

越馬徳治科学教育研究奨励概要

プログラミング教育の授業を探る

加賀市立片山津中学校 教諭 勝木 一弘 他9名

プログラミング教育について先行的な取組みを実施し、加賀市のよりよいプログラミング教育を探る。さらに、総合的な学習の時間だけでなく、算数・理科などの教科内での取組みも実践することを研究の目標とした。前出の『みんなのコード』利根川代表理事（文部科学省プログラミング教育に関する有識者会議委員）のご協力のもと、国の考えるプログラミング教育の方向性を正しく理解し、先進的な取組みを学び、学んだことを加賀市の学校現場で実践していく形で研究をすすめた。

図1は加賀市の総合的な学習の時間におけるプログラミング学習の内容を簡単に示している。各学年5時間で学習を行う。まず小学4年生対象の授業「①Hour of Codeプログラミング体験」を探った。技術科の担当としてプログラミングを教えた経験の少ない小学校の教員が取り組みやすい授業が提案できないかと考えた。図2は5時間の展開を示した。「プログラミングが実生活でどれくらい役立っているか」「プログラミングとは何か」「プログラミングの得意なことと苦手なこと」をアンブレグドで学び、残りの2時間は「Hour of Code」を使ってプログラミングを体験するという流れである。

次に中学2年生の授業「⑤ロボレーブ（アメージング）」（図3）を探った。これは自動車型ロボットを順次命令で課題通りに走行させる学習である。技術科ではなく総合的な学習の時間での学習となるため、小学校同様経験の少ない教員が担当することになる。加賀市の中学校のスタンダードを提案すべく取り組んだ。学習内容は図4に示した。図5に示した課題を各自がチャレンジしてクリアしていく課題解決型学習となっている。1時限目で回転、2時限目からは直進、4時限目以降の課題には図形を選択した。図形を選択した理由は、小学5年生の算数との関連を意識したものである。令和2年以降では5年生でプログラミングを使った図形の学習をしてみると予想される。既習事項を確認することで学習の定着を図り、小学校の学びの大切さも感じさせたいと考えた。また小学校での学びはパソコン上のプログラミングとなる。パソコン上ではプログラム通り正確に動いてくれるが、この学習では本物のロボットを使う。アクチュエータ（モータ）はプログラム通り動いてくれない場合も多くある。実際に動かすこと・やってみることの大切さを伝えられる良い機会ととらえている。

加賀市のスタンダードを作るべく研究を進めてきた。他に9名の仲間が、社会・算数・理科・図工・体育などの授業を探っている。スクラッチを使っての社会や算数・プログルを使っての算数・ビスケットを使っての図工・ロボレーブを使った理科の授業など素晴らしい実践を行っている。私たちの実践が他の教育現場での参考になれば幸いである。

「総合的な学習の時間」におけるプログラミング教育

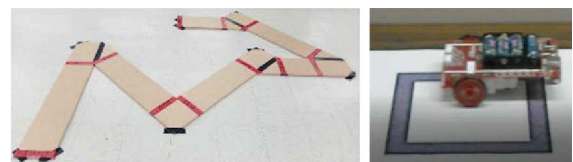
H30年度	小学校			中学校		
	4年生	5年生	6年生	1年生	2年生	3年生
	①Hour of Codeプログラミング体験	②Scratchプログラミング			⑤ロボレーブ（アメージング）	⑥ロボレーブ（ラインフォリング）

▲図1

Hour of Code プログラミング体験学習(計5時間)



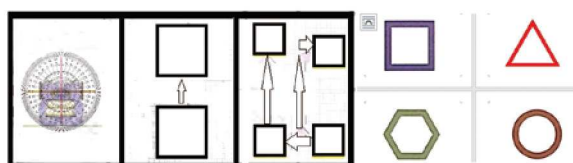
▲図2



▲図3

時限	主な学習活動（クリアしたら次の課題へチャレンジ）
1時限目	正確に回転させるプログラムを作る（180度・360度・90度・45度）。
2時限目	正確に進むプログラムを作る。 正確に進む→右旋回→前進するプログラムを作る。
3時限目	正確に進む→右旋回→前進→左旋回→後進するプログラムを作る。
4時限目	正確に正方形・正三角形を描くプログラムを作る。
5時限目	正確に正六角形・円を描くプログラムを作る。

▲図4



▲図5

高等学校ロボット競技大会に出場するロボットの製作を通じた機械要素の研究

石川県立小松工業高等学校 教諭 宮前 信彌

本校機械科では、高等学校ロボット競技大会に参加するロボットを製作し大会に参加している。高等学校ロボット競技大会は毎年4月に発表されるルールに基づいて製作し、8月に行われる県予選を勝ち抜いて10月の全国大会に出場することができる。

ロボット製作は機械を学ぶ生徒たちにとって機械の構造や機械要素の種類や選定方法を知ること、設計図を書いて材料を切り出し締結要素で接合することから加工を学ぶこと、電気配線やマイコン制御を通して電気・電子分野の内容を学ぶことなど、統合的にもものづくりを学ぶことができる。操作について練習を重ねることでそのロボットの改良が必要な個所を見つけて性能を十分に引き出すことができる。時間の取り合いや目標の設定、達成する過程での課題探究を通して試行錯誤を経験し、粘り強さやコミュニケーション能力を育むことを目的として指導を行っている。

リモコン型ロボットは各エリアのアイテム（ペットボトル、ゴルフボール、卓球ボール、テニスボール）を指定された場所に移動させることや段差を上り下りする機能が求められ、3分間の時間の中でより高い得点を獲得するような課題である。また、自立型ロボットも製作し、卓球ボールの回収とリモコン型ロボットへの受け渡しを行う。

作り始めにまずはルールを読み込ませ、それぞれのアイテムを手にとってみさせる。手に取って転がしてみたり、棒で挟んでみたりしながら、その動きや特徴を身体で掴ませる。運搬のスタイルについてもいくつかの案を出して、まずは一度作って、改良の糸口を話し合わせる。なかなか思い描いたものができず、活動の雰囲気暗くなったこともあるが、お互いに貶しあうことなく、無理に褒めることなくその場を乗り切らせるようにしている。

県大会は3位で全国大会出場権を獲得した。2チーム出場したが、上位を狙えるようにと多く機能を持たせたチームのロボットの完成度が低く、逆に機能を最低限に絞らざるを得なかったロボットが出場権を得た。しかし、全国大会までに大幅な設計変更を行って作り直した。2チームの機能の内、より点数に繋がりがやすいもの、完成させられずに諦めてしまったものを、もう一度改良して組み合わせていく。機能が多くなると取り付けられる側面も限られていき、難しい計算も余儀なくされてしまう。それでも図を描いて整理整頓して考えていくことを手助けし、複雑な加工も簡略化しながら同じ価値になるようにアドバイスをして完成させていく。少しでも練習時間を捻出するために計画を前倒しして完成させ、何度も何度も繰り返して練習を行い、ロボットの機能を出し切るようにした。

全国大会では予選56位ということで予選通過は達成されなかったが、全国大会に出場した石川県のチームの中では最上位という成績を取ることができた。予選終了後、生徒たちはロボットが競技時間いっぱい練習通りに動かしたことを、ハイタッチをして喜んでいた。機械を作ること、機械を使いこなすことの完成形は、生徒の中で最初に予想された形とは大幅に異なったが、生徒たちの中で最も嬉しい結果として返ってきたのではないかと考えられる。

製作する生徒を見守る過程で、生徒が主体的に取り組む活動になるように気を付けている。生徒自身が面白いものや完成度の高いものを作ろうと求める状態になるためには、生徒自らの判断で作り、それらが失敗する経験やその失敗を試行錯誤しながら乗り越えて成功につながる体験の繰り返しが必要だと考える。ロボット作りは非常に長い時間がかかり、時には生徒の根気が続かなくなってしまうこともある。身につけさせたい力をイメージしながらアドバイスの量と質を変化させて対応するなど、私たち指導者も常に試行錯誤をしている。



写真1 石川県大会 (8月)



写真2 全国大会 (10月)



写真3 全国大会 (10月)

越馬徳治科学教育研究奨励概要

時間的・空間的な見方を高める指導法に関する研究 ～小・中学校の天体に関する分野を例として

代表研究者 金沢市立十一屋小学校 教諭 小松 武史
共同研究者 野々市市立館野小学校 教諭 福嶋 康晴

「地球（地学）」の分野の中でも特に天体に関する領域では、太陽や月、星の特徴（データ）を学習するだけでなく、それらの動きについて学習する。しかしながら、「ただ動いている物が見える」というわけではなく、経日変化に着目すると、「地球が自転しているため星や太陽が動いて見える」ということやもっと長い月単位や年単位の動きに着目すると、地球だけでも自転と公転の2つの動きを、そこに他の因子（太陽や星）が加わると「地球を中心とした相対的な動きによる見え方」を考えなければならない。さらに、小学校第3学年の「かげの動き」でもわかるように太陽の1日の動きを東→南→西とすると、かげの動きは西→南→東というように、逆向きの動きをとらえなければならず難易度を上げている。以上のことから、児童・生徒の天体の動きに関するイメージ（時間的・空間的な見方）を高めることは非常に難しいと考え、指導法の検討を行った。

どの単元でも、実際に太陽や月、星を観察する時間が設定されており、観察の結果を軸として様々な天体の動きについて深めていく流れとなっている。しかし、授業で実物による確認をしようとしても天気や時間など様々な制限がある中で理解を深めなければならない。そこで、実物に勝る物はないが、児童・生徒の天体の動きに関するイメージ（時間的・空間的な見方）を少しでも高めるモデル教材の利用について検討した。本研究で作成したモデル教材を写真1に示す。この教材は、何時に（時間的な見方）どの方角に（空間的な見方）どんな形の月が見えるかを考えさせるためのモデルである。授業実践を積み重ねた結果、実際に観察してきたことをモデルに当てはめさせることで、現象についてより深く考察することや共通したモデルを用いた話し合いをするなど、子ども同士が学び合うツールの一つとしても非常に有効であった。モデル教材は教室や理科室で用いるものであり、観察したことを短時間で確認し、観察できなかったことを授業中に補足的に理解させられるというメリットもあった。ICT機器を用いたモデル教材の提示例を写真2に示す。これは6年の「月の見え方」の例であるが、地球から見える月（地球目線）をわかりやすく画面に表示するとともに、月・地球・太陽の三者の位置関係（宇宙目線）を明らかにし、子どもの理解を促すことができた。

本研究では、モデル教材の開発だけではなく、単元の中でどのようにモデル教材を位置付けると効果的であるか、モデル実験と実際の観察をつなげ、子どもが主体的に学んでいくための本時レベル・単元レベルでのカリキュラムマネジメントについても併せて検討することができた。特に小学校3年と6年ではストーリー性のある単元の展開を計画し、実践することができた。また、類似したモデル教材や単元の展開を各学年で選択することにより、天体分野における小学校3年から中学校3年までの縦の系列、つまり接続性を高めた指導につながると考えられる。しかしながら、モデル実験は準備さえすればすぐに授業ができるという容易さがある反面、実感をもつことが難しいというデメリットもあり、観察したことをモデル実験で確認（理論的に裏付ける）し、もう一度観察に戻って学習することが効果的であると示唆された。



写真1 小6・月の満ち欠けに関するモデル

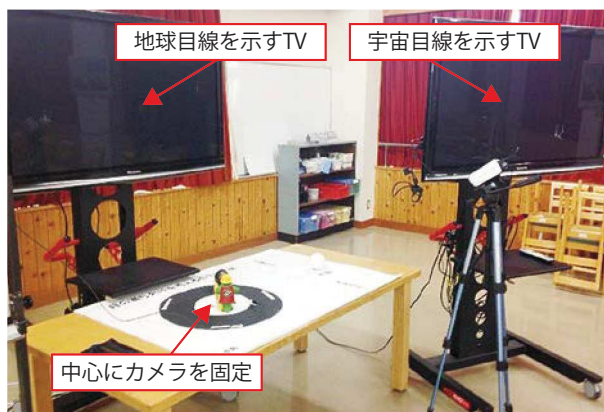


写真2 ICT教材と組み合わせたモデル

小学校理科におけるプログラミング教育の実践 ～6年「電気の利用を通して」～

野々市市立館野小学校 教諭 福嶋 康晴
金沢市立十一屋小学校 教諭 小松 武史

「プログラミング」の記述は、2020年度から全面実施となる新学習指導要領の総則、算数、理科、総合的な学習の時間の項目に置いて見られる。ここでは、「プログラミング」を「体験しながら～」、もしくは「プログラミング」を「体験」ということがポイントになることがわかる。

プログラミング教育については、文部科学省が「プログラミング教育実践ガイド」を作成しており、小学校での事例も紹介されている。ここでは、「VISCUIT」や「Scratch」を使用した実践が紹介されており、また具体的な対象物を制御する実践としてヤマザキ社の「プロロボ」やレゴ社の「教育版レゴマインドストームEV3（以後EV3）」が紹介されている。その他の実践事例として、「レゴWeDo2.0（以後WeDo）」や「Sphero」、 「MESH」といったプログラミング教材を使用したものがある。また、数あるプログラミング教材の中から、レゴ社の「EV3」「WeDo」、SONY社の「MESH」の3つのプログラミング教材の特徴を整理し、比較することにより、新学習指導要領における「プログラミング的思考」を育む目的に適合しているか考察した実践がある。ここでは、3教材の共通点として、コーディングすることなく、命令を指やマウスでドラッグ&ドロップするだけで作成が可能で、直観的に分かりやすいものであるが、「MESH」のみ授業者や学習者用の資料は用意されておらず、授業者の授業デザインや授業者が児童・生徒に高めてもらいたい資質・能力についての見方にかかってくる教材であるとされている。

2020年度のプログラミング教育実施に向けて、様々な教科でどんな実践ができるか検討が進められているが、プログラミング教育を取り入れる中で、あくまでも教科のねらいに即した学習内容でなければならない。そうした意味で「MESH」は、教師が教科のねらいに即した形で授業をカスタマイズできる可能性がある。本研究では、第6学年の「電気の利用」の学習を例とし、「MESH」とプログラミングボードを用いて、小学校理科のプログラミング教育を行い、教科のねらいに即した授業実践を検討しまとめることを目的とした。

授業実践では、発光ダイオードの点灯時間を制御するプログラムを通して、人感センサーありの方が人感センサーなしに比べて消費した電力量が少なかったことから、人感センサーありの方が効率的に電気を使っていると多くの児童が考察することができた。中には、算数で学習した式や図を用いて、自分達の結果を長時間で使用した場合を想定し、40%程度使用量が少ないと考察した様子も見られた。これらの考察を踏まえて、身の回りで、効率的に電気を使えるものとして人感センサーを使った照明などがあるということをもとめることができた。

今回の実践を受け、児童にとってMESHなどのプログラミング教材を初めて使う場合、事前に操作に慣れておく時間を十分にとる必要があると感じた。そのため、理科という教科の中だけでプログラミング的思考やプログラミングの技能習得も同時に行うと、クリエイティブな発想や試行錯誤しながら問題解決をするといったことを十分に発揮させることは難しいと感じた。プログラミング教材を扱う場合は、他教科と関連付けたり、単元計画や配当時間等を検討したりする必要があると考えられる。

プログラミング教材について

SONY社のMESH	プログラミングボード
 <p>人感センサー 明るさセンサー 温度・湿度センサー など ⇒iPadのアプリによる制御が可能 仕組みを体験的に理解できる</p>	 <p>蓄電の数値化が可能 ⇒各班の結果を客観的に見ることができる。 ⇒量的な見方ができる 理科の見方・考え方</p>

「電気の利用」における授業実践

第4次 効率的に電気を使うものにはどのようなものがあるのか

客観性のあるデータから考察するために

 <p>入力したプログラム ・人が来る回数3回とする ・人感センサーが20秒感知しなければ、LEDが消灯するよう設定</p>	 <p>実験方法 ・人感センサーの範囲は、MESHホームページからダウンロードしたものを使用 ・3分間で行う</p>	<p>センサーありとなしでの電気使用量を記録し、考察する。</p>
--	---	-----------------------------------

越馬徳治科学教育研究奨励概要

子どもが創る理科 ～関わり合い、追究する子を目指して～

金沢市立夕日寺小学校 教諭 本横山 佐穂里 他5名

研究実践は、第4学年「自然の中の水のすがた」で行った。本実践では、主題・副題である「子どもが創る理科～関わり合い、追究する子を目指して～」に迫るため、次の2点を研究の視点として取り組んだ。

1つ目は、科学的に解決する力を育てるための工夫である。本単元は、児童が理科の見方・考え方を働かせながら、探究の過程を通して学んでいけるように、前単元「水のすがたと温度」とつなげた単元を構成した。そうすることで、前単元では、「粒子」の領域として部分的に捉えてきた水を、本単元では「地球」の領域として空間的に考えだしたり、既習内容を根拠にして考えをもったりしてつなげて考えることができた。また、本単元の導入で家の図を提示した際に、児童が一番疑問に思ったのは、「水のないパソコンルームにも水蒸気はあるのか。」ということであった。家の図や教師の発問より、既習内容からわかることと、現段階ではわからないことを明らかにすることができ、実験と自然界、日常生活とをつなげて主体的に考えることができた。

2つ目は、深い学びにせまる支援のあり方である。家の中の図を前単元の導入・本単元の導入・本単元の終末に取り入れる際、児童が「水・お湯・氷・水蒸気」を視覚的に捉えやすいように、それぞれ「水色・赤・青・黄色」のシールを貼らせた。学習が進み、課題が解決するにつれ、シールの色が変化したり、数が増えたりすることで、児童の思考の流れを明確にし、追究意欲を高めたり、自己の変容に気付いたりする点で有効であった。また、児童が、理科の見方・考え方を意識して学習できるように、単元を通して「空間的」「時間的」「全体的に見ると」というキーワードを使って授業展開していった。授業の中で理科の見方・考え方を働かせている考えが出された際には、板書の中に花丸を書き込み、価値付けた。そうすることで、自分達の考えに自信をもったり、考えを自ら価値付けていったりした。「全体的に見ると」というキーワードは、各グループの実験結果が出揃い、全体で結果を共有する際に提示した。児童は、自分達の実験結果のみでなく、他の班の結果も考慮し、比較して考えることでより妥当な実験結果を得ることができた。

今後も、領域や学年をつなげた単元構成を意識し、思考の流れが明確になるような手立てをとることによって、児童が主体的に関わり合い、追究していけるようにしていきたい。また、学習内容と生活経験がつなげて考えている児童の考えを価値付けながら、深まりのある理科を目指していきたい。

授業の印象度と定期試験正答率の関係性 ～定期試験とアンケートから見るシンプルな考察～

かほく市立高松中学校 教諭 中川 絢太

－学校教育において、日々の授業は大切である－ この言葉は、教育現場にいる方々なら一度は耳にしたことのある言葉である。教師は日々の授業実践の中で、いわゆるカリキュラムマネジメントを実践し、学校の教育目標の実現に向けてながら、自身の授業力・学習指導力の向上を図っている。2021年度から中学校で全面实施される「新しい学習指導要領」の願いに「学校で学んだことが、子どもたちの“生きる力”となって、明日に、そしてその先につながってほしい。これからの社会が、どんなに変化して予測困難な時代になっても、自ら課題を見つけ、自ら学び、自ら考え、判断して行動し、それぞれに思い描く幸せを実現してほしい」とあることから、教師は、学校教育の一環である「授業」を通して、新しい時代を拓く生徒に必要な“生きる力”を育てていく必要がある。

また、学校生活の大半を占めている「授業」そのものが、生徒にとって楽しく、かつ、わかりやすいものであれば、学校へ行くこと自体が楽しくなるため、不登校（傾向）の生徒が減少することも考えられる。つまり、生徒指導の面からも、日々の授業が大切であると言える。

今回、「日々の授業の大切さ」を別の視点から評価するため、定期試験の正答率、および独自に行っている「授業に関するアンケート」から分析し、「日々の授業がなぜ大切なのか？」の問いについて言及する。

本研究で分析した結果、生徒の多くは「テストの問題が解けるには、普段の授業がかなり（あるいは非常に）大切である」と感じていることがわかった（図1）。また、「楽しい授業・インパクトのある授業」を実践し、学習内容の“印象づけ”が図られれば、自然科学に関する知識や技能、思考力を問う定期試験の正答率を向上させることがわかった（図2）。

テストの問題が解けるには、普段の授業がどれくらい大切だとあなたは感じていますか？

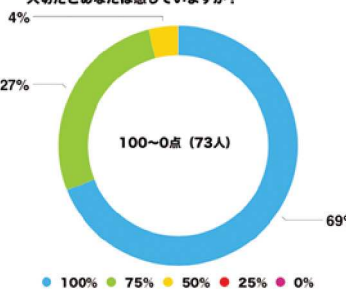


図1：アンケート結果

生涯の成分とそれとはらき(4問) 授業をとり入れるしくみ(4問)
心算のつくりとはらき(5問) 授業分の吸収(4問)
テンションとブドウ糖の大きさ(2問)



図2：授業の印象度と定期試験正答率の関係性

合同『学び合い』によるカリキュラムマネジメント

金沢市立高尾台中学校 教諭 前田 一樹
金沢市立高尾台中学校 教諭 小池 洋司

3年前に、『学び合い』の考え方による授業実践に出会い、昨年『学び合い』による授業づくりを提唱しておられる上越教育大学西川純教授のもとを訪れました。そこで、合同『学び合い』の研究を提案され、合同『学び合い』を2年間にわたり実施しました。合同『学び合い』とは、複数クラスによって行われる『学び合い』の事であり、複数という言葉には、同一教科異学年、同一学年異教科、異教科異学年など色々な組み合わせがあります。合同『学び合い』を行う理由は2つあります。

1つ目は、平成27年9月14日に行われた中教審の初等中等教育分科会で発表されたカリキュラムマネジメントの考え方です。カリキュラムマネジメントの側面の1つに「各教科等の教育内容を相互の関係で捉え、学校の教育目標を踏まえた教科横断的な視点で、その目標の達成に必要な教育の内容を組織的に配列していくこと」があります。単一教科での学びから、教科横断的な視点で勉強することが、合同『学び合い』で実現できるからです。

2つ目は、単級クラスで起こる『学び合い』の問題を解決することができるからです。『学び合い』ではその性質上クラス内にいくつものグループが形成されます。しかし、そのグループメンバーの固定、教える、教わるの関係が固定されると『学び合い』の質は低下していきます。異学年での合同『学び合い』は教える、教わるの関係を再構築させる働きがあり、新たな人間関係を構築することができるため『学び合い』がより活性化することができます。異教科での『学び合い』は、既習事項と予習事項の確認ができることにより、単一教科、単一学年の時よりも教科の横断になり、学びの幅が広がると考えられます。合同『学び合い』の最大の利点は、学級、学年の垣根を越えた部活動的人間関係の形成を促進させることができることです。

本研究は昨年度、今年度の2年間合同『学び合い』を実施した成果と課題です。本実践により、効果的な合同『学び合い』の在り方を提案することができました。また、多くの解決しなければならない課題も見つかりました。本研究で得られた課題と成果を今後の『学び合い』授業実践につなげられるよう日々取り組んでまいります。



金ナノ粒子を題材とした探究型授業の実践研究

石川県立工業高等学校 教諭 長田 英史

金ナノ粒子は、透明感にあふれた赤色に発色し、バルク(かたまり)の金が発する黄金色とは全く異なった色合いを呈しており、同じ金でありながらもその色彩の違いは非常に興味深い。また、金箔は地元金沢の特産品であることから、そのような金を題材とすることは、学習の動機づけにもつながると考え、本実践研究に取り組んだ。

1年生では、科目「工業技術基礎」の中に、探究心を育むことをねらいとして、金ナノ粒子の合成実験を位置づけた。実験では、安全に注意しながら、教え過ぎず自由に実験させ、色の変化を観察した。そして、実験全般を通して感じた疑問を書き出し、全体で共有することで、探究型学習に対して興味が高まるよう工夫した。合成方法は、高校の実験室でも比較的簡単に行うことができるクエン酸還元法で行った。

2年生では、学校設定科目「工業技術探究」において、金ナノ粒子を題材とした研究テーマを設定し、課題解決に向けた探究活動を行った。ここでは、主に探究の技法(①テーマと課題の設定、②課題の分析と実験計画、③実験とその結果の考察、の3つのプロセスを繰り返すこと)の習得をねらいとした。この探究活動を通して、観察やデータに基づいて思考すること、根拠や理由を明確にして結果を考察すること、再現性を確認すること等、科学的な見方・考え方の育成を目指した。

3年生では、科目「課題研究」において、金ナノ粒子を染色用色材として活用した作品づくりに取り組んだ。使用する繊維素材を実験に基づき選定した。試行錯誤の結果、ろうけつ染の技法を用いて、金ナノ粒子で染色した絹ののれんを制作することができた。

本研究で取り組んだ学年に応じた探究活動を継続的に実践することにより、新学習指導要領が求める主体的・対話的で深い学びを実現しながら、科学的な見方・考え方を身につけた地域産業に貢献できる人材の育成を図っていきたい。



図1 金ナノ粒子の合成



図2 金で染色したのれん