



Gサイエンス学会会議共同声明2020 健康推進への情報技術の活用：デジタルヘルス・ラーニング ヘルスシステム（仮訳）

要旨

情報技術の飛躍的な進歩により、「ラーニングヘルスシステム（学習する医療システム）」の構想が可能になりつつある。ラーニングヘルスシステムにより、医療に関わるリソース配分を最適化し、コストを削減しつつ、研究や医療を前進させ、患者としての体験の質や治療の結果を改善することが可能となる。

ラーニングヘルスシステムは、日常的に、また体系的にリアルタイムで健康・医療データを収集し、活用することを可能にする。また、終末期を含めた個人に最適化された治療、医療の機会均等、国民の健康管理、新興疾病の発見と制御、さらには医療プロセスや教育・トレーニングの改善を可能にする。医学は、近い将来、大規模なデータベースを活用することで新しい科学的知識を生み出し、個人・集団の医療に関する障害を取り除いていくはずである。

バイオインフォマティクスやメディカルインフォマティクスを含めたデジタルヘルス分野は、すでにこのような研究開発を進めてきた。こうした動きをさらに進めるために、個人・組織・国内・国際の各レベルでの協力が必要となる。人生のあらゆる段階にある人々に利益をもたらし、信頼される技術の開発に、世界中の関係者が携われるようにしなければならない。これらの技術がもたらす利益が社会全体に行き渡るようにすることが重要である。

国際的な協力を特に必要とする領域は以下のとおりである。

- 1) サイバーセキュリティ、安全性、プライバシー、
- 2) 相互運用性、3) データの信頼性、4) 安全な仮想データリポジトリ（クラウド）、5) 統合的分析と予測モデリング、6) 人工知能の数理、7) 知識表現と知識処理、8) ITリテラシー、市民の理解、倫理。

健康は情報の信頼性に依存する：デジタルヘルス技術の活用

健康増進には、信頼できる知識や情報を生み出し、流通させることが必要である。デジタルヘルスとは、個人や集団の医療を把握、評価、学習、管理、改善するために、文書、画像、その他のデータを、記録、整理、保存、分析、関連付け、共有することを目的とした、幅広い情報技術を指す広義の用語である（図1）。

こうした情報技術開発が急激に進むことにより、健康に関連する新たな知識を生み出すこと、そしてさらに、新たな知識がどのように応用されているかを把握し、結果を予測し、対応策への指針を得ることが可能になりつつある。これらの技術を応用することにより、遺伝子、行動、社会的環境、物理的環境、医療など、個人や集団の健康に影響するあらゆる領域において大きな影響が現れるだろう。健康増進のために、それぞれの領域の性質、領域間の関係性、相互作用を解明するとともに、領域をまたいで情報を共有していくことが重要である。

医療：患者の医療情報をデジタルプラットフォーム上に移行させることで、医療機関内でも、医療機関をまたいだ場合でも、より良い医療を提供し、患者自身や家族が医療へと関与できるようになる。診断ツールはデジタルプラットフォームと接続されることが多くなっている。画像処理システム、ラボオンチップ（マイクロデバイスを用いた血液・血清分析）、各種モニター（心肺モニターなど）など、多くの機器がデジタル信号を介して繋がることで、これらのデータを統合的に解析し、個人ごとに、より優れた統合的医療を迅速に提供することが可能となる。

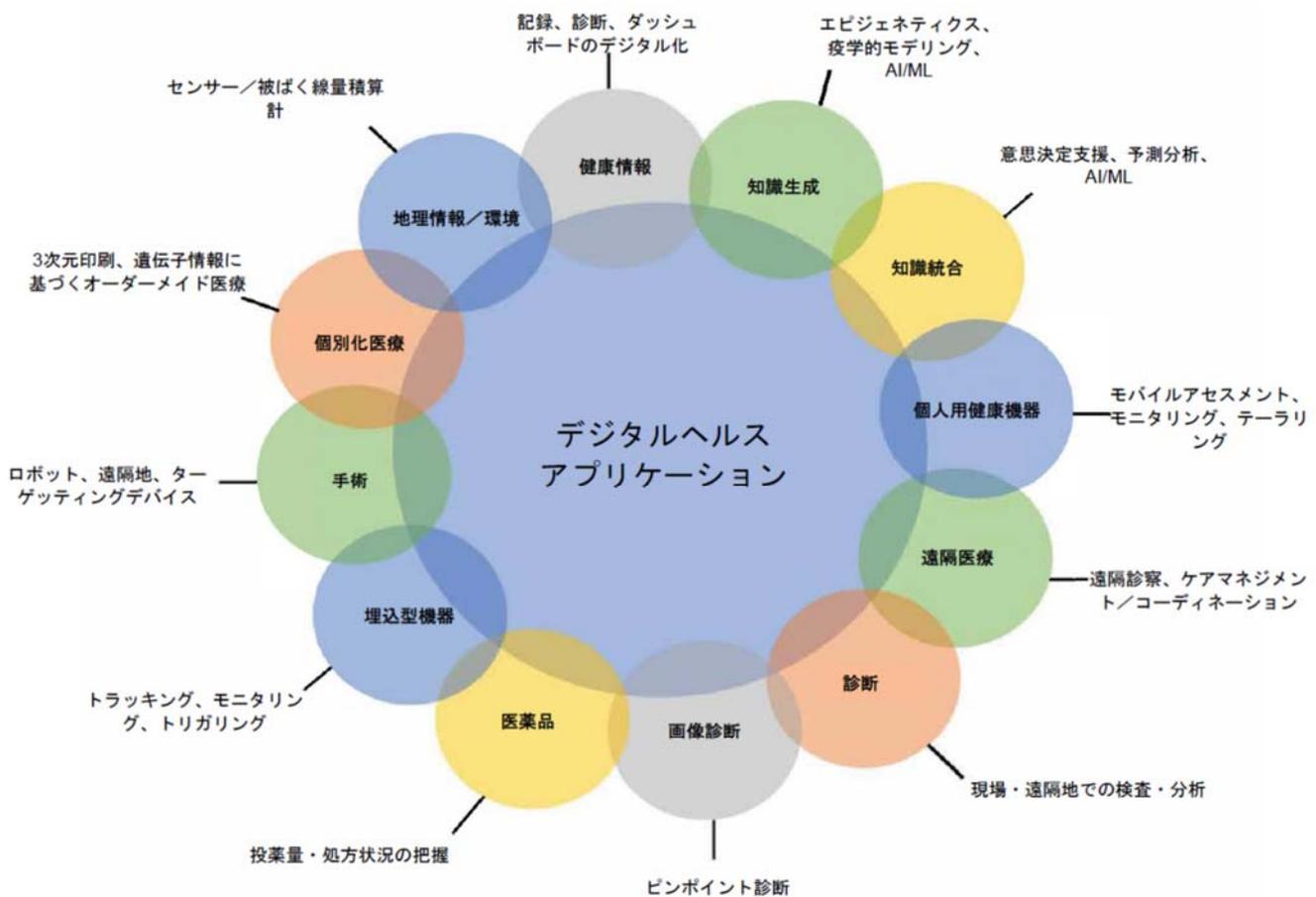


図1. デジタルヘルス技術の応用の広がり

出典：National Academy of Medicine、Digital Health Action Collaborative、2019.

治療面での応用には、治療方針を決定する際
の意思決定支援、予測モデリング、治療のマ
ネージメント、投薬量の調節、火傷や関節損
傷などの治療への3Dプリント技術の適用な
どが挙げられる。ゲノムデータは、がんの予
防、診断、分子標的治療のために、ますま
す重要な役割を果たしつつある。モニタリ
ング技術は、集中治療室からウェアラブル
デバイスを使った日常まで、リアルタイムに
健康状態を把握することを可能にしつつあ
る。具体的な応用例として、心血管疾患や
服薬アドヒアランスなどを挙げることがで
きる。情報技術の重要な役割として、患者
の安全を守ることも含まれる。患者への危
害は、人的要因だけでなく、システムの技
術的非互換性、通信切断、故障などからも
生じる可能性がある。そうした事故を防ぐ
ためにも情報技術を活用することが必要であ
る。デジタルヘルス技術は、医療機関をま
たぐ場合も含めて、異なる医療提供者の間
での治療の継続性をサポートすることにも
用いることができる。

遠隔医療：携帯電話、スマートウォッチ、埋
め込み型デバイス、高機能衣類など、遠隔か
らでも利用可能なモニタリング機器によっ
て、患者の状態をリアルタイムで把握でき
るようになった。遠隔医療の進歩により、限
られた医療機関以外でも診察が可能になっ
ている。また急速な技術の進歩により、急
性期の患者に対しても、ウェアラブルや埋
め込み型のセンサーや医療機器（例えば除
細動器など）が使用されるようになってい
る。無線ネットワークを利用した遠隔ロボ
ット技術は、外科医が離れた場所から手
術を行うことを可能にした。在宅医療も
ますます広がりつつある。

健康増進：デジタルヘルス技術により、
個人ごとのリスクを明確化し、健康上の課
題を予測することが可能になった。自身の
運動、食事、脈拍、血圧、体重、月経、
睡眠パターン、ストレスなどの状態を把握
することで、健康状態をよりよくコント
ロールすることができる。

集団単位でも、疾病や外傷に関する調査にデジタルヘルス技術が直接利用されている。症例報告は電子化され、医療機関と公衆衛生機関の間で、疾病や予防接種などに関する情報が自動的に共有されるようになった。地理的情報・環境情報を用いることで、環境・社会的要因（例えば歩道が無く体を動かしにくい環境など）がどのように健康に影響するか分析することが可能になった。例えば、吸入器に埋め込まれた位置追跡機能は、ぜんそく患者にとって危険な場所や状況を特定するのに役立てることができる。

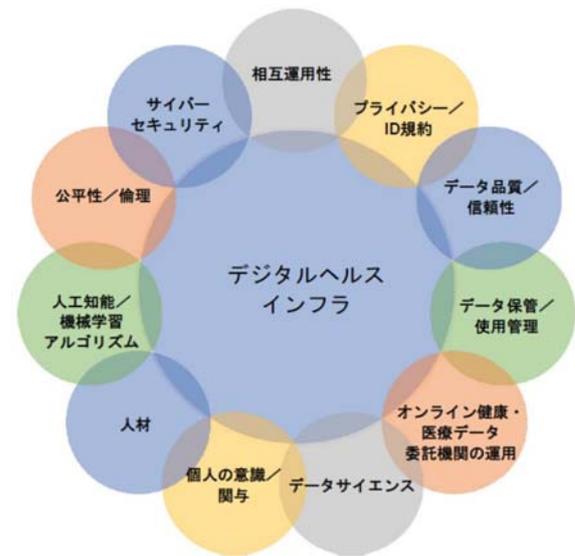


図2. デジタルヘルス技術の進歩のために必要な基盤

科学的発見、イノベーション、知識の拡張：

大規模なデータセットと新たな解析技術によって、より体系的に仮説を生み出し、コンピュータを用いて検討することが可能になるだろう。遺伝子突然変異、遺伝子発現、エピジェネティクスなどのゲノムの機能を理解するゲノム科学、エキスパートシステム、自然言語処理、機械学習などの人工知能技術を利用した統合的分析や予測モデリング、データリポジトリのための規約策定などの分野での発展が予想される。

進歩に必要なもの:安全で信頼できるデジタルヘルス基盤

上記のようにデジタルヘルス技術を広く応用していくにあたっては、その目的を達成しつつも、予期されるリスクを回避するための条件が満たされなければならない。図2は、デジタルヘルス技術の開発・応用に必要な、上記の両側面にわたる基盤を示したものである。

サイバーセキュリティ、プライバシー：デジタルヘルス技術の進歩による利益を得る上では、多くの課題とリスクがある。創造的に課題解決を行うには、複数の部門、拠点、国にまたがる持続的な協調が必要である。各国や医療機関がまず優先すべき事項は、システムセキュリティ規約の共同開発および実装である。個人のプライバシーを個人の意思に沿って確実に保護するためには、技術的・手続き的な安全性の確保が不可欠である。ネットワークを介したデータのやりとりにおいて、変更不可能なデータトランザクション記録を共有することも必要である。ブロックチェーンは、そのようなアプローチの一つとなり得る。

相互運用性：医療拠点間の情報の共有と同様に、機器間が正しく繋がることも、患者の安全のために不可欠である。互換性のないインターフェイスは悲惨な結果をもたらす可能性があり、そうした事例も実際に発生している。電子医療情報の交換、統合、共有、および検索に関する非営利標準化団体であるヘルスレベルセブンインターナショナル (HL7) は、HL7 FHIR (迅速な医療情報相互運用のためのリソース) などの有望な国際相互運用標準を策定している。このような標準化により、情報を一貫した方法で共有し、処理することができるようになる。このような標準化を完全に活かすためには、国際的な協力に加えて、すべての医療関係者の協力が必要になる。

データの信頼性、保存、アクセス：デジタルヘルス技術を有効なものにする上で最も基本になるのは、データが利用可能であることと、その品質・信頼性である。ここでは、機関、言語、法体系をまたいだシームレスな実用性を確保するためのデータ標準化

とキュレーション規約（FAIR 原則など）が必要である。その構築・維持のためのガイドライン、そして国際的な協力が不可欠である。データの保存、アクセス、管理、共有、利用に関する規約も同様に重要である。原則として、個人情報に関する権利は、そのデータが由来する個人が保持しており、データへのアクセスと管理に関する権利もその個人または代理人に属する。一般にデータの利用には、そうした権利が一部譲渡されることと、それによって価値が生まれる可能性があることの双方が必要とされる。経済的、法的、哲学的、実用的な問題に対処していくことが重要である。特に、国ごとにデータへのアクセス、管理、マネタイズ方法が異なることが障害となることから、協力的な交流の枠組みが必要となる。

データサイエンス、人工知能：データサイエンスと人工知能分野の進歩を促進するために、分野の拡大や協力に対して投資を行うことが必要なことは明らかである。そのためには、データサイエンスの技術開発に加えて、キュレーションされたオンライン健康・医療データを委託する機関を確立するための道筋、協定、規約が必要となる。もっとも重要であるにも関わらずほとんどの国で深刻な問題となっているのが、本分野の人材育成である。特に、インフラが限られており、デジタル化が進んでおらず、データセキュリティが脆弱であり、教育やトレーニングを受けた人材の数が少ない開発途上国にとって、これは重要である。医療、公衆衛生、生物医学の各分野へと、デジタルヘルス技術を応用・展開していくための教育やトレーニングも大きな課題である。

機会均等、倫理、市民参加：健康・医療データは極めて個人的なものである。デジタルヘルス技術の可能性を最大限に引き出すためには、個人個人がそうしたデータに対する理解と認識を深めることが必要となる。デジタルヘルスの先端的な技術開発と、そうした技術開発に参加したいという市民の要望に応えることも優先課題である。デジタルヘルス技術の急速な発展に伴って、個人情報の不正アクセスや悪用といった倫理的問題に対する警戒も必要となる。いずれにせよ、分野の拡大が世界的に重要な課題であることに変わりはない。データ中心型アプローチにおいては、開発途上国が的確な意思決定を行う上でデータ不足に悩まされる可能性がある。デジタルヘルス技術の恩恵が世界全体で共有されるようにする必要があるのである。

優先課題

デジタルヘルス技術を個人・集団の健康・医療の改善につなげるには、分野、部門、国を越えた、組織的かつ献身的な協調が必要である。以下は、この点において重要な優先課題である。

- 1) **サイバーセキュリティ、安全性、プライバシー：**技術上、行政上、および法律上の規約策定と標準化。デジタルヘルス技術の基盤の安全性、セキュリティ、プライバシーに関する政府間合意による個人データの適切な所有権の保証。
- 2) **相互運用性：**シームレスな機器接続と信頼性の高い通信のための標準化。
- 3) **信頼できるデータが利用可能であること：**データのトラッキングを含めた標準化およびキュレーション規約。オープンデータの量および品質の改善。
- 4) **安全な仮想データリポジトリ（クラウド）：**仮想データリポジトリを正しく安全に運用するための設計・保守のガイドライン、およびデータ保存、アクセス、公開に関する要件の策定。
- 5) **統合的分析と予測モデリング：**医師および患者にとってわかりやすく、不均一な大規模データを解析して個人・集団の健康・医療に関する知見を引き出し、意思決定支援を助ける人工知能技術（機械学習および深層学習などを含む）の開発。
- 6) **人工知能の数理：**生物学・医学データに特有の曖昧性、不確実性、文脈依存性を踏まえた機械学習技術の応用の基盤となるアルゴリズム、数理モデルの開発。
- 7) **知識表現と知識処理：**情報にアクセスし、吟味し、共有するための情報管理ソフトウェアおよびツールの開発。
- 8) **ITリテラシー、市民の理解、倫理：**技術に対する信頼を構築し、悪用や事故を防ぐための、幅広い利害関係者の政策プロセスへの参加と公の場での討論。