交通基盤整備と医療施設維持政策の包括的分析と政策提案

大谷　修一郎[1]・氏家　魁人[2]・小池　淳司[3]・瀬谷　創[4]

[1]非会員　神戸大学　大学院工学研究科　市民工学専攻（〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1）
E-mail:228t105t @stu.kobe-u.ac.jp

[2]非会員　神戸大学　大学院工学研究科　市民工学専攻（〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1）
E-mail: 218t108t @stu.kobe-u.ac.jp

[3]正会員　神戸大学教授　大学院工学研究科（〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1）
E-mail: koike@lion.kobe-u.ac.jp

[4]正会員　神戸大学准教授　大学院工学研究科（〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1）
E-mail: hseya@people.kobe-u.ac.jp

本研究では，筆者らの先行研究で開発した地域別将来患者数予測モデルを改良しつつ全国の市区町村に適用し，交通基盤整備と医療施設維持政策に関するシナリオ分析を行い，それに基づく政策提案を行う．まず，人口ピラミッドの変化に基づく BAU シナリオにおいては，今後医療需要の減少により，多くの地域で病院の撤退が起こるという予測結果を示す．次に，これに対する政策的な対応として，[i] 公立・公的病院の維持と[ii] 交通基盤整備の効果について議論した．その結果，交通基盤整備施策は先行的にではなく，地方部の医療供給体制を整えると同時に行う必要があるという示唆を得た．

Key Words: *equalization of healthcare services, regional healthcare planning, accessibility, outpatient visits forecasting*

1. はじめに

我が国では四半世紀前に公共投資に関する費用便益分析がマニュアル化され，需要予測の制度とともに厳密に適用されている．この考え方の理論的根拠は，社会資本は一種の公共財であり，その供給原則は Samuelson 条件に従うと社会的な効率性が満たされるというものであり，これを実際に応用する場合は費用便益比（B/C）が 1.5 以上ということとなる．一方で社会資本整備は，宇沢 [1]のいう社会的共通資本としての機能もあり，この場合は，全国民が満たすべき基本的権利を確保するという意味において（無償で）整備されるべきであるとするものである．この国民の基本的権利に関してある社会的合意が成立していると，国民が享受すべき何らかの最低限の社会資本整備水準が決まり，その部分は費用便益分析の結果にとらわれず，整備すべきということとなる．そして，それ以外に関しては，国民経済への波及効果を十分に考え，費用便益分析等で効率的に判断していくべきという考え方ができる（小池，2020）[2]．しかし，当該社会資本整備においてこの 2 つの機能（Samuelson 流の公共財と宇沢流の社会的共通資本）を明確に分けることは難しく，現実の我が国の意思決定では，“よりよい”投資計画が，“より効率的”と解釈され，効率の観点のみの偏重した事業評価が行われているのが現状である．このような状況は，先進各国の中では特異であり，人口減少や頻発する自然災害の中で限界を露呈し始めている．

本研究は，社会資本の中でも特に重要な医療の均霑化施策に着目する[1]．**図-1** は，国土数値情報（国土交通省）の「医療機関（ポイント）」より，令和 2（2020）年度の医療機関を公立・公的病院と民間病院という 2 分類で示したものである．なお，**図-1** における市区町村の色分けは，2020 年時点の発生患者数を後述する集中患者数予測モデルで予測したものである．ここで，公立・公的病院は開設者分類が，国，公的医療機関，社会保険関係団体とされている医療機関とし，民間病院は医療法人，個人，その他に分類されている医療機関とする．他には，

[1]医療の「均霑化」とは主に医療政策の分野で用いられる用語で，医療サービスの地域格差をなくし，全国どこでも誰もが等しく高度な医療を受ける権利を享受できるようにすることを指している．

分類対象外が存在し，そこには診療所，歯科診療所などが含まれる．**図-1** より，民間病院は人口の多い，言い換えれば医療需要が大きい地域に集中していることが分かる．一方，公立・公的病院は各地域にほぼ均一に立地していることも見て取れる．このことから，公的医療機関は地方医療において大きな役割を担っていることが分かる．こうした中で，厚生労働省は 2019 年 9 月に開催した「地域医療構想に関するワーキンググループ」で，公立・公的病院を中心とした 424 病院の再編統合リストを公表し，大きな話題となった．医療需要が長期的には減少すると予測される中，民間病院の撤退や公立・公的病院の再編統合を見据えながら，権利としての医療へのアクセスを担保していくことが求められる．

交通の視点から医療へのアクセスを考える研究については，第 2 章で述べる通り，一定の蓄積がある．しかし，今後の高規格幹線道路網の整備を考慮したものは存在しない．日本における高規格幹線道路網は 2022 年 12 月 10 日現在で，12219km が供用されており[注3)]，この数字は，国土交通省が昭和 62 年に策定した第四次全国総合開発計画にて決定された高規格幹線道路網計画 14000km に対して約 87%の進捗率となっている[注4)]．このような高規格幹線道路網を進めることは，医療の均霑化に対してどのような影響があるのだろうか？

筆者らは，氏家ら [3)]において，地域別の将来患者数についての予測モデルの開発を行った．このモデルを用いれば，地域別に将来の発生・集中患者数の予測が行える．そこで本研究ではこのモデルを用いて，交通基盤整備と医療施設維持政策の包括的分析と政策提案を行うことが本研究の目的である．

以下，第 2 章では，関連する既往研究についてまとめる．第 3 章では，本研究で用いるデータとその特徴について示す．第 4 章ではシナリオ分析の結果を示し，交通基盤整備と医療施設維持政策の包括的分析を実施する．最後に第 5 章で本研究に関するまとめを述べる．

2. 既存研究のレビュー

需要面（通院行動，医療へのアクセシビリティ，医療需要推定モデル，医療需要の将来予測）については，氏家ら [3)]で詳細にレビューを行ったため，そちらを参照されたい．本研究では，密接に関係する (1) 社会資本，特に道路整備と医療へのアクセスに関する既往研究，(2) 病院や診療所の参入・退出に関する既往研究，(3) 人口規模と病院の立地に関する既往研究をレビューする．

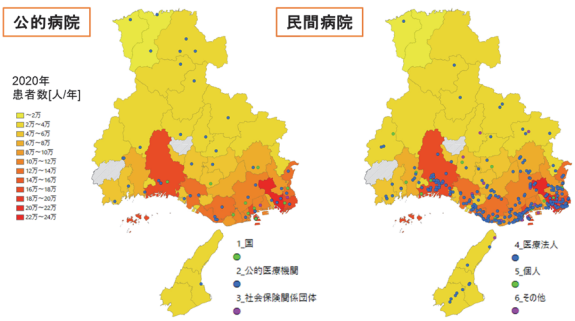


図-1 兵庫県の開設機関別病院分布図

(1) 道路整備と医療へのアクセスに関する既往研究

清水ら [4)]は，東北横断道酒田線を対象に，道路整備による医療機関改善効果の計測を試みた．折田ら [5)]は，救急医療活動を支える消防機関，救急隊員の視点からみた今後の高速道路整備のあり方を論じ，患者への振動，救急車両の運転の観点で救急医療活動での高速道路の評価が高いことが示されている．大橋・藤田 [6)]は，救急医療機関への移動に長時間を要する地域の特性把握と改善策に関する考察を行った．政策としては，道路ネットワークの強化と県外運搬が検討され，両者を有機的に進めていくことが望ましいとした．他には，災害時の医療アクセス確保に関する研究などがあるが，社会資本整備と医療アクセスに関する研究は，概して非常に少ない．

(2) 病院や診療所の参入・退出に関する既往研究

総務省によれば，公立病院は民間病院の立地が困難なへき地等における医療や，救急・小児・周産期・災害・精神などの不採算・特殊部門に係る医療，民間病院では限界のある高度・先進医療の多くを公立病院が担っている[注4)]．このこともあり，第 1 章で述べた通り公立・公的病院は，その半数程度が赤字となっている．病院数・病床数は年々減少し，前者は H20 で 948 であったのが，H30 では 865 となった．伊藤ら [7)]は，1950-1960 年代に建設ラッシュが続いた自治体病院は建て替えの時期に来ており，また，多くの地方自治体病院では，医師数の減少と診療機能の低下が進み，医業収益も減少し，さらに診療機能の縮小が進むという負のスパイラルの淵にあると指摘する．

このような中，厚生労働省は前述の「424 病院」のリストアップを行った．瀧澤ら [8)]によれば，「診療実績が特に少ないこと」または「類似かつ近接する病院があること」が選定の条件となっており，全体の 29.1%にも及んでいる．同論文によれば，「診療実績が特に少ない」とは，2017 年度の診療データに基づき，9 つの疾病や機能に関する項目（がん，心血管疾患，脳卒中，救急医療，小児医療，周産期医療，災害医療，へき地医療，研修・

派遣機能）について，診療実績が特に少ない（下位 1/3）と 9 項目全てに該当した病院であり，また「類似かつ近接」とは，9 項目から災害医療，へき地医療，研修・派遣機能の 3 項目を除く 6 項目で，類似かつ所在地が近接している（車で 20 分以内）医療機関がある場合を言う．車で 20 分の計算には，本研究でも用いる総合交通分析システム（NITAS）が用いられた．このような観点でのリストアップの結果，4 分の 3 は 200 床未満の中小病院となり，また 7 割が区域の人口 50 万人未満の地方の病院となった．実際，瀧澤ら [8]の宮城県の事例でも，都市部から離れた郊外や島しょ部の病院が指定されていることが図で示されている．

医療経済学の知見によれば，病院には規模の経済が働くため [9]，医師数の減少と診療機能の低下の影響は大きい．そのため再編統合は，医師の過重勤務の軽減を含む拠点機能の確保としての意味合いがある．公立・公的病院の統合の評価を行った研究は少なくない．大谷・福田 [10]によれば，公立病院における組織再編は，医師不足，経営難，建物の老朽化，医療機能の高度化などを理由に行われてきた．彼らは，既往研究においては，肯定的な意見が多く，否定的な意見は少なかったと指摘した．そして，経常収支比率および医業修士比率が改善し，経営の効率化の視点からは一定の効果があったことを示した．一方，拠点機能の確保（あるいは医療機能の高度化）の観点からは，医師数は増加していなかったが，医師 1 人 1 人当たり入院患者数および外来患者数は減少していたため，部分的にではあるが効果があったと結論づけた．五十川ら [11]は，同様に公立病院の再編が費用削減の効果を持つことを，経営指標に関する個票データを用いた実証分析から示した．森川 [12]は，病院の生産性を厚生労働省「病院報告」及び「医療施設調査」の公表されている都道府県レベル及び二次医療圏レベルの集計データ（1997 年～2008 年）を用いて分析し，病院の集約化等により規模の経済性 を活かすことが医療サービスの生産性向上に寄与する可能性を示唆している．

他方，星子ら [13]は，「再編・ネットワーク化」により病院規模が縮小した地区では，地域住民はこれまでの医療機関に対する信頼が薄れ，医療に不安を抱くようになり，病院職員は職場配置替えによる精神的ストレスや退職を余儀なくされ社会経済的ストレスを来すことが分かったとし，経営の効率面だけでなく，地域住民や病院職員への影響について十分に考慮すべきと指摘した．伊藤ら [14] は，32 の労災病院が立地する 29 の二次医療圏を対象に，環境省が提供している「地域経済循環分析自動作成ツール」を用いて，地域経済循環構造の観点から，医療の間接的波及効果には，医療サービスの対価として公費を受け取り，地域での雇用を支え，地域の消費を喚起する側面があると指摘した．

(3) 人口規模と病院の立地に関する既往研究

西尾・村木 [15]は病院移転と人口分布に着目し，病院移転の現況と実態を明らかにした．また，病院移転シミュレーションの結果，郊外に住民が多い場合は病院の郊外移転が住民にとって必ずしも不利益をもたらさないと結論付けた．豊田・中川 [16]は二次医療圏における病院の立地選択の要因を検討し，財政出動が病院の集約化を抑制している一因であると考察している．また，人口密度が低い地域では病院の集約化が進むことを示唆している．田村・田中 [17]は施設別の立地と人口密度の関連分析を行い，各施設の立地傾向について調査している．分析の中で病院は主要施設の中でも人口密度の低いエリアには立地しにくく，人口密度の高い地域に立地しやすい傾向があることを明らかにした．本研究では供給側の病床予測を行っているが，病院の撤退に関する研究は少ない．しかし，これらの既往研究では人口と病院の立地の関連性を指摘しており，人口の多い地域へと病院は集約化していく可能性を示唆している．

3. 通院行動の現況把握と医療アクセシビリティの評価

シナリオ分析を行う上では，通院アクセス時間に関する現状把握が必要である．そこで，第 5 回（H22）近畿圏 PT 調査のマスターデータからを活用し，通院時間に関する基礎分析を行うこととした．次に，通院時間に閾値を設けて，アクセス可能病床数に関する考察を行う．

(1) PT 調査による通院時間の分析

a) 分析概要

第 5 回（H22）近畿圏 PT 調査のマスターデータから，目的が細分類における「「病院」等での受診・治療」に該当するものを抽出し，それを外来通院のトリップと想定することとした．また，国土数値情報の DID 人口集中地区データを用いて[2]，都市構造を DID 内と DID 外に分

[2] DID の設定基準は，総務省統計局の設定基準に従い，1) 原則として人口密度が 1 平方キロメートル当たり 4000 人以上の基本単位区等が市区町村の境域内で互いに隣接して，2) それらの隣接した地域の人口が国勢調査時に 5000 人以上を有するこの地域，となっている．

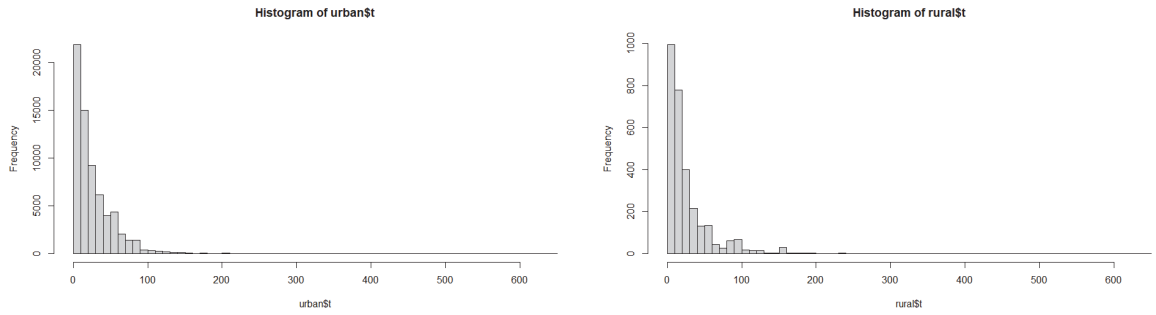


図-2　DID の通院時間のヒストグラム（左：DID 内，右：DID 外）

類し，それぞれについて通院アクセス時間の分布特性を観察した．

b)　**分析結果**

図-2 に通院時間のヒストグラムを示す（ただし，表示目的上，DID 内外それぞれ特異値を 99.9%tail（DID では分位点 220 分，DID 以外では分位点 240 分）で排除した上で，図化している）．縦軸はトリップ数を，横軸は通院時間（分）を示している．なお，特異値の排除後，DID 内では，サンプルサイズは 67010，分散は 765.9，平均値は 28.99 分，中央値は 20.00 分，最頻値は 0～10 分の階級であった．DID 外では，サンプルサイズは 2947，分散は 979.5，平均値は 29.16 分，中央値は 20.00 分，最頻値は 0～10 分の階級であった．

DID 内の最大値は大阪府守口市の内々で 644 分（約 10 時間）であった．感覚的には想定しにくいデータだが，2 時間以上が 879 トリップで全体の約 1.31%あった．このような長時間トリップを取り除くために，〇〇分以下のトリップが〇〇割を占めているかを調べた．その結果，30 分以下が 46019 トリップで全体の約 68.7%，60 分以下が 60431 トリップで全体の約 90.2%を占めていることが分かった．同様に DID 外の場合，最大値は兵庫県宍粟市の内々で 390 分（約 6.5 時間）であった．2 時間以上が 74 トリップで全体の約 2.51%あった．分布としては，30 分以下が 2174 トリップで全体の約 73.8%，60 分以下が 2654 トリップで全体の 90.1%を占めている．

両ケースの共通点としては，次の点が挙げられる．1) 0～10 分の自宅から時間的距離が小さい医療機関を選択する外来患者が多い．2)60 分以内におさまる通院トリップが 90%以上を占めている．3)30 分以内におさまる通院トリップが約 70%を占めている．ただし，入院を想定した通院は，診療科の制約や大型病院の選択確率が上がることから全く異なる結果になることを注意されたい．

次に，両ケースの差異については，次の点が挙げられる．分散の違いに注目した．DID が 765.8474 で，DID 以外が 979.5105 であり，分散が DID の方が大きい値を取った．実際に，30 分以内の通院トリップの割合が，DID の方が小さくなっている．ただし，サンプル数が 23 倍ほど違うことに注意されたい．また，100 分付近とそれ以上の通院トリップに着目すると，DID 内よりも DID 外のトリップ数が明らかに多くなっており，DID 外の方が通院にかかる時間が多く，通院が不便な地域が多いことを表している．

これらの考察から，シナリオ分析においては，NITAS の所要時間データから 60 分以上を排除し，下記のシナリオ分析を進める．

c)　**分析結果**

通院行動の現況把握においては，以下 3 点の知見が得られた．一つ目は，通院は 0～10 分の自宅から時間的距離が小さい医療機関を選択する外来患者が多いことが分かった．ヒストグラムは右すそ引き型となり，通院時間が 0～10 分以内が最頻値であった．二つ目は，通院トリップを分析対象にする場合，移動時間が 60 分以下のデータを抽出して問題ないことが示唆された．都市構造に関わらず，60 分以内におさまる通院トリップが 90%以上を占めている．三つ目は，分散が DID の方が大きい値を示していることである．都市部には医療機関が集積しており，選択肢が多くなっているため，少し遠い医療機関を選んでいると解釈できる．または，都市部の混雑の影響によって，直線距離的には近いが，渋滞によって通院時間が増えているとも解釈できる．ただし，サンプル数が 23 倍ほど違うため，先述の 2 つの解釈は一概にいえ

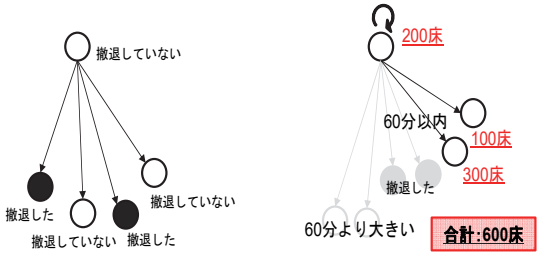


図-3　アクセス可能病床数の算出方法

るわけではない.

(2) アクセス可能病床数の分析

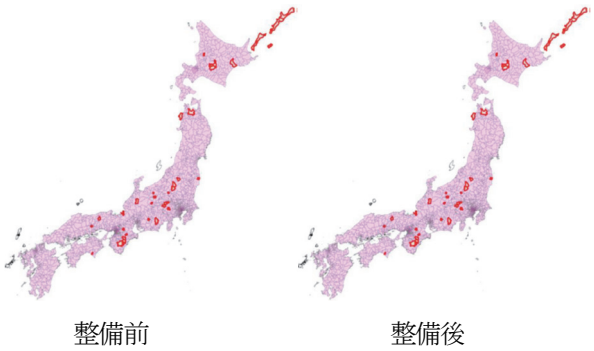
a) 分析概要

本分析は，市区町村単位で行う.

(1) での検討により，DID 内外ともに，通院時間は 60 分以内で 90%以上，30 分以内で約 70%がカバーされることが分かった．そこで本研究では，「アクセス可能」な病床の閾値を，60 分あるいは 30 分と設定することとした．すなわち，本研究におけるアクセス可能病床数とは，（閾値を仮に 60 分とした場合）発地から 60 分以内のアクセス可能な病床数を集計した値として定義する．NITAS[3]を用いて，各市区町村の市役所，区役所，町役場を起終点の道路モードでの所要時間を計算した．120 分以内で制限をかけている．現況（2015 年時点）と将来（高規格幹線道路網計画 14000km の完成）の 2 時点の所要時間を計算している．ただし，将来の所要時間は高速道路の新設は考慮しているものの，新設道路の道中でのインターチェンジの新設は考慮していない．この意味で，実際の道路整備の効果は，本分析の結果よりも大きいと考えられる．また，内々の所要時間は発地の最短所要時間の 0.5 倍と定義した．病床数は現況病床数と将来病床数の 2 パターンで分析した．現況病床数は，国土数値情報より令和 2 年の病院病床数と診療所病床数の合計値を採用している（歯科診療所は除いている）．将来病床数とは，本研究の将来患者数予測の過程で算出した 2050 年の病床数予測値である．人口推移に加えて，地方医療の撤退などを考慮している（次章で詳しく説明する）．また，**図-3** に示すように，発地・着地に関わらず，将来の病床数予測値が実数の場合は四捨五入して整数で表記，1 床未満の場合は 0 床とする．自地域が撤退していない場合，自地域内の病床数もカウントする.

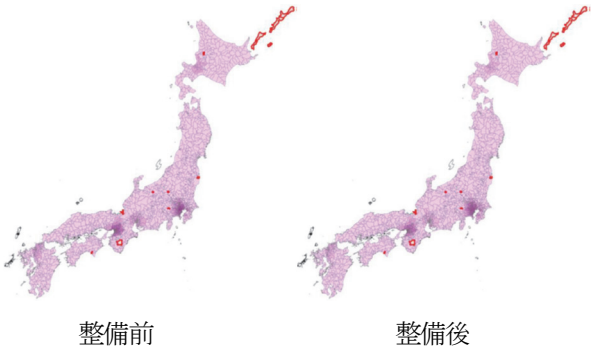
b) 分析結果

図-4，**図-5** のアクセス可能病床数の図は，アクセス可能病床数が多いほど濃淡が濃くなっている．また，図における整備前というのは，NITAS 道路モードにおいての現況（2015 年時点），整備後というのは将来（高規格幹線道路網計画 14000km の完成）データを用いて計算した場合を示している．実際に，医療機関が多く立地してる地域は，アクセス可能病床数が大きい結果となった．また，赤色で示しているのが，アクセス可能病床数が 1 床未満の地域であり，以後，「アクセス不可地域」と呼ぶ．例えば，60 分閾値でアクセス不可地域は，そこの住民は 60 分以内で通える病院がないという状況を示してい



整備前　　整備後

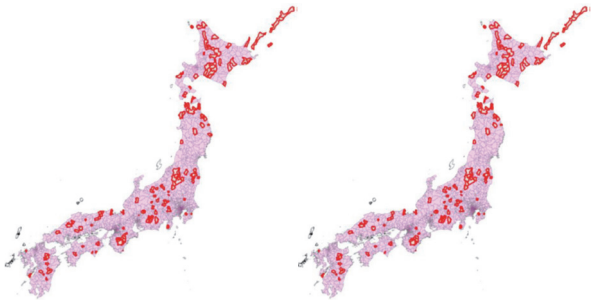
① 30 分閾値



整備前　　整備後

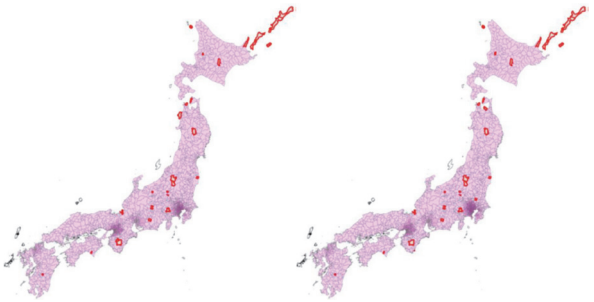
② 60 分閾値

図-4 整備前後のアクセス可能病床数（現況）



整備前　　整備後

① 30 分閾値



整備前　　整備後

② 60 分閾値

図-5 整備前後のアクセス可能病床数（将来）

[3] 国土交通省が提供する総合交通分析システム：NITAS (National Integrated Transport Analysis System).

る．現況・将来病床数のいずれのパターンでも，閾値 60 分の地域よりも閾値 30 分の方が，アクセス不可地域数は多い．これは閾値を大きくするほど，通院可能エリアが拡大するという直感的理解に一致する．

c) 現況病床数における高速道路整備の有無比較

30 分閾値のケースにおいて，アクセス不可地域の総数は，整備前で 46 地域，整備後も同様に 46 地域で全く同じ地域であった．ただし，アクセス可能病床数が増えている地域はある．1860 地域の中で，増加した地域は 442 地域あり，約 23.8%にあたる．

一方，60 分閾値のケースにおいて，アクセス不可地域の総数は，整備前で 15 地域，整備後も同様に 15 地域で全く同じ地域であった．30 分閾値と同様に，アクセス可能病床数が増えている地域は，1860 地域の中で，1019 地域あり，約 54.8%にあたる．過半数の地域で高速道路整備の効果を受けて，医療のアクセシビリティが向上したことを示すことができた．

d) 将来病床数における高速道路整備の有無比較

30 分閾値のケースにおいて，アクセス不可地域の総数は，整備前で 175 地域，整備後は 168 地域であった．整備後は 7 地域のアクセス不可地域が改善された．その 7 地域は岩手県下閉伊郡山田町，青森県西津軽郡鰺ヶ沢町，奈良県吉野郡東吉野村，和歌山県伊都郡高野町，広島県世羅郡世羅町，高知県安芸郡東洋町，兵庫県美方郡香美であった．岩手県下閉伊郡山田町の増加数が最大で，0 床から約 1720 床にアクセスできるようになった．

また，アクセス可能病床数の増加地域は，1860 地域中 442 地域あり，約 23.8%にあたる．東京都武蔵野市の増加数が最大で，＋95,239 床（約 29,491 床から約 124,730 床）ほどであった．このように，医療のアクセシビリティにおける高速道路整備の効果は都市部の地域の方が影響を受けている．その要因は，地方部よりも都市部の方が，医療機関が集積している点と，首都圏 3 環状道路のような都市交通の整備が進められる点である．

一方，60 分閾値のケースにおいて，アクセス不可地域の総数は，整備前で 37 地域，整備後は 35 地域であった．整備後は 2 地域のアクセス不可地域が改善された．その 2 地域は青森県西津軽郡深浦町と奈良県吉野郡野迫川村であった．青森県西津軽郡深浦町のアクセス可能病床数は 0 床から約 2688 床にアクセスできるようになり，増加幅は最大であった．吉野郡野迫川村のアクセス可能病床数は 0 床から約 604 床に増加した．また，アクセス可能病床数の増加地域は，1860 地域中 1019 地域あり，約 54.8%にあたる．東京都東大和市の増加数が最大で，＋183,033 床（約 66,811 床から約 249,844 床）ほどであった．こちらも 30 分閾値と同様に，地方よりも都市部の方が高速道路整備の恩恵を強く受けるという結果となった．

e) 考察

アクセス可能病床数による分析では，現況病床数の設定下においてアクセス不可の地域数は 30 分閾値で 46 地域だった．これは，本研究の対象市区町村数 1860 地域中の約 2.47%であり，60 分閾値では 15 地域（約 0.81%）という結果は，日本のインフラの整備率と医療資源の配分が高水準といえる結果となった．一方で，将来病床数の設定下では，アクセス不可の地域数は 30 分閾値で 175 地域，60 閾値で 37 地域であった．このように，現況とは違い，医療施設が市場メカニズムに従い，患者数の増減に合わせて参入・撤退することを想定すると，アクセス不可地域が増加する結果を示した．30 分閾値では，約 9.41%もの地域がアクセス不可地域となり，現況病床数に比べて医療アクセシビリティが悪化するという結果になった．また，交通整備前後を比較すると，あまりアクセス不可能な地域に変化はなく，交通整備による効果は地方部へのインパクトが小さいと考えられる．なぜなら，交通整備が行われるのが必ずしも地方部ではないためである．むしろ，都市部の交通整備が行われた場合，都市部の医療アクセシビリティがより向上し，医療においても選択と集中が加速すると予想される．つまり，都市部に患者が流れて，都市部に医療施設が集約し，その結果，また，患者が集積するという需要と供給の相互作用が生じる可能性が高い．

4. 交通基盤整備と医療施設維持政策に関するシナリオ分析

本章では，氏家ら [3] で開発した地域別外来患者数予測モデルを説明する．その後，各シナリオに当てはめて患者数予測を行い，シナリオ別に考察・医療均霑化のための政策提案をしていく．

(1) 地域別患者数予測モデルの概要

本節では，氏家ら [3] で開発した地域別患者数予測モデルの概要について説明する（**図-6**）．地域医療構想における医療需要予測方法を踏襲し，地域（小領域）別医療患者数は，

$$D_j = \sum_i^I (M_i \times P_{ij}), \qquad (1)$$

によって集中トリップ数として予測する．ここで，$i\,(i = 1, \ldots, I)$ は発地，$j\,(j = 1, \ldots, J)$ は着地であり，小領域としては NITAS の所要時間データを市区町村に区分して取得したため，市区町村とする．M_i は，地域 i の患者数，

P_{ij} は，地域 i の居住者の通院目的での地域 j の選択確率を意味する．以下，M_i と P_{ij} の設定方法と将来病床数について述べる．

a) 発地患者数 M_i の推定

地域 i の患者数 M_i は，地域医療構想における医療需要推定方法を踏襲し，性・年齢階層別原単位に性・年齢階層別人口を乗じて，性・年齢階層について足し合わせることで推定する．具体的には，

$$M_i = \sum_a (N_i{}^a \times P^a), \tag{2}$$

によって推定する．ここで，a は年齢階層，$N_i{}^a$ は地域 i の年齢階層別人口，P^a は分析対象領域における年齢階層別受療率である（性別の添字は省略）．

b) 通院地域選択確率 P_{ij} の推計

通院地域選択確率は，

$$P_{ij} = Q_{ij} / \sum_j Q_{ij}, \tag{3}$$

によって求められる．ただし，Q_{ij} は，通院目的での地域 i から地域 j へのトリップ数である．通院トリップ数 Q_{ij} の将来予測値を得るために，本研究では重力モデルを採用する．

$$Q_{ij} = N_i{}^{\beta_1} B_j{}^{\beta_2} / t_{ij}{}^{\beta_3} \tag{4}$$

ここで，N_i は地域 i の人口，B_j は地域 j の通院目的地としての魅力度，t_{ij} は地域 i，j 間の時間距離を示し，$\boldsymbol{\beta} = (\beta_1, \beta_2, \beta_3)'$ はパラメータである．なお，N_i を M_i で与えることも考えられるが，本研究では N_i を用いたほうがモデルの説明力が高かったため，こちらを採用することとした．**表-1** に重力モデルのパラメータ推定結果を示す．

(2) モデルの改良点

本研究では，基本的に氏家ら [3] のモデルを用いるが，氏家ら [18] を踏まえた変更・改良を試みている．まず，入力データについて，氏家ら [3] では，分析対象を兵庫に限定していたため，移動時間 t_{ij} を近畿圏 PT 調査より与えていた．一方本研究は，シナリオ分析を全国で行うため，NITAS で与えることとした．**表-1** に重力モデルのパラメータ推定結果を示す．

次に，モデルについて，氏家ら [3] 同様に B_j は病床数（病院病床数と診療所病床数の合計値）とするが，計算結果の患者数 M_j（j は着地）を説明変数として病床数 B_j を予測するフローを加えて，B_j をシナリオ分析において内生化した．このモデル化の利点は，需要と供給の相互作用を考慮している点である．すなわち，本研究では患者数の増減が病院の参入・撤退に，病院の参入・撤退が患者数の増減に影響を与えるとして，収束計算を行っている（収束判定は，患者数の変化率が±0.01%未満とした）．

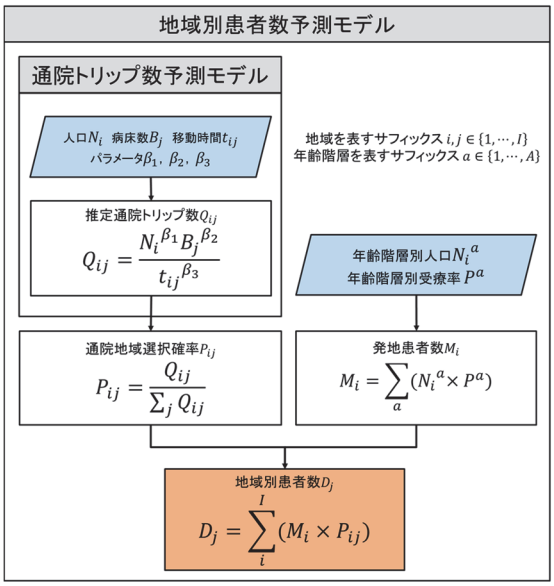


図-6 地域別患者数予測モデルのフローチャート

図-7 は，同一地域における外来患者数 M_j と病床数 B_j の散布図を民間病院，公立・公的病院に分けて示したものである．図の縦軸が市区町村別病床数 [床]，横軸が 2020 年時点の市区町村別患者数 [人/年] を示している．この図より，公立・公的病院では患者数と病床数の相関が 0.6 程度ある一方，民間病院では 0.4 程度となっていることが分かる．また，傾きを見ると公立・公的病院よりも民間病院で，医療需要により弾力的に反応して病床数を決めている（参入・撤退を含む）ことが示唆された．

(3) 入力データ

a) 通院トリップ：Q_{ij} [人／年]

市区町村単位で，第 5 回（H22）近畿圏 PT 調査のマスターデータから平日・往路のみのデータを集計したものである．集計条件は，目的が細分類における「「病院」等での受診・治療」に該当するものとした[4]．データ整備は，可能な限りこの時点にあわせている．

b) 移動時間：t_{ij} [分]

移動時間については，氏家ら [3] と異なり NITAS で計算した．具体的には，NITAS を用いて，各市区町村の市役所，区役所，町役場を起終点の道路モードでの所要時間を計算した．通院を想定するため，120 分以下のデータ

[4] 「その他（兵庫県以外のすべての地域）」，および「○○市不明」の地域を除いた．

のみ抽出している．また，内々の所要時間は発地の最短所要時間の 0.5 倍と定義した．

c) **性・年齢階層別人口**：N_i^a [人]

市区町村未満の小領域における性・年齢階層別人口の将来推計結果として，本研究では氏家ら [3]同様，4 次メッシュを対象とした国土交通省国土政策局の推計結果[5]を利用し，市区町村への集計単位変換（面補間）は面積按分によって行った．対応する現状の人口は，地図で見る統計（統計 GIS）[6]より 4 次メッシュ集計値をダウンロードし，これを用いた．

d) **通院目的地の魅力度**

通院目的地の魅力度として，本研究では，多くの既往研究で用いられている病床数を用いることとした．医療法では，病床数に基づき「病院」と「（一般）診療所」が区分され，病床数 20 床以上が「病院」，19 床以下は「診療所」とされている．本研究では，病院病床数と診療所病床数の合計値を採用している．病院・診療所の立地については，国土数値情報[7]により過去数時点（平成 22 年，26 年，令和 2 年度）について把握可能である[8]．

e) **外来受療率**：P^a

本研究では，厚生労働省「患者調査（H29 年 10 月）」の年齢階層別受療率（調査対象期間中（平成 29 年 9 月 1 日～30 日））を用いることとする[注 5]．患者調査における受療率は，「外来」と「入院」に分けられており，本研究では，PT における通院トリップの定義との整合性の観点から，外来を用いることとした．なお，外来は一般に冬季に集中することから，原単位を 9 月としているこのデータを年間推計に用いると過小推計になると予想される．表-2 は，1 か月当たり外来受療率を示す．公開されている「性・年齢階級別にみた受療率（人口 10 万対）」を 10 万で割った値を示している．外来受療率は年齢に大きく影響される．20 歳～24 歳から 80 歳～84 歳にかけて，受療率が上昇する傾向が見て取れる．また，0～4 歳の受療率が高く，80 歳～84 歳の受療率は 15 歳～19 歳の 6 倍以上に高い．

(4) シナリオ分析における設定

本研究では，まず兵庫の PT 調査の通院トリップを用いてパラメータを推定した．パラメータが決まれば，モデルを予測（あるいはシナリオ構築）に用いることができる．前節で述べた説明変数を全国市区町村レベルで用意し，患者数の推計を行った．

表-1　重力モデルの推定結果

	係数	標準誤差	*t* 値
定数項	5.790	0.6118	9.464
人口[人]	0.09902	0.04406	2.247
病床数[床]	0.3409	0.04159	8.197
所要時間[分]	1.569	0.08236	18.42
Adjusted R^2		0.4997	

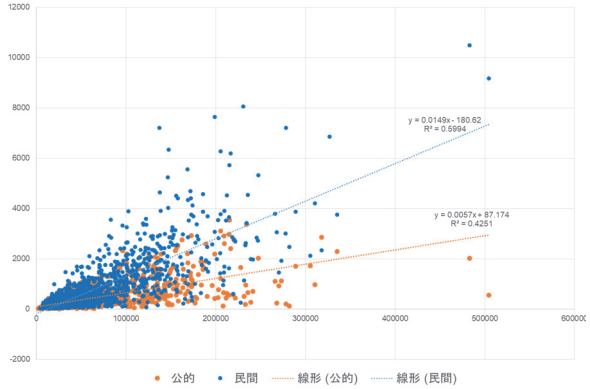


図-7　病床数と推定患者数（2020 年）

表-2　年齢階層別の外来受療率（1 か月当たり）

年齢階級	外来受療率
0～4	0.13793
5～9	0.04377
10～14	0.02764
15～19	0.01923
20～24	0.02108
25～29	0.02751
30～34	0.03104
35～39	0.03203
40～44	0.03362
45～49	0.03782
50～54	0.04481
55～59	0.05233
60～64	0.06279
65～69	0.07824
70～74	0.10174
75～79	0.12123
80～84	0.12551
85～89	0.11608
90～	0.09968

[5] 国土数値情報，500m メッシュ別将来推計人口（H30 国政局推計），（https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-mesh500h30.html）

[6] https://www.e-stat.go.jp/gis

[7] 国土数値情報，医療機関データ，（https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-P04-v3_0.html#prefecture28）

[8] 歯科診療所は除いている．

式(1)に基づく将来シナリオ分析にあたって，氏家ら[3]ではP_{ij}におけるt_{ij}，B_j，およびM_iにおけるP^aは固定することとし，人口のみに将来変化を仮定した．一方本研究では，B_jを内生化するとともに，t_{ij}も外生的に変化させる政策シナリオの分析を試みる．なお，重力モデルのパラメータの異時間移転性の検証は，引き続き今後の課題である．

(5) シナリオの構築

本研究では，シナリオとして，次の 4 つを想定した．

a) 少子高齢化シナリオ

氏家ら[3]と同様に，P_{ij}におけるt_{ij}，B_j，およびM_iにおけるP^aをすべてモデル構築時点の値に固定し，人口ピラミッドの変化のみを考慮したシナリオである．

b) BAU シナリオ（B_jがトレンドで変化）

BAU シナリオでは，人口ピラミッドの変化に加え，上述したように，B_jを内生的に推定したシナリオである．BAU シナリオとしているのは，後に続く 2 つのシナリオは本シナリオの計算過程に従っているためである．本シナリオでは，病院の撤退（参入）が，供給されている病床数の減少（増加）で表現されている．本研究における「撤退」の定義を，「病床数の予測値が 1 床以下」とした．本研究のモデル上での撤退現象のメカニズムは以下の通りである．少子化などによる将来患者数の減少に伴い，病床数も減少するモデルを構築した．これを収束するまで繰り返すため，病床数が 0 床となる地域が生じる．選択確率を算出する過程で，0 床の地域を選択する患者はいなくなり，将来患者数は 0 人となり，2020 年比の患者数の変化率は-90%以下の値をとる．

c) CASE1：公立・公的病院の維持シナリオ

本シナリオでは，公立・公的病院は維持され，いつでも撤退できる民間病院のみが撤退すると仮定し，B_jを内生的に推定した．これは，424 病院を再編統合すべきという厚生労働省の方針とは異なるシナリオとなっている．424 病院は，本データでは全病院（公立・公的 1543＋民間 6715）の 5.13%となっている．

本シナリオでは，民間病床数のみを説明変数に取り，単回帰分析により病床数予測を行った（公立・公的病床数に関しては変化しないものと想定した）．

d) CASE2：交通基盤整備シナリオ

交通基盤（高速道路）整備によって医療へのアクセシビリティは改善される．b), c) ではB_jを内生的に推定したが，t_{ij}は固定していた．一方本シナリオでは，高規格幹線道路網計画 14000km の完成により，t_{ij}が変化するシナリオとなっている．B_jの初期値は，現況病床数を採用している．また，BAU シナリオと同様に，改めて収束計算は行っている．

具体的には，NITAS を用いて，現況（2015 年時点）と将来（高規格幹線道路網計画 14000km の完成）の 2 時点の所要時間を計算している．ただし，将来の所要時間は高速道路の新設は考慮しているものの，新設道路の道中でのインターチェンジの新設は考慮していない．この意味で，実際の効果は本分析の結果よりも大きいと考えられる．

(6) 分析結果と考察

以下に結果を示す（**図-8～11**）．なお，各図は全国における患者数の 2020 年に対する変化率として示されている点に注意されたい．

a) 少子高齢化シナリオ

図-8 に結果を示す．関東圏や近畿圏を中心に都市部で増加傾向，地方で減少傾向にある．2030 年ではその他にも札幌市，仙台市，福岡市周辺で増加傾向にある地域が固まっていたが，時間の経過とともに人口減少の影響が色濃く出るため，減少傾向に転じている．

b) BAU シナリオ（B_jがトレンドで変化）

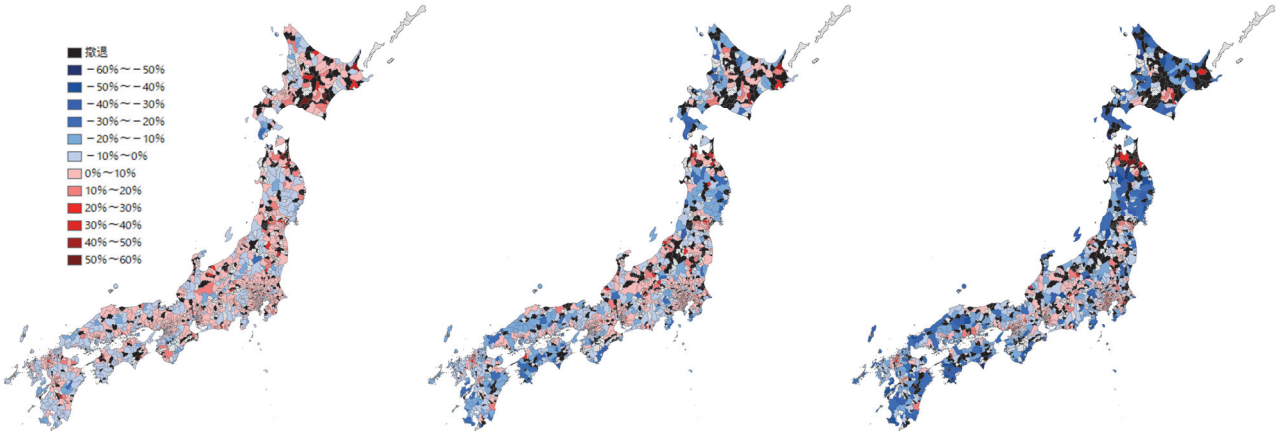
図-9 に結果を示す．少子高齢化シナリオと比較すると変化率－90%以下の地域（黒塗り）と 0%以上の地域（赤塗り）の増加が顕著である．なお，本研究における「撤退」の定義を，「病床数の予測値が 1 床以下」とした．この撤退の考え方は以下の通りである．このシナリオでは，少子化などによる将来患者数の減少に伴い，病床数も減少するモデルを構築した．これを収束するまで繰り返すため，病床数が 0 床となる地域が生じる．この現象を病院の撤退とみなした．病床数が 0 床になることは，供給主体がその地域からいなくなるため，その地域で需要主体（患者）もいなくなる．撤退地域の患者は他地域へと通院しなければならないため，その周囲の地域は増加傾向となっている．特に四国地方などでその傾向は顕著で，内陸の地方部で病床が 0 床となり，そこから流入してくる患者の影響で沿岸部の都市で集中患者数は増加傾向となっている．また，時間の経過とともに都市圏の周辺部でも集中患者数が減少傾向に転ずる地域が多くみられる．人口減少の影響が強く，五大都市圏でも郊外部では病床数が 0 床以下となる地域が多くなっている．

撤退地域数は，2030 年に 282 地域（全体の約 17.9%），2040 年に 382 地域（全体の約 24.2%），2050 年に 474 地域（全体の約 30.0%）と時系列順に増えていく結果となった．撤退地域が増えることで，少子高齢化シナリオと比べて，変化率の増加地域が多い結果となった．2030 年は 842 地域（全体の約 53.7%），2040 年は 606 地域（全



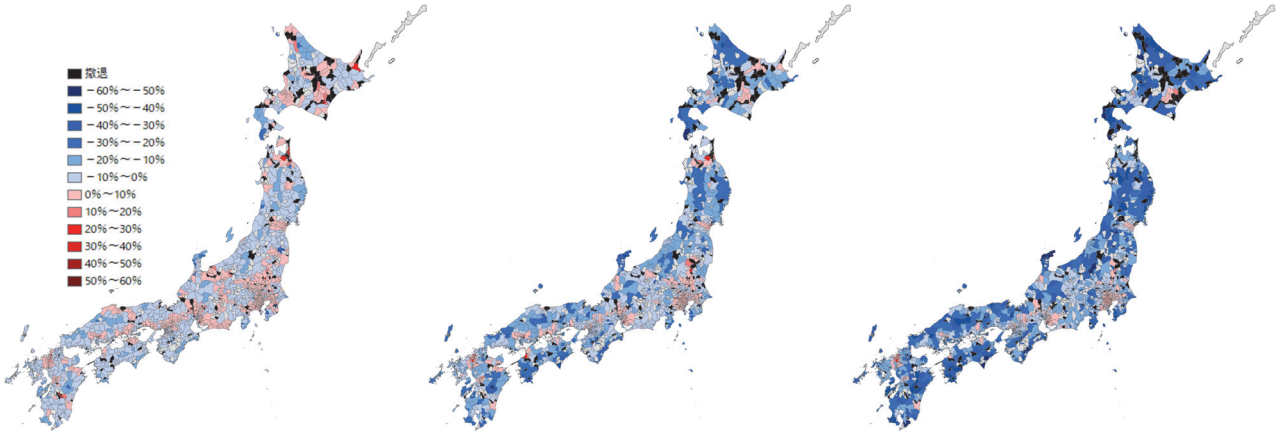
2030 年　　2040 年　　2050 年

図-8　患者数の変化　a)少子高齢化シナリオ



2030 年　　2040 年　　2050 年

図-9　患者数の変化　b) BAU シナリオ（B_jがトレンドで変化）

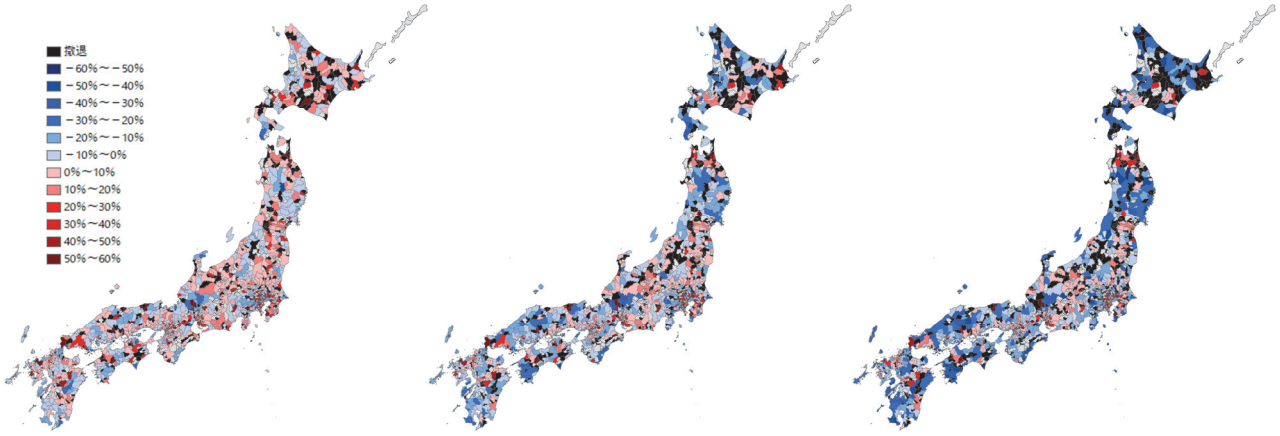


2030 年　　2040 年　　2050 年

図-10　患者数の変化　c) CASE1: 公立・公的病院の維持シナリオ

体の約 38.4%），2050 年は 450 地域（全体の約 28.5%）であった．時系列順に，撤退地域は増えている一方で，撤退地域周辺の変化率増加地域は減っている．直感的には，撤退地域数と変化率増加地域数は比例関係であると考えられる．ここから分かることは，撤退周辺地域は撤退地域の患者を吸収してもなお，人口減少の影響に打ち消され，減少傾向に転じているということだ．

また，増加地域に注目すると，過度な患者集中がみられる．例えば，2050 年の変化率の中では，三重県三重郡川越町が最大で，約 305%増であった．他にも，愛知県知多郡阿久比町は約 165%増，東京都国立市は約 152%増，埼玉県蕨市は約 130%増，青森県三沢市は約 122%増となった．2050 年では 14 地域で，2030 年では 24 地域で 2020 年比の患者数変化率が 50%を超えた．このように，撤退



2030 年　　2040 年　　2050 年

図-11　患者数の変化　d) CASE2:交通基盤整備シナリオ

して医療崩壊する地域に加えて，周辺地域では過度な患者集中が誘発されてしまうことも分かった．

c)　CASE1：公立・公的病院の維持シナリオ

図-10 に結果を示す．公的・公立医療機関を維持すると，病院が撤退することで患者数が通院不可能となる地域が大幅に減少すると予測されていることがわかる．この場合，地方部では病院の撤退が防げ，都市部では過度な病院や患者数の集中を防いでいる．時間経過とともに病床数が 0 床以下となる地域も増加しているが，三大都市圏では 2050 年でも増加傾向の地域が目立っていることが分かる．また，北海道の北部や東北地方で人口減少の影響が強く，時間の経過とともに患者数の減少率が増加している．

撤退地域数は，2030 年に 159 地域（全体の約 10.1%），2040 年に 207 地域（全体の約 13.1%），2050 年に 242 地域（全体の約 15.3%）と病院撤退シナリオ（BAU シナリオ）と同様に，時系列順に増えていく．BAU シナリオと比べると，2030 年は 123 地域減少（BAU 比で約－43.6%），2040 年は 175 地域減少（BAU 比で約－45.8%），2050 年は 232 地域減少（BAU 比で約－48.9%）した．2050 年に関しては，BAU シナリオの約半数の地域が，撤退を回避することができ，公的・公立の医療機関を維持する有用性が示された．

変化率の増加地域数は，BAU シナリオに比べて，減少した．2030 年で 653 地域（BAU 比で約－22.4%），2040 年で 365 地域（BAU 比で約－39.8%），2050 年で 265 地域（BAU 比で約－41.1%）だった．撤退地域数が減ったことにより，撤退地域の周辺で患者が集中する現象が抑制された．

現在の 424 病院の議論は，本研究で行ったようなトレンドによる将来変化や民間病院の撤退の考慮が欠落しており，本分析結果はそのことに警鐘をならすものである．

d)　CASE2：交通基盤整備シナリオ

図-11 に結果を示す．BAU シナリオと比較することで，交通基盤整備の有無比較をすることができる．BAU では，現況交通基盤（交通基盤整備前）を想定し，本シナリオでは将来交通基盤（交通基盤整備後）を想定している．日本全体でみると，BAU 比で撤退が増えたが，増加地域は減った．**図-11** の 2030 年の結果から，BAU 比で，北海道，首都圏，名古屋，大阪，広島は増加地域が顕著に減っていることが見て取れる一方で，滋賀，鳥取，山口は増加地域が逆に増えていることが分かる．地方では撤退の副次的な効果で選択と集中が進み，都市では撤退が起こっている上に，移動時間短縮により患者の市場競争を激化してよりミクロな地域単位で選択と集中が加速していると考えられる．

また，2050 年の結果を BAU シナリオと比較すると地方の撤退が解消された岐阜県本巣市など 9 地域で移動時間データが 10 分以上の短縮がみられた．つまり，交通基盤整備によって地方のアクセシビリティが向上し，他地域の患者がアクセスできるようになり，患者を取り戻した事例である．これらの事例からは，交通基盤整備によって地方医療を守る効果を示すことができた．

一方で，病院が撤退した地域が増加した背景には 2 つの要因が考えられる．1 つは，相対的に規模が大きい都市との時間短縮によって，都市に患者が吸われる直接効果（ストロー効果）である．もう 1 つは，整備効果を受けない都市に患者が吸われる間接効果で，**図-12** のメカニズムのイメージのように，4 つの過程である．①交通基盤整備によって，第三者の地域と相対的に規模が大きい都市地域間の移動時間が短縮する．②都市地域の医療充実度（医療施設数・病床数）が向上する．③都市地域の医療機関が周辺の地方地域から患者を吸収する．④地方の医療機関が撤退する．西伯郡伯耆町の事例では，直

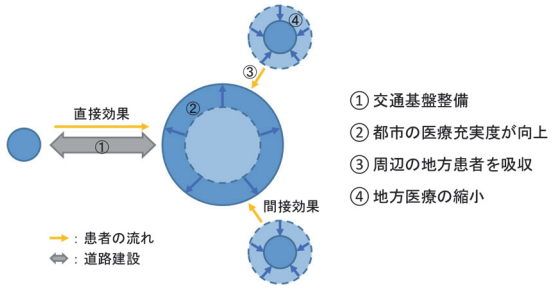


図-12　選択と集中のメカニズムのイメージ

接効果がない日吉津村が最も西伯郡伯耆町から吸収しているのは，米子市から日吉津村へ 4.2 分短縮，境港市から 4.4 分短縮による間接効果が，米子市の直接効果を上回っているためである．

5.　おわりに

本研究は，医療の均霑化施策に着目し，権利のストック効果（基本的権利を維持するための効果）の計測のための包括的政策分析を行うことを目的とする．第 3 章では通院行動の現況把握をし，医療のアクセシビリティを考察した．第 4 章では筆者らの先行研究（氏家ら[3]・氏家ら[18]）で構築した地域別集中患者数予測モデルに改良を加え，将来患者数を可視化した．

それらの結果から，地方医療の撤退による深刻な地方医療の実態を示した．その上で，施策分析として，いくつかのシナリオを設定して，施策が医療にもたらす効果を示した．公的維持シナリオでは，撤退地域数が減少し地方の医療アクセスは改善が見られた．さらに，14,000km シナリオでは，撤退地域数が増加した上に，地方でも撤退現象が起こっている事例が見られた．地方の撤退は，患者数の選択と集中が加速している（ストロー効果）ことを意味する．本研究で得られた知見を基に，地方の医療機関配置と交通基盤整備の在り方の 2 つの観点から，医療の均霑化のための今後の方策を提言したい．

まず，一つ目に，医療資源配置の包括的な計画と，地方の医療機関への維持施策実施である．分析結果から，都市部では高齢化による患者の増加要因と人口減少による減少要因が相殺する一方で，地方部では高齢化の影響力は小さく，医療需要の減少幅が都市部よりもはるかに深刻であることが分かった．厚生労働省が掲げる地域医療構想や 424 病院再編統合の検討のように，地方部の医療施設の閉業を促すまではいかないまでも，公立・公的病院の機能分担の検討がなされている．そこでは，診療科別のアクセシビリティや市区町村レベルの将来需要を加味した収支計画を踏まえて，医療資源の分配を行わなければならないと考える．また，地方にある民間病院や診療所は撤退を選択する可能性が高いため，補助金を支給するなどして撤退を防ぐ施策が良いと考える．

次に，二つ目に，インフラ投資と他分野との包括的な計画である．インフラのみを先行させると（特にわが国では）都市集中を加速させてしまう可能性がある．実際に，本研究のシナリオ分析では，交通基盤整備によって患者が医療充実度の高い地域に吸収される結果となった．このように，インフラ投資は医療の均霑化という点においては，逆効果に働いてしまう可能性を示唆した．つまり，交通基盤整備施策を先行的に行うのではなく，先述した地方部の医療供給体制を整えると同時に，交通基盤整備施策を実行しなければならないと考える．

本研究の分析結果は，医療の均霑化という観点から，近年の公立・公的病院の集約という国の方針に一定の警鐘を鳴らすものである．特に，昨今の 424 病院の議論は，検討において本研究で行ったようなトレンドによる将来変化や民間病院の撤退の考慮が欠落しており，医療の均霑化の観点から懸念されるものである．

今後，公立・公的病院の撤退について詳細に検証をするためには，たとえばクロスセクターベネフィットの計算を行う必要があると考えられる．また，本研究の課題として診療科目を考慮できていない点がある．通院行動が自地域ではなく他地域へのトリップとなっている場合の多くは自地域にない診療科目を求めて行われているものだと考えられる．しかし，本研究のモデルではそのような行動は表現できていないため，モデルのさらなる改善が望まれる．

謝辞：本研究に対して，神戸大学経済経営研究所の下村研一教授，瀋俊毅教授，久留米大学の梶原晃教授，青木浩樹教授，谷原真一教授，桑木光太郎助教より貴重なコメントを賜った．また，一般社団法人システム科学研究所の片山慎太朗氏には，データ整備にご協力いただいた．ここに記して感謝の意を表します．ただし，本稿ににあり得べき誤りはすべて筆者の責に帰すものである．なお，本研究は JSPS 科研費 22H01614 および国土交通省・新道路技術会議プロジェクト「権利と効率のストック効果に基づく社会的意思決定方法と実用的なストック効果計測手法の開発」の成果の一部である．

NOTES

注1) 厚生労働省「具体的対応方針の再検証の要請に係る診療実績の分析方法等について」，第二十四回地域医療構想に関するワーキンググループ資料 1，2019.
注2) 全国高速道路建設協議会：高規格幹線道路網の現況，2023
注3) 国土交通省，第 1 回 新たな広域道路ネットワークに

関する検討会 配付資料 参考資料 1，2020

注4) 総務省：公立病院の現状と公立病院改革について，2020.

注5) 厚生労働省：患者調査，平成 29 年（2017）患者調査の概況.

REFERENCES

1) 宇沢弘文, 自動車の社会的費用 , 岩波新書 , 1974. [Uzawa, H. (translated by Otani, S.): Social Costs of Automobiles, *Iwanami Shoten, Publishers*, 1974]
2) 小池淳司：権利と効率のストック効果から考える暫定 2 車線整備，高速道路と自動車，Vol.63，No.6，pp.7–10，2020．[Koike, A. (translated by Otani, S.): Temporary two-lane development from the stock effect of right-of-way and efficiency, *Highways and Automobiles*, Vol.63, No.6, pp.7–10, 2020.]
3) 氏家魁斗，小池淳司，瀬谷創：地域別将来集中患者数予測モデルの構築，土木学会論文集 D3（土木計画学），投稿中（土木計画学研究・講演集，No.64，CD-ROM，2021）．[Ujiie, K., Koike, A., and Seya, H.: Development of a Model for Predicting Future Concentrations of Patients by Region, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)*, Now being submitted (*Proceedings of infrastructure planning*, No.64, CD-ROM, 2021)]
4) 清水英範，中村英夫，林家彬，上田孝行：道路整備による医療機会改善効果の計測，土木計画学研究・講演集，No.9，pp.217–224，1986．[Shimizu, E., Nakamura, H., Lin, J., and Ueda, T.: The Effects of Road Network Improvement on the Opportunities for Medicine Cares, *Proceedings of infrastructure planning*, No.9, pp.-217-224, 1986.]
5) 折田仁典，佐藤豪明，武田弘衛：救急医療活動からみた高速道路整備課題，土木計画学研究・講演集，Vol.22，No.2，pp.639–642，1999．[Orita, J., Sato, H., and Takeda, H.: Expressways Improvement Terms of First Aid Medical Treatment Activity, *Proceedings of infrastructure planning* , Vol.22, No.2, pp.639-642, 1999.]
6) 大橋幸子，藤田素弘：救急医療機関への移動に長時間を要する地域の特性と改善策に関する研究－地域メッシュ単位の搬送時間の試算と改善策のシミュレーション，都市計画論文集，Vol.47，No.3，pp.739–744，2012．[Ohashi, S. and Fujita, M.: A Study on Characteristics and Improvement Methods of Ambulance Transportation Time to Emergency Medical Facilities in Rural Area -Calculation of Ambulance transportation time and the simulation on improvement methods to shorten the time-, *Journal of the City Planning In-stitute of Japan*, Vol.47, No.3, pp.739-744, 2012.]
7) 伊藤弘人，有賀徹，佐原あきほ，山崎清：労災病院の地域経済循環における間接的波及効果：モデル二次医療圏の分析から，日本医療・病院管理学会誌，No.1，Vol.59，pp. 36-44，2022．[Ito, H., Aruga, T., Sahara, A., and Yamasaki, K.: Indirect ripple effect of industrial hospitals on regional economy cycle: Analysis of gross regional product patterns in model communities, *Journal of the Japan Society for Healthcare Administration*, No.1, Vol.59, pp.36-44, 2022.]
8) 瀧澤透，種市寛子，葛西孝幸：東北地方における公的病院再編統合の地域差の要因―「424 リスト」 を用いた県間と構想区域の統計的比較検証，青森保健医療福祉研究，Vol.2，No.1，pp.20–27，2020．[Takizawa, T., Taneichi, H., and Kasai, T.: Factors affecting regional differences in public hospital restructuring and consolidation in the Tohoku region -A Statistical comparison and verification of prefectural and conceptual areas using the list of “424 hospitals”-, *Aomori Journal of Health and Welfare*, Vol.2, No.1, pp.20-27, 2020.]
9) 吉田あつし：日本の医療のなにが問題か，NTT 出版，2009．[Yoshida, A. (translated by Otani, S.): What is the problem of medical care in Japan?, *NTT shuppan, Publishers*, 2009.]
10) 大谷泰史，福田治久：公立病院再編による経営改善効果に関する研究，日本医療・病院管理学会誌，Vol.56，No.1，pp.17–27，2019．[Otani, Y., and Fukuda, H.: The effects of public hospital restructuring on management performance, *Journal of the Japan Society for Healthcare administration*, Vol.56, No.1, pp.17-27, 2019.]
11) 五十川大也，大橋弘，古田早穂子：公立病院再編における費用削減効果，経済分析，No.201，pp.62–84，2021．[Isogawa, D., Ohashi, H., and Furuta, S.: Cost Effect of Mergers in Public Hospitals in Japan, *The economic analysis*, No.201, pp.62-84, 2021.]
12) 森川正之：病院の生産性-地域パネルデータによる分析，RIETI Discussion Paper Series 10-J-041，2010．[Morikawa, M.: Hospital Productivity -Analysis by Regional Panel Data-, *RIETI Discussion Paper Series 10-J-041*, 2010.]
13) 星子美智子，原邦夫，久篠奈苗，松本悠貴，石竹達也：再編・ネットワーク化を進める公立病院の事例報告，久留米醫學會雜誌，Vol.75，7/9，pp.276–286，2012．[Hoshiko, M., Hara, K., Kujou, N., Matsumoto, Y., and Ishidake, T. (translated by Otani, S.): Case Reports on Public Hospitals Undergoing Reorganization and Networking, *The Journal of the Kurume Medical Association*, Vol.75, 7/9, pp.276-286, 2012.]
14) 伊藤弘人，有賀徹，佐原あきほ，山崎清：労災病院の地域経済循環における間接的波及効果：モデル二次医療圏の分析から，日本医療・病院管理学会誌，Vol.59，No.1，pp.36–44，2022．[Ito, H., Aruga, T., Sahara, A., and Yamasaki, K.: Indirect ripple effect of indusutrial hospitals on regional economy cycle: Analysis of gross regional product patterns in model communities, *Journal of the Japan Society for Healthcare administration*, Vol.59, No.1, pp.36-44, 2022.]
15) 西尾英俊，村木美貴：病院立地と人口分布の関連性に関する研究，都市計画論文集，No.41，pp.792-802，2006．[Nishio, H., Muraki, M.: A Relationship between Location of Medical Facilities and Population, *Journal of the City Planning Institute of Japan*, No.41, pp.792-802, 2006.]
16) 豊田奈穂，中川雅之：病院の立地と人口集積の関係，計画行政，Vol.37，pp.36-43，2014．[Toyoda, N., Nakagawa, M.: The Relationship between Location of

General Hospital and Population, *Planning and Public Manegement*, Vol.37, pp.36-43, 2014.]
17) 田村将太，田中貴宏：人口密度を指標とした都市施設の立地傾向に関する調査報告―コンパクトシティ実現に向けた基礎的検討―，土木学会論文集　D3（土木計画学），Vol.75，No.3，pp.172-180，2019.
[Tamura, S., Tanaka, T.: A Report on The Relationship between Existence of Various Facilities and Population Density —Basic Study for Compact City Design—, *Journal of Japan Society of Civil Enfineers, Ser. D3 (Infrastructure Planninf and Management),* Vol.75, No.3, pp.172-180, 2019.]
18) 氏家魁斗，大谷修一郎，小池淳司，瀬谷創：権利のストック効果としての包括的政策分析―医療の均霑化を例に―，土木学会論文集　D3，投稿中（土木計画学研究・講演集，No.65，CD-ROM，2022）．
[Ujiie, K., Otani, S., Koike, A., and Seya, H.: Comprehensive Policy Analysis as a Stock Effect of Rights -The Case of Health Care Equalization-, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)*, Now being submitted (*Proceedings of infrastructure planning*, No.65, CD-ROM, 2022)]

(Received July 20,2023)
(?)

COMPREHENSIVE ANALYSIS AND POLICY PROPOSAL FOR TRANSPORTATION INFRASTRACTURE DEVELOPMENT AND MEDICAL FACILITY MAINTAENANCE

Shuichiro OTANI, Kaito UJIIE, Atsushi KOIKE, Hajime SEYA

In this study, we apply the model developed in our previous study to municipalities nationwide, while improving the model for predicting the future concentration of patients by region, to analyze scenarios concerning transportation infrastructure development and policies for maintaining medical facilities, and to propose policies based on these scenarios. First, the BAU scenario based on changes in the population pyramid predicts that hospitals will be forced to withdraw from many areas in the future due to declining demand for medical care. Next, as policy responses to this, we discuss the effects of [i] maintaining public hospitals and [ii] improving transportation infrastructure. The results suggest that transportation infrastructure improvement measures should be implemented simultaneously with the establishment of the medical supply system in rural areas, rather than ahead of time.