



Title	先端医療情報技術の普及と導入効果予測に関する研究
Author(s)	鈴木, 哲平
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(保健科学)
Dissertation Number	乙第7086号
Issue Date	2019-12-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.r7086
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/76552
Type	doctoral thesis
File Information	Teppei_SUZUKI.pdf



学 位 論 文

先端医療情報技術の普及と導入効果予測に関する研究

鈴 木 哲 平

北海道大学大学院保健科学院

2019年度

目次

要旨.....	1
第1章 序論.....	3
1.1 医療情報の定義.....	3
1.2 医療情報活用の現状と課題.....	3
1.2.1 情報化社会の進展.....	3
1.2.2 病院経営における医療情報活用.....	4
1.2.3 地域における医療情報活用事例.....	7
1.2.4 遠隔医療への展開.....	7
1.3 先端医療情報技術の定義.....	8
1.4 本論文の目的.....	8
1.5 論文の構成.....	9
【参考文献】.....	11
第2章 MCMC (Markov Chain Monte Carlo)による医療機関 Web サイト訪問者の閲覧行動分析.....	13
2.1 背景.....	13
2.1.1 インターネットの普及に伴う受療行動の変化.....	13
2.1.2 ベイズ推定と MCMC.....	14
2.2 目的.....	18
2.3 方法.....	18
2.3.1 対象.....	18
2.3.2 分析方法.....	19
2.3.3 訪問確率の定義.....	20
2.4 結果.....	20
2.5 考察.....	26
2.5.1 医療機関 Web サイト閲覧者の閲覧行動分析.....	26
2.5.2 本研究の問題点.....	27
2.5.3 本手法の導入により期待される効果.....	28
2.6 結論.....	29
【参考文献】.....	30
第3章 遠隔健康相談の支払意思額に関する研究.....	32
3.1 背景.....	32
3.2 対象と方法.....	33
3.2.1 対象データおよび参加者.....	33
3.2.2 アンケート調査票.....	34

3.2.3	WTPの推計方法	35
3.2.4	要因分析	35
3.3	結果	36
3.3.1	アンケート調査の単純集計	36
3.3.2	WTPの推計	38
3.3.3	要因分析	38
3.4	考察	41
3.4.1	支払意思額に影響を与える要因について	41
3.4.1.1	年収	41
3.4.1.2	利用の意思	41
3.4.2	本研究の限界点	42
3.4.3	本手法の導入により期待される効果	42
3.5	結論	43
	【参考文献】	44
第4章	OECD加盟国を対象とした画像診断機器の普及要因の可視化	46
4.1	背景	46
4.2	方法	47
4.2.1	調査対象国	47
4.2.2	調査指標	49
4.2.3	分析方法	49
4.3	結果	50
4.3.1	主成分分析の結果	50
4.3.2	重回帰分析の結果	54
4.4	考察	55
4.4.1	主成分分析の結果について	55
4.4.2	重回帰分析の結果について	56
4.4.3	本研究の課題	59
4.4.4	本研究の限界点	60
4.4.5	本手法の導入により期待される効果	60
4.5	結論	61
	【参考文献】	62
第5章	アジア・アフリカ諸国を対象とした遠隔医療サービスの導入可能性	64
5.1	背景	64
5.2	目的	65
5.3	方法	65
5.4	結果	67

5.4.1	IT普及率と医療環境整備状況の関係—アジア	67
5.4.2	IT普及率と医療環境整備状況の関係—アフリカ	71
5.4.3	主成分分析とクラスター分析	75
5.5	考察	78
5.6	本研究の限界点	79
5.7	本手法の導入により期待される効果	80
5.8	結論	80
	【参考文献】	81
第6章	総括	84
	謝辞	86
	業績一覧	87
	添付資料	93

要旨

近年、インターネットやパソコン、スマートフォン等の普及に伴い、様々な分野における情報化が浸透している。医療分野においても、電子カルテをはじめとした情報化が進展しているが、保健医療分野においても様々な情報化の取り組みが行われている。情報化のキーワードとして、IoT (Internet of Things) やビッグデータが頻繁に取り上げられているが、IoT の技術進展は、遠隔医療への分野にも大きく貢献しており、インターネット等のネットワーク技術によるデータ収集手段の高度化により、地域や個人に対応した医療・健康・介護に関わる情報がビッグデータとして収集され、活用することが可能となったことから、保健医療分野における医療情報技術の更なる発展が期待される。しかしながら、インターネット技術を活用した病院 Web サイト分析や、遠隔医療技術を応用した健康づくり施策の分析、公開データを用いた医療機器や遠隔医療技術の普及分析といった分野においては、これまでに行われた事例は少なく、そのような先端医療情報技術が導入されることによる効果について考察された研究は少ない。本研究では、様々な領域における先端医療情報の普及に関する調査及び分析手法の提案を行うことと、それらの技術が導入されることによる効果予測を行う手法の提案を目的として、病院経営の視点、地域における健康支援の視点、世界における医療機器普及の視点と遠隔医療普及の視点から研究を行った。

第1章では、医療情報の定義から医療情報活用の現状と課題について、わが国における情報化の進展や病院経営、地域における医療情報活用事例を検討した上で、先端医療情報技術の定義を行い、本研究における課題である、先端医療情報技術を活用した研究手法の必要性とを明確にし、本研究で提案する手法を導入することによって得られる効果を考察する重要性について述べる。

第2章では、病院 Web マーケティングの視点から、Web サイト閲覧者が医療機関 Web サイトに求める情報を明らかにするため、ベイジック的アプローチによる病院 Web サイト閲覧者の閲覧行動モデルを構築し、検索キーワード別コンテンツ訪問確率の推定を行った。検索キーワード別に各コンテンツへの訪問確率を推定した結果、キーワード「診療所名」の場合、トップページとトップページ (再)、診療内容ページの訪問確率が正であることを明らかにした。キーワード「診療所名+診療内容」の場合、トップページの訪問確率は正であり、お知らせページの訪問確率は負であった。キーワード「乳がん検診」で検索した場合、乳がん検診ページでは正の訪問確率となった。閲覧者のニーズに基づく閲覧行動を把握し、Web サイトを改善することによって、求められる情報ページへの訪問確率を高めることが可能であることを明らかにした。

第3章では、北海道在住の一般市民における遠隔健康相談システムの需要、並びに利用価値を明らかにすることを目的とし、インターネット調査を利用して支払意思額の推計を行った。その結果、支払意思額の中央値は 367 円、平均値は 495 円であることを明らかにした。また、支払意思額に影響を与える要因を分析した結果、「利用の意思あり」の要因において支払意思額が有意に高い傾向にあることを示した。

第4章では、OECD加盟国の医療環境、経済状況について調査し、画像診断機器の導入可能性に関する調査・分析をおこなった。29カ国を対象に主成分分析を行った結果、各国は医療環境指標、経済状況指標によって主に4グループに定義可能であることを明らかにした。また、その4グループの中から、医療機器導入の可能性が高いグループを抽出し、CT台数およびMRI台数を目的変数、そのほかの医療環境指標、経済状況指標を説明変数とした重回帰分析を行った結果、CT台数およびMRI台数に最も影響のある要因は病床数であることを明らかにした。主成分分析および重回帰分析の結果を踏まえて、医療機器導入の可能性が高い順番を検討した結果、アメリカ、メキシコ、チリ、トルコにおいて医療機器導入の可能性が高いことを示した。

第5章では、開発途上国のIT普及状況、医療環境、経済状況について調査し、遠隔医療実現可能性の検討を行った。分析の結果、インターネット利用率と携帯電話普及率のデータから、タイ、エジプト、モロッコ、アルジェリアで遠隔医療サービスの導入可能性があることが示唆された。主成分分析およびクラスター分析の結果、経済指標、医療環境指標、IT普及指標によって5クラスターに分類され、本研究により遠隔医療サービス導入可能性が高い国は南アフリカであることが推測された(A群: アルジェリア、エジプト、モロッコ、インドネシア、ガーナ、チュニジア、マダガスカル、ナイジェリア、タイ、B群: バングラデシュ、エチオピア、ケニア、ウガンダ、インド、パキスタン、C群: スーダン、マレーシア、ベトナム、タンザニア、フィリピン、中国、D群: 南アフリカ、E群: 日本、シンガポール)。

本研究で用いたWebサイト分析手法は病院経営の観点から有用であり、医療におけるデータベース・マーケティングの1つとして発展することが予想される。自治体による遠隔健康相談システムの需要および利用価値の算出手法については、利用者のニーズを把握することだけではなく、健康づくり施策の評価指標として利用されることも期待される。医療機器及び遠隔医療技術の普及分析手法については、医療機器及び遠隔医療サービスの開発・販売を行う企業のマーケティング手法や、各国における医療産業の発展を予測する技術として活用することが出来ると共に、関連する他の先端医療情報技術の導入についても応用出来ることが期待される。

第1章 序論

1.1 医療情報の定義

アメリカ医療情報学協会（American Medical Informatics Association：AMIA）によると、医療情報学（Health Informatics）の定義は行われていないが、細分化された分野においては定義を行っており、例えば臨床情報学（Clinical Informatics）については、医療サービスを提供するための情報学と情報技術の応用であると定義しており、臨床研究情報（Clinical Research Informatics）については、健康と病気に関する新しい知識の発見とマネジメントにおける情報学であると定義している[1]。日本医療情報学会では、医療情報について「医療だけでなく、保健・福祉・介護に至るまでの広範な関連分野で発生する情報を指すこととし、関連施設で個人から発生・収集される情報、地域ならびに国レベルで必要とされる施設・政策に関わる情報や、医学・医療などの、蓄積・体系化された知識情報などを含むものとする」と説明している [2]。

医療情報には、①個人の個別的プロフィールを表現する情報（診療情報）、②医療関連施設、地域、国レベルの医療情報、③医学・医療知識の3種類に大別される。①の診療情報は、医療情報の中心をなすもので、患者の診療過程で発生する情報を意味する。この情報は、患者の診療に欠かせない重要な情報であるとともに、蓄積された多くの診療情報は、診療の評価や医療施策・医学研究などのために利活用することが求められる情報でもある。近年では、個人の生涯にわたる健康情報の管理の必要性が謳われていることから、健診情報や日常生活に関わる情報を含めて診療情報を幅広く捉える必要が指摘されている。

1.2 医療情報活用の現状と課題

1.2.1 情報化社会の進展

わが国では、企業活動、研究活動から教養文化活動、娯楽分野等のあらゆる分野において情報化が浸透しているが、今日見られるインターネット、パソコン、スマートフォンなどの普及は、我々の生活様式をさらに急速に変えつつある。世界中に繋がっている情報通信ネットワークを通じて、不特定多数の者が、双方向に文字・音声・画像等の情報を融合して交換することを可能とする高度情報通信社会が現実のものとなりつつあるので、高度情報通信社会の全体像については、今後の技術革新や基盤整備の動向によっても左右されるものではあるが、情報化がさらに進展していくことは確実である[3]。

医療分野における情報化が普及した代表例として、電子カルテが挙げられる。厚生労働省によると、400床以上の一般病院（精神科病床のみを有する病院及び結果病床のみを有する病院を除いたもの）の電子カルテ普及率は、平成20年度は38.8%（720病院のうち279病院が導入済み）であったが、平成29年度には85.4%（706病院のうち603病院が導入済）となり、過去10年間で急速に情報化が進んだことが報告されている[4]。厚生労働省では、2020年度までに400床以上の一般病院における電子カルテ導入率を90%にすることを目標値と

して掲げており、今後も導入が進められることが予想される[5]。

保健医療の領域においても、様々な情報化の取り組みが行われ、普及が進んでいる。近年の情報化のキーワードとして、IoT やビッグデータが頻繁に取り上げられている[6]。IoT の技術進展は、遠隔医療への分野にも大きく貢献しており、新たな遠隔モニタリング技術が開発される等の傾向がある[7]。IoT をはじめとしたデータ収集手段の高度化により、地域や個人に対応した医療・健康・介護に関わる大量のデータ（通称ビッグデータ）の活用が可能となり、地域の医療政策や病院経営、企業のマーケティング活動といった分野への応用が可能となった。次に、病院経営、地域、遠隔医療領域における医療情報活用の現状と課題について述べる。

1.2.2 病院経営における医療情報活用

厚生労働省の平成 29 年度「受療行動調査」によると、医療機関にかかる時に「情報を入手している」者は、外来が 77.7%、入院が 82.6%、「特に情報は入手していない」者は、外来が 17.2%、外来が 13.9%となっており、多くの患者は情報を入手した上で医療機関を受診していることが報告されている。さらに、情報を入手している者について、医療機関にかかる時の情報入手先は、外来、入院ともに全ての年齢階級で「家族・知人・友人の口コミ」が最も高く、次いで「医療機関が発信するインターネットの情報」が、65 歳以上の各年齢階級では「医療機関の相談窓口」が高くなっていた（図 1-1, 1-2）[8]。

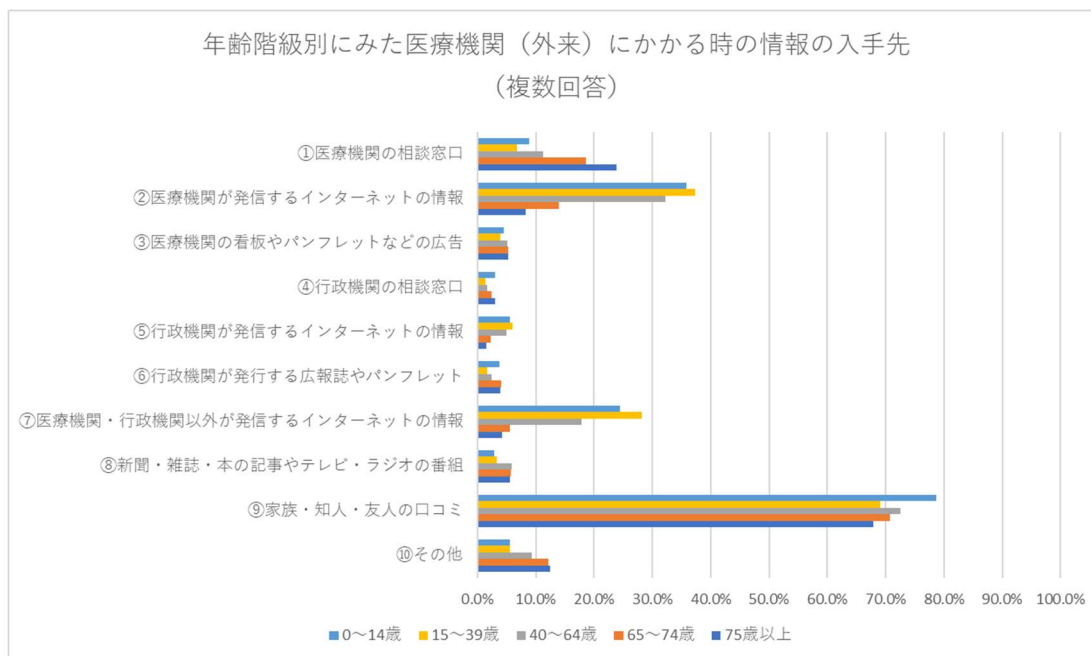


図 1-1 医療機関（外来）にかかる時の情報の入手先（文献[8]より引用）

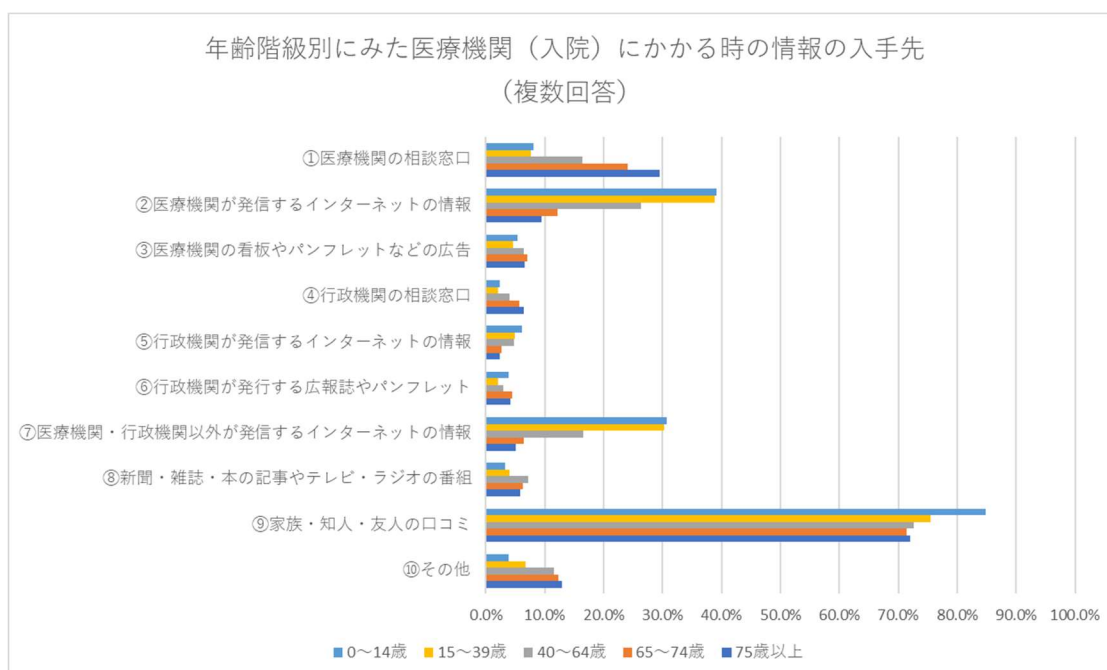


図 1-2 医療機関（入院）にかかる時の情報の入手先（文献[8]より引用）

健康保険組合連合会による平成 29 年度「医療・医療保険制度に関する国民意識調査」では、医療機関を選ぶにあたり参考にするものの回答としては「インターネットの情報を調べる」が 45.3%で、最も多い結果であった（図 1-3）。インターネットの情報源としては「医療機関に関する情報サイト」「医療機関のホームページ」「医療機関専門でない検索サイト」がそれぞれ 50%強の割合であった（図 1-4）[9]。この調査はインターネット調査によって行われたこともあり、インターネットの利用頻度が高い対象者の回答による影響が出たものと考えられるが、総務省の令和元年度情報通信白書によると、2018 年における個人の年齢階層別インターネット利用率は、13 歳～59 歳までは各階層で 9 割を超えていることから、これらの世代が高齢者となった際には、医療機関を選ぶにあたりインターネットを利用する高齢者の割合も増加することが容易に予想されるため、今後医療機関を選択するにあたり、「インターネットを参考にする」と回答する割合は増加すると考えられる[10]。

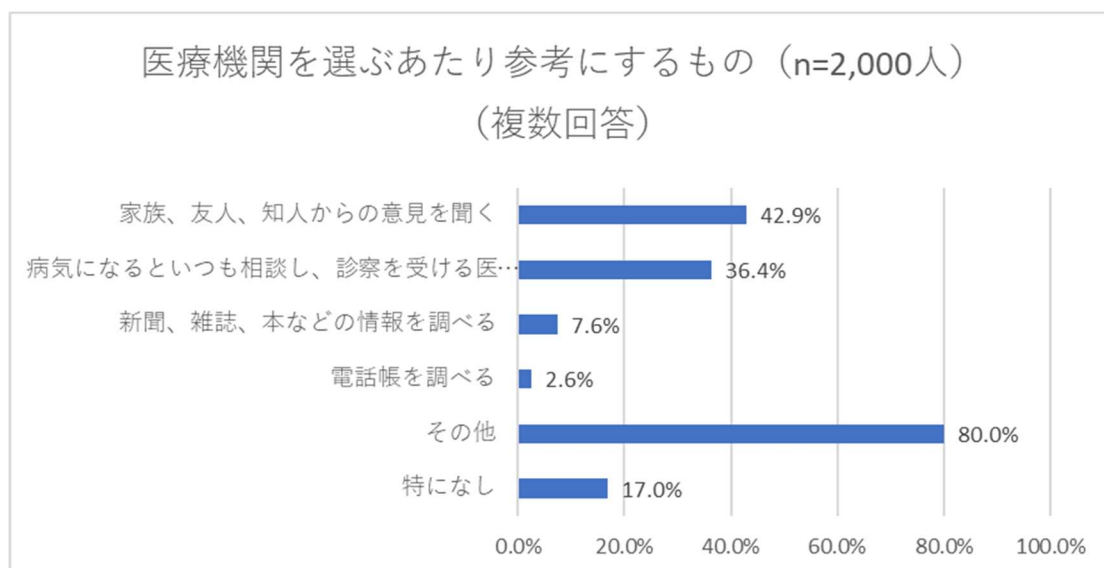


図 1-3 医療機関を選ぶにあたり参考にするもの (文献[9]より引用)

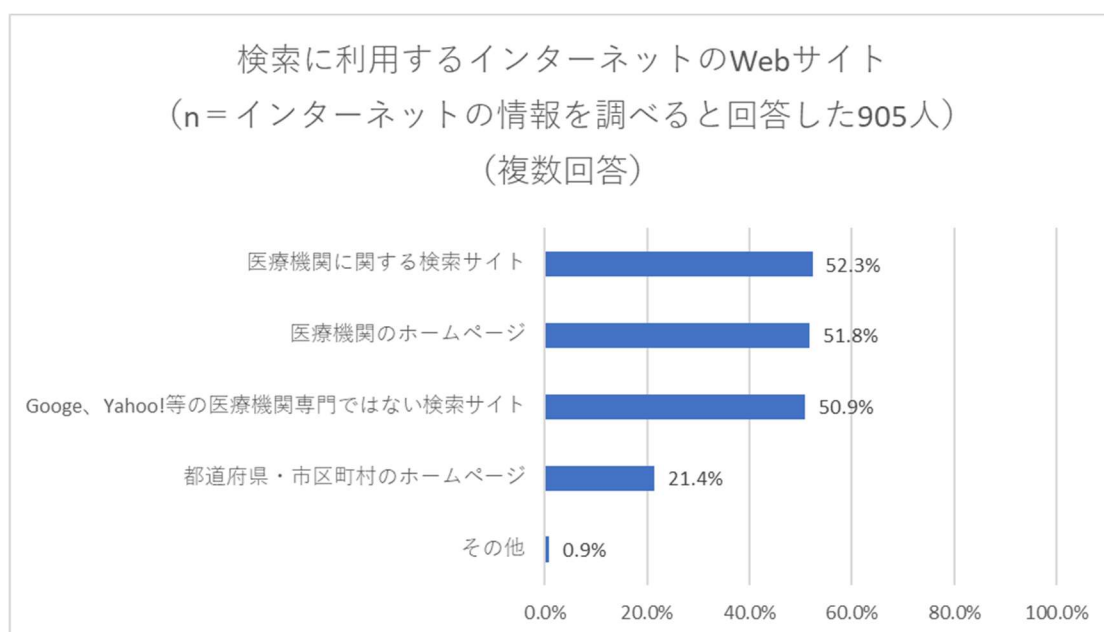


図 1-4 検索に利用するインターネットの Web サイト (文献[9]より引用)

インターネットの普及に伴い、市民は医療情報をインターネットから得るようになったことで、医療機関が行うマーケティング活動にも変化が現れ、インターネットを用いた広報活動が、医療機関において経営戦略の一つとして重視されるようになった。インターネット上の告知行為については「医療法上の広告」とはみなされず、「広報」として位置づけられていることから、掲載内容の自由度が高く、最新の情報への更新が比較的容易であるという利点がある[11]。近年では、Twitter や Facebook 等の SNS (Social Networking Service) ツールを活用する事例や、病院内に医療マーケティング課を導入する等の動きも報告されて

いる[12]。このような背景から、患者が医療情報を取得するにあたって、インターネットが重要な役割を担うようになってきたと共に、医療機関としても、インターネットを用いた情報発信および情報収集は、マーケティング戦略の観点から重要な経営手法の1つとなっているが、医療機関 Web サイトを用いたマーケティング手法に関する研究や、事例に関する報告、医療における Web マーケティング手法の普及に関する報告はこれまでに行われていないのが現状である。

1.2.3 地域における医療情報活用事例

地域において、特に自治体が主とする活動として、民間の PHR(Personal Health record) サービスを活用した健康ポイント事業、母子手帳アプリ、介護予防手帳アプリ、電子お薬手帳、かかりつけ手帳アプリなどの実証実験が行われている[13]。これらもインターネットの普及に伴い実現可能となった取り組みであるが、近年におけるクラウドサービスやモバイル端末(スマートフォン等)の普及が後押ししていると考えられる。また、北海道岩見沢市では、自治体の健康づくり施設に血圧計や体組成計等の健康測定機器を設置し、市民が気軽に健康チェックが出来る体制整備が行われており、測定した健康情報は自治体が運営する健康情報ポータルサイトで確認できるというサービスが行われている[14]。

民間サービスとして、健康チェックサービスの普及も広がっている。厚生労働省では、平成27年度予算の取り組みとして、薬局・薬剤師を活用した健康情報拠点の推進事業を行っており、セルフメディケーションに効果的な事業の充実・発展を推進してきた[15]。その結果、現在では多くのドラッグストアにおいてセルフメディケーション推進のためのセミナーが開催され、血圧計などの検査機器を用いた健康チェックブースが設置されている。

このように、市民が自身の健康を気軽に測定する環境が整備されつつあるが、得られた測定結果を相談する窓口が十分に整備されていないという現状がある。北海道大学大学院保健科学研究院では、産学官連携プロジェクトによる遠隔健康相談システムを構築し、地域での実証実験を国内で初めて行っており、そのサービスのニーズ等の調査を行ってきた[16]。地域住民が自身の医療情報を元に、遠隔にて保健師に健康相談を行うという仕組みであるが、このサービスの課題として、事業継続性という観点から、そのようなシステムの経済性に関する研究が行われていないという点が挙げられる。地域への社会実装を実現するためには、地域の住民がそのシステムに対してどの程度の価値があると考えているか、その結果を元に自治体はどのようなコストを掛けてシステムの開発・運営を行うことが出来るかといった調査が必要であるが、そのような研究はこれまでに行われていない。

1.2.4 遠隔医療への展開

厚生労働省によると、遠隔医療は医療の質の向上・患者の利便性の向上・離島やへき地などにおける医療の地域差の是正等、地域医療の充実の観点から重要と位置付けており、厚生労働科学研究費補助金による研究に対する助成、遠隔病理診断(術中迅速病理診断)・遠隔

画像診断等に対する診療報酬上の評価、遠隔医療のための情報通信機器への補助事業、医師等医療従事者に対する遠隔医療に関する正しい知識や技術の取得を目的とした研修事業などの施策が実施されている[17]。遠隔医療の法律上の根拠については、これまでは1997年当時の厚生省が通知した「情報通信機器を用いた診療」によって、遠隔診療患者の対象が例示されており、離島、へき地、在宅糖尿病患者等の患者であることが挙げられていたが、2015年の厚生労働省が通知した「情報通信機器を用いた診療の明確化」により、これらがあくまでも例示であることが明確化された[18]。これを契機にベンダー各社が市場に参入し、2016年にはスマートフォンと専用アプリケーションを使用した遠隔診療ツールが上市されたことから、国内の遠隔医療市場はベンダー、契約医療機関数ともに増加傾向にあり、今後も急速に市場が拡大するものと見込まれている[19]。

次に、世界における遠隔医療の普及について述べる。Morder Intelligence社の報告によると、2018年の遠隔医療市場の価値は214億4,600万USD（約2兆3196億円）であるが、2024年までに604億4,800万USD（6兆5382億円）になると推定されており、年平均成長率は18.50%になると報告されている。また、地域別ではアジア太平洋地域が最も成長性が高い市場であると報告されている。遠隔医療市場の成長の主な要因については、医療費の上昇、技術革新、遠隔患者モニタリング手法の増加、慢性疾患の負担増加を指摘している。さらに、アジアでは遠隔医療サービスの成長率が高く、アフリカでは成長率が低いことを指摘しているが、サハラ砂漠より南の地域を意味する「サブサハラ・アフリカ」地域では、2035年には人口が中国やインドを上回り、新興国の中でも突出した存在になると見込まれていることや、高い経済成長性を有することも指摘していることから、将来的にはアフリカ諸国においても、遠隔医療サービス市場が拡大することが予想される[20]。しかしながら、どのような要因で、アジア諸国やアフリカ諸国のどのような国において、今後遠隔医療サービスが導入されていくかという調査・研究はこれまでに行われていない。

1.3 先端医療情報技術の定義

本論文では、「ICTを用いた医療情報の新しい活用技術や、これまでに行われていない新たな医療情報の分析技術」を先端医療情報技術と定義する。そのため、前項までに挙げた病院経営、地域、遠隔医療領域における医療情報活用の課題を解決する手法についても、先端医療情報技術に該当するものと考えられる。

1.4 本論文の目的

一般に「情報化」とは、情報のネットワーク化が実現されることにより、科学的、客観的データの蓄積が可能となると共に、大量の最新情報がリアルタイムに伝送、共有されることが可能となることであり、2001年に取りまとめが行われた「保健医療分野の情報化にむけてのグランドデザイン」では、保健医療分野の情報化が進むことによって、医療機関を中心とした医療のシステムにとどまらず、健康づくり・疾病予防といった保健システム、介護

・福祉分野のシステム、さらには医薬産業システム等へのネットワーク化を目指すことが可能となると提言している[21]。その後、2017年に設置されたデータヘルス改革推進本部によって提言された「データヘルス改革」は、国民の健康寿命の更なる延伸と、効果的・効率的な医療・介護サービスの提供を目的としており、ビッグデータの連結、保健医療記録共有によって、①最適な保健医療サービスの提供、②健康・医療・介護のビッグデータの連結・活用、③科学的介護の実現、④がんゲノム情報の活用等、⑤審査支払期間改革、といった5項目を達成することを目指した取り組みが進められている[22]。

わが国における保健医療分野における情報化の取組みは着実に進められており、医療機関や自治体、企業が関わる医療情報の活用についても、急速なインターネットの普及に伴い変化を続けている。これまで、病院経営や地域、遠隔医療領域における医療情報活用の現状と課題について述べてきたが、それぞれの領域における課題を明らかにするための手法や、そのような技術の普及に関する調査・研究はまだ数少ない。さらに、そのような知見・技術が普及されることによって得られる効果について考察されている研究はこれまでに行われてきていない。そこで本研究では、先端医療情報の普及に関する調査及び分析手法の提案を行うことと、それらの技術が導入されることによる効果予測を行う手法の提案を目的として、インターネットを活用した病院経営の視点、地域における遠隔医療技術を活用した健康づくり施策の視点、世界における医療機器普及および遠隔医療普及の視点から研究を行った。

1.5 論文の構成

本論文は全6章から構成される。

第1章では、医療情報の定義から医療情報活用の現状と課題について概要を示し、本研究における課題を明確にする。

第2章では、Webサイト閲覧者が医療機関Webサイトに求める情報を明らかにするため、ベイジック的アプローチによる病院Webサイト閲覧者の閲覧行動モデルを構築し、検索キーワード別コンテンツ訪問確率の推定を行うことで、閲覧者のニーズに基づく閲覧行動を把握する手法を提案する。また、インターネットを活用した経営分析の手法として、Webサイト分析を導入することにより期待される効果について考察する。

第3章では、北海道在住の一般市民における遠隔健康相談システムの需要、並びに利用価値を明らかにすることを目的とし、インターネット調査を利用して支払意思額の推計を行い、支払意思額に影響を与える要因を明らかにする。また、本手法によって算出される支払意思額が、サービス運営者によってどのように活用されるかを考察する。

第4章では、OECD加盟国の医療環境、経済状況について調査し、画像診断機器の導入可能性に関する調査・分析を行い、対象国において医療機器導入の可能性が高い国の可視化を試みる。

第5章では、開発途上国のIT普及状況、医療環境、経済状況について調査し、遠隔医療

実現可能性の検討を行い、アジア・アフリカ地域において遠隔医療サービスの導入可能性がある国を明らかにする。

第6章では、本論文全体を総括する。

【参考文献】

- [1] AMIA <https://www.amia.org/> (accessed 2019-09-16)
- [2] 日本医療情報学会医療情報技師育成部会、医療情報第5版（医療情報システム編）、篠原出版新社
- [3] 文部科学省 Web サイト <http://www.mext.go.jp/> (accessed 2019-09-04)
- [4] 厚生労働省「医療施設調査」<https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/79-1.html> (accessed 2019-09-04)
- [5] 厚生労働省「医療等分野における ICT 化の徹底について」
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/jjkaigou/dai35/siryou3.pdf> (accessed 2019-09-04)
- [6] 水島洋. “保健医療の情報化に関する現状と課題.” *保健医療科学* 67.2 (2018): 144-149.
- [7] 吉村健佑. “厚生労働省における ICT 活用施策の現状.” *保健医療科学* 67.2 (2018): 158-165.
- [8] 厚生労働省 Web サイト 平成 29 年受療行動調査確定数) の概況 <https://www.mhlw.go.jp/index.html> (accessed 2019-09-04)
- [9] 健康保険組合連合会 Web サイト「医療・医療保険制度に関する国民意識調査」
https://www.kenporen.com/include/outline/pdf/chosa29_02.pdf (accessed 2019-09-04)
- [10] 総務省「令和元年度 情報通信白書」
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r01/pdf/index.html> (accessed 2019-09-04)
- [11] 経済産業省サービス産業人材育成部：医療経営人材育成テキスト[Ver. 1.0]マーケティング
<http://warp.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/286890/www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g60828a05j.pdf> (accessed 2019-09-04)
- [12] 戸田裕美子. “医療マーケティング研究の学説史研究.” *商学集志* 83.3 (2013): 81-106.
- [13] 総務省「健康・医療・介護のデータ基盤の構築に向けた総務省の取組 (PHR 関連)」
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/suishinkaigo2018/health/dai6/siryou2.pdf> (accessed 2019-09-04)
- [14] 岩見沢市「健康情報ポータルサイトの公開について」<https://www.iwamizawa-kenkouhiroba.jp/topics/25-portal.html> (accessed 2019-09-04)
- [15] 厚生労働省「都道府県別医薬分業率年次推移 平成 25 年度追加版」
<https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-11121000-Iyakushokuhinkyoku-Soumuka/0000078794.pdf> (accessed 2019-09-04)
- [16] 小笠原克彦, 超高齢社会での産学官連携による ICT を活用した健康支援, 地方自治情報

誌 J-LIS, Vol. 3 No. 6, p23-27

[17] 厚生労働省「医療分野の情報化の推進について」

https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/iryuu/johoka/index.html

(accessed 2019-09-05)

[18] 厚生労働省「情報通信機器を用いた診療の明確化」

<https://www.mhlw.go.jp/file/06-SeisakuJouhou-10800000-Iseikyoku/0000094452.pdf>

(accessed 2019-09-05)

[19] 矢野経済研究所プレスリリース「遠隔医療市場に関する調査を実施（2007年）」

https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/1735 (accessed 2019-09-05)

[20] Mordor Intelligence, TELEMEDICINE MARKET - GROWTH, TRENDS, AND FORECAST (2019

- 2024), <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-telemedicine-market-industry> (accessed 2019-09-05)

[21] 厚生労働省「保健医療分野の情報化にむけてのグランドデザイン」

<https://www.mhlw.go.jp/shingi/0112/dl/s1226-1.pdf> (accessed 2019-09-16)

[22] 厚生労働省「データヘルス改革の取組みの全体像について」

https://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/tyousakai/kensho_hyoka_kikaku/2019/sangyou/dai5/siryuu2-3.pdf (accessed 2019-09-16)

第2章 MCMC(Markov Chain Monte Carlo)による

医療機関 Web サイト訪問者の閲覧行動分析

2.1 背景

2.1.1 インターネットの普及に伴う受療行動の変化

現在の消費行動は AIDMA モデルに基づくとされる[1]。消費者がある商品・サービスを知覚し、購入する、という行動に至るまでのプロセスモデルであるが、Attention(注意)→Interest(関心)→Desire(欲求)→Memory(記憶)→Action(行動)の頭文字から呼ばれる。AIDMA モデルのほかに Memory(記憶)を除く AIDA モデルや、Memory の代わりに Conviction(確信)を入れる AIDCA モデルなどが一般的に知られている[2]。AIDMA 理論に変わり近年、インターネットでの購買行動のプロセスモデルとして広告代理店電通等により提唱されたのが AISAS 理論である。Attention(注意)→Interest(関心)→Search(検索)→Action(行動、購入)→Share(情報の共有)の頭文字から消費者行動を示すものである。特に Search(検索)、Share(情報の共有)に関して言えば、医療サービスを受ける受療者にも同様のことが言えると考えられる[3]。

患者は、消費行動モデルの1つである AIDMA モデルに従い、インターネットを用いて医療機関の情報を収集し、利用可能な医療機関に関する情報を収集する[4]。インターネットの普及に伴い、医療サービスを受ける受療者の消費行動にも変化が生まれていることから、最近では、多くの医療機関が Web サイトの改善に取り組んでいる。インターネット環境とデバイスの発展に伴い、多くの医療機関に関する情報を様々な方法で入手することが可能になった。多くの企業は、インターネット上で情報を積極的に発信することにより、より大きな広告効果を実現していることから、ソーシャルメディアを積極的に利用している医療機関も増えている。しかし、医療機関におけるインターネットメディアの利活用に関する調査及び研究は日本では十分に行われていない。

マーケティングリサーチや社会心理学の分野においては、AIDMA モデルに基づいた、様々な消費行動分析が行われており、消費者の購買心理や内部状態を明らかにした消費者の行動予測や購買要因推測が行われている[5]。しかし、医療分野においては、受療行動分析や医療機関選択の要因推測といった研究は十分に行われていない。インターネット普及に伴う患者の受診行動の変化という視点からも、インターネットを利用して医療情報を取得する患者の行動モデルについて明らかにする必要がある。

インターネットを用いた消費行動の研究として、医療機関以外の Web サイトにおける先行研究では、インターネット利用率の増加によるインターネットを用いた広告・広報活動やインターネット販売の拡大という背景から、アクセスログを用いた Web サイト閲覧行動に関する研究が行われている[6]。製品の販売を目的とするような Web サイトにおいて、消費者ニーズを表すとされている「検索キーワード」と「PV(page view)」を用いた閲覧行動モ

デルが提案されており、検索キーワードによって Web サイト内のどのページに訪問するかを表す訪問確率を MCMC (Markov Chain Monte Carlo) により推定する研究がされている [7]。

2.1.2 ベイズ推定と MCMC

ベイズ統計学とは、ベイズの定理を基本的な分析手法として用いる考え方である。ベイズの定理は同時確率を利用する。事象 A と B に関する条件付き確率と同時確率を考える。

$$P_r(A|B) = P_r(A|B)P_r(B) = P_r(B|A)P_r(A)$$

であるので、これより、(2.1)

$$P_r(A|B) = \frac{P_r(B|A)P_r(A)}{P_r(B)}$$

(2.2)

が得られる。この関係がベイズの定理である。式 2.2 の左辺は、B という事象が発生したという条件での A という事象が発生する確率を意味している。 $P_r(B|A)$ は A が原因であった場合に、B が生じる確率である。 $P_r(A|B)$ は B が結果として得られた場合に原因が A である確率であり、これを事後確率と呼ぶ。 $P_r(A)$ は原因である事象 A が生じる確率であり、事前確率と呼ぶ。ベイズの定理は事前確率から事後確率を得る理論であるが、ベイズ推定では確率分布を推定するため、前述したベイズの定理を一般化する。データを y 、パラメータを θ とする。両者を確率変数と考えて、ベイズの定理を利用すると以下で表される。

$$f(\theta|y) = \frac{f(y|\theta)f(\theta)}{f(y)}$$
(2.3)

左辺の $f(\theta|y)$ は事後分布 (posterior distribution) と呼ばれ、データ y が得られた場合の θ の分布を表している。右辺の $f(y|\theta)$ は尤度である。また、 $f(\theta)$ は θ の分布であり、分析者が事前に知識を持っていると考えて事前分布 (prior distribution) と呼ばれる。 $f(y)$ はデータの分布であり、

$$f(y) = \int f(y|\theta)f(\theta)d\theta$$
(2.4)

から得られる。式 2.4 は、

$$f(\theta|y) \propto f(y|\theta)f(\theta)$$
(2.5)

と表すことができる。このように事前分布と尤度から事後分布を求めるのがベイズ推定で

ある。

MCMC (Markov Chain Monte Carlo) 法とは、多変量の事後分布を用いてパラメータの推論を行う際に、数値積分を利用する代わりに繰り返しモンテカルロ・シミュレーションを利用する方法である。事後分布がわからなくても、事後分布からサンプリングすることが可能であれば、サンプリングされた値を使って事後分布の性質を推論することができる。

MCMC 法では、1 回前にサンプリングされた値を使って次のサンプリングを行うが、代表的な方法としてギブス (Gibbs) サンプリングがある。ここで、ギブスサンプリングについて説明する。未知の母数を $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_m)$ 、観測されたデータを Y とする。事後分布 $f(\theta|Y)$ を求めることは難しいが、全ての未知母数の条件付き事後分布からは容易にサンプリングが可能であるとする。すなわち、

$$\begin{aligned} & f(\theta_1|\theta_2, \dots, \theta_m, Y) \\ & f(\theta_2|\theta_1, \theta_3, \dots, \theta_m, Y) \\ & \vdots \\ & f(\theta_k|\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_{k-1}, \theta_{k+1}, \dots, \theta_{m-1}, \theta_m, Y) \\ & \vdots \\ & f(\theta_{m-1}|\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_{m-2}, \theta_m, Y) \\ & f(\theta_m|\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_{m-2}, \theta_{m-1}, Y) \end{aligned}$$

というように、全ての未知母数の条件付き事後分布を容易な形で記述できるとする。このとき次のように反復的に θ を発生させることにより、事後分布からの標本を得るのがギブスサンプリングである。以下にその手順を述べる。

- (1) まず適当な初期値 $(\theta_1^{(0)}, \theta_2^{(0)}, \dots, \theta_m^{(0)})$ を設定する。
- (2) $\theta_1^{(1)}$ を $f(\theta_1|\theta_2^{(0)}, \dots, \theta_m^{(0)}, Y)$ から発生させる。
- (3) $\theta_2^{(1)}$ を $f(\theta_2|\theta_1^{(1)}, \theta_3^{(0)}, \dots, \theta_m^{(0)}, Y)$ から発生させる。
- (4) $\theta_3^{(1)}$ を $f(\theta_3|\theta_1^{(1)}, \theta_2^{(1)}, \theta_4^{(0)}, \dots, \theta_m^{(0)}, Y)$ から発生させる。同時に $\theta_4^{(1)}, \dots, \theta_m^{(1)}$ を順次発生させていく。
- (5) $\theta^{(i)} = (\theta_1^{(i)}, \theta_2^{(i)}, \dots, \theta_m^{(i)})$ が得られたら、
 - (i) $\theta_1^{(i+1)}$ を $f(\theta_1|\theta_2^{(i)}, \dots, \theta_m^{(i)}, Y)$ から発生させる。
 - (ii) $\theta_2^{(i+1)}$ を $f(\theta_2|\theta_1^{(i+1)}, \theta_3^{(i)}, \dots, \theta_m^{(i)}, Y)$ から発生させる。

(iii) $\theta_3^{(i+1)}$ を $f(\theta_3|\theta_1^{(i+1)}, \theta_2^{(i+1)}, \theta_4^{(i)}, \dots, \theta_m^{(i)}, Y)$ から発生させる。

同様に、 $\theta_4^{(1)}, \dots, \theta_m^{(1)}$ を順次発生させていく。

このように、 $\theta^{(i+1)} = (\theta_1^{(i+1)}, \theta_2^{(i+1)}, \dots, \theta_m^{(i+1)})$ を得ることを $i = 1, 2, 3, \dots$ と繰り返し行う。す

ると $N \rightarrow \infty$ のときに $\theta^{(N)}$ が事後分布 $f(\theta|Y)$ の標本になる。

本研究では二項プロビットモデルを用いており、以下のように表される。

$$\begin{aligned} z_i &= x_i' \beta + \varepsilon_i, & \varepsilon_i &\sim N(0,1) \\ y_i &= \begin{cases} 0 & \text{if } z_i < 0 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases} \end{aligned} \quad (2.7)$$

z_i は潜在変数であり、連続値をとる。 y_i は観測値であり、0 もしくは 1 の値をとる。観測変数は潜在変数の値に依存して決まり、 z_i が 0 以上の場合には 1 をとり、0 より小さい場合には 0 をとる。

ベイズ推定を行うために β の事前分布を設定する。 B の事前分布には正規分布を仮定している。

$$\beta \sim N(b_0, B_0)$$

パラメータと潜在変数の同時分布は以下のように表される。

$$p(z, \beta | X) = p(z | \beta, X) p(\beta)$$

次にギブスサンプリングを行う。

(1) 初期値 $\beta^{(0)}$ を設定する。

(2) $m = 1, 2, \dots$ に対して以下の手順を繰り返す

(i) $z_i^{(m)}$ を発生させる。

$y_i = 1$ の場合には $TN_{(0, \infty)}(x_i' \beta, 1)$ から $z_i^{(m)}$ を発生させる。

$y_i = 0$ の場合には $TN_{(-\infty, 0)}(x_i' \beta, 1)$ から $z_i^{(m)}$ を発生させる。

(ii) $\beta^{(m)}$ を発生させる。

$$\beta^{(m)} | z_i^{(m)}, x \sim N(b_1^{(m)}, B_1^{(m)})$$

ただし

$$b_1^{(m)} = B_1^{(m)}(x' z^{(m)} + B_0^{-1} b_0)$$

$$B_1^{(m)} = (x' x + B_0^{-1})^{-1}$$

(3) 十分大きな N に対して $\beta^{(m)}$, $m = N, N + 1, \dots$ を記録する。

このようにして事後分布を推定するのが MCMC 法である。得られた事後分布の評価は区間推定により行われる。ある区間内に θ が存在する確率が $1-\alpha$ であるとき、その区間を $100(1-\alpha)\%$ 信頼区間という。ベイズ統計学では、この $100(1-\alpha)\%$ 信頼区間は無数に存在するため、この区間を用いた事後分布の評価を行うことができない。そのため、区間内のどの点においても、 θ の確率密度が区間外の任意の点の確率密度よりも大きい区間である最高事後密度区間(Highest Posterior Density Interval, 以下 HPD)を用いることが一般的である[2]。確率分布における $100(1-\alpha)\%$ HPD 区間は、区間内のあらゆる点における確率密度が区間外のあらゆる点における確率密度より大きいという性質と、確率が全体の $100(1-\alpha)\%$ となる区間の中で最も小さい区間であるという性質を持つ。HPD 区間は確率変数の数 k の次元を持っており、数値計算により求めることが可能である。

次に MCMC におけるサンプリングの目的となる事後分布への収束について言及する。MCMC では、マルコフの推移確率に従ってサンプリングが行われていることから、ある回にサンプリングされた乱数と、次の回にサンプリングした乱数との間に自己相関を持つ。ここで自己相関が高ければ高いほど、事後分布への収束が遅いことが知られている[8]。すなわち、MCMC は、独立連鎖に近いほど効率性が高いとされる。

医療分野においても、ベイズ統計学は幅広い分野で応用されている。栗山ら[9]は超音波・マンモグラフィ併用、超音波単独、マンモグラフィ単独の3種類の逐年検診方法を、シミュレーション分析により救命効果、効率の点から比較検討を行っており、その際の陽性反応の中度をベイズの定理を基に算出している。泉ら[10]は急性膵炎例の中に、発症後比較的すみやかに腹部自覚症状や他覚所見、および血中の膵炎関連マーカーが著名に改善したにも関わらず、腹部 CT 所見が逆に悪化するような画像所見との解離現象を客観的かつ定量的に解析する方法として、Evidence-based Medicine (EBM) の手法の1つであるベイズ解析を行っている。また、田中は迷惑メール(Spam)のフィルタとして考案された Bayesian Spam Filter を医学テキストの自動分類に適用し、その可用性を検討している[11]。

このように、ベイズ的アプローチは様々な分野への応用が報告されているが、Web ページによる医療マーケティングという観点から応用された研究は、現状では未だ行われていない。しかし、近年医療機関は、県庁所在地などでは県立病院や市立病院、大学病院、その他公的病院に限られた地域に設置されているため、急性期の総合的な病院同士の競争が激化し、それぞれが採算を維持するためにマーケティング戦略が重要になってきているとされる。病院のブランド化やネットワーク化が進み、利用者がそのブランド価値の認識度により病院を選択する現象が見られる状況の中で、病院は差別化されたマーケティング戦略を行っていく必要がある[12]。今後、このような背景から、今後医療マーケティングにベイズ的アプローチが導入が不可欠である。

2.2 目的

近年、コンピュータの計算能力の向上に伴いマーケティング・サイエンスの分野においてベイズ統計学は積極的に応用されるようになった。そのため、今後多くの分野で応用されることが予想され、特に病院経営の視点から、Web マーケティングの手法として、インターネットを活用して行っていく必要性が求められていく[13]。しかし、医療機関 Web サイト閲覧者に対して、ベイズ統計学と Web マーケティングを応用した閲覧行動モデルに関する研究は未だ行われていないのが現状である。

そこで本章では、医療機関 Web サイト訪問者の閲覧行動特性を明らかにする手法の提案を目的として、ベイジアンアプローチによる病院 Web サイト閲覧行動モデルを構築し、検索キーワード別コンテンツ訪問確率の推定を行った。

2.3 方法

2.3.1 対象

本研究で提案する手法のフローチャートを図 2-1 に表す。

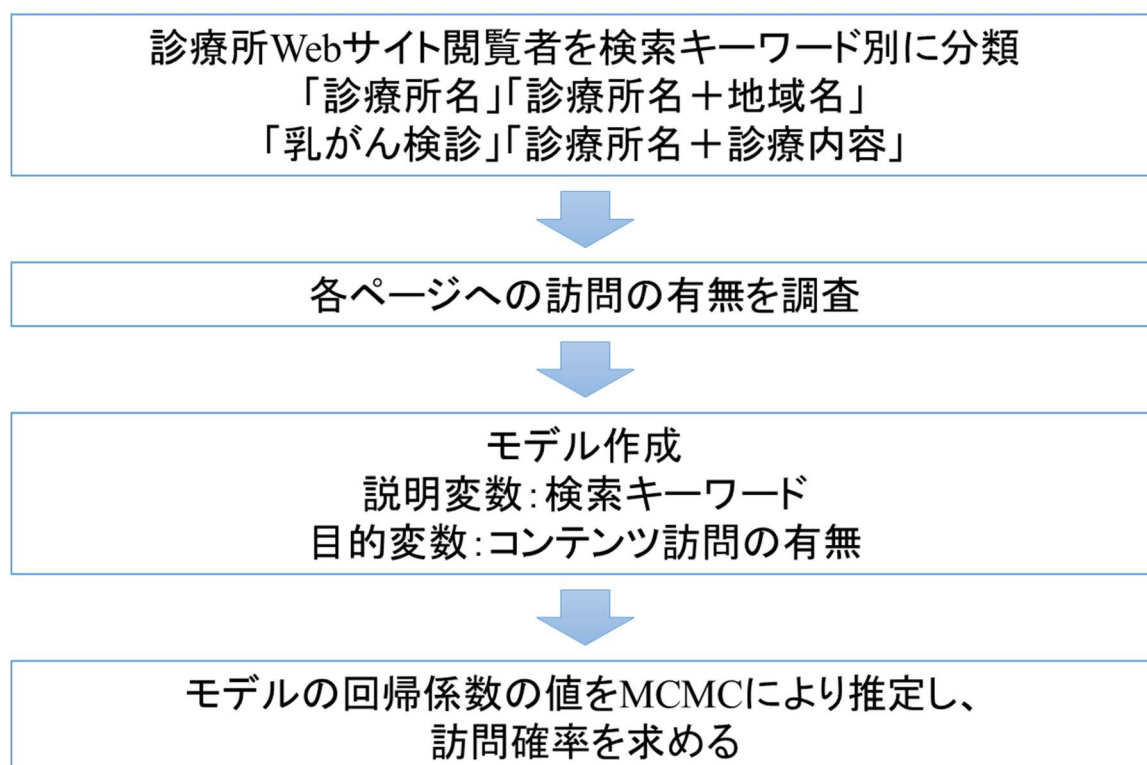


図 2-1 フローチャート

札幌市近郊の内科及び胃腸科を標榜している診療所の Web サイトアクセスログを対象データとした。データの収集期間は 2011 年 1 月 1 日から 6 月 31 日までの 6 か月間 (336 件) とした。アクセスログの収集には、Google Analytics を使用した [14]。

対象 Web サイト内のコンテンツは、「トップページ」、「ニュースページ」、「診療内容紹介ページ」、「乳がん検診ページ」、「休日当番情報ページ」、「その他のページ」となっており、Web ページ内の全ページを対象とした。その他のページは、主に病院に併設する交流スペースの紹介ページである。同一セッション内において、二度目のトップページの訪問の場合は、トップページへのカウントではなく、インデックスページへの訪問として区別されてカウントされるため、「トップページ (再)」と分類した。

Web サイト閲覧者のニーズを表すとされる検索キーワードは、アクセスログから上位 4 項目の「診療所名」、「診療所名+地域名」、「診療所名+診療 (時間・内容)」、「乳がん検診」の 4 変数とした。

(2.9)

2.3.2 分析方法

検索キーワードを説明変数とし、各コンテンツへの閲覧の有無を目的変数とする 2 項プロビットモデルを構築した [15]。2 項プロビットモデルは以下の式に示す。

$$y_i = x_i\beta + \varepsilon_i \quad (2.10)$$

y_i : Existence of a search keyword (yes : 1, no : 0)

x_i : Existence of each page visit (yes : 1, no : 0)

β : Parameter (noninformation prior distribution $\theta \sim N(0, 1 \times 10^3)$)

ε_i : Error term ($\varepsilon_i \sim \text{i.i.d. } N(0, 1)$)

2 項プロビットモデルはマーケティング・サイエンス分野における離散選択モデル (Discrete Choice Models) の 1 つである。離散選択モデルとは、個人が選択集合の中から代替案を選択する事象について定式化したものであり、マーケティング・サイエンス分野では市場での選択行動を結果とする消費者行動を個人レベルで検証できる方法として応用されている [16]。このモデルにより、 β 値を推定し分布を得る。得られた分布は事後分布であり、この分布の中央値を検索キーワード別コンテンツ訪問確率とする。

このモデルに無情報事前分布を用いた MCMC によるシミュレーションを行い、各コンテンツのキーワード別訪問確率を推定した。サンプリングにはギブスサンプリング法を用いた。サンプリング回数は 50,000 回とし、サンプリング開始後 5000 回は初期依存期間 (burn-in) として破棄した [17]。パラメータと潜在変数の同時分布は以下のように表される。

$$p(y, \beta | X) = p(y | \beta, X)p(\beta) \quad (2.11)$$

一般的に、サンプリングの収束状況の確認には自己相関関数(Autocorrelation Function : ACF) を用いるため、本研究においてもこの値を用いた。縦軸は自己相関係数であり、自己相関が高い場合はマルコフ連鎖の精度が低いことを意味している。一般的に、推定した事後分布の ACF の形状を見て収束を判断するが、再現性に問題があるため、本研究においては先行研究を参考に、ラグが 30 以上、自己相関係数が 0.1 以下で収束したと判断した。本研究ではシミュレーション解析には統計ソフト R ver2.13.0 を使用した[18, 19]。

2.3.3 訪問確率の定義

本研究では、MCMC によって推定した事後確率密度関数の最高事後密度区間(Highest Posterior Density Interval, 以下 HPD)を評価に用いた。ベイズ的アプローチの場合、算出された値は推定値の 1 つであるため、その値のみでは判断することができない。そのため、区間推定では得られた確率密度関数の HPD が全て正または負であるときに有意であるとし、HPD の中央値をコンテンツへの訪問確率と定義した[20]。

2.4 結果

各キーワードの推定結果を以下に表す。キーワード「診療所名」で検索した場合、トップページとトップページ(再)、診療内容ページの HPD が正であった。キーワード「診療所名+地域名」で検索した場合、トップページ(再)と乳がん検診ページの HPD が負であった。キーワード「診療所名+診療内容」で検索した場合、トップページの HPD は正であり、お知らせページの HPD は負であった。キーワード「乳がん検診」で検索した場合、乳がん検診ページの HPD は正であった。

表 2-1 キーワード「診療所名」による事後分布推定結果

	95%HPD 区間					収束の可否
	事後平均	標準偏差	2.50%	中央値	97.50%	
トップページ	0.85	0.29	0.3	0.85	1.43	○
トップページ(再)	0.54	0.17	0.2	0.54	0.87	○
ニュース	0.12	0.41	-0.68	0.11	0.93	○
診療内容	0.48	0.17	0.14	0.47	0.81	○
乳がん検診	0.03	0.15	-0.26	0.04	0.33	○
お知らせ	0.32	0.17	-0.01	0.32	0.65	○
休日当番	-0.27	0.19	-0.65	-0.27	0.11	○
その他	0.27	0.2	-0.12	0.28	0.68	○

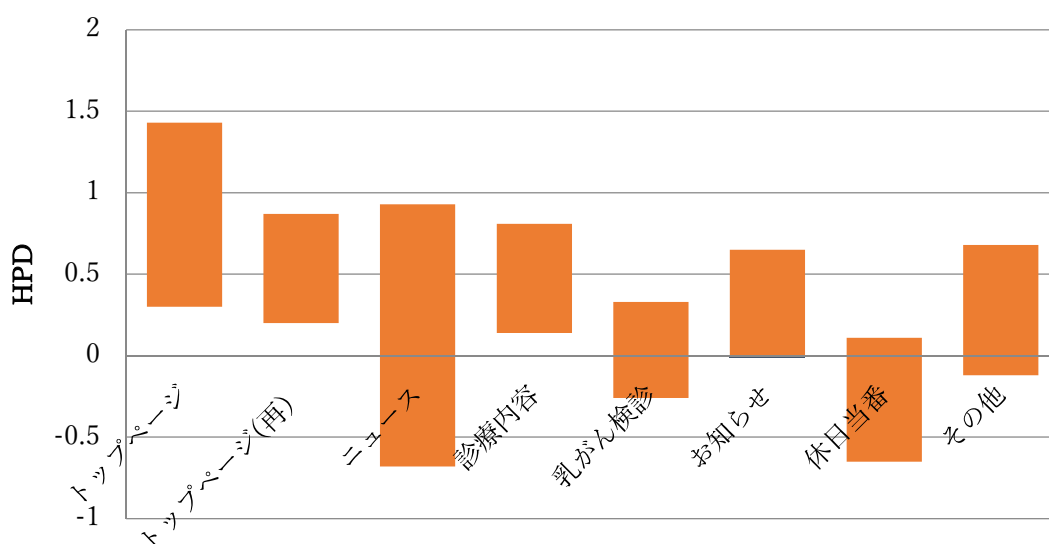


図 2-2 キーワード「診療所名」による事後分布の HPD

表 2-2 キーワード「診療所名+地域名」による事後分布推定結果

	95%HPD 区間					事後平均
	事後平均	標準偏差	2.50%	中央値	97.50%	
トップページ	0.31	0.28	-0.23	0.3	0.85	○
トップページ(再)	-0.48	0.17	-0.81	-0.48	-0.15	○
ニュース	0.33	0.37	-0.38	0.33	1.05	○
診療内容	-0.23	0.16	-0.55	-0.23	0.1	○
乳がん検診	-0.5	0.15	-0.79	-0.5	-0.22	○
お知らせ	0.01	0.16	-0.31	0.01	0.32	○
休日当番	0.09	0.19	-0.27	0.09	0.46	○
その他	-0.06	0.2	-0.46	-0.06	0.34	○

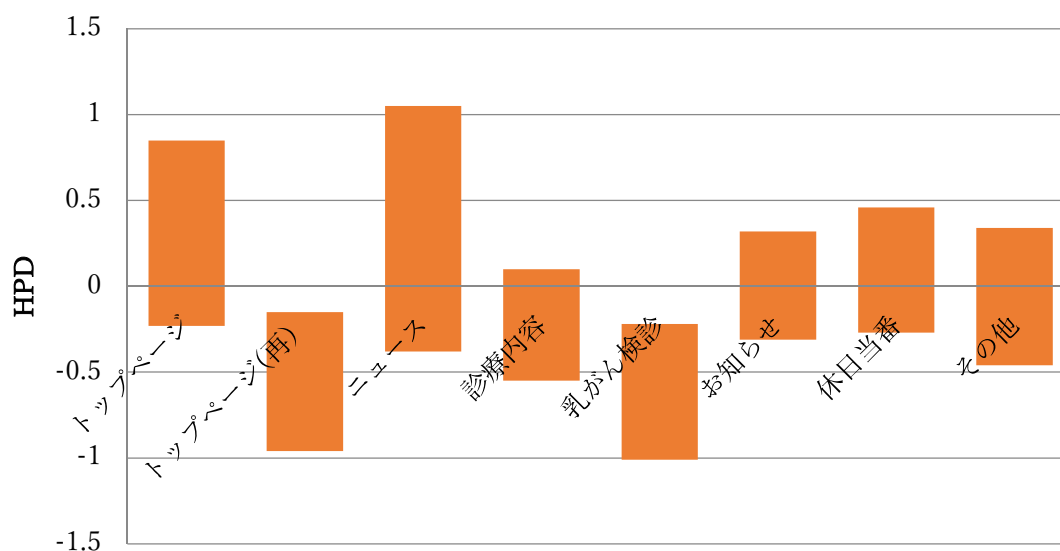


図 2-3 キーワード「診療所名+地域名」による事後分布の HPD

表 2-3 キーワード「診療所名+診療内容」による事後分布推定結果

	95%HPD 区間					収束の可否
	事後平均	標準偏差	2.50%	中央値	97.50%	
トップページ	17.01	9.61	1.26	15.96	37.08	○
トップページ(再)	-0.02	0.45	-0.92	-0.01	0.86	○
ニュース	13.94	12.05	-0.59	10.49	40.41	○
診療内容	0.01	0.41	-0.78	0	0.85	○
乳がん検診	-0.41	0.4	-1.24	-0.39	0.34	○
お知らせ	-0.88	0.43	-1.80	-0.86	-0.09	×
休日当番	0.25	0.48	-0.71	0.25	1.17	○
その他	0.03	0.56	-1.17	0.06	1.06	○

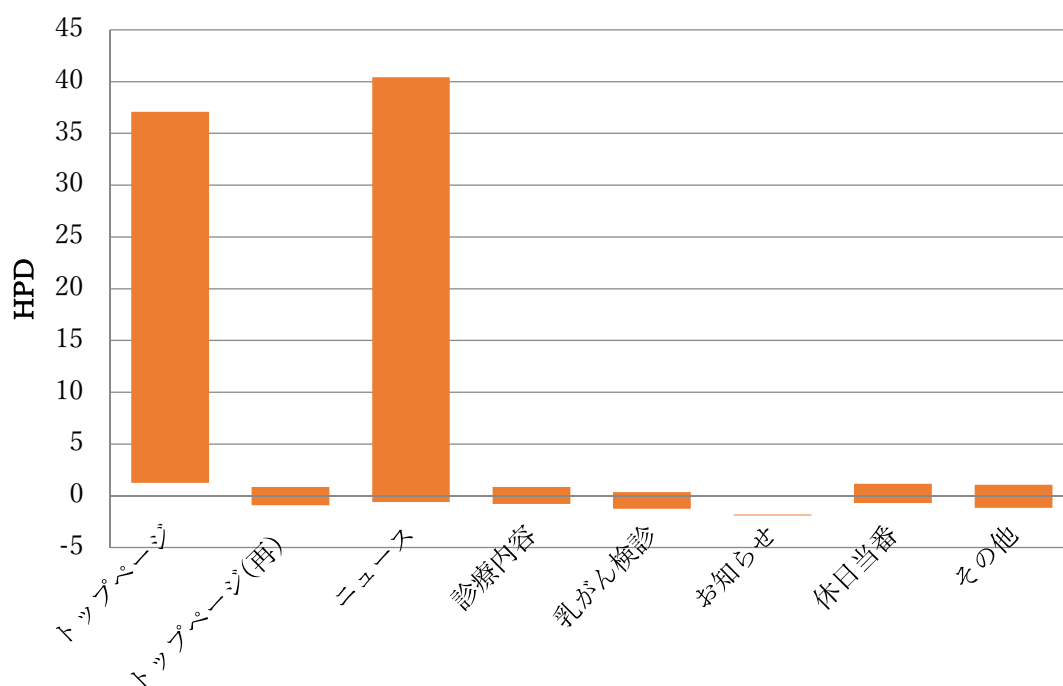


図 2-4 キーワード「診療所名+診療内容」による事後分布の HPD

表 2-4 キーワード「乳がん検診」による事後分布推定結果

	95%HPD 区間					収束の可否
	事後平均	標準偏差	2.50%	中央値	97.50%	
トップページ	-2.34	0.51	-3.35	-2.33	-1.37	○
トップページ(再)	-0.27	0.4	-1.07	-0.27	0.51	○
ニュース	-0.29	0.75	-1.79	-0.29	1.17	×
診療内容	-0.5	0.33	-1.16	-0.5	0.14	○
乳がん検診	14.84	6.59	3.38	14.58	26.66	×
お知らせ	-0.71	0.35	-1.41	-0.71	-0.05	×
休日当番	0.41	0.4	-0.37	0.41	1.22	○
その他	-0.43	0.46	-1.38	-0.42	0.42	○

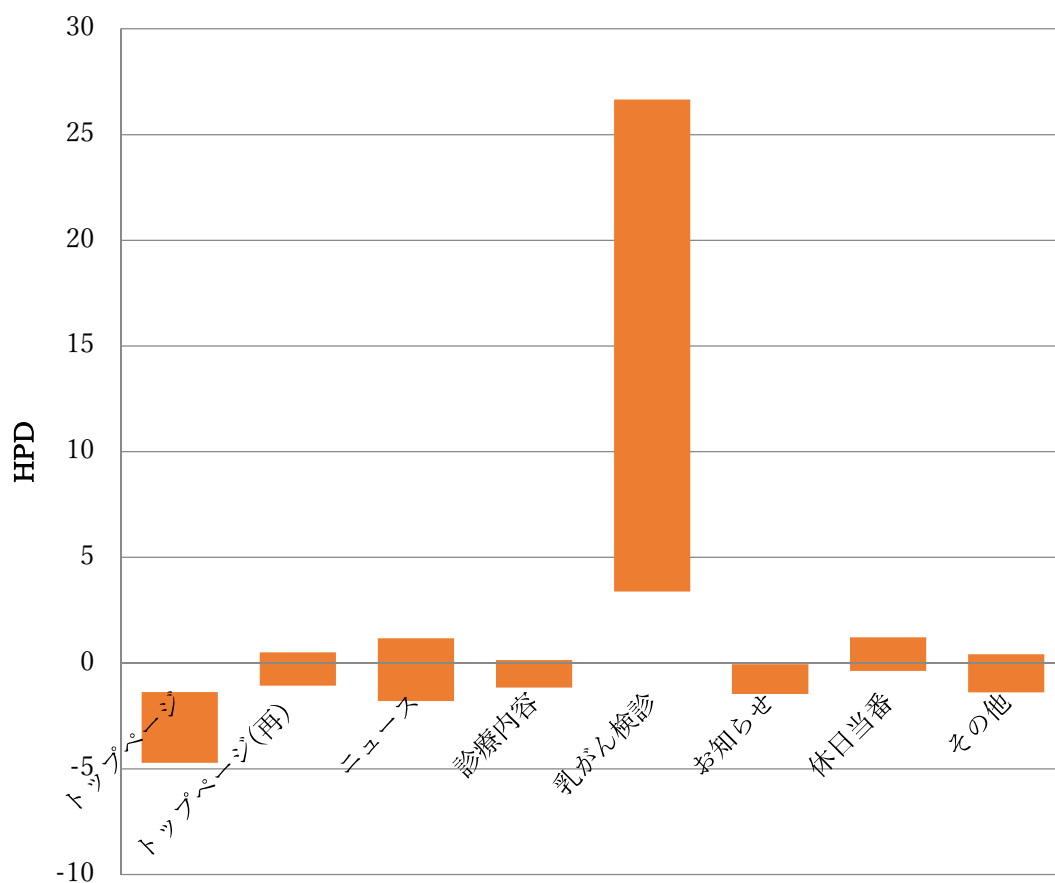


図 2-5 キーワード「乳がん検診」による事後分布の HPD

次に、キーワード「診療所名」で検索した場合のシミュレーションの結果を以下に表す。図 4-5 は推定した事後分布を表しており、横軸はパラメータ β の値である。縦軸は確率密度を表し、得られた事後分布は単峰分布であった。図 2-6 は MCMC のサンプリング収束状況を表しており、縦軸は β 値、横軸はサンプリング回数を表している。図 2-7 はシミュレーションによって得られた自己相関関数を示す。キーワード「診療所名」では自己相関が小さく、十分に収束していた[21]。

キーワード「診療所名」

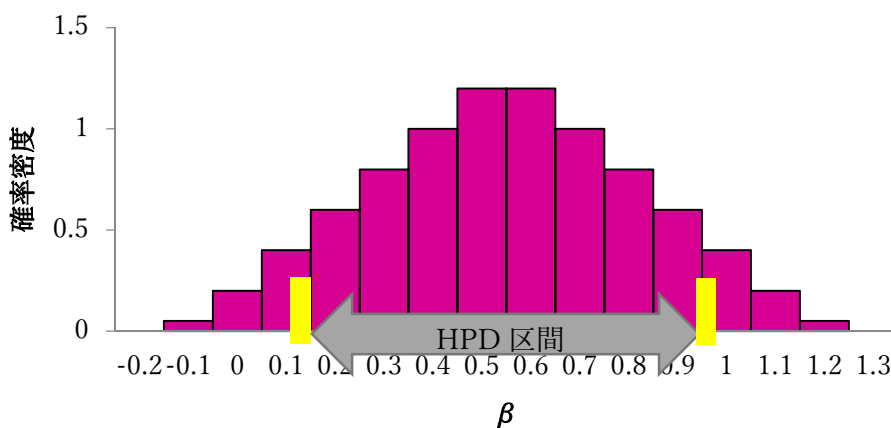


図 2-6 キーワード「診療所名」による事後分布

キーワード「診療所名」

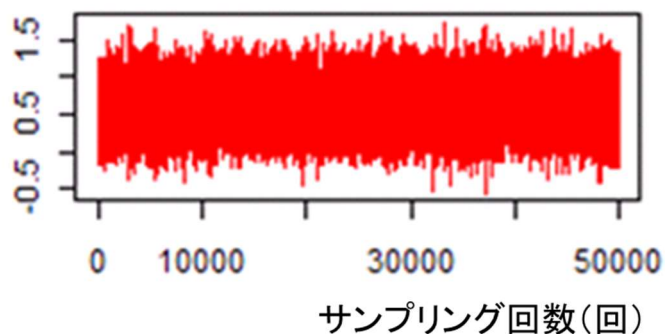


図 2-7 キーワード「診療所名」によるシミュレーション収束状況

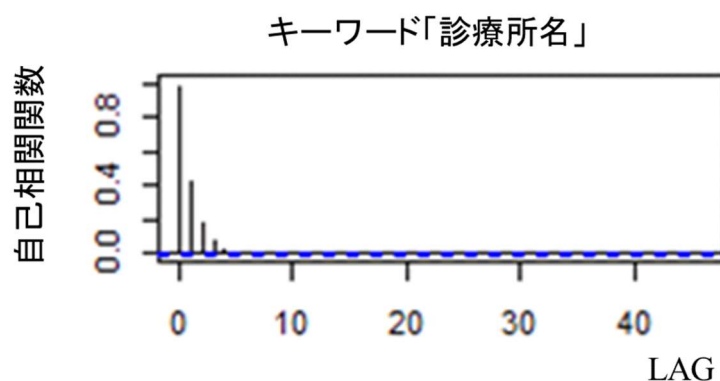


図 2-8 キーワード「診療所名」による ACF

2.5 考察

2.5.1 医療機関 Web サイト閲覧者の閲覧行動分析

MCMC の結果、キーワード「乳がん検診」の診療内容ページについて、ACF の結果から収束があまり安定していないが、その他のページについては全て収束しており、安定したシミュレーション結果が得られたことより、シミュレーション結果は概ね妥当であると言える。

キーワード「診療所名」で検索した場合、トップページとトップページ（再）、診療内容ページの訪問確率が正であった。これは、キーワード「診療所名」で検索することが、トップページとトップページ（再）、診療内容ページへ訪問する確率にプラスの影響を与えていると解釈される。特に、キーワード「診療所名」で検索する閲覧者の関心は診療内容ページにあることが考えられる。また、休日当番ページの訪問確率は負であった。これは、このキーワードで検索する人は、休日当番ページへ訪問する確率にマイナスの影響を与えていると解釈される。この結果の理由として、休日当番情報については、診療所名で検索をすることはなく、他のページからリンク先として訪問する閲覧者が多いことが考えられる。

キーワード「診療所名+地域名」で検索した場合、トップページ（再）と乳がん検診ページの訪問確率が負であった。これは、キーワード「診療所名+地域名」で検索することが、トップページ（再）と乳がん検診ページへ訪問する確率にマイナスの影響を与えていると解釈される。このキーワードの閲覧者は、トップページ（再）への訪問確率が低いことから、同一セッション内でトップページに再訪することが少なく、また乳がん検診ページには関心がない閲覧者であることが考えられる。

キーワード「診療所名+診療内容」で検索した場合、トップページの訪問確率は正であり、お知らせページの訪問確率は負であった。これは、キーワード「診療所名+診療内容」で検

索することが、トップページへ訪問する確率にはプラスの影響を与えており、お知らせページへ訪問する確率にはマイナスの影響を与えていると解釈される。閲覧者が診療内容をキーワードに訪問しているのにも関わらず、診療内容ページ訪問確率が低いことから、閲覧者は知りたい情報までたどり着けていないことが予想される。これは、病院 Web サイトが閲覧者を正しく誘導できていないと考えられる、改善するためには今後ページデザインの変更が不可欠であろう。

キーワード「乳がん検診」で検索した場合、乳がん検診ページの訪問確率は正であった。これは、キーワード「乳がん検診」で検索することが、乳がん検診ページへ訪問する確率にプラスの影響を与えていると解釈される。このことから、キーワード「乳がん検診」で訪問した閲覧者に対しては、閲覧者が求めている情報をそのページまで正しく誘導し、提供することができていると考えられる。この地域においては、乳がん検診を実施している医療機関は少ないため、期待された結果が得られたと思われる。トップページとお知らせページの訪問確率は負であったことから、これらのページには関心が少ないことが予想される。トップページには診療所までのアクセス情報について掲載されているため、トップページへの訪問確率が低いということは、キーワード「乳がん検診」とした閲覧者は、診療所の「患者」になっている可能性が低い可能性がある。

以上の結果から、各コンテンツへの訪問確率は、検索キーワードによって異なる傾向が見られた。このことから、閲覧者のニーズに基づく閲覧行動を把握し、Web サイトを改善することによって、求められる情報ページへの訪問確率を高めることができると考えられる。

2.5.2 本研究の問題点

本研究の問題点として、4つの項目が挙げられる。

(1) 関心度の設定

今回用いた PV は、各ページへの訪問の有無しか結果に反映させることができなかった。閲覧の有無だけでは、そのページにどれくらい関心があるのかわからないため、閲覧者のニーズをどれだけ反映できているかは不明である。そのため、閲覧者の関心を考慮した閲覧時間をモデルに組み込み、分析を行う必要がある。

(2) 対象期間が6か月であった点

医療機関の特性から、季節によって患者数が異なるという問題があるが、本研究ではアクセスログの収集期間が6か月間であったため、季節による患者数の違いが考慮されていない。現状では、医療機関ホームページの研究で、季節性についての研究は行われていない。今後季節毎の分析を行うためにもアクセス件数は重要な問題となると考えられるため、1年を通してアクセスログを収集する必要がある。また、サンプリングの収束の問題から、ある程度のデータ数が求められるため、アクセス件数の多い医療機関 Web サイトを対象とした

分析を行う必要がある。データ数が十分であったかどうかについては、より多くのデータを用いた分析結果と比較する必要があると考えている。

(3) 事前分布設定の問題

本研究ではアクセスログ収集期間の問題から、無情報事前分布を仮定していたため、過去のデータが反映されていないという問題がある。事前分布をどのようにモデル化するかについては、上田ら[22]がノンパラメトリックベイズモデルを用いることで自由度の高い事前分布を設定し、推定を行っている。アクセスログを継続的に収集していくことで、その過去データを反映させた事後分布の推定が可能になることがベイズ推定の特徴の1つある。本研究では、事前分布が無情報事前分布となっていたが、集めたデータを事前分布と設定することで、医療機関 Web ページ閲覧行動の新たなモデルを構築することが出来ると考えられる。また、より良い事前分布から得られた β を用いて、Web サイト訪問者の行動を推定することにより、より良い医療機関の Web サイトを構築することが可能である。

(4) モデル選択の問題

本研究では2項プロビットモデルを用いたが、モデルの妥当性については検討ができなかった。ベイズ的アプローチによる離散選択モデルとして、ロジットモデルや階層ベイズモデル、ノンパラメトリックベイズモデル等が提案されているため、それらのモデルと比較することでモデルの妥当性の検討を行う必要がある。また、医療機関の特徴として病院規模や診療科、地域の違いにより、受診する患者の年齢層や地域が異なるという特徴があるが、本研究では札幌市近郊の診療所 Web サイトのみを対象としているため、地域性や病院規模の特徴を反映させた結果にはなっていない。展望として、今後医療機関 Web サイトの閲覧特性を明らかにしていくために、他の診療科や地域、病院規模等を考慮した分析を行いたい。

2.5.3 本手法の導入により期待される効果

近年、病院のブランド化やネットワーク化が進み、利用者がそのブランド価値の認識度により病院を選択する現象が見られるようになった。このような状況の中で、病院は差別化されたマーケティング戦略を取り入れ、顧客生涯価値などへの認識とともに、CRM (Customer Relationship Management : 顧客関係管理) 導入に乗り出す病院が増えている。病院も医療というサービスを提供する機関であるので、一般的な企業のマーケティングと本質的には同じであるが、公益に関わるサービスを提供しているという点では異なる。しかし、金ら[23]の研究では、医療分野は他の産業よりも CRM が効果的に適用可能な分野であると述べており、本研究で用いた Web サイト分析手法は CRM において有用であり、消費者間の異質性のモデル化を行うことができるため、医療におけるデータベース・マーケティングの1つとして発展することが予想される。消費者間の異質性のモデル化については、購買履歴データの解析や e コマースサイト訪問者の行動分析、Estimating Heterogeneous Price

Thresholds で行われているが、医療の視点では今まで行われていない[24-26]。

医療機関の選択は、医療サービス以外の製品やサービスを選択する場合と同様に、患者の嗜好やブランド間の競合関係などに影響されると考えられる。病院のマーケティング活動において、そういった変数を把握しておくことは非常に重要であり、患者間の異質性を把握する分析を今後検討していく必要がある。

2.6 結論

Web サイト閲覧者が医療機関 Web サイト内のどのページを閲覧し、どのような情報を求めているのかを調査・分析することにより、市民が求める情報を明らかにするため、ベイジックアプローチによる病院 Web サイト閲覧者の閲覧行動モデルを構築し、検索キーワード別コンテンツ訪問確率の推定を行った。対象は札幌市近郊の診療所の Web サイトアクセスログ（2011年1月1日から6月31日まで）とし、検索キーワード別に各コンテンツへの訪問確率を推定した。キーワード「診療所名」の場合、トップページとトップページ（再）、診療内容ページの訪問確率が正であることがわかった。休日当番ページについては訪問確率が負であった。キーワード「診療所名+地域名」の場合、トップページ（再）と乳がん検診ページの訪問確率が負であった。キーワード「診療所名+診療内容」の場合、トップページの訪問確率は正であり、お知らせページの訪問確率は負であった。キーワード「乳がん検診」で検索した場合、乳がん検診ページでは正の訪問確率となった。本研究の課題として、医療機関 Web サイトの閲覧モデルを構築するためには、今回対象とした診療所だけではなく、様々な医療機関を対象として分析することが必要であるため、今後の検討課題としたい。また、今回得られた結果を事前分布として設定し、より精度の高い分析を今後行う予定である。

【参考文献】

- [1] 数江良一, MBA マーケティング第5版, ダイヤモンド社, 1997年.
- [2] 細井謙一, 販売管理論の創成期-その成立と基本問題-, 広島経済大学経済研究論集, 第23巻第1号, 2000年6月.
- [3] 厚生労働省, 医療広告ガイドライン, 2011.
- [4] Japan's Ministry of Economy, Trade and Industry.
<http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g60828a04j.pdf> (accessed 2019-09-13)
Archived at: <http://www.meti.go.jp/report/whitepaper/>
- [5] Murakami T, Suyama A, Orihara R, TOSHIBA Corp. Research& Development Center. Consumer behavior modeling using Bayesian networks. Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence; 2004.
- [6] Saito Y, Behavioral Analysis of Website Visitor by Markov model. The operations research of Japan; 2007.
- [7] Katsumata S, Contents Management by Sojourn Time Evaluation of Website, MMRC Discussion Paper Series, 2008
- [8] John G, Evaluating the Accuracy of Sampling-Based Approaches to the Calculation of Posterior Moments, Bayesian Statistics 4, 1992.
- [9] 栗山 進一, 大貫 幸二, 鈴木 昭彦その他. シミュレーション分析による40歳代超音波乳がん検診の救命効果および効率の検討, 日本乳癌検診学会誌, 16: 93-98, 2007
- [10] 泉順子, 野田愛司, 伊吹恵里, 山本真紀子, 太田美樹子, 大竹円. 急性腭炎における臨床所見と画像所見との解離現象に関する研究; 血中腭分泌性トリプシンインヒビター(PSTI)を用いたベイズ分析からのアプローチ, 愛知医科大学医学会雑誌, Vol. 30, No. 4, 223-236, December 15, 2002.
- [11] 田中昌昭, Spam Filter を用いた要約の自動分類の試み, 川崎医療福祉学会誌 Vol. 15 No. 2 2006 539-552.
- [12] 経済産業省サービス産業人材育成事業, 医療経営人材育成テキスト[Ver. 1.0]マーケティング, 2006.
- [13] Nobuhiko T, Marketing Analysis by Bayes Modeling, Tokyo Denki University Press, 2008.
- [14] Google Analytics, <https://marketingplatform.google.com/about/>
(accessed 2019-09-13)
- [15] Yamamura M, Probit Analysis Based on "National Livelihood Survey" Relevant to Use Nursing Care Service. Proceedings of the Institute of Statistical Mathematics. Vol 55; 2007.
- [16] Tsuchida N, A review on discrete choice models in marketing science, Journal of Business and Institutions, Vol18; 2010: p. 63-91.

- [17] Satomura S, Data Science Learning Through R, Kyoritsu Shuppan Co.,Ltd. ; 2010.
- [18] Jin M, Data Science by R Morikita Publishing Co.,Ltd. ; 2007.
- [19] Ogata Y, Biases and Uncertainties When Estimating the Hazard of the Next Nankai Earthquake, Journal of Geography.110(4), 2001: p.602-14.
- [20] The University of Tokyo
<http://www.omori.e.u-tokyo.ac.jp/MCMC/mcmc.pdf> (accessed 2019-09-13)
- [21] Rick L Andrews, Asim A, Imran S, Hierarchical Bayes versus Finite mixture Conjoint Analysis models: A comparison of fit, prediction, and part worth recovery, Journal of Marketing Research. Vol.39; 2002: p.87-98.
- [22] Ueda N, Yamada T, Introduction to Nonparametric Bayesian Models, Bulletin of the Japan Society for Industrial and Applied Mathematics.17(3).2007:p. 196-214.
- [23] Kim Y, S Dong Heon, A Study on the Success Factor of Hospital CRM, Kawasaki Journal of Medical Welfare. Vol.20;2011: p.319-29.
- [24] Motohashi Y, Higuchi T, Shijyoukouzou no Henka wo kouryo shita Brand Sentaku ni yoru Koubairireki Data no Kaiseki, Japan Institute of Marketing Science(The Japanese Journal of Marketing Research), Vol.21;2013: p.37-59.
- [25] Yamaguchi K, An Analysis of Website visit Behavior by a Hierarchical Bayesian Model Considering the Time Variation of Frequency, Japan Institute of Marketing Science (The Japanese Journal of Marketing Research), Vol.22;2014: p.13-29.
- [26] Terui N, Wirawan D, Estimating Heterogeneous Price Thresholds, Marketing Science. Vol.25;2006: p.384-391

第3章 遠隔健康相談の支払意思額に関する研究

3.1 背景

市民の健康を維持・増進するためには、医療分野、公衆衛生部門、福祉部門間の協力が不可欠であり、近年では光回線などの ICT 技術を活用した遠隔健康相談システムを利用して、部門間の一体的な協力によるサービス提供を行うという需要が高まっている。しかし、現在までに遠隔健康相談について臨床面・システム面・経済面からその有効性について検討された例は少ない。

そこで、北海道大学大学院保健科学研究院では、遠隔 TV 会議システムに血圧計などを配置した遠隔健康相談システムを開発し、その端末を調剤薬局が併設されたドラッグストアおよび北海道大学保健科学研究院に遠隔健康相談室に設置した[1, 2]。相談ブースを設置したドラッグストアは、地域の店舗・医療環境を考慮し、僻地型(1 店舗)・都市近郊型(2 店舗)・都市型(2 店舗)の 5 店舗とした。この遠隔健康相談システムによる健康相談では、臨床経験 5 年以上の看護師・保健師が相談員として健康相談の対応を行ったが、相談員は診断など医療行為を行わず、必要に応じて医療機関への受診をすすめることを原則とした。図 3-1 に遠隔健康相談システムのフローを示す。

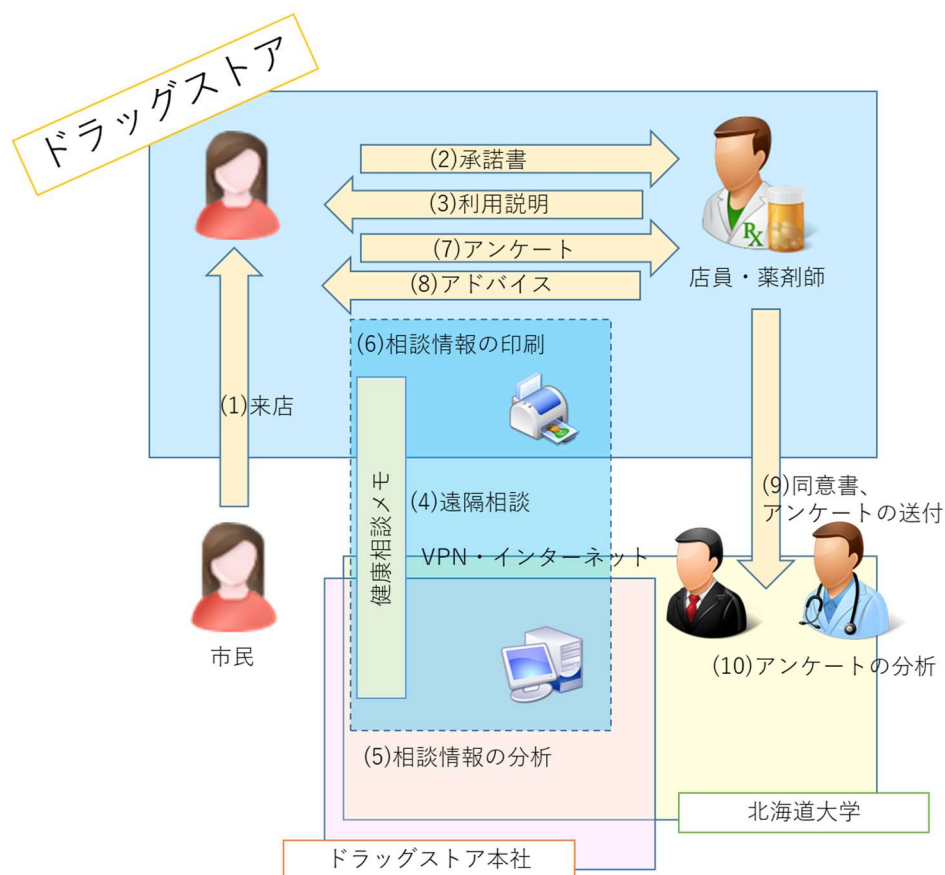


図 3-1 遠隔健康相談システムのフロー

本システムを用いて、2010年3月からの約2年間で約350例の遠隔健康相談を実施した。これらの相談のうち、19%の相談が医療機関での受診が必要と判断し、相談者への受診勧奨を行った。満足度は「とても満足」が5割、「やや満足」が4割であった[3]。遠隔医療の資金源の多くは、国や地方自治体の公的補助金であるため、研究費や公的補助金による助成期間が終了し、資金が無くなると同時に遠隔医療が中止となった例が多い。システムを運用していくためには、初期投資と運営費が必要であり、初期投資は公的補助金で行うことが妥当としても、運営費はシステムを実施される中で調達することが不可能である。本システムも、現在は研究資金を利用し実証実験を行っているが、今後、継続して事業運営を行っていくためには、継続可能なだけの収入を上げる事が必要となる。現在までに、辻らが在宅健康管理システムに関する経済性に関する研究を行なっているが、遠隔健康相談の経済性に関する研究はないのが現状である[5-9]。

遠隔健康相談の継続的な運用を確保するためには、システムの需要と価値を確認する必要がある。過去に調査した本システム利用者による支払い意思額は平均値で350円であったが、サンプル数が少ないなどの問題点も多いことが明らかになった[10]。そこで本研究では、持続可能なだけの収入を上げるためのビジネスモデル構築の基礎資料を提供することを目的として、一般市民を対象とした本システムの経済的な価値を明らかにする調査を行った。

3.2 対象と方法

3.2.1 対象データおよび参加者

国土交通省「CVM適用の指針」[11]に基づき、北海道全体を対象として精度95%・信頼度±5%のデータを得るためには、356件のサンプル数が必要と計算された。インターネット調査は、母集団の偏りなど短所があるものの、十分なサンプル数を確保することが可能で、面接調査法等に比べコストが安く、調査期間が短い等の利点がある。そのため本研究では、インターネット調査を採用し調査を行った。調査対象は、北海道在住の一般市民とした。依頼会社は、インターネット調査会社である楽天リサーチ株式会社とした。依頼会社の北海道のモニター(会員)数は、87,506人であり、その内訳を表3-1に示す。

表 3-1 対象モニターの年齢・性別情報

年齢	男性 (人)	%	女性 (人)	%
29歳以下	6,357	7.26	7,524	8.60
30歳-39歳	13,761	15.73	17,782	20.32
40歳-49歳	13,590	15.53	12,152	13.89
50歳-59歳	7,381	8.43	4,136	4.73
60歳以上	3,323	3.80	1,230	1.41
	44,412	50.75	42,824	48.94

本調査では年齢・地域のバイアスを避けるため、年齢と地域を対象とした調整を行った[12, 13]。具体的には、年齢を「29歳以下」「30代」「40代」「50代」「60代以上」の5段階に分け、地域は「札幌市」「人口5万人～35万人以上の地方中核都市(函館市、小樽市、旭川市、等)」「人口5万人未満の地方市町村(夕張市、網走市、留萌市、稚内市、等)」の3段階に分類し、スクリーニングを行うことで、各サンプル数が均等になるように割り付けた。また、回収率を100%、有効回答率を80%程度と想定し、サンプル数は480とした。調査期間は2011年10月13日～17日とした。

3.2.2 アンケート調査票

本調査では利用したこのとのない住民を対象としたため、遠隔健康相談システムの説明、並びに仮想的な状況を明示し、遠隔健康相談システムに対する具体的なイメージを把握できるようにした。遠隔健康相談システムの説明として、遠隔システムを利用した看護師による医療行為を伴わない健康相談であることを明確にした上で、「現在の運用状況」「遠隔健康相談システムの利点と欠点」「利用可能な代替サービスとその費用」を記述した。また、仮想的な状況として「遠隔健康相談システムがない地域にシステムを導入する場合」を想定し、シナリオを作成した。また、明確なイメージを持ってもらうため、実際利用している場面の写真とイメージ図を添付した。これらの状況説明を行った後、遠隔健康相談システムを一回利用する場合の10分あたり利用料について、ダブルバウンド二項選択方式によって尋ねた。揭示額の設定は、最大揭示額を1,200円とし、表3-2に示すとおり4つのパターンの推奨料金を設定した。

表 3-2 揭示金額のデザイン

初期揭示額	高い揭示額	低い揭示額
300円	500円	100円
500円	700円	300円
700円	900円	500円
900円	1,200円	700円

また、遠隔健康相談システムへのWTPを回答しているかを確認するために、揭示額に対して、2回とも「支払わない」と回答した参加者には、5つの選択肢を使用して、その理由を尋ねた。

- 1) 相談料がもっと安ければ支払う。
- 2) 現在の健康相談サービスで十分である。
- 3) 相談料を支払うだけの価値を感じられない。
- 4) 税金や健康保険で行うべきサービスである。
- 5) この内容だけでは答えることが出来ない。

1)、2)、3) については、遠隔健康相談の支払意思額に関する意見であると判断し、有効回答と設定した。4) は、支払い方法(健康相談への課金)への拒否感を表しており、対象である「遠隔健康相談の支払意思額」への拒否を表していないと考えられるために抵抗回答と想定した。5) は設問を十分に理解していない可能性があり、分析の際のノイズとなるため抵抗回答とした。これらの質問の後、二項選択方式での回答の整合性の確認のために自由回答方式での質問を行った。

本インターネット調査では、必要サンプル数が収集された時点で調査期間が終了するため、回収率は100%となり、未回答の質問は存在しない。更に、WTPに影響を与える要因を分析するために、個人属性に関する質問を行った。質問は、「性別」「年齢」「世帯人数」「年収」「医療機関の受診回数」「遠隔健康相談システムへのアクセス」「居住地」「システムの認知度」「利用の意思」の9項目とした。

3.2.3 WTPの推計方法

WTPを推定するモデルとして回答者の効用に注目したランダム効用ロジットモデルを用い、WTPの平均値と中央値を算出した。回答者が仮想状態を許容する確率関数(受諾確率)Pr(Yes)は、金額が高くなるほど変化が小さくなると想定し、以下のロジットモデルに従うとした。更に、最尤推定法により回答結果からパラメータ α 、 β を推定し、需要曲線を算出した。

$$\text{Pr(Yes)} = \frac{1}{1 + \exp\{\alpha - \beta \ln(\text{Bid})\}}$$

α , β : パラメータ Bid : 金額

WTPの中央値は、推計された需要曲線の受諾確率が半分になる値[Pr(Yes)=0.5]であり、対象者の半分の賛成を得られる金額を示す。WTPの平均値は需要曲線の下側を積分した面積であり、世帯数を乗じて便益の総額を算出する際に用いられる。代表値として、中央値と平均値のどちらを用いるべきかについては、意見の相違がある[13]。中央値は、確率関数の形状にあまり影響を受けないが、平均値は、確率関数の形状に強く影響するために、中央値の方が安定的であるとされる。しかし、便益の測定として、厳密には平均値を利用する方が正しいとされる。そのため本研究では、中央値と平均値の両値を求めることとした。

3.2.4 要因分析

今回設計されたアンケート調査が、理論的妥当性を持っている事を確認するために、回答者の属性に関する質問を設け、その属性の要因分析を行った。その属性が論理的に適合する場合、支払意思額に正、または負の影響を与えると仮定し、支払意思額の理論的妥当性を検証した。支払意思額に影響を与える要因と予想される影響を表3-3に示す。要因分析は、上記の9項目を説明変数、WTPを目的変数とし、ロジスティック回帰分析を行った。WTPの推

計並びにロジスティック回帰分析には R ver2.7.1、及び CVM ver.3.1 を利用した。

表 3-3 WTP に与える影響

要因	予想される影響
年齢	+ 年配ほど健康に対する問題が増え、高い WTP を示す
性別	±
世帯人数	- 世帯人数が多いほど一人当たりの収入が減る
世帯構成	± 子供、高齢者がいる場合は WTP が高くなる
居住地	+ 医療機関へのアクセスが悪い地域ほど WTP が高くなる
医療機関への アクセス	+ 医療機関へのアクセスが良い(近い)ほど WTP が小さい
年収	+ 年収が高いほど WTP が高い
医療機関の受診回数	± 受診回数が多いほど本システムの有用性を感じないために 低い
利用の意思	+ 利用の意思がある場合、WTP が高い
認知度	+ 認知度が高いほど WTP が高い

3.3 結果

3.3.1 アンケート調査の単純集計

回収率は 100% であり回収サンプル数は 480 であった。表 3-4 にサンプルの単純集計表を示す。年齢・地域については、人数を調整し調査を行ったため均等となった。年収は、299 万円以下が全体の半数弱を占めており、年収が高くなるにつれてその割合が減っていた。世帯人数は、1 人暮らしが少なく、2 人あるいは 3 人暮らしの世帯が多かった。医療機関の受診回数であるがは、「受診なし」か「半年に一回」の人が多く比較的健康的な人が多かったと考えられる。医療機関へのアクセスは、30 分未満の人が 9 割弱を占めていた。利用の意思については、どちらも半分程度であった。本システムの認知度であるが、内容を知っていると回答した人は全体の 1 割弱に留まり、全体の 2/3 が本システムを知らないと回答した。

表 3-4 アンケートの集計結果

項目	カテゴリ	n	(%)
年齢	29 歳以下	96	20.0
	30 代	96	20.0
	40 代	96	20.0
	50 代	96	20.0
	60 代以上	96	20.0
性別	男性	240	50.0
	女性	240	50.0
世帯人数	単身(1 人)	87	18.2
	2 人	176	36.8
	3 人	132	27.6
	4 人以上	83	17.4
世帯構成	子供あり	82	17.2
	高齢者あり	50	10.4
年収	299 万円以下	216	45.0
	300～499 万円	113	23.5
	500～749 万円	97	20.2
	750 万以上	54	11.3
居住地	札幌市	160	33.3
	地方中核都市	160	33.3
	地方市町村	160	33.3
医療機関へのアクセス	10 分未満	175	36.5
	10 分～30 分	239	49.8
	30 分以上	66	13.8
一年間の受診回数	受診なし	118	24.6
	半年に一回	159	33.1
	3 か月に一回	95	19.8
	月に一回	64	13.3
	月に一回以上	44	9.2
利用の意思	強く思う・少し思う	220	45.8
	あまり思わない・思わない	260	54.2
認知度	知っている	43	9.0
	言葉を聞いたことがある	117	24.4
	知らない	320	66.7

3.3.2 WTPの推計

アンケート回収数は480票であったが、WTPの質問に対し、整合性の無い回答や、抵抗回答を行った97票を除いた383票を分析対象とした(有効回答率79.8%)。インターネット調査の性質上、記入の不備による無効回答は無かった。WTPの回答パターンの割合を表3-5に示す。揭示金額が高額になるにつれて、支払を拒否する人が増えていた。また、最初の揭示額でYes、二番目の揭示額でNoと回答する人の割合は多いとは言えず、下方バイアスは発生していないと考えられた。

表3-5 揭示金額に対する回答パターン

初期揭示額	回答パターン			
	Yes-Yes	Yes-No	No-Yes	No-No
300円	28	14	41	23
500円	20	16	27	34
700円	19	11	20	42
900円	15	9	7	55

3.3.3 要因分析

要因分析には、WTPの推計と同じサンプル数(383)を利用し分析を行った。要因間の相関は表3-6のとおりである。「WTPと世帯人数・年齢」「世帯人数と子供の有無」に弱い相関関係が認められたが、強い相関を示す要因は無かった。ロジスティック回帰分析の結果を表3-7に示す。本調査では、1%水準で「利用の意思」が有意な差を示した。

表 3-6 各要因間の相関係数

	WTP	認知度	利用 意思	世帯人数	子供	高齢者	年収	受診頻度	アクセス	地域	性別	年齢
WTP	1	0.15	0.29	0.05	-0.01	0.00	0.17	0.14	0.12	0.09	0.05	0.30
認知度		1	0.07	0.08	-0.04	-0.07	0.12	-0.05	0.05	-0.01	0.05	0.15
利用意思			1	0.00	-0.02	-0.09	-0.08	0.06	0.07	0.01	-0.02	-0.03
世帯人数				1	-0.38	-0.16	0.06	-0.03	-0.07	0.05	0.01	-0.01
子供					1	0.09	0.07	-0.10	0.14	-0.05	0.01	-0.06
高齢者						1	-0.03	0.01	0.00	-0.10	0.03	-0.07
年収							1	-0.01	-0.02	-0.04	0.04	0.00
受診頻度								1	-0.04	-0.05	-0.13	0.03
アクセス									1	-0.09	0.03	-0.06
地域										1	0.01	-0.04
性別											1	0.03
年齢												1

表 3-7 ロジスティック回帰分析の結果

	変数	係数	SE	p 値
切片	Constant	1.01	0.63	0.11
年齢		-0.02	0.01	0.86
性別	男性	0		
	女性	-0.29	0.23	0.19
年収	300 万未満	0		
	300-499 万	0.18	0.29	0.54
	500-749 万	-0.11	0.29	0.70
	750 万以上	-0.19	0.36	0.60
世帯人数	単身	0		
	2 人	0.20	0.30	0.50
	3 人以上	0.21	0.31	0.51
世帯構成	子供あり	0.37	0.33	0.27
	高齢者あり	-0.02	0.37	0.97
居住地	札幌	0		
	地方中核都市	0.02	0.26	0.95
	地方市町村	0.11	0.26	0.69
医療機関 アクセス	10 分未満	0		
	10 分～30 分	0.23	0.24	0.33
	30 分以上	0.30	0.34	0.39
受診回数	受診なし	0		
	月に一回未満	0.26	0.27	0.33
	月一回以上	-0.29	0.32	0.37
利用の意思	思う	0		
	思わない	-1.75	0.37	0.00 ***
認知度	知っている	0		
	聞いたことがある	-0.51	0.43	0.23
	知らない	-0.09	0.37	0.81

***は 1%有意を意味する

3.4 考察

3.4.1 支払意思額に影響を与える要因について

北海道全体の一般市民を対象とした本調査での支払意思額は、中央値で 367 円、平均値では 495 円と推計された。ロジスティック回帰分析の結果、1%水準で「利用する意思」が WTP に影響を与えることが示された。また、地方部ほど遠隔健康相談システムへの需要が高いのではないかと想定していたが、地域での差は見られなかった。以下に、年収、利用する意思について検討したい。

3.4.1.1 年収

先行研究において、Kaambwa らは、高血圧の自己管理デバイスの使用について WTP を測定し、WTP が高い世帯収入と関連していることを報告している[14]。本調査においては、WTP と年収について有意な結果は得られなかったが、WTP を中央値と比較すると、表 3-8 に示すとおり、年収 750 万円以上の場合で年収 750 万円以下よりも 147 円高い WTP を示した。この結果から、分類基準とする年収の再設定によって、本システムの WTP についても年収の影響を明らかにすることが出来る可能性があると考えられる。

表 3-8 年収による WTP

	年収 750 万円未満	年収 750 万円以上
n (サンプル数)	335	46
中央値	353 円	500 円
平均値	480 円	606 円

3.4.1.2 利用の意思

利用の意思がある場合は、無い場合に比べて WTP が有意に高い傾向が見られた。この結果から、利用の意思がある人は本システムに対し高い評価をしていることになる。この結果は想定と一致しており、理論と整合している。表 3-9 に示す通り、WTP を中央値と比較すると、「利用の意思がある」場合で 370 円高い 581 円であり、2 倍以上の差が見られた。

表 3-9 利用の意思による WTP

	利用の意思あり	利用の意思なし
n (サンプル数)	190	191
中央値	581 円	211 円
平均値	653 円	346 円

3.4.2 本研究の限界点

本調査では、WTP の最大揭示額を 1,200 円、揭示額を 4 通りに設定した。調査の結果、自由回答での最大の WTP は 1,000 円であり、揭示金額が高額になるにつれて、支払を拒否する人の割合が増えていた。このことから揭示範囲について妥当であったと考えられる。抵抗回答は、全回答 477 例中 99 例であった(抵抗回答率 20.6%)。抵抗回答と設定した設問は以下の 2 つである。抵抗回答 99 例の内訳は、設問 4「税金や健康保険で行うべきサービスである」が 34 例、設問 5「この内容だけでは答えることが出来ない」が 65 例であった。設問 4 の抵抗回答が発生した理由として考えられるのは、「健康相談サービス」について、住民が「お金を支払って利用する」という考え方があまり普及していないことが推測される。健康相談サービスは「主たるサービス」とセットで提供される「付加価値」としてのサービス提供が多く、健康相談そのものは無料で行われることが多い。そのため、実際に利用していない住民にとって、「お金を支払って利用する」というイメージが掴みにくかったものと考えられる。そこで、利用料自体は無料として運営母体の基金への拠出(寄付)等の支払形態を想定した場合、温情効果の発生が考えられるが抵抗回答は減った可能性がある。

設問 5 の抵抗回答が発生した理由として考えられるのは、シナリオの説明が不十分であったことがある。遠隔健康相談を実際に利用できないために、「遠隔健康相談を導入する利点・限界点」についてシナリオで説明したが、その説明が不十分でありイメージとして理解し難かった点が原因として考えられる。今後、追跡調査を行う場合は、遠隔健康相談を導入する利点、並びに限界点について更に調査を行い、明確なシナリオを作成する必要がある。

Donelan らによる研究では、高齢者が在宅中に医療を受けられるようにするさまざまなテレケアプログラムを含む、様々なコミュニティベースのケアプログラムに関する WTP の算出を行っており、家族による支援が高齢者向けプログラムにとって重要であることを報告している[15]。本研究のサービスは高齢者介護に特化したサービスではないが、高齢者が利用することを想定した場合は家族支援に関する情報を提供する必要がある。その為、今後の調査では、調査を実施する前にユーザーの相談内容を分類することが必要になる場合があると考えられる。

3.4.3 本手法の導入により期待される効果

本研究の目的は、持続可能な遠隔健康相談システムの収入を得るためのビジネスモデルを構築する上で必要な基本情報を提供することであり、WTP の高い回答者が持つ様々な特徴が意思決定者となる、自治体等のサービス運営者にとって重要な情報となる。本システムを使用する意思がある人の WTP の中央値は 581 円であり、意思決定者はこの金額を参考にして価格を検討することになると考えられる。地方自治体の政策実施において、進捗状況の重要業績評価指標(KPI : Key Performance Indicator)で検証し、改善する仕組みを確立して、成果を重視した目標設定が求められている[16]。KPI は定量的な評価指標であることが望ましいことから、算出された WTP はサービスを運営する自治体の政策実施における KPI とし

て活用されることが期待される。

3.5 結論

本調査では、北海道在住の一般市民における遠隔健康相談システムの需要、並びに利用価値を明らかにすることを目的とし、インターネット調査を利用して支払意思額の推計を行った。その結果、支払意思額の中央値は367円、平均値は495円と算出された。また、支払意思額に影響を与える要因を分析した結果、「利用の意思あり」の要因においてWTPが有意に高い傾向にあることを明らかにした。

【参考文献】

- [1] T Shimoda, S Yoshimura, Y Yoshida, M Okazaki, T Gotou, S Tamura, K Ogasawara, Development and current status of an advanced tele-health consultation system in Japan. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 2015; 21(3): p. 176-178
- [2] 小笠原 克彦、佐瀬 雄治、吉田 祐子、岡崎 光洋、後藤 輝明、吉町 昌子、岩丸 宏明、田村 信吾、下田 智子、良村 貞子、調剤薬局に設置した遠隔保健相談システムの開発と実証実験. 第30回医療情報学連合大会論文集 2010:1181-1182
- [3] K Ogasawara, A Tamotsu, et al., Advanced Tele-Health Consultation System connected between the pharmacy and University -Summary for 18 months, An official journal of the Japan Association for Medical Informatics, 2011; 31(Suppl.), p. 769-770
- [4] S Kaihara, Requirement for Telemedicine to Be Implemented in Japanese Clinical Setting, An official journal of the Japan Association for Medical Informatics, 2002; 22(2), p. 189-196
- [5] http://www.soumu.go.jp/main_content/000087084.pdf
(accessed 2019-09-13)
- [6] Hopp F, Woodbridge P, Subramanian U, et al., Outcomes associated with a home care telehealth intervention. *Telemed J E Health* 2006;12: p. 297-307.
- [7] Chih-Ming Chen, Web-based remote human pulse monitoring system with intelligent data analysis for home health care, *Expert Systems with Applications*, 2011; 38
- [8] S Koch, Home telehealth - Current state and future trends, *International Journal of Medical Informatics* 2006;75, p. 565-576
- [9] A Gund, et al., A randomized controlled study about the use of eHealth in the home health care of premature infants
- [10] 阿部 保、中安 一幸、良村 貞子、下田 智子、岡崎 光洋、田村 信吾、岩丸 宏明、後藤 輝明、吉町 昌子、小笠原 克彦、他遠隔健康相談サービスの支払意志額の推計 第31 医療情報学連合大会論文集、2011: 771-772.
- [11] <http://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/090713/cvmshishin/cvmshishin090713.pdf>
(accessed 2019-09-13)
- [12] K Kuriyama, Value of environment and evaluation methodologies. Hokkaido University Press. 1998
- [13] K Kuriyama, Contingent Valuation Method: Theory and Practice. Tsukiji Shokan publishing. 1997
- [14] Kaambwa, Billingsley, et al., What Drives Responses to Willingness-to-pay Questions? A Methodological Inquiry in the Context of Hypertension Self-

- management. *Journal of Health Economics and Outcomes Research* 4.2 (2016): p. 158-171.
- [15] Donelan, Karen, et al., Patient and Clinician Experiences with Telehealth for Patient Follow-up Care. *The American journal of managed care* 25.1 (2019): p. 40-44.
- [16] 川北泰伸. “地方創生における自治体の現状と政策実施.” 同志社政策科学研究』 特集号 (2016): 27-43.

第4章 OECD加盟国を対象とした画像診断機器の普及要因の可視化

4.1 背景

新興国における医療需要の拡大や先進国における高齢化の影響を受け、医療機器の世界市場は約8%の成長率を維持している。図5-1に医療機器世界市場の将来見通しを表す。2007年では約1,949億US\$の市場規模であったが、2017年には約4,344億US\$の市場規模になることが見込まれており、今後も拡大すると予測されている[1,2]。

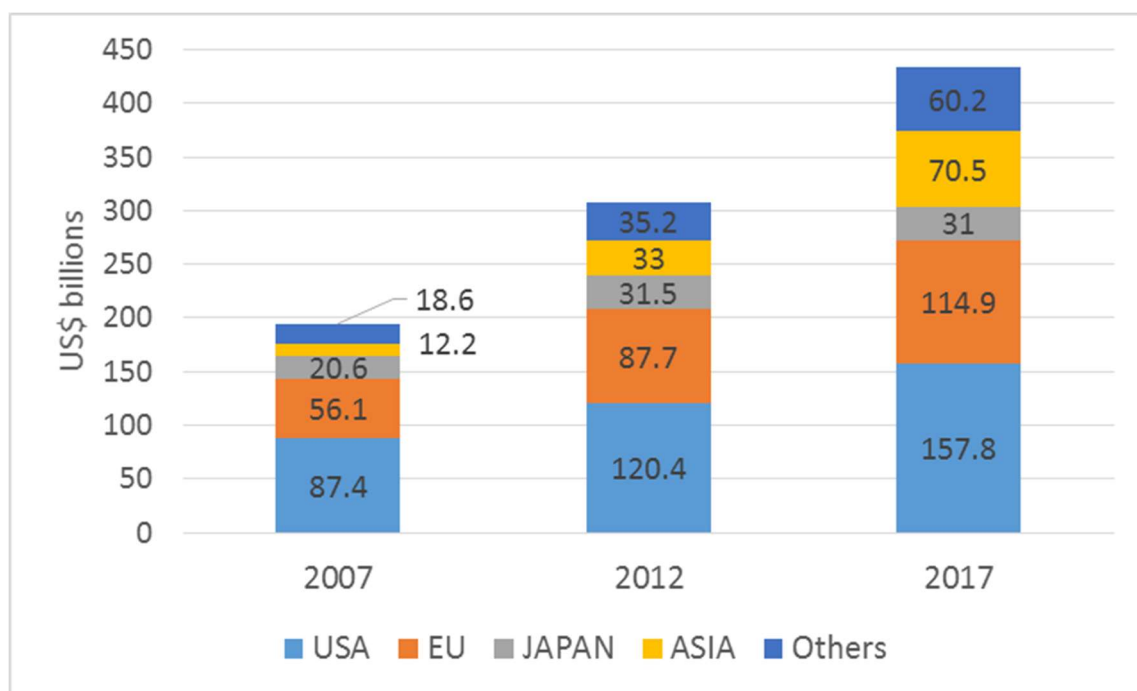


図5-1 医療機器市場見込み（文献[1]より引用）

一方、Rohaya らの調査によると、新興国が医療機器、特に医療画像機器を導入することにより得られる潜在的なベネフィットは非常に大きいことが報告されており、東南アジア諸国や東ヨーロッパ諸国においては、医療画像機器需要の拡大が予想されると報告している[3]。新興国における医療画像機器の導入要因として、PACSの導入推進や政府主導による導入支援、ヘルスケアコンシューマリズムや医療ツーリズムの拡大等を挙げているが、その他の要因としては、人口増加や平均寿命の増加、高齢化、医療インフラ及び医療サービスの未設備、などが挙げられるだろう。

これらは新興国だけではなく、先進国の医療機器市場が拡大するための要因と考えることが出来る。特に医療インフラの整備、医療ツーリズムへの対応という点では、CTやMRIといった画像診断分野の大型医療機器について、需要拡大が予想される。

先行研究では、CTやMRIのような大型医療機器の普及状況について、日本や中国、イラン等の国々を対象とした調査が行われている[4-6]。またRaymond Cらによって、アジア諸

国における大型医療機器の普及状況および利用状況の国際比較が行われているが、この研究によると、人口 100 万人当たりの CT 導入台数および人口 100 万人当たりの MRI 導入台数には格差が生じていることが報告されている[7]。このような大型医療機器の導入要因について、Eun-Hwan らは人口当たりの医療費が高いことと、病院に対する償還額の支払い方法が出来高払いであることが、CT や MRI の普及に影響していると報告している[8]。Myung-Il, et al は韓国での MRI の普及要因を分析しており、地域の平均課税所得や人口当たり医師数および地域あたりの 65 歳以上人口割合などが、MRI 普及に対してプラスの効果を持っており、地域当たりの既存 MRI 台数などはマイナスの効果を持っていると報告している[9]。人口当たり医療費や支払い方法については、各国の間で異なっていることが現状であり、Tuvia らの研究ではアメリカにおける医師数、病床数等の医療資源の格差について地理的なトレンドから分析をしているが、世界各国における CT や MRI といった大型医療機器の導入状況の差に関する研究や、世界各国における CT や MRI の導入可能性が高い国を調査した研究、それらの情報の可視化に取り組んだ研究については、現在のところ行われていない[10]。世界の医療機器市場規模で見ると、現状としては、先進国市場が 8 割を占めている状況にあるが、市場の成長が期待される新興国での市場拡大を行うことは、医療機器産業の更なる発展および世界的な医療水準の向上という視点で重要であると考えられる。

これらの背景を踏まえ、今後さらなる成長、発展が見込まれる医療機器産業が諸外国において受け入れられる可能性があるのではないかと考えた。そこで本研究では、医療機器が整備されていると考えられる OECD 加盟国を対象として、各国の医療資源及び経済状況の関係を調査・分析を行い、各国で画像診断機器が導入されるための要因およびその可能性の可視化を試みた。

4.2 方法

4.2.1 調査対象国

世界における公的に利用可能な医療機器市場データのうち、最大のデータベースは OECD データベースであることから、本研究では OECD データベースを使用した。調査対象国は OECD 加盟国 34 カ国中、データを得ることが出来た 29 カ国とした。以下に調査対象国を 2016 年の医療機器市場見込みが大きい順に表す[11]。過去の OECD による調査では、5 年毎に報告が行われていることから、本研究においても 5 年前のデータである 2011 年のデータも併せて分析した。

表 4-1 調査対象国の医療機器市場規模

OECD 加盟国	2011年度と2016年度の医療機器市場規模			GDP (USb\$)
	2011 (USm\$)	2016 (USm\$)	成長率 (2011-2016)	
アメリカ	105761.5	133961.5	4.8%	16,663,160
日本	32256.7	33505.1	0.8%	4,612,630
ドイツ	19547.1	22900.8	3.2%	3,553,607
イギリス	9163.5	10827.1	3.4%	2,483,660
フランス	8838.7	10178.4	2.9%	2,478,250
イタリア	8221.7	8987.9	1.8%	2,109,334
韓国	4878.7	7863.3	10.0%	1,661,723
カナダ	6453.1	7616.7	4.4%	1,512,972
オーストラリア	2476.4	6125	13.1%	1,040,376
スイス	4661.7	5109.9	1.9%	460,259
スペイン	4520.4	4961.7	1.9%	1,516,434
メキシコ	3489.2	4321	4.4%	1,999,821
ポーランド	1999.1	3001.1	8.5%	909,269
オーストリア	2476.4	2899.4	3.2%	382,599
トルコ	1959.9	2798.7	7.4%	1,409,344
オランダ	2316.4	2618.7	2.5%	785,388
デンマーク	1736.3	1945.7	2.3%	245,834
ベルギー	1529.8	1801.5	3.3%	461,908
チェコ	1454.3	1797.9	4.3%	304,418
ハンガリー	823.8	1107.3	6.1%	232,559
フィンランド	959.7	1102.7	2.8%	217,651
イスラエル	912.6	1096.8	3.7%	263,535
ポルトガル	887	983	2.1%	289,157
ギリシャ	962.8	918.7	-0.9%	279,862
スロバキア	497	781.8	9.5%	143,908
チリ	495.4	651.3	5.6%	386,099
アイルランド	618.6	575.8	-1.4%	215,632
スロベニア	328.6	410.1	4.5%	59,058
エストニア	117.6	138.7	3.4%	34,537

4.2.2 調査指標

調査指標は医療環境指標、経済状況指標の2つのカテゴリに分類した。それぞれの指標について以下に示す[12-13]。

表 4-2 調査指標

医療環境指標	(1) 医師数 (対千人)
	(2) 病床数 (対 100 万人)
	(3) CT 保有台数(対 100 万人)
	(4) MRI 保有台数 (対 100 万人)
経済状況指標	(1) GDP (100 万 US\$)
	(2) GDP に対する一人当たりの医療支出 (US\$)
	(3) 医療費 (政府負担) (US\$)
	(4) 医療機器市場見込み(100 万 US\$)

4.2.3 分析方法

医療環境指標と経済状況指標から主成分分析を行い、抽出された2つの主成分を軸として、結果をグラフ上に可視化し、対象国を画像診断機器の導入可能性別に分類した。次に、CT台数およびMRI台数を目的変数とし、その他の医療環境指標および経済状況指標を説明変数とした重回帰分析を行うことで、画像診断機器の導入数に最も影響の大きい要因を抽出するとともに、導入可能性の結果をグラフ上に可視化した。統計分析には JMP Pro ver. 12.2.0 を使用した。

4.3 結果

4.3.1 主成分分析の結果

主成分分析の結果を表 4-3 に表す。

表 4-3 主成分分析によって得られた主成分の係数

	指標	第 1 主成分	第 2 主成分
医療環境指標	医師数 (対 1000 人)	0.03198	-0.26163
	MRI 保有台数 (対 100 万人)	0.42346	-0.31344
	CT 保有台数 (対 100 万人)	0.35874	-0.44558
	病床数 (対 1000 人)	0.16040	-0.59565
経済状況指標	GDP (100 万 US\$)	0.41027	0.34994
	一人当たり医療費	0.42937	0.20948
	一人当たり医療費 (政府)	0.36537	0.06240
	医療機器市場見込み (100 万 US\$)	0.42316	0.33125

第 1 主成分の全ての係数が正となっており、医療環境指標では、MRI 保有台数と CT 保有台数、経済状況指標は全ての項目において大きく影響していたことから、この第 1 主成分を「経済状況・医療環境の成熟度」と定義した。第 2 主成分については経済状況指標の係数は負、医療環境市場の係数は正となっていた。この結果から、第 2 主成分を「医療機器市場の成長可能性」と定義し、MRI や CT、病院数が充実している国ほど、今後の市場成長性は低いと解釈できるように設定した。図 4-2 から、縦軸では上に行くほど「医療機器市場の成長可能性」が高く、下に行くほど「医療機器市場の成長可能性」は低い。横軸では右に行くほど「経済状況・医療環境の成熟度」が高く、左に行くほど「経済状況・医療環境の成熟度」が低い、と解釈することが可能である。

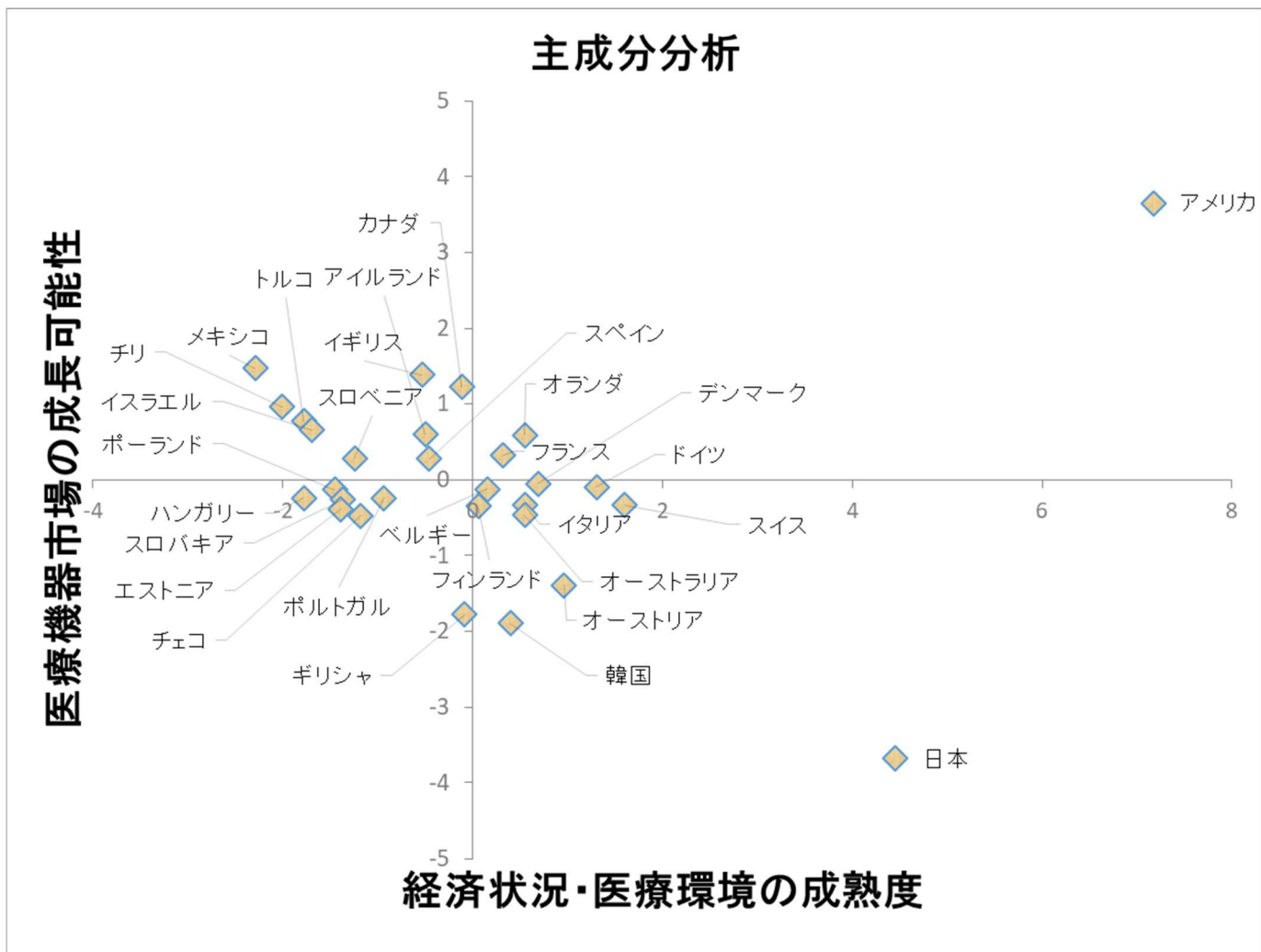


図 4-2 主成分分析の結果

主成分分析結果をもとに、4つのグループに分類した結果を表5-4に表す。また、各項目におけるグループの平均値を比較した表を表5-5に表す。

表 4-4 グループ分類結果

グループ	国名	経済状況・医療環境 の成熟度	医療機器市場の 成長可能性
グループ A	アメリカ	高い	高い
	オランダ		
	フランス		
グループ B	ベルギー	高い	低い
	デンマーク		
	イタリア		
	ドイツ		
	フィンランド		
	オーストリア		
	韓国		
	日本		
	オーストラリア		
	スイス		
グループ C	メキシコ	低い	高い
	イギリス		
	カナダ		
	チリ		
	トルコ		
	イスラエル		
	アイルランド		
スロベニア			
スペイン			
グループ D	ハンガリー	低い	低い
	エストニア		
	チェコ		
	ポーランド		
	スロバキア		
	ポルトガル		
	ギリシャ		

表 4-5 グループの平均値の比較

指標	グループ A	グループ B	グループ C	グループ D	
医療環境 指標	医師数 (対 1000 人)	3.1	3.4	2.6	3.8
	MRI 保有台数 (対 100 万人)	18.8	20.9	8.3	9.8
	CT 保有台数 (対 100 万人)	23.2	39.3	12.3	19.6
	病床数 (対 1000 人)	4.6	6.7	2.8	5.6
経済状況 指標	GDP (100 万 US\$)	6,642,266	1,474,592	1,094,062	313,387
	一人当たり 医療費	5,989	4,088	2,520	1,960
	一人当たり 医療費 (政府)	3,980	3,042	1,745	1,403
	医療機器市場 見込み (100 万 US\$)	48,920	9,224	3,696	1,247
第 1 主成分	経済状況・医療 環境の成熟度	高い	高い	低い	低い
第 2 主成分	医療機器市場の 成長可能性	高い	低い	高い	低い

B グループ（経済状況・医療環境の成熟度が高く、医療機器市場の成長可能性は低い）は A グループ（経済状況・医療環境の成熟度、医療機器市場の成長可能性の両方とも高い）と比較して、医療環境は充実している反面、MRI 保有台数および CT 保有台数が多いわりに GDP や医療機器市場見込み額が少ない点が、医療機器市場の成長可能性が低い要因であると考えられる。C グループ（経済状況・医療環境の成熟度が低く、医療機器市場の成長可能性は高い）は A グループと比較して、経済状況指標、医療環境指標の全ての項目において下回っている。B グループと比較しても同様である。D グループ（経済状況・医療環境の成熟度、医療機器市場の成長可能性の両方とも低い）は A グループと比較して、医師数や病床数では上回っているが、その他の項目全てで下回っている結果となった。B グループと比較すると、全ての項目で下回っており、C グループと比較すると、医療環境指標は全て上回っているが、経済状況指標は全て下回っているという結果となった。

Cグループは「医療機器市場の成長可能性」が高いグループに分類された。主成分分析の結果、Bグループは「経済状況・医療環境の成熟度」が高く、「医療機器市場の成長可能性」が低いグループで、Cグループは「経済状況・医療環境の成熟度」が低く、「医療機器市場の成長可能性」が高いグループと分類したが、各項目の平均値を比較すると、CグループはBグループと比較して、全ての項目において下回っている。

4.3.2 重回帰分析の結果

医療機器市場の成長可能性が高いAグループ（アメリカ、オランダ、フランス）、Cグループ（メキシコ、イギリス、カナダ、チリ、トルコ、イスラエル、アイルランド、スロベニア、スペイン）を対象に、CT台数およびMRI台数を目的変数、その他の医療環境指標、経済状況指標を説明変数とした重回帰分析の結果を表4-6に表す。

表4-6 CT台数およびMRI台数を目的変数とした重回帰分析の結果

変数	CT台数		MRI台数	
	自由度調整済 R ² =0.44	自由度調整済 R ² =0.55	自由度調整済 R ² =0.44	自由度調整済 R ² =0.55
	偏回帰係数	p値	偏回帰係数	p値
医師数	1.043	0.772	46.473	0.38
病床数	3.426	0.014	406.578	0.015
GDP	-4.55×10^{-6}	0.593	5.70×10^{-2}	0.975
一人当たり医療費	-2.00×10^{-3}	0.804	0.002	0.996
一人当たり医療費（政府）	5.00×10^{-3}	0.68	2.362	0.842
医療機器市場見込み	9.00×10^{-4}	0.472	9.106	0.695

重回帰分析の結果、CT台数およびMRI台数に最も影響の大きな要因は病床数であることが明らかになった。この結果から、病床数が増えることで、CT台数およびMRI台数の増加が予想されるため、病床数の少ない国や今後病床数が増加する見込みのある国ほど、CTやMRIの導入可能性が高いと考えられる。主成分分析で導入可能性が高いと予想されたAグループおよびCグループについて、病床数の少ない国の順に並べた表を下に表す。

表 4-7 A グループ、C グループの一般病床数の順位

	国名	一人当たり 病床数	グループ
1	メキシコ	1.6	C
2	チリ	2.2	C
3	カナダ	2.7	C
4	トルコ	2.7	C
5	イギリス	2.8	C
6	アイルランド	2.8	C
7	アメリカ	2.9	A
8	スペイン	3	C
9	イスラエル	3.1	C
10	スロベニア	4.6	C
11	オランダ	4.7	A
12	フランス	6.3	A

4.4 考察

4.4.1 主成分分析の結果について

図 4-3 として、下に GDP 成長率の推移を表す[13]。過去 3 年間の GDP 成長率を比較すると、A、C、および D グループは 2% を超え、B グループは 2% を下回っている。これらの分析により、B グループは他のグループと比較して主成分分析の結果で経済状況と医療環境の成熟度が高く、医療機器市場の成長性が低いと分類されているため、経済成長が鈍化したと予想される。この結果から、医療機器を導入する可能性が高い国は A および C グループであると考えられる。

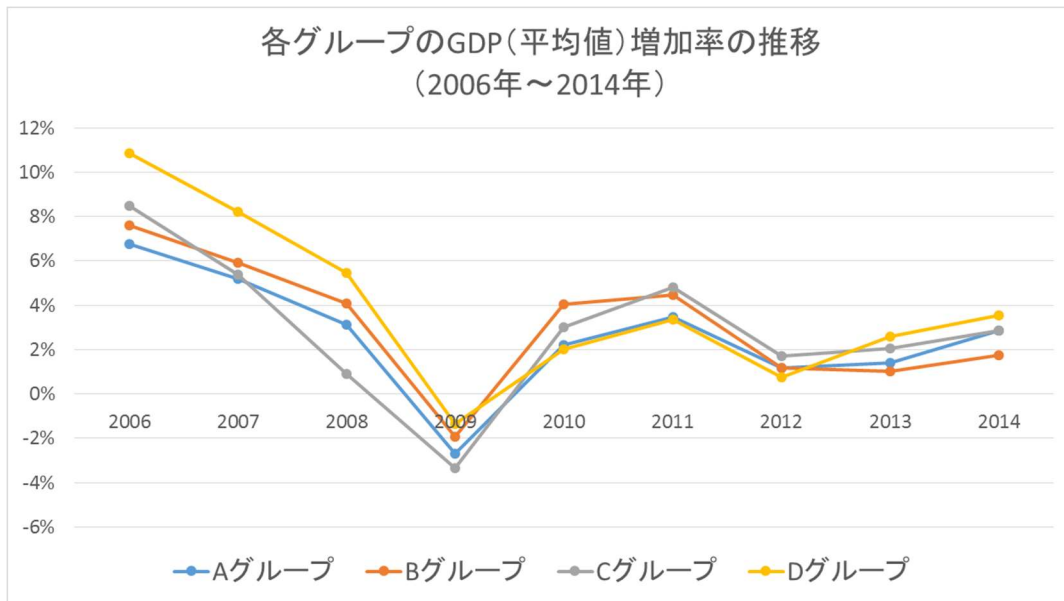


図 4-3 各グループの GDP 成長率の推移

4.4.2 重回帰分析の結果について

Eun-Hwan らは一人当たりの総医療費と、病院に対する柔軟な支払い方式が出来高払いであることが、CT と MRI の普及に正の相関を示したことを報告している[8]。しかしながら、本研究結果では、一人当たり医療費と CT 台数、MRI 台数との間に有意な関係を確認することが出来なかった。先行研究と異なる結果が得られた理由の一つとして、本研究では病床数を考慮した点が考えられる[14]。これらの結果から、本研究は OECD 諸国で CT および MRI を導入する可能性が高い国においては、病床数が影響を与えていることを示唆している。

次に、表 4-7 の上位 6 カ国を対象として、病床数の 2009 年から 2013 年までの推移について、図 4-4 に表す。イギリスやアイルランド、カナダは減少傾向にあるが、チリやメキシコは横ばい傾向で、トルコは増加傾向にあることがわかる。

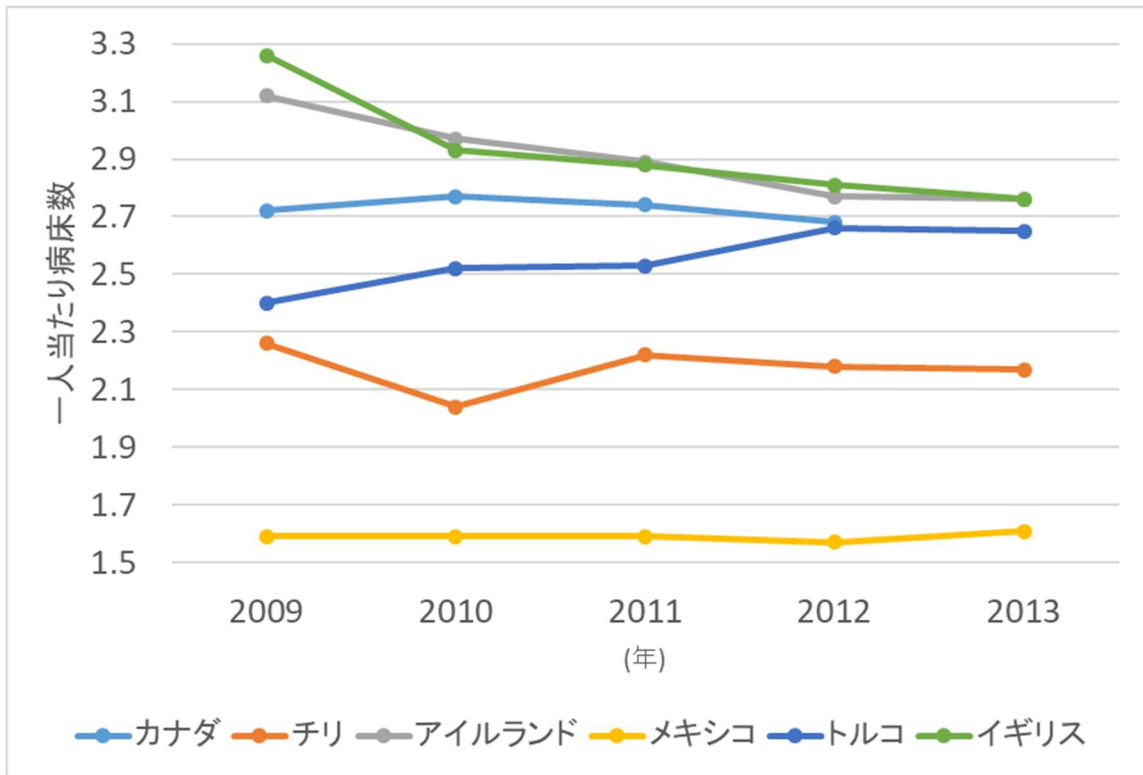


図 4-4 病床数が少ない 6 カ国の推移 (2009 年～2013 年)

ここで、最も医療機器市場規模が大きいアメリカについて考察する。アメリカは一人あたり病床数や一人あたり医師数は比較的少ない（病床数は 23/29 位、医師数は 22/29 位）。また、図 4-5 に表したように病床数も近年減少傾向にあるが、GDP や医療機器市場見込みが、他国と比較すると突出した金額となっていることもあり、今後も医療機器の導入可能性は十分に高いと考えられる。

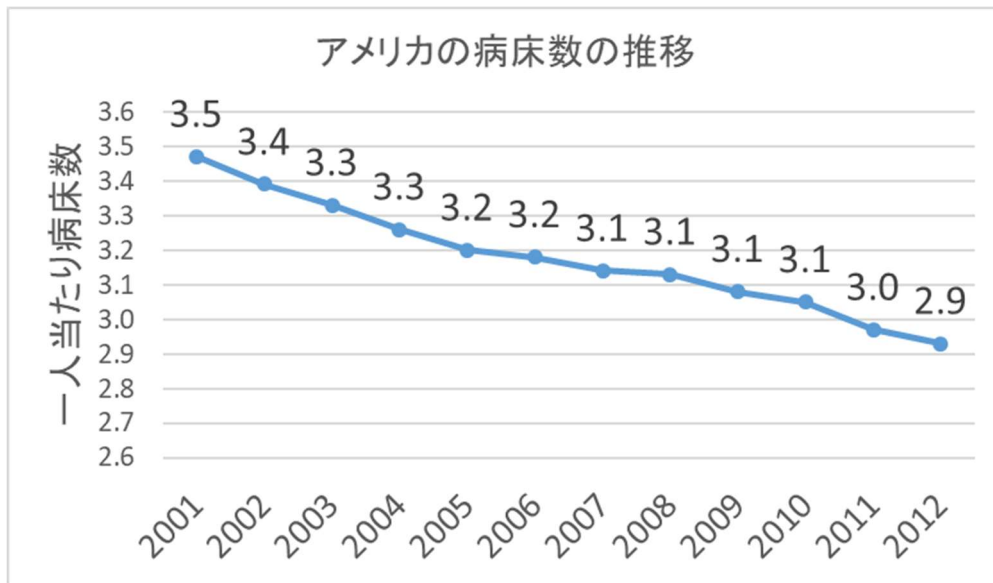


図 4-5 アメリカの病床数の推移

主成分分析、重回帰分析の結果および考察を踏まえると、CT 及び MRI については、医療機器市場の成長可能性が最も高いアメリカ、一人当たり病床数が少ないため市場の拡大が予想されるメキシコ、チリ、そして一人当たり病床数が少ないが近年増加傾向が見られるため、近い将来で CT、MRI の導入が進むと予想されるトルコにおいて、導入可能性が高いと考えられる。図 4-6 に上記結果を表したものを表す。縦軸は経済・医療環境の成熟度、横軸は一人当たり病床数、バブルチャートの大きさが医療機器市場の成長可能性を表しており、図の左下に向かうほど将来的な導入可能性が高いことを表している。

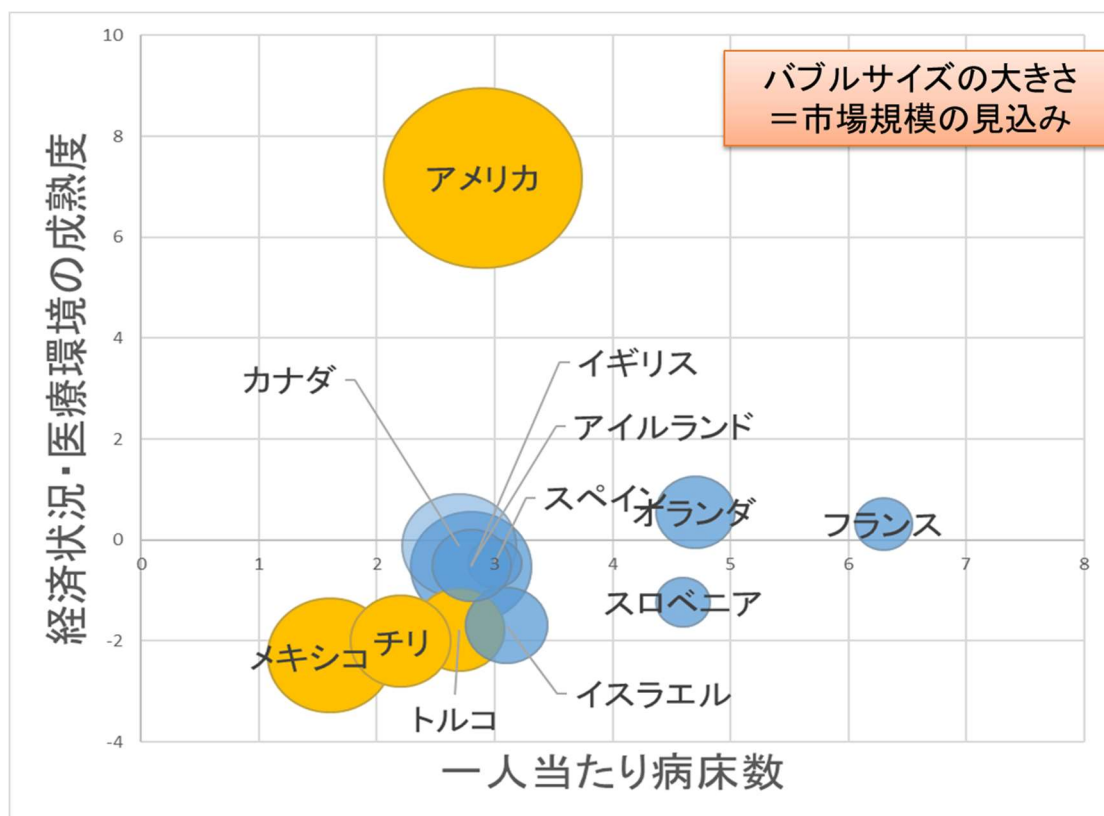


図 4-6 CT および MRI の導入可能性の高い国

4.4.3 本研究の課題

本研究において考慮すべき点や課題として以下の2点が挙げられる。

(1) OECD 諸国以外の国々に関する調査について

本研究では、データ取得の都合上、OECD 諸国を対象とした分析を行ったが、経済成長性を考慮すると、中国や ASEAN 諸国、中東、アフリカ諸国における医療機器導入の可能性を検討し報告することは、各国の医療インフラを整備するための指標として有用な情報になると思われる。

特に中国は、2013年の中国の医療機器市場規模は約160億US\$（約1兆7,283億円）であり、アメリカ、日本、ドイツに次ぐ世界4位であるが、2019年には約380億US\$（約4兆1,049億円）に拡大し、世界2位となる見込みである[15]。中国では医療制度改革が進行中であり、医療機器関連の体制整備を進めている。また、医療機器の国産化の動きについても注目すべき点である。中国の医療機器市場は外資系製品の依存率が約7割と高い。そのため、自国の医療機器産業の競争力強化に向けて、画像診断機器などの地場企業による機器開発が推進されていることから、中国国内の医療機器導入率の増加とともに、他国への輸出量も増加することが予想されるため、世界的な医療市場規模の拡大が進んでいくと思われる。今後の研究課題として、各国のデータ収集および分析を行っていく必要がある。

(2) メディカルツーリズムの普及状況の調査

CT や MRI 等の大型医療機器の導入するにあたって、世界における医療ツーリズムの普及状況について調査をする必要がある。メディカルツーリズムは成長産業となっており、アジアやアメリカ、アフリカ、東ヨーロッパでは毎年 100 万人のメディカルツーリストに医療サービスを提供している[16]。その中でもインドやシンガポール、マレーシア、メキシコ、中国、ブラジル、トルコ、韓国、タイ、台湾といった国々は積極的にメディカルツーリズムが行われており、特にインドのメディカルツーリズム市場は急成長を遂げている[17]。また、エジプトにおいてはメディカルツーリズムの普及が MRI の市場を活性化させると報告されている[19]。また、Tilman らによる 49,980 人の患者を対象としたインタビュー調査によると、そのうち 40%のメディカルトラベラーが最新の技術 (world' s most advanced technologies) を求めていることが受診要因となっていると報告されている[18]。メディカルツーリズム市場は世界各国で急激に成長しているため、最新の医療機器を導入するための更新、あるいは新たにメディカルツーリズムに参加する医療機関が医療機器を新規導入することが容易に予想される。メディカルツーリズムの今後の普及は、最新の CT や MRI といった医療機器の導入に大きく影響すると考えられるため、世界各国におけるメディカルツーリズムの現状を調査する必要があると考えられる。

4.4.4 本研究の限界点

高価な画像診断機器の導入に影響を与える要因には、経済学、政治、医療システム、医療技術などが関わっていると考えられることから、本研究で使用した変数のみで完全に説明することは困難である。より正確に、その要因を説明するためには、公開されている OECD データだけでなく、異なるデータもモデルの変数として採用することを検討する必要があると考えられる。例えば、各国の医療制度が異なることによって、薬事法や医療機器の導入までの審査プロセスも異なると考えられる。本研究では主成分分析および重回帰分析の結果から、導入可能性の高い 4 カ国のみでの医療機器導入規制について調査・分析を行ったが、画像診断機器が導入される要因をより正確に分析するためには、そのような制度的・政治的要因をパラメータとした分析を行うための調査が必要である。

4.4.5 本手法の導入により期待される効果

本研究では各国の医療資源及び経済状況の関係を調査・分析を行い、各国における画像診断機器が導入される可能性の可視化を行った。経済状況の成長に伴い、医療機器産業の更なる発展が期待されることから、本手法は画像診断機器メーカーが今後のマーケティング戦略を行う手法の 1 つとして活用していくことが期待される。また、医療機器産業の発展に伴い、世界的な医療水準の向上に貢献することも期待されることから、各国における公衆衛生分野等の研究においても活用が期待される。さらに、本手法は画像診断機器だけではなく、新たな医療機器や技術に対しても応用可能であることから、今後の様々な先端医療情報技

術の市場分析において展開していくことが期待される。

4.5 結論

本研究では、OECD 加盟国の医療環境、経済状況について調査し、画像診断機器の導入可能性に関する調査・分析を行った。29 カ国を対象に主成分分析を行った結果、各国は医療環境指標、経済状況指標によって主に 4 グループに定義した。また、その 4 グループの中から、医療機器導入の可能性が高いグループを抽出し、CT 台数および MRI 台数を目的変数、そのほかの医療環境指標、経済状況指標を説明変数とした重回帰分析を行った結果、CT 台数および MRI 台数に最も影響のある要因は病床数であることを明らかにした。主成分分析および重回帰分析の結果を踏まえて、医療機器導入の可能性が高い順番を検討した結果、アメリカ、メキシコ、チリ、トルコにおいて医療機器導入の可能性が高いことを明らかにした。今後の研究課題としては、中国や ASEAN 諸国といった医療機器市場の成長性が高い国を対象とした調査を行うことや、医療ツーリズムの普及状況の調査に基づいた医療機器導入可能性の分析を行うことで、世界各国での医療機器導入の要因およびその可能性を明らかにしたい。

【参考文献】

- [1]Japan' s Ministry of Economy, Trade and Industry.
http://www.med-device.jp/pdf/state/event/20140303/1_meti.pdf
(accessed 2019-09-13)
- [2]Japan' s Ministry of Health, Labour and Welfare
<http://www.mhlw.go.jp/topics/yakuji/2013/nenpo/>.
(accessed 2019-09-13)
- [3]Rohaya MONHD-NOR, Medical Imaging Trends and Implementation: Issues and Challenges for Developing Countries, Journal of Health Informatics in Developing Countries; 2010
- [4]D Shinjo, T Aramaki, Geographic distribution of healthcare resources, healthcare service provision, and patient flow in Japan: A cross sectional study, Social Science & Medicine. Vol175;2012
- [5]D He, H Yu and Y Chen, Equity in the distribution of CT and MRI in China: a panel analysis, International Journal for Equity in Health; 2013,p12-39
- [6]M Palesh, Diffusion of magnetic resonance imaging in Iran, International Journal of Technology Assessment in Health Care, 23-2, 2007:p278-285
- [7]Raymond C. W. Hutubessy, Diffusion and utilization of magnetic resonance imaging in Asia, International Journal of Technology Assessment in Health Care, 18-3, 2002:p690-704
- [8]Eun-Hwan Oh, Y Imanaka, E Evans, Determinants of the diffusion of computed tomography and magnetic resonance imaging, International Journal of Technology Assessment in Health Care, 21:1 ,2005;p73-80
- [9]Myung-ll Hahmm Eun-Cheol Park, Pattern and factors leading to the diffusion of magnetic resonance imaging in Korean, International Journal of Technology Assessment in Health Care, Hospitals.
<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=969488&fileId=S0266462307070407> (accessed 2019-09-13)
- [10]T Horev, Irena Pesis-Katz, Dana B. Mukamel, Trends in geographic disparities in allocation of health care resources in the US. Health Policy 2004;68 : 223-32
- [11] M Sakurauchi, Sekai no Iryoukiki Shijyou (Medical Equipment Market of the world), 2013, Tokyo: JETRO.
- [12]OECD Health Statics 2015. <http://www.oecd.org/els/health-systems/health-data.html> (accessed 2019-09-13)
- [13]OECD DATA web page. <https://data.oecd.org/gdp/gross-domestic-product-gdp.html>
(accessed 2019-09-13)

- [14]OECD statics. <http://stats.oecd.org/>
(accessed 2019-09-13)
- [15]Mizuho Bank. Mizuho Sangyou Chousa 2015 No.1. - 2015 Nendo no Nihon Sangyou Doukou(Mizuho Industrial Research - Industrial Trend of Japan in 2015).
http://www.mizuhobank.co.jp/corporate/bizinfo/industry/sangyou/pdf/1049_12.pdf
(accessed 2019-09-13)
- [16]Medical tourism market report 2015 edition.
<http://globenewswire.com/news-release/2015/10/21/778186/10153404/en/Medical-Tourism-Market-Report-2015-Edition-Latest-Industry-Shares-Size-Trends-Growth-Survey-Insights-Outlook-ResearchMoz.html>
(accessed 2019-09-13)
- [17]World medical tourism market-opportunities and forecasts, 2014-2020
<https://www.alliedmarketresearch.com/medical-tourism-market>.
(accessed 2019-09-13)
- [18]The Mckinsey Quarterly : mapping the market for medical travel.

第5章 アジア・アフリカ諸国を対象とした遠隔医療サービスの

導入可能性

5.1 背景

先進国の政府機関や民間組織は、開発途上国へ多大な国際援助を行っているのが現状である[1]。国際援助は教育環境の整備や道路など国の経済発展の基板となるインフラ設備構築に及んでいる。この理由として、ヘルスケアの問題としては、貧困による感染症を引き起こす衛生環境の悪化などが懸念される。医療環境の整備のために、これまで先進国を中心とした数々の援助が行われてきた。例えばミャンマーではエイズ、結核、マラリアといった主要な感染症対策が行われており、カンボジアでは助産能力強化を通じた母子保健改善プロジェクトが行われている[2]。しかし、OECD (Organization for Economic Co-operation and Development: 経済協力開発機構)の人口1000人あたり医師数平均が3.1人であるのに対し、アジアやアフリカの開発途上国では1.0人に満たない国がほとんどであるように、依然として医療スタッフや医療施設、保健施設が不足しているのが現状である[3, 4]。医療施設の設置や医療スタッフの育成には時間や費用が多くかかり、医療環境の整備は容易ではない[5]。また、技術習得や収入の問題から、開発途上国の医師が他国で医師として活動を行っており、その開発途上国に医師が適切に配置されないこと (Brain drain) も課題である[6]。

近年、世界中で急速にIT (Information Technology)の普及が進んでいる。実際に開発途上国でもITを利用したサービスの成功例は多い。アフリカではリテール事業などの基盤となる物理的なインフラが整っていないため、人やモノ、情報が行き来するのを妨げ、発展を鈍化させてきた。しかし、ITは物理インフラがなくとも人々のニーズを満たすことが可能なため、様々なサービスが広がりを見せている。ケニアのM-Pesaに代表される、携帯電話を使用して、送金や貯蓄を行うモバイルバンキングサービスもその一例であり、アフリカ54カ国中37カ国で導入されている[7]。このようなITサービスの普及は、遠隔医療技術に活用されることによって、医療環境の整備を支援することが期待されている。

遠隔医療の定義は、アメリカ遠隔医療学会 (ATA: American Telemedicine Association)によると”患者の状態を改善するために、電氣的な通信手段を使って、ある場所からある場所へと伝送される医療情報を用いること”とされている[8]。この遠隔医療には主に2種類ある[9]。一つ目は患者と医療スタッフ間で行われる Doctor to Patient 型のものであり、例えばテレビ電話等を用いて患者に対し医師が診療を行うことなどが挙げられる。この先行研究として、Yeらの研究において、4G回線環境下で、スマートフォンとスマートグラスを用いた遠隔医療の実証実験を行っており[10]、Gadkariらの研究では、スマートフォンにカメラデバイスを接続した糖尿病性網膜症のスクリーニングの方法を提案している[11]。

二つ目は医療スタッフ間で行われるもので、専門医に対して、患者を診療した医師が相談や、診療・治療委託を行う、Doctor to Doctor 型のものである。この先行研究として、Nguyen らの研究では、皮膚画像と皮膚病理画像の通信が行われている[12]。Njoroge らによると、ケニアでも多くの eHealth Project が実施されているが、その多くはプライマリケアや AIDS/HIV に焦点が当てられており、遠隔医療に関するプロジェクトは多くはないことが報告されている[13]。

基本的な医療施設が整っていない開発途上国での遠隔医療を想定した場合、開発途上国では高度な医療機器が普及していないため、これらを用いた連携は困難である。そのため、開発途上国での遠隔医療を考えた時、携帯電話やスマートフォンなどを利用して患者と医療スタッフ間や医療スタッフ間で行われる医療相談であれば、利用可能であると推測される。Hsu らの研究では、中国における mHealth の市場分析が行われており、糖尿病や高血圧、肝炎の管理アプリが、プライマリケアとしての需要が高いと報告されている[14]。

開発途上国においては、高度医療機器の整備は財政的に困難である場合が多いが、先行研究の事例にあるように、スマートフォンなどのモバイルデバイスの活用によって対応しているケースが多く見られる。今後もこのような傾向は継続すると予想されるが、それぞれの国の中で、その国への遠隔医療サービスの普及可能性やその課題を分析した研究が多く報告されている[15, 16]。世界的な視点から、どのような国において、遠隔医療サービスが発展する見込みがあるかについての研究は、現在までに行われていない。

5.2 目的

インターネットの普及に伴い、わが国における保健医療分野の情報化は着実に進められており、特に遠隔医療分野においては 2015 年の厚生労働省による通知「情報通信機器を用いた診療の明確化」によって、遠隔医療市場が急速に拡大している。インターネット環境は世界的に普及が進んでおり、携帯電話や wi-fi 環境の整備が進んでいることから、インターネットを活用した先端情報技術である遠隔医療サービスが世界中で普及し、医療の質向上に貢献することが期待されている。これらの理由から、整備されつつある IT 基盤を利用して、インターネットや携帯電話を活用した遠隔医療サービスを、開発途上国の医療環境整備においても活用することが出来ると考えられる。そこで本研究では、開発途上国での遠隔医療サービスの導入可能性を検討する基礎資料の提示を目的として、開発途上国に関してそれぞれの IT 普及状況、医療環境、経済状況を調査し、可視化を試みた。

5.3 方法

調査対象国はアジアとアフリカの開発途上国とし、比較対象国として日本とシンガポールも加えた。アジアについてはデータが存在しない国を除いた途上国 9 カ国を、アフリカについては国民一人あたりの GDP が 1,000 ドル未満の国やデータが存在しない国を除いた国 13 カ国を抽出した[17]。調査国を表 5-1 に示す。

表 5-1 調査対象とした国

アジア	中国、パキスタン、バングラデシュ、インド、タイ、ベトナム、 フィリピン、マレーシア、インドネシア (日本、シンガポール)
アフリカ	モロッコ、チュニジア、アルジェリア、エジプト、スーダン、 ナイジェリア、ガーナ、ウガンダ、エチオピア、ケニア、タン ザニア、南アフリカ、マダガスカル

調査指標は医療環境、IT 進む状況、及び経済状況とした。調査指標を表 2 に示す[17-19]。医療環境データは WHO の Web ページで取得可能な最新のデータを用いた。Khanapi et al. の報告から、各国の人口当たり医師数割合および人口当たり看護師数・助産師数割合を調査指標として採用した[16]。IT 普及状況指標と経済状況指標については、本研究の独自の指標として新たに設定し、それぞれ 2012 年データと 2015 年データを用いた。

表 5-2 調査指標

医療環境	人口当たり医師数割合
	人口当たり看護師・助産師数割合
IT 普及状況	携帯電話契約数、インターネット利用率
経済状況	国民一人当たり GDP、GDP 成長率

アジアとアフリカに分類し、IT 普及状況と医療環境の関係について、指標ごとに散布図を作成し、2012 年データと 2015 年データの比較を行った。次に、アジアとアフリカを統合して、3 つの調査指標について主成分分析およびクラスター分析 (ward 法) を行い、その結果を可視化した。これらの結果を踏まえて、遠隔医療サービスの実現可能性がある国を検討した。主成分分析およびクラスター分析には JMP Pro 12.2.0 を使用した。

5.4 結果

5.4.1 IT普及率と医療環境整備状況の関係—アジア

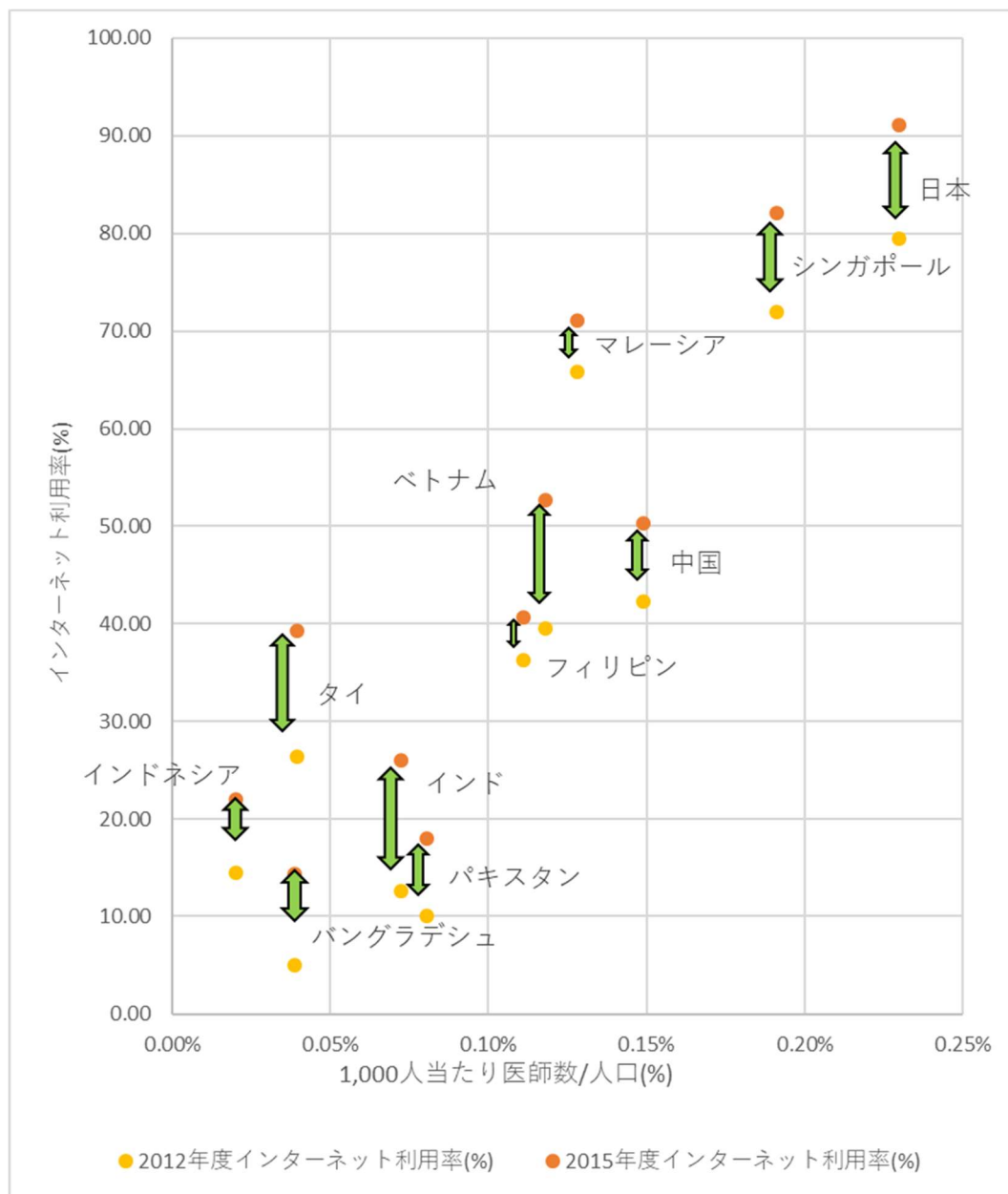


図 5-1 アジア 11 カ国のインターネット利用率と医師数割合

図 5-1 に「アジア 11 ヶ国のインターネット利用率と医師数割合」を示す。日本とシンガポールを除いた国では、マレーシアが最もインターネット利用率が高く、中国で最も医師数割合が多いことがわかる。インターネット利用率はタイやインド、ベトナムで大幅に増加していることが明らかになった。また、医師数が少ない国の中でインターネット利用率が最も高い国はタイであることが示された。

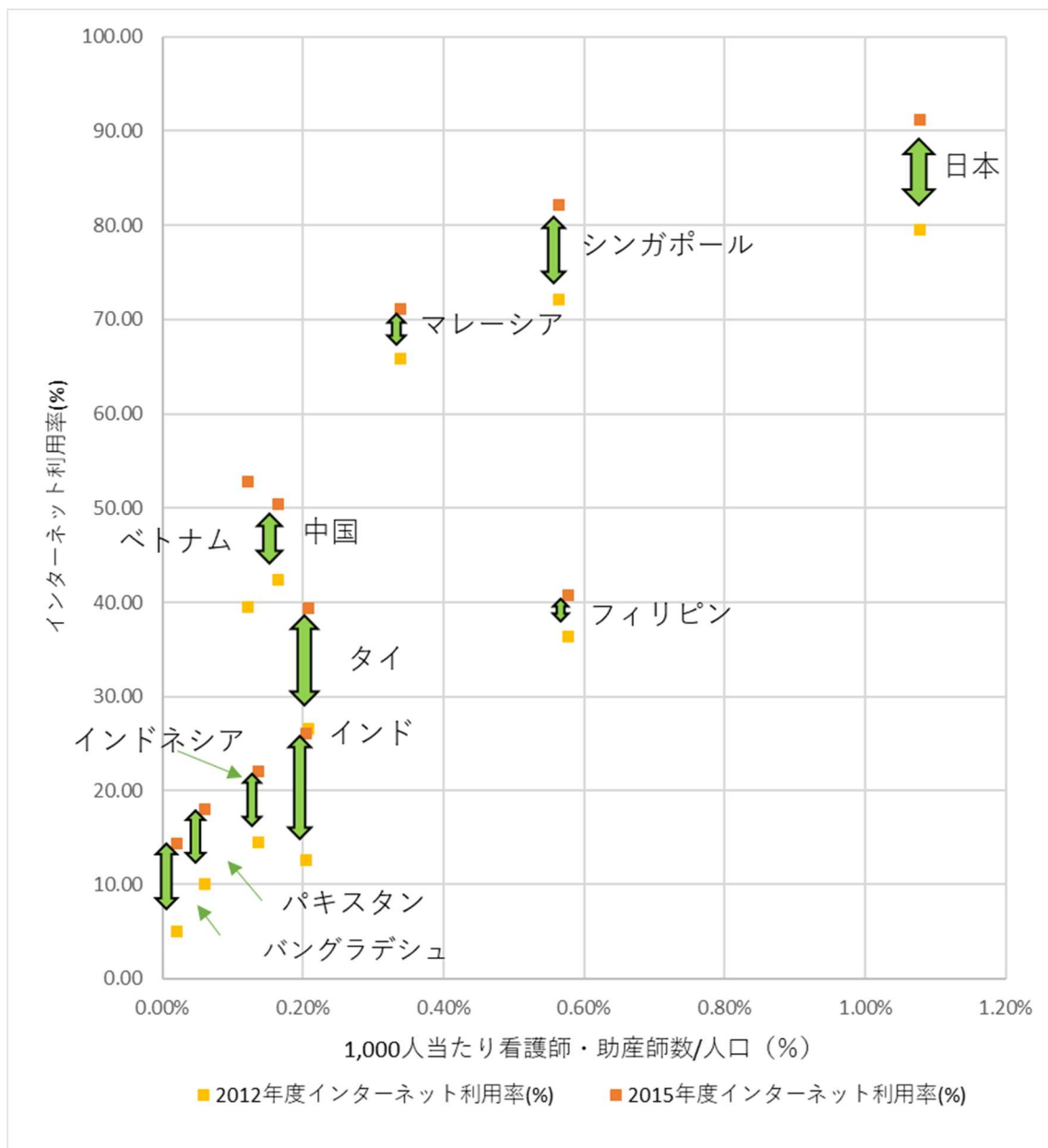


図 5-2 アジア 11 国のインターネット利用率と看護師・助産師数割合

図 5-2 に「アジア 11 国のインターネット利用率と看護師・助産師数割合」を示す。バングラデシュやパキスタン、インドネシア、インドではインターネット利用率が低く、看護師・助産師割合も低いことが明らかになった。

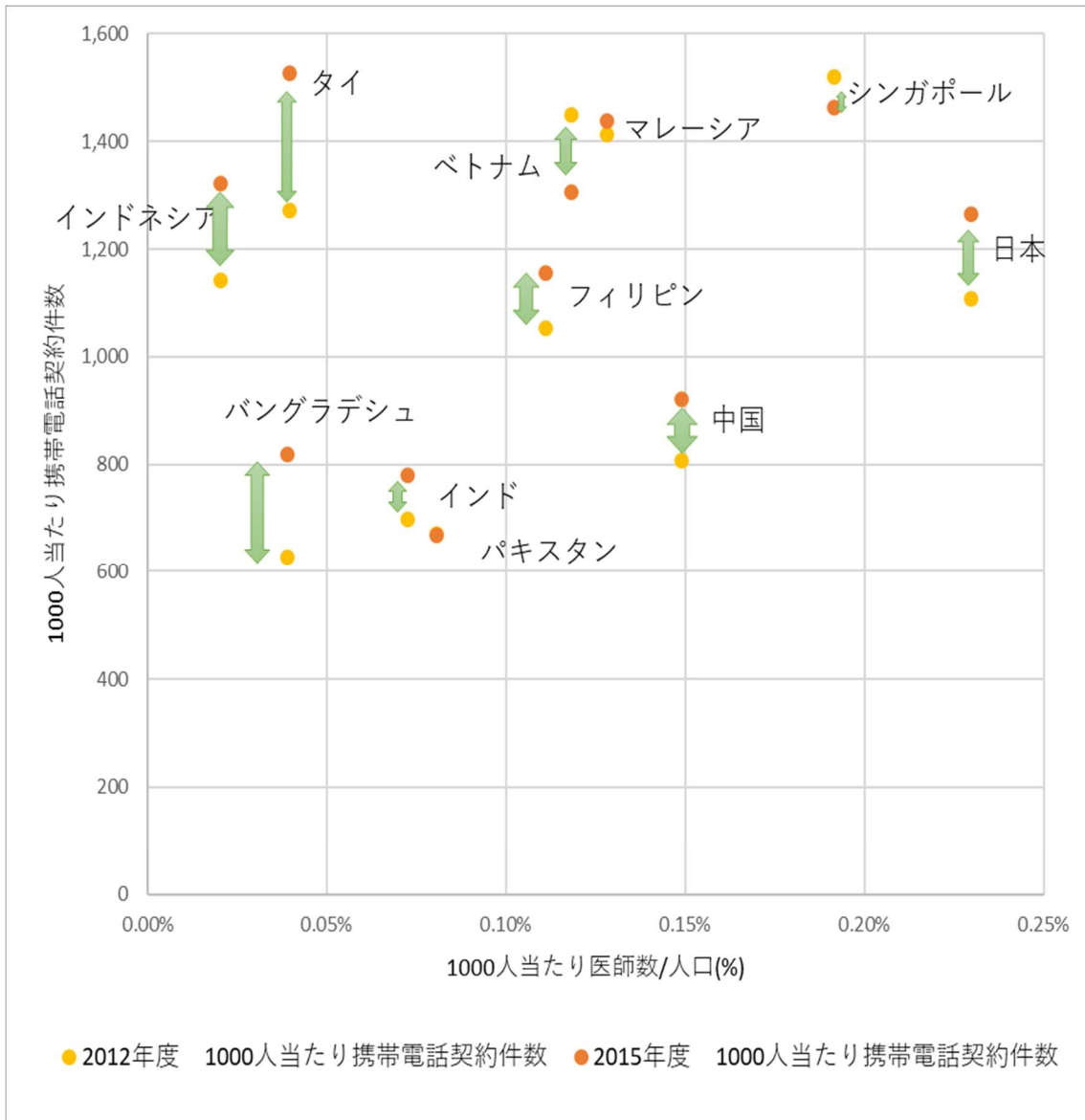


図 5-3 アジア 11 国 の 1000 人 当 ち 携 帯 電 話 契 約 件 数 と 医 師 数 割 合

図 5-3 に「アジア 11 国 の 1000 人 当 ち 携 帯 電 話 契 約 件 数 と 医 師 数 割 合」を 表 す。タイ と インドネシア で は、医 師 数 割 合 が 低 い が 携 帯 電 話 の 普 及 率 が 100% を 超 え て い た。ま た バングラデシュ、パキスタン、インド と い っ た 国 で は 携 帯 電 話 契 約 件 数 は 少 な く、医 師 数 割 合 も 多 く は な か っ た。

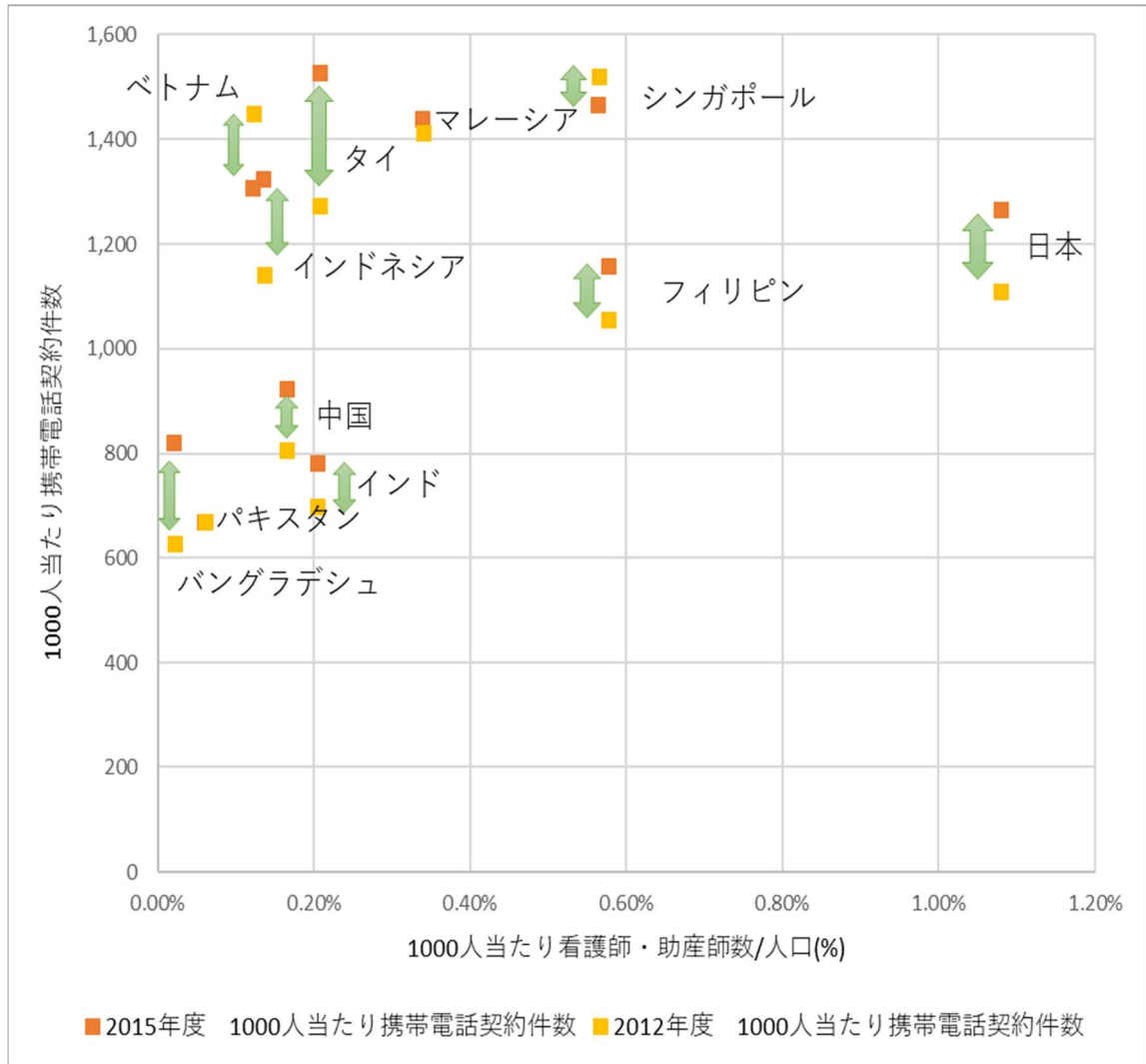


図 5-4 アジア 11 カ国の 1000 人当たり携帯電話契約件数と
看護師・助産師数割合

図 5-4 に「アジア 11 カ国の 1,000 人当たり携帯電話契約件数と看護師・助産師数割合」を示す。タイ、インドネシア、ベトナムは看護師・助産師数割合は少ないが携帯電話契約件率が 100% を超えていた。バングラデシュ、中国、パキスタン、インドといった国では携帯電話契約件数は少なく、看護師数・助産師数割合も多くはなかった。

5.4.2 IT普及率と医療環境整備状況の関係—アフリカ

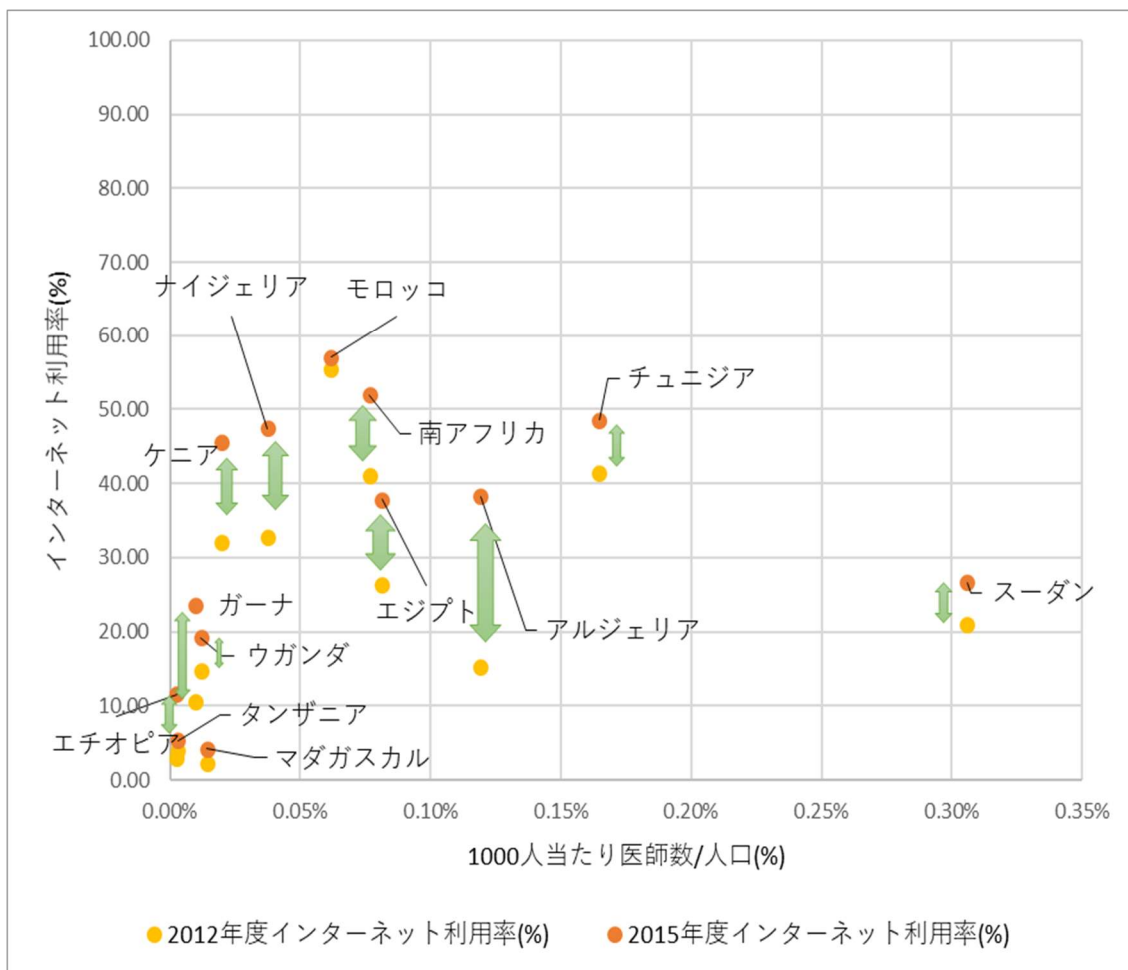


図 5-5 アフリカ 13 カ国のインターネット利用率と医師数割合

図 5-5 に「アフリカ 13 カ国のインターネット利用率と医師数割合」を示す。図 5-1 のアジア 11 カ国のインターネット利用率と医師数割合と比較すると、アフリカ各国は全体的に医師が不足していることが明らかになった。この中でモロッコや南アフリカ、チュニジア、ケニア、ナイジェリアはインターネット利用率が 40%を超えている国であるが、ケニア、ナイジェリアの医師数割合は、それぞれ 0.02%、0.04%であった。また、2012 年から 2015 年にかけて、大幅にインターネット環境が整備された。アルジェリアは 22.97%、ナイジェリアは 14.64%、ケニアは 13.52%、エジプトは 11.42%、南アフリカは 10.92%、インターネット利用率が高かった。

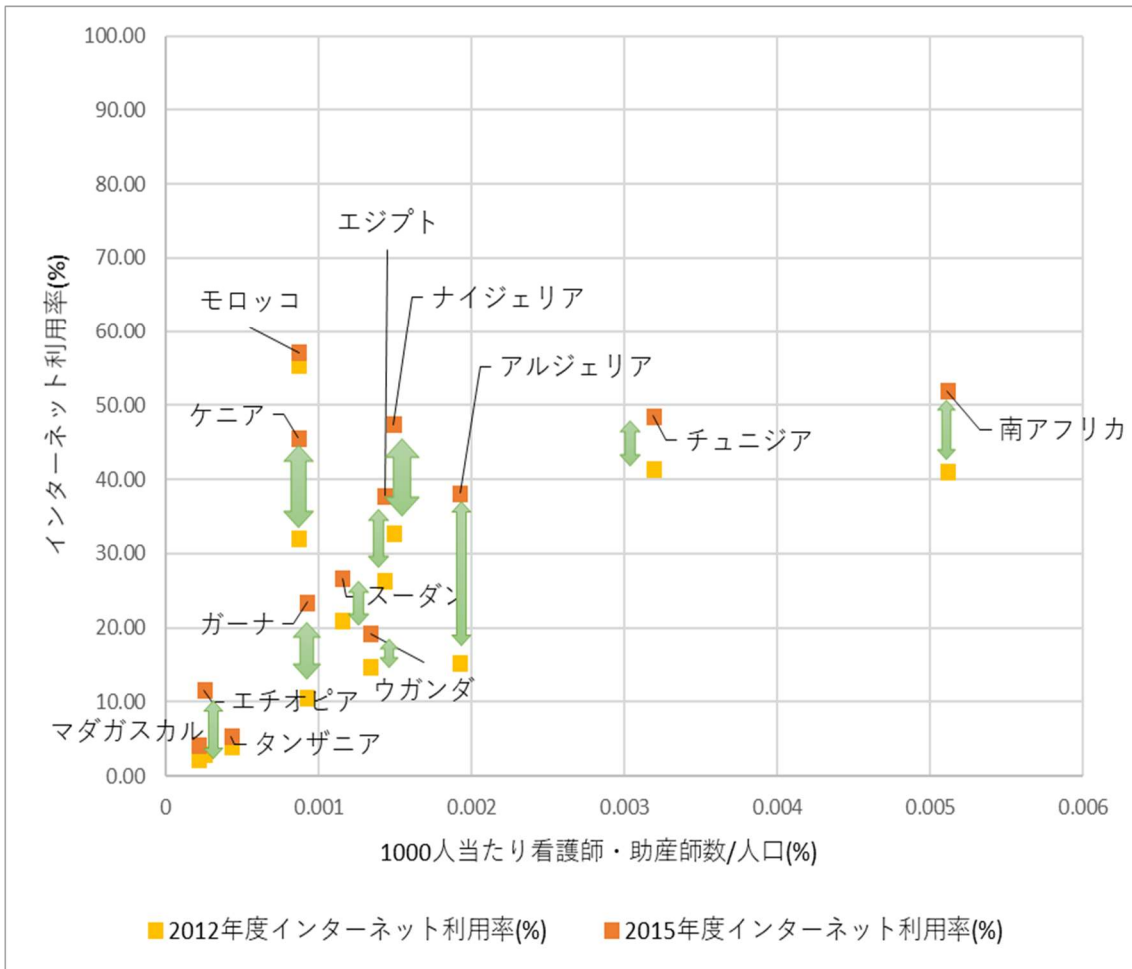


図 5-6 アフリカ 13 カ国のインターネット利用率と看護師・助産師数割合

図 5-6 に「アフリカ 13 カ国のインターネット利用率と看護師・助産師数割合」を示す。図 5-2 のアジアのデータと比べると、アフリカの看護師・助産師数割合は、アジア 11 カ国に比べ全体的に少なかった。チュニジアや南アフリカでは看護師数・助産師数割合が多く、インターネット利用率も高いことが明らかになった。

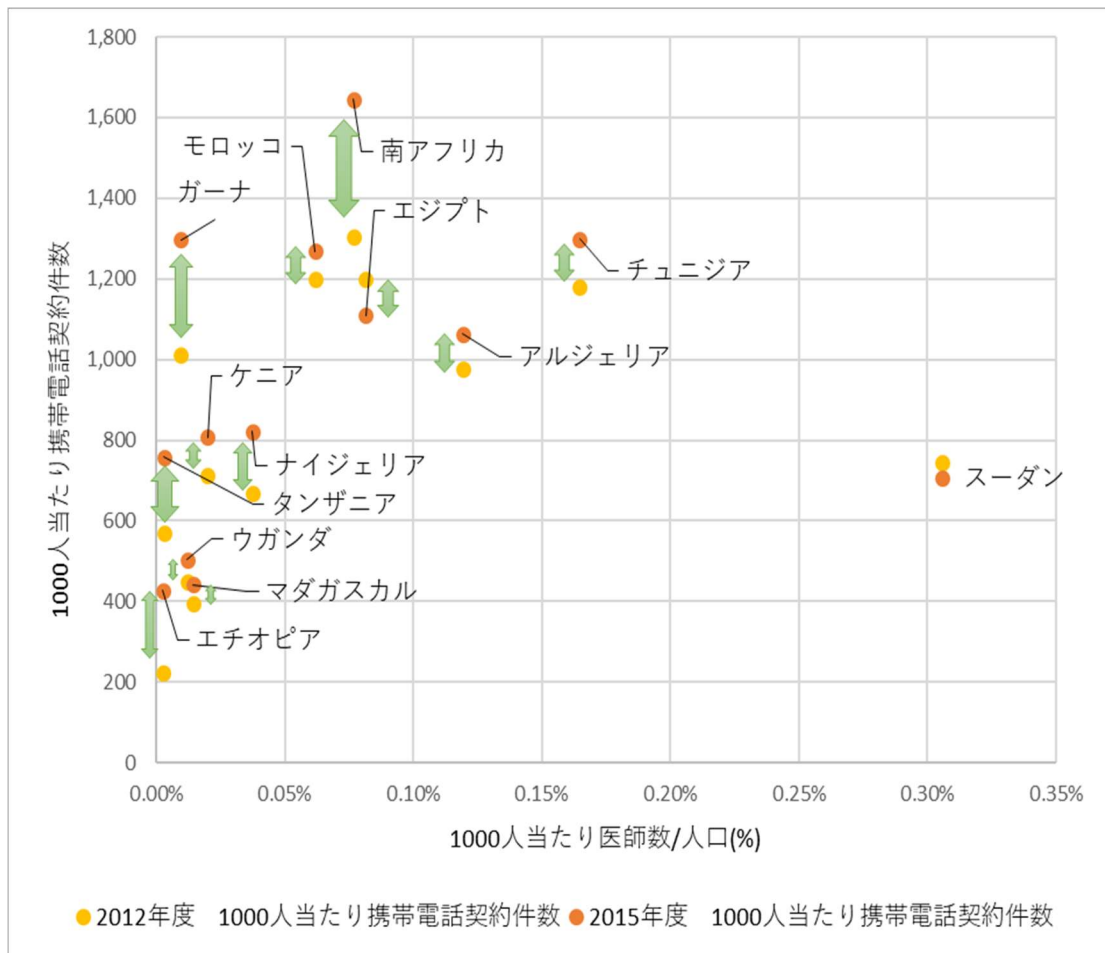


図 5-7 アフリカ 13 カ国の 1,000 人当たり携帯電話契約件数と医師数割合

図 5-7 に「アフリカ 12 カ国の 1,000 人当たり携帯電話契約件数と医師数割合」を示す。IT 普及率の指標に関して、アルジェリア、ガーナ、モロッコ、南アフリカ、チュニジア、エジプト等で国民一人あたりの携帯電話契約件数が一件以上であった。

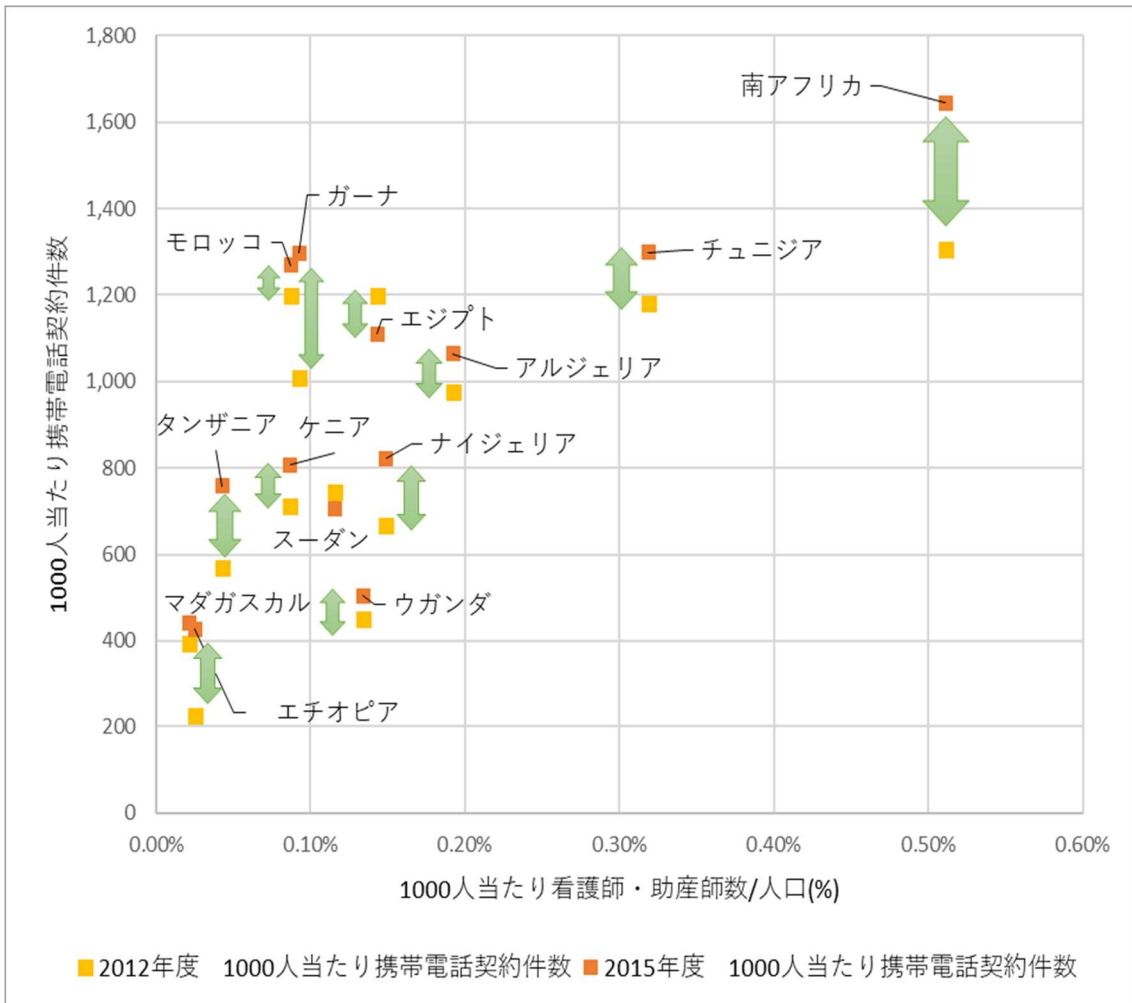


図 5-8 アフリカ 13 カ国の 1,000 人あたり携帯電話契約件数と看護師・助産師数割合

図 5-8 に「アフリカ 13 カ国の 1,000 人あたり携帯電話契約件数と看護師・助産師数割合」を示す。この図から、携帯電話契約件率が 100%を超えていて、かつ 1,000 人あたり看護師・助産師数割合が 0.2%以下の国はモロッコ、ガーナ、エジプト、アルジェリアであった。

5.4.3 主成分分析とクラスター分析

2015年度の医療環境、IT普及状況、及び経済状況について主成分分析を行った結果を表3に示す。第1主成分により変動の分散の47.157%が説明され、第2主成分が22.179%を説明し、併せて69.336%がこの2つの主成分で説明可能である。クラスター分析によって、5つのクラスターに分類した結果を表5-4と図5-9に示す。

第2主成分に影響のある指標は、インターネット利用率やGDP成長率であり、縦軸は「開発可能性」を表していると考えられた。もっとも大きな因子負荷量はインターネット利用率で、上に行くほど開発可能性が高く、下に行くほど低いことを示している。また、横軸は看護師・助産師数、一人当たりGDP、携帯電話契約件数、医師数の因子負荷量が大いことから、「先進性」を表していると考えられ、グラフの右に行くほど先進性が高く、左に行くほど低くなった。これらの結果から、第1象限にある国が、先進性も開発可能性も共に高いと考えられる。主成分分析とクラスター分析の結果から、表5に、遠隔医療サービス導入可能性の検討結果を表す。その可能性の基準は、図9の各クラスターの位置関係から決定された。

表 5-3 主成分の因子負荷量

	Z1 (先進性)	Z2 (開発可能性)
一人当たり GDP	0.4757	-0.23439
GDP 成長率	-0.34796	0.51476
インターネット利用率	0.18684	0.71588
携帯電話契約件数	0.41853	-0.05966
医師数	0.40441	0.40354
看護師数	0.52923	0.03471
固有値	2.8294	1.3307
寄与率	47.157	22.179
累積寄与率	47.157	69.336

表 5-4 クラスターの平均値の比較

	クラスター A (n=9)	クラスター B (n=6)	クラスター C (n=6)	クラスター D (n=1)	クラスター E (n=2)
一人当たり GDP (USD)	3,091.00	1,143.33	4,283.83	5,773.00	43,434.00
GDP 成長率(%)	3.40	6.72	6.07	1.30	1.60
インターネット利用率 (%)	23.44	42.79	48.67	91.06	36.95
1,000 人当たり携帯電話 契約件数 (件)	1,068.00	668.00	1,138.17	1,645.00	1,365.00
1,000 人当たり医師数 (人)	0.43	0.38	1.63	0.76	2.11
1,000 人当たり看護 師・助産師数 (人)	1.19	0.89	2.73	5.01	8.22

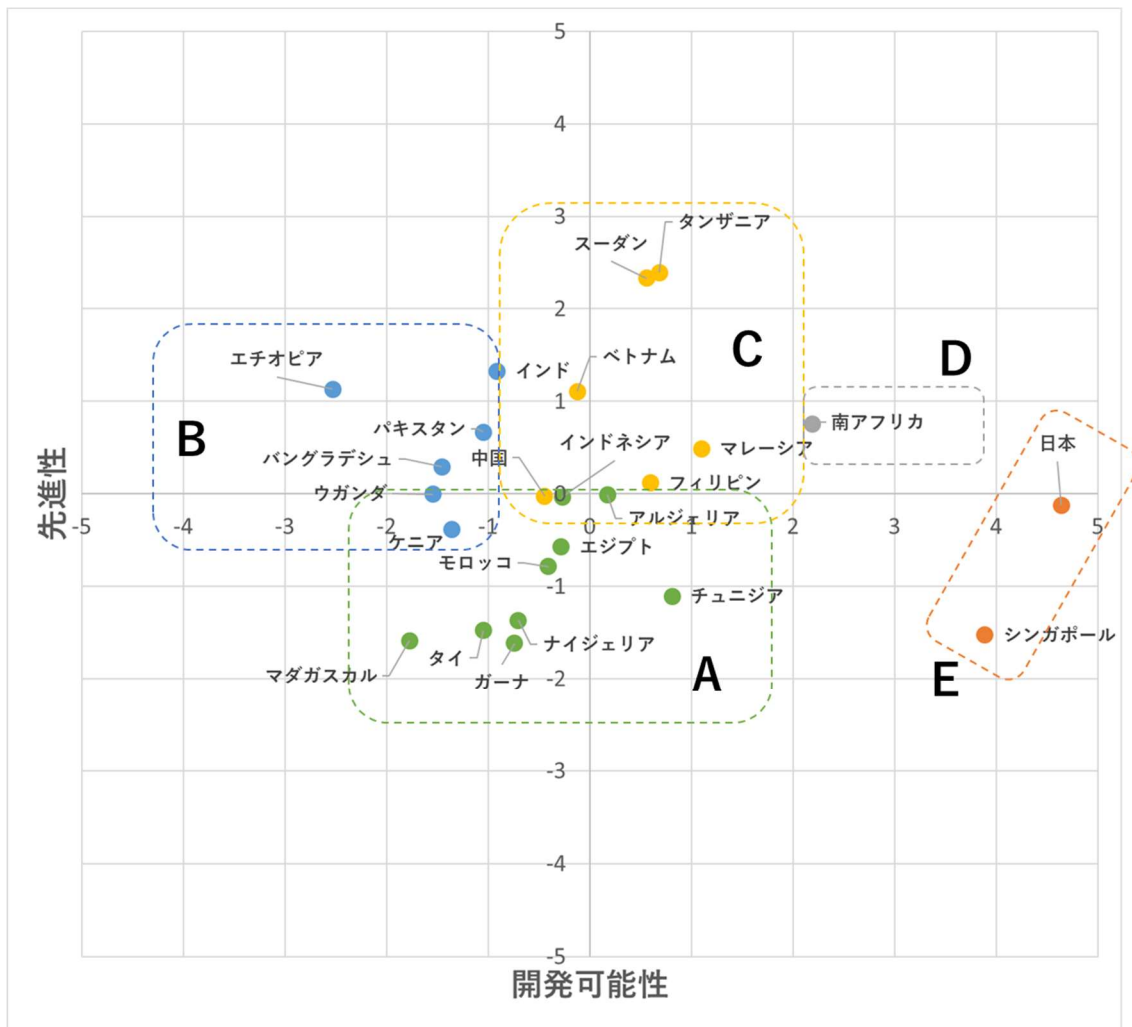


図 5-9 主成分分析とクラスター分析の結果（2015 年度データ）

表 5-5 クラスター分析による遠隔医療サービス導入可能性の検討

	国名	先進性	開発可能性
A	アルジェリア、エジプト モロッコ、インドネシア、ガーナ、チュニジア、 マダガスカル、ナイジェリア、タイ	高い	高い
B	バングラデシュ、エチオピア、ケニア、 ウガンダ、インド、パキスタン	高い	とても高い
C	スーダン、マレーシア、ベトナム、タンザニア、 フィリピン、中国	高い	とても高い
D	南アフリカ	とても高い	とても高い
E	日本、シンガポール	とても高い	高い

5.5 考察

アジア諸国とアフリカ諸国において、遠隔医療サービスを導入する可能性が高い国を表5-6に示す。アジアでは、医師数が少なくインターネット利用率が30%以上の国はタイのみであった。インドネシアとタイにおいては、医師数は少ないが携帯電話の普及率が100%を超えていた。タイではインターネットの普及率が急激に増加してきていることから、医師不足を補う遠隔医療サービス導入可能性が最も高い国はタイで、インドネシアでは今後、インターネット普及率が高まることで、医師に関わる遠隔医療サービスの導入可能性は高くなると考えられる。看護師数が少なく、インターネット利用率が高い国はベトナム、タイ、中国であった。インドネシアとタイ、ベトナムでは、看護師数は少ないが携帯電話の普及率が100%を超えていた。これらの結果から、看護師不足を補う遠隔医療サービス導入可能性が高い国はタイとベトナムであると予想される。

中国は携帯電話の普及率が課題であり、インドネシアはインターネット利用率の増加が課題であると考えられる。中国は世界で最も携帯電話の契約数が多い国であるが、中国統計局の統計資料から都市部と地方部では携帯電話の普及率に違いがあることが報告されている[19]。そのため、遠隔医療サービスの普及には、中国における地方部での携帯電話普及も必要と考えられる[20]。同様に、GDPの高いインドも、都市部と地方との差が大きい国の1つであると考えられる。このような差を調査するためには、州または県レベルの情報を入手することが必要となる。しかし、これは本研究における限界点の1つであると考えられる。

アフリカでは、医師数が少なくインターネット利用率が30%以上の国はケニア、ナイジェリア、エジプト、モロッコ、南アフリカ、アルジェリアであった。ガーナ、エジプト、モロッコ、南アフリカ、アルジェリアにおいては、医師数が少なく、携帯電話の普及率が100%を超えていた。これらの結果から、医師不足を補う遠隔医療サービス導入可能性が高い国は南アフリカ、エジプト、モロッコ、アルジェリアで、ケニアとナイジェリアでは携帯電話の普及率が課題であり、ガーナはインターネット利用率の増加が課題である。看護師数が少なく、インターネット利用率が30%以上の国はケニア、ナイジェリア、エジプト、モロッコであった。ガーナ、モロッコ、エジプト、アルジェリアでは、看護師数が少ないが携帯電話の普及率が100%を超えていた。

これらの結果から、看護師に関わる遠隔医療サービス導入可能性が高い国はエジプトとモロッコで、インターネットの普及率が急激に増加しているアルジェリアも導入可能性が高い。医師数と同様に、ケニアとナイジェリアは携帯電話の普及率が課題であり、ガーナはインターネット利用率の増加が課題である。

表 5-6 インターネット利用率と携帯電話普及率からみた、遠隔医療サービス導入可能性

アジアで遠隔医療サービス導入可能性が高い国	
医師に関わるサービス	タイ
看護師・助産師に関わるサービス	タイ、ベトナム

アフリカで遠隔医療サービス導入可能性が高い国	
医師に関わるサービス	南アフリカ、エジプト、モロッコ、アルジェリア
看護師・助産師に関わるサービス	エジプト、モロッコ、アルジェリア

2015 年度データを用いた主成分分析およびクラスター分析の結果より、遠隔医療サービス導入可能性が最も高い国は D 群の南アフリカであると考えられる。C 群についても開発可能性は高いが、先進性に影響する携帯電話普及率や、医師数、看護師・助産師数の充実が課題となっていることが明らかになった。

A 群のアルジェリア、エジプト、モロッコ、インドネシア、ガーナ、チュニジア、マダガスカル、ナイジェリア、タイについては、インターネット利用率の向上が課題であり、E 群のシンガポール、日本については経済成長率が影響しているものと考えられる。しかし、A 群のタイについては、インターネット利用率が急激に増加していることから、今後 A 群から E 群にシフトすることが予想されるため、遠隔医療サービスの導入可能性は高いことが予想される。

5.6 本研究の限界点

Ronald らは、mHealth は近年急速に成長しており、その破壊的なイノベーションがヘルスケアの未来を変える可能性を有していると報告しているが、将来的な遠隔医療の導入における障壁として、遠隔医療サービスの償還、国家間の医療免許、病院の資格認定の 3 つを挙げている [21]。しかしながら、そのような問題は国によって程度が異なるため、標準化は困難である。また、将来の遠隔医療サービスの導入を検討するためには、各国における医療システムの水準や民間保険市場の規模、宗教的問題や文化的、政治的問題等について、本研究で除外されている変数を分析する必要がある。

本研究では、携帯電話契約数とインターネット利用率を用いることで、IT の利用可能性を調査したが、IT の可用性に関する具体的な数値を用いて、対象国の選択及び分析をすることも必要である。今後の研究において、スマートフォンの普及状況、通信回線の種類、医師の ICT (Information and Communication Technology : 情報通信技術) リテラシー等の指標を分析指標の一つとして検討することも重要である。

今後、インターネットに接続されたモバイル端末が、遠隔医療にとって重要なデバイスとなることは容易に予想される。Boissin らの研究によると、外科および救急の専門医を対象

として、スマートフォンとタブレット、PC モニターを用いて、医用画像の読影を行い、その画像の質の評価を行ったところ、スマートフォンの評価が最も高い評価が得られており、またタブレットも PC モニターよりも高い評価が得られたことから、スマートフォンやタブレットといったモバイル端末が、世界中の緊急時の遠隔医療において、PC のモニターに変わる機器になることが示唆されている [22]。

一方、モバイル端末を活用した遠隔ヘルスケア教育プログラムを発展途上国で実施していく際には、十分な注意が必要である。Yepes らの研究によると、アフリカの中所得の国で、携帯電話やスマートフォンを用いた医療情報の地域へ発信し、その情報を受け取ったかどうかについて調査した結果、若年層と高齢者、および高所得者と低所得者に有意な差が見られたと報告されていることから、発展途上国における遠隔によるヘルスケア教育プログラムを実施していく上で、人口動態や社会経済的なカテゴリに基づいてプログラムを実施する必要がある。その他の Doctor to Patient 型の遠隔医療を様々な地域で実施していく上でも、地域における経済状況等を把握した上で、その地域の人口動態や社会経済状況に併せて、かつ地域住民のニーズを満たすような遠隔医療サービスを実施する必要がある [23]。

さらに、将来的な遠隔医療の需要を予測する際に、対象とする国の将来の医師数や看護師数を分析に加える必要があると考えている。石川らは、日本における全医師数と産婦人科医数の予測を行っており、JP Ansah et al. はシンガポールにおける眼科医数の予測を行っている [24, 25]。このような調査結果を収集し、本研究結果に反映することによって、遠隔医療サービスの導入可能性を適切に評価できるようになると考えている。

5.7 本手法の導入により期待される効果

本研究では、開発途上国での遠隔医療サービスの導入可能性を検討する基礎資料の提示を目的として行われたが、本手法は遠隔医療サービスの開発・販売を行う企業におけるマーケティング分析手法として活用されることが期待される。本研究では、開発途上国における IT 普及状況、医療環境、経済状況を調査指標としたが、スマートフォンの普及状況や医療従事者及び患者の ICT リテラシー、ネットワークの通信速度、普及しているスマートフォンアプリの種類等を調査指標として設定することにより、先進国を対象とした更なる遠隔医療サービスの普及可能性を検討する手法としても応用が可能であると考えられる。

5.8 結論

クラスター分析と主成分分析を用いることで、遠隔医療サービスの導入可能性を視覚化することが可能となった。本分析の結果、南アフリカにおいて遠隔医療サービスの導入可能性が高いことが示唆された。本結果に基づき、地域の経済状況を把握した上で、遠隔医療サービスの導入計画を検討する必要があると考えられる。

【参考文献】

- [1] 独立行政法人 国際協力機構
<http://www.jica.go.jp/aboutoda/index.html>
(accessed 2019-09-13)
- [2] 独立行政法人 国立国際医療研究センター 国際医療協力局
http://www.ncgm.go.jp/kyokuhp/activity/overseas/tech_aid/index.html
(accessed 2019-09-13)
- [3] OECD. Stat Extracts Health Data
http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HEALTH_REAC
(accessed 2019-09-13)
- [4] 総務省統計局 世界の統計 第14章 国民生活・生活保障
<http://www.stat.go.jp/data/sekai/0116.htm#c14>
(accessed 2019-09-13)
- [5] 厚生労働省 社会保障・社会福祉分野の国際協力
<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kokusaigyomu/asean/asean/roudou/collabo/>
(accessed 2019-09-13)
- [6] Dodani, Sunita, and Ronald E. LaPorte. "Brain drain from developing countries: how can brain drain be converted into wisdom gain?." *Journal of the Royal Society of Medicine* 98.11 (2005): 487-491.
- [7] m-pesa <http://www.mpesa.in/>
(accessed 2019-09-13)
- [8] American Telemedicine Association
<http://dev.americantelemed.org/>
(accessed 2019-09-13)
- [9] 日本医師会 「遠隔医療」
http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/hyouka/dai10/10siryou2_2.pdf
(accessed 2019-09-13)
- [10] Ye, Junna, et al. "A telemedicine wound care model using 4G with smart phones or smart glasses: A pilot study." *Medicine* 95.31 (2016).
- [11] Gadkari, Salil. "Innovative model for telemedicine-based screening for diabetic retinopathy in the developing world." *Canadian Journal of Ophthalmology* 51.3 (2016): e109-e111.
- [12] Nguyen, Anne, et al. "Practical and Sustainable Tele dermatology and Tele dermatopathology: Specialty Care in Cameroon Africa." *The Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology* 10.1 (2017): 47.
- [13] Njoroge, Martin, et al. "Assessing the feasibility of eHealth and mHealth: a

systematic review and analysis of initiatives implemented in Kenya." *BMC Research Notes* 10.1 (2017): 90.

[14] Hsu, Jeffrey, et al. "The Top Chinese Mobile Health Apps: A Systematic Investigation." *Journal of Medical Internet Research* 18.8 (2016).

[15] Adenuga, Kayode I., Noorminshah A. Iahad, and Suraya Miskon. "Towards reinforcing telemedicine adoption amongst clinicians in Nigeria." *International Journal of Medical Informatics* 104 (2017): 84-96.

[16] Khanapi, Mohd, Abd Ghani, and Jaber Mustafa Musa. "Barriers faces telemedicine implementation in the developing countries: toward building Iraqi telemedicine framework." *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences* 10.4 (2015): 0-0.

[17] The World Bank

<http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD>

(accessed 2019-09-13)

[18] ITU: International Telecommunication Union

<http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>

(accessed 2019-09-13)

[19] China on the website of National Bureau Statics, China

<http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/>

(accessed 2019-10-15)

[20] WHO: World Health Organization

<http://www.who.int/gho/en/>

(accessed 2019-09-13)

[21] Weinstein, Ronald S., et al. "Telemedicine, telehealth, and mobile health applications that work: opportunities and barriers." *The American journal of medicine* 127.3 (2014): 183-187.

[22] Boissin, Constance, et al. "Image-based teleconsultation using smartphones or tablets: qualitative assessment of medical experts." *Emergency medicine journal* (2016): emermed-2015.

[23] Yepes, Maryam, et al. "Potential Reach of mHealth Versus Traditional Mass Media for Prevention of Chronic Diseases: Evidence from a Nationally Representative Survey in a Middle-Income Country in Africa." *Journal of medical Internet research* 18.5 (2016).

[24] Ishikawa, Tomoki, et al. "Forecasting the absolute and relative shortage of physicians in Japan using a system dynamics model approach." *Human resources for health* 11 (2013): 41-41.

[25] Ansah, John P., et al. "Future requirements for and supply of ophthalmologists

for an aging population in Singapore." *Human resources for health* 13.1 (2015): 86.

第6章 総括

本研究では、様々な領域における先端医療情報の普及に関する調査及び分析手法の提案を行うことと、それらの技術が導入されることによる効果予測を行う手法の提案を目的として、病院経営の視点、地域における健康支援の視点、世界における医療機器および遠隔医療普及の視点から、先端医療情報技術の普及に関する分析を行い、以下のことを明らかにした。

第2章では、Web サイト閲覧者が医療機関 Web サイトに求める情報を明らかにするため、ベイジック的アプローチによる病院 Web サイト閲覧者の閲覧行動モデルを構築し、検索キーワード別コンテンツ訪問確率の推定を行った。検索キーワード別に各コンテンツへの訪問確率を推定した結果、キーワード「診療所名」の場合、トップページとトップページ（再）、診療内容ページの訪問確率が正であることを明らかにした。キーワード「診療所名＋地域名」の場合、トップページ（再）と乳がん検診ページの訪問確率が負であった。キーワード「診療所名＋診療内容」の場合、トップページの訪問確率は正であり、お知らせページの訪問確率は負であった。キーワード「乳がん検診」で検索した場合、乳がん検診ページでは正の訪問確率となった。各コンテンツへの訪問確率は、検索キーワードによって異なる傾向が見られたことから、閲覧者のニーズに基づく閲覧行動を把握し、Web サイトを改善することによって、求められる情報ページへの訪問確率を高めることを明らかにした。

第3章では、北海道在住の一般市民における遠隔健康相談システムの需要、並びに利用価値を明らかにすることを目的とし、インターネット調査を利用して支払意思額の推計を行った。その結果、支払意思額の中央値は 367 円、平均値は 495 円であることを明らかにした。また、支払意思額に影響を与える要因を分析した結果、「利用の意思あり」の要因において支払意思額が有意に高い傾向にあることを明らかにした。

第4章では、OECD 加盟国の医療環境、経済状況について調査し、画像診断機器の導入可能性に関する調査・分析をおこなった。29 カ国を対象に主成分分析を行った結果、各国は医療環境指標、経済状況指標によって主に 4 グループに定義した。また、その 4 グループの中から、医療機器導入の可能性が高いグループを抽出し、CT 台数および MRI 台数を目的変数、そのほかの医療環境指標、経済状況指標を説明変数とした重回帰分析を行った結果、CT 台数および MRI 台数に最も影響のある要因は病床数であることが明らかした。主成分分析および重回帰分析の結果を踏まえて、医療機器導入の可能性が高い順番を検討した結果、アメリカ、メキシコ、チリ、トルコにおいて医療機器導入の可能性が高いことを示した。

第5章では、開発途上国の IT 普及状況、医療環境、経済状況について調査し、遠隔医療実現可能性の検討を行った。分析の結果、インターネット利用率と携帯電話普及率のデータから、タイ、南アフリカ、エジプト、モロッコで遠隔医療サービスの導入可能性があることを明らかにした。主成分分析およびクラスター分析の結果、経済指標、医療環境指標、IT 普及指標によって 5 クラスターに分類され、本研究により遠隔医療サービス導入可能性が高

い国は南アフリカであることを可視化した(A群: Algeria, Egypt, Morocco, Indonesia, Ghana, Tunisia, Madagascar, Nigeria, Thailand, B群: Bangladesh, Ethiopia, Kenya, Uganda, India, Pakistan, C群: Sudan, Malaysia, Viet Nam, Tanzania, Philippines, China, D群: South Africa, E群: Japan, Singapore)。

本研究で用いた Web サイト分析手法は病院経営の観点から有用であり、医療におけるデータベース・マーケティングの1つとして発展することが予想される。自治体による遠隔健康相談システムの需要および利用価値の算出手法については、利用者のニーズを把握することだけではなく、健康づくり施策の評価指標として利用されることも期待される。医療機器及び遠隔医療技術の普及分析手法については、医療機器及び遠隔医療サービスの開発・販売を行う企業のマーケティング手法や、各国における医療産業の発展を予測する技術として活用することが出来ると共に、関連する他の先端医療情報技術の導入についても応用可能である。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、多大なるご指導・ご助言を頂きました小笠原克彦教授に深謝いたします。小笠原教授とは北海道大学保健学科での4年間から、北海道大学院保健科学院修士課程での2年間、さらに私が特任助教として勤務させていただいた北海道大学大学院保健科学研究院の約3年半と、およそ10年間にわたって学業・研究のご指導賜りました。本当にありがとうございました。

本論文を作成するにあたり、適切なアドバイスをさせていただいた副査の北海道大学病院遠藤 晃准教授、北海道大学大学院保健科学研究院 中谷 純客員教授、北海道大学大学院保健科学研究院 杉森 博行准教授に深く御礼申し上げます。

研究の方法や考察など多くの適切なご助言をいただきました北海道科学大学 谷川 琢海 准教授、谷川原 綾子 講師、旭川医科大学 谷 祐児 准教授、北海道大学病院臨床研究開発センター 西本 尚樹 准教授、小樽商科大学大学院商学研究科 藤原 健祐 准教授、IQVIA 社 辻 真太郎 様、医療経済研究機構 石川 智基 先生に深く感謝いたします。

本研究における調査を遂行するにあたり、岩見沢市企画財政部企業立地情報化推進室・黄瀬 信之様、株式会社ツルハホールディングス・後藤 輝明様、株式会社ツルハ・吉町 昌子様、中尾 祐輝様、株式会社はまなすインフォメーション・森山 広行様、岩見沢市健康福祉部健康づくり推進課・永井 亘様、青山 毅様、榎本 尚司様に多大なるご協力・助言を頂きました。深く感謝いたします。

更に、本研究へのご助言に加え、日常の議論を通じて多くの知識や示唆をいただきました北海道大学大学院保健科学院社会医療情報学研究室の皆さまに深く感謝いたします。

最後に、支えてくれた家族に心より感謝いたします。

2019年9月
鈴木 哲平

業績一覧

【英語論文】

1. Tomoki Ishikawa, Yuji Nakao, Kensuke Fujiwara, Teppei Suzuki, Shintaro Tsuji, Katsuhiko Ogasawara, Forecasting maldistribution of human resources for healthcare and patients in Japan: a utilization-based approach, BMC Health Service Research, IF=1.932(2018) (2019年9月)
2. Teppei Suzuki, Tamotsu Abe, Shintaro Tsuji, Tomoko Shimoda, Sadako Yoshimura, Katsuhiko Ogasawara, Survey on the willingness to pay for tele-health consultation, Health Policy and Technology, IF=1.225(2018) (2019年7月)
3. Morii.Y, Ishikawa. T, Suzuki. T, Tsuji. S, Yamanaka. M, Ogasawara. K, Projecting future supply and demand for physical therapists in Japan using system dynamics, Health Policy and Technology, 8(2), 118-127, IF=1.225(2018) (2019年6月)
4. Takumi Tanikawa, Reina Suzuki, Teppei Suzuki, Tomoki Ishikawa, Hiroko Yamashina, Shintaro Tsuji, Katsuhiko Ogasawara, Where Does Telemedicine Achieve a Cost Reduction Effect? Cost Minimization Analysis of Teleradiology Services in Japan. Telemedicine and e-Health, IF=1.996(2018) (2019年4月)
5. Tomohiro Aoki, Teppei Suzuki, Ayako Yagahara, Shin Hasegawa, Shintaro Tsuji, Katsuhiko Ogasawara, Analysis of the Regionality of the Number of Tweets Related to the 2011 Fukushima Nuclear Power Station Disaster: Content Analysis, JMIR Public Health and Surveillance (2018年12月)
6. Teppei Suzuki, Tomoko Shimoda, Noriko Takahashi, Kaori Tsutsumi, Mina Samukawa, Sadako Yoshimura, Katsuhiko Ogasawara, Factors Affecting Bone Mineral Density Among Snowy Region Residents in Japan: Analysis Using Multiple Linear Regression and Bayesian Network Model, Interactive Journal of Medical Research (2018年5月)
7. Teppei Suzuki, Yusuke Isomi, Shintaro Tsuji, Yuji Tani, Takumi Tanikawa, Hiroko Yamasina, Katsuhiko Ogasawara, Penetration factors and introduction possibility for image diagnostic equipment, Health Policy and Technology, IF=1.225(2018) (2018年1月)

8. Satoshi Kaga, Teppei Suzuki, Katsuhiko Ogasawara, Willingness to Pay for Elderly Telecare Service Using the Internet and Digital Terrestrial Broadcasting, Interactive Journal of Medical Research, 6(2) e21 (2017年10月)
9. Tomoki Ishikawa, Kensuke Fujiwara, Hisateru Ohba, Teppei Suzuki, Katsuhiko Ogasawara, Forecasting the regional distribution and sufficiency of physicians in Japan with a coupled system dynamics-geographic information system model, Human Resources for Health, IF=2.547(2018) (2017年9月)
10. Tomoko Shimoda, Teppei Suzuki, Noriko Takahashi, Kaori Tsutsumi, Mina Samukawa, Shoko Yoshimachi, Teruaki Goto, Hisashi Enomoto, Nobuyuki Kise, Katsuhiko Ogasawara, Sadako Yoshimura, Nutritional Status and Body Composition of Independently Living Older Adults in a Snowy Region of Japan, Gerontology and Geriatric Medicine 3 : 2333721417706854 (2017年1月)
11. Teppei Suzuki, Yuji Tani, Katsuhiko Ogasawara, Behavioral Analysis of Visitors to a Medical Institution's Website Using Markov Chain Monte Carlo Methods, Journal of Medical Internet Research 18(7) e199, IF=4.945(2018) (2016年7月)

【和文論文】

1. 谷祐児, 藤原健祐, 鈴木哲平, 小笠原克彦, 相関分析を用いた医療機器および病院情報システム導入時における重要因子の検討. 日本放射線技術学会雑誌, 75(5), 429-437(2019)
2. 森井康博, 石川智基, 辻真太郎, 鈴木哲平, 小笠原克彦, 北海道における医療従事者の地域偏在度の職種間比較. 医療情報学, 37(6), 285-28(2018年1月)
3. 鈴木哲平, 佐々木彩乃, 林和輝, 谷川原綾子, & 小笠原克彦, 医療機関 Web サイトの医療情報充実度. 医療情報学, 35(3), 133-140. (2015年)

【学会発表】

1. 井上貴雄, 高島理沙, 鈴木哲平, 水口寛彦, 小笠原克彦, 地域居住高齢者の視知覚機能, 認知機能と作業遂行状態の関連, 第 53 回日本作業療法学会 (福岡) (2019/9)
2. 谷川原綾子, 井上剛, 北川剛, 山品博子, 藤原健祐, 鈴木哲平, 小笠原克彦, モーションキャプチャーによるマンモグラフィ撮影動作表現手法の検討, 日本医療情報学会第 19 回北海道支部会学術大会 (札幌) (2019/06)
3. 熊谷大樹, 鈴木哲平, 小笠原克彦, ベイジアンネットワークを用いた 2 型糖尿病患者レセプトデータ分析, 第 18 回日本医療情報学会北海道支部春季学術大会 (札幌) (2019/01)
4. 田森帆乃夏, 鈴木哲平, 山品博子, 向井まさみ, 小笠原克彦, 医療分野における人工知能の受容動向に関する分析, 第 18 回日本医療情報学会北海道支部春季学術大会 (札幌) (2019/01)
5. 藤田奈穂, 鈴木隆介, 鈴木哲平, 黒蕨邦夫, 小笠原克彦, 検診機関 Web サイトによる情報提供と受診者の情報収集の相違点-アイトラッキングによる調査, 第 18 回日本医療情報学会北海道支部春季学術大会 (札幌) (2019/01)
6. 鈴木隆介, 鈴木哲平, 小笠原克彦, 潜在クラス分析を用いた病院 Web サイト訪問者の閲覧意図分類, 第 18 回日本医療情報学会北海道支部春季学術大会 (札幌) (2019/01)
7. 森井康博, 石川智基, 藤原健祐, 鈴木哲平, 小笠原克彦, Jackknife 法によるサンプリングを用いた北海道における医療従事者の地域偏在度の比較, 日本医療情報学会第 17 回北海道支部学術大会 (札幌) (2018/06)
8. 鈴木隆介, 鈴木哲平, 辻真太郎, 小笠原克彦, ベイジアンネットワークを用いた放射線関連 Web サイトの閲覧モデルの構築, 第 22 回日本医療情報学会春季学術大会 (新潟) (2018/06)
9. 鈴木哲平, 田村菜穂美, 榎本尚司, 永井亘, 小笠原克彦, 糖尿病患者の生活習慣改善に影響を与える要因及び地域性の可視化-ベイジアンネットワークを用いたレセプトデータ分析, 第 22 回日本医療情報学会春季学術大会 (新潟) (2018/06)

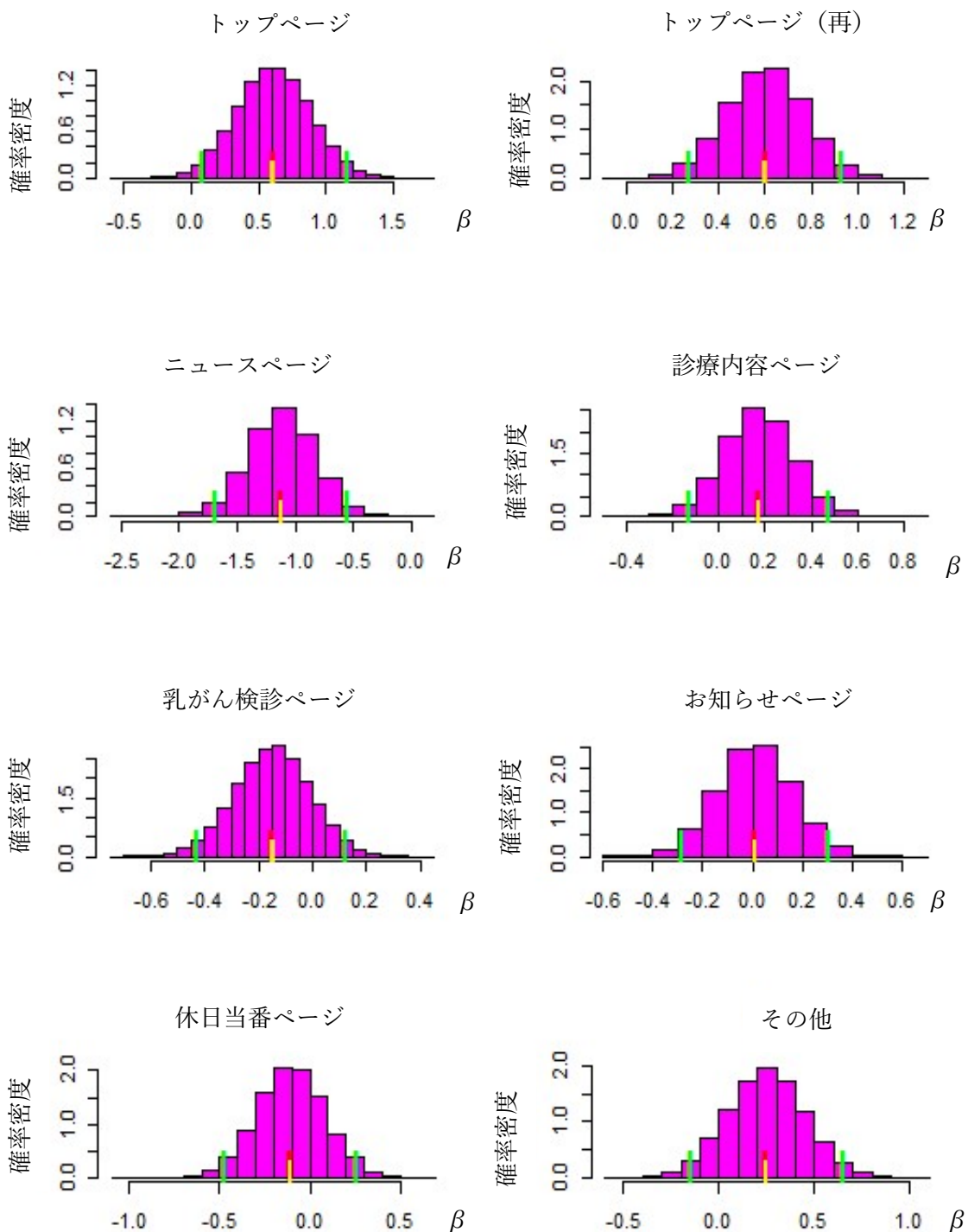
10. 鈴木隆介, 鈴木哲平, 辻真太郎, 小笠原克彦, 病院 Web サイト訪問時の検索後が取得出来ないアクセスログから閲覧ニーズを推定する手法の開発, 日本医療情報学会第 17 回北海道支部学術大会 (札幌) (2018/06)
11. 鈴木隆介, 鈴木哲平, 小笠原克彦, ベイジアンネットワークを用いた放射線関連 web サイトの閲覧モデル構築, 第 16 回日本医療情報学会北海道支部学術大会 (札幌) (2018/02)
12. 辻真太郎, 鈴木哲平, 石川智基, 森井康博, 谷川琢海, 小笠原克彦, 2 型糖尿病患者に対する CGM (Continuous glucose monitoring) システムを用いた血糖値モニタリングアプリケーションの経済評価- マルコフモデルを用いた医療費の推定-第 37 回医療情報学連合大会 (大阪) (2017/11)
13. 石川智基, 藤原健祐, 森井康博, 鈴木哲平, 辻真太郎, 小笠原克彦, System Dynamics による医師数充足と地域偏在の将来予測-北海道の周産期医療を対象として-, 第 37 回医療情報学連合大会 (大阪) (2017/11)
14. 鈴木哲平, 榎本尚司, 永井亘, 森山広行, 後藤輝明, 黄瀬信之, 下田智子, 寒川美奈, 小笠原克彦, ベイジアンネットワークを用いた豪雪地域住民の下肢筋力と生活習慣に関する因果関係の可視化, 第 37 回医療情報学連合大会 (大阪) (2017/11)
15. 田村菜穂美, 鈴木哲平, 石川智基, 辻真太郎, 榎本尚司, 永井亘, 小笠原克彦, レセプト情報を活用した糖尿病患者の生活因子に影響する要因の可視化-ベイジアンネットワークモデルによる分析-, 第 37 回医療情報学連合大会 (大阪) (2017/11)
16. 寒川美奈, 鈴木哲平, 下田智子, 堤香織, 高橋紀子, 高島理沙, 辻真太郎, 村田和香, 良村貞子, 小笠原克彦, 高齢女性における尿失禁と立ち上がり機能の関係性について, 第 24 回日本未病システム学会学術総会 (横浜) (2017/11)
17. 鈴木哲平, 豆野雄樹, 本間弘子, 森山広行, 榎本尚司, 永井亘, 黄瀬信之, 後藤輝明, 小笠原克彦, 産学官連携による未病対策・行動変容を目指す地域健康情報システムの構築, 第 24 回日本未病システム学会学術総会 (横浜) (2017/11)
18. 石川智基, 藤原健祐, 鈴木哲平, 辻真太郎, 小笠原克彦人口構造の変化を考慮した Demand-based approach による医療需給の将来予測-北海道の救急医療を対象として-, 第 37 回医療情報学連合大会 (大阪) (2017/11)

19. 森井康博, 藤原健祐, 石川智基, 鈴木哲平, 辻真太郎, 小笠原克彦, 地域偏在度と集中度の分析を併せた北海道における医療従事者の配置検討, 第37回医療情報学連合大会(大阪) (2017/11)
20. 谷祐児, 藤原健祐, 鈴木哲平, 小笠原克彦, 廣川博之, 病院情報システムの中小規模民間病院経営に対する寄与への考察, 第37回医療情報学連合大会(大阪) (2017/11)
21. Ogasawara Katsuhiko, Kaga Satoshi, ○Suzuki Teppei, Tani Yuji, Higashikawa Fumihiro, Enomoto Hisashi, Moriyama Hiroyuki, Kise Nobuyuki, Willingness to Pay for Elderly Tele-Care System Using Digital Terrestrial Broadcasting, The 16th World Congress on Medical and Health Informatics (Medinfo 2017) (2017/08)
22. 石川智基, 藤原健祐, 森井康博, 鈴木哲平, 辻真太郎, 小笠原克彦, 北海道における産婦人科・小児科医師数の需給予測評価の試み, 第15回日本医療情報学会北海道支部春季学術大会(札幌) (2017/07)
23. 森井康博, 藤原健祐, 石川智基, 鈴木哲平, 辻真太郎, 小笠原克彦, 北海道における地域偏在度と集中度を併せた医療従事者の配置評価, 第15回日本医療情報学会北海道支部春季学術大会(札幌) (2017/07)
24. 福田晋久, 辻真太郎, 鈴木哲平, 谷川原綾子, 上杉正人, 小笠原克彦, Convolutional Neural Network におけるマンモグラフィ装置品質管理用ファントムを用いた形態認識の試み, 第10回日本医療情報学会北海道支部学術大会(札幌) (2017/02)
25. 加我論志, 鈴木哲平, 東川文博, 榎本尚司, 森山広行, 黄瀬信之, 谷祐児, 小笠原克彦, インターネットと地上デジタル放送を活用した高齢者遠隔見守りサービスの経済性評価, 第10回日本医療情報学会北海道支部学術大会(札幌) (2017/02)
26. 小林永一, 藤原健祐, 谷川琢海, 辻真太郎, 鈴木哲平, 小笠原克彦, 地理情報システムを用いた診療科毎の医療重心の算出—人口重心とし医療重心を比較した医療偏在の可視化—, 第10回日本医療情報学会北海道支部学術大会(札幌) (2017/02)
27. 森井康博, 石川智基, 辻真太郎, 鈴木哲平, 小笠原克彦, 北海道における理学療法士数の地域偏在評価, 第10回日本医療情報学会北海道支部学術大会(札幌) (2017/02)

28. 福田晋久, 辻真太郎, 鈴木哲平, 谷川原綾子, 上杉正人, 小笠原克彦, Convolutional Neural Network におけるマンモグラフィ装置品質管理用 ファントムを用いた画像認識, 第 36 回医療情報学連合大会 (横浜) (2016/11)
29. 森井康博, 石川智基, 鈴木哲平, 辻真太郎, 小笠原克彦, システムダイナミクスを用いた日本における理学療法士数の将来予測, 第 36 回医療情報学連合大会 (横浜) (2016/11)
30. 鈴木哲平, 加我諭志, 東川文博, 榎本尚司, 森山広行, 黄瀬信之, 谷祐児, 小笠原克彦, テレビとインターネットを活用した新たな健康見守りサービスの普及に関する調査—地域におけるアンケート調査結果より—, 第 36 回医療情報学連合大会 (横浜) (2016/11)
31. 青木智大, 鈴木哲平, 辻真太郎, 小笠原克彦, 原発関連 Tweet における ReTweet と印象度との関係性分析, 第 36 回医療情報学連合大会 (横浜) (2016/11)
32. 加我諭志, 鈴木哲平, 東川文博, 榎本尚司, 森山広行, 黄瀬信之, 谷祐児, 小笠原克彦, 地上デジタル放送を利用した高齢者遠隔見守りサービスに対する支払意思額の分析, 第 36 回医療情報学連合大会 (横浜) (2016/11)
33. 谷祐児, 藤原健佑, 鈴木哲平, 小笠原克彦, 廣川博之, 中小規模民間病院経営改善における病院情報システムの役割に関する考察—中小規模病院経営改善アンケート調査結果およびヒアリング調査 結果より—, 第 36 回医療情報学連合大会 (横浜) (2016/11)
34. 下田智子, 鈴木哲平, 堤香織, 高橋紀子, 寒川美奈, 後藤輝明, 吉町昌子, 小笠原克彦, 良村貞子, 冬期における豪雪地域住民の年代別体組成および骨密度の実態—高齢者の筋肉量と骨密度に着目して—, 第 23 回日本未病システム学会学術総会 (福岡) (2016/11)
35. 谷 祐児, 藤原健佑, 鈴木哲平, 小笠原克彦, 中小規模民間病院における病院経営での医療情報システムの役割—アンケート調査およびヒアリング調査からの考察—, 第 36 回医療情報学連合大会 (横浜) (2016/10)

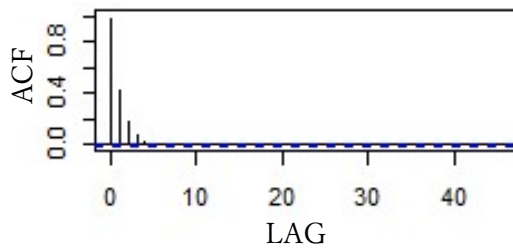
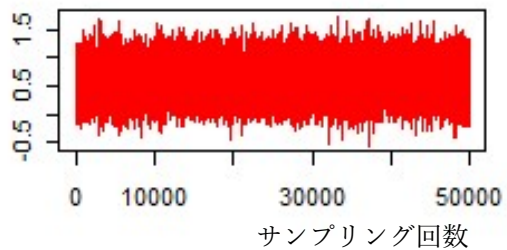
添付資料

第2章 MCMC法による検索キーワード別コンテンツ訪問事後確率分布とその収束状況
キーワード「診療所名」事後分布

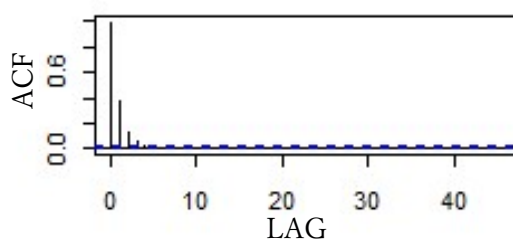
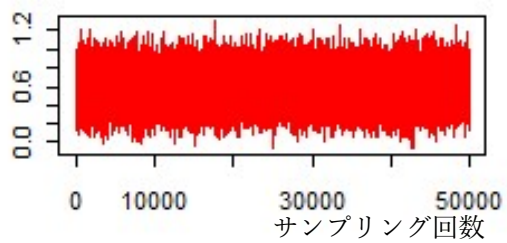


キーワード「診療所名」MCMC シミュレーション結果

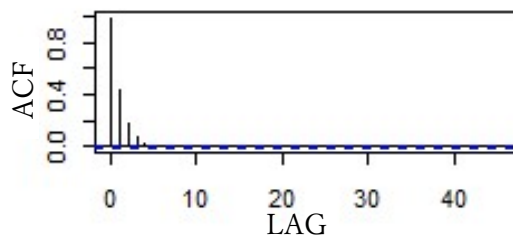
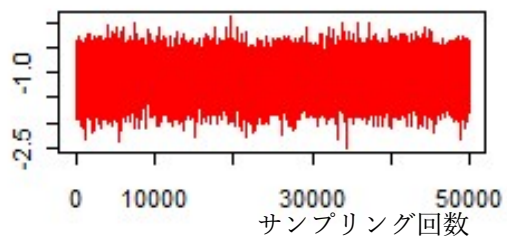
トップページ



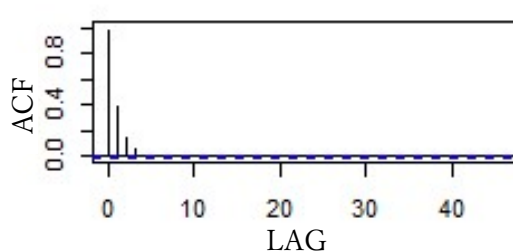
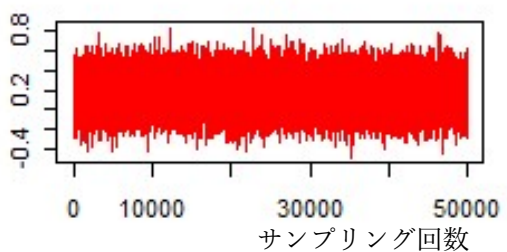
トップページ (再)



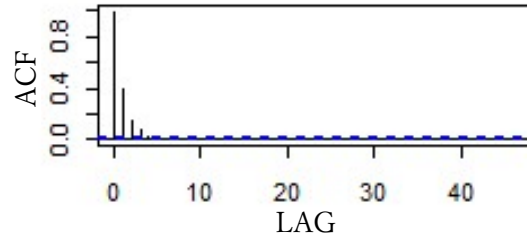
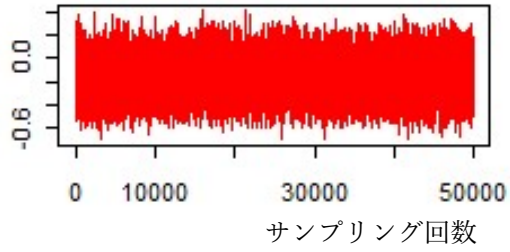
ニュースページ



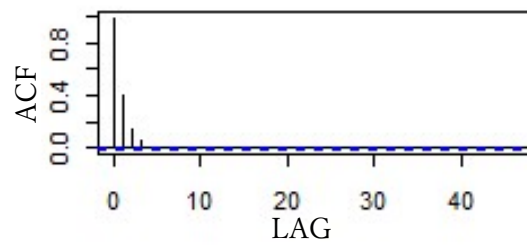
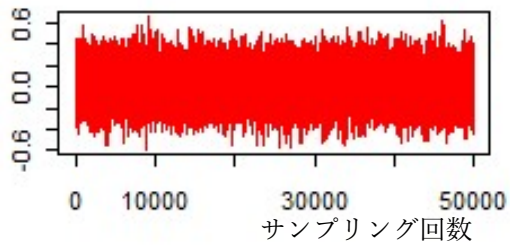
診療内容ページ



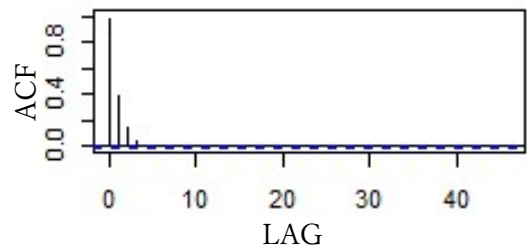
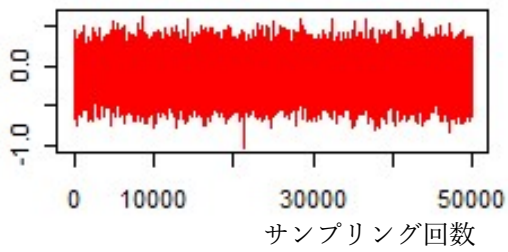
乳がん検診ページ



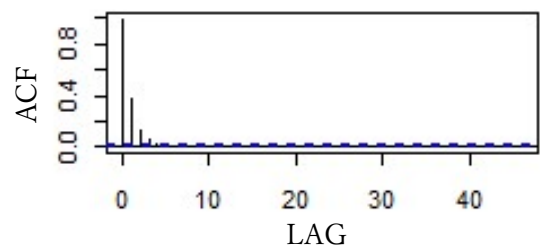
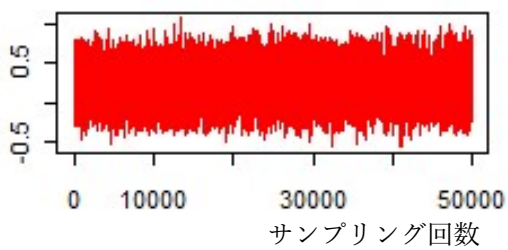
お知らせページ



休日当番ページ

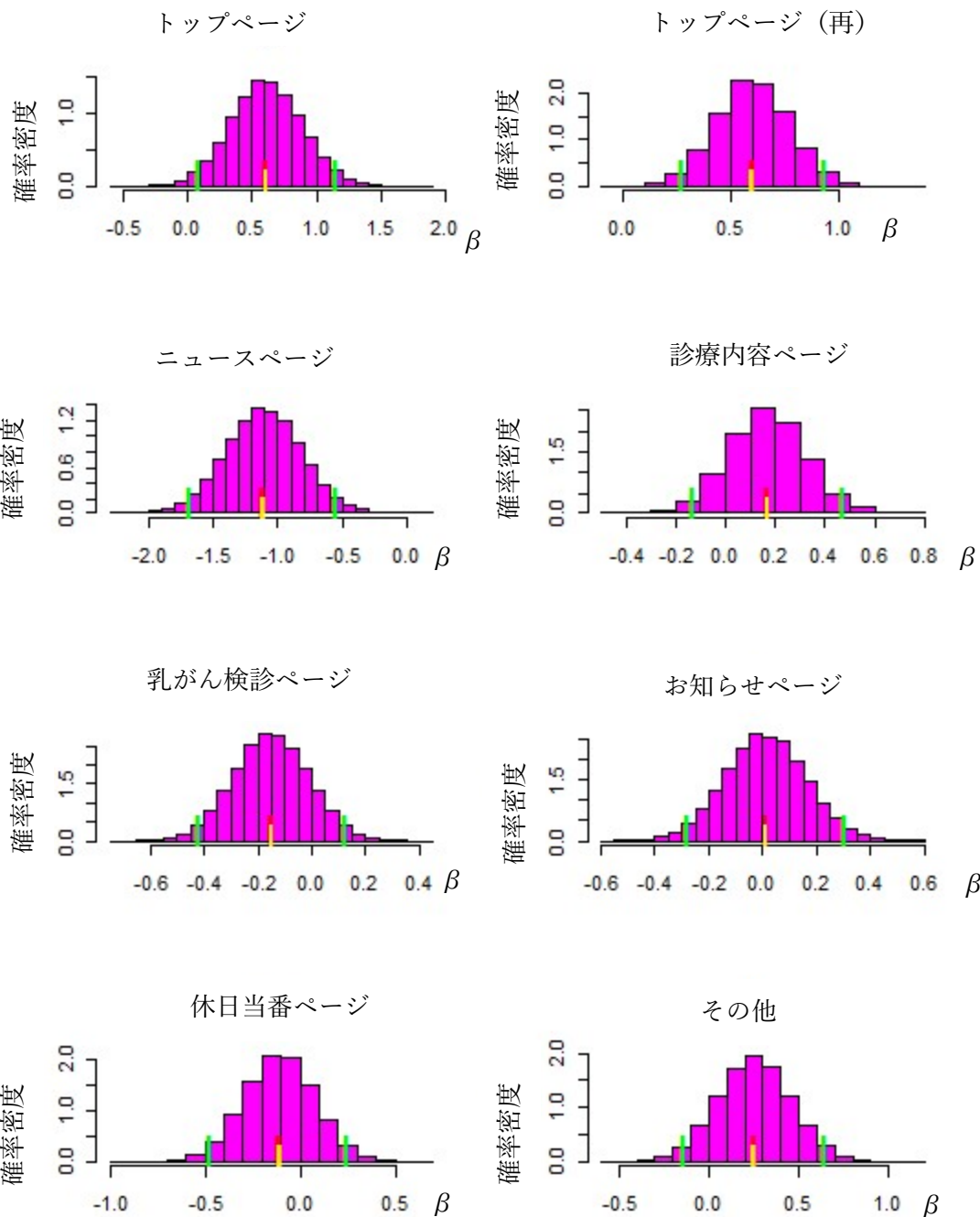


その他



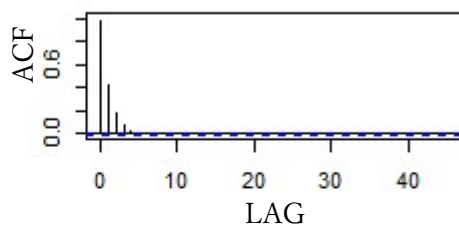
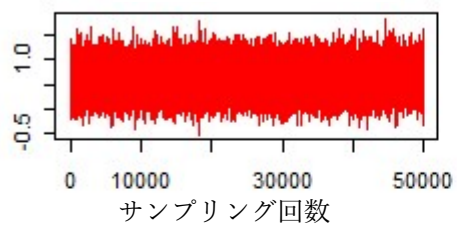
シミュレーション結果

キーワード「診療所名+地域名」事後分布

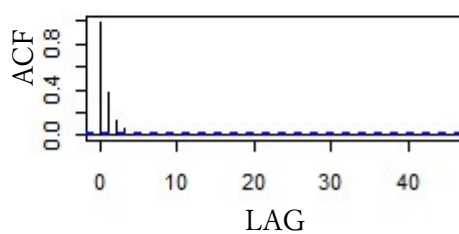
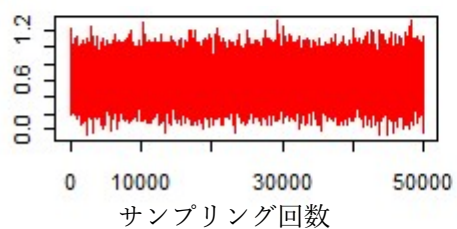


キーワード「診療所名+地域名」MCMC シミュレーション結果

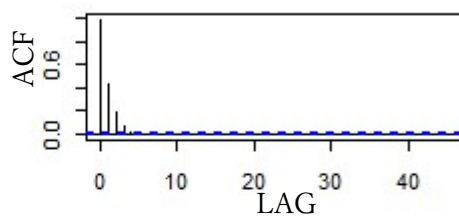
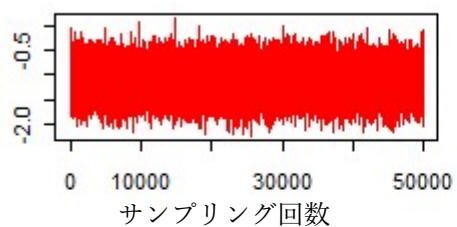
トップページ



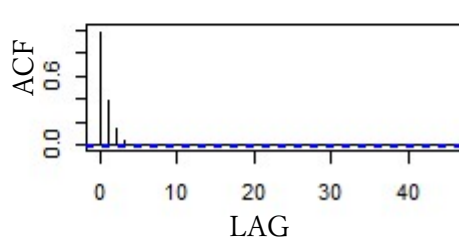
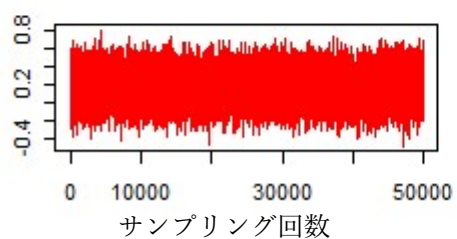
トップページ (再)



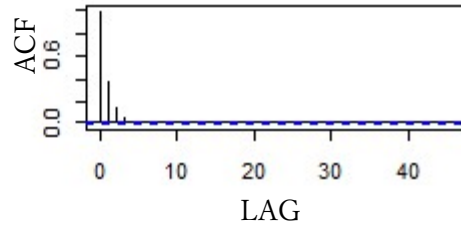
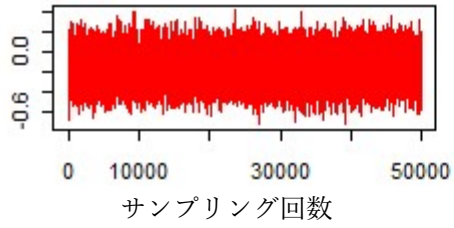
ニュースページ



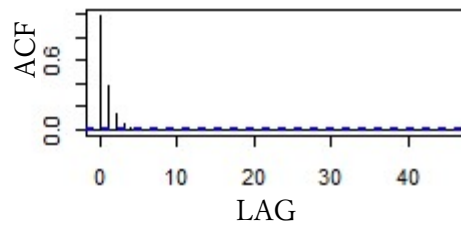
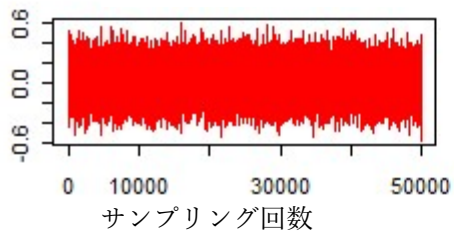
診療内容ページ



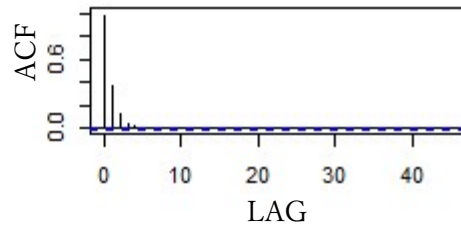
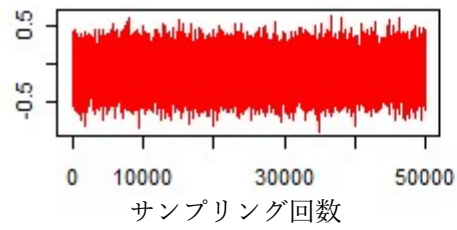
乳がん検診ページ



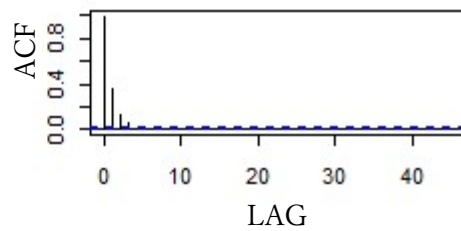
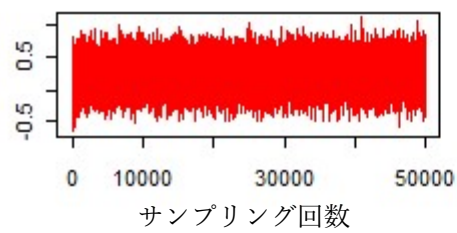
お知らせページ



休日当番ページ



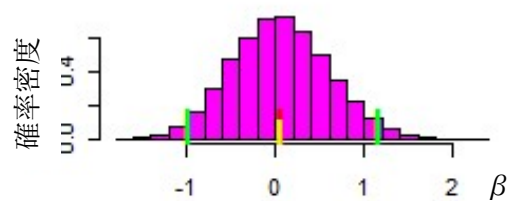
その他



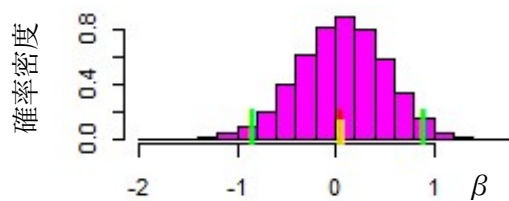
シミュレーション結果

キーワード「診療所名+診療内容」事後分布

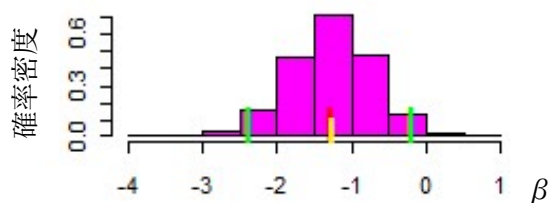
トップページ



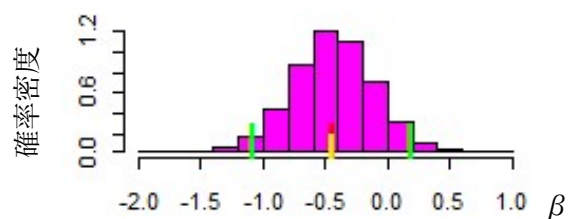
トップページ (再)



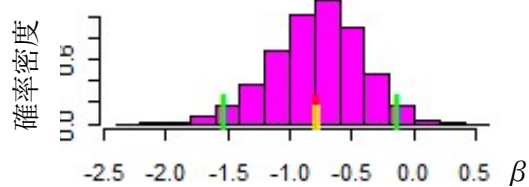
ニュースページ



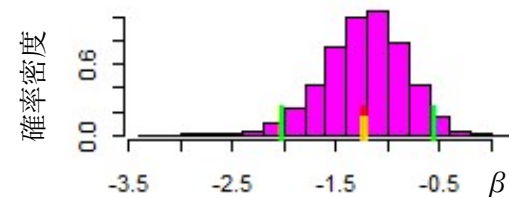
診療内容ページ



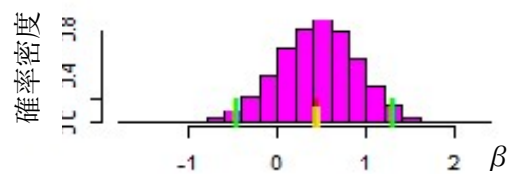
乳がん検診ページ



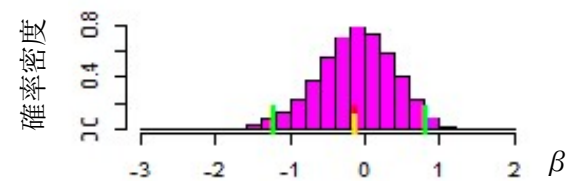
お知らせページ



休日当番ページ

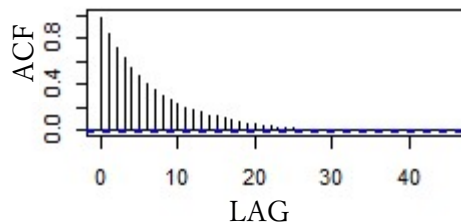
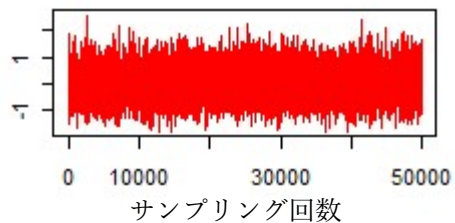


その他

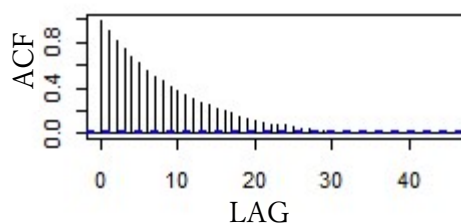
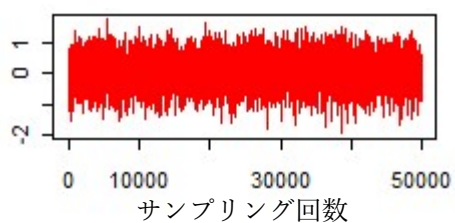


キーワード「診療所名+診療内容」MCMCシミュレーション結果

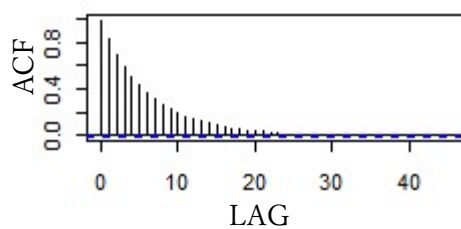
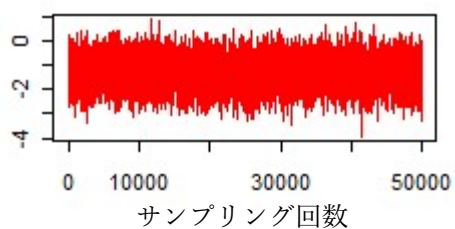
トップページ



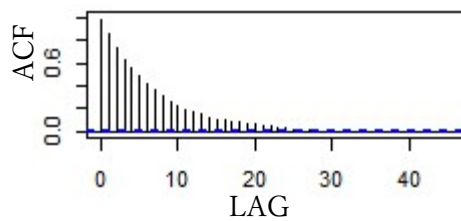
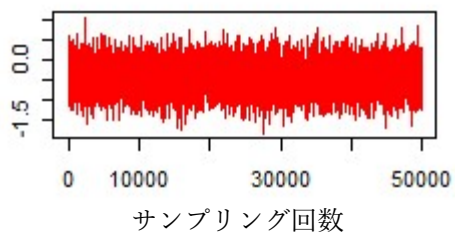
トップページ (再)



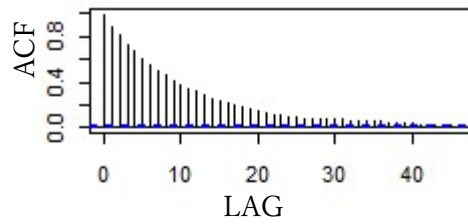
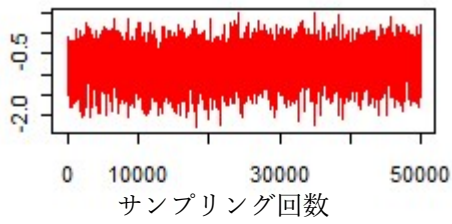
ニュースページ



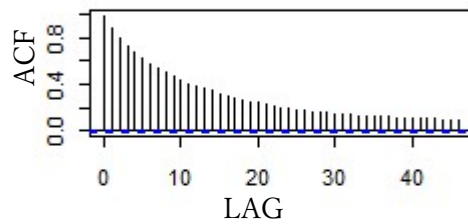
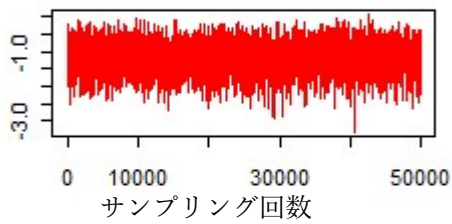
診療内容ページ



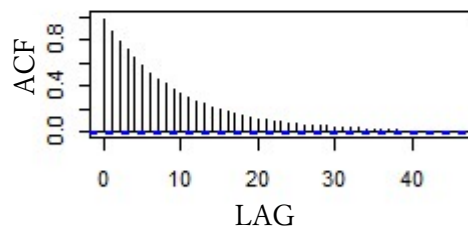
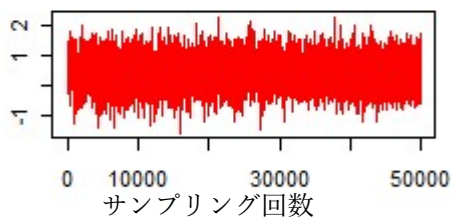
乳がん検診ページ



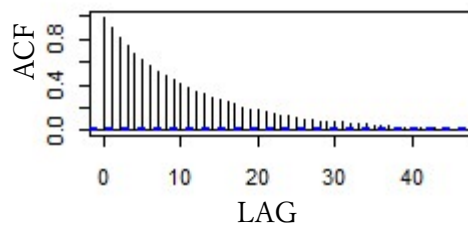
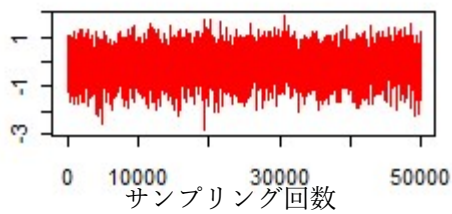
お知らせページ



休日当番ページ



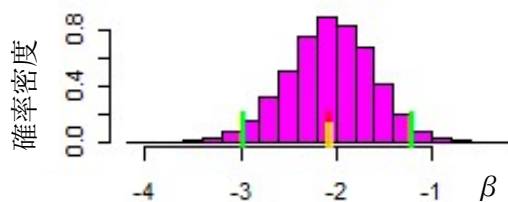
その他



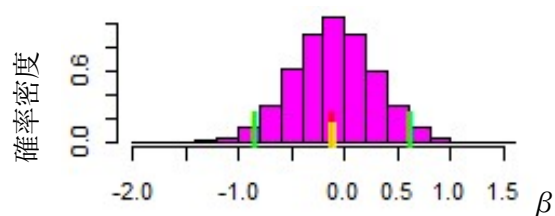
シミュレーション結果

キーワード「乳がん検診」事後分布

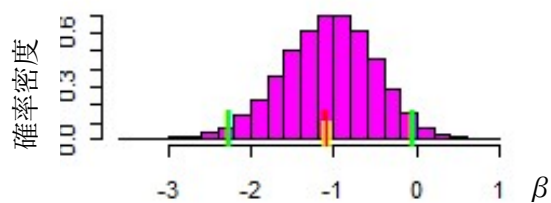
トップページ



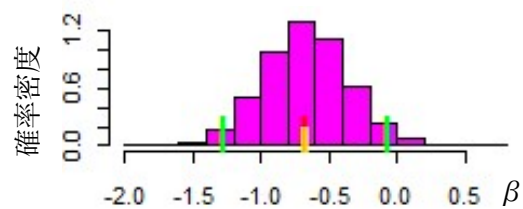
トップページ (再)



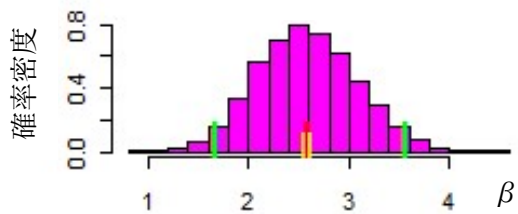
ニュースページ



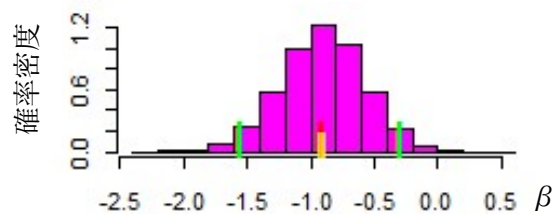
診療内容ページ



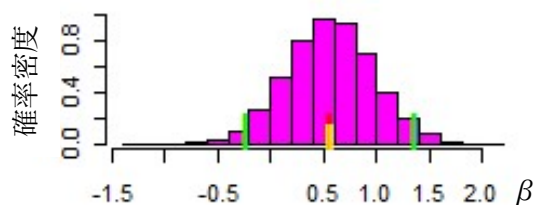
乳がん検診ページ



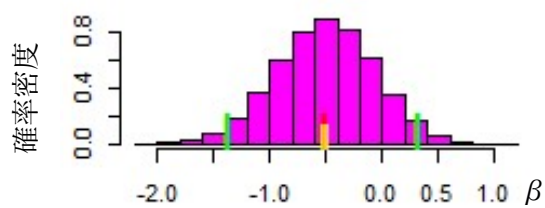
お知らせページ



休日当番ページ

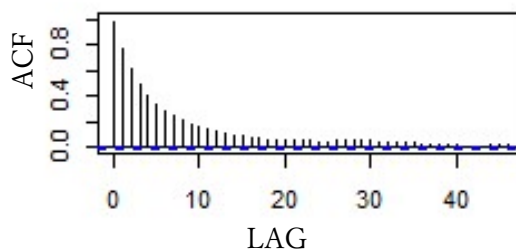
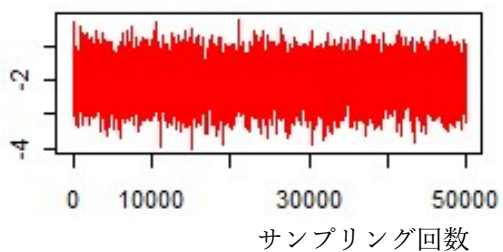


その他

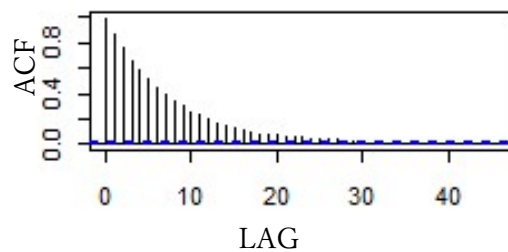
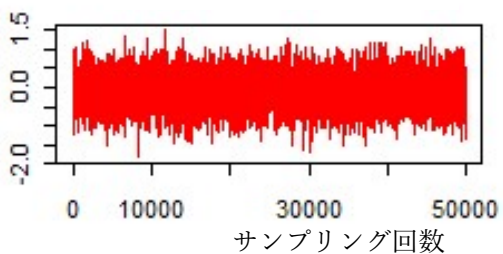


キーワード「乳がん検診」MCMC シミュレーション結果

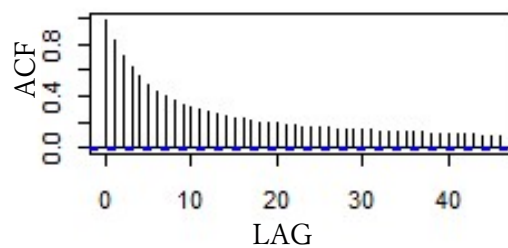
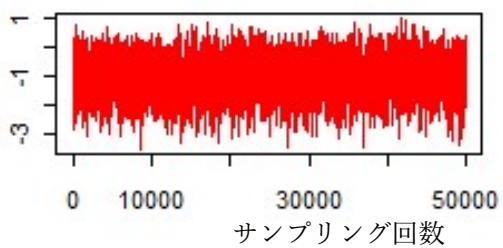
トップページ



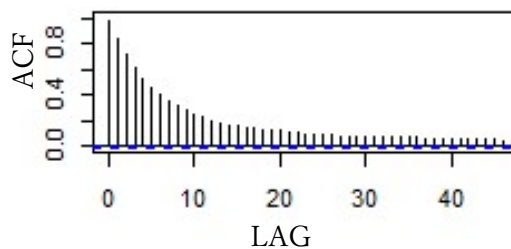
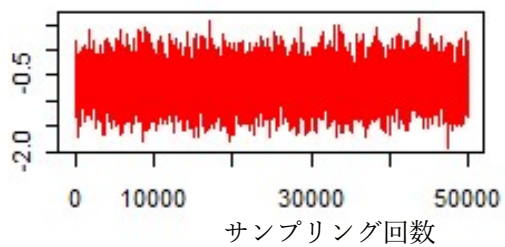
トップページ (再)



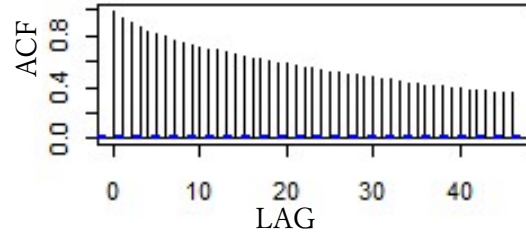
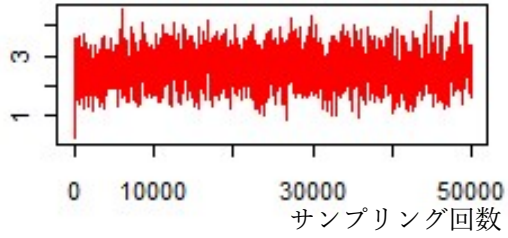
ニュースページ



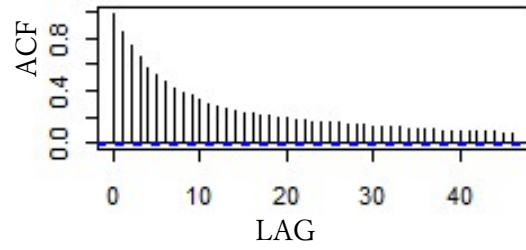
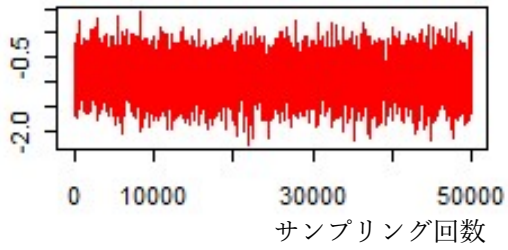
診療内容ページ



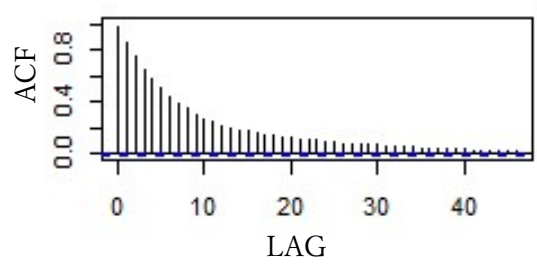
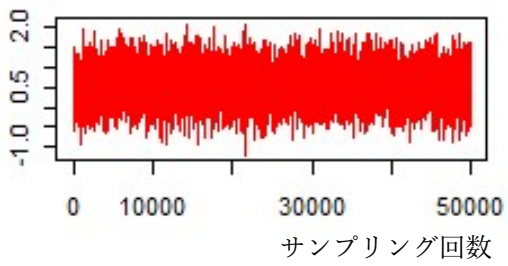
乳がん検診ページ



お知らせページ



休日当番ページ



その他

