

実践報告

薬学部2年次の物理化学教育における TBL形式の授業実践とその効果

甲谷 繁

兵庫医療大学薬学部

Effects on TBL Exercises in Physical Chemistry Education for 2nd Degree Pharmacy Students

Shigeru KOHTANI

School of Pharmacy, Hyogo University of Health Sciences

抄 録

平成29年度後期の薬学部2年次「新物理化学Ⅱ」の必修科目において、チーム基盤型学習（TBL）の手法を取り入れた授業方法を実践した。この方法では、学生が習得すべき重要なSBOを選定し、（講義）⇒（TBL）のサイクルを4回繰り返した。学生は、まず通常の講義形式の授業で必要な知識と計算技能をインプットし、次の授業までに所定の範囲を復習した後、小テスト（IRAT）で基礎知識の理解度の確認を受けた。その後、4~5名のグループワークでより難易度の高い応用課題に取り組んだ。グループワークは応用課題の得点に加え、ピア評価により「雰囲気づくり」「貢献度」「積極性」「他人への配慮」「他人への教育性」の5つの観点で評価した。この授業方法を実践した結果、通常の授業方法に比べて理解度が高まるという評価を学生アンケートより得ることができた。今回のTBL形式の授業方法は8割程度の本学薬学生にとって適していたと考えられる。

キーワード：TBL、物理化学、グループワーク、IRAT、ピア評価

I はじめに

平成25年に改訂された薬学教育モデル・コアカリキュラムでは、薬学生が学ぶべき物理化学のSBOは56項目と多数存在する¹⁾。実際、薬剤師国家試験において、物理系薬学（物理化学+分析化学）の出題数は必須問題で5問、理論問題で10問、実践問題（複合問題）で約5問、合わせて約20問が出題される。国家試

験における出題比率は、全出題数345問のうちの約6%であるから、あまり影響がないように思われるかもしれないがそうではない。薬学で物理化学を学ぶ必要性は、より高学年次に学ぶ「薬剤学」「薬物動態学」「放射化学」などの専門科目修得の基礎になるという縦方向と、同時期に学ぶ「有機化学」や「分析化学」そして「生化学」などの基礎科目の理解を深めるという横方向の二重の重要性があると思われる。物理化学ができ

なければ、ここに挙げた多くの科目に影響が現れてくる。また物理化学は、薬剤師として実際に業務にあたるときも薬剤の溶解性や配合変化などの問題を解決するための基本的な考え方を教えてくれる²⁾。したがって薬学生は、物理化学を深く学び、科学的な思考を身に着けて薬剤師となるべきと筆者は考える。

筆者は3年前まで、授業それ自身よりも授業外で学生自身が行う自学自習に力点を置いた教育を進めていた。その方策として、1) 本学薬学生の学力レベルに合わせた講義テキストを著作して配布し自習させること、2) ビデオ撮影した授業を編集して「講義DVD (全30回)」を作成し、視聴を希望する学生に貸し出すこと、さらに、3) 学生の自学自習を習慣づけさせるために、学生に宿題としてE-ラーニング演習と筆記型課題演習に取り組ませた。この方法は旧カリキュラムで学んでいた比較的学力の高い学生には有効だったが、学力が不足する学生にはほとんど機能しなくなった。

そこで筆者は、アクティブラーニング法の一つであるチーム基盤型学習 (TBL) の手法を取り入れた授業方法を開発し、平成29年度後期の「新物理化学Ⅱ (物質の性質) : 薬学部2年次配当 : 必修1単位」において実践した。TBLとは、予習を前提とする反転授業であり、チーム (4~6人) で協働して互いに教え合いながら、学習能力を高める少人数チーム学習法である³⁻⁵⁾。しかし筆者は、この手法をそのまま取り入れるのではなく、

物理化学の学問的特性と本学薬学生に合う形に修正して実践した。本報告は、「新物理化学Ⅱ」の授業において、従来のTBLの手法をどのように修正し、その結果として、どのような成果が得られたのかを詳細に報告する。なお本報告は、平成29年度兵庫医療大学全学FD/SDワークショップにて発表したものに、若干のデータと考察を加えてまとめたものである。

Ⅱ 方法

1. 授業計画と授業方法

調査の対象は、平成29年度後期の薬学部2年次配当の新物理化学Ⅱ (物質の性質) を受講した154名の学生である。本科目の授業計画を表1に示す。全8回の授業は、前半の「相平衡」と後半の「電解質溶液」の2つのテーマに分け、さらにサブテーマとして2分割し、(通常講義) + (TBL) の4セットを繰り返す授業計画とした。一般的なTBLでは、学生はあらかじめ予習資料などで予習したのち授業に臨む³⁾。筆者が行ったTBLと典型的な一般スタイルのTBL^{3,5)}との相違点を表2で比較した。最も大きな違いは、手順①で予習資料を使った予習を行わせるのではなく、通常の講義形式の授業を行うことである。この考え方は、摂南大学薬学部の安原らが実践した化学教育のTBL手法と似たところがある⁴⁾。すなわち、表1に示す奇数

表1. 新物理化学Ⅱ (物質の性質) 授業計画 : 平成29年度シラバスより抜粋

回(日程)	主題と位置付け	学習方法と内容
1 (10/25)	相平衡 (1)	相と相平衡 (講義)
2 (11/1)	相平衡 (2)	課題テストとTBL (グループ学習)
3 (11/8)	相平衡 (3)	2成分系の固相-液相平衡と液相-液相平衡 (講義)
4 (11/15)	相平衡 (4)	課題テストとTBL (グループ学習)
5 (11/29)	電解質溶液 (1)	イオンの溶媒和および活量と活量係数 (講義)
6 (12/6)	電解質溶液 (2)	課題テストとTBL (グループ学習)
7 (12/13)	電解質溶液 (3)	電解質溶液とその電気伝導率 (講義)
8 (12/20)	電解質溶液 (4)	課題テストとTBL (グループ学習)

表2. 新物理化学ⅡのTBLと一般的なTBLの比較

手順	新・物理化学ⅡのTBL	一般的なTBL
①	通常の講義形式の授業⇒自宅(復習)	予習資料の提示
②	IRAT(個人テスト) : マークシート	IRAT(個人テスト)
③	(省略)	GRAT(グループテスト)
	(省略)	アピール(誤答の弁明チャンス)
④	解答の解説 : クリッカーを使用	解答の解説(フィードバック)
⑤	応用課題 : 筆記で提出	応用課題
⑥	解答の解説	解答の解説
⑦	ピア評価	ピア評価

回目の授業では、該当するテーマの基礎知識と計算技能を通常の講義形式で学生にインプットし、次の授業までに所定の範囲を復習させたのち、次週の偶数回目の授業で手順②以降のTBL形式で深く学ばせる。このようなやり方を採用した理由は、物理化学は学習する内容が難しいので、学力不足の学生が自力で予習をして知識や計算技能を修得するのが困難であろうとの筆者の考えからである。

1) IRAT（個人テスト）とGRAT（グループテスト）

表2の手順②のIRATは一般的な手法と同じように実施するが、手順③のGRATとアピール（GRATで間違った解答をグループで弁明するチャンス）は省略した。その理由は、GRATにおける過大な労力を省略するためである。一般的にGRATでは、IRATの中の高難易度の問題や新たなグループ用の高難易度の問題が出題され、選択肢から一つの解答をグループで導き出す。その際に、スクラッチカードを用意したり^{3,4)}、あるいは、数名の教員がグループを巡回して採点する⁵⁾。その労力はTBLの中で最も負担がかかるステップであると思われる。筆者が目指しているTBLは、人手や準備のための労力やコストをできるだけ省き、基本的には通常の授業と同じように教員一人で行うことのできるものである。手順③のGRATを省略する代わりに、筆者はIRATの解答の解説をクリッカー（解答

送信機）で行い、学生自身の理解度を他人と比較してフィードバックできるようにした。

2) グループワークと応用課題

グループワークは、グループの他の学生といっしょに考える作業を行うことにより、基礎知識を応用する力を養うよう企図した。表2の手順⑤と⑥は一般的なTBLとはほぼ同様であり、154名の履修者を4～5人の38グループに分け、20分から30分程度で筆記型の応用課題に取り組みさせた。グループワークの一例（赤字は模範解答）を図1に示す。グループワークによる応用課題の成果は、一般的なTBLと同様に2～3グループを選出して学生に発表させることもあり、回収した応用課題はすべて採点した。なおグループ分けは、平成29年度前期開講「新物理化学Ⅰ」の成績を参考に、学力ができるだけ偏らないように組み、さらに前半の「相平衡」のIRATの結果をもとに後半の「電解質溶液」でグループ替えを行った。

3) ピア評価

最後に、学生同士の相互評価、すなわちピア評価を行った（表2の手順⑦）。ピア評価は、本学で試験的に導入されたピア評価システム（WEB体験版）を用いることにより、安原らのピア評価法を参考にして⁴⁾、学生同士で「雰囲気づくり」「貢献度」「積極性」「他人へ

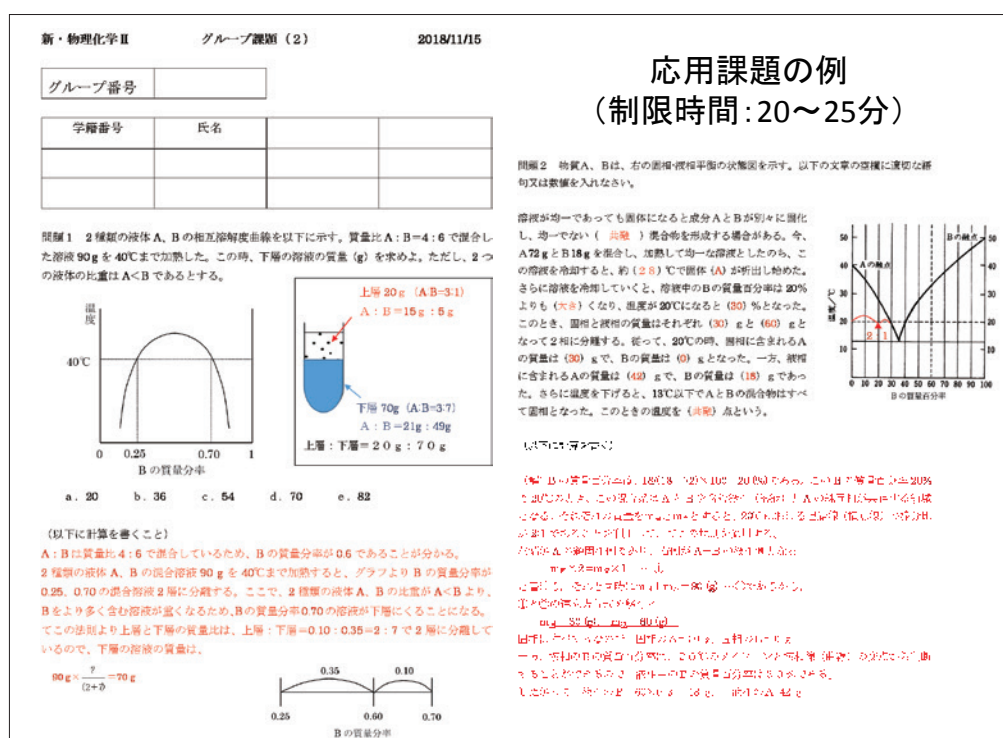


図1. 応用課題の例（赤字は模範解答）

の配慮」「他人への教育性」の5つの観点を10段階で評価させた(図2)。また、ピア評価では点数だけでなく、同じグループメンバーの良かった点と悪かった点をコメント欄に入力させた。なお、ピア評価の入力締切は授業後3日以内とした。ピア評価を入力しなかった学生は、その回のピア評価分の得点をゼロとする旨をあらかじめ伝えておき、ピア評価への参加を義務付けた。

2. 成績の評価

新物理化学Ⅱの成績評価は、シラバスの記載どおり(1) 定期試験:60%、(2) IRAT(個人テスト):30%、(3) グループワーク:10%で行った。(3)のグループワークは、さらに応用課題の得点6%とピア評価4%に分けた。なお、IRATは配点が高いので、1回のIRATごとに得点率80%に満たなかった学生にはリベンジテスト(再試験)のチャンスを与えた。リベンジテストは約1週間後に行い、獲得した得点の0.8倍した点数が正規のIRATの点数を上回れば、リベンジテストの得点×0.8の点数を成績評価に反映させた。

3. アンケート調査

最終回の授業にて、図3に示す8つの質問項目でアンケートを実施し、主に「本科目のTBL形式の授業方法」「IRATとリベンジテスト」「ピア評価」の3つの事項について、学生の意見や考えを調査した。有効回答率は、質問項目によって若干異なるが84~88%であった。

Ⅲ 結果と考察

1. 物理化学におけるTBL形式の授業方法について

図3に示すアンケート結果から、質問1:(講義)⇒(TBL)を繰り返す今回の授業方法は、普通の授業方法に比べて「とても有益(20%)」「ある程度有益(53%)」と答えた学生の割合は全体の73%であった。また、質問2:グループワークは授業内容の理解を助ける、あるいは、理解を深めるのに「大変役に立った(9%)」「役に立った(32%)」「少しは役に立った(40%)」と回答した学生は8割以上に達した。このことから、今回のTBL形式の授業方法は、8割程度の本学薬学生にとって適していたと考えられる。しかしながら、質問1で「あまり有益でない(6%)」「普通の授業がよい(6%)」、質問2で「あまり役に立たなかった(13%)」「全く役に立たなかった(5%)」と否定的な回答をした学生が1割~2割ほど存在した。そのような学生は、予想通りグループワークに積極的に参加していなかった様子だが、他のメンバーからのピア評価の点数やコメントから読み取ることができた。こういったグループワークを好まない学生がある程度存在するのは仕方がないことであるが、教員の役割として前半のピア評価に注目し、グループワークに消極的な学生を事前にマークしておいて、後半で声掛けを行っていく必要があったと反省している。また、数名の学生の意見によると、グループワークが機能するかどうかはグループメンバーに依る、とのことである。学業成績だけでグループ分けしている以上、これもある程度は仕方がないことと考える。質問3:全成績に対する応用課題の配点6%

評価画面				
新・物理化学Ⅱ(前半)			<データは非公開です。安心して入力してください！ 甲谷>	
相と相平衡	ピア評価	入力締切	11/17(金)	18:00
学籍番号	*****			
サブグループ番号	1			
氏名	○○ ○○			
<p>雰囲気: グループワークをより良いものにしようという姿勢が見られたか。 (1:まったく見られなかった ~ 10:常にそのような姿勢が見られた)</p> <p>貢献度: グループの得点獲得に有益な貢献を行ったか。 (1:まったく見られなかった ~ 10:常にそのような姿勢が見られた)</p> <p>積極性: 積極的にグループの話し合いに参加していたかどうか。 (1:全くしなかつた ~ 10:常に積極的に参加していた)</p> <p>配慮: 他の人の意見を尊重したか。異なる意見に柔軟であったか。意見を出すよう求めたか。 (1:非常に自己中心的だった ~ 10:常に他者への心配りに満ちていた)</p> <p>教育性: 他の人に丁寧に教えようとしたか。あるいは、分からないことを素直に学ぼうとしたか。 (1:教える・学ぶ姿勢がなかった ~ 10:丁寧に教える・学ぶ姿勢で臨んでいた)</p>				

図2. ピア評価システム(WEB体験版)の実際の画面

について、「妥当 (59%)」「ちょっと低い (14%)」と回答した学生は7割以上であり、概ねこの配点の割合は学生にとって受け入れられたものとする。しかし、「ちょっと高い (17%)」「高すぎる (8%)」を合わせて25%あり、応用課題を点数に含めることに否定的な回答も無視できないほどに見受けられた。

2. IRATとリベンジテストについて

図3に示すアンケート結果から、質問4：小テスト (IRAT) の難易度について、「ちょうどよい (59%)」「ちょっと簡単 (8%)」とあり、約7割の学生にとってちょうどよい問題レベルであったと判断される。一方、「少し難しい (25%)」「とても難しい (5%)」を合わせると約3割の学生には難易度が高いと感じたようである。筆者の意見としては、コアカリキュラムのSBOに要求されているレベルよりも易しく難易度を設定しているので、多くの学生 (9割以上) は最低でもこのレベルはクリアしてほしいと考える。また、質問5：全成績に対する小テスト (IRAT) の配点30%について「妥当 (23%)」「まあ妥当 (51%)」と回答した学生は74%であり、配点の割合は多くの学生にとって受け入れられたものとする。学生は、一発勝負の定期試験よりも、普段からの学習成果である小テストをき

ちんと評価されるほうが好ましいと考える傾向が伺える。しかし、「ちょっと高い (18%)」「高すぎる (4%)」を合わせて2割程度の学生は、この30%の配点を高いと感じているようである。IRATは全部で4回あるので、1回でも欠席すると全体の7.5%の点数が失われるため、抵抗感があるのかもしれない。しかし、筆者はやむを得ず欠席した学生、たとえば病欠したり交通機関の遅延で欠席したり遅刻した場合は、それぞれ診断書や遅延証明書の提出があればリベンジテストの受験を認めている。

3. ピア評価について

図3に示すアンケート結果から、質問6：グループワークを行うにあたりピア評価は必要かどうか、について「あまり必要ない (36%)」「全く必要ない (15%)」と約半数の学生が否定的であった。また、質問8：ピア評価の結果は「非公開でよい (61%)」が6割以上に達した。一方、質問7：ピア評価の配点4%については、「妥当」65%となり、この程度の配点であれば受け入れられると多くの学生は考えているようである。

多くの学生がピア評価に対して拒否反応を示した原因について考察してみる。まず評価項目は「雰囲気づくり」「貢献度」「積極性」「他人への配慮」「他人への教育

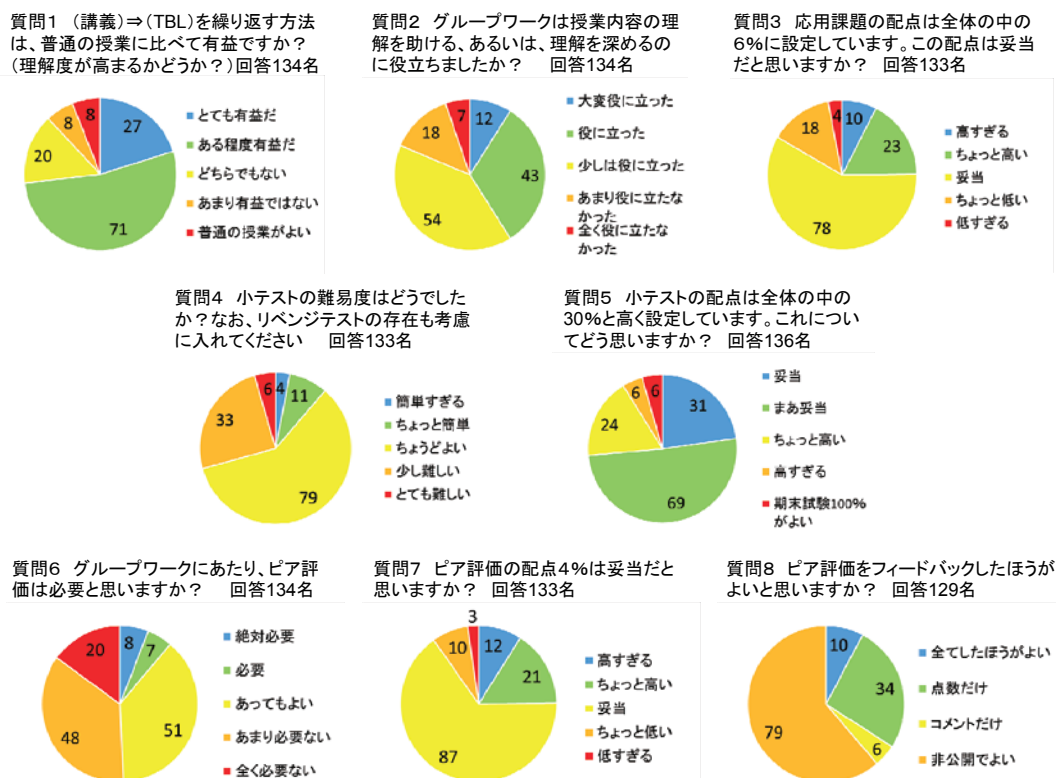


図3. アンケート結果 (グラフ内の数字は回答人数を示す)

性」の5つの観点を評価しているが、項目が多すぎたと反省している。評価項目が多いので、学生はピア評価でグループメンバーの何を評価しなければならないのかが不明確になってしまったと考える。今回の場合、「雰囲気づくり」と「他人への配慮」は必要なかったと思われ、また、「積極性」と「教育性」の2つは結局「貢献度」に含まれると考えられる。したがってピア評価は、グループへの「貢献度」のみで評価したらよかったと考える。もう一つの原因は、本学薬学生のおとなしめの性格によるものかもしれない。本学の薬学生は、自分が他人からどう評価されるかについてとても敏感である反面、他人を評価することに慣れておらず、他人に点数をつけることに対して抵抗感を持っているのかもしれない。実際、ピア評価入力締め切りの間際になって、著者からのメールによる入力の催促があって、ようやくピア評価を入力する学生が多数存在した。今後は、ピア評価に対する抵抗感を除くために、最初のオリエンテーションでピア評価の意義と重要性について丁寧に説明し、学生によく理解してもらうことが重要であると考えます。

4. クリッカー（解答送信機）を使ったIRATのフィードバックについて

教員は、学生がIRATで解答した選択肢をクリッカーで送信してもらうことにより、その場で学生の解

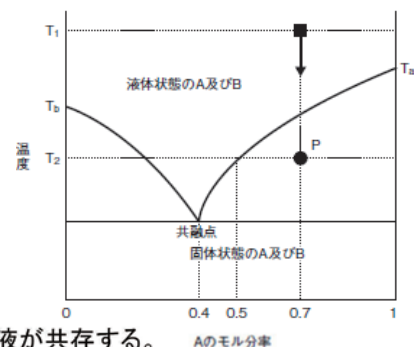
答情報を集計しフィードバックすることが可能となる。IRATの集計結果の一例を図4に示す。この場合、大多数の学生は正答肢（★印の選択肢）を選んでいなかったことが即座に把握することができるので、その場で学生の誤解を解き、修正をかけることができた。また、多くの学生が正答肢を選んでいるのに、自分が不正解だった場合にも、学生自身の不勉強や誤解をその場で自覚させるというメリットがある。このようにクリッカーを利用する一番の利点は、その場で多くの学生に対して同時にフィードバックをかけることができる点である。一方、欠点としては、クリッカーを配布・回収するのに手間がかかることと、事前準備としてパワーポイントのスライドに解答情報を組み込む設定に手間がかかることが挙げられる。

5. TBLに適した時期（学年）と場所について

今回のTBLの実践で多くの学生は、通常の授業のときよりも課題を理解しようとする積極性や意欲が上がるように感じた。この学年では、学生同士で議論しているときの様子はとても活発であり、授業が活性化されている印象があった。ただし、TBLはグループの中に、どれだけ知っているメンバーや話しやすいメンバーが入っているかによってグループワークの成否が影響されるように思う。この学年の学生については、1年前の1年生のときに他の科目（基礎物理化学）

IRATの問題と解説

【問6】図に示すように、ある医薬品AとBを7:3で混合し、温度 T_1 で加熱して完全に融解した後、温度 T_2 まで冷却して平衡状態とした。このときの混合物の状態Pに関する記述のうち正しいものはどれか。二つ選べ。



a 固体Aと、A:B=1:1の組成からなる溶液が共存する。

★ 8

b 固体Bと、A:B=1:1の組成からなる溶液が共存する。

5

c 固体Aと、A:B=2:3の組成からなる溶液が共存する。

50

d 固体Bと、A:B=3:2の組成からなる溶液が共存する。

22

図4. クリッカーによるIRAT集計結果

で試験的にTBLを行っているが、学生同士の交流がまだあまりなく、お互いに初顔合わせといった状況ではグループワークが盛り上がらなかった。したがってTBLなどのアクティブラーニングの学習手法は、ある程度学生同士の交流が広がり、多くの顔見知り形成できた2年次以降に行うのが効果的と考える。また、教室の構造やグループの配置もグループワークを行う際の成否に影響することが分かった。今回の場合は、200人収容の段差のないフラットな教室でグループワークを行ったことがよかったと思われる。1グループ4名程度の学生は密接に同じ目線で接近できることが、グループワークを盛り上げるのに重要な要素であることが分かった。著者の以前の経験からグループワークに不適当なのは段差のある教室であると考え

- 4) 安原智久, 小西元美, 西田貴博, 串畑太郎, 曾根知道, 栗尾和佐子, 山本祐実, 西川智絵, 柳田一夫, 中村三孝, チーム基盤型学習 (Team-based Learning: TBL) とピア評価がもたらす実践型化学教育, YAKUGAKU ZASSHI, 2014, Vol.134, No.2, p.185-194.
- 5) 南畝晋平, Team Based Learning 実践報告. 兵庫医療大学紀要, 2016, Vol.4, No.2, p.41-47.

脚注：省略用語集

TBL (Team-based Learning) チーム基盤型学習

SBO (Specific Behavioral Objective) 具体的行動目標、到達目標

IRAT (Individual Readiness Assurance Test) 個人テスト

GRAT (Group Readiness Assurance Test) グループテスト

IV おわりに

平成29年度後期の薬学部2年次「新物理化学Ⅱ」の必須科目において、TBLの手法を取り入れた授業改善を試みた。学生からは、アンケートより通常の授業方法に比べて理解度が高まるとの評価を得ることができた。今回の物理化学TBLの授業方法は、本学薬学生の約8割にとって適していたと考えられる。一方、成績評価にピア評価を取り入れてみたが、学生からの拒否反応が認められた。今後、ピア評価の方法に関して更なる改善が必要と思われる。

謝辞

TBL形式の授業を実践するにあたり、有益な情報の提供と助言をいただいた本学薬学部・本学教育支援室学習支援部門長の清水忠准教授に感謝申し上げます。また、TBL形式の授業において、一部の業務を手伝っていただいた本学薬学部の川島祥助教に感謝する。

文献

- 1) 薬学教育モデル・コアカリキュラム, 文部科学省, 平成25年度12月25日改訂版
- 2) 夏刈英昭 監修, 高橋秀依, 出口芳春 著, 添付文書がちゃんと読める物理・化学. じほう, 2017, 192p., ISBN978-4-8407-4941-1.
- 3) 三木洋一郎, 尾瀬宏美, 新しい医学教育技法：チーム基盤型学習 (TBL) . 日本医科大学医学会雑誌, 2011, Vol.7, No.1, p.20-23.