

電子カルテシステムに蓄積されたデータ5,000万件 先進医療へビッグデータを生かす



東邦大学
医療センター

大森病院

東邦大学医療センター大森病院

東邦大学医療センター大森病院では、医療の質や患者サービスの向上、膨大な情報の効率的な管理のために、総合的な電子カルテシステム「IBM Clinical Information System (以下、IBM CIS)」ソリューションを導入しています。同病院では、この電子カルテシステムに蓄積されている5,000万件以上のデータを活用すべく、テキスト・データや時系列データを分析、可視化するためのビッグデータ分析ソリューションをIBMと共同で研究しています。この「医療プロセス分析ソリューション」の研究開発はIBMの「First-of-a-Kindプログラム(以下、FOAKプログラム)」の一環として実施されました。

電子カルテのデータの活用を目標とする本研究ではIBMのテキスト分析やプロセス・セマンティック技術が活用され、3年分に相当する約3,800万件のデータを対象に分析、研究開発の推進に貢献しました。同病院ではこうした取り組みによる医療分野におけるデータ活用の推進や患者主体の医療の質および安全性の向上など、より良い医療の実現を目指しています。



東邦大学
医療センター

大森病院

Toho University Medical Center
Omori Hospital

東京城南地区医療の中核として 地域に必要な親切的な病院へ

1925年12月、帝国女子医学専門学校付属病院として開院した東邦大学医療センター大森病院は、開院以来「良き医療人を育成し、高度先進医療の研究・開発を推進することにより、患者に優しく安全で質の高い地域医療を提供します」という理念に基づき、東京の城南地区医療の中核としての役割を担っています。同病院は教育・研究施設としても機能しており、医学部学生の実習なども実施しています。さらに「診療体制の強化」「特定機能病院としての先進医療の実践」および「地域医療機関との連携」に対する取り組みを積極的に推し進め、安全で質の高い医療を提供してきました。東邦大学 医学部 特任教授（医療政策・渉外担当）医学博士の小山信彌氏は、この病院の特徴を次のように話します。

「病院の方針として、当初より地域完結型の医療を目指しています。地域内で必要とされる医療を完結させることを目的に、地域の医療機関やクリニックとの連携も推進しています。地域で必要とされる親切的な病院が理想です」

レセプトの電算化に早期に取り組むも その後の IT 導入は長く停滞

「東邦大学医療センター大森病院の IT 化の取り組みは1973年までさかのぼります」と、小山氏は当時から近年までの取り組みについて説明します。

「1973年2号館完成に当たり、IBMと共にコンピューターシステム外来窓口即時処理を全科に導入し、レセプト（診療報酬明細書）の電算化をスタートしました。当時、この試みは画期的で最先端を走っていたのですが、その後、この発展は止まってしまっていました。私が副院長に就任した1997年に院内の IT 化状況を調べてみたところ、レセプト以外では、ほとんど IT 技術は導入されていない状況でした。見渡してみると、医療現場では IT 化の遅れた病院になっていたのです」

1997年以前の日本は、好景気の後押しもあり、IT化に頼ることなく病院経営が可能な時代でした。

「当時は、ごく普通に病院運営をしていれば、良い経営状態を保つことができました」（小山氏）



東邦大学 医学部
特任教授
（医療政策・渉外担当）
医学博士

小山 信彌 氏
Prof. Nobuya Koyama

しかし平成に入り景気が後退し始めると、度重なる薬価改正や疾病構造の変化なども相まって、病院経営も変革を求められる時代へと直面し、IT化による業務の効率化やコスト削減が求められるようになってきました。コストの問題だけでなく、疾病構造の変化は医療の複雑化や高度化にも影響しました。また、こうした変化と並行するように医療機器に関する技術も進歩し、先端的な医療機器の多くは大量の画像データを生成するほか、大量データの処理を必要とする仕組みを搭載するようになりました。こうした時代の状況に対応して高度な医療を実践するには、院内にも最新の情報技術を取り込み、活用していくことが求められていたのです。

一方、1995年ごろから、PCの業務利用やインターネット接続は日常的なものになりました。病院内でも一人一台以上のPCを利用する環境になったことで、IT技術の利用は特別なものではなくなってきたのです。

「それまで病院で使用している情報機器と言えばFAX程度でした。しかし1997年以降、院内のIT化を強力に推進すべきであると判断しました」（小山氏）

「処方箋」「画像の管理」「予約システム」が 電子カルテシステム導入の背景

90年代に入り、医薬品数増加への対応や正確な処方のための処方箋印字のシステム化など、それまで以上に正確な情報の提供が必要とされるようになりました。また、医療機器のデジタル化といった進化により医療画像の枚数も増大しました。そして撮影した診療画像データの管理と保管方法も病院のITにおける課題の一つとなったのです。

「手書きの処方箋では、書かれた医薬品の名称が読めないために、薬局から担当医師に問い合わせが入ることもしば

しばでした。これは双方にとって効率的とは言えません。また、画像データ管理に関しては、従来は一人の患者さんにレントゲン写真が数枚ある程度でした。しかし現在ではCTやMRIといった医用画像診断装置も増え、一人の患者さんでも画像枚数は数百枚に及ぶなど、情報量は膨大になっていきます」(小山氏)

また、患者サービスの向上も取り組むべき課題の一つでした。かつての大学病院には「3時間待って3分診察」と言われた時代もあり、こうした状況を変えていくことが必要だったのです。予約制の導入は、もはや不可欠でした。処方箋、診断画像データの管理、予約制という、3つのポイントが、東邦大学医療センター大森病院がこのソリューションを導入するに至った背景でした。

医療の質や患者サービスの向上、膨大な情報の効率的な管理などを目的に導入されたのは、総合的な電子カルテシステムであるIBM CISソリューションでした。電子カルテシステムは、1999年～2001年に処方箋と予約制、数値による検査結果の仕組みなどが構築され、続いて2001年より画像データの管理が導入されました。

画像データの管理が時期的に後になったのは、1999年当時、まだ大容量のデータを管理できるだけのストレージが確保できなかったためです。小山氏は当時の状況を次のように振り返ります。

「2001年ごろから、ストレージの価格性能比が飛躍的に向上しました。5年間使用する試算で導入したストレージが2年半で一杯になるくらい情報量が増えた一方で、ディスク容量の価格は2年半で10分の1になるような時代でした」

電子カルテは“導入完了がスタートライン” 投資と改修で育てていくことが必要

電子カルテシステムを導入したことで、大森病院で使用されていたカルテの用紙サイズも、当時の主流のB5判型から国際標準の用紙サイズであるA4判型へと統一されました。また、レントゲンやCT、MRIなどの医療機器は、検査後にすぐに診察室のPCで画像を確認できるDICOM(Digital Imaging and COmmunication in Medicine:医用画像フォーマットと、それらの画像を扱う医用画像機器間の通信規格)対応のもののみ導入することを小山氏が主導して決定。このように使用する標準規格を定めることで、院内の情報流通の

阻害要因を排除したのです。こうした導入にあたっての標準化や工夫について、東邦大学医療センター大森病院呼吸器内科講師である高井雄二郎氏は、次のように語ります。

「入力業務のすべてが電子化されたのは2004年ごろです。その後も、行政への対応やジェネリック医薬品への対応など、カスタマイズしながら今日に至っています。病院全体として効果を感じられるまでには10年近くかかりましたが、最近では“うちの電子カルテは使いやすい”という院内の声が多く聞けるようになりました」

当初、電子カルテは、キーボード入力に対して医師や看護師からかなりの抵抗がありました。導入にあたっての障壁の一つは手書きからキーボードへの移行であったと小山氏は話します。

「現在では、キーボード入力への抵抗はなくなっていますが、特に症状や治療内容などカルテに書き込む情報の複雑な眼科(眼底の模式図、視力の詳細データなど)、多量の記載内容を必要とする精神科心療内科などでは、大きな抵抗がありました。そこで手書きのカルテをスキャナーで取り組む仕組みも導入しました。また、自動受付機による受付から診察、会計までの早さは患者さんから高く評価されています。これは常に患者さんの要望を受け入れて、投資とカスタマイズを続けたことによる成果であると自負しています。電子カルテシステムは、導入すれば終わりではなく、導入してからがスタート。使いながら育てていかなければなりません」

ビッグデータの有効活用を目的に IBMと共同でFOAKプログラムを推進

電子カルテシステムを導入したことで、診察や治療などの医療サービス内容、検査結果、診断内容、医師が入力した特記事項など、患者ごとのデータが時系列に蓄積されるようになりました。この大量のデータを、統合的、多角的に分析し、可視化することで、医療の質の向上を目指すのが、電子カルテシステムにおける次の取り組みでした。

「臨床研究や治験を推進するにあたり、診療内容や検査のデータが欲しいと考えたのがきっかけでした。しかし、血圧や体重などといった数値データすら、カルテ上では文字情報で入力されており、分析にはまったく役に立たない状況でした。そこで文字情報から分析可能な“意味のあるデータ”として抽出できる仕組みが必要でした」(小山氏)

また高井氏は、次のように語ります。

「医師が患者さんの診察内容や経過や症状などを分析するためには、該当する患者さんに関するファイルを開いて必要な情報を抽出し、医師自身がデータベースを作るという難しい作業が必要でした。また、この方法ならば特定の一人の患者さんの分析はできますが、同じような症例の複数の患者さんの傾向を分析することはさらに困難でした。電子カルテシステムのデータベースに蓄積されているテキスト・データをいかに活用するかが課題でした」

そこで、東邦大学医療センター大森病院では、IBMとの共同研究により、電子カルテシステムに蓄積されているビッグデータを分析する先進的ソリューションの開発に着手しました。この共同研究は、IBMのFOAKプログラムの一環であり、IBMのテキスト分析やプロセス・セマンティック技術を活用した「診療プロセス分析ソリューション」として開発されました(図1)。

さまざまな可視化や分析手法で ビッグデータから知見を獲得

「FOAK (First-Of-A-Kind)」とは、お客様とIBMの研究員が協力して世界初のソリューションを作り出すための実証研究プロジェクトの名称です。今回のFOAKプログラムは、東邦大学医療センター大森病院とIBMの共同研究により、電子カルテシステムに蓄積されたビッグデータを分析するソリューションの開発が目標でした。本プロジェクトで分析対象となったのは、3年分のデータ、約3,800万件です。

「病院、担当医師、システム担当者など、すべてのサポートがなければ実現できないプロジェクトでした」(高井氏)

今回開発された診療プロセス分析ソリューションは、ビッグ

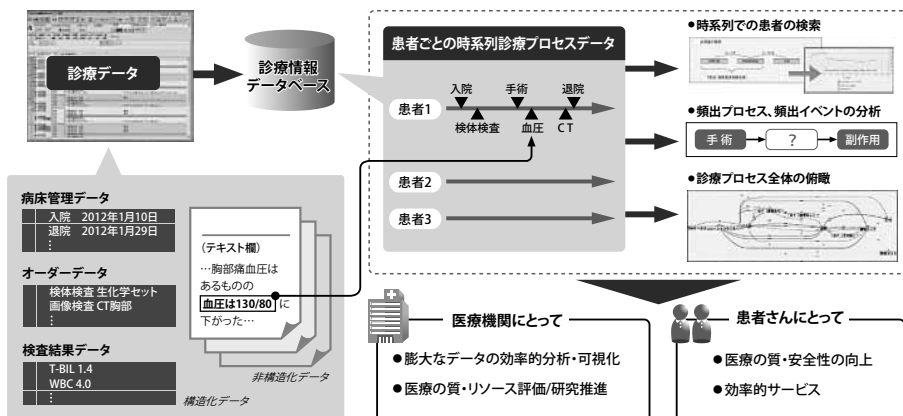


図1. 診療プロセス分析ソリューション
医療分野におけるテキスト情報やビッグデータを統合的、多角的に分析、可視化する。



東邦大学医療センター大森病院
呼吸器内科 講師
医学博士

高井 雄二郎 氏
Dr. Yujiro Takai

データを解析することで、病名、手術、検査などに順序や日数差の制約を加えて患者を検索する「パスウェイ検索・分析機能」や診療プロセスデータの中に頻出するプロセスやイベントといった頻出パターンを抽出して、診療プロセスを俯瞰する「俯瞰パスウェイ機能」(図2)など、さまざまな情報の可視化を可能にしました。さらに分析手法を利用することで、知見を獲得することができます。

「電子カルテに蓄積されている約10年分、5,000万件以上のデータを臨床のための研究開発に使えるようにするためには、データを利用するための環境作りが必要でした。特にテキスト・データから情報を抽出できることが重要ですが、IBMのビッグデータ分析技術によって患者さんの電子カルテシステム内のデータから必要な情報を見つけ出すことが可能になりました」(小山氏)

「診療プロセス分析ソリューションの開発に当たり、まずどのような仕組みを作るかというシステム・デザインを決めました。このとき重要視したのは、データの抽出方法でした。今回のソリューションで実現したかったことは、一般的なキーワード検索

のための検索エンジンとは違い、時間の経過や前後関係を重視してデータを抽出する仕組みです。また各診療科による絞り込みや匿名化の実現も重要なポイントでした」(高井氏)

高井氏を中心とするプロジェクト・チームは、検索ワードにヒットしたデータを抽出するのではなく、「ヒットしたデータをさらに追加条件で絞り込む」ことや、「抽出したデータをいかに分析するか」を重要視していました。例えば、「投薬」と「その結果起こ

た症状の変化」を時系列で分析し、「次に必要なアクション」を推測できます。

「こうした話し合いを毎週、IBMの担当者で行っていました。打ち合わせでは、IBMから開発画面やプロトタイプを提示してもらい、私たちは医師の視点でその画面の印象や機能に触れてみた感想を話し、状況を共有します。こうした開発は、言い替えるとアジャイル開発だと言えます。一般的なウェブ開発では、診療プロセス分析ソリューションは実現できませんでした」（高井氏）

IBMとのコラボレーションを重ねながらの開発について、小山氏は解説します。

「必要なデータをいかに正確に抽出できて、どう効果的に分析できるのかという観点で打ち合わせをしていました。IBMの担当者はテクノロジーの視点で、われわれは医療の視点で話をするので、常に新たな発見があり、非常に有意義でした。例えば、心臓の不整脈で心房細動という症状がありますが、心房細動という言葉だけでは、そのカルテが『予防のためのことを書いている』のか『治療のためのことを書いている』のかを把握できません。キーワードとして“心房細動”を抽出するテクノロジーと、心房細動という言葉の前後関係からそのキーワードが書かれている意味などを判断する医療の知識。この2つを組み合わせ、学習によって精度を上げることで、『心房細動の予防なのか、治療なのか』を切り分け、欲しい情報を正確に抽出できるようになりました。これは大きな効果でした」

医療分野のデータ活用を促進し 質や安全性をより一層向上

ビッグデータ分析ソリューションの効果を小山氏は、次のように語ります。

「パスウェイ検索・分析機能では、例えばある症状の患者さんに薬を投与した結果、血圧降下など、どのような変化が表れたのかを視覚的に把握できます。臨床検査を行う前に、その検査が本当に役立つのかをすぐに判断できます。これまでは一つ一つ研究しなければ分からなかったことが、この分析ソリューションの機能で瞬時に把握できるようになりました」

また俯瞰パスウェイ機能では、各患者のパスウェイ（治療や検査などの実施日時や内容、患者の状態などを時系列にまとめた情報）を一覧し、グラフ上にハイライトで表示できる

ので、ハイライトされたパスをたどることで治療の標準化や効率化を画面上で把握できます。

「蓄積されたデータを活用できるようになったことで、医療の質や安全性の向上が期待できます。これにより、患者さん一人一人に、より最適な治療を提供できるようになります」（小山氏）

このソリューションの現在の性能では、診療記録などのテキスト・データや時系列データから「血圧」や「体重」などの情報を約94%の精度で抽出することが可能です。しかし、最初はそれほど高い精度ではありませんでした。「なぜ外れたのか」という「外れ値」を一つ一つ検討していった結果、精度を向上することができたのです。

「電子カルテシステムのデータベースに格納されているテキスト・データの医薬品の名称にジェネリック医薬品の名称が混ざっていたり、検査項目に半角文字と全角文字が混ざっていたり、1,000mgを1,000kgと書き間違えてしまったりなど、データ入力の問題をいかに解決するかが最大のポイントでした。正しい答えがない中で、いかにヒット率を上げていくか、試行錯誤しました」（高井氏）

また日本IBMのサポートについて高井氏は、次のように語ります。

「1年弱という短期間の開発でよくここまで実現できたな、というのが本心です。常にお願ひした以上の成果を挙げてもらえました。日本IBMはプロセス・セマンティックやテキスト・マイニングに関する高い技術を持っていたので、それを生かしたのは大きなポイントだったと思います。今回のソリューションで必要となる基本的な分析技術は揃っていました。そのため、今回のプロジェクトではそれらの技術を『どのようにして医療

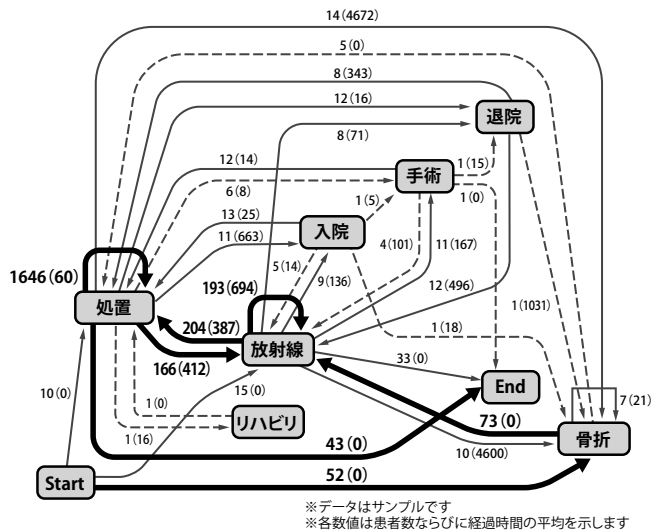


図2. 俯瞰パスウェイ

現場で私たちが必要とするソリューションへ応用していくか』に集中できたのです」

電子カルテの統合でより良い医療を目指す 倫理的な問題の解決への取り組みも重要

東邦大学医療センター大森病院では、診療プロセス分析ソリューションと電子カルテシステムの統合を次なる開発の目標としています。この統合により、電子カルテシステムに蓄積されたビッグデータを臨床の現場に近いところで活用できるようになります。これにより、これまで以上に的確で迅速な、より良い医療を提供できるようになると小山氏、高井氏は期待しています。

また病院内だけでなく、広域医療への展開も視野に入れています。高井氏は次のように語ります。

「ビッグデータ分析ソリューションやこのソリューションを、インターネットやクラウドと連携していくことも重要な取り組みだと思っています。外部から接続できることにより、震災や障害発生時の事業継続性の向上にもつながります」(高井氏)

「今回構築した仕組みを、どのようにして臨床の現場や病院経営に生かしていくかが、今後取り組んでいくテーマです。データは生き物なので、常に更新していかなければならないし、サーバーも3～5年ごとに更新していかなければなりません。常に“いま利用できる技術やノウハウ”を最大限に生かし、臨床の現場でデータ活用を具体化していくことが重要です」(小山氏)

一方、医療分野におけるビッグデータ分析ソリューションに

は、セキュリティーの問題などが残っていると小山氏は強調します。こうした課題の解決のために、現場に公開できる仕組みを数年かけて仕上げていく予定とのこと。

「そのためには、引き続きIBMの協力が必要であり、今後のサポートには大いに期待しています。またIBMには各メーカーが独自のフォーマットで展開している医療データの標準化も主導して進めてもらえればと思っています」(小山氏)

こうした技術的な課題のほかにも、これから取り組むべき課題として挙げられるのが患者の個人情報や治療、診察のデータの利用における倫理的問題があります。

「例えば、医師から“この症状の患者さんのデータをすべてほしい”という依頼があるとしても、その患者さんのデータを主治医以外の医師が治療以外に使用しても良いのかという倫理的な問題のクリアが必要です。こうした倫理上の問題の解決策については、引き続き話し合っていかなければなりません。将来的には医療や倫理、経営など、幅広い分野の知識を持ち、データ活用のアドバイスをしてくれる研究サポート部門が病院内に必要だと思っています。IBMには技術面でのサポートを引き続きお願いしたいと思っています」と、小山氏は話しました。

また将来展望として小山氏は、「大森病院のほか2カ所にある東邦大学の病院間のネットワーク連携や、国の医療制度全体におけるITやビッグデータとその分析技術が、さらなる先進的医療に役立つであろう」と期待を語りました。

ビッグデータ活用の挑戦者の視点

IBM 東京基礎研究所 (IBM Research-Tokyo) 技術理事
武田 浩一

東邦大学様の当事例は、これまで個別の患者の治療を主眼として構築、運用されてきた電子カルテシステムの情報を、類似した症状や疾病、治療履歴を持つ患者集団全体の分析に拡張できる機能を実現したという点で、非常に画期的と言えるでしょう。患者ごとに異なる日付を持つ入院、内視鏡手術といった診療イベントからなる履歴系列を分析の主要データ表現として扱えるようにしたことで、何名の患者が特定の順序で治療を受け、そのうち何名の患者の状態が改善したか、といった時系列分析が行えるようになりました。電子カルテ中のテキスト情報の活用と、プロセス分析手法の統合により、より詳細なレベルでの診療ガイドラインに基づく治療の効果検証や、より効果的な診療プロセスの検討が可能になったのです。

今回のプロジェクトの成功要因は、インタビューにもあるように早期から医療情報の電子化に取り組みられてきた東邦大学医療センター大森病院様のIT技術への前向きな取り組み姿勢と、われわれの持てる技術を医療現場で真に活用できる先進的な電子カルテ情報分析機能や対話インターフェースの研究開発に集中できたことによるものと思います。本案件で実装された診療プロセス分析機能は、将来の医療に大きく貢献できるものと信じています。