

# 「物理科学T」におけるチーム基盤型学習の実践

工学教育研究部 環境応用化学担当

白上 努

## 緒言

工学部における「物理科学T」は、おそらく歴史が長く、筆者の記憶では平成11年度あたりから開講されていると思われる。科目の位置づけとしては、工学部の共通基礎科目である「数学」および「物理学」の基本的知識を初年次に学ぶということから、共通教育科目の区分として、「数学の考え方」および「物理科学T」が設定されたと理解している。これらの科目は、あくまで共通教育科目（現基礎教育科目）であったが、工学部では、学部専門基礎科目としての位置づけの方が強く、各学科の教員が自学科の学生を教えることになっていた。また、学習内容は「力学・波動・熱力学」と学部で統一され、現在でも踏襲されている。当時、物質環境化学科（以降化学科と省略）では、物理を教えることが得意な教員がいなかったため、化学科の学生に対しては、他学科の教員が担当していた。しかし、後に述べるように、化学科では高校物理について多様な学習履歴を持つ学生が存在することから、成績不振者が激増した。その対策として、補習授業の開催も含めた極めの細かい対応が必要となり、平成16年度から化学科の教員である筆者が担当することになった。

ここでは、筆者が12年間の担当期間を通して、チーム基盤型学習 (Team Based Learning (TBL)) を導入した経緯ならびに4年間のTBLを実践した結果につい

て報告する。

## ・高等学校における物理の学習履歴

本学科の入試制度では、高等学校において、必ずしも物理を学習していない学生でも入学できるため、平成16年度から物理科学(T)を担当して以来、入学者の高等学校での履修歴を調査している。表1には、平成20年度入学生から平成28年度入学生までを対象に、高等学校での物理の学習履歴を調査した結果を示す。未履修者とは、中学校以来、物理を全く学習していないか、「物理基礎」を少し学習した程度の入学生を示す。平成16年度以前にも存在していたと思われる物理未履修の学生の大部分が、おそらく成績不振者になるため、この未履修者の問題は、化学科特有の問題点となっていたと考えられる。未履修者の割合は、平成26年度の3割を除けば、ここ数年、2.5割程度と年々減少する傾向が見られた。平成27年度からは、学習指導要領の改訂が要因と予想されるが、未履修者の割合は1割程度と激減している。

未履修者の学習意欲の向上のために、平成18年から未履修者を中心に補習授業を実施している。未履修者の学生に対しては、受講を義務づけている。補習授業では、正規の授業の復習を目的とした演習問題を行い、1回に90分程度時間を費やしている。結果的には、週に2回に渡って授業をすることになり、負担も大きいですが、受講生は中間・期末テスト対策には、非常に役立つことを理解しているため、出席率も高く、不合格者数の減少に貢献していると考えている。補習授業の実施回数は年度によって多少異なるが、平均で12～13回程度は実施している。

## ・授業内容

高等学校の物理I,IIの範囲を中心に「力学・波動・熱力学」の部分を教えている。力学では、速度・加速度、運動量およびエネルギー保存則、等速円運動を中心に教えている。波動では、回折・干渉現象・ドップラー効果を中心に教えている。熱力学では、第一法則

表1. 高等学校での物理の学習状況

入学年度	物理 I および II	物理 I	未履修
20	60%	12%	28%
21	61%	15%	24%
22	65%	10%	25%
23	69%	7%	24%
24	67%	10%	23%
25	68%	12%	20%
26	55%	15%	30%
27	76%	12%	12%
28	87%	3%	10%

20～23年度まで物質環境化学科

24年度より環境応用化学科 平成25年度よりTBL導入  
(灰色部分)

を中心に教えている。特に熱力学の部分は後期開講の「物理化学Ⅰ(必修)」の内容に備えた基礎部分を担う位置づけとしている。

### ・アクティブラーニング(TBL)導入のきっかけ

図1には、平成16年度から平成24年度までの単位認定の平均点および定期試験段階での不合格者数(再試験ではない)の推移を示している。入学者の物理の学力を調査するために、例年試験問題のレベルはほぼ同じにしている。また本科目は、JABEE対応科目ではないため、学生に対しては、一度返却して回答状況を確認させるものの、再度、試験問題を回収している。したがって、いわゆる「過去問」は出回っていないので、各年度での成績評価の比較は妥当であると考えている。図1からわかるように、平成20年度以降、成績が急落し、不合格者が増加していることがわかる。この原因は不明だが、平成20年度入学生以降は、本格的な「ゆとり世代」である。この頃から、小テストおよび定期試験において、計算力(算数)の低下と語句を語句群から選んで記入する穴埋め問題ができないという国語力の低下傾向が如実に現われている。また、物理を苦手とする学生の典型的な特徴とも言えるが、問題の文章を読み取って、どのような物理現象が起こっている

のかを図示できない学生が多い。筆者の個人的見解ではあるが、文書の読解力の低下も、物理が苦手となる要因の一つと考えている。平成24年度は、学部改組が行われ、物質環境化学科から定員10名減の環境応用化学科と名称が変わり、第1期生を迎えた年度である。図1からわかるように、この年度の学生の平均点は、これまでの最低点(63.4点)となり、不合格者数も激増(19名)した。また例年、補習授業受講者の平均点は60点を超えていたが、この年度は、53点となり、これも初めて60点を割り込む結果となった。これは、補習の学習効果もほとんど見られていない結果であり、筆者にとっても初めての経験であった。平成20年度以降から、例年同じような授業を実施しているにもかかわらず、なかなか学生の成績が以前のように向上しないのは、私の授業内容および授業方法と学生の気質との間にミスマッチが生じているのではないかと思い始めた。このような折に、工学部主催のFD研修会において、講師として招かれた高知大学総合教育研究センターの立川明先生が、多人数クラスでもできるアクティブラーニングの一つとして「チーム基盤型学習: Team Based Learning (TBL)」を紹介された。これを機に、これまでの授業方法の改善のための打開策として、TBLを導入した授業を実施することにした。

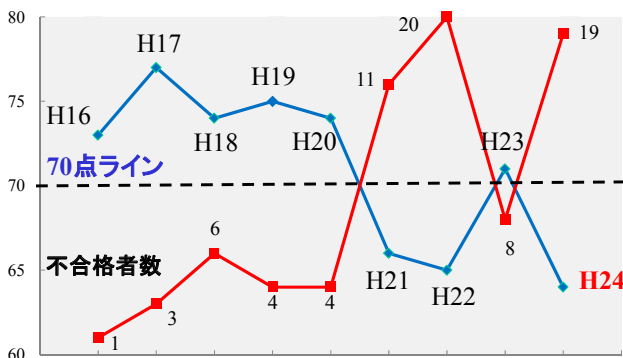


図1. 平成16年度～平成24年度までの平均点(単位認定)および不合格者数の推移



写真1. アイラットの様子

### 実施方法

TBLの実施方法を以下に示す。

1. ランダムに選んだ4人1組のチーム(15チーム)を形成する。
2. チーム学習に必要な内容を板書にて教員が講義する。
3. 前回講義した内容の個人準備確認テスト(Individual Readiness Assurance Test; IRAT, アイラット)を行う(解答時間15分)(写真1)。
4. アイラット終了後、答案を回収し、アイラット



写真2. ジーラットの様子

の問題の解答を解説する。

5. チームテスト(Group Readiness Assurance Test; GRAT, ジーラット)を行う(解答時間40分)(写真2)。
6. ジーラット終了後、答案を回収し、ジーラットの問題の解説をする。

授業の流れは、講義(1コマ)→復習(自宅学習)→TBL(1コマ:IRAT,GRAT)→講義(1コマ)→復習(自宅学習)→TBL→・・・の繰り返しとなる。

初回(説明会)、講義(6回)、TBL(6回)、中間試験(1回)、期末試験(1回)の計15回となる。

高知大学総合教育研究センターの立川明先生が実施するTBLでは、講義を全くせず、教科書を予習させて、チーム学習のみを行う。しかし、本講義では、教科書を用いていないので、あらかじめ講義した内容を自宅にて復習させて、チーム学習に臨めるような工夫をした。また、アイラットとジーラットの問題は異なり、ジーラットの方の難易度を高く設定して、チームでの学習効果の向上を図る工夫もした。

アイラットについては答案を回収後、答え合わせを行った。これは、次のジーラットに向けて、公式の確認等を再確認させるためである。アイラットは採点后、次の授業にて学生に返却した。ジーラットの答案も回収後、答え合わせをすることで、学生に解答方法等を再確認させた。ジーラットは採点后、次回授業にて点数だけを各チームに教えることで、チームの成績状況を把握させることにした。

評価方法については、個人中間テスト(30点)、個人期末テスト(30点)、チームテスト(GRAT)(30点)、個人小テスト(IRAT)(10点)の配点方式で実施した。ここでは、チームでの学習意欲を向上させるために、チームテストの配点を多くしている。

## 結果と考察

表2に、これまで4回(平成25年度～28年度)のTBLにおける実践結果を示す。TBLの目的は、あくまで学生個人の学習定着度を向上させることであるので、ここで着目すべき値は、中間・期末テストおよびアイラットの点数と、ここから従来の方式で算出した単位認定の平均点(表2における括弧内の点数)である。TBL導入の契機となった24年度(導入前)の成績と比較すると、各テストの平均点が向上し、不合格者も減少しており、TBLの導入によって、一定の学習効果が現れたことが伺える。また、ジーラット実施中は、1限目の授業にもかかわらず、寝ている学生は一人もいなかった。これは、チームでの点数が成績評価に反映されるため、学生は、自分だけがさぼってはいけないという心理が作用していると思われる。TBLの最大の利点と考えている。さらに、学生の授業アンケートから得られる学習時間については、各年度において、50%の学生が1時間程度、残りの50%の学生が2時間以上と回答した。この割合は、私が担当する専門科目(座学)よりも学習時間が長い傾向にあるため、一見、TBLの効果が現れていると思われる。しかし、アイラットの点数は、前回の授業内容の復習テストのため、各個人の日頃の学習態度が顕著に反映される。アイラットの内容は、公式に数値を当てはめる

表2. 各テストおよび単位認定の平均点と不合格者数

	中間テスト	期末テスト	チームテスト (GRAT)	小テスト (IRAT)	単位認定	不合格者数
28年度	67.7	67.9	74.0	66.8	70.7 (67.8)	9 (1)
27年度	61.3	67.2	77.8	70.0	69.4 (64.8)	3 (1)
26年度	66.0	64.0	68.3	69.0	65.4 (62.1)	9 (0)
25年度	70.2	67.1	65.7	60.9	65.7 (66.2)	12 (2)
24年度	59.9	60.6	—	—	63.4	19 (2)

単位認定：( )内の数字は、従来の方式で算出した平均点 不合格者数：( )内の数字は再試験後の不合格者数

ような基本的な出題であり、本来は80点程度の平均点となるべきであるが、実際は70点弱であり、自宅等での学習不足の証左にもなっている。

一方、各テストの配点方式に問題点も浮き彫りになった。特にジーラットの配点割合が、個人の成績に影響を及ぼすことがある。例えば、平成25年度は、ジーラットの平均点が低いため、従来の配点方式では、「優」となる学生が、所属するチームのジーラットの点数が低いために「良」になってしまった学生がいた。この場合では、従来の配点方式と比較して、点数が5点以上低くなった学生数は15名であった。また、逆に5点以上高くなった学生数は4名であった。それとは対照的に、平成26年度は、ジーラットの平均点が高いため、従来の配点方式と比較して、点数が5点以上低くなった学生数は3名、逆に5点以上高くなった学生数は21名となった。ジーラットの点数は、チームの構成メンバーに大きく依存する傾向があることもわかった。チームはランダムに構成されているので、例えば、物理未履修者ばかりのチームの場合と、未履修者ばかりの中に一人だけ物理が得意な学生がいるチームの場

合では、得意な学生がジーラットの点数の向上に貢献するので、当然両者の間で、ジーラットの点数に差が生じることになる。学生の授業アンケートにおいても、この点を指摘され、チームの構成メンバーによっては、チームテストの点数が低くなり、個人成績が上がらないとの不満の意見が出された。しかし、ジーラットの点数をある程度成績に反映させないと、チーム学習も動機付けが向上しないこともあり、配点の割合を考慮する必要があることがわかった。平成28年度までは、同じ配点方式を採用している。学生の授業アンケートの自由記述欄には、概ねTBLに関して批判的な意見はなかった。今後の授業で取り入れるのであれば、チームメンバーの学力の平均化を図って欲しいとの要望があった。

図2には、平成16年度～28年度までの平均点（単位認定）および不合格者数をまとめたものを示す。長期的な推移を見ると、平成25年度から導入したTBLの効果があるように伺える。しかし、平成27年度から、物理の未履修者が激減したこと、また新課程が導入されたことも平均点の向上に影響を与えていることも考えられる。

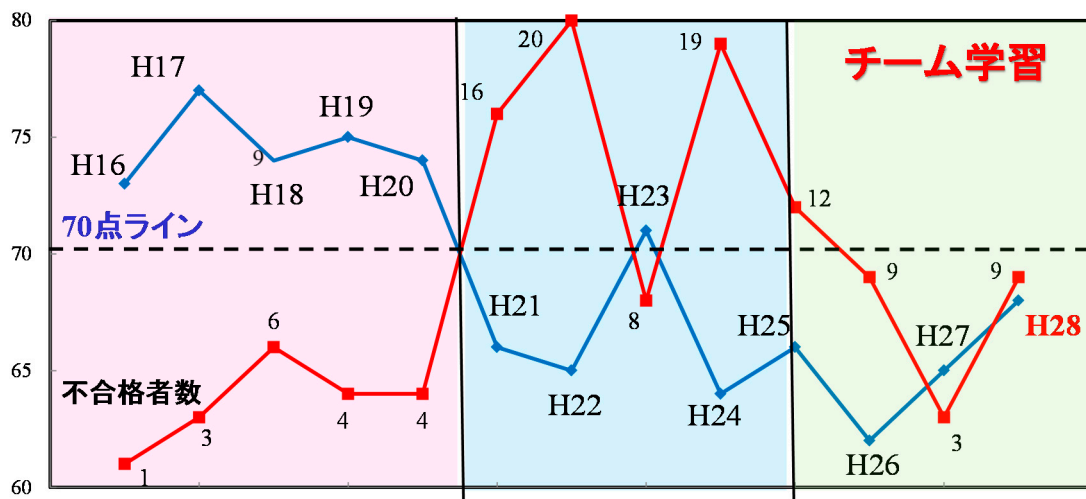


図2. 平成16年度～平成28年度までの平均点（単位認定）および不合格者数の推移

## 結 語

結果的には、TBLの導入によって成績評点が向上しているのので、導入の効果は認められたと判断している。今後の課題として、チーム内での学生同士の議論が不足しているように感じている。個人的に問題を

こなすことだけに集中していて、物理が得意な学生が不得意な学生に教えるような状況を積極的に生み出す状況をうまく作り出せていない。今後は、ジーラットの出題数と配点を減らし、議論できる時間を増やすような取り組みを実施したいと考えている。