

兵庫県立明石北高等学校	指定第 2 期目	27~01
-------------	----------	-------

②令和元年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果	(根拠となるデータ等を報告書「④関係資料(令和元年度教育課程表、データ、参考資料など)」に添付すること)															
<p>第1期の指定で得たことは、生徒の研究活動を活性化するためには、発表会等の他校との交流が効果的であるということであった。そこで第2期では、学外での発表を積極的に進めながら、以下の項目について、事業内容に変更を加え、また、語彙調査により、それぞれの事業が生徒の変容にどれほどの影響を与えているかを数値として可視化した。</p>																
<ul style="list-style-type: none"> ① SSH 主対象生徒に対して実施していた「自然科学探究」(総合的な学習の時間で実施)を教科「理数」の「課題研究」として位置づけた。(平成 29 年度から) ② 第1学年においてミニテーマ研究を行い、課題研究の進め方の基礎を養った。(平成 29 年度から) ③ 研究成果の向上に資するため、全員が1回以上大学主催の課題研究発表会へ参加した。(令和元年度から) ④ 課題研究を普通科の総合的な学習の時間に取り込み、年度末にその研究成果を全校生徒に対して発表する機会を設けた。(平成 26 年度から) ⑤ 海外研修先をアメリカからシンガポールに変更し、現地の連携高校との課題研究の発表の機会を設定した。(令和元年度から) ⑥ 探究活動が様々な高校で活発になっている現状を受け、地域の非 SSH 校の2校とポスターを用いた合同発表会を本校で実施した。(令和元年度から) 																
<p><生徒の事業評価から検証できたこと> (上記①、②、③、④、⑥)</p> <p>事業評価を生徒に対して行ったアンケート結果を下図に示す。これは、「課題研究に関するアンケートの「真実を探って明らかにしたい気持ち」とう質問に対して、大変増えた、やや増えた、効果なかった、元々高かった、わからない、の5つの回答に対して特に「大変増えた+増えた」と「効果なかった」の結果を抽出して示したものである。図からもわかるように、「効果がなかった」という回答は年を追うごとに減少している。</p> <p>次に、「大変増えた+やや増えた」と回答した生徒は年々上昇したことから、「課題研究」に対する生徒の探究心は年々向上したといえる。課題研究の取組姿勢が向上し、</p>																
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <caption>アンケート結果の抽出結果 (割合)</caption> <thead> <tr> <th>学年</th> <th>「大変増えた」+「増えた」 (%)</th> <th>「効果なかった」 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>42回生</td> <td>70.2</td> <td>18.9</td> </tr> <tr> <td>43回生</td> <td>75</td> <td>12.5</td> </tr> <tr> <td>44回生</td> <td>75.7</td> <td>8.1</td> </tr> <tr> <td>45回生</td> <td>84</td> <td>5.3</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div style="flex: 1; padding-left: 10px;"> <p>【図】 真実を探って明らかにしたい気持ち</p> </div> </div>		学年	「大変増えた」+「増えた」 (%)	「効果なかった」 (%)	42回生	70.2	18.9	43回生	75	12.5	44回生	75.7	8.1	45回生	84	5.3
学年	「大変増えた」+「増えた」 (%)	「効果なかった」 (%)														
42回生	70.2	18.9														
43回生	75	12.5														
44回生	75.7	8.1														
45回生	84	5.3														

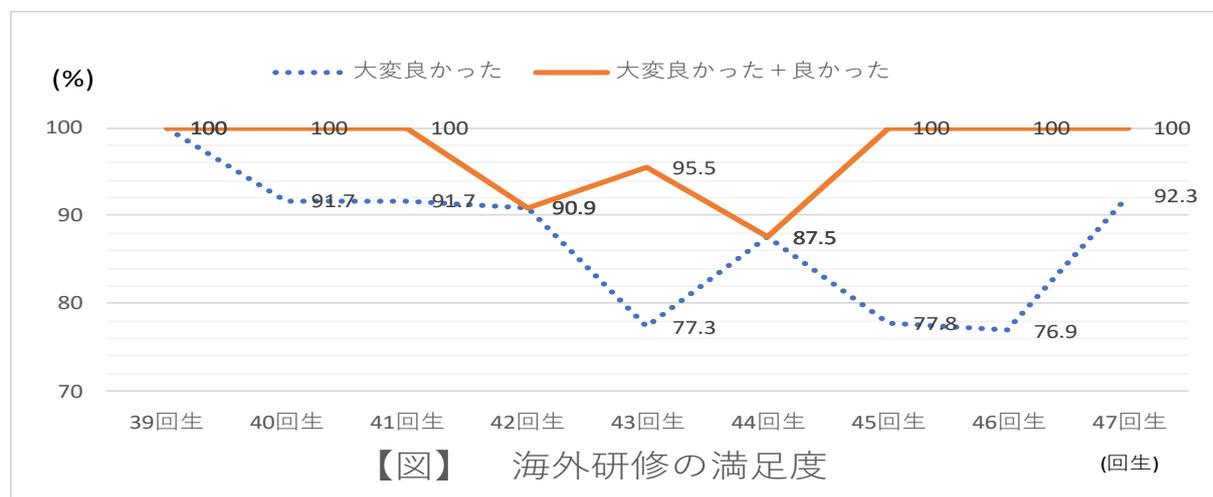
探究心の深化がおこったことは、下記に示す大学主催の発表会や部活動の大会で優秀な結果を残すことにつながったと考えることができる。課題研究のノウハウを部活動と共有することは、課外活動の充実につながると推定することができる。

【表: 科学部等課外活動の成果】

課題研究	Research Festa2017(甲南大学) 甲南大学学長賞受賞
	Research Festa2018(甲南大学) 審査員特別賞受賞
化学部	第34回高等学校・中学校化学研究発表会 出場(主催:日本化学会近畿支部、2017年度)
	京都大学サイエンスフェスティバル2018-科学の頭脳戦- 副学長賞受賞(2018年度)
	第41回兵庫県高等学校総合文化祭自然科学部門 優秀賞受賞(2017年度)
	第42回兵庫県高等学校総合文化祭自然科学部門 優秀賞受賞(2018年度)
	第43回兵庫県高等学校総合文化祭自然科学部門 最優秀賞受賞(2019年度)
	※【2020年度全国高等学校総合文化祭ポスター(パネル)発表出場権獲得】
パソコン部	第18回Supercomputing Contest 出場(主催:東京工業大学、大阪大学、2012年度)
	第19回Supercomputing Contest 優秀賞(主催:東京工業大学、大阪大学、2013年度)
	パソコン甲子園 出場(2017年度、2018年度、2019年度)
	第19回日本情報オリンピック 本選出場(2019年度)
自然科学科	科学の甲子園全国大会 兵庫県予選(「数学・理科甲子園(主催:県教委)」) 第3位(2019年度)

<海外研修の渡航先の選定> (上記⑤)

海外研修は1期目から続くSSH事業の大きな柱の一つである。研究先進国であるアメリカを訪れその成果の一端に触れることにより、将来国際舞台で活躍する科学者としての基礎を身につけることができ、海外の最先端の研究を行っている施設、大学等を視察することで、数学・理科の理論が科学の分野でどのように活用されているかを知ることができるとう目的のもと、渡航先についてはアメリカを選定していた。研修という受け身な姿勢ではなく、アメリカ国立衛生研究所(National Institutes of Health)を訪れ日本で行っている課題研究を英語で発表(口頭、ポスター)し質疑応答を英語で行うこと、アメリカで活躍する日本人研究者の講義聴講や対談、現地の高校生と交流を持つことで海外研修に対する満足度は高い水準を推移した。一方で、「大変良かった」と回答している生徒は年々減少していた。これは施設・研究所訪問という見学を主体とした研修に対して物足りなさを感じる回答が増加したためである。こうした結果を受け、47回生から海外研修の渡航



先をシンガポールに変更した。この結果、全体を通して「大変良かった」と答えた生徒は 92%に回復し、「大変良かった+良かった」と答えた生徒は 100%になった。これは、渡航時間を削減することで現地での研修時間を増やしたこと、課題研究の発表を現地高校生と互に行ったことなど、全てのプログラム内容を生徒目線に合わせた研修内容にすることで得られた成果である。シンガポール研修が、共通のテーマによる共同研究への足がかりを築いたことは、今後の発展につながる大きな成果であったと評価できる。

＜ループリック評価について＞

課題研究において、ループリックを作成し、研究班の課題研究の評価と、研究班内の個人の活動評価を行ってきた。こうすることで、生徒のパフォーマンスを2面から評価することができる。確かに、このループリックによる評価方法では、外面から観察される生徒の行動等について評価が容易である。

班として評価する	5	4	3	2	1
研究目的	新しい知見となる仮説が設定されており目的が明確である	研究目的は明確である。仮説が立てられているが、明確ではない	研究目的は明確であるが、仮説が立てられていない	とりあえず、目的はのべられている	研究目的が明確でない
背景(先行研究)	最新の研究結果まで、調べられている	おおむね調べており既存の知識をまとめられている	調べてはいるが、不十分である	ネット等で調べている程度である	先行研究を全く調べていない
研究方法	研究目的に合致した研究方法であり、仮説を検証することが期待できる	目的におおむね沿った方法であるが、仮説の検証には十分ではない	初歩的ではあるが、目的におおむね沿った方法である	研究方法について述べられているが、適切とはいえない	研究方法が明確でない
データ処理	データのとり方、処理方法、いずれも優れている。	目的を達成するための処理ができている。	データを取り、おおむね処理もできているが、不十分である。	データは取っているが、適切に処理できていない	適切なデータを取れていない。
結論	研究目的にそった、研究がなされており結論も十分評価できる。	おおむね目的に合った結論となっている。	結論は、出ているが研究目的から見て不十分である。	研究目的に沿った結論になっていない。	結論と判断できるものが無い。

個人として評価する	5	4	3	2	1
リーダーシップ	班の中で意見をまとめ、中心的に活動する	班をリードすることができるが、中心的ではない	ときどき、班をリードすることができる	時々発言を行う	まわりについて行くだけである
アイデア	活発に研究活動を動かすアイデアを出す	概ねアイデアを出すことができる	ときどきアイデアを出すことができる	あまりアイデアを出すことができない	ほとんど、アイデアを出さない
作業	率先して、仕事を見つけてこなす	ときどき自主的に仕事を行う	与えられたら、その仕事については行う	時々与えられた仕事を行う	仕事を与えられてもやろうとしない

一方で発表におけるパフォーマンス力の控えめな生徒は評価する際に難しい場合がある。また、生徒の科学分野に対する興味・関心の度合いは、必ずしもこの評価のみで測定できるものではないのではないかと観念にたち、ループリック評価を補完するために、平成 29 年度から生徒の内面に存在する興味・関心の集中度を可視化する方法として「語彙調査」を行い、それらの語彙を分析・数値化することによって生徒の変容を確認した。

<語彙調査について>

平成 29 年度から生徒の内面に存在する興味・関心の集中度を可視化する方法として「語彙調査」を行い、それらの語彙を分析・数値化することによって生徒の変容を検証し、ルーブリックを補完することをおこなった。下記の方法によって、平成 29 年から令和 2 年までの 3 年間の調査で得られた語彙の総数は 2314 語である。次に語彙調査との関係を示す。高校入学時から、計 6 回語彙調査を実施し、44 回生、45 回生、46 回生、合計 119 人分を分析した結果を以下に記載する。まず、1 年 1 学期のデータと 2 年 3 学期のデータを比較し、科学分野に関する興味・関心の集中度が上昇したか、下降したかで分類し、かつ研修（海外研修、京都研修等）の参加の有無、発表会（学外で実施される希望者が参加する発表会）の参加の有無で分類する。

<方法>

3 分間で、興味のある分野についての語句をできるだけ書いてもらい、それらの語を「物理、化学、生物、医療、地学、宇宙、環境、農水産、数学、工学、情報、その他」の 12 のカテゴリと、5 段階の難易度レベルに分類し「指標テーブル」を作成した。現時点での調査で得られた語彙の総数は 2314 語である。

【5 段階の難易度レベル】

- Level 1 中学生なら知っている語彙。
- Level 2 高校で学ぶ基礎的なレベル。
- Level 3 高校範囲であるが、専門的な語彙。
- Level 4 高校で学習する範囲を超え、大学で学ぶ語彙。
- Level 5 大学でも専門的な語彙。

各レベルの語数は、下記の表のとおりである。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
185	物理	化学	生物	医療	地学	宇宙	環境	農水産	数学	工学	情報	その他
Level1	76	92	120	57	39	86	22	13	25	80	25	94
Level2	133	183	169	80	25	56	32	12	72	102	31	42
Level3	102	91	157	40	7	18	11	1	48	52	11	4
Level4	11	29	17	8	1	2			22	13	2	1
Level5												
	322	395	463	185	72	162	65	26	167	247	69	141

それぞれの時期において、生徒一人一人がどのようなことに興味・関心があるのかをテーブル上にプロットし分析を行った。また、各カテゴリの興味・関心度 $I(t)$ と興味・関心の集中度 I を示す数値を、下記の計算式により算出した。

カテゴリ番号 t ($t = 1, 2, 3, \dots, 12$) レベル l ($l = 1, 2, 3, 4, 5$)
 カテゴリ t , レベル l の語彙数 $c(t, l)$ 各カテゴリの興味・関心度 $I(t)$

$$I(t) = \sum_{l=1}^5 c(t, l) * 2^{l-1} \quad (\text{各カテゴリの最下段に表示})$$

各カテゴリの語彙数合計 $c(t)$ 個人の語彙数の合計 M 興味・関心の集中度 I

$$I = \sum_{t=1}^{12} I(t) * \frac{c(t)}{M} \quad (\text{Level5 の最下段に表示})$$

顕著な生徒の変容の例を以下に示す。左から順に1年7月、2年12月、2年3月である。

生徒 A I の数值（表左下）も回を追うごとに高くなり、生物分野に集中しながらも幅広い分野に関心を持っている。高校生活においても生徒会役員をしながら、いろいろなSSH活動にも積極的に参加した生徒である。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
10	物理	化学	生物	医業	地学	宇宙	環境	AI&I	数学	工学	情報	その他	
Level1					1				1	1	1		
Level2					1		1				1		
Level3	1		1	1						1			
Level4			2										
Level5													
	7.2	4		20	4		3		2		5	3	1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	物理	化学	生物	医業	地学	宇宙	環境	AI&I	数学	工学	情報	その他
Level1			1						1			
Level2	3											
Level3			3									
Level4			1					1				
Level5												
	14.1	6		21					9			

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	物理	化学	生物	医業	地学	宇宙	環境	AI&I	数学	工学	情報	その他	
Level1													
Level2		1									1	1	
Level3	3	6	1										
Level4	1	3											
Level5													
	30.7	22	48	4			2					2	2

生徒 B 2年後半から数学分野へ傾倒していく様子がわかる。普段から興味・関心のあることには、のめりこんでいく生徒である。学力も高い生徒である。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	物理	化学	生物	医業	地学	宇宙	環境	AI&I	数学	工学	情報	その他
Level1		4										
Level2	1	7										
Level3		3										
Level4												
Level5												
	28.1	2	30									

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	物理	化学	生物	医業	地学	宇宙	環境	AI&I	数学	工学	情報	その他
Level1												
Level2									1			
Level3									2			
Level4												
Level5												
	10								10			

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	物理	化学	生物	医業	地学	宇宙	環境	AI&I	数学	工学	情報	その他
Level1												
Level2	1	2							3			
Level3									7			
Level4	1								5			
Level5												
	59.9	10	4						74			

個の語彙調査での興味・関心の集中度 I の変化（興味・関心の上昇・下降）と、研修会への参加の有無、発表会への参加の有無との有意差を χ^2 乗検定によって検証した。

3年間のデータから、研修会の参加と興味・関心の集中度には、有意な差は認められなかったが、発表会への参加につ

いては、 χ^2 乗値が 7.567（危険率 0.01 以下）と十分な差が認められた。

以上のことから、「学外での研修参加」と、「課題研究の学外での発表経験」を比較した場合、学外での研究発表経験は、科学分野に関する興味・関心の変容に大きく影響を与えることが検証できた。

< 中間評価からの改善点 >

①教材開発の充実

「新授業プロジェクト」委員会（校長、教頭を含め 10 名で構成）を平成 30 年度から設置し、「主体的・対話的で深い学び」を各教科で実現できるよう授業改善への提言や年 2 回の一斉公開授業を行うとともに、先進校視察、授業アンケートによる評価などを通じて、新たな教材開発と教員の授業力向上に努めた。さらに、ICT 機器を活用した教材開発を進めるため、令和元年度から 3 年間をかけ、教室へのプロジェクターの設置、全館 Wi-Fi 化、小グループで議論可能な探究学習ルームの設置を計画した。さらに、令和元年 10 月から学習用ツールとして Google for Education を活用するための研究会を設置し、令和 2 年 1 月から全生徒・教員にメールアドレスとパスワードを発行し、本格的に導入する予定である。

語彙調査による興味関心度の変容

	研修会		発表会	
	参加	不参加	参加	不参加
上昇	45人	34人	56人	23人
下降	25人	15人	18人	22人
χ^2	0.336		7.567 (p<0.01)	

②普通科での「課題研究」の充実

本校では平成 27 年度から普通科（7 クラス 56 班）でも「課題研究」を実施してきたが、当初教員 1 名当たり多くの研究班を担当していたため、改善が求められていた。そこで、平成 30 年度からは、放課後等を利用して全校教員で研究班を指導できるよう組織を改め（右表参照）、令和 2 年度からは、「課題研究」の授業時は、1 クラス当たり 2 名の教員を配置しチームティーチングで実施し、これにより、すべての教科教員が「課題研究」に関わる体制を整備した。

教科	教員数	担当班	教科	教員数	担当班
国語科	9	9	保健体育科	7	7
地歴・公民科	7	7	芸術科	1	1
数学科	12	12	英語科	11	11
理科	10	13	家庭科	1	1
			情報科	1	1

③全教科を巻き込んだ校内研修の充実

普通科、自然科学科についても校内組織の充実に努めているが、教員の指導力においては個人差が大きく、担当教員により成果の差が大きい状態が散見できた。そこで、令和元年度から「課題研究」の指導力アップのため、神戸大学から専門家を招き、全教員を対象とした研修を実施した。また、全教科 ICT 化を進めるため、令和 2 年度からは上記研修に加え、ICT 機器や、学習用ツールである Google for Education の研修を実施予定である。

④科学系部活動の充実

化学部、生物部以外に天文研究部とパソコン部の活性化に重点を置き、天文研究部は、地元の明石市立天文科学館で専門家の指導を受け、一般市民を対象としたプラネタリウム解説を行った。また、パソコン部は、令和元年度、つくば市で開催される第 19 回情報オリンピック本戦に出場が決定した。

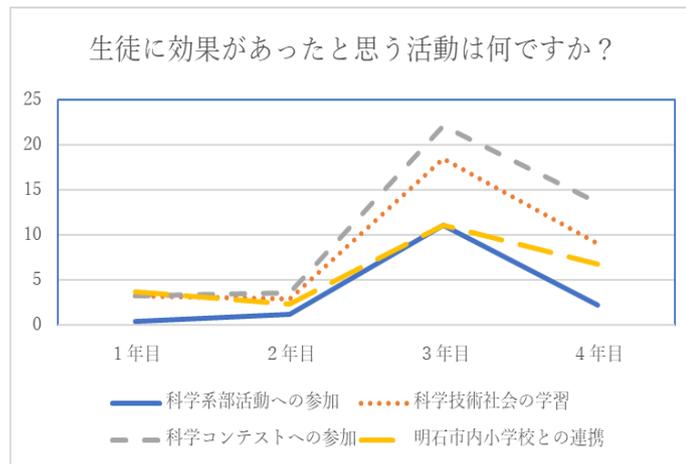
② 研究開発の課題

（根拠となるデータ等を報告書「④関係資料（令和元年度教育課程表、データ、参考資料など）」に添付すること）

下記の表は教員に対して行った事業評価（平成 30 年度、指定 3 年目）のアンケート結果（数値は%）である。

質問は「生徒に特に効果があったと思う SSH 活動はどれですか」という質問に対して、複数回答可として集計したものである。下記のグラフは、指定年度 1 年目から 4 年目までの教員に対する事業評価の中で低いものを取り上げている。複数回答可としているものの%が低い現状がある一方で、上述の科学部等課外活動の成果では学校内外で優秀な成果を残している。実際の結果と教員の認識のずれはの原因は広報の頻度が関係しているように推測する。事実、全教員による指導体制や科学系部活動の活発化を充実すべきであると中間評価で指摘されている点について教員も認識していると考えられる。中間評価の前後からその点について指導した結果、課題研究、科学系部活動の活躍が顕著になり優秀な成績をおさめた。

理数数学・理数化学・理数物理など理数系科目の学習	31.8
科学技術社会の学習	9.1
科学英語など英語力を高める学習	20.5
科学講演会	29.5
大学や研究所、企業、科学館等の見学・体験学習	45.5
自然科学探求の研究	50
自然科学探求発表会など、プレゼンテーションする力を高める学習	63.6
大学など研究機関の指導を受けて行う課題研究	29.5
科学コンテストへの参加	13.6
明石市内小学校との連携(親子サイエンス教室)	6.8
他の高校の生徒との交流	15.9
科学系クラブ活動への参加	2.3
海外研修	29.5



このように、5年間の成果が得られた一方で、生徒一人ひとりの課題、本校自身の課題、科学技術の進歩に伴い求められることに対応すべき課題がみえてきた。

<生徒の科学的視野の狭さ>

本校では、第1学年でミニテーマ研究を実施することで、研究に対して失敗を恐れずトライする姿勢を育成してきた。それにより、多少の失敗に対しては動揺せず再度実験計画を立て直して取り組むことはできるようになった。しかし、自主的に研究課題を設定するためには、科学分野の経験や知識が不足していることが明確となった。多くの分野についての研修等を充実させる必要がある。

<読解力の必要性>

研究を進めていく上で、先行研究等の文献を読み解く力が必要不可欠である。研究している分野の研究論文を探し当てても、内容を理解する力が不足しており研究に活かせていない。文章の読解力を向上させる必要がある。

<未来の社会が求めることへの対応>

接続可能な社会を作っていくことが未来を生きる現代の人々に求められるようになってきている。この地球規模で未来を考えるという視点を持ち事業計画を行う必要がある。

<地域社会と共創する>

1期、2期を通して連携してきた企業、大学、研究機関との関わりは学校対学外機関という関係でしかなかった。学校と学外機関との一対一の個別連携にとどまっている関係を、本校がセンター機能を果たしながら学外機関同士の連携を充実させ、地域全体での学校と学外機関との有機的な連携にしていく必要がある。

<各評価方法を統合したシステムの必要性>

ルーブリック評価、生徒の個人評価、語彙調査を用いて事業評価を行ってきたが、これらを連携する形での評価方法は十分に確立できているとは言えない。ルーブリックを使用した評価を軸として、パフォーマンスなどの表に出てこない生徒の変化について、評価できるシステムを再度見直すことで精度の高い評価システムの構築する必要がある。