

平成 21 年 5 月 28 日現在

研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19300276
 研究課題名（和文） 連携型 eラーニングにおける高等教育の質保証に関する研究
 研究課題名（英文） Quality Assurance of Associated e-Learning for Higher Education
 研究代表者
 福村 好美（FUKUMURA YOSHIMI）
 長岡技術科学大学・工学部・教授
 研究者番号：70377224

研究成果の概要：本研究は、広範な地域に分散した複数の教育機関が連携して eラーニングのみで単位互換を実施する連携型 eラーニングにおける教育改善に関して、基盤技術構築と体系化、及び教育実践・評価を行うものである。本研究により、効果的な eラーニング活用法に関する Web 技術・知的情報処理技術の構築と評価、質保証のための受講者分析と適合性の評価、教育効果向上策としての授業モデルの提案と評価について、成果を得た。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	7,200,000	2,160,000	9,360,000
2008年度	5,000,000	1,500,000	6,500,000
年度			
年度			
年度			
総計	12,200,000	3,660,000	15,860,000

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：eラーニング、質保証、Web サービス、PBL、学習スタイル、チェックリスト、メンタリング、eHELP

1. 研究開始当初の背景

インターネットの発展により、教育の分野においても、組織間・地域間・国際間の距離と時間の制約は大幅に緩和され、分散した学習環境での教育が可能となってきた。すなわち、教育機関間の組織・距離を越えた正規の授業を提供することにより、学習意欲の高い学習者の期待に応えることができる。本学は、このようなネットワーク環境を考慮して、平成 16 年 3 月に 4 大学 6 高専との間で eラーニングによる単位互換協定を主幹事校として締結した。本協定の目的は、高等教育機関が連携して、正規の教育コースとしての eラ

ーニング教育を実践することにより、eラーニングの特色である学習機会の拡大と教育資源の共用化および学習過程の可視化を図り、受講者と教員の教育環境を改善することにある。また、その有効性を明らかにすることにより、ICTを活用した新たな教育手法の可能性を探求し、実績に基づく先進的な eラーニング実践事業 eHELP を継続的に展開することにある。

2. 研究の目的

本研究では、今後の連携型の高等教育のあり方について、eラーニングを含めた ICT 活

用教育が、我が国の教育体制および学生の学習スタイルに適した教育方法となるための教授法、授業設計法・評価法および ICT 活用法を提案することを目的とする。このため、単位互換協定での e ラーニング実践の場において、現状の教育手法における履歴・成績・アンケート調査から問題点の分析と学習スタイル同定を行い、その分析結果に基づき教育効果を向上するための学習モデルを立案し、このモデルに従って授業を設計するためのガイドラインの策定、効果的な e ラーニングを提供するための、Web 技術、インタラクティブコミュニケーション技術などを明らかにする。

3. 研究の方法

本研究を進めるに際しては、まず、事業規模の拡大により検証情報の充実を図るため、現行の e ラーニング高等教育連携(eHELP)の組織拡大を実施する。本連携を基盤として、以下の研究を進める。

(1) 効果的な e ラーニング活用法 教育効果の高い e ラーニングを実施する際に重要な課題はインタラクティブなコミュニケーション手段と学習意欲を持続させるメカニズムである。連携型 e ラーニングの場合には、各機関で使用する学習基盤システム(LMS Learning Management System)の相違から受講者の操作環境が統一的でなく、個々の操作法に習熟することが求められる。本研究では、電子掲示板とチャットに Web サービスを応用することにより、e ラーニング提供機関に依存しない統一的なコミュニケーション機構を提供する。また、現代 GP で開発した概念ベースを基に、効率的・効果的な回答を促進するために、内容に基づく質問仕分け機能の実現可能性を研究する。これにより質問に対する一次自動回答の基盤が構築できる。さらに、学習意欲を持続させるための一手法として、3次元仮想空間での協調学習を試みる。

(2) e ラーニングの質保証体系 自学自習である e ラーニングにおいては、受講者の個性が教育効果に影響する。また、個性に適応した教材提供が有効であると考えられる。このため、学習者の学習スタイルについて、基礎的な調査分析を行う。また、配信する教材の質を保証するためには、開発・運用に際してガイドラインが必要となる。本研究では、e ラーニングの各ステージごとの観点から、ガイドラインとしても利用可能なチェックリストを開発し、教材開発者の意識高揚と質の保証を支援する。

(3) 教育効果の評価法 若年層の受講生(高専など)には学習期間に制約を設けることで進捗度の均質化と学習効果の定着が期待できるため、コーホートベースモデル(Cohort Based Model)での配信とメンタリン

ゲームでの注意喚起を実践してその効果を評価する。

4. 研究成果

(1) eHELP 体制拡充

eHELP 活動の拡充を図るため、毎年全国の高専に対して参加招請案内を配付している。この結果、開設当初は 6 大学・6 高専・1 機関であった参加機関は平成 21 年度には、15 高専に増加した。

(2) チェックリストの開発

連携型の e ラーニングを実践するに際しては、統一的な内容により、作成上の指針を示し、また、提供される授業の質の保証を評価することが重要となる。上記観点から、本研究では質保証に関する要求レベルを 3 カテゴリに分類して、各カテゴリ毎の達成度を自己評価できるチェックリストシステムを開発した。

これらのカテゴリ分類に加えて、質向上の観点を(1)開発段階、(2)運用段階、(3)機関の体制、(4)評価の 4 分類で整理(NIME 資料を参照)し Web で回答するオンライン質問システムを構築した。本システムでの分析例を図 1 に示す。

1-5	対面授業で行われている内容との内容の一致、差異・異性があるか？	1	2	3	4	5
1-6	授業の目標や目的、終了後に達成できる成果が明確に説明されているか？	1	2	3	4	5
1-7	学生が授業の目標を達成できるように学習計画が提供されているか？	1	2	3	4	5

図 1 チェックリストの例

(3) 仮想空間における PBL

メタバース(Metaverse)と呼ばれる 3 次元仮想空間においては、本人の代理人(アバター)がネットワークを介してコミュニケーションをし、Web ツールを利用して創作活動を行うことができる。本研究では、インタラクティブコミュニケーションの一実現手法として、仮想空間上に教室環境を構築し、PBL を実践した。

本学、岐阜高専、福井高専の学生の参加により遠隔での PBL を実践した。受講後のアンケートでは、セカンドライフの操作性に難しさを感じながらも、仮想空間での PBL には興味を持ったと考えられる。

(4) 海外調査

ICT 活用教育の先進国における質の保証に関する現状把握のため、フィンランドとオランダにある高等教育機関と ICT 活用教育推進機構を訪問して現地調査を行った。訪問先は以下の通りである。

(A) ヘルシンキ大学(フィンランド)

(B) トゥルク大学(フィンランド)

フィンランドバーチャルユニバーシティ

(C) FVU(フィンランド)

- (D) 欧州高等教育質保証協会 ENQA (フィンランド)
- (E) 欧州遠隔教育大学連合 EADTU (オランダ)
- (5) 統合コミュニケーションシステム

eラーニングを用いて複数の高等教育機関が連携する際に、学習環境を提供する学習管理システム(Learning Management System, LMS)が機関により異なると、その操作方法やLook&Feelも異なってしまう、受講者にとって負担が大きくなるという問題がある。このため、掲示板機能とチャット機能について、異なるLMSから読み書きができ、かつ、それぞれのLMSに適合したLook&Feelのユーザインタフェースを提供できる、分散コミュニケーション・システムを開発した。

図2に統合コミュニケーションシステムの構成概要を示す。本システムを用いて、eHELP参加機関間で、数学問題解法の協調学習に関する実験を行った。参加者は九州工業大学、岐阜高専と本学で14名(高専生6名、大学生4名、大学院生4名)であり、参加学生は上記コミュニケーションシステムを通じて議論により解法を求める。

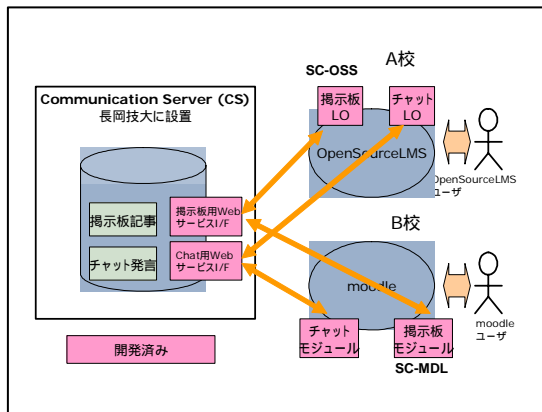


図2 システム概要図

実験的に通常授業の中で個人毎に解かせた結果、解けない学生が多くいたが、本協調学習においては、最終的に正解を得られたことから、協調学習としての効果はあると言える。

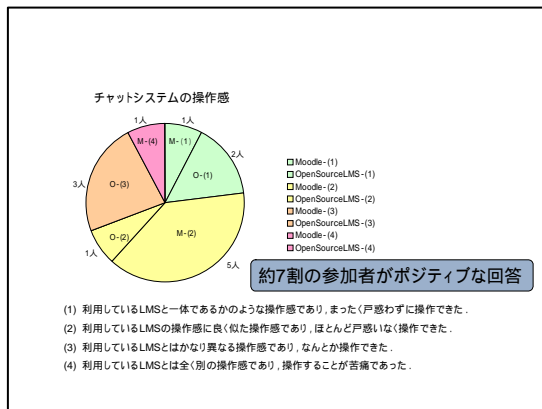


図3 チャットの使い勝手

る。チャットの使い勝手に関するアンケート結果を図3に示す。この結果、70%程度の学生は操作性に良好な印象を得ていることが分かる。

(6) FAQ 自動作成システム

受講生の増大に伴い、eラーニングに関する質問への対応にはスタッフの負担が問題となる。定型的な質問に対しては極力自動的に回答を返すことが望ましい。一時回答の自動化を目標とした場合、FAQ(Frequently Asked Questions)を自動作成できれば効率的である。本システムでは、内容に基づいて、事前に質問・回答を自動分類し蓄積しておくことを考える。このため、過去の質問・回答を自動分類する技術(FAQ自動作成システム)の検証を目指した。

図4にFAQ自動作成システムの概略図を示す。

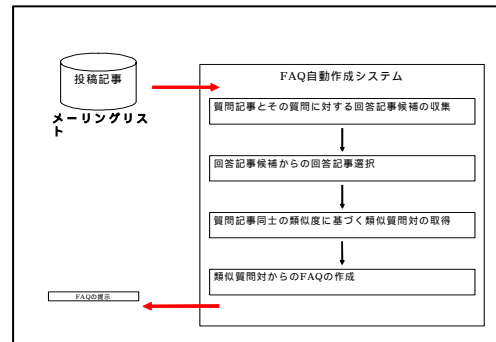


図4 FAQ自動作成の概略

提案する質問記事の収集法では、メーリングリストのスレッド構造を利用する。

また、提案する手法では、類似度の計算に概念ベースに基づいたベクトル空間モデルを利用した。

提案したメーリングリストのスレッド構造を利用したFAQ自動作成システムの性能評価として、類似質問対の取得精度の評価を行った。

(7) Webからのレポート模倣検出システム

Plagiarism対策として、受講生から提出されたレポートの創作性を検証するため、Webページとの類似性を検出するシステムの実現性を評価した。すなわち、複数のWebページから窃用して繋ぎ合せ、それに、巧妙な改変を加えて作成したレポートを検出する機能に関する技術の確立を目的とする。このため、文書間の模倣検出手法とWebからの元文書の取得方法を提案し、その検出性能を評価した。

模倣レポート検出システムの構成の概略図を図5に示す。

従来の文書間の模倣検出手法では、文を分割/結合してそれらの間に独自の文の挿入をしたり、順序を入れ替えた文の間に独自の文の挿入をするといった巧妙に改変を加えた

模倣文の検出が難しいため、そのような改変に対応できる手法を提案した。

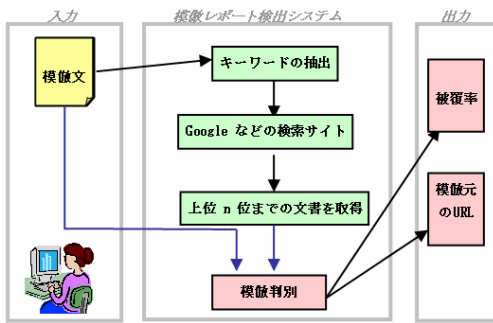


図5 Web 模倣検出システムの構成

テストセットを用いて、システムの総合性能の評価を行った。その結果、模倣していないレポートの正答率は85%程度であった。本研究により、文書間の模倣検出機能とwebからの元文書の取得機能が実現でき、複数のweb ページから窃用して作成された模倣レポートや小論文を自動的に検出する技術を一応の検出性能で実現できた。

(8) eラーニング受講者の学習スタイルと授業適合度

非同期型学習とICTの利用は、eラーニングの特徴である。しかし、非同期型学習あるいはICTの利用を好まない学習者は、学習内容の理解、学習意欲等が得られにくく、また心理的疲労を感じて、eラーニングに適合できないのではないかと懸念される。そこで、eラーニングの学習スタイル調査票を作成して受講者の学習スタイルを調査し、eラーニング教材や学習方法の開発、学習環境の改善について考察する。

本研究では、学習者のeラーニングに対する学習スタイルを事前に調べ、学習スタイルとeラーニング科目の適合度との相関関係を求め考察する。受講者個人のeラーニングの学習スタイルと授業適合度との関係を検討し、その情報を学習者や授業担当者に提供する方法を以下に述べる。

eラーニングの学習スタイルを調査するために、学習スタイル調査票を開発した。このeラーニングに関する学習スタイル調査票は、「同じ場所で一斉に学ぶより、好きな時に個別に学ぶ方が学びやすい」など、eラーニングの特徴である「非同期」や「ICT利用」に関して、学習、理解、課題等の観点で全40質問を7件法で回答を求める。

この学習スタイル調査票を利用して、eHELP (eラーニング高等教育連携)の単位互換制度で学ぶ学生に対し、2008年12月上旬~2009年1月上旬にかけて調査を実施し、合計53名の受講者(無効回答者を除く)から回答を得た。53名×40項目の回答を統計

処理ソフト SPSS を用いて最尤法・バリマックス回転による因子分析を行った。その結果、因子1「非同期学習」(13項目)、因子2「ICT利用」(12項目)、因子3「非同期・デジタルコミュニケーション」(8項目)の3因子からなる33質問の学習スタイル調査票を得た。

学習スタイルのアンケート調査と同時に、eHELP内の2008年度後期の受講者を対象に、eラーニングの授業受講に関するアンケート調査を実施した。このアンケートは、実際に受講したeラーニングの各科目の理解度、満足度、心理的な側面等に関する10問のアンケート(7件法)から構成されている。このアンケートにより、各受講者の「授業適合度」を求める。eHELP学習者のeラーニング終了時(2008年12月~2009年1月)に、授業適合度アンケート調査を実施した。

その結果、eHELPの受講者を対象に行われた学習スタイル調査結果と、その学習スタイル調査結果とデータの対応が取れる69回答の授業適合度との相関係数を求めた。図6に相関係数を表す。

授業適合度と各因子間の関係をより考察するために授業適合度を独立変数、因子1~3を従属変数として重回帰分析を行った。その結果を表1に示す。

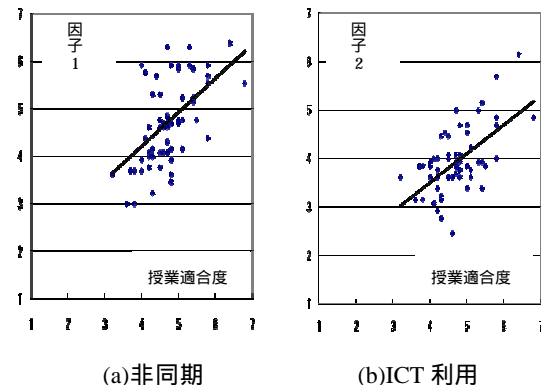


図6 授業適合度との相関関係

表1 重回帰分析の結果

変数名	偏回帰係数	p
切片	1.82	<0.01
因子1 (非同期学習)	0.23	<0.01
因子2 (ICT利用)	0.45	<0.01
因子3 (コミュニケーション)	0.01	0.938
決定係数	0.43	<0.01

表1より、因子1と因子2に関しては偏回帰係数が高く、p値が1%水準で有意である。偏回帰係数が低い因子3を除外し、再度重回帰分析を行った。その結果、偏回帰係数に着目すると授業適合度を表す重回帰式は、

$$\text{授業適合度} = 1.835 + 0.231 \times \text{因子1 (非同期学習)} + 0.450 \times \text{因子2 (ICT利用)}$$

で表わされることがわかった。

本研究では、eラーニングの学習スタイル調査票を作成してeラーニング受講者の学習スタイルを調査し、受講科目の授業適合度と学習スタイルとの相関関係を検討した。その結果、非同期学習とICT利用を好む学生の学習スタイルと、授業適合度とは相関関係が強いことがわかった。また、重回帰分析を行い授業適合度と学習スタイルの各因子との重回帰式を求めた結果、学習スタイルの2因子(「非同期学習」と「ICT利用」)を用いて、授業適合度が説明できることがわかった。

(9)評価尺度決定のための分析

完全非同期型eラーニングにおける評価尺度の設計のために、学習プロセスとアウトカムとしての学期末試験の得点分析を行った。eラーニング配信方式には自律型、コホート(cohort)型、放置型など様々な方式が考えられるが、本研究では配信時期を限定し、受講者は配信期間内に受講しなければペナルティが課される形のコホート型を採用した。図7に、コホート型で配信したeラーニング科目Aの最終受講状況を示す。横軸は講義回数、縦第一軸(左)は最終受講終了比を、縦第二軸(右)は最終受講率を表す。棒グラフはAにおける2006年対2007年の受講終了比を表し、折れ線グラフは各年における最終受講率を示す。図より、コホート型とする方が最終受講率が著しく増加することがわかる。

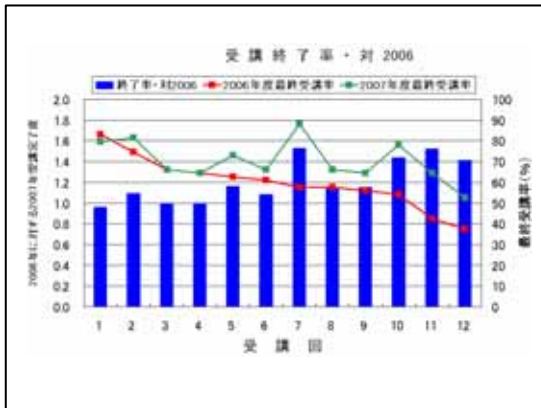


図7 2006年・2007年配信の際の受講終了率の変化

また、図8に、受講を促すメンタリングメール送信前後の受講率の変化を科目Aに対して行った結果を示す。棒グラフはメンタリングメール送信前後比を、折れ線グラフはメンタリング送信前受講率を表す。

以上の分析から、科目Aにおける最終受講率はコホート型かつメンタリングの効果により50%超となったことがわかる。また、先行研究の成果より、学習者は各回とも概ね7~8割程度の授業内容しか閲覧していないことが分かっている。学習者はこうした背景

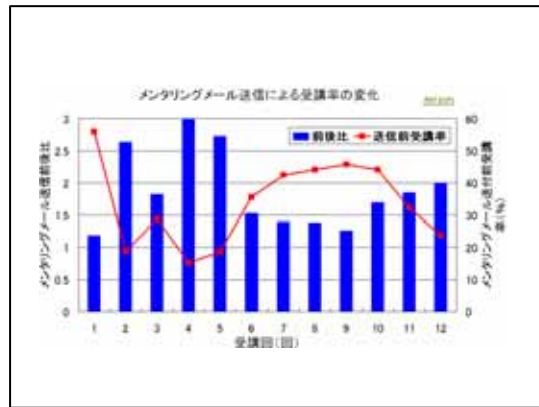


図8 メンタリングメール送信前後の受講率の変化

を基に、科目Aに対して学期末試験を行った。その結果、2006年度は平均点63点、標準偏差25、2007年度は平均点59点、標準偏差13となった。このことは、コホート型の配信は、マス学習における学習者間の教授効果のばらつきを抑え、均質な学習を与える一つの基準となり得る。

次に、学習者個人々人における学習日程と学期末試験の関係について分析を行った。



図9 科目Aにおける、総受講日数と得点分布の関係

図9は、科目Aにおける全講義総受講日数と学期末試験の成績分布を示したものである。配信講義数は13講義であったことから、青帯の部分がほぼ予定通りに受講した学生であることがうかがえる。総受講日数の少ない学生は集中講義的に各講義を閲覧した者、総受講日数の多いものは復習を何度も行ったか、某かの形で受講時エラーが起きた者であると推測できる。また、得点分布を見ると、総受講日数が10日未満の受講者は、最大でも60%台の正答率しか得ることができていない。一方、総受講日数が10~19日の学生は、最大で80%台の高い正答率である。このことは、受講日数が少ない学生は、自力で努力して学習した、もしくは既知の内容が試験範囲に出たが、配信授業の中でのみ述べられている内容からの出題は回答できない可能

性が高く、低い正答率しか得ることができなかったと考えられる。一方、総受講日数が多い学生は、基本的に配信科目における全講義を定常的に受講しているため、定期的に学習する習慣が身につく、ひいては学習意欲の向上につながり、その結果、講義で話されていた内容はほぼ記憶していたため、高得点を記録する学生が多いと考えられる。

以上のことから、最近多くの教員が実施する、成績付与時の基準である「授業態度・テスト得点」は、eラーニングにおいては評価項目として取り込み可能であり、メンタリング等しかるべき措置を取った後であれば受講総日数（総時間）を学習プロセス、学期末試験得点をアウトカムとした評価は1対1対応しており、評価尺度として妥当であることが示された。従って、SCORM規格等の採用により、学習活動を詳細に追跡することはeラーニングの評価尺度の観点から重要である。

なお、成績評価に関して、オンラインテスト自動化のための、テスト問題自動作成システム、本人認証のための筆跡認証方式等について、実験を行い基礎データを収集した。

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)

[学会発表](計11件)

T. Yukawa, Y. Fukumura, A Cross-LMS Chat System and Its Evaluation, ED-MEDIA2009, 2009年6月22日-26日、アメリカ・ホノルル

T. Yukawa, H. Takahashi, Y. Fukumura, M. Yamazaki, T. Miyazaki, S. Yano, A. Takeuchi, H. Miura, N. Hasegawa, Implementing e-Learning Technology for Project-Based Learning for the Development of Embedded Software, SITE2009, 2009年3月2日-6日、アメリカ・チャールストン

K. Nishino, T. Ohno, S. Mizuno, K. Aoki, Y. Fukumura, A Study of Learning Styles of Japanese e-Learning Learners, HC2008, 2008年11月20日-23日、長岡技術科学大学

C. M. A. Irfan, K. T. Nakahira, Y. Fukumura, Standardising Security Layer Architecture for e-Learning Management Systems, HC2008, 2008年11月20日-23日、長岡技術科学大学

C. M. A. Irfan, S. Nomura, T. Yukawa, K. Ouazaane, Y. Fukumura, Real Time

Invigilation and chronic Authentication Tool for E-Learning Management Systems, HC2008, 2008年11月20日-23日、長岡技術科学大学

K. T. Nakahira, S. Suzuki, Y. Fukumura, A method of enhancing motivation in e-learning including its evaluation, ICCE2008, 2008年10月27日-31日、台湾・台北

T. Yukawa, Y. Fukumura, A Cross-LMS Communication Environment with Web Services, KES2008, 2008年9月3日-5日、クロアチア・ザグレブ

T. Yukawa, K. Kawano, Y. Suzuki, S. Tansuriyavong, Y. Fukumura, Implementing a Sense of Connectedness in e-Learning, ED-MEDIA2008, 2008年6月30日-7月4日、オーストリア・ウィーン

鈴木結, S. Tansuriyavong, 湯川高志, 福村好美, eラーニングにおける“つながり感”醸成ツールの効果検証、第9回CMS研究会、2008年12月11日-12日、九州工業大学戸畑キャンパス・西日本総合展示場

11 大野友寛, 山口真之介, 大西淑雅, 西野和典, 福村好美, eラーニング科目受講者の学習スタイルに関する調査、教育システム情報学会第33回全国大会、2008年9月3日-5日、熊本大学

中平勝子, 鈴木誠治, 福村好美, eラーニングにおける受講促進法の評価、教育工学会第23回全国大会、2007年9月22日-24日、早稲田大学所沢キャンパス

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福村 好美 (FUKUMURA YOSHIMI)
長岡技術科学大学・工学部・教授
研究者番号：70377224

(2) 研究分担者

湯川 高志 (YUKAWA TAKASHI)
長岡技術科学大学・工学部・准教授
研究者番号：70345536

中平 勝子 (NAKAHIRA KATSUKO, T.)
長岡技術科学大学・工学部・助教
研究者番号：80339621

西野 和典 (NISHINO KAZUNORI)
九州工業大学・大学院情報工学研究
院・教授
研究者番号：70330157