

# スーパーサイエンスハイスクール(S S H) 3期目の取り組み

## 1 研究開発課題

科学の世界をグローバルに牽引する「サイエンスクリエイター」の育成

## 2 研究開発の目的

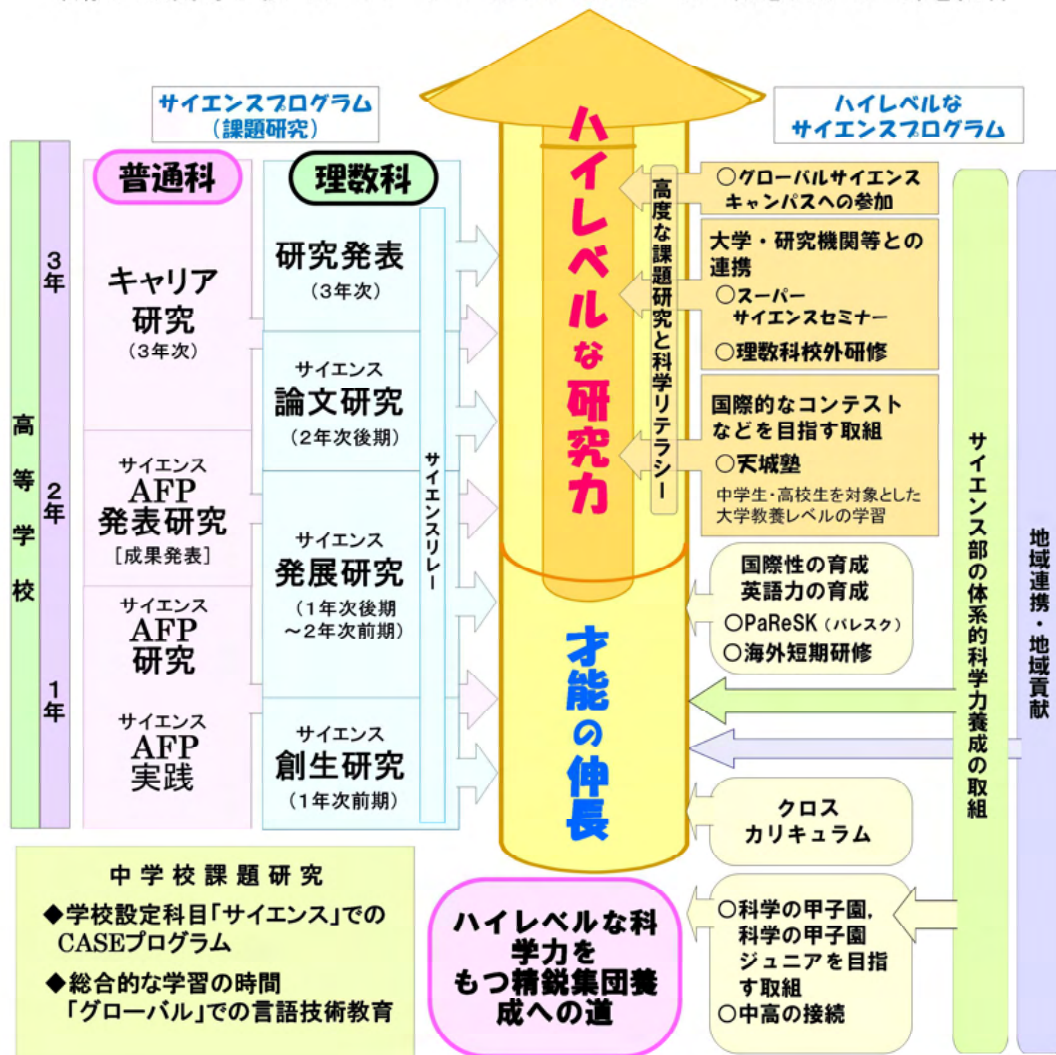
新たな「知」を創造し、グローバルに活躍できる科学技術系人材「サイエンスクリエイター」を育成する。

## 3 研究開発の目標

「サイエンスクリエイター」に必要な「インテイク力」「メタ認知力」「コミュニケーション力」を育成するために、3期目の成果と課題を踏まえた新たな研究開発を行う。本研究では、「サイエンスクリエイター」が備えるべき力を次のように定義する。

- |                |  |
|----------------|--|
| ① 「インテイク力」     | 身の回りの自然事象や素材などに興味を持ち、研究対象として価値あるものを拾い出すとともに、課題を設定し課題解決までの道筋をデザインできる力                           |
| ② 「メタ認知力」      | 課題解決に当たり、独創的な発想と論理的な思考力を持って研究を推進するとともに、研究の途中で定期的に振り返りを行うことにより研究のプロセスを客観視し、検証・改善、軌道修正を行うことのできる力 |
| ③ 「コミュニケーション力」 | 科学研究の成果を他者に分かりやすく説明する力、他者からの質問に対して的確な回答を返すことのできる力に加えて、他者の研究発表を傾聴し、議論することによって理解を深めようとする力        |

倉敷天城高等学校 スーパーサイエンスハイスクール 概念図から一部を抜粋



# 平成29年度 理数科の取り組み

## I. 教科・科目における取り組み

### 1 1年次生対象（※詳細については「理数科1年次生実践報告」参照）

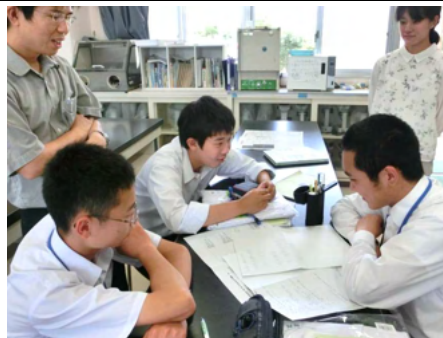
#### (1) 創生研究（前期：毎週木曜日6・7限）

1年次前期の実施科目である。課題研究のためのグループ形成と研究テーマの設定を行い、研究活動を実践する中で、科学的思考や基礎的な研究スキルについて学習する。また、研究グループ内でのディスカッションや協働を通して、研究目的に合致した適正な研究の方向性を見出す過程を体験する。

月	日	学習内容
4	13, 20, 27	ガイダンス，課題研究の意義を説明，ポスターセッション研究グループを形成，研究テーマ(仮)の設定
5	11	研究計画（ロードマップ）作成
5	25	研究活動
6	1, 8, 15, 22, 29	研究活動
7	13	科学英語実験プログラム①（化学実験）
	20	科学英語実験プログラム②（化学実験）
9	14	研究活動と発表準備
	21	中間発表①（本研究選考会）



研究グループづくりのためのポスターセッション



研究内容を適正なものにするためのディスカッション

#### (2) 科学英語実践

7月13日（木），20日（木）6・7限「Investigations on soil」「Sucrose and glucose in plants」と題して、英語による化学実験の授業が行われた。岡山大学大学院教育学研究科の喜多雅一教授をはじめ、同大学の教員研修留学生在が講師を務めた。



「Investigations on soil」の授業



「Sucrose and glucose in plants」の授業

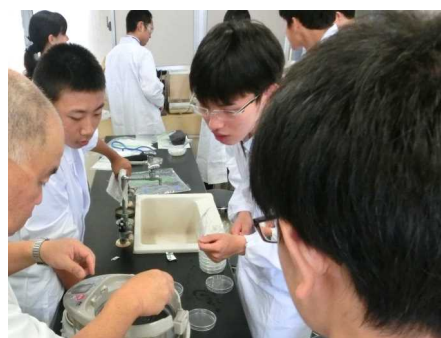
#### (3) 発展研究（後期：毎週木曜日6・7限）

理数科の課題研究として、1年次後期から2年次前期にかけて実施する科目である。創生研究からの研究を継続し、研究内容の修正に伴うグループの再編の可能性も含め、担当教員がよりきめ細かく指導する。今年度（1年次前期）は、次の日程で実施した。

月	日	学習内容
9	28	課題研究(実験・観察・測定) (定期的に研究の方向性を検証する) ※1/24は、2年次生校内発表会に合流(含、理数科研究交流会) ※2/8は、中間発表会
10	5, 19, 26	
11	2, 9, 16, 30	
12	14, 21	
1	11, 18, (24), 25	
2	1, 8	



物理の研究風景



化学の研究風景



生物の研究風景



数学の研究風景

## 2 2年次生対象

### (1) 発展研究(前期：毎週水曜日6・7限)

「発展研究」は、自ら設定したテーマについて、研究を実践する中で科学研究のためのサイエンスマインド、研究スキルを養成し習得するために、2年次(後期)の理数科の生徒を対象に、1単位で設定した授業である。ただし、1年次(後期)1単位からの継続実施としている。

理科及び数学に関する事象について課題を設定し、観察・実験などを通して研究を行い、科学的に探究する問題解決の能力を身に付けることを目標とした。

#### ① 内容(時程・展開)

##### (ア) 授業時間帯

実施内容は以下の表に示した。なお、第1回研究成果発表会は10月4日(水)に実施した。

実施回	月日(曜)・限		内 容
①	4月	12日(水) 6・7限	教員紹介・TA紹介→説明・研究計画 実験・観察・測定(1)
②		19日(水) 6・7限	実験・観察・測定(2)
③		26日(水) 6・7限	実験・観察・測定(3)
④	5月	10日(水) 6・7限	実験・観察・測定(4)
⑤		24日(水) 6・7限	実験・観察・測定(5)
⑥		31日(水) 6・7限	実験・観察・測定(6)
⑦	6月	7日(水) 6・7限	実験・観察・測定(7)
⑧		14日(水) 6・7限	実験・観察・測定(8)
⑨		28日(水) 6・7限	実験・観察・測定(9)
⑩	7月	12日(水) 6・7限	第1回論文講習会(1年次生が合流)
⑪		19日(水) 6・7限	実験・観察・測定(10)
⑫	9月	13日(水) 6・7限	実験・観察・測定(11)
⑬		20日(水) 6・7限	実験・観察・測定(12)

(イ) 研究テーマ

1年次後期からの継続とし、物理3、化学2、生物2、数学・情報1の計8テーマである。ただし、発展研究を進めていく中で、テーマの修正を行った。

研究テーマ(題目)		班人数
物理	どこでも発電	5
	空気中での2球の落下運動	7
	回転球と無回転球の着水時の 空気の巻き込まれ方の違いの解明	5
化学	デンプンに含まれるアミロペクチンの含有率の比較法	4
	果実に含まれるタンパク質分解酵素の効果	5
生物	オオキンケイギクの繁殖原因と抑制手段	5
	線虫に対する対抗植物の誘引作用および殺虫作用の定量法	4
数学情報	災害時における高校生の心理と行動の特性尺度の作成	4



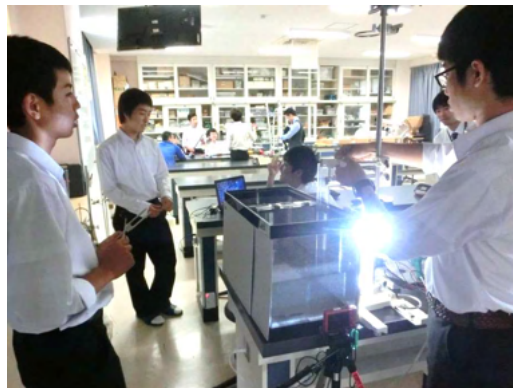
## ② 生徒の活動と様子

### (ア) 研究活動

各研究グループでは、仮説を検証するための独自の実験装置を考案したり、地道に検証データをとるなど自分たちが考えた研究計画に則って熱心に研究に取り組んだ。また、担当教員全員が指導に当たり、ティーチングアシスタントとして岡山大学留学生が指導、アドバイスを与えた。



－数学の研究場面－



－物理の研究場面－



－化学の研究場面－



－生物の研究場面－

## (2) 論文研究(後期：毎週水曜日6・7限)

「論文研究」は、1年間にわたって取り組んできた「発展研究」の成果を論文にまとめ、研究の成果を発信するための効果的なポスターやプレゼンテーションの作成を行う科目として実施した。校内の課題研究発表会や外部での発表会において専門家や研究者から得た指導助言を基に、追実験や再調査等を行い、論文の完成度を高めた。

論文やプレゼンテーションの評価は、「ルーブリック」を基準に行った。(詳細は次項)

### ①内容(時程・展開)

#### (ア) 授業時間帯

水曜日の6限、7限の2単位時間連続で設置した。年間(後期のみ)の実施内容を以下の表に示す。

実施回	月日(曜)・限		内 容
①	10月	4日(水) 6・7限	第1回校内課題研究発表会
②		18日(水) 6・7限	論文作成について
③		25日(水) 6・7限	論文・ポスター・スライド作成(1)
③	11月	8日(水) 6・7限	論文・ポスター・スライド作成(2)
④		15日(水) 6・7限	論文・ポスター・スライド作成(3)
⑤		22日(水) 6・7限	論文・ポスター・スライド作成(4)
		29日(水) 6・7限	論文・ポスター・スライド作成(5)
⑥	12月	13日(水) 6・7限	論文・ポスター・スライド完成
⑦		20日(水) 6・7限	第2回校内課題研究発表会 兼 理数科合同発表会ステージ発表選考会
⑧	1月	10日(水) 6・7限	理数科合同発表会に向けての準備(1)
⑨		17日(水) 6・7限	理数科合同発表会に向けての準備(2)
⑩		24日(水) 5～7限	第3回(最終)校内課題研究発表会
⑪		31日(水) 6・7限	課題研究まとめの講演会 (東京大学大学院 塩見美喜子 教授)
⑫	2月	3日(土) 終日	岡山県理数科理数系コース 課題研究合同発表会(岡山大学)
⑬		7日(水) 6・7限	課題研究を振り返って

#### (イ) 活動内容

10月4日(水)に第1回校内課題研究発表会を実施し、生徒による相互評価を始め、教員によるアドバイスや指導助言を行った。なお、本研究で作成したルーブリックを基に、科学論文の書き方、ポイントについての講義「論文講習会」を7月12日(水)、岡山大学大学院教育学研究科 稲田佳彦教授のご指導により、1, 2年次生合同で実施している。

以後は、不十分な点について追実験を行ったり、追調査を行ったりしながら論文やプレゼンテーションの完成を進めていった。これと並行して各種コンテスト等に向けてポスターの作成を開始した。12月20日(水)には、平成30年2月3日(土)に開催される「第15回高大連携理数科教育研究会 第18回岡山県理数科理数系コース課題研究合同発表会」でステージ発表を行うグループを決めるオーディションを兼ねた第2回課題研究校内発表会を実施し、運営指導委員や校内外の先生方からアドバイスや指導助言を受けた。この発表会の結果、2グループが選出された。

1月24日(水)に第3回校内課題研究発表会を開催した。また、発表会の後、理数科1・2年生研究交流会が開催され、パネルディスカッションにより課題研究に関する活発な交流が行われた。



論文講習会（岡山大学 稲田佳彦 教授）

### 3 ルーブリックについて

本校SSHの研究の重点項目の一つとして、「進化するルーブリックをコアとした指導と評価の一体化」と題して研究を行っている。

#### (1) ルーブリックについて

教員の指導力向上と生徒の論文作成能力の向上を目的とし、平成19年度「理数系教員指導力向上研修」における「課題研究（課題研究論文を中心とした）ルーブリック」を基に作成した。このルーブリックは、「Ⅰ探究プロセスに関するルーブリック」「Ⅱ基本的な概念、原理・法則などについての体系的な理解に関するルーブリック」「Ⅲ科学的な考察と処理能力に関するルーブリック」「Ⅳ創造的な能力に関するルーブリック」の四つのカテゴリーからなっており、合計21の評価指標があった。本研究では、評価指標を論文評価だけに絞り、次の表のように17に精選した。

また、基となるルーブリックの尺度は、「十分(4)」「おおむね十分(3)」「やや不十分(2)」「不十分(1)」の四つからなっていたが、それぞれの尺度に対応した「記述語」が表記されていなかった。「ルーブリック」の定義としては「成功の度合いを示す数段階の尺度と、それぞれの評点・評語にみられるパフォーマンスの特徴を示した記述語から構成されます」とあるので、四つの尺度にそれぞれ対応した「記述語」を本校で新たに付け加えた。（この冊子では記述語は省略している）

本研究で作成したルーブリックは、絶対不変のものとして、今後教員や運営指導委員の意見等を取り入れながら改善を図り、進化させていくことにしている。

Ⅰ 探究プロセスに関するルーブリック	① 研究課題を決めるまでの道筋がはっきりと示されている。
	② 課題を明らかにするのに適した観察・実験を計画し、その観察・実験結果の見通しを述べている。
	③ 科学的客観性を持って観察・実験結果を収集できている。
	④ 観察・実験の結果から論理的に考察して結論に至っている。
Ⅱ 基本的な概念、原理・法則などについての体系的な理解に関するルーブリック	① 研究のテーマについてこれまでにわかっていることを十分に調べ、序論で整理して述べている。
	② 課題に関する既習事項を序論で取りあげ、研究に必要な専門用語や概念を十分に理解し、論文中で適切に用いている。
	③ 観察・実験の目的を十分に理解し、適切に行っている。また、得られた結果・データの意味をよく理解している。
	④ 得られた研究結果から結論に至り、その科学的な意味を理解している。
Ⅲ 科学的な考察と処理能力に関するルーブリック	① 誤差や精度について配慮した実験データが示されている。
	② 得られた研究結果・データを適切な図表やグラフで表している。
	③ 条件統一に留意し、必要ならば対照実験を行い、体系的に正確で十分な範囲のデータを収集している。
	④ 得られた研究結果を科学的に分析し、考察している。
	⑤ 参考文献を適切に本文中に引用し、直接得られたデータとインターネットなどからの2次情報を区別して、情報の質に注意を払っている。
Ⅳ 創造的な能力に関するルーブリック	① 課題の設定や問題の発見に独創性がみられ、その部分がわかりやすく示されている。
	② 観察・実験方法、探究方法に創意工夫が見られる。
	③ データ処理に創意工夫が見られる。
	④ 研究の価値を自己評価できている。

## (2) ルーブリックの活用

本年度作成したルーブリックを活用して、物理、化学、生物、数学担当の教員がそれぞれの専門分野の論文を採点した。採点した論文は、物理3編、化学2編、生物2編、数学1編で、それぞれ物理3名、化学3名、生物2名、数学・情報2名の担当教員が採点した。

## II. 研修・コンテスト

### 1 理数科行事 理数科1年次生校外研修（蒜山研修）（8月3日～5日）

理数科行事として、2泊3日の日程で地域の特性を生かした研修内容について、本年度も、専門性の向上を目指し、大学の研究機関、大学教員と連携し、より高いレベルの自然科学や科学技術に対する理解を深める研修を実施した。（※詳細については「理数科1年次生実践報告」参照）

### 2 米国NASA短期研修（10月31日～11月5日）

NASA JPL（ジェット推進研究所）（アメリカ合衆国カリフォルニア州）での研修を中心に2年次生の生徒7名（うち、理数科生徒6名）を派遣し数々の科学施設を見学、講義を受けた。また、JPLでは、課題研究の内容を英語で発表し、研究者からの質問やアドバイスを受けた。この事業は、英語による理数授業や外国人研究者との交流、英語によるプレゼンテーションなどによって身に付けた語学力やプレゼンテーション能力を伸長させるための実践的な取り組みである。

### 3 研究発表会・学会への参加

(1) 平成29年度中国四国地区生物系三学会合同大会（高知大会）高校生ポスター発表（平成28年5月13日）が高知大学朝倉キャンパス（高知市）で開催された。この大会に「植物の負傷時における植物性乳酸菌の一般細菌に対する抑制効果」「酵母菌を包み、胃を通過させる」「プラナリアの自切頻度に短期間の温度上昇が与える影響」の3グループ（3年次生13名）がエントリーし、ポスター発表を行った。

(2) 第19回中国・四国・九州地区理数科高等学校課題研究発表大会（平成29年8月10～11日）が岡山県岡山市（岡山大学）で開催された。本校からは、「メートルブリッジを用いた黒鉛複合体の電気抵抗の温度係数測定」を研究した1グループ（3年次生4名）が、ポスター発表を行った。なお、今年度のポスター発表会場の運営は、本校が行い、多くの理数科1、2年次生が運営に携わった。

(3) 「平成29年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会」（平成29年8月9～10日）が神戸市の神戸国際展示場で開催された。この大会に、「NaCl溶液-Cu電極濃淡電池での起電力発生の原因」（3年次生5名1組）がエントリーし、ポスター発表を行った。

(4) 第61回日本学生科学賞（読売新聞社主催）（平成29年10月）の岡山県審査で、1チームが優秀賞、2チームが奨励賞となった。優秀賞「不規則銀河の年齢分布の調査」（3年次生5名1組）、奨励賞「プラナリアの自切頻度と短期間の温度上昇」（3年次生4名1組）、奨励賞「熱音響装置の製作と冷却原理の考察」（3年次生5名1組）。

(5) サイエンスキャッスル関西大会2017（平成29年12月23日）が大坂明星学園明星中学校・高等学校を会場に開催された。「どこでも発電」（2年次生5名）、「ゴーヤの糖度と防腐効果」（1年次生4名）の2グループがポスター発表を行い、「ゴーヤの糖度と防腐効果」が「同志社大学科学するガールズ賞」を受賞した。

(6) 「科学Tryアングル岡山」主催の「集まれ！科学への挑戦者」（平成30年1月21日）が岡山大学創立五十周年記念館で実施された。「オオキンケイギクの繁殖原因と抑制手段」（2年次生5名）1グループがポスター発表を行い、奨励賞を受賞した。



(7) 第14回日本物理学会Jr.セッション(平成30年3月23日)が東京理科大学野田キャンパスで開催された。この大会に、「どこでも発電」(2年次生3名)、「空気中での2球の落下運動」(2年次生6名)の2グループがエントリーし、ポスター発表を行った。

### Ⅲ. 進路関係

平成29年3月、理数科は16期生40名を送り出した。進路指導にあたっては、理数科の特性を活かし、AO入試・推薦入試を積極的に活用、きめの細かい指導を行った。入試結果を次表に記す。

#### ■平成26・27・28・29年3月大学合格状況

国公立大学	H26.3	H27.3	H28.3	H29.3
北見工			1	
北海道				1
室蘭工大				1
東京	1			2
東京学芸				
東京医歯大				1
名古屋				
静岡				
山梨			1	
信州		1		
京都	1	1	1	1
京都工芸繊維	1			
大阪教育		1		
神戸	2			
鳥取	2	1		
岡山	3	6(推1)	5(MP1A01)	5(推1A01)
広島		1(A01)	1(A0)	
山口		1		
島根		1(A01)	1(推)	3(推2)
徳島	1		3(CT推1)	2(CT推1)
香川	3(推1)	1	4(推1)	3(推1)
愛媛		2	1(推)	1(推)
高知			1	
九州	1	2	1	
九州工業	1	2		
宮崎	1			
琉球		1		
秋田県立		1		
高崎経済		1		
大阪府立		2		
兵庫県立		1		1
岡山県立	2	3		3(推1)
広島市立				1
高知工科			2	
<b>計</b>	<b>19</b>	<b>29</b>	<b>22</b>	<b>25</b>

私立大学	H26.3	H27.3	H28.3	H29.3
北里	1		2	
駒沢		1		
多摩美			1	
帝京	1			
東海	2			
法政			1	
明治			1	
東京造形			1	
青山学院				1(指推)
東京理大	1			
立正		1		
早稲田	2		1	
神奈川工科	1			
金沢	1(推)			
同志社	4	5	2	
立命館	3(CT推1)	8(CT推3)	1	1
龍谷		2(CT2)		
京都女子				
近畿	1	2	2(推)	5
関西	2	3(CT推1)	1	
関西学院		1(CT推3)		
関西外国語				
甲南			1	
神戸女学院				1
岡山理科	3(CT推1)	5(CT1推2)		6
清心			1	1(指推)
就実	1	3	1	
中国学園			1(A0)	
倉敷芸術科学		1		
広島工			1(推)	
山口東京理科			1(推)	
防衛大				1
防衛医大			1	
大阪芸術大短大			1(A0)	
川崎医福	1	5(CT推3)		4(推3)
吉備国際	1(CT推)		1(自推)	
山陽学園	1		1	
広島国際			2(A01推1)	
広島修道				1(推)
日赤広島看護	1(CT推)			
川崎医療短	1			
済生会			1(推)	
崇城大				1
九州情報大				1
<b>計</b>	<b>28</b>	<b>37</b>	<b>26</b>	<b>23</b>

- ※ 現役生のみ合格者数を示す
- ※ 「推」は推薦入試による合格を示す
- ※ 「A0」はAO入試による合格を示す
- ※ 「CT推」はセンター利用の推薦入試による合格を示す
- ※ 「指推」は指定校推薦入試による合格を示す
- ※ 「自推」は自己推薦入試による合格を示す

## IV. 広報活動

理数科では、総務課と連携して、中学生・保護者を対象に様々な広報活動を行っている。

### 1 第1回オープンスクール（7月26日）

理科や数学の実験・実習を通じて本校理数科の魅力を知ってもらうため、第1回オープンスクールの一環として「理数科中学生講座」を開催した。20回目の実施となるこの講座は、約25名の中学生が参加し理数科に関するガイダンスの後、「課題研究を体験する」体験講座が行われた。この講座では、2年次生の課題研究8テーマを中心に2年次生と1年次生が協力して、研究内容の説明や課題研究の楽しさを参加した中学生に説明した。



生徒による説明



グループ別に説明



課題研究を体験・2年次生物理分野



課題研究を体験・2年次生生物分野

### 2 第2回オープンスクール（9月30日）

平成6年度から開催されているオープンスクールは、本校の広報活動イベントである。夏季休業中の第1回と趣向を変え、模擬授業や生徒会主催の学校紹介を実施している。模擬授業では高校の授業内容を紹介するもの、教科学習の面白さを体験できるものなど、多数の講座が開講された。理数科では、体育館での全体説明において、理数科を紹介する動画により説明を行った。

### 3 地区別懇談会（学校説明会）で理数科を紹介

地区別懇談会（日程・場所は右表参照、本年度は3か所で開催）では、本年度、理数科を紹介する動画を作成し、中学生や保護者に対して理数科の行事や取り組みをよりリアルな映像で紹介した。

#### ■地区別懇談会（学校説明会）の日程と場所（平成29年度）

10月6日（金）	早島中央公民館
10月20日（金）	児島市民交流センター
10月27日（金）	本校コンベンションホール

#### 4 理数科ホームページの活用

本校のホームページは平成10年から運用しているが、平成12年7月に一新されたのを機に、理数科ホームページを開設した。今年度、迅速な更新を念頭に、再度、構成の改訂に取り組んでいる。行事についての紹介のみならず、課題研究の成果や実習のまとめなど、写真を多用して分かりやすいページづくりを目指している。

#### 5 『理数科集録』第17号の刊行

理数科では、1年間の活動をまとめた『理数科集録』を刊行し、本校の理数科生徒に配付するとともに、地区別懇談会(学校説明会)やオープンスクール等を通して、中学生やその保護者にも配付している。なお、第10号から、2年次生の研究論文をより完成度を高めたものにするため、校内課題研究発表会、理数科合同発表会の後に刊行することとした。構成は昨年度とほぼ同様である。理数科としての1年間の取り組みの総括、理数科行事に関する生徒の活動をまとめた1年次生の「創生研究・発展研究」の報告と、2年次生の「発展研究・論文研究」の研究報告からなっている。



理数科のページ(トップページ)



## V. ボランティア活動

### 1 小学校理科実験授業(出前授業)

対 象	小学生 30 名 (2～6 年生)
期 日	平成 29 年 7 月 31 日 (月)
場 所	岡山市立興除小学校
内 容	「風でボールを浮かそう」, 「超ひも理論」

理数科 1 年次生の科学への意識の向上と地域交流のため、近隣小学校(岡山市立興除小学校)への出前授業を行っている。事前準備での予備実験や模擬授業を通して得た経験が、課題研究の手法にフィードバックされ、また、小学生への説明を行うことでコミュニケーション能力の向上につながっている。実験後に高校生からのおすすめの本についての紹介も行った。



「風でボールを浮かそう」



「超ひも理論」

### 2 中学校理科実験授業(出前授業)

対 象	中学生 30 名
期 日	平成 29 年 11 月 11 日 (土)
場 所	岡山市立御南中学校
内 容	「エッグドロップコンテスト」

本年度、上記中学校からの要請により中学校での出前授業を実施した。理数科 1 年次生の生徒自身が、理科の演示実験・実験の指導をするための事前準備を通して、実験内容について深く学習、思考することができ、また、中学生を指導することにより、コミュニケーション能力およびプレゼンテーション能力の向上が図ることができるとともに、自然事象に関する興味・関心を高め、理解を深め、研究活動への科学的計画性を養うことができた。



「エッグドロップコンテスト」