

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：13904

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2010～2013

課題番号：22300076

研究課題名(和文) 脳波からの個性に関わる感性情報抽出

研究課題名(英文) decoding of individual subjective impression using EEG

研究代表者

中内 茂樹 (Shigeki, Nakauchi)

豊橋技術科学大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：00252320

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,200,000円、(間接経費) 4,260,000円

研究成果の概要(和文)：本研究はこれまで申請者らが進めてきた自然さ・現実感という感性情報に関わる脳活動状態推定に関する研究を発展させ、個性に関連した感性情報を脳波から抽出する手法を確立することを目的とした。研究期間において、主に脳波を用いて、顔色情報、感情誤帰属現象、単純接触効果などの感性情報に関して研究を行い、ERP成分やガンマ帯周波数成分などから、これらの情報を抽出可能であることを示した。このように、計測が比較的容易で応用可能性の高い脳波から、従来の言語や行動的指標のみではアクセスが難しい印象や嗜好さらには理解・共感などの個性に関わる感性情報を抽出することができた。

研究成果の概要(英文)：This study was designed to establish a method of extracting personal Kansei information from EEG to develop our previous research of estimating brain activity related to sensitivity such as naturalness and reality. We performed Kansei information study such as facial color perception, affective misattribution and mere exposure effect and showed that these information could be extracted through ERP and Gamma-band activities. Thus, from EEG measurement, which is relatively easy and applicable to many fields, we could extract the sensitivity information relating to personality such as understanding and sympathy that is difficult to access through behavioral experiment.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学

キーワード：感性認知科学

1. 研究開始当初の背景

これまでの情報処理技術は膨大な情報量の蓄積、高速・緻密な制御、言語・シンボルなどに対する論理処理などの分野で発展してきたが、昨今の情報処理・通信技術の発展による人間と機械のコミュニケーションに対する考え方・要求の変化に伴い、最近では視覚や聴覚などの知覚・認知情報、さらには印象、嗜好などの感性情報などを予測・処理・伝達・再現する技術に対する要求が高まっている。そのためには、いわゆる人間の心の情報を読み取る技術が必要となり、従来の脳科学と工学が融合した新しい学問分野が生まれつつある。その一つがブレインマシンインターフェイス(BMI)である。BMI 研究には大きく2つの流れがあり、ひとつは脳活動を用いて外部の機械を制御する技術、もう一方が脳活動から人間内部の状態を推定する技術(マインドリーディング)であり、本研究は後者の発展を目指している。

2. 研究の目的

本研究はこれまで申請者らが進めてきた自然さ・現実感という感性情報に関わる脳活動状態推定に関する研究を進展させ、個性に関連した感性情報を脳波から抽出する手法を確立することを目的とする。具体的には、計測が比較的容易で応用可能性の高い脳波から、従来の言語や行動的指標のみではアクセスが難しい印象や嗜好さらには理解・共感などの個性に関わる感性情報を抽出すること・そのために、観察者、脳波計測、刺激生成をループ状に繋いだ新たな実験系を構築することを特徴としている。これらは人間機械(社会)インターフェースにおいて今後ますます重要と考えられる個性適合型コミュニケーションの基盤技術を与えるものとする。

3. 研究の方法

(1) 顔認知における顔色情報

本実験では、見慣れた/見慣れないの2極ではなく、顔色の色相を段階的に変化させた顔画像に対して、N170成分がどのような変調を見せるかを調査し、N170に見られる顔色の影響について検討を行った。男女15名(男性10名、女性5名、年齢幅21-24、平均年齢22.5歳)が被験者として実験に参加した。実験環境は前実験と同様である。

刺激として、財団法人ソフトピアジャパンから使用許諾を受けた人の顔画像10名分(男性5名、女性5名)とサル画像を使用した。髪の毛を除外するため、すべての画像をAdobe社のPhotoshopを使用して、楕円形に加工した。CIE u'v'色度図上で、オリジナル画像の色分布を色相0度と定義し、白色点を原点として、色相を45度ずつ回転させることにより、1枚の顔画像対し、8色相分の顔画像を作成した。作成した刺激の一例を図1に示す。脳波測定実験では、上記の

80種類の顔画像と1種類のサル画像を使用した。1ブロックは、8色相の顔画像をそれぞれ10回と、サル画像を1~3回のランダムな順序での呈示で構成され、被験者はサル画像が呈示された回数をカウントするタスクを課された。このブロックを実験全体で10ブロック行った。刺激呈示は刺激が500ms間呈示され、刺激と刺激の間の時間(ISI: Inter-stimulus interval)は、1100~1500msのランダムな呈示タイミングとした。

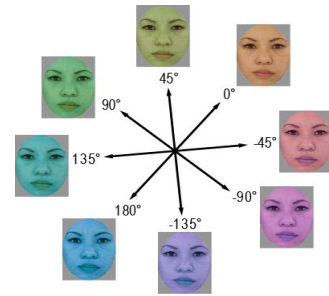


図1:作成した刺激の例

(2) 感情誤帰属の神経メカニズム

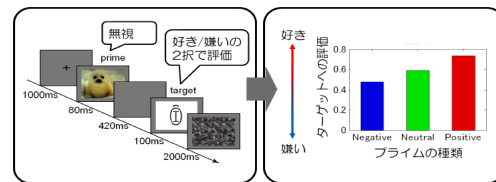


図2:実験刺激と解析結果の例

我々は様々な感情的な情報(刺激)と日々接しており、そうした感情情報は知覚・注意・意思決定などの多様な認知処理に影響を及ぼすことが知られている。感情情報による認知処理への影響の中には、意図的ではなく自動的に行われる処理も存在する。感情的な判断が曖昧となる中性の刺激(ターゲット)に対する好嫌評価が、直前に呈示された刺激(プライム)の感情情報に自動的に引きずられる現象は、感情誤帰属効果と呼ばれる[Payne et al., 2005]。例えば、プライムに快画像を呈示すると、ターゲットに対して“好き”と回答する割合が高くなる

感情誤帰属効果に関するこれまでの調査では、多くの被験者の平均によって、そのメカニズムが検討されてきた。しかし、こうした現象を日常に当てはめて考えると、判断をするときに周囲の意見に影響しやすい人や反対に周囲の情報に左右されない人がいるように、感情誤帰属の効果にも個人差が存在すると予想できる。これまでに、感情誤帰属の個人差に焦点を当てた研究は行われていないが、個人差がどのような処理の違いによって起きるのか調査することで、そのメカニズムの解明に繋がると考えられる。

本研究では、感情誤帰属におけるターゲットに対する早期処理と後期処理に加え、プライムに対する早期処理を調査した。プライムへの処理の違いを調査する事で誤帰属効果の傾向を説明できると考えた。そのために、本研究では被験者を誤帰属傾向により分類し、行動での傾向とERP要素がどのように変

調されるか調査した。

実験刺激は図2の順で提示した。提示時間は固視点が1000[ms]、プライム刺激が75[ms]、ブランクが425[ms]、ターゲット刺激が100[ms]、ノイズ画像が2000[ms]それぞれ提示される。1ブロックにつきプライムとターゲットの刺激セットは80回提示され、間に休憩を挟みながら合計で3ブロック行われた。被験者には、プライムは無視してターゲットへの好みを「好き」あるいは「嫌い」の2択で応答するように指示した。さらに、被験者にはプライム刺激を見ることによってターゲット刺激への判断がゆがむ事があり、影響を受けないように注意するよう教示した。回答は手元のボタンによって行い、ターゲットもしくはノイズ画像が出ている間(< 2100ms)の応答のみ有効として、回答されるとノイズ画像の提示が終了し、次の固視点が提示されるように設定した。ボタン押しの手はブロック間と被験者間でカウンターバランスをとった。

ターゲットの評価がプライムの感情価に誤帰属する事を確認するため、プライムの感情価毎にターゲットへの「好き」と応答した割合(快応答率)を求めた。誤帰属応答が起こる被験者と誤帰属応答をしない被験者(プライムの感情価によらず、平均的に応答する被験者)での処理の違いを調査するための指標として快応答率から各被験者の誤帰属指標を求めた。

4. 研究成果

(1) 顔認知における顔色情報

顔色条件間のN170振幅の大きさを比較するために、左右後側頭部の電極(左:32、右:43)で得られた、刺激を呈示してから150msから200ms間の負の最大値をN170振幅とした。被験者間の平均値とその標準誤差を図3に示す。図で示すように、左後側頭では、顔色の色相が大きくなる(オリジナル顔画像の色相から離れる)に従って、N170振幅も大きくなる傾向が見られた。右後側頭では、他の色相の顔画像に比べ、色相0度の顔画像(オリジナル顔画像の色)の振幅が若干小さいが、顔色の色相によるN170振幅の差はほとんど見られなかった。

N170ピーク振幅に対し、2要因(顔色、半球)と1要因(顔色)で反復測定分散分析を行った結果、顔色の主効果が見られたが、半球の主効果、顔色と半球の交互作用は見られなかった。さらに、要因を顔色に限定し、左右半球に対して別々に分散分析を行うと、左半球でのN170振幅には顔色の主効果が見られ、右半球では顔色の主効果は見られなかった。

N170振幅で見られた顔色の効果について左後側頭では顔画像のオリジナルカラーである色相0度の顔色に比べ、オリジナルカラーから離れた色相135、180、225(-135)度の顔色に対して、大きなN170振幅が得られた。また、左後側頭でのN170振幅の色相による

変調は、色相がオリジナルカラーから遠くなるに従って振幅が大きくなる傾向が見られ、顔色の色相の違いが、敏感にN170振幅に反

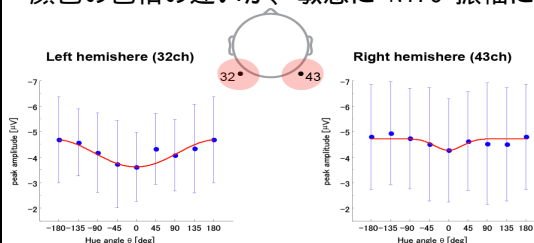


図3: 色相によるN170振幅の変化

映された。それに対し、右後側頭でのN170振幅には顔色の効果がなく、顔色の色相によらずN170振幅はほぼ一定であった。N170成分の左右半球の違いに関しては、左右の半球における処理機能の相違が、N170成分に反映して違いが生じることが報告されている。Scottら(2006)は、N170成分が左半球では顔の目、鼻、口などの特徴の違いに、右半球では顔の布置情報の違いに敏感であることを報告している。このように、左右半球でのN170は異なる処理を反映することが示されている。また、Proverbioら(2004)による物体認識における、物体の形状と色に関する研究では、左半球の後頭側頭領域が色と形状の処理が統合される場所であることが示唆されている。これらの先行研究より、顔の形状と色の結びつきの強さを反映して、左後側頭部電極でのN170成分に顔色の効果が敏感に現れたと考えられる。

(2) 感情誤帰属の神経メカニズム

誤帰属指標による分類から、誤帰属あり群は11名、誤帰属なし群は9名に分類された。平均の誤帰属指標はそれぞれ誤帰属あり群で0.15(SD=0.11)、誤帰属なし群で-0.04(SD=0.03)であった。

快応答率について、感情価×誤帰属の反復測定2要因分散分析を行った。感情価の主効果が見られた($F(2, 18) = 16.52, p < .001$)。プライムが不快だと応答は不快、プライムが快だと快に感じた。誤帰属なし群ではプライムの感情価によらず応答がすべて平均的であり、反対に誤帰属あり群では誤帰属傾向が強く表れていることから今回作成した誤帰属指標が判別方法として適当であると考えられる。

ERPの解析をした結果、P2-primeでは部位の主効果、感情価の主効果がそれぞれ見られた(それぞれ $p < .001, p < .005$)。また、感情価×誤帰属の交互作用は確認されなかったが、部位×感情価と部位×誤帰属の交互作用が見られた(それぞれ $p < .002, p < .001$)。各部位における感情価の単純主効果を調べたところ、全ての部位で有意な効果が見られた。また、各部位における誤帰属の単純主効果を調べたところ正中頭頂(MP)、右頭頂(RP)で効果が見られ、誤帰属あり群に比べ誤帰属なし群で有意に高かった。

ターゲット呈示後の ERP 成分は、早期成分 P2-target と後期成分 LPP を比較した。P2-target では、部位の主効果 ($p < .001$) がみられたが、感情価と誤帰属の主効果は確認されなかった。また、交互作用も確認されなかった。LPP では部位の主効果 ($p < .001$) がみられたが、感情価と誤帰属の主効果は確認されなかった。部位 × 感情価の交互作用、部位 × 誤帰属の交互作用がそれぞれ確認された (それぞれ $p < .01$, $p < .005$)。各部位での誤帰属の単純主効果は左頭頂(LP)と正中頭頂(MP)で確認され、誤帰属なし群でより高い振幅であった。また、部位 × 感情価 × 誤帰属の交互作用 ($p < .001$) が確認されたため、各部位での感情価 × 誤帰属の単純交互作用を調査した。その結果、感情価 × 誤帰属の単純交互作用は右頭頂(RP)で確認された。

感情誤帰属は、ターゲットへの嗜好評価が直前に呈示されるプライムに喚起される快・不快に誤帰属する効果である。本研究によって、誤帰属処理はターゲット呈示後の LPP に反映される事が明らかとなった。また、誤帰属効果の有無はプライムに対する早期処理(P2)の違い、すなわちプライムへの注意の高さに起因する事を示唆し、過去の調査をサポートした。本研究は、中性のターゲットへの評価が直前のプライムの感情価に誤帰属する事を示す電気生理学的な証拠を提供した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 10 件)

- Kongthong, N., Minami, T., & Nakauchi, S. (2013). Gamma oscillations distinguish mere exposure from other likability effects. *Neuropsychologia*, 54C, 129-138. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2013.12.021
- Kongthong, N., Minami, T., & Nakauchi, S. (2013). Semantic processing in subliminal face stimuli: an EEG and tDCS study. *Neuroscience Letters*, 544, 141-6. doi:10.1016/j.neulet.2013.04.002
- 鎌谷祐貴, 中内茂樹, & 北崎充晃. (2013). AR-SSVEP の基礎検討 : 実写画像のコントラスト変調による定常視覚誘発電位 (<特集>VR 心理学 5~脳機能計測と VR~). *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, 18(1), 55-62. <http://ci.nii.ac.jp/naid/110009603415/>
- Hashimoto, Y., Minami, T., & Nakauchi, S. (2012). Electrophysiological Differences in the Processing of Affect Misattribution. *PLoS ONE*, 7(11), e49132. doi:10.1371/journal.pone.0049132
- Nakajima, K., Minami, T., & Nakauchi, S. (2012). The face-selective N170 component is modulated by facial color. *Neuropsychologia*, 50(10), 2499-505. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2012.06.022
- Minami, T., Goto, K., Kitazaki, M., & Nakauchi, S. (2011). Effects of color information on face processing using event-related potentials and gamma oscillations. *Neuroscience*, 176, 265-73. doi:10.1016/j.neuroscience.2010.12.026
- 則竹洋佑, 南哲人, & 中内茂樹. (2011). 単一試行に対する EEG を用いた 2 値化された隠し絵の知覚状態推定(生体工学). *電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム*, 94(7), 1145-1153. <http://ci.nii.ac.jp/naid/110008672957/>
- 横田悠右, 南哲人, & 中内茂樹. (2011a). ERP に基づく視覚刺激における不自然さの推定. *日本感性工学会論文誌*, 10(2), 277-285. doi:10.5057/jjske.10.277
- 横田悠右, 南哲人, & 中内茂樹. (2011b). 聴覚-視覚プライミング及び不自然な視覚刺激が脳波事象関連電位及びガンマ帯振動に与える影響(生体工学). *電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム*, 94(9), 1579-1588. <http://ci.nii.ac.jp/naid/110008711217/>
- 橋本陽平, 南哲人, 長谷川良平, & 中内茂樹. (2011). 商品キャラクタに対する認知状態と脳波の関連. *日本感性工学会論文誌*, 10(2), 123-129. doi:10.5057/jjske.10.123

[学会発表](計 28 件)

- Nakajima, K., Minami, T., Nakauchi, S., The relationship between expression and colour on the face perception, *36th European Conference on Visual Perception (ECVP2013, Bremen, Germany)*, Perception, Vol.42 (Supplement), p.192 (2013/8/25-29, Poster)
- Minami, T., Noritake, Y., Nakauchi, S., Oscillatory brain activity correlates with disambiguation of hidden figures, *International Conference on Basic and Clinical Multimodal Imaging (Geneva, Switzerland)*, (2013/9/5-8, Poster)
- Azuma, K., Minami, T., Nakauchi, S., Steady state visually evoked potential is modulated by the difference of recognition condition,

- International Conference on Basic and Clinical Multimodal Imaging(Geneva, Switzerland), (2013/9/5-8, Poster)
4. 東和樹, 南哲人, 中内茂樹, 定常状態視覚誘発電位による物体認識の調査, Neuro2013, pp.181 (2013/6/20-23:6/20;国立京都国際会館;ポスター)
 5. 中島加恵, 南哲人, 中内茂樹, モーフ表情判別に顔の色情報が寄与する, Neuro2013, pp.333 (2013/6/20-23:6/22;国立京都国際会館;ポスター)
 6. Minami, T., Changvisommid, L., Nakajima, K., Nakauchi, S., Facial color and inversion effects on N170 ERP component, The 18th International Conference on Biomagnetism(BIOMAG2012, Paris, France), p.41 (2012/8/26-30, 8/28,Poster)
 7. Nakajima, K., Minami, T., Nakauchi, S., Brain regions sensitive to the facial color processing: an fMRI study , The 18th International Conference on Biomagnetism(BIOMAG2012, Paris, France), p.31 (2012/8/26-30, 8/27, Poster)
 8. Yokota, Y., Minami, T., Nakauchi, S., The tracing of neural processing on perceptual rivalry using steady-state visual evoked potentials, 1st Joint Meeting of ECNS / ISBET / ISNIP / EPIC(Bristol, USA), p.39 (2012/9/12-16, 9/14, Poster)
 9. Nutchakan, K., Minami, T., Nakauchi, S., Differences in Positive Attitude from Mere Exposure Effect and Other Likability Effect Reflected in Posterior Gamma Activity Strength, 1st Joint Meeting of ECNS / ISBET / ISNIP / EPIC(Bristol, USA), p.30-31 (2012/9/12-16, 9/15, 口頭)
 10. Minami, T., Nakajima, K., Nakauchi, S., Facial color and inversion effect : an EEG study, 43rd NIPS International Symposium Face Perception and Recognition(Okazaki, Japan), p.146 (2012/10/31-11/3, 11/1, Poster)
 11. Nakajima, K., Minami, T., Nakauchi, S., Effect of face color on face-selective regions, 43rd NIPS International Symposium Face Perception and Recognition(Okazaki, Japan), p.149 (2012/10/31-11/3, 11/1, Poster)
 12. Nutchakan, K., Minami, T., Nakauchi, S., Mere Exposure Effect towards Face Stimuli Reflected in Gamma Oscillation: EEG study, 43rd NIPS International Symposium Face Perception and Recognition(Okazaki, Japan), p.138 (2012/10/31-11/3, 11/1, Poster)
 13. Minami, T., Changvisommid, L., Nakajima, K., Nakauchi, S., Facial color and inversion effects on N170 ERP component, The 18th International Conference on Biomagnetism(BIOMAG2012, Paris, France), p.41 (2012/8/26-30, 8/28,Poster)
 14. Nakajima, K., Minami, T., Nakauchi, S., Brain regions sensitive to the facial color processing: an fMRI study , The 18th International Conference on Biomagnetism(BIOMAG2012, Paris, France), p.31 (2012/8/26-30, 8/27, Poster)
 15. Yokota, Y., Minami, T., Nakauchi, S., The tracing of neural processing on perceptual rivalry using steady-state visual evoked potentials, 1st Joint Meeting of ECNS / ISBET / ISNIP / EPIC(Bristol, USA), p.39 (2012/9/12-16, 9/14, Poster)
 16. Nutchakan, K., Minami, T., Nakauchi, S., Differences in Positive Attitude from Mere Exposure Effect and Other Likability Effect Reflected in Posterior Gamma Activity Strength, 1st Joint Meeting of ECNS / ISBET / ISNIP / EPIC(Bristol, USA), p.30-31 (2012/9/12-16, 9/15, 口頭)
 17. Minami, T., Nakajima, K., Nakauchi, S., Facial color and inversion effect : an EEG study, 43rd NIPS International Symposium Face Perception and Recognition(Okazaki, Japan), p.146 (2012/10/31-11/3, 11/1, Poster)
 18. Nakajima, K., Minami, T., Nakauchi, S., Effect of face color on face-selective regions, 43rd NIPS International Symposium Face Perception and Recognition(Okazaki, Japan), p.149 (2012/10/31-11/3, 11/1, Poster)
 19. Nutchakan, K., Minami, T., Nakauchi, S., Mere Exposure Effect towards Face Stimuli Reflected in Gamma Oscillation: EEG study, 43rd NIPS International Symposium Face Perception and Recognition(Okazaki, Japan), p.138 (2012/10/31-11/3, 11/1, Poster)
 20. Nakajima, K., Minami, T., Nakauchi, S., Mere Exposure Effect towards Face

- S., Facial color selectivity is reflected in the left FFA activity, 日本神経回路学会第 22 回全国大会, (2012/9/12-14:9/12;名古屋工業大学;ポスター)
21. Minami, T., Nakajima, K., Nakauchi, S., The effects of face color and inversion on N170 ERP component, 第 35 回日本神経科学学会大会, (2012/9/18-21:9/19;名古屋国際会議場;ポスター) Nakajima, K., Minami, T., Nakauchi, S., Left fusiform face area relates to facial color processing, 第 35 回日本神経科学学会大会, (2012/9/18-21:9/19;名古屋国際会議場;ポスター)
22. Kongthong Nutchakan, 南哲人, 中内茂樹, Mere Exposure Effect Reflected in Gamma Oscillation: An EEG study, 電子情報通信学会 NC 研究会, Vol.112, No.345, pp.95-100(NC2012-93)(2012/12/12;豊橋技術科学大学;口頭)
23. Yokota, Y., Minami, T., Nakauchi, S., The effects on EEG's beta band activity of perceptual rivalry in bistable figures, International Society for Neuroimaging in Psychiatry (ISNIP2011, Heidelberg, Germany), p.160 (2011/9/7-10, 口頭)
24. Hashimoto, Y., Minami, T., Nakauchi, S., Electrophysiological differences in the processing of affect misattribution, International Society for Neuroimaging in Psychiatry (ISNIP2011, Heidelberg, Germany), p.40 (2011/9/7-10, poster)
25. 中島加恵, 南哲人, 中内茂樹, 恐怖表情処理における顔色の影響 ~ 閾上/閾下の顔処理に関する ERP 研究~, 第 34 回日本神経科学大会 (Neuroscience2011), p.174 (2011/09/14-17:9/15;パシフィコ横浜;ポスター)
26. 横田悠右, 南哲人, 中内茂樹, 双安定画像の疑似的知覚変化における脳波の振動活動の影響, 第 34 回日本神経科学大会(Neuroscience2011), p.188 (2011/09/14-17:9/15;パシフィコ横浜;ポスター)
27. 橋本陽平, 南哲人, 中内茂樹, ERP を用いた感情誤帰属における神経相関, 第 34 回日本神経科学大会 (Neuroscience2011), p.243 (2011/09/14-17:9/16;パシフィコ横浜;ポスター)
28. Nutchakan Kongthong, 南哲人, 中内茂樹, 脳波と tDCS による閾下顔処理の検討, 第 34 回日本神経科学大会 (Neuroscience2011), p.303

(2011/09/14-17:9/17;パシフィコ横浜;ポスター)

6 . 研究組織

(1)研究代表者

中内 茂樹 (NAKAUCHI SHIGEKI)
豊橋技術科学大学工学部・教授
研究者番号:00252320

(2)研究分担者

北崎充晃 (KITAZAKI MICHITERU)
豊橋技術科学大学工学部・准教授
研究者番号:90192739

南哲人 (TETSUTO MINAMI)

豊橋技術科学大学エレクトロニクス先端融合研究所・テニユアトラック准教授
研究者番号:70415842

(3)連携研究者

永井 岳大 (TAKEHIRO NAGAI)
山形大学理工学研究科・准教授
研究者番号:40549036