

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 4 日現在

機関番号：32508

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24650565

研究課題名(和文) 状況内評価における評価表出行動自動収集分析システムの研究

研究課題名(英文) Research on a system for collecting and analyzing participants' evaluative expressions in situated assessment

研究代表者

加藤 浩 (Kato, Hiroshi)

放送大学・教養学部・教授

研究者番号：80332146

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は新しい形成的教育評価の方法の開発を目的として、学習者が無自覚に他者に対して表出する評価行動の自動記録システムの開発を行った。具体的には学習者の頭部にとりつけたモーションセンサーとマイクから、学習者の肯定的な反応と否定的な反応を認識し、誰が誰に対して肯定的/否定的な発言を行ったかを自動的に記録し、それをほぼリアルタイムで集計して学習の場にフィードバックすることができるシステムを目標とした。つぶやき認識、ジェスチャー認識ともに認識率が低かったが、両者には強い共起関係があるので、その両方を組み合わせることで認識率の向上を図った。しかし、結果として実用に十分な認識率には至らなかった。

研究成果の概要(英文)：Aiming for a novel method of formative educational assessment, a system for collecting and analyzing participants' unconscious evaluative acts in social interactions has been developed. The system is automatically to collect learners' positive/negative reactions to a specific other's acts by means of recognizing whether the reactions are positive or negative based on the actor's short comments and head motions acquired from microphones and motion sensors attached on the actors, so that those reactions are collected and summarized for feedback to learners in almost real time. As a result, the recognition rates of short comments as well as head motions were not good enough. However, since there are strong co-occurrence relations between contents of comments and types of head motion, a method of multi-modal recognition was tried to apply. Consequently, the recognition rates did not reach to the level sufficient for practical use.

研究分野：教育学

 キーワード：教育学 教育評価 ジェスチャー認識 音声認識 エスノメソドロジー 状況内評価 話者認識 イ
 ンタラクション分析

1. 研究開始当初の背景

(1) 教育の場では、人の能力はテストによって測定される。しかし、日常生活では、テストなどしなくても、私たちは他者の能力について分かっており、相当程度語ることができる。それは私たちが、どこかで無自覚に他者評価を行っているからであろう。よくペーパーテスト批判として「テストの結果が実際の能力をよく反映していない」というが、そのときの「実際の能力」とは、このような無自覚な他者評価に基づいているのではないだろうか。ならば、日常生活において私たちが他者評価をどのようにして行っているかを明らかにすることは、教育評価をより真性(authentic)なものにするために重要であると考えられる。

(2) エスノメソドロジック的視点に立てば、私たちは日常的に「なるほど」「すごいね」などといった「あいづち」や「うなずき」などの相互行為を通して、それと意識しないまま、互いの行為を評価しあっていることに気づかされる。ここではそれを「状況内評価」と呼ぶ。いわゆる「実践能力」とは、状況内評価によって可視化され、共有され、物象化される個人の能力、あるいは、その能力の歴史的蓄積であると考えられる。

(3) 上記のアイデアに基づいて、研究代表者の加藤と分担者の鈴木・山下は、平成16~18年度の基盤研究を端緒にこれまで研究を続け、人が実践を行っている最中に発揮する能力をその場で評価しフィードバックできるシステム SoundingBoard を開発した。これは胸に赤外光バッジをつけ、それに評価端末を向けて評価ボタンを押すと、その結果がサーバーに蓄積されるというものであった。これは、実践が行われているまさにその場での相互評価を可能にするという点では画期的であったが、学習者が実践に没入すると、評価行動がおろそかになるとか、フィードバック情報をあまり見てくれないなどの問題点が明らかとなり、実践教育に導入するためには評価行為をより自然で多様な方法で検知するシステムの開発が求められた。

2. 研究の目的

(1) 本研究の最終的な目的は、活動の現場で相互行為的に可視化される社会構築物としての「実践能力」に基づいた、新しい形成的教育評価の方法を開発し、教育の場に普及させることである。また同時に、システムをプレゼンテーションやワークショップなどの協調学習の場に導入するために、教育現場における活用モデルの開発を行うことである。

(2) 本研究では上記の目標を達成させるための要件である、評価行為の自動入力システムの開発を行う。このシステムは、学習者が無自覚に表出する他者に対する評価行動

を補足し、それを記録・集計し、実践の現場にフィードバックするシステムである。

(3) システムの構築にあたり、この研究では発話と頭部動作との共起関係から、評価の推定をより精度高く行う手法を提案する。この手法は、共同作業をビデオ観察することによって事前に作成した発話と頭部動作に関する共起関係の表を元に、あるタイミングで行われた発話と頭部動作から現在の評価内容が何にあたるのかを推定する手法である。

(4) 具体的には、次の手法によって評価内容の推定をおこなう。まず、学習者の頭部に装着させた加速度・角速度センサの値を0.01秒毎にサンプリングし、その値から頭部動作の推定を行う。次に、発話から過去1秒分の動作推定の分布を発話時の頭部動作の確率とする。最後に、この頭部動作の確率と発話と頭部動作の共起関係の表から対応する部分とを掛けて得られた値に音声認識ソフトウェア側から出力された推定値(認識における尤もらしさ)とを掛けあわせて評価値とすることで、認識率の向上を図るというものである。

3. 研究の方法

(1) 本研究では「うなずくように簡単に」を目標に掲げ、実践中に学習者が自然に表出する評価行動を、ほぼ自動的に捕捉し、記録・集計するシステムを開発する。その実現方法は次の通りである。図1に提案手法の概要を示す。

(2) あらかじめ一組3名程度で構成されたグループによるディスカッションを実施し、会話分析を行うことによって、発話と頭部動作の共起関係を調べ、条件付き確率を求める。また、評価に用いられる語彙を調査する。

(3) 学習者の帽子に取り付けた加速度センサから、うなずき、いやいや、首かしげ、合点などのジェスチャーを検出し、認識する。ジェスチャー認識は、ミリ秒単位で事前に行われた複数の認識結果から、いま現在の認識結果の信頼度を出力させる。以下に頭部動作の判定条件を示す。x方向・y方向・z方向に対する加速度を acc、角速度を ang と表記する。

if(accX \geq 200 || angY $>$ 30) → うなずき

elseif((accY \leq -100 || accY \geq 100) && (angX \geq -35 || angX \leq 35)) → かしげ

elseif(angZ \leq -40 || angZ \geq 40) → 否定

else → それいがい

(4) 学習者が持つマイクから、学習者のつぶやき、感嘆詞などを抽出して認識する。音声認識ソフトウェアとしては、京都大学で開発されている Julius を用いる。このソフトウェアは音声認識結果の単語信頼度として cmscore という独自のスコアを出力させることができる。

(5) (2)で事前に計算した条件付き確率と、(3)で求まる頭部動作の認識結果の信頼度から導いた頭部動作の確率分布をもとに、音声認識結果の確率分布を推定する。次に、その推定値を重みとして、Julius が出力する単語信頼度 cmscore を掛け合わせることで、最終的な認識結果とする。

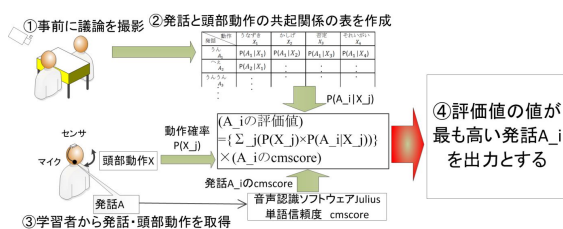


図 1：提案手法

4. 研究成果

(1) 1組3名程度で構成された5組のグループに10分程度の議論を行って頂き、頭部動作の大きさとその際に付随する発話の評価(賛同、否定、それ以外)をビデオ撮影した。この映像を分析した結果を表1に示す。

表 1：頭部動作と評価の相関性

クロス集計表の残差分析 斜線部：1%有意			
	回数	大きく	微小
全体	91	27.5%	72.5%
賛同否定	37	64.9%	35.1%
その他	54	1.9%	98.1%

上記の結果から、状況内評価を自動収集する際には振幅の大きい頭部動作に収集対象を絞ることで、より正確に評価を検出できる可能性があることが推測される。加えて、頭部動作と発話内容にはその意味ごとに共に起きやすい組み合わせ、つまり共起関係があることがわかった(ex.首を縦に振って「なるほど」等賛同的な意味の発話を行う)。これらのことからある頭部動作に対してどのような発話が起り得るのかを示した確率分布表と、その時行った発話に対する認識結果と実際に検出された頭部動作を組み合わせることで評価行為の認識精度向上に繋がる可能性が示唆された。

(2) 理想的な実験方法としては、事前に発話と頭部動作の共起関係の表を用意し、学習者の発話と頭部動作から cmscore と各頭部動作の発生確率を求め、本研究で提案した評価式に当てはめることである。しかし、本研究期

表 2：Julius 単体と提案手法のみで認識した単語数の比較

	Julius	提案手法
うん	4	19
へえ	0	0
うんうん	1	0
うーん	0	0
ああ	1	0
同じく	0	0
そうだね	4	0
確かに	6	0
そうですね	0	0
なるほど	5	0
そう	3	0
そうそう	0	0
ある	4	9
ですよ	0	0
はい	7	7
やっぱ	4	5
ふーん	0	0
そっか	0	0
まあ	2	6
ですかね	1	0
ほお	1	0
ですね	2	0
ええ	0	0
できない	2	0
その他	3	0
合計	50	46

表 3：認識結果一覧

	Julius	提案手法
うん	7%	33%
ある	14%	31%
はい	23%	23%
やっぱ	24%	29%
まあ	14%	43%

間では十分なデータを収集することができなかつたため、過去に収集したデータも評価データとして検証することとしたが、直接再利用するのは適切ではない。そのためより公正な実験結果を得るために交差検証法を用いた。今回の実験で得られた発話とその時の各頭部動作確率の組287個を10等分して1:9に分け、後者で発話と頭部動作の共起関係の表を作成し、前者のデータで提案手法を用いる。その後別の1割をテストデータにし、同様に提案手法を用いる。これを10回分行い、それぞれで実際の発話内容との一致率を計算し、その平均を提案手法の認識率とした。

(3) 計算の結果、認識率は37%であり、認識率はあまり向上せず、実用に供する水準にはまだ達していないという結論となった。

(4) 実験で得られた全287個のデータの中で、Julius 単体でのみ認識した上、実際の発話内容と一致した単語は50個、逆に提案手法でのみ一致したものは46個であった。それら

を表2に示す。提案手法が正しく認識することができた5語に関して、各語それぞれの認識率の比較を行ったものを表3に示す。表3に示す語は、音声認識システムに共通して見られる問題、つまり対話における明瞭性の低下や音韻の混同による認識率の低下、すなわちJuliusにおけるcmscoreの計算が低くなった語である。しかしながらcmscoreが低くても、発話と頭部動作の共起関係を反映することでその認識率を改善できることを示していると考えられる。

(5) 今回は共起関係の表を作成するためのデータ数が不十分である可能性はあるが、データ数を増やしたとしても、発話と動作との間に特に共起関係があまり見られないケースが発生することは十分に考えられる。こういった語に関しては、発話と頭部動作の共起関係を反映することで、本来正解でありながら、Juliusでは第一候補になっていない、つまりcmscoreが低くなった認識候補を正しく是正するという提案手法が正しく機能しない。このように提案手法が機能しない単語が存在したことが、Juliusの認識率よりも提案手法の認識結果が低くなった理由だと考えられる。

(6) 今後検討すべき課題として以下の項目が挙げられる。

発話と頭部動作の共起関係の表を作成する上で想定される場面をより詳細に設定してデータを集める必要がある。考察で述べたようにデータのサンプル数も重要な要素である可能性があり、また性別や先輩後輩などの関係性など、共起関係の表を作成する際に重要な影響を与える可能性のある付帯要素についても調べる必要がある。

状況内評価を伴う発話の中には発話と頭部動作の共起関係に傾向が見られない語があることも想定される。このような提案手法を適用させることができない部分に関して、Juliusの誤認識を補正する機能を新たに追加する必要がある。

頭部動作認識においては、動作判別のしきい値を各被験者に合わせるような学習機能を組み込む必要がある。また、実験データを分析する過程で、発話と頭部動作の開始までの時間遅れには個人差があることがわかった。従って、これらのパラメータをより細かく設定できる機能を検討する必要がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計10件)

奥本素子、加藤 浩、事前学習と館内鑑

賞支援を連動させた博物館における展示鑑賞支援システムの開発、日本教育工学会論文誌、査読有、36巻1、2012、1-8
齋藤 裕、松田岳士、合田美子、山田正寛、加藤 浩、宮川裕之、自己調整学習サイクルの計画段階に注目したeメンタ負担軽減システムの開発と評価、日本教育工学会論文誌、査読有、36巻1、2012、9-20

阿部裕子、楠本 誠、久保田善彦、舟生日出男、鈴木栄幸、加藤 浩、マンガ作成による「ごんぎつね」の心情と情景の理解、日本教育工学会論文誌、査読有、36巻、2012、141-144

小松祐貴、渡邊悠也、鬼木哲人、中野博幸、久保田善彦、月の満ち欠けの理解を促すAR教材の開発と評価、日本科学教育学会「科学教育研究」、査読有、37巻4、2013、307-316

久保田善彦、鈴木栄幸、望月俊男、マンガ表現による教育実習生の指導案の改善プロセス、日本教育工学会論文誌、査読有、37巻4、2013年、307-316

楠本 誠、山田岳司、平澤林太郎、久保田善彦、舟生日出男、清水雅之、中野博幸、同期型CSCLでの投票機能の有効性と評価に関する研究、上越教育大学研究紀要、査読無、33巻、2014、295-302

渡辺雄貴、加藤 浩、西原明法、電車環境下で想定される情報の介入が学習に与える影響、日本教育工学論文誌、査読有、38巻1、2014、19-27

葛岡英明、鈴木靖幸、山下直美、加藤 浩、鈴木栄幸、久保田善彦、天文学習のためのタンジブル学習環境に関するデザイン原則の検討、科学教育研究、査読有、38巻2、2014、65-74、

<http://dx.doi.org/10.14935/jssej.38.65>

Hiroki WATANABE, Tsutomu TERADA, and Masahiko TSUKAMOTO, A Method for Embedding Context to Sound-based Life Log, Journal of Information Processing, 査読有、22巻4、2014、651-659

鈴木栄幸、舟生日出男、久保田善彦、個人活動とグループ活動間の往復を可能にするタブレット型思考支援ツールの開発、日本教育工学会論文誌、査読有、38巻3、2014、225-240

〔学会発表〕(計36件)

Hiroshi Kato, Emergent Division of Labor - Source of learning opportunities in collaborative learning, Innovations in Learning and Technology: Asia-Pacific Perspectives, 2012年4月10日~4月11日, University of Victoria (カナダ)

Jun Yamashita, Syafiqah binti Muhammad Apandi, Hideaki Kuzuoka, Hideyuki Suzuki, Hiroshi Kato, A Study on

Cultural Difference between Malaysian and Japanese in Group Discussion, ED-MEDIA, 2012年6月25日~6月29日, Denver (アメリカ合衆国)

加藤 浩、協調学習ツール Kneading Board の開発と実践、日本科学教育学会年会、2012年8月27日~8月29日、東京理科大学神楽坂校舎(東京)

舟生日出男、鈴木栄幸、久保田善彦、平澤林太郎、加藤 浩、創発的分業支援における投票カテゴリーの可視化による知識構築の促進、日本科学教育学会年会、2012年8月27日~8月29日、東京理科大学神楽坂校舎(東京)

舟生日出男、鈴木栄幸、久保田善彦、平澤林太郎、加藤 浩、創発的分業支援における Web カメラを用いた手書きメモの取り込みによる情報共有の促進、日本科学教育学会年会、2012年8月27日~8月29日、東京理科大学神楽坂校舎(東京)

楠本 誠、山田岳司、澤林太郎、久保田善彦、舟生日出男、同期型 CSCL での投票能の効果と評価に関する研究、日本科学教育学会年会、2012年8月27日~8月29日、東京理科大学神楽坂校舎(東京)

鈴木栄幸、プレゼンテーションにおける話し手と聴き手の政治学、教育心理学会第54回総会、2012年11月23日~11月25日、琉球大学(沖縄)

平澤林太郎、楠本 誠、久保田善彦、舟生日出男、鈴木栄幸、加藤 浩、小学校理科における Facebook や mixi の「いいね!」機能の有効性：創発的分業支援システムを活用した小学校第3学年理科「物の重さとかさ」の実践から、日本教科教育学会第38回全国大会、2012年11月3日~11月4日、東京学芸大学(東京)

舟生日出男、鈴木栄幸、久保田善彦、主張と関連情報の可視化と比較・吟味に基づく合意創成型議論の試み、日本教育工学会研究会、2013年3月2日、三重大学(三重)

鈴木栄幸、舟生日出男、久保田善彦、集散的創造活動を通じた多声・文脈横断的アイデアの生成、2013年3月2日、三重大学(三重)

山上 純、久保田善彦、理科教育における「ふきだし法」の利用とその効果に関する研究、第11回臨床教科教育学セミナー、2013年1月12日、東京海洋大学(東京)

鈴木栄幸、舟生日出男、久保田善彦、タブレット端末を利用した集散的協同学習の支援、電子情報通信学会教育工学研究会、2013年7月27日、熊本大学(熊本)

平澤林太郎、久保田善彦、舟生日出男、鈴木栄幸、加藤 浩、調べた情報を比較・整理し、変化を発見する授業のデザイン、日本科学教育学会年会、2013年9月7日、

三重大学(三重)

渡辺雄貴、加藤 浩、西原明法、モバイルラーニング動画コンテンツ視聴時の他情報介入の影響の測定に向けて、日本教育工学会第29回全国大会、2013年9月21日、秋田大学(秋田)

赤羽 脩、山下 淳、鈴木栄幸、加藤 浩、状況内評価における評価表出行動の自動収集と分析の試み、日本教育工学会第29回全国大会、2013年9月22日、秋田大学(秋田)

加藤 浩、教育工学から考える科学コミュニケーション、総研大学融合推進センター採択育成型共同研究プロジェクト公開セミナー「科学技術コミュニケーションの実践知理解に基づくディスカッション型教育メソッドの開発」、2014年2月26日、日本科学未来館(東京)

鈴木栄幸、舟生日出男、久保田善彦、歴史年表形式に基づく議論の振り返り実践を支援するタブレット型コメント共有システムの開発、電子情報通信学会教育工学研究会、2014年3月8日、高知工業高等専門学校(高知)

寺田 努、ウェアラブルコンピューティングを実現する技術、日本学術振興会シリコン超集積化システム第165委員会、2014年4月10日、東京大学(東京)

平澤林太郎、久保田善彦、舟生日出男、鈴木栄幸、加藤 浩、小学校理科における創発的分業支援システムの「いいね!」機能の有効性、日本教育工学会研究会、2014年5月17日、長岡技術科学大学(新潟)

寺田 努、ウェアラブルコンピューティングの実世界応用、第17回画像の認識・理解シンポジウム(MIRU 2014)、2014年7月28日~7月31日、岡山コンベンションセンター(岡山)

⑳ 寺田 努、ウェアラブルセンシング技術とその応用、第31回センサ・マイクロマシンと応用システムシンポジウム、2014年10月20日~10月22日、くにびきメッセ(島根)

㉑ Tsutomu TERADA, Beyond Wearable Electronics, International Conference on Solid-state Devices and Materials, 2014年9月8日~9月11日、つくば国際会議場(茨城)

㉒ 富士原照久、葛岡英明、山下直美、加藤 浩、鈴木栄幸、久保田善彦、タンジブルユーザインタフェースとARを統合した天文学習支援システムの研究、日本教育工学会第30回全国大会講演論文集、2014年9月19日~9月21日、岐阜大学(岐阜)

㉓ 鈴木栄幸、舟生日出男、久保田善彦、望月俊男、加藤 浩、学習者らによるプロジェクト学習チーム編成の過程分析、日本教育工学会第30回全国大会、2014年9月19日~9月21日、岐阜大学(岐阜)

- ②⑤ 赤羽 脩、山下 淳、鈴木栄幸、加藤 浩、葛岡英明、発話と頭部動作の共起関係から状況内評価を自動検出するシステムの開発、電子情報通信学会教育工学研究会、2014年9月27日、島根大学(島根)
- ②⑥ Hideaki Kuzuoka, Naomi Yamashita, Hiroshi Kato, Hideyuki Suzuki, Yoshihiko Kubota, Tangible Earth: Tangible Learning Environment for Astronomy Education, The Second International Conference on Human-Agent Interaction, 2014年10月28日~10月31日、筑波大学(茨城)
- ②⑦ 大西鮎美、村尾和哉、寺田 努、塚本昌彦、装着型センサを用いた会話中の頭部動作認識手法、ユビキタス・ウェアラブルワークショップ2014、2014年12月19日~12月20日、淡路国際会議場(大阪)
- ②⑧ 安福寛貴、寺田 努、塚本昌彦、鼻部皮膚温度によるストレス認識システムの設計と実装、2014年12月19日~12月20日、淡路国際会議場(大阪)
- ②⑨ 寺田 努、ウェアラブルコンピューティングの活用事例、公益社団法人精密工学会第371回講習会「ウェアラブル技術の最前線」、2015年1月20日、中野区産業振興推進機構(東京)
- ③⑩ 寺田 努、ウェアラブルコンピューティング研究14年、情報処理学会第77回全国大会、2015年2月26日~2月27日、京都大学(京都)
- ③⑪ 加藤 浩、科学コミュニケーションにおける社会構成主義、学融合研究事業・萌芽的研究会「人間科学から見る科学コミュニケーション」、2015年2月12日、AP名古屋名駅(名古屋)
- ③⑫ 寺田 努、ウェアラブルコンピューティングとコンシューマサービス、情報処理学会第12回コンシューマデバイス&システム研究発表会、2015年2月26日~2月27日、壱岐文化ホール(長崎)
- ③⑬ 渡邊拓貴、寺田 努、塚本昌彦、UltraSoundLog: 超音波IDによる音声ログへのタグ付け、インタラクシオン2015、2015年3月5日~3月7日、日本科学未来館(東京)
- ③⑭ 安福寛貴、寺田 努、塚本昌彦、ストレス計測のための鼻部皮膚温度計測デバイス、インタラクシオン2015、2015年3月5日~3月7日、日本科学未来館(東京)
- ③⑮ Kai KUNZE, Susana SANCHEZ, Tilman DINGLER, Olivier AUGEREAU, Koichi KISE, Masahiko INAMI, and Tsutomu TERADA, The Augmented Narrative - Toward Estimating Reader Engagement, Augmented Human Conference 2015 (AH 2015), 2015年3月9日~3月11日、Marina Bay Sands(シンガポール)
- ③⑯ 大西鮎美、村尾和哉、寺田 努、塚本昌彦、装着型センサを用いた会議ログの構

造化システム、情報処理学会シンポジウムシリーズ マルチメディア、分散、協調とモバイルシンポジウム(DICOMO2014)、2015年7月9日~7月11日、月岡温泉(新潟)

〔図書〕(計5件)

茂呂雄二、有元典文、青山征彦、伊藤崇、香川秀太、岡部大介編、加藤 浩、新曜社、状況と活動の心理学：コンセプト・方法・実践 - 2メディア利用教育、2012、295

永岡慶三、植野真臣、山内祐平編著 加藤 浩、ミネルヴァ書房、教育工学における学習評価 4.2 相互評価、2012、224

鈴木栄幸、プレゼンテーション：多声的プレゼンテーションの概念と訓練手法、大学教育 越境の説明をはぐくむ心理学、2014、261

富田英司、鈴木栄幸、望月俊男、オンライン・コミュニケーション：インタフェース改善とリテラシー育成、大学教育 越境の説明をはぐくむ心理学、2014、261

鈴木栄幸、ナカニシヤ出版、プレゼンテーション：多声的プレゼンテーションの概念と訓練手法、大学教育 越境の説明をはぐくむ心理学、2014、261

6. 研究組織

(1) 研究代表者

加藤 浩 (KATO, Hiroshi)
放送大学・教養学部・教授
研究者番号：80332146

(2) 研究分担者

葛岡英明 (KUZUOKA, Hideaki)
筑波大学・システム情報系・教授
研究者番号：10241796

鈴木栄幸 (SUZUKI, Hideyuki)
茨城大学・人文学部・教授
研究者番号：20323199

山下 淳 (YAMASHITA, Jun)
筑波大学・システム情報系・講師
研究者番号：80345157

久保田善彦 (YOSHIHIKO, Kubota)
宇都宮大学・教育学部・教授
研究者番号：90432103

寺田 努 (TERADA, Tsutomu)
神戸大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授
研究者番号：70324861