

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 1 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23501092

研究課題名(和文)成長型教授設計プロセスのためのクラウド型教育環境の構築

研究課題名(英文)Development of Cloud Educational Environment for Progressive Instructional Design Process Model

研究代表者

三石 大(MITSUISHI, Takashi)

東北大学・教育情報基盤センター・准教授

研究者番号：50305306

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、我々がこれまで提案してきた成長型教授設計プロセスモデルであるダブルループ教授設計プロセスモデルに基づき、オンライン上での授業計画や教材データの管理、授業実施結果の蓄積・確認、ならびに実施結果の再利用による授業の改善・高度化を可能とするための手法を開発した。また、提案手法に基づくシステムを利用した実験結果から、その有効性および実現可能性を確認した。さらに本研究では、より、高度な対話性の要求される語学教育にも対象を広げ、その学習プロセスモデルと教材設計手法について議論し、提案教授設計プロセスモデルの適用可能性を確認した。

研究成果の概要(英文)：In this study, we developed the methodology that facilitate us to manage instructional plans and teaching materials, to store and review conducted lessons, and to reuse a part of them based on a double loop instructional design process model as a progressive instructional design process model we have proposed. We investigated the effectiveness and feasibility of our methodology through experiments with the system we have developed based on the proposing methodology. And, we also extend a target to lessons for language learning, which require more advanced interaction among teacher and students, discuss learning process and designing policy of teaching materials for such lessons, and clarify the applicability of our proposing instructional design process model.

研究分野：教育学

キーワード：成長型教授設計プロセスモデル ダブルループ教授設計プロセスモデル 対話型授業 対話型教授システム 授業改善 授業リフレクション クラウド型教育環境

## 1. 研究開始当初の背景

我々はこれまで、web上で提供される各種マルチメディア教材データを活用しつつ、教師と学生との対話的な授業を実現するためのシステムとして、対話型教授システム IMPRESSION を設計、開発するとともに、これを利用した理科教育や高大連携授業、日米間遠隔授業の実践を通じて、その有効性を確認してきた。また、これらの実践結果を通じて、授業中の対話に着目し、これによる授業中の動的な授業計画の修正を明確化することにより、IMPRESSION で実現しようとする情報通信技術(ICT)活用授業のみならず、通常の対面授業も含め、授業計画の改善・高度化のプロセスを明確に定義した成長型教授設計プロセスモデルとしてダブルループ教授設計プロセスモデル(ダブルループモデル)を提案してきた。さらに、当該モデルに基づき実施した授業を観察することで授業計画と実施結果との差異を明確化できることに着目し、この差異をふり返るべき候補として確認し、授業改善、高度化を促進する新しい授業リフレクション手法を提案してきた。

しかしながら、これまでの実証実験から、ICTを活用による対話的な授業を行おうとした場合、授業中に使用する各種マルチメディア教材データの準備や管理が煩わしいといった問題や授業リフレクションのための差異の特定が難しい、授業リフレクションの結果として確認された授業計画の修正、改善案の授業計画への反映が容易ではないといった課題が確認されていた。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、我々が提案する授業中の教師と学生との対話に着目した成長型教授設計プロセスモデルに基づき、授業計画と教材データをオンライン上に保存、蓄積、提供することで、教師の授業準備の負担を軽減しつつ、各種マルチメディアデータを活用した魅力ある授業の実施を可能とするとともに、実施した授業内容も自動でオンライン上に記録、保存し、教師と学生の双方が自由に閲覧、利用可能とすることで、授業計画と教材データの効果的な再利用を促進し、授業内容の更なる改善、高度化を可能とする、次世代教育環境を実現することにある。

そのために本研究では、複数の実授業を対象とした教授設計プロセスを観察、分析するとともに、授業設計や実施における教員のニーズを調査し、これに基づき、継続的な授業改善、高度化のための教材設計方法や管理方法、授業実施方法、ならびに実施された授業の記録とその確認方法に対する要求を明らかにする。また、その上で、我々がこれまで開発を進めてきた対話型教授システム IMPRESSION を改良し、複数の学生や教師が相互に対話を行いながら授業を進行でき、また、実施した授業をオンライン上に記録、保存し、再利用可能とする教授システムの設

計を明らかにする。

## 3. 研究の方法

本研究では、先ず、大学や高等専門学校において実施されている対面授業や協調型遠隔授業等、実際の教育現場において実施されている実授業を対象とし、授業設計および教授活動を詳細に観察することにより、本研究で提案するクラウド型教育環境の実現に必要なシステムに求められる仕様を分析する。

その上で、明らかにされた仕様に基づき、我々がこれまで開発を行ってきた対話型教授システム IMPRESSION を本研究で実現するシステムのためのクライアントシステムとして拡張するとともに、当該クライアントシステムから利用する授業計画や教材データを管理するためのデータ形式、複数のクライアントシステムを接続し、授業を実施するための通信制御方式、および、これにより実施した授業内容を記録し、再利用可能とするための記録方式と再利用のためのユーザインタフェースを明らかにし、本研究で提案するシステムの設計を明らかにする。

さらに本研究では、本研究で提案するクラウド型教育環境の汎用化に向け、インターネット接続された高度分散環境における遠隔教育における共同学習や、逆に、我々が提案する対話型教授システムを利用せずに実施する通常の板書による教室授業、さらには、語学教育等、より、高度な対話が求められる授業へも対象を広げ、提案手法の適用に必要な教授設計や技術開発、ならびに今後の課題について議論する。

## 4. 研究成果

### (1) 授業実施結果の再利用を可能とする授業計画立案・管理手法

本研究では先ず、我々がこれまで開発を進めてきた対話型 IMPRESSION をベースに、IMPRESSION 上で実施した授業内容の記録の一部を取り出し、次回授業の教材として利用可能とする手法、およびそのためのシステムを開発した。

ここでは、先ず、授業実施の内容を示すデータとして各端末間で送受信された時系列データの記録から、意味的まとまりのあるデータを選択可能とするために、連続するデータを特定可能な形式による記録方式に変更するとともに、描画内容の平面上での範囲選択に加え、時間軸方向での範囲についても指定可能なユーザインタフェースを開発し、これにより授業実施内容の中から特定の描画内容を取得可能とした。

またその上で、既存 IMPRESSION における授業計画のデータ形式を拡張し、描画内容を示すデータを教材データとして保存、管理するとともに、授業実施時に他の教材データと同様に提示可能とすることで、授業実施結果の再利用を可能とした。ただし、描画内容の時間軸に沿った再生については現時点で

は定義できておらず、今後の課題となっている。

## (2) 複数グループへの対話的指導が可能なオンライン共同学習システム

次に、本研究で提案するクラウド型教育環境の実現に向け、インターネット上の複数の学習者を複数のグループに分け、それぞれのグループごとに共同学習の形で学習を進められるとともに、これらのグループの学習の進行状況全体を教師が確認でき、また、必要に応じて個別のグループに介入し、対話的な指導を実施できるオンライン共同学習システムを開発した。

クラウド型教育環境で実施されるオンライン上の授業に参加する場合、多人数の学習者が相互に意見交換を行い、学習を進捗させることが難しい一方、学習内容によっては、オンライン上か否かによらず、少人数のグループに分かれ、共同で学習を進めることが有効となる。しかしながらオンライン上でグループ学習を実施しようとした場合、教室内で実施するグループ学習と異なり複数のグループの進行状況を教師が同時に把握することが難しい上、必要に応じて個別のグループに教師が介入し、指導を行うことも困難となっていた。

そこで本研究では、既存 IMPRESSION の通信方式を拡張し、複数のグループが個々のグループごとに共有ホワイトボードを介して実施する共同学習の進行状況を同時に観察し可能とするとともに、必要に応じて個別のグループに教師が参加することで、当該グループに対する指導を可能とするオンライン共同学習システムを開発した。また、実装したシステムによるグループ学習の実験を行った結果、当該システムによる共同学習を実現できることを確認した。

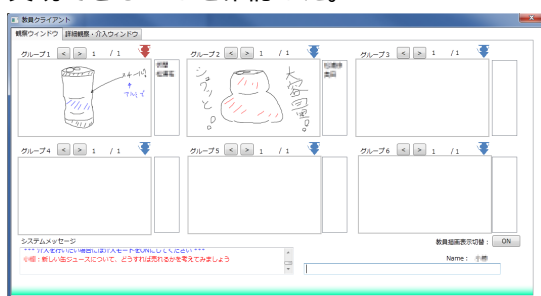


図 1: 複数グループの観察と個別介入が可能な共同学習システム

## (3) 板書型授業のためのオンライン授業リフレクションシステム

また、本研究で開発した対話型教授システムを使用せず、通常の黒板等を利用した板書型の授業として実施した授業についても、本研究が目指す教育環境における授業リフレクションを実施できるよう、板書を中心に授業風景を撮影した授業ビデオから、我々が提案する授業リフレクション手法で必要となる、授業展開を確認可能な画像一覧を自動生

成し、また、これらを時系列に沿ってウェブ上で確認できるようにするとともに、任意の画像が示す場面の授業映像を再生可能な授業リフレクションシステムを開発した。

我々はこれまで、我々が提案する授業リフレクション手法に基づき、我々が開発した対話型教授システム IMPRESSION を使用して実施した授業を記録、保存し、授業リフレクションを可能とするシステムを開発してきたが、通常の黒板を利用した授業では、当該授業をビデオ収録した後、これをもとにリフレクション用資料を手作業で作成する必要があり、継続的な授業改善のためのリフレクションの実施が難しいという課題を確認していた。

そこで本研究では、授業の展開が大きく変化した際に、板書位置が移動した、板書した内容を消した、といった黒板上の板書内容にも大きな変化が生じることに着目し、画像処理により板書内容の変化を検出することで、提案授業リフレクションにおいて確認すべき場面を自動抽出する手法を新たに開発した。また、これにより抽出された場面のサムネイルをウェブ画面上に時系列に提示するとともに、任意のサムネイルを選択することで、収録した授業ビデオの当該場面からの再生が可能なオンライン授業リフレクションシステムを開発した。

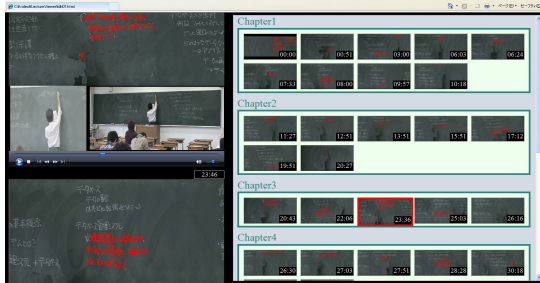


図 2: 板書型授業のためのオンライン授業リフレクションシステム

## (4) 高度対話型授業のための学習プロセスと教材設計指針

さらに、本研究で提案する教育環境の今後の汎用化のために、実教育現場における ICT の活用状況と教員の要求を分析するとともに、学習者の理解状況や修得知識・技能に応じた、より高度な対話を要する授業にも適応可能とすべく、そのための学習プロセスと教材設計指針の開発を実施した。

具体的には、我々が行ってきた実教育現場の ICT 活用状況の調査結果から、教育分野によって ICT 活用教育に対する教員の要求が大きく異なること、また、語学教育では ICT の活用による教育効果の向上が期待されつつも、これによる学習プロセスや教材設計手法が十分明確化されておらず、教育効果の高い実践に課題があることが確認された。

そこで、本研究が対象とする対話的な授業による教育の中でも、より高度な対話を要する教育として語学教育を例にとり、ICT の活

用により授業中の対話を促進し、効果的な学習を促進するために、授業時間外の学習活動も含めた学習プロセスを議論し、対面授業による新しい学習、授業後の復習、および次回授業による学習結果の確認と発展学習からなる3段階学習プロセスを定義するとともに、そこで使用する教材の設計指針を明らかにし、継続的な実証実験を通じてこれらの有効性を確認した。

しかしながら成長型教授設計プロセスによる教育環境を3段階学習プロセスによる授業の実施にも適用しようとした場合、授業中の形成的評価に基づく即時的な計画の修正だけでなく、学生の復習状況や次回授業で確認される学習結果も考慮し、授業を展開する必要があることも確認された。すなわち、授業中の形成的評価に加え、学習者の復習状況や確認テスト等の結果を確認しつつ、授業計画を調整可能な教授設計手法、ならびにそのための教授システムが必要と言え、今後の研究課題であることを確認した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計20件)

- (1) 大河 雄一, 三石 大: 対話型教授システムのための提示教材推薦手法の提案, 教育システム情報学会 研究報告 29(6), 2015, pp.81-86, 査読無
- (2) Xiumin Zhao, Noboru Tomita, Fumiko Konno, Jiaqi Zhu, Tadashi Inagaki, Yuichi Ohkawa, Takashi Mitsuishi: Initial development and use of materials based on the theory of instructional design, for blended learning of Chinese as a second foreign language in a Japanese university, Proc. of the 2014 International Conference of Teaching Chinese as a Second Language (ICTSL2014), 2014, pp.99-107, 査読有
- (3) Yuichi Ohkawa, Kazuki Watanabe, Takashi Mitsuishi: A Shareable Whiteboard System for Distance Collaborative Learning which Enables Instruction for Multiple Groups of Students, Proc. of the 22nd International Conference on Computers in Education (ICCE2014), 2014, pp.141-150, 査読有
- (4) Fumiko Konno, Takashi Mitsuishi: University Teachers' Needs of Support for Designing and Preparation of Courses: A Focus on Differences by Academic Discipline and Rank, Proc. of the 22nd International Conference on Computers in Education (ICCE2014), 2014, pp.1005-1010, 査読有
- (5) 今野 文子, 三石 大: 大学教員による授業内容の決定方法に関する分析, 第39回教育システム情報学会全国大会講演論文集, 2014, pp.407-408, 査読無
- (6) 趙 秀敏, 富田 昇, 今野 文子, 朱 嘉琪, 稲垣 忠, 大河 雄一, 三石 大: 大学初修中国語ブレンディッドラーニング用教科書による実践, 第39回教育システム情報学会全国大会講演論文集, 2014, pp.91-92, 査読無
- (7) 趙 秀敏, 富田 昇, 今野 文子, 朱 嘉琪, 稲垣 忠, 大河 雄一, 三石 大: 第二外国語としての中国語学習のためのブレンディッドラーニングにおけるeラーニング教材設計指針の作成と実践, 教育システム情報学会誌 31(1), 2014, pp.132-146, 査読有
- (8) 趙 秀敏, 富田 昇, 今野 文子, 朱 嘉琪, 稲垣 忠, 大河 雄一, 三石 大: 非語学系学科を対象とした第二外国語としての中国語学習における3段階ブレンディッドラーニングの実践, 教育システム情報学会誌 30(4), 2013, pp.237-242, 査読有
- (9) 趙 秀敏, 富田 昇, 今野 文子, 朱 嘉琪, 稲垣 忠, 大河 雄一, 三石 大: 大学初級中国語を対象とした3段階ブレンディッドラーニングのための教科書の開発, 教育システム情報学会研究報告 28(3), 2013, pp.75-80, 査読無
- (10) Xiumin ZHAO, Noboru TOMITA, Fumiko KONNO, Jiaqi ZHU, Tadashi INAGAKI, Yuichi OHKAWA, Takashi MITSUISHI: "Gateway to Chinese": Design and Development of Japan's First Edition of Blended Learning Materials for Basic University-Level Chinese, Proc. of The 3rd International Conference on Teaching and Learning of Chinese as a Second Language, 2013, 13pages in CD-ROM, 査読有
- (11) Fumiko Konno, Takashi Mitsuishi: How university teachers design their courses, Proc. of IEEE R10-HTC2013, 2013, pp.332-337, 査読有
- (12) Masateru HISHINA, Katsuaki MIIKE, Nobutake ASABA, Satoru MURAKAMI, Yuichi OHKAWA, Takashi Mitsuishi: Study on Effects of Text Decoration for a Text Based Communication Tool in Education, Proc. of HCI International 2013, Part I, 2013, pp.565-574, 査読有
- (13) 大河 雄一, 渡邊 一規, 三石 大: 複数グループへの指導が可能な分散型共同学習システム, 情報処理学会研究報告 2013-CLE-10, 2013, pp.1-6, 査読無
- (14) 湯峯 晃平, 今野 文子, 大河 雄一, 三石 大: 成長型教授設計プロセスモデルのための授業計画と授業実施結果の再利用が可能な対話型教授システムの開発, 教育システム情報学会研究報告

- 27(5), 2013, pp.29-36, 査読無
- (15) 渡邊 一規, 三石 大, 大河 雄一: 遠隔共同学習における複数グループへの指導が可能な共有ホワイトボードシステムの開発, 教育システム情報学会研究報告 27(5), 2013, pp.81-88, 査読無
- (16) 渡邊 一規, 大河 雄一, 三石 大: 複数グループの共同学習の観察と介入を可能とする共有ホワイトボードシステムの提案, 第 37 回教育システム情報学会全国大会講演論文集, 2012, pp.358-359, 査読無
- (17) 湯峯 晃平, 今野 文子, 大河 雄一, 三石 大: 対話型教授システム IMPRESSION による授業実施結果を再利用可能な授業計画立案システムの提案, 第 37 回教育システム情報学会全国大会講演論文集, 2012, pp.92-93, 査読無
- (18) Yuichi Ohkawa, Takashi Mitsuishi: A Development of Web-based Player for Instructions Recorded with the Electronic Blackboard System IMPRESSION, Proc. of HCI International 2011, Part IV, 2011, pp.500-509, 査読有
- (19) 今野 文子, 三石 大: 授業改善・高度化のための授業リフレクションと情報技術活用, システム制御情報学会誌 55(10), 2011, pp.439-445, 査読無
- (20) 浅羽 修丈, 三石 大, 大河 雄一, 斐品 正照: 授業ストーリーミングビデオの時間軸に沿った学習者の注目度を推定する手法の検討, 教育システム情報学会研究報告 26(5), 2012, pp.21-26, 査読無

〔学会発表〕(計 17 件)

- (1) 大河 雄一, 三石 大: 対話型教授システムのための提示教材推薦手法の提案, 教育システム情報学会 2014 年度第 6 回研究会, 2015 年 3 月 21 日, 香川大学 (香川県高松市)
- (2) Xiumin Zhao, Noboru Tomita, Fumiko Konno, Jiaqi Zhu, Tadashi Inagaki, Yuichi Ohkawa, Takashi Mitsuishi: Initial development and use of materials based on the theory of instructional design, for blended learning of Chinese as a second foreign language in a Japanese university, the 2014 International Conference of Teaching Chinese as a Second Language (ICTSL2014), 2014 年 12 月 26 日, 銘伝大学 (台湾台北市)
- (3) Yuichi Ohkawa, Kazuki Watanabe, Takashi Mitsuishi: A Shareable Whiteboard System for Distance Collaborative Learning which Enables Instruction for Multiple Groups of Students, the 22nd International

- Conference on Computers in Education (ICCE2014), 2014 年 12 月 4 日, 奈良県新公会堂 (奈良県奈良市)
- (4) Fumiko Konno, Takashi Mitsuishi: University Teachers' Needs of Support for Designing and Preparation of Courses: A Focus on Differences by Academic Discipline and Rank, the 22nd International Conference on Computers in Education (ICCE2014), 2014 年 12 月 3 日, 奈良県新公会堂 (奈良県奈良市)
- (5) 今野 文子, 三石 大: 大学教員による授業内容の決定方法に関する分析, 第 39 回教育システム情報学会全国大会, 2014 年 9 月 12 日, 和歌山大学 (和歌山県和歌山市)
- (6) 趙 秀敏, 富田 昇, 今野 文子, 朱 嘉琪, 稲垣 忠, 大河 雄一, 三石 大: 大学初修中国語ブレンディッドラーニング用教科書による実践, 第 39 回教育システム情報学会全国大会, 2014 年 9 月 10 日, 和歌山大学 (和歌山県和歌山市)
- (7) 趙 秀敏, 富田 昇, 今野 文子, 朱 嘉琪, 稲垣 忠, 大河 雄一, 三石 大: 大学初級中国語を対象とした 3 段階ブレンディッドラーニングのための教科書の開発, 教育システム情報学会 2013 年度第 3 回研究会, 2013 年 9 月 14 日(土), 静岡大学 (静岡県浜松市)
- (8) Xiumin ZHAO, Noboru TOMITA, Fumiko KONNO, Jiaqi ZHU, Tadashi INAGAKI, Yuichi OHKAWA, Takashi MITSUISHI: "Gateway to Chinese": Design and Development of Japan's First Edition of Blended Learning Materials for Basic University-Level Chinese, the 3rd International Conference on Teaching and Learning of Chinese as a Second Language, 2013 年 9 月 13 日, Singapore Ngee Ann Polytechnic Convention Centre (Singapore)
- (9) Fumiko Konno, Takashi Mitsuishi: How university teachers design their courses, IEEE R10-HTC2013, 2013 年 8 月 28, 東北大学 (宮城県仙台市)
- (10) Masateru HISHINA, Katsuaki MIIKE, Nobutake ASABA, Satoru MURAKAMI, Yuichi OHKAWA, Takashi Mitsuishi: Study on Effects of Text Decoration for a Text Based Communication Tool in Education, HCI International 2013, 2013 年 7 月 24 日, Mirage Hotel (Las Vegas, U.S.)
- (11) 大河 雄一, 渡邊 一規, 三石 大: 複数グループへの指導が可能な分散型共同学習システム, 情報処理学会 教育学習支援情報システム研究会, 2013 年 5 月 24 日, 大阪大学 (大阪府豊中市)
- (12) 湯峯 晃平, 今野 文子, 大河 雄一, 三

石 大: 成長型教授設計プロセスモデルのための授業計画と授業実施結果の再利用が可能な対話型教授システムの開発, 教育システム情報学会 2012 年度第 5 回研究会, 2013 年 1 月 12 日, 東北大学 (宮城県仙台市)

- (13) 渡邊 一規, 三石 大, 大河 雄一: 遠隔共同学習における複数グループへの指導が可能な共有ホワイトボードシステムの開発, 教育システム情報学会 2012 年度第 5 回研究会, 2013 年 1 月 12 日, 東北大学 (宮城県仙台市)
- (14) 渡邊 一規, 大河 雄一, 三石 大: 複数グループの共同学習の観察と介入を可能とする共有ホワイトボードシステムの提案, 第 37 回教育システム情報学会全国大会, 2012 年 8 月 24 日, 千葉工業大学 (千葉県習志野市)
- (15) 湯峯 晃平, 今野 文子, 大河 雄一, 三石 大: 対話型教授システム IMPRESSION による授業実施結果を再利用可能な授業計画立案システムの提案, 第 37 回教育システム情報学会全国大会, 2012 年 8 月 24 日, 千葉工業大学 (千葉県習志野市)
- (16) Yuichi Ohkawa, Takashi Mitsuishi: A Development of Web-based Player for Instructions Recorded with the Electronic Blackboard System IMPRESSION, HCI International 2011, 2011 年 7 月 12 日, Orland, U.S.
- (17) 浅羽 修文, 三石 大, 大河 雄一, 斐品 正照: 授業ストーリーミングビデオの時間軸に沿った学習者の注目度を推定する手法の検討, 教育システム情報学会 2011 年度第 5 回研究会, 2012 年 1 月 21 日, 鹿児島大学 (鹿児島県鹿児島市)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 2 件)

名称: 映像イベント検出装置およびその動作方法

発明者: 鳶田 聡, 東野 豪, 静谷 啓樹, 早川 美德, 三石 大, 今野 文子

権利者: 日本電信電話株式会社, 国立大学法人東北大学

種類: 特許

番号: 特許第 5565737 号

出願年月日: 平成 24 年 2 月 6 日

取得年月日: 平成 26 年 6 月 27 日

国内外の別: 国内

名称: チャプタ代表画像生成装置およびその動作方法

発明者: 鳶田 聡, 東野 豪, 静谷 啓樹, 早川 美德, 三石 大, 今野 文子

権利者: 日本電信電話株式会社, 国立大学法

人東北大学

種類: 特許

番号: 特許第 5633823 号

出願年月日: 平成 24 年 2 月 6 日

取得年月日: 平成 26 年 10 月 24 日

国内外の別: 国内

〔その他〕

ホームページ等

東北大学研究シーズ集

<http://www.rpip.tohoku.ac.jp/seeds/profile/18/lang:jp/>

Tohoku University Research Profiles

<http://www.rpip.tohoku.ac.jp/seeds/profile/18/lang:en/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三石 大 (MITSUIISHI, Takashi)

東北大学・教育情報基盤センター・准教授

研究者番号: 50305306

(2) 研究分担者

大河 雄一 (OHKAWA, Yuichi)

東北大学・大学院教育情報基盤センター・助教

研究者番号: 60361177

今野 文子 (KONNO, Fumiko)

東北大学・高度教養教育・学生支援機構・講師

研究者番号: 20612013

(3) 連携研究者

橋本 浩二 (HASHIMOTO, Koji)

岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・准教授

研究者番号: 80305309

佐々木 整 (SASAKI, Hitoshi)

拓殖大学・工学部・教授

研究者番号: 80276675

本郷 哲 (HONGO, Satoshi)

仙台高等専門学校・専攻科・教授

研究者番号: 80271881