

いずみ み き
 泉 美 貴
 Miki IZUMI

はじめに

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）のパンデミックは、現代史において未曾有の災害としてその名を刻むことは間違いない。しかし、この全世界を巻き込んだ危機の中で、僅かながらも光を見出せる側面が存在することも事実である。特に教育の分野において、ICT（情報通信技術）の導入という面では、前向きな変化がみられた。長年、教育現場におけるICTの利用は他国に比べて遅れを取っていた日本であるが、コロナ禍を契機に、学校教育におけるオンライン学修やデジタル技術の利活用が飛躍的に加速した。この急速な変化は、オンライン授業やオンデマンド講義の実施だけにとどまらず、遠隔での仕事や会議が可能になるなど、社会全体においてデジタル化の波を加速させ、世界との距離を縮める効果をもたらした。

「わだい」シリーズでは、特に医学教育におけるICTの利活用に焦点を当て、このテーマに関して、経験と洞察を提供する企画を立ち上げた。昭和大学医学部においても、コロナ禍を経て、ICTの利用が劇的な進展を遂げた。このシリーズでは、まず本号で私からこの分野の全体像について述べ、次号以降は、デジタル解剖実習の可能性を示す「アナトマージ・テーブル」について吉川輝先生から、「バーチャルリアリティ（VR）」を活用した実習前教育について鈴木慎太郎先生から、デジタル患者を用いた臨床推論学修「ボディ・インターアクト」について土屋静馬先生から、そして「手術野での解剖・組織の可視化を実現するソフトウェア」に関して田代良彦先生から、それぞれ詳細に解説していく。これらの革

新的な取り組みを通じて、新しい医学教育に対する期待が高まることを期待する。どうぞご期待あれ！

I. ニューノーマル（ポストコロナ、ICT時代）における医学教育の姿

最近30年間で世界を最も変えたのは、間違いなくICT（情報通信技術：Information and Communication Technology）の導入・普及（DX：デジタル・トランスフォーメーション）であり、私たちのライフスタイルやワークスタイルのあらゆる場面において、社会を一変させた。教育の世界では、パソコンやタブレットといったIT機器を利用して、デジタルデータの教科書を使ったり、画像、動画、バーチャルリアリティなどが授業に取り入れられるようになった。米国では、大学や医学部（大学院）の教育においても、すでに30年ほど前からオンライン授業が常態化していた。学生は予めオンデマンド講義（製作した動画等を自分の好きなタイミングで視聴する）を視聴してから登校し、大学の授業時間はもっぱらディスカッションやアクティブ・ラーニングが行われてきた。しかし本邦では、大学教育なかんづく医学教育におけるICTの活用は立ち後れていた。そこに、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の世界的な蔓延という予期せぬ事態が襲いかかり、否が応でもICTを利用した教育が迫られることになった。新型コロナウイルス感染症は、学校教育の在り方を一変させ、医学教育もあつという間にオンライン授業（リモート授業）が普及した。

本欄では、デジタルネイティブである医学生に昭和時代の教育を教授することのないよう最新の情報を提供し、以て読者の教育改革の一助としたい。

1. 30年間も100年間も変わらない日本の医学教育

米国では、ミネルバ大学 (Minerva University, <https://www.minerva.edu/>) という新興の大学 (創立 2012 年) がハーバード大学を抜いて、全米一入学が困難な大学になった。ミネルバ大学にキャンパスは存在せず、学生は 4 年間で世界 7 都市 (サンフランシスコ、ロンドン、ベルリン、ブエノスアイレス、バンガロール [印]、ソウル、台北) にある寮で地域社会に密着して生活する。授業資料はすべてオンデマンドで提供されるため、学生は予習して臨み、授業中はオンラインで繋がれた世界中の同級生と、世界一流の教員とがディスカッションを重ねる。

この大情報化時代・ICT 時代において、授業で知識を詰め込むことに教育的な価値はない。1950 年には医学知識が 2 倍になるのに 50 年かかっていたが、1980 年は 7 年、2010 年は 3.5 年、2020 年には 0.2 年 (73 日) となり、恐らく現在はひと月 (!) ほどと予測される¹⁾。従って知識をすべて教え込むことは、もはや不可能なのである。もし教えたとしても、講義形式で学んだ内容は、1 週間経てばわずか 5% しか残らないと言われている²⁾。学修を身に付けるためには、討議 (学習定着率 50%)・体験 (同 75%)・他人に教える (同 90%) といった「アクティブ・ラーニング」でなければ意味をなさない。

日本の大学の授業は、未だに教員が 1 人で喋り、多数の学生が受け身で聴講するという寺子屋方式から脱却できずにいる。失われた 30 年は経済だけではなく、大学教育なканずく医学教育の世界にも起こっていたのだ。大情報化時代に取り残されている間に、日本は世界大学ランキングにおいて、中国や他のアジアの大学に次々に抜かれ、2023 年度にはベスト 100 に東大と京大がかろうじて入る程度まで下落した³⁾。

2. 大情報化時代の授業とは：講義の廃止、コンテンツの共有、アクティブ・ラーニング

日本の高等教育機関の教員 (医師) は早くこの社会的変化を認識し、知識の獲得はオンデマンド講義に任せ、授業では“アクティブ・ラーニング”を実施する必要がある。ただし、オンデマンド講義にも注意が必要である。学生が従来の授業時間、例えば

一日 90 分×4 コマの授業をそのまま視聴すると、実に 6 時間もの間、自宅のパソコンの前に座り続けるという、究極の受け身の学びになってしまう。

高等教育の目的は、「自ら学び、自ら考える力」を基礎に、「課題探求能力の育成」にある⁴⁾。医師は生涯にわたり学び続ける必要性 (life-long learner) もある。つまり医学部・医科大学は、受動的に知識を伝授される場ではなく、自ら学ぶ力 (自己主導型学習 self-directed learning、自らがデザインし方向づける学び) を涵養する場でなければならない⁵⁾。

昭和大学の新カリキュラムでは、知識はすべてオンデマンド講義で自学自修としたが、一コマの長さは 90 分間で教えていた内容を、20 分間の簡潔な動画にした。昭和大学医学部のすべての学生に実施したアンケートでは、学生は対面講義よりもオンデマンド講義を圧倒的に好んでいた。オンデマンド講義は、学ぶ時や場所を選ばず、倍速など好きな速度で、繰り返して視聴することができる。教員側は、学修 log が取得できるため成果を可視化しやすい。オンデマンド講義が定着すれば、82 医科大学・医学部で類似の教材を作成する必要はなく、その分野において最も授業が上手な教員によるコンテンツを全国の医学生が視聴すれば良い。コンテンツの共有は、2008 年頃に米国で始まった MOOCs (ムークス、Massive Open Online Courses, <https://www.mooc.org/>) が有名である。グローバル化にあたり日本でも、WWL (ワールド・ワイド・ラーニング、World Wide Learning、国際協働オンライン学習) コンソーシアムが構築され、①オンライン国際協働学習 (COIL : Collaborative Online International Learning) プログラムや、②ジョイント・ディグリー (JD : Joint Degree、国際連携教育課程制度) が計画されているが、いまだ広がりには緩徐である。

新型コロナウイルス感染症による教育の混乱と対応がようやく一段落ついたかに見えた折しも、生成 AI が登場した。Chat GPT (チャットジーピーティー、OpenAI 社)、Copilot (コパイロット、Microsoft 社)、Gemini (ジェミニ / ジェミナイ、Google 社)、Claude (クロード、Anthropic 社) などにより、大学教育は方略どころか大学や教員の存在意義さえも揺らぐ可能性がある。幸い ICT の進化により、日本人が苦手としてきた英語が、「DeepL 翻訳」や生成 AI の力を借りれば瞬時に高精細に翻訳されるし、Web 会議をり

アルタイムで翻訳するサービス(VoiceTra, Say Hi 翻訳、Papago, Google 翻訳、Microsoft Translation など)も多数提供されており、英文論文の作成、Webでの国際会議への参加、海外とのWeb会議などにおける語学の障壁が著しく低下した。

未だに大学教員の心に根深く残る、「学生は教科書を読まない」、「検索をインターネットでするのはけしからん」、「課題のレポートを、ネット情報からコピペするのはけしからん」などという迷信は捨て去らなければならない。教科書はiPadにインストールしているのだから紙の教科書を読む必要はないし、情報は苦勞して取るべきものではなく、迅速にどこから得ても良いし、Chat GPTが瞬時に解答を作成できるような課題を与える教員の方が時代から遅れているのだ。

それでは、大情報化時代・ICT時代の医学教育はどうあるべきかを、自校のカリキュラム改編を振り返りながら模索したい。

II. 昭和大学医学部における 新カリキュラムの紹介

昭和大学では、2020年度の1年生からオンライン教育(オンデマンド講義)とICTを用いたアクティブ・ラーニングの双方の良さを活かした世界に通用する教育を追求した新カリキュラムを導入した⁶⁾。新カリ



図1. 大学での授業の様子

授業は教員から受け身で学ぶのではなく、学生同士で考え教え合う。知識は、iPadやノートパソコンにインストールした教科書やインターネットから得る。

キュラムのコンセプトは、「卒業時に、医師として診療ができる医学生の育成」であり、知識はオンデマンド講義により自学自修とし、大学における対面授業はアクティブ・ラーニングと定めた(図1)。基礎医学と臨床医学は、「基礎・臨床統合教育」として学ぶことにした。そして、学生が得た知識や教室での学びを、常に患者の診療において統合して思考することができるよう、臨床教育を初年次から導入した⁷⁾。

1. 解剖実習:アナトマージ・テーブル、VR

解剖学実習は伝統的に、献体されたご遺体を解剖してきた。昭和大学では、新新カリキュラム(2026年度の1年生から導入予定)を見越し、ご遺体に変えてバーチャル人体を用いた解剖実習の導入を模索している。

その一つが、すでに部分的に導入しているアナトマージ・テーブル(バーチャル解剖台、Anatmage, <https://anatmage.com/table10/>、図2)の利用で、詳細は同シリーズ2回目をご担当いただく吉川輝先生の頁に譲る。

もう一つが、メタバース(バーチャル・リアリティ、VRなど)の導入である。メタバースの詳細と本学への導入実績については、同シリーズ3回目をご担当いただく鈴木慎太郎先生の頁に譲り、ここで

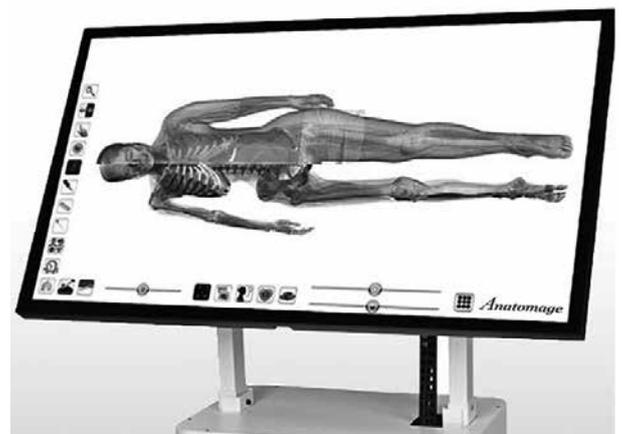


図2. アナトマージ・テーブル

テーブルにデジタル化した等身大の人間が現わされる。表層から深層、縦走断、矢状断、水平断など、指1本で指定すると、見たい部位や断面を自由自在に観察することができる。

(図2は巻末にカラーで掲載しています)

は、著者が実際に出向いて体験した、世界の医科大学におけるVRを利用した教育の中から、米国のCase Western Reserve University (CWRU) における解剖実習の様子を紹介する。CWRUでは、GARLA (Gross Anatomy, Radiology, and Living Anatomy) と名付けた実習を展開している⁸⁾。120名の学生を40名ずつ3グループに分け、120分の実習時間を約30分ずつの3ユニットを移動して学ぶ。3つのコースは、①VRによる解剖実習、②解剖を放射線の画像と対比する実習、および③模擬患者さんを使った超音波検査実習、から構成される。①VRによる解剖実習は、マイクロソフトのHoloLens (ホロレンズ) を装着し、目の前にポップアップしてくる臓器を観察する (<https://case.edu/medicine/curriculum/curriculum-overview/foundations-medicine-health/gross-anatomy-radiology-and-living-anatomy-garla>)⁸⁾。学生には事前にオンデマンド教材や授業資料が渡されており、実習中は学生同士で教え合う。ホロレンズはメガネのような感覚で着用する複合現実 (MR, Mixed Reality) を利用しており、グーグルのように完全に目を覆わないため、学生は周囲の様子、授業資料プリント、モニターなども見ながらお互いに学ぶことができる。解剖学には講義 (座学) は存在しない。②放射線画像の読影では、解剖学で学んだ臓器が単純X線、CT、MRI画像などでどう見えるのかを学ぶ。これも予めオンデマンド教材を学んでから実習に臨み、学生は互いに教え合う。③超音波検査の実習では、模擬患者さんがベッドにずらりと横たわり、傍らには超音波装置が並ぶ。学生は、模擬患者さんの身体を借りて、解剖実習で学んだ臓器を超音波プローブにより自分で描出することに挑戦する。

2. 病理学や組織学実習のデジタル化

組織学や病理学の実習は、長い間顕微鏡を利用していた。実習では、赤色と青色の色鉛筆で所見の絵を描き、教員に指導を受けていた。しかし最近では、標本 (ガラススライド) をスキャンして高解像度のデジタルデータに変換するバーチャルスライドの利用が加速している。バーチャルスライドスキャナーには、NanoZoomer (浜松ホトニクス社) や Aperil (Leica 社) などがあり、スライド全体をデジタル化するので、デジタル画像は whole slide image (WSI)



図3. 組織像、病理像のデジタルデータ

パソコン上で、ズームの他、回転や静止画の撮影など、顕微鏡では難しい操作もデジタルデータでは可能である。学生は指や矢印を指しながらディスカッションができる。

(図3は巻末にカラーで掲載しています)

と呼ばれている (図3)。従来の顕微鏡による観察では、学修者は指導医が顕微鏡の視野のどこを指しているかわかり難い欠点があった。デジタル画像をパソコン上の画面で見えるため、所見を共有することが可能である。デジタル画像は劣化することがなく、アノテーションなどを示すことも容易で、学生にとっては顕微鏡が不要で、繰り返し学ぶことが可能である。

本学医学部では、組織学や病理学の実習はバーチャルスライドを利用している。組織学では学生が自分でテキストを作成する。WSIから静止画を撮影し、所見を考え、解説を書く (図4)。中には、教員が驚くほど精緻で、まるで組織学の教科書のような出来映えのレポートがある。顕微鏡は使用しないが、教育的観点とくに協同学修という点では、バーチャルスライドを利用した組織学や病理学の実習は従来の顕微鏡実習よりも利点大きいといえる。

3. デジタル患者シミュレーター

(Body Interact, ボディ・インターアクト)

ボディ・インターアクト (<https://bodyinteract.com/>) は、デジタルの仮想患者を相手に、診断や治療を進めていく教材で、学生はゲーム感覚で患者の診療を楽しく学ぶことができる。詳細は、同シリーズ4回目をご担当いただく土屋静馬先生の頁に譲る。

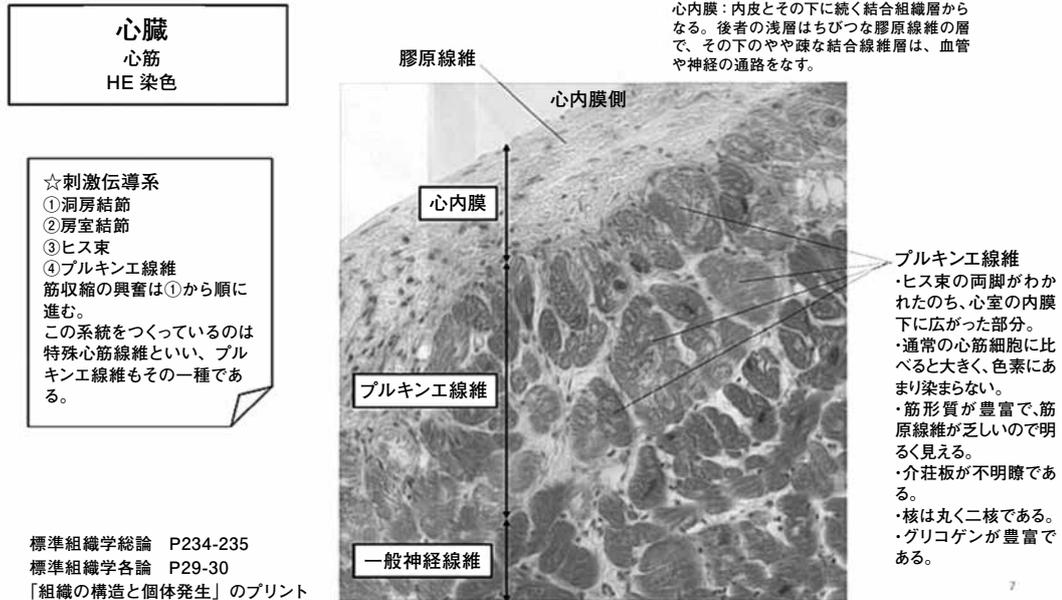


図4. 組織学実習における学生のレポート（心筋）

学生は講義や教科書で学んだ知識を実際の組織像と対比させて記載することで、正確な理解を得ることができる。

（昭和大学医学部学生より作成）

（図4は巻末にカラーで掲載しています）

4. 外科手術の支援ツール

医学生にとって外科手術に手洗いをして参加しても、術野で何が行われているのかを理解することは容易ではない。本学の消化器・一般外科では、視覚支援AIシステム（アナウト社、EURECA）を用い、術野における脈管、神経、結合織などを自動認識し色づけをして画面上にリアルタイムで描出することにより、手術の正確な進行とともに、初学者の理解を促すシステムを利用している（図5）。詳細は、同シリーズ5回目をご担当いただく田代良彦先生の頁に譲る。

他にも外科手術のトレーニング・システムとして、腹腔鏡下手術支援ロボット（ダビンチ、ヒノトリ）の仮想環境トレーニングシミュレーター（インテュイティブサージカル合同会社、SimNowシミュレーター）など複数のシステムが市場に流通しており、今や術者になるまで手術を体験できないという時代は終焉しつつある。

おわりに

今回紹介したのは、ICTを利用した医学教育のほんの一端であり、記事が読まれている頃には、新し

いシステムやデバイスが誕生しているかもしれない。医療や教育は、世の中の変化に鈍感な業界としてしばしば揶揄されるので、医学教育はその最たる分野かもしれない。しかし、コロナという未曾有の人類の不幸は医学教育にとっては、ICTの導入という神風的な要素も残した。本稿では殆ど触れなかつ



図5. EURECAを使った手術野

裸眼では見えにくい動脈を、緑色に描出することにより、術野における解剖学的位置関係を明瞭に把握・理解することができる。

アノテーション機能により、臓器名や組織名を表示することも可能である。

（田代良彦先生（昭和大学医学部 外科学講座 消化器・一般外科部門）よりご提供）

（図5は巻末にカラーで掲載しています）

たが、生成 AI が登場したことにより今後の大学は、教育とは何か、ヒトが智を得るとはどういった状態であるか、大学の使命は何かといった根源的なテーマを突きつけられるかもしれない。この複雑で即応性が迫られる時代に、すべての教育者は責任を持って時代に即した医学教育を展開していく必要がある。

文 献

- 1) Densen P. Challenges and opportunities facing medical education. In Transactions of the American Clinical and climatological association vol. 122, 2011.
- 2) ARCLog. Tales of the Undead…Learning Theories: The Learning Pyramid
<https://acrlog.org/2014/01/13/tales-of-the-undead-learning-theories-the-learning-pyramid/> (引用2024年3月1日)
- 3) World University Rankings 2023
<https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2023/subject-ranking/education> (引用2024年3月1日)
- 4) 中央教育審議会 初等中等教育と高等教育との接続の改善について、第3章 高等教育の役割
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chuuou/toushin/991201d.htm (引用2024年3月1日)
- 5) 渡邊洋子 成人教育学の基本原理と提起 —職業人教育への示唆—、学教育 2007, 38: 151-160
- 6) 昭和大学医学部大学新カリキュラムの紹介. 日本一のカリキュラムを導入します。
https://www.showa-u.ac.jp/education/med/major/med_edu.html (引用2024年3月1日)
- 7) 泉 美貴 日本一の医学教育カリキュラムを目指す昭和大学の挑戦 —授業をやめ、医療現場を経験すれば、学生は自ずから勉強する—。昭和学会誌 2023, 83: 63-72.
- 8) Case Western Reserve University (米国) ホームページ「GARLA」
<https://case.edu/medicine/curriculum/curriculum-overview/foundations-medicine-health/gross-anatomy-radiology-and-living-anatomy-garla> (引用2024年3月1日)

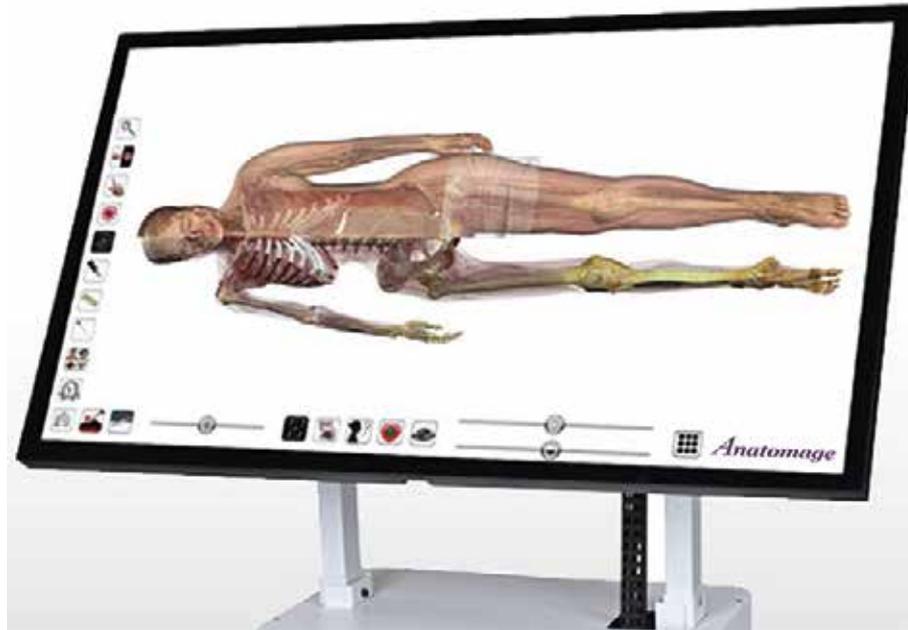


図2. アナトマージ・テーブル

テーブルにデジタル化した等身大の人間が現わされる。表層から深層、縦走断、矢状断、水平断など、指1本で指定すると、見たい部位や断面を自由自在に観察することができる。



図3. 組織像、病理像のデジタルデータ

パソコン上で、ズームの他、回転や静止画の撮影など、顕微鏡では難しい操作もデジタルデータでは可能である。学生は指や矢印を指しながらディスカッションができる。

心臓
心筋
HE染色

☆刺激伝導系
①洞房結節
②房室結節
③ヒス束
④プルキンエ線維
筋収縮の興奮は①から順に進む。
この系統をつくっているのは特殊心筋線維といい、プルキンエ線維もその一種である。

標準組織学総論 P234-235
標準組織学各論 P29-30
「組織の構造と個体発生」のプリント

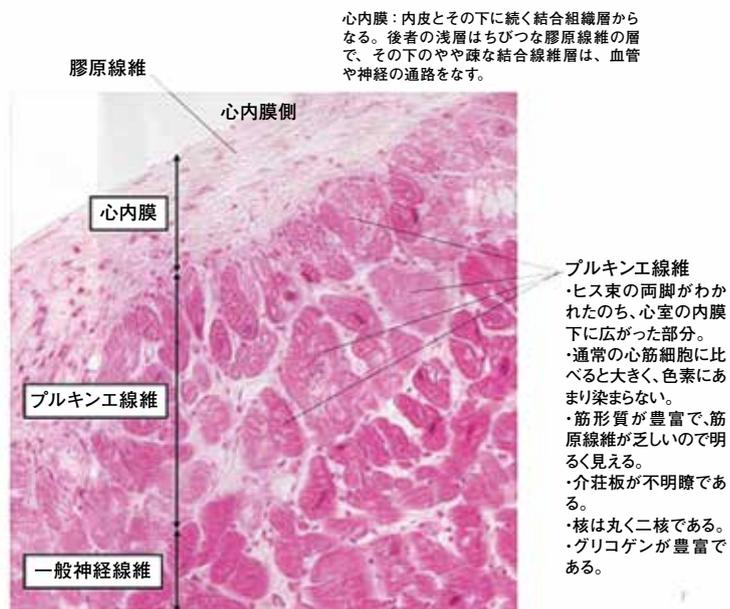


図 4. 組織学実習における学生のレポート (心筋)

学生は講義や教科書で学んだ知識を実際の組織像と対比させて記載することで、正確な理解を得ることができる。

(昭和大学医学部学生より作成)



図 5. EURECA を使った手術野

裸眼では見えにくい動脈を、緑色に描出することにより、術野における解剖学的位置関係を明瞭に把握・理解することができる。

アノテーション機能により、臓器名や組織名を表示することも可能である。

(田代良彦先生 (昭和大学医学部 外科学講座 消化器・一般外科部門) よりご提供)