



[原著]

医学部教養課程における「生物学実習」の 現状と今後の役割

茂里康¹⁾, 村井稔幸²⁾, 竹中康浩³⁾, 中道夢心¹⁾,
内藤玲奈¹⁾, 山本玲¹⁾, 村田顕也¹⁾

1) 和歌山県立医科大学 医学部

2) 大阪大学 医学系研究科

3) 日本医科大学 医学部生理学 (生体統御学)

要旨

文部科学省は,平成13年に「準備教育モデル・コア・カリキュラム」を策定し,医学教育の中の教養教育の意義を,「人類の知的遺産を受け継ぎ,より良い形で受け渡すために,人が得ていなければならない知的好奇心と知的行動力を養う事」と定義した.医学部生にとって,初年次教養教育の役割は重要である.中でも医学の基盤である生物学教育は,基礎医学,臨床医学への橋渡しであり,その内容吟味は,医学教育のボトムアップに直結する.そこで全国の医学部30校の「生物学実習」の現状について調査を行い,続く基礎医学課程の実習内容との関連性および今後の「生物学実習」の方向性について考察を行った.

キーワード: 生物実習, 教養教育, 生化学, 分子生物学

緒言

昨今大学生の五月病という言葉は,「適応障害」や「ひきこもり」という広義に使われる単語に変化してきている.言うまでもなく,環境変化の激しい大学生が入学前に期待していた大学生活,大学教育と現実のギャップが起因となって発症するうつ病に似た症状である.この様な症状に陥らないためにも,大学の初年度教育の役割は重要である.特に医学部は入学する事自体難しいが,合格する事が一安心ではなく,むしろ一人前の医師をめざすスタート地点である.このようなモチベーションを医学部生に長期間維持させるためにも,医学部教養教育は重要である.

文部科学省は,「医学教育モデル・コア・カリキュラム」改訂版を,令和4年11月に公表し(1),医学生が卒業時まで身に付け

ておくべき必須の実践的診療能力(知識,技能,態度)に関する学修目標等を示した.その中では,教養・基礎科目の様に,教養と基礎を一纏めに取り扱い,医学部教養教育に関して特出して議論されていない.

医学部教養教育に関しては,平成13年に「準備教育モデル・コア・カリキュラム」が策定され(2),医学教育の中の教養教育の意義を,「人類の知的遺産を受け継ぎ,より良い形で受け渡すために,人が得ていなければならない知的好奇心と知的行動力を養う事」と定義した.しかし,その後の改訂版は現在まで見当たらない.そこで今後の医学部教養教育の中で,特に基礎医学,臨床医学への橋渡しである生物学教育に関して,どのような方向性を模索したら良いか考える事にした.医学部の入学生は,熾烈な受験

茂里康

〒641-0011 和歌山市三葛580
和歌山県立医科大学・医学部
e-mail: yshigeri@wakayama-med.ac.jp

2024年10月11日受付
2024年12月11日受理

戦争を勝ち抜いた事から,中高一貫校に代表される様な進学校出身者が多い.また大抵の進学校は,座学に力を入れるため,理科三科目の実習を疎かにする傾向が高い.つまり大半の医学部一年生は,ほとんど実習を経験した事が無いと言える.そこで基礎医学・臨床医学への橋渡しである生物学教育の中で,「生物学実習」について全国の医学部 30 校の現状を調べたので,以下に報告する.

方法

1. 調査方法

2024年7月~9月にインターネットを利用して,各大学医学部のシラバスを調査した.さらに必要に応じて,生物学の担当教員や医学部一般教養課程に所属している教員にメールや電話での聞き取り調査を実施した.

2. 対象

本研究は,全国のおもに単科医科大学(30校)を対象とした.調査対象は,下記の大学の医学部である.

- ・国立大学(4校):旭川医科大学,浜松医科大学,滋賀医科大学,大阪大学
- ・公立大学(5校):札幌医科大学,福島県立医科大学,京都府立医科大学,奈良県立医科大学,和歌山県立医科大学
- ・私立大学(21校):岩手医科大学,東北医科大学,国際医療福祉大学,埼玉医科大学,順天堂大学,独協医科大学,昭和大学,東京医科大学,東京慈恵会医科大学,東京女子医科大学,日本医科大学,聖マリアンナ医科大学,金沢医科大学,愛知医科大学,藤田医科大学,大阪医科大学,関西医科大学,兵庫医科大学,川崎医科大学,自治医科大学,産業医科大学

その中でもメール及び電話で調査した大学は18校(旭川医科大学,岩手医科大学,浜松医科大学,大阪大学,札幌医科大学,京都府立医科大学,奈良県立医科大学,和歌山県立医科大学,東京医科大学,日本医科大学,聖マリアンナ医科大学,金沢医科大学,愛知医科大学,藤田医科大学,大阪医科大学,関西医科大学,兵庫医科大学,川崎医科大学)である.その他の大学はシラバスかインターネットに「生物学実習」に関して詳細に記載

されていたため,メール及び電話での聞き取り調査は実施しなかった.

3. 調査項目

「生物学実習」に相当する実習名,実習内容,時期や期間,2~3年次にかけての関連実習の内容等について調べた.

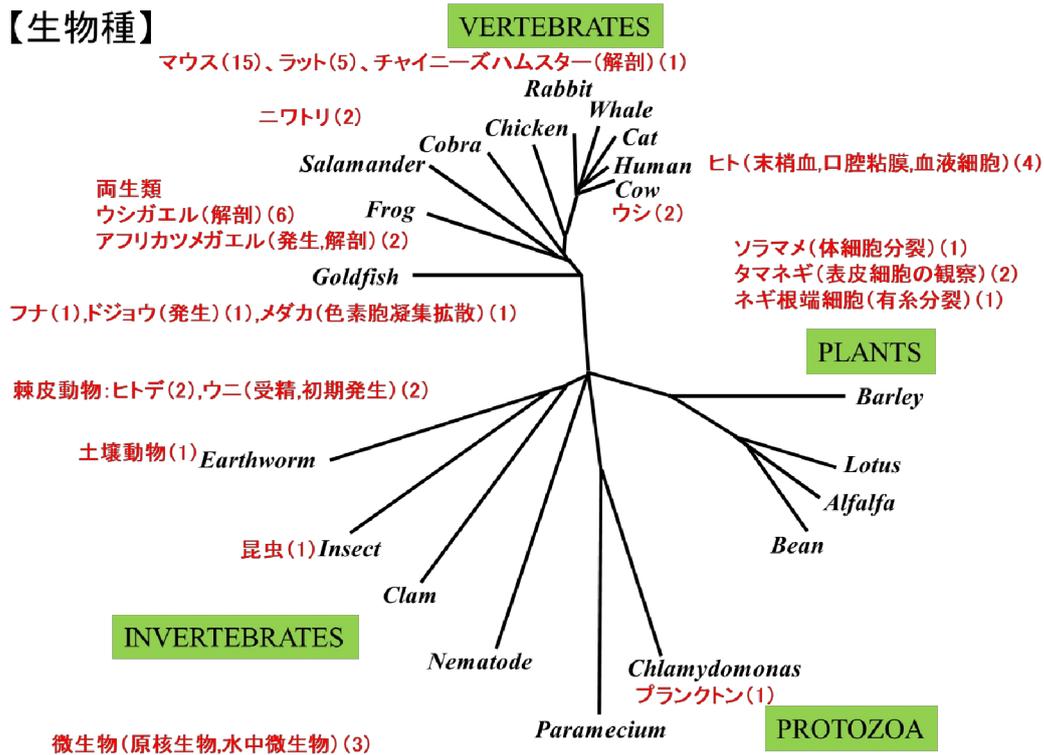
結果と考察

1. 全国の医学部(30校)等の「生物学実習」の概要

基礎生物学実習(実験・2校),生物学実習(7校),自然科学実験(生物学実験・2校),生命科学実習(2校),医化学実習(2校),細胞生物学実習(1校),分子生物学実習(1校),生命基礎科学実習(1校),生命科学概論(生物)(1校),生命機能実習(1校),生体の構造と機能(生物)(1校),その他(9校)等,様々な名称が付けられているが,内容はいわゆる「生物学実習」であり,どの医学部もほぼ「生物学実習」は1年次に開講されていた.2~3年次にかけて実施される関連実習は主に,解剖学実習,生理学実習,薬理学実習,生化学実習,微生物学実習等である.いくつかの大学は,再生医学実習,免疫学実習,神経科学実習,漢方実習等をカリキュラムに組み込んでいた.

2. 「生物学実習」で用いた生物種について

次に「生物学実習」で用いた生物種を,図1にまとめた.それぞれの生物が用いられた例数を,図1に数字で示した.脊椎動物としてはヒト(末梢血,口腔粘膜),マウス,ラット,チャイニーズハムスター,ニワトリ(胚),ウシ,両生類(カエル),魚類(フナ,ドジョウ,メダカ).棘皮動物として,ヒトデ,ウニ(受精,初期発生)等であった.その他の生物種としては,土壌動物,昆虫,微生物(原核生物,水中微生物,プランクトン),植物(タマネギ,ネギ根端細胞)等と多岐に涉っていた.これは,多様な生物の世界を理解することを主眼にするという,教養の生物学実習の大きな特徴である.また,生物学実習でヒト以外の生物種を用いた理由として,手に入れやすさ,維持管理費用,取り扱いやすさ,ヒト由来試料を用いる際の各種法令順



Phylogenetic tree comes from Essential Cell Biology (© Garland Science 2010)

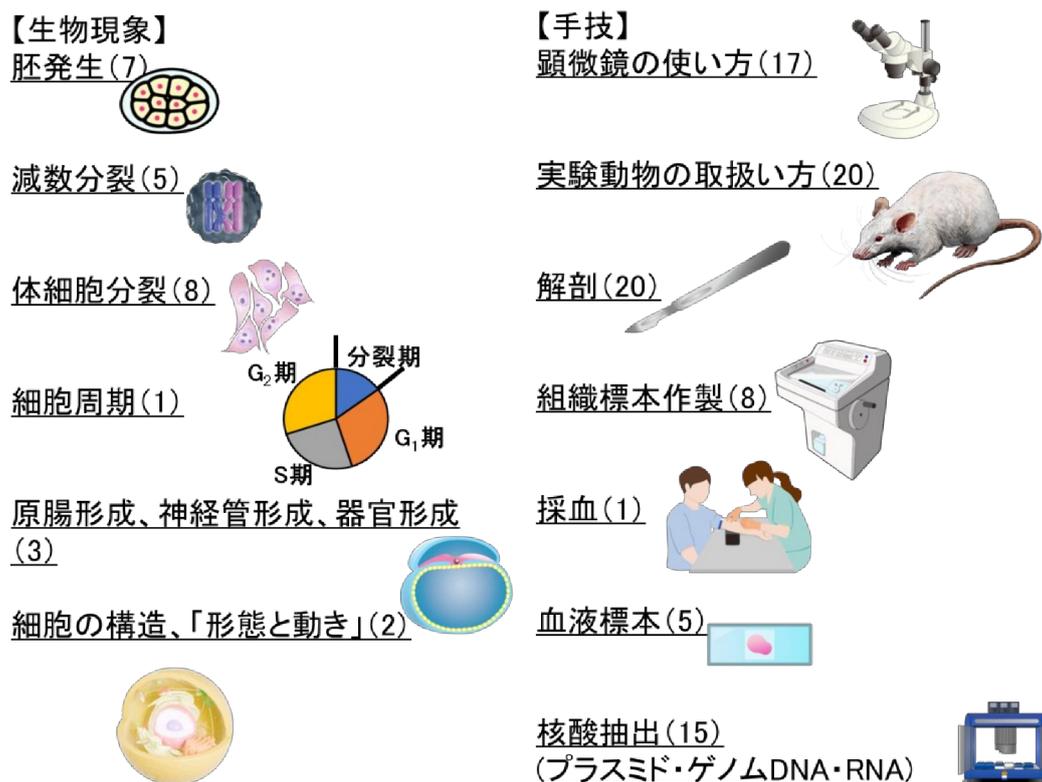
図1 生物学実習で用いた生物種

守の必要性和その煩雑さ等が考慮されていたからであろう。また生物学実習の教官の大部分が医学部とは異なる学部出身の Ph.D. である事も、理由の一つかもしれない。国内では爬虫類以上の脊椎動物を使用する場合、学生実験であっても、実験計画書の作成・提出と動物実験委員会の審査・承認が必要である。「生物学実習」の中で動物実験委員会に関する教育も重要である事を忘れてはならない。

3. 「生物学実習」で対象とする生物現象と手技について

さらに「生物学実習」で用いる生物現象と手技について、図2にまとめた。「生物学実習」で用いる生物現象と手技について、それぞれの例数を図2に数字で示した。生物現象として、胚発生(マウス,ニワトリ),減数分裂(ヒトデ,マウス),体細胞分裂(ソラメ),細胞周期(血液細胞),原腸形成,神経管形成,器官形成(カエル),細胞の構造,形態と動き(血球,タマネギ)と広く生物現象をカバーしていた。この事に関しては、医学部教養課程における「生物学実習」に

対する担当教官の考え方が反映されていると思う。例えば、教養課程なので医学の枠に捉われず広く生物学の知識を学ぶのがよいと考えるなら、多様な生物現象に関して各種モデル生物を利用して学ぶのも得策と思われる。一方で、医学教育の6年間はタイトなスケジュールなので、ヒト、齧歯類、アフリカツメガエル、ゼブラフィッシュ等の脊椎動物に限った生命現象を学ぶべきと考えるのも妥当と思われる。一方、実験手技としては、顕微鏡の使い方、実験動物の取り扱い方、解剖(マウス,カエル)、組織標本作製、採血、血液標本、核酸抽出(プラスミド,ゲノムDNA, RNA)等、生物学をベースとしながら基礎医学の範疇に入る生化学、分子生物学、病理学等を意識した内容が含まれていた。特に顕微鏡の使い方は、本来高校教育で実践すべき内容である。しかし生物を選択科目として履修していない学生が医学部では多数派である。まして生物学の実験手法を身につけている学生は少ないのが現状である。一般的に基礎医学の実習として解剖学



These images come from Togo picture gallery (<https://togotv.dbcls.jp/pics.html>).

図2 生物学実習で用いた生物現象と手技

や病理学で組織観察を顕微鏡で行うが、最近ではバーチャルスライドシステム (PC 等) で組織観察する医学部も増えている。その意味でも「生物学実習」での顕微鏡の使い方は重要であると言える。

「生物学実習」における分野については、生化学としてタンパク質精製、電気泳動、酵素活性測定 (乳酸脱水素酵素、消化酵素、アルデヒド脱水素酵素、免疫グロブリン) および臨床検査分析 (尿、血清、血液型、肝機能、糖負荷、質量分析、代謝) 等の内容を含んでいた。また分子生物学として PCR、ライゲーション、形質転換、塩基配列解析、解剖学として人体模型、遺伝学として染色体標本作製、遺伝子多型、その他バイオインフォマティクス、博物学 (自然史)、異分野融合的内容として PCR 法による食肉鑑別等も見受けられた。

4. 総合大学、私立医科大学、国公立単科医科大学における「生物学実習」の例から考える基礎医学系実習との連携

医学部でも、それぞれ総合大学、私立医科

大学、国公立単科医科大学に所属している場合、生物学教育に関しての環境や考え方は異なってくるはずである。そこで筆者らがそれぞれ所属している、大阪大学 (総合大学)、日本医科大学 (私立単科医科大学)、和歌山県立医科大学 (国公立単科医科大学) を例に取って、医学部教養課程における「生物学実習」についてさらに考えてみた。

総合大学である大阪大学医学部においては、一般的に全学的な教養教育が行われている。大阪大学は 1994 年に教養学部が廃止されたが、現在もある程度その流れを受けている事が想像される。教養教育、専門教育、国際性涵養教育の内、「生物学実習」は全学共通の教養教育として実施されている。「生物学実習」では、マウスの解剖、植物、プランクトンの顕微鏡観察、スケッチ等が実施される。「学問の最先端で生み出されている研究成果を分かり易く講じ、知的営みの魅力や新たな知の地平を切り開く感動を伝え、教養を広げると共に、知的世界へと誘

う」事に主眼が置かれている(3).なお,1,2年次に早期臨床体験実習も行われ,2年次から形態学,生理学,遺伝学等の基礎医学の実習が実施される.つまり,共通教育から専門科目へと「くさび型」で段階的に進むように工夫されている.よって,「生物学実習」は医学部開講科目ではなく,全学共通の教養教育として実施されるが,これは「恵まれた環境の中で,世界,国内トップレベルの医学,医療の担い手を目指すことができる」という教育プログラムの典型例であると言えよう.また研究医を目指す医学部生も多数見受けられるからではないか.

一方,日本医科大学や和歌山県立医科大学は単科医科大学であるので,大阪大学とは異なり,もちろん「生物学実習」の各種リソースも限られている.例えば日本医科大学の「生物学実習」は,生命科学概論(生物学実験)というタイトルで実習は下記の内容が実施されている.

- (1)マイクロメーターの使い方
- (2)顕微鏡の操作法
- (3)体細胞分裂の観察(ソラマメ)
- (4)動物倫理
- (5)脊椎動物の基本構造(カエル)
- (6)カエルの解剖
- (7)棘皮動物の受精と初期発生(ヒトデ)
- (8)哺乳類の解剖学的特徴(マウス)
- (9)マウスの解剖
- (10)実体顕微鏡の操作法
- (11)唾腺の摘出と染色体の観察(ユスリカ)
- (12)動物細胞の顕微鏡観察
- (13)動物の四大組織
- (14)カエルの原腸形成と神経管形成
- (15)ニワトリ胚の器官形成
- (16)DNAの抽出と定量

さらに和歌山県立医科大学の「生物学実習」は下記のように実施されている.

- (1)顕微鏡の使い方とスケッチによる記録方法の習得
- (2)光学顕微鏡による植物細胞(タマネギ)の観察
- (3)プランクトンの観察
- (4)減数分裂の観察(マウス精子)
- (5)マウスの解剖

- (6)マウスの骨格標本の作製と観察
- (7)培養細胞のゲノムDNA精製(細胞核単離,DNA抽出)

- (8)DNAの定量と定性(酵素反応,電気泳動)

基本的には日本医科大学と大差のない「生物学実習」と言える.しかし,2~3年次にかけての関連実習である「生化学・細胞生物学実習」と連携し,連続した学習実習プログラムとして機能しているか,疑問を感じた.そこで「生化学・細胞生物学実習」の内容を調べてみた結果,下記の6つの項目について実習を行っていた.

- (1)プラスミドの大腸菌への導入
- (2)プラスミドDNAの調製と解析
- (3)PCRによるマウスゲノムDNAの増幅
- (4)大腸菌が産生する組換えタンパク質の精製
- (5)ミトコンドリアの分離と呼吸の測定
- (6)アルカリホスファターゼの阻害に関する実験

実際1年次に実施される「生物学実習」と2年次に行われる「生化学・細胞生物学実習」は関連があると思われるが,実際に二つの異なる実習を主宰する教員に,それぞれ聞き取り調査を行ったところ,互いの実習内容に関して密に連携して決定や議論していない事が判明した.両者に重複が見られる一方で連続性が認められない.今後の理想型としては,教養の生物学実習の内容を前述の関連実習と連携させ,発展性のある実習を設計していくことが望ましいと考えられる.

5. 医学部教養課程の「生物学実習」における重要項目とその役割について

上記の総合大学,私立医科大学,国公立単科医科大学での実習の例を鑑み,さらに生化学実習,薬理学実習,生理学実習の内容を考慮した上で,「実験手技」,「実験動物」,「生物現象」に分けて比較的関連性の高い内容を抽出して,あるべき「生物学実習」の一例を以下のように考えてみた.

「実験手技」として,下記の5つの項目がある.

- (1)ピペットマン,メスピペット,スターラー,遠心機等の使い方

(2)顕微鏡の使い方

(3)タンパク質,DNA,RNA 等生体高分子の取扱方

(4)薬剤,血液,唾液,尿等生体試料の取扱方と採取方法

(5)遺伝子組換え実験

また「実験動物」に関しては,哺乳類,両生類,微生物として幅広く下記のように分類できる。

(1)マウス,ラット等哺乳類モデル動物の取扱,解剖,飼育方法,投薬方法

(2)カエル等両生類の取扱方,解剖等

(3)大腸菌,酵母等微生物の取扱方

また「生物現象」として,

(1)ヒト呼吸,血圧,心拍数,心電図等の測定方法

(2)血液,尿,唾液等の生体試料の分析方法

(3)動物行動実験の実施方法,分析方法,動物倫理についての知識

ここで重要な点として,基礎医学の実習に直結しない様な「生物学実習」は価値が低いと主張したいわけではなく,あくまで基礎科学と基礎医学の実習における関連性に基づいた実習案の一例を示したに過ぎない。

結論

医学部教養課程生物教育における代表的な教科書として,「Essential 細胞生物学 (原書第5版)」(4)や,主に2年次に実施される生化学の教科書として「ヴォート生化学」(5)等が挙げられる。これらの教科書は,20年前に比べて,非常に分厚い内容になっている。さらに6年間の医学教育は2005年よりすべての医学部において,大学間共通テストである共用試験(CBT)と客観的臨床能力試験(OSCE)が3~4年次に実施され,以前に比べて医学生にとって余裕のないカリキュラムになっている。またこの数十年にわたり基礎系の大学院博士課程入学者に占める医師免許取得者の割合が低下している事から(6),医学部入試制度において研究医養成コースを設置し,リサーチマインドを涵養する試みが行われている(7)。その様な状況を鑑みても,医学部教養課程における「生物学実習」の役割は重要な位置付けにある。理学部生物学科の実習の様に,各種モデル生物の

生命現象を幅広く学ぶのか,あるいは基礎医学における実習への橋渡しとなる様な実習に特化するのか,今後はいずれかにシフトした内容に覚悟を決めて「生物学実習」を行う必要があるのかもしれない。

利益相反

本研究において,開示すべき利益相反はない。

文献

- (1) 文部科学省 (2022) 医学教育モデル・コア・カリキュラム (令和4年度改訂版) . https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/116/toushin/mext_01280.html (2024.10.08 参照)
- (2) 文部科学省 (2001) 準備教育モデル・コア・カリキュラム (平成13年3月策定) . https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/032-1/attach/1297639.htm (2024.10.08 参照)
- (3) Osaka University Guidebook 2025 https://www.osaka-u.ac.jp/en/admissions/your_ou/d_pamphlet (2024.10.08 参照)
- (4) Essential 細胞生物学 (原書第5版) <https://wwnorton.com/books/9781324033356> (2024.10.08 参照)
- (5) ヴォート生化学 <https://www.wiley.com/en-us/Biochemistry%2C+4th+Edition-p-9780470570951> (2024.10.08 参照)
- (6) 厚生労働省 基礎研究医養成に関する状況 (H5~30年) <https://www.mhlw.go.jp/content/10803000/000484056.pdf> (2024.10.08 参照)
- (7) 厚生労働省 研究医枠について <https://www.mhlw.go.jp/content/10800000/000748480.pdf> (2024.10.08 参照)

Current Status and Future Role of Biology Practicum in the Liberal Arts Curriculum of Medical Schools in Japan

Yasushi Shigeri¹⁾, Toshiyuki Murai²⁾, Yasuhiro Takenaka³⁾, Yumeko Nakamichi¹⁾, Reina Naito¹⁾, Rei Yamamoto¹⁾, Kenya Murata¹⁾

1) School of Medicine, Wakayama Medical University

2) Graduated School of Medicine, Osaka University

3) Department of Bioregulatory Science, Graduate School of Medicine, Nippon Medical School

Summary

In 2001, the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) formulated the “Model Core Curriculum for Preparatory Education,” defining the significance of liberal arts education in medical training as fostering intellectual curiosity and the ability to think critically—skills essential for preserving and advancing humanity's intellectual heritage. The role of first-year liberal arts education is crucial for medical students, particularly biology education, which forms the foundation of medicine and acts as a bridge between basic and clinical medical sciences. A thorough review of the content of biology practicums is directly linked to the enhancement of medical education. In this study, we investigated the current state of biology practicums at 30 medical schools across Japan and report on their future directions.

Keywords: biology practicum, liberal arts education, biochemistry, molecular biology