

平成 30 年度スーパー・プロフェッショナル・ハイスクール研究実施報告（第 3 年次）（概要）

1 研究開発課題名	
<p>・次世代テクノロジストの育成 (Development of The Next Generation Technologists) ～成長産業・新技術の開発に挑戦する、ものづくりスピリットをもつ若者の育成～</p>	
2 研究の概要	
<p>（１）航空宇宙産業の今後の発展を担うことができる生徒の育成 航空宇宙産業への興味・関心を喚起し、航空機製造の作業工程に必要な専門的知識・技術を習得する。これにより、本県はもとより我が国の基盤産業となる航空宇宙産業の発展を支えることができる技術者を育成する。</p> <p>（２）情報通信産業の振興を担うことができる生徒の育成 感情認識機能を有するロボットの制御プログラム開発技法を習得し、医療・福祉・教育の分野で活用できるロボットのプログラム開発を行う。さらに、インターネットに接続したり相互に通信させたりする(※)ことなどを通して、自動認識や自動制御を行う技術を習得するなど、将来、本県の情報通信産業の振興を担うことができる技術者を育成する。(※) IoT:Internet of Things の実現</p> <p>（３）社会に変化をもたらすようなイノベーションの推進(創出)ができる生徒の育成 もの、仕組みを総合的に捉え、新しい技術や考え方を取り入れた新たな価値を創造する取組を通して、社会に変化をもたらすイノベーションの推進を支える技術者を育成する。</p> <p>（４）将来の地域産業を支える生徒の育成 新たに設立する「岐阜工テクノLAB」で行う地域との連携や協力を通して、地域の課題を発見し、その解決に「ものづくり」の面から主体的に取り組むことができる人材を育成する。</p>	
3 平成 29 年度実施規模	
<p>・全校生徒を対象に実施した</p>	
4 研究内容	
○研究計画（指定期間満了まで）	
第 1 年次	<p>（１）航空宇宙産業の今後の発展を担うことができる生徒の育成 ①基礎実習を行うために必要な実習環境の整備 ②航空機部品の製造加工(基礎実習)のカリキュラムと実習教材の開発 ③海外研修の実施 ④岐阜工業版デュアルシステムの開発</p> <p>（２）情報通信産業の振興を担うことができる生徒の育成 ①感情認識ロボットを活用したロボット制御プログラムの開発 ②ICTを活用した教育環境の整備と生徒が主体的に学び続ける学習システムの開発</p> <p>（３）社会に変化をもたらすようなイノベーションの推進(創出)ができる生徒の育成 ①生徒の創造性を高める手段としてプロジェクトマッピングを実施</p> <p>（４）将来の地域産業を支える生徒の育成 ①「岐阜工テクノLAB」の設立検討会を開催</p>
第 2 年次	<p>（１）航空宇宙産業の今後の発展を担うことができる生徒の育成 ①応用実習を行うために必要な実習環境の整備 ②応用実習のカリキュラムと実習教材の開発 ③岐阜工業版デュアルシステムの開発</p> <p>（２）情報通信産業の振興を担うことができる生徒の育成 ①感情認識ロボットを活用したロボット制御プログラムの高度化 ②ICTを活用した教育環境の整備と生徒が主体的に学び続ける学習システムの開発</p> <p>（３）社会に変化をもたらすようなイノベーションの推進(創出)ができる生徒の育成 ①生徒の創造性を高める手段としてプロジェクトマッピングの取組みの拡充 ②県内他のSPH指定校との協働開発と発表会の支援</p> <p>（４）将来の地域産業を支える生徒の育成 ①「岐阜工テクノLAB」の活動を推進</p>
第 3 年次	<p>（１）航空宇宙産業の今後の発展を担うことができる生徒の育成</p>

<p>①応用実習を行うために必要な実習環境の完成 ②応用実習のカリキュラムと実習教材の開発 ③岐阜工業版デュアルシステムの充実</p> <p>(2) 情報通信産業の振興を担うことができる生徒の育成</p> <p>①医療福祉分野へのロボット制御技術の活用 ②ICTを活用した教育環境の整備と生徒が主体的に学び続ける学習システムの開発と検証</p> <p>(3) 社会に変化をもたらすようなイノベーションの推進(創出)ができる生徒の育成</p> <p>①生徒の創造性をより高める手段としてプロジェクションマッピングにおける高度映像技術への挑戦</p> <p>(4) 将来の地域産業を支える生徒の育成(第3年次)</p> <p>①「岐阜工テクノLAB」の活動を定着化</p>

○平成 30 年度の教育課程の内容

・別紙(平成 30 年度教育課程表)参照

○具体的な研究事項・活動内容(平成 30 年度)

(1) 航空宇宙産業の今後の発展を担うことができる生徒の育成

本県の航空宇宙産業の発展を支えることができる人材を育成することを目的にした「モノづくり教育プラザ」2期工事を進めるために、平成 29 年度に県内の航空宇宙産業関連企業から、工業高校生に求める力についてヒアリングした内容を検討し、具体的な実習内容、施設設備を決定した。既存の施設設備でも実施可能な実習内容については、本年度において実施し、航空機製造工程の基礎から応用までの段階的な学習を目指し、航空機産業に携わる人材育成を図った。

①応用実習を行うために必要な実習環境の整備

県内関連企業から求められた 生徒の資質・能力のポイント	モノづくり教育プラザ 設備	
	1号館(H29年4月開所)	2号館(H31年4月開所予定)
航空宇宙産業への興味関心	・小型航空機	・県内航空機産業の紹介ブース ・小型航空機(追加)
デジタル設計・製造技術	・マシニングセンター	・CAD/CAM システム ・小型切削加工機
確かな技能(加工・測定)	・万能試験機 ・リベット用空気圧設備 ・絞り機	・航空機エンジン ・測定器具 ・硬さ試験機(試料研磨機含む)

②航空機製造に関わる実習カリキュラム開発と航空機製造一連工程実習の構築

航空機製造の一連の各工程の理解や技能の習得を目指し、県内航空機関連企業5社から合計 27 時間の指導を受け、平成 29 年度に開発した航空機翼を想定した教材を、更に設計要素を導入しブラッシュアップを図った。また、3年間の研究を踏まえた、平成 31 年度「航空・機械工学科群」入学生における航空機に特化した科目等の履修計画(航空機関係抜粋)を以下に示す。

学年	科目等	内容
1	「実習」(航空機)	実機と紙飛行機による航空機の仕組み
2	「実習」(原動機)	レシプロエンジンの分解と原理
	「実習」(CAD/CAM)	CAD/CAM から小型加工機による加工
3	「航空工学基礎」(学校設定科目)	航空機の歴史や、飛行原理・構造など
	「実習」(マシニングセンター)	3DCAD/CAM からマシニングセンターによる加工
	「実習」(リベット)	リベットによる航空機の組立て
	「実習」(材料試験)	航空機に実際に使用されている材料の特性
	「実習」(航空機エンジン)	ジェットエンジンカットモデルによる原理など
	「実習」(航空機整備)	実機を使用した航空機整備
	「実習」(測定・検査)	航空機用図面表記とその測定及び非破壊検査
	「課題研究」(航空機製造一連工程実習)	航空機翼の一部を想定した課題による一連工程作業

③岐阜工業版デュアルシステムの開発

・本年度のリベット実習(2年生)、CAD/CAM・MC・レーザー加工応用実習(3年生)及び、航空機製造体験

研修(2・3年生希望者)において、外部の熟練技能者の指導を受けて実施した。また、これとは別に、航空機産業へ就職する3年生を対象にリベット実習冬季講習を行った。

- ・仕事に必要な実践的な力をより身に付けるために、航空機関連就職内定企業へ生徒が出向き、CAD の講義を受けるとともに、CAM とマシニング加工を学校にて行う課題を企業ニーズに合わせて設定した。
- ・卒業生を招き、その企業に就職内定者等を対象に 3DCAD/CAM 講義を行った。

●評価について

3年間にわたり、下記の項目により3年生にアンケート形式で意識調査をした。航空機産業に関する具体的な職種を、実習を通じてイメージできるようになり、その上で、興味をもった生徒が航空機産業への就職を希望した。次のステップとして、身に付けた知識等を生かして、「ものづくり」までを行い、さらなる技能の定着を図る工夫をしていきたい。

項目(一部抜粋)	H28	H29	H30
航空機産業の職種の内容を説明できる(パイロット・整備士以外)	12%	40%	60%
航空機に興味・関心を持っている	20%	24%	35%
航空機産業に就職希望である	25%	25%	38%

リベット実習には、平成 29 年度より2年間にわたり熟練技能者の方に指導をサポートしていただいた。平成 29 年度と平成 30 年度の生徒に身に付いた技能レベルを比較したところ、平成 30 年度は課題の評価基準のレベルを平成 29 年度より引き上げたにもかかわらず、指定した範囲内で作業する生徒が多く、技能が向上したと評価した。熟練技能者の方とのチーム・ティーチングにより、教員の指導力も増していることが目標到達への大きな要因であると考え。今後も、教員間での研修を行って教員のスキル向上に努めていく。

【発展的な学習につながる支援】

- ①本県主催の「第3回全国人工衛星・探査機模型製作コンテスト」に、航空宇宙について学ぶ、機械系学科以外の生徒も参加して製作した。(コンテストの結果は3月)
- ②本事業の取組を経験して航空機関連企業に就職し、さらに「岐阜かかみがはら航空宇宙博物館」のボランティアとして、展示物の説明等を行っている卒業生に、同博物館にて実施した成果発表会において、航空機産業の魅力などを講話していただいた。

(2) 情報通信産業の振興を担うことができる生徒の育成

他校や外部機関との連携により、クライアントを意識したロボットアプリ等の開発を通して、生徒のコミュニケーション能力やプログラミングスキルの向上、課題解決に主体的に取り組む姿勢を育成することを目指した。

また、3年間を通して、出前授業など外部に情報発信する機会を多く設け、高校で身につけた確かな技術を他者に分かりやすく、楽しく伝える工夫をした。校内でもPRや発表の機会を設けることにより、コミュニケーション能力の育成を図った。

①感情認識ロボットを教材として使ったロボット制御プログラム及びアプリの開発

- ・月に数回(年間 50 時間以上)の関連企業の指導を受け、ロボット制御プログラムについて学習し、感情認識ロボットにて簡単にプログラミングできる方法(GUI)などについて、地域の小学校への出前講座を実施した。また、特別養護老人ホームにて、使用者を意識したアプリの提案をして、ニーズに応じた改善を繰り返しながら開発した。
- ・ロボット単体の機能だけでなく、IoT 化として WiFi による住宅模型の照明制御をロボットを通して行った。これを汎用化させることにより、他の家電製品の制御や空調機器の制御を行うなど、さらに発展させることができる。

②タブレットアプリの開発

- ・月に数回(年間 30 時間以上)の関連企業の指導を受け、岐阜県立岐阜盲学校で学習支援教材として使用できる6つのアプリを開発し提供した。また、デジタルコンテンツ配信サービスにて公開することにより、広く普及を図るとともに、利用者からの評価を改善につなげることができた。

③ICTを活用した教育環境の整備及び生徒が主体的に学び続ける学習システムの開発

- ・実習室内のどの教室からもタブレットによりファイルサーバにアクセスでき、生徒間での資料共有や、実習報告書の提出に使用することができるなど、ICT 機器のハードウェア整備と活用を推進した。
- ・同じ教師が関連する実習を連続して担当することにより、生徒の理解度を適切に把握し、確実に知識と技術を習得させる「My Teacher 制」を、電子科の実習で取り入れ、ルーブリックによる評価やワークシートの統一化など一貫性を持たせた実習を実施した。これにより生徒の理解もスムーズであり、これまで以上の理解が得られた。

・右図は各研究年度と各学年の IoT に関する実習実施時間数である。研究初年度は実施時間が少なかったが、初学者でも分かりやすいビジュアルプログラミングを取り入れるなどして、IoT に関する実習実施時間数が増えた。これ以外にも部活動や課題研究でも実施しており、IoT に関してより身近に学ぶことができたと考えられる。

	1年	2年	3年	合計
H28	0	3	21	24
H29	10	9	9	28
H30	20	18	21	59

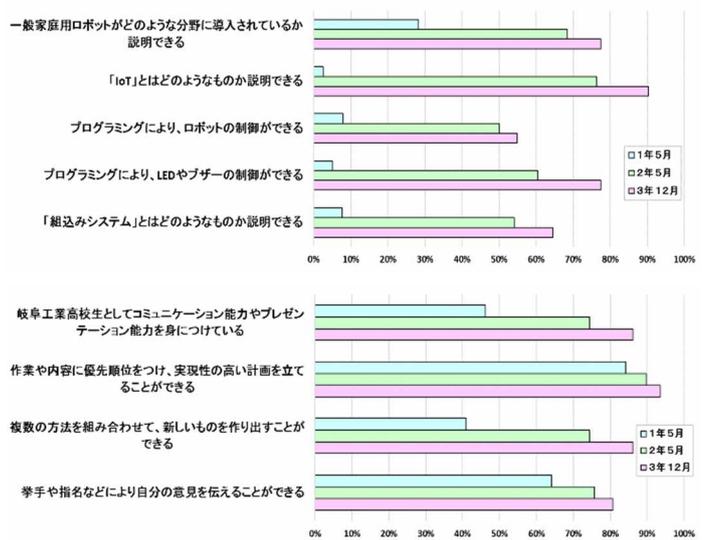
●評価について

ルーブリックによる評価やポートフォリオの実践を積み上げ、生徒が自分自身の成長を「見える化」できるとともに、定期考査の結果から定着度を数値化するなどして、教員の主観に依りがちであった評価の客観性を高めた。下記にルーブリックと評価の例を示す。

単元名		感情認識機能を有するロボットの制御プログラム開発技法の習得					
評価の観点	関心・意欲・態度	思考・判断・表現		技能		知識・理解	
評価項目	ロボットへの関心	ロボットの課題	創意工夫	開発環境の使い方	グループワークへの積極的な取り組み	論理的思考	ロボットの意義や役割
A：十分満足できる	ロボットのしくみやふるまいにも興味を持ち、グループのメンバーや指導者に積極的に発言できる	アプリ開発を通して課題を発見し、解決しようとする	他者と協力して創意工夫を凝らしたアプリ開発ができる	積極的に使用し、他者に教えることができる	他者の意見を尊重し、グループとして活気があり意見交換ができる	アプリ作成について他者に教えてながら作成できる	将来のロボットとの共存について考えることができる
B：おおむね満足できる	技術的な側面からロボットに興味を持ち、グループワークに参加できる	アプリ開発を通して課題の発見ができる	自分の意見を尊重し、創意工夫を凝らしたアプリ開発ができる	基礎的な操作ができる	教職員の助言のもとに積極的なグループワークができる	ボックスやタイムラインを順序立てて考えることができる	ロボットの意義や役割について、身の回りのもので考えることができる
C：努力を要する	ロボットに関心を持つことができない	課題を見つけることができない	他者の真似が多く、創意工夫が見られない	他者に聞くことが多く、開発手法が習得できていない	特定の生徒や個の意見のみとなり、グループワークが不十分である	論理的思考ができず、自分の力だけでアプリが作成できない	意義や役割について考えることができない
教員評価	A 70% B 30% C 0%	A 70% B 30% C 0%	A 60% B 35% C 5%	A 54% B 43% C 3%	A 35% B 62% C 3%	A 38% B 54% C 8%	A 70% B 22% C 8%

右記のロボットに関する意識調査では、研究を進めるごとにロボットに関して理解を深めている生徒の割合が増えたのが分かる。さらに組み込みシステムやそれに付随する電子デバイス(LED やスイッチなど)への理解が深まっている。これは、電子通信分野で学ぶ者にとっては不可欠な要素であり、研究成果の一つであると考えられる。

平成 29 年度の反省からコミュニケーション能力のさらなる育成が課題であったため、学科内でポスターを制作し、研究の様子を分かりやすく伝えたり、実習報告についての面談を実施した。一方で、コミュニケーションの大切さをアイデアソンやブレインストーミングを通して実感することにより、コミュニケーション能力向上が見られた。その結果、右グラフのように学年が進むにつれて、肯定的な評価をした生徒の割合が増えた。しかしながら、共通教科教員からの評価には差が見られるため、この評価が高くなるように引き続き取り組んでいきたい。



【発展的な学習につながる支援】

IoT やロボット、タブレットアプリ開発の基礎について、生徒が学ぶ機会を整備できた。課題研究や部活動を通してこれらをベースにした高度技術の習得が見込まれるが、教員のスキルアップとともに、外部人材を効果的に取り入れ、先端技術を学べる環境の整備を進めていく必要がある。

(3) 社会に変化をもたらすようなイノベーションの推進(創出)ができる生徒の育成

指定1・2年目で培ったワーキンググループ構成力や、プランの実行力をもとに、より高度な課題解決を行う

プロセスを通じてより広範な工業分野、またそれとは異なる分野と積極的に関わり、新たな課題を自ら発見できる生徒を、映像技術や、新技術の開発を通して育成する。

①CG 技術の産業分野への転用開発

- ・3D スキャンで得た 3D モデルを 3DCAD 上で編集可能なデータに変換し、そのモデルをもとに金型製作に結びつけるなど、あらゆる形状のモデリングを可能とした。

②CG 技術の巨大なチームワーキング

- ・3D スキャンモデルとフルスクラッチモデルとの融合を行い、すべての学科が参加して学校案内パンフレットなどの広報媒体を、商業ベースモデルと遜色ない完成度で作成した。

③CG 技術のより高度な技術開発

- ・動体に投影するプロジェクションマッピングの開発を行い、成果発表会など随所で披露した。

●評価について

プロジェクションマッピング等の製作においては、チーム内やクライアントとの協働が欠かせない。これらのチーム構成員推移を以下に示す。(4段階評価 4が最も良い)

項目	H28 生徒 自己評価	H28 教員 評価	H29 生徒 自己評価	H29 教員 評価	H30 生徒 自己評価	H30 教員 評価
チームの構成員・バランス	3.6	3.6	3.7	3.7	3.8	3.8
チームにおける個々の自覚力	2.9	2.8	3.5	3.5	3.6	3.6
集団での討議能力	2.2	2.2	3.4	3.1	3.4	3.3
チームの作業実行能力	3.1	3.1	3.9	3.9	3.9	3.9
互いのウィークポイントの観察力	2.9	2.8	3.3	3.2	3.4	3.4
相互補充力	2.9	2.8	3.4	3.4	3.5	3.6

3年間の推移において、徐々に評価値の上昇が確認できる。課題解決に向けたチームでの協議や改善のPDCAサイクルがより多く生徒間で共有されたことが、良い結果となったと考えられる。技術を身に付けた集団のレベルと、討議力などとの間に相関関係があるという観察結果から、課題のレベルに応じてどのようなスキルが要求されるチーム構成をすべきか、生徒間で理解され、効率よく運用された。

動体へのプロジェクションマッピング開発の生徒らの取り組みについては、前2年間で身につけた力が如何なく発揮されたと評価でき、C 言語や新たなプロトコルを取り入れた新たな技術の創造につながった。生徒らはアンケートの中で、「後輩に受け継ぐべき技術」ととらえる者が90%に上り、その要因として「取り組んできた学習の有用性」「技術教育を学ぶ意味や醍醐味」「未踏技術開発の重要性」などとあげる者が多かった。

【発展的な学習につながる支援】

CG の製作には、数学的なアルゴリズムで高効率化できる手法を発見する生徒が現れ、スクリプト学習へ発展した。さらに未学習のコンピュータ言語を学習する支援を教員が行うことにより、新しい映像を作り出すこともできるようになった。これらの成功体験を踏まえ「さらに高度なアルゴリズムを学習したい。そのために進学を検討する」などの意識の高揚も見られた。

(4) 将来の地域産業を支える生徒の育成

「岐阜工テクノLAB」は、生徒主体の様々な活動を推進するために設置されたチームであり、生徒が主体的な活動を行う団体として生徒会をはじめ、各部活動など様々である。それぞれが学ぶ専門分野の特徴を生かし、異分野との交流から知識・技能を融合し、課題の発見から解決までを実践するテクノロジスト育成のテストフィールドとすることが目的である。

①「岐阜工テクノLAB」の各種活動

- ・岐阜かかみがはら航空宇宙博物館での成果発表会の運営を行った。
- ・小学校への出前授業や地元の笠松町との連携による各種活動を行い、複数学科の生徒が専門性を生かしあって活躍できる場をもたせることができた。

②スーパーハイスクールセッションに参加

- ・昨年度に引き続き、本県のSSH、SGH、SPH 指定校等から生徒が集まり、グループで議論して、岐阜県内の地域の活性化に繋がる課題発見から事業展開の提案までを生徒が主体となって行った。

●評価について

生徒アンケート等より、「イベントについて積極的に参加したい」などの回答が多数あったが、「運営を行いたい」「自らの企画を反映したい」「チームの調整役を行いたい」などの、より具体的かつ積極的な希望をもつ生徒が増えた。これらは、岐阜かかみがはら航空宇宙博物館で開催された成果発表会で、受付業務や来客

のアテンド、特色あるワークショップの運営、司会進行や機器操作などの運営にまで及ぶ活動からも見る事ができた。当日、約 3000 人の来場者から得られたアンケートからも、「運営が素晴らしい」「SPH の内容に興味を持った」「今後の活躍に期待させられる出来」などの声が寄せられ、外部からの評価としてはこの3年間で最も満足できる内容となった。

【発展的な学習につながる支援】

全8学科にわたるコンソーシアムを構成し、地域住民とのコミュニケーションや協働体験をつくる笠松町連携事業「地域交流拠点づくり・まちの駅」に参画し、生徒主体により運営した。

5 研究の成果と課題

「岐阜県成長・雇用戦略 2017」における、次世代型産業向け人材の育成においては、特に航空宇宙産業、IoT 分野において、育成すべき人材の具体像と地域のニーズを緊密にマッチさせている。本事業を推進し、以下のような成果を得ることができた。

【学びの成果をより進化させようとする人材】

航空機製造に係る知識・技能を生かして、製作した航空機部品の力学的解析、さらにその結果から得られる翼断面形状の最適化など、大学レベルの工学を、自ら学習する生徒が現れた。

【主体的な学びを通じた課題発見を行い、その課題解決の手法開発に取り組む人材】

地域の実態を捉えるため、人口の動向などの各種の統計データから散布図を作成するなど、数理的な分析をしていく手法の利用で、合理的かつ論理的に課題を発見する能力や姿勢が身に付いた。

【コンソーシアムやワーキンググループを活用したコミュニケーション力の向上】

医療・福祉業界や特別支援学校との協働作業において、弱視や難聴などの方との意思疎通を行いながらアプリ開発まで行ったことにより、コミュニケーション能力が向上し、本事業における大きな成果となった。

(実施上の問題点と今後の課題)

- ①航空機における実習では、より企業現場に近づけた高度な部品設計、製造に対応できる技術者や技能者の育成を目指すことのできるカリキュラムや教材を構築できたが、これらの技能レベルの評価基準の見直しや、組立てや機体・エンジンの整備などの、より航空機業界の実情に合わせた拡張を行う必要がある。
- ②外部の機関と多くの共同開発等に取り組んできたが、テストフィールドの構築を自ら行い、PDCAサイクルを繰り返すことにより、使用者を知る機会を増やすなどの、人材育成プログラムのブラッシュアップを図ることが必要である。
- ③合理的かつ論理的な手法で、課題の発見ができる力を持った生徒を、今後も増加させることのできる方法を検討し実践を深める。

(研究成果の普及方法)

- ①航空宇宙産業への興味付けは、関連企業への就職につながるかが重要な鍵であると考えられる。今後も、航空機製造体験研修への運営協力・生徒参加などを通して、岐阜工業高校生のみならず、県内の工業科をはじめとした多くの高校生にも航空機製造に興味を持てるような取組を進めていきたい。
- ②アプリやレーザーカッター、CG 作成の手法は、公開と共有を積極的に行うことで、他校においても独自のカスタマイズが可能であり、新たな学習フィールドの創造に繋がると考えられる。
- ③地域のお祭りに参加したワークショップなどの各種イベントでは、コミュニケーション能力が不可欠であり、一般の方や小中学生とのふれあいによって、達成感が得られる傾向が強い。特に他団体や他校、または異分野との協働などは効果的であり、今後共同企画において、生徒自身が運営に携わる機会を増加させたい。

【テクノロジスト育成のための重点的課題】

これまでの研究過程で、教員や外部の方からの評価、生徒の活躍や活動などの実績から、本事業の目標はおおむね達成できたと考えるが、さらに高度なテクノロジストの育成を目指すために、次の点に注力する。

- ①ものづくりの観点からプロトタイプや製品の完成を通して、納期や期限、要求される性能などを理解し、常に最善の方法を模索する姿勢を育成すること。
- ②評価の信頼性を高めるため、客観的で合理的・理論的な評価の分析手法を深化させ、学校外からの評価を高めること。
- ③生徒の活動を積極的に広報して、自己実現の成就や学びの意識の高揚および地域理解の向上に結び付けること。