

フィジカル・アセスメントスキル習得における 学習者支援へのモデリング導入の提案

鍋田 真一† 横山 航† 山本洗希‡

細澤 あゆみ†† 渋谷 良太‡‡

八木田 知弘‡ 小田 奈緒‡

湯瀬 裕昭† 青山 知靖††† 鈴木 直義†

概要

筆者らが所属する研究室では、高度 ICT 人材の育成を目的として、プロジェクト指向教育 (Project Oriented Education, POE) を実施している。筆者らの POE では、社会と連携した多様な複数のプロジェクトに学生を参加させることで、学生が自律的に問題を発見し定式化することを狙いとしている。筆者らは、過去の実践から、学習者が自らの経験を抽象化するためには概念モデルの構築が有効であることを認識してきた。本稿では、看護師のフィジカル・アセスメントスキルの習得とその教育プログラムの改良を取り上げる。そして、学習対象の把握と適切なスキルの習得を支援するような概念モデルの構築について論じる。

Introduction of Conceptual Model into Physical Assessment Skill Training

Shinichi Nabeta † Wataru Yokoyama † Hiroki Yamamoto ‡

Ayumi Hosozawa †† Ryota Shibusawa ‡‡

Tomohiro YAGITA ‡ Nao ODA ‡

Hiroaki Yuze † Tomoyasu Aoyama ††† Naoyoshi Suzuki †

Abstract

In order to nurture ICT experts, our laboratory has carried out POE (Project Oriented Education) programs in which students autonomously find and formulate issues and tasks through participation in various real-world projects. Based on our previous investigations, we recognized that it would be useful for students to construct a conceptual model to analyze their experiences in the projects more abstractly. This paper evaluates our approach to physical assessment skill training for nurses and proposes ideas for its improvement. It also focuses on the construction of a conceptual model to help nurses grasp the objectives of their training and acquire appropriate skills.

† 静岡県立大学大学院経営情報イノベーション研究科

Graduate School of Management and Information of Innovation, University of Shizuoka

‡ 静岡県立大学経営情報学部

School of Administration and Informatics, University of Shizuoka

†† 株式会社情報システム総研

Information System Institute, Ltd.

‡‡ 筑波大学大学院システム情報工学研究科

Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

††† 静岡県立大学国際関係学部

Faculty of International Relations, University of Shizuoka

1. はじめに

筆者らが所属する研究室では、社会が求める実践能力のある熟練者育成を目的として、熟練者特有の能力(以下“スキル”をこの意味で使う)の習得を包括的に支援に関する研究に取り組んでいる。主な取り組みの1つは、大学生を対象とした高度ICT人材の育成である。我が国のICT産業を真に支えていくことができる人材の育成には、プログラミングやソフトウェア工学など特定分野の知識・技術を個別に学ぶだけでは十分ではない。なぜならば、知識・技術は陳腐化が急速に進行するICT分野では、単にそれらに追従する以上のより本質的な能力が求められるからである。本研究室では、このような社会的な需要の高まりに呼応して、プロジェクト指向教育(Project Oriented Education, 以下 POE)を実施してきた^{[1][2][3][4][5]}。

2つ目は、看護師を対象としたフィジカル・アセスメントスキルの習得支援である。フィジカル・アセスメントとは、臨床現場において患者の健康状態の判定や必要なケアを決定するために、問診、視診、聴診、打診、触診などにより全身をスクリーニングし、分析するプロセスを指す。フィジカル・アセスメントスキルは、臨床看護実践における基本的能力であり、近年における看護師の役割や活動の場の拡大により、看護師にとって必須のスキルである。

これらの研究を進めていくうちに、スキルの本質はモデリングの能力であるということを確認した^[6]。一般に熟練者はどのような状況においても適切かつ迅速な行動が可能である。そして、経験したことのない事態や想定外の状況への対処が可能である。これは、知識や経験から行動モデルが生成されているためであり、熟練者はこのモデルを作り上げる能力を獲得しており、それにより経験をしていない新たな事象に対しても適切な対応が可能になると考えられる。従って筆者らは、熟練技術者育成のための学習プログラムには、概念モデルと、モデル化の過程自体を組み込むことが必須であると考えられる。

2. 研究背景

2.1 プロジェクト指向教育とは

本研究室では、一般的な大学の授業の90分×15週という形態的時間量的制約と、学生が授業の目的や目標を捉える枠組み設定の困難さを解決するため、様々な試行をPOEの下に実施してきた。POEは、社会連携型

PBL(Project/Problem Based Learning)の一種に分類される^[6]。その実践から、学生にとって経験の抽象化にモデリングが有効であることを認識してきた。実際、プロジェクトメンバーの世代間継承でモデリングを積極的に活用することを推奨している^[6]。

プロジェクト指向教育の狙いは「学生の価値を総体として実現する為の経験の創造」である。その方法として、個々のプロジェクトを超えて、研究室を一つの「組織」として認識し、そこに自己組織化・創発を起こすことを目標としている。その実現のために、POEでは以下の教育方針を掲げている^[6]。

<教員の方針>

- ① 参加学生に「自らあきらめない限り、絶対に見放さない」と約束(信頼の構築)
- ② 指導の抑制(自らの方法論を模索させる)
- ③ 個別対応(個別の学生の適性を把握して、学生自らが適性発見を促すため、全人格としてのつきあいを重視する)

<研究室所属学生への指導・奨励>

- ① 研究室で進行している全てのプロジェクトへの原則参加(組織としての問題意識を共有)
- ② 「先輩」呼称の禁止(上下関係のない、フラットで自由な風土を作る)
- ③ 分担の禁止(全てについて全員が責任をとる。構造を規定しない—自己組織化の促進)
- ④ 情報共有(必要な人・関心がある人のところに情報が届くようにする)
- ⑤ 本当の失敗をすること、失敗を恐れないこと(失敗を通して自らの適性を自覚する)
- ⑥ 時間を惜しまないこと(自己投資)

2.2 POEにおけるプロジェクト

POEで運営しているプロジェクトは主に、(1)ソフトウェアシステム開発、(2)サーバ設定・管理、(3)イベント運営、(4)教育支援(TA: Teaching Assistant)の4つに分類できる。(1)では、主にNPO法人ふじのくに情報ネットワーク機構と協働の全国少年少女サッカー大会運営支援システムの開発プロジェクトや静岡県中小企業家同友会と協働して行った出欠管理システムQRi開発プロジェクトなどがある。(2)は本研究室内に加え、他の研究室のサーバ設定・管理も行っている。(3)は学部のオープンキャンパスの企画・運営や同窓会サポートなどを行っている。(4)では、学部1年次に開講される情報リテラシのTAや、3年次に開講されるネットワークアプリケーションの授業を本研究室における同学年の学生が授業の企画・運営する^{[4][5][6][9]}。

2.3 フィジカル・アセスメントとは

看護を実際に患者に適應することを看護実践と呼び、その手段として活用されるのが看護における技術、すなわち看護技術である。看護技術は、コミュニケーションや観察、バイタルサインの測定といった看護行為や日常生活援助技術、診察時の補助技術、患者への指導技術など多岐にわたる。この一つがフィジカル・アセスメントである。

アメリカにおいては、1960年代に看護師の必須の技術とみなされ、以後教育が進んでいる。一方、国内の大学教育に導入され始めたのは1996年であり、歴史は浅い。そのため、在学中に教育を受けられなかった現職の看護師に対して、いかに効率的で質の良い教育を行うかが重要な課題となっている。

3. 概念モデルの構築

3.1 モデル化

POEでは、様々な経験・活動をモデルによって抽象化することを試みている。例えば、本研究室では、複数年に亘るプロジェクトが進行している。プロジェクトは日々めまぐるしく進展して行き、年度途中でメンバーも入れ替わることも多い。このような中で発生するさまざまな意味での「継承」は大きな課題である。フィジカル・アセスメントスキル習得支援システムも長期継続されているプロジェクトの1つであり、「継承」という課題解決の手がかりは、「モデル化」という手法にあるとの確信を深めた^[10]。

モデル化のプロセスは、{事象(経験/観察)、関係(比較)、意味(分析)、モデル(抽象化/メタ処理)}という認識系列によって構成される。経験/観察によって事象を抽出し、それらを比較することによって関係を発見し、それらを分析することによって意味を発見し、抽象化/メタ処理(meta processing)することによってモデルを作り上げる過程のことである。そして、モデルを作り上げたあとも、モデルの検証をしながら各フェーズに戻りモデルを改良していく反復型のプロセスである。

本研究では、モデルを記述する言語として、主にUML(Unified Modeling Language)を用いる。UML以外のモデリング言語やモデル化の手法は存在するが、複数人でモデルについて議論したり、共有したりする場合には、表記法の違いによる解釈の違いを避けるため、UMLのような厳密なルールに基づいて規定されているモデリング言語が向いている。

3.2 学習の転移

本研究室ではプロジェクトを同時並行で実践している。また、多くのプロジェクトが外部の組織と連携して行われている。このように責任を伴う複数の現実のプロジェクトへの積極的な参加により、メンバーの対象認識の変化が現れるということは、一種の学習の転移と考えられる。

そもそも学習の転移とは前の学習が次の学習に正・負の作用をもたらすという物であるが、本研究室においては、複数のプロジェクトが同時に行われることで相互作用が起こっている。これは、前節で述べたように本研究室のメンバーがプロジェクトの運用に際し、モデル化による抽象化を取り入れている結果、様々なプロジェクトにおいて非常に抽象的なレベルで物事を把握することができるためであると考えられる。

4. これまでの研究成果

筆者らは、2005年度から看護師のフィジカル・アセスメントスキルの同期型遠隔実習指導支援研究を行ってきた^{[11][12]}。この研究では、遠隔での同期型実習および非同期型学習を効果的に連携させた動作学習支援システム、および受講者の自習支援システムを考案している。長年に亘って数々の実験を行い、分析を繰り返すことによってデータが蓄積され、それをもとに動作学習型のe-Learningシステムを構築することを目指している。

4.1 JGN IIを用いた遠隔講義

臨床看護師を取り巻く学習環境は、初級レベルのフィジカル・アセスメントスキルを学習するために60時間にわたるプログラムを受講しなくてはならない。夜勤勤務を含む激務をこなしている臨床看護師にとって、教育を受ける機会を作ることは困難な現状である。

そこで、筆者らは静岡県立大学に集まった受講生に対し、三重県立看護大学の講師が遠隔から指導するフィジカル・アセスメントの実習訓練の支援を図1のような環境を構築して試みた。講師が指導するにあたって特に高精細な映像が求められると思われる受講生の映像は、MidField System^[13]を使いフルハイビジョン(1080i)で講師会場へ伝送した。ハイビジョンのストリーム1本で約26Mbps使用するため、インターネットでの通信は困難であり、高速ネットワーク回線であるJapan Gigabit Network II(以下JGN II)^[14]を利用した。

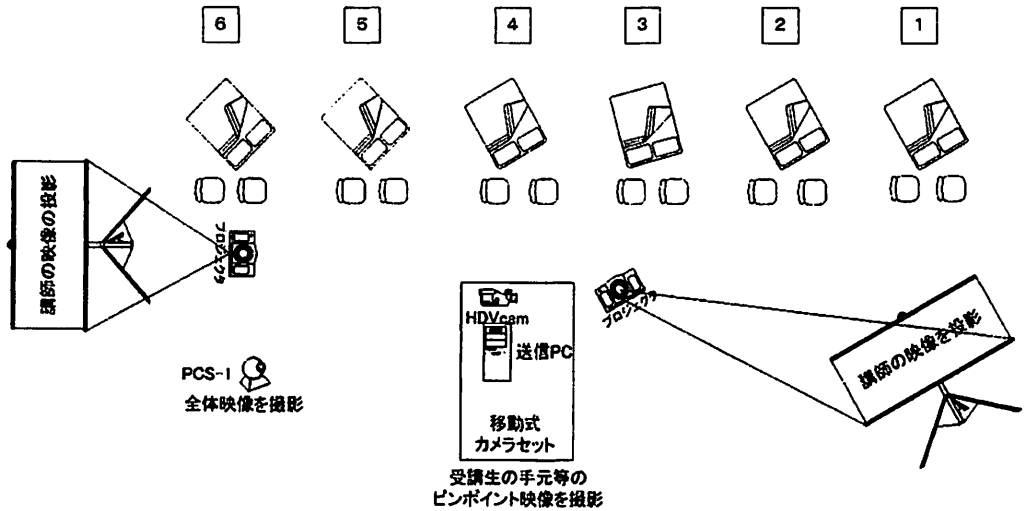


図 1 受講生会場機器構成図[12]

この実験では、いかにして講師に対するフィードバック情報を改善できるかに焦点をあてた。受講生の取り組みをフルハイビジョン映像で講師に伝えることにより、触診や打診のフォームに関しては、講師に十分なフィードバック情報を与えられることが分かった。しかし打診音等は正確に伝えることが難しく、今回の試行では十分な質のものをフィードバックすることができなかった。

4.2 学習者動作の客観的な指標の提示

JGNIIを用いた遠隔講義実験では、実技を中心とするフィジカル・アセスメントスキルの中には、「映像と音声(身振りと言葉)を伝達するだけでは伝えきれない事柄が多く存在する」という課題が明らかとなった。これを踏まえて、各種センサを用いて指導者および学習者の動作のデータを取得し、それを客観的な指標として学習者に提示するいくつかのシステムを開発し、評価を行った。

まず、触診手技の際に患者の腹部の1点に働く圧力をピエゾフィルムで計測し、そのデータを波形グラフとして学習者に提示するシステムと、加速度センサを学習者の手の甲に取り付けた。また、打診手技における手首のスナップの効き具合を学習者に提示するシステムを試作した。

これらのシステムによって、波形グラフと手首のスナップのきき具合を提示するシステムは学習支援に有効であることが確認できた。しかし、映像と指標の提示方法に問題があり、利用者は視線を頻繁に移動させる必要があるため、集中して学習し難いものであった。そこで、触診手技における押す力を音で提示するように改良を行い、触診手技における圧力

分布を、利用者が動作している映像に重ね合わせて描画するシステムを開発した。

これにより、利用者が身体と指標の対応付けを容易に行えるようになる。本システムを2008年12月5日に行われた本学看護学部の講義、実習の授業において、主に触診における手の動かし方、圧のかけ方を学習者に伝えるための教材として実際に使用し、評価を行った。このシステムが学習者に対して提供する学習支援情報のクラス図を図2に示す。

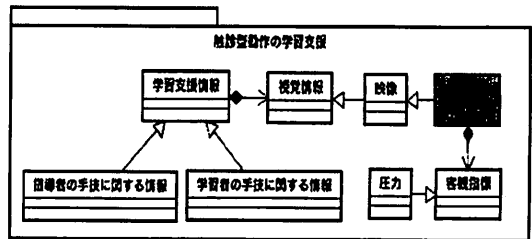


図 2 触診型動作の学習支援情報[16]

このシステムにより、客観的な指標として提示することができ、手技の学習の支援に有効であることを評価実験で確認した。

しかし、学習支援システムは単に高度な機能を提供すれば良い訳ではない。学習者が自ら考える機会をシステムが奪ってはならない。つまり、システムによる支援がなくなっても、学習内容を実施できるように支援することを目指しているのである。そのため、勘所の理解を支援できるようにシステムを設計し、また客観的な指標の提示により、できていること、できていないことを明確化し、自らの手

技に自信を与えることを狙ったのである。

4.3 スキル習得支援の概念モデルの構築

一般に、熟練者はどのような状況においても適切かつ迅速な行動が可能である。つまり、必ずしも経験したことのない事態や想定外の状況への対処が可能である。これは、知識や経験から行動モデルが生成されているためであり、熟練者はこのモデルを作り上げる能力を獲得していると考えられ、それにより経験をしていない新たな事象に対しても適切な対応が可能になると考えられる。

以上より、筆者らは熟練者育成のための学習プログラムには、概念モデルと、モデル化の過程自体を組み込むことが必須であると考えた。そこで、フィジカル・アセスメントスキルの学習支援プログラム作成を想定し、研究対象の根源的・普遍的な認識と、e-Learning システムの学習プログラムへの適用を目的として、概念モデルを導入した

図 3 は、参考文献^[18]において筆者らが提示したスキル習得支援の概念モデルを、熟練者とスキルとのコンビジット関係について修正した図である。スキルを習得するためには、単にそれらを表面的に模倣するだけでは不十分であり、そのスキルの本質を見出し、学習者自らのスタイルとして体得する必要がある。しかし、それまでには非常に多くの時間を要する。筆者らの狙いは、それを可能な限り効果的に支援することにある。

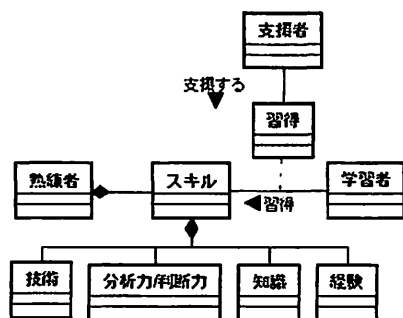


図 3 スキル習得支援モデル^[18]

図 4 はフィジカル・アセスメントの概念図である。フィジカル・アセスメントの実施には、問診、視診、聴診、打診、触診の五つの技術を用いる。この図は、看護学部所属以外の筆者らが開発・支援対象の認識を目的として作成した。このような認識手法は通常の看護教育ではあまり明確になっていない視点である。これらの概念図については、今後の課題であるフィジカル・アセスメントスキル

習得支援システムの開発やそのシステムを利用した評価実験を行う上で精度を向上させていく。

5. 学習者支援へのモデリング導入の提案

筆者らは、本研究室における POE の実証的な経験により、学習対象の認識の方法にモデル化が有効であることに気づいた。そこで、フィジカル・アセスメントスキル習得における学習者支援へのモデリング導入を提案する。

5.1 導入方法

モデリングを学習者支援に導入する方法として、協調学習環境への組み込みを提案する。これは、学習者同士の相互教授によるメタ認知を促進する方法でもあり、指導者一人に多数の学習者を放射状に結ぶ構図では、必ず指導者の負担の限界がくるので、それを避けるためである。

まず、学習者に学習対象のモデリングを行ってもらおう。それを学習者同士で説明、議論し合う。熟練者にもモデリングをしてもらい、モデルの比較や、熟練者との議論も必要である。また、学習対象だけではなく、熟練者の認識過程、学習方法をモデリングし、学習者に提示することも有効であると考えられる。

5.2 熟練者教育への適応の検討

現在、学習対象の把握への概念モデルの導入がどのような効果をもたらすかを検証するため、本研究室だけでなく、他の組織での学習におけるモデリングの導入を行うことを計画している。例えば、本研究室と共同プロジェクトを行っている他の研究室である。そのためには、環境の整備—UML のようなモデリング言語を使ってモデリングをし、モデルを共有し、議論ができるような環境が必要である。

そのため、環境の整備とともに、モデリング導入の実践、そして、学習者がどのようにモデリングスキルを獲得していくのか、を観察していく。同時に、POE におけるモデリング導入の観察も継続して行い、フィジカル・アセスメントスキル習得支援システムへのモデリング導入を実施、その教育効果を測定したいと考えている。

6. 今後の展望

これまでの研究を実技習得支援の面から見ると、フィジカル・アセスメントスキル

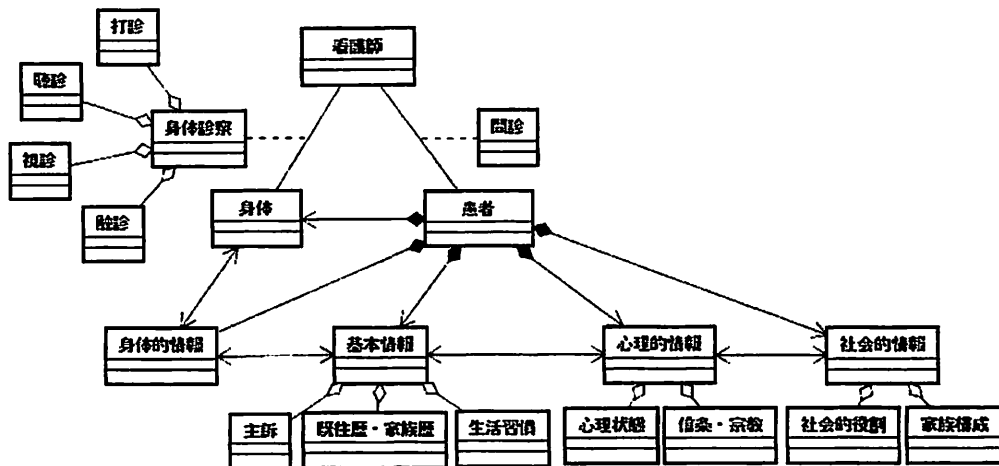


図 4 フィジカルアセスメントの概念^[18]

の触診手技習得支援に関する研究が中心であった。一方、図 3 のスキル習得モデルでは、スキル習得のためには「技術」、「分析力/判断力」、「知識」、「経験」が必要としている。そのため、その中の「分析力/判断力」に対する支援が今までの研究では不十分であると思われる。そこで、熟練者の視線情報をサンプリング・分析することによって熟練者と初心者の差異を定量的・客観的に示す。

また、これらの研究をもとに、簡易バイオメトリックセンサーを導入して利用者の特性を読み取り、それを概念モデルを用いて分析する。そのデータを用いて提供する情報やユーザインタフェースを動的に更新することで、対象者に様々な刺激が与えられると考える。

6.1 アイマークレコーダを利用した視線情報の活用

これまででは、主に手技習得支援のための研究であったが、フィジカル・アセスメントスキル習得のためには、図 3 にもあるように、「分析力/判断力」に関する支援も重要になる。この能力は、モデル化のプロセスの「関係(比較)」、「意味(分析)」に対応する部分である。

そこで、筆者らは今後、アイマークレコーダ^[19]を用いた実験に取り組む。アイマークレコーダによる分析で、視線の動きの差から熟練者と初心者の差を観察する。

これを行うには、フィジカル・アセスメントスキルにおける熟練者以外にも、他種類の熟練技術のサンプリングが必要となる。つまり、学習の最終段階に到達している事を、視線の観点からどうモデル化することができるが今後の課題である。

6.2 提供情報の動的更新システム

筆者らは、現在研究している看護師を対象としたフィジカル・アセスメントスキルの習得支援システムの開発において蓄積された知識や技能を応用し、スレート端末を用いた提供情報の動的更新システムの開発を考えている。

スレート端末は手に持って使うことを前提としており、また加速度センサーや音声認識機能が内蔵されている。これらの技術を用いてユーザの状態変化を分析することで、提供する情報やユーザインタフェースの変化を目的としている。

これは、筆者らがこれまでの研究で得た概念モデリングの明示的な活用により、ユーザの特性分析を、統計的な推測ではなく抽象概念レベルで予測することで、対象者の能動性と学習意欲を刺激することを期待している。

7. おわりに

本研究室では POE として多様なプロジェクトを行ってきた。その中で学生にとって経験の抽象化に概念モデルの構築が有効であることを認識してきた。そこで、本稿では、本研究室の取り組みの 1 つである、看護師のフィジカル・アセスメントスキルの習得とその教育プログラムの改良を取り上げた。

今後は、POE におけるモデリング導入の成果の観察を継続するとともに、フィジカル・アセスメントスキル習得支援システムへのモデリング導入を実施し、看護学部所属の学生に対する教育効果の測定を試みる。また、アイマークレコーダを用いた分析を行い、看護師のフィジカル・アセスメントスキル習得支

援に応用することを考えている。

謝辞

本研究の遂行にあたって、静岡県立大学大学院経営情報イノベーション研究科の松浦博先生、渡邊貴之先生、三重県立看護大学の岡本恵里先生、杏林大学保健学部の佐藤智子先生には、指導および助言を戴いた。ここに感謝の意を表する。

また、本研究の一部は、平成20年度文部科学省科学研究費補助金基盤研究(B) 課題番号[20300270]「動作実習教育のための遠隔指導システムの開発－フィジカル・アセスメントスキル訓練への応用－」の補助を受けた。

参考文献

- [1] 鈴木直義, 渡部和雄, 青山知靖, 湯瀬裕昭, 堀口貴光: 中間組織との連携によるプロジェクト指向の大学教育－コンピュータシステム開発教育に関する事例報告, 経営情報学会 2005 年秋季全国研究発表大会論文集, pp. 298-301(2005)
- [2] 鈴木直義, 堀口貴光, 渋谷良太, 湯瀬裕昭, 青山知靖, 民産官学協働ソフトウェア開発による大学低学年教育の試み－ソフト・イノベーションの視点から－, 情報教育シンポジウム論文集, pp. 45-52(2006)
- [3] 鈴木直義, 森下真衣, 湯瀬裕昭, 渋谷良太, 旗持静香, 芥川美由紀, 山上美紗, 田辺翔子, 堀口貴光, 青山知靖, ソフトウェア開発教育と地域情報化, 情報処理学会研究報告 Vol.2006, No.130, 2006-CE-87 pp. 9-16, 情報処理学会, コンピューターと教育研究会(2006)
- [4] 田辺翔子, 山浦一保, 浅見龍太郎, 青山知靖, 湯瀬裕昭, 鈴木直義, プロジェクト指向教育のモデル化と評価の試み, 情報教育シンポジウム 2008, pp. 103-109(2008.08)
- [5] 鈴木直義, 芥川美由紀, 山上美紗, 森下真衣, 細澤あゆみ, 渋谷良太, 湯瀬裕昭, 青山知靖, 産学連携による長期ソフトウェア開発プロジェクトの評価－地域スポーツ振興支援ソフトウェア開発の事例報告－, 経営情報学会 2007 年秋季全国研究発表大会予稿集, pp. 248-251,(2007)
- [6] 細澤あゆみ, 熟練者教育へのモデリング導入の提案, 修士論文, 静岡県立大学大学院経営情報学専攻修士課程(2011)
- [7] 井上明, 金田重郎, 実システム開発を通じた社会連携型 PBL の提案と実践, 情報処理学会研究報告 Vol.2007, No.25,

2007-IS-99, pp.115-122, 情報処理学会, 情報システムと社会環境 (2007.03) .

- [8] 細澤あゆみ, 菅原慎吾, 田辺翔子, 堀口貴光, 湯瀬裕昭, 青山知靖, 鈴木直義, 大学低学年向け Web プログラミング授業における PBL 導入の試み, 情報教育シンポジウム論文集, pp.259-266(2008)
- [9] 鍋田真一, 横山航, 山本洗希, 細澤あゆみ, 湯瀬裕昭, 青山知靖, 鈴木直義, PBL における学生間での経験と技術の継承, 情報処理学会情報システムと社会環境研究報告, Vol.2010-IS-113, No.10, pp.1-8(2010)
- [10] 横山航, 山本洗希, 酒井美那, 渋谷良太, 細澤あゆみ, 鍋田真一, 湯瀬裕昭, 青山知靖, 鈴木直義, PBL における長期プロジェクト運用の継承－概念モデルの構築の試み－, 日本 e-Learning 学会会誌, Vol10, pp.12-22(2010)
- [11] 酒井美那, サーバ管理のモデル化の試み, 卒業論文, 静岡県立大学経営情報学部,(2008)
- [12] 鈴木直義, 渋谷良太, 湯瀬裕昭, 岡本恵里, リモート・インストラクションによるフィジカル・アセスメントの実習訓練の試み, 情報処理学会研究報告, 2006-CE-87, Vol.2006, No.130, pp.17-24(2006)
- [13] 橋本浩二, 柴田義孝, "利用者環境を考慮した相互通信システムとその利用", 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.2, pp403-417
- [14] 超高速・高機能研究開発テストベッドネットワーク: JGN2 ホームページ. http://www.jgn.nict.go.jp/jgn2_archive/jgn2-index.html
- [15] 渋谷良太, "客観的な指標の提示によるフィジカル・アセスメント型手技の学習支援システムに関する研究", 修士論文, 静岡県立大学大学院経営情報学専攻修士課程(2009)
- [16] 渋谷良太, 渡邊貴之, 酒井美那, 湯瀬裕昭, 鈴木直義, "音情報によるフィードバックを用いた動作の非同期型学習支援システム", 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2008)シンポジウムアブストラクト集, pp.1429-1434(2008)
- [17] 細澤あゆみ, 渋谷良太, 岡本恵理, 佐藤智子, 酒井美那, 堀口貴光, 青山知靖, 鈴木直義, "動作実習教育における動画レポート作成・添削システム的设计, 日本 e-Learning 学会会誌, Vol.9, pp.74-83(2009)

- [18] 細澤あゆみ, 渋谷良太, 岡本恵理, 佐藤智子, 横山航, 山本洗希, 湯瀬裕昭, 青山知靖, 鈴木直義; 学習支援プログラム作成を想定した概念モデルの構築—フィジカルアセスメントスキル型学習への適用—, 日本 e-Learning 学会会誌, Vol.10, pp.4-11(2010)
- [19] ㈱ナックイメージテクノロジー「アイマークレコーダー EMR-9:視線計測システム アイカメラ」
http://www.eyemark.jp/product/emr_9/index.html