

平成 30 年 6 月 4 日現在

機関番号：16101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00425

研究課題名(和文) WWW上の医療・健康情報マッチングのための統合的メディア解析

研究課題名(英文) Integrated Media Analysis for Medical/Health Information Matching on WWW

研究代表者

北 研二 (Kita, Kenji)

徳島大学・大学院社会産業理工学研究部(理工学域)・教授

研究者番号：10243734

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、WWW上の存在する様々な医療・健康情報の統合的理解のために、Twitter等のソーシャルメディア情報を対象に、ジオタグ情報の利用、医療関連キーワードの抽出、マルチモーダル解析等について研究を行った。

ジオタグ情報の利用に関しては、感染症の発生とその位置情報を対応付ける研究を主に行った。医療関連キーワード抽出に関しては、病気の症状に関する辞書を改善し、ユーザが病気に感染しているかの判定、および感染した病名の分類を行った。また、ディープラーニングに基づくグラフの画像理解等のマルチモーダル解析についても研究を行った。

研究成果の概要(英文)： In this research, in order to comprehensively understand various medical and health information existing on the WWW, we conducted extensive research on the use of geotag information, automatic extraction of medical-related keywords, and multimodal analysis on social media information.

Regarding the use of geotag information, we mainly conducted research to associate the occurrence of infection with its location information. Regarding medical-related keyword extraction, we improved the dictionary on the symptoms of the disease, and determined whether the user was infected with the disease, and classified the infected disease name. In addition, we also conducted multimodal analysis such as image understanding of graph based on deep learning.

研究分野：情報工学

キーワード：ウェブインテリジェンス 医療・健康情報 事実性解析 ソーシャルメディア

## 1. 研究開始当初の背景

近年、様々な医療機関や企業・省庁等が、専門的な知識を一般ユーザにわかりやすく解説する文書を WWW 上で提供している。一方、Twitter 等、ユーザが情報を発信するソーシャルメディアも広く普及し、一般ユーザの医療に関する発言（たとえば自身の症状や、テレビで見た健康情報等）をする機会が増えてきている。Twitter 等のソーシャルメディアで発信されるテキスト情報は膨大であり、その量は日々増大している。このような大量のデータ（ビッグデータ）を解析する技術が、現在、国内外で、盛んに研究されている。なかでも、単語頻度の時系列解析を利用したバースト性のある単語の発見は、商用システムをはじめとして多くの技術があり、世間で話題となっている医療・健康情報の取得に応用できる。しかしながら、単純に医療に関する単語を抽出するだけでは、それが自身の病状に関する発言なのか、一般論に関する発言なのか等、発言者の意図が不明であるため、必要のない単語を抽出する可能性が高い。

また、Web 文書から必要な情報を取り出すための技術は、文章を圧縮する「要約技術」や、検索キーワードに関する部分を取得する「スニペット生成技術」等が国内外で盛んに研究されている。しかしながら、これらは主にテキスト情報のみを対象としており、文章として書かれていない部分については対応できない。一方で、医療・健康情報に関しては、科学的事実の記述が重要であり、その手段として、数値的情報が多く用いられる。数値的情報は、文章の中に記述されるものもあるが、むしろ、表形式やグラフ等、文章以外の形式で提供されることが多い。

## 2. 研究の目的

本研究では、WWW 上に存在する様々な医療・健康情報に関し、公的機関の Web サイト等の精度の高い情報と、ソーシャルメディア等の世の中の関心を強く反映した情報のマッチングを取るための文書解析およびキーワード抽出の研究を行う。「キーワード抽出部」質の高いキーワード抽出を行うため、話者の感情推定結果と地理情報をキーワードに付与する手法や、表形式やキーワードの地理情報等、他のモダリティとのマッチングを利用した文書解析手法などを研究開発する。（文書要約部）

## 3. 研究の方法

本研究は、Twitter 等のソーシャルメディアを分析し、医療・健康に関するキーワードを抽出するキーワード抽出部と、WWW から取得した文書から必要な情報を抜き出す文書要約部から形成される。

### (1) キーワード抽出部

キーワード抽出部に関する研究では、Wikipedia 等の既存のテキスト資源からの医療・健康カテゴリに属する単語の収集、

Twitter の位置情報付きテキストを利用した地理情報の取得に関し研究を行う。また、Twitter のような短いテキストからの感情抽出を行うために、テキストに付与するタグの種類を検討を行い、タグ付け要員による感情タグ付けを行う。これを教師データとして、機械学習などの手法を用いて、適切な感情を推定するための研究を行う。

医療・健康関連語の抽出では、構築した辞書をもとに単語の抽出を行うが、単語マッチングのみで精度が出ない場合は、半教師あり学習手法を用い、辞書に無い単語でも医療・健康関連語として認識する手法についても検討する。

得られたテキストと地名の対応データから、単語と共起確率の高い地名文字列を抽出する手法について研究する。網羅性が不足している場合は、位置情報の付与されていないテキストから、テキスト中の単語を元に位置情報を推定する手法などについても検討する。

### (2) 文書要約部

文書要約部に関する研究では、文書中のグラフや地図等の内容理解を行い、表形式中の数値データや、抽出したキーワードを地理情報等とマッチングする手法について検討する。また、地図およびグラフからエッジ等の特徴量に基づき、分類ルールを記述し、地図やグラフの種類（棒グラフ、円グラフ等）を判定し、グラフの場所と意味の対応付けを行う手法について研究する。また、図と表・キーワードの対応付けに関する研究も行う。

## 4. 研究成果

### (1) キーワード抽出部

感染症の事実性判定：  
「感染症大腸炎」や「ヘルパンギーナ」等、主に夏に流行する実際の感染症について、Twitter における発言を検索し、それぞれの発言が、実際に発言者の感染を表しているかどうかの判定（事実性解析）を、SVM による機械学習を用いて行った。それぞれの精度は、ヘルパンギーナ：83.75、おたふく風邪：66.25、感染性胃腸炎：79.75、流行性結膜炎：72.00、マイコプラズマ肺炎：84.00、プール熱：68.50、手足口病：67.75 となり、「おたふく風邪」や「手足口病」等、子供の感染症の精度が低くなる傾向にあることがわかった。これは、子供の友達等、発言者と関係のない児童の感染についての発言が多く、そのような発言の特徴が、正例と区別しづらいという理由によるものと思われる。

位置情報推定に関する研究：  
感染症の発生と、その位置情報を対応付けるための研究を行い、ユーザの Twitter 上での発言をもとに、それが実際に当人の感染を示しているかの判定および、そのユーザが住んでいる場所の推定を機械学習により行う研究を行った。さらに、当該感染症名を発言し

ているユーザ数を、実際に日本地図上に表示するシステムを作成した。(図1)

図1. 感染数マッピング例



また、Twitter のジオタグを利用するための手法について研究を進めた。具体的には、地域を限定した tweet (テキスト) 集合を対象に単語抽出を行い、地域特有の単語を得ることができることを確認した。その他の手法として、発言者のプロフィール情報と発言内容の関連を学習する手法を提案した。これにより、例えば、発言者が徳島在住である場合とない場合との違いを単語ベクトルの特徴として得られ、発言者の居住地推定に効果を発揮することを確認した。

#### 病気に関連する単語の辞書構築：

病気の兆候・症状と思われる語を取得し、辞書を構築した。ユーザが病気に感染しているかを判定するために、事実性解析を用い、解析後データの収集を行う。事実性解析により、ツイートが病気に感染していると判定された場合、そのツイートを投稿したユーザのそれ以前のツイートの検出を行う。この事実性解析には、SVM を用いた機械学習による解析を用いて行う。検出したツイートに対して形態素解析を行い、名詞・形容詞・動詞に分類された語を病気の兆候・症状として抽出する。この取得した語に重み付けを行う。このさい、word2vec と医学辞書を用いて重み付けを行う。この辞書は、病気にに関する情報をまとめた Web サイトを利用して作成している。使用するベクトル値のモデルは、Wikipedia 辞書を用いる。ベクトル値を用いて類似度計算を行い、算出した値の中から最大となる値を重みとして扱う。

本研究では実験対象として、このデータベースを冬季に流行する病気である「感染性胃腸炎」、「RS ウイルス感染症」、「流行性耳下腺炎(おたふく風邪)」、「伝染性紅斑(りんご病)」、「流行性角結膜炎(結膜炎)」、「気管支炎」、「水痘(水疱瘡)」、「アレルギー性鼻炎」、「マ

イコプラズマ肺炎」、「喘息」の 10 種類の構築を行う。システムに判定したいユーザの Twitter\_ID を入力することで、その人物のタイムラインの抽出を行う。タイムライン上のツイートに対して、形態素解析を用いて語の抽出を行う。その語に対して、辞書を用いることで、その人物が感染していると思われる病気を出力する。病気の判定には、出現した語に対しての重みの平均値を用いる。10 種類の病気の症状辞書を用いて、それぞれ重みの算出を行い、値が一番高い病気に感染しているとする。

入力した情報に対して望ましくない結果が出力される場合がみられた。これを誤分類判定とし、表 1 に各病気において最も誤分類された病気を示す。

表 1. 誤分類結果(各病気)

病名	誤分類病名
感染性胃腸炎	おたふく風邪
RS ウイルス	おたふく風邪
おたふく風邪	喘息
りんご病	おたふく風邪
結膜炎	アレルギー性鼻炎
気管支炎	喘息
水疱瘡	アレルギー性鼻炎
アレルギー性鼻炎	結膜炎
マイコプラズマ肺炎	RS ウイルス
喘息	アレルギー性鼻炎

誤分類の原因として、データベース上に、病気に感染しているか感染していないかに関わらず、一般的に使用されている語が存在している。この語の重みを減少させることに加え、その病気特有の語に関しては、重みを増加させることでシステムの精度向上につながると思われる。

#### 病気以外の健康情報への応用：

SNS から取得できる健康情報の種類の拡張も行った。具体的には、病名だけでなく、「肩こり」等の体調の好不調に関して、ユーザが当該症状を有するかどうかを推測するための手法の開発を行った。また、その他の健康情報として、体重の増減に着目し、ユーザの体重の増減を、Twitter 上での発言から推定するための研究を行ったほか、体重の増加・減少に関する情報の取得に関して、体重増加の原因を推定するための手法について研究を行った。また、体重のほか、睡眠時間に関する研究も行った。具体的には、発言の投稿時間から、発言者の大まかな睡眠時間を推定し、睡眠時間が短い発言者の特徴を推定するための研究を行った。

また、Twitter ユーザの性格推定、および、性格に特徴的な単語を抽出するための研究を行い、性格と健康状態の関連という新たな研究に繋がる可能性を得られたほか、SNS 上で多く観測される俗語に関して、その感情を推測するための研究を行った。そのほか、文

を sentence2vec によりベクトルに変換し、ニューラルネットワークにより感情を分類する手法を適用し、特に、中間層を2層とした場合に分類精度を向上させることができるという知見を得た。

## (2) 文書要約部

### 表形式の理解：

表形式と周辺文章のマッチングを行うための新たな確率モデルを開発し、表形式中の数値単位推定タスクにおいてその有効性を確認した。また、Web 文書中の表形式を Deep Learning の手法に適用するためのベクトル表現（分散表現）に変換するための手法について研究を行った。

### グラフの画像理解：

グラフの画像理解に取り組んだ。具体的には、自治体等の発表するインフルエンザに関する情報を対象として画像を収集し、その中のグラフを理解する手法の開発を行った。本研究では特にカラーの折れ線グラフに焦点を絞り、先行研究と同様に、画像を HSV 形式に変換し、色相の高い部分を抽出することで、折れ線の抽出ができることを確認した。また、既存の OCR ライブラリを併用することで、軸や項目を抽出し、グラフで示された値をある程度の精度で抽出できることを確認した。しかしながら、正確性・網羅性についてはまだ課題が残るため、今後もさらに研究が必要である。また、深層学習を用いた特徴推定として、図表に近い画像として、物件の間取り画像を扱い、間取り画像への自動彩色という研究に取り組んだ。深層学習により得られた特徴量を検討することにより、高度な線画理解へつなげることができると考えられる。また、画像の形状分類の一種として、時計画像を対象に、円形・四角形等の形状へ分類するための手法についても研究を行った。特に、グラフの形状分類への応用に効果を発揮すると考えられる。その他、画像の特徴量理解に役立つ画像生成モデル GAN を用いて、顔画像認識や衣服を題材に、画像からの特徴抽出に対する研究を行った。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 9 件)

Zhang Guodong, Jiang Peilin, Kazuyuki Matsumoto, Minoru Yoshida and Kenji Kita, Reidentification of Persons Using Clothing Features in Real-Life Video, Applied Computational Intelligence and Soft Computing, 査読有, 2017巻, 2017  
DOI: 10.1155/2017/5834846  
Kazuyuki Matsumoto, Fuji Ren, Minoru Yoshida and Kenji Kita, Refinement by Filtering Translation Candidates and Similarity Based Approach to Expand Emotion Tagged Corpus, Knowledge

Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management. Communications in Computer and Information Science, 査読有, 631巻, 2017, 260~280  
DOI: 10.1007/978-3-319-52758-1\_15  
松本 和幸, 土屋 誠司, 芋野 美紗子, 吉田 稔, 北 研二, 感性を考慮した日本語俗語の標準語変換, 人工知能学会論文誌, 査読有, 132巻, 2017, 1~12  
Kazuyuki Matsumoto, Akira Fujisawa, Minoru Yoshida, Kenji Kita, Emotion Recognition of Emoticons Based on Character Embedding, Journal of Software, 査読有, 12巻, 2017, 849~857  
DOI: 10.17706/jsw.12.11.849-857  
Kazuyuki Matsumoto, Satoshi Tanaka, Minoru Yoshida, Kenji Kita, Fuji Ren, Ego-state Estimation from Short Texts Based on Sentence Distributed Representation, International Journal of Advanced Intelligence, 査読有, 9巻, 2017, 145~161  
Kazuyuki Matsumoto, Hayato Shimizu, Minoru Yoshida, Kenji Kita, Time-Series Analysis of Video Comments on Social Media, Sociolinguistics - Interdisciplinary Perspectives, 査読有, 8巻, 2017, 105~123  
DOI: 10.5772/intechopen.68636  
Fujisawa Akira, Kazuyuki Matsumoto, Minoru Yoshida and Kenji Kita, An Illustration Image Classification Focusing on Infrequent Colors, International Journal of Advanced Intelligence, 査読有, 8巻, 2016, 72~83  
Zhang Guodong, Kazuyuki Matsumoto, Minoru Yoshida and Kenji Kita, Pedestrian Re-identification using Color Feature in Multi Surveillance Video, International Journal of Advances in Electronics and Computer Science, 査読有, 3巻, 2016, 11~14  
Kazuyuki Matsumoto, Minoru Yoshida, Seiji Tsuchiya, Kenji Kita, and Fuji Ren, Slang Analysis Based on Variant Information Extraction Focusing on the Time Series Topics, International Journal of Advanced Intelligence, 査読有, 8巻, 2016, 84~98

〔学会発表〕(計 36 件)

松本 和幸, 任 福継, 吉田 稔, 北 研二, 絵文字を手がかりとした俗語感情コーパスの拡張, 言語処理学会 第24回年次大会, 2018年  
Akira Fujisawa, Kazuyuki Matsumoto, Minoru Yoshida, Kenji Kita, Visual Similarity for ASCII Arts Using Image Features, 2nd International Conference

on Machine Vision and Information Technology (CMVIT 2018) (国際学会), 2018年

藤澤 日明, 松本 和幸, 吉田 稔, 北 研二, 画像特徴量を用いた大型アスキーアートの分類手法の提案, 第31回人工知能学会全国大会, 2017年

福田 寛公, 松本 和幸, 吉田 稔, 北 研二, 楽曲に特徴的なコメントに基づく作業用BGMからのインデックス作成, 第31回人工知能学会全国大会, 2017年

藤野 尚也, 松本 和幸, 吉田 稔, 北 研二, ユーザの性別と感情表出傾向との関連, 第31回人工知能学会全国大会, 2017年

Kazuyuki Matsumoto, Takeshi Miyake, Seiji Tsuchiya, Minoru Yoshida, Kenji Kita, Flame Prediction Based on Harmful Expression Judgement Using Distributed Representation, Engineering & Technology, Computer, Basic and Applied Sciences (ECBA-2017) (国際学会), 2017年

Kenji Kita, Kazuyuki Matsumoto, Minoru Yoshida, Face Identification Based on Deep Convolutional Neural Networks, 9th International Conference on Graphic and Image Processing (ICGIP2017) (国際学会), 2017年

Kazuyuki Matsumoto, Akira Fujisawa, Minoru Yoshida, Kenji Kita, Emotion Recognition of Emoticon Based on Character Embedding, 9th International Conference on Software Technology and Engineering (ICSTE2017) (国際学会), 2017年

Takeshi Kusumoto, Kazuyuki Matsumoto, Minoru Yoshida, Kenji Kita, Gender Estimation from Facial Images by Deep Neural Network, Annual Conference on Engineering and Applied Science (ACEAT2017) (国際学会), 2017年

Akira Fujisawa, Kazuyuki Matsumoto, Minoru Yoshida, Kenji Kita, Facial Expression Classification Based on Shape Feature of Emoticons, 1st International Conference on Machine Learning and Data Engineering (iCMLDE2017) (国際学会), 2017年

Naoya Fujino, Kazuyuki Matsumoto, Minoru Yoshida, Kenji Kita, Emotion Estimation Adapted to Gender of User Based on Deep Neural Networks, The 12th International Conference on Natural Language Processing and Knowledge Engineering (NLP-KE'17) (国際学会), 2017年

Hirokimi Fukuda, Kazuyuki Matsumoto, Minoru Yoshida, Kenji Kita, Index

Generation of BGM Video Based on Distinctive Comments, The 12th International Conference on Natural Language Processing and Knowledge Engineering (NLP-KE'17) (国際学会), 2017年

Kazuyuki Matsumoto, Fuji Ren, Minoru Yoshida, Kenji Kita, Review Score Estimation Based on Transfer Learning of Different Media Review Data, The 12th International Conference on Natural Language Processing and Knowledge Engineering (NLP-KE'17) (国際学会), 2017年

松本 和幸, 任 福継, 吉田 稔, 北 研二, 感情表出傾向の分析による対話破綻検出, 言語処理学会第23回年次大会, 2017年03月14日, 筑波大学 (茨城県つくば市)

三宅 剛史, 松本 和幸, 吉田 稔, 北 研二, 分散表現を用いた有害表現判別に基づく炎上予測, 人工知能学会インタラクティブ情報アクセスと可視化マイニング研究会, 2017年03月04日, 東京大学 (東京都文京区)

吉田 稔, 松本 和幸, 北 研二, 表形式からの分散表現獲得, 情報処理学会自然言語処理研究会, 2016年12月22日, NTT武蔵野研究開発センタ (東京都武蔵野市)

Kazuyuki Matsumoto, Tanaka Satoshi, Minoru Yoshida, Kenji Kita and Fuji Ren, Ego-state Estimation from Short Texts Based on Sentence Distributed Representation, The 11th International Conference on Natural Language Processing and Knowledge Engineering (国際学会), 2016年12月14日, 沖縄県市町村自治会館 (沖縄県沖縄市)

Akira Fujisawa, Kazuyuki Matsumoto, Minoru Yoshida and Kenji Kita, Improvement of the Histogram for Infrequent Color-Based Illustration Image Classification, The 2nd International Conference on Fuzzy Systems and Data Mining (国際学会), 2016年12月12日, Macau, China

Minoru Yoshida, Kazuyuki Matsumoto and Kenji Kita, Table Topic Models for Hidden Unit Estimation, The 12th Asia Information Retrieval Societies Conference (国際学会), 2016年12月01日, Beijing, China

Kazuyuki Matsumoto, Minoru Yoshida, Kenji Kita, Yunong Wu and Iwasa Fumihiro, Effect of Users Attribute on Emotion Estimation from Twitter, The 2nd IEEE International Conference on Computer and Communications (国際学会), 2016年10月16日, Chengdu, China

21 Kazuyuki Matsumoto, Seiji Tsuchiya, Minoru Yoshida and Kenji Kita, Judgment

- of Slang Based on Character Feature and Feature Expression Based on Slangs Context Feature, International Conference on Soft Computing in Data Science 2016 (国際学会), 2016年09月21日, Kuala Lumpur, Malaysia
- 22 長房 慶, 松本 和幸, 吉田 稔, 北 研二, Deep Convolutional Neural Network による顔画像からの表情識別, 第15回情報科学技術フォーラム, 2016年09月09日, 新潟大学 (新潟県新潟市)
- 23 藤澤 日明, 松本 和幸, 吉田 稔, 北 研二, 出現頻度の低い色に注目した作風に基づくイラスト画像の分類, 第15回情報科学技術フォーラム, 2016年09月09日, 新潟大学 (新潟県新潟市)
- 24 Guoliang Zhang, Kazuyuki Matsumoto, Minoru Yoshida and Kenji Kita, Face Identification based on Deep Learning Using Low Pixel Images, International Conference on "Engineering & Technology, Computer, Basic & Applied Sciences" (国際学会), 2016年07月06日, Beijing, China
- 25 田中 聡, 松本 和幸, 吉田 稔, 北 研二, 情報推薦のための Twitter ユーザの性格分析手法, 人工知能学会全国大会, 2016年06月08日, 北九州国際会議場 (福岡県北九州市)
- 26 藤澤 日明, 松本 和幸, 吉田 稔, 北 研二, 画像特徴量を用いたアスキーアートからの顔文字検出, 人工知能学会全国大会, 2016年06月08日, 北九州国際会議場 (福岡県北九州市)
- 27 松田 紘伸, 吉田 稔, 松本 和幸, 北 研二, Twitterを用いた病気の事実性解析及び知識ベース構築, 人工知能学会全国大会, 2016年06月07日, 北九州国際会議場 (福岡県北九州市)
- 28 藤岡 亮太, 吉田 稔, 松本 和幸, 北 研二, Twitterから抽出したユーザの発言に基づく健康状態の推定, 人工知能学会全国大会, 2016年06月07日, 北九州国際会議場 (福岡県北九州市)
- 29 吉田 稔, 松本 和幸, 北 研二, 表形式のトピックモデルとその数値単位推定への応用, 情報処理学会自然言語処理研究会, 2016年05月17日, 東京工業大学 (東京都目黒区)
- 30 村上侑希, 吉田稔, 松本和幸, 北研二, 深層畳み込みニューラルネットワークを用いた顔認識の精度評価, 電子情報通信学会総合大会学生ポスターセッション, 2016年03月16日~2016年03月16日, 九州大学 (福岡県・福岡市)
- 31 岩朝史展, 松本和幸, 吉田稔, 北研二, Twitterユーザの属性別感情推定の検討, 言語処理学会第22回年次大会, 2016年03月07日~2016年03月11日, 東北大学 (宮城県・仙台市)
- 32 松岡雅也, 松本和幸, 吉田稔, 北研二, トピック変動の分析による俗語の特徴抽出, 情報処理学会自然言語処理研究会, 2016年01月15日~2016年01月15日, 株式会社ミクシィ (東京都・渋谷区)
- 33 Sun Zhuoran, 吉田稔, 松本和幸, 北研二, A Study on the Review Analysis for the Automatic Evaluation of the Product, International Conference on Advances in Business Management and Information Technology (国際学会), 2016年01月13日~2016年01月13日, CITIC Hotel (中国・北京市)
- 34 松本和幸, 吉田稔, 北研二, Sensibility Estimation Method for Youth Slang by Using Sensibility Co-occurrence Feature Vector Obtained from Microblog, 2015 IEEE International Conference on Computer and Communications (国際学会), 2015年10月10日~2015年10月11日, Xinliang Hotel (中国・成都市)
- 35 松本和幸, 秋田恭介, 吉田稔, 北研二, 任福継, Estimate the Intimacy of the Characters Based on Their Emotional States for Application to Non-Task Dialogue, 6th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (国際学会), 2015年09月21日~2015年09月24日, Grand New World Hotel (中国・西安市)
- 36 松本和幸, 吉田稔, Qingmei Xiao, Xin Luo, 北研二, Emotion Recognition for Sentences with Unknown Expressions based on Semantic Similarity by Using Bag of Concepts, 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (国際学会), 2015年08月15日~2015年08月17日, Zhangjiajie Dacheng Hotel (中国・張家界市)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

北 研二 (KITA, Kenji)

徳島大学・大学院社会産業理工学研究部 (理工学域)・教授

研究者番号: 10243734

### (2) 研究分担者

吉田 稔 (YOSHIDA, Minoru)

徳島大学・大学院社会産業理工学研究部 (理工学域)・講師

研究者番号: 40361688

松本 和幸 (MATSUMOTO, Kazuyuki)

徳島大学・大学院社会産業理工学研究部 (理工学域)・助教

研究者番号: 90509754