

中・高交流を通じた自己表現力・他者理解力の育成を目指して

松原 敏治
数学科 浜口 国彦
戸水 吉信

1. はじめに

本校では「共に学ぶ生徒の育成を目指して」という研究主題で3年間の研究を進めてきた。その中でコミュニケーション力の育成を課題としてきた。本校ではコミュニケーション力を自己表現力と他者理解力ととらえている。そこで、本校数学科としての研究テーマを初年度は「発達段階に応じた数学における自己表現力の育成」、昨年度は「思考水準に応じた自己表現力・他者理解力の育成」と設定した。

数学の授業においては、数学的表現を用いて自分の考えを深めたり、他者に自分の考えを伝える場面が多々ある。また、新しい知識を自ら見つけるだけでなく、生徒や教師などの他者から取り入れていく場合が多い。他者の考えを数学的表現を通して理解し取り入れることになる。このように、生徒のコミュニケーションには数学な自己表現力と他者理解力が必要不可欠であるといえる。更に、数学における自己表現力や他者理解力を育てることは数学的な思考力を高めることにつながると考えられる。

生徒一人一人にはそれぞれの学習の到達度や発達段階がある。この数年間、生徒の発達段階を数学的な思考水準（資料参照）という視点に立って、研究実践を進めてきた。思考水準をもとに生徒の発達段階を見ることは生徒を理解する上でも有効な視点であった。

中学校の段階では数学的な表現としては次のようなものが取り上げられている。

数、数や文字の四則計算の表現、事象の数や文字による表現、関係や法則の文字式による表現、方程式、平面・空間図形の関係の表現、空間図形の表現（見取り図、展開図、投影図）図形の証明や推論の表現、関数関係の表現（式・表・グラフ）

2. 中・高交流について

昨年度は高校1年生との交流授業を数回実施した。高校1年生と中学3年生とは一般的には学力差がかなりある。しかし、夏休み前の交流授業の実践からは思考水準と言う観点から見て、大きな差は感じられなかった。これは高校の学習内容をそれほど学習していないことと、特に2次についての学習がまだ十分に進んでいないために、思考水準的な差が生じていないような状態であったようである。このため、高校1年生がリーダーシップを発揮して学習活動が進んだり、中学生が驚くような解決方法や数学的な見方を披露したり、中学生に分かりやすく説明できる場面が少なかった。また、中学3年生と高校1年生との交流授業のために学習課題は発展的な内容を取り扱った。そのために数学が苦手な生徒は意欲的に活動できない面があった。逆に数学の得意な生徒は普段と違った学習ができ意欲を持って活動できた。

そこで、今年度は数学に対する興味関心が高い選択授業の生徒と高校生との交流授業を行うことにした。また、実施時期を遅くしたり、高校2年生との交流を行ったりして、思考水準の差が大きく、課題追求場面で高校生がリーダー性を発揮しやすいように配慮した。この場合でも「下級生にもよく分かるように説明して上げなさい」というような助言を行うなどの配慮が必要である。

一般的には思考水準が違う生徒同士では対等な議論はできない。上級生が下級生に配慮しないと話しは深まらない。下級生も上級生の進んだ考え方を学ぶことはできない。そこで、数学科における中・高の交流授業では、高校生が中学生に分かりやすく説明する場面がある。理解度を把握しながら分かりやすく数

学的な表現を用いて説明しなければ中学生は理解することができない。学習内容を相手に分かりやすくかみ砕いて説明するには教科の学習内容の深い理解が必要になる。中学生は高校生の進んだ表現や数学的な見方・考えや教科の進んだ知識を生徒の間近で学ぶことができる。

中学3年生は思考水準的には第3水準に移行する段階になっていると思われる。高校生の多くは第3水準に達している。思考水準的に少し上の高校生が中心になって学習を進めることで、中学3年生は普段気づかない考え方や学び方や数学的な表現を学ぶことができる。思考水準の違いによる理解の差に気が付き、次の思考水準へ向かう足がかりとなることを期待する。中学3年生と高校生が共に学ぶことで自己表現力や他者理解力の向上が図られることを期待したい。

3. 授業実践

上記のねらいに従って、以下の計画で交流授業を行った。

(1) 授業対象

個人レベルでのより深い交流をめざし、以下のように等しい人数同士での交流を試みた。

金沢大附属中学校3年生・前期選択数学履修者 18名

金沢大附属高校2年生 18名

(2) 授業内容

高校生が力を発揮できるように、思考水準の差がはっきりと表れ、同時に中3も高2も今までの履修内容に差があっても学べるような題材を、中・高の数学科教員で話し合った。その結果、2進法を用いた題材にすれば、2進法はもともとは中2の履修内容であったため、中3でも十分に理解でき、さらにp進法まで発展させれば、高2でも退屈な内容にならないのではないかと考え、以下のように交流授業を実践した。(詳細は、別紙の指導案参照)

① 第1回交流授業 5月22日(木) 6限 「2進法を用いて数あてカードの秘密を探る」

第1回は中学校が中心となって授業を構築し、高校生に中学校に来てもらった。1~30の好きな数を考え、5枚のカードの中から考えた数が載っているカードを選ぶと、瞬時に考えた数が分かる、そういうカードの秘密を探る授業である。カードは、それぞれ1~30の数を2進法になおしたときに、1けた目が1の数を集めたカード、2けた目が1の数を集めたカード、…という作り方になっているので、そのしくみが分かれば謎が解明できる。

授業は、中学生2人+高校生2人の計4人グループでの班別グループ学習を取り入れた。その方が、個別での話し合いがやりやすく、実のある交流になると考えた。また、高校生は情報の授業も経験していることから、中学生も知識や技能の面で高校生に追いついておく必要があると考え、事前に3時間程度、2進法の学習を行った。(資料参照)

さて、実際の授業を終えてみての感想であるが、高校生は思考水準が高く、2進法のしくみや位取りの感覚、2進法の和の感覚もついていると考えていたが、意外と高校生も理解の程度に差があった。後の生徒の感想を見ても、高校生に教えてもらったのでよかった、という班もあれば、交流授業の意味がわからない、と答えた生徒もいた。実際、高校生は2進法の学習から時間が空いており、かえて直前に学習を行った中学生の方が理解している班もあった。その班は、中学生が高校生に教えている、いわゆる逆転現象が起きていた。交流授業を行う上で最も注意しなければならない技能の逆転現象を引き起こしてしまったことが大きな反省であり、授業後の整理会でも金沢大学の太谷教授から、題材が(高校生にとっても)難しすぎたのではないかと、との指摘をいただいた。改めて、交流授

業を行うときの題材選びの難しさを感じた。

② 第2回交流授業 6月26日(木) 5限 「3進法を用いた魔法陣づくり」

第2回は、高校が中心となって授業を構築し、中学生が高校へ出向いた。授業は、前回の2進法の学習の経験を活かし、3進法を用いて 3×3 の魔法陣をつくる、という授業である。0, 1, 2の3種類の数で魔法陣を2つ作り（これは割と簡単にできる）、片方の魔法陣を $3^1=3$ の位、もう片方の魔法陣を $3^0=1$ の位と見て、合算することで0~8の数を用いた魔法陣を作るという授業である。

今回も、中学生2人+高校生2人の計4人グループでの班別グループ学習を行った。高校生は前回の反省を活かして、p進法について学習を進めていること、中学生も前回の学習の続きであること、題材も興味をひきやすい題材であること、などから、授業は実のある授業になると考えた。しかし、3進法を利用することを最後までヒントにしなかったことから、高校生も魔法陣を作ることに苦戦した様子であった。授業の最後に、高校の先生が「3進法」という言葉を口にする、高校生からは「なんだ」という声が聞かれた。ということは、高校生はやはり事前に学習をしておけば、p進法については理解できるだけの思考水準を持っており、それを活かす経験が不足しているだけである、と感じた。中学生は、「3進法」という言葉を聞いてもピンときていない様子であり、p進法についての理解はまだまだであると感じた。

2回の授業を終えて、金沢大学の太谷教授からは、p進法の学習を行う上では、題材の扱い方を吟味し、授業の進め方についても、中学生と高校生が共有できるようなヒント（例えば、2進法と10進法の対応表など）を用意しておくなど、配慮が必要である、との指摘をいただき、授業の進め方についてもっと準備をしておく必要があったと感じた。

(3) 今後の課題

中・高の交流授業を行って3年目になるが、第1回に行った「論理と集合」の交流授業が、中学生にとってもとても実のある内容だったことを思い出す。高校生も中学生に説明がしやすく、中学生も論理的な思考力がつき始めるときであったため、授業もスムーズに進んだ。高校生は中学生の役に立ったという自己有用感を感じ、中学生も、高校生ってすごい、というあこがれと、高校の知識を得られたという満足感、さらには、命題を数学的に述べることができる数学的表現力がついた、と感じていた。

今回の授業を終えて、改めて、交流授業の意義を見直す必要があると感じた。はじめに交流授業ありき、ではなく、真に双方にとって実のある単元、題材を選び、実践をしていく必要性を感じた。今後とも今までの経験を活かし、中・高の教員がよく話し合い、実のある交流ができれば、と考えている。

(資料) 思考水準について

(1) ファン・ヒーレの幾何学における思考水準論より

(本校「図形」領域における思考水準も同じものを使用)

第0水準 図形は「全体として」認識され、その形によってだけ認識されるという特徴をもつ。

第1水準 この水準では、知覚される形の分析が行われ、その結果、それらの性質が明らかにされる。子どもは、図形の形に潜在する性質を認識し始める。

第2水準 この水準では、図形の諸性質間の論理的な関係や、図形間の論理的な関係づけがなされる。たくさんある性質の中で二三の特徴的性質が当該の図形を定義するものとして採用され、あとの性質は論理的な方法で確立される。図形は、定義に基づいて確立される一定の論理的な関連において現れる。

第3水準 この水準では、演繹法の意味が「大域的に」会得される。すなわち、理論全体を構成し、発展させる方法としての演繹法の意味が理解される。ここでは、「演繹の意味や、定理の逆、公理、必要・十分条件の認識に関連している。

第4水準 最も高いこの水準は、論理の本性についての認識である。ここでは、対象の具体的性質や対象間の関係の具体的な意味が捨象される。すなわち、理論をあらゆる具体的な解釈をぬきにして展開することができる。

(2) 本校数学科における「数と式」領域における思考水準

第0水準 具体的な物を使っての計算しかできない。(小学校低学年)

第1水準 具体的な物を使っての計算から、「数字」での機械的操作による計算ができる。
(小学校低学年～高学年)

第2水準 いろいろな法則を見つけ、それを具体的な事象に照らすなどして、一般的に成り立つことが説明できる。(中学校1学年～中学校2学年)

第3水準 いろいろな数の定義を理解し、定義から計算法則などの公式・定理を導き出し、新たな公式・定理の証明ができる。また、必要に応じて数の場合分けをして、数学的な議論をすすめることができる。(中学校3年生～高校生)

第4水準 数や文字式の集合を環や体としてとらえることができ、定義・定理を集合そのものに適応することが出来る。(大学生)

(3) 本校数学科における「関数」領域における思考水準

第0水準 変化と対応について感覚的に理解する(伴って変化する数量を漠然ととらえる)(小4まで)

第1水準 変化と対応について成り立つ諸性質(属性)を見出す(比例であれば「一方が○倍になるとそれに伴って他方も○倍になる」など)。一般的な関数でなく、比例や反比例といった特定に関数の性質を知る。

具体的には実験・実測・操作活動などの体験的な方法を通じて、数表やグラフにより関係をとらえたり、変化の様子を具体的な事象によって考察できる。(小5から中1まで)

第2水準 特定の関数について局所的に論理的な系統化がなされる。変化と対応について成り立つ諸性質(属性)の中で定義(特性)(中学校の場合は式)が優先され、それに基づき関数他の属性を演繹的に導く。また、関数という一般的な用語を使う(その概念自体を考察の対象としない)具体的には関数関係を理解し、式によって一般的に関数をとらたり、変化の様子を一般的に考察できる。(中1から中3)

第3水準 関数の概念が理解でき、一段高い視点から関数族を考察する。(中3から高3)

第4水準 抽象的な関数空間(Banach, Hilbert空間など)を考察する。(高3から大学生)

3年選択数学（附属中学校）
2年A組（附属高校） 数学科 学習指導案

平成20年5月22日（木）

第6限 3-3教室

指導者 戸水 吉信（附属中学校）

1. 題材名 「2進法」

2. 目標

（中学校3学年）

- ・ 2進法と10進法の相違点や類似点に気づき、それを問題の解決に役立てることができる。
- ・ 2進法の位取りの仕方など、2進法で数を表す仕組みを理解することができる。

（高等学校1学年）

- ・ 2進法の加法などの計算法則を、2進法の位取りに着目して考察し、説明することができる。
- ・ 2進法の仕組みを理解し、 p 進法の考え方に発展させることができる。

3. 評価および指導計画（総数3時限）

	学 習 活 動	※留意点 および ◆評価計画
第1時	<p>『早解き！おもりをつりあわせよう！』ゲームで遊ぼう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 自作ソフト「早解き！おもりをつりあわせよう」ゲームで遊ぶ。  <ul style="list-style-type: none"> ・ ゲームは、例えば14gのおもりを、8g、4g、2g、1gのどのおもりを使ってつりあわせることができるか、制限時間内に答えるゲームである。 	<p>※生徒1人が1台のPCを使って遊ぶことができるよう、準備をしておく。</p> <p>◆関心・意欲・態度 数が、32、16、8、4、2、1のおもりの組み合わせで表すことができることに気づき、興味・関心を持ってゲームに取り組んでいる。 <観察></p>
第2時	<p>2進法の仕組みについて学習しよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 前時のゲームから、63までのどんな数でも、32、16、8、4、2、1のおもりの組み合わせで表すことができることを確認する。 ・ 32、16、8、4、2、1がどんな数か考える。 ・ 使うおもりを1、使わないおもりを0と表すと、1と0の2種類の記号だけで数を表すことができることに気づかせる。 ・ 10進法、5進法を例にとり、位取りの方法について学習をすすめる。 ・ 1から順に2進法の数をかかせて、2進法の位取りの感覚をつかませ、2進法と10進法の対比表を作る。 	<p>※次時の数あてゲームのために、おもりを色で分けておく。</p> <p>※1の次が10になることや、11の次が100になる感覚を、10進法や5進法を例にとって分かりやすく説明する。</p> <p>◆表現・処理 2進法の位取りの感覚をつかみ、2進法と10進法の対比表をつくることができる。 <ワークシート></p>
第3時【本時】	<p>数あてゲームを通して、2進法の仕組みの理解を深めよう。</p> <p><詳しくは後述の「本時の学習」を参照></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 指導者が数あてゲームを行う。 ・ 数あてゲームの謎解きに挑戦。 ・ 高校生と交流しながら自分の考えを深めていく。 ・ 謎解きの発表会。 ・ 時間があれば3進法を用いた数あてゲームを自作する。 	<p>◆見方・考え方 2進法の考え方を、問題の解決に役立てている。 <観察・ワークシート></p> <p>◆知識・理解 2進法の仕組みを理解している。 <観察・ワークシート></p>

4. 指導にあたって

【交流授業の位置づけ】

本校数学科では、中学校3学年と高等学校との交流授業をすすめ、これで3年目になる。本校数学科における異学年交流授業は、最初は中学校1学年と3学年の交流授業からはじまった。しかし、中1と中3では話し合いがうまく進まず、金沢大学の太谷教授から、思考水準が違いすぎて同じ土俵での議論ができないのではないかと指摘を受けた。そこで、近い学年同士の交流授業を考えることになった。

とりわけ、中3と高1は、中3での多項式の展開・因数分解の基礎と高等学校で高次の多項式の展開・因数分解、中3での2乗に比例する関数と高1での2次関数の一般形のように、学習内容が密接に関係しているものが多い。また、中2から中3に学年があがった際に見られる、例えば多項式の積を考えたり、線形関数から非線形関数へ移行するような思考水準の飛躍は、中3から高1に学年があがる際にはそんなに見られない。

以上のことから、本校数学科では特に中3と高1の交流授業を進め、その学習効果について研究をすすめてきた。しかし、異学年交流では、上の学年が力を発揮して下の学年のモデルになることができなければその学習効果は期待できないと、国立教育政策研究所統括研究官 滝 充 先生にご指導をいただき、確かに高1との交流では、少なくとも思考水準が上がり始める高1後期あたりからでない、高校生が力を発揮できないのではないかと感じるようになってきた。

また、昨年度の反省より、下の学年が交流授業に参加してより効果を上げるには、必修の授業よりも、数学に興味を持って意欲的に思考に取り組む集団のほうが学習効果が上がるのではないかと考えた。そこで本年は、前期は高2と中3、後期は高1と中3の交流を主体とし、中3は選択数学履修者を対象に交流授業を行い、その学習効果について研究をすすめることにした。本授業がその第1回である。

【教材観】

さて、上の学年が力を発揮し、その思考水準の違いから学習効果をあげる教材となると、課題の設定が、既習事項に依存してしまう数学科ではなかなか考えにくい。中学校の既習事項（とりわけ中3初期は、ほとんど中2までの既習事項しか使えない）でできる課題は高校生が退屈する可能性があり、また、課題の難易度があがると、いくら選択といえども、中学生が学習意欲を失う可能性がある。課題を追究する際に既習事項の差が関係なく、思考水準の差が生かせる課題を選ばなければならない。

そこで「2進法」はどうかと考えてみた。2進法はもともと中2の教科書にあった内容で、扱い方によっては中3でも十分に理解できる。また、数の仕組みをつかませたり、高等学校での「情報」の授業への接続を考えたり、今日のコンピュータ社会においても2進法の考え方は必要不可欠であり、そのようなことから、2進法の学習は意味のある学習であると考えた。高校生は「情報」の授業で既習であることから、中学生に教えることもできるし、本時のように、数あてゲームの種明かしを考えさせたり、そこからn進法の考え方へ発展させたりと、高校生にとっても退屈せず、新しいことへの気づき生まれる課題であるとも考えた。

数あてゲームは見た目にも面白く不思議で、中3にとっても、高校生にとっても、同じように興味をもって、同じスタートラインで課題に取りかかれるのではないだろうか。そのことが、共に学ぶスタートラインであると考えた。中3は2進法の予備学習にあまり時間がかけられなかったが、かえってその方が高校生が力を発揮しやすいかもしれない。

【生徒観】

中学校3学年は、男子11名、女子7名、計18名が前期選択数学履修者である。数学の課題に対する取り組みは熱心で、明るい雰囲気では進められている。本時の授業もその雰囲気を生かし、ゲーム形式で、楽しく、課題に取りくませたい。

一方、1つの課題を答えが出るまでじっくりと考えることが苦手な生徒もいる。本時も、最後まで課題に取り組んで自分なりの答えを出せるよう、支援のあり方を考えておかなければならない。生徒のつまづきを予測し、ヒントやポイントを考えておくと共に、高校生との話し合いの時間に期待したい。

【指導観】

中学生は、2進法という、未知の世界の学習に入っていく。そのため学習への取りかかりが大切であると考える。前時は2進法の導入として、PCを使ったゲームに取り組ませたが、生徒は喜んでゲームに取

り組んでいた。本時も数あてゲームを題材にすることで、楽しんで学習に取り組ませたい。さらに理解の補助として、おもりをつりあわせようゲームで用いたおもりを色分けし、例えば4gのおもりの色と、4の位のカードの色を同じにするなど、色によって2進法の理解をすすめる工夫も行ってみた。色も理解を助ける重要な要素であると考えた。

また、交流授業をすることによって、高校生をモデリングとし、自己表現力や他者理解力を伸ばしたい。数学科では、交流授業の際には、校種混合班によるグループ学習をすすめてきたが、1班の人数もいろいろな検討を重ね、4人班から多くても6人班がいいのではないかという結論に達しつつある。今回も中学生2人と高校生2人による計4人班で活動をすすめたい。そのため高校生は中学生と同じ18人の参加をお願いしてある。個別学習とグループ学習を効果的に取り入れ、最後は全体学習で議論の深まりを期待したい。

5. 本時の学習 (第3時)

(1) 題材名 「数あてゲームを通して2進法の仕組みの理解を深めよう」

(2) ねらい

- ・ 2進法の仕組みの理解を深め、問題の解決に役立てることができる。(中3)
- ・ p進法の位取りの仕組みを一般化し、問題の解決に役立て、それを中学生に分かりやすく説明することができる。(高2)

(3) 評価の観点および規準

② 数学的な見方・考え方

2進法の考え方を、問題の解決に役立てている。


④ 数量・図形などについての知識・理解

2進法の仕組みを理解している。

(4) 「他者理解力」「自己表現力」育成に関する学習活動について

高校生と話し合う中でいろいろな説明を聞き、自己表現力を伸ばし、高校生が中心となって話し合いをすすめる中で他者理解のモデルに触れ、他者理解力を伸ばす活動。

(5) 本時の展開 (第3時/総時数3時限)

時間 学習形態	学 習 活 動	予想される生徒の反応(☆)および 指導上の留意点(※)・評価(◆)・支援(◎)																																																																																	
7分 全体学習	<p>数あてゲームで遊んでみよう。</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;"> A <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>3</td><td>27</td><td>29</td><td>15</td><td>21</td></tr> <tr><td>17</td><td>5</td><td>1</td><td>25</td><td>23</td></tr> <tr><td>19</td><td>13</td><td>11</td><td>7</td><td>9</td></tr> </table> </td> <td style="width: 33%;"> B <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>10</td><td>14</td><td>3</td><td>22</td><td>27</td></tr> <tr><td>30</td><td>26</td><td>2</td><td>11</td><td>15</td></tr> <tr><td>7</td><td>6</td><td>19</td><td>18</td><td>23</td></tr> </table> </td> <td style="width: 33%;"> C <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>6</td><td>5</td><td>14</td><td>29</td><td>13</td></tr> <tr><td>20</td><td>22</td><td>4</td><td>23</td><td>12</td></tr> <tr><td>30</td><td>21</td><td>15</td><td>7</td><td>28</td></tr> </table> </td> </tr> <tr> <td> D <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>28</td><td>14</td><td>9</td><td>15</td><td>29</td></tr> <tr><td>10</td><td>25</td><td>8</td><td>24</td><td>11</td></tr> <tr><td>27</td><td>13</td><td>26</td><td>12</td><td>30</td></tr> </table> </td> <td> E <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>30</td><td>26</td><td>17</td><td>22</td><td>21</td></tr> <tr><td>19</td><td>23</td><td>16</td><td>25</td><td>20</td></tr> <tr><td>28</td><td>18</td><td>27</td><td>24</td><td>29</td></tr> </table> </td> <td></td> </tr> </table>	A <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>3</td><td>27</td><td>29</td><td>15</td><td>21</td></tr> <tr><td>17</td><td>5</td><td>1</td><td>25</td><td>23</td></tr> <tr><td>19</td><td>13</td><td>11</td><td>7</td><td>9</td></tr> </table>	3	27	29	15	21	17	5	1	25	23	19	13	11	7	9	B <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>10</td><td>14</td><td>3</td><td>22</td><td>27</td></tr> <tr><td>30</td><td>26</td><td>2</td><td>11</td><td>15</td></tr> <tr><td>7</td><td>6</td><td>19</td><td>18</td><td>23</td></tr> </table>	10	14	3	22	27	30	26	2	11	15	7	6	19	18	23	C <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>6</td><td>5</td><td>14</td><td>29</td><td>13</td></tr> <tr><td>20</td><td>22</td><td>4</td><td>23</td><td>12</td></tr> <tr><td>30</td><td>21</td><td>15</td><td>7</td><td>28</td></tr> </table>	6	5	14	29	13	20	22	4	23	12	30	21	15	7	28	D <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>28</td><td>14</td><td>9</td><td>15</td><td>29</td></tr> <tr><td>10</td><td>25</td><td>8</td><td>24</td><td>11</td></tr> <tr><td>27</td><td>13</td><td>26</td><td>12</td><td>30</td></tr> </table>	28	14	9	15	29	10	25	8	24	11	27	13	26	12	30	E <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>30</td><td>26</td><td>17</td><td>22</td><td>21</td></tr> <tr><td>19</td><td>23</td><td>16</td><td>25</td><td>20</td></tr> <tr><td>28</td><td>18</td><td>27</td><td>24</td><td>29</td></tr> </table>	30	26	17	22	21	19	23	16	25	20	28	18	27	24	29		<p>☆ 適当に何人か指名して、選んだ数字が載っているカードを聞く。教師が即答するのがポイント。(選んだ数字は、各カードの真ん中の数の和になっている。)</p> <p>☆ 何で分かるの？</p> <p>☆ 先生が全部の組み合わせを覚えているのでは？いやいや、そんなことは不可能。</p> <p>☆ 種明かしをして欲しい。</p>
A <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>3</td><td>27</td><td>29</td><td>15</td><td>21</td></tr> <tr><td>17</td><td>5</td><td>1</td><td>25</td><td>23</td></tr> <tr><td>19</td><td>13</td><td>11</td><td>7</td><td>9</td></tr> </table>	3	27	29	15	21	17	5	1	25	23	19	13	11	7	9	B <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>10</td><td>14</td><td>3</td><td>22</td><td>27</td></tr> <tr><td>30</td><td>26</td><td>2</td><td>11</td><td>15</td></tr> <tr><td>7</td><td>6</td><td>19</td><td>18</td><td>23</td></tr> </table>	10	14	3	22	27	30	26	2	11	15	7	6	19	18	23	C <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>6</td><td>5</td><td>14</td><td>29</td><td>13</td></tr> <tr><td>20</td><td>22</td><td>4</td><td>23</td><td>12</td></tr> <tr><td>30</td><td>21</td><td>15</td><td>7</td><td>28</td></tr> </table>	6	5	14	29	13	20	22	4	23	12	30	21	15	7	28																																				
3	27	29	15	21																																																																															
17	5	1	25	23																																																																															
19	13	11	7	9																																																																															
10	14	3	22	27																																																																															
30	26	2	11	15																																																																															
7	6	19	18	23																																																																															
6	5	14	29	13																																																																															
20	22	4	23	12																																																																															
30	21	15	7	28																																																																															
D <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>28</td><td>14</td><td>9</td><td>15</td><td>29</td></tr> <tr><td>10</td><td>25</td><td>8</td><td>24</td><td>11</td></tr> <tr><td>27</td><td>13</td><td>26</td><td>12</td><td>30</td></tr> </table>	28	14	9	15	29	10	25	8	24	11	27	13	26	12	30	E <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>30</td><td>26</td><td>17</td><td>22</td><td>21</td></tr> <tr><td>19</td><td>23</td><td>16</td><td>25</td><td>20</td></tr> <tr><td>28</td><td>18</td><td>27</td><td>24</td><td>29</td></tr> </table>	30	26	17	22	21	19	23	16	25	20	28	18	27	24	29																																																				
28	14	9	15	29																																																																															
10	25	8	24	11																																																																															
27	13	26	12	30																																																																															
30	26	17	22	21																																																																															
19	23	16	25	20																																																																															
28	18	27	24	29																																																																															
30分 個別学習 5分 班別学習 25分	<p>数あてカードの秘密を探ろう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 2進法の考え方をを使ってカードの秘密を探り、ゲームの種を解明する。 ・ 最初は自分で考える。 ・ 高校生と話し合いながら、自分の考えをまとめる。 	<p>※ このゲームは、2進法をもとに解明できることは生徒に伝えておく。それ以上のヒントは初めは出さない。</p> <p>◆ 見方・考え方 2進法の考え方を、問題の解決に役立てている。 <観察, ワークシート></p>																																																																																	

- ・高校生はさらに2進法の和の求め方などに注意して説明を考え、中学生に説明する。
- ・早く終わった班は、3進法を用いた数あてカードの作成を試みる。
この場合は1~26の数、3×3のマス6種類のカードになる。

	10進法	3進法
Aのカード	1 4 7 10 13 16 19 22 25	1 11 21 101 111 121 201 211 221
Bのカード	2 5 8 11 14 17 20 23 26	2 12 22 102 112 122 202 212 222

- ◎分からない班には、1枚のカードにかかれている数をすべて2進法で書き出してみるようにアドバイスをする。
- ◎さらに分からない班には、色にもヒントがあることを伝える。

※2進法の和が、10進法と同じように行えることを、例えば
 $10110 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1$
 であることなどを用いながら説明できることに留意させる。(高校生)

◆知識・理解

2進法の仕組みを理解している。

<観察、ワークシート>

- ◎書きだした数を並べさせてみる。

Aのカード	10進法	2進法
	1	1
	3	11
	5	101
	7	111
	9	1001
	11	1011
	⋮	⋮
Bのカード	2	10
	3	11
	6	110
	7	111
	10	1010
	11	1011
	14	1110
	15	1111
	⋮	⋮

10分
全体学習

各班ごとに気づいたことを発表しよう。

- ・各班ごとに数あてカードの秘密で気づいたことを発表する。中学生が発表してもよいし、高校生でもよい。
- ・3進法数あてカードを作った班はそれを発表。
- ・お互い気づいた点を指摘しあう。教師の投げかけもみんなで考える。

- ☆1の位のカード、2の位のカード、4の位のカード…というふうにカードを作っている。
- ☆それぞれの位を足せば、考えた数が分かる。
- ※2進法の加法が10進法と同じように行える理由などを投げかけてみる。

3分

- ・本日のまとめと自己評価。

座席表 ※実際の指導案には名前が入っていました。

中学生	高校生	中学生	高校生	中学生	高校生
中学生	高校生	中学生	高校生	中学生	高校生
中学生	高校生	中学生	高校生	中学生	高校生
中学生	高校生	中学生	高校生	中学生	高校生
中学生	高校生	中学生	高校生	中学生	高校生
中学生	高校生	中学生	高校生	中学生	高校生

教卓

数学科学習指導案

平成20年6月26日 木曜 5限

クラス 高校2年B組, 中学3年選択数学受講者

使用教室 音楽室

授業担当者 川谷内 哲二

1 題材名 p進法による魔方陣の作成

2 本時の指導計画

(1) 本時のねらい

- ・算数・数学などでよく取り扱われる魔方陣を題材として、p進数の理解を深めるとともに、さまざまな問題解決に役立てることができることを知る。
- ・p進法を利用することにより、魔方陣の仕組みについての理解を深める。

(2) 準備・資料等

授業用プリント, 掲示用模造紙

(3) 本時の展開

時間	学 習 内 容	生徒の学習活動	教師の指導・支援	評 価 規 準 (観点・評価方法)
13:25	本時のテーマ 「魔方陣にチャレンジ！」			
13:30	○自己紹介	○カードで順番を決めて、自己紹介する。		
13:35	【導入】2×2の魔方陣は作れるのだろうか。			
13:40	○2×2の魔方陣を考える。	○魔方陣の意味を理解し、各自で考える。	○2人ほど指名して説明してもらう。	
13:40	【課題1】3×3の魔方陣を作ってみよう。			
13:55	○3×3の魔方陣を考える。	○最初個人で考え、次にグループで考える。 ○0, 1, 2を3個ずつ用いた2種類の魔方陣をどのように組み合わせるかをグループで検討する。	○今回の場合は、0～8で考えることに注意させる。 ○0, 1, 2を用いて、いかに0～8までの数を表すかを考えさせる。	
13:55	【課題2】課題1の考えを利用して、4×4の魔方陣を作ってみよう。			
14:05	○4×4の魔方陣を考える。	○4進法や2進法を利用して、4×4の魔方陣を何種類か作り、グループ内で発表する。 ○作業を通して、気づいたことについてまとめる。	○3×3の魔方陣から、4進法を利用するグループが多いと思われるが、それ以外にないかを問う。	○4進法や2進法を積極的に活用しようとしている。 (関心・意欲・態度) 【観察】
14:05	○グループごとに発表する。	○各グループで見つけた魔方陣と作業を通して気づいたことなどをまとめる。	○発表用紙に、見つけたときに気をつけたことについて書くように指示する。	○この授業で興味を持ったこと、発見したことなどについて自己評価する。 (関心・意欲・態度、見方・考え方) 【自己評価シート】
14:12	○まとめ	○各班の考えが正しいかを考察する。		