

運動生理学 グラフの本質に迫る

金尾洋治*

1 はじめに

2012年度からこれまで5年間運動生理学を担当してきた。講義内容、講義方法は、少し改善してきたと思うが、依然として目標には遠い。その中で、昨年度から新しい教科書を使用することとした。ごく一部ではあるが、私が分担執筆した項も含まれており、現在の運動生理学において、最新と思われる知識が記載されている教科書である。難解な文章、複雑な図・表も数多くある。その内容を理解し、具体的に説明するための準備に相当な努力を払った。発刊されたのが2015年の4月であり、昨年度の講義で活用することは困難だった。その反省をもとに、2015年度中に、各章を読み込み、不明な点などは引用文献を深く当たるなどして、自分なりに理解して、分かりやすい授業にできるように心がけた。

2 シラバス

シラバスは、前任者が作成して申請し、認可を受けたものである。表1にその内容をまとめて記した。運動生理学全体にわたって主要な事柄を網羅しており、開講順序も適切なものである。15回の授業において、教科書の20章全体をうまく利用して、学生の体験と照らし合わせて考えさせることに腐心した。アスリートとして競技成績を上げることに頑張っているスポーツ健康科学部の2年次生にとって、魅力ある講義科目の一つにしたいと強く願っていた

3 教科書

前述したように、今回使用した教科書は『運動生理学 20講 第3版』（朝倉書店）¹⁾である。

執筆者は、運動生理学のさまざまな分野で、現在の日本における最前線の研究を行っている者で、生物学、生理学、生化学などの基本的な知識がないと容易に理解できない内容が多くあった。

教科書に関しては、文章の要約よりも、図や表の解説を中心にして講義を進めた。なぜこの項ではこのグラフを用いたのか、どうしてその方が解りやすいと考えたかなど、著者の目線も含めて解説するように努めた。また、明らかに間違っていると思われる箇所なども指摘し、教科書に書いてあることが絶対に正しいのではないという認識も持たせるように考えて講義を行った。

* 東海学園大学スポーツ健康科学部教授

表 1 2016 年度運動生理学授業概要

週	内 容
1	運動と筋（1）人体の機能、骨格筋の構造、筋線維タイプ
2	運動と筋（2）人体の働き、人の筋線維組成とスポーツとの関連
3	運動と神経支配（1）健康、上位中枢と脊髄の神経細胞、運動単位
4	運動と神経支配（2）体力、筋出力調整機能
5	運動とエネルギー代謝、ATP・PCr系と解糖系
6	運動と呼吸、最大酸素摂取量など持久力の指標
7	運動と血液、スポーツ性貧血
8	運動と循環（1）エネルギー代謝
9	運動と循環（2）トレーニング
10	運動と体温調節、運動強度や時間による体温変動
11	運動とホルモン、スポーツと内分泌・ストレス
12	運動と免疫能
13	高温環境と運動
14	水中環境と運動
15	高所環境と適応

4 授業の形態

今年度は295名の受講者であった。3クラスに分け、同じ講義を毎週3回行った。教室は425教室で、横に広く後ろが狭い。100名程度の学生がほぼ満席になるので、この規模の講義を行うのには最適な教室である。学生の座席は指定しなかった。毎時間座る場所は、学生間で固定されたように思えたが、今年度に関しては私語も少なく、講義をしやすいと感じた。

5 今年度工夫した点

授業は、昨年度と同様に、パワーポイントによる講義・説明を主たる教授方法とした。毎時間60枚程度のスライドを準備した。最後までたどり着けないで、お蔵入りしたスライドも残っているが、来年度以降の改善のためのスライドとして、今年度中に講義内容を洗練する材料としたい。

新しい試みとして、配布用紙を工夫した。すなわちA3用紙1枚に、教科書から抜粋した図・表を10個程度厳選して転載し、それらの図・表で何が分かるのか、丁寧に説明した。学生には、「毎週配布した資料のみを持ち込んで最終試験を行う」旨を伝えていたため、ほとんどの学生は、説明した大事な事柄をその資料に書き込んでいた。

毎週その資料を回収し、出席の管理を行った。さらに、分からなかった点や、疑問に思ったことなどを自由に記載させるスペースも作った。しかし、例年に比較して質問事項は少なかった。別紙を用意して、質問したいことを記入させた方が良かったのではないかと反省している。14回目の講義が終わった時点で、これまで集めていた資料を、学生個人に返却し試験に備えるように喚起した。

講義内容の一例として、運動強度が高くなればなるほど、使用されるエネルギー源が、脂肪から糖へ移っていくという、運動生理学では常識とされる内容を、グラフを示して説明した。糖が使われたのか脂肪が使われたのかが、どのような測定をして判断できるのか、学生に問いかけてみたが、当然のことながら困惑するのみであった。私自身も大学を卒業してから具体的に理解できた事象である。呼吸商に関して説明し、放射性同位元素を用いた測定法も紹介した。さらには、採血や、筋バイオプシーも行っ

て測定したという、現在では倫理の問題で行うことができないような研究方法で行われていたことを紹介した。うまく伝わったという実感がもう一つないが、さらに具体的に丁寧に説明すれば、学生の興味を引くことができる教材である。

6 定期試験

今年度の定期試験では、図やグラフの詳細な説明を求める 4 題の試験とした。例として、火曜 2 限の試験問題内容を以下に示した。

問題 1 は、運動と免疫能の項で、適度な運動をしていると、風邪にかかりにくくなること。しかし運動が過度になると、免疫系の細胞が炎症部位に集まり、気管の防御に働いていた免疫細胞の数が少なくなるなどの影響で、風邪をひきやすくなることを表したグラフを提示した。マラソンに出場した選手の半数以上が 1 週間以内に風邪にかかるということも併せて説明した。

問題 2 では、外側広筋の筋線維組成を推定する 1 つの方法を示した。被験者に 50m の全力疾走と、12 分間走を行ってもらい、そのスピード比をまず求める。その後、実際にバイオプシーを行い、全員の被験者（短距離ランナー、長距離ランナー、野球選手、非鍛練者）50 名の外側広筋から筋線維を採取し、筋線維組成を調べたという労力のかかった研究である。50m 走と 1200 m 走を行うことで、相関係数が 0.87 という、かなり高い精度で推定できるということを示したものである。

問題 3 では、いわゆるスポーツ心臓を各スポーツ種目の特性として調査したものを示した。持久的競技種目においては、心臓容積も大きくなっており、体重で除した値では、その傾向は顕著なものになる。逆に、瞬発力が決定的に必要な種目では、心臓の肥大は認められないことを明確に示している内容である。

問題 4 は、発育と発達の項で、小学生高学年の男女児童の 50m 走速度と、1200 m 走速度との関係を示した内容の問題を提示した。5 年生男女および 6 年生の男子児童では、短距離走の速い者は長距離も速いという傾向が認められる。一方 6 年生の女子児童においては、発育が顕著になる時であり、脂肪の蓄積も多くなり、短距離走と長距離走の関係が認められなくなることを示している。講義においては相関係数に関して説明し、小学 5 年生の男子では $r=0.80$ 、小学 6 年生の男子では $r=0.46$ という数字の変化していることの意味についても解説した。

7 試験結果

4 問の試験問題のうち、運動と免疫に関する 1 つの問題は 3 クラスともに共通の問題とした。残る 3 問は、各クラスともに異なるものを提示して、説明を求めた。

配布資料は持ち込み可とした。記憶力ではなく、そのグラフで何を示そうとしたのか、その数字は何を示して、どういう結果が分かったのかということ、理解しているかどうか、厳しい基準で採点した。その結果を表 2 にまとめて示した。

表 2 2016 年度 - 運動生理学成績

クラス	履修者数 (人)	秀 (%)	優 (%)	良 (%)	可 (%)	不可・失格 (%)
火曜 1 限	96	2 (2.1)	18 (18.8)	55 (57.3)	18 (18.8)	3 (3.1)
火曜 2 限	100	1 (1.0)	32 (32.0)	52 (52.0)	13 (13.0)	2 (2.0)
木曜 1 限	99	2 (2.0)	26 (26.3)	60 (60.1)	10 (10.0)	1 (1.0)
総計	295	5 (1.7)	76 (25.8)	167 (56.6)	41 (13.9)	6 (2.0)

今年度の成績は (GPA=2.11)、昨年の結果 (GPA=2.41) と比較して、悪くなっている。文章で質問したほうが何らかの解答を記述しやすいことは分かっていたが、あえてこの方法をとった。ほぼ完璧に近い答案もあったことはとても嬉しいことだった。

8 今後の課題

昨年と比較して、講義自体は改善してきたという実感はある。なにより運動生理学の教科書を深く読み込んだ。せっかく学生に購入してもらったのだから、役立たせたいという思いは強かった。実際に読んでみると、著作者の意図が理解できるが、私ならこの文体で書き表す。そういう個所も数多くあった。学生には、その方が絶対に分かりやすいと思って講義の準備をした。

次年度以降も、今年度とった図表の解説を中心にして講義を進めていく方式は続けていこうと考えている。さらに、毎時間の最初には、前の週の復習を兼ねた小テストを行うことが有効だと思える。今学期においても、小テストの時には、学生の反応もよく、興味を持って集中していることが窺えたからである。この小テストを出席の管理に使えるれば、毎回配布していた資料を回収しなくて済み、学生もその資料を手元に置くことで試験準備に時間をかけてできる。またその小テストの最後に、その時間疑問に思ったことや、質問事項を記入する欄を設けることで、学生との双方向のコミュニケーションをとることができると思われる。松浦²⁾ が述べているように「受講者が 100 名を超す授業ではなかなか全員の名前を覚えられないが、(中略) できるだけ名前を覚えるようにしている。それにより授業中のコミュニケーションを生きたものにした」と常に考えている」。全くその通りだと思う。

いずれにしても、学生の注目を引き続けるためには、教材研究が一番重要なことで、最新と考えている教科書だけに満足せず、新しい論文に目を通し続ける教師の姿勢が最重要である。そうしなければならないと自覚している。運動生理学の講義を週に 3 回行うことにはかなりの労力がかかる。辛い仕事だが、面白いと思えるようになってきた。

文献

- 1) 勝田茂. 征矢英昭編. 運動生理学 20 講第 3 版. 朝倉書店. 2015
- 2) 松浦均. 私語と居眠りと欠席. 中部大学大学教育研究. 3 巻 pp182-189. 2003