

厚生労働省 令和元年～2年度
教育訓練プログラム開発事業（2年開発コース）

メディカルイノベーション 戦略プログラム

～遠隔医療と医療革新～



千葉大学医学部附属病院

地域医療連携部

目次

1	プログラムの全体像	2
1.1	背景・ミッション・ゴール	2
1.2	プログラム構成	3
1.3	運営	4
2	講義	5
2.1	地域医療連携における医療イノベーションの取り組み例 および今後期待できること ／竹内公一	5
2.2	医療圏地域医療 IT ネットワークシステムを考える /中野智紀	8
2.3	情報システムが支える救急医療 /夏井淳一	10
2.4	ICTを活用した遠隔集中システム /高木俊介	12
2.5	医療イノベーションと医療経済 /池田 俊也	14
2.6	医療の費用対効果を考える /五十嵐中	16
2.7	AI で高齢社会に挑み、幸せな社会の実現へ /前川智明	20
2.8	グローバル視点からの医療イノベーションの実証 /武藤真祐	22
2.9	医療イノベーションと法制に関わる基礎知識 /落合孝文	24
2.10	個人情報保護法と医療情報～2000 個問題と医療仮名加工情報を考える /鈴木正朝	26
2.11	マーケティング思考から医療イノベーションのありかたを考える /真野俊樹	29
2.12	高齢社会を支えるシビックテック /吉田彰	32
2.13	グローバル視点での医療イノベーションの基礎知識について /吉澤尚	35
2.14	欧州に学ぶライフサイエンスの個人情報保護とサイバーセキュリティ /笹原英司	37
2.15	第 4 の診療概念としての遠隔診療と医療の質 /黒木春郎	39
2.16	医療情報学（情報活用をするこれからの医療）病院現場への IoT 技術の応用 ／黒田知宏	41
2.17	持続可能な医療を求めて 次世代医療構想センターが目指すもの /吉村健佑	47
2.18	見立て塾と上野流認知症支援 /上野秀樹	49
2.19	Medical BlockChain ～医療×ヘルスケア MEETS ブロックチェーン～ /中山照章	52
2.20	画像情報と AI 診断 /大西 峻	56
2.21	日本の医療課題とオンライン診療のあり方 /豊田剛一郎	57
2.22	5G 時代の医療イノベーション /木暮祐一	59
2.23	メカトロニクス技術が拓く医療イノベーション /川村和也	61
2.24	医療領域における AI の役割（AI の基礎知識） /川上英良	64
2.25	予防医学の視点からみた健康まちづくり /花里真道	67
2.26	患者中心の情報システムのあり方 データ利用の有効性について /相羽良寿	69
2.27	多因子疾患の遺伝研究の成果と医療への応用 /尾内善広	73
3	実習	74
3.1	MAST - 遠隔医療評価モデル（Model for Assessment of Telemedicine）を活用した 遠隔医療システム評価実習 /阿久津靖子	74
3.2	IPE 基礎実習 /酒井郁子	107
3.3	医療データ解析実習 /西川・蘆田・戸倉・山下	109

1 プログラムの全体像

1.1 背景・ミッション・ゴール

1.1.1 背景

超高齢化が進行する日本において医療・介護資源の不足・偏在化は加速し、一方医療介護に係る社会保障費年々増加している。これらの問題を解決するために遠隔医療の普及など医療の効率化が求められている。世界的にみるとデジタルイノベーションは進み、デジタル医療機器の進化もめざましく、IoTによる高齢者の見まもり、AI活用による早期発見、デジタル機器で集積された医療データをもとに個別化医療の推進、デジタルセラピューティクス等々、先進国のみならず、アジアなどの新興国でも非常に早いスピードで進んでいる。しかしながら、日本の現状を振り返ってみると、革新的医療技術の創出が停滞し、高齢社会に伴う医療提供体制が整っている状況とはいえない。日本においても医療技術を創出し、医療における社会問題の解決に貢献できる人材を輩出することが求められている。

1.1.2 ミッション

先進の医療技術・技術を取り巻く社会環境（グローバル知識・個人情報・セキュリティ・先端技術）についての知識、予防医療・高齢医療・先進医療等の医療についての深い理解と知見を保有し専門性の異なる専門職に対しても重要論点を伝えるコミュニケーション能力を持ち、現場が使い易いものを提供し、最終的に患者中心の医療を実現出来る医療イノベーションをプロデュースするような人材育成を行う。

1.1.3 ゴール

医療が直面する課題解決への提案を行うことが出来る一方、グローバルな視野をもち、Digital Transformation のなかで医療の未来を描ける人材を育て、ICT化の先にある未来を明示できる人材の排出をおこなう。

1.2 プログラム構成

日程	概要	基礎知識	医療現場での応用	最新技術知識	情報解析実習
5月23日	医療政策研究 /厚生労働省 医政局 地域医療連携における医療イノベーションの取り組み例および今後期待できること /竹内公一	●			
6月13日	医療圏地域医療 IT ネットワークシステムを考える /中野智紀 情報システムが支える救急医療 /夏井淳一 ICTを活用した遠隔集中システム /高木俊介		●		
6月27日	医療イノベーションと医療経済 /池田 俊也 医療の費用対効果を考える /五十嵐中 AIで高齢社会に挑み、幸せな社会の実現へ /前川智明	●	●		
7月4日	グローバル視点からの医療イノベーションの実証 /武藤真祐 医療イノベーションと法制に関わる基礎知識 /落合孝文 個人情報保護法と医療情報～2000 個問題と医療仮名加工情報を考える /鈴木正朝	●			
7月18日	マーケティング思考から医療イノベーションのありかたを考える /真野俊樹 高齢社会を支えるシビックテック /吉田彰	●	●		
8月8～10日	【実習】MAST - 遠隔医療評価モデル (Model for Assessment of Telemedicine) を活用した遠隔医療システム評価実習 /阿久津靖子 【実習】IPE 基礎実習 /酒井郁子		●		●
9月12日	グローバル視点での医療イノベーションの基礎知識について /吉澤尚 欧州に学ぶライフサイエンスの個人情報保護とサイバーセキュリティ /笹原英司 第4の診療概念としての遠隔診療と医療の質 /黒木春郎	●	●	●	
9月26日	医療情報学 (情報活用をするこれからの医療) 病院現場への IOT 技術の応用 /黒田知宏			●	
10月17日	持続可能な医療を求めて 次世代医療構想センターが目指すもの /吉村健佑 見立て塾と上野流認知症支援 /上野英樹 Medical BlockChain ～医療×ヘルスケア meets ブロックチェーン～ /中山照章 画像情報と AI 診断 /大西 峻	●	●	●	
10月31日	日本の医療課題とオンライン診療のあり方 /豊田剛一郎 5G時代の医療イノベーション /木暮裕一 メカトロニクス技術が拓く医療イノベーション /川村和也		●	●	
11月14日	医療領域における AI の役割 (AIの基礎知識) /川上英良 予防医学の視点からみた健康まちづくり /花里真道	●		●	
11月28日	患者中心の情報システムのあり方 データ利用の有効性について /相羽良寿 多因子疾患の遺伝研究の成果と医療への応用 /尾内善広	●			
12月12～13日	【実習】医療データ解析実習 /山下智砂子				●
1月16～17日					
2月6日					
2月7日	【実習】医療ビジネスプラン実習				●
3月20日	最終プレゼンテーション				●

※日程・内容は変更になる可能性があります。

公式 Web サイト : <https://www.ho.chiba-u.ac.jp/chiiki/medicalinnovation/>

1.3 運営

1.3.1 検討委員会

検討委員長

鈴木隆弘 千葉大学医学部附属病院 企画情報部 部長

検討委員

内部（千葉大学）

林秀樹 千葉大学医学部附属病院 メドテックリンクセンター センター長

外部（業界団体）

長谷川高志 特定非営利活動法人日本遠隔医療協会、特任上席研究員

本田宏 NPO 法人医療制度研究会 副理事長

外部（有識者）

落合孝文 渥美坂井法律事務所・外国法共同事業 パートナー弁護士

外部（企業）

豊田剛一郎 株式会社メドレー 代表取締役

中山俊 アンター株式会社 代表取締役

高原達也 社団法人セーフティネットリンケージ 代表理事

長縄拓哉 ムツー株式会社 代表取締役

鈴木真 亀田総合病院 医療安全管理室長 診療部長兼務

小暮景春 IQVIA サービスーズ ジャパン株式会社 IES 事業本部

外川和子 Our Company 株式会社 代表

1.3.2 事務局

竹内公一 千葉大学医学部附属病院 地域医療連携部 部長 特任准教授

阿久津靖子 千葉大学医学部附属病院 地域医療連携部 特任准教授

真原仁 千葉大学医学部附属病院 地域医療連携部 特任助教

相羽良寿 千葉大学医学部附属病院 地域医療連携部 助教

1.3.3 テキスト編集・制作

メディカルライターズネット (<http://medicalwriting.wixsite.com/medical-writers-bank/search>)

インテリジェンスバリューコーポレーション株式会社

2 講義

2.1 地域医療連携における医療イノベーションの取り組み例 および今後期待できること / 竹内公一

講師プロフィール

千葉大学医学部附属病院地域医療連携部長

自治医科大学卒。自治医科大学大学院〔博士（医学）〕および東京大学大学院〔公衆衛生学修士（専門職）〕修了。東京都の離島診療所勤務、自治医科大学解剖学講座勤務等を経て、千葉大学医学部附属病院地域医療連携部長・特任准教授。千葉県地域医療構想アドバイザー、千葉県総合難病相談支援センターセンター長、千葉県移行期医療支援センター副センター長、鴨川市保健医療参与、大正大学非常勤講師。千葉県および茨城県の自治体の審議会・協議会等の委員。真言宗智山派僧侶、智山伝法院研究員。

2.1.1 地域医療連携部の取り組み

千葉大学医学部附属病院地域医療連携部は、患者支援と地域医療政策の部門を兼ねていて、医療を適切に提供するための仕組みづくりをする役割を持っている。千葉大学医学部附属病院地域医療連携部門は患者支援部門と研究部門で構成されている。患者支援部門は、患者さんが安心して適切な療養が送れるように外来・入院・退院を総合的に支援し、研究部門は、将来の医療像についての研究をもとに、その実現に向けた取り組みを行っている。医療をどのように、どんな方法で提供するかは重要である。病院を中心とした近代医療が大きな成果をおさめ、高齢化が進み、疾病構造が変化した。その一方で病院による医療のメリットとデメリットも明らかとなった。病院という道具の機能を高度化すると同時に、病院の外に目を向けなければならない。

2.1.2 医療の現場課題

医療の現場にある課題を下記に列挙した。

◎脱病院その1 「病院の機能分化」

在院期間を短縮するとともに、病床機能の明確化（地域医療構想）が進められている。我が国では、すべての機能を一つの大病院に詰め込むという発想よりも、それぞれの医療機関が強みを発揮し連携することが重視されている。その逆に、一つの医療施設にあらゆる機能を詰め込むことをめざす国もある。その優劣はともかく、急性期の機能と慢性期の機能が飽和気味で、回復期の機能が不足しているとされている。

回復期は機能リハビリテーションと生活リハビリテーションに分かれていて、これまでは、機能のリハビリテーションが重視されてきた。生活リハビリテーションは地域包括ケアの一部として重視されているものの、工夫の余地が大きい。高齢化で身体機能が衰えたり、脳卒中の治療成績向上で社会復帰を目指したりする患者が増え、需要増大の回復期は、不足と言われてはいるものの、現場に不足感は乏しい。その背景には非効率な連携があり、それを顕在化させないボトルネックが存在して、不足が顕在化していない可能性が高い。高齢化が進む中、改善すべき対象の一つである。

◎脱病院その2 「慢性疾患」

「慢性疾患の病みの軌跡」というモデルは慢性疾患にどのように関わるべきかを考える参考になる。慢性疾患は、病院内だけでは完結しない。行動や生活に関わっていて、日常の可視化が重要となる。日常の健康を支えるツールが多数開発されているものの、診療は医療機関の中に閉じ込められている。生活に関わる最も肝心なことに手が届いておらず、医療は結果を追いかけるだけになっている。

◎脱病院その3 「専門家の集約」

難病や希少疾患は、専門医が限られているため、医療を行き届かせるのは難しい。早期に診断し、必要な措置を講じて、生活の場に戻って療養する仕組みをつくることを、難病法に関連する事業がめざしているが、十分なツールが提供されていない。どこにいてもツールを用いることで、適切な診療を受けることができる体制作りが必要であり、専門医の方針決定と身近な一般診療医の連携により改善が期待できる。

◎患者体験／患者支援

病院という空間は、非日常的で、患者は緊張を強いられる。コミュニケーションは愉快的な内容とは言え、不安や迷いに苦しめられる。病院は提供側の都合で作られていることが多く、患者にとって煩瑣な手続きや難解な用語が、患者を一層苦しめている。治療内容とは別に、円滑に受診できる仕組みが必要であり、初診の予約から検査、入院の申込から退院や転院までの円滑な流れが必要になっている。Patient Flow Management とよばれ、近年重視されているが、病院側にとっては人海戦術になってしまっていて、非効率になりがちで、病院によってはなかなか改善が進まない。患者にとって負担がないということは、スタッフにとっても負担が少なくなることが期待できるものの、患者目線よりも医療者目線でデザインされていることが多い。凝ったデザインが病院ごとの違いを作って、かえって混乱をつくりかねない状況であり、解決しなくてはならない。

◎地域のベッドコントロール

地域医療構想の調整が進む中で、徐々に、地域の医療機関がお互いの情報を出し合って、ベッドコントロールを行っていかうという考えが出始めている。ただし、各病院の制度がバラバラで、情報システムにも互換性がないため、頓挫してしまうことが多い。病院グループを作る法人内でも難しいとされている。地域医療連携推進法人のような仕組みづくりがなされており、今後、発展していく可能性がある。

◎医師の教育、研究、最先端のありかた

伝統的に医師は病院で教育され、地域で教育されるものではなかった。しかし、これからの医療に対応するには、地域を意識していかななくてはならない。医師の教育にも大きな変革が求められている。

◎病院医療の高度化と地域医療の高度化

病院医療と地域医療は、対立するものではなく、共存するべきである。しかし、病院に偏った医学が展開されてきたために、病院医療に比べて、地域医療には発展の余地が大きい。病院と地域がキャッチボールをしながら、お互いに高度化していくためのシステムづくりが、まだまだ必要である。

2.1.3 千葉県は日本の縮図

一方、千葉県の問題に目を向けてみる。75歳以上人口が今後著しく増加し、2025年問題が最も顕著にあらわれる地域が千葉県であるが、現況の医療、介護の提供体制は手薄であり、今後迅速な対応が必要である。

大都市型の東葛南部・北部、千葉の医療圏、地方都市型の君津、山武長生夷隅の医療圏など、地域により医療・介護の現状と対応方策が異なることに留意する必要がある。全県的に医療、介護の提供体制が手薄であるなど、他県に比較して資源不足が目立っている。千葉、東葛南部・北部などの都市地域では、拠点病院が存在しているが、これらの地域の人口に見合った需要には対応できていない。一方、拠点病院が存在していない医療圏もある。大都市圏の医療圏は今後75歳以上人口が2倍以上になり、しかも医療・介護資源が乏しい。今後は、高齢化が進み、住所地の医療圏でサービスを受ける人が増え、介護需要も増大する。こうした医療・介護需要の大幅な増大に適切に対応することが、大きな課題である。千葉県そのものが日本で起きている医療資源の偏在化の縮図なのである。

先に記した医療構造の変革、千葉県の医療に代表されるような少子高齢化が進む日本の医療課題こうした医療の山積した課題をこれまでの人的資源だけでカバーすることは不可能である。そこにはテクノロジーの進化にともなうイノベーションが求められる。本講義は本講座のイントロダクションとして日本の医療の課題・千葉県で起きている医療の課題の実例を交えながら医療イノベーションのためのニーズを受講者ととともに考察することを目的とする。

▼図1 千葉県内の医療圏



2.2 医療圏地域医療 IT ネットワークシステムを考える / 中野智紀

講師プロフィール

埼玉県越谷市出身。獨協医科大学卒業。社会医療法人 JMA 東埼玉総合病院地域糖尿病センター勤務。糖尿病学会認定指導医・専門医、埼玉県在宅医療リーダー、日本内科学会認定内科医、NPO 法人埼玉利根医療圏糖尿病ネットワーク理事、埼玉利根保健医療圏地域医療連携推進協議会（とねっと）事務局、埼玉県糖尿病協会理事。北葛北部医師会在宅医療担当理事、内閣官房 IT 戦略本部の医療情報化に関するタスクフォース構成員を務めた。第 5 回プライマリアケア連合学会地域ケアネットワーク優秀賞受賞。とねっとは NHK 時論公論で、幸手モデルは NHK クローズアップ現代や NHK スペシャルにてそれぞれ取り上げられた。

2.2.1 講義の概要

埼玉利根医療圏地域医療 IT ネットワークシステム「とねっと」は、日本で、最初の二次医療圏単位で運営される EHR である。医療情報の相互参照だけを目的とせず、救急医療、疾病管理、健康づくりと住民、専門職、行政を支える情報基盤である。超高齢社会へ対応できる新しいモデル構築が必要である。老化や慢性疾患など一人で多病の高齢者の重症化を予防しつつ、高齢者それぞれの状態によって重症化回避・在宅を中心とした支える医療・回避困難→救急という医療もバリエーションを提供しなければならない。

地域には、潜在的なリスクを有しながらも、医療機関へ受療していない住民が相当数いる可能性がある。介護など必要な自立支援がない為に、生活の自立が損なわれている住民が多数潜在している可能性がある。老化や慢性疾患に伴うリスクを有しながらも、疾病が発症し、発見や医療との連携が遅れ、重症化、多病化、不可逆化してから治療に難渋し、長期入院となり、ADL 低下、退院後も複数のリスク残存、再入院を繰り返すケースがある。こうしたケースを放置すると、患者の健康や QOL、介護度などが悪化するだけでなく、地域の救急や急性期機能が麻痺状態となり、医療が回らなくなってしまうため、一例一例、防いでいかなければならない。健康と生活に関する包括的なアセスメントを行い、適切な地域包括ケアサービスへと繋げ、自立支援と重症化予防を行うことが必要となる。そのためにはコミュニティレベルの見守りの強化で地域の実態把握とハイリスク者の特定により、早期に予防的介入の可能性について検討する（介護予防と重症化予防）。そして、在宅医療により回避可能な疾病で、生活の連続性を分断させないように予防的なケアがなされ、限られた急性期や入院医療資源を有効かつ効率的に活用するための医療・施設連携がスムーズに地域連携できなければならない。医療機関の IT 化と言えば、電子カルテシステムが挙げられるが、「シームレスな地域連携医療の実現」で用いられる EHR は似て非なるものである。電子カルテシステムがめざすものは、業務管理である。例えば、検査のオーダーを出したり、その実施内容を入力したり、施設内の医療情報を集約し、管理するといったことに使われている。しかし、電子カルテはあくまでも 1 人の患者に対する医療に重点を置いたものである一方で、「シームレスな地域連携医療の実現」では、個人だけではなく、集団の疾病管理を行うものでもある。

疾病管理には、従来の個人に対する疾病管理に加え、地域住民を対象とするものがある。地域住民に対する疾病管理の必要性について、糖尿病を例にとって考えてみる。地域で糖尿病患者が増加してしまうと、人工透析の患者数も増え、透析を受けられない方が出てくるだけでなく、医療費が高騰し、国民健康保険（国保）の負担が重くなる。もし国保が破たんするようなことになれば、現在のわが国の医療制度そのものを維持できなくなり、地域医療の崩壊だけ

でなく、国民皆保険制度の存続も危ぶまれる。そこで、地域連携に IT を活用し、地域住民の医療情報を集約して、共通の重症化予防プログラムやスクリーニングプログラムなどのワークシェアリングを行う。こうした情報を、医療整備や人材育成などに活用することも将来的には可能となると思われる。

健康と生活に関する包括的なアセスメントを行い、適切な地域包括ケアサービスへと繋げ、自立支援と重症化予防を行うことが必要であり、それをサポートするシステムが必要である。

現状の地域医療は、病院、診療所ともに、本来の機能を発揮できていないところが多いと思われる。病院で専門的な医療を受けるべき患者さんが診療所へ行っていたり、診療所に行くべき患者さんが病院に行っていたりということが、日本の各地域で起きている。IT を活用して地域住民の疾病管理を一元化し、病期ごとに適切な医療を受けられるようにすることが、我々の「シームレスな地域連携医療の実現」の大きなねらいである。

しかし、『言うは易し、行うは難しである』。実際、地域医療連携と地域ぐるみの疾病管理を継続させるのはシステムを作ればといいということではない。地域連携がうまくいかない原因の多くは、ヒューマンネットワークに起因することが多いと思われ、IT システムであっても、紙の運用であっても、地域連携の実績がなく、地域全体で患者さんを診るという文化がないと、なかなかうまくいかない。これまで IT を使った地域連携がうまく運用できている、あじさいネットワーク（長崎県）、わかしおネットワーク（千葉県）、かがわ遠隔医療ネットワーク（香川県）などの例を見ると、同じ大学の出身者で構成されていたり、1 病院と複数のかかりつけ医間での連携であったりと、シンプルな仕組みで連携している例が多い。今後はいままでのように大学病院や地域中核病院だけがイニシアチブをとるのではなく、地域の医療機関すべてが協力し合って、人的ネットワークと IT システムを構築し、運用していくようなモデルをつくる必要がある。主体はあくまで住民で、病院は住民たちとのパイプづくり役として支えてきたことが挙げられる。地域包括ケアは、単に医療や介護の専門家につなげばいいという話ではない。どのような状況でも、その方の生活問題にともに立ち向かう伴走者が必要である。幸手モデルと一緒に悩み、考え、向き合いながら、個人に伴走するケアシステムであるというのが特長である。

本講座では、システムの成功例としてだけでなく、『とねっと』と幸手モデルのこれまでの紆余曲折をお話ししながら、地域にとって皆が活用できるシステムには何が必要かを考察したい。

2.3 情報システムが支える救急医療 / 夏井淳一

講師プロフィール

バース・ビュー株式会社 代表取締役社長 兼 CEO 大学院での研究者時代に、急性期病院のドクターと共同研究を行い、学生時代から医工連携を実践。1995年、山形大学大学院工学研究科電子情報工学専攻を修了後、大手医療機器メーカーへ入社。ソフトウェアエンジニアとして生体情報モニターの開発に従事する。電子カルテ時代の到来に併せて、イスラエル製重症部門システムの現場導入を主導し、全国の基幹病院を奔走。ICUや手術室の設計、宇宙医療の推進、離島の遠隔診療、ASEANの医療支援、循環器疾患の地域連携など、多数のプロジェクトを経験。2012年、救急医療管制支援システム e-MATCH を主な事業とするバース・ビュー株式会社の設立に合わせ、COOとしてジョインし、e-MATCHの開発及び普及に尽力。2016年、同社代表取締役社長 兼 CEOに就任。また、2016年、一般社団法人日本イスラエルビジネス協会を設立し、現在、代表理事を務め、イスラエルのデジタルヘルス領域のスタートアップと日本の中小企業を繋げる活動を行っている。

2.3.1 概要

救急医療の現場では、高齢化や救急搬送数の増加によるとされる、搬送受け入れ困難事例の増加や搬送時間の延長が報告され、解決すべき喫緊の課題となっていた。従来、消防本部・救急隊員・医療機関は、それぞれ真剣に救急搬送業務に取り組んでいたが、各組織単独の努力には限界があり、三者間での密な情報連携と迅速な意思決定・判断に基づく、組織横断的な業務改善、合理的な救急搬送を行う必要があった。我々の取り組みである e-MATCH は、鳥の視点 (Bird's View) で地域の救急医療を俯瞰した情報を提供し、PDSAによる救急医療の改善を支援することで、これらの救急医療における課題を解決することを目的としたシステムである。

2.3.2 地域の救急医療における課題

1) 救急搬送

a. 搬送困難事例への対処

いわゆる「たらい回し」の対処のために、搬送受入実施基準の策定と MC(メディカルコントロール)協議会の設置がなされたが、十分な役割を果たしているのか疑問視されている。

b. リソースの適正利用

救急車適正利用の対処として、総務省消防庁より緊急度判定 (トリアージ) の標準化が進められているが、いまだ普及を進めている段階である。

c. 搬送患者の状態の共有

医療機関に受入れを依頼をする際、電話での情報共有では、情報の齟齬が起きたり、患者が変化していく状態を把握できないため、適切な受入準備ができない可能性がある。

2) 救急医療情報

a. 救急に関するデータの統合

地域の各消防署や病院など、各所にデータは存在するが統合されていない。

b. 記録の情報化

電子化は進んでいるが、活用できるような情報化がなされていない。

c. 救急搬送を評価する指標が「搬送時間」であること

「搬送時間」ばかり取り上げられているが、時間短縮のために不適切な医療機関に搬送し、その後、転院搬送が発生している場合も少なくない。

2.3.3 地域での救急医療を支える ICT

1) 全体像をつかむ

救急に関わる情報を網羅的に集約することで、俯瞰的に見る「鳥の目」を提供する。

2) 質の向上をうながす

円滑かつ適切な搬送・受入体制を確保し、救急隊員の事務負担を軽減すると共に、救急医療の質向上に資する情報を収集し、そのデータを救急活動の事後検証等に活用できる。

3) 行動変容をもたらす

その地域に対して、救急医療の状況が把握できる情報の提供、また、救急搬送を含む救急医療を共通指標で評価することにより、関係者が救急医療の質の向上につながる行動を取るようになる。

2.3.4 e-MATCH が患者を救う

1) システム開発時に考慮したこと

a.最適なチームビルディング

全世界 45 ケ国以上で活用され、さまざまな分野に取り入れられている MBTI を活用した。

b.真の問題点の共有

ボトルネックが何かを追求し共有することで、全体の最適化を計ることができた。

2) e-MATCH のコンセプトである Right Patient-Right Place-Right Time (Dr.青木理論)

a.「早い」だけの搬送ではなく「適切な」搬送

b.発症から社会復帰までの時間を短縮

c.データに基づいた救急医療行政の体制作りと評価の実施

3) システムの機能向上

a.12 誘導心電図連携

最新の蘇生ガイドラインでは、ST 上昇型心筋梗塞 (STEMI) の早期診断が、治療開始までの時間短縮につながるため、プレホスピタル(病院前)の 12 誘導心電図伝送が推奨されている。

b.音声認識

救急現場で、処置とシステムへの記録を同時に行うことは、実質的に不可能であり、音声認識の利用が望まれている。

c.EHR、PHR との連携

救急搬送する傷病者の既往歴や服薬情報を現場で把握することができる。

d.広域災害および局所災害への対処

災害時のみに利用するシステムではなく、日常的に利用しているシステムがそのまま災害時の情報収集・閲覧利用できることが望まれている。

2.4 ICTを活用した遠隔集中システム / 高木俊介

講師プロフィール

横浜市立大学 医学部 卒業。横須賀共済病院 麻酔科、藤沢市民病院 救命救急センター、横浜市立大学附属市民総合医療センター 高度救命救急センター、Institut Jantung Negara（マレーシア国立心臓疾患病院）麻酔科および集中治療学臨床フェロー、Prince of Wales Hospital in Sydney（プリンス・オブ・ウェルス病院、オーストラリア）集中治療医学臨床研究員を経て現職。

横浜市立大学附属病院 集中治療部 部長、日本集中治療医学会 専門医・評議員・ad hoc 遠隔ICU委員会 委員長・広報委員会委員、日本救急医学会 専門医、日本麻酔科学会 指導医、日本呼吸療法医学会 専門医・代議員 遠隔医療WG 委員、横浜市立大学発ベンチャー 株式会社 CROSS SYNC（クロスシンク）代表取締役。

2.4.1 「重症度判定システム」の構築

横浜市立大学附属病院では、将来的には遠隔集中治療へICTの導入を目指して「重症度判定システム」の研究・開発を行っている。患者の血圧、心拍数、呼吸数、体温、酸素飽和度などの生体情報に加えて、苦悶様表情、呼吸様式、皮膚の冷汗などいくつかの情報を統合して重症度を判定。米国においては、コントロールセンターの看護師がカルテを見ながら重症度判定している部分を、ICTを用いて自動化する事を目標としている。少数の人員で複数施設を監視する体制をつくりたいと思っている。具体的には、集中治療室で一般的に計測される患者さんの生体情報に点数をつけて連続的に患者さん进行评估しながら、点数に応じて治療介入のアラートを出すシステムであるが、現在のプロトタイプでは一般的に計測される生体情報のデータとカメラによる表情認識技術を用いて、リアルタイムの早期警報スコア（NEWS）の算出システムが出来上がっている。自動重症スコアリングの有用性について、今後検討していく予定である。

2.4.2 治療の標準化と労務効率改善

遠隔集中治療を導入することのメリットは、治療を標準化することが可能になることがあげられる。複数の医療施設をネットワークで繋いで一括管理するには、治療のプロトコルやガイドライン遵守が必要となる。今まで個々の病院で独自のやり方をしていた事が一定のルールに沿って管理する事になるため、治療の標準化に繋がる。また、同じルールにより管理された患者さんのデータを収集してビッグデータ解析をする事で、新たな知見が得られる事が期待される。「重症度判定の自動化」もデータベース化により、アルゴリズム構築が可能となる。現在の技術では、複数の医療機器を統合して患者さんのデータを途切れることなく共有し、膨大なデータを蓄積する事が可能である。そのため医療者の知識や経験からくる認知バイアスによらない判断のプロセスをつくることになり、患者に対して誰でも同じ判断をすることができるよう、治療を標準化できる仕組みを作ることが出来る。患者の重症度を自動判定することで、少ない医療者によって多くの患者さんを効率よく継続的に管理できるというメリットも生み出す。ICTと遠隔集中治療の導入は、労務効率の改善という点においても大きな役割を担うと考えられる。

2.4.3 遠隔集中システムの課題―

各種医療機器情報の統合・個人情報・医療者教育

一方、日本で遠隔集中治療を導入するにあたり、いくつか課題がある。その一つは、各種医療機器情報の統合という点。アメリカでは、少数の企業によって遠隔集中治療のシステムが構築され、運用が行われているが、日本の場合は、さまざまな企業の電子カルテやモニターなどを使用しており、それらの規格は企業や病院毎に統一されていないためデータの統合が難しく、遠隔集中治療システム構築の大きな障壁となっている。また、院外と患者情報の共有を行うためには個人情報を匿名化することが必要だが、セキュリティを担保したシステムを運用するにあたって、誰がどのように匿名化するか？コストを誰が負担していくか？情報が漏洩した際の責任の所在は？などいくつかの課題がある。継続して運用できるような、セキュリティが担保された安価なシステムの開発が待たれる。医療 ICT や遠隔集中治療を普及させるために重要なのが、システムを利用する立場である医療者の教育である。ICT の導入が進むと、なんでも自動化され、医療者の仕事がなくなるのではないかと思われがちであるが、事務作業のような部分は効率化・省力化できても、機械ではわからないような感覚や患者さんの気持ちを汲み取ることができるのは人間である。私は医療者が、システムの利用法やメリットについて正しく理解するというだけでなく、医療者对患者、そして医療者同士のコミュニケーションスキルを伸ばしていくことも重要な課題と考えている。

本講座では、米国の遠隔集中システムおよび、我々が進めている遠隔集中システムの具体的な事例を紹介しつつ、その将来と課題について講義を行う。

2.4.4 アメリカでスタートした遠隔集中システム

アメリカでは、2000 年頃から集中治療室へ ICT を使った遠隔診療の導入が開始されている。医療需要の高まりと今後の医療需給バランスの崩壊が危惧される中でスタートした取り組みで、2018 年現在、アメリカでは約 20% の集中治療室が、遠隔集中治療システムによって管理されている。「Tele-ICU」と呼ばれるこのシステムは、4～5 病院の患者さん 100 人程度を 24 時間 365 日、コントロールセンターにて観察し、必要に応じて現場の医療者に対して診療支援を行うというものがある。

2.5 医療イノベーションと医療経済 / 池田 俊也

講師プロフィール

慶應義塾大学医学部卒業、ハーバード大学公衆衛生大学院修士課程修了、修士号取得（医療政策・管理学）、慶應義塾大学大学院医学研究科外科系専攻単位取得、博士号取得（医学）。

元ペンシルベニア大学経営大学院訪問研究員、元慶應義塾大学医学部医療政策・管理学教室専任講師、前国際医療福祉大学薬学部教授、国際医療福祉大学医学部教授。

2018年4月より大学院医学研究科公衆衛生学専攻主任、国際医療福祉大学医学部副学部長。中央社会保険医療協議会 入院医療等の調査・評価分科会委員、費用対効果評価専門部会参考人、厚生科学審議会 予防接種・ワクチン分科会 予防接種基本方針部会 委員、社会医学系専門医・指導医

第17回日本薬剤疫学会学術総会会長、第52回日本医療・病院管理学会学術総会会長、第14回医療経済学会研究大会会長

2.5.1 講義の概要

これまで、薬剤・医療機器等の医療技術は、臨床試験（治験）等により科学的に有効性・安全性が確認されることに導入がなされてきた。しかしながら、医療イノベーションや人口の高齢化による医療費の高騰を背景として、より広い視点から医療技術の価値を評価する必要性が生じ、諸外国において医療技術評価（HTA: Health Technology Assessment）の政策利用が進んできた。

医療技術評価は臨床試験に基づく有効性（efficacy）や安全性の評価だけではなく、実臨床における長期的な有効性（effectiveness）や、医療経済評価による費用対効果（cost-effectiveness）なども含め、医療技術の価値を広い視点で評価する方法である。中でも医療経済評価は、多くの国々において、当該医療技術の保険償還の可否の判断や、価格設定等に利用されている。例えば、英国の国立医療評価院（National Institute for Health and Care Excellence, NICE）は、高額薬剤等を対象に臨床エビデンスとともに経済エビデンス（費用対効果）を評価し、それに基づいた診療ガイドランスを作成しており、仮に臨床試験により有効性が確認された薬剤でも、費用対効果が悪ければ、その使用を推奨しないとの判断が下される場合がある。

カナダでもカナダ技術評価局（CADTH, Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health）が、抗がん剤については全カナダ抗がん剤レビュー（pan-Canadian Oncology Drug Review, pCODR）、抗がん剤以外については共通薬剤レビュー（Common Drug Review, CDR）を実施しており、企業により提出された費用対効果に関する推計結果を中立的な立場から吟味し、カナダの大部分の州及び準州の政府等に臨床効果ならびに費用対効果に関する情報を提供する。有効性は認められても費用対効果が悪ければ、価格引き下げ・投与対象を絞るなどの推奨を行っている。各州や組織における償還可否の判断にあたっては、CADTHでの評価結果だけではなく、財源、各地域の医療システムにおける優先度、各地域におけるプログラムデザインなど、さまざまな要素が勘案される。

このように多くの先進諸国では、費用対効果が優れないとの結果が得られた薬剤については、価格引き下げだけでなく、償還の制限との判断がなされることもある。償還の制限がなされると患者のアクセス阻害がもたらされ、大きな社会問題となるケースもある。また、企業の開発意欲が削がれ、技術革新に影響が生じるとの指摘もある。

日本においても、厚生労働省は中央社会保険医療協議会（中医協）に費用対効果評価専門部会を2012年に設置し、保険償還価格の設定に際して費用対効果を勘案した評価の導入を検討してきた。2016年4月より、既記載医薬品ならびに医療機器の価格改定に際して費用対効果評価の試行的導入が開始し、加算の有無、市場規模等の条件を満たす医薬品7品目と医療機器6品目が選定された。費用対効果の基準は1QALY

（Quality-adjusted life year, QALY）あたり500万円と決められ、費用対効果評価を実施した結果、オプジーボとカドサイラは費用対効果が基準よりも悪かったために価格の引き下げが行われた。一方、カワスミ Najuta 胸部ステントグラフトシステムについては費用対効果が特に良好であったことから価格の引き上げが行われた。

この試行的導入の結果を踏まえ、2019年4月から既存薬に比べて特に高価であったり、市場規模が大きかったりする品目などを対象として、費用対効果評価の制度化（本格導入）が開始した。費用対効果の基準値は原則として1QALYあたり500万円であるが、抗がん剤や適応症に指定難病・小児疾患等が含まれる品目のように配慮が必要とされた品目については1QALYあたり750万円に緩和された。現在、テリルジー（COPD治療薬）、キムリア（白血病治療薬）、ユルトミリス（発作性夜間ヘモグロビン尿症治療薬）、ビレーズトリエアロスフィア56吸入（COPD治療薬）などが選定され、費用対効果の分析が実施されている。

我が国では費用対効果評価の本格導入（制度化）が開始したばかりであるが、諸外国における経験を踏まえ、弊害を最小限に抑えるための方策を検討しつつ、医療技術の価値を適切に反映した価格設定に活用することが重要である。本講義では、医療イノベーションをグローバル視点で考える上で、必要となってくる医療技術評価（HTA: Health Technology Assessment）について、基本的な考え方を、実例を交えながら考察する。

2.6 医療の費用対効果を考える / 五十嵐中

講師プロフィール

2002年東京大学薬学部薬学科卒業。2008年東京大学大学院薬学系研究科博士後期課程修了。専門は薬剤経済学。医療経済ガイドラインの作成・個別の医療技術の費用対効果評価・QOL評価指標の構築など、多方面から意思決定の助けとなるデータの構築を続けてきた。著書に、「医療統計わかりません（東京図書, 2010）」「わかってきたかも医療統計（東京図書, 2012）」「薬剤経済わかりません（東京図書, 2014）」「新医療経済学（日本評論社, 2020）」などがある。横浜市立大学医学部健康社会学ユニット准教授

2.6.1 お金の問題は「触れるべきでない話題」から「触れなくてはならない話題」に

半世紀以上の長きにわたって日本では、「国民皆保険制度」＝「皆が保険に加入でき、その保険で全ての医薬品を同じ条件でカバーする」状態として理解されてきた。

しかし、本来の国民皆保険（Universal Health Coverage）は、世界保健機関 WHO の定義では「全ての人が必要な保健サービスを金銭的な困難なく享受できること」である。「必要な」がポイントで、「全ての医薬品をまかなう」ことは必須ではない。いわゆる「皆保険」を導入している国であっても、承認されている医薬品を一律に公的医療制度でカバーするのはむしろ例外的である。英国や北欧諸国など多くの国は、一部の薬のみをカバーする。フランスは、薬や疾患の特性に応じて、国の負担割合を変化させる。

承認されている医薬品のうち、「全部」ではなく「一部」をカバーする。もしくは自己負担割合・給付価格などに傾斜をつける...となれば、何らかの基準を用いてカバーの可否や、自己負担割合・給付価格を決める必要が出てくる。諸外国では、この基準の一部として医療技術の効率性・費用対効果のデータを用いる動きが進んでいる。

すべての薬がカバーされる状況に半世紀以上「慣れ親しんできた」日本にとって、何らかの形で給付にメリハリをつけること、さらには、公的医療制度での給付の可否や、給付価格の調整に「効率性」の軸を加えることは、「医療にオカネの話を持ち込むべきでない」「人命は地球より重い」のような、ある意味情動的な意見のもとに阻まれることが多かった。

ここ数年間で、オプジーボやキムリア、ゾルゲンスマなど、「とてもよく効き、なおかつとても高額」な免疫治療薬が相次いで世に出たことで、議論の風潮は大きく変わる。

オプジーボで問題視されたのは、単価（上市時の価格で1ヶ月260万円）のみならず、単価×使用人数の財政影響だった。2014年に患者数の少ないメラノーマ（悪性黒色腫）で承認された時には、企業が提出したピーク時の予測売上は30億円であり、世論としても「新しい治療法が開発され、これから多種多様ながんに適応が広がる」ことを歓迎する意見が主流で、経済性に関する意見はごく少なかった。しかし2015年の暮れ、期待されていたとおりに患者数が多い非小細胞性肺がんに適応が広がると、その影響を問題視する意見が出る。「10万人の肺がん患者の半数が使用すれば、1剤で売上が1兆7,000億円に達し、保険財政が危機に瀕する」のような主張もなされた。実際の売上は1,300億円程度であったにせよ、オカネの話を忌み嫌っていた医療従事者や一般世論から、財政影響を問題視する意見が出てきたことは、大きな意義があった。保険財政

が危うくなるという意見そのものには、とくに目新しい点はない。「何を言ったか？」よりも、「誰が言ったか？」の方が、重要な点である。

オブジーボで盛り上がった「クスリとオカネ」の話だが、この段階では価格引き下げの議論が中心であった。実際にオブジーボの価格は、2017年の緊急改定、2018年の定期改定を経て当初の4分の1弱まで引き下げられている。しかし保険給付の可否まで踏み込んだ議論は、やや低調であった。タブー視されてきたこの議論を活発にさせたのは、白血病のキメラT細胞受容体療法 (CAR-T)・キムリアである。キムリアは1回で治療が完了するが、その価格は、米国でおおよそ5,000万円程度・日本では3,350万円。もっとも想定患者数は200人強と少ないため、予測売上は70億円程度である。それでも上市時に、あらゆるメディアが「1人3,350万円」を見出しに入れて報じた。「70億円は医薬品売上(9兆円)に比べれば、財政影響としては微々たるもの」のようなロジカルな発想は、鳴りを潜める。逆説的ではあるが、キムリアは画期的であるからこそ、他の医薬品にも増して世間の注目を集めた。世の中がクスリの価格を問題視するのならば、作り手である企業は「製品の価値が価格に見合うかどうか？」の説明責任を負う。希少疾病でもオカネの話が避けられなくなるとともに、表立って給付の制限に関する議論がなされるようになった。

2.6.2 評価すべき「効果」とは何か

筆者は薬剤経済学を専門とするが、薬剤「経済」学そして「費用」対効果という言葉からは、どうしてもお金のイメージが強くにじむ。では、費用対効果の観点からは、高額薬剤は問答無用で「高いからダメ」となるだろうか？ 薬剤経済学者はお金だけを考へて新薬を否定するコストカッターだろうか？ 決してそんなことはない。薬剤経済学者も、高くてもよく効く薬を一律に否定はしない。仮に高額だとしても、それに見合った効果があるのならば、費用対効果の観点からも薬は許容される。「効果」とは、まさに薬の「効き目」である。効き目のものさしになるものを、薬剤経済学では健康アウトカム (Health Outcome) とよぶ。

薬の効き目を評価できるものさしならば、「血圧」「心筋梗塞発症」「肝がん発症」「平均余命」「死亡数」など、どんなものでも健康アウトカムとなる。以降では、健康アウトカムを単にアウトカムと表記する。

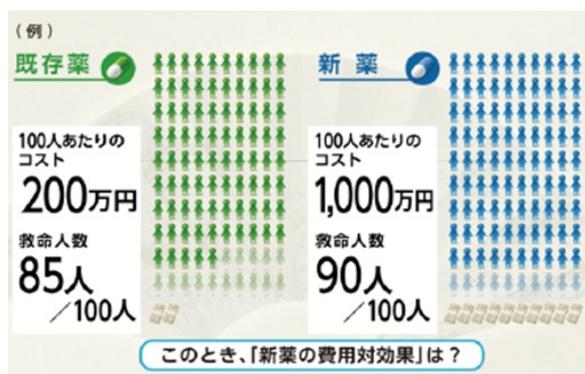
くすりの価値を正しく評価するためには、例えばソバルディであれば、以下の3点を定量的に見積もる必要がある。

- i. 医薬品の導入に必要なコスト（介入のコスト。ソバルディのコスト）
- ii. 介入によって、将来削減しうる医療費などのコスト（ソバルディによって削減できる、慢性肝炎、肝硬変や肝がんの治療コスト）
- iii. 介入の導入によるアウトカムの改善度合い（ソバルディで得られる健康上のメリット全般。肝不全死亡の減少や、生命予後の改善など）

i.とii.の大小比較は単なる費用比較であって、費用対効果評価とはいえない。i.の介入の費用よりも、ii.の将来的に減らせる医療費が大きくなる（結果的に費用削減となる）ことは、極めてまれである。

i.による医療費増加幅がii.による医療費削減幅を上回って、結果的に医療費が増えたとしても、増えた分に見合った効き目の改善があれば、薬剤経済的にも妥当とされる。「費用対効果に優れる」と「医療費が安くなる」は全く別物なのである。

▼図1 医療経済評価の原則



▼図2 CERとICER

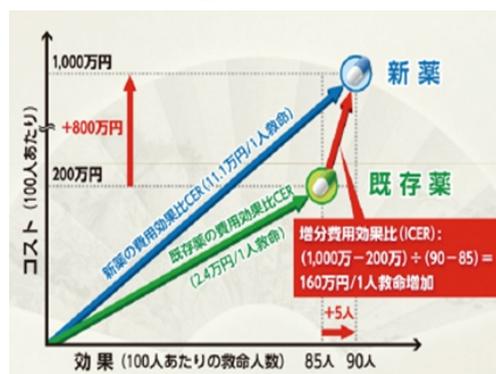


図1と図2に、単純化した薬剤経済評価の概念図を示した。今までのくすりを使うと1人あたり2万円（100人あたり200万円）で、100人中85人を救命できる。一方で新しいくすりを使うと、1人あたり10万円（100人で1,000万円）で、100人中90人を救える。

「費用対効果」という言葉からすぐに連想されるのは、既存薬と新薬、それぞれの費用を効果で割り算することだろう。この数値は図2左隅の原点から延びた2本の直線の傾きに相当する。直線の傾きは既存薬なら200万円÷85人＝2.4万円/1人救命、新薬は1000万円÷90人＝11.1万円/1人救命となる。この値を費用対効果比（Cost-Effectiveness Ratio: CER）と呼ぶが、CERを比較しても正しい評価はできない。

正しくは、費用も効果も既存薬（コントロール）との差をとって比較する。図中、「既存薬の効果」と「既存薬のコスト」から延びる太線の傾きに相当する。具体的には、コストの差を効果の差分で割り算して、 $(1000万円 - 200万円) \div (90人 - 85人) = 160万円/1人救命増加$ となる。この値を増分費用対効果比（Incremental Cost-Effectiveness Ratio: ICER）と呼ぶ。太線の傾きがICERとなる。経済評価の際には、CERでなくICERで評価するのが基本になる。ICERの値が小さければ、より少ない費用負担で同じ量のアウトカム改善を達成できることになる。すなわち、ICERの値は小さければ小さいほど、「費用対効果に優れる」ことになる。ただし、50万円/1人救命

増加と 100 万円/生存年数 1 年増加など、異なるアウトカム指標どうしの大小比較はできない。

ICER を計算して費用対効果を評価する際に、効果のものさし（アウトカム指標）を何に設定するかが問題になる。先の例のように救命人数をとった場合、すぐに死に至ることは少ない疾患領域、例えば生活習慣病などの慢性疾患の医薬品との比較は難しくなる。肝硬変や心筋梗塞の発症など、疾患特異的なアウトカムを用いる場合もあるが、このような場合は他の疾患領域の医薬品との比較は完全に不可能となる。肝硬変や肝がんの発症をアウトカムにとった場合、肝炎治療薬どうしの比較、例えばソフォスブビルとインターフェロンの比較は可能だが、ソフォスブビルと抗がん剤や糖尿病治療薬の比較は当然不可能であろう。

「何年生きたか？」の生存年数（Life Year: LY）をアウトカム指標にとれば、肝炎治療薬と抗がん剤と糖尿病治療薬を同じ土俵で比べることができる。しかし、疾患発症後の生活の質（Quality of Life: QOL）の低下は生存年数でも評価できない。肝硬変や脳梗塞、認知症などの原因で、介助者なしでは外出できない状態で 1 年生きるのと、完全に健康な状態で 1 年生きるのでは価値は変わってくるだろうが、生存年数をものさしにするとどちらも「ともかく 1 年生きた」とカウントするしかない。関節リウマチや認知症のような、生命予後への影響（mortality）よりも生きている間の生活の質への影響（morbidity）が重視される疾患の場合、生命予後のものさしだけでは、病気の重みを適切に測れないことになる。こうした考え方を発展させたのが質調整生存年

（quality-adjusted life years : QALY）の概念である。QALY の算出に際しては、特定の健康状態に、死亡がゼロ・完全に健康が 1 の「QOL 値（QOL score, utility score）」をあてはめる。0.4 点の QOL 値の状態でも 10 年生きたとしたら、生存年数 LY は 10 年だが、質調整生存年 QALY では $10 \times 0.4 = 4\text{QALY}$ となる。「余命の延長効果」だけでなく、「生きている間の QOL の改善効果」も評価できるのが、QALY のメリットである。

もう一つのメリットは、1QALY あたりの ICER の合格ライン（上限値、閾値）がある程度示唆されていることである。英国では 2 万～3 万ポンド程度、米国では 10 万～15 万ドル程度、日本では 500～600 万円程度とされる。やや意外だが、QALY 以外のアウトカムには合格ラインは存在しない。合格（費用対効果に優れる）・不合格（費用対効果に劣る）の判定が「ある程度」可能なことは、QALY の大きなメリットである。

講演では、薬剤経済評価の基礎手法と、政策応用の概要を解説する。

2.7 AIで高齢社会に挑み、幸せな社会の実現へ / 前川智明

講師プロフィール

株式会社エクサウィザーズ AIケア事業部 CareTech 部 部長

東京工業大学電気電子工学科卒、同大学院物理電子システム創造専攻修了。

大学院修了後はソニー株式会社を経て、2013年、ポストンコンサルティンググループに入社。プロジェクトリーダーとして、消費財・自動車・保険/金融業界を中心に、中期ビジョン策定/新規事業立案/デジタルトランスフォーメーション/全社営業改革など数多くのプロジェクトに従事。社会課題の解決により深く関わっていききたいとの思いから、2019年にエクサウィザーズに参画。

2.7.1 AIの利活用で「ケアの担い手の育成」と「ケア現場の支援」を目指す

株式会社エクサウィザーズは「AI（人工知能）技術の利活用で社会課題を解決し、幸せな社会を実現すること」をミッションにしているAIベンチャーである。大きな社会課題の一つである介護領域においては、「日本全国どこでも安心/安全にケアが受けられ、健全に歳を重ねられる社会を創る」ことを目指し、ケアの担い手の育成と介護施設/在宅介護現場の支援を行うプロダクト/サービス提供を進めている。

たとえば、育成事業においては、フランスで誕生した包括的ケアメソッド「ユマニチュード」の国内普及を目指している。知覚・感情・言語による包括的なコミュニケーションに基づいたこのケア技法は、高齢者、とりわけ認知症の方にも有効とされ、すでに世界10カ国以上の医療・介護施設で導入されている。株式会社エクサウィザーズは、日本国内で唯一ユマニチュードの正規事業ライセンスを保有しており、研修事業を展開している。これまで約10,000人の専門職の方々に受講いただいているが、こうした対面での集合型研修に加え、ユマニチュードの定着・普及に向けてはAIを搭載したアプリケーションを活用している。これは、施設や在宅におけるケアシーンの動画に対し、遠隔にいるユマニチュードの正規ライセンスを保有したインストラクターがアプリ上で指導を行うもので、動画に対して語りかけるとその音声録音される。また、指摘ポイントをより分かりやすくするために、ケア動画の画面に直接赤ペンのように書き込みながら添削できる機能も付けた。動画はクラウド上で閲覧・確認できるようになっており、いつでも参照できる仕組みだ。動画のシーン解析にはAIが活用されており、自動でタグ生成がされ、振り返りの際に容易に検索できるようになっている。ケアの動画が教師データとして蓄積されれば、ゆくゆくはAIが人に代わって育成を支援できる世界も実現できると考えている。

また、介護施設や在宅向けにもAIを活用したプロダクト/サービス支援を進めている。その一つとして歩容解析AIがある。被介護者の方に5mほど歩いてもらい、その動画をAIが解析することで、歩行速度やバランスを解析し、その方にとって必要な介助の在り方を見える化するものである。AIの構築にあたっては、熟練の理学療法士の方々にも協力をいただいております。実際にケア現場でも活用しようものになっている。鎌倉市や宮崎市といった自治体とも連携をしており、ケア現場の生産性向上や、マネジメント業務の効率化にもつながるような取り組みの一環として実証実験を進めている。また、ねりま健育会病院の酒向院長にアドバイザーに入ってもらいながら、脳画像分析等のノウハウのAI化を通じた新サービスの開発及びセラピストの育成のためのオンラインプラットフォームの構築を目指した共同研究も進めている。

医療や介護領域においては、単に最先端のAIを開発すればすぐ使えるというものではまったくくない。様々な専門家の方々や、実際に現場でAIを活用するスタッフ、在宅介護者の声を

都度反映しながらプロダクトやサービス開発を進めていかないと、現場で使われなくなってしまふ。現場のオペレーションも考慮しながら、いかに使ってもらえるものにするか、なくてはならないものにするかが重要となる。

本講座では、エキスウィザーズの医療/介護領域における AI プロダクト/サービスの取り組みを紹介しながら、そこで見えてきた AI 活用の将来展望と課題感などの考察を行う。参加者の皆様が AI 利活用を考えていく上での一助になれば幸いである。

2.8 グローバル視点からの医療イノベーションの実証 / 武藤真祐

講師プロフィール

(医療法人社団鉄祐会理事長/株式会社インテグリティ・ヘルスケア代表取締役会長/Tetsuyu Healthcare Holdings Pte Ltd. Co-founder & Director)

1996年東京大学医学部卒業。2002年東京大学大学院医学系研究科博士課程修了。2009年早稲田大学大学院ファイナンス研究科修了(MBA)。2014年INSEAD Executive MBA。2018年Johns Hopkins MPH。東大病院、三井記念病院にて循環器内科、救急医療に従事後、宮内庁で待医を務める。その後マッキンゼー・アンド・カンパニーを経て、2010年、在宅医療を提供する「祐ホームクリニック」を設立した。(2011年に法人化し「医療法人社団鉄祐会」となる)2015年には、シンガポールで「Tetsuyu Healthcare Holdings」を設立し、同年8月よりサービス開始。2016年よりオンライン診療システム YaDoc の開発・普及へ取り組む「株式会社インテグリティ・ヘルスケア」の代表取締役会長に就任。東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科臨床教授、日本医療政策機構理事、一般財団法人アジア・パシフィック・イニシアティブ理事、一般社団法人 Medical Excellence JAPAN インバウンド委員会 委員長。

【受賞歴】

- ・2011年 第1回社会イノベーター公志園 代表受賞
- ・2015年 第2回イノベーター・オブ・ザ・イヤー受賞
- ・2019年 10th Ageing Asia Innovation Forum 2019にて、Global Ageing Influencer に選出
- ・2019年 第29回武見奨励賞受賞

2.8.1 日本の高齢社会対策、実績はあっても世界の見本になれるわけではない

経済成長と高齢者人口が急増してきている東南アジアや東アジア。しかし、日本に比べてアジアは貧富の格差が大きい。仮に、提供される医療のレベルに「上」「中」「下」があるとすると、国民皆保険制度に支えられている日本の医療は「中」がメインとなる。アメリカのように、超高額な世界最先端医療を受けたいということは難しい。一方、貧しい人たちにダウン・グレードした医療を提供することもない。それは国民皆保険制度に支えられた日本特有のもので、シンガポールでやっている在宅医療の方が、世界の国々でも応用の可能性がある。

2015年にシンガポールに拠点を置く Tetsuyu Healthcare Holdings Pte Ltd. を設立。その傘下にある Tetsuyu Homecare は、在宅医療支援システムを開発、提供している。そのシステムが CARES@HOME である。CARES@HOME は、現在、シンガポールやマレーシア、インドネシアなどの病院、老人ホームに実際に導入されている総合的な在宅医療支援ソリューションである。医師や看護師、理学療法士、そして患者の家族が、診察結果や患者への処置の内容をクラウドに記録し、関係者間で共有可能とする機能や、患者をリアルタイムで捉えた動画や画像をクラウドにアップロードし、関係者がその動画や画像を見て、症状や状態についてビデオ上やコメントの形で意見交換を可能とする機能も備える。そのほか患者宅に訪問する看護師のシフト管理や勤怠管理、訪問先までの最適な道順を提示する機能や会計機能を備えている。

設立当初は、シンガポールで、保健医療の範囲で利用できる医師が定期的に患者宅を訪問する在宅医療サービスの提供を考えていた。しかし、シンガポールで在宅医療を受けると自由診療、つまり全額が患者の自己負担となってしまう。富裕層が多いシンガポールでも、在宅医療にかかる費用すべてを自費で負担できる人口はごくわずか。市場として成り立たなかった。在宅医療に携わろうという医師を集めることも非常に困難であったため、そこで CARES@HOME の開発提供と、訪問看護サービスに事業を転換した。

現在、65歳以上の高齢化率10%のシンガポールは、わずか15年後の2030年には高齢化率が2倍の20%を超えると予想されており、急激に在宅医療・介護の需要が高まってきており、総選挙などでは高齢者福祉が争点となっている。結果、医療や福祉サービスが充実し、病院や老人ホームなどで質の高い医療サービスを受けられるようになってきた。国の制度では利用できないサービスを、自費でどう提供するのが焦点となる。シンガポールでは、中流家庭以上では住み込みのメイドを雇っていることが多い。上述したCARES@HOMEの付加サービスをつくり出し、提供している。「お茶を飲ませた」「体位を変えた」など、介護のプロではないメイドの行動を医療関係者がすぐに確認できるようにする介護者向けの遠隔管理システムを開発している。その一つが、体表の傷を管理するシステムCARES4WOUNDSである。CARES4WOUNDSは、タブレットに3Dスキャナーを取り付け、褥瘡の画像を光学カメラで撮影し、3Dスキャナーで、大きさや深さなど傷の状態を評価する。

2.8.2 シンガポールだからこそ挑戦できる

日本では、CARES@HOMEのようなITを活用した医療サービスが普及するには時間がかかる。一部の医療機関が試験的に導入して評価し、安全性や有効性が認められないと保健医療で利用できるものにはならない。また、個人開業医などにとっては、システムを利用するために必要な機器を導入する費用が重い負担となる。シンガポールでCARES@HOMEが受け入れられた背景には、Eガバメント（電子政府）の世界ランキングトップに君臨するほどの国民のITリテラシーの高さがある。加えて、先述の通り在宅医療はすべて自費診療となるため、CARES@HOMEのようなサービスを試しやすい。一方、シンガポールの高齢者人口70～80万人ほどで市場としては小さい。今後、このシンガポールを起点に市場を拡大するため、東南アジア各国や中国への進出をはかっていく予定である。この事業展開についていえば、シンガポールを起点にしているからこそ有利な面がある。シンガポールは国民の8割弱が中華系であり、中国人の考え方に理解がある。また中国への事業進出でもパートナーを見付けやすい。一方で、英語が公用語になっており、西洋の考え方や文化への理解もある。中華文化と西洋文化が融合するシンガポールを開発とPOC（Proof of Concept：概念実証）の場と位置付けることで、アジア各地などにサービスを広げやすくなる。

シンガポールでは、電子カルテなどの医療情報を、国が指定したクラウドサーバーにアップロードするように定められている。政府主導で医療とテクノロジーの融合を急ピッチで進めている。日本では電子カルテシステムの普及が始まっているが、カルテのデータを蓄積するサーバーはいまだにオンプレミス型サーバーであることがほとんどである。このように日本は医療インフラ整備が進まないのが実情であるが、今後、限られた医療資源で、遠隔医療の仕組みを使うことにより、「中」レベルの医療を医療過疎と言われる地域に提供できる必要性がまったなしに求められる。そのことを実証するために、私たちは海外に出て行き、医療資源の中で効率的な運用を実証している。海外で集まった知見は間違いなく日本でも使うことができると考えている。今回の講義では、我々が行っているアジアの事例を紹介しながら今後グローバルで展開する医療イノベーションについて考察する。

2.9 医療イノベーションと法制に関わる基礎知識 / 落合孝文

講師プロフィール

慶應義塾大学工学部数理科学科卒業。同大学院理工学研究科在学中に旧司法試験合格。森・濱田松本法律事務所で約9年東京、北京オフィスで勤務し、国際紛争・倒産、知的財産、海外投資等を扱った。近時は、医療、金融、ITなどの業界におけるビジネスへのアドバイス、新たな制度構築などについて活動を行っており、政府、民間団体の様々な検討活動にも参加している。

【業界団体等】

一般社団法人データ流通推進協議会 監事 / 一般社団法人日本医療ベンチャー協会 理事 / 一般社団法人 Fintech 協会 理事 / 日本ディープラーニング協会 公共政策委員会 委員 / 日本弁護士連合会 弁護士業務改革委員会 (IT 問題検討 PT) 他多数

【政府/公的機関で参加の会合等】

内閣府革新的事業活動評価委員会 委員 / 内閣府規制改革推進会議成長戦略 WG 及び投資等 WG 専門委員 / 内閣府政策参与 (地方創生推進事務局・国家戦略特区担当) / 厚生労働省情報通信機器を用いた診療に関するガイドライン作成検討委員会 委員 / 総務省及び経済産業省「国民の健康づくりに向けた PHR の推進に関する検討会」民間利活用作業班 委員 / 経済産業省 Society5.0 における新たなガバナンスモデル検討会委員 / 国立長寿医療研究センター PRISM「健康・医療・介護分野の分野横断的なデータ収集・利活用・解析基盤の構築による介護予防に資する AI 等開発についての研究」アドバイザリー委員 他多数

2.9.1 講義の概要

医療イノベーションをすすめる上で様々な法的課題がある。今回、オンライン診療に関する法規制と対応実務、PHR と法的な議論を題材にして、これらテーマの基礎知識を取得するための講義を行う。

2.9.2 オンライン診療に関する法規制と対応実務について

オンライン診療については、①医師法、医療法等の医事関連法令での規制と、②診療報酬におけるオンライン診療料等の算定要件という2種類の要請に応じた事業を行うことが重要である。

①については、医政局医事課によるオンライン診療に関する指針を遵守することが重要である。この中で初診対面原則、診療計画策定、処方に関する制限や、システムのセキュリティ等について定められている。②については、2018年の診療報酬でオンライン診療が初めて評価されたが、その要件が厳しく、十分にオンライン診療の活用が広まらなかった。2020年はその要件を緩和していたが、今後の要件緩和や、適用対象の拡大が期待されることである。

なお、今回の新型コロナウイルス感染防止のため、「オンライン診療・医薬品処方が可能な範囲」を特例的・臨時的に拡大することが、厚生労働省のオンライン診療指針見直し検討会で議論された。新型コロナウイルス感染症の疑いのある患者については、遠隔健康医療相談やオンライン受診勧奨で実施し、実際の疾患の診断は対面診察により行うべきことのほか、「軽症患者は自宅療養を行う」こととなった折には、自宅療養する軽症の新型コロナウイルス感染患者に対し、経過観察や指導やオンライン診療を活用して行うことを可能とするなどとされたが、概ねは従前のオンライン診療指針がベースになっている。

今回のこの講座では、オンライン診療に関する法制度の概要とその変遷も学び考察を深める。オンライン診療については、上記の他にも／薬機法／健康保険法／個人情報保護法、受診勧奨・医療相談の位置づけ、将来のあり方について説明を行う。

2.9.3 PHR と法的な議論について

医療 IOT、医療 AI と医療イノベーションが進む中で、医療の目的は、治療から予防へも目が向きつつある。日常的な健康データである PHR（Personal Health Record）を、個人が起点になって時系列的に管理・活用することにより、健康管理の推進、自己の健康状態に合った健康サービスの提供を受けることなども期待される。一方で、PHR の用途は個人の健康管理に留まらず、医療領域でも活用の見込みがあると考えられている。その方法としては、PHR を医師が閲覧して、健康状態を踏まえた助言を行うという個別の患者に対するアプローチの他、一般的な創薬・医療機器等の開発にも匿名化した上で情報利活用の可能性があると思われる。PHR との関係では、今後検診情報の活用も考えられるが、表 1 のように要配慮個人情報も含まれるように、個人にとってセンシティブな情報であるので、その扱いに関する一層の（自己）規律が求められる。セキュリティの基準については、医療情報については、医師法、個人情報保護法等に基づく 3 省 3 ガイドライン（今後 2 ガイドラインに統合予定）があり、一方で個人情報情報はこれらガイドラインに直接適用がない場合もあり、このような規制の適用関係等も説明を行う。本講座では、我々が個人情報で知っておくべき基本的な医療情報の取り扱いの留意点を学ぶ。

表 1 健康・医療分野の要配慮個人情報

	データ文書	保管場所	データ内容
診療情報	診療記録等	病院・診療所	傷病名・既往症・原因・主要症状・経過・検査・処置・処方・手術・麻酔/輸血/移植 入退院/食事/リハビリ・検査結果・病理レポート・看護サマリ・退院時サマリ 等
	診療報酬明細書（レセプト）	病院・診療所・保険者	傷病名・投薬・処置・手術 等
	処方せん	病院・診療所・薬局	薬名・分量・用法・用量 等
調剤情報	調剤録	薬局	薬名・分量・調剤量 等
	調剤報酬明細書（レセプト）	薬局・保険者	処方薬名・分量・用法・用量・数量 等
	薬剤情報提供文書	薬局・本人	薬剤名・形状・用法・用量・効能・効果・副作用・相互作用 等
	お薬手帳	薬局・本人	薬剤名・用法・用量（自己入力のアレルギー情報等） 等
健診結果	定期健診結果	保険者・事業主・本人	保険者・事業主・本人
	特定健診結果	保険者・事業主・本人	保険者・事業主・本人
	妊婦健診結果	保険者・事業主・本人	保険者・事業主・本人
	乳幼児健診結果	自治体・本人（親）	自治体・本人（親）
	学校健診結果	学校教育委員会・本人	学校教育委員会・本人
	遺伝子検査結果	検査機関・本人等	検査機関・本人等
	その他（人間ドック等）	検査機関・本人等	検査機関・本人等
保健指導	保健指導記録	保険者等	保険者等
病歴	病歴	各々	各々

2.10 個人情報保護法と医療情報～2000 個問題と医療仮名加工情報を考える / 鈴木正朝

講師プロフィール

新潟大学大学院現代社会文化研究科/法学部 教授

1962 年生まれ。2005 年より現職。2016 年より(一財)情報法制研究所 (JILIS) 理事長兼務、2017 年より理化学研究所 革新知能統合研究センター(AIP)兼務。専門は情報法。主に個人情報保護法制、プライバシーの権利、人工知能と法、医療情報等に関する研究を行う。政府のパーソナルデータに関する検討会で個人情報保護法改正案、政府情報システム刷新会議臨時会構成員として共通方針案、政府 CIO 制度、厚労省ゲノム情報を用いた医療等の実用化推進タスクフォース構成員として「ゲノム医療等の実現・発展のための具体的方策について」それぞれ検討した。その他、マイナンバー制度、JIS Q 15001 原案起草、プライバシーマーク制度創設、経産省個人情報保護ガイドライン案作成などに関与した。

2.10.1 個人情報保護法制と適用関係～2000 個問題とは何か

日本の個人情報保護法制は、およそ 2000 個にも及ぶ法律と条例群によって構成されている。「個人情報の保護に関する法律」「行政機関の保有する個人情報の保護に関する法律」「独立行政法人等の保有する個人情報の保護に関する法律」の 3 つの法律と 1,912 の普通地方公共団体 (47 都道府県、786 市・757 町・184 村、23 特別区) 及び 100 を超える特別地方公共団体 (広域連合、一部事務組合等) の「個人情報保護条例」である。

例えば、病院の適用法と所管省庁等の一部をみても表 1 のとおりとなる。従って、まずは各自の所属する医療法人等がどの法律又は条例が適用されるかを知ることからはじめなければならない。

▼表 1 個人情報に関する適用法

個人情報の取扱い主体	適用法	所管省庁等
厚生労働省	行政機関個人情報保護法	総務省
独立行政法人国立病院機構岩手病院	独立行政法人等個人情報保護法	総務省
岩手県立病院	岩手県個人情報保護条例	岩手県
地方独立行政法人宮城県立病院機構	宮城県個人情報保護条例	宮城県
気仙沼市立病院	気仙沼市個人情報保護条例	気仙沼市
日本赤十字盛岡病院	個人情報保護法	個人情報保護委員会
財団医療法人〇〇会病院	個人情報保護法	個人情報保護委員会
個人病院(□□医院)	個人情報保護法	個人情報保護委員会
××広域連合立□□病院	××広域連合個人情報保護条例	××広域連合
一部事務組合立△△病院	一部事務組合△△病院個人情報保護条例	一部事務組合△△
〇〇市立〇〇病院 指定管理者:民間事業者(医療福祉法人△△会)	【指定管理者募集要項、条例等に規定されている場合】 〇〇市個人情報保護条例 【規定されていない場合】 個人情報保護法	〇〇市 個人情報保護委員会
〇〇衛生組合立△△地区休日急患診療所	適用法なし	〇〇衛生組合

厚労省等の医療分野の告示等は法律を踏まえて策定されてはいるが、2000 を超える条例等について全ての適法性を確認しているわけではない。自治体立病院においては告示よりも所属する自治体の個人情報保護条例が優先的に適用されるため、告示等 (ガイドライン、ガイダンス、指針等) だけではなく当該条例の確認が必須となる点に留意が必要である。

▼図1 個人情報保護法の法体系

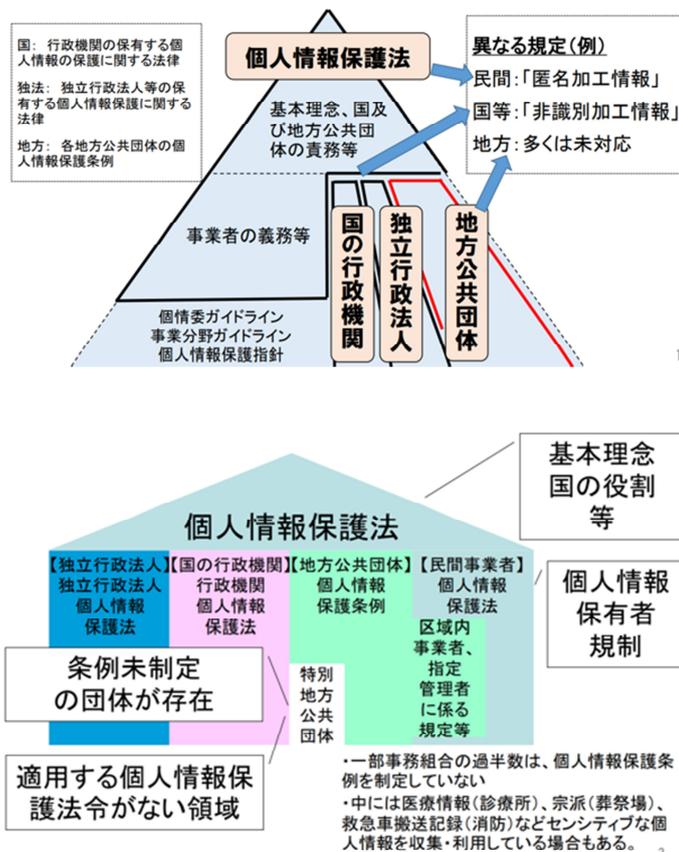


図1に示す3つの法律の統合については、現在政府で検討が進められているところであるが、さらに条例をそれに取り込むべきかどうかについては自治体からのヒアリングがはじまった段階でその見通しは立っていない。

では、こうした2000個の併存を放置することは、今後いかなる問題を惹起するか。

個人情報保護法が3年ごとの見直しが法定され、番号法も今後多く改正される中、個人情報保護条例もまた頻繁な改正の必要性に迫られ自治体が無駄に疲弊することになりかねず、また改正を放置することで法律と条例の規制内容はさらに乖離していくことになる。

そもそも対象情報である個人情報、個人識別符号、匿名加工情報、仮名加工情報等の用語、定義も法の構造も手続きも異なる中で、自治体立病院と他の独法や私立の病院間との医療データ連携、国立、公立、私立の大学間の学術研究目的の適用除外規定の有無など医療学術研究の連携の法的基盤が整備されないまま放置されることになる。癌登録法や次世代医療基盤法では十分な対応は困難である。

その他、広域災害、復興時の対応、疫学研究とパンデミック対応、介護、健康、及び創薬、情報セキュリティ及びテロ対策、MaaS (Mobility as a Service)、EUとの越境データ問題における十分性認定の維持、公的部門の認定の問題などにも影響が広く及ぶ。

2.10.2 講義の概要～医療ビッグデータ政策と医療クオリティ政策

今回の講義では、こうした個人情報保護法制 2000 個問題が“医療ビッグデータ政策”にもたらす影響を概観し、次に医療画像データと正確な個人データを大量に集積して、医療 AI 等を駆使して画像診断や創薬につなげるための“医療クオリティデータ政策”の必要性、すなわち、「医療仮名加工情報」の立法化について考えてみたい。

また、昨今の新型コロナウイルス感染症など、パンデミック対応について個人情報保護法は、いかにそれに応えるべきかを議論してみたい。

▼表 2 医療ビッグデータ政策から医療クオリティデータ政策へ

医療ビッグデータ政策から医療クオリティデータ政策へ	
医療ビッグデータ政策 →	医療クオリティデータ政策
ねらい ：大量に 匿名加工情報 を医療分野及び関連分野横断的に収集・分析し、主に 相関関係 の知見を得る。	ねらい ：正確な 医療仮名加工情報 を医療分野内で収集・分析し、主に 因果関係 の知見を得る。
対象情報 ：公私の医療等情報及び関連情報(ヘルスケア等)	対象情報 ：公私の医療情報
手法 ：匿名加工化 (Anonymisation) による本人保護と利活用推進策	手法 ：(医療)仮名加工化 (Pseudonymisation) による本人保護と利活用推進策
GDPRとの対応 ：前文26項 (anonymous information)	GDPRとの対応 ：第4条第5号 (pseudonymisation)
対策 ：「一般法」の改正 2000個問題の解消	対策 ：「特別法」の制定 例) 医療仮名加工情報法(仮)

▼表 3 医療仮名加工情報の立法化（私案）

1. 主体：資格者（医師、指定研究者 ← 認証制度及び研修制度）
 2. 対象：法律によって厚労省が指定する「特定医療DB」
 3. 対象情報：「医療仮名加工情報」（＝個人情報の部分集合）
 4. 利用目的の特定：「法定利用目的」（法律で制限）
 - ①学術研究・公衆衛生 < ②本人治療（医療AI） << ③創薬 <<< ④健康
 5. データ移送：個人情報保護委員会が指定する暗号化措置
 6. 処理施設：厚労省が指定する「安全対策事業所」
 7. 統合的データベースの禁止（分散処理原則）
 8. 当該医療仮名加工情報の二次利用の禁止
 9. 消去：個票（医療仮名加工情報）の消去義務（学術的検証可能性担保後）
 10. 監査：監査制度（個人情報保護委員会の指定する団体）
 11. 義務違反の場合の措置：医師免許の停止・取消、本処理の資格取消・停止
 12. 罰則：医師法に準じる直罰（懲役）
- 効果：医療仮名加工による本人同意なき第三者提供(収集)と分析を許容する。
(オプトアウトを認めるかどうかは要検討)

(参考)

フィンランド法の「Act on the Secondary Use of Social Welfare and Health Care」（2019年3月）等を参考に GDPR との関係を整理しながら検討を進めるべきである。

2.11 マーケティング思考から医療イノベーションのありかたを考える ／真野俊樹

講師プロフィール

愛知県名古屋市出身。旭丘高校卒業。1987年、名古屋大学医学部卒業。名古屋第一赤十字病院で研修、糖尿病や内分泌系の臨床内科医として、安城更生病院、藤田保健衛生大学勤務。1995年9月、コーネル大学医学部研究員。その後、外資系や国内の製薬企業のマネジメントに携わる一方、2000年にレスター大学大学院でMBAを取得。その後、国立医療・病院管理研究所協力研究員、昭和大学医学部公衆衛生学（病院管理学担当）専任講師、大和総研主任研究員、大和証券キャピタル・マーケッツシニアアナリスト。2004年京都大学にて博士（経済学）を取得。2005年より多摩大学医療リスクマネジメント研究所教授（医療リスクマネジメントセンター所長）を経て2018年4月より中央大学ビジネススクール（専門職大学院）教授に就任。

2.11.1 医療マーケティングの視点から医療ICTを考える。

日本では他の先進国と比較して医師数が少なく、医師の労働時間は相当の長さに及んでいる一方、医療不信や患者の満足度が低いという問題がある。そこを埋めていくかを検討するには、マーケティングの考え方を応用することが役に立つのではないかと筆者は考える。

従来のマーケティングや営業活動は、供給者と消費者の間の情報の非対称性を利用して行われてきたともいえる。しかし、米国のマーケティング学者コトラーは、マーケティング活動を「価値を創造し、提供し、他の人々と交換することを通じて個人やグループが必要としよう欲求するものを獲得する社会的、経営的過程」と考えた。さらに近年、情報技術の発達による双方向な環境のもと、情報の非対称性を減らし、顧客とともに価値を作り出し、長期の関係を築くことに主眼が置かれており、そこに医療とマーケティングが結びつくポイントがある。医療がサービス業であること、マーケティングという学問・手法の最近の考えが変わってきたことにより、マーケティング思考は十分に医療に適用できるようになったのである。医療サービスの本質について考えると、医療サービスは経験しても真の価値がわかりにくい信頼財であった。最近の疾病構造の変化によりその内容は分かりやすくなる必要があり、分類としては経験して知ることのできる経験財、自分が選べる探索財に移行している。後述するが新型コロナウイルス感染症の騒ぎが、旧来型の医療が必要である感染症対策なので、まさに信頼財である。メディアの発信によってこの信頼がくずれたわけだ。また近年、ソーシャルマーケティングという概念が普及してきた。健康のために禁煙や運動、正しい食生活を推奨する場合、これらの活動が消費者や社会の支持を得るには戦略が必要になる。これを体系化したのがコトラーのいうソーシャルマーケティングである。本講義では、医療におけるマーケティングの必要性を考察するとともに、マーケティングの考えをもとに、ICTとの関連について考える。

現在の医療での課題は、医療や介護サービスを提供する組織がさまざまであるため、ワンストップでサービスを受けることが出来ない。その典型例は米国であるが、日本の場合もやはり、専門化、機能分化の動きが起きている。地域連携構想における病院の区分で、「高度急性期」「急性期」「回復期」「療養」と病院の機能が区別されるようになっていく、そこで基点となるのは生活者になるが、通常の商品やサービスと違って医療の場合には膨大になるものの、近年のヨーロッパでは、国や州の単位で医療ICT化が急速に進んでいる。ICT化には提供者基点と生活者基点があるのだが、日本の場合にはこの二つが入り交じっている。提供者基点のものとしては厚生労働省によるNDB(National Data Base)や日本外科学会を中心に立ち上げられた

NCD(National Clinical Database) あるいは PMDA が収集しているものなど多くのデータベースが作られているが、こういったデータベースのサイロ化は、特に日本に限った問題ではなく、供給者基点の ICT 化の欠点である。さらにいえば、病院や地域単位で ICT 化を行う場合もサイロ化する可能性がある。一方、生活者起点での ICT 化は、患者がデータを入力したり移行したり、あるいは IC チップで医療データを所有すると言った形をとる。日本はその点ではまだ始まっていないのが実情である。医療サービスにおける地域医療連携は、サービスとサービスの連携、いわゆるサービス連携にほかならない。医療の内容および患者の価値観の拡大によって、単一のサービスを一つの病院だけで安定的に供給すること自体が困難になってきたので、それらを結合させ、シームレスなサービスとして複数サービスを連携させることが必要になってきたが、実現にはまだまだ課題がある。しかし、この問題の解決こそが、まさに患者基点で考えることの一つなのである。そして、この解決には ICT が役立つのである。本講座にては医療マーケティング、地域医療連携、そこにおける ICT のあり方について考察を行う。

2.11.2 2020 パンデミックから世界の医療を俯瞰する

ここで、やや番外編ではあるが、教科書の発刊時期を考慮して新型コロナウイルスによる感染の話題と医療制度の比較について触れてみたい。

国民皆保険制度が充実し、先進国である日本においては、社会保障としての医療の意味が少し忘れてられていたかもしれない。やはり国が関与して医療保障制度を行う上では感染症対応が最も重要と言っても言い過ぎではない。本来感染症は経済学で言う強い負の外部性を持つ。これは分かりやすく言えば自分だけの問題ではなく他人に感染することによって社会全体に大きな影響を及ぼすかもしれないということである。であるがゆえに政府が強い意志をもって対応すべきだということになる。今回米国でトランプ大統領が緊急事態宣言をしたことはまさにそれを裏付ける。

福祉国家の思想のもとに先進国では社会保障を充実させてきた。もちろんそれは非常に重要なことなのだが、それによって真に必要な医療というものが忘れられてきたことも今回の新型コロナウイルスの感染症問題で改めて考えさせられたのではないだろうか。

米国のように医療における社会保障制度が極めて緩い国は先進国では珍しい。医療の評価は、①値段が安いこと、②アクセスが良いこと、③質が良いことの三つで行われることが多い。よく論議されるように、米国は質はいいかもしれないが、値段も高くアクセスが悪い。もちろん値段が高いからアクセスが悪いという面もあり得るが、ここで言うアクセスとはプライマリケアの充実とか病院にすぐ受診できるといったことを指す。こういった視点では米国の医療はうまく機能しておらず、そこに ICT を使って対応していこうという流れになっていた。いずれにしても良いアクセスがまだ完成してない米国において今回のような感染症はまさに最も弱い点を直撃することになったと思われる。

英国は全く逆になる。同じようにアングロサクソンの国で市場を重要視する国民性であることは米国と同じだが、医療に関しては歴史的な経緯から公衆衛生学の視点が強く、国が税金でカバーしていくという仕組みになっている。従って通常医療におけるアクセスは決して良くない。米国がお金でアクセスを制限する面が強いと同様、英国では制度によって患者のアクセスを制限している。具体的に言えば、一地域に一人と決められているかかりつけ医を受診しないと専門医や病院を受診することができないという制度である。中央集権的な制度は生活習慣病を中心とした先進国で必要とされる医療において、筆者は必ずしもプラスではないと考えている。しかし感染症対策というように中央集権で行う仕組みが有効な場合には全く異なり、非常に効果的であると思われる。実際、英国は他のヨーロッパの国々に比べ患者数が少なかった。

最後に中国である。中国は急速に発展したため、また社会主義国ということもあり医療提供体制があまり充実していない。国民皆保険制度も作られてはいるが十分なものではなかった。その問題点を ICT を使って解決していこうという、ある意味では米国と同じ方向を向いていた。しかし感染症に対しては、米国とは異なり中央集権で、医療以外の例えば武漢を閉鎖するといった強権が発動しやすい。そういった強権的な対策や、また 管理的な ICT が発達しており、国民の動向を容易に把握できる。こういった管理が行き届いた社会であるということもあり感染の最初の発症地でありながら早期に収束方向に向かった。

今回たまたま新型コロナウイルス感染を題材にしているが、これまでで記載してきた内容は医療の本質をとらえていると思われる。やはり生死に関わる部分あるいは感染症など強い外部性を持つところには政府が中央集権的な介入をすることが重要だが、それ以外の部分、たとえば生活習慣病対策の医療は ICT などを使い個別性を重視すべきであろう。日本の場合、中国と異なり管理的にならないようにし、アメリカ的と言っていいかは議論があるだろうが ICT をうまく利用し、政府が過度の介入を行わない形で、個々人の行動変容を促すような医療体制が望ましいのではなかろうか。そういった点でマーケティングという個々人の行動や意識を変える手法が重要なのだと思う。

2.12 高齢社会を支えるシビックテック / 吉田彰

講師プロフィール

香川県出身。1978年、東京大学工学部電子工学科卒業。同年日本アイ・ビー・エム株式会社入社。主に金融機関などの大規模ソリューション営業、コンサルティングを長年担当。2010年より、大規模保険会社への高齢社会に向けた戦略コンサルテーションを行う中で、日本の超高齢化社会の課題を深掘りし、国内外の好事例/イノベーションを地域/職域にビジネスとして継続する形で適用する活動を続けている。2019年日本アイ・ビー・エム株式会社より退職し、Aging Japanのメンバーとして高齢社会の課題解決のための活動を継続中。

2.12.1 シビックテックで支える地域包括ケアシステム

日常生活の中でのICT/IoT活用の幅が広がり、一人ひとりの医療・健康情報が蓄積され、アプリによって自身/家族の状況を日々把握し、蓄積し、その情報を元にしたAIのアドバイスによって、行動を変容(改善)し、自らを健康で豊かにしていくことができる。しかし、それを実現していくには、自治体のGov Techと医療機関/保険者が中心となったHealth Techが進み、生活者自らがシビックテックのリテラシーを持ち、地域、職域のなかでそれを活用し、AIからのアドバイスを受け、自らの行動を変容していくことが求められている。また、地域コミュニティを支える医療、介護、健康、小売、交通、日常生活支援事業者が自治体、地域NPOと協力して生活者とともに自助・互助の生きる街づくり(スマートシティ)を実現していかななくてはならない。

誰かが誰かを助けるための片方向の地域包括ケアから、互いに互いを助け合う双方向全世代型地域包括ケアシステムを実現していく必要がある。そのためには、組織ごとの縦割り・お仕着せのテクノロジーではなく、個人データ情報信託・オープンデータを活用し、スマホで使えるAIアプリリテラシーを各自が持つことが重要である。

そして、ICTの進展により、時間・空間・組織の壁を超えて、つながることができるようになった。患者・相談者の移動時間をなくし、介助者・家族の付き添い負担(時間)を軽減する遠隔診療をはじめとする遠隔相談技術や、多職種・多事業者・(遠隔)家族が情報連携する地域包括情報連携システムはそのきっかけとなる。

近年では、IoT(Internet of Things:モノのインターネット)技術も機能向上・価格低下が図られ、多くのウェアラブル機器が一般に使われるようになってきている。日常連続値による異常検知、異常予測、変化察知、行動変容を促すアドバイス機能を担い始めている。

AI(人工知能)の分野では、人間が判断をするときに必要な情報を、AIが過去の膨大な事例データなどから同様の事例を探し出し、その類似性の度合いや、エビデンスとなる文書データを表示することができるようになった。

これを応用すると、ケアプランの立案時に、過去の膨大な数の経験値の中から複数のたたき台としてのプランを、優先順位をつけて表示し、その方の昔の暮らしぶりや近隣の施設の状況までその場で分かれば、ケアマネージャーは一人ひとりの利用者・家族の気持ちまでくみ取ったプラン立案に時間をかけることができるようになる。このAIが力を発揮するために必要なものは、一人ひとりの推移がわかる個人のためのデータベースと匿名化/仮名化されたオープンデータを含む公共的なデータベースである。AIは個人の過去・現在の情報から健康医療介護の情報/アドバイスを生み出す。そして、そのアドバイスの結果どうなったかをトラッキングし、PDCAを回していくことが情報信託を通じて行われる。

テクノロジーが医療介護健康の分野で大きく貢献するものとしては遠隔診療の仕組みが挙げられる。この遠隔診療の中には、いくつかのタイプがある。

<タイプ1>

ひとつは病院にいる医師が予約に従って患者を診療する「診察室」の拡張としての遠隔診療である。限られた分野の専門医に診てもらいたい患者を一人でも多く診療するためのものである。特定疾患に対応する専門医が待合室に待っている患者を一人ずつ呼んで診察をするところをテレビ会議に置き換えたものと考えるとわかりやすい。

<タイプ2>

もうひとつは自宅介護の患者あるいはその家族が医師・看護師・薬剤師に相談をする在宅医療の拡張としての従来からも行なわれていた遠隔相談である。現在、ターミナルケアで自宅に戻る際に、患者・家族に安心感を与えることができる仕組みとして採用されている。また、タブレットが患者・家族の自宅にあるので、遠隔診療としてだけではなく、健康・医療・介護のすべての分野で遠隔相談(消費者からサービス提供事業者への相談)や、ケアプラン説明の際の遠隔家族の遠隔参加などにも利用される。

<タイプ3>

最近増えている患者と医師とのマッチングを行うタイプの遠隔相談・診療である。遠隔診療のビデオ通話の機能というよりも、夜間休日の緊急相談や健康相談などでの医療機関と患者・相談者とのマッチングをコールセンターで行う機能である。24時間365日いつでも誰かが相談を受けるためには、かなり多職種多機能大規模化する必要がある。

こうした遠隔診療・遠隔相談のために使っているタブレットは、音声・カメラを使った在宅見守りや、IoTのハブとして各種センサー・ウェアラブル機器・バイタル測定機器のデータを蓄積し、異常値の自動メール発信なども行っているところがある。こうしたものを使用することによって、地域包括ケアの関連者間で情報共有ができ、本人・家族が個々の事業者ごとに同じ状況の説明を繰り返し行なう負担を減らすこともできる。

また、健康領域では、IoTなどによる健康生活関連データや利用履歴からの日常生活データ、健診データなどを蓄積し、介護領域では、地域包括ケア情報連携によって、タブレット保有者である高齢者に関連するデータを蓄積し、医療領域では、遠隔診療・在宅医療でのデータが蓄積していく。これは、パーソナルヘルスレコードを超えたその方の生活大福帳のようなものになっていく。ひとりの生活者が健康・医療・介護の領域の中でどのような変遷をたどって、今どこにいて、どこに向かおうとしているのかをAIの力を借りて本人が理解し、努力し、周囲もその本人の意思に従い、継続的に支援していくことができるはずだ。

2.12.2 技術を使うとどんな世界が生まれるのか？

加えて、被介護者/被支援者が AI で能力拡張し、自立度を高め、高い生活品質(QoL)を楽しむためにテクノロジーを活用することについて考えて見たい。一人ひとりが、「自助」「互助」「公助」「共助」の仕組みを利用して、自らの「からだ」と「こころ」と「おかね」の健康を保つことの価値は高い。本人・家族が今後起こりうることについて学び、そうならないように、そうなったら、といったことを周囲の支援者とともに準備することが、社会的コスト削減につながるのだが、それには、あまりに多くのケース/情報が散在し、AI を使わなければ、対応が取れない。AI を用いると自分の経験値だけでなく、他の方の経験値を学習し、キーポイントだけを教えてくれるということができる。加えて、AI はなぜそのケースを上位に選択したかという理由もつけるので、それを読むだけで深い学びが出来る。

家族とテレビ電話で、また、地域の友人・仲間とのソーシャルネットのツールとしてスマホ・タブレットアプリは、「つながる」ことに使われ、ソーシャルネット上でお互いに情報を伝え、地域の仲間と励ましあっている。

家族や介助者の方々にとっても、たとえば職場にいながら、介護者の診察に遠隔同席でき、ケアプラン説明会へテレビ会議で参加出来る。訪問前に IoT で様子が分かり、テレビ電話で確認してから準備して訪問すれば、急にになにかが必要になって事業所に戻って再訪するということも少なくなる。

地域包括ケアシステムに最も重要なのは、その「街」が持っている機能と「街」に暮らしている知り合い、ご近所さん、地域包括ケア関係者という人材である。「家」では機能が完結することが出来なくとも、「街」の中に必要な機能がありさえすれば、その「街」を離れる必要はない。しかし、こうした「街」は自然にできるものではなく、自治体・町内会・管理組合、地域のお店、デベロッパー、地域包括ケアの関連事業者が努力することによって実現できる。そして、この理想的な地域包括ケアシステムを支えているのは ICT/IoT/AI/情報信託に裏打ちされたシビックテックであると考えます。そして、今、地域においてシビックテックで課題解決ができる人材が求められている。本講義ではシビックテックの実例を交えながら、地域包括システムを支えるテクノロジーについて考察する。

2.13 グローバル視点での医療イノベーションの基礎知識について / 吉澤尚

講師プロフィール

漆間総合法律事務所 副所長、内閣官房、バイオ戦略有識者、弁護士・弁理士

その他保有資格：応用情報技術者、情報処理安全確保支援士、ITストラテジスト

【主な法律系学歴】

- 一橋大学法学部卒業
- Stanford Law School Certificate of Law, Science & Technology "Understanding of US Intellectual Property Law"
- University of Pennsylvania School of Law "Intellectual Property Law and Policy 1&2" Certificate of Achievement on EDX online
- University of Groningen in Netherland "Understanding General Data Protection Regulation 'GDPR' " and "Health Data in the Modern Age: Getting to Grips with the GDPR" Certificate of Achievement
- University of Illinois at Urbana-Champaign "Genomics for Law" Certificate of Completion on Coursera online

【主なライフサイエンス・医療系学歴】

- 東京医科歯科大学 医療イノベーション人材養成プログラム 修了
- 東京大学大学院薬学研究科 医薬品評価科学講座 修了（単位取得）
- Harvard X Bioethics: The Law, Medicine, and Ethics of Reproductive Technology and Genetics Certificate of Achievement on EDX online
- University of Illinois at Urbana-Champaign "Genomics for Law " Certificate of Completion on Coursera online
- University of Queensland "Understanding the Australian Health Care System" on EDX online
- UC San Diego "Introduction to Genomic Data Science" Certificate on Achievement on EDX online
- Harvard X ; The FDA and Prescription Drugs: Current Controversies in Context on achievement on EDX online.
- Georgia Institute of Technology "Healthcare Informatics on FHIR" Professional Certificate on EDX online

【経営・マネジメント系学歴】

- Haas School of Business UC Berkeley Executive Program "Business Excellence"

【主なコンピュータ・データサイエンス系学歴】

- Stanford Online on coursera" Machine Learning "Certificate of Completion
- University of Michigan: Data Science and Ethics through EDX Online
- Georgia Institute of Technology "Introduction of User Experience Design" Certificate of Completion
- MIT Sloan School of Management and Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory "Artificial Intelligence: Implications for Business Strategy"
- European Institute of Technology"EIT" Digital professional school Collaborated with Fraunhofer "Security and Privacy for Big Data Part1and Part2" Certificate of Coursera online
- Linux Foundation's"5G Strategy for Business Leaders" Professional Certificate."Business Considerations for 5G, IoT and AI" and " Open Source and 5G Transition"

2.13.1 講義の概要

日本の医療情報基盤構築に向けた単純な PHR や EHR をそれぞれスタンドアロンで設計する時代はすでに終わっている。バイオバンク同士の疾患分野ごとの連携も必要であるし、ゲノム、診療情報、マイクロバイーム、そのほか検体との連携も進む。また、外国バイオバンクと連携した人種の多様性の観点を加味した医療情報基盤となりうるかの戦略も極めて重要である。本講義では、それらを踏まえたうえでシステムの基盤、制度やビジネス戦略の観点からの項目について検討する。

▼表 1 講義の構成

1. バイオバンクの種類と役割の違い
2. 医療ビッグデータ形成に向けたバイオバンクと EHR/PHR の連携
 - (1)ゲノムスイングランドの試み
 - (2)米国 All of US のモバイルヘルスとの連携の流れ
 - (3)その他バイオバンクの戦略の最終型と臨床研究のプラットフォーム
 - (4)デンマークバイオバンク、オーストラリアの臨床研究制度の改革と投資誘致
3. 日本で連携が進まないバイオバンク側の諸問題
 - (1)バイオバンクの運営主体・資金供給元の観点
 - (2)バイオバンクのオープンサイエンスの発想のなさ倫理・個人情報の管理の難しさ
 - (3)ゲノムコホート、遺伝子治療の国際的なルールメイキングに向けた動きへの出遅れ
(バイオバンクの品質管理の標準化)
4. デジタルセラピューティクス分野のビジネス化戦略とメガファーマや医療機器メーカーの戦略：ペイシェントジャーニーの拡張の戦略
 - (1)自社の医薬品・医療機器プロダクトをてこにした提携・投資・M&A を合わせたオープンイノベーション戦略とプラットフォーム化戦略
 - (2)医薬品メーカーのデータ基盤確保への戦略とコホートデータベースとの違い
 - (3)日本の Startup としてどう取り組むべきか
 - (4)治療拠点を中心とした臨床研究拠点クラスターの設計とヘルスケア Startup エコシステムの作り方の通常のビジネスとの違い
5. 重要インフラとしての医療情報基盤の意識が低く制度への課題を理解
 - (1)日本と海外の根本的なセキュリティの限界
 - ➡病院システムやバイオバンクとの連携が不可能
 - (2)臨床研究法の限界、匿名加工情報の限界・個人情報 2000 個問題の解消へ向けて
(医療 AI システムを前提に)、海外法制との調和の必要性

2.14 欧州に学ぶライフサイエンスの個人情報保護とサイバーセキュリティ / 笹原英司

講師プロフィール

B2C/B2B のデジタルマーケティング実務と、健康医療/介護福祉/医薬品/ライフサイエンス分野の IT ガバナンス関連調査研究実績を持つ。在日米国商工会議所ヘルスケア IT 小委員会委員長、一般社団法人日本クラウドセキュリティアライアンス・代表理事

【学歴】

- 慶應義塾大学文学部人間科学専攻(産業関係論)卒業
- Boston University Graduate School of Management 修了(MBA)
- 千葉大学大学院医学薬学府博士課程先進医療科学専攻修了(博士・医薬学)

【研究実績】

厚生科学研究補助金医薬安全総合研究事業「添付文書等による医療用医薬品に関する情報の提供の在り方に関する研究」平成 13 年度分担研究「特殊な集団に関する情報提供の在り方」(研究協力者)、「Case study of pharmacist activities in the multidisciplinary practice of outpatient chemotherapy in Japan」(聖路加国際病院との共同研究)など。

IT メディア記事一覧 <https://www.itmedia.co.jp/author/208938/>

2.14.1 講義の概要

本講義では、EU の事例を元に、医薬品、医療機器、デジタルヘルスといった製品の垣根を越えて、個人情報の漏えいやサイバー攻撃被害からライフサイエンスのイノベーション資産を保護する管理策について考察する。欧州各国・地域では、いわゆる「プラットフォーマー」が、個人データ漏えいに関連して巨額の制裁金を支払うケースが続出する。一方、医療機器、臨床試験、ゲノムデータ共有、サイバーセキュリティなどライフサイエンス関連規制の欧州域内統一ルール化に向けた動きも加速している。

また、新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) 拡大の中、中国では、「スマートホスピタル」や「スマートヘルスケア」を提供するプラットフォーマーが危機対応と社会実装の好機として、汎用的で標準化されたオープンな ICT 基盤をベースとしながら、各プレイヤーが有するコラボレーションエコシステムやデータインテリジェンスの経験とノウハウを、資産化・ストック化して、緊急時および平時の双方に対応できる仕組みを構築した。一方、米国においても、2020 年 1 月 29 日、米国大統領のドナルド・トランプ氏は、COVID-19 に対応することを目的として「バイオディフェンス」を基盤とした「コロナウイルス・タスクフォース」※を設置し、クロスエージェンシー／クロスセクター型の緊急対応に当たった。

中国に遅れて新型コロナウイルス感染症が拡大した欧州においては、電子政府基盤、官民連携パートナーシップなどの既存リソースを有効活用しながら、医療イノベーション支援のデジタル化、医療機器の越境サプライチェーン効率化・自動化など、「Next Normal」に向けた動きが顕在化しつつある。

米中ともに医療 IT インフラストラクチャの整備がリーマンショックからの経済復興のけん引役を担ってきた経緯があるので、今後は、これらの IT プラットフォームを活用して、COVID-19 による危機からの復旧・復興に向けたイノベーション推進策が展開されることが期待される。

本講義では、こうした背景もまじえながら、各国の COVID-19 対応をはじめ、EU の事例を元に、医薬品、医療機器、デジタルヘルスといった製品の垣根を越えて、個人情報漏えいやサイバー攻撃被害からライフサイエンスのイノベーション資産を保護する管理策について考察する。

※：米国コロナウイルス・タスクフォース <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/presidential-memorandum-support-national-biodefense/>

▼表 1 講義の構成

1.はじめに：市場背景
1-1.新型コロナウイルス対応に学ぶ個人データ利活用のメリットとリスク
1-2.品質管理におけるセーフティとセキュリティの責任
1-3.デジタル創薬を支える情報技術（IT）と電子制御技術（OT）の融合
1-4.製品ライフサイクル管理で一体化する市販前／市販後対策
2.欧州のライフサイエンス関連規制と個人情報保護
2-1.一般個人データ保護規則（GDPR）とは？
2-2.欧州の医薬品市販前／市販後対策と GDPR 対応動向 ～欧州医薬品庁（EMA）のデジタルデータ基盤標準化とリスク管理～
2-3.欧州の臨床試験データ関連規制と GDPR 対応動向 ～EU 各国・地域のオープンデータ施策と個人データ匿名化～
2-4.欧州の医療機器市販前／市販後対策と GDPR 対応動向 ～医療機器規則（MDR）と GDPR による EU 域内統一ルール～
2-5.欧州のデジタルヘルス関連規制と GDPR 対応動向 ～地域包括ケアシステムでつながる個人データのリスク～
2-6.BREXIT 後の英国のライフサイエンス関連規制と個人情報保護 ～ゲノムデータの越境移転で広がるビジネス機会とリスク～
3.欧州のライフサイエンス関連規制とサイバーセキュリティ
3-1.欧州ネットワーク・情報セキュリティ（NIS）指令とは？
3-2.欧州の医薬品市販前／市販後対策と NIS 指令対応動向 ～医薬品 R&D の産官学連携エコシステムが抱えるセキュリティ脅威～
3-3.欧州の臨床試験データ関連規制と NIS 指令対応動向 ～長期化するデータライフサイクルと複雑化するセキュリティ管理～
3-4.欧州の医療機器市販前／市販後対策と NIS 指令対応動向 ～EU 域内統一の医療機器サイバーセキュリティ指針と各国・地域動向～
3-5.欧州のデジタルヘルス関連規制と NIS 指令対応動向 ～医療介護施設の調達基準に組込まれるサイバーセキュリティ～
3-6.BREXIT 後の英国のライフサイエンス関連規制とサイバーセキュリティ ～EU 域内統一ルール化の流れにおける英国のポジショニング～
4.欧州における新技術適用と個人データ保護／サイバーセキュリティ
4-1.クラウドサービス利用と GDPR／NIS 指令遵守 ～欧州域内統一セキュリティ認証制度創設に向けた動き～
4-2.AI 技術利用と GDPR／NIS 指令遵守 ～欧州域内統一 AI 倫理認証制度創設に向けた動き～
4-3.IoT／5G 技術と GDPR／NIS 指令遵守 ～保健医療の Mobility as a Service (MaaS)利活用とデータ保護
5.まとめ／質疑応答

2.15 第4の診療概念としての遠隔診療と医療の質 / 黒木春郎

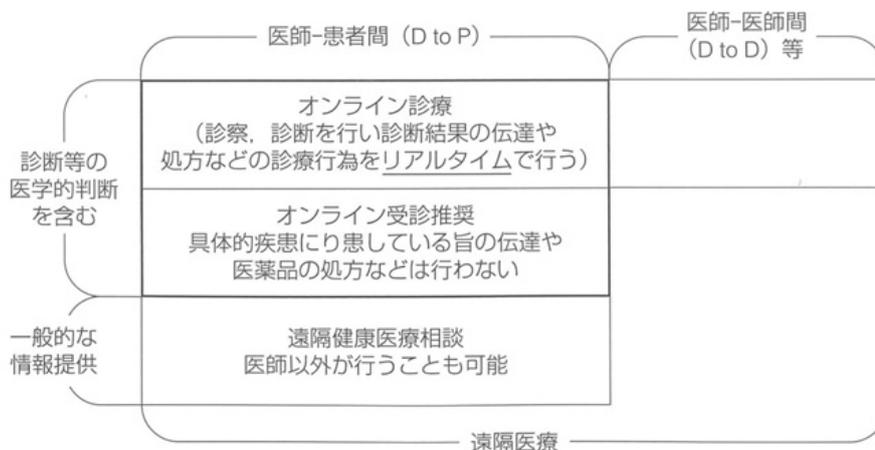
講師プロフィール

医学博士。東京都出身。1984年に千葉大学卒業。千葉大学医学部附属病院小児科医局をはじめ、関連病院などで小児科医として勤務。1998～2002年は千葉大医学研究院小児病態学の教官。2005年6月に外房こどもクリニックを開業。医療法人社団嗣業の会理事長・院長。現在、千葉大学医学部臨床教授、日本外来小児科学会理事、日本遠隔医療学会オンライン診療分科会分科会長なども務める。所属学会は日本小児科学会、日本感染症学会など多数。2018年に厚生省「オンライン診療の適切な実施に関する指針検討会」構成員に、2020年には日本医師会「オンライン診療研修に関する検討委員会」委員に就任。著書に『これからの小児科外来成功の鉄則』（中外医学社）、『実践 子どもの漢方』（日本医事新報社）、『小児科漢方16の処方』（中外医学社）、『プライマリケアで診る発達障害』（中外医学社）、『プライマリケアで診る小児感染症』（中外医学社）など多数。

2.15.1 遠隔医療とオンライン診療

オンライン診療は遠隔医療の一つであり、「ビデオチャットによるリアルタイムの診療」と定義される。遠隔医療とは、情報通信機器を活用した健康増進、医療に関する行為の全般をいう。ここで遠隔医療に関連した用語の整理をしておく（図1）。

▼図1 遠隔医療・用語の定義



(厚生労働省 オンライン診療の適切な実施に関する指針 2018

<https://www.mhlw.go.jp/content/000534254.pdf>)

2.15.2 オンライン診療の適切な実施に関する指針

厚労省から平成30年3月に「オンライン診療の適切な実施に関する指針」（以下、指針）がだされた。この「指針」は改訂中である。今回の新型コロナウイルス感染症の流行に伴い、2月28日付で発出した事務連絡「発症が疑われる新型コロナウイルス感染症患者の増加に際しての電話や情報通信機器を用いた診察や処方箋の取扱いについて」によると、感染拡大防止の観点から、慢性疾患を持つ定期受診患者に対し処方箋の発行が必要になった時には、電話または情報通信機器を用いて診察し、ファクリミリを経由して患者が希望する薬局へ処方箋を送付

することを認めた。また、処方箋を受け付けた薬局に対しても、処方薬の配送について確実性を担保した上で、同様にオンライン服薬指導を行うことを可とした。これらのフローは4月から、診療報酬体系で認められるものだが、事実上前倒して認められるものといえる。ただし、これはあくまでかかりつけ医が慢性疾患の患者を経過観察するプロセスで、かつ処方箋や診療方針を変更しないことが前提となっている。また本通知のなかで、新型コロナウイルス感染症、または類似症状が疑われる患者に対する初診を電話またはオンライン診療で行うことは許容しないことを改めて示した。この「指針」の中で示されているオンライン診療実施に関して基本理念を紹介する。①患者の日常生活の情報も得ることにより、医療の質のさらなる向上に結びつける。②医療を必要とする患者に対処して、医療に対するアクセシビリティ（アクセスの容易性）を確保し、より良い医療を得られる機会を増やすとしている。

2.15.3 当院におけるオンライン診療導入事例

筆者は千葉県で小児科診療所を2005年に開設し運営している。医療過疎地域での展開であり、複数医師による診療体制を取っている。診療圏は30km程度であり、遠方の患者さんは100km程度から通院されている。小児科二次医療施設は50km先である。2016年6月に自院にオンライン診療を導入した。医師・患者関係が安定しており、児の状態も視診と問診で診断・治療が可能な状態であれば、この方法での診療は十分可能であると考えている。またその適応は疾患別に考えるのではなく、あくまでも児の状態に即して考慮することが適切である。

当院ではこれまで636名の患者さんにオンライン診療を行ってきた（2020年2月）。疾患別には気管支喘息、アレルギー性鼻炎、神経発達症、夜尿症、便秘症などがあげられる。稀少疾患の方も含まれるが、多くは日常的に診療する患者さんである。診療圏は近隣から100kmほどの遠方にまで及ぶ。オンライン診療は物理的に遠方であることのみならず、様々な条件での通院困難事例に良い適応であることが分かる。

オンライン診療導入時に、オンライン診療と実際の対面診療とで意思疎通の質はどう異なるのか、その疑問を出発点に検討を行った。2017年6月から9月に、オンライン診療利用者（小児）の保護者20名に半構造的インタビューを行い、その逐語録を質的研究方法により解析した。結果として、多くの保護者はオンライン診療を好意的に受け止め、継続を希望されていた。モニター画面上の意思疎通もその限界と優位点もご理解されていた。

今年の新型コロナウイルス感染症の発生に伴い、筆者の診療所のある千葉県いすみ市では新型コロナウイルス感染症に関するオンライン医療相談への全額助成を開始した。未知の感染症発生という緊急時にオンライン診療・受診勧奨・医療相談の有用性は検証され得るであろう。敷衍すれば、災害医療へのオンライン診療の適応を考慮できる。非常時に有用性を発揮できる医療制度が望まれるゆえんである。本講座では、クリニックにおいて適切にオンライン診療を導入することによる遠隔診療がもたらす医療の質の向上について現場からの実践事例（エビデンス）を交えて考察する。

2.16 医療情報学（情報活用をするこれからの医療）病院現場へのIoT技術の応用 ／黒田知宏

講師プロフィール

京都大学医学部附属病院 医療情報企画部長、医学研究科医学専攻教授、情報学研究科社会情報学専攻教授

1994年京大・工・情報工卒、1998年奈良先端大・情報科学研究科了。奈良先端大情報、オウル大情報、京大病院、阪大基礎工等を経て、2013年より現職。特に遠ユビキタスコンピューティング、医療情報学が専門。

2.16.1 データサイエンスの登場

学問としての医学は大きく二つの流れに別れてきた。「生物学や化学を礎に個としての人間を解析し病気や薬の動態などを解き明かす基礎医学」と「観察に基づいて集団としての人々を解析し病気とその要因の関係を解き明かす疫学」である。21世紀に入り本格化した医療現場の情報化に伴って臨床データが電子的に収集できるようになったことで、疫学は「リアル・ワールド・データ」と呼ばれる大量のデータを手に入れ、いわゆるビッグデータサイエンスへと変貌を遂げつつある。既に臨床現場においても、データを活用して保険事業の実効性を高めることを目指した「データヘルス計画」の策定を健康保険組合に求めるようになってきている。このように、基礎医学・疫学の別に拠らず、医学はデータサイエンスへと変貌し、今やデータ無くして存立し得ない。

データサイエンスで重要となってくるのは使えるデータである。では、「使えるデータ」とはいかなるものか？まず、提供されるデータは、少なくとも「機械可読」、すなわち、情報機器が処理可能でなければならない。我々が書く文書や話し言葉などの「人間可読」を情報解釈のために演算能力を消費しないようにするためには、データが適切に「分かち書き」され、どこに何が書いてあるかをあらかじめ情報機器に伝えておける「構造化」されている必要がある。また、どの医療機関においても、全く同じ情報サービスを提供するためには、同じ現象を同じ単語や数値で表される必要がある。同じ現象を同じ単語で表すようにすることを「用語の標準化」と呼び、機械や施設によらず数値を出力できるようにすることを「値の標準化」と呼ぶ。情報処理の世界には様々な「標準化」の議論があるが、この2つの標準化は、安定した情報サービスを受けるためには必須の事項である。

2.16.2 電子カルテの定義

医療情報といえども様々な情報があるが、そもそもの電子カルテというものについて、改めて定義をしておく。電子カルテを収納している情報システム、病院情報システム（Hospital Information System :HIS）は 1970 年代に医事会計システムとして構築され、1999 年の「三局長通知」をうけて電子カルテを収め、現在までに臨床意思決定システム（Clinical Decision Support System :CDSS）機能を有する巨大な情報システムへと成長した。表 1 は HIS 開発の歴史とその機能が開発された目的、およびその機能が産み出すデータの性質をまとめたものである。医療データを考える時の基本知識としてこちらに提示しておく。

▼表 1 電子カルテ開発の歴史とデータの性質

世代	時期	機能	目的	データの性質
1	70年代	医事会計	会計検査の効率化	ルールベース
2	80年代	部門システム	部門業務の効率化	機械由来
3	90年代	オーダエントリシステム	伝言業務の効率化	定型電文
4	00年代	電子カルテ	記録作成の効率化	自由記述
5	10年代	二次利用とCDSS	医療安全／情報活用	

医療会計システムによって作られたデータはルールベースのデータであり、検体検査システムや画像検索システムなどの部門システムによって作られたデータは検査機器が生成する「機械由来」のデータである。いずれも定まった形式で構造化され、標準化された「使えるデータ」といえる。

一方、オーダエントリシステムは、各種部門システムを結ぶための「伝言装置」なので、基本的に新しいデータは生成されず、電子カルテは診療録を記録するための「ワープロ」なので、生成されるデータは基本的に自由記述文である。したがって、90 年代以降のシステムが産み出すのは「使えないデータ」であるということになる。2010 年代以降に開発が進められている CDSS や二次利用系システムは、基本的にデータを消費するシステムであって、新しいデータを生成するものではない。

2.16.3 NDB—日本の保険医療制度が生み出す使えるデータ

2006 年からは診療報酬請求が電子化・オンライン化され、現在の電子化率は請求件数ベースで 98.2%になっている（2019 年 4 月時点）。2008 年 4 月に施行された「高齢者の医療の確保に関する法律」に基づいて、請求情報（レセプト）のデータベース、レセプト情報・特定検診等情報データベース（NDB）を整備し、政策立案目的で活用している。2010 年 6 月 22 日、政府は IT 戦略本部（高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部）において、NDB の活用などを謳った「新たな情報通信技術戦略行程表」を閣議決定し、2011 年より試験的に、2013 年より本格的に学術機関などへの NDB のデータ提供を開始した。2015 年には、利用者自身がデータ管理のための設備投資を行わずとも NDB にアクセスできるようにする。オンサイトリサーチセンターが東京大学および京都大学に設置され、2019 年 9 月には第三者利用が開始されている（図 1）。

▼図1 NDB オンサイトリサーチセンターの概念 (2018年10月21日規制改革会議資料)



2.16.4 がん登録法—レポジトリを取り巻くあれこれ

NDBは、本邦の医療行為の全て含む悉皆性を持つ医療データベースであるが、情報ソースが請求情報であるため、「アウトカム」と呼ばれる治療結果の情報を含み得ない。そこで多くの研究者は、様々な検査値を含むデータを収集してデータベースを作る作業を進めてきた。これら疾患別に集められたデータベースを、一般的に「疾患別レポジトリ」と呼ぶ。疾患別レポジトリに収めるデータを収集できるようにするためには、複数の医療機関のHISからレセプト情報や検体検査結果などの情報を「使えるデータ」として構造化し、標準化して出力できるようにすることがのぞましい。構造そのものが同一の形になっていれば、さらに収集が容易になる。現在の医療情報分野では、HL7 CDA (Clinical Document Architecture) やOpen EHR (Health Electronic Record) など様々な「構造の標準」が提案され、利用されている。本邦においてもSS-MIX (Standardized Structured Medical Information eXchange) などの規格が策定され、これを用いたレポジトリの構築が進められている。

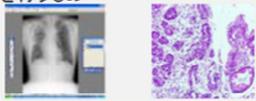
一方、電子カルテに自由記述文として記録される内容を「使えるデータ」にして収集するためには、入力者に構造化を求めなければならない。入力者に調査票のような「穴埋め式」の入力画面を与えて構造化データを入力させ、様々な症例のデータをデータベースとして納める情報システムをEDC(Electric Data Capture)システムと呼ぶ。外科専門医の手術登録システムNCD(National Clinical Database)はEDCの典型である。

多くの疾患別レポジトリは、研究者コミュニティが自主的に集めているものであるため、対象患者のデータを網羅的に収集することは事実上できない。一方で、2013年12月に公布され、

2016年1月に施行された「がん登録法」では、法律で医療機関に情報入力を義務づけることで、悉皆性のある情報収集を行っている。

▼図3 遠隔医療の分類(2019年5月22日厚生労働省資料)

平成30年度診療報酬改定 II-2-1)遠隔診療の評価①

診療報酬における遠隔診療(情報通信機器を用いた診療)への対応		
	診療形態	診療報酬での対応
医師対医師 (D to D)	情報通信機器を用いて画像等の送受信を行い特定領域の専門的な知識を持っている医師と連携して診療を行うもの 	[遠隔画像診断] ・画像を他医療機関の専門的な知識を持っている医師に送信し、その読影・診断結果を受信した場合 [遠隔病理診断] ・術中迅速病理検査において、標本画像等を他医療機関の専門的な知識を持っている医師に送信し、診断結果を受信した場合(その後、顕微鏡による観察を行う。) ・(新)生検検体等については、連携先の病理医が標本画像の観察のみによって病理診断を行った場合も病理診断料等を算定可能
医師対患者 (D to P)	医師が情報通信機器を用いて患者と離れた場所から診療を行うもの 	[オンライン診療] ・(新)オンライン診療料 ・(新)オンライン医学管理料 ・(新)オンライン在宅管理料・精神科オンライン在宅管理料 対面診療の原則の上で、有効性や安全性等への配慮を含む一定の要件を満たすことを前提に、情報通信機器を用いた診療や、外来・在宅での医学管理を行った場合 ※電話等による再診 (新)患者等から電話等によって治療上の意見を求められて指示をした場合に算定が可能であるとの取扱いがより明確になるよう要件の見直し(定期的な医学管理を前提とした遠隔での診察は、オンライン診療料に整理。)
	情報通信機能を用いた遠隔モニタリング 	[遠隔モニタリング] ・心臓ペースメーカー指導管理料(遠隔モニタリング加算) 体内植込式心臓ペースメーカー等を使用している患者に対して、医師が遠隔モニタリングを用いて療養上必要な指導を行った場合 ・(新)在宅患者酸素療法指導料(遠隔モニタリング加算) ・(新)在宅患者持続陽圧呼吸療法(遠隔モニタリング加算) 在宅酸素療法、在宅CPAP療法を行っている患者に対して、情報通信機器を備えた機器を活用したモニタリングを行い、療養上必要な指導管理を行った場合

147

2.16.5 遠隔モニタリング IOT が生み出す新しい医療の形

遠隔モニタリングの発達は、医療データのありように大きな変化を及ぼす。これまで医師が医療機関などにおいて計測してきた医療データは、遠隔モニタリングの出現によって家庭におかれた医療機器から送られてくるものになる。すなわち、情報が「集める」ものから「集まる」ものへと変化するのである。これまでの診療スタイルでは得られなかった「時間分解能の高い」「機械可読」な患者のアドヒアランス・データが獲得されることになる。データサイエンスの視点から見たとき、遠隔モニタリングの出現は、医療データのあり方そのものを大きく変える、革新的出来事なのである。

2.16.6 医療情報活用法待望論

表2は臨床における個人情報の利用形態に合わせて、個人情報保護法が求める同意のあり方を整理した表である、臨床現場の感覚では、ある患者の情報は患者自身の診療(1次利用)のほか、他の類似した症例の患者の診療の参考とする利用(1.5次利用)、その他の様々な目的での利用(2次利用)に大きく分けられる。

図中で白抜き文字になっている部分は、診療現場の肌感覚と法にずれが生じている部分である。多くの医療者は、法の定める「法人」の枠とは違った枠組みで組織化されており、医療者にとって、患者の診療に資する能力を取得するための教育(自己研鑽)と資格審査(専門医認定の取得)は診療業務の一部であると考えられている。したがって、ある症例が他法人で発生した事例であったり、医療技術を学びに来ているものが他法人に属していたりする場合でも、診療業務の一環としてその情報が参照されると感じるのが通常であろう。

▼表2 臨床での個人情報の利用形態と必要な同意

形態	目的	内部利用	第三者利用
1次利用	本人診察	黙示の同意	黙示の同意
1.5次利用	他人診察	黙示の同意	個別同意
2次利用	教育	黙示の同意	個別同意
	資格審査		倫理指針
	学術研究	倫理指針	倫理指針
	開発研究		次世代医療基盤法
	病院経営	黙示の同意	
	法定事項	法に従う	法に従う
	その他	個別同意	個別同意

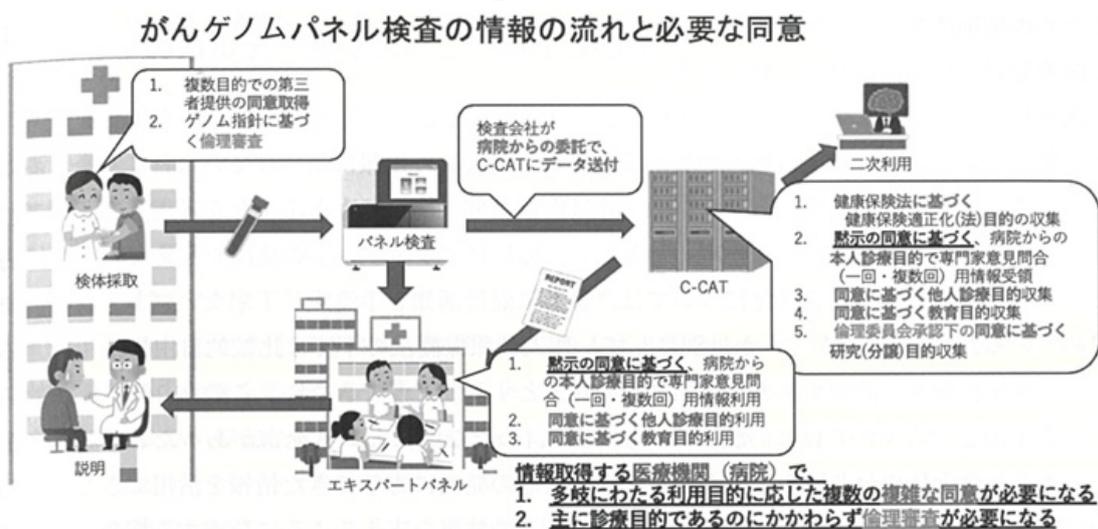
表2をがんゲノムパネル検査に当てはめた結果が図3である。がんゲノムパネル検査では、「関連病院」と呼ばれる患者への説明・検体採取を司る医療機関と「拠点病院」あるいは「中核拠点病院」と呼ばれるエキスパートパネルを実施する医療機関、それに検査会社やC-CAT(国立がん研究センターがんゲノム情報管理センター)という複数の機関が関係する。C-CATでは送付されたデータを患者本人の医療だけでなく、1.5次利用(アノテーションのための資源)や教育・研究に適用することを想定している。一方、拠点病院で行われるエキスパートパネルは複数の連携病院があつまって行われる。そのとき閲覧される患者の診療に直接関わらない病院の医師もみることになる。エキスパートパネルで複数の症例が検討されるため、他の医療機関の症例判断の参考として(1.5次利用目的で)利用される可能性も否定できない。このことから、がんゲノムパネル検査を実施するためには、多くの複雑な同意取得と倫理審査が連携病院に求められる。

次世代医療基盤法（平成 29 年 5 月公布、平成 30 年 5 月施行）においては、個人情報保護法が定める「個人情報」の別類型として「医療情報」という用語を定義した。「個人情報」が生存する個人の情報であるのに対し、「医療情報」は死者も含めた個人の医療・健康に関する要配慮個人情報（特別な配慮が必要な個人情報）であることから、次世代医療基盤法の認定事業者は、個人情報保護法の下では比較的自由に活用できる死者の健康情報を匿名加工の対象とすることができない。

情報技術によって変わりうるはずの医療は、情報技術が存在することを前提としない医療を取り巻く法制や、医療現場での情報の扱い方を考慮していない情報の取扱を取り巻く法制と現実との不整合に喘いでいる。

今、目の前にある不都合な真実を変えていくためには、現在の全ての前提条件を一旦取り去り、情報技術が存在する今の「あたりまえ」を速やかに取り入れて、新しい情報の流れを作り出し、その情報の流れの中でデータが安全に流通・活用される仕組みを整えなければならない。本講義では未来の医療イノベーションにおける医療情報のあり方について受講者とともに考える講義とする。

▼図 3 個人情報保護法で求められる同意の種類とがんゲノムパネル検査の関係



2.17 持続可能な医療を求めて 次世代医療構想センターが目指すもの ／吉村健佑

講師プロフィール

医師・医学博士・公衆衛生学修士

【経歴】

千葉大学医学部医学科卒業（医師）、東京大学大学院医学系研究科公共健康医学専攻修了（公衆衛生学修士）、千葉大学大学院医学研究院博士課程修了（医学博士）

千葉県内で精神科医・産業医として勤務後、2015年厚生労働省に入省、保険局・医政局にて、医療情報分野の政策立案と制度設計に関わる。

2017年国立保健医療科学院主任研究官としてレセプトデータを用いた医療経済分析などの政策研究に従事。

2018年千葉大学病院 病院経営管理学研究センター特任講師と千葉県医療整備課併任。

2019年より次世代医療構想センター長・特任教授。

2.17.1 講義概要

私は、2018年4月より千葉大学医学部附属病院で、2つのことに取り組んできた。1つは、大学病院の経営改善である。病院の収益のほとんどは診療報酬から得ているので、実際の診療内容に十分に見合った報酬が得られているのかを各部門と一緒に考え、病院の安定的な経営につなげている。もう1つは病院の産業医としての仕事である。現在、千葉大学医学部附属病院に在籍するおよそ2800名の職員のうち、大多数を占める医療専門職のメンタルヘルス対策や復職支援、健康管理、職場巡視などを行い、職員が長く健康に働くことを当たり前で達成できる大学病院をつくるために、積極的に働きかけてきた。医師や看護師が「職場に行きたい！もっと病院を良くしたい！」と思える病院であることが、患者に対する医療サービスの質の向上につながる。

さらには、大学病院での仕事とは別に、千葉県庁の健康福祉部医療整備課に籍を置いて、県内の医師確保と偏在対策を中心に、医療提供体制を充実させる活動も行ってきた。千葉県は全国でも有数の医師不足県である。深刻な医師不足の問題を解決するためには、魅力的な病院・職場づくりや、魅力的な医療専門職の育成が欠かせないが、1つの医療機関の取り組みだけでは限界がある。行政が目的をもって、じっくりと腰を据えて政策を立案しながら取り組むことが必要である。現在、地方分権により、厚生労働省から全国の都道府県に対して次々に医療政策の権限が委譲されているものの、千葉県に限らず都道府県側には十分な経験を持つ職員が限られているのが現状である。私は厚生労働省におよそ3年間在籍し、政策立案や制度設計などに携わる機会を得てきた。その経験を少しでも活かせればと考え、医療現場と厚生労働省の経験をもとに医療政策の立案の支援おこなっている。

千葉県の作成する保健医療計画などの政策を医療現場に浸透させ、実効性のあるものにするには、大学と県の密な連携が欠かせないと考え、千葉県からの寄附研究部門として、2019年8月に千葉大学病院に次世代医療構想センターが設置された。その果たすべき役割について考えてみる。これまでも地域医療構想に関連し、国はさまざまなデータを県や医療現場に提示している。しかし、医療現場からは「日常の感覚と合わない。このデータをそのまま信じて、議論を深めていいのか」といった戸惑いがあるのも事実である。そうなると、地域医療構想会議において、議論以前にデータの解釈に時間がかかったり、見解に一致を見なかったりするため

に議論が深まらないという問題があり、時に行き詰まり感、閉塞感が生じることも否定できない。

例えば、千葉県には、9つの2次医療圏があるが、医療圏によって医療事情がかなり異なる。例えば人口10万人当たりの医師数は全国平均240.1人に対し、千葉県は189.9人と全国下位から3番目（2016年度資料）。千葉大学医学部附属病院がある千葉医療圏は、他にも医療機関が多く255.4人、亀田総合病院がある安房医療圏も394.7人と多い。松戸市などを含む東葛北部医療圏は150.4人だが、東京への患者の流出が多い。その一方で、特に山武長生夷隅医療圏は101.9人と少なく、その地域の患者の多くは、北部の患者は国保旭中央病院などを、南部の患者は亀田総合病院を受診しており、医師不足は事実なもの、医師数の差ほどは不足感がないという実情もある。一定の仮定を置いて、周辺地域との患者の流出入を推計している点が、国のデータと現場感覚が一致しない要因の一つだ。

その上、都道府県が「2次医療圏内で医療を完結できる体制整備」という原則にこだわりすぎてしまうと問題が生じる。例えば、山武長生夷隅医療圏と市原医療圏には、2020年3月時点でNICUが1床もないが、交通事情も改善している中、新生児科医を確保してNICUを新たに整備する必要性も実現可能性も低い。

次世代医療構想センターは、政策情報分析部門と次世代医療構想部門で構成される。政策情報分析部門では、前述のような課題に対し、小児科・新生児科・産科・救急科の情報を中心として、病床機能報告などの既存の統計データをより詳細に、使いやすく分析するだけでなく、各医療機関を訪問して個別にヒアリングを実施したり、各医療機関が持っている経営情報などを経時的に集めたりする計画である。これらの多角的な情報収集を通じ、「現場の声」を踏まえた深い、かつ現場感覚に合った議論ができるような基盤の整備をすでに開始している。

次世代医療構想部門では、県内の医療に関連する組織や団体に対し現状の情報共有・意見交換の場の提供、小児科・新生児科・産科・救急科を中心とした医療政策のセミナー・研究会の開催などを通じた意見交換を行っている。

千葉県で起きている医師の地域偏在・診療科偏在などの問題は、日本全体の問題であり、医療従事者一人ひとりの働き方・生き方の問題、そしてその地域に住んでいる人々の問題でもある。次世代医療構想センターでは、2025年以降の地域医療ニーズを見据え、千葉県をモデルに持続可能で質の高い医療の提供の実現を目指し、大学病院、地域の医療機関、千葉県の3者が中心となって、安定した地域の医療提供体制の確立を目指している。今後の医療提供について、医療を受ける側である地域住民に周知する方策と合意形成モデルの検討も課題である。2030年以降の医療を考えるキーワードは、医療の持続可能性、つまり、医療専門職、医療機関、そして医療制度の持続可能性である。有限で貴重な医療資源をどう効率良く配分し育ててゆくか、医療現場からのデータと生の情報を基に、皆で議論に出来るようになればと思っている。本講義では上記の課題意識に基づき、次世代医療構想センターでおこなっている事業を紹介しながら、持続可能な医療の実現に必要なことは何かを提示、議論、考察する。

2.18 見立て塾と上野流認知症支援 / 上野秀樹

講師プロフィール

千葉大学医学部附属病院地域医療連携部 特任准教授、ポプラクリニック、みんなの認知症学会副理事長

東京大学医学部卒業。東京大学附属病院精神神経科にて初期研修後、東京都立松沢病院にて認知症精神科専門病棟を担当して以来、認知症医療に従事。2009年から海上寮療養所で訪問医療(往診)に取り組み、診察した700人以上の中で、実際に入院が必要だったのはごく少数だったということが判明。近著「認知症医療の限界、ケアの可能性」で日本医学ジャーナリスト協会賞大賞受賞。認知症の見立て能力を育成する協調学習方式を開発し、みんなの認知症情報学会の見立て塾として全国で開催している。

2.18.1 はじめに

人口の高齢化に伴い、世界で認知症の人が増えている。認知症とは、一旦正常に発達した知的能力が低下してしまい、記憶障害、見当識障害、理解・判断力の低下があるために生活障害を生じた状態を言う。認知症の人には生活障害があるために、生活障害の支援が必要となる。軽度認知障害から認知症の全経過を通じて約8割の人に精神症状が出現するという報告があるように、認知症の人に精神症状が合併することは珍しくない。認知症の人には生活障害があるために支援が必要になるが、精神症状が出現するとその支援が困難になってしまうことが知られている。

私は東京都立松沢病院で認知症精神科専門病棟を担当した2004年から認知症の人の診療を専門としている。都立松沢病院時代には、認知症の人の精神症状が重くなると精神科病棟に入院するのが当然と考えられていたが、千葉県旭市の海上寮療養所にて認知症の人に対する精神科訪問診療を提供し、認知症の人には精神科入院加療はほとんど必要ないことがわかった。

私が精神科訪問診療を提供していたときに、ひとつの疑問を持っていた。同じような認知症で同じような状態の方でも、私が訪問診療で改善するケースと改善しないケースがあったのだ。改善しないケースというのはこんなケースである。私が訪問診療すると、スタッフの方から、「この人はこんなに夜間落ち着かないのです」とか「大声を出して騒ぐのです」とか「他の方に暴力を振るうのです」と言われて、「先生何とかしてください」と私に対応を丸投げされてしまうようなケースであった。こうしたケースでは多くの場合、薬物療法だけで対応するしかなくなってしまい、かつて精神科の病棟でやっていたような薬漬けの精神科医療をすることになってしまう。認知症の人の精神症状は周囲の環境の影響を受けやすいのだが、それに対して精神科薬物療法だけで対応しようとしてもうまくいかないのは明らかである。

これに対して改善するケースというのはこんなケースである。私が2週間に1回定期的に訪問診療していた特別養護老人ホームの看護師さんが独立して有料老人ホームを立ち上げた。その看護師は、私がどのように見立てをしてどのように薬物療法を行うと、どういう副作用が出る可能性があるかって、どういう効果があるかというのをよく理解していた。その上で環境調整やケアや対応の工夫をしていたのである。そうすると、この有料老人ホームではかなり精神症状が激しいケースの認知症の利用者を入居させていたのであるが、入居してしばらくしてご家族が面会に来ると「どうしてこんなに落ち着いてしまったのですか」、「どうしてこんなによくなったのでしょうか」とびっくりするようなケースがたくさんあった。もちろん精神科の薬物療法は必要最小限であった。こうしてわかったのは、改善するかどうかの違いというのは認知症の人の周囲でその生活を支えている人の医学的な理解、特に薬物療法に関する理解の差であ

った。そこで認知症の人を身近で支えている人が認知症の医学的知識を学ぶプログラム、見立て塾を開発し始めた。

2.18.2 見立て塾の特徴

見立て塾には以下の3つの特徴がある。

◎特徴その1「ケースから学び、考える」

検討するケースは、いろいろな解釈が可能ないように曖昧に設定。なぜなら、様々な意見や見方、解釈が出てくる余地を残すためである。私たちは、あるケースを考える場合に自分の経験や知識をもとに考える。様々なバックグラウンドを持った方、自分と異なる経験や知識を持った方と一緒に同じケースを検討することによって、様々な見方や考え方を身につけることができるようになる。

特徴その2「グループワークが中心」

グループワークでは、最初に個人でしっかりと考えてもらう。なぜならば、そうしないと声の大きな人に引きずられてしまうことになるからだ。またグループワークの目的は、様々な意見や見方、考え方を共有することにある。そのため、書記や発表者等の役割は決めない。書記の人はメモをするのに一生懸命になってしまい、発表者の人は何を発表しようかと考えることだけに一生懸命になってしまい、貴重なその方の意見や見方を共有することができなくなってしまうからだ。また様々な意見や見方、考え方の共有が目的なので、グループで意見をまとめようとしなくてもポイントの1つとなる。

見立て塾の感想で「講師の話もそれなりに良かった」というのがあるが、「グループワークでいろいろな意見が聞けたのが良かった」という感想が多い。他のグループで何を話していたのか知りたいと言う希望があり、ワールドカフェ方式を導入することもある。この場合ちょっと時間が必要となる。

特徴その3「遠隔講義版の開発を行っている」

これは、私自身が2年前に直腸がんが見つかり、その手術後に排泄障害を合併したため、残念ながら公共交通機関の利用が難しくなってしまったためである。それまでは全国各地で年間100回以上、見立て塾を実施していた。そこで、遠隔講義版を開発することになったのである。遠隔講義版では、ケース検討用のシートを、iPadを利用したものにすることで、リアルタイムで参加している人たちの検討内容を把握することが可能となった。それを見ることでその後の講義のポイントを参加者の理解に合わせてフレキシブルに変更していくことができるようになったのだ。さらにグループワークの内容をリアルタイムで把握することができるようなシステムも開発中である。あらたに講師もオンライン、受講生もオンラインというシステムも稼働中である。

2.18.3 見立て塾の意義

対人支援能力の向上が第一に挙げられる。対人的な支援では、どの程度支援対象者の立場に立つことができるかがポイントとなる。そのためには、支援対象者の状態に関して想像力を働かせる必要がある。人生経験がある方の支援内容が優れていることがあるのは、豊富な人生経験から対象者の状態をより深く理解することができる可能性があるからである。見立て塾のケース検討のグループワークにおける様々な意見、見方・考え方の共有が、「豊富な人生経験」に代わるものとなる可能性がある。

見立て塾のプログラムを通じて、常に改善可能な部分を探す考え方を身に付けることで、対人的な支援において最も重要な「希望」を与えられる存在になることができる。私自身が直腸がんの治療において体験したことであるが、同じことを伝えるのでも希望が持てるような伝え方とそうでない伝え方がある。ポイントは改善可能な部分を見つけ出すことができるかどうかである。私自身は精神障害の方、認知症の方の診療をしていた中で「現状維持で十分なのではないか」と考えていた。しかし自分が直腸がんとなり、術後に排泄障害の経験をすると、人間はどんな状態にあっても常に「よりよくなりたい、改善したい」と求めていることがわかった。認知症の人に寄り添うことが重要と言われることがあるが、さらに重要なのはその寄り添い方なのである。「よりよくなる可能性がある」「より改善する可能性がある」という思いを共有して寄り添うことが重要なのだ。大切なのは、客観的に正確にその方の状況を理解すること、そしてその上で改善可能な部分を見出し、もっと良くなる可能性があること、改善可能であることを伝えるということにある。本講座では認知症支援の考え方と見立て塾の紹介をする。

2.19 Medical BlockChain ～医療×ヘルスケア meets ブロックチェーン～ / 中山照章

講師プロフィール

東京都世田谷区出身。駒場東邦高校卒業。2006年、早稲田大学商学部卒業、コマツ入社。工場経理・本社経営管理を経て2012年第46回衆議院解散総選挙みんなの党より出馬・落選（93,090票獲得）し、その後グローバル教育講師および駒場東邦中・高等学校課外授業講師含む教育事業を複数実施。ビスリーチ地方創生支援室プロデューサーを経て、現在は株式会社MJC※1代表取締役社長、NPO法人ケイロン・イニシアチブ※2理事、一般社団法人日本ドローン活用推進機構理事※3、その他ゲーム会社役員等を務める。

※1 <https://mjc-japan.com/>

※2 <https://www.cheiron.jp/>

※3 <https://www.facebook.com/JDUI.Drone/>

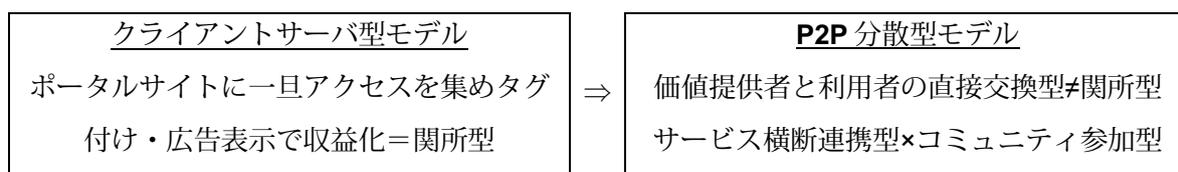
2.19.1 ブロックチェーン技術とは

電気やインターネットの発明以上に、企業構造を含め社会全体の構造に大きな影響を及ぼす“破壊的技術”とも言われるブロックチェーンとは、【データ上の相互保存および照会が可能で、タイムスタンプ（遡及変更不可）の記録を残せる台帳“技術”】である。ビットコインを代表とする暗号資産は、価格の乱高下により投機目的として注目を集めているが、これら新しい電子マネーを支えている技術の一つであるブロックチェーンについて、的確に言葉で説明できる関係者はまだ多くはない。台帳とは、帳簿のことである。家計簿をイメージするとわかりやすいだろう。例えば、“食費 1,000 円”の取引履歴は、複式簿記という台帳技術においては、食材 1,000 円／現金 1,000 円と記録する。左側（借り方と言う）に獲得した食材、右側（貸し方と言う）に使用して出ていった現金を表現する。簿記を知っている方には釈迦に説法だが、大事なことは、【借方と貸方の金額が同額】であることだ。複式簿記は 14 世紀から 15 世紀にかけルネサンス期にヴェネツィア商人によって発明されたと言われており、当時はメディチ家など、ごくごく一部の人が魔法として使用していた。数百年が経ち、16 歳のロックフェラーが小さな商社の門をたたいた時、「僕は簿記ができます」と言ったことは、有名な逸話である。石油王のイメージが強いが、本質は簿記を使いこなしたことである。インパクトの大きい新しい技術が出てきた際に、その背景を知ることはいかなるビジネス、サービス領域を展開しようとも、とても大切なことである。複式簿記や銀行間口座振替などの発明によって、新たな信用が創造され、新たな価値交換が取引され、新たな市場が立ち上がった。資本主義の急速な発展と科学技術の飛躍的な発展をもたらした、後の産業革命と繋がる。ブロックチェーンは過去のデータが全て台帳に書き込まれており、前後の更新情報とリンクしてチェーンのようにつながっているイメージである。もし一部を改ざんしようとしても、前後の情報文脈が食い違うため、またそのリアルタイムで更新される台帳が世界中の端末に分散して保存されている（DLT: Distributed Ledger Technology 分散型台帳技術とも言う）ために、全ての情報のつながりを改ざんすることは非常に困難である。ブロックチェーン台帳とルネサンス台帳の違いは、参加者全員による証明が可能で、且つ改ざんが非常に困難であること、また過去に遡り取引履歴の存在を証明することが可能であることである。

2.19.2 ブロックチェーン技術を活用すると

この新しい分散型台帳技術を活用することで、【インターネット上のデジタル情報が、現実世界で利用できる価値あるモノへと変化】した。その結果、例えば電子マネーにおいては、ビットコインなどの暗号資産を使用することで、国境を越えた送金を早く（数日間⇒数分）、安く（手数料数千円⇒数円）、確実に（途中で誰かに止められることなく）実施することが可能となった。暗号資産における利点は、「国の信用力」と金融機関の「仲介業務」機能を持つことにある。ビットコインが出てくるまでは、電子マネーを送金した際に、送金元のデジタルデータを完全にゼロにする技術が存在しなかった。ほんのわずかな額でも二重使用が可能となれば、無限にデジタルマネーを創り出すことができってしまう。暗号資産とは、台帳技術でありセキュリティ技術なのである。ルネサンス期から現代までの足跡を辿れば、今回の新技術に凄まじい破壊力があると考えられるが、台帳技術であるため単体でイノベーションを興すには不十分であり、他の様々な技術やノウハウを組み合わせることで初めて社会に実装させていくことが可能となる。

ビジネスモデルとしては、GAF Aなどに代表される現代のITプラットフォーム企業がクライアントサーバ型であり、簡単に言えば関所を作って人を囲い込むモデルである。例えば各プラットフォーム上で価値交換取引を行い、楽天で獲得した実績はAmazonで使用することはできない。ブロックチェーン技術によってP2P/Peer to Peerピアである端末から端末へと価値を直接交換する時代に徐々に変わってきている。マサチューセッツ工科大学でインターネットを作ってきた人々が言うには、インターネットの精神はそもそもP2Pで、価値を提供する側と受領する側が直接つながるものとのことであった。従来は、一つの大きな会社にあるデータセンターに各取引データが保存されていたものが、P2P分散型モデルでは個人でも取引履歴を信用のあるものとして、発信・表現することが可能となる。楽天で獲得した実績を、Amazonでも使用可能となり、実績に見合ったサービスを受けられるイメージだ。関所を設けてユーザーを囲いこんでいたモデルから、個々のサービス領域を超えたデータ連携による価値創造が求められるモデルへと劇的な変化が起きている時代だ。「個人が主体/データが主体」、「情報の民主化」などと言われている。



大きなインパクトを与えることが可能ではあるが、まずはユーザーの煩わしさを大幅に削減できることから活用されていくと考えられる。ごく近い将来、私たちが就職活動や転職をする際に、サービス会社毎に何度も同じデータを入力する手間はなくなる。医療分野においては、例えば複数の医療機関にかかる傾向がある慢性疾患患者について、医療機関のデータを連携・統合させることで、患者に煩わしさを感じさせない患者主体の医療サービスが実現できる。個別に分断されて存在しているデータを、ITの力を使いサービスを横断する形でうまく活用することで、患者のライフスタイルに合わせた適切かつ継続性のある健康増進アドバイスや生活習慣病の予防、および重症化の予防などに役立てられる時代が、ようやく来たのではないだろうか。

2.19.3 ブロックチェーン技術の社会実装 vs 2020 パンデミック複合深刻化

医療情報は他の医療機関と共有できないために、病院毎にレントゲンを撮るなどの手間が存在するが、誰かは特定できないものの、ある症状の方にどのような診断がくだされ、どのような治療が行われ、現在どのような状態にあるのかといったデータを蓄積して共有することで、医療の質を大幅に向上させることが可能である。どのような立場・ステータスの人が、どの部分のデータに、どのような場合においてアクセスできるのか、データを提供する側は自分の個人情報をもどのような場合にどこまで提供するのか、これらのことを一つ一つ整えていく必要がある。繰り返しになるが、台帳技術だけでイノベーションを興すことはできない。まず正しいデータや情報があり、ブロックチェーン台帳技術を使用して品質のいい状態で保管することで初めて価値が生まれる。社会構造を変える“破壊的技術”とも言われるブロックチェーン革命の本質とは、全ての情報がデータ化され、価値化され、交換されるデータ駆動型社会が到来したことにある。まさに、Data is Oilで石油からデータの時代になった。これまで価値が認識されなかった個人が保有する情報に価値が生まれる。例えば購買履歴や学習履歴＝行動履歴によって、融資などの受けられる内容が変わってくるサービスなどは、米国や中国では数年前から開始されている。

もちろんお財布のデータも安全である必要があるが、医療やインフラなどの情報は、人の命に直接関わることであり、改ざんが絶対あってはならない領域である。だからブロックチェーンのようなセキュリティのある台帳技術が必要となる。

▼図1 特殊デザイン QR コード



- ・デザインが組み込まれたQRコードです。
- ・目で見てデザインからMJCPに関連したQRコードであることを、認識することができます。
- ・フルカラーで生成可能、改ざん防止&複製検知機能を搭載可能です。
- ・個別に追番管理をすることができます。
- ・時間と場所を設定することができます。
- ・専用QRコードリーダーアプリを使用することで、相手のステータスに応じて閲覧できる内容を変更することができます。

図1は特殊デザインQRコードである。例えば街で倒れている方がいた場合、医療従事者であれば持病や薬歴などを閲覧可能にする、などの活用方法がある。時間、空間、人間、モノ、カネ、情報のやりとり履歴をブロックチェーン台帳に保存することで、データに信用が生まれる。信用創造により、適切な対応を全ての関係者が取れるようになり、信用可能か否かの判断に必要な時間やコストを少しでも下げることによって、次のアクションが取れるまでの時間やコスト、そして対応できる範囲が変わってくる。

東日本大震災の際に、各医療機関と全国の DMAT を苦しめたのは、隊員や酸素ボンベなどの物資の移動であった。どのルートなら車で通れるのか、情報はどの程度正しいものなのか。他の医療機関に出発するか否か深夜まで検討をした DMAT は一つだけではなかったと推測している。コロナは急激な突然変異をするリスクがあり、さらには台風、洪水、地震、噴火などが組み合わさることを前提として、準備を進めていく必要がある。映画シン・ゴジラではないが、前例のない想定外に対して、立場関係なく自由活発に議論できる環境を整え、一刻も早く動き始めることが何よりも大切なことと位置づけている。

本講義では、ブロックチェーンの基本的なことを説明しながら受講生と医療におけるブロックチェーンの可能性について考察を行う。

2.20 画像情報と AI 診断 / 大西 峻

講師プロフィール

千葉大学大学院工学研究科人工システム科学専攻 博士後期課程修了 (2013 年 3 月)

千葉大学フロンティアメディカル工学研究開発センター 特任研究員 (2013 年 4～5 月)

千葉大学大学院工学研究科人工システム科学専攻 助教 (2013 年 6～9 月)

千葉大学フロンティア医工学センター 助教 (2013 年 10 月～現在)

Memorial Sloan Kettering Cancer Center 客員研究員 (2019 年 4 月～2020 年 3 月)

医用画像処理の研究に従事。複数画像モダリティの統合的活用および臓器や血流の動態解析を専門に扱う。米国 MSKCC では病理診断の高度化を目指した micro-CT の導入検討と AI 応用に従事。

2.20.1 講義の概要

AI・深層学習が秘めるポテンシャルは測り知れず、医用画像解析分野における活用も急増している。研究レベルではすでに人間と同等以上の精度で診断可能な事例も報告されており、臨床応用への期待が益々高まっている。その一方で、万能のツールと誤認識されやすく、配慮すべき点も多い。本講座では日米における最新動向を紹介しつつ、AIの可能性と課題について学ぶ。事前知識は必要ない。

2.21 日本の医療課題とオンライン診療のあり方 / 豊田剛一郎

講師プロフィール

1984年東京都生まれ。東京大学医学部卒業。聖隷浜松病院、NTT 東日本関東病院を経て、米国 Children's Hospital of Michigan 留学中に米国医師免許取得。2013年マッキンゼー・アンド・カンパニー入社、ヘルスケア業界の企業へのコンサルティングを担当。2015年2月株式会社メドレーの共同代表に就任。医療事典 MEDLEY の立ち上げをリードし、正しいオンライン診療の普及を目指した啓蒙活動に従事。現在は事業連携推進室を管掌。2019年8月より東北大学特任教授に就任。著書に『ぼくらの未来をつくる仕事』（かんき出版）。

2.21.1 講義の概要

近い将来、日本は医療費の予算を組めなくなり、医療システムが破綻してしまう、という議論がある。今後、団塊の世代がすべて75歳以上となる2025年には、国民の5人に1人が後期高齢者となる。

健康保険組合連合会によれば、2025年度には医療費は総額約58兆円となる見通しであり、このまま国民皆保険制度を維持できるのか、多くの人が懐疑的である。

では、医療費の抑制を進めるだけが正解なのかというと、そう簡単ではない。医療費をカットすれば、病院の件費に打撃を与え、設備投資などもできなくなるなど、必要な医療を維持できなくなる。医療崩壊を防ぎ、「持続可能な医療」へと変えていくためには、日本の医療モデルを最適化していく必要がある。

すでに制度の疲弊は進んでおり、これまで頼ってきた「現場の医師の使命感」だけでは、もはや太刀打ちできない状況である。日本では国民1人当たりの受診回数が年間12.6回と先進国のなかでも多く、一方で医師の数は1000人当たり2.4人と少ない。つまり、医師1人当たりが診る外来患者数が世界的にも極めて多い。Fee-for-Service という「出来高払い」の原則により診療するたびに病院の収益が増えるため、当然ながら病院側には「総患者数を増やそう」という力学が働き、よくなりたい一心の患者側にも、同様の力学が働く。その一方で、医療技術の進歩に伴い、医療の選択肢自体はどんどん増えてきている。結果として、よくなりたい一心の患者側が、適切な医療知識を持たないまま、高度かつ必要十分量を超えた検査や治療を求めてしまうことも少なくない。

日本の医療システムは、根本的な部分から変えていかねば、近い未来に破綻する。外側から多角的なアプローチをしていくことが重要であり、10年、20年先を見据え、日本の医療課題を解決するために、医師・患者・国の「三方よし」を目指す適正化が必要だ。

ICTを活用することで医療現場を効率化し、医療リソースの配分を適正化する仕組みがあれば、医師・医療従事者が必要のない事務作業に忙殺されることなく、患者と向き合う時間に集中できる。例えば、医療の情報格差や地域格差をなくす、診療データを一元管理して活用できるようになれば、患者は病気が深刻化する前に適切なアクションを取りやすくなり、より健康な生活を送ることができる。

日本の医療を変えようと最も必死になっているのは行政であり、その次に現場の医師たち、そして患者という順序ではないかと考えている。行政には財政が逼迫（ひっばく）している背景があるが、患者にとっては深刻な病気を経験しない限り、医療や健康について真剣に学んだり考えたりする機会は少ない。今回の新型コロナウイルス感染症の流行状況を見ても、他国と比較して医療側が逼迫しているにも関わらず、一般市民の危機感は今ひとつであった。しかし、医療は国全体に関わる問題であり、国民全員が当事者であるテーマである。

「医療 ICT」。さまざまところで聞かれるこの言葉であるが、その内容は多岐にわたる。例えば医療情報連携ネットワークの構築や、PHR (personal health record) の推進、ソフトウェア医療機器 (治療アプリ) の活用など。その領域の 1 つに、オンライン診療に代表される「オンライン医療」が挙げられる。ここで言うオンライン医療とは、オンライン診療、遠隔服薬指導、電子処方箋を含んだ概念であり、これらが実現すると、診察から薬剤の受け取りまでがオンラインで可能となる。

2015 年 8 月、厚生労働省の通知により遠隔診療の実施における事実上の緩和が起こり、オンライン診療の活用が始まった。2018 年の診療報酬改定で「オンライン診療料」という基本診療料が新設されたことをご存じの方も多であろう。同時に厚労省から「オンライン診療の適切な実施に関する指針」が出され、医師法 20 条の「無診察治療」に該当しない実施方法が明確となり、保険診療、自費診療それぞれにおいてオンライン診療を実施する環境が整った。2018 年はまさに、オンライン診療元年と呼べる年であった。このようなオンライン診療の動きに加え、薬剤師との対面が義務付けられていた服薬指導についても、2019 年 11 月の臨時国会で薬機法改正案が可決され、遠隔服薬指導が可能となる方向で進んでおり、今回の新型コロナウイルス感染症の流行による新たなガイドラインのもと、前倒しで実運用となった。

このように、オンライン医療は各種の規制にさまざまな変化をもたらしているが、オンライン医療のさらなる普及については、もっと抜本的な議論を併せて行う必要があると考える。現在、日本の診療報酬体系は「出来高払い (pay for service)」を原則としており、1 つひとつの診察や検査などの診療行為に対して報酬が支払われている (DPC は例外として)。私は、日本においてオンライン医療や治療アプリなどの医療 ICT の導入が遅れている最大の要因がここにあると考えている。なぜならば、医療 ICT を活用した新しい診療スタイルは、治療成績向上のために柔軟に活用するものであり、その 1 つひとつや 1 回 1 回を診療報酬の評価対象としようとすると、議論が複雑化するからだ。医療 ICT にも実は同じことがいえる。患者の治療効果を上げるという目的を達成するために、必要十分な診療を最適に組み合わせるの必要があり、その選択肢の 1 つが、オンライン診療であり治療アプリなのだ。安全性の評価はもちろん必要であるが、オンライン診療と対面診療を、また、治療アプリと薬剤の効果を、各々単独で比較することは本来ナンセンスであるが、現在の診療報酬の概念に当てはめて考えようとすると、どうしてもこのようにそれぞれ 1 つひとつの行為やツールを評価する議論になってしまい、限られた社会保障費の中で議論が前へ進まなくなってしまうがちである。

そこで求められるのが、「価値への支払い (pay for value)」という考え方の導入である。「価値への支払い」は包括支払いとアウトカムに対する支払い (pay for performance) から成り、「患者の治療成績を上げるために、必要十分な診療を最適に組み合わせる」という視点がより重要となる。そのため、患者の利便性を高め、受診のハードルを下げながら、診療の質の向上を実現する医療 ICT の利活用が自然と進んでいくのだ。「診療報酬の対象かどうか」という視点からではなく、「患者のために利用したほうがよいか」という視点で柔軟に医療 ICT を使いこなせる、そんな環境を整えていくことが、今後の日本の医療には求められている。

本講座は、オンライン診療のこれまでと現在の課題、その先に目指すべき姿について事例を交えながら検討するものである。

2.22 5G 時代の医療イノベーション / 木暮祐一

講師プロフィール

青森公立大学准教授、博士（工学）。徳島大学理工学部非常勤講師、熊本大学医学部非常勤講師兼任。モバイル学会理事・副会長、ITヘルスケア学会理事。ICTを医療に活かすための研究に従事。

1990年 杏林大学保健学部保健学科卒業（衛生検査技師免許取得）

1990～1992 東京大学医学部研究生（母子保健学）

1992～2000年 健康情報系出版、株式会社法研勤務 編集・記者

2000～2002年 株式会社アスキー 『携帯 24』編集長

2000～2002年 東京大学医学部研究生（発達医科学） 兼務

2002年～2004年 （株）ケイ・ラボラトリー（現・KLab株式会社）

2003年 戸板女子短期大学国際コミュニケーション学科 講師 兼務

2007年 徳島大学大学院工学研究科修了 博士（工学）

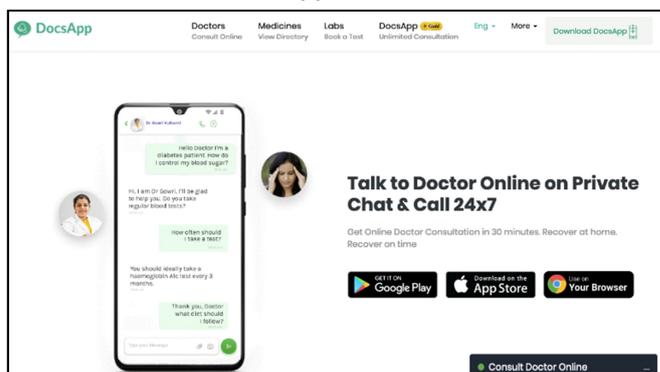
2009年 武蔵野学院大学国際コミュニケーション学部 准教授

2013年 青森公立大学経営経済学部地域みらい学科 准教授

2.22.1 講義の概要

世界では、スマホを用いた医療・健康相談サービスが続々とサービスインしている。インドでは「DocsApp」というオンライン診療サービスがローンチし（図1）、中国でも同様なサービス「平安好医生」が提供され、すでに3億人のユーザーに使われている。

▼図1 インド「DocsApp」（同社ホームページから）



どちらもスマホからチャットで症状などを伝え、医師がオンラインで診断の上、短時間で薬がデリバリーされてくる。症状が重篤であれば、近隣の医療機関の予約につながる。ヨーロッパに目を向けるとイギリスでも同様にAIを用いたチャットで健康・医療相談が受けられる「バビロンヘルス」があり、こうしたサービスはそれぞれの国の医療提供事情に応じて他の国でも様々なサービスが登場してきている。2020年の新型コロナウイルス流行ではむしろ院内感染を危惧し、世界では積極的なテクノロジーを活用したオンライン診療サービスの推進が起きている。

筆者は長年にわたって携帯電話（スマホ等）を遠隔医療分野（オンライン診療を含む）に活用する技術やサービスの開発、社会実装などを試みてきた。社会人大学院生として博士課程に在学していた2005～6年頃には、ネットワークがまだ3G（第3世代方式）の時代に携帯電話

上で動作する遠隔医療アプリの試作を行った。病院に入院している患者の生体情報を遠隔にいる医師の携帯電話画面上にリアルタイムにモニタリングできるというものであった。しかし、こうしたシステムを学会等で公表するとたちまち医療従事者からその信頼性を問われ、「患者に万が一のことがあったらどうするのか？」といった意見を多数いただくことになった。従来であれば、入院患者の容態急変時などは音声通話だけで医師に情報を伝え、対応の指示を仰いでいた。試作したシステムでは音声通話に加え、心電図や心拍数などベッドサイドモニタから得られるプラスアルファの情報を同時に確認することができるものであった。従来の音声通話だけの情報に加え、患者の状態を知るためのより多くの情報を得られるという観点から、緊急時の医療の質をより高められるという説明を繰り返し、医療従事者からの疑問を払拭していった。そののち、2008年にはiPhone 3Gが発売され、世界にiPhoneというプラットフォームが普及し、その端末上で動作する同様なアプリやサービスが世界では広がっていったが、わが国では様々な医療をめぐる法制度などが障壁となって普及はしていない。

携帯電話のネットワークはその後4G（第4世代方式）が主流になり、さらに2020年からは5G（第5世代方式）もスタートする。高速大容量になったネットワークを活用し、もはや遠隔にいながらも様々な情報を共有することが容易になり、医療の世界においては対面ではなくともそれに近い環境で診察したり、データを共有したりするような使い方が可能になっている。さらにウェアラブルデバイスやロボット、VR（仮想現実）、AI（人工知能）などICT（情報通信技術）をめぐる最新の技術をより有効に医療分野へ活用していくことで、医療の質を一層高めていくことが可能である。世界各国における5G利活用のイメージ映像の中には必ず医療の現場での利用シーンが登場するほどである。

5Gの特徴は大きく3つある。まず1つは高速大容量な通信の実現である。NTTドコモの場合、2020年6月には受信時最大4.1Gbpsでサービス提供を行う。2つ目は、一方で、小容量のデータ通信機器を同時に多接続可能となる。これにより様々な通信機器がネットワークに接続されてデータのやり取りを行う、いわゆるIoTの普及に一段と弾みがかかっていく。3つ目は、低遅延な通信が可能になる。たとえば映像通信などを行う際に、従来のネットワークでは多少の遅延が生じることがあった。しかし、この遅延がなくなることで、たとえば遠隔手術を実現させるなどの可能性が出てくる。これら5Gの特徴を活かせば、より安全でスムーズな医療が実現し、また患者をめぐる医療・健康データをIoTを通じて容易に収集し健康管理に有効に役立てることが想定できる。遅延のない高速大容量の通信によって、へき地での医療サービスの充実にも期待が持てるだろう。すでに韓国では5Gネットワークを病院内に整備し、有効に医療に活用する実証実験を行うための病院もある。わが国も遅れをとることなく、積極的にICTの医療分野への活用を進めていくべきである。

この講座では、このように5Gを含む携帯電話ネットワークとICTをどのように医療に活用できるのか、その一方で社会実装していく際の障壁となる課題がどこにあるのかなどを解説していく。

2.23 メカトロニクス技術が拓く医療イノベーション / 川村和也

講師プロフィール

千葉大学 フロンティア医工学センター 助教

2009年3月：早稲田大学大学院 理工学研究科 生命理工学専攻 博士後期課程修了、博士号（工学）取得

2006年4月～2008年3月：早稲田大学大学院 理工学研究科 客員研究助手（早稲田大学 21世紀 COE プログラム「超高齢社会における人とロボット技術の共生」）

2008年4月～2008年5月：早稲田大学理工学術院 研究補助員

2008年6月～2009年3月：早稲田大学理工学術院 客員研究助手（早稲田大学グローバル COE プログラム「グローバルロボットアカデミア」）

2009年4月～2012年3月：早稲田大学理工学術院 助手（創造理工学総合機械工学科）

2012年4月～2013年10月：千葉大学大学院工学研究科 助教

2013年10月～現在：千葉大学 フロンティア医工学センター 助教

2012年8月～2012年10月：イタリア SSSA Visiting Researcher

2012年4月～2015年9月：早稲田大学 ASMeW 招聘研究員

2015年10月～現在：早稲田大学次世代ロボット研究機構 研究院客員講師

2014年5月～2019年3月：電気学会 医療福祉研究実用化システム構築調査専門委員会 委員

2015年4月～現在：看護理工学会 編集委員会 査読委員

2015年4月～現在：日本コンピュータ外科学会 評議員

2016年4月～現在：日本ロボット学会編集委員会 委員

2016年11月～2019年3月：AMED 委託事業スマート治療室開発ワーキンググループ 委員

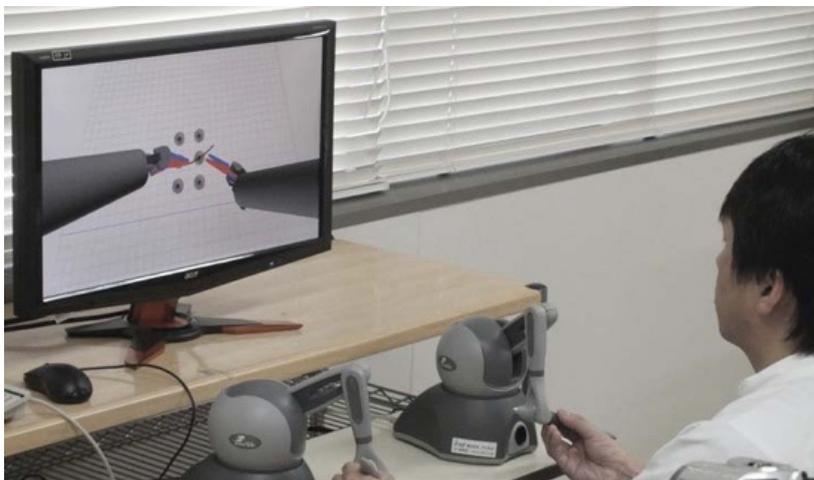
2.23.1 概要

低侵襲化の進む治療技術を支援するため、近年様々な技術が開発・実装されている。その一つとして、ロボットなどを含めたメカトロニクス技術がある。特に、医療福祉分野におけるロボットは、従来から有する微細で精密な動作による治療支援や、コンピュータで制御されることから他の医療診断機器との連携などが期待されている。この医療福祉分野におけるメカトロニクスを応用した支援技術の開発に向けて、当研究室では、「使いやすい医療福祉支援機器の開発と評価手法の構築」を目指している。幾つか研究室で行っているテーマから、機器設計、機器開発、計測技術の3点からみた事例を次に紹介をする。

2.23.2 【機器設計】術空間再現シミュレーションを用いた手術支援ロボットの設計手法に関する研究

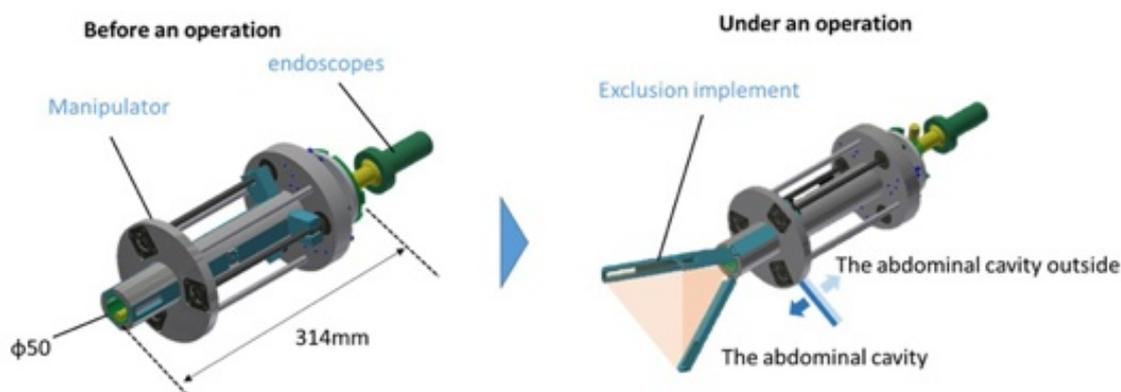
手術支援ロボットには、複数存在する症例と治療法への対応が要求される。開発当初から適用症例を想定した機構の設計を行うためには、設計段階から利用段階に至った後の予測までを、一貫したプロセスで詳細な検証が必要となる。本研究では、任意の条件を設定可能であり、一貫した環境構築を支援することが可能なシステムとして、シミュレーション技術に着目した。医師の手技動作等、開発前の要求仕様の検証に必要な基礎データに基づいた設計手法を構築す

るため、これまで開発を進めてきた数理シミュレータと実物の操作入力システムを統合した術空間再現シミュレーションの開発を行なっている。



2.23.3 【機器開発】 WaFLES 支援用ロボットシステムに関する研究

フロンティア医工学センターでは、泌尿器科医主導のもと、体腔内を等張液で満たした環境で治療を実施する等張液充填式腹腔鏡下手術（WaFLES）という新しい手術の構築を進めてきた。患者の体内における治療空間を作るにあたって、人工腹水の特性を活かした新たな治療法の実現として期待される。WaFLES は、単孔式手術での実施が想定されているため、術具同士の干渉により操作性が悪化し、術者への負担増加につながる単孔式特有の問題点や、浮力にて浮遊した臓器により術野が不安定になる課題がある。本研究では、外套管内に鉗子、電気メス、内視鏡など必要な術具を全て挿入して用いる単孔式手術を想定した、手術空間を確保する機能を有する外套管型空間確保マニピュレータの開発を行っている。



2.23.4 【計測技術】リハビリテーション分野における呼吸量計測に関する研究

看護予防の観点を含め、生体情報を計測することは、症状の把握だけではなく健康維持などに活用できるため、注目されている。本研究では、現状の理学療法士を支援する技術開発として、呼吸リハビリテーションを支援する機器としてバイオフィードバック機能を有する胸郭拡張差計測システムの開発と商品化を行った。また、日常的なモニタリングによる予防対策として、誤嚥性肺炎予防に向けた非接触計測手法の構築を行った。



講義では研究室で行っているプロジェクトだけではなく、医療領域でのメカトロニクス技術の事例を紹介し、メカトロニクス技術が拓く医療イノベーションについて考察する。

2.24 医療領域における AI の役割 (AI の基礎知識) /川上英良

講師プロフィール

2007年東京大学医学部医学科卒業、医師免許取得。2011年東京大学大学院医学系研究科博士課程(病因病理学専攻)修了。科学技術振興機構 ERATO 河岡感染宿主応答ネットワークプロジェクトの博士研究員を経て、2013年に理化学研究所 統合生命医科学研究センター 疾患システムモデリンググループ特別研究員となる。2016年に医科学イノベーションハブ推進プログラム 疾患機序研究グループの上級研究員となり、翌年、同プログラムの健康医療データ AI 予測推論開発ユニットのユニットリーダーに就任。2019年より千葉大学大学院医学研究院 人工知能(AI)医学教授を兼任。2019年6月より理化学研究所 医科学イノベーションハブ推進プログラム 数理推論チームのチームリーダー。

2.24.1 講義の概要

ここ5年位で、医学・医療に急速にデータサイエンス・AIの導入が進んでいる。背景の一つとして、医療の高度化、多様化がある。様々な薬や治療法が開発され治療の選択肢が増えるなかで、最先端の治療を皆に同じようにやるのではなく、どういう人にどういう治療を行えばよいかを個別に考える必要がでてきている。AIは画像診断や自動診断といった、診断の高精度化といった文脈で語られることが多いのだが、AIの導入によって医学・医療の考え方が根本から変わりつつあると感じている。本講義では、AI・機械学習の基本的な考え方を紹介しながら、医学研究において、どのように活用されているのか、そして将来の医学・医療をどのように変えていくのかを考えてみたいと思う。

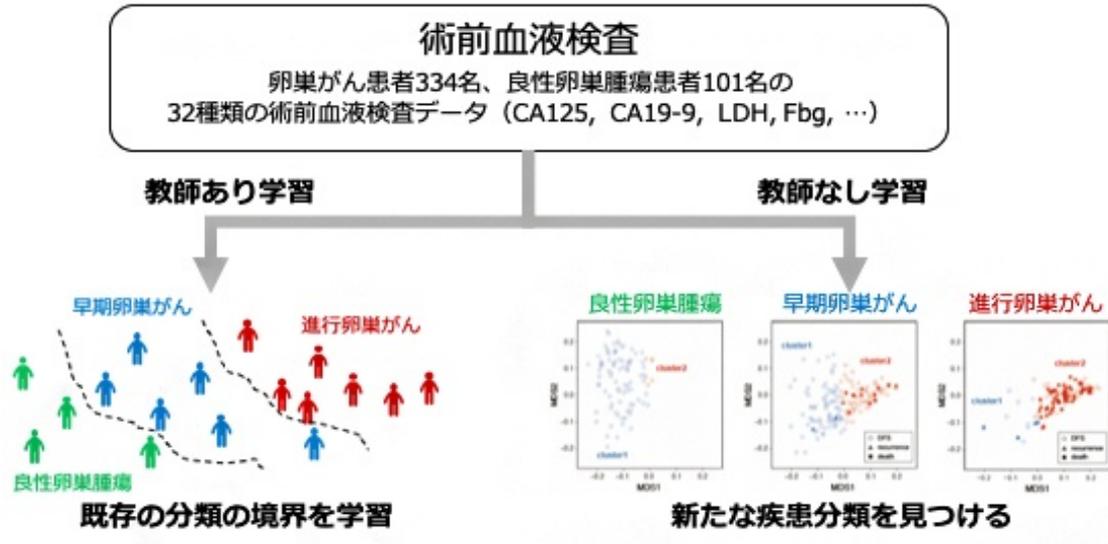
近年の医学研究は、仮説駆動型というスタイルで進んできた。これは、主に生物学的実験に基づいて、例えば「Aという分子はがんを抑制する」といった仮説を立てて、この仮説を大規模な臨床試験で検証するというものである。1970年代くらいから分子生物学といって、細胞内で起こっていることをタンパク質やDNA、RNAの働きに分解して説明する研究が盛んになった。さらに、2000年くらいにヒトゲノムが解読されたことで、疾患を遺伝子やタンパク質に基づいて説明し、それをターゲットにした新薬を作ろうといった考え方が主流になった。一部の疾患においては、このように基礎生物学に基づく仮説がとても良く当てはまり、革新的な治療に繋がった例もある。最近ノーベル賞で話題になったオプジーボもその一つである。PD-1という免疫細胞にブレーキをかけるタンパク質を抗体でブロックすることで、免疫細胞ががん細胞を攻撃できる状態を維持するという薬で、従来の治療で効果がなかったがんを大きく縮小させるという画期的な効果を出した。こうやって素晴らしい効果が出る一方で、仮説が当てはまらない「例外」も出てきている。オプジーボが効くとされている悪性黒色腫でも効果が出るのは3割程度とされている。アトピー性皮膚炎や生活習慣病といった慢性疾患は、複数の遺伝的要因と環境要因が複雑に絡み合って発症するので特定のタンパク質や遺伝子だけをターゲットにするのは困難である。このように、単一の仮説に基づく説明や治療が難しい疾患に対して、疾患を直接観察・計測したデータに基づいて個人ごとの診断・治療モデルをつくる「データ駆動型」と呼ばれる研究スタイルが出てきた。

データ駆動型医学研究では、最初から特定のタンパク質や遺伝子に着目するのではなく、疾患に関連する可能性があるパラメータ（血液検査、身体情報、画像、ゲノムなど）を網羅的に計測して、データに基づく疾患の分類（層別化）と個別予測を行う。従来の統計手法は、いろいろな種類の膨大なパラメータを扱うのに向いていなかった。そこで登場するのが機械学習である。機械学習は人工知能研究の中で生まれてきた手法で、過去のデータのパターンをコンピュータに学習させ、そのパターンに基づいて新しいデータに対して予測を行う。機械学習は単純な統計モデルに比べて自由度が高く、いろいろな種類のパラメータを柔軟に扱うことができ、複数のパラメータの組み合わせに基づいた複雑なパターンを抽出することができる。

機械学習は目的によって、「教師あり学習」、「教師なし学習」、「強化学習」に大別される。教師あり学習は観測データを入力して、既知の分類や数値を予測することを目的とする。現実社会においては、メール文中に出てくる単語の頻度から迷惑メールかどうかを予測する、マーケティングデータから売上を予測するといったタスクに使われている。医療においては、画像データに基づいて皮膚がんのタイプを予測するアルゴリズム（Esteva A. et al.: *Nature*, 2017）や、病理画像から肺がんのサブタイプや遺伝子変異を予測するアルゴリズム（Coudray N. et al.: *Nature Medicine*, 2018）が開発されている。一方、予測すべき分類や数値があらかじめ決まっていないデータからパターンを見つけるために使われるのが教師なし学習である。生物学研究でも頻繁に使われる主成分分析（PCA）やクラスタリングも教師なし学習に含まれるが、近年は Auto Encoder など、ニューラルネットワークに基づいて、画像データの特徴を低次元のベクトルで表現する手法が開発されている。強化学習は、ある環境内において報酬が最も多くなるような行動パターンを試行錯誤の中から学習していく手法である。囲碁や将棋といったルールが明確に決まっており、総当たりでは可能性が膨大すぎるために最適解が決まらないような問題と相性が良く、医療においては、医師の診療における意思決定プロセスを学習させるのに使われることがある。また、逆強化学習という手法によって、意思決定プロセスにおいて医師が何を重視しているのかを逆に推定するという試みも行われている。

本講義では、具体的な事例として卵巣腫瘍の術前診断（Kawakami E. et al.: *Clinical Cancer Res*, 2019）を取り上げる（図 1）。この研究により、教師あり学習を用いることで手術前の血液検査 32 項目と年齢に基づいて、卵巣腫瘍の良性・悪性を 90%以上の高い精度で予測することができるようになった。また、がんの進行期や組織型といった分類も 70%程度の精度で予測することができ、手術前に治療方針を決めるのに役立つ情報が得られた。さらに、このデータ 32 項目に基づいて教師なし機械学習を行った結果、早期がんの中に「良性腫瘍に似た血液検査データパターンを示す症例」と「進行がんに似た血液検査データパターンを示す症例」が存在していることを見いだした。このように、機械学習は「今まで臨床医も気づかなかった複雑なパターンを発見する」こともできるのである。単なる高精度な予測を行うツールではなく、人間の認知限界を広げ、新たな知識発見をサポートしてくれる機械学習の使い方を紹介できればと考えている。

▼図 1 卵巣腫瘍の術前診断



(出典 : Kawakami E. et al.: Clinical Cancer Res, 2019)

2.25 予防医学の視点からみた健康まちづくり / 花里真道

講師プロフィール

2002年千葉大学工学部デザイン工学科卒業後、同大学大学院工学研究科修士課程修了。株式会社栗生総合計画事務所、個人事業（デザイン業）を経て、千葉大学予防医学センター技術補佐員。特任助教、特任准教授、工学部建築学科非常勤講師を経て2013年12月より千葉大学予防医学センター・健康都市空間デザイン学分野・准教授。東京医科歯科大学非常勤講師。博士（工学）。専門 建築設計・計画、公衆衛生。健康な都市・建築について設計・研究活動をしている。

2.25.1 ゼロ次予防による健康まちづくり

高齢化社会において、がん、循環器疾患、糖尿病などの非感染性疾患を予防する方法のひとつとして、環境をつくりかえることによる健康へのポジティブな効果に期待が寄せられ、健康を支援する環境やまちのあり方への関心が高まっている。また、公衆衛生では、集団全体にはたらきかける「ポピュレーション・アプローチ」の重要性が指摘されている。個人の行動や生活習慣を変えることの難しさが、疾患リスクの高い対象に介入する「ハイリスク・アプローチ」の限界として認識されつつあるためである。都市計画や交通計画の調整は、集団全体に介入する「ポピュレーション・アプローチ」の一種であり、知らず知らずのうちに個人の行動や生活習慣をよい方向に調整できる可能性をもっている。

2.25.2 健康の決定要因

健康の要因の割合は、行動・生活習慣が40%、社会的状況が15%、健康・医療サービスが10%、有害物質曝露が5%、遺伝が30%と報告されている。遺伝以外の行動や環境が7割を占めている。また、健康の決定要因として、社会的、経済的、環境的な条件が重視され、それらは「健康の社会的決定要因」として国内外の公衆衛生政策に取り入れられている。さらに、個人を囲む環境を、コミュニティ、地域経済、建造環境、自然環境、エコシステムとして整理し、各段階で健康との関係を考察するモデルが提示されている。これらの各段階は相互に関連し、個人の行動や選択に作用し、その蓄積が健康に影響を及ぼすと考えられ、望ましいほど、その地域に暮らす人々の身体活動量が多く、有害物質や騒音などの環境曝露も抑えられ、食アクセスや医療アクセスがよい傾向が見られる。その結果として、肥満、糖尿病、高血圧、循環器病、うつなどが少ないと報告されている。建造環境と健康に関する研究テーマとしてウォーカビリティ（歩きやすさ）がある。ウォーカビリティの高い地域では、肥満、糖尿病が少なく、公共交通機関の利用者が多く、運動と歩行時間が多い。ウォーカビリティは、人口密度や住居密度、土地利用の多様性、道路の接続性などの指標を合成して分析されることが多い。近隣に緑地や公園があると、歩行の目的施設となるため、周辺住民の歩行を高める可能性がある。また、後述するように、緑地や公園での運動など、直接的に身体活動を高める可能性がある。こうしたことから、ウォーカビリティを高めるまちづくりにおいて、緑地や公園の可能性は大きい。自然環境は、地形や気象、植生などがあり、ミクロには緑地や河川空間がある。緑と健康との間の媒介因子を想定し、その媒介効果を分析した研究もある。ここでは、居住地域の緑の多さが、主観的健康感の高さに関連する効果のうち、肥満の低下を介する効果が21%、社会的結束の増加を介する効果が11%と見積もられた。別の研究では、居住地域の緑の多さが、主観的健康

康感の高さに関連する効果のうち、心理的ストレスの低下を介する効果が20%、社会的支援の増加を介する効果が6%、身体活動の増加を介する効果が3%であることを示した。公園などの緑のある公共空間の近くの住民は歩行時間が増えるとした報告や公園の近くに住む高齢者ではスポーツ活動の頻度が高まったとする国内の報告がある。

65歳以上の高齢者を対象とした日本老年学的評価研究において、健診データと突合された高齢者8904名について、地域の傾斜度と糖尿病との関連を調べた。結果、地域の傾斜度が1.48°あがると、コントロール不良の糖尿病が18%低下する関連がみられた。坂道の多い地域は、知らず知らずのうちに身体活動を高める影響を及ぼすかもしれない。自然環境や緑と健康に関する研究は研究室でも蓄積されている。社会疫学で近年注目されている社会環境について、紹介と社会とのつながりの種類や量が多いことと、それらのつながりから受ける支援が多いことは、非喫煙、適度な飲酒、適度な運動、適度な体型であることよりも、死亡率の低さに影響を与えることが報告された。自然環境・緑のある場では家族、友人、知人との社会的な交流が促され、健康増進に寄与するという経路が想定される。社会的な交流をより活性する、自然環境や緑地の計画やデザイン手法の開発と評価も社会から求められるといえよう。

千葉県長柄町では、100万坪の敷地をもつリゾート施設「リソル生命の森」にて、日本版CCRCの開発に協力している。大学と連携した生涯学習プログラムの実践や、社会的つながりに注目した健康プログラムの開発・検証、歩いて健康になるまちをテーマとしたランドデザイン、「参加する庭」をテーマとしたガーデン設計やプログラム開発を実施している。豊かな自然環境の活用や、人と人との交流に注目するなど、これまでの研究で明らかとなってきた視点を融合し、コンセプト、ハード、プログラムの総合的なデザイン・実装を企図している。ランドスケープ分野の研究者には、公衆衛生学・疫学分野の研究者との協働を求めたい。自然環境・緑の健康影響を明らかにするためには、バイアスの少ない研究デザイン・手法により取得されたデータが不可欠である。そして、因果関係に接近できる統計手法により、理論・仮説の頑健な検証を疫学者とともに遂行する必要がある。

本講座では、ゼロ次予防として、自然環境・緑を中心として、健康を支援する環境の可能性を疫学研究の成果をもとに考察をおこなう。

2.26 患者中心の情報システムのあり方 データ利用の有効性について / 相羽良寿

講師プロフィール

千葉大学病院地域連携部助教

日本大学大学院理工学研究科地理学専攻博士後期課程修了。民間企業在籍時に学位を取得。地理情報システムによる医療施設の施設配置問題を研究。アカデミックバックグラウンドはコンピュータサイエンス、複雑系におけるモデル化・コンピュータシミュレーションを研究していた。現在、医療分野における医療情報の標準化および地域医療情報連携について民間企業と研究・システム開発に従事している。

2.26.1 患者中心の情報システム SHACHI (Social Health Assist CHIba)

わが国は、世界でも最も高齢化が進行している。10年近い健康寿命と平均余命の差を縮めることで、最後まで自分らしくより良い人生を送れること、その結果として増大する医療介護費を抑制することが求められている。健康寿命を延ばすためには早期診断・早期治療を促し、医療を最適化し、過剰な投薬を減らすことが重要となる。そこで、お薬手帳を活用し、診療情報を相互に参照・書き込みできる環境を整備することで、専門職の連携を促進することを目的に、「EHR スマートハンドシェイクの構築」を総務省事業で行った。医療・介護サービス提供者の様々なシステムを連携させ、住民の健康改善・維持にかかわる情報を一元的に扱い、良好なサービスが提供できることを目指している。全世代の住民に健康増進を意識付けることも含めて、患者中心の情報システム SHACHI (Social Health Assist CHIba) を開発して、平成28年8月5日から運用を開始している。我々の「EHR スマートハンドシェイク」のイメージは、厚生労働省が示す地域包括ケアシステムのイメージとも一致している。

SHACHI は「患者さん中心」を基本コンセプトとしており、患者本人が自分の意思で参加し、自分自身で管理することで、患者や家族、専門職間で情報を共有し、患者中心の医療・介護・健康増進を実現するためのツールとしての役割を持つ。

2.26.2 SHACHI のシステム概要

本システムは、PHR と EHR の両方の機能を兼ね備えたシステムであり、医療・介護従事者と患者またはユーザーはそれぞれ別々のインターフェースを用いてセキュアな環境 (VPN/SSL+IMEI) でサーバーと接続される (図 1)。本システムは、大きく分けると 3 の部分に分けられる。1 つ目は、患者またはユーザーが利用するための SHACHI アプリ。2 つ目は、情報の蓄積と共有を担当する SHACHI サーバー。3 つ目は、医療・介護施設側が利用する SHACHI ブラウザである。

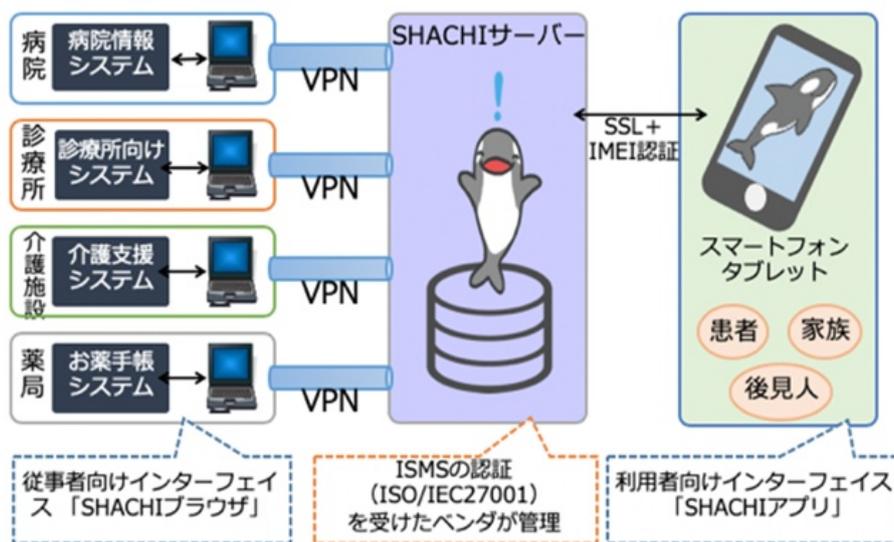
SHACHI アプリは、患者またはユーザーが日々のバイタル情報を記録するアプリである (図 2)。また、医療・介護・健康に関わる情報を医療・介護施設に開示するための患者またはユーザーの意思に基づく同意 (リンク付け) と管理 (アクセスコントロール、図 3) を行う機能を保持している。現在、アプリで記録できるバイタルは、総務省 EHR 高度化事業の採択を受けて、SHACHI アプリの改修により、血圧・体重・身長・体温・血糖・脈拍数・呼吸数・SpO2 の 8 項目である。

SHACHI サーバーは、クラウドサーバーであり、SHACHI アプリのバイタル情報や各医療・介護施設に点在しているリンク付された施設の医療・介護などの情報を一元管理する。また、

SHACHI サーバーを通して、患者またはユーザーと医療・介護施設の情報共有のみならず、双方向コミュニケーションのプラットフォームを提供している。SHACHI ブラウザは、医療・介護施設の従事者が自施設のみならず、リンク付された他施設の対象患者の情報も閲覧することができる。また、必要に応じて対象患者に書類・コメント・検査値などの医療情報を提供することも可能である。

医療・介護施設などの個人情報を読覧・共有・利用するためには、本人の同意が必須である。一般的な同意取得方法としては、紙媒体による同意書を用いて、同意・設定変更に関する事務手続きが行われる。しかし、SHACHI システムのように PHR 機能を有する医療介護連携システムにおいては、時間経過にともない参加施設および参加ユーザーが増えることが予想されることから、紙媒体による同意取得方法では事務手続きが煩雑になり、管理上現実的ではない。SHACHI システムでは、このような煩雑な手続きが利用者のスマートフォンで簡単に出来ることが評価される。SHACHI システムを導入した医療・介護施設などでは、このような事務手続きは発生しない。また、スマートフォンで処理することから遅延なくリアルタイムで反映される。

▼図 1 システム概要



▼図2 SHACHI アプリの利用の流れと施設リンク付け



▼図3 アクセスコントロール



2.26.3 期待される成果

本システムで期待される効果として大きく3点が挙げられる。

1) リアルタイム・オプトイン

利用者の同意を随時取得する。患者等の考えは時間とともに変わるので、EHRの入会時だけ同意を確認する通常のオプトインではなく、すべての共有情報を患者等が自由に参照し、その上で、いつでも患者等が情報共有についての意思（開示施設の範囲等）を表明・反映できる随時同意システム（リアルタイム・オプトイン）をSHACHIは実装している。

リアルタイム・オプトインは「随時」患者等の意向を確かめながら、臨床データの利活用を促進できる仕組みである。

2) データ形式に依存しない。

データ形式に依存しない連携を実現する。既存システムのデータを有効活用し、効率よく地域全体で連携をとり、対策を進めるために、我々が構築する高度化 EHR では既存の情報システムや EHR、医事・介護系事業所の会計システムから、各システムが使用する形式のままデータを送信し、高度化 EHR 内でデータの標準化処理を行う。更に、データ受信するシステム側が指定するデータ形式に高度化 EHR 内で変換し、高度化 EHR から各システムにデータを送信することで、各システムのデータ形式に関わらず、どこの機関とも双方向の情報連携が可能となる。これを実現する技術仕様がシステムに組み込まれており、段階的に開発予定（一部は稼働している）である。

3) 標準化されたデータに基づく、解析用データの提供

標準化処理を行ったデータを解析処理し、データに基づく医療・介護（EBM・EBC）を支援するダッシュボード用のデータを提供する予定である。データが多く集まれば精度の高い情報を届けることができるが、当初は蓄積データが少なく、ユーザーの信頼を得にくいという課題がある。そこで、ダッシュボード機能については、今後段階的な開発を予定している。なお、世界標準形式のデータを用いるため、海外との連携も容易である。

2.26.4 データの高度な利用

高度化 EHR に蓄積されたデータの活用は、医療・介護情報システムに「工場で行われているような品質管理」を導入するという事に等しい改革である。我々が想定する利用例は、疾病統計と症状統計による感染症や環境依存性疾患の情報活用、DPC を用いた疾病と治療法による治療成績と標準治療経過から外れた症例の検出、生活習慣病における介入手法の組み合わせによる予後解析情報の診療での活用などである。

近年、月 1 回や週 1 回投与の薬剤が開発され、服薬アドヒアランスが向上していると言われるが、用法を誤れば重大な健康被害に直結する。これに対して、複数者チェックや多職種チェックでは予防しきれないことはメトトレキサートの有害事象報告でも明らかである。

EHR スマートハンドシェイクの構築により、各施設は何らシステム改造することなく、医療機関や調剤薬局、患者等とも情報共有が可能となるだけでなく、ダッシュボード機能による安全管理機能も享受できることが本事業の大きなメリットであり、更に患者の理解を深めるコンコーダンスも促され、国民の健康被害防止に大きく貢献することが期待される。

本講義では、SHACHI のシステムを紹介しながら、習得データの利活用について受講者とともに考察したい。

2.27 多因子疾患の遺伝研究の成果と医療への応用 / 尾内善広

講師プロフィール

千葉大学大学院医学研究院公衆衛生学教授

2001年大阪大学大学院医学研究科博士課程修了後、東京大学医科学研究所ヒトゲノム解析センター客員研究員、理化学研究所遺伝子多型研究センター消化器系疾患関連遺伝研究チーム上級研究員、理化学研究所ゲノム医科学研究センター循環器系疾患研究チーム上級研究員、千葉大学大学院医学研究院公衆衛生学講師、准教授を経て現職。

2.27.1 講義の概要

WHOでは、公衆衛生を「組織された地域社会の努力を通して、疾病を予防し、生命を延長し、身体的、精神的機能の増進をはかる科学であり技術である」と定義している。すなわち公衆衛生は、人が集団として健全な社会生活を行っていく上で必要不可欠な学問であると言える。

昭和30年代以降、飛躍的な技術産業の発達・エネルギー革命が起こり、日本は経済的発展を成し遂げていったが、一方でこれらは環境破壊による公害をもたらした。千葉県においても、特に大気汚染による住民の健康への影響に対する関心は高まり、地域住民を対象とした疫学調査と窒素酸化物の気道への影響に関する研究が中心に行われてきた。現在、千葉県内の死亡原因の50%以上が悪性新生物、心疾患、脳血管疾患となっており、これら複数の罹患感受性遺伝子と複数の環境要因（食事・運動不足・タバコ・ストレスなど）が発症に関わる病気（多因子疾患）は予防や早期発見が重要であり、とりわけ効果的な予防策が健康寿命の延伸、医療費の抑制にもつながる重要な課題となっている。

21世紀初頭のヒトゲノム計画の成功に続く遺伝学研究手法の飛躍的進歩により多数の多因子疾患の罹患感受性遺伝子が特定され、発症メカニズムの解明とその知見に基づいた新規治療法・予防法の開発への展開に期待が集まっている。また、遺伝子情報に臨床情報・生活習慣データを組み合わせた予防の効率化にも注目が集まっている。

千葉大学公衆衛生学教室では尾内善広博士が、五代目の教授として現在教室を運営しており、生活習慣病・喘息などの多因子疾患・単一遺伝子病を含む小児の遺伝性疾患の原因を探究し、そして明らかになった情報を社会に役立てるため、疾患ごとに最適な社会システムの確立をめざし研究を進めている。

本講義では、多因子疾患の罹患感受性遺伝子研究とその成果の応用について具体的事例を紹介しながら、21世紀における公衆衛生学の役割を考察する。

3 実習

3.1 MAST - 遠隔医療評価モデル (Model for Assessment of Telemedicine) を活用した遠隔医療システム評価実習 / 阿久津靖子

講師プロフィール

千葉大学医学部地域連携部特任准教授、株式会社 MT ヘルスケアデザイン研究所 代表取締役 所長、Aging 2.0 Tokyo chapter ambassador

3.1.1 概要

コロナウイルス感染拡大の中、厚生労働省は、2020年3月11日に「オンライン診療の適切な実施に関する指針の見直しに関する検討会」を開催した。2月28日付けにて、今般の新型コロナウイルスの感染拡大への対応策として、柔軟なオンライン診療やオンライン服薬指導の運用を認める事務連絡を発出した。具体的には、慢性疾患などで定期的に受診している患者については、ウイルス感染源との接触を減らす目的から、事前に診療計画が作成されていない場合でも、医師は対面診療を行わずに電話再診や情報通信機器を用いたオンライン診療により、これまでと同じ薬を処方できることとした。併せて、処方箋についても、通常は患者や家族らが処方せん原本を薬局に持参し、対面で服薬指導を受ける必要があるものの、医療機関から薬局へのファクシミリによる処方箋の送付と薬剤師による電話や情報通信機器を使った服薬指導、薬局から自宅などへの処方薬の配送を可能とした。(1)慢性疾患を有する定期受診患者において、同一の疾患によって病状が進むなどした場合は、電話や情報通信機器を用いた診療で新たな医薬品の処方を可能とする、(2)新型コロナウイルスの感染がさらに拡大して、仮に重症患者に適切な医療を提供する必要性から、軽症や症状の出ていない感染者が自宅療養することになった場合には、医師が電話や情報通信機器を使って自宅療養中の患者の経過観察をできるようにする、という2つの項目が変更になった。しかし実際には、システム環境・ユーザーのITリテラシー(医療者・利用者)などのハードルや医療保険などのハードルが多く、他国のように進むものではなさそうであった。日本においては、こうしたエビデンスを取得できる遠隔診療の評価システムがないことが遠隔診療普及の障壁となる。

そこで、医療イノベーション人材育成プログラムにおいては、ヨーロッパのMASTマニュアルを叩き台として遠隔医療アプリケーションの評価実習を行うことにする。本来、MASTについては時間をかけて行うものであるが、この講座においては、そのモデルの概要を学び、今後の遠隔診療のみならず、医療イノベーションの評価を客観的に評価できる視野を持つことを目的とする。

3.1.2 MAST マニュアル作成の背景

EU およびヨーロッパ諸国で遠隔医療アプリケーション（機器）が利用される際に、そのアプリケーションの使用が医療環境に適しているかを評価する新しい基準となる遠隔医療アプリケーション（機器）評価モデル研究が SMART 2008/0064 の MethoTelemed プロジェクトとして 2009 年 6 月～9 月の間に行われた。プロジェクトのねらいは、EU 議会での遠隔医療アプリケーション（機器）に関して EU 議会での評価報告とヨーロッパ諸国内で遠隔医療アプリケーション（機器）が幅広く利用される際の潜在的ポテンシャルを見いだすことにあった。ヨーロッパ諸国において遠隔診療普及の障壁となる様相の一つに、遠隔医療アプリケーション（機器）使用の効果を実証する有力な根拠の欠如が挙げられていた。

この事実を受け入れて、遠隔医療アプリケーション（機器）の評価手法を創り出すために、EU 委員会が主導をとり、MAST プロジェクトが発足したのである。

MAST は医療分野の技術評価で、20 年にわたって用いられている EUnetHTA Core Model をベースに遠隔診療アプリケーション評価に特化したものとして作られている。

現在、EUnetHTA は、共同体、EU 加盟国、そして EU 委員会は、EUnetHTA プロジェクトとして革新部分の修正を行っている。現時点で、診断、診療、手術現場で使用されている。MAST モデルは、今後、遠隔医療の EUnetHTA の核心部分の用語と構造をベースに作られ、EU 諸国内において、遠隔医療評価の共通モデルとなるように準備されている。

3.1.3 MAST の目的

MAST の目的は、病院やコミュニティ、地域、政府組織などの医療、経営、政治にかかわる意思決定者が、遠隔医療アプリケーション（機器）の導入効果説明のための根拠、現場導入するための意思決定の重要な基準を提供することにある。同様に、遠隔医療アプリケーション（機器）のプロデューサー、医療テクノロジー企業は、MAST を患者や病院に向けて、自社製品の効果を説明する枠組みとして採用している。

MAST が科学的方法および結果に基づき総合的なアセスメントを提供することによって、現場に最適で、有効活用できる遠隔医療アプリケーション（機器）を選ぶ際の意思決定プロセスの改善が総括的な目的である。

3.1.4 MAST の構造

図 1 は、MAST が持つそれぞれの要素を示している。

▼図 1 MAST の要素

<p>考察事項:</p> <ul style="list-style-type: none"> 遠隔医療アプリケーションの目的 他に同じようなアプリケーション（機器）があるのか？ 国際、国内、地方、地域のどのレベルのアセスメントなのか？ アプリケーションの完成度は高いのか？ 	
<p>総合的アセスメント</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 解決されるべき健康問題と遠隔医療機器の特性 2. 安全性視点 3. 臨床的有効性視点 4. 患者視点 5. 経済的視点 6. 組織的視点 7. 社会文化的、民族的、法律的視点 	<p>拡張性アセスメント:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 国内外 - スケーラビリティ - 一般化

<MAST を基礎としたアセスメントは、以下 3 つの要素から成る>

- 遠隔医療機器のアセスメントが行われる以前に考慮されるべき課題
- 7 つの領域からなる遠隔医療機器効果の学際的アセスメント
- 科学的文献と新たな実証研究から得られた結果の互換性に関するアセスメント

<MAST を使用した新たな実証研究結果の測定について>

- 7 つの領域に関する研究計画とデータ収集法は、遠隔医療機器の効果に対して有効的で信頼性がある推測を生み出さなければならない。例として、臨床的効果の研究は、ハイレベルな証拠を残すために、十分に計画されたランダム化比較試験もしくは集団ランダム化比較試験を用いられることが望ましい。
- アセスメントで使用される結果測定方法は、遠隔医療機器使用の目的や試験使用の結果、その他科学的文献に関連する研究を反映しなければならない。
- 有効的で信頼性がある結果測定法が使用されることが望ましい。

3.1.5 事前考察事項

総合アセスメントの事前に、そのアセスメント自体を考察することは重要である。MASTでは下記のように記述されている。

1) アセスメントを行う時期

病院などのヘルスケア機関が遠隔医療アプリケーション（機器）評価の幾つかの異なる結果のアセスメント開始前に、その機関にとってアセスメントを行う時期が適切かを考察する必要がある。

2) 解決されるべき問題

遠隔医療アプリケーション（機器）を使用する目的が、患者と患者が抱える課題を解決することになっているか。

3) 代替の遠隔医療アプリケーション（機器）の決定

遠隔医療アプリケーション（機器）を比較検討するために、同じ目的で用いる代替の遠隔医療アプリケーション（機器）を決める必要がある。遠隔医療アプリケーション（機器）が、他の機器と比較した際に、患者の健康改善にどれほどの貢献が期待出来るかを比較検討することが重要である。

また、アセスメント過程でアプリケーション（機器）だけでなく、比較対象となる治療方法についても検討する必要がある。現行の治療などと比較することで、改良・改善されたシステムの他の医療機器との比較を行う必要がある。

それ以外に事前に法令・償還（介護の場合も同様）についても検討事項に入っている。日本の医療・介護機器についても同様に、サービスや機器について事前検討として重要なポイントとなる。

- 当該遠隔医療アプリケーション（機器）は既存の法令規則に適合しているか
- 当該遠隔医療アプリケーション（機器）は保険償還対象か
- 当該遠隔医療アプリケーション（機器）は成熟した技術か

4) 法令規則

病院をはじめとする医療機関や施設において、遠隔医療サービスを導入する前に導入予定の医療アプリケーション（機器）の使用が国や地域の法令規則に適合しているかを確認しなければならない。例を挙げると、医療提供に関する法令規則（遠隔医療は許可されているか、遠隔医療を施す医療従事者と治療を受ける患者には、遠隔医療開始以前の既存関係が必要か）、医療提供者の認定制度（遠隔医療行為を行うにあたり、順守しなければならない法令規則）、医療提供における賠償責任（プライマリケアに間接的にかかわる医療従事者にも責任が及ぶか、医療賠償責任の範囲）、などに関する検討がある。

5) 償還

償還とは、病院やかかりつけ医に対して、保険医療機関や民間の保険会社が彼らのサービスにあった一定額の保険金を支払うことである（日本の場合は医療・介護保険）。多くの保険医療機関への償還は、DRG-rates（Diagnose Related Groups）国際疾病分類※による診療包括報酬に従って、診療行為に合わせて満額もしくは一部の返済金額を決定する。

遠隔医療に関しては、幾つかのケースで DRG-rates（Diagnose Related Groups）が適用されない。例えば、在宅にいる患者が遠隔診療アプリケーションを使って看護師や医師にコンタクトをとった場合、診療包括報酬は支払われない。遠隔医療アプリケーション（機器）が保険償還対象になるか否かは、遠隔医療アプリケーション（機器）の経済的分析に顕著なインパクトを与えるため、遠隔医療アプリケーション（機器）導入前に十分に考察されなければならない。国の保険医療機関は、保険償還対象に変更するために関連する評価レポートを提供する、といったような国の研究所を巻き込む可能性も考えるべきである。

※診断群別分類/診断科目別標準定額 国際疾病分類（ICD：International Classification of Diseases）をもとに臨床的・経済的に類似した約200～500程度のグループへ疾病を分類したものである。DRGは疾病分類。日本ではDPC。

6) 成熟度と時間

遠隔医療アプリケーション（機器）の開発には多くの時間を要する（約10～15年間程度、近年は開発速度が加速している可能性がある）。そのため、遠隔医療アプリケーション（機器）の査定には遠隔医療アプリケーション（機器）の成熟度と評価時点での開発の段階を考慮する必要がある。

遠隔医療アプリケーション（機器）評価は、事前に安全性の確立の査定を行い、デモンストラーション後は実用性と実効性について評価を行われるべきである。例えば、定性研究で遠隔医療の実現可能性や実用性を考察する。そして、安全性と実現可能性が証明されたら、遠隔医療アプリケーション（機器）の使用がもたらす効果について査定する。機器の開発段階の考察も多くの研究に基づいて行われなければならない。

遠隔医療アプリケーションのアセスメントを始める前に、その遠隔医療アプリケーションが使用に向けて十分に整備されているかを見極めることが重要である。使用予定の機器が開発途中であったり、改善が必要な段階であったりする場合、MASTは適用されるべきではない。

代わって、MethoTelemed（Guidance, www.telemed.no/methotelemed）に紹介されているような有益なアセスメントを適用する。MASTの適用時期を誤ると、使用予定の機器がもたらす効果について確実な評価が出来ない。新機器の開発過程が安定していない場合、RCTによる査定は問題が生じるものになるだろう。MAST適用以前に、遠隔医療アプリケーションの成熟度を考慮すべきである。

7) テスト患者数

遠隔医療アプリケーションの導入は、機器への多額の投資と既存システムとの統合を伴う。そのために、システムや組織の変更を現場スタッフが熟知しておくことが重要である。多額の導入コストが必要となるため、遠隔医療アプリケーションのアセスメントには、多くの患者を対象にすることが重要である。これにより、実際に現場で機器を使用した際に発生コストを正確に見積ることが出来る。医療的研究で示されているサンプルサイズだけでは、特定の効果を導き出すには充分ではない。遠隔医療アプリケーションのアセスメントを行う予定の医療機関が十分な数の患者を対象にできない場合、他の医療機関と協力し、アセスメントに必要な患者数を確保する必要がある。

3.1.6 MAST の総合的アセスメント

事前考察によって遠隔医療アプリケーション（機器）についてアセスメントが妥当とされた後に総合的アセスメントを行う。

総合的アセスメント評価方法は下記のようなものが挙げられる。

- エスノグラフィー評価（類似の概念として技術人類学）
- ユーザビリティ評価
- 影響評価（実際の数値データによる影響評価など）

以下の7つの領域について、上記の適切な評価方法で評価を行っていく。

1. 解決されるべき健康問題と遠隔医療機器の特性
2. 安全性視点
3. 臨床的有効性視点
4. 患者視点
5. 経済的視点
6. 組織的視点
7. 社会文化的、民族的、法律的視点

3.1.7 解決されるべき健康問題と遠隔医療機器の特性

患者が遠隔医療アプリケーションを使用することにより期待される健康問題の解決と遠隔医療アプリケーション自体の評価の領域となる。

この領域で扱われる課題は、健康問題の疫学的見地、健康問題が社会や個人に与える負担—遠隔医療アプリケーションとその使用に関する規制と規則が含まれる。遠隔医療アプリケーションの現況評価については、他の評価領域と有用となる基準を揃えるところから始まる。また、技術の導入、その利用の促進などの影響を評価するために、経済モデルおよび/または組織モデルの構築に関連する情報の提供も行う。したがって、それは評価の重要な部分である。評価の初期段階でこの領域に含まれる有用な基準値の設定に対処することは、研究全体の質を精緻化するため（たとえば、関連する結果の尺度を選択するため）にも、他のドメインでとられる方法論的アプローチを策定するために必要である。

この領域の要素は経済領域（対象健康問題のコスト）および組織領域（導入環境、使用パターン）と重複するため、このセッションで扱われているこれらの要素について必ずしも、必要なものではなく、それぞれの領域で扱われる。

次に、医療サービス提供時のテクニカルソリューションについて取り扱う。遠隔医療機器の概要や特徴、トレーニングプログラムの必要性、技術解決やサポートシステムに関する組織内の責任負担などの情報を意思決定者に与えることを目的としている。遠隔医療アプリケーションの成熟度や市場状況などの調査も対象となる。

技術的アセスメントは、全ての関連機関によるインフラの構築、電子カルテや患者管理システム、臨床データベースなどの医療事務システムとの共通基盤の構築や相互運用なども項目に挙げられる。これらの項目は、遠隔医療アプリケーションの特性として取り扱う。また、ユー

ザーサポートやヘルプデスク機能、バックアップシステム、手順の説明もアセスメントに含まれる。

遠隔医療アプリケーションの使用は、多くの企業や患者が関わり、非常に込み入った形態になりうる。評価された機器や技術を詳細に説明することは重要で、様々な遠隔医療機器ユーザーが遠隔医療アプリケーションから得られるデータや結果を適正に使用できるようにしなければならない。

▼表 1 健康問題と遠隔医療機器の特性の領域に関する具体内容

定義	この領域では、遠隔医療機器の使用を検討している患者の病名・病状と評価される機器、アセスメントの背景を説明する。
課題	<p>《患者の病名・病状》</p> <ul style="list-style-type: none"> 治療ターゲットとなる病名・病状 症状、病気の影響力 患者数（疫学） 疾病負担、資源の使用 <p>Burden of disease, resource use</p> <ul style="list-style-type: none"> 病気の管理者 クオリティー基準 その他の症状や治療との関係（競合リスクがあると考えられる疾病に対する治療について） 患者グループの変化（遠隔医療機器の使用が有益になる患者の増減、もしくは、遠隔医療機器の使用を勧められる患者） <p>《遠隔医療機器の説明》</p> <ul style="list-style-type: none"> 機器の特徴 機器使用の方法 機器使用に関するトレーニングと知識（医療従事者と患者） 機器の成熟度（ライフサイクル） 各関連機関における技術ソリューションに対する責任の分配 現状の規制 技術基盤 市場状況 <p>《技術的特徴》</p> <ul style="list-style-type: none"> 必要なインフラ インターオペラビリティ/相互運用性： システム統合に必要な環境（EPR、使用中のデバイス、技術基準など） 技術サポート 技術環境 基準状況 ユーザーサポート バックアップシステムと手順
互換性	<p>人口統計と患者背景因子は類似しているか？</p> <p>機器はデータ通信の国際基準に適しているか？</p>
データ収集法	<p>体系的文献レビュー</p> <p>登録データの分析</p> <p>製造者や医療従事者へのインタビュー</p>

	技術インフラと施設のマッピング
遠隔医療機器が糖尿病、心臓疾患、COPD の治療に使用された結果事例 (参照 Tran, 2008)	基本特性 <ul style="list-style-type: none"> • 選択基準／除外基準 • Comparison arms • 患者数（男性／女性） • 平均年齢 • 学歴 • HbA1c（%） – for diabetes • LVEF – for heart failure • NYHA class – for heart failure • FEV – for COPD • O – for COPD • BMI • 過去の入院数

3.1.8 安全性視点

安全性とは、「遠隔医療アプリケーションの使用がもたらす損害の特定と評価」と定義する。例として、遠隔医療アプリケーションの使用は、患者に悪影響を与える誤った診断や経営決定を招く可能性がある。

遠隔医療アプリケーションの安全性に関する課題は、臨床的安全性と技術的安全性に分かれる。これらの課題は、患者や医療従事者に対する損害賠償責任に関係するため、法律的な要素も含め解説する（後述）。

医療的安全性は、遠隔医療機器を使用する患者に対して、損害の詳細や発生件数、重症度の評価を含む。一方で、技術的安全性は、遠隔医療アプリケーションの技術問題に関する損害によるものである。これは、データのバックアップ、インターフェース、セキュリティに関する問題である。

▼表 2 安全性に関する具体的内容

定義	リスクの識別と評価
課題	<p>《臨床的安全性（患者と医療従事者）》</p> <ul style="list-style-type: none"> • 遠隔医療機器使用において直接的もしくは間接的なリスク • リスクの規模 • リスクの種類 • リスク発生の推定 • リスクが発生する原因 • リスクが影響する期間 • リスクを最小限に抑えるために出来ること <p>《技術的安全性（技術的信頼性）》</p> <ul style="list-style-type: none"> • バックアップシステムと手順 • Service Level Agreements の補償内容 • 通信障害発生の可能性と発生した際に考えられる問題 • 他の機器と比較した際の安全性の高さ • データセキュリティ、データベース、データクオリティーの管理方法 <ul style="list-style-type: none"> -暗号化／暗号手法 -データストレージとオーナーシップ -オーナーシップ
互換性	<p>外部有効性：結果は他の患者グループに転送されるか？</p> <p>技術安全性のアセスメントは、他の機関や他国へ転送されるか？</p>
データ収集法	<p>体系的文献レビュー</p> <p>新たな研究：観察的デザイン（ケースコントロール研究、コホート研究など）</p> <p>登録データの分析（臨床的データベース）</p> <p>製造者や医療従事者へのインタビュー</p>
結果測定事例	<ul style="list-style-type: none"> • リスクタイプ（死亡率、罹患率、障害） • 事故と損害の長さ（頻度） • 損害の度合い • リスク最小化ガイドライン
参照	<p>文献レビューからの研究:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crosbie JH, Lennon S, Basford JR, McDonough SM. Virtual reality in stroke rehabilitation: still more virtual than real. <i>Disabil Rehabil</i> 2007;29(14):1139-46

3.1.9 医療的効果

医療的効果を定義する際に、効率と効果の違いを明確にしなければならない。遠隔医療の効率とは、理想的な環境で遠隔医療アプリケーションが使用された際に患者が受ける医療を示す。効果とは、通常の治療において医療機器の精度を示す。

治療において、効率は、対象の患者を無作為に複数の群に分け、その試験的操作の影響・効果を測定し比較するランダム比較試験（RCT）を用いて研究される。効果については、実際的な環境での効果を研究されるか（pragmatic RCT）※、RCTを基礎とした一般的な環境の下で期待される効果の大きさを判断される。

遠隔医療の効果検証について、開発者やアーリーアダプターによる初期の研究は、その後続く研究よりも効果が高く出ることがよくある。期待値が実際の効果にバイアスをかけるためと思われる。実際の効果を確立するためには、遠隔医療アプリケーションに関する複数の研究が必要となる。

特定指標をどのように選択するかは、評価に関連性のある項目や課題をどう選択するかにかかっている。異なる調査比較研究で既に検証済みの評価指標を使うことが賢明であるが、検証済みの機器がいつもあるとは限らない。遠隔医療アプリケーションによる医療補助が評価される前に、PICOの質問が回答されなければならない。

※Pragmatic clinical trials（PCT, pragmatic randomized controlled trialの略としてpRCTと表記されることもある）は日常臨床下での医師や患者、保険者などの意思決定をサポートするために、できるだけ一般化可能性が高くなるように試験デザインを工夫したうえで、ランダム化して前向きに追跡する臨床試験である。

PICO

P (Patient) どのような患者に	患者群の詳細について
I (Intervention) どのような評価・治療をしたら	アセスメント対象の介入の詳細について
C (Comparison) 何と比較して	比較される介入の代替え比較対象について
O (Outcome) どのような結果になるか	効果と安全性のアセスメントに必要な測定可能な成果について

これらの質問に関する回答は、遠隔医療アプリケーションの安全性や経済効果のアセスメントにも関連する。遠隔医療アプリケーションの臨床的効果のアセスメント結果を述べる際は、体系的文献レビュー、もしくは、新たな医療的研究、医療結果報告に関する一般的なガイドラインに従うべきである。

これらのガイドラインは、MethoTelemed Guidance (<http://www.telemed.no/methotelemed.4565273-125741.html>) に記載されている。

主なガイドライン（EUnetHTA 2008 でも推奨されている）

- Cochrane Handbook for Systematic Reviews
- The CRD guidance for systematic reviews
- CONSORT statement for RCTs
- QUOROM statement for reporting of systematic reviews
- Checklist for HTA reports by INAHTA
- GRADE Working Group recommendations for grading quality of evidence and strength of recommendations

▼表 3 領域: 医療的効果に関する具体的内容（糖尿病・心臓疾患・COPD を事例として）

定義	医療的効果を定義する際には、効果と有効性の違いを明確にすることが重要である。有効性とは、遠隔医療機器が理想的な環境（注意深く管理された状態）の下で使用された際に患者が得る治療の有効性である。効果とは、遠隔医療機器が行う医療パフォーマンスの効果である。
課題	<ul style="list-style-type: none"> • 死亡率に与える影響 • 罹患率に与える影響 • 身体的健康 • 精神的健康 • クオリティ・オブ・ライフに関する健康に与える影響 • 行動結果（運動など） • ヘルスサービスの利用
互換性	外部有効性：結果は他の患者グループに転送されるか？ 有効性と効果
データ収集法	体系的文献レビュー 新たな研究：ランダム化試験、クラスターランダム化試験、コントロールスタディ、統計学的研究、臨床的データベース
遠隔医療機器が糖尿病、心臓疾患、COPD の治療に使用された結果事例 (参照 Tran, 2008)	<p>《糖尿病》</p> <ul style="list-style-type: none"> • HbA1c • SF-36 • Diabetes quality of life score DQOL • SF-12 • VAS • The five item Centre for Epidemiologic Studies Depression Scale (CESD) • 入院数 • 再入院数 • 入院期間 • 受診回数 • 専門機関受診回数 • 救急機関受診回数 <p>《心臓疾患》</p> <ul style="list-style-type: none"> • 全ての死因 • 心臓疾患に関する死因 • Revised Heart Failure Self-Care Behaviour Scale • MLHFQ: The 21-item Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire • 6 minute walk test

	<ul style="list-style-type: none"> • NYHA FC • Health Failure Self-Efficacy • Hospital Anxiety and Depression Score • SF-12 • SF-36 v.2 • EQ 5D • Health distress scores • VAS • PHQ-9 • CES-D • CSQ: Reliability and Validity of Communication Skills 《Questionnaire》 • 入院回数 • 心臓疾患による再入院回数 • 入院期間 • 受診回数 • 専門機関受診回数 • 心臓疾患による救急機関受診回数 《COPD》 • 全ての死因 • The SGRQ • The Chronic Respiratory Questionnaire (for QoL) • The Clinical COPD Questionnaire for health related quality of life • SF-36 • The Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire • 入院回数 • 再入院回数 • 入院期間 • 受診回数 • 専門機関受診回数 • 救急機関受診回数 • オフィス訪問回数 (Number of office visits) • 自宅訪問回数
参照:	<p>文献レビューからの研究:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kairy D, Lehoux P, Vincent C, Visintin M. A systematic review of clinical outcomes, clinical process, healthcare utilization and costs associated with telerehabilitation. Disabil Rehabil 2009;31(6):427-47

3.1.10 患者視点

患者視点とは、遠隔医療アプリケーションを使用する患者や家族の治療に対する見解や満足度に関する課題である。遠隔医療アプリケーションに対する患者の見解や満足度は、遠隔医療を行うにおいて重視しなければならない。なぜなら、遠隔医療は患者への治療の行い方と患者と医療従事者との関わり方が大きく影響するからである。遠隔医療は、患者が持つ治療工程全体に対するイメージに影響すると考えられる。

一般的に、患者満足度は、患者の期待や要望を満たすことであろう。しかしながら、治療においては、患者の見解や期待、好みを定義づけることが難しい。Mair and Whitten, 2000 は、遠隔医療における患者満足度の体系的レビューに基づき、実証研究において、患者満足度の定義づけは出来ないとしている。

患者満足度

- 感情、経験、やすらぎ
- 専門家による患者介入
- タイムラインと利便性
- 全体的な満足度
- 対面式か遠隔医療かの患者の好み
- プライバシーと守秘義務
- 専門的知識と態度
- 技術
- 情報伝達性
- 将来的使用の可能性

患者満足度に対する新たな研究を行う際には、患者満足度のどの側面に着目するかが重要になってくる。実証研究において、遠隔医療アプリケーションの使用に対する患者の受容姿勢は、患者満足度と同意語として使用される場合がある。

患者満足度の領域は、遠隔医療アプリケーションを使用する患者家族の満足度も含まれる。なぜなら、特に認知症患者の家族は、遠隔医療アプリケーションに深く関わると考えられるからである。

臨床的効果と患者満足度の領域は、深く関係すると考えられる。また、他の分析結果、例えば、QOLの向上には、臨床的効果と患者満足度の側面が影響すると考えられる。

多くの場合、患者が自らの病気をコントロールできる能力を向上する手段として遠隔医療は用いられる。遠隔医療アプリケーションを使用する患者の自己効力感、例えば、「患者が病気を自分でコントロールできると信じられる気持ち」に対する効果は、遠隔医療の研究分野である。同様に、患者のエンパワーメント度、患者意識向上も研究分野に含まれる。患者のエンパワーメント度とは、患者が自主的に行動し、治療の選択や管理に積極的に関わることである。

遠隔医療に対する患者の受容態度や満足度が有効な測定結果だと考えられるなら、RCTに協力した患者が答えたアンケートの回答を参考にして、実証研究でも、患者満足度の調査が可能だろう。調査に参加したくない患者には、その理由を聞くことも重要である。

▼表 4 領域: 患者視点の具体的内容

定義	患者視点の領域では、患者やその家族が持つ遠隔医療機器に対する見識や受容性に関する問題を取り扱う。
課題	<ul style="list-style-type: none"> • 満足度と受容性 • 知識の理解度 • 治療に対する信頼性 • 機器を使用する能力 • 入手と利用しやすさ • エンパワーメント、自己効力感
互換性	外部有効性：結果は他の患者グループに転送されるか？ 文化の違い、サブグループ間の違い
データ収集法	体系的文献レビュー 新たな研究（個別、一部ランダム化試験） <ul style="list-style-type: none"> • 調査 • アンケート • フォーカスグループインタビュー • 電話インタビュー
結果測定の事例	<p>≪各地域の状況に沿って作成された患者満足度に関するアンケートを用いた遠隔医療の研究（参照 Tran, 2008）≫</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diabetes: Biermann 2002, Chase 2003, Maljanian, 2005: DQIP Scale for patient satisfaction, Piette, 2001, Wong, 2005 • Heart failure: Laramée, 2003, Riegel, 2002, Schofield, 2005, Shah, 1998 • COPD: Vontetsianos 2005 <p>≪患者満足度に関する質問例（The Lewin Group, Inc., 2000）≫</p> <ul style="list-style-type: none"> • あなたは今日の遠隔治療をどの程度、満足していますか？ • 遠隔医療機器との会話は、どの程度、簡単でしたか？ • 遠隔医療機器があなたの健康問題を十分理解したと思いますか？ • 遠隔医療機器があなたのことを、どの程度の思いやりを持って対応したと思いますか？ • 遠隔治療の間、あなたはリラックス出来ましたか？それとも、緊張していましたか？ • 今日の遠隔医療は、あなたが治療を受けやすくするのに役立ちましたか？ • 遠隔治療は、あなたが受けている治療の改善や向上につながると思いますか？ • 遠隔医療は、実際に医師による訪問治療と同じ効果があると思いますか？ • 今日の遠隔医療機器の性能は、どの程度、良かったですか？ • また、遠隔医療を受けたいと思いますか？ <p>≪患者の見識に関する質問例（Scott et al. 2007）≫</p> <ul style="list-style-type: none"> • このコンサルティングサービスは、地方の医療環境に影響すると思いますか？ • このシステムは、地方の医師に影響を与えますか？ • このシステムは、地方の患者、患者家族、患者や家族を支えるシステム

	<p>に影響を与えますか？</p> <ul style="list-style-type: none"> • このシステムは、患者の健康状態に影響を与えますか？ • あなたは、これまであなたに適した治療を受けていて、その治療を遠隔でも受けられると思いますか？ • 医師が病院に滞在しなくても、その病院は良いと思いますか？ • あなたは、待ち時間や治療時間が短いので、遠隔治療を気に入ると思いますか？ <p>《自己効力感の研究例》</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benatar, 2003 • Piette, 2000 • Wong, 2005 <p>《Scott et al. 2007 による研究事例》</p> <p>◎結果：感情、経験、安心</p> <ul style="list-style-type: none"> • テレビカメラの存在が気になり、自分の事を意識しすぎた。 • コンサルテーションの終わる頃には、遠隔医療機器を通じて医師と話すことに慣れた。 • アセスメントの最中は安心できた。 • 自分の思いや感情を電話越しに伝えることができた。 • 電話での会話には、違和感を感じなかった。 • 看護師との会話に安心できた。 • 遠隔医療機器を通じた医師との会話を楽しめた。 <p>◎結果：医療従事者と患者の関わり</p> <ul style="list-style-type: none"> • 行われた治療内容の説明を受けた。 • 必要なことは全て助産師と話し合いができた。 • 地域の助産師は、私が懸念に思っていることを全て質問できるように励ましてくれた。 • 医師による説明や治療は明確で、自分にも理解できた。 • 患者やその親とのコミュニケーションが円滑に行えた。 • 精神科医と話し易かった。 • 顧問医師は私の問題を理解してくれた。 • 遠隔医療機器を使用することより、患者とのコミュニケーションが向上した。 <p>◎結果：タイムラインと便利さ</p> <ul style="list-style-type: none"> • 予約には、想定以上の時間を要した。 • 医師との予約を確保するまでの時間は短い。 • 遠隔医療機器は病院内の使用に便利な場所に設置された。 • コンサルテーションの時間が短かった。 • 検査結果の通知が随分と早くなった。 <p>◎結果：全体の満足度</p> <ul style="list-style-type: none"> • 全体的に満足できた。 • 地域の助産師から受けた取った情報量に満足できた。 • アセスメントは滞りなく済んだ。 • アセスメントは役立った。 • 看護師によるケアに満足できた。 • 遠隔医療機器に満足できた。
--	---

	<p>◎結果：対面治療と遠隔治療の好み</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 医師との面会に数日を待つよりは、遠隔医療機器を通して患者や医師と話せるほうが良い。 ・ 遠隔医療は、外来の皮膚科へ行くのと変わらない。 ・ 精神科に精通していない医師に受診を受けるよりは、遠隔医療機器を介して精神科医の診療を受けるほうが良い。 ・ もし、病院から数時間離れた町に住んでいたとしたら、近所のクリニックや遠隔医療機器を介して受診するよりも、精神科を受診するために病院へ出向く。 ・ 全体的に、対面治療よりも遠隔医療を好む。 ・ 遠隔医療は対面治療と差がない。 ・ 通院に時間をかけるよりは、遠隔医療を好む。 <p>◎結果：プライバシー／守秘義務</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 遠隔医療を受診して、プライバシーは守られていると感じた。 ・ 遠隔医療機器を介して個人情報漏えいするとは考えられない。 <p>◎結果：専門的能力／マナー</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 医師は遠隔医療機器を介しての診察に自信を持っていた。 ・ 医師は遠隔医療機器技術の高いスキルを持ち、慎重に完璧に機器を扱っていた。有能な医師であった。 ・ 医師は礼儀正しく、私の意見を尊重し、繊細で、かつ、フレンドリーな態度で接してくれた。 <p>◎結果：技術的パフォーマンス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 会話や音声は全て聞こえた。 ・ 会話や音声のクオリティーに満足できた。 ・ 遠隔医療機器は問題なく作動した。 ・ 遠隔医療を行うにあたり、機器は十分な技術が備わっていると思う。 ・ 画面に映る精神科医との面会や会話は難しくなかった。 ・ インタビューの内容ははっきりと聞こえた。 ・ インタビューはとても機械的だと感じた。 <p>◎結果：情報伝達性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地域の助産師から得られる情報は十分に理解できた。The way I obtained information from my community midwife is best described as (choice) ・ 看護師の知識の豊富さに満足できた。 <p>◎結果：将来利用の可能性／有用性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 遠隔医療はこのような個人的なケースに有益だと思う。 ・ 遠隔医療を将来の投資に勧める。 ・ 次の変化や改善を好む。I would like the following changed or improved (choice) ・ 将来的に遠隔医療を介して精神科を受信したい。 ・ 同僚にこのプログラムを勧める。
References	<p>Examples of relevant studies from the literature review:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Griffiths KM, Christensen H (2006) , Review of randomized controlled trials of Internet intervention for mental disorders and related conditions, Clinical Psychologist, vol. 10, no. 1, pp. 16-29 ・ Hyler SE, Gangure DP, Batchelder ST. Can telepsychiatry replace in-

	person psychiatric assessments? A review and meta-analysis of comparison studies. CNS Spectr 2005;10 (5):403-13
--	---

3.1.11 経済的視点

遠隔医療アプリケーションの経済的様相は、医療コストの増減や利用可能な限られた資源の選択が必要とされることを鑑みると、重要な領域であるといえる。社会の経済レベルや新技術導入の決定者の選択にも関わってくるだろう。遠隔医療機器の経済的様相は、次のように解釈される。

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. コストと効果に関する遠隔医療アプリケーションとそれに代わる機器や治療との比較研究と評価 2. 遠隔医療アプリケーションを使用する医療機関における収入支出の分析 |
|---|

1は、医療経済評価として分析されるだろう（例：費用対効果分析）。2は、投資利益率（ROI）が予測されるので、医療機関のビジネスモデルと考えられるだろう。ROIとは、遠隔医療に投下した資本に対して得られた利益の割合のことである。

1) 経済評価

医療経済評価は、表5の通りに分類される。それぞれの評価種目は、適正性、価格評価、結果評価から成る。この表を基に、MASTを使用する機関は、最も適した経済評価種目を選択しなければならない。Scott et al. 2007が示すように、費用効果分析は最もよく使われる分析方法である。

社会経済評価では、コストは使用されるリソースの価値として定義される。例えば、病院で新しい遠隔医療アプリケーションが実装されたときの場合、原価計算には（a）人的資源等のリソースの測定と（b）実質単価の両方が含まれる。価格に関しては、理論上の適正価格、つまり、最適な代替策が利用できなかった時の機会損失費用となる。実際には、特別な理由がない限り、既存の市場価格をあてる（例：価格は、生産コストとは無関係に公的費用となる）。社会的経済評価において、全てのリソース費用が含まれる。病院、自治体、患者、家族のサポートや経費などである。例えば、遠隔医療により、患者や家族が通院のための移動時間が短縮になった場合に見積られる間接経費とされるこれらのコストは、平均賃金の一部割合として人的コストとして見積る。

実際には、経済評価における概算やその種類には、大きなばらつきがある。それ故、分析の概算は明確化されることが重要である。研究の報告において、目的、方法、結果は可能な限り透明であることが重要である。

遠隔医療アプリケーションのコスト評価において、資本金やハードウェア、ソフトウェア、技術インフラへの投資は重要である。なぜなら、その費用は減価償却費となるからである。

固定費と変動費については、固定費は、短期間、例えば年間の生産数量に変化がなく一定額を要する費用である。一方で、変動費とは、生産量により変動する費用である。資産を固定費と変動費に分けることは、患者一人当たりに必要な平均費用が患者数によってどのように変化するかを見積る際に必要となる。

医療機関のスタッフが遠隔医療に費やす時間もまた、コスト見積りの際の重要な要素となる。遠隔医療により医療現場の労働時間の短縮、業務担当者の交代（例：医師が行っていた業務を看護師へ交代）がある場合、その変更は患者一人当たりの見積り費用に反映される。

現場での遠隔医療アプリケーションの使用効果は、他の医療機器との相互性の度合いによって異なる。遠隔医療アプリケーションによるデータ収集にかかる費用を見積る際には、他の医療機器との相互性や機器への影響も考慮しなければならない。

▼表 5 経済評価表 (EUnetHTA 2009, p.84 より)

経済評価種目	適正性	価格評価	結果評価	疑問点
費用最小化分析 (CMA)	比較する技術の効果は同じ。派生コストを比較	貨幣単位	なし	最もコストがかからない介入は？
費用対効果分析 (CEA)	比較機器の費用対効果（臨床効果）に差がある（有効性の違いに対して重み付けする必要がある）、同じ効果の目的と分析方法で比較されている。同等の臨床目的にあわせた有効性の尺度を比較	貨幣単位	自然単位（人生の長さ、障害期間の短縮、血圧低下のポイントなど）	最良の選択した場合と比較して、追加の結果単位あたりの介入の増分コストはいくらか？
費用効用分析 (CUA)	健康の中で生活の質については、重要な指標であるとともに医療機関の医療従事者および組織の活動の比較対象でもある。	貨幣単位	健康寿命	最良の選択をした場合と比較して、追加の結果単位あたりの介入の増分コストはいくらか？
費用便益分析 (CBA)	医療効果に関係ない項目も重要項目（治療過程、情報の有用性など）である。技術のみの評価（技術による純益）もしくは個人の寿命の金銭的寿命価値、社会的価値	貨幣単位	貨幣単位	社会に影響する経済的トレードオフはどのようなものか？

このように、遠隔医療アプリケーションのアセスメントが行われる以前に、コスト見積りに必要な患者数や機器使用にかかるコストなどを考慮しなければならない。遠隔医療機器導入には多額の投資や固定費が必要なため、患者一人当たりのコストは遠隔医療機器を使用する患者数により大きく変化する。これは、遠隔医療の特徴的な側面といえるだろう。年間患者数に関して異なる前提条件を設定し、綿密な分析が必要である。

遠隔医療アプリケーションの使用は患者に対する地理的・経済的バリアを減らし、治療へのアクセスを改善すると考えられる。治療を受ける患者の増加による患者一人当たりのコストの変化は、コスト分析に反映される。治療へのアクセス増加により、患者が治療の為に仕事を休む回数や治療を受けるのに必要な交通費が削減されるなら、その効果もまた、コスト見積りに反映される。

2) Business case

Business case において、遠隔医療への投資による支出と歳入の変化が推計される。例えば支出は、遠隔医療機器を5年間使用した場合の年間支出が推計される。多くの場合、支出は経済的評価でコスト計算された資金や資産を基に推計される。しかしながら、病院の場合などは、全ての資金や資産が支出として推計されるわけではない。

歳入の推計において、遠隔医療サービスの保険償還は欠くことができない。一般的に保険償還は、国が定める **DRG-rates** (**Diagnose Related Groups**) に基づき、医療機器のパフォーマンスに対して全額もしくは一部が支払われる。遠隔医療が **DRG-rates** に反映されない場合もあるが、例えば、在宅治療を行っている患者が、遠隔医療アプリケーションを介して看護師や医師と連絡を取り合った場合、**DRG-rates** に反映される。これは、**business case** に与える影響が大きく、医療機関の経営にも有益な影響をもたらす。

科学的研究で立証された効果を基に病院が遠隔医療機器の導入を開始することは、国や地域の医療機関が新しい **DRG-rates** を検討するきっかけになるだろう。一般的に **DRG-rates** は、治療にかかる平均費用が反映される。それ故に、**MAST** を使用した遠隔医療における費用や効果に関する研究は保険償還見直しの基礎となり、テクノロジーに関する **business case** も変わるだろう。よって、遠隔医療サービスの保険償還において考えられる問題は、経済的様相のアセスメントで説明される。

▼表 6 領域: 経済的様相

定義	遠隔医療機器の経済的様相は下記の通り。 <ul style="list-style-type: none"> • コストと効果に関して、遠隔医療機器と他の治療方法との比較 • 遠隔医療機器を使用する医療機関の歳出入を分析
課題	経済的評価（社会的見解） ≪評価対象となった遠隔医療機器と比較対象治療に要した費用≫ ◎費用項目： <ul style="list-style-type: none"> • 機材投資 • スタッフトレーニング • メンテナンス • 人件費 • 治療費 • 備品費 • 患者への支払い • 患者家族への支払い • 交通費 ◎各費用の単価 ◎遠隔医療機器使用に伴い変化する治療に関する費用 <ul style="list-style-type: none"> • プライマリケア • 救命救急病棟 • 外来患者 • 入院数 • 入院期間 • 三次医療 遠隔医療機器使用と比較対象治療の臨床的効果 （費用対効果分析に資料-参照 domain on clinical effects） ≪ビジネスケース（施設レベル）≫ <ul style="list-style-type: none"> • 年間歳出（上記のコスト項目に関連する歳出を含む） • 年間収入 • 活動（患者数、治療数） • 患者毎もしくは治療毎の保険償還（e.g. DRG-rates） ≪リスク分析≫
互換性	外部有効性：テスト運用中の状態は現実的か？ 費用面：患者一人当たりのコストは、患者数に対してどの程度、変動するか？ 各地域の経済効果
データ収集法	文献レビュー 新たな研究（個別もしくはコントロールトリアル） <ul style="list-style-type: none"> • RCT、集団 RCT • コントロールトリアル、コホート研究 • 統計、登録データの分析
結果測定の実例	≪Scott et al. 2007による研究事例≫ ◎通院

	<ul style="list-style-type: none"> • 飛行機 • 交通費 • 医療従事者の交通費 • 複数の交通機関にかかる交通費 • 交通費の変化 • 対面診療にかかる交通費、車通院手当、遠距離通院、通院に要する事案 • 救急以外の患者搬送 ◎機器 <ul style="list-style-type: none"> • 機器リース代 • 機器代金 • メンテナンス費用 - 機器代金の10%～15%、メンテナンス業者への支払いを含む • ハードウェア初期購入費用 • インストールとメンテナンス • ハードウェア • ソフトウェア • 在宅医療システム導入費用 • システム費用 • 運用費用 • 胎児ホームモニタリング費用 ◎コミュニケーション <ul style="list-style-type: none"> • テレコミュニケーション費用 • 電話回線レンタル費用、通話料 • 通信料と利用料金 • 毎月の電話料金 • 運用費用、電話回線など • 電話回線費用 • 電話通話 • モデム費用 • ISDN linesを使用したテレコミュニケーション費用 • デジタル電話回線導入費用 ◎人件費 <ul style="list-style-type: none"> • システムのスタートアップとメンテナンスに必要な人材 • コンサルタント求人費用 • スタッフ給料 • コンサルタントとサポートスタッフの費用／給料 • 看護師費用、給料と福利厚生など • 人件費 • 皮膚科医と神経科医の時間給 • 一般開業医の時間給 • Hourly rate of GP ◎コストと時間 <ul style="list-style-type: none"> • コンサルタントの時間 • 助産師の時間 • 医師／看護師チームの時間
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> • 患者の時間 • 医師（GP）の時間 • 患者による作業停止時間 • 職員がプロジェクトに費やした時間 • 皮膚科医による診察とコンサルテーションの平均時間 • 医師（GP）が皮膚科のコンサルテーションに費やした平均時間 ◎病院でのコスト <ul style="list-style-type: none"> • 推薦状の数 • 治療費 • 標準的なアンシラリーケア費用（検査、救急車など） • 標準的な病院費用（入院など） • 患者一人にかかる一日当たりの費用 • 産婦人科クリニック来院数 • 産婦人科入院日数 • 在宅ケアの総費用 • Costs should incorporate any savings and expenditures in treating a patient in the course of the condition • 医療従事者による生産性の変化 • 外来一件当たりの費用 • Costs of face-to-face depend on length of clinic sessions, number of investigations and number of reviews • 処方費用 ◎事務的成本 <ul style="list-style-type: none"> • 間接費用 • 施設利用料 • 供給品 • 管理費用 • その他プロジェクト費用 • 管理間接費用 • 生活費 • 住居 • 食事 ◎その他の費用 <ul style="list-style-type: none"> • 技術の信頼性向上 • ユーザーのスキルレベル • Uncertainty regarding the most efficient and effective applications ◎プロジェクト設立コスト <ul style="list-style-type: none"> • 資金調達の準備 • 人材確保 • プロジェクト項目の選択 • 入札準備
References	<ul style="list-style-type: none"> • Drummond et al. 2005. Methods for the Economic Evaluation of Health Care programmes. Oxford Medical Publications. • The MethoTelemed Guidance at http://www.telemed.no/methotelemed.4565273-125741.html • Tran K, Polisena J, Coyle D, Coyle K, Kluge E-H W, Cimon K, McGill S,

	<p>Noorani H, Palmer K, Scott R. Home telehealth for chronic disease management [Technology report number 113].</p> <ul style="list-style-type: none">• Ottawa: Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health; 2008.• Examples of relevant studies from the literature review:• Kairy D, Lehoux P, Vincent C, Visintin M. A systematic review of clinical outcomes, clinical process, healthcare utilization and costs associated with telerehabilitation. <i>Disabil Rehabil</i> 2009;31(6):427-47.• Clark RA, Inglis SC, McAlister FA, Cleland JGF, Stewart S. Telemonitoring or structured telephone support programmes for patients with chronic heart failure: systematic review and meta-analysis. <i>BMJ</i> 2007;334(7600):942• Deshpande A, Khoja S, Lorca J, McKibbin A, Rizo C, Jadad A R. Asynchronous Telehealth: Systematic Review of Analytic Studies and Environmental Scan of Relevant Initiatives [Technology report no 101]. Ottawa: Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health; 2008• Farmer, A., O. J. Gibson*, L. Tarassenko and A. Neil. A systematic review of telemedicine interventions to support blood glucose self-monitoring in diabetes. 2005 <i>Diabetes UK. Diabetic Medicine</i> 22, 1372-1378• Jaana M, Pare G, Sicotte C. Home telemonitoring for respiratory conditions: A systematic review <i>Am J Manag Care</i> 2009;15(5):313-20
--	---

3.1.12 組織的観点

組織的観点では、遠隔医療アプリケーションが新たに導入される際に必要なリソースがいるのか、また、導入によって組織内に発生する変化影響があるかを考慮する。

医療関連組織は、複雑で流動的である。それ故に、組織的観点の分析にはあらゆる角度からアプローチしなければならない。遠隔医療アプリケーションの導入による大きな組織的变化をもたらす可能性があることを考えると、遠隔医療サービスの分析において、組織的観点からの研究は重要だと考えられる。しかしながら、組織で起こる変化による影響力を個別化するのとは不可能と考えられる。

組織的観点における複雑な側面に関して、遠隔医療アプリケーション使用に携わる人的リソースの効果は、例えば、使用する医療関係者が他の医療機器や組織と関わる度合など、どのような相互関係が発生するのか？遠隔医療アプリケーションの導入には、相互関係の度合いと関連機器や組織への影響を考慮しなければならない。

遠隔医療サービスを価値づけるには、組織的領域の研究は欠かせない。なぜなら、遠隔医療の導入は、通常業務のルーティンや医師と看護師間の業務配分の変化が伴うからである。遠隔医療は、遠隔地にいる患者の治療やモニタリングを可能にする。このことから、現存の組織構造を変える必要が出てくるであろう。また、遠隔医療の導入は、新たなスキルやルーティンも必要になると考えられる。

遠隔医療の導入は、組織の再構築や内部システムの変更、受診する患者の変化、治療連携の改善、新たな業務内容、移転異動、職場に遠い従業員の雇用、医療スタッフや患者の交通移動の削減、遠隔医療機器導入に対する限られた反対意見など、が考えられる。

重要な懸念事項として、遠隔医療アプリケーションが組織内における現存のフレームワークに対して滞りなく導入されるかが挙げられる。不可能な場合は、大幅な変更が必要である。組織が導入に合わせて対応するか、遠隔医療アプリケーションが組織に合わせて調整されるか、本質的に異なる2つの方法があるとしている。

組織的領域の研究は、極めて複雑である。MASTは合理的な方法を通じ分離、測定することができる提案を目的としているが、多様なプロセスや組織上の関係の記述は、統計的尺度より説明文・関係図・図式で記述される。

EUnetHTA Core Modelは、遠隔医療アプリケーションの導入過程における変化の組織的分析の始発点として、現状のワークフローと患者フローを描き出すことを推奨している。コアモデルは医療介入により開発されるが、フローの描き出しにより、遠隔医療アプリケーションの導入により起こると考えられる治療過程の変化を分析できる。MethoTelemed reviewによると、ワークフローの各段階と業務内容を識別し、業務に要する時間を割り出すことは有用であると考えられる。また、各業務に必要なコストが推計される。組織的領域の研究結果は、過程、構築、文化に分けられる。

▼表 7 組織的視点の具体的内容

定義	<p>組織とは、明確な境界線を持ち、ある一定の目的に向けて活動を続ける、意識的に構成された社会的結合体である。組織的領域は、新たな遠隔医療機器が導入される際にどのような資源が動員され組織立てられるか、また、どのような変化や効果を組織にもたらすかを検討する。</p> <p>組織的様相は、3つの段階で考えられる：医療システムレベル（国、地域）、組織間レベル（組織間）、組織内レベル（組織内）</p>
課題	<p>◎過程</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ワークフロー ・ スタッフ、トレーニング、資金 ・ 相互作用、コミュニケーション <p>◎構造</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 技術の波及、一元化もしくは分散化 ・ 経済（経済的様相の領域を参照） <p>◎文化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 考え方と文化 <p>◎マネジメント</p>
互換性	<p>外部有効性：結果は他の組織に転送されるか？ 結果は他の患者に転送されるか？ コミュニティへの連携、マッピング - 医療システムを超えて転送 Mapping pathways into the community – transfer beyond the health system 障壁と施設</p>
データ収集法	<p>体系的文献レビュー 新たな研究（個別、一部ランダム化試験）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 調査 ・ アンケート ・ インタビュー ・ フォーカスグループインタビュー
結果測定の事例	<p>量的もしくは質的結果例： プロセス： ◎ワークフロー</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 患者数 ・ 治療回数 ・ 推薦回数 ・ 入院日数 <p>◎スタッフ、トレーニング、資金：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 医療従事者のシフト変動など、労働時間の変化 ・ 医療従事者が必要とされる時間の増減 ・ 遠隔医療機器の操作を学ぶために医療スタッフが費やしたトレーニング時間 ・ 遠隔医療機器導入により、それぞれの過程で要した時間の変更 <p>◎インターアクションとコミュニケーション：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 電子通信の量 ・ インフォメーションとレポートシステムの変化

	<ul style="list-style-type: none"> • 対面診療回数の変化 • 医療スタッフ間のコミュニケーションの変化 • 医療スタッフ同士の働き方の変化（一般開業医／専門医、医師／看護師など） <p>◎構造と結果:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 遠隔医療を薦める病棟数の変化 • 遠隔医療機器導入を目的に設立される病棟数 • 一般開業医と専門医による業務の変化 • 地域的拡大の変化 • スタッフの移動時間 • 患者の移動時間 <p>◎文化:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 遠隔医療機器に対する医療スタッフの態度 • 遠隔医療機器の使用経験がある医療スタッフ <p>◎マネジメント:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 管理者が監視・管理に費やす時間の変化 • リーダーシップの取り方の変化
参照	<p>文献レビューの研究事例:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deshpande A, Khoja S, Lorca J, McKibbin A, Rizo C, Jadad A R. Asynchronous Telehealth: Systematic Review of Analytic Studies and Environmental Scan of Relevant Initiatives [Technology report no 101]. Ottawa: Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health; 2008 • Kairy D, Lehoux P, Vincent C, Visintin M. A systematic review of clinical outcomes, clinical process, healthcare utilization and costs associated with telerehabilitation. Disabil Rehabil 2009;31(6):427-47

3.1.13 社会文化的、民族的、法律的視点

1) 社会文化的様相

社会文化的な領域は、遠隔医療アプリケーションのより一般的な社会的文化的背景に着目し、治療を受ける患者が住む多様な社会文化的エリアに注目している。

病院、診療所、日常生活、自宅、学校、職場など、患者の生活場所は多岐に渡る。遠隔医療アプリケーションによる治療やサービスは、これらの生活場所にあわせて行われる。生活場所にかかわらず、アプリケーションは使用される。患者に対するその使用の意味は、病院・開業医などの医療領域を超えて広がっていく。患者は、アプリケーションの使用前、使用中、使用後に、考えたり、心配したり、色々と試すことを継続する。

課題

- 患者の生活範囲の変化（社交場所、勤務場所など）
- 遠隔医療機器による治療に対する患者家族や周囲の理解
- 社会的・政治的背景と変化：遠隔医療機器の導入は、現存する治療や医療行為やサービス提供の方法に影響を与えるか？
- 責任のあり方：患者や患者家族は、遠隔医療機器による治療にかかわる責任のあり方を理解できるか？
- 性的問題：遠隔医療機器による医療サービスは、性別により影響するか？（Gender issues. Has the service any consequences on the position of gender?）

2) 倫理的様相

下記は、介入に関する EUnetHTA Core Model の説明を基に記述されている。

EUnetHTA モデルの方針に従って、倫理分析について MAST は、一般的なモラル、価値、社会の行動モデルを考慮する。社会生活や法律の基礎となる価値、モラル、社会ルールを理解することが重要である。また、遠隔医療アプリケーションが使用される背景を形成する重要な要素である。社会のモラルやルールは、社会の価値を反映し、これらの価値は、社会によって異なる。また、宗教などの文化や国民総生産などの経済の差も、遠隔医療機器導入の背景を価値づける大きな影響を及ぼす。

MAST 評価において、倫理的分析は、遠隔医療アプリケーションの導入、もしくは、導入されなかった場合に疑問視される倫理的問題を評価する。倫理的分析は MAST の過程において効率的にアプローチされるが、モラル的な問題は全ての領域にかかわる問題であるので、倫理的分析の方法は十分に考慮されなければならない。

比較するアプリケーションが倫理的に問題なく、倫理的な差がない時に PICO アプローチ（patients/患者、intervention/介入、comparison/比較、outcomes/結果）による倫理への厳密な適応ができる。つまり、比較対象のアプリケーションと比較して、倫理的な相違がない場合、これらの遠隔医療アプリケーションは倫理的に平等であると考えられる。完璧な倫理的分析の可能性は低いと思われるが、根本的な道德問題を見落とさないためにも倫理的分析は重要である。

課題

- 全体的な問題：遠隔医療機器の導入は、宗教、文化、モラルや信念に関する課題に対応できるか？
- 潜在的な倫理的問題：患者が担う治療に対する責任など
- 権限：治療に対する患者の自主性はどの程度で受け入れられるか？
- 平等性：異なる社会階層間での平等性

3) 倫理的様相

MASTの倫理的様相に関する領域は、遠隔医療アプリケーション導入にかかわる全ての法的義務に焦点を置いている。法的アセスメントは、二段階で行われる。

まず最初に、新たな遠隔医療アプリケーションを受け入れる現存の法的フレームワーク体制のアセスメントが行われる。例えば、医療従事者と患者間で既に治療に関する関係性が成り立っている場合は、遠隔医療が導入されても限られた範囲でしか使用されないであろう。例えば、精神科的治療限定など、遠隔医療介入に制限が加わるかもしれない。また、法律遵守の元で遠隔医療が行われたとしても、従来の治療と異なるので、従来通りに保険償還を受けられないかもしれない。この第一段階では、遠隔医療アプリケーションに関する法律的様相のアセスメントを進める前に、遠隔医療導入時の最初の段階で妨げになる障壁を明らかにし、法令規則に関するハイレベルな枠組みの必要性に気づかされる。

法令規則に関する枠組みが立てられたら、次の段階として、遠隔医療アプリケーションのかかわる規則要件がアセスメントされる。MAST評価において、遠隔医療機器自体や導入にかかわる法律のもしくは規則に関する問題が分析される。このアセスメントの第二段階では、医療機関の内部組織と患者の二つの側面に注目をあてる。

考慮されるべき主な課題

- ◎医師の認定
 - 医師は遠隔医療を行う地域での一般的な医療行為や遠隔医療行為を許可されているか。
- ◎情報管理
 - 患者の個人情報管理は徹底されているか
- ◎専門職業人賠償責任保険
 - 保険対象範囲の認定
 - 遠隔医療にかかわる各関係機関同士での、損害賠償に関する情報のシェア

まず、組織内の問題に着目すると、治療に携わる医療従事者が遠隔で医療行為を行うにあたり、遠隔医療を行う専門家として認定されているのかを確認しなければならない。例えば、遠隔機器により患者の治療記録を取る看護師は、その地域によって定められた資格を取得する必要があるかもしれない。医療機関は、既に行っている治療にかかわる法的責任と遠隔医療機器の導入に伴って新たに発生する法的責任の両方の認定評価が必要となることに注意しなければならない。また、遠隔医療機器導入において新たな賠償保険が適用されるのかを調査することも重要である。法律のアセットマネジメントにおいて、情報管理にかかわる課題が大部分を占める。遠隔医療機器は外部の医療機関から送られてくる大量の患者情報を扱うので、病院やその他の医療機関が実施している情報管理運営をアセスメントすることは、また、他の医療機関からの情報を適切に受け取り処理できるかをアセスメントすることは、最も重要だと考えられる。また、外部から受け取る情報の処理や管理にかかわる賠償責任問題、責任の所在や問題発生時の対策フローが、遠隔医療機器導入の前に明確にされていなければならない。治療のタイ

ミングやインフラ、トレーニングに関する課題は、情報管理基準に基づいた新たな必要条件が適切に対応されているかを確認することが重要である。

最後に、内部課題の法的アセスメントにおいて、MAST 評価は、遠隔医療機器の導入に至らなかった場合に影響を及ぼした法律的要素も査定しなければならない。導入が明らかに患者の安全性や治療結果に影響を及ぼすと判断された場合、医療機関は、患者や治療に対して安全の配慮や質の高い治療を行うにあたり、法的義務に欠けていたと考えられる。遠隔医療機器が多くの医療機関で使用された場合、不法とみなされる行為も発生する可能性が考えられる。

外部の法的課題において、遠隔医療機器の使用が院内の情報管理システムで管理されている患者の情報に関する権利についてアセスメントすることも重要である。特に、遠隔医療機器が患者データを扱う場合に、患者は、どのようにデータが収集されたか、その内容の詳細、また、だれがデータにアクセスできるのかを知る権利がある。多くの国では、患者は自分のデータにアクセス、また、データを変更できる権利を持っている。MAST アセスメントでは、遠隔医療機器使用において、その患者の権利がどの程度保証できるのか、また、医療機関が懸念する組織的な課題が発生するのかを評価する。

課題

- 医療的認定
- 情報管理
- 専門職業人賠償責任保険
- 患者管理 - 承諾とアクセス

▼表 8 領域：社会文化的、倫理的、法律的様相

定義	この領域では、遠隔医療機器の倫理的、法律的、社会文化的様相を取り上げる。
課題	<p>◎倫理的問題：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 全体的な課題：遠隔医療機器は、多様な宗教や文化、道徳的な信条に対応できるか ・ 潜在的な倫理的課題、患者に治療の責任を課せる など ・ 自律性：患者の治療に対する自律性確立は困難か、もしくは、確立していくか ・ 公平さ <p>◎法律的問題：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 臨床的認証 ・ 情報統括 ・ 専門職業責任賠償 ・ 患者コントロール - 同意とアクセス <p>◎社会的問題：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 患者の生活活動域の変化（社会生活、仕事） ・ 遠隔医療機器に対する患者家族や周囲の人々の理解 ・ 社会的、政治的背景と変化。遠隔医療が発達した場合、既存の医療に影響を及ぼすか。 ・ 責任の変化。患者や患者の家族が、遠隔医療機器使用に伴う責任を負えるか。 ・ ジェンダー問題。遠隔医療は性別に影響するか。
互換性	<p>外部有効性：文化の差、法律の差、サブグループ間の差</p> <p>必要な法律的根拠</p> <p>国境を越えた互換性</p>
データ収集法	<p>体系的文献レビュー</p> <p>新たな研究（個別、一部ランダム化試験）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 調査 ・ アンケート ・ フォーカスグループインタビュー ・ 法律 <p>主要出資者へのインタビュー</p> <p>倫理委員会へ委託</p> <p>合意形成の調整（e.g. through Delphi exercises）</p> <p>電話インタビュー</p>

結果測定の事例	<p>倫理、および、法律に関するレポートは以下を参照。</p> <ul style="list-style-type: none"> • A list of reports on ethical and legal considerations in relation to telemedicine can be found in Tran (2008) appendix 3B. <p>◎その他の事例：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 法的責任 - 治療の責任者は誰か • 遠隔医療を行うにあたり、医師に特別な権限や資格は必要か • 患者の自律性とプライバシー • 医療の平等性 • 権限付与 • オーナーシップと責任 • 新規／実験機器に対する法規制
参照	<p>文献レビューの研究事例：</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marziali E, Serafini JMD, McCleary L. A systematic review of practice standards and research ethics in technology-based home health care intervention programs for older adults. J Aging Health 2005;17(6):679-96

3.1.14 結果の互換性の評価

遠隔医療アプリケーションの評価に新しい研究からのデータの収集と分析が含まれる場合、評価には、研究結果のある設定から一般化されるのかを考慮をしなければならない。これは、7つの視点全てにおいて考慮される事項である。一例として、臨床結果の評価には、試験中の状況が特別で管理されているのかどうか、実生活で同じ結果が期待できない（効果がある）のかという分析を行う必要がある。遠隔医療アプリケーションの使用にあたるコストの見積りは、患者数が増えるにつれて、患者一人当たりにかかる費用がどのように変化するかを分析して推計されなければならない。患者一人当たりの費用を算出した際の推定患者数を明確にすれば、実際の現場でコスト見積りをするのに有益である。

同様に、アセスメントが体系的文献レビューの全体もしくは、一部に基づいているなら、研究の効果および信頼性に関して、起こりうる課題があることに言及しなければならない。国外への研究結果の展開については、国境を超えた互換性がどの程度あるのかを考慮しなければならない。例えば、法律や保険償還や医療機関の違いで、費用効果については、下記のような国の事情で異なる。

- 人口統計学と疫学の基本的な違い
- ヘルスケア・リソースの有用性と病院での医療行為の種類の違い
- 医療従事者や機関による介入の違い、保険償還など
- 医療費用の違い
- 人口評価の違い
- 人口特性の違い

データの互換性を調査するために、臨床や費用に関する統計的なデータの使用を推奨している。これらのデータは、各国で定常的に有用な統計から得られたデータであることが望ましいとされている。

しかし、現実的には、国から国へデータを受け渡すことは困難であり、それぞれの状況で推測される潜在的な問題や不確定要素を取り上げられるべきである。

遠隔医療機器に関する研究結果の互換性や一般化にかかる問題は、Ohinmaa et al. 2001 によって取り上げられた。また、データの互換性は EUnetHTA Core Model の重要な要素でもある（参照 EUnetHTA, 2008）。

1) データ収集法

7つの領域に関して、それぞれ異なる研究やデータ収集法を用いる際には、一般的原則として、遠隔医療アプリケーションの効果に関する有効かつ信頼できる推定値を生成する必要がある。例えば、医療効果測定に関する研究が計画される場合、可能であれば、綿密に考案されたランダム化比較試験（RCT）もしくはクラスターRCTを用いて、高レベルのエビデンスを出す必要がある。

RCTでは、患者と医療従事者の双方が目隠し状態である必要があり、患者側、クリニックのスタッフ、評価者は、だれがコントロール群・実証グループか、誰が試験を行う側なのかを知ることが出来ない。その理由は、患者とスタッフの両方が遠隔医療アプリケーションを好むかも知れず、それがバイアスにつながる可能性があるためである。バイアスのリスク無しに評価を行うことが難しいことを示している。

遠隔医療アプリケーションの特徴である複雑な介入が必要な場合は、この方法は実際的ではないと考えられ、公平なアセスメントを行うのは難しいとされる。その解決の可能性のある方法として事前に患者の好みを調査する“preference trail”がある。こだわりのある患者が無作為調査を断る患者については希望する治療を受けることになる。統計分析では、無作為化試験からのデータとこだわりのある患者の2つのグループの観察研究からデータの統計分析を行う。

他の視点に関しては、データ収集はハイレベルでの証明を行うために設計されるべきである。組織視点の研究は、インタビューやフォーカスグループインタビューのような方法を活用する。例えば、遠隔医療アプリケーションの使用に関する臨床スタッフのデータ収集は、組織視点に関する有効なデータなのである。

2) 結果測定

結果測定とアセスメントで使用されたデータ収集法は、患者グループ、遠隔医療アプリケーションの使用目的や使用する組織の判断による。

これについては、一般に科学文献で推奨されている。結果尺度の選択は、遠隔医療アプリケーションが設定される目的によって異なる。遠隔医療の結果の適切な測定には慎重な検討が必要であり、含まれる結果は介入に明確にリンクしなければならないことを強調する。遠隔医療のような複雑な介入の評価は、介入がどのように機能するかについての十分な理解に基づいていなければならないと主張する。したがって、評価は、既存の文献とパイロットの結果のレビューから開始する必要がある。収集された情報は、因果関係の理論的理解の開発にも使用できる。最後に、情報と理解を使用して、含める必要のある関連する結果を特定する。

MethoTelemed プロジェクトの体系的文献レビューは、遠隔医療機器の研究で使用された幅広い結果測定のバリエーションについて記している。例として、Barak et al. 2008 は、インターネットによる精神療法介入について次のように述べている。

「介入分析は746の測定法により評価される。たった一つの測定結果を用いた研究もあるが、そのほかの研究は、最大21の測定方法を用いてアセスメントを行った。」

一般的に、結果測定方法の選択は、科学的文献が推奨する方法を取るのが望ましい。
 (MethoTelemed プロジェクトのレビューを参照 <http://www.telemed.no/methotelemed>)

最後に、実証研究で複雑な要素が見つけれられた場合は、それらの測定も必要である。例えば、年齢や性別、患者に対する理解など、介入グループとコントロールグループの間に組織的な差がある場合は、これらの要素も測定されデータに含められる。

▼表 9 アセスメントの結果計測

医療的効果	経済的結果	患者の見解	組織的様相
死亡率 FEV1 SAT MRC BMI SF-36 うつ病 (HADS)	COPD Suitcaseをする患者一人当たりのコスト 日数 コンサルテーションの数 電話の数 再入院数 入院日数 外来数 訪問看護回数 緊急時利用の回数 COPD Suitcaseに対する保険償還の効果	遠隔医療機器に対する患者の見解に関するインタビューとアンケート	COPD Briefcaseを使用する病院に勤務している看護師へのインタビュー 自治体から派遣される訪問看護師へのインタビュー

3.1.15 MAST モデルの長所／短所

最後に MAST モデルの長所と短所を以下にまとめる。

1) MAST モデルの主な長所

- ステークホルダーと遠隔医療機器ユーザーからの要望やコメントを基礎としている。
- 学際的で総合的である。
- 科学的研究と品質を基準とする。
- 推測結果の互換性について説明している。
- HTA と EUnetHTA を基礎にしている。それ故に、EU 諸国の企業や医療機関、工業界、学校、医療専門家達にも精通する。

2) MAST モデルの主な短所

- 新たな実証研究が必要となるため、時間を要する。
- 遠隔医療機器の構造については説明できない。これは、他の科学的研究が必要となる。
- このモデルは遠隔医療機器の効果（組織的効果を含む）に焦点をおいているので、遠隔医療機器導入時の過程については説明していない。MethoTelemed Guidance にある通り、導入過程の情報は他の科学的研究が必要となる。

MAST は、既に使用されている遠隔医療機器のアセスメントのみに有効である。機器が開発段階である場合は、他の種類のアセスメントが必要である。

3.2 IPE 基礎実習 / 酒井郁子

講師プロフィール

千葉大学大学院看護システム管理学教授

1983年千葉大学看護学部卒業後、千葉リハビリテーションセンター、千葉県立衛生短大（現・千葉県立保健医療大学）看護学科助手を経て、東京大学大学院医学系研究科博士課程（保健学）へ進学。97年修了後、川崎市立看護短期大学助教授、千葉大学看護学部附属看護実践指導センター老人看護研究部助教授、同大学地域高齢者看護システム管理学助教授を経て、2007年よりケア施設看護システム管理学教授。15年に開設された同大学大学院看護学研究科附属専門職連携教育研究センターのセンター長を兼任する。

3.2.1 講義の概要

IPE は、“Interprofessional Education occurs when two or more professions learn with, from and about each other to improve collaboration and the quality of care”と定義される。日本語に訳せば、「職種、またはそれ以上の専門職が主体となって、協働とケアの質を改善することを目的とし、共に学び、互いから学び、互いについて学ぶという方法をとる」となるだろう。

まず、これが「学ぶ」ことについての説明であり、そして「教える」ことについての説明でもあることを強調しておきたい。定義からわかるように、共に学ぶだけではなく、2つ以上の専門職が「互いから学び、互いについて学ぶ」という相互作用が強調されている。IPE は協働的であり、公平性が確保されており、正解のない経験学習であり、「教える人」と「学ぶ人」という区分けをしない。これは、専門職者として学び続ける方法について述べているとも換言できる。IPE の思想を理解し、実践し、自らの実践を改善し続けていくことがセットとして行われるものを指し示しているのである。

3.2.2 意識していない世界観をあらわにする

IPE は、従来語られてきた「チーム医療」「チームアプローチ」とはまったく異なるともいえるし、同じであるともいえる。IPE の話しをすると「基礎教育での IPE はサークル活動とどのように違うのか。本学はサークル活動が盛んで、それを通して仲良くなったりチーム体験をしたりしているため、あえてプログラムに導入する必要がない」「本院は顔の見える連携を行っており、継続教育として IPE を行う必要性を感じない」——。これらの発言に共通するのは、自身によって立つ前提や価値を相対化せず、「自分が実際に行っている」既存のチーム活動を「自分が気持ちよく仕事をしてきた」という視点でのみ一般化し、「チーム医療は実践できており、何の問題もない。だから IPE なんて必要がない」と評価していることであろう。

チーム医療あるいはチームアプローチという言葉は保健医療福祉の業界では目新しいものではなく、これまで何十年にもわたって営まれてきた業務形態の一つであろう。ただ、総体としては、うまくはっていない業務形態といえるのではないだろうか。ただ、IPE によって、その状況は打破できるのでないかと考えている。

確かに IPE を通して互いについて互いから学ぶことがなくとも、他職種と一緒に仕事をすることはできる。だが、他職種へのステレオタイプな観念がより強固なものになり、自分の実体験のみに基づいて、チーム医療に対するイメージや、他職種の役割、能力に対してレッテルを貼るなど、他職種について他職種から学ぶことなく共に働くことで生まれるマイナスもある。IPE が意図することは価値の転換（changing value）であり、これは看護学教育に対しても及

ぶ。看護学の発展によって、看護職が受ける教育は高度化し、看護職の認知度は増した。看護職の役割については、社会的合意形成も得られているといえるだろう。こうした中、看護職自身が、従来の既成概念に拘泥してしまっているということはないだろうか。これは看護教育に限ったことではない。

例えば、「チームの中で看護職は調整役」という概念だ。これに対し、「調整役を看護職だけが引き受けてはいけない。調整は連携に参画する全ての専門職者がそれぞれの立場で行うべきものである」と導き出すのが、IPE の成果の一つである。または、「患者の最もそばにいる看護職こそ患者のことをわかっているのだから、看護職の意見はもっと尊重されるべき」「私たち看護職は他職種と比較しても負担の大きい職種であるのだから、他の専門職に業務を再配分してほしい」と主張し、「それを叶えるチームこそが、チーム医療の実践である」という自職種中心の既成概念もある。このような既成概念と全く逆の発想を学習者に促し、「自職種は他職種に対し、どんな貢献ができるか」と考える力を養うことも IPE の成果である。つまるところ、「どのような場でも、どのようなチームであっても、看護職として必要とされる貢献ができる力量を持つ看護職」、これが IPE に組み込まれた看護学教育で育成できる人物像といえる。

2015年1月1日、千葉大学大学院看護学研究科に附属専門職連携教育研究センター

(IPERC) を開設した。同センターは、千葉大学亥鼻キャンパス高機能化構想の一つとして大学から位置付けられた施設であり、従来の千葉大学における IPE (以下、亥鼻 IPE) の実践をより深化させるだけでなく、日本、アジアの教育研究拠点形成という狙いがある。今後、IPERC では、地域住民との連携事業、共同研究の推進、IPE の実施に関するコンサルテーションを企画・実施し、研究・普及事業の拠点としての活動基盤を充実させていく考えだ。

そして本講座では、IPE の本質である、お互いについてお互いのことをお互いに学ぶことを主眼に置いたワークショップを体験していただく。このワークには、アイスブレイク、自己の行動のリフレクション、互いのこれまでのジャーニーの理解、情報共有の方法、対立の解決、などが含まれる。このワークを通していろいろなことに気づき、新しい価値を生み出し共有することを体験していただきたい。

3.3 医療データ解析実習 / 西川・蘆田・戸倉・山下

講師プロフィール

- ・西川浩平

実習講師/教科書作成。2020年4月～開志専門職大学情報学部 講師 2017年から4年連続で、IBM Champions 選出。開発者、ビジネスリーダー、経営層などを対象に、クラウド、IoT、AI、ブロックチェーン活用について、セミナーの企画運営、講演、技術文書作成などを行う。

- ・蘆田昇

Python 入門 [テキスト] 作成。福井工業高等専門学校元教員

- ・戸倉彩

サブコーチ

- ・山下智砂子

授業コーディネーター・サブコーチ。医療・介護関連職（看護師）に従事。ICLS 日本救急医学会認定 ICLS コースインストラクターを行う。二次救命処置コース（Advanced Cardiac Life Support）京都府医師会・京都府医療センター・大阪府医師会・松下記念病院・大阪大学総合診療部・京都大学医学部医学教育推進センター・京都府医科大学付属病院救急医療部、その他病院が開催するコースにてインストラクターとして貢献。こちらを経て、大手企業（工場系/商業施設）にて、医療・福祉を取り入れた研修事業を立ち上げる。医療系のアプリを開発するベンチャーとアライアンスを組む。その際にプログラミング等を学習。2018年、Universal Robot Lab を立ち上げる。児童向けのプログラミング教室としてスタート。新規事業として、現役エンジニア向けスキルアップ講座（Python）、メディカルサイエンス+実技演習（Python）講座。開始予定。

- ・協力企業：『日本アイ・ビー・エム株式会社』

3.3.1 講義の概要

1) Python 入門

プログラミング経験ゼロのビジネスパーソンの方を対象に、Python プログラミング環境を導入しソースコードの入力、出力から体験頂きます。2つのパターンで学習します。

- ① Python3.8 をインストールし IDLE を起動させます。shellwindow にソースコードを入力していきます。
- ② Jupiter Notebook を使用します。

2) 機械学習活用

大手調査会社 IDC の調査※1 によれば 2018 年時点で世界で最も AI を販売している企業は、IBM 社となっています。IBM 社のパブリッククラウドサービス「IBM Cloud」では、AI(人工知能)サービスである「Watson」を、無料で使用することができます。

「Watson」で、とても人気のある画像判別サービス「Visual Recognition」とこれまで学習してきた Python を用いて、機械学習を体験していきます。

演習に使用するサンプル情報などは下記 Web※2 サイトから入手可能です。

※1 : IDC 調査 Worldwide Artificial Intelligence Market Shares, 2018

※2 : <https://medicalinnovationtech.wordpress.com/>

3) 医療データミニハッカソン

ここまで学習した内容と受講者それぞれの経験を用いて、チームを組み、1 チーム 1 アプリケーションを作り、最終日に発表していただきます。講義では、チーム開発に必要なノウハウなどを説明し、チーム作り、チーム作業へ入っていきます。

4) 学習内容

◎Python 入門

- ・算術式を実行する
- ・Print 文で出力する
- ・変数
- ・変数にデータ値を入力する
- ・制御構造 / 条件分岐
- ・Python エディタでプログラミング
- ・制御構文

◎機械学習活用

- ・パブリッククラウド概要
 - －クラウドの特徴
 - －クラウドの種類 (IaaS/PaaS/SaaS 違いなど)
 - －クラウドの利用方法
- ・IBM Cloud が提供している AI 関連サービス紹介
 - －代表的な Watson API
 - －Watson Studio
- ・IaaS (独自 AI 構築時のインフラ基盤)
- ・IBM Cloud ライト・アカウントの取得
- ・IBM Cloud で使用するサービスの有効化
- ・パソコンに Jupyter Lab/Jupyter Notebook をインストール
- ・Notebook による画像判別
- ・クラウド上の Notebook を用いて画像判別
- ・機械学習によるカスタムモデルの作成
- ・カスタムモデルを使った画像判別
- ・画像判別と Watson Discovery による文書検索

◎医療データミニハッカソン

- ・チームビルディング
- ・チーム作業のためのツールの紹介と使い方
- ・ハッカソン内容

- ・ Call for Code Global Initiative のご案内
- ・ 発表について

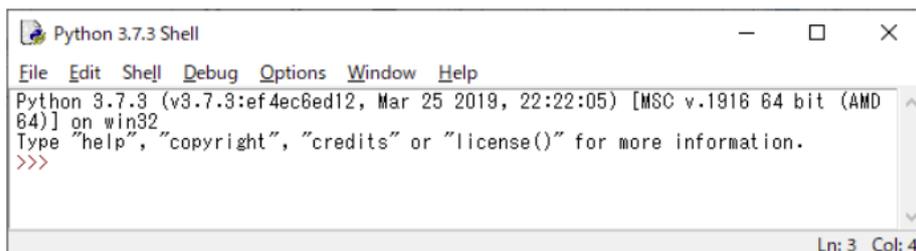
5) 参考資料

- ・ Python 日本語ドキュメント: <https://docs.python.org/ja/3/>
- ・ Project Jupyter Documentation: <https://jupyter.org/documentation>
- ・ IBM Developer Code Patterns: <https://developer.ibm.com/jp/patterns/>

3.3.2 演算式を実行する

1) 算術演算

Python を起動するとプロンプト（入力促進）文字列「>>>」とカーソル「|」を表示して命令行の入力を待つ。Python はインタプリタ型のプログラミング言語であり、入力された命令行を 1 行ずつ行単位で実行する。カーソル（「|」）表示位置から命令行を入力し、Enter キーを押すと、入力した命令行が実行される。



演算式を入力すると演算式を実行し、評価した結果が表示される。演算式「10+20」を入力し、結果を確かめよう。

```
>>> 10+20
30
```

演算子のうち算術演算を表す「算術演算子」を示す。

▼表 1 算術演算子

演算子の記号	機能
+	加算
-	減算
*	乗算
/	除算
//	除算(結果は小数点以下切り捨て)
%	剰余(除算の余り)
**	べき乗

```
>>> 100.0-75
25.0
```

演算式「 $100.0 - 75$ 」の結果の数が「 25.0 」となったように小数点以下がある数と小数点以下の数がない数が混ざった式を評価した結果の数は小数点以下がある数となる。

演算式「 15×3 」、「 $21 \div 5$ 」の結果を確かめよう。

```
>>> 15*3
45
>>> 21/5
4.2
```

演算式「 $21/5$ 」の結果の数が「 4.2 」となったように整数同士の除算であっても評価した結果の数は小数点以下がある数となる。

「 $21 \div 5$ の結果の数を焦点のつかない数で求める」、「 $33 \div 5$ の余りを求める」、「 23 を求める」の結果を確かめよう。

```
>>> 21//5
4
>>> 33%5
3
>>> 2**3
8
```

2) データの型

・整数 (int)

int は integer (整数) の略。「 1 」、「 128 」、「 -1234 」のように小数点以下の数がない数値をいう。

・実数 (浮動小数点数、float)

float は floating point number の略。「 2.0 」、「 3.141592 」、「 -90.0 」のように小数点以下の数がある値をいう。実数は、「 2.0 」を「 $0.2e1$ 」(0.2×10^1 を表す)、「 -90.0 」を「 $-0.9e2$ 」(0.9×10^2 を表す)と記述することもできる。

・文字列 (str)

str は string (文字列) の略。0 個以上の文字 (半角または全角の文字・数字・記号) を半角の「`"` (ダブルクォテーション)」または「`'` (シングルクォテーション)」で囲んだ値のこと。

・真理値 (bool)

Bool は boolean の略。True と False の2種類の値をとる。True は真、False は偽を表す。文字列「`A`」、「`<>`」、「`Apple`」、「`Programming Language`」の文字列を入力し、表示された結果を確かめよう。

```
>>> "A"  
'A'  
>>> "<>"  
'<>'  
>>> "Apple"  
'Apple'  
>>> "Programming Language"  
'Programming Language'
```

全角文字を含む文字列「プログラミング言語」、「2020 東京オリンピック」を入力し、結果を確かめよう。

```
>>> "プログラミング言語"  
'プログラミング言語'  
>>> "2020 東京オリンピック"  
'2020 東京オリンピック'  
>>> "2020.04.01"  
'2020.04.01'  
>>> "5+5"  
'5+5'
```

記号が混ざった文字列「2020.04.011」、「5+5」を入力し、結果を確かめよう。

```
>>> "2020.04.01"  
'2020.04.01'  
>>> "5+5"  
'5+5'
```

文字列と文字列は連結演算子「+」で一つの文字列にできる。連結演算子を使用例と真理値の入力例を示す。

```
>>> "京都"+"大阪"+"神戸"  
'京都大阪神戸'  
>>> True  
True  
>>> False  
False
```

3) 算術演算子の優先順位

算術演算子の優先順位を示す。

▼表 2 算術演算子の優先順位

優先順位	算術演算子
高い	* *
:	*, /, //, %
低い	+, -

演算式「 $1+2+3$ 」を入力し、結果を確かめよう。

```
>>> 1+2+3
6
```

「 $1+2+3$ 」は、左から「 $1+2$ 」を先に計算し、次に「 $(1+2 \text{ の結果}) + 3$ 」を計算するので、 $1+2+3=6$ となる。演算式「 $2-4+8$ 」を入力し、結果を確かめよう。

```
>>> 2-4+8
6
```

「 $2-4+8$ 」は減算と加算の優先順位が同じなので、左から「 $2-4$ 」を先に計算し、次に「 $(2-4 \text{ の結果}) + 8$ 」を計算するので、 $2-4+8=6$ となる。演算式「 $10 \times 2 + 20$ 」を入力し、結果を確かめよ

```
>>> 10*2+20
40
```

「 $10 \times 2 + 20$ 」は加算よりも乗算の優先順位が高いので、「 10×2 」を先に計算し、 $(10 \times 2) + 20 = 40$ となり、式を評価した結果は「40」となる。演算式「 $5.0 - 20 / 4$ 」を入力し、結果を確かめよう。

```
>>> 5.0-20/4
0.0
```

「 $5.0 - 20 / 4$ 」は減算よりも除算の優先順位が高いので、「 $20 / 4$ 」を先に計算し、 $5.0 - (20 / 4) = 0.0$ となり、式を評価した結果は「0.0」となる。演算式「 $3 \div 2 \times 4$ 」を入力し、結果を確かめよう。

```
>>> 3/2*4
6.0
```

「 $3*2/4$ 」は乗算と除算の優先順位が同じなので、左から「 $3*2$ 」を先に計算し、次に「 $(3*2 \text{ の結果}) / 4$ 」を計算するので、 $3*2/4=1.5$ となる。

次の[1]～[7] 計算式を入力し、それぞれの式が評価された結果を確かめなさい。

```
[1] 1.0-2.0-3.0
[2] 10.0+20*3
[3] 10*5-5
[4] 25-6*2
[5] 62*4+8
[6] 13*2+16*3
[7] 3*2*4
```

演算式の中で優先して先に計算したい項は「(」と「)」で囲む。演算式「 $(1+3)*(5-2)$ 」を確かめよう。

```
>>> (1+3)*(5-2)
12
```

次の演算式を入力し、結果を確かめよう。

$$\frac{14}{5+2}$$

```
>>> 14/(5+2)
2.0
```

3.3.3 print 文で出力する

print 文は、「(」と「)」で囲んだ中に書かれた項目の値を出力する。項目は文字列、演算式を書く。

print 文で英単語「computer」を出力しよう。

```
>>> print ("computer")
computer
```

演算式「 $3.141592*2.0*2.0$ 」の結果を出力しよう。

```
>>> print (3.141592*2.0*2.0)
12.566368
```

出力する項目が2つ以上ある場合は、項目と項目の間を区切り記号「,」で区切って並べる。「大阪市」、「神戸市」、「京都市」の3つの文字列を出力しよう。

```
>>> print ("大阪市","神戸市","京都市")
大阪市 神戸市 京都市
```

4つの演算式「20」、「21」、「22」、「23」の結果をまとめて出力しよう。

```
>>> print (2**0,2**1,2**2,2**3)
1 2 4 8
```

文字列「三角形の面積:」と演算式「 $3 \times 4 \div 2$ 」の結果を出力する。

```
>>> print ("三角形の面積:",3*4/2)
三角形の面積: 6.0
```

複数の文字列を連結演算子「+」でつないで出力できる。文字列「Internet」と「(インターネット)」をつないで出力する。

```
>>> print ("Internet"+"(インターネット)")
Internet(インターネット)
```

演算式の結果は数値なので、演算式と文字列を連結演算子でつないで出力することはできない。次のエラーが指摘される。

```
>>> print ("三角形の面積:"+3*4/2)
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#9>", line 1, in <module>
    print ("三角形の面積:"+3*4/2)
TypeError: can only concatenate str (not "float") to str
>>>
```

演算式の結果の数値を str 演算子 (string の略) で文字列に変換して他の文字列と連結演算子でつなげる。

```
>>> print ("三角形の面積:"+str(3*4/2))
三角形の面積:6.0
```

3.3.4 変数：変数の定義とデータ値の格納と参照

変数は名前をもったデータ値を一つ格納できる箱のようなものである。変数は代入文によってデータ値を格納できる。代入文は、「変数=式」と書き、右辺の式を評価した結果のデータ値が左辺の変数に格納される。式はデータ値、演算式、変数を書き、データ値は整数値、実数値、文字列が書ける。変数の名前は、英大小文字で始まり、2文字目からは英大小文字または数字が使える。2文字目から記号「_（アンダーバー）」が一度だけ使える。変数の名前につける英小文字と英大文字は区別される。

【例題】

変数 **a** に 10、変数 **b** に 20 を格納し、変数 **c** に変数 **a** と変数 **b** の和を格納し、変数 **a,b,c** の値を出力する。

```
>>> a=10
>>> b=20
>>> c=a+b
>>> print (a,b,c)
10 20 30
```

変数は名前を明示してデータ値を格納することで定義され、有効となる。「**a=10**」で名前 **a** の変数に 10 が格納される。「**b=20**」で名前 **b** の変数に 20 が格納される。「**c=a+b**」で変数 **a** と **b** に格納したデータ値が参照され(格納されている値のコピーが使われ)、「**10+20**」の結果の「**30**」が変数 **c** に格納される。

代入文の右辺の変数 **a** と変数 **b** はデータ値が参照されただけなので、格納されているデータ値は保存されている。

print 命令で「**(a,b,c)**」と出力項目に変数を書くと、変数 **a,b,c** に格納されているデータ値が参照され出力される。

定義された変数は次のように「**a**」、「**b**」、「**c**」と名前を明示するだけで格納しているデータ値が確認できる。

```
>>> a
10
>>> b
20
>>> c
30
```

複数の変数の名前「a;b;c」と名前と名前の間を区切り記号「;」で区切って明示すれば、それらの変数のデータ値をまとめて確認できる。

```
>>> a;b;c
10
20
30
```

「a,b,c」と名前と名前の間を記号「,」で区切って明示すれば、それらの変数のデータ値をまとめて確認することもできる。

```
>>> a,b,c
(10, 20, 30)
```

変数の名前は a,l,x のように 1 文字とするよりも、moji,nagasa,taijyuu というようにローマ字綴りや、letter,waord,,area など英単語の名前を付けると変数の役割や働きをわかりやすくする。

【例題】

変数 data1 に 1.0、data2 に 3.0、data3 に 5.0、data4 に 7.0、data5 に 9.0 を格納し、5 つの変数に格納した値の合計を total、平均値を average 求めよう。

```
>>> data1=1.0
>>> data2=3.0
>>> data3=5.0
>>> data4=7.0
>>> data5=9.0
>>> total=data1+data2+data3+data4+data5
>>> average=total/5
>>> print ("合計=",total)
合計= 25.0
>>> print ("平均=",average)
平均= 5.0
```

データ値が格納されていない変数は未定義となるので、名前を明示すると「Name Error」の誤りとなり、使うことができない。

```
>>> x
Traceback (most recent call last):
File "<pyshell#9>", line 1, in <module>
x
NameError: name 'x' is not defined
>>>
```

変数はデータ値を一つしか格納できないので、データ値を格納する変数に新たなデータ値を格納すると上書きされる。

```
>>> i=2.5
>>> j=1.5
>>> print (i,j,i+j)
2.5 1.5 4.0
>>> i=3.2
>>> print (i,j,i+j)
3.2 1.5 4.7
```

変数 *i* のデータ値「2.5」は、「*i*=3.2」に置き換えられるので、その後の「*i*+*j*」は $3.2+1.5=4.7$ となる。変数の名前につける英小文字と英大文字は区別される。変数 *name* に文字列「computer」、変数 *NAME* に「tablet」を格納しよう。

```
>>> name="computer"
>>> NAME="tablet"
```

変数 *name* と *NAME* は、英小文字と英大文字が区別されるので別の変数として定義され、それぞれに代入されたデータ値を格納している。

変数にはデータ型がなく、どのデータ型のデータ値も格納できる。型がないので、データ値を格納する変数に別のデータ型のデータ値を格納できる。

```
>>> data=5
>>> data
5
>>> data=0.125
>>> data
0.125
>>> data="JAPAN"
'JAPAN'
```

変数 *x,y,z* のそれぞれに同じデータ値、たとえば、0 を格納するような場合は、次のように多重代入文が書ける。

```
>>> w=x=y=0
>>>w;x;y
0 0 0
```

【練習問題】

- [1] 変数 a に 128、変数 b に 256 を格納し、a と b のデータ値を交換しなさい。
- [2] 変数 a に 1.2、変数 b に -2.4、変数 c に 3.6 を格納する。a,b,c のデータ値を交換して、a に b のデータ値、b に c のデータ値、c に a のデータ値を格納しなさい。

【練習問題 2】

- [1] 幅 15cm、高さ 25cm、奥行き 20cm の直方体の表面積と体積を求め、表面積と体積の値を出力しなさい。
- [2] 上面・底面が底辺 3cm、高さ 4cm、斜辺 5cm の正三角形からなる高さ 8cm の三角柱の表面積と体積を求め、表面積と体積の値を出力しなさい。

3.3.5 変数：変数にデータ値を入力する

input 命令はキーボードから打ち込まれたデータ値の文字列を入力する。

```
>>> input()
Smart Phone
'Smart Phone'
```

input 命令を実行すると、データ値が入力されるのを待つ。たとえば、「Smart Phone」と打ちこみ、Enter キーを押した時点で入力が完了する。

input 命令と代入文を組み合わせると、キーボードから打ち込まれたデータ値の文字列を変数に格納できる。

【例題】

変数 fruit に文字列データ「Orange」をキーボードから入力して格納しよう。

```
>>> fruit=input()
Orange
>>> print (fruit)
Orange
```

input 命令の「()」内に文字列を書くと書かれた文字列を表示してデータ値の入力待ちになる。

【例題】

文字列「果物?」とメッセージを表示して変数 `fruit` に文字列データを入力しよう。

```
>>> fruit=input("果物? ")
果物? Apple
>>> print (fruit)
Apple
```

「果物?」と入力を促すメッセージ表示して、データ値の入力を待つので、何を入力すべきかがわかりやすくなる。

`input` 命令はすべて文字列のデータ値として入力する。`input` 命令はすべて文字列のデータ値として入力するので、半角の正負の符号のない、または「-」の符号ではじまり小数点「.」を含まない数字列、または小数点「.」を含む数字列を入力しても文字列となる。

【例題】

変数 `num1` に数字「11」、`num2` に符号と数字の「-13」を入力してみよう。

```
>>> num1=input("数? ")
数? 11
>>> num2=input("数? ")
数? -13
>>> num1;num2
'11'
'-13'
>>> num1*num2
Traceback (most recent call last):
File "<pyshell#21>", line 1, in <module>
num1*num2
TypeError: can't multiply sequence by non-int of type 'str'
>>> num1+
```

変数 num1 は文字列データ「11」、num2 は文字列データ「-13」が格納されているので、演算式「num1*num2」を実行すると誤りになる。「num1+num2」は文字列の連結演算子「+」となって、結果は文字列「11-13」となる。

変数に格納した半角の正負の符号のない、または「-」の符号ではじまり、小数点「.」を含まない数字列の文字型のデータ値は型変換命令 int(整数、integer の略)を使って整数値に変換する。

変数 num1 に整数値「11」、変数 num2 に整数値「-13」が格納されようにしよう。

```
>>> num1=input("数? ")
数? 11
>>> num1=int(num1)
>>> num1
11
>>> num2=input("数? ")
数? -13
>>> num2=int(num2)
>>> num2
-13
>>> num1*num2
-143
>>> num1+num2
-2
```

「num1=int(num1)」の「int(num1)」で変数 num1 に格納されている文字列データ「11」が整数値「11」に変換され、それを num1 に格納する。「num2=int(num2)」の「int(num2)」で変数 num2 に格納されている文字列データ「-13」が整数値「-13」に変換され、それを num2 に格納する。「num1*num2」は正しく乗算され、結果「-143」を得る。「num1-num2」の結果は「-2」となる。

変数に格納した半角の正負の符号のない、または「-」の符号ではじまり、小数点「.」を含む数字列の文字型のデータ値は型変換命令 float（実数、floating point number の略）を使って実数値に変換する。

【例題】

変数 `hankei` に円の半径「2.5」を入力し、円の面積を求めよう。

```
>>> hankei=input("半径? ")
半径? 2.5
>>> hankei=float(hankei)
>>> hankei
2.5
>>> hankei*hankei*3.14
19.825
```

「`hankei=input("半径? ")`」で入力された文字列「2.5」が格納される。

「`hankei=float(hankei)`」で変数 `hankei` に格納されている文字列データ「2.5」が実数値「2.5」に変換され、それを `hankei` に格納する。

【練習問題】

秒単位の経過時間を○時間△分□秒に換算する。

秒単位ではかった経過時間を入力する。これを何時間何分何秒に換算しなさい。

【練習問題】

お釣りの金種を求める。

1000円未満の買い物の金額を入力する。1000円札で支払うものとして、おつりの金額を求め、おつりの金種と枚数を求めなさい。たとえば、342円の買い物をしたとする。おつりは658円なので、500円硬貨1枚、100円硬貨1枚、50円硬貨1枚、10円硬貨0枚、5円硬貨1枚、1円硬貨3枚となる。

3.3.6 制御構造(1) 条件分岐

1) if 文とは

if 文は条件式の値に応じて処理を分岐する。if 文は、

- ① 条件式を評価した値が真 (True; 条件が成立する) ならば、内部処理を実行する。
 - ② 条件式を評価した値が偽 (False; 条件が成立しない) ならば、何も行わない。
- if 文の書式を示す。

```
if 条件式:
    内部処理
```

内部処理は次のように複数の行にわたって書くことができる。

```
if 条件式:
    内部処理 1
    内部処理 2
    :
    内部処理 n
```

Python インタプリタは 1 行目の「if 条件式:」が入力されると、自動的に字下げして 2 行目からの内部処理の命令行の入力を待つ。Enter キーだけを押すと内部処理の入力状態が解除されて、if 文が実行される。

条件式は、「項 1 比較演算子 項 2」と書く。項 1 と項 2 は、整数、実数、文字列のデータ値、変数、演算式を書く。比較演算子は項 1 と項 2 の値を比較する演算子である。比較演算子を表 3 に示す。

▼表 3 比較演算子

演算子の記号	働き	記述例
==	等しければ真(True)	x==y
!=	等しくなければ真(True)	x!=y
<	小さければ真(True)	x<y
<=	小さいか等しければ(以下)真(True)	x<=y
>	大きければ真(True)	x>y
>=	大きいか等しければ(以上)真(True)	x>=y

条件式を評価した結果は、True または False の値になる。True は真であり、条件式が成立したことを表す。False は偽であり、条件式が成立しなかったことを表す。

【例題】

変数 `suu` に 85 を格納する。変数 `suu` の値が 60 以上ならば、「60 以上なので,」と「合格です。」を表示しよう。また、条件式を評価した値を確かめよう。

```
>>> suu=85
>>> if suu>=60:
    print ("60 以上なので,")
    print ("合格です.")
```

```
60 以上なので,
合格です.
>>> suu>=60
True
```

変数 `suu` の値はそのまま、変数 `suu` の値が 60 より小さいならば、「60 未満なので,」と「不合格です。」を表示する。また、条件式を評価した値を確かめよう。

```
>>> if suu<60:
    print ("60 未満なので,")
    print ("不合格
>>> suu<60
False です.")
```

変数 `suu` の値は 85 なので、条件式を評価した値は `False` なので内部処理は実行されないの
がわかる。

【例題】

変数 `temp` に気温を入力する。変数 `temp` の値が 25.0 以上ならば、`temp` の値と「夏日です。」を表示しよう。

```
>>> temp=input("気温? ")
気温? 28.3
>>> temp=float(temp)
>>> if temp>=25.0:
    print(temp,"夏日です.")
```

```
28.3 夏日です.
```

2) if 文の else 部

else 部は条件式を評価した値が偽 (False ; 条件が成立しない) ならば、「else:」行に続く内部処理を実行する。

else 部を含む if 文の書式を示す。

```
if 条件式:
    内部処理 1-1
    内部処理 1-2
    :
    内部処理 1-n

else:
    内部処理 2-1
    内部処理 2-2
    :
    内部処理 2-m
```

条件式が真 (True) の場合に実行する内部処理の入力が終わったら、Backspace キーを押し、内部処理の入力状態を解除する。次に、「else:」行を入力すると字下げされるので else 部の内部処理の命令行を入力する。else 部の内部処理の入力が終わり Enter キーを押すと、if 文が実行される。

【例 題】

suu に 56 を格納する。Ssuu の値が 60 以上ならば、「60 以上なので合格です.」、そうでなければ「60 未満なので不合格です.」を表示させよう。条件式「suu>=60」を評価した値も表示する。

```
>>> suu=56
>>> if suu>=60:
    print ("60 以上なので合格です.")
else:
    print ("60 未満なので不合格です.")

60 未満なので不合格です.
>>> suu>=60
False
```

3) if 文の elif 部

elif (else if の略) 部は、if 文の条件式とは別の条件式を elif 部を書いて、この条件式が真 (True) ならば実行すべきことを記述できる。if 文の内部処理の入力が終われば、Backspace キーを押し、内部処理の入力状態を解除する。次に「elif 条件式 B:」を入力する。字下げがされ elif 部の内部処理の入力状態になる。内部処理の入力が終わり、Enter キーを押せば if 文が実行される。

```
if 条件式 A:
    内部処理 A
elif 条件式 B:
    内部処理 B
```

条件式 A が真 (True) ならば内部処理 A を実行する。条件式 A が偽 (False) ならば elif 部に進み、条件式 B が真 (True) ならば内部処理 B を実行する。条件式 B が偽 (False) ならば何もしない。

elif 部はいくつでも記述できる。elif 部は上から順に評価される。上から順に内部処理の入力状態の解除は Backspace キーを押し、最後の elif 部の内部処理の入力を終わって、Enter キーを押し if 文を実行する。

```
if 条件式 A:
    内部処理 A
elif 条件式 B:
    内部処理 B
elif 条件式 C:
    内部処理 C
```

条件式 A が真 (True) ならば内部処理 A を実行する。条件式 A が偽 (False) ならば elif 部に進み、条件式 B が真 (True) ならば内部処理 B を実行する。条件式 B が偽 (False) ならば次の elif 部に進み、条件式 C が真 (True) ならば内部処理 C を実行する。条件式 C が偽 (false) ならば何もしない。

elif 部と else 部を組み合わせる記述できる。次のように else 部は最後に書く。

```
if 条件式 A:
    内部処理 A
elif 条件式 B:
    内部処理 B
elif 条件式 C:
    内部処理 C
else:
    内部処理 D
```

条件式 C が真 (True) ならば内部処理 C を実行する。条件式 C が偽 (false) ならば処理 D を実行する。

【例題】

変数 `temp` に気温を入力する。`temp` の値が 35.0 以上なら「猛暑日!!!」、35 度未満 30 度以上ならば「真夏日!!」、30 度未満 25 度以上ならば「夏日!」、25℃未満ならば「快適日」と表示させよう。

```
>>> temp=input("気温? ")
気温? 33.4
>>>
>>> temp=input("気温? ")
気温? 33.4
>>> temp=float(temp)
>>> if temp>=35.0:
    print("猛暑日!!!")
elif temp>=30.0:
    print("真夏日!!!")
elif temp>=25.0:
    print("夏日!")
else:
    print("快適日")

真夏日!!
```

【例題】

試験の点数を入力し、80 点以上なら「優」、80 点未満 65 点以上なら「良」、65 点未満 60 点以上なら「可」、60 点未満なら「不可」と表示しよう。

```
>>> test=input("点数? ")
点数? 93
>>> test=int(test)
>>> print(test)
93
>>> if test>=80:
    print("優")
elif test>=65:
    print("良")
elif test>=60:
    print("可")
else:
    print("不可")

優
```

if 文、else 部、elif 部の内部処理に if 文、else 部、elif 部を書いて入れ子の制御構造にできる。

【例題】

変数 num1,num2,num3 に整数値を入力する。3 つの数の中で一番大きい数を表示させよう。

```
>>> num1=int(input("数 1 ? "))
数 1 ? 81
>>> num2=int(input("数 2 ? "))
数 2 ? 121
>>> num3=int(input("数 3 ? "))
数 3 ? 64
>>> if num1>=num2:
    if num1>=num3:
        print (num1)
    else:
        print (num3)
else:
    if num2>=num3:
        print (num2)
    else:
        print (num3)

121
```

「num1=int(input("数 1 ? "))」は、input 文で入力した数字列を int 関数で整数値に変換し、その結果を num1 に格納するというように 1 行で記述している。

【練習問題】健康チェック BMI 値の計算と判定

体重(Kg)と身長(m)を入力し、BMI 値と標準体重を求め、その値を表示する。次に、BMI 値を判定し、判定結果を表示する。以上の内容を満たすプログラムを作成しなさい。

$$\text{BMI} = \text{体重 Kg} \div (\text{身長 m})^2$$

$$\text{標準体重} = (\text{身長 m})^2 \times 22$$

日本肥満学会の基準

BMI 値	判定結果
18.5 未満	低体重
18.5～25 未満	普通体重
25 以上	肥満

4) 論理演算子

論理演算子は次のものがある。

▼表 4 論理演算子

演算子	意味	書式	評価結果
and	かつ (論理積)	条件式 A and 条件式 B	条件式 A が真(True)、かつ、条件式 B が真(True)ならば真(True)。それ以外は偽(False)
or	または (論理和)	条件式 A or 条件式 B	条件式 A が真(True)、または、条件式 B が真(True)ならば真(True)。条件式 A、条件式 B がともに真(True)ならば真(True)。条件式 A、条件式 B がともに偽(False)ならば偽(False)。
not	ではない (否定)	not 条件式	条件式が真(True)ならば偽(False)、偽(False)ならば真 (True)。

*論理演算子の優先順位は、not > and > or の順。

【例 題】

気温が 20 度以上 25 度未満ならば「少し暑いです!!」と表示させよう。

```
>>> temp=22
>>> if temp>=20 and temp<25:
    print ("少し暑いです!!")
```

少し暑いです!!

【例 題】

年齢が 12 才以下または 65 才以上ならば「無料です。」と表示させよう。

```
>>> age=6
>>> if age<=12 or age>=65:
    print ("無料です.")
```

無料です.

【練習問題】 合否の判定

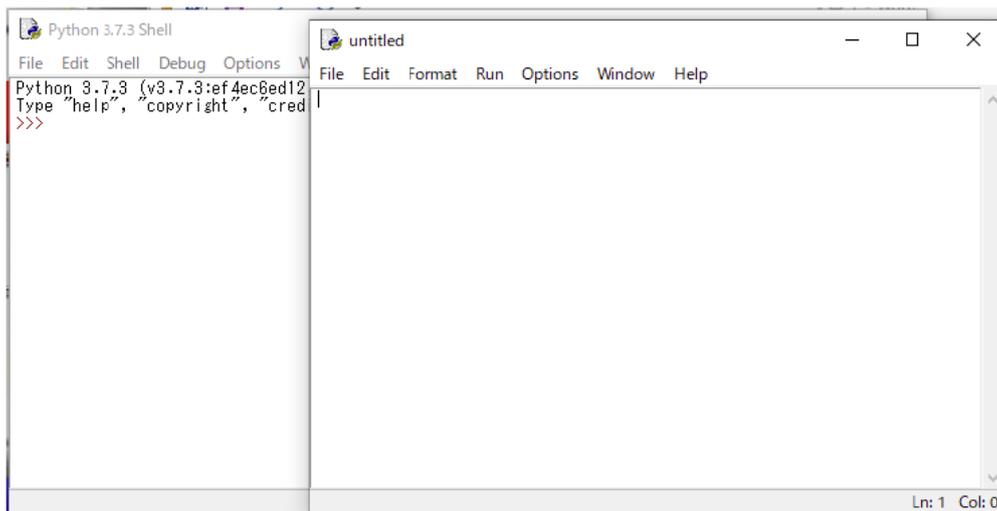
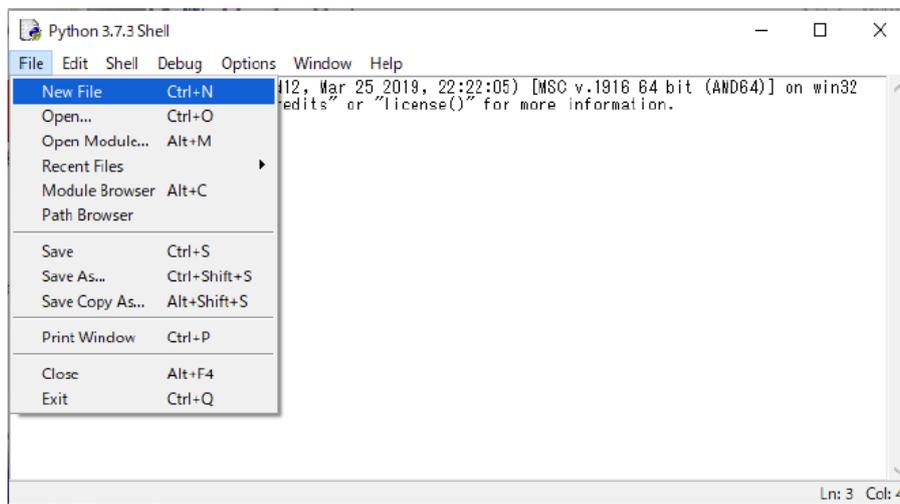
英語と国語の試験の点数 (0~100) を入力する。1 科目でも 60 点未満なら「不合格」を表示する。2 科目とも 80 点以上なら「優で合格」と表示する。それ以外は「合格」と表示する。

3.3.7 Python エディタでプログラミング

1) エディタを起動する

インタプリタで1行ずつ命令を入力しての実行は、実行文の機能を理解したり、プログラムの命令行を1行ずつ確かめながらプログラミングをするのに便利である。一方、Pythonはエディタ環境を提供しており、エディタで入力したプログラムをインタプリタで実行したり、プログラムをファイルに保存したり、ファイルに保存したプログラムを編集したりできる。

Python エディタでプログラミングを始めよう。Python Shell 画面で「File」ボタンをクリックする。プルダウン・メニューから「New File」を選択する。Python エディタが起動され、エディタのプログラミング画面が現れる。



- 2) エディタでプログラムを実行する
エディタ画面にプログラムを入力して実行しよう。

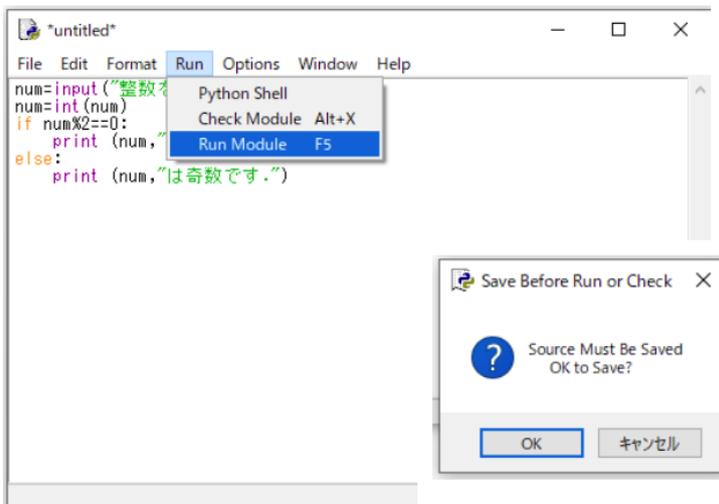
【例題】

入力された数が偶数か奇数かを判定するプログラムを作ろう。
プログラムを入力する。if 文の「条件式:」を入力すると、自動的に字下げされて内部処理の命令行の状態になる。同様に「else」の入力で、字下げされて内部処理の入力状態になる。内部処理の入力状態は Backspace キーを押して解除する。

プログラム

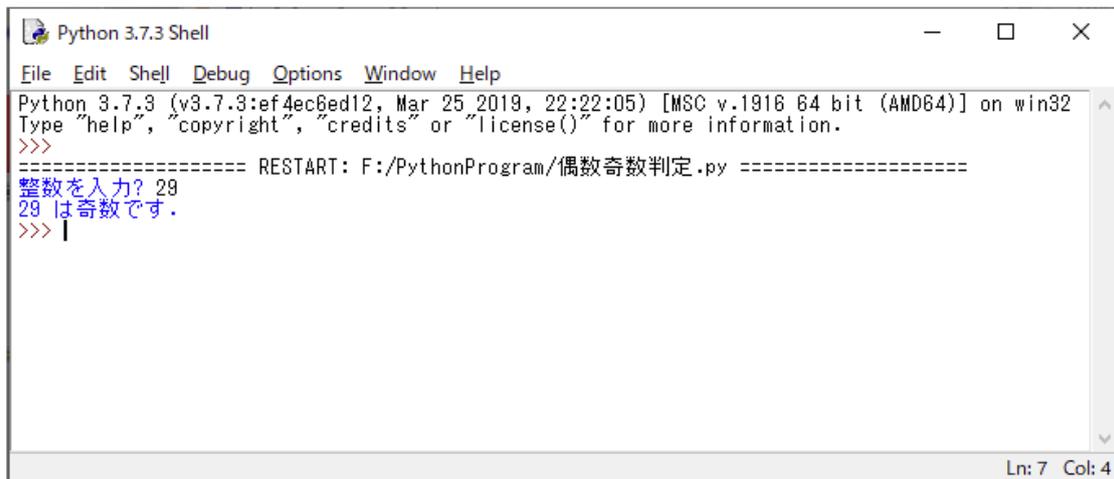
```
num=input("整数を入力? ")
num=int(num)
if num%2==0:
    print (num,"は偶数です.")
else:
    print (num,"は奇数です.") num=input("整数を入力? ")
```

エディタ画面の「Run」ボタンをクリックする。プルダウン・メニューから「Run Module」をクリックする。続いて、新規に作成したプログラムはファイルに保存するかを聞いてくるので「OK」をクリックする。



保存先のフォルダーを選択し、ファイル名を入力して「保存」をクリックする。Python Shell 画面に切り替わり、「RESTART」メッセージが表示されて、プログラムの実行が始まる。整数データを入力すると、結果が表示される。

実行結果



以下、本テキストでは、**インタプリタ**と示した場合はインタプリタで命令行や文を実行する例を示す。**プログラム**と示した場合はエディタでプログラムを作成し、実行する例を示す。

【例題】

コンピュータが生成した整数が偶数か奇数かを判定するプログラムを作ろう。

乱数を生成する関数は組み込み関数でないので、その関数を含んだモジュールをインポートする必要がある。Python のモジュールは、定義や文が入った.py ファイルを言う。モジュールをインポートするには `import` 文を使う。乱数の生成は「random」というモジュールをインポートする。

`import` モジュール名

整数 a 以上、整数 b 以下の乱数を生成する関数は random モジュール内の `randint` 関数を使う。

`random.randint(整数 a, 整数 b)`

インタプリタモードで「random」モジュールをインポートし、`randint` 関数を使って、1 以上 6 以下の整数を生成してみよう。

インタプリタ

```

>>> import random
>>> random.randint(1,6)
6
>>> random.randint(1,6)
1
    
```

【例題】

1以上1000以下の整数を生成し、その数が偶数か奇数かを判定する。

プログラム

```
import random
num=random.randint(1,1000)
if num%2==0:
    print (num,"は偶数です.")
else:
    print (num,"は奇数です.")
```

実行結果

```
===== RESTART: F:/PythonProgram/偶数奇数判定.py =====
323 は奇数です.
>>>
===== RESTART: F:/PythonProgram/偶数奇数判定.py =====
62 は偶数です.
```

【例題】

(1) じゃんけんゲームを作ろう。コンピュータが出す手を次のように決める。1～3までの整数をランダムに生成し、1ならば「グー」、2ならば「チョキ」、3ならば「パー」を表示する。

プログラム

```
import random
janken=random.randint(1,3)
if janken==1:
    print ("グー")
elif janken==2:
    print("チョキ")
else:
    print ("パー")
```

実行結果

```
===== RESTART: F:/PythonProgram/じゃんけん 1.py =====
パー
```

プログラムを実行する前にあなたの手を決める。コンピュータとの勝敗は自分で決める。

- (2) あなたの手をキーボードから 1,2,3 の数で入力する。コンピュータの手を表示した後、あなたの手を表示する。

プログラム

```
import random
you=int(input("あなたの手は? "))
comp=random.randint(1,3)
print ("コンピュータ")
if comp==1:
    print ("グー")
elif comp==2:
    print("チョキ")
else:
    print ("パー")
print ("あなた")
if you==1:
    print ("グー")
elif you==2:
    print("チョキ")
else:
    print ("パー")
```

実行結果

```
===== RESTART: F:/PythonProgram/じゃんけん 1.py =====
あなたの手は? 1
コンピュータ
チョキ
あなた
グー
```

コンピュータとの勝敗は自分で決める。コンピュータとの勝敗は自分で決める。

【練習問題】

コンピュータとあなたのじゃんけんゲームを拡張し、じゃんけんの勝ち負けを判定し、コンピュータの手とあなたの手を表示して、勝ち負けがどっちかを表示するプログラムを作りなさい。

3.3.8 制御構文(2) 繰り返し

1) for 文と range 関数を組み合わせた繰り返し

for 文と range 関数を組み合わせると繰り返し処理が実現できる。range 関数は 0 から終了値-1 までを繰り返す。for 文と range 関数を組み合わせた繰り返しの書式を示す。

```
for 変数 in range(終了値)
```

```
    内部処理 1
```

```
    内部処理 2
```

```
    内部処理 3
```

```
    :
```

```
    内部処理 n
```

```
次の処理文
```

変数に代入される値は 0 から始まり、1 ずつ増えて、終了値-1 で終わる。終了値は変数に代入されない。終了値-1 で繰り返しを終わると次の処理文へ進む。

【例 題】

for 文と range 関数で 0 から 9 までの数とそれらの数の 2 乗の値を表示させよう。

インタプリタ

```
>>> for i in range(10):
      print (i,i*i)
```

```
0 0
```

```
1 1
```

```
2 4
```

```
:
```

```
9 81
```

for 文と range 関数を組み合わせた繰り返しも、自動的に字下げされて処理を入力する。字下げの解除は、Enter キーだけを押しして空行を入力する。

0 以外の数から繰り返しを始めるには開始値を指定する。

```
for 変数 in range(開始値,終了値)
```

```
    内部処理 1
```

```
    内部処理 2
```

```
    内部処理 3
```

```
    :
```

```
    内部処理 n
```

```
次の処理文
```

【例題】

1 から 100 までの合計を求めよう。

インタプリタ

```
>>> goukei=0
>>> for suu in range(1,101):
    ggoukei=goukei+suu

>>> print (goukei)
5050
```

変数の値を 1 ずつ増やすのではなく 1 以外の数で増やすには増分値を指定する。

```
for 変数 in range(開始値,終了値,増分値)
    内部処理 1
    内部処理 2
    内部処理 3
    :
    内部処理 n
次の処理文
```

【例題】

1 から 9 までの奇数の和を求めよう。

インタプリタ

```
>>> total=0
>>> for odd in range(1,11,2):
    total=total+odd
    print (odd,total)

1 1
3 4
5 9
7 16
9 25
```

開始値から 1 ずつ減らしながら終了値まで繰り返すというように、増分値は負の数も指定できる。

【例題】

6,5,4,3,2,1 と数を降順に表示させよう。

インタプリタ

```
>>> for i in range(6,0,-1):  
    print (i)
```

```
6  
5  
4  
3  
2  
1
```

【例題】

8個の整数値のデータを入力し、合計と平均を求めるプログラムを作ろう。

プログラム

```
sum=0  
for i in range(5):  
    data=int(input("データ? "))  
    sum=sum+data  
print ("合計",sum)  
avr=sum//8  
print ("平均",avr)
```

実行結果

```
===== RESTART: F:/PythonProgram/goukei-heikin.py =====  
データ? 10  
データ? 12  
データ? 18  
データ? 11  
データ? 17  
合計 68  
平均 13
```

【練習問題】

8個の整数値のデータを入力し、入力した数の最大値または最小値を求めるプログラムを作りなさい。

【練習問題】

8人の審判員の得点(0.0以上10.0以下とする)を入力し、合計から最高点と最低点を引いた残りの合計の6人の平均を求めるプログラムを作成しなさい。

2) while 文の繰り返し

while 文は条件が真(True)の間、処理を繰り返す。while 文の書式を示す。

```
while 条件式:  
    内部処理 1  
    内部処理 2  
    内部処理 3  
    :  
    内部処理 n  
次の処理文
```

while 文も内部処理の入力の間は自動的にインデントする。内部処理の入力を終わるには、Enter キーだけを押して、空行を入力する。while 文は条件式を評価した値が偽(False)になったときに繰り返しをやめてときの処理文へ進む。条件式が初めから偽(False)ならば、内部処理は一度も実行されない。

【例題】

1から1ずつ増やし数の和を和の値が1000より小さいを求める。

インタプリタ

```
>>> wa=0  
>>> n=1  
>>> while wa<1000:  
    wa=wa+n  
    n=n+1  
>>> print (n-1," ",wa)  
45 1035
```

変数 wa の値が 1000 より大きくなれば和を求める繰り返しを終わる。繰り返しをおわるとき変数 n が 1 増えているので、100 より大きくなったときの n の数は n-1 となる。

【例題】

コンピュータがランダムに選んだ 1 から 10 までの数がいくつかを当てるゲームのプログラムを作ろう。数を当てるまでゲームを続くとする。

プログラム

```
import random
hit=0
num=random.randint(1,10)
while hit<1:
    ans=int(input("数は? "))
    if ans==num:
        print (ans,num,"当たり!!")
        hit=1
    else:
        print (ans,"ミス!!")
```

実行結果

```
===== RESTART: F:/PythonProgram/kazuate-0.py =====
数は? 3
3 ミス!!
数は? 8
8 ミス!!
数は? 2
2 ミス!!
数は? 5
5 5 当たり!!
```

3) 無限の繰り返しと繰り返しを抜け出す break 文

【例題】

入力された数(整数値)が 0 より小さいならばもう一度入力させよう。

インタプリタ

```
>>> while 1:
    suu=int(input("数? "))
    print (suu)
    if suu>=0:
        break

数? -65
-65
数? 65
65
>>>
```

while 文の条件式「1」の評価値は常に真(True)なので、内部処理をずっと繰り返す無限の繰り返し(無限ループ)となる。break 文は繰り返しの内部処理を抜け出して、while 文の次の処理文へ進む。

【例題】

コンピュータがランダムに選んだ1から10までの数がいくつかを当てるゲームのプログラムを作ろう。数を当てるまでゲームを続くとする。

プログラム

```
import random
num=random.randint(1,10)
while 1:
    ans=int(input("数は? "))
    if ans==num:
        print (ans,num,"当たり!!")
        break
    print ("ミス!!")
```

実行結果

```
===== RESTART: F:\PythonProgram\kazuate-1.py =====
数は? 7
ミス!!
数は? 4
4 4 当たり!!
```

このプログラムでは、変数 ans と num の値が同じならば、ans と num の値、「当たり!!」を表示して、break 文で繰り返しを抜け出す。

4) 多重の繰り返し

【例題】

次のような数のパターンを表示するプログラムを作ろう。

num の数が 3 のとき num の数が 4 のとき num の数が 5 のとき num が 1,2,6 以上省略

1	1	1
2	2	2
3	3	3

1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4

1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5

プログラム

```
num=int(input("縦横の数"))
for line in range(1,num+1):
    for column in range(1,num+1):
        print (line," ",end=")
    print ()
```

実行結果

```
===== RESTART: F:/PythonProgram/multiloop-1.py =====
縦横の数 2
1 1
2 2
```

外側の繰り返しは、変数 `line` が 1 から始まり、1 ずつ増えて、`num` の数まで繰り返し、縦方向の行数を数える。内側の繰り返しは、変数 `column` が 1 から始まり、1 ずつ増えて、`num` の数まで繰り返し、横方向の表示した数の個数を数える。実行結果は `num` に 2 を入力した場合を示す。

プログラム内の「`print (line,end=)`」の「`end=)`」は、`print` 文で出力後に改行しない指定である。また、「`print ()`」は、改行だけを指定している。

「`print (line,end=)`」を「`print (column,end=)`」に変更して実行しよう。

プログラム

```
num=int(input("縦横の数"))
for line in range(1,num+1):
    for column in range(1,num+1):
        print (column," ",end=")
    print ()
```

実行結果

```
===== RESTART: F:/PythonProgram/multiloop-1.py =====
縦横の数 3
1 2 3
1 2 3
1 2 3
```

実行結果は `num` に 3 を入力した場合を示す。

【例題】

8個の整数データを入力し、値が80以上の個数、65以上80未満の個数、60以上65未満の個数、60未満の個数を求めるプログラムを作ろう。ただし、入力するデータは0以上100以下の数であり、負の数、100を超える数が入力された場合は、再入力させる。

プログラム

```

yuu=ryou=ka=fuka=0
for a in range(1,9):
    while 1:
        ten=int(input("点数? "))
        if ten>=0 and ten<=100:
            break
        print ("データミス!!")
    if ten>=80:
        yuu=yuu+1
    elif ten>=65:
        ryou=ryou+1
    elif ten>=60:
        ka=ka+1
    else:
        fuka=fuka+1
print ("80 以上 ",yuu)
print ("65～79 ",ryou)
print ("60～64 ",ka)
print ("60 未満 ",fuka)

```

実行結果

```

===== RESTART: F:/PythonProgram/multiloop-2.py =====
点数? 75
点数? -63
データミス!!
点数? 63
点数? 89
点数? 178
データミス!!
点数? 78
点数? 45
点数? 62
点数? 95
点数? 67
80 以上  2
65～79  3
60～64  2
60 未満  1

```

内側の while 文の繰り返しは無限の繰り返しである。入力された変数 `ten` の値が 0 以上、かつ、100 以下ならば無限の繰り返しを抜け出す。 `ten` の値が負の数または 100 を超える数ならば、「データミス!!」を表示して繰り返しを続ける。

【練習問題】

次のような数のパターンを表示するプログラムを作りなさい。

num の数が 3 のとき num の数が 4 のとき num の数が 5 のとき num が 1,2,6 以上省略

```
#
##
###
```

```
#
##
###
####
```

```
#
##
###
####
#####
```

【練習問題】

次のような数のパターンを表示するプログラムを作りなさい。

num の数が 3 のとき num の数が 4 のとき num の数が 5 のとき num が 1,2,6 以上省略

```
++%
+%%
%%%
```

```
+++%
++%%
+%%%
++++%
```

```
++++%
+++%%
++%%%
+%%%%
++++%
```