

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 4 月 13 日現在

機関番号：37501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24700684

研究課題名(和文) SOMを用いた団体スポーツにおける個々の役割及び関係性評価

研究課題名(英文) Evaluation and analysis of between relationship and individual's role adaptation for team sports using SOM

研究代表者

武村 泰範 (Takemura, Yasunori)

日本文理大学・工学部・准教授

研究者番号：10581580

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、自己組織化マップを利用した団体スポーツにおける個々のポジションの適性やチーム内における関係性の評価を目的として行った。個々の能力を評価記述とするため、個人の身体的な特徴量と心理的な特徴量をデータ群として、入力しチーム全体の関係性を特徴マップに写像して評価を行った。身体的な特徴量は、ポジションに大きく関係しており、心理的な特徴量は、レギュラーメンバーの選抜に大きく関係することが明らかとなった。また、双方のデータ群を組み合わせることで、チーム内のポジションやレギュラーとの関係性を2次元の特徴マップによって表現することができた。

研究成果の概要(英文)： In this research, we aim that Development of clustering algorithm for finding relationship and individual role adaptation for team sports using Self Organizing map. In order to evaluate describing individual ability, physical characteristics and psychological characteristic amount as data groups were evaluated by mapping input to the feature map the entire relationship team. Physical feature quantity has been closely related to the position. And also, psychological feature quantity was found to be significantly related to the selection of the regular member. Further, by combining both data, we could represent a relationship about position and regular members in the future maps.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：自己組織化マップ スポーツ科学 スポーツ心理 クラスタリング

### 1. 研究開始当初の背景

団体で行う各競技内における勝敗を決める原因の一つは、選手個人の技術や体力・精神的な心理状態、チームの戦術などである。このように、スポーツにおいて勝利を目標とする時、個々の適性がチームの状態に非常に影響を与える事は明らかである。身体的な適性に関しては、古くから研究がなされており、A.J.Barry and T.K. Cureton[1], D.C. Nicks and E.A. Fleishman[2], L.A. Larson[3], C.H. McCloy and R.D. Youn[4]らの多くの研究者によって、運動能力の因子構造や運動能力テスト、身体及び運動適性検査などの報告がなされている。また、日本国内では、徳永らによってスポーツ適性の診断基準に関する研究が報告されている[5]。これらの研究は、スポーツの適性は、まず一つの重要な因子として、身体的な特性が重要である事を示している。一方で、松田らは、いかに優れた身体資質の持ち主であっても、苦しい練習に耐え、練習を継続性で、目標を達成しようとする意欲が乏しい場合には、スポーツ選手としての適性があるとは言えないと述べている[6]。つまり、選手またはチームが目標を達成するためには、技術面で優れている事と同時に選手個人の精神的な特徴が非常に重要な要因の一つとなる事を示している。関連する研究としては、堀本らは、バスケットボール選手を対象に日本チームの選手の適性を示している[7]。また、蔦川らは、松田らによって提案された日本体育協会競技動機検査(Taikyo Sport Motivation Inventory)[8]を用いて、ラグビー選手の心理的特性に関する研究を報告している[9]。

このように、適性を判断するために必要な情報は、身体性における特徴量と、心理的特徴量の2つが大きく分けてある。この特徴量をもとに指導者が総合的に判断し、ポジションや役割などの適性を決定している。しかし、身体的特徴量および心理的特徴量の両方を考慮した、適性に関する研究は、ほとんど行われていない。

### 2. 研究の目的

本研究では、身体的特徴量及び心理的特徴量の双方を考慮した適性を判断するスポーツ適性を示すクラスタリング器の開発を目標とする。そこで、本研究では申請者がロボティクスにおける研究で環境推定などに用いた自己組織化マップを用いて、双方の特徴量を用いたクラスタリング器の開発を目指す。

### 3. 研究の方法

様々な競技における評価実験を通じて、各競技におけるポジションや役割の適性を示

すクラスタリング器を開発するには、各競技における身体的特徴量及び心理的特徴量を明らかにする事が必要である。そこで、まず、様々な競技に関して、先行研究でなされている[5-9]実験手法を用いて、各競技における多次元特徴量の獲得を行う(Step 1)。この特徴量をもとに現在までにロボットに適応してきたクラスタリング手法を用いて、多次元情報量をクラスタリングするソフトウェアの開発を行う(Step 2)。この結果をもとに、各競技における適性を示す2次元の特徴を示すマップをアルゴリズムから作成し、各競技における役割などに関する特性が示されているか検討を行う。この特徴を示すマップにおける代表となる特徴量と選手データにおける特徴量を比較検討を行い、コーチングやスカウティング活動に反映する(Step 3)。この実験を定期的に行い、特徴をマップの更新を行う。このとき、指導による結果がどのように反映しているかを比較検討し、アルゴリズムの改良及び特徴量の更新を行う(Step 4)。

以下に各ステップにおける実験の方法と必要な検討課題を挙げる。

1. スポーツの適性における身体的特徴量の評価及び心理的特徴量の評価を各特徴量において、調査を行い、統計学的手法を用いて、各特徴量に対して特徴があるかどうかを実験する。
2. 身体的多次元特徴量単体および心理的多次元特徴量単体で k-means 法や自己組織化マップなどを用いたクラスタリング手法において実験を行い、身体的及び心理的な多次元特徴量によって、特徴があるかどうかを検討する。
3. 身体的及び心理的特徴量の双方を用いた多次元特徴量を用いた情報量からの適性に関して、k-means 法や自己組織化マップを用いて特性を示すマップを作成する。多次元特徴量を自己組織化マップ等でクラスタリングした結果より、適性を示す代表的な情報量からコーチングするために適性に近づく為の改善点を示して、コーチングやスカウティング活動に反映させる
4. コーチングにおける結果に対して必要なトレーニングやメンタルトレーニングの成果を定期的に記録し、どう影響がでるのかを示す。

以上の Step 1-4 を達成する為に、1年目は、

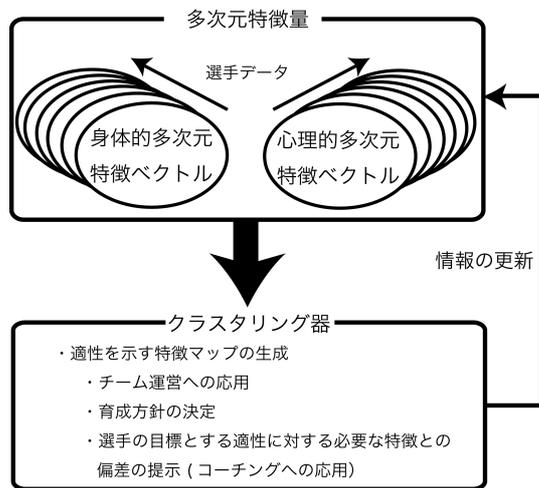


Fig. 1 Concept of aptitude software for sports

図1に示すコンセプトの基礎研究を行う。基礎研究としては、Step 1に示す様に先行研究から身体的及び心理的評価項目を検討し、各評価項目の1つ1つに対して、統計学見地に基づいて、比較検討を行う。また、Step 2に示す身体的単体及び心理的単体の多次元特徴量を用いて、クラスタリング器の開発を行い、特徴を示すマップから傾向を見いだす。

2年目は、Step3に示す身体的多次元特徴量と心理的特徴量の双方を考慮したクラスタリング器の開発を行い、身体的及び心理的特徴量単体で行った場合と比較検討を行う。また、Step 4にあるように、特徴マップを用いて、実際のコーチング活動やチーム運営に活用できるかを検討する。

#### 4. 研究成果

Step 1におけるデータとして、身体的特徴は、以下の16項目を用いて測定した。項目としては、身長[cm]・体重[kg]・体脂肪[%]・上腕の周囲(左右)[cm]・胸囲[cm]・ウエスト[cm]・ヒップ[cm]・大腿の周径(左右)[cm]・下腿の周径(左右)[cm]・柔軟性[cm]・30秒腹筋[times]・スクワット[kg]・ベンチプレス[kg]・チンニング(懸垂)[times]・7分完走[m]の16項目を計測した。また、心理的特徴量は、徳永らによって提案された心理的競技診断検査用紙(Diagnostic Inventory of Psychological Competitive Ability for Athletes :DIPCA 3)を用いた。この検査用紙では、スポーツ選手に必要な試合場面での心理能力を表している48の質問項目と検査の信頼性をみる4項目の合計52の質問項目から構成されている。これらの質問項目は、上位・下位分析法により $\chi^2$ 自乗検定及び合計得点と各項目の相関関係によってすべての項目に優位性が認められ、その妥当性が証明されている。また、診断検査に対しての信頼性もスピアマン・ブラウンの公式から、 $r = 0.935$ の非常に高い値が得られ、証明されている。さらにこの48項目は、因子分析(主因司解、バリマッ

クス回転)により12の尺度5因子に大別されている。以下にその大別を示す。括弧内は、尺度を示している[11]。

今回は、N大学のラグビー部員46名を対象として、実験を行った。データ群としては、身体的特徴量の16次元のデータ及び心理的データの12の尺度と5因子の17次元のデータを用いて、クラスタリングを行った。

身体的特徴に関しては、各ポジションに対する平均データを取り、解析を行った。本報告書では、17項目の検討事項に対して、特徴のあるものをいくつか示す。Fig.2には、身長に関する解析結果を示す。全体の平均に対して、ロッカー(LO)のポジションは、非常に身長が高く、スクラムハーフ(SH)は、身長が低い選手が多く集まっている事がわかる。現在のチーム編成では、身長が一つの大きなポジションの適性を示している事がわかる。Fig.3には、体重に関するデータを示す。体重では、プロップ(PR)のポジションが大きな値を示しており、一方で、SHは非常に小さな値を示している。この事から、PRのポジション適性には、体重が大きな要因として挙げられる。Fig.4に示すのは、胸囲の平均である。このデータから、フォワード(FW)は、大きな値を示しており、体の大きな選手が適している事がわかる。また、バックスBKの方は、小さな値が多く体の大きさは、小さい方が適しているのではないかと考えられる。

以上のようにデータを解析してひとつひとつの特徴量だけを推定しても傾向を見出す事が出来る。しかし、Fig.5に示すように、柔軟性のデータなどを解析しても分散が大きく、どのような傾向があるのかを読み取る事が不可能なデータもある。また、総合的に判断によってデータを解析すると新しい発見もあるかもしれない。

心理的特徴量のデータは、DIPCA3の評価基準に基づき算出を行った。また、各評価因子に関して、BKとFWでの分母分散に基づく有意差が生じるかとレギュラーとリザーブでの分母分散に基づく有意差が生じるかについて評価を行った。このとき、すべての評価に対して、 $p < 0.05$ という基準を設けて、分母分散評価を行った。Fig.6には、総合得点に関する各ポジションの平均値を示している。評価は、1以上で5が最高である。フランカー(FL)、フルバック(FB)とNo.8が高い値を示している。つまり、精神的にこのチームでは、FL、No.8、FBのポジションにメンタル的な評価が高い人物が適しているという解析が出来る。また、Fig.7に示すようにBKとFWでは、総合得点の平均に大きな差は生じず、有意な差を認め

る事は出来なかった。Fig.8に示すように、レギュラーとリザーブで評価を行うと、有意な差が認められた。つまり、心理的な評価が高い人物が自ずとレギュラーとして選ばれている事がわかる。

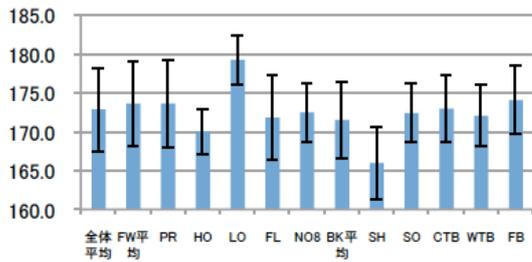


Fig.2 Result of Height measurement

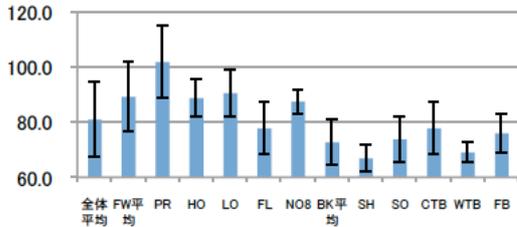


Fig.3 Result of Weight measurement

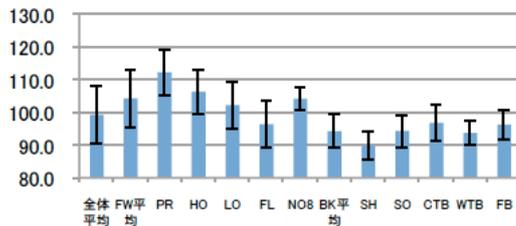


Fig.4 Result of chest measurement

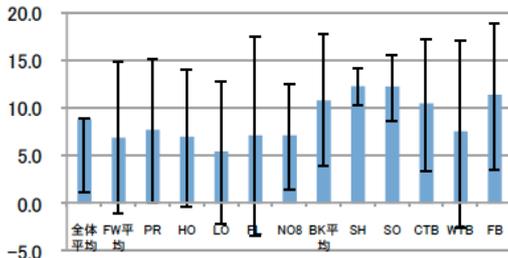


Fig.5 Result of flexibility measurement

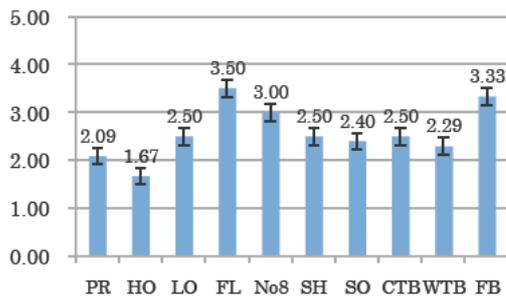


Fig.6 Result of Total score using DIPCA.3

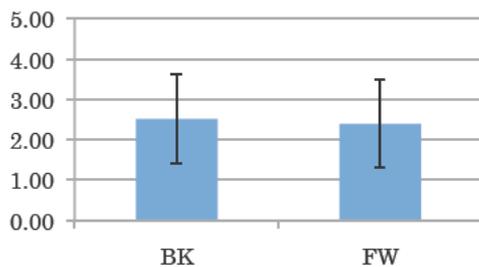


Fig.7 Result of evaluating FW and BK

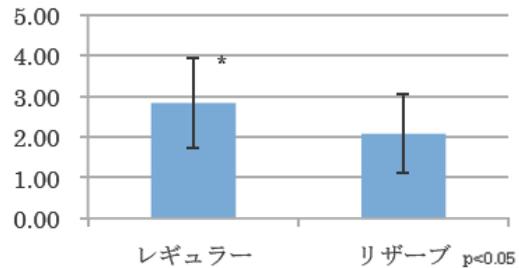


Fig.8 Evaluate of total score regular members and non-regular members

このように、総合得点を見てわかる様に、レギュラーを獲得するには心理的特徴も大事な要素のひとつと考えられる。しかし、心理的な特徴量とポジションの関係性に関しては、この結果から明らかな傾向を見る事は、出来なかった。

そこで、次にSOMのアルゴリズムに身体的特徴量及び心理的特徴量を入力して2次元の特徴マップに示したものを示す。Fig.9は、身体的特徴群を用いた2次元特徴マップを示す。Fig.9は、10x10の特徴マップを示しており、ベストマッチングユニット(BMU)となった個人データのポジションとデータ番号をラベルとして添付している。なお、特徴マップの色は、近傍ユニットとの距離を示しており、青から赤につれてユニット間の距離が遠くに離れていることを意味している。格子の左上には、ベストマッチングユニットとして選ばれた場合その選手のポジションと番号のラベルを記載している。以上のラベルを解析してみると、Fig.9の上部分にはFWが集まっており、BKがした部分に集まっている。また、各ポジションで分けた集まりを各色の丸で囲んで示している。このように身体的特徴のデータ群のみを利用した場合、2次元マップ上でポジションの適性やポジションの近さなどを表現することが可能である。

次にSOMのアルゴリズムに心理的特徴量を表した結果をFig.10に示す。Fig.10には、DIPCA.3によって得られた16項目の因子の結果が取り込まれている。そこで、Fig.6と同様の総合結果がこの中でもデータとして近いところにあるかを検証した。Fig.10に示すラベルの中にある数字は、ベストマッチングユニット(BMU)となったデータの各総合得点(入力していないデータ)を書き込んでいる。この結果から左上に属しているデータは、総合得点が低い傾向にあり、右下にいくと総合得点が高い選手のデータが集まっていることがわかる。また、この結果とレギュラーのメンバーを比較したところ多数が右下部分に分類されていることが分かった。このようなことから、心理的な成熟度が高い選手がレギュラーメンバーとして選ばれていることが分かったが、各ポジションの適性などは、この2次元マップ上からは推定することはできなかった。

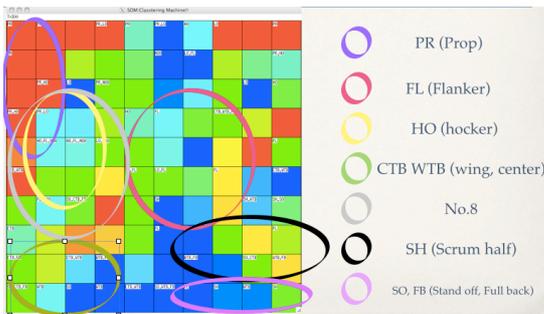


Fig.9 Physical feature map using SOM

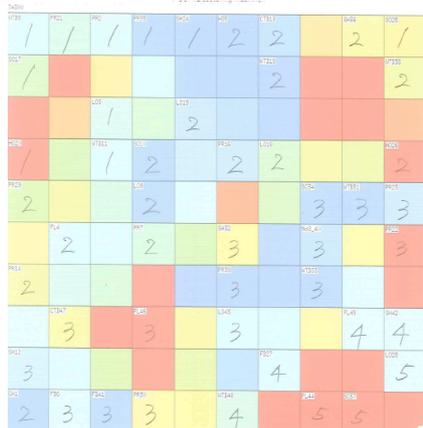


Fig.10 Psychological feature map using SOM

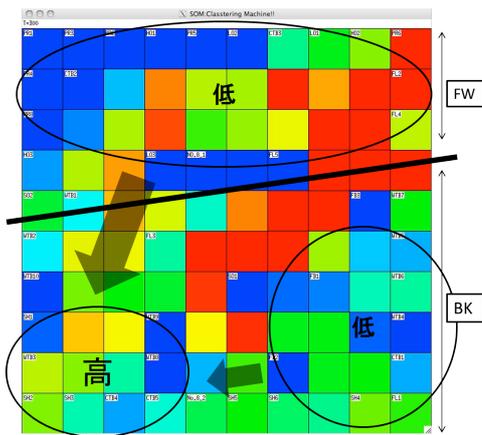


Fig.11 Total feature map using SOM

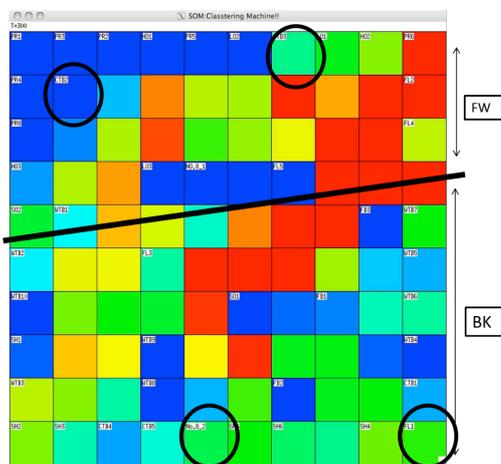


Fig.12 Position ability in SOM map

次に身体的特徴、心理的特徴双方を入力した2次元マップをFig.11に示す。Fig.11右側に示すように特徴マップ上部には、FWが分布しており、下部には、BKのポジションのメンバーが集まっている。また、DIPCA.3の総合成績を調べると左下になるにつれて総合得点が高いポジションなる。以上のことより、全体的にこのチームのポジショニングを監督が決定する上では、身体的特徴及び心理的特徴をうまく利用して選定していると考えられる。しかし、Fig.12で示す4名のデータは、FW側にBMUがあるBKのデータ(1)とBK側にBMUがあるFWのデータ群である。以上の4名は、今回の結果から他のポジション適性があるかもしれないことを示唆している。この結果に関してコーチなどの経験者にインタビューをしたところ、体格的なものからいえば、(1)のデータの学生は、体格がよくFWへの適性も考えられるとのことである。しかし、今回の身体的な特徴データでは、アジリティのような俊敏性に関するデータがないためこのような結果が出たのではないかという指摘を受けている。以上の事からポジションの適性を図るには、より多くのベクトルを示すデータが必要であることが分かった。

以上のように今回の研究目的であるSOMによるクラスタリングを用いることで選手間のポジションの関係性やレギュラーメンバーの選定などを得ることができていることが分かった。

#### 参考文献

- [1] Barry, A.J. and T.K. Cureton, "Factor Analysis of Physique and Performance", Res. Quart., 23-3:100~108, 1961
- [2] Nicks, D.C. and E.A. Fleishman, "What Do Physical Fitness Test Measure?," A Review of Factor Analysis Studies, Educational and Psychological Measurement, 22-1:77-95, 1962
- [3] Larson, L. A., "A Factor Analysis of Motor Ability Variables and Tests for College Men," Res. Quart., 12: 499~517, 1941
- [4] Mcloy, C. H. and R. D. Young, "Test and Measurement in Health and Physical Education", New York, Appleton-Century-Crofts, Inc., pp.51-65, 1954
- [5] 徳永幹雄, "スポーツ特性の診断基準に関する因子分析", 体育学研究, 第22巻, 第2号, pp.71-80, 1977
- [6] 松田岩男他: スポーツ選手の心理的特性に関する研究, -第1報, 第2報, 昭和55年度日本体育協会スポーツ科学研究報告, 1980
- [7] 堀本宏他: 中国ジュニア女子世界選手権大会代表チームと日本ユニバーシアード代表バスケットボール選手の特徴, スポーツ心理学研究, 12(1), 58-60, 1985
- [8] 松田岩男他: スポーツ選手の心理的特性に関する研究, -第3報-, 昭和56年度に日本体育協会スポーツ科学研究報告, 1981

[9] 蔦川 謙：ラグビー選手の心理的特性について、-社会人ラグビー選手の TSMI の特徴について-、Buuls. Kobe C. Col. Of Nursing, Vol.8, pp.155-163, 1989

[10] T.Kohonen, “Self-organized formation of topologically correct feature maps”, Biol. Cybernetics, Vol.43, pp.59-69, 1982

[11] 徳永 幹雄, “T.T式メンタルとレーニングの進め方 - 心理的競技能力診断検査の手引き”, pp.8 ~ 16, ISBN 978-4990479404, 2008/8, トーヨーフィジカル出版

#### 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 1 件)

Y.Takemura, M.Yokoyama, S.Omori, R.Shimosaka, “Evaluation and Analysis of Relationship and Individual Role Adaptation for Team Sports using SOM”, Soft Computing in Artificial Intelligence, Vol.270, pp.93-106, 2014

[学会発表] (計 5 件)

武村泰範, 河野尚人, 坪井勇治, “身体的特徴量及び心理的特徴量を用いた SOM によるポジション適性に関する研究”, 第 19 回日本知能ファジィ学会九州支部、四国・中国支部合同発表会, 2015 年 3 月 9 日、北九州(中国・四国支部若手奨励賞受賞)

Y.Takemura, M.Yokoyama, S.Omori, R.Shimosaka, “Development of SOM algorithm for Relationship between Roles and Individual’s Role Adaptation in Rugby”, World Automation Congress 2014, 2014/08/03, Hawaii, America

Y.Takemura, M.Yokoyama, S.Omori, R.Shimosaka, “Evaluation and Analysis of Relationships between Roles and Individual’s Role Adaptation for Team Sports using SOM ~1st report : Data Analysis and Introduction of Theory ~”, The 14<sup>th</sup> International Symposium on Advanced Intelligent System 2013(ISIS2013), 2013/11/13~16, Daejeon Korea

武村泰範, “自己組織化マップを用いた団体スポーツにおける個々の役割適性及び関係性の評価 (第一報) データの解析と理論”, ファジィシステムシンポジウム 2012, 名古屋

武村泰範, “団体スポーツにおける個々の役割適性と関係性の評価 ~第一報~ 自己組織化マップを用いたクラスタリング器の開発と性能評価”, スポーツ心理学会, 2012, 金沢

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○ 取得状況 (計 0 件)

[その他]

第 19 回日本知能情報ファジィ学会九州／中国四国支部合同発表会、若手支部奨励賞受賞

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

武村 泰範 (Yasunori TAKEMURA)

日本文理大学・工学部・機械電気工学科  
准教授

研究者番号：10581580

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし