GIGA スクールに向けて

大阪教育大学附属天王寺中学校，同附属高等学校天王寺校舎の教員の日頃の研究成果を所収した附属天王寺中・高「研究集録」第 62 集を発刊させていただく運びとなりました。本校の教育・研究に日頃よりご指導，ご支援を頂いている皆様方に，心よりお礼申し上げます。

さて，令和元年 12 月に，文部科学省から「GIGA スクール構想」の概要が示されました。これは，子どもたちが生きる未来を見据えて，学習用端末と高速大容量の通信ネットワークを一体的に整備する構想で，おおよそ 5 年の期間うちに学校 ICT 環境を整備しようというものです。

現代の教育に求められているのは，いかに多くの知識を子どもに伝えて，定着させるかということではありません。自ら課題を見つけ，自律的に行動して問題を解決する資質や能力の涵養が重要であるとされています。しかし，単に子どもらに ICT 環境を与えただけで，子どもらが自律的な行動を起こし，主体的で深い学びが生まれることはないというのは，言うまでもないことでしょう。ネットの先の情報に安直に飛びついたり，自動化された作業を自分の能力と勘違いしたり，ろくなことはなさそうです。

学校という場は，「知の経験」をする場であると思います。新しい法則性を考えることで新しい発見があること，観察を重ねることで新たな疑問が生まれること，違う教科と思っていたものが実は関連性があること，身体能力が多くの可能性を秘めていたことなど，得意不得意にかかわらず，さまざまな教科の学習を通じて，考えることの重要性を身につけることができます。そのような経験の上に，時空を超えたネットワークの世界が積み上げることができれば，世界を広げたいという欲求をもとに深い学びが生まれるように思います。

この研究集録には，本校教員が実践の中で積み上げてきたアイデアが収められています。附属学校は，先進的なコンテンツを例示し，長い歴史の中で続いてきた研究を積み上げることにより，研究校としての役割を果たすと考えています。ICT を前提としたアイデア，古くから残された課題，これらは違うもののように見えて，実は向き合っているものは同じです。一つの研究で全てが完結するのではなく，いくつかの研究の成果がさらに次の課題を生み，研究を積み重ねていく過程で，徐々に課題解決のてがかりが見えてくるものであろうと考えています。本校教員は，新しい時代に向けて，そのような真摯な態度で日頃より教育・研究に取り組んでいます。研究の次なる一歩に大きな力となるご批判，ご指導を今後とも宜しくお願い申し上げます。

大阪教育大学附属中学校　校長
大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎　校舎主任
広谷博史

目　次（Contents）

附属天王寺中・高等学校　研究部：
学びの自立をめざす評価の工夫と改善《最終年度》
～深い学びの実現とその評価～
（Evaluation and Constant Improvement Aiming at Indepeuclent Learning《Last year》：
Realization of deep learning and its evaluation）
…… 1

荊木　聡（IBARAKI Satoshi）：
「総合的な学習の時間」における論理的思考力の育成
～マルシカゲームの開発とその効果～
（Development of Logical Thinking Ability in “the Integrated Learning Period”
Creation of Marushika Game and its Effectiveness）
…… 15

鳥飼　隆正（TORIKAI Takamasa）：
ピタゴラス音律の発見を題材にした教科横断型授業の開発
―附属学校と公立学校での授業実践を通して―
（Study of a Cross—curricular Class Based on the Discovery of Pythagorean Temperament
—Through Open class at Attached and Public schools—）
…… 35

篠原孝雄・堀井久嗣（SHINOHARA Takao・HORII Hisatsugu）：
物理分野における「見方・考え方」を働かせる授業の研究
（Study of the class who makes "the point of view and way of thinking"
function in the physical field）
…… 53

岡本　義雄（非常勤講師）（OKAMOTO Yoshio（Temporary lecturer））：
英語で地学の授業を行う試みⅣ　―系外惑星，その発見と意味―
（A Geoscience class lectured in English Ⅳ
—Extra-Solar Planets，Discovery and Its Meaning—）
…… 69

今木　重行（IMAKI　Shigeyuki）：
器械運動における技の習得に対する自己評価の変化と楽しさ
－ 中学校１年生男女の跳び箱の単元に着目して －
（Changes in self-evaluation for the enjoyment of machine exercise and the acquisition of skills
—Focusing on the unit of the jump box of the first grade of junior high school—）
…… 93

INUI Madoka（乾　まどか）：
Lesson Evaluation in English Expression Ⅱ Using Google Classroom
（英語表現Ⅱにおけるグーグルクラスルームを活用した授業評価）
…… 105

Ross Richard Wirtanen（ワータネン・ロス　リチャード）：
High School Senior Research Papers
（高校３年のリサーチペーパー）
…… 121

青木　宏明（AOKI　Hiroaki）：
話し合い活動を通じて主体的な学びを育む授業実践
（The practice of lessons that raise learners who can think for themselves through discussion）
…… 135

田中　真理子（TANAKA Mariko）：
「戦争を取材する」の授業実践　～附属天王寺中学校 72 期生での実践から学んだこと～
（A Practice Lesson with Material Written by Mika Yamamoto ～ What I Learned at Tennoji Junior High School ～）
…… 145

学びの自立をめざす評価の工夫と改善《最終年度》
～深い学びの実現とその評価～

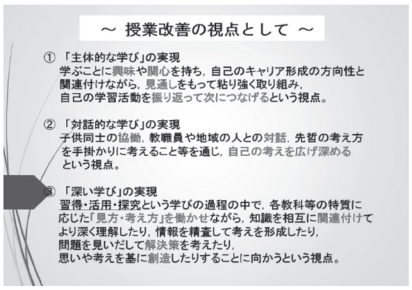
附属天王寺中・高等学校　研究部

Ⅰ．はじめに

「深い学び」と「その評価」は，平成 28 年 12 月 21 日の中教審答申「幼稚園，小学校，中学校，高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について」や新学習指導要領に謳われた「カリキュラム・マネジメント」・「主体的・対話的で深い学び」の視点から授業を改善していく上での核として位置づけることができる。

本校では，指導要領に沿った指導法を深め，生徒の学びを自立させることを狙って，アクティブ・ラーニング，すなわち主体的・対話的で深い学び，ならびにその評価について研究を進めてきた。ここでは，「深い学び」に対する教科の固有性を超えた共通点を概観する。

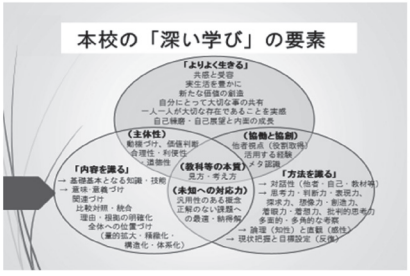
Ⅱ．主体的・対話的で深い学びと授業改善



「主体的な学び」に関しては，学ぶことに興味や関心を持ち，自己のキャリア形成の方向性と関連付けながら，見通しをもって粘り強く取り組み，自己の学習活動を振り返って次に繋げることを大切にしたい。

「対話的な学び」に関しては，子供同士の協働，教職員や地域の人との対話，先哲の考え方を手掛かりに考えること等を通じ，自己の考えを広げ深めることが重要である。

「深い学び」に関しては，習得・活用・探究という学びの過程で，各教科等の特質に応じた「見方・考え方」を働かせながら，知識を相互に関連付けて，より深く理解したり，情報を精査して考えを形成したり，問題を見出して解決策を考えたり，思いや考えを基に創造したりすることに向かうことが肝要である。



さて次図は，昨年度、各教科から出された「深い学びの要素」を，整理したものである。まず，「内容を知る」の枠組として，「関連付け」や「比較対照」，「理由・根拠の明確化」を通して「構造化・体系化」の重要性に触れる教科が幾つか認められた。

「方法を知る」の枠組では，総じて，自己内対話も含めた「対話性」や，着眼力・着想力，

批判的思考，多面的・多角的な考察等を基盤に，現状把握を出発点に設定した目標にアプローチしていく重要性を指摘していた。

「よりよく生きる」の枠組では，共感と受容と共有といった視点を大切にしながら，新たな価値を創造していこうとする姿勢・態度などを重視している。そして，それらの結節点に，教科の本質としての「見方･考え方」や「主体性」「未知への対応力」「協働と協創」が位置づけられるのである。

Ⅲ．共通基盤としての枠組

近未来社会に対応するため、「自ら課題を見出し，主体的に考え表現し，協働的に議論し、より良くより深く問題を解決していくための汎用的な能力の醸成」が求められているが､このことからも､「学びの自立」と「深い学び」とが密接に結びついていると言えよう。

本校では、この「学びの自立」と「深い学び」をより着実に実現していくため、教科や校種の違いはあるものの、共通基盤としての枠組を設定することにした。

各教科における全授業を貫く項目としては､「中高の共通項」と「言葉の定義(学びの自立･深い学び)」があり、また、１時間の授業単位で変化する項目としては、「深い学びを実現する過程」･「本時の学びの要素」･「本時の学びを見取る評価」を設けている。詳しい中身は、次々頁以降をご参照願いたいが、興味深いのは「学びの自立」や「深い学び」に関する定義等において、同一もしくは類似の表現が教科を超えて認められることである。

下表は、主なキーワードのみをピックアップして整理したものである。

	学びの自立	深い学び
国語	・関心、思考、発信 ・背景の追求、論理的	・追求する姿勢、自ら学び続ける ・解釈の仕方、幅・奥行
	「問い」を立てる（疑問点の抽出)、構造的分析、	
社会	・学習内容と自分との関わり ・主体的姿勢、相互関係、理由根拠、探求	・知識の統合、比較、関連付け ・汎用的概念・価値観、課題発見、合理的思考の継続
数学	・プロセス、良さの実感、新たな疑問 ・過程の体験、自己形成、粘り強さ	･適切な視点、解決への方向性、論理的、統合的･発展的 ・問題解決的な学習、本質を悟る
	多様な視点、背景に迫る、解の吟味、アプローチの練り直し、意味理解	
理科	・課題発見、探求スキル ・興味、知識・技術の活用と探求	・興味、探究 ・情報共有、真実の解明、新たな気づき
	構造化、見通し、一般化、感動、計画書と報告書、説明	
音美	・主体的な解釈、創造、表現、選択、自己表現分析	・主体的対話的創造、自己表現考察・分析、対話的、比較対照
	比較と分析、観賞と表現、自己思考･表現、主体的･対話的分析、自己考察、比較対照、特長や良さ、理解に基づく表現、主体的な根拠	
保体	・仲間づくり、コミュニケーション能力、ルール ・自分のレベル、自分たちで運営、楽しむ	・グループ学習の基盤、主体的活動、ルール作り ・スポーツの楽しさ、本質の理解、技能の追求
	相互の気づきと指摘（的確なアドバイス)、ペア学習、チェックカード	
技家	・基本的知識と技能の理解と応用 ・応用的知識と技能の発展力の獲得と応用	・基本的知識と技能の深い理解と高度な表現 ・応用的知識と技能の発展力に基づく工夫と表現
	諸問題の把握、基本的・発展的知識と技能の獲得、設計・計画、立案・実行、反省と自己評価	
英語	・学び方の習得、主体的、学びの継続 ・自ら（主体性)、興味関心	・他者との関わり、知識の活用 ・自ら（主体性)、課題発見、課題探求
	分かりやすく伝える、相互評価、評価を踏まえた方策、ルーブリック、パフォーマンス評価、協働	
道徳	・対話（自己内対話を含む)、議論、自己の生き方、考え続ける	・道徳的諸価値の理解、自己との関わり、広い視野から多面的・多角的に、人間としての生き方
	価値認識、自己認識、自己展望、阻害・克服条件、自我関与、多面的多角的、認め励ます個人内評価	

まず,「学びの自立」に関しては、基礎基本的な「知識・技能」の獲得・習熟を前提に、「主体性」を大切にしながら「課題発見」し、解決への「見通し」を持ち、「根拠・理由」を明確にしながら「論理的」に「構造的分析」を志向するという要素があることが分かった。さらに、自己内対話も含めた「対話」を通して、「多様な視点」から「背景の追求」を試み「よさを実感」し、学んだことを「発信・表現」するという学習をスパイラルに「継続」するといった側面が見て取れる。

次に、「深い学び」に関しては、上述の「学びの自立」と重なる部分もあるが、「課題発見・探求」という一連の学習によって、「知識の統合」や「比較・関連付け」を通して、「論理的」に「本質の理解」を深めていくことを大切に考えていることが分かった。また、「主体性」をもって自立的に「解決への方向性」を吟味したり、「自己考察・評価」したりしてフィードバックし、「新たな気づき」の伴うより高度の「知識・技能の追求・活用」をスパイラルに目指すという側面も認められた。

「共通基盤としての枠組」の全体を通して浮き彫りになったことは、関連付けられ構造化された「生きて働く知識・技能」を習得するとともに、「問題発見・見通し・計画立案・実行・振り返り」といったプロセスを通して学び方を学びつつ、未知の状況にも対応できる「思考力・判断力・表現力等」を育成することの重要性である。そして、そこで学んだことの意義やよさ、意味や価値を実感しながら、人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力」を如何に涵養していくのかという意識と姿勢である。

Ⅳ. 評価対象と場面

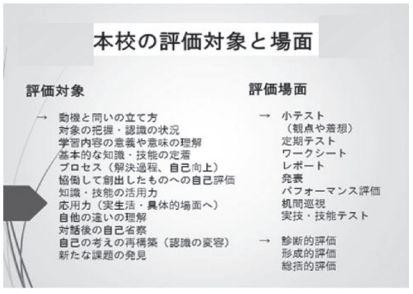
最後に，これからの評価であるが，学力の３要素としての「知識・技能」,「思考力・判断力・表現力等」,「主体的に学習に取り組む態度」を基軸に置いて評価していく必要がある。

本校では，これまでに評価対象と評価場面を各教科で考えることにした。さらに、本年度は「共通基盤としての枠組」にも、１つの授業に対する「学びを見取る評価」を示すこととし、より具体的に評価についての共通理解が深まるように工夫している。

なお、評価に関しても，教科の固有性が認められるが，より一般性・客観性を担保する意味から，複数の教科で共通に意識している評価対象や場面を挙げてみると，下の図に示した結果となった。

この結果は暫定的なものであり、今後も不断に改善・改良を加えていく必要がある。ただ、この図を見て実感されるのは、獲得した静的な知識・技能をペーパーテストで評価するだけでは不十分だということである。

対象・状況を把握して問いを立てたり、学習プロセスや対話を経て自己省察し認識を再構築したり、新たな課題を発見して次の学びに繋げたりするという、従前まではあまり着目してこなかった切り口から評価しようという意識が強く表れている。指導と評価は表裏を成すため、授業改革・改善に伴って評価対象・場面が変容していくというのは、ある意味、当然のことであろう。



以上，本校の「深い学び」と「評価」について，その輪郭線のみを概観した。

Ⅴ．アンケートの結果と総括

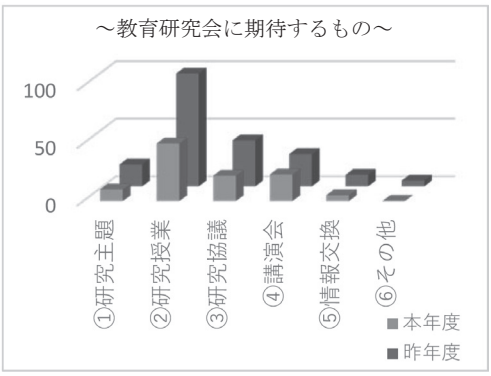
最後に、教育研究会後のアンケートの結果をもとに、総括しておきたい。

まず、共通の枠組についてであるが、本校教員からは、２通りの大きく異なる意見が出ている。一つは、道徳などの特定の教科では分かりやすいかも知れないが、あれをどう書くべきか、どう活用すべきかを理解できずに終わった教科もあった、という点である。もう一つは、教科内での目標設定やねらいの方向性の確認に役立てたり、学習指導要領の深い理解とともに、方法知を学ぶという今日的な学習形態とマッチしたシートとなり、自分の授業改善に役立ったりしたという点である。

いずれの意見にも、その背景に教科特有の苦労が伺えるが、しかし今後も、研究主題に応じた共通の観点を見出し、過去の反省でよく耳にした「統一感のない研究発表」とならないように押し進めていく必要は強く感じる。本年度は幸い、教科によっては、「テーマに沿って教科として準備を進めることが出来たので、とても良い授業になった」という手応えも感じている様子で、こうした教科の例にも学びつつ推進していきたいものである。また、５年間にわたって取り組んできた研究テーマについてであるが、「『評価』が『学びの自立』につながっていることを、１時間の公開授業とその協議だけで参会者に示すことの難しさや限界を感じる」とともに、「この主題はここ数年の重要テーマであるが、どれだけの教科・授業が主題を満たしていたのかは疑問だ」との意見があった。

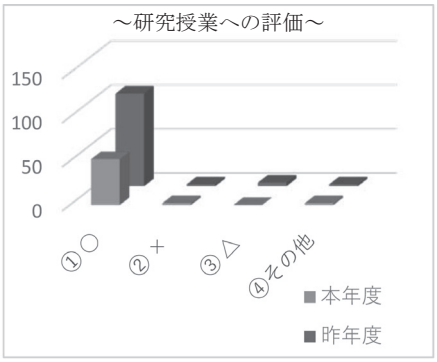
この意見には、個人的にも、学校全体としても、真摯に重く受け止めなければならないと考える。私も研究部長を２年間務めたが、もっと初期の段階から数年間を見通したラフスケッチを描いておく必要性を痛感する。また、公教育であるからには、当然、各種答申や学習指導要領解説を熟読しておかなければ、議論が噛み合わず深まらないのは当然である。最終的に、研究主題にどこまで肉薄できるかは別問題として置くとしても、しかしながら、予め理想とするゴールをデザインして、それに必要な最低限の情報・技術を吸収して議論することで初めて、研究の方向を見定めることができ、中身を真に充実していくことができるのだろうとも思うのである。

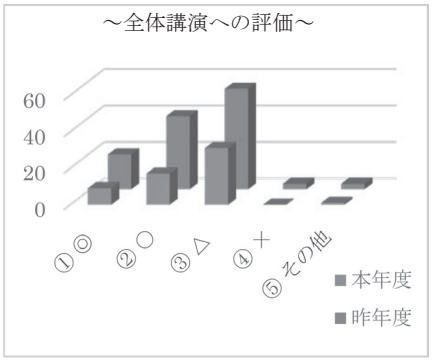
次に、参会者へのアンケート結果であるが、今回の第 66 回教育研究会に参加するにあたり、何に期待していたかを問うたところ、右の図のようになった。手前の棒グラフが本年度のものであり、奥が昨年度のものである。



研究主題への関心はそれほど高くなく、１位「研究授業」、２位「講演会」の順となっている。やはり、どのような授業を展開するのかという実践面への関心の高さと、講演会で総括的・理論的な話を全国をリードする関西学院大学教授の佐藤真先生から学びたいという思いが垣間見られる結果となっている。

では、その「研究授業」と「全体講演」への満足度はどうかというと、次頁の左側の図が「研究授業」に対するもので、右側の図が「全体講演」に対する結果である。





左の棒グラフをみると、研究授業に対して、ほとんどが○（参考になった）であり、×（参考にならなかった）はごく少数、△（どちらとも言えない）は皆無であった。研究主題と結びついた授業という面では、校内から反省を促す意見が挙がったものの、参会者は授業にある程度満足していただいたようである。一例を示すと、「授業の方法論では新しい情報や知識は得られませんでしたが、生徒が本時を通して、どのように学んでいくのかを見とる機会になり、よかったです。」との意見を得ている。

右側の棒グラフからは、佐藤真先生の全体講演に対して、◎「とても満足した」と○「ある程度満足した」がほとんどで、それ以外はわずかに５％であった。具体的な感想としては、「附属中だからこそできる授業だと思っていましたが、佐藤先生のお話を聞いて、そうでもないのかと思いました」との意見や「自校の実態に応じてカスタマイズしていく必要」性に言及するものがあった。

こうした結果を概観すると、参会者からは概ね満足のいく発表会だったと思われる。しかし、内部的には成功体験や肯定的意見も数多くある反面、厳しい意見・感想も山積している。研究部としては、本年度、研究推進日を設けるなどして、先生方のご理解・ご協力も得ながら、これまでにない取組を精力的に展開したわけであるが、様々な長所短所が現れてきている。

次年度からは新しい研究主題のもとに、新たなスタートを切ることになる。ぜひ、これまでに蓄積された本校の財産を保持しながら、公共性と公益性を兼ね備えた研究発表を続けてもらいたい。その際、毎年多くの教員が入れ替わる状況に鑑みれば、個々人の研究に対する基礎体力に委ねた研究発表の時代は終わったと言うべきであろう。転任してきたばかりの先生であっても、誰でも安心して研究授業・研究協議に臨めるよう、組織的に進めていく必要がある。授業するのはある一人の教員であっても、その教科全体での発表だという当事者意識が芽生えるように、教科の研究態勢が必須である。そして何より、各教科のベクトルが同じ方向に向かうよう、学校組織として研究主題に向かうための共通認識が不可欠である。こうしたことも肝に銘じて、附属天王寺の存在意義を発信していきたいものである。

最後に、本年度の本校の研究推進に当たり、関西学院大学教授の佐藤真先生には、ご多用の中、３度にも亘って継続的にご指導・ご教導を賜った。ここに、心からの感謝と御礼を申しあげる次第である。　　（ 文責：研究部長　荊木　聡 ）

国　語　科

中高の共通項：
学びの自立を目指すために国語科でできること

言葉の定義	学びの自立	（中）自ら言葉に関心を持ち、言葉を用いて思考し、発信することができる。	（高）ことばや作品の背景にあることがらを自ら追求し、論理的に理解することができる。	**本時の学びの要素（キーワード）** 読解力をつける
	深い学び	（中）言葉に注目し、深く追求する姿勢を持ち、自ら学び続けることができる。	（高）時間をかけて文章を読み、解釈の仕方を学び、ことばや作品の幅、奥行をとらえることができる。	

深い学びを実現する過程

【本時のねらい】
「羅生門」第一場面を読み、情景描写や視点設定について「問い」を立てて思考し、語りの特徴について構造的に分析する。

実現過程	主な学習活動
問題発見	自己の初読の感想を分析し、描写や表現についての疑問点を抽出し、「問い」を設定する。
計画実行	テクストを元に「問い」についての考察を行い、記述する。
評価考察	グループで考察を共有し、各員の意見の相違点を明確にした上で、発表を行う。
問題再発見	発表を聞き、自己の記述と比較し、相違点があれば記述する。文学的文章を読む方略について学ぶ。

本時の学びを見取る評価

①評価場面：
・疑問点を抽出する活動
・「問い」についての考察を記述する活動
・グループでの話し合い、意見発表

②評価対象：
・ワークシートの記述内容
・グループシートの記述内容及び発表態度

③その他（評価規準等）：
ルーブリックに基づく記述の評価（読むこと・書くこと）
話し合い、発表、傾聴態度（興味・関心）

社　会　科　（地理歴史・公民科）

中高の共通項：社会に主体的に参画する市民としての資質を育む
・社会の成員としての当事者性の自覚
・事実や事象を多面的・多角的に見る力
・判断力や実践力を支える「自由」・「公正」・「正義」などの価値観

言葉の定義	（中）	（高）	本時の学びの要素（キーワード）
学びの自立	学習の内容と自分との関わりを考えることができる。	個々の事実・事象を解釈・評価しようとする主体的姿勢。 相互の関係や理由・根拠などをとらえようとする探求的取組。	◎課題の追究と考察、表現 ○基本的人権の尊重 ○個人主義 ○新しい人権
深い学び	獲得した知識を統合し、個々の事実を比較したり関連づけたりすることができる。	社会や人間について考える基盤となる汎用的な概念・価値観の形成。 課題を発見し、合理的な思考を継続できること。	

深い学びを実現する過程

【本時のねらい】人権を正しく理解し、人権を守ることのできる社会の形成者の育成

実現過程	主な学習活動
知識の習得	民主主義の基礎には個人の尊厳と人権の尊重があることを理解する。また新しい人権について理解する。
現代社会を、当事者意識をもって見つめ直す	理想とする社会に近づくために、これからの社会で生まれる新しい人権を予想し、法律案を作成する。
発表と質疑・応答	作成した法律案が必要だと考える社会背景と、問題解決のあり方として法律案が効率・公正である点に重きを置いて発表する。 自分の考えを意欲的に伝えようとする。

本時の学びを見取る評価

①評価場面：
法律案の発表、質疑・応答

数　学　科

中高の共通項：
課題に対して疑問をもち、それを数学化し、多様なアプローチを通して本質をつかむ。

言葉の定義

	（中）	（高）
学びの自立	（中）問題発見・解決のプロセスを通して数学の良さを実感し、さらに新たな疑問や問題を創造すること	（高）問題化→モデル化→数学の適用→検証という一連の過程を体験することに積極的であり、それを自己形成に関連付けて粘り強く続けることが出来る学び
深い学び	（中）ものごとを捉える適切な視点を見出し、解決への方向性を見定めながら論理的、統合的・発展的に考えること	（高）問題解決的学習を体験することにより問題解決力が育成されると共に”問題自体”及び”用いた数学”の本質を悟る学び

本時の学びの要素（キーワード）
◎解の吟味
○アプローチの練り直し
○式が表すものの意味を考える

深い学びを実現する過程

【本時のねらい】
媒介変数で表された図形を求める場面において多様な視点で考えるとともにその背景に迫る

実現過程	主な学習活動
問題の認識	t によって決まる点の軌跡を求めるので、t を消去すればよいと気づく
計画実行	t^2 の項を消去することで t を x と y だけで表せることに気づき計算活動に入る
評価考察	$t=\tan\theta$ とおくことでより簡単に解けることに気づく
問題再認識	ある点を通る直線と円の交点として問題を捉え直す

本時の学びを見取る評価

①評価場面：
$t=\tan\theta$ とおくとどうなるかという発問

②評価対象：
ワークシートへの記入

③その他（評価規準等）：

理　科

中高の共通項：
自然の事物・現象に興味を持ち、そこから課題を見いだし科学的に探究しようとする態度を育てる。また、それに関わる観察や実験を行い、科学的に探究する力を養う。

言葉の定義		（中）	（高）	本時の学びの要素（キーワード）
	学びの自立	グラフやレポートなどの書き方を通して、基礎的な探究のためのスキルがあり、自ら課題発見ができる。	生徒自ら事物・現象に対して興味をもち，知識・技術を学びながら活用し探究することができる。	◎構造化する ○見通す ○一般化する ○感動する
	深い学び	（中） 理科に限らない範囲でも自ら自然の事物・現象に対して興味をもち、探究していく。	（高） 他者とも情報を共有し，議論しながら真実を明らかにし，新たな科学の気づきを得る。	

深い学びを実現する過程

【本時のねらい】
魔法のメスシリンダーの実験から個別の反応を考え確認する

実現過程	主な学習活動
問題発見	魔法のメスシリンダーの演示実験を見る。
仮説設定	個別の反応を考え実験を計画する。
検証考察	個別の反応の確認を行い考える。
問題再発見	類似する反応を考えさせる。

本時の学びを見取る評価

①評価場面：実験における考察

②評価対象：実験計画書と報告書

③その他（評価規準等）
個別の反応を確認するための実験計画ができる。
個別の実験結果をもとに、最初の実験の説明ができる。

芸　術　科　（音楽科・美術科）

中高の共通項：
表現, 鑑賞における自己確立の広がりと深化

言葉の定義		（音楽科）	（美術科）	本時の学びの要素（キーワード）
	学びの自立	・主体的な解釈 ・主体的表現 ・自己表現分析	・主体的創造 ・主体的表現選択 ・自己表現分析	◎自己考察・表現 ○比較対照
	深い学び	（音楽科） ・主体的創造 ・対話的自己表現分析 ・比較対照からの考察	（美術科） ・主体的, 対話的創造 ・自己表現考察, 分析 ・比較対照からの考察	

深い学びを実現する過程

【本時のねらい】（芸術科としてひとつの題材として設定しています。）
我が国の伝統文化の理解と表現

実現過程	主な学習活動
問題発見	異文化と我が国の伝統文化の比較と分析
計画実行	我が国の伝統文化の鑑賞と表現
評価考察	自己思考・表現の主体的, 対話的分析
問題再発見	我が国の伝統文化の理解

本時の学びを見取る評価

①評価場面：
・異文化比較
・自己表現, 鑑賞
・わが国の伝統文化の理解

②評価対象：
・鑑賞, 考察レポート
・表現物

③その他（評価規準等）：
・比較対照から主体的に学んでいるか。
・我が国の伝統文化の特長や良さを理解した表現ができているか。
・主体的な根拠をもとに思考しているか。

保　健　体　育　科

中高の共通項：
主体的に運動を実践できる。スポーツを楽しむことができる。自分たちで運営できる。ペア、班学習を推進する。

言葉の定義			
	学びの自立	（中） 仲間作り コミュニケーション能力の向上 ルールを守る	（高） 自分たちのレベルに合わせて 自分たちで楽しめるように運 営できる。
	深い学び	（中） グループ学習の基盤作り 主体的に活動できる 特別ルールを作る	（高） 各種のスポーツの楽しさ、スポ ーツの本質を理解してそれに 向けて技能を追求できる。

本時の学びの要素（キーワード）
◎ペア学習
◎ポイントチェックカード

深い学びを実現する過程

【本時のねらい】マット運動
仲間の良い動き、悪い動きに気づき、指摘することができる。

実現過程	主な学習活動
問題発見	技の練習をする。
計画実行	技のポイントチェックカードをペアで確認する。
評価考察	技のポイントチェックカードをペアでチェックする。
問題再発見	技のポイントチェックカードペアでよい動き、悪い動きに気づき指摘する。

本時の学びを見取る評価

①評価場面：
ペア学習によるポイントチェックカードの利用

②評価対象：
ポイントチェックカード

③その他（評価規準等）：
A　仲間の良い動きを指摘し、的確なアドバイスをしている
B　仲間の良い動きを指摘している

技　術・家　庭　科

中高の共通項：　・基本的知識と技能の獲得
・作業実習を通して、知識と技能の定着と「ものづくり」への応用を理解し、創る喜びを体得する

言葉の定義		（中）	（高）【家庭科】
	学びの自立	・基本的な知識と技能を理解する。 ・基本的な知識と技能を用いたもの作りへの応用を行う。	・応用的な知識と技能の発展力を獲得する。 ・応用的な知識と技能の発展力を用いて、もの作りへの応用を行う。
	深い学び	（中） ・基本的な知識と技能を深く理解する。 ・基本的な知識と技能を用いたもの作りへの応用によりより高度な表現を行う。	（高）【家庭科】 ・応用的な知識と技能の発展力を深く理解し、さらに工夫できるようになる。 ・獲得したより応用的な知識と技能の発展力を用いて、もの作りへの表現を行う。

深い学びを実現する過程

【本時のねらい】　・基礎的知識と技能の獲得を行う。
・知識と技能の発揮したものづくりを行う。

実現過程	主な学習活動
問題発見	・学習する領域に関わる性格の諸問題を把握し、基本的な知識と技能を知る。
計画実行	・基本的或いは発展的知識や技能を獲得した上で、ものづくりへの設計・計画が立案し実行できる。
評価考察	・ものづくりの反省から、基礎的知識と技能の重要性について自己評価できる。
問題再発見	・ものづくりの反省から、残された課題を自覚し、解決策を判断できる。

本時の学びの要素（キーワード）

◎「科学技術への思考」：基本的な知識と技能に関連する科学技術を思考できる。
◎「他教科の知識や技能との関連づけ」：基本的な技術と技能を発展的に獲得するために、他の教科の知識や技能と関連づける。
○「作品への知識や技能の活用の判断」：自分の作成した作品に関して、基礎的や発展的知識と技能の活用部分を判断できる。
○「作品への知識や技能を用いた表現」：自分の作品の中で、基礎的や発展的知識と技能を用いた表現ができる。

本時の学びを見取る評価

①　評価場面：
・基礎的や発展的知識の評価
・基礎的や発展的技能の評価
・知識と技能の表現としての作品の自己評価

②　評価対象：
・知識の評価対象として、定期テストとノート
・知識と技能の評価対象として、ものづくり作品
・自己評価として「作品のまとめ」ワークシート

③　その他（評価規準等）：
・知識の評価：テストの点数とノートの内容
・技能の評価：作品の丈夫さや正確性

英　語　科

中高の共通項：
『自律的に学習できる生徒の育成』

言葉の定義				本時の学びの要素（キーワード）
	学びの自立	（中） 学び方を習得し、主体的に学びを続けていく。	（高） 自ら学び、学習内容に興味関心を持つ。	◎他者との協働 ○ルーブリック ○パフォーマンス評価 △相互評価
	深い学び	（中） 他者との関わりの中で、習得した知識を活用する。	（高） 様々なことに自ら課題を見つけ、それを探求する。	

深い学びを実現する過程

【本時のねらい】
環境問題について自分たちができる取り組みについて、わかりやすく相手に伝えよう。

実現過程	主な学習活動
問題発見	本文の読解を通して、他者に分かるように4人班で画用紙にまとめる。
計画実行	4人班でクラス全体へ発表する。
評価考察	評価シートを用いて、自己評価（発表者）と他者評価（聞き手）を行う。
問題再発見	上記の2評価を踏まえて、プレゼンの技術向上のための方策を考える。

本時の学びを見取る評価

①評価場面：
・発表後、班で自らの発表を評価する。
・発表を聞きながら、評価シートを記入する。
（評価のルーブリックを生徒自ら作成する。）

②評価対象：
・プレゼンの発表態度と内容

③その他（評価規準等）：
（発表者）班として自分たちの考えを英語で適切に表現することができたかどうか。
（聞き手）正確に発表内容を聞き取るとともに、ルーブリックに照らして適切に評価できたかどうか。

道　徳　科

中高の共通項：
生徒が，人間としての在り方生き方を主体的に探求し，豊かな自己形成をめざすための道徳的価値の自覚を促す。

言葉の定義

学びの自立
（中）
生徒が額に汗して，自分を含む対話を通して考え合い，議論し合い，人間としての自己の生き方について考え続けようとする。

深い学び
（中）
様々な事象を，道徳的諸価値の理解を基に自己との関わりで（広い視野から）多面的・多角的に捉え，自己の（人間としての）生き方について考えようとする。

本時の学びの要素（キーワード）
○多面的に観る・多角的に観る

深い学びを実現する過程

【本時のねらい】
（例）人間にある弱さと醜さを自覚しながらも，強く気高く，人間として生きる喜びを見出そうとする態度を深める。「足袋の季節」

実現過程	主な学習活動
価値認識	価値の新しい断面に直面させたり，価値の主観的相対的(個人的)な側面と普遍的妥当的(社会的)な側面を衝突させたりして，道徳的価値を広げ深める。
自己認識	新しく広げ深められた価値の世界に対して，自分はどう考え，どう評価するのかを追及する。
自己展望	個人的・社会的な阻害条件を念頭に，その克服条件を考察し，今後どのような方角へ舵を切っていくのかを展望しながら，“秘かなる決意”をする。

本時の学びを見取る評価

①評価場面：授業中における発言。
ワークシートにおける記述。
②評価対象：ワークシート
③その他（評価規準等）
おばあさんの死から，「許しを得られない失敗は人間として決してやらない」と考え生きてきた「私」の思いと深い人間性に共感するような発言や記述が見られたか。
※本時の内容項目だけではなく，大くくりなまとまりを踏まえて評価し，他の生徒との比較による評価ではなく，生徒がいかに成長したかを積極的に受け止めて認め，励ます個人内評価として記述式で行う。

「総合的な学習の時間」における論理的思考力の育成

～マルシカゲームの開発とその効果～

荊木（いばらき）　聡（さとし）

抄録：　本研究の目的は、「総合的な学習の時間」において論理的思考力を養成するための教材を開発・提案し、その教材と数学科における論証教材との異同も整理しながら、その学習効果を検証することにある。

学習指導要領の趣旨に則して開発した「マルシカゲーム」は、中学校数学で扱う論証教材のような「納得性」や「真実性」は持ち合わせていないため、内容知に関してはほとんど意味を成さない。反面、論理的思考の積み重ね方という方法知へ意識化されるため、論証指導の中で培うべき技術・技能や姿勢・態度に関しては却って浮き彫りとなり、「総合的な学習の時間」にゲーム感覚で楽しみながら学ばせる教材としては、一定の効果が認められた。

特に、論理的に正しい道筋は多様でも結論に至る道筋は限定的であること、順思考と逆思考を併用すると効果的であること、順序思考で導いた複数の結果を俯瞰することで構造的な理解が進むこと、の３点に気付いた学習効果は、特筆に値する。

キーワード：論理、探求、比較、分析、根拠

Ⅰ．はじめに

近年、インターネット上で様々な授業が公開されてきている。これらの授業は、相当な力量を持った教師が、場合によっては、組織的に錬り鍛えられた教材と指導法を用いて、時には撮り直しも行ってアップされたものも多い。こうした学習環境の充実に伴って、視聴者は自分に合った動画を選択することができ、また、分かりづらいところは、繰り返し視聴したり、その箇所を丁寧に教える別の動画に切り換えたりすることが当然の時代がやってきている。このような学習によって、問題の解決法を身に付けた子供たちは、入試を突破する力を伸ばすことはできるであろう。しかし、この偏った力は、近未来を生き抜く力となり得るだろうか。翻って、私たちは、これからの学校教育の場で養うべき学力は何か、という問いと真摯に向き合わざるを得ないのである。

これからの教室では、次の点により一層留意しなければならない。すなわち、ネット上に公開されている授業とは違って、問題解決に当たっては、様々な状況･条件を整理させ、必要となる既習知や情報を明らかにさせ、多様なアプローチで解決を図り、それらを比較対照してそのプロセスを吟味するということである。結果としての知識・技能を受動的に理解し、それを別の類題で再現して定着させるといった水準の学習を超えて、「学び方を

学ぶ」という方法知をも意識した学習展開が強く要請されるのである。

また、さらに加えて、具体的な「目的意識」を持って方法知を獲得していくという点も重視すべきであろう。なぜなら、学んだ事柄やその学び方といったものは、身に付けて完結するような性質のものではなく、眼前の新たな課題・問題に挑むための手段・態度であり原動力だからである。このように考えると、「目的意識を持って主体的に取り組み、その個別・協働の学習過程で新たな知識や技能、論理的に考え表現する力等を育み、それらを未知の場面に活着させる」という点を基軸にした学習が、それぞれの教室に求められていると言えるのである。

とりわけ、論理的思考力の育成という面からは、数学科や理科、国語科を始めとして、あらゆる教科で横断的に取り組まれている。もちろん、「総合的な学習の時間」においても、後述の通り重視されている。本校では、自由研究を中心に育まれているが、一般的には学校行事との関連から、具体的な目に見えやすい最終的な成果に意識が向き、プロセスを如何に充実させるかといった観点が希薄になりがちである。勢い、論理的思考の育成などは、具体的成果物の背後に追いやられ、ややもすると、生徒がそれを獲得するかどうかを生徒自身に預けてしまいかねないのである。

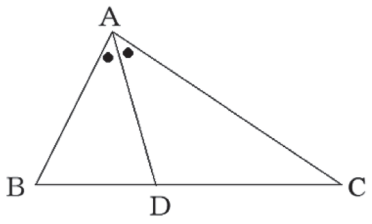
そこで、本稿では、「総合的な学習の時間」において論理的思考力に焦点化した教材を開発・提案し、その教材と数学科における論証教材との異同も整理しながら、その学習効果を検証する。そのことで、論理的思考力の育成を前面に掲げた学習が実現すると考える。

Ⅱ．数学科における論証指導

(1)「納得性」

数学科における論証指導の特長は、個別具体に捉えれば多面的な分析が可能であるが、ここでは２つに絞って指摘しておきたい。その一つは、内容知についての「納得性」であり、もう一つは、方法知に関わっての「汎用性」である。

「納得性」とは、万人が直観的に納得できる性質を有しているということである。例えば、三角形の内角の二等分線に関する定理として、右の図がある。ここで、



ＡＢ：ＡＣ＝ＢＤ：ＤＣ

が成り立つ。この定理の水準になってくると、二等辺三角形の底角定理ほどには直観的な自明性はないが、「言われてみると、そうかも知れない」という程度には納得のいく内容ではある。

こうした「納得性」の起原には、公理の存在がある。ユークリッド原論では、「任意の１点から他の１点に対して直線を引くこと」や「任意の中心と半径で円を描くこと」のように、「誰もが正しいと認めている真実」を公理（公準・要請・共通概念）と呼び、これらを出発点に論理展開しているため、そこから導き出された結論もまた、直観的に正しいと納得できる「真実性」を帯びるわけである。ただし、ヒルベルトが「点、直線、平面の代わりに、テーブル、椅子、ビールジョッキに置き換えられねばならない」と述べた通り、現代数学における公理は「絶対的な真実」という立ち位置にはなく、単に「出発点としての仮定」「相互関係を規定したもの」という意味になっている。

(2)「汎用性」

次に「汎用性」であるが、これは、証明に関わる技術・技能が数学という教科領域を超えて、あらゆる場面で物事を論理的に判断したり説得したりする手段として生きて働く、ということである。

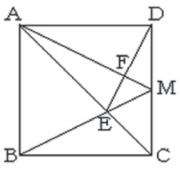
この「汎用性」の根幹を成すのは、「Ａは事実である。ＡならばＢである。ゆえに、Ｂも事実である。」という三段論法であるが、細かく捉えれば、中学校数学の範囲だけでも、直接証明を始め、転換法や同一法などもみられる。さらに、「反例」を挙げることも、れっきとした証明であることを理解させる必要がある。

また、「逆思考」で論理の鎖を繋いでいく態度も重要である。例えば右は、本校中学３年生の定期試験で出題したものであるが、この問題のように、順思考だけでは円滑に証明過程が見通せない結論の場合、結論から逆に辿っていくことで解決することも多い。

まず、「結論を示すには、その前段でＣでなければならない。Ｃを言うには、その前段でＢでなければならない。」という逆思考により、Ｂから結論までの道筋を捉えておくのである。

続いて、Ｂが事実であることは、「仮定からＡが言える。ＡならばＢである。」という順思考により、簡単に導けるとすると、これで仮定から結論まで、論理の鎖が繋がったことになる。

10. 右の図で、四角形ABCDは正方形であり、Ｍは辺ＣＤの中点である。対角線ＡＣと線分ＢＭとの交点をＥ、線分ＡＭとＤＥとの交点をＦとする。



下の「思考の舞台裏」は、△ＡＭＤ∽△ＤＭＦであることの証明方法を逆思考も使いながら考えたものである。

【思考の舞台裏】

もし、△ＡＭＤと△ＤＭＦが相似だったら…

↓ ＤＥを延長してＢＣとの交点をＮとすると…

（　ア　）≡（　イ　）になるはず。

↓ すると、Ｍ、Ｎは各辺の中点だから…

点Ｅは、△（　ウ　）の（　エ　）になるはず。

(1) 空欄部に入る言葉や記号を答えよ。

(2) 上の二重枠で囲った内容が正しいことを簡潔に述べよ。

Ⅲ．数学科と総合的な学習の時間との相違

(1) 数学科

総合的な学習の時間の目標や内容に関わって、「他教科等の目標及び内容との違いに留意しつつ、他教科等で育成を目指す資質・能力の関連を重視する」ということが、学習指導要領に掲げられている。したがって、教科と総合的な学習の時間で相互補完的に同じテーマを扱う場合でも、それぞれで使用する学習教材や指導方法は必然的に差異が生じるということに留意しなければならない。

さて、中学校学習指導要領（H29 告示）に示されている数学科の目標であるが、

> 数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す。
> (1) 数量や図形などについての基礎的な概念や原理・法則などを理解するとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付けるようにする。

(2) 数学を活用して事象を論理的に考察する力、数量や図形などの性質を見いだし統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養う。
(3) 数学的活動の楽しさや数学のよさを実感して粘り強く考え、数学を生活や学習に生かそうとする態度、問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとする態度を養う。

と示されている。上記 (1) ～ (3) は、学校教育法第 30 条に示された学力の要素としての３つの柱「知識・技能」「思考力・判断力・表現力等」「学びに向かう力・人間性等」を土台にしたものである。

「中学校学習指導要領解説　数学編」では、「論理的」という語が 100 か所に出ており、論理的に説明したり、考察したり、表現したりすることが求められている。特に、数学教育の根幹を成す「数学的な見方・考え方」については、「事象を、数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、論理的、統合的・発展的に考えること」として整理されている。そして、「現代の社会生活において思慮深く賢明な市民として生きていく」ために、「図形の性質を直観的、論理的に考察する幾何的な見方・考え方」などを自在に働かすことが大切であると述べ、具体的には中学２年における論証指導を中核に据えた学習が展開されることとなる。

ところで、論証指導の意義は、「古くから数学における証明の営みは、ある事柄が正しいことを自分が納得し、他人に説得するという役割を担ってきた。同様に、論理的に考察し表現する力を育成することにより、自分が納得できるとともに他人に説得できるようになると実感できるようにすることが重要である。」という解説の一文に、如実に表れていると思われるが、実際の教材や学習展開を振り返ってみると、生徒の意識は、結果としての三角形や四角形の性質、あるいはその活用法ばかりに向き、肝心の論理的なプロセスは背後に押しやられがちである。ましてや、幾つかの公理（公理的に扱った定理）と定義からどのように世界が広がっているのか、その公理系に意識が向くことは稀である。結果として、論証指導の意義は半減し、ややもすると、二等辺三角形ならすべての二等辺三角形で、平行四辺形ならすべての平行四辺形で一般的に言うためには証明が必要だ、と頭では理解していても、やはり小学校で学習した図形の性質を面倒な手段でおさらいしているようにしか感じられない、ということになりかねないのである。

(2) 総合的な学習の時間

総合的な学習の時間の解説を繙くと、その本質は、

A）課題の設定：体験活動などを通して、課題を設定し課題意識をもつ
B）情報の収集：必要な情報を取り出したり収集したりする
C）整理・分析：収集した情報を、整理したり分析したりして思考する
D）まとめ・表現：気付きや発見、自分の考えなどをまとめ、判断し、表現する

という学習過程にあり、それを発展的に繰り返していく探究的な学習を担保する必要があるということである。

具体的な探究課題としては、①現代的な諸課題に対応する横断的・総合的な課題、②地域や学校の特色に応じた課題、③生徒の興味・関心に基づく課題、④職業や自己の将来に

関する課題などが挙がっている。

そして、①については、国際理解、情報、環境、福祉・健康などが、②については、町づくり、伝統文化、地域経済、防災などが、③については、ものづくりなどを行い楽しく豊かな生活を送ろうとすること、生命の神秘や不思議さを明らかにしたいと思うことなどが、④については、具体的な活動体験や調査活動、仲間との真剣な話合いを通して学び合うことなどが例示されている。全般的に、社会生活や人生の断面に認められる課題、平たく言えば、日常生活に直結または関連付けられた課題が多いことが分かる。

ところで、論理的思考力というものに限局してみると、例えば、指導計画の作成に当たって「言語能力、情報活用能力などすべての学習の基盤となる資質・能力を重視すること」が挙げられ、この中の「言語能力」の定義「言語に関わる知識及び技能や態度等を基盤に、『創造的思考とそれを支える論理的思考』、『感性・情緒』、『他者とのコミュニケーション』の三つの側面の力を働かせて、情報を理解したり文章や発話により表現したりする資質・能力のことである」の中に「論理的思考」という語が認められる。また、上述した学習過程の「D）まとめ・表現」に関しても、「相手や目的に応じてより分かりやすく伝わるように、より論理的で効果的な表現を工夫したり、……」とも示されている。

ここで気になるのは、数学科の論証では、あくまでも数学的な真理を追究することが前面に押し出されているため、純粋な論理的思考力がどこまで錬磨できるのかという点と、ややもすると数学の閉じた世界における数学的な論理に、どこまで汎用性が期待できるのかという点である。これをそのまま、何のステップも踏まずに一足跳びに、日常生活の課題を論理的に解決し、それを表現していくという探究活動に転移させられるであろうか。

このように考えると、学問的背景を有する数学科の課題と日常生活の課題との間には、やはり一定の距離があるわけであるが、両者の結節点を見出していくという観点も必要だと思われる。すなわち、「中学校学習指導要領解説 総合的な学習の時間編」で述べられている、「各教科等と総合的な学習の時間とは、互いに補い合い、支え合う関係」であり、また、「各教科等で身に付けた資質・能力を関連付け、活用・発揮することを経験することにより、日常の学習活動や生活における様々な課題に対する解決においても、各教科等で身に付けた資質・能力を働かせる生徒の姿が期待できる」ということの実現は一朝一夕に進むものではなく、両者の異同や関係を見極めつつ結節点を明瞭に意識して計画・実施することに、より一層留意していかなければならないのである。

そこで、数学科の論証指導で使用する学習素材が小学校で直観的に学ばれてきたため、具体物としての三角形や四角形ばかりに関心が向かい、「論理的に思考し、表現・説明するための論証力」が意識化されにくいという側面があったことに鑑み、総合的な学習の時間の教材開発に当たっては、数学的素材から距離を置くとともに、ゲーム感覚で論理を積み重ねていくことのできる、純粋に論理的思考力の育成に的を絞った素材であることを必須条件としたい。

次節からは、総合的な学習の時間に使用する教材開発の経緯なども踏まえながら、その教材を用いて、数学科と総合的な学習の時間との結節点に位置づく授業を提案し、その効果について整理することにする。

Ⅳ．総合的な学習の時間で使用する教材の開発

(1) 教材開発のねらい

以上の考えに基づいて、論理的思考力を育成するというねらいに肉薄することを狙って、ユークリッド原論の定義・公理・公準に代わる「マルシカゲーム」空間を自作した。本教材は、単純明確なルールの組み合わせで定理を導出したり、未知の定理を導く過程を逆思考で探ったりする経験を通して、論証に対する基礎的な学習モデルを獲得させ、論理的に考える楽しさを味わわすことに資するものである。

「マルシカゲーム」という名の通り、ゲームの体裁を採っている。ゲームには目的と道具とルールが付きものであり、ここでは、目的を「体によい物質をいろいろつくる」こととし、道具としては、○、□、●、■の４種類の記号（物質）を用いている。ルールとしての約束は、以下の通りである。

約束Ⅰ：「○は、体によい物質である。」

約束Ⅱ：「体によい物質を加工した物質も体によい。」

約束Ⅲ：「次のＡ～Ｃの３通りの加工がある。」

加工Ⓐ：右から１つ目の図形と同じ形で同じ色の図形を、
もう１つ一番左につけ加える。
【例】○■■　→　■○■■

加工Ⓑ：左から１つ目の図形と同じ形で違う色の図形を、
もう１つ一番右につけ加える。
【例】○■■　→　○■■●

加工Ⓒ：同じ形で同じ色の図形が２つだけ連続しているところを、
それとは違う形で同じ色の図形１つに置きかえる。
【例】○■■　→　○●

(2) 教材の特長

本教材は、次のような特長を備えている。

ⅰ）ゲーム感覚で論理を積み重ね、様々な物質を新しく創り出すことができる。
（ゲームのルール・約束が定義・公準・公理に、創り出した物質が定理に相当）

ⅱ）数学的な要素を排している。
（４つの記号○□●■と３種類の加工を用い、数学上の知識やセンスは不要）

ⅲ）論理的思考の勘所を追体験することができる。
（逆思考、同様に考えること、等についての本質を簡単明瞭に理解可）

ⅰ）については、定理に相当する新しい物質を創り出し、相互に問題を交換して、その物質を創り出すプロセスを探究し合うことが容易である。そして、そうした探究的な活動を通して、論理の鎖を繋ぎ合わせ、仮定から結論への道筋を浮き彫りにしていく経験を豊かにすることができるのである。

ⅱ）については、内容が無味であり、ヒルベルトの功利主義的な色合いを帯びているということに他ならない。これは、数学的な知識・技能や数学的センスなどの必要性がないという大きな特長を生み出しているが、一方で、裏を返すと、得られた「体によい物質（定

理)」が自明の真理とは言えず、その正しさを直観的に納得することが難しいということでもある。

iii）については、相互矛盾のない物質（定理）を作ったり、順思考と逆思考を相互補完的に活用したり、「同様に考える」ということを意識したりするなど、ユークリッド原論をベースにした数学科の論証幾何でさえ手薄になりがちな「論理に関わる純粋な思考法」を前面に押し出し、集中的に学び獲得しやすくなるということである。なお、これらの特長は、ゲームのルール（公理系）を設定する際に、①整合性〔無矛盾性〕、すなわち互いに矛盾する命題が公理系に内蔵されていないこと、②独立性、すなわち必要最小限の公理から成り余分なものがないこと、等を担保したことに端を発するものである。

Ⅴ．授業実践

(1) 授業構想の原案

①目標：ある事柄が正しいことを筋道立てて説明するための勘所を、「マルシカゲーム」を通して主体的・体験的に学び、表現し、相互評価する。

②展開の大要（２時間構想としての流れ）

	学 習 活 動	主な発問 と 生徒の思考の様相	留意点
導入	①学習の方向性		
	「マルシカゲーム」の説明書を読んで、理解しよう。		
	・Ａ～Ｃの加工方法の確認	Ａの【例】○■■ → ■○■■ Ｂの【例】○■■ → ○■■● Ｃの【例】○■■ → ○●	
展開	②加工方法と定理の導出		
	学習プリント [1][2] について、一緒に考えていこう。		
	・加工方法の習熟と基本定理の導出	【順思考】加工Ａ・Ｂを使うと、加工後の物質はどうなるか？ 【逆思考】○印が１つ増えるのは…？	・「○→□」は今後、使用可能である
	学習プリント [3][4] を５分間で考え、その後、ペアワークによる交流をしよう。		
	・逆思考と定理から定理を導出する経験	※３つの加工を用いて■□■になったと考えて、加工前の状態を考察する。	・「○→■□■」は定理である
	③「同様に」の意味		
	学習プリント [5] を考えるとともに、とおる君の発想のよさを交流しよう。		
	・既習知に基づく「同様」に証明するということの経験	※「○→□」および「□→■□■」の加工の流れを踏まえ、「□→●○●」を導く。	・出発点の○が変わった時の見通しを持つ。

展開	④定理づくり 学習プリント［6］に取り組み、考えた「体によい物質」を友達に出題して解き合おう。（後ほど、数人に黒板で発表させる）		
	・定理の自作（発見）とその証明への興味喚起	※あまり加工を重ねすぎないよう留意しながら、体によいシンプルな物質　を見出し、その加工過程を探求する	・複雑な物質は、美しい定理ではない。
まとめ	⑤学習の要点 筋道立てて説明する上で大切にすべきことを整理しよう。		
	・学習内容や方法の整理と自己評価	※定義・公理・定理等に準ずる視点を個々でまとめる。	・次時の導入で紹介する。

③評価の観点

1）本ゲームにおいて、筋道立てて簡潔・明瞭・的確に説明するコツを理解している。

2）定理発見への論理的な思考プロセスを簡潔・明瞭・的確に表現し伝えている。

3）ゲームの楽しさを体感し、主体的に問題発見・解決・改善を目指そうとしている。

(2) ワークシート構想

上記の「展開の大要」だけでは、詳細が分かりづらいため、ワークシート「◎論証の基礎を学ぼう！」を便宜的に資料１として示し、それに基づいた補足をしておく。

まず、【説明書】であるが、これは原論における定義や公準（要請）・公理（共通概念）に当たる。「加工Ｃ」の「２つだけ連続」は、３つ以上連続すると使えないの意である。「とおる」君が「○は、体によい物質です」と述べた理由は、公理としての【説明書】に立ち返って確認させたい。ただ、原論の公理は万人が感覚的に納得できるものであったのに対し、「マルシカゲーム」の【説明書】は機械的・無内容なものである。これは、上述した教材観の意義を追究しやすいという長所と引き替えに、次のような短所がある。すなわち、加工方法に慣れるのにやや時間を要するだけでなく、ややもすると、加工プロセスがルーティンワークとなり、直観の働く場面が激減しかねないのであり、留意しておきたい。

次に、発問［1］［2］では、各加工が一方通行で、逆操作はできないことを確認したい。例えば、加工Ａは「○→○○」を可能にするが、「○○→○」を可能にするものではない。

発問［3］では、４通りすべてを答えさせるとともに、①加工Ｂが使えない理由、②●●□●●の位置づけ（現時点で「体によい」ことが保障されていないこと）を押さえたい。

発問［4］は、論理的にスタートからゴールまで辿る大変さを感得しつつ、加工Ｂで□を□■にするという直観的な見通しを持たせる意図である。論理的には、加工Ａで□を□□に加工することはできるが、必ずしも論理的に正しいことがゴールへの正しい道筋とは限らないことを、ここでは掴ませたい。

発問［5］については、直観的発見と論理的な検証が必要な極めて重要な学習場面であり、この一点だけに絞った１時間構成の授業を展開するのも一案である。その場合は、「○→■□■」と同様にすれば「□→●○●」もできるとの直観が生徒の側から生み出される場を設けるとともに、直観の正しさを保障する根拠を加工Ａ～Ｃの特徴に求めていくよう

な工夫が必要である。

発問［6］では、「体によい物質」を自作したり、それが体によい物質であることを「証明」したりする場面では、必ずしも○から出発する必要のないことに気付かせたい。しかし一方で、根拠なく●●□■のようなものから出発していては、加工そのものは可能でも、そこから生まれた物質が「体によい」という保障は得られないことにも意識を向けたい。

発問［7］は、新たな加工を付加する場を設けたもので、整合性、独立性などに留意して考えられるように導きたい。そのことで、元の３つの加工から生まれた「体によい物質」は、相変わらず「体によい物質」であることを確かめることができる。

(3) 授業構想の修正案

さて、上述の原案では、「○から■□■をつくったのと同様に、□から●○●がつくれる」ことを説明する展開であったが、自ら発見した事実ではないため、これに対する疑問や不思議さは感じにくい。学びに向かう意欲・関心を大切にする観点から、修正案では、この事実を発見する場を設けることにするが、原案のルールの下では２種の分岐図しか作成できず、全体像を俯瞰するには情報量がやや少ない。そこで、より劇的な出会いと発見を大切にするため、前提条件としての約束Ⅰ「○は、体によい物質である」を、

約束Ⅰ'：「○と●は、それぞれ体によい物質である」

に変更した。このことで、４種の分岐図（p. 26 図１～４）を観察できることになり、全体の加工プロセスが俯瞰しやすくなった。ただし、「体によいとは言えない物質」を見つけづらくなったため、２つの図形を組み合わせただけの物質に限定して考えさせることにした。以下に、修正した授業構想案を示すことにする。

①目標：出発点となる「物質」の形や色を変えて同じ「加工」を順序的に行うとともに、それらを俯瞰的に比較することを通して異同を捉え、その理由を考察し表現する。また、Ａ～Ｃの加工では出てこない物質を挙げ、その理由も追求する。

②前時の学習：まず、「マルシカゲーム」の約束を確認し、３つの加工を理解した上で、どのような「体によい物質」が生まれるかを体験するとともに、逆に、この加工からでは●が生まれない理由を考えた。逆思考で考え始めた生徒が、ある瞬間に白色の図形が全く現れないことを直観した。

次に、「約束Ⅰ」を「○と●は、それぞれ体によい物質である。」に変更して考えることとし、○、□、●を出発点にして生まれる体によい物質を、小集団に分かれて調べた。

③展開の大要

主な学習活動	学習状況と生徒の思考	留意点
①前時の確認 **②■からの分岐図の作成**	・○、□、●から加工し始めてできる物質の「分岐図」から、作成過程を思い出す。	・模造紙の貼付 ・加工Ａ～Ｃを確認
■から加工し始めてできる物質を「分岐図」で表そう。		
・分岐図の作成	・加工Ａ～Ｃを用いて規則的に示す。	
■から始めた分岐図に示された物質は、「体によい」と言えるか。		

・■から生まれた物質が体によい根拠	・■が体によい物質だからである。（■は、体によい●から生まれる）	・根拠は説明書に求めさせる
③４種の分岐図の俯瞰		
これらの分岐図を見比べて、どのようなことに気付くか。		
・形と色に着眼	・形や色が入れ替わっている。 ・形と色が共に入れ替わっている。	・対角線方向にも言及させる
気付いたことが正しいことを、36 人の眼で点検しよう。		
・発見事項の正しさ	・４種の分岐図を比較し点検する。	
形や色が入れ替わっただけの分岐図ができたのは、なぜだろうか。		
・発見事項の根拠の考察と発表	・加工の仕方について、分析考察する。 ・付け加えたり、置きかえたりする物質は固定されておらず、元の状態に応じて流動的。	・個別から小集団に移行し、代表者が発表する。
※１:加工Ａの「同形・同色」を「同形・白色」に変更した場合と比較しよう。		
（上記の※１は、必要に応じて発問することとする。）		
④分岐図に現れない物質		
※２：「体によい」とは言えない物質を考えてみよう。		
（上記の※２は、時間的な余裕があれば発問することとする。）		
・２つの図形からなる物質でできないもの	・４種の分岐図を観察し、○□、□○、●■、■●がないことに気付く。	
○□が「体によいとは言えない」（分岐図に現れない）のは、なぜだろうか。		
・分岐図に現れない理由を考察	・加工する１つ前の状態を考える。 ○○○からの加工Ｃは使えない。 □□□からの加工Ｃも使えない。 → よって、○または□が付加された。 ところが… □を○□にする加工はない。 ○を○□にする加工もない。	・逆思考の利用 ・「加工ＡやＢも使えない」という表現でも可とする。
⑤本時のまとめ		
今日の学習で学んだことを、自分なりに整理しよう。		
・学習の振り返りと整理	・見方や考え方についてまとめる。 ・ペアで整理した中身を交流する。	

④次時の学習：まず、本時の学習を振り返った後、個々で「体によい物質」をつくり、それを級友に出題して解き合う。このとき、あまり加工を重ねすぎないようにしながら、体によいシンプルな物質を見出すよう促す。

続いて、加工のプロセスと思考のプロセスについて、黒板で発表する。ここでは、加工のプロセスと思考のプロセスは、必ずしも一致しないことに留意する

とともに、「●□●は、体によい物質である」などを“定理”としてまとめる。

次に、分岐図に現れない「体によいとは言えない物質」を、体によい物質にするための新たな加工Ｄを考え検証する。さらに、加工Ｄを加えても、先ほどまでの定理は生きていることを確かめる。なお、指導者は、加工Ｄを設ける場面で、加工Ａ～Ｃが否定されるものをつくっていないかを確認しておく必要がある。最後は、「筋道立てて説明する上で大切にすべきことを整理しよう」と投げかけ、自分なりの気付きを言語化する。

⑤評価の観点：

1）４種の分岐図の異同を見出し、その理由を考えようとしている。

2）○□が分岐図に現れない理由を、逆思考を用いて説明できる。

(4) 主な授業場面とその考察

前時では、次頁の【図１】や【図２】を関することで、この「マルシカゲーム」の設定では●が生まれないという予想を立てることができた。理由を考える場面では、経験の浅い中学１年生のことなので、順思考で●を創り出そうする生徒が大半であった。しかし、収穫は、有限の範囲における順思考で●ができなかったからと言って、論理的に●ができないということにはならない、という事実に気付いた点であった。それは、順思考を繰り返せば本当は●が創り出せる、という可能性を否定できないということである。

そこで、「もし、●ができたとすると、加工の一つ手前の状態はどんな物質だったのか、逆から考えてみよう」と促した。この逆思考で考え始めた生徒は、ある瞬間に白色の図形が現れないことを直観した。それを丁寧に言語化したのが、「加工ＡやＢからでは、物質の要素の数が増えるので、●１つにはなりません。加工Ｃから●ができたと考えられます。だから、一つ手前は■■。■■の一つ手前は、加工Ａを使ったとすると■だけど、これは●１つと同じことで、考え方としてはループに入ります。加工Ｂからでは■■は作れません。加工Ｃを使ったとすると、●●■、■●●のどちらかです。（以下、略）」というものであった。この後、もう１段階手前の状態まで遡って説明し、例えば「■●●とその一つ手前の●■■を比べるとループに入っています」や「加工Ｃで一つ手前の状態を考えると、物質の要素の数が増える一方です」などと表現していた。そして結局、この生徒の結論は、「考え方がループに入るか、物質の要素の数が増えるかなので、白丸一つには辿り着かない」というものだったのである。

黒板に図を描きながらのこの説明を聞いていたある生徒は、「白い物質が一つもない」ということに気付いた。そして、「三つの加工方法のどれを使っても、白い物質は必ず残るはずです」と述べ、エレガントに解決してしまったのである。

この論理的な観点は、本来ならば逆思考を用いなくても直観できるかも知れない。しかし、中学１年の発達段階を考えると、逆思考によって具体的な物質の前段階の状態を辿ったからこそ、それらの物質の全容を俯瞰し、黒一色であることを目の当たりにして、初めて気付くことのできた観点だったとも言えよう。

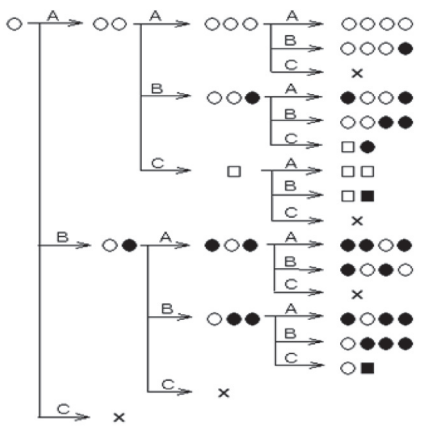
そして、上述の遣り取りを経たことで、授業終盤に自然な形で、「●が創り出せないため、約束Ｉの代わりに約束Ｉ’を新たに設ける」というルールの微修正が行えたのである。次頁の【図３】については、一から考えていくのではなく、【図１】と対比的に考えながら作っていく生徒も多く見られた。

さて、本時であるが、まず授業冒頭で、前時に完成させた【図１】【図２】【図３】の分岐図を黒板に掲示し、「マルシカゲーム」のルール・約束を振り返った。その際、どのような加工なのかがピンポイントで分かるように、加工箇所だけを赤色にした「説明書」も掲示した。

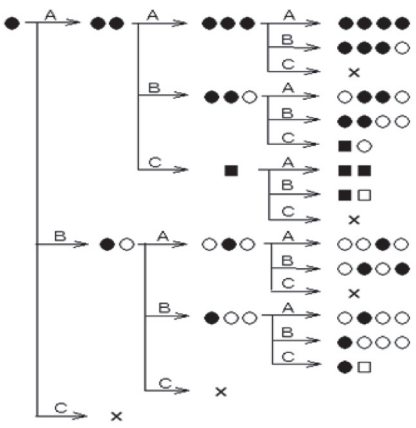
次に、【図４】の分岐図では、時間短縮のため、予め作成したものに付箋紙で必要箇所を隠し、生徒に答えさせながら剥がしていくようにした。その後、この【図４】に示されている物質は体によいかを問い、その根拠を「約束Ⅰ'」「約束Ⅱ」及び【図３】の中に■がある、という点に求めさせた。

このように論理的に考えるための前提条件を丁寧に押さえることが重要で、どれか一つでも抜け落ちると論理が瓦解する。しかし、数学教材では内容に意味があり、誰もが真実だと納得できる世界で議論しているため、場合によっては、根拠が略されているのに、説明する側もされる側も気付かないということが見られる。それに比べ、本教材の場合は内容に意味を持たせていないため、却って必要な根拠が明瞭になるのである。

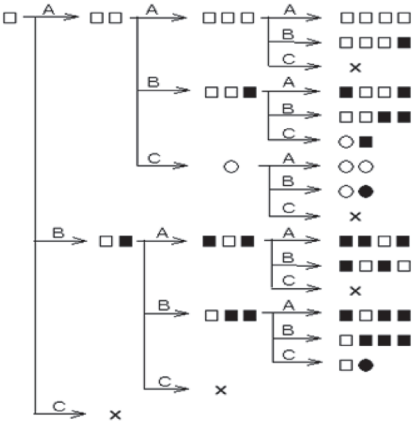
【図１】



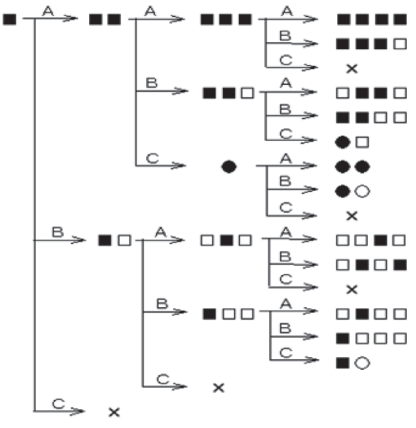
【図３】



【図２】



【図４】



続いて、順思考によって導かれた【図１】から【図４】までを俯瞰させ、発見したことを発表させた。上下では形が、左右では色が反転している。したがって、対角線方向では、形と色の両方が反転する。このことを 36 人全員の眼で一斉にチェックして、間違いのないことを確かめた。こうした一斉チェックはわずか１分ほどで済むにもかかわらず、省略されてしまうことが多い。ここは、今後の議論の出発点となる事実の正しさを確定させておかなければ、すべてが無に帰すということを体感させるよい機会であろう。

次に、４つの分岐図に関する発見事項が生まれた原因を論理的に追求した。まずは、原因を「予想」することに取り組んだ。生徒は、当然ながら、最初に設定された「マルシカゲーム」のルールに原因があるはずだと考え、その特徴を掴もうとする。しかし、本質に迫る生徒はほとんど認められない状況であった。このゲームの設定条件や加工方法の構造に切り込むには、時期尚早であったかも知れない。

そこで、「予想」を一旦保留にしておき、検証に用いる予定であった資料４（p.33）の「◎加工条件の変更図」の左半分を与えて考察させた。本来ならば「予想」をさせ、その予想が正しいことをどのように確かめるのかという「検証方法」も考えさせた上で、この「◎加工条件の変更図」を手渡したいところではあった。しかし、限られた時間的制約から、本実践では急遽、「予想」するための糸口として、図の左半分を与え、それを基に「予想」させ、図の右半分で検証させるという形に切り替えた。

すると、生徒は【図５】から【図８】を俯瞰した結果、【図５】と【図６】、【図７】と【図８】に見られる通り、上下の図については形が反転するという特徴が残っているものの、【図５】と【図７】、【図６】と【図８】という左右の図には、色の反転が認められないことに気付いたのである。ここに至ってようやく、生徒のワークシートに「加工方法が固定されていない」という意見が見られるようになる。これは、言葉足らずな表現であるが、本質を突いたものであった。実際、他の生徒の記述には、「加工前の物質に応じて、加工後の物質が変化するような設定になっている。つまり、加工前がどんな物質でも、■になるとか、●になるとか固定されていない」という丁寧な表現も認められた。

そして最後は、加工Ａの形に関して、固定的に○形に変更するとどうなるのかをイメージさせ、検証の手続きに代えた。「◎加工条件の変更図」の右半分を配付したときには、イメージ通りの図が紙面に印刷されており、納得の表情を浮かべる生徒もいた。

なお、分岐図には現れない物質の学習は、本時で扱えなかったが、次時では、前時の逆思考の遣り取りが活きて働き、円滑に論理的思考を展開することができた。また、分岐図にない物質、すなわち「体によいとは言えない物質」を、体によい物質にするための加工Ｄを考え検証する場面では、他の加工との整合性や独立性を意識させるとともに、指導者側も机間巡視でチェックを入れた。また、新しくできた「体によい物質」を相互に提示し合い、どのような加工のプロセスを経て創り出すことができるのかを考え合った。

この場面では、論理的に思考してきた一連の学習経験を活かしたアプローチが見られた。例えば、順思考を基本としながらも、論理的に正しい道筋が指数関数的に増えていくため、逆思考も使いながら仮定と結論を繋ぐ道筋を探ろうとする姿が、しばしば認められたのである。また、加工プロセスの全体像を俯瞰したことで構造的な理解が進み、形や色が反転している物質が現れれば、「以下、同様に考えられる」とし、順序的に思考する論理を節約する姿も確認することができた。

Ⅵ. 総括

本研究の目的は、「総合的な学習の時間」において論理的思考力に焦点化した教材を開発・提案し、その教材と数学科における論証教材との異同も整理しながら、その学習効果を検証することであった。

総合的な学習の時間の趣旨に則って開発した「マルシカゲーム」は、中学校数学で扱う論証教材のような数学上の真理とは無関係であるため、万人の「納得性」や「真実性」は担保されていない。すなわち、「内容知」に関してはほとんど意味を成さないのである。しかし、そのことで却って、「総合的な学習の時間」のゲーム感覚で楽しみながら学ばせる教材としては、より大きな効果を発揮したと考える。

第一に、どの生徒も同じスタートラインから論理的思考を働かせることができた。第二に、生徒の意識が論理的思考の積み重ね方という「方法知」に集中するため、論証指導の中で培うべき技術・技能や姿勢・態度を狙い撃ちした学習が実現できたのである。

特に、論理的に正しい道筋は多様に考えられるものの、結論に至る道筋は限定的であることを、体験を通じて学ぶことができた意味は大きい。また、順思考と逆思考を併用すると効果的な場面に複数回出会うことで、主体的にそうした姿勢でアプローチしようとする態度が形成され始めたことも意義深い。さらに、同様に考えればできる場面で論理的思考を節約するという態度も、短期間のうちに身に付けることができた。これは、順思考で導いた複数の結果を俯瞰して考察し、その結果、加工の全体像を構造的に理解できたことに依拠するものである。

総合的な学習の時間の目標にある「探求的な学習のよさを理解する」に関しては、生徒の「予想を立てて、それを論理的に検証していく学習の楽しさが味わえた」「グループでの交流では、自分のフワッとした表現では伝わらないことを実感した。論理的に説明する大切さを学べた」等の感想に代表されるように、論理的な思考力の育成という限定された世界ながらも、十分に達成できたのではないかと考える。

「実社会や実生活の中から問いを見いだす」ことに関しては、もともと本教材が、教科と総合的な学習の時間とのパイプ役を果たす目的で開発されたものであったため、あまり実現されているとは言えない。これについては、今後、本授業で獲得した論理的思考力や、その学習過程における主体的・協働的に取り組んだ探求的な学習の経験が、具体的な日常場面の課題にどう役立っていくのかを追跡し見極めていく必要があろう。

【謝辞】大阪教育大学名誉教授の橋本是浩先生には、本授業を構想・実践するに当たり、一方ならぬご助言とご教導を賜った。ここに心より厚く御礼申し上げる次第である。

【参考文献】

文部科学省（H 29. 7）. 中学校学習指導要領解説 総合的な学習の時間編.
文部科学省（H 29. 7）. 中学校学習指導要領解説 数学編.
中村幸四郎・寺阪英孝 他訳（1996）. ユークリッド原論 縮刷版. 共立出版
瀬山士郎（2019）. 数学にとって証明とはなにか. 講談社
Ｒ．Ｌ．ワイルダー著、吉田洋一訳（1969）. 数学基礎論序説. 培風館
吉田洋一・赤攝也（2013）. 数学序説. 筑摩書房
小島寛之（2008）. 数学でつまずくのはなぜか. 講談社

◎論証の基礎を学ぼう！

資料１

１年(　　)組(　　)番（　　）

ある事柄が正しいことを、すじ道立てて説明するためのコツを学びましょう。
また、誰にとっても分かりやすい簡潔な表現で示す方法を身に付けましょう。

「マルシカゲーム」の説明書を読んで、このゲームで遊んでみよう。

【説明書】このゲームの目的は、体によい物質をいろいろとつくることです。
物質の要素として使う図形には、○、●、□、■の４種類があります。
なお、ゲームの前提として、次のことを約束します。

Ⅰ：「○は、体によい物質である。」
Ⅱ：「体によい物質を加工した物質も体によい。」
Ⅲ：「次のＡ～Ｃの３通りの加工がある。」

加工Ⓐ：右から１つ目の図形と、同じ形で同じ色の図形を
もう１つ一番左につけ加える。

【例】 ○■■　　→

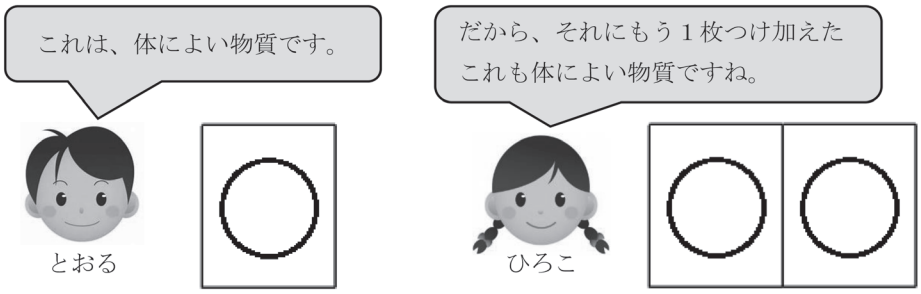
加工Ⓑ：左から１つ目の図形と、同じ形で違う色の図形を
もう１つ一番右につけ加える。

【例】 ○■■　　→

加工Ⓒ：同じ形、同じ色の図形が２つだけ連続しているところを、
それとは違う形で同じ色の図形１つに置きかえる。

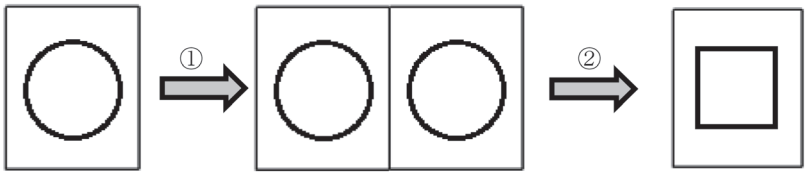
【例】 ○■■　　→

★ここで、４種のカード（×２枚ずつ）を準備しましょう。



［1］ひろこさんは、とおる君のカードの左右どちらにつけ加えたのでしょうか。

［2］ひろこさんは、「□は体によい物質である」ことを、次のように表しました。
矢印①②はそれぞれ、加工Ⓐ～Ⓒのどれを示しているのでしょうか。



［3］ ■□■が体によい物質であるとすると、この物質に加工される直前の物質はどのような物質だったのでしょうか。考えられるものを出し合ってみましょう。

［4］ひろこさんは、体によい物質である□から加工し始めて、■□■が体によい物質であることを説明しました。どう考えたのか、[2]の表し方にならって示しましょう。

［5］とおる君は、体によい物質○から■□■をつくったのと同じようにすれば、□から体によい物質●○●がつくれると考えました。とおる君の考えが正しいことを確かめてみましょう。

［6］体によい物質をいろいろつくって発表しましょう。また、学級の友だちはその物質をどのような加工でつくったのか、お互いに考えてみましょう。

［7］ 体によいとは言えない物質を~~一つ挙げ、それが体によいとは言えない理由を考えましょう。~~挙げることはできますか。また、~~それを体によい物質にするため~~新たな「加工D」を考えてみましょう。

学習のまとめ

すじ道立てて説明するには、お互いにどのようなことを大切にすればよいでしょうか。

資料２

解説編　授業展開上の留意点

◎論証の基礎を学ぼう！

１年(　)組(　)番（　　）

ある事柄が正しいことを、すじ道立てて説明するためのコツを学びましょう。
また、誰にとっても分かりやすい簡潔な表現で示す方法を身に付けましょう。

「マルシカゲーム」の説明書を読んで、このゲームで遊んでみよう。

【説明書】このゲームの目的は、体によい物質をいろいろとつくることです。
物質の要素として使う図形には、○、●、□、■の４種類があります。
なお、ゲームの前提として、次のことを約束します。

Ⅰ：「○は、体によい物質である。」
Ⅱ：「体によい物質を加工した物質も体によい。」
Ⅲ：「次のＡ～Ｃの３通りの加工がある。」

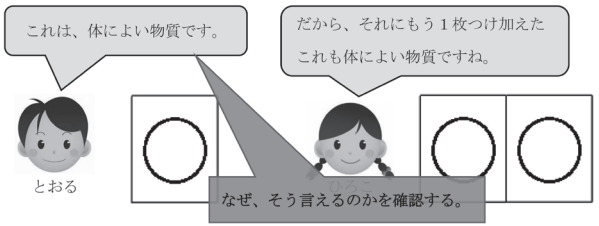
加工Ⓐ：右から１つ目の図形と、同じ形で同じ色の図形を
もう１つ一番左につけ加える。
（同じ色の図形を左に）
【例】 ○■■　　→　■○■■

加工Ⓑ：左から１つ目の図形と、同じ形で違う色の図形を
もう１つ一番右につけ加える。
（異なる色の図形を右に）
【例】 ○■■　　→　○■■●

加工Ⓒ：同じ形、同じ色の図形が２つだけ連続しているところを、
それとは違う形で同じ色の図形１つに置きかえる。
（形をかえて１つに）
【例】 ○■■　　→　○●

「２つだけ」の意味を押さえる。
３つ以上連続していたら、この加工

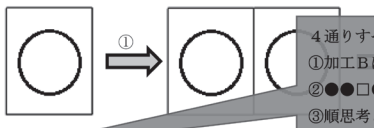
★ここで、４種のカード（×２枚ずつ）を準備しましょう。



なぜ、そう言えるのかを確認する。

［1］ひろこさんは、とおる君のカードの左右どちらにつけ加えたのでしょうか。

［2］ひろこさんは、「□は体によい物質である」ことを、次のように表しました。
矢印①②はそれぞれ、加工Ⓐ～Ⓒのどれを示しているのでしょうか。



４通りすべて出させるとともに、
①加工Ｂは使えない理由
②●●□●●の位置づけ
③順思考と逆思考の用語　を伝える。

［3］■□■が体によい物質であるとすると、この物質に加工される直前の物質はどのような物質だ

論理的にスタートからゴールまで辿る難しさを説明。□から□■へＢを使って加工するという考えは、論理ではなく直観である。論理的には、□から□□へ行くのも正しい。しかし、論理的に正しいこととゴールへの正しい道筋とはイコールではないのである。

［4］ひろこさん

あることを説

［5］とおる君は、体によい物質○から

体によい物質

かめてみましょう。

加工過程が同じであることを確認する。また、各過程でできる物質の色も対比する。
また、論証でよく用いる「同様に」の言葉も教える。

［6］体によい物質をいろいろつくって

をどのような加工でつくったのか、お互いに考えてみましょう。

［7］体によいとは言えない物質

ましょう。また、それを

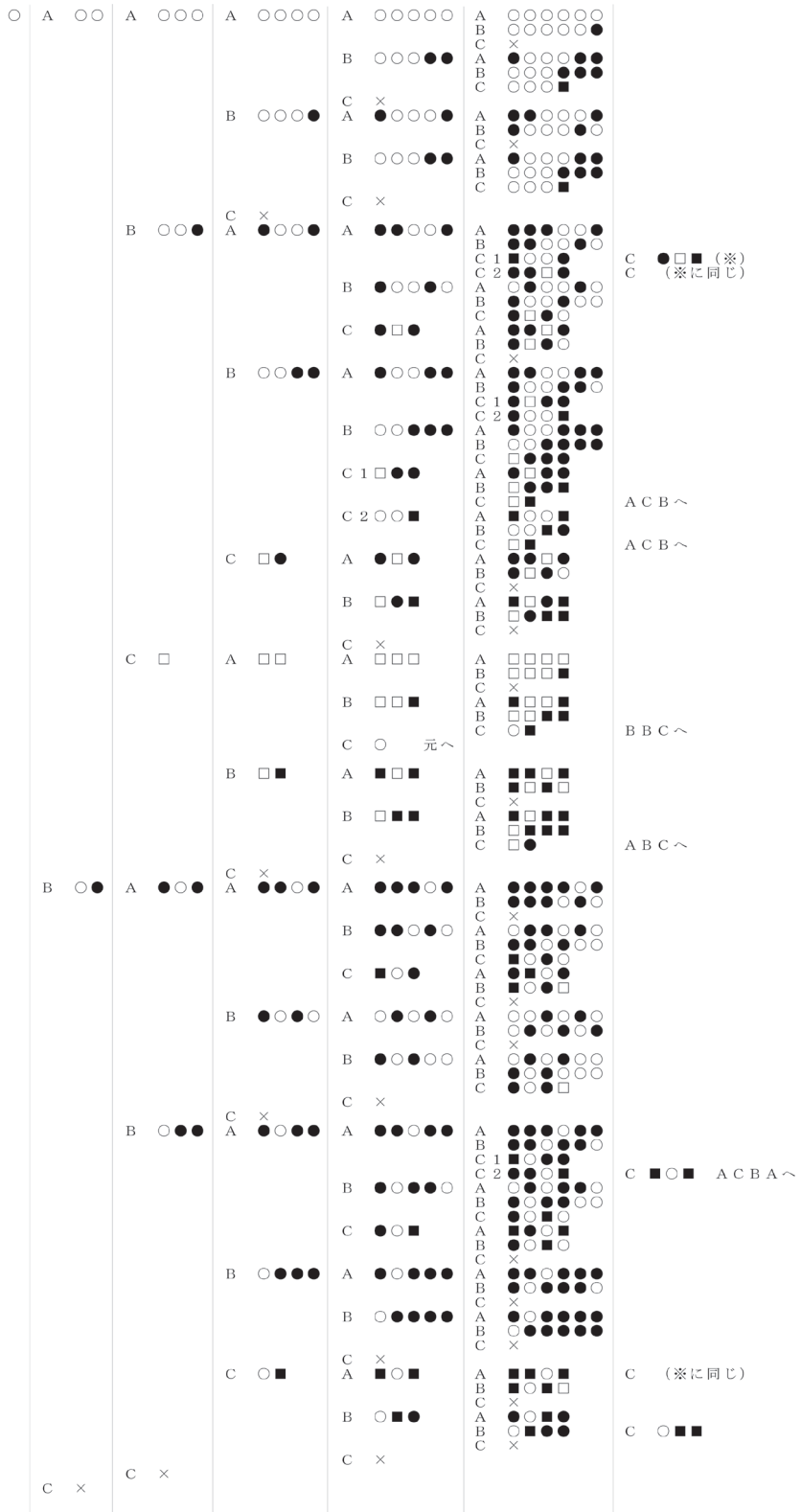
問題を作る場面、問題を解く場面では、必ずしも○から出発する必要はないことを考えさせる。
ただし、黒板に示されている
●●□■などは使えない（スタートからの論理的な道筋に乗っかっていない）ことを発見させる。

学習のまとめ

すじ道立てて説明するには、お互い

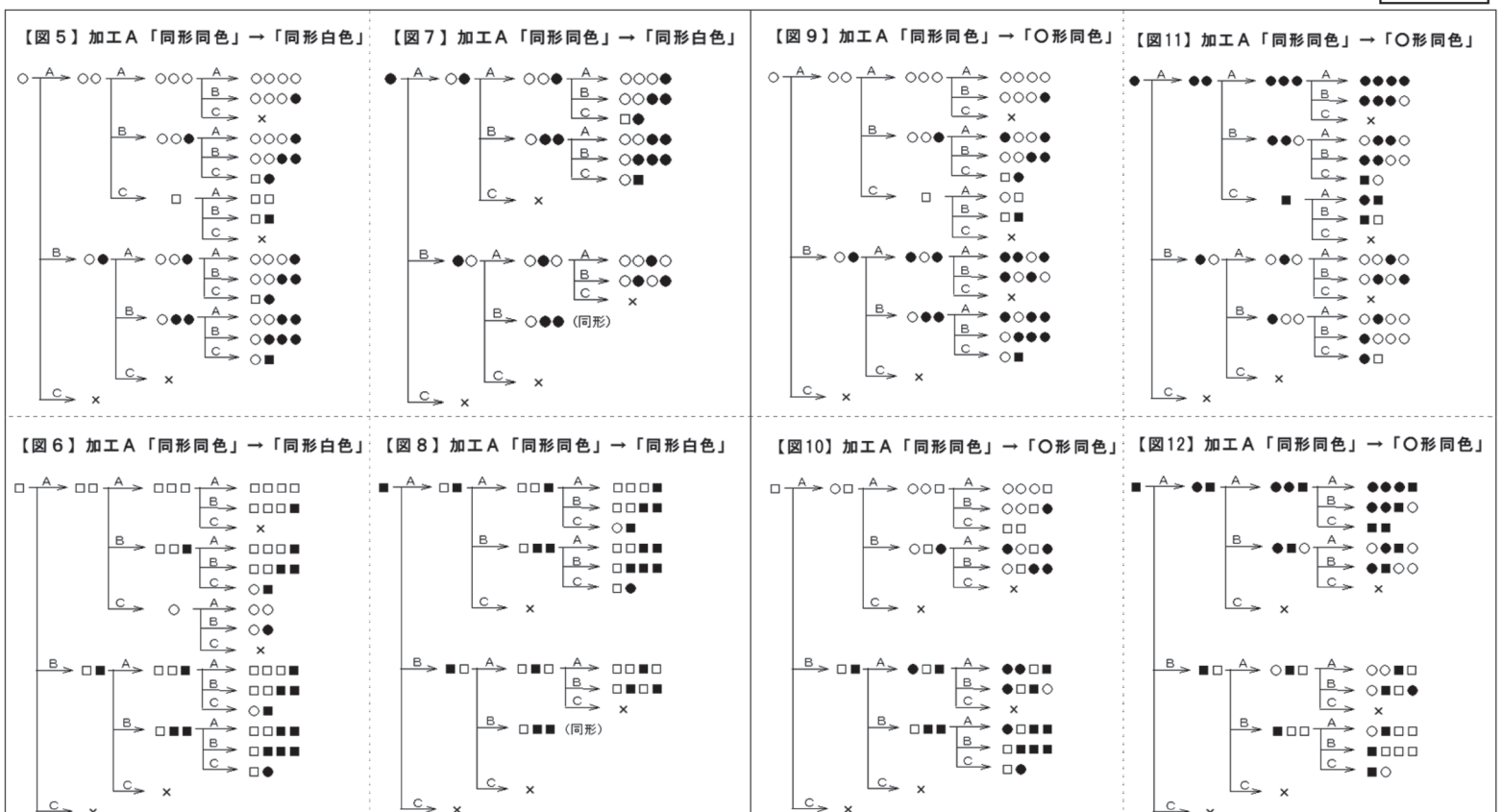
「マルシカゲーム」の加工プロセス（第５段階の加工まで）

資料３



資料4

◎加工条件の変更図



【凡例】 加工Ａ「同形同色」→「同形白色」 ： 加工Ａ「右から１つ目の図形と同じ形で同じ色の図形を、もう１つ一番左につけ加える。」の下線部を「同じ形で白色」に変更した場合の加工プロセスを示した図

Development of Logical Thinking Ability in "the Integrated Learning Period"

Creation of Marushika Game and its Effectiveness

IBARAKI Satoshi

Abstract: This study aims to create and propose material for the development of logical thinking ability in the integrated learning period、to differentiate the game from the materials for reasoning in math lessons、and to prove its learning effectiveness.

As this game was created in keeping with the content of the Course of Study、it does not seek for convincing and veridicality in the materials for reasoning in math lessons for junior high schools in Japan and make any sense about knowledge. On the contrary、the game focuses on the way to pile up the logical thinking as knowledge and reveals the skill and attitude to be raised in the reasoning instruction and has a certain efficacy as materials that students can learn with fun in the integrated learning period as though it were a game.

The learning efficacy should be specifically notable so that it recognized these three facts as below:

1: The route to the conclusion is limited while there are a variety of sound paths.

2: Combination use of order thinking and reverse thinking is effective.

3: Looking over multiple results led by order thinking leads to systematic understanding.

Keywords：logical、inquisition、comparison、analyzation、evidence

ピタゴラス音律の発見を題材にした教科横断型授業の開発

―附属学校と公立学校での授業実践を通して―

鳥飼隆正（とりかい たかまさ）

抄録：　現在の音律のもとになる音律（ピタゴラス音律）を発見したピタゴラスの追体験を題材として，数学に軸足を置いた新しい教科横断型の授業開発を試みた。事前に調査を実施することで生徒の実態を明らかにしながら，３教科を横断する課題学習としての音律の教材化に取り組んだ。研究発表の場として，第95回算数・数学科教育研究発表会*及び，第66回近畿算数・数学教育研究 大阪大会**にて授業提案を行った。本稿は，附属学校・公立学校を問わず，中学生の主体的な学びを創造する授業の開発とその実践の記録である。

キーワード：数学教育，教科横断型授業，課題学習，ピタゴラス，音律，モノコード

Ⅰ．はじめに

中学生に「数学の発展に寄与した人物」を尋ねれば，一体誰を思い浮かべるだろう。私の中学生時代を思い返すと，辛うじてピタゴラスの名を挙げることができただろうか。その程度の怪しいものである。その後，大学で数学を専攻し，数学教師として教壇に立つ中で，後世に影響を与えた数学者やその功労に触れる機会は増えたが，抽象的で高度に積み上げられていく数学の美しさに「人」の入り込む余地がないような錯覚に陥ることもしばしばあった。少なくとも中学校では，意図的に学習場面を設定しない限り，「人」が数学を作り上げてきた側面に気付きにくい現状がありはしないだろうか。無論，数学は机上の学問として発展してきたわけではなく，人類の歴史にとってその存在や発展が必然であり，私たちと同じ「人」が創り上げてきて今日に至る。よって，中学生にとって身近な題材を扱いながら，人と数学の結びつきを実感でき，且つ，新鮮な感動を伴った発見や気づきのある授業を提案できないかと考えたのが，本研究の第一歩である。そして，当然ではあるが「場所や生徒を選ばずに実践が可能な，より現実的な授業提案」をすることを目標に掲げ，研究に踏み出した。

---

* 2019.10.16（水）大阪教育大学数学会 主催，大阪教育大学附属池田中学校にて開催

** 2019.11.15（金）近畿算数・数学教育研究会 主催，大阪市立天王寺中学校にて開催

Ⅱ．授業構想の骨子

音楽，特に西洋音楽と数学の関係を考えるとき，拍子記号が分数で表記されること，速度記号が単位時間に含まれる音符の割合として表されること，音符や休符の長さが特定の音符の長さとの比で定義されることなどが容易に想起される。また，音楽を記録し，再現する上で不可欠と言える楽譜（五線譜）に至っては，横軸に時間，縦軸に音の高低（ピッチ）をとったグラフにほかならない。このように，楽譜の文法である楽典を理解する上で一定の数学的な素地は必要となるが，さらに音楽の歴史を紐解いていくと，音階を形成する基盤となる音律が数学で厳密に規定され，体系化されて今日に至ることが分かる。

中学生にとって，音の高低が連続して変化することは経験的に明らかである。また，理科では，音が空気を伝わる波であることも学習する。その一方で，音楽を習得する過程において「ドレミファ…」という離散的な音の並び，即ち音階が存在することに疑問を抱く経験はあっただろうか。完全８度の等価性や完全５度が協和することも，１オクターブが12音であることも，音楽の根底に単純な数比に基づく秩序を見いだした古代ギリシヤ・ピタゴラス派から脈々と流れている音楽理論の上に成立する。しかし，このことは音楽を専門的に学ぶ以外に感得する機会がない。

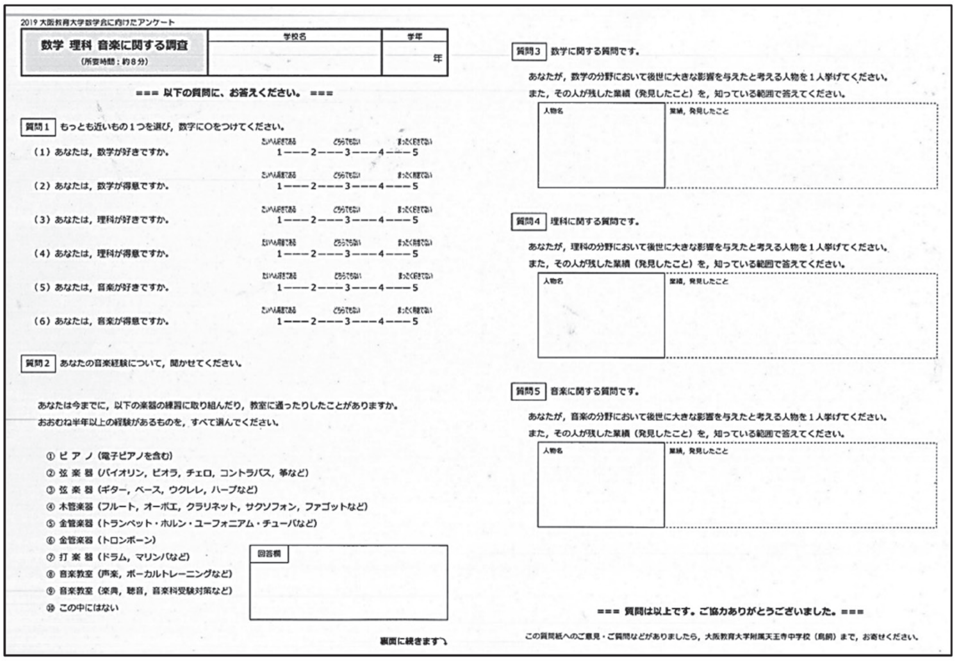
現代では，演奏家は意識的に（あるいは無意識に）純正律による美しいハーモニーを求め，作曲家は12音平均律により転調の自由を得た。最も身近にある楽器の１つであるピアノが基本的に平均律で調律されていることで，我々は協和に基づく音律を意識的に体感する機会は激減したが，それは19世紀以降のごく最近のことである。人類が音楽と出逢ってからのほとんどの時間は，ピタゴラスをはじめ，ケプラー，オイラーなどが音を数で整理し，人間の感性を数で解き明かそうとしてきた数学の歴史でもある。

本研究では，音楽の大前提ともいうべき音律を生み出したピタゴラスの叡智を追体験することにより，物理現象を芸術へと昇華させるのに多大な功績を残した数学的な発想を生徒と共に味わいたい。人間の感性を数で解き明かす試みを通して，数学と芸術，さらには数と人間の深く密接な結びつきを体感できる場面を創出できれば，数学を使う良さを実感し，先人に倣って数学を社会や人生に生かそうとする意欲の向上に繋がるのではないかと考えた。

Ⅲ．生徒の実態　～調査を踏まえて～

教科横断型の題材で授業を構築するにあたり，生徒の実態調査を行った【資料１】。中学生の教科に対する意識を明らかにするとともに，人類が長きに亘って学問や芸術を紡いできた事実を中学生がどのように受け止めているかを明白にすることを主たる目的とした。合わせて，生徒が持つピタゴラス（その功績や音律の発見）に関する知識量や音律への興味関心についても注目して，分析することにした。

【調査対象】中学生903名（附属中学校の生徒540名，公立中学校の生徒363名）
・大阪教育大学 附属天王寺中学校：中２（140名）
附属 池田 中学校 ：中１（139名），中２（106名），中３（155名）
・大阪市立天王寺中学校　　　　　：中３（119名）
・和泉市立 和泉 中学校　　　　　：中２（244名）


2019 大阪教育大学数学会に向けたアンケート

数学 理科 音楽に関する調査
（所要時間：約８分）

学校名	学年
	年

=== 以下の質問に、お答えください。 ===

質問１ もっとも近いもの１つを選び，数字に○をつけてください。

（１）あなたは，数学が好きですか。　たいへん好きである 1－－－2－－－3－－－4－－－5 まったく好きでない（3：どちらでもない）
（２）あなたは，数学が得意ですか。　たいへん得意である 1－－－2－－－3－－－4－－－5 まったく得意でない（3：どちらでもない）
（３）あなたは，理科が好きですか。　たいへん好きである 1－－－2－－－3－－－4－－－5 まったく好きでない（3：どちらでもない）
（４）あなたは，理科が得意ですか。　たいへん得意である 1－－－2－－－3－－－4－－－5 まったく得意でない（3：どちらでもない）
（５）あなたは，音楽が好きですか。　たいへん好きである 1－－－2－－－3－－－4－－－5 まったく好きでない（3：どちらでもない）
（６）あなたは，音楽が得意ですか。　たいへん得意である 1－－－2－－－3－－－4－－－5 まったく得意でない（3：どちらでもない）

質問２ あなたの音楽経験について，聞かせてください。

あなたは今までに，以下の楽器の練習に取り組んだり，教室に通ったりしたことがありますか。
おおむね半年以上の経験があるものを，すべて選んでください。

① ピ ア ノ（電子ピアノを含む）
② 弦 楽 器（バイオリン，ビオラ，チェロ，コントラバス，箏など）
③ 弦 楽 器（ギター，ベース，ウクレレ，ハープなど）
④ 木管楽器（フルート，オーボエ，クラリネット，サクソフォン，ファゴットなど）
⑤ 金管楽器（トランペット・ホルン・ユーフォニアム・チューバなど）
⑥ 金管楽器（トロンボーン）
⑦ 打 楽 器（ドラム，マリンバなど）
⑧ 音楽教室（声楽，ボーカルトレーニングなど）
⑨ 音楽教室（楽典，聴音，音楽科受験対策など）
⑩ この中にはない

回答欄

裏面に続きます

質問３ 数学に関する質問です。

あなたが，数学の分野において後世に大きな影響を与えたと考える人物を１人挙げてください。
また，その人が残した業績（発見したこと）を，知っている範囲で答えてください。

人物名 ／ 業績，発見したこと

質問４ 理科に関する質問です。

あなたが，理科の分野において後世に大きな影響を与えたと考える人物を１人挙げてください。
また，その人が残した業績（発見したこと）を，知っている範囲で答えてください。

人物名 ／ 業績，発見したこと

質問５ 音楽に関する質問です。

あなたが，音楽の分野において後世に大きな影響を与えたと考える人物を１人挙げてください。
また，その人が残した業績（発見したこと）を，知っている範囲で答えてください。

人物名 ／ 業績，発見したこと

=== 質問は以上です。ご協力ありがとうございました。 ===

この質問紙へのご意見・ご質問などがありましたら，大阪教育大学附属天王寺中学校（鳥飼）まで，お寄せください。

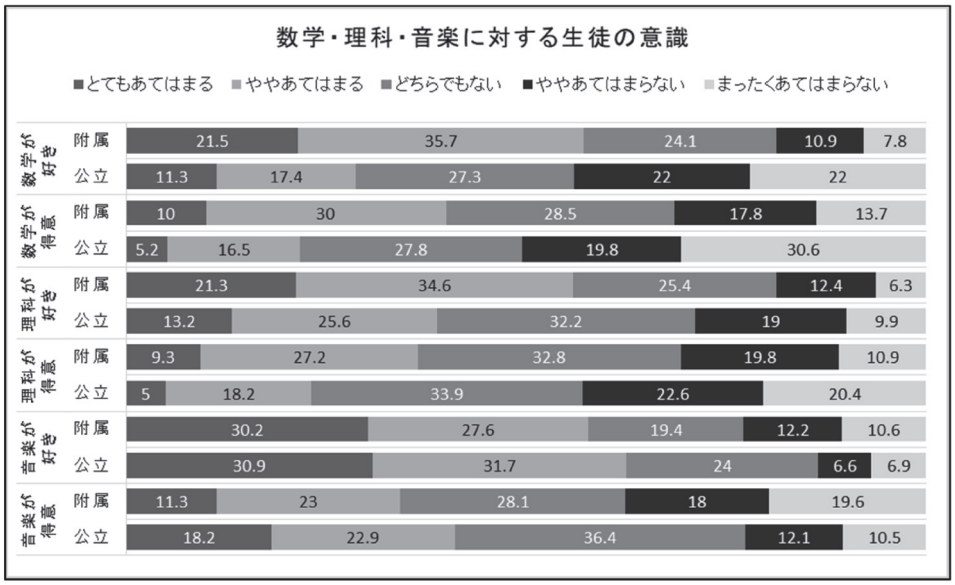
【資料１】

（１）質問１について

中学生が数学，理科，音楽の３教科に対して抱いている印象を，２つの側面（好きかどうか，得意かどうか）から調査した。**【資料２】**は，その結果である。

まず，それぞれの教科の好き嫌いと得手不得手には，３教科ともに同程度の正の相関がみられた（数学 $r=0.71$，理科 $r=0.71$，音楽 $\mathrm{r}=0.74$，r は相関係数）。今回は３教科についてのみ調査したが，好きかどうかと得意かどうかには相関があると考えることが妥当であることをはっきりと裏付ける結果となった。

生徒が考える相性の教科間での相関を見ると，数学と理科で $r=0.51$，理科と音楽で $r=0.16$，数学と音楽では $r=0.09$ であった。中学生になると「私は理数系だ」とか「文系科目の方が得意」といった認識がなされるように，生徒自身が数学と理科を関連のあるものとして捉えていることが正の相関からも窺えるのではないかと考えた。さらに，後述する質問３～５において，ニュートン，アルキメデス，アインシュタイン，パスカル，ガリレオ・ガリレイなどの人物が数学と理科の両方の回答欄に登場していることからも，数学と理科を自然科学という大きな学問体系で捉えることは中学生の感覚とも合致するようである。一方で，数学・理科と音楽の好き嫌いには，そのような相関は全く見られなかった。自然科学と芸術は性質の異なるものとして認識されている，或いはその２分野に潜在



【資料２】

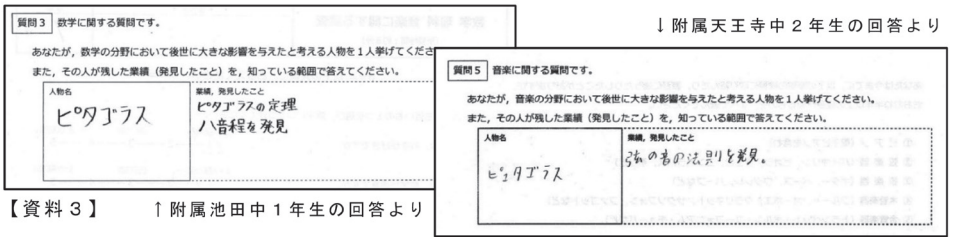
する共通項に触れる経験が乏しいことが考えられる。

また，今回の調査の趣旨からはやや離れるが，附属学校と公立学校の結果を比較したとき，数学・理科と音楽ではその傾向に違いがみられたのも興味深い結果である。

（２）質問２について

中学生の音楽経験と，ピタゴラス音律を含めた音律への意識との関わりを明らかにするために設定した。ピアノなどの鍵盤を持つ楽器をはじめ，弦楽器のフレットや金管楽器のピストン，木管楽器のキィのような１音１音に対応したメカニズムを有する楽器を経験していると，音高があたかも離散的に存在していると誤認しやすいのではないか。一方で，フレットのない弦楽器（選択肢②バイオリンなど）やスライドを持つ金管楽器（選択肢⑥トロンボーン）では，演奏の中で連続的に音高が変化することを経験的に感じる機会があるのではないかとの仮説を立て，調査に臨んだ。

しかし，調査の結果，903名のうち音律に関連した記述をしたのは以下の２名のみであった**【資料３】**。中学生にとって音楽経験の有無やその楽器の構造に関わらず，音律の知識や関心は極めて限定的であることが結果に現れた。



【資料３】 ↑附属池田中１年生の回答より

（３）質問３～５について

質問３～５では，後世に影響を与えたと考える人物とその功績を，教科ごとに訊ねた。学問の歴史的な背景を人物と絡めてどの程度意識しているのかを，無回答も含めて評価するための設問で，右の**【資料４】**は，それぞれの教科における回答のうち，１%以上の回答があった人物名を回答数の多い順に並べたものである。

各分野で，後世に影響を残したと考える人物

数　学		理　科		音　楽	
ピタゴラス	120	ニュートン	161	ベートーヴェン	303
関 孝和	60	エジソン	130	バッハ	96
オイラー	57	ガリレオガリレイ	75	モーツァルト	86
アルキメデス	38	アインシュタイン 山中 伸弥	48	ショパン	28
ユークリッド	35	ドルトン	30	ヴィヴァルディ	26
フィボナッチ	26	アボガドロ	22	米津玄師	13
フェルマー	17	アルキメデス	19	シューベルト	10
アインシュタイン	12	メンデレーエフ ノーベル	18		
メネラウス	11	フック	14		
ガリレオガリレイ	10	野口 英世	12		
		吉野 彰	11		

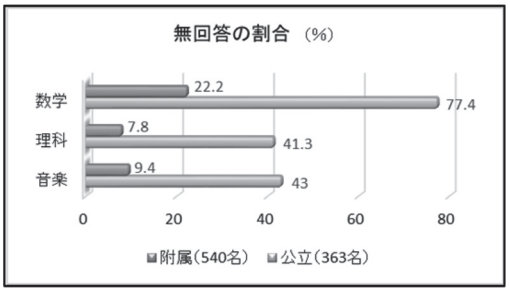
【資料４】

理科では，他の２教科と比較して多様な人物名と功績が挙がった。歴史上の人物による発見が今日の科学技術の基礎となり，その後の発展に大きく寄与してきたという認識が強いことが見受けられる。ニュートンの万有引力の発見，電球を発明したエジソン，といった具合に，人物とその功績をはっきりと関連付けて記憶している生徒が多いのは，観察・実験を中心とした科学的思考の育成において，先達の発見や発明がエピソードとして強く語り継がれていたり，或いはそのまま教材となって授業に取り入れられていたりする効果もあるのではないだろうか。また，本校の卒業生である山中伸弥先生のiPS細胞の発見は附属中学生にとっては偉大なる先輩の輝かしい功績であり，その他の日本人ノーベル賞受賞者の名前も散見されたことから，科学の歴史が今まさに「人」によって塗り替えられていることを認識しているようである。

音楽の分野では，３人に１人が回答した楽聖ベートーヴェンを筆頭に，上位には有名な作曲家が名を連ねた。音楽が楽譜を介して後世に遺される芸術であるが故，作曲家の業績が称えられる傾向にも一定の必然を感じる。近年ＴＶ等で見かける歌手やバンド名も多少挙がったものの演奏家や指揮者などの回答はほぼ皆無であり，音楽そのものの成り立ちに目を向ける記述も見られなかったことが特徴である。

数学の分野では，後世に影響を与えた人物としてピタゴラスを挙げる回答が最も多くみられた。中学校教科書に登場するのは中学３年の最後であるが，ＴＶ教育番組のタイトルの影響もあるのか，学年を問わず知名度の高さが窺えた。また，附属中学生の調査に限ると，ユークリッドの原論やオイラーの多面体定理（ともに中１の平面・空間図形），関孝和（課題学習などで頻繁に取り上げられている和算の第一人者），フィボナッチ数列やパスカルの三角形（いずれも中学受験算数でよく話題になる）などが登場していた。公立学校と比較して，数学好きが多いことからも納得できる調査結果である。しかし，理科や音楽と比較して，数学では教科書紙面に登場する人物の数が圧倒的に少なく，附属・公立を問わず，そもそも生徒は数学者やその業績に触れる機会が少ないのではないだろうか。その結果として，先人が積み上げてきた知の蓄積への認識が希薄になってしまっていること

が懸念される。中学生が数学者を「知らない」現状は右の**【資料５】**からも明らかであり，公立中学校では全回答者の８割近くが無回答であるなど，その傾向はより顕著である。



【資料５】

今回の実態調査を通して，

① 生徒は，数学や理科と音楽の結びつきを特に意識していない

② 理科や音楽と比較して，「数学者」とその功績を知る経験が圧倒的に不足している

③ 音律の存在を無意識に受け入れており，それをピタゴラスが定義したこと認識している中学生は，ほぼ皆無である

ことが明白になったと言える。①～③で示した生徒の実態を把握できたことで，本研究の主題設定が現代の教科教育の意図していない死角へのアプローチを可能にする教材になりうると確信を持つことができた。

Ⅳ．構想段階での課題と対策

ピタゴラス（580BC頃-500BC頃）は，古代ギリシアの数学者，哲学者であり，医術や宇宙分野の研究にも取り組んだ人物である。万物の根源は数であるとの思想の下でピタゴラス学派（教団）を組織し，現代でいう政治結社・宗教団体の開祖としての一面も持ち合わせた。また，ピタゴラス最大の功績として三平方の定理が述べられるが，これは秘密主義を貫くピタゴラス学派の発見であり，実際にはピタゴラス個人の発見であるかどうか定かでないと考えられている（各社の教科書において，三平方の定理をピタゴラスの定理と表記しないはこのためであろうか）。ピタゴラスは三平方の定理の発見以前に音律に関する科学的発見をしたようであるが，この事実は音楽の道に進んだ人にとっても，それほど有名な話ではない。

授業構想にあたり，まずは教科書を参考にしたが，中学校教科書では数社が巻末の発展的コラムとして取り扱っていた。また，高等学校「数学活用」の教科書内でも数社に取り扱いがあったが，こちらも社会と数学の結びつきのトピックとして提供しているような位置付けである。その後も文献調査を進めたが，中学生への授業として特化した教科書の記述や指導案は見つけられなかった。そのため，自作教材として授業構想を進めることにしたのだが，その中で以下の課題に直面した。

（１）音楽の素地を異にする生徒集団の感覚に依存した授業の危うさ

ピタゴラスの追体験であるからには，ピタゴラスの発見に共感できることが必須である。生徒との日常会話で１オクターブの知識はある程度持っていると判断したが，果たして実際の音を聞き分けることができるのだろうか。さらに完全５度となると音の高低を認識したり，２つの音が協和している感覚を集団で共有したりできるのか，大いに不安があった。しかし，これは生徒を前に実際に授業する以外に確かめようがなかった。教科書

で大きく扱われない最大の理由は，ここにあるのかもしれない。

（２）１時間完結（飛び込み）の課題学習の難しさ

義務教育終了までに音楽の授業で音律を扱うことはなく，高等学校での芸術選択でもまず取り扱われることはない。このため，本来であれば５～10時間程度のまとまりある時間を確保した上で協和の概念を整理することから始め，協和する音を実験により発見し，音律を定義し，さらには，その後の音律の変遷（**【巻末資料２】**参照）などを音楽史とともに探求していくカリキュラムが望ましいと考える。しかし，今回提案する「中学校における課題学習」という枠組においては，それだけの時間を割いて取り扱うことは不可能であり，授業時数の確保や内容の厳選が叫ばれる昨今の課題学習としては非現実的である。附属学校，公立学校を問わず，中学生が興味や関心を持つことのできる教科横断型の教材に数学的活動を盛り込み，数学の既習知を働かせることが他の分野の発展に寄与していることを生徒が実感できる「１時間完結」は，構想を練るほどに厳しい制約であることを痛感した。

（３）複数教科横断型のテーマに対して，数学的に迫るために

同一の現象であっても，分野や教科によって取扱いに差異が見られることがある。今回の主題である音を理科で扱う際，物理現象として捉える場合には振動数（単位時間あたりに繰り返される振動回数）を用いて定義し，音響や電気工学の分野で扱うならば周波数（１秒あたりの振動数）を用いるのが一般的である。また，音楽で音高を扱う際にも周波数で取り扱うことが多い。しかし，音を聞いた生徒が瞬時に振動数や周波数で議論することは理科の知識に依るところが大きい。また，振動数や周波数が弦長と反比例していること（メルセンヌの法則）を数学的に扱いながら授業を展開することは可能であるが，その際には物理現象としての解説が必須となるであろう。従って，今回の授業では数学的な実測の結果を直感的に音楽の世界と結びつけることを最優先し，振動数や周波数という概念を意図的に避けて「弦長」によって音を定義していく授業展開を考えた。

（４）教材・教具の精選にあたって（モノコードとの出逢いと，その後）

教材は，発見のプロセスに言及した教科書が発見できなかったため，パワーポイントによるスライド教材の自作を試みることにした（**【巻末資料３】**参照）。問題は，生徒の追体験を可能にする教具の検討であった。参考文献を読み漁る中で多く目にしたのは，箱に輪ゴムをかけた“簡易モノコード”である。身近にあるもので体験できるという点においては勘案の価値があるが，実際に自作すると様々な問題点が浮上した。新品の輪ゴムを用いても張力が一定でないため，基準音を含め自由なチューニングが叶わず，同じ音高の音を２つ作ることが困難であった。また，琴柱に対応するものがなく自由に弦長を変化させることが難しいため，協和する長さを実験によって見つける作業にも適さない。さらに，“ビーン”と鈍く響く輪ゴムから発生する音が，個人的に極めて聞き分けにくい印象を抱いた。いずれにしても，個人で行う疑似体験ならまだしも，授業の中で体験を共有したり，他者の発見に共鳴したりできるようなレベルの教具にはなりえないと判断した。

次に検討したのは，撥弦楽器のクラシックギターである。一般の学校でも音楽科が複数

台所有している現状があり，教具として手に入りやすいのが魅力である。しかしながら，ギターにはフレットと呼ばれる目盛りが刻まれている。つまり，音の定義が既に為されているのである。フレットから音と弦長の関係性を説くことは可能であるが，ピタゴラスが音律を定めた思考の逆を辿ることになり，ピタゴラスの追体験にはなりえない。これでは音律発見の感動も薄く，或いはギターという楽器の精巧さに関心が移ることも懸念される。この問題を解消するためにフレットのない擦弦楽器であるヴァイオリンも検討したが，高額であることに加え，やはり楽器そのものに興味が移る懸念は払拭されないので，最終的に楽器を教具として使用することを断念した。そこで登場するのが，理科教具であるモノコードである。

モノコードは，理科教具メーカー３社から10種類程度が市販されている。今回の追体験では，弦長を変化させることで２つの音の協和に気付き，その法則を基にして新たな音を定義する必要があるため，２弦式のモノコード（もはや“モノ”コードではない気もする）を使用することにした。

理科教具メーカーのモノコードは１台２万円程度のものが多く，新規購入するのであれば楽器購入ほどではないにせよ課題は残る。今回使用したケニス社製モノコード【**資料６**】は，太さが異なる２本のナイロン弦が張られている（線径0.8mmと1.25mm）。これは理科の実験で弦の太さ（質量）と発生する音の高さの関係を調べるためであるが，今回の授業では同質の音を基準として２つの音の関係を調べる必要があるため，２本とも同じ太さの弦（響きを聞き取りやすかった線径1.25mmに統一）に張り替えた。新しいナイロン弦は材質上，強い力を加え続けることで伸びやすいことに加え，温湿度変化の影響も受けるため，数時間放置するだけでもチューニングが大きく変化した。その結果，授業直前の調弦が必要であることが分かった。絶対音感を持つ生徒にとって違和感が生じないよう，基準音はＣに設定した。

ケニス社製 モノコード（MN-3B）

【資料６】

Ⅴ．授業実践からみえた課題と，その改善

授業の構想ができた2019.10.10に附属天王寺中学校２年生に対して授業実践を行った。また，2019.10.16に附属池田中学校３年Ｄ組を対象に，大阪教育大学数学会の研究発表に臨んだ。計５回の授業実践を行う中で，次のような課題が浮かび上がった。

（１）電卓を使った計算作業の意味と，時間的な制約

協和する音と弦長の関係を発見し，見いだした法則を次々と適用していく過程はピタゴラスの思考そのものであり，電卓を用いて計算を進めることも含めて重要な数学的活動になる。一方で，桁数の多い分数計算は生徒の作業終了時間に大きな差を生んだ。１時間完

結を目指す授業では，いかに数学的活動の質と量を確保しながら作業終了の見通しを持たせられるかが大きな課題となった。従って，附属池田中での実践では操作の回数を限定的にして，その後の思考の整理にある一定の時間を確保するように改善した。

（２）小集団での発見を共有するプロセスと，その方法

小集団での実験では，生徒が自由にモノコードを操作することで撥弦の場所や強さに差が生じ，結果として実験結果に大きな差の発生した学級もあった。60cmの弦であっても，ほんの数mmのずれで響きが大きく異なるため，小集団内の分担を事前に決定し操作方法をある程度統一させることで，実験結果の均質化を図った。また，各班から発表された実験結果を共有し法則化するためにも，帰納や一般化などの数学的なプロセスを生徒とともに確認する場が不可欠であることを確認した。

（３）基準音をＣにチューニングしておくことの意味と課題

附属天王寺中での実践では，撥弦で得られる音を実音のＣに調弦しておくことで，当然ながら基準音を“ド”と呼んでも違和感は生まれなかった。一方で，弦の響きがやや低めに感じられたために，完全８度，完全５度ともに協和を認識できなかった班もあった。そこで附属池田中での実践の際には，Ｃより短３度高いＥ♭の音にチューニングした。“移調ド”を採用することで基準音をドと呼ぶことに違和感を持った生徒がいたかもしれない（その類の発言はみられなかった）が，撥弦によってやや高い音が発生するため協和を正確に捉えられた班は飛躍的に増えた。

（４）弦長を「１オクターブ内に収める」操作に対する理解の難しさ

ピタゴラスの発見した２つの法則（完全８度と完全５度の弦長の比）をどの場面で適用するかの正確な理解が，その後の数学的活動の肝要である。音を新たに定義していくにあたり，機械的に弦長を2/3にすればよいのではなく，必要に応じて弦長を２倍することを十分に理解できるよう，授業内で１オクターブの上下と弦長の１：２の関係を丁寧に生徒と共有する場面を創出した。また，スライドを改良することによって，生徒が意味を感じながら２種類の法則を適用できるよう支援した。

Ⅵ. 学習指導案（2019.11.15 大阪市立天王寺中学校３年２組での実践）

（１）主　題　「音律の構造を探る　～ピタゴラス音律の数学的追体験～」

（２）目　標　ピタゴラスの発見を追体験し，音楽と数学の結びつきを知るとともに数学を学ぶことの意義や有用性を実感する。

（３）準備物　モノコード，電卓，ワークシート**【巻末資料１】**，スライド**【巻末資料３】**

（４）展開の大要

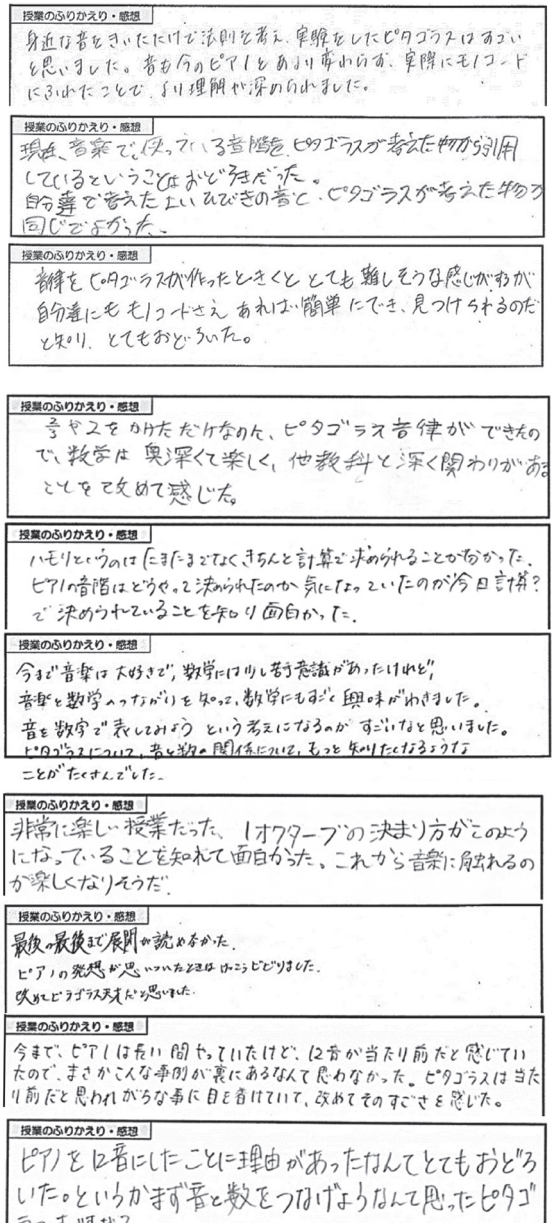
段階	学習活動	指導上の留意点
導入	**課題の提示** 鍛冶屋の槌の音を聞く。	・ピタゴラスは，鍛冶屋の前を通ったときに，槌の響きから協和する音について研究をはじめた。音に隠された関係を「数」で解き明かそうとした経緯を紹介する。
展開1	**実験器具を用いた追体験** 協和する音と弦の長さの関係を実験的操作により発見する。	・E♭に調弦しておいた２弦式モノコードを用いる。琴柱は１つだけ配付する。 ・操作上の注意（調弦ねじを触らない） ・弦の素材及び張力は一定であるとし，弦の長さによって音の高低が決定することを確認する。 ・小集団の役割（琴柱・撥弦・音の聞き分けの３役）
	(1) 弦の長さが 1/2 になるとき →完全８度（オクターブ）の発見 ・協和音を弦長の比として捉える ・一般化できるかの確認	(1) １オクターブ離れた２つの音が『高さの違う同質の音』『非常によく似た音』であることに注目させる。 ・60cm（基準音）に対して 30cm の長さ ・帰納的な検証の必要性 （琴柱２つを用いて，他の長さについても演示する）
	1．弦の長さを 1/2 にすると，音は１オクターブ高くなる。	
	(2) 弦の長さが 2/3 になるとき →完全５度（E♭－B♭）の発見 ・協和音を弦長の比として捉える	(2) １オクターブを除いて最も美しく『ハモる』音を探す ・60cm（基準音）に対して 40cm の長さ ・44cm（完全４度）や 47cm（長３度）などを協和とする意見も予想される。この場合，共感しながらも“ピタゴラスの追体験”という観点を優先して (2) をルール化する。
	2．弦の長さを 2/3 にすると，オクターブに次いで美しく響く。	
展開2	**数学的活動** 展開１の結果をもとに，１オクターブ内の音（音律）を定義する。	・操作の意味を見失いがちなので，音楽に使える音として協和する音（５度上の音）を順に定義していることを強調する。

	(1) ルールの確認 ①協和する音は，基準とする音の弦長の 2/3 である。 ②弦長が１つ目の音の 1/2 を下回った場合のみ，弦長を２倍する (2)(1) に従い，①と②の操作を適宜繰り返しながら，次々と音を定義していく。 (3)(2) の活動を続ける中で，操作終了の見通しを持つ。 ・既に登場した弦長が再び現れると，操作を終了できる ・１つ目の音を基準として，弦長を 2/3 と 2 の積で定義していくことで，１つ目の音の弦長，即ち１に戻らないのではないか。	・②１オクターブ内に収めることの理解が難しいため，スライドを用いて丁寧に概念を確認する。 ・操作を複数回繰り返し，数学的に音を定義する操作の意味を感じさせる。 ・電卓を用いてもよい。 ・一定の操作を体験した段階で，スライドによって弦長を確認する。時間の制約上，すべては確認しない。 ・13 回目の操作で弦長は 0.9865…≒ 0.99 となる。 **【巻末資料２】**※参照 ・そんなことは起こるのか。 ・弦長が１に戻らないことを数学的に説明できることが望ましい。2m/3n ≠ 1（m，n は整数）である。 ・13 回目の操作で操作終了を判断したピタゴラスの発想にも共感させたい。
終末	**数学が音楽に与えた影響** ・操作１～ 12 により定義された弦長を並び変えて，その意味を考える。 ・弦長を用いて，１オクターブの中に 12 種類の音の高さを定義したこと ・ピタゴラス音律による C-dur の上行下行，基本和音を聴き，今まで耳にしてきた音階との差異について考える。 ・数学者ピタゴラスが，音楽成立の根幹を支える発見をしたことについての感想をまとめる。	・弦長が短くなるにつれ，音は連続的に高くなることを踏まえ，１つ目の音（弦長１）から弦長を降順に整理する。 ・並び替えはスライドによって行い，視覚的な支援を行う。 ・ピアノの鍵盤に対応させるように表示することで直感的な理解を促す。 ・ピタゴラスが定めた音律が，現代使われる音律と大きく変わらないことを確認する。 ・音程（２つの音の高さの幅）に違和感を覚える生徒がいれば，私たちが日常で耳にしている平均律との差異について言及する。 ・ワークシートに記入させる **【巻末資料１】**。

Ⅶ. 授業の評価　～生徒の感想より～

（１）興味・関心の高い教材

自分で実際にピタゴラスが音律を定義していった過程を体験できる操作的な面白さがある。身近にある鍵盤に秘められた謎が解き明かされたときの純粋な驚きや，偉人と同じ体験が可能であることに感動する記述が多く見られた。



授業のふりかえり・感想
身近な音をきいただけで法則を考え、実験をしたピタゴラスはすごいと思いました。音も今のピアノとあまり変わらず、実際にモノコードにふれたことで、より理解や深められました。

授業のふりかえり・感想
現在、音楽で使っている音階をピタゴラスが考えた物から引用しているということはおどろきだった。
自分達で考えたよいひびきの音と、ピタゴラスが考えた物が同じでよかった。

授業のふりかえり・感想
音律をピタゴラスが作ったときくととても難しそうな感じがするが自分達にもモノコードさえあれば簡単にでき、見つけられるのだと知り、とてもおどろいた。

（２）教科横断型授業の効果

数学と音楽のつながりを知ることで数学の持つ力の大きさや有用性を再認識した生徒が多くいた。また，この授業に感化されて音楽をもっと深めたい，反対に数で他の現象も説明できないかと意欲的に考える生徒も現れた。教科を横断したことにより，改めてそれぞれの教科の専門性を極めたいと思う感情も刺激されたようだ。

授業のふりかえり・感想
$\frac{2}{3}$や2をかけただけなのに、ピタゴラス音律ができたので、数学は奥深くて楽しく、他教科と深く関わりがあることを改めて感じた。

授業のふりかえり・感想
ハモリというのはたまたまでなくきちんと計算で求められることが分かった。
ピアノの音階はどうやって決められたのか気になっていたのが今日計算？で決められていることを知り面白かった。

授業のふりかえり・感想
今まで音楽は大好きで，数学には少し苦手意識があったけれど，
音楽と数学のつながりを知って，数学にもすごく興味がわきました。
音を数字で表してみようという考えになるのがすごいなと思いました。
ピタゴラスについて，音と数の関係について，もっと知りたくなるようなことがたくさんでした。

（３）先哲に学ぶ意義

偉大な数学者ならではの着想に感心し，改めて畏敬の念を抱くきっかけになった。一方で，身近なところに科学的発見のヒントがあることに気付き，物事を捉える新たな視点を獲得した生徒もいた。

授業のふりかえり・感想
非常に楽しい授業だった、1オクターブの決まり方がこのようになっていることを知れて面白かった。これから音楽に触れるのが楽しくなりそうだ。

授業のふりかえり・感想
最後の最後まで展開が読めなかった。
ピアノの発想が思いついたときはばっこうビビりました。
改めてピタゴラス天才だと思いました。

授業のふりかえり・感想
今まで、ピアノは長い間やっていたけど、12音が当たり前だと感じていたので、まさかこんな事例が裏にあるなんて思わなかった。ピタゴラスは当たり前だと思われがちな事に目を着けていて、改めてそのすごさを感じた。

授業のふりかえり・感想
ピアノを12音にしたことに理由があったなんてとてもおどろいた。というかまず音と数をつなげようなんて思ったピタゴラスすごすぎる。

（４）学びを人生に生かそうとする姿勢

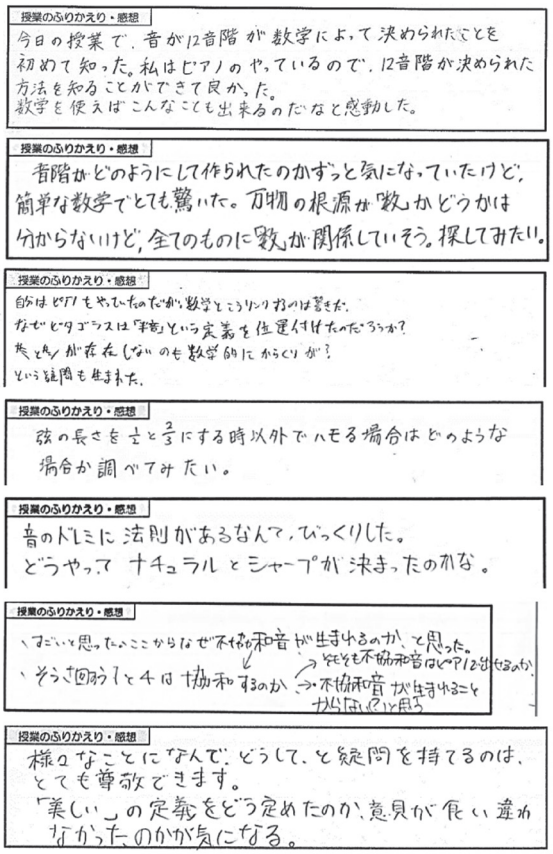
数学が身の回りで役に立っていることを実感する機会になったり，数学を学ぶ意義を再認識できたと振り返る生徒もいた。中学生にとって，無機質に感じることもある数や法則に対して，社会や生活との関わりを十分に認識しうる教材であったと考えられる。

授業のふりかえり・感想
数学は何のために勉強しているだろうと思っていたけど音楽などの多分野に直結するすごく大切な教科だと分かった。

授業のふりかえり・感想
数学は、あらゆる法則があり、生活の身の回りの物に活用されている事が分かった。数学は理科、音楽といった異なる教科にタツなりと影響していると思った

Ⅷ. 今後の課題

複数回の授業実践を経て，今回のピタゴラスの追体験が中学生の発達段階や興味関心に適合した魅力的な教材になり得るという確証を持つことができた。ワークシートには，授業で学んだことを適用して自らの経験を振り返って知識を再構成したり，次の新たな疑問や問いを発見したりするといった学びの循環を感じさせる記述も数多く見られた。



１時間完結の授業という制約の中で扱うことを断念した音律と音階の関係や半音の定義，ピタゴラス音律の抱える課題の改善から生まれる新たな音律への発展なども，今後，十分に教材化しうる内容である。まとまった時間を確保して，より高度な主体的な学びを創出し，学びが深まる授業展開も検討していきたい。

現状で最も大きな課題は，教具（モノコード）の確保の難しさである。授業内で重視した生徒が実際に弦に触れながら音律を発見する感動は，追体験という性格からしても演示実験で代用できるものではない。本研究では多方面からの協力もあってモノコードを班に１台用意することが叶ったが，僅か数回の課題学習の為に数十万単位の教具購入が実現する学校は極めて稀である。しかし，モノコードの理科教具としての使用期間が中１の短期間に限定されることや，本授業が履修学年や時期を選ばない課題学習であることを鑑みれば，学校間で貸借して不足を補うことが可能になるかもしれない。もし，教材や教具を通して教科や学校の枠を越えた教員同士の交流が生まれるならば，それも教科横断型授業の大きな効能と言えるのではないだろうか。

Ⅸ. むすびに

附属天王寺中学校に赴任する前に公立学校に12年間勤務していた私は，附属学校で行われる研究や発表に対して『附属学校だからできる実践なのではないか』『附属生には通用する授業だ』といった意見を度々耳にしてきた。実際に，私自身にもそのような色眼鏡で見た経験がなかったとは言い難い。しかし，附属中学校で４年間教壇に立つ中で，附属生の力が個々の潜在的な能力に加え，これまでの数多くの授業実践によって鍛え磨かれてき

たものであることを痛感した。一方で，短期間に同じ題材を用いて附属学校と公立学校で授業を行う機会を得たことで，両校の生徒に本質的な相違がないことをはっきりと悟ることができた。

本授業には，理科教具を使って数学者ピタゴラスの足跡を生徒とともに辿り，科学的事象を自分たちの手元で解き明かす数学的活動の純粋な面白さがある。そして，その活動が生徒の持つ知識や音楽的経験といつの間にか一本の糸でつながるときに生まれる大きな驚きや感動は，甚だ誇張した表現にはなるが生徒にとって“一生モノ”になる体験になるのではないだろうか。授業の中で，数学が自然科学から芸術へと橋を架ける瞬間を再現し，それを生徒とともに愉しむことができた50分間は，数学教師として非常に幸せな時間であった。

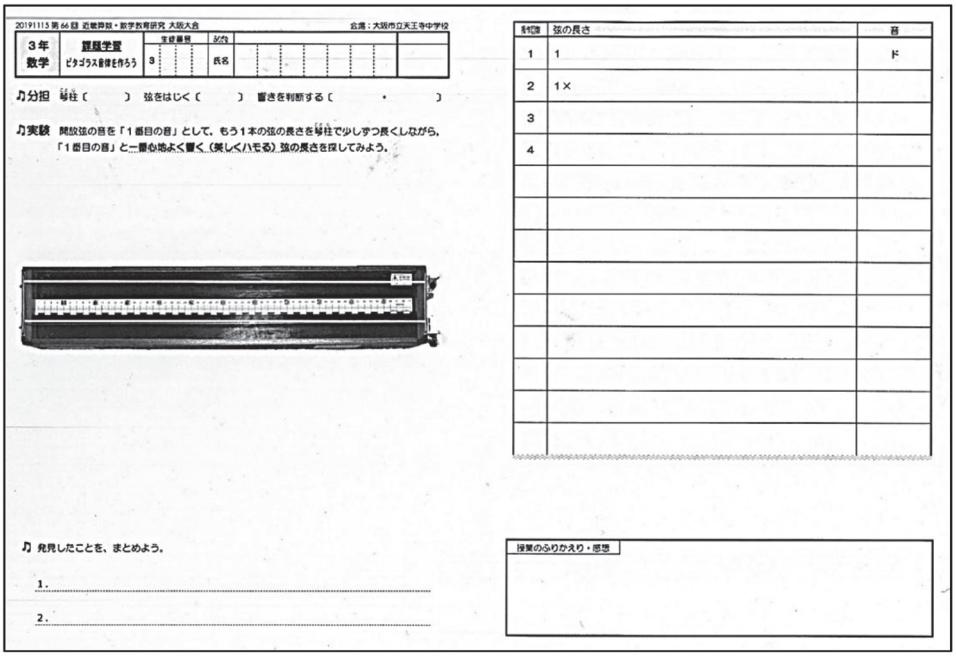
〈謝辞〉この研究にあたり，馬場良始先生（大阪教育大学数学教育講座 教授）には，授業参観等で附属天王寺中学校まで足をお運びいただき，種々のご指導を賜りました。また，２回の出張授業の準備にあたり，荊木聡先生（附属天王寺中学校指導教諭，数学科）にも多大なるご指導をいただくとともに，篠原孝雄先生（同校教諭，理科）にはモノコードの準備をはじめ，教科的な見地から度々ご助言をいただきました。この場をお借りして，御礼申し上げます。

〈付記〉本研究の一部に，令和元年度「青松会」新教育研究助成を使用しています。

X．主な参考文献

小方厚，音律と音階の科学，2007，講談社
馬場良始，ピタゴラス音律 小学校専門科目「数学」での実践，2012，数学教育研究第41号
小方厚ほか，視て聴くドレミ フーリエ音楽学への招待，2013，大阪大学出版会
坂口博樹 桜井進，数と音楽 美しさの源への旅，2016，大月書店
桜井進 坂口博樹，音楽と数学の交差，2011，大月書店
一松信ほか，中学校数学３，2016，学校図書
根上生也 編，数学活用，2013，啓林館
西田紘子ほか 編，ハーモニー探究の歴史 思想としての和声理論，2019，音楽之友社
秋山公良，よくわかる音楽理論の教科書，2014，ヤマハミュージックメディア
中島さち子，人生を変える「数学」そして「音楽」，2012，講談社

【巻末資料１】ワークシート



20191115 第66回 近畿算数・数学教育研究 大阪大会　　会場：大阪市立天王寺中学校

3年 数学	課題学習 ピタゴラス音律を作ろう	実施番号 3	記名 氏名	

♫分担　琴柱（　　）　弦をはじく（　　）　書きを判断する（　　・　　）

♫実験　開放弦の音を「１番目の音」として，もう１本の弦の長さを琴柱で少しずつ長くしながら，「１番目の音」と一番心地よく響く（美しくハモる）弦の長さを探してみよう。

制限	弦の長さ	音
1	1	ド
2	1×	
3		
4		

♫発見したことを，まとめよう。

1.

2.

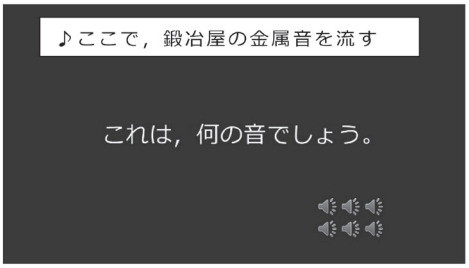
授業のふりかえり・感想

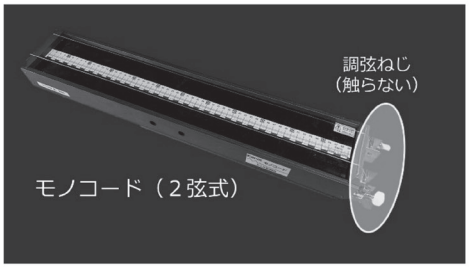
【巻末資料２】ピタゴラス音律，純正律，平均律の比較

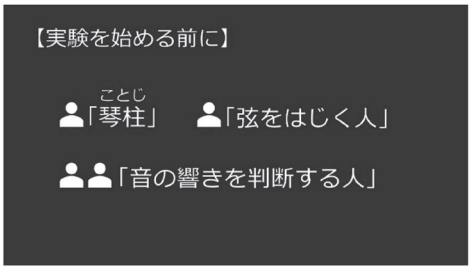
音名	階名	ピタゴラス音律 弦の長さ（弦長）	ピタゴラス音律 振動数	ピタゴラス音律 音程差	純正律（長音階） 振動数	純正律（長音階） 音程差	平均律 振動数	平均律 音程差
C	ド	① 1	1	0	1	0	$2^{\frac{0}{12}}=1$	0
C＃	ド＃	⑧ $\frac{2^9}{3^6}\times\frac{2}{3}\times 2=\frac{2^{11}}{3^7}=\frac{2048}{2187}\fallingdotseq 0.94$	$\frac{3^7}{2^{11}}\fallingdotseq 1.07$	≒113.69			$2^{\frac{1}{12}}\fallingdotseq 1.06$	100
D	レ	③ $\frac{2}{3}\times\frac{2}{3}\times 2=\frac{2^3}{3^2}=\frac{8}{9}\fallingdotseq 0.89$	$\frac{3^2}{2^3}\fallingdotseq 1.13$	≒203.91	$\frac{9}{8}\fallingdotseq 1.13$	≒203.91	$2^{\frac{2}{12}}\fallingdotseq 1.12$	200
D＃	レ＃	⑩ $\frac{2^{12}}{3^8}\times\frac{2}{3}\times 2=\frac{2^{14}}{3^9}=\frac{16384}{19683}\fallingdotseq 0.83$	$\frac{3^9}{2^{14}}\fallingdotseq 1.20$	≒294.13			$2^{\frac{3}{12}}\fallingdotseq 1.19$	300
E	ミ	⑤ $\frac{2^4}{3^3}\times\frac{2}{3}\times 2=\frac{2^6}{3^4}=\frac{64}{81}\fallingdotseq 0.79$	$\frac{3^4}{2^6}\fallingdotseq 1.27$	≒407.82	$\frac{5}{4}=1.25$	≒386.31	$2^{\frac{4}{12}}\fallingdotseq 1.26$	400
F	ファ	⑫ $\frac{2^{15}}{3^{10}}\times\frac{2}{3}\times 2=\frac{2^{17}}{3^{11}}=\frac{131072}{177147}\fallingdotseq 0.74$	$\frac{3^{11}}{2^{17}}\fallingdotseq 1.35$	≒498.04	$\frac{4}{3}\fallingdotseq 1.33$	≒498.04	$2^{\frac{5}{12}}\fallingdotseq 1.33$	500
F＃	ファ＃	⑦ $\frac{2^7}{3^5}\times\frac{2}{3}\times 2=\frac{2^9}{3^6}=\frac{512}{729}\fallingdotseq 0.70$	$\frac{3^6}{2^9}\fallingdotseq 1.42$	≒611.73			$2^{\frac{6}{12}}\fallingdotseq 1.41$	600
G	ソ	② $1\times\frac{2}{3}=\frac{2}{3}\fallingdotseq 0.67$	$\frac{3}{2}=1.5$	≒701.96	$\frac{3}{2}=1.5$	≒701.96	$2^{\frac{7}{12}}\fallingdotseq 1.50$	700
G＃	ソ＃	⑨ $\frac{2^{11}}{3^7}\times\frac{2}{3}=\frac{2^{12}}{3^8}=\frac{4096}{6561}\fallingdotseq 0.62$	$\frac{3^8}{2^{12}}\fallingdotseq 1.60$	≒815.64			$2^{\frac{8}{12}}\fallingdotseq 1.59$	800
A	ラ	④ $\frac{2^3}{3^2}\times\frac{2}{3}=\frac{2^4}{3^3}=\frac{16}{27}\fallingdotseq 0.59$	$\frac{3^3}{2^4}\fallingdotseq 1.69$	≒905.87	$\frac{5}{3}\fallingdotseq 1.67$	≒884.36	$2^{\frac{9}{12}}\fallingdotseq 1.68$	900
A＃	ラ＃	⑪ $\frac{2^{14}}{3^9}\times\frac{2}{3}=\frac{2^{15}}{3^{10}}=\frac{32768}{59049}\fallingdotseq 0.55$	$\frac{3^{10}}{2^{15}}\fallingdotseq 1.80$	≒996.09			$2^{\frac{10}{12}}\fallingdotseq 1.78$	1000
H	シ	⑥ $\frac{2^6}{3^4}\times\frac{2}{3}=\frac{2^7}{3^5}=\frac{128}{243}\fallingdotseq 0.53$	$\frac{3^5}{2^7}\fallingdotseq 1.90$	≒1109.78	$\frac{15}{8}\fallingdotseq 1.89$	≒1088.27	$2^{\frac{11}{12}}\fallingdotseq 1.89$	1100
C	ド	(⑬) $\frac{1}{2}=0.5$	2	1200	2	1200	$2^{\frac{12}{12}}=2$	1200

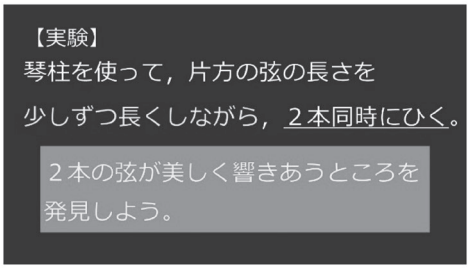
※ 授業で扱う操作により得られる順に，①（開放弦）から(⑬)（１オクターブ）とした。13回目の操作で $\frac{2^{17}}{3^{11}}\times\frac{2}{3}\times 2=\frac{2^{19}}{3^{12}}=\frac{524288}{531441}\fallingdotseq 0.9865\cdots$ となったところで新しい音を定義することをやめた結果，今日まで広く使用されている12音からなる音律が誕生した。この音程差のずれのことをピタゴラス・コンマと呼び，その後の音律にも影響を与えた。

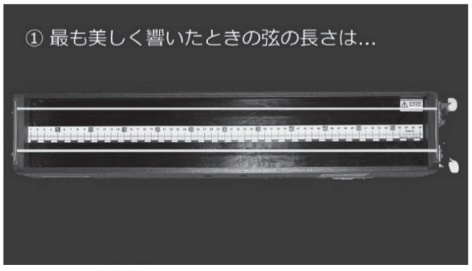
【巻末資料３】授業で使用したスライド（2019. 11. 15近数教大阪大会）

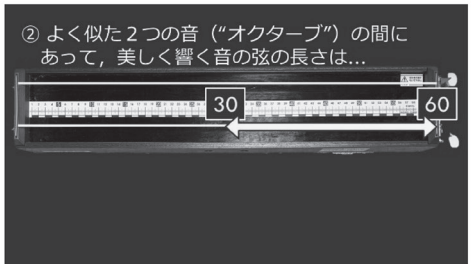


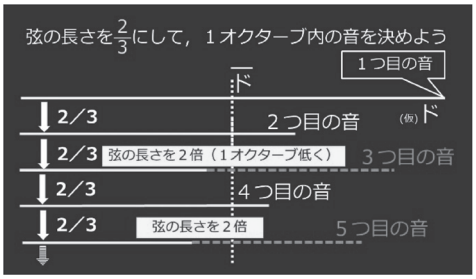












操作	弦の長さ（弦長）	音
1	1	ド
2	$1\times\frac{2}{3}=\frac{2}{3}\fallingdotseq 0.67$	
3	$\frac{2}{3}\times\frac{2}{3}\times 2=\frac{2^3}{3^2}=\frac{8}{9}\fallingdotseq 0.89$	

操作	弦の長さ（弦長）	音
5	$\frac{2^4}{3^3}\times\frac{2}{3}\times 2=\frac{2^6}{3^4}=\frac{64}{81}\fallingdotseq 0.79$	
6	$\frac{2^6}{3^4}\times\frac{2}{3}=\frac{2^7}{3^5}=\frac{128}{243}\fallingdotseq 0.53$	
7	$\frac{2^7}{3^5}\times\frac{2}{3}\times 2=\frac{2^9}{3^6}=\frac{512}{729}\fallingdotseq 0.70$	

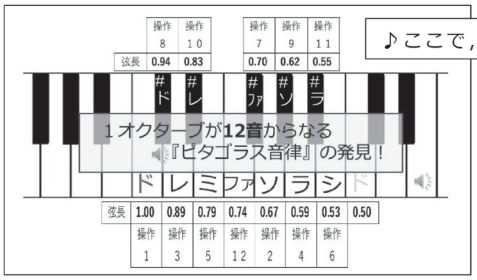
操作	弦の長さ（弦長）	音
9	$\frac{2^{11}}{3^7}\times\frac{2}{3}=\frac{2^{12}}{3^8}=\frac{4096}{6561}\fallingdotseq 0.62$	
10	$\frac{2^{12}}{3^8}\times\frac{2}{3}\times 2=\frac{2^{14}}{3^9}=\frac{16384}{19683}\fallingdotseq 0.83$	
11	$\frac{2^{14}}{3^9}\times\frac{2}{3}=\frac{2^{15}}{3^{10}}=\frac{32768}{59049}\fallingdotseq 0.55$	

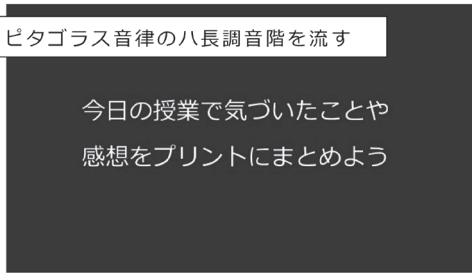
操作	弦の長さ（弦長）	音
12	$\frac{2^{15}}{3^{10}}\times\frac{2}{3}\times 2=\frac{2^{17}}{3^{11}}=\frac{131072}{177147}\fallingdotseq 0.74$	
13	$\frac{2^{17}}{3^{11}}\times\frac{2}{3}\times 2=\frac{2^{19}}{3^{12}}=\frac{524288}{531441}\fallingdotseq 0.9865\ldots$	

	操作1	操作2	操作3	操作4	操作5	操作6	操作7	操作8	操作9	操作10	操作11	操作12	操作13
弦長	1.00	0.67	0.89	0.59	0.79	0.53	0.70	0.94	0.62	0.83	0.55	0.74	0.99

⬇値を順に並べ替えると・・・⬇

	操作1	操作8	操作3	操作10	操作5	操作12	操作7	操作2	操作9	操作4	操作11	操作6	
弦長	1.00	0.94	0.89	0.83	0.79	0.74	0.70	0.67	0.62	0.59	0.55	0.53	0.50





Study of a Cross-curricular Class
Based on the Discovery of Pythagorean Temperament

—Through Open class at Attached and Public schools—

TORIKAI Takamasa

Abstract:
I developed a new cross-curricular lesson focusing on mathematics based on the vacarious experience of Pythagoras who discovered the temperament (Pythagorean temperament) which is the basis of the currently used temperament. By conducting a survey in advance to clarify the actual conditions of the students, we worked on the use of temperament as a teaching material across three subjects. To present my research, open classes were held at the 95th Arithmetic and Mathematics Education Research Conference and the 66th Kinki Arithmetic and Mathematics Education and Research Osaka Conference. This paper is a record of the development and practice of lessons to create active learning for junior high school students, whether the schools are public, private, or attached with a university.

Key words:
mathematics education, cross-curricular class, task learning, Pythagoras, temperament, monochord

物理分野における「見方・考え方」を働かせる授業の研究

篠原孝雄（しのはらたかお）・堀井久嗣（ほりいひさつぐ）

抄録：中学校第3学年から第1学年へ移行となり，移行措置として本年度から先行実施となった「2力のつり合い」の章において，「深い学び」の実現につながる「見方・考え方」を働かせた授業の実践をした。学習指導に際しては，生徒相互の対話的で協働的な場面を設定し，活用力や応用力を養うために「力の矢印の言語化」や「自己評価カードの作成」を行った。結果として，誤概念が修正され，理解が深まり，定着も強化され，学習効果が高まることが示された。

キーワード：物理教育，中学校理科，理科の見方・考え方，深い学び

1. はじめに

令和3年度(2021年度)より新中学校学習指導要領が完全実施となる。「総則」第3の1「主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善」の中で，「各教科等の特質に応じた物事を捉える視点や考え方（以下「見方･考え方」という。）が鍛えられていくことに留意し，生徒が各教科等の特質に応じた見方・考え方を働かせながら，知識を相互に関連付けてより深く理解したり，情報を精査して考えを形成したり，問題を見いだして解決策を考えたり，思いや考えを基に創造したりすることに向かう過程を重視した学習の充実を図ること」とある。「見方・考え方」を働かせることが深い学びの実現につながるということである。では，「見方・考え方」を働かせながら「深い学び」を実現していく授業とは一体どのような授業なのか。そこで，本稿では今回の改訂で中学校第3学年から第1学年へ移行となり，移行措置として本年度から先行実施となった「2力のつり合い」の「見方・考え方」を働かせる授業デザインについて報告する。

2. 「2力のつり合い」

今回の改訂で「2力のつり合い」が第3学年から第1学年へ移行となったことにより，以下2つの利点が期待できると考えている。1つ目は，力学の基本原理における学習指導の時間を以前より多く費やすことができるという点である。第3学年で学習する場合，受験に伴う時間的制限のため，この章に十分な指導時間を費やすことができず，結局2力がつり合う3つの条件である

・2力の大きさは等しい
・2力の向きは反対である

・2 力は同一直線上にある（作用線は一致する）
という知識はあるものの，実際つり合う 2 力を矢印で表せない生徒が多いという課題があった。また，「2 力のつり合い」と「作用・反作用」の区別ができない生徒も多く。それらを解消するためにも今回の移行は有効だと考えている。2 つ目の利点としては，2 力のつり合う条件を使って，第 1 学年から上位学年へ移行した「圧力・水圧・浮力・大気圧」の指導をすることが可能となるということである。そのことにより，力の矢印や 2 力のつり合う条件を活用しながら，「圧力・水圧・浮力・大気圧」の理解をより深めることができると考えている。

3.「2 力のつり合い」が深い学びとなるような学習指導

(1) 授業構想

「2 力のつり合い」が深い学びになるような授業構想として，次の 4 点を提案する。

①斜面上に静止している物体にはたらく 2 力のつり合いについて考えさせる。このことをしっかり理解できずに，「分力」の学習に入ってしまうと，斜面が物体を押す力（抗力）を機械的に垂直抗力と摩擦力の 2 力に分解してしまい，3 力のつり合いの作図はできるものの 2 力のつり合いの作図はできないという課題が残ってしまう傾向にある。また，斜面上に静止している物体というシチュエーションは，実生活の中で目にすることがある物理現象のため，生徒にとって興味が持ちやすいと考える。本校に理科の免許を取得しにくる実習生の多くも，同様の課題には 3 力のつり合いをかいてしまうのである。

②活用力や応用力を養うために「力の矢印の言語化」を行わせる。「力の矢印の言語化」は，生徒が誤概念を抱いたときの自己修正に役立つと考えている。

③対話的で協働的な場面を設定するため，班での話し合い活動を取り入れ，問題解決学習を行う。

④サブノート（自己評価カード）の作成を行う。サブノート（自己評価カード）を作成する目的は以下の通りである。（資料 5 参照）
・知識や技能を概念化する。
・自分の考えを形成する。
・新たな課題を見つけ取り組む。（新たなものを創り上げる）
・学び続けようとする意欲（学びの継続性）を育む。

(2) 授業展開および「深い学び」を見取る視点

筆者は資料 3 の学習指導案に基づいて授業を展開した。当日配布した授業プリントが資料 4 である。

中教審答申や新学習指導要領解説では，「深い学び」の姿を見取る 3 つの視点をこのように示している。

①理科の「見方・考え方」を働かせながら問題解決・探究の過程を通して学ぶことにより，理科で育成を目指す資質・能力を獲得するようになっているか。
②様々な知識がつながって，より科学的な概念を形成することに向かっているか。
③新たに獲得した資質・能力に基づいた理科の「見方・考え方」を、次の学習や日常生活などにおける問題発見・解決の場面で働かせているか。

このことを参考にして，「2 力のつり合い」の授業における「深い学び」の姿を見取る視点を以下に具体的に述べる。まず，「深い学びの実現」のカギとなる「見方・考え方」の「見方」を，下の表 1 のように各領域ごとに整理する。

表 1　各領域における働かせる見方

領域	働かせる見方
エネルギー	量的・関係的
粒子	質的・実体的
生命	共通性・多様性
地球	時間的・空間的

今回の報告では，エネルギー領域の教材を扱ったので，生徒が「力の三要素を矢印で表すことができる」や「作用点の位置を正確にとることができる」などが「量的・関係的な視点」にあたると考える。

また，「見方・考え方」の「考え方」とは，探究的な学習のプロセスの中で，規則性や関係性，共通点や相違点，分類するための観点や基準を見いだして表現することであり，今回の報告では「2 力がつり合う条件」「力の矢印の言語化」「2 力のつり合いは 3 つのものにおいて成り立つ」などを見いだして表現することであると考える。

4.　アンケート結果・サブノートおよび分析

(1)　意識調査のためのアンケートと授業後のふり返り

理科に対する意識調査アンケートと授業後のふり返りを行った。表 2 はアンケートの質問と数値結果，資料 1 はふり返りの質問とコメントである。なお，アンケートは中学 1 年生（73 期生）から 3 年生（71 期生）を対象に実施した。ふり返りは，本研究の実践を行った当時中学 1 年生であった 72 期生を対象に実施した。また，資料 2 は授業後に行ったサブノート（自己評価カード）である。

表 2　アンケートの質問と数値結果

①理科は好きですか。

	好き	少し好き	あまり好きではない	好きではない
1年生	28 %	40 %	25 %	7 %
2年生	29 %	42 %	23 %	6 %
3年生	30 %	41 %	22 %	6 %

②理科は得意ですか。

	得意	少し得意	あまり得意ではない	得意ではない
1年生	14 %	35 %	42 %	9 %
2年生	9 %	32 %	44 %	15 %
3年生	9 %	39 %	36 %	16 %

③理科の実験は好きですか。

	好き	少し好き	あまり好きではない	好きではない
1年生	57 %	28 %	13 %	2 %
2年生	68 %	23 %	7 %	1 %
3年生	66 %	25 %	7 %	3 %

④理科でどの分野が得意ですか。

	物理	化学	生物	地学
1年生	22 %	27 %	27 %	20 %
2年生	17 %	23 %	47 %	19 %
3年生	30 %	32 %	28 %	13 %

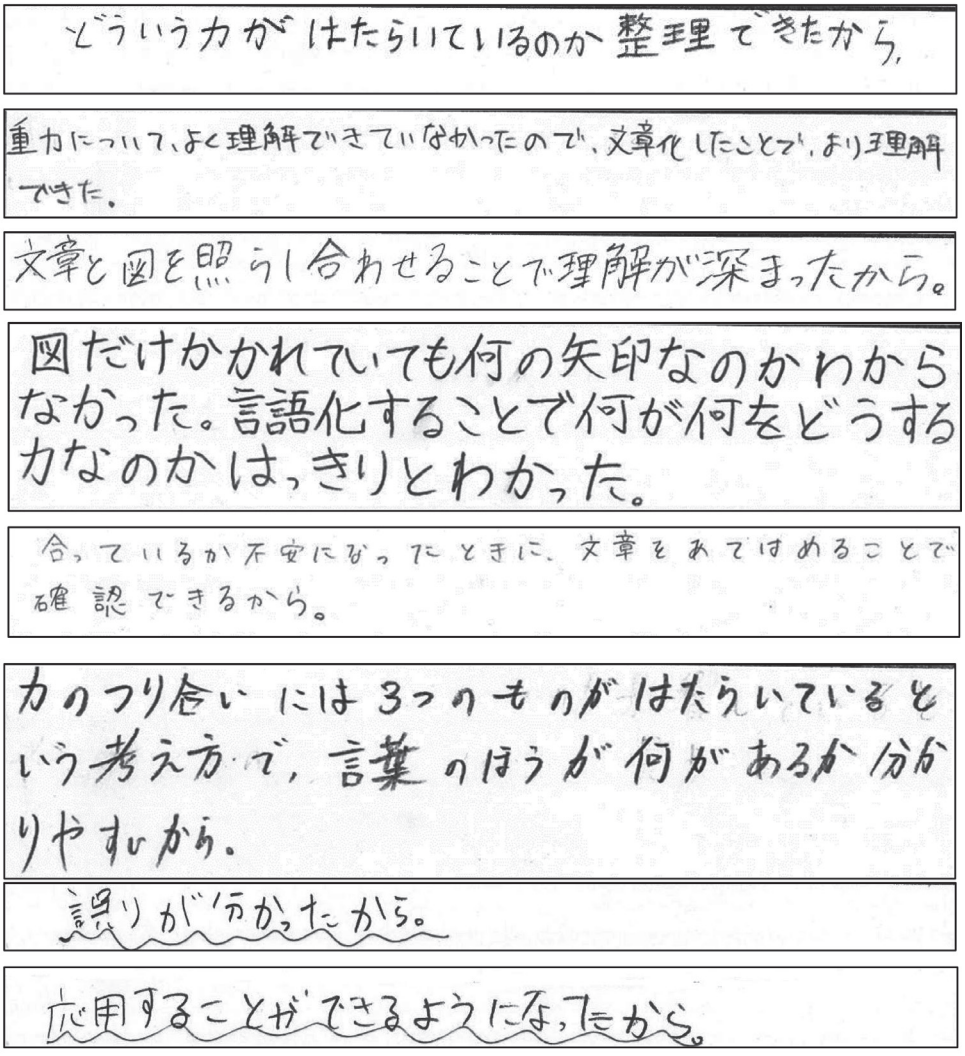
資料 1 ふり返りの質問とコメント（「よりわかるようになった」の理由のみ抽出）

【質問】

「つり合いの 2 力」のそれぞれの力を文章で表現（言語化）することで「つり合いの 2 力」についてよりわかるようになりましたか。該当する選択肢を選び，その理由についても教えてください。

よりわかるようになった　　変わらない　　よりわかりづらくなった

（理由）



つり合いの2力を作図する際、言葉によって作用点の位置、力の向きを確認できたから。

それぞれの矢印が何を表しているのか明確になったから。

言語化することで、その表現さえ覚えれば、どんなつりあいの問題にも対応できるから。

自分がでうりうところを間違えしいるのかが分かた。

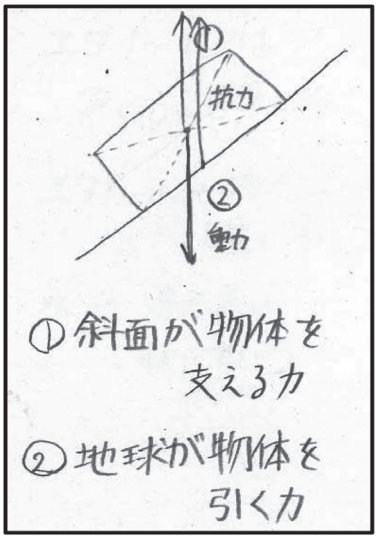
・なぜその向きにその大きさの力がはたらくのかが具体的に分かって理解しやすいから。

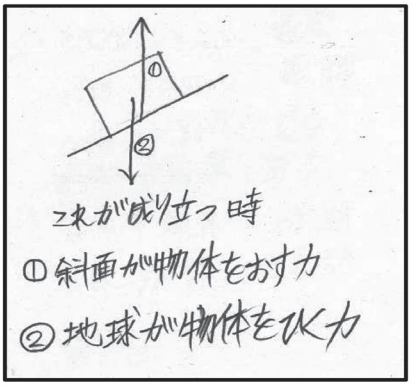
言語化すると分かりやすくなった。
(具体的にイメージできる)

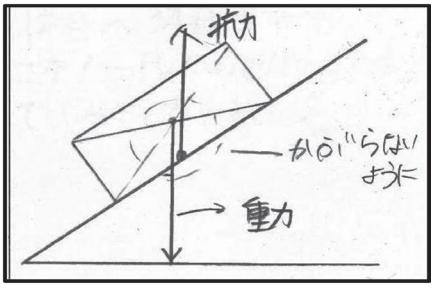
言葉で表すことで頭に入りやすくなる。

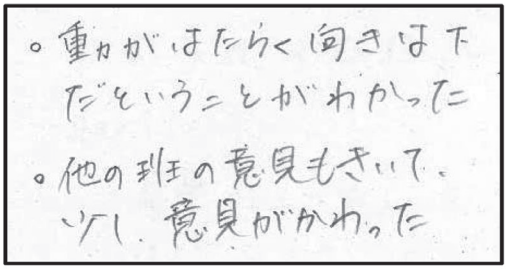
力がどのようなものか分かれば、どこに作用点があるか考えやすいから

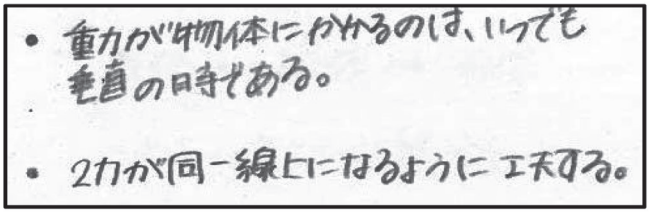
資料 2 サブノート（自己評価カード）

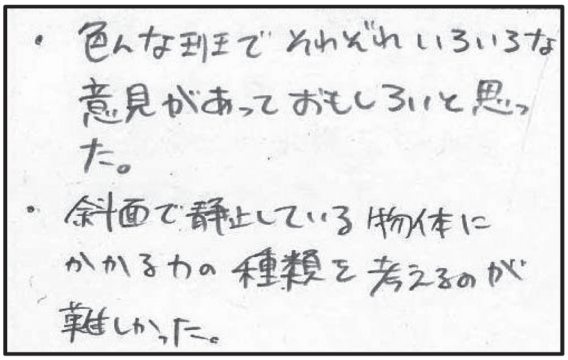












(2) 分析

本校の理科に対する意識を知るために,全生徒 450 名に簡単なアンケート(表 2)をとり,理科に対する意識調査を行った。1 つ目の「理科は好きですか。」という質問には,7 割以上の生徒が理科が好きだと回答した。好きな理由として最も多くあがったのが,「実験が好きだから」という回答であった。他には「生活と密接に関係している教科だから」「なぜという疑問を解いていくのが楽しい」「理由と結果の関係が好き」「何かのしくみを学ぶとそれが色々なところに活かされている」などという理由があがっている。逆に「好きではない」理由として,「覚えることが多い」「物理の計算が苦手」などが主な理由としてあがっている。また,2 つ目の「理科は得意ですか。」という質問に対しては,得意・不得意の割合が,1 年生と 3 年生でほぼ半々,2 年生で 4 対 6 という結果になった。「テストで点数を取れる・取れない」「計算が難しい」「小学生の頃は成績が良かったけど,中学に入ると良くなくなった」という理由が主な理由として上がっている。理科について興味・関心は高いものの,中学校に入学してから「知識・理解」の部分で苦戦していることが,1 つ目と 2 つ目のアンケート結果から伺える。「理科嫌い」「理科離れ」を増やさないように教員の指導力向上や指導の工夫が求められていると感じる。3 つ目の「理科の実験が好きですか。」という質問に対しては,9 割の生徒が実験が好きと回答している。理由としては,「楽しい」「おもしろい」「予想と結果を比べるのがおもしろい」などが主な理由としてあがっている。もともと実験が好きな生徒が入学してきているということもあるが,本校では教科書に載っている実験は基本的にすべて行っているということも,このような回答結果につながっていると考えられる。4 つ目の「理科の中でどの分野が好きですか。」という質問に対する結果は,2 つ目の質問の回答理由にもあったが,「物理」と答えた人数は少なく,「生物」と答えた人数が比較的多かった。理由は様々だが,生物と答えた生徒の解答理由の多くは「生き物が好きだから」というものだった。本校では,教員の専門性を活かし,中学校第 3 学年では一部分野別で指導を行っている。高校の教員による乗り入れ授業も行っている。第 3 学年で,物理・化学・生物でほぼ平均的な数値になったことはそのことが関係していると思われる。また,全体的に地学と回答した割合が低いことから,今日本の高校生の約 5% しか地学を選択しないという「地学離れ」の現状にも今後つながっていくのではないかと危惧をしている。

学習効果を確かめるため,授業後にふり返り(資料 1)を行った。表 3 より,言語化することによって,「誤概念を修正できた」や「自らの認識をまとめ整理できた」,「理解が深まった」とコメントしている生徒がおり,サブノート(資料 2)からも資質・能力の獲得や科学的な概念の形成など深い学びを見取ることができた。

5. 今後の課題

資料 3 に基づいた授業を展開した後に,生徒の理解力を図るために,資料 4 と資料 6 のテストを作成し,中学 1 年生から 3 年生に受けさせたが,比較対象がないため,今回の学習指導の効果をテストによって確認することはできなかった。今後,本授業を受けていない生徒にも同じテストを受けてもらい比較・分析を行ってみたい。また,重力と抗力(斜面が物体を押す力)が同一直線上にならないのになぜ 2 力のつり合いが成り立つのかとい

う疑問を解消するため，資料 6 に示したような質点という力学的概念を活用した。この理論は地震などによる建物倒壊のメカニズムと関連させることができ，防災教育へと繋げることも可能であると考える。

6. おわりに

今回の研究で扱った内容は，力学における基本原理である。しかし，多くの生徒にとってあやふやな理解にとどまり，力学分野に対して生徒が苦手意識をもつ要因ともなっている。本研究において，言語化することはあやふやな理解をより確かなものへとし，誤概念を修正するのにも少なからず役立つということがわかった。また，対話的で協働的な場面の設定とともに，言語化は学習効果を高めるのにも効果的であると言われている。生徒が学習課題を自分事として捉え，自立的で探究的な学習活動となるような授業の研究と実践に今後も取り組んでいきたい。

参考文献

1) 廣瀬明浩 (2018).「熱機関を用いた中学校エネルギー分野の総合的学習」『大阪教育大学附属天王寺中学校・高等学校天王寺校舎研究集録』第 60 集，48-51.
2) 文部科学省『中学校学習指導要領解説 理科編』
3)『未来へひろがるサイエンス 3』啓林館

資料 3

理科学習指導案

指導者　篠原　孝雄

1. 日　時　平成 30 年 11 月 10 日（土）公開授業Ⅰ（10:00 ～ 10:50）

2. 場　所　大阪教育大学附属天王寺中学校　生物実験室（東館４階）

3. 学　級　大阪教育大学附属天王寺中学校　１年D組 36 名（男子 18 名，女子 18 名）

4. 主　題　２力のつり合い

5. 単元について

(1) 生徒観

中学校１年生に理科は好きかどうかアンケートをとったところ，「好き」と答える生徒が 9 割近くいた。そのうち，理科が「不得意」と答えた生徒は４割もいた。また，「物理」という言葉から感じる印象を聞いたところ「計算が多くて難しい」「身近なことが多い」などの回答が多く返ってきた。「謎が解き明かされることがいい」という意見も得られた。つまり，自然の物理現象を通して原理・法則に迫り，発見することは楽しいが，それを使いこなせずにいる実態が見えてくる。 ここから身近に潜む現象を当たり前のことと見逃さずに疑問につなげられる教材を準備し，疑問から課題につなげていく学習が必要であろうと考える。そしてその課題を追求，解決していく過程から原理・法則をみつけ他の現象にも活用していく能力を高め，理科への興味関心の維持はもちろん，科学的思考力を高めさせていきたいと考える。

(2) 教材観

この単元は中学校に入学してから最初に学習する物理単元であり，今後の物理領域に対する学習への意欲付けにおいても重要な位置を占めている。そのため日常生活における身近な教材の「光」「音」「力」について取り扱い，生徒が興味関心を持つことができるような教材となっている。また，本単元で取り扱う内容が基本原理となっている物理現象や自然現象は数多い。本単元の学習により，生徒達は日常生活で意識されることの少ない物理現象に気づき，理解を深めるきっかけになると考える。そして基本的な物理概念について観察・実験を通して理解を深めさせることで科学的な見方を養い，物理領域における興味関心を高めることをねらうものである。今回は指導要領改訂により第３学年から第１学年へ移行となり，移行措置として来年度（平成 31 年度）から先行実施となる「２力のつり合い」の授業デザインについて提案する。

(3) 指導観

身近に存在する物理現象に目を向けさせるため，生徒が経験したり体験したりしている内容に着目することから始まり，「なぜそのような現象が起こるのか」という生徒の疑問や不思議を掘り起こすことで興味関心を引き出したい。また，それらに対する自分

なりの考えをもち，意見発表では自分の考えに基づいた表現を正しく行うことで，今の自分の考えを把握し，自分には無かった部分，同調する部分を見出させることで思考力を高めさせていきたい。また，本単元では課題追求の場面において身近な素材を用いた実験・観察を行い，捉えにくかった抽象的な概念を論理的，数量的に取り扱い，言語化することで，力学的に正しくみたり考えたりする基礎を育てていきたい。また，課題解決により習得した原理・法則を他の現象にもあてはめて考え，新たな課題に主体的に取り組み，学び続けようとする意欲や，より深い理解につながるような指導を目指したい。さらに，授業の中で自己評価カードを取り入れ，記入していくことで授業の振り返りや分析，教師の生徒分析に役立てたい。

6. 目　標

本章（3 章　力による現象）の目標

・物体に力がはたらいていることを，物体の変形や運動のようすなどから認識できるようにする。
・力の種類と力を矢印で表す方法を理解する。
・物体にはたらく力を見つけ，力の表し方にしたがって，矢印を使って表現することができる。

7. 章の評価規準と指導の重点

自然事象への関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての知識・理解
・物体に力がはたらくと物体がどうなるのかに興味をもち，力のはたらきを調べようとする。 ・ばねを使って物体にはたらく重力の大きさをどのようにして測定すればよいか疑問をもち，調べようとする。	・実験結果を誤差を踏まえながらグラフに表し，ばねののびは力の大きさに比例することを見いだすことができる。 **・物体にはたらく力を見つけ，力の表し方にしたがって，矢印を使って表現することができる。** **・つり合いの 2 力を言語化することができる。**	・おもりやばねなどを使って，力の大きさとばねののびの関係を調べることができる。	・物体に力がはたらくと，物体を変形させたり，支えたり，動きを変えたりすることを理解する。 ・いろいろな種類の力があることを理解する。 ・力の大きさはばねの変形の大きさで表すことができることを理解する。 ・重さと質量の違いを理解する。 ・力の表し方を理解する。

8. 指導計画

学習課題	学習内容	時数
1．いろいろな力について調べよう	・力のもつはたらきについて考える。 ・力の種類を知る。 ・物体にはたらく力について調べる。	1
2．力を表現しよう	・力の大きさをNを使って表す。 ・物体にはたらく力の向きと大きさを矢印で表現する。	1
3．力のつり合いを考えよう	・力がつりあうという現象について一つの物体に二つの力がはたらく条件を知る。 ・いろいろな状況のときにどのようにつり合いの力がはたらくかについて考える。	2 (本時2/2)

9. 本時の指導

本時の指導

（1）題材

2 力のつり合い

（2）目標

前時で学習した 2 力がつり合うときの条件を用いて，いろいろな状況のときにどのようにつり合いの力がはたらくかについて考え，理解する。

（3）評価

評　価　規　準		物体にはたらくつり合う 2 力を見つけ，力の表し方にしたがって，矢印を使って表現することができる。【科学的な思考・表現】
評価規準	①知識を表す言葉が記述されている。	「力の三要素」「2 力がつり合うときの条件」「重力」「垂直抗力」「摩擦力」など
	②知識が生徒なりに表現されている。	・物体にはたらく力を矢印で表現している。 ・力を「AがBをCする力」と言語化する。
	③多様な情報を生徒が取り入れている。	生活経験や既習事項など
	④知識を構築するという視点から記述がなされている。	「力の三要素」「2 力がつり合うときの条件」を根拠にしながら論理的・合理的に順序立てて考え，説明している。

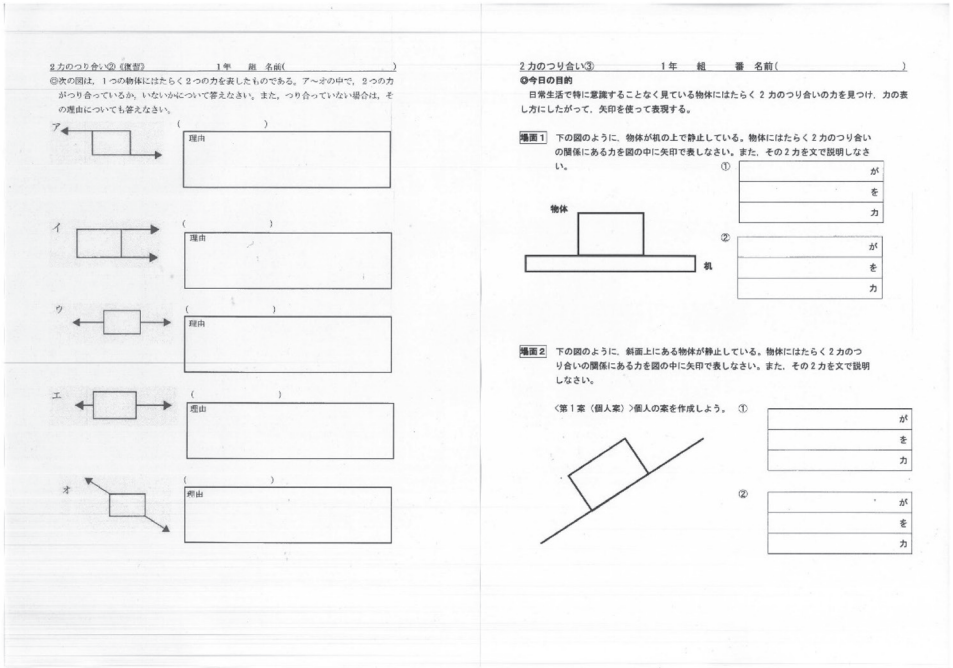
（4）準備物

授業プリント(36 名分)，教材提示装置，プロジェクター，ホワイトボード(9 班分)，ホワイトボード用マジックセット(9 班分)，斜面，木片

（5）指導過程

	学習内容	生徒の活動・評価（◇）	指導者の活動・留意事項（※）
導入	・力がつり合うための条件について復習する。	・プリントの復習問題を解かせ，2 力がつり合うときの条件（大きさが等しい，反対向き，同一直線上）についておさえる。	・なぜつり合わないのか根拠を明確にさせる。
展開	・水平な床の上に置いた物体にはたらくつり合いの関係にある 2 力について考える。 ・斜面に置いた物体にはたらくつり合いの関係にある 2 力について考える。また，どのようになったらつり合わなくなるかについても考える。	・つり合いの 2 力を作図させ，その 2 力を言語化させる。 プリントの課題 1 ◇水平な床の上に置いた物体にはたらく，つり合う力について考えることができる。【思】 ・つり合いの 2 力を作図させ，その 2 力を言語化させる。 プリントの課題 2 （個人→班→発表） ・ホワイトボードを用いて，自分の班の意見を発表する。 ◇斜面に置いた物体にはたらく，つり合う力について考えることができる。【思】	・2 力がつり合うときの条件を満たしているか ・班ごとに発表させ，意見交流をさせる。 ・異なる意見の班を数班指名し，発表させる。
まとめ	本時の振り返り	・斜面に置いた物体にはたらくつり合いの関係にある 2 力についてクラス全員で確認する。	・斜面に置いた物体にはたらくつり合いの関係にある 2 力について整理する。

資料 4



2力のつり合い②《復習》　1年　組　名前(　　)

◎次の図は，1つの物体にはたらく2つの力を表したものである。ア～オの中で，2つの力がつり合っているか，いないかについて答えなさい。また，つり合っていない場合は，その理由についても答えなさい。

ア　(　　)　理由

イ　(　　)　理由

ウ　(　　)　理由

エ　(　　)　理由

オ　(　　)　理由

2力のつり合い③　1年　組　番　名前(　　)

◎今日の目的

日常生活で特に意識することなく見ている物体にはたらく2力のつり合いの力を見つけ，力の表し方にしたがって，矢印を使って表現する。

場面1　下の図のように，物体が机の上で静止している。物体にはたらく2力のつり合いの関係にある力を図の中に矢印で表しなさい。また，その2力を文で説明しなさい。

物体　机

①　が　を　力

②　が　を　力

場面2　下の図のように，斜面上にある物体が静止している。物体にはたらく2力のつり合いの関係にある力を図の中に矢印で表しなさい。また，その2力を文で説明しなさい。

〈第1案（個人案）〉個人の案を作成しよう。

①　が　を　力

②　が　を　力

資料 5

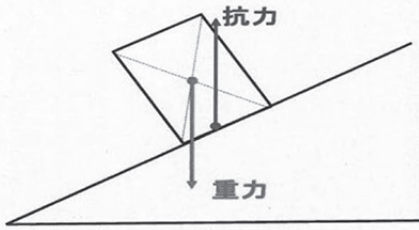
73期生サブノート　A：◎　B：○　C：×　D：××

1年　組　番　氏名　　第　回

	月　日(　)　限目	月　日(　)　限目	月　日(　)　限目	月　日(　)　限目
主題				
授業の概要				
新しい考え方・知識・技能				
	理解度　A　B　C　D	理解度　A　B　C　D	理解度　A　B　C　D	理解度　A　B　C　D

資料 6

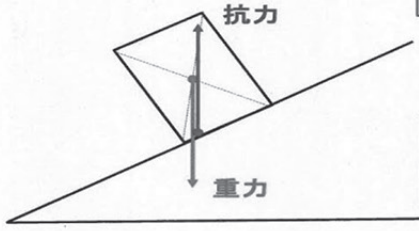
☆傾きが小さいとき



抗力の作用線を，箱の底辺の中心からかくと重力と一直線上にならず，2力のつり合いは成立しなくなる。しかし，実際はつり合うので，抗力の作用線は重力と重ねてかく。

※大きさがあるため，重力と抗力の作用線が一直線上にならない。←大きさを小さくする。

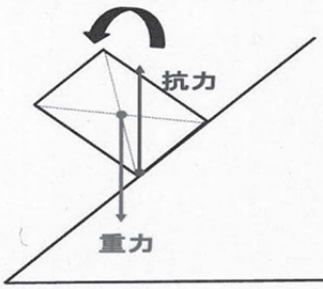
☆傾きが小さいとき



抗力・・・斜面が物体を押す力

重力・・・地球が物体を引っ張る力

☆傾きが大きいとき



箱の抗力は，箱の底辺を出ることができないので，重力と抗力の2力のつり合いは成立しなくなる。
反時計回りに倒れることになる。

Study of the class who makes "the point of view and way of thinking" function in the physical field

SHINOHARA Takao　HORII Hisatsugu

Abstract: The chapter of “balance of two power” will be moved from 3rd grade to 1st grade, and it was started to carry out as transitional measures from this year. We took lessons of this chapter by using the skills which have students work with “the point of view” and “the way of thinking”, which lead to the realization of “deep learning” Our lesson have three characteristic activities. We set the situation where students discussed kinds of questions and work together. Also, we had students express the tension force shown by the arrow by words and use a self-evaluation card to improve the power to utilize something. As a result, we found that by doing that, students can correct the wrong concepts, deepen the understanding of the contents, and raise the effort of studying.

Key words: The point of view of physics education, junior high school science and science,* way of thinking and deep learning

英語で地学の授業を行う試み Ⅳ

― 系外惑星，その発見と意味 ―

岡本義雄（非常勤講師）

抄録：系外惑星の発見手法に関する地学授業を英語で行う試みを実施した．英語を用いた地学授業は筆者の本校における４回目の試みとなる．授業は他の恒星系に属する「系外惑星」の探査方法の導入から始めた．これには重力法とトランジット法の２つの主要な手法がある．本授業で主にトランジット法を扱った．NASAによる教室用の授業資料を実習に用いた．まず最初に手法の説明のために2011年AGU秋季大会での，専門家による解説の動画を視聴した．補足説明に続いて実習を行った．実習はKeplerミッションで得られた系外惑星による恒星の光量変化のグラフを読み取る作業を行った．生徒はグラフから，１）惑星の公転周期の読み取り　２）惑星の半径の推定　をそれぞれ行った．この実習を通じて生徒は惑星探査の背景や手法を理解することができた．最後にこの惑星探査と関連する事項，すなわち宇宙における知的生命体の存在とそれに遭遇できる可能性について議論を行った．生徒からの授業アンケートの解析からはこの授業の当初の目的の成功が読み取れた．さらにこの授業の改良点などについて最後に補足した．

キーワード：系外惑星，Kepler衛星，トランジット法，英語，地学，実習

１．はじめに

2019 年４月から６月末まで，思いがけなく附属高校天王寺校舎の地学を２年ぶりに教える機会を得た．高Ⅰ，高Ⅱの地学基礎と高Ⅲの地学を担当した．地学基礎では火山と火成岩，高３では天文の分野を担当した．その高Ⅲの地学で，以前から附属高校で何度か試行した，地学を英語で教える試みを本年度も実践したので，その報告をここで行いたい．本授業で扱った「系外惑星」とはそもそも，我々の太陽系以外の恒星系に属する惑星を言う．しかしその発見に至る過程は大変な困難を極めた．その困難をくぐりぬけ，人類最初の系外惑星の発見は 1995 年 Queloz & Mayor によりもたらされた．その詳細は彼らが *Nature* に書いた論文に詳しい．筆者も高Ⅲの本授業の冒頭で詳しく紹介した．

ところが，この系外惑星探査が今年（2019 年）のノーベル物理学賞に輝いた．本稿もそれに刺激されて寄稿を思いついた．たまたま附属高に呼ばれて，試験的に行った授業で紹介した手法が，４ヶ月後にノーベル物理学賞を取ったのは，筆者にとって晴天の霹靂であり，まさに Serendipity であった．この授業の機会を与えていただいた井上広文副校長

はじめ，筆者を暖かく迎えていただいた附属高校のスタッフの皆様にまずはお礼を述べたい．

２．授業の概要

１）授業概要

高３地学の天文の授業は，恒星の基礎から HR 図の作成と解釈に始まり，星の一生，銀河と宇宙論の一部に触れる流れとした．また惑星の視運動とケプラーの法則も扱った．途中，６月上旬には大阪教育大学名誉教授の定金晃三先生から「すばる望遠鏡の観測でわかったこと」というタイトルで，先生の研究グループの研究を特別講義していただく機会も得られた．これは定金先生の研究グループの研究成果として数年前に *Nature* に載った宇宙の Li（リチウム）の起源に関する画期的な論文の研究内容（Tajitu, Sadakane 他, 2015）で，生徒も星の進化で宇宙の元素の起源に触れたあとであり，とても興味をもって取り組んでくれた．

さてこの一連の授業では筆者の天文教育におけるポリシーである，本物の観測データを用いた実習を取り入れることを重視した．特に星と銀河の距離測定に関わるテーマ（宇宙における「距離のはしご（distance ladder)」と呼ばれる）では，年周視差からの恒星の距離測定，セファイド変光星を用いた小マゼラン銀河の距離測定，楕円銀河のスペクトル線の赤方偏移を用いた距離測定（ハッブルの法則の検証）などの実習を行った．いずれも米国の天文雑誌 *Sky & Telescope* の古い号に乗った laboratory exercises の連載記事から実習用の資料を作成した．またそのほかに恒星分類の基本図である HR 図の作成，天球上の惑星の軌道運動の描画なども行った．

これらの実習資料は年周視差法，HR 図と惑星運動を除いていずれも英語表記であり，できるだけその表記を訳すことなくそのまま授業でも用いた．その一連の流れの中で，６月末の期末試験前に以前から一度英語による授業を試みようと思っていた「系外惑星探査」の実習を取り上げた．

これはすでに以前に附属高校の授業で行っていた同種の実習を，初めて英語を用いて行う試みである．また本実践の試みのあと，タイの科学高校（KVIS，Kamnoetvidya Science Academy）に赴任して行った特別授業でも，本実践の内容をほぼそのままタイの高校生にも授業実践し，生徒に歓迎された．授業を見学されていた大学のアドバイザーからも大変興味深いと絶賛をいただいた．

本校における授業の概要は以下のとおり，

対象：高Ⅲ地学選択　生徒在籍 37 名　うち出席 35 名
日時：６月 25 日（木）３，４限　地学教室
内容：系外惑星の探査手法とその意味
使用言語：英語（あとのアンケートや諸連絡のみ日本語とした）

系外惑星の探査法を PPT（パワーポイント）で解説するとともに配布資料を基にできるだけ生徒に考えさせることを重視した．PPT には NASA をはじめとする研究機関の教育用

の動画や資料をまとめた（本稿末に一部を紹介）．なお，本論では当日用いた PPT のスライド原文をそのまま紹介する．投稿直前に，本校英語科の乾まどか教諭から，授業で用いたスライドに関してふさわしい表現への修正コメントをいただいたので，それを各スライドの脚注として記す．原文をそのまま紹介するのは，本校においての英語授業の試みが４回目，タイの科学高校における英語での授業が２カ月×３年間の経験を経ても，なお，筆者の英語力では，このような限界があることを残すことも，同様の試みを考える方々にとっては意味があると考えたからである．なお，筆者の英語経験や英語力の詳細は本集録の以前の号に，述べているのでそれを参照いただきたい（岡本，2015，2016）

２）授業の詳細

さて，当日の授業内容の詳細に移る．

初めに，いかに系外惑星の発見が困難なできごとであるかに着目させたあと，現在５種類ある探査法を簡単に紹介．そのうちメジャーな重力法（Wobble 法，Radial Velocity 法ともいわれる）とトランジット法を中心に解説した．

時代順にまず重力法から手法の詳細の紹介を始めた．探査の成功の発端である *Nature* の（Queloz & Mayor,1995）の内容を *Nature* の表紙と論文タイトルなどをあげて紹介（巻末 PPT 資料 11，12 ページ）．惑星を持つ主星が惑星の引力によりごくわずかにふらつくこと．そのふらつきを主星の光のスペクトル分析からドップラー効果を用いて測定する．スペクトル変化は主星の視線速度方向の速度変化を示し，長い観測を通じて見事なサインカーブを描く．その論文の図（下の図１）を紹介して，さらにこの重力法をわかりやすく示す YouTube 動画（図２）も紹介．生徒は興味を持って理解してくれたようである．しかしこの授業のメインは次に述べる「トランジット法」である．

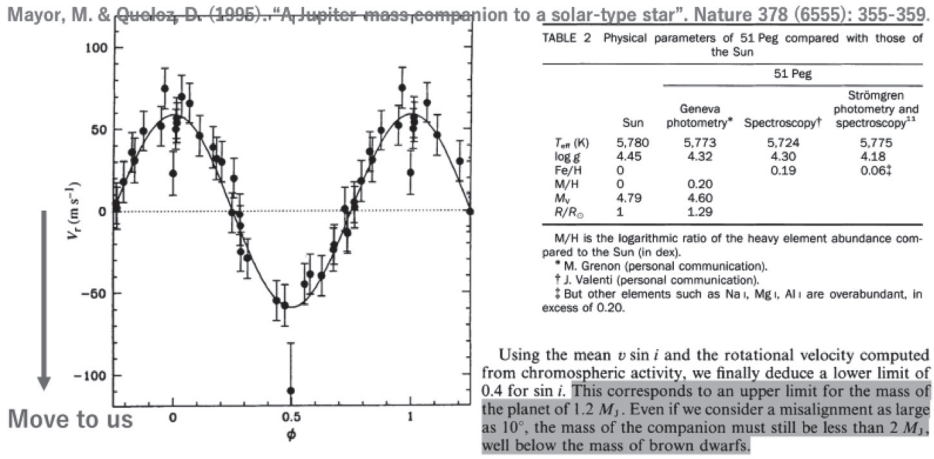


FIG. 4 Orbital motion of 51 Peg corrected from the long-term variation of the γ-velocity. The solid line represents the orbital motion computed from the parameters of Table 1.

図１．Queloz & Mayor,1995 の *Nature* 論文の図（筆者の PPT ではスライド番号 12）．論文には惑星の引力でふらつく主星の視線方向の運動を示す見事なサインカーブが描かれている．この論文の研究が 2019 年度ノーベル物理学賞を受賞した．

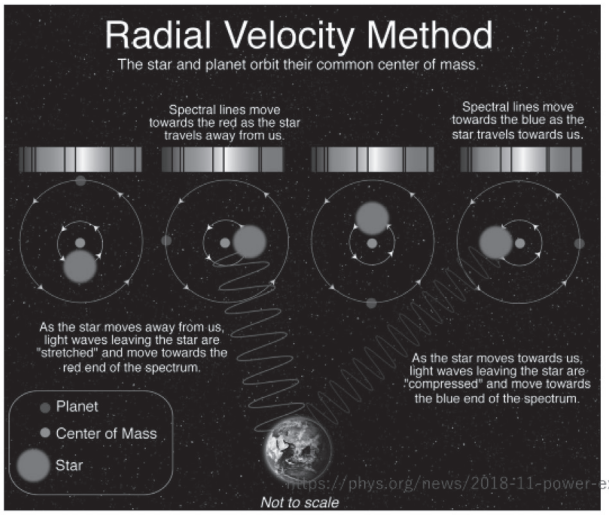


図２．Wobble 法（Radial Velocity Method）の説明図（スライド番号 10）.

「トランジット法」は「重力法」よりむしろ直截的に理解できる．小さすぎて見えない惑星の食による親天体（恒星）の光度変化を観測するという極めて単純な原理による．しかしその光量変化はきわめてわずかなため，成功は天体観測技術の進歩とリンクしている．NASA が 2009 年に打ち上げた Kepler 衛星はまさにこの系外惑星の発見という，純粋科学的な目的のために打ち上げらた．その後，集積されたデータをもとに，現在までに 4000 個を上回る数多くの系外惑星が発見されてきている．この手法について，本論では，私が直接説明をするのではなく，当日の授業に倣って，授業で用いた講演ビデオを用いた説明として再録してみたい（図３）.

この講演は，2011 年 12 月にサンフランシスコで開催された American Geophysical Union（アメリカ地球物理学連合，AGU）の Fall Meeting でのものである．この年，私は本校の常勤最後の年（このあと２回リタイアする）で，その年に，たまたま当たった科研費でサンフランシスコまで行くことができた．12 月初旬のサンフランシスコはクリスマスを待つ飾り付けがとてもきれいだった．この年の春に 2011 年東北地方太平洋沖地震が起きて，日本の地震学者が大挙して，この学会で特設された東北地震の特別セッション（PartI から IV まであった）に参加し発表がなされた．私もそのセッションを聴いた．このときの講演の動画は今でも YouTube で公開されている（参考文献）．生徒にはいい意味でも悪い意味でも，典型的な日本人研究者の英語発表の例として動画で紹介した．もちろん，私も別の教育に関する常設セッションで，地震教材のポスター発表を行った.

それらのセッションに混じって NASA の Kepler Mission の報告が話題となり，たくさんの聴衆を集めていたのが Sagan Lecture と呼ばれた招待講演である．Sagan lecture は有名な米国の天文学者 Carl Sagan の名を冠している．筆者は偶然，現地でこの講演があることを知り，早めに会場に入った．講演者は当時，Kepler Mission の科学分野の責任者である Geoffrey W. Marcy（当時 UCB）であった．打ち上げ後２年足らず経過し Kepler Mission の，最初の成果の公式発表の場を兼ねていたので，他分野の研究者（この学会は地球科学を専

門とする研究者の集まり）の間でもかなりの話題になっていた．会場は詰めかけた研究者で満員，立ち見も出ていた．筆者は少し早めに会場に入ったので，座ってこの講演を聞くことができた（YouTube の動画 URL は参考文献に記述）．

司会者の紹介のあと，自信たっぷりに現れたジェフ（各ビデオに映る左の人）はまず，衛星打ち上げのシーンから動画で見せた．ロケット打ち上げにはスタッフがとてもナーバスになっていた．なぜならその前のロケットが打ち上げに失敗していたからという逸話から始まり，打ち上げ成功のシーンを解説した．スタッフも自分も思わず顔に涙が流れた（tears were running）と彼はいう．そのあと丁寧でとてもゆっくりとした国際学会標準の英語で，「トランジット法」の解説と Kepler 衛星の詳細を見せてくれた．もちろんこの講演は 60 分近くに及び，全部を見るには長いので授業では，冒頭の衛星の打ち上げシーンから図３で示す「トランジット法」の解説の部分をまず見せた．

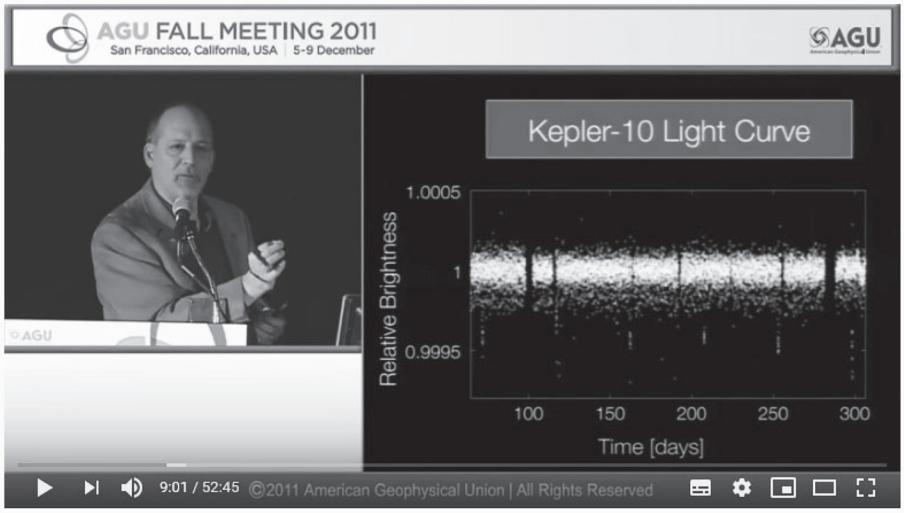


図３．授業に用いた講演ビデオ動画．YouTube より．右に実際の恒星（Kepler-10 と名付けられた）の Kepler 衛星による生の観測データが示されている．

最初の図３のスライドで，恒星の生の光度曲線が示されている．たて軸が光度，横軸が時間経過を示す．Relative brightness = 1 の右に並ぶ，水平部分が平常状態の光度の変化を示す．上下に幅広く広がるのは，ノイズで光度が変化しているように見えていることを示す．光度曲線がところどころ暗く切断されているのは，観測中断によるデータ欠損を示す．ところが光度曲線のグラフから．下の方に落ちた光量の点が周期的に上下に並んで打たれている場所がある．これが見えない惑星による食を示す部分を示す．

この減光部分の時間軸を拡大すると図４のようになり，さらに短い周期の惑星の食による減光が見え始める．そしてそのグラフを再度時間方向に引き延ばすと，図５のように台形の凹みのように現れる（これは図のキャプションのように図３で見られる減光の惑星ではなく，さらに小さな惑星によるものであるが）．この恒星の光の減少量から，恒星の半径を仮定すると，それに対する惑星の半径が求まる（後述）．さらに右のスライドではター

ゲットの恒星を地上の望遠鏡からスペクトル観測することで，先に述べた重力法により惑星の質量が求まることも説明している．

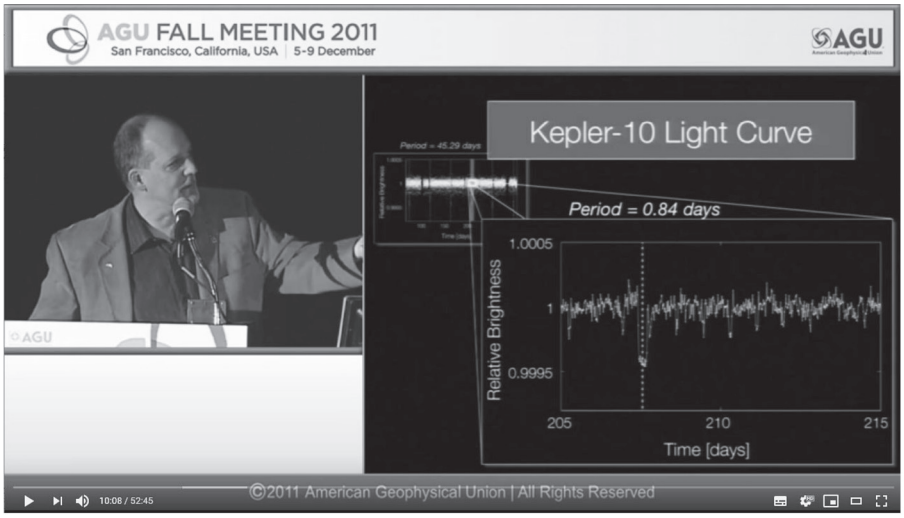


図４．図３のグラフの一部を時間で拡大したところ．点線が図３の惑星による減光で，さらに短い周期の別の惑星による，周期的な減光が見えてくる．

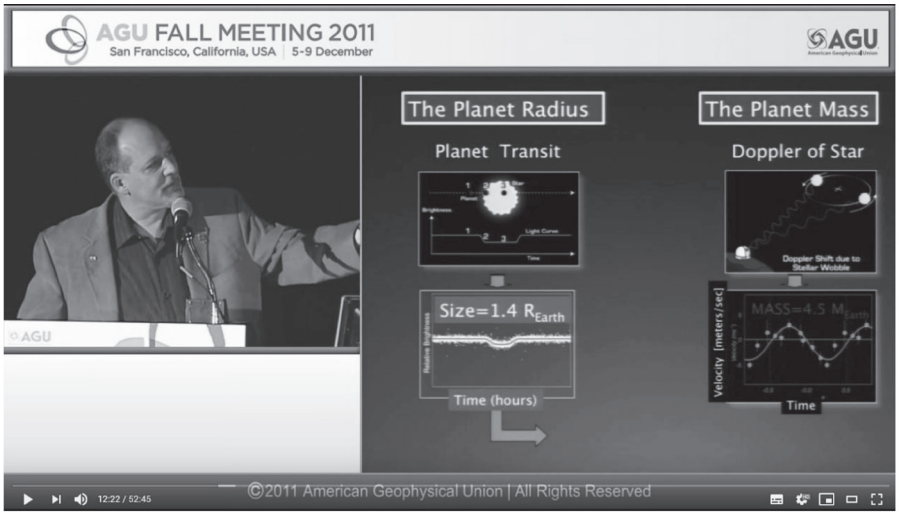


図５．続くこのスライドでは，さらに時間軸を延ばした恒星の明るさの変化のグラフと，地上からの観測による惑星の質量の求め方にも言及している．なお，このグラフは上記図３のグラフを時間軸で引き延ばした結果発見された，さらに周期の短い地球サイズ（地球の半径の 1.4 倍と推定）の惑星による主星の光の減少を示す．

このあと講演ビデオを少し飛ばして，岩石惑星が発見されたあたりまでを流した．生徒も大変熱心に動画を見ていた．筆者も生で見た講演会場の盛り上がりを思い出した．そのあたりでビデオ動画視聴を修了し，動画の説明の内容を問う，次の Kepler 衛星についての

基本的な質問を提示した.

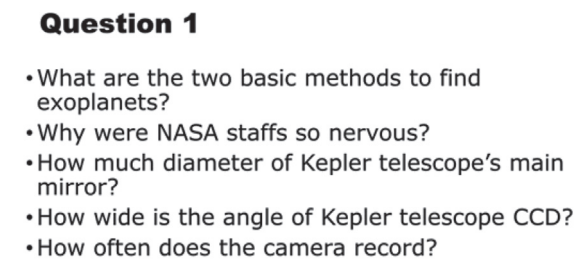


図６．筆者の PPT のスライド 15．生徒への質問１

上記動画で一応説明がなされていたが，英語でとまどう生徒も多かったので Kepler 衛星の詳細について，PPT でスライドを用意して，さらに詳細な解説を行った（巻末資料の PPT ファイルのスライド番号 16–18 を参照）.

ここでは，1) Kepler 望遠鏡が通常の望遠鏡とは異なり 10 度角（満月 20 個分の幅）の範囲を見ることのできる広視野なこと．2) 極めて感度の高い CCD を望遠鏡の焦点に置いていること,3) この CCD で 30 分おきに全視野を撮影すること．などの追加説明を行った．さらに下記のスライドを見せて，次の質問を投げかけた.

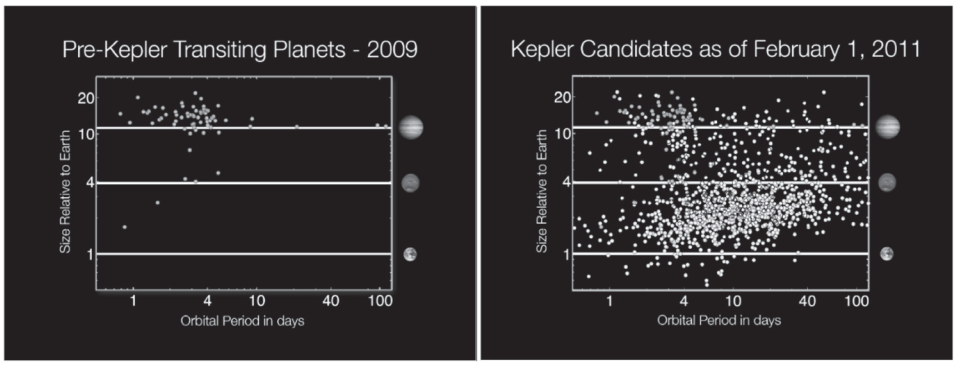


図７．（スライド 21）生徒への２つめの質問の対象となった図．発見された系外惑星の半径（縦軸，単位は地球半径を１とする）と，主星からの距離を公転周期（横軸，単位は日）で示したもの．左側が探査の初期のころ（2009 年）．右が探査が進んだ 2011 年に同じ図を描いたもの（引用は NASA のサイト）.

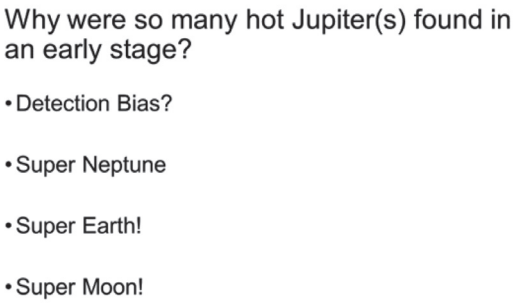


図８．スライド 22．生徒への続きの質問

この観測の初期（2009 年）には公転周期が数日と短く（つまり，公転軌道が主星に極めて近い），質量や半径の大きな惑星が多く発見された．これらは Hot Jupiter と命名された（図７左）．この原因を問う質問である．年を経過するごとに（2011 年），やがて小さな，さらには公転周期の長い惑星も見つかっていく（図７右）．衛星が打ち上げられてからの観測期間を考えると，2009 年はまだ打ち上げ直後なので，長い公転周期の惑星はまだ見つかっていないという Detection Bias（検知バイアス）の可能性が高いが，それでも Hot Jupiter は我々の太陽系の惑星とは性格がまったく異なり，その成因は現在も議論されていることを紹介した．さらには惑星のサイズに合わせて Jupiter，Neptune，Earth の各サイズを表す用語が用いられることにも触れた．以上が授業前半の系外惑星発見の手法の詳細と関連事項の説明部分である．

その後休憩のあと，この手法を NASA が高校生向けに実習としてまとめている教材を用いて，系外惑星の半径や公転周期を求める生徒実習に移った．

３．実習教材と授業のまとめ

ⅰ）惑星発見手法の実習

この実習には NASA が高校生向けにまとめている Investigation: Transit Tracks というタイトルの PDF ファイルのうち，実習の解説ページと Kepler Mission で観測された，恒星の光量変化のグラフおよびデータ記載用の表のページを，ピックアップして実習資料として配布した．光量変化のグラフはカラーで印刷した（巻末資料参照）．

この実習プリントでは，系外惑星による光量変化が実際の誤差を含んだもの（図３，図４）ではなく，実習しやすいように，モディファイされた模式図となっている（図９）．このグラフから，まずわかりやすい惑星の公転周期を読み取る．図で光量が周期的に落ちている間隔を日単位で測定する．そしてそれを表（巻末資料）に記入する．次にその光量変化を読み取るが，縦軸は光量を％で，しかも小数以下の小さな量で読み取ることになっていることに注意．

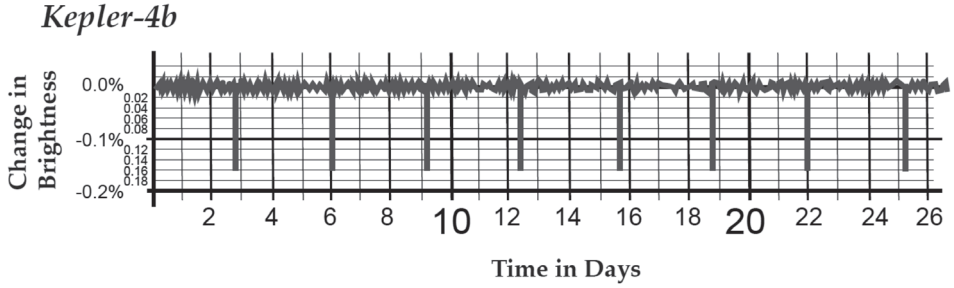


図 9．系外惑星の公転周期と半径の見積もり実習に使用したグラフの一部.

このグラフから，ターゲットの惑星の公転周期が，約 3.2 日，恒星の光の減少量が，0.16% であることが見いだされる．もし主星の大きさを太陽のサイズと仮定すると次の式から惑星の大きさが決定できる（巻末文献の PDF を参照）.

$$Rp=10Re\times\sqrt{Z} \qquad \text{(1)}$$

Rp は求める惑星の半径，*Re* は地球の半径で通常 1 とする．*Z* は光量の減少率（%）

この式 (1) の意味は，光の減少量は惑星のよって隠される部分の面積と，恒星全体の面積との割合になる（図 10 参照）．半径を求めようとすると面積から半径に直すためにルート（平方根）処理をしないといけない．ここが生徒には少しわかりにくいと思ったので，次の図 10 のような説明ページを PPT に作った.

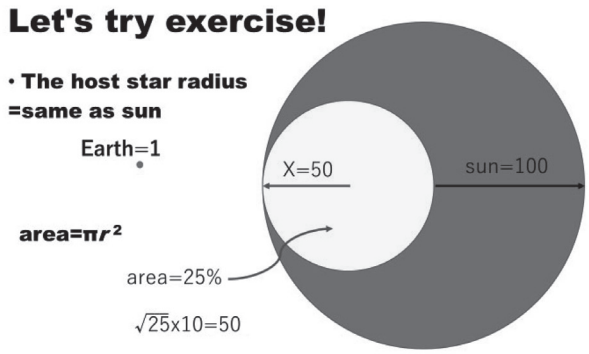


図 10．スライド 26．惑星のサイズを求める式の導出過程（√が出てくる意味）この図では地球の半径を 1，太陽の半径を 100 として，仮に地球の 50 倍の半径の星があったときの光の減少量を考える．図より明らかなように，太陽の光量が面積比で 25% だけ減少する．逆に我々は太陽の光の量を観測していて，その光量が 25% 減少したときに，その原因となった星の半径は上記の式で示されることを説明.

ただし，この式が使えるのは，主星である恒星の大きさが太陽の大きさにほぼ等しいという条件がつく．実際にこの資料にある恒星は，いずれも太陽の半径のプラスマイナス 10%くらいの星なので（巻末資料の各恒星の質量のデータより），この仮定はほぼ満たさ

れている．

実習ではグラフ７個について，生徒個々のスキルに応じて，２個ないし５個くらいの数を測定できたようである．元の実習ではここから次に太陽と同サイズの恒星を仮定し，ケプラーの第３法則を用いて，惑星の公転半径を求める実習が続くが，本授業では時間の制限でこの作業は割愛した．

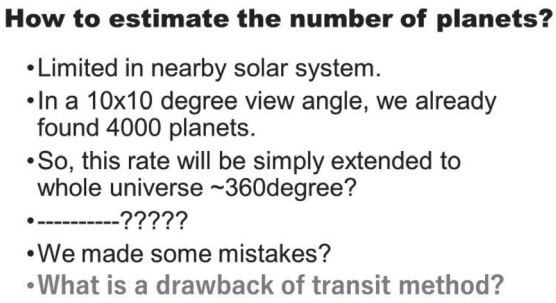
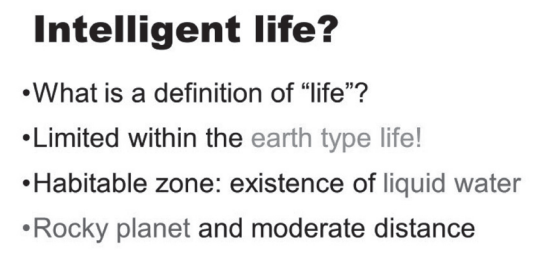


図 11．スライド 31．トランジット法の欠点と惑星数に関連する問い．

最後に，この「トランジット法」の欠点に関することを生徒に質問した．
期待される答えは，惑星の公転軌道の軌道面が視線方向に沿っていないと，恒星の光を遮れない．つまり宇宙にたくさんあるはずの惑星系のうち，ほんのわずかな条件の惑星系だけがこの方法で発見でき，惑星の大きさや公転周期を測れるのだということを生徒に理解してもらおうとした．この結果，宇宙に存在するはずの系外惑星の数は Kepler 衛星で発見される数よりはるかに多いはずだ．したがってこの宇宙に知的生命体が存在する可能性は極めて高いように思われる．だが，本当にそうなのか．

ⅱ）宇宙人に会えるか？

このもっとも重要な問いに答えるために，また生徒に宇宙への思いを馳せるための道しるべとして，「宇宙人に会えるか？」というテーマで議論をした．これにはまず知的生命体（intelligent life）を構成する「生命」の定義から始めた．筆者の意見として，1）自分のコピーを子孫として残すこと．2）自分の身体をメンテする能力（ホメオスタシス）の２つを併せ持つことを生命の定義とした．しかしそれでは，コンピュータウイルスはどうなるかという議論も行った．



註：２行目 a definition → the definition
　３行目 意味が不明瞭（筆者は多数予想される生命のタイプの中で地球型生命に限ると言いたい）

図 12．スライド 27．生命の定義および知的生命体の可能性

今までほんの 10 数年間で発見された系外惑星の数や，ハビタブルゾーンの概念を説明し，さらに「トランジット法」の欠点を考慮すると，空間的には「宇宙人」つまりは知的生命体の存在は間違いないだろうという結論を提示した．

しかしここでもうひとつの問題が出てくる．それは時間的流れという問題である．この古くて新しい問題は昔，Drake が提案した Drake 方程式（1961 年）がよく表している．下記がその方程式である．以下 *Wikipedia* の記述を引用する．

$$N = R_* \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L \qquad \text{------(2)}$$

各パラメータは，

名前	定義
R^*	人類がいる銀河系の中で 1 年間に誕生する星（恒星）の数
f_p	ひとつの恒星が惑星系を持つ割合（確率）
n_e	ひとつの恒星系が持つ、生命の存在が可能となる状態の惑星の平均数
F_l	生命の存在が可能となる状態の惑星において、生命が実際に発生する割合（確率）
f_i	発生した生命が知的なレベルまで進化する割合（確率）
f_c	知的なレベルになった生命体が星間通信を行う割合
L	知的生命体による技術文明が通信をする状態にある期間（技術文明の存続期間）

といったような値である。

これを生徒に考えさせた．この式で計算される N，**すなわち我々が今，会える可能性のある宇宙人の数**は　知的生命の存在の可能性（つまり空間的分布）×我々が遭遇する可能性（文明の継続期間，つまり時間分布）の形をとっている．この N が 1 以上であることは自明である（スライド 34）．なぜなら我々が現在すでに存在するから．しかし N が 2 以上の可能性はどのくらいあるのか．つまりこれは全宇宙を対象に構築された**「出会い系サイト！」**に現在登録している宇宙人の数だという比喩を提供した．

前半の項は恒星が存在するとして，その恒星が惑星系を持つ確率や，その惑星系に生命や知的生命が誕生する確率を計算している．しかし最後の項 L の意味するところは前半とは大きく異なる．つまり空間的には多数の知的生命がこの宇宙には存在する可能性があるが，時間的にはその知的生命体は 137 億年という宇宙が誕生してきてからの膨大な時間軸のどこかにランダムに配置される．そこで我々がたまたま文明を築いている時間と，それらの知的生命体が築く文明の継続時間との重なりの可能性を，宇宙の年齢との比較で考えさせた．これが我々が他の知的生命体が構成する文明との出会える確率に相当する．これは電話帳を多数，机の上に積んで，その中の偶然選んだ 1 ページが，他の電話帳で選んだどこかのページの高さと一致する確率の問題となると指摘した．

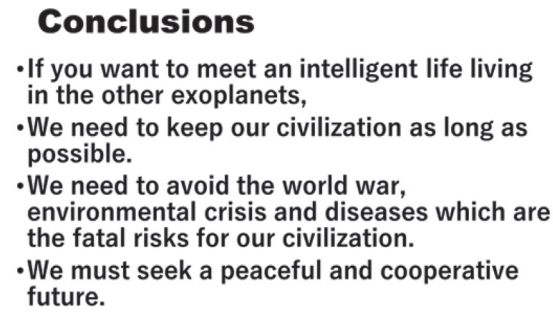


図 13．スライド 35　未来に向けた結論．

そこから我々が「宇宙人」に出会えるためにはどうすればいいのか？これを生徒に考えさせて，この授業のまとめとした．

註：1 行目　Thank you very much for your cooperation in my class for three months! が適当

図 14．スライド 36　最後に生徒への 3 カ月間の挨拶．

この授業は 3 カ月間という短い筆者の授業の終わりも意味したので，最後のしめくくりの言葉として My most favorite phrase の Steve Jobs の「Stay Hungry ！ Stay Foolish!」と結んだ．

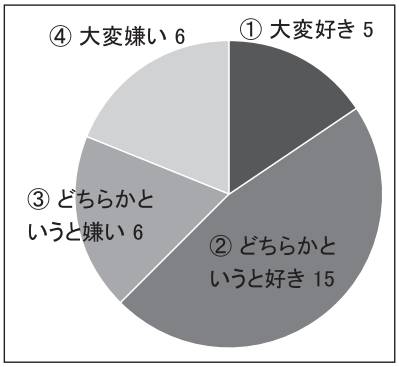
その後に授業アンケートを生徒に渡して，次に示すアンケートを受け取り終了した．

４．アンケートなどによる授業評価

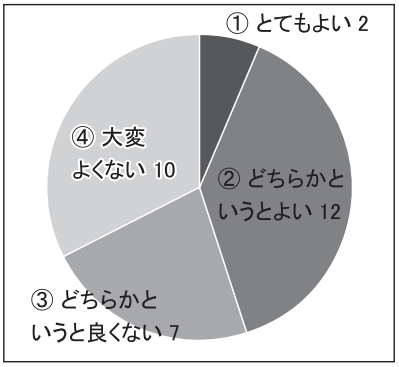
授業の評価を例年どおり，授業後アンケートにより行った．アンケートの回収総数は 32 名．そのうち有効回答が 30 名であった．男女別は男子 11 名，女子 19 名である．その結果は次のとおり．数字は人数を示す．

1．はクラスと性別を問う質問で，省略．以下アンケートの質問と回答の円グラフを順に示す．

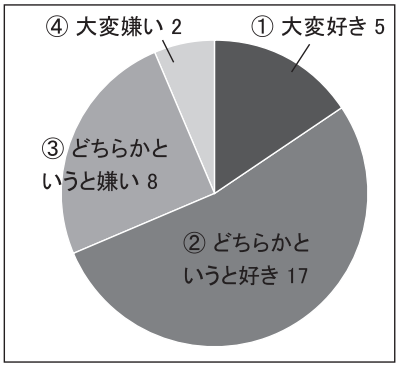
2．あなたは英語が好きですか？



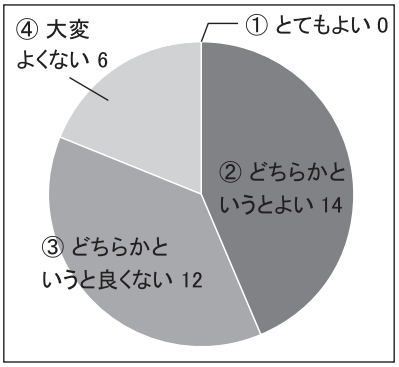
3．あなたの英語の成績は？



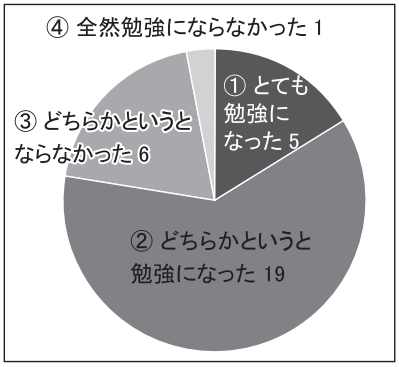
4．あなたは地学が好きですか？



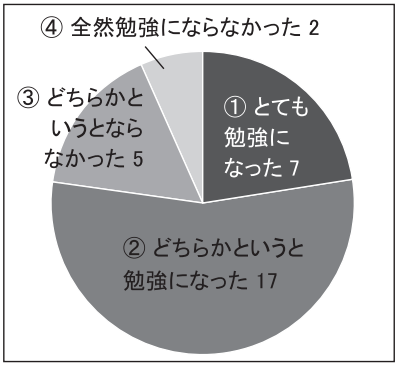
5．あなたの地学の成績は？



6．今回の授業を英語で行ったことについは，**英語**の勉強になりましたか？



7．今回の授業を英語で行ったことについていては**地学**の勉強になりましたか？



8．今回の授業でもっとも関心を引いた内容を 1 つだけ挙げてください？

・宇宙に文明がある．　・Drake の式　・Intelligent lives
・Alien　・Stay hungry Stay Foolish まとめ方がよかった（2 人）．

・宇宙の出会い系サイト　・地球外生命（４人）　・星の見つかり方の限度の話
・宇宙人の話（2 人）　・惑星の大きさの計測　・地球以外の生命体に会えるかも
・（我々の文明が）長く生きれば生きるほど文明が見つかる可能性が高まる.
・生命の定義　・Planet の発見方法　・文明が重なるか
・望遠鏡の見える範囲が広いこと.　・ロケットのブースター発射

９．今回の授業でもっとも印象的だった英語（単語 or 表現）を１つだけ挙げてください？
・Hot Jupiter（2 人）　・revolution（2 人）・nervous（4 人）　・Exoplanet
・dimming（2 人）　・cockroach　・reasonable（2 人）　・estimate
・radius（2 人）　・radii　・velocity method　・transit（2 人）
・revolution“公転” 革命だけしか知らなかった.
・need to keep our civilization as long as possible
・Stay Hungry ！ Stay Foolish!（2 人）

10．今回の授業で特に難しかった点があれば，記述してください.
・前半の英語ラッシュ　・単語と計算の説明
・さいごの方，文明や出会い系のところがむずかしかった
・英語のビデオの英語がむずかしかったです.
・初めの動画　・文明がズレてること
・英単語が難しかったです.
・ところどころ単語の意味が分からなかった.

11．今回の授業で何か気付いた点や，感想などを自由に記述してください.
・英語の授業でぜったい分からないと思ってたけど，分かりやすくてある程度理解できてうれしかったです.
・割と内容のわかるような内容だったので英語でよかったなと感じた（原文ママ）
・地学全体に難しかったけど，たのしかったです．Thank you so much!
・先生のような授業がほかにもっと増えればよいと思った.
・科学の授業は英語でやった方が楽しいと思った.
・地学が高３になって難しくなったのを英語で聞いて少し混乱した．けれど図が多くて何とかわかった.
・できるだけ理解しようとがんばった．ニュアンスは分かった.
・Stay Hungry Stay Foolish 自分も好きです
・Thank you for teaching!!
・先生だけが英語で話すより，生徒も英語で話すのが大事ではないかと思った.
・英単語の言いかえを日本語で説明するより，中学英語などに変えてくれるとうれしいなと思いました.

アンケート結果からは，生徒のかなりポジティブな反応が得られた．授業中の筆者の感想としても生徒はかなり好意的にかつ熱心に授業に取り組んでいたようである．もちろんアンケートには少しも勉強にならなかったという生徒も数名いたことには留意する必要があるが.

授業に同席して授業内容を始終みていただいた，本校英語科教諭の乾まどか先生と，た

またま授業当日，米国から来られて本校に滞在中であった，本校姉妹校 ASMSA（Arkansas School for Mathematics, Sciences and the Arts）のベティ先生にも，授業終了直後に大変好意的なコメントをいただいた．

５．議論

この授業の前半部で，惑星系をどのように探すかという方法論を紹介した．最初に実用化した方法は前述したとおり Queloz & Mayor（1995）による，Wobble Method あるいは重力法と呼ばれる手法である．この手法の理解には，物理で習う「ドップラー効果」の概念が基本となる．高Ⅲ生とはいえ，物理でこの効果を履修していない生徒には，内容は少し難しいかもしれない．

またこの手法以前には，恒星のふらつきを幾何学的方法で観測して惑星が見つかったという報告が 1960 年代になされた（Piet van de Kamp による地球に近い恒星バーナード星に，惑星が存在するという報告）．しかしこの報告は観測した望遠鏡の機械的誤差を，恒星の動きと勘違いしたと現在では考えられている（文献 URL 参照）．これは系外惑星の発見がいかに難しいかを示すエピソードでもある．一度は系外惑星を初めて発見したと小躍りした Kamp が皮肉にも亡くなった年である，1995 年にくだんの重力法による最初の発見があった．このような天文学史の興味深い巡り合わせも本授業の前に紹介できれば，より効果的であったかも知れない．

次に本授業での主要テーマである，トランジット法であるが，この手法にも原理的な問題が残る．この手法では，惑星系の公転軌道面が我々の視線方向にほぼ平行に近くないと観測できない．つまり惑星による主星の食が生じない場合は，いくら恒星系に惑星が存在しても当然ながら発見が無理となる．What is a fundamental drawback of this method? これは生徒にも質問をして考えさせた．ある生徒が正解を答えたと記憶する．従って，宇宙に存在する系外惑星の数は，Kepler Mission で報告されている数よりはるかに多いことが想像される．これが最後に述べた宇宙人はいるか？あるいは会えるか？という質問につながる．生徒にとって宇宙人の問題は大変興味のある問題であり，本授業はそのような興味への一つの回答を与える内容となる．この部分についてはさらに授業の内容や用いるデータ，および議論の手法を改良する必要があると考えている．

授業全般の議論として，手法の説明を専門家による講演ビデオにたよる方法を初めて取り入れた．国際学会の標準的な英語で研究者にはわかりやすいのだが，専門用語の知識のない生徒にはかなり難しかったことが予想された．したがってビデオ視聴のあとに，筆者による追加説明を加えたが，この点は，何人かの生徒がやはり難しいと指摘している．

授業で用いたデータは NASA の高校生用の授業向け資料を抜粋してそのまま用いた．英語授業を意識したからであるが，一般の授業向けにはやはり難しく，日本語の解説も必要になるだろう．さらに恒星の明るさの変化のグラフを用いたが，これも実際の観測データとは異なる．グラフは実習用にかなりモディファイされている．生徒によってはその元データとの違いを気にする生徒もいると思われる．専門家の観測データがいかに観測誤差を含むものであるかは，科学教育の根幹に関わるとても興味深い部分でもあるが，そのあたりの詳細は本実践では省略せざるを得なかった．

６．終わりに

この授業で視聴した 2011 年のビデオの講演の主，Geoffrey W. Marcy は，当時 Kepler Mission の科学分野の最高責任者であり，積極的な NASA の広報も兼ねていた．まさに飛ぶ鳥を落とす勢いの研究者としてのキャリアの絶頂にあった．本来なら今年のノーベル物理学賞を Queloz & Mayor とともに分け合うに十分な業績と経歴の持ち主であった．しかし，本講演の数年後の 2014 年，長年に渡る大学院女子学生などへのセクハラの事実が表面化し，大学を追われることになる．まさに「好事魔多し」を地で行く展開となったのは，当日の彼の素晴らしい講演を，生で感動しながら聞いた私としてもとても残念である．もちろん授業ではこの事実は生徒には伏せていたが．

現在，Kepler 望遠鏡の次世代を担う探査衛星 TESS が 2018 年に打ち上げられ，２年間の観測を継続中だという．衛星の設計は MIT（マサチューセッツ工科大学）が Google 社の資金援助の基に建て，NASA が打ち上げを実行したという（*Wikipedia* よる）．白鳥座方向にターゲットを絞っていた Kepler 衛星とは異なり，TESS 衛星は２年をかけて，全天を掃天し，さらなる系外惑星を探すのだという．

2019 年ノーベル物理学賞をこの種の研究が受賞したことは，これもまた意義深い．こんな日常生活にも軍事目的にも何の役にも立たない，単なる宇宙における知的生命体探査（ありていにいえば宇宙人に会いたい！）という，純粋な知的好奇心に基づく研究が科学における最高の栄誉だと評価されたということだ．さらにその次世代計画になおも予算をつける度量が，米国にはまだ残っていたということである．数年のうちに公開されるであろう TESS の研究成果を今から楽しみに待ちたい．

最後に本授業に際し，終始有益な示唆をいただいた大阪教育大学名誉教授定金晃三先生，当日の授業を見学し，適格なコメントをいただいた，大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎英語科の乾まどか教諭，米国 ASMSA（Arkansas School for Mathematics, Sciences and the Arts）Japanese Instructor の Elizabeth Brown（ベティ）先生にお礼を申し上げます．また本校地学科の三輪孝夫先生，実習助手の三橋礼氏には授業の資料収集にご協力いただきました．授業に参加した高校３年生の岡田美鈴さんからは授業ノートの提供をいただきました．さらにタイの高校（Kamnoetvidya Science Academy，KVIS）のアドバイザーの Dr.Thanit Pewnim 先生から，その後のタイでの授業についての暖かい励ましと有益なコメントをいただきました．なお，本論は当初公開予定がなかったため，当日の授業のメモも少なく，パワーポイントや配布資料と生徒の当日のノート，記憶に頼って書いているので，不正確な部分もあることをご了承ください．本論が同種の授業を志す方の何かの参考になれば筆者の望外の喜びです．

＜参考文献＞

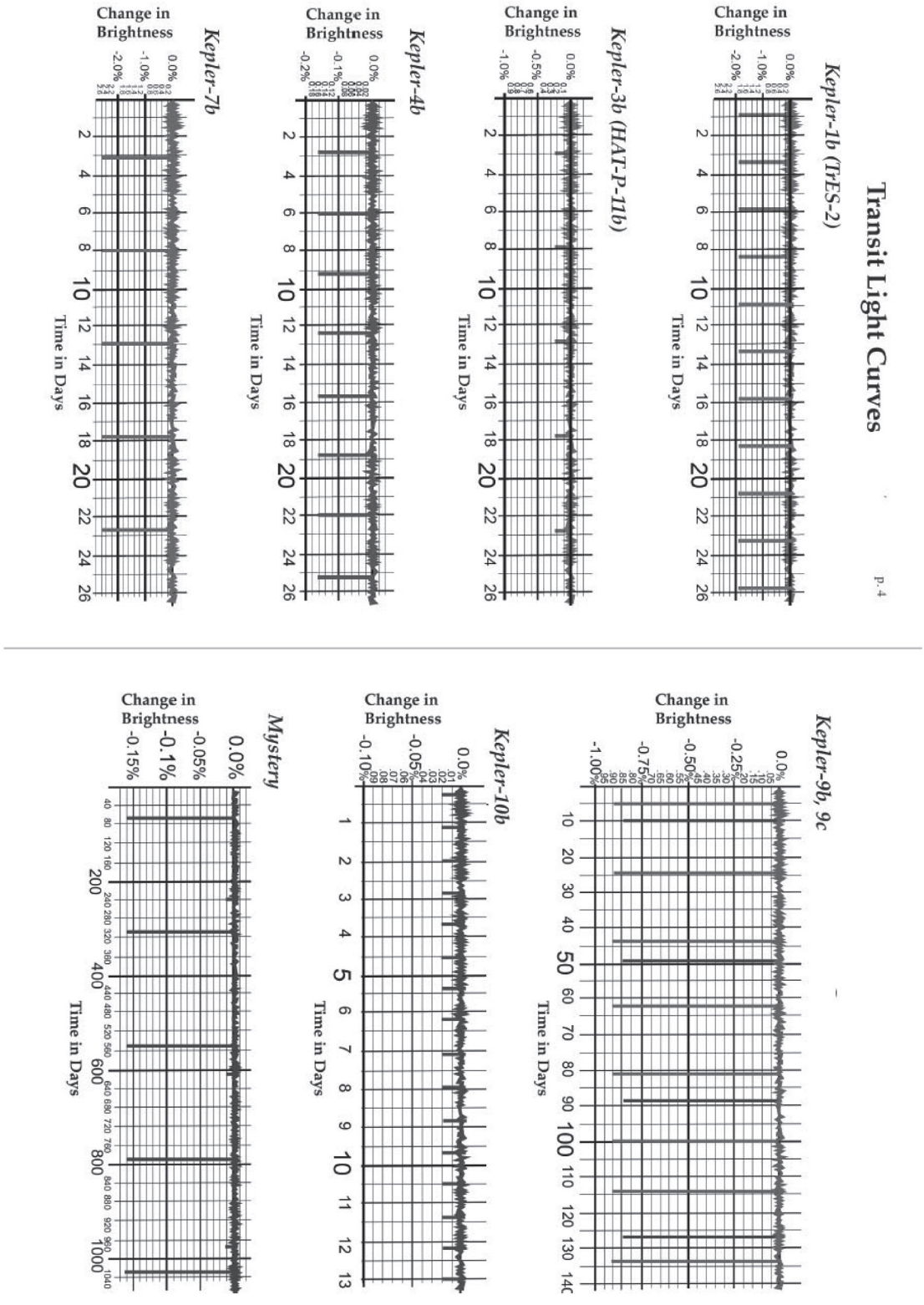
M.Queloz & D.Mayor : A Jupiter-mass companion to a solar-type star, *Nature* **378**, 355-359(1995)

Akito Tajitsu, Kozo Sadakane, Hiroyuki Naito, Akira Arai, & Wako Aoki : “Explosive lithium production in the classical nova V339 Del (Nova. Delphini 2013)”, *Nature* **518**, 381-384 (2015)

岡本義雄：タイと日本の高校生のための神戸・淡路の震災モニュメントへの英語野外巡検の試み，*附属天王寺中・高研究集録* **No.57**，149-166，2015
岡本義雄：英語で地学の授業を行う試み Part2 －ある火星年代記－，*附属天王寺中・高研究集録* **No.58**，117-141，2016

高Ⅲ授業で以前に，日本人研究者の英語発表ということで紹介した 2011AGU FallMeeting の講演ビデオ URL：https://www.youtube.com/watch?v=D1BCLMRNkSM
授業で使用した，2011AGU Sagan Lecture（Geoffrey W. Marcy）の講演ビデオの URL：https://www.youtube.com/watch?v=avjAbQJk4EQ
NASA の Kepler Mission の実習教材 pdf：https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/tt-apr-13-2011.pdf
パワーポイントに用いた，NASA が公開の動画資料：https://www.nasa.gov/content/kepler-multimedia
MIT の次世代衛星 TESS のサイト：https://tess.mit.edu
Piet van de Kamp による 1963 年の Barnard 星における系外惑星発見談（論文ではなく学会発表）の詳細：https://blogs.scientificamerican.com/observations/50-years-ago-an-astronomer-discovered-the-first-unambiguous-exoplanet-or-so-he-thought/

資料１．実習用グラフ（参考文献の tt-apr-13-2011.pdf より抽出，原文はカラー）



Mathematics of Transit Tracks

This is an explanation of the mathematics of Transit Tracks for the teacher. For more advanced students, you may wish to introduce mathematics in the "Tracking Transits" investigation, and have your students compute (rather than do graphical interpretation) the planet's size and distance from its star. Both methods are discussed.

PLANET SIZE

We assume that the "Transit Tracks" stars are the same size as the Sun. The graphs are normalized to solar-size stars. The radius of the planet (r_p) is calculated from the percentage drop in brightness (Z). The radius of the planet (r_p) as compared with the radius of Earth (r_e) is

$$r_p = 10\ r_e \times \sqrt{Z}$$

Note, $r_e = 1$.

Do an example and the give some examples to students as exercises: Z = 25%, 49%, 9%, 16%, 4%

For Z= 25%, r_p = 50 Earth radii (a huge planet....)

Note if Z = 49%, it's not a planet at all, but a companion star in a binary star system.

For students who finish early, challenge them to derive the formula using algebra. Have them start with the basic idea that drop in brightness is the ratio of the area of the planet (A_p) to the area of the star (A_s):

$$A_p / A_s \times 100 = Z\%$$

They can use the formula for area

$$A = \pi r^2$$

Here are the steps:

$$100 \times \pi r_p^2 / \pi r_s^2 = Z\%$$

or $r_p = r_s \times \sqrt{(Z/100)} = r_s \times \sqrt{(Z)}/10$

where r_s is the radius of the star.

If the star is about the size of the Sun, then the radius of the star is about 100 times the radius of Earth (r_E) and

$$r_p = 10 r_E \times \sqrt{Z}$$

PLANET'S DISTANCE FROM ITS STAR

The distance of the planet from the star is the radius (R) of its orbit, if the orbit is a circle with the star at the center. In reality, planet's orbits are ellipses. For simplicity, we can use the special case ellipse: a circle. Johannes Kepler found that a planet's orbital radius is related to its period (T), the time it takes to orbit once. The farther out the planet is, the longer it takes to orbit. The relationship is known as Kepler's 3rd Law. Students can do the Kepler's 3rd law computation in one of two ways:

Method A: Graphical.

Use the "Kepler's 3rd Law Graphs" on page 10 to find the distance from the period determined from the light curves. These linear graphs are at different scales because if they are all graphed on the same scale (see page 12), the planet's distance is hard to interpret for short period orbits. Alternatively, students can use the log-log graph (page 13) to determine orbital distance. Many students find log-log graphs confusing. We recommend using the linear graphs (page 10).

Method B-Computational: Use Kepler' 3rd Law

For this exercise, we assume that the stars are Sun-like. Like Kepler did, we express the planet's distance in AU (Astronomical Unit = average distance from Earth to the Sun). Thus, Kepler's 3rd Law is simply:

$$R^3 = T^2 \quad *$$

or $$R = \sqrt[3]{T^2}$$

For practice, students can calculate the orbital period from the planet's distance with these results:

T =	1 yr,	2.83 yr,	5.196 yr,	0.3535 yr
R =	1 AU,	2 AU,	3 AU,	1/2 AU

To analyze the Transit Tracks light curves using calculations, use the worksheet "Analyzing Light Curves: Calculated with Kepler's 3rd Law." Note: Students will have to convert "days" to "years" to derive the orbital distance. Both graphical and computational method that do not take into account the star's mass will give only approximate orbital distance. Use the following equation for exact results:

$$R = \sqrt[3]{T^2 \cdot M_s}$$

R = Orbital Distance in AU, T = Period in years
Ms = Mass of the star (Sun = 1)

Star Masses for Kepler 1 through 11: Units = Ms where Ms = 1 for the Sun	Kepler-1 = 0.98 Ms	Kepler-5 = 1.374 Ms	Kepler-9 = 1.07 Ms
	Kepler-2 = 1.52 Ms	Kepler-6 = 1.209 Ms	Kepler-10 = 0.895 Ms
	Kepler-3 = 0.81 Ms	Kepler-7 = 1.347 Ms	Kepler-11 = 0.95 Ms
	Kepler-4 = 1.223 Ms	Kepler-8 = 1.213 Ms	

© 2008 by the Regents of the University of California

Analyzing Light Curves

Names: _____

Instructions: The "Transit Light Curves" are graphs of NASA's Kepler Mission's observations of stars. They show how the light level changes when a planet transits in front of a star. Study the light curves to find the period of the planet.The period is the time between transits and is year-length for a planet. Use "Kepler's 3rd Law Graphs" to find the "Orbital Distance" of the planet from its parent star.

The "Planet's Size" is found by measuring the "Change in Brightness," the small percentage drop in the light level as the planet transits. Calculate the planet's radius using the formula in the table below.

Orbital Distance
(from Kepler's 3rd Law graph)

Planet Name	Period Units _____	Orbital Distance Units _____

Planet's Size
(planet radius using formula)

Planet	Brightness Drop of Z (%)	$\sqrt{Z}$	Radius = 10 x $\sqrt{Z}$ (in Earth radii)

Questions:

1. Which planet(s) are similar in size to Earth?

2. Jupiter's radius is about 11 times Earth's radius. Which planets are similar in size to Jupiter?

3. Describe the relationship between the period of the planets and their orbital distances.

© 2008 by the Regents of the University of California

当日の授業用 PPT（筆者作成，原文はカラー，引用元はそれぞれのスライドに記入）

はじめに日本語での
Overview

1

Extra Solar Planets ->Exoplanets

- 太陽系外に惑星が存在するのか？
- 地球外生命体がいるのか？
- もしいるとしたらどんな惑星なのか？

- そこでまず太陽系外の惑星探査が始まった
- 最初は地味だったが，
- 2009年にNASAが探査専用衛星Keplerを打ち上げ成功した！
- そして数多くの系外惑星を発見して今に至っている！
- これは天文学にとって現在もっともホットなトピック
- これを英語で勉強しよう！

2

今日の流れ

- 系外惑星の発見法
- Kepler衛星開発者によるTransit法のレクチャーの動画
- 補足説明
- Transit法の実習
- そして地球外生命の可能性へ
- ※最後に日本語アンケート記入をお願いします（５分ほど）

3

Exoplanets Hunting!

Yoshio Okamoto
25th June 2019
Tennoji HS at OKU

4

5 Ways to Find a Planet by NASA

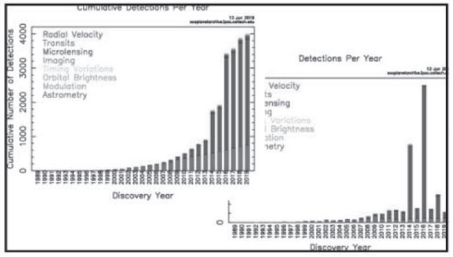
- Wobble (Radial velocity)
- Transit (Kepler satellite)

Major

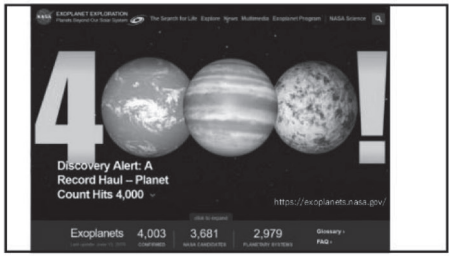
- Gravity lens
- Direct imaging
- Astrometry

minor

5



6



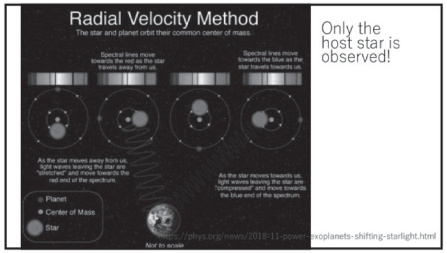
7

Two kind of basic methods

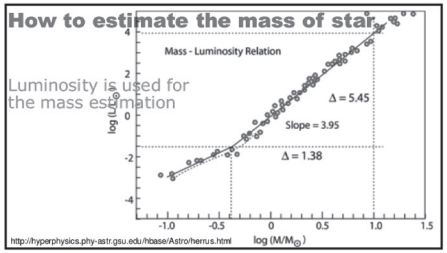
- Radial velocity or wobble method (using “Doppler shift” of the host star)
- Transit method (today’s theme)

8

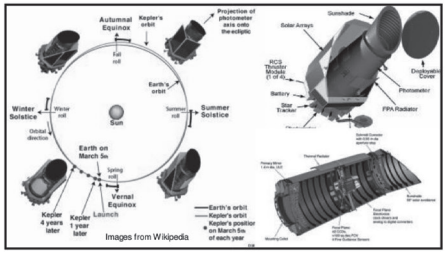
9



10

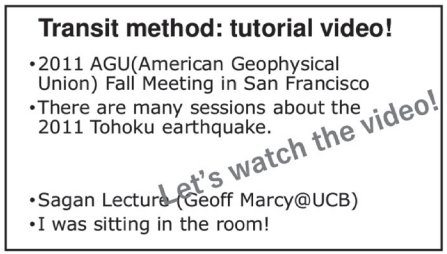


13

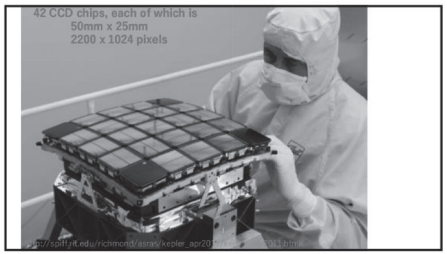


16

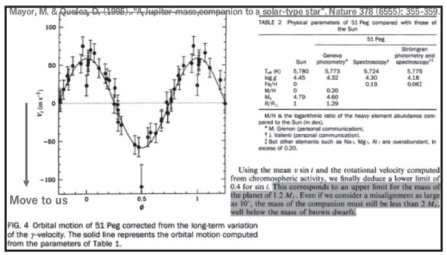
11



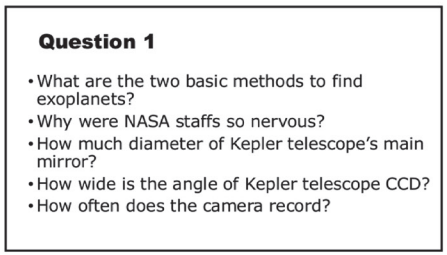
14



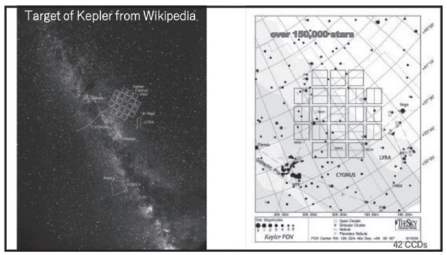
17



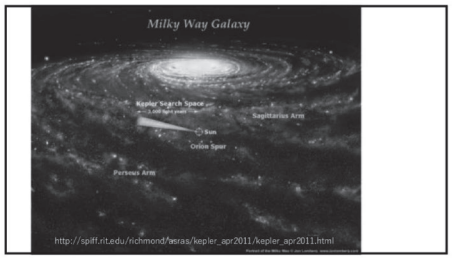
12



15



18

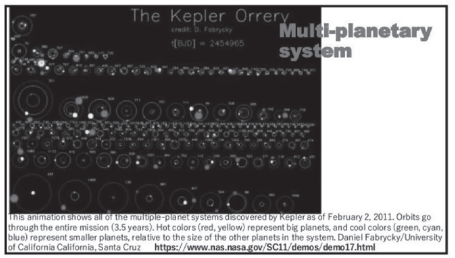


19

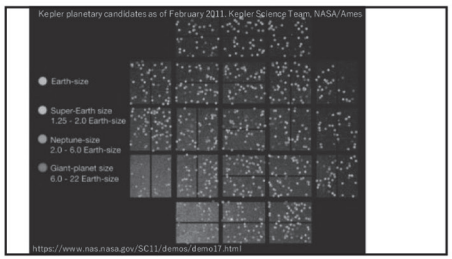
Why were so many hot Jupiter(s) found in an early stage?

- Detection Bias?
- Super Neptune
- Super Earth!
- Super Moon!

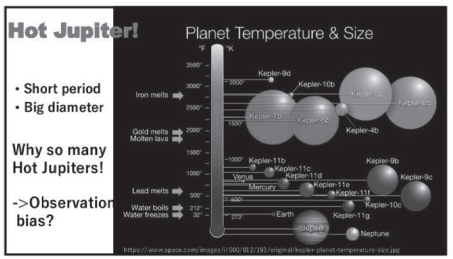
22



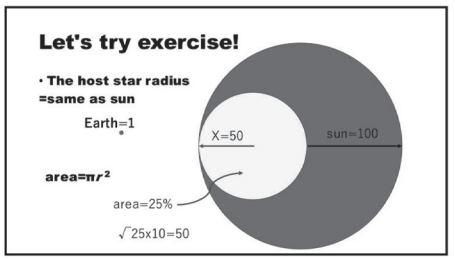
25



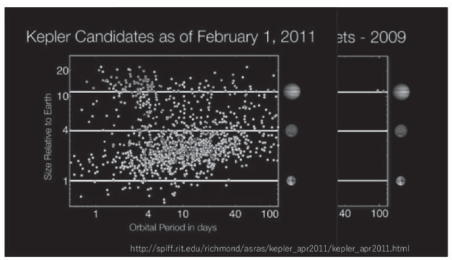
20



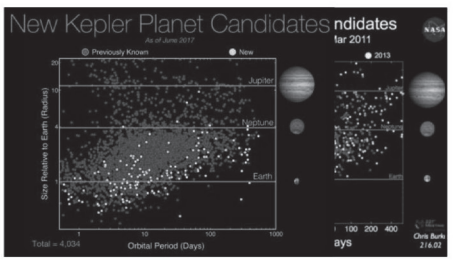
23



26



21

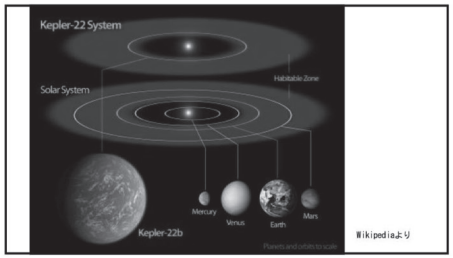


24

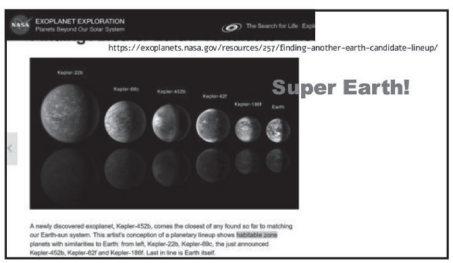
Intelligent life?

- What is a definition of “life”?
- Limited within the earth type life!
- Habitable zone: existence of liquid water
- Rocky planet and moderate distance

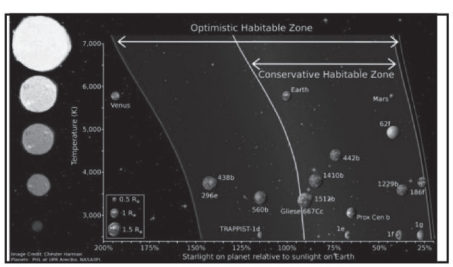
27



28



29



30

How to estimate the number of planets?

- Limited in nearby solar system.
- In a 10x10 degree view angle, we already found 4000 planets.
- So, this rate will be simply extended to whole universe ~360degree?
- ----------?????
- We made some mistakes?
- **What is a drawback of transit method?**

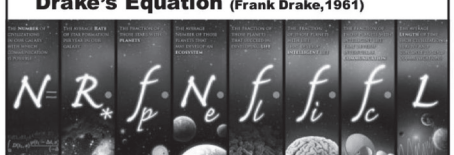
31

Optimistic view for other intelligent lives

- Fortunately the number of planets may be larger!
- However,
- Fermi's Paradox and Drake equation

32

Drake's Equation (Frank Drake,1961)



***N* = Possibility of Exo-Intelligent Life**
*** Length of Civilization**
https://www.seti.org/drake-equation-index

33

***N*: in Drake's formula**

- Let's Imagine "the Universal Deaikei site"
- How many members already registered in this site?
- *N* must be >= 1 Why?

34

Conclusions

- **If you want to meet an intelligent life living in the other exoplanets,**
- **We need to keep our civilization as long as possible.**
- **We need to avoid the world war, environmental crisis and diseases which are the fatal risks for our civilization.**
- **We must seek a peaceful and cooperative future.**

35

Closing remarks

- Thank you so much for your cooperation of my three months class!
- See you again!

Stay hungry!
Stay foolish!
By Steve Jobs

36

A Geoscience class lectured in English Ⅳ

― Extra-Solar Planets, Discovery and Its Meaning ―

OKAMOTO Yoshio (Part-time teacher)

Abstract： We carried out a special class about the survey of exoplanet teaching in English. This class was the fourth attempt to teach geoscience classes in English for the author in this school. The course begins with an introduction of the methods to detect exoplanets, which are the planets belonging to the other stars beyond our solar system. There are two fundamental methods; the wobble method and the transit one. Our class treated mainly as the following transit method. NASA already provides a teaching exercise for secondary-school; we used this lesson. At first, a video at the AGU fall meeting 2011 explaining the transit method by a specialist introduced the technique, and then a practical activity was carried out. The practice consists of several lessons using the light curves of exoplanets, which were derived from the Kepler mission. Our students measure 1) the orbital periods of planetary revolution from the dimming period, and estimate 2) the size of them from the dimming amount on the light curve, respectively. Through this exercise, our students can understand the method detail and the background of scientific principle. Moreover, we discussed some exciting episodes, including the possibility of encountering another intelligent life. The questionnaire result shows a successful conclusion of our class. Finally, we discussed the future of our method.

Keyword：Exoplanets, Kepler mission, Transit Method, Exercise,Earthscience

器械運動における技の習得に対する自己評価の変化と楽しさ

―中学校 1 年生男女の跳び箱の単元に着目して―

今木 重行（いまき しげゆき）

抄録：体育において、個人の持つ能力や運動の習得状況の把握は学習指導上重要な意味を持つ。それは、体育学習が具体的な運動の習得を目指して進められるからである。また、授業を楽しんで活動できたかも大切な一因であると考えられる。そこで運動技能をどのように捉え、どのように診断し、楽しく活動できたのか、本研究では、中学校 1 年生を対象に器械運動の跳び箱運動の授業において、跳び箱の技の習得の変化と授業に対する楽しさの感じ方の点から生徒自身に自己評価をさせ、技の習得の有意性について明らかにすることを目的とした。結果として、「技の習得率」を知ることで「小学校でどの程度の技を習得していたのか」「今回の授業ではどのような技を習得したのか」を知ることができた。また、「楽しさ」については、男女問わず、技の習得率に関わらず楽しく活動できていたことが認められた。

キーワード：体育科教育、跳び箱運動、自己評価、楽しさ

Ⅰ　はじめに

2021 年に全面実施される学習指導要領の体育における目標には「体育や保健の見方・考え方を働かせ、課題を発見し、合理的な解決に向けた学習過程を通して、心と体を一体として捉え、生涯にわたって心身の健康を保持増進し豊かなスポーツライフを実現するための資質・能力を次のとおり育成することを目指す。(1) 各種の運動の特性に応じた技能等及び個人生活における健康・安全について理解するとともに、基本的な技能を身に付けるようにする。(2) 運動や健康について自他の課題を発見し、合理的な解決に向けて思考し判断するとともに、他者に伝える力を養う。(3) 生涯にわたって運動に親しむと共に健康の保持増進と体力の向上を目指し、明るく豊かな生活を営む態度を養う。この目標は、「技能及び知識」「思考力、判断力、表現力等」「学びに向かう力、人間性等」を育成することを目指すとともに、生涯にわたって心身の健康を保持増進し豊かなスポーツライフを実現することを目指すものである。この目標を達成するためには、運動する子供とそうでない子供の二極化傾向が見られることや社会の変化に伴う新たな健康課題に対応した教育が必要の指摘を踏まえ、引き続き、心と体をより一体として捉え、健全な心身の発達を促すことから、体育と保健を一層関連させて指導することが重要である」とある。これらの考え

には体力の向上はもとより、心と体を一体として捉え、授業への意欲を高めることで、運動の得手・不得手に関わらず、運動に親しみ、それをきっかけに生涯にわたる健康なからだ作りを目指していると考えられる。

Ⅱ　学習指導要領からみた器械運動と本研究について

2011 年度の学習指導要領では「技能」「態度」「知識、思考・判断」に分かれていたものが 2021 年度から完全実施される学習指導要領では以下のようになり、以前にはなかった「器械運動について、次の事項を身に付けることができるよう指導する」と一文が全ての評価項目に加わっている。

1「知識及び技能」

> (1) 次の運動について、技ができる楽しさや喜びを味わい、器械運動の特性や成り立ち、技の名称や行い方、その運動に関連して高まる体力などを理解するとともに、技をよりよく行うこと
>
> エ　跳び箱運動では、切り返し系や回転系の基本的な技を滑らかに行うこと、条件を変えた技や発展技を行うこと

「跳び箱運動の主な技の例示」

系	グループ	基本的な技 （主に小５，６で例示）	発展技
切り返し系	切り返し跳び	開脚跳び　→ かかえ込み跳び　→	開脚伸身跳び 屈伸跳び
回転系	回転跳び	頭はね跳び　→	前方屈腕倒立回転跳び→ 前方倒立回転跳び

2「思考力、判断力、表現力等」

> (2) 技などの自己の課題を発見し、合理的な解決に向けて運動の取り組み方を工夫するとともに、自己の考えたことを他者に伝えること

3「学びに向かう力、人間性等」

> (3) 器械運動に積極的に取り組むとともに、よい演技を認めようとすること、仲間の学習を援助しようとすること、一人一人にの違いに応じた課題や挑戦を認めようとすることなどや、健康・安全に気を配ること。

これらのことから、確かな学力が身に付くよう、いろいろな技が出来ることや学ぶ態度の育成が大切であると考えられる。

そこで本研究では、中学生１年生男女の自己評価による「技の習得率」と「授業を楽しめたか」の２つを検証するため、単元の始めに跳び箱でできる技がどの位あり、単元の最後にどれくらいの技を習得したのか、いわゆる「技の習得率」を分析するとともに、単元の最後に「授業を楽しめたか」を４段階で評価し、どれくらいの生徒が跳び箱運動の授業を楽しめたのかを明らかにすることを目的とした。

Ⅲ　研究方法

1　対象者及び研究手続き

2019（令和元）年６月下旬～１１月上旬に大阪教育大学附属天王寺中学校１年生、男子３６名、女子３６名、合計７２名を対象にし、跳び箱運動の授業を行った。

2　技の習得における採点方法

２００６年のから体操競技の専門的な採点方法は、Difficulty score（難易度）とExecution score（出来栄え）で決定点が算出され、以前の１０点満点は廃止された。今回、跳び箱運動の授業を行うにあたり、この新しい採点方法を授業で活用し、生徒が主体的に演技する技を選び Difficulty score を獲得していけるよう以下のようなことをポイントに採点方法を考えた。

（1）改訂の学習指導要領にも載っている切り返し系と回転系の２つに分類した。

（2）生徒の興味、関心や満足感を高めるため１０点を満点にするのではなく、１００点を満点とした。

（3）各技に Difficulty score を定め、自分で発表する技をそれぞれ選んだ。（表２参照）

表２

切り返し系	得点	回転系	得点
開脚跳び座り	４０	台上前転	６０
閉脚跳び立ち	５０	首はね起き	７０
開脚跳び	８０	頭はね起き	８０
閉脚跳び	９０	前方屈腕倒立回転跳び	９０
屈伸跳び	１００	前方倒立回転跳び	１００

（4）Execution score はインパクトが出るよう０，１刻みではなく、１点刻みで減点を行った。

（5）採点会では、演技者と採点者との Difficulty score の差が出ないよう確認をしながら行った。

3　技の習得における自己評価の方法

生徒自身がつける自己評価には、単元の始めと終わりにそれぞれの技について「できない」「できそう」「できた」の３つの観点で評価する様にし、Execution score（出来栄え）は気にせず、Difficulty score（難易度）として技が出来ているか、端的に言うときれいにできていなくても技としてできたかということで自己評価をつけるように指導した。

4　指導計画（全８時間）

区分	学習内容	時間配当
第1次	○オリエンテーション ・用具の設置場所の確認、準備 ・小学校時の復習 ・学習カードの配布、説明、技の習得率を記入	1
第2次	○切り返し系を身に付ける ・開脚跳び座り、閉脚跳び立ち、開脚跳び、かかえ込み跳び、屈伸跳び　について説明する ○回転系を身に付ける ・台上前転、首はね跳び、頭はね跳び、前方屈腕倒立回転跳び、前方倒立回転跳び　について説明する ○採点方法を知る ・D スコアについて （１つの技の価値や点数について説明する） ・E スコアについて （主な減点（姿勢、着地など）について説明する） ○タブレットの利用方法を身に付ける	3
第3次	○プレ採点会を行う ・生徒同士が相互審判をし、採点が出来るようになる ○採点会に向けて練習する ・いろいろな技を習得する ・自分の跳びやすい跳び箱の方向や高さを調整する	2
第4次	○採点会（まとめ） ・採点会を行い、仲間の演技を確認したり、採点したりする ・学習カードに、技の習得率などを記入	2

Ⅳ　結果及び考察

1　自己評価における技術面からみた結果と考察

技の習得について、単元が始まる前と終わる時にアンケートを行い、「出来た」は２点、「出来そう」は１点、「出来なかった」は０点とし、各技の 100 分率（少数第二位を四捨五入）を算出した。

表２　女子の「技の習得率」のアンケート結果

切り返し系	前	後	回転系	前	後
開脚跳び座り	91.2	100.0	台上前転	61.8	88.2
閉脚跳び立ち	76.5	97.1	首はね跳び	13.2	48.5
開脚跳び	70.6	91.2	頭はね跳び	4.4	25.0
かかえ込み跳び	23.5	57.4	前方屈腕倒立回転跳び	1.5	7.4
屈伸跳び	0	7.4	前方倒立回転跳び	0	1.5

単元前の平均 36.4　単元後の平均 55.6

（1）女子の「技の習得率」における結果

半数以上の生徒が単元の始め（小学生の時）に「開脚跳び座り」「閉脚跳び立ち」「開脚跳び」「台上前転」を習得していた。また、単元の終わりでは特に「開脚跳び立ち」「閉脚跳び」「台上前転」「首はね跳び」「頭はね跳び」の技の習得率が 20%以上上がっており、中でも「開脚跳び」は 30.6%「首はね跳び」は 35.3%の上昇を確認できた。

表３　男子の「技の習得率」のアンケート結果

切り返し系	前	後	回転系	前	後
開脚跳び座り	96.8	98.4	台上前転	88.7	90.3
閉脚跳び立ち	96.8	98.4	首はね跳び	40.3	69.4
開脚跳び	96.8	100.0	頭はね跳び	33.9	50.0
かかえ込み跳び	61.3	79.0	前方屈腕倒立回転跳び	17.7	37.1
屈伸跳び	3.2	14.5	前方倒立回転跳び	4.8	9.7

単元前の平均 57.8　単元後の平均 69.1

（2）男子の「技の習得率」における結果

半数以上の生徒が単元の始め（小学生の時）に「開脚跳び座り」「閉脚跳び立ち」「開脚跳び」「閉脚跳び」「台上前転」を習得していた。また、単元の終わりでは特に「閉脚跳び」「首はね跳び」「頭はね跳び」「前方屈腕倒立回転跳び」の技の習得率が 20%近く上がっており、中でも「首はね跳び」は 29.1%の上昇を確認できた。

（3）男女の「技の習得率」における結果及び考察

男女ともに各技ともに単元の始めに比べると技の習得率が上昇しているので多くの生徒が技の習得に対して積極的に取り組めたと考えられる。また、切り返し系の基本である「開脚跳び」と回転系の基本である「台上前転」をほとんどの生徒が習得することができた。また、「屈伸跳び」「前方倒立回転跳び」はハイレベルの技でもあり、ほとんどの生徒が行うことが出来なかったが、このような技にチャレンジしている生徒にはスモールティーチャーをさせ、他の生徒の技の習得率向上の一因になったと考えられる。また、女子に比べ、男子の方が全ての技において単元の始め及び終わりの習得率が高かったが、単元前の習得率と単元の後の習得率の差を確

認してみると女子は 19.2%、男子は 11.4%となった。要因として、男子の方が元々の習得率が高かったためパーセントが向上しにくくなったと考えられる。

2　自己評価における楽しさからみた結果及び考察

授業が楽しかったかについて、単元が終わる時にアンケートを行い、「楽しかった」は４点、「まあまあ楽しかった」は３点、「あまり楽しくなかった」は２点、「楽しくなかった」は１点とし、100 分率（少数第二位を四捨五入）を算出した。

表４　授業が楽しかったかのアンケート結果

性別	平均	%
女子	3.9	98.5
男子	3.9	97.7

男女ともにほとんどの生徒が「楽しかった」と感じることが出来ていた。また、１、２はおらず、３につけた生徒も感想から「テストで失敗した」「もう少しできた」などの感想があり、授業自体は楽しく活動できたと考えられる。

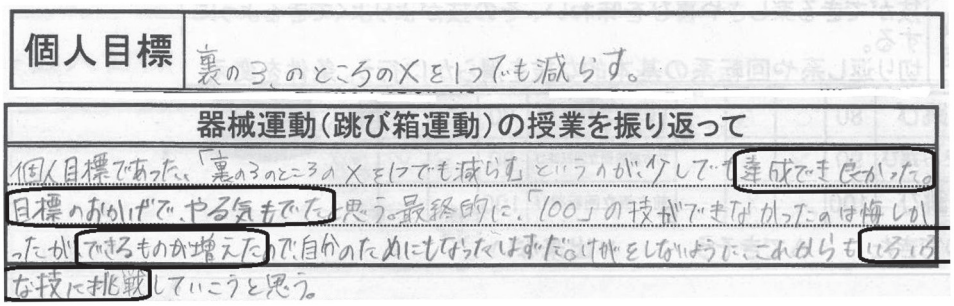
Ⅴ　まとめ

本研究では、中学校で学習する跳び箱運動の技の習得に対する自己評価の変化と楽しさについて調査し、考察を試みた。中でも技の習得が「できそうだった」が「できなかった」という生徒や「できた」が「できなかった」に変わった生徒もおり、課題の設定や指導方法の工夫改善が必要であると考えられた。

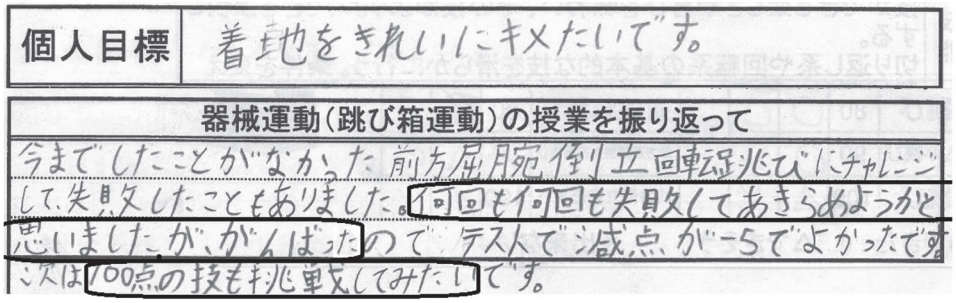
最後に、単元の始めに「目標」、最後に「感想」を書いたので、何通りかを抜粋し、どのような傾向があるのかまとめてみた。

1　女子の目標と感想

・　モチベーションアップ



・ 何度も挑戦

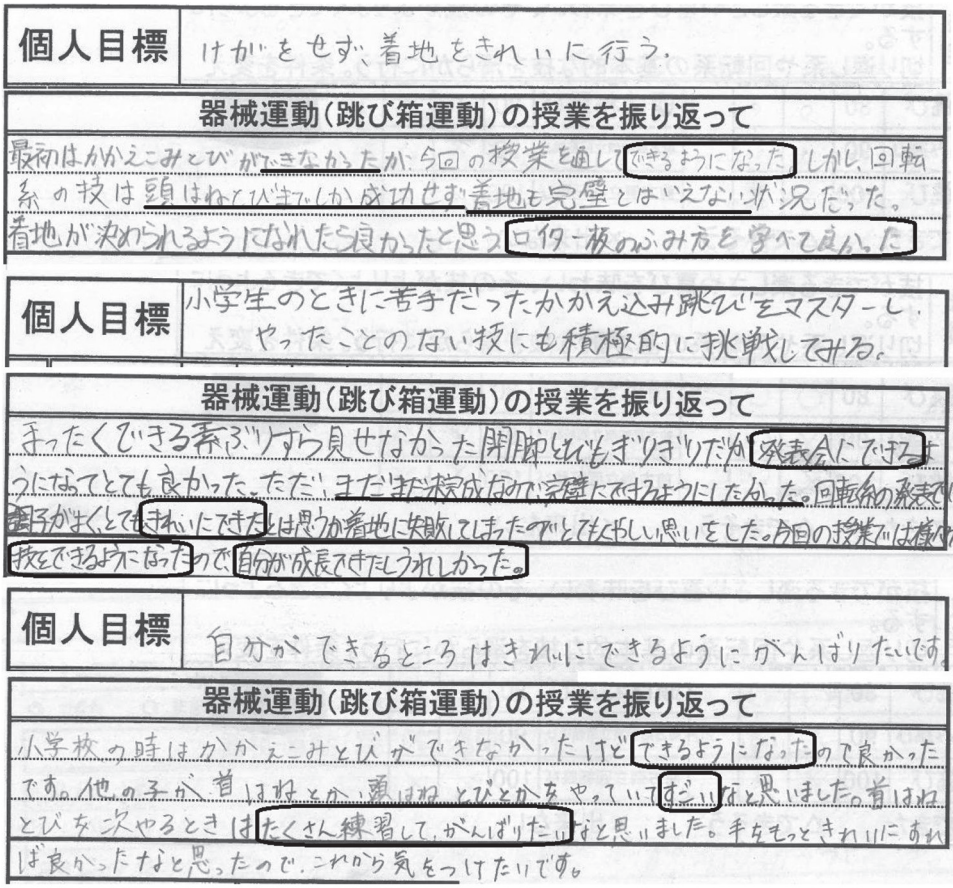


個人目標	着地をきれいにキメたいです。

器械運動（跳び箱運動）の授業を振り返って

今までしたことがなかった前方屈腕倒立回転跳びにチャレンジして、失敗したこともありました。何回も何回も失敗してあきらめようかと思いましたが、がんばったので、テスト人で減点が−5でよかったです。次は100点の技も挑戦してみたいです。

・ 技の習得



個人目標	けがをせず、着地をきれいに行う。

器械運動（跳び箱運動）の授業を振り返って

最初はかかえこみとびができなかったが、今回の授業を通してできるようになった。しかし、回転系の技は頭はねとびはしか成功せず着地も完璧とはいえない状況だった。着地が決められるようになれたら良かったと思う。ロイター板のふみ方を学べて良かった。

個人目標	小学生のときに苦手だったかかえ込み跳びをマスターし、やったことのない技にも積極的に挑戦してみる。

器械運動（跳び箱運動）の授業を振り返って

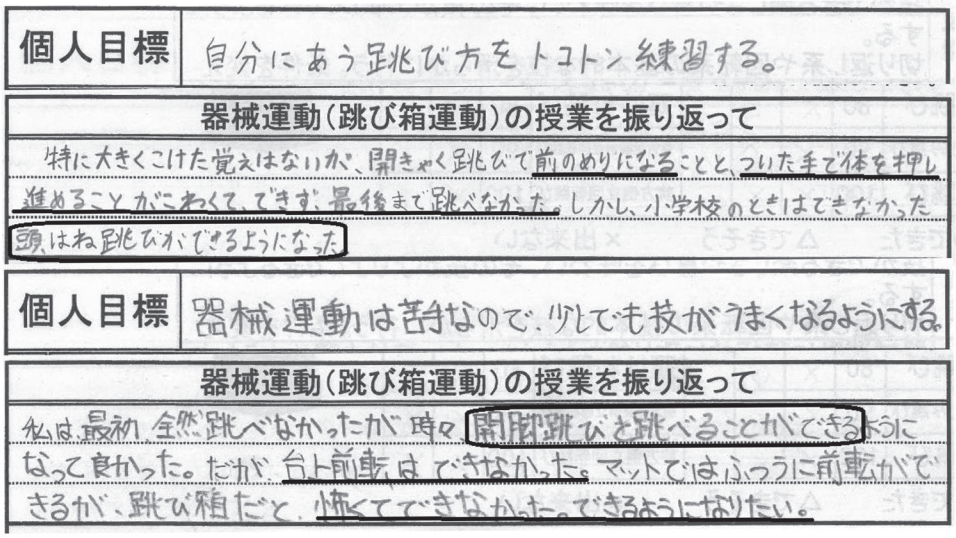
まったくできる素ぶりすら見せなかった開脚とびもぎりぎりだが発表会にできるようになってとても良かった。ただ、まだまだ未完成なので完璧にできるようにしたかった。回転系の技までは調子がよくとてもきれいにできたと思うが着地に失敗してしまったのでとてもくやしい思いをした。今回の授業では様々な技をできるようになったので自分が成長できたのでうれしかった。

個人目標	自分ができるところはきれいにできるようにがんばりたいです。

器械運動（跳び箱運動）の授業を振り返って

小学校の時はかかえこみとびができなかったけどできるようになったので良かったです。他の子が首はねとび、頭はねとびとかをやっていてすごいなと思いました。首はねとびを次やるときはたくさん練習してがんばりたいなと思いました。手をもっときれいにすれば良かったなと思ったので、これから気をつけたいです。

・ 恐怖心



個人目標	自分にあう跳び方をトコトン練習する。

器械運動（跳び箱運動）の授業を振り返って

特に大きくこけた覚えはないが、開きやく跳びで前のめりになることと、ついた手で体を押し進めることがこわくて、できず、最後まで跳べなかった。しかし、小学校のときはできなかった頭はね跳びができるようになった

個人目標	器械運動は苦手なので、少しでも技がうまくなるようにする。

器械運動（跳び箱運動）の授業を振り返って

私は最初、全然跳べなかったが時々開脚跳びと跳べることができるようになって良かった。だが、台上前転はできなかった。マットではふつうに前転ができるが、跳び箱だと、怖くてできなかった。できるようになりたい。

・ 恐怖心克服

個人目標	ケガをせずに、技を決める。

器械運動（跳び箱運動）の授業を振り返って

跳び箱を跳ぶ時「苦手意識」や「怖い」という思いを捨て去らないといけないと思った。台上前転はもともとできたが、開脚跳びはそのような思いを捨て去ったおかげで跳べるようになった。また、友達に「もう少し段数多くしてもいけそう」と言われたのでチャレンジしてみたいと思った。

個人目標	少しずつできることをふやし、できる技はきれいにする。

器械運動（跳び箱運動）の授業を振り返って

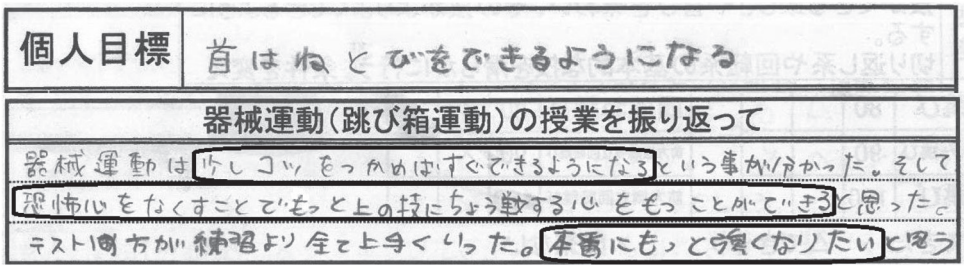
初めて跳び箱をした時は久しぶりで少しこわかったりして開脚跳びもできるかなと思っていました。でも、1回跳べるようになると、あまりこわくなくなってきて、かかえ込み跳びにもちょう戦してみようと思いました。小学校ではできなかった台上前転ができたことがとてもうれしかったです。

個人目標	姿勢・着地よく跳ぶ。

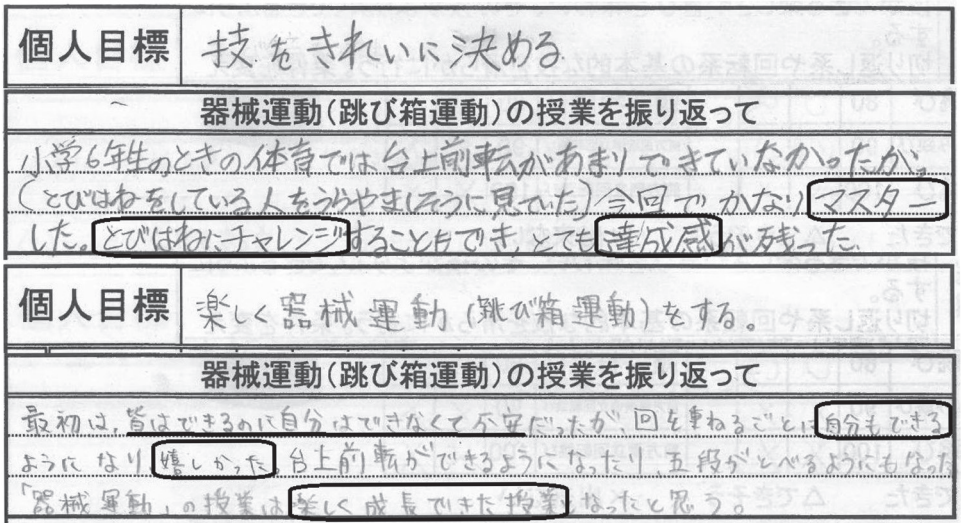
器械運動（跳び箱運動）の授業を振り返って

初めての授業の時は、こわくて台上前転ができなかったけれど、上手な人や先生のアドバイスでできるようになった。だから、体育では、個人種目とはいっても友人との教え合いは上達につながるものなので、これからもしていこうと思った。上達できてうれしかった。

・ 向上心

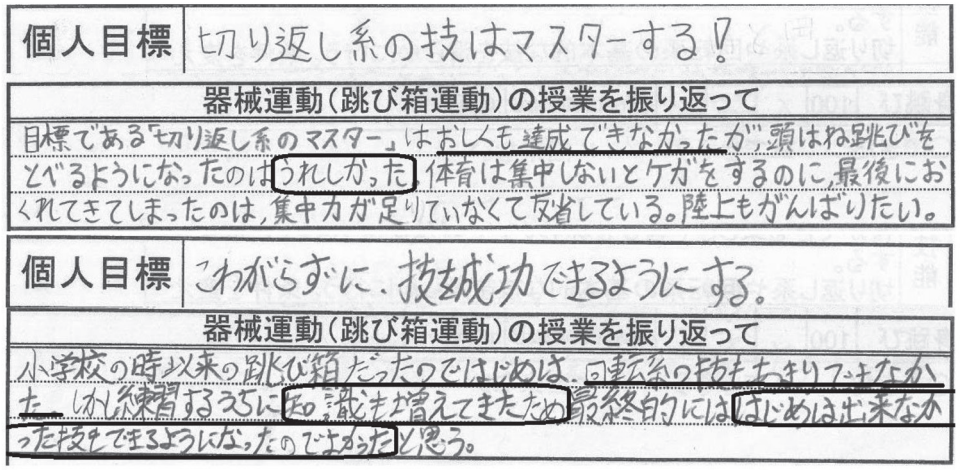


・ 達成感

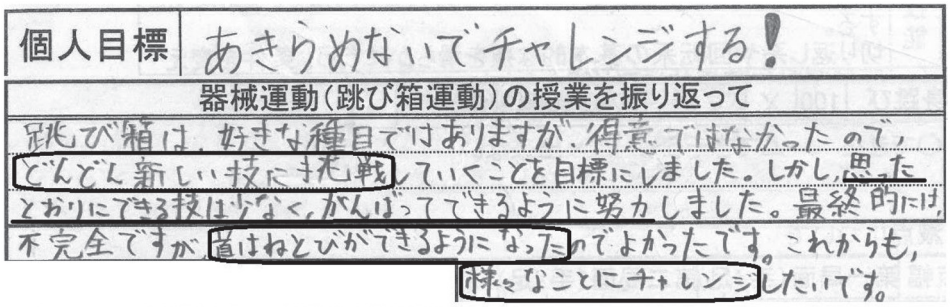


2 男子の目標及び感想

・ 技の習得



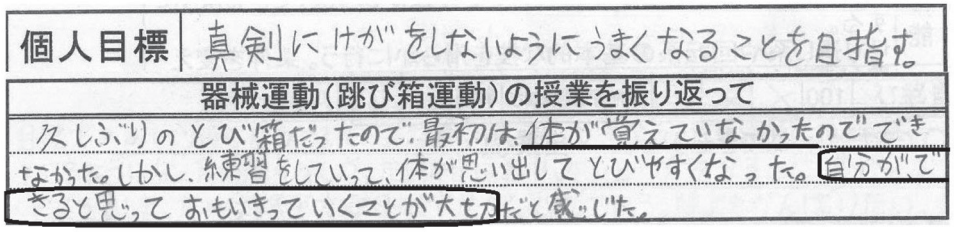
・　挑戦



個人目標	あきらめないでチャレンジする！

器械運動（跳び箱運動）の授業を振り返って

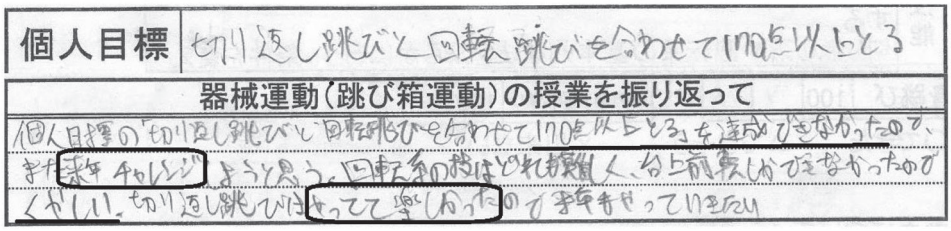
跳び箱は、好きな種目ではありますが、得意ではなかったので、どんどん新しい技に挑戦していくことを目標にしました。しかし、思ったとおりにできる技は少なく、がんばってできるように努力しました。最終的には、不完全ですが、首はねとびができるようになったのでよかったです。これからも、様々なことにチャレンジしたいです。



個人目標	真剣にけがをしないようにうまくなることを目指す。

器械運動（跳び箱運動）の授業を振り返って

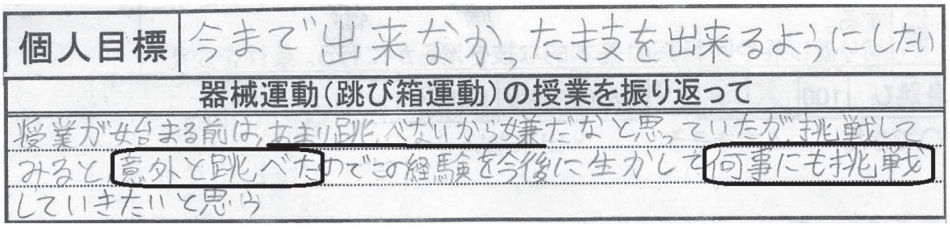
久しぶりのとび箱だったので、最初は、体が覚えていなかったのでできなかった。しかし、練習をしていって、体が思い出してとびやすくなった。自分ができると思っておもいきっていくことが大切だと感じた。



個人目標	切り返し跳びと回転跳びを合わせて170点以上とる

器械運動（跳び箱運動）の授業を振り返って

個人目標の「切り返し跳びと回転跳びを合わせて170点以上とる」を達成できなかったので、また来年チャレンジしようと思う。回転系の技はどれも難しく、台上前転しかできなかったのでくやしい。切り返し跳びはやってて楽しかったので来年もやっていきたい

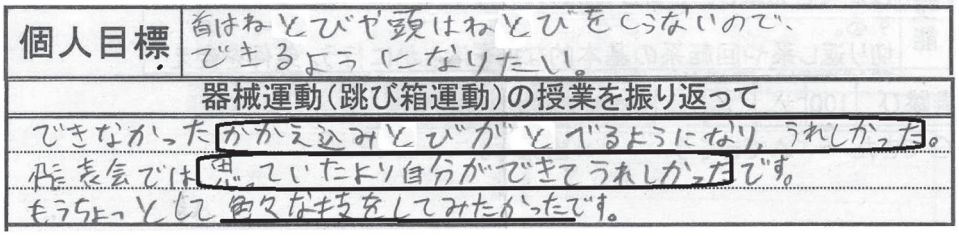


個人目標	今まで出来なかった技を出来るようにしたい

器械運動（跳び箱運動）の授業を振り返って

授業が始まる前は、あまり跳べないから嫌だなと思っていたが挑戦してみると意外と跳べたのでこの経験を今後に生かして何事にも挑戦していきたいと思う

・　技の習得と挑戦

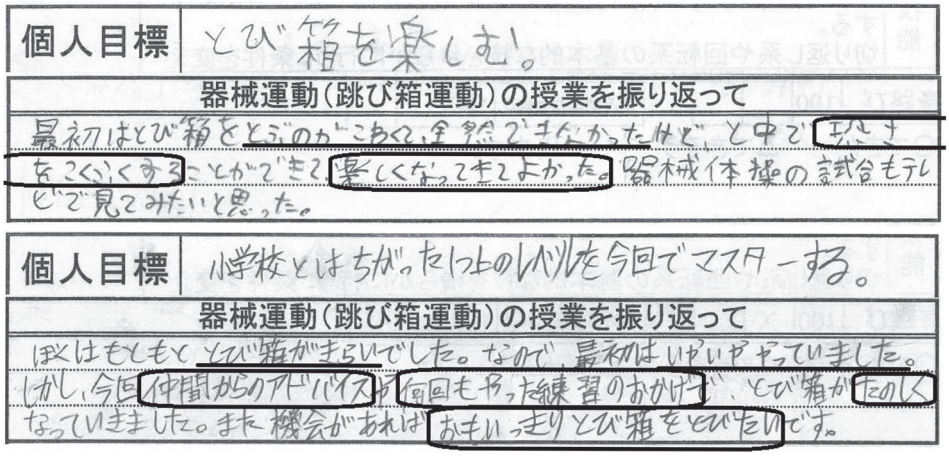


個人目標	首はねとびや頭はねとびをしらないので、できるようになりたい。

器械運動（跳び箱運動）の授業を振り返って

できなかったかかえ込みとびがとべるようになり、うれしかった。
発表会では思っていたより自分ができてうれしかったです。
もうちょっとして色々な技をしてみたかったです。

・　恐怖心克服



これらの感想から、「目標の大切さ」「選択豊富な技」「器具（ロイター版）の使い方」「自分の成長」「着地の大切さ」「できるようになる」「恐怖心を乗り越える」「仲間や先生からのアドバイス」「コツをつかむ」「達成感」「知識の獲得」「チャレンジ精神」「意外性」「何回も練習する」などのキーワードがあり、跳び箱運動のみならず、今後の授業をする上での参考にしていきたい。

引用・参考文献

［１］文部科学省，2019「中学校学習指導要領」
［２］三木四郎ら，2006「器械運動の授業づくり」
［３］文部科学省，2005「学校体育実技指導資料　第１０集　器械運動指導の手引」
［４］鎌田剛史・田中譲・風間達夫，1987「研究収録　意欲的に器械運動（マット運動）に取り組ませるために　―同一課題提示の一斉指導からの脱皮―」

Changes in self-evaluation for the enjoyment of machine exercise and the acquisition of skills

— Focusing on the unit of the jump box of the first grade of junior high school —

IMAKI Shigeyuki

Abstract：In physical education, understanding the individual's ability and exercise acquisition status is important for learning guidance. This is because physical education learning is promoted with the aim of acquiring specific exercise. Also, were you able to enjoy the lessons? Is also considered an important factor. So how did you perceive the athletic skills, diagnosed them, and enjoyed their activities?
The purpose of this study was to evaluate self-assessment of "learning skills" and "fun" in first-year junior high school students in a jump box class. As a result, by knowing the "acquisition rate of skills", it was possible to know "how much skills were acquired in elementary school" and "what skills were acquired in this class".
Regarding "fun", it was recognized that regardless of gender, the activity was enjoyable regardless of the skill acquisition rate.

Keyword：Physical education, jumping box exercise, self-evaluation, fun

Lesson Evaluation in English Expression Ⅱ
Using Google Classroom

INUI Madoka

Abstract

In the middle of last year (2018), the use of Google Classroom was introduced in our high school. Science teachers mainly used it at first, and teachers of other subjects gradually joined the group. I have used it since the beginning for the first-grade students. At first, I just sent messages to them on Google Classroom: deadlines for notebooks, test dates, and so on. I was later able to use it step by step for other purposes. This study examines the effects of Can-Do statements in high school education using Google Classroom.

In this study, CEFR-J descriptors were used, a version of the original CEFR for English language teaching modified for Japan. These descriptors were used to conduct both a quantitative survey and a qualitative survey to evaluate students ' awareness of their individual English levels. This study claims that the students tended to set higher goals for themselves than teachers did, leading to increased motivation for each student.

Keywords: Can-Do Statements, Descriptors, CEFR-J, Mutual Assessments, Text Mining

1. Introduction

1.1 Objectives

In Japan, in the coming 2021, a new system for entrance exams to enter universities will start, and English ability in particular will be judged by a number of external examinations. Through these tests, students learn their CEFR levels. Students in the second grade of high school are currently preparing for the new system of entrance examination. English teaching in Japan has varied from very traditional grammar-based methods to more modern communicative methods. English as a foreign language (EFL) is a very important subject in Japan. A balance of the four skills of speaking, listening, writing, and reading is especially needed in English education now. It is said that Japanese students ' speaking abilities are low, and it is necessary to improve them. We introduced the GTEC test to students twice a year. Through the GTEC, students are able to see their level of English objectively in the four kinds of skills. In this test, CEFR-J (Common European Framework of Reference for Languages - Japan) is adopted to measure their English ability.

1.2 Hypothesis

Research Question 1

Do Can-Do statements in CEFR-J distinguish between test results involving the four skills and students ' awareness of their English skill levels?

Research Question 2

Are Can-Do statements in CEFR-J effective in measuring the students ' four skills individually and measuring correlations among them?

Research Question 3

Do students show any changes in their motivation and self-efficacy in studying English after this research?

2. Review of Related Literature

2.1 What is CEFR-J?

CEFR-J (Version 1.1; 2012) divides the original framework into 12 levels (Pre-A1; A1.1, A1.2, A1.3; A2.1, A2.2; B1.1, B1.2; B2.1, B2.2; C1; C2). The CAN-DO list is adjusted for the 5 main skills: Listening, Reading, Spoken Interaction, Spoken Production and Writing. The Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology is also considering the use of the CAN-DO list as a new language attainment index and is using the CEFR-J as reference material(Tono, 2012) . The Ministry of Education, Culture, Sports Science and Technology published a report encouraging the use of CAN-DO lists in junior and senior high schools (MEXT, 2011).

The statements can be used as a reference to help examinees and others understand "what successful examinees of a particular level can do in English " . For this study, teachers made statements according to the aim of each section in the textbook. Students created their own statements in small groups by analysing details in their textbooks. This activity cultivates a sense of independence in the students. Learners demonstrate what they " can do " consistently in each mode and at each sub-level, in numerous situations throughout the learning process. Can-Do Statements describe what learners can independently do at each sublevel and help pave the way to higher levels.

2.2 Level of High School Students in Japan

CEFR-J was adopted because the levels are modified to apply to learners in Japan, and many Japanese EFL learners skew towards lower levels, suggesting a need for branching of the CEFR A1-B2 levels (Tono, 2012) .

According to a survey by the Japanese Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT, 2018), students who have a certificate of more than an A 2 Level among 3rd grade students make up 20.5% of the total. Students who don ' t have certification, but who have the same English ability make up 19.7%. The total percentage is 40.2%.

Comparing consciousness of student English abilities when studying English using the results of the GTEC in CEFR-J is currently very useful for them. The survey will help students improve their English ability and understand how much time to spend in improving specific skills.

3. Method

3.1 Participants

In total, 164 high school students participated in this research, in each of four classes. All were 11th grade students (second-graders) at Tennoji High School Attached to Osaka Kyoiku University in Osaka, aged 16 or 17 years old. This school is a combined junior and senior high school, so participants had passed the entrance examination to enter the junior high school. Only 12 students among them were students who had passed the entrance examination for high school. The four groups (classes A, B, C and D) are homogeneous populations based on their English proficiency at the beginning of this academic year (April, 2018). They are general course students, not in specific English courses. They have 5 English lessons a week.

3.2 Procedure

1. They read and confirm the meanings of the CEFR-J Descriptors in English.
   (See Appendix)
2. They took GTEC for Advanced at school in the middle of July. GTEC is an external examination provided by the Benesse Corporation in Japan. The GTEC test has three levels: Advanced, Basic, and Core. It measures four skills: speaking, writing, listening, and reading.
3. Looking at the sheet with the CEFR-J Descriptors, they checked the parts they believed they fit naturally into. At first, it was difficult for the students to mark the lists, because they didn't have confidence in evaluating their abilities independently. In the middle of the exercise, therefore, we asked them to work in pairs. Pair work was conducive to this exercise because the students tend to feel confused when evaluating their own abilities.
4. The instructor made questionnaires related to the Can-Do Descriptor and sent them to the students. They answered the questionnaires on Google Classroom. GTEC scores were given to them as CEFR-J scores.
5. After receiving the results of GTEC for Advanced, the author explained the comparison between the results and awareness of GTEC. Students were able to increase their awareness by comparing their answers before and after with the results of GTEC.
6. A qualitative survey was conducted via Text Mining.

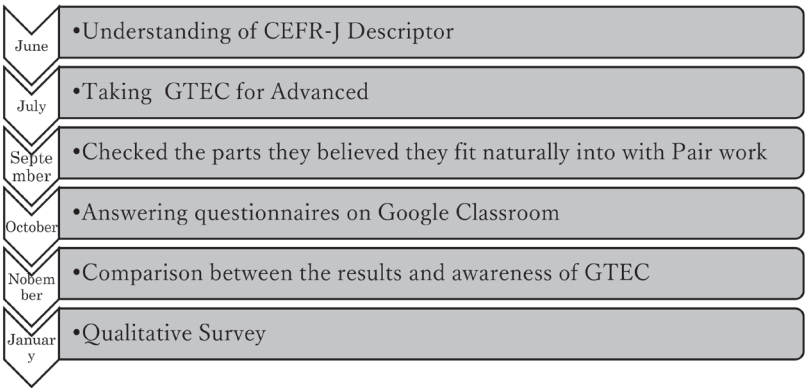


Figure 1: Procedure of this year.

4. Results and Discussion

4.1 Comparison between awareness and results concerning the four skills in GTEC

Table 1

Results of the reading section in GTEC

	Frequency	Percentage	Valid Percentage	Accumulative Percentage
Valid	3	1.8	1.8	1.8
A1.3	6	3.7	3.7	5.5
A2.1	31	18.9	18.9	24.4
A2.2	63	38.4	38.4	62.8
B1.1	33	20.1	20.1	82.9
B1.2	12	7.3	7.3	90.2
B2	16	9.8	9.8	100.0
TOTAL	164	100.0	100.0	

Table 2

Awareness survey of reading section in GTEC

	Frequency	Percentage	Valid Percentage	Accumulative Percentage
Valid	5	3.0	3.0	3.0
A1.3	3	1.8	1.8	4.9
A2.1	16	9.8	9.8	14.6
A2.2	58	35.4	35.4	50.0
B1.1	31	18.9	18.9	68.9
B1.2	45	27.4	27.4	96.3
B2.1	3	1.8	1.8	98.2
B2.2	2	1.2	1.2	99.4
C 2	1	.6	.6	100.0
TOTAL	164	100.0	100.0	

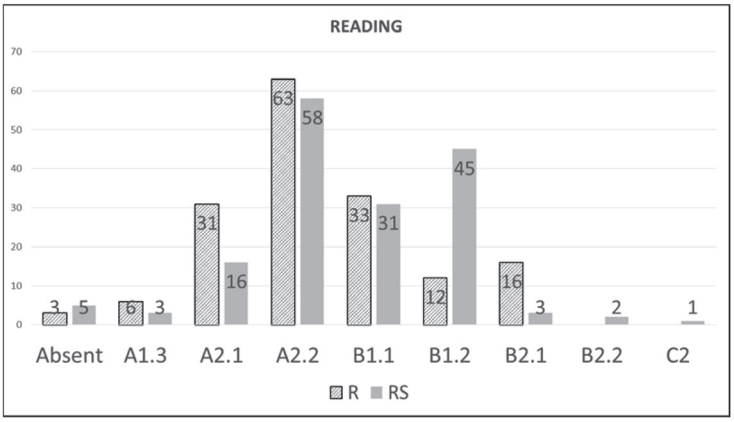


Figure 2: Results and awareness of the GTEC reading section .

Table 3

Results of listening section in GTEC

	Frequency	Percentage	Valid Percentage	Accumulative Percentage
Valid	3	1.8	1.8	1.8
A1.2	1	.6	.6	2.4
A1.3	5	3.0	3.0	5.5
A2.1	19	11.6	11.6	17.1
A2.2	41	25.0	25.0	42.1
B1.1	40	24.4	24.4	66.5
B1.2	31	18.9	18.9	85.4
B2	24	14.6	14.6	100.0
TOTAL	164	100.0	100.0	

Table 4

Awareness of listening section

	Frequency	Percentage	Valid Percentage	Accumulative Percentage
Valid	5	3.0	3.0	3.0
A1.2	1	.6	.6	3.7
A1.3	5	3.0	3.0	6.7
A2.1	26	15.9	15.9	22.6
A2.2	45	27.4	27.4	50.0
B1.1	59	36.0	36.0	86.0
B1.2	16	9.8	9.8	95.7
B2.1	6	3.7	3.7	99.4
B2.2	1	.6	.6	100.0
TOTAL	164	100.0	100.0	

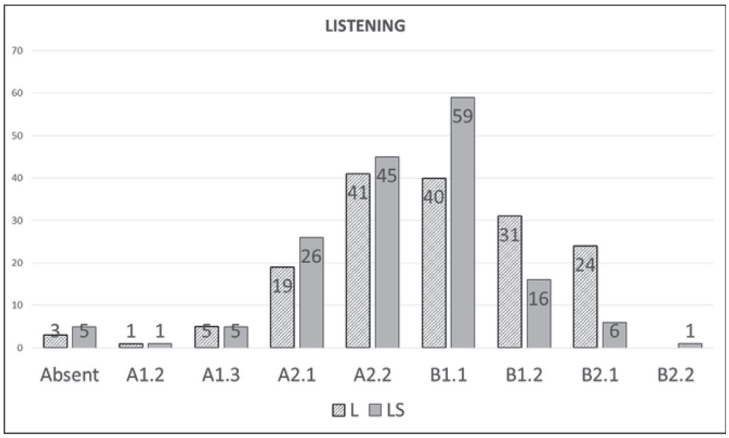


Figure 3: Results and awareness of the GTEC listening section.

Table 5

Results of writing section in GTEC

	Frequency	Percentage	Valid Percentage	Accumulative Percentage
Valid	3	1.8	1.8	1.8
A1.2	1	.6	.6	2.4
A1.3	4	2.4	2.4	4.9
A2.1	41	25.0	25.0	29.9
A2.2	52	31.7	31.7	61.6
B1.1	51	31.1	31.1	92.7
B1.2	12	7.3	7.3	100.0
TOTAL	164	100.0	100.0	

Table 6

Awareness of writing section

	Frequency	Percentage	Valid Percentage	Accumulative Percentage
Valid	5	3.0	3.0	3.0
A1.3	8	4.9	4.9	7.9
A2.1	23	14.0	14.0	22.0
A2.2	56	34.1	34.1	56.1
B1.1	51	31.1	31.1	87.2
B1.2	19	11.6	11.6	98.8
B2.1	1	.6	.6	99.4
B2.2	1	.6	.6	100.0
TOTAL	164	100.0	100.0	

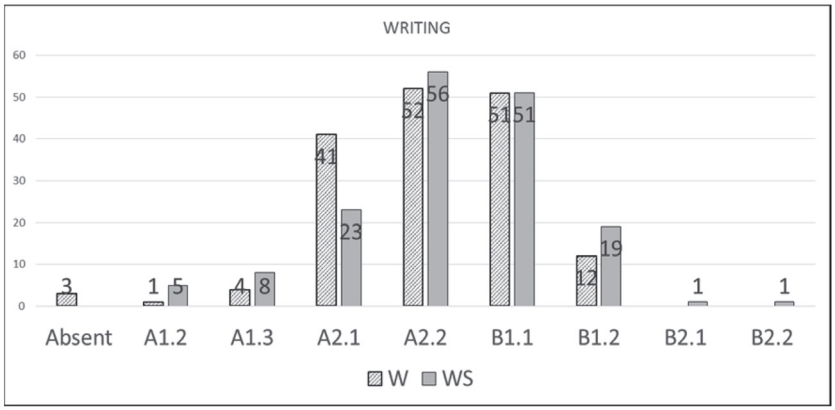


Figure 4: Results and awareness of the GTEC writing section.

Table 7

Results of speaking section in GTEC

	Frequency	Percentage	Valid Percentage	Accumulative Percentage
Valid	4	2.4	2.4	2.4
A1.3	25	15.2	15.2	17.7
A2.1	55	33.5	33.5	51.2
A2.2	74	45.1	45.1	96.3
B1.1	3	1.8	1.8	98.2
B1.2	1	.6	.6	98.8
B2 .1	2	1.2	1.2	100.0
TOTAL	164	100.0	100.0	

Table 8

Awareness of speaking section

	Frequency	Percentage	Valid Percentage	Accumulative Percentage
Valid	5	3.0	3.0	3.0
A1.2	1	.6	.6	3.7
A1.3	5	3.0	3.0	6.7
A2.1	37	22.6	22.6	29.3
A2.2	54	32.9	32.9	62.2
B1.1	51	31.1	31.1	93.3
B1.2	4	2.4	2.4	95.7
B2.1	6	3.7	3.7	99.4
B2.2	1	.6	.6	100.0
TOTAL	164	100.0	100.0	

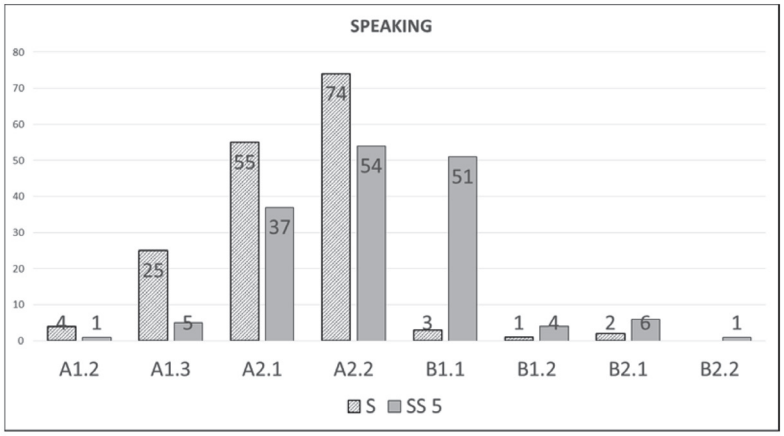


Figure 5: Results and awareness of the GTEC speaking section.

4.2 Analysis of four skills

Table 9 *Effect of intrasubject*

factor1	Dependent variable
1	Reading
2	Listening
3	Writing
4	Speaking

Table 10

Source	factor1	Sum of square	Degree of freedom	Mean square	*F value*	Significance probability
factor1	Linear	2601.008	1	2601.008	*3.821*	.052
	Secondary	38362.539	1	38362.539	*94.273*	.000
	Third	1914.258	1	1914.258	*3.090*	.081
誤 差 (factor1)	Linear	108246.442	159	680.795		
	Secondary	64701.711	159	406.929		
	Third	98490.792	159	619.439		

Table 11

Significance effect of all skills

		Degree of freedom	Mean square	F Value	Significance probability
intercept	108986.727	1	108986.727	5732.225	.000
measurement error	399.273	21	19.013		

4.3 Qualitative Survey

There was a great difference between the results of the GTEC and awareness in CEFR-J. In January, the instructor gave them a new questionnaire in class: “ After you listened to the teacher's explanation in class, how did you change your style of studying? What are you focusing on in studying English? ” They answered this question through Google Forms. To analyse their answers, I used Text Mining.

Text mining, also known as text analysis, is the process of transforming unstructured text into meaningful and actionable information. By identifying topics, patterns, and relevant keywords, text mining provides valuable insights without needing to go through all your data manually. It basically allows identification of new and unexpected information from a collection of text.

In student consciousness, “ listening ” was the biggest item, with grammar following. Students believed they had to study listening and grammar the most (Figure 6).
Figure 7 shows the process behind their answers:

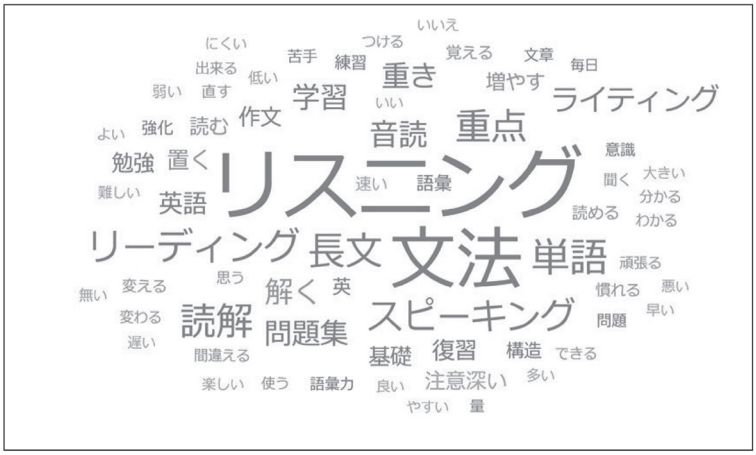


Figure 6 : Frequency in student question results.

They have to practice grammar and vocabulary.
Studying is a priority in their lives, and English is studied every day by listening and practicing. In order to get used to English, they think they have to study English every day.
They have confidence in speaking and writing, and they think it is the ability to use English
Vocabulary capacity increases through individual effort, not in the classroom.
They have confidence in speaking and writing, and lack confidence in listening abilities.

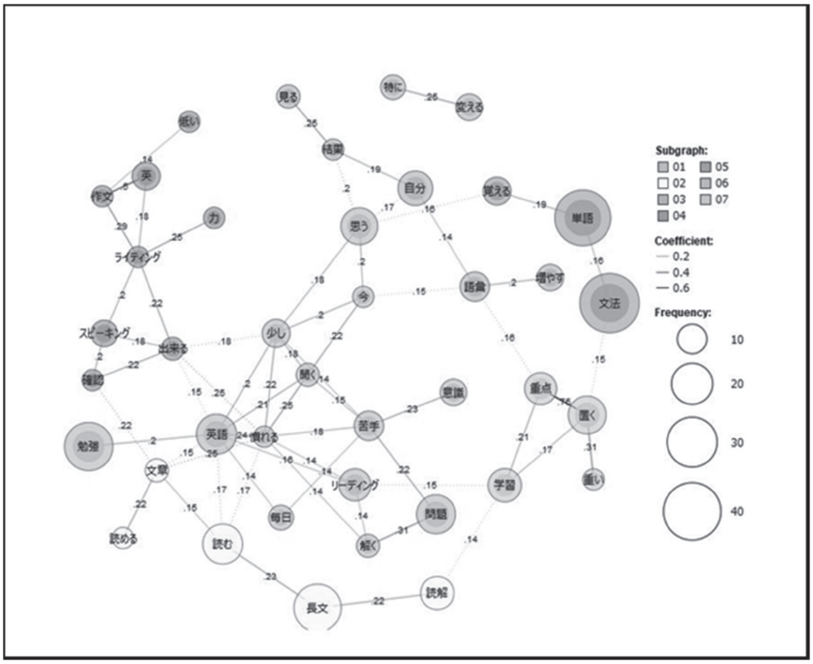


Figure 7: Compatibility in student question results.

Table 1 shows a comparison of student estimation that comparing consciousness of reading skills in CEFR-J and reading skills in GTEC: 61 students (37%) received more than a score of B1.1 on GTEC. On the other hand, Table 2 shows that the number of students who marked their level as more than B1.1 in the awareness exercise for reading was 82 students (50%). This indicates they were confident in their reading abilities.

Table 3 and 4 shows listening ability. In their GTEC scores, more than 95 students (58%) scored higher than B1.1 Level (Table 3). On the other hand, in their awareness of listening skills, 82 (50%) students indicated higher than B1.1 level (Table 4). Among the four skills, their listening scores were the highest. The average score in the second grade of high school in Japan is 175, and our students ' average score was 233.5. They should have more confidence in their listening abilities.

Table 5 shows writing skills. In their GTEC scores, 63 (38%) students scored higher than B1.1. In their awareness exercise, 72 (45%) students believed their proficiency was at that level. There is a slight gap between the two figures(Table 6).

Table 7 shows speaking skills. 6 students scored higher than B1.1 on the GTEC. In the awareness exercise, 62 students chose their score(Table 8). This gap indicates a larger awareness of their actual speaking abilities.

There is a significance effect of all skills in Table 11. Abilities differ in the four skills of reading, writing, listening, and speaking. Listening ability is the highest, and reading ability follows.

Students scored lowest in writing. There was a big gap between their resulting scores and what they expected. There was a significant effect of Skill Type on task completion: F (21.1) =5732.2, P=0.00.

5. Conclusion

Last year, we introduced the GTEC to help students that were taking university entrance exams. There is a book to prepare for the GTEC. By using it, they started studying how to take the GTEC. Currently, this survey process was very successful. After this research, using Google Classroom, I gave the students a question. Did you find areas you need to improve? 90% of students answered " Yes " . 10% of students realized that they needed more accurate prediction of the results. At the beginning of this academic year, in April, students asked English teachers to add more listening practice into English lessons. Students told us they were not good at listening sections. Some said it was very difficult to comprehend words and phrases, especially key words. The results of GTEC, however, were far from the expectations of the students. In the English lessons, we showed the results using a graph in PowerPoint. As a whole, they understood what their weak points were, and what points were superior to the average in Japan. They were very surprised to see their reading abilities were not very good, and that their listening abilities were far abore average. By seeing their four English skill levels objectively, they will be able to study more efficiently. The gap between their own abilities and their awareness of English was very large. Understanding this is very helpful for students studying English as a foreign language in high school. At the same time, it was very good chance for teachers think about how to make lessons plans.

In students' free descriptions written after the research, many students responded positively to the explicit Can-Do statements, noting how the exercise improved their own four skills and working knowledge of English. At the same time, many students commented that they need more opportunities continuously to check their improvement.
This study claims that the students tended to make higher goals for themselves than teachers did, leading to increased motivation for each student.

Acknowledgements

I appreciate the guidance of Dr. Haruyo Yoshida and Mr. Toshiyuki Morinaka. Ms. Haruyo Yoshida introduced us to contracted research by Lenovo. The research title is " How to use ICT to improve communication skills in English " . By utilizing this introduction, we were able to introduce Google Classroom to all students. Dr. Yoshida provided me with many opportunities to present my thesis, and has always led me. Dr. Toshiyuki Morinaka, a science teacher and head of the research department, contributed in organizing all systems and explanation meetings for teachers and students. Thanks to his lectures, teachers including myself have been able to use Google Classroom in class, and now we are actively taking advantage of it. He used ICT in his class, and I have been working to adapt his techniques to my own lessons.

References

Alderson, C. (2007). The CEFR and the Need for More Research. The Modern Language Journal 91, 659-663

Council of Europe. (2001). Common European framework of reference for languages: Learning, teaching, assessment, Cambridge: Cambridge University Press.

Council of Europe. (2011). Manual for language test development and examining for use with the CEFR. Retrieved fromhttp://www.coe.int/t/dg4/limguistic/ManualtLangageTest-Alte2011_EN.pdf.

Council of Europe. (2011). Pathways through assessing, learning and teaching in the CEFR. Strasburg: Council Europe.

Council of Europe. (2011). Relating language examinations to the Common European Framework of Reference for Languages: Learning, teaching, assessment (CEFR) Highlights from the Manual.

Tono Yukio http://www.cefr-j.org/download.html#cefrj_hontai

Tono, Y. (2017) The CEFR-J and its impact on English language teaching in Japan. JACET Internartional Convention. Selected Papers Vol. 4.
<http://www.jacet.org/publication/selected-papers/past-issues/> (Accessed November 27, 2017).

Tono, Y. & Negishi, M. (2012) The CEFR-J: Adapting the CEFR for English language teaching in Japan. JALT Framework & Language Portfolio SIG Newsletter 8, 5-12.

GTEC https://www.benesse.co.jp/gtec/

Appendix

	Skills	Pre A1	A1.1	A1.2	A1.3	A2.1	A2.2	B1.1	B1.2	B2.1	B2.2	C1	C2
UNDERSTANDING	Listening	I can catch everyday, familiar words, provided they are delivered clearly and slowly.	I can understand short, simple instructions such as "Stand up," "Sit down," "Stop," etc., provided they are delivered face-to-face, slowly and clearly.	I can understand short conversations about familiar topics (e.g. hobbies, sports, club activities), provided they are delivered in slow and clear speech.	I can understand phrases and expressions related to matters of immediate relevance to me or my family, provided they are delivered slowly and clearly.	I can understand short, simple announcements e.g. on public transport or in stations or airports, provided they are delivered slowly and clearly.	I can understand and follow a series of instructions for sports, cooking, etc. provided they are delivered slowly and clearly.	I can understand the gist of explanations of cultural practices and customs that are unfamiliar to me, provided they are delivered in slow and clear speech involving rephrasing and repetition.	I can understand the majority of the concrete information on material on topics of personal interest spoken at normal speed.	I can understand the main points of a conversation between native speakers in television programmes and in films, provided they are delivered at normal speed and in standard English.	I can follow a variety of conversations between native speakers, in television programmes and in films, which make no linguistic adjustments for non-native speakers.	I can understand extended speech even when it is not clearly structured and when relationships are only implied and not signalled explicitly. I can understand television programmes and films without too much effort.	I have no difficulty in understanding any kind of spoken language, whether live or broadcast, even when delivered at fast native speed, provided I have some time to get familiar with the accent.
		I can recognise the letters of the English alphabet, when they are pronounced.	I can catch key information necessary for everyday life such as numbers, prices, dates, days of the week, provided they are delivered slowly and clearly.	I can catch concrete information (e.g. places and times) on familiar topics encountered in everyday life, provided it is delivered in slow and clear speech.	I can understand instructions and explanations necessary for simple transactions (e.g. shopping and eating out), provided they are delivered slowly and clearly.	I can understand the main points of straightforward factual messages (e.g. a school assignment, a travel itinerary), provided speech is clearly articulated in a familiar accent.	I can understand instructions about procedures (e.g. cooking, handicrafts), with visual aids, provided they are delivered in slow and clear speech involving rephrasing and repetition.	I can understand the main points of extended discussions around me, provided speech is clearly articulated and in a familiar accent.	I can understand the main points of short radio news items about familiar topics if they are delivered in a clear, familiar accent.	I can follow extended speech and complex lines of argument provided the topic is reasonably familiar.	I can understand the speaker's point of view about topics of current common interest and in specialised fields, provided it is delivered at a natural speed and articulated in standard English.		
	Reading	I can recognise upper- and lower-case letters printed in block type.	I can understand a fast-food restaurant menu that has pictures or photos, and choose the food and drink in the menu.	I can understand very short reports of recent events such as text messages from friends' or relatives', describing travel memories, etc.	I can understand short narratives with illustrations and pictures written in simple words.	I can understand short narratives and biographies written in simple words.	I can understand the main points of texts dealing with everyday topics (e.g. life, hobbies, sports) and obtain the information I need.	I can understand cleanly written instructions (e.g. for playing games, for filling in a form, for assembling things).	I can understand the plot of longer narratives written in plain English.	I can understand in detail specifications, instruction manuals, or reports written for my own field of work, provided I can reread difficult sections.	I can extract necessary information and the points of the argument from articles and reference materials in my specialised field without consulting a dictionary.		
	Writing	I can recognise words in a picture book that are already familiar through oral activities.	I can read and understand very short, simple, everyday texts, such as simple posters and invitation cards. "No parking", "No food or drink" etc.	I can understand very short, simple, everyday texts, such as simple posters and invitation cards. with simple words supported by illustrations and pictures.	I can understand texts of personal interest (e.g. articles about sports, music, travel, etc.) written	I can understand explanatory texts describing people, places, everyday life, and culture, etc., written in simple words.	I can find the information I need, from practical, concrete, predictable texts (e.g. travel guidebooks, recipes), provided they are written in simple English.	I can understand the main points of English newspaper and magazine articles adapted for educational purposes.	I can search the internet or reference books, and obtain school- or work-related information, paying attention to its structure. Given the occasional use of a dictionary, I can understand it, relating it to any accompanying figures or tables.	I can read texts dealing with topics of general interest, such as current affairs, without consulting a dictionary and can compare differences and similarities between multiple points of view.	I can scan through rather complex texts e.g. articles and reports, and can identify key passages. I can adapt my reading speed and style, and read accurately, when I decide closer study is worthwhile.	I can understand long and complex factual and literary texts, appreciating distinctions of style. I can understand specialised articles and longer technical instructions, even when they do not relate to my field.	I can read with ease virtually all forms of the written language, including abstract, structurally or linguistically complex texts such as manuals, specialised articles and literary works.

	Skills	PreA1	A1.1	A1.2	A1.3	A2.1	A2.2	B1.1	B1.2	B2.1	B2.2	C1	C2
SPEAKING	Spoken interaction	I can express my wishes and make requests in areas of immediate need such as "*Help!*" and "*I want ~*", using basic phrases. I can express what I want by pointing at it, if necessary.	I can ask and answer questions about times, dates, and places, using familiar, formulaic expressions.	I can respond simply in basic, everyday interactions such as talking about what I can/cannot do or describing colour, using a limited repertoire of expressions.	I can ask and answer simple questions about familiar topics such as hobies, club activities, provided people speak clearly.	I can give simple directions from place to place, using basic expressions such as "turn right" and "go straight" along with sequencers such as first, then, and next.	I can exchange opinions and feelings, express agreement and disagreement, and compare things and people using simple English.	I can express opinions and exchange information about familiar topics (e.g. school, hobbies, hopes for the future), using a wide range of simple English.	I can explain in detail and with confidence a problem which has arisen in places such as hospitals or city halls. I can get the right treatment by providing relevant, detailed information.	I can discuss the main points of news stories I have read about in the newspapers/ on the internet or watched on TV, provided the topic is reasonably familiar to me.	I can actively engage in conversations on a wide range of topics from the general to more specialised cultural and academic fields and express my ideas accurately and fluently.	I can express myself fluently and spontaneously without much obvious searching for expressions. I can use language flexibly and effectively for social and professional purposes. I can formulate ideas and opinions with precision and relate my contribution skilfully to those of other speakers.	I can take part effortlessly in any conversation or discussion and have a good familiarity with idiomatic expressions and colloquialisms. I can express myself fluently and convey finer shades of meaning precisely. If I do have a problem I can backtrack and restructure around the difficulty so smoothly that other people are hardly aware of it.
		I can use common, formulaic, daily and seasonal greetings, and respond to those greetings.	I can ask and answer about personal topics (e.g. family, daily routines, hobby), using mostly familiar expressions and some basic sentences (although these are not necessarily accurate).	I can exchange simple opinions about very familiar topics such as likes and dislikes for sports, foods, etc., using a limited repertoire of expressions, provided that people speak clearly.	I can make, accept and decline offers, using simple words and a limited range of expressions.	I can get across basic information and exchange simple opinions, using pictures or objects to help me.	I can interact in predictable everyday situations (e.g., a post office, a station, a shop), using a wide range of words and expressions.	I can maintain a social conversation about concrete topics of personal interest, using a wide range of simple English.	I can explain with confidence a problem which has arisen in familiar places such as a station or a shop (e.g. purchasing the wrong ticket) and obtain the right product or service by requesting politely and expressing gratitude (assuming that the provider of the service is cooperative).	I can discuss abstract topics, provided they are within my terms of knowledge, my interests, and my experience, although I sometimes cannot contribute to discussions between native speakers.	I can exchange opinions about magazine articles using a wide range of colloquial expressions.		
	Spoken production	I can convey very limited information about myself (e.g. name and age), using simple words and basic phrases.	I can convey personal information (e.g. about my family and hobbies), using basic phrases and formulaic expressions.	I can express simple opinions related to limited, familiar topics, using simple words and basic phrases in a restricted range of sentence structures, provided I can prepare my speech in advance.	I can express simple opinions about a limited range of familiar topics in a series of sentences, using simple words and basic phrases in a restricted range of sentence structures, provided I can prepare my speech in advance.	I can introduce myself including my hobbies and abilities, using a series ofsimple phrases and sentences.	I can make a short speech on topics directly related to my everyday life (e.g. myself, my school, my neighborhood) with the use of visual aids such as photos, pictures, and maps, using a series of simple words and phrases and sentences.	I can talk in some detail about my experiences, hopes and dreams, expanding on what I say by joining together words, phrases and expressions I can readily use to make longer contributions.	I can give an outline or list the main points of a short story or a short newspaper article with some fluency, adding my own feelings and ideas.	I can give a prepared presentation with reasonable fluency, stating reasons for agreement or disagreement or alternative proposals, and can answer a series of questions.	I can give a fluent presentation, focusing on both the main points and related details. I can depart spontaneously from a prepared text and follow up interesting points raised by members of the audience, often showing remarkable fluency and ease of expression.	I can present clear, detailed descriptions of complex subjects integrating sub-themes, developing particular points and rounding off with an appropriate conclusion.	I can present a clear, smoothly flowing description or argument in a style appropriate to the context and with an effective logical structure which helps the recipient to notice and remember significant points.
		I can give a simple explanation about an object while showing it to others using basic words, phrases and formulaic expressions, provided I can prepare my speech in advance.	I can convey simple information (e.g. times, dates, places), using basic phrases and formulaic expressions.	I can give simple descriptions e.g. of everyday object, using simple words and basic phrases in a restricted range of sentence structures, provided I can prepare my speech in advance.	I can describe simple facts related to everyday life with a series of sentences, using simple words and basic phrases in a restricted range of sentence structures, provided I can prepare my speech in advance.	I can give a brief talk about familiar topics (e.g. my school and my neighborhood) supported by visual aids such as photos, pictures, and maps, using a series of simple phrases and sentences.	I can give an opinion, or explain a plan of action concisely giving some reasons, using a series of simple words and phrases and sentences.	I can talk about familiar topics and other topics of personal interest, without causing confusion to the listeners, provided I can prepare my ideas in advance and use brief notes to help me.	I can give a reasonably smooth presentation about social situations of personal interest, adding my own opinions, and I can take a series of follow up questions from the audience, responding in a way that they can understand.	I can develop an argument clearly in a debate by providing evidence, provided the topic is of personal interest.	I can clarify my viewpoints, and maintain conversation in debates on social issues and current affairs, integrating sub-themes or related cases.		

	Skills	PreA1	A1.1	A1.2	A1.3	A2.1	A2.2	B1.1	B1.2	B2.1	B2.2	C1	C2
WRITING	Writing	I can write upper- and lower-case letters and words in block letters.	I can fill in forms with such items as name, address, and occupation.	I can write short texts about matters of personal relevance (e.g. likes and dislikes, family, and school life), using simple words and basic expressions.	I can write short texts about my experiences with the use of a dictionary.	I can write invitations, personal letters, memos, and messages, in simple English, provided they are about routine, personal matters.	I can write a simple description about events of my immediate environment, hobby, places, and work, provided they are in the field of my personal experience and of my immediate need.	I can write a description of substantial length about events taking place in my immediate environment (e.g. school, workplace, local area), using familiar vocabulary and grammar.	I can report the outline or basic content of newspaper articles and movies, expressing my own opinions, using non-technical vocabulary and less complicated sentence structures.	I can write business documents (e.g. e-mail, fax, business letters), conveying degrees of emotion, in a style appropriate to the purpose, provided they are in my professional field.	I can write clear, detailed reports and articles which contain complicated contents, considering cause/effect and hypothetical situations, provided they are in my specialised field and of personal concern.	I can express myself in clear, well-structured text, expressing points of view at some length. I can write about complex subjects in a letter, an essay or a report, underlining what I consider to be the salient issues. I can select style appropriate to the reader in mind.	I can write clear, smoothly flowing text in an appropriate style. I can write complex letters, reports or articles which present a case with an effective logical structure which helps the recipient to notice and remember significant points. I can write summaries and reviews of professional or literary works.
		I can write down words provided they are pronounced letter by letter. I can copy what is written.	I can write short phrases and sentences giving basic information about myself (e.g. name, address, family) with the use of a dictionary.	I can write message cards (e.g. birthday cards) and short memos about events of personal relevance, using simple words and basic expressions.	I can write a series of sentences about my hobbies and likes and dislikes, using simple words and basic expressions.	I can write texts of some length (e.g. diary entries, explanations of photos and events) in simple English, using basic, concrete vocabulary and simple phrases and sentences, linking sentences with simple connectives like *and*, *but*, and *because*.	I can write my impressions and opinions briefly about what I have listened to and read (e.g. explanations about lifestyles and culture, stories), using basic everyday vocabulary and expressions.	I can write coherent instructions telling people how to do things, with vocabulary and grammar of immediate relevance.	I can write narratives (e.g. travel diaries, personal histories, personal anecdotes) in several paragraphs, following the order of events. I can write personal letters which report recent events in some detail.	I can write reasonably coherent essays and reports using a wide range of vocabulary and complex sentence structures, synthesising information and arguments from a number of sources, provided I know something about the topics.	I can write coherent essays and reports with a wide repertoire of vocabulary and complex sentence structures, emphasizing important points, integrating sub-themes, and constructing a chain of argument, as long as I do not need to express subtle nuances of feelings and experience.		

英語表現Ⅱにおけるグーグルクラスルームを活用した授業評価

乾（いぬい）　まどか

2021年入試改革を目前とし、英語４技能を外部試験で測るとともに、生徒たちが日常で感じている苦手、得意という意識が学習にどのような影響を与えているかについて考えた。CEFR-J を理解し、意識することにより、４技能それぞれのレベルを個人、クラス、学校単位で把握した。学力を客観的に計るものとして外部試験（GTEC）におけるCEFR-Jの指標を活用した。自分が感じている学力と外部試験データによる学力との差が顕著に現れ、それを分析するための量的調査アンケートをグーグルクラスルームで行い、質的調査アンケートとして、テキストマイニングを使用し分析を行った。グーグルクラスルーム導入前と違い、結果が瞬時に現れ、その分析結果をグラフで示しながら授業内でフィードバックすることにより、学習の向かうべき方向性を生徒と共有することができた。

High School Senior Research Papers

Ross Richard Wirtanen

Abstract

Students in their third (final) year of high school in 2019-2020 were given the task of writing an extensive research paper in place of a number of their regular assignments in English Communication III classes (ALT lesson focus). Students would also give multiple speeches about their topic, and study the structure and format of writing research papers, with the final papers compiled, printed, and distributed to all third-year students. The entire process proved to be extremely valuable for the current students, and for the course structure itself. During the process, several wide-scale student weaknesses were also elucidated. Dealing with these weaknesses earlier on in the educational process would lead to increasingly efficient research paper writing and help students in both their academic and professional lives.

Keywords: Research paper, third-year, speech, PowerPoint

1. Overview

Third year high school students (2019-2020) at Tennoji High School Attached to Osaka Kyoiku University were individually given the task of writing a five paragraph research paper throughout the course of their main classes in English Communication III, centered on the ALT courses, with classes approximately once per week. The students researched their topic, gave multiple presentations, formatted and printed their papers, writing and submitting multiple drafts before the final submission. Final papers were published together in a compilation distributed to all students.

1.1 Reasoning and expectations

While common in first- and second-language education in other countries, students in Japan appear to have few opportunities to compose traditional research papers in English or even Japanese during the course of their high school education, despite the fact that many, if not most or all students will be expected to do so at the university level. Writing, revising, formatting, and presenting one ' s

research, therefore, are indispensible skills students should become familiar with before entering university. Many of these skills are used or resemble skills used in a variety of workplaces.

The ongoing nature of this research paper writing assignment also provided structure and a clear goal to the year-long course, with substantial, meaningful steps that were formatted as assignments in their own right. The final product was also concrete, coming at the end of the course, the compilation of which created a sense of permanency and meaning not usually found with standard homework essay assignments.

This was all carried out in the hope that instead of using the compilation to simply look back at their last year in high school, students would be able to look back and mark this as a time when they learned or refined skills that they use in their academic and professional lives. Early exposure to proper citation procedures can help prepare students and understand what is expected of them in formal writing, especially when colleagues from around the world have already been following these procedures from young ages.

The research paper project was coincidentally similar to the International Baccalaureate (IB) Extended Essay in philosophy, execution, and supervisor responsibilities (Lekanides, 2016 and Habib, Marsh 2014). Extended essays also follow a similar time period of eight months. Future projects would benefit from cross-referencing materials related to the IB extended essay.

1.2 Basic structure

Long-term work on the research paper took the place of a textbook in the ALT portion of the English Communication III classes. Though the research paper is one of the primary focuses of the course, the majority of time spent working on the papers took place outside of class. There were eight main submissions or actions expected of students: research questions/thesis, introduction, justification (why is your topic interesting?) and speech, final speech draft, rough draft, final speech delivery, peer review, and final submission (Fig.1). Lessons unrelated to the research paper were given as usual, with time allotted (approximately 10-15 minutes per class) to helping students and explaining the next step in the process. As such, students were continually encouraged to be independent and aware of what is expected. The first assignment (choosing three research questions to be developed into a thesis) was given in the spring vacation gap between second and third year, and the final drafts of the papers were submitted in December. Submitted items were graded and checked as normal homework would be in place of the research paper. Final drafts should follow MLA format (MLA, 2009). Additional related assignments were given that were also graded, including self-evaluations following speeches and structural writing practice (5-paragraph paper). During weeks with no major research submissions, students were given writing assignments on topics related to the daily content of class, unrelated to the research paper, as during the course of a normal year.

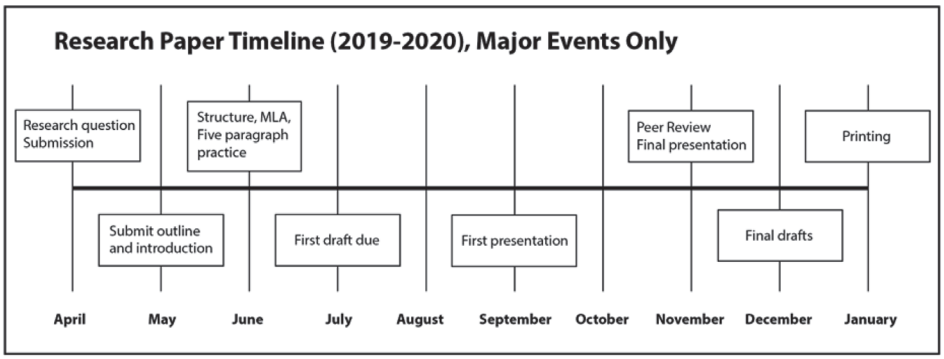


Figure 1: Year-long timeline of research paper submissions

1.3 Potential difficulties

Taking a year-long approach was the first and ultimately one of the most effective steps in handling potential difficulties, allowing enough time per section in the process to make sure all of the students were following along at an adequate speed. Second year students generally had difficulty using computers to type and print essays. Students had little to no experience with MLA or similar systematic formatting. Though it was taught and reinforced in second-year classes, many students continued to demonstrate lack of awareness of paragraph structure. Some students had limited internet access, putting them at a disadvantage in research. Some students simply did not regularly submit homework. Plagiarism of authors or other students ' work was an ongoing concern, as in any normal class. As shown below, these problems proved manageable within the long-term time frame, thanks to a great deal of student-teacher interaction. Citations can be difficult even for first-language writers, so works cited structure and citation methods were introduced at multiple intervals, and students were given close assistance through their final drafts. Problems stated above were handled on an individual basis, but increased use of technology (typing, printing, formatting) in lessons leading up to the research paper would solve a large number of these complications. This involves teaching the students to solve technology-related problems themselves, or helping them reach a level of comfort where they can seek out solutions.

2. Process

The overall process of writing the research paper was made up of eight major sections, with one additional related submission (2.3) described below (2.1-2.9). Each section will be described in brief with its timeline, major successes, and notes for future improvement.

2.1 Research questions and hypothesis submission

During the spring break between their second and third years, students were first told that they would be writing a research paper over the course of the next year, and given a brief description of what would be expected, with examples. The students were then asked to come up with three research questions that they might be interested in spending time on, and to write a paragraph explaining their choices. The instructor chooses the best of the three, writing an explanation for the choice and advice in moving forward. It was up to the student whether or not to follow this advice. From here, the students wrote and submitted a hypothesis (attached, in this case, to another, unrelated print). The hypotheses were carefully recorded and changed where necessary, to make sure that no two students had the same theme. Students individually met with the teacher where necessary to discuss this. Examples of citations were already given at this point, with examples from Purdue University ' s Online Writing Lab (OWL) (The Purdue OWL, 2008) and MLA guidebooks (MLA, 2009). Students were given a brief tutorial in class on how to use the OWL at Purdue.

2.1.1 Successes

Almost all of the students chose topics much more advanced than they typically lean towards in their usual writing, showing a positive attitude towards the project. Students were excited to discuss variations of the original three research questions with their instructors, and appreciated the initial personal feedback all the way through the writing process. Almost all students submitted their papers, many students working to further refine their hypotheses after the initial submission.

2.1.2 Future improvements

Though the topic was touched upon during their second-year lessons, students still struggled with the idea of stating a hypothesis and conducting research to prove it. Many students chose a hypothesis connected to one single article, and though they found multiple references to cite, most of the content was connected to the one article written by one author. A solution to this problem in the future would be to introduce students to the scientific method and its application in English, emphasizing it repeatedly through earlier grades with simple exercises until the concept of " hypothesis " becomes second nature (Common Core, 2019).

2.2 Research paper introduction

Students wrote introductions to their research papers. Though these served as first drafts, students were told to treat their introductions as near-final drafts, to write as if it were the actual version to be used in their paper. The introductions were hand-written, not typed. They were corrected carefully, with further advice provided in consideration of each student ' s thesis. This is the only time the students ' drafts were directly corrected, though students were always able to ask for help with specific issues.

In preparation, students were given an exercise to choose the best introduction for an essay from four different versions. Students formed groups and discussed the different introductions extensively, presenting their answers to the rest of the class from their groups.

Students also studied different transitions, as well as examples of how to use them. Transition words and their uses were modeled in the paragraphs of the introduction exercise, and pointed out in class. Students were also given extensive lists of words. Transition words were included as material on the term test.

2.2.1 Successes

Writing the actual introduction at an early phase was important in bridging the gap between research/drafting and final submission, and potentially prevented procrastination issues. It also kept the students on task regarding their overall research. Students that switched topics or wavered from their original topic ended up overlapping on some points, but the introduction served as a guideline for the rest of the paper, helping most students stay on task.

The exercise to identify the best introduction for the remaining five paragraphs was valuable in that students were generally unable to answer correctly, choosing instead introductions that followed hackneyed techniques regularly taught to pass standardized tests, or an example that followed Japanese language structure and contained typical Japanese-English phrases. The students reacted with surprise and excitement when the correct answer was revealed and explained, and their writing largely reflected understanding of the concepts described.

2.2.2 Future improvements

Students needed extensive examples of how to write introductions, and needed to correct bad habits and structures such as “ I have two reasons. ” Students were unable to produce hooks independently, but were able to fairly easily after modeling. The exercise to identify the best introduction was demonstrably valuable, but similar exercises could be conducted during first- or second-year writing to provide students with more time to practice.

2.3 Five-paragraph practice

Five-paragraph paper writing practice was assigned as homework separately from the research paper, to help students understand what the final structure of their research should look like. As the focus was structure, the students were encouraged to choose a very easy topic, with “ Pasta is the Best Food ” given as an example. The structure of the essay was carefully described and students were given a handout as a reference. Student compositions were evaluated based on structure

alone, submitted within a week of assignment.

2.3.1 Successes

Though the five-paragraph practice was a separate assignment, it was an integral part of the research paper writing process, as it helped the instructors assess which students were struggling, and served to help students clarify the logical framework of the five-paragraph essay. Following explanation, student comprehension was very high overall, with many students choosing to pursue their second- and third-choice research questions, or topics of personal interest that were not of sufficient depth for their main paper.

2.3.2 Future improvements

The five-paragraph exercise was conducted to confirm whether students understood what the structure of their final essay should look like, and provide clarification in the event that they did not understand. It was also found that, in spite of reinforcing these concepts over the past year and a half, a small number of students still failed to understand basic paragraph structure. Ideally, fundamental structure should already be clear to students coming into the research paper project in the future, meaning that these concepts should be taught and reinforced at earlier stages. This necessarily involves teaching expansion beyond overly simplistic structures taught for standardized testing, as student progress appeared to stop at this level in many cases.

2.4 Why is your topic interesting?

Students gave a 1:15-1:45 minute speech outlining why they chose their topic in a concise and easy-to-understand way. Students wrote their scripts independently, though they could always ask for assistance on specific issues, and they could use the already-corrected initial paragraph writing on the research question sheet for reference. Use of slides was optional. This was the first opportunity for students to give speeches without prior proofreading and correction from their instructor. After the speech, the students graded themselves and wrote reflective self-evaluation paragraphs.

2.4.1 Successes

The fact that students had no prior instructor review of their script added responsibility and motivation to the speech that the students handled well. It appeared that many students were taking a defensive approach, trying very hard to demonstrate to their classmates why their topic was interesting, and as such were very conscious of whether their audience demonstrated understanding of the content or not. As mentioned in 2.1.1 above, the majority of student content was on a much higher level than usual, so the students struggled to convey information in a concise, easy-to-

understand way without resorting to inserting Japanese vocabulary. Recognizing that struggle through this speech led to significant improvement in writing their final drafts. Many students explicitly mentioned this in their self-evaluations.

2.4.2 Future improvements

A number of students expressed regret at not being able to deliver their speech in a manner simple and interesting enough for other students in the class. This could be addressed even more carefully in the future, presenting parallel examples of the way information is phrased in a research paper compared with the way the same information is delivered in a speech of this nature. As in many of the exercises leading up to the final draft, failure was a great motivation for improvement, but addressing these issues in advance would lead to greater student comprehension and hopefully understanding of differences in speech/spoken language and written research language.

2.5 Final speech draft

Before vacation, the students were given a short explanation on how to make effective PowerPoint presentations. The students composed their final PowerPoint presentation speech drafts during summer vacation. Unlike the previous speech or research paper itself, the instructor carefully corrected their final presentation drafts. As late drafts of the research paper will only have mistakes highlighted, students are expected to use corrections on the final speech draft to help correct their own research papers.

2.5.1 Successes

The quality of the scripts was generally high, and the submission rate was close to 100%. Content reflected improvement based on self-identified weaknesses in the previous speech. Though being easy-to-understand and entertaining was not part of the speech requirements, most students appeared to be actively thinking about their audience.

2.5.2 Future improvements

Though the scripts were well written, approximately half of the students gave little impression of how the PowerPoint would relate to the written content, suggesting that they hadn ’ t thought about this yet, or hadn ’ t made the actual PowerPoint. This would become clear in the actual presentations. Students could be required to submit printouts of tentative PowerPoint slides in the future as well, with the text alongside each slide to mark timing.

2.6 Rough draft submission

Students were asked to submit a rough draft of their paper, typed and formatted, with a minimum number of citations that may be expanded upon in the future. The papers were checked for formatting, meeting the minimum requirements of five paragraphs, and minimum citations. Students were graded for submission and to the extent they met the requirements.

2.6.1 Successes

Rough draft submission appeared to be a new process for many students, with most taking submission seriously (aside from deadline issues, as mentioned in 2.6.2 below). The submission process also emphasized problems that would otherwise occur when submitting their final versions, especially related to formatting, printing, citations, and final word/paragraph count and balance. Most students met the basic requirements, so any students failing to do so were able to receive personal attention. Some students found that, upon typing their paper, it was beyond the maximum page count, especially with images included. These students were able to receive direct advice from instructors in class on how to make necessary changes.

2.6.2 Future improvements

Though students took the rough draft seriously, very few met the deadline, with most students submitting their drafts over the course of the week following the deadline. Also, students would ideally submit multiple drafts over the course of writing the report. If students were more familiar with the process of submitting drafts and related areas of difficulty (typing, formatting, printing, citing), this may be possible in the future. A number of students had difficulty printing. It should be emphasized to students that printing is their responsibility, and to avoid problems in the future, they should complete their work ahead of schedule and let an instructor know if any problems arise. Though this appears to be a technical problem on the surface, taking responsibility for not being able to print one ' s paper and doing something about it is an important part of the whole process. Rough draft submission is a major step in the writing process, and here in particular it was evident that students have difficulty remembering and closely following deadlines without repeated prompts from their instructor.

2.7 Final PowerPoint speech

Students delivered their final PowerPoint speeches. They used PowerPoint on their phones, or used USB drives to transfer the data to an available Windows or Mac laptop provided in class. Approximately 10-12 speeches were given over two class periods, allowing approximately 2:30 per student with setup.

2.7.1 Successes

Thanks to speech experience in the year leading up to this, student performance was exceptional. Quality of slides varied, but it was clear that most students worked very hard and used motivation and feedback from the previous speech to improve their final speech. Students spoke in loud, clear voices, exuded enthusiasm, and arranged their language differently from their research papers to make the content easy to understand for other students. Students in the audience evaluated each speaker, for the purpose of averaging the scores later as part of the overall grade.

2.7.2 Future improvements

There were several instances of technical problems, and technical struggles got in the way of otherwise outstanding deliveries, and interrupted the flow of class. Technical issues were mostly related to students using obscure file formats from specific applications that weren ' t readable by PowerPoint or standard Windows or Mac applications (Keynote, etc.). This problem could be solved by checking PowerPoint files in a process similar to rough draft submission, or requiring students to do so on their own time in the computer lab. This again would require students to be at least partially finished with their slides ahead of time. The students were very experienced in giving speeches, but not in coordinating slides at the same time as delivering a speech. Many students were frozen in place, focusing on moving on to the next slide. Requiring multiple PowerPoint speeches at earlier stages that specifically address these issues would be beneficial, as would providing a controller to students, allowing them to move freely on the stage. Though the original intent was to average student evaluation scores per speaker to a single grade, a large number of student absences and unclear labeling of scores by students made this ultimately unreasonable.

2.8 Peer review

Students brought updated drafts (following the submission of the rough draft), and, forming groups of 4-6, passed their papers around their respective groups for review. Students were asked to make at least four marks or comments per paper, sign their name, and pass the paper on. The reviewed drafts were collected, with instructors analyzing signatures, marks, and submission of the draft for review in the first place.

2.8.1 Successes

Though less than half an hour was allotted for the review, a majority of students provided sufficient marks, with a considerable degree of sophistication, most often highlighting areas where the text was unclear, or pointing out grammar errors. Even students failing to submit their own papers were able to provide meaningful commentary on the papers of other members in their group. Some students enjoyed the process to such a degree that they had difficulty checking all of the papers in their group within the time allotted.

2.8.2 Future improvements

The lack of time was a major problem. Students should have an entire class period to carefully check the papers and absorb and comprehend the process, but in this case only part of a lesson could be provided. Many students vigorously complained about having to print their papers out again, and some failed to, though this was simply reflected in their grades. The peer review was also conducted at a point late in the process, making it difficult for students to make major changes to their reports in the event it was necessary. If students came into the research paper project familiar with the process and purpose of peer review, the entire exercise would be more beneficial. Some students mentioned that they were unable to understand the purpose of the peer review. This was contrary to the high quality of the commentary and participation in the end, but carefully clarifying the purpose and importance of the exercise would be helpful. Conducting peer review of different assignments would be valuable preparation.

2.9 Final draft submission and printing

Students submitted their final printed drafts in-class, with the format evaluated by the teachers one-by-one at the time of submission. Students failing to meet format requirements were asked to make corrections and submit again. The final versions of the papers were published in a compilation, 2019 Research Compilation Tennoji Senior High School Attached to Osaka Kyoiku University, with cover art illustrated by one of the students, printed and distributed to each student.

2.9.1 Successes

Final draft quality was generally high, and the print quality was more consistent than in the case of the rough drafts. The student rate of submission was also close to 100%, though many students were asked to re-submit due to formatting errors. Different from rough draft submission, students were generally prepared, enthusiastic, and receptive to submitting again where necessary.

2.9.2 Future improvements

Collection of the final drafts was scheduled several days before the actual deadline, as many students were asked to submit their papers again due to formatting errors. Header quality was particularly poor, and should be carefully regulated and emphasized in the future (name, class, number, font, size, etc.). Guidelines were issued both early and late in the process, but many students only followed the guidelines partially, even after prompting and reinforcement.

3. Overall points to improve

The identification or confirmation of wide-scale weaknesses that may have otherwise gone unnoticed was a major success of the research paper project. Though there is a good chance that a number of instructors already know these weaknesses, the process of the research paper thoroughly outlined the problems with three major factors to consider: 1. Almost all of the students are moving from this point straight to university, leaving these weaknesses unresolved. 2. The problems can take up time in class. 3. Addressing these problems in earlier stages of education can facilitate higher-level discussions and productivity in third year classes.

The major difficulties can be categorized as logistical weaknesses (typing, printing, also including formatting), organizational weaknesses (following deadlines, taking responsibility for printing, losing papers, procrastination), and structural/conceptual weaknesses (understanding the concepts of hypothesis and research, paragraph structure, understanding how to defend a research question). Language-related weaknesses (mainly grammar, word choice) were based on the individual, and no specific group patterns were found.

Outlines and abstracts were omitted from the exercises due to time constraints, but are very important elements that would help solve student structural weaknesses. Students should regularly be exposed to outlines and the logical thinking behind them leading up to their final year of high school. It is also necessary to consider typing and formatting specific to outlines.

4. Overall successes and conclusion

Writing the research paper throughout the class in addition to regular lesson content provided a concrete focus and result different than students would normally experience using just a textbook. Students were able to maintain a level of diligence and enthusiasm throughout the year, potentially due to variations in the tasks as they were spaced out. Positive peer pressure also played a factor, as did steady encouragement in and outside of class from their Japanese English teacher, especially in the case of less motivated students. Based on the positive results of this overall process, future instructors are highly encouraged to pursue similar programs, even in earlier years.

Acknowledgement

Each step in the research paper curriculum was conducted in conjunction with and with content contributions from Ms. Mana Ueda, 3rd grade English teacher, Tennoji High School Attached to Osaka Kyoiku University. In addition to overseeing the curriculum and timeline, Ms. Ueda provided an extensive degree of personal encouragement and guidance to students, helping them to meet deadlines and refine submissions, and was responsible for putting together the final research compilation.

Works Cited

Common Core State Standards Initiative. Science and Technical Subjects. Accessed Jan 29, 2020

Goldbort, Robert. Writing for Science. Yale University Press, 2006

Habib, D and Marsh, K. *Extended Essay Guide.* World School, 2014.

Lekanides, Kosta. *Extended Essay Course Companion*. Oxford University Press, 2016.

MLA Handbook for Writers of Research Papers Seventh Edition. The Modern Language Association of America, New York 2009

Savage, Alicia and Shafiei, Masoud. *Effective English Writing I: The Paragraph*. Oxford University Press, [Confirm Year].

Swales, John M. and Feak, Christine B. *Academic Writing for Graduate Students: Essential Skills and Tasks, 3rd Edition.* Michigan ELT, 2012.

The Purdue OWL Family of Sites. The Writing Lab and OWL at Purdue and Purdue U, 2008, owl.english.purdue.edu/owl. Accessed Apr. 23, 2008

Turabian, Kate L. *A Manual for Writers of Research Papers, Theses, and Dissertations.* The University of Chicago Press, 2010.

Wheeler, Greg. Plagiarism in the Japanese Universities: Truly a cultural matter? Journal of Second Language Writing, 17-29

高校３年のリサーチペーパー

ワータネン・ロス　リチャード

2019年度の高校三年生のECIII(ALT)の授業では、通常の宿題に代わって研究論文を書くこととした。生徒は各自選んだトピックについて、2回のスピーチを行い、論文の構図・形式について学んだ。完成した論文は、論文集として生徒に配布した。論文作成を通して、生徒が苦手とする点も明らかになった。このような弱点を、事前の学習で克服できれば、論文作成はよりスムーズになる。論文を書くことで得られるスキルは、学生だけでなく、社会人になってからも活かすことができる重要なスキルだ。

キーワード：研究論文、スピーチ、パワーポイント

話し合い活動を通じて主体的な学びを育む授業実践

青木宏明（あおき ひろあき）

秒録：平成30年度から全面的に実施された「特別の教科　道徳」(以下、「道徳科」)において、検定教科書を活用し、単に道徳的価値を理解したり、読み物に登場する人物の心情を読み取るだけに終始することなく、多角的・多面的な他者や自己との対話を通して今後の自身の生き方の変容へとつなげていく「主体的・対話的で深い学び」へと転換が目指されている。本稿では授業実践を通して，「考え，議論する道徳」への転換に必要な指導方法の在り方のひとつとして，「話し合い活動」を軸とする授業の有効性を検証することをねらいとする。

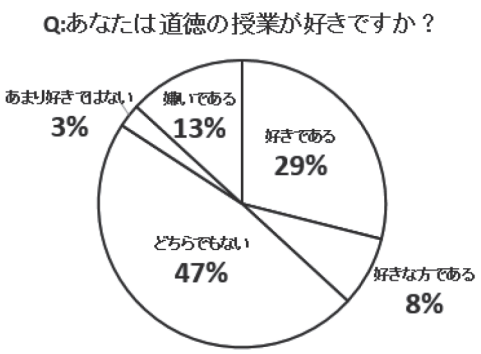
キーワード：道徳教育，主体的・対話的で深い学び，話し合い活動

Ⅰ．はじめに

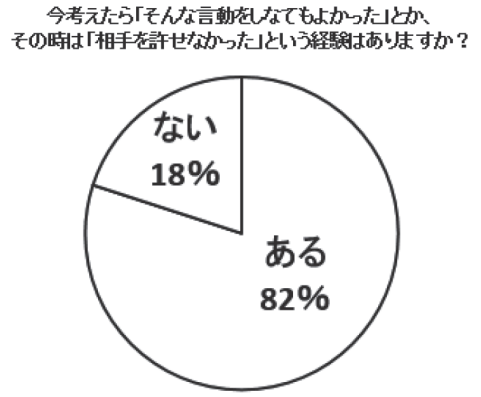
平成 29 年 3 月の新学習指導要領告示を受けて、平成 31 年度から中学校に道徳の検定教科書が導入され、道徳科が全面実施された。今回の改正の趣旨については、文部科学省は省令等の通知において、「答えが一つでない課題を一人一人の児童生徒が道徳的な問題と捉え向き合い、『考える道徳』、『議論する道徳』へと転換を図るもの」と明確に述べ、道徳の授業改善の方向性を示している。これは、これまでの道徳授業が読み物の登場人物の心情を読み取ることに偏重した、従来の形式的な指導からの脱却によって、授業の実効性を高めることをねらいとするものである。そして、その授業改善の視点として、習得・活用・探求の過程を通して、教科の特質に応じた見方・考え方を働かせて思考・判断・表現し、学習内容の深い理解や資質・能力の育成、学習への動機づけへとつなげていく授業を実現しようと提唱されている。これらの流れを受けて、これからの道徳授業は、生徒自らが他者との対話を通して、自己の生き方を考え、議論する授業を展開していかなければならない。深い学びにより道徳性を高めていくために、一人一人の生徒が提示した資料についての道徳的価値と向き合い、自己を見つめさせながら多面的・多角的に考えさせていく授業づくりを模索していく必要があると考える。例えば、教材の登場人物の考えや心情を自分に投影して考えることで、道徳的諸価値の理解をさらに深めたり、道徳的諸価値に関する課題解決型学習を通して、生徒自身の考えの根拠を問うたり、問題場面を自身に置き換えて考えさせたりすることで、生徒が主体的に課題を解決するために必要な資質能力を養うなどの方策が考えられる。

Ⅱ．事前アンケートから分かる生徒の実態

【質問１】



【質問２】



【質問１】で「道徳の授業が好き・好きな方である」と答えた生徒は全体の３８％で、その理由として多かったものが、「他の生徒との対話により、新しい考え方にふれることができるから」であったことから、他者との多面的、多角的な意見交流から自身への気づきへとつなげることが、生徒にとって道徳授業の魅力と位置付けていることが分かった。一方で、「道徳の授業があまり好きではない・嫌いである」と答えた生徒は１６％で、その理由としては、「道徳的価値が当たり前のこととして認識され、改めて授業で学ぶ必要性はない」、「他者の気持ちを察することが苦手」、「グループで意見を交流することが苦手」とする意見が大半であった。授業で扱う教材をいかに表面的な理解で終わらせることなく、自己展望へとつなげるか、また活発な意見交流を生む手立てをどうするのかが課題であるということが分かった。

【質問２】の結果からは、両親や友人、教師とのコミュニケーションにおいて、他者への理解がうまくいかず、摩擦を生んだ経験のある生徒が８２％にのぼることが分かった。思春期を迎える中学生が、自己を確立していくプロセスの中で、今後どのように他者と接し、良好な関係性を築いていくのかが大きな課題であると考えられる。

［事前アンケート結果］

１．【質問１】で「好きである・好きな方である」と答えた理由

・いろんな人の意見を聞けるから。　・他人の意見を聞いて参考になるから。
・みんなと意見交流するのが楽しいから。　・様々なものの考え方を学べるから。
・答えが決まっていないので、自由に考えられるから。
・ほかの授業よりも楽しんで取り組めるから。　・人と論争するのが好きだから。
・他人の意見を聞いて考えさせられることが多いから。
・自分の心としっかりと向き合うことができるから。
・学んだことを実際の生活に活かすことができる授業だから。
・自分とは違う考えに触れることができ、答えが１つでないところが面白いから。

２．【質問１】で「あまり好きではない・嫌いである」と答えた理由

・当たり前のことばかりで、新たな発見がないから。　・あまり面白くないから。
・道徳的価値を言うのは簡単だが、実際に行動するのはまた別次元のことだから。
・意見を発表するのが苦手だから。　・他人の気持ちを考えることが苦手だから。

・あるべき姿の方へ誘導されている感じがするから。
・だらだらしてしまう時間があるから。　・内容が難しいときがあるから。

3．【質問２】で「ある」と答えた生徒の具体例
・仲の良い友だちとケンカになって、相手から面と向かって「お前なんか嫌い！」と言われた。
・受験の時に自分がカリカリしていて、母が自分の間違っていることを言っているのに、母にひどいことを言ってしまった。
・しょっちゅうケンカしている弟に対して、「いなくなれば良いのに！」と思ったこともあるが今思えば大切な存在だと思う。
・普段は悪口を言われても気にしなかったが、小学校の友だちに馬鹿にされて手を出してしまった。
・祖母が私に、何度も同じこと聞いてきたので、腹が立って「しつこいねん！」とブチぎれてしまった。
・部活の話し合いで、「相手の言っていることややっていることがすべておかしい！」と思ったけれど、今思えば正しいと思う部分もあった。

Ⅲ．学習指導案（2019.11.9 大阪教育大学附属天王寺中学校 3 年 C 組での実践）

１．主題名　「相手の気持ちを考える」（内容項目：Ｂ－（９）寛容）

２．ねらいと教材

それぞれの立場を尊重し、いろいろなものの見方や考え方があることを理解して、寛容な心を持とうとする道徳的判断力を育てる。

＜教材名「言葉の向こうに」（「中学道徳 あすを生きる３」日本文教出版）＞

３．主題設定の理由

（１）主題観

本時の内容項目である「寛容」とは、心が広く他人がとる言動を十分に受け入れることであるとともに、他人の過ちや失敗に対して厳しく責めないことである。しかし実際には、たいていの物事について全体を知り尽くすことは難しく、人それぞれが自分なりの角度や視点から物事を捉えたり、自分独自のものの考え方や個性があるため、自分とは異なる相手の考え方に対して戸惑ったり、その考え方が理解できずに、上手く相手とコミュニケーションが図れないことがある。ものの見方や考え方の違いが現れてくるとともに、個性がはっきりとしてくる中学生の時期においては、寛容さに欠ける言動により友人間での摩擦やトラブルも多くみられるところである。様々な個性を持った人が集まり形成している社会において、よりよい人間として成長していくために、一人の人間として開かれた心で、相手の考えや立場、個性を認め、尊重しようとする姿勢、また一方でどんな場合でも無条件で過失を許容するのではなく、許すべきでないことは許さないという非寛容を通じて、あえて寛容の心を持とうとする態度を育てるために、指導を工夫していくことが重要であると考える。

（２）教材観

本教材は、ヨーロッパのサッカーチームのＡ選手のファンで、インターネットのファンサイトで仲間との交流を楽しんでいる加奈子が主人公の物語である。ある試合をきっかけに、心ない中傷の書き込みが続いたことに怒った加奈子は、冷静さを欠き自分もひどい言葉で対応したことで相手から注意されてしまう。自分の気持ちが理解されないことで、自らも心ない書き込みをしてしまう加奈子が、改めて顔の見えないネットでの言葉のやり取りの難しさや恐ろしさに直面することで、サイトにある文字情報だけにとらわれてしまい、言葉の向こうに読み手がいることを忘れてしまっていた自分に気づく様子が描かれている。SNS でのトラブルという場面設定は、情報化社会の中を生きる生徒にとってコミュニケーションのあり方を考えるためによい教材であり、更に本質的には、普段学校や家庭で相手と顔を合わせてやり取りする際にも通ずるものがある題材である。

（３）指導観

導入段階で ICT 機器を活用し、これまでの対人関係事象を共有させて本資料へとつなげていく。心ない書き込みに対して、自分の好きな選手を守りたいことに集中しすぎたあまり、感情的な言葉のやりとりが続く過程での主人公の心の変化を捉えるとともに、その原因とコミュニケーションをする上で主人公が見失っていたものは何かについて考えさせたい。終末の段階で、本時の道徳的価値を基盤に、将来の自分に置き換えて考えさせることで、寛容に行動することの大切さに対する理解を深めさせたい。なお、本授業においては、情報モラルの観点に偏ることなく、「寛容」という道徳の主題が指導の中心に設定して授業を進めていく。

生徒が「深い学び」を達成するための方策として、まず生徒との対話の中で、行為と行為の対立（A すべきだったという意見が出たが、B するでは駄目だったのか）や行為を規定している言葉と言葉の対立（「過ち」と「間違い」や、「批評」と「中傷」はどう違うのか）などを問うことによって、物事の本質的な部分に目を向けて考えさせる。また、多面的・多角的に考えさせるためには、できるだけ多くの意見を引き出す必要があるという考え方に基づき、グループ討議の際にはまず、付箋に思いつくままに意見を書かせ、台紙に張り付けるように指示する。そうすることで、各生徒が自分にはなかった考え方に触れ、新たな視点を獲得することで、自分の生き方や考え方を見つめ直す段階へとつなげることができるのではないかと考えた。さらに、多面的・多角的な思考を可視化する手立てとして、発問に対する各自の意見を黒板に書かれた座標軸にマグネットを貼らせて、各領域から意見を出させるようにする。

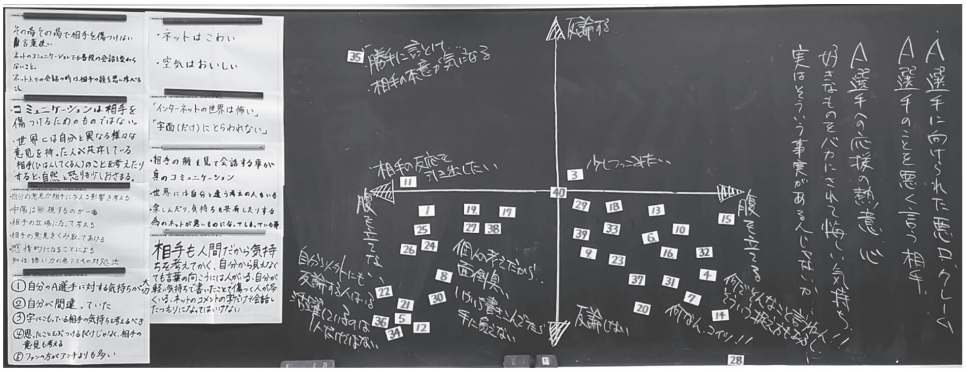
（4）学習指導過程

	学習活動・主な発問 （◇教師の動き / ●生徒の動き / ・予想される生徒の意見 / ○発問 / ◎中心発問）	指導上の留意点 □評価の観点
導入	◇事前アンケートの集計結果を伝え、クラス生徒の実態を共有する。 **《事前アンケート》** **「自分の親や友人などに対して、今考えたら「そんな言動をしなくても良かった。」とか、その時は「相手を許せなかった。」という経験はありますか。」** ◇本時のめあてを確認する。 **めあて：自分の意見や考えを伝えるときに大切なことは何かを考えよう。** ◇教科書前半（–p.94 7 行目 ）を教師が範読する。 **○加奈子にとって「絶対に負けられない対象」とは何だったでしょうか。** ・A 選手を批判する人 ・ファンサイトでの批判や反論コメント ・ライバル心 ・A 選手に対する自分の思い、愛情 ・ファンとしての誇り、プライド **○あなたが加奈子の立場なら、** **a）批判の書き込みに腹が立ちますか。それとも腹が立ちませんか。** **b）あなたも書き込みに対して反論しますか。それとも、反論しませんか。** ●黒板に書かれたグラフ上の自分が当てはまる箇所に、マグネットを貼る。 ●各立場から指名された生徒は、そこに貼った理由を発表する。 ・A 選手に対して失礼。 ・ファンサイトで批判を書くこと自体おかしい。 ・批判なんて見て見ぬふりをすればよい。 ・人それぞれ考え方が違う。 ・自分さえ魅力を知っていたらいい。 ・批判の中には納得できるものもある。 ・掲示板にアンチがいることは割り切っている。 ◇教科書後半（p.94 8 行目 –）を教師が範読する。	・ICT 機器を活用し、いくつかの具体例を提示することで、本時のねらいへのイメージを持たせる。 ・初めは同じ意見の人と喜びを共有できて嬉しい加奈子の気持ちを確認させる。 ・A 選手を応援したい気持ちと、悪口に対して反論することの賛否で生徒の考えをゆさぶる。

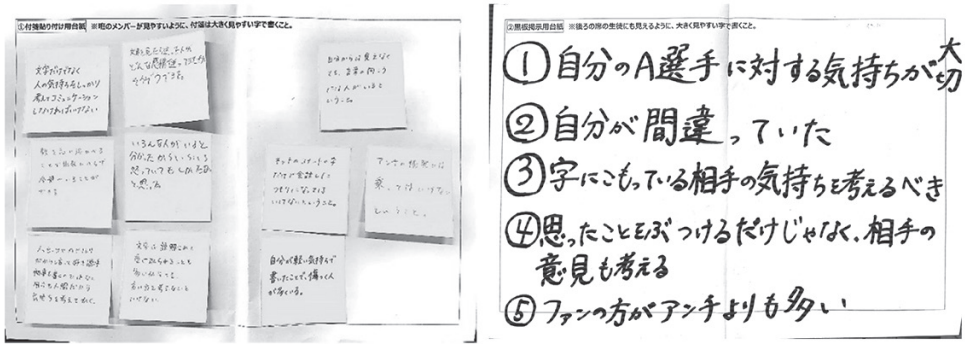
導入	**◎加奈子が気づいた「すごいこと」とは何だったでしょうか。** ●各自が思う「すごいこと」を思いつく限り、1 枚ずつ付箋に書いて紙に貼る。 ●貼られた付箋を見て、各自が「なるほど！」と思ったものを 1 つ選び、理由を添えてワークシートに書く。 ●グループ内で、選んだコメントとその理由を発表し、画用紙にまとめる。 ◇黒板に貼られた意見の中で、いくつかを取り上げて指名し、その理由を聞く。 ・ネットの相手も人間　・自分の言葉を読んだ人の気持ち ・挑発　・匿名　・流す力　・悪のサイクル ・中傷を返すと自分も中傷する側　・相手の表情 ・直接、間接的なコミュニケーションの違い ・批判する人の本心 **〇加奈子が「すごいこと」に気づいていたら、ファンサイト上の批判の書き込みに、どんなコメントを返していたでしょうか。」** ●指名された生徒は自分のコメントとその理由を発表する。	・班ごとに司会、記録の役割分担を決めさせる。 ・多面的・多角的な立場から考え、最低でも班で 10 個の意見を出させる。 □それぞれの立場を尊重し、いろいろなものの見方や考え方があることを理解して、相手のことを考えて行動することに気づいたか。
終末	・本時の内容を振り返り、「相手の立場や考え方を尊重しつつ、自分らしく行動するにはどうすればよいか。」について考え、まとめよう。 ・教師の講話を聞く。	□学んだ道徳的価値を自分の立場に置き換えて考え、さらに深めることができたか。

Ⅲ．授業の評価

今回の授業では深い学びを実現するために、主に「マグネットによる全生徒の意見の可視化」と「付箋を用いたグループ討議での意見交流」という２つの手法を用いた授業実践を行った。授業後に取ったアンケートによると、「マグネットによる意見の可視化は有効であった」とする回答が９１％とかなりの割合を占めた。具体的な理由としては、「視覚的に他の生徒の意見分布が明確に分かった」というものが大半で、授業者としても各領域の意見をスムーズに集約、比較、分析することができ、その結果から生まれる新たな視点を生徒に問う発問へとつなげやすかったように分析している。また、「付箋による意見交流」では、８７％の生徒が有効であったと回答した。具体的な理由でとしては大きく分けて、「自身の意見整理が容易だった」、「意見を出しやすい雰囲気だった」、「他者の意見を見て新たな視点を獲得した」の３点が挙げられる。



公開授業後の板書



（左）付箋貼り付け台紙
（右）意見集約用紙

次に今回の授業によって、「深い学び」はどの程度達成できたのかについて分析したい。生徒がワークシートに記入した振り返りのコメントをいくつか取り上げてみると、「字面だけで会話したつもりになってはいけない」、「自分の言葉が相手に与える影響を考える」、「怒りを感じる場面でも、相手の顔を思い浮かべると少しおさまる」、「相手を傷つけない言葉遣い」、「世界には自分と同じ考えの人たちだけではないことを認識する」、「感情的になることで知性・語彙力が低下する」など、中には私自身も想定していなかった意見がたくさん綴られていた。多くの生徒が、今回の教材で学んだ道徳的価値をもとに、最後に自分自身の普段の生活におけるコミュニケーションに置き換えて考えることができたと考えられる。

以上の結果から、今回取り上げた２つの手法を用いた活動を通じて、教材が示す道徳的価値について自身で理解するだけでなく、他の生徒による多面的・多角的な意見や考え方に触れることで、さらに自己認識を深め、視野を広げるとともに、今後の自分自身の生き方に活かしている機会となったと分析している。つまり、生徒にとって深い学びのある授業であったと言えると結論付ける。

【事後アンケートの結果】 ○：肯定的な意見 ●：否定的意見
多面的・多角的な視点での意見共有の手立てとして［a）黒板にマグネットを貼付
b）付箋での意見共有］は有効だと思いましたか。
a）○全員と共有できて良かった。 ○視覚的に意見の分布が分かりやすかった。
○クラス全体の傾向が見えてよかった。 ○比較、分析がしやすくて良かった。
○自分の意見の捉え方が以前よりも良い方へと変化した。
○可視化によって、授業を効果的に進めることができた。
●後ろの方の席の人は見にくかった。 ●全員が貼るのに時間が掛かった。
●少しごちゃごちゃしすぎな気もする。

b）○他人との意見の一致、相違点が知れた。
○意見を簡潔にまとめていてわかりやすかった。
○普段はあまり意見を言うのが苦手だが、とても出しやすかった。
○自分の意見全てが尊重されるのが良かった。 ○情報共有がスムーズにできた。
○たくさん貼られた付箋を見て、自分ももっと頑張ろうと思えた。
○貼られた付箋から新たなアイデアが沸いた。
○一度消して再考できるのが良かった。
○似ている意見や異なる意見の関連性を整理できて良かった。
○書くことで一度自分の意見をまとめることができた。
○前に出た意見も一目で確認できて良かった。
●文字が小さくて見にくかった。 ●班活動自体、あまり得意ではない。
●意見は集まるが、偏った意見になりがちだった。
●他の人の意見と重複することを恐れて、あまり意見を書けなかった。
●マグネットを使えば、班内だけでなくクラス全体で意見共有できた。

Ⅴ．参考文献

『中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 特別の教科 道徳編』文部科学省，教育出版，2018

『新 小学校道徳内容の研究と展開』村上敏治，明治図書，1989

『「価値認識」・「自己認識」・「自己展望」の視座を活かした授業構想』荊木聡，道徳と教育，335 号，日本道徳教育学会，2017

『「特別の教科 道徳」をどのように実践するかー「考える道徳」「議論する道徳」の具現化ー』増井眞樹，奈良学園大学紀要，2017

『考えの根拠を問う「道徳の時間」の指導に関する研究』原田俊子，菊地智則，佐々木勝利，佐藤優子，小池孝範，秋田大学教育文化学部実践研究紀要，第 38 号，2016

The practice of lessons that raise learners who can think for themselves through discussion

AOKI Hiroaki

Abstract: The new curriculum of Ethics started completely in April, 2018. The purpose of it is that the style of our Ethics' lesson will change into "in-depth study by thinking for themselves through discussion by using an authorized textbook. We don't only have students understand ethical values, and comprehend the contents of textbook, but also lead to change of way of their life in the future by talking with other students and themselves. Through my lesson practice, I will test the effectiveness of lessons whose main activities are discussion as a way of teaching Ethics.

Key words: Moral education, in-depth study by thinking for themselves through discussion, discussion

「戦争を取材する」の授業実践

～附属天王寺中学校 72 期生での実践から学んだこと～

田中（たなか） 真理子（まりこ）

抄録：本研究は、日本文教出版『あすを生きる2』で取り扱われている「戦争を取材する」を教材として行った授業実践をまとめたものである。本授業では、生徒の深い学びを実現する手立てとして、村上敏治が『道徳教育の構造』の中で述べている「発問」「板書」の大切さに注目し、この2つの視点において工夫を行った。まず発問では、価値認識・自己認識・自己展望という3つのプロセスを軸に、段階的な発問を心がけた。また板書では、文図という手法を用い、主人公が真理を探究する歩みを見える化した。戦争の実体験のない生徒たちにとって、自らの使命感を自覚し、理想の実現に向けて取組み続けた主人公のひた向きな生き方に想いを馳せることは難しいものであったが、学級という集団としても、生徒一人ひとりの個としても、それぞれに学びの深まりを見ることができた。

キーワード：道徳教育、発問の工夫、板書の工夫（文図）、評価、学びの深まり

Ⅰ．はじめに

本年度から中学校での道徳の教科化が始まり、道徳教育への注目が高まるとともに、その授業実践の質や評価方法が問われている。例えば実践面では、教科書を主たる教材として用いながら、自我関与を中心とした学習や問題解決的な学習、体験的な学習などを取り入れた「考え、議論する道徳」授業を目指すことが求められている。また、生徒の学びを評価する観点からは、生徒が「何を学び」「何ができるようになるのか」、そして「学びの過程はどのようなものであるのか」を明確にした上での授業づくりが求められている。本稿では、附中 72 期生を対象に、これらの 3 つの視点を大切に、人としての美しい生き方とはどのような生き方なのかをともに考え、議論した授業実践について述べてきたい。

学習指導案を作成するにあたっては、「ねらい」に迫った深い学びを実現する過程において大切である価値認識・自己認識・自己展望という 3 つのプロセスを軸に発問を考えるとともに、板書の工夫も行った。①発問の工夫では、ねらいの達成へと導くための段階的な発問を心がけ、②板書の工夫では、主人公が真理を探究する歩みを見える化する「文図」を用いることにした。自らの幸福よりも、世界の誰も知らない真理を伝えるという使命感や笑顔に込められた平和な生活という真理を伝えたいという強い想いを持ち、自らの芯を曲げず強く生き抜く主人公の生き方を通して、時に周りと自分とを比べ、自信を失い、不

安や劣等感などで自らの芯が揺らぐことが課題である生徒たちに、力強く自らの路を歩んでほしいという願いを込め、本授業を行った。

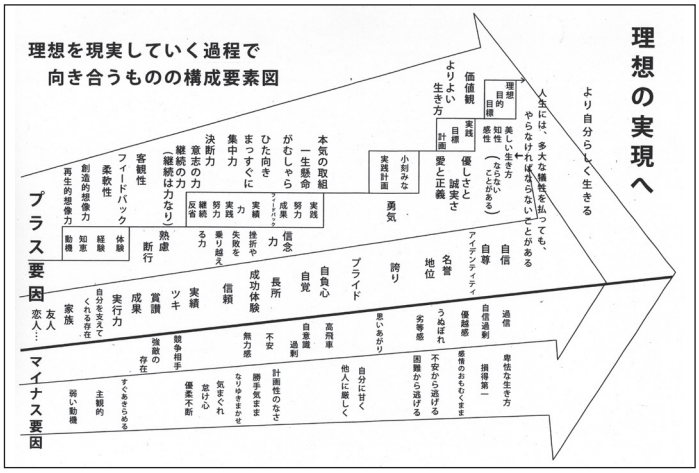
Ⅱ．学習指導案

１．主題名　自芯を持って生きる強さ　　内容項目Ａ－５「真理の探究、創造」

２．教材名　「戦争を取材する」『あすを生きる 2』（日本文教出版）p.48 ～ p.51
（導入時の写真は『これから戦場に向かいます』山本美香著、ポプラ社、2016 より）

３．（１）主題観

人が人生を歩むとき、自分の理想の実現に向けて、時に多大な犠牲を払ってでも、やらなければならないと、思うことに出合うことがある。そして人は、自らが望むよりよき人生の設計図を完成させるために、どんな試練をも乗り越えていける強さを持とうとする。しかしながら、理想を実現していく過程には、自身の弱さや難題を目の当たりにすること、次々に直面する困難や不安、そこからくる無力感や劣等感、また自信過剰や過信、損得第一感情など、様々な心の葛藤や衝突に負けない強さを持ち、それらを乗り越えていく必要がある。これらの要因を乗り越えて、理想を追求していくことこそが人生の真実である。



右図に示すような人生の真実を押さえた上で、自分が求める理想の実現を目指して、時に失意のどん底からはい上がり、様々な衝突や誘惑に負けず、自身が突き進む路で一生懸命ひた向きに真理を追究していく姿は人として美しいものである。

本授業では、戦場ジャーナリストであった山本美香さんの生涯を取り上げ、山本さんが追い求めた「真理」とはどのようなものであったのかについて考えていきたい。また、真理を追い求める過程の中で、山本さんが直面した様々な悩みや心の葛藤にも触れながら、真理を追い求めるには、自らの揺るがない意思の強さが必要不可欠であることも感じとらせたい。

戦場ジャーナリストは、戦争・紛争が起きている国に足を踏み入れ、自らの命をかけて現地の実状を伝え、世界の誰も知らない悲惨な真実があることを伝える仕事である。本教材の主人公である山本さんは、自らの命をかけて、戦地の悲惨な真実を伝え続けた人物である。と同時に、他のジャーナリストとは大きく異なり、戦争・紛争下で笑顔を輝かせる子どもや女性たちの姿を多く報道した人物である。つまり、山本さんがジャーナリストとして追い求めた真理には、世界の誰も知らない悲惨な真実を伝えることに加え、その誰も知らない悲惨な状況で生きる人々には、家族や友人などと支え合い、笑顔で溢れた営みが

存在しているということであろう。言い換えるならば、この悲惨さは「笑顔という平和」を内包しているという二重構造を真理として捉えることができるのではないか。そして、「笑顔という平和」という真理の中にこそ、どんな厳しい状況に直面しようと、人は生き抜く強さを持っており、平和に勝るものはないということを教えてくれる。

以上のことを踏まえながら、次に何が起こるか予測困難な時代を生き抜く生徒たちに、戦争や紛争下でも笑顔が溢れた日々の平和な人々の営みがある、「笑顔という平和」という真理を伝えることに、自らの命を捧げた山本さんの生き方から、大きな目標や理想を掲げ、どんな時にも生き抜く強さを持ち、道徳的指針を見失わず、人としての温かさと人の痛みを共感することの大切さを学んでほしい。

（2）教材観

「戦争を取材する」は、山本美香さんが書いた『世の中への扉　戦争を取材する～子どもたちは何を体験したのか～』を編集したものである。本教材の中で、自らの理想の実現に向かって取組む山本さんは、そこに至るまでの過程の中で、2 つの心の衝突を乗り越えている。一つ目が、戦争・紛争地を取材するがゆえの、自らの命か、あるいは自らが追い求める真理の探究かという衝突である。次に、ジャーナリストという仕事の意味を見出す過程の中での自分自身と、真理の探究との衝突である。前者の衝突に関しては、山本さんの心が揺らぐことなく、常に真理の探究を優先し、取材を行い続けた。一方、後者の衝突は、後の山本さんのジャーナリストとしての生き方に、大きな影響を与えている。戦場取材を始めた山本さんは当初、人々の命を救い、現地の人々に直接的に貢献する医者の活躍に感動し、医師の仕事の有用性を実感するとともに、自身の仕事と医者の仕事を比較する中で、ジャーナリストとしての仕事の意味を喪失し、無力感や劣等感を感じていた。しかしながら山本さんは、風邪をこじらせ息子を亡くした父親への取材時に、涙ながらに感謝されたことを通して、ジャーナリストにしか伝えなれない真理があることに気づき、ジャーナリストとしての使命感や役割を強く自覚する。世界中の一人でも多くの人々に、この世界の片隅に、何の罪もない子どもや女性が戦争や紛争で傷つき、それでもなお懸命に生きる真実があることを報道する主人公の生き方は、多くの人が世界に目を向け、戦争・紛争下での様々な問題を他人事ではなく、「わが事」として考え、平和な世界の実現に向けて取組んでいかなければならないというメッセージのように感じられる。ジャーナリストにしかできないことを懸命に行い、理想の実現を目指してひた向きに努力し続ける主人公の姿から、生徒たちが今に目を向け、未来に想いを馳せ、自らの生き方を問える教材である。

（3）指導観

本授業では、ねらいに迫った深い学びを実現するために、大きく 3 つの段階的な発問を行っていく。最初に、山本さんが撮影した戦争・紛争の悲惨さを伝える写真と戦争・紛争下でも笑顔で生活する現地の子どもや女性たちの写真を見せ、戦争と戦場ジャーナリストの仕事をイメージさせる。そしてその上で、生徒が何を感じるのかを問いたい。次に、山本さんの活動の記録に想いを馳せ、戦場で活動し続けた山本さんの意志の強さを確認した後に、自らの命を犠牲にしても、なぜ山本さんは戦場ジャーナリストとして活動する路を選択したのかを問いたい。

山本さんのジャーナリストとしての使命感は、世界の誰も知らない戦争・紛争下の悲惨な現状を、世界中の人々に伝えるというだけにとどまらず、どんな悲惨な現状の中でも、現実を受け止め、笑顔で生活する社会的弱者の平和な日々の営みがあるという真実を伝えることにある。そしてその中でも、なぜ山本さんは子どもや女性に注目し取材をしたのか、という視点について考えさせたい。この問いを考えることによって、山本さんが目指したジャーナリスト像が見えるのではないだろうか。また同時に、自らが選んだ路で、真理を追究していく中で、様々な心の葛藤や衝突は避けられないものではあるが、自らの揺るがない理想を持っていれば、人はどんな苦しい状況下でも生き抜く強さを持っていると、山本さんの生き様から学ぶことができる。

将来、高校進学、大学進学などと、自らが選択した学問を追究していく生徒たち。そんな生徒たちも学業を終えると社会に出て、自らが選んだ職業で、自身の理想に向かって、どんな逆境にも負けず生き抜いていかなければならない。近い将来、この国を、世界を担う生徒たちだからこそ、理想の実現に向かってひた向きに努力する大切さ、人間は誰しも弱いが、どんな困難をも乗り越える強さも持とうとできること、そして人としての強い信念を持ち、心ある人として生きてほしいという願いを込め、本授業を行いたい。山本さんという一人のジャーナリストの生き様から、人としての美しい生き方について生徒とともに考える時間にしたい。

４．ねらい　人生の真実に向き合った上で、自らの芯を軸に、どんな逆境にも耐えうる強い意志を持って、理想の実現に向けてひた向きに、心ある人として強く生きていこうとする態度を育む。

５．本時の展開

<table>
<tr><th></th><th>学習活動と生徒の反応</th><th>指導上の留意点</th></tr>
<tr><td>導入
(3 分)</td><td>○山本さんが撮影した写真を見せ、感じたことを共有する。
・ひどい　・戦争や紛争は怖い　・悲惨
・嬉しそう　・幸せそう</td><td>戦争や戦場ジャーナリストの仕事をイメージさせる。また、<u>ジャーナリストの仕事には、世界の誰も知らない真実を伝えること、笑顔という平和という真理を伝えることの二面性がある</u>ことを感じさせる。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">展開
(42 分)</td><td>○山本美香さんを紹介する。
○教材の範読</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">【発問①】命を失う危険があるのに、なぜ山本さんは戦場に取材に行ったのだろうか。</td></tr>
<tr><td>・現地で起こっていることを伝えたいから
・世界が平和になってほしいから
・過酷な中でも笑顔で懸命に生きる人々を助けたいから
・現地で出会った人たちの笑顔と温かい言葉に救われたから、何か役立ちたいという想い</td><td><u>自らの命か、あるいは理想の実現に向けての真理の探究か、主人公がどちらを優先するのか</u>という衝突があることを感じとらせる。</td></tr>
</table>

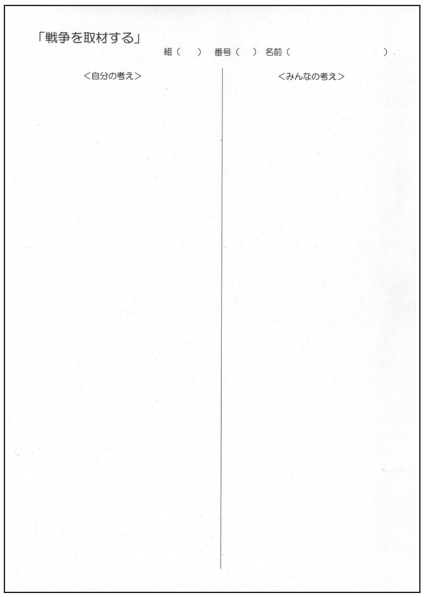
	【発問②】医者の活躍を見たとき、なぜジャーナリストである自分がちっぽけな存在だと感じたのだろうか。	
	・現地の人々の命を救えていないから ・現地の人々に役立っていないと感じたから ・何もできない自分がいたから ・人々の不安を取り除いたり、気持ちを楽にしてあげられていないから	医師の仕事の有用性と自らのジャーナリストとしての仕事を比較することを通して、無力感と劣等感に苛まれていることを押さえる。
	【発問③】避難民の父親の「ありがとう」という感謝の言葉を聞いて、仕事に悩んでいた山本さんは何に気づきましたか。	
	・自分の仕事も誰かの役に立っているということに気づけた ・医師と比べてばかりだったけれど、ジャーナリストも、人の心を救うことができるということに気づけた ・ジャーナリストにしかできない救い方があるということを知った	生徒から「ジャーナリストにしかできない救い方がある」という答えが返ってきた際は、具体例を聞く。(医者との比較)
	【発問④】ジャーナリストという仕事に全力を注ぐことに決めた山本さんの覚悟とは何か。	
	・自分に何が起こるか分からない不安はあるが、一人でも多くの人々に、世界の誰も知らない悲惨な現実を伝え、知ってもらうことから平和づくりを始めるんだという強い想い ・すぐには結果に結びつかないけれど、少しずつ戦争や紛争がなくなるように報道を続け、行動を起こしてくれる人を増やしてみせるという決意 ・自分の命を懸けてでも、ひっそりと命を落とした人々の死を無駄にせず、次の犠牲者を出さないようにしてみせるという想い	真実を伝えることの意義について考える。なぜ医者ではなく、ジャーナリストであったのか。**ジャーナリストの仕事でしかできないことについても考えさせたい。**
	【発問⑤】どんな想いで山本さんは、子どもや女性を取材したのだろうか。	
	・自身の名誉や財、業績よりも、どんな厳しい状況でも、現実を受け止め、世界の片隅で強く生きる人がいることを伝えたいから ・どんな悲惨な中でも、家族や仲間と支え合い生きることができる以上の幸せはないという人生の真実・真理を伝えたいから ・社会的に弱い立場にいる人々でさえ、どんなにひどい現実でも、その運命を受け入れ、笑顔で生きているので、そんな人たちの生きる覚悟を無駄にせず、報道することが、その真実を知らない世界の人々の心を動かすという想い	他のジャーナリストとは異なり、子どもや女性の笑顔の写真を多く報道した山本さんの想いを考えさせる。**世界の誰も知らない真実を報道する側面に加えて、笑顔の平和という真理を伝えることを大切にしたことに気づかせたい。**
終末 (5 分)	○自らの命を懸けて、ジャーナリストとして活動し続けた山本さんの生き方から、どんなことを感じましたか。	感想を書く。

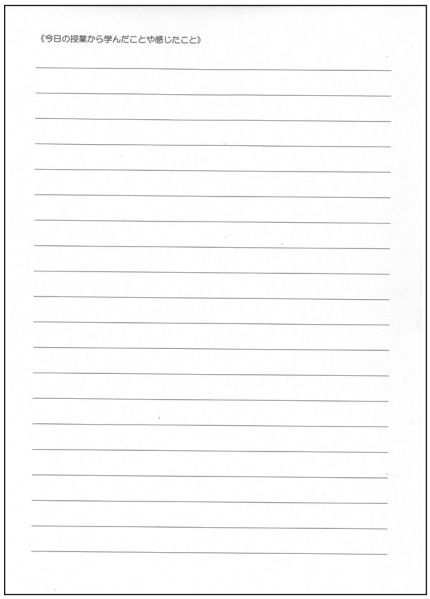
6．評価の視点

①「真理」を追究する過程に起こりうる人生の真実を理解し、自分の生き方に重ねて考えることができたか。

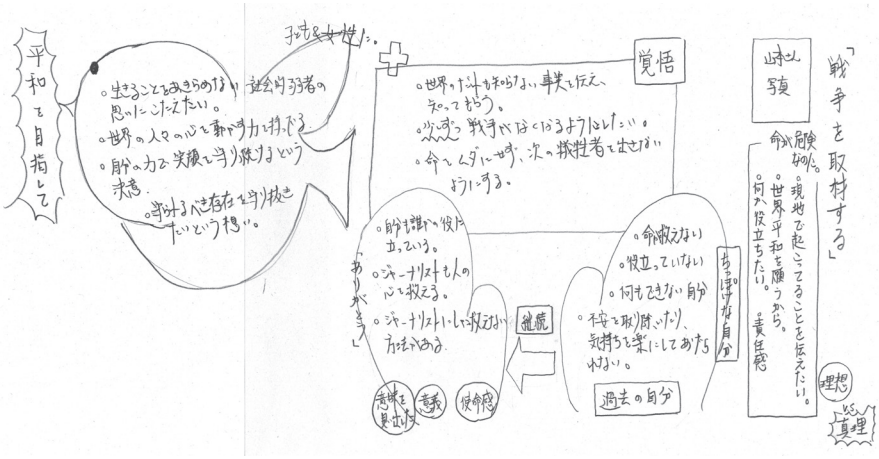
②主人公の生き方を通して、人としての美しい生き方について考え、自らの行動や考えを見直すことができたか。

＜授業で使用したワークシート（A4 裏表印刷）＞



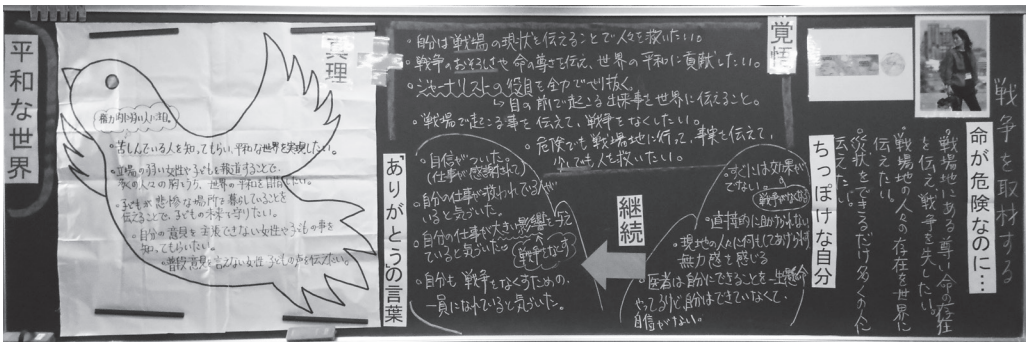


＜板書計画＞



Ⅲ．生徒の学びの深まりは見られたか ～「集団」と「個」から考える～

第 66 回本校教育研究会で公開授業を実施した学級での生徒の発言、また授業後の感想から、本授業において、生徒の学びの深まりが見られたかについて述べていきたい。まず学級という集団の学びの深まりについて、以下に示した授業の板書をもとに考えていきたい。



本授業での板書の構成について説明すると、板書の中央下部分に、人の手のひらを描き、山本さんが戦場ジャーナリストとして活動していく覚悟を持つに至った支えの部分である自身の体験・経験（発問②③）下での気持ちをまとめた。そして、自身の辛い経験や体験、また後の生き方を左右する人との出会いなど、周囲に支えられながら自身の使命感に気づき、強い想いを持って仕事に臨むようになるまでの過程を、私たちの人生の真実の一事例として文図で示した。さらに、平和の実現を願い続けた山本さんの真理に迫る発問⑤での生徒の考えを、平和の象徴である鳩の中に書き込んだ。

それぞれの発問について見ていくと、山本さんの覚悟を問う発問④では、「医者と違ってその場ですぐに命を救えない。だが、戦場で起こる事実を伝えて少しでも現地の人々を救いたい」「今目の前で起こる出来事を世界に発信するという戦場ジャーナリストの役目を全力でやり抜く」など、すぐには結果に結びつかなくても、自分の目で見たありのままの悲惨な戦場や紛争地で起こる真実を伝えることで平和を実現してきたいという意見が見られた。また発問⑤では、「権力的に弱い人たちの存在を知ってもらうことで、世界平和を実現したい」「普段意見を主張できない女性や子どもの声を伝えたい」という社会的弱者の身に起こる真実を伝えることで、世界の誰も知らない真実を知ってもらうきっかけづくりを行いたいという想いや、平和に向けて何か行動を起こしてくれる人を増やしたいという意見があった。また「子どもが悲惨な場所で暮らしていることを伝えることで、子どもの未来を守りたい」や、子どもは未来を作っていく大切な存在であること、傷つけられるべき存在ではなく、守られるべき存在であると考えた生徒もおり、様々な考えを学級で共有することができた。本授業の板書からも明らかなように、生徒たちは、ねらいとした道徳的価値について、クラスメイトの意見や考え方に触れることを通して、自らの考えを深め、一面的な見方から多面的・多角的な見方へと考えを発展させることができたと考える。

次に、生徒たち一人ひとりの個の学びの深まりについて、以下に示す生徒の授業後の感想をもとに述べていきたい。

生徒Ａ　紛争の目的は？紛争の先に一体何があるのか？ …… 現地の人は分からないまま死んでいく。それは無駄でしかない。しかし抵抗することもできない。しようものなら、たちまち殺されてしまうだろうから。ならばどうすべきか。助けを呼ぶことが最善だろう。その「助け」を呼ぶのを受け持っているのが、ジャーナリストの役目だ。というか、そんな大そうなことじゃなくても、**今まで１人ぼっちだっ**

た人達が「誰かが自分のことを見てくれている」ということを実感するだけで、十分すぎる救い、というか希望になると思う。誰かが自分のことを見てくれている、知ってくれているというのは、集団で生きる人間という生物にとってこれ以上ない幸せなのだから。紛争地のジャーナリストは、世界にこの惨状を見せて助けを願うとともに、その助けがくるまでの間に、現地の人にできうる限りの希望を与え続けるとても立派な人達だと思う。 【⑵①】

生徒Ｂ　山本さんは戦争や紛争で苦しんでいる子どもたちに目を向けて、ありのままを伝える努力をしていて、人の役に立とうとした人。**今まで私は山本さんのように命をかけてまで、一つのことに力を入れた経験がなく、少しの時間やって出来なかったら、すぐに諦めてしまうことがよくありました。しかし、今日の授業で私はあることを思い出しました。同じクラブの友達が試合前の練習で、「死ぬ気でやる」と宣言していたことです。その友達は、自分に出来る全てをかけて、一生懸命練習に励んでいました。私はその姿を見て、感銘を受けました。なぜなら、先生にプレーで何度も注意されても、諦めず、自分のプレーをやり通していたからです。私も山本さんやこの友達のように、何かに一生懸命になろうと思いました。**また、紛争が起こっている地域の人々のことを他人事としか考えていなかったし、それによって、アフリカや西アジア＝貧困のイメージがついてしまって、南アフリカ共和国の映像で栄えているのを見て、びっくりしたこともあります。**これを機に、世界の現状について知る必要があると思った。** 【⑵①②】

生徒Ｃ　**山本さんは、他の人と同じように、自分の仕事について不安に思ったり、その仕事をする意味について悩んだりしていた。しかしそこで、諦めずに前へ進み続けていて、私との違いを思い知った。私は不安になったり、悩んだりすると、そこですぐに断念していた。そんな私とは対極な山本さんを見習っていきたいと思った。**私はこれまで、戦争についてあまり知らないし、興味もなかったが、山本さんの取材の影響で戦争について関心が持てた。**私も将来、山本さんのように、世界が平和になっていくような職に就きたいと思った。**山本さんの生き様を私は尊敬する。 【⑵①②】

生徒Ｄ　**僕は昔からあまり行動力が無いのだが、山本さんの言葉や実際に撮影した写真を見て、山本さんのような行動力のある人になりたいと思った。**一つの大きな信念を、実際に自分が行動することで実現しようとした山本さんはすごいと思う。**僕も山本さんのように、大きな信念を持って、それを自分が行動することで目標の実現に近づける、という生き方ができたらいいと思う。** 【⑵①②】

生徒Ｅ　相手（他人）のことを第一に考えて、自分を犠牲にしてまで、少しでも世界平和に近づけるために、命を落とすまで写真を撮り続けていらっしゃったんだと思うと、改めて山本さんの気持ちや姿勢にとても感動しました。**私は山本さんのように、何かに挑戦しようとした時、覚悟を持って自分を信じて、最後までやり遂げ**

られるかと聞かれると、おそらく今は無理ですが、いつかはそうなりたい。

【(2) ②】

生徒Ｆ　戦争地や紛争地で暮らす人々の命を守ろうとする山本さんのような人がいるおかげで、平和な世界へとつながっていくのだが、そういう**「自分がやる」という考え方を持った人がいないと、平和な世界にはならないので、自分も少しずつでも、近づいていければよいと思った。**　【(2) ②】

生徒Ｇ　**私は今まで誰かのためにまで自分の命を使おうと思ったこともなかったし、もし使うとなっても、とても嫌だと思います。しかし、山本さんは自分の危険を分かっていて、自ら戦場に飛び込んでいるので、普通の人がやらないようなことを誰かのためにやっていて、すごいと思いました。**そして、山本さんは実際に仕事をしている中で、自分の仕事が役に立っていると分かりますが、**医者だけではなく、他の職業についても、自分が人の役に立つにはどうすればよいかということを常に考えながら行動することが大切だと思いました。**　【(2) ② , (3) ②】

生徒Ｈ　僕が戦場ジャーナリストの存在を初めて知ったのは、昔 TV で見ていた戦場カメラマン渡辺陽一さんだった。その時は、「こんな職業があるんだ。危険だから、他の仕事を選べばいいのに…」と思っていた。しかし、小 5・6 年での戦争に関しての勉強と今回の授業を通して、捉え方が大きく変わった。ほとんどの人は戦地では医者の活躍に焦点を当ててしまいがちだが、実はこのような戦場ジャーナリストの方が意味があるのではないかと考えるようになった。医者がそうでないとは言えないが、**世界に伝えるには、このような職業がなければ、知ってもらうことさえ難しい。山本さんのように、自分の役目を遂行することに使命を感じることが大切だと考えた。僕が現地の惨状を直接伝えることはないかもしれないけれど、それ以外にも世界平和に貢献する方法は無数にあるはずなので、出来る限りのことをこなして、自分の役目というものを見出したい。**　【(2) ①② , (3) ①】

生徒Ｉ　今まで紛争があちこちで起きていることなんて知らなかった。そこへ行くジャーナリストの存在も知らなかった。しかし、**今日の授業でジャーナリストという仕事は大切だということを理解した。もし、私ならそんな危険なところなんて絶対行きたくないと思うが、山本さんは何故行ったのだろう。いくら平和をのぞんでいたとしても、自分の命にはかえられないと思う。自分の命を犠牲にしてまで守りたい何かがあったのだろうか。**　【(3) ②】

生徒Ｊ　山本さんの仕事、戦場ジャーナリストは危険なのに、なぜそもそもその仕事をしようと思ったのかが分からない。**一度始めたことをやめずに続けることは大切かもしれない。でも、まず、そもそもなぜ他の仕事もあるのに「戦場ジャーナリスト」というとても危険な仕事を選んだのか分からない。……自分が死んでしまったら、それは意味がないのではないか。自分が生きていないと何もできない。**そのためには、生きて人の役に立たないといけないのではないか。　【(3) ①②】

『特別の教科　道徳編』で述べられている、生徒一人ひとりの個人内評価の見取りについての基本的な考え方を整理すると、以下のようになる。

(1) 道徳的価値を一面的な見方から多面的・多角的な見方へと発展させているか。
　①道徳的価値に関わる問題に対する判断の根拠やそのときの心情を様々な視点から捉え考えようとしていること
　②自分と違う立場や感じ方、考え方を理解しようとしていること
　③複数の道徳的価値の対立が生じる場面において取り得る行動を広い視野から多面的・多角的に考えようとしていること
(2) 道徳的価値の理解を自分自身との関わりの中で深めているか
　①読み物教材の登場人物を自分に置き換えて考え、自分なりに具体的にイメージして理解しようとしていること
　②現在の自分自身を振り返り、自らの行動を考え見直していること
(3) 道徳的な問題に対して自己の取り得る行動を他者と議論する中で、
　①道徳的価値の理解をさらに深めていること
　②道徳的価値を実現することの難しさを自分のこととして捉え、考えようとしているか

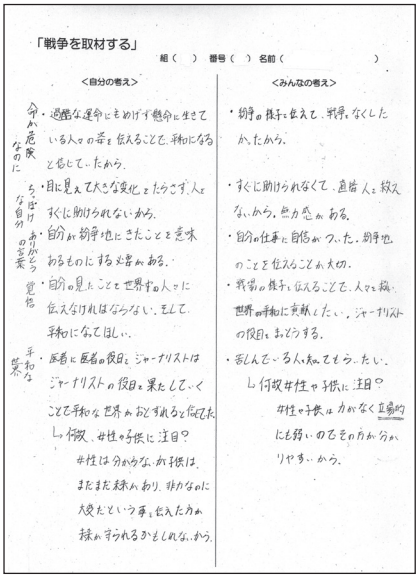
これらの視点をもとに、生徒の感想を見てみると、本授業では、生徒それぞれに様々な学びがあった。例えば生徒 A は、「誰かが自分のことを見てくれている」と実感できることこそが、人間にとってのこの上ない幸せであるという人生の真実に迫った上で、戦場地で生きる人々をただ数字だけで報道するのではなく、写真や映像で懸命に生活する人々の姿を報道することを通して、山本さんをはじめとした戦場ジャーナリストは現地の人々を支え続けた存在なのではないかという結論を導き出している。また生徒 B,C,D,E,F は、主人公の生き方を自分自身に置き換え、「わが事」として捉える中で、現在の自分自身の行動を見直していきたいという強い決意が見られる。生徒 G,H においても、主人公の自己犠牲を伴いながらも、真理を探究していく姿勢に、それを真似できない難しさを感じたり、他の戦場ジャーナリストに想いを馳せたりなどを繰り返す中で、真理を探究する上で、自分自身の「役目」を見出すことが大切であることに気づいている。また生徒 I,J は、本授業での学びに新たな疑問を抱き、「自己犠牲の上に成り立つ真理の探究は、本当によりよい生き方であるか」と、授業後にも考え続けようとする姿勢が見られた。

以上から、生徒一人ひとりにおいても、自らの学びをさらに広げ、より深めていこうとする姿勢、また自らの生き方に生かしていこうという態度が見られたことが分かる。もちろん、このような学びは、本授業だけで完結したものではなく、生徒一人ひとりの様々な場面での体験や経験、出会いなどに関係していることは付け加えておきたい。しかしながら、生徒一人ひとりの個おいても、本授業を通して、生徒の学びの深まりが見られたとともに、「主体的・対話的で深い学び」が実現したのではないかと考える。

まとめると、様々な課題はあるものの、集団でも、個人においても、本授業では、生徒の学びの深まりには一定の効果があったと考える。一方、教師側の授業内での生徒への直接的な評価という視点では、多くの課題が残るものとなった。授業内での生徒の発言を傾聴し受け止めることはできていたが､生徒同士の意見を対比させ指導に生かしていくなど、生徒に直接的な評価をその場で返すことはできなかった。このような直接的な評価という視点は、今後の課題としたい。

Ⅳ.「深い学び」は実現したのか ～Ｉさんのワークシートから考える～

「深い学び」とは、「道徳的諸価値の理解を基に、自己を見つめ、物事を多面的・多角的に考え、自己の生き方について考える学習を通して、様々な場面、状況において、道徳的価値を実現するための問題状況を把握し、適切な行為を主体的に選択し、実践できるような資質・能力を育てる学習」である（文部科学省 2016)。そこで、Ｉさんのワークシートをもとに、Ｉさんがこの目標を本授業で達成したのかという視点について考えていきたい。以下がＩさんのワークシートである。


「戦争を取材する」

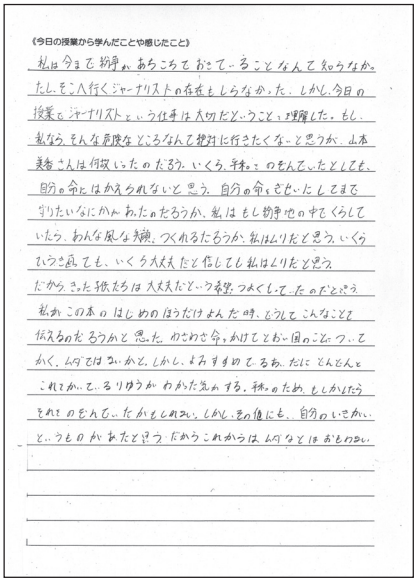
組（ ） 番号（ ） 名前（ ）

＜自分の考え＞

命が危険なのに
・過酷な運命にもめげず懸命に生きている人々の姿を伝えることで、平和になると思ったから。
・目に見えて大きな変化をもたらす。人々を救いだせるかから。
・自分が戦争地にきたことを意味あるものにする必要がある。
・自分の見たことを世界中の人々に伝えなければならない。そして、平和になってほしい。
平和な
・医者に医者の役目、ジャーナリストはジャーナリストの役目を果たしてくことで平和な世界がおとずれると信じた。
↳ 何故、女性や子供に注目？
＃性は分からない。かわいそうな子供は、またまた録れあり、非力なのに大変だという事を伝えた方が録れそうだから。

＜みんなの考え＞
・戦争の様子を伝えて、戦争をなくしたかったから。
・すぐに助けられなくて、直接人を救えないから、無力感がある。
・自分の仕事に自信がついた。戦争地のことを伝えることが大切。
・戦争の様子を伝えることで、人々が、世界の平和に貢献したい。ジャーナリストの役目もまどうする。
・苦しんでる人々を知ってもらいたい。
↳ 何故＃性や子供に注目？
＃性や子供はかわいそう（客観的にも弱いのでその方が分かりやすいから。

（ワークシート表面）


《今日の授業から学んだことや感じたこと》

私は今まで戦争があちこちでおきていることなんて知らなかった。そこへ入行くジャーナリストの存在もしらなかった。しかし、今日の授業をジャーナリストという仕事は大切だということが理解した。もし、私なら、そんな危険なところなんて絶対に行きたくないと思うが、山本美香さんは何故いったのだろう。いくら、平和のためのもんだったとしても、自分の命にはかえられないと思う。自分の命をさいたしてまで守りたいなにかがあったのだろうか。私はもし戦争地の中でくらしていたら、わんな風な発想、つくれるだろうか。私はムリだと思う。いくらいうさ晴らしても、いくら大丈夫だと信じても私はムリだと思う。だから、さった子供たちは大丈夫だという希望つよくしてたのだと思う。

私がこの本のはじめのほうだけよんだ時、どうしてこんなことを伝えるのだろうかと思った。かなわさ命をかけてとおい国のことを…ってかく、ムダではないかと。しかし、よみすすめてるわ、だにどんどんとこれてかいてるリユウがわかった気がする。平和のため、もしかしたらそれのせいでたかもしれない。しかし、その他にも、自分のいきがい、というものがあったと思う。だからこれからはムダなどはおもわない。

（ワークシート裏面）

授業内に使用するワークシートであるが、表面は授業内での発問に関して、主人公の立場に立って主人公の気持ちを考えられていることが分かる。また学級で交流した意見の中で、気になった意見を書き留め、自らの考えとクラスメイトの多様な考えを対比させることにより、自らの自己内対話を深めている。結果として、ワークシート裏面の授業後に書いた感想には、戦場ジャーナリストの役割の大切さを理解する記述が見られる一方で、自己犠牲よりも真理の探究を優先した主人公の生き方に触れながら、「私ならそんな危険なところなんて絶対行きたくない」と考えつつも、主人公が平和の実現への道筋として、戦地で見た真実を写真を通して発信し続けたことは、自らの役目や使命感を超えて、主人公の「生きがいだったのではないか」という考えを導き出している。また、主人公が撮影した現地の笑顔の子どもたちに想いを馳せ、悲惨な状況にいる中で「自分なら絶対に笑えない」と、現地の子どもたちの立場に立って考えながら、未来に希望を持っている現地の子どもたちについて想像している。

このような気づきや自己内対話を経て、Ｉさんは、はじめ主人公の命をかけた取材について、なぜ自らの命を犠牲にしてまで主人公が取材を行ったのか理解できず、戦場ジャーナリストの仕事を「ムダ」と捉えていた。しかしながら、集団の中での学びをもとに、自己内対話を繰り返しながら、最後には現地の子どもや女性たちのために、命を懸けて真理を探究することこそが、山本さんにとって「生きがい」になっていたのではないか、とい

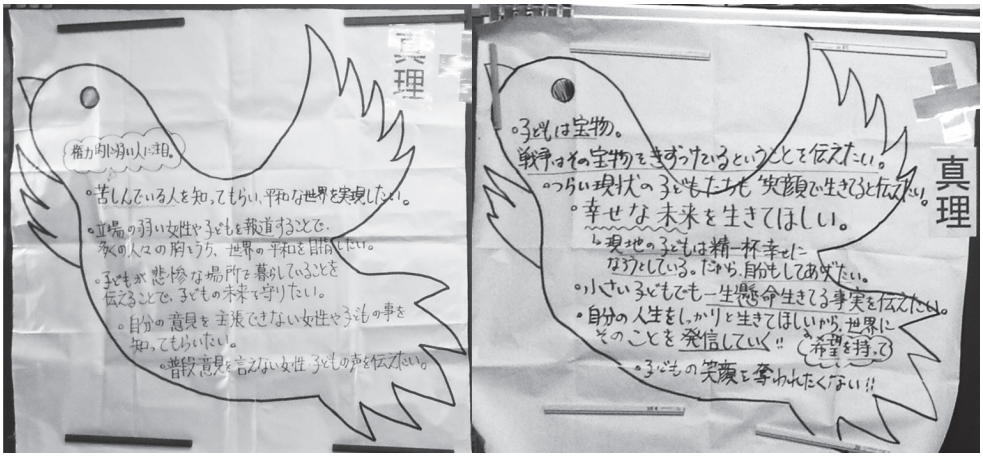
う自らの納得解を導き出している。

以上から、本授業において、命という自己犠牲を伴う可能性のある中で真理を探究していく主人公の生き方を否定的に見ていたＩさんが、最後にはその生き方に何らかの価値を見出すことができた。そしてまた、現地の子どもや女性のために命を捧げ、平和の実現を願って自らの役目を果たす主人公の生き方を尊重しながらも、自分には真似できない生き方であるという意志を主体的に示すことができた。このような視点から、Ｉさんの本授業での「深い学び」は実現できたと考える。

Ⅴ．発問についての考察 ～２つの板書を比較して見えたこと～

「深い学び」を実現するためには、「発問の工夫」「板書の工夫」が大切であることは言うまでもない。特に、発問の工夫は、ねらいの達成へと導くためは欠かせないものである。そこで最後に、本授業での発問は、ねらいへと導くための段階的な発問となっていたのかについて考察しておきたい。

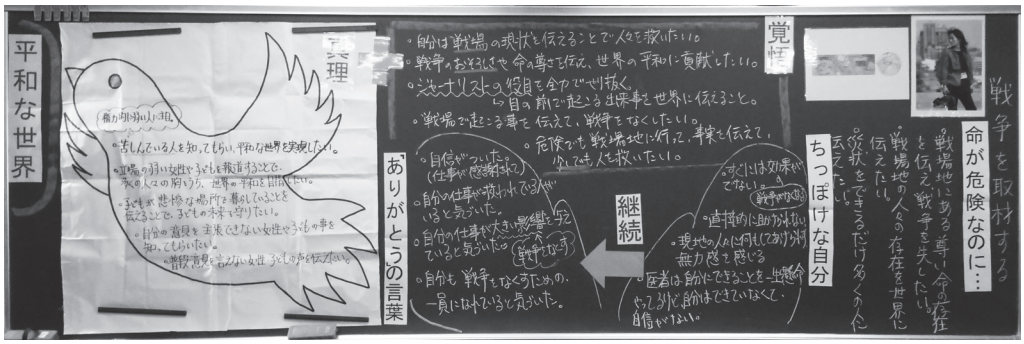
Ⅱに示した学習指導案を用いて、後日（12 月 17 日）、他の学級で同じ授業を行った。その結果、発問⑤の生徒の考えに以下のような違いが出た。



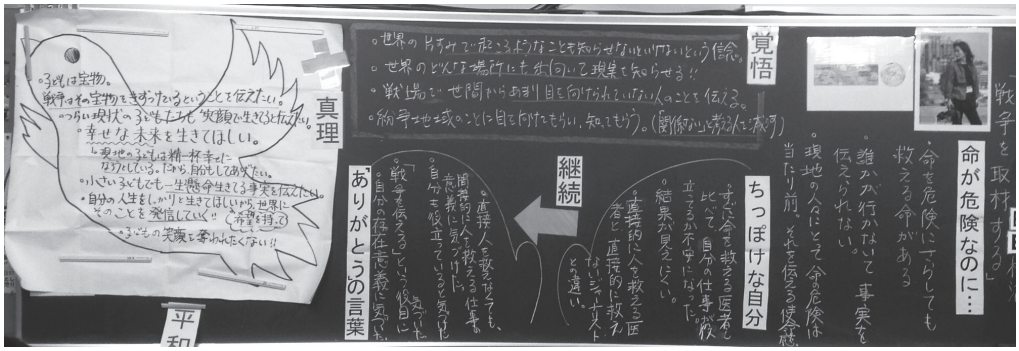
（研究会当日の授業）　　（研究会後 12/17 の授業）

発問⑤の意図には、他の多くの戦場ジャーナリストとは異なり、山本さんがなぜ、現地の子どもや女性たちのもとを訪れ、彼らの笑顔の写真を撮影することによって、平和の実現を目指したのかを生徒とともに考えたかったことがある。世界の多くの人々の胸を打ちたいのであれば、戦地の悲惨な現状の写真を撮ることが効果的であるにも関わらず、なぜ山本さんは現地の子どもや女性の笑顔の写真にこだわったのか。その想いに寄り添うために発問⑤を試みたが、研究会当日の授業では答えに詰まる生徒が多く、「笑顔の平和」という真理に迫る答えは、「（笑顔で笑う子どもたちには未来がある）未来ある子どもを守りたい」という意見にとどまった。

一方、研究会後の授業では、「子どもという宝物を戦争が傷つけていることを世界に伝えたい」「人生の幸せを見つけてほしいので、希望を持ってほしい」「幸せな未来を生きてほしい」というような意見が出た。なぜこのような違いが出たのかについて、板書の比較をもとに考えてみたい。



（研究会当日の授業）



（研究会後 12 月 17 日の授業）

2 つの板書を比べてみると、発問①の段階で生徒の考えに大きな違いが見られた。研究会当日は、「戦地の尊い命の存在を伝えて戦争を無くしたい」「惨状を多くの人に伝えたい」など、戦場地における真実を伝えることが中心であった。一方、後日行った授業では、「(自らの)命を危険にさらしても、救える命がある」「誰かが行かないと事実を伝えられない」「現地の人々にとって危険は当たり前なので、それを伝える使命感があった」など、発問③④にも繋がる考えが、発問①の段階ですでに見られたことがある。このような生徒の集団や個人での発達段階の違いが発問⑤での生徒の考えに影響していたのではないだろうか。

両授業とも生徒の考える姿勢や意見からは、発問⑤には、ねらいに迫るための一定の効果があったと考える。しかしながら、どの生徒も答えられる明確な問い方を心がけたり、また研究会後に授業を行った学級では、発問の質を高めることが必要だったように思う。さらに、発問⑤に至るまでの過程の中で、子どもや女性の「笑顔」に焦点を当て、現地の子どもや女性の笑顔の意味を山本さんがどのように受け止めていたのか、ということを事前に考える必要があったことも課題として挙げられる。以上から、生徒の深い学びを達成するためには、教師側の発問の工夫・精選が大切であることを改めて考えることができた。

Ⅵ. おわりに

「戦争を取材する」の実践では、ねらいに迫る生徒の深い学びを実現する手立てとして、発問と板書の工夫に重点を置いた。発問においては、一定の効果はあったものの、複数の内容項目と重なり合うこともあり、幾つかの課題を残す結果となった。発問の工夫は、生

徒が自己内対話し、自身の生き方を考える際に重要となるので、ねらいに迫ることができる明確な問い方を検討する必要がある。特に、複合的な要素を持っている内容項目を扱う際には、ねらいから離れないように工夫することが大切である。中学校において今年度から教科化された道徳では、内容項目の 22 項目について考える機会を生徒が持てるように、様々な反応を想定しながら発問を練ることを心がけたい。またその際には、生徒の発達段階に応じて、発問の質を臨機応変に変え、生徒が自己内対話を深めることができる段階的な発問を心がけることも求められている。

板書に関しても、生徒が自身の学びを確認し、自らの学びを深めていく際の手立てとなるので、生徒の思考をかきたて、自己内対話をより促すことができるものを作成することを心がけたい。また、本研究では板書を手がかりに、集団での生徒の学びの深まり、さらに授業内での発問が適切だったのかという振り返りを行った。以上から、板書は教師にとっても、自らの授業を分析し、授業の質を高めていく一助となるので、板書の工夫にも力を注いでいきたい。

今後の課題については、授業実践の中で生徒への直接的な評価をしていく技術を高めることはもちろん、今回幾つかの課題が残った発問では、指導案作成段階からねらいに迫ることができる発問を考えられるよう努力を重ねたい。最後になったが、本研究は、中学校 2 年生の道徳の教材として活用しており、第 66 回本校教育研究会（令和元年 11 月 9 日）の公開授業で行ったものである。研究会で、ご指導下さった大阪成蹊大学の服部敬一先生、大阪体育大学の髙宮正貴先生をはじめ、ご参加頂いた先生方に感謝申し上げます。

＜参考文献＞

『新 小学校道徳内容の研究と展開』村上敏治、明治図書、1989
『道徳の授業づくり』柴原弘志・荊木聡、明治図書、2018
『道徳教育の構造』村上敏治、明治図書、1973
『中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説　特別の教科　道徳編』文部科学省、教育出版、2018
「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）」文部科学省、2016 年 12 月 21 日

＜資料＞Ⅱに示した本授業の指導案は、以下の指導案を改善したものである。以下の指導案で、９月末に一度他クラスで授業を行うことで見えた様々な課題をもとに、指導案を練り直し、本授業の指導案を完成させた。

<table>
<tr><th></th><th>学習活動と生徒の反応</th><th>指導上の留意点</th></tr>
<tr><td>導入
(5 分)</td><td>○主人公が撮影した映像を見せ、感じたことを共有する。
・ひどい　・戦争や紛争は怖い　・悲惨
・かわいそう</td><td>戦場ジャーナリストという仕事をイメージさせる。
※映像は、NHK「クローズアップ現代」『No.3249 戦場の市民をみつめて～山本美香さんのメッセージ～』2012 年 9 月 20 日放送分の一部を見せる。</td></tr>
<tr><td>展開
(40 分)</td><td>○教材の範読
○山本美香さんの仕事を確認する。
【発問①】過酷な現場の中でも、山本さんの探究心を支えたものは何か。
・事実を伝えたいという思い
・平和への想い
・過酷な中で懸命に生きる人々を助けたいという思い
・ジャーナリストとしてのプライド
・現地で出会った人たちの笑顔と温かい言葉
【発問②】山本さんの写真や映像には目に見えない何かが詰まっています。それは何か。
・ジャーナリストとして現地で懸命に生きている人々がいることを伝えたいという思い
・人生そのもの
・平和の素晴らしさ
・紛争の中でも強く生き抜く人間の強さ
・山本さんの意志
・山本さんのプライド
・現地の人々を助けたいという思い
【発問③】『戦争を取材する』ことが、山本さんにとって「仕事」から「役目」へと変化したのは、山本さんの何がどのように変化したからか。
・憧れや好奇心、生活を支える手段だったものが自らの存在価値を自分の手で創っていこうと思えるようになったから
・心の中の自信。医師と比べてばかりだったけれど、ジャーナリストは間接的に人の命を救っていこうという価値を見つけられたから
○「ハゲワシと少女」の写真を見せる
→写真の紹介を行う</td><td>人から自分の仕事を認められることによって、他と比べる必要はないことに気づき、自分の理想の実現を目指して、ひた向きに取り組もうという意欲と希望を持つことができたことを押さえる。</td></tr>
</table>

	【発問④】ジャーナリストは、「人間の尊厳」と「職務を全うする」ことをどう考えるべきなのだろうか。	
	・好奇心や業績を優先するか、人の命を優先するかは、ジャーナリストの人間性による ・どちらが正解とかはない。どちらも一長一短。 ・仕事への向き合い方により、その人がとる行動が異なる	良心に反しない行動をとろうという心がある一方で、インパクトのある写真を撮りたいという衝動やよい評価を得たいという誘惑もあることを知る。
	【発問⑤】真実を追い求めた山本さんが大切にしたことは何か。	
	・自身の名誉や財、業績よりも、真実を報道し続けること ・恐怖、不安、悩みなどを感じながらも、仕事を投げ出すことなく、自分の目で真実を見て、自分に何ができるのかを模索し続けること ・ジャーナリストである前に、心ある人として、人に寄り添うこと	山本さんが考えたジャーナリストとしての役目・役割を押さえる。
終末 (5 分)	○山本さんの生き方から、どんなことを感じましたか	自分を見つめさせる。

A Practice Lesson with Material Written by Mika Yamamoto

～ What I Learned at Tennoji Junior High School ～

TANAKA Mariko

This study discussed a practice lesson on moral education in order to demonstrate the importance of ingenuity of questions and writing on the blackboard. I utilized the story, “Cover the War (Senso-wo-Shuzaisuru),” written by Mika Yamamoto as the teaching material to promote thinking about the pursuit of truth. To enhance the learning of each student in the class, when I made questions, I tried to follow a step-by-step process, such as value recognition, self-recognition, and self-prospects. Also, when I wrote on the blackboard, I tried to represent the central character’s life as graphically as possible. Throughout the class, I found out that some students could put themselves in the position of the central character, and others could increase their ideas and knowledge about the pursuit of truth collectively and individually by analyzing words from the blackboard writing and students’ worksheets.

Key Words：moral education, ingenuity of classes, evaluation, deepening of learning

令和元年度　教科・個人研究テーマ一覧表

国語科	**学びの自立を目指すために国語科でできること**
福西　昌平	ブレイクスルーを起こす話し合い
藤田　勝如	生徒が主体的に「問い」を見つける授業の工夫
岩崎　　錬	評論文を利用したアクティブラーニング型授業の研究
田中　寛子	『源氏物語』「雲隠」巻の創作――古文作文から古語・文法理解を深める試み
宮川　　康	作家を意識した近代文学読解の授業
横田　淑子	古典の「音」――文字の背後から聴こえるもの
社会科	**「問い」を発見する学び**
乾　真佐子	多面的・多角的な考察ができる視野を広げる授業実践
桑名　恵美	自ら真に意味ある問いを見いだす授業の実践
髙橋　誠矢	資料を読み解く力の育成とその評価
大満秀一郎	「地理的スケール」を援用した地域の問題を見つけ学び合う授業のあり方
甲山　和美	主体的な社会参画を支える「倫理」
笹川　裕史	問いかけのある世界史授業
正垣　裕介	大阪とくに天王寺地域の地域研究と教材化
数学科	**根拠を明らかにして論理展開する力の育成とその評価**
荊木　　聡	無理数の近似値に対する多様な解法と授業構想の勘所～挟み込み、第n次近似値、平方の展開、連分数展開、開平～
大村　雅聡	中学入試時点で身につけた表面的な暗記事項やテクニックの再指導について
鳥飼　隆正	発展的な課題学習教材の研究と開発
大石　明徳	「コンパクトな教育内容」の，授業実践を通しての構築～ルベーグ積分の教材化～
武部　真子	課題発見・検証・考察・実践を自らが行う深い学びとアクティブラーニング
深澤　義成	数Ⅱの各章を少しずつ進め、1年間で5周することの効果～各分野の定着と分野をまたいだ視点で捉えることを目指して～
藤田　幸久	携帯型電子機器を活用した数学の授業について
松田　滉一	「なぜ」を追求する論理的思考力の育成
理　科	**学びの自立をめざす、授業と評価の工夫**
篠原　孝雄	物理分野における深い学びをめざす授業の研究
堀井　久嗣	生徒の実験におけるプログラミング的思考の利用
木内　葉子	Google form を活用した自主学習システムの開発
糠野　順一	演示実験を軸とした教員ができるだけ教えない授業の実践
南　　勝仁	主体的に思考し，学びを深める実験教材の開発
森中　敏行	科学的・探究力を高める教材開発
保健体育科	**スポーツを通して運動文化を追体験させる**
今木　重行	体操競技と学校体育の関わりにおける指導と評価の研究
武井　浩平	体育の教育活動におけるインクルーシブ教育の取り組み
今井みゆき	保健授業における深い学びの形成とその評価
鎌田　剛志	フットボール（サッカー・ラグビー）柔道の授業研究
吉川　智貴	スパイク指導を中心においた学習指導の有効性に関する研究
芸術科	**自己実現を目指した芸術科でのアクティブ・ラーニング**
首藤　友子	異文化理解を通じた日本の伝統美術の学習発展と教材の研究
阪上　健将	歌唱表現を通じた自己表現と個性の尊重の研究
英語科	**外国語コミュニケーションについての見方・考え方を育成するための主体的・対話的な学びと評価**
青木　宏明	運用面でのアプローチからの文法指導について
篠崎　文哉	チャンクを活用した学習が文法習得に及ぼす効果
田中真理子	単語帳を用いた語彙力の効果
乾　まどか	CNN ニュースを活用した表現力の育成
上田　　愛	学びの自立を目指したグループ活動を中心とした授業
加藤　晃浩	本文の論理・要点を捉えた上で自分の考えを伝えることを目指した年間授業
冨田　大介	ディクテーションによる言語習得の調査
三宅　裕紀	英語学習におけるモチベーション（動機付け）の育成を教員の影響という観点から考える
技術・家庭科	**深い学びの実現のための実習授業の工夫と評価方法の開発**
上田　　学	パソコンを用いた中1・中2の実践の試行（技術分野）
安福　華世	主体的な学習態度を育成するための実習・実験授業の試行（家庭分野）
養護科	**養護実習について**
升谷田津子	実習オリエンテーションの内容見直し
山脇　裕子	より充実した養護実習計画の検討
道徳科	**道徳科における深い学びの実践と評価**
青木　宏明	話し合い活動を通して主体的な学びを育む授業づくり
荊木　　聡	道徳科における「発問構成・タクト力」の階層化と指標づくり
田中真理子	ねらいに迫る発問の工夫

第６６回教育研究会に関して

開催日：令和元年１１月９日（土）
参会者：１３８人
全体テーマ：**『学びの自立をめざす評価の工夫と改善』**
～深い学びの実現とその評価～

発表の概要：

・全体会　本年度の研究テーマの説明　中・高研究部

・国語科**「学びの自立を目指すために国語科でできること」**

授 業 Ⅰ　中３　論理を語る討論及びそれ自体を語る言葉の萌芽　福西　昌平
講　　演　文学テクストの力：その構造と系統　住田　勝
指導講師　大阪教育大学教授　住田　勝
司　　会　本校教諭　宮川　康

・社会科**「『問い』を発見する学び」**

授 業 Ⅰ　中３　「つくる」で学ぶ現代社会と人権　－ 10 年後の新しい人権－　桑名　恵美
授 業 Ⅱ　高Ⅰ　地誌学習における地理的スケールの援用　大満秀一朗
指導講師　大阪府立大学教授　伊井直比呂
司　　会　本校教諭　髙橋　誠矢

・数学科**「根拠を明らかにして論理展開する力の育成とその評価」**

授 業 Ⅰ　中１　論理の積み重ね方の体感とその表現
～論証力育成の素地学習として～　荊木　聡
授 業 Ⅱ　高Ⅱ　数学とコンピュータで「円柱鏡式歪み絵」を作る　大石　明徳
指導講師　熊本大学准教授　吉村　昇
司　　会　本校教諭　武部　真子

・道徳科**「道徳科における深い学びの実践と評価」**

授 業 Ⅰ　中２　自芯を持って生きる強さ～「戦争を取材する」の授業実践～

田中真理子

授 業 Ⅱ　中３　話し合い活動を通して、多角的多面的な学びをめざす授業づくり

青木　宏明

指導講師　　大阪成蹊大学教授　　服部　敬一

司　　会　　大阪体育大学准教授　　髙宮　正貴

全体講演：**「学びの自立、深い学び、評価」**

関西学院大学　学長特命・高大接続センター副長・教授

佐藤　　真