

一般口演 | 第40回医療情報学連合大会（第21回日本医療情報学会学術大会） | 一般口演

一般口演2

電子カルテ・EHR・病院情報システム

2020年11月19日(木) 09:40 ~ 11:20 G会場 (イベントホール・特設会場2)

[2-G-1-05] 統合参照ビューアの診療科医師による評価とその解析

*三原 直樹¹、向井 まさみ¹、田中 勝弥¹、中島 典昭¹、塩川 康成²、中津川 実²、霜村 侑香² (1. 国立がんセンター中央病院 医療情報部, 2. キャノンメディカルシステムズ株式会社)

*Naoki Mihara¹, Masami Mukai¹, Katsuya Tanaka¹, Noriaki Nakajima¹, Yasunari Shiokawa², Minoru Nakatsugawa², Yuka Shimomura² (1. 国立がんセンター中央病院 医療情報部, 2. キャノンメディカルシステムズ株式会社)

キーワード : Hospital Information System, Universal Viewer, Precision&Recall, PACS log information

通常、医師はこれまでの患者の診療情報を電子カルテで参照して実際の診療にあたる。この際、紹介状、記事記載、検査結果、投薬情報、カンファレンスの結果等々、多種多様な情報を自ら収集し要約しており、臨床経過が長くなるほどそれにかかる時間や労力は大きく煩雑なものになることが多い。これを解決するべく、臨床情報を統合的に集約し、一元的に参照できるビューアが種々開発され実臨床に供している。

筆者らはこの統合的に集約された情報のうち、各診療のシーンで必要な情報をシステムが能動的に、かつ適切に提示することができれば、診療に一定程度貢献できるのではないかと考え、これを実現できる要件を備えた統合ビューアの研究・開発を行ってきた。

我々の先行研究では、診療の各シーンにおいて医師が高頻度に参照する各種報告書や検査結果、投薬情報などを、オーダーの実施情報から解析した。また、シーンや症例ごとに参照される検査画像の組み合わせを、PACSの操作ログ情報から解析し、これらを併せて報告した。

今回の研究では、この解析結果をもとに、高頻度で参照すると想定された診療情報を統合ビューア上に設計・表示し、診療科や仮定した診療シーンごとに提示した診療情報が適切に表示されているかについて、Precision（表示診療情報のうち医師が実際に確認する診療情報数／表示診療情報数）、Recall（表示診療情報のうち医師が実際に確認する診療情報数／医師が実際に確認する全診療情報数）という指標を定め、医師3名によるアンケート評価を行いその結果を解析した。全診療科での precisionは0.74、recallは0.66となり有用性が示された。今回の研究では3診療科のデータのみを用いたため結果の解析には限界がある。今後も研究を重ね、全診療科に対応できる統合ビューアの研究・開発に注力したい。

統合参照ビューアの診療科医師による評価とその解析

三原直樹^{*1}、向井まさみ^{*1}、中島典昭^{*1}、渡辺清美^{*1}、岡田幸枝^{*1}、奥田興司^{*1}、
北村和之^{*1}、塩川康成^{*2}、中津川実^{*2}、霜村侑香^{*2}、田中勝弥^{*1}

*1 国立がん研究センター中央病院医療情報部、*2 キヤノンメディカルシステムズ株式会社

Analysis and Evaluation of Universal Viewer by Clinical Doctors

Naoki Mihara^{*1}, Masami Mukai^{*1}, Noriaki Nakajima^{*1}, Kiyomi Watanabe^{*1}, Yukie Okada^{*1}, Kouji Okuda^{*1},
Kazuyuki Kitamura^{*1}, Yasunari Shiokawa^{*2}, Minoru Nakatsugawa^{*2}, Yuka Shimomura^{*2}, Katsuya Tanaka^{*1}

*1 National Cancer Center Hospital, *2 Canon Medical Systems Co., Ltd.

The medical doctors refer to all information in the medical record to understand the past history and make a plan for current care for the patient. At this chance they collect a great variety of information by themselves and summarize information such a letter of introduction, an article mention, a test result, a medication result, a result of the conference and so on, and the labor becomes often greatly complicated at time to suffer from it so that a clinical course becomes long. In order to solve this problem, some universal viewer have been developed and offered which can collect and refer to various clinical information. And authors thought that, if the system can gather the information that was necessary in the scene of each medical treatment and can actively show them for medical doctors, it might contribute to medical treatment, so we have developed the universal viewer which cloud realize these requirements.

In this study, after we showed information which was high-frequency and referred on the universal viewer for each design, table persuasion, clinical department and clinical scene, the questionnaire by three doctors evaluated “Precision” (Number of clinical contents displayed on the universal viewer and confirmed by radiologists / Number of displayed contents), and “Recall” (Number of contents displayed on the universal viewer and confirmed by radiologists / Number of contents confirmed by radiologists, both displayed and non-displayed) was enforced whether information was appropriately displayed.

The number of “Precision” and “Recall” were 0.74, 0.66, respectively. In this study only using the data of 3 clinical departments and the analysis of the result has a limit. We want to make efforts in the research and development of the universal viewer which can support all clinical departments in the future.

Keywords: Universal viewer, Precision, Recall, log information, PACS

1. はじめに

通常、医師はこれまでの患者の診療情報を電子カルテで参照して実際の診療にあたる。この際、紹介状、記事記載、検査結果、投薬結果、カンファレンスの結果等々、多種多様な情報を自ら収集し要約しており、臨床経過が長くなるほどそれにかかる時間や労力は大きく煩雑なものになることが多い。時間や労力がかかる原因の一つに、患者のこれまでの臨床経過を把握するための情報が、病院情報システム内に分散管理されていることが考えられる。すなわち、医師が患者のこれまでの経過をサマライズするためには、種々の情報を多くのサブシステムの Window を開いて収集し、自力で集約することが必要であり、これには多くの時間と労力を要することが課題である。これを解決するべく、臨床情報を統合的に集約し、一元的に参照できるビューアが種々開発され実臨床に供している。

筆者らは、各診療のシーンに必要な情報をシステムが能動的に、かつ適切に提示することができれば、診療における情報収集に一定程度貢献できるのではないかと考え、これを実現できる要件を備えた統合ビューアの研究・開発を行ってきた¹⁾⁵⁾。我々の先行研究では、診療の各シーンにおいて医師が高頻度に参照する各種報告書や検査結果、投薬情報などを、オーダの実施情報から解析した。また、高頻度で参照される検査画像の組み合わせを、PACS の操作ログ情報から診療シーンごとに解析し、これらを併せて報告した¹⁾。今回の研

究では、これらの解析結果をもとに、高頻度で参照すると想定された診療情報を統合ビューア上に設計・表示し、仮定した診療科や診療シーンごとに提示した診療情報が適切に表示されているかについて、医師3名によるアンケート評価を行ったので報告する。

表 1. 診療シーン

診療科	診療フェーズ	参照目的
呼吸器内科	初診～入院	抗がん剤のレジメン決定
	入院～手術	化学療法開始の判断
	手術～退院	レジメンの適性を判断
	退院～（病棟）	抗がん剤投与の準備
	退院～（外来）	抗がん剤投与と結果確認
乳腺外科	初診～入院（外来）	手術前の診察
	初診～入院（病棟）	カンファレンスにて手術の術式を判断
	入院～化学療法開始	手術前の確認
	化学療法開始～退院	術後の治療方法の決定
大腸外科	退院～	再発の確認
	初診～入院	手術の術式の判断
	入院～化学療法開始	手術前の確認
	化学療法開始～退院	術後の治療方法の決定
	退院～	再発の確認

2.方法

各診療シーンにおける医師の情報参照パターンを分析する目的で、高頻度で参照される各種報告書や検査結果、投薬情報をオーダ実施情報から特定した(表1)。また検査画像へのアクセスを記録した PACS 操作ログ情報から、高頻度で参照される検査画像の組み合わせを特定することとした。これらの情報をもとに高頻度で参照される診療情報を表示する統合ビューアの画面を設計し、医師3名によるアンケート調査にて、ビューア画面に表示された診療情報と実臨床で確認すると医師が判断した診療情報の一致度の評価を行った。以下、対象とした診療シーン、オーダ実施情報や PACS 操作ログの分析方法、これらの情報をもとにした統合ビューアの評価用画面の作成、アンケート評価と解析方法について順に述べる。

2.1 診療シーンの定義

診療シーンは、疾患(診療科)、診療フェーズ(初診時、治療開始前、治療中、治療後フォローアップ期間)、診療場所(病棟、外来)の組み合わせで定義した。本研究では、疾患による違いを比較するため、呼吸器内科、大腸外科、乳腺外科の3科を対象とした。

2.2 オーダ実施情報の分析

2018年3月から4月に該当診療科を受診した患者(5,723名)から再発・転移例を除いた患者(2,864名)を解析対象とした。オーダ実施情報は、内視鏡検査実施、生化学検査実施、抗がん剤注射実施などの実施情報に加え、内視鏡検査画像などの結果情報、心電図検査報告書などの報告文書の計189種類で構成される。各診療シーンにて、オーダの相対実施頻度 = 各オーダの実施回数/全オーダの実施回数を算出した。

2.3 PACS 操作ログの分析

2018年4月の1ヶ月間において、医師による検査画像へのアクセスを記録した PACS ログ情報(全24,996件)を取得した。診療場所については、PACS ログ情報の端末 IP アドレスから、病棟または外来を特定した。画像のモダリティは MR(Magnetic Resonance), RF(Radio Fluoroscopy), XA(X-Ray Angiography), CR(Computed Radiography), MG(Mammography), CT(Computed Tomography), NM(Nuclear Medicine), PT(Positron emission tomography), OT(other)の9種類を対象とした。

医師が「1回の参照」でどの種類の画像を組み合わせで参照しているか、組み合わせパターンを抽出した。「1回の参照」の定義は、同じ医師が同じ患者の画像を同じ端末で30分以内に参照したものとした。検査画像については、画像の撮影日から医師の参照日までの経過日数と使用したモダリティで区分した。経過日数は、参照回数が同程度であり、また感覚的に分かりやすい期間(1週間、1ヶ月単位など)で区切った。各診療シーンにおける検査画像の組み合わせパターンの相対参照頻度 = 各参照画像組み合わせの参照回数/合計参照回数を算出した。

2.4 分析環境

分析は Python 3.7 を用いて構築した。計算機環境は Windows10 64bit, メモリ 16GB である。

2.5 統合ビューアの評価用画面の作成

表1で示した14の診療シーンに対して1画面ずつ画面案を作成した。また、それぞれの画面に対応する各患者の

診療情報のリストを作成した。診療情報のリストは患者のオーダ実施情報から作成し、検査画像、画像検査報告書、非画像検査報告書、薬剤実施情報、検体検査の5種類を含む。ここで非画像検査を PACS 操作ログで対象外であった検査と定義し、組織診断や心電図検査に加え、超音波検査や内視鏡検査も含めることとした。

非画像検査報告書、薬剤実施情報、検体検査については、各診療フェーズで発生した診療情報の内、高頻度で実施されたオーダ上位16件と一致した情報を表示対象とした。ただし、非画像検査報告書で複数の項目が一致した場合には、最新の診療情報を優先的に表示した。検査画像については、診療情報リストのうち高頻度で参照された検査画像の組み合わせ上位12件と一致した組み合わせを、表示対象とした。画像検査報告書については、表示対象の検査画像に対する報告書を表示した。

2.6 アンケート評価方法

2.5で作成した画面案を用いて、提案手法により選択した表示診療情報と医師が実臨床で参照すると判断した診療情報の一致度を、アンケート結果から評価した。

本研究では3つの診療科の診断や治療に関わる放射線科の医師3名によりアンケート評価を行った。アンケート評価は2段階で実施した。まず、統合ビューアの表示対象の診療情報に対するアンケートを行い、「確認が不要な情報を表示していないか」評価した。次に、診療情報リストのうち統合ビューアに表示されていない診療情報に対するアンケートを行い、「確認が必要な情報を表示できているか」評価した。アンケートは、各診療項目に対して、{4: 必ず確認する, 3: 確認する場合が多い, 2: あまり確認しない, 1: 確認しない}の4段階評価で行った。アンケート評価は下記の手順で統一した。

1. 患者のプロフィールを確認する
2. 診療シーン(診療科、診療フェーズ、参照場所)と診療の日付と参照目的を確認する
3. 統合ビューアの画面を確認する
4. 各診療情報項目に対し、それぞれ4段階評価

なお、患者のプロフィールには、患者基本情報(性別、年齢、がんの部位、病期、TMN分類)、紹介元での治療歴と病院への来院目的、診療の日付までの診療歴(表6の診療フェーズの日付)、抗がん剤の薬剤名称や投薬期間、病理所見を記載した。

2.7 アンケート結果の評価指標

マン=ホイットニーのU検定(有意水準0.05で両側検定)を用いて、表示診療情報と表示されていない診療情報に対する4段階評価の有意差検定を行った。また、評価者間の差異を測るためにケンドールの一致係数を用いて評価した。さらに、アンケート結果を定量的に評価するため、下記の評価指標を用いた。

Precision = 表示診療情報のうち医師が実際に確認する診療情報数 / 表示診療情報数

Recall = 表示診療情報のうち医師が実際に確認する診療情報数 / 医師が実際に確認する全診療情報数

ここで、4段階評価のスコアが4と3であった診療情報は医師が確認するもの、回答が2と1であった診療情報は医師が確認しないものと分類した。これは、各評価者の回答で、第1四分位数の回答は医師が確認する診療情報、第3四分位数の回答は医師が確認しない診療情報と分類したことによる。

3. 結果

3.1 各種オーダ実施情報

以下に、頻度が多かったものを順にあげていくこととする

3.1.1 呼吸器内科の場合:

初診～入院(つまり外来)では細胞診報告書、入院申し込み、腫瘍マーカー、気管支鏡検査実施、胸部単純撮影、PET-CT(報告書)が多い結果であった。入院～化学療法開始まででは、食事オーダ、服薬指導、CT 撮影、生化学血液検査。化学療法開始～退院では、抗がん剤投与、放射線治療実施、生化学血液検査、胸部単純撮影が多い結果であった。退院後では、抗がん剤注射、胸部単純撮影、腫瘍マーカー、放射線治療、CT 検査が上位を占めていた。

3.1.2 大腸外科の場合

初診～入院では、内視鏡検査、細胞診検査、CT 検査、腫瘍マーカー検査、超音波検査が多かった。入院～手術では、食事、注射、腫瘍マーカー、手術、病理組織診断、輸血、転室・転床、単純撮影、超音波検査の各種オーダが施行されていた。手術～退院では、注射、生化学検査、栄養指導、組織診検査、手術実施、頓用注射、ポータブル撮影が多かった。退院後では、腫瘍マーカー、抗がん剤注射、各種検査報告書閲覧、CT 検査、内視鏡検査、超音波検査が多かった。

3.1.3 乳腺外科の場合

初診～入院では、超音波検査、細胞診検査、乳腺撮影、腫瘍マーカー検査、MRI 検査、病理組織診検査が多かった。入院～手術では、核医学検査、食事、病理組織診、入院注射、手術、超音波、乳腺撮影が多かった。手術～退院では、注射、食事、組織診、手術実施、処方、乳腺撮影、頓用注射が多かった。退院後は、超音波検査、抗がん剤注射、組織診検査、腫瘍マーカー、乳腺撮影が多かった。

3.2 PACS 参照ログ情報

3.2.1 呼吸器内科の場合

初診～入院では、それぞれ直近 30 日以内の PET-CT、CT、MRI を参照していた。入院から化学療法開始まででは、直近の CT、PET-CT に加え、2-6 か月前の CT、PET-CT も参照していた。化学療法開始から退院まででは、直近の CT、PET-CT、MRI に加え、2-5 か月前の CT、1 か月前の PET-CT を参照していた。退院後は、直近の CT、MRI に加え、2-5 か月前の CT を多く参照していた。

3.2.2 大腸外科の場合

初診～入院では、直近の CT、MRI、1 月前の CT、MRI、2 か月前の CT をよく参照していた。入院後手術前まででは、直近の CT、MRI に加え、2 か月前までの CT、5 か月前までの CT、1 か月前の MRI を参照していた。手術実施から退院まででは、直近の CT を頻度よく参照し、合わせて 2 か月前までの CT、MRI を参照していた。退院後では直近の CT、1 か月前、5 か月前の CT、2-5 か月前の MRI を参照していた。

3.2.3 乳腺外科の場合

初診～入院では、マンモグラフィー撮影、MRI 撮影を行っており、おおよそ 3 か月以内の検査となっている。入院～手術実施まででは、核医学検査、直近の CT、2-5 か月前の CT、直近の MRI を参照していた。手術から退院までは、直近のマンモグラフィー、1 か月前程度のマンモグラフィー、直近の CT、1-2 か月前の CT、直近の核医学検査、1 か月前の MRI 検査を参照していた。退院後は、5 か月程度前のマンモグラフィー、直近のマンモグラフィー、直近の CT、2-5 か月前の CT、2-5 か月前のマンモグラフィー、2-5 か月前の MRI 検査を参照していた。

3.3 統合ビューア画面の作成と評価

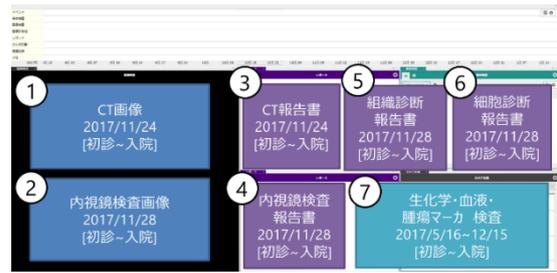


図 1. 統合ビューア 呼吸器内科(初診～入院)の例

表 1 で示した 14 の診療シーンに対する統合ビューアの 14 枚の画面案をそれぞれ図 1. のように作成した。初診時は各種検査レポート、治療開始後は薬剤情報、退院後は過去と現在を組み合わせた検査画像の表示が多い結果となった。呼吸器内科や大腸外科では内視鏡や CT、乳腺外科では超音波や MG の検査画像が多く表示されるなど、診療科により表示される検査画像に違いがあった。また乳腺外科では手術前にセンチネルリンパ節シンチ検査の結果が表示されるなど、診療フェーズによって表示情報が変化した。

3.3.1 評価スコアの統計的検定

表示診療情報に対するアンケートにおける 4 段階評価のスコアは、表示していない診療情報よりも有意に高かった ($p < 0.01$)。また、3 人の評価者の Kendall の一致係数は $W = 0.75$ ($p < 0.01$) であり、評価者間の信頼性は高いと判断した。

3.3.2. 表示対象項目の precision と recall

Precision と recall の計算結果を表 2 に示す。全診療科での precision は 0.74、recall は 0.66 となった。

表 2. precision と recall の結果

	precision	recall
全診療科	0.74	0.66
呼吸器内科	0.69	0.53
乳腺外科	0.70	0.69
大腸外科	0.86	0.77
初診-入院	0.84	0.77
入院-治療開始	0.69	0.50
治療開始-退院	0.56	0.61
退院-	0.77	0.65

診療科で比較すると precision、recall とともに、大腸外科が最も高く、呼吸器内科は他の診療科に比べて低かった。また、診療フェーズでは初診～入院、退院後の precision と recall が他のフェーズと比較して高い結果となった。

4. 考察

4.1 オーダ実施情報について

4.1.1 呼吸器内科の場合:

実臨床上の呼吸器内科では、主に手術適応の無い肺癌患者を診療することとなる。外来では抗がん剤治療に入る前の患者の状態、治療の適応などを評価するため、気管支鏡検査による確認、画像検査(胸部単純撮影、CT 検査、PET-CT 検査)、腫瘍マーカーなどの検査による病気の進行度の評価(Staging)などを行う。実際の抗がん剤治療をするためにまず患者を入院させ、続いて行う外来通院治療に耐えうるかの評価、患者への指導を行う。併せて抗がん剤治療前後の病気の状態評価も行うため、初期の治療を始めながら各種検

査を並行して行う。多くの場合、最初の投薬が終了するとその後の継続治療は通院で行うことが最近も多く、患者や病気の状態を随時フォローしていくための各種検査が行われる。解析したオーダの頻度情報は、この実際の臨床のフローをよく表しているものと考えられる。

4.1.2 大腸外科の場合

大腸外科の場合、入院前には手術が前提となり病状の把握、病勢の把握が中心となる。入院し手術までには、手術に適した状態であるか、手術を安全に行うために病気の詳細な把握に努める。手術が終わるとその効果判定や、患者状態の把握、退院への準備が行われる。退院後は、手術部位の回復状況に加え、再発や転移の有無の精査などが行われる。オーダの頻度解析結果は、これをよく表しているものと考えられる。

4.1.3 乳腺外科の場合

乳腺外科の入院前には手術を前提とした病気の精査を行うため各種画像検査、組織診断にかかわる検査が行われる。入院後手術までは、手術方法を詳細に決定するための情報をさらに加え、患者の状態も手術に耐えられるように調整を行う。手術後の退院までは、体力の回復、手術部位のケア、手術の効果判定などを行い、退院後は必要な患者には追加の抗がん剤治療を行ったり、手術部位の経過観察を行ったりする。解析したオーダ情報の頻度は、これをよく表しているものと考えられる。

総じて、各科ともに、オーダ情報の解析結果は、実臨床を想定できる情報として利用することができると考えられる。

4.2 PACS ログ情報について

4.2.1 呼吸器内科の場合

外来では入院前の直近の患者や病気の状態を把握するためと考えられ、入院後化学療法開始前では、病気の状態に加え、過去の画像と比較して病気の大きくなるスピードなどから腫瘍の分化度(悪性度)を想定することもあるためと考えた。化学療法開始後退院まででは、抗がん剤治療の効果判定を主に行っており、退院後は定期的に撮影する画像から抗がん剤の効果、再発・転移の有無などを見ることが多い。これらは、実臨床をよく反映しているものと考えられた。

4.2.2 大腸外科の場合

入院前では手術適応を検討すること、病気の月単位の進行具合などを検討する。入院後手術までには、手術の術式などを詳細に検討するため直近の検査画像、病気の進行具合などを過去の画像と比較して検討するなどを行う。手術実施から退院までは、手術部の状況、過去画像との比較を行い手術が適切に行われたかどうか、退院できる状態になっているかなどを検討する。オーダ情報の解析は、実臨床の状況をよく表している。

4.2.3 乳腺外科の場合

入院までは、手術適応があるかどうか、病変はどのような状態かを検査する。入院から手術前までは手術の適応を検討するため局所の病態に加え、全身の他の部位や骨への転移などがないか確認を行う。手術後には、手術部位の状態把握、退院できる状態のかなどを検討する。退院後は、手術部位に再発がないか、他の部位への転移がないかなどを確認する。オーダの頻度情報は実臨床をよく表していると考えられる。

4.3 統合ビューア画面とアンケート評価について

本研究を開始する際、電子カルテからの参照ログ情報をシステムティックに自動で取得しようと試みたが、システム構築

に係る経費が大きく断念する結果となった。このことは現実に臨床現場へシステムを適用しようとする際にも課題になると考えられ、いかにコストをかけずにニーズを満たしていくか今後も検討していきたい。結果的にコストをかけずに取得できたオーダ実施情報、ベンダーの協力を得られた PACS の参照ログ解析をもとに、診療情報の各フェーズで示すべきと解析した診療情報を既述の統合 Viewer に提示し、3 人の医師に評価をお願いした。評価結果は、診療上必要と考えられた診療情報をほぼ適切に表示できているものと考えられた。課題としては、今回の診療上のフェーズの定義を外来時、入院してから治療まで、治療から退院まで、他院後と大きな観点で定めたため、それぞれのフェーズ内でのイベントごとに必要だと考えられる情報を適切に提示できたかどうかは判断できなかった。例えば、乳腺外科のマンモグラフィー撮影が表示情報として挙がってきたが、通常手術後には患部の状態が収まり手術の影響がなくなるまで負担のかかるマンモグラフィー撮影は行わない。おそらく、退院後のフォローのためのコントロールとするために撮影したものとカルテを後で確認するとわかることだが、本研究の手法ではフェーズ内のどのタイミングで撮影し、どんな目的でこれを行ったのかは明確に知りえる情報が得られていない。このような情報を適切に解析し Viewer に適用していくためには、電子カルテ上の参照ログなども参考にもうさらに詳細な情報をシステムティックに取得する必要があると考えた。これについては引き続き研究を継続していきたい。

5. まとめ

オーダ実施情報、PACS 参照ログの解析から、診療上必要な情報を統合 Viewer に提示するための方法論がある程度判明したと考えている。今後はより詳細な解析方法の確立、適切な診療情報のシステムによる能動的な提示が実現できるように研究を継続したい。

6. 謝辞

本研究を行うにあたって、アンケート評価に最大限ご協力いただいた当院放射線診断科の楠本昌彦先生、曾根美雪先生、三宅基隆先生、また PACS 参照ログの抽出にあたって解析環境構築にご協力いただきました富士フィルム医療ソリューションズ株式会社の皆様、電子カルテログ取得のための環境構築の相談に乗っていただいた富士通株式会社の皆様に深謝いたします。

参考文献

- 1) 向井まさみ、中島典昭、塩川 康成、杉山 真哉、三原直樹、診療における統合 Viewer のあり方の検討～Oncology 領域の場合～ What is required for Universal Viewer - in case of Oncologist - ? 医療情報学, Vol.37,250,2017
- 2) 三原直樹、他 文部科学省 基盤研究 (C) 『医用画像保管システムの効率的な画像保管および閲覧を実現するログ解析手法の研究』、2013-2015 年度
- 3) 三原直樹、他 国立がん研究センター研究開発費、『がん診療支援、臨床研究に対応した病院情報システムの開発研究』、2018 年度～2019 年度
- 4) Mukai M,Nakajima N,Mihara N, et al.;Development of universal viewer for physician in medical issue, ECR2019.
- 5) Mukai M,Nakajima N,Mihara N, et al.;Proposal of relevant information visualization for a universal viewer in oncology, Medinfo2019