

薬学部物理系実習におけるルーブリック評価の試み

A Trial of Rubric-based Self-Assessment for Basic Physical Experiments in School of Pharmacy

平野 裕之
下村 由希 松本まり絵 山原 弘

HIRANO Hiroyuki
SHIMOMURA Yuki MATSUMOTO Marie YAMAHARA Hiroshi

投稿日：2022年5月20日
受理日：2022年10月28日

(要約)

2015年の薬学教育モデル・コアカリキュラムの改訂に伴い、薬学部2年次の物理系実習向けにルーブリック評価表を作成し、学生による自己評価を試行した。併せて、実習に関連する知識と技能に関するコンピテンシー・マイルストーン到達度についても学生自身が評価した。2015年度から2021年度までの結果についてみたところ、到達度の値に大きな差はなく、学生の目標の明確化とともに評価表が妥当であることが示唆された。ただし、同じ実験内容でも実施時期と学習の進行度によって到達度が異なることがわかり、ある程度の客観性はあると考えられたが、第三者による評価の妥当性の検証が課題であると考えられた。ルーブリック評価は実験実習においても学生が能動的に学習するための有用なツールであると考えられる。

(Abstract)

With the Pharmaceutical Education Model Core Curriculum revision in 2015, a rubric evaluation table for physical experiments for second-year pharmacy students was prepared, and self-evaluation by students was tried. Students also evaluated the achievement of competency milestones related to knowledge and practical training. The results from the year 2015 to the year 2021 suggested that there was a similar tendency in the reach level in the rubrics, and the rubrics could be applied to assessments along with clarification of student goals. On the other hand, it was found that the level of achievement differed depending on the timing of the experiment and the progress of learning, even for the same experimental content. Although some reasons could be considered, it was also clear that the assembly and implementation of the practical training was an issue that needed to be addressed to ensure objectivity through third-party evaluation. Rubric evaluation seems to be a useful tool for students to actively study in experimental practice.

キーワード：ルーブリック評価、物理系実習、薬学部

Key Words: Rubric-based Assessment, Physical Chemistry, Science Experiments, School of Pharmacy

1. はじめに

平成18年度(2006年)より学校教育法が改正され(平成16年5月21日公布)、大学の薬学教育制度及び薬剤師国家試験制度が変わった。それに伴い、医療技術の高度化、医薬分業の進展等に対応できる、高い資質を持つ薬剤師養成のため、薬学教育は学部の修業年限が4年から6年に延長された。これまでの薬学教育カリキュラムは、学生に何を教えるかの科目・項目の列挙であり、教育者主体のカリキュラムであったが、6年制の薬学教育になるとともに、学生主体のカリキュラムに変えるため、平成14年(2002年)に日本薬学会が提案した薬学教育カリキュラムが6年制課程新設への理論的根拠となり、6年制課程の「薬学教育モデル・コアカリキュラム」に採用された。

しかし、日本薬学会が作成した当初の「薬学教育モデル・コアカリキュラム」は、6年制薬学教育制度への移行を想定していなかったため、6年制課程で求められる実務実習をカバーしておらず、結果として、実務実習の始まる前の平成16年(2004年)2月に文部科学省で作成された「実務実習モデル・コアカリキュラム」を加えることとなった¹。

薬学教育モデル・コアカリキュラムは、将来のあるべき薬学教育・薬剤師教育を見据えて、学生を主体にし、一般目標(general instructional objective, GIO:学生が学修することにより得る成果)と到達目標(specific behavioral objective, SBO:GIOに到達するために、身に付けておくべき個々の実践能力)から構成されている。モデル・コアカリキュラムを運用するにつれ、大学をはじめ実務実習指導を担当する現場薬剤師からも問題点が指摘されるようになった。教育においても、①モデル・コアカリキュラムの導入によって、授業内容に自由度がなく窮屈になったり、授業時間割が過密になったり、SBOの項目数が多いために、大学の特色ある教育を行うことができず、独自性が発揮できない、②モデル・コアカリキュラムの到達目標であるSBOが、時代とともに進展する科学知識、及び薬事法など医薬品の関連法規の改正変化に対応していない、などが指摘された¹。そこで、先行する医学・歯学でのコアカリキュラムの改訂作業のプロセスを参考にして、モデル・コアカリキュラムの見直しが行われた。薬学部のモデル・コアカリキュラムは、各分野に必要な知識、技能、態度が明確にGIO/SBOで示され、必要事項の積み重ねで構成されているが、各年次の終了時に修得した個々のSBOsを横断的に活用することでどのようなパフォーマンスを示すことができるのか、さらには修得したGIOs/SBOsで卒業時にはどのような総合的な能力を有する薬剤師となり得るのかという明瞭なアウトカムが示されておらず、学修する学生をはじめ教員、実習指導に当たる指導薬剤師においても、アウトカムに関しての共通理解が不十分なままであった。そのため、改訂モデル・コアカリキュラムでは、アウトカムを重視した、学習成果基盤型教育(outcome-based education, OBE)の考えが取り入れられた。OBEでは、教育を終了した時に修得されていることが期待されることをまず定義し、そのエンドポイントに到達し得る教育に対して責任を持って提供することが必要になってくる。知識だけではなく、全ての能力を統合して遂行するパフォーマンスを評価することが重要視され始めた。成果の評価に当たっては、2012年の中央教育審議会の答申²で示された、学修時間の把握といった学修行動調査やアセスメント・テスト(学修到達度調査)、ルーブリック、学修ポートフォリオ等を利用することが、推奨された。

ルーブリックは、パフォーマンス評価を行う際に、本来は質的であるパフォーマンスを段階的・多面的に評価するための評価基準表である。また、ルーブリックは、パフォーマンスそのものを評

価するためのものではなく、その定義を示すものなので、学生は、何が期待されているかを明確に知ることができる。明確な学習目標とそのレベルが示されていることで、学生はその到達目標に沿って学びを達成することができるという、利点がある³。

そこで、座学で修得した知識と実習で得た技能を融合させることで可能となる目標とすべき能力を具体的に示すために薬学部の物理系実験実習におけるルーブリックを作成し、本格的な評価に先駆けて問題点を抽出する目的で2015年度の2年次の実習（演習実習Ⅱ A及び、演習実習Ⅱ B）よりルーブリック評価の導入を試みた。なお、ルーブリックの評価基準については、4段階とし、実習において全ての学生が習得すべき技能をベンチマークとして設定した。キャップストーンは2年次の実習では必ずしも習得できなくとも良いが、卒業時点では習得しておいてもらいたい技能レベルを設定した。これまでの学生実習の経験から、1割程度の学生はキャップストーンに到達できると思われた。物理系実習の終了時点では、大半の学生がマイルストーン2のレベル以上まで到達できることを期待して評価基準を設定した。

2. 対象と方法

薬学教育モデル・コアカリキュラム（平成25年度改訂版）では、卒業時までには修得されるべき「薬剤師として求められる基本的な資質」を前提とした学習成果基盤型教育（OBE）に力点を置き、95のGIOと、それを達成するため、1,073項目のSBOが示されている。これらをA～Gの7つの項目に配置されているが、物理系薬学の知識と技能については、【C薬学基礎】に示されている⁴。そのうち、表1に示すSBOsが、技能または知識・技能として身に付けることが求められている。本学では、2年次の物理系実習で、これらのSBOsを満たしかつこれらに関係の深い3年次後期の製剤実習との連携を意識して、前期実習（演習実習Ⅱ A）と後期（演習実習Ⅱ B）の実験項目を工夫している。表2に演習実習Ⅱの実習項目を示す。なお、2019年度に薬学部のカリキュラムが変更になり、実習と演習に科目を分け、実習の単位数が6から4に減った。また、1年次から実験実習を開始することになったため、これまでの実習項目を移動するとともに、少し変更した。なお、残念ながら2020年度と2021年度の前期は、新型コロナウイルス感染症の流行により、オンラインでの実習を余儀なくされたため、ルーブリックを用いた自己評価の評価も行わなかった。

演習実習Ⅱは、授業科目の進行に合わせ、4つの内容の実習を行っている。すなわち、①日本薬局方の医薬品の分析方法の一つである容量分析用試薬を用いた、アスピリンの定量試験（“物質をはかる”）、②分光分析法を用いたpHの異なる溶液での分配測定（“平衡を考える”）、③アスピリンのカプセル剤の製造を行うとともに、製剤中の主薬のHPLCによる定量、（“カプセル剤の製造ならびに製剤中の主薬を確認する”）、及び、④異なる温度でのアスピリンの分解速度の測定（“医薬品の安定性を知る”）で、これらの実習を通し、技能及び、知識・技能のSBOsを満たすようにしている。前期及び後期の実習の前には、実習講義を開催し、実習内容を記載した実習書と、実習に関するルーブリック及び知識に関する項目・技能に関する項目の到達度、及び実習の予習を記載するノートをもとめた、自己点検ノートを配布するとともに、ルーブリック及び到達度の概要と、記載方法の説明を行っている。表3にルーブリック表を示す。また、自己点検ノートに含まれる知識及び技能に関する到達度確認表の一例を表4に示す。到達度確認については、“理解できなかった”

から“理解できた”までを5段階で評価させた。なお、学生には、実習項目が終わるごとに、自己点検ノートを提出させ、ループリックの記録、ならびに到達度の評価を確認した。

実習は学年の規模から、3グループに分け、3週間ごとにローテーションして行っている。各年度の学生数は、2015年度は233人、2016年度は221人、2017年度は233人、2018年度は236人、2019年度は242人、2020年度は256人、2021年度は233人であった。

解析は、各ループリック及び到達度確認表の項目を独立変数として、Kruskal-Wallis検定(Steel-Dwass法)の多重比較検定を行った。統計ソフトはEZR(ver.1.55)⁵を用い、有意水準は5%とした。

表1. 薬学部教育に求められる物理系分野の技能に関するSBOs

| 到達目標 (SBOs) |
|--|
| 微分型速度式を積分型速度式に変換できる。(知識・技能) |
| 代表的な(擬)一次反応の反応速度を測定し、速度定数を求めることができる。(技能) |
| 分析に用いる器具を正しく使用できる。(知識・技能) |
| 測定値を適切に取り扱うことができる。(知識・技能) |
| pHおよび解離定数について説明できる。(知識・技能) |
| 溶液のpHを測定できる。(技能) |
| 日本薬局方収載の代表的な医薬品の容量分析を実施できる。(知識・技能) |
| 分光分析法を用いて、日本薬局方収載の代表的な医薬品の分析を実施できる。(技能) |
| クロマトグラフィーを用いて試料を定性・定量できる。(知識・技能) |

表2. 薬学部2年次の演習実習Ⅱの物理系分野の実習プログラム

| 実習項目 | 2015年度 | 2016年度 | 2017年度 | 2018年度 | 2019年度 | 2020年度 | 2021年度 |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 物質をはかる | ⅡA | ⅡA | ⅡA | ⅡA | ⅡA | (ⅡA)* | (ⅡA)* |
| 平衡を考える | ⅡA | ⅡA | ⅡA | ⅡA | ⅡA | ⅡB | ⅡB |
| カプセル剤の製造ならびに製剤中の主薬を確認する | ⅡB |
| 医薬品の安定性を知る | ⅡB | ⅡB | ⅡB | ⅡB | ⅡB | (ⅡA)* | (ⅡA)* |

*: 新型コロナウイルス感染症の流行により、オンラインでの実習を行った。

薬学部物理系実習におけるルーブリック評価の試み

表 3. 薬学部 2 年次の演習実習 II におけるルーブリック表

○実習に取り組む前に、目標を理解して下さい
○実習が終了した時に、学習到達度の自己評価を行って下さい

物質をはかる

| スタンダード | キャップストーン | マイルストーン | | ベンチマーク | 自己評価 |
|---------------------------|---|--|----------------------------|----------------------------------|------------------|
| | 4 | 3 | 2 | 1 | 到達できたとする数字に○を付ける |
| 器具の使用法を修得する | 器具の精度を熟知し、状況に応じて適切な器具の選択ができ、かつそれを正確に使用できる | 使用した器具名がわかり、その器具の精度を理解したうえで、それらを正確に使用できる | 使用した器具名がわかり、その使用法を概ね理解している | 使用した器具とその名前が一致する | 1・2・3・4 |
| 有効数字ならびに測定値を適切に取り扱うことができる | 有効数字を考慮して算出した実験結果より、実験の妥当性を判断できる | 有効数字を考慮して算出した実験結果より、系統誤差および偶発誤差を判断できる | 実測値より、有効数字を考慮した実験結果を算出できる | 使用した器具ならびに機器より得られた測定値の有効数字を判断できる | 1・2・3・4 |

平衡を考える

| スタンダード | キャップストーン | マイルストーン | | ベンチマーク | 自己評価 |
|----------------------------|---|--|---|---------------------------------|------------------|
| | 4 | 3 | 2 | 1 | 到達できたとする数字に○を付ける |
| 器具の使用法を修得する | 器具の精度を熟知し、状況に応じて適切な器具の選択ができ、かつそれを正確に使用できる | 使用した器具名がわかり、その器具の精度を理解したうえで、それらを正確に使用できる | 使用した器具名がわかり、その使用法を概ね理解している | 使用した器具とその名前が一致する | 1・2・3・4 |
| 分配平衡を理解し、これを医薬品に応用できる | 医薬品の分配係数や分配比より、その製剤特性や体内での挙動を推察できる | 薬物の物性を見極め、正確に分配係数、分配比もしくは抽出率を正確に算出できる | 見かけの分配係数について概ね理解し、解離や会合する薬物について、分配比を算出するための立式ができる | 分配比について概ね理解し、分配係数を算出するための立式ができる | 1・2・3・4 |
| 紫外可視吸光度測定法の原理を理解し、これを利用できる | 医薬品の特性を見極め、適切な前処理を含めた定量法を設定し、これを実施できる | 紫外吸光度測定法を用いた日本薬局方の定量試験を行うことができる | 紫外吸光度測定法を利用し、薬物の検量線を正確に作成することができる | 紫外吸光度測定法の原理を概ね理解し、機器を用いて測定ができる | 1・2・3・4 |

カプセル剤の製造ならびに製剤中の主薬を確認する

| スタンダード | キャップストーン | マイルストーン | | ベンチマーク | 自己評価 |
|--|---|--|----------------------------------|---------------------------------|------------------|
| | 4 | 3 | 2 | 1 | 到達できたとする数字に○を付ける |
| 器具の使用法を修得する | 器具の精度を熟知し、状況に応じて適切な器具の選択ができ、かつそれを正確に使用できる | 使用した器具名がわかり、その器具の精度を理解したうえで、それらを正確に使用できる | 使用した器具名がわかり、その使用法を概ね理解している | 使用した器具とその名前が一致する | 1・2・3・4 |
| 代表的な製剤を調製し、代表的な医薬品の確認試験を実施できる | 製剤中の主薬に対する日本薬局方の確認試験を実施できる | 製剤に使用する添加物の種類と役割を概ね理解している | カプセル剤の製造工程を概ね理解している | 指示された処方に従い、カプセル剤を調製できる | 1・2・3・4 |
| 分析目的に即した試料の前処理法を実践し、クロマトグラフィーを用いて試料を定性・定量できる | 医薬品の特性にあった試料の前処理法を選択し、医薬品の定性・定量分析が実施できる | 各検量線法による医薬品の定量分析ができる | HPLC分析により得られたクロマトグラムから、主薬の同定ができる | 指示された手順に従い、クロマトグラフィーによる分析が概ねできる | 1・2・3・4 |

医薬品の安定性を知る

| スタンダード | キャップストーン | マイルストーン | | ベンチマーク | 自己評価 |
|---|---|---|--|-----------------------------|------------------|
| | 4 | 3 | 2 | 1 | 到達できたとする数字に○を付ける |
| 器具の使用法を修得する | 器具の精度を熟知し、状況に応じて適切な器具の選択ができ、かつそれを正確に使用できる | 使用した器具名がわかり、その器具の精度を理解したうえで、それらを正確に使用できる | 使用した器具名がわかり、その使用法を概ね理解している | 使用した器具とその名前が一致する | 1・2・3・4 |
| 代表的な(擬)一次反応の反応速度を測定し、速度定数を求め、反応速度と温度との関係を用いて、医薬品の有効期限を設定できる | アレニウスプロットを作成し、これより求めたアレニウスの式から、医薬品の安定性を理解し、その医薬品に最適な保管方法や有効期限を設定できる | 様々な温度における濃度変化と時間の関係から、アレニウスプロットを作成し、これよりアレニウスの式を求めることができる | 濃度変化と時間の関係から、積分型速度式を求め、その医薬品の半減期を求めることができる | 濃度変化と時間の関係から、速度定数を求めることができる | 1・2・3・4 |

表 4. 薬学部 2 年次の演習実習 II における到達度確認表の一例

| 自己点検シート | | | | | |
|---------------------|-------|---------|---|---|----------|
| I. 知識に関する項目 | | | | | |
| | 理解できた | ←-----→ | | | 理解できなかった |
| 1. 擬一次反応について | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 2. 反応速度定数について | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 3. 平均値の持つ意味について | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 4. 半減期について | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 5. 活性化エネルギーについて | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 6. アレニウスプロットについて | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 7. 検量線について | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| II. 技能に関する項目 | | | | | |
| | 習得 | ←-----→ | | | 未修得 |
| 1. 反応速度定数の求め方 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 2. 半減期の求め方 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 3. 活性化エネルギーの求め方 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 4. 微分方程式の展開 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 5. アレニウスの式から有効期限の設定 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 6. 検量線の作成 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |

3. 結果

2015 年度から 2021 年度までの実習項目ごとに設定したルーブリックのマトリックスの達成度の結果を図 1 に示す。実習項目によって使用する機器や器具は異なるが、いずれの実習項目においても、“器具の使用方法を習得する”については、ほとんどの学生がマイルストーン以上の自己評価をしている。この傾向はいずれの年においてもほぼ同じような傾向を示した。さらに、キャップストーンにまで到達したと記入した学生の割合は、全ての実施年をまとめると、“物質をはかる”では 19.1%、“平衡を考える”では 23.0%、“カプセル剤の製造”では 19.6%、“医薬品の安定性”では 19.2% と、2 割程度いることがわかる。一方、実験の内容に関しては、“有効数字ならびに測定値を適切に取り扱うことができる”では、6.1% の学生がベンチマークレベルにしか到達できていない、と回答している。同様に、“分配平衡を理解し、これを医薬品に応用できる”では 8.3%、“紫外可視吸光度測定法の原理を理解し、これを利用できる”では 4.3%、“分析目的に即した試料の前処理法を実践し、クロマトグラフィーを用いて試料を定性・定量できる”では 5.8%、“代表的な（擬）一次反応の反応速度を測定し、速度定数を求め、反応速度と温度との関係を用いて、医薬品の有効期限を設定できる”では、4.5% と、実習の内容の理解が十分でない学生も一定数いることがわかった。これらの結果から、今回設定したルーブリック評価表は、自己評価に極端な偏りがなく、キャップストーンやベンチマークレベルの設定もほぼ想定した結果となっており、ルーブリック表が妥当であると考えられた。

項目ごとに見てみると、器具や機器の使用目的や使用方法については実習とともに習熟が増すことから、ルーブリックの評価も比較的自己評価が高い。一方、測定から計算によって結果を導いたり、理論や概念の理解を求める内容については自己評価が低い。これは、分配係数や反応速度の算出や、局方試験などについての苦手意識から自己評価も低くなっていると考えられる。これについては、実習レポートの間違い箇所とも整合がとれることから、ルーブリックの評価基準が適切ではないというより、むしろ適切に評価できていると考えるのが妥当と思われる。

実施年別でみると、“平衡を考える”の実習において、“分配平衡を理解し、これを医薬品に応用できる”、及び“紫外可視吸光度測定法の原理を理解し、これを利用できる”、のルーブリックで、2020年、2021年の到達度が有意に高くなっていることが伺える。

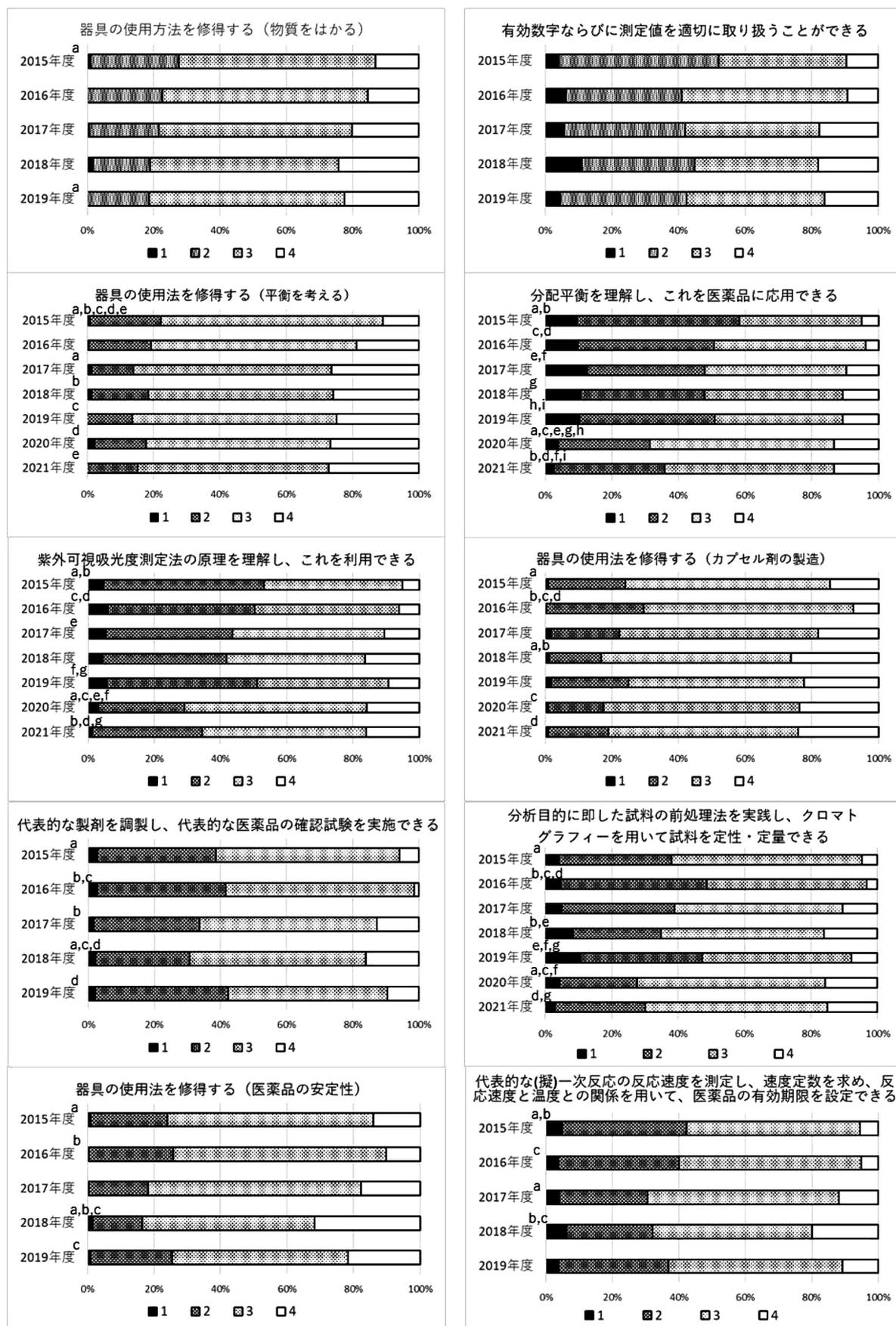
2015年度から2021年度までの実習項目ごとに具体的に設定した知識に関する理解度の結果を表5に、技能に関する理解度に関する結果を表6に示す。また、各項目について全ての年をまとめた結果を図2に示す。平均化すると、知識に関する項目、技能に関する項目の全てにおいて3点以上の到達度を示しているが、知識に関する項目では、“油水分配率について”が、各年とも最も低い結果となった。上述のように、技能に関する項目では、“微分方程式の展開”、“アレニウス式から有効期限の設定”が最も低い結果となった。これらはいずれも、理論を理解するとともに、理論に基づき計算により解を求めるといったプロセスを行わないといけなため、低い点数をつけた学生が多かったものと思われる。

知識、技能に関する自己評価について実施年別にみると、ルーブリックの結果と同様、“平衡を考える”の実習において、知識に関する項目と技能に関する項目のいずれも、2020年、2021年の理解度が有意に高くなっている。同様に、“カプセル剤の製造ならびに製剤中の主薬を確認する”の実習においても、傾向は弱いだが、知識に関する項目と技能に関する項目のいずれも、2020年、2021年の理解度が有意に高くなっている。自己評価に関する結果が年によって異なることから、ルーブリックの設定が適切ではないことも考えられたが、カリキュラム変更による影響が結果にあらわれたのではないかと考えられる。上述のように、薬学部では2019年にカリキュラム変更が行われ、演習実習科目は、実習科目と、演習科目に分けられた。それに伴い、従来火曜日から木曜日に行われていた実験実習が火曜日と水曜日に短縮された。実習時間が短くなったことにより、“平衡を考える”の実習は2020年度から、前期から後期に移動した。分配平衡に関する講義科目は2年前期の開講で変更がなかったため、学習の進捗が進み、実習内容に関する知識がより深まったために、理解度が上がったと自己評価したのではないかと考えられる。一方、“カプセル剤の製造ならびに製剤中の主薬を確認する”の実習は、2015年度からずっと実習の時期が後期と変わっていないが、2020年度と2021年度の知識に関する項目と技能に関する項目の理解度は傾向は弱いものの、高くなっている。これは、2019年度にカリキュラムが変更になった際、1年次から実験実習が導入されたため、実習に慣れたことの影響が出ているようにもとれるが、単に年度ごとの評価のばらつきである可能性もある。ただし、2020年度と2021年度は前期の実習がオンラインとなったため、1年次に実習科目を導入したことの効果ではないかもしれない。

このように、同じ実習内容であっても、実施時期や、実施に至るまでの学習の経験などによって理解度に差が出る結果となったが、あくまで学生自身の評価であるため、第三者評価との整合性があって初めて妥当性が確かめられるので、第三者評価について今後導入していきたい。

なお、実習科目は必修科目であることから、実験結果が予想通りにならなかった場合にはやり直しをさせたり、無断で欠席した学生にも別途補習実習を行わせるなどして、全ての学生に期待した結果が出ることを求めているため、そういった場合の自己評価をどのように指導するかが課題であろう。さらに、実習はペアで行うため、相手と比べ主体的に実習を行えなかったと評価したり、相手が実験を失敗したことが原因であっても、自己評価を低めにする可能性もあり、個人のルーブリック評価の課題であるように思われる。実習のルーブリック評価については、あらかじめ観点とレベルを示すことがかえって、学生の擬装を容易にすることや⁶、学生が評価に向けて学習する、すなわち傾向と対策的な学習になってしまうこと⁷が指摘されており、学生がどこまで誠実に回答しているかまでは読み取ることが困難であるといった点にも注意が必要である。この点については、学生による自己評価を成績と連携させる場合の大きな問題であるため、学生同士のピア評価や教員による第三者評価との整合性による検証は必要である。さらに、コンピテンシーの到達度に関しては、それを記入する学生の理解度によっても異なってくることや、教員の期待するレベルとのギャップがあると、異なった結果となるため、事前の指導により理解度合いを揃える工夫も重要となってくる。実際に、電気情報工学実験において教員と学生による評価を比較した研究⁸では、学生の方が教員よりも低く自己評価したとの報告もある。なお、実習科目が必修科目である以上、最後は評価者が妥協して合格点に評価することもやむを得ないことも指摘されており⁹、評価の妥当性については、教員、学生双方にさらなる検討が必要と思われる。ルーブリック評価だけでは妥当性に限界がある場合には、実習試験や課題の提出との組み合わせも必要になってくると思われる。

本来学生実習は講義で学んだこと理解を深めたり、応用力をつけるために実施するものであるもので、ルーブリックによりそれらの点を明確に示すことは有用であるが、ルーブリック評価によって、到達基準に達しないと回答した学生に対して、どのようにフォローするかが重要となってくる。実習を行い、レポートを作成したり、自己評価を行うだけで終わるのではなく、フォローが必要な学生のケアを含めて対応しなければ、本来の実習による技能・態度の習得で理解度を深めることにはならない。学生自身の率直な評価によって、指導すべき点が明確になるということがルーブリック評価の利点でもあるので、実習後の対応をきちんと行えるような仕組みを取り入れていけるよう努力していきたい。



(a~i: 各独立変数内の多重比較で有意差が認められた組み合わせに同一の符号を付している)

図 1. 実習項目ごとに設定したルーブリック評価の結果

表5. 薬学部2年次の物理系実習で身に付けるべき知識に関する項目の自己評価

(^{a-i}: 各項目の実施年の多重比較で有意差が認められた組み合わせに同一の符号を付している)

| 知識に関する項目 | 2015年度 | | 2016年度 | | 2017年度 | | 2018年度 | | 2019年度 | | 2020年度 | | 2021年度 | |
|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| | 平均 | S.D. | 平均 | S.D. | 平均 | S.D. | 平均 | S.D. | 平均 | S.D. | 平均 | S.D. | 平均 | S.D. |
| ① 基礎知識 | 上皿天秤と化学天秤の精度の差 | 4.46 ^{abc} | 0.64 | 4.58 | 0.57 | 4.66 ^a | 0.63 | 4.62 ^b | 0.60 | 4.70 ^c | 0.55 | | | |
| | 有効数字について | 3.58 ^a | 0.88 | 3.64 | 0.90 | 3.80 ^a | 0.92 | 3.67 | 1.14 | 3.67 | 0.91 | | | |
| | 平均値の持つ意味について | 3.69 ^{abc} | 0.81 | 3.80 | 0.76 | 3.93 ^a | 0.82 | 3.95 ^b | 0.78 | 3.92 ^c | 0.80 | | | |
| | 標準偏差について | 3.55 ^{abcd} | 0.83 | 3.75 ^a | 0.78 | 3.90 ^b | 0.82 | 3.76 ^c | 0.81 | 3.89 ^d | 0.77 | | | |
| | 受け用計量器具について | 4.16 ^{abcd} | 0.62 | 4.31 ^a | 0.69 | 4.38 ^b | 0.69 | 4.32 ^c | 0.72 | 4.43 ^d | 0.64 | | | |
| | 受け用計量器具の精度について | 4.00 ^{ab} | 0.74 | 4.06 | 0.78 | 4.25 ^a | 0.70 | 4.17 | 0.76 | 4.24 ^b | 0.75 | | | |
| | 出し用計量器具について | 4.15 ^{abc} | 0.64 | 4.29 | 0.70 | 4.41 ^a | 0.67 | 4.32 ^b | 0.73 | 4.43 ^c | 0.65 | | | |
| | 出し用計量器具の精度について | 4.02 ^{abc} | 0.71 | 4.04 ^c | 0.79 | 4.21 ^a | 0.73 | 4.13 | 0.80 | 4.24 ^{bc} | 0.74 | | | |
| | 測定誤差について | 3.80 ^a | 0.86 | 3.94 | 0.71 | 4.05 | 1.42 | 3.93 | 0.84 | 4.05 ^a | 0.80 | | | |
| | F検定について | 3.53 ^{ab} | 2.14 | 3.60 ^a | 0.80 | 3.57 | 0.85 | 3.50 | 0.88 | 3.65 ^b | 0.83 | | | |
| | t検定について | 3.38 ^a | 0.89 | 3.55 | 0.83 | 3.58 | 0.86 | 3.44 | 0.87 | 3.62 ^a | 0.85 | | | |
| | 有意差について | 3.41 ^a | 0.91 | 3.59 | 0.90 | 3.60 | 0.88 | 3.55 | 0.92 | 3.67 ^a | 0.86 | | | |
| | 検定公差について | 3.63 ^{ab} | 0.85 | 3.83 ^a | 0.79 | 3.84 ^b | 0.91 | 3.70 | 0.90 | 3.78 | 0.86 | | | |
| | ② 応用知識 | 分配係数について | 3.50 ^{ab} | 0.74 | 3.53 ^{c-f} | 0.79 | 3.55 ^{cdh} | 0.92 | 3.53 ^{ij} | 0.82 | 3.63 ^{dkl} | 0.77 | 3.96 ^{aeqik} | 0.87 |
| 油水分配率について | | 3.33 ^{ab} | 0.80 | 3.31 ^{cd} | 0.80 | 3.36 ^{ef} | 0.91 | 3.35 ^{gh} | 0.84 | 3.41 ^{ij} | 0.84 | 3.73 ^{aceqj} | 0.84 | 3.74 ^{bdflh} |
| 薬物の分配係数とpHについて | | 3.35 ^{abc} | 0.76 | 3.50 ^{de} | 0.77 | 3.51 ^{fg} | 0.88 | 3.48 ^{hi} | 0.84 | 3.58 ^{ajk} | 0.78 | 3.85 ^{bdflhj} | 0.81 | 3.92 ^{ceqik} |
| 吸光度法について | | 3.66 ^{abcd} | 0.77 | 3.87 ^{ef} | 0.79 | 3.81 ^{gh} | 0.90 | 3.89 ^{ajl} | 0.79 | 3.96 ^{bk} | 0.77 | 4.15 ^{ceqj} | 0.75 | 4.21 ^{dfhjk} |
| 絶対検量線法について | | 3.48 ^{ab} | 0.75 | 3.62 ^{cd} | 0.84 | 3.62 ^{ef} | 0.92 | 3.61 ^{ef} | 0.82 | 3.68 ^{ij} | 0.80 | 3.97 ^{aceqj} | 0.78 | 4.06 ^{bdflhj} |
| カプセル剤を構成する添加剤の役割について | | 4.10 | 0.73 | 4.04 | 0.72 | 4.17 | 0.74 | 4.21 ^a | 0.79 | 4.13 | 0.75 | 4.01 ^a | 0.69 | 4.01 |
| クロマトグラフィーの原理について | | 3.99 | 0.74 | 3.82 ^{ab} | 0.70 | 3.93 ^c | 0.74 | 3.98 | 0.77 | 3.88 ^d | 0.80 | 4.05 ^a | 0.72 | 4.18 ^{bcd} |
| 順相クロマトグラフィーについて | | 3.99 | 0.76 | 3.91 ^a | 0.68 | 3.91 ^b | 0.74 | 3.97 | 0.78 | 3.90 ^c | 0.81 | 4.03 | 0.71 | 4.13 ^{abc} |
| 逆相クロマトグラフィーについて | | 3.96 | 0.80 | 3.90 ^a | 0.70 | 3.87 ^b | 0.75 | 3.97 | 0.77 | 3.91 ^c | 0.81 | 4.05 | 0.71 | 4.13 ^{abc} |
| 保持時間とRf値について | | 3.94 | 2.07 | 3.81 | 0.69 | 3.90 ^a | 0.76 | 3.81 | 0.80 | 3.66 ^a | 0.81 | | | |
| TLCによる医薬品の確認について | | 3.68 | 0.74 | 3.68 | 0.69 | 3.73 | 0.75 | 3.74 | 0.78 | 3.65 | 0.79 | | | |
| 内標法について | | 3.58 ^{ab} | 0.80 | 3.60 ^{cd} | 0.76 | 3.69 ^{ef} | 0.73 | 3.69 ^{ef} | 0.81 | 3.63 ^{ij} | 0.78 | 3.92 ^{aceqj} | 0.79 | 4.02 ^{bdflhj} |
| 分離度、分配係数、理論段数について | | 3.46 ^{ab} | 0.87 | 3.61 ^{cd} | 0.74 | 3.67 ^e | 0.84 | 3.62 ^{fg} | 0.90 | 3.62 ^{hi} | 0.84 | 3.87 ^{acefh} | 0.81 | 3.92 ^{bdceqj} |
| 擬一次反応について | | 3.43 | 0.80 | 3.54 | 0.75 | 3.62 | 2.12 | 3.50 | 0.93 | 3.50 | 0.81 | | | |
| 反応速度定数について | 3.58 | 0.78 | 3.63 | 0.69 | 3.66 | 0.78 | 3.71 | 0.81 | 3.74 | 0.75 | | | | |
| 平均値の持つ意味について | 3.40 ^{abc} | 0.76 | 3.49 | 0.66 | 3.63 ^a | 0.84 | 3.67 ^b | 0.86 | 3.63 ^c | 0.79 | | | | |
| 半減期について | 3.64 ^a | 0.84 | 3.67 ^b | 0.74 | 3.74 | 0.83 | 3.89 ^{ab} | 0.82 | 3.85 | 0.76 | | | | |
| 活性化エネルギーについて | 3.59 ^a | 0.81 | 3.72 | 0.75 | 3.84 ^a | 0.78 | 3.77 | 0.81 | 3.72 | 0.77 | | | | |
| アレキサンダーロットについて | 3.37 ^a | 0.80 | 3.40 ^b | 0.71 | 3.58 | 0.80 | 3.53 | 0.90 | 3.61 ^{ab} | 0.87 | | | | |
| 検量線について | 3.78 | 0.75 | 3.76 | 0.73 | 3.88 | 0.75 | 3.77 | 0.86 | 3.91 | 0.80 | | | | |

表 6. 薬学部 2 年次の物理系実習で身に付けるべき技能に関する項目の自己評価

(^{a-i}: 各項目の実施年の多重比較で有意差が認められた組み合わせに同一の符号を付している)

| 技能に関する項目 | 2015年度 | | 2016年度 | | 2017年度 | | 2018年度 | | 2019年度 | | 2020年度 | | 2021年度 | | |
|-------------------------|-------------------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|------|
| | 平均 | S.D. | 平均 | S.D. | 平均 | S.D. | 平均 | S.D. | 平均 | S.D. | 平均 | S.D. | 平均 | S.D. | |
| 薬学部 物理系実習 | 有効数字の利用 | 3.61 | 0.89 | 3.65 | 0.85 | 3.66 | 0.89 | 3.68 | 0.99 | 3.67 | 0.94 | | | | |
| | 上天秤の使用法 | 4.39 | 0.65 | 4.51 | 0.65 | 4.65 | 0.56 | 4.54 | 0.65 | 4.71 | 0.51 | | | | |
| | 化学天秤の使用法 | 4.38 | 0.68 | 4.53 | 0.62 | 4.65 | 0.56 | 4.59 | 0.59 | 4.69 | 0.52 | | | | |
| | メスフラスコの使用法 | 4.36 | 0.70 | 4.47 | 0.63 | 4.56 | 0.64 | 4.55 | 0.66 | 4.59 | 0.56 | | | | |
| | メスシリンダーの使用法 | 4.35 | 0.69 | 4.42 | 0.65 | 4.58 | 0.62 | 4.55 | 0.64 | 4.55 | 0.62 | | | | |
| | メートグラスの使用法 | 4.29 | 0.71 | 4.35 | 0.72 | 4.54 | 0.62 | 4.51 | 0.66 | 4.52 | 0.63 | | | | |
| | ホールピペットの使用法 | 4.39 | 0.70 | 4.44 | 0.70 | 4.58 | 0.64 | 4.55 | 0.61 | 4.53 | 0.63 | | | | |
| | メスピペットの使用法 | 4.35 | 0.74 | 4.41 | 0.69 | 4.54 | 0.62 | 4.53 | 0.64 | 4.55 | 0.58 | | | | |
| | ピュレットの使用法 | 4.30 | 0.73 | 4.32 | 0.74 | 4.63 | 0.43 | 4.45 | 0.70 | 4.46 | 0.69 | | | | |
| | 平方和の求め方 | 3.93 | 0.82 | 4.25 | 0.69 | 4.22 | 0.79 | 4.06 | 0.82 | 4.19 | 0.81 | | | | |
| | 不偏分散の求め方 | 3.92 | 0.81 | 4.11 | 0.79 | 4.11 | 0.83 | 3.91 | 0.91 | 4.09 | 0.84 | | | | |
| | 標準偏差の求め方 | 3.87 | 0.80 | 4.11 | 0.78 | 4.08 | 0.83 | 3.89 | 0.87 | 4.08 | 0.85 | | | | |
| | 変動係数の求め方 | 3.82 | 0.84 | 3.98 | 0.82 | 3.99 | 0.87 | 3.82 | 0.91 | 4.02 | 0.85 | | | | |
| | F検定法 | 3.57 | 0.91 | 3.67 | 0.86 | 3.69 | 0.92 | 3.55 | 0.92 | 3.71 | 0.86 | | | | |
| | t検定法 | 3.53 | 0.90 | 3.58 | 0.86 | 3.64 | 0.91 | 3.53 | 0.91 | 3.64 | 0.86 | | | | |
| | 絶対検量線法の作成方法 | 3.64 | 0.83 | 3.72 | 0.83 | 3.76 | 0.89 | 3.70 | 0.89 | 3.88 | 0.81 | 4.07 | 0.75 | 4.19 | 0.78 |
| | 油水分配率の求め方 | 3.39 | 0.87 | 3.47 | 0.79 | 3.51 | 0.90 | 3.47 | 0.88 | 3.57 | 0.91 | 3.81 | 0.80 | 3.87 | 0.83 |
| 薬学部 物理系実習 の 評価 | 乳棒、乳鉢による粉碎操作 | 4.41 | 0.69 | 4.38 | 0.73 | 4.54 | 0.68 | 4.61 | 0.59 | 4.56 | 0.67 | 4.47 | 0.64 | 4.73 | 0.57 |
| | 表示量の求め方 | 3.95 | 0.82 | 3.95 | 0.70 | 4.05 | 0.78 | 4.20 | 0.78 | 4.13 | 0.83 | 4.12 | 0.75 | | |
| | TLCによる定性分析 | 3.81 | 0.76 | 3.83 | 0.64 | 3.96 | 0.75 | 3.95 | 0.77 | 3.89 | 0.76 | | | | |
| | RF値の求め方 | 4.06 | 0.81 | 4.07 | 0.69 | 4.21 | 0.79 | 4.11 | 0.79 | 4.09 | 0.82 | | | | |
| | HPLCの操作 | 3.83 | 0.78 | 3.84 | 0.75 | 3.98 | 0.77 | 3.91 | 0.79 | 3.88 | 0.79 | 4.32 | 0.71 | 4.44 | 0.69 |
| | 内標準法による検量線の作成方法 | 3.88 | 0.73 | 3.83 | 0.71 | 3.99 | 0.81 | 3.95 | 0.80 | 3.94 | 0.80 | 4.18 | 0.75 | 4.36 | 0.70 |
| | カプセル中の主薬含量の求め方 | 3.75 | 0.81 | 3.70 | 0.73 | 3.82 | 0.88 | 3.89 | 0.84 | 3.78 | 0.86 | 3.86 | 0.81 | 3.88 | 0.96 |
| | 分離度、分配係数、理論段数の求め方 | 3.54 | 0.81 | 3.70 | 0.77 | 3.72 | 0.85 | 3.75 | 0.88 | 3.73 | 0.87 | 3.91 | 0.79 | 4.01 | 0.88 |
| | 反応速度定数の求め方 | 3.54 | 0.79 | 3.58 | 0.73 | 3.66 | 0.82 | 3.74 | 0.88 | 3.83 | 0.82 | | | | |
| | 半減期の求め方 | 3.59 | 0.83 | 3.58 | 0.77 | 3.70 | 0.85 | 3.77 | 0.88 | 3.78 | 0.85 | | | | |
| 薬学部 物理系実習 の 評価 | 活性化エネルギーの求め方 | 3.46 | 0.82 | 3.50 | 0.71 | 3.63 | 0.79 | 3.65 | 0.88 | 3.64 | 0.77 | | | | |
| | 微分方程式の展開 | 3.22 | 0.83 | 3.40 | 0.80 | 3.55 | 0.85 | 3.45 | 0.99 | 3.50 | 0.80 | | | | |
| | アレキウス式から有効期限の設定 | 3.26 | 0.78 | 3.38 | 0.80 | 3.47 | 0.86 | 3.40 | 0.91 | 3.42 | 0.81 | | | | |
| | 検量線の作成 | 3.80 | 0.77 | 3.81 | 0.77 | 3.88 | 0.80 | 3.86 | 0.85 | 3.90 | 0.80 | | | | |

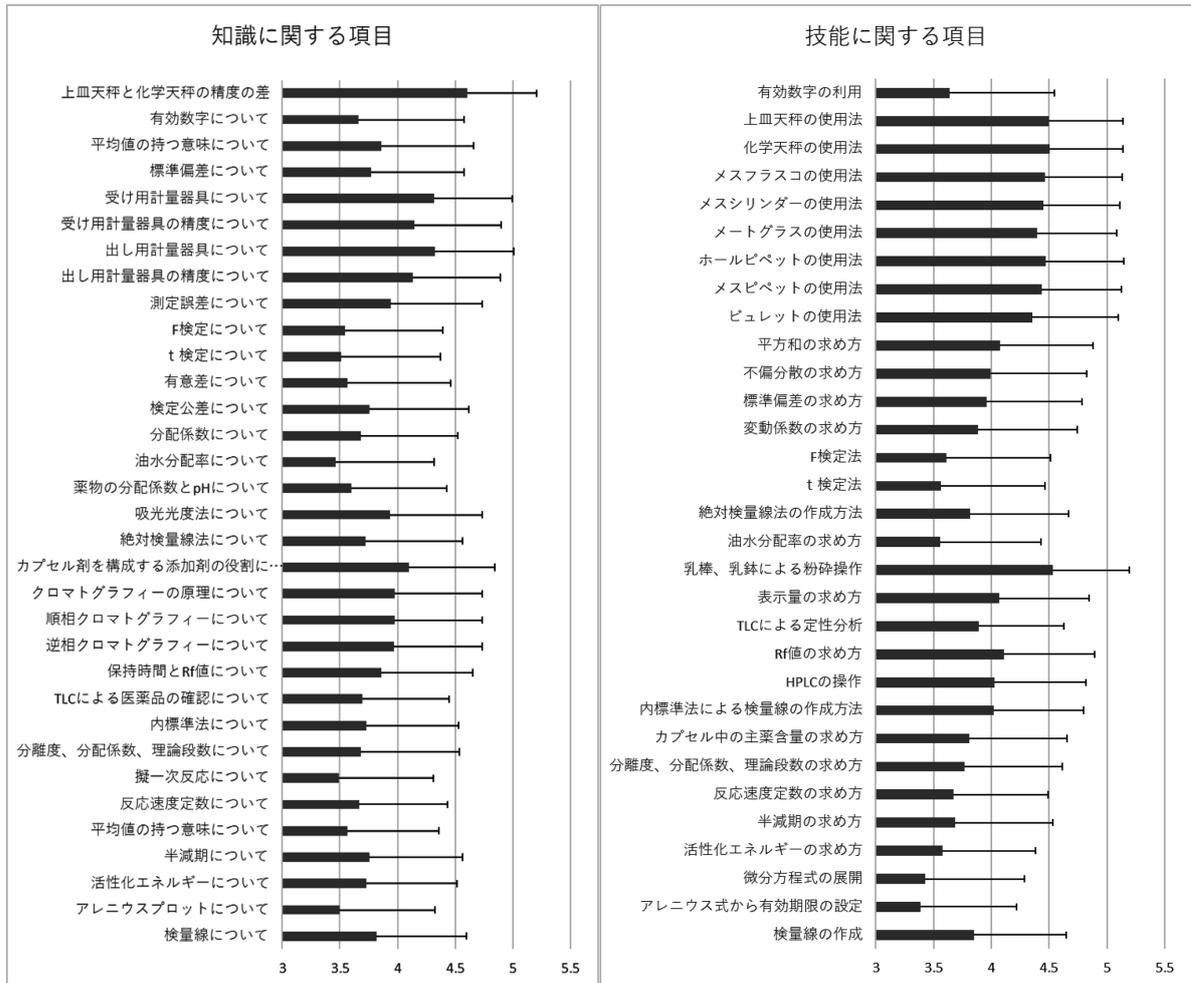


図2. 実習項目ごとに設定したルーブリック評価の結果

4. まとめと今後の課題

「薬学教育モデル・コアカリキュラムの改訂（平成25年度）」に基づいた薬学教育の運用の開始に合わせ、2015年度からルーブリックを用いた実習の自己点検を試みた。今回設定したルーブリック評価表は、自己評価に極端な偏りがなく、キャップストーンやベンチマークレベルの設定もほぼ想定した結果となっており、ルーブリック表が妥当であると思われた。項目によっては年次によって若干の違いがみられたが、カリキュラム変更による影響などの結果をある程度反映できているのではないかと考えられた。ただし、評価基準の記述に対する学生の理解度に差があると、評価結果のばらつきの原因となってしまうたり、実習はペアで行うため、相手の学生によって評価に影響がみられることも考えられるので、客観的な第三者評価との整合性をとれるような試みが必要である。実験実習へのルーブリックの導入は実験に対してより主体性を発揮することができるようになるため、講義で修得した専門知識を実際に体験し、専門知識の応用力をより育むことが期待できる。また、

到達基準に達しない学生の洗い出しも容易になるため、効果的なフォローを行うことができるようになる。

本学の薬学教育においては、実務実習でのパフォーマンス評価にルーブリックが活用されている程度であるが¹⁰、薬学部ではカリキュラムポリシー（教育課程編成・実施の方針）の見直し、及び、コンピテンシーマトリックス（卒業時において達成度を評価する具体的能力）の制定も予定されており、ルーブリック評価浸透の素地が整いつつある。今後は、教員側の評価や、学生間のピア評価を行うことで評価の客観性の確立とともに、学生のフォロー体制の構築につなげていければと思う。

参考文献

- [1] 市川厚、(2014)、「薬学教育モデル・コアカリキュラムの改訂」、ファルマシア、50、8、778-783.
- [2] 平成 24 年 8 月 28 日、「中央教育審議会新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～（答申）」、https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyō/chukyō0/toushin/1325047.htm
- [3] Susan M. Brookhart, (2018) : 「Appropriate Criteria: Key to Effective Rubrics」, *Frontiers in Education*, 3, Article22, 1-12.
- [4] 薬学教育モデル・コアカリキュラム－平成 25 年度改訂版－、https://www.mext.go.jp/a_menu/01_d/08091815.htm
- [5] Kanda Y, (2013), 「Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics」 *Bone Marrow Transplantation*, 48, 452-458.
安原智久、河野武幸、荻田喜代一、(2015)、「ディプロマ・ポリシーに基づくパフォーマンス評価とルーブリック」、ファルマシア、51/2、143-148.
- [6] 守谷智恵、川上賀代子、坪井誠二、(2017)、「学生実習におけるルーブリック評価導入の試みと学生の意識調査」、*就実大学薬学雑誌*、4、37-42.
- [7] 白濱正尋、(2019)、「実験スキル評価シートを利用した電気情報工学実験の改善 その 1. 電子回路実験」、*都城工業高等専門学校研究報告*、54、32-41.
- [8] 森飢久、(2015)、「レポート評価におけるチェックシートとルーブリック評価—大学初年次教育における物理学実験の場合—」、*物理教育*、67/2、117-121.
- [9] 鈴木小夜、河添仁、地引綾、横山雄大、中村智徳、(2019)、「改訂薬学教育モデル・コアカリキュラムに準拠した実務実習に向けたルーブリック形式の概略評価を用いたパフォーマンス評価の先行導入：学生視点に基づくアウトカム評価と教育効果向上のための提案」、*医療薬学*、45/4、228-239.
- [10] 安原智久、隠岐英之、串畑太郎、曾根知道、(2018)、「薬局実務実習におけるルーブリックを用いたパフォーマンス評価」、*薬学教育*、2、1-7.