

【解説】

クラウドコンピューティング時代に必要な デジタル・フォレンジック

Digital Forensics in Cloud Computing Era

マサチューセッツ工科大学スローン経営大学院/IDF 理事

秋山 昌 範

Massachusetts Institute of Technology Sloan School of Management

Masanori AKIYAMA

要 旨

21世紀の社会は、生産性評価とネットワーク化が重要になる。そのツールとして、クラウドコンピューティングが考えられる。今後はSaaS (Software as a Service) が広がることで、インターネットを介してメール交換やWeb公開のみならず、基幹業務まで業務連携を行えるようになる。利用者にとって情報システムコストは下がり、消費者は便利になるが、一方で、サービスの信頼性や安定性が重要になる。そこで、必要になる機能は、網羅性の担保による信頼性の確保と、ネットワーク上でセキュリティを担保するためのデジタル・フォレンジック技術である。

キーワード

クラウドコンピューティング、SaaS (Software as a Service)、デジタル・フォレンジック、生産性評価、ネットワーク化

1. 生産性評価とネットワーク化

現在の医療制度改革は、1948年の医療関連諸法成立以来、約60年ぶりの大きな制度改革であり、医療従事者への負担が大きい。その一つは、平均在院日数の短縮という結果に現れているように、生産性の向上である。この生産性向上は、病院における一人ひとりの患者の平均入院日数が、30日以上から2週間程度かそれ以内に短縮されたことによる。これを生産性の観点から見ると、同じ資源（ヒト、モノ、カネ）で2倍の結果を出していることになる。すなわち、生産性が倍になったということである。これまで医療には生産管理や生産性向上という概念は必要なかった。その理由は、医療経済が国家統制の計画経済と似た仕組みであり、成長経済に支えられ潤沢な資金が投入されていたからである。今回の改革

で、病院にも効率化が必要になり、病院内の生産管理システムが求められる。

もう一つはネットワーク化である。EHR（エレクトロニックヘルスレコード：Electronic Health Record）は、海外において進展している健康情報の共有化、ネットワーク化の重要なツールであり、患者本位を実現するために一元化された生涯健康管理情報記録である。その主な特徴は、医療機関等の施設毎に独立した情報管理と物理的な制約により隔絶されていた医療情報を、地域レベル、または国家レベルで共有し、患者のために有効活用したり、政策立案に寄与するものである。

2. ネットワーク化における信頼(Trust)とその担保としてのデジタル・フォレンジック

ネットワーク化するには、相互運用性を可能にする技術も重要であるが、組織や情報コンテンツの信頼も重要である。この場合、デジタル・フォレンジックは、当事者間の信頼関係を確立するためのツールとして役立ち、正確性の証拠となるものである。いわばトラブルとなったときの担保といえる。もし、トラブルの際に証拠能力がないと、そのシステムは担保としての意味をなさない。現状では、医療現場へのフォレンジックの導入に対して否定的な意見もあるが、前述したように施設を超えて連携するためには、施設間に情報の正確性、信頼性がないとその仕組みは活かされない。連携するためには、情報インフラであるネットワークシステムへの信頼のほか、情報源への信頼とコンテンツの信頼のどちらもが必要である。信頼関係を築くために、正確性を謳うためにデジタル・フォレンジックは有用である。信頼を得た上での EHR の主な効用としては、「リアルタイムでの患者情報へのアクセスと重複・不要検査の削減」「複数の医療提供者間における情報シェアや相互連携」「疾病ハイリスク予備軍に対する、特に慢性期疾患へのケアの強力な支援」「医療過失の削減と地域単位でのケアパスを明示する仕組み」「患者教育、セルフケアに向けた意識変革という意味での患者中心実現」「医療提供資源全体の効率化」などがあげられる。

3. コミュニケーション手段としてのIT

経営を考えた IT システムの場合、生産性の評価や異業種間コミュニケーション手段として大きく問題になるのは、データの粒度である。粒度とは、コンピュータシステムにおける処理の細分化の単位である。マルチプロセッサ・システムで処理を分担する場合の処理単位とか、リレーショナル・データベースシステムにおけるロックの対象範囲（ファイル・ロック、ページ・ロック、行ロック）、データウェアハウスのデータを解析する場合のサマリー（要約）の度合い（年別、月別、週別、日別、…）など、さまざまな処理における処理単位の大きさを表すた

めに使われる（@IT より）。

医療システムで使う場合も、目的毎に粒度が異なってくる。事務担当は 1 本単位では管理しようと思わない。事務職が管理するのは箱単位であるから、1 本単位に管理すると反って非効率になり、メリットが無いからである。同様に、薬剤部では 1 日単位で管理する。薬剤師の職務として、疑義紹介や処方監査をするためには処方箋単位や 1 日単位が合理的だからである。医師にとっては、処方単位（投薬単位：ユニット・ドーズ：RP 単位）が重要である。事務は箱単位、薬剤師は 1 日単位、医師は処方単位が合理的と考えている。ベッドサイドで業務を行う看護師は、リスクマネジメント上 1 本単位が重要である。従って、職種によってシステムの粒度設計が全く違うわけである。看護師は POS（Point Of Sale）粒度の情報が欲しいが、現在のシステムには、個品管理する仕組みがない。そこで今後必要になる機能は、医療版 POS システムになる。

4. これまでの情報システムの問題点と解決策

医療版 POS システムがなぜ必要か。1970 年代に検査システムがメインフレームで作られ、その後医事会計システムが作られた。1980 年台に入りオーダエントリシステムが病院で動き、97 年頃に分散コンピューティングになり、クライアントサーバ型に変化しいわゆるリッチクライアント型になったが、ユーザーインタフェースの改善以外、機能的に大きな変化はなかった。1999 年 4 月 22 日の電子保存の通知を受け、同年 8 月、島根県立中央病院でフルペーパーレス電子カルテが稼動した。これが現在の電子カルテの雛形となった。このタイミングは、今日の抜本的医療制度改革の前になる。2001 年に大きな法律改正があり、2006 年の法律改正まで、矢継ぎ早に制度改変が行われている。しかし、現状の電子カルテ設計は、それらの改変前の設計である。これが電子カルテの機能を考える上で、不幸な時期になったのかもしれない。

さて、改革後は何が問題か、文頭に示した入院期

間の短縮により、病院にとって「病棟機能の生産性向上に寄与できるか」である。これまでにデジタル（電子）化されている情報空間（インフォメーションスペース）と呼ばれるところは、主に伝票化された機能である。病院の中に紙があることを前提とする部分が、電子化対象の情報空間として捉えられている。目的がペーパーレスであったので、現行文書の電子化になった。しかし、口語による医師と看護師等、医療従事者間の意思疎通（バーバルコミュニケーション）は、医師の業務の本質部分に近い。時々刻々と病態が移り変わる急性期医療においては、救命救急部門以外でも、医師の指示変更は頻繁に起こる。そこで、効率性を考えると、伝票を書かせることは得策ではないし、急変時に手遅れになる可能性すらある。

我が国のIT化は、ペーパーレス化を目指し情報空間を広げることに特化して進んできた。その結果、他の産業界では伝票等の電子化で事務方の人数が減っているが、医療界では減っていない。減少しない理由の一端は、レセプト（医事請求）業務が未だ電子化されていないことだが、その電子化とオンライン化は進みつつある。更に、医療安全や生産性向上を考える上で大事な点は、口頭指示で行った行為を瞬時に電子化する機能であり、リアルタイムに危機管理できる機能が重要である（図1）。

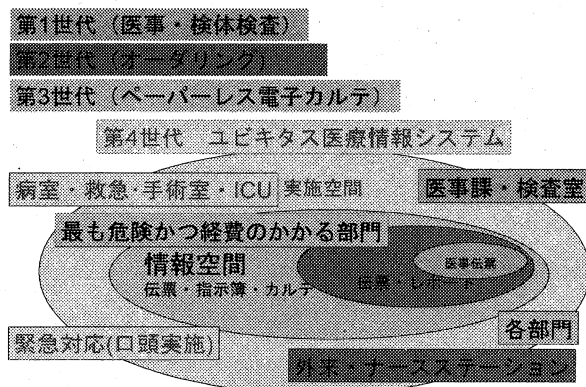


図1 病院情報システムの発展

5. 信頼における網羅性の意義とデジタル・フォレンジック

医療事故が頻発している今日において、デジタル・フォレンジックを医療に導入することは、医療不信を回復するための一つの手段と成り得る。まず、不信の一端は記録の改ざんであるが、特に医療事故の場合は、行為の順番が原因分析で重要である。しかし、現状では医師のオーダリングシステム、看護師の記録システム、安全管理システム、薬剤部門のシステム等が、それぞれ独立して稼働しており、それぞれのシステム間の同期をリアルタイムに取っていない。同期はバッチ的になる。そこで、細かい医療行為は、医師の指示と看護師の行為の順番等を統合的なシステムで記録できていない。この点は、インターネット接続とNTP（Network Time Protocol）を用いたタイムスタンプを用いるデジタル・フォレンジック技術で解消する。

もう一点は、情報の網羅性である。デジタル・フォレンジックを導入する際、「全部適応」か「部分適応」があるが、全部適応しない限り意味がない。IT化のメリットというのは、「全数が取れる」ということである。狂牛病の際、我が国は全数調査を行った。サンプル調査では、信頼が得られなかったからである。生命に関わる場合、網羅性が重要ということである。

また、患者が医師の話を用いるのは、彼らが医師免許をもっている専門職だからである。ところが、実際に医師免許を見たわけではない。信用のある施設に勤めている（施設が医師と確認している）から医師と信じているのであり、素人は診療や説明内容に関しての信頼性判断は難しい。つまり信頼に関して施設委任がある。医師免許を毎回見てから治療を受けるのは非効率であり、信頼は手間とコストを下げる最大の武器といえる。この医師と患者間に信頼関係があれば、デジタル・フォレンジックは不要である。しかし、近年は、病院に限らず大企業や行政機関に関しても信頼が低下している。そこで、信頼回復には透明性の確保、すなわち、全数を記録、網

羅性の担保である。抜け穴があったら、信頼は得られない。

前述したように、現状のシステムでは、医師の変更部分がリアルタイムに電子的に反映されない。実際は、変更部分で一番事故が起こりやすいので、現場では現状の電子カルテは医療安全対策として不十分と考えられている。急な変化に対応するための口頭指示が、リスクマネジメントの鍵になる。この点に関して、2001年に国際医療センターで稼動した病院情報システムでは、リアルタイム指示変更を電子的に反映されることに成功した。同時に、生産性の評価も可能になった。また、チーム医療のサポートのため、異なった職種間のコミュニケーション機能も可能にした。これらは、伝票の電子化よりも、リアルタイムな異なるシステム間の同期であるコミュニケーション機能を重視して設計されたことによる。

6. ネットワークの活用

近年に起こった食料への異物混入事件等でも明らかのように、食や医療の安全性の担保としてトレーサビリティ技術は重要である。これに関しても、現行システムでは不十分である。SCM（サプライチェーンマネジメント）においても、工場から消費者まで一気通貫が担保される必要がある。バーコードや電子タグなどの国際標準化組織であるGS1では、各分野におけるバーコードや電子タグ（RFIDタグ）等の国際標準化をしている。前述した国際医療センターで使用しているバーコードも世界標準であるGS1を使用し、製薬工場から病院内のベッドサイドまで追跡記録できる仕組みになっている。SCMにより、在庫管理の外注化のみならず、ゼロ在庫の実現が可能になる。病院内のME機器のアリバイや利用状況管理、車椅子等の設備管理の一元化やIPネットワーク化も可能である。また、建物管理の考え方にも応用することで、Facility Managementシステムが可能になる。その機能として、ID管理、入退室管理、CCDカメラをIPネットワークで繋いだセキュリティ管理、エレベータ管理、電気、通信、エネル

ギー、CO₂などの消費量管理、などが、ほぼ遠隔で行えるようにある。すなわち、病院内は最低限のスタッフが常駐するだけで、施設設備管理がほぼデータセンターやコールセンターから行えるようになる。

これらを解決するのが、ユビキタス技術と呼ばれるICTであり、インターネットを介して、メール交換やWeb公開のみならず、基幹業務までインターネットで業務連携を行うと言うものである。具体的には、地域医療において中核医療機関や医師会の診療所などがネットワークで結ばれ、実地診療における診療情報交換による病診連携が実現する。筆者らは1998年度から東京都新宿区地域に医療ネットワーク構築を進め、新宿区医師会を中心とした医療連携用電子カルテシステムを開発し、その後多くの地域で同様の試みが行われた。病診連携（病院と診療所の協力）や病病連携（病院と病院との協力）の実現のためには患者の医療情報が病院間で正確に伝わるのが前提になる。しかし、実地医療では患者に関する多数の情報が発生する。患者のID番号、年齢、性別、診断名などの基本的なものから検査データ、種々の画像診断など雑多な情報がある。また、診療情報を病院内での各部署へも効率よく伝送することが重要である。そのためには、患者単位で一元的に管理・集積する必要がある。保健所、診療所、病院内、更に地域全体における医療情報ネットワークのしっかりとした構築が必要である。すなわち、データベースに登録された患者データシステム（電子カルテ）である。これにより、EHRとしての「一地域一患者一カルテ」が実現する。その際、個人情報の保護という観点から、セキュリティを保持しながら、システムを構築する必要がある。

7. アドボカシー・マーケティングを支える新技術

2001年のドットコムバブルの崩壊以降、ウェブの使い方が変化してきた。すなわち、情報の送り手と受け手が固定され、送り手（上流）から受け手（下流）への一方的な流れであった従来の状態が、送り手と受け手が流動化し、誰でもがウェブを通して情

報を発信できるようになり、「Web 2.0」と呼ばれるように、下流から上流への発信量が凌駕するようになった。Web 2.0においては、情報そのもの、あるいは中核にある技術よりも、周辺の利用者へのサービスが重視される。そして、利用者が増えれば増えるほど、提供される情報の量が増え、サービスの質が高まる傾向にあるとされる。Web 2.0の代表的なサービスとして、ロボット型の検索エンジン、SNS、ウィキによる文書作成システムなどがあげられている（出典：フリー百科事典『ウィキペディア（Wikipedia）』）。

Trust（信頼）が重要な本当の意味はここにある。MIT スローン経営大学院のグレン・アーバン教授の唱えるアドボカシー・マーケティングにおいて、大事なことは真に消費者サイドに立つことである。もちろん、品質とCS（Customer Satisfaction 顧客満足度）は大事だが、一番大切なのはアドボカシーである。例えば、モスバーガーの店舗には、その店で使用されている野菜の産地と生産者名の情報を表示しており、希望すればレシートに印字してもらえらる。この情報はWeb サイトでも地域毎に表示されており、消費者による照会が可能である。モスバーガーのこういった取り組みは、トレーサビリティによる透明性の確保である。このような透明性が、あらゆる分野で今の時代に求められている。

この場合のネットワークセキュリティは、プライバシーの保護のみでなく、冗長性やロバスト性などの安定性も必要である。そのためには、自己防衛できるネットワークが良い。セキュリティポリシーを策定しても、実施をするためには、費用対効果の考え方や常に進化し続ける機能維持等が必要で、それには「全体最適」と「PDCA サイクル」の視点が重要である。

8. ネットワークセキュリティ

アンチウイルスソフトが入っていない端末を繋ごうとするとセキュリティポリシー不適合としてLAN 接続させない機能がないと、個人端末がセキュ

リティホールになる。また、ファイアーウォールとアンチウイルスソフトだけでは、ソフトで検知できなかったウイルス/ワームやその他の攻撃に対応できない。USB ポート等からの大容量スマートメディアへの書き込みや読み込み等の予防も重要である。更に、エンドユーザーの操作による情報漏洩やデータ流出の防止や機密データ検出のためのコンテンツスキャン機能も必要になる。

医療においてブランド化するなら、病院の名前や設立母体なども大事だが、それだけではないと考える。本当の安心・安全を届けるのであれば、診療情報がインターネット上にあり、患者が自宅からインターネットで自分の検査結果などの医療データをチェックできることが、重要であろう。いわゆるクラウドコンピューティングである。検査結果を印刷して持ち帰るのではなく、24時間365日、患者自身が自己データにアクセスできる機能が大事である。そのためにはロギング、つまりデータの証跡をとるという概念は非常に重要で、ハッカーなど外部からのアクセスに対する防御も必要だが、内部の人間に対する証跡の管理も重要である。

この場合に、デジタル・フォレンジックが必要で、そこにはタイムスタンプが必要である。アクセスIDが大きな要素であるが、そこにタイムスタンプという概念がないと不十分である。何時何分何秒、別々のシステムで、順番に齟齬が起きないのは、リアルタイムでタイムスタンプを記しているからである。そうでないと、辻褄が合わなくなる。紙の記録をキーボードで入力するのが消費者・患者の望むデジタル化ではなく、行為をリアルタイムに記録して証拠を残すことが、消費者・患者の望みであり、そのためにはフォレンジックが必要である。すべての場合にデジタル・フォレンジックの技術が必要ではないが、生命に関わるような重要事項などにそのニーズがある。不信感を信頼に変えるためには、消費者・患者のニーズを調べる必要がある。患者は治療する過程で「何が行われたか」「どういった医療行為が行われたか」を知りたいと思う。そこにデジタル・

フォレンジックの役割がある。

9. デジタル・フォレンジック

今後はデジタル・フォレンジックを必要とするようなシステムを作ることができるかどうかことが重要で、例えば食品の使い回しをしたか分かるようなシステムがあれば、そこにフォレンジックが求められてくるだろう。使い回しを隠蔽しようとデータを改ざんする人が居ても、改ざんをしたことが分かるような仕組みが欲しい。また、そのニーズは多種多様である。そこで、どのようなユースケースでも、統合的に制御できるセキュリティ技術が開発されている。アプリケーションのセキュリティ、エンドポイントのセキュリティ、コンテンツのセキュリティとネットワークセキュリティを統合的に制御できる技術である。

多種多様なニーズや情報発信の機能、エンドポイントからのウイルス・ワーム進入や情報漏洩、これらの対策には、ユーザ側にゆだねる部分の多いリッチクライアントよりも、管理者権限の強いシンクライアントの方が有利である。費用便益を考えると、データセンターに一元化した SaaS (Software as a Service) 方式の方が有利であろう。SaaS とは、ソフトウェアをサービスとして提供するソフトウェア販売の新しい形である。具体的には、従来の「ライセンス」という形でパッケージソフトを販売し収入を得るのではなく、ソフトウェア機能をインターネットを通じて「サービス」として提供し、月額使用料というような形で収入を得る事業モデルである（出典：フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』）。

このようにデジタル・フォレンジックを採用することで、その動向が筒抜けになるので、サービスを提供する側は襟を正すことになる。その代わりに、今度は消費者が得られた情報から自分で良悪の判断を下し、その責任をもつことが重要になる。デジタル・フォレンジックが普及した先は、このような自己責任で行動するといった考え方が必要になってくる時

代になると思われる。

信頼に必要なのは、正確な記録であろう。それこそが、相互の不信感を払拭するツールである。消費者から信頼を得るために、記録は、再評価（自己評価、客観評価）が可能でなければならない。医療であれば、診療行為に関わる記録を、自己および第三者が追跡、検証が可能にようにするため、診療に関わる行為を発生順に参照、出力できる手段を有すること、すなわち医療のプロセスが分かるように時系列表示機能が必須である。医師による指示の記録だけではなく、他の医療従事者が作成した記録、それらの記録の参照履歴(Audit trail)についても蓄積できるシステムであることが望ましい。更に、蓄積された実績情報を患者、疾病、医療従事者、診療行為単位に抽出し、各々のグループの中で比較、分析を行うことにより、医療のパフォーマンスの数值化や治療結果の評価が可能システムであることも求められる。

参考文献

- 1) Akiyama M. Risk Management and Measuring Productivity with POAS - Point of Act System -, 14: pp321-324, International Federation for Medical and Biological Engineering (IFMBE) Proceedings ISSN: 1727-1983, ISBN:3-540-36839-6 Springer, Berlin Heidelberg New York. 2006.
- 2) Akiyama M., Migration of the Japanese healthcare enterprise from a financial to integrated management: strategy and architecture. J Am Med Inform Assoc suppl.: 949, 2000.
- 3) Akiyama M, Migration of the Japanese healthcare enterprise from a financial to integrated management: strategy and architecture. Medinfo. 2001;10(Pt 1):715-718, 2001.
- 4) 秋山昌範. IT で可能になる患者中心の医療, 日

(受付日：2009年4月3日)

- 本医事新報社，東京，2003.
- 5) 秋山昌範：医療情報(第2版)-医療情報システム編-、電子カルテと地域医療ネットワーク、日本医療情報学会、篠原出版新社、東京、p138-142、2005.
 - 6) 秋山昌範. 医療機能評価と IT (Information Technology : 情報技術)～医療の質と費用の測定～. 月刊基金 46(1), : 5-7、2005.
 - 7) 秋山昌範. BRP の必要性和 ERP への展開～少子化・高齢化社会へのアプローチ～. 病院設備 47(1), : 19-25、: 2005.
 - 8) 秋山昌範. 不正行為を調査するデジタル・フォレンジック 医療分野における重要性. COMPUTER&NETWORK LAN23(3), : 27-32、2005.
 - 9) 秋山昌範：クリニカルリスクマネジメント ナーシングプラクティス、IT を駆使した事故防止策、文光堂、東京、p106-111、2004.
 - 10) 秋山昌範：医療安全用語事典、POAS(医療行為の発生時点管理システム)、ライン管理、エルゼビア・ジャパン、東京、p85、104、2004.
 - 11) 秋山昌範：看護情報管理論 2009 年度版、医療事故を防ぐための情報技術、日本看護協会出版会、東京、p110-123、2009.
 - 12) 秋山昌範：医薬品・医療材料情報識別ガイド、医療分野における情報識別の必要性ートレーザビリティと事故防止ー、(財)流通システム開発センター、流通コードセンター、東京、p13-28、2004.
 - 13) 秋山昌範. リスクマネジメントと情報システム、医療安全管理の進め方、医療安全ハンドブック編集委員会、メヂカルフレンド社、東京、p148-154、2002.
 - 14) 秋山昌範. 地域医療連携システム～1 地域・1 患者・1 カルテの実現～、医療マネジメント学会監修、新たな医療連携の実践～その現状と方策、じほう、東京、p147-153、2001.

著者略歴

秋山昌範 (あきやま・まさのり) 1983 年徳島大学医学部医学科卒業、医学博士。慶應義塾大学医学部病理学教室、国立国際医療センター等を経て、2005 年～マサチューセッツ工科大学スローン経営大学院客員教授。その他、東京医科大学医療安全管理学客員教授、浜松医科大学非常勤講師、慶應義塾大学医学部非常勤講師、岡山大学大学院医歯薬学総合研究科非常勤講師。2008 年～WHO World Alliance for Patient Safety(Technology for Patient Safety) Core Group 委員。日本医療情報学会理事、デジタル・フォレンジック研究会理事。