

# デジタルICTを用いた人々の行動変容に関する 取り組み：インフラ、メソッド

中川 敦寛, 日下 房子, 浅野 成子, 寺島 なお子, 八木橋 真央,  
高橋 千明, 改正 将夫, 佐藤 千穂, 富永 悌二

先進国を中心として高齢化が進む中、従来の病院・医師中心の医療とは異なる形で、日常生活においてユーザーが自発的に生活習慣改善を行う予防医療が注目されるようになった。デジタル技術の進化を背景に新たなサービスが世界中で試みられている。企業は自社のテクノロジーを活かし、従来とは異なるチャネルとして、予防医療領域でのサービスビジネスにおいてソリューション開発に向けた co-creation、参入に向けた連携を進める余地があると考えられる。本稿では、諸外国の取り組みをまとめるとともに、わが国の現状と東北大学とフィリップス・ジャパンの包括提携の取り組みを例に現状と課題を考察する。

キーワード：デジタルヘルス、行動変容、産学連携

## 1. 医療・ヘルスケアイノベーションの現在位置

医療・ヘルスケア領域は、これまで、よりよい質に高め、より誰でも、どこでも (accessibility)、金銭的に手に届く形で (affordability)、適切に選択できる形 (availability) を目指し続けることで発展を続けてきた。ヘルスケア業界のメガトレンドは、基本的には、この三つの目標を、より高次元で実現するために、現在の仕組みをさらに変革していくための取り組みとして理解することができる。たとえば、製薬会社が患者満足度の低い疾患に焦点を当てて医薬品開発を進めていることは、医療の質を上げるという取り組みの最たるものである。一方で、中国やインドネシアなどの新興国で、国民皆保険に向けて公的保険が整備されつつあるのは、アクセス改善に向けた取り組みである。また、そうした取り組みに持続可能性 (sustainability) をもたせるための取り組みも欠かせない。Population health (社会集団に対する健康管理) は、病気を未然に防ぐことで医療費を抑制しようという取り組みである。同様に、Value based care (価値に基づいた医療) は、患者のアウトカムに注目する点では、医療の質を向上させる取り組みであり、アウトカムの改善効果を勘案して価格設定 (償還設定) するという点では、良質な医療を多くの人に届けるための取り組みである。

なかがわ あつひろ, とみなが ていじ  
東北大学病院臨床研究推進センターバイオデザイン部門  
東北大学大学院医学系研究科神経科学分野  
くさか ふさこ, あさの せいこ, てらしま なおこ,  
やぎはし まお, たかはし ちあき, かいしょう まさお,  
さとう ちは  
東北大学病院臨床研究推進センターバイオデザイン部門

これらすべてを達成することは容易ではなく、何を重視するかについては、国によっても、プレイヤーによっても、疾患領域によっても異なる。たとえば、医療インフラ、医療保険が未成熟の新興国では、アクセス改善が最重要課題に位置づけられるものと考えられる。疾患別では、アルツハイマー病のように治療満足度が相対的に低い疾患では医療の質向上が求められている一方、高血圧の治療では、医療費抑制に向けてジェネリック医薬品の推進に重点が置かれているかもしれない。新薬メーカーは医療の質を高められる新薬の開発を目指し、ジェネリックメーカーは医療費抑制への貢献を目指している。こうした取り組みにおいてイノベーションが果たす役割も大きく、利用可能なテクノロジーによっても、課題達成の方法は異なってくる。

最近のデジタル information and communication technology (ICT) 活用の進歩は目覚ましく、従来、医療現場が十分に活用しきれなかった情報 (日常生活情報など) の収集・活用が可能になり、さまざまなプレイヤーが連携しながら、予防・生活管理サービスを含めたヘルスケアソリューションの提供が質、量ともに格段の進化を遂げているところである。

## 2. 医療・ヘルスケア領域におけるデジタルICTの位置づけ

わが国の医療制度は、皆保険制度を前提とし、すでに病気に罹患した「患者」の治療を公的負担で実現する、という根本思想のもとに成り立っている。現行制度は 1958 年の国民健康保険制法の制定に端を発するが、60 年経過した現在、制度疲労による弊害とその限界も明らかになりつつある。日本を例にとると、高齢

者1人を支える労働人口は制度設計を行った1950年代には4.8人であったものが、2010年には2.1人、そして2020年には1.3人にまで低下する見込みである[1]。また、年齢による医療費を比較した際の差は歴然としており、65歳未満は15万8,900円、65歳以上は67万3,400円で、介護費も同様に年齢が上がるほど費用が増加する[2]。社会保障費の伸びを抑制するカギは「健康寿命」であり、ヒト・モノ・カネを含めた医療資源に限りがある中で、超高齢社会における社会保障費の増大という課題に立ち向かうには、「治療から予防」へ意識を変革し、個人の健康寿命を延伸することがますます重要となってくる。その一方、現在、平均寿命と健康寿命には男性で9.13年、女性では12.68年の差がある[3]。この差を縮小させることが社会保障負担の軽減にもつなげるうえで重要であるのはもちろんのこと、超高齢社会という課題を世界に先駆けて経験しているわが国が課題解決のソリューションを示し、グローバル展開に資する新規事業の「資源」になるものと考えられる。

健康寿命の延伸を含めたさまざまな諸課題を解くうえで鍵となるのが、モノのインターネット (internet of things: IoT) や人工知能 (artificial intelligence: AI) を駆使したデータの利活用である。これらテクノロジーを活用することで、これまで取得できなかったさまざまな個人のデータが収集できるようになる。また、個人の健康状態に対応したアドバイスを適切なタイミングと手段で提供することで、これまで人では見つけられなかった新たな気づきにもつなげることが可能となる。自分自身のデータから予測される将来の状況を可視化することで、健康問題を自らのリスクとして再認識し、生活習慣を見直す自発的な改善行動につながる意識変革をしてもらう端緒となることが期待される。

政府がまとめた国の成長戦略である未来投資戦略では、テーマの一つとして「健康寿命の延伸」を掲げ、健康・医療・介護サービス提供の基盤となるデータの利活用の推進を施策としている。2018年度に閣議決定された未来投資戦略2018によると、具体的施策としてオンライン資格確認の仕組み構築、医療機関などにおける健康・医療情報の連携・活用、介護分野における多職種の介護情報の連携・活用、personal health record (PHR) の構築、ビッグデータとしての健康・医療・介護情報解析基盤の整備の五つが挙げられている[4]。第18回未来投資会議では「認知症や生活習慣病等の未病や重症化予防によって、生産労働人口の増加と社会の生産性向上を目指していくことが必要」と述べられて

いるように、未来投資戦略の目的はICT利活用による「少子高齢化の克服による持続的な成長経路の実現」である。その一つとして次世代ヘルスケアシステムの構築が位置づけられており、医療機関のもつデータや専門性に、企業のもつIoTやAIに関する最先端技術やデータ分析のノウハウを組み合わせることで、健康寿命の延伸に貢献できる新たなサービスを創り出すことが期待される。

その一方で、必ずしも健康問題を重要視しない、あるいは疾患を発症していないため切迫感のない健常人、未病者に行動変容のきっかけをつくり、変容を完成させるのは容易ではない。また、事業として成り立つソリューションを開発するためには、高い専門性をもったパートナーとの共創が不可欠であるばかりでなく、そもそも対象とするセグメントから事業化として持続可能にする revenue stream の設計は容易ではない。

### 3. デジタルICTの医療・ヘルスケア領域における事例

#### 3.1 デンマーク（政府主導のデータ活用）

世界各国において、より健康的な社会の実現を目指して医療や健康に関するデータの利活用が進められている。政府による電子政府の一環としての取り組みや、ヘルスケア関連企業が革新的なサービスを提供するなど、主体となるプレイヤー、方法はさまざまである中であって、デンマークは政府主導でデータ活用を積極的に行ってきた。1968年に個人識別番号 (Central Persons Resistration: CPR) を導入以来、40年以上の運用実績があり、電子政府戦略の下でデジタル化による行政の効率化を推進してきた[5]。ヘルスケア分野におけるデンマークの特徴は、個人のカルテ情報のほか、ヘルスケアアプリの情報など、医療と健康に関するデータをCPR番号に紐づけて一元管理しているところにある。政府の医療ポータルサイト sundhed.dk では個人や登録された家族等がこれらのデータを閲覧することができ、個人の健康意識を高めることで健康管理や予防医療へとつなげることが可能となる。また医療従事者も sundhed.dk を通じて患者の診察履歴や処方履歴を閲覧でき、これにより一貫した治療プロセスの提供を実現している。2018年1月にはデンマークの厚生省、財務省、地方自治体連盟 (KL: Local Government Denmark)、広域行政機構連盟 (Danske Regioner) が共同でデジタルヘルス領域の4カ年戦略を発表した。ここでは、データ活用に関する計画が発表され、予防やケア、治療におけるデータのデジタル化とその活用

を強化し、ヘルスケアシステムの持続的な発展に向けた取り組みを推進している [6].

### 3.2 オランダ (民間主導での健康寿命延伸)

オランダは健康寿命延伸に向けてデータ活用を推進しており、機関 (組織) の中で専門家がデータを活用できる (Electronic Health Record: EHR)、機関と機関の間でデータを交換できる (Health Information Exchange: HIE)、患者と専門家の間でデータを交換できる (Personal Health Record: PHR) と三つのステップで進められてきた。2016 年には生涯においてデータを記録し、それを健康向上に役立てる生涯型電子カルテである PHR 推進プロジェクト「MedMij (メッドマイ)」も開始した [7]。同国における取り組みの特徴は、国民の自助努力による参加型の健康増進を促している点である。

政府は大きな方針 (法律の制定、ガイドラインやルール作成) を示すことだけにとどめ、企業の力に任せ、市場原理による医療の質の向上の余地を入れている。MedMij では、政府はデータの標準化やシステムの相互運用性の確保、個人情報保護やセキュリティ構築などを担い、企業に PHR 参加による効果を示し、中小企業やスタートアップの参入支援を行うことで、民間企業が PHR プラットフォームの開発を担っている。個人は複数の企業からプラットフォームを自主的に選択することでサービスの質、コストに関して競争原理がはたらいっている。最終的には、健康情報を個人ごとに集約、見える化し、医師から個人への一方通行の情報流通を是正することで、個人が健康情報を管理することができる仕組みを目指している。

### 3.3 シンガポール (医療機関も利便性と質の向上に貢献)

2016 年以降、シンガポールの公立病院や民間機関から、ヘルスケア系アプリのリリースが続いており、患者やその家族と医療現場がアプリを通して情報共有をすることで、患者体験の質向上と医療現場の効率化につながっている。サービス内容としては、治療内容や服薬履歴、健康状態の記録・共有、服用アラーム設定機能などにより、患者の在宅医療をサポートするものが多い。逆に、病院側は、患者からアプリで提示される詳細な情報を基に、より適切な医療サービスの提供を目指すことが期待されている。シンガポールのデジタル医療発展の背景には、同国が 2014 年から国を挙げて取り組んでいる「スマート国家構想」がある [8]。医療・ヘルスケア分野においてもスマート化が進められており、各医療機関は最新の IT を積極的に導入して、

ヘルスケアの利便性や質を高めるためのプロジェクトが進められている。

### 3.4 イスラエル (医療機関主導での医療情報活用とイノベーション推進)

イスラエルは、世界トップクラスのサイバーセキュリティに関する技術と実績などを背景とし、医療・ヘルスケア領域におけるデータオリエンテッドアプローチ (データを収集、共有) に取り組んできた。その基盤となるのは、プライバシーやセキュリティの優れたシステムを構築したうえで、対応可能な地域の病院から患者のデータを収集・蓄積することから始め、全国に横展開し病院間で共有できるシステムである。その結果、患者がどの病院に行っても自分のカルテ、データを基に診療を受けることができるばかりでなく、該当データを研究機関とも共有することで、新しい技術や事業化につなげている。この過程において、政府は、データへのアクセス環境の整備とデータ保護、ヘルスケア・サービス事業者にとっての障壁の除去、これらを支えるインフラの整備を行ってきた。特に、ヘルスケア・サービス事業者にとっての障壁の除去は同国の医療・ヘルスケア系スタートアップ企業数の顕著な増加の一因であり、ヘルスケア・サービス提供者、新規技術・サービス開発者に対して、データアクセスや活用することへのインセンティブを与える仕組みづくり、規制緩和、長期間データを収集できる場所・仕組みづくりを推進させるものである。

研究機関である Center for Digital Innovation (CDI) では、高齢者の QOL (Quality of Life) を改善することを目的として、CDI ラボ内に住居を構築、高齢者に実際にそこで生活してもらい、得られたデータを取得しデータ化、活用することで、家族やケアサービスを提供する企業やコミュニティが利用できるプラットフォームの開発・提供につなげている [9]。また、同国最大の医療機関である Sheba Medical Center では、ARC (Accelerate Redesign Collaborate) イノベーションセンターを設立し、セキュリティと個人情報保護を確立した空間内において、院内研究チーム、スタートアップ企業、戦略的パートナー企業、学術機関研究者がアクセス可能な環境を構築している。同時にこの空間の中でのデザイン思考なども駆使し、共創 (Co-Creation) を促す仕組みづくりを進めることで、イノベーションを促進している [10]。

### 3.5 Kaiser Permanente (民間医療システムと医療機関の統合モデル)

アメリカの代表的な医療保険団体の一つであるカイ

ザー・パーマネンテは、2002年以降、主な機能はIT(情報技術)を活用した医療と保険のオンライン・サービスであるKP HealthConnectを導入した。最大の特徴は、セルフ・ケアを保障プランの対象とすることにある。具体的には、医師と加入者が電子医療記録を共有・管理したうえで、電話と電子メールによりセルフ・ケアの情報交換が行われる。電子医療記録には、各加入者の健診結果、治療の内容と経過(検査の画像や動画を含む)および担当医のアドバイスがそれぞれ記録される。KP HealthConnectの目的は、医師と加入者間での「情報の非対称性」を軽減して、医療の効率化と成果の向上を図り、これにより民間医療システムとして保険の加入者を拡大しようとするところにある[11]。KP HealthConnect導入の結果、第一にセルフ・ケアの浸透と電話や電子メールによる医師のアドバイスによる早期の対応、待ち時間短縮、成果の向上による外来患者数の減少と加入者の満足度向上、第二に、投薬と検査の管理・適正化、電子医療記録とドクターズ・オンラインを通じた加入者の管理(経過観察)によるコンプライアンスの確認を通じた医療の無駄・非効率の抑制、第三にデジタル画像と経過記録のモニター映写、あるいは検査・放射線のオーダーリングや報告書の作成の迅速化による対面治療の効率化、第四に保険事業の効率化において効果があったと考えられている。

#### 4. 東北大学病院の取り組み

東北大学病院では、臨床研究・試験のみならず、学内のライフサイエンス研究および東北地区全体の臨床研究・試験を実施・支援し、最終的に臨床応用につながるミッションを担う東北大学病院臨床研究推進センター(Clinical Research, Innovation and Education center, Tohoku University Hospital: CRIETO)バイオデザイン部門が窓口となり、企業や他分野の研究開発担当者を共同研究員として病院内に受け入れ、医療現場(ベッドサイド)を観察し、事業化に資するニーズを医療従事者とともに探索するプログラム(東北大学病院ベッドサイドソリューションプログラム(アカデミック・サイエンス・ユニット:ASU))を運営している。ここでは、1. プログラム参加者に医療現場の濃厚な観察(クリニカル・イマージョン)機会の提供、2. ニーズの本質を見極め、企業が自社の強み(Strength)、弱み(Weakness)、あるいは活かしたい機会(Opportunity)や望ましくない脅威(Threat)を分析し、医療現場で探索したニーズの中から自社が取り組むべき課題設定を選択し、ニーズを的確に満たすコンセプトを創出するプ

レインストーミング、3. Key Opinion Leader (KOL)だけでなく、異なるマインドセットや背景をもち、まったく異業種、異文化の人財とのゆるいつながりの構築(ネットワーキング)により、固定概念やフレームワーク構築にゆらぎを与えてくれる機会の創出を提供している[12]。

最終的に参加者は医療従事者とともに事業化に資する課題を設定し、プログラム参加を通じて得られた適切なパートナーと手を携えて開発研究に着手、あるいは社内既存技術のpivot(方向の転換)に取り組み、プロジェクトマネジメント、規制対応、知財対応部門の支援を受けながら、出口戦略を見据えつつプロトタイピング、コンセプト証明、非臨床試験、臨床試験ステージへと加速させることを目指している。プログラム(6カ月単位での契約)を開始した2014年3月から2019年1月までに、医療機器メーカーのみならず、電子機器、デバイス、材料、創薬、IT企業など多種多様な業種から42社(うち6カ月以上の継続参加は21社)から1,200名以上を共同研究員として受け入れている。医療現場を観察するクリニカルイマージョンは44の診療科(延べ278診療科)で2,617回実施した。現在、ASU発の新規事業は今年度内開始予定の案件5件だが、事業化に向けた取り組みはさまざまな形で進行している(特許出願済み16件、企業との共同研究締結9件、企業研究・開発者の育成を図る学術指導契約14件(いずれも2018年12月現在))。

臨床現場への非医療従事者の受け入れは世界的に厳格化する流れの中で、本学では3年半にわたる法律、規制、情報など関連領域の専門家の支援、学内、病院内関係者の協力を得て体制を整備し、ASUプログラム開始にこぎつけることができた。現在も多数の医療従事者のみならず、さまざまな関係者の支援により本プログラムを実施している。その一方で、大学病院は医療・ヘルスケア分野の一部を担っているにすぎず、現状の俯瞰的な理解と潜在的な課題を可視化する必要がある。そのため、疾病を発症してから、地域診療所や病院(疾患によっては地域中核病院や大学病院)において治療後、外来通院する中で、事業化に資するニーズを探索するためには、医療従事者の立場から見た治療フロー、患者の立場から見たpatient journey、それぞれの場面で多岐にわたるステークホルダーの立場からみた業務フローを時間・地域・組織横断的に比較することが極めて重要であり、これらをカバーする体制の整備を進めているところである。

## 5. 東北大学、フィリップス・ジャパンの包括協定締結

2018年6月に東北大学はフィリップス・ジャパンと、ICTを活用して疾病予防を図るソリューションの創出に向け共同研究を進める包括提携を締結した。プレス会見に先立って、5月には東北地域が社会の変革をリードし、イノベーションの発信に最も適したエリアであると考え、フィリップス日本初のイノベーション研究開発拠点として、Philips Co-Creation Center (図1)を宮城県仙台市に設立することがプレスリリースされた。ここでは、デジタルICT変革による健康・予防・医療への新たな価値創造に向け、大学、医療機関、企業、自治体をはじめとするさまざまな組織との共創の場となることが期待されており、この取り組みをさらに推進するため Philips Co-Creation Satellite (図2)が東北大学病院内にオープンした。

プレス会見の中で大野英男東北大学総長は、「とりわけ東北地方では、人口減少、超高齢化、医療へのアクセシビリティの低下など深刻な課題を抱えている。今回の提携を通じて、これらの諸課題に対して適切な課題設定を行い、最新のテクノロジーを上手に組み合わせることで克服し、地域に貢献するとともに、グロー

バルへの貢献につなげていきたい」と、グローバル協働を視野に入れたソリューションを新たに構築する点も含めた提携の意義を強調した。ロイヤル フィリップスのファン・ホーテン CEOからは、「健康をより増進し、持続可能なものにしていくにはイノベーションが必要である。しかし、フィリップス単独ではできない。東北大学は医療現場を深く洞察するシステムと課題の本質を捉え事業化につなげる方法に関して深い知識と知見を持っている」と述べ、共同で取り組む意義を説明した。フィリップス・ジャパンの堤浩幸社長からは、超高齢化に伴う健康、医療上の課題を挙げ「東北の課題は、日本の課題であり、近い将来の世界の課題である」と指摘し、「この東北から、仙台から、日本から、将来を左右するイノベーションを生み出す。社会の変革をリードできる地域にする」と、意気込みが語られた。

フィリップスは在宅呼吸器や電動歯ブラシのユーザー使用状況をクラウド上に収集できる技術をもっており、それを東北大学とともにデータ解析や同大学がもつ医学、工学などの知見、経験を取り入れることで、疾病になりやすい生活者の行動や課題を見出すことを目指す予定である。そのうえで、東北大学との連携はもちろん、そのほかの異業種連携も広げることで、東北が先行する超高齢社会に伴う健康や医療上の課題の解決を見据え、生活習慣を改善し疾病予防につながる製品やアプリなどのサービスの実用化を目指している。包括提携ではまず、口腔衛生の悪化が誤嚥性肺炎や生活習慣病につながるとされることから、口腔ケア領域から着手した。これは、口腔ケアは高齢者の課題であることに加え、対象人口が多く、新たなソリューションが創出されれば生活習慣の改善や疾病予防の効果が大きいとの判断によるものである。すでにフィリップス・ジャパンの開発研究者が東北大学病院ベッドサイドソリューションプログラム (ASU) で歯学部を中心



図1 仙台市内に開設する Philips Co-Creation Center



図2 東北大学病院内に設置された Philips Co-Creation Satellite

とした医療・健康の現場観察を2018年5月から開始し、ニーズを探索し、引き続いて、フィリップスが有するテクノロジー、同社がグローバルで有するリソース、日本のインサイトがグローバルにどのように展開できるかに関する考察など、さまざまな視点を念頭に解決すべきニーズの選択を行った。そのうえで、これらを解決するビジネスモデルの考案、プロトタイピングを繰り返すという一連のソリューション開発プロセスを質とスピードを両立させながら取り組んでいる。アプリ開発にあたっては、ベンガルールとの協働を始めている。フィリップスはグローバルにアイントフォーヘン（オランダ）を本部に、ケンブリッジ（米国）、上海（中国）、ベンガルール（インド）にイノベーションセンターを有している。特にベンガルールは5,000人近くが勤務し、インドの強みである相当数のコンピューターサイエンティスト、ソフトウェアエンジニアを抱え、ソフトウェア開発、アプリ開発でグローバルの要となっており、同社が東北大学で探索したニーズ、創出したコンセプト、プロトタイプ、ビジネスモデルはベンガルールと一緒に事業化まで進めるものと思われる。

また、東北大学病院内（図3）、あるいは Philips Co-Creation Center 内に virtual reality（VR：仮想現実）

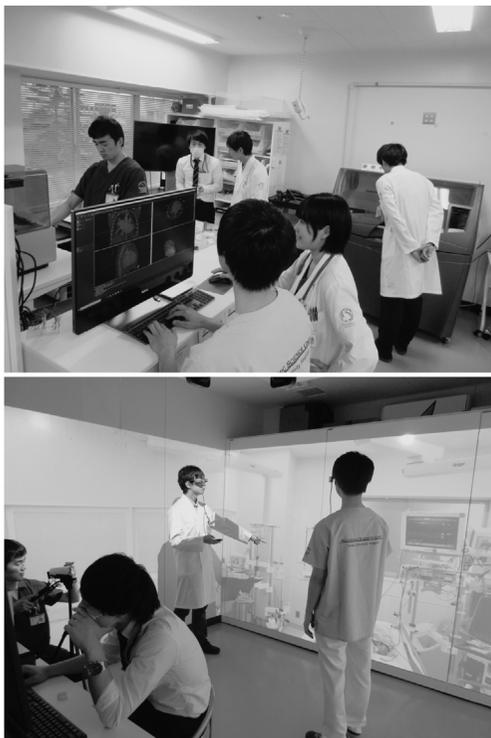


図3 東北大学病院内に設置されたデジタルヘルステストラボ（拡張現実実用化テストサイト）

や augmented reality（AR：拡張現実）を使用した空間を構築し、emerging technology に触れることのできる機会を設けることで従来の発想にとらわれないコンセプトが出やすくとともに、これからのヘルステックを担う人財のすそ野を広げる場としても活用する予定である。

## 6. まとめ

先進国を中心として高齢化が進む中、従来の病院・医師中心の医療とは異なる形で、日常生活においてユーザーが自発的に生活習慣改善を行う予防医療が目されるようになり、デジタル技術の進化を背景に新たなサービスが多く立ち上がっている。諸外国の取り組みをまとめるとともに、わが国の現状とフィリップス・ジャパンと東北大学の包括提携の取り組みを例に現状と課題を考察した。

謝辞 本稿をまとめるにあたり、東北大学大学院医学系研究科アドミニストレーター金田恵美子氏、菅井恭子氏の支援をいただいた。

## 参考文献

- [1] 内閣府、「平成30年度版高齢社会白書」、2018。
- [2] <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-iryohi/08/kekka5.html>（2019年4月1日閲覧）
- [3] 日本経済再生本部、「未来投資戦略2018—「Society 5.0」「データ駆動型社会」への変革—」、2018年6月15日。
- [4] 橋本修二、「健康寿命における将来予測と生活習慣病対策の費用対効果に関する研究」、研究報告書、2013。
- [5] C. Nøhr, L. Parv, P. Kink, E. Cummings, H. Almond, J. R. Nørgaard and P. Turner, “Nationwide citizen access to their health data: Analysing and comparing experiences in Denmark, Estonia and Australia,” *BMC Health Services Research*, **17**, p. 534, 2017.
- [6] Danish Ministry of Health, Danish Ministry of Finance, Danish Regions & Local Government Denmark, “Et sikkert og sammenhængende sundhedsnetværk for alle: Strategi for digital sundhed 2018–2022,” 2018.
- [7] <https://www.medmij.nl/>（2019年4月1日閲覧）
- [8] <https://www.smartnation.sg/>（2019年4月1日閲覧）
- [9] [http://in.bgu.ac.il/en/Pages/news/cdi\\_launch.aspx](http://in.bgu.ac.il/en/Pages/news/cdi_launch.aspx)（2019年4月1日閲覧）
- [10] <https://eng.sheba.co.il/78198>（2019年4月1日閲覧）
- [11] <https://www.youtube.com/watch?v=AZqGIjhUgM>（2019年4月1日閲覧）
- [12] 中川敦寛, 池田浩治, 池野文昭, 伊藤香織, 五十嵐修一, 高橋千明, 富永悌二, “「真の」アンメットニーズに基づいた医療機器開発—東北大学病院ベッドサイドソリューションプログラム（ASU）とバイオデザイナー—,” *機能的脳神経外科*, **55**, pp. 73–39, 2016.