

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 30 日現在

機関番号：33916

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2016

課題番号：24501156

研究課題名(和文)医療情報専門職養成のための教育用医療情報システムを活用した教授法の開発

研究課題名(英文)Development of teaching method using medical information system for Healthcare Information Technologist.

研究代表者

武藤 晃一 (Muto, Koichi)

藤田保健衛生大学・保健学研究科・准教授

研究者番号：00267535

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、医療情報技師を養成するための医療情報システムを利用した教授法の開発である。今回、システム改良やシステム開発に携わることができるような医療情報技師の知識・技能を教育するため、教材となる教育用模擬医療情報システムを開発した。本システムは、模擬的なWeb型電子カルテ(オーダ機能含む)と医事会計システムの連携および放射線部門における情報連携(RIS、モダリティ、PACS)に関わるシステムの実装・構築を体験できるものとした。実装にはオープンソースソフトウェアと医療情報標準を利用し、その有用性・重要性も教育できるものとなった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to develop a teaching method using a Medical Information System to train Healthcare Information Technologist. In order to acquire knowledge and skills by Healthcare Information Technologist involved in system improvement and system development, we developed several educational simulation medical information systems as teaching materials. These simulation systems allow users to experience implementation and construction of systems related to Web-based Electronic Medical Record (including order-entry function), Medical Accounting System and several systems (RIS, modality, PACS) related to information linkage in the Radiology Department. We used Open Source Software (OSS) and medical information standards to implement these systems. Therefore, the usefulness and importance of OSS and medical information standards can also be educated.

研究分野：医療情報学

キーワード：医療情報技師 医療情報専門職教育 医療情報システム 情報システム教育 医療情報の標準化

1. 研究開始当初の背景

医療分野の ICT 化が推進されるなか、医療情報システムに精通する人材不足が懸念されており、その解消のため日本医療情報学会にて医療情報技師の認定制度が 2003 年より進められている。医療情報技師の人材像、求められる資質については医療情報学会医療情報技師育成部会により定義がなされ、Communication、Collaboration および Coordination の 3 つが挙げられている。知識・技能の面では、情報処理技術系、医学医療系、医療情報システム系の 3 系統に分けて、身につけるべき到達目標 (GIO : General Instruction Objective) と具体的行動目標 (SBOs : Specific Behavioral Objectives) が公開されている。しかし、医療情報技師を養成するための具体的なカリキュラムや教育手法について、確立したものは存在していない状況である。

われわれは、医療情報技師をはじめとした医療情報専門職となる人材を学士教育の段階より養成することを目指しており、その教育手法を研究するため、平成 21 年から平成 23 年に掛けて実施された 7 大学の連携プロジェクトである、文部科学省の大学教育充実のための戦略的連携支援プログラム「コメディカル養成のための教育用電子カルテシステムおよびデータベースの構築と実践」(以下、戦略 GP) へ連携研究者として参加した。

戦略 GP では、電子カルテシステムをはじめとする医療情報システムを教育目的に利用し、電子カルテを用いた教授法等の開発、教材となる模擬診療情報の開発等が研究目的となった。教育に利用する電子カルテシステムは、教育専用が開発されたものでなく、医療機関にて実際に使用されている市販のシステム(ベンダー製品)を用いた。電子カルテシステムは高価であり大学単独で教育目的で導入することが困難であることから、その解決策としてインターネット VPN (SSL-VPN) とリモートデスクトップを用いた教育用電子カルテシステムの共同利用システムを構築した。

このような実際に医療現場で使用されている電子カルテシステムを利用した教育は、医療現場の臨場感を学士教育の段階で体験できることが利点と考えられる。しかし、電子カルテシステムの機能やユーザインターフェースの標準化は進んでおらず、その機能や操作感は製品に依存してしまうことが問題となった。そのため、授業法の工夫として電子カルテシステムの操作習熟に力点を置くのではなく、システムに実装される機能の意味、システムが多職種間での診療情報共有と連携のためのコラボレーションツールとして利用されていることの意義を理解させるような指導方法を検討する等の対応を行った。このような研究から、看護師、診療放射線技師、臨床検査技師、理学・作業療法士な

ど実際の医療現場では電子カルテシステムの利用者となる医療専門職を目指す学生の教育において、チーム医療のための診療情報の共有・連携を教育する点で、電子カルテシステムを利用した教育の効果が高いことが示唆された。

一方、われわれが養成したいと考えている医療情報技師の学士教育においては、ベンダー製品の医療情報システムを利用した教育では、そのシステムの内部構造に深く立ち入った教育が困難であることが問題点として明らかとなった。医療機関における医療情報システムの構築においては、基幹システムとなる電子カルテシステム(電子診療録機能+オダエントリシステム)と臨床検査情報システムや放射線情報システムなどの部門システムとの連携、接続の調整が重要となる。しかし、戦略 GP のシステムではこれを体験的に学習させることが困難であった。このシステム連携の調整は、まさに医療情報技師が力を発揮すべき仕事の 1 つである。実際にシステム間接続の設定等を調整しながら体験的に学習できれば、学士教育の段階であっても学習者にその重要性の理解が期待できる。

さらにわれわれは、医療情報技師は、医療機関にベンダー製品の医療情報システムを導入して維持管理を担当するという役割だけでなく、システムの改善・改良、さらには医療情報システムの開発にも関与できる必要があると考えている。自由に操作し、内部構造を解析し、実際に改造することもできる教育用の医療情報システムがあれば、より高度な医療情報技師教育に有用であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究の最終的な目標は、医療情報技師をはじめとする医療情報専門職を養成するための授業法およびカリキュラムを確立することである。そのためには、医療情報技師として、良い医療情報システムは何か、どのようなものであるべきかを考察し、システムの改善・改良の実質的な提案が行える知識・技能、医療情報システムの新規開発に携われるような知識・技能を身につけることができる教材が必要となる。

本報告では、医療情報システムにおける電子カルテシステム(基幹システム)と部門システムとの情報連携に関する知識・技能を体験的に学習できる教材および授業法を開発を目的とした。学習対象は患者の検査を実施する部門との情報連携とした。システムの内部構造が解析でき、自由に改造することが可能で、システム間連携も体験的に学習できる教材として、教育用模擬医療情報システムを開発した。

3. 研究の方法

情報連携の部門として、臨床検査部門と放射線画像検査部門を選定した。臨床検査部門

は生理機能検査（心電図）を対象とした。

(1) 心電図ファイリングシステム連携

本学に教育用に導入されている電子カルテシステム（ベンダー製品）と心電図ファイリングシステム（ベンダー製品）を利用し、患者カルテと検査結果である心電図の連携が行えるようにした。電子カルテと心電図ファイリングシステムとは、患者 ID のみで連携可能な状況であり、心電図に患者・検査情報を伝達する仕組みは存在していない。また、心電図測定における臨場感を得るため、模倣的に心電波形を発生させる ECG チェッカーを導入した。

病院情報システム学実習（医療経営情報学科3年生・通年2単位科目）において、本システムを利用したロールプレイ実習を実施し、教育効果を検討した。

(2) 教育用模擬医療情報システムの教育効果：Web 型電子カルテシステム

戦略 GP の成果物として、教育用の Web 型電子カルテシステムの開発が行われた。本システムは、電子カルテシステムの電子診療録機能の一部、オーダエントリ機能の一部、医事会計システムとの連携機能が実装されている。医事会計システムには、日本医師会 ORCA 管理機構の日医標準レセプトソフトを採用している。

Web 型電子カルテシステムのソースコード一式の提供を受け、日医標準レセプトソフトと共に、医療情報システムを導入・設定を体験できる実習マニュアルを作成した。仮想マシン構築ソフトウェアを利用して、学習者が PC 1 台でシステム構築を体験できるようにした。

Web 型電子カルテシステムを稼働させるための仮想環境の設定、OS、ミドルウェア、データベースシステムのインストールおよび設定、日医標準レセプトソフトの設定と利用、Web アプリケーションのデプロイ、Web アプリケーションのソースコードの改良まで、学習者が体験することで、何が学習できるかを考察した。

(3) 教育用模擬医療情報システムの開発：放射線部門システム

放射線部門の情報システム化は、DICOM (Digital Image and Communication in Medicine)規格により標準化されており、上位のオーダエントリシステムと下位の放射線画像診断装置（以下、モダリティ）との情報連携も IHE (Integrating the Healthcare Enterprise)によって仕様が明確となっている。システム間連携に用いられる DICOM や HL7(Health Level 7)といった医療情報標準は、医療分野における厚生労働省標準ともなっており、医療情報技師にとってその理解は重要となっている。

DICOM 画像を保存管理する PACS (Picture

Archiving and Communication System)には、複数の Open Source Software（以下、OSS）による実装が存在している。しかし、放射線情報システム(RIS : Radiology Information System)に相当するシステムの OSS による実装は該当がない。そこで、放射線画像検査オーダを受取り、患者情報 + 検査情報をモダリティへ伝達することができる機能を有する模擬医療情報システムを開発した。IHE の放射線部門の統合プロファイルに登場するアクターである OF(Order Filler)に相当する機能の一部を実装したことから、OF シミュレータと呼ぶ。さらに、Web カメラで撮影した画像を CT 装置等で撮影された画像とみなして DICOM オブジェクト化し、PACS へ保存したり、DICOM MWM(Modality Worklist Management)で OF シミュレータから検査情報を取得したりできるモダリティシミュレータ（以下、MOD シミュレータ）を開発した。

4. 研究成果

研究方法(1)にて、ME 機器にまでは基幹システムの情報が連携しない場合における情報連携について体験学習させる教授法を検討した。研究方法(2)にて、システムの内部構造まで解析でき、実際に改造することができる Web 型電子カルテシステムを教材とすることで何が学習可能となるかを考察した。研究方法(3)にて、医療情報標準に準拠したシステム間連携を体験的に学習することができる教材として放射線部門の模擬医療情報システム（OF シミュレータ、MOD シミュレータ）を開発した。

(1) 心電図ファイリングシステム連携

実際の医療現場では、心電図のような ME 機器までは患者情報が自動で連携されない場合が多く、このような状況下で患者の検査結果情報と電子カルテ上の患者カルテをどのように連携させることができるのかを体験的に学習させることができた。

ロールプレイによる実習により、心電図データには手動で患者 ID 等の付帯情報を入力する必要があり、電子カルテからは患者 ID をキーとした心電図ファイリングシステムへの連携しかできないことを理解させることができた。また、ECG チェッカーを用いたことで、心電図の自動診断機能も体験させることができ、より臨場感をともなった学習が可能となった。

(2) 教育用模擬医療情報システムの教育効果：Web 型電子カルテシステム

Web 型電子カルテシステムは、J2EE 準拠のアプリケーションサーバである JBoss と MVC(Mode-View-Controller)モデルのフレーム Struts2、DI(Dependency Injection)コンテナとして Seaser2 を利用し、実装されている。

Web 型電子カルテシステムの内部構造の理

解には、プログラミング言語レベルでは Java、JavaScript、HTML の知識が必要である。さらに、MVC フレームワークとしてアプリケーションを実装する知識、DI コンテナについての知識、JBoss、Struts2、Seaser2 といった具体的なミドルウェアを利用するための知識が必要となる。データベースには PostgreSQL が用いられており、SQL や PostgreSQL 独自の機能について知識が求められる。日医標準レセプトシステムとの連携には MedXML コンソーシアムが管理するデータ交換仕様 CLAIM に関する知識も必要となる。また、システムの構築には仮想化ソフトウェアを利用することから、コンピュータの仮想化に関する知識も学習可能である。

本システムを教材とした体験型学習には、特にシステム構築、エンタープライズ型の Web アプリケーション構築におけるプログラミングに関する基礎知識が必要と考えられる。医療情報技師の GIO には「GIO 3.1 ソフトウェアの種類と役割」、「GIO 3.2 プログラミング言語と処理手順」が挙げられているが、「ミドルウェアの役割を説明でき、代表的なミドルウェアを列挙できる」、「代表的なプログラミング言語の種類と特徴や用途を説明できる」というレベルの知識を求めているのみである。また、日本医療情報学会医療情報技師育成部会では上級医療情報技師の GIO・SBOs を開発している。上級医療情報技師の GIO・SBOs では、プロジェクトマネジメントや IT サービスマネジメント等については医療情報技師 GIO・SBOs と比較し、より具体的に高度なキーワードが SBOs に挙げられている。しかし、情報処理技術に関する GIO では、SBOs に挙げられるキーワードに大きな差がみられない。われわれが養成したいと考える医療情報技師には、情報処理推進機構による IT スキル標準 V3 における「IT スペシャリスト」の専門分野「アプリケーション共通基盤」に相当する知識・技能が求められ、これに関する知識・技能が医療情報技師および上級医療情報技師の GIO・SBOs に不足していることが示唆された。

(3) 教育用模擬医療情報システムの開発：放射線部門システム

OF シミュレータ、MOD シミュレータの開発においては、DICOM や HL7 のライブラリをはじめ、ユーザインターフェースの実装、Web カメラの制御まで、すべて OSS を活用する方針とした。また、アプリケーションの実装方法として、近年発展してきているサーバサイド JavaScript 実行環境である node.js を利用したアプリケーション実装技術を採用した。

OF シミュレータ

OF シミュレータは、IHE の放射線ドメインの統合プロファイル「予定業務流れ」のアクターである「部門システムスケジューラ/オ

ーダ受付」(以下、OF)の一部機能を実装したものである。OF シミュレータは、放射線画像オーダ情報を HL7v2.5 メッセージにて受信し、それを画像検査装置へ DICOM MWM にて伝達する機能を持つものとした。画像検査オーダ情報の保持には、伝達された HL7 メッセージをそのまま SS-MIX2 標準化ストレージにファイルとして保存管理する手法を採用した。オーダ情報の管理にリレーショナルデータベース等のデータベース管理システムを用いず、ファイルシステム上のディレクトリとファイル名により管理を行う。HL7 及び DICOM による情報連携の実装には、OSS の DICOM ライブラリ (dcm4che2 及び dcm4che3)、HL7 ライブラリ (<Hapi/>) を利用し、java 言語によるプログラムを作成した。ユーザインターフェースは node.js 上で JavaScript のライブラリ (jquery, jquery-ui, jqGrid 等) を利用して実装し、Web ブラウザで操作できるようにした。HL7 及び DICOM 連携の java プログラムは、node.js 上で JavaScript にて作成されたプログラムより呼び出される。

MOD シミュレータ

MOD シミュレータは、IHE の統合プロファイル「予定業務流れ」のアクターである「撮影機器」(以下、MOD)の機能のうち、DICOM MWM-SCU と Storage-SCU を実装したものである。

MOD シミュレータは、Web カメラにて撮影した画像データを DICOM MWM にて取得したオーダ情報(患者情報+検査情報)をもとに DICOM オブジェクト化し、DICOM Storage-SCP の機能を持つ PACS へ保存する機能を持つものとした。DICOM オブジェクトは CR、CT、MR 等、複数種の画像検査装置として振舞えるようにした。DICOM 連携機能の実装には java を用い、OSS の DICOM ライブラリ、Web カメラ制御には OpenCV を用いた。MOD シミュレータは JavaFX を利用した GUI アプリケーションであり、WebView を搭載して表示処理を行っている。MOD シミュレータより、OSS の PACS である dcm4chee DICOM Archive へ画像保存できることを確認している。

放射線画像検査オーダの HL7 v2.5 メッセージを作成し、OF シミュレータへ送信する。OF シミュレータ上で画像検査オーダが蓄積され、これがワークリスト情報として MOD シミュレータにより DICOM MWM にて検索・取得が可能となる。MOD シミュレータにて撮影した画像には、オーダ情報の患者 ID・氏名等の患者情報と、オーダ番号等の検査情報が DICOM タグとして埋め込まれる。以上のとおり、オーダ情報が検査結果画像にまで情報連携されるシステム間連携について、体験的に学習できる模擬医療情報システムを構築することができた。

なお、OF シミュレータ及び MOD シミュレータは Mozilla Public License, version 2.0

(MLP2.0)による OSS として公開する。

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0件)

[学会発表](計3件)

武藤晃一，内藤道夫．医療情報専門職教育のための教材開発 - 教育用模擬医療情報システムの構築 - ．教育システム情報学会．2016年8月30日．帝京大学宇都宮キャンパス（栃木県・宇都宮市）．

久保覚司，武藤晃一，内藤道夫．医療情報教育のための電子カルテ構築体験型教材の開発．医療情報学連合大会．2013年11月22日．神戸ファッションマート（兵庫県・神戸市）．

武藤晃一，内藤道夫，堀場文彰，久保覚司，鈴木茂孝．電子カルテを利用した医療情報教育の実践．教育システム情報学会．2013年9月3日．金沢大学角間キャンパス（石川県・金沢市）．

[その他]

- OF シミュレータ及びモダリティシミュレータ
<http://www.fujita-hu.ac.jp/~kmuto/sim>

6. 研究組織

(1)研究代表者

武藤 晃一 (MUTO, Koichi)
藤田保健衛生大学・保健学研究科・准教授
研究者番号：00267535

(2)研究分担者

内藤 道夫 (MAITO, Michio)
藤田保健衛生大学・保健学研究科・教授
研究者番号：50135696

堀場 文彰 (HORIBA, Fumiaki)
藤田保健衛生大学・保健学研究科・講師
研究者番号：20290166

(3)連携研究者

(4)研究協力者

藤田保健衛生大学大学院保健学研究科医療経営情報学領域修士課程 久保覚司 (KUBO, Satoshi)