

物理学基礎教育におけるグループワークの 学習効果の検証と課題

山崎大*

(2018年10月1日受理)

Verification and problem of learning effect of group work in basic physics education

Dai G. Yamazaki *

(Received October 9, 2018)

和文抄録 (abstract)

大学の物理学基礎教育におけるグループワークの学習効果を検証し、その課題について議論する。グループワーク導入前と導入後の授業の成績と出欠席を比較し、グループワークの活用の効果について検証した。加えて、物理学基礎教育におけるグループワークの今後の課題やその解決策についても議論した。

Keywords: 物理学、基礎教育、グループワーク

1. はじめに

大学の物理学基礎教育においては、知識だけを詰め込む学習方法だけでなく、後に続く専門分野にも必要な、学習で得た知識を活用し実際に問題を解く能力を身につけなければならない。問題解決のための応用力の向上には、基礎力ともに実際に問題に取り組んだ経験も必要である。問題解決のための応用力の向上に有効な手段は、授業内においては授業毎の振り返りのための小テストや单元ごとの問題演習等である。これらのいわゆる授業内におけるアクティブラーニングは、授業に出席している学生に問題を解く機会を与えるだけでなく、授業中または授業直後に模範解答を示せばすぐに復習することでき、学修効果が高いことが見込まれる。一方、小テストのように教員が問題を出しそれを学生が解くといった方法は、教員から学生へ学習の一方通行に陥りやすく、学生の習熟

* 茨城大学全学教育機構 (〒310-8512 水戸市文京 2-1-1 ; Institute for Liberal Arts Education, Ibaraki University, 2-1-1 Bunkyo Mito-shi 310-8512 Japan)

度に見合った対応までできないことが多い。

また、eラーニングや宿題を課すことで授業外でも問題を解く機会を与えることも効果があると思われる。しかし、授業外で学生の宿題に取り組む姿勢を管理するのは難しい。例えば仲間内で問題を丸写しされてしまうと、問題を解く機会を失し十分な学習効果は得られない。また、オフィスアワーや質問室(山崎 2018)の開設等で学生からの質問や疑問に答える時間を設けても、一部の意欲的な学生しか利用せず、習熟度が低い学生に見合った対応が難しい。

それらの欠点を補う学習方法としてグループワーク(Group Work: GW)がある。グループ内で課題に取り組むことで、比較的習熟度が低い学生の底上げに加え、成績上位者も成績下位の学生に教えることにより自身の学力の向上につながる。また、個人で演習する時間を設けた場合、個別に演習の進捗状況を確認することは時間的な制約上難しいが、グループ毎にまとまって学習状況を確認すれば、時間効率の向上になる。さらに、グループによる共同作業は、必然的にコミュニケーション力を鍛える場となり、多様性の豊かな社会で相互理解と協力・連携できる力を培うことができる。

当論文では、このGWを行った授業の成績と出欠席の解析から、大学における物理学基礎教育においてGWを活用した際の学習効果を検証した。加えて、物理学基礎教育におけるGWの今後の課題やその解決策についても議論した。

2. 授業の内容

ここでは、GWを行った2018年度の力学入門(茨城大学工学部1年次対象)と、比較対象となる2017年度の力学入門の各授業回の内容と成績基準を紹介する。なお、2018年度のGWを実施した授業回の最後に※印を、比較対象となる2017年度の宿題およびその板書を学生に実施させた授業回には●印を付した。

1) 2018年度

- 第1回 ガイダンス、数学的準備、直線運動
 - 第2回 第1回に関するGW※
 - 第3回 ベクトル、2,3次元運動
 - 第4回 第3回に関するGW※
 - 第5回 力とニュートンの運動の法則
 - 第6回 落下運動、斜面の運動、摩擦のある運動
 - 第7回 第1～6回に関するGW※
 - 第8回 第1～6回に関する重要事項解説と中間試験
 - 第9回 張力のある場合の運動、フックの法則
 - 第10回 単振り子、放物運動
 - 第11回 第9-10回に関するGW※
 - 第12回 単振動と円運動
 - 第13回 第12回に関するGW※
 - 第14回 総復習GW I※
 - 第15回 総復習GW II※
- 成績基準：定期試験 60点、GW 20点、小テスト 10点、eラーニング 10点

2) 2017 年度

- 第 1 回 ガイダンス、数学的準備
- 第 2 回 1次元の運動（物体の位置・速度・加速度）
- 第 3 回 2次元の運動と3次元の運動
- 第 4 回 力の分解と合成、力のつり合い
- 第 5 回 慣性の法則、運動の法則、作用・反作用の法則
- 第 6 回 自由落下、鉛直投げ上げ
- 第 7 回 第 1～6 回に関する復習●
- 第 8 回 第 1～6 回に関する重要事項解説と中間試験
- 第 9 回 斜面の運動、摩擦のある運動
- 第 10 回 糸に結ばれた物体の運動、フックの法則
- 第 11 回 フックの法則の続き、放物運動
- 第 12 回 第 9～11 回に関する復習●
- 第 13 回 円運動
- 第 14 回 第 11、13 回に関する復習●
- 第 15 回 総復習●

成績基準：定期試験 60 点、宿題(板書) 20 点、小テスト 10 点、e ラーニング 10 点

3. グループ分け

1) 2018 年度 力学入門前半：

6 グループ(各グループ 3-6 名)に分けた。留学生は環境に慣れていないこともあり当授業の前半まで同じグループに配置した。留学生以外の各グループでは、プレイスメントテストの得点率の平均が平準的になるように配慮した。GW は 3 回実施した。

2) 2018 年度力学入門後半

5 グループ(各グループ 6 名)に分けた。各グループの中間試験の得点率の平均が平準化するよう配慮した。GW は 4 回実施した。

なお、2017 年度 力学入門では、グループ分けを行っていない。

4. 2018 年度力学入門の GW の内容

前節で述べた通り、2018 年度力学入門では GW を合計 7 回実施した。

1) GW 準備

GW 前の授業で、その授業に関連した 6 問前後の基本課題を配布し、次の授業までに解答を作成してもらおう。次の授業まで課題にどのように取り組むかは自由とした。例えば、グループで解いてもよいし、各自で解いてきてもよいとした。

2) GW の進め方：基本問題 GW

前授業で課した基本問題についての GW である。授業時間にして 30～40 分費やした。前半は解いてきた課題をグループ内で正誤の確認に当てた。後半は主に教員に質疑応答する時間とし、積極的に私からもグループ毎に声掛けをして、質疑応答や解答支援に対応した。最後にグループ一つに

つき一つ問題を当て、全体に解説してもらい、間違いがあれば正し、解説に不足があれば補足した。

2) GW の進め方：発展問題 GW

基本問題 GW や前授業を基にした発展問題(例: 第3回授業「ベクトル、2,3次元運動」で学んだ加速度、速度、位置の数学的関係の基礎とその応用問題)を配布し、各グループで協力して解答してもらおう GW である。授業時間にして40~50分費やした。前半は各自で問題に取り組んでもらうが、グループ内で相談するかしないかは自由とした。そして、ある程度解けた問題からグループ内で正誤を確認してもらおうようにした。後半は主に教員に質疑応答する時間とし、積極的に私からもグループ毎に声掛けをして、質疑応答や解答支援に対応した。最後にグループ一つにつき一つ問題を当て、全体に解説してもらい、間違いがあれば正し、解説に不足があれば補足した。

3) 小テスト

GW を実施していない授業回では、その授業内容の基本事項(例: 第3回授業「ベクトル、2,3次元運動」の小テストは、加速度、速度、位置の数学的関係に関する問題)振り返りのための小テストを実施した。GW を実施した授業の場合は、授業の最後に GW の内容と前授業を基準とした小テストを実施した(例: 第4回授業の小テストは、GW の課題として課した「加速度、速度、位置の数学的関係の基礎の理解とその応用問題」の一部を改変した問題を実施)。

5. 2018 年度力学入門の GW と成績・出欠席の解析

1) GW を行った回と行っていない回の小テストの比較

表1 2018 年度小テストの得点率

	平均点
GW あり	79.5%
GW なし	76.5%
全体	78.1%

表1は、GW を行った回、行わなかった回、及び全体の小テストの平均点である。ただし純粋な学力を比較したいため、欠席者は平均を出す際の分母から除いた。GW 行った回の方が行わなかった回に比べ小テストの結果が良いことが分かる。

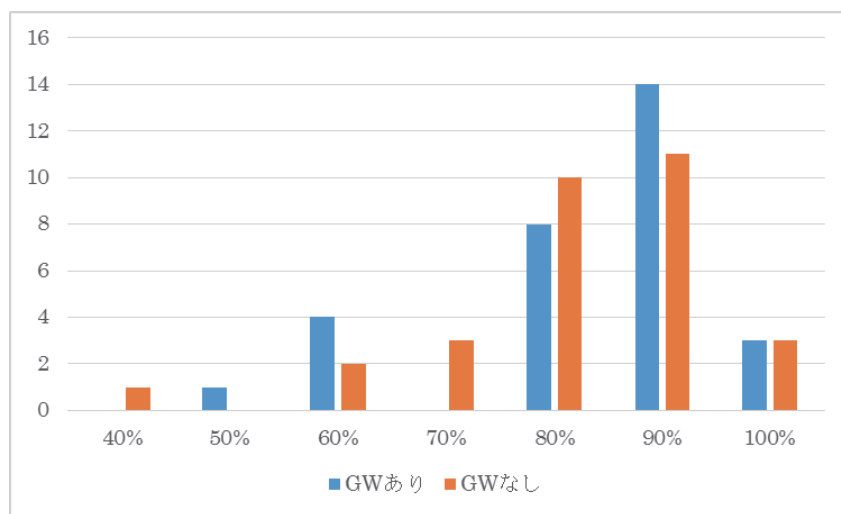


図1 GW 実施あり・なし別の小テスト得点率の度数分布

図1はGW を実施した授業回の小テストと、そうでない授業回の小テストの得点率の度数分布を示したものである。GW を実施した方がやや上位の成績が多くなっている。

2) GW と定期試験得点率および総合成績

表 2 定期試験および総合成績の得点率の平均と GW 実施回欠席数

GW 欠席数	0 回	1 回	2 回以上	全体平均
定期試験成績平均	77.3%	77.7%	55.3%	74.5%
総合成績平均	84.4%	79.7%	69.0%	80.1%

表 2 は、定期試験および総合成績の得点率の平均と GW 実施回欠席数の関係を示したものである。どちらも、2 回以上欠席した場合は得点率が全体平均に比べ大きく低下していることが分かる。一方、GW 実施回の欠席が 1 回までは定期試験に影響は見られなかった。また、総合成績では、欠席 1 回でも成績低下がみられるが、これは、GW 実施回を欠席した場合、GW の得点とその回の小テストの得点が 0 点になってしまうためである。

表 3 GW あり/なしの小テストの比、定期試験および総合成績の得点率の平均と GW 実施回欠席数

	GW あり/なし	GW 欠席回数			全体平均
		0 回	1 回	2 回以上	
定期試験成績平均	>1	78.7%	81.2%	47.6%	74.5%
	<1	74.8%	74.3%	-	
総合成績平均	>1	85.5%	82.4%	66.0%	80.1%
	<1	82.3%	77.0%	-	

表 3 は、GW のありとなしの回の小テストの比(GW あり/なし)で分けて、定期試験および総合成績の得点率の平均と GW 実施回欠席数の関係を示したものである。GW あり/なしの値が 1 より大きい場合は、GW 回の小テストの得点率が高いことを意味し、比較的に GW の効果が大きかった学生の群である。一方、GW あり/なしの値が 1 より小さい場合は、GW の学習効果が少なくとも直後の小テストでは現れなかった群である。表 3 から、単純に GW あり/なしが 1 より大きい場合と小さい場合の群を直接比較すると、前者の群のほうが GW の学習効果が大きいことが分かる。

次に、GW あり/なしが 1 より大きい群の定期試験、総合成績、欠席数の関係について解析してみる。定期試験、総合成績ともににおいては GW ありの授業欠席回数が 1 回以下の場合、平均点を上回っており、GW が定期試験についてもよい学習効果を与えていることが分かる。

最後に、GW あり/なしが 1 より小さい群を解析してみる。定期試験、総合成績ともに GW ありの授業をすべて出席している群は、それぞれの平均点を上回っている。直後の小テストに対しては GW の学習効果が比較的小さい場合でも、定期試験や総合成績まで合わせてみると、GW が総合的によい学習効果を与えていることが分かる。

6. GW を実施した授業と GW を実施していない授業の比較

1) 小テストの比較

表 4 2017 年度小テストの得点率

	平均点	
宿題板書あり	75.6%	表 4 は、2017 年度の力学入門において、前回授業で宿題として問題を配布し、板書を実施(宿題板書)した授業回の小テストとそうでない授業回の小テストの平均得点率を示したものである。宿題を課しその解答の板書を行った回の方が行わなかった回に比べ小テストの結果が低い。板
宿題板書なし	81.7%	
全体	79.9%	

書されたものを写せば宿題をしたのと同じ効果があるという思い込みにより、宿題をしてこない学生が相当数いるからだと思われる。実際、割り当ててすぐ板書できたのは1-2割以下であった。

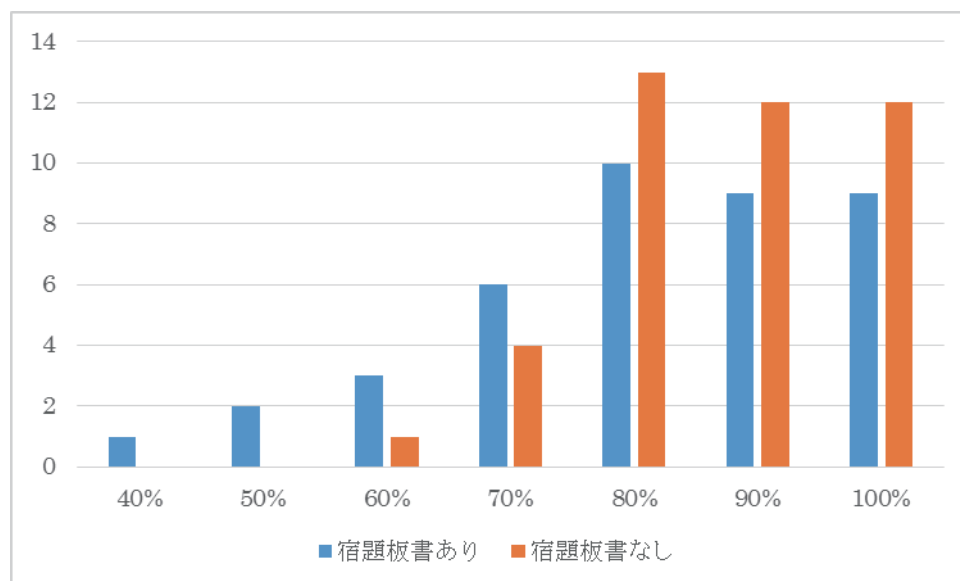


図2 宿題として問題を配布し、板書を実施(宿題板書)あり・なし別の小テスト得点率の度数分布

図2は前回授業で宿題として問題を配布し、板書を実施した授業回の小テストとそうでない授業回の小テストの学生毎の平均得点率の度数分布を示したものである。宿題を課しその解答の板書を実施した方が下位の成績が多くなっている。また、2018年度と比べても明らかなように、GWを伴わない宿題は、少なくとも該当授業の小テストに対して学習効果が小さい。GWを伴う宿題は、少なくとも授業中に一度は解く機会がある。一方、前述したように、板書されたものを写せば宿題をしたのと同じ効果があるという思い込みにより、宿題をしてこない学生が相当数いると推測できる。以上から、GWを伴わない宿題の方が伴う宿題に比べて学習効果が低くなると思われる。

2) 定期試験得点率および総合成績の比較

表5 定期試験および総合成績の得点率の平均と宿題板書回欠席数

宿題板書回欠席数	0回	1回	2回以上	全体平均
定期試験得点率平均	76.8%	74.6%	47.2%	75.6%
総合成績平均	83.2%	80.3%	51.0%	82.3%

表5は、2017年度のGWを実施しなかった授業の定期試験および総合成績の得点率の平均と宿題板書回欠席数の関係を示したものである。GWを実施した授業と違い、1回以上欠席した場合、定期試験得点率が相対的に低くなっている。また、どちらも2回以上欠席した場合は得点率が全体平均に比べ大きく低下していることが分かる。

表 6 宿題板書回あり/なしの小テスト得点率比、定期試験、総合成績の得点率の平均と宿題板書回欠席数

	宿題板書あり/なし	宿題板書回欠席数			全体平均
		0回	1回	2回以上	
定期試験成績平均	>1	85.2%	82.0%	-	75.6%
	<1	72.9%	72.6%	47.2%	
総合成績平均	>1	89.2%	77.1%	-	82.3%
	<1	80.5%	79.0%	51.0%	

表 6 は、2017 年度の GW を実施しなかった授業における、宿題板書あり/なしのありとなしの回の小テスト得点率で分けて、定期試験および総合成績の得点率の平均と宿題板書欠席数の関係を示したものである。宿題板書あり/なしの値が 1 より大きい場合は、宿題板書回の小テストの得点率が高いことを意味し、比較的宿題板書の効果が大きかった学生の群である。一方、宿題板書あり/なしの値が 1 より小さい場合は、宿題板書の学習効果が少なくとも直後の小テストでは現れなかった群である。定期試験と総合成績の平均について宿題板書あり/なしが 1 より大きい場合と小さい場合で比較すると、GW の学習効果が定期試験や総合成績の向上に寄与しているといえる。

次に、宿題板書あり/なしが 1 より大きい群について定期試験、総合成績、欠席数の関係について解析してみる。定期試験、総合成績ともに宿題板書ありの授業欠席回数が 1 回以下の場合、平均点を上回っており、宿題板書が定期試験についてもよい学習効果を与えていることが分かる。宿題板書あり/なしが 1 より大きい群は比較的積極的に学習活動を行っている群であるとみられ、そのような群では宿題板書でも十分学習効果が得られることが分かる。

最後に、宿題板書あり/なしが 1 より小さい群を解析してみる。定期試験、総合成績ともに宿題板書ありの授業をすべて出席している群を含むすべての群で、それぞれの平均点を下回っており、直後の小テストに対しては宿題板書の学習効果が比較的小さく、定期試験や総合成績まで合わせてみても、宿題板書が総合的によい学習効果を与えていないといえる。個別に宿題を課し、それを板書させるだけで、授業内に問題を解く機会を与えなかった場合、実際に板書を当てられた学生は別として、当てられなかった学生は授業内の例題の解説を一方的に聞いているのと同様となり、普段の授業以上の学習効果が得られないことと、GW と違い宿題で解けなかった問題について自己解決できる機会も少ないことが影響していると思われる。宿題板書あり/なしが 1 より小さい群は比較的消極的に学習活動を行っている群であるとみられ、そのような群では、宿題板書よりも GW の効果が高いことが分かる。

7. GW の学習効果の考察と課題

5、6 節から、今回の GW は、特に、比較的消極的に学習活動を行っているとみなされる群に対しても効果的な学習手法であることが分かった。比較的消極的な群では、GW を伴わない宿題等の授業外で問題を解く機会をうまく利用できない(していない)と推測され、そのような場合、問題を解くための力が伸び悩んでしまう。一方、GW を実施すれば、少なくとも一回はグループ内で問題に触れる機会が得られる。この違いが、比較的消極的な群でも GW の学習効果が比較的高かった要

因である。

GWに参加しているものの、GWの課題を理解しきれない、もしくはGWへの参加に積極的でないGWありなしが1より小さい群については対策が必要である。今回のGWでは、グループ内の議論を自由にしたため、全体に発表する前の練習や最終確認は、各グループに任せてしまい、グループによっては解答や解説が不十分なこともあった。以上を考慮すると、グループ内の理解の底上げのためには、グループ内で最終確認や発表練習等を全体発表前に実施させることが有効と思われる。

一番問題となるのは欠席者への対策である。授業内外で学習効果を上げる工夫をしても、欠席者にその効果が波及することはない。出席したくなる魅力のある授業行うのは、教員の力量によるところが大きく、授業計画や手法だけでは限界がある。結局、教育方法・技術でない、欠席者の正確な把握とそれを行えるシステム、基準を超えた欠席への声掛けと通知等、事務的で地道な出欠管理を行うしかないであろう。

授業内の時間配分も考慮しなければならない。アクティブラーニングは時と場合によっては、学習効果が低いどころか、悪影響を与える場合もある。GWの時間配分を多くしすぎれば、肝心の授業内容の質と量が低下し、学生に習得してほしい基準に到達できなくなってしまう。今回GWを実施できた授業は、プレースメントテストで高校物理の力学の習熟度が比較的低いと判定された学生に対して週2回行う授業であったため、旧来から問題を解く時間が普通の授業より多く配分されており、GWによる授業内容の変更は最小限に抑えられた。習熟度が上位の学生を対象とした週1回の授業では、GWを行う時間的余裕がないため、現行の内容でそのままGWはできない。

クラスサイズも課題となる。今回のグループ数は5-6程度、グループ構成人数も3-6名程度であったが、時間的に全グループの質問に答えきれず、GWを効果的に実施することができなかった。以上を考慮すると、GWは比較的小人数のクラスサイズでないとうまく機能しないであろう。

昨今の大学教育に対する財政緊縮策により、教職員が大幅に削減され、クラスサイズを大きくせざる得ない状況のなかで、小人数を設定できる授業は非常に限定され、非常に効果的な手法であってもすべての授業でGWを実施できないのが現状である。

8. まとめ

当論文では、GWの学習効果を、同じ授業内における小テストや定期試験・総合成績・欠席数との関連や、GWを実施した授業と実施しない授業の定期試験、総合成績と欠席数を比較することで検証した。その結果、GWは、個別に課す宿題より効果が高いことが分かった。一方で、時間配分の制約により、学習効果があると分かってもすべての授業でGWを行うことができないのが現実である。さらに現状の大学教育に対する財政緊縮策下では、GWのような効果的な教育手段を実施できる授業は大幅に限定されてしまうであろう。

引用文献

山崎大. (2018) 「茨城大学における理系学習相談の教育実践報告」 茨城大学全学教育機構論集 1,157-163.