

博士論文

電子カルテデータ分析に基づく

入院患者の転倒リスク評価に関する研究

横田 慎一郎

論文のタイトル：

電子カルテデータ分析に基づく入院患者の転倒リスク評価に関する研究

所属：

東京大学大学院 医学系研究科 社会医学専攻 医療情報学分野

指導教員：

大江和彦教授

申請者：

横田慎一郎

目次

1. 要旨	4
2. 序文	5
3. 目的	11
4. 方法	12
4.1 患者転倒リスク評価ツールの改良と評価並びに電子カルテシステムへの実装 ..	12
4.1.1 デザイン	12
4.1.2 データセット	12
4.1.3 転倒リスク評価モデルの構築・評価と電子カルテシステムへの実装.....	14
4.2 電子カルテシステム実装後の院内転倒発生件数減少効果の評価	16
4.2.1 デザイン	16
4.2.2 データセット	17
4.2.3 運用開始前後の患者転倒発生状況に関する分析	18
5. 結果	20
5.1 患者転倒リスク評価ツールの改良と評価、並びに電子カルテシステムへの実装	20
5.1.1 データセット作成.....	20
5.1.2 患者転倒リスク評価モデルの開発と評価.....	21
5.1.3 電子カルテシステムへのアラート機能の実装.....	23
5.2 電子カルテシステム実装後の院内転倒発生件数減少効果の評価	24
5.2.1 データセット	24
5.2.2 解析結果について	25
6. 考察	26
6.1 現場従来ツールの発展と電子カルテシステムへの実装とモデルの評価の考察 ..	26
6.1.1 予測式の評価について.....	26
6.1.2 患者転倒リスク判別モデルの構築方法について	28

6.2 電子カルテシステムに実装した患者転倒リスク評価ツールに関する評価.....	31
7. 結論.....	35
8. 引用文献.....	36
9. 図表.....	43
10. 付録.....	53
11. 謝辞.....	60

1. 要旨

患者の入院生活を妨げる要因となり、かつ医療機関側に負担が発生する患者転倒の予防は、臨床における重要な課題である。

本研究では始めに、東京大学医学部附属病院の電子カルテシステムに蓄積されたデータを用い、同施設の既存転倒リスク評価ツールを改良して電子カルテシステム上に実装し、臨床看護師の日常的業務の一環として組み込んだ。

次に、実装したツールの効果を導入前後での入院患者の転倒発生件数の比較により評価した。実装後期間に転倒発生が減少した一方、ツールを使用した患者と使用していない患者では統計学的有意な差は見られなかった。転倒リスクの評価だけではなく転倒予防策も含めた実践と評価が必要である。

2. 序文

入院期間中の患者の転倒には骨折事例や脳挫傷等の重症な受傷を伴う事例もあり[1]、転倒対策は医療機関にとって重要な課題である。厚生労働省の調査[2]によると、骨折・転倒は本邦で介護が必要となる原因のうち第4位で12.1%を占め、介護が必要となる主要な原因の1つと言える。また米国での報告によると、転倒は入院患者3億人中1,400万人に発生する最もありふれた事象であるとの報告もある[3]。臨床現場における患者転倒予防対策方法は、患者の転倒リスクを把握することから始まる。患者の転倒リスク把握方法にはチェックリストによるもの、リハビリテーション技師等が筋力やバランスを測る事による実測によるもの、フローチャートにより対策を導くもの、と大きく3つの形式がある[4]とされている。この3つの形式の中でも、簡便なチェックリスト形式による患者転倒リスク評価ツールが臨床現場で広く活用されており、国内外で多数の評価ツールが開発されている。チェックリスト形式として海外では Morse Fall Scale (MFS) [5]、St. Thomas's Risk Assessment Tool in falling elderly inpatients (STRATIFY) [6]、Hendrich Fall Risk Model (HFRM) [7,8]等の著明なツールが存在し、MFSとSTRATIFYは日本語版の開発も行われている[9]。チェックリスト形式の転倒リスク把握については、例えば日本語版のMFS[9]では、患者の転倒既往有無、合併症の有無、歩行補助具の種類等の6項目について点検して得

点化しリスク水準を判別する、というものであるように、転倒リスクに関わる複数項目からなるチェックリストを用いて患者の転倒リスクを判断する。以降、本論文において転倒リスク評価ツールと表現する場合は、このチェックリスト形式のものを指すこととする。

さて日本国内においては、2002年に看護職の職能団体である日本看護協会が、医療機関それぞれにおける転倒リスク評価ツールの作成を推奨する通知を发出しており、その後同協会による医療安全推進のための標準テキストにも、患者転倒リスクの評価を行う事の重要性について記されている[10]。日本国内でも転倒リスク評価ツールの開発は行われており[11-13]、日本転倒予防学会による患者転倒リスク評価方法に関する調査[14]によると、臨床現場においては多岐にわたる方法で患者転倒リスク評価が実践されている。また転倒リスク評価ツールの評価項目は医療機関によってそれぞれ違うとの報告[15]があるように、国内では統一的に使用されるスタンダードなツールがあるとは言い難い。

特定の医療機関において高い予測精度を持つMFSやSTRATIFY等の転倒リスク評価ツールも、別の医療機関においては予測精度が低くなることがある[16, 17]ため、例え他医療機関に優れたリスク評価ツールが存在したとしても、自医療機関に導入する場合には事前に精度評価を行った後に使用すべきである。さらに理想的には各医療機関において、それぞれの医療機関の特徴や受診患者の

特性に対応した転倒リスク評価ツールを構築すべきであると考えます。

転倒リスク評価は入院直後の実施が望ましいとされる[10]が、患者の状態は日々変化するため、入院時の評価に加えて患者の毎日の最新の状態に基づくリスク評価が必要だと考える。ただしリスク評価を毎日行うことで評価実施者である看護師の負担が増加するため、臨床現場における日々の評価の徹底は現実的には困難である。このように、ある医療機関で開発されたリスク評価ツールを他医療機関に導入することが容易ではないことと、日々の患者の最新状態に即した評価が困難であることは、現行の転倒リスク評価ツールの開発と現場の運用における課題であると考えます。

東京大学医学部附属病院（以下、東大病院）においても、従来から改定を重ねつつ独自項目による患者転倒リスク評価を行ってきたが、2009年より使用されていたものは患者の転倒に関するリスク状態を記録するツールに留まっており、患者の転倒リスクの高低に関するカットオフ値を持たず、リスク判別の役割を具備しない状況であった。医療機関での診療に使用される電子カルテシステムのデータベースには日々、処方、注射、検査等の診療に関する指示情報であるオーダーデータや医師、看護師、その他メディカルスタッフによる診療記録データが蓄積しており、看護の領域においても診療データ二次利用による研究[18]が行われるなど、データの二次利用による研究が多く行われている。ここで筆者は電子

カルテシステムに蓄積したデータに基づく後ろ向きコホート研究により、患者の日々の状態に応じた、開発元医療機関に依存しない項目による、日常的な患者転倒リスクの評価に容易に用いることのできる転倒リスク予測ツールを構築して電子カルテシステム上に実装するという着想を得た。

厚生労働省による病院におけるIT導入に関する評価系[19]によると「医療安全に関わるシステムの目的の達成度は、インシデント・アクシデントの発生件数で評価すべき」とされていることから、単に電子カルテシステム上に新しい機能として実装するだけではなく、導入後の臨床における評価も併せて行う必要があるが、臨床実践に関するこの評価においては電子カルテに蓄積したデータを用いた分析が適していると考える。なお患者転倒予防に関する系統的レビュー[20]によると、無作為化試験に基づくエビデンスとして、多因子介入のみが転倒率を低下させる可能性があるとしている。臨床現場においては目に見える形と見えない形の両方で様々な取り組みがなされているが、医療機関内の共通形式での、転倒予防にかかる介入方法や介入内容の記録方法に関する取り決めが存在しない場合は、臨床における介入についての分析は困難であり、東大病院においても同理由で困難な状況がある。

転倒の定義について、世界的に初めて患者転倒についての大規模な研究が行われた FICSIT Trials[21]における定義や、ICD10 W00-W19 の分類[22]があるが、

本研究においては臨床現場から転倒報告書が提出されたケースを転倒として扱った。臨床現場において転倒と表現される事象については、転倒と転落という概念が混在している。例を挙げると、トイレで便座に座って立ち上がろうとした際や、ベッドから立ち上がろうとした際の床面への転倒等、転倒と転落の境界的な事例が存在する。この場合に、臨床現場において転落と判断されれば転落報告書が提出され、転倒と判断されれば転倒報告書が提出されるが、本研究ではこの転倒報告書の提出された事例を転倒事例として扱った。なお医療機関内においては、これら転倒や転落に関する報告書は一般的にインシデントレポーティングシステムにより提出され、東大病院においても同様である。

以上の背景を踏まえて本論文では、臨床現場で従来から使用されていた転倒リスク記録ツールの、医療機関独自の転倒リスク評価ツールへの発展と評価、並びに電子カルテシステムへの実装を行うとともに、その後の院内での転倒発生病数の変化に対する効果を評価する。

倫理的配慮として、本論文中の研究は電子カルテシステムに蓄積したデータを後ろ向きに使用した観察研究として医学部倫理委員会での審査と承認を受け実施した（審査番号 10148、10520）。また本論文は、医療情報学. 2014;34(3): 119-128.（和文誌） [23]、Journal of Nursing Care Quality. 2018;33(4): E1-E6.[24]（英文誌）として掲載された、筆者が筆頭著者である査読付原著論文を、各出版者の許

可を得た上で、加筆して学位論文としてとりまとめたものである。

3. 目的

本研究の目的は、電子カルテシステムに蓄積したデータの分析にもとづいて電子カルテシステムに実装できる転倒リスク評価ツールを構築する提案手法TCFP（Technique for Construction of a Fall risk Prediction formula）により、従前より臨床で使用されていた転倒リスク評価記録を改良してシステム実装すること、構築した評価ツールを臨床で運用すること、並びに、患者転倒リスク評価ツール導入後の臨床における効果評価により患者転倒リスク評価に関するエビデンスを創出することである。

4. 方法

4.1 患者転倒リスク評価ツールの改良と評価並びに電子カルテシステムへの実装

4.1.1 デザイン

電子カルテシステム蓄積データを利用した後ろ向きコホートを採用し、TCFP (図 1) と命名した 3 つのステップにより進行した。TCFP は、①電子カルテシステムとインシデントレポーティングシステムに蓄積したデータを用いた開発用データセット作成、②ロジスティック回帰分析による患者転倒リスク判別モデル作成とモデルから見た未知データに対する判別精度の評価、③電子カルテシステムのスクリプト実行機能上への患者転倒リスク判別とアラート表示機能の実装、からなる。2013 年に研究を開始し、2014 年 3 月に東大病院の電子カルテシステム上に実装した。

4.1.2 データセット

2012 年 3 月 7 日～2013 年 4 月 30 日に東大病院に入院していた患者の入退院データ、電子カルテシステムの看護師による患者アセスメント記録 (看護アセスメント記録) データ、インシデントレポーティングシステムの転倒報告書データを分析対象とし、Microsoft Access 2013、Microsoft Excel 2013 により個人ごとに連結したデータセットを作成した。なお入退院データは筆者らの研究室により

設計開発された院内用のデータウェアハウスの一種である、研究用統合データベースより抽出した。電子カルテシステムの看護師による看護アセスメント記録データは、こちらも筆者らの研究室により設計開発されたデータ抽出プログラムにより XML 形式のファイルとして取得したあと、筆者が記述した抽出プログラムにより XML 形式のファイルから必要項目のデータを抽出した。インシデントレポートシステムデータのデータはこのシステム付属の CSV 形式データ抽出機能により抽出した。

東大病院における転倒リスク評価においては、転倒既往の有無と、患者入院時の看護師による問診記録（看護基礎情報記録）に基づき、4 種類の個別リスク因子に対して評価が行われていた。4 種類の個別リスク因子とは、疾患・症状に関連した転倒のリスク（以下、疾患関連リスク）の有無、運動能力に関連した転倒のリスク（以下、運動関連リスク）の有無、認知能力に関連した転倒のリスク（以下、認知関連リスク）の有無、治療薬に関連した転倒のリスク（以下、治療薬関連リスク）の有無、である。転倒の既往の有無についての項目と 4 種類の個別リスク因子の項目の計 5 項目のうち 1 項目でも入力されていない電子カルテシステムデータは、開発評価用データセットからは除外した。

以下の条件により各データを連結し、1 入院が 1 レコードとなる開発評価用データセットを作成した。

- ・2012年3月7日～2013年4月30日に東大病院に在院していた患者のデータ。
- ・入院時の診療科が小児系診療科（小児科と小児外科）以外であった患者のデータ。
- ・入院日付≦看護アセスメント保存日付≦退院日付となる看護アセスメント記録。
- ・入院期間に転倒した患者について、入院日≦看護アセスメント保存日付≦転倒発生日付≦退院日付となる転倒報告書。
- ・1患者が複数回入院している場合は、対象期間内の初回入院時のデータを使用。
- ・1患者において1入院期間に複数回、看護アセスメント記録が保存されている場合は、転倒イベント発生直前の保存日である看護アセスメント記録データを使用。
- ・1患者の1入院期間において複数回の転倒が発生している場合は、当該入院期間の最初の転倒報告書データを使用する。
- ・転倒しなかった患者は、当該入院期間の最後の看護アセスメント記録データを使用。

4.1.3 転倒リスク評価モデルの構築・評価と電子カルテシステムへの実

装

先ず始めに作成したデータセットについて基本的な統計量として、転倒あり群と転倒なし群の群毎の人数や平均年齢に加え、性別、転倒既往の有無、疾患関連リスク、運動関連リスク、認知関連リスク、治療薬関連リスクの有無の各人数を調べた。また群毎の平均年齢について t 検定を、各変数についてはそれぞれ転倒有無×変数の値のクロス表における χ^2 乗検定を実施した。

次に、データセットを 1 対 1 のホールドアウト法により学習データとテストデータに分割して、患者転倒リスク評価モデルの構築と評価を行った。データの分割にあたっては、Microsoft Excel の Rand 関数によりランダムに振り分けた。この際、各データセットでの転倒事例の割合は設定しなかった。次に学習データを用いたロジスティック回帰分析により、患者転倒発生の予測確率のロジットを応答変数、患者の性別、年齢、看護師が看護アセスメントに入力した項目の計 7 項目を説明変数とする回帰式を作成し、カットオフ値を設定して患者転倒リスク判別式を作成した。続いて、テストデータを予測式に投入して感度・特異度・陽性的中率・陰性的中率を算出し、未知データに対するモデルの判別精度の評価を行った。学習データとテストデータの組み合わせは 5 セット作成しそのうちランダムに選択した 1 セットを用いた。さらに、電子カルテシステムへの患者転倒リスク判別機能実装後の追加分析として、前述 7 個の変数を用いて総当た

り的にモデルを作り、テストデータを用いて未知データでの判別に関する赤池情報基準 (AIC) [25]によって評価した。AIC はモデルのデータへの過適合を防ぐための手法で、一般に AIC が最小のモデルが最良のモデル選択となるとされている。なおロジスティック回帰分析には IBM SPSS Statistics version 20 を使用し、AIC の計算には R 3.0.2 を使用した。

次に、構築した患者転倒リスク評価モデルを、アラートを表示する機能として電子カルテシステム上で動作するスクリプト実行環境上に実装し、2014年3月12日より実臨床において運用開始した。当時の東大病院の電子カルテシステムは Java 言語で実装されていた。当該スクリプト実行環境は Java 上で動作する JavaScript インタプリタの Rhino で構築されており、アラート表示機能はこの Rhino 上で動作する JavaScript プログラムとして記述した。表示されるアラートの文言については、医療安全担当看護師や副看護部長等の看護部関係者との議論を経て決定した。

4.2 電子カルテシステム実装後の院内転倒発生件数減少効果の評価

4.2.1 デザイン

先行研究では新規開発ツールが転倒発生率を減少させたとの報告[26]もあるが、導入後評価期間に偶然重症例が少なくかつ軽症例入院が増えていたことに

起因する可能性があるため、患者の重症度を考慮した分析を行う必要がある。また別の先行研究では、「転倒には様々な原因がある」[27]、「入院患者についての多数の特徴、状況、活動が複雑に患者転倒に影響する」[28]との報告もある。そこで本研究では厚生労働省による病院におけるIT導入に関する評価系[19]の記述に従い、電子カルテシステム上の転倒リスク評価ツール導入の有効性を、患者の属性、状況、治療内容、日常生活の活動に関する電子カルテシステム蓄積データを用い、運用開始前後の状況を比較することで評価した。

4.2.2 データセット

電子カルテシステム上に実装した転倒リスク評価ツール運用開始前と、運用開始後の両期間についてデータを収集した。運用開始前期間は2013年4月から2014年2月、運用開始後期間は2014年4月から2015年2月とし、季節性の要因による影響を回避するため両年の対象月を4月から2月の11ヶ月間で揃えた。

日本においては、患者の日常生活の介護、医療、日常生活の活動を記録するための看護必要度（重症度、医療・看護必要度とも言う）[29]と呼ばれる評価表がある。今回の分析にあたっては、患者の特徴、状況、活動要因を調整するために、東大病院の電子カルテシステムに蓄積された看護必要度データを使用した。

一般病棟 24 病棟を対象とし、運用開始前期間と運用開始後期間の各期間において入院かつ退院した入院患者のデータを使用した。小児科、産科、ICU、救急科、および精神科の各病棟のデータは除外した。また患者転倒に関するデータとして、4.1 章に記述した転倒リスク評価ツール構築と同様に、インシデントレポーティングシステムに格納された転倒報告書のデータを使用した。一般に、ある患者が 1 日のうちに複数回転倒することがあるため、本研究においては 1 日当たりの転倒回数は考慮せず、ある日に患者が転倒したか否かという 2 値のみを使用した。また、看護アセスメント記録データの利用に当たっては、東大病院の看護師が、患者入院期間中に転倒リスク評価結果を含むアセスメント内容を上書き保存する運用が存在する事を考慮し、各患者の各入院時に転倒リスク評価ツールを初回使用した日時のデータを使用した。以上、患者入退院データ、日々の看護必要度データ、看護アセスメント記録データ、並びに転倒報告書データを連結してデータセットを作成した。

4.2.3 運用開始前後の患者転倒発生状況に関する分析

次の 2 つの解析を行った。

<解析 1> 運用開始前期間と運用開始後期間における転倒発生状況の比較。

<解析 2> 運用開始後期間において、電子カルテシステムに実装された転倒リ

スク評価ツールを使用した状態の患者と、使用していない状態の患者での転倒発生状況の比較。

分析のためのモデルとして、応答変数が転倒予測確率のロジットであるロジスティック回帰モデルを採用し、1人の患者について繰り返し発生するデータ構造を考慮したマルチレベル分析を行った。解析1と解析2においては次の18の説明変数を使用し、オッズ比を比較した。(1) ツール導入後の期間のデータかどうか、(2) その患者にツールを使用したかどうか、(3) 性別、(4) 年齢、(5) 外科系病棟に入院しているかどうか、(6) 内科系病棟に入院しているかどうか、(7) 創傷ケアが必要かどうか、(8) 1日あたり3回以上の静脈内点滴があるか、(9) 心電図を使用していたかどうか、(10) シリンジポンプを使用していたかどうか、(11) 輸血していたかどうか、(12) ベッド上で体位変換できたかどうか、(13) ベッド上で座位をとることができたかどうか、(14) 座位を保持出来たかどうか、(15) 椅子に移動できたかどうか、(16) 口腔内の衛生を維持することができたかどうか、(17) 食事摂取において、自力で可能か、部分的に解除が必要か、完全に介助が必要かどうか、(18) 更衣において、自力で可能か、部分的に解除が必要か、完全に介助が必要かどうか、の18項目である。なお(3)～(18)の変数は、患者の背景を固定効果として調整することを目的とした。18項目のうち、(7)～(18)は看護必要度の項目である。本解析には、R 3.2.4を使用した。

5. 結果

5.1 患者転倒リスク評価ツールの改良と評価、並びに電子カルテシステムへの実装

5.1.1 データセット作成

11,075 件 (11,075 人分) の欠損値を含まないデータセットを得た。作成したデータセットの内訳は、転倒あり群が 291 人、転倒なし群が 10,784 人であり、転倒ありのレコードの割合は 2.6%であった。患者平均年齢は転倒あり群が 67.7 歳 (標準偏差 SD=16.1)、転倒なし群が 57.4 歳(SD=20.0)で、性別、転倒既往の有無、疾患関連リスク、運動関連リスク、認知関連リスク、治療薬関連リスクの有無の各人数は表 1 の通りであった。転倒あり群と転倒なし群間の平均年齢を t 検定により比較したところ有意差が見られた ($p<0.001$)。また各変数について、それぞれ転倒有無×変数の値のクロス表における χ^2 乗検定を行った結果、全ての変数において転倒率に差が見られた (全て $p<0.001$)。各検定結果から、全ての項目が転倒リスクと関連がある可能性があるかと判断した。なおデータは全て電子カルテシステム由来のデータを使用しており、データ取得においてはヒアリングや調査アンケート等による患者や現場スタッフへの追加負担は発生しなかった。

5.1.2 患者転倒リスク評価モデルの開発と評価

作成した11,075件のデータセットを、学習データ 5,537件とテストデータ 5,538件に分割し、学習データを用いてロジスティック回帰分析を行った。分析に使用する説明変数は、年齢：X₁、性別：X₂、転倒既往の有無：X₃、疾患関連リスクの有無：X₄、運動関連リスクの有無：X₅、認知関連リスクの有無：X₆、治療薬関連リスクの有無：X₇の計7変数とし、性別（X₂）は男性:0、女性:1、転倒既往（X₃）や各リスクの有無（X₄~X₇）は、無:0、有:1とした。ロジスティック回帰分析においては分析に用いる変数1個あたり10個のイベントが必要とされている[30]が、本研究においては変数7個、訓練データにおけるイベント数151件であるため要件を満たしていた。応答変数は、転倒の有無（Y）に関する転倒予測確率P(Y)のロジットである $\log_e \frac{P(Y)}{1-P(Y)}$ となる。ここで変数間の多重共線性の判定のために、説明変数Xにおける共線性の統計量であるVIF(X)を算出したところ、VIF(X₁)=1.13、VIF(X₂)=1.02、VIF(X₃)=1.19、VIF(X₄)=1.43、VIF(X₅)=1.67、VIF(X₆)=1.29、VIF(X₇)=1.08であり全て10未満であり変数間の共線性は低いと判断し、全ての説明変数をロジスティック回帰分析に投入した。IBM SPSS Statistics version 20のロジスティック回帰分析ツールにより、カットオフ値をp<0.2としたステップワイズ法を実施した。最終ステップの結果（表2）において、7変数とも予め定めた基準であるp<0.2（Wald統計量によるp値）[31]であ

ったため、7変数によるモデルを最終的なモデルとした。

結果、転倒予測確率 $P(Y)$ に関するロジスティック回帰式は次の式となり、

$$\log_e \frac{P(Y)}{1-P(Y)} = -5.942 + 0.025 * X1 + (-0.231) * X2 + 0.552 * X3 + 0.645 * X4 \\ + 0.383 * X5 + 0.36 * X6 + 0.656 * X7$$

すなわち、

$$P(Y) = \frac{1}{1 + e^{(-5.942+0.025*X1+(-0.231)*X2+0.552*X3+0.645*X4+0.383 *X5+0.36*X6+0.656*X7)}}$$

となる。このときの Receiver Operating Characteristic (ROC) 曲線は図2の通りとなり、曲線下面積 (Area Under the Curve: AUC) は 0.777、AUC の 95%信頼区間は [0.743,0.812]であった。この ROC 曲線上で適切なカットオフ値を判断する手法として、座標(0,1)と ROC 曲線との距離が最短となる点を採用し[32]、転倒予測確率 0.0253 の場合をカットオフ値とした。この時の学習データにおける感度は 72.1%、特異度は 69.6%であった。次に構築した患者転倒リスク評価モデルにテストデータを投入し、未知データに対する成績を算出したところ表3の通りとなり、感度 73.6%、特異度 68.8%、陽性的中率 5.9%、陰性的中率 99.0%、であった。

電子カルテシステムへの実装後の追加解析として、訓練データにおいて 7 変数を用いて総当たりに作成した、全 127 通りのモデルに対する AIC による評価の結果、AIC が低値となる変数の組み合わせ上位 10 組は表4の通りであった。

電子カルテシステム実装時に選択した変数の組み合わせの AIC は 1229.7 であり、全体で 2 番目に値が小さい組み合わせであった。

5.1.3 電子カルテシステムへのアラート機能の実装

前項で作成した患者の転倒予測確率算出式とカットオフ値による判定機能を、画面上のボタン押下によるイベント駆動型として、電子カルテシステムのスクリプト実行機能上に実装した (図 3)。実装した JavaScript によるスクリプトを付録に示す。このツールを使用する看護師は従来運用通り 5 箇所の評価項目に入力し、今回追加したボタンをクリックするだけで即時、転倒リスクの判定結果である「リスクが高い」、「リスクが高いとは言えない」を含む警告をダイアログに表示し、計算結果欄にも出力する実装とした。実装上で最低限必要となる JavaScript によるスクリプトは、各項目の入力値の取得、リスク判別、判別結果の画面出力、ダイアログ表示のみであるため、実装段階での手間は要さなかった。またこの実装は東大病院の電子カルテ担当者である筆者の手により行われたため、電子カルテベンダーへのシステム改造費用の追加負担は発生しなかった。

電子カルテシステムへの実装にあたっては院内看護部門の関係者と検討を重ね、転倒予測確率が最大でも 0.25 程度であるため、確率自体を表示することによりあたかも確率が低いと誤認識させてしまう可能性があるとの結論から、臨

床現場の看護師を惑わせることが無いように転倒予測確率を表示せず判別結果のみを表示する方針とした。

また実装と運用開始にあたっては、本ツールの感度、特異度、カットオフ値等の仕組みについて、担当副看護部長への説明を実施した他、看護部内の医療安全対策委員会や看護記録委員会、看護師長会、主任副看護師長会において、様々な職位層へ説明を行うことで合意形成を図った。これらの説明の場に使用した資料は、転倒リスク評価ツール内に配置したヘルプボタンから [http](#) プロトコルで参照可能とした。また各議論の結果、リスク評価ツールの結果をもとにした最終的な判断の責任を各担当看護師が追う形とし、電子カルテシステム画面上にもその旨を表示することで電子カルテシステム側が負う負担を極力少なくするよう工夫した。

5.2 電子カルテシステム実装後の院内転倒発生件数減少効果の評価

5.2.1 データセット

25,039 人の患者データから延べ 573,216 人日分のデータセットを作成した。図 5 に、分析対象レコードの選択結果ダイヤグラムを示す。表 5 に、解析 1 と解析 2 のデータ件数、説明変数、変量効果を示す。表 6 に、転倒発生に関する件数や割合等の記述統計量を示す。ロジスティック回帰分析において説明変数の数の

10 倍のイベント数が必要との基準[30]は、本解析においても満たしていた。

5.2.2 解析結果について

解析 1 において導入前期間のデータ 287,273 件と導入後期間のデータ 285,943 件（図 4）を比較分析したところ、ツール導入前期間の転倒予測確率に対するツール導入後期間の転倒予測確率のオッズ比は、0.83（95%CI：0.72-0.95）であった。解析 2 においてツールを使用しなかった状態の患者データ 142,252 件とツールを使用した状態の患者データ 143,691 件を比較分析した結果、ツールを使用する前の患者の転倒予測確率に対するツールを使用した後の患者の転倒予測確率のオッズ比は 1.12（95%CI：0.91-1.37）であった。

6. 考察

6.1 現場従来ツールの発展と電子カルテシステムへの実装とモデルの評価の考察

6.1.1 予測式の評価について

本研究で使用した疾患関連リスク、運動関連リスク、認知関連リスク、治療薬関連リスクの4種類の個別リスク因子について、対象となる具体的な疾患名や機能評価に用いるスケール、薬剤名の指定はなく、患者アセスメントを実施する看護師がそれぞれの基準に基づき判断している。院内関係者にヒアリングしたところ、2009年当時に設定された項目が2013年時点でも使用されていたが、運用開始時より明示的な基準は設けられておらず、また統一の基準について周知もされていなかった。このため評価を行う看護師間で評価がばらつく可能性が存在するため、病院としての課題は、判断基準を設定し、教育によって判断基準を統一する必要がある点と考える。当時の先行研究と比較すると、鈴木ら[12]による特定機能病院における3,912人を対象とした前向きコホートでは感度69%、特異度60%、宮越ら[13]による急性期総合病院における2,258人を対象とした前向きコホートでは感度70.9%、特異度77.6%との報告がある。本研究における未知データに対する予測精度は感度73.6%、特異度68.8%と国内の先行研究に比肩する精度であり、現場での使用に堪えるリスク判別方法を構築できたと考える。また、AUCが0.777との結果について、臨床におけるスクリーニング用途とし

ては十分高値であると考える。

感度や特異度並びに AUC のさらなる上昇のためには、患者の疾患情報等のデータをモデルに含めることが考えられる。しかしながら例えば病名について、現状での臨床における運用を鑑みると、患者の入院初期に電子カルテシステム上で入院目的として入力されている病名は、表現が不揃いの自由記載形式であり、標準化された病名ではないことから活用が難しい面があり、本手法における限界事項と考える。また今回実装に用いた変数は、看護師により記録された患者の内的因子に関する情報のみであり、患者の履物やベッドの種類など、環境要因などの外的因子に関する情報は用いていない。これは、(1)電子カルテシステム内での計算に使用出来る項目がシステム内の記録項目と患者基本的属性情報に限られること、(2)転倒リスク判別モデルの構築においてデータ数を確保するために、多くの患者において入力される看護師による記録が、項目と入力形式が揃っており件数が多かったこと、(3)記録現場でのデータ入力分量増化によるスタッフの負担増加を避けるために、当時既存の看護師記録項目をそのまま活用する形をとったこと、の 3 つの理由が挙げられる。また本研究におけるモデルに含められていない患者の転倒発生の要因となり得る外的因子について、現行の運用ではインシデントレポートとしての転倒報告書の中に記述されているものの、やはり自由記載形式で表現が不揃いであることから機械的な処理には不向きと

いう現状がある。将来的には、外的要因についてのデータも転倒リスク判別モデルの変数として組み入れ可能なように機械的に収集できるよう、項目や選択肢が構造化された記録方法への移行が必要だと考える。

なお東大病院で用いていた転倒リスク評価時の観察項目は看護師の主観的観察結果が主であり、これを元に作成した転倒リスク予測式が高精度であることは、看護師の臨床判断が転倒リスク判別において有効な手立ての一つであるとの先行研究[33]にも沿う結果であると考えられる。

表 4 のように、実装に採用した 7 変数モデルの AIC が 1229.7 であり、最小値となった 6 変数モデルの AIC が 1229.5 で、両者の差は 0.2 であり、変数の違いは性別の有無である。実装段階で採択したモデルよりもさらに成績が優れたモデルの存在を否定できないが、AIC の値は実装した 7 変数のモデルの値と最小値を取る 6 変数のモデルの値の差が極めてわずかであること、米国の医療機関で広く使われる転倒リスク評価ツール HFRM II において、男性であることが転倒のリスク因子として挙げられている[34]こと、また臨床的にも性別を含めることの意義が存在すると総合的に判断して 7 変数モデルで実装を行った。

6.1.2 患者転倒リスク判別モデルの構築方法について

序文で述べた日本看護協会が 2002 年に発出した通知では、「危険度基準」を

定めるよう記載してあったが、基準となる値を適切に決定するには、何らかの調査研究に基づいた判別方法を構築する必要がある。しかしながら東大病院における入院期間中の患者転倒の発生頻度は、本研究によると 2.6%と低く、また国内の先行研究においても 2.4-5.6%程度[35]であることから、前向きコホート調査を行うには非常に多くのコストがかかる。提案手法である TCFP では、電子カルテシステム蓄積データを二次利用することにより、少ない手間で大規模な後ろ向きコホート調査を行うことが可能である点において優れていると考える。また転倒報告書と転倒リスクアセスメント項目の両方が電子的に入力されており、何らかのデータベースに格納されていれば必要なデータの抽出が可能であることから、TCFP は他医療機関においても一般的に実践可能な手法と考える。

本提案手法の第一の利点は、データ収集・解析において臨床現場における転倒リスク評価に関する運用変更や、データ追加入力等の臨床現場スタッフや患者の追加負担を必要とせず、なおかつ未知データに対する妥当性の明らかな転倒リスク判別方法を構築できたことである。また第二の利点として、プログラムとして実装が容易な判別式を生成できるロジスティック回帰モデルを使用した事である。ロジスティック回帰分析により転倒リスク判別モデルを構築する手法自体は目新しいものではなく、計算機の性能向上や種々の機械学習手法が発達した現在においては、サポートベクターマシン、決定木、ディープラーニング等

の他の機械学習手法による判別モデル構築の方がより良い転倒リスク判別モデルを構築できるかもしれないが、ロジスティック回帰モデルの採用は、汎用の電子カルテシステムに組み込み易い判別モデルを生成できるという点で、臨床現場で使用する転倒リスク判別ツール構築において利点があるものとする。なお、東大病院においては2018年に電子カルテシステムを刷新しているが、その際に本研究で改良した転倒リスク評価ツールの使用を終了している。理由としては、転倒リスク記録のための記録システムとして選択した看護師専用システムには、スクリプト実行機能も単純な四則演算を超えた計算機能も具備していなかったためである。

第三の利点は、臨床現場が積み重ねてきた運用に基づく電子カルテシステムの蓄積データを二次利用する事により、新たな道具を開発して臨床に還元するための、具体的なプロセスとしてまとめた点とする。2018年に施行された医療分野の研究開発に資するための匿名加工医療情報に関する法律等を背景として、医療リアルワールドデータ活用についての注目が高まる昨今、本研究における開発と実装経験の意義は益々高まると考える。ある医療機関において高い感度・特異度を示す転倒リスク評価ツールが、別の医療機関においては感度・特異度ともに低値となることがあるため[36]、医療機関それぞれが様々な特徴を備える日本国内においては、各施設に応じた転倒リスク判別方法を根拠に基づいて

構築して使用する方が、臨床現場において妥当性の明らかなアセスメントを行うための現実策であると考え。特に急性期病院においては、全国共通の項目でほぼすべての入院患者において記録されている看護必要度データと提案手法を用いることで、データ数を確保した上で転倒リスク判別モデル構築と電子カルテ実装が可能となることから、本提案手法を広く国内に展開することも可能だと考える。

なお今回、日常の利用者である看護師に対する、電子カルテシステム上に実装した転倒リスク評価ツールの使い勝手に関するヒアリングと、ヒアリングに基づくさらなる画面改良について、研究開発時と運用時の両方において実施できていない。今後、なんらかの研究成果を情報システムへの実装という形で臨床に還元する際には、ユーザーインターフェースに関する一般利用者の意見を取り入れるよう改善したいと考える。

6.2 電子カルテシステムに実装した患者転倒リスク評価ツールに関する評価

臨床現場における転倒リスク評価ツールの性能を評価するいくつかの先行研究が存在するが[37-39]、電子カルテシステムへの実装後の転倒の発生に対するツールの影響に関する研究報告が見当たらないことから、本評価研究については新規性があるものと考え。また表6に示すように、今回の研究期間では

転倒発生率は 1.52 件/1000 人日と低い上、臨床現場での運用を評価するにあたってはランダム化比較試験の実施が困難であることから、本研究のように後ろ向き観察研究が適していると考ええる。

解析 1 の結果によると、電子カルテシステムに実装した転倒リスク評価ツールの運用開始後期間に、転倒発生件数が減少していた。これは先行研究[40]が述べているように、転倒リスク評価ツールの実装が転倒予防ケアに関する看護師の行動変容を引き起こし、その結果転倒発生件数が低下した可能性があると考ええる。また解析 2 の結果は、転倒リスク評価ツールを使用した状態の患者と使用していない患者の転倒予測確率に、統計学的に有意な差が見られなかったことを示した。有意な差が見られなかった要因として、統計解析時に未調整の交絡が存在したことによる可能性が考えられる。2 つ目の要因として、現場の看護師の運用において、何かしらの基準によって転倒しそうな患者にこそこの転倒リスク評価ツールを使う、というような恣意性が存在した可能性がある。3 つ目の要因として次の可能性がある。今回の、ある患者が転倒リスク評価ツールを使用した状態かどうかの情報と、ある患者の日々の状態を示す看護必要度等の情報を用いた解析は、ある日の状態からその翌日の転倒リスクを捉えようとしたことを意味する。しかし、患者の状態は病態の進行や手術・処置の実施により急激に変化する場合があるが、一般的には状態変化が急激ではない、むしろ変化が緩

やかな入院患者も存在することから、ある日の状態からその翌日の転倒リスクを捉えようとした分析方法自体が厳し過ぎた可能性がある。本研究においては、日々の転倒有無ではなく 1 回の入院期間における転倒有無を用いた分析、すなわち人日を単位としたデータセットではなく人を単位としたデータセットによる分析が適切だった可能性もあり、将来の研究における課題の 1 つとしてさらなる検討が必要である。

解析における別の要改善点として、臨床現場における転倒予防対策を包括的に評価する際のデータ収集における課題について考える。第 1 に、患者への転倒予防に関する介入方法について、自由記載形式の記録に対して自然言語処理技術を活用する事で集計可能かもしれないが容易ではないと推測できるため、看護師による介入結果の記録方法を構造化して機械的処理が可能であるようにしておく必要がある。第 2 に、患者が転倒するか否かは、その患者を日勤や夜勤で担当する看護師の経験の程度が影響している可能性があることから、看護師としての経験年数や、より高い臨床的地位を持つ看護師が担当した場合に低くなる可能性があるため、看護師の業務キャリアに関する情報も、臨床現場における転倒予防対策を包括的に評価する際には組み込むことが望ましいと考える。本研究結果を踏まえると、多因子介入が患者の転倒発生率を低下させるとの結果[20]が示すように、転倒リスク評価ツールを使用するだけでなく、医療従事

者による介入を含む包括的な仕組みの構築と、患者転倒リスクに関する外的要因に関する考察で述べたような、項目や選択肢が構造化されたインシデントレポートへの移行が必要であり、これらが揃って初めて転倒リスク評価と介入による効果の総合的な分析が可能となると考える。

最後に本評価研究の限界として、データが医療従事者の自発的な報告であるインシデントレポートに依存しているため、過少報告の可能性[41]を除外する事ができない。また本評価研究は単一医療機関による知見であるため、他医療機関においてもさらに検証する必要があると考える。

7. 結論

臨床現場において簡便に患者転倒リスク評価を行う仕組みを構築する手法として、電子カルテシステムに蓄積されたデータを元に転倒リスク判別モデルを構築し、電子カルテシステム上のスクリプト実行機能として実装する TCFP を考案し実践・評価した。電子カルテシステムデータを用いることで、調査にかかる現場や患者の追加負担を必要とせず到大規模なデータ収集と転倒リスク予測式の作成が可能となった。また構築したモデルについて未知データにおける評価を行い、その予測精度が国内先行研究と比較して劣らないことを示すことができた。本研究における提案手法がスクリプト実行機能を有する電子カルテシステム上であれば他の医療機関においても実装可能であることから、一般化可能な手法であると考えられる。

また電子カルテシステム上の患者転倒リスク評価ツールによる運用に関する評価研究においては、電子カルテシステムに蓄積された小児、産科、ICU、救急、精神科のデータを除くデータを用いて、ツール運用開始前後での転倒率の比較を行い、患者転倒リスク評価ツール導入の効果を確認した。転倒リスク評価ツール導入後に院内での転倒予測確率は低下したものの、ツール使用自体による転倒予測確率低減の効果は認められなかった。リスクの評価だけではなく、具体的な対策の立案と実施も含めた総合的な臨床実践と評価が必要である。

8. 引用文献

1. Krauss MJ, Evanoff B, Hitcho E, Ngugi KE, Dunagan WC, Fischer I, Birge S, Johnson S, Costantinou E, Fraser VJ. A case-control study of patient, medication, and care-related risk factors for inpatient falls. *Journal of General Internal Medicine*. 20(2). 116-122. 2005.
2. 厚生労働省：2019年 国民生活基礎調査の概況.
<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa19/dl/06.pdf> 最終アクセス
2020/12/11
3. Attenello FJ, et al. Incidence of "never events" among weekend admissions versus weekday admissions to US hospitals: national analysis. *BMJ*. 350. h1460. 2015.
4. 横田慎一郎, 安延由紀子, 上内哲男. アセスメントツールの活用システムと有効性の検証について. 認知症者の転倒予防とリスクマネジメント 第3版. 日本転倒予防学会(監修). 日本医事新報社. 174-177. 2017.
5. Morse, J.M., Morse, R.M., & Tylko, S.J. Development of a scale to identify the fall-prone patient. *Canadian Journal on Aging*. 8(4). 366-377. 1989.
6. Oliver D, Britton M, Seed P, Martin FC, Hopper AH. Development and evaluation of evidence based risk assessment tool (STRATIFY) to predict which elderly inpatients will fall: case-control and cohort studies. *BMJ*. 315(7115). 1049-53. 1997.

7. Hendrich A, Nyhuis A, Kippenbrock T, Soja ME. Hospital falls: Development of a predictive model for clinical practice. *Applied Nursing Research*. 8(3). 129-39. 1995.
8. Hendrich AL, Bender PS, Nyhuis A. Validation of the Hendrich II Fall Risk Model: A large concurrent case/control study of hospitalized patients. *Applied Nursing Research*. 16(1). 9-21. 2003.
9. 高取克彦, 岡田洋平, 榑野浩司, 徳久謙太郎, 生野公貴, 鶴田佳世. 日本語版 STRATIFY および Morse Fall Scale の作成と有用性 リハビリテーション病院における転倒の予測妥当性について. *理学療法学*. 38(5). 382-389. 2011.
10. 公益社団法人日本看護協会 医療安全推進のための標準テキスト. 2013.
<https://www.nurse.or.jp/nursing/practice/anzen/pdf/text.pdf> 最終アクセス 2020/06/12
11. Simple screening test for risk of falls in the elderly. Okochi Jiro, Toba Kenji, Takahashi Tai, Matsubayashi Kozo, Nishinaga Masanori, Takahashi Ryutarou, Ohruu Takashi. *Geriatrics & Gerontology International*. 6(4). 223-227. 2006.
12. 鈴木みずえ, 古橋玲子, 鶴見智子, 松下恵美, 岩田浩子, 内田敦子. 特定機能病院の内科・外科系病棟における転倒の実態と転倒リスクアセスメントツールの開発. *看護研究*. 39(2). 139-151. 2006.

13. 宮越浩一, 高橋静子, 古田康之, 夏目隆史. 入院初期における転倒転落の予測因子の検討 転倒予防チェックリスト作成のために. 日本医療マネジメント学会誌. 11(2). 114-118. 2010.
14. 征矢野あや子, 鈴木みずえ, 原田敦, 岡田真平, 上内哲男. 〈学会調査報告〉日本転倒予防学会会員を対象とする転倒・転落リスクを把握する方法に関する質問紙調査の報告. 日本転倒予防学会誌. 5(1). 41-49. 2018.
15. 東栄美子, 地井和美, 松本一美, 他. 石川県内 100 床以上の病院における転倒予測アセスメントツール使用の実態. 看護実践学会誌. 21(1). 60-64. 2009.
16. Evaluation of the Morse Fall Scale: applicability in Chinese hospital populations. Chow SK, Lai CK, Wong TK, Suen LK, Kong SK, Chan CK, Wong IY. International Journal of Nursing Studies. 44(4). 556-565. 2007
17. Fall prediction in inpatients by bedside nurses using the St. Thomas's Risk Assessment Tool in Falling Elderly Inpatients (STRATIFY) instrument: a multicenter study. Milisen K, Staelens N, Schwendimann R, De Paepe L, Verhaeghe J, Braes T, Boonen S, Pelemans W, Kressig RW, Dejaeger E. Journal of the American Geriatrics Society. 55(5). 725-533. 2007.
18. 山田章子, 山口 (中上) 悦子, 信田佳克, 平井祐範, 稲垣大悟, 中川昌彦, 繁耕友一, 木藤寛, 田渕彰子, 元山奈美, 市村由紀乃, 吉村弥須子, 多賀陽子,

朴勤植. 病院情報システムデータを利用した看護必要度の測定. 医療情報学. 32(3). 111-122. 2012.

19. 厚生労働省. 病院における I T 導入に関する評価系. 2009.

<https://www.mhlw.go.jp/shingi/2009/03/dl/s0301-5a.pdf> 最終アクセス 2020/06/25

20. Cameron ID, Dyer SM, Panagoda CE, Murray GR, Hill KD, Cumming RG, Kerse N. Interventions for preventing falls in older people in care facilities and hospitals.

Cochrane database of systematic reviews. 9. CD005465. 2018.

21. Buchner DM, Hornbrook MC, Kutner NG, et al. Development of the common data base for the FICSIT trials. Journal of the American Geriatrics Society. 41(3). 297-308. 1993.

22. Falls - World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/falls> 最終アクセス 2020/06/25

23. 横田慎一郎, 遠藤美代子, 平松達雄, 野口貴史, 美代賢吾, 大江和彦. 電子カルテデータを利用した後ろ向きコホートによる患者転倒リスク予測式の構築・評価・実装手法. 医療情報学. 34(3). 119-128. 2014.

24. Yokota S, Tomotaki A, Mohri O, Endo M, Ohe K. Evaluating the Effectiveness of a Fall Risk Screening Tool Implemented in an Electronic Medical Record System. Journal of Nursing Care Quality. 33(4). E1-E6. 2018.

25. Akaike H. A new look at the statistical model identification, IEEE Transactions on Automatic Control. 19(6). 716-723. 1974.
26. Coppedge N, Conner K, Se SF. Using a standardized fall prevention tool decreases fall rates. Nursing. 46(3). 64-67. 2016.
27. Aranda-Gallardo M, Morales-Asencio JM, Canca-Sanchez JC, Toribio-Montero JC. Circumstances and causes of falls by patients at a Spanish acute care hospital. Journal of Evaluation in Clinical Practice. 20(5). 631-637. 2014.
28. Hitcho EB, Krauss MJ, Birge S, et al. Characteristics and circumstances of falls in a hospital setting: a prospective analysis. Journal of General Internal Medicine. 19(7). 732-739. 2004.
29. 厚生労働省. 一般病棟用の重症度・看護必要度に係る評価票 評価の手引き.
https://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/iryuuohoken/iryuuohoken15/dl/5-2-2-2.pdf 最終アクセス 2020/06/12
30. Peduzzi P, Concato J, Kemper E, Holford TR, Feinstein AR. A simulation study of the number of events per variable in logistic regression analysis. Journal of Clinical Epidemiology. 49(12). 1373-1379. 1996.

31. 内田治. 逐次変数選択法. SPSS によるロジスティック回帰分析. オーム社. 99-108. 2011.
32. Thomas AL, Michelle S, 大橋靖男・林健一訳. わかりやすい医学統計の報告—医学論文作成のためのガイドライン第2版. 中山書店. 115. 2011.
33. Haines TP, Hill K, Walsh W, Osborne R. Design-related bias in hospital fall risk screening tool predictive accuracy evaluations: systematic review and meta-analysis. The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences. 62(6). 664-672. 2007.
34. Ann LH, Patricia SB, Allen N. Validation of the Hendrich II Fall Risk Model: A Large Concurrent Case/Control Study of Hospitalized Patients. Applied Nursing Research. 16(1). 9-21. 2003.
35. 森田恵美子, 飯島佐知子, 平井さよ子, 賀沢弥貴, 安西由美子. 転倒アセスメントスコアシートの改訂と看護師の評定者間一致性の検討. 日本看護管理学会誌. 14(1). 51-58. 2010.
36. 泉キヨ子, 尾坐麻理佳, 宮腰美希. 転倒リスクとリスクアセスメントツールに関する看護研究の動向と今後の課題. 看護研究. 42(3). 173-188. 2009.

37. Strupeit S, Buss A, Wolf-Ostermann K. Assessing risk of falling in older adults—a comparison of three methods. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*. 13(5). 349-355. 2016.
38. Palumbo P, Klenk J, Cattelani L, et al. Predictive performance of a fall risk assessment tool for communitydwelling older people (FRAT-up) in 4 European cohorts. *Journal of the American Medical Directors Association*. 17(12). 1106-1113. 2016.
39. Klinkenberg WD, Potter P. Validity of the Johns Hopkins Fall Risk Assessment Tool for predicting falls on inpatient medicine services. *Journal of Nursing Care Quality*. 32(2). 108-113. 2017.
40. Myers H, Nikoletti S. Fall risk assessment: a prospective investigation of nurses' clinical judgement and risk assessment tools in predicting patient falls. *International Journal of Nursing Practice*. 9(3). 158-165. 2003.
41. Hamdan M, Saleem AA. Assessment of patient safety culture in Palestinian public hospitals. *International Journal for Quality in Health Care*. 25(2). 167-175. 2013.

9. 図表

表1 リスク評価ツール構築のためのデータセットの内訳

	全体	転倒あり群	転倒なし群
患者数(全体に対する割合)	11,075 人(100%)	291 人(2.6%)	10,784 人(97.4%)
平均年齢(SD)	57.7 歳(20.0)	67.7 歳(16.1)	57.4 歳(20.0)
男性(以下、各患者数に対する割合)	5,532 人(50.0%)	168 人(57.7%)	5,364 人(49.7%)
転倒既往あり	1,677 人(15.1%)	110 人(37.8%)	1,567 人(14.5%)
疾患関連リスクあり	4,548 人(41.1%)	217 人(74.6%)	4,331 人(40.2%)
運動関連リスクあり	3,006 人(27.1%)	181 人(62.2%)	2,825 人(26.2%)
認知関連リスクあり	1,299 人(11.7%)	101 人(34.7%)	1,198 人(11.1%)
治療薬関連リスクあり	1,183 人(10.7%)	82 人(28.2%)	1,101 人(10.2%)
リスクありの平均個数(SD)	0.91 個(1.12)	2.00 個(1.29)	0.88 個(1.10)

表 2 リスク評価ツール構築のためのロジスティック回帰分析の結果

変数		p 値	オッズ比	オッズ比 の 95% 信頼区間	
				下限	上限
年齢	X ₁	<0.001	1.025	1.014	1.037
性別	X ₂	0.182	0.794	0.566	1.114
転倒既往	X ₃	0.004	1.737	1.190	2.535
疾患関連リスク	X ₄	0.004	1.906	1.224	2.970
運動関連リスク	X ₅	0.093	1.466	0.939	2.291
認知関連リスク	X ₆	0.091	1.434	0.944	2.177
治療薬関連リスク	X ₇	0.001	1.927	1.291	2.878
定数	-	<0.001	0.003	-	-

表3 テストデータによる転倒リスク判別モデルの検証結果

		真の結果		
		転倒あり	転倒なし	計
予測	転倒する	106	1684	1790
	転倒しない	38	3710	3748
	計	144	5394	5538

感度 $106/144=0.736$ 、特異度 $3710/5394=0.688$ 、

陽性的中率 $106/1790=0.059$ 、陰性的中率 $3710/3748=0.990$

表 4 学習データにおいて AIC が低値となった変数の組み合わせ上位 10 組

順位	変数の組み合わせ							AIC
1	X ₁		X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	1229.5
* 2	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	1229.7
3	X ₁		X ₃	X ₄		X ₆	X ₇	1230.2
4	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅		X ₇	1230.5
5	X ₁		X ₃	X ₄	X ₅		X ₇	1230.5
6	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄		X ₆	X ₇	1230.5
7	X ₁		X ₃	X ₄			X ₇	1233.2
8	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄			X ₇	1233.4
9	X ₁			X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	1235.0
10	X ₁	X ₂		X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	1235.6

* 電子カルテシステムへの実装段階で SPSS での解析に基づき選択した組み合わせ

表 5. 解析 1 と解析 2 におけるデータ件数.

		解析 1	解析 2
データ	期間	全期間	実装後期間
	件数 (患者日)	573,216	285,943
	転倒発生件数	874	401
説明変数	主たる説明変数	実装前か実装後か	ツールを使用したか使用していないか
	調整に用いた変数	年齢、性別、看護必要度 12 項目	
変量効果		患者・病棟	

表 6. 転倒発生に関する記述統計量

	実装前期間	実装後期間			両期間合計
		総件数	ツール	ツール使用	
データ件数 (人日)	287,273	285,943	142,252	143,691	573,216
転倒発生件数	473	401	182	219	874
患者 1000 人日当たりの転倒発生件数	1.65	1.40	1.28	1.52	1.52
正味患者人数	14,430	14,183	13,705	14,183	25,039
患者平均年齢	62.40	62.53	62.05	63.02	62.47
患者年齢標準偏差	16.71	16.81	16.38	17.22	16.76
男性割合(%)	54.2	54.4	55.4	53.4	54.3
女性割合(%)	45.8	45.6	44.6	46.6	45.7

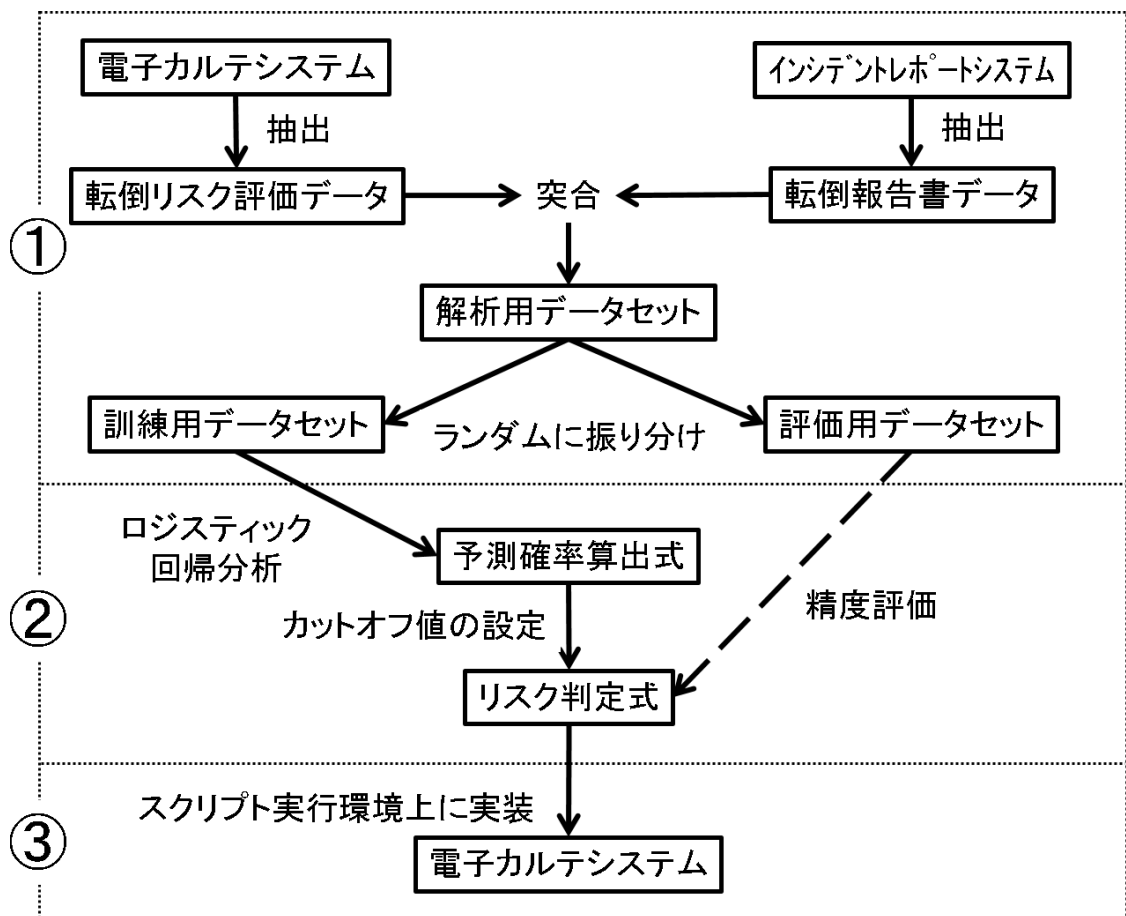


図 1 Technique for Construction of a Fall risk Prediction formula (TCFP) の 3

ステップ

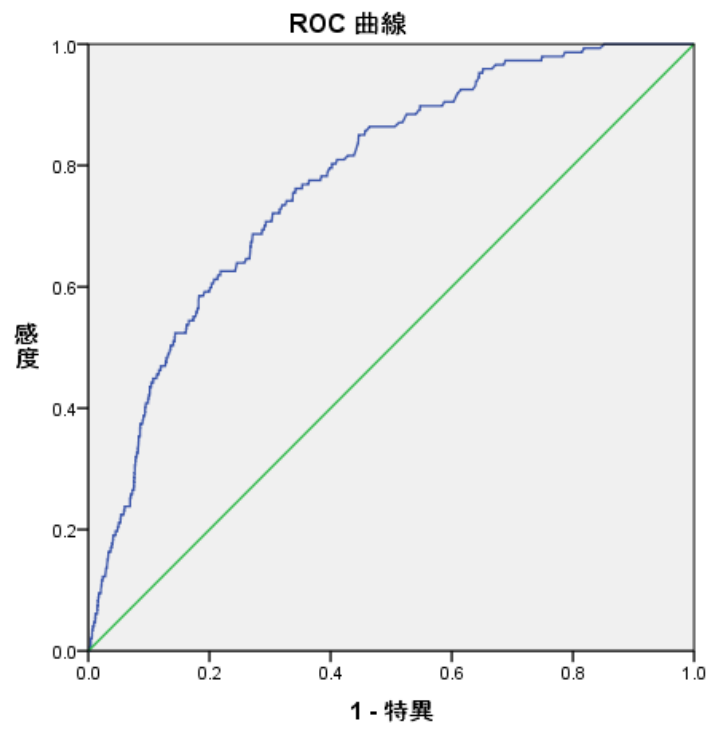


図 2 学習データにおける ROC 曲線 (AUC = 0.777)

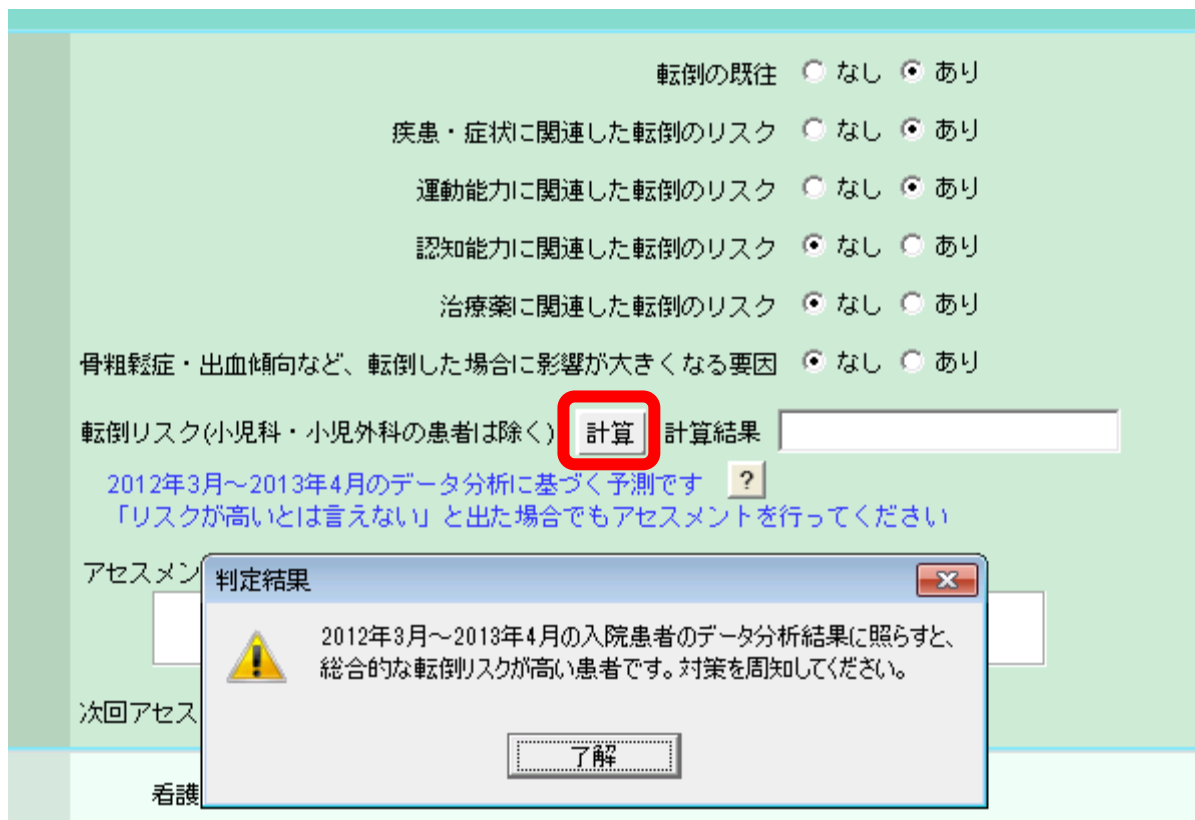


図3 実際の電子カルテシステム実装画面

図中の「計算」ボタンを押下すると内部で転倒予測確率を計算し、警告を表示する。

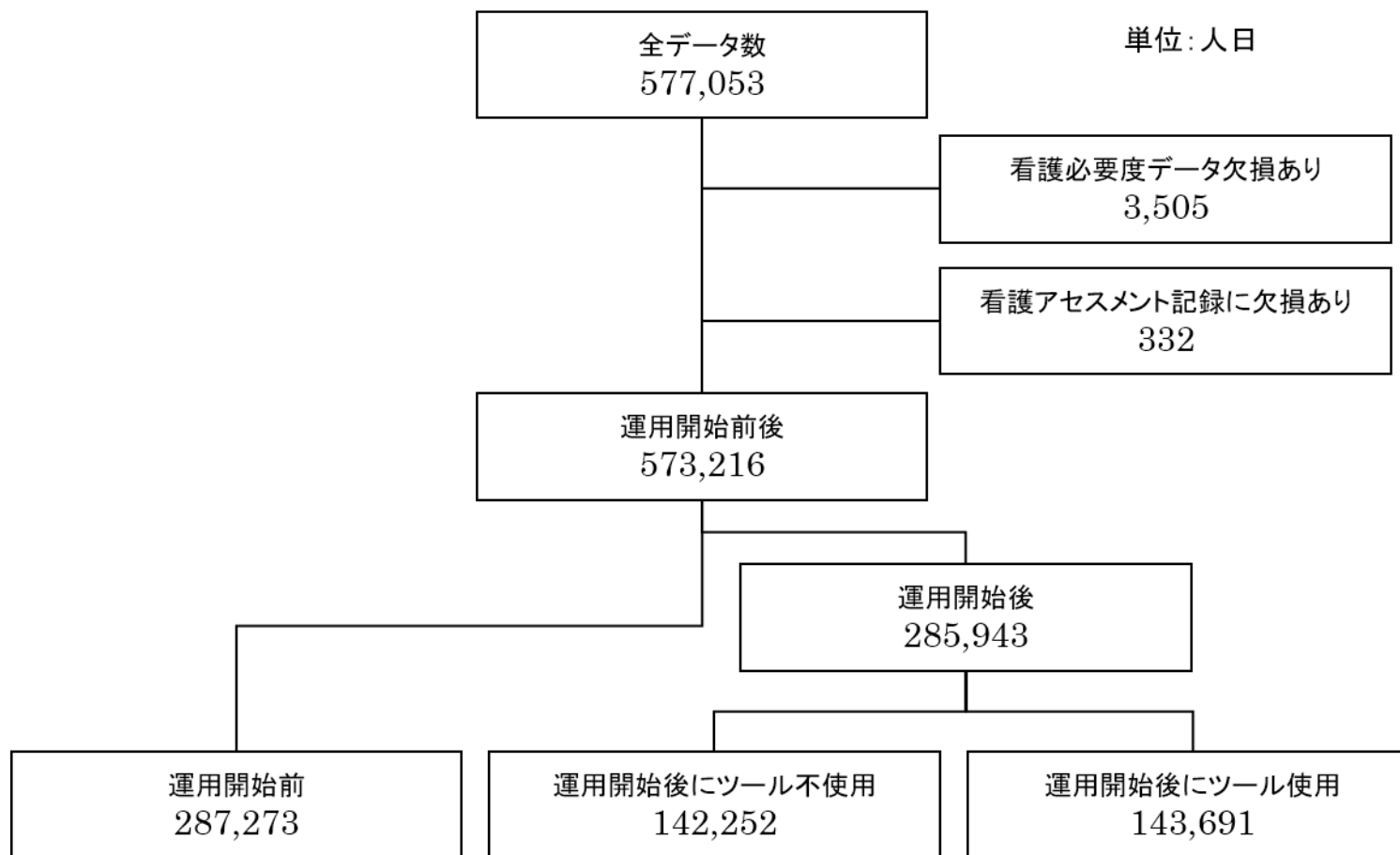


図 4. 分析データ組み入れのダイヤグラム

10. 付録

電子カルテシステムのスクリプト実行機能上に実装した JavaScript によるスクリプト

```
// -----  
  
// 総合転倒リスク判定  
  
// 年齢、性別、リスク項目入力内容から総合リスクを算出  
  
// -----  
  
// 変数準備  
  
// 生年月日  
  
var birthday = "";  
  
// 今日  
  
var today = "";  
  
// 年齢  
  
var var01 = 0;  
  
// 性別判定用  
  
var sex = "";  
  
// 性別
```

```
var var02 = "";

// 転倒既往の有無

var var03 = 0;

// 疾患・症状に関連した転倒のリスク

var var04 = 0;

// 運動能力に関連した転倒のリスク

var var05 = 0;

// 認知能力に関連した転倒のリスク

var var06 = 0;

// 治療薬に関連した転倒のリスク

var var07 = 0;

// 目的変数：転倒発生の予測確率

var probability = 0;

// 未入力部分があった際のコメント

var blank = new String();

// 今日と生年月日の差から年齢を計算。

today = now();
```

```
today= getYears(today)*10000 + getMonths(today) *100 + getDays(today)*1;

birthday = get('ID_11308');

if (birthday == null) {

    warn("生年月日を取得できなかったため判定できません")

    return;

} else {

    birthday = getYears(birthday)*10000 + getMonths(birthday)*100 +

getDays(birthday)*1;

    var01 = Math.floor((today-birthday)/10000);

}

// 性別は、 "男性"、"女性" で格納されている。

sex = (get('ID_11309'));

if (sex == "男性") {

    var02 = 0;

} else if (sex == "女性") {

    var02 = 1;
```



```
} else {  
  
    warn("性別を取得できなかったため判定できません。")  
  
    return;  
  
}  
  
if (get('ID_08693') == null) {  
  
    blank += '[転倒の既往]¥n';  
  
} else {  
  
    var03 = get('ID_08693');  
  
}  
  
if (get('ID_08694') == null) {  
  
    blank += '[疾患・症状関連した転倒のリスク]¥n';  
  
} else {  
  
    var04 = get('ID_08694');  
  
}  
  
if (get('ID_08695') == null) {
```

```
blank += '[運動能力に関連した転倒のリスク]¥n';

} else {

var05 = get('ID_08695');

}

if (get('ID_08696') == null) {

blank += '[認知能力に関連した転倒のリスク]¥n';

} else {

var06 = get('ID_08696');

}

if (get('ID_08697') == null) {

blank += '[治療薬に関連した転倒のリスク]¥n';

} else {

var07 = get('ID_08697');

}

// 未入力項目ならば計算せずに警告
```

```

if (blank != "") {

    message(blank + ' が未入力です');

} else if (blank == "") {

// 回帰式を計算

    probability = 1 / (1 + Math.pow(Math.E,(-((-5.942) + 0.025 * var01 + (-0.231) *
var02 + 0.552 * var03
    + 0.645 * var04 + 0.383 * var05 + 0.36 * var06 + 0.656 * var07))));

// 判定表示と値の埋め込み

    if (probability >= 0.0253) {

        warn("判定結果","2012年3月～2013年4月の入院患者のデータ分析結果に
照らすと、¥n総合的な転倒リスクが高い患者です。対策を周知してくださ
い。¥n¥n");

        set('ID_11315',"リスクが高い");

    } else {

        warn("判定結果","2012年3月～2013年4月の入院患者のデータ分析結果に
照らすと、¥n総合的な転倒リスクが高いとは言えませんが、アセスメントし
てください。¥n¥n");

        set('ID_11315',"リスクが高いとは言えない");
    }
}

```

```
}  
  
set('ID_11317',probability);  
  
set('ID_11320',var01);  
  
set('ID_11537',now());  
  
}
```

11. 謝辞

本研究を遂行するにあたって、非常に多くの皆様に大変お世話になりました。この場をお借りして感謝の意を述べさせていただきます。

まず始めに、私が看護部の情報担当として着任した2008年より、業務においても研究においても長年に渡ってご指導くださっている、大江和彦教授に心より感謝申し上げます。いつも暖かくそして時に厳しい姿に接し、東京大学の教員としての研究や教育においてあるべき姿、また東京大学医学部附属病院の医療情報基盤の管理業務を担うにあたってのあるべき姿を学び続けております。また、医療情報に関わる非常に多岐に渡る活動を自ら率先し実践して社会を牽引する姿を間近で拝見でき、私は大変な幸せ者です。ご存じのように私は大変不出来な者ではございますが、今後益々、研究と実務の両面におきまして励む所存です。これからも何卒よろしくお願い申し上げます。

次に、私が所属する企画情報運営部や関わりの深い部署のご所属として、実務と研究の両面において数多くのご助言やご支援を頂戴している皆様方に御礼申し上げます。脇嘉代准教授、今井健准教授、河添悦昌特任准教授、新秀直講師、井田有亮特任講師、土井俊祐特任講師（病院）、毛利玉海助教、山田恵子助教、長江裕吾助教、関倫久助教、いつもご支援ありがとうございます。看護部の小見山智恵子看護部長と遠藤美代子看護師長、元副看護部長で現経営戦略

課所属の山本千恵美経営戦略実現室長におかれましては、その日頃からのご厚意に対しひとかたならぬ感謝の思いです。また大江教授室堀内貴子様におかれましては、私が企画情報運営部に異動してからの10年間に渡り、日常的な病院内での事務手続きから競争的研究資金にかかる種々の複雑な手続きについても様々にご教授ご支援いただき、ありがとうございました。

続いて、かつて企画情報運営部 医療情報管理部門にご所属で、他所属へのご異動なさった、美代賢吾先生、山口泉先生、渡邊宏樹先生、野口貴史先生、田中勝弥先生、私が右も左も分からない頃から医療情報のイロハを手ほどきいただき、ありがとうございました。その他にも、この場に書き切れない程の多くの皆様に支えられて私はこの仕事に付いております。改めて皆様に御礼申し上げます。

最後に、長年に渡って私のわがままにつきあってくれている最愛の妻由佳と、眞子、圭祐、悠伍の3人の子ども達に、心からの感謝を込めてお礼を言います。ありがとうございました。