

第3章 研究開発の内容

第1節 科学探究型人材育成に向けた学校設定科目の全分野への派生

第1項 神戸サイエンス①

担当：受川 達也

実施時期：平成30年4月～平成31年3月 場所：本校理科実験室・コンピュータ教室
対象生徒：入学時理系希望1年次123名（10クラス展開・理科教員5名で担当）
教科：理科 単位数：1単位

1.研究開発の経緯と目的

国際都市、先進医療都市として発展してきた神戸市には多数の企業・大学等が立地し、人材が集まっている。神戸市が持つこの地域特性を『多彩な知の資源』として最大限に活用し、国際感覚にあふれ、専門的に深く追究する探究心と分野横断的に知識を活用する創造性を併せ持った探究型人材を育成することを研究開発の目的としている。

本校では、第1期に理科・学校設定科目「特別科学探究（SSR）」の開発に取り組んだ。その成果を踏まえ、研究開発の目的を具現化するため、理科に学校設定科目「神戸サイエンス①」を第2期より開講した。

2.仮説

神戸の街と連携した単元を開発し、繰り返し探究活動を取り入れる。また、探究活動により得られた結果はポスターにまとめ、発表する。その結果、生徒は探究する力や発表する力が身に付くとともに、意見交換を経て広い視野を持った探究型人材を育成することができると考えた。本事業により、育むことができる力は以下の通りである。

	課題 設定力	企画 協働力	論理 考察力	自己 学習力	表現理解力		ICT 活用力
					発表	質問	
仮説	○	○	○	○	○	○	

3.研究内容・方法

第1期で取り組んだ生命科学の内容に加え、神戸市が策定する「神戸2020ビジョン」の施策に基づいた、環境保全、街づくり、ものづくりを柱として、神戸市の支援のもとカリキュラムを開発した。今年度は4つの単元とプレ課題研究でカリキュラムを構成し、各単元に「目的→方法→結果→統計→考察」の流れを必ず取り入れた。次年度開講する「神戸サイエンス②」と合わせ、4つの柱を網羅する。なお、カリキュラムに関連させ、課外活動として連携機関訪問や研究者等を講師とした特別講義も実施した。具体的な内容を以下に示す。

月	テーマ	目的	主な内容
4月	プレ 課題研究	探究の流れを知る	オリエンテーション 探究とは
	生命科学 ①	フィールドワークの方法を理解する ポスター発表の方法を理解する	ロクアイタンポポの基礎知識 フィールドワーク実践(コドラート法) フィールドワークの結果を用いた発表
6月	プレ 課題研究	テーマを設定し、テーマに基づいた知識を身につける	班編成 テーマに基づく先行研究調査

7月	プレ課題研究	テーマを設定し、テーマに基づいた知識を身につける	テーマに基づく先行研究調査
8月	夏休み課題	プレ課題研究のテーマに基づいた知識を身につける テーマに応じたプレゼンを作る力を身に付ける	プレ課題研究における先行研究調査 「海の宝コンテスト」プレゼン作成
9月	環境保全①	環境汚染調査の方法を理解する 口頭発表方法を理解	国内における環境汚染の歴史 水質汚染調査方法の基礎知識 身近な水を用いた水質調査実践
10月	環境保全②	神戸における水質保全の取組を理解する	神戸市の下水処理の仕組み 水質汚染に関する調査結果を発表
11月	プレ課題研究	プレ課題研究のテーマに基づいた実験を行う	実験計画を立てる 実験を進める
12月	ものづくり	力学を理解し、バイクキットを用いた組立に応用する力を身につける	力学の基礎・演習(運動方程式・力のモーメント・剛体のつりあい・重心)
1月			バイクの組立 バイク走行コンテスト
2月	プレ課題研究	PCを用いてポスターを作成する方法を理解する研究内容を相手に分かりやすく伝える力を身につける	プレ課題研究の結果を用いてPCでポスターを作成する プレ課題研究発表会

プレ課題研究に取り上げたテーマ

1	パブリカのビタミンC	2	石鹼と界面活性剤	3	単振り子による重力加速度測定
4	表面張力と温度の関係を探る	5	肝臓に及ぼすアルコールの影響	6	殺菌・消毒の効果の検証
7	酸性雨に対する土壌の緩衝作用	8	自宅周辺の未来人口を予想しよう		

「神戸サイエンス①」は教育課程の特例を用いて、保健体育科「保健」の単位を減じて開講している。「保健」における「社会生活と健康」から環境汚染に関する健康課題を取り上げ、科学的に思考・判断する探究活動を実施した。さらに履修生徒を含む全校生徒のうち希望生徒を対象に、課外活動として東水環境センターにて水質保全に関する特別講義を実施した。

カリキュラムに関連させ、課外活動として実施した特別講義の連携先と内容は右表の通りである。

テーマ	連携	内容
生命科学①	人と自然の博物館	講義・フィールドワーク
環境保全②	東水環境センター	講義
ものづくり	川崎重工	講義・博物館見学

4.検証

成果を検証するため、6つの力のうちのどれが向上したかを問うアンケートを実施した。生徒103名が各力に対して向上したと思うと回答した割合は以下の通りである。

	課題設定力	企画協働能力	論理考察力	自己学習力	表現理解力		ICT活用能力
					発表	質問	
検証	80%	88%	76%	75%	79%	60%	42%

仮説で設定した項目について向上したと答えた割合が60%を超える結果となった。昨年度は4単元＋プレ課題研究を行っていたが、今年度は3単元＋プレ課題研究に変更したことにより1つの単元についてより深く学べるようになったため、このような結果になったと考えられる。来年度は質問の力がより向上出来るよう授業展開の中にさらなる工夫を行っていかねばならないと考えている。

3.1.2 神戸サイエンス②

担当：釜谷 尚史

実施時期：平成30年4月～平成31年3月 場所：本校理科実験室・コンピュータ教室
 対象生徒：入学時理系希望2年次124名（7クラス展開・理科教員3名で担当）
 教科：理科 単位数：1単位

1.研究開発の経緯と目的

国際都市、先進医療都市として発展してきた神戸市には多数の企業・大学等が立地し、人材が集まっている。神戸市が持つこの地域特性を『多彩な知の資源』として最大限に活用し、国際感覚にあふれ、専門的に深く追究する探究心と分野横断的に知識を活用する創造性を併せ持った探究型人材を育成することを研究開発の目的としている。

本校では、第1期に理科・学校設定科目「特別科学探究（SSR）」の開発に取り組んだ。その成果を踏まえ、研究開発の目的を具現化するため、昨年度に理科の学校設定科目「神戸サイエンス①」を開講した。今年度は「神戸サイエンス①」の継続科目として「神戸サイエンス②」を開講した。

2.仮説

神戸の街と連携した単元を開発し、繰り返し探究活動を取り入れる。また、探究活動により得られた結果は、ポスターやスライドにまとめ、発表する。その結果、生徒は探究する力や発表する力が身につくとともに、意見交換を経て広い視野を持った探究型人材を育成できると考えた。本事業により、育むことができる力は以下の通りである。

	課題 設定力	企画 協働力	論理 考察力	自己 学習力	表現理解力		ICT 活用力
					発表	質問	
仮説	○	○	○	○	○	○	○

3.研究内容・方法

第1期で取り組んだ生命科学の内容に加え、神戸市が策定する「神戸2020ビジョン」の施策に基づいた、環境保全、街づくり、ものづくりを柱として、神戸市の支援のもと「神戸サイエンス①」を開発した。昨年度の検証結果より、今年度は以下の点を踏まえたカリキュラム開発を行った。

- ・各単元に「目的→方法→結果→考察」の流れを必ず取り入れる
- ・単元の終わりには必ず振り返りを取り入れ、次の単元に繋げる場を設ける
- ・発表経験の機会を増やすため、単元毎の発表は個人、プレ課題研究の発表はグループ発表とする
- ・単元に割り振る時間は「神戸サイエンス①」より1、2時間多い5、6時間とする。増加分で振り返りや統計処理の学習を入れる

昨年度開講した「神戸サイエンス①」と合わせ、4つの柱を網羅した。具体的な内容を以下に示す。

月	テーマ	目的	主な内容
4月	プレ課題研究	プレ課題研究の見通しを持つ	オリエンテーション 予定確認・班編成・テーマ設定
	街づくり①	神戸の自然災害を理解し、街づくりに応用する	神戸の自然災害基礎知識 建物模型「紙ぶるる」実験
5月	プレ課題研究	テーマ設定し、知識を身につける	テーマ設定・先行研究調査

6 月			
	街づくり①	統計を理解する PCによるレポート作成法を身につける	統計分析 PC を用いたレポート作成
7 月 ～ 10 月	プレ課題研究	テーマに基づいた実験を行う PCによるスライド作成法や発表法を身につける	実験計画を立てる 実験を進める PC を用いたスライド作成 研究成果口頭発表
11 月 12 月	生命科学③	灘の酒作りを理解し、発酵を促す条件を探究する力を身につける 研究を相手に伝える力を身につける	飲酒に関する健康課題 発酵の基礎知識 灘の酒作りの歴史・酵母の観察 発酵を促す条件探索実験 統計分析・紙上スライド作成
	ものづくり①	ゴムの性質を理解し、ゴムの弾性に関わる要因を探究する力を身につける 研究を相手に伝える力を身につける	ゴム基礎知識・ゴムの歴史 ゴムの弾性に関わる要因探索実験 統計分析・紙上スライド作成
1 月 2 月			

プレ課題研究に取り上げたテーマ

No	テーマ	内容	担当
1	音楽、色彩と集中力の関係	音楽・色によって計算力は変わるのか	岩本
2	運動と指先の温度	運動した際、体温はどのように変化するのか	岩本
3	アントシアニンを用いた pH 指示薬	アントシアニンの色はどう変化するのか	吉岡
4	染め物	染め時間や濃度と染まり具合の関係	吉岡
5	サイコロの出目は本当にランダムか？	サイコロの出目の確率は 1/6 なのか	釜谷

「神戸サイエンス②」は教育課程の特例を用いて、保健体育科「保健」の単位を減じて開講している。「保健」における「喫煙・飲酒と健康」から飲酒に関する健康課題を取り上げ、科学的に思考・判断する探究活動を実施した。さらに履修生徒を含む全校生徒のうち希望生徒を対象に、課外活動として白鶴酒造株式会社にアルコールの科学に関する特別講義を、バンドー化学株式会社にゴムの科学に関する特別講義を実施した。

4.検証

成果を検証するため、6 つの力のうちのどれが向上したかを問うアンケートを実施した。生徒 104 名が各力に対して向上したと思うと回答した割合は以下の通りである。

	課題 設定力	企画 協働力	論理 考察力	自己 学習力	表現理解力		ICT 活用力
					発表	質問	
検証	65%	68%	55%	57%	37%	32%	42%

表現理解力(発表・質問)の結果より、発表や質疑応答する力を伸ばすことは十分にできなかった。発表に関して、「神戸サイエンス②」は 4 単元で構成され、内容をまとめ、発表する機会が限られてしまったことが原因と考えられる。質疑応答に関しても、機会が限られてしまったことと、研究発表を聞くポイントまで十分に指導できず、何を質問すれば良いか生徒任せになってしまった部分が原因と考えられる。今後は、まとめ以外にも意見交換などの機会を発表する機会として捉え、発表する力の向上に繋げていき、質疑応答に繋がる研究発表の聞き方もカリキュラムに取り入れたい。

3.1.3 特別探究①(課題研究の取組や評価方法含む)

担当：釜谷 尚史

実施時期：平成30年4月～平成31年3月

場所：本校理科実験室・コンピュータ教室

対象生徒：総合科学系2年次 54名

1. 研究開発の経緯と目的

昨年度に引き続き本年度についても、研究テーマの設定に当たっては、先輩の研究テーマを継続して取り組む研究を一切禁止し、全ての研究班に対して研究テーマを生徒が主体的に考えるよう指導して課題研究に取り組んだ。

本事業では、課題研究に取り組むことにより、仮説を設定して論理的に研究を進める能力を育成するとともに、研究成果の発表などを通して表現する能力を身に付けることを目的としている。1年次の総合科学系HRでテーマ設定を行い、2年次では「サイエンス英語①」と連携しながら研究を進めた。3年次の「特別探究②」で論文及び、プレゼンテーションの作成へと繋げる科目である。

2. 仮説

テーマの設定において生徒の自主性を尊重することで、積極的に研究に取り組む姿勢を育成できる。また、研究では教科書に捉われない幅広い知識が必要なことから、得られた知識をさまざまな場面に活用できる。さらに、研究の中で新たな問題を発見し論理的に考えて解決に導く力を育むこともできる。加えて、グループで課題に取り組み、議論しながら解決への道筋を立てるといった機会を得ることもできる。その上、研究発表を通して、他校の生徒や地域の方々、大学の教授などとも積極的に意見を交換する場も得ることができる。これらを通して未解明の部分を解明していく態度を養うことができる。本事業により、育むことができる力は以下の通りである。

	課題 設定力	企画 協働力	論理 考察力	自己 学習力	表現理解力		ICT 活用力
					発表	質問	
仮説	○	○	○	○	○	○	○

3. 研究内容・方法

1年次総合科学系HRの時間を用いて、分野分け、テーマ設定、研究班編成を行っている。この流れを引き継ぎ、「特別探究①」を展開した。「特別探究①」は「サイエンス英語①」とともに木曜日の5、6時間目に設定されている。受講生徒を5時間目「特別探究①」6時間目「サイエンス英語①」のグループと5時間目「サイエンス英語①」6時間目「特別探究①」のグループの2つに分けて展開した。なお、今年度から課題研究のテーマに基づき、理科をテーマとする生徒は「理科・特別探究①」として主に理科教員から指導を受け、数学をテーマとする生徒は「数学科・特別探究①」として主に数学科教員から指導を受ける形態を取った。1年次総合科学系HRの計画及び「特別探究①」の年間授業計画を下表に示す。

1年次総合科学系HR及び「特別探究①」の年間指導計画

実施日時・時期	授業内容	既存の科目との関連
平成29年11月	課題研究説明・分野説明・研究したいキーワード調査	1年次 総合科学系HR

12 月	分野希望調査	
1 月	分野決定・研究したい疑問調査	
2 月	テーマ設定・研究班編成	
3 月	先行研究調査	
平成 30 年 4 月	オリエンテーション・研究ノート書き方	総合
5 月～7 月	課題研究・思考整理ワークシートの記入	物理・化学・生物・地学・数学
7 月～9 月	ポスター作成	情報の科学
9 月 28 日	課題研究発表会でのポスター掲示	総合
10 月	ポスター修正・発表練習	情報の科学・総合
11 月 8 日	尼崎小田高等学校との合同中間ポスター発表会(5・6 限連続)	総合
11 月～1 月	課題研究	物理・化学・生物・地学・数学
2 月	研究振り返り・論文序論作成	総合・情報の科学

総合科学系生徒には、3 年次夏休みまでに 1 度は外部の研究発表会に参加することを勧めている。その結果、2 年次は 1 月時点で 19 班中 17 班が外部研究発表会を経験し、うち 5 班は複数回の経験を積んでいる。会の大小に関係なく、大学教授や他校の生徒などと積極的に交流することで、表現・議論・交流・発表する力などを、授業外の時間でも伸ばすことができた。

4. 検証

成果を検証するため、6 つの力のうちのどれが向上したかを問うアンケートを実施した。生徒 54 名が各力に対して向上したと思うと回答した割合は以下の通りである。

	課題 設定力	企画 協働力	論理 考察力	自己 学習力	表現理解力		ICT 活用力
					発表	質問	
検証	87%	72%	65%	65%	67%	39%	59%

6 つの力で 50%以上の生徒が伸長したと実感しているという結果が得られた。1 年次総合科学系 HR の時点から、以下の手続きで生徒に考えさせることを重視する指導を行った結果である。

- ①各自が自然科学に関する興味のあるキーワードを 10 個挙げた
- ②キーワードと関連する分野(物・化・生・地・数)一覧表を参考に、興味ある分野を選択させた
- ③所属分野に関連する疑問を 1 人 5 つ挙げさせた
- ④各分野担当教員と共に③でできた疑問を集め、同じ分野に所属するメンバーと特に興味がありかつ現実可能な疑問を選択し、研究テーマとして設定した

全てにおいて生徒主体で授業を進めてきた。その結果、課題研究に対して意欲が上がり、前向きに研究に取り組む生徒が多い。研究の出来が生徒に大きく委ねられることで、見通しと責任を持って計画的に実験に取り組む生徒も増えた。外部の研究発表会参加を促したことも、研究活動の計画性を向上させる一因になっている。

一方で表現理解力質問の項目で力が伸張したと実感した生徒が少ないという結果も得られた。特に、自ら挙手し、積極的に質問する姿勢には欠けていた。研究発表を聞く際に、何に気を付けて聞くべきかというポイントまで十分に指導できなかったことが原因と考えている。今後の課題は、質疑応答に繋がる研究発表の聞き方をカリキュラムに取り入れていく必要がある。

3.1.4 SSRⅢ(課題研究の取り組みや評価方法を含む)

担当：澤井 梓

実施時期：平成30年4月～平成31年1月

場所：本校理科実験室・コンピュータ教室

対象生徒：総合科学系3年次 43名

1.研究開発の経緯と目的

本校では、第1期において3回、経過措置期間において1回、第2期において1回、計5回「SSRⅢ」の授業を展開した。対象生徒は「SSRⅠ」「SSRⅡ」で研究の基礎を学びながら課題研究を進め、「SSRⅢ」で表現の方法を学ぶ。まず、1年次の「SSRⅠ」で基本的な実験技能とプレゼンテーションの基礎を学ぶ。次に、2年次の「SSRⅡ」ではグループで課題研究に取り組み、様々なイベントでポスター発表や口頭発表を行う。その後、3年次の「SSRⅢ」でこれまでの課題研究の内容の総括となる口頭発表を行い、かつ卒業論文の作成を行う。

科学研究に対するプレゼンテーションや論文を作成するためには、日本語及び、英語でわかりやすい文章を考える力が必要である。対象生徒は総合科学系に所属しており、国公立大学を志望する生徒を除く一部の生徒は2・3年次で国語の授業を履修していない。その中で、論理的に考えてわかりやすく伝える力を伸ばすためにもプレゼンテーションと論文の指導は重要な位置を占める。本事業の目的は、課題研究を通して培った論理的思考力を用いて、研究内容をわかりやすく表現することである。

2.仮説

本事業により、育むことができる力は以下の通りである。

	課題 設定力	企画 協働力	論理 考察力	自己 学習力	表現理解力		ICT 活用力
					発表	質問	
仮説	○	○	○	○	○	○	○

この事業ではグループワーク中心に授業が展開されるため企画協働力が中心的に育つと思われる。また、未解決の問題に対して研究を進めるため課題設定力・論理考察力・自己学習力の3つの力も育つと思われる。さらに、研究した内容をまとめ、プレゼンテーションやポスター、論文を作成する際にはICT活用力が育つとともに、様々な発表の機会を経て表現理解力も育つと思われる。

3.研究内容・方法

今年度は「SSRⅢ」は「理科英語②」とともに火曜日の3時間目と木曜日の1時間目に設定されている。授業は「SSRⅢ」を火曜日に受講するグループと、木曜日に受講するグループの2つに受講生徒を分けて展開している。「SSRⅢ」の年間授業計画を下表に示す。等)

「SSRⅢ」の年間指導計画

実施日程・時期	授業内容	既存の科目との関連
4月～6月	課題研究	物理・化学・生物・地学
6月～7月	プレゼンテーション作成	情報の科学・総合
7月13日	神戸学系内発表会	総合
8月～9月	最終ポスター作成	情報の科学・総合
9月28日	課題研究発表会でのポスター発表	総合
10月～12月	論文作成	情報の科学・総合

「SSRⅢ」では、プレゼンテーション及びポスターの発表と論文の作成を行う。プレゼンテーションの作成はグループで協力して作成する。今年度は、評価のために7月の定期考査期間前後を利用して生徒の個人発表を実施した。夏休み明けの8月からポスターの作成を、10月からは論文の作成に取り掛かった。

論文作成では、昨年度は序論を充実させてより科学論文に近い形を作ることに重点を置く指導がなされた。一方で、4つの問題点が残った。一つには、教員による論文添削において紙ベースや口頭で書き方指導をしても、生徒の論文の改善につながりにくいという点。二つには、論文の書式・レイアウト等が一般の学術論文と異なる点。三つには、各生徒が一から書類作成を行うため、校内で記載項目・レイアウト等が統一されていない点。四つには、論文全体の論理展開が矛盾している点である。

これを改善するため、今年度は、新たに4つの改善策を試みた。一つには、添削指導の記録を生徒が作成するワードファイル上にコメントとして残した。二つには、論文作成マニュアルを配布し、一般の学術論文の構成について学習させた。三つには、一般の学術論文の構成に則ったフォーマットを作成し、生徒がそれを使って論文作成に取り組んだ。四つには、論文の頭の章からではなく、方法 → 結果 → 考察 → 結論 → 序論 → 要旨 の順に作成するように作成順序を変更し、章ごとに添削指導を行うことで、生徒が自分たちの研究から分かったことをきちんと整理した上で要旨を書けるように工夫した。

また、今年度も昨年度同様に個人での卒業論文を作成した後、班で1つの論文をまとめ直し、それを外部に公開した。

4.検証

成果を検証するため、6つの力のうちのどれが伸長したかを問うアンケートを実施した。各力が向上したと思う回答した割合は以下の通りである。

	課題 設定力	企画 協働力	論理 考察力	自己 学習力	表現理解力		ICT 活用力
					発表	質問	
検証	82%	69%	76%	69%	84%	65%	80%

特に高い値となったのは、「表現理解力・発表」である。「SSRⅢ」は課題研究のまとめの段階を扱い、プレゼンテーションをする、ポスターを作成し発表する、論文を外部へ公開する、という3つの大きな作業を進めた。その経験を積む中で、表現する力、発表する力が身についたと生徒が感じることが読み取れる。逆に数値が低くなったのは、「企画協働力」、「表現理解力・質問」の2つである。SSRⅢはこれまでの課題研究の総括を行う授業構成であるため、実験計画を練って新しい実験を始める経験をしていないことが、「企画協働力」が小さくなった原因を考える。また、「表現理解力・質問」が低いのは、2年次を中心に度々研究発表の場を踏んでいるが、それでも緊張や羞恥のあまり積極的に質疑応答ができない生徒が多いためと考えられる。

対象学年の総合科学系19期は、生徒自身からテーマ発想を推進するために、興味のあるキーワードを連想することから研究をスタートし、生徒自ら積極的に研究活動や研究発表を行ったことが最大の特徴である。その結果、対外発表件数や受賞数は増加し、発表することやプレゼンテーション・ポスターを作成することに関して自信をもつ生徒が増加した。一方で、質疑応答の力が不足しているという課題が浮かび上がった。これは、生徒が自分たちの知識が不十分であることを恥じていることが原因の一つであり、より一層研究内容についての先行研究調査といった下調べをして、理解を深めた上で、発表の場に臨めるような、実験の前段階の指導に重きを置いた研究開発を行う必要がある。