

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 27 日現在

機関番号：33903

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26330420

研究課題名(和文) 教育文化の仮想的拡張的体験を実現するインタラクティブコンテンツの開発

研究課題名(英文) Development of interactive contents to realize virtual and expanded experience of educational culture

研究代表者

水野 慎士 (Mizuno, Shinji)

愛知工業大学・情報科学部・教授

研究者番号：20314099

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では教育現場やミュージアムなどにおいて、芸術作品の制作、科学的な事象の観察や実験などを仮想的・拡張的に体験できるインタラクティブデジタルコンテンツの開発を行なった。具体的には、縄文土器の文様生成をシミュレーションするシステム、星座の立体構造を直感的に理解するための立体視天体ビューア、お絵描きとダンスを三次元CGで拡張するシステム、走り高跳びを三次元的に観察・分析するシステム、いけばなとデジタル技術を組み合わせたインタラクティブコンテンツなどを開発した。そして、これらの研究成果について、国際論文誌2件、国内論文誌5件、国際会議13件、国内会議36件の発表を行なった。

研究成果の概要(英文)：In this research, we developed interactive digital contents for virtual and expanded experiences of creating artworks, and doing observation and experiments of scientific events at schools and museums.

Specifically, we developed a system to simulate the generation of Jomon pottery, a stereoscopic celestial viewer for intuitive understanding of the constellation's three-dimensional structure, a system that expands painting and dance with 3DCG, a system to analyze running high jump with 3D data, an interactive content combining Ikebana and digital technology, and so on. For these research results, we made presentations on 2 international journals, 5 domestic journals, 13 international conferences, and 36 domestic conferences.

研究分野：画像情報科学

キーワード：仮想拡張体験 CG VR インタラクション 画像処理 立体視

1. 研究開始当初の背景

近年、コンピュータ技術の発達と普及により、多くの人々があらゆる分野でコンピュータやネットワークを活用するようになってきた。これは小学校を始めとする学校教育分野や伝統的な文化財を所蔵、展示、研究する博物館や美術館などのミュージアム分野も例外ではない。例えば、学校現場では生徒の学習意欲や理解度の向上、学習効率の向上、生徒個別学習および協同学習環境の構築などのため、Web教材やマルチメディア教材を活用したり、タブレット端末を用いた教育環境を構築したりするなど、教育現場でのデジタル技術の活用が進められている。また、ミュージアム関連ではデジタルカメラや三次元スキャナを用いた所蔵品の電子保存や形状測定、Webページでの所蔵品の展示やパノラマ写真などを用いたバーチャルミュージアムの他、CGやVRを用いたデジタル展示物などが使われ始めている。しかし、教育分野でのデジタル技術の活用については、ネットワークを用いた遠隔教育や協同学習、学習状況の一括管理など大きく進んだ部分がある一方で、コンテンツについては教科書をデジタル化しただけのものや映像やアニメーションを一方向で提供するものが多いなど、デジタル技術を十分活用できていないと言いがたい。ミュージアムにおいても来館者との十分な対話性のあるデジタルコンテンツの活用は限られている。そのため、教育文化分野でデジタル技術の活用が広まる中で、直感的に利用可能でユーザの興味を引くこともできるインタラクティブコンテンツへの期待が高まっている。

一方、申請者らはこれまで、ミュージアム等を対象とした対話的な三次元CG作成手法に関する研究を行ってきた。ここではCG作成手法に実世界の美術工芸技法を取り入れ、彫刻版画、漆芸沈金、陶芸や古代土器、切り子細工などに着目して、これらの技法の物理モデル駆動に基づくCG作成システムを開発してきた。そして、これらのシステムを実現するために、三次元形状の対話的変形手法、三次元テキストの対話的生成、屈折反射表現の高速化など、立体形状生成、描画に関する基本的な対話操作手法を開発してきた。また、最近ではスケッチブックへのお絵描きを拡張して対話的に三次元CGを作成する技術や、運動視差を用いて空間中に立体映像を提示する技術など、現実世界の一般的なアナログ操作を介してデジタル空間の操作を行うシステムも開発している。これらの技術は教育現場やミュージアム展示におけるインタラクティブコンテンツの開発にも活用可能である。

2. 研究の目的

本研究では教育文化分野でのより有効的なデジタル技術の活用を目指して、教育現場やミュージアム展示で用いるためのインタ

ラクティブコンテンツの開発を行う。特にコンピュータグラフィックス(CG)やバーチャルリアリティ(VR)、センサなどの技術を融合することで、芸術作品の制作、科学的な事象の観察や実験などを仮想的・拡張的に体験することができるインタラクティブコンテンツの開発を行う。

具体的には、現実世界の芸術制作などをデジタル技術で拡張体験できるインタラクティブコンテンツや、実際には観察や体験が困難な事象をCGやVR技術を用いて仮想的に体験することができるインタラクティブコンテンツを開発する。そして、開発したコンテンツを学校やミュージアムに提供しながら実証実験を行うことで、本研究が目指す教育文化用インタラクティブコンテンツの有効性を明らかにする。

3. 研究の方法

本研究では学校教育現場やミュージアム展示で活用できるコンテンツの開発を行うため、対象者の情報分野に関するスキルや年齢は様々である。そこで、申請者がこれまで行ってきたCG、画像処理、インタラクション等に関する研究をベースとして、専門知識を必要とすることなく子供から年配者まで直感的に操作することができるインタフェースを持つインタラクティブコンテンツの開発を行った。

具体的には、新たなインタラクティブコンテンツを実現するため、ビデオカメラから得られるカラー画像や、Kinectなどのセンサから得られる深度情報や骨格情報を活用して、ユーザ動作や周辺情報をリアルタイムで取得する技術や、取得したユーザ動作や周辺情報から三次元CGをリアルタイムで生成したり操作したりする技術、特徴量からサウンドを生成する技術などの開発を行った。また、実世界のアナログ物体を普通に使いながら、デジタル空間を操作する手法を提案して開発した。そして開発したコンテンツを科学館、子供向けワークショップ、芸術イベント等で多くの人々に実際に使用してもらうことで有用性の検証を行った。

4. 研究成果

研究背景と目的に基づいて、学校教育現場やミュージアム展示で活用できるシステムやインタラクティブコンテンツを開発した。具体的には、縄文土器の文様生成シミュレーションに関する研究、運動視差立体視CGシステムの開発とシステムを活用したコンテンツ、お絵描きをデジタル技術で拡張したコンテンツ、走高跳びを三次元的に観察・解析するシステム、物体に光を当ててできる実物影とCG影とのインタラクション手法の開発とこれを応用したインタラクティブコンテンツ、などの開発を行った。

縄文土器の文様生成シミュレーションに関する研究では、仮想空間に構築した粘土と

縄を用いて実際と同様の手段で文様生成を行うシミュレーションを行うとともに、縄の種類と文様との関係进行分析した(図1)。

運動視差立体視 CG システムに関する研究では、ユーザの視点位置を追跡しながら視点に応じた CG をリアルタイムで生成することで運動視差による立体視を実現する手法を開発した。そして、このシステムを活用することで、星座の立体構造を直感的に観察することができる星座ビューアを開発して、名古屋市科学館での展示を行った(図2)。また、テーブル上に置いた物体を瞬時に三次元的にコピーして立体視で提示する擬似的三次元コピー機を開発した(図3)。

お絵描きをデジタル技術で拡張したコンテンツに関する研究では、紙にペンでキャラクターの絵を描いてからダンスすることで、描いたキャラクターが自分の振り付けで CG ステージに登場するお絵描きダンスステージを開発した(図4)。そして、このコンテンツを用いた子供向けワークショップを実施して、500人以上の子供たちにコンテンツを体験してもらった。また、お絵描きに含まれる内容を機械学習で構築した識別機で認識して、お絵描きに合わせたサウンドを生成するシステムの改良を行った。

走高跳びを三次元的に観察・解析するシステムでは、走高跳び競技の様子を Kinect で三次元的にスキャンして、理論的な最高記録やそれを実現するための踏み切り位置の推定などを行うシステムを開発した。

物体に光を当ててできる実物影と CG 影とのインタラクション手法では、影を生成する物体の三次元スキャンと影シミュレーションに基づく影位置の推定手法を開発した。そして、この手法を応用して、いけばなに光を当ててできた影を CG の影とのインタラクションを楽しむコンテンツ(図)を開発した。また、いけばなを配置した空間にプロジェクションマッピングで枯山水を再現してインタラクションを行うコンテンツを開発した。いけばなを活用した2つのコンテンツは華展に展示して、2万人以上の来館者が楽しんだ。

その他、CG、画像処理、センサ技術を用いた様々なインタラクティブコンテンツを開発した。

そして、これらの研究成果について、国際論文誌2件、国内論文誌5件、国際会議13件、国内会議36件の発表を行なった。

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7件)

1. 岩崎妃呂子, 水野慎土, 秋葉陽児, いけばなど CG によるインタラクティブデジタルコンテンツ“デジタル枯山水”と“いけばな影絵”, 情報処理学会論文誌・デジタルコンテンツ, Vol. 5, No. 1, pp. 1-7 (2017.2).
2. S. Mizuno, M. Tsukada, Y. Uehara, Developing a Stereoscopic CG System with Motion Parallax and Interactive Digital Contents on the System for Science Museums, Springer International Journal of Multimedia Tools and Applications, 76, DOI: 10.1007/s11042-015-3236-7, pp. 2515-2533 (2016.1).
3. 内藤将司, 水野慎土, インタラクティブ映像システム“GAYAIT UP”とその応用システムの開発, 芸術科学会論文誌, Vol. 14, No. 4, pp. 140-149 (2015.9).
4. 上原悠永, 水野慎土, 擬似的三次元コピーの生成とインタラクションの実現方法, 情報処理学会論文誌・デジタルコンテンツ, Vol. 3, No. 2, pp. 22-31 (2015.8).
5. 近藤菜々子, 水野慎土, 新たな形状生成手法とインタラクションによる“不思議なスケッチブック”の拡張, 情報処理学会論文誌・デジタルコンテンツ, Vol. 3, No. 2, pp. 10-21 (2015.8).
6. 塚田真未, 水野慎土, 運動視差立体視を用いた三次元 CG 天体ビューアの開発, 芸術科学会論文誌, Vol. 13, No. 3, pp. 134-143 (2014.9).
7. S. Mizuno, K. Takai, M. Ueda, R. Takaki, An Interactive Simulation System to Synthesize Rope Rolling Patterns in a Virtual Space for Archaeologists' Research on Jomon Ware, IIEEJ Transaction on Image Electronics and Visual Computing, Vol. 2, No. 1, pp. 67-75 (2014.6).

[学会発表](計49件)

1. 加藤有人, 中野淳平, 中嶋一臣, 小笠原千紘, 佐藤慎也, 二宮考有希, 成田拓未, 鈴木耀典, 水野慎土, まっぴん Q³: 触れることができる球体へのインタラクティブプロジェクションマッピング, 映像表現・芸術科学フォーラム 2017 論文集, s-06-32, 2pages (2017.3.14, 東京都文京区お茶の水女子大学).

2. 浅井俊樹, 榊原拓実, 水野慎士, 吹き戻し笛を利用したインタラクシヨンの提案, 情報処理学会インタラクシオン 2017 論文集, 3-503-17, pp. 736-738 (2017. 3. 2~4, 東京都中野区明治大学).
3. 中原 由美, 水野慎士, 障子を用いたインタラクティブシステムの開発, 情報処理学会インタラクシオン 2017 論文集, 3-506-25, pp. 771-773 (2017. 3. 2~4, 東京都中野区明治大学).
4. 水野慎士, 複数色 CG 物体生成を可能にする「不思議なスケッチブック」の拡張, 情報処理学会インタラクシオン 2017 論文集, 3-410-66, pp. 889-893 (2017. 3. 2~4, 東京都中野区明治大学).
5. S. Mizuno, E. Watanabe, Proposal of a Visual Function Analyzing System for Fish using Stereoscopic 3DCG with Motion Parallax, Proc. of IWAIT 2017, 1C, 2pages (2017. 1. 8~10, Penang, Malaysia,).
6. 加藤里美, 水野慎士, お絵かきサウンドシステム「らくがっきー」の改良, 情報処理学会研究報告, Vol. 2016-DCC-14, No. 22, 6 pages (2016. 11. 9~10, 福岡県福岡市九州大学).
7. 浅井俊樹, 水野慎士, 吹き戻し笛を用いたデジタルゲームの提案, NICOGRAPH 2016 デモ展示発表 (2016. 11. 4~6, 富山県富山市富山大学).
8. 萩野真歩, 水野慎士, 立体映像共有対戦ゲーム“あっちいけボール”, NICOGRAPH 2016 デモ展示発表 (2016. 11. 4~6, 富山県富山市富山大学).
9. 水野慎士, 2人用テーブルトップ型運動視差立体視 CG システムを用いた立体映像の共有と協調作業, 第 21 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 34C-01 (2016. 9. 14~16, 茨城県つくば市筑波国際会議場).
10. S. Kato, S. Mizuno, Improvement of an Interactive Media System “RAKUGACKY”, Proc. of 2016 International Conference on Cyberworlds (Cyberworlds 2016), pp. 227-230 (2016. 9. 28~30, Chongqiong, China).
11. H. Iwasaki, M. Kondo, R. Ito, S. Sugiura, Y. Oba, S. Mizuno, Interaction with Virtual Shadow through Real Shadow using Two Projectors, SIGGRAPH 2016 Posters (2016. 7. 24~28, Anaheim, USA).
12. S. Mizuno, A Tabletop Stereoscopic 3DCG System with Motion Parallax for Two Users, SIGGRAPH 2016 Posters (2016. 7. 24~28, Anaheim, USA).
13. 水野慎士, 2人用テーブルトップ型運動視差立体視 CG システムとインタラクシオン手法の提案, 情報処理学会 DICOM02016 論文集, pp. 1848-1853 (2016. 7. 6~8, 三重県鳥羽市鳥羽シーサイドホテル).
14. 岩崎妃呂子, 水野慎士, 影内部映像に対するインタラクシヨンの提案, 情報処理学会 DICOM02016 論文集, pp. 1854-1858 (2016. 7. 6~8, 三重県鳥羽市鳥羽シーサイドホテル).
15. 岩崎妃呂子, 水野慎士, 秋葉陽児, いけばなを用いたインタラクティブデジタルコンテンツ“デジタル枯山水”と“いけばな影絵”, 情報処理学会研究報告, Vol. 2016-DCC-13, No. 5, 5pages (2016. 5. 30~31, 石川県野々市市金沢工業大学).
16. 水野慎士, 2人用テーブルトップ型運動視差立体視 CG システムの提案とその実現方法, 情報処理学会研究報告, Vol. 2016-DCC-13, No. 12, 5pages (2016. 5. 30~31, 石川県野々市市金沢工業大学).
17. 宮坂健寛, 水野慎士, 渡辺英治, 運動視差立体視を用いた魚の視覚機能解析システムの提案, 情報処理学会第 78 回全国大会論文集, 3L-07 (2016. 3. 10~12, 神奈川県横浜市慶応義塾大学).
18. 堂下郁弥, 水野慎士, 椅子の座面を利用したインタラクティブ映像コンテンツの提案, 情報処理学会第 78 回全国大会論文集, 5L-04 (2016. 3. 10~12, 神奈川県横浜市慶応義塾大学).
19. 上原悠永, 水野慎士, 擬似的三次元コピー機のインタラクシオン拡張法とその応用, 情報処理学会第 78 回全国大会論文集, 1ZB-03 (2016. 3. 10~12, 神奈川県横浜市慶応義塾大学).
20. 水野慎士, 岩崎妃呂子, 近藤桃子, 伊藤玲, 杉浦沙弥, 大葉有香, 実物影シミュレーションと2台のプロジェクタによるインタラクティブシャドウ, 情報処理学会インタラクシオン 2016 論文集, 163C43, pp. 937-942 (2016. 3. 2~4, 東京都千代田区科学技術館).

21. 松末千佳, 水野慎土, "MO-LIVE"&"ぼっちセッション": 身体動作とスキンシップでサウンドを生成するシステム, 情報処理学会インタラクシオン 2016 論文集, 162C46, pp.668-673 (2016.3.2~4, 東京都千代田区科学技術館).
22. 水野慎土, 岩崎妃呂子, 伊藤玲, 近藤桃子, 杉浦沙弥, 大葉有香, 実物影のシミュレーションに基づく仮想影とのインタラクシオン, 情報処理学会研究報告, Vol. 2016-DCC-12, No. 30, 6pages (2016.1.21,22, 熊本県天草市天草市民センター).
23. C. Matsusue, S. Mizuno, Proposal of a Sound Generation System based on Body Motion and Contact, Proc. of IWAIT 2016, p.1B-20, 4pages (2016.1.6~8, Busan, Korea).
24. 中嶋一臣, 成田拓未, 小笠原千紘, 加藤有人, 佐藤慎也, 鈴木耀典, 中野淳平, 二宮考有希, 水野慎土, デジタルコンテンツ "まっぴんきゅー" の提案, 日本社会情報学会中部支部/芸術科学会中部支部合同研究発表会 (2015.12.26, 名古屋市千種区名古屋大学).
25. 加藤里美, 水野慎土, お絵描きからサウンドを生成する「らくがっきー」の絵の認識精度の向上, 第13回情報学ワークショップ WiNF2015 論文集, 4 pages (2015.12.5, 名古屋市天白区名城大学).
26. 水野慎土, ダンスパフォーマンス "neorevo2014 - noise"および"WASABEATS"のためのインタラクティブデジタルエフェクト, 情報処理学会研究報告, Vol. 2015-DCC-11, No. 7, 4 pages (2015.11.9, 東京都八王子市多摩美術大学).
27. H. Iwasaki, M. Kondo, R. Ito, S. Sugiura, Y. Oba, S. Mizuno, Interaction with Virtual Shadows by Real Shadows based on Shadow Simulation, SIGGRAPH Asia 2015 (2015.11.2~5, Kobe, Japan).
28. H. Iwasaki, M. Kondo, R. Ito, S. Sugiura, Y. Oba, S. Mizuno, Interaction with Virtual Shadows by Real Shadows based on Shadow Simulation, ACM SIGGRAPH VRCAI 2015, 2 pages (2015.10.30~11.1, Kobe, Japan).
29. H. Iwasaki, M. Kondo, R. Ito, S. Sugiura, Y. Oba, S. Mizuno, A Method of Touching and Moving Virtual Shadows with Real Shadows, CyberWorlds 2015, pp. 359-360 (2015.10.7~9, Visby, Sweden).
30. S. Mizuno, N. Kondo, Creating 3DCG Objects like Toy Blocks from a Picture on a Sketchbook, Proc. of 2015 International Conference on Cyberworlds (Cyberworlds 2015), pp. 373-374 (2015.10.7~9, Visby, Sweden).
31. 岩崎妃呂子, 伊藤玲, 近藤桃子, 杉浦沙弥, 大葉有香, 水野慎土, 実物の影による仮想の影とのインタラクシオン手法の提案, 情報処理学会エンタテインメントコンピューティング 2015 論文集, pp. 40-45 (2015.9.25~27, 北海道札幌市札幌教育文化会館).
32. S. Mizuno, M. Isoda, R. Ito, M. Okamoto, S. Sugiura, M. Kondo, Y. Nakatani, M. Hirose, Sketch Dance Stage, SIGGRAPH 2015, Posters, 1 page (2015.8.9~13, Los Angeles, USA).
33. 水野慎土, 磯田麻梨乃, 伊藤玲, 岡本芽唯, 近藤桃子, 杉浦沙弥, 中谷有希, 廣瀬元美, インタラクティブコンテンツ「お絵描きダンスステージ」の開発, DICOMO2015 論文集, pp. 1841-1846 (2015.7.8~10, 岩手県安比高原ホテル安比グラウンド).
34. 松末千佳, 水野慎土, 身体動作とスキンシップに基づくサウンド生成システムの提案, DICOMO2015 論文集, pp. 1847-1851 (2015.7.8~10, 岩手県安比高原ホテル安比グラウンド).
35. 植田真, 水野慎土, 高井健吾, 横山真, 千葉史, 秋山雅彦, 門脇智, 高木隆司, 3D計測技術を用いた考古資料の接合研究 - 旧石器時代研究における新しい資料の認識にむけて -, 日本考古学協会第81回総会研究発表会 (2015.5.23~24, 東京都八王子市帝京大学).
36. 水野慎土, 内藤将司, 岡部紗千子, 磯田麻梨乃, 伊藤玲, 岡本芽唯, 近藤桃子, 杉浦沙弥, 中谷有希, 廣瀬元美, 「お絵描きダンスステージ」の提案, 情報処理学会インタラクシオン 2015 論文集, C69, pp. 989-993 (2015.3.5~7, 東京都江東区日本科学未来館).
37. 近藤菜々子, 水野慎土, 不思議なスケッチブックを用いたワークショップ実施とシステム拡張, 情報処理学会研究報告, Vol. 2015-DCC-9, No. 2, 7 pages (2015.1.26~27, 長崎県五島市福江文化会館).

38. S. Mizuno, M. Naito, S. Okabe, M. Isoda, R. Ito, M. Okamoto, S. Sugiura, M. Kondo, Y. Nakatani, M. Hirose, Development of Interactive Digital Contents for Local Revitalization, Proc. of IWAIT/IFMIA 2015, OS-23-563(4 pages) (2015. 1. 11~13, Tainan, Taiwan).
39. 松井雪治, 水野慎士, 得点なにそれ: 初心者支援のための麻雀自動得点計算アプリケーションの開発, 情報処理学会研究報告, Vol. 2014-EC-34, No. 10, 6 pages (2014. 12. 19~20, 福岡県福岡市九州大学).
40. 水野慎士, 内藤将司, 岡部紗千子, 磯田麻梨乃, 伊藤玲, 岡本芽唯, 近藤桃子, 杉浦沙弥, 中谷有希, 廣瀬元美, インタラクティブデジタルコンテンツを用いた地域活性化, NICOGRAPH2014 論文集, pp. 133-134 (2014. 11. 3~4, 愛知県豊田市愛知工業大学).
41. 内藤将司, 水野慎士, インタラクティブ映像システム"GAYAIT UP"とその応用, NICOGRAPH2014 論文集, pp. 95-100 (2014. 11. 3~4, 愛知県豊田市愛知工業大学).
42. S. Mizuno, J. Guo, A Proposal of High Jump Training Support System Using Three-Dimensional Jumping Data, Proc. of IEVC 2014, 2P-11(4 pages) (2014. 10. 7~10, Koh Samui, Thailand).
43. 内藤将司, 水野慎士, "GAYAIT UP"の提案, 第19回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, pp. 582-585 (2014. 9. 17~19, 愛知県名古屋市名古屋大学).
44. Y. Uehara, S. Mizuno, A Virtual 3D Photocopy System, SIGGRAPH 2014 Posters (2014. 8. 10~14, Vancouver, Canada).
45. N. Kondo, S. Mizuno, Enhancement of "Amazing Sketchbook" in 3DCG Generation and Interaction, Proc. of NICOGRAPH International 2014, pp. 89-92 (2014. 5. 30~6/1, Visby, Sweden).
46. 上原悠永, 水野慎士, 擬似的三次元コピーの生成とインタラクションの実現方法, DICOMO 2014 論文集, pp. 2012-2018 (2014. 7. 9~11, 新潟県新発田市月岡温泉).
47. 近藤菜々子, 水野慎士, 新たな形状生成手法とインタラクションによる"不思議なスケッチブック"の拡張, DICOMO 2014 論文集, pp. 1436-1442 (2014. 7. 9~11, 新潟県新発田市月岡温泉).
48. 植田真, 高井健吾, 水野慎士, 高木隆司, CGによる縄文原体の復元と回転施文のシミュレーション, 日本考古学協会第80回総会研究発表会 (2014. 5. 17~18, 東京都世田谷区日本大学).
49. 水野慎士, 宮澤陽介, シーン自動認識を用いたお絵描きシステム, 情報処理学会研究報告, Vol. 2014-DCC-7, No. 20, 5 pages (2014. 5. 14~15, 神奈川県横浜市情報セキュリティ大学院大学).

[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]

ホームページ等

<http://aitech.ac.jp/cgmedia/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

水野 慎士 (MIZUNO, Shinji)

愛知工業大学・情報科学部・教授

研究者番号: 20314099

(2) 研究分担者

安田 孝美 (YASUDA, Takami)

名古屋大学大学院・情報科学研究科・教授

研究者番号: 60183977

(3) 連携研究者

(4) 研究協力者