

平成22年 5月27日現在

研究種目：基盤研究(A)  
 研究期間：2007～2009  
 課題番号：19200055  
 研究課題名（和文） 実世界での実験・実習・体験と u-Learning の融合  
 研究課題名（英文） Integration of u-Learning into Experimentation, Practical Work and Experience in the Real World

## 研究代表者

矢野 米雄 (YANO YONEO)  
 徳島大学・大学院リソテックサイエンス研究部・教授  
 研究者番号：40035663

研究成果の概要（和文）：携帯情報端末、センサ、マルチメディアコンテンツやワイヤレスネットワークといったユビキタス技術を用い、「現実世界と仮想世界」、「講義と実践」のギャップを埋めるユビキタス学習システムを開発・評価した。

研究成果の概要（英文）：In this study, we developed and evaluated ubiquitous learning systems that close the gap between real world and virtual world, and lecture and practice. The systems are based on ubiquitous technologies such as mobile devices, sensors, multimedia contents and wireless networks.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	16,100,000	4,830,000	20,930,000
2008年度	7,300,000	2,190,000	9,490,000
2009年度	7,300,000	2,190,000	9,490,000
年度			
年度			
総計	30,700,000	9,210,000	39,910,000

研究分野：教育情報工学

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：ユビキタス学習、語学学習、学習コミュニティ、実世界エージェント

## 1. 研究開始当初の背景

ユビキタスコンピューティング環境が現実のものとなる中、日常的な学びをいかに支援するかが重要な課題となっていた。特に、「現実世界と仮想世界」、「講義と実践」のギャップを埋めるユビキタス学習システムに対する期待は大きく、e-Learning が急速に普及する中であって、現実世界における実験・実習・体験を通じて理論だけでなく応用についても深く学ぶことは社会が求める学習形態のひとつであった。

技術的には、携帯情報端末、センサやワイヤレスネットワークなどのユビキタス技術をいかにユビキタス学習システムに有機的に取り入れ設計・開発するかが焦点となっており、我々の研究グループが提案開発した u-Learning がその先駆けであった。

## 2. 研究の目的

(1) 大学などの講義で学んだ理論や方法などの内容（理論中心）と、実験や実習などの実世界での実践の学習場（応用中心）をシー

ムレスに関連づけ、理論と応用のギャップを埋めることができる、ユビキタス学習のための知識情報基盤を開発・評価する。

(2) 講義映像や web ページなどの e-Learning コンテンツを利用した、コンピュータ上での仮想世界での学びと、教室での講義や体験や実験・実習などの現実世界での学びを関連づけ、仮想世界と現実世界での学びのギャップを埋める学習環境を開発・評価する。

(3) ユーザの立場に立ち、人間を中心にした使いやすいシステムのインタフェースを提供する。

### 3. 研究の方法

下記の研究課題を設定し、それらに対応するシステムの設計・開発・評価に取り組んだ。

(1) 日常的知識の蓄積の支援：場所や時間などの状況に依存した知識の記述・共有方式を提案し、「現実世界と仮想世界」、「講義と実践」を融合するユビキタス学習のための知識基盤を構築する。

(2) 知識アウェアネスの適応的な支援：学習者モデルやプロフィールを参照し、学習者の状況（場所や時間）に応じて、適応的に知識に気づかせ、好奇心を触発する、知識アウェアネスを提案する。

(3) 日常的インタラクションの支援：学習者同士の会話を、エージェント技術を用いて支援したり、教室の外から講義に円滑に参加できる、現実世界と仮想世界を融合するインタフェースを提供する。

(4) 学習コミュニティの形成・維持の支援：学習者同士が、現実世界あるいは仮想世界において、知識アウェアネスを通じて出会い、協調学習コミュニティを形成・維持する過程の支援方法を提案する。

### 4. 研究成果

主な研究成果を以下に示す。

(1) 語学を対象としたユビキタス学習システム

実世界オブジェクトに取り付けられた RFID と連動して、対応する英単語をクイズ形式で PDA に提示するシステム“TANGO”を開発・評価した。実際にモノを観察しながらゲーム感覚で学習できるなど、通常の講義の延長として、いつもと異なる学習環境により学習者の興味や学習意欲を向上させるなどの効果を確認した。

RFID や赤外線通信などにより、場所や状況、対話相手を認識し、適切な日本語の待遇表現を PDA に表示するシステム“JAPELAS2”を開発・評価した。留学生に対する座学での日本語教育を補完する形で使用し、待遇表現の理解を深めるなどの効果を確認した。

光、振動、温度や湿度といったセンサデータを基に擬音語・擬態語を学ばせるシステム“JAMIOLAS”を開発・評価した。実際の感覚とともに覚えることができ効果的であるなどの意見を得た。

学習者が GPS 付き PDA を持ちながら屋外の指定場所で学習タスクをこなした後、その学習記録を共有できるシステム“LOCH”を開発・評価した。留学生対象の日本語学習ワークショップで使用し、屋外で学ぶことや学習記録の共有と再考により、学習の興味を継続するなどの効果を確認した。

(2) 講義と e-Learning を連動させるユビキタス学習システム

e-Learning での学習履歴等から選定された復習教材を、講義間の休憩時間に PDA 上に提示するシステムを開発・評価した。その結果、講義間の短時間復習ではあるが、理解度を向上させたり、更なる復習を動機付けたりする効果を確認した。

e-Learning 教材を学内の休憩スペース等に設置したデジタルサイネージに配信するシステム“Niche-Learning”を開発した。休憩時間に学生が友人とともに教材を閲覧し、議論しながら知識を構築するといった効果が期待できる。

(3) 実世界エージェントを導入したユビキタス学習システム

従来の映像による遠隔講義に、実世界エージェント（アバタ）を導入し、学習状態や意志をアバタの動作で表現できる、よりリアルにシームレスに講義に参加できるシステムを開発した。講義への導入実験により、多様なインタラクションが観察され、講義への参加感の向上などを確認した。

(4) 学習コミュニティを基盤とするユビキタス学習システム

学習者が教材映像を共有し、その映像にアノテーションを付けて再生できるシステム“LORAMS”（図1）を開発・評価した。講義外での映像共有による学習が学習意欲向上に繋がるなどの効果を確認した。



図1 LORAMS

学習者コミュニティの中で、学習対象への興味等から学習者の関連性を見つけ、教材や学習支援者を推薦する“PERKAM”を開発・評価した。関連性を可視化する知識ウェアネスが学習にとって有益であることなどが分かった。

運動スキル学習を対象に、学習者コミュニティで運動履歴や生体情報（脈拍等）、運動映像をアノテーションとともに共有するシステムを開発した。さらに、拡張機能として、映像解析結果を基にしたアドバイス提示、仮想運動者と運動スキルを競うシミュレータも実装している。

(5) ユビキタス学習システム間連携基盤

現実世界と仮想世界を統合して取り扱う各ユビキタス学習システムにおいて、シングル・サイン・オンやデータ連携といった基盤形成が必要となったため、Shibboleth 認証基盤を構築している。

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 40 件)

- 1) J. Zhu, X. Liu, Y. Urano and Q. Jin, A Novel WYSIWYG Approach for Generating Cross-Browser Web Data, Proc. of ICCSA 2010, pp.155-164, 2010, 査読有.
- 2) N.Y. Yen, T.K. Shih, Q. Jin, H. Hsu and L.R. Chao, Trend of E-Learning: The Service Mashup, International Journal of Distance Education Technologies, Vol.8, No.1, pp.69-88, 2010, 査読有.
- 3) Masahiro Nakagawa, Kazuhide Kanenishi, Kenji Matsuura, Yasuo Miyoshi, Hiroyuki Mitsuahara, Yoneo Yano, Authentication and Authorization exchange for University Federation, Proc. of ICCE 2009, pp.477-479, 2009, 査読有.
- 4) Yuki Ishikawa, Kazuhide Kanenishi, Kenji Matsuura, Hiroyuki Mitsuahara and Yoneo Yano, Design and Implementation of scrapbook function for e-Portfolio, Proc. of ICCE 2009, pp.483-485, 2009, 査読有.
- 5) Naka Gotoda, Kenji Matsuura, Takuji Hirano, Toyoaki Nabeshima, Kazuhide Kanenishi, Yoneo Yano, Supporting Skill Awareness for Runners through Sensor Network, Proc. of ICCE 2009, pp.618-622, 2009, 査読有.
- 6) Kenji Matsuura, Naka Gotoda, Shinji Ootsuka, Toyoaki Nabeshima, Yoneo Yano, Supporting Joggers in a Web-Community with Simulation and Annotation Functions, Workshop Proc. of ICCE 2009, pp.119-123, 2009, 査読有.
- 7) H. Chen and Q. Jin, Ubiquitous Personal Study: A Framework for Supporting Information Access and Sharing, Special Issue on Intelligent Systems and Services for Ubiquitous Computing, Journal of Personal and Ubiquitous Computing, Vol.13, No.7, pp.539-548, 2009, 査読有.
- 8) Yasuo Miyoshi, Ryo Okamoto, Kazuhide Kanenishi, Yoneo Yano, A Design of Social Networking Service for Supporting Learning Habits Development, Proc. of CELDA 2009, pp.396-399, 2009, 査読有.
- 9) Hiroyuki Mitsuahara, Junko Matsumoto, Noriko Uosaki, Mihoko Teshigawara, Kenji Kume, Yoneo Yano, Niche-Learning: New Learning Style Using Public Display System, Proc. of ED-MEDIA 2009, pp.1167-1175, 2009, 査読有.
- 10) R.Y. Shtykh, Y. Zhu and Q. Jin, A Context-Aware Framework for Flowable Service, Proc. of MUE2009, pp. 251-256, 2009, 査読有.
- 11) R.Y. Shtykh, Q. Jin, G. Zhang and R. Huang, Information Sharing across Diverse Media Platforms with Reconfigurable User Grouping, Proc. of ACSE 2009, pp. 89-94, 2009, 査読有.
- 12) Hiroaki Ogata, Toru Misumi, Yoshiki Matsuka, Moushir M. El-Bishouty, Yoneo Yano, A Framework for Capturing, Sharing and Comparing Learning Experiences in a Ubiquitous Learning Environment, International Journal of Research and Practice in Technology Enhanced Learning, Vol.3, No.3, pp.297-312, 2008, 査読有.
- 13) Kenji Matsuura, Naka Gotoda, Keiji Niki, Kazuhide Kanenishi, Yoneo Yano, Supporting multi-step annotation to promote reflective learning: triggered by a cell-phone, International Journal of Mobile Learning and Organization, Inderscience Publisher, Vol.2, No.2, pp.119-132, 2008, 査読有.
- 14) Toyoaki Nabeshima, Kenji Matsuura, Kazuhide Kanenishi, Yoneo Yano, Adaptive High-Speed Delivery of e-Learning Contents, Proc. of E-Learn

- 2008, pp.3864-3872, 2008, 査読有.
- 15) Moushir M. El-Bishouty, Hiroaki Ogata, Gerardo Ayala and Yoneo Yano, Proc. of Personalized Recommendations for Ubiquitous Learning Environments, ICCE 2008 Theme-Based Doctoral Student Consortium for CUMTEL & DIGITEL, pp.17-18, 2008, 査読有.
  - 16) Masayuki Miyata, Hiroaki Ogata, Tomoo Kondo, and Yoneo Yano, Supporting Japanese Mimetic Words and Onomatopoeia Learning with Wireless Sensor Networks for Overseas Students, Workshop Proceedings: Supplementary Proc. of ICCE 2008, pp.211-216, 2008, 査読有.
  - 17) Toru Misumi, Hiroaki Ogata, Yoshiaki Matsuka, Moushir M. El-Bishouty and Yoneo Yano, Supporting Ubiquitous Learning by Linking Physical Objects and Videos, Workshop Proceedings: Supplementary Proc. of ICCE 2008, pp.225-232, 2008, 査読有.
  - 18) Hiroyuki Mitsuhashi, Kazuhide Kanenishi, Yoneo Yano, Handheld Review: Ubiquitous Technology-Based Method to Bridge Class and e-Learning, Proc. of ICCE 2008, pp.635-642, 2008, 査読有.
  - 19) Masayuki Miyata, Hiroaki Ogata, Tomoo Kondo, Yoneo Yano, JAMIOLAS2.0: Supporting to Learn Japanese Mimetic Words and Onomatopoeia with Wireless Sensor Networks, Proc. of ICCE 2008, pp.643-650, 2008, 査読有.  
(Best Paper Runner-Up Award)
  - 20) Moushir El-Bishouty, Hiroaki Ogata, Gerardo AYALA, Yoneo Yano, Object-Oriented Recommendation (OOR) for Ubiquitous Learning Environments, Proc. of ICCE 2008, pp.673-680, 2008, 査読有.
  - 21) Hiroaki Ogata, Makoto Wada, Li Hui Gan, Yoneo Yano, Supporting a Decision Making for Task Assignments in Language Learning Outside Classroom with Handhelds, Proc. of ICCE 2008, pp.713-720, 2008, 査読有.
  - 22) Toru Misumi, Hiroaki Ogata, Yoshiaki Matsuka, Moushir El-Bishouty, Yoneo Yano, Comparing Learning Experiences by Linking Physical Objects and Videos, Proc. of ICCE 2008, pp.743-747, 2008, 査読有.
  - 23) Moushir M. El-Bishouty, Hiroaki Ogata and Yoneo Yano, A Model of Personalized Collaborative Computer Support Ubiquitous Learning Environment, Proc. of ICALT 2008, pp.97-101, 2008, 査読有.
  - 24) Hiroaki Ogata, Li Hui Gan, Makoto Wada, Yoneo Yano, Supporting Task Assignments for Language Learning Outside Classroom with Handhelds, Proc. of ICALT 2008, pp.814-818, 2008, 査読有.
  - 25) 緒方広明, 和田誠, 上田崇仁, 大石寧子, 矢野米雄, LOCH:留学生のためのモバイル日本語学習支援システムの開発, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.91-D, No.2, pp.220-228, 2008, 査読有.
  - 26) 松浦健二, 仁木啓司, 後藤田中, 金西計英, 矢野米雄, スライド教材の編集による教育・学習支援環境の試作, 電子情報通信学会和文論文誌 D, Vol.91-D, No.2, pp.259-268, 2008, 査読有.
  - 27) Hiroyuki Mitsuhashi, Shunsuke Nakaya, Kazuhide Kanenishi, Yoneo Yano, E-Notebook Tool for Effective Knowledge Construction from Web: Encouragement of Multi-Perspective Thinking and Prevention of Copy and Paste, Proc. of WBE 2008, pp.406-411, 2008, 査読有. (Best Paper Award)
  - 28) H. Chen, N. Ikeuchi, and Q. Jin, Implementation of Ubiquitous Personal Study Using Web 2.0 Mash-up and OSS Technologies, Proc. of IEEE AINA2008/UASS2008, pp.1573-1578, 2008, 査読有.
  - 29) Moushir M. El-Bishouty, Hiroaki Ogata, Yoneo Yano, PERKAM: Personalized Knowledge Awareness Map for Computer Supported Ubiquitous Learning, Educational Technology and Society Journal, Vol.10, No.3, pp.122-134, 2007, 査読有.
  - 30) Chengjiu Yin, Hiroaki Ogata and Yoneo Yano, Participatory simulation framework to support learning computer science, International Journal of Mobile Learning and Organisation, Vol.1, No.3, pp.288-304, 2007, 査読有.
  - 31) Chengjiu Yin, Hiroaki Ogata, Yuqin Liu and Yoneo Yano, JAPELAS2: Japanese Polite Expressions Learning Assisting System in Ubiquitous Environments, Supporting Learning Flow through Integrative

- Technologies, T. Hirashima et al. (Eda.), ISO Press, 2007, pp.471-478, 2007, 査読有.
- 32) Hiroaki Ogata, Tomoo Kondo, Chengjiu Yin, Yuqin Liu and Yoneo Yano, Computer Supported Ubiquitous Learning Environment for Japanese Mimicry and Onomatopoeia with Sensors, Supporting Learning Flow through Integrative Technologies, T. Hirashima et al. (Eda.), ISO Press, 2007, pp.463-470, 2007, 査読有.
- 33) Hiroaki Ogata, Kazuya Terai, Takaaki Shinto, Wataru Bando and Yoneo Yano, Supporting Awareness in Real-Time Distance Learning with a Real-World Avatar, Supporting Learning Flow through Integrative Technologies, T. Hirashima et al. (Eda.), ISO Press, 2007, pp.425-429, 2007, 査読有.
- 34) Li Hui Gan, Hiroaki Ogata, Makoto Wada, Yasuko Oishi, Takahito Ueda, Yoneo Yano, Language Learning Outside the Classroom Using Handhelds with Knowledge Management, Supporting Learning Flow through Integrative Technologies, T. Hirashima et al. (Eda.), ISO Press, 2007, pp.361-368, 2007, 査読有.
- 35) Moushir M. El-Bishouty, Hiroaki Ogata and Yoneo Yano, Detection, Recommendation and Collaboration: Knowledge Awareness Map in Compute Supported Ubiquitous Learning, Supporting Learning Flow through Integrative Technologies, T. Hirashima et al. (Eda.), ISO Press, 2007, pp.305-312, 2007, 査読有.
- 36) Hiroaki Ogata, Yoshiki Matsuka, Moushir M. El-Bishouty, Yoneo Yano, LORAMS: Linking Physical Objects and Videos for Ubiquitous Learning, Supporting Learning Flow through Integrative Technologies, Hiroshima, T. Hirashima et al. (Eda.), ISO Press, 2007, pp.297-304, 2007, 査読有.
- 37) Chengjiu Yin, Hiroaki Ogata, Yuqin Liu, Yoneo Yano, PDA-based Languages System for Learning Japanese Polite Expression, The Supplementary Proc. of ICCE 2007 WS/DSC, Vol.1, pp.69-74, 2007, 査読有.
- 38) Makoto Wada, Hiroaki Ogata, Li Hui Gan, Yasuko Oishi, Takahito Ueda, Yoneo Yano, Implementation of Language Learning Outside the Classroom with Handhelds, The Supplementary Proc. of ICCE 2007 WS/DSC, Vol.1, pp.48-52, 2007, 査読有.
- 39) Hiroaki Ogata, Yoshika Matsuka, Moushir EL-Bishouty, Yoneo Yano, Linking Physical Objects and Videos toward Computer Supported Ubiquitous Learning, Proc. of The Third International Conference on Collaboration Technologies 2007, pp.153-158, 2007, 査読有.
- 40) Hiroaki Ogata, Yoshiki Matsuka, Moushir El-Bishouty, Yoneo Yano, LORAMS: Capturing, Sharing and Reusing Experience by Linking Physical Objects and Videos, Proc. of the Workshop on Pervasive Learning 2007, pp.34-42, 2007, 査読有.
- [学会発表] (計 21 件)
- 1) 高浪祐輔, 金西計英, 松浦健二, 光原弘幸, 矢野米雄, SNS を用いたモチベーション維持支援システムの開発, 平成 21 年度電気関係学会四国支部連合大会講演論文集, 愛媛大学, 2009 年 9 月 26 日.
  - 2) 村上博希, 金西計英, 松浦健二, 光原弘幸, 矢野米雄, 学習者間の相互評価による学習効果について, 平成 21 年度電気関係学会四国支部連合大会講演論文集, 2009 年 9 月 26 日, 愛媛大学.
  - 3) 久和広実, 金西計英, 松浦健二, 光原弘幸, 矢野米雄, Pukiwiki を基にした演習問題共有システムの構築について, 平成 21 年度電気関係学会四国支部連合大会講演論文集, 2009 年 9 月 26 日, 愛媛大学.
  - 4) 光原弘幸, 赤塚将人, 北村聡洋, 金西計英, 矢野米雄, 仮想通貨を用いる知識売買環境への変動相場制の導入, FIT2009(第 8 回情報科学技術フォーラム第 4 分冊), 平成 2009 年 9 月 2 日-4 日, 東北工業大学.
  - 5) 三好康夫, 岡本竜, 金西計英, 矢野米雄, 習慣化支援 SNS の設計に向けた事前調査, 教育システム情報学会第 34 回全国大会講演論文集, 2009 年 8 月 19-21 日, 名古屋大学.
  - 6) 松井俊憲, 伊勢直史, 光原弘幸, 金西計英, 矢野米雄, 学習意欲向上のための教室空間演出システムの試用実験, 教育システム情報学会第 34 回全国大会講演論文集, 2009 年 8 月 19-21 日, 名古屋大学.
  - 7) 細井一穂, 光原弘幸, 金西計英, 矢野米雄, Web からのレポート作成を対象とした学習活動 e-Portfolio 機能の提案, 教育システム情報学会第 34 回全国大会講演論文集, 2009 年 8 月 19-21 日, 名古屋大

- 学。
- 8) 三角徹, 緒方広明, 松家好希, 矢野米雄, 実世界オブジェクトと映像のリンクによる体験の共有と比較, 日本教育工学会第24回全国大会講演論文集, pp.45-48, 2008年10月11-13日, 上越教育大学。
  - 9) Samia Rahman, Moushir M. ElBishouty, Hiroaki Ogata, Yoneo Yano, Visualization of Social Knowledge Awareness Map for Computer Supported Ubiquitous Learning, 平成20年度電気関係学会四国支部連合大会講演論文集, 2008年9月27日, 徳島大学。(Best Presentation Award)
  - 10) Bin Hou, Masayuki Miyata, Hiroaki Ogata, Yoneo Yano, JAMIOLAS: Supporting to Learn Japanese Mimicry and Onomatopoeia with Online Weather Information, 平成20年度電気関係学会四国支部連合大会講演論文集, 2008年9月27日, 徳島大学。
  - 11) 生藤武, 近藤智央, 緒方広明, 板東亘, 矢野米雄, 実世界アバタを用いた同期型遠隔講義支援, 教育システム情報学会第33回全国大会講演論文集, 2008年9月3-5日, 熊本大学。
  - 12) 宮田雅之, 緒方広明, 近藤智央, 矢野米雄, ワイヤレスセンサネットワークを用いたオノマトペ学習支援システムの構築, 教育システム情報学会第33回全国大会講演論文集, 熊本大学, 2008年9月3-5日, 北九州学術研究都市。
  - 13) 中川雄仁, 三好康夫, 松浦健二, 矢野米雄, SBMとの連携による年表推薦機能を持つ歴史年表作成システム, 電子情報通信学会技術研究報告, 2008年7月18日, 淡路市。
  - 14) 鍋島豊晶, 松浦健二, 金西計英, 矢野米雄, eラーニング教材の短縮制御による学習時間の有効活用支援, 電子情報通信学会2008年総合大会講演論文集, 2008年3月18-20日, 北九州学術研究都市。
  - 15) 中田一平, 松浦健二, 金西計英, 矢野米雄, ソーシャルネットワークを活用したインフォーマルな論文レビュー環境の構築, 電子情報通信学会2008年総合大会講演論文集, 2008年3月18-20日, 北九州学術研究都市。
  - 16) 光原弘幸, 伊勢直史, 金西計英, 矢野米雄, ユビキタス機器を用いて学生に復習させる方法, 日本教育工学会第23回全国大会講演論文集, 2007年9月22-24日, 早稲田大学。
  - 17) 伊勢直史, 光原弘幸, 金西計英, 矢野米雄, 学習履歴を用いた不正出席防止機能の提案-PDAとRFIDタグを用いたBlended Learning支援システムを対象

として, 教育システム情報学会第32回全国大会講演論文集 CD-ROM版, 2007年9月12-14日, 信州大学。

- 18) 山田勝啓, 松浦健二, 金西計英, 矢野米雄, スライド教材を利用した講義要約による学習支援, 教育システム情報学会第32回全国大会講演論文集 CD-ROM版, 2007年9月12-14日, 信州大学。

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

矢野 米雄 (YANO YONEO)  
徳島大学・大学院シテックサイエンス研究部・教授  
研究者番号: 40035663

### (2) 研究分担者

金西 計英 (KANENISHI KAZUHIDE)  
徳島大学・大学開放実践センター・教授  
研究者番号: 80204577  
緒方 広明 (OGATA HIROAKI)  
徳島大学・大学院シテックサイエンス研究部・准教授  
研究者番号: 30274260  
松浦 健二 (MATSUURA KENJI)  
徳島大学・高度情報化基盤センター・准教授  
研究者番号: 10363136  
光原 弘幸 (MITSUHARA HIROYUKI)  
徳島大学・大学院シテックサイエンス研究部・講師  
研究者番号: 90363134  
三好 康夫 (MIYOSHI YASUO)  
高知大学・教育研究部自然科学系・助教  
研究者番号: 20380115  
金 群 (JIN QUN)  
早稲田大学・人間科学学術院・教授  
研究者番号: 20274251  
柏原 昭博 (KASHIHARA AKIHIRO)  
電気通信大学・電気通信学部・准教授  
研究者番号: 10243263  
(H20→H21: 連携研究者)  
杉本 雅則 (SUGIMOTO MASANORI)  
東京大学・新領域創成科学研究科・准教授  
研究者番号: 90280560  
(H20→H21: 連携研究者)

### (3) 連携研究者

柏原 昭博 (KASHIHARA AKIHIRO)  
電気通信大学・電気通信学部・准教授  
研究者番号: 10243263  
杉本 雅則 (SUGIMOTO MASANORI)  
東京大学・新領域創成科学研究科・准教授  
研究者番号: 90280560