

# ヘルスケアイノベーション

- 健全な人、組織、システム、地域をめざす連繋学 -

(20211220 版)

高知大学医学部 連繋医工学

Section of Liaison Healthcare Engineering

渡橋 和政

## 1. 近年の変化と今後必要となる3つの策

高知県では全国に先駆けて高齢化、人口減少が進み、2025年問題を現実の問題ととらえて「本県の取り組みは将来の日本の試金石」という認識でさまざまな工夫がなされています。ところが、南海トラフ大地震発生の脅威、集中豪雨、さらに新型コロナウイルス感染など、未曾有の事態が次々と起こっています。また、これらは複合的な課題も生み出しています。with コロナの状況では避難所の収容人数も制限されてしまい、心臓や肺に疾患がある人では感染重症化も心配です。このように、課題は「**想定外の災禍と共生する高齢化地域社会**」とより難しいものになり、災害の到来までに対応策が必要というタイムリミットもあります。対策を打とうにも前例がないなかで「形を変え次々と想定外のことが起こる」という状況に対してどう対処すべきかをと考えると、次の3つが必要になりそうです。

- ①**包括的ヘルスケア**：耐容能を高めるため健全状態を維持すること
- ②**イノベーション**：未経験の課題でも個別に有効な対策を立てること
- ③**汎用性&継続性**：次々と課題が来ても、継続的に対処ができること

「**包括的ヘルスケア**」は、「人のヘルスケア」だけでなく、「組織、社会のヘルスケア」も含まれます。人のヘルスケアを実現するには、それを行う医療施設や地域、社会、行政などの健全な機能が必要ですが、近年業務が複雑化するとともに**縦割りによる弊害**が顕著になり、機能障害が現れ始めています。この1、2年の全国を状況を見ても、災害、感染への対策でそのような例がいくつも見られます。

実は、上の3つは「生体が感染など外敵から身を守る防御機構」と同じです。自然免疫を高め、新たな病原体がきたら特異的な免疫反応で排除し、その後免疫を記憶にとどめておき次に同じ病原体に遭遇したときには、すばやくピンポイントで排除するというしくみです。ヘルスケアイノベーションコースでは、組織や社会の状態を考えていくプロセスで、生体と照らし合わせる手法も使います。舞台は異なっても、根底にある道理は共通なのです。

正解のない課題に策を打ち出すのは容易ではありませんが、日本にははやぶさ2を作り、あのすばらしいミッションを成功させた技術があります。ただ、そのような先進的な技術と一般社会の現状の間には大きなギャップがあります。これまではモノやワザがなくそれらを創り出す「**技術革新**」がイノベーションといわれていましたが、リアルワールドではそれを活用していないために解決できてない課題も少なくありません。私自身は、これまでそんな課題に取り組んできた経験から、今後は技術革新と同様かそれ以上に「**活用革新**」が必要で各領域にそのマインドと能力をもった人が必要と考えています。本コースの目的は、そんな人を育成し送り出していくこと、そしてその育成の基盤を創り上げることです。

## 2. 医工連携では「繋ぐ人」が必要

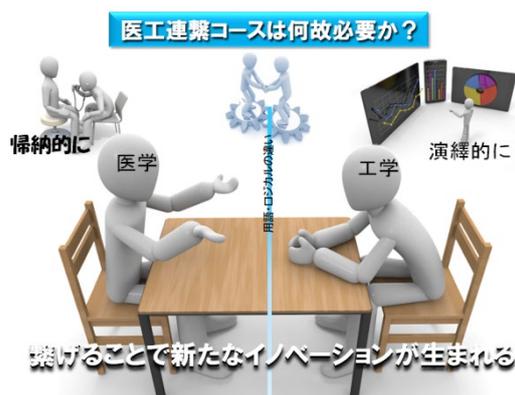
「医工連携」を進めようとする、すぐ工学と医学の間のギャップに直面します。

### ①言語の違い

「こんなことができないものでしょうか」と工学系の人に相談するとすぐに気づくのは、言語の違いです。具体的な話になると、専門用語や数式につまずき、とても内容どころではありません。逆に、医学で使われている言葉も、工学系の人にはなかなか難しいようです。「用語の知識があれば何とかなるんじゃないか」と考えて手軽な教科書を探したのですが、工学全般をカバーしている本は意外にありません。医学の方も同じで、専門書はあまりにも詳しく、一般書は研究・開発には不十分で、しかも両者を関連付けたものはありません。言語の壁を越えるには、両方を理解し通訳できる人や双方を繋ぐ教科書が必要です。

### ②考え方や目指す方向の違い

工学系では「シーズ」に重きが置かれがちで、それが何にどう役立つかということは最重要でないという傾向があるようです。逆に、医学系は「ニーズ」先行で、「すぐにでも使えるもの」をほしがります。そうかといって、自分で開発していかうにも、いくつもの壁が待ち受けています。そもそも両者とも自分の専門領域の業務などで手一杯でそんな余裕などないのが実状でしょう。もし、両者を「繋ぐ」ことができる人がいれば、この限界を突破することもできるでしょう。



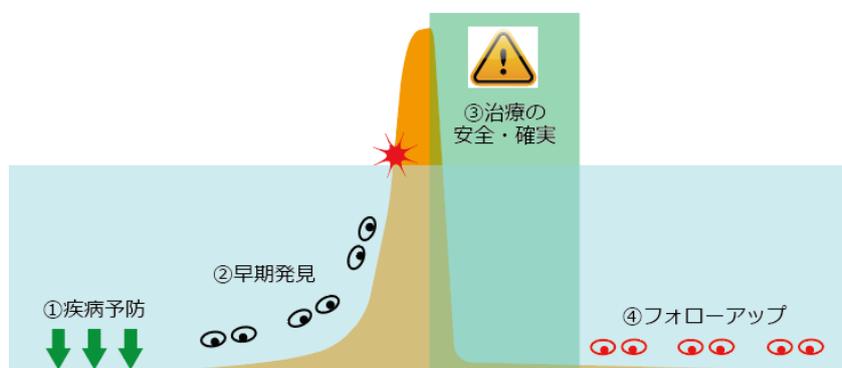
スタンフォード大学で提唱された「バイオデザイン」は、ニーズとシーズの出会いを促す画期的な方法で、日本にも導入されています。池野文昭先生は、その第一人者です。ただ、工学、医学とも選択肢が豊富な大都市と異なり、高知県のような地域では選択肢が少なく、出会いの機会も限られます。そのままの形で導入しても、うまく機能するとは限りません。「地域なりのやり方」を創り出すしかないな、と考えました。高知県はニーズ（課題）にはこと欠きませんし、多くの方は職場や役割の中でさまざまな課題（ニーズ）を抱えています。それらを見つめながら、「領域を超えシーズを見つけて活用できる人材」を育てるところから始めて、ボトムアップでイノベーションを起こそうと考えています。

### 3. 包括的ヘルスケア

「人のヘルスケア」と「組織のヘルスケア」それぞれについて、みていきましょう。

#### 3.1 人のヘルスケア

想定外の災禍がきても耐えることができる「抵抗力（レジリエンス）」を高める方策です。高知県がめざす「健康長寿県」は、この目的と合致しています。その実現に向け必要なのは、①疾病予防、②早期発見、③治療の安全、確実、④フォローアップの 4 つのステップです。これらは直列で一つ欠けても目的は達成できないので、すべてに取り組む必要があります。



##### ①疾病予防

生活習慣病やがんを予防する取り組みは数多くされていますが、これは難しい課題です。自分は健康だと信じこんでいる人にいつ起こるか分からない、あるいは一生起こらないかも知れない病気を予防するために何かをやらうと言っても、モチベーションは上がりません。人の心に働きかけるアクションが必要となります。それには、バーチャルリアリティや通信技術も活用した啓蒙や心理を理解しそうするように仕向ける手法も必要となるでしょう。

##### ②早期発見

万全の予防策を講じて加齢に伴う疾患は起こりますし最終的な死も避けられませんが、たとえ病気になっても早く発見すれば小さな治療で済み、治療後の QOL も高くなります。健診やドックが役立ちますが、問題は健診やドックに行かない人の病気をどう発見するか、かかりつけ医の目をすり抜ける病気をどうするかです。一つの候補は、**統計学的手法**です。たとえば、高知大学の 40 年にわたるビッグデータを用いて、「データマイニング」の手法で疾患発生に關与する因子を見つけることができれば、長期的な予防策を講じることができる

かもしれません。もう一つは、医師の目や経験によって差が出やすい部分に「人工知能」を導入し、**客観的評価**に近づけることです。例えば、顔色の色分析や表情の画像解析などで、隠れた疾患を見つけ出すことができるかもしれません。

### ③**確実で安全な治療**

病気が診断できて治療に臨んでも、合併症のために後遺障害が残ってしまったら災禍への抵抗力は落ちてしまいます。どの施設でも合併症を起こさないよう細心の注意を払って治療するのですが、残念ながら現状ではゼロにはできていません。私は、心臓血管外科の診療に従事しながら回避策の開発を行ってきましたが（後述）、その経験を通じてわかったことは、既存の技術を活用すれば回避できる合併症が少なからずあるということです。そのためには技術と現場を「繋ぐ」工夫が必要です。また、合併症が起こるからには、原因があります。当たり前のことですが、その原因をそれまで直視できていなかったということが重要です。見えない部分は経験でカバーされその数が重視されてきましたが、いくら経験を積んでも、精度は完璧ではありません。治療成績が向上するにつれ、その面が表面化してきたのです。一方、治療の手順も複雑になると人間の処理能力を超え、ヒューマンエラーも起こりやすくなります。進歩は後戻りしませんから、その状況でも合併症を起こさない方策が必要です。それをめざし、①「死角」を減らし、②精度や効果を高める技術を開発していきます。

### ④**フォローアップ**

「治療が終了したから自分は治った」と勘違いしてしまう人が決して少なくありません。本当は、多くの病気は「治った」のではなく、目前に迫っていた問題が解決できただけで、病気が起こったベースにある状況は少しも解決していないのです。例えば、狭心症に対して冠動脈バイパス術を受けてかかりつけ医のもとに帰ってきても、その根底にある動脈硬化は解決していませんから、動脈硬化で発生する他の病気（閉塞性動脈硬化症、大動脈弁狭窄、大動脈瘤など）は水面下に存在していて、後で現れてきます。つまり、フォローアップでは「予防」に加えて焦点を絞った「早期発見」が大切になります。人工知能や通信技術を活用することで、フォローアップのガイドが可能になるかも知れません。

※ 実は、これらに向けた活動をすでに始めています。2021年春までに、次の3冊の書籍を上梓する予定です。

一般向け（①、④）：「**突然死・心不全を防ぐ大動脈・心臓とのつきあい方**」  
医師、コメディカル向け（②）：「**DX時代の携帯エコー（仮題）**」  
麻酔科医向け（③）：「**直伝！ TEE**」

## 3.2 組織のヘルスケア

ヘルスケアを推進する立場である病院も、人間と同じように病気、つまり機能を十分発揮できない状況に陥ります。これは、医学の急速な進歩に伴い、新たに起こってきた問題です。以前は、病院のことは病院長と事務長がすみずみまで把握して管理できていたと思いますが、診療科が細分化して各部署の人数も増え、診療も高度で複雑になるにつれて把握できている範囲が相対的に狭くなり、管理に死角が増えちぐはぐも生じやすくなっています。まるで、「急な成長で体がアンバランスになった巨人」のような状態です。人でも基礎疾患があるとコロナ感染が重症化しやすいですが、それと同じように健全でない組織は災禍などで負荷がかかると一気に機能不全に陥るおそれがあります。今後、一度も経験したことのない災禍が到来することを想定して、「病院組織のヘルスケア」を考える必要があると思います。そこで大切になってくるのは、「人のヘルスケア」と同じように 4 ステージでの対策です。すでに存在する機能不全の「芽」は、平常時に摘んでおきます（予防）。負荷によってそれが顕在化しそうになったら、それを早く察知して（早期発見）、大事になったら後遺症を残さぬようにそれを治療し（安全・確実な治療）、再発防止に努めます（フォローアップ）。そこで大切なことは、場当たりのではなく「理に適った方法で体系的に対処すること」です。それには、システムや機能を追究する工学の手法や考え方が役立ちます。ここで、組織のヘルスケアの例をいくつか挙げてみましょう。

### ①機能の効率性

多くの病院では、日本医療機能評価機構が実施する「病院機能評価」を受審しています。業務が適切かつ効率的に行われているかを評価するものです。耳に痛い評価もありますが、「良薬は口に苦し」です。組織に潜む「病気」を診断し適切な治療を行うための良薬です。私は ISO9001 受審も経験しましたが、これは品質保証の国際規格を応用する機能評価です。「俺たちは機械じゃない」と思わず言いたくなるような指摘もときにありますが、おそらく「医と工の違い」によるのでしょう。しかし、寸分の狂いも許さない工学的視点での評価は納得させられます。組織のヘルスケアでは、システム工学というメスを使っていきます。

### ②インシデント

インシデントは、組織に潜んでいるシステムの問題に気づくためのバロメーターになると思います。同じようなインシデントが何度も起こるなら、個人に「注意深さ」を求めるのはすでに限界と考えるべきでしょう。インシデントを組織の病的状態の「症状」と受け止め、奥に潜む問題を「工学的に」診断し、解決に必要な処方箋を切り、もしもいい薬がなければ「創薬」を行い、必要に応じてメスを入れることが役立つのではないかと考えています。

### ③経営の効率化

各部署から出される人員や機器の要望は、それぞれの部署にとって必要なのですが、複数部署で共有することで、組織全体としてメリットが生まれることもあります。例えば、超音波診断装置を各部署の要望に応じて購入していると、使用実績が少ないまま耐用年数を迎えてしまいますが、複数部署で汎用機を共有することで経費が節約できます。もちろん、専門性によって「これははずせない」ということもあるでしょうが、各々を理解した上で、納得できるまとめ方ができれば、トップダウンよりしこりは残りにくいでしょう。そこにはいい人間関係が不可欠であり、「人と人のつながり」が大切になってきます。

医療情報システムは、システムとしては優秀でも、ユーザーにとって使い勝手が悪いと、ユーザーはストレスを抱え込んでしまい結果的に病院機能やインシデントにも影響します。ところが、改善の希望や案を出してもバージョンアップやシステム改修には相当のコストがかかりますし、ベンダーと交渉するとなると、「言語の壁」が立ちはだかります。ユーザーの満足度や効率・コストのバランスをよくするには、両者をうまく橋渡しする人が必要です。「システムデザイン工学」や「ネットワークインフラ」などの知識が必要となります。

### ④埋蔵状態の有益なリソース

病院で保存される医療情報は、従来と比較にならない速度で増え続けています。しかし、その膨大なデータはほとんど部署単位で利用されるだけです。もしそれを他領域で活用し、結果として何かメリットが生まれるなら、活用しないのはデータが「埋蔵状態」であるのと同じです。元手が同じでもアウトプットが増えるなら、経営面でもメリットがあります。

「埋蔵資源」の活用法として、「画像の AI 診断」のため画像データを深層学習に利用することができるでしょうし、医用情報データは「見落とし回避のシステム」を開発するために使えるかも知れません。そのためには、画像工学、人工知能、データ処理・解析、フレームワークなどの知識が必要となります。

### ⑤連携 ≡ 横糸

各領域でどんどん進歩するのは歓迎すべきことですが、それとともに縦割り構造が進み、それぞれが高い山となるにつれて山頂どうしは見えにくくなります。この傾向は今後さらに顕著になる一方ですから、それによって起こるデメリットを考え始めなければなりません。縦糸が太く長くなるほど、横糸を絡め一枚の布のように編んでいくことが大切になります。建築現場で組む足場が縦の支柱に横のパイプを組み合わせることで頑丈になるのと同じです。上記の①～④にも関係しますが、横糸で大切なのは「人と人の繋がり」です。本コースでは「医工連携」という切り口で横糸を絡めていきますが、「工学的思考」だけでなく同じくらい横糸として大切な「心」にも重きを置きます（後で詳しく述べます）。

## 4. イノベーション

### 4.1 イノベーションとは

「人と組織の包括的ヘルスケアを推進」という課題に対して、あなたならどうしますか。答を探しそれに沿って行動しようとするのですが、いい答が見つからなくて途方に暮れてしまうことがほとんどです。そんな時どうしますか？もったいぶらずに、答を言きましょう。

#### 「答がないなら自分で創り出せ」

「簡単そうに言うな」と叱られるかもしれませんが、実はこれが「キモ」で、ヘルスケアイノベーションの根幹となるマインドです。なくて困るなら、作るしかないのは当然です。周りを見回してみてください。そのあたりにあるもので、初めから完成品があったものなど何一つありませんね。どれも、「新たなモノやワザを産み出そうと工夫した結果」なのです。スマートフォンも、素材は石器時代からあったのですが、素材を加工し現在の形にしたのはイノベーションの力です。難しいコンピュータを誰でも使えるタブレットに一変させたのはスティーブ・ジョブスのスピリットです。その変革の根底には、次の3つがありました。

- ✓ 「必要だ」、「ぜひほしい」と思う気持ち
- ✓ それを絶対創り出してやろうとする意欲
- ✓ それを可能とする能力とそれに払う努力

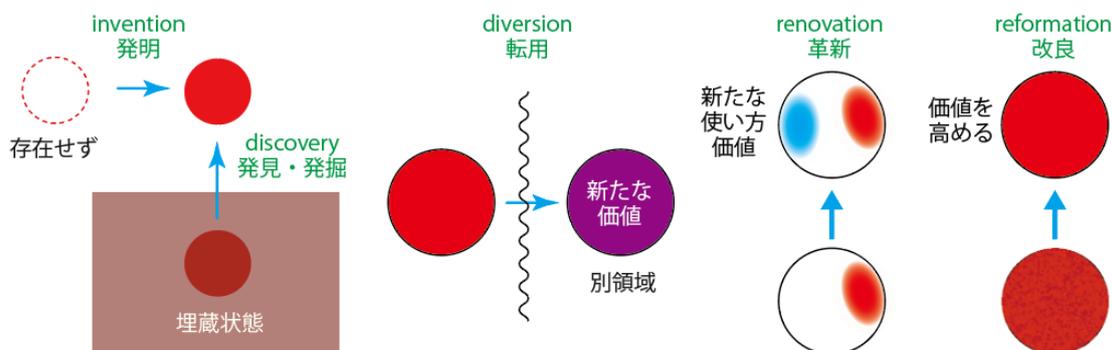
包括的ヘルスケアに関する未解決の課題は、今でも無数にあります。その一つひとつに、解決策やモノを創出してほしい。そして、10年後には今の状況を「昔話」にしてしまいたい。そのためにイノベーション能力を鍛えていくのが、このコースの目的です。当然、それにはノウハウやコツそして練習が必要です。そのためいろいろなロジカルシンキングとともに、いろんな分野におけるイノベーションの実例をカリキュラムに含め、応用編として、起業についても学びます。

「学問の縦割り」が、イノベーションにとって障壁になっているのではないのでしょうか。最近、STEAM教育が広まっていますが、文系とか理系という区分け、さらに東洋・西洋の思想や哲学なども垣根なく動員してイノベーションを加速することが必要と考えています。その一つの試みとして、本コースでは「リエゾンレクチャー」という講義をカリキュラムのところどころに入れていきます（後述）。

## 4.2 イノベーションのいろいろな形

「イノベーション」について、もう少し具体的に説明しましょう。イノベーションとは、「素材を一から創り出す」ことだけでなく、「モノやワザを役立てる工夫」というもっと広い概念で、以下のようにいろいろなものを含んでいます。

- ・ invention (発明) : まったく新たな素材や物質、製品などを一から創り出す
- ・ discovery (発見・発掘) : 埋蔵状態から掘り出して、役立つ使い方を見つける
- ・ diversion (転用) : すでにある装置などを他領域・他目的に有効に活用する
- ・ renovation (革新) : 同じモノでも、従来と異なる使い方で新たな価値を生む
- ・ reformation (改良) : すでにある装置などを改良・洗練して価値を高める



すべてに共通するのは**工夫**です。「何とかならないか」といろいろ頭を巡らせることです。私は心臓血管外科で遭遇する課題を解決しようといろんな工夫、改良を行ってきましたが、診療で一日があっという間に終わってしまう状況では invention などとうていできません。すでに使われている装置を課題解決に役立てる方法を探るといって「合わせ技の手法」です。「そんなのイノベーションじゃない」と言われるかも知れませんが、それで合併症や死亡を減らせるならたとえ真正のイノベーションであると認定されなくても推進すべきでしょう。いいシーズがすでにあるのに、それを活用して回避策を創出することをしないでいるのは、未来からふりかえって見れば、「怠慢」のそしりを免れないでしょう。実際、見渡してみるとはやぶさ2のような先端技術があるのに、身近な世界ではその一端を活用すれば解決できることが未解決のままということが少なからずあります。つい「これはしかたない」と思ってしまいがちですが、よく考えてみると今の私たちは未来から評価される立場にあるのです。このことを、改めて考える必要があるのではないのでしょうか。「モノはちゃんとあったのに、何やってたんだ」と言われたいようにしたいものです。

では、具体的な工夫についていくつか例を紹介しましょう。

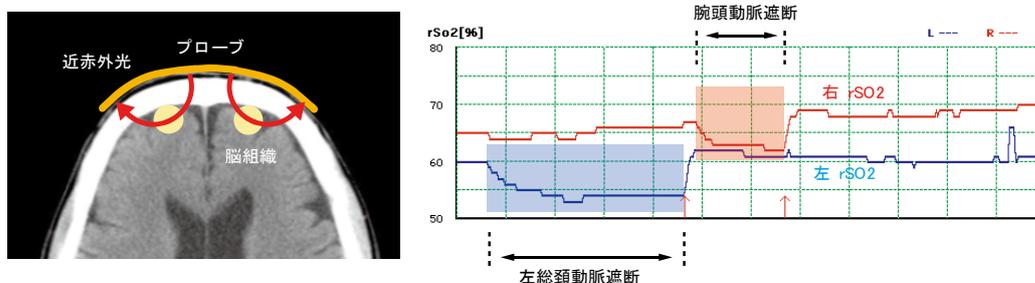
## 4.3 私なりのイノベーション例

### ①脳合併症

大動脈瘤や大動脈解離の手術で、手術中に脳血流が低下していることに外科医も麻酔科も気づかず術後に脳梗塞が判明したり麻酔から覚めなかったりということが、月にロケットを着陸させることまでできていた 1990 年頃でもときどきありました。回避するには脳血流の低下を検知する方法が必要ですが、頭蓋内は「ブラックボックス」と考えられていました。この課題に対しては、外科医の経験の多さも解決になりませんでした。

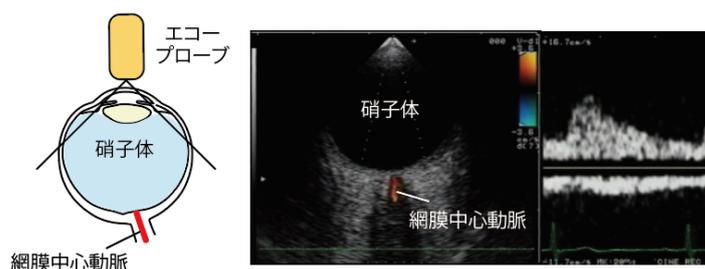
#### ◇ 組織の酸素飽和度

その頃、額に貼ったセンサーから近赤外線を投射し脳組織の中にどれくらい酸素があるか（組織内酸素飽和度）を連続モニターできる装置（TOS-96, INVOS など）が登場しました。「近赤外線分光法」です。この装置は工学領域で創出されたシーズでしたが、医療現場では「〇%を切ったら脳梗塞が起きる」という正常下限値が、なかなか決まりません。しかし、大動脈の手術で頸動脈血流を一時的に遮断すると同じ側の値だけ下がり、血流を再開するとすぐに回復します。「優れた技術には違いないのに、どうして基準が決まらないんだろう」と不思議に感じました。そこで、全身循環をモニターする Swan-Ganz カテーテルで測定する「混合静脈血酸素飽和度」の正常下限値である「55%」を、採用してみることにしました。55%以下になるのは、全身の酸素需給バランスがマイナスになる、つまり全身の酸欠状態を意味しているので、この基準を脳組織に適用したらどうなるのかと考えました（diversion）。酸素飽和度 55%は酸素分圧約 30mmHg に相当するから、脳組織の酸素分圧がこれほど低くなれば組織傷害が起こるはずと考えたのです。もう一つは、「55%以下が持続しなければ、脳梗塞にならない」という考えてみれば当たり前のことです。そこで、「値×時間」が脳梗塞発生に関連するか検討してみたところ、みごと一致し仮説が正しいことが証明できました。この結果から、「55%は警告値で、この値を切ったら一定時間内に血流回復を図って脳梗塞の発生を回避するべき」という戦略ができました[1]（discovery に当たります）。



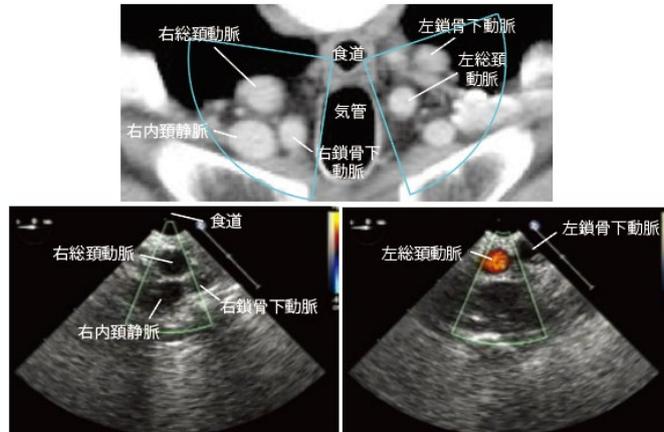
## ◇ 頸動脈の血流

しかし、すぐ次の壁に当たりました。酸素飽和度は、組織内にあるヘモグロビンのうち、酸素を含む酸化ヘモグロビンの「割合」にすぎないので、酸化ヘモグロビンが減少しても、酸素がはずれた還元ヘモグロビンの割合が静脈うっ血のために増えても、値は低下します。酸化ヘモグロビン減少の原因も、血流低下だけでなく、ヘモグロビン自体の減少（貧血）やヘモグロビンへの酸素結合が減る酸素化障害などいろいろあります。血流低下をを直接知る方法がないかいろいろ調べましたが、どこを探しても答が見つかりません。困ってしまって歩き回っていると、ふと患者さんの「目」が目に残りました。そして、学生時代に授業で「目は頭蓋内を外から直接見ることのできる唯一の窓だ」と聞いたのを思い出したのです。手術中いつも経食道心エコー（TEE）を使っていて、装置に通常のエコープローブが乗っていたので、それを眼球に当ててみました。すると、眼球がはっきり見え、眼底の動脈の血流シグナルも血流波形も測定できるのです。いろんな患者さんで見ているうち、ときに血流が取れなくなることがあったので、血流低下時間と脳梗塞発生の関連を検討してみたところ、みごとに一致し、また新たな血流の基準ができました[2,3]（これも diversion です）。



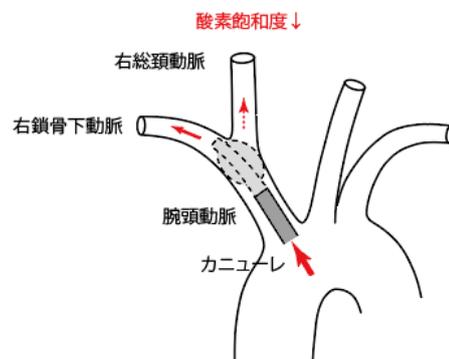
## ◇ 血流低下の原因

ところが、一難去ってまた一難。血流低下は分かっても、その原因がわからなければどう手を打っていいかがわかりません。どうしても、上流（大動脈弓部分枝）の情報が必要です。「TEE は？」と思いましたが、当時、弓部分枝は TEE では見えない (blind zone) とされてきました。しかし、CT で食道と弓部分枝を見ると間に超音波を遮るものはなさそうです。「見えないはずがない」と考え、見えないというなら見てやろうじゃないかと試行錯誤し、描出する方法ができあがりしました[4]（これは renovation になります）。



#### ◇ 新手法の展開

この方法をいろんな手術に応用していると、大動脈手術で脳に血液を送るカニューレが TEE で見えることに気づきました。また、脳の酸素飽和度が低下したときそのカニューレが深すぎることが原因となっている症例があることを TEE で確認できることがわかりました [5] (renovation)。私自身は、単に何が起きているか知りたいという気持ちでこの結果を報告したのですが、このことが逆に「酸素飽和度モニターの有用性」を証明する結果となり、その報告がガイドラインに取り上げられ、酸素飽和度モニターの保険収載に繋がりました。



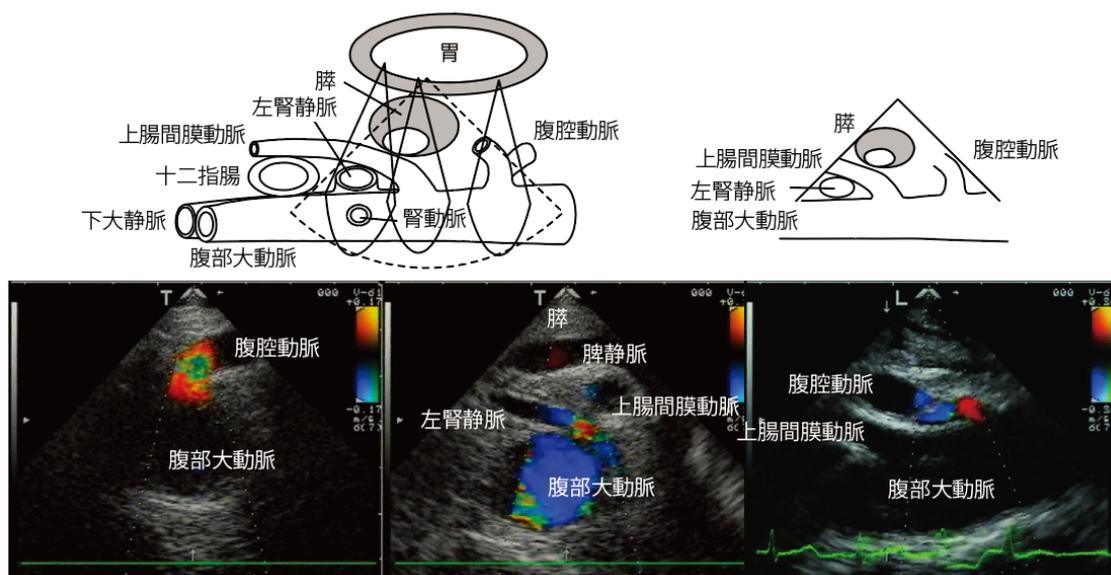
1. Eur J Cardio-Thorac Surg. 2004;26:907-11.
2. J Thorac CardioVasc Surg. 1997;114:1081-7.
3. Ann Thorac Surg. 2001;71:673-7.
4. J Thorac CardioVasc Surg. 2000;120:466-72.
5. Eur J Cardio-Thorac Surg. 2005;27:644-8.

## ②急性大動脈解離の初期診断と腸管虚血

急性大動脈解離は、前触れもなく突然発症し、突然死したり治療が遅れると救命が難しい病気です。数年前に大阪で車が暴走して歩行者をはね、運転手は車内で死亡していたという事故がありましたが、大動脈解離で大動脈が破裂したことが原因でした。すぐに診断して、外科治療できた人では 10 人中 9 人救えるようになりましたが、病院にたどり着けない人も少なくないので、実際の死亡率はもっと高いでしょう。この病気は発症するまで病気自体が存在しないため、P4 で紹介した「予防」と「早期発見」が大切です。この病気では大動脈の破裂が命取りになることが多いのですが、①のように脳梗塞を起こすこともあり、1、2 割の方では腸の血流障害（腸管虚血）を起こします。これも早期診断が非常に困難で、3、4 時間以内に治療しないと救命が難しくなるため、心臓外科医だけでなく消化器外科医にとっても未解決の課題となっていました。

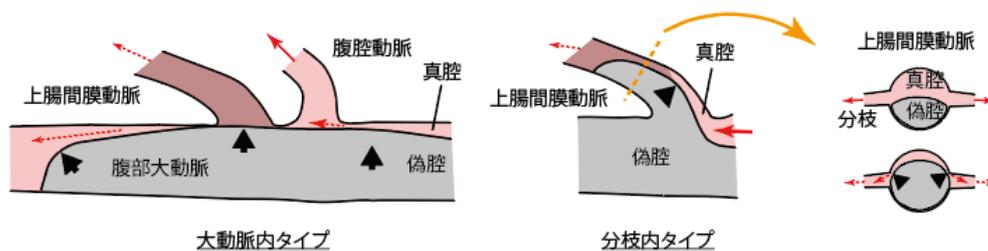
### ◇ 内臓分枝を見たい

腸管虚血の診断に造影 CT が役立つことはわかっているのですが、大動脈解離では CT も撮れないまま手術室に運び込まなければならなかったり、手術中に起こることもあるため、手術室でも診断できる方法がないだろうかと考えました。使える画像診断と言えば TEE しかありません。当時腹部大動脈、内臓分枝も blind zone と考えられていましたが、見えないと言われれば見たいくなるものです。試行錯誤の結果、胃の中からいろいろな内臓の動脈を見ることができるようになりました [6] (renovation)。



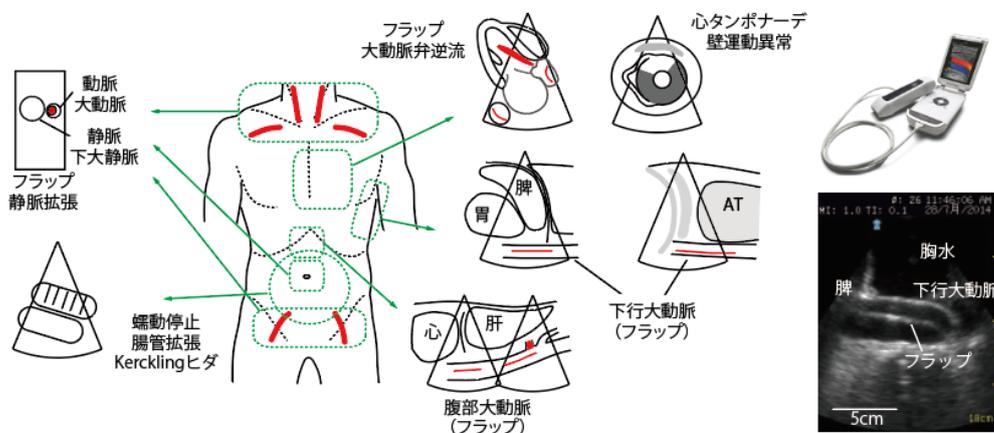
## ◇ 腸管虚血の診断

腹部大動脈や内臓分枝を見る技術を使って血流や形態を観察していった結果、腸管虚血の特徴的な所見や診断法も決まり [7] (renovation)、診療で使い始めてみると、CT で血流があるように見えるのに、実際には血流量が足りず腸管虚血になってしまうのを TEE で見破ることができたり、手術中に腸管血流が回復したはずと思っていたのに実は回復していないというような情報が得られることがわかってきました[8] (renovation)。



## ◇ 早期診断の壁

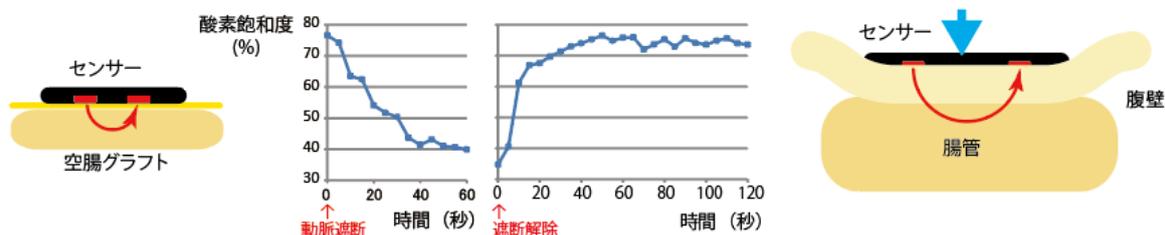
しかし、大動脈解離の症状は多彩で、腸管虚血の症状である腹痛が胃腸炎と間違われて、救命のチャンスを逸してしまうこともあります。腹痛の患者さんのなかで解離が原因なのはごく一部なので、腹痛がある人をみなさん CT で検査するというのも現実的ではありません。2010 年にスマホサイズの携帯エコーが登場しましたが、何とそんな装置で解離を認識できることがわかりました (renovation)。昨年改訂された大動脈瘤・解離の診療ガイドラインで、エコーによる初期診断が加わりました。上腸間膜動脈までの観察は容易ではありませんが、「腸管は心臓と同じ筋肉組織なので虚血で動きが低下する」ということを利用すれば診断の助けになると考えています (diversion)。P5 で紹介した 3 冊の書籍には、このことについて詳しく解説しています。



## ◇ 他領域への展開

腸管虚血の早期診断は、心臓血管外科や消化器外科だけでなく形成外科でも課題でした。耳鼻咽喉科医師が咽頭がんを切除し、食物の通路を再建する手術を形成外科医が行います。腹部から空腸を血管とともに 10cm ほど採取し、頸部で腸管、動脈、静脈を吻合して咽頭の代わりにするのです。しかし、手術後に空腸が虚血で壊死するという合併症があり、診断が遅れると膿瘍を形成したりして命にかかわることもあります。それを形成外科医から聞き、心臓血管外科で使っている酸素飽和度モニターを応用してはどうかと考え、提案しました。空腸用に少し特殊なセンサーを作ってもらい、それを使ってみました。空腸グラフトも脳と同じで、動脈を遮断すると数分以内に酸素飽和度が低下し、血流再開するとすぐに回復することがわかりました。とても感度のいいモニターです。また、手術後に皮膚の上から空腸の酸素飽和度を連続的にモニターできることもわかりました[9] (diversion)。

この酸素飽和度による診断は、同じように腸管虚血の早期診断に困っている消化器外科や心臓血管外科にも diversion できるかも知れません。これは今後の課題ですが、その場合には腸管がある深さが形成外科と異なるため、センサーを圧迫して腸管にわざと近づけるといふ前例のない手法が必要となるかも知れません。



6. J Thorac Cardiovasc Surg 1998;115:945-7.
7. Eur J Cardio-Thorac Surg 2005;28:871-6.
8. Ann Thorac Surg 2013;95:1570-6.
9. J Plast Reconstr Aesthet Surg 2021;74:108-15.

「イノベーション」とはどんなものか、少しイメージをつかんでいただけたでしょうか。私が開発したり繋ぐことで新たな価値を生み出したのは、それまで欠落していた部分です。それぞれの課題で、最適なイノベーションの形は異なります。それについてはコースの中で、いろいろ経験して行って下さい。

#### 4.4 イノベーションのヒント

地域医療の課題や病院内のインシデントなどに解決策を創り出していくとき、次のようないくつかのパターンが想定されます。

- ①すでにあるモノ・ワザがそのまま使える
- ②すでにあるシーズが役立つ可能性がある
- ③役立ちそうなシーズもまったくない

実際は①、②のような状況はあまりなく、③のような課題がほとんどでしょうし、解決まで一気に到達するのは難しく、一步解決に近づくという程度にとどまることも多いでしょう。いずれにせよ、待っているだけで答がやってくるなどありません。私は若い人たちに、「課題は君たちに退治されるために存在しているんだよ」と話しています。答がないなら、自分が見つけたり作ったりするのは。チャンスは、万人に平等です。国や地域でまったく差はありませんし、あなたが答を見つけようとするのをじゃまする人などいません。

解決の糸口がとらえられなくても、ニーズとして認識しておくことも大切です。認識しておけば、たまたまシーズに遭遇したとき何か感じるものがありますが、認識していなければ逃げてしまいます。私自身は、次の「基本原則」を大切にしています。

- ✓ 起こることには、必ず原因がある。
- ✓ 道理に合わないことは起こらない。
- ✓ 理に適うことは、継続しやすい。

何かを考える時、「道理」はものさし、羅針盤になり、かん違いを防いだり思考を軌道修正するのにも役立ちます。ただ、解決策を一生懸命考えていると、次第に煮詰まってきます。発想は、焦っても出てきません。そんなとき、発想が浮かぶのを加速するコツがあります。高知ならではの酒造りにちなんだ表現でいうと、「醸す」プロセスです。まず一生懸命考え、すぐ答が出なければいったん寝かせます。すると、潜在意識の中でそれが醗酵してきます。このプロセスにある程度時間が必要ですが、再び考え始めると、それまで思いつかなかったことがふと現れるものです。昔からいい考えが浮かぶ場所として「馬上、雪隠、夢の中」があげられています。「馬上」というのは、今は運転中でしょうか。私自身は運転中にもっとも発想が浮かびやすいのですが、ちょっと他のことに気をとられるとすぐ消えてしまうため、スマホのボイスレコーダーに録音することにしていました。さて、これ以降は、講義でお話しすることにしましょう。

## 5. 人を繋ぎ、将来へ繋ぐ

### 5.1 組織、社会のなかで人を繋ぐ

「縦割りの弊害を解決するには縦糸に横糸を絡めることが大切だ」とお話ししましたが、医工連携、イノベーションでも「心の接点」という横糸が大切です。システムや技術などの工学的思考を左脳で展開するときには、努めて「人」「心」も意識しておくことが大切です。個人、組織、社会で考えてみましょう。

#### ①個人

コミュニケーションツールは、どんどん進化しています。メール、ライン、ツイッター、フェイスブックなど種々の通信手段が使えるようになりましたが、便利さの陰でもすれば「心」が忘れられがちです。面と向かえば決して言わないことを文字にして、人を傷つけてしまうことがあります。使い方によっては凶器にもなるため、心に留めておくべきことが、2つあります。まず技術が進化すればするほどきちんと制御する「心」が必要ということ、そして「心」はコミュニケーションで表に現れてしまうということです。カリキュラムでは言葉、コミュニケーションについても学んでいきます。

#### ②組織

今後は、人との円滑なコミュニケーションがこれまで以上に大切になるでしょう。すべて一人でやるなら思いを心に秘めておけばいいのですが、**組織**として何かをやっていくなら、「気持ち」だけではすまなくなってきました。組織として機能するには、いい人間関係を作ることが大切です。そのためには、ある程度スキルも必要となります。生体では、自律神経を含めた神経系が全身にネットワークを作ってその役割を果たしています。この点についてはカリキュラムでも時間を焦点を当てています。

#### ③社会

社会では、組織以上に多くの人に関わります。高齢の方は各々で価値観が異なっており、それが包括的ヘルスケアを進めるときに妨げになることがあります。「ワシは元気やき！」の一点張りを超えることができるコミュニケーションが必要です。地域の高齢化社会で包括的ヘルスケアを推し進める際、目標として、①高齢者に不利な状況にも自分に対応させていく「レジリエンス」を高めることと、②長年培ってきた底力を発揮する「エンパワメント」を実現することが大切ですが、そのためにもコミュニケーション力は不可欠です。

## 5.2 イノベーションにおける対話

イノベーションでも、コミュニケーションが大切です。高知大学には医学科 2～4 年次に「先端医療学コース」という研究科目があります。私が開講している班は、何かを解明する「研究」というより、モノづくり、ワザづくりという「開発」色が強いものです。医学部の勉強は左の脳を使うものがほとんどなので、彼らにはあえて答のない課題を与えて、右脳を鍛えようとしています。例えば、「今は丸い人工弁しかないが、楕円形の人工弁を作ろう」といったものです。医学の知識はまだ乏しい学年ですが、彼らは関連しそうなことを見つけてきたりおもしろいアイデアを持ってきます。アイデアが浮かんだらまず絵に描いてもらい、私がコメントしながらブラッシュアップしていき、ある程度まとまったら fusion 360 で 3D 設計をして、3D プリントした自分のアイデアを手にとってまた考えるというやり方です。彼らは卒業後に幾度となく解決法がない課題に遭遇するでしょうが、そのときにこの経験が役立つと思います。前置きが長くなりましたが、学生と話していると一人では思いつかないことが次々と頭に浮かんでくることをしばしば経験します。それも、一度や二度ではなく、「よくこんなことを思いつくもんだ」と自分でビックリしています。本コースでも、研究を進めるときに対面のカンファレンスを活用していきたいと思います。



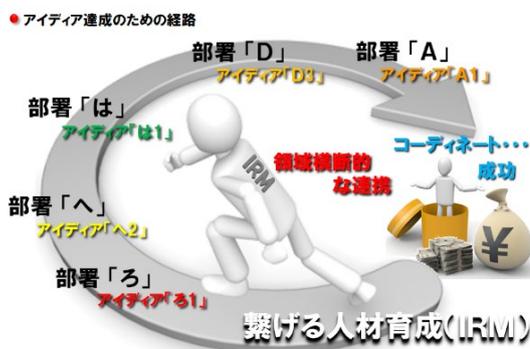
## 5.3 将来へ繋ぐ

「チームで開発していく」と言っても、永遠に同じメンバーというわけにはいきません。人が入れ替わってもチームとしての機能を継続していくためには、「次の世代を育て続ける」ことが必要です。そこで、本コースでは、修了生が後輩を指導するという「屋根瓦」方式にする予定です。「私は指導などできません」と言う人もあるかも知れませんが、やってみればできるものですし指導しなければならぬなら否が応でも一生懸命考えることになります。「やってみる」ことが大事です。私は、学位は「終わり」ではなく「スタート」だと考えていますし、学位を取った人は後進をきちんと指導できてはじめて学位に値すると思います。逆に、そうなることでこのコースが優れたものといえると思います。

## 5.4 Innovative Resource Manager (IRM)

おそらく、この言葉をお聞きになったことはないでしょう。これは、私の造語ですから。「組織のヘルスケア」で縦割り構造の横糸、埋蔵リソース活用、イノベーションの必要性を説明しましたが、それを実行する役割を果たすのが IRM です。おそらく今後はこんな人材が病院で必要となってくると考えているのですが、それをみなさんと共有するためにはそれを示す名称が必要です。既存の概念はないため、勝手にこの名前を作りました。IRM は病院にメリットをもたらす貴重な存在なので、「人財」と言ってもいいでしょう。

医工連携を通じて病院の縦割り構造に横串を通すには、診療放射線技師、臨床工学技士、臨床検査技師、理学療法士、作業療法士、言語聴覚士などメディカルスタッフが最適です。業務内容に工学的内容が多いことに加え、部門の壁を日常的に超えて業務を行うからです。本コースの開講と合わせて、高知大学医学部附属病院では放射線部、臨床工学部、検査部、リハビリテーション部の4部門で「医療技術部」を設立しました。そこでは、本来の業務に加えて病院内の「埋蔵リソース」を発掘し、それを活用する方法を模索し、未解決の課題に対して新たなモノやワザを創り出すという IRM としての機能も果たします。各部署の意見やアイデア、要望などにも耳を傾けつつ業務の非効率面や活用できそうなリソースを発見し、課題を解消する方策を考え提案していきます。本コースでは、それを行うために必要となるイノベーション能力やコミュニケーション能力、ベースとなる「心」を育成していきます。



「コースを修了したら、どんな資格が得られるのですか？」という質問をよく受けます。現時点では「今のところありません」としか答えられません。このような機能を持つ人材がまだ存在していない以上、資格もあるはずがないのです。今後 IRM という役割が病院組織に必要であると認識され、IRM がメリットを生み出す人材だと広く認められた時点で、新たに資格ができるかも知れません。

## 6. 解決をめざしたい課題

本コースで解決策を創出すべき課題は、地域医療、自然災害や感染などの課題をはじめ、インシデントなど医療安全の課題、病院内のインフラ整備など多岐にわたります。代表的な課題と可能性のある解決策の候補、方向性を、ほんのさわりだけですぐにまとめてみました。中には、すでに開発されているものもあるかもしれませんが、その点をご容赦下さい。

### 6.1 人のヘルスケア

#### ① 疾病予防、早期発見、フォローアップ

- ・ ロコモ症候群 ⇨ エコーによる腸腰筋モニター、スマホによる運動機能モニター
- ・ 認知症、うつなど ⇨ 表情、話し方などを人工知能で解析
- ・ 無症状で進行する大動脈瘤など心血管疾患 ⇨ 遠隔診療でエコーを含めた身体診察
- ・ 肺炎予防 ⇨ 嚥下機能をエコーを使って遠隔評価
- ・ ビッグデータの活用による疾患リスク評価

#### ② 確実に安全な治療

- ・ 手術中のモニター、画像診断、画像ナビゲーション ⇨ 領域を超えたデバイスの活用
- ・ 解決策がない合併症の回避策：脳梗塞、腸管虚血など ⇨ システム工学的アプローチ

#### ③ 災害時の対策

- ・ 孤立時の情報伝達の手段 ⇨ レーザーで空に文字や図を表示する技術
- ・ 服薬情報、既往歴などの検索システム ⇨ 診療報酬請求データからの抽出
- ・ 孤立集落での薬の枯渇など ⇨ 宅配ドローン
- ・ インターネットや電話回線に頼らない電話回線

### 6.2 病院のヘルスケア

#### ① インシデント

- ・ 患者まちがい（オーダー、配薬、検査など）、左右まちがい（撮影、手術など）  
薬剤まちがい、血糖測定、インスリン注射関連など  
禁忌、アレルギーの見落とし（薬剤、食事）  
⇨ 間違えることが不可能なシステムを構築（人の判断に頼らない確認システム）  
ワンタッチで確認できるシステムの開発

- ・専門外領域に関する合併症 ⇨ カルテのデータを縦覧し注意喚起を促す人工知能
- ・転落、転倒 ⇨ 見守り&声かけ&ナースコールをこなすロボット  
転落時のエアバッグによるソフトランディング
- ・中心静脈カテ自己抜去で空気塞栓 ⇨ 剥がれにくく空気の逆流が起こらないシール
- ・ダブルバッグタイプの輸液の開通漏れ ⇨ 近赤外線による高血糖モニター  
⇨ ウェアラブル watch で血糖が測れるようになりそうです  
<https://www.itmedia.co.jp/news/articles/2101/26/news119.html>
- ・カテーテル治療後の出血 ⇨ バイタルサインと交感神経緊張モニター
- ・パルスオキシメータのプロープによる熱傷 ⇨ プロープ接触面の温度センサー  
送光部位のゆらぎ偏位
- ・CT 所見の確認もれ ⇨ システムに自動解析システムを搭載
- ・褥創 ⇨ 1/f ゆらぎを使った圧の分散システム
- ・経鼻胃管の迷入 ⇨ GPS 機能が応用できないか

## ②コードブルー

- ・看護師の認識不足 ⇨ 急変を予測するパラメータでナビするシステム
- ・看護師のマンパワー不足 ⇨ バイタルサインと交感神経モニター
- ・心タンポナーデの発見遅れ ⇨ 携帯エコーでワンタッチモニターできるシステム
- ・重症糖尿病患者の他領域手術後の死亡  
⇨ カルテデータから可能性のあるイベントをリストアップするシステム
- ・眠剤重複による呼吸停止 ⇨ 簡便な呼吸モニターの開発

## ③業務の効率化、患者サービス改善

- ・インフォームドコンセントの時間短縮 ⇨ 説明と簡単な質疑応答は、人工知能を活用
- ・画像診断の時間短縮、見落としの防止 ⇨ 人工知能を用いた診断サポート
- ・想定診断の落ちを防止 ⇨ 想定疾患をリストアップするシステム
- ・輸血、輸液開始後の見守り ⇨ 見守りロボット
- ・看護師による患者搬送業務 ⇨ 患者搬送ロボット
- ・手術中の外科医への確認 ⇨ チャットシステムを用いた確認
- ・待ち時間の苦情 ⇨ ロボットによる問診、啓蒙
- ・会計窓口での計算の遅れ ⇨ 診療時の入力を自動解析し、自動計算するシステム
- ・加算請求漏れ ⇨ 人工知能を用いる漏れ診断

### 6.3 コロナ対策：ヘルスケアイノベーション的考察

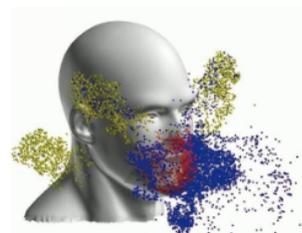
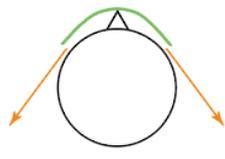
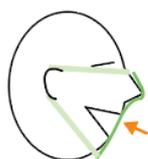
新型コロナウイルス感染は、オミクロン株の登場によりまた新たな脅威が拡がっており、感染対策は重要な課題です。この課題を「ヘルスケアイノベーション」的に考察してみるとどのようなことになるかをお示しします。新型コロナウイルスの感染拡大は、①接触感染、②飛沫感染、③空気感染で起こるといわれていますが、①と②は手指消毒、マスクによってほぼ防げていると思います。ただ、③に対して三密回避を守っても感染拡大が起こるので、起こるだけの理由が必ずあるはずで、家族内感染や会食、カラオケによって起こる感染の主な原因は空気感染ではないでしょうか。マスクと換気について考えてみます。

#### 6.3.1 マスク

マスクは飛沫感染を効果的にブロックするでしょうが、エアロゾルにも有効でしょうか。正面に向かうものをブロックしても、上方と側方へ逃げるのが、スーパーコンピューター「富岳」のシミュレーションでも明らかです。マスクを付けていても、息を吸うとマスクが貼り付くと緩めてしまいますし、食事をする時にはマスクを外します。この間も、呼気中のエアロゾルは拡散していきます。5mほど離れていてもタバコの匂いが伝わって来ることを考えると、ソーシャルディスタンスに限界があることは道理から考えて当然といえます。



通常マスク



「富岳」のシミュレーション

道理には道理で対処するしかないなので、ウイルスの特性を利用しましょう。

ウイルスは、重力で（ゆっくりだが）下に落ちていく

ウイルスは、手や衣服、床などに付着しやすい

この特性を逆利用できないのでしょうか。ウイルスを含んだ空気を下方に誘導して手や衣服、床などに付着させてしまえば、アルコールなどで対処しやすくなり、再び拡散するのも抑えられると思います。

そこで、マスクについて3つの提案です（現実的かどうかは度外視しています）。

### ①逆さマスク

マスクを上下逆にし、ワイヤフレームをゆがめて顎の前に当てます。フレームのない方を鼻の上に当てると、呼気はほとんど下方へ出て側方や上方へ出ていく呼気は減ります。胸の前の方に送り出されたウィルスは、重力でゆっくりと下に落ちて服や床に付着します。

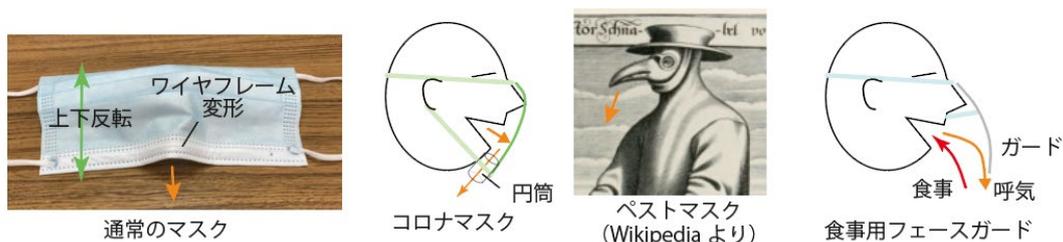
### ②逆シュノーケル型マスク

顎の側にくる部分の内側に小さな円筒を付けます。クリアファイルで簡単に作れますし、段ボール素材でもいいでしょう。すると、呼気はほとんど抵抗の低い下方に出ていきますし息を吸うときもマスクが口と鼻に貼りつかず運動をしても楽です。通気性のいいウレタン製マスクより、感染対策の面で有用でしょう。

### ③下向きフェースシールド

現在使われているフェースシールドは、顔全体をカバーしたり口の正面に当てています。前者は呼気で曇ってしまいますし、後者は上に開いているため呼気が上に出てしまいます。むしろ、鼻の上で固定し下方に開放する形はどうでしょう。抵抗なく息を吸うことができ、呼気も下方へ誘導されそのまま食事もできます。

実は、この③のアイデアを考えついた後で、たまたまネットを見ていたら、以前ペストが流行したとき使われていたペストマスクを見つけました。口から出てきた病原体を拡散せず一方向に逃がしてやれば感染しにくいだろうということから考えられたものですが、原理は③と同じです。つまりまったく新しいアイデアではなく、温故知新だったわけです。

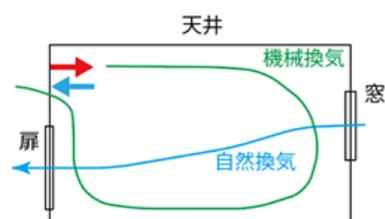


## 6.3.2 換気の整流化

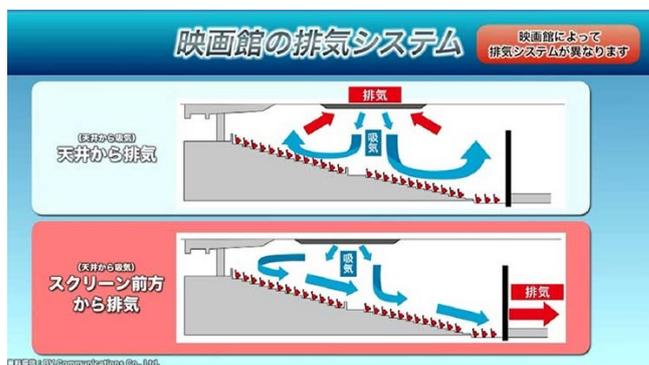
広州市のレストランで起こったクラスター感染は、室内気の再循環が原因とされています (Lu J, et al., Emerg Infect Dis. 2020)。この教訓から、定期的に窓を開放し外気と入れ替えることが推奨されていますが、それがどれだけ有効か、検証することはなかなかできません。部屋ごとに窓の面積も異なり、そもそも風の勢いは常に変わります。肌で風を感じる 1.5m/s 以上の風があれば室内気は 1 時間に数回以上入れ替わり、室内に感染者がいてもウイルスが拡散する前に流されてしまうでしょうが、風が吹かなければ、室内でウイルスは三次元的に拡散していきます。つまり、現在の対策は、「風まかせ」なのです。

講義室ではロスナイ換気となっていますが、吸気口、排気口は天井近くの壁にあるため、空気は学生を横切るように流れ、感染者が上流にいれば広州市のレストランと同様のことが起こります。気流の管理が不可欠です。ウイルスは徐々に下に落ちるので、上→下の気流を作れば、落下を加速して顔の高さでの拡散をブロックできるでしょう。ウイルスがそれに逆らって横に移動することはありえません。

実は、映画館の換気が理想的です。天井から送気された空気は、階段状の床に沿って前方に流れて排気されます。映画館でクラスターが起こっていないのは、会話をせずに同じ方向を向いていることに加え、空気の流れが理想的なためと考えられます。



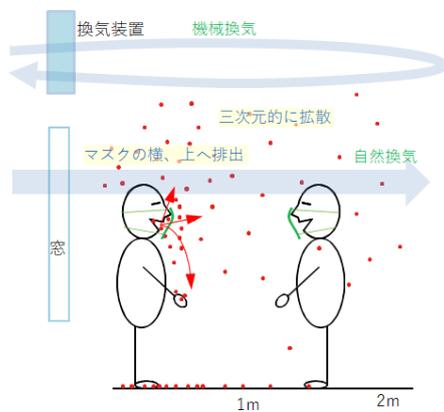
- 機械換気  
4カ所から給気し、4カ所から排気  
排気風量：2880m<sup>3</sup>/h  
→1時間に3回総換気
- 自然換気（窓全開放で6.16m<sup>2</sup>）  
風を感じる1.5m/sで5.6回/h総換気



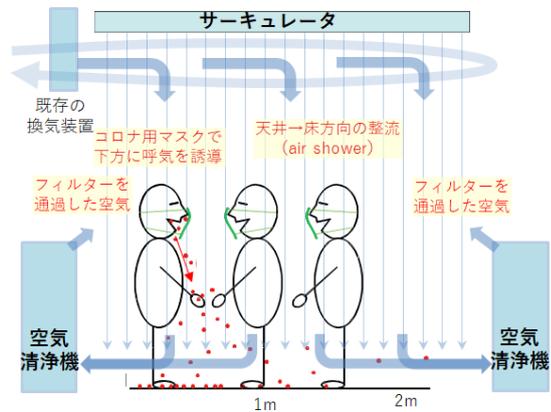
<https://av.watch.impress.co.jp/docs/news/1268898.html>

そこで、今の講義室のために「天井にサーキュレータ、床に吸引ルートを設置し縦方向の整流を作る」というアイデアを考えました。ウイルスがいても、拡散で拡がる前に床方向に空気ごと移動してしまうのです。さらに、排気口にフィルターを設置してそこでウイルスをチェックすれば、感染者が室内にいたかをモニターできるでしょう。

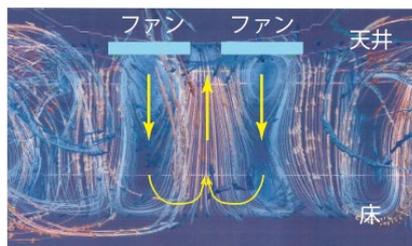
従来方式のリスク



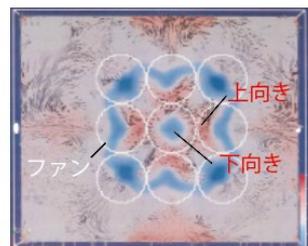
能動的換気管理システム化の状況



しかし、話はそう甘くありません。天井に9台のファンを置いて送風したら空気の流れるようになるか、高知工科大学の辻知宏教授に検討していただきました。ファンの真下では床に向かいますが、ファンの間は逆に上行するため、ウィルスを巻き上げてしまいます。



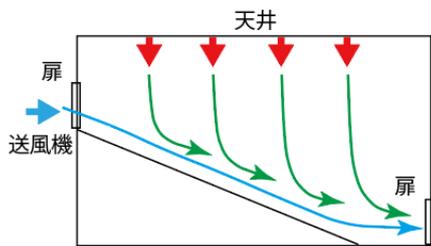
横から



上から

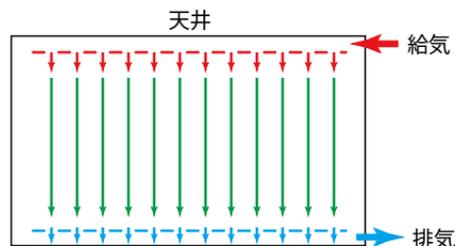
(高知工科大学  
辻知宏教授の  
ご厚意による)

むしろ、床をOAフローとして吸引口を床下に張り巡らせるスタイルがよさそうです。ただ、新たに換気システムを設置するにはコストもかかるので、現在約100名の学生に対面授業を行うときには、映画館のような換気システムとなっている階段教室を使っています。



階段教室

送風機  
排気口

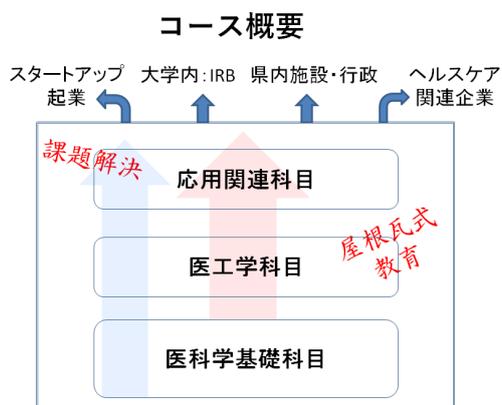


通常の教室

今のところここで止まっていますが、さらに考え続けてもっといい活路を見いだしたいと思います。

## 7. 本コースのカリキュラム

本コースがめざす人材を育成するためには、医学と工学の基礎的な知識に加え地域社会や地域医療、災害を含むリスク管理、医療情報システムの概略、さらにコミュニケーションやイノベーションなど広い範囲をカバーする必要があります。カリキュラム全体は三層構造でまず**医科学基礎科目**で医学と工学の基礎知識を学び、**医工連携**で必要な手法や知識（**医工学科目**）を重ね、その上に**応用関連科目**を乗せています。



講師として、学内はもちろんのこと県内では高知工科大学、高知工業高等専門学校、高知県立大学、他県の複数大学、日本マイクロソフト、GE ヘルスケア、日本アイ・ビー・エム、テルモなどグローバル企業、エルピクセル、リジッドなどの起業家、高知県、経済産業省、厚生労働省など行政からも講師を招いています（社名一部略称）。

さて、組織の「縦割り」を克服すると宣っているコースのカリキュラム自体が縦割りでは筋が通りません。それらが血となり肉となるには、横糸を絡めていくプロセスが必要です。そのために、**リエゾンレクチャー**を加えました。講義をいっしょに聴いた私が、自分の中で咀嚼した上で、講義を繋いでいくのです。たとえば、「〇〇先生のここは、△△先生のここと繋がっているんだよ」といった調子です。そこから「そんな解釈もあるか」という気づきが生まれますし、彼らの脳内のニューラルネットワークを密にできると思います。

本コースでは、領域を超え根底に存在している「道理」を大切にしたいと考えています。工学ではモノやシステムの道理を扱い、医学では生体の道理に照らして、健康と病気を理解していきます。それらを互いになぞらえれば、より深い理解や新たな気づきが得られます。この冊子でも互いを参照する喩えを出して説明してきたので、気づきのことと思います。

では、各科目の紹介をしていきましょう。

## 7.1 医科学基礎科目

### ①医学英語

「英語は苦手だ」と感じる人は少なくありませんが、得られる情報が各段に広がります。英語を「勉強」と思わないことです。学習効率から考えても、自分が興味を持ち知りたいと思うことを英語で調べていくのがもっとも近道です。関心領域の語彙も、一気に増えます。

### ②人体形成学、人体機能学

人体を構成する細胞、組織、器官、個体の構造と、その上に実現される機能に関連付けて学びます。生命維持に不可欠な循環、呼吸の機能、調整、恒常性、外界とのやりとり（認識、適応、制御）から理に適ったシステムとはどんなものかを理解します。工学的にシステムを考える際にも、生体になぞらえて考えることで何らかのヒントが得られるかもしれません。冒頭で「3つの最善策」を紹介したときに生体の免疫機能に擬えたのも、その一例です。

### ③病理病態学

構造、機能の病的な状態とはどんなものか、そしてそれが疾患として外から分かる状態になったときどのように表れるのかを学びます。人のヘルスケアは必須の知識ですし、体内で何が起ると機能異常が起るかを理解することによって、組織の機能不全を見るときに、このような病態になぞらえて考えることも可能となるでしょう。

### ④臨床医学概論

診療現場でしばしば遭遇する疾患や診断、治療を学びます。人のヘルスケアを考える際に必須の知識であるばかりでなく、地域におけるヘルスケア、それに役立つワザやシステムを構築していくときにも不可欠です。これらを医工連携という視点で見つめ直すことによって思わぬ発見があるかもしれません。

### ⑤社会医学

人の包括的ヘルスケアは、社会も対象です。社会特有の課題もあれば、環境が健康に与える影響も含まれます。社会という単位で人々のヘルスケアを考えるときに、この科目で学ぶ内容が役立ちます。ヘルスケア関連の法律も、どのように活かすかを考えていきましょう。

### ⑥医科学における心と倫理

イノベーションの産物を人に応用するときには、生命の尊厳を尊重した研究が必要です。対象は生身の患者さんなので、医療倫理、生命倫理をさまざまな観点で見て尊重し、それを実践できる態度を身につけていきます。

## ⑦医用工学

工学の考え方や手法の基礎を、プロの先生方から学びます。なかでも医療と特に関わりが深い電気工学、電子工学、機械工学に続き、臨床工学やリハビリテーションなどで、どんな役割を果たしているか、どんな pitfall があるか、そして実際の開発事例を学んでいきます。

## ⑧医療統計学・データマイニング

統計学は研究におけるデータ解析にかぎらず、データマイニングや画像解析、人工知能の深層学習にも使われています。基礎的な統計手法に加え、イノベーションに役立つ実戦的な内容について、演習を含めて学んでいきます。

## 7.2 医工学科目

### ①医用システムデザイン工学

医療およびその周辺にあるヘルスケアでは、医療情報に関わる機会が少なくありません。電子カルテシステムは地域の施設でも次第に広まっており、災害時の対策を考えるとときには情報共有や機能障害への対処も必要です。さらに、その質はインシデントにも関連します。これらに関与するには、医療情報システムや情報伝達について基本的な知識は不可欠です。具体的には、ネットワークやクラウド、情報システムやそのプラットフォーム、インフラ、モダリティとの接続などを学びます。

### ②医用画像工学・人工知能

医用画像は、診断だけでなく画像による治療ナビゲーションなど治療でも不可欠な存在になりました。画像診断へに人工知能を応用することで、遠隔医療における診断はより迅速、正確になっており、通信技術の進歩がこれに拍車をかけています。このような背景をふまえて医用画像工学や人工知能の基礎に加え画像診断機器全般、Texture 解析、Radiomics への応用、さらに深層学習も演習ベースで学んでいきます。

### ③イノベーション・レギュラトリーサイエンス

ここでは、「そもそもイノベーションとは」から始まり、イノベーションを取り巻く政策、世界で展開されているデジタル化や人工知能の医療への活用事例、さらに創り出したものをヘルスケアに役立てていく過程で遭遇する規制や知的財産についての知識などを学びます。さらに、発想を引き起こすために大切なキーとなる「アート」についても学びます。

### ④アントレプレナーシップ

起業は、イノベーションの一つの到達目標です。ベンチャー企業を立ち上げ、アイデアを

製品化し、それが実際に役立つものとして成長して行くまでのプロセスを、実際に起業して成功された講師から学びます。うまくいくために必要なもの、やってはいけないことなどについて自らの経験も交えてお話しいただきます。起業で得るもの、失うものにつき金銭的なものだけでなくマインド的なものも解説いただきます。最終回にはピッチデイが設けられ、投資家にも参加いただきます。

#### ⑤組織行動マネジメント・リーダーシップ

組織のパフォーマンスに不可欠な人的資源を活用するために、組織をどのように管理していけばいいのか、それを率いるリーダーに何が求められるかという、チームマネジメントを学びます。Web 工場見学やエンジニアとのミーティングも経験できます。

### 7.3 応用関連科目

#### ①ロジカルシンキング、ラテラルシンキング

課題解決に役立つ「思考」に焦点を当てています。医学と工学で異なる考え方（演繹法と帰納法）を理解した上で、要素に仕分けして道筋を立てて考えていくロジカルシンキング、水平方向に発想を広げ発想を生み出すラテラルシンキング、感情や主観に流されず批判的な視点で判断するクリティカルシンキング、デザインの考え方を課題解決に応用するデザインシンキングなどを学んでいきます。

#### ②リスクマネジメント・クライシスマネジメント

リスクやクライシスの概略を理解した上で、個々の理解を深めます。インシデントなど、医療安全の現状と課題、急変を未然に察知する Rapid Response System (RRS)、医療機器の危機管理、サイバーセキュリティ、病院設備やインフラ、経営リスクなど病院組織のヘルスケアに関する問題、さらに、災害に関する内容に踏み込んでいきます。

#### ③地域社会レジリエンス・地域医療エンパワメント

地域医療が抱えている課題や ICT を活用した医療介護連携システムなどの取り組み、地域医療や災害対応に対するメーカー側の考え方、行政が考えているヘルスケア産業の方向性という複数の視点から学びます。また、医師、大学、医師会の立場から高齢者が環境の変化に適応しながら生き延びていくレジリエンスや障害とともに生き自信を得て自立へと誘導するエンパワメントについても理解を深めます。

## 8. 繋いで創れる人材として活躍を！

これだけの内容を2年で学ぶのは大変ですが、自分になかったさまざまな視点や考え方を学びながら未解決の課題に対する解決策を考えていく経験を通じて、そういった知識が身についてくると思います。ただ、こんなコースは前例もなく、準備してきた私たちもコースを修了しているわけではありません。「これで正しいはず」と信じて方向を決め、羅針盤一つで大海原に飛び出ていく気持ちです。いっしょに準備をしてきた伊東賢二診療放射線技師長、村上武臨床工学技士長ともども一貫していたのは、長年にわたって自分の領域で経験したり感じてきたことをベースに、「自分自身が受けたいと思える」コースを作ろうということで、「今後どう変化しどんな人材が必要か」を話し合いながら、このコースができあがりました。「これで大丈夫だろうか」という不安もたしかにありましたが、講師をお願いする先生方にコンセプトをお話すると、私たちがビックリするくらい賛同をいただきましたし、誰一人断られる方もなかったので、私たちが考えてきたことが間違っていないと確信できました。この場を借りて、講師の先生方に感謝申し上げます。

さて、この冊子はコースの全体像を理解していただくために作りましたが、前述のとおり医学、工学とも全般をカバーする解説書もなく、ヘルスケアという観点で医と工の連携について解説したのも皆無です。私は、心臓血管外科というけっこう特殊な領域でそのような書籍の必要性を感じ、他領域の医師、メディカルスタッフ、学生、医療関連の企業の方々にも役立つポケットサイズのマニュアルを上梓したところ、多くの方々に利用いただいています（Amazonで何度か「ベストセラー」になっています）。本コースが対象としている広範囲の内容では、このようなテキストが必要だと感じましたので、今年私自身が講義を聴いて勉強しながら、コースのテキストを作成中です。おそらく500～800頁になると思いますが、2022年前半には上梓したいと考えています。



本コースは、開講後も歩みながら考え、改良して評価するというサイクルを回しながら、「進みつつ成長していくコース」にしたいと考えています。本コースから課題解決に役立つ方策が生まれ、修了者がさまざまな分野で能力を発揮して活躍することを期待しています。

注：この記載内容は現時点のもので、今後次々アップデートしていく予定です。