第４章

doi: 10.18999/bulsea.64.68

課題と今後の研究開発の方向・成果の普及

渡　辺　武　志

０ステージ

公募問題の正解までたどり着いた中で、選抜で1^{st}ステージに進出できなかった、意欲ある生徒たちに対しての結果への連絡方法が重要であり、1^{st}ステージに進出できなかった学校には、（資料）のような選抜の経緯をお送りして対応した。

意欲ある学校では、最大７グループの応募があった。

同じ学校が次年度も応募する可能性がある。

次回は、公募問題等で問題解答後の感想なども記述をお願いし、分析に努めたい。

1^{st}ステージ

採点にあたっては、当初はすべてグループごとでの採点を予定していた。しかし、一部の教員から採点方法に関して、団体の中にも力の濃淡があるのではないかという意見があった。そこで、今回はグループで問題に取り組んで採点を行う方法と個人で問題に取り組んで採点する方法に別れた。今回は団体での採点と個人での採点の２グループになった。

採点にあたっては４人の教員の採点の平均点にばらつきがみられた。

2^{nd}ステージ

８月は酷暑であり、フィールドワークをおこなうには、厳しい環境であった。このため、フィールドワークを急遽午前中のみにして暑さ対策に考慮した。気温が40度まであがった日もあり外出は午前中までとした。

日本数学コンクールは日程の都合で最終日であった。コンパクトな日程であったため、生徒にとってハードなスケジュールとなってしまった。

次年度はコンクールを初日に持ってくる、もしくは、最終日となった場合はフィールドワークの日程を短くすることで改善をはかる。

自己成長ステージ

数学英語での発表については、レクチャービデオの教材の解説では、回数が増えると慣れてくることもあり、事前の準備が各校とも不足しているようであった。ネットワーク環境の整備については各学校への訪問時、教室のネットワーク環境に違いがあるため、調整する必要があることがわかった。

3^{rd}ステージの課題

この報告書作成時点では、まだ渡米をしていないため、今後の検討課題である。　　　　（文責　渡辺武志）

科学技術人材育成重点枠関係資料
資料１

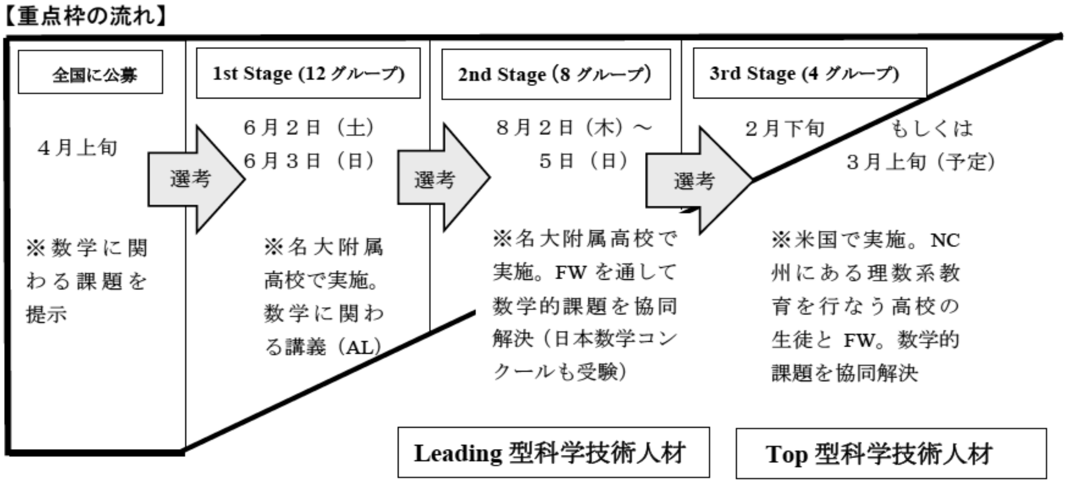
アメリカで数学をしませんか

2018 年度　名古屋大学教育学部附属中・高等学校　SSH（重点枠）企画　募集要項

◎　名古屋大学教育学部附属中・高等学校ではSSH（重点枠）企画を今年度から実施します。

名古屋大学教育学部附属中・高等学校ではSSH（重点枠）企画において「数学的思考力を基盤に多領域に応答する人材」を育成することを目的に、下の図のような３つのステージからなる人材育成を目指します。

【重点枠の流れ】



それぞれのステージでは選考が行われ、3rd ステージでは４グループがアメリカで数学の課題に取り組みます。

１st ステージでは、大学教員などによる講義が行われます。その講義内容に関して課題が出されます。

２nd ステージでは、商店街でフィールドワークを行い、課題に取り組みます。日本数学コンクールの受験もします。

３rd ステージでは、２つのステージで培った力を用いて、現地の高校生と協同でプログラムを実施します。３rd ステージの事前準備として、名古屋大学 G30 プログラムで実施されている数学の授業をインターネットで受講し、英語による数学的コミュニケーション能力を高めます。

どのステージでも全国からたくさんの仲間が集い、充実した、たのしい時間を過ごすことができます。
これを読んでいる生徒のみなさん、先生方、応募してみませんか！

応募資格

◎　高校１年生、２年生で１校３～４名を１グループとします。（引率教員１名が必要です）

◎　２nd ステージに進出した場合は微積分を利用することがあります。

◎　３rd ステージに進出した場合は英語が得意であることが望ましい。また微積分を利用することがあります。

※　貴校から本校までの交通費と宿泊費は本校 SSH（重点枠）より負担いたします。
（１st ステージにおいては、近隣の方は日帰りとなるため交通費のみ本校負担となります）

公募問題『すごい分数』

$$\frac{1}{4}\times\frac{8}{5}=\frac{18}{45}\left(=\frac{2}{5}\right)$$

は約分すると $\frac{2}{5}$ となりますが，$\frac{18}{45}$ としても答えが同じ $\frac{2}{5}$ となります。

このように、a，b，c，dが１ケタの自然数のとき、

$$\frac{b}{a}\times\frac{d}{c}=\frac{10b+d}{10a+c}$$

を満たす分数（または（a，b，c，d））の組は９×９×９×９＝６５６１通りの候補があります。
この候補から証明を利用して，どれだけ候補を減らせるか可能なかぎり挑戦し，その過程や成果をかきましょう。また，これを満たす組はいくつあるか予想してください。

応募方法

◎　応募用紙に必要事項を明記し、「公募問題」の解答用紙を同封して下記送付先まで郵送してください。郵送以外の方法は受け付けません。

◎　解答用紙はＡ４版たて置き、横書きとします。ワープロソフト等を利用してもかまいません。

１枚目には学校名、チーム名、応募者の氏名（全員）、引率（担当）の先生のお名前を書いてください。

数式は文章と行を改めてかいてください。必要に応じて図をいれてもかまいません。複数枚に至るときは、解答用紙２枚目をコピーして同封ください。ホチキス止め、穴あけ、インデックス添付等はしないでください。

ご応募いただいた解答用紙はご返却できません。

◎　本校ホームページ　http://highschl.educa.nagoya-u.ac.jp/　より、応募用紙、解答用紙をダウンロードすることができます。

◎　締め切り　　平成 30 年　５月１１日（金）必着

◎　ＳＳＨ（重点枠）企画問合せ先

名古屋大学教育学部附属中・高等学校　ＳＳＨ（重点枠）担当者

◎　応募用紙送付先・公募問題についての問い合わせ先

〒464-8601　名古屋市千種区不老町　名古屋大学教育学部附属中・高等学校　SSH 担当者

◎　１st ステージ進出の発表

平成 30 年５月中旬に審査をし、５月 21 日（月）頃に結果を学校へご連絡いたします。

資料２

	SSH指定校
赤字	SGH指定校

整理番号	都道府県	学校名	チーム名	解答	解説力（1低い→5高い）					1st stage 採用	保留	不採用	優秀ポイント等コメント
				正解　95	1	2	3	4	5				
1	北海道		1	589									
2	北海道		2	81									
3	栃木県		3	95						△			
4	千葉県		4	95						△			
5	東京都		5	95						○			
6	東京都		6	95						○			
7	富山県		7	93									
8	石川県		8	2468									
9	石川県		9	2201									
10	山梨県		10	95						△			
11	岐阜県		11	95									
12	岐阜県		12	95									
13	岐阜県		13	95						△			
14	岐阜県		14	93									
15	岐阜県		15										
16	愛知県		16	91									
17	愛知県		17	95						△			
18	愛知県		18	95									
19	愛知県		19	95						△			
20	愛知県		20	95						△			
21	愛知県		21	93									
22	愛知県		22	95									
23	愛知県		23	95									
24	愛知県		24	95									
25	愛知県		25	95						△			
26	愛知県		26	95									
27	愛知県		27	95						△			
28	愛知県		28	95									
29	愛知県		29										
30	愛知県		30	2238									
31	愛知県		31	83									
32	愛知県		32	1555									
33	愛知県		33	84									
34	愛知県		34	95									
35	愛知県		35	95						○			
36	愛知県		36	95						○			
37	愛知県		37	95									
38	愛知県		38	109									
39	三重県		39	91									
40	三重県		40	95						○			
41	三重県		41	95						○			
42	兵庫県		42	95									
43	兵庫県		43	97									
44	奈良県		44	924									
45	熊本県		45	95									

資料３

2018/05/２２

公募問題　解答例の送付

2018 年度　名古屋大学教育学部附属中・高等学校の SSH（重点枠）では、ご応募を頂き、感謝申し上げます。特に、連休中にもかかわらず、全力で解答いただいた生徒のみなさま、書類等のとりまとめをいただいた担当教員のみなさまには深く御礼申し上げます。

今回、全国から３０校、５０団体（２００名近く）の応募がございました。解答を７人の審査員で、すべての学校の解答を読ませていただきました。どの解答も一所懸命取り組んでおり、読み応えがあるものばかりでした。

解答例を同封いたしました。ご査収下さい。

審査にあたって、公募問題の正解（９５通り）までたどりついた団体は２７団体ございました。

１ｓｔステージの進出は限りがあるため、審査員７人でさらに精読いたしました。しぼりこみにさいしては、場合分けから出発しますが、条件式から、解答例の３にある２と５の素因数による場合分けや、解答例の２にある不等式の評価に気がついて、少しでも少ない場合分けを行っている解答を１ｓｔステージへの条件として、審査いたしました。

９５通りの解答を送付いただいたにもかかわらず、１ｓｔステージに進めなかったみなさまに際してはまことにあいすみませんでした。

今回の問題がみなさまにとって、数学の興味をかきたてることができましたら、幸いです。

このような問題以外にもやさしい分数の問題をつくることができますので、ぜひ、チャレンジいただければと考えます。また、よい成果がありましたら、応募していただいたみなさまと共有できればと考えております。

生徒のみなさま、担当教員のみなさまの今後のご発展をお祈りいたします。

【この件に関する問い合わせ先】
名古屋大学教育学部附属中・高等学校
〒464-8601　名古屋市千種区不老町　（名古屋大学教育学部附属中・高等学校）
SSH（重点枠）数学科担当
TEL 052-789-2680 FAX 052-789-2696

資料４

すごい分数の解答例

1　問題の内容と基本的性質

問題は以下の通りである:

問題 1.1　$a, b, c, d \in \mathbb{Z}$ について, $1 \leq a, b, c, d \leq 9$ とする. このとき,

$$\frac{b}{a} \cdot \frac{d}{c} = \frac{10b + d}{10a + c}. \tag{1}$$

を満たすものは何通りあるか.

以下, 問題 1.1 について考察していく.

補題 1.2　以下は同値である:

- (1) が成り立つ.
- 次の等式が成り立つ:
$$\frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{10}{c} - \frac{10}{d}. \tag{2}$$
- 次の等式が成り立つ:
$$bd(10a + c) = ac(10b + d). \tag{3}$$
- 次の等式が成り立つ:
$$cd(a - b) = 10ab(d - c). \tag{4}$$

証明　式変形により直ちに従う. ■

命題 1.3　(1) が成り立つとき, $a = b$ (resp. $a > b$) であるためには $c = d$ (resp. $c < d$) であることが必要十分である.

証明　必要性のみ示す (十分性も同様に証明できる). $a \geq b$ とすると, (2) より

$$0 \leq \frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{10}{c} - \frac{10}{d}.$$

となるから, 求める結果を得る. ■

問題 1.1 の答えは次の通りである:

定理 1.4　a, b, c, d において (1) を満たすものは次の場合に限る:

(i) $a = b$ かつ $c = d$, すなわち

$$\frac{a}{a} \cdot \frac{c}{c} = \frac{10a + c}{10a + c}.$$

(ii) $a > b$ のとき,

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{5}{4} = \frac{15}{24},\ \frac{1}{4} \cdot \frac{8}{5} = \frac{18}{45},\ \frac{1}{6} \cdot \frac{4}{3} = \frac{14}{63},\ \frac{1}{6} \cdot \frac{6}{4} = \frac{16}{64},\ \frac{1}{9} \cdot \frac{9}{5} = \frac{19}{95},\ \frac{2}{6} \cdot \frac{6}{5} = \frac{26}{65},\ \frac{4}{9} \cdot \frac{9}{8} = \frac{49}{98}.$$

(iii) $a < b$ のとき, (ii) における答えの式の分母と分子を反転させたもの.

従って, 求める答えは $9^2 + 7 \cdot 2 = 95$ 通りである

以下, 定理 1.4 の証明を行う. 補題 1.3 より (i) の場合は示されている. また, 同じ補題から $a > b$ と $c < d$ は同値である. よって, **これ以降は $a > b$, $c < d$ を仮定する.**

まず, 定理 1.4 の証明に必要な補題を 1 つ用意する.

補題 1.5 b, c, d を固定された数とする. このとき, $1 \leq a \leq 9$ で, a, b, c, d について (1) が成り立つものは高々 1 個である.

証明 (2) より従う. ■

2 不等式評価

命題 2.1 (1) が成り立つならば $b \leq c(c+1)/10$ である.

証明 (2) より

$$\frac{1}{b} \geq \frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{10}{c} - \frac{10}{d} \geq \frac{10}{c} - \frac{10}{c+1} = \frac{10}{c(c+1)} \tag{5}$$

となるから, 求める結果を得る. ■

系 2.2 (1) が成り立つならば $b < c$, $c \geq 3$ である.

証明 $b < c$ は, $c \leq 8$ のとき $(c+1)/10 < 1$ となることと命題 2.1 より従う. $c \geq 3$ は, 命題 2.1 に $b = 1$ を代入することで得られる. ■

命題 2.3 (1) が成り立つならば $d < 10c/(10-c)$ である.

証明 (2) より

$$1 > \frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{10}{c} - \frac{10}{d} \tag{6}$$

となる. よって, 主張は (6) を変形することで得られる. ■

系 2.4 (1) が成り立つならば $d - c \leq 4$ である.

証明 $c \leq 4$ のときは, 命題 2.3 より $d - c < c^2/(10-c) \leq 16/6 < 3$ となるから正しい. $c \geq 5$ のときは $d - c \leq 9 - 5 = 4$ より正しい. ■

補題 2.5 a, b, c, d が (1) を満たすとする. このとき, 次が成り立つ:

(i)　$a \geq b(b+1)$ ならば, (1) を満たす a', b', c, d で $b' > b$ となるものは存在しない.

(ii)　$b \geq 2$ ならば, 任意の $a' \geq 2$ に対し a', 1, c, d は (1) を満たさない.

証明　(i): $a \geq b(b+1)$ で (1) を満たすとすると, (2) より

$$\frac{1}{b+1} \leq \frac{1}{b} - \frac{1}{b(b+1)} \leq \frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{10}{c} - \frac{10}{d}$$

となる. 一方, $b' > b$ で a', b', c, d が (1) を満たすとすると, (2) より

$$\frac{1}{b+1} \geq \frac{1}{b'} > \frac{1}{b'} - \frac{1}{a'} = \frac{10}{c} - \frac{10}{d}$$

となる. よって, 求める結果を得る.

(ii): 上の考察について $b = 1$ とすればよい. ■

注意 2.6　本節までの結果には, $a \leq 9$ という仮定を用いていない.

3　素因数の評価

命題 3.1　(1) が成り立つならば $c = 5$, $d = 5$, $a - b = 5$ の少なくとも 1 つが成立する.

証明　$5 \mid 10ab(d-c)$ であるから (4) より $5 \mid cd(a-b)$ を得る. ここで, c, d, $a - b \leq 9$ であるから主張は正しい. ■

系 3.2　(1) が成り立つならば $b \leq 4$ である.

証明　$c = 5$ または $d = 5$ のときは系 2.2 (および $c < d$) より従う. $a - b = 5$ のときは $a \leq 9$ より従う. ■

補題 3.3　(1) が成り立つならば $a \neq c$ である.

証明　$a = c$ とすると, (2) より $11 \mid 11c = 10a + c$ である. よって, (3) より $11 \mid ac(10b+d)$ を得る. ここで, a, $c \leq 9$ であるから $11 \mid 10b + d$ が成り立つ. 一方, 命題 2.2 と $c < d$ より $b < d$ であるから $11 \nmid 10b + d$ となり, 矛盾である. ■

補題 3.4　$a = d$ で (1) が成り立つならば $3 \mid a$ である.

証明　(3) について $a = d$ を代入すると, 式変形により $9bc = a(10b - c)$ を得る. 一方, $10b - c = 9b - (c - b)$ について, 系 2.2 より $1 \leq c - b \leq 8 - 1 = 7$ であるから $9 \nmid 10b - c$ となる. 以上より, 求める結果を得る. ■

命題 3.5　(1) が成り立つならば a, c, $d \neq 7$ である.

証明　$a = 7$ とすると, $7 \mid 10ab(d-c)$ であるから, (4) より $7 \mid cd(a-b)$ を得る. ここで, $a - b \neq 7$ であるから c, $d \leq 9$ より $c = 7$ または $d = 7$ を得る. しかし, $c = 7$ のときは補題 3.3 に, $d = 7$ のときは補題 3.4 にそれぞれ反する.

次に, $c = 7$, $d = 7$ のいずれかが成り立つとすると, $7 \mid cd(a-b)$ となるから, (4) より $7 \mid 10ab(d-c)$ を得る. 一方, 系 2.4, 3.2 および前の結果から $7 \nmid 10ab(d-c)$ となり, 矛盾である. ■

命題 3.6　$d - c = 3$ で (1) が成り立つならば $c = 5$, $d = 8$ である.

3

証明　$d=5$ とすると, $c=2$ となり系 2.2 に反する. 次に, $a-b=5$ とすると, (4) より $5cd=30ab$, すなわち

$$cd = 6ab \tag{7}$$

を得る. 仮定より, $2 \mid ab$ であるから (7) より $4 \mid cd$ を得る. さらに, $d-c=3$ であるから (7) より $3 \mid c, d$ を得る. 以上の結果と $c, d \leq 9$ から $c=d=6$ となるが, これは $c<d$ に反する. よって, 命題 3.1 より $c=5$ が成り立つ. ■

4　定理 1.4 の証明

系 2.2 および命題 2.3, 3.5, 3.6 より, (1) が成り立つ c, d の組の候補は以下のものに限ることが示される:

$$(c, d) = (3, 4), (4, 5), (4, 6), (5, 6), (5, 8), (5, 9), (6, 8), (8, 9).$$

以下, それぞれの場合に考察する.

- $(c, d)=(3, 4)$ のとき: 命題 3.1 より $a-b=5$ である. これより (1) を満たすものは $a=6, b=1$ のみであることが分かる.
- $(c, d)=(4, 5)$ のとき: (4) に代入するし整理すると

$$(a+2)(b-2) = -4$$

  を得る. ここで, $a \geq 1$ より (1) を満たすものは $a=2, b=1$ のみであることが分かる.
- $(c, d)=(4, 6)$ のとき: 命題 3.1 より $a-b=5$ である. これより (1) を満たすものは $a=6, b=1$ のみであることが分かる.
- $(c, d)=(5, 6)$ のとき: (4) に代入するし整理すると

$$(a+3)(b-3) = -9$$

  を得る. ここで, $a \geq 1$ より (1) を満たすものは $a=2, b=1$ のみであることが分かる.
- $(c, d)=(5, 8)$ のとき: (4) に代入するし整理すると

$$(3a+4)(3b-4) = -16$$

  を得る. ここで, $a \geq 1$ より (1) を満たすものは $a=4, b=1$ のみであることが分かる.
- $(c, d)=(5, 9)$ のとき: (4) に代入するし整理すると

$$(8a+9)(8b-9) = -81$$

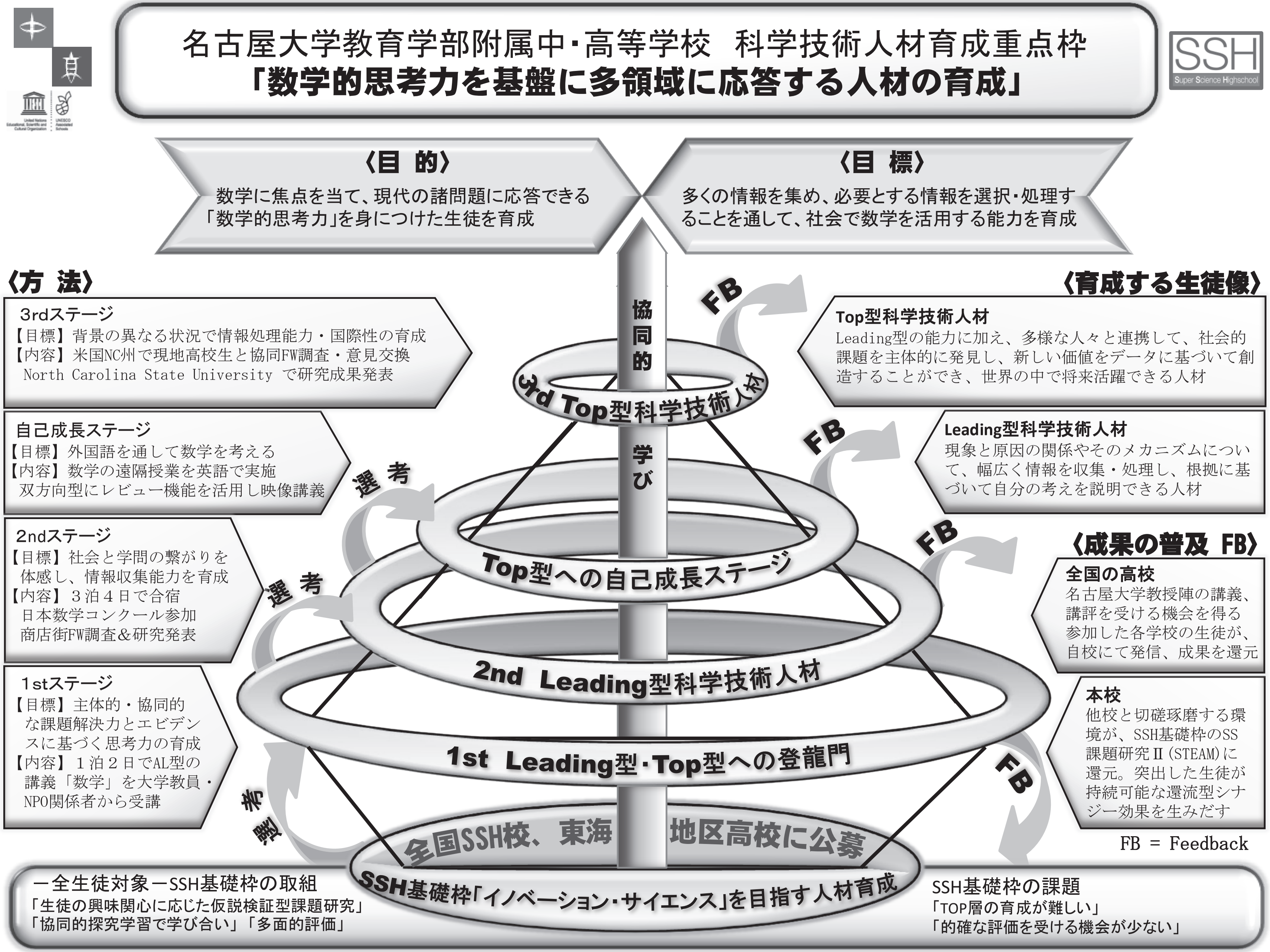
  を得る. ここで, $a \geq 1$ より (1) を満たすものは $a=9, b=1$ のみであることが分かる.
- $(c, d)=(6, 8)$ のとき: $a=12, b=2$ のとき (1) を満たす (これは (i) より従う. また, $a \leq 9$ を満たさないことに注意). このとき, $a \geq b(b+1)$ であるから補題 1.5, 2.5 よりこれ以外には存在しない (ここで注意 2.6 を用いている).
- $(c, d)=(8, 9)$ のとき: 命題 3.1 より $a-b=5$ である. これより (1) を満たすものは $a=4, b=9$ のみであることが分かる.

資料５

都道府県	学校名	チーム名	レクチャー①	レクチャー②	レクチャー③	レクチャー④	合計点
	A	1	18.25	22.4	24	23	87.65
	B	2	9	11.8	17	18	55.8
	C	3	5.33	16.2	12	18	51.53
	D	4	5.25	15.8	11	15	47.05
	E	5	3.5	11	13	18	45.5
	F	6	3.67	11	17	7	38.67
	G	7	5.75	9.2	8	15	37.95
	H	8	3.25	14	6	12	35.25
	I	9	4.5	10.5	6	10	31
	J	10	3.33	4.8	6	15	29.13
	K	11	3.25	8.8	6	10	28.05
	L	12	1.25	13.2	6	7	27.45
	M	13	4.5	10.5	4	7	26
	N	14	0	8.8	6	10	24.8
	O	15	3.75	5.3	7	5	21.05
	P	16	0	10.5	3	18	31.5
	Q	17	3.33	13.2	7	5	28.53
	R	18	2	6.1	9	5	22.1
		平均点	4.4	11.3	9.3	12.1	37.2

資料6

			採点者	Ⅰ　先生			Ⅱ　先生			Ⅲ　先生						
都道府県	学校名	チーム名	題名	観点　あ	観点　い	観点　う	観点　あ	観点　い	観点　う	観点　あ	観点　い	観点　う	合計	Ⅰ先生　コメント	Ⅱ先生　コメント	Ⅲ先生　コメント
	A	1	0											覚王山を歩いて回り，信号の赤，青の時間間隔を測定し，そのデータをもとに信号が等距離で設置されている場合に，与えられた赤，青の信号間隔の下で信号にできるだけ引っかからずに進める進行速度を求めた．実データに基づいて数理モデルを立て，その結果，信号にかからない速度が2つに分かれるという結果を導いた．円グラフによるモデル表現は面白いが，信号間を信号の1周期より遅い速度で歩く場合，あるいは信号の周期や赤青の比を変化させた場合にも言及するとより良い．	「ストレスフリーな回り方」ということで信号機に着目した点は興味深い．信号機の位置と時間周期が固定されたなかで，歩くスピードを調整するという問題設定だったが，信号機の位置や時間周期の方を「人に優しく」設計するという問題も考えると面白いであろう．	フィールドワークにおいて周辺地域の歩きにくさを観察し、その原因の一端について、シンプルな数理モデルによる説明に成功したことを高く評価します。数理モデルを用いた交通流の研究は、近年盛んにおこなわれ、実際の道路設計や運用に多くのフィードバックを与えています。まさにその入り口まで、短期間に研究を進められたことに敬意を表します。皆様の今後の研究のご発展を期待致します。
	B	2	木を増やし，気をよくする											道路に植栽されている木による緑視率に注目し，道路をカメラで撮影した画像における緑の割合を高くする木の植え方に関する研究を行った．研究において，木を球体と見做して，スクリーンに写る木の影（楕円）の大きさの和を位置を変えながら計算し，最適な木の配置を見出した．	緑視率を適切にするという課題に対して，問題を適切にモデル化したことも見事だが，何より素晴らしいことは，具体的な解を与えて現状への提言まで行ったことである．	フィールドワークにおいて緑視率という問題を見出し、緑視率への街路樹の寄与について巧みなモデル化を行い、経路に沿う平均緑視率の概念を導入し、定量的な結果を得たことを高く評価します。行政の現実の施策を調べますと、街路樹のみではなく壁面緑化等を組み合わせ、対策が取られているようです。街路樹のみでは平均緑視率が高くならないというモデル計算はその施策の根拠になるかもしれません。皆様の今後の研究のご発展を期待致します。
	C	3	人を惹きつける看板											看板の縦横比に注目したFWであり，縦横比が黄金比や白銀比の看板が人を惹きつけるのではないかという仮説を立て，実際に商店街で測定した結果をヒストグラムで比較した．さらに，看板を斜めからみて黄金比になるサイズにも注目した興味深い研究である．	看板を横から見たときに黄金比や白銀比が現れるという発想は面白い．「人を惹きつける看板」という問題設定と，実際に１４９例のデータを収集したことは大変素晴らしく，今後様々な角度に研究が発展することを期待したい．	「黄金比・白銀比が看板によく用いられる」という仮説に対し、フィールドワークで収集したデータから妥当性を検証し、仮説の修正を行い、新たな仮説を理論的に検証し、一定の結論を導いたことを高く評価します。心理が絡む問題は、物理学的問題と比べて明確な結論が得られにくいものですが、数理的なアプローチにより、困難な問題に取り組んだことに敬意を表します。収集されたデータは、地域の特性を読み取る等、他の研究への利用も考えられます。皆様の今後の研究のご発展を期待致します。
	D	4	街の発展のモデル化											覚王山の街をセルに区切り，各セルが，道路，空き地，住宅，商店のいずれかであるとして推移確率を設定し，マルコフモデルとして，街の発展のモデル化を行った．限られた時間でのプログラミング，シミュレーションなど努力の跡が見られる研究であった．パラメータの設定により，どのような発展形態があるかなど分析して，覚王山の発展の未来予測ができるとより面白い研究になったであろう．	街の発展モデルをオートマトンとして定式化し，コンピュータでシミュレートした研究は評価できる．シミュレーションの結果がどのくらい現実を表現しているか，そして現実の問題解決にシミュレーションがどのように寄与するかが重要な課題である．	都市における中心地の役割について、セルオートマトンを用いたモデル化を試み、実際に街路の形成や、中心地回りの人口増加の再現に成功したことを高く評価します。本格的な研究を短期間に行ったことに敬意を表します。モデル化、パラメータ設定のどの部分が本質的に現象を説明するか、その数理を解明することがこの種の研究の醍醐味です。解明した数理が現実に役立てばさらに素晴らしいことです。皆様の今後の研究のご発展を期待致します。
	E	5	「詰めていく」ということ											日泰寺の本堂の前の線香立て（半径90㎝，中心部18㎝は柱)に直径1.5㎝の線香の束をできるだけ多く詰めるpacking問題を考えた．円充填問題の一つであり，いくつかの充填アルゴリズムを改案した．	設定した問題は「サークルパッキング」に帰着されるが，この難問に対して独自のアルゴリズムを考案したことは評価できる．今後は膨大な先行研究と対照しつつ，新しい貢献ができれば素晴らしい．	フィールドワークの中から大香炉の線香立てという問題を見出し、数学的な一般化を試み、敷き詰め問題という難問に挑戦したことを高く評価します。今回、一般化のアプローチを試みられましたが、数学の難問にアプローチするには、特殊化も有効な方法です。WolframAlphaで学ばれた効率のよい敷き詰めの詳しい分析が、今後の研究の手掛かりになるかもしれません。皆様の今後の研究のご発展を期待致します。
	F	6	鏡の奥へ											曲がり角にミラーを設置して，死角をなくすためのミラーの形状に関する研究．ミラーの曲率と形状(丸と四角)，曲がり角の角度，道の広さなどを考慮したミラーの設計に関する面白い研究．覚王山の商店街におけるミラーの現状にも触れられるとより説得力があるであろう．	カーブミラーの問題を数学的にわかりやすく定式化し，理論的な曲率半径を導出したが，それを現状のデータと比較したことが，とくに素晴らしい．	フィールドワーク中に遭遇したヒヤリ・ハットから、カーブミラーの設計という問題を見出し、理論的な計算を行い、実際の測定結果と比較しても妥当な結果を得るのに成功した点を高く評価します。光学に用いられる数学は、カーブミラーやカメラのような身近な問題だけでなく、半導体の製造など高度科学技術においても重要となる大切な数学です。皆様の今後の研究のご発展を期待致します。
	G	7	Nagoya Parking Problem											決められた大きさの駐車場にできるだけ多くの車を停めるための駐車場の設計問題を，駐車場をタイル(セル)に分け，駐車タイル，通路タイル，分岐タイルを与えられた条件の下でできるだけ駐車タイルが多くなるように詰める最適化問題として定式化した興味深い発想の問題である．覚王山の地域性にもう一歩踏み込めればなおよかったであろう．	駐車場にまつわる様々な問題をモデル化した，内容の豊かな研究であった．とくにグラフ理論を利用して駐車場の設計を最適化するという発想は大変面白い．今後の課題として，現実と比較可能な数値的な結果があればさらに良いと思う．	駐車場の設計という身近な問題を見出し、解析幾何学、グラフ理論等、種々の数学的手法を用いてアプローチを行い、定量的な結果を得た点を高く評価します。駐車場には他にも多くの数学の問題が隠れています。大規模な駐車場では駐車の効率だけではなく、利用者の利便性も考える必要が出てきます。たとえば、様々な空港の駐車場の設計を観察されると面白いでしょう。皆様の今後の研究のご発展を期待致します。
	H	8	かげおくり											日泰寺の２つの建立物の影の大きさに注目し，建物の高さ，屋根の大きさによって影の大きさがどう変わるかを比較した調査である．面白い発想であり，同じ高さ，体積の異なる形状の影の大きさの差を掘り下げてみるとより面白い結果が得られたかもしれない．	過酷な暑さのなかのフィールドワークで，影の面積を求めるという問題設定は切実で説得力がある．影の角度と長さについては，三角関数を用いて導出することを考えてみると良い．	日影の動きという身近な問題に着目し、データを測定し、その法則性を見出した点を高く評価します。特に日影の長さが二次関数で近似できることはよい観察です。しかし、なぜ二次関数になるのでしょうか。日の出から日の入りまで測定するとどうなるでしょうか？季節が変わるとグラフはどのように変わるでしょうか？現実には二次関数や円だけでなく、三次関数、四次関数など、より複雑な形が現れます。考えてみませんか？皆様の今後の研究のご発展を期待致します。
	I	9	各物質の気温上昇に関する熱量的考察											覚王山の地表の材質による気温上昇の差異を調べた．地表から1-2メートル，0-1メートル，地表，地下の熱交換の物理モデルを想定し，砂利，大理石，土，アスファルト（日泰寺境内と商店街）のそれぞれについて，地表での熱量の増減を，実測した気温データをもとに推定した． データをもとにした面白い研究である．	予想される結果と異なるデータ（日泰寺と商店街の気温の違い）に対して，それを説明する新しいモデル（日光の反射）を考案したところが，とくに評価できる．	記録的猛暑の中、測定したデータの分析から、商店街の各所の温度変化は、路面の材質だけでは説明できないことを見出し、その原因を建物による効果と推定し、モデル計算で明らかにしようとした点を高く評価します。建物による効果を明らかにするためには、もう一度現実に戻り、模型を用いた追加の実験を行って、モデル計算と比較されると研究が深まるかもしれません。皆様の今後の研究のご発展を期待致します。


名古屋大学教育学部附属中・高等学校　科学技術人材育成重点枠
「数学的思考力を基盤に多領域に応答する人材の育成」
SSH
Super Science Highschool
〈目 的〉
数学に焦点を当て、現代の諸問題に応答できる「数学的思考力」を身につけた生徒を育成
〈目 標〉
多くの情報を集め、必要とする情報を選択・処理することを通して、社会で数学を活用する能力を育成
〈方 法〉
3rdステージ
【目標】背景の異なる状況で情報処理能力・国際性の育成
【内容】米国NC州で現地高校生と協同FW調査・意見交換
North Carolina State University で研究成果発表
自己成長ステージ
【目標】外国語を通して数学を考える
【内容】数学の遠隔授業を英語で実施
双方向型にレビュー機能を活用し映像講義
2ndステージ
【目標】社会と学問の繋がりを体感し、情報収集能力を育成
【内容】３泊４日で合宿
日本数学コンクール参加
商店街FW調査＆研究発表
1stステージ
【目標】主体的・協同的な課題解決力とエビデンスに基づく思考力の育成
【内容】１泊２日でAL型の講義「数学」を大学教員・NPO関係者から受講
選考
選考
選考
協同的
学び
3rd Top型科学技術人材
Top型への自己成長ステージ
2nd Leading型科学技術人材
1st Leading型・Top型への登龍門
全国SSH校、東海 地区高校に公募
SSH基礎枠「イノベーション・サイエンス」を目指す人材育成
FB
FB
FB
FB
〈育成する生徒像〉
Top型科学技術人材
Leading型の能力に加え、多様な人々と連携して、社会的課題を主体的に発見し、新しい価値をデータに基づいて創造することができ、世界の中で将来活躍できる人材
Leading型科学技術人材
現象と原因の関係やそのメカニズムについて、幅広く情報を収集・処理し、根拠に基づいて自分の考えを説明できる人材
〈成果の普及 FB〉
全国の高校
名古屋大学教授陣の講義、講評を受ける機会を得る参加した各学校の生徒が、自校にて発信、成果を還元
本校
他校と切磋琢磨する環境が、SSH基礎枠のSS課題研究Ⅱ(STEAM)に還元。突出した生徒が持続可能な還流型シナジー効果を生みだす
FB ＝ Feedback
－全生徒対象－SSH基礎枠の取組
「生徒の興味関心に応じた仮説検証型課題研究」
「協同的探究学習で学び合い」「多面的評価」
SSH基礎枠の課題
「TOP層の育成が難しい」
「的確な評価を受ける機会が少ない」

平成30年度科学技術人材育成重点枠実施報告（要約）

①　研究開発のテーマ

数学的思考力を基盤に多領域に応答する人材の育成

②　研究開発の概要

数学的思考力を基盤に多領域に応答する人材の育成を目的としている。多くの情報を集め、それらの情報から必要とする情報を引き出し処理することを通して、社会とのつながりの中で数学を活用する能力を育成することが目標である。具体的には２つの人材、①Leading型科学技術人材（現象と原因の関係やそのメカニズムについて、幅広く収集した情報を処理し、根拠や理由に基づいて自分の考えで説明し将来、日本社会を牽引することができる人材）②Top型科学技術人材（国内外の多様なステークホルダーと連携して、社会的課題を自ら主体に発見し、新しい価値を明確なデータに基づいて創造することができ、世界の中で将来活躍できる人材）の育成である。育成には、４つのステージを設けて必要な資質や能力を磨くための検証を行う。

③　平成30年度実施規模

全国SSH校と東海地区非SSH校の生徒を対象として実施する。

④　研究開発内容

○具体的な研究事項・活動内容

・0ステージ

研究事項

Leading型、Top型科学技術人材を育成するために必要な資質・能力を判定するために実施した。選考に通過した生徒には、2nd・3rdステージ参加への意欲と更なる学びへの意識づけを行なうことが期待される。

活動内容

全国の高校生に対してLeading型科学技術人材・Top型科学技術人材への登龍門として、４月上旬に全国のSSH校ならびに東海地区の非SSH校に応募要領と公募問題「すごい分数」を発送した。応募された解答を７人の審査員で評価を行い、1stステージ進出校を決定する。

・1stステージ

研究事項

書類選考を通過した全国の高校生を対象に、事象を数学的に捉え汎用的な見方・考え方がさらにできるようにファシリテートする。また、課題を主体的・協同的に解決する力を育成する。

2ndステージで行うFW（フィールドワーク）を通して、効果的に調査・研究を行う基礎力育成が期待される。

活動内容

書類選考を通過した全国の高校生を対象に、４名の教員が２日間で２時間ずつ、レクチャーを行った。内容は社会生活と数学の関わりに焦点を当てた。レクチャーの課題をグループごとや個人で解くことで課題を主体的・協同的に解決する力を育成する。講座の受講ごとに行う課題レポート集計をおこない点数化した。2ndステージに進出する団体を決定する。

・2ndステージ

研究事項

1stステージを通過した高校生（32名）を対象に、事象を数学的に捉え汎用的な見方・考え方をFWを通して実践的に育成する。情報収集や調査で得た多くの情報を分析し、エビデンスに基いた発表力を育成する。集めた情報から自分が必要とする情報を引き出し、処理する能力を育成することが目標である。また商店街を拠点にFWを行うため、数学が実生活との関わり、学校での学問が社会とのつながりや、実社会との影響を考える。事象を数学的に捉える課題が出題される日本数学コンクールに参加し、事象と数学の関係性について理解する。

活動内容

2ndステージは９校が参加した。名古屋市千種区にある覚王山を中心としたエリアで数学の視点から商店街や建物を観察する。数学の視点からまとめて審査員の前で発表を行った。最終日は名古屋大学主催の日本数学コンクールの団体戦に参加し、グループで問題に取り組んだ。

・自己成長ステージ

研究事項

3rdステージに向けて、英語で数学の授業を受講し英語力を向上させる。英語での数学的専門用語の修得が期待される。また今後の教育で期待されている遠隔教育に対する実践例の提供をおこなう。個人のライフスタイルにあわせた新しい教育の試行を試みた。

活動内容

2ndステージ（10月）から3rdステージ（２月末）の間で、インターネットを活用した双方型遠隔教育の試行的実施をする。名古屋大学G30プログラムで実施しているインターネットを使って配信されている補充教材を利用する。ビデオチャットの機能を使って質疑応答、参加者どうしの議論、補足事項等の発信を行う。

・3rdステージ

自ら主体的に課題を発見し、新しい価値を明確なデータに基づいて創造することができ、将来世界の中で活躍することができる人材を育成する。海外の高校生と協同し、自分の持つ社会的背景とは異なる状況の下でも多くの情報を収集し、必要な情報を的確に処理する能力を育成する。成果を英語で発表し、情報交換を行なうことで国際性を育成することが期待される。

活動内容

米国ノースカロライナ州 North Carolina School of Science and Math（NCSSM）の生徒と地元商店街にて、アンケート調査や聞取り調査等により多くのデータを収集し分析。分析した結果についてエビデンスを示しながら英語で発表する。

⑤　研究開発の成果と課題

〇実施による成果とその評価

・0ステージでの応募数は全国から30校、50団体（一団体は４名　200名近く）であった。
・1stステージでは４名の教員により、グループごとでの評価や個人での評価をそれぞれ行った。
・2ndステージでは名古屋大学主催の日本数学コンクールの団体戦に参加をし、団体戦ではすべての学校が大賞、優秀賞、優良賞、奨励賞などを受賞し、参加校の実力が示された。

〇実施上の課題と今後の取組

・0ステージでの解答は半数が正解であったため、評価方法の厳密性で判断をした。
・1stステージは４名の教員による評価方法が個人評価と団体評価の２通りで評価を行った。
・2ndステージの実施時期が暑さのために、フィールドワークにおいて暑さ対策が必要になる。
・自己成長ステージではネット上のビデオチャットであるため、各学校のネット環境の整備が必要。
・進出校に対して次ステージへの案内までの周知期間が短かく交通費等の案内が毎回直前となる。
・審査をする先生や講師の連絡がステージごとに連絡をとる必要があるため、準備が煩雑になる。

〇現時点における平成31年度以降の計画

（３月に公募問題の検討会を実施）
・４月　　0ステージ　　公募問題の配布　　・６月１日（土）２日（日）1stステージ　実施
・８月初旬　　2ndステージ　実施　日本数学コンクール団体戦　参加
・10月から２月　自己成長ステージ　実施
・３月　　3rdステージ実施

平成30年度科学技術人材育成重点枠の成果と課題

①　研究開発の成果

○これまでの取り組みを通じた成果

・地域や他の学校への波及効果

０ステージで全国のSSH校ならびに東海地区の非SSH校に応募要領と公募問題「すごい分数」というタイトルで発送した。この問題の探究に、全国から30校、50団体（一団体は４名　200名近く）の応募があった。審査では、愛知、三重の県立高校の数学教員、名古屋大学多元数理科学研究科教員が審査員を行い、活発な意見交換をおこなった。

2ndステージではフィールドワークから数学をみつけるはじめての試みに対して愛知県立豊田西高校の田中紀子教諭からアドバイスをいただき、フィールドワーク前の講義として、生徒にさまざまな事例を与えることができた。

・学校の変容

学校全体の研究体制にSSH重点枠グループが発足した。このグループを中心に４つのステージの全面的な支援を受けることとなった。また、今年度から学校で情報助手が採用されたことが、自己成長ステージでのネット環境の整備に大きく貢献した。

・教員の変容

SSH重点枠グループでは当初、ハード面の整備のみをお手伝いいただいた。しかし、ステージが進むにつれて、授業の内容やフィールドワークでの警備などのソフト面においても的確なアドバイスがされるようになった。

・大学の変容

2ndステージの最終日４日目には名古屋大学主催の日本数学コンクールの団体戦に参加をし、グループで問題に取り組んだ。このコンクールでは１日をかけていくつかの問題に挑戦することになっている。団体戦の参加によって、日本数学コンクールのレベルが格段に向上していることが、数学コンクール実行委員によって確認された。また、団体戦ではすべての学校が大賞、優秀賞、優良賞、奨励賞などを受賞し、参加校の実力が示された。

・大学の資源の活用

自己成長ステージでのビデオチャットの題材は、名古屋大学が英語による授業のみで卒業できるプログラムG30プログラムがあり、発足当初に日本における高校３年生で学ぶ微積分を学んでいなかった学生に対する補充教材（コンテンツ）を利用する機会を得た。教材作成当初に附属学校教員がかかわったこともあり、コンテンツ制作者の石田教授から快諾いただき、使用した。生徒たちのコンテンツの利用の際にも石田教授や多元数理研究科の院生に参加いただき、英語での発表に対するアドバイスを行った。また、ビデオチャットを利用した数学英語の習得のため、本学情報基盤センターからのアドバイスをいただいた。

・地域の協力と生徒の活動

2ndステージでは、商店街でフィールドワークを行うために、地域との協力が必要となる。商店街との協力については、日頃から部活動で地域とつながりがあるため、地元の城山商店街組合の理事長にお願いをし、快諾いただいた。また、商店街の理事からフィールドワーク前に講義として、実施する地域の地理的、歴史的な講義を行った。４人の教員による評価は、1stステージでの教訓によって事前に観点を決めて評価をおこなったため、適切に評価することができた。

短い時間内にフィールドワークでみつけた数学の内容が記述できた。

②　研究開発の課題

・研究開発の課題
・０ステージ
　公募問題づくりが大変むつかしい。公募問題については本校数学研究班（数学クラブ）が過去に研究した成果をアレンジして出題を行った。今回の問題の場合、正解者が多かったため、解答記述についてよりすぐれた効率のよい解答を吟味して候補を決定した。候補にならなかった学校に対してのフォローが今後の課題となる。（資料１　資料２　資料３　資料４）
・1stステージ
　進出した学校はグループ全員での参加であった。グループの人数をしぼった代表者のみの参加のほうが参加校が増えて学校間交流が活発になったと思われる。（資料５）
　このステージは４人の教員が「社会と数学」に関する講義をおこなった。各講義終了後短い時間で課題をこなすため、「統計と数学」「文学と数学」の講義は設定しずらいことがわかった。
・2ndステージ
　設定した日時は酷暑の日が多く、外でのフィールドワークは時間を短縮して行った。フィールドワークの時間を短くし、その分ポスター発表を行う時間を短くすることで対応したい。
　日本数学コンクールの日程等もふくめて調整する必要がある。（資料６）
・自己成長ステージ
　ビデオチャットの準備のため、各学校に情報助手とともに機器の設置と説明をおこなった。
　学校によってネット環境や映像環境（教室）などがずいぶん違うため、学校ごとの環境整備をおこなうことが必要であった。
　ビデオチャットの整備をハード面（広角撮影、集音マイク）ソフト面（英和自演、科学英語の書き方のプレゼンテーション）の両面から支えた。
　ビデオチャットでの数学英語の解説は、１学校ごとに行うため、どうしても聴くだけになってしまう。このため、レクチャーをしていない生徒に対するフォローが必要となる。課題の精選も必要となる。
・3rdステージ
　に際しては米国の生徒とディスカッションをしながら生徒たちと作品をつくることになるため事前に夏休みにフィールドワークでおこなった内容を英語化することで準備をおこなう。3rdステージの実施時期に大学教員や大学院生が多忙となるため、英訳をチェックしていただける人的資源が不足する。現在は数学英語をしゃべる練習をおこなっているが、数学英語の記述の部分でもこれからの課題である。

平成31年度以降の研究計画
（３月に公募問題の検討会を実施）

・４月	0ステージ　公募問題の配布
・６月１日（土）２日（日）	1stステージ　実施
・８月初旬	2ndステージ　実施　日本数学コンクール団体戦　参加
・９月から２月	自己成長ステージ　実施
・３月	3rdステージ実施

それぞれのステージについて、教員、生徒からのアンケートを行う。

（文責　渡辺武志）