生の科目と2年生の専門科目について講義でわからない専門用語があるかを7段階(1:非常に少なかった, 7:非常に多かった)で尋ねたところ、評価値の平均(標準偏差)は5.6(1.0)と4.1(1.6)で有意差があった($p < .05$)。すなわち専門科目ではわからない専門用語が増加する傾向にあり、本システ

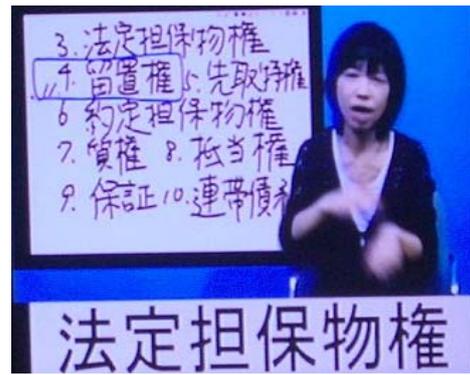


図6: キーワードを指さす手話通訳者

ムが有効であると期待される。

(7) 情報保障者へのキーワード提示システム

これまで、聴覚障害学生に対するキーワード提示システムについて論じてきたが、講義での情報保障を担当している手話通訳者や要約筆記者・字幕オペレータに対しても専門用語等をキーワードとして提示する方法が有効である。

情報保障者に提示するキーワードは、現在、キーワード入力オペレータがキーワードを入力している。

(a) 要約筆記者・字幕オペレータに対するキーワード

講師の発語終了後できるだけ速いキーワード提示が求められている。キーワードの必要性は、オペレータがどの程度その分野の用語に精通しているかに依存するが、基本的にできるだけ多くのキーワード入力が望まれている。1講義(90分)あたりのキーワード数は100~250個にのぼる。

(b) 手話通訳者に対するキーワード

手話通訳者はキーワードを手話文にとりこんで利用することから(図6参照)、手話通訳者にとって最適なタイミングでキーワードを表示することが求められている。これまでの研究から手話通訳者向けキーワードを入力には手話を読む力等の力量が必要なのことがわかった。このためできるだけ多くのキーワードを入力したものの中から、手話通訳補助者が選択して手話通訳者に提示するといった2段構成が望ましいと考えられる。

さらに情報保障者にとってキーワード提示は有効であるが、キーワードの表示の遅れが問題であることがわかった。講師自身が入力し聴覚障害学生に提示するキーワードはその目的から、1講義内に提示する数も限定され、一定間隔をあけることから、キーボード入力でも対応が可能である。これに対して、情報保障者に提示する場合は、数も多く連続して表示する場合もあり、より高速な入力が必要である。

本研究で試した方法では、音声入力する方法が認識された場合には最も高速に入力で

きる方法であった。そのため復唱による音声入力とキーボード入力を併用する方法が望ましいと考えられる。また、講師が聴覚障害学生向けに提示するキーワードは情報保障者も利用可能であるが数が十分ではない。このため、情報保障者向けに不足分のキーワードを入力するといった連携が必要となる。

今後、情報保障者向けキーワード音声入力方式の検討、聴覚障害学生向け・情報保障者向けに統合したキーワード提示システムの検討を進める予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計8件)

- ① 加藤, 河野, 三好, 西岡, 村上, 皆川, 若月, 白澤, 石原, 内藤, 聴覚障害者の情報保障におけるパソコン要約筆記入力者に対するキーワード提示, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 9, No. 2, pp. 125-134, 2007, 査読有
- ② 加藤, 河野, 村上, 白澤, 皆川, 若月, 西岡, 三好, 黒木, 石原, 内藤, 講義資料とキーワードを画面合成した遠隔手話通訳システムー通訳スタジオにおける検討ー, ヒューマンインタフェース学会研究報告集, Vol. 9, No. 1, pp. 23-28, 2007, 査読無
- ③ 河野, 加藤, 村上, 白澤, 皆川, 若月, 西岡, 三好, 黒木, 石原, 内藤, 講義資料とキーワードを画面合成した遠隔手話通訳システムにおける聴覚障害学生への提示方法, ヒューマンインタフェース学会研究報告集, Vol. 9, No. 1, pp. 29-32, 2007, 査読無
- ④ 加藤, 河野, 若月, 西岡, 皆川, 村上, 三好, 白澤, 黒木, 石原, 内藤, 講義保障における聴覚障害学生と手話通訳者へのキーワード提示の効果に関する検討, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2007 論文集, pp. 451-456, 2007, 査読無
- ⑤ 加藤, 河野, 黒木, 村上, 西岡, 若月, 皆川, 塩野目, 三好, 白澤, 石原, 内藤, 聴覚障害学生のための講義におけるキーワード提示の基礎的検討, 電子情報通信学会技術報告 ET2007, Vol. 107, No. 462, pp. 71-76, 2008, 査読無
- ⑥ 加藤, 河野, 若月, 塩野目, 黒木, 村上, 西岡, 皆川, 白澤, 三好, 内藤, 講義の情報保障におけるキーワード提示タイミングに関する基礎的検討, 電子情報通信学会技術研究報告. WIT, 福祉情報工学, Vol. 108, No. 170, pp. 51-56, 2008, 査読無
- ⑦ 加藤, 若月, 河野, 村上, 内藤, 聴覚障害学生のための講義におけるキーワード提示システムの検討, 筑波技術大学テクノレポート, Vol. 15, pp. 1-4, 2008, 査読無
- ⑧ 加藤, 若月, 河野, 村上, 内藤, 聴覚障

害学生のための講義におけるキーワードマップ提示の検討, 筑波技術大学テクノレポート, Vol. 16, pp. 27-31, 2009, 査読無

[その他]

機関リポジトリ, 筑波技術大学テクノレポート Vol. 16.

<http://www.tsukuba-tech.ac.jp/repo/dspace/kiyo/t0102>

「聴覚障害学生のための講義におけるキーワードマップ提示の検討」

6. 研究組織

(1) 研究代表者

加藤 伸子 (KATO NOBUKO)

筑波技術大学・産業技術学部・准教授

研究者番号: 90279555

(2) 連携研究者

内藤 一郎 (NAITO ICHIRO)

筑波技術大学・産業技術学部・教授

研究者番号: 00237182

村上裕史 (HIROSHI MURAKAMI)

筑波技術大学・産業技術学部・准教授

研究者番号: 20219900

河野純大 (SUMIHIRO KAWANO)

筑波技術大学・産業技術学部・准教授

研究者番号: 90352567

若月大輔 (DAISUKE WAKATSUKI)

筑波技術大学・産業技術学部・助教

研究者番号: 50361887