

新入医学生の高校生物履修状況と初年次生物学教育の課題

鈴木健史¹、三瀬敬治²

1. 札幌医科大学 医療人育成センター 教養教育研究部門 生物学

2. 札幌医科大学 アドミッションセンター

医学部において、生物非受験で入学する新入学生の割合が高いことが問題になっている。そこで本学において実際にどの程度の新入学生が生物非受験者で、彼らの備えている生物知識がどの程度のレベルなのかを調査した。その結果、高校で生物をまったく履修していない新入医学生が少なくとも全体の25%程度もいることが明らかになった。さらに、高校で「生物基礎」を履修したとする学生もその大半がほとんど勉強していないと答えており、これをあわせると中学卒業レベルの生物知識しか持ち合わせていない学生が、医学部新入学生の半分近くもいることが明らかになった。彼らの成績の動向を、カリキュラム改編の影響を含めて考察し、高校生物未履修の新入医学生にどのような対応をすべきかを論考した。

1 はじめに

医学部医学科の新入学生は、その重要性にもかかわらず生物非受験者の割合が高く(図1)、しかも高校で生物学をまったく履修していない、あるいは基礎部分しか履修していない学生も多い。生物受験者が少ない理由は、生物学が物理学や化学に比べて体系づけられていない上に範囲が広く、しっかり勉強しても問題によっては高得点が望めないと思われるからである。つまり、得点が出題問題次第で運に左右されやすく、勉強量や理解力に応じた得点を得ることが、物理学や化学に比べて難しいとして敬遠されていると考えられる。

本稿では、本学医学部新入学生の過去5年間の高校生物履修状況を調査した結果を踏まえた上で、中学教育課程における生物系科目の教育内容と、高校生物の2つの科目、すなわち「生物基礎」と「生物」の教育内容の違いを検討し、新入医学生における高校生物未履修者についてどのような対応が必要かを論考する。

2 生物受験者の推移

医学部入試において多くの大学では理科系の入試科目として物理学、化学、生物学の3科目の中から2科目を選択させている。医学科における医学教育課程を考えた場合、物理学、化学、生物学の3科目すべてが重要で、高校でこれらの科目を完全にマスターした者

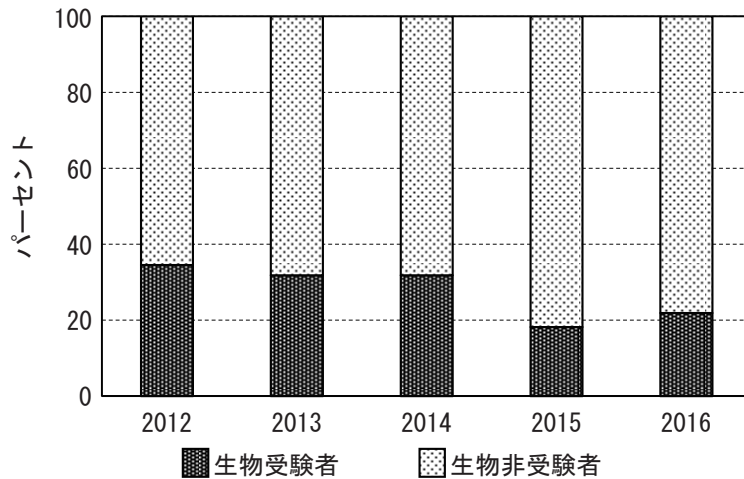


図1 本学医学部新入学生における生物受験者の推移

を入学させることが望ましい。しかし、理科3科目の教育体制が十分に整えられていない高校が多くあるため、この状況を変えるのは難しい。

先に述べたように医学部医学科の新入学生は生物受験者の割合が低い。本学における医学部医学科新入学生における生物受験者の推移を図1に示したが、本学の場合も新入学生における生物受験者*の比率は20～35%程度で決して高くない(*推薦入試受験者でセンター試験の生物を選択して合格した学生を含む)。

なお、図1に見るように2015年度は前年度までと比べて生物受験者が著しく減っているが、これは高校教育課程が新課程に変わった影響が大きかったためと思われる。新教育課程では、理科4科目のうち生物の変更が最も大きく、たとえばiPS細胞やフロリゲンFTなど、今世紀になって発見された最新の知見が数多く含まれるようになった。このため、内容にほとんど変化がない化学や物理学と比べて、入試対策が立てにくく敬遠されたものと思われる。2016年度は2015年度より若干盛り返しているが、この傾向が続くかはわからない。いずれにせよ、物理学および化学を受験科目として選択した方が、生物学を選択するより安定して高得点が望めると信じられているようで、今後も生物受験者が著しく増加することはなさそうである。

3 医学部新入学生の生物学の知識レベル

高校生物科目には理科基礎科目の「生物基礎」と理科発展科目の「生物」の2つがある。現行の文科省学習指導要領では、「物理基礎」、「化学基礎」、「生物基礎」、「地学基礎」の基礎理科4科目のうち3科目、あるいは、「科学と人間生活」というセンター入試対象外の総合理科科目を課す高校の場合は、「科学と人間生活」に加えて基礎理科1科目の履修を必須としている。

本学医学部医学科の場合、2015年度の新入生110人のうち29人もの医学生(26.4%)が、高校生物をまったく履修していなかった(図2)。2016年度は19人と減ったが(17.3%)、過去5年間の平均では22.6%もの新入生が高校で生物学をまったく学ばずに入学していた(図2)。これは、定員110名の本学医学科においては、毎年25人程度の新入学生が中学校卒業程度の生物知識レベルであるということを示している。

生物非受験者は物理学と化学の入試を受けるので、基本的に高校において「物理基礎」と「化学基礎」を履修している。それに加えて3科目目の基礎理科科目として、新入医学生の多くが「生物基礎」を履修していたが、3科目目の基礎理科科目自体を履修していない者も多く、高校において生物系科目をまったく学んでいないものが少なくないことが明らかになった。

なお生物非受験者は、発展科目についても同様に「物理」と「化学」を履修しているが、「生物」を履修してくるものは毎年5～6名程度と極めて少ない。これは、高校教育課程で発展理科科目が必修になっていない上に受験にも必要ないことから、その扱いが軽いためであろう。一方、前期日程入試で生物を選択した新入学生は、基本的に全員が「生物基礎」と「生物」の両方を履修している。

また、生物非受験者に直接訊いてみたところ、その大半が3科目目の基礎理科科目として履修した「生物基礎」は定期試験などで難しいテストを課せられておらず、ほとんど勉強していないと答えた。これは、3科目目の基礎理科科目は受験に不要な科目ということで軽く扱われているためであると考えられる。この状況をあわせると、「生物基礎」履修者の中にも、生物の知識がほとんど中学卒業レベルの者が相当数存在すると考えておくべきと思われる。

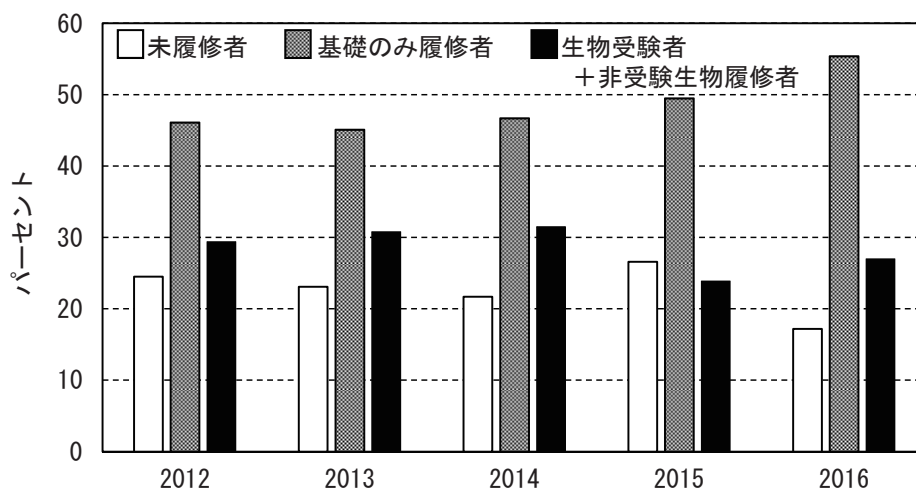


図2 医学部新入学生の高校生物履修状況 (%)

新入医学生の高校生物履修状況と初年次生物学教育の課題

医学部教員の多くが、高校で少なくとも「生物基礎」などの理科基礎科目のすべてが必修であると思っているようだが、上述したようにそれは事実ではない。また、たとえ履修していたとしても、受験科目でないという理由で軽く扱われており、学生が自信を持つまでには至っておらず十分に習得したとは認めがたい状況のものも多い。初年次の理科および基礎医学科目では、物理・化学・生物の理科基礎科目をすべて習得したも

のと見込んで授業設計をしないように注意すべきであろう。

4 高校生物未履修者の生物学の知識レベル

このような状況の中で生物系の準備・導入・教養教育をおこなう教員は、新入学生の生物知識が実際にどの程度なのかしっかり理解しておく必要がある。特に、中学卒業レベルの生物知識で入学してくる医学生が少

表 1. 中学および高校で学ぶ生物の学習項目 (教科書のページ数は東京書籍の場合)

中学理科 生物系学習項目	高校 生物基礎 (206 頁、約 1200 字 / 頁)	高校 生物 (466 頁、約 1200 字 / 頁)
<p>中学 1 年 (45 頁、約 300 字 / 頁) 花のつくりとはたらき 葉、茎、根のつくりとはたらき 植物の分類</p> <p>中学 2 年 (66 頁、約 300 字 / 頁) 生物と細胞 動物のからだのつくりとはたらき 動物の分類 生物の変遷と進化</p> <p>中学 3 年 (50 頁、約 300 字 / 頁) 生物の成長と生殖 遺伝の規則性と遺伝子 自然の中の生物</p> <hr/> <p>括弧内は各学年の理科教科書で、生物分野を記載する総ページ数</p> <p>1 頁当たりの文字数は、文字が最も多い頁の場合。図も多く文章による説明がほとんどない頁も多い。</p>	<p>生物の多様性と共通性 生命活動とエネルギー 生物と遺伝子 遺伝情報の分配 遺伝情報とタンパク質の合成 体内環境 体内環境の調節 免疫 植生の多様性と分布 気候とバイオーム 生態系とその保全</p> <hr/> <p>1 頁当たりの文字数は、文字が最も多い頁の場合。図も多く文章による説明が 2/3 ~ 半分程度の頁も多い。 (高校 生物も同様)</p>	<p>生体物質と細胞 生命現象を支えるタンパク質 代謝とエネルギー 遺伝情報の発現 遺伝子の発現調節 バイオテクノロジー 生物の生殖と配偶子の形成 動物の発生 動物の発生のしくみ 発生をつかさどる遺伝子 植物の発生 動物の刺激の受容と反応 動物の行動 植物の環境応答 個体群と生物環境 生態系の物質生産とエネルギーの流れ 生態系と生物多様性 生命の起源と生物の変遷 進化のしくみ 生物の系統</p>
<p>備考： 細胞について：細胞膜に包まれた構造で細胞核を含むことや、植物細胞に細胞壁や液胞、葉緑体があることを記載している。また、ミトコンドリアとゴルジ体について、ほとんど名称のみを紹介している。</p> <p>酵素について：消化酵素としてペプシンやアミラーゼを紹介しているが、食物を分解する働きしか説明していない。</p> <p>タンパク質について：食物に含まれる栄養素のひとつとして記載されているだけで、生体高分子としての説明はない。</p> <p>DNA について：DNA の語は出てくるが、その構造や遺伝子との関係はまったく説明していない。</p>	<p>備考： 細胞について：細胞の構造に関する記載はない。ミトコンドリアと葉緑体については、細胞呼吸と光合成のごく簡単な説明と共に記載がある。ゴルジ体など他のオルガネラについての記載はない。</p> <p>酵素について：化学触媒であることや基質特異性についての記載がある。酵素自体がタンパク質であることも簡単に説明している。</p> <p>タンパク質について：アミノ酸が連なった生体高分子であることを簡単に説明している。タンパク質の高次構造についてはまったく触れてない。</p> <p>DNA について：塩基や塩基配列を含め、塩基配列と遺伝子、タンパク質のアミノ酸配列との関係を、セントラルドグマと共に簡単に説明している。</p>	<p>備考： 細胞について：細胞膜や各種オルガネラの構造と機能について詳しく説明している。ミトコンドリアや葉緑体についても、電子伝達系や各種代謝の分子回路などを含め、詳細に説明している。</p> <p>酵素について：高次構造や補酵素、失活、アロステリック阻害など、タンパク質としての特性を含めて詳細に説明している。</p> <p>タンパク質について：4 次構造までの高次構造や補酵素を含めたタンパク質の構造と機能について、詳細に説明している。また細胞骨格などの構造タンパク質や抗体などタンパク質の種類についてもしっかり説明している。</p> <p>DNA について：複製機構やクロマチン構造、転写制御、イントロンやエクソンのゲノムの構造など、分子生物学の基礎を説明している。</p>

なくないことから、中学理科で扱う生物の学習内容についてもしっかり理解しておく必要がある。

表1に中学と高校で学ぶ生物の学習事項をまとめた。中学理科では細胞の概念やヒトの身体の構造と機能、生殖と遺伝などについて初歩的な紹介をしているが、その詳細についてはほとんど触れず、生物学のおおよその大枠を示しているに過ぎない。中学理科では、出てくる用語についても詳しい説明はなく仕組みを理解させる解説もない。例えば、中学第3学年の理科教科書には、DNAが紹介されているが、「遺伝子の本体である化学物質」と説明されているだけで、塩基についての記述がなく、当然DNAの構造や塩基配列、遺伝子との関係などの説明はない。DNAとアミノ酸、タンパク質の関係は、すべて高校生物で学習する項目である。なおタンパク質は、中学第2学年の教科書で食物に含まれる栄養素としてのみ記載されており、消化酵素のペプシンによりアミノ酸に分解されることは教えているが、タンパク質がアミノ酸が直鎖状に繋がった生体高分子であることを教えておらず、遺伝子とタンパク質の関係も当然教えていない。

このように、中学理科で学ぶ生物知識は極めて初歩的で、医学を学ぶための知識基盤としてはまったく不十分であるといえる。ホルモン、内分泌腺、自律神経、RNA、塩基、塩基対、塩基配列、ペプチド、ゲノム、ウイルス、ATP、代謝、細胞呼吸、脾臓、免疫、抗体、リボソーム、小胞体、リソソーム、ペルオキシソームな

どの用語は、医学を学ぶ基礎的知識基盤として最低限知っておくべきであろうが、これらは中学教科書には記載されておらず、すべて高校生物で初めて学習する。また教科書に載る学習事項も、初歩的な説明に留まっており、例えば血液では、赤血球が酸素を運搬することや白血球が生体防御に働くことは中学教科書にも書いてあるが、これらの血球は血液の固形成分と説明されており、これらが細胞であることについては何故か説明されていない。医学部1年次の生物実験授業で血液塗抹標本をつくらせて観察させた際に、「血液の中に細胞があることを知って驚いた」などとの感想を言う医学生がおり、逆にこちらが驚いたことがある。中学理科における生物系学習事項を見れば致し方ないことは明らかである。このように、教員側が驚くほどまでに知識が不足している新入医学生は、決して珍しい存在ではないのである。

5 高校生物履修者でも“基礎のみ履修”と“完全履修”では大きく違う

表1にあるように、高校の生物科目で勉強する内容は幅広く中学理科より詳しい内容を含んでいる。高校の生物科目には、基礎科目としての「生物基礎」とその発展科目としての「生物」の2科目がある。「生物基礎」においては、ヒトの身体の構造と機能、ホメオスタシス、遺伝子からセントラルドグマまで、生物学の基盤事項をほぼ一通り勉強する。項目だけを見ると、「生

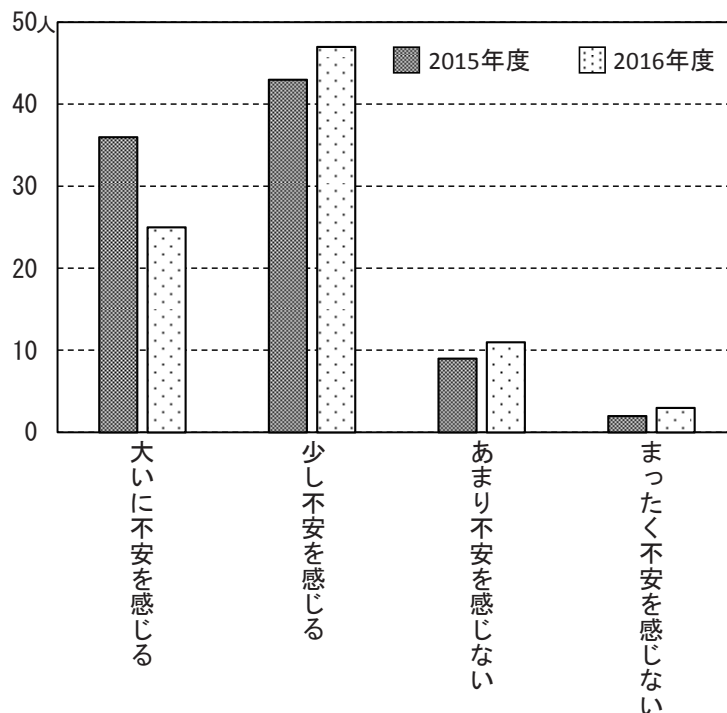


図3 生物非受験者の医学教育を受けるに当たっての不安の状況

新入医学生の高校生物履修状況と初年次生物学教育の課題

物基礎」と「生物」は単に扱う分野で分けているようにも見えるが、実は同じ分野を繰り返し教えている部分も多く、そのような部分では内容に大きな差をつけている。つまり、「生物基礎」は、生物学の概要、すなわち生物を学ぶための基礎知識の説明に重点を置いており、生命現象の考察など生物学の考え方を深く理解させるまでには至っていない。一方「生物」は、「生物基礎」で扱った事項について再度より深く論考する部分が多く、生命現象や実験結果をどう考察し理解するのかの説明に重点を置いている。つまり発展科目の「生物」は、より発展的な知識に加えて、生物学の考え方を教える科目であるといえる。

例えば遺伝子発現に関しては、「生物基礎」では大まかな流れをセントラルドグマとして軽く説明しているだけで、プロモーターなどによる遺伝子発現制御機構などにはまったく言及していない。一方「生物」は、遺伝子発現制御機構やエクソン／イントロンなど「生物基礎」の内容を発展させた学習事項を多く含み、生命現象の物質的理解や、エネルギーと代謝、生殖と発生、生物の環境応答、進化などについて、かなり深いところまで学ぶ。医学を学ぶ基盤としては、発展科目の高校「生物」の内容は最低限必須で、さらに高校教科書で扱

いきれない大学教養レベルの内容を学ぶ必要がある。本学でも大学教養レベルの学習事項を含め教えているが、初年次生物教育では高校生物未履修者に配慮して高校生物の内容を含め丁寧に教えつつ、大学教養レベルの内容を教えるのがよいと思われる。

6 生物非受験者の不安

生物学が医学の基盤として極めて重要であることは、受験で生物学を選択しなかった学生達も十分にわかっているようで、高校で生物学をまったく、あるいはほとんど勉強してこなかったことに対して不安を感じる学生が多い(図3)。そこで、その不安が当たっているのか、つまり生物非受験者であることが、医学教育を受けるに当たって実際に不利なのかどうかについて調査した。

図4は、前期日程での生物受験者と高校生物完全未履修者についての、医学部2年終了時の総合成績の分布を示している。医学部2年次には組織学や神経解剖学、生理学、解剖実習などの基礎医学科目が多く、この学年の総合成績を見ることによって医学を学ぶ学習基盤がどの程度身についているかどうかを判断できると考えられる。いずれの年度でも生物受験者の平均点

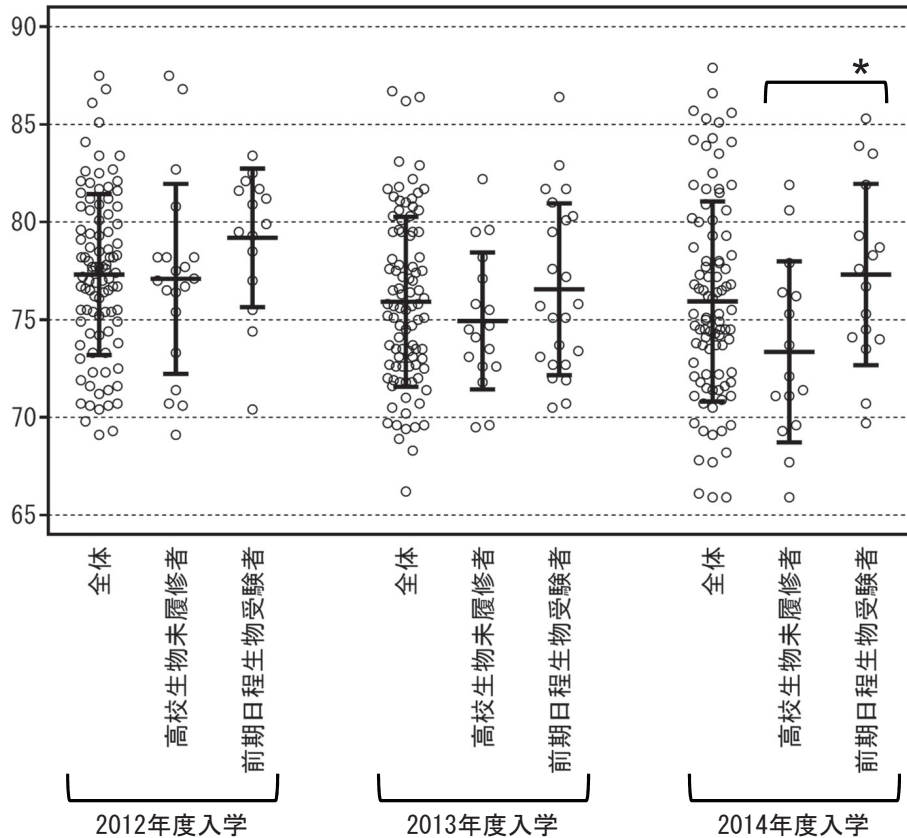


図4 医学部2年終了時の総合成績の分布 (*、 $p < 0.05$)

は全体の平均点より高かった。この結果は、入学前に高校生物の全学習事項を大学入試レベルで身につけたことが、後の基礎医学科目の学習にも大きく役立つことを示している。一方、高校生物未履修者の平均点は、いずれの年度においても全体の平均点を下回っていた。特に2014年度における高校生物未履修者の落ち込みが激しく、生物受験者との間で有意差があった ($p < 0.05$)。これは2014年度にそれまで前期に90分×10コマあった導入科目の「基礎生物」が廃止となり、入学直後の4月に90分×6コマのリメディアル科目の「基礎生物」に変更された影響が出た可能性も考えるべきであろう。

2014年度は、本学において国際認証対応のために医学部カリキュラムに大幅な変更があった年で、教養科目も大幅に圧縮されており「基礎生物」もその対象であった。しかも、カリキュラム縮減に合わせて生物担当教員も減員されてしまい、この「基礎生物」については外部の非常勤講師に「ヒトの身体の構造と機能」についての簡単な講義を依頼するという授業内容や教員人事の方針も決まっていた。その結果、2014年度の生物教養科目の「生命科学I」のリアクションシートでは、誤解にもとづく的外れな質問が多く寄せられ、十分な

理解度に到達していない学生が相当数いることに気づいた。これらの誤解は、ほとんどが基礎知識の不備に起因するもので、高校生物の内容を含めより丁寧に教える必要性を痛感した。これを受け、中盤以降の「生命科学I」の授業では丁寧な説明を心掛けたが、準備した講義内容とのバランスを取るのに苦労した。

そこで、学生の生物知識の不備に対応するため「基礎生物」の授業内容を変更する必要があると判断し、2015年度は専任教員が担当し、高校生物のうち医学を学ぶ基盤として特に重要な事項を教えることにした。これにより知識不足を少し補うことができたが、6コマでは医学を学ぶ基盤のすべてを丁寧に教えることができず、授業アンケートでは「授業が過密すぎる」とか「授業が早すぎる」あるいは「コマ数を増やして欲しい」という感想が多く寄せられた。そこで学生の期待に応える体制を整えるため、2016年度に「基礎生命科学(6コマ、必修)」を新設して、高校生物未履修者に配慮した丁寧な授業を行えるよう改めた。これにより、講義内で医学科目の内容や最新の生命医科学的知見を随時紹介したり、生物の基盤的な知識が今後の医学科目の学習にどのように繋がるのかを解説する余裕もでき、生物受験者たちも十分に満足できる授業を実施できる

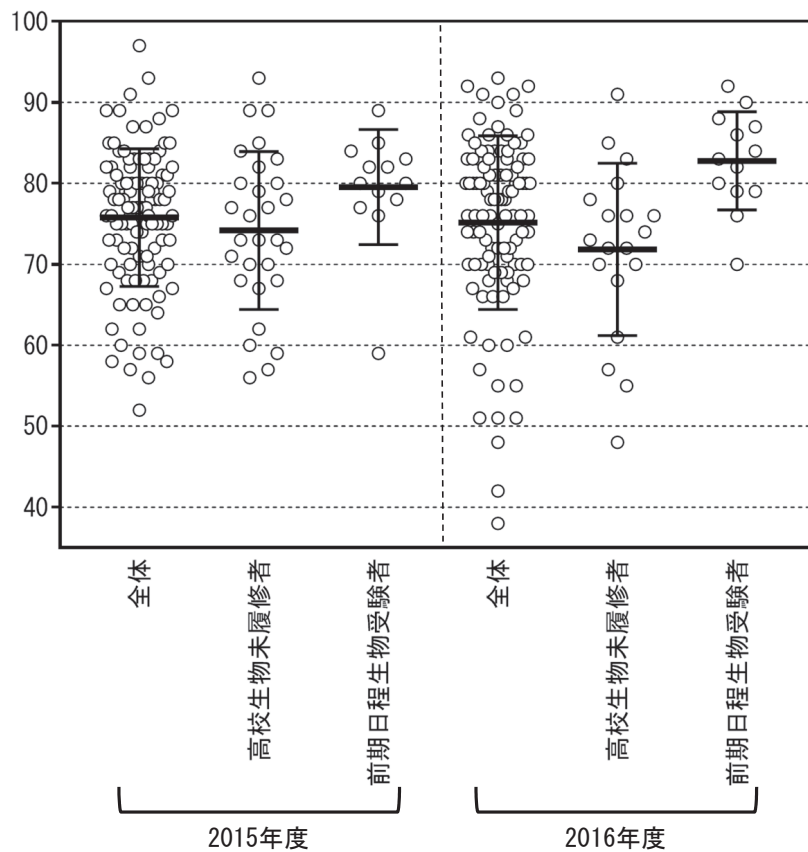


図5 「生命科学I」定期試験の成績分布

新入医学生の高校生物履修状況と初年次生物学教育の課題

ようになった。

図5は、前期日程での生物受験者と高校生物完全未履修者についての、医学部1年前期の生物系必修科目である「生命科学I」の最近2年分の成績分布を示している。生命科学Iは、基礎医学科目にスムーズに接続するための教養基盤を養成する科目で、主に細胞生物学および分子遺伝学に関する基盤知識を教えている。いずれの年度でも生物受験者は未履修者より成績がよい傾向が認められたが、2014年度と違って、生物未履修者が下位集団を形成する傾向はなくなった。

2015年度の授業で生物未履修者が特に不利にならなかったのは、リメディアル科目の「基礎生物」の講義で高密度ながらも高校生物のエッセンスを一通り教えることができたためと考えられる。2016年度は、この「基礎生物」の講義密度を緩和・補完する目的で「基礎生命科学」を必修科目として新設した。その効果はグラフには直接現れていないが、定期試験の論述問題においてより深い理解に基づいて論考したと思われる優れた答案が増えており、十分な手応えがあった。2015年度入学生と2016年度入学生の今後の成績状況を追跡調査すれば、医学教育における初年次生物学教育の効果を正しく評価できるようになるので、今後の課題としたい。

7 おわりに

医学部2年次の総合成績を調査した結果、生物受験者と生物非受験者の成績に大きい差があることに加え、初年次生物科目の圧縮が基礎医学科目の成績不良に繋がることがわかった。基礎医学科目の総合成績で生物受験者の平均点が高いのは、授業の際に教員が丁寧な説明抜きに使ってしまう基礎的な用語（ゲノム、ATP、ペプチド、突然変異、自律神経など、医学部教員が日常的に使っている初歩的な基本用語）についての知識が十分にあり、教員の話を手軽に理解できるためであると考えられる。逆に生物非受験者は、それらの用語についての知識が定着していないため理解度に差が出てしまうのだろう。基礎医学課程での成績不良はその後の成績低迷にも繋がるので、ここでいかにボトムアップを計るのが医学教育の重要課題となる。生物学の知識基盤の有無が基礎医学科目の成績に大きく影響することを踏まえると、初年次生物教育をしっかり行い医学を学ぶ準備を十分に整えることが、ボトムアップ策として効果的であると考えられる。

国際認証に対応するため臨床実習の拡充が求められている上に、医学の急速な進歩にあわせて医学生が学ぶべき事項が年々増えている。このため、より効率的・

効果的な医学教育が求められており、教えるべき事項について取舍選択の必要に迫られている。しかし、このような状況の中で医学生が身につけるべき最も重要なスキルは“学ぶ力”であり、それを盤石なものにするのは基礎知識の深い理解に基づく学習基盤なのである。初年次生物教育は、この医学を学ぶ学習基盤をつくる絶好の機会である。大学で生物系科目について優秀な成績を修めた者のみが入学するアメリカのメディカルスクールと違い高校で生物学を履修していない者までもが入学してくる日本の大学医学部の場合、効率的・効果的な医学教育のためには初年次生物教育を圧縮するどころかむしろ拡充することを考えていくべきである。

