

## 地域医療構想・地域医療計画を効果的に実装するための データ解析・活用方法の開発

研究代表者：今中 雄一（京都大学大学院医学研究科 医療経済学分野 教授）  
研究分担者：大坪 徹也（京都大学大学院医学研究科 医療経済学分野 助教）  
：廣瀬 昌博（島根大学医学部附属病院 病院医学教育センター 教授/センター長）  
：徳永 淳也（九州看護福祉大学 看護福祉学部 教授）  
：本橋 隆子（聖マリアンナ医科大学 予防医学教室 助教）

研究協力者：國澤 進（京都大学大学院医学研究科 医療経済学分野 講師）  
：佐々木 典子（京都大学大学院医学研究科 医療経済学分野 講師）  
：山下 和人（京都大学大学院医学研究科 医療経済学分野 研究員）  
：上松 弘典（京都大学大学院医学研究科 医療経済学分野）  
：花木 奈央（京都大学大学院医学研究科 医療経済学分野）  
：原 広司（京都大学大学院医学研究科 医療経済学分野）  
：水野 聖子（京都大学大学院医学研究科 医療経済学分野）  
：寺岡 英美（京都大学大学院医学研究科 医療経済学分野）

### 要旨

【目的】財政難で超高齢社会が進展する中、保健医療介護制度の改革は喫緊の課題である。地域医療構想・地域医療計画の効果的な具現化・実装に貢献するために、疾病別の機能分化・拠点化と連携強化等を含む具体的な設計方法をデータ解析に基づき研究開発する。即ち、有限資源下に、パフォーマンスの高い（質、効率、アクセス等が良い）医療システムを再構築するための、データ解析・活用方法を開発する。また、比較参照により医療計画の内容の向上を促進することを目指し、全国の医療計画の内容を系統立ててデータベースを構築する。

【方法】地域医療構想に役立つための解析の方法について、以下のデータベースを使用した解析アウトプットについて、具体的な疾患事例を用いて検討する。また、データを地域医療構想の実現に活かすための重要点について整理する。

- ①約 500(詳細情報とリンク)及び約 1000 病院の経年的なD P Cデータのデータベース
- ②府県下全市町村の国保・後期高齢者医療制度のレセプト数年間の広域悉皆データベース
- ③医療資源情報提供制度含む行政統計
- ④レセプト・ナショナルデータベース（NDBデータ）からの抽出データ

等を単独または組合せで使用して、解析を行った。医療資源の効率的な配分制度を構築する上で、診療報酬制度がいかに見直せるかについても検討した。さらに、全国の医療計画の内容を瞬時に比較するシステムを開発するための最初のステップとして、全国の都道府県の医療計画のデータベースについて、人工知能(AI)を用いて自然言語解析を行う。

【結果・考察】重要領域における結果は以下の通りである。

(1) **医師数および診療科別医師数の地域間格差** 医師数自体は増加傾向にあるものの、都市で元々医師密度が低い地域を除いたすべての地域で需要調整人口対医師数が減少していた。さらに、医師数の地域間格差は 2000 年から一貫して悪化していた。また、注目したいずれの診療科においても医師数の地域間格差は改善されておらず、とくに内科、外科、産婦人科は悪化傾向にあった。地方と都市の格差はより一層拡大傾向にあった。医師数の地域間格差や診療科偏在に対してさらなる対策を講じる必要がある。

(2) **在宅医療提供体制における地域差と医療機関毎の機能評価** 2014 年度の医療機関数は 707 (うち 70 が病院) が訪問診療を実施していた。在宅時医学総合管理料算定、看取り実施のある医療機関数は年々増加していたが、医療機関毎の実施率には幅が見られた。訪問診療においては高齢化進行速度と現在の提供体制バランスにおける多様性を考慮しつつ、市区町村別に医療計画を検討する必要がある。

(3) **救急要請から病院到着までの時間に対する病院照会回数の影響** 解析対象は 43,663 名 (内訳: 女性 50%、31.2%が 80 歳以上) となった。救急搬送時間の平均は 44.5 分、照会回数は平均 1.8 回であり、照会回数が増加するほど搬送時間は延長していた。救急隊が患者受け入れ先を探す際に病院が受け入れを断るたびに 6.3 分搬送時間が長くなっており、病院の受け入れ状況や患者の病状から搬送先の速やかな決定を可能にする、より効率的なシステムの導入が求められる。

(4) **入院時期の死亡への影響 (肺炎、急性心筋梗塞)** 重症市中肺炎の週末入院における退院時死亡率が平日入院と比べて高いことが明らかとなった。これは、臨床ガイドラインに従った細菌学的検査の実施割合が低いことに影響を受けている可能性がある。一方で、学会期間の入院と在院死亡との関連性は乏しかった。

(5) **肺炎発症・薬剤耐性菌研究** 特定健診データを用いた肺炎発症予測にてモデルを構築評価し、年齢・既往歴のみのモデルと比較して良好な性能を確認した。今回のモデルを用いることで、肺炎発症リスクの低い 65 歳以上及び、肺炎発症リスクの高い 65 歳未満を同定し、より適切な肺炎球菌ワクチン接種に繋がる可能性が示唆される。また、薬剤耐性菌による疾病負荷については、市中肺炎では、約 0.7%に MRSA 感染症がみられた。MRSA 感染症により在院日数は約 1.4 倍、医療費は約 1.7 倍、死亡率は 1.9 倍の増加がみられた。さらに、MRSA 感染により、医療費は約 3.5%、在院日数は約 3.0%、死亡率が約 3.1%増加すると推計された。

(6) **急性心不全症例における院内死亡と入院医療費の決定要因の相違** 院内死亡と入院総医療費は、入院時患者状態、重症度を示しうる入院後処置、その他高額処置・検査等、影響する因子が異なることが明らかとなった。予測院内死亡率と予測入院総医療費の関連はほとんどなく、ケースミックス分類を作成・改訂する際、同一のケースミックス分類を死亡と医療費両方の予測に用いることには問題があり、区別する必要があることが示唆された。

(7) **ICU 入室患者のマルチタスク学習によるリスク予測** ICU 入室患者の死亡リスク予測を、疾病を単位としたマルチタスク学習として定式化することで、“疾病によって死亡リスクを説明するルールが異なる”という疾病コンテキストを考慮し、ICU 治療のパフォーマンスを評価する方法を開発した。より妥当なリスク調整アウトカム指標を用いて医療の質を評価していくことが期待される。

(8) **都道府県で策定された医療計画の全国参照データベース構築に向けて一言語処理による統計処理の活用**— 自然言語解析を行うための準備としての、辞書の拡充を行うための手段について、機械的な処理の応用を試みた。結果的に様々な類似語を

同定することができた。今後この作業をシステムティックに繰り返していくことで、さらに特徴的な表現を拡充あるいは洗練することが可能になる。これら自然言語解析をより発展させることで、全国の医療計画の地域間比較・参照を容易にし、医療計画内容向上に資することが期待される。

**【結論】** 地域医療構想・地域医療計画を効果的に実装する上で必要な基本情報を、各種大規模データから提示し、具体的事例について課題を抽出した。これらのデータ解析結果を最大限に活用して医療介護システムを可視化し、全体最適を目指して地域レベルでシステムを再構築する必要がある。また、全国都道府県の地域医療計画については、自然言語解析を発展させることで、地域間比較・参照が容易になり、計画内容の向上に資することが期待される。

## A. 目的

財政難の中、超高齢社会が進展し、保健医療介護制度の改革は喫緊の課題である。当研究では、地域医療構想・地域医療計画の効果的な具現化・実装に貢献するために、疾病別の機能分化・拠点化と連携強化等を含む具体的な設計方法をデータ解析に基づき研究開発する。具体的には、全国における（１）医師数の地域間格差、診療科別医師数の地域間格差、（２）救急要請から病院到着までの時間に対する病院照会回数の影響（奈良県）、

（３）在宅医療提供体制における地域差と医療機関毎の機能評価（京都府）、（４）入院時期の死亡への影響（肺炎、急性心筋梗塞）、

（５）肺炎発症・薬剤耐性菌研究、（６）急性心不全症例における院内死亡と入院医療費の決定要因の相違について、各々の重要領域の課題を明らかにし、当該地域または全国における改善の方向性を検討した。

また、統合型検索エンジン機能と高度なテキストアナリティクス機能を有する IBM Watson Explorer（以下「WEX」）を用いた自然言語解析を通じて、全国の医療計画の地域間比較・参照を容易にし、医療計画内容向上に資することを目的とした。

## B. 対象・方法

次のデータベースを使用した解析アウトプットを地域医療構想に役立たせる方法ならびに役立つための解析の方法を、実例をもって検討し、データを地域医療構想とその実現に活かすための重要点を整理する。

①レセプト・ナショナルデータベース（NDBデータ）からの抽出データ

②府県下全市町村の国保・後期高齢者医療制度のレセプト数年間の広域悉皆データベース

③約 400(詳細情報とリンク)及び約 1000 病院の

経年的なDPCデータのデータベース

④医療機能情報提供制度含む行政統計等を組み合わせる。

## 第一部

### （１）医師数の地域間格差、診療科別医師数の地域間格差

日本の二次医療圏を対象に、2000 年から 2014 年までの医師数、および診療科別医師数の地域間格差を検証した。

#### a) 医師数の地域間格差

二次医療圏における人口 10 万対医師数を算出した。年齢階層別の医療需要は、年齢階層別一人あたり医療費を用いて調整し、需要調整人口を算出した。人口 10 万対医師数を用いてジニ係数を算出し、時系列のジニ係数を明らかにした。また、2000 年を起点にして、医師密度の低い地域の増減を検証した。さらに、二次医療圏「地方 or 都市」、「元の医師密度が高い or 低い」の 2 軸を用いてサブグループを形成し、サブグループ解析を行った。

#### b) 診療科別医師数の地域間格差

対象とした診療科は、総数、内科、外科、整形外科、産婦人科、小児科、麻酔科とした。一人あたり医療費を用いて年齢・性別ごとの医療需要を調整し、需要調整人口を算出し、各科別に需要調整人口対医師数を算出した。ただし、産婦人科では女性人口と出生数、小児科では 15 歳未満の小児人口を使用した。格差指標のジニ係数を用いて格差を検証し、さらに二次医療圏を「地方 or 都市」あるいは「元々の医療密度が高い or 低い」の二軸を用いてグループを形成し、サブグループ解析を行った。

### （２）在宅医療提供体制における地域差と医療機関毎の機能評価

#### a) 記述統計

京都府国民健康保険・後期高齢者医療制度の被保険者を対象とした。2010 年 4 月から 2015 年 3 月(2010～2014 年度)診療分のレセプトデ

ータを利用した。基準人口として、住民基本台帳人口、推計人口として、国立社会保障・人口問題研究所による将来推計人口を使用した。在宅医療が定期的に実施された際に加算される算定項目を指標とし、それらが算定されている患者数を計測、年齢・性別・居住地別・医療機関別・年度別に集計した。また、医療機関毎の機能評価の指標として、時間外訪問数、在宅看取り数を算出した。定期訪問診療の指標として、訪問診療料および在宅時医学総合管理料、看取りの指標として、看取り加算、死亡診断加算を使用した。

#### **b) 在宅医療における入院の予測モデルの開発**

国民健康保険レセプト、後期高齢者医療保険レセプト（入院・外来）および介護保険レセプトが個人単位で連結されたデータベースの提供を受けて解析した。

2011年12月から2015年2月診療分のレセプトを解析対象とした。2012年12月1日から2013年11月30日の1年間に訪問診療を開始した患者をモデル作成サンプル、2013年12月1日～2014年3月31日の4ヶ月間に訪問診療を開始した患者を検証サンプルとした。アウトカムは、訪問診療開始後1年間の初回の入院とした。説明変数は、年齢、性別、併存症、訪問診療実施医療機関の実績、介護度、介護サービス利用とした。予測モデル構築に際しては、ロジスティック回帰解析を実施し、キャリブレーションプロットによる適合性評価、C統計量による識別能評価、検証用サンプルによる妥当性評価を行った。

#### **(3) 救急要請から病院到着までの時間に対する病院照会回数の影響**

奈良県の救急搬送データベースと病院照会データベースを用いて、1) 2013年4月から2014年3月に奈良県内で救急搬送を要請した、2) 15歳以上で、3) 救急医療政策上重視して奈良県により定められた病名分類が疑われた

患者を対象とした。救急搬送時間に対する照会回数の影響を調べるため、地域変数をランダム切片としたマルチレベル線形回帰分析を実施した。

#### **(4) 入院時期の死亡への影響（肺炎、急性心筋梗塞）**

##### **a) 肺炎の場合**

DPC 調査研究班の DPC データベースを用い、後方視的コホート研究を実施した。患者の選択基準を、1) 18歳以上、2) 2012年度に契機病名・主病名・医療資源病名が肺炎、3) 市中肺炎、4) 重症・超重症の肺炎とした。除外基準を、1) 入院日数が90日以上、2) 入院後2日以内の抗菌薬未投与とした。入院中の診療プロセスとして、英国胸部学会の臨床ガイドラインの記載項目を調査した。抽出したデータを平日入院群と週末入院群に分け、肺炎重症度としての A-DROP スコアを含む患者背景と診療プロセスの比較を行った。アウトカムとして退院時死亡を設定し、ロジスティック回帰分析を行うことで週末入院の粗オッズ比、及び調整オッズ比を算出した。また、臨床ガイドラインに従った診療プロセスと退院時死亡率の関連についてもロジスティック回帰分析を行うことで検証した。

##### **b) 急性心筋梗塞の場合**

多くの臨床医は研鑽を積むために全国規模の学会に参加し、同時期には特定の専門科の医師が病院から減少することが予測される。医療スタッフ数の減少と急性疾患の予後との負の関連性については、時間外入院や週末入院を検討した報告で示唆されている。本研究では、学会期間の入院と急性心筋梗塞患者の在院死亡との関係性について検討した。2011年から2013年に行われた日本循環器学会・日本心臓病学会・日本心血管カテーテル学会期間を対象期間とした。DPC データを用いて、同期間に入院した18歳以上の急性心筋梗塞患者（ICD10コード；I21）を対象とし、学会期間

群と前後 1 週間に入院した比較群を比較・検討した。目的変数を在院死亡とし、マルチレベルロジスティック回帰分析を行った。経皮的冠動脈インターベンション等の治療実施割合についても、比較・検討した。

#### (5) 肺炎発症・薬剤耐性菌研究

##### a) 特定健康診査データを用いた肺炎発症予測と肺炎球菌ワクチン適応

本研究は特定健康診査データを用いて、肺炎発症予測モデル構築し、効率のよい肺炎球菌ワクチン接種に向けた検証を試みた。2010 年 4 月から 2015 年 3 月までの京都府国民健康保険レセプトデータを用いた。対象期間開始から 1 年間の特定健康診断受診者を抽出し、その内、5 年間の対象期間に肺炎入院の有無を特定した。対象者をランダムに 2 分割し、一方を訓練セット、他方をテストセットとし、特定健康診査データで得られた健康状態に関する 41 の説明変数（年齢、性別、Body Mass Index(BMI)、血圧、腹囲、生活習慣、薬剤、既往歴、症状、眼底検査、心電図検査、血液検査、尿検査）、肺炎入院の有無を目的変数とした。Lasso タイプ正則化法を適用したロジスティック回帰及び COX 回帰分析を行い、モデルの開発、検証を行った。モデル評価には C 統計量、感度、特異度、陽性的中率、陰性的中率を用いた。最後に、年齢・既往歴を説明変数とするモデルと比較した。

##### b) 薬剤耐性菌による疾病負荷に関する研究

薬剤耐性菌の医療費負担推計を行うにあたり、厚生労働省院内感染対策サーベイランス事業 (JANIS) 統計データを参照すると、検出耐性菌の 95% は Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) が占めており、また耐性菌感染の感染症名の約 1/3 が肺炎であった。薬剤耐性菌感染の一番のモデルになり得る MRSA 肺炎が一般感染菌による肺炎と比較し、どれだけの医療費負担があるかを調査した。また DPC データを利用し、日本の急性期

医療全体での医療資源負荷を推計した。

(b-1) 【市中 MRSA 肺炎の健康・医療費負担推計】2013 年度 DPC 研究班 (伏見班) データより、18 歳以上の市中肺炎症例を同定した。MRSA 感染症を抗菌薬の使用から同定し、患者背景を統計学的に調整し、非 MRSA 肺炎との比較を行った。

(b-2) 【MRSA による医療費増加の推計】2014 年度 DPC 研究班 (伏見班) データを用い、疾患群分類を利用し、群内での MRSA 感染症症例、MRSA 以外の感染症症例、非感染症症例を同定し、症例数、在院日数、医療費を算出・比較した。

#### (6) 急性心不全症例における院内死亡と入院医療費の決定要因の相違

現在の包括支払い制度におけるケースミックス診断群分類は医療資源利用を捕捉するように作成されているが、臨床上的アウトカムを反映するかどうかは不明である。急性心不全は罹患率、死亡率とも高く、関連医療費が今後も増大することが予測されるため、世界的に注目されている。本研究では、急性心不全症例の入院死亡および入院医療費の決定要因の違いについて、患者重症度を考慮に入れて解析した。

2010 年 4 月から 2011 年 3 月の入院症例で、「医療資源を最も投入した傷病名」が「心不全」(ICD-10 コード: I50\$) で、病勢を表す DPC 急性付加コード(30101 または 30102) があり、年齢 20 才以上、在院日数 60 日未満を満たし、除外基準症例を除外した 261 急性期病院 19,926 例を解析対象とした。除外基準は来院時心肺停止、入院時 New York Heart Association[NYHA]II~IV 以外、データ不整合(死亡・出来高点数)、包括対象除外例とした。ロジスティック回帰分析および重回帰分析を用い、目的変数の院内死亡および入院総医療費の予測に影響を与える変数につき検討した。医療費は E ファイルより抽出した包括下支払総

額とし、一入院あたり医療費を検討した。死亡率予測モデルの精度として C-statistics を、また医療費予測モデルについては分散の割合である  $R^2$  を算出した。説明変数群として以下の3群：①入院時患者状態（性別・年齢・NYHA分類・主要な併存症）②重症度を示しうる入院後処置（経皮的心肺補助装置、大動脈バルーンポンピング、気管内挿管、カテコラミンの使用に基づく重症度階層分類、透析関連処置、輸血）③その他高額処置・検査（経皮的冠動脈形成術、シンチ、SPECT）を用い、これらの変数群を順次加えて投入した回帰分析モデル、①のみ（モデルⅠ）、①+②（モデルⅡ）、①+②+③（モデルⅢ）により、各変数群の院内死亡および入院総医療費への説明力を評価した。さらに、予測院内死亡率と予測入院総医療費との関連について各々の値を4分位に分割し、一致度（Cohen's Kappa）につき検討した。

#### （7）ICU 入室患者のマルチタスク学習によるリスク予測

集中治療室(ICU)における医療行為は、重篤な症状を呈する患者に対して短期間に行われる頻繁な介入によって特徴付けられる。医師は限られた時間で複数の患者を同時に治療する必要があるため、特に重篤な状態にある患者を正確に予測することは、医師の注意をより必要とする患者にアラートを出すといった診療支援に繋がることが期待できる。本研究では疾病の分類と Electronic Health Record(EHR)の分類に関する二つのドメイン知識を取り込むマルチタスク学習手法を提案する。

## 第二部

### （8）都道府県で策定された医療計画の全国参照データベース構築に向けて一言語処理による統計処理の活用—

各都道府県の地域医療計画から分析、定義した17因子に対して、同文書内に出現

するフレーズや単語の頻度や、相対的な傾向分析を行うことで、同義語となるものを探索・抽出させ、相関分析を行った。具体的には、一つの章を一つ（あるいはある特定）の事項の説明単位と考えることで、同一章内に出現する頻度と、文章全体で出現する頻度とを比較することで、類似した概念を表すフレーズや単語の可能性を相関分析により数値的に示した。

## C. 結果・考察

### 第一部

#### （1）医師数の地域間格差、診療科別医師数の地域間格差

##### a) 医師数の地域間格差（資料1-1、1-2）

ジニ係数は悪化傾向にあり、また医師密度の低い地域は増加傾向にあったことから、医師数の地域間格差は拡大していることが示唆された。サブグループ解析の結果、需要調整前ではすべてのグループで人口対医師数が増加傾向であり、とくに「都市・元の医師密度が高い」グループ、「都市・元の医師密度が低い」グループはそれぞれ22.9%、34.5%増加していた。しかしながら、需要調整後は、これらのグループで1.3%減少、3.5%増加となり、大きく異なった結果が得られた。さらに、「地方・元の医師密度が高い」グループでは4.4%減少、「地方・元の医師密度が低い」グループでは7.6%減少となった。

医師数自体は増加傾向にあるものの、都市で元々医師密度が低い地域を除いたすべての地域で需要調整人口対医師数が減少していた。さらに、医師数の地域間格差は2000年から一貫して悪化していた。この問題を解消するための抜本的な医療提供体制の改革が必要である。

##### b) 診療科別医師数の地域間格差（資料2-1、2-2）

医療需要の調整係数は、男女とも80歳以上と10代後半の間で10倍以上の開きがあった。

需要調整人口対医師数は、小児科や麻酔科を除くすべての診療科で減少傾向、とくに外科は26.2%減少、(女性人口対)産婦人科は17.6%減少であった。一方で、小児科では33.2%増加、麻酔科は21.2%増加していた。ジニ係数を計算した結果、総数、内科、外科、産婦人科で悪化傾向がみられ、その他はほぼ横ばいであった。サブグループ解析では、都市で元々の医師密度が低い地域で、需要調整人口対医師数が小児科を除くすべての診療科で最大の増加(あるいは最小の減少)がみられた。一方で、地方で元の医師密度が低い地域では、小児科、麻酔科を除くすべての診療科で最小の増加(あるいは最大の減少)がみられた。

いずれの診療科においても医師数の地域間格差は改善されておらず、とくに内科、外科、産婦人科は悪化傾向にあった。地方と都市の格差はより一層拡大傾向にあった。医師数の地域間格差や診療科偏在に対してさらなる対策を講じる必要がある。

## (2)在宅医療提供体制における地域差と医療機関毎の機能評価

### a) 記述統計 (資料 4-1、4-2)

在宅医療受療者数は、2010年から2014年度にかけて増加傾向を認めた。75歳以上に関しては、2014年度は19411人が定期的な在宅医療を受療しており、これは京都府75歳以上人口の6.1%に相当した。訪問診療患者数には地域差があり、市区町村別にみた75歳以上人口あたりの患者数は、最大で18.4%、最小で2.1%までの開きがあった。訪問診療を実施する医療機関数は微増傾向であり、2014年度の医療機関数は707(うち70が病院)が訪問診療を実施していた。在宅時医学総合管理料算定、看取り実施のある医療機関数は年々増加していたが、医療機関毎の実施率には幅が見られた。市区町村別の訪問診療患者数を京都府の年齢階級別患者数を基準として算出したO/E(Observed/Expected)比と、市区町村別人

口密度の関連を検討したところ、人口密度の高低にかかわらず提供体制の高い地域と低い地域の双方が認められた。また、同様のO/E比と、人口増加率(2015年から2015年の10年間)との相関を検討したところ、現在高い提供体制にあっても、今後の高齢人口増により不足することが予想される地域、今後の需要が増加する地域であるにもかかわらず、現時点で提供量が低い地域が認められた。2015年から2025年にかけての死亡数の増加数を、2014年度に看取りを実施した医療機関数で割った値を市区町村別に算出したところ最大の地域で97名、最小の地域で-0.4名(京都府全体で28名)と地域差が認められた。

訪問診療においては高齢化進行速度と現在の提供体制バランスにおける多様性を考慮しつつ、市区町村別に医療計画を検討する必要性がある。また、医療機関毎に在宅医療の診療パターンには差があり、提供体制の評価時は、医療機関数だけでなく、機能面も考慮する必要があると考えられた。

### b) 在宅医療における入院の予測モデルの開発

解析対象はモデル作成サンプル6204名、検証サンプル1997名となった。モデル作成サンプルの平均年齢は、 $82.9 \pm 9.7$ 歳、男性2521名(40.6%)、女性3683名(59.4%)であった。訪問診療開始後1年間で2714名(43.7%)が入院しており、のべ入院回数は4407回であった。予測モデルの説明変数において、男性、神経変性疾患、癌などが入院リスク上昇に関連していた。入院リスクの低下に関連する説明変数として、認知症、訪問診療を実施する医療機関の前年度の看取り実績、居宅療養管理指導(医療機関以外)などが認められた。構築された予測モデルのC統計量はモデル作成サンプルにおいて0.654(95%CI: 0.640-0.667)、検証サンプルにおいて0.658(95%CI: 0.634-0.681)であった。



医療・介護レセプトデータ情報から、訪問診療患者を対象として、入院を予測するモデルを構築し、リスクに関連する要因を明らかにした。神経変性疾患、自己免疫疾患など入院頻度上昇に寄与する特定の併存症が存在した。訪問診療実施施設における看取りの実績や、医療機関以外による居宅療養管理指導の実施は、入院頻度低下に関与していた。各自治体や地域単位で本モデルを活用することで、訪問診療患者の入院についてリスクを調整した上での評価が実現し、在宅医療における課題発見と目標設定に貢献することが期待される。

### (3) 救急要請から病院到着までの時間に対する病院照会回数の影響 (資料 3)

解析対象は 43,663 名 (内訳: 女性 50%、31.2%が 80 歳以上) となった。救急搬送時間の平均は 44.5 分、照会回数は平均 1.8 回であり、照会回数が増加するほど搬送時間は延長していた ( $p < 0.001$ )。全体で 79,693 件の電話による照会が行われ、うち 45.2%が搬送を断られていた。搬送を断られた照会電話に要した時間を除くと、救急搬送時間は 3.5 分短縮した。13 エリアに分けた地域変数を用いたマルチレベル線形回帰分析を実施したところ、約 44%の事例で年齢、性別、発生曜日・時間・季節、疑わしい疾患・緊急度、救急要請者属性、発生地域、照会回数の情報で搬送時間を説明でき、照会回数が 1 回増加するごとに搬送時間が 6.3 分延長することが分かった。3 地域に分けて実施した解析の結果では、特定の疾患に関して地域によっては搬送時間が他地域よりも長くなる地域があることが分かった。また、特定の疾患では地域によって搬送時間に差が出ることも示唆された。奈良県は南北に長く地域もあるため地域によって専門医療が受けられる病院までの距離が長くなることなどが理由として考えられた。救急隊が患者受け入れ先を探す際に病院が受け入れを断るたびに 6.3 分搬送時間が長くな

ることが分かった。病院の受け入れ状況や患者の病状から搬送先の速やかな決定を可能にする、より効率的なシステムの導入が求められる。

### (4) 入院時期の死亡への影響 (肺炎、急性心筋梗塞)

#### a) 肺炎の場合 (資料 5)

1,044 施設に入院した 23,532 人の重症肺炎患者を解析対象とした。平日入院群と週末入院群の年齢中央値は各々、83 歳と 84 歳であった。悪性腫瘍・肝疾患・腎障害・糖尿病・肺疾患・胸水の割合は、僅かに週末入院群が少なかったが、その他の併存症の割合は両群に統計学的有意差を認めなかった。A-DROP スコアに従って判定された重症と超重症の割合も両群に統計学的有意差を認めなかった。救急車の使用や、予定外入院、紹介入院、臨床研修病院への入院、施設年間症例数は週末入院群で有意に多い結果を得た。臨床ガイドラインに従った診療プロセスでは、週末入院群で有意に細菌学的検査の実施割合が低かった。退院時死亡率は週末入院群で高く、調整オッズ比は 7 日以内退院時死亡率では 1.31 (95%信頼区間 1.19-1.44)、退院時死亡率では 1.10 (95%信頼区間 1.02-1.19) であった。また、入院時の細菌学的検査の実施割合と退院時死亡率に有意な負の関連を認めた。

重症市中肺炎の週末入院が退院時死亡と正の関連があることが示された。また週末入院時の細菌学的検査実施割合が低いこと、及び細菌学的検査実施と退院時死亡に負の関連があることが示された。両群において A-DROP スコアに統計学的有意差を認めなかったが、週末入院群は平日入院群よりも、救急車の使用や予定外入院が多かったことから、週末入院群では緊急性の高い症例が多いことが示唆された。しかしながら、これらの緊急性を表す変数を調整した解析でも同様の結果を得た。細菌学的検査の実施割合が低かった理由としては、日常的に重症肺炎を診ている医師の数が週末に少ないことや、いくつかの施設では週末に細菌学的検査

を行えないこと等が推測される。

重症市中肺炎の週末入院における退院時死亡率が平日入院と比べて高いことを明らかにした。これは、臨床ガイドラインに従った細菌学的検査の実施割合が低いことに影響を受けている可能性がある。

#### b) 急性心筋梗塞の場合 (資料 6)

適格患者は学会期間群1985人、比較群4347人であり、在院死亡はそれぞれ、147人(7.4%)、369人(8.5%)であった。入院時の患者要因等で調整しても、学会期間の入院と在院死亡との関連性は乏しかった(オッズ比 0.796、95%信頼区間 0.614-1.031)。さらに入院当日に経皮的冠動脈インターベンションを施行された患者は1507人(75.9%)、4347人(76.2%)と、有意な差は認めなかった( $p=0.824$ )。本研究では、教育病院に入院した場合も、70%以上の患者が入院当日にPCIを受けており、非教育病院でも実施割合は同様の数値であった。また、教育病院にかかわらず、学会期間と比較期間に入院した急性心筋梗塞患者の、入院当日のPCI実施割合に差はなかった。日本にはPCIを行うことができる病院が多数あるため、諸外国(6~54%)と比較してPCIの実施割合も高い(75~97%)ことから、このような結果が得られたと考えた。

学会開催期間は、時間外や週末のように再灌流療法が行われにくく、急性心筋梗塞の死亡率が高いと予想したが、本研究の結果、学会開催期間に入院した急性心筋梗塞患者の入院中死亡は、比較期間と差があるとはいえなかった。多変量解析を用いて重症度等の調整を行ったが、学会期間の入院と入院中死亡に有意な関連は示されなかった。また、両入院期間の入院当日の侵襲的治療の実施割合にも差は認めなかった。

本研究では、学会開催期間に対象病院群に入院した患者数は比較期間より約10%少なく、さらに一部の急性心筋梗塞患者は、学会開催期間

にDPC導入病院以外に入院している可能性も疑われた。悉皆的なデータを使用した研究を行う余地があると考えられた。

#### (5) 肺炎発症・薬剤耐性菌研究

##### a) 特定健康診査データを用いた肺炎発症予測と肺炎球菌ワクチン適応 (資料 7)

対象受診者は 54,907 人、平均年齢は 64.6 歳、男性割合は 42.3%、肺炎入院発症は 921 例(1.68%)であった。訓練セット( $n=27,454$ )での Lasso ロジスティック回帰の結果、肺炎入院と正の関連を示した変数は、高齢、男性、喫煙、低ヘモグロビン、脳卒中の既往歴、低 BMI、心電図所見、(何らかの)既往歴、体重変化であった。一方、負の関連を示した変数は、速い歩行速度、30 分以上の運動、高 BMI、低 LDL コレステロール高値、少ないアルコール摂取量、アルコール機会飲酒、早い食事摂取速度、日頃の歩行であった。

テストセットでの、ロジスティック回帰モデル AUC は 0.71 (95%CI:0.69~0.74)、COX 回帰モデル時間依存性 AUC(1 年後)は 0.75 (95%CI:0.70~0.80)であった。一方、年齢・既往歴を説明変数にしたロジスティック回帰モデル AUC は 0.55 (95%CI:0.54~0.56)であった。

特定健診データを用いた肺炎発症予測にてモデルを構築評価し、年齢・既往歴のみのモデルと比較して良好な性能を確認した。これは肺炎球菌ワクチンの適応を年齢・既往歴のみからでなく、豊富にある健康診査データから総合的に判断した方がより適確である可能性を示唆している。今回のモデルを用いることで、肺炎発症リスクの低い 65 歳以上及び、肺炎発症リスクの高い 65 歳未満を同定し、より適切な肺炎球菌ワクチン接種に繋がる可能性が示唆される。

##### b) 薬剤耐性菌による疾病負荷に関する研究

(資料 8-1、8-2)

(b-1) 【市中 MRSA 肺炎の健康・医療費負担推計】 市中肺炎では、約 0.7%に MRSA 感染症がみられた。MRSA 感染症により在院日数は約 1.4 倍、医療費は約 1.7 倍 (そのうち抗菌薬は約 3.8 倍)、死亡率は 1.9 倍の増加がみられた。

(b-2) 【MRSA による医療費増加の推計】

MRSA 感染により、医療費は約 3.5%、在院日数は約 3.0%、死亡率が約 3.1%増加すると推計された。DPC 支払病院全体への外挿推計では、MRSA 症例数が年間約 10 万人と予測され、延べ約 401 万日の入院増加、約 3483 億円の医療費増加、約 1 万 4 千人の死亡数増加になることが推計された。

MRSA などの薬剤耐性菌をはじめとする、感染症のコントロールはこれからますます重要な課題となる。抗菌薬の適正使用を医療の質の指標などを用いて啓発することは重要である。一方で MRSA 感染による医療費や入院、そして死亡率の増加の推計は、薬剤耐性菌対策を行う上で、費用対効果を考えるための基準となる重要な資料である。

#### (6) 急性心不全症例における院内死亡と入院医療費の決定要因の相違

院内死亡を目的変数としたロジスティック回帰分析では、C-statistics (95%信頼区間)はモデル I : 0.805(0.794-0.815)、モデル II : 0.870(0.862-0.879)、モデル III : 0.877(0.869-0.885)となった。入院総医療費を目的変数とした重回帰分析で説明できた分散は、モデル I : 4.4%、モデル II : 17.8%、モデル III : 32.0%だった。予測院内死亡率と予測入院総医療費各 4 分位との関連は認めなかった ( $\kappa=0.016$ )。

本研究では、院内死亡および入院総医療費という目的変数によって、影響する因子が異なることを示した。院内死亡には、入院時患者状態に加え、「重症度を示しうる入院後処置」が強

く影響し(C-statistics 0.870)、「その他高額処置・検査」の影響は少なかった。一方で、入院総医療費には、「重症度を示しうる入院後処置」および「その他高額処置・検査」が強く影響することが示された( $R^2$  0.32)。また、予測院内死亡率と予測入院総医療費の関連がほとんどないこと( $\kappa=0.016$ )を考慮すると、ケースミックス分類を作成・改訂する際、同一のケースミックス分類を死亡と医療費両方の予測に用いることには問題があり、区別する必要があることが示唆された。

#### (7) ICU 入室患者のマルチタスク学習によるリスク予測

本研究では、ICU 入室患者の死亡リスク予測問題を疾病を単位としたマルチタスク学習として定式化することで、“疾病によって死亡リスクを説明するルールが異なる”というような疾病コンテキストを考慮した、疾病ごとのモデルの個別化に際して課題となるデータの疎性に対処するために、医学的分類に基づく疾病の類似度と、医療分類に基づく特徴量の類似度を正則化項に取り入れた手法を提案した。実データを用いた実験により、提案手法がマルチタスク学習を行わない手法や上記のドメイン知識を取り込まない既存のマルチタスク学習手法を上回る予測精度を持つことを示した。

## 第二部

### (8) 都道府県で策定された医療計画の全国参照データベース構築に向けて—一言語処理による統計処理の活用—

PDF 形式からテキスト形式に変換可能だった 44 都道府県の地域医療計画を解析対象とした。本研究では「一次予防、健診・早期発見、体制」についての検討を行うことを想定し、初期の因子を設定した。まずこれらの一般的同義語を一般的辞書より抽出し、機械の初期学習に与えた。同時に、文章のクリーニングとして WEX により、文書の形態素解析を行ってフレ

ーズや単語に分解し、初期因子の存在をフラグした。続いて、これら初期の因子と相関が高いフレーズや単語を抽出した。

本研究では、自然言語解析を行うための準備としての、辞書の拡充を行うための手段について、機械的な処理の応用を試みた。結果的に様々な類似語を同定することができた。この中にはいわゆる正しくない結果も含まれているため、これらの中からさらに人の目によるなど何らかの方法での選出が必要になるものの、研究者が当初予測していないようなフレーズも抽出されてくるため、辞書の「機械的」な拡充を行うための非常に有力な手段の一つとして活用できた。今後この作業をシステムティックに繰り返していくことで、さらに特徴的な表現を拡充あるいは洗練することが可能になると考えられ、ここで構築された「辞書」を用いることで、「医療計画」だけではなく、それに関連する文書の言語解析を行うための有用な基盤になることが期待される。今回見えてきたデータ処理上の課題から、データ提供元としての行政に対し、フォーマットの統一や、少なくともデータとして活用しやすいフォーマット等の提言を行っていく。本研究では、地域医療計画の文書解析を行うための「辞書」を機械的に拡充した。

#### D. 結論

地域医療構想・地域医療計画を効果的に実装する上で必要な基本情報を、各種大規模データから提示し、具体的事例について課題を抽出した。これらのデータ解析結果を最大限に活用して医療介護システムを可視化し、全体最適を目指して地域レベルでシステムを再構築する必要がある。

また、全国都道府県の医療計画については、自然言語解析を発展させることで、地域間比較・参照が容易になり、医療計画内容向上に

資することが期待される。

#### E. 健康危険情報

特になし

#### F. 研究発表

1. Hara K, Otsubo T, Kunisawa S, Imanaka Y. Examining sufficiency and equity in the geographic distribution of physicians in Japan: a longitudinal study. *BMJ Open* 2017;7(3):e013922.
2. Hanaki N, Yamashita K, Kunisawa S, Imanaka Y. Effect of the number of request calls on the time from call to hospital arrival: a cross-sectional study of an ambulance record database in Nara prefecture, Japan. *BMJ Open* 2016;6(12):e012194.
3. Uematsu H, Kunisawa S, Yamashita K, Fushimi K, Imanaka Y. Impact of weekend admission on in-hospital mortality in severe community-acquired pneumonia patients in Japan. *Respirology* 2016;21(5):905-10.
4. Mizuno S, Kunisawa S, Sasaki N, Fushimi K, Imanaka Y. In-hospital mortality and treatment patterns in acute myocardial infarction patients admitted during national cardiology meeting dates. *International Journal of Cardiology* 2016; 220:929-936.
5. Uematsu H, Yamashita K, Kunisawa S, Fushimi K, Imanaka Y. The economic burden of Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in community-onset pneumonia inpatients. *American Journal of Infection Control* 2016; 44(12):1628-1633.
6. Sasaki N, Kunisawa S, Ikai H,

- Imanaka Y. Differences between determinants of in-hospital mortality and hospitalization costs in patients with acute heart failure: a nationwide observational study from Japan. *BMJ Open* 2017; 7(3):e013753.
7. Nori N, Kashima H, Yamashita K, Kunisawa S, Imanaka Y. Learning implicit tasks for patient-specific risk modeling in ICU. *Proceedings of the 31st AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI)* AAAI 2017: 1481-1487.
  8. 寺岡英美, 今中雄一, 大坪徹也, 國澤進, 佐々木典子. 京都府の在宅医療提供体制における地域差と医療機関毎の機能評価. 第54回日本医療・病院管理学会学術総会: 東京, 2016年9月17日-18日.
  9. 原広司, 今中雄一. 超高齢社会における医師数の地域間格差の推移. 医療経済学会第11回研究大会: 東京, 2016年9月3日.
  10. 水野聖子, 國澤進, 佐々木典子, 伏見清秀, 今中雄一. 学会期間における急性心筋梗塞の治療内容と予後. 医療経済学会第11回研究大会: 東京, 2016年9月3日.

※ 文中の資料は、本報告書冊子内の第一部の別添を参照のこと。