

論文

アクティブ・ラーニング型授業「査読評価活動」の 学習動機への影響

The Influences to Learning Motivation of "Peer Review Evaluation Activities"
for Active Learning

井上 優輝 (広島大学附属中・高等学校) ¹

服部 裕一郎 (高知大学教育学部) ²

袴田 綾斗 (高知大学教育学部) ²

INOUE Yuuki¹, HATTORI Yuichiro² and HAKAMATA Ryoto²

1 Hiroshima University High School

2 Faculty of Education, Kochi University

ABSTRACT

The principal aims of the present study were to conduct mathematics class lessons incorporating "peer review evaluation activities" as a form of active learning and to conduct class evaluation from the viewpoint of motivation. The specific content of the mathematics lessons was an investigational activity on the "conditions necessary to form a parallelogram" learned during the second grade of junior high school. As a result of the lesson content, insight concerning the effectiveness of "peer review evaluation activities" was obtained and an example of lesson analysis in the active learning lessons was demonstrated. Analysis of motivation in traditional practical studies is often conducted from the viewpoint of "intrinsic motivation/extrinsic motivation", but in the present study, analysis was based on the more detailed "two-factor model of learning motivation (Ichikawa, 1995)". The results of the present study revealed that the form of teaching incorporating "peer review evaluation activities" influences students' learning motivation to a great extent.

I. はじめに

近年、現場におけるアクティブ・ラーニングへの関心はますます増してきており、現職の教員によるアクティブ・ラーニングに関する実践研究も珍しいものではなくなつた。しかし、その分析は感覚的なものにとどまることが多く、アクティブ・ラーニング型授業の評価手法の確立は数学教育分野においても大きな課題であると言える。

筆者らはこれまで、市川 (1995, 1998) が提唱した RLA (Researcher-Like Activity, 研究者の活動の縮図的活動を基盤とした学習活動) 活動のひとつである「査読評価活動」^{註1}を取り入れた授業の有効性を研究対象としてきた。服部・井上 (2015) では、高校1年生を対象とした授業をクリティカルシンキングの視点から分析し、査読評価活動がクリティカルシンキングを育成するための領域普遍的指導方法となりうる可能性を指摘した。井上・服部 (2018) では、中学校1年生を対象とした授業を、アクティブ・ラーニングの視点から作成したアンケート調査やワークシート分析などを通して分析し、査読評価活動がアクティブ・ラーニングとして概ね十分に機能する活動であることを示した。

本研究では、アクティブ・ラーニングの一形態として査読評価活動を取り入れた授業実践を行い、動機づけの観点から授業評価を行うことで、査読評価活動の有効性についての知見を得るとともに、アクティブ・ラーニング型授業の授業分析方法を例示することを主目的としている。従来の実践研究における動機づけの分析は「内発的動機・外発的動機」という観点から行われることが多いが、本研究では、より詳細な「学習動機の2要因モデル (市川, 1995)」に基づいた分析を行うこととした。

II. 「査読評価活動」について

先行研究 (井上・服部, 2018) では「査読評価活動」を「グループで作成したレポートに対し、他のグループから不十分な点を指摘させる相互評価活動であり、研究者が行う査読を模して行う活動」のように定めており、本研究においても同様に定める。

この活動について、井上・服部 (2018) では、アクティブ・ラーニングとして機能し、情報の送り手・受け手の2つの視点から、生徒の表現力に関わる態度や能力の育成に有効に作用する活動であると述べる一方で、生徒の力量により参加の度合いが低くなる可能性があることを指摘している。

III. 「学習動機の2要因モデル」について

学習動機の2要因モデル (市川, 1995) は、6種類に分類した動機を、学習内容の重要性・学習の功利性の大小により2次元的に構造化したものである (図1)。詳細な分

類により学習者の動機をよりの確に把握できることが期待される一方で、市川 (1995) では、6種類の動機の相関性の検証が課題であると述べられている。

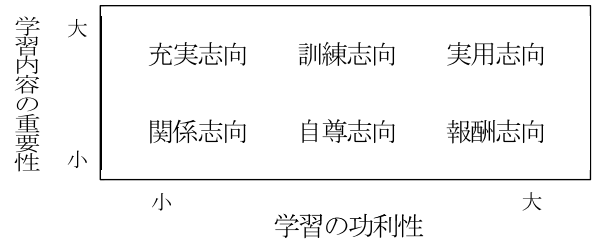


図1 学習動機の2要因モデル (市川, 1995)

6種類の分類は図1の通りであるが、簡略にその内容を整理すると次の図2のようになる (市川, 1995)。

充実志向	学習自体が楽しい
訓練志向	知力を鍛えるため
実用志向	仕事や生活に活かす
関係志向	他者につられて
自尊志向	プライドや競争心から
報酬志向	報酬を得る手段として

図2 学習動機の2要因モデルの内容の整理

IV. 提案授業について

1. 本単元について

数学的な推論の図形の考察への活用は中学校図形領域の特徴の一つであることは、学習指導要領解説でも述べられている。しかし、演繹的な考察を行う場面は充実している一方で、類推をしたり、予想した内容について考察を深める場が十分にあるとはいえない。また、中学校図形領域においては、あることならについて「真である、成り立つ」ことを示すことが多く「偽である、成り立たない」ということならを授業で扱うことは少ないように感じる。そのため、証明の表現も一意的になりがちで、生徒にとって証明過程がある種のルーティンをこなすようになってしまふ危惧すらあるのではないだろうか。

本単元では、査読評価活動を通して、数学的な推論を活用した考察内容を正しく表現し、ものごとを正しく議論していく態度や能力を育んでいきたい。

2. 題材 (平行四辺形の成立条件) について

平行四辺形の成立条件では教科書 (啓林館) においても「平行四辺形になる条件」として次の5つの項目が挙げられている。

- ① 2組の向かいあう辺が、それぞれ平行 (定義)
- ② 2組の向かいあう辺が、それぞれ等しい
- ③ 2組の向かいあう角が、それぞれ等しい
- ④ 対角線が、それぞれの中点で交わる

⑤ 1組の向かいあう辺が、等しくて平行

四角形 ABCD の対角線の交点を O とすると、①は「AB // CD, AD // BC」、④は「AO=CO, BO=DO」のように表現できる。また、⑤は「AB // CD, AB=CD」「AD // BC, AD=BC」のように2通りの書き方で表現できる。このようにすれば、5つの成立条件はいずれも2つの条件を組み合わせた条件であることがわかる。2条件の組み合わせ方と平行四辺形の成立条件をまとめると表1のようになる。他の2条件の組み合わせ方をしたときに平行四辺形が(必ず)成立するかどうかは興味深い考察対象であり、その考察についてまとめたものも見られる(杉山, 2009など)。特に、柳井(2013)はこの内容を中学校2年生対象の課題学習の教材として扱っており、「自分で定理をつくるという体験ができる素材である」と指摘している。また、濱中・熊倉・宮川(2017)はこの題材について、「言明の全称性を意識させ、反例を論理的に構成したり、背理法を生み出したりする思考を引き出しうる」ことを指摘している。このように本題材は先行研究でも着目されている題材であり、とりわけ、真か偽かわからない命題に対して論理的な議論をすることが求められる点が査読評価活動と融和的であると考えられる。なお、他の2条件の組み合わせが平行四辺形の成立条件と言えるのかについては資料2に整理しているが、すぐには反例が見つからないものや、中学生には証明が困難であるもの(間接証明をもちいる)も含まれており、真偽判定は探求的に行われることが想定される。

表1 2条件の組み合わせと平行四辺形の成立条件 (杉山, 2009)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
P1 AB // CD		①	⑤					
P2 AD // BC				⑤				
P3 AB=CD				②				
P4 AD=BC								
P5 ∠A=∠C						③		
P6 ∠B=∠D								
P7 AO=CO								④
P8 BO=DO								

3. 提案授業におけるねらい

本提案授業(全5時間)のねらいは以下である。

- ア 平行四辺形の成立条件についての理解を深めるとともに、証明の表現を見直す。
- イ 自ら課題を設定し、解決しようとする態度を養うとともに、数学的な課題の価値を考える端緒とする。
- ウ 他者の主張や考えを建設的に吟味しようとする態度を養う。

アは通常の図形の授業でも重要とされる項目である。本単元では、各グループでどの課題に取り組むかを選択することになるが、それぞれに難易が異なるため、問題設定の際に「どの課題に取り組むとよいのか」を考える機会がある。自分が取り組む問題を自ら決定する場面は通常の数学の授業では設定しづらいため、この機会に問題の価値にも目を向けてもらいたいという期待をこめて目標イを設定している。

井上・服部(2018)では、査読評価活動がアクティブ・ラーニングとして概ね十分に作用し、情報の送り手と受け手の双方向的な立場から、表現に関わる能力や態度を育成する上で有効な活動となりうることを示している。そのため、本単元においても発信・受信の二方向から表現力を伸ばすことを目標として設定している(それぞれ、目標ア・ウに対応している)。

4. 査読評価活動について

本単元の査読評価活動は、3つの観点「数学的な正しさ」「説明のわかりやすさ」「新奇性、価値」に基づいて行われる(図3)。この観点は第1時に配布するワークシートに明示している(資料3)。井上・服部(2018)では観点Ⅲに問題設定の独自性に関わる文章があったが、本提案授業ではいくつかの問題の中から自分たちが取り組む問題を選択することになっているので、その記述は省略した。

観点Ⅰ(数学的な正しさ)

問題や説明の中で、間違っていたり、あいまいになっている点はないか。

観点Ⅱ(説明のわかりやすさ)

説明がわかりやすいものとなっているか。

観点Ⅲ(新奇性、価値)

他の人には真似できないような状態の時に評価が高くなります。具体的には「説明の中のアイデアが斬新である」「難しい問題を解決している」「一般性が高い」などです。

図3 本授業で提示した査読の観点

第3時には、上記の観点に基づき、グループごとに最終的な判定(Accept: 受理, Revision: 条件つきで受理, Reject: ただちには受理できない)までを行わせる。それぞれの観点に対し4段階評価(A: 修正の必要はない, B: 軽微な修正が必要である, C: 大幅な修正が必要である, D: 全面的改善が必要である)を行わせ、全ての観点でA評価の場合のみ「Accept」となる。明らかに修正が困難な間違いがあった場合には「Reject」となるが、それ以外の判定基準はグループに一任している。

5. 指導計画

指導計画は表2の通りである。第1時では、既習の平行

四辺形の成立条件を確認し、それぞれが2つの条件の組合せであることに着目させ、他の組合せではどうなるのかについて問題意識をもたせる。第2時までにその課題についてのレポートを仕上げさせ、第3時ではレポートのコピーをもとにして査読評価活動を行わせる。第4時では、他のグループからの評価をもとにレポートの修正を行わせ、第5時では実物投影機を用いて発表会を実施する。アンケート（事前・事後）は5時間の時間内では実施せず、別に時間を設けることとしている。

表2 提案授業の指導計画

指導計画（実施時間：全5時間）		
	指導・学習内容	指導上の留意点
1	○本単元における学習活動を説明する。 ○既習の平行四辺形の成立条件を確認し、本単元の問題を提示する。 ○グループで課題設定、課題解決をさせる。	・「査読」という言葉の説明、観点の提示も行う。 ・グループは1グループ4～5人で構成する。
2	○レポート作成	
3	○他グループのレポートのコピーを配布し、査読評価活動を行わせる。	・1グループあたり2グループ分の査読評価を行わせる。
4	○査読の結果をもとにレポートの修正を行わせる。 ○発表準備	
5	○全グループの最終レポートの配布 ○発表および質疑応答	・発表時間は5分

V. 授業実践

1. 授業の概略

授業実践の概要は以下である。対象クラスの生徒は、本提案授業実施までに「平行四辺形の成立条件」について教科書レベルの学習は終わっている。

対象： 国立大学附属中学校2年生1クラス
男子21名、女子21名、計42名

日時： 第1時 2017年11月27日
第2時 2017年11月30日
第3時 2017年12月01日
第4時 2017年12月04日
第5時 2017年12月06日

授業者： 袴田 綾斗

2. 授業実践の概略

第1時では、はじめにワークシート（資料3）を配り、

パワーポイントで数学の論文を提示しながら、研究者が行う活動として「査読」についての説明を行った。つぎに、既習である「平行四辺形の成立条件」を提示し、5つの成立条件（うち1つは定義）がいずれも2つの条件の組合せにより記述されていることを確認した。その後、他の組合せについても議論できることを述べ、既習の成立条件がワークシートの表の中でどこに位置するかについて共有した。その後、グループ（4～5名、10グループ）をつくり、レポート作成に向けて議論を行わせた。レポートの表現や内容に関する質問に対しては、「それは査読をする班の判断による」という回答をすることとした。

第2時では、前回の議論の続きをグループで行わせた。この時間の最後には、グループのレポートを清書したものを提出させた。

第3時には、各グループに他の3グループのレポートのコピーを渡し、査読評価活動を行わせた（3グループ分の査読を行うことになる）。その際、15分ずつ時間を区切り、査読を行う時間が均等になるようにした。

第4時には、査読結果を各グループに配布し、レポートの書き直し（最終レポートの作成）を行わせた。あわせて、第5時に向けた発表の準備、役割分担も行わせた。

第5時では、グループごとに第4時に完成させたレポートを実物投影機で映写して発表を行わせた。レポートで誤った結論を書くグループもあったため、成立条件についてまとめたプリント（資料2と同様のもの）を全員に配布した。

3. 査読評価活動について

各グループのレポートに対する査読の結果は以下の表3のようになった（表中の数字は、その評価を与えたグループ数を表し、無記入の項目は0を意味する）。また、今回の課題は「成立条件である・でない」の2択で結論を書けるため、主張した結論の正誤も合わせて表に記載している。

表3 各グループの査読結果・結論の正誤

	正誤	Accept	Revision	Reject
グループ1	○		2	1
グループ2	×		1	2
グループ3	○		3	
グループ4	○	3		
グループ5	○	1	2	
グループ6	○		2	1
グループ7	○	3		
グループ8	×		3	
グループ9	○	2	1	
グループ10	○		1	2

なお、Rejectの理由として、証明の飛躍を指摘したもの（グループ1）、内容の誤りを指摘したもの（グループ2）、証明の飛躍を指摘したもの（グループ6）、証明の不十分さを指摘したもの（グループ10）が挙げられた。グループ8に対しては、Revisionが3件となっているが、その査読内容は、間違いに気づいていないものが2件、反例の存在を指摘しているものが1件であった。

各グループの最終提出レポートにおける「修正・改良した点」は以下のようなものであった。2つのグループで結論に誤りがあったが、グループ2は正しい結論に修正できたものの、グループ8では最終レポートでも誤りのままであった（査読の指摘が間違っているという主張をしている）。また、全体として一般性という言葉がクラスで正しく共有できなかったため、査読評価活動においてもこの言葉の誤用が散見された。

表4 各グループの修正内容

1	<ul style="list-style-type: none"> より詳しく内容を掘り下げた より分かりやすい言葉使いにした
2	<ul style="list-style-type: none"> 他の班の指摘をうけて、成りえないことが判明 反例を大きく示した 前のは曖昧な点があったがなしにした
3	<ul style="list-style-type: none"> 1つしかなかった反例を2つにした 文章を短くした 例を2つにし、一般性を高くした
4	
5	<ul style="list-style-type: none"> いくつもの証明方法を出し、一般性を高くした
6	
7	<ul style="list-style-type: none"> AO=COが重複していたので、片方を消して分かりやすくした
8	<ul style="list-style-type: none"> 説明をつけ加えたことで、直角三角形の合同条件に当てはまるということをわかりやすくした 出された反例に対する説明を書いた
9	
10	<ul style="list-style-type: none"> 主張を書いた

VI. アンケート分析による授業評価

1. アンケートの概要

アンケートは、単元の前で事前と事後の2回実施した（いずれも、回答時間：10分）。事前アンケートでは普段の授業、事後アンケートでは査読評価活動を含む本単元の授業を振り返らせ、その学習動機について問うこととした。その際、先行研究（市川、1998に記載）における「学習動機を測定する質問項目（以下を参照）」を用いて、合計36の質問項目に対して、1：あてはまらない、2：どちらかといえばあてはまらない、3：どちらかといえばあてはまる、4：あてはまる、の4つから回答を選択させた。36

の質問項目は学習動機の2要因モデルの6種類の分類に6問ずつ対応している。

事前アンケート

この1週間ほどの数学の授業を思い返してください。

以下の36項目について、「自分がこの1週間の数学の授業を受ける動機」としてあてはまるかどうかを考え、下の1～4の中のうち自分の考えに最も枠内に番号を書いてください。その際、考えにくい項目があっても無記入にしないようにしてください。

事後アンケート

「査読評価活動」を中心とした5回の授業を思い返してください。

以下の36項目について、「自分がこの5回の数学の授業を受ける動機」としてあてはまるかどうかを考え、下の1～4の中のうち自分の考えに最も枠内に番号を書いてください。その際、考えにくい項目があっても無記入にしないようにしてください。

図4 問いかけの内容

充実志向

新しいことを知りたいという気もちから
 いろいろな知識を身につけた人になりたいから
 すぐに役立たないにしても、勉強がわかること自体おもしろいから
 何かができるようになっていくことは楽しいから
 勉強しないと充実感がないから
 わからないことは、そのまましておきたくないから

訓練志向

勉強することは、頭の訓練になると思うから
 学習のしかたを身につけるため
 合理的な考え方ができるようになるため
 いろいろな面からものごとが考えられるようになるため
 勉強しないと、筋道だった考え方ができなくなるから
 勉強しないと、頭のはたらきがおとろえてしまうから

実用志向

学んだことを、将来の仕事にいかしたいから
 勉強したことは、生活の場面で役に立つから
 勉強で得た知識は、いずれ仕事や生活の役に立つと思うから
 知識や技能を使う喜びを味わいたいから
 勉強しないと、将来仕事の上で困るから
 仕事で必要になってからあわてて勉強したのでは間に合わないから

関係志向

みんながやるから、なんとなくあたりまえと思って
 友達といっしょに何かしていたいから
 親や好きな先生に認めてもらいたいから
 回りの人たちがよく勉強するので、それにつられて
 みんながすることをやらないと、おかしいような気がして
 勉強しないと、親や先生にわるいような気がして

自尊志向

成績がいいと、他の人よりすぐれているような気持ちになれるから
成績が良ければ、仲間から尊敬されると思うから
ライバルに負けたくないから
勉強をして良い学校を出た方が、りっぱな人だと思われるから
勉強が人なみにできないのはくやしいから
勉強が人なみにできないと、自信がなくなってしまいそうで
報酬志向
成績が良ければ、こづかいやほうびがもらえるから
テストで成績がいいと、親や先生にほめてもらえるから
学歴があれば、おとなになって経済的にも良い生活ができるから
学歴がいいほうが、社会に出てからもとくなことが多いと思うから
勉強しないと親や先生にしかられるから
学歴がよくないと、おとなになっていい仕事先がないから

図5 学習動機を測定する質問項目(市川, 1998)

2. アンケート結果

アンケートは事前・事後とも欠席者を除いて41名の回答があったが、一方のアンケートにしか回答できなかった2名、無回答の項目があった1名のデータは除き、39名分のデータを分析することとした。その結果は資料1の通りであった。

6種類の動機ごとに、「4：あてはまる」と回答した数を整理すると次の表5の通りである。また、「4：あてはまる」または「3：どちらかといえばあてはまる」とした肯定的な回答の数は表6の通りである。

表5 「あてはまる」の数

	充実	訓練	実用	関係	自尊	報酬
事前	52	44	67	61	69	72
事後	81	70	70	60	52	66

表6 肯定的な回答の数

	充実	訓練	実用	関係	自尊	報酬
事前	150	133	144	125	130	126
事後	155	131	140	121	130	112

6種類の動機ごとに、個々の回答の変化をまとめると次の表7のようになる。この表7では「1：あてはまらない」から「4：あてはまる」に変化したものを「1→4」のように表現している。さらに、変化「1→4」を「+3」、変化「1→3」「2→4」を「+2」のように単純に変化の度合いを定め、6種類の動機ごとに整理すると表8のようになる。

表7 回答の変化

	充実	訓練	実用	関係	自尊	報酬
1→4	5	3	3	4	5	6
1→3	1	8	7	4	2	3
2→4	7	5	6	10	3	5
1→2	9	12	10	15	10	11
2→3	17	15	14	15	21	9

3→4	29	30	21	14	11	6
1→1	13	15	11	30	25	42
2→2	27	22	21	20	22	16
3→3	47	30	37	31	29	24
4→4	40	32	40	32	33	49
2→1	5	21	18	11	16	16
3→2	15	27	16	12	14	21
4→3	9	8	12	11	26	10
4→2	2	3	5	14	3	4
3→1	7	2	3	7	7	3
4→1	1	1	10	4	7	9

表8 変化の度合い

	充実	訓練	実用	関係	自尊	報酬
+3	5	3	3	4	5	6
+2	8	13	13	14	5	8
+1	55	57	45	44	42	26
±0	127	99	109	113	109	131
-1	29	56	46	34	56	47
-2	9	5	8	21	10	7
-3	1	1	10	4	7	9

3. アンケート結果の分析

「4：あてはまる」のみに注目した場合(表5)は顕著な違いが見られるものの、肯定的な回答に着目した場合(表6)大きな違いは見られなかった。回答の変化に着目(表7, 表8)してみると、様々な変化が起こっている。一方で、+3~-3までの変化の度合いについて、その総数を単純に計算すると「+3:26」「+2:61」「+1:269」「-1:268」「-2:60」「-3:32」となり、クラス全体の総合的な学習動機に大きな変化がなかったとも読み取ることができる。また、井上・服部(2018)では、「査読評価活動」を「双方向的なコミュニケーション力(情報の送り手・受け手)を育む活動」であることを示しているが、関係志向・自尊志向の学習動機について大きな変化は見られなかった。これらを総合し、「査読評価活動」を中心とした本単元の取り組みによる生徒の学習動機への影響について以下のように整理した。

- ・学習動機への影響は少なからずあると考えられるが、それは生徒全員に一律にプラスの影響をもたらすものではない。
- ・「査読評価活動」を中心としたアクティブ・ラーニング型授業により生徒の充実志向・訓練志向の学習動機をよい方向に刺激する可能性がある。
- ・「査読評価活動」では双方向的なコミュニケーションが発生するが、「まわりにつられて」「誰かによく見られたい」などの単純な動機にはつながらない。

Ⅶ. おわりに

本研究では、査読評価活動を取り入れた授業実践を行い、動機づけの観点から授業評価を行うことで、査読評価活動の有効性について検証した。その結果、授業形態が生徒の学習動機に少なからず影響することが明らかになった。しかしながら、学習動機という内面的なものは簡単に捉えられるものではなく、どのような要因により学習動機へ影響したのかを分析すること、よりよい方向へ学習動機を刺激するための手法等の考察、などが今後の課題としてあげられる。

また、本研究では、授業実践の分析を提示することも目的としており、これは「生徒が一生懸命に取り組んでいた」「生徒の笑顔が見られた」などの感覚的な評価に対する問題意識から発生している。まだまだ詳細な分析はできておらず課題は残るものの、授業中の生徒の様子・クラスの雰囲気客観的に主張する方法の一例を提示できたのではないだろうか。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 17H00145 (奨励研究), 18K13166 (若手研究) の助成を受けたものである。

註記

註1) 南風原ら (2001) は RLA 活動の例の1つとして大学生を対象とした取り組み「査読者になるゼミ」を紹介している。

引用・参考文献

- 濱中裕明・熊倉啓之・宮川健 (2017). 「平行四辺形になるための条件の真偽判定を通じた証明的思考—中等教育を一貫する論証指導の視座から—」, 日本数学教育学会第5回春期研究大会論文集, pp.101-108.
- 服部裕一郎・井上優輝 (2015). 「RLAによるクリティカルシンキングを育成する数学科授業の開発—子ども達による査読評価活動を通して—」, 全国数学教育学会『数学教育学研究』, 第21巻, 第2号, pp.1-12.
- 井上優輝・服部裕一郎 (2018). 「アクティブ・ラーニングの一形態としての査読評価活動を取り入れた授業の有効性」, 高知大学教育学部研究報告第78号, pp.89-103.
- 市川伸一 (1995). 『学習と教育の心理学』, 岩波書店.
- 市川伸一 (1998). 『認知カウンセリングから見た学習方法の相談と指導』, プレイン出版.
- 南風原朝和・市川伸一・下山晴彦 (2001). 『心理学研究法入門—調査・実験から実践まで』, 東京大学出版会.
- 文部科学省 (2008). 『中学校学習指導要領解説 数学編』, 教育出版.
- 文部科学省 (2017). 『中学校学習指導要領解説 数学編』,

日本文教出版大阪.

- 岡本和夫他編 (2015). 『未来へひろがる数学2』, 啓林館.
- 杉山吉茂 (2009) 「第24章 条件の見方 (平行四辺形であるための条件)」, 『中等科数学科教育学序説 杉山吉茂教授講義筆記』, pp.280-288, 東洋館出版社.
- 中央教育審議会 (2012). 「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)」.
- 柳井崇史 (2003). 「課題学習「平行四辺形になる条件の謎」数学科学学習指導案」, <http://suugakutuushin.web.fc2.com/sidouan2-5narujyouken.html> (2018.10.23 最終確認)

資料1 アンケート集計の結果 本資料では、図5中の質問項目に対し上から順に番号をふっている。

		充実志向						訓練志向						実用志向					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
事前	4	6	16	5	12	4	9	5	8	11	9	5	6	11	3	10	11	17	15
	3	20	14	15	16	12	21	17	12	13	20	14	13	15	14	15	11	11	11
	2	6	5	15	9	13	8	8	11	10	7	13	14	8	14	9	12	8	8
	1	7	4	4	2	10	1	9	8	5	3	7	6	5	8	5	5	3	5
事後	4	12	14	13	17	6	19	11	8	14	19	10	8	12	3	14	8	16	17
	3	16	16	10	13	11	8	12	11	10	9	8	11	11	14	13	13	11	8
	2	7	7	10	6	13	10	8	12	10	7	15	12	8	12	7	11	5	9
	1	4	2	6	3	9	2	8	8	5	4	6	8	8	10	5	7	7	5

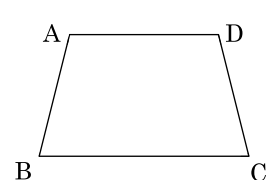
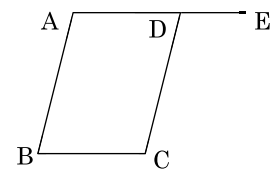
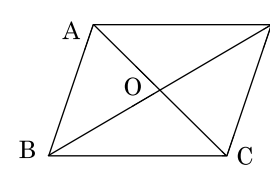
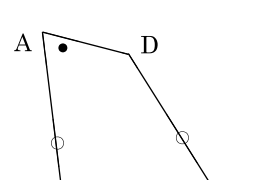
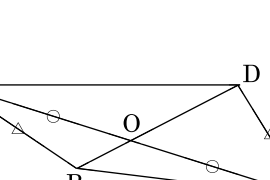
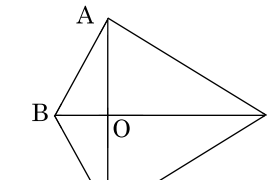
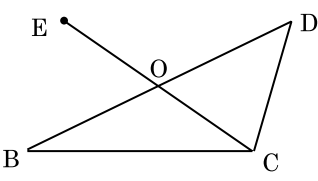
		関係志向						自尊志向						報酬志向					
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
事前	4	21	5	7	6	13	9	8	7	11	9	16	18	2	6	16	18	13	17
	3	8	12	7	11	13	13	11	6	8	9	15	12	2	11	9	12	8	12
	2	7	9	12	13	5	10	10	16	10	14	7	5	11	7	10	6	8	4
	1	3	13	13	9	8	7	10	10	10	7	1	4	24	15	4	3	10	6
事後	4	17	9	5	9	13	7	4	3	10	8	14	13	0	8	12	18	10	18
	3	13	9	10	10	8	11	12	9	10	14	18	15	4	8	12	9	7	6
	2	6	13	9	10	11	12	9	9	11	7	6	7	8	12	8	6	8	10
	1	3	8	15	10	7	9	14	18	8	10	1	4	27	11	7	6	14	5

1 : あてはまらない, 2 : どちらかといえばあてはまらない, 3 : どちらかといえばあてはまる, 4 : あてはまる

資料2 平行四辺形の成立条件と言える2条件の組み合わせ（より詳細なものはインターネット上にも散見される。）

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
P1 AB//CD		①	⑤	×A	○B	○B	○C	○C
P2 AD//BC			×A	⑤	○B	○B	○C	○C
P3 AB=CD				②	×D	×D	×E	×E
P4 AD=BC					×D	×D	×E	×E
P5 ∠A=∠C						③	×F	○G
P6 ∠B=∠D							○G	×F
P7 AO=CO								④
P8 BO=DO								

平行四辺形の成立条件といえるものを○、そうでないものを×で表現している。
アルファベットは下記の説明に対応しており、同様の議論（図を回転させるなど）により成立条件か否かを判断できるものは同じアルファベットを用いている。

<p>A 「AD//BC, AB=CD」は×</p>  <p>等脚台形を考えればよい</p>	<p>B 「AB//CD, ∠A=∠C」は○</p>  <p>∠EDC=∠A=∠C（同位角, 条件） 錯角が等しいので AD//BC</p>	<p>C 「AB//CD, AO=CO」は○</p>  <p>△AOB≌△COD（一辺とその両端の角） よって BO=DO</p>	
<p>D 「AB=CD, ∠A=∠C」は×</p> 	<p>E 「AB=CD, AO=CO」は×</p> 	<p>F 「∠A=∠C, AO=CO」は×</p>  <p>凧形を考えればよい</p>	
<p>G 「∠A=∠C, BO=DO」は○</p>			 <p>OE<OA なら ∠BED>∠A=∠C OE=OA なら ∠BED=∠A=∠C OE>OA なら ∠BED<∠A=∠C であるが、 ∠BED=∠C がわかっているので、 OE=OA しかありえない よって、E と A は一致し 四角形 ABCD は平行四辺形と言える ∠BED=∠C</p>

資料3 ワークシート

数学 ワークシート 平行四辺形の成立条件について

研究者が専門誌に投稿した論文は、同分野の専門家によって【査読】されます。その結果、【Accept (受理)】【Revision (修正の必要)】【Reject (拒否)】のように判定を受け、必要があれば、査読を受けた論文を修正します。

今回の授業では、グループをつくり、この流れに沿って活動をしていきます。グループで課題に関するレポートを書いていきます。その後、互いに査読者となって、他グループのレポートを評価します。今回の【査読の観点】は以下のようになります。

【査読の観点】

観点 I (数学的な正しさ)

問題や説明の中で、間違っていたり、あいまいになっている点はないか。

観点 II (説明のわかりやすさ)

説明がわかりやすいものとなっているか。

観点 III (新奇性、価値)

他の人には真似できないような状態の時に評価が高くなります。具体的には「説明の中のアイデアが斬新である」「難しい問題を解決している」「一般性が高い」などです。

3つの観点について、それぞれ A から D までの4段階で評価し、その判断の理由などをコメントとして記入します。そして、それらを総合的に見て「Accept (受理)」「Revision (修正)」「Reject (拒否)」の判定をします。

(4段階評価) A 修正の必要はない B 軽微な修正が必要である
C 大幅な修正が必要である D 全面的改善が必要である

(判定) Accept 受理 ※すべての観点で A の場合のみ
Revision 条件つきで受理
Reject 修正箇所が多かったり、大きいために、ただちには受理できない

2年()組()番 名前()

確認 (平行四辺形の成立条件)

四角形は、次の場合に平行四辺形である。

- ① 2組の向かいあう辺が、それぞれ平行であるとき (定義)
- ② 2組の向かいあう辺が、それぞれ等しいとき
- ③ 2組の向かいあう角が、それぞれ等しいとき
- ④ 対角線が、それぞれの中点で交わる時
- ⑤ 1組の向かいあう辺が、等しくて平行であるとき

四角形を ABCD とし、対角線の交点を O とすると…

- ①は「AB // CD, AD // BC」, ②は「AB=CD, AD=BC」, ③は「∠A=∠C, ∠B=∠D」
- ④は「AO=CO, BO=DO」のように書き換えることができる。

2つの条件の組み合わせと見せることもできるので、下のように表にまとめる。

	AB // CD	AD // BC	AB=CD	AD=BC	∠A=∠C	∠B=∠D	AO=CO	BO=DO
AB // CD	①							
AD // BC		①						
AB=CD			②					
AD=BC				②				
∠A=∠C					③			
∠B=∠D						③		
AO=CO							④	
BO=DO								④

課題 平行四辺形の成立条件⑤は、表のどこに適用するだろうか

2つの条件の組み合わせ方はいろいろあるが、上の表で①～⑤の番号をかいたところは、「平行四辺形の成立条件」ということができる。

課題 他の2条件の組合せを考えたとときに、「平行四辺形の成立条件」と言えるかどうかを考え、レポートにまとめよ。

数学 ワークシート (グループ提出用)

2年()組()グループ メンバー()

	AB//CD	AD//BC	AD=BC	AB=CD	AD=BC	∠A=∠C	∠B=∠D	AO=CO	BO=DO
AB//CD		定義	1	○	2	3	4	5	
AD//BC		6	○	7	8	9	10		
AB=CD			○	11	12	13	14		
AD=BC				15	16	17	18		
∠A=∠C					○	19	20		
∠B=∠D						21	22		
AO=CO							○		
BO=DO									

成立条件⑥のように、1つの考え方で「同様に」考えられる場合は、2つ以上の番号を書いてよい

番号

は、平行四辺形の成立条件

(説明)

査読者記入欄

Accept Revision Reject

観点1 A B C D

観点2 A B C D

観点3 A B C D

数学 ワークシート (グループ最終提出用)

実物投影機で映写するの字は大きめにかくこと

2年()組()グループ メンバー()

	AB // CD	AD // BC	AD=BC	AB=CD	AD=BC	$\angle A = \angle C$	$\angle B = \angle D$	AO=CO	BO=DO
AB // CD		定義	1	○	2	3	4	5	
AD // BC		6	○	7	8	9	10		
AB=CD			○	11	12	13	14		
AD=BC				15	16	17	18		
$\angle A = \angle C$					○	19	20		
$\angle B = \angle D$						21	22		
AO=CO							○		
BO=DO									

成立条件⑤のように、1つの考え方で「同様に」考えられる場合は、2つ以上の番号を書いてよい

⑤は、平行四辺形の成立条件

※5

(説明)

修正・改良した点 特に修正・改良のない観点は空欄でよい

観点Ⅰ (数学的な正しさ)

問題や説明の中で、間違っていたり、あいまいになっている点はないか。

観点Ⅱ (説明のわかりやすさ)

説明がわかりやすいものとなっているか。

観点Ⅲ (新奇性, 価値)

他の人には真似できないような状態の時に評価が高くなります。具体的には「説明の中のアイデアが斬新である」「難しい問題を解決している」「一般性が高い」などです。

資料4 生徒による査読

数学 ワークシート (グループ提出用)

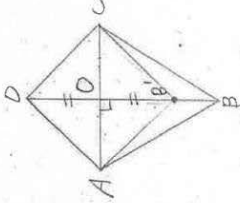
	AB//CD	AD//BC	AB=CD	AD=BC	∠A=∠C	∠B=∠D	AO=CO	BO=DO
AB//CD	定義		○	1	2	3	4	5
AD//BC		定義	○	6	7	8	9	10
AB=CD			○	○	11	12	13	14
AD=BC					15	16	17	18
∠A=∠C						○	19	20
∠B=∠D							21	22
AO=CO								○
BO=DO								

成立条件⑤のように、1つの考え方で「同様に」考えられる場合は、2つ以上の番号を書いてよい

20 は、平行四辺形の成立条件と考える。

(説明) 必ず証明は言えません

∠A=∠Cのみに平行四辺形と考える



DO=OBにしよと想ったら、BをB'に持ってきていいじゃない。

△ADCも△ABC(は)どちらでも等辺三角形。対角線の中点で交わるから、△ACBにおいてOB上に頂点を持つ、それはどにやっても△ACB(は)二等辺三角形。B'をDO=OB'に持ってくるように持てると、∠CAB'=∠ACB', ∠DAC=∠DCA。∠DAB=∠DOBで、∠A=∠Cに持てておくれにくれ。

△ADCと△CAB'が底辺ACを共有していて、DO=OB'より、高も等しい二等辺三角形だから、△ADC≡△CAB

よして、DC=AB'...① → ④ 平行四辺形の対辺はそれぞれ等しいから 四角形AB'CDは平行四辺形。

査読者記入欄

	Accept	Revision	Reject
観点1	○ A B C D 証明したいことばかり伝えている。		
観点2		○ B C D 少し記号などを併用できていて、読む・理解するのに時間がかかる。もう少し短くしてほしい。	
観点3			○ A B C D 正行形となる場合の平行四辺形の証明ができていないから、20の時正確になることは証明していないから、一般性に欠ける。

