

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 31 日現在

機関番号：32675

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500959

研究課題名（和文） 新しい教材情報システムの要素技術に関する研究

研究課題名（英文） Study on New Elemental Technologies for Teaching and Learning Information System

## 研究代表者

児玉 靖司（KODAMA YASUSHI）

法政大学・経営学部・教授

研究者番号：30266910

## 研究成果の概要（和文）：

本研究は、主に教材情報システムの要素技術の調査および新しい技術の設計・実現にある。研究開始当初の背景として、現場の変化に対応できない等の問題があった。我々はオープンソース教材情報システムに注目し、現場の要求に柔軟に対応することができるシステムを構築するために、教材情報システムの要素技術について研究した。研究成果として、WEB サーバの実行を止めずに動的変更を実行できる技術、ビデオ閲覧履歴管理システムについて設計、実装を行い簡単な実験を行った。さらに、教材情報システムで要となるデータベースエンジンについて考察を行い、新しいeポートフォリオの構築に関する考察を行った。3年間の研究により、国際会議での発表、雑誌論文での発表を含め17編の関連論文を執筆した。

## 研究成果の概要（英文）：

The research objectives are the design and implementation of new elemental technologies for teaching and learning information systems. As the background for the initial start of the research, we had problems that it was not possible to respond flexibly to field requests. We have focused on open source information systems. In order to build a system that can flexibly respond to field requests, we investigated for the new elemental technologies of information systems. We implemented the function to dynamic deploy into web servers and statistical analysis, in viewing video in the first year and had experiments of these functions. Furthermore, we have investigated database engines in relation to information systems and implemented an ePortfolio which is based on new approaches. As part of our 3 years research results, we have written 17 papers which include international conference proceedings articles and journal articles.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
総計	1,800,000	540,000	2,340,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・教育工学

キーワード：教材情報システム、ビデオ教材閲覧

## 1. 研究開始当初の背景

本研究の課題は、主に教材情報システムの要素技術の調査および新しい技術の設計・実現にある。多くの高等教育機関において E ラーニングシステムや、グループウェア、授業支援システム（Learning Management System）を導入しているが、ソフトウェアメーカーが構築した商用の教材情報システムは、メンテナンスという形でメーカーからのサポートはあるものの、現場の教育研究活動に柔軟に対応することができないため、現場の教職員がより簡単に技術者と協議しながらシステムを機能向上する仕組みが望まれる。商用の教材情報システムをメンテナンスという形でメーカーからサポートを受ける限りでは、1) ソフトウェアがクローズドであるために他の技術者や現場の教職員がソースコードを閲覧したり、改修することができない。2) 現場の教職員は、教材情報システムに対する要求（要求仕様）をまとめることはできても、技術的な問題により直接教材情報システムに反映することができない等の問題点がある。1) に関しては、様々な大学や企業によりオープンソース教材情報システムが設計・開発されている。2) に関しては、現場の教職員がより簡単に技術者と協議しながらシステムを機能向上する仕組みが必要である。

現場に視点を合わせてみると、様々なソフトウェアメーカーが競争し、SNS（ソーシャルネットワークサービス）のような新しい機能を追加し実現しているものの、現場の講義形態の変化、学校運営形態の変化が常であり、柔軟に対応することができない問題がある。さらに、教職員をはじめとして、学生についても既によく知られている他のサービス（SNS や、ポータルサイト）の利用を受けていることが多く、それらサービスとの互換性がないゆえ利用する側のモチベーションが上がらないことも考えられる。そこで、我々は、他のサービスとの情報の共有（データベース管理システムの共有）も必要であると考ええる。

より技術的には、オブジェクト指向プログラミング言語 Java によるサーバフレームワークを用い、オブジェクト指向を生かし複数の開発者が同時に開発する開発効率の高い構築が行われている一方で、Java はコンパイル方式の言語であるため動的可変性に弱い等の欠点がある。教材情報システムにおいて中心となる WEB サーバは、常時実行することが要求され「できるだけ」サーバ実行を止めずにサーバ機能の変更を加えることができることが望まれる。当初の技術では、ホットデプロイ（hot deploy）という技術が開発されサーバサイドの実行を止めることなく、

部品となる機能を変更する技術は存在したが、我々が当初ターゲットとしていた教材情報システムにはこの hot deploy の機能はなく、同じくサーバ実行を止めることなく部品となる機能の動的可変性が求められる。動的可変を実行することができれば、変更する部品等に関する考察も必要となる。我々は、この問題に対してアスペクト指向技術を用いた動的可変を目指す。

教材情報システムに関してはオープンソースソフトウェアである LMS は Moodle、Sakai 等、複数の実用的なものが配布され、ソースコードも公開される等自由に調査、改変することができるようになっている。しかし、オンデマンドビデオを用いた効果的な教材作りに必要な機能は不足し、オンデマンドビデオの配信方法についても考察が必要である。特に、学習者のビデオ閲覧に関する履歴管理機能は充実しておらず、学習者の履修意欲を高めるためにも「履歴管理機能」に関する要求が高まっている。本研究では、特にこの問題に焦点をあてる。

WEB サーバ構築に関する技術としては、スクリプト言語 PHP、Ruby を用い、さらにユーザインタフェースとしては Javascript を用いた構築方法が考案されている。簡単な教材情報システムおよび機能部品は、スクリプト言語により構築可能となる。本研究でも Java による WEB サーバ構築だけでなく、スクリプト言語による構築と比較検討しながら考察していく。

## 2. 研究の目的

我々は、現場の要求を取り入れながら E ラーニングシステムの設計・開発にあたる新しいオープンソース教材情報システムを提案する。本研究では、一般の E ラーニングシステムに対して、その根幹となるべき基礎技術の研究開発を行うのが目的である。一般に、教材情報システムはコンピュータを中心としたハードウェア（周辺機器等）とソフトウェアに分けることができる。例えば、デジタルコンテンツを作成し、実際の授業を支援するシステムでは、マルチメディア関連の入出力装置が必須であるのはもちろんのこと、教室そのものの運営形態に非常に関係する。そして、ハードウェアおよびソフトウェアの変化に影響される。本研究では、第一にあらゆる場面を想定したソフトウェア（機能モジュール）の追加・変更に対して強いシステムの設計・開発を考える。第二にビデオ教材閲覧を想定した履歴管理システムの設計を考える（以下、ビデオ教材閲覧管理システムという）。第一の件について、SNS、CMS 等他の情報システムに比べ、教材情報システムは発展途上の面が多く今後様々な機能の追加が

望まれる。しかし、細かな機能モジュールの追加を行う際には、WEBサーバであるシステムの停止、再開が必要になる。一般にはいわゆるホットデプロイ (hot deploy) といわれる技術など新しいフレームワークを用いたシステムを構築することにより、WEBサーバの停止、再開を行わずに機能モジュールを追加・変更することができる。新しく本機能を実現する記述を設計・開発し、システム効率を測定する研究を提案する。第二の点についてオンデマンド講義等、教材情報システム上でビデオ教材を公開する場面が多くなってきた。ビデオ教材自身の数が多くなってきたこともあり管理が複雑化すると同時に、ただ単にビデオ教材を閲覧することができるだけでは、学生のモチベーションが上がらない問題が生じてきた。ビデオ教材だけでなく、付随する出席管理や小テストの実施と連携し学生のモチベーションを高める工夫が必要であると考え。以上より、ビデオ教材閲覧履歴管理を強化したシステムの設計・開発を提案する。ビデオ教材を中心とし、学生等閲覧者全体に公平に、細かく閲覧することをチェックすることができる機能を提案する。

教材情報システムに限らず、ネットワークを介したWEBサービス(以下、情報システムという)は、オブジェクト指向概念を用いた設計かつオブジェクト指向言語による記述により、大規模かつ効率よく設計・開発することができる。しかし、再利用性に優れたオブジェクト指向手法にも様々な面において限界があることが知られ、直行する概念としてアスペクト指向に基づいた設計、アスペクト指向プログラム言語により記述に関する研究が盛んになってきた。特に、情報システムでは、常時稼働するWEBサーバ上での実行であり、基本的に再利用が難しく、柔軟性も低いシステムであるため、上記のアスペクト指向技術を使い、WEBサーバであるシステムの停止、再起動をすることなく機能モジュールの追加・変更を実現し、再利用性、柔軟性を高めることが重要であると考え。本研究では、アスペクト指向だけでなく、新しい概念、技術を応用し、全体として教材情報システムに対して再利用性、柔軟性を高めることを目的とする。

最近では、通信制大学によりほぼ全自動で講義、確認テストが行われるようになってきたが、通学制大学においては、ビデオ教材閲覧履歴管理に関して、完全に近いチェックが行われない等問題点が多く広まっていない。現在の学生は、コンピュータゲーム等に慣れ親しんでいるため、いわゆるシステム上での不正行為を防ぐ等、より完成度の高いシステムが望まれるようになってきた。さらに、広く普及しつつあるオープンソース教材シ

テムにも本機能は十分に備わっていない。我々は以上の点を含め広く一般に普及出来るオープンソース教材システムの設計・開発を目指す。

本研究は、教育工学的アプローチとしての教材情報システムに対して考察を加えるにあたり、現場である講義形態の変化、現場の要望の変化に柔軟に対応することができるシステムの設計に重点をおくものである。要求工学を用いた様々なアプローチも導入することを考えている。さらに、単にソフトウェア工学的システム設計上の再利用性、柔軟性だけでなく、教育における講義に、単にソフトウェア工学的システム設計上の再利用性、柔軟性だけでなく、講義形態の変化にも柔軟に対応することができるように工夫する。

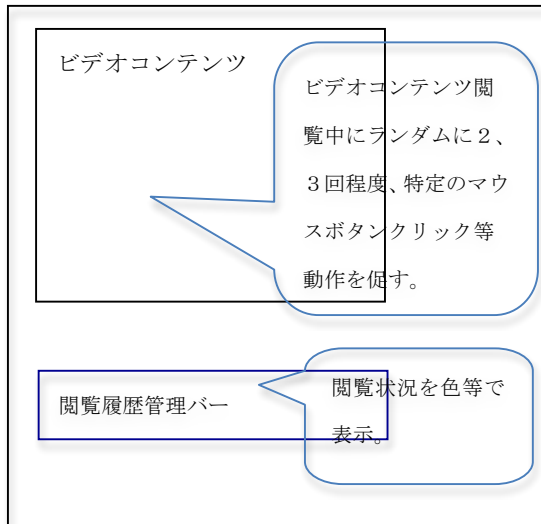
### 3. 研究の方法

本研究では大学内にサーバを設置し、最近の文献の調査より以下の順番で行う。

- (1) 文献の調査
- (2) プロトタイプ開発、教材情報システムへの適用スケジュール調整
- (3) システムの再設計
- (4) システムの開発・構築
- (5) 実証実験の検討
- (6) 実証実験
- (7) 他の部分の検討

(1) として、① Atlas: a case study in building a Web-based learning environment using aspect-oriented programming、② Aspect-oriented re-engineering of e-learning courseware 等の文献より、オブジェクト指向言語を用いたEラーニングシステムの機能に対して柔軟性を高めるため、アスペクト指向を適用したシステムの設計・開発が有効であることを調査したが、さらに、文献調査を行う。その結果、既存の教材情報システムにデザインパターン、さらにはアスペクト指向技術をなどの新しい技術を応用してソフトウェアを改修することにより、WEBサーバであるシステムの停止、再起動を必要としない教材情報システムを実現することが考察された。

ビデオ教材閲覧履歴管理システムに関しては、以下のシステムを提案する。教材情報システムにログイン後、下部にある閲覧履歴管理バーに色を変えて閲覧状況が示され、全てのビデオ教材を閲覧しないと次のステップに進むことができない仕組みを構築する。ビデオ教材閲覧履歴管理システムでは、単に機能を実現するのみでなく、教材情報システムのID管理との連携が必要であり、ビデオ教材履歴管理ツールのような新たなツールを教材情報システムの中に実現することが必須であると考え。(2) 第一段階



として、簡単にアスペクト指向手法または、ホットデプロイ技術を適用し、プロトタイプとなる教材情報システムを新たに構築する。ビデオ教材閲覧履歴管理システムについても同様にプロトタイプを設計・開発する。基本的にはオブジェクト指向言語 Java による開発となるが、別途、PHP によるプロトタイプの開発についても考察を加える。特に、教材情報システムの特殊性を考慮し、どの機能（部分）に、本手法を適用することができるかも併せて考察する。新たに本機能を実現するため、適用することができる機能モジュールと、適用することができない機能モジュールが存在すると考えられる。一般に、ソフトウェアの非機能要求部分が追加・変更の対象となると考えられるが、教材情報システムにおいての非機能要求部分も洗い出すことが重要であると考えられる。ビデオ教材閲覧履歴管理システムについては、プロトタイプを構築後、学生などに実際に試用させ、アンケートをとり改善策を考える。(3) 実際に、プロトタイプシステムに対する改良点、考察をもとに本システムを再設計する。その際に、要求工学からの新しい要求分析方法を用いることができないかを検討する。比較的大規模ソフトウェアとなることが考えられるので、要求工学を基にした改善案をまとめる作業も行う。(4) 設計に基づきシステム開発・構築を行う。ビデオ教材閲覧履歴管理システムに関しては、実験のためにビデオコンテンツ作成が必要となる。平成 21 年度までは(4) までを行う。

平成 22 年度においては (5) 本システムの有効性を検証するために、実際の講義を使って実証実験に関する検討を行う。(6) 早速、簡単な実証実験を行いユーザの要求に関するアンケートをとり、機能変更要求をまとめる。アンケートの結果、さらなる改善案について機能を追加・変更するかを検討する。平

成 23 年度についても同様の繰り返しを行う。

最後に全体を通じた分析を行い、本研究に関する考察をまとめる。

① “Atlas: a case study in building a web-based learning environment using aspect-oriented programming”, Mik Kersten and Gail C. Murphy, 14<sup>th</sup> ACM SIGPLAN Int. Conf. on OOPSLA’ 99, ACM, 1999.

② “Aspect-oriented re-engineering of e-learning courseware”, Victor Pankratius, Woldffried Stucky and Gttfried Vossen, The Learning Organization Vol.12, No.5, Emerald Group Publishing Limited 2005, pp.457-470.

#### 4. 研究成果

本研究課題に関係する研究論文として、17 編の研究発表を行った（共著を含む）。1. 研究開始当初の背景と異なる点として、WEB サーバ構築に関する技術的背景の変化があげられる。研究開始当初は、多くの商用メーカから教材情報システムが提供される中で、オープンソース教材情報システムが提供され始め、オブジェクト指向を生かし複数の開発者が協調して同時に開発し開発効率の高い構築が期待できるオブジェクト指向プログラミング言語 Java によるサーバフレームワークが多く、我々も本研究課題を提案する中で、Java によるサーバフレームワークを中心に考えていた。しかし、その後、WEB サーバ上の GUI (Graphic User Interface) も含めた開発に向いているスクリプト言語 Ruby、PHP や Javascript 等のスクリプト言語によるフレークワークを用いた開発が多く発表され、簡単に効率よい教材情報システムを構築することができることが分かった。本研究課題も、スクリプト言語による WEB サーバ構築技術を積極的に採用する方向に変更した。さらに、新しい問題として、教材情報システムにおいて中心となる WEB サーバに不可欠なデータベースエンジンにも考察を加え、e ポートフォリオの構築にも関係し研究論文を発表した。

以上の大きな変更の中で、我々は、初年度より 3 年間に以下の研究発表をし、研究成果としてまとめた（論文の詳細については次節を参照）。

（平成 21 年度）まず、「An Implementation of the Tools in the Open-source Sakai Collaboration and Learning Environment」を発表し、平成 21 年度までに行ってきた研究を中心にまとめ発表し、追加して本研究課題に関係あるビデオ閲覧履歴管理システム、サーバの動的変更に強いシステムに関してまとめた。同様に、「非同期型 e ラーニング学習時における進捗フィードバックと学習支援」では、本研究課題に関係あるビデオ閲

覧履歴管理システムについて実現し発表した。「出席管理システムの開発状況」では、出席管理システムの現状について発表し、ビデオ閲覧履歴管理システム等の学生の評価に関わる部分での問題点についてまとめた。

「Collecting Statistical Data of Viewing Video」では、定例の Sakai Conference において、教材情報システムの問題点および、ビデオ閲覧管理システムについての必要性を提起した。「オープンソース CMS の開発と活用 (Sakai 編)」では、共著者としてオープンソース CMS である Sakai の開発と活用状況について発表し、特に、ビデオ閲覧履歴管理システムについても簡単に解説した。

平成 21 年度 (初年度) は、主に教材情報システムの要素技術に関する検討・設計を行うと共に、本研究課題に関係ある研究発表を行った。

(平成 22 年度) 「3D Virtual Space for a quality e-Learning Environment in Collaborative Study」では、教材情報システムの要素技術の一つとして 3D 仮想空間を想定し、ビデオ閲覧機能をはじめとして、学習履歴に関する考察を行った。「国際遠隔講義における Sakai CLE の機能向上」では、これまでに行ってきた研究を雑誌にまとめた。

「第 11 回 Sakai Conference 参加報告」では、共著者として定例の Sakai Conference での参加報告を行うと共に、本研究課題に関係した要素技術に関する発表の報告をした。

「Towards Integration Data Base Management System for Open-source Course Management Systems」では、教材情報システムの要素技術に関する新しい試みとして教材情報システムを実現する中で中心となるデータベースエンジンについて共著者として考察を行った。

平成 22 年度は、前年度に設計を行った教材情報システムの要素技術について実装を行うと共に、適宜 HP として公開した (現在は HD の不良等により非公開であるが、継続課題にて改良予定)。さらに、教材情報システムの要素技術としてデータベースエンジンにも考察を加えた。

(平成 23 年度) 「Developing a Collective Intelligence System for University Education」、「A Study on Utilizing Data Mining Performance of the Course in Online Learning Environment」において、教材情報システムの運用中に得られた学習者からのフィードバックに対してデータマイニングを用いて分析する要素技術について提案を行い、プロトタイプを作成した事例を報告した。「Introducing ePortfolio to Architectural Course: The Integrated Archiving Environment」では、新しい試みとして教材情報システムの要素技術を変更

することにより、新しい ePortfolio システムを構築した事例を共著者として研究発表した。「実習型授業における学びを支援するための学生フィードバック手法とその検証」では、新たに、愛知教育大学で行った実習型授業の事例を共著者として報告した。「第 12 回 Sakai Conference 参加報告」では、定例の Sakai Conference での参加報告を行うと共に、本研究課題に係る教材情報システムへの新しい要素技術について報告した。「The Development of Educational Environment Suited to the Japan-Specific Educational Service Using Requirements Engineering Techniques: Case Study of Running Sakai with PostgreSQL」は、前年度発表した論文「Towards Integration Data Base Management System for Open-source Course Management Systems」をリバイスして雑誌論文としてまとめた。

平成 23 年度 (最終年度) は、本研究課題に関して、教材情報システムの要素技術を実現したシステムを実際の授業に展開するために検討を行い実験すると共に、学習者のフィードバックに対してデータマイニングを用いた分析をする要素技術、要求工学を用いた教材情報システム構築における分析手法の提案等、本研究課題だけでなく継続課題となる新しい申請のための準備となる研究を行った。

引き続き、本研究課題に関係ある発表は継続課題でもまとめ、研究発表をしていく。

## 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 “The Development of Educational Environment Suited to the Japan-Specific Educational Service Using Requirements Engineering Techniques: Case Study of Running Sakai with PostgreSQL”, Yuki Terawaki, Yuichi Takahashi, Yasushi Kodama and Kazuo Yana, (4 名、3 番目), International Journal of Distance Education Technologies, No. 9 Vol. 4, Oct., 2011, pp.14-24. (査読有)
- ② “Introducing ePortfolio to Architectural Course: The Integrated Archiving Environment”, Yuki Terawaki, Tateto Shimohigoshi, Makoto Watanabe, Yasushi Kodama, (5 名、4 番目), 17<sup>th</sup> Intl. Conf. on Distributed Multimedia Systems, Aug. 2011, pp.250-253. (査読有)
- ③ “Towards Integration of Data Base Management System for Open-source



- Course Management Systems”, Yuki Terawaki, Yuichi Takahashi, Yuji Tokiwa, Yasushi Kodama, (6名、4番目), 16<sup>th</sup> Intl. Conf. on Distributed Multimedia Systems, Oct. 2010, pp.239-242. (査読有)
- ④ “3D Virtual Space for a quality e-Learning Environment in Collaborative Study”, Yoshiyuki Hino, Kazuo Yana, Hisato Kobayashi, Kimiyoshi Hayashi, Yasushi Kodama, (7名、6番目), 16<sup>th</sup> Intl. Conf. on Distributed Multimedia Systems, Oct. 2010, pp.234-237. (査読有)
- ⑤ “国際遠隔講義における Sakai CLE の機能向上”, 児玉靖司, 日野好幸, 東京理科大学月刊科学フォーラム(315), Sep. 2010, pp.22-27.(査読無)
- ⑥ “A 3-D Real-time Interactive Web-cast Environment for E-Collaboration in Academia and Education”, Billy Pham, Ivan Ho, Yoshiyuki Hino, Yasushi Kodama, (6名、4番目), 15<sup>th</sup> Intl. Conf. on Distributed Multimedia Systems, Sep. 2009, pp.275-278. (査読有)
- ⑦ “An Implementation of the Tools in the Open-source Sakai Collaboration and Learning Environment”, Yasushi Kodama, (6名、1番目), 15<sup>th</sup> Intl. Conf. on Distributed Multimedia Systems, Sep. 2009, pp.271-274. (査読有)

[学会発表] (計 10 件)

- ① “第 12 回 Sakai Conference 参加報告”, 常盤裕司, 宮崎誠, 児玉靖司, (4名、3番目), 情報処理学会 CLE 研究会, 帝京大学宇都宮キャンパス, Oct. 14, 2011. (査読無)
- ② “実習型授業における学びを支援するための学生フィードバック手法とその検証”, 鎌田敏之, 児玉靖司, 平成 23 年度教育改革 ICT 戦略大会, アルカディア市ヶ谷, Sep. 8, 2011. (査読無)
- ③ “A Study on Utilizing Data Mining Performance of the Course in Online Learning Environment”, Yasushi Kodama, Toshiyuki Kamada, Ken Nittono, 12<sup>th</sup> Sakai Conference 2011, Los Angeles, CA, USA, Jun 15 2011. (査読無)
- ④ “Developing a Collective Intelligence System for University Education: A Case of SAKAI”, Yasushi Kodama, Intl. Workshop of Innovation Processes Observed: Creation of Technological Leadership through

Collective Knowledge Management, WHU – Otto Beisheim School of Management, Germany, Mar. 6, 2011. (査読無)

- ⑤ “第 11 回 Sakai Conference 参加報告”, 梶田将司, 常盤裕司, 児玉靖司, 松葉龍一, 第 2 回情報処理学会 CLE 研究会, 徳島大学, Sep. 3, 2010. (査読無)
- ⑥ “非同期型 e ラーニング学習時における進捗フィードバックと学習支援”, 日野好幸, 児玉靖司, 第 34 回教育システム情報学会全国大会, 名古屋大学, Aug. 20, 2009, pp.206-207. (査読無)
- ⑦ オープンソース CMS の開発と活用 (Sakai 編), 上田真由美, 常盤裕司, 児玉靖司, (5名、3番目), 第 34 回教育システム情報学会全国大会, 名古屋大学, Aug. 19, 2009, p.18. (査読無)
- ⑧ “Collecting Statistical Data of Viewing Video”, Yasushi Kodama, 10<sup>th</sup> Sakai Conference 2009, Boston, MA, USA, Jul. 8, 2009. (査読無)
- ⑨ “e-Learning における協調学習環境の構築を目指した取組”, 日野好幸, 児玉靖司, (5名、2番目), 平成 21 年度私立大学情報教育協会大学教育・情報戦略大会, アルカディア市ヶ谷, Sep 3, 2009, pp.74-79. (査読無)
- ⑩ “出席管理システムの開発状況”, 児玉靖司, 法政大学 IT 研究センターラウンドテーブルセッション「Sakai 3.0」, 法政大学, Mar. 8, 2009. (査読無)

[その他]

ホームページ等

<http://ys.i.hosei.ac.jp/>

(現在は HD の不良によりダウン、継続課題にて改良予定)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

児玉 靖司 (KODAMA YASUSHI)

法政大学・経営学部・教授

研究者番号 : 30266910