

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 13 日現在

機関番号：31201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23501164

研究課題名(和文) 医学、医療における組織学・病理組織学学習システムの開発

研究課題名(英文) Development of a histopathological learning system for medicine

研究代表者

澤井 高志 (Sawai, Takashi)

岩手医科大学・医学部・教授

研究者番号：00125577

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、組織標本をデジタルデータ化した技術であるバーチャルスライド利用を中心とした遠隔地医学教育のためのシステム開発を行った。具体的には、自己学習、遠隔講義、多地点によるカンファレンス、の実践であり、将来的な実用化を目指してシステム改良を施した。病理医による検証実験を行った結果、バーチャルスライドの教育利用は、経済性、迅速性、において学習者の効率が高く、医学生のみならず研修医、病理医にとっても有用性の高いツールであることが示された。

研究成果の概要(英文)：We have developed a remote educational system using virtual slide for medical students and doctors in training course. Characteristic points of this system are as follows; 1) self-learning, 2) remote learning for distant area, 3) conference by many doctors in multipoint facilities. The aim of this system is practical use in home and abroad anywhere in the future. Result of experiment demonstrated that our educational system using virtual slides is a useful tool. This study indicated that our learning system using virtual slide is an efficient and economic tool for not only medical students but also for the pathologists.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：教育工学

キーワード：遠隔教育 バーチャルスライド 病理カンファレンス WEB会議

1. 研究開始当初の背景

(1) VS の教育利用の現状

顕微鏡操作とほぼ同様に扱えるバーチャルスライド(以下:VS)は1990年代にアメリカで開発され、教育、診断、研究といった分野で世界的に利用されている。本邦においても、国の推奨もあって医学部へのVS機導入は6割を越えており、組織学実習などへの活用が報告されている。しかし、VSを応用利用したシステムアプリケーション(遠隔講義や教材など)は多くみられない。その理由は、VS画像の容量がかなり大きく扱いにくいこと、またVSベンダーの専用ソフトの使用法だけにとどまり、応用利用する試みが少ない、ことが考えられる。それ故に、VSの教育利用が広く浸透しているわりには、教育用アプリケーションへ応用した事例が少ないのが現状である。

(2) 医学教育における疾患学習の特徴

医学教育は成書を熟読して理解することと、様々な分野(内科、外科、放射線科、病理)の画像をみて知識を深める両者が必要とされる。しかしながら、これらに応じた十分な電子教材はなく、個々の専門図書を使った学習が主であった。本研究では、病理画像を含めた多種の医療画像(CT、MRI、マクロ像等)を用いて疾患を総合的に学習するための教材開発を目標とした。

(3) WEB会議の必要性

ITインフラやPC機能の高度化が進む現代において、個人のPCを利用したWEB会議やe-learningシステムを導入している機関が多くみられるようになった。医学教育においても同様にその傾向がみられ、多くの教育機関でWEBを利用した学習システムが取り入れられている。研修医や若手病理医が勤務しながら学習を行う場合、地方の大学と遠隔地に点在している研修医先である病院との間では、移動距離がかかり、病院を不在にして来校する必要があった。こうした状況において、遠隔講義学習を導入するメリットが高いものと思われる。本研究では、これまで費用と時間をかけて大学まで移動していた研修医(社会人大学院生)の負担を減らすべく、遠隔地医学教育システムを検討し、VSを用いたWEBカンファランスの有用性について検証を行った。

2. 研究の目的

本研究では、デジタル病理画像を利用した遠隔地医学教育実現のためのソフト、システム開発を目標とし、それぞれの状況に応じた内容で検討を行う。

(1) 学生、研修医が個人のPC上で、静止画像だけでなく、顕微鏡操作と同様に扱えるVSを利用した学習ソフトの開発。症例を中心に疾患を疫学、臨床面、病態、検査、医療画像、治療的な面から捉え、総合的な学習を可能とする教材の開発。

(2) 医学生のみではなく、臨床系医師でも学習可能な内容(生涯教育)に対応した学習

教材の開発。

(3) 1対1、1対複数などを想定した遠隔グループ学習を可能とするシステム。VSを参加者全員が操作可能とするシステム。

(4) 他施設または多人数を結んだ遠隔病理カンファランスシステムの検討。

(5) 教官が離れた場所から行う遠隔講義、講演を可能とするシステムの検討。

いずれのシステムにおいても、これまで行われてきた静止画像による学習ではなく、視野、倍率、フォーカスなどを自由に操作、選択できるVSを用いたシステムであり、それにさまざまな付加機能を与えた応用システムを開発することが目的である。

当大学院生は地方の病院で研修を行いながら、講義の日には岩手医大へ来る制度になっている。岩手県の沿岸地域やへき地とよばれる地方が研修先となることが多いため、講義の度に病院を不在にして時間をかけてくる必要があるが、こうした現状を「遠隔講義」でサポートすることで解決する可能性がある。また、当大学の基礎系と臨床系の建物が14km離れており、この間を行き来する教員の負担を「遠隔会議」で解決できるものと期待される。

3. 研究の方法

(1) 自己学習ツールの開発

VSデータの変換

病理画像はアピリオ社の「ScanScope」システムを採用し、組織標本をデジタルデータ化した。その後、「Zoomify」形式に変換し、WEBアプリケーションに組み入れた。

採用症例

学習比重が高く、かつ話題となっている重要な消化器疾患で研修医、学生の学習に必須となり得る10疾患を取り上げた。

学習内容の構成

教材コンテンツの主な内容は、「解説」「検査データ」「VS」「治療」「その他」で構成され、各症例に該当する医療画像やテキストが表示される。

(2) 遠隔講義の検証

WEB会議システムはAdobe社の「Adobe connect8」を採用した。本システムを使って岩手(盛岡市と矢巾町)と沖縄を結び、PPTやPDFを使った講義形式のWEB会議を実践した。事前に発表資料を専用サーバにアップロードし、WEBカメラマイクの設定を行った。

(3) 多地点によるカンファランス

民間会社と共同で遠隔病理カンファランスシステム「Medical f.i.t.VS」を開発し、病理医による全5回の検証実験を行った。接続先は岩手、青森、長野、岡山、沖縄の各病理医で、VSの画質、音声、操作性などを検討した。取り上げた症例は皮膚、肺、血液、腸等様々で、20倍から80倍までの症例を取りあげた。

タブレット端末による検証

システムの応用利用として、急速に普及しているタブレット端末を使った検証実験を行った。使用端末はiPad, iPad2, Surface RTを用いた。

4. 研究成果

(1) 自己学習ツールの評価

プロトタイプ版として、11疾患のコンテンツデータと、正常コンテンツ3例を完成させた。

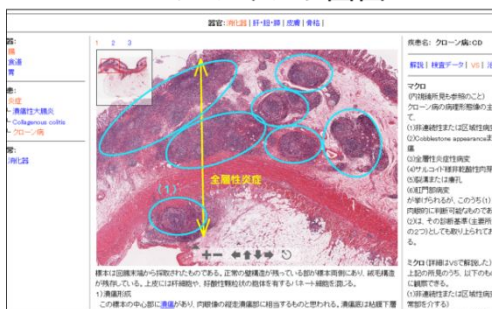
自己学習ツール



画像部

テキスト部

VSのコンテンツ画面



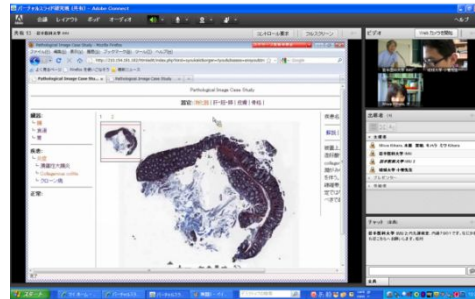
これを医学部6年生と研修医に体験させて感想をきいたところ、「VS データを扱った教材として評価できる」との一方で、「使いにくい」「タブレット端末で利用したい」等、更なる改良と実用化を期待する声が多かった。近年、様々なデジタル図書が増えている中、大容量の VS データを扱った教材は見られず、医療画像総合的に組み込んだ疾患学習として挑戦的な試みであり、今後の疾患学習の新しい形として期待されるものと思われる。しかしながら、本教材の利用想定を「医学生、研修医、病理医（生涯教育）」としたため必要な学習コンテンツを絞り切れず、また使いやすさの追求が不十分、といった課題が明らかとなった。

(2) WEB 会議の結果

岩手と沖縄を結んだ WEB 会議では、インターネットサイトの画面同期による発表と、PPT や fly 方式（動画）による発表を行った。

の動画に関して、スムーズに動作しない現象が発生し今後の課題となったが、の外部リンクの同期表示や、PPT の講義形式に関して極端な音声の遅延や伝送生涯は見られず、安定した会議が可能であった。この結果から遠隔講義としても十分に利用可能であることが実証された。

WEB会議の様子



(3) 多地点カンファランスの実践

「Medical f.i.t. VS」システムを使った遠隔病理カンファランスの検証実験を行い、「レイアウトの変更」「機能全般の安定性の改善」「VS 画面同期表示の維持」のシステム改良を行った。その結果、VS 画像はカンファランス、教育利用として十分な画質であることが明らかとなった。また画像移動等の操作がより安定的に行えるといった改善がみられた。音声に関しては、問題なくカンファランスが行えたが、3~4 地点の接続時で音声バランスを設定が難しく、一部聞き取りにくい現象が確認された。これは参加者の事前の音声設定で解決できるものと思われる。

多地点病理カンファランス



従来の遠隔病理カンファランスは、「ディスカッション顕微鏡」をネットワークにつないだ方法で行われるが、この方法だと機器が高額で、参加会場まで足を運ばなくてはならない。これに対して本システムでは、個人の PC とインターネット環境で行えるため、費用や移動時間の問題が解消する。多地点を結んだ「WEB 会議」自体は珍しいものではないが、VS 画像を組み込んだシステムとしてはあまり例がなく、VS を応用した教育教材として画期的な検証であったといえる。また、VS は複数のベンダーがそれぞれの画像形式で表示させるため、その互換性の問題があったが、本システムでは「Zoomify」形式であればベンダーを問わずに表示が可能である。将来的にはこのような標準化された形式でのソフトウェアが主流になるものと思われる。

タブレット端末の検証結果

実験の結果、全ての端末で VS の同期表示と操作が可能であった。SurfaceRT ではノート PC と同様の操作が可能で、iPad については「Puffin」ブラウザを使っでの操作が可能であったが、拡大縮小、画像移動をスムーズに行うことが難しく、操作性に欠く結果とな

った。これは、VS の表示技術が「Adobe flash」を使っていることが原因である。音声に関しても同様の原因で、iPad の WEB カメラマイク動作が確認出来なかった。

タブレット端末実験の結果

| | マイク・カメラ | スピーカ | VS 表示・操作 | 備考 |
|------------|---------|------|----------|--------------------------------------|
| iPad | × | ○ | | 「Puffin」を使用。「Face time」だとマイク・カメラが可能。 |
| Surface RT | ○ | ○ | | iPad 同様、VS の操作が困難。 |

以上の結果から、現状のシステムにおいてタブレット端末の利用は画像の操作性を欠き、音声機能が不十分といった課題が明らかとなった。しかし、様々な工夫を凝らして行った結果、VS 画像を見ることは可能であり、将来的なタブレット利用の可能性を期待させる結果となった。この方法が確立されれば、カンファランスやコンサルテーションをより身近で手軽に行える可能性がある。既に、タブレット端末を利用した VS アプリケーションが開発されており、今後増えるものと思われる。

本研究ではこれまで VS を用いた教育システムプログラムを開発、検証を行ってきた。またそれと同時に、IT 技術の飛躍的進歩を目の当たりにしてきた。数年前では実用化が容易でないとされた VS のアプリケーションソフトが、WEB 教材、WEB 会議上で日常的使用が可能になりつつある。これらを今後実用化するには、継続的にシステムを利用し、その利便性、効率性を公にしていくべきであろう。また VS の教育的応用利用を容易にするためには、VS データの互換性を持つこと、または標準化データに統一することが重要である。本研究でも明らかのように、組織学学習としての VS は、教員、学生ともに有用性の高い方法であり、応用次第では多くの学習者にとって効率的な手段となり得るであろう。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 9 件)

1. Sawai T, Uzuki M, Miura Y, Kamataki A, Matsumura T, Saito K, Kurose A, Osamura YR, Yoshimi N, Kanno H, Moriya T, Ishida Y, Satoh Y, Nakao M, Ogawa E, Matsuo S, Kasai H, Kumagai K, Motoda T, Hopson N: World's first telepathology experiments employing ultra-high-speed internet satellite, nickenemaed "KIZUNA". J Pathol Inform 2013, 4:24 (27 September

2013) DOI:10.4103/2153-3539.119002 (査読有)

2. Park S, Parwani AV, Aller RD, Banach L, Becich MJ, Borkenfeld S, Carter AB, Friedman BA, Rojo MG, Georgiou A, Kayser G, Kayser K, Legg M, Naugler C, Sawai T, Weiner H, Winsten D, Pantanowitz L: The history of pathology informatics: A global perspective. J Pathol Inform. 2013 May 30;4:7. DOI: 10.4103/2153-3539.112689. (査読有)
3. 黒瀬 顕, 武井英博, 松村 翼, 澤井高志: コンサルテーションのツールとしてのバーチャルマイクロスコープ: 日本と米国の現状. 病理と臨床. 31(12): 1289-95(2013) (査読無)
4. 菅井 有, 澤井高志: 岩手県における震災に強い遠隔病理診断システム 岩手モデルの提案. 日本遠隔医療学会雑誌 9(1): 10-11(2013) (査読無)
5. Nakayama I, Matsumura T, Kamataki A, Uzuki M, Saito K, Hobbs J, Akasaka T, Sawai T: Development of a teledermatopathology consultation system using virtual slides. Diagn Pathol. DOI:10.1186/1746-1596-7-177(2012) (査読有)
6. 東福寺幾夫, 澤井高志: バーチャルスライドの利用と標準化に関する調査報告. 日本遠隔医療学会雑誌. 8(1): 19-24(2012) (査読無)
7. 中山育徳, 松村 翼, 赤坂俊英, 澤井高志: 皮膚科領域における virtual slide を利用した遠隔病理診断用コンサルテーションシステムの開発. 岩手医誌. 64(3): 173-82(2012) (査読有)
8. 松村 翼, 鎌滝章央, 千葉 岳, 斉藤健司, 元田敏浩, 笠井啓之, 熊谷一広, 黒瀬 顕, 白石泰三, 森谷卓也, 澤井高志: 日本におけるバーチャルスライドを利用したコンサルテーションシステムの開発. 病理と臨床. 29(9): 1027-32(2011) (査読有)
9. 黒瀬 顕, 澤井高志: バーチャルスライドの病理診断への有効利用 コンサルテーションシステムと症例供覧. 病理と臨床. 29(12): 1314-19(2011) (査読無)

〔学会発表〕(計 25 件)

1. 松村 翼, 澤井高志: WEB 会議を利用した病理カンファランスの実践. 平成 25 年度教育改革 ICT 戦略大会 平成 25 年 9 月 5 日, 東京
2. 松村 翼, 宇月美和, 鎌滝章央, 三浦康宏, 佐藤 孝, 黒瀬 顕, 菅野祐幸, 吉見直己, 澤井高志: バーチャルスライド画像を用いた遠隔カンファランスシステムの有用性について. 第 102 回日本病理学会総会 WS「情報病理学のアップデート」平成 25 年 6 月 6-8 日, 札幌
3. 中山育徳, 松村 翼, 澤井高志, 赤坂俊

- 英：Teledermatopathology における virtual slide を利用した新しいコンサルテーションシステムの開発 .第 629 回岩手医学会例会 .2012 年 3 月 15 日、盛岡
4. 三浦康宏、松村 翼、鎌滝章央、宇月美和、澤井高志：アジア諸国におけるインフラ、病理デジタル化の現状 .第 101 回日本病理学会総会 .平成 24 年 4 月 26-28 日、東京
 5. 松村 翼、猪山賢一、菅野祐幸、黒瀬 顕、白石泰三、森谷卓也、吉見直己、渡辺みか、野田 裕、澤井高志：バーチャルスライドを用いた総合的学習ツールの開発 .第 101 回日本病理学会総会 .平成 24 年 4 月 26-28 日、東京
 6. 松村 翼、中山育徳、赤坂俊英、澤井高志：バーチャルスライドを利用した皮膚科コンサルテーションシステムの活用とその評価 .第 101 回日本病理学会総会 .平成 24 年 4 月 26-28 日、東京
 7. 村上賢也、鎌滝章央、平田万千代、佐藤洋一、澤井高志：バーチャルスライドの細胞学的特性や定量化解析への応用 .第 101 回日本病理学会総会 .平成 24 年 4 月 26-28 日、東京
 8. 松村 翼、村上賢也、鎌滝章央、石田欣二、澤井高志：バーチャルマイクロコピーを利用した活用事例 .医学生物学電子顕微鏡技術学会 第 28 回学術講演会及び総会 .平成 24 年 5 月 11-13 日、盛岡
 9. 澤井高志、松村 翼、笹原敬久、後藤恵子、笠井啓之、牧野英哉、熊谷一広、佐藤琢哉、森田泰正、久住嘉和、出口秀一：クラウドサービス Cloudn を利用した大容量バーチャルスライド画像のデータベース化の検討 .第 11 回日本テレパソロジー・バーチャルマイクロコピー研究会総会 .平成 24 年 12 月 14-15 日、那覇
 10. 松村 翼、宇月美和、三浦康宏、鎌滝章央、佐藤 孝、黒瀬 顕、吉見直己、澤井高志：VS 画像を利用したカンファレンスシステムの開発 .第 11 回日本テレパソロジー・バーチャルマイクロコピー研究会総会 .平成 24 年 12 月 14-15 日、那覇
 11. 松村 翼、斉藤健司、千葉 岳、澤井高志：国際利用を想定した VS コンサルテーションの可能性について .第 11 回日本テレパソロジー・バーチャルマイクロコピー研究会総会 .平成 24 年 12 月 14-15 日、那覇
 12. 鎌滝章央、村上賢也、澤井高志：細胞特性の定量解析へのバーチャルスライドの応用 .第 11 回日本テレパソロジー・バーチャルマイクロコピー研究会総会 .平成 24 年 12 月 14-15 日、那覇
 13. Sawai T、Kamatagi A、Uzuki M、Matsumura T：The state of telepathology in Japan. (日本における画像デジタル化の現状)(日中交流ワークショップ) 第 101 回日本病理学会総会 .平成 24 年 4 月 26-28 日、東京
 14. 澤井高志、白石泰三：医療の現場に役立つテレパソロジー .(シンポジウム) 第 58 回日本病理学会秋期特別総会 .平成 24 年 11 月 22-23 日、名古屋
 15. 松村 翼、澤井高志：VS を利用したコンサルテーションシステム(岩手医大方式)の成果と今後の展望 .(シンポジウム) 第 58 回日本病理学会秋期特別総会 .平成 24 年 11 月 22-23 日、名古屋
 16. 澤井高志：我が国におけるテレパソロジーの発展と今、最前線でおこなわれていること .第 10 回日本テレパソロジー・バーチャルマイクロコピー研究会 .2011 年 9 月 9-10 日 .京都
 17. 東福寺幾夫、澤井高志：バーチャルスライドの普及状況に関する調査研究 第 10 回日本テレパソロジー・バーチャルマイクロコピー研究会 .2011 年 9 月 9-10 日 .京都
 18. 澤井高志：わが国における病理画像伝送技術の最近の状況と将来の展望 .平成 23 年度日本遠隔医療学会学術大会 .2011 年 10 月 14-15 日 .旭川
 19. 菅野祐幸、松村 翼、澤井高志：VS を用いたデジタルコンサルテーションシステムの開発と応用(オープンフォーラム) .第 100 回日本病理学会総会 .2011 年 4 月 28-30 日 .横浜
 20. 黒瀬 顕、澤井高志：IT を用いた新しいシステムによるコンサルテーションシステム - バーチャルスライドやインターネットの利用 - .第 100 回日本病理学会総会 .2011 年 4 月 28-30 日 .横浜
 21. 澤井高志、長村義之、吉見直己、中尾正博、小川恵美子、松尾 聡、熊谷一広、笠井啓之：超高速インターネット衛星を利用した遠隔病理診断(テレパソロジー)の実証実験について .第 100 回日本病理学会総会 .2011 年 4 月 28-30 日 .横浜
 22. 三浦康宏、松村 翼、佐藤 聡、吉見直己、澤井高志：VS を利用した遠隔教育システムの開発 .第 100 回日本病理学会総会 .2011 年 4 月 28-30 日 .横浜
 23. 東福寺幾夫、澤井高志：バーチャルスライドの利用状況～平成 22 年度 VS 利用状況調査～ .第 100 回日本病理学会総会 .2011 年 4 月 28-30 日 .横浜
 24. 澤井高志、三浦康宏、鎌滝章央、松村翼：バーチャルスライドを中心とした総合的学習ツールの開発 .平成 23 年度教育改革 ICT 戦略大会 .2011 年 9 月 8 日 .東京
 25. 松村 翼、三浦康宏、鎌滝章央、澤井高志：バーチャルスライドを利用した WEB 会議システムの開発 .平成 23 年度教育改革 ICT 戦略大会 .2011 年 9 月 8 日 .東京

6. 研究組織

(1)研究代表者

澤井 高志 (SAWAI TAKASHI)
岩手医科大学・医学部・教授
研究者番号：00125577

(2)研究分担者

佐藤 洋一 (SATO YOHICHI)
岩手医科大学・医学部・教授
研究者番号：40118253

三浦 康宏 (MIURA YASUHIRO)
岩手医科大学・医学部・助教
研究者番号：40398483

菅野 祐幸 (KANNO HIROYUKI)
信州大学・医学部・教授
研究者番号：40252663

黒瀬 顕 (KUROSE AKIRA)
弘前大学大学院・医学部研究科・教授
研究者番号：70244910