

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20500192

研究課題名(和文) 誤操作や誤飲防止を目的とした触知覚による情報伝達

研究課題名(英文) Tactile transmission of information to prevent improper use or incorrect operation

研究代表者

寺内 文雄 (TERAUCHI FUMIO)

千葉大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：30261887

研究成果の概要(和文)：本研究では、触知覚や操作に対するフィードバック感覚を利用して、直感的に情報を伝達するための方策について検討した。具体的には、飲料の種類を識別できる飲料パッケージ用触覚記号や薬剤の種類を示唆するパッケージ用触覚記号を提案すること、押しボタンスイッチの操作感とスイッチの物理特性の関係を解明することを試みた。本研究の結果は以下のように要約できる。1) 晴眼者と視覚障害者を対象とした実験によって、内容物に対応した飲料パッケージ用触覚記号の形状と材質を明らかにした。2) 薬剤パッケージを対象として、薬効を示唆する触覚記号と容量の異なるパッケージが存在することを伝える触覚記号の具体案を示した。3) 押しボタンスイッチを対象として、スイッチの操作感と操作目的、スイッチの物理特性の関係との対応関係を明らかにした。さらに、スイッチの操作感評価においては、時間の要因を考慮する必要があることを示唆した。

研究成果の概要(英文)：It was discussed methods to prevent improper use and incorrect operation using tactile indicators and tactile feedbacks. As for tactile indicators, it was tried to propose tactile indicators to identify the kinds of drink and drug, respectively. Regarding tactile feedbacks, it was discussed the relationships among operational feelings, operation objects, and physical characteristics of the push-button switches. Main results and findings were summarized as follows.

1) It was clarified the shapes and materials for tactile indicator to identify the kind of drink. 2) The guideline of tactile indicator was proposed to indentify the kind of the drug. In addition, tactile indicators were proposed to prevent dosage error. 3) It was revealed that the relationships among operational feelings, operation object, and physical characteristics of the push-button switches. Moreover, it was suggested the importance of time factor to discuss operational feeling of the push-button switch.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：デザイン, 材料計画

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：感性情報学, ユーザインターフェース, 認知科学

1. 研究開始当初の背景

(1) 点字を理解できる視覚障害者は視覚障害者全体の約1割に過ぎない。点字が読めない人が製品から情報を得ることは極めて困難である。また点字を読めたとしても、市場には点字情報がつけられていない商品が溢れている。そのため視覚障害者はモノを識別するために独自の工夫をしている。具体的には、飲料パッケージや薬局で処方される飲み薬などに触れてわかるような簡単な目印を付けたり、形状が類似した飲料パッケージに輪ゴムを巻いて区別できるようにしている。これらの例は、触知覚によってモノを識別することの可能性を示唆している。触覚記号の形や材質を組み合わせることによって、誰もが直感的に理解できれば、有効な情報伝達の手段になり得るのではないかと考えられる。

(2) サインやインターフェースのほとんどは視覚情報に限られている。しかしながら、晴眼者にとっても、視覚以外の感覚によって情報を伝達することは有効であると考えられる。集中力が欠けている時や、運転中でスイッチ自体を直接目視できない時に、触知覚や操作のフィードバックによって情報が伝達できれば、容器の取り違いや誤操作による事故を未然に防ぐことができる。

2. 研究の目的

触知覚や操作に対するフィードバック感覚を利用して、直感的に情報を伝達することができれば、人為的なミスが減らせるのではないかと考えられる。そこで本研究では、内容物の情報を伝達することで、取り違いを防止する触覚記号を提案することと、誤操作を防止する目的で押しボタンスイッチの操作感を定量化することを試みた。

(1) 飲料容器内の内容物を伝達するための触覚記号

視覚障害者は、市販されている飲料容器の内容物を識別することが極めて困難な状況に置かれている。これは飲料の内容物に関する情報が視覚情報のみによって表示されていることに起因する。そこで、飲料の内容物を識別できる視覚障害者用触覚記号を提案することを試みた。

(2) 薬の取り違いを防止するための薬剤パッケージ用触覚記号

誤飲や取り違いが重大な結果を招く事例には、薬剤師の取り違いによる調剤過誤や服薬者の飲み間違いなどがある。これは類似した外見の PTP シートが多いためである。そこで、これに触覚情報を加えることにより、薬の取り違いを解決することとした。具体的には、薬剤の薬効を直感的に判断できるよ

うな触覚記号や、規格（含有量）に関連した触覚記号を提案すること試みた。

(3) 押しボタンスイッチを対象とした操作内容と操作感、物理特性間の関係解明

押しボタンスイッチの誤操作を防止するために、その操作感を定量化することとした。同時に操作目的と操作感がどのような対応関係にあるのかを明らかにすることと、スイッチの操作感とその物理特性の関係解明を試みた。

3. 研究の方法

(1) 飲料容器内の内容物を伝達するための触覚記号

電子メールを利用して、視覚障害者に「識別したい飲料の種類」について調査を行った。その結果、全盲者11名を含む計25名から回答を得ることができた。これにより識別が必要な飲料群は9種類に大別できることが示唆された。そこで粗さの異なる用紙に凸型のエンボス加工を施す方法により、10種類の触覚記号サンプルを作成し（図1）、25名の視覚障害者に、作成したサンプルと飲料群との対応関係を評価してもらった。得られた結果をコレスポンデンス分析法によって対応づけることにより、触覚記号を提案した（図6参照）。これらの妥当性を検証するための実験は2回に分けて行った。1回目の検証実験では、触覚記号から連想された飲料が想定したものと一致するか否かを明らかにすることを目的とした。2回目の検証実験は、1回目の実験の18日後に実施したが、これは触覚記号の記憶しやすさを明らかにすることを目的としたためである。なお検証実験は全盲の視覚障害者6名の協力を得て実施した。

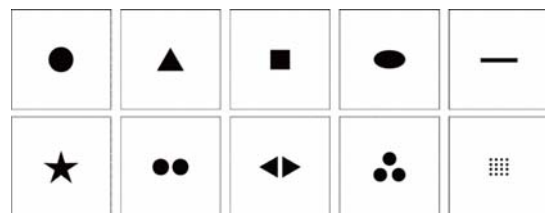


図1 飲料識別用触覚記号形状

(2) 薬の取り違いを防止するための薬剤パッケージ用触覚記号

調剤過誤の原因を明らかにする目的で、薬剤師を対象とした質問紙調査と聞き取り調査を実施した。調査対象者は19名である。これにより薬を取り違いそうになった経験のある薬剤師は9割以上になることが確認できた。そこで図2に示すような触覚記号サン

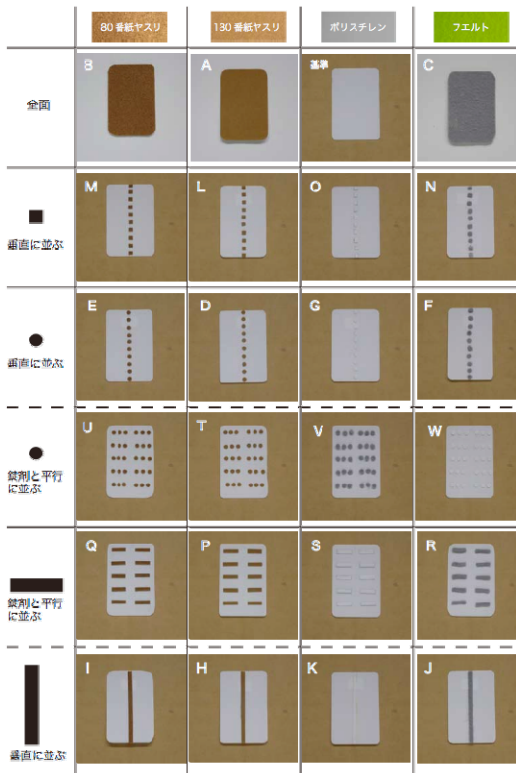


図2 PTPシート用触覚記号サンプル

表1 PTPシート用触覚記号の評価尺度

薬の規格（含有量）に関する尺度	少ない - 多い
薬自体の印象に関する尺度	不安定な - 安定な
	無機的 - 有機的
薬の薬効に関する尺度	弱い - 強い
	部分的 - 全体的
	和らぎ - 痛み
	減らす - 増やす
	抑制する - 補う
	防御的 - 攻撃的

プルを作成した。触覚記号は、形状と配置が異なる6種類で、これらはPTPシートの裏面に配置することを想定して作成した。テクスチャは粗さの異なる紙やすり2種類とポリスチレン、布の4種類である。そして、被験者実験によって、これらの触覚記号に対して薬効がどの程度対応するか、また触覚記号から連想される印象がどのようなものであるかを明らかにする被験者実験を行った。識別対象とした薬は21種類である。実験に使用した評価尺度は、表1に示す9対である。「少ない-多い」のみ薬の規格（含有量）に関係する尺度であるが、それ以外は薬の印象や薬効を明らかにするための尺度である。実験の被験者は10名である。

触覚記号と薬効との対応関係は、コレスポンデンス分析法を用いて視覚化した。一方、触覚記号の印象評価は、主成分分析法を用い

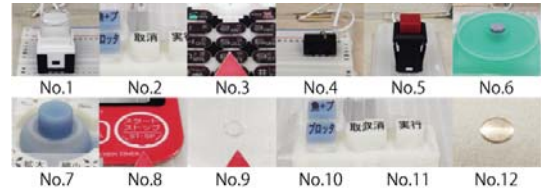


図3 押しボタンスイッチサンプルの一例

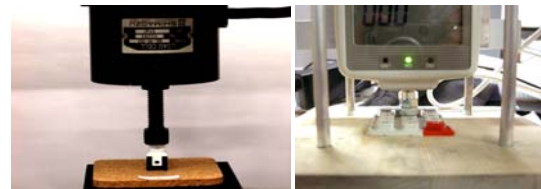


図4 万能試験機と荷重計を用いた押しボタンスイッチの物性測定

て集約した。

(3) 押しボタンスイッチの操作感と操作目的、物理特性間の関係解明

現状使用されている押しボタンスイッチを対象に、コレスポンデンス分析法を用いて、操作感とその操作の意味目的との対応関係を視覚化することを試みた。サンプルとした12種類の押しボタンスイッチを図3に示す。

これらのスイッチの物理特性は図4に示す2種類の方法で測定した。具体的には万能試験機を用いた静的試験によって荷重とストロークの関係を、荷重計を用いた動的試験によって荷重と時間の関係を把握した。

そして操作に対するフィードバックが明確なメタルドームスイッチとシリコーンドームスイッチを対象として、操作感とスイッチの荷重、ストローク、時間の関係を、重回帰分析法を用いて明らかにすることを試みた。

4. 研究成果

(1) 飲料容器内の内容物を伝達するための触覚記号

① 提案した飲料用触覚記号

図5はコレスポンデンス分析法によって視覚化した触覚記号と飲料の種類との対応関係である。この結果に基づいて、図6に示す触覚記号を提案した。そしてこれらの触覚記号を被験者に提示して、飲料が想起できるか否か、そして記憶しやすいか否かについて検討した。その結果を図7に示す。図中オレンジ色で示したものが想定した飲料を想起した人の割合である。水を想定した触覚記号では、すべての被験者が、触覚記号によって水を想定していることを理解できる。しかしながら、果汁飲料、スポーツ飲料では6割強が触覚記号によって想定した飲料を回答したに留まった。これに対して図6中右下に示すアルコール飲料用の触覚記号においては、ワインや日本酒、ビールのいずれにおいても、8割以上の被験者が想定した飲料を特定できた。

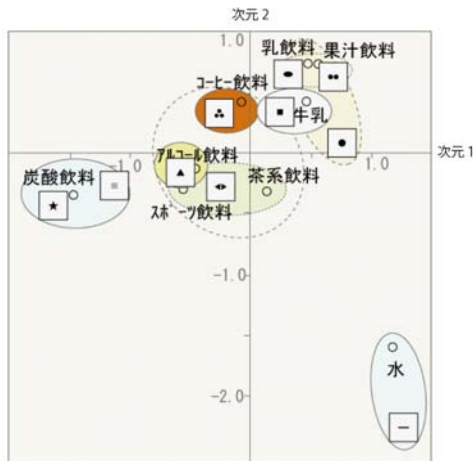


図5 触覚記号と飲料の意図図の対応関係



図6 提案した触覚飲料用触覚記号

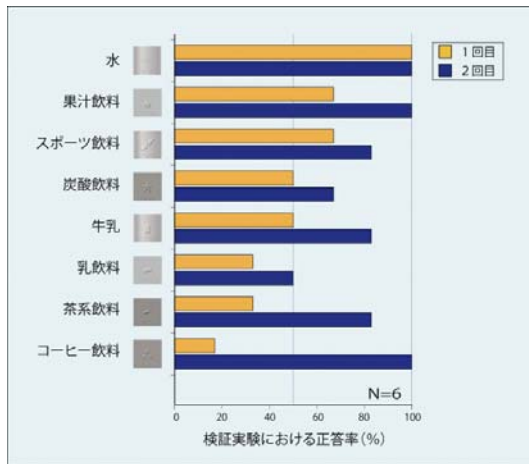


図7 飲料用触覚記号の妥当性検討結果

これはアルコール飲料では、使用時の容器形状に特徴があることに起因していると考えられる。

② 触覚記号の妥当性と記憶保持性

2回目の検証実験の結果は図7中青色で示している。図から明らかなように、水や果汁飲料、コーヒー飲料では、触覚記号によって、すべての被験者が想定した飲料を回答することができている。またアルコール飲料の「ワイン、日本酒、ビール」でも、全員が想定した飲料を回答している。茶系飲料や牛乳、

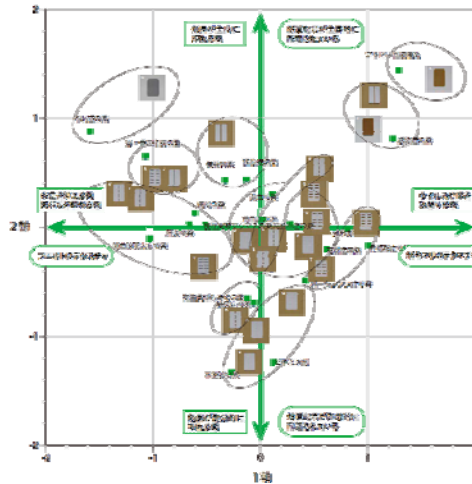


図8 触覚記号と薬効の対応関係

スポーツ飲料用触覚記号でも、8割の人が想定した飲料を回答する結果となっており、特定の飲料では形とテクスチャを組み合わせた触覚記号によって、その種類の情報を伝達できることが示唆された。そして、それらが記憶可能な形状であることを確認した。

(2) 薬の取り違いを防止するための薬剤パッケージ用触覚記号

① 触覚記号と薬効との対応関係

図8は触覚記号と薬効との関係をコレスポンデンス分析法によって視覚化した結果である。第1次元はテクスチャの違いが薬効と対応している。フェルトの柔らかなテクスチャは「抑える、鎮める」薬効を連想させ、紙ヤスリのざらざらとしたテクスチャは「対象物を攻撃する」薬効を連想させている。また第2次元からは、触覚記号の面積と薬効が現れる部分の体の部位に対応していることが読み取れる。さらに第3次元におけるサンプルの位置関係からは、触覚記号の形状と循環器系の病気に対する薬とが対応関係にあることが示唆された。以上のように、触覚記号のテクスチャと形状の組み合わせと薬効との間には、一定の対応関係があることが確認できた。

② 触覚記号の印象評価

図9は触覚記号の印象評価を主成分分析法によって集約した結果である。第1主成分では、テクスチャの粗さと「守る-攻撃する」といった印象が対応している。すなわち柔らかなテクスチャからは「守る」感じがし、一方の粗いテクスチャからは「攻撃する」感じが連想されている。また第2主成分から、触覚記号の量と配置によって、薬剤の規格(含有量)の「多い-少ない」が伝達できることが読み取れる。第3主成分は有機的か無機的を表す軸と解釈できる。これにより、特徴的な薬では触覚記号と薬効の印象との間に対応関係があることが明らかとなった。

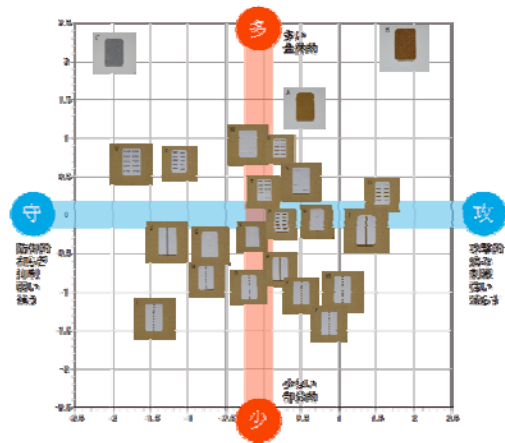


図9 触覚記号の印象評価

以上の結果から、規格（含有量）や薬効、病気の印象に対応した触覚記号を用いることで、薬剤師や服薬者の薬の取り違いを防止できる可能性が示唆された。

(3) 押しボタンスイッチの操作感と操作目的、物理特性間の関係解明

① スイッチの操作感と操作目的の関係

図 10 はスイッチの操作感と操作目的との対応関係を視覚化した結果である。図の右側にはオン・オフや開閉といった対立概念型の操作が位置し、図の左側には温度や水量、音量などの度合いを調節する選択的な操作が位置している。そのため第 1 次元は操作目的の軸と解釈できる。そしてストローク感があるほど対立概念型の操作に適し、ストローク感がないものは度合い調節に適しているといえる。

一方、第 2 次元はクリック感の有無によって布置が分かれているため、操作感に対応した軸であると考えられる。

② 押しボタンスイッチ操作時の荷重とストロークの関係

図 11 はスイッチの荷重とストロークの関係を示している。図中ストロークが増えているのに、荷重が減少しているスイッチはクリック感を有しているものである。メタルドームスイッチとシリコンドームスイッチではカラチが大きく異なるが、いずれにも明確なクリック感があることが読み取れる。

③ 押しボタンスイッチの印象評価

表 2 と表 3 は、メタルドームスイッチとシリコンドームスイッチの操作時の印象を集約した結果である。いずれのスイッチにおいても第 1 主成分に「はっきりした」「クリック感がある」が含まれており、操作感と解釈できる。この評価から明確なフィードバックが、操作感評価に影響していること示された。また表 3 は、シリコンドームスイッチにおいては、ストロークの長さが操作感に影響を及ぼしていることが読み取れる。

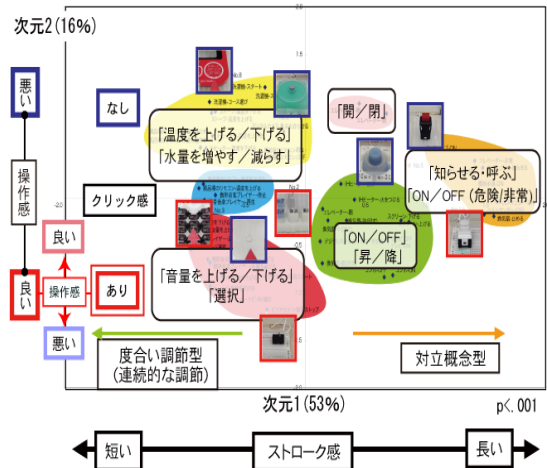


図 10 スイッチの操作感と操作内容の対応関係

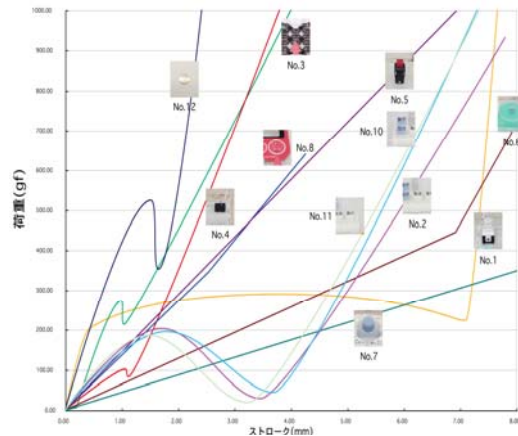


図 11 各スイッチにおける荷重とストロークの関係

表 2 メタルドームスイッチの印象評価結果(因子負荷量)

	操作感	重さ感	ストローク感
はっきりした	.961	.173	.173
クリック感がある	.935	.139	.312
安心感がある	.924	.189	.279
押し込みが重い	.186	.957	.221
ストロークが長い	.339	.263	.903
寄与率 (%)	56.0	21.4	21.4
累積寄与率 (%)	56.0	77.5	98.8

表 3 シリコンドームスイッチの印象評価結果(因子負荷量)

	操作感	重さ感	安心感
ストロークが長い	.884	.319	.196
はっきりした	.871	.120	.452
クリック感がある	.795	.463	.309
押し込みが重い	.279	.914	.289
安心感がある	.389	.387	.831
寄与率 (%)	48.0	26.3	22.3
累積寄与率 (%)	48.0	74.3	96.6

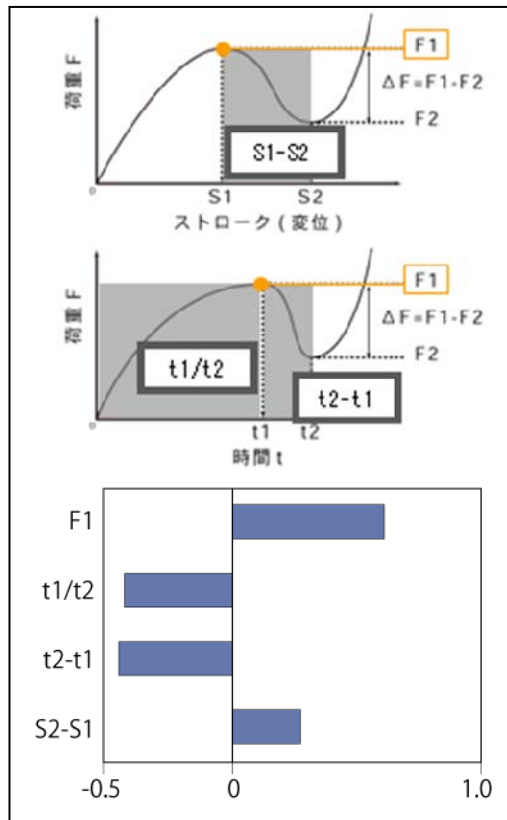


図 12 メタルドームスイッチの操作感に影響を及ぼす物理特性(標準偏回帰係数)

④ スイッチ操作の印象に影響を及ぼす物理特性

図 12 にスイッチの操作感と物理特性の関係を重回帰分析法によって検討した結果の一例を示す。図にはメタルドームスイッチの操作感を従属変数とした場合に得られた独立変数の標準偏回帰係数を示している ($p < 0.001$)。選択された独立変数は、ピーク荷重 (F1)、クリック時のストローク変化量 (S2-S1)、2 種類の時間に関する変数 (t_2/t_1 , t_2-t_1) の 4 変数である。すなわちメタルドームスイッチでは、ピーク荷重 (F1) が大きく、クリック時のストローク変化量 (S2-S1) が大きいほど、そしてピーク荷重から接点衝突時までの時間 (t_2-t_1 , t_1/t_1) が短いほど好ましい操作感が得られることを意味している。同様にシリコンドームスイッチにおいても、ピーク荷重までの時間やピーク荷重から接点衝突時までの時間の差といった、時間に関する変数が独立変数として選ばれている ($p < 0.001$)。

これまで押しボタンスイッチの操作感は、荷重とストロークのみに着目して評価が行われてきた。しかしながら、本研究によってその操作感評価には、荷重とストロークだけでなく、操作時の時間の要因もそれらと同等以上に重要であることが示唆された。

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)

[学会発表] (計 1 件)

- ① 寺内文雄, 長尾雄介, 久保光徳, 青木弘行, 堀田明裕: 飲料パッケージ用触覚記号の提案, 日本デザイン学会第 55 回研究発表大会概要集, 224-225, 2008

6. 研究組織

(1) 研究代表者

寺内 文雄 (TERAUCHI FUMIO)
千葉大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 30261887

(2) 研究分担者

久保 光徳 (KUBO MITSUNORI)
千葉大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 60214996

(3) 研究分担者

青木 弘行 (AOKI HIROYUKI)
千葉大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 20009757