

〈授業報告〉

運動生理学実験における取り組み

白井祐介*

1. はじめに

本稿では、スポーツ健康科学部の2年次春学期に開講されている運動生理学実験について、授業の位置付けと課題、そして、課題に対して取り入れた工夫について報告する。

本授業では「授業で習得した運動生理学に関する基礎知識や実験・測定手法を利用して、学校での体育授業や健康・スポーツの現場でのトレーニングに応用できる」という到達目標を設定し、「実験・測定手法の体得と運動によって生じる身体の生理学的変化についての理解を深められる」授業展開を心がけている。実験および測定手法に2年次から触れることは、3年次以降で本格的に取り組む卒業研究の土台となることが期待される。そのため、研究という文脈から運動生理学の専門的な内容に触れる必要があると考えられる。しかし、スポーツ健康科学部のような人文社会学から自然科学まで多様な専門分野が含まれる学部では、学生自身が専攻したい分野が人文社会学（スポーツ社会学やスポーツ哲学など）なのか自然科学（運動生理学やバイオメカニクスなど）なのかについて、あまり明確な意識を持っていない場合も少なくない。その点を踏まえると、2年次に実施する運動生理学実験では、研究という文脈で専門的な内容を扱うことに加えて、運動生理学の導入としての役割も大きいと感じている。以下では、こうした運動生理学実験の位置付けと課題について考察し、そうした課題に対する現在の取り組みについて詳報する。

2. 運動生理学実験の位置付けと課題

運動生理学実験では、心拍数、血圧、酸素摂取量、血流量、筋電図、認知機能などの測定項目について、2回の実験回と1回のデータの解析と解説回（まとめ）を割り当てている。また、運動生理学実験で扱う測定項目について学ぶことができる講義科目には、スポーツ科学概論（1年次春学期）、機能解剖学（1年次秋学期）、生理学（1年次秋学期）、運動生理学（2年次春学期）などが挙げられる。そのうち、最も関連性が強い運動生理学の講義は、運動生理学実験と同じ2年次春学期開講であることから、受講者は座学と実験を同時並行で履修することになる。そのため、受講者の中には、ベースとなる運動生理学の知識が不十分な者も含まれており、授業を通して測定法だけでなく、ベースとなる運動生理学の知識を補足しながら進める必要がある。

次に、運動生理学実験で使用する測定機器には、呼気ガス分析装置、超音波画像診断装置、筋電図測定装置などがあり、安全に実験を行うために取り扱い方法を授業内で教授する必要がある。しかし、機材の取り扱い方法や測定方法の教授に偏ってしまうと、得られたデータが示す意味について受講者が考える機会が少なくなってしまう可能性も考えられる。そのため、得られたデータの意味について、受講者が考える（考察する）工夫も取り入れる必要があると考えられる。

最後に実験機材に関わる課題として、測定機器が限られており、一部の受講生しか機材に触れない、または測定されないという状況が発生する点が挙げられる。特に呼気ガス分析装置や画像診断装置など

* 東海学園大学 スポーツ健康科学部

は1台しか保有しておらず、全ての受講生に等しく測定および被測定の手機を提供することは困難である。その結果、測定者と被測定者以外の受講生が、結果やデータを書き写すだけになってしまう状況や、測定を待っているグループや測定が終わったグループで取り組む課題がなくなってしまう状況も想定される。そのため、測定者や被測定者が得られる経験を全体で共有するような工夫や、待ち時間を有効に活用し学習を進められるような工夫を取り入れる必要がある。

以上の点から、運動生理学実験の授業が抱える課題として、1) 生理指標を取り扱う上でのベースとなる知識を補足する必要があること、2) 測定で得られたデータの解釈を受講者が考えられるような工夫を取り入れる必要があること、3) 測定者と被測定者の経験を全体で共有できる工夫を取り入れる必要があることが挙げられた。次項からはそれぞれの課題に対する本授業での取り組みについて紹介する。

3. 本授業における取り組み

3.1. 実験テキストの活用

本授業の授業計画を表1に示した。本授業では、呼吸循環系（第1回、第2回、第4回、第5回）、末梢筋機能（第7回、第8回）、神経系（第10回、第11回）、高次脳機能（第13回、第14回）を取り扱っている。これらの項目は、多くの生理学または運動生理学の教科書でも解説されている基本的な項目である。そこで、本授業では、いくつかの教科書^{1),2),3),4),5)}を参考にして、授業テキストを作成し事前に受講生に配布する工夫を取り入れた。

図1に本授業で作成したテキストの例を示した。示したページは、第1回および第2回に該当するページであり、その単元に関連する用語について解説されている。さらに、授業では図表などを示しながら簡単な解説を加えた。また、実験に関するページでは、実験方法の概要と詳細な実験手順を資料として掲載し、受講者が実験の全体像と具体的にどのような作業を行う必要があるのかをイメージしやすくなるように工夫した。さらに、結果を記録するページでは、測定したデータを記録する欄を作成し、実験を観察して書き込む機会が増えるよう工夫した。こうしたテキストを活用することで、ベースとなる知識を補足し、さらに、どのような測定を行うのか、どのようなデータが得られているのかを全体で共有しながら進めることに寄与していると感じた。

3.2. 実験レポートの活用

本授業では、単元毎に受講者にレポートの作成を課した（図2）。実験レポートの冒頭には、授業で解説された基礎的な情報についてまとめる箇所が設定してあり、受講生には自分の言葉で専門用語などについてまとめるよう指示をした（図3）。本授業の課題として、待ち時間に取り組む課題を設定する点が挙げられたが、受講生は待ち時間を利用してこうした箇所のレポート課題に取り組んでいる様子が観察された。

さらに、実施した実験については、「目的」、「方法」、「結果」に沿って文章と図を用いて作成するよう指示した。図4は実際に提出された実験結果の箇所を示している。「方法」については、イラストなども交えながら文章で説明するよう指示をした。例で示したように、実験方法についてイラストで解説しているレポートが多く見受けられたが、文章が伴っていないものや箇条書き（メモ書き）のような内容しか記載されていないものも見受けられ、取り組みには差が見られた。「結果」については、図や表を使いながら得られた結果をわかりやすく記述するよう指示をした。また、解説回を利用して、得られた結果についての解説を行ない、その内容もレポートに記述するよう指示をした。しかし、受講者によっては、結果しか記載されておらず、それらの結果がどのような意味を持っているのかまで考察されていないものも見受けられた。今後は、考察すべきポイントを示すなどの工夫が必要なのかもしれない。

表 1. 運動生理学実験の授業内容.

授業回	課題	使用する機器	実施内容
1	運動による心拍数の変化	心拍数センサー	心拍センサーの使用方法について学習し、自転車運動中の心拍数を測定、観察する
2	運動による血圧・血流の変化	超音波画像診断装置	超音波画像診断装置を用いた頸動脈の血流速度の測定方法を学習し、運動前後での血流量の変化を測定する
3	まとめ		
4	運動中の酸素摂取量	ダグラスバッグ、質量分析装置	ダグラスバッグ法による呼気ガス分析方法について学習し、運動中の換気量及び酸素摂取量を測定する
5	運動強度と酸素摂取量の関係	自動呼気ガス分析装置	自動呼気ガス分析装置による連続測定について学習し、漸増負荷テスト中のガス交換諸量の変化を測定する
6	まとめ		
7	関節角度と発揮筋力の関係	筋力測定装置	筋力測定装置の使用方法を学習し、関節角度や筋収縮様式が異なる場合に発揮筋力がどのように変化するのを測定する
8	筋収縮様式と発揮筋力の関係	筋力測定装置	筋収縮様式の違い（短縮性収縮、等尺性収縮、伸張性収縮）によって発揮筋力がどのように変化するのかを測定する
9	まとめ		
10	発揮筋力・筋疲労と筋電図	筋電図センサー	筋電図センサーの使用方法を学習し、発揮筋力と筋電図の関係、筋が疲労した場合の筋電図について測定する。
11	筋厚と発揮筋力の関係	筋力測定装置、超音波画像診断装置	超音波画像診断装置の使用方法を学習し、筋が収縮した際の筋厚の変化を観察する
12	まとめ		
13	運動と認知機能 (1)	反応時間測定装置	認知機能の測定方法について学習し、代表的な認知課題について反応時間を測定する。
14	運動と認知機能 (2)	反応時間測定装置	運動が認知機能に及ぼす影響について測定するため、運動前後で認知課題を行わせ、その際の反応時間、正答率を測定する
15	まとめ		

3. 3. 新たな測定デバイスの活用

より多くの受講者が測定者または被測定者を経験できるよう、一般向けに開発されているアプリケーションなどを積極的に取り入れた。具体的には、ポラル社が販売している Bluetooth 機能を搭載した心拍センサー（H10 心拍センサー、図 5）を導入し、測定結果を受講者のスマートフォンで受信できるようにした。H10 心拍センサーの単価は 1 万円ほどであり、現時点で 15 台を保有している。また、受信用のアプリケーションは無料で配布されている。授業中にスマートフォンを使用するという取り組みの新鮮さもあり、積極的にアプリの設定および測定に参加する様子がみられた。また、センサーの購入方法について質問をしてきた学生もあり、日常のスポーツ活動に生理指標を取り入れるきっかけになるかもしれない。

一方、1 台しか保有していない測定機器については、測定用 PC の画面をプロジェクターで共有する

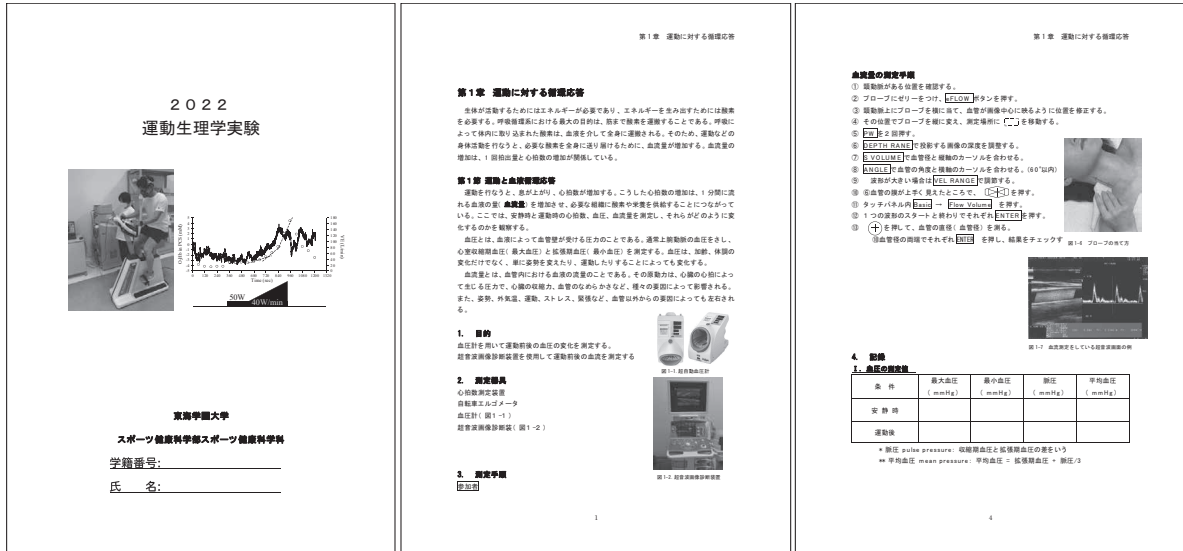


図1. 運動生理学実験で使用したテキスト。

本テキストは、全43ページにわたって実験で扱う専門用語の解説、実験方法、記録、メモを書き込めるよう構成されており、第1回目の授業で受講生に配布している。

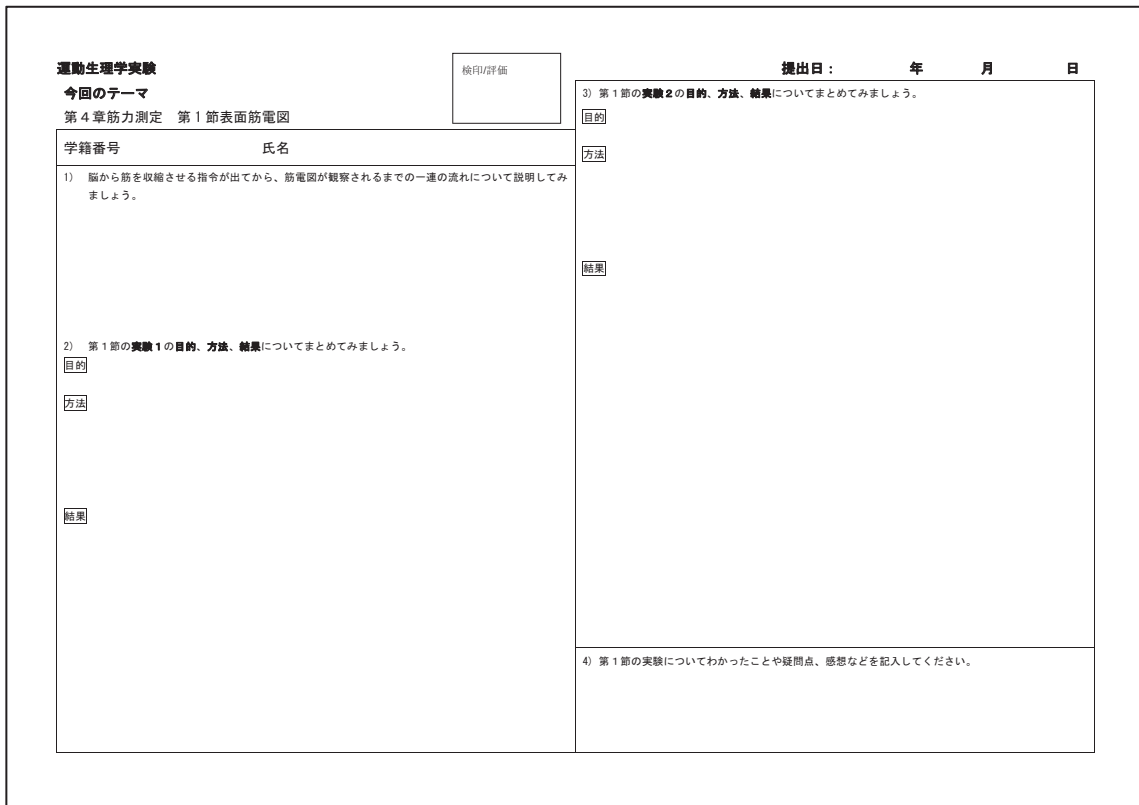


図2. 実験レポートの例。

実験レポートはB4版で作成し、レポート内でその実験に関連した専門用語の解説、実験の「目的」、「方法」、「結果」についてまとめられるようにデザインされている。

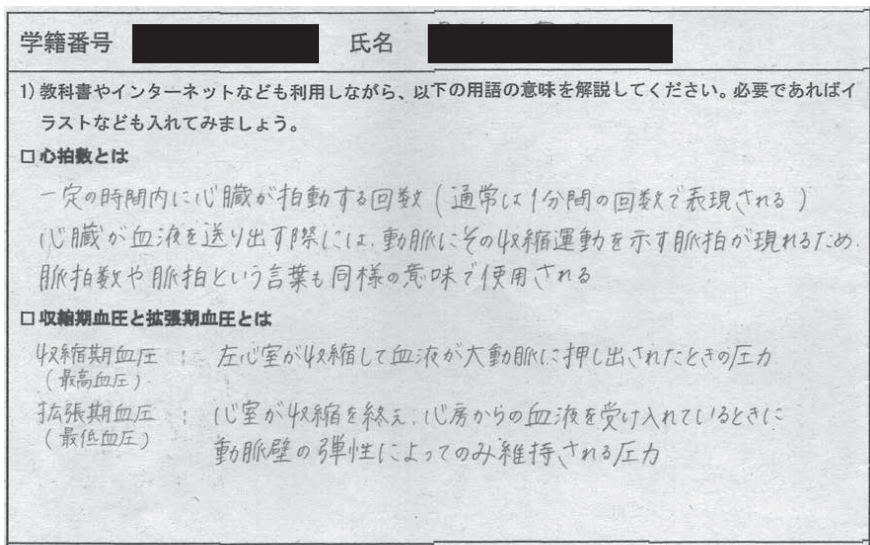


図3. 実験レポート冒頭の実験に関する用語の解説箇所の例。

実験レポートの冒頭では、その実験に関連する用語についてまとめる箇所があり、この例では心拍数と収縮期および拡張期血圧について受講生がまとめている。

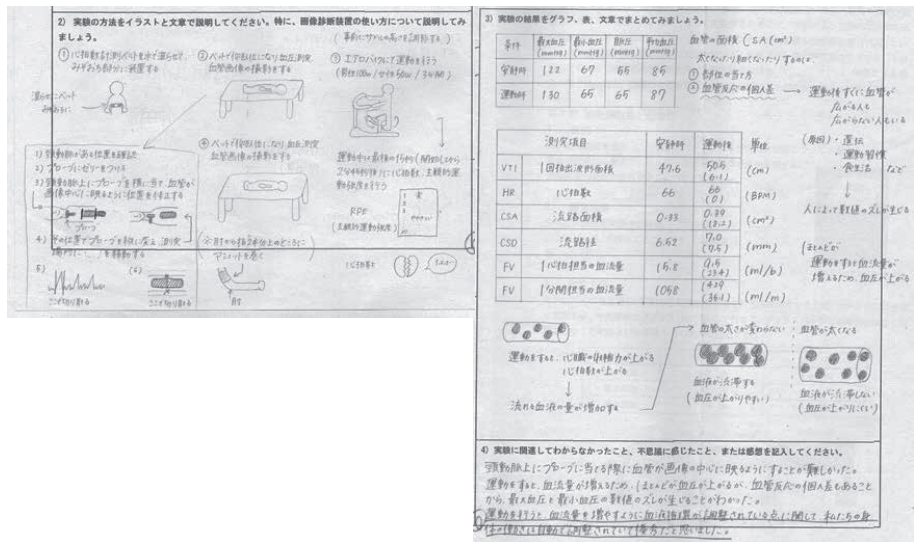


図4. 実験レポートの実験に関する箇所。

実験に関する箇所では、「目的」、「方法」、「結果」に沿ってレポートを作成するよう指示した。「方法」の箇所では、イラストなども組み合わせながらわかりやすい説明を行うこと、「結果」の箇所では、図表などを用いることを指示した。



図5. 測定機材に関する取り組み。

より多くの受講生に測定を体験してもらうために Bluetooth でスマートフォンと接続することができる心拍センサーを導入した(左)。また、限られた測定機器についても、測定画面をプロジェクターで投影することによって、全員で測定画面を共有しながら授業を進められるよう取り組んだ。

方法を取り入れた（図5）。この方法を取り入れることで、測定機器の周りに集まったグループだけではなく、受講者全員で画面を共有することができるため、他のグループの様子も観察しながらレポートが作成することや、同時測定の場合には、自分のグループと他のグループの比較が行いやすくなることなどが期待できた。

4. 今後の課題

4.1. テキストやレポート課題への取り組みの差

前述したように、テキストやレポート課題を活用して授業を進めてきたが、それらを点検すると受講者間で取り組みに差がみられた。また、2022年度の相互授業参観においても、授業中の受講者の取り組みの差について指摘されていた。特にレポートについては、箇条書きのような内容や他者と似通った内容になっているものも見受けられたことから、Student assistant (SA) や助手の先生にも協力いただきながら、受講生の理解や取り組みを促進（サポート）できる体制を確立する必要があると強く感じた。

4.2. 丁寧なテキストの功罪

本授業では、これまでに担当されてきた先生方が作成してくださったテキストをアップデートしながら使用している。テキストには、専門用語の解説や、実験の方法、参考になる資料などが詳しく記載されている。こうしたテキストは、受講生の理解を促進し、レポートの内容を充実させるためにも必要である反面、自ら調べることや自分の言葉で説明することをしなくなってしまう受講生もみられた。「わかりやすさ」と「調べる・考える」を両立できるような資料または課題の設定が必要であると感じた。

4.3. エクセルやワードの活用について

本授業で課した手書きのレポートは、受講生にとって「実験結果」や「わかったこと」を書き込みやすく、まとめやすかったようである。しかし、卒業研究ではエクセルやワードの使用が必須であり、それらを駆使して「実験結果」や「わかったこと」がわかりやすく表現できることが求められる。そのため、今後は、大学のPC必携化を含めてPCを使用する内容をどのように盛り込むのかも検討していく必要がある。

5. まとめ

本稿では、運動生理学実験の位置付けと課題、さらに課題に対する現時点での取り組みについて報告した。本授業の課題として、1) 生理指標を取り扱う上でのベースとなる知識を補足する必要があること、2) 測定で得られたデータの解釈を受講者が考えられるような工夫を取り入れる必要があること、3) 測定者と被測定者の経験を全体で共有できる工夫を取り入れる必要があることが挙げられ、それらの課題に対して、授業内では1) テキストの活用、2) 実験レポートの活用、3) 新たなデバイスの活用などに取り組んだ。それぞれの取り組みでは、一定の成果を確認することができたが、新たな課題も発見された。特に、受講生間の取り組みの差、エクセルやワードなどの活用については、今後の授業の中で改善をしていく予定である。

引用文献

- 1) 浅野勝己 編 (2008) 運動生理学概論. 杏林書院: 東京.

- 2) 鹿屋体育大学 スポーツトレーニング教育研究センター 編 (2013) スポーツ選手と指導者のための体力・運動能力測定法 - トレーニング科学の活用テクニック - 大修館書店：東京.
- 3) 勝田茂 編著 (2005) 運動生理学 20 講 第 2 版. 朝倉書店：東京.
- 4) 日本超音波検査学会 監 (2019) 血管超音波テキスト 第 2 版. 医歯薬出版株式会社：東京.
- 5) 山本利春 (2007) スポーツ医科学基礎講座 3. 測定と評価. 現場に生かすコンディショニングの科学. 有限会社ブックハウス・エイチディ：東京.