

平成22年 6月 10日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2009

課題番号：19500181

研究課題名（和文）音楽がテレビ・ゲームの印象と遂行成績に及ぼす効果に関する研究

研究課題名（英文）Effect of Music on the Performance and Impression in Video Games

研究代表者

山田 真司（YAMADA MASASHI）

金沢工業大学・情報学部・教授

研究者番号：10200742

研究成果の概要（和文）：集中力を持ってボタン操作を行う必要がある、スロットマシン・タイプのテレビ・ゲームの印象と遂行成績に音楽が及ぼす効果について2つの実験で明らかにした。実験の結果、音楽がない場合が最も成績が良く、音楽を聴取すると成績が低下することが示された。また、音楽によってゲームの印象が不快になる場合ほど低下の度合いが大きいことも分かった。さらに、音楽のスペクトル重心を変化させることでゲームの快適性及び成績を左右できることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：Using a slot-machine type video game, where a high degree of concentration is needed for the playing, the effects of music on the performance and impression of the game were examined. The results showed that the listening to music resulted in a negative effect on the performance. The negative effect on the performance was larger for the musical excerpts which provided more “unpleasant” impression to the game playing. The results also suggested that the manipulation of spectral centroid varies the degree of the “pleasantness” of the game, in turn, can controls the performance of the game.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2009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：音楽心理学，エンタテインメント工学

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：テレビ・ゲーム，ゲームの遂行成績，音楽，テンポ，演奏音域，スペクトル重心，快適性，多変量解析

1. 研究開始当初の背景

音楽が映像の印象をどのように左右するかについての研究は、1990年代より、国内

では、岩宮真一郎のグループ、海外では R. Kendall, A. Choen, S. Lipscom, P. Juslin らのグループが、映画、ミュージック・ビデオ、テレビ・コマーシャル、CG 等を用いて一連

の研究を展開しており、現在までに、どのような映像に対して、どのような音楽を付与すれば、全体としてどのような印象を与えることができるかを予測したうえで、映像への音楽の付与をするための設計基盤が形成されつつある。しかし、これら映像と音楽との関係だけでは、テレビ・ゲームの音楽は設計できない。なぜならば、ゲームには人間の行動（主にボタン操作による入力行動）の要因が加わるからである。過去に音楽が工場の作業効率やスーパーマーケットの売り上げに及ぼす影響について、言及した研究はあるが、これらの根拠はほとんど、新聞記事または、アメリカで音楽配信事業を行っていた会社の資料に基づいており、再現性を有した研究として認め難いものであった。

このような中、著者の研究室では、2001年にレーシング・ゲームを用い、音楽がゲームの印象と遂行成績に及ぼす効果について研究を行った (Yamada, Fujisawa & Komori, 音楽知覚認知研究 7, 2001, 65-76)。この実験の結果、一般に音楽は遂行成績に負の効果をもたらし、重く、落ち着きのない音楽ほど、ゲームの印象を「不快な」印象にさせ、成績を低下させることが示された。その後 S. Lipscomb & S. Zender (2004)は、上記の研究が、テレビ・ゲームの音楽がゲームの印象と成績に及ぼす効果を調べた最初のものであることを指摘し、同様の実験をロール・プレイング・ゲームで行った。

日本のテレビ・ゲームのソフト、コンテンツは、アニメーション、マンガと並んで、世界のトップの水準を維持している。これらは、現代において我が国が世界に誇るべき文化であるとともに、我が国の重要な輸出産業ともなっている。これらゲーム・ソフトにおける音楽設計は、今まで、制作者達の「経験と勘」によって成されてきた。旧来のゲーム・ソフト開発の現場においては、様々な音楽を制作した上で、試行錯誤的に、映像と組み合わせこれらを試すだけの時間的・人力的な余裕があったが、現今では、ゲーム機のハードウェアの発達に伴い、映像と音楽の制作により時間と人員が割かれるようになり、試行錯誤的な音楽付けを行う余裕が無くなってきている状況にある。このような状況下において、現在のゲーム業界において、ゲームの印象や遂行成績に対する効果を予測して音楽を設計するための感性工学的基盤が訴求されてきた。

しかしながら、本研究課題申請時、テレビ・ゲームを用いて音楽がゲームの印象と遂行成績に与える影響を調べた科学研究は、著者のグループと米国の S. Lipscomb のグループのものしかない状況であり、ゲームコンテンツ制作の感性工学的設計指針を作り上げるための、科学研究が待ち望まれていた。

2. 研究の目的

テレビ・ゲームには様々な種類のものがあるが、本研究では、視聴覚刺激に合わせてボタンをタイミングよく押すことで成績が左右されるタイプのものに絞って研究を行う。具体的には、ボタン操作が非常に単純なスロット・マシンタイプのゲームを用いる。まず様々な音楽を聴取しながらこのゲームを行ったときのゲームの印象および遂行成績が音楽の印象とどのように関係しているのかを調べる。このとき、レーシング・ゲームで見られた音楽の印象とゲームの印象および遂行成績との関係と同様の関係が見られるかを確かめることが本研究の第1の目的である。

音楽を構成する物理的なパラメータのうち、テンポおよびスペクトル重心が音楽の印象を大きく左右されることが知られている。そこで、音楽のテンポ、およびスペクトル重心を変化させたとき、これらの変化によってゲームの印象と遂行成績がどのように変化するかを調べるのが本研究の第2の目的である。

3. 研究の方法

(1) 使用したゲームと実験参加者

本研究で使用したのは、日本のアミューズメント施設の実機としてよく使われているスロットマシン・タイプのゲームの1種で、Sony PlayStation2 用ソフトの「大花火」である。このゲームの画面上では、複数の絵柄が描かれた3つの帯が回転しており、ボタンを押すとそれに少し遅れて回転が止まるようになっている。そして、停止後の絵柄がそろると得点が得られる。

スロットマシン・タイプのゲームでは特定の条件がそろると「リプレイ・モード」と呼ばれる状況になる。このモードでは2つの帯の絵柄は、必ず同じ絵柄に合うように設定されていて、最後の1つの絵柄もほとんどの場合、他の2つの絵柄とそろってしまうのであるが、特定のタイミングでボタンを押すことによって、最後の帯を他の2つの帯と違う絵柄で止めることができる。これを「リプレイ外し」と呼ぶ。一般に、「リプレイ・モード」は多くの得点が得られる、いわゆる「大当たり」と呼ばれるモードであるが、この際、わざと「リプレイ外し」を行うことによって、「大当たり」の状態を長く続けることが可能になる。

実験参加者は金沢工業大学の学生8名である。なお、彼らはいずれも、音楽を聴かない条件下で40時間以上リプレイ外しの練習を行い、リプレイ外し100試行を1セッション

とし、連続5セッションの間で、水準5%で優位にセッション間での成績が変化しないことが確認された者である。

(2) 実験1の方法

実験1では音楽刺激として表1-1、表1-2に示す22種の音楽を用いた。表1-1に示す10曲は、音楽だけを呈示した際の知覚印象の空間上で様々な付置を取る組み合わせとなっている。表1-2に示す12の刺激は、「Livin' La Vida Loca」, 「energy flow」それぞれのMIDIデータを編曲し、原曲の1noteあたりの時間長に対して対数尺度上で等間隔なステップで各曲6段階に長さを増減したテンポで演奏したものである。

実験は2つのセッションから成り、セッション1において実験参加者は、様々なタイプの音楽を聴取する条件および音楽を聴取しない条件下でそれぞれ100試行のリプレイ外しを1セッションとして2セッションずつ行い、SD (Semantic Differential)法によって

表1-1. 実験1に用いた音楽刺激1

曲名	略記	呈示Level (dB LAeq)	備考
DUB+DUB	[DUB]	82.9	ポピュラー音楽
ライディーン	[ライディ]	80.3	テクノ音楽
Livin'La Vida Loca	[Livin]	83.3	洋楽
ベートベン5交響曲第1楽章	[運命]	86.2	クラシック音楽
ソーラン節	[ソーラン]	88.4	民謡
energy flow	[energy]	81.5	ピアノ曲
川の流れるように	[川の]	83.3	演歌
「ターミネーター2」オリジナルサウンドトラックより[メイン・タイトル]	[T2]	80.5	映画音楽
fogbound	[fog]	82.1	レーシング・ゲーム (Ridge Racer V) のプリセット曲
青七Big-bonus	[青七]	85.5	パチスロ・ゲーム (大花火) のプリセット曲

表1-2. 実験1に用いた音楽刺激2

曲名	略記	呈示Level (dB LAeq)	テンポ (BPM)	備考
Livin'La Vida Loca	[Liv70]	84.3	70	原曲より早いテンポ
Livin'La Vida Loca	[Liv88]	84.5	88	原曲より早いテンポ
Livin'La Vida Loca	[Liv111]	84.6	111	原曲より早いテンポ
Livin'La Vida Loca	[Liv140]	84.5	140	原曲より早いテンポ
Livin'La Vida Loca	[Liv177]	84.5	177	原曲のテンポ
Livin'La Vida Loca	[Liv223]	84.6	223	原曲より遅いテンポ
energy flow	[ene70]	83.9	70	原曲より早いテンポ
energy flow	[ene88]	83.6	88	原曲のテンポ
energy flow	[ene111]	83.9	111	原曲より遅いテンポ
energy flow	[ene140]	83.6	140	原曲より遅いテンポ
energy flow	[ene177]	83.9	177	原曲より遅いテンポ
energy flow	[ene223]	83.7	223	原曲より遅いテンポ

各条件におけるゲームの印象を評価した。このとき用いたSD尺度は、「明るい」-「暗い」など18の形容詞対から成るいずれも7段階の尺度であった。

セッション2においては、実験参加者は、ゲームをせずに音楽だけを聴取し、17のSD尺度によって、それぞれの音楽の印象を評価した。なお、半数の被験者はセッション1から始め、続いてセッション2に参加した。残りの被験者は逆の順で実験を遂行した。

(3) 実験1の結果

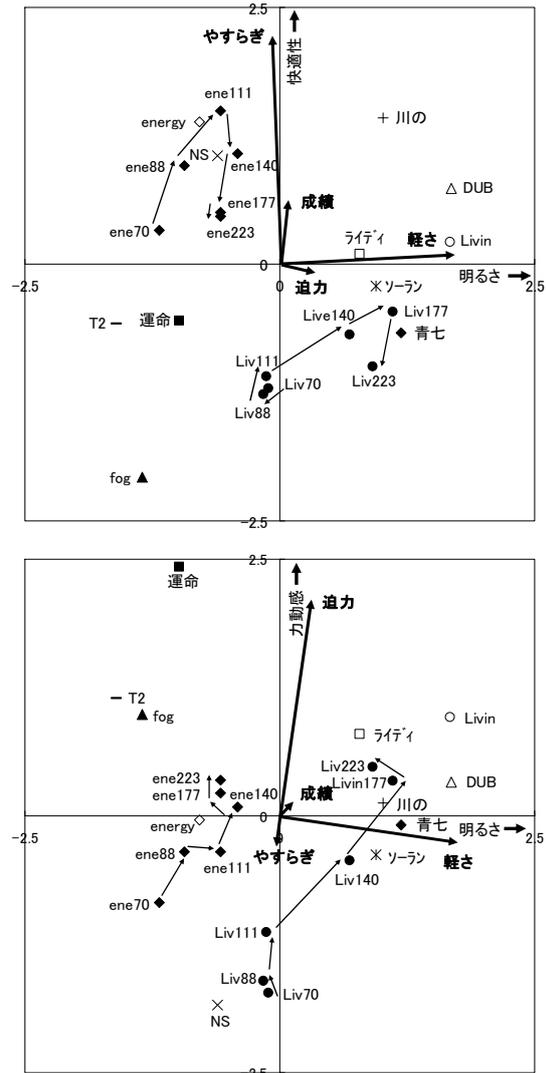


図1. 実験1の結果から得られた、ゲームの印象と音楽の印象の3因子および「ゲームの成績」, 「テンポ」との関係

実験1の結果から、いずれの音楽を聴取した場合よりも「音楽なし[NS]」の成績が良いことが示された。一方SD尺度を用いた印象評価の結果を主成分分析した結果、ゲームの印象は「明るさ」「力動感」「快適性」の3因子で表現できることがわかった。同様に、音楽の印象は「やすらぎ」「軽さ」「迫力」の3因子で表現できることがわかった。

図1にゲームの印象空間上に各音楽刺激の因子得点を点として布置した。また、音楽の3因子およびゲームの「成績」をそれぞれ従属変数とし、ゲームの印象の3因子を独立変数とした重回帰分析を行った結果をベクトルで示した。さらにテンポによるゲームの印象の変化も矢印で示している。

図1から、「やすらぎ」のある音楽はゲームの印象を「快適」なものにし、ゲームの成

績を低下させないことがわかる。また、「Livin' La Vida Loca」と「energy flow」のテンポに注目すると、テンポが速くなるほど音楽の迫力が増し、ゲームに力動感が加わる様子が分かる。このようにテンポによって主にゲームの力動感を変化させることができることが明らかになったが、力動感はあまりゲームの成績に寄与しないため、テンポによってゲームの成績をコントロールすることは難しいことも同時に明らかになった。

(4) 実験2の方法

実験2では、音楽刺激に「energy flow」と「Livin' La Vida Loca」の2種類の楽曲をMIDIシステムを用いて様々に演奏したものをを用いた。それらを表2に示す。まず、それぞれ原曲通りに演奏した刺激を用いるこ

表2 実験2に使用した音楽刺激

Abbreviation of the stimulus	Level (dB LAeq)	Register/Instrument
Liv1d	81.6	1 oct. below
Liv1/2d	82.9	1/2 oct below
Liv	83.3	the original register
Liv1/2u	83.5	1/2 oct. above
Liv1u	83.5	1 oct. above
Livepia	84.6	electric piano
Livmar	83.9	marimba
Livtim	83.6	timpani
LivstrG	83.9	steel-str. Guitar
Livglo	83.6	glockenspiel
en1d	81.6	1 oct. below
en1/2d	82.9	1/2 oct below
ene	83.3	the original register
en1/2u	83.5	1/2 oct. above
en1u	83.5	1 oct. above
eneepia	84.6	electric piano
enemar	83.9	marimba
enetim	83.6	timpani
enestrG	83.9	steel-str. Guitar
eneglo	83.6	glockenspiel

ととした。次にそれぞれの演奏音域を1オクターブ下げたもの、1/2オクターブ下げたもの、1/2オクターブ上げたもの、1オクターブ上げたものの合計8種類の刺激を合成した。またこれら2曲をMIDI音源に貯蔵された様々な楽器（電子ピアノ、マリンバ、ティンパニ、スチール弦ギター、鉄琴）の音色で演奏することでスペクトル重心を変化させた。なお、括弧内の楽器はスペクトル重心が低いものから高いものへと順に並んでいる。

実験は2つのセクションから成り、セクション1において実験参加者は、様々なタイプの音楽を聴取する条件および音楽を聴取し

ない条件下でそれぞれ100試行のリプレイ外しを1セッションとして2セッションずつ行い、ゲームの印象評価および成績の測定を行った。セクション2ではゲームを行わず、実験参加者は音楽だけを聴取し、それぞれの音楽刺激の印象を評定した。

実験参加者は実験1に参加したのと同じ8名で、その他の実験手続きは、実験1と同様である。

(5) 実験2の結果

実験2の結果からも、どの音楽を聴取した場合よりも「音楽なし」の場合の成績が良いことが示された。一方SD尺度を用いた印象評定の結果を主成分分析した結果、ゲームの印象は「明るさ(Brightness)」「快適性(Pleasantness)」の2因子で表現できることがわかった。同様に、音楽の印象は「軽さ(lightness)」「力強さ(potency)」「広がり感(width)」の3因子で表現できることがわかった。

音楽の印象、音楽のテンポ、ゲームの印象、ゲームの成績、これらの関係をより明らかにするために、まずゲームの印象空間上に、各条件を布置した(図2、3)。

次に、各条件の2因子上の因子得点を独立変数とし、音楽の印象の3因子の因子得点をそれぞれ従属変数とした重回帰分析を行ったところ、「軽さ」と「力強さ」の決定係数は0.79以上であったが、「広がり感」の決定係数は0.16と低かった。これらの結果から、得られた、「軽さ(lightness)」「力強さ(potency)」およびゲームの成績(performance)の重回帰直線を図2、3にベクトルで示した。同様にゲームの各条件の2因子上の因子得点を独立変数とし、ゲームの成績を従属変数とした重回帰分析の結果も、図2、3上にベクトルで示す。

また図2の矢印は、演奏音域が低い刺激から高い刺激へと結ばれている。図3の矢印は、スペクトル重心が楽器から高い楽器へと結ばれている。図2より、原曲の演奏音域のとき、最もゲームの印象が最も快適で、演奏音域を変化させると原曲より不快になることを示している。図3は原曲が他の5種類の楽器で演奏したものより快適であることを示している。2つの曲ともにティンパニで演奏したものが最も快適性の度合いが低くなっていることを示している。この一因には、ティンパニの音の非調波性も関与しているかもしれない。

以上の結果は、作曲家と編曲者が「快適」に聞こえさせるために、最良の組合せの楽器を選択し、最良の音域で演奏させていることを示唆している。

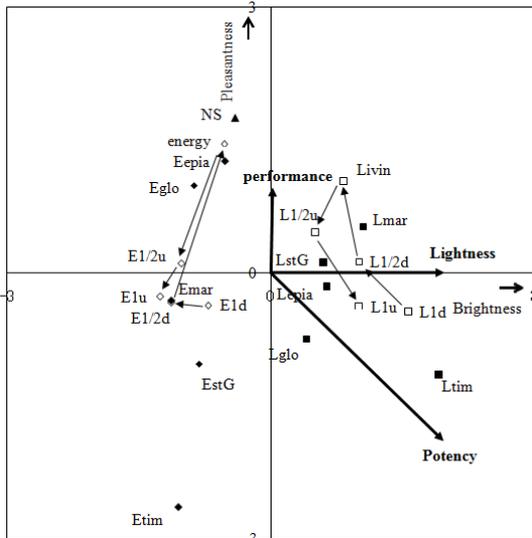


図 2. 演奏音域を変化させた場合のゲームの印象と成績の変化

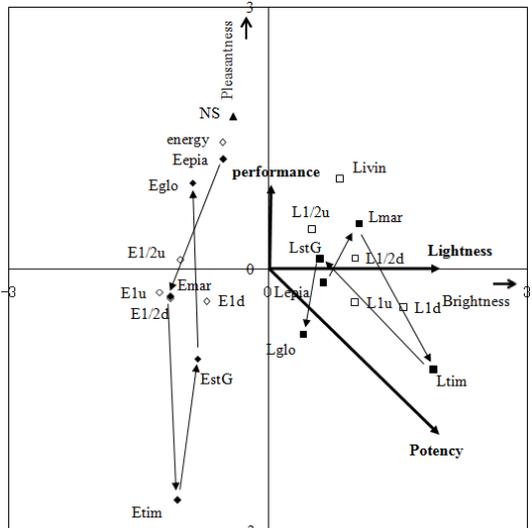


図 3. 演奏楽器を変更した場合のゲームの印象と成績の変化

図 2、3 から、ゲームの成績とゲームの快適性が関係していることが分かる。このことは原曲の演奏音域や楽器を原曲の状態から変化させるとゲームの印象の快適さを低下させ、ゲームの成績を悪くすることを示唆する。このことは、音楽の演奏音域や演奏楽器を原曲から変更することによって、少なくとも成績を低下させる方向にコントロールすることが可能であることを示唆する。

4. 研究成果

(1) 本研究の結果、様々な音楽を聴取しながらプレイした場合のスロットマシン・タイプのゲームの印象は、「明るさ」、「快適性」を含む 2、3 の因子で説明できることが明らかになった。また、「音楽なし」の条件

の場合が音楽の遂行成績が良く、音楽はむしろ成績に負の効果をもたらすことが示された。この成績に対する負の効果は、ゲームの印象が「不快になる」音楽ほど大きいことも示された。

以上の結果は、レーシング・ゲームを用いた場合の研究結果と共通していた。

(2) 音楽のテンポを変化させた場合、ゲームの「力動感」が大きく変化するが、ゲームの「力動感」は遂行成績とあまり関係しないため、テンポを変更することによってゲームの遂行成績を制御することは難しいことが明らかになった。

(3) 演奏音域を変化させる方法、および、演奏楽器を変更する方法によって、音楽のスペクトル重心を変化させることで、ゲームの「快適性」を変化させることが明らかになった。また、ゲームの印象が「不快」になるほど、ゲームの遂行成績が低下することも明らかになった。このことから、音楽のスペクトル重心を変化させるだけで、ゲームの難易度を変化させることが可能であることが示唆された。

(4) 従来、国内・外においてテレビ・ゲームの印象及び遂行成績に音楽が及ぼす影響を調べた研究は数少なく、ゲーム・コンテンツを設計する際の感性工学的基盤は構築できていない状況であったが、今回の研究では、従来の、レーシング・ゲーム、ロール・プレイング・ゲーム以外のスロットマシン・タイプのテレビ・ゲームへと研究範囲を広げた。このこと自身も一つの成果であると言えるであろう。

しかしそれ以上に、「テンポ」、「スペクトル重心」という音楽を構成するパラメータと、ゲームの印象および成績との関係について調べた研究は本研究が最初のものであることに価値がある。

今後研究対象とするゲーム、用いる楽曲を様々に変えて同様の実験を行うと同時に、音楽を構成するパラメータとして、調性（長調／短調）、ラフネス（粗さ）、シャープネス（鋭さ）などもとりあげ、これらのパラメータとゲームの印象及び成績との定量的な関係が明らかになれば、ゲーム・コンテンツを制作する上での感性工学的設計指針が得られると考えられる。

(5) 本研究の成果は、直接的にはテレビ・ゲームの音楽を制作する際の音楽の設計指針を与えるものとなり、今後のゲーム・ソフトの業界に重要なインパクトを持つものと考えられる他、映画やテレビ番組などの制作にも応用が期待できる。

また一方で、テレビ・ゲームを用いた行動研究は十分な再現性を有しており、本研究は、音楽と人間行動との関係について調べる再現性のある研究としても重要な意味を持つと考えられる。

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5件)

- ① M. Yamada, “Can Music Change the Success Rate in a Slot-Machine Game?,” Proceedings of the 10th Western Pacific Acoustics Conference, 査読有, No.196, 2009, CD-ROM, 1-6.
- ② 山田真司, “MIDI 規格は音楽をどう変えたか,” 日本音響学会誌, 査読有, Vol.64, 2008, 164-170.
- ③ 山田真司, “J-POP と MIDI の深い関係,” 実践音楽教育ジャーナル, 査読有, Vol.5, 2007, 40-47.

[学会発表] (計16件)

- ① 山田真司, 米田涼, “ゲームの難易度を変える音楽の要素について—単純なスロットマシンゲームの場合—,” 日本音響学会音楽音響研究会, 2009年8月23日, 鹿児島県・鹿児島大学工学部.
- ② Y. Sakabe, T. Katsuzaki, and M. Yamada, “Effect of Music on the Performance and Impression in a Slot Game,” The 10th International Conference on Music Perception and Cognition, 2008年8月25-29日, Hokkaido, Hokkaido University.
- ③ 坂部佑磨, 山田真司, “音楽のテンポがスロットマシンゲームの印象と成績に及ぼす影響,” 日本音響学会音楽音響研究会, 2008年11月15-16日, 石川県・金沢工業大学.
- ④ 勝崎利光, 山田真司, “音楽がアミューズメント・ゲームの成績と印象に及ぼす影響,” 日本音響学会音楽音響研究会, 2007年8月25-26日, 茨城県・筑波大学.

[図書] (計2件)

- ① P. N. Juslin, and J. A. Sloboda, eds. 大串健吾, 星野悦子, 山田真司 (監訳), 誠信書房, 音楽と感情の心理学, 2008, 446.
- ② 吉川茂, 鈴木英男, 大串健吾, 中村勲, 西口磯春, 山田真司, コロナ社, 音楽と楽器の音響測定, 第4章, 音楽演奏の測定, 2007, pp.204-233.

[産業財産権]

○出願状況 (計1件)

名称: メディア・コンテンツ情報分析装置および方法

発明者: 山田真司, 小縣英雄, 伊草雅幸, 榎孝平

権利者: 同上

種類: 特願

番号: 2009-217615

出願年月日: 2009年9月18日

国内外の別: 国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山田 真司 (YAMADA MASASHI)

金沢工業大学・情報学部・教授

研究者番号: 10200742

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし