

静岡 STEM アカデミー

令和元年度ジュニアドクター育成塾

報告書

実施責任者 石井 潔

(国立大学法人 静岡大学学長)

実施主担当者 熊野 善介

(静岡大学 創造科学技術大学院・教育学部・教授)

本報告書は、国立研究開発法人科学技術振興機構との実施協定に基づき、静岡大学が実施し令和元年度ジュニアドクター育成塾「静岡 STEM アカデミー」の成果を取りまとめたものです。

## はじめに

平成 26 年度より、JST の次世代科学者育成プログラムの支援のもと、静岡大学と静岡のチームは「静岡STEM ジュニアプロジェクト」を立ち上げた。平成27年度は 学長裁量経費で遂行し、平成 28 年度は再び次世代科学者育成プログラムに合格し、「静岡STEM ジュニアプロジェクト」を継続することができた。平成 29 年度は学長裁量経費で展開し、さらに平成 30 年度から、JST のジュニアドクター育成塾事業に合格し、新たに「静岡 STEM アカデミー」プログラムを立ちあげることができた。そして、本報告書は静岡大学のジュニアドクター育成塾事業である「静岡 STEM アカデミー」の 2 年目の報告書である。ここに、本プログラムに支援をいただいた、文部科学省に心から感謝申し上げます。

Society5.0 は日本から世界に向けた新しい政策であり、すべての政策が国を挙げて取り組んでいこうとする国策といえる。この一環で、静岡県の教育委員会でも、先生方の夏の研修に STEM 教育や STEAM 教育を取り入れ始め、理論的な理解と演習が始まっている。また、時をほぼ同じくして、静岡県教育委員会高校教育課を中心に「ふじのくにアドバンスト・ラーニング・コンソーシアム」を立ち上げ、グローバルな課題研究として、WWL (World Wide Learning) コンソーシアムを立ち上げ、3つの高等学校を中心に SDGs と STEM 教育を展開することで推進が始まったところである。

イノベーションが展開する教育方略として諸外国では STEM 教育という言葉でアメリカやイギリスを初めとし、複数の国家レベルの科学教育改革が展開している。STEM 教育は科学・技術・工学・数学を一体として初等中等教育活動の中に盛り込むことができるため、独立した研究分野の科学の知識を身につけるだけでなく、分野横断型の研究課題に取り組むことで、将来先端の科学技術分野を担う人材の育成につなげることを目指している。

静岡 STEM アカデミーの展開手順は究めてユニークで、STEM 教育を展開しながら、児童生徒に自由研究を促してきたことである。また、児童生徒自らが主体的に関わる状況に科学的な活動、工学的な活動を埋め込む努力をしてきたことである。これらにより科学者・(技術者)・工学者・数学者としての素質を開花させ、さらに研究活動にのめり込むことのできる人材の育成を図ることが目標である。また、実践の教育効果を評価することで日本の文脈での STEM 教育において特に引き伸ばすことができる能力とは何であるかを明らかにすることを試みてまいりました。本プロジェクトは、静岡県教育委員会の後援をいただき、また、静岡市教育委員会、浜松市教育委員会、並びに静岡県内国公立、私立の小中学校、報道機関等との連携により、次世代を担う科学者・工学者を目指す人材を発掘し、STEM 教育の実践・評価により、能力の開発・伸長を図るとともに、自由研究指導及びその成果の発表活動を通して、さらに高いレベルでの研究活動を奨励し、受講者のステップアップを図ってまいりました。係わっていただいた、静岡大学特任教授（静岡科学館る・く・る元館長）の青木克顕先生、元館長の増田俊彦先生、現浜松市防災学習センターの大石隆示先生、公益財団法人山崎自然科教育振興会の大石尚夫先生、藤枝市生涯学習課の瀧下恵大様、静岡県立三島北高等学校の齊藤浩幸校長先生、静岡大学の郡司賀透先生、萱野貴広先生、山本高広先生はじめ多くの先生方、熊野研究室ならびに郡司研究室等教育学部の学生諸君、研究補助員の山根真智子さん、学術研究員の坂田尚子さんに心から感謝申し上げます。

令和 2 年 3 月 16 日

静岡 STEM アカデミー 代表 熊野善介

i 静岡大学創造科学技術大学院・教育学部教授

# 目次

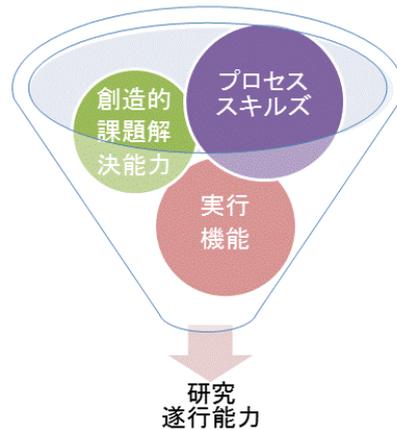
## (CONTENTS)

はじめに	代表 熊野善介	… i
目次		… ii
<b>I. 実施報告書</b>		… 1
1. プログラム名		… 1
2. 企画名		… 1
3. 実施期間		… 1
4. 本企画における今年度の重点課題		… 1
5. 業務項目別線表(結果)		… 5
6. 当該年度における達成目標の達成状況		… 6
6-1. 人材育成上の達成目標と実績		… 6
6-1-1) 育てたい能力・資質とその目標水準を達成する受講生の割合の実績		… 6
6-1-2) 受講生の総合評価(達成水準の総合判定)とレベル別割合の当該年度目標と実績		… 11
6-2. その他の当該年度の達成目標(人材育成目標以外)		… 12
7. 業務計画に対する進捗状況・実績の詳細		… 14
8. JSTへの意見、要望		… 32
<b>II. 業務関係者一覧表(結果)</b>		… 33
<b>III. 令和元年度の静岡 STEM アカデミーにおける質的な分析と考察</b>		… 35
1. メンターに対する研修について		… 35
2. 3D ペンを活用した STEM 活動		… 41
3. 「主体的かつ対話的で深い学び」を生成する「STEM 教育」における実践研究～3D プリンタを導入して～		… 49
4. MESH(Sony)を活用した STEM 教育～レーザーセキュリティーシステムをデザインしよう～		… 59
5. マイクロビットを導入した STEM 教育		… 71
6. センサーとマイクロビットを応用した STEM 活動		… 74
7. ジリアン・ローリグ先生のモデル STEM 授業と講義並びにこれを活用した風力発電 STEM 学習		… 77
7-1. Which blades that generate more electricity? An Inspiring STEM activity from Prof. Gillian Roehrig Session in Shizuoka STEM Academy 2019		… 77

7-2. Promoting Wind Energy through STEM activity in Shizuoka STEM Academy	… 81
8. 令和元年度 静岡 STEM アカデミー活動の振り返りと今後の課題	… 88
8-1. 行動観察から生徒の能力を評価する試み	… 88
8-2. 各 STEM 教材の総括(成果と課題)	… 92
9. 令和元年度の e-learning での moodle を活用した探究活動支援の 現状と課題	… 100
10. 令和元年度における自由研究指導について	… 102
11. 小学生・中学生を対象とした生命倫理の導入	… 115
12. 「静岡 STEM アカデミー」最優秀者の柳田純佳さん訪米記	… 127
13. 地域の特性を生かした初等 STEM 教育プログラムの開発 (特別報告;平成 30 年度静岡 STEM アカデミー藤枝教室と牧之原 教室の実践から)	… 132
<b>IV. 資料</b>	<b>… 142</b>
資料 1 ; 静岡 STEM アカデミー日程と担当一覧	… 142
資料 2 ; STAGE1.0 報告書	… 143
資料 3 ; STAGE1.5 報告書	… 183
資料 4 ; STAGE2.0 報告書	… 191
資料 5 ; STAGE1.0 受講生評価結果	… 205
資料 6 ; STAGE1.5 受講生評価結果	… 206
資料 7 ; STAGE2.0 受講生評価結果	… 207
資料 8-1 ; 「静岡 STEM アカデミー」最優秀者の柳田純佳さん 訪米記 (写真集)	… 208
資料 8-2 ; 柳田純佳さんによる英文ポスター (オワトナ中等学 校へ寄贈)	… 209
資料 9 ; 自由研究受賞者一覧	… 210
<b>おわりに</b>	<b>… 211</b>

## I. 実施報告書

1. プログラム名	令和元年度ジュニアドクター育成塾
2. 企画名	静岡STEMアカデミー
3. 実施機関	実施機関名：国立大学法人 静岡大学
	実施責任者 所在地：〒422-8529 静岡県静岡市駿河区大谷 8 3 6 役職名： 学長 氏名： 石井 潔
	契約担当者 所在地：〒422-8529 静岡県静岡市駿河区大谷 8 3 6 役職名： 学長 氏名： 石井 潔
4. 本企画における今年度の重点課題	<p>静岡 STEM アカデミーでは、これまでの次世代科学者育成プログラムと1年目の「静岡 STEM アカデミー」における実践的な研究成果を取り組みに生かし、将来イノベーションを起こしうる人材育成のために、新たな価値を提供する教育実践に取り組んでいく。特に受講者の未来の科学者・技術者としての資質・能力を高めていく中で自由研究活動を重要視し、プロセス・スキルズ、創造的課題解決能力、自己管理(Self-Regulation)、コミュニケーション力等を育成しながら、研究遂行能力の向上を目指す。今後は、自由研究における受講者の個別の学習をコーチングによっていかに高めていけるかを定性的かつ定量的に実証研究を展開することを本プログラムの目的として、平成30年度までの活動を継続するだけでなく更に発展させる形で行う。この目的を達成していく過程で、21世紀型の資質・能力の育成、評価、及びそれがいかに未来の科学者・工学者としての研究遂行能力に寄与していくのかを明らかにしておくことも本プログラムの目標であり、責務と捉えている。この目標は今後も継続的に目標として掲げることとする。</p> <p><b>★受講者の研究遂行能力を向上させるための重点課題</b></p> <p>①科学的工学的プロセス・スキルズ (Scientific and Engineering Process Skills)</p> <p>②創造的課題解決能力 (Creative Problem Solving Skills)</p> <p>③自己管理能力 (Self-regulation)</p> <p>プロジェクト全体として、科学技術に対する興味・関心の向上は大前提としながらも、上記、3つの能力をその研究遂行能力の基礎として活用できるように、プログラムを通して育成・支援を行ってきた。</p> <p>これらの重点課題について平成元年度は、この3点に重点を置いてきたが、三年目に追加する重点課題として、システム思考や英語でのコミュニケーション能力等意図的に埋め込む努力をした。</p> <p>● 科学的工学的プロセス・スキルズについて</p> <p>過去の学習指導要領においては、科学の方法や科学的方法などの言葉で、科学的に調べる能力とは何なのかある程度示されてきた。現行の学習指導要領上では科学の方法に関する記述は「探究する能力の基礎」という言葉で表されている。これらの方法に関連する能力が、現代の児童・生徒にとって自由研究を遂行するための能力の一つとして重要であると考え。そこで今年度の活動では、これらを明示的に扱い、利用可能な能力として育成する場面が必要であると考えた。したがって、ここでの目標は、「受講者が自らの判断で、いつ、どこで、どのスキルを利用するのか」を決定できるようにすることである。これらの視点を埋め込んだSTEM活動を埋め込んで、年間展開してきた。</p>



● 創造的課題解決能力について

これまでの研究と実践から、受講者は、実践を積みかさねることで自ら創造的課題解決のための探索法を選択し、探究を進めることができるようになることが分かっている。今年度からは、それを自明の事実として受講者にも示し、創造的課題解決プログラムを自ら(あるいはグループで)運用することを目標とする。このことは、プログラム全体の基礎となる。受講の初期から修了期に至るまで、指導者側の介入の度合いを徐々に減らしていきながら、運用力を向上させていく。特に今年度は、メンターの介入でかなり進んだ事例ができた。

● 自己管理能力(特に実行機能)について

21世紀型の資質・能力の一つでもある自己管理能力(Self-regulation)、特に実行機能の習慣化である。前述①・②については、スキルズ(資質・能力)と名がついていながらも、それをもとに運用されなければこれらの能力は発揮されない。別の言葉で言えば、①や②は知識の一部であり、その自己管理を伴わなければ運用されないのではないか。そこで、本年度のプログラムにおいては、研究者としての自己管理を習慣化していくという目的のためにのみ、積極的な介入を行う指導体制をとる。自己管理の基礎として、「実行機能・気質・個性」などの個別の概念があるが、これらのうち特に実行機能(Executive Functioning)について重要視している。特に、今年度と昨年度の違いで、心がけたことは、2名のシニアメンターによる保護者への説明会が上げられると同時に状況に応じた、本人と保護者に対応した説明と支援ができたことである。

☆受講者の意欲・能力を見出す際の具体的観点と育てたい人材像

① 自らの疑問・課題についての長文作成能力と興味・関心

「400字～800字の研究計画を作文する能力」を一次選抜の課題とした。この際、研究の各段階(例えば表1に示したア)疑問の設定、イ)科学的工学的数学的方法の決定、ウ)変数の設定、エ)見込まれる結果の予想や推察、オ)結果に基づいた考察、カ)(結果と考察から求められる)推論、考察の構築等についてインターネットを通じて各拠点に設置する会場において実施する試験により、一定程度の得点を得た応募者にStage1への参加を認めた。

なお、上記ア)～カ)の各観点について以下の表1のような評価規準を用いた三段階A～Cの評価を行い、18点満点中9点を合格とした。実態としては、応募者を以下の基準で採点し、明らかに毎回参加できないとしているものや、能力的に困難であるといえる応募者を除いたが、このような応募者は数名で、ほとんどの児童生徒は受講者として受け入れ可能であった。静岡では、三島北高等学校、静岡科学館る・く・る、ディスカバリーパーク焼津天文館、藤枝市生涯学習センター、牧之原市旧片浜小学校、浜松市防災学習センターの6か所を拠点として展開した。

表1. 研究の各段階の思考力に関する評価規準

	A (3点)	B (2点)	C (1点)
ア) 疑問	方法及び変数の設定を考慮した閉じた疑問となっている	科学的に調査可能な疑問が立てられている	科学的に調査可能でないまたは書けない
イ) 方法	対立する予想を考慮した方法が立てられている	疑問に直接答える方法になっている	方法が曖昧であるまたは書けない
ウ) 変数	規則性・関係性の発見・確認を考慮した変数が設定してある	測定する値あるいは観察対象が明確である	変数が設定されていない何が観察・測定されるかが明確でない
エ) 結果	対立する予想を考慮した結果が示されている	予想される結果が示してある	結果が予想できていない
オ) 考察	対立する予想のどちらを支持するか根拠が示されている	結果を踏まえ疑問に答えている	結果の解釈に終わっているか結果と関係なく考察している
カ) 推論	結果と考察を踏まえて、新たな視点を与えているor次の研究の疑問が立っている	結果と考察から言えることにとどまっている	推論が書けないあるいは、結果の説明に終わっている

**① 自由研究遂行における経験と自信の把握から研究遂行能力の基礎形成**

Stage1.5の段階では、上記表に示した規準による評価により12点以上、別に行う認知能力テスト（または作文）において70点以上を二次選抜の合格ラインとして、再度試験を行うと共に、科学賞等の受賞履歴の提出を求める。前年度までの経験から、科学賞等の受賞がそのまま研究遂行能力を示しているわけではないことが分かってきた。そこで、今年度は「自由研究遂行能力」と「メタ認知能力」を選抜基準として明確にし、二段階目では研究遂行のための能力の指導すなわち評価規準におけるA段階の能力習得を目指すこととした。ここでは、「研究遂行能力の基礎」の形成を目指しているが、具体的には自己管理すなわち、「自らが研究活動を管理する」ことや、創造的課題解決；「探索法を運用する」こと、プロセス・スキルズ；「科学的工学的に調べる」方法などを教えながら、それぞれの能力の育成を図った。なお、この段階から、ニーズの把握、課題の設定、結果の予想や推察、方法の計画、疑問の設定、障害の識別、実験観察の遂行、結果のまとめ方、結果に対応した考察の構築、解決策の構築、証拠に基づいた推論等へ、能力の幅を拡大した。今年度は、これらについて、毎回開催される静岡STEMアカデミーのSTEM活動の中に段階的に埋め込まれた。別冊報告書の中に、いくつかの分析をまとめたのでご参照いただきたい。

**② 研究遂行能力の基礎と専門性の強化**

第3段階（Stage2）では、前述3つの能力（自ら研究活動を管理する・探索法を運用する・科学的に調べる）の達成がなされ、全体の目的・目標の①②③につながる基礎が完成しているものを選抜した。その方法は、前述の評価規準にもとづいたテストとともに、受講中のコーチングによる形成的評価であり、各評価項目を①思考の代理、②思考の模倣、③思考の自立の3段階に渡って評価した。コーチングの考え方から、①代理で行うことはできるだけ避けながら、やって見せては本人に考えさせ実施させる、②模倣の段階を踏み、③自立の段階で自ら行う姿が見られるかどうかまでをコーチしていく。初めから自立の評価を受けている者については、他の評価項目が達成できるよう指導者側が準備を工夫した。なお、この方法についてはメンターの研修にも組み込み、徹底した。

今年度は本項目について、毎回開催される静岡STEMアカデミーのSTEM活動の中に段階的に埋め込まれた。

以上の評価を経た受講者は、研究遂行能力の基礎を身につけているので、自らの力で(仲間と)研究を進めていく活動に十分当たれると考えている。また、こうした力を持っている受講者(初期段階の研究者)には、より専門的な内容への挑戦、専門的な指導、そして創造性が育成されることを期待したグループ研究を実施することによって、創造的で、課題解決力を有し、イノベーションを体現できる研究者の育成を目指すことができると想定している。

☆H31年度（令和元年度）の重点課題と改善策（委員会からのコメントに応えた説明の追加）

・6拠点で並進する第一段階プログラムの充実を図ること。

2年目は、1年目でなしえなかったコアメンターを1名（青木科学館元館長）を特任教授として採用することができた。また、増田科学館元館長に多くの協力を依頼することとしたので、大学教員が対応しにくい児童生徒への自由研究推進への対応のノウハウに関して研修を重ねることができたので、大学教員と学生がともに学ぶ時間を確保することができた。また、児童生徒の振り返りと補助学生の振り返り等に反映させることにより、静岡STEMアカデミーの全体の質的な向上をはかることができた。特に、ほぼ毎週開かれた静岡STEMアカデミーの事務局会議、補助スタッフの研修会を6、7回開催できたことは、プログラム全体の質の向上につながった。

・活動拠点の差異を最小限にするために募集段階から工夫すること。

上述の内容を2週間に一度程度で、「静岡STEMアカデミー」推進委員会を大学でもち、戦略的、主体的に6か所の教室にかかわりあうことで、活動拠点の差異がなくなっていった。

・受講生の研究課題に対応するために、教育学部以外の学部との連携、GSCとの連携を図る。

この点については、農学部の露無名誉教授、ふじのくに地球環境史ミュージアムの山田教授から特別講演をいただいたり、理学部のFSS代表の瓜谷教授との相談をしたり、STEMアカデミー2.0の9人の受講生のために、多くの先生方への連携をお願いした。

・コーチングの力量向上とコア、サブメンター、学生を含めた指導体制の充実を図る。

STEMアカデミー1.5までは、他学部への補助学生の募集を行わなくても2年目は展開できた。3年目はGSCで高校生を受け入れている研究室の院生や学部生、さらに静岡STEMアカデミーの児童生徒の受け入れが可能な研究室（農学部・理学部・教育学部）の学生を対象に静岡STEMアカデミーの補助学生を募集したい。教育学部内では、研修会の日程を案内し、STEM教育改革の研修と学生同士の交流を推進した。このことにより、関係する人材の質の向上がはかれた。

・評価のフィードバックのノウハウの向上を図る。

・Moodle活用の充実を図る。

これら2点に関して評価のフィードバックについては、質的な内容の向上に関するデータの収集と複数の日程での量的なアンケート調査の方法が考えられた。質的な児童生徒の変容があったかどうかに関するデータ収集については、関わっている受講者の振り返りから見えてくる内容と、関わっている補助学生、担当のメンターたちからの評価をある程度収集できた。今年度（平成元年度）はこちらの、データの分析と考察に基づいた評価を行うことができた。そういう意味で、モデルが完備し、児童生徒、並びに関係する補助覚醒、メンターの役割分担が明確になり、ウェブ上でやり取りが明確になり、かなり高い成果が得られた。

e-learningモデルシステムはすべての受講生が登録でき、多くの受講生との連絡がモデルを通して行うことができただけでなく、振り返りを記載する活動ができた。しかし、牧之原教室のみ、家庭環境において十分な機材の対応が難しく、必ずしも機能しなかった。今後の課題である。（平成2年度は榛原高校で行うこととなった。）

5. 業務項目別線表（結果）

業務項目（取組）	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
運営委員会の開催												
実施体制の整備・確立												
連携機関との調整・連携活動												
メンター等の研修 (海外のSTEM研究者招聘)												
募集・選抜												
受講生個人の目標設定												
STEM アカデミー賞												
Stage 1 Stage 1.5												
Stage 2												
STEM キャンプ(予定) STEM 研究海外交流												
STEM カフェ												
外部評価委員会											中止	

実際の活動期間；

## 6. 当該年度における達成目標の達成状況

### 6-1. 人材育成上の達成目標と実績

#### 6-1-1) 育てたい能力・資質とその目標水準を達成する受講生の割合の実績

##### 人材育成の目標

##### ・第一段階の教育プログラムの今年度の達成目標

Stage 1を受講する全ての受講生が自由研究論文を書き上げ、何らかの科学賞（日本学生科学賞、山崎賞、鈴木梅太郎生、科学の芽賞、Google Science Fair等）に応募すること。また、年度末の発表会において、各自の自由研究を発表するとともに、表1に示した研究計画力を測る評価規準において、12点以上を獲得すること（18点満点）。

第一段階においては、最終的に三島が11人、静岡が10人、藤枝が11名、焼津が8人、牧之原市が29人、浜松が12名となり、学年構成としては、5年生が42人、6年生が24人、中学1年生が10人、中学2年生が2名、中学3年生が3人の合計81名となった。これらの受講生の育てたい資質・能力は牧之原市を除いてほぼ達成されたといえる。牧之原市の場合、山崎子ども財団と連動しており、午後の活動ができなかったということが上げられる。今後の検討課題である。

##### ・第二段階の教育プログラムの今年度の達成目標（13名）

Stage 1.5を受講する全ての受講者が、興味・関心、プロセス・スキルズ、自己管理、創造的課題解決能力、コミュニケーション力1.5の各評価項目において、「コーチの指導付」「コーチの指導なし」のどちらかの形で研究活動を展開し、その結果から自らの長短を把握するとともに、今後の研究生活に生かすこと（実施側としては、これによってパフォーマンス評価項目の過不足を把握することが目標である）。この段階では、表1に示した研究計画力を測る評価規準において、18点満点を目指す。

6か所からの受講生、ならびに昨年度のStage1.0に参加していた生徒にも募集案内をお送りした結果、13名の児童・生徒が集まった。学年構成は小学校5年生が7名、6年生が1名、中学1年生が4名、中学2年生が1名である。上記の目標はほぼ達成されたといえる。

##### ・第三段階の教育プログラムの今年度の達成目標（今年度を実施する場合）（9名）

Stage 2に進む受講者は、今年度の目標は①その受講者と似た分野の専門家と出会うことで、興味・関心、プロセス・スキルズ、自己管理、創造的課題解決能力、コミュニケーション力2.0の各項目で、より高度で、詳細かつ明確な研究者としての在り方を学ぶ（また、実施側としては、その際の具体的評価項目の作成を行うこととした）。

2年目に入り、Stage2.0の選抜を行うことができ、それぞれの研究テーマに対応した静岡大学や静岡県富士のくに地球環境史ミュージアムの研究者に自由研究の指導を行っていただくこととなり、現在、3月まで展開できた。募集は、今年度と昨年度のStage1.5の児童・生徒に連絡をおこなった、その結果9名の児童・生徒が合格した。学年構成は小学校5年生が3名、6年生が2名、中学校1年生が2名、2年生が1名、3年生が1名という構成であった。

### <第一段階育成プログラムの当該年度内目標・実績>

育てたい能力・資質	達成の判断基準（目標水準）	達成率（％）	
		今年度目標	今年度実績
興味・関心（Stage 1） ・自らの興味ある自然事象と研究の目的が合致している。 ・科学・技術・工学・数学（STEM）に高い関心を示している。	・自身の興味を発掘して、自由研究のテーマとして設定できる（パフォーマンス）。 ・アンケート（量的）により興味関心の度合いの変化を測定（全Stageで実施）。	70％	70％

<p><b>プロセススキル</b> 自然の事物・現象について科学的工学的数学的に調べるためには、複数ある方法の選択肢の中から、目的とすることを調べるために、適切な方法を用いることができる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・指導者の提示する方法に基づいて、①思考の代理、あるいは②思考の模倣をしながら、運用することができる。</li> <li>・対照実験の基本を知り、結果を表やグラフなどにまとめることができる。</li> </ul>	70 %	70%
<p><b>コミュニケーション力1.0</b> <b>傾聴力・質問力・水平思考</b> 「傾聴力」：他者の意見に耳を傾けること、「質問力」：他者の研究に自らの研究と同様に興味を持ち、批判的かつ建設的な意見を述べられること、「水平思考」：自分の思いついたアイデア、あるいは指導された方法だけでなく、いくつかの方法を検討しながら採用できること</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・他者の意見と自らの意見を比較できる。</li> <li>・受講者同士の話し合いにおいて、自分の言葉で意見が言える。</li> <li>・理由を持って必要なものを選択する前に、いくつかの選択肢を検討することができる。</li> </ul>	70 %	70%
<p>(備考)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・Stage 1 におけるSTEM教室では興味深い自然現象を提示するテーブルサイエンスを行いながら、科学的に調べる方法の検討や紹介を、受講者とのやり取りの上で行う等、受講者が自ら運用しているという意識にさせることを重視した。</li> <li>・その上で、グラフや表の数学的思考に基づいた書き方など、学校でも習うだろうと考えられる方法も、懇切丁寧な指導を心掛けた。</li> <li>・Stage 1 での必須条件として、受講者同士が意見を交換する場面を設定した。しかも、単に意見を述べるだけでなく、今やっている研究に貢献する意見を複数持ち、理由を持ちながら議論する必要があるため、Stage1でのSTEM教室では指導者と交流しながら議論の仕方をも身につけさせる努力をした。</li> <li>・6つの活動拠点において、2年目はほぼ同様のSTEM活動が展開された。午後はすべて自由研究に関する活動。 STEM学習活動；1 風船ストローロケットの作成、まっすぐそしてゆっくり発射する方法を考える。 2 学校等の敷地内のどこに風力発電所を設置したらよいか。 3 レーザーセキュリティシステムを構築しよう。その1；Meshの使い方。 4 鏡を6枚使って、レーザーセキュリティシステムをデザインし、SonyのMeshで感知する活動。 5 風力発電を作成し、科学と工学を学ぼう。 6 マイクロビットを活用してオリジナルな温度センサーをつくろう。自由研究への活用。 7 研究発表会。)</li> </ul>			
<p>(備考)</p> <p>1. 評価実施タイミング 「初期評価」の評価時点：第一回目の静岡STEMアカデミー1.0の際にアンケート調査を行った。 「実績」の評価時点：各静岡STEMアカデミー1.0の受講者の振り返り、活動ワークシート。 最後の第6回目の静岡STEMアカデミー1.0の際にアンケート調査を行った。 各教室の午後に展開された自由研究の指導と評価が展開された。 発表会ができたところでは、発表の評価を行った。</p> <p>2. 評価方法 ムードルに記載された授業者の振り返りや当日記載された活動ワークシート、第一回と第7回におこなわれたワークシートをもとに、受講者が主体的な学びになっているか、午後の自由系研究が継続しているか、自らの課題解決につながり、根気よく自由研究が展開できているか等の観点で評価が展開された。 具体的結果については、別冊の報告書を参照していただきたい。</p> <p>3. 課題、その他については、最後にまとめた。</p>			

＜第二段階の育成プログラムの当該年度内目標・実績＞

育てたい能力・資質	達成の判断基準（目標水準）	達成率（％）	
		今年度目標	今年度実績
<b>興味・関心</b> 自身の研究の「目的」を持っており、それに向かって努力している。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各自の興味・関心(目的)に沿った自由研究を遂行している。</li> <li>・目的に沿った研究を遂行するために、力を注いでいる。</li> <li>・受講者のアイデアを最重要視したコーチングを行う。</li> </ul>	70%	70%
<b>プロセススキル</b> 約12のプロセス・スキルズについて、意識的に運用できている。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・修了者はどんなプロセス・スキルズがあるかを既に把握している。</li> <li>・いつ、どこでそれらスキルズを利用すべきかを考え、STEM活動及び各自の自由研究に適用できている。</li> <li>・全スキルズの70%を運用した経験がある。</li> </ul>	70%	70%
<b>自己管理</b> 高いレベルの認知プロセスで、新しい振る舞い方を促したり、不慣れな状況にアプローチを最適化したりする(Gilbert & Burgess, 2008) 実行機能(Executive functions)を持っている。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・修了者は、不慣れな課題”Unfamiliar Problem” に対して、①とすべきプロセス・スキルズ(上記)や、探索法を自ら選び取り、適切に組み合わせることができる。</li> <li>・プログラムの詳細計画に示す自己評価、パフォーマンス課題において70%の得点を得ることができる。</li> </ul>	70%	70%
<b>創造的課題解決力</b> ・多様な道筋をたどる可能性のある探索法(例えば8 Practices)について自ら選び運用ができる。 ・発散的思考や批判的思考を、研究の適切な時期、段階に適用できる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・STEM活動での課題及び自らの自由研究活動の探索法を、パネル等を用いて明示的に運用している。</li> <li>・探究の過程の中の各箇所で発散的思考の利用を宣言し、ブレインストーミングを行うことができる。</li> <li>・パフォーマンス評価によって70%以上の得点を得ている。</li> </ul>	70%	70%
<b>コミュニケーション力1.5; 説明力・論理的作文能力</b> 自らの研究について… ・パワーポイントを用いた発表ができる。 ・英語を使って作文、発表できる。 ・論理的にまとめることができる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・パワーポイントを用いた研究発表が準備できる。</li> <li>・証拠に基づいた推論をある形式で作文化できる。                      (・自由研究キャンプにおいて、発表する機会を用意するとともに、そこへ向けて英語への翻訳、証拠に基づいた推論の作文をしてもらうようにと指導し、キャンプでの発表後に添削指導を行う。)</li> </ul>	70%	70%

(備考)

- ・ Stage1で育成する予定であるコミュニケーション力1.0を踏襲した。
- ・ STEM活動での授業・コーチングを、①代理・②模倣・③自立の流れに合わせて徐々に受講者主体に変えていくことで、児童生徒が思考する上での習慣として身につけさせる努力をした。
- ・ また、これらは授業・コーチングを通して、①代理・②模倣・③自立しながら運用できるように指導した。

今年度の Stage1.5 は昨年度よりも余裕をもって展開しており、全6回が終了した。内容は以下のとおりであった。

1. 様々な形との出会い。自然界の様々な形の不思議さに気づこう。3D ペンで、自然界の形を模倣してみよう。安定している形とは、どのような特徴を持っているか。担当；熊野善介。
2. 「13歳からの研究倫理」を教科書として研究倫理事始め。「山田和芳教授による、“地球環境のこれからを考えよう”」。
3. 科学と工学の融合①；マイクロビットの使い方（基礎編）。「藤田真太郎先生による、“自由研究への活用への可能性”」。
4. 科学と工学の融合②；「藤田真太郎先生による、“理科の実験・観察へのマイクロビッドセンサーの活用事例と様々なセンサーとの結合事例”」。
5. 生命倫理（山本高広先生；静岡大学教育学部助教）と遺伝子組み換えについて（露無慎二先生；農学部名誉教授）
6. BioSTEMについて（雪田聡先生；教育学部生物准教授）、3D プリンターと STEM （佐々木博登氏；静岡大学教育学研究科2年）

1. 評価実施タイミング

「初期評価」の評価時点：e-learningに毎回到振り返りを記載すること。

「実績」の評価時点：各静岡STEMアカデミー1.5の受講者の振り返り、活動ワークシート。

各教室の午後に展開された自由研究のための講座が展開された。  
個別の指導も展開された。

2. 評価方法

ムードルに記載された授業者の振り返りや当日記載された活動ワークシート、各講座で受講者が主体的な学びになっているか、午後の自由研究が継続しているか、自らの課題解決につながり、根気よく自由研究が展開できているか等の観点で評価が展開された。具体的結果については、別冊の報告書を参照していただきたい。

3. 課題、その他については、最後にまとめた。

<第三段階 Stage2.0 の教育プログラムの当該年度内目標>

育てたい能力・資質	達成の判断基準（目標水準）	達成率（%）	
		今年度目標	今年度実績
興味・関心 ・自らの目的：興味関心を達成するための将来の道筋が見えている。	・具体的な進路、そのために必要なこと、今足りないことが認識されている。	90%	90%
プロセス・スキルズ ・特定の研究領域において利用される専門的方法を活用できる。	・各研究室において学んだ方法を自らの研究あるいは、グループ研究に応用できている。 (研究室でのマンツーマン指導を基本とする)	90%	90%
自己管理能力 ・より高度な課題を設定し、それを解決するために計画的に研究活動を遂行できる。	・より高度な課題を設定し、それを解決するために計画的に研究活動を遂行できる。	90%	90%

<b>独創性</b> ・他と違った、ユニークな疑問・課題、方法、因果関係、結論の予想、実験・観察の遂行、結論、推論を考えることができる。	・改良版TTCT（創造性テスト）によって、受講前よりも有意に高い得点を得ることができる。	90%	90%		
<b>創造的課題解決力</b> ・多様な道筋をたどる可能性のある探索法（例えばNGSSの8つのPractices）について仲間と相談の上選び、運用ができる。 ・研究の適切な時期、段階を話し合い、発散的思考や批判的思考を適用できる。	・STEM活動での課題及び自らの研究活動の探索法を、パネル等を用いて明示的に運用している。 ・探究の流れの中の各箇所で発散的思考の利用を宣言し、ブレインストーミングを行うことができる。 ・パフォーマンス評価によって75%以上の得点を得ている。	90%	90%		
<b>コミュニケーション力2.0</b> 専門的対話力・適応力 ・専門家と議論をしながら自らの自由研究をすすめることができる。 ・これまでに取り組んだことがない疑問や利用したことのない科学的方法、工学的方法、数学的方法の示唆を受けた場合に、それを自らの研究の中に当てはめて運用できる。	・対応する専門家との対話活動において、自分の考えを述べることができる。 ・結果として自ら方法を改善、変更し研究を新しいものに変えている。 ・それでも、全体としての研究活動を完遂できる。	90%	90%		
<b>備考)</b> ・グループごとの自立的研究の機会を与えた。 ・できる限り受講者同士のやり取りによって、研究活動を進めさせた。 ・ある程度、試行錯誤できるように、多数回の実施日を設けた。 ・また、これらは授業・コーチングを通して、自立しながら運用できるように指導した。 ・専門家の先生には、特定の方法教示を必須とするのではなく、受講者と専門家として対話をするようお願いした。 ・また、本人が受け身の場合でも、できる限り本人の主体的な思考・判断を経た上で、最終的に取り組む課題・利用する方法・考察や推論などをまとめられるような指導を目指した。 STAGE2.0では、STAGE1.0およびSTAGE1.5の受講経験者で、自由研究で特に成果を上げた者、および、STEM教室での行動評価から今後成果を上げる可能性が大きい者を、計9名選抜した。大学の研究者、メンター、大学院生、受講者（保護者）がチームを組み、生徒の考えを尊重しながら、新しい専門的な知見を加えて研究を進めている。昨年12月より開始し、年度内3回の実施を予定している。以下、各受講者のテーマおよび新たな取り組みを例示する。 <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">           &lt;研究テーマ&gt;            安倍川水系の鉄丸石はどこから流れてくるか            身近な鳥たちの観察～毎日朝夕のベランダから～            イモリの再生能力を探索            ケンタッキー・フライドチキンの骨格標本         </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">           &lt;2.0での新たな取り組み&gt;            鉄丸石の薄片づくり            センサーを利用した観察巣箱の作成            専門的な再生実験方法による研究            ワニの解剖、骨格の進化の研究         </td> </tr> </table>				<研究テーマ> 安倍川水系の鉄丸石はどこから流れてくるか 身近な鳥たちの観察～毎日朝夕のベランダから～ イモリの再生能力を探索 ケンタッキー・フライドチキンの骨格標本	<2.0での新たな取り組み> 鉄丸石の薄片づくり センサーを利用した観察巣箱の作成 専門的な再生実験方法による研究 ワニの解剖、骨格の進化の研究
<研究テーマ> 安倍川水系の鉄丸石はどこから流れてくるか 身近な鳥たちの観察～毎日朝夕のベランダから～ イモリの再生能力を探索 ケンタッキー・フライドチキンの骨格標本	<2.0での新たな取り組み> 鉄丸石の薄片づくり センサーを利用した観察巣箱の作成 専門的な再生実験方法による研究 ワニの解剖、骨格の進化の研究				

6-1-2) 受講生の総合評価（達成水準の総合判定）とレベル別割合の当該年度目標と実績  
 受講生の総合評価（達成水準の総合判定）とレベル別割合の目標と実績

達成水準	判定基準	割合（％）	
		今年度目標	今年度実績
レベル4	<ul style="list-style-type: none"> <li>・当該研究分野の論文を読み始め、自分の疑問について研究している人々を認知している。</li> <li>・当該研究分野の研究方法を確認し、自分の研究方法が妥当であることを理解し、予想や仮設形成ができるようになってきている。そしてそれらの予想や仮設に対応した変数を認知し、データを集め、結果の分析と解釈ができる。</li> <li>・自分の実験・観察やその分析・解釈の弱点を認知できる。それらのことから新たな研究デザインができる。</li> <li>・これらの研究を論文にまとめ、わかりやすく発表し、議論できる。</li> <li>・研究戦略にSTEMを活用できる。</li> </ul>	5%	10%
レベル3	<ul style="list-style-type: none"> <li>・方法及び変数の設定を考慮した閉じた疑問となっている。</li> <li>・対立する予想を考慮した方法が立てられている。</li> <li>・規則性・関係性の発見・確認を考慮した変数が設定してある。</li> <li>・対立する予想を考慮した結果が示されている</li> <li>・対立する予想のどちらを支持するかの根拠が示されている。</li> <li>・結果と考察を踏まえて新たな視点を与えている、あるいは次の研究の疑問が立っている。</li> <li>・STEMリテラシーの考え方を導入できる。</li> </ul>	20%	35%
レベル2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・科学的に調査可能な疑問が立てられている</li> <li>・疑問に直接答える方法になっている</li> <li>・測定する値あるいは観察対象が明確である</li> <li>・予想される結果が示してある</li> <li>・結果を踏まえ疑問に答えている</li> <li>・結果と考察から言えることにとどまっている</li> <li>・STEMリテラシーの価値を認知している</li> </ul>	55%	50%
レベル1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・科学的に調査可能でない、または書けない。</li> <li>・方法が曖昧である、または書けない。</li> <li>・変数が設定されていない。何が観察・測定されるかが明確でない。</li> <li>・結果が予想できていない</li> <li>・結果の解釈に終わっているか、結果と関係なく考察している。</li> <li>・推論が書けない、あるいは結果の説明に終わっている。</li> </ul>	20%	5%
計		100%	100%

<総合判定のロジック>

すべての受講者86名（STAGE1.0, 1.5, 2.0の合計）のうち、28名が別冊資料にあるように個々の研究論文を提出し、何らかの賞を獲得した。これらの受講生は38%である。そして、何らかの賞を獲得はできなかったが、論文をまとめ、応募した受講生は、6割を超えていることから、少なくとも見積もって、レベル4に達している受講生が10%、レベル3に達している受講生が35%、レベル2に留まっているのが50%程度、レベル1が5%程度存在すると考えた。

児童生徒が卓越した自由研究・課題研究ができるようになるためには、最終的には科学者、工学者の研究室に入り、ともに実験や観察を行い、結果に関して分析・解釈を行い、仲間と議論をすることが必要で、それによって少しずつSTEMリテラシーを獲得していくものといえる。

(備考)

2年目を終了し、1年目に比べ2名のシニアメンターの活躍により、より充実した「静岡STEMアカデミー」が展開されたといえるが、課題としてはいくつか挙げられる。

- (1) 受講生と向き合えるのが、月一回のペースであるので、受講生とより適切にキャッチボールをおこなう、より画期的な方略についてさらに検討が必要である。方法としてはシニアメンターとのやり取りで、うまくいった事例を集め、研修会で共有する必要がある。報告書にこの点がまとめられているので、3年目に活用すること。
- (2) E-learningシステムである、ムードルのより高度な活用を展開すること。
- (3) 3年目は、6年目後の自立をめざして、各拠点が独立して展開できるための「静岡STEMアカデミー」推進の方略を行うこと。具体的には、浜松グループが日本型STEM教材の開発と領域横断的な自由研究推進を独自に展開可能と位置づけ、より主体的な展開をお願いする。ここで得られた、または、開発された内容を他の地域と共有していくということを課題とすること。
- (4) 牧之原市の「静岡STEMアカデミー」が、「山崎子ども財団」の科学教室と共催してきたことにより、午後の自由研究推進が必ずしも展開できなかったもので、3年目は他の会場の交渉をして、今後独自に展開を行いたいという課題がある。
- (5) 静岡市の「静岡STEMアカデミー」が、「静岡科学館る・く・る」の科学教室と共催してきたことにより、いくつかの制約が発生したので、3年目は他の会場の交渉をして、今後独自に展開を行いたいという課題がある。
- (6) 「静岡STEMアカデミー」の各STAGEの質の向上を図るだけ、すべての機能の見直しを図る。

6-2. その他の当該年度の達成目標（人材育成目標以外）

2019年度研究論文コンクール受賞者一覧

	氏名	学年	会場	研究論文コンクール受賞（全国☆ 静岡県◎ 地域○）	
1	高津圭梧	小6	静岡	☆第60回自然科学観察コンクール3位 ◎山崎賞	STAGE2.0
2	柳田純佳	中1	静岡	☆第60回自然科学観察コンクール継続研究奨励賞 ◎鈴木梅太郎賞(正賞)	STAGE2.0
3	瀧 昌宏	小5	静岡	☆第60回自然科学観察コンクール努力賞 ◎静岡県学生科学賞奨励賞	STAGE2.0
4	出口 周	小5	静岡	☆科学の芽賞努力賞 ○静岡倶楽部審査員特別賞	STAGE1.5
5	辻 涼子	小5	静岡	☆科学の芽賞努力賞 ○静岡倶楽部ロータリークラブ賞	STAGE1.0
6	古川大樹	小5	静岡	☆第16回夏のチャレンジ全国小学生「未来」をつくるコンクール (ベネッセ) 自由研究部門優秀賞	STAGE1.0

7	飯塚 颯	中3	静岡	☆全国学芸サイエンスコンクール入賞 ◎山崎賞	STAGE1.0
8	堀田智仁	中2	浜松	○浜松市小中学生理科自由研究作品展金賞 ☆第4回小・中学生理科研究プレゼンテーションコンテスト最高位賞 ◎山崎賞 ○浜松科学館櫻場賞	STAGE2.0
9	中津山日彩	中1	静岡	◎静岡県学生科学賞優秀賞 ○静岡市児童生徒研究論文優秀賞 ○山崎賞	STAGE1.5
10	小泉剛慎	中1	静岡	◎静岡県学生科学賞奨励賞 ○静岡倶楽部理事長賞 ○静岡市児童生徒研究論文佳作	STAGE1.5
11	振本裕斗	中1	静岡	◎静岡県学生科学賞奨励賞 ○静岡倶楽部努力賞	STAGE1.0
12	小粥暁斗	小5	浜松	○浜松市小中学生理科自由研究作品展銀賞 ◎山崎賞	STAGE2.0
13	佐藤慶宥	中1	藤枝	◎山崎賞	STAGE2.0
14	小林ゆい	中3	三島	◎山崎賞	STAGE2.0
15	森川雄太	小5	三島	◎山崎賞	STAGE1.5
16	青木孝憲	小5	藤枝	◎山崎賞	STAGE1.0
17	鈴木悠輝	小5	静岡	◎山崎賞	STAGE1.0
18	出口 甲	中3	静岡	◎山崎賞	STAGE1.0
19	川村僚助	中3	浜松	○浜松市小中学生理科自由研究作品展金賞	STAGE1.0
20	山口菜々花	中1	浜松	○浜松市小中理科研究自由研究作品展銀賞	STAGE1.0
21	森 菜奈	小5	浜松	○浜松市小中理科研究自由研究作品展銀賞	STAGE1.0
22	森下侑眞	小5	浜松	○浜松市小中理科研究自由研究作品展銀賞	STAGE1.0
23	青木士恩	小5	浜松	○浜松市小中学校理科自由研究作品展銅賞	STAGE1.0
24	瀬下天童	小6	浜松	○浜松市小中学校理科自由研究作品展銅賞	STAGE1.0
25	石井 叶夢	小6	牧之原	○榛原地区教育協会主催理科論文入賞	STAGE2.0
26	河村祐哉	小5	三島	○沼津市小中学生科学研究奨励賞（優秀賞）	STAGE1.5
27	大石柚稀	小6	静岡	○静岡倶楽部静岡ロータリークラブ賞	STAGE1.0
28	島田亮介	小6	静岡	○静岡倶楽部審査員特別受賞	STAGE1.0

項目	達成目標（期日、水準等）
保護者への説明と連携	自由研究指導と、家庭での声掛けについては保護者の影響力、協力が非常に重要である。そこで、各連携機関及び各Stageにおいては、保護者への説明会を実施当初に行う。特に、新規の連携機関においては、開講式への保護者の参加を促した。
STEM教育に関する研修	今回の静岡STEMアカデミーは、主メンター、各地域のコアメンター、院生・学部生のサブメンターが、STEM教育を通して、STEMリテラシーを育成するための要素、プロセスを共有する必要がある。そのため年間の研修を展開する。講師は、ミネソタ州等のSTEM教育改革を推進している専門の実践家、熊野、郡司が務めた。 年間を通して、5回は行った。

Moodle (e-learning) の活用	Moodle (e-learningの一つ) を活用した。これは熊野がすべての講義で使用しているため、本事業に関係する院生・学生は活用に慣れている。操作が簡単で、各地域のメンターと受講者がその活用に慣れるのに問題はなかった。様々なデータを、短い期間で収集できると同時に、分析も可能となるという利点がある。Moodleを通じた意思の疎通を、9月ごろまでには完了し展開できた。
国際大会、国内大会でのSTEM実践研究の成果の発表。	静岡STEMアカデミーの実践開発と成果を報告書としてまとめた。令和2年度国内外における研究大会において発表する予定である。(発表する前にJSTに内容の提示と事前の許可を求める。)

保護者への説明については、すべてのStage1.0、Stage1.5、Stage2.0のすべてにおいて試みられた。STEM教育活動についての研修も5回程度行われた。e-learningシステムもほぼ浸透してきた。国際大会での発表は、インドネシアで2回、ヨーロッパの科学教育学会（ESERA）で1回の発表、静岡大学で開催された日本理科教育学会の全国大会と東アジア科学教育学会での静岡STEMアカデミーに関しての発表がなされた。

## 7. 業務計画に対する進捗状況・実績の詳細

項目	業務項目	活動概要（自己財源による活動を含む）
実施体制の整備・確立	運営委員会等の開催計画	<p>静岡STEMアカデミー実行推進委員会（教員：熊野善介・郡司賀透・萱野貴広、山本高広、博士課程院生；竹林知大・竹本石樹、修士課程院生；林裕樹、鬼丸颯都、小笠原修輝、佐々木博登、袴田博紀、学部4年生；高橋香帆・林春樹・高比良咲菜・安間結季・鈴木悠作・黒瀧由真・白川美穂、梶山涼矢、学部3年生；佐藤章貴、杉本啓太、三枝真武が、Stage1と1.5に主に対応する。</p> <p>5月より毎週、運営委員会を開催し、具体的な仕事を分担する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・研究補佐員 山根真智子（4月1日より任用開始、週4回、3月31日まで）を5月第1回教授会にて承認予定、坂田尚子（週1回程度を予定）、青木克顕（週三回を予定）</li> <li>・パート事務職員；必要に応じて、会計の専門家を雇うことも考えられる</li> <li>・シニアメンター；青木克顕（大学として青木克顕氏を特任教員として雇用予定）</li> </ul> <p>次年度にむけてであるが、予算が使用できない状態であっても、遡って人件費を出すものとし、実はここが静岡大学では、会計における内規により、予算措置ができないので、ボランティアでおこなうしかないのが、課題であり寄付金などの一般経費の獲得が必要であったが、3月に遡って4、5月に支出していた、熊野の博士課程用の一般会計に予算が戻されることとなった。</p>
	実施体制の整備・確立	<p><b>活動実績：</b> 静岡STEMアカデミー運営委員会において、実施体制の整備と確立を進める。</p> <p>5月1日までに、6カ所の静岡STEMアカデミー教室のコアメンバーと話し合い、各教室の体制と日程を決定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・浜松市、浜松教室（浜松学院大内）；青木克顕・増田俊彦（るくる元館長）、大石隆示（浜松市防災学習センター長）、竹本石樹（浜松学院大学准教授）</li> <li>・牧之原市、旧片山小学校理科室；青木克顕・増田俊彦（るくる元館長）、大石尚夫（元富士宮西高校校長）、渡邊聡（元静岡県校長会長・元理科教</li> </ul>

		<p>論)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・藤枝市、生涯学習センター；青木克顕・増田俊彦（るくる元館長）、瀧下恵大（藤枝市教育委員会生涯学習課主事）、海野雅爾（藤枝市立葉梨中学校理科教諭）</li> <li>・焼津市、ディスカバリーパーク焼津天文館；増田俊彦（るくる元館長）、青木克顕（るくる元館長）、平濱美紀子（ディスカバリーパーク焼津天文科学館）、坂田尚子（るくる科学コミュニケーター）</li> <li>・静岡市、静岡科学館る・く・る；青木克顕（るくる元館長）、増田俊彦（元館長）、坂田尚子（るくる科学コミュニケーター）</li> <li>・三島市、三島北高等学校実験室；齊藤浩幸（三島北高等学校長）、山梨睦（三島北高等学校教員）、小川侑祐（三島北高等学校教員）、山田星治（沼津市立大岡中学校）、増田俊彦（元館長）</li> <li>・竹林知大（静岡大学D3）、佐々木博登（M2）袴田博紀（M1）峯田一平（M1）、附属静岡中学校または静岡大学教育学部（Stage1.5展開）</li> <li>・Stage2；静岡大学科学技術系熊野研究室郡司研究室・山本研究室、ふじの国地球環境史ミュージアム（山田和芳学芸課教授・菅原大助学芸課准教授）、神奈川県立生命の星博物館（平田大二館長）</li> </ul> <p>（ほぼ計画通り遂行した。次年度に向けてであるが、「静岡科学館る・く・る」での活動が、静岡県地球環境史ミュージアムで開催することとなった。また、牧之原教室を閉じることも視野に入れて、今後交渉することとなった。結果として、次年度は榛原高等学校で独自に「静岡STEMアカデミー」を行うことが決定できた。</p>
	<p>連携機関との調整 連携活動</p>	<p><b>活動実績：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・連携機関との調整は完了している。</li> <li>・静岡STEMアカデミー受講者への募集要項込みのパンフレット作成と所轄の教育委員会への挨拶、講演名義使用を申請する。</li> <li>・静岡県教育研究会の会長ならびに理科部長を訪問し協力を依頼する。これらは順調に展開した。3月に後援名義に対する報告を行う。</li> </ul>
	<p>メンター・指導担当教員等の研修計画</p>	<p><b>指導者研修の実施概要：</b></p> <p>6月15日に第一回目の研修会が展開された。令和元年度は静岡STEMアカデミーは、基本的にすべての会場の6回のSTEM学習活動は共通のものとしたので、参加する補助学生は事前に指導者研修に参加することを必修とした。一方で、理科教育演習IとII（前期が熊野善介、後期が郡司賀透）を中心に日本型STEM学習教材の開発が展開されたことが重要であった。また、ミネソタ大学STEM教育センターのGillian Roehrig教授との情報交流と静岡でのSTEM教育モデル授業と特別講演（9月21日、9月22日）は大変インパクトがあった。</p> <p><b>指導者と受講生との学習活動を主担当者が把握する仕組み：</b></p> <p>基本的には毎回の静岡STEMアカデミー担当の指導者が、ウェブ上に学習計画を行い、参加する受講者にアナウンスを2週間程度前から行い、補助学生は指導の内容を把握し、事前研修に参加するというサイクルが確立できた。午後の活動は自由研究に関しての大切な内容の学習と個々の受講者の自由研究に関しての進捗の確認と課題について個々に議論が展開した。指導者から必要な消耗品や関係書籍の注文が出され、事務局が獲得し、受講者に送ったり、STAGE2.0では、指導の研究者へ消耗品を送ったりするという、ルーチンが確立した。</p>

	<p>メンター・指導担当教員等の研修計画</p>	<p><b>指導者間の情報交換・ノウハウ共有の仕組み：</b>  これまででも示してきたが、大学の研究者は受講者の年齢への指導をしたことはなく、たまに地域の学校からの要望で講演を行う程度であり、自由研究の指導もしたことがない。つまり、小学校高学年や中学生にたいする指導はほとんど行ったことはない。大学の理科教育専修の学生も大学院生も理科教員を目指して、講義や科学実験の力量を形成している途中である。したがって、「静岡STEMアカデミー」にとって、シニアメンター、本事業の大学の教員、補助学生の情報交換が大切と考えた。そのために、前述のとおり、令和元年度はSTEM学習活動を6か所共通のものとして、関係者を集め、6回程度の研修を行った。ここで共有が行われた。</p> <p><b>学習計画策定・相談できる仕組み：</b>  相談する仕組みであるが、2系列なされた。1つ目はSTAGE1.0においては、午後のプログラムの中に相談できる仕組みが埋め込まれている。STAGE1.5については、STEM学習がより高度化し、イノベーションを実現している、科学者や工学者に特別講演をしていただき、できれば具体的な学習活動をお願いしてきた。領域横断的な考えを深めるための戦略を示していただいた先生(ふじのくに地球環境史ミュージアムの山田先生)の講演と活動なども大変有意義であった。午後は自由研究の質を高めるための学習をすべて埋め込んだ。</p> <p>静岡のチームは5～6年の「静岡STEMジュニアプロジェクト」での蓄積と1年間の静岡STEMアカデミーの経験があり、メンター・サブメンター(指導担当教員)、大学院の学生や学部の学生に対してSTEM教育に関する研修を展開した。契約月から毎月2回行った。このうち、1回はミネソタ大学等のSTEM教育センター等の専門家を招聘し展開した。</p>
<p>育てたい人材像と目標水準の共有</p>	<p>育てたい能力・資質とその目標水準の共有</p>	<p>各ステージにおいての育てたい能力・資質とその目標水準については、p6～p9に示した。本静岡STEMアカデミーでは、21世紀型の資質能力のうち、2年目は、①科学的工学的プロセス・スキルズ(Scientific and Engineering Process Skills)②創造的課題解決能力(Creative Problem Solving Skills)③自己管理能力(Self-regulation)を中心に引き上げ、大学教員、コアメンター、メンター、院生と学生等のコーチ間における目標水準の共有を徹底した。PBL(プロジェクト基盤型学習)モデルの理解も大切であり、主体的な学び、対話的な学び、深い学びとSTEM教育改革が目指すイノベーションを生み出す心材育成のための日本モデルの構築とともに議論し、毎年報告書を出し、高い成果を得ている地域の見学(JST開催の会議にできるだけ多くの関係者の参加をお願いした)、ムードルでのバーチャルな会議、スカイプ会議等を介して、共通理解を図ってきた。</p> <p>基本的な目標水準は達成されているが、やはり、PBLの理解は具体的なSTEM活動を繰り返し展開していく中でのみ獲得されるので、2年目になっても、初めてかかわる学生はSTEMアカデミーが目指している目標の理解には十分至っていないものもいることから、さらなる努力が必要である。</p>

受講生の募集・選抜計画	<b>広報・募集方法・ 募集活動</b>	<b>募集期間</b> ：5月連休明けから6月14日まで、（焼津地区のみ7月17日まで）
		<b>募集体制</b> ：静岡STEMアカデミー事務局
		<b>活動実績</b> ： 広報・募集については、各地域の教育委員会のボックスを活用し、関係の小学校・中学校の小学校5年生、6年生並びに中学校1年生から3年生の各教室に掲示用としてチラシを1枚配布する。申込はウェブからを基本とするが、それが難しいときのみファクシミリでの応募を認める。地方新聞に取り上げてもらい、県内全体の周知を図る。5月初旬に配布を開始し、6月14日12時を締め切りとした。 ディスカバリーパーク焼津天文館との打ち合わせが5月11日となりましたが、他の5か所については、すべて教育委員会や拠点を訪問して話し合いを行いました。自由研究に特化したSTEM学習が速やかに展開できる状況の地域と、まずは科学の面白さを学ぶ段階のところがあることは受け入れつつも、力のある児童生徒をSTAGE1.5に参加できるように積極的な対応ができるよう努力した。
		<b>応募者数・選抜者数実績</b> ：（学年・男女・地域（市区町村））資料参照 STAGE1.0；三島；11名、静岡；10名、藤枝；11名、焼津；8名、 牧之原；29、浜松12名、STAGE 1.5；13名（昨年度1.0から新規3名）、STAGE 2.0；9名、（昨年度1.5から新規2名）、合計86人（昨年度1.0継続生10名、合計96名）。
		<b>選抜方法</b> ：400字～800字の研究計画を作文の評価
		<b>選抜実施日</b> ：6月18日
		<b>選抜基準</b> ：STAGE1.0；作文を以下の基準で、18点満点中9点を合格。 STAGE1.5；作文を以下の基準で、18点満点中12点を合格。 STAGE2.0；作文を以下の基準で、18点満点中15点を合格。
		<b>選抜体制</b> ：大学教員3名のスコア
		STAGE1.0においては、「400字～800字の研究計画を作文する能力」を一次選抜の課題とする。この際、研究の各段階(例えばア)疑問の設定、イ)方法の決定、ウ)変数の設定、エ)見込まれる結果、オ)結果に基づいた考察、カ)（結果と考察から求められる）推論等についてインターネットを通じて各拠点に設置する会場において実施する試験により、一定程度の得点を得た応募者にStage1への参加を許可する。なお、下記ア).～カ).の各観点について以下の表のような評価規準を用いた三段階A～Cの評価を行い、18点満点中9点を合格とした。ほぼ全員合格であった。

		表 1：研究の各段階の思考力に関する評価規準		
		A	B	C
		ア)疑問 方法及び変数の設定を考慮した閉じた疑問となっている	科学的に調査可能な疑問が立てられている	科学的に調査可能でないまたは書けない
		イ)方法 対立する予想を考慮した方法が立てられている	疑問に直接答える方法になっている	方法が曖昧であるまたは書けない
		ウ)変数 規則性・関係性の発見・確認を考慮した変数が設定してある	測定する値あるいは観察対象が明確である	変数が設定されていない何が観察・測定されるかが明確でない
		エ)結果 対立する予想を考慮した結果が示されている	予想される結果が示してある	結果が予想できていない
		オ)考察 対立する予想のどちらを支持するかの根拠が示されている	結果を踏まえ疑問に答えている	結果の解釈に終わっているか結果と関係なく考察している
		カ)推論 結果と考察を踏まえて、新たな視点を与えている or 次の研究の疑問が立っている	結果と考察から言えることにとどまっている	推論が書けないあるいは、結果の説明に終わっている
選抜基準・選抜方法の設定と実施	STAGE1.5においても、上記の基準を用い合格点を12点とし、STAGE2.0においては、上記の基準を用い合格点を15点とした。			
能力・資質調査	<p><b>能力・資質調査の手法：</b>            受講生の特性：            受講生はすべて何らかの自由研究をしたいと願っていたり、具体的に自由研究を行ったりしている児童生徒である。多くの受講生の保護者もSTEM教育活動に興味があり、一緒に体験したいと願っている方がほとんどであった。</p>			
能力・資質調査	<p><b>受講前後の資質・能力の伸長：</b>            受講生は、Moodle (e-learningシステム) に登録し、6カ所におけるSTEM教室の生徒のリフレクションをウェブ上にアップした。その状況をコアとなるメンター、サブメンター、大学院生、学部の4年生等が相互交流を行う努力をした。担当の児童生徒を確定し、自由研究や様々な疑問に答える相互交流を展開した受講生が主にSTAGE1.5とSTAGE2.0に進んだといえる。            これらのプロセスにおいて、静岡STEMアカデミーが求める目的・目標にどのくらい近づいているかのアセスメントを行った。(別冊の報告書にまとめました。)            関係している補助生徒による受講生へのe-learning システムを通じた返答や、ムードル上でのメンターとのやり取りは、STEMアカデミーのStage1.5とStage2.0になるにつれて、メンターとのやり取りは増加した。詳しい報告書に分析結果がまとめられた。</p>			

受講生の目標設定	受講生個人の目標設定	<p>今年度は、静岡STEMアカデミーの2年度であるので、多くの児童生徒がStage 1から始めた。受講生個人の目標設定は以下の通りとなる。リピーターの児童生徒については、費用は学長戦略経費から賄うものとした。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>①育てたい能力・資質</th> <th>②育てたい能力・資質の定義</th> <th>③目標水準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>興味・関心</td> <td>Stage1の修了者は…(以下同) ・自らの興味ある自然事象と研究の目的が合致している。 ・科学・技術・工学・数学(STEM)に高い関心を示している。</td> <td>・自分の興味を発掘して、自由研究のテーマとして設定できる(パフォーマンス)。 ・アンケート(量的)により興味関心の度合いの変化を測定(全Stageで実施)。</td> </tr> <tr> <td>プロセス・スキルズ</td> <td>自然の事物・現象について科学的に調べるためには、複数ある方法の選択肢の中から、目的とすることを調べるために、適切な方法を用いることができる。</td> <td>・指導者の提示する方法に基づいて、①思考の代理、あるいは②思考の模倣をしながら、運用することができる。 ・対照実験の基本を知り、結果を表やグラフなどにまとめることができる。</td> </tr> <tr> <td>コミュニケーション力 1.0 傾聴力・質問力・ラテラル思考</td> <td>「傾聴力」：他者の意見に耳を傾けること、「質問力」：他者の研究に自らの研究と同様に興味を持ち、批判的かつ建設的な意見を述べられること、「ラテラル思考」：自分の思いついたアイデア、あるいは指導された方法だけでなく、いくつかの方法を検討しながら採用できること</td> <td>・他者の意見と自らの意見を比較できる。 ・受講者同士の話し合いにおいて、自分の言葉で意見が言える。 ・理由を持って必要なものを選択する前に、いくつかの選択肢を検討することができる。</td> </tr> </tbody> </table>	①育てたい能力・資質	②育てたい能力・資質の定義	③目標水準	興味・関心	Stage1の修了者は…(以下同) ・自らの興味ある自然事象と研究の目的が合致している。 ・科学・技術・工学・数学(STEM)に高い関心を示している。	・自分の興味を発掘して、自由研究のテーマとして設定できる(パフォーマンス)。 ・アンケート(量的)により興味関心の度合いの変化を測定(全Stageで実施)。	プロセス・スキルズ	自然の事物・現象について科学的に調べるためには、複数ある方法の選択肢の中から、目的とすることを調べるために、適切な方法を用いることができる。	・指導者の提示する方法に基づいて、①思考の代理、あるいは②思考の模倣をしながら、運用することができる。 ・対照実験の基本を知り、結果を表やグラフなどにまとめることができる。	コミュニケーション力 1.0 傾聴力・質問力・ラテラル思考	「傾聴力」：他者の意見に耳を傾けること、「質問力」：他者の研究に自らの研究と同様に興味を持ち、批判的かつ建設的な意見を述べられること、「ラテラル思考」：自分の思いついたアイデア、あるいは指導された方法だけでなく、いくつかの方法を検討しながら採用できること	・他者の意見と自らの意見を比較できる。 ・受講者同士の話し合いにおいて、自分の言葉で意見が言える。 ・理由を持って必要なものを選択する前に、いくつかの選択肢を検討することができる。
	①育てたい能力・資質	②育てたい能力・資質の定義	③目標水準											
興味・関心	Stage1の修了者は…(以下同) ・自らの興味ある自然事象と研究の目的が合致している。 ・科学・技術・工学・数学(STEM)に高い関心を示している。	・自分の興味を発掘して、自由研究のテーマとして設定できる(パフォーマンス)。 ・アンケート(量的)により興味関心の度合いの変化を測定(全Stageで実施)。												
プロセス・スキルズ	自然の事物・現象について科学的に調べるためには、複数ある方法の選択肢の中から、目的とすることを調べるために、適切な方法を用いることができる。	・指導者の提示する方法に基づいて、①思考の代理、あるいは②思考の模倣をしながら、運用することができる。 ・対照実験の基本を知り、結果を表やグラフなどにまとめることができる。												
コミュニケーション力 1.0 傾聴力・質問力・ラテラル思考	「傾聴力」：他者の意見に耳を傾けること、「質問力」：他者の研究に自らの研究と同様に興味を持ち、批判的かつ建設的な意見を述べられること、「ラテラル思考」：自分の思いついたアイデア、あるいは指導された方法だけでなく、いくつかの方法を検討しながら採用できること	・他者の意見と自らの意見を比較できる。 ・受講者同士の話し合いにおいて、自分の言葉で意見が言える。 ・理由を持って必要なものを選択する前に、いくつかの選択肢を検討することができる。												
チームの目標設定	<p>Stage 1においてチームで行うことも可能でありいくつかは試みたが、受講生がチームで活動するのはStage1.5が中心となった。これらについては、コミュニケーション力の欄に記載し、以下の通りである。チームでのSTEM学習は常に意図しているが、自由研究を好んで展開できる受講者は個人で進めるものが多かった。チームワークの重要性を今後とも更に進める必要がある。</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>コミュニケーション力 1.5 説明力・論理的作文能力</td> <td>自らの研究について… ・パワーポイントを用いた発表ができる。 ・英語を使って作文、発表できる。 ・論理的にまとめることができる。</td> <td>・パワーポイントを用いた研究発表が準備できる。 ・証拠に基づいた推論のある形式で作文化できる。</td> </tr> </tbody> </table>	コミュニケーション力 1.5 説明力・論理的作文能力	自らの研究について… ・パワーポイントを用いた発表ができる。 ・英語を使って作文、発表できる。 ・論理的にまとめることができる。	・パワーポイントを用いた研究発表が準備できる。 ・証拠に基づいた推論のある形式で作文化できる。										
コミュニケーション力 1.5 説明力・論理的作文能力	自らの研究について… ・パワーポイントを用いた発表ができる。 ・英語を使って作文、発表できる。 ・論理的にまとめることができる。	・パワーポイントを用いた研究発表が準備できる。 ・証拠に基づいた推論のある形式で作文化できる。												

	<p style="text-align: center;"><b>第一段階活動実績</b></p>	<p>詳細は、別紙各回報告書を参照 【三島教室】</p> <p>第1回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年6月30日(日) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 風船ロケット(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 11人 (昨年度からの継続受講生1名を含む)</li> <li>・場所 三島県立三島北高等学校</li> <li>・指導者 熊野善介、山本高広、萱野貴広 小笠原早織、Sulaeman Nurul</li> </ul> <p>第2回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年7月21日(日) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 風力発電①(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 11人 (昨年度からの継続受講生1名を含む)</li> <li>・場所 三島県立三島北高等学校</li> <li>・指導者 山本高広、萱野貴広、増田俊彦 小笠原早織、伊東慎介、Sulaeman Nurul</li> </ul> <p>第3回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年8月17日(土) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 レーザーセキュリティシステム①(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 9人 (昨年度からの継続受講生1名を含む)</li> <li>・場所 三島県立三島北高等学校</li> <li>・指導者 青木克顕、袴田博紀、Sulaeman Nurul 斎藤浩幸、山梨睦、北川裕紀</li> </ul> <p>第4回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年9月8日(日) 10:00～14:00(台風接近のため短縮)</li> <li>・実施内容 レーザーセキュリティシステム②(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 10人 (昨年度からの継続受講生1名を含む)</li> <li>・場所 三島県立三島北高等学校</li> <li>・指導者 青木克顕、袴田博紀、高橋香帆 斎藤浩幸、山梨睦、北川裕紀、小川侑祐</li> </ul> <p>第5回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年10月6日(日) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 風力発電② 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 11人 (昨年度からの継続受講生1名を含む)</li> <li>・場所 三島県立三島北高等学校</li> <li>・指導者 熊野善介、山本高広、安間結季、三枝真武 斎藤浩幸、山梨睦、北川裕紀</li> </ul>
--	--	---

<b>第一段階育成プログラムの計画と実績</b>	<b>第一段階活動実績</b>	<p>第6回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2020年11月10日(日) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 Micro:bitを使って気象観測システムをつくれ！(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 7人 (昨年度からの継続受講生1名を含む)</li> <li>・場所 三島県立三島北高等学校</li> <li>・指導者 熊野善介、山本高広、Pramdya、Djoko、 峯田一平、林春樹、斎藤浩幸、山梨睦、北川裕紀</li> </ul> <p>第7回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2020年1月12日(日) 10:00～14:00</li> <li>・実施内容 研究発表会(午前、午後)</li> <li>・参加者数 8人 (昨年度からの継続受講生1名を含む)</li> <li>・場所 三島県立三島北高等学校</li> <li>・指導者 熊野善介、青木克顕、山梨睦、北川裕紀</li> </ul>
		<p><b>【静岡教室】</b></p> <p>第1回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年7月13日(土) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 風船ロケット(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 19人 (昨年度からの継続受講生9名を含む)</li> <li>・場所 静岡科学館る・く・る</li> <li>・指導者 増田俊彦、青木克顕、峯田一平</li> </ul> <p>第2回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年9月21日(土) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 風力発電①(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 19人 (昨年度からの継続受講生9名を含む)</li> <li>・場所 静岡科学館る・く・る</li> <li>・指導者 熊野善介、増田俊彦、青木克顕 ジリアン・ローリング、Pramdya、Nurul 袴田博紀、峯田一平</li> </ul> <p>第3回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年10月19日(土) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 レーザーセキュリティシステム①(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 19人 (昨年度からの継続受講生9名を含む)</li> <li>・場所 静岡科学館る・く・る</li> <li>・指導者 増田俊彦、萱野貴広、袴田博紀、林春樹、高橋香帆</li> </ul> <p>第4回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年11月4日(月) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 レーザーセキュリティシステム②(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 19人 (昨年度からの継続受講生9名を含む)</li> <li>・場所 静岡科学館る・く・る</li> <li>・指導者 増田俊彦、青木克顕、袴田博紀、加島里菜、林春樹</li> </ul>

第一段階活動実績	<p>第5回 (静岡科学館る・く・る「理数大好き教室」の講座として開講)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年12月14日(土) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 Micro:bitを使って気象観測システムをつくれ!(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 19人 (昨年度からの継続受講生9名を含む)</li> <li>・場所 静岡科学館る・く・る</li> <li>・指導者 増田俊彦、青木克顕、林春樹</li> </ul> <p>第6回 (静岡科学館る・く・る「理数大好き教室」の講座として開講)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2020年3月1日(日) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 研究発表会(午前、午後)</li> <li>・参加者数 18人 (昨年度からの継続受講生9名を含む)</li> <li>・場所 静岡科学館る・く・る</li> <li>・指導者 増田俊彦、青木克顕</li> </ul>
	<p><b>【藤枝教室】</b></p> <p>第1回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年6月15日(土) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 風船ロケット(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 10人</li> <li>・場所 藤枝市生涯学習センター</li> <li>・指導者 熊野善介、増田俊彦、山本高広、峯田一平、小笠原早織</li> </ul> <p>第2回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年7月13日(土) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 風力発電①(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 11人</li> <li>・場所 藤枝市生涯学習センター</li> <li>・指導者 熊野善介、Nurul、袴田博紀</li> </ul> <p>第3回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年9月14日(土) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 レーザーセキュリティシステム①(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 8人</li> <li>・場所 藤枝市生涯学習センター</li> <li>・指導者 増田俊彦、青木克顕、峯田一平、佐々木博登</li> </ul> <p>第4回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年10月27日(日) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 レーザーセキュリティシステム②(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 9人</li> <li>・場所 藤枝市生涯学習センター</li> <li>・指導者 増田俊彦、山本高広、峯田一平、高橋香帆、林春樹</li> </ul> <p>第5回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年11月30日(土) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 風力発電② 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 7人</li> <li>・場所 藤枝市生涯学習センター</li> <li>・指導者 増田俊彦、山本高広、安間結季、加島里菜</li> </ul>

第一段階活動実績	<p>第6回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年12月8日(日) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 Micro:bitを使って気象観測システムをつくれ！(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 7人</li> <li>・場所 藤枝市生涯学習センター</li> <li>・指導者 増田俊彦、山本高広、林春樹</li> </ul> <p>第7回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2020年1月26日(日) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 3Dペンを活用したSTEM活動 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 6人</li> <li>・場所 藤枝市勤労青少年センター</li> <li>・指導者 熊野善介、増田俊彦、三枝真武、峯田一平</li> </ul>
	<p><b>【焼津教室】</b></p> <p>第1回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年8月3日(土) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 風船ロケット(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 8人</li> <li>・場所 ディスカバリーパーク焼津天文館</li> <li>・指導者 熊野善介、増田俊彦、青木克顕</li> </ul> <p>第2回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年8月18日(日) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 風力発電①(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 8人</li> <li>・場所 ディスカバリーパーク焼津天文館</li> <li>・指導者 増田俊彦、山本高広、Nurul、三枝真武</li> </ul> <p>第3回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年9月28日(土) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 レーザーセキュリティシステム①(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 6人</li> <li>・場所 ディスカバリーパーク焼津天文館</li> <li>・指導者 増田俊彦、青木克顕、佐々木博登、袴田博紀</li> </ul> <p>第4回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年11月2日(土) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 風力発電②(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 6人</li> <li>・場所 ディスカバリーパーク焼津科学館</li> <li>・指導者 増田俊彦、青木克顕、加島里菜、安間結季、三枝真武</li> </ul> <p>第5回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2020年1月12日(日) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 レーザーセキュリティシステム② 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 2人</li> <li>・場所 ディスカバリーパーク焼津天文館</li> <li>・指導者 増田俊彦、山本高広、袴田博紀、峯田一平、三枝真武</li> </ul>

<b>第一段階活動実績</b>	<p>第6回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2020年1月25日(土) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 Micro:bitを使って気象観測システムをつくれ!(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 8人</li> <li>・場所 ディスカバリーパーク焼津天文館</li> <li>・指導者 熊野善介、増田俊彦、青木克顕、峯田一平、林春樹</li> </ul> <p>第7回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2020年2月22日(土) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 Micro:bitを使って風力発電(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 6人</li> <li>・場所 ディスカバリーパーク焼津天文館</li> <li>・指導者 熊野善介、増田俊彦、袴田博紀</li> </ul>
	<p><b>【牧之原教室】</b></p> <p>第1回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年6月16日(日) 10:00～12:00</li> <li>・実施内容 風船ロケット</li> <li>・参加者数 27人</li> <li>・場所 カタショー・ワンダーラボ(旧片浜小学校)</li> <li>・指導者 熊野善介、青木克顕、Pramdya、峯田一平</li> </ul> <p>第2回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年8月9日(金) 10:00～12:00</li> <li>・実施内容 風力発電①(午前)</li> <li>・参加者数 23人</li> <li>・場所 静岡県立榛原高等学校</li> <li>・指導者 熊野善介、増田俊彦、青木克顕、Pramdya、Nurul</li> </ul> <p>第3回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年9月16日(月) 10:00～12:00</li> <li>・実施内容 レーザーセキュリティシステム①</li> <li>・参加者数 23人</li> <li>・場所 カタショー・ワンダーラボ(旧片浜小学校)</li> <li>・指導者 増田俊彦、青木克顕、坂田尚子、袴田博紀、Pramdya</li> </ul> <p>第4回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年10月14日(月) 10:00～12:00</li> <li>・実施内容 レーザーセキュリティシステム②</li> <li>・参加者数 23人</li> <li>・場所 カタショー・ワンダーラボ(旧片浜小学校)</li> <li>・指導者 熊野善介、坂田尚子、袴田博紀、三枝真武</li> </ul> <p>第5回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年11月9日(土) 10:00～12:00</li> <li>・実施内容 風力発電②</li> <li>・参加者数 18人</li> <li>・場所 カタショー・ワンダーラボ(旧片浜小学校)</li> <li>・指導者 熊野善介、安間結季、三枝真武</li> </ul>

	<b>第一段階活動実績</b>	<p>第6回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年12月14日(土) 10:00～12:00</li> <li>・実施内容 Micro:bitを使って気象観測システムをつくれ!</li> <li>・参加者数 23人</li> <li>・場所 カタショー・ワンダーラボ(旧片浜小学校)</li> <li>・指導者 坂田尚子、峯田一平、三枝真武</li> </ul> <hr/> <p>【浜松教室】</p> <p>第1回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年6月30日(日) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 風船ロケット(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 9人</li> <li>・場所 浜松市防災学習センター</li> <li>・指導者 青木克顕、大石隆示、竹本石樹、市川紀史、仲村篤志 Pramdya、峯田一平、伊東慎介</li> </ul> <p>第2回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年7月14日(日) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 風力発電①(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 9人</li> <li>・場所 浜松市防災学習センター</li> <li>・指導者 熊野善介、青木克顕、大石隆示、竹本石樹、 市川紀史、仲村篤志、伊東慎介、小笠原早織</li> </ul> <p>第3回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年8月18日(日) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 レーザーセキュリティシステム①(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 11人</li> <li>・場所 浜松市防災学習センター</li> <li>・指導者 青木克顕、大石隆示、竹本石樹、市川紀史、仲村篤志 Pramdya、伊東慎介</li> </ul> <p>第4回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年9月29日(日) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 レーザーセキュリティシステム②(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 10人</li> <li>・場所 浜松市防災学習センター</li> <li>・指導者 青木克顕、大石隆示、仲村篤志 袴田博紀、佐々木博登</li> </ul> <p>第5回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年10月26日(土) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 風力発電② 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 11人</li> <li>・場所 浜松市防災学習センター</li> <li>・指導者 青木克顕、大石隆示、仲村篤志 Djoko、安間結季、高橋香帆</li> </ul>
--	-----------------	--

<p><b>第一段階活動実績</b></p>	<p>第6回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年11月30日(土) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 Micro:bitを使って気象観測システムをつくれ！(午前) 個別自由研究相談(午後)</li> <li>・参加者数 10人</li> <li>・場所 浜松市防災学習センター</li> <li>・指導者 青木克顕、大石隆示、仲村篤志、Nurul 林春樹、高比良咲菜</li> </ul> <p>第7回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2020年1月26日(日) 10:00～15:00</li> <li>・実施内容 研究発表会(午前、午後)</li> <li>・参加者数 10人</li> <li>・場所 浜松市防災学習センター</li> <li>・指導者 熊野善介、青木克顕、大石隆示、仲村篤志、袴田博紀</li> </ul>
<p><b>個に応じた育成プラン</b></p>	<p>指導担当者：青木（静岡大学特任教授）、増田（静岡STEMアカデミーアドバイザー、元静岡科学館る・く・る館長）</p> <p>活動実績：moodle等を活用し、受講生や指導者とのやり取りを行った。各自の自由研究の内容や進行状況に合わせ、評価を参考に指導者が必要なアドバイスを行う。</p> <p>達成状況：各自が自由研究をまとめ上げ、発表を行うことができた。</p>
<p><b>第一段階での受講生の評価計画</b></p>	<p>実施内容：指導者が個人の活動状況の評価した。（報告書参照）</p> <p>評価基準：指導者が個人の活動状況の評価基準に対応して評価する。（報告書参照）</p> <p>評価基準と評価結果：（別添の報告書「行動観察から生徒の能力を評価する試み」を参照）</p> <p>受講生個人の目標設定と評価の関係：各自の自由研究の内容や進行状況に合わせ、評価基準を参考に指導者が必要なアドバイスを行った。</p> <p>評価結果のフォローアップ状況：moodleのフォーラムやメッセージを活用し、指導者とやり取りを行い研究のフォローアップを行った。</p>
<p><b>第一段階でのメンターの配置・稼働計画</b></p>	<p>メンターの役割：各回の計画、運営、報告書作成、受講生や指導者とのやりとりを行った。</p> <p>メンターの属性・スキル・人数：青木（静岡大学特任教授）、増田（静岡STEMアカデミーアドバイザー、元静岡科学館る・く・る館長）</p> <p>活動実績：各回の計画、運営、報告書作成を行った。またmoodle等を活用し、受講生や指導者とのやり取りを行った。</p>

1.5 次選抜計画と実績	二次選抜の実施	<p>第二段階応募者数・選抜者数実績：（学年・男女・地域（市区町村））</p> <p>三島3名（小5男，小5男，小5男），静岡3名（小5男，中1女，中1女），焼津1名（中1男），藤枝3名（小5男，小5女，中1男），牧之原1名（小6女），浜松2名（小5男，中2男） 計13名</p> <p>選抜方法：1200字程度の研究計画を作文</p> <p>選抜実施日：令和元年9月2日（月）</p> <p>選抜基準：「1200字程度の研究計画を作文する能力」を二次選抜の課題とする。評価規準は一次選抜と同様。これに1.0での活動の様子をふまえてA～Cの評価を行った。18点満点で12点以上を合格とした。</p> <p>評価体制：大学教員とシニアメンター5名のスコア</p> <p>選抜者の特徴・特性：今年度の応募者は全員1.0に参加しているものと昨年度1.0に参加していたものであった。どの受講生も1.0への参加率が高く，自由研究のテーマに取り組んでいた。午前中のエンジニアリングデザインプロセス（以下，EDP）を軸にしたSTEMプログラムに意欲的に取り組み，問題解決のスキルを身につけていた。</p> <p>選抜に関わる課題と次年度に向けた対応：          応募が8月になったため，受講生の自由研究が夏休みに進んでいる中での募集となった。次年度は夏休み前（6月）に募集をかけ，夏休み中の活動をサポートできるようにしたい。</p>
	二次選抜にもれた受講生へのフォロー・ケア	<p>全員合格したため，特になし。</p>
	第 1.5 段階活動実績	<p>詳細は，別紙報告書の各回報告書を参照</p> <p>（1）第1回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年9月15日（日） 10:00~15:00</li> <li>・実施内容 自然界にあるさまざまな形の科学（午前） よい自由研究の作品を読んで学ぼう（午後）</li> <li>・参加者数 受講生 16名（昨年度からの継続生5名含む）</li> <li>・場所 静岡大学教育学部附属静岡中学校 理科室</li> <li>・指導者 熊野善介，青木克顕，袴田博紀，ヌルル</li> </ul> <p>（2）第2回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年10月13日（日）10:00~15:00</li> <li>・実施内容 自由研究指導（午前） 山田和芳氏による講義「バックキャスト思考」およびワークショップ（午後）</li> <li>・参加者数 受講生 12名（昨年度からの継続生3名含む）</li> <li>・場所 静岡大学教育学部附属静岡中学校 理科室</li> <li>・指導者 熊野善介，青木克顕，加島里菜 山田和芳（ふじのくに地球環境史ミュージアム教授）</li> </ul> <p>（3）第3回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年11月24日（土）10:00~15:00</li> <li>・実施内容 マイクロビットのワークショップ〔藤田〕（午前） サイエンスカンファレンス報告〔青木〕，「研究倫理」の研修〔青木，増田〕，自由研究指導（午後）</li> <li>・参加者数 受講生 12名（昨年度からの継続生3名含む）</li> <li>・場所 静岡大学教育学部附属静岡中学校 理科室</li> <li>・指導者 増田俊彦，青木克顕，加島里菜，高橋香帆，林春樹 藤田真太郎（浜松市立舞阪中学校）</li> </ul>

<p>第 1.5 段階活動実績</p>	<p>(4)第4回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2019年12月15日(日)10:00~15:00</li> <li>・実施内容 マイクロビットのワークショップ [藤田] (午前) 自由研究指導 (午後)</li> <li>・参加者数 受講生 17名 (昨年度からの継続生5名含む)</li> <li>・場所 静岡大学教育学部附属静岡中学校 理科室</li> <li>・指導者 増田俊彦, 青木克顕, 峯田一平, 林春樹 藤田真太郎 (浜松市立舞阪中学校)</li> </ul> <p>(5)第5回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2020年1月13日(祝・月)10:00~15:00</li> <li>・実施内容 生命倫理について [山本] (午前) 遺伝子組換えの有用性 [露無] (午後)</li> <li>・参加者数 受講生 17名 (昨年度からの継続生5名含む)</li> <li>・場所 静岡大学教育学部附属静岡中学校 理科室</li> <li>・指導者 熊野善介, 山本高広増田俊彦, 青木克顕, 峯田一平, 三枝真武, 杉本啓太 露無慎二 (静岡大学名誉教授 株式会社 Eu-BS)</li> </ul> <p>(6)第6回</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2020年2月1日(土)10:00~15:00</li> <li>・実施内容 「骨のはたらきと進化~どっちがカエル?どっちがネズミ?~」 [雪田] (午前) 「3D プリンターを使って, 防災グッズを開発しよう!」 [佐々木] (午後)</li> <li>・参加者数 受講生 16名 (昨年度からの継続生4名含む)</li> <li>・場所 静岡大学教育学部C棟501</li> <li>・指導者 熊野善介, 郡司賀透, 増田俊彦, 青木克顕, 峯田一平, 三枝真武, 杉本啓太, (雪田研究室より)塚原, 高橋 雪田聡 (静大教育学部) 佐々木博登 (熊野研究室 大学院生)</li> </ul>
<p>科学技術コンテストへの参加・学会発表</p>	<p>自由研究各賞への応募, 別紙報告書参照 (p13-14参照) サイエンスカンファレンスへの参加 (受講者代表2名参加)</p>
<p>第 1.5 段階での受講生の評価計画</p>	<p>実施内容: 指導者が個人の活動状況进行评估する。</p> <hr/> <p>評価基準: STAGE1.0と同様に設定する。</p> <hr/> <p>受講生個人の目標設定と評価の関係: 各自の自由研究の内容や進行状況に合わせ, 評価を参考に指導者が必要なアドバイスを行う。</p> <hr/> <p>評価結果のフォローアップ状況: Moodleのフォーラムやメッセージを活用し, 指導者とやりとりを行い研究のフォローアップを行った。</p>
<p>修了認定</p>	<p>出席状況と活動内容を総合して判断し, 修了証を授与した。</p>
<p>第 1.5 段階でのメンターの配置・稼働計画</p>	<p>メンターの役割: 各回の計画, 運営, 報告書作成, 受講生や指導者とのやり取りを行った。</p> <p>メンターの属性・スキル・人数: 青木 (静岡大学特任教授), 増田 (静岡STEMアカデミーアドバイザー, 元静岡科学館る・く・る館長)</p> <p>活動実績: 各回の計画, 運営, 報告書作成を行う。またmoodle等を活用し, 受講生や指導者とのやり取りを行った。</p>

	<p>第 1.5 段階の取組の進捗把握・マネジメン</p>	<p>シニアメンター並びに実施担当者は毎回の報告書をウェブに挙げると同時に、「静岡STEMアカデミー」実施担当者である熊野善介（責任者）、郡司賀透，山本高広と週に一度の報告会を持ち，教材の開発と議論を重ねた。</p>
	<p>STAGE2.0 次選抜の実施</p>	<p>第二段階応募者数：（学年・男女・地域（市区町村））  三島4名（小5男，小5男，中2男，中3女），静岡6名（小5男，小6男，小6男，中1女，中1女，中1男），藤枝2名（小5女，中1男），牧之原1名（小6女），浜松2名（小5男，中2男） 計15名</p> <p>選抜人数：（学年・男女・地域（市区町村））  三島2名（小5男，中3女），静岡3名（小5男，小6男，中1女），藤枝1名（中1男），牧之原1名（小6女），浜松2名（小5男，中2男） 計9名</p> <p>選抜方法：800字程度の研究計画を作文</p> <p>選抜実施日：令和元年11月29日（金）</p> <p>選抜基準：「これまでの研究の過程と今後の展開について作文する能力（800字）」を2.0次選抜の課題とする。評価規準は一次選抜と同様。これに1.0または1.5での活動の様子をふまえてA～Cの評価を行った。</p> <p>評価体制：大学教員3名のスコア</p> <p>選抜者の特徴・特性：今年度の応募者は全員1.0または1.5に参加している。どの受講生も1.0，1.5への参加率が高く，自由研究のテーマに取り組んでいる。各自由研究コンテストにも応募しており，継続的かつ専門的な自由研究の展開が期待できた。</p> <p>選抜に関わる課題と次年度に向けた対応：  応募が11月になったため，受講生は自由研究がある程度進んだ中でのスタートとなった。次年度は夏休み前（7月）に募集をかけ，夏休み中の活動をサポートできるようにしたい。</p>
	<p>STAGE2.0 次選抜にもれた受講生へのフォロー・ケア</p>	<p>今年度は全ての応募者が，1.5受講生だった。そのため，1.5開催時の自由研究指導においてフォローと改善点の議論を行った。またmoodleを活用し自由研究の指導を継続的に行った。</p>
	<p>STAGE 2.0 段階活動実績</p>	<p>研究テーマ設定方法：  第1回のみ全員で開催（2回目以降は，各指導教官の元実施）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施日 2020年12月1日（日）13：00～15：00</li> <li>・実施内容 <ol style="list-style-type: none"> <li>① 趣旨説明（熊野）</li> <li>② 指導教官の紹介（熊野）</li> <li>③ STAGE2.0の進め方について（増田，青木，山根）</li> <li>④ 研究内容の検討と相談（個別相談）</li> </ol> </li> <li>・参加者数 受講生 9名 保護者 12名</li> <li>・場所 静岡大学教育学部C棟309</li> <li>・指導者 熊野善介 山本高広 雪田聡 増田俊彦 青木克顕 山根真智子</li> </ul>

STAGE 2.0 段階活動実績	研究テーマ設定：				
	学年	会場	研究テーマ（これから）	指導教官名	日程（計画）
	小6男	静岡	安倍川水系の鉄岩石はどこから流れてくるか(コンクリート強度)	青木, 竹林	12/1, 12/27 2/11, 2/23
	小6女	牧之原	魚の構造を調べる—魚の骨格標本を作ってみる—(骨格の進化)	熊野	12/1, 12/21 2/1
	中1男	藤枝	吉浜海岸に足跡がくっきりとつくのはなぜか	青木, 楠	12/1, 1/31 2/28
	中1女	静岡	光の色によってレタスの味を変えるか	熊野	12/1, 12/22, 1/4, 2/3-10
	中2男	浜松	アカハライモリの研究（イモリの増殖方法）	雪田	12/1, 12/24 1/11, 2/24
	小5男	浜松	身近な鳥たちの観察～毎日朝夕のベランダから～（micro:bitを利用）	熊野, 山根, 藤田	12/1, 1/11 2/16
	小5男	静岡	イモリの再生能力を探る	雪田, 山本	12/1, 12/23 1/27
	小5男	三島	ケンタッキー・フライド標本（爬虫類, 両生類などの骨格調べ）	西岡	12/1, 12/14 12/27, 1/11 2/22
中3女	三島	モーターの仕組みに迫る（プレートテクトニクスについて）	熊野	12/1, 12/22 2/1	
科学技術コンテストへの参加・学会発表	オワトナ中等学校；ミネソタ大学連携 STEM 学校等での発表（代表1名）自由研究各賞への応募				
第2.0段階での受講生の評価計画	<p>評価基準：p3表1とp9,10の第三段階 Stage2.0の教育プログラムの当該年度内目標参照。また、個人の具体的な活動については別紙参照</p> <p>受講生個人の目標設定と評価の関係：</p> <p>各自の自由研究の内容や進行状況に合わせ、評価基準を参考に指導者が必要なアドバイスを行う。</p> <p>評価結果のフォローアップ状況：</p> <p>Moodleのフォーラムやメッセージを活用し、指導者とやりとりを行い研究のフォローアップを行った。</p>				
修了認定	出席状況と活動内容を総合して判断する。今年度から始めたので、終了認定には至っていない。				
第2.0段階でのメンターの配置・稼働計画	<p>メンターの役割：各回の計画，運営，報告書作成，受講生や指導者とのやり取り</p> <p>メンターの属性・スキル・人数：青木（静岡大学特任教授），増田（静岡STEMアカデミーアドバイザー，元静岡科学館る・く・る館長）</p> <p>活動実績：各回の計画，運営，報告書作成を行う。またmoodle等を活用し，受講生や指導者とのやり取りを行った。詳しくは別冊報告書資料を参照してください。</p>				

	第 2.0 段階の取組の進捗把握とマネジメント	メンターは毎回の報告書をウェブに挙げると同時に、「静岡STEMアカデミー」実施担当者である、熊野善介（責任者）、郡司賀透、山本高広と週に一度の報告会を持ち、教材の開発と議論を重ねた。			
	成果発表会 ※第一段階と第二段階の成果発表会が異なる開催の場合は両方記載して下さい	実施日	開催内容	参加者・人数	場所
		1 月 12 日 (STAGE1.0) 1 月 26 日 (STAGE1.0) 2 月 6 日 (STAGE2.0) US 3月1日 静岡教室 (STAGE1.0)	報告書冊子資料を参照のこと。	発表7件、参加者20人程度 発表10件、参加者25人程度 発表1件、参加者100人程度 発表19件、参加者40人程度	三島教室；三島北高等学校 浜松教室；浜松市防災学習センター オワトナ中等学校；ミネソタ大学連携STEM学校 静岡教室；静岡科学館 る・く・る
評価基準・評価手法の開発計画と実績	評価基準の改善計画・多様な評価手法の開発	今年度は共通したアンケート調査が行われた。また、「行動観察から生徒の能力を評価する試み」と題して評価に関する報告書をまとめたので、詳しい内容はそちらに記載した。参照していただきたい。今後とも新たな効果的評価手法の開発研究も展開したい。			
その他	成果の「見える化」& 事業の効果検証	静岡STEMアカデミーはウェブベースの学習と交流を展開されるので、多くのデータがウェブ上に現れる。それをいろいろな視点から分析し報告書を作成して、オープンソースで公表する。JSTの許可を得た上で、国内での学術研究会、国際的な研究大会で発表し、国際誌、国内誌へ投稿する。今後、JSTの許可を受けて公表するものとする。			
	社会的な波及効果	日本において、あるいは諸外国においても、類似の取組が実践モデルとして展開される可能性も高く、多くの地域への波及が期待される。			

## 8. JSTへの意見、要望

### (平成元年度の「静岡STEMアカデミー」の重要な課題と解決内容。

・2019年度3月の段階で実施機関として予定していた6カ所のうち、**ディスカバリーパーク焼津天文館**については、連携機関としての合意形成を図っており、4月に連携機関となるよう打ち合わせを重ねるとしたが、お陰様で、合意形成が整い今年度順調に進み、次年度も協力していただくこととなった。

・報告書の中にも2, 3か所で記載されているが、牧之原でのSTAGE1.0について、山崎子ども財団と共催で展開してきたが、午後の自由研究の指導が共催であることで、実現できなかったことが反省点であった。その課題を解決するため、3月に**榛原高等学校**を会場として協力いただけるかどうか、本校との話し合いを重ねた結果、平成2年度は実験室をお借りできることとなり、平成2年度から10時から15時のSTAGE1.0を展開することが可能となった。

・「静岡科学館る・く・る」でのSTAGE1.0についても共催で、「理科大好きスクール」との同時開催であったが、こちらも細かい点で課題が生じた。そこで、連携期間である「**ふじのくに地球環境史ミュージアム**」の会場をお借りできないか交渉を重ねた結果、「静岡STEMアカデミー」が令和2年度から主体的に開催できることになった。

・これらが積極的に可能になったのは、コアメンターを中心に統括する人物として、また、全体の包括的な指導助言者として増田俊彦先生、青木克顕先生生にお願いできたことが大きい。さらには、継続して研究補佐として山根真智子さん、坂田尚子さんを雇用できたことも成功のカギであった。会計の専門家の雇用は無で遂行できた。

### 意見と要望

お陰様で2年目が終了しようとしている。2年目は1年目に比べて、受講者の成長が大きくみられたこと、多くの受賞者がとその家族の理解が得られたことが大きかった。また、学長裁量経費により、次年度に向けての準備が進められたことも大きな転換期を迎えたことになる。より、組織的なプロジェクトに成長できたといえる。次年度は、実質的な「静岡STEMアカデミー」の責任者が定年を迎えることもあり、もう一年間は責任をもって展開するが、4年目に向けて着実な引継ぎや組織の拡大、NPO法人や会社の立ち上げ、または、大学の組織への組み込み等、どのような持続的事業とするための在り方が問われることになる。JSTのジュニアドクター育成塾事業は、5年間のプロジェクトであることから、実質的な「静岡STEMアカデミー」の責任者を継続して、特任教授とする方略も考えられる。

「新型コロナウイルス」の影響は、STAGE2.0の活動となり、個別の展開となっているため、ほとんどなかったが、外部評価委員会は中止することとなった。

今後のJSTのジュニアドクター育成塾事業への要望としては、以下のことを記載するものとする。

- (1) 小学校5, 6年、中学生を対象とした、全国の24の機関のプログラムを広く日本の皆さんに公開する、全国大会を開催していただきたい。つまり、これまで行ってきた、ジュニアドクター育成塾事業を日本国内と海外での似たような事業との交流会をしたらいかがでしょうか。世界と比較することで、さらなる質の向上につながります。
- (2) コンファレンスや連絡協議会は、受講生とメンター、大学の教員にとってとても刺激的で価値あるものであった。願わくは、我々の予算を出してもよいので、もう一日長いプログラムとすべきではないだろうか。
- (3) Society 5.0をさらに前面に出し、現在の24機関と新しく選ばれる3機関が集まり、Society5.0を形成するための、日本のための資質・能力とは何かのプロジェクトチームを立ち上げていただきたい。アメリカでは2007年に第一回目が展開し、2013人に次世代科学スタンダードNGSSを作り、STEM教育法が2015年に制定された。日本においても、それぞれの合格した期間がそれぞれで展開するだけでなく、ある程度の次世代科学技術育成スタンダードを策定するべきではないか。学習指導要領の策定にも影響を及ぼすことになるであろう。

## II. 業務関係者一覧表（結果）

区分	本件業務での役割	氏名	所属		具体的な実施業務内容	従事期間	人件費・謝金支払	専従者・兼務者の別	緊急連絡責任者
			機関名・研究科学部・担当等	役職名					
実施機関	実施責任者	石井 潔	静岡大学	学長	実施責任者	2019年6月～2020年3月			
	契約担当者	石井 潔	静岡大学	学長	実施責任者	2019年4月～2020年3月			
	実施主担当者	熊野 善介	静岡大学教育学部	教授	本件業務の実質的責任者	2019年4月～2020年3月		専従者	○
	シニアメンター	青木 克顕	静岡大学特任教員	元くる館長	全地域との調整とプログラム開発・PD補佐・受講生とのやり取り	2019年6月～2020年3月		専従者	
	実施担当者	郡司 寛透	静岡大学教育学部	准教授	主担当者との連携実践	2019年4月～2020年3月		兼務者	
	実施担当者	萱野 貴広	静岡大学教育学部	教務	主担当者との連携実践	2019年4月～2020年3月		兼務者	
	実施担当者	山本 高広	静岡大学教育学部	助教	主担当者との連携実践	2019年4月～2020年3月		兼務者	
	経理担当窓口	山田 恵子	静岡大学財務施設部契約課	係長	経理全般の窓口	2019年4月～2020年3月		兼業者	
	実施協力者	増田俊彦	元静岡科学館る・くる	元館長	静岡STEMアカデミーの包括的指導助言	2019年6月～2020年3月	謝金		
	シニアメンター	井出祐介	静岡大学附属静岡中学校	教員	Stage 1.5の児童助言	2019年6月～2020年3月		兼業者	
連携機関	実施協力者	高橋政宏	静岡大学附属静岡中学校	教員	Stage 1.5の児童助言	2019年6月～2020年3月		兼業者	
	実施協力者	大石 隆示	浜松市防災学習センター	センター長	Stage 1.0のサブメンター	2019年6月～2020年3月	謝金		
	実施協力者	竹本石樹	浜松学院大学	准教授	浜松市地区の統括	2019年4月～2020年3月	謝金		
	実施協力者	大石尚夫	(財)山崎自然科学振興会	理事	牧之原市地区の責任者・統括	2019年4月～2020年3月	謝金		
	実施協力者	瀧下 恵大	藤枝市教育委員会生涯学習課	主事	藤枝市の責任者・統括	2019年4月～2020年3月	謝金		
	実施協力者	海野 雅爾	藤枝市立葉梨中学校	教員	藤枝市のサブメンター	2019年4月～2020年3月	謝金		
	実施協力者	渡邊 聡	榛原郡校長会事務局長	元静岡県校長会会長・元理科教諭	牧之原市サブメンター	2019年4月～2020年3月	謝金		

実施協力者	齊藤 浩幸	静岡県立三島北高等学校	校長	三島市・沼津市地区の責任者	2019年4月～2020年3月	謝金	
実施協力者	山梨 睦	静岡県立三島北高等学校	教員	三島教室サブメンター	2019年4月～2020年3月	謝金	
実施協力者	小川 侑祐	静岡県立三島北高等学校	教員	三島教室サブメンター	2019年4月～2020年3月	謝金	
実施協力者	山田 和芳	ふじの国地球環境史ミュージアム	教授	ふじの国地球環境史ミュージアムのSTEMプログラム統括者	2019年4月～2020年3月	謝金	
実施協力者	平濱美紀子	ディスカバリーパーク焼津天文館	学芸員	STEM教室の調整・補助	2019年6月～2020年3月		
実施協力者	平田 大二	神奈川県立生命の星博物館	館長	神奈川県立生命の星博物館でのSTEMプログラム統括者	2019年6月～2020年3月	謝金	
事務補助	山根真智子	研究補佐員		地域との調整とプログラム開発・PD補佐・受講生とのやり取り	2019年4月～2020年3月	雇用	
事務補助	坂田 尚子	研究補佐員		地域との調整とプログラム開発・PD補佐・受講生とのやり取り	2019年6月～2020年3月	雇用	

### Ⅲ. 令和元年度の静岡 STEM アカデミーにおける質的な分析と考察

#### 1. メンターに対する研修について

シニアメンター 青木克顕

メンター研修とは、STEM 教育へ理解を図り実践力を育成するため、大学職員、大学院生、大学生が参加して開催された研修会である。本年度は、全 8 回実施した。内容としては、講話、静岡県下で展開される STEM 教室で用いる教材と指導方法についての事前研修、ミネソタ大学のジリアン先生を招いての特別授業、日本理科教育学科会、東アジア科学教育学会と共催で実施した講演会への参加などである。

以下にその内容を報告する。

##### 第 1 回メンター研修 講話

- 1 日 時 2019 年 6 月 4 日(火) 8:40~10:10
- 2 会 場 静岡大学教育学部 C 棟 301
- 3 講 師 熊野善介 増田俊彦 青木克顕
- 4 受講者 35 名(理科教育法受講生 2 年生)
- 5 内 容 講話 熊野善介 「アメリカにおける STEM 教育の現状」  
増田俊彦 「自由研究における探究活動」  
青木克顕 「生徒と保護者のサポート方法について」
- 6 成 果 STEM 教育と自由研究がどのように関係しているかを理解させるための講話を行い、聴講した学生の中から、静岡 STEM アカデミーに参加する学生が出た。

##### 第 2 回メンター研修 講話 ワークショップ「風船ロケット」

- 1 日 時 2019 年 6 月 14 日(金) 10:20~11:40
- 2 会 場 静岡大学教育学部 C 棟 501
- 3 講 師 山本高広(静岡大学)  
増田俊彦、青木克顕 (シニアメンター)
- 4 参加者 学生 10 名 (熊野研大学院生、大学 4 年生、郡司研大学院生、大学 4 年生)  
熊野善介 郡司賀透 萱野貴広 山本高広(静岡大学)  
増田俊彦 青木克顕(シニアメンター)  
ヌルル、プラムディア、竹林知大、袴田博紀、峯田一平 (大学院生)
- 5 内 容  
講 話 「静岡 STEM アカデミーの目的・目標」講師 山本高広 (静岡大学)  
ワークショップ「風船ロケット」講師 増田俊彦、青木克顕

- 6 成 果 STEM 教育の目的や内容について、講話とワークショップを通して学ぶことができた。学生たちに、STEM 教室でどのような活動をするのかを、具体的に体験させることができた。



### 第3回メンター研修 ワークショップ「風力発電機づくり」

- 1 日 時 2019年7月12日(金) 10:20~11:40
- 2 静岡大学教育学部C棟301
- 3 講 師 ヌルル・スラエマン (熊野研究室大学院生)
- 4 受講者 20名 (熊野研究室大学院生、大学4年生、郡司研究室大学院生、大学4年生)
- 5 内 容 ワークショップ「風力発電機づくり」  
「風力発電所をどこに設置したらよいか。」という課題を解決するために、風力計を作成する活動を行った。いろいろな工夫をしながら、ものづくりを行い、一定の風に対して何回風車が回転するかを測定した。
- 6 成 果 学生にとって、本教材の持つSTEM教育のねらいとSTEM教室での支援の仕方を学ぶよい機会となった。



### 第4回メンター研修 ワークショップ「レーザーセキュリティー」

- 1 日 時 2019年7月26日(金) 10:20~11:40
- 2 会 場 静岡大学教育学部C棟301
- 3 講 師 袴田博紀 (熊野研究室大学院生)

4 受講者 20名（熊野研大学院生、大学4年生、郡司研大学院生、大学4年生）

5 内 容 ワークショップ「レーザーセキュリティを作ろう」

「泥棒から宝を守るには、どのような警備装置を作製したらよいか。」という課題を解決するために、光センサーと光の反射を利用する装置をデザインした。具体的には、鏡による光の反射という現象を学んだ後、レーザーポインターと SONY 製の MESH という光センサーを用いて設計図を作成した。次に、設計図をもとに実際に工作用紙上に鏡を設置して、レーザーを照射し、光がセンサーに届くようにして、光を遮るとセンサーが働き、光が点灯する装置を作製した。

6 成 果 MESH という新しい教材に触れながら、デザインすることの重要性や、ものづくりを行う体験を通して学ぶことの重要性を学ぶ機会となった。

### 第5回 ジリアン先生(ミネソタ大学大学院教授) 特別講演

演題「アメリカにおける科学教育改革運動の理論と実践；STEM 学校の役割；科学教育研究の必要性」

1 日 時 2018年9月17日(火)10:45~12:00

2 会 場 静岡大学教育学部 B 棟 B218

3 講 師 ジリアン先生(ミネソタ大学大学院教授)

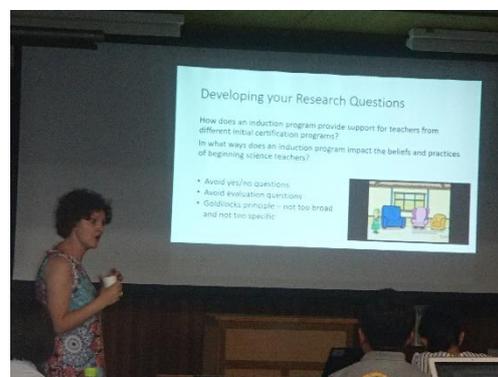
4 受講者 約 100 名

静岡 STEM アカデミー関係者：(静岡大学)熊野善介、郡司賀透、山本高広、萱野貴広、増田俊彦、青木克顕、坂田尚子、山根真智子、プラムディア、ヌルル、竹林知大、

日本理科教育学会参加者、静岡大学教育学部生、大学院生

5 内 容

ジリアン・ローリング教授は、現在明け理科合衆国の科学教育学の2つの主要な学会の一つである ASTE(全米科学教師教育学会の前会長であり、これまで、NSF より多くの研究費を獲得し、多くの博士課程の学生を世に出し、アメリカにおいても影響力のある教授である。ジリアン先生の研究は特に、STEM 教育研究の理論と実践が有名である。今回は、主に大学院生向けに、アメリカにおける STEM 教育の現状や教育研究の意義、博士論文をどのように社会に生かすか等について語られた。



## 第6回 ジリアン先生(ミネソタ大学大学院教授) 特別講演

演題「アメリカにおける科学教育改革運動の理論と実践」 STEM 学校の役割」

1 日 時 2018年9月22日(日)16:00~17:00

2 会 場 静岡大学共通教養棟 B301・B401

3 講 師 ジリアン先生(ミネソタ大学大学院教授)

4 受講者 約 100 名

静岡 STEM アカデミー関係者:(静岡大学)熊野善介、郡司賀透、山本高広、  
萱野貴広、坂田尚子、山根真智子、プラムディア、ヌルル、竹林知大、  
(静岡 STEM アカデミー受講者と家族) 11 名

東アジア科学教育学会参加者、静岡大学教育学部生、大学院生

### 5 内 容

アメリカにおける STEM 教育の現状と今後解決していかなくてはならない課題について、わかりやすく解説された。STEM 教育を推進する上で、科学・工学内の指導者の不足している領域についての対応が必要との考えを示された。



## 第7回 ジリアン先生(ミネソタ大学大学院教授)他 特別授業

1 日 時 2019年9月21日(土) 10:00~12:00

2 会 場 静岡科学館る・く・る

3 講 師 ジリアン・ローリング(ミネソタ大学大学院教授)、  
カンプソン(ミネソタ大大学院生)

4 受講者 熊野善介、増田俊彦、青木克顕、山根真智子  
袴田博紀、峯田一平、プラムディア、ヌルル、静岡大学学生(4名)  
齋藤弘幸(三島北高)、山梨睦(三島北高)、  
三島教室の生徒と保護者(7名)、藤枝教室の生徒(1名)  
STEM アカデミー静岡会場受講生 19名

### 5 指導内容

#### 風力発電に関する STEM モデル授業(ジリアン先生による特別授業)

Kids Wind を用いた STEM 学習

- ① 風力発電装置を作ってください。
- ② グループごとに、羽の枚数、材質、角度を変えて、発電量がどう変化するか調べましょう。
- ③ 発表・情報交換

④ 他のグループの成果を取り入れて、さらによりよい風力発電装置を設計しましょう。



## 6 成 果

① 静岡 STEM アカデミー（JST ジュニアドクター育成塾事業）の研修会として実施した。当日は、他会場の静岡 STEM アカデミーのメンバーのほか、東アジアから EASE の大会に参加した方たちが参観した。STEM 研修会として、有意義な機会となった。

② 風力発電のモデル事業は、STEM 学習の神髄を表しており、今後の静岡 STEM アカデミーのワークショップを実施するにあたり、大変参考になった。

- ・風力発電装置を作製する活動の中で、条件規制の方法やデータの集計方法などが身につくように、指導内容が工夫されていることが分かった。
- ・グループごとに課題を分担して探究させ、結果を報告され、さらに良いものを工夫させる (re-design) という指導の方法は、大変参考になった。



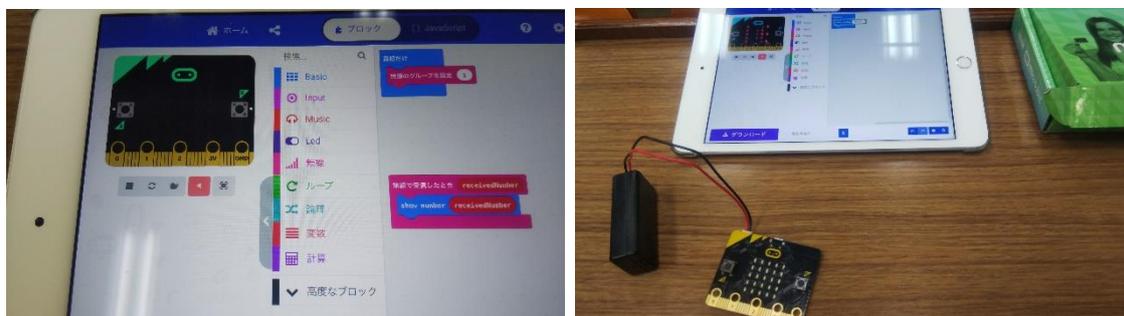
カンブソン ジリアン 熊野善介

## 第8回 ワークショップ「マイクロビットとセンサーを用いた、気温の測定」

1 日 時 2019年11月19日(金) 10:20~11:40

2 会場 静岡大学教育学部C棟501教室

3 講 師 林 春樹(熊野研究室4年生)



4 受講者 10名

(大学教官)熊野、萱野 (シニアメンター) 増田、青木  
(大学院生)ヌルル、ジョコ、峯田、袴田、加島

5 内 容 マイクロビット (Micro:bit) とセンサーを用いて、気温の測定をする。

- ① マイクロビットについての説明
- ② センサー、iPad との接続方法
- ③ ソフトのダウンロード
- ④ プログラムの作成
- ⑤ 気温測定と表示方法

6 成 果

マイクロビットの使い方と、センサーを接続しての利用への利用について、学ぶことができた。自由研究への利用が期待できる。

### <メンター研修を終わっての考察>

今回報告したのは、学内におけるメンター研修についてである。

参加した学生の中には、静岡県下で開催されたSTEM教室のメンターとして、実際に授業や生徒の支援を行った者もいる。そのような学生たちは、研修に参加する意識も高く、指導力の向上に本当に役立てることができたと考える。また、STEM教室の前に「模擬授業」の形でワークショップを実施したことは、指導方法の改善にもつながった。

学内での研修だけでなく、実際に自身で授業を行い、卒論・修論のテーマとして取り組んだ学生は、各会場で同じ内容で実践を積み重ね、その都度アンケート調査を実施することで、指導力が著しく向上するのを目の当たりにすることができた。

さらに、アメリカのミネソタ大学のジリアン先生をお招きしての特別授業や後援会への参加は、STEM教育の世界の動きを知るよい機会となった。

今後、この研修会で学んだ学生が、全国でSTEM教育の振興に寄与してくれることを期待している。

## 教材開発と実践報告

### 2. 3D ペンを活用した STEM 活動

静岡大学大学院教育学研究科 峯田一平

#### 1. 活動日時

2020年1月26日(日) 10:15~12:00, 13:00~14:00

#### 2. 活動場所

藤枝市勤労青少年センター 参加者6名

#### 3. 活動概要

この活動は静岡 STEM アカデミー in 藤枝(STAGE1.0)の第7回(最終回)に位置付けられている。この3Dペンを活用したSTEM活動は藤枝のみでの活動である。藤枝の小中学生6名(小学生:5名、中学生1名)を対象にSTEM活動を行った。本来の目的である自由研究にSTEM活動を通してSTEMの考え方を取り入れることで、自由研究をより効果的に行うことができると考えられる。

本実践は、3Dペンを活用したSTEM教育プログラムの開発と3Dペンの活用の可能性を探ることを目的としている。

近年、日本において3Dプリンターについては認知されてきたが、3Dペンはまだまだ認知されていない。3Dペンは3Dプリンターと比べて比較的低コストで、扱いやすいことが挙げられる。3Dペンとは、ペンの中でプラスチックを高温で溶かし、ペン先から押し出すことでプラスチックが細い線となって出てくるペンである。ペン先から出てきたプラスチックはすぐに固まるため、平面の図形はもちろん、立体物についても絵を描くかのように作成することができる。この3Dペンを活用したSTEM教育プログラムを開発し、活動を通して子どもたちに3Dペンを使用してもらい、小中学生でも簡単に扱うことができるかを確認する。今回はeXuby社の3dペンWを使用した。

対象者6名を1テーブル3人ずつに分け、STEM活動を同時に行った。課題は3Dペンを使って自然災害に強い橋を作ることである。子どもたちは初めて3Dペンを使用するためどの程度使うことができるのか未知であった。そのため3Dペンの操作に慣れる時間を設けた。また全て3Dペンを使って橋を作成するのではなく、付箋も使用し、付箋にプラスチックの樹脂をコーティングすることで取り扱いを簡単にし、時間の短縮を図った。活動はEngineering Design Processを用いて活動の手順を意識させながら、子どもたちを課題に取り組ませた。活動中はワークシートを使用し、ステップごとに記述する時間を設け、子どもたちの考えや意見を記述させ、課題に対して取り組みやすいようにした。ワークシートは子どもたちの考えや意見を把握するために活動終了後に回収した。

#### 4. 活動の流れ

時間	活動内容	指導の留意点・備考
5分	Engineering Design Processの6つのステップを基にSTEM活動を行う。 活動の前にEngineering Design Processについて説明する。	Engineering Design Processは毎回説明を行い、活動の手順を意識させる。

時間	活動内容	指導の留意点・備考
15分	<p>(1) Define (問題の定義)</p> <p>手紙を読み、架空の会社からの依頼を認識し、解決する問題とその際の条件を読み取る。</p> <p><b>会社からの依頼</b> →災害に対して十分に耐えることができる橋の建設</p> <p><b>橋を作るうえでの条件</b></p> <p>①18cm以上の橋を架けること ②モデルがマウスロボットの荷重に耐えられること ③できる限り低コストにすること</p>	<p>ワークシートを使用し、子どもたちが考える場面では自分の考えを必ず記入するように指示する。</p> <p>全員が依頼と条件を認識できるように情報の共有を行う。</p> <p>子どもたちはマウスロボットを使用したことがあるため簡単に復習を行う。</p>
25分	<p>(2) Learn (事前調査)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・橋の役割の説明</li> <li>・地震や台風などが原因で崩落する橋の様子を映像で紹介</li> <li>・橋の老朽化の原因・現状を説明</li> <li>・3Dペンの使い方の説明</li> </ul> <p>→災害に強い橋は、どのような構造をしているかを考える。</p>	<p>普段見慣れている橋を別の角度から伝える。</p> <p>映像を使い、崩落の様子を観察し、崩落の原因を考える。</p>
15分	<p>(3) Plan (計画)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・改めて条件を確認し、材料についても確認する。</li> <li>・ワークシートに作成する橋のデザインを描く。</li> <li>・子どもたち同士で話し合い、作成する橋について計画を練る。</li> <li>・デザインを書き終わってから作成を始める。</li> </ul>	<p>橋の作成は個人で行うが、自身の橋をより良いものにするために意見を出し合い、話し合う場を設ける。</p>
30分	<p>(4) Test (準備)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・橋を構築する前に3Dペンに慣れるため各自で形を作成する。</li> <li>・3Dペンを操作して分かったことを基にデザイン案を修正する。</li> </ul>	<p>デザイン案は作成前のものであり、作成をしていく中で変更をすることも可能とする。</p>
60分	<p>(5) Try (実行)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・計画を基にして橋を3Dペンで作成する。</li> <li>・出来上がった橋に、実際にマウスロボットを走らせて橋を渡ることができるかどうか確認する。</li> <li>・改良を施し、より良いものへと作り変える。</li> </ul>	<p>作成中での質問に答え、サポートを行う。</p> <p>作成した橋の特徴や長所を子どもたちに聞く。</p>

時間	活動内容	指導の留意点・備考
15分	(6)Decide(決定) ・まとめ、振り返り <b>活動を振り返って</b> ①当たり前に使っているものに目を向けてみよう！ ②身の回りのものを科学的に見てみよう！ ③災害防止など人のために研究を活かそう！	子どもたちが行っている自由研究にこの活動が少しでも活かされるように最後にまとめを行う。

## 5. 活動内容の詳細

最初に課題の解決に入る前に Engineering Design Process について説明を行った。これまでの STEM 活動の中で Engineering Design Process は使用されてきたため子どもたちに動揺はなく、スムーズに理解することができた。

### (1)Define(問題の定義)

課題の導入部分では架空の会社からの依頼の手紙を渡し、課題とその条件を読み取ってもらい、ワークシートに記入をしてもらった。全員が課題とその条件を認識できるように情報の共有を行った。子どもたちは「災害に対して十分に耐えることができる橋の建設」が課題であると認識し、併せて「①18cm以上の橋を架けること」、「②モデルがマウスロボットの荷重に耐えられること」、「③できる限り低コストにすること」の3つの条件についてもすぐに理解した。

### (2)Learn(事前調査)

課題を認識したうえで橋に関する情報を子どもたちに提供した。子どもたちの発想を大切にするために橋の構造や名称、種類など詳細な情報については学習を行わなかった。今回は橋の役割、災害によって崩落する橋の紹介、橋の老朽化の原因などを説明した。橋の役割については最初に個人で考えた後でテーブルごとに話し合わせ意見の共有を図った。普段見慣れている橋でもどのような役割を果たしているのかまでは考えたことがなかった様子であった。また他にも橋が崩落する原因や丈夫な橋の特徴をワークシートに書き出してもらった。こちらも同様に話し合う場を設けた。子どもたちが橋の情報を取り入れた後に地震や台風などが原因で崩落する橋の様子を映像で紹介した。崩落する橋を見て驚く子どもも数人いた。映像を見た後でもう一度課題を確認し、災害に強い橋はどのような構造をしているかを考えさせた。最後に 3D ペンの使い方と注意事項を説明した。

### (3)Plan(計画)

条件を確認し材料を紹介した後、ワークシートに作成する橋のデザイン案を描き、それぞれの橋の特徴や工夫した点をお互いに発表し合った。自身の橋をより良いものにするためデザイン案を修正する子どもも数人いた(図 1)。報告者は子どもたちのデザイン案に対して特徴を聞いたり、質問をしたりして子どもたちが目指す橋をより具体的にイメージできるように対応した。

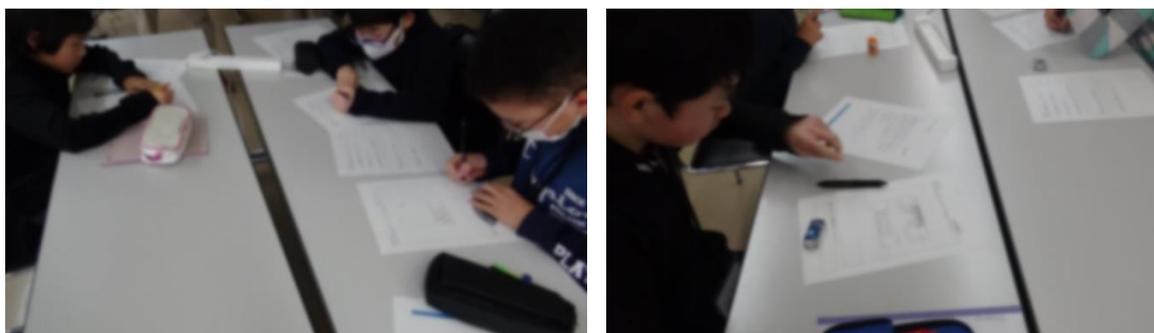


図 1 デザインの様子

#### (4) Test (準備)

3D ペンに慣れるために橋を作成する前に各自で形を作成するようにした。形については指定をせず、子どもたちが好きな形を作成してもらった。最初は平面を作成する子どもが多かったが、次第に立体物へと発展させていく姿が見られた。3D ペンで直接立体物を作成することは小中学生では困難であったため、平面を作成し繋げることによって立体物を作り出していた(図 2)。平面から立体への思考の転換が困難な子どももいたため、立体を作るためのヒントを与えたことで納得し、立体物を作成することが可能になった。形だけでなく、文字を作成する子どももいた。

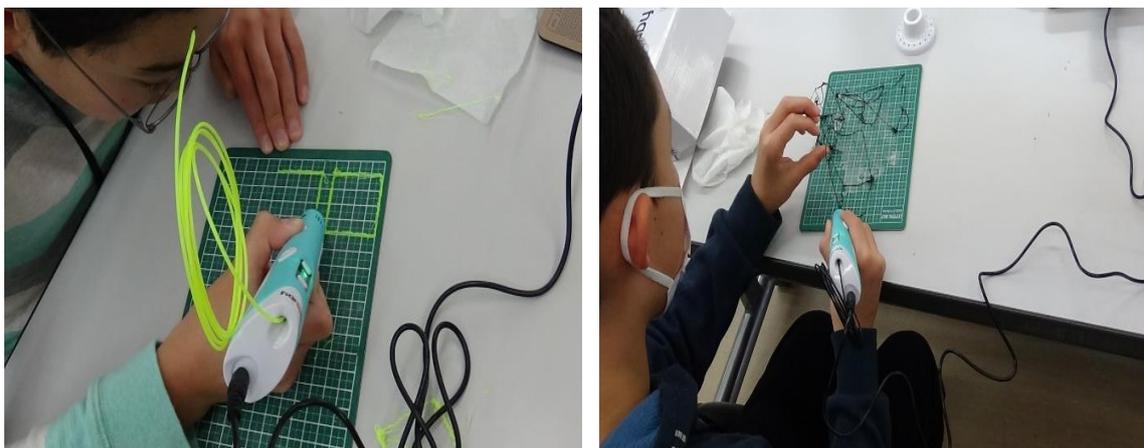


図 2 作成前の試作の様子

#### (5) Try (実行)

橋を作成する際に使用する付箋の使い方を説明したのちに、デザイン案を基にした橋の作成を行った(図 3)。作成をする中で試行錯誤し、デザイン案を修正したり、変更したりする姿が見られた。計画の段階で考えたデザイン案を基にして橋の作成を行ったがマウスロボットの荷重に耐えることができず、補強をすることで完成を目指す子どもがいた。またデザイン案を大幅に変更し、活動をしていく中で橋をイメージしながら新たな橋を作り出す子どももいた。子どもたちの中には完成した橋がマウスロボットを走らせている間に崩落してしまうこともあった。報告者は子どもたちの製作のサポートや質問の対応、イメージを具体化するために質問を投げかけ理想とする橋へ近づける役目を担った。また橋が完成した子どもたちに対して、実際に橋にマウスロボットを走らせて条件を達成することができているかどうかを確認した。自分自身の橋の特徴についても確認を行った。条件の中にある「③できる限り低コストにすること」を実現するためにはどのようにして橋を構築したらよいかを子どもたちに投げかけた。



図 3 橋作成の様子

## (6)Decide(決定)

全員が活動時間内に橋を作成し終えることができた。自分で作成した橋と他の人が作成した橋を観察してもらい、自分で作成したものとどのような違いがあるのか、どのような特徴があるのかを意見交換し合う場を設けた。自分の作成した橋を客観的に見て新たな発見や課題を見つけることを目的に行った。意見交換後、ワークシートに自分が作成した橋の良い点と改良点、感想を記入してもらった。最後にこのSTEM活動のまとめを行った。地震や台風といった自然災害から身を守るためには人間の知恵や考えが必要であり、現在求められている状況にあることを伝えた。このSTEM活動を通してSTEMの考え方を子どもたちの自由研究に活かすことができるように3つの視点を大切にすることを伝えた。「①当たり前に使っているものに目を向けてみよう!」、「②身の回りのものを科学的に見てみよう!」、「③災害防止など人のために研究を活かそう!」の3つである。また今回のSTEM活動が藤枝教室での最終回であったためにこれまでのSTEM活動についても振り返り、同様のことが言えることを伝え締めくくった。

## 6. 活動の結果

### (1) 製作物の結果

まず1テーブル3人で活動を行ったことによりテーブルごとに異なる橋の特徴が見られた。仮にAグループとBグループに分けたとする。

Aグループの橋の特徴として付箋をより多く使用して橋を作成している。今回は付箋の枚数を指定せず、使い方についても子どもたちに委ねた。できる限りデザイン案をそのまま形にできるようにするためである。付箋を丸めて橋の支柱として使用し、橋を支える役割を果たしていた。床版にも付箋を使用してマウスロボットが通りやすいように工夫していた。3Dペンの使い方として付箋と付箋を接着するために用いたり、床版として使用していた付箋にプラスチックをコーティングして補強したりしていた。また補強するために用いられたと思われる骨組みが橋の両側に組まれていた。Aグループは主に付箋がメインであり、3Dペンはサポートとして用いられる結果となった(図4)。

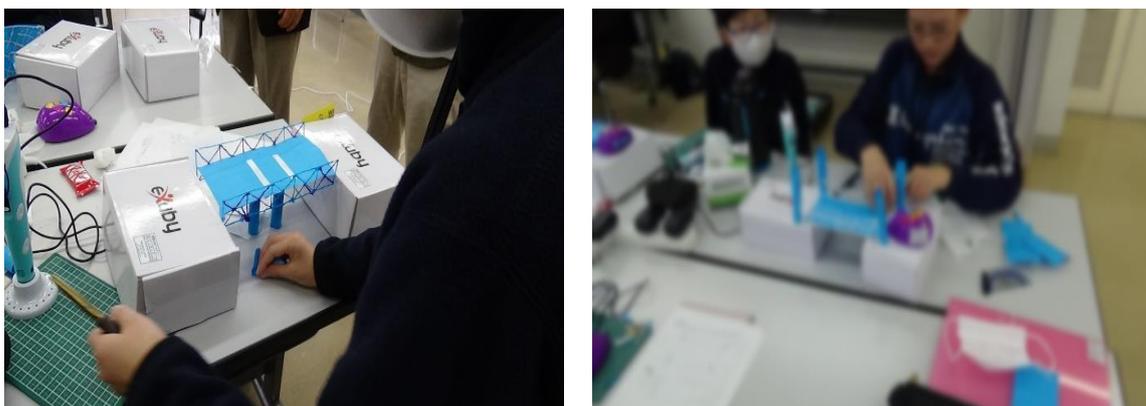


図4 Aグループの橋の一例

Bグループの橋の特徴として骨組みを最大限に活用して、橋の構造を考えて作成している。Aグループと比べて付箋は床版のみの使用に限られており、その他は全て3Dペンを用いて作成されていた。付箋を支柱として用いる子どもはおらず、3Dペンで骨組みを作成し、マウスロボットの荷重に耐えられるように工夫をしていた。例えば、橋を補強する骨組みには三角形が用いられており、トラスを模して作成されている。作成前のLearn(事前準備)の段階ではトラスについて触れておらず、子どもたち自身が自ら導き出した考えであると

考えられる。トラスが力を分散させる構造になっており、マウスロボットの荷重に対して耐えることができると判断したのではないだろうか。橋を架ける際も 3D ペンを使用してバランスを取りつつ、補強しながらも条件に合った橋を作り出そうとする姿が見られた。B グループは主に 3D ペンがメインで使用されており、付箋はサポートとして用いられる結果となった(図 5)。両グループともに荷重に耐えられるようにトラスが多く用いられていた。

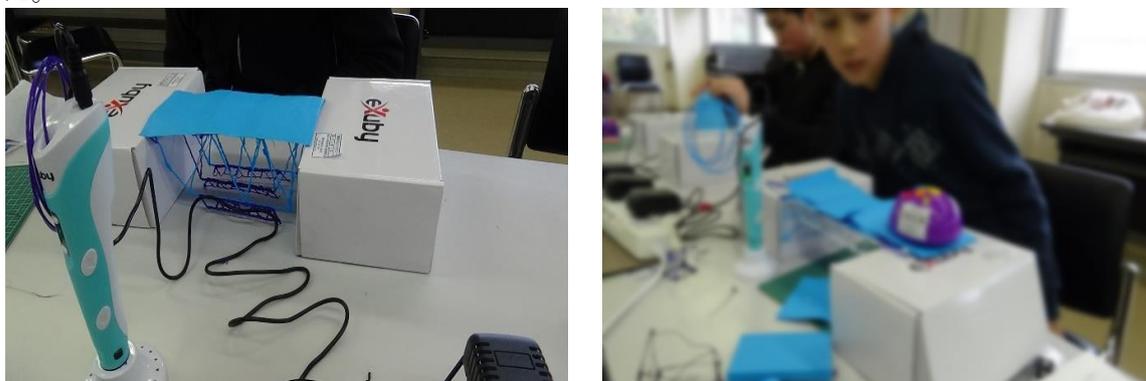


図 5 B グループの橋の一例

## (2) ワークシートの結果

Learn(事前準備)の段階で「橋が崩落する原因」、「丈夫な橋の特徴」の 2 つを自由に記述してもらった(図 6)。「橋が崩落する原因」については、地震や車など重さのあるものが橋の上に乗ることによって崩落することが記述されていた。「丈夫な橋の特徴」には文章だけでなく絵も使用して橋の特徴が書き込まれていた。例えば、橋を支える支柱が多くあること、ワイヤーが使われていること、および三角形があることなどが挙げられた。三角形の骨組みについての記述はほとんどされていないものの、絵を使って説明をする際には多くのワークシートでトラスと見られるものが描かれていた。よって子どもたちはこれまでに得た知識からトラスが橋の構造として適していることを認識していると考えられる。

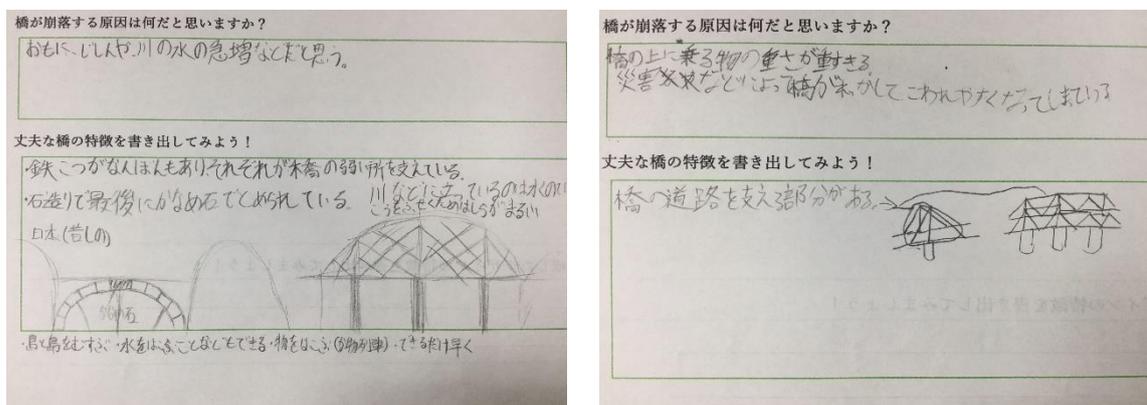


図 6 ワークシートの記述

Plan(計画)でデザイン案を観察したときに半数が平面、半数が立体的に描いている。上から見た図や横から見た図など多面的に橋を捉えようとしているのが見受けられた(図 7)。図の中に橋に関しての説明が書きこまれていたものが多かった。こちらも同様にトラスと見られる構造物が多く描かれていた。またデザインの特徴にはどの子どもたちも床版のみ付箋を使用し、残りは 3D ペンで作成しようとしていたのが記述から見られた。橋を製作中、試行錯誤をする中でマウスロボットの荷重に耐えることができなかつたためにやむを得ず付箋を支柱として使っていたと考えられる。

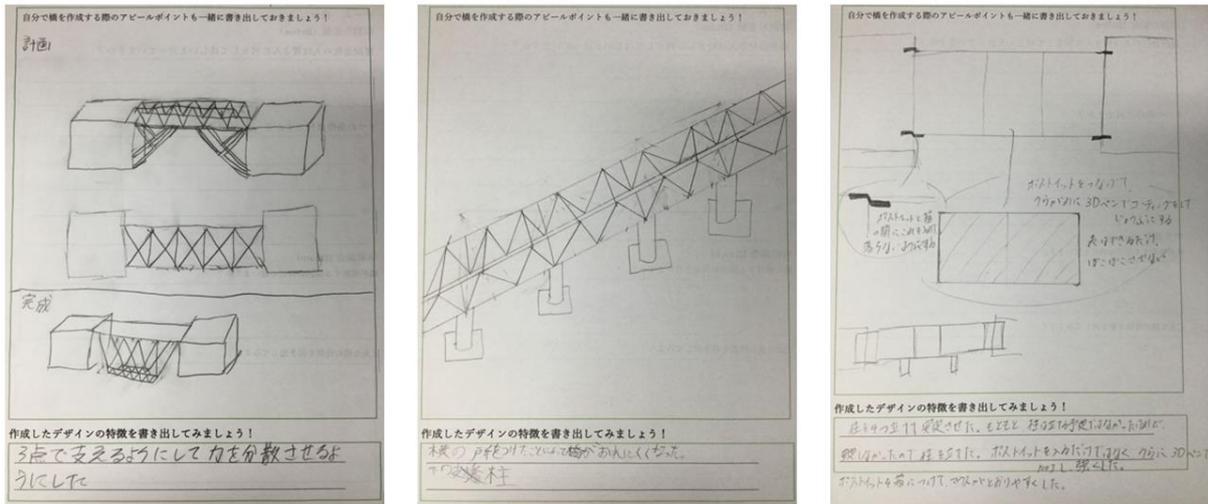


図7 橋のデザイン案の一例

Try(実行)、Decide(決定)では振り返りとして、「分かったこと」「作成した橋の良い点と改良点」について記述してもらった(図8)。「分かったこと」では子どもたちの作成の過程が主に記述されていた。トラスを上ではなく、橋の下に用いることで橋の強度を増すことを発見していたり、支柱がなくても重さを分散させることができれば荷重に耐えられることを発見していたりしていた。「作成した橋の良い点と改良点」では各自の橋を客観的に見て、自分なりの評価をしていた。

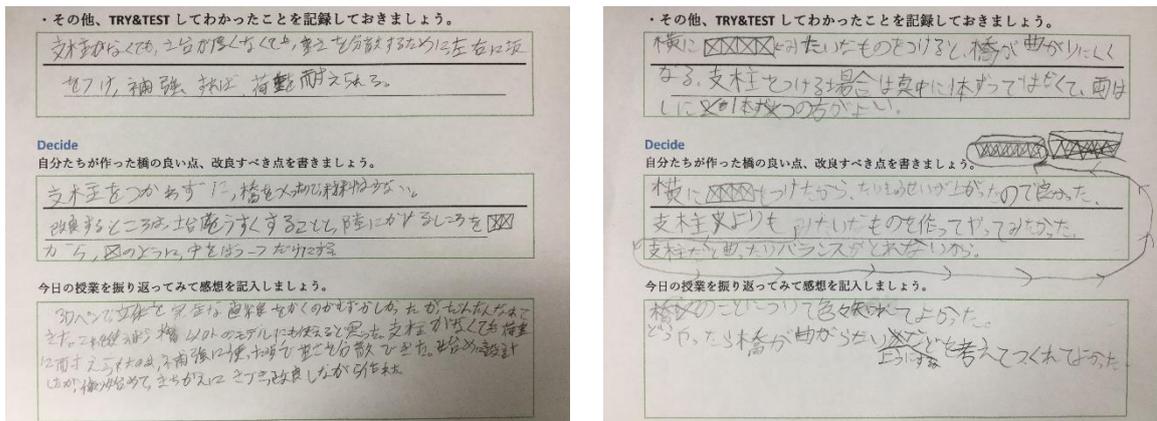


図8 ワークシートの記述

子どもたちの中でトラスを作成することによって重さを分散し、橋を補強することに気づくことができた。作成していく中で改良を加えていく姿はどの子どもにも見られた。最初はトラスに気づけなかったとしても、意見交換をしたり、他の人の作成過程を見たりして自分の作品の中に取り入れていた。

## 7. 考察と課題

本実践は、3D ペンを活用した STEM 教育プログラムの開発と 3D ペンの活用の可能性を探ることを目的として行った。上記の結果を踏まえると、3D ペンは、慣れは必要であるが、小中学生であっても十分扱えることが分かり、自分の考えをそのまま形にすることができる点が優れていると考えられる(図9)。作成をする中での微妙な調整や改良を行うこともできるため取り扱いについても容易で、教材としての魅力も持っており、子どもたちは昼

休み中も集中して作業を行っていた。3D ペンはデザインを形にするだけでなく、プラスチックの樹脂を使用しているため一定の耐久性があり、実験を行う際にも役立てることができると考える。3D ペン自体を STEM 活動の中心に置くのではなく、課題を解決するために3D ペンを使用し、課題解決のサポートとして用いた。また課題解決には Engineering Design Process を用いて手順を意識させながら実践を行ったことにより、スムーズに課題解決を行うことができたと考えられる。

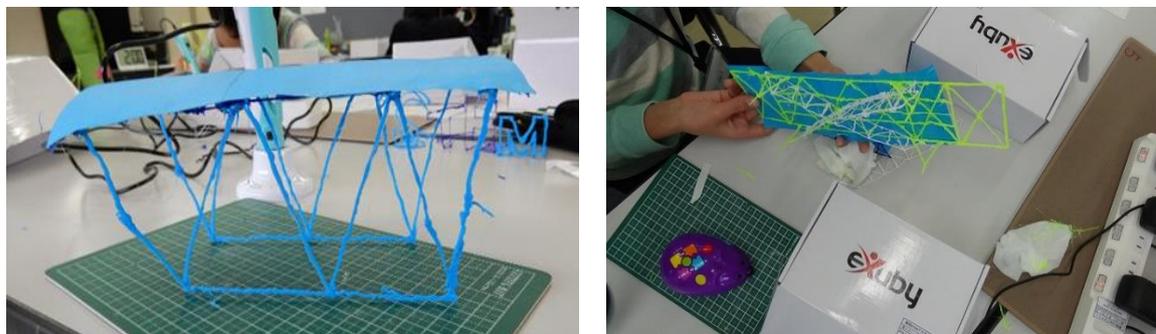


図9 完成した橋の一例

課題もいくつか見られた。1 点目は、作成に夢中になるあまりデザイン案を修正することを忘れてしまい、子どもたちの探究の過程をワークシートの記述から評価しづらいといったことが見受けられた。今回は Plan(計画)の段階ではデザインを描く時間をとったが、デザインの修正については作成途中に修正をするように指示をしていた。ワークシートのデザインを描く枠を Plan(計画)、Test(準備)、Try(実行)、Decide(決定)のように各段階で設けることで探究の過程を観察することができると推測する。2 点目に条件制御の具体化である。今回は付箋の使い方を指定しなかったが、支柱として用いることによって3D ペンによる構造物の作成の意図が明確にならず、目的が曖昧になる可能性がある。今回は橋の構造についての予習は Learn(事前調査)の段階で実施しなかった。改善点としてこの段階で橋の構造の説明の実施、または条件制御として付箋を床版のみの使用に限ることで橋の構造に重点を置き、探究する視点を変えることができると考えられる。

この STEM 活動は Technology(技術)や Engineering(工学)に重点を置いている。Science(科学)や Mathematics(数学)の要素をより取り入れるならば、活動の中に力に関する知識を Learn(計画)の段階で取り入れたり、橋にかかる力をセンサーで測定し数値化したりすることが有効であると推測できる。子どもたちが課題を解決するためには新たな学びを取り入れ、組み合わせる必要がある。新たな学びを自分の能力として落とし込み、STEM 活動が子どもたちの科学や工学の視点を広げ、各自の自由研究に活かすことができると考えられる。

#### 参考文献

大高泉. 新しい学びを拓く理科 授業と理論と実践 中学・高等学校編. ミネルヴァ書房, P100

### 3. 「主体的かつ対話的で深い学び」を生成する「STEM 教育」における実践研究 ～3D プリンタを導入して～

静岡大学大学院 教育学研究科 佐々木博登

#### 1. 目的

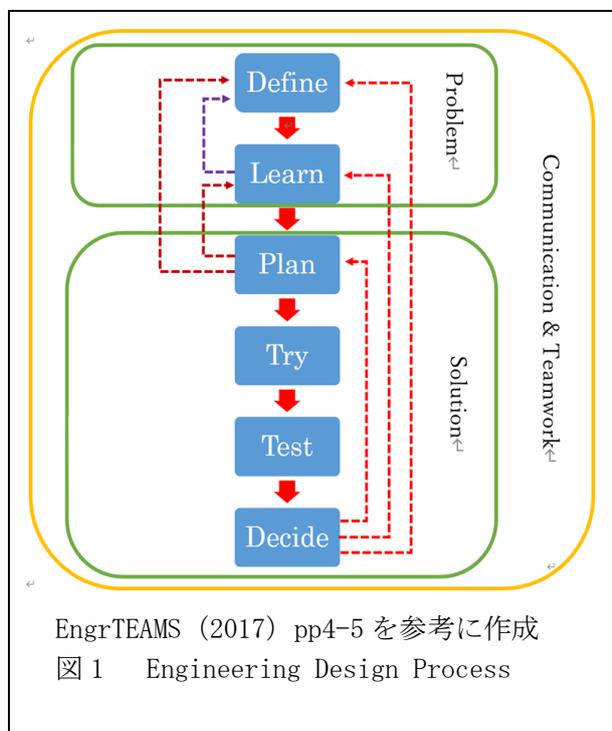
近年、STEM 教育が米国の科学教育で急激に導入されている。STEM 教育とは、Science, Technology, Engineering, and Mathematics の頭文字を取った教科横断型の教育である。STEM 教育は課題解決型の学習やプロジェクト型の学習が重視されており、新学習指導要領における「主体的・対話的で深い学び」の文脈に当てはまるものである。(中央教育審議会, 2016) しかし、STEM 教育を日本の文脈に当てはめる際、日本とアメリカの教科・教育の違いからアメリカでの実践を日本で行うのは困難である。しかしながら、日本の目指す学習の姿として、「STEAM 教育などの実社会での課題解決に生かしていくために教科横断的な学び」(中央教育審議会, 2019) が提示された。STEAM 教育とは、STEM 教育に A (Arts) を加えたものである。特に日本が教科横断的なテーマの 1 つに挙げている「防災」は日本特有のものでありアメリカでの実践は行われていない。そのため実践研究が求められている。

STEM 教育に用いられる特徴的なツールとして 3D プリンタがある。特徴として①どんな形であろうと基本的に出力できる。②人間が生成したイメージをその場ですぐに形にできる。③学習キットを購入するよりも安価である。などが挙げられる。3D プリンタを使用することによって生徒のイメージを制限なく形にすることができる。過去の実践からもその有用性は認められている。

(佐々木, 2018) これらを踏まえ本実践では STEM 教育の実践、中でも教育の道具として先端技術である 3D プリンタを導入することと、アメリカでの授業実践例の乏しい日本特有の教科横断的なテーマ「防災」に焦点を当てた地学分野の実践を行い、「主体的・対話的で深い学び」が起こるのか、STEM 領域に関する態度・印象にどのような変化がみられるのかについて調査を行う。

#### 2. STEM 教育実践授業の構築

STEM 教育において用いられる Engineering Design Process (EDP) は実際の教室で、授業を生徒にとっての実際の問題に関連づけるために実行できるプロセスとして有効だといえる。EDP は科学、技術、工学、数学の概念を用いて課題解決を行う意志決定プロセスである。University of Minnesota Purdue University Research Foundation (EngrTEAMS, 2017) は、シンプルで明快な EDP を示している。これは日本の学校で STEM 教育を実践する際に適応させやすいと考える。この EDP は「Define」、「Learn」、「Plan」、「Try」、「Test」、「Decide」の 6 つのプロセスから構成される。また、すべてのプロセスにおいて「Communication」と「Teamwork」が求められる。EDP による課題解決のプロセスは、まず課題を定義して、どのような課題を解決するのかを明らかにする。次に課題解決を行うために必要な知識を手に入れる。知識を基に、解決策のアイデアを生み出し設計図等を用いて計画を作成する。計画を課題の定義に則りモデルや製品をつくり上げ、計画を実行する。実行した計画が、要件、制限、およびニーズを満たしているかどうかの検証を行うための実験やルーブリックの作成する。実験やルーブリックを基に検証を行う。



EngrTEAMS (2017) pp4-5 を参考に作成  
図1 Engineering Design Process

作成した解決策で課題を解決できるか確かめ要件や制約を満たしているのかを確かめる。他者からフィードバックを得て改良を行う。そのような流れが図 1 のように必要に応じて何度も反復をして行われる。そしてすべてのプロセスにおいて、対話や協働を行うことでより良い解決策を生み出すことができるといったものである。

また、STEM 教育では、日本では見られないプログラミングや 3D プリンタが教育のツールとして使われている。日本は、3D プリンタの導入はほとんど進んでいないが、これから STEM 教育を本とした課題解決型学習を推進していくうえで使用される可能性が高く、さらに PISA2018 の結果からこれから急速に学校の ICT 化を進めるうえで学校に導入される可能性が高い。これらのことから近い将来、日本の学校に 3D プリンタが配備され STEM 教育において使用されると考えられる。本実践では、EDP の「Try」と「Test」において 3D プリンタを用いる。

### 3. STEAM 教育授業実践の内容

静岡大学教育学部附属静岡中学校の 1 年生 72 名に対して STEM 教育を導入した地学分野「地震」の授業を理科の授業内にて行い、実践開始前と実践後にアンケート調査を実施した。

日時：2019 年 12 月 6 日～2020 年 1 月 17 日の 4 日間で 9 時間ずつ

場所：静岡大学教育学部附属静岡中学校理科室

調査対象：静岡大学教育学部附属静岡中学校に在籍している中学 1 年生 72 名

方法：静岡大学教育学部附属静岡中学校にて非常勤講師をしている本研究の研究者が授業を行った。

授業は STEM 領域の問題解決のプロセスとして有効であるとされているエンジニアリングデザインプロセス（EDP）に当てはめ作成した。

#### (1)問題や課題の定義（Define）

授業の開始時に生徒たちに課題の提示を指令書という形で行った。生徒たちがある企業の社員として、働いておりそこに指令書という形で仕事の依頼をすることで生徒たちに対して今回の授業における解決してほしい問題、ニーズ、その問題を解決することの重要性と生徒たちの目標を示した。生徒たちに目標を示すことにより、その後の学習をより主体的に取り組むことを目的とした。提示した問題と条件は以下のとおりである。

- ・防災グッズのアイデアを考えること
- ・想定する災害は東海地震
- ・グッズの種類は指定なし
- ・デザインを考え 3D プリンタで出力すること
- ・チームで開発を行うこと
- ・最後に品評会を行い 1 番を決めること。

また、開発グッズの開発例を提示して 3D プリンタによる制作物を触れさせることで生徒の意欲と開発の方向性を示した。

#### (2)主体的な学び（Learn）

新学習指導要領中学理科に則り地震に関する授業を行った。教科横断的分野「防災」の一分野であることを踏まえ、他教科との連携を意識しながら授業を行った。毎時間、授業の終わりにアイデアシートとして振り返りを行った。この振り返りでその時間内で生徒が学んだこと、問題だと考えたことを蓄積していった。また、生徒に一回の授業ごとに目標と学びと解決方法を考えさせた。

#### (3)計画（Plan）

- ・最初の 5 時間の毎時間学んだことから考えた問題とその解決方法についてまとめた。
- ・地震に関する学習を終えた後に、班で開発の計画を行った。計画の指針として今回の防災グッズによって解決する問題を決める話し合いを行った。
- ・個人での開発ののち、班でのグッズ開発についての方向性を話し合った。

#### (4)準備・作成（Try）

- ・解決する問題を決めたのち、個別でそのテーマに関する学びとグッズの略案を考えた。
- ・班の開発案を基に発表のための用紙と 3D デザインを作成した。

#### (5)実験・観察・分析（Test）

- ・班員が個人で開発したグッズの分析を行いそれぞれの良い点、改善点をまとめた。
- ・班で開発したグッズをクラスで発表をした。このグッズによってどのような問題を解決するのかを説明し、他の班からフィードバックを得た。

(6)考察と意思決定 (Decide)

- ・個人で開発したグッズの分析から改善策を考え班の開発に生かした。
- ・班としてのグッズ開発案の決定を行った。

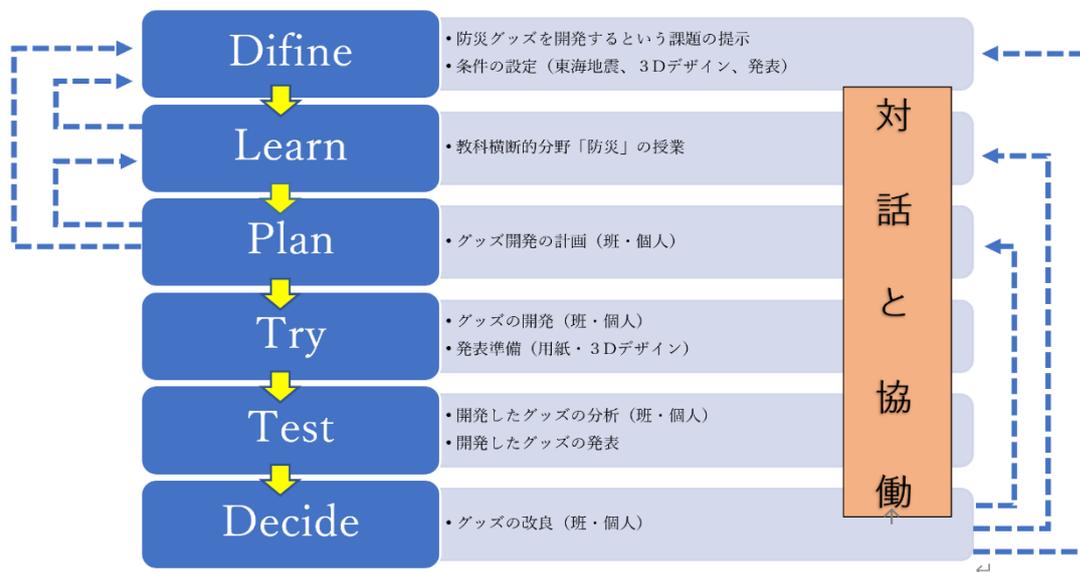


図2 今回の授業実践における EDP のイメージ

EDP は図 2 のように反復することができる。本実践においても各プロセス間の行き来ができるように意識し、実践を行った。(1)～(3)については最初の 5 時間は意図的にアイデアシートを用いて振り返りという形で反復させた。(3)～(6)に関しては、個人で一度開発を行い(3)～(6)に当たるプロセスを経た後に班で一つ開発させることにより複数回の反復が起こるようにした。

今回のアンケートは 2013 年の ASEE が Student Attitudes toward STEM: The Development of Upper Elementary School and Middle/High School Student Surveys の中で示した STEM 領域 (科学、技術、工学、数学) の態度に関するアンケートの中から時間の都合により本実践に関係が深いと考えられる 12 項目と STEM セマンティック調査を事前と事後に行った。また、事後のみに授業全体を通しての自己評価と ICT・3D プリンタに関するアンケートを実施した。

今回使用した 3D プリンタは、XYZ Printing 社のダヴィンチ Jr. 1.0 3-in-1 である 2020 年 1 月 15 日現在ですでに完売商品となっており手に入れることはできないが、同社から新モデルが発売されている。使用した CAD ソフトは「Tinkercad」というオンライン上で 3D のデザインを行うことができるウェブサイトを利用した。この「Tinkercad」の特徴は①直方体や球などの図形を積み木のように組み合わせて 3D のデザインを行えるため操作が非常に簡単であること。②ウェブサイトでデータをインターネット上でやり取りできるため USB などに保存する手間がないこと。③教員が無料のアカウント登録を行えば、生徒全員が使用できる。④教育者用のページがあり、クラスごとに生徒の制作した 3D デザインを管理することができること。などが挙げられる。そのため、インターネット環境があればどのパソコンからも自分のデザインを前回の途中から再開できるため、教員側でデータの管理を行う必要がなく、生徒も学校以外の場所でも 3D デザインを行うことができる。

	
<p>図3 使用した3Dプリンタ</p>	<p>図4 使用したウェブサイト (クラスごとの生徒管理画面)</p>

#### 4. 実践授業の結果と考察

中学校理科の「大地の成り立ちと変化」の単元の「地震」では、地震の体験や記録を基に、その揺れの大きさや伝わり方の規則性に気付くとともに、地震の原因を地球内部の働きと関連付けて理解し、地震に伴う土地の変化の様子を理解することをねらいとしている。資料などを基に、火山活動や地震による災害について調べさせ、火山活動や地震発生の仕組みと関連付けて理解させることが教科横断的視点からの理科の「防災」におけるねらいである。

そのため、地震防災について取り扱い、地震は身近に起こる自然現象であるにとらえさせることと、防災グッズを開発するという目的により主体的な学びを促す。また、防災グッズを開発することで、科学的知識だけでなく教科横断的な視野での問題解決を行うSTEM教育の実践を行う。また教育の道具として先端技術である3Dプリンタを導入し、生徒自らにデザインさせることによってSTEM教育にArtを取り入れSTEAMとして授業を開発した。

- 第1次 防災グッズ開発指令・地震とはなにか
- 第2次 地震とプレート
- 第3次 地震による地面の揺れ
- 第4次 地震と災害
- 第5次 地震の大きさの表し方・防災グッズ開発の方針決め
- 第6次 防災グッズ開発（計画）
- 第7次 3Dデザインと発表準備①
- 第8次 3Dデザインと発表準備②
- 第9次 発表

	
<p>写真1 生徒の作成した3Dデザインと成果物①</p>	<p>写真2 生徒の作成した3Dデザインと成果物②</p>

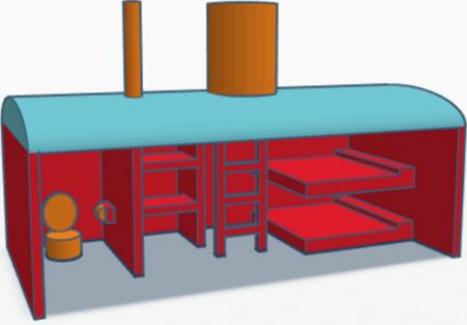
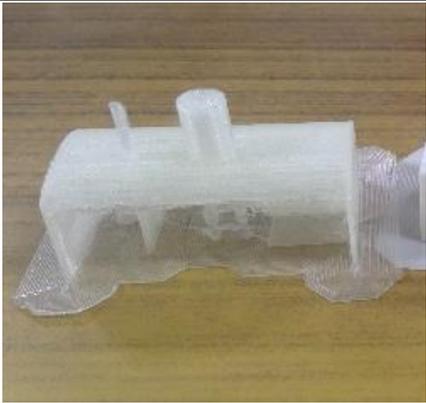
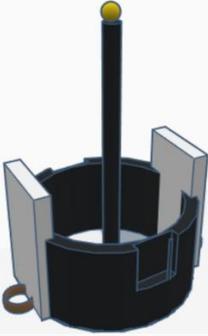
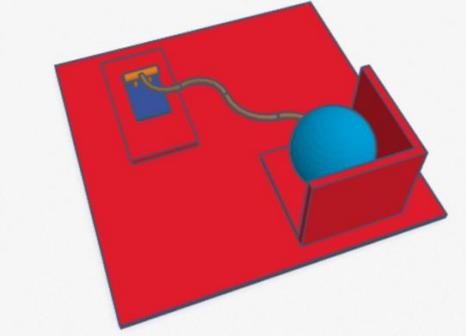
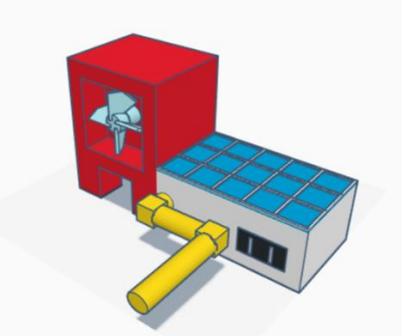
	
<p>写真 3 生徒の作成した 3D デザインと成果物③</p>	<p>写真 4 生徒の作成した 3D デザインと成果物④</p>
	
<p>写真 5 生徒の作成した 3D デザインと成果物⑤</p>	<p>写真 6 生徒の作成した 3D デザインと成果物⑥</p>
	
<p>写真 7 生徒の作成した 3D デザインと成果物⑦</p>	<p>写真 8 生徒の作成した 3D デザインと成果物⑧</p>
	
<p>写真 9 生徒の作成した 3D デザインと成果物⑨</p>	<p>写真 10 生徒の作成した 3D デザインと成果物⑩</p>



写真 11 発表の様子①



写真 12 発表の様子②

事後アンケート結果から商品開発をすることで 9 割の生徒が地震について深く考え興味を持てたと回答している。商品を開発するという過程の中で、授業で得た知識を活用するために、教科の枠を超えて理科の学びと他教科の知識を生徒の中でつなげたことによって地震という分野のとらえ方に変容が起こり学習の広がりや深まりが生まれたと考えられる。

また、大半の生徒が今回の学習において協働ができたと考えていることが分かった。授業実践の展開の中で、班の中で話し合いが行われるように個人で最初に計画を考え、その計画を班で検証をし、新たな計画を考えるようにしたことや、班の中で役割を決めて発表準備をしたことが要因である。

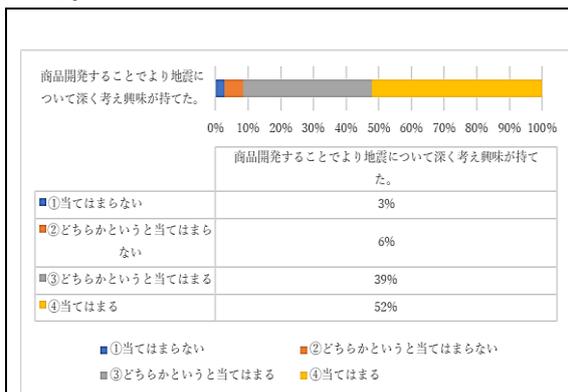


図 7 事後アンケート結果①

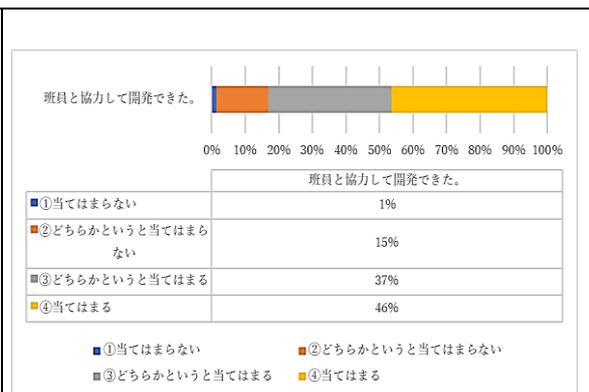


図 8 事後アンケート結果②

全体を通しての感想・学んだこと（記述）からは、

- 「今回商品開発をしてみて気づいたことは、知識は取り入れるだけでなく活用するためにあるということです。今までは、取り入れるだけで、満足しており、それ以外のことを考えていませんでした。しかし、今回知識を活用してみたことで遠く離れたものだと思っていたことがつながったり、自分が知らなかったことに気づくことができました。」
- 「私は、地震の商品を作るにあたって、地震について改めて学ぶことができました。商品を開発していくときに仕組みといった技術力、地震といった理科の力、どのようなことが想定できるかを考える想像力など色々な力を育むことができました。またその力を融合することができました。このような力は将来の夢を実現させるなどに使うことができると思いました。」

以上のような理科の学ぶことの意義について記述がみられた。生徒たちが学んだことを活用する場を STEM 教育では提供することができる。学ぶことが目的ではなく、何かを作り上げることが目標であるため、学ぶ意義が明確化しやすかった。さらに、決められた学びではないため必要に応じて自ら能動的に学習する様子が見られた。このことから STEM 教育は主体的に学習を行う構造を作り出すことができると考えられる。

- 「四人の考えを一つにするのは難しいと思った。地震の原因やそれによって発生する

ことをよく考えてその商品を作ることができた。また、地震によって発生する課題の原因を考え、その応用ができたと思う。地震が多く発生する日本だからこそこういう考えが大切だと感じた。」

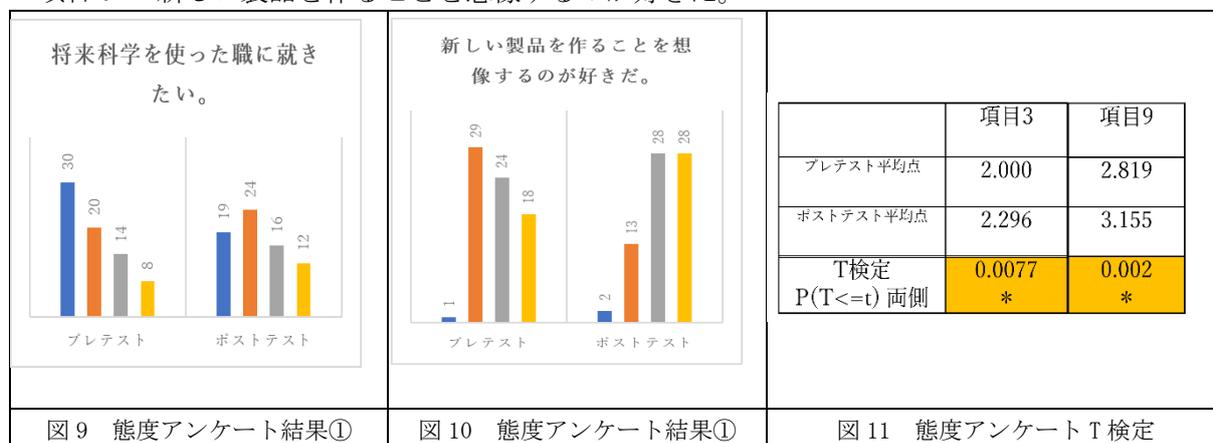
- 「今回の商品開発の授業を通してたくさんのことを学んだ。商品開発は自分や自分のグループの仲間の想像力や協力性が試された。一人一人の意見を組み合わせる誰かのためになるものをつくり、お互いの意見を尊重したり、その意見を否定的に考えることによって新たなことを創造することができたり、新たな改善点を見つけることができた。これらのことは理科にももちろん生かせるし、様々な授業、ことがら、未来にも生かせると思いました。」

このことから EDP のプロセスを行き来する授業展開が生徒たちの対話を生みより深く、よりよい解決策（防災グッズ）を生み出すことにつながった。このことから、対話的で深い学びが生徒の中で生まれていたと言える。

STEM 領域の態度に関するアンケートでは、12 項目のプレテストとポストテストの平均値の変化が有意なものであるか調べるために T-TEST (T 検定) を行った。結果、以下の 2 項目において危険率 5% 以下の有意差が認められた。

項目 3 将来科学を使った職に就きたい。

項目 9 新しい製品を作ることをご想像するのが好きだ。



両項目においてプラスの傾向の有意差が認められた。科学の有用性や、今まで科学を使わないと思っていた物事と科学のつながりに気づくことができたことや製品を作り出すということに親しみを持ったことが原因であると考えられる。

個々人の STEM 領域の態度の変容について調査する。有意に変化があった生徒の学びを考察することで好ましい学習とそうでない学習を探る。7名の生徒に5%以下での危険率での有意差が認められた。そのうちの5名がプラス傾向の有意差、2名がマイナス傾向の有意差が認められた。プラス傾向の有意差が認められた生徒からは班員との協働がうまくいっていた様子が見られた。一方で、マイナス傾向の有意差が認められた生徒からは、班の中で協働がうまくいかず基本的にこの生徒がすべて考える状況が生まれていた。

協働がうまくいくかどうかによって、STEM 領域の態度に大きく差が出るようになった。

	プレテスト	ポストテスト	T検定 P(T<=t) 両側		プレテスト	ポストテスト	T検定 P(T<=t) 両側
A9	3.583	4.000	0.017 *	C9	2.500	1.750	0.021 *
A15	2.333	2.833	0.007 *	C15	1.167	3.333	0.0001 *
A24	2.583	2.250	0.039 *	C24	2.833	2.500	0.104
A33	3.333	3.083	0.191	C33	2.750	3.667	0.0001 *
A34	2.500	3.500	0.020 *	C34	2.333	2.750	0.241

図 12 態度アンケート個々人 T 検定

STEM セマンティック調査では STEM のそれぞれの領域の生徒たちの関心と STEM キャリアへの関心を測定する。プレテストとポストテストの平均値の変化が有意なものであるか調べるために T-TEST (T 検定) を行った。結果は以下の 2 項目において危険率 5% 以下の有意な差が認められた。

数学についての 5 項目：私にとって、数学は「何も意味しない」と「多くを意味する」のどちらの印象に近いかを問うもの  
STEM についての 15 項目：私にとって、科学、数学、工学、技術の統合は「難しい」と「簡単な」のどちらの印象に近いのかを問うもの

数学についての 5 項目目はプラスの傾向に有意差が現れた。開発を行う中で新たな数学の意味や使い方を手に入れたことが要因であると考えられる。

STEM についての 15 項目目はマイナスの傾向に有意差が現れた。はじめて科学、数学、工学、技術の統合をした活動を行い、未経験のことに戸惑いを感じながら活動したためだと思われる。

私にとって、数学は	m5
プレテスト平均	3.861
ポストテスト平均	4.169
T検定 P(T<=t) 両側	0.047 *

図 13 STEM セマンティック調査 T 検定①

STEMは	
プレテスト平均	2.268
ポストテスト平均	1.873
T検定 P(T<=t) 両側	0.018 *

図 14 STEM セマンティック調査 T 検定②

## 5. STEM アカデミー-STAGE1.5 における実践

附属静岡中学校において行った実践を STEM アカデミー-STAGE1.5 にて行った。

日時：2020 年 2 月 1 日 13:00~15:00 場所：静岡大学教育学部

時間の都合上附属校で行った実践と同じものを行うことはできなかったため、EDP における「Learn」を飛ばして授業を作成し、実践を行った。



写真 13 STEM アカデミー実践の様子①



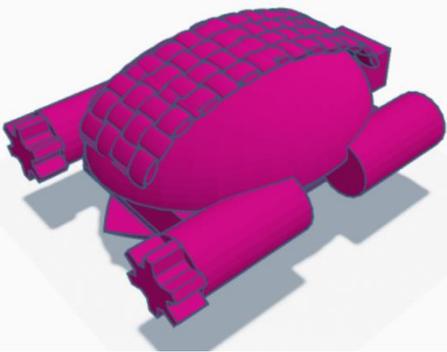
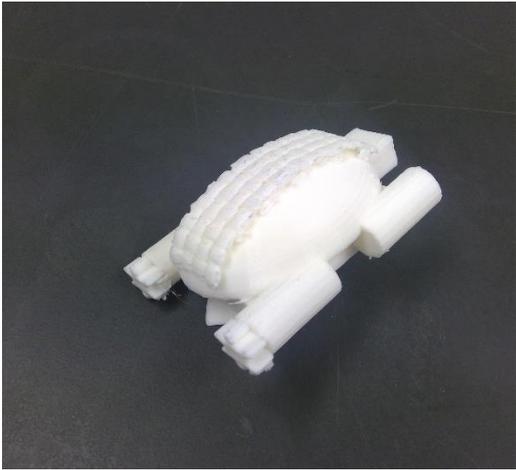
写真 14 STEM アカデミー実践の様子②



写真 15 STEM アカデミー実践の様子③



写真 16 STEM アカデミー実践の様子④

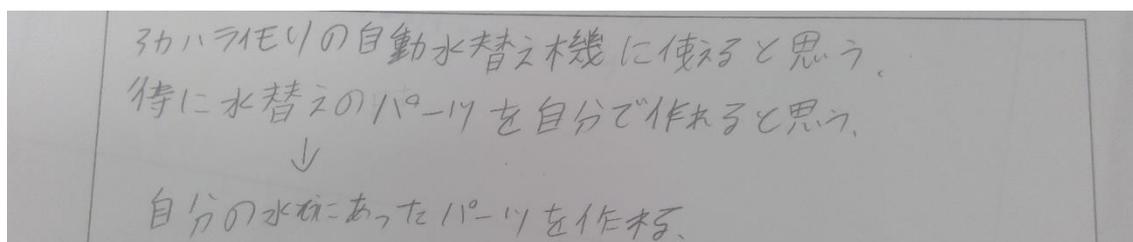
	
<p style="text-align: center;">写真 17 生徒の作成した 3D デザインと成果物①</p>	<p style="text-align: center;">写真 18 生徒の作成した 3D デザインと成果物②</p>

STEM アカデミーの生徒も自分の考えを 3D にしてデザインすることは初めてであり苦戦をした様子であったが、自分の考えた形が実際に作り出せることに非常に興味を持った様子であった。3D プリンタでつくったものを見たり 3D デザインをしてみた感想として、「自分がこんなことを立体で作ったみたいと思った時、すぐに作れる時代が来てしまって凄いなと思いました。これから平面ではわかりにくいものなどを立体としてみたいとき 3D プリンターが使えると便利だと思います。」「3D デザインを初めてしました。限りある物体を組み合わせでいろいろな形を作るのは難しかったですが、デザインをすることができて楽しかったです。何か新しいものを作りたいとき、簡単にデザインをすることができるので便利だなと思いました。」といった。難しさを感じながらも 3D でデザインを行う有用性について述べている。

また、STEM アカデミーの生徒に対する特別な質問として、3D プリンタを使うとどのような研究ができそうですか。また、あなたの研究のどんなところに 3D プリンタが使えますか。という質問をした。

。新しいものをつくる時のデザインに使える! ⇒ 何か「いい」研究  
。研究の、水耕栽培をする時の装置のデザイン  
(自分の)

微生物は水をきれいにするということが分か、T。  
↓  
微生物の構造が分からない。うまく説明できない  
↓  
3D プリンターを使える!



上記のような回答が得られた。3Dプリンタを研究の道具として使うことは、研究における器具や道具の制限を緩和することができ、生徒の研究の創造性をより高めるのではないかと考えられる。

## 6. 結論

アンケート記述や制作した防災グッズの計画書から、生徒たちが STEM 領域だけでなく、社会、美術等の文系の領域を含む A (Liberal Arts) による教科横断的な課題解決が行われていたことが明らかになった。また、この領域横断的な課題解決の過程で「主体的・対話的で深い学び」の生成が確認できた。また、事前アンケートと事後アンケートの比較から、STEM 領域に関する態度の改善や、STEM 領域を働かせて学習を行っていたことの証拠を得ることができた。このことから本研究で実践を行った STEM 教育によって主体的・対話的で深い学びが生徒の中で生成されたことは明らかであり、日本における教科横断的な課題解決において有効であるといえる。

3Dプリンタは今回の実践において生徒の意欲や学びに大きく影響を与えたことが明らかになり、日本における STEM 教育においても有効なツールであることが認められた。数値をデザインに入力し、その数値の通りに3D 成果物にできるため使い手の技能にかかわらず、精密に成果物をコントロールすることができることは、粘土などにはない3Dプリンタ特有の利点である。課題は生徒でも簡単に使えるソフトの開発と、CAD データの管理方法、学校における ICT 普及が必要であることである。

## 7. 今後の課題

本実践は時間が多くかかるという欠点がある。それは教科横断的であるがゆえに内容や活動量が多くなってしまうためである。本実践を行うのであれば、題材の横断する教科が連携して授業を行うこと効果的である。

今後は実際に複数教科の教員が連携する STEAM 教育を行う必要がある。それが日本の目指す STEAM 教育の形であるといえるだろう。そのためにも学校全体のカリキュラムマネジメント等を含めたさらなる研究が望まれる。

## 8. 参考文献

EngrTEAMS (2017) : Laser Security System Grades 6-8 *University of Minnesota & Purdue University Research Foundation*

中央教育審議会 (2016) : 「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について (答申)」

[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/\\_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902\\_0.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf)

中央教育審議会 (2019) : 「新しい時代の初等中等教育の在り方 論点取りまとめ (本文)」

[https://www.mext.go.jp/content/20200106-mext\\_syoto02-000003701\\_2.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200106-mext_syoto02-000003701_2.pdf)

佐々木博登 (2018) : 3Dプリンタ製作「羽ばたき飛行機」を使用した Bio-STEM 教材の開発と実践に関する研究—附属静岡中学校での実践を通して—

<http://hdl.handle.net/10297/00025699>

## 4. MESH を活用した STEM 教育～レーザーセキュリティーシステムをデザインしよう～ 静岡大学 教育学部 教育学研究科 袴田博紀

### (1) はじめに

静岡 STEM アカデミーでは、受講生各自が解決したい疑問をもち、予想や研究の方法、結果、考察と進めていく自由研究の過程を指導者が支援している。静岡 STEM アカデミー1.0 は、全7回の講座で、午前中を STEM 教育プログラム、午後を個々の自由研究を進める活動を行ってきた。本講座は午前中の STEM 教育プログラムのうち、第3回、第4回目に行った内容である。

午前中の STEM 教育プログラムは、受講生が自らの自由研究に STEM の視点を用いることで新たな探究の方法を得るためのものである。今回はテクノロジーの活用に着目し、センサーを取り上げた。トイレに入ると自動で電気が点く、水道に手を伸ばすと自動で水が流れるといったように、私たちの周りではセンサーを用いた生活用品をよく目にする。また自由研究ではセンサーを活用することで、結果を数値化し表やグラフに表すことができたり、人間の視力ではとらえられないものを映像で残したりすることができる。令和2年度より施行の新学習指導要領における小学校プログラミング教育でもセンサーは注目されている。講座では受講生がセンサーの一種である MESH に出会い、使い方を知り、センサーを活用したシステムを構築するプログラムを行った。またセンサーを自らの自由研究に応用していくために必要な手立てを述べる。

### (2) 研究課題と研究の方法

本研究では、また研究課題として次の3点に取り組む。

1. MESH の基本的な使い方を学んだ受講生が、センサーを活用したシステムを構築するためにデザインし、モデルを組み立てるまでの過程を分析する。
2. MESH の STEM 教材としての価値と教材化する上での留意点を明らかにする。
3. 受講生が自らの自由研究にセンサーを生かすために必要な手立てを考察する。

実際には、「レーザーセキュリティーシステムをデザインしよう」という計4時間の講座を計画した。今回の授業計画にあたり、以下の2つを参考にしている。

#### 1) EngrTEAMS について

EngrTEAMS (Engineering to Transform the Education of Analysis, Measurement, & Science) はミネソタ大学 STEM 教育センターが作成したアメリカの4年生から8年生向け STEM カリキュラムである。Engineering Design Process (工学的なデザインの過程) (図1) をベースに科学授業における STEM カリキュラムを提供している。「Laser Security system」はその1つである。限られた材料でより的確なセキュリティーシステムをデザインし、コンパクト鏡を使って、宝物を盗まれないようなシステムを作るというものである。10時間ほどの単元である。その中で、本講座では、その中から光の性質や反射の学び (Learn) や、セキュリティーシステムをデザイン(Plan)し、組み立て(Try,Test)を行う活動を取り入れた。

なお、本プログラム作成にあたり、ASTE (全米科学教師教育学会) 前会長であり、ミネソタ大学大学院教授のジリアン・ローリグ教授にご指導をいただいた。

<p>資料1 Engineering Design Process EngrTEAMS (2017) pp4-5 を参考に作成</p>	<p>資料2 ジリアン・ローリグ教授との指導計画検討 R1.10.3 インドネシア ジャンバル大学にて</p>

## 2) MESH について

MESH は Sony が開発した IoT 機器である。各々の機能をもつブロック形状の"MESH ブロック"を"MESH アプリ"上でつなげることにより、デザインを具現化するものである。令和2年度小学校理科の教科書でも2社がMESHを扱っている。

今回使用したMESHブロックは、動きセンサー、ライト、ボタン、明るさセンサー、温湿センサー、GPIO（モーターやオルゴールなど他の機能と結びつけるもの）など機能をもつ。

またMESHアプリは、MESHブロックとBluetoothで連携し、さまざまなことを実現可能にするアプリである。各々の

MESHブロックからの情報を受け取ったり、送ったりするだけでなく、タブレットにあるカメラやスピーカー、音楽情報、オフィススイート(文書作成や表作成ソフト)などと連携させることもできる。また本研究では使用しなかったが、インターネットと接続することにより、Eメールを出したり、情報を取得・送信したりすることもできる。

本講座では、セキュリティーシステムのデザインにMESHを組み込んだ。限られたセンサーを用いてより強固なシステムを方眼用紙にデザインしたり、描いたものを試行錯誤しながら組み立てたりしていった。



資料3 MESH

## (3) 実践結果

### 1) 実施会場・日時等

会場	場所	第3回		第4回	
		日付	参加者数	日付	参加者数
三島会場	静岡県立三島北高等学校	R1/8/17	9名	R1/9/8	10名
牧之原会場	カタショー・ワンラボ	R1/8/9	23名	R1/9/16	23名
浜松会場	浜松市防災学習センター	R1/8/18	11名	R1/9/29	10名
藤枝会場	藤枝市生涯学習センター	R1/9/14	8名	R1/10/27	9名
静岡会場	静岡科学館る・く・る	R1/10/19	19名	R1/11/4	19名
焼津会場	焼津ディスカバリーパーク焼津天文学館	R1/9/28	6名	R2/1/12	2名

- ・時間は 10:00～12:00 の 120 分間。牧之原会場のみ 9:10～10:10 と 10:25～11:25 の各 60 分間で受講生を入れ替え 2 回行った。
- ・焼津会場は当初予定していた第 4 回が台風の影響で延期になったため R2/1/12 に実施。
- ・担当指導者等詳細は、報告書を参照のこと。なお、参加者数には継続生も含む。

## 2) 本講座の概要

Laser Secure Inc.という架空の会社を設定する。受講生にはその会社から依頼の手紙が届いたという話をする。この会社は貴重な資産を保護するためにセキュリティーシステムを設計している。依頼の内容は、美術館の宝物を保護し、侵入したスパイを感知するため、単一光源によるレーザーセキュリティーシステムの設計を受講生に考えてほしいということである。

受講生は手紙から定義した、2 つの課題について解決していく。1 点目は、宝物にたどり着くにはレーザー光を 3 回横切らなければならないようにデザインをすること。受講生は、学んだ光の直進、反射など光の性質を活用し、単一光源によるレーザーの進み方を見つける。2 点目は、侵入したスパイを感知するためのシステムをデザインすること。MESH の使い方を学び、どのようなセンサーを使えばより強固なシステムとなるかを考える。最後に、それぞれのグループが考えたセキュリティーシステムを発表し合うようにする。なお 1 点目の課題を第 3 回、2 点目の課題を第 4 回に取り組んだ。

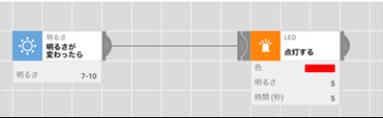
## 3) 第 3 回

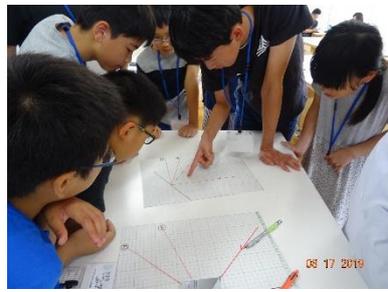
### ① 講座の目標

- ・セキュリティー会社からの依頼を適切に理解することができる。
- ・レーザー光の性質を利用し、光がどのように進むかをワークシートに描きこんだり、計画したデザインを、鏡やレーザーポインタを活用して方眼用紙上で表したりすることができる。

### ② 講座の流れ (120 分)

時間	活動内容	指導の留意点・備考
10 分	あいさつ、出席確認、イントロダクション	
10 分	<p><b>【Define】</b> 手紙を読み、課題を理解する。(資料 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・お宝にたどり着くまでにレーザーを 3 回以上横切るようにデザインする。</li> <li>・侵入したスパイを感知するためのセンサーを考える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・受講生の学年に幅がある。難しい用語がある場合は、質問に答える。</li> </ul>
15 分	<ul style="list-style-type: none"> <li>・お宝にたどり着くまでにレーザーを 3 回以上横切るようにデザインする。</li> </ul> <p><b>【Learn】</b> 光の性質を探る (資料 5)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・レーザー (レーザーポインタ) の紹介や注意点の確認</li> <li>◎3 回以上横切らせるには、どうすればよいのかな?</li> <li>・鏡で反射させる。</li> <li>◎鏡で光がどのように反射するのかな?</li> <li>・いくつかの選択肢から予想。</li> <li>・鏡を使って実験する: 角度、計測</li> <li>・LED ブロック、明るさブロック (MESH) の紹介。光がびっ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自由研究において、テーマを絞りきれない受講生もいる。Learn を通して、先行研究を探したり、資料を読んだりすることにつなげたい。</li> <li>・レーザーはクラス 2 のレーザーポインタを使用した。1mW 未満の出力。0.25 秒間未満の直視は問</li> </ul>

	<p>たり当たると、LED センサーが点くことを示す。</p> 	<p>題無いとされる。レーザーを直視しないよう留意する。</p>
5分	<p>【Plan】レーザー光を3回横切るようにデザインしよう。 ・ワークシートに書き込む(方眼紙)。資料7</p>	<p>・長さや角度を記入しているかを確認する。</p>
25分	<p>【Try】⇔【Test】【Decide】資料8 ・デザインを元にセキュリティーシステムを組み立てる。 ・試行錯誤をしながら、いくつかのパターンを作ることができるようになる。</p>	<p>・MESHの明るさブロックが反応しない時はレーザー光が当たっているかどうかを確認する。</p>
10分	<p>【Decide】資料9 ・それぞれが考えたセキュリティーシステムを発表する。</p>	
25分	<p>・侵入したスパイを感知するためのセンサーを考える。 【Learn】 ◎どんなセンサーや機械があったら、感知できるだろう？ ・光、音(ブザー、音楽)、振動、カメラ(防犯ビデオ)、人感 ◎MESHの使い方を学ぼう ・MESH…①ボタンを押すと光る。 ②ボタンを押すと写真を取る。 ③タイマーなどを組み合わせる。</p>	<p>・センサーが思い付かない場合、普段の生活の中にある例を示す。例:トイレ、ドア等 ・2点目の課題を解決するため、MESHの使い方を学ぶようにする。</p>
20分	<p>振り返り、まとめ</p>	

		
<p>資料4 【Define】手紙を読み課題をつかむ。</p>	<p>資料5 【Learn】360度コンパスで光の性質を探る。</p>	<p>資料6 【Learn】光の進み方を受講生同士で話し合う。</p>
		
<p>資料7 【Plan】光の進み方をデザインする。</p>	<p>資料8 【Try】⇔【Test】組み立てる。試行錯誤する。</p>	<p>資料9 【Decide】発表し他のシステムの良さを探る。</p>

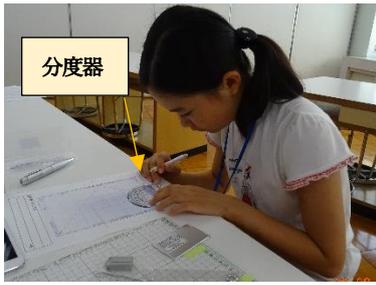
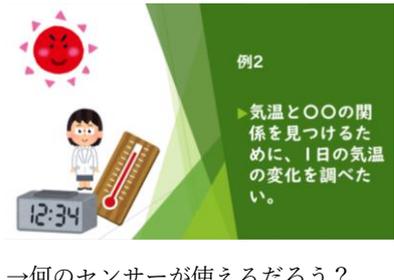
#### 4) 第4回

##### ①講座の目標

- ・ MESH を用いたセキュリティーシステムをデザインしたり、デザインを元にセキュリティーシステムを組み立てたりすることができる。
- ・ 身の回りにあるセンサーに気付き、自らの自由研究へのセンサーの活用を考えることができる。

##### ②講座の流れ (120分)

時間	活動内容	指導の留意点・備考
10分	あいさつ、出席確認、イントロダクション	・ 1～2名で1台の MESH を使用する。
10分	<p>&lt;前回の振り返り&gt; 【Define】 PowerPoint のスライドを元に前回の活動を振り返る。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ①お宝にたどり着くまでにレーザーを3回以上横切るようにデザインする。</li> <li>・ ②侵入したスパイを感知するためのセンサーを考える。</li> <li>・ 今回は②について取り組む。</li> </ul>	・ 第3回を欠席した受講生に配慮する。セキュリティー会社からの手紙を事前に渡ししておく。
10分	<p>【Learn】 MESH の使い方の復習 (資料10)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ MESH アプリを使い、どんな機能があるのかを思い出すようにする。</li> <li>・ ブロックは、動きセンサー、ライト、ボタン、明るさセンサー、温湿センサーを使用する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 操作方法を再確認する。</li> <li>・ GPIO ブロックは、モーターやオルゴールなどの道具がある場合に使用する。</li> </ul>
10分	<p>【Plan】 デザインを行う。(資料11)</p> <p>◎部屋の中にどのようにセンサーを配置すればよいか、デザインしてみよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ワークシートに書き込む (方眼紙)。</li> <li>・ 前回行ったレーザーシステムは必ず入れる。デザインが完成した受講生からセンサーを使って組み立てる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 注釈として MESH ブロック、レーザーポインタ、光の進み方を示す。</li> <li>・ レーザーシステムを忘れている受講者には、前回の活動を振り返らせる。</li> </ul>
40分	<p>【Try】 ⇔ 【Test】 (資料12)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ デザインを元にセキュリティーシステムを組み立てる。</li> </ul>	・ 試行錯誤をしながら、組み立てていく。
10分	<p>【Decide】 セキュリティーシステムを発表する (資料13)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 同じ机の2人のうちの1人が発表、もう1人が他の机の発表を見に行く。</li> </ul>	・ 発表時は指導者や保護者も参加し、質疑応答をする。
15分	<p>&lt;Advanced level&gt; 自由研究への応用</p> <p>◎身近にあるセンサーを探そう。(例：トイレ) (資料14)</p> <p>◎自分の自由研究に応用することはできるだろうか？</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 光、音 (ブザー、音楽)、振動、カメラ (防犯ビデオ)、人感 (様々なセンサーや実用例の紹介) (資料15)</li> </ul>	・ 研究の方法でセンサーなどを活用できないか。自由研究にデジタル機器を活用することを考えさせたい。
15分	振り返り、まとめ	・ ワークシート、または Moodle に書き込む。

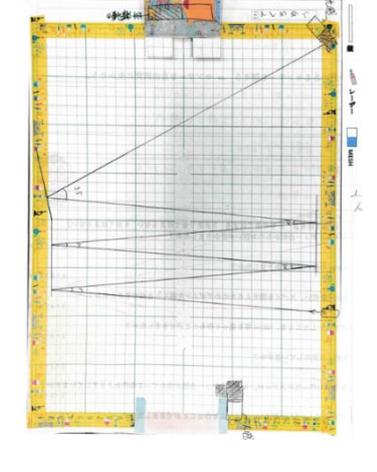
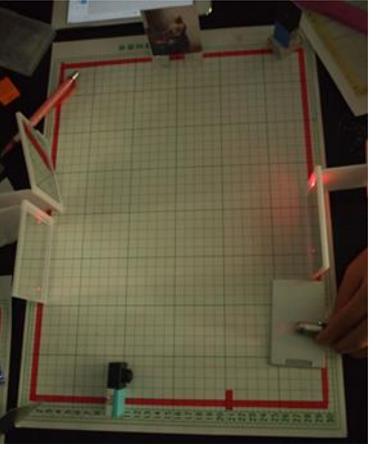
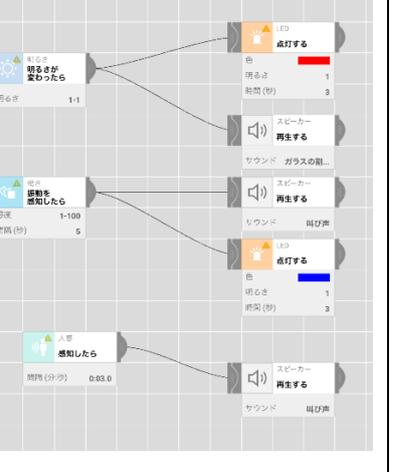
	 <p>分度器</p>	
<p>資料 10 【Learn】 MESH の使い方を復習する。</p>	<p>資料 11 【Plan】 センサーの配置をデザインする。</p>	<p>資料 12 【Try】 ⇔ 【Test】 組み立てる。試行錯誤する。</p>
	 <p>この写真の中にあるセンサーをできるかぎりたくさん見つけよう！</p>	 <p>例2      ▶ 気温と〇〇の関係を見つけるために、1日の気温の変化を調べたい。</p> <p>→何のセンサーが使えるだろう？</p>
<p>資料 13 【Decide】 発表。指導者や保護者も参加する。</p>	<p>資料 14 例として、トイレにあるセンサーを探す。</p>	<p>資料 15 具体例からセンサーの活用を考える。</p>

## 5) 結果のまとめ

### ① レーザーセキュリティシステムをデザインし、システムを組み立てる過程

受講生 D さん (静岡会場) を例に、センサーを活用したシステムを構築するためにデザインし、モデルを作るまでの過程や、自由研究への応用について記す。

受講生はワークシート上に自らのアイデアをデザインした。角度を測る (分度器で測る、マス目を数える)、角度や長さを書くなど、数値化している姿が見られた。その後、モデルを組み立てる際に、それを見ながらセンサーや鏡などの置く場所を決めたり、MESH アプリ上に再現したりしていた。

		
<p>資料 16 【Plan】 受講生 D さんのデザイン。</p>	<p>資料 17 【Try】 ⇔ 【Test】 組み立てる。</p>	<p>資料 18 MESH アプリ上でのつなぎ方。</p>

・レーザーが長押ししないとつかないのでずれて大変だった。人感センサーの性能がよかった。絵の裏に振動センサーがあって万が一も対応できているのが多かった。網で捕獲したい。(ワークシートより)

### ② 自由研究への応用

また、自由研究への応用を考える際には、自分の自由研究と結びつけながらどんなセンサーを応用することができそうかを考える発言が見られた。Dさんは、蚕繭の研究を行っている。そのため、「溶液の温度の変化(繭を溶かすとき)、pHの変化、濃度の変化」にセンサーを使えるのではないかと考えていた。

さらに、帰宅後、Moodle上での振り返りには、「MESHのようなものにはあまり興味がなかったので、使い方も含めて勉強になった。何か専用の道具と併用しても使ってみたいと思った。1日ぐらい通して観察、実験する研究などに使えそうだから、何かそういう機会があったら使いたいと思った。pHなどで反応するセンサーなどがあれば、蚕の繭が溶ける時のpHなどを測ってみたいと思う。ただ、その前にお金があるから、資金は大事だと感じた。研究助成してくれる賞などに来年は応募したいと思う。」と記されていた。このコメントに対し、メンターである青木先生は、「その通りですね。センサーが貸し出しできるかなど、検討していきたいと思います。」と返信した。

今年度、自由研究にセンサー等を利用した例として、動画を撮影→キャプチャがある。それによって、より正確なデータを求めたり、キャプチャした画像を論文や発表の資料として使用できたりした。例えば、静岡会場のBさんは、空気圧とボールの跳ね返りについて研究していたが、跳ね返りの最高到達地点を目測で観察するのは難しかった。そこで、指導者がiPadの動画からキャプチャを作成するやり方を教えた。Bさんは、ボールの跳ね返りを動画で撮影し、コマ送りをしながら、目測よりも正確に最高地点を求めることができた。またその写真を論文に載せることができた。(資料19)なお、Bさんはその論文で「第16回夏のチャレンジ全国小学生『未来』をつくるコンクール(ベネッセ) 自由研究部門優秀賞」を受賞した。

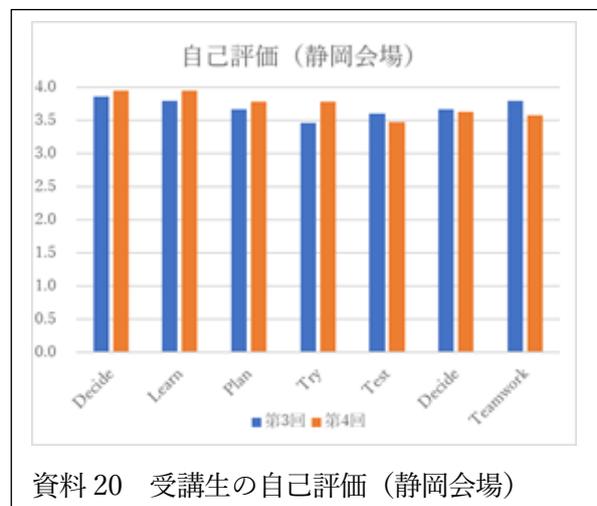


資料19  
動画の活用

### ③ 受講生の Engineering Design Process に対する自己評価

振り返りで、Engineering Design Processにおける各項目ができていたかどうかを問う自己評価を実施した(静岡会場)。4段階評価とし、1を「当てはまらない」、2を「あまり当てはまらない」、3を「やや当てはまる」、4を「当てはまる」として計算した。(資料20)

項目は、例えば、Defineを「セキュリティー会社からのお願いが分かりましたか?」、Learnを「MESHの使い方が分かりましたか?」と設定した。



資料20 受講生の自己評価(静岡会場)

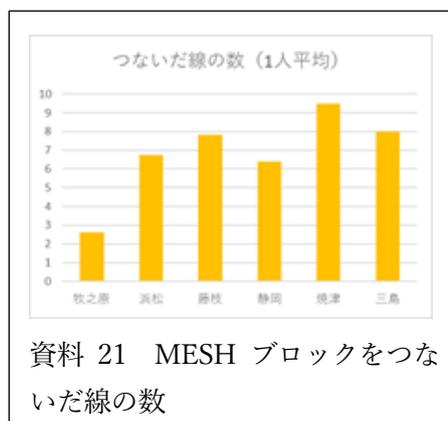
どの項目においても平均として 3.5 ポイント以上の値だった。最も高かったのは Decide で第 3 回、4 回とも 3.9 ポイントで 9 割以上の受講生が 4 と評価した。コメントには、「レーザーは横の角度と縦の角度も大事である。」といった数値的に表すことの必要性を述べたものがあった。また「グループごとに違うものがあるって、組み合わせるとさらに実用できるものになりそう。」「A 班の歩く時の振動で音になるようにしたのはすごいと思った。」といった、協調のよさを述べたものもみられた。

#### ④ MESH ブロックのつなぎ方について

受講生が MESH アプリ上でつないだ MESH ブロックやアプリケーションの数やつないだ線の数を集計した。

受講生が組み立てたプログラム全 40 パターンを分析する。( ) 内は 1 人平均で使用している個数である。MESH ブロックで最も多かったのは LED ブロック (1.2 個) だった。続いて、明るさブロック (0.8 個)、ボタブロックと人感ブロック (0.7 個) だった。また、ブロック以外のアプリケーションで最も多かったのはスピーカー (1.4 個)、続いてカメラ (0.7 個) となった。

アプリケーションをつないだ線の数は、1 人平均で 6.1 本だった。会場ごとでみると、浜松会場 6.8 本、静岡会場 6.4 本となっている。また、牧之原会場は 2.6 本である。牧之原会場は 60 分での開催だったため、他の会場の約半分の時間でデザイン、組み立てを行った。短い時間でも 2 から 3 つのブロックをつなげてシステムを作ることができる一方で、複雑なシステムをデザインし、組み立てようとするためには、ある程度の時間の確保が必要であることが示される結果となった。(資料 21)



#### (4) 考察

1. MESH の基本的な使い方を学んだ受講生が、センサーを活用したシステムを構築するためにデザインし、モデルを組み立てるまでの過程を分析する。

##### ① デザインの重要性

受講生が自らのアイデアをデザインすることにより、見通しをもってセキュリティーシステムのモデルを作ることができた。指導者も、受講生のアイデアを把握し、最初のアイデアからどのような試行錯誤が行われたかを追っていくことができた。事後の話し合いでは、どの会場でも、「受講生に設計図を書かせた上で装置を作らせることが、重要である。」という指摘があった。また、実験をもとに設計図を作り直して、新たに試す時間(Redesign)を十分にとることが必要である。今回の実践では、設計図をもとに実際に装置を作ることの難しさも指摘された。受講生がデザインする必要性を実感できるようにする工夫が必要である。

##### ② 終末の在り方について

課題を解決するために受講生は様々なアイデアを生み出し、受講生同士で共有しながら試行錯誤していく。一方で、課題に対する答えとして「基準を満たせばどれでもよい。」という結論になりやすい。本講座の課題文の中には「私たち (の会社) は各グループの考えを検討して、一番良い

考えを採用します。」という文言がある。回を重ねる中で、受講生だけでなく指導者や保護者に自らのシステムをプレゼンテーションする場を作った。よさを自らの言葉で伝える、他のよさを知ること、自らのデザインを再構築したり、さらなるアイデアを生み出したりする過程が見られた。

## 2. MESH の STEM 教材としての価値と教材化する上での留意点を明らかにする。

センサーは身近な生活の中で非常に多く使われている。また科学技術分野で日本の最も得意とする分野でもある。科学、光学、技術を統合した製品としてのセンサーに触れることは意義がある。MESH は製品としての完成度が高く、iPad を利用することでプログラミングの学習もできる。また自由研究への利用も可能で、今後の受講生の研究活動をより幅広く発展的なものにすることが可能である。

現状では、MESH の充電、iPad との同期など、指導者の準備に時間がかかることが課題である。また、活動の途中で同期ができなくなってしまうなどのトラブルに対し、技能的に対応できる指導者が必要であるということも挙げられる。

さらに、資料 19 からも分かるように、活動の時間が短いと十分に自らのアイデアを組み立てることが難しい。これには2つの原因があると考えられる。1点目は、実際にシステムを組み立てていくうちに、「もっとこうしたい」という思いが生まれ、改良していくからである。2点目は時間的にまた技能的に難しかったからである。今後の実践の際には、MESH の使い方を学ぶ時間、応用する時間の確保が十分であるかを検討する必要がある。

## 3. 受講生が自らの自由研究にセンサーを生かすために必要な手立てを考察する。

受講生は MESH を活用し、レーザーセキュリティシステムをデザインし組み立てていくことができた。子どもたちは、センサーを自分の自由研究で生かしたいという思いや、いくつかのアイデアをもっていた。一方で micro:bit を使いアイデアを自ら形にする（micro:bit を動かす）ことがなかなか難しかった。ICT 機器やセンサーを活用した自由研究はジュニアドクター育成塾のカンファレンスで高い評価を得ていたことから、テクノロジーの活用は今後の新しい探究の手段として位置付けられていこう。そこで、午前中の STEM 活動で使用した機器を、受講生が自らの自由研究に活用しようとする手立てを考えていく必要があると考えられる。

そこで次年度は、午後の最初 30 分で ICT 活用やセンサーのミニ講座を行うことを提案したい。例えば、①デジタルカメラの活用：動画を撮る。キャプチャする。など ②携帯のアプリ活用講座：オシロスコープ、接触角（水の弾き具合を調べる）、色（カメラでその部分を写すと、その色を RGB の数値で表すことができる。）、写真や動画を編集する。等 ③Moodle を使ったやりとり：メッセージの送り方、やりとりの仕方 ④センサーの活用例などが考えられる。また、講座の終わりに、自分の自由研究にどう活用できそうかを考える時間を設定する。その後、自由研究相談会につなげる。（ミニ講座 25 分→振り返り 5 分）

## (5) 参考文献・引用文献

- ・ EngrTEAMS.(2017).Laser Security System.Minnesota:University of Minnesota and Purdue Research Foundation.
- ・ 熊野善介.(2019).10 ジリアン・ローリグ先生のモデル STEM 授業と講義.静岡 STEM アカデミー平成 30 年度プログラムジュニアドクター育成塾報告書.静岡大学, P31-37
- ・ 坂田尚子.(2019).幼時から小学生への STEM 教育プログラムの開発と実践.静岡 STEM アカデミー平成 30 年度プログラムジュニアドクター育成塾報告書.静岡大学, P15-21

レーザーセキュリティー株式会社  
2233 Cherry Blossom Drive  
Washington, DC 20002



エンジニアの皆様へ

本社は世界各国にてビジネスならびに家庭用のセキュリティーシステムを提供しており、スパイからの宝物を守るための設計を提案させて頂いております。本社のセキュリティーシステムの設計は世界各国の展覧会の展示に利用されております。貴重な宝物等を盗難から守るために我が社のセキュリティーシステムをご活用いただければ幸いです。

みなさまには、レーザーセキュリティーシステムを作るため、科学的専門知識を踏まえた上で設計をしていただきます。レーザー光は1カ所から発射し、鏡による反射を利用して、スパイの侵入を防ぐように設計してください。スパイがレーザー光を選けることも考えられますので、念のため、入り口から展示物の間には少なくともレーザーを3回横切るようにしていただきたいです。セキュリティーシステムの設置場所を、みなさまのチームで決めてください。レーザーセキュリティーシステムはスパイが宝物を盗みたくなくすることを目的とし、複雑なものが求められません。

また、スパイがレーザーに触れた時、音や映像などを使い、泥棒の侵入を教えてくれる仕組みも必要です。さまざまなセンサーを使い、スパイの侵入を伝えてください。

本課題について、エンジニアの皆様がチームで取り組んでもらいます。なお、予算の関係上、デザインに使用する素材は限られております。本社では各チームが作成したデザインを検討し、どれがより有効なセキュリティーシステムとして機能するかを判断します。

ご協力の程、よろしく願っています。  
以上です。

Lou A. S. E. Richards  
Laser Secure, Inc.

Lesson 3 レーザーシステムを作ろう

チーム 自分..... 1..... 2.....

問題の定義 (Define)

セキュリティー会社の人は皆さんに何をしてほしいと言っていますか？

Blank lines for writing answers to the problem definition question.

2つの条件は何ですか？

Two numbered blank lines for listing conditions.

事前調査 I(Learn)

光の性質について調べよう。

Blank space for notes on light properties.

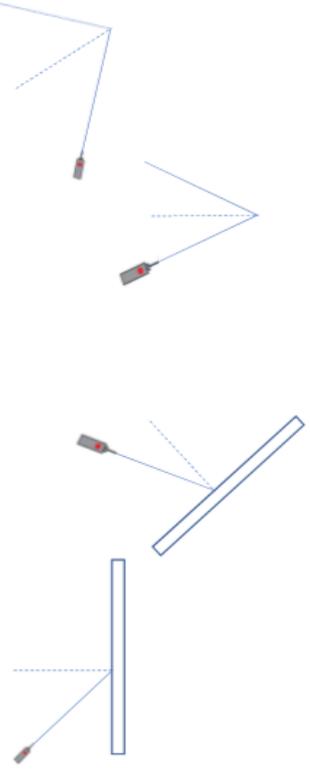
(1)光はどのようにに反射するかな？

①

(2)どこに鏡をおけばよいか？

①

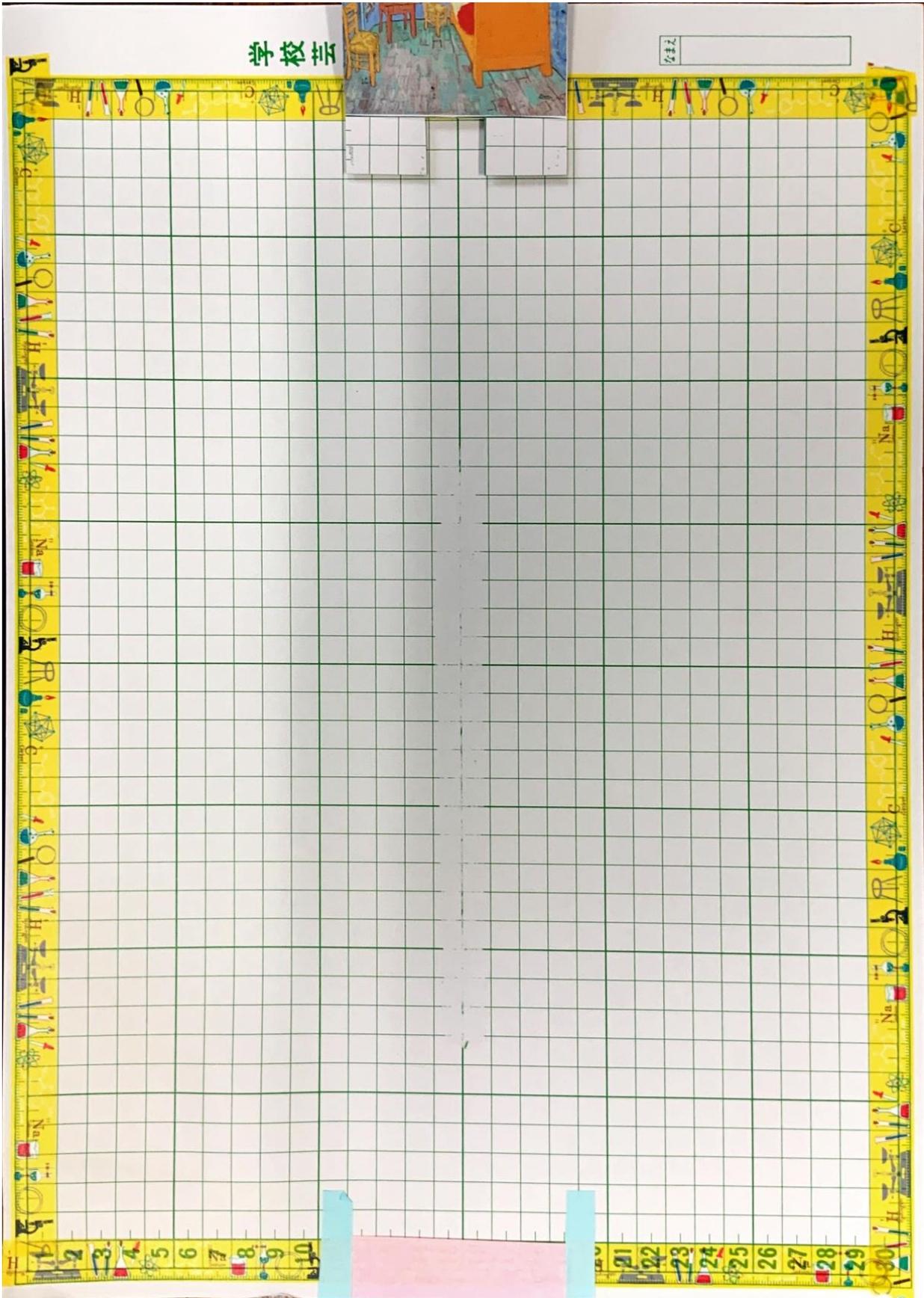
②





計画 (Plan)

名前



鏡

レーザー

MESH

## 5. マイクロビットを導入した STEM 教育

静岡大学 教育学部 林春樹 静岡大学大学院 教育学研究科 峯田一平  
静岡大学創造科学技術大学院 熊野善介

### 1. はじめに

2020 年度から小学校においてプログラミング教育が導入されることとなっている。小学校におけるプログラミング教育ではプログラミング技術を教えるような専門的な教育ではなく、学びの中にプログラミング的思考を取り入れ、育てることが主なねらいである。主に「プログラミング的思考を育むこと」と「学びを確実にすること」という 2 つの役割をもつ小学校におけるプログラミング教育において具体的にどのようなプログラミング教材を用いるのか、様々な機関において試行錯誤されている。一方で、近年 STEM 教育が注目を集めている。STEM 教育は教科横断的な視点を重視し、様々な知識を用いて、課題解決を行う学習である。日常生活の中での課題や疑問に対して探究活動を行うには実験や観察といった活動が必要不可欠である。実験・観察の中でデータを収集し、科学的な根拠となる証拠を見つけることが探究活動では重要である。子どもたちがデータを収集することを想定し、手軽で容易に扱うことができる教材が求められる。そこで本活動では先述した 2 つの役割を担い、探究活動でも使用できると考えられる教材として、micro:bit が有効ではないかと考えた。身近な探究として気象における micro:bit を用いた授業を考え、実践しその教材としての価値を考察することを目的とする。

### 2. 教材開発と実践方法

題材には中学校 2 年生で行う「気象とその変化」を取り上げた。この題材を取り上げた理由は主に 3 つある。1 つ目は、継続的な観測が重要となってくることから、人がいない状態での観測や離れた場所にデータを送るようなプログラミングを考えることができることである。2 つ目は、気象観測にプログラミングを用いることで実際の気象観測の仕組みを知ることができ、プログラミング教育の目標の一つである身近な生活でコンピュータが活用されていることに気づくことができると考えられる。また探究活動を行う子どもたちにとって気象は身近な教材であり、親しみやすさも持ち合わせている。3 つ目は、小学 4 年生で行う「天気の様子」においても取り扱う内容を制限することでこの実践を活用できると考えられることである。これらを踏まえ、micro:bit を活用した実践を静岡 STEM アカデミー STAGE1.0 の計 6 会場で行った。実践を行った後にアンケート調査を行いアンケートの記述の分析を行った。

後述する結果は、静岡 STEM アカデミーの浜松会場(2.5 時間/対象 10 名)、静岡会場(2 時間/対象 14 名)のものである。

考察は小学校プログラミング教育の手引(第二版)をもとに作成した 5 つの評価基準での分析に加え、静岡 STEM アカデミーにおいては児童生徒が MESH を使用した講座を受けていることから MESH をもととした micro:bit の特徴について分析した。

### 3. 結果と考察

(1) 発達の段階に即して、「プログラミング的思考」を育成することができたか。

静岡 STEM アカデミーにおける実践においては子どもたちが試行錯誤をしながら課題に取り組むことができたためプログラミング的思考の具体的なステップのうち自分の考える動作をさせるために命令を組み合わせたたり、改善したりすることを意識した活動ができたといえる。

(2) 各教科等の内容を指導する中で実施する場合には、各教科等での学びをより確実なものとすることができたか。

これを今回の単元に基づいて決めたものを下記に示すと、

「継続的な気象観測のためにプログラミング教材を用いることによって、より正確に、途切れなくデータを取ることができるようになる。それによって様々な気象現象の中に規則性を子ども自身が見出していくことを促すことができる。」

前半部分の「継続的な気象観測のためにプログラミング教材を用いることによって、より正確に、途切れなくデータを取ることができるようになる。」ということに関してはどちらの会場でもこのような内容の回答が見られたため micro:bit は有効であると考えられる。しかし、後半部分の「それによって様々な気象現象の中に規則性を子ども自身が見出していくことを促すことができる。」ということに関しては本授業において長期的な観測ができなかったことから達成することができなかった。

(3) micro:bit の特徴について

MESH を使用した経験を持つ子どもからは細かく、詳しい命令を出せると感じたという意見が多くみられ、そのことから自分の意図を再現しやすいということがわかる。またフローチャートでは開始の部分にあたることからプログラムをつくるような仕組みになっていることから、難しさを感じるという意見もあるがそのぶん達成感を得られるという意見も見られた。MESH は小学校低学年や初めてプログラミングを経験する子どもにとって取扱いが容易で、感覚的に操作しやすいと考えられる。一方、内部ではどのようなことが行われているか子どもに思考させることが難しいが、micro:bit ではコンピュータを自分の思い通りに動かすためにどのような命令をさせればいいのか思考させることができるということがわかった。



図1 気温・湿度・気圧を表示する気象観測システム

#### 4. おわりに

気象において micro:bit を用いることで継続的な気象観測をより正確に、途切れなくデータを取ることに役立つことから学びを深めることに繋がるといえる。しかし、その先にある「それによって様々な気象現象の中に規則性を子ども自身が見出していくことを促すこと」に関してはより長期的な観測を行う等して micro:bit を活用することによって学びを深めるといえると考えられるため、その点について課題が残る。

MESH を使用したことがある子どもたちにとって micro:bit を用いたプログラミングはより詳しいところまでプログラミングできるという感想が多くみられたことからプログラミング的思考を育むことに着目した授業において有効であると考えられる。また、micro:bit では自分の思い通りにセンサーとして動かすために命令の手順などをより意識しなければいけないためコンピュータの中でどのような命令伝達が行われているのかをより詳しく体感することができるといえる。



図2 子どもたちの活動の様子

micro:bit や MESH といった教材を使用することで子どもたちのプログラミング的思考が育つと同時に教材そのものがセンサーであることについても認識できたと考えられる。気象観測の際にどのように観測されているのか、内部ではどのようなことが行われているかを考えながらも、自身の探究活動とセンサーとの関わりや活用方法についても考える機会になったのではないだろうか。STEM 教育の枠組みの中で考えると今回の活動は技術(Technology)と工学(Engineering)を主に扱った授業であると考えられる。理科の授業の中に STEM の要素を組み込むことで課題に対して様々な視点からアプローチする方法を考え、解決に導くことができると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 文部科学省 (2018) 小学校プログラミング教育の手引 (第二版)
- 2) 文部科学省 (2017) 中学校学習指導要領解説理科編
- 3) 文部科学省 (2017) 小学校学習指導要領解説理科編

## 6. センサーと micro:bit を応用した STEM 活動

藤田真太郎（浜松市立舞阪中学校 教諭）

### 1. 概要

STAGE1.5 の受講生に対して micro:bit を使用した全 2 回の講義（第 3 回、第 4 回）を行った。各回で行ったことは以下の通りである。

第 3 回 11 月 24 日 10:00-12:00	① STEM の考え方を伝える。 ② micro:bit で使用する表示機（OLED）の接続のため、はんだづけをする。
第 4 回 12 月 15 日 10:00-12:00	① LED の点灯を通して電気の基礎について伝える ② micro:bit でモーターを制御する

・会場は共に静岡大学教育学部附属静岡中学校 第一理科室

### 2. 講座の内容

#### （1）第 3 回

「STEM」アカデミーと銘打っているということで最初に「STEM とは」という話をさせていただいた。ただし、単純に STEM と言っても理科教育から見た STEM、技術教育から見た STEM、数学教育から見た STEM というようにそれぞれの領域から STEM をとらえると微妙に捉え方が違ってくるため、理科、技術教育から見た視点で話することとした。

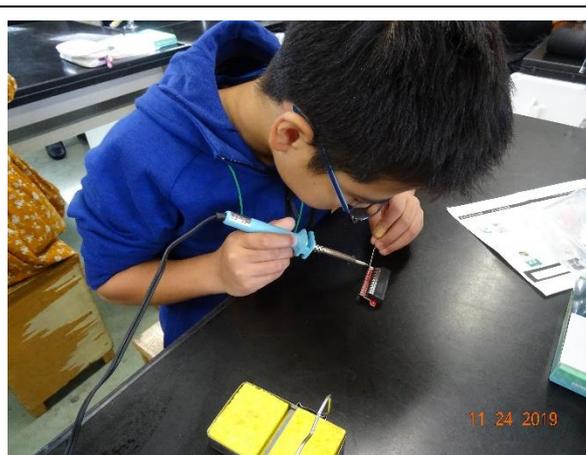
自分自身の話となってしまう恐縮であるが、筆者は大学 4 年間技術教育を修め、大学院では 2 年間理科教育を修め、理科教員として浜松市の中学校で教鞭をとっている。また、中学校理科教員として勤務し出してから、理科と技術の授業を担当することとなり、双方の領域から学習内容をとらえる機会に恵まれた。

第 1 回では身近な製品として炊飯器を題材に、製品として製作するためには理科の知識も技術の知識も統合していかなければならないことに触れた。（資料 1）

また、身近な製品の中にはマイコンが使用されていることにも触れ、micro:bit を導入し、まずは micro:bit に接続する表示機のはんだづけを行った。（資料 2）micro:bit に接続する表示機を扱うためには当然プログラミングをする必要がある（資料 3・資料 4）が、micro:bit と表示機を物理的に接続することも必要である。そのため、表示機の使用の前に、micro:bit 接続するためのソケットのはんだづけについて説明し、実際に行ってもらった。



資料1 炊飯器の中のマイコン



資料2 はんだづけの様子



資料3 プログラムの例示



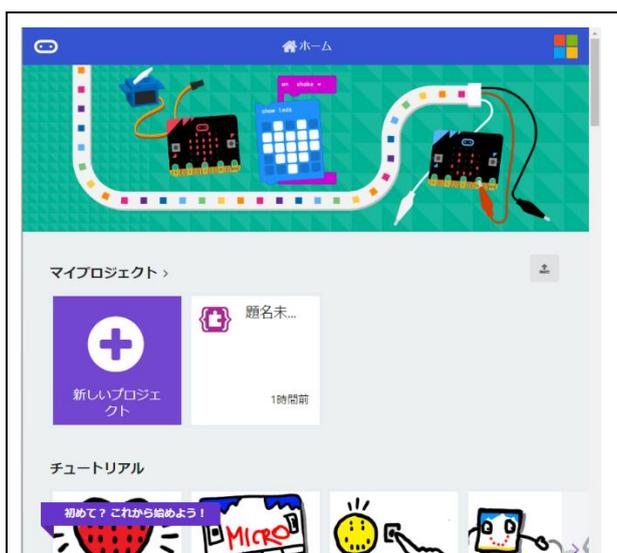
資料4 マイクロビットと iPad の接続

接続が完了すればプログラミングである。プログラミングにおいては、テキストベースでのプログラミングが昔から主流ではあるが、今回は低年齢層にも理解しやすいビジュアルプログラミングで micro:bit のプログラムを作成した。プログラムを作るサービスとして「Make Code」を使用している。

micro:bit は、テキストベースでのプログラミング (Python や JavaScript) でも、ブロックによるビジュアルプログラミングでも使用できる。「MakeCode」は Microsoft 社が提供する。Web 上で利用することができるプログラミング環境である。

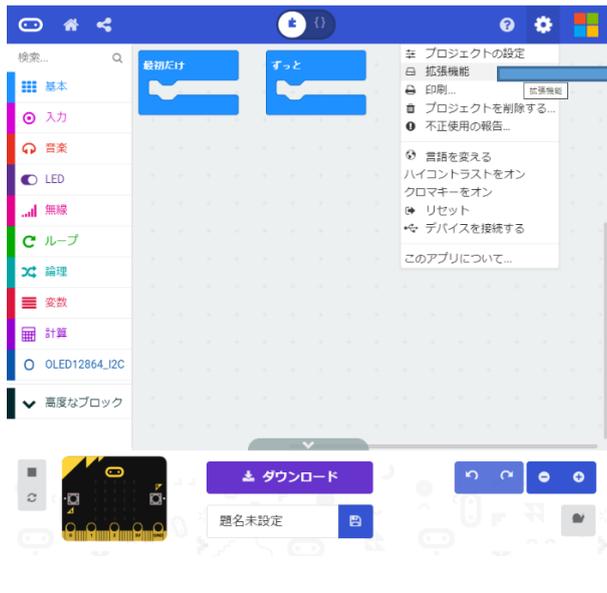
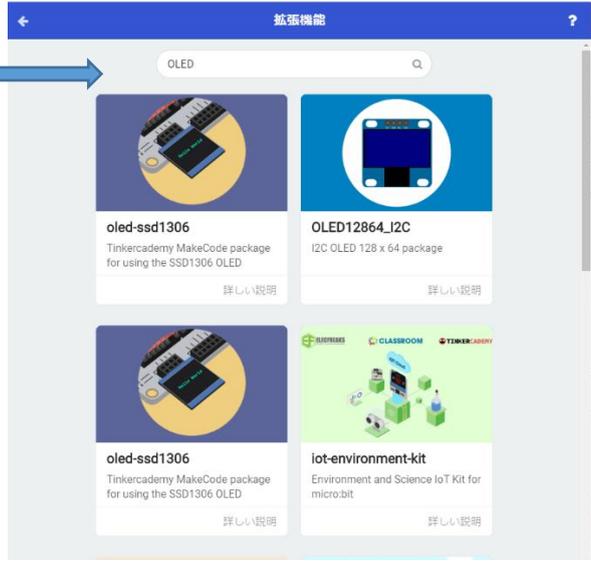
(<https://makecode.microbit.org/>)

(資料5)



資料5 Make Code のページ

近年、プログラミング教育の重要性が叫ばれているが、実際の現場ではライブラリを用いたプログラミングを行っている。「車輪の再発明」という言葉があるように、プログラムでも基本的な機能は0から作成することはまれで、部品として他人が作成したプログラムを使用することが多い。今回も表示機を制御するプログラムの一部はライブラリとして公開しているものを使用させていただいた。(資料6、資料7)

	
<p>資料6 Make Code の画面→拡張機能</p>	<p>資料7 拡張機能により、第3者が作成した、標準では扱えない機能を利用することができる</p>

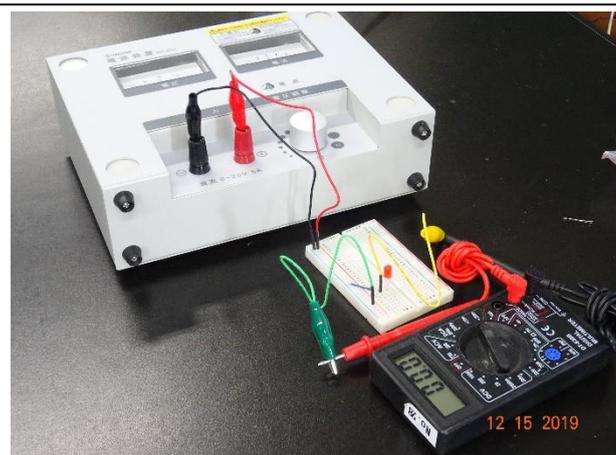
(2) 第2回

第2回では micro:bit を用いてモーターを制御することを目的として行った。ただし、micro:bit では供給できる電流量が小さすぎて直接モーターを扱うことはできずモータードライバを介してモーターを制御する。理科では理想状態で電流、電圧、電力を考えるが、実際には流せる電流量にも制限があることを理解するために LED を点灯させ、過電流で壊れることを通して定格について体感的に理解した。(資料8、資料9)

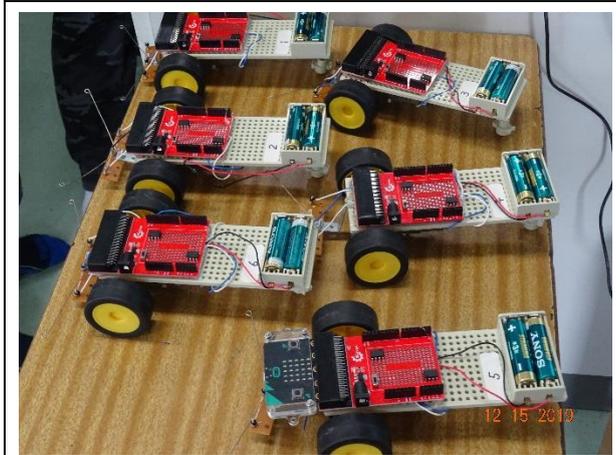
その後、micro:bit でモータードライバを使用した車を制御することでプログラムによる機器の制御を行った。プログラムを変更すると動作が変わることや、同じプログラムでもハードウェアの個体差で動作が違うことを通してソフトウェア面、ハードウェア面双方が機器制御に関わっていることを実感することができたと思われる。ソフトウェア開発者も、ハードウェアのことを知っておくことで生まれる利点があるし、ハードウェア開発者もソフトウェアのことを知っていることで生まれる利点がある。(資料10、資料11、資料12)



資料 8 ものづくりについて



資料 9 定格を体感的に理解する



資料 10 使用したモータードライバと micro:bit により制御可能な車



資料 11 プログラムによる機器の制御



資料 12 当日に使用したプレゼンテーションより (関数について)

## 7-1. Which blades that generate more electricity? An Inspiring STEM activity from Prof. Gillian Roehrig Session in Shizuoka STEM Academy 2019

Nurul F. Sulaeman\*1,2, Yoshisuke Kumano1

1Dept. of Science Education, Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University, Japan

2Dept. of Physics Education, Mulawarman University, Indonesia

\*nurul.fitriyah@fkip.unmul.ac.id

### Introduction

While STEM education is growing around the world, the U.S of America still become the importance initiator of it. The U.S.-based research accounted for two-thirds (65%) of the studies, while Asian countries accounted for only around 8.5% of the research articles in STEM education (Lee, Chai, & Hong, 2019). Therefore, STEM lesson model from the U.S. expert is essential to understand STEM education in classroom setting.

On September 21, 2019, one of the leading STEM education researcher from University of Minnesota, Prof. Gillian Roehrig visited Shizuoka Japan. She was companied by her Ph.D student, Mr. Khomson Keratithamkul. Her publications in STEM education covered research from equity in STEM education for students, pre-service teacher and in-service teacher (Dare, E. A., & Roehrig, 2016; McFadden & Roehrig, 2019; Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, 2014; Wang, H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, 2011). Brief curriculum vitae of her could be seen in Table 1. She had a STEM activity for twenty three Shizuoka STEM academy students in Rukuru Children Science Museum Shizuoka (Fig. 1).

Table 1. Introduction to STEM expert

<b>Name</b>	<b>Gillian Roehrig</b>
<b>Position</b>	Former President, Association for Science Teacher Education Director of Graduate Studies Professor, STEM Education University of Minnesota
<b>Current research in STEM</b>	<b><i>Persistence, Effectiveness and Retention Studies In STEM Teaching (PERSIST)</i></b> (Co-PI, National Science Foundation DUE- 1904102), Jan 1, 2019 – Dec 31, 2020) Total costs: \$294,764
	<b><i>Collaborative Research: Design and Development of a K-12 STEM Observation Protocol</i></b> (PI, National Science Foundation DRL- 1813342, Sept 1, 2018 – Aug 31, 2022) Total costs: \$872,543
	<b><i>EngrTEAMS: Engineering to Transform the Education of Analysis, Measurement, and Science</i></b> (co-PI, National Science Foundation DRL #1238140, Jan 2013 – Dec 2019) Total costs: \$7,998,075



Fig. 1 Prof. Roehrig, Mr. Keratithamkul, Students and Parents

### A Glance of STEM activity

While STEM lesson could use various step, Prof. Gillian introduced Engineering Design Process (EDP) step. This step started with Define, Learn, Plan, Try, Test and Decide step (EngrTEAMS, 2017). The session started with introduction to wind power then mechanism of motor in wind power facility (Fig. 2). A brief introduction to engineering job also provided to provide an image of mechanical engineer job and how they important for community. Since the session was in English, Prof. Kumano translated some important points into Japanese language. Students were divided in group works where each group in the beginning had different task to solve that still related to the blades in wind power. All group tried to solve how to produce highest electricity but each group focus in one variable (materials, size and angle) of the blades (Fig. 3).



Fig. 2. From wind to electricity



Fig. 3. Material, angel and size of blades

Even though the session was short, only 120 minutes, the students could participate well and each group successfully solved the problem. In the last part of the activity, each group presented their result in poster. Therefore, others group could understand the result

of another experiment. This activity also emphasized the importance of communication and collaboration in the group. Students showed active participation and excitement during the session.

## Conclusion

From the activity, we could conclude that STEM activity provided the problem solving skills for example energy problem. Students had opportunities to explore their science and math knowledge with related technology to design something that useful for solving energy problem.

## Reference

- Dare, E. A., & Roehrig, G. H. (2016). "If I had to do it, then I would": Understanding early middle school students' perceptions of physics and physics-related careers by gender. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 1–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020117>
- EngrTEAMS. (2017). *Laser Security System*. Minnesota: University of Minnesota and Purdue Research Foundation.
- Lee, M. H., Chai, C. S., & Hong, H. Y. (2019). STEM Education in Asia Pacific: Challenges and Development. *Asia-Pacific Education Researcher*, 28(1), 1–4. <https://doi.org/10.1007/s40299-018-0424-z>
- McFadden, J., & Roehrig, G. (2019). Engineering design in the elementary science classroom: supporting student discourse during an engineering design challenge. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(2), 231–262. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9444-5>
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices. In *Purdue University Press*.
- Wang, H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM Integration : Teacher Perceptions and Practice STEM Integration : Teacher Perceptions and Practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 1–13.

## **7-2 Promoting Wind Energy through STEM activity in Shizuoka STEM Academy**

Nurul F. Sulaeman<sup>\*1,3</sup>, Yuki Yasuma<sup>2</sup>, Yoshisuke Kumano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Science Education, Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University, Japan

<sup>2</sup>Dept. of Science Education, Faculty of Education, Shizuoka University, Japan

<sup>3</sup>Dept. of Physics Education, Mulawarman University, Indonesia

\*nurul.fitriyah@fkip.unmul.ac.id

### **Abstract**

Energy issue become a global issue that important to address in STEM activity. Our wind energy project was developed in two part. Project 1 focused on the location of wind power and Project 2 focused on the blades design for wind power. The trial were conducted in five locations which were Fujieda, Hamamatsu, Mishima, Makinohara and Yaizu. From observation of our activities and student's self-assessment responses, the activities could promote student's perception of wind energy and facilitate student's communication and collaboration skills through group activity. We suggest this STEM activity is suitable for middle grade students (5 to 9 grader) that work in group that consist of 3 - 5 students. However, the timing of this project need to consider the weather condition especially for outdoor activity part.

**Keywords: Wind energy project, STEM education, Student self-assessment**

### **Introduction**

While abundant researches about STEM education were conducted, informal education has a unique role to support science and integrated STEM learning. As an out-of-school activities, it is important that students experience something different with ordinary science class (Walan & Gericke, 2019). Although it is not as structured as formal setting, several studies investigated the potential of out-of-school activities to stimulate interest in STEM interest (Baran, Canbazoglu Bilici, & Mesutoglu, 2016; Young, Ortiz, & Young, 2016). However, student's interest in science and STEM related subject have been declining (Potvin & Hasni, 2014; van Griethuijsen et al., 2015). Hence, the need to stimulate student's interest by out-of-school STEM activity seem to be needed.

Considering some global issue that possibly important for student to address, energy issue is one of global problem that need integration of STEM component to solve it. United

Nation also recognized energy issue as one of Sustainable Development Goal (United Nations New York, 2017). The issue of renewable energy become important to be understood by students. Therefore, the session about renewable energy is important to develop in Shizuoka STEM academy. For making the activity more specifics, two project about wind energy were developed.

### Overview of the project and participants

In our project, we designed wind project with two main problem that guide our STEM activity as could be seen in Fig. 1. Brief explanation about each STEM component in each project could be observed in Table 1. Each problem was tried to solve in two hour lesson. These projects were conducted at five location in Shizuoka prefecture with in total 57 students participated in Project 1 and 53 students participated in Project 2 (Table 2). Participants were middle grade students (from 5<sup>th</sup> - 9<sup>th</sup> grade). After students participated in two projects, self-assessment instrument was given. Descriptive analysis toward self-assessment result were conducted to understand the trend of student result in each location. To obtain deeper understanding, example of student’s response were qualitatively analysed.

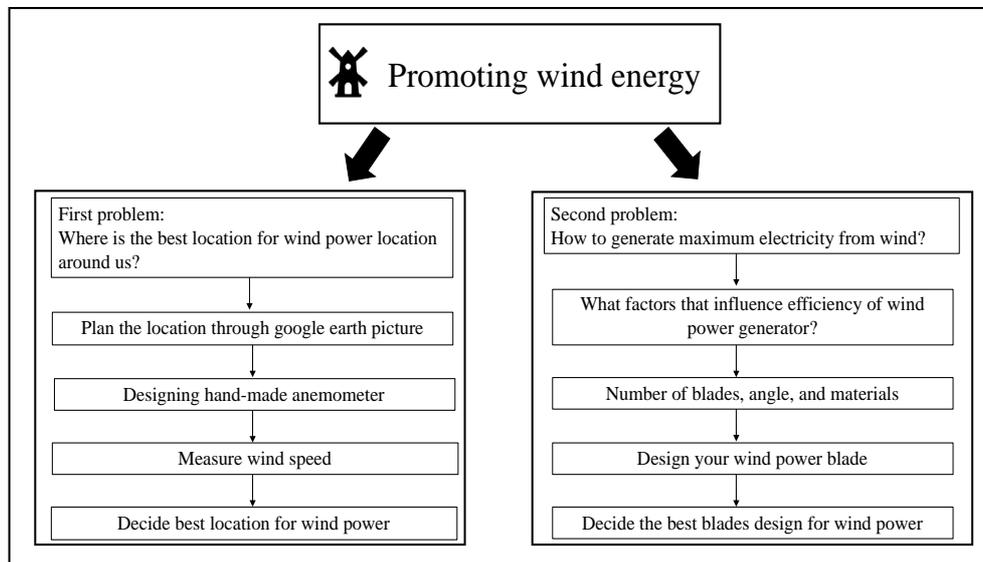


Fig. 1. Overview of Activities

Table 1. Identification of STEM components in Wind Project

<b>STEM Component</b>	<b>Project 1</b>	<b>Project 2</b>
<b>Science</b>	Application of force and motion principle	Application of the conservation of energy, forces and motion
<b>Technology</b>	Using drone that support wind project and anemometer for measure wind speed	Using motor in system models, new materials characteristic (Materials that suitable for wind power blades) and multimeter for measuring voltage and electric current
<b>Engineering</b>	Engineering design process (including define the problem, learn, plan, try, test until decide) and group collaboration	Engineering design process (including define the problem, learn, plan, try, test until decide) and group collaboration
<b>Mathematics</b>	Measure the wind speed and collect the data	Measure blade shape, measure the electricity voltage, then collect the data

Table 2. Overview of participants

<b>Location</b>	<b>Number of participants</b>	
	<b>Project 1</b>	<b>Project 2</b>
<b>Fujieda</b>	11	7
<b>Hamamatsu</b>	9	11
<b>Mishima</b>	11	11
<b>Makinohara</b>	23	18
<b>Yaizu</b>	8	6
<b>Total</b>	57	53

## **Result**

### **Project 1**

In the first part of wind project, we introduced the energy problem to students. The example of Japan situation from Great Earthquake 2011, from local newspaper some location was severe from lack of electricity. The problem of electricity production is essential especially for their school. One of the potential source of renewable energy is wind. The problem that need to solve by group of students was “where is the best location for wind energy around our school?”. The criteria were enough wind speed to produce electricity and safe for environment. Picture of each location of Shizuoka STEM academy from google map was given to students, for example our location in Hamamatsu (Fig. 2). Each group discussed their proposed location then they made their anemometer to collect the wind speed data (Fig. 3).



Fig. 2. Google Map picture for Hamamatsu location



Fig. 3. Anemometer design in Makinohara

After their anemometer ready, outdoor activity was conducted. Students tried to measure the wind speed with counting the rotation of their anemometer in 10 second (Fig. 4). Then we elaborated the picture from google map with the real time picture using drone (Fig. 5).



Fig. 4. Anemometer and drone trial

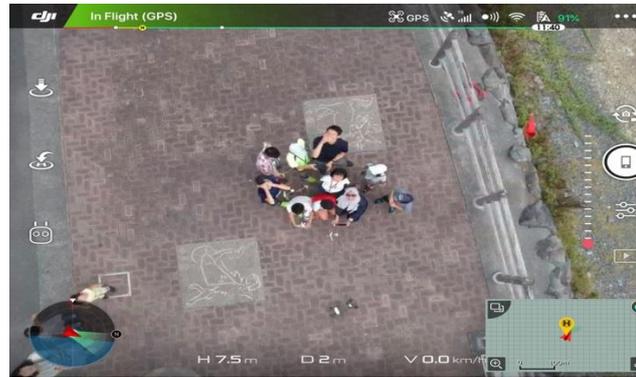


Fig. 5. Drone picture in Yaizu

## Project 2

As continuation of Project 1, activity started with discussion of energy sources that used in Japan. Then how wind could be one of great renewable source for energy production. The challenge for this project was how to build the blades of wind power that produced maximum electricity. Three different materials was provided which were balsa (Fig. 5), wood (Fig. 6) and plastics (Fig. 7). They also need to decide which angle is best, in Fig. 6 student tried to measure the angle of the blades with protractor.

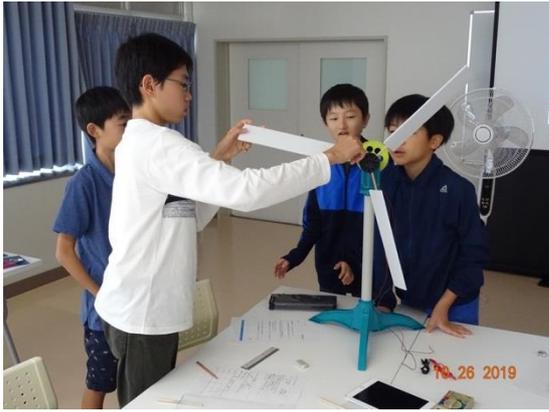


Fig. 5. Designing the blades with plastics



Fig. 6. Designing the blades with wood

Each group collected the data of voltage that resulted by their design. In Fig. 7, students used voltmeter and collected their data. They had opportunity to redesign their blades to produce higher electricity.



Fig. 7. Designing the blades with plastics

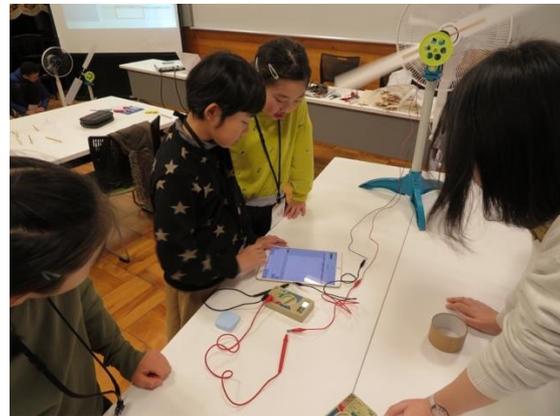


Fig. 8. Collecting data

### Self-assessment Result

After the 2 projects, self-assessment questionnaire was given to the students. The questions were students perception of lesson steps, their participation, their project strength and their project weakness. The summary of result of each location could be seen in Table 3.

Table 3. Descriptive statistic each location

Location	No. of students	Mean	St. Error
Fujieda	6	5,67	0,211
Hamamatsu	11	5,27	0,359
Mishima	11	4,36	0,338
Makinohara	18	3,89	0,35
Yaizu	5	5,2	0,374
Total	51	4,878	

## Discussion

### Perception of wind energy

From the activities, students showed their understanding about concept of energy, law of energy transformation and skills to design wind power. For example, in Table 4, there is student reflection after the project through their Moodle account.

Table 4. Example of students reflection

Student	Comment
<b>Makinohara S-C10</b>	<p>良かったことは、午前中は3枚が一番発電できたけど、午後に羽の数を2枚にしてみたらより発電できることが分かったこと。</p> <p>でも、最初に2枚で試したときは3000mvまで行ったのが、そのあと何回かやって、1700mvぐらいまで下がったから、なぜ下がったのか知りたい。</p> <p>また、それぞれのチームの発表の時に、考えもしなかった、羽に穴をあけたチームがあって、びっくりした。今回は私たちのチームは羽の形は変えなかったから、次回はそこについてやってみたい。</p> <p>The good thing was that we were able to generate the most power in the morning, but we found that we could generate more power by changing the number of wings to 2 in the afternoon. However, when I first tried it with two pieces, I went to 3000mv, but after that, it went down to about 1700mv several times, so I want to know why it went down. I was also surprised that there was a team with holes in the wings that I didn't think about when each team announced. This time our team did not change the shape of the wings, so I would like to do it next time.</p>

### Group activity revealed students communication and collaboration

Most of the students showed high participation during the project. From the self-assessment response, many students explain their participation related to the communication and collaboration process in their group (Table 5)

Student	Comment
<b>Makinohara S-B6</b>	<p>チームのみんなで役割分担をし、効率的に進めることができた。</p> <p>The team members shared their roles and were able to proceed efficiently.</p>

---

一人一人が自分から動いてデザイン案の通りに作ることができたから。自分も得意な部分を生かしているような仕事ができる。

---

**Hamamatsu S-B6**

Because each person was able to move according to the design plan. I was able to do various jobs by taking advantage of what I am good at.

---

**Challenges of this project**

Our wind project had a combination between indoor classroom activities with outdoor activities. Sunny with a bit windy day will be a perfect time to do this STEM activities. From the students group, 3-4 students in a group tend to be ideal number for this activity. Students from 5 to 9 grader could participate well. However, we observed the tendency of elementary students (5 to 6 grader) were more active in hands-on activity while junior high school students more detail in planning and argumentation.

**Conclusion**

From five location trial and student's self-assessment responses, we could conclude that the activities could promote student's perception of wind energy and facilitate student's communication and collaboration skills through group activity. We suggest this STEM activity is suitable for middle grade students (5 to 9 grader). However, the timing of this project need to consider the weather condition.

**Reference**

- Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., & Mesutoglu, C. (2016). Moving STEM Beyond Schools: Students' Perceptions About an Out-of-School STEM Education Program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 9. <https://doi.org/10.18404/ijemst.71338>
- Potvin, P., & Hasni, A. (2014). Analysis of the Decline in Interest Towards School Science and Technology from Grades 5 Through 11. *Journal of Science Education and Technology*, 23(6), 784–802. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9512-x>
- United Nations New York, 2017. (2017). The Sustainable Development Goals Report 2017. *The Sustainable Development Goals Report 2017*. <https://doi.org/10.18356/4d038e1e-en>
- van Griethuijsen, R. A. L. F., van Eijck, M. W., Haste, H., den Brok, P. J., Skinner, N. C., Mansour, N., ... BouJaoude, S. (2015). Global patterns in students' views of science and interest in science. *Research in Science Education*, 45(4), 581–603. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9438-6>
- Walan, S., & Gericke, N. (2019). Factors from informal learning contributing to the children's interest in STEM—experiences from the out-of-school activity called Children's University. *Research in Science and Technological Education*, 00(00), 1–21. <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1667321>
- Young, J. R., Ortiz, N., & Young, J. L. (2016). STEMulating Interest: A Meta-Analysis of the Effects of Out-of-School Time on Student STEM Interest. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(1), 62. <https://doi.org/10.18404/ijemst.61149>

## 8. 令和元年度 静岡 STEM アカデミー活動の振り返りと今後の課題

### 8-1. 行動観察から生徒の能力を評価する試み

シニアメンター 青木克顕

#### 1 要旨

静岡 STEM アカデミーでは、STEM 教育の効果を確かめるために、STAGE1.0 の6会場において、受講生の行動観察から、能力の測定をしようと試みた。

方法としては、評価表を作成し、複数の観察者により各項目の点数を記入して、集計・分析することとした。各会場に集まった生徒の参加意識や経験に差があり、指導態勢にも違いがあったため、信頼性のある結果を得ることはできなかったが、各会場とも、共通して次のような傾向が見られた。

- ・行動評価でよい評価を得た生徒は、STEM 教材の内容にかかわらず、毎回高得点を取る。
- ・9月以降の STEM 教室では、行動評価の点数が伸びている。

#### 2 研究内容

評価者の人数が多く、比較的評価活動がうまくいった浜松会場を例に、報告をする。

##### ① 観察評価表の作成

熊野善介先生のご指導により、評価項目として、「疑問」「方法」「変数」「結果」「考察」「推論」の6観点について評価を行うこととし、評価表を作成した。また、評価基準「A」「B」「C」を定めた。(図1)

静岡STEMアカデミー 行動評価				( 浜松 ) 会場				令和 1年 6月30日 (日)	
	氏名	疑問	方法	変数	結果	考察	推論	合計	備考
1									
2									
研究の各段階の思考力に関する評価基準									
観点	A			B			C		
疑問	方法及び変数の設定を考慮した閉じた疑問となっている。			科学的に調査可能な疑問が立てられている。			科学的に調査可能でない。または書けない。		
方法	対立する予想を考慮した方法が立てられている。			疑問に直接答える方法になっている。			方法があいまいである。または書けない。		
変数	規則性・関係性の発見・確認を考慮した変数が設定			測定する値あるいは観察対象が明確である。			変数が設定されていない。何が観察・測定されるかが明確でない。		
結果	対立する予想を考慮した結果が示されている			予想される結果が示してある。			結果が予想できていない。		
考察	対立する予想のどちらを支持するかの根拠が示されている。			結果を踏まえて疑問に答えている。			結果の解釈に終わっているか、結果と関係なく高察している。		
推論	結果と考察を踏まえて、新たな視点を与えているor次の研究の疑問が立っている。			結果と考察から言えることとどまっている。			推論が書けないあるいは、結果の説明に終わっている。		

(図1:行動評価表その1)

この評価表をもとに、会場の5名の評価者で評価したところ、次のような結果が得られた。

浜松会場										6月30日		作成者：青木	
		疑問	方法	変数	結果	考察	推論	合計	総合評価	受賞歴	備考		
1	小5	4	5	4	4	4	4	25	C	浜松銀賞	モーター		
2	小5	6	7	7	7	6	6	39	B				
3	小5	8	8	7	9	6	6	44	A	浜松金賞			
4	小5	4	6	6	4	4	4	28	C				
5	小5	4	6	4	4	4	4	26	C		花火の色		
6	小6							0	遅刻	浜松銀賞	ヤマトジミ		
7	中1								欠席				
8	中1	4	4	5	4	4	4	25	C		自閉的傾向		
9	中1	7	8	9	8	6	6	44	A	金賞、全国?	リンゴの酸化、還元		
10	中2	5	6	7	7	6	5	36	B	金賞、鈴木梅太郎	アカハライモリ		
11	中3							0	欠席				
12	中3												
* 評価者4名													
* A:3点、B:2点、C:1点として、各観点で評価。合計点で総合評価。													
△評価者は5名いたが、うち1名は7人の生徒のみ評価のため、集計から外してある。													
評価したものをすべて入力して平均値をとるべきか？													

(図2:評価集計表)

評価後の話し合いでは、「A」「B」「C」を判定する行動評価基準の文言が分かりにくいということになり、静岡大学に持ち帰って検討した結果、下記のような表に改めることにした。

研究の各段階の思考力に関する評価基準			
観点	A	B	C
疑問	方法及び変数の設定を考慮した閉じた疑問となっている。	科学的に調査可能な疑問が立てられている。	科学的に調査可能でない。または書けない。
方法	対立する予想を考慮した方法が立てられている。	疑問に直接答える方法になっている。	方法があいまいである。または書けない。
変数	規則性・関係性の発見・確認を考慮した変数が設定	測定する値あるいは観察対象が明確である。	変数が設定されていない。何が観察・測定されるかが明確でない。
結果	対立する予想を考慮した結果が示されている	予想される結果が示してある。	結果が予想できていない。
考察	対立する予想のどちらを支持するかの根拠が示されている。	結果を踏まえて疑問に答えている。	結果の解釈に終わっているか、結果と関係なく高察している。
推論	結果と考察を踏まえて、新たな視点を与えているor次の研究の疑問が立てられている。	結果と考察から言えることにとどまっている。	推論が書けないあるいは、結果の説明に終わっている。

(図3:新たに作成した評価基準)

	総合点集計	7月14日					
	氏名	kumano	hama1	hama2	hama3	総合計	総合評価
1		15	15	12	10	52	A
2		0	0	0	0	0	
3		14	15	15	12	56	A
4		12	14	5	12	43	
5		13	10	7	9	39	
6		12	16	12	9	49	
7		0	0	0	0	0	
8		18	9	12	10	49	
9		12	6	6	4	28	C
10		16	15	13	10	54	A
11		12	14	12	6	44	
12		12	12	12	12	48	

(図4:行動評価集計表 7月14日)

以上のことを繰り返し、適当な時期に、各回の集計を比較し、また、出席日数や自由研究の内容などを加味して作成したのが次の総合評価表である。

2019 浜松会場生徒の評価											
	氏名	7月14日	8月17日	9月29日	行動総合	出席日数 (発表会を除く)	研究態度	研究論文	研究発表	研究テーマ	受賞
1			A	A	A	6			B	酸性・中性・アルカリ性 色の変化	
2				A	B	5		A'	欠席	ガラスに映るものお煮え方の違いについて	
3		A	A	A	A	6	A	A	A	赤いおなかのすもぐり名人アカハライモリをいっぱい殖やそう	県
4				A	B	6			C	雲を見て天気を予想する	
5				A	B	6	A	A	A	身近な鳥たちの観察～毎日朝タペランダから	市
6				A	B	6			A	オリジナルモーターで自作自動車を走らせる	
7					B	3			B	ぼくの家のまわりでクマムシ調査	
8		A		A	A	5	A		A	佐鳴湖ウナギはなぜ圧倒的にメスが多いのか。水温との関係	
9			C	B	C	4			C	アニメ、ワンピースのサンジの技を乾電池で再現する	
10		A	A		A	5	A		A	リンゴの変色を防ぐ方法を追求する	
11				A	B	4			欠席		
12		A		A	A	5		A	A	抜け殻の数・種類・分布からわかる環境問題ーセミの住みやすい環境を考える	

○研究態度は、Moodleへの質問、問い合わせなどが多かった生徒、他の専門機関への相談をした生徒などを基に評価

(図5:総合評価～2019年7月14日から2020年1月26日まで～)

\*表中黄色で示したところは、欠席により評価できなかった。

### 3 調査結果

#### ①行動評価 ABC

行動評価記録をもとに集計した結果、

- 「A」 評価……5人
- 「B」 評価……6人
- 「C」 評価……1人

となった。全体として、やや甘い感じがするが、「A」の中をさらに詳しくみると、3番と10番の生徒が、「Aの上」といえるのではないかと思う。A判定の生徒たちは、自由研究論文の作成においても、よい結果を残している。12番の生徒は、サイエンスカンファレンスで発表するなど、自由研究では成果を上げたが、行動面ではおとなしくSTEM教室では、目立つ活躍が見られなかった。

#### ②良い子はいつもよい点数をとる。

浜松会場では、6月から11月までSTEM教室を実施し、1月に研究発表会を行った。

この間、7月から10月までは同じ評価用紙で実施したのであるが、集計結果では、毎回同じような結果が得られた。

- ・10月以降は何度やっても評価の点数に変化がない。
  - ・10月はiPadを使用した風力測定、11月はmicro:bitを扱った気温の測定など、個別指導に手のかかる内容を扱ったこともあって評価者の手が足りない。
- 等の理由から、評価ができなかった。
- 他の会場においても、同じような傾向がみられた。

#### ③全体として後半の教室の評価点があがっている。

データの少ない中で、結論を出すことはできないが、期間中、「このSTEM教材を扱ったために、ある生徒が急に意欲を増した。」とか「著しく分析能力が高まった。」などということは観察できなかった。

ただ、後半のSTEM教室における評価点が増える傾向が見られた。(図5) 10月以降についても、点数を表すデータはないが、活動の様子から評価活動を行えば9月と同じような点数が出たものと思われる。

扱った教材は、次のとおりである。

- 9月 レーザーセキュリティシステムを作ろう！(MESHを使用)
- 10月 風力発電をしよう (風力発電キットとiPadで発電量を計測)
- 11月 気象観測システムを作ろう(micro:bitとセンサーを使用)

いずれも、生徒にとって真新しい興味をひく教材であり、夢中になって取り組んだ結果、各項目の点数が向上したと考えられる。

また、図5の「出席日数」を見ると、多くの生徒の出席率は良く、意欲が継続したことの表れであろうと思う。

### 4 考察

#### ①行動評価の難しさ

今回、浜松会場において行動評価を行うことができた理由として、次のことがあげられる。

- ・12人の生徒に対して、教職経験のあるベテランのメンター3名が、教室の指導者とは別に評価活動を行った。
- ・行動評価表に点数を記入するだけでなく、事後に話し合いの時間をもち、生徒の表れについて討議する機会がもてた。

また、反省点としては、次のことがあげられる。

- ・12人という少数人数であっても、各項目について評価を行うことは容易ではない。目立つところをチェックして、あとは「B」評価とすることが多かった。

- ・STEM 教室の内容により、個別指導が多く必要な場合には、評価にまで手が回らないことがある。
- ・ビデオ撮影なども行ったが、他の業務がある中で、ビデオの見直しをして評価活動を行うことは、実際には難しい。

## ② 生徒の振り返りを評価に利用する

生徒の評価をするうえで、Moodle への生徒の書き込みを利用することも考えられる。

<Hさんの振り返り 11月30日>

今日の STEM では、マイクロビットを使って気温や気圧、湿度を計ったり、送信したりしました。この前使った MESH よりもできることが多かったし、今までは気圧を計ったりできるとは思っていなかったので、ビックリしました。前の 1.5 では操作方法までやる時間がなかったから、今日操作方法を知ることができてよかったです。ぼくの自由研究は機械を使わずにやるしかないと思っていたけど、マイクロビットを早速自由研究で使ってみたいと思いました。

<Yさんの振り返り 11月30日>

今日は、micro:bit のセンサーを利用し、気象観察に役立てました。ペアで協力して、気温・気圧・湿度を最近勉強した X 軸 Y 軸を活用して液晶画面に表示することができました。私の自由研究では、温度などが関係することがわかったので micro:bit を使って高度な研究にできたらと思います。

これらの記述を分析することで、先に挙げた評価表の「疑問」「考察」「推論」などの項目を評価することができるのではないかと考える。

## ③ 科学コミュニケーションの向上

表現力には著しい能力の向上が見られた生徒はいた。STEM 教室の中での、グループでの話し合い、自分の自由研究を相手に説明し、助言を求めるなどの活動により、自分のやっていることを整理して相手に伝えられるようになってきていると感じられることもあった。

浜松会場では、「理科研究プレゼンテーションコンテスト最高位賞」を受賞した生徒も出た。

静岡会場では、プレゼンテーションの練習をする中で、大きな声で分かりやすく発表することができるようになり、他のプログラミング大会で優勝した者もいる。審査員より、「去年に比べて、発表の仕方が上手になった。」と褒められたと、保護者から報告があった。また、サイエンスカンファレンスの発表を契機に自信をつけ、アメリカに出かけて行って英語でプレゼンテーションを行って来た生徒もいる。

このようなことは、日々の細かな点数による評価には出てこないが、長いスパンで評価する中で、確実に成果が上がっていると言えるのではないかと考える。次年度は、この「表現」も評価観点に加えるとよいのではないだろうか。

## ④ STAGE1.5 受講生に対するセマンティック調査について

STAGE1.5 の受講者でセマンティック調査を行った。最初と最後で提出したもの(12名)のうち7名が10%以下の危険率で、プラスの方向での有意な変容が見られた。各質問項目の平均値をとり、個々人のペアード t-検定を行った結果、5%以下の危険率で、プラスの方向での優位な差が見られた。すなわち、明らかに今回の静岡アカデミーStage1.5 の STEM 学習が受講生の STEM 領域に対する意識の変容をもたらしていた。

## 8-2. 各 STEM 教材の総括（成果と課題）

シニアメンター 青木克顕

### 1. 「風船ロケット」の実践から、明らかになってきた事柄

2019年6月15日から8月3日にかけて、県下6会場で「風船ロケット」を教材としたSTEM教室を実施した。

以下に、教材研究の様子も含めてその経過を報告する。

月 日	会場等	指導の実態	課題等
6月11日(火)	教材研究	いろいろな工夫ができる。「こうやれば必ずうまく上昇する」という方法が、見出せない。	作り方を見せるVTRを利用したらどうか。
9月14日(金)	学生向けSTEM	翼の形などに、多様性がみられた。天井まで上昇できたのは、1名？	演示を行うことが難しい。
6月15日(土)	藤枝	試行錯誤して完成させるというプロセスは有効。ただ、作ることに夢中で思考がおろそかになる。	デザインを明確にする必要性 データを取る。
6月16日(日)	牧之原 (60分)	① 様々な工夫ができ、ふり返しシートには、ほとんどの生徒が5・4の評価をした。 ② 映像で作り方を示した方が、活動への取り掛かりは早くなる。	考えながら作るという時間がない。
6月30日(日)	浜松	① 設計図をもとに製作する。 ② 完成したら試技をする。 ③ データをしっかりとる。表にまとめる。→時間を確保して記入させる。 ④ グループで結果	記録をする時間の確保
6月30日(日)	三島	① まっすぐに安定して飛ばすためのデザイン ② 風船ロケット発射会、一人ずつ工夫した点などを発表しながら情報交換を行う	デザイン 工夫の共有
7月13日(土)	静岡	① 活動に夢中になり、記録がおろそかになっていた。 ② 他の会場よりも、多くのアイデアが出された。風船を回転させるための螺旋形の翼を工夫するものもいた。 ③ データを表やグラフにまとめると、新たな発見に結び付くということを指導した。 ④ 「仮説」と「結論」が呼応していることが大事ということを指導した。	映像は見せない方が、多様な発想が出てきたのではないか。
8月3日(土)	焼津	① 「設計図を書いてから、作る。」「データを取りながら、改良していく。」など、考えながら活動を行うことの重要性を強調した。 ② 研究の項立て、疑問列車について指導した。	ロケットの模型を見せたことで、3本のストローを使うものが多くなった。

## <考 察>

### ① STEM 教材としての「風船ロケット」の長所

あなたは、ロケット開発のエンジニアです。宇宙ステーションへ人と物資を安全に運ぶロケットを開発することになりました。安定した飛行のためには、エンジンから噴き出すジェット为推进力や姿勢を制御すること、翼の形状などの開発が必要です。そこで風船をロケットに見立てて、その基礎データをとることにしました。

- ・宇宙ステーションへ人と物を運ぶという設定で、「安定した飛行のために」という課題を設定したが、各会場とも生徒たちは大変意欲を示し、夢中になって取り組むことができた。
- ・「家に帰ってから、続きをやりたい。」という生徒も多くおり、本教材への関心の高さがうかがえた。
- ・ストローの太さと長さ、翼の形、空気の量など、工夫できる要素が多く、生徒に多様なアイデアを生み出させることができた。
- ・設計図を描くことの重要性や、データを取りながら改良するという、自由研究につながる指導ができた。

### ② 課 題(指導の難しい点)

- ・「このようにすれば、必ずうまくいく。」という再現性がない。うまく上昇したロケットでも、毎回成功するということはない。そのため、初めに演示実験をすることが難しく、映像を用意したが、今度は生徒がこれに影響されてしまうことになった。
- ・「天井まで届く」ということで評価すると、成功した生徒は10人に1人くらいであった。

### ③ 科学的思考としての成果・・・実践を通して、次のことは明らかである。

- ストローは太いものを用いた方が、成功しやすい。
  - ・ストローの太さと、噴出される空気の量に相関があることに気づく。
- 翼は比較的大きめのものが成功する率が高い。
  - ・翼の働きに気づき、対称性をもたせて大きめの翼をつけるとよいことに気づく。
- 回転しながら上昇するように工夫すると、直進性がよくなる。
  - ・回転させると安定して飛ぶもの(野球やサッカーのボール)などと、関係づけて考えることができる。

## 2. 風力発電の授業についての考察

### (1) 「風力発電」のSTEM学習の構造

#### ①課題の複合性

今までの理科授業と違い、実際の社会で役に立つ課題を考えるという性格をもつ課題となっています。単に「早く回る風車をつくらう」というのでも、「どこが一番強い風が吹く場所かを探そう」というのでもなく、「発電に適した風速の風が安定して吹く場所を探す」というのが、Misson となっています。

#### ②解決の方法の多様性

「都合の良い風が吹く場所を見つける」ということであれば、校庭の図を見て見当をつけ、風力計を持って一回りすれば解決するわけですが、ここに一捻りが加えられています。

「どこに安定した風が吹くだろうか。」という問いは、ある程度能力の高い生徒からは、当然出されると思います。そして、地表からの高度に着目する生徒も出てきます。ここで、風力計を備えたドローンが登場します。

また、ロゴの発電キットから、風力を電力に変換できることを確認した生徒たちは、逆に風力を発電量で測定できることに気づきます。

そこで、風力計の作成をすることになります。ここでは、「毎秒○回転する軸を有する風力計は、風速○

0mである」ということを知って、目的にあった風力計を作成することになります。

### ③知恵を出し合う活動

予想を出し合う活動や風力計の作成、風力調査の結果報告などの段階で、チームで話し合う活動が用意されています。STEM教育の要ともいえるべき場面ですが、相互啓発をする意味でも、コミュニケーション能力を向上させる意味でも大変重要です。ただ、何について話し合いをさせるか、どの程度の時間をかけることがよいかなど、研究のために実践を積み重ねていきたいと思います。

## (2) 本学習の課題

### ①課題の把握を正確に

ワークシートを用いて、課題を理解させるようになっていますが、教師がどのような働きかけをするかが極めて重要であろうと思います。特に、風力計の作成の意図については、丁寧に説明することが大事でしょう。

### ②大きな課題を常に意識する活動

初めに示された課題を常に意識して、それぞれの活動を行いたいものです。

特に、風力計の作成をさせる部分では、設計—製作—実験—結果の分析—改良といった活動が続くと考えられますが、「何のためにこの活動をしているのか」ということを忘れ、夢中になって早く回る風車を作ることに意識が集中してしまう可能性があります。

### ③風力計の作成の意義

この単元の構造を考えてみると、「風力発電に適した場所を探す」という課題と「風力発電に適した風を見つけるための風力計づくり」という課題に2分されると考えられます。

前者は、既存の風力計とドローンの利用で、解決ができます。生徒たちは、今まで触れたことのない実験道具に触れて、「STEM教育」の新しさを喜ぶことでしょう。

しかし、次のような疑問があります。

実際の風力発電所の建設にあたっては、他にどのようなことを考えなくてはならないのだろうか。環境、年間を通しての風向風速、低周波被害などについても、生徒から出てくる可能性があります。また、実際の風力発電機では、「日々異なる風速にどのように対応しているのか。」というのも、次の課題として調べたいところでは。

後者は、風力計の作成を通してデザインする力を育てるというSTEM教育の意図は、大変よく理解できます。しかし、利用する材料(紙コップとストローなど)が、手先の器用さに大きく左右される点で適切ではないのではないかと思います。その点、ロゴのキットは技能に左右されることが少なく、生徒のアイデアが結果に直接反映できるように思います。

### ④浜松会場における課題

ドローンを飛ばすことが難しい。また、浜松会場の指導者や保護者の眼が大変肥えているという点で、どのような展開が良いのか、心配しているところです。なるほど、さすがに静岡大学の提供する「静岡STEMアカデミー」だと思われるようにしたいものです。

## (3) STEM学習の課題

本年度の静岡STEMアカデミーでは、計7コマの学習が予定されています。それぞれ約90～120分の活動になります。この時間の中で完結する活動を行うということが必要条件となりますが、これがなかなか大変です。特に、「ものづくり」にかかる時間と「話し合い」にかかる時間の配分、指導者の説明や指示の方法などは、今後とも意識して実践していく必要があるでしょう。

これらの課題を解決するには、事前の周到な準備が必要です。間近になってあたふたすることのないよ

うに、今回のヌルルさんのように、早めに指導の構想を示して、各会場の指導者で共有する必要があるかと考えます。また、同じ教材で実施するという良さを生かし、活動の結果を共有し、次の教室に生かしていくことも大切であろうと考えます。

### 3. 「レーザーセキュリティーシステムを作ろう！」の実践から、明らかになってきた事柄

2019年8月13日から11月4日にかけて、県下6会場で「MESH(センサー)」を教材としたSTEM教室を実施した。以下に、教材研究の様子も含めてその経過を報告する。

	月 日	会場 指導者	指導の実態	課題 等
1	8月13日(土)	三島 第1回  (袴田)	① ワークシートに設計図を記入する。(2人1組)(Try & Test) ② 設計図をもとにセキュリティーシステムを組み立てる。試行錯誤しながら、いくつかのパターンを作成。(Decide) ③ 完成したら試技をする。 ④ (データをしっかりとる。表にまとめる。)→試技に夢中となる。 ⑤ グループで結果を発表しあう。	・デザイン通りに、組み立てることが難しい。 ・データを取ることも、光をセンサーに当てることに夢中になる。 ・iPad、MESH が不安定。
2	8月18日(日)	浜松 第1回  (青木) (竹本)	① 目 標 (問題の定義 Define) 「セキュリティー会社の人は皆さんに何をしてほしいと言っていますか？」 ② 事前調査1(Learn) 光の反射について、「入射角が反射角に等しいこと」をレーザー光と鏡、分度器を用いて確かめる。 ③ 事前調査2(Learn) 光センサー、明るさセンサー(MESH)の紹介。光がぴったり当たると、光センサーが付くことを知る。 ④ <u>MESHの機能と使い方</u> 他のMESHを使って、自動車の動作を制御する。障害物があると止まるなど	・会社の要請と条件2つを分けてとらえさせる。 ・いろいろな工夫ができたが、光の性質についての押さえがあまくなった。 ・ <b>MESHの与え方に工夫が必要。</b> ・MESHが干渉して、正常に働かない。 ④は、竹本石樹先生のご指導。 ・自由研究にも利用できるのではないかな。
3	9月8日(土)	三島 第1回  (袴田)	⑤ 光の反射についての理解は、小学生と中学生で差がある。「入射角＝反射角」となる設計図はできても、実際の場面では、鏡の角度等やレーザーポインターの設置に微調整が必要である。 ⑥ 光センサー、明るさセンサー(MESH)以外のセンサーと試す。動作センサー、温度センサー、振動センサーなど ⑦ 生徒たちは、ほぼ使い方を理解できている。(1人1セットの利用) ⑧ <u>自由研究での温度センサーの利用例を紹介。</u>	・デザインを描かせることが重要であるという認識では、指導者間で一致した。 ・MESH が、まだ不安定。

4	9月14日(日)	藤枝 第1回 (峯田)	① 探究課題の把握 ② 光の性質について調べよう！ 「入射角=反射角」 ③ 光センサー(MESH)を調べよう。	・光の反射について、基礎を押さえる。設計図をもとにセキュリティーシステムを組み立てる。
5	9月23日(日)	焼津 第1回 (袴田)	③レーザーセキュリティーシステムを作ろう。光線の性質(直進する・入射角と反射角の角度の関係・レーザー光線の特徴)を見つけたり気づいたりする。 ④ 意欲的に取り組む姿が見られた。 ⑤ 各人がアイデアあふれるセキュリティーシステムを作ることができた。 ⑥ MESH センサーの特徴を把握することには大きな興味関心を示した。	過去3回の課題が、修正できている。
6	9月29日(日)	浜松 第2回 (袴田)	design ということを重視して、指導を行った。しかし、設計図を書かせる紙面と、実際の工作用紙の大きさが異なることや、鏡の置き方の微妙なずれによってレーザーが予定したところへ反射しないなど、設計図どおりに作成することはなかなか難しかった。また、実験結果をもとに、設計図を書き直すことは、時間的に難しかった。	・MESH の扱いにも慣れ、不具合が生じて困るということはほとんどなかった。 ・教材としてようやく安定して来たといえる。
7	9月16日(祝月)	牧之原 (袴田)	・センサー、明るさセンサー(MESH)の紹介。光がぴったり当たると、光センサーが付くことを知る。 ・「入射角、反射角」ということを、丁寧に指導した。	・60分間という短い指導時間であったため、活動内容を絞った。(60分間×2教室)
8	10月19日(土)	静岡 第1回 (袴田)	MESHをはじめからテーブルに分けない。 ① 光の性質「入射角=反射角」を抑え、確かめさせる。(レディネスをそろえる。) ② 設計図に書かせる。 ③ 実際に工作用紙上に作る。 ④ センサーを用いて、セキュリティーシステムを作る。	・MESH の生徒への提示の仕方を工夫することにし、初めて段階的な指導を行う。 ・小中学生の、「入射角=反射角」の理解の差をどうするか。
9	10月27日(日)	藤枝 第2回 (峰田)	(1)設計図を基にレーザーシステムを構築する。(一人一実験)(Try & Test) (2)レーザーセキュリティーシステムを組み立て、試行錯誤しながら、MESH センサーを組み込む。(Decide) (3)完成したら試技をする。 (4)グループで結果を発表しあう。 (5) Learn どんなセンサーがあったら、感知できるだろうか？ →自分の探究活動のどこに、どんなセンサーが活かそうか。	・グループで結果を発表し合う。 ・Learn 「どんなセンサーがあったら、感知できるだろうか？」 →自分の探究活動のどこに、どんなセンサーが活かそうか。

10	11月4日(祝月)	静岡第2回 (袴田)	①iPadを用いて、いろいろなセンサーを結び付け、プログラミングを作成する。 ②ワークシートに設計図を記入する。 ③設計図をもとにセキュリティーシステムを組み立てる。(2人組) ④完成したら試技をする。 ⑤自分たちの作ったセキュリティーシステムについて、グループごとに発表しあい情報交換を行う。	今回も「課題」の中には、「私たち(の会社)は各グループの考えを検討して、一番良い考えを採用します。」という文言がある。互いに評価し合うという活動も大切ではないかと考える。
----	-----------	---------------	---	---

### <考察>

#### 1. STEM教材としての「MESH」の長所

- ・ センサーは、科学技術分野で日本の最も得意とするところである。科学、工学、技術を統合した製品としてのセンサーに触れさせることは、STEM教育にとって大変意義がある。
- ・ MESHは製品として完成度が高く、iPadを利用することでプログラミングの学習もできる。
- ・ 自由研究への利用も可能で、今後の生徒の研究活動をより幅広く、発展的なものにすることが可能である。
- ・ <課題(指導の難しい点)>
- ・ 現状では、MESHの充電、iPadとの同期など、準備に時間がかかる。
- ・ また、活動の途中で正常に働かなくなることもしばしばで、対応できる指導者が必要。

#### 2. 「レーザーセキュリティーシステムを作ろう！」の教材としての評価

- ・ 「目標(問題の定義 Define)」が大変魅力的である。
- ・ 「レーザー光線を用いて、泥棒の侵入を防ぐ。」という設定は、生徒をワクワクさせる。
- ・ 光の反射の性質「入射角=反射角」という基礎を、レーザーと鏡を用いて習得できる。
- ・ 設計図は、生徒にとって書きやすい。
- ・ 「光の反射の性質を学ばせる回」と「MESHを自由に使って装置を作る回」の2回に分けての教室が効果的である。2時間ずつ、午前と午後に分けることも可能。

### <課題と改善がされた事柄>

- ・ MESHとiPadという新しい教材は、扱い方が習得できれば、安定感も増し、生徒一人一台の利用が可能である。当初2人で1セット利用していたが、3回目から1人で1セットの利用に変更した。
- ・ 授業の初めから、MESHの全種類を机の上に置くと、生徒の注意が散漫になり、すでにやり方を知っている生徒は、勝手に次のことをやってしまう。第8回から、段階的に提示することにした。
- ・ 小学生と中学生の理解の差があるままに、授業が進行してしまうため、作図等に大きな差がみられた。第2回目のワークショップでは、導入部で光の反射について、復習を対寧に扱った。(静岡会場第2回)

#### 1. designの重要性を確認

- (ア) 事後の話し合いでは、どの会場でも、「生徒に設計図を書かせた上で装置を作らせることが、重要である。」ということが話し合われた。
- (イ) さらに、実験をもとに設計図を作り直して、新たに試す時間が欲しいとの声も聞かれた。
- (ウ) ただし、今回の実践では、設計図をもとに実際に装置を作ることの難しさも指摘された。

ア 設計図の紙の大きさと、工作用紙の大きさに違いがあったため。→のちに修正。  
イ 鏡の置き方のわずかなずれによって、光がイメージしたとおりに反射しない。→本教材の持つ短所。「鏡を線に合わせておく。」と指示すれば克服できるが、それでよいか？  
ウ 生徒がいろいろなセンサーに関心を寄せたことで、「光の反射」から関心が離れる傾向がみられた。→プログラミング学習という観点で見れば、よい表れである。

## 2. STEM 学習における終末の在り方

STEM 教室を行い、毎回感じることであるが、課題を解決するための方法としていろいろなものがあり、課題に対する答えとして「基準を満たせばどれでもよい。」という結論になりやすい。これは、いろいろなアプローチや多様性を尊重する STEM のよさであることは否定しない。しかし、いろいろある中で、「どれがよりよいか。」と比較したり競争させたりする必要はないだろうか。今回も「課題」の中には、「私たち(の会社)は各グループの考えを検討して、一番良い考えを採用します。」という文言がある。互いに評価しあうという活動も大切ではないかと考える。

最後の詰めがやや甘いと感じられるところを、今後どのように克服したらたらよいのだろうか。

4. 令和元年度 静岡 STEM アカデミー実践教材分析(青木)

教材名 (指導者)	風船ロケット(青木、増田)	風力発電(ヌルル)	レーザーセキュリ ティー(袴田、峯 田)	風力発電(安間)	マイクロビット(藤 田、林)
現代的な 課題	▲	◎	○	◎	○
design	○	○	◎	◎	* ○
energy		◎		◎	
system			◎		
S(科学)	○		◎	◎	
T(技術)	◎	○			◎
E(工学)		◎	○	○	○
M(数学)		○		○	
評価	○身近な素材で実施できる。 ○工夫ができる要素が多く、活動への意欲が高まる。 ▲結論が出しにくい。	○課題が社会と結びついている。 ○活動の自由度がある。 ○風速などの数字を測定させることができる。 ▲発電所の設置場所を探す活動(ドローン)がやや弱い。	○課題が生徒の興味をひく。 ○MESHというセンサーの利用が、興味をひく。 ○活動を通して、光の反射についての、理解ができる。 ▲年齢差への対応が難しい。 ▲設計図と実際場面ですれが生じる。	○課題が社会と結びついている。 ○「こうすればこうなる」という条件規制について、体験的に学ばせることができる。 ○グループごとの結果を、比較統合する追究過程がよい。 ○電力を測定し、数字で結果を出す。 ▲教師の指示が多くなる。	○プログラミングが学べる。 ○技術、工学的な側面が強い。 ○自由研究への応用が期待できる。 ▲(STEMの観点から)課題が不明瞭。 *プログラミングをデザインと考えれば◎となる。
備考	手軽に興味をひくことができる。	ドローンの利用方法を工夫すれば、良い教材となる。	鏡の設置方法を工夫する必要がある。	4時間程度続けると良い。	早い時期に実施し、自由研究に利用させるとよい。
知識技能		○	○	○	
思考判断 表現	○	◎		◎	◎
学びに向 かう力	◎		◎		○
(技能)	○	○		○	○

## 9. 令和元年度の e-learning での moodle を活用した

### 探究活動支援の現状と課題

静岡大学大学院 教育学研究科 峯田一平

#### 1. はじめに

静岡 STEM アカデミーでは、STEM の考え方をを用いた探究活動を行っている。午前は STEM 講座、午後は各自の個別探究活動(自由研究)の指導に時間を充てている。子どもたちの探究能力を育成し、講座を通して各自の自由研究に課題解決の方法や新たな考え方を取り入れる機会を設けている。個別探究活動の中で子どもたちは自身の研究に対して様々な疑問や課題をメンターに相談することが少なくない。しかし、各自の個別探究活動の指導は時間が限られており、また各自で探究のテーマが異なるため多数の子どもがいる中で一人ひとりに細かく丁寧に対応することは困難である。そこで e-learning システムである moodle を活用し、メンターと子どもとの情報の共有を図るとともに、個別探究活動指導以外でも子どもたちの探究活動を支援する取り組みを行った。

#### 2. e-learning の使用

e-learning とは、インターネットを利用した教育のことを示している。場所に関係なく、子どもたちは各自で学習を進めることができるという特徴がある。e-learning システムにおいてはオープンソースの学習管理システムである moodle を用いて探究活動の支援を行った。

静岡 STEM アカデミーでは、moodle が主に 2 つの役割を担っている。一つ目はメンターとの情報共有である。個別探究活動指導以外でも探究活動を支援するために常時情報共有ができるようにしている。各自の探究活動(自由研究)の進捗や課題に対しての相談や連絡を行っている。(次頁参照)また子どもたち同士での情報交換もできるようにしている。子どもたち同士での議論はお互いの探究活動の理解に繋がり、メンターに対しても有益で子どもたちの考え方を把握することができる。二つ目は STEM 講座後の書き込みである。子どもたちに STEM 講座に対しての感想や意見、疑問などを記述してもらうことで、指導側はその評価を確認し講座の改良を行うことができる。moodle を活用する場を設け、子どもたちがメンターに対して普段から質問しやすい環境を整えている。

一方で、課題も見られる。静岡 STEM アカデミーの受講生には開講時に e-mail アドレスで moodle の登録を行い、使用ができるように環境を整えてきた。しかし、普段からパソコンを使用しない家庭が多く操作に対して不慣れであったり、登録をしても子どもが自分で使えるパソコンがなかったりと家庭内に使用できる環境はあるものの十分に使用されていないのが現状である。またインターネット環境がない家庭や保護者が子どもにパソコンの使用を許可していない家庭も見受けられた。

#### 3. おわりに

年間を通して moodle 活用の現状と課題を確認することができた。静岡 STEM アカデミーでの取り組みが子どもたちの探究活動に対して成果として表れてきたことは事実である。一方で支援が行き届いていない部分も見えてきた。活動に関して家庭の協力が必要不可欠であり、運営側も支援が行き届くように対策を講じなければならないと考える。次年度に向けて moodle をより一層活用できるように工夫していきたい。

<メンターと受講生との会話の一例>

STEM2.0 1月31日の振り返り

2020年01月31日(金曜日) 19:20 - S.K の投稿

今日は、今後の研究についての話し合いをしました。今後は、屋外で調査・実験を行うのではなく、室内での実験を行うということを確認し、その細かい方法について相談しました。砂の形を数学的に表す方法や、粒度ごとに砂のへこみやすさが違うのかを調べる詳しい方法などについてのアドバイスを貰いました。他にも、実験で使うふるいを購入して頂いたので、それを受け取りました。指導して頂いた楠先生の「地学の面白いところは、喋らない無機物の言葉を聞くところだ」という言葉が印象的でした。

Re: STEM2.0 1月31日の振り返り

2020年02月17日(月曜日) 10:09 - 青木 克顕 の投稿

楠先生が、良いことを教えてくださいました。また、Photoshop を利用する方法などは、考えも及びませんでしたね。さすがに専門家のご意見でした。青木

Re: STEM2.0 1月31日の振り返り

2020年02月19日(水曜日) 20:28 - 青木 克顕 の投稿

楠先生に紹介された本が届いています。堆積学の本です。次回2.0の折にお渡しします。青木

Re: STEM2.0 1月31日の振り返り

2020年02月20日(木曜日) 21:12 - S.K の投稿

ありがとうございます。

第二回 2.0 の振り返り

2020年02月29日(土曜日) 09:32 - S.K の投稿

今日は、Photoshop の使い方や、今後の研究について相談しました。今後は、Photoshop を使って砂の真円度を測定したり、粒度ごとに分ける前の砂のへこみやすさを測定したりする実験を行います。実験に使う器具についてアドバイスして頂いてありがとうございました。

Re: 第二回 2.0 の振り返り

2020年02月29日(土曜日) 10:45 - 青木 克顕 の投稿

2020年2月28日17:00～ 静岡大学教育学部 C棟301

粒度ごとに実験した結果を報告し、楠賢司先生と、延原尊美先生に指導を受けました。

また、Photoshop を用いて、砂の面積を測定する方法を再現し、やり方に問題がないか検討しました。

さらに、次回までに実験してくる内容について、指導を受けました。

今後の研究成果が待たれます。学校がコロナウイルス対策で、3月2日(月)午後よりしばらく休校となるので、実験する時間が増えそうです。次回は3月9日(月)9:00から

記載 青木克顕

## 10. 静岡STEMアカデミーにおける自由研究指導

静岡大学教育学部静岡STEMアカデミー  
アドバイザー 増田俊彦

### (1) 子ども達に求められる科学的探究能力

世界は今、4G から 5G へのドアが開けられ、第 5 次産業革命が現実のものになってきている。未来社会を創り出していく子ども達は、時代の大変革が起こりつつある渦中を生き抜いていかななくてはならない。親たちが体験してきた従来型の職業体系から 21 世紀型の誰も経験したことのない体系に移行し始めていることを、教育に関わる私たちは認識する必要がある。

今や世界はグローバルな経済の動きの中に教育も巻き込まれており、国の豊かさは経済の動きに左右されるようになってきていて、「科学技術力」に負うところが大きい。

そのような混沌とした時代の中で、子ども達にどんな学びを身につけさせるかは、喫緊の課題である。従来の「覚える学び」から脱却して、「覚えたことを活用する学びへ」の転換が求められる。つまり、科学リテラシー（科学的な活用能力）を身につけた学び方を重視した科学教育が必然となっている。そのように俯瞰してみると、STEM 教育の展開は、時代が求めているひとつの学びになりえている。

また、2020 年 4 月から小学校、次年度から中学校の授業において「主体的・対話的で深い学び」が求められている。学校で行なわれる理科・算数数学・技術家庭科・図工美術などの授業と、地域社会で開講している質の高い静岡STEMアカデミーの学びの融合は、静岡県内の学校現場にとっても子ども達の科学的探究力を高める相乗効果が期待できるものである。

### (2) STEM 教育と自由研究のかかわりについて

ジリアン博士のモデル授業からもわかるように、STEM の学びは、science（科学）・technology（技術・ものづくり）・engineering（工学）・mathematics（数学）のそれぞれの領域が融合した 21 世紀型の科学教育として受けとめることができる。

私たちの静岡STEMアカデミーの講座では、STEM ワークショップと個別探究活動（自由研究）に分け、午前：STEM ワークショップ、午後：個別探究活動として実施している。

STEM ワークショップは、engineering design process に示されているように、define（問題の定義）→learn（調査）→plan（計画）→try（準備）→test（実行）→decide（決定）を、基本的な進め方として展開されていく。

このSTEMの探究活動の基本的な進め方は、私たちが展開している自由研究の進め方と同じ方向性を持つものであり、自由研究活動の進め方として捉えている「科学の方法」（疑問→動機→探究方法→実験→結果→考察→結論）とも基本的には同類であることが推測できる。よって、STEM教育で育成される科学的探究能力は、私たちが講座生に求めている自由研究で育成される科学的探究能力と一致するものである。特に、結果



ジリアン博士のモデル授業

(答え) はひとつではなく、課題をクリアする結果であれば一人ひとりまたはチームによって異なってもよいという結果の求め方や、自分が考えている仮説を証明するために実験装置を設計・自作し、試行錯誤して改良しデータを求めていくなどの探究全体をデザインして進めていく手法などは同一のものである。私たちはそのような取り組みの連続が、やがてイノベーションを起こすことのできる人材に育っていくことを期待している。

私たちは自由研究指導を進める中で、探求的な活動にこだわり一人ひとりと対面した指導を軸としてその講座生に内在している科学的な能力を引き出し鋭さを増すように、継続した指導を心がけている。なぜなら講座生に期待して、本人に内在している能力以上のやり方や受動的な学びをさせてしまいその気になってついてきても、本人の経験値は増えるが科学的な能力が身についていくとは思えない事例を沢山見ているからである。それは科学探究の階段を、3,4段一気に無理して上がっていくのに似ている。

そのような児童生徒は、毎年JSTが主催しているサイエンスカンファレンスの発表者の中にも見受けられる時がある。「どうしてこの研究に取り組んだのですか?」「この式はどうして導かれてきたのですか…?」「君のそのアイディアは素晴らしいね?何がきっかけだったのですか?」というような質問をすると、「大学の先生に教えていただいたから…」「大学の夏季科学教室に参加したら、やってみないかと言われ…」のように、言葉少なくなっていく発表者に出会うことがある。どう見ても受動的な取り組み方をしている、素晴らしい研究をした児童生徒の科学的な探究能力が育っているとは思えないのである。表面的には素晴らしく小中学生のレベルにはないような高度な研究を提案していても、その生徒の顔が見えない育成の姿でよいのだろうか。

ノーベル賞受賞者のみなさんがインタビューの中で、日本の若者達の基礎科学にもっと時間と財源を与え、自由な発想で挑戦させるべきだと語っている。私たちは、日本の将来にとって意味のあるイノベーションを起こせるような若者を育てるために、主体的で創造的な能力を発揮できる子ども達を持続的に育てていくことを大切にしようとしている。講座生の一人ひとりに内在している科学的な能力を見つけ引き出すためには、成果を急がず探究をするための基礎から身につけさせていき、その先に卓越した科学者としての芽が育っていることを目指して取り組んでいる。

### (3) 静岡 STEM アカデミーにおける探究活動（自由研究）指導

#### ①STEM 講座の探究プログラム

上記(2)に示したことを受け、10:00~12:00 までの午前中の講座は、STEM 教育をふまえた熊野研究室で開発した STEM プログラムを展開し、STEM 教育で狙っている探究能力の伸長を目指している。

この STEM プログラムは、講座生個々に取り組んでいるテーマとは一致するものではないが、科学探究の面白さや楽しさをワークショップ形式でチームとしてまた一人ひとりで行なうことにより、体験的に問題解決の新しい視点や解決の仕方に気づいていく。特に今年のプログラムはセンサーに注目し、自分の探究に活用するヒントを得てデータをとることに発展していくことを目的としている。





Mesh をセキュリティシステムに組み込む。



Micro:bit のセッティング

\*STEM プログラムの実際は、「報告書」を参照。

後半の 13:00～14:45「個別探究活動」の時間は、自由研究の基本的な進め方に重点を置いた「基礎的探究講座」や「個別相談タイム」を設け、一人ひとりが探究活動を展開する上で、行き詰っていることや、結論を出した考察に問題はないのかや実験のやり方に問題はないのかなどの相談を、講座生一人ひとりが取り組んでいる探究活動のテーマにもとづいて、メンターを中心に講座に参加した指導者が相談にのる内容となっている。

## ②個別探究活動（自由研究）の指導

### A:STAGE「1.0」の探究活動の基礎的探究講座

STAGE「1.0」の講座生は、初めて「自由研究」に取り組む児童生徒が 1/3 くらい存在する。しかし、どの講座生も好奇心旺盛であることが、今後の育成に期待が持てている。

講座生の実態を調べると、単に「科学教室を楽しみたい」という児童生徒が 1/4 ほどいる。だから探究したことを論文にしてみようとか、まとめた論文を対外的なコンクールに出して自分の科学的な能力を推測してみようという講座生は 2/3 ということになる。



ヌルル博士の説明に興味津々

自由研究というと、巷では料理を作っても、生き物の世話をしてもらってもそれをレポートにまとめれば自由研究だと紹介している TV 番組や、本が多い。私たちも「大学が開講する科学講座だからクオリティが高いだろう」とか、「STEM というアメリカの科学教育を受けられるから子どもを参加させたい。」などの考え方が多く聞かれた。だから、探究活動の延長線上に論文を書くという認識を持っていない講座生や保護者が多数存在するのが現実なのである。

そこで私たちは、STAGE「1.0」の講座に参加した児童生徒を意識して、こ

の講座生が継続して探究活動に取り組むための基礎的探究講座として位置づけた内容を展開している。特に、論文のテーマの設定の仕方や書き進めていく方法まで細やかな指導をすることとしている。それは時間がかかっても継続指導することにより、大化けすることを期待しているからである。

### ①テーマ設定の指導の必要性

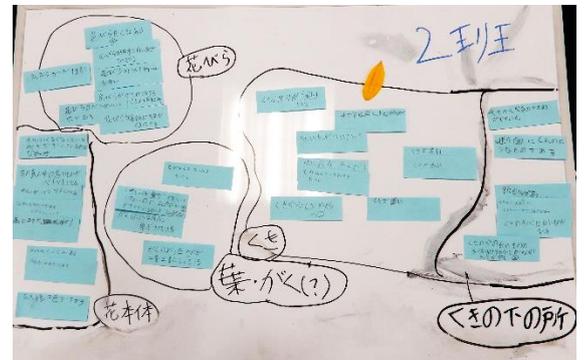
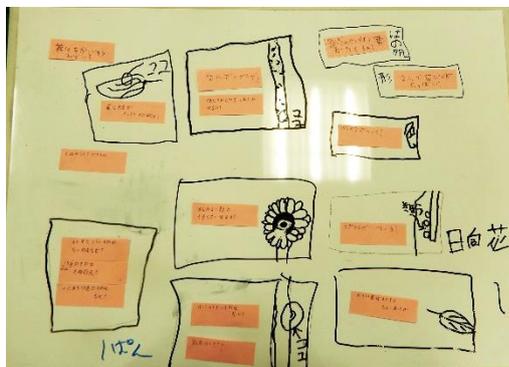
自由研究をしたことのない講座生は、テーマそのものも作れない。何をテーマにすればよいのか彷徨うばかりである。親に聞いたり本を読んだりしてようやくテーマを設定できても、実験したり観察したりすることができない漠然としたテーマを作ってくる。そこで疑問を持つ大切さを具体的に意識して疑問を大切にすることを指導した。

- ・生活している身の回りの中から「なぜ」「ええっ、不思議だな」と思ったり感じたりしたことを、ポストイットに1項目1枚に書かせ、チームで出し合いみんなに説明する。
- ・学校の授業で、「なぜそうなるかわからない」とか、「授業の中で感じた疑問」をテーマにする方法もあることを知らせる。

\*講座としては、ひまわりの花を見せて、「ひまわりはどのようにして“ひまわり”なのだろう」という問いをぶつけ、ポストイットに「1項目1枚」の原則にのっとり「やってみたい疑問」「どんなことに不思議を感じるか」などを自由に思いつく数だけ書きだす。

例えば、「太陽の方を向いて回っていくから“ひまわり”だ」という答えが多く返ってくる。そこで「ひまわりは、本当に太陽の方を向いて動いているのだろうか?」という探究テーマが設定される。

この手順を模倣して、自分の探究テーマをつくらうと呼びかけた。



ポストイットカードの分類と仲間分け

### ②テーマは、疑問形にしようという指導

「なになにの研究」(例えば、「アサガオの研究」)のようにしないことを指導した。もし「アサガオの研究」をやろうとしているのなら、「なぜアサガオの研究をしたいのか」「アサガオのどこに興味を持ったのか」を考え、その具体的な疑問そのものをテーマにする。

そうすると「アサガオは本当に朝咲くのだから?」とか、「変形アサガオは、どうやって作るのだから?」のように、その講座生がやろうとすることまで見えてきて取り組みやすくなる。「アサガオの研究」としたい場合は、疑問形にしたサブテーマをつけることを押さえた。

### ③「動機」を具体的に書く指導

「動機」を2～3行程度書いてよしとする初心者が多い。それは、「動機」の重要性が理解されていないからである。そこで、「なぜこの研究をやるようになったのか?」「どこに、なぜ、どんな疑問を感じているのか」「それはどうしてか?」「どんなことがヒントになったのか?」「どんなことを解き明かしたいと考えているのか?」「それはなぜなのか」等等、「動機」は探究活動の出発点であり、どんな目標を持って探究していくのかを明らかにすることである。

### ④探究の全体をデザインするワークショップ

1. 基本シート：2右図）をはさみで切り出し、一枚一枚カード化する。
2. カードを自分が考える探究の順番に並べる。
3. チームで一人ひとり「なぜそういう順番になったのか」を説明し、食い違ったカードを明らかにする。
4. 順番の食い違うカードを、どう考えればよいかチームで協議する。
5. 全体で発表し、協議する。最終的には指導者が解説しながら確認する。
6. 確認された全カードを、台紙（基本カード：1 左図）に貼る。

STEMワークシート：「探究プロセスを考えよう！」	
(1)	(11)
(2)	(12)
(3)	(13)
(4)	(14)
(5)	(15)
(6)	(16)
(7)	(17)
(8)	(18)
(9)	(19)
(10)	(20)

基本シート：1

<b>考察 をする</b>	<b>同じような過去の研 究の情報を収集</b>
<b>仮説を立てる (予想する)</b>	<b>アドバイスを受ける (何回も受ける予定*印)</b>
<b>グラフ にまとめる</b>	<b>探究ストーリーを考 える(どのように進めるか)</b>
<b>探究テーマ を決める</b>	<b>探究成果が世の中の 何に役立つか考える</b>
<b>探究目的・ 探究方法を書く</b>	<b>探究計画を立てる</b>
<b>動機 をくわしく書く</b>	<b>実験観察装置を自 分で作る(設計図)</b>
<b>実験データ を表に記入する</b>	<b>写真や動画で記録を 細かく撮る</b>
<b>結論 を導く</b>	<b>疑問は、図書館・イン ターネットで調べる</b>
<b>実験・観察 をする</b>	<b>次に発展させる疑問 を考える</b>
<b>実験結果 を書く</b>	<b>探究ノートをつくる 全てのメモ・記録を残す</b>

基本シート：2

この台紙（基本シート：1）のように探究を順番に実行していけばよいことを知る。

### ⑤実験データーをどう処理するかワークショップ

1. チョロキュウ（おもちゃの車）で遊ぶ。
2. 3人1組でチームを作り、距離を計る人・車を操作する人・記録をとる人に別れ実験する。
3. 車を3cm・6cm・9cmのように引く距離を計る。
4. 手を離し、どこまで車が走って行ったかの距離を記録する。実験を何回行えばよいか考えさせ、3～5回くらい試行する。
5. 記録者は表にまとめ、引いたそれぞれの距離の平均値をとる。
6. 引いた距離を横軸、車が走った距離を縦軸にグラフを書く。
7. グラフから何がわかるのかチームで考え、全体で確認しあう。
8. 中学生は、そのグラフから、グラフの式を求める。



おもちゃの車「チョロキュウ」



おもちゃの車「チョロキュウ」の実験の様子

### ⑦「結果」と「結論」は異なることを考えさせる。

ほとんどの講座生は、「結果」と「結論」を混同して表現していることが多々見受けられる。このことは、論文を書く上では留意しなくてはならない。実験をして得たデーターが「結果」であり、その結果を自分が当初立てた「仮説」と実験のデーターがどうであったかを比較して論じて得た答えを「結論」とする。

講座生の論文を読んでいると、「仮説」をなぜ立てたのか曖昧な文章が多い。このことは、講座生にとって「仮説」と「結論」の係わり合いや意味をしっかりと捉えていないことが、その因であることが考えられる。それゆえ、この講座は実施する意味が大きい。

### ⑧今後の課題や今後の展望を書くこと

各疑問に対する結論を導いて探究は終わりではなく、「なぜこういう結果が出てきたのだろうか？」とか「このことはどうなっているのだろうか」、「そういう結論ならば、次にこういうことを探究する必要があるのではないか！」・・・という、新しい疑問を導き出すことの大切さを考えさせた。

その問いが、次への原動力になっていくからである。また探究の最終章では、自分が解こうとしている疑問は、それが解けると将来どんな未来が

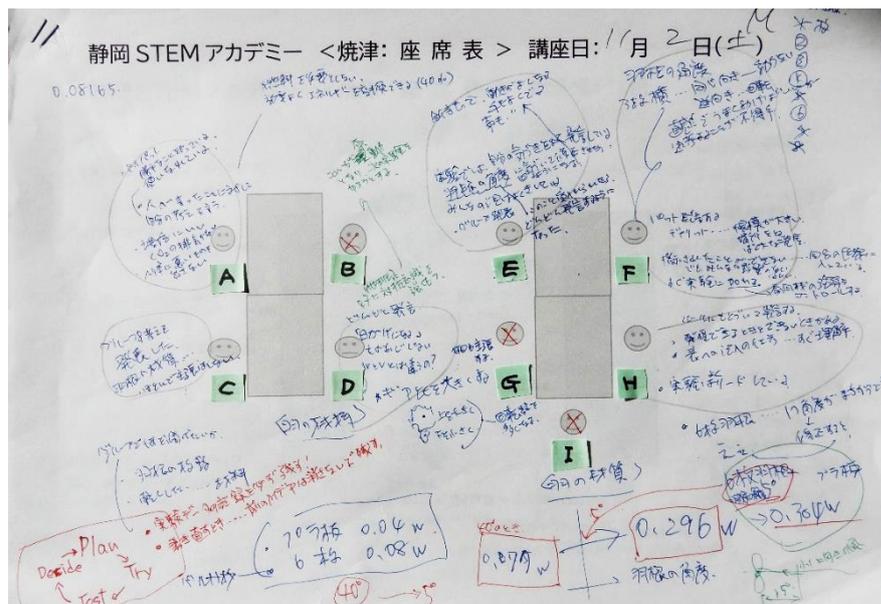
開けていくのか、どんなことに役立っていくのかなどを具体的に考えていることを書くように示し、それはなぜなのか議論した。

ただ「面白かったからやってみた」というのではなく、「この結論がもっと発展していくと、こういう人に役に立つ」とか「こういう社会を創るためには、いまやっていることをもっと探究していくことが大切だ。」・・・この

ような感想を加えることを指導している。このことは、講座生本人がチャレンジしている探究の意味を深く捉えることができるようになっていくことを期待していると共に、生活の中で飛び込んでくる多様な情報に興味を持つようになっていくからである。そしてそのことは、探究活動を継続するきっかけ作りに発展していくことになる。

## B 「座席表」による一人ひとりの把握

下記のような「座席表」をつくりSTEMプログラムを受講している時に、「どんな発言をするのか」「どういう行動をとるのか」「チームの中での動き方は・・・」などアドバイザーが気づいたことを「座席表」に記入し個々の把握に努めた。



座席表による一人ひとりの観察メモ

この個々の記録をとることによって、講座生が内包している科学的な能力やチームの中での発言力やリーダー性・アイデア・行動力など、その講座生の人となりが見えてくる。こうした記録をメンターとの振り返りの中で情報共有することによって、次回の講座時の声かけや moodle 上でのやり取りの中で使う言葉も的確な言葉掛けになっていく。

このような指導者間のコミュニケーションによって、講座生の突発的に見せる行動や発言のこだわりなどの理解しにくかった部分において、保護者とのやり取りを深めていくと、保護者が隠しておきたい講座生の特質などをぼつぼつと語るようになってくると共に、好きな理科を通して将来に向けた芽を見つけてあげたいという親の切実な思いも理解できてくる。

## C. e ラーニングの活用

moodle を開設して、メンターやアドバイザーとのパイプにすることを目的にしている。

毎回、講座終了時に「振り返り」として moodle を活用する実習を行なっているが、実際には活用は期待ほどではない。それは、講座生が普段使ったことがないから必要感を感じていなかったり、使うメリットがわかっていなかったりすることがその要因である。

その要因として考えられるのは、当初アドレスを登録させ事務局とキヤッチボールができることを意図していたが、活用している講座生は「STAGE1.0」の講座生で 2 割くらいである。そこで調べて見ると、講座生自身が使えるインターネット環境がないことがわかってきた。

moodle 開設時に使い方を指導した時、講座生が登録したアドレスは講座生本人のものではなく保護者のものであり、子どもが使うことを許可していないケースが多いことがわかってきた。だから、静岡県内の子ども達が PC やタブレットに触れるのは学校でしかなく、子ども本人用の PC を買い与えている講座生はとても少ないということである。

しかし、年度終盤になってくると、比較的科学的な能力が高いと思われる「STAGE1.5」「STAGE2.0」の講座生ほど moodle の利用率は 8 割近く活用されていることがわかってきた。探究が進んでくることによって、講座生の意欲や親の支援のあり様に変化が出てきていることが推測できる。

アドバイスを求めてくる講座生は、メンターやアドバイザーと良質なコミュニケーションがとれていて、どこまで探究が進んでいるのか、どこでつまづいているのかが指導者サイドでも把握できてくる。そのため、個別指導と相まって適切な指示や相談活動が行なわれており、それなりの成果につながっていくことも認められた。

## D. 午後の講座の前半は、「基礎探究講座」を実施し、後半は「個別相談指導」を実施した。

講座生の探究活動を充実させるには、個別指導が不可避である。その講座生の探究テーマに寄り添い、個の人となりや踏まえながら「何で困っているのか」「つまづいていることはないか」など本人に考えさせながら耳を傾けてあげることが大切になっている。

こうした時間のかかる個別指導に面倒くささを感じずれば、考えさせずに教えこんでいけば簡単であるが、講座生の能力の伸長には距離を置くこととなる。



増田アドバイザーの親子の個別指導



青木准教授の個別指導



山本助教授の個別指導



袴田院生の親子の個別指導

講座生の個別指導には、付き添いで来場していた親も参加することにより、本気で子どもの夢中になっている探究活動を理解しPCの購入を考えるようになったり、調査などにも車を出してサポートするようになったりするケースも出てきている。

## E. 月刊「STEMだより」の発行

講座生の意識を高め、何をその講座で実施したのかなどがわかるように、また保護者の理解や子どもの支援を意識していただくためにも、どんな活動をしているのか知っていただくために保護者分も印刷し配布した。

この広報誌の発行は「静岡 STEM アカデミー」が、他の公民館などで行なわれている科学講座や従来行なわれてきた科学講座とは異なる内容のものであり、静岡における新しい時代の小中学生向けの科学講座の紹介と差別化をねらって発行した。事務局の記録としても意味あるものとしてとらえており、今年度は11号発行した。



静岡 STEM アカデミーの広報誌「静岡 STEM アカデミー 2019」

## F. STAGE「1.5」の講座生における個別相談

STAGE「1.0」の基礎講座を〔修了〕もしくは〔修了とみなす〕と評価された講座生で、STAGE「1.5」を希望した講座生は審査を受け、STAGE「1.5」に進み、

午前中の講座は、科学者や研究者の展開する科学探究ワークショップを受講した。

この科学探究ワークショップの内容は、それぞれの専門家の研究領域の講話と体験的ワークショップで構成されている。



早川博士の植物分類ワークショップ



雪田教授の骨芽細胞の観察

研究者の先生方の講話は、深まりがあり、講座生も真剣であった。講話やワークショップの領域や内容は、講座生にとっては自分の研究テーマとは異なるものであっても、自分の探究の視点を変えてとらえたり手法を考える上でとても有効である。

STAGE「1.5」における午後の個別相談活動は、探究テーマに基づいて個別の相談が行なわれた。STAGE「1.5」の講座生の自由研究は、探究活動がだいぶ進展して深まりも出てきていて、相談活動も探究内容にかかわるものが多く真剣さが見られる。

## G. STAGE「2.0」の講座生における個別相談

STAGE「2.0」の講座生の探究テーマに沿って、講座生とかがわっていただける研究者を選び、協力関係にある研究機関や大学の研究者とコンタクトをとり承諾を。

しかし、引き受けていただいた研究者のみなさんは、小中学生の豆科学者を目指している講座生を育成できることにとても喜んでいただき、意欲的にかがわっていただいた。講座生は、研究者の専門家に指導いただけることに興奮気味に参加することができた。

開催時期が12月に入ってからだったため、今年度の探究論文には充分反映できていないが、次年度につながる重要な場であったと思われる。



雪田教授のイモリの再生実習



熊野教授の英語での発表原稿指導



山本助教授の生命倫理の指導



西岡博士のワニの解剖実習

\* STAGE「2.0」の講座生は、moodle を使いこなしている。

\* STAGE「2.0」の講座生の moodle の活用例：

0 さんが「ふじのくに地球環境史ミュージアム」の西岡博士に指導を受け、ワニの解剖をしてその感動を moodle に振り返りとして報告すると、メンターの青木先生がコメントを加えました。0 さんの探究活動に興味を示した 2 人の講座生からメールが入り、講座生の仲間内で感想や励ましを伝えるようなやり取りがなされるようになりました。(下記は moodle のやり取りしている例)



1 月 11 日振り返り

2020 年 01 月 12 日(日曜日) 08:39 – O さん の投稿



今日の活動内容は 2 つあります。

1 つは西岡先生と博物館をまわりました。

恐竜のどこの骨がなんという骨かよくわかりました。  
他の動物と何を比べればいいのかわかりました。

もう 1 つはワニを解剖しました。

ワニの腕、頭、足などをメスを使って解剖しました。  
解剖といっても内臓は無く、血抜きしてありました。  
初めてメスを使いました。



分かった事

- ・ワニは前足の指は 5 本、後ろ足の指は 4 本。
- ・ワニには軟骨の胸骨がある。
- ・背骨の下に Y 字の骨がある。
- ・部位ごとによる肉の質が違う。  
例えば足は筋肉質、尾は脂がのっている。
- ・ほっぺに沢山の肉がついている。





Re: 1月11日振り返り

2020年01月17日(金曜日)12:14・青木克顕の投稿

丁寧な報告を書いていただき、ありがとうございました。

STAGE2.0の報告書に使わせていただきました。

さて、これからOさんの研究はどんな方向に進めていくのでしょうか。

困ることがあったら、相談してください。青木



Re: 1月11日振り返り

2020年01月24日(金曜日)16:40 - Kさんの投稿

とても貴重な体験をされたようですね。

ワニの骨格標本を作るのですか。

もし作られるようでしたら、完成した骨格標本をぜひ見てみたいと思いました。



Re: 1月11日振り返り

2020年01月27日(月曜日)22:34 - Iさんの投稿

ワニの骨格標本を作るのですか？私は夏の自由研究で魚の骨格標本をつくりました。Oさんは、鳥の骨格標本をどのように組み立てましたか？また、ワニの骨格標本を作るならどのような方法で除肉を行いましたか？今度また教えてください。

また、STAGE「2.0」の講座生の中に、地学オリンピックに応募し受検する生徒も出てきたことを考えると、主体的に自分の科学的な能力を高めていこうという意識が芽生えてきていることが伺える。

### 3. 成果と今後の課題

#### ①対外的な自由研究コンクールでの成果

	市レベル	県レベル	全国レベル	計
平成30年	10	4	2	16
令和元年	20	16	7	43

\*一人で複数(市と県のように)受賞している数も含んでいる。

昨年「静岡STEMアカデミー」が本格的に始動し、今年度は2年目の講座開設となっている。講座生は、自由研究論文に意識が向くようになり、自分が一生懸命取り組んだ探究活動を対外的なコンクールに出品してみようという意識が芽生えてきている。初めてコンクールに出品するという講座生も多くいて出品数が増えたこともあるが、上記一覧表に見るように昨年より対外的な成果は出てきている。

私たちが注意しなくてはいけないことは、コンクールに出すために静岡STEMアカデミーを行なっているのではないということである。あくまでもSTEMアカデミーの講座を受講し探究活動に取り組んだ講座生が、自分が仕上げた研究の論文が対外的にどのくらいのレベルに挑戦できているのかを講座生自身が応募し、認識を深め、ステップアップするための起爆剤にしてほしいと考えている。

## ②自由研究指導における今後の課題

静岡 STEM アカデミーは、今年度の活動を手ごたえを感じて終了することができた。しかし、科学的探究活動の自由研究論文指導において解決しなくてはならない課題は多く、下記のような課題の解決を図っていく。

\* 小中学校現場での自由研究指導が 30 年近くなされていないことが、子どもや保護者にも論文を書く必要性がなく、自由研究によって育てられる「読解力」や「創造性」・「科学的探究力」などの認識が少ない。また、現場の指導者である 20 代 30 代の先生方は、自由研究論文を仕上げた経験がない先生方がほとんどである。

静岡市教育委員会も教師の働き方改革の中で自由研究指導から手を引き、50 年あまりも続いた静岡市自由研究論文コンクールを廃止してしまったが、小中学校の教師で組織している理科部の先生方の英断によって、理科の自由研究論文コンクールは維持されている。社会科は廃止になったことを考えると、働き方改革の潮流の中で今後どうなるか心配である。

\* 子ども達が生活の中から「なぜ」や「どうして」「不思議だな」と見つけた疑問を主体的に探究したり、調査したり、観察したりして、それをまとめて論文に仕上げていく能力は、この 4 月から小学校から順次実施される「新しい教育課程」が求めている「主体的・対話的で深い学び」そのものです。子供達の探究活動を静岡 STEM アカデミーの活動を通して、再考する場を持ち、現場の先生方に広げていく活動にも手を入れていく必要がある。

\* 全国に出品できるレベルの内容の自由研究論文の指導は、じっくりと基礎的な指導から科学的探究能力を育成する視点を大切にして、将来理系への進路をとっていく講座生を確実に輩出していくことを目指していく。

\* e ラーニングとしての moodle の活用効果が少しずつ出てきており、一人ひとりの科学的探究活動をサポートするツールとしてその効果に期待できることがわかってきた。次年度は、moodle の活用を進め、個の能力開発に光を当てられるような状況を生み出しデータの蓄積もできるようにしていきたい。

\* 科学は大好きであるが、人とのかかわりや物事を順序立てて考えることなど集団での学習に苦手さを抱える講座生が複数人存在することがわかってきた。理科大好きでパソコンなどの機器操作や制作活動なども主体的に取り組む姿が見られ科学的な知識も豊富である。しかし、文章を書くことが不得手であったり、チームで取り組む内容になるとコミュニケーション能力に問題をかかえていたりする講座生もいる。このような講座生はこだわりが強いため、なかなか指導してもその通りやらないで、何をやるにも自己流である。こうした強い個性が良い方向を向けば「大化けする」ことが期待できる。そのことはその講座生の未来が開ける瞬間であることから、そこをねばり強くかかわり理解を深めていく必要がありそうである。

そして、保護者ともかかわることによって「支援を必要とする学級」に通級していたことや、生活の中での苦手さなど、その講座生とのかかわりだけでは見えてこない個を理解できるようになっていく。

このような指導の中で見えてくる一人ひとりの講座生の内側まで把握しながら、科学の探究活動をする講座生の指導のあり方を考えていくことも、前向きに受け止め実践を積み上げていこうと考えている。

2019年度 静岡 STEM アカデミー  
STAGE1.5 実践報告  
1 1. 小学生・中学生を対象とした生命倫理の導入

報告者 静岡大学大学院教育学領域 山本高広

1. 実践日時

2020年1月13日(月), 10:00~12:00

2. 実践場所

静岡大学教育学部 C 棟 309 室

3. 実践概要

2019年度静岡 STEM アカデミーの STAGE1.5 の一環として、「生命倫理」をテーマとした実践を行った。この背景として、未来の科学者を養成することを目指した本事業に鑑みたときに、科学者に必須とも言える研究倫理について考えたり、触れる機会がほとんどなかったことに気付いたことが挙げられる。また、本事業において受講生に配布した『13歳からの研究倫理 知っておこう！科学の世界のルール』（大橋淳史著，2018年，化学同人）という書物を活用した実践が行えていなかったことも、この実践を考案した理由の1つであった。さらに、学校教育において、「生命倫理」を直接的に教授することが少ないと考えられたため、学校教育に応用する際の参考として今回の実践が役立つと考えた。

授業者は筆者であり、対象者は小学生と中学生をあわせた計17名で行われた。対象者は、後の結果や分析において区別するため、通し番号として1~17を便宜的につけることとした。小学生と中学生の学年ごとの人数は、小学校5年生6名（通し番号：1,8,10,13,14,17）、小学校6年生2名（通し番号：5,7）、中学校1年生6名（通し番号：2,3,4,6,15,16）、中学校2年生2名（通し番号：9,12）、中学校3年生1名（通し番号：11）であった。

実践は、生命倫理を考えるための事例として、事例その1、事例その2、事例その3を授業者が設定し、対象者に取り組んでもらう課題を各事例に用意した。この実践内容の詳細は、後述の5. **実践内容の詳細**で述べている。

実践の結果は、授業者が考案したワークシート（添付資料1）に対象者が記述した内容を表に整理し、そこから読み取れることを筆者がまとめた。

最後に、本実践の結果を踏まえた考察と課題を述べた。

#### 4. 実践の流れ

時間	実践内容	指導の留意点・備考
5分	生命についての説明（授業者）	理科や自由研究において「生物（生命）」を取り扱った経験を想起させる。
5分	生命倫理を考える 事例その1の提示と説明（授業者）	
20分	生命倫理を考える 事例その1の課題の取り組みと発表（対象者）	まず個人で課題に取り組み、後にグループで話し合い、発表の準備をさせる。
5分	生命倫理を考える 事例その1の解説（授業者）	グループの発表をまとめつつ、課題のねらいについて解説する。
5分	生命倫理を考える 事例その2の提示と説明（授業者）	
20分	生命倫理を考える 事例その2の課題の取り組みと発表（対象者）	事例その1と同様
5分	生命倫理を考える 事例その1の解説（授業者）	事例その1と同様
	＜休憩（15分）＞	
10分	生命倫理についての説明 -法律や手続き，注意点などを挙げながら-（授業者）	
5分	生命倫理を考える 事例その3の提示と説明（授業者）	事例その1・2と同様
20分	生命倫理を考える 事例その3の課題の取り組みと発表（対象者）	事例その1・2と同様
5分	生命倫理を考える 事例その3の解説（授業者）	事例その1・2と同様

## 5. 実践内容の詳細

まず、対象者に生命について考えてもらうため、生命についての説明を授業者が行った。具体的には、「この世の中には様々な生物（生命）が存在している」こと、「理科や自由研究でも『生物（生命）』を扱ったことがある」ことを説明した。後者の説明の際には、これまでの対象者の経験から、飼育・栽培、観察・スケッチ、実験場面を想起させるよう促し、その際にどのように「生物（生命）」を扱っていたかを思い出させた。

次に、生命倫理を考える導入として、事例その1として授業者が提示し、説明した。事例その1については、次に示す通り、『13歳からの研究倫理 知っておこう！科学の世界のルール』（大橋淳史著，2018年，化学同人）から抜粋し引用した。

### 生命倫理を考える 事例その1

あなたは、ヒヨコやウサギを使って、恐怖の感情がどうやって作られるのかを研究したいと考えています。これは、ネズミでおこなった研究を、ほかの動物に応用するものです。ネズミを小さな部屋に入れ、電気刺激を与えると、こわがって身体をすくめます。

この研究は、脳科学の研究のひとつで、将来脳科学者か医者になりたいあなたがぜひやってみたい研究です。ネズミについては結果がすでに知られているので、ほかの動物でも成り立つのか調べたいと考え、手に入れやすいヒヨコやウサギで試すことを計画しています。

『13歳からの研究倫理 知っておこう！科学の世界のルール』（大橋淳史著，2018年，化学同人）118頁引用

この事例に対し、対象者は、①研究を行う上で何が問題になりそうか？、②研究を行う判断を決めるにはどうしたらよさそうか？、の2点の課題について各自で取り組み、その後グループで話し合い、グループの代表者がそれを発表できるよう準備をした。この課題のねらいとして、生命倫理を考える導入として動物実験の一例を具体的にイメージしてもらい、研究倫理上何が問題になるかを考えるきっかけづくりが挙げられる。また、生命倫理を伴う研究には、独りよがりの研究ではなく、他者との相談や研究計画がより一層重要となることを理解してもらうことも、この課題のねらいの1つであった。

生命倫理についてさらに理解を促すため、事例その1を踏まえ、事例その2として授業者が提示し、説明した。事例その2については、次に示す通り、『13歳からの研究倫理 知っておこう！科学の世界のルール』（大橋淳史著，2018年，化学同人）から抜粋し引用した。

### 生命倫理を考える 事例その2

あなたは、両生類であるイモリの足の再生に興味を持ちました。両生類の一部は足がなくなっても再生することが知られています。

ある研究者は、イモリの足を切断し、足が再生する速度を調べる研究の一環として、再生を起こさせないようにする研究を行っていました。具体的には、足を切断したイモリに、ビタミン剤をたくさん注射すると、足の再生が起こらず、弱って死んでいくというものであった。

あなたは、その研究者の「生き物を死なせる研究」に疑問をもち、どうしてイモリを死な

せなくてはならないのかを知りたくて、質問をしました。

あなた：「あの。ビタミン剤の量は、どうやって決めているですか？」

研究者：「人間の必要量から計算で求めて、その5倍量にしました」

あなた：「でも、人間と両生類とでは、必要としているビタミンが違いますし、ビタミンの体内での使われ方も同じじゃないですよ？人間の量を基準にして大丈夫なんですか？」

研究者：「わかりません」

あなた：「えっ？」

あなた：「じゃあ、ビタミン剤はどうして注射しているんですか？普通は口から入れると思うんですけど」

研究者：「口から入れると、はき出すと聞いたからです」

あなた：「確かめてみたんですか？」

研究者：「はき出すと聞いていたので、確かめていません」

あなた：「足の再生が起こらないのはわかりましたが、再生しないことと死ぬこととは関係があるのでしょうか…。なぜ死んでしまうと考えていますか？」

研究者：「わかりません。ただ、エサをだんだん食べなくなっているの、そのせいじゃないかと思います」

『13歳からの研究倫理 知っておこう！科学の世界のルール』（大橋淳史著，2018年，化学同人）102～103頁引用

この事例に対し、対象者は、①この研究者は研究者として何が問題であるか？、②生き物を「殺す研究」と「生かす研究」、どちらを優先すべきか？その理由は何か？、の2点の課題について各自で取り組み、その後グループで話し合い、グループの代表者がそれを発表できるよう準備をした。この課題のねらいとして、生命倫理を伴う研究を行う研究者としての意識や態度、規範などを考えるきっかけづくりが挙げられる。また、生き物を「殺す研究」と「生かす研究」が両方考えられる場面において、自身の考えを表出できるかどうかを調べることも、この課題のねらいの1つであった。

事例その2が終了したところで休憩をはさんだ。その後、事例その1と事例その2を通して、生命倫理について対象者がイメージできてきたと考えられたため、生命倫理について法律や手続き、注意点などを挙げながら授業者が説明を行った。これにより、対象者が生命倫理についてイメージしていた種々の事柄に対して、その考えを補強し、確固たるものとする情報を提供できると考えられた。その説明に際しては、『13歳からの研究倫理 知っておこう！科学の世界のルール』（大橋淳史著，2018年，化学同人）と、『テーマで読み解く 生命倫理』（小泉博明・井上兼生・今村博幸・吉田修馬編著，2016年，教育出版）から抜粋し引用したものを使用した。その一例を次に挙げる。

## 生命倫理を考える 法律等

### 動物の愛護及び管理に関する法律（動物愛護法・1973年制定）

第40条	動物を殺さなければならない場合には、できる限りその動物に苦痛を与えない方法によってしなければならない。
第41条	動物を教育，試験研究又は生物学的製剤の製造の用その他の科学上の利用に供する場合には、科学上の利用の目的を達することができる範囲において、できる限りその利用に供される動物の数を少なくすること等により動物を適切に利用することに配慮するものとする。 2 動物を科学上の利用に供する場合には、その利用に必要な限度において、できる限りその動物に苦痛を与えない方法によってしなければならない。

『テーマで読み解く 生命倫理』（小泉博明・井上兼生・今村博幸・吉田修馬編著，2016年，教育出版）88頁引用

### 「実験動物の飼養及び保管並びに苦痛の軽減に関する基準」（平成18年環境省告示第88号） 「研究機関等における動物実験等の実施に関する基本方針」（平成18年文部省告示第71号）

『13歳からの研究倫理 知っておこう！科学の世界のルール』（大橋淳史著，2018年，化学同人）103頁引用

## 生命倫理を考える 手続き等

① 研究者は、自分が所属する組織の動物実験委員会に、「こういう理由で、この研究がしたいので許可をお願いします。この研究がうまくいくと、こんなよいことがあり、社会に貢献できます」というように、研究が必要な理由を示した書類を出します。

↓

② 委員会は、会議で書類について審査します。

↓

③ OKが出れば研究をすることができます。「こういった点に注意して、動物に不要な苦痛を与えないこと」などの注意事項が示されることもあります。

↓

④ 研究者は、提出した書類に記した約束を守って研究を進めます。もし、書類と違ったことをするときには、もう一度動物実験委員会に書類を提出して審査をやり直してもらいます。

『13歳からの研究倫理 知っておこう！科学の世界のルール』（大橋淳史著，2018年，化学同人）128頁引用

## 生命倫理を考える 注意点等

○他の研究者がやっているからぼく（私）がやっても大丈夫、とはならないので、注意しましょう。

○生き物の生命を奪うかもしれない研究をするのは、たいへんな責任をとらなければなりません。

○まず、そのような研究が必要なかどうかを、もう一度考えてみてください。  
○研究をしてよいかどうかを判断するのはあなたではありません。あなたの研究について理解できる専門機関に相談してください。  
『13歳からの研究倫理 知っておこう！科学の世界のルール』（大橋淳史著，2018年，化学同人）128頁引用

最後に、生命倫理についてのこれまでの講義や実践内容を踏まえたまとめとして、事例その3として授業者が提示し、説明した。事例その3については、次に示す通り、『テーマで読み解く 生命倫理』（小泉博明・井上兼生・今村博幸・吉田修馬編著，2016年，教育出版）から抜粋し引用した。

### 生命倫理を考える 事例その3

イヌやネコをはじめ、私たちの身の回りには多くの動物が存在し、多くの動物とともに人間は歩んできました。動物の扱い方についてはその国の道徳性のレベルが表れると言われていますが、私たちはどのように動物を扱っているのでしょうか。食用動物、愛玩動物、実験動物、盲導犬や介助犬などの介護のための動物、など多岐に渡り、動物は私たちの生活を支えています。

動物は実験に提供されることが多々あります。私たちが普段利用している化粧品や医薬品の開発、脳機能の解明などのために、日本ではマウスやモルモット、イヌ、ネコなどさまざまな動物が実験動物として販売され、実験のために使われています。例えば、ウサギの目に薬物を直接投与して、その刺激性を実験するドレーズ法や、致死量を調べるLD50テストなどの動物実験があります。日本においては、動物愛護法による条文はあるものの、具体的な規制にはいたっていません。

『テーマで読み解く 生命倫理』（小泉博明・井上兼生・今村博幸・吉田修馬編著，2016年，教育出版）88～89頁引用

この事例に対し、対象者は、①実験動物として扱うために動物の命を奪うことに賛成か？反対か？、②その理由は何か？これまでの講義の内容や自身の経験を踏まえて考えてみよう、の2点の課題について各自で取り組み、その後グループで話し合い、グループの代表者がそれを発表できるよう準備をした。この課題のねらいとして、これまでの講義を理解した上で、実験動物として扱うために動物の命を奪うことに対する自身の立場を明確にできるかを調べることが挙げられる。また、その理由として妥当な事柄を対象者は挙げられるかどうかを調べることも、この課題のねらいの1つであった。

## 6. 実践の結果

### (1) 生命倫理を考える 事例その1 課題の結果

事例その1では、対象者は、①研究を行う上で何が問題になりそうか？、②研究を行う判断を決めるにはどうしたらよさそうか？、の2点の課題について各自で取り組み、その後グループで話し合い、グループの代表者がそれを発表できるよう準備をした。授業者が考案したワークシート（添付資料1）にその内容を各自で記入してもらった。その結果の一部を次の表の通りに示した。なお、以降に示す表中の記述内容は、対象者が添付資料1に記載し

たものをそのまま転記してあるが、明らかな誤字と思われるものは筆者が修正してある。

表 1 事例その 1 ①研究を行う上で何が問題になりそうか？ 課題の結果

対象者	記述内容
2	研究をするにあたって、もしもヒヨコやウサギが死んでしまったり、障害などが残ってしまったら、それが問題になるのではないか。 ⇒苦痛を与えてしまっている。
4	ネズミでできている研究をヒヨコ・ウサギでやる意味は？きずつけてまでするのか？
11	動物がこわい思いをすること。
12	生物を軽く扱っている所。
13	電気でウサギやヒヨコに恐怖の感情を作らせること。
14	生物を怖がらせていること。
15	ネズミは、電気刺激を与えて、こわがっているかもしれないから、ネズミでもやめた方がいいと思う。
16	動物に電気ショックを与えてもよいのか、という点。動物側としては、やられたくはないことなわけだから、そこが、「人間ではない」という理由で通ってしまうのは違うと思う。

表 1 を参照すると、対象者は、動物実験を具体的にイメージでき、動物にとって何が問題になり得るのかを考えることができていると窺える。その問題点として多く挙げられていたのが、生き物に与える苦痛や恐怖など、生き物の立場になったときに生じうるであろう負の感情とそれを伴う行為であった。「電気刺激」が生き物にもたらす影響についても考えられており、生き物に苦痛や恐怖を与える原因も理解していることが読み取れた。

表 2 事例その 1 ②研究を行う判断を決めるにはどうしたらよさそうか？ 課題の結果

対象者	記述内容
2	研究者や教授，専門家などに相談するべき。 ⇒それによって何がどうなるか？
3	研究を行ってもいいかくわしく知っている人に相談し，意見をもらって判断する。倫理についてくわしく調べ，自分の研究が倫理に反していないかしっかり確かめる。
8	1人で判断せずに専門家や専門機関に相談。
13	家の人や友達，先生などに相談する。
16	個人の判断で決めるのではなく，第三者と，「何故ネズミのみの研究では不十分なのか」といったことを説明，議論しあったらいいと思う。
17	その研究を行ったことがある大学に相談してみる。

表 2 を参照すると、対象者は研究を行う判断先として、他の研究者、大学教員、専門家、

家族・友人等を挙げていることがわかる。ここから、生命倫理を伴う研究には、独りよがりの研究ではなく、他者との相談や研究計画がより一層重要となることを、対象者は理解できていると判断できた。

## (2) 生命倫理を考える 事例その2 課題の結果

事例その2では、対象者は、①この研究者は研究者として何が問題であるか？、②生き物を「殺す研究」と「生かす研究」、どちらを優先すべきか？その理由は何か？、の2点の課題について各自で取り組み、その後グループで話し合い、グループの代表者がそれを発表できるよう準備をした。授業者が考案したワークシート（添付資料1）にその内容を各自で記入してもらった。その結果の一部を次の表の通りに示した。

表3 事例その2 ①この研究者は研究者として何が問題であるか？ 課題の結果

対象者	記述内容
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生き物を殺しているのにそのことについて考えず、殺し続けていること。</li> <li>・再生しないようにするというのに注目しすぎていて、死んでいる、というのに注目できていないこと。</li> <li>・生き物に不必要な痛みを与えていること。また、そういう研究について下調べがなされていないこと。</li> <li>・まず生き物の命について考えておらず、人としてダメではないか。</li> <li>・なぜ、そういう研究をするのか、そういう研究で行うのか、なぜそうなるのか、考えていない。目的とは？</li> </ul>
11	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生命のことを軽く考える傾向にあること。</li> <li>・深く考えずに、ビタミンを注射していること。</li> <li>・他人が言っていたことをう飲みにして、自分が確かめていないこと。</li> <li>・イモリが死ぬ理由も分かっていないのに殺しつづけていること。</li> <li>・イモリが死んでしまっただけでは、再生しないということを調べたのに、調べられないこと。</li> </ul>
12	イモリをたくさん殺している所。死因が分からず続けている所。結果何をしたいのか分からない。目的が分かっていない。
15	研究者は、何を目的として、研究をしているのかが伝わって来なくて、ただイモリを殺したいがために、実験をしている風にしか思わない。ビタミンを注射する量など、自分で勝手に決めてしまっている。専門の人に話をした方がいいと思う。

表3を参照すると、該当する研究者の研究目的について、研究者自身がよくわかっていない、その意識が欠如しているという意見を対象者がもったことが読み取れる。また、研究目的が明確にないまま、イモリを殺し続けている研究者の態度に、対象者は強い不快感をもったとも読み取れる。さらに、研究者として、科学の再現性の有無や、研究のための下調べなどの重要性を指摘する対象者もいた。

表4 事例その2 ②生き物を「殺す研究」と「生かす研究」、どちらを優先すべきか？  
その理由は何か？ 課題の結果

対象者	記述内容
2	「生かす研究」…生かす研究をすれば、病気などの人々などのために活かせることもあるから。殺す研究をしても、“～してはいけない”しか分からないから。
5	「殺す研究」を優先します。理由は、今回みたいではなく、動物の病気に効果的な薬を作るのであれば、逆に動物をすくう研究にもなるわけだから。
7	生かす研究 生命を殺し続けるのは道義に反してしまう場合があり、それにより、研究への評価が変化してしまうから。
8	生かす研究 ころしたらその人は『研究者』ではなく『生命殺し』になるから（殺す研究も必要性はあるがあまりのぞましくない）。
9	生かす研究 理由 殺す研究は生き物があまりにもかわいそうだから。
11	生かす研究を優先すべきだと思う。殺す研究は、今、私たちには必要ないと思うから。生き物を殺すことは、倫理上よくない。だが、殺す研究も、平行して行うことで、生かす手段が見つかるかもしれない。
15	生かす研究を優先すべきだと思う。この研究を人間におきかえてみると、人間を殺す研究になってしまいます。人を殺すのは犯罪にもなると思うので、殺す研究はやめた方がいいと思う。

表4を参照すると、生き物を「生かす研究」を優先すべきという意見をもつ対象者が多数いたことがわかる。その理由として対象者が挙げていたのは、生命倫理に反すること、生き物への情動的な配慮、人間に置き換えてみたときの危険度など、これまでの講義や自身の経験を踏まえて自身の考えを表出できていることが読み取れた。しかし、「殺す研究」を優先すべきという対象者や、「生かす研究」を優先すべきと答えた対象者の中には、生き物を殺すことで得られる研究成果も大切にしたいと指摘していたことから、生命倫理を伴う研究の難しさが窺えた結果となった。

### (3) 生命倫理を考える 事例その3 課題の結果

事例その3では、対象者は、①実験動物として扱うために動物の命を奪うことに賛成か？反対か？、②その理由は何か？これまでの講義の内容や自身の経験を踏まえて考えてみよう、の2点の課題について各自で取り組み、その後グループで話し合い、グループの代表者がそれを発表できるよう準備をした。授業者が考案したワークシート（添付資料1）にその内容を各自で記入してもらった。その結果の一部を次の表の通りに示した。

表 5 事例その 3 ①実験動物として扱うために動物の命を奪うことに賛成か？反対か？  
②その理由は何か？ 課題の結果

対象者	記述内容
1	<p>反対。</p> <p>もちろん、実験して安全性などをたしかめるのはたいせつだと思います。でも、同じ生き物なのであまり害をあたえることはしたくないです。できれば、生き物をつかわずに安全性をたしかめられる機械などを開発してほしいです。</p>
3	<p>賛成。</p> <p>できるだけ命を奪わないようにしたり、苦痛を減らして実験するべきだが、致死量を調べる実験などは、人にとってとても大事で、動物の命を奪わないとできない実験なので、他に方法がないときはしかたないと思う。</p>
4	<p>私は賛成。</p> <p>そのおかげで命が救われるのはいいことだし、消えた命の分救われるのなら、意味があると思う。また、生活に活用できるのなら、それもいいと思うし。ただ、ちゃんと手順を踏んで、意味のある、必要性のある研究でないとダメだと思う。命を無駄にしてなにもえない、ぎゃく殺のようなことはしない方がいいと思うし、人間としても研究者としてもいけないことだと思う。生命について、ちゃんと考えておくのが重要だと考えた。私も虫の解剖とかしていたし、そのことについて考えるのが大切だな、と感じた。</p>
6	<p>どちらとも言えない。</p> <p>その研究の目的によって行う実験方法が変わってしまうので、そのため、実験動物が亡くなることもあるが、生きていないとわからない場合の目的ならば、できるだけ生きるように実験を行わなくてはいけないと思うから。</p>
7	<p>反対。</p> <p>研究の一環だとしても、少しでも多くの生命を奪ってしまうことで、似た研究をしようと思っている人が生命を奪う研究をしても良い、と誤った情報が世の中に広まり、動物愛護法に反する人たちが増えてしまうかもしれないと思ったから。</p>
11	<p>私は、実験動物として、扱うために動物の命を奪うことに賛成です。(どちらかという)</p> <p>その動物が犠せいになることで、科学がより発展し、住みよい地球環境になっていくなら、命を奪う資格はあると思います。犠せいになった動物に対して、地球温暖化を良くしていく(環境、医りょうなど)ことで、恩を返さなければならぬと思います。また、何かを得るには、それなりの対価が必要だとも思いました。奪った命を無駄にすることは、絶対に許されないことなので、慎重に判断していく必要があると感じました。</p>
12	<p>反対する。</p> <p>ぼくはイモリの増殖の研究を行っていて、ネット等で調べると再生医りょうのために 100 匹単位で売られているのを見たことがあります。人のためにな</p>

	<p>るなら多少のぎせいははらう必要があると思いますが、必要以上の生き物を殺すのはよくないと思う。特にイモリは、たくさんほかくされていますが、準絶滅つ危惧類に指定されているので、これ以上ほかくするのはよくないと思う。</p>
15	<p>実験動物として扱うために動物の命を奪うことに反対です。</p> <p>何の理由があろうとも、動物を殺すのは反対です。動物は、人間の利益を得させるために、この地球に生まれてきた訳でもない。もっと動物と人間を同じレベルで考えてあげたい。もし、何かの研究で、自分の命をとられるのは嫌です。自分には、そういう嫌だという気持ちがあるのだから、動物も同じ気持ちだと思う。動物が嫌だと言っているのだったら、反対です。動物は、人間の支配していいものではない。</p>
16	<p>賛成ではあるが無だな命のぎせいは無くしたい。</p> <p>何故かという、今日の生活で動物実験無しでは成り立っていないことばかりだし、実験出来なくなると、人間の命に関しても危うくなるし、厳しいと思う。無だにどんどん殺すのではなく、できるだけ殺す数を少なくしたほうが良いと思う。でも、全く出来ないのは、これからの医りょうの技術の発展等も遅れてきてしまう。出来ることならしないほうが良いと思う。でも、これからの未来を考えると、動物実験はせざるを得ないことになっていくと思う。だから僕は、その実験が本当に必要かを考えて、必要性を感じ、更に最小限のぎせいなのであれば、実験してもいいと考えた。</p>

表 5 を参照すると、実験動物として扱うために動物の命を奪うことに、賛成意見をもつ対象者、反対意見をもつ対象者、さらにはどちらとも言えないという意見をもつ対象者がいたことがわかる。この課題に対しては、賛否が分かれる内容であると考えられるため、このように意見が分かれる結果をある程度は筆者は予測できた。賛成意見の理由には、ある生き物の犠牲によって科学や医療が発展し救われる命があるのならば仕方がないことであるが、無駄な殺生は避けるべきだと、生命倫理の内容も踏まえた妥当な理由を挙げている対象者が多かった。反対意見の理由には、どのような理由があろうとも生き物の命を奪うことは許されるべきではない、動物愛護法に反する、種の絶滅につながる、といったように、これまでの講義や自身の経験を踏まえた妥当な理由を挙げている対象者が多かった。以上のように、対象者は、これまでの講義を理解した上で、実験動物として扱うために動物の命を奪うことに対する自身の立場を明確にでき、その理由として妥当な事柄を挙げられていたことが読み取れた。

## 7. 考察と課題

本実践は、「小学生・中学生を対象とした生命倫理の導入」を目的として、その授業展開や活動内容、課題の取り組み方、などを検討した。書物である『13歳からの研究倫理 知っておこう！科学の世界のルール』（大橋淳史著、2018年、化学同人）や『テーマで読み解く 生命倫理』（小泉博明・井上兼生・今村博幸・吉田修馬編著、2016年、教育出版）からの引用等を用いたことで、小学生・中学生にとって、理解に無理のない範囲で生命倫理の事例を取り上げることができたと考える。また、本実践で取り組んだ課題の結果を見る限り、

2019年度静岡 STEM アカデミーSTAGE1.5に参加している対象者の質的なレベルの高さは一定水準以上のものがあると考えられた。それは、生命倫理に対する各事例で取り上げた内容を的確に把握し、課題に対して自身のこれまでの経験や講義の内容を踏まえた妥当な考えを表出する対象者が多かったことからわかる。別の見方をすれば、2019年度静岡 STEM アカデミーSTAGE1.0の育成成果が如実に現れているとも言える。

生命倫理に関する内容は往々にして、賛否が分かれることがある。それを本実践においても対象者は、他者との様々な意見交換の中で感じ取ることができたのではないかと推測される。判断に迷う科学的な内容であっても、自身の立場を明確にするための根拠を集め、それをもとに他者と議論を交わすことは非常に大切な営みである。生命倫理の題材はこのような営みを、無理なく導入することが可能であると考えられるため、学校教育においても応用することが期待される。

課題を挙げるならば、本実践のような科学者に必須とも言える研究倫理について考えたり、触れる機会というものは、科学や理科の初学者や、自由研究を始める前のなるべく早い段階で行うべきかもしれないという点である。本実践は、2019年度静岡 STEM アカデミーSTAGE1.5の一環として、STAGE1.0を経験した上での受講であったため、ある程度科学的な内容や自由研究を進めている対象者が集まったと言える。本来ならば、自由研究などを進める前に、研究倫理のような科学者として必要な素養について教授した上で、自由研究などを行うことが望ましいと考えられる。このような理由もあり、STAGE1.0の早い段階で本実践のような内容を受講するようなプログラムの順番に関する検討は今後必要になってくるだろう。

### 【引用・参考文献】

小泉博明・井上兼生・今村博幸・吉田修馬編著（2016）『テーマで読み解く 生命倫理』、教育出版。

大橋淳史著（2018）『13歳からの研究倫理 知っておこう！科学の世界のルール』、化学同人。

### 【添付資料1 授業者が考案したワークシート】

2019年度 静岡 STEM アカデミー  
2020/1/13 (月) 山本担当

生命倫理について考えてみよう

生命倫理を考える 事例その1  
次の 各をグループで話し合い、意見を述べてみましょう。  
① 研究を行う上で何が問題になりうるか？  
② 研究を行う判断を決めるにはどうしたらよいだろうか？

生命倫理を考える 事例その2  
次の 各をグループで話し合い、意見を述べてみましょう。  
① この研究は研究者としての何が問題であるか？  
② 実験動物（例：研究）と「動物（研究）」どちらを優先し、なぜか？ 2の理由は何か？

生命倫理を考える 事例その3  
次の 2点をグループで話し合い、意見を述べてみましょう。  
① 実験動物として扱うために動物の命を奪うことに賛成か？反対か？  
② その理由は何か？ これまでの講義の内容や自身の経験を踏まえて考えてみよう。

ワークシート 1-3

## 12. 「静岡 STEM アカデミー」最優秀者の柳田純佳さん訪米記

柳田純佳さんが、今年度 86 名の静岡 STEM アカデミー」の受講者の中から、最優秀者として、そして特に STAGE2.0 の 9 名の受講者の中から選ばれ、2 月 3 日から 9 日まで、アメリカのミネソタ大学の STEM 教育センターの Gillian Roehrig 教授指導を受けて、STEM スクールとなっている、Owatonna Middle School を訪問し、柳田さんの研究発表と質疑応答を 2 回行った。また、セントポール市とミネアポリス市にある、ミネソタ大学立ベル博物館とミネソタ州立博物館等の見学をすることができた。その様子を柳田さんが日記のように以下に記述されています。ここに、受け入れていただいたオワトナ中等学校と STEM 教育指導主事の Thomas Meagher 博士、Gillian Roehrig 教授に心から感謝いたします。(熊野)

1日目

2月3日(月)		
場所	時刻	日程
東京	17:10	羽田国際空港
	19:20	チェックイン DL120 HND→MSP (11時間6分)
ミネアポリス	15:26	ミネアポリス・セントポール国際空港
	17:00	タクシーで移動 デイズホテル到着 (Days Hotel by Wyndham University Ave SE)
	18:00	夕食(Punch Pizza) ドラッグストア (CVS)

初めての海外。空港からホテル、お店まで、新しく、新鮮な光景でした。飛行機ではまず、時間によって機内のライトの色が変わることに驚きました。他にも、食事や飲み物の選択ができること、座席を倒せるようになっていないこと、スリッパやブランケットなどが用意されていること、お客様により心地よい旅をさせよう、という飛行機会社側の思いやりを感じました。ミネアポリスの飛行場に無事到着した後、厳しい入国審査をぬけ、ようやくミネアポリスに到着すると、日本、静岡とは全く違い、マイナスを超えるのが当たり前で、頬に氷が張ったような初めての感覚がありました。

そして、あたりには英語があふれ、飛び交っていました。その後、デイズホテルで持ち物を整頓し、準備をして時差ボケを直しに眠りました。“wait”と言ったり、歩行のマークが違う信号機を数々渡り、夕食の場所へ着きました。ピザは想像以上の大きさでしたが、とてもおいしかったです。帰り道を歩くと、たくさんのお店や高い建物、積もった雪や暗くなった空が見え、幻想的な光景に感動しました。

2日目

2月4日(火)		
場所	時刻	日程
セントポール	8:00	朝食
	12:00	Western Ave Station (METRO) 昼食 McDonald セントポール大聖堂
ミネアポリス	15:00	ホテルへ戻る
	18:00	プレゼン練習
	19:00	夕食 KOWLOON (中華料理) Walgreens (スーパーマーケット)

ミネアポリスの朝は暗く、雪の白さが目立っていました。ホテルの朝食では、見たことのないパンケーキ製造マシンが置いてあり、便利さと驚きで毎日使ってしまいました。日本の洋食の朝ご飯のような感じで、特に違ったことはありませんでしたが、料理の味付けは濃かったです。その後、初めて外国の電車に乗りました。日本とは違い、改札がなく、切符がなくても乗ろうとすれば乗れるようになっていました。科学技術など大きく発展しているアメリカですが、なぜ改札がないのか不思議に思いました。

電車を乗り継ぎセントポール大聖堂に着くと、その大きさに驚きました。とてつもなく高く、中に空洞も多かった聖堂を見て、第一にその構造が気になりました。中に入ると、たくさんの量の長椅子がきれいに並べられていました。ここにこの町の人たちが全員集まり、お祈りをするのだと考えると、スケールの大きさと文化の違いに国際的な違いを感じました。キリスト教を信仰している、ということは知っていましたが、こんなにも大きな大聖堂があり、そこに行く習慣があるのだ、ということテレビなどで見るよりも改めて感じました。スーパーでは食料品というよりはメイク道具類やメッセージカードの方が多く売っていて、国によっては必要とされているものも違うのではないかと思いました。

3日目

2月5日(水)		
場所	時刻	日程
	6:15	朝食
	7:15	ジュリアン先生の車で移動
	8:30	Owatonna Middle School 到着
		Thomas先生、Saori Brownさん(通訳)に挨拶
	10:00	Presents to Living Green class(7th&8th)
	11:15	Presents to 6th grade students
	12:00	Lunch
		Tour OMS, with students
	12:45	野菜工場
		Tour Revol Greens Hydroponic
	16:00	ホテルに戻る
	17:00	夕食 roti(パテ)

ープレゼンテーションをしてー

学校に入ると、ドラマなどでよく見る、海外の学校とほぼ同じような雰囲気、構造で、そこうに入れたことにうれしさを感じました。カフェテリアやロッカールーム、階段なども新鮮で、ふと、ここの人たちがもし日本の学校に来たとしたら、どんなことを思うのか知りたくなりました。プレゼンテーションはとても緊張し、くたくたな英語が通じるのか不安でした。途中でつまらなそうにする人もいて、申し訳なさでさらにどきどきしました。しかし、そのつまらなそうにしていた人たちもが質問をたくさんしてくれ、私は驚きと安心でつまれました。中には鋭い質問もしてくれた子もいました。

中でもとてもびっくりしたのは、アメリカの、この学校の子供たちの積極的な態度と、元気さと好奇心が旺盛なところです。昼食のチャイムが鳴れば一目散にカフェテリアにかけていたり、わくわくした顔で質問をしてくれたり、ハイタッチや握手を自らやりに来てくれたり、個人的に、時間内に質問できなかったことや興味があることを質問に来てくれたり…… 今回の中で一番楽しかった一時だったと思います。学校や国の教育の違いなのだと思いますが、それよりもまず、その空間にいれたこと、そこの子たちと一緒に関われたうれしさや感動が心に残りました。



—野菜工場に見学に行って—

野菜工場、といっても外見は「大きなビニールハウスのある場所」でした。見学に行ったことのあるような工場とは違い、あまり機械的に見えない所に LED を使っているとは想像ができませんでした。中に入り、野菜がたくさん育てられているところに足を踏み入れると敷地の広大さに目を見張りました。範囲は端が見えないくらいに広く、天井も高く、一面が緑や紫のカーペットのようにおおわれていました。天井が高いため LED と野菜との距離も遠く、太陽光が主に当たっているようでした。日本（私の行ったことのある工場）ではそんなに広い場所はないため、複数のトレーが段になって重なっており、すぐ近くに LED もあったのでそこに大きな違いを感じました。

そしてさらに、そんなに LED との距離が遠くてもその光の影響が出るのか、ということに疑問を持ち、もし影響が出るのだとしたら、LED の力はすごいと思いました。そして、葉物野菜しか育てていないことに「やはり実のなる野菜などでは光の強さが足りないのだ」と思いました。詳しい解説やお話は、専門用語が多くあまり聞き取れませんでした。ポスターを見せた時に専門の方が「赤青の光で育てたレタスの葉の細胞の大きさが小さく、密になっているのならそれは長持ちするということだ」ということを教えてもらい、すっきりし、もうアメリカではそこまで分かっているのか、と驚きました。そして、自分は野菜工場を見てそんなことを思うようになったのか、となんだか不思議な思いにかられました。

〈分かったこと〉

・靴を消毒して、帽子、ビニール手袋をして工場に入る。・天井が高い。・広い。・太陽光が主。・LED が野菜から遠い。・天井のガラスが二重（特殊なガラス）。・LED は赤、青、紫。・大きなエアコン。・水を循環させている。・雪解け水を使っている。・きれいな水に少し塩素を入れている。・レタスが多い。ルッコラ、バジルもあった。・ほうれん草は失敗した。・味見をさせてもらったら、シャキシャキしていた。・土を使っていた。・収穫まで 21 日。種は大きな冷蔵庫で育てる。・機械で種をまく。・芽が育ったら、大きなハウスで水耕栽培。・コンピューター管理。・17 人で働く

・1日働いたら、4日休み・袋詰の機械はNOVA・パッキングはISHIDAの機械（日本製）・パッキングの部屋は撮影禁止。ロイヤリティーがあると思う。

〈気付いたこと〉

LEDと野菜の距離が遠かったが、LEDの光の影響はどれくらいあるのか？・LEDの並び順は千葉大と似ていた。・千葉大ではシートで育てていたが、この工場は土を使っていた。ミネソタの土はミネラルが豊富だから（熊野先生）できるのだと思う。窒素、リン、カリウム。日本の土とは違う。・アメリカの野菜、果物は固いものが多かった。特にイチゴは固くて甘くない。水耕栽培で、おいしいものが作れるのではないか。

〈ポスターを見て、もらったアドバイス〉

・紫のLEDは細胞が小さい→長持ちする。・光合成とシュガーについて、どんな化学物質があるのか研究すると面白い。・水耕栽培は日本の方が進んでいる。

4日目

2月6日(木)		
場所	時刻	日程
ミネソタ大学 セントポール	7:30	朝食
	9:30	ジュリアン先生の車で移動
		bell museum
		プラネタリウム
		昼食 SAKURA(日本料理)
		Science museum
		ミネアポリス
	18:00	ホテルに戻る
		ホテルで夕食

2つのミュージアムに行って、新しいこと、面白かったことがたくさんありました。今まで、日本のプラネタリウムは好きで何度も見たりしたことはありましたが、初めて知ったことがたくさんありました。この惑星は実はいつも雲がかかっている雲がはれるとこうなる、やこれには実はクレーターがあって…などここに来たからこそ分かったことがたくさんあり、面白かったです。また、一緒に見ていた幼稚園生が係員さんの質問に対して「金星ー！」など答えていたり、様々な質問をしたりしていて、これもまた、アメリカの教育の方針や豊かさに驚きました。私はミュージアムなどはとても好きで、面白く、ここでしかできないような体験ができる場所は特にお気に入りでした。その日行ったミュージアムも、そんな体験ができました。スポーツコーナーでたくさんの体験をしたり、その理科的な見方を知ったり、とても興奮しました。知恵の輪コーナーではたくさんのものを解いて頭を少しずつやわらかくしていき、楽しかったです。

bell museum；プラネタリウム、宇宙、マンモス、植物、動物、地質、標本など

Science museum；ミネソタの歴史、宇宙、人権、体、運動、音、標本、化学など

## 5日目

2月7日(金)		
場所	時刻	日程
	7:30	朝食
	8:00	METRO (GREEN, BLUE LINE)で移動
	10:00	MALL OF AMERICA
	12:00	昼食 Grill and Bar
	15:00	METRO (GREEN, BLUE LINE)で移動 ホテルに戻る
	20:00	ドラッグストア、CVS 夕食 NEIGHBORHOOD GRILL&BAR (Applebee's) ステーキ、ショッピング

ミネアポリスの中でも大きなショッピングモール、モールオブアメリカに行きました。服、食べ物、メガネ、お土産……色々なブランドのものがたくさん置いてあり、お土産を買って帰りました。ハンバーガーが大きく、お腹がいっぱいになりました。

## 6日目

2月8日(土)		
場所	時刻	日程
	7:00	朝食
	8:00	ホテル出発 ミネアポリス・セントポール国際空港
	11:20	DL121 MSP→HND(12時間35分)
2月9日(日)		
東京	14:55	羽田国際空港

長いようで短かった5日間が終わりました。

改めて考えると、アメリカと日本との文化や国際的な違いに度々驚かせられたなと思います。初めての海外で、あまり思ったことのなかったことや来たからこそ感じられたものがたくさんありました。この貴重だった体験を、またいつか生かしたりできるようにできたらなと思います。このような貴重な経験をできたことは私の人生にとっても大きな意義があったと感じています。「静岡 STEM アカデミー」に参加して、このような機会を与えてもらったことに感謝します。

(静岡雙葉中学校1年 柳田純佳)

### 1.3. 地域の特性を活かした初等 STEM 教育プログラム開発

静岡大学教育学部 准教授 郡司賀透

#### 1. はじめに

静岡 STEM アカデミーの対象学年は、小学校 5 年生以上である。入門コース相当の Stage1.0 では、地域の児童・生徒を対象に、広く門戸を開放している。したがって、Stage1.0 のプログラムに当たっては、まず試行実践を行い、ワークシートと発話の分析を実施し、関係者間で有効性・汎用性が確認された教材を組み込むことになる。

本稿では、静岡 STEM アカデミーが Stage1.0 の有効性・汎用性をどのようにして担保しているのか、プログラム開発過程の一部を報告する。静岡県は、サッカーとものづくりの盛んな地域として広く知られている。そこで、地域性を活かした教材開発の試行を典型事例として 2 つ紹介する。1 つめは、身体を使った活動である。スポーツ科学<sup>1)</sup>や看護物理学<sup>2)</sup>のように、身体に関する科学学習、STEM 学習が近年注目を集めつつある。さらに、近年の認知科学において、身体知の創造性の関係が考究されている<sup>3)</sup>。2 つめは、ティンカリング的要素<sup>4)</sup>を含んだものづくり活動であり、地元企業と協働して実施している。

#### 2. スポーツ科学の知見を基にした身体知の可視化による理科授業の展開

本実践は、平成 30 年 12 月 8 日、藤枝市生涯学習センターで行われている「わくわく科学教室」において試行したプログラムである。参加者は、市内の小学校 3、4 年の児童 17 人であった。本プログラムでは、初等理科教育において身体知が児童にどのような影響を与えるのか調べるため、児童にセンサー付きのボールを用いた身体を動かす活動を中心とした授業実践を行った。身体を動かした活動を取り入れやすいと考えたため、物理分野の「運動」に関する内容で授業を構想した。使用したセンサー付きのボールは、スマートボール<sup>5)</sup>と technical pitch<sup>6)</sup>の 2 種類であった。これらのセンサーを用いた理由は、ボールを蹴ったり投げたりした際、情報が可視化されやすく、身体知を数値としてみることで言語化しやすいと考えたからである。具体的な活動内容として 4 つの実践を行い、ボールを蹴ったり投げたりした際に現れる回転数などの数値を投影し、活動を行う度にその数値を確認しながら行った(表 1)。

また、教材の有効性を分析するために、ワークシートと発話分析を行った。後者についていえば、IC レコーダーを 4 台使って児童の発話を録音した。録音された児童の発話から、どのようなことを考えたり、どのように考えが変化したりするのか等を分析した。本稿では、スマートボールを用いた「カーブで決めよう!!」の活動中の B 君の発言を紹介する。B 君の発言を B、学生の発言を D とし、その結果は以下の通りであった(表 2)。

表1 プログラム（学習指導案）

時間	学習活動	支援・留意点
10分	<ul style="list-style-type: none"> <li>○アンケートを記入する。</li> <li>○スマートボールやと回転数について説明する。</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>○アンケートは書けたら、筆記用具と一緒に壁に寄せて集める。</li> <li>○メモは余白に書かせ、書いたことは消さないよう伝える。</li> </ul>
15分	<ul style="list-style-type: none"> <li>○コースを説明する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○パワーポイントを使ってコースを説明する。</li> </ul>
50分	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ボールを蹴る練習をする。</li> <li>○途中から実際にコースを用いて練習を行う。</li> <li>○活動を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○スマートボールはある程度の高さまで上がらないと測定ができないので、高く蹴られるようにアドバイスを行う。</li> <li>○練習は普通のサッカーボールを用意し、たくさん蹴る機会を与える。</li> <li>○蹴る度に回転数やスピード、ボールの蹴った位置などを伝える。</li> <li>○数値は記録してもらう。</li> </ul>
15分	<ul style="list-style-type: none"> <li>○アンケートを記入する。</li> </ul>	

表2 スマートボールを用いた「カーブで決めよう!!」の活動中のBの発言

<p>D: B君、何回蹴った?</p> <p>B: まだ一回。</p> <p>D: まだ一回か。カーブどうやって蹴る?</p> <p>B: えっとー、まっすぐ蹴るとまっすぐ行くでしょ? だからカーブだったら、ここパスでしょ?</p> <p>D: インサイド?</p> <p>B: うん。パスの時も曲がらせるから。</p> <p>D: じゃあインサイドで蹴るんだ。え、じゃあボールのどこ蹴るの?</p> <p>B: えっとうこう行かせるんだから。</p>
--

上記のように、「インサイド」と言うサッカー用語を理解していたり、アンケートの「ボールを蹴ったことはありますか。」の質問に対して、「たくさんある」と回答していることから、Bはサッカーをやった経験が多い児童であることが分かる。その経験から何となく足のどの位置で蹴ればうまくいくか自分なりには分かっているながらも、ボールのどこを蹴るかまでは答えが見つからない様子であった。しかし 8 分ほどが経過した後に、B の発言は以下のように変化していた（表 3）。

表 3 スマートボールを用いた活動において深まった B の発言

D: ボールどこらへん蹴ったらいいかな?
B: ボールの... 上上げるんだったここで...
D: 上上げるんだったら下ね。
B: えっとえっと、こうやって円があって、この辺蹴る。上上げるんだったらこの辺蹴ってヒューッて行くから。そう蹴るけどさらにカーブだったら、下のところをこうしてこう...
D: ちょっとボールの下、あ、外側?
B: うん。
D: 左側?
B: そう。
D: 左側蹴ると右に曲がるかな?
B: んーと、左を... こう、左こういくと右行くから。
D: あー、左側を蹴った方が?
B: こうまっすぐ行ってまた曲がらせる。

初めはボールのどこを蹴ったら曲げられるか自分の中に答えのなかった B が、上のような発言をしていた。左利きの B は、ボールの左側を蹴ることで右回りの回転をつけてカーブをかけようと考えたようである。スマートボールによって可視化されるヒットポイントを基に、ヒットポイントと軌道の関係性を考え、自分の中で答えを導き出したのではないかと考えられた。

### 3. 小学校理科教育におけるものづくり活動とデザイン思考

つぎに、平成 30 年 10 月 14 日、11 月 11 日、11 月 24 日の 3 回にわたって、牧之原市立旧片浜小学校で実践を行った。参加者は、主に市内小学校に在学する児童・生徒であった。プログラムでは、株式会社アイエイアイの「ミニロボ」を用いて、ものづくりが理科教育の観点からみ

て児童生徒にどのような影響を与えるかについて調査を行った。1回目の活動ではミニロボを配布し、ミニロボの製作を開始した。株式会社アイエイアイの宮下氏が、ミニロボに関する説明や簡単な製作手順を説明した。また、ミニロボと同時に2枚の用紙を配布した。アンケート用紙はミニロボアンケート、改造記録表の2枚である。配布した用紙は後日回収した。2グループに分かれ、1グループ60分の活動とした。



写真1 IAIによるミニロボ解説



写真2 ミニロボの作製

2回目の活動では「自慢のミニロボをつくろう」というタイトルのもと、ミニロボの改造を中心に行った。1回目でミニロボを配布してから約1か月の期間が空き、製作時間は十分に取れたものの、その間児童生徒と連絡を取る手段がなかったため、ミニロボをきちんと作成して活動に参加できるか懸念された。2つのグループに分かれ、1グループ60分の活動であった。3回目の活動ではグループに分かれて自分のミニロボの紹介と他のミニロボの改造のいいところを見つける活動と、「ミニロボで遊ぼう」というタイトルのもと、ミニロボでできるサッカー以外の遊びを考える活動を行った。2つのグループに分かれ、1グループ30分の活動であった。第1回、2回の活動を通してそれぞれが「自慢のミニロボ」を作成、改造してきた。自慢のミニロボにするために自分のミニロボはどこを工夫したのかを発表し意見をだし合うことで、今まで自分が気づけなかった改善点や、参考にしたい改造ポイントなどの意見の共有を図った。意見交換の際、ワークシートの「改造を比べてみよう」のいいなと思った改造、試してみたい改造の2つの欄に活動を通して考えた自分の意見を記入した。



写真3 話し合いの様子1

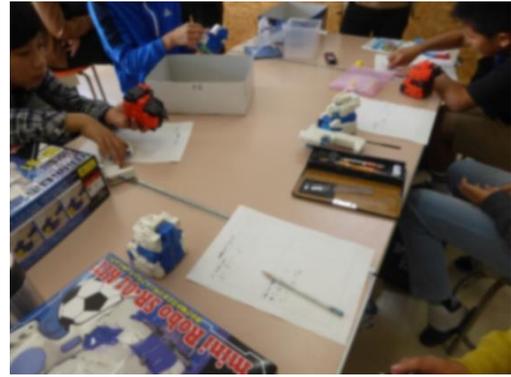


写真4 話し合いの様子2

つぎに、自分たちが作ってきたミニロボを使って、グループごとに遊びを考える活動を行った。学校も学年も違う子ども同士が集まってできているグループが多かった（写真3、4）。グループごとに遊べる場所を決め、決められた場所でできる遊びを考えた。遊びを考えるときに使っていい道具として、紙コップ、積み木、はさみ、養生テープ、セロハンテープ、ビニールテープ、タコ糸、マドラー、クリップを用意した（写真5、6）。



写真5 用意した道具



写真6 ミニロボ遊びの様子

ところで、ミニロボづくりは、コントローラー、ミニロボ本体を完成させるまでの過程は説明書がある中でつくるため、「メイキング」「エンジニアリング」の要素が中心である。ミニロボが完成したあとの、ミニロボを自分好みに改造する過程は、説明書はなく、試行錯誤して自分の思い通りのミニロボを目指してつくるため「ティンカリング」の要素が中心になる。3回目の授業ではミニロボで遊ぼうを通して、「デザイン思考」を体験できるようにしている。デザ

イン思考は、深いニーズを知る、問題点とゴールを定める、アイデアを生み出す、アイデアを形にする、アイデアを評価するの 5 つのステップを想定した。改造例として I さんと M さんのミニロボと改造記録表を以下に示す（写真7、8、9、10）。



写真7 Iさんのミニロボ



写真8 Mさんのミニロボ

よくなってほしい性能	改造するパーツ	改造で工夫したところ	結果	思ったこと
スピードアップ	ギア	変える時に フリスをぬいた	前よりスピードアップした。	小さいギアは、はめにくい。
見た目をかっこよく!	ミニロボ全体	パーツを変える。	前より、自分にしたしみができた。	とちゅう、色も、質感も、アットがなくなってきた。
たおれにくくする。		でんちばっくすを、横にした。	およりあんていかんかてて、そうじしやう	とちゅう、いみわかんなくなつたけれど、楽した。
スピードアップ		できるにけかんあつた後に、ふたんがからいようにおしつめ録	よりスピードアップした。	おしつめなように、はら、ねしてか、アットがおじた!
幅を広くした。				

写真9 Iさんの改造記録表

よくなってほしい性能	改造するパーツ	改造で工夫したところ	結果	思ったこと
キックがスムーズにいく	キック機構	ガリスをぬった	スムーズに動 くようになった	簡単にできる 作業だった
かっこよ きたい	ミニロボ のボディ	全体ではな く一部をぬ未	2色使ったの でかっこよ くなった	売っているパ ーツはちが った雰囲気 になってい た

写真10 Mさんの改造記録表

「ティンカリング」は、簡単に改造できるところから始まることが子供の改造記録表のデータから分かる。ミニロボでは、シュートに注目したキックプレートの改造や速さに注目したギアの改造が比較的簡単な改造にあたる。今回の改造の中では、キックプレートの改造が一番多く、様々な改造の仕方があり多様性が見られた。このことから、将来的にミニロボ教材を活用する際は、シュート機構の改造の特に、キックプレートに注目させることがティンカリングの始まるきっかけになると言える。

改造に明確な正解、不正解はない。しかし、自分が正解だと思える「納得できる」改造はある。実際にキックプレートの改造に注目してみても、様々な考えのもと多様なキックプレートの加工が見られた。

ところで、ものづくり活動はスキルや経験によってできる幅が異なるものである。小学生、中学生段階では、ものづくりの経験に個人差があり、ドライバーやニッパーを扱うことに慣れていない子供も少なくなかった。ミニロボの改造は、簡単な改造から、複雑な改造までできるため、様々なレベルに対応できる。ミニロボ教材は、「メイキング」、「エンジニアリング」、「ティンカリング」の3つの要素を含みつつ、自分がやりたい改造をいろいろなレベルで試すことが可能であり、自分が納得できるまで挑戦できるところに特徴がある。ミニロボアンケートで

回答者全員が、今回の実験が勉強になったと回答していたり、改造記録表に多くの記述が見られたりしたことから、ミニロボ教材を扱ったものづくり活動は学習に対する意欲を向上するために有効な活動であるといえよう。

### (1) ものづくりを通じた専門用語の活用

第3回の授業は最初に改造を比べてみようの活動を行い、グループ活動で自分のミニロボの改造に関する意見を出し合った。前半組と後半組の二組に分かれて、前半組は1、2、3、4班、後半組はA、B、C班のグループを作った。その中で、A班と4班の活動内の発言に注目し、発話分析を行った。A班と4班には、改造パーツを買うなどして、ミニロボの改造を繰り返し行った子供が存在する。A班はNさん、Sさん、Mさん、Yさん、Aさんの5人グループで、4人が発言していた。4班はIさんが中心になって発言していた。以下に発話内容を示す。

表3 A班Nさんの発言

児童 N：僕はまず外観を赤にしました。赤と黒のやつにしたよ。その次にタイヤを変え、ハイグリップタイヤにしました。ギアも変え、ギアに付属中のキックプレートにしました。キックプレートをギアにくっつけている赤にしました。黒と赤両方買ったんだけど赤にして、その次にタイヤがグリスで外れやすいのでこれを止めるところにネジをぶち込んでちょっと重く丈夫にして、その次に、電池は本当は充電電池なんだけど高圧基板にして、充電をね、なんていうんだろう、電池を長くいっぱい使えるようにして、その次に、ちょっとキックのバネをちょっと改造して、キック曲げてみて、ちょっと強めにはじくようになったと思う。鉄球をちょっとみがいてあげて、さびを多めにして、なんていうんだろう、これが回りにくくするように。

学生：回りにくくするように？

児童 N：あのね、横滑りとかしないように、ちょっとぐって行った方がすぐに止まるように。前に行って例えば前に行ってここにあつてとったら方向変えてとれるように。速いスピードでいっても、曲がり切れなかったら意味ないもんで、すぐに止まってできるようにしました。

学生：このキックプレートはどういう形？

### (2) 遊戯性を含んだデザイン思考

第3回の授業の後半はミニロボで遊ぼうの活動をグループで行った。前半の改造を比べてみようと同じグループで活動し、ミニロボのサッカー以外の遊びを考えてもらった。1班に注目し発話分析を行った。1班は、中学生のKさんを中心に遊びについて考えていて、中学2年生のKさんと小学5年生のSさん、Nさん、Oさんの4人である。学生の発言はTで示し、空白の行は何かしらの作業をしていた時間を表す。

表4 遊戯的な活動にみられた児童・生徒による科学的説明

S：一番最初に一気に 3 人押したら押し返された。  
 T：ここは何の遊びをしたの？  
 K：ここはすもうしました。  
 S：2 人同時にかかってきたらこれ動かなかった。だけど最後まけたんだよな。  
 T：形がポイントなのかな？  
 S：相手を寄せ付けない。あと、力をそのままこっちにかけない。力そのままこっちにいくとこっちに重心がいくから、重心をここにいくようにした。重心を一番重い下に行くようにした。

遊びを考え始めた時に、1 班では相撲と野球の二つの遊びが提案されたが、最終的に相撲で遊ぶことになった。相撲で勝つために筆者が用意した様々な道具を使ってミニロボを改造していた。重さに注目した子供と力の伝え方に注目した子供の 2 つのパターンに分かれた。

考えた遊び・コース(フィールド)	遊んでみた感想

写真9 重さに注目した記述

考えた遊び・コース(フィールド)	遊んでみた感想

写真10 力の伝え方に注目した記述

N さんのミニロボの外装は軽量型パーツでできており、軽くすることを重視した改造である。一方、S さんのミニロボの外装は、初期状態の外装パーツを着色して色を変えたり、違うパーツをつけて頭の部分を変えてみたりするなど見た目を重視した改造をしている。相撲で遊ぶことに決まった段階で、二人とも会場内にある道具を使って改造をしていたが、改造するときに注目していた点が異なっていた。N さんは重さに重視した改造を行ってきたことから、相撲で遊ぶための改造でも重りになるものをつけるといった、重さ重視の改造をしていた。Sさんは重さではない点に注目していて、力の伝え方を意識した形になるようマドラーを組み付けていた(写真11)。2人は、ミニロボで遊ぼうの活動の前にすでに改造をしていたが、注目しているところが異なっていたため、バックグラウンドの知識が違う状態で「ミニロボで遊ぼう」の活動に臨んだことになる。同じ活動を行っていたにも関わらず、違う学びをそれぞれが得ていることが分か

る。ミニロボで遊ぶというオープンエンドな学びの中で、子供たち一人一人はいろいろなことを考えることになる。その中で身につけた知識や技術等の学習内容は異なるものの、学ぼうとする意欲を持ち続ける姿勢が見られた。



写真 11 改造したミニロボ

#### 4. おわりに

以上、静岡県が強みと特徴を活かした STEM 教材開発の試行事例を報告した。詳細には論じられなかったものの、地域のお茶を使った色素増感太陽電池や、地域で豊富な温泉水・地下水を使った養殖魚等々の教材化にも着手している。難易度の問題もあって STEM 教材としてどの程度実用化可能なのか検討の余地が多いものの、地域からの助力は、成果として直接的に地域に還元される。引き続き、プログラム開発を展開していきたい。

#### 附記

本報告は、坂田洋人（現・焼津市立大富中学校講師）及び山内勇人（現・鹿児島市立吉野小学校教諭）による平成 30 年静岡大学提出卒業論文の研究成果に基づいている。

#### 主要引用参考文献

- 1) 例えば、望月修（2018）：『おもしろい！ スポーツの物理』、講談社。
- 2) 例えば、平田雅子（2018）：『ベッドサイドを科学する 改訂第 3 版：看護に生かす物理学』、学研メディカル秀潤社。
- 3) 阿部慶賀（2019）：『創造性はどこからくるか：潜在処理, 外的資源, 身体性から考える（越境する認知科学）』、共立出版。
- 4) Karen Wilkinson、Mike Petrich 著、金井哲夫訳（2015）：『ティンカリングをはじめよう —アート、サイエンス、テクノロジーの交差点で作って遊ぶ』、オライリージャパン。
- 5) アディダス：miCoach スマートサッカーボール（2020 年 3 月 10 日現在、発売していない）。
- 6) 株式会社エスエスケイ：テクニカルピッチ <https://technicalpitch.net/>（2020 年 3 月 10 日アクセス）。

# IV. 資料

## 資料1；補助学生一覧表

### 担当者一覧表

氏名	所属	6月15日	6月16日	6月30日	7月13日	7月14日	7月21日	7月30日	8月3日	8月5日	8月9日	8月17日	8月18日	8月22日	8月24日	9月8日	9月14日	9月15日	9月16日	9月21日	9月28日	9月29日
熊野善介	静岡大学	藤枝①	牧之原①	三島①	藤枝②	浜松②			焼津①		牧之原②							1.5①		静岡②		
郡司賢透	静岡大学																					
雪田聡	静岡大学																					
山本高広	静岡大学	藤枝①		三島①								焼津②										
菅野貴広	静岡大学			三島①																		
坂田尚子	静岡大学																			牧之原③		
山根真智子	静岡大学																				静岡②	
青木克顕	静岡大学		牧之原①	浜松①	静岡①	浜松②		研究相談① 研究相談② ①	焼津①		牧之原②	三島③	浜松③	研究相談③ ③	研究相談④ ④(静岡)	三島④	藤枝③	1.5①	牧之原③	静岡②	焼津③	浜松④
増田俊彦	メンター	藤枝①			静岡①		三島②	研究相談① ①	焼津①		牧之原②	焼津②	浜松③		研究相談③ ③	藤枝③		牧之原③	静岡②	焼津③		
Pramudya Dwi A.P.	学生D3		牧之原①	浜松①							牧之原②	浜松③							牧之原③	静岡②	焼津③	
Nurul Sulaeman	学生D2			三島①	藤枝②		三島②				牧之原②	三島③	焼津②					1.5①		静岡②		
佐々木博登	学生M2																				焼津③	浜松④
袴田博紀	学生M1				藤枝②				研究相談② ②(藤枝)		三島③			研究相談③ ③	研究相談④ ④(静岡)	三島④	藤枝③	1.5①	牧之原③	静岡②	焼津③	浜松④
釜田一平	学生M1	藤枝①	牧之原①	浜松①	静岡①																静岡②	
小笠原早織	学生M1	藤枝①		三島①		浜松②	三島②															
伊東慎介	学生M1					浜松②	三島②					浜松③										
加島里菜	学生M1																					
高橋香帆	学生B4															三島④						
安岡結季	学生B4																				静岡②	
林春樹	学生B4																					
高比良咲葉	学生B4																					
三枝真武	学生B3											焼津②									静岡②	
杉本啓太	学生B3																					
塚原文典	学生B3																					
高橋祐貴	学生B3																					
齊藤浩幸	静岡県立三島北高校			三島①			三島②					三島③					三島④				静岡②	
小川侑祐	静岡県立三島北高校			三島①													三島④					
山梨睦	静岡県立三島北高校			三島①			三島②					三島③				三島④					静岡②	
北川裕紀	静岡県立三島北高校			三島①			三島②					三島③				三島④						
鳥光高弘	静岡県立静岡高校			三島①			三島②									三島④						
大石隆示	浜松市防災学習センター			浜松①		浜松②							浜松③									浜松④
竹本石樹	浜松学院大学			浜松①		浜松②							浜松③									
市川紀史	浜松学院大学			浜松①		浜松②							浜松③									
仲村篤志	浜松市立佐鳴台中学校			浜松①		浜松②							浜松③									浜松④
Jilian Roehring	ミネソタ大学																				静岡②	
カンブソン	ミネソタ大学 学生																				静岡②	
山田和芳	ふじのくに地球環境史ミュージアム																					
藤田真太郎	浜松市立舞阪中学校																					
霧無慎二	株式会社Eu-BS																					

氏名	所属	10月6日	10月13日	10月14日	10月19日	10月26日	10月27日	11月2日	11月4日	11月9日	11月10日	11月24日	11月30日	12月8日	12月14日	12月15日	1月12日	1月13日	1月25日	1月26日	2月1日	2月22日	
熊野善介	静岡大学	三島⑤	1.5②	牧之原④						牧之原⑤	三島⑥						三島⑦	1.5⑤	焼津⑥	浜松⑦ 藤枝⑦	1.5⑥	焼津⑦	
郡司賢透	静岡大学																					1.5⑥	
雪田聡	静岡大学																					1.5⑥	
山本高広	静岡大学	三島⑤					藤枝④				三島⑥		藤枝⑤	藤枝⑥			1.5⑤						
菅野貴広	静岡大学				静岡③																		
坂田尚子	静岡大学			牧之原④												牧之原⑥							
山根真智子	静岡大学		1.5②																				
青木克顕	静岡大学		1.5②			浜松⑤		焼津④	静岡④			1.5③	浜松⑥			1.5④	三島⑦	1.5⑤	焼津⑥	浜松⑦	1.5⑥		
増田俊彦	メンター				静岡③		藤枝④	焼津④	静岡④			1.5③	藤枝⑤	藤枝⑥		1.5④	焼津⑥	1.5⑤	焼津⑥		1.5⑥	焼津⑦	
Pramudya Dwi A.P.	学生D3										三島⑥												
Nurul Sulaeman	学生D2												浜松⑥										
佐々木博登	学生M2																					1.5⑥	
袴田博紀	学生M1			牧之原④	静岡③				静岡④									焼津⑤			浜松⑦	焼津⑦	
釜田一平	学生M1						藤枝④				三島⑥				牧之原⑥	1.5④	焼津⑤	1.5⑤	焼津⑥	藤枝⑦	1.5⑥		
小笠原早織	学生M1																						
伊東慎介	学生M1																						
加島里菜	学生M1		1.5②					焼津④	静岡④			1.5③	藤枝⑤										
高橋香帆	学生B4				静岡③	浜松⑤	藤枝④					1.5③											
安岡結季	学生B4	三島⑤				浜松⑤		焼津④		牧之原⑤			藤枝⑤										
林春樹	学生B4				静岡③		藤枝④		静岡④		三島⑥	1.5③	浜松⑥	藤枝⑥		1.5④			焼津⑥				
高比良咲葉	学生B4												浜松⑥										
三枝真武	学生B3	三島⑤		牧之原④				焼津④		牧之原⑤					牧之原⑥		焼津⑥	1.5⑤		藤枝⑦	1.5⑥		
杉本啓太	学生B3																	1.5⑤				1.5⑥	
塚原文典	学生B3																					1.5⑥	
高橋祐貴	学生B3																					1.5⑥	
齊藤浩幸	静岡県立三島北高校	三島⑤									三島⑥												
小川侑祐	静岡県立三島北高校										三島⑥												
山梨睦	静岡県立三島北高校																三島⑦						
北川裕紀	静岡県立三島北高校	三島⑤									三島⑥					三島⑦							
鳥光高弘	静岡県立静岡高校	三島⑤																					
大石隆示	浜松市防災学習センター					浜松⑤								浜松⑥								浜松⑦	
竹本石樹	浜松学院大学																						
市川紀史	浜松学院大学																						
仲村篤志	浜松市立佐鳴台中学校					浜松⑤								浜松⑥								浜松⑦	
Jilian Roehring	ミネソタ大学																						
カンブソン	ミネソタ大学 学生																						
山田和芳	ふじのくに地球環境史ミュージアム		1.5②																				
藤田真太郎	浜松市立舞阪中学校										1.5③					1.5④							
霧無慎二	株式会社Eu-BS																	1.5⑤					

静岡 STEM アカデミー in 三島 報告書

- 1 期日 2019年6月30日(土) 10:00~15:00
- 2 会場 静岡県立三島北高等学校
- 3 日程 ①開講式 10:00~10:15  
②STEM 教室 10:20~12:00  
「風船ロケット」、moodle の使い方、アンケート記入
- ③自由研究指導 13:00~15:00

4 指導内容1 午前の部 (STEM 教室)

**風船ロケットをつくらう!**

- ① 風船ロケットづくりの意味付けをする。  
あなたは、ロケット開発のエンジニアです。宇宙ステーションへ人と物資を安全に運ぶロケットの開発をすることになりました。安定した飛行のためには、エンジンから噴き出すジェット推進力や姿勢制御、翼の形状などの開発が必要です。そこで風船をロケットに見立てて、その基礎データをとることにしました。

② 探求課題

風船ロケットを、まっすぐ上昇させるには、どのような工夫をしたらよいだろうか。
③ 予想または仮説を立てる。
(1)ワークシートに予想をかく。 ・なぜその予想を立てたのか、理由をはっきりさせる。
(2)「風船ロケットの設計図」を描く。
④ 探究活動(個人で様々な工夫をしながら、データを集める。表の利用)
(1)材料を整える。<風船・ストロー(3種類から選択) 翼の用紙、ハサミ、セロテープ>
(2)設計図を基に制作する。
(3)完成したら試技をする。 ・その時、データをしっかりとる。 ・どのようにデータを取ったらよいか考えさせる。
(4)何回も改良を加える。(試行錯誤する。) ・その都度データを取る。
(5)グループで、それぞれの風船ロケットの状況を発表する。
(6)改良点についてアドバイスを受ける。
(7)改良した機体でチャレンジする。
(8)成功した機体の生徒に、その秘密を聞く。

- ⑤ 全体で発表する。(全員で号令をかけ、一斉に打ち上げる。)

⑥ 振り返りをする。

- 5 指導内容2 午後の部 (自由研究指導)

6 備考

- ・moodle への登録と利用法の説明 (午前中)
- ・保護者への説明
- ・振り返りシートの記入、アンケート記入 (午前中)

7 指導者

熊野善介、萱野貴広、山本高広、Nurul、小笠原早織

## 静岡STEMアカデミー in 三島 報告書

- 1 期日 2019年7月21日(日) 10:00~15:00
- 2 会場 静岡県立三島北高等学校
- 3 日程 ①STEM教室 10:00~12:00 「風力発電」  
②自由研究指導 13:00~15:00 個別指導
- 4 参加者 萱野、山本、増田、Nurul、林、小笠原、三島北高等学校の先生方
- 5 指導内容 (午前)

### 風力発電しよう!

#### ② 課題

学校は地域の人々にとって重要な場所であり、たくさんの電気を必要とします。緊急時、学校が避難の中心となります。そのため学校の電気はととても重要です。(中略)周辺で風が強く吹く場所を探すためにご協力ください。(後略)

#### ① 目標

風力発電に適した場所を探す

#### ② 予想または仮説

・予想、設計図を記入させる。

#### ③ 探究活動(個人で様々な工夫をしながら、データを集める。表の利用)

- (1) 課題を把握する。
- (2) 材料を選ぶ。
- (3) 設計図を作成する。
- (4) 設計図をもとに、作成する。
- (5) 風車が1.6m/sの風で回るか確かめる。
- (6) グループで結果を発表しあう。
- (7) 改良点についてアドバイスを受ける。
- (8) 改良して再チャレンジする。

#### 6 指導内容(午後)

- ・自由研究指導。探究の過程について、疑問列車について(増田)
- ・夏休みの自由研究に向けて計画を立てる。

#### 7 考察

- ① 設計図を描くことによって、自分が作りたい形を考えることや、必要なものを計画することができた。
- ② ドローンのようなテクノロジーの活用を、活動とどのように結び付けていくのがよいのだろうか。ドローンを使う必然性をもたせる活動展開を検討する必要がある。
- ③ 次回が8月17日のため、自由研究を受講生がある程度進めていくことが予想される。自由研究のサポートについて moodle を活用した情報交換ができるようにする必要がある。

#### 8 当日の写真

- ・午前の指導



- ・風力計を作る



- ・午後の指導



## 静岡STEMアカデミー in 三島 報告書

- 1 期日 2019年8月17日(土) 10:00~15:00
- 2 会場 静岡県立三島北高等学校
- 3 日程 ①STEM教室 10:20~12:00 「レーザーシステムを作ろう」  
②自由研究指導 13:00~15:00 個別指導
- 4 参加者 袴田博紀、青木克顕、ヌルル、斎藤浩幸、山梨睦、北川裕紀
- 5 指導内容 (午前)

### レーザーシステムを作ろう!

- ① アイスブレイク
- ② 課題

#### エンジニアの皆様へ

本社は世界各国にてビジネスならびに家庭用のセキュリティーシステムを提供しており、スパイから宝物を守るために設計を提案させていただいております。本社のセキュリティーシステムの設計は世界各国の展覧会の展示に利用されております。貴重な宝物などを盗難から守るために我が社のセキュリティーシステムをご活用いただければ幸いです。

皆様には、1つの光源を使ったレーザーセキュリティーシステムを作るために、科学的専門知識を踏まえたうえで設計をしていただきます。レーザー光は一か所から発射し、鏡による反射を利用してスパイの侵入を防ぐように設計していただきます。スパイがレーザー光を避けることも考えられますので、念のため、入り口から展示物の間は少なくともレーザーを3回横切るようにしていただきたいです。セキュリティーシステムの設置場所を、皆様のチームで決めてください。レーザーセキュリティーシステムはスパイが宝物を盗みたくなくすることを目的とし、複雑なものが求められます。

また、スパイがレーザーに触れたとき、音や映像などを使い、泥棒の親友を教えてください。必要です。様々なセンサーを使い、スパイの侵入を伝えてください。

本課題について、エンジニアの皆様がチームで取り組んでもらいます。なお、予算の関係上、デザインに使用する素材は限られております。本社は、核チームが作成したデザインを検討し、どれがより有効なセキュリティーシステムとして機能するかを判断します。

\*アウンダーラインは、青木が添付。  
目 標 (問題の定義 Define)  
「セキュリティー会社の人は皆さんに何をしてほしいと言っていますか?」

- ③ 事前調査1 (Learn)
- ②の下線部分

光の反射について、「入射角が反射角に等しいこと」をレーザー光と鏡、分度器を用いて確かめる。(小5から中3までのレディネスをそろえる。)

事前調査2 (Learn)

光センサー、明るさセンサー (MESH) の紹介。光がびったり当たると、光センサーが付くことを知る。

レーザー光→明るさセンサー→パソコン (I pad) →光センサー(点燈)

## ⑥ 探究活動1 (Plan)

- (1) ワークシートに設計図を記入する。(2人1組) (Try & Test)
  - (2) 設計図をもとにセキュリティーシステムを組み立てる。試行錯誤しながら、いくつかのパターンを作成。  
(Decide)
  - (3) 完成したら試技をする。  
・(データをしっかりとる。表にまとめる。) →試技に夢中となる。
  - (4) グループで結果を発表しよう。
  - ⑦ Learn どんなセンサーがあったら、感知できるだろうか? →次回への活動の期待を膨らめる。
- 6 自由研究指導 (午後)
    - ・自由研究の個別指導(袴田、青木、斎藤、山梨、北川)
  - 7 考察(昼食を食べながらの話し合い)
    - ・高等学校でも、総合学習の中でSTEM学習を取り入れることが可能であると思う。
    - ・先週、アメリカのSTEM教育の様子を視察してきたが、日本の学校の状況とは大きく異なっていた。静岡STEMアカデミーのように才能に恵まれた子供の能力を伸ばすという目的よりも、いろいろな人種がいる中で、底辺の生徒の能力を高めることに力を入れているようだった。
    - ・静岡県でも、県教育委員会が講習会を開くなど、STEM教育への関心が高まっている。
    - ・大学入試という制約があるので、なかなか授業に取り入れるのは難しいもある。
    - ・自由研究を続けて、OA入試で東京大学工学部に合格した例もある。

左より 袴田博紀 ヌルル 斎藤浩幸 山梨睦



## 静岡STEMアカデミー in 三島 報告書

- 1 期日 2019年9月8日(日) 10:00~14:00 台風15号接近のため1時間短縮
- 2 会場 静岡県立三島北高等学校
- 3 日程 ①STEM教室 10:20~12:00 「レーザーシステムを作ろう②」  
③自由研究指導 13:00~14:00 個別指導
- 4 参加者 袴田博紀、青木克顕、齋藤浩幸、山梨睦、北川裕紀、小川侑祐、高橋香帆  
受講生10名

### 5 指導内容 (午前)

#### レーザーシステムを作ろう!

- ① アイスブレイク
- ② design process (前回の課題の確認)
  - ・誰が依頼していましたか? レーザーセキュリティー株式会社
  - ・何をしたいと頼んでいますか? 宝を守る
  - ・2つの要望がありましたか? ①3回レーザーを横切る  
②センサーを使って、泥棒の侵入を伝えてほしい。

#### (演示) Learn 事前調査

光の反射の決まりを確認 入射角=反射角  
前時での活動を、映像を使って振り返る。

### ③ 目標 (問題の定義 Define)

メッシュという道具を使います。

センサーを使って、スパイの侵入を伝えるシステムを考えよう。

### ④ 事前調査1 (Learn)

メッシュの使い方を指導…試してみましょう。

前回紹介した光センサー、明るさセンサー (MESH) 以外のセンサーと試す。

動作センサー、温度センサー、振動センサーなど

### ⑤ 探究活動1 (Plan)

- (1) ワークシートに設計図を記入する。(2人1組) (Try & Test)
  - (2) 設計図をもとにセキュリティーシステムを組み立てる。(Decide)
- <10:45 生徒たちは、ほぼ使い方を理解できている。>
- (3) (生徒を前に集める。) Plan のワークシートに記入することを指示。

### (4) 発表

<11:20 机ごとに発表する順番を決める。生徒がテーブルを回って、説明を聞く。(特派員)

(5) 11:34 ワークシートに改善点を書いてください。

(6) 11:40 終了

### ⑥ Learn MESH を浮遊研究に利用できないだろうか?

→温度センサーを用いて、パソコン上に気温のグラフが書けることを示す。

→今後の活動の期待を膨らめる。

## 6 自由研究指導 (午後)

齋藤浩幸



北川裕紀



小川侑祐



山梨睦



青木克顕



袴田博紀



## 7 考察

- ・ MESH(センサー)を使っての活動は、生徒の興味を引き、様々な工夫をする様子が見られた。
- ・ 「セキュリティーシステムを作ろう!」というテーマを2回シリーズで探求したが、さらに自由研究などと結び付けて、創造性を発揮させることのできる活動ができそうである。今後の教材開発が期待される。
- ・ 光の反射についての理解は、小学生と中学生で差があるように思われた。「入射角=反射角」となる設計図はできても、実際の場面では、鏡の角度等やレーザーポインターの設置に微調整が必要である。特にレーザーポインターについては、使い安いものを新規に購入する方がよい。
- ・ デザインを描かせることが重要であるという認識では、指導者間で一致が見られた。

## 静岡STEMアカデミー in 三島 報告書

- 1 期日 2019年10月6日(日) 10:00~15:00
- 2 会場 静岡県立三島北高等学校
- 3 日程 ①STEM 教室 10:20~12:00 「風力発電をしよう！」  
①STEM 教室 13:00~14:00 「風力発電をしよう！」  
③自由研究指導 14:00~15:00 自由研究相談
- 4 参加者 熊野善介、山本高広、安間結季、三枝真武、斎藤浩幸、山梨睦、北川裕紀  
受講生 11名
- 5 指導内容 (午前)

### 風力発電をしよう！

- ① 課題  
「学生各位」の手紙の確認
- ② 目標 (問題の定義 Define)  
「静岡電気株式会社の人には皆さんに何をしてほしいと言っていますか？」  
電気をつくることのできる風力発電を開発する。  
1 よく風を受けて回転する羽を考える。  
2 静岡電気株式会社の社員がみてもわかるように、データをしっかり記録する。
- ③ 事前調査1 (Learn)  
実際の風力発電についてスライドを見て学ぼう。
- ④ 事前調査2 (Learn)  
改善するための自分の考えをワークシートに書き、班で共有してみよう。
- ⑤ 探究活動1(午前)

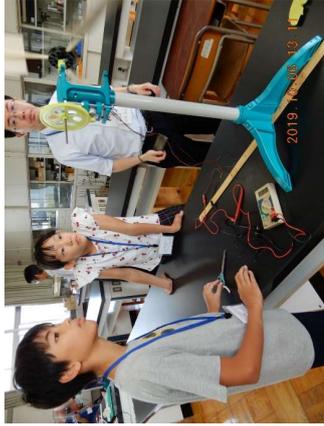
- (1) 研究開発する事柄を決める。「私たちの班は、○○○○○について改良します！」(Plan)  
ワークシートに計画 (Plan & Try) を記入する。(個人)  
計画をもとに風力発電装置を組み立てる。試行錯誤 (Try & Test)
- (2) 実験データを記録しよう。(Test)
- (3) ワークシートの表にデータを記録する。(発電量：電圧と電流から電力を iPad で計算)
- (4) それぞれが考えた改良方法を発表する。(Decide)

#### 探究活動2(午後)

- (5) 他の班の結果を参考に、さらにせいのうのよい風力発電を作ってみよう。
- (6) ワークシートに設計図を書いて、風力発電装置を改良する。(Plan & Try)
- (7) 実験データを記録する。(Try & Test)
- (8) 研究成果の発表。(Decide)
- (9) 振り返り「自己評価表の記入」
- 6 自由研究指導 (午後)
  - ・研究発表会までに、発表のシナリオを作成すること。

## 7 考察

今回は、ミネソタ大学のジュリアンさんが10月19日(土)静岡科学館で行った基礎授業を下敷きとして、熊野研究室の4年生安間さんが指導を行った。今まではワークショップを2時間としていたが、班ごとに調べた結果を発表し、他の班の成果も踏まえて、さらにより発電装置を作るという活動のためには、3時間が活動時間が必要と考えられた。



プラスチックの羽の先端を切って、形を変えようという工夫をした班



羽の材質や角度を調整する班



## 静岡STEMアカデミー in 三島 報告書

1 期日 2019年11月10日(日) 10:00~15:00

2 会場 静岡県三島北高等学校

3 日程 ①挨拶・日程説明 10:00~10:15

②一部: 10:20~12:00

STEMワークショップ「気象観測システムを作ろう」

二部: 13:00~15:00

「自由研究で困っていること」その後「個別指導」

4 参加者 熊野善介、山本高広、Pramdya、Djoko、峯田一平、林春樹  
斎藤浩幸、山梨陸、北川裕紀

### 気象観測システムを作ろう

5 指導内容

- ① 課題 (micro:bit を使って気象観測システムをつくれ！)
- ② 気象観測の役割を考えさせる。
- ③ micro:bit とタブレットの使い方になれる！

(1) 課題 温度センサーの機能を使えるようにしよう。

### (2) 実践内容

探求課題: 「micro:bit を使って温度センサーを作ろう。」

① 目標 (問題の定義 **Define**)  
「気象観測システムを理解し、micro:bit を使って温度センサーを作る。」

② 導入 (**Learn**)  
気象観測をしたことありますか。どんなことを観測しましたか。  
どんなところに設置されていますか。  
実際の身の回りの天気予報はどのように行われていますか。

③ 探究活動 (**Plan**)  
・ micro:bit を起動して使えるように設定しよう。  
・ タブレットにインプットしよう。  
・ 温度を測れるように設定しよう。

④ 個人で実験する。(Try & Test)  
・ 試行錯誤を繰り返し、体温などを測定できるように設定する。(Decide)

### (3) 自由研究指導

- ① 今回の実践で使った、micro:bit のようなセンサーを、自分の探究している自由研究で使うとしたら、どんなセンサーがあるといいか。
- ② 個別に指導を希望する講座生にアドバイスを行った。

## micro:bit を使って温度センサーを作ろう！

林先生の指導の様子。



分からないところに対してメンターが個別に対応



## 静岡STEMアカデミー in 三島 報告書

- 1 期日 2020年1月12日(日) 10:00~14:00  
 2 会場 静岡県立三島北高等学校  
 3 日程 ①研究発表大会  
 10:00~12:30  
 ②次年度のSTEM教室についての話し合い 12:30~14:00

- 4 参加者 熊野善介、青木克頭、山梨睦、北川裕紀、  
 受講生8名 保護者14名

### 5 研究発表会

- 1 熊野善介 静岡STEMアカデミー代表挨拶  
 2 進め方について (青木)  
 3 発表  
 4 講評  
 5 修了証授与  
 6 連絡、アンケート

### 7 次年度の打ち合わせ

来年度の年間計画を示し、協力を求めた。佐藤校長先生が参加できなかつたため、決定ができなかつたが、おおよそ本年度のやり方を踏襲していくこと、自由研究を必修とすることなどで、基本的に合意した。ただし、来年9月に予定されているジュリアン先生の来日に合わせてSTAGE1.0の日程を変更するかどうかについては、今後の調整となる。



発表者	テーマ
中3	磁性流体とガス加速器~応用方法についての実験と考察
小6	小笠原の緑の砂はなぜ緑か？
小5	流れる空気の研究どうしてボールは流れる空気の中で浮いているのだろうか
小5	三島市の水生環境と景観に配慮したマイクロ水力発電機の検討
小5	フライドチキンで鶏の骨格研究
小6	風車の研究
小6	モーターのしくみに迫る一追体験の大切さ
小6	

### 6 考察

三島会場では、13名の登録があったが、「研究がまとまらなかった」「受験を控えている」「インフルエンザ」などの理由により欠席が5名出たため、8名での発表会となった。募集時に、自由研究をすることが必須であることを分かってやすく示し、発表会については、受験に重ならない時期に実施することが必要である。また、テーマの設定について早めに指導を行うことが肝要である。

発表した生徒の研究内容であるが、自分でテーマを決めて実験を行い、研究論文としての体裁が整っているものが半数、残りの半分は本に載っている実験を少しアレンジして行ったもの、教科書に載っている実験をもう一度自分でやってみたものなどであった。



## 静岡STEMアカデミーin焼津 報告書

- 1 期日 2019年8月3日(土) 10:00~15:00
- 2 会場 ディスカバリーパーク焼津天文科学館
- 3 日程 ①開講式 10:00~10:20  
②STEM教室 10:20~12:00 「風船ロケット」  
③自由研究指導 13:00~15:00 個別指導、Moodleの登録・利用方法説明
- 4 参加者 熊野善介、増田俊彦、青木克顕
- 5 指導内容 (午前)

### 風船ロケットをつくろう!

- ① 風船ロケットのつくり方を知らう(YouTube)
- ② 課題  
あなたは、ロケット開発のエンジニアです。宇宙ステーションへ人と物資を安全に運ぶロケットの開発してください。安定した飛行のためには、エンジンから噴き出すジェットの影響と姿勢制御翼の開発が必要です。
- ③ 目標  
風船ロケットを、まっすぐ上昇させるには、どのような工夫をしたらよいらう。  
予想または仮説(〇〇を〇〇したら、風船ロケットはまっすぐ上昇するだらう。)

- ・予想、設計図を記入させる。  
・・・今回、設計図の意義について講師の増田先生が強調したため、丁寧な図ができた。

- ④ 探究活動(個人で様々な工夫をしながら、データを集める。表の利用)

- (1) ロケットの模型を見せる。
- (2) 設計図をもとに製作する。
- (3) 完成したら試技をする。  
・データをしっかりとる。表にまとめる。  
何回も改良する。→ストローの太さと長さ、翼の形
- (5) 完成したロケットを一人に上昇させた。
- (6) 講師の増田先生のロケットを見る。風船に付箋を取り付けて、回転しながら上昇した。
- (7) 改良した機体でチャレンジする。

- 6 自由研究指導(午後)

- ・Moodleの使用方法について説明(熊野) 個別指導(熊野)
- ・自由研究の指導(増田)・・・研究論文の項立てと疑問列車について

- 7 考察

- ① 導入部で、作り方の映像を見せる代わりに、ディスカバリーパークにある宇宙ロケットの模型を見せた。このことで、いろいろな風船ロケットができたが、模型に3つのプースターがついていたため、ストローを3本にしようとする生徒が多かった。
- ② 「設計図を書いてから、作る。」「データをとりながら、改良していく。」など、考えながら活動を行うことの重要性を強調した。
- ③ 聴講生の小学校4年生が、一番よく目標に合うロケットを作成できた。非凡な才能を感じた。
- ④ 自由研究の指導は、研究論文の項立てと疑問列車について解説した。

開会式で、静岡STEMアカデミーについて説明する、熊野善介静岡大学教授



講師 増田俊彦先生

## 静岡 STEM アカデミー in 焼津 報告書

- 1 期日 2019年8月18日(日) 10:00~15:00
- 2 会場 ディスカバリーパーク焼津天文科学館
- 3 日程 ①日程説明 10:00~10:20  
②STEM教室 10:10~12:00 「風力計を作ろう」  
③自由研究指導 13:00~15:00 個別指導、
- 4 参加者 増田俊彦、山本高広、Nurul、三枝
- 5 指導内容(午前) Nurul 先生を講師に、山本助教役が通訳をして進めた。

### 風力計を作ろう!

(午後) 増田アドバイザーを講師として、3ブース設置し、個別の自由研究指導をした。

#### ② 課題

緊急時、この建物が避難場所になります。そのため、この建物での「電気」はとても重要です。そこで私たちの会社は、風邪を使ったエネルギーを見つけるためのプロジェクトに、皆さんを雇いたいと考えています。風力発電プロジェクトでは、周辺で風が強くなる場所を探するために、よいアイデアを出して「簡易風速計」を制作してください。

#### ① 目標

- ① より強い風をキャッチできる簡易風速計を制作するには、どんな工夫をしたらよいらうか。
- ② 予想または仮説  
(○○を○として作ったら風をたくさん受け止め、より速く回転する装置を作れるのではないか。)
- ③ しっかり自分の考えを設計図に書いてから、制作に取り掛かるように指示した。
- ④ 探究活動(個人で様々な工夫をしながら、データを集める。表の利用)

#### 6 自由研究指導(午後)

- ・自由研究の指導(増田)…研究論文の項立てと疑問列車について
- ・増田、山本、三枝の3つのブースを作り、個別に対応した。

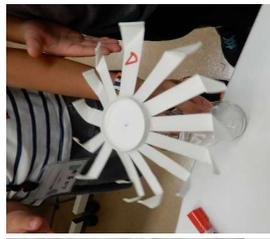
#### 7 考察

- ① 導入部で、作り方の映像を見せる代わりに、ディスカバリーパークにある宇宙ロケットの模型を見せた。このことで、いろいろな風船ロケットができたが、模型に3つのブースターがついていたため、ストロークを3本にしようとする生徒が多かった。
- ② 「設計図を書いてから、作る。」「データを取りながら、改良していく。」など、考えながら活動を行うことの重要性を強調した。
- ③ 聴講生の小学校4年生が、一番よく目標に合うロケットを作成できた。非凡な才能を感じた。
- ④ 自由研究の指導は、研究論文の項立てと疑問列車について解説した。

\* Nurul 先生と山本先生



\*羽にひねりを加えているものが多い。



\*海岸でのドローンを使っての様子。自分の製作した風速計にこだわっている。\*ドローン体験



\*自由研究指導の様子(左:増田と右:山本)



## 静岡STEMアカデミーin焼津 報告書

- 1 期日 2019年9月28日(日) 10:00-15:00
- 2 会場 ディスカバリバーバンク 焼津天文科学館
- 3 日程 ①日程説明 10:00~10:20  
②STEM教室 10:10~12:00 「レーザーセキュリティシステム」  
③自由研究指導 13:00~15:00 「紙ヘリコプターの滞空時間を増やす工夫から自由研究の進め方を学ぶ」講座
- 4 参加者 増田俊彦、青木克顕、袴田博紀、佐々木博登
- 5 指導内容 (午前) 袴田先生を講師に、レーザーセキュリティシステムを構築し、その中に

MESHをどのように活用できるかを学ぶ。

### レーザーセキュリティシステム!

(午後) 増田アドバイザーを講師として、紙ヘリコプターの滞空時間を増やす工夫をしながらか自由研究の進め方の具体を学んだ。

## ② 課題

世界的な美術品のある美術館を守るためのセキュリティシステムを構築してください。  
その時、3本以上のレーザー光線を設定すること。

### ① 目標

レーザー光線を使ったシステムを構築し、美術品を守るためにどんな工夫をしたらよいらうか。

### ② 予想または仮説

光(レーザー)の性質と鏡の反射を利用して建物内の中のセキュリティシステムを作ったら、美術品を守ることができるだろう。

### ワークショップI

光は直進する。入射角と反射角は等しい。レーザー光線は光が拡散しにくい。を見つける。

### ワークショップ2

自分の考えをワークシート(設計図)に書いてから、制作に取り掛かる。

### ワークショップIII

システムの中でのセンサーの役割、MESHの特徴や使い方

探究活動(個人で様々な工夫をしながら、セキュリティシステムをデザインし作る。)

- (1) 光線の性質(直進する・入射角と反射角の角度の関係、レーザー光線の特徴)を見つけたり気づいたりさせたい。
- (2) 非常に意欲的に取り組む姿が見られた。
- (3) 各人がアイデアあふれるセキュリティシステムを作ることができた。
- (4) MESHセンサーの特徴を把握することには大きな興味関心をしめした。

### 6 自由研究指導(午後)

- ・自由研究の指導(増田)…何人かの研究論文を見て、その進め方が自己流であり、研究の進め方そのものの指導が必要なことを強く感じた。
- ・そこで、簡単な付せんを使った「紙ヘリコプター」を作り、滞空時間の長いという条件を満たす紙ヘリコプターを制作し、試行錯誤を繰り返す中で「いかに回転力をつけるか」に気づき、羽の角度に注目するようになる。
- ・そして、付せんの幅や長さ、角度・ゼムクリップの大きさ(重さ)・落下させる高さなどの条件に

基づいてデーターをとり、その回数についても考えなくてはならないことに気づいた。

## 7 考察

- ① 科学的なことに興味関心は示すが、初めて自由研究をする生徒が多いことから、その基礎ができていないことを痛感した。
- ② 「レーザーセキュリティシステム」講座を、2回シリーズにしたのはよかつたのではないか。

### ① 袴田先生のMESHをつかった「レーザーセキュリティ:その1」の学び



### ② 増田アドバイザーの「紙ヘリコプターの滞空時間を増やす工夫から自由研究の進め方」講座



## 静岡STEMアカデミーin焼津 報告書

- 1 期日 2019年11月2日(日) 10:00-15:00
- 2 会場 ディスカバリーパーク焼津天文科学館
- 3 日程 ①日程説明 10:00~10:20  
②STEM教室 10:10~12:00 「風力発電その1」  
③STEM教室 1:00~2:00 「風力発電その2」  
④自由研究指導 14:10~15:00 「自由研究」講座
- 4 参加者 増田俊彦、青木克顕、安間結季、加島里菜、三枝真武
- 5 指導内容 (午前) 安間さんが、ジリアン教授が静岡科学館で行った「風力発電機を作ろう」の模範授業を検証する授業を実施した。

テーマ： **風力発電機を作ろう!**

(午後) 増田アドバイザーを講師として、今後の自由研究の進め方の具体を学んだ。

### ② 課題

0. 1Wを超える電力をクリアーできる風力発電機を作るために、風車の条件①風車の形、②風車の角度、③風車の数、④風車の材料)を考え、チームでデザインし制作し、実験する。

### ① 目標

風車の条件をチームで選び、0.1Wをクリアーできる風車を制作する。

チームで0.1Wをクリアーできる風車を構築するために、どんな工夫をしたらよいらうか。

- ② 仮説： 風車の条件①~④を工夫すれば、0.1Wの電力を出力することができるだろう。

### ワークショップその1及びその2

- ① チーム(三人)でどの条件でトライするか決める。②と③になる。
- ② 先生のモデル機を基に、各チーム「なぜその条件にしたのか」明確にさせる。
- ③自分たちが決めた条件に基づいて制作する。

探究活動(個人で様々な工夫をしながら、セキリティシステムをデザインし作る。)

- (1) 試行錯誤を繰り返して、0.1Wを超える風力発電機づくりに夢中であった。
- (2) 何枚羽が適しているのかデータを取った。その結果4枚羽の数値が高いことが分かった。
- (3) 非常に意欲的に取り組む姿が見られた。
- (4) 羽の枚数が解決したら、羽の角度を調べ始めた。
- (5) すると、0.1Wをクリアーしたところから一気に0.2Wをクリアーし、最終的には0.3Wをクリアーできた。

### 6 自由研究指導(午後)

- ・STEM講座での子供たちの意欲的な探求が続いたため、午後も1時間ほど取り組んだ。
- ・今後の自由研究の進め方や応募できるコンクールの紹介などをした。

### 7 考察

- ① 今日の講座は、子供たちの探究する姿勢が素晴らしい。そして工夫すればするほど生み出せる電力が大きくなったことから、子供たちの探究する喜びや達成感が顔の表情に出ていた。
- ② 2時間で取り組む予定であったが、子供たちの取り組み姿勢を踏まえて1時間増やしてじっくり工夫させ取り組んだのは、科学する心を磨く上でとても良い感触を受けた。
- ③ 男子は、発想や意欲はあるがデータを記録することは増えてのようである。それに比べて女子

はメモをしっかりと取り取り組み姿勢の違いが明確に出てきたことは、今後の手立てを打つ参考になりそうである。

### ① 安間先生の「風力発電機を作ろう：その1」の学び



講座生は、デザインし(下) チームで課題解決に向かって取り組む。(右上)



左(加島(安間)(青木)(増田)



風車の羽の角度にこだわったら、一気にクリアー



小学生チームが0.3Wをクリアーする。

## 静岡STEMアカデミー in 焼津 報告書

- 1 期日 2020年1月12日(日) 10:00-15:00
- 2 会場 ディスカバリーパーク焼津天文科学館
- 3 日程 ①日程説明 10:00~10:10  
②STEM教室 10:10~11:00 「レーザー光線の性質を知ろう：その1」  
③STEM教室 11:10~12:00 「セキュリティシステムを作ろう：その2」  
④STEM教室 13:00~14:00 「セキュリティシステムを作ろう：その2」
- 4 参加者 増田俊彦、山本高広、梶田博紀、峯田一平、三枝真武
- 5 指導内容：

### ① テーマ **レーザーを使ってセキュリティシステムを作ろう!**

- ② 課題： 盗賊から美術品を守るためにレーザー光線を部屋の中に3光線を配置し、MESH センサーを使って侵入したルパンを感知するセキュリティシステムを作る。
- ③ 仮説： レーザー光線とMESHセンサーをシステムとして作れば、侵入者を感知するセキュリティシステムを作ることができるだろう。
- ④ 探究活動

#### <ワークショップ その1>

- ① レーザー光線の性質を知る。  
・光は直進する。 ・入射角と反射角は角度が等しい。
- ② 前回(11月)の復習・・・記憶を確認する。
- ③ 個人で様々な工夫をしながら、セキュリティシステムをデザインする。
- ④ レーザーポインターとミラー(鏡)を使って、自分がデザインしたシステムが機能するか調べる。

#### <ワークショップ その2>

- ① MESHセンサーの機能を知ろう。
- ② MESHセンサーを使ってどんなことができるだろうか。
- ③ 実際にシステムとして機能するか試そう。

## 6 考察

- ① 台風で延期になった開催ということと連絡は行っていたが参加者が2人しかいなかった。このことから今後の開催日の変更した場合の対応策を練っておく必要がある。
- ② moodleでの連絡は行っているはずなので、moodleの活用について対応策が必要である。
- ③ 講座は11月の講座の内容を受けて、「レーザーセキュリティシステムを作ろう」の発展した内容をを行った。
- ④ マン・ツウ・マン指導のような形になったため、とても充実した講座となった。
- ⑤ 蓮見君と稲森君は、生き生きと夢中になって取り組む姿が見られた。

- ⑥ 両親とのコミュニケーションをとる中で、二人とも「アスペルガー症候群」であり、文字を書くことに抵抗が強かった。パソコンの操作はできることから、今後の論文の指導はパソコンで行うこととすすめた。

## 7. 活動風景

### ① レーザーセキュリティの学び



### ② MESH センサーを使った活動の様子



### ③ お昼の食事風景<右:増田・左:山本>



## 静岡STEMアカデミーin焼津 報告書

- 1 期日 2020年11月25日(土) 10:00~15:00
- 2 会場 ディスカバリパーク焼津天文科学館
- 3 日程
  - ①日程説明 10:00~10:10 「気象観測について」
  - ②STEM教室 10:10~11:00 「micro:bit で気温を設定しよう」
  - ③STEM教室 11:10~12:00 「micro:bit で気温を設定しよう」
  - ④STEM教室 13:00~14:00 「micro:bit で気温を測定して、送信しよう」
  - ⑤STEM教室 14:10~15:00 「振り返り」

4 参加者 熊野善介、増田俊彦、青木克顕、峯田一平、林 春樹

5 指導内容:

① テーマ: **気象観測システムを作ろう!**

- ② 課題: 気象観測システムを作ろう!
- ③ 仮説: micro:bit センサーで気温を測定するプログラムを設定すれば、仲間に送信できるようになるだろう。
- ④ 探究活動

### <ワークショップ その1>

- ① 気象観測のシステムを知ろう。
  - ・ アメダスの役割を知る。 ・ 送信の意味を知る。
- ② 「micro:bit の扱い方に慣れよう」

### <ワークショップ その2>

- ① 「micro:bit センサーの機能を知ろう。
- ② 「micro:bit センサーを使って、気温を測定し送信できるプログラムを作ろう。
- ③ 実際にシステムとして機能するか試そう。

6 考察

- ① 講師は、非常に集中して micro:bit センサーを学んだ。
- ② 二人一組でチームを組み、送信まで体験できた。
- ③ どのくらいの距離まで送信できるか、廊下に出て試す姿も見られた。
- ④ センサーで自分が測定した値を離れたところにいる仲間に送信し、同じ測定値を仲間が受信し確認できることに感動していた。
- ⑤ こうした micro:bit センサーを使って、自分の探究活動に活かせるか考えることを課題にした。



熊野教授の講義風景



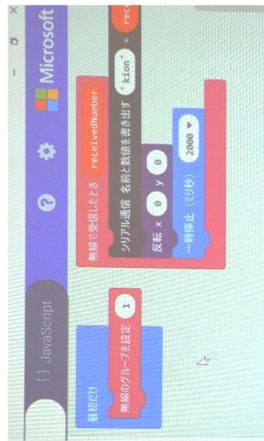
林先生のmicuro:bit授業導入



青木先生(左)、峯田先生(右)



林先生指導風景



プログラミングの内容



以前の講座の振り返り



熊野先生



左から袴田先生、熊野先生



6 考察

- ① 講座生は、非常に集中して発電機のプロペラ作りをした。
- ② 以前学んだ風力発電機づくりにプラスし、新しいアイデアを組み入れてプロペラの回転数を測ろうとする試みは、micro:bitの活用例としてとても良いプログラムになった。
- ③ こうしたmicro:bitとセンサーを使うことによって、自分の探究活動に活かせる幅が広がることを示唆していた。

7 修了式

- ・熊野アカデミー校長から、一人一人に「修了証書」を授与した。
- ・熊野アカデミー校長から講話を拝聴した。
- ・増田アカデミーアドバイザーから継続することの大切さを話し、次年度の「1.0」「1.5」「2.0」について話をした。



前列ー袴田・熊野・増田・平濱

静岡STEMアカデミー in 焼津 報告書

- 1 期日 2020年2月22日(土) 10:00~15:00
- 2 会場 ディスカバリーパーク焼津天文科学館
- 3 日程
  - ①STEM教室 10:05~10:55 「今までの講座(風力計)の振り返り」
  - ②STEM教室 11:00~12:00 「風力計を re-design してみよう。」
  - ③STEM教室 13:00~14:00 「作った風力計を micro:bit につなげよう」
  - ④修了式 14:10~15:00 「修了式」
- 4 参加者 熊野善介、増田俊彦、袴田博紀

5 指導内容:

① テーマ:

**風力計を作ってmicro:bitで回転数を測れるシステムをつくらう!**

- ② 課題: 風車の回転数を測るにはどんなシステムを作ればよいか!
- ③ 仮説: micro:bitを使って磁石センサーにつなげれば、風力計の回転数を計測できるようになるだろう。
- ④ 探究活動

<ワークショップ その1>

- ① 風力計を re-design してみよう。
  - ・以前の講座で作った風力発電機のプロペラを作成する。
- ② 扇風機で風力を調節して、よく回転するプロペラを試行錯誤して作る。

<ワークショップ その2>

- ① 作った風車を磁石センサーの機能を知り、どこにセンサーを設定すればよいか試して、固定する。
- ② micro:bitとセンサーをつなぎ、測定できるようにシステムを作る。
- ③ 実際に測定システムとして機能するか試す。

- 1 期日 2019年8月24日(土) 10:00~15:00
- 2 会場 静岡科学館る・く・る
- 3 日程 ①STEM教室 10:20~12:00 自由研究個別指導  
③自由研究指導 13:00~15:00 自由研究個別指導
- 4 参加者 増田俊彦、青木克顕、袴田博紀、プラムディア  
受講生 20名
- 5 指導内容(午前・午後)

### 自由・研究のまとめ方

- ① 全体指導(増田)
  - ・自由研究提出のスケジュール
  - ・大切にしたい自由研究作成のポイント
- ② 自由 研究個別指導



### 6 考察

- ・ほぼ全員の生徒保護者に対して、提出前に自由研究のまとめ方をアドバイスできたことは、大変有意義であった。

・夏休み終了間近ということもあって、どの子も真剣に相談会に臨んでいた。今年は、自由研究の仕上がりが早く、よい作品が多かった。3人の講師で対応したが、一人一人の相談に時間がかかり、終了予定時刻の15:00を過ぎて、熱心に相談活動が続いた。保護者の関心も高く、親子で相談に参加するケースが多かった。

- 1 期日 2019年7月13日(日) 10:00~15:00
- 2 会場 静岡科学館る・く・る
- 3 日程 ①STEM教室 10:20~12:00 「風船ロケット」  
個別指導、Moodleの利用方法
- 4 参加者 増田俊彦、青木克顕、峯田一平
- 5 指導内容(午前)

### 風船ロケットをつくらう!

- ① 風船ロケットのつくり方を知らう(YouTube)

### ② 課題

あなたは、ロケット開発のエンジニアです。宇宙ステーションへ人と物資を安全に運ぶロケットの開発してください。安定した飛行のためには、エンジンから噴き出すジェットの影響と姿勢制御翼の開発が必要です。

### ② 目標

風船ロケットを、まっすぐ上昇させるには、どのような工夫をしたらよいらう。

③ 予想または仮説(〇〇を〇〇したら、風船ロケットはまっすぐ上昇するだろう。)

・予想、設計図を記入させる。

### ④ 探究活動(個人で様々な工夫をしながら、データを集める。表の利用)

- (1) 材料を整える。・・・静岡より持参
- (2) 設計図をもとに製作する。
- (3) 完成したら試技をする。
  - ・データをしっかりとる。表にまとめる。→試技に夢中となる。
- (4) 何回も改良する。→ストローの太さと長さ、翼の形
- (5) グループで結果を発表しあう。
- (6) 改良点についてアドバイスを受ける。
- (7) 改良した機体でチャレンジする。
- (8) 出「他の取り方、表とグラフの表し方について指導する。(増田)

### 6 自由研究指導(午後)

- ・Moodleの使用方法について説明(青木) 個別指導(増田)
- ・自由研究の個別指導(増田、青木)

### 7 考察

- ① Youtube の映像は見せないで、ロケットづくりに取り組ませた方が、いろいろな発想が出てきたのではない。
- ② 活動に夢中になって取り組んでいた。その結果、ストローの長さや翼の形などを記録する活動がおろそかになっていた。
- ③ 他の会場よりも、多くのアイデアが出された。風船を回転させるための螺旋形の翼を工夫するものもいた。

静岡STEMアカデミー in 静岡 報告書

- 1 期日 2019年9月21日(土) 10:00~15:00
- 2 会場 静岡科学館る・く・る
- 3 日程 ①STEM教室 10:20~12:00 自由研究個別指導  
②自由研究指導 13:00~15:00 自由研究個別指導
- 4 参加者 ジリアン・ローリング(ミネソタ大学大学院教授)、カンブゾン(ミネソタ大学大学院生)  
熊野善介、増田俊彦、青木克顕、山根真智子  
袴田博紀、峯田一平、ブラムディア、ヌルル、静岡大学生(4名)  
齋藤弘幸(三島北高)、山梨睦(三島北高)、  
三島教室の生徒と保護者(7名)、藤枝教室の生徒(1名)  
STEMアカデミー静岡会場受講生 19名

5 指導内容

**風力発電に関するSTEMモデル授業(ジリアン先生による特別授業)**

Kids Wind を用いたSTEM学習

- ① 風力発電装置を作ってください。
- ② グループごとに、羽の枚数、材質、角度を変えて、発電量がどう変化するか調べましょう。
- ③ 発表・情報交換
- ④ 他のグループの成果を取り入れて、さらにより風力発電装置を設計しましょう。



カンブゾン ジリアン 熊野善介

(午後)指導者：増田「よい自由研究の作品を読んで学ぼう」

- ① 「静岡倶楽部」の受賞作品を読む。
- ② 入賞作品を読んで、わかったことを話し合おう。
  - ・データが多く、整理されている。
  - ・写真や図がきれい。
  - ・枚数が多い。
- ③ 現在自分に取り組んでいる自由研究と比べ、さらにより作品を作っていきますよう。

6 考察

- ① 静岡STEMアカデミー (JST ジュニアドクター育成事業)の研修会として実施した。当日は、他会場の静岡STEMアカデミーのメンバーのほか、東アジアからEASEの大会に参加した方たちが参観した。STEM研修会として、有意義な機会となった。
- ② 風力発電のモデル事業は、STEM学習の神髄を表しており、今後の静岡STEMアカデミーのワークショップを実施するにあたり、大変参考になった。
- ③ 午後の自由研究指導は、入賞作品のレベルを知るよい機会となった。

## 静岡 STEM アカデミー in 静岡 報告書

- 1 期日 2019年10月19日(土) 10:00~15:00
- 2 会場 静岡科学館る・く・る
- 3 日程 ①STEM 教室 10:00~12:00 自由研究個別指導  
②自由研究指導 13:00~15:00 自由研究個別指導
- 4 参加者 増田俊彦、菅野先生、袴田博紀、林春樹、高橋香帆  
STEM アカデミー静岡会場受講生 19名
- 5 指導内容

### レーザーセキュリティシステム：その1

- ① 光(光線)の性質をレーザー光線を使って見つける。
  - ・懐中電灯の光(拡散する光)とレーザー光線(拡散しない光)の光の違いに気づく。
  - ・光線は直進する。
  - ・反射角と入射角は等しい。
- ② 一人一人でセキュリティシステムのデザインを、ワークシートに書く。
- ③ ミラーを3枚使って光のリレーをデザインする。
- ④ 実際に一人一人試してみる。光をコントロールする難しさを認識する。
- ⑤ 光を受け止めて働かせるセンサー：MESH センサーを紹介し、各自自由に試してみる。
- ⑥ 次回は、このレーザー光とミラーを使ってセキュリティシステムを作ることを伝える。

### (午後)指導者：増田「自由研究の個別指導」

- ①今後の自由研究論文コンクール情報について
- ②現在自分が取り組んでいる自由研究を、さらにより作品に仕上げたいための例を提示した。
  - ・「科学の方法」を元に論文が書かれているか。
  - ・データは表にまとめる。そしてグラフを書き、法則化していくこと。

### 6 考察

- ① 実験で使う各種器具(レーザーポインター、ミラーワークシート、MESH センサーなど)を、今まではあらかじめ初めから各テーブルに配置しておいたが、授業が進んでいくと震度に合わせて配布することにした。そのことにより、受講生の取り組みがバラバラ感がなくなり、指示したことに集中して取り組めた。
- ② 講座が終わった昼休みに、MESH センサーを次回の導入として自由に試させた。受講生は夢中になって取り組んでいた。
- ③ 入射角、反射角などの、年齢差による受け止めの差をどのように解消していくかは、今後の課題である。この年齢差(学年差)・・・例えば、5年生は光の入射角=反射角などは、まだ勉強していない。しかし、中学生は既習事項である。何だかわからないがやっていたらできてしまった的な受け止めが、小学生には存在する。そこは、問題にしない方がいいのか、確認しておく必要がある。



菅野先生(左)、袴田先生(右)



林先生の指導



高橋先生の指導



レーザー光を使ったデザイン化



レーザー光線を使った入射角・反射角の確認をみんなで行う



導入：ノーベル賞を受賞した吉野博士の科学研究への姿勢について  
左の巻席にいる高橋先生・増田先生・講師は袴田先生(右)

## 静岡 STEM アカデミー in 静岡 報告書

- 1 期日 2019年11月4日(月) 10:00~15:00
- 2 会場 静岡科学館る・く・る
- 3 日程 ①STEM教室 10:20~12:00 「レーザーシステムを作ろう」  
②自由研究指導 13:00~15:00 個別指導
- 4 参加者 増田俊彦、青木克顕、袴田博紀、加島里菜、林春樹  
受講生 19名
- 5 指導内容 (午前)

### レーザーシステムを作ろう! Part2

- ① 前回 Part1 の復習
  - ・入射角と反射角 (光の性質)
  - ・いろいろな光センサー (MESH) の扱い方を理解しよう。
  - ・課題の確認「レーザーセキュリティシステムを作って、泥棒から宝物を守る」
- ②目標 (問題の定義 Define)  
MESH のほかのセンサーも利用して、泥棒から宝物を守るシステムを作ろう。
- ③探究活動 1 (Plan)  
いろいろなセンサーも利用しながら、自分なりのレーザーシステムを作ろう。  
(1) iPad を用いて、いろいろなセンサーを結び付け、プログラミングを作成する。  
(2) ワークシートに設計図を記入する。(個人) (Try & Test)  
(3) 設計図をもとにセキュリティシステムを組み立てる。(2人組) (Decide)  
(4) 完成したら試技をする。  
(5) 自分たちの作ったセキュリティシステムについて、グループごとに発表しあい情報交換を行う。
- 6 自由研究指導 (午後)
  - ・研究発表会までの段取りと心構えにについて(増田)
  - ・自由研究の個別指導(増田俊彦、青木克顕、袴田博紀、加島里菜、林春樹)

## 7 考察

前回は続いて、MESH を利用したワークショップを行った。  
はじめに、前回の復習をした。光の反射について、「入射角と反射角が等しくなる。」ということを確認した。このワークショップでは、今までの各会場の実践から、小学生と中学生の間に光の反射に対する理解の深さに違いがあることが指摘されており、袴田先生が前回の学習内容を想起させながらパワーポイントの図を使って、わかりやすく丁寧に説明した。iPad を用いてのプログラミングには、どの生徒も興味をもって取り組み、操作には比較的早く習熟した。この場面では、他会場では一人一人に操作をさせていたが、静岡会場では 21 名の参加があったため、2人1組となった生徒もあったが、仲良く考えを出し合っていた。その後、設計図を書かせて、実際にセキュリティシステムを組み立てる作業に入った。ここでは、角度を意識させ分度器を用いることを促したため、比較的正確な図面を書くことができた生徒が多かった。

最後に、作成した後、作製したものを発表しあい、他のグループの作ったものを見る機会を設けた。

「これが一番良い。」という結論が出るものではないため、いろいろな方法があることを知ることは意味があると思われる。

STEM の教室を行い、毎回感じることであるが、課題を解決するための方法としていろいろなものがあり、課題に対する答えとして「基準を満たせばどれでもよい。」という結論になりやすい。これは、いろいろなアプローチや多様性を尊重する STEM のよさであることは否定しない。しかし、いろいろある中で、「どれがよりよいか。」と比較したり競争させたりする必要はないだろうか。今回も「課題」の中には、「私たち (の会社) は各グループの考えを検討して、一番良い考えを採用します。」という文言がある。互いに評価し合うという活動も大切ではないかと考える。

指導者が大変力量がある教師であったにも関わらず、最後の詰めがやや甘いと感じられるところを、今後どのように考えたらさらによいのだろうか。



## 静岡STEMアカデミー in 藤枝 報告書

- 1 期日 2019年6月15日(土) 10:00~15:00
- 2 会場 藤枝市生涯学習センター
- 3 日程 ①挨拶・日程説明 10:00~10:15  
②一部: 10:30~12:00  
STEMワークショップ「風船ロケットを打ち上げよう」

②一部: 10:30~12:00

STEMワークショップ「風船ロケットを打ち上げよう」

二部: 13:00~15:00

- 4 参加者 熊野善介、増田俊彦、山本高広、峯田一平、小笠原早織
- 5 指導内容

### 風船ロケットを打ち上げよう!

- ① 問題点の把握(真つすぐ上上がる風船ロケットを作る)
- ② 風船の飛び方について調べよう!
- ③ どんな風船ロケットにするか設計しよう。
- ④ 上に飛ぶ仕組みを考え制作しよう。

#### (1) 課題 設定:

あなたは、ロケット開発のエンジニアです。コントロールしにくい風船を使って、上空に真つすぐ上がっていくロケットを作ってください。

#### (2) 実践内容

**探求課題:**「コントロールしにくい風船ロケットをまっすぐ上空に上がっていく風船ロケットを作るには、どんな工夫をしたらよいのだろうか。」

- ① 目標 (問題の定義 Define)
  - 「みなさんに何をしてほしいと言っていますか?」
    - ・コントロールしてまっすぐ上空に上がる風船ロケットを作ってください。
- ② 事前調査 (Learn)
  - ・ロケットの仕組み・・・推進力をどう得るか。
  - ・飛行機の羽根は必要か。
- ③ 探究活動1 (Plan)
  - (1) ワークシートに設計図を記入する。(Try & Test)
  - (2) 設計図をもとに風船ロケットを組み立てる。
    - ・材料を集める・・・軽い方がよいから紙のストローにする。
    - ・一気に加速したほうが良いからタビオカのストローにする。
    - ・ストローの長さはどれくらいが良いか。
    - ・羽根は何枚つけるか。その羽の大きさはどのくらいにするか。
    - ・どの位置につけるか。
- (3) 製作したら、試行錯誤しながら作り変える。
- (4) 天井まで上昇した風船ロケットの秘密をみんなで見つけよう。(Decide)

### (3) 自由研究指導

#### ① テーマの持ち方

パワーポイントで身近にある「日本タンポポと西洋タンポポの見分け方から見えてくる疑問」「花が咲かないスミレの不思議」「カラスウリはいつ咲くのか」・・・などの不思議を見つけて、自由研究のテーマになっていく事例を具体的に上げて解説した

#### ② 個別指導

3人の指導者に、それぞれ一人ずつ どんなテーマを考えているか、困っていることはなにか相談した。保護者が来ている場合は、子どもと一緒に聞いていただいた。



#### (閉講式) 静岡STEMアカデミー熊野代表の講話



#### 風船ロケットの制作は保護者も興味津々



#### 自由研究相談活動

## 静岡 STEM アカデミー in 藤枝 報告書

- 1 期日 2019年7月13日(日) 10:00~15:00
- 2 会場 藤枝市生涯学習センター
- 3 日程 ①STEM 教室 10:00~12:00 「風力発電」 Moodle 操作  
②自由研究指導 13:00~15:00 個別指導 Moodle の入力指導
- 4 参加者 熊野善介、Nurul、袴田博紀
- 5 指導内容 (午前) 風力発電をしよう！ (午後) 個別自由研究指導
- ① 課題

学校は地域の人々にとって重要な場所であり、たくさんの電気を必要とします。緊急時、学校が避難の中心となります。そのため学校の電気はとても重要です。(中略)周辺で風が強く吹く場所を探すためにご協力ください。(後略)

### ② 目標

風力発電に適した場所を探す。

### ③ 予想または仮説

・予想、設計図を記入させる。

### ④ 探究活動 (個人で様々な工夫をしながら、データを集める。表の利用)

- (1) 課題を把握する。
- (2) 材料を選ぶ。
- (3) 設計図を作成する。
- (4) 設計図をもとに、作成する。
- (5) 風車が 1.6m/s の風で回るか確かめる。
- (6) グループで結果を発表しあう。
- (7) 改良点についてアドバイスを受ける。
- (8) 改良して再チャレンジする。

### ⑤ Moodle の使用方法指導 (熊野)

### 6 自由研究指導 (午後)

各自、自由研究のテーマを決めることができました。

Moodle の個別指導を行った。(熊野)

### 7 考察

- ① 設計図を書かせるのを先にするか、試作させてから書かせるかが話題となった。
- ② テクノロジーの評価は、設計図に沿って行ったらよいのではないかという意見が出された。話し合わせる内容とその授業での位置づけを、今後さらに検討する必要がある。

## 「静岡 STEM アカデミー in 藤枝」自由研究相談会報告

- 1 期日 2019年7月30日(土) 9:00~12:00
- 2 会場 藤枝市生涯学習センター
- 3 内容 第1回自由研究相談会 9:00~12:00
- 4 参加指導者 増田俊彦、青木克顕
- 5 指導内容

- ① 指導者 増田俊彦・青木克顕
- ② 相談者数 = 11人(12人の内)
- ③ ・自由研究を行うのが初めての生徒が多く、研究の進め方の基本的なことか

らの指導が多かったが、やる気はある。  
・母親が付き添ってきた生徒が8人であった。親の関心も高く、継続して参加できれば能力を発揮できる生徒が多いように感じる。

### ④ 活動の様子



青木先生の  
自由研究の相談に  
のっている様子。



増田先生の  
自由研究の相談に  
のっている様子。

「静岡STEMアカデミーin 藤枝」自由研究相談会報告

- 1 期日 2019年8月5日(月) 9:00~12:00
- 2 会場 藤枝市生涯学習センター
- 3 内容 第2回自由研究相談会 9:00~12:00
- 4 参加指導者 増田俊彦、袴田博紀
- 5 指導内容

- ① 指導者 増田俊彦・袴田博紀
- ② 相談者数 = 8人(12人の内)
- ③ 活動内容 ・個別に自由研究の相談にのった。  
・具体的な内容で質問をしてくる生徒もいて、探究活動が少しずつ進んできていることを感じる。
- ④ 活動の様子



増田先生が自由研究相談にのっている様子。



袴田先生が自由研究の相談にのっている様子。

「静岡STEMアカデミーin 藤枝」自由研究相談会報告

- 1 期日 2019年8月22日(木) 9:00~12:00
- 2 会場 藤枝市生涯学習センター
- 3 内容 第3回自由研究相談会 9:00~12:00
- 4 参加指導者 増田俊彦、青木克顕 袴田博紀
- 5 指導内容

- ① 指導者 増田俊彦・青木克顕 袴田博紀
- ② 相談者数 = 8人(12人の内)
- ③ 活動内容 ・個別に自由研究の相談にのった。  
・具体的な内容で質問をしてくる生徒もいて、探究活動が少しずつ進んできていることを感じる。
- ④ 活動の様子



増田アドバイザーが相談にのっている様子



青木特任教授が相談にのっている様子



袴田先生が相談にのっている様子

## 静岡STEMアカデミー in 藤枝 報告書

- 1 期日 2019年9月14日(土) 10:00~15:00
- 2 会場 藤枝市生涯学習センター
- 3 日程 ①挨拶・日程説明 10:00~10:15  
②一部: 10:30~12:00  
STEMワークショップ「レーザーセキュリティシステムを作ろう」  
二部: 13:00~15:00

自由研究の今後の進め方ワークショップ

- 4 参加者 増田俊彦、青木克顕、峯田一平、佐々木博登

- 5 指導内容

### レーザーセキュリティシステムを作ろう

- ① 問題点の把握
- ② 光の性質について調べてみよう!
- ③ 光センサー (MESH) について調べよう。
- ④ レーザーセキュリティシステムを作ろう。

- (1) 課題 設定: あなたは、レーザーセキュリティシステム開発のエンジニアです。泥棒一つのレーザー光源を使ってセキュリティシステムを作ります。泥棒が展示品にたどり着くまでにレーザー光を3回横切るようにし、レーザー光の反射を1か所以上組み入れてシステムを作り、MESHセンサーを使い泥棒の侵入を知らせるようなシステムにしてください。

### (2) 実践内容

探求課題:「レーザー光を使いセンサーを組み入れて侵入者を防ぐには、どのようなシステムを作ったらいだろうか。」

- ① 目標 (問題の定義 Define)  
「セキュリティ会社の人は皆さんに何をしてほしいと言っていますか?」
- ② 事前調査1 (Learn)  
光の反射について、「入射角が反射角に等しいこと」をレーザー光と鏡、分度器を用いて確かめる。(小5から中3までのレディネスをそろえる。)
- ③ 事前調査2 (Learn)  
光センサー、明るさセンサー (MESH) の紹介。光がびったり当たると、光センサーが付くことを知る。  
レーザー光→明るさセンサー→パソコン (I pad) →光センサー(点燈)
- ④ 探究活動1 (Plan)  
(1) ワークシートに設計図を記入する。(2人1組) (Try & Test)  
(2) 設計図をもとにセキュリティシステムを組み立てる。試行錯誤しながら、いくつかのパターンを作成。

(Decide)

- (3) 完成したら試技をする。  
・(データをしっかりとる。表にまとめる。)  
→試技に夢中となる。
- (4) グループで結果を発表しあう。
- ⑤ Learn どんなセンサーがあったら、感知できるだろう?  
→次回への活動の期待を膨らめる。

### (3) 自由研究指導

- ① 静岡倶楽部で優秀賞を取った自由研究論文を読み、どのように論文を書けばよいかを学ぶ。

② 個別指導



## 静岡 STEM アカデミー in 藤枝 報告書

- 1 期日 2019年10月27日(土) 10:00~15:00
- 2 会場 藤枝市生涯学習センター
- 3 日程 ①挨拶・日程説明 10:00~10:15  
②一部:10:20~12:00  
STEM ワークショップ「レーザーセキュリティシステムを作ろう:その2」  
二部:13:00~15:00

自由研究の今後の進め方と応募について、その後個別指導

- 4 参加者 増田俊彦、山本高広、峯田一平、高橋香帆、林 春樹

### 5 指導内容

#### レーザーセキュリティシステムを作ろう:その2

- ① 問題点の把握
  - ② レーザー光線の性質について確認しよう。
  - ③ いろいろな光センサー (MESH) の扱い方を理解しよう。
  - ④ レーザーセキュリティシステムを作るワークショップ。
- (1) 課題 設定: あなたは、レーザー光源を使ってセキュリティシステム開発のエンジニアです。泥棒が展示品にたどり着くまでにレーザー光を3回横切るようにし、レーザー光の反射を1か所以上組み入れてシステムを作り、MESH センサーを使い泥棒の侵入を知らせるようなシステムにしてください。

### (2) 実践内容

探求課題:「レーザー光を使いセンサーを組み入れて侵入者を防ぐには、どのようなシステムを作

ったらよいらろうか。・・・その2」

- ① 目標 (問題の定義 Define)  
「セキュリティ会社の人々は皆さんに何をしてほしいと言っていますか?」
- ② 事前調査1 (Learn)  
光の反射について、「入射角が反射角に等しいこと」をレーザー光と鏡、分度器を用いて確かめる。(小5から中3までのレイノスをそらせる。)
- ③ 事前調査2 (Learn)  
光センサー、明るさセンサー (MESH) の紹介。光がびったり当たると、光センサーが付くことを知る。レーザー光→明るさセンサー→パソコン (I pad) →光センサー(点燈):7種類のセンサーの扱い方を一つ一つ確認する。
- ④ 探究活動1 (Plan)  
(Try & Test)  
(Decide)  
(1) ワークシートに記入してある設計図を基にレーザーシステムを構築する。(一人一実験)  
(2) レーザーセキュリティシステムを組み立て、試行錯誤しながら、MESH センサーを組み込む。  
(3) 完成したら試技をする。  
・(データをしっかりとる。) →試技に夢中となる。  
(4) グループで結果を発表しよう。  
(5) Learn どんなセンサーがあったら、感知できるだろうか? →自分の探究活動のどこに、どんなセンサーが活かせそうか。

### (3) 自由研究指導

- ①山崎賞の応募の仕方やその意義について学ぶ。
- ②増田・山本・峯田・高橋・林でそれぞれ個別指導をする。

## レーザーセキュリティシステムを構築しよう!



レーザー光線の復習をする。



自分のレーザーシステムの設計図を作る。

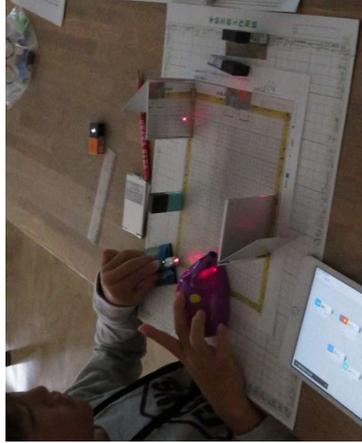


レーザー光線を照射してシステムを作り直す。泥棒ロボットが侵入する。システムは機能する?



自由研究の進め方やコンクールへのチャレンジの仕方を学ぶ。

MESH センサーを使ってみる。



## 風力発電装置を作ろう！

### 静岡STEMアカデミー in 藤枝 報告書

- 1 期日 2019年11月30日(土) 10:00~15:00
- 2 会場 藤枝市生涯学習センター
- 3 日程 ①挨拶・日程説明 10:00~10:15  
②一部:10:20~12:00  
STEM ワークショップ「風力発電装置を作ろう」  
二部:13:00~15:00

自由研究の今後の進め方と応募について、その後個別指導

- 4 参加者 増田俊彦、山本高広、安間結季、加島里菜

#### 指導内容

### 風力発電装置を作ろう

- ① 課題 (0.01Wの出力を超える風力発電機をつくれ!)の把握
- ② 条件をチームで選択する。なぜその条件を選択したのか自分の考えをしっかりと持たせる。
- ③ 選択した条件で装置を制作し、0.01Wを超える装置を試行錯誤しながら実験して目標をクリアーできる装置を作る。
- ④ 各チームで工夫したことを発表しあう。

- (1) 課題 設定: 0.01Wの出力を超える風力発電機をつくることを目標に、どんな条件で取り組むかA, Bチームで考えた。  
①羽の大きさ、②羽の角度 ③羽の枚数 ④羽の材質を選択しなさい。

#### (2) 実践内容

探究課題: 「0.01Wの出力を超える風力発電機を作るには、どのような装置を作ったらよいだらうか。」

- ① 目標 (問題の定義 Define)  
「風力発電会社の人は、皆さんに何を作ってほしいと言っていますか?」
- ② 導入 (Learn)  
風力発電機を見たことありますか。どんなところに設置されていますか。どのような仕組みで発電しているのですか。
- ③ 探究活動 (Plan)  
チームで取り組む条件を設定する。その条件を選択した理由を明らかにしておく。A:羽の枚数、B:羽の形にそれぞれに分かれて取り組んだ。チームで実験する。(Try & Test)  
試行錯誤を繰り返し、0.01Wを超える装置を制作する。A:③、B:④+形状。データをしっかりとらせる指示が甘かった。実験装置を作ることになった。
- (1) チームで結果を発表しあう。(Decide)  
A チーム:バルサ材12枚羽で0.073W, B チーム:プラスチック段ボール6枚羽で0.024Wで両チーム目標をクリアーできた。
- (3) 自由研究指導  
①今回の実践で改良したらA:0, 070W, B:0, 013Wと目標はクリアーできたが、最初に考えて制作した装置の時のデータを超えることはできなかつたことから、自由研究をした時の「失敗」と「新しい疑問や問題点が生まれた」ことの違いを話した。  
②増田・山本・加島・安間で個別に指導を希望する講義生にはアドバイスを行った。  
③課題: 授業展開の中で「問題解決的・探究的」な要素を入れなくてよいか。



安間先生の授業の様子



このチームは、軸の穴の数が12あることから数学的に $360/12=30$ を求め、30で割りきれぬ数と枚数の関係を探った。12枚の羽根は初めてのアイデアです。  
羽根の数: 2, 3, 4, 6, 12を実験する。



試行錯誤して改良する。



データをアイバットに打ち込み電力を計算する。

## 静岡STEMアカデミーin 藤枝 報告書

- 1 期日 2019年12月8日(土) 10:00~15:00
- 2 会場 藤枝市生涯学習センター
- 3 日程 ①挨拶・日程説明 10:00~10:15  
②一部:10:20~12:00  
STEMワークショップ「気象観測システムを作ろう」  
二部:13:00~15:00  
「自由研究で困っていること」その後「個別指導」
- 4 参加者 増田俊彦、山本高広、林春樹
- 5 指導内容 **気象観測システムを作ろう**

- ① 課題 (micro:bitを使って気象観測システムをつくれ！)
- ② 気象観測の役割を考えさせる。
- ③ micro:bitとタブレットの使い方になれる！

(1) 課題 設定: 温度センサーの機能を使えるようにしよう。

### (2) 実践内容

探究課題: 「micro:bitを使って温度センサーを作ろう。」

- ① 目標 (問題の定義 Define)  
「気象観測システムを理解し、micro:bitを使って温度センサーを作る。」
  - ② 導入 (Learn)  
気象観測をしたことありますか。どんなことを観測しましたか。どんなところに設置されていますか。実際の身の回りの天気予報はどのように行われていますか。
  - ③ 探究活動 (Plan)
    - ・micro:bitを起動して使えるように設定しよう。
    - ・タブレットにインプットしよう。
    - ・温度を測れるように設定しよう。
  - ④ 個人で実験する。(Try & Test)
    - ・試行錯誤を繰り返し、体温などを測定できるように設定する。(Decide)
- (3) 自由研究指導
- ① 今回の実践で使った、micro:bitのようなセンサーを、自分の探究している自由研究で使うとしたら、どんなセンサーがあるといいか。
  - ② 増田・山本・林で個別に指導を希望する講義生にアドバイスをを行った。

## micro:bitを使って温度センサーを作ろう!



林先生の指導の様子。



子どもたちはどんどんトライしていく。

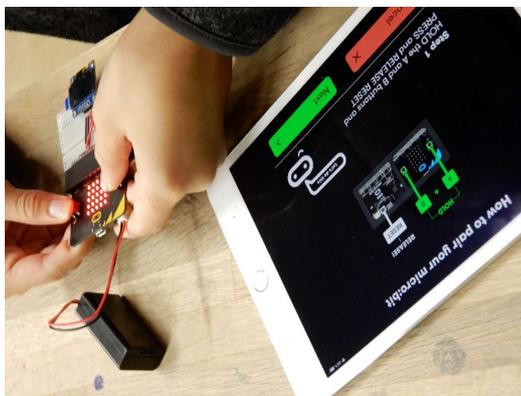


山本先生の指導の様子。



増田先生の指導の様子。

micro:bitとタブレットでセッティング



子ども達は黙々と取り組んだ。

## 静岡STEMアカデミー in 藤枝 報告書

- 1 期日 2020年1月26日(日) 10:00~15:00
- 2 会場 藤枝市勤労青少年センター
- 3 日程
  - ①挨拶・日程説明 10:00~10:15
  - ②一部:10:15~12:00  
STEM ワークショップ「3Dペンを使って橋を作ろう。」
  - ③二部:13:00~14:00  
STEM ワークショップ「橋をネズミロボットが通れるようにしよう。」
  - ④三部:14:10~15:00

- ・熊野先生による『修了証』を渡す。
- ・増田先生「次年度に向けて」

- 4 参加者 熊野善介、増田俊彦、三枝真武、峯田一平
- 5 指導内容

### 3Dペンでネズミロボットが通れる橋を作ろう！

- ① 3Dペンの使い方を教える。
- ② 映像により、地震や台風などで崩壊するブリッジの様子を見せる。
- ③ 災害に強い橋は、どのような構造にしたらよいか考えさせる。
- ④ 橋のデザインを考える。
- ⑤ 3Dペンを使って製作する。

### (1) 課題 「3Dペンを使って自然災害に強い橋を作ろう。」

#### (2) 実践内容

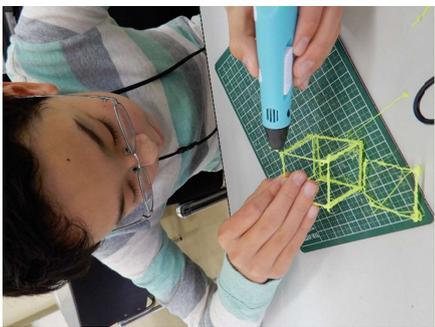
#### 探求課題: 「3Dペンを使ってネズミロボットが通れる橋を作ろう。」

- ① 目標 (問題の定義 Define)  
「3Dペンを使って、災害に強い橋をつくる。」
- ② 導入 (Learn)  
世界で起こっている自然災害における橋の崩壊映像を見せ、どんな構造物が強いのか考えさせる。また、自分が制作する橋のイメージを高める。
- ③ 探究活動 (Plan)
  - ・トラス (△構造) に気づく。
  - ・全体のデザインを考え、制作する。
  - ・ネズミロボット (災害や付加をかけるもの) が通ることを想定して強度を考える。
- ④ 個人で実験する。(Try & Test)
  - ・試行錯誤を繰り返して、ネズミロボットが通っても壊れない橋を探究する。
- (3) 「修了証」を授与する。
- (4) 講話: 「求められる科学探究力」・熊野先生

## 3Dペンを使ってネズミロボットが通れる橋を作ろう！

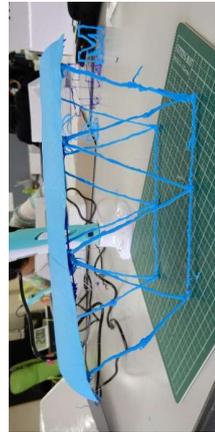
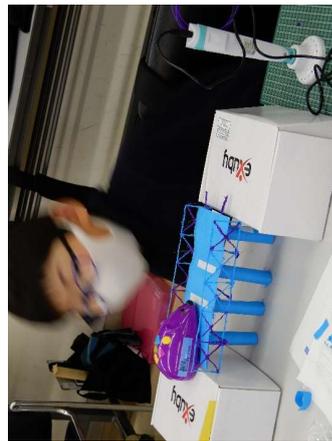


峯田先生の導入時での自然災害と橋の構造の違い。



ユニークな橋ができる。

3Dペンでいろいろなものを作る。





一人一人に「修了証」を授与する。



熊野先生の講話風景・・・後ろは、保護者



昼食の様子 増田（左） 熊野先生(右)



講座生の「名刺交換会」の様子

## 静岡STEMアカデミー in 浜松 報告書

- 1 期日 2019年6月30日(日) 10:00~15:00
- 2 会場 浜松市防災学習センター
- 3 日程 ①開講式 10:00~10:15  
②STEM教室 10:20~12:00 「風船ロケット」 保護者説明会(別室)  
③自由研究指導 13:00~15:00 大石先生のご指導
- 4 参加者 大石隆示、竹本石樹、青木克顕、市川紀史、仲村篤志、  
ブラム、峯田一平、伊東慎介

### 5 指導内容 (午前)

#### 「風船ロケットをつくろう！」

① 風船ロケットのつくり方を知ろう(YouTube)

#### ② 課題

あなたは、ロケット開発のエンジニアです。宇宙ステーションへ人と物資を安全に運ぶロケットの開発してください。安定した飛行のためには、エンジンから噴き出すジェットの影響と姿勢制御翼の開発が必要です。

#### ② 目標

風船ロケットを、まっすぐ上昇させるには、どのような工夫をしたらよいらろう。

③ 予想または仮説(〇〇を〇〇したら、風船ロケットはまっすぐ上昇するだろう。)

・予想、設計図を記入させる。

④ 探究活動(個人で様々な工夫をしながら、データを集める。表の利用)

(1) 材料を整える。・・・静岡より持参

(2) 設計図をもとに製作する。

(3) 完成したら試技をする。

・データをしっかりとる。表にまとめる。→試技に夢中となる。時間を確保して記入させた。

(4) 何回も改良する。→ストローの太さと長さ、翼の形

(5) グループで結果を発表しあう。

(6) 改良点についてアドバイスを受ける。

(7) 改良した機体でチャレンジする。→時間が無くなった。昼休みにも夢中でやっている。

(8) 成功した機体の生徒に、試技をさせる。

#### 6 自由研究指導 (午後)

(大石隆示先生のご指導)

- ・自由研究コンクールの締め切り時期を示す。
- ・テーマを先に決めるのではなく、疑問を見つけることを大切にする。
- ・チームで取り組む。

#### 7 振り返り

- ① 浜松会場の生徒たちは、自由研究コンクールの受賞者が多く、保護者の関心も高い。
- ② 「風船ロケット」についても、課題を素早くつかみ、活動に夢中になって取り組んでいた。
- ③ 自由研究指導は、大石先生をはじめとする浜松地区の先生方にお任せした。



活動評価(左から：仲村、市川、竹本)

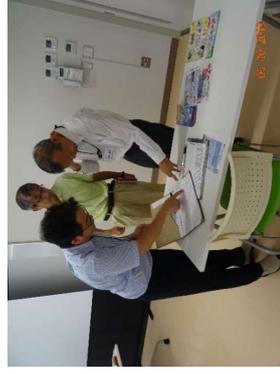


大石先生の自由研究指導



大成功！

評価の打ち合わせ (竹本、仲村、大石)



## 静岡STEMアカデミー in 浜松 報告書

- 1 期日 2019年7月14日(日) 10:00~15:00
- 2 会場 浜松市防災学習センター
- 3 日程 ①STEM教室 10:00~12:00 「風力発電」 Moodle 操作  
②自由研究指導 13:00~15:00 個別指導 Moodle の入力指導
- 4 参加者 熊野善介、大石隆示、竹本石樹、青木克顕、市川紀史、仲村篤志、伊東慎介、小笠原早織
- 5 指導内容 (午前)

### 風力発電しよう!

- ② 課題  
学校は地域の人々にとって重要な場所であり、たくさんの方の電気を必要とします。緊急時、学校が避難の中心となります。そのため学校の電気はとても重要です。(中略)周辺で風が強く吹く場所を探すためにご協力ください。(後略)

- ① 目標  
風力発電に適した場所を探す。
- ② 予想または仮説  
・予想、設計図を記入させる。
- ③ 探究活動(個人で様々な工夫をしながら、データを集める。表の利用)

- (1) 課題を把握する。
- (2) 材料を選ぶ。
- (3) 設計図を作成する。
- (4) 設計図をもとに、作成する。
- (5) 風車が1.6m/sの風で回るか確かめる。
- (6) グループで結果を発表しあう。
- (7) 改良点についてアドバイスを受ける。
- (8) 改良して再チャレンジする。
- ④ Moodle の使用方法指導 (熊野)

- 6 事後研修 (講師の先生方にお集まりいただいて、事後研修を持った。)  
ヌルさんの STEM 教室後の話し合い (熊野、大石、竹本、市川、仲村、青木)  
(青木) 今日の STEM 教室の感想と評価の仕方についてご意見をいただきたい。  
(竹本) エンジニアリングが、デザインに沿って評価できるとよい。  
(仲村) 「風を受けるということ」を考えるというのは難しい。科学ではなく、風の広がりや強さなど、経験から考えられるのではないかと。ヒントが欲しいかと思つた。子どもによる差ができてきにくい課題であつたのではないかと。  
(熊野) 今回は工学的な内容を扱うということ、ヌルさんが宣言してワークショップを行った。  
(大石) 英語でやるのもよい。はじめに遊びを入れてやるとよい。やってみて、風を受けるということの意味や、バランスや摩擦の問題に気づくということがある。  
(仲本) ヒントがあつた方がよい。そのことで科学的なものになつていく。(初めに考えさせるのではなく、少し体験をさせた上で考えさせた方がよい。) という意味  
(竹本) 先に理論を持つてからの話し合いがよい。質が高くなる。(今回の話し合いの場所「こうやつたらうまくいった。」という情報交換についての意見)

(熊野) 藤枝と浜松の子どもは似ている。藤枝では体育館でドローンをとばせた。今回はドローンを見せるだけだった(室内で上昇させホバリング)が、動きが利用できることにまではなつていない。身の回りのテクノロジーを使って、研究に役立てていく。静岡大学付属中学で実施している、週1回の探求の時間のストーリーリー展開を報告。3Dプリンター、3Dペン、センサーなどを、科学的な探求に利用していきたい。

- 7 自由研究指導(午後)  
各自、自由研究のテーマを決めることができました。

Moodle の個別指導を行った。(熊野)

保護者の相談を受けた。(青木)

### 8 考察

- ① 設計図を書かせるのを先にするか、試作させてから書かせるかが話題となった。
- ② 活動内容に、男女で大きな違いがみられた。(女は、協力して活動できた。)
- ③ テクノロジーの評価は、設計図に沿って行つたらよいのではないかと意見が出された。
- ④ 浜松会場は力のある評価者が多くいる。しかし、それぞれが全員の生徒をすることは難しい。
- ⑤ 話し合わせる内容とその授業での位置づけを、今後さらに検討する必要がある。

活動評価(大石、竹本、熊野、仲村)



活動支援(市川)



## 静岡STEMアカデミー in 浜松 報告書

- 1 期日 2019年8月18日(日) 10:00-15:00
- 2 会場 浜松市防災学習センター
- 3 日程 ①STEM教室 10:20-12:00 「レーザーシステムを作ろう」  
③自由研究指導 13:00-15:00 個別指導
- 4 参加者 大石隆示、竹本石樹、青木克顕、市川紀史、仲村篤志、プラムデイズ、伊東慎介
- 5 指導内容 (午前)

### レーザーシステムを作ろう!

#### ① 課題

エンジニアの皆様へ

本社は世界各国にてビジネスならびに家庭用のセキュリティシステムを提供しており、スパイから宝物を守るために設計を提案させていただいております。本社のセキュリティシステムの設計は世界各国の展覧会の展示に利用されており、機長小名宝物などを盗難から守るために我が社のセキュリティシステムをご活用いただければ幸いです。

皆様には、1つの光源を使ったレーザーセキュリティシステムを作るために、科学的専門知識を踏まえたうえで設計をしていただきます。レーザー光は一か所から発射し、鏡による反射を利用してスパイの侵入を防ぐように設計していただきます。スパイがレーザー光を避けることも考えられますので、念のため、入り口から展示物の間には少なくともレーザーを3回横切るようにしていただきます。セキュリティシステムの設置場所を、皆様のチームで決めてください。レーザーセキュリティシステムはスパイが宝物を盗みたくなくすることを目的とし、複雑なものが求められます。また、スパイがレーザーに触れたとき、音や映像などを使い、泥棒の親友を覚えてくれる仕組みも必要です。様々なセンサーを使い、スパイの侵入を伝えてください。

本課題について、エンジニアの皆様がチームで取り組んでもらいます。なお、予算の関係上、デザインに使用する素材は限られております。当社では、核チームが作成したデザインを検討しどれがより有効なセキュリティシステムとして機能するかを判断します。

レーザーセキュリティ株式会社

\*アンダーラインは、青木が後で添付。

#### ② 目標 (問題の定義 Define)

「セキュリティ会社の人は皆さんに何をしたいと言っていますか?」

#### ②の下線部分

#### ③ 事前調査1 (Learn)

光の反射について、「入射角が反射角に等しいこと」をレーザー光と鏡、分度器を用いて確かめる。(小5から中3までのレイネスをそろえる。)

#### ④ 事前調査2 (Learn)

光センサー、明るさセンサー (MESH) の紹介。光がびったり当たると、光センサーが付くことを知る。

レーザー光→明るさセンサー→パソコン (I pad) →光センサー(点燈)

#### ⑤ 探究活動1 (Plan)

- 1) ワークシートに設計図を記入する。(2人1組) (Try & Test)
- 2) 設計図をもとにセキュリティシステムを組み立てる。試行錯誤。(Decide)
- 3) 完成したら試技をする。

・ (データをしっかりとる。表にまとめる。) →試技に夢中となる。

(4) Learn 「どんなセンサーがあったら、感知できるだろうか?」

・ 「MESH」についての説明(竹本)

・ 「MESH」を利用して、車を走らせる活動。

6 自由研究指導 (午後)

・ 自由研究の個別指導(狩田、青木、斎藤、山梨、北川)

7 考 察(昼食を食べながらの話し合い)

・ 「MESH」は、教科書にも掲載されており、今後利用が進むと思われる。

・ 昨日の三島会場の生徒も、大変意欲的でいろいろなアイデアを出していた。

工夫できる余地がたくさんある。

・ いろいろな工夫ができるためには、豊富な生活経験が必要。独楽を回す。物を投げるなど。

・ 自由研究にも利用できるのではないかな。

・ 「MESH」以外にも、様々なセンサーがある。学校導入に際して、iPad、android など、対応するタブレットの選定もいろいろな案がある。



大石隆示 仲村篤志 竹本石樹 青木 市川紀史

MESH と iPad の同期について説明する竹本先生

プログラムを作成中の生徒



## 静岡STEMアカデミー in 浜松 報告書

- 1 期日 2019年9月18日(日) 10:00~15:00
- 2 会場 浜松市防災学習センター
- 3 日程 ①STEM教室 10:20~12:00 「レーザーシステムを作ろう」  
②自由研究指導 13:00~15:00 個別指導
- 4 参加者 大石隆示、青木克顕、仲村篤志、袴田博紀、佐々木 受講生 10名
- 5 指導内容 (午前)

### レーザーシステムを作ろう!

- ① 課題  
「エンジニアの皆様へ」の手紙の確認
- ② 目標 (問題の定義 Define)  
「セキュリティー会社の人は皆さんに何をしたいと言っていますか?」  
レーザーセキュリティーシステムを作って、泥棒から宝物を守る。
- ③ 事前調査1 (Learn)  
光の反射について、「入射角が反射角に等しいこと」をレーザー光と鏡、分度器を用いて確かめる。(前回の復習)
- ④ 事前調査2 (Learn)  
レーザー光→明るさセンサー→パソコン (1 pad) →光センサー(点燈)  
MESHのほかのセンサーには、どんな働きがあるか、試してみよう。
- ⑤ 探究活動1 (Plan)  
(1) いろいろなセンサーも理様子ながら、自分なりのレーザーシステムを作ろう。  
(2) ワークシートに設計図を記入する。(個人)  
(Try & Test)  
(3) 設計図をもとにセキュリティーシステムを組み立てる。試行錯誤。  
(Decide)  
(4) 完成したら試技をする。  
・(データをしっかりとる。表にまとめる。) →試技に夢中となる。
- 6 自由研究指導 (午後)  
・ 研究発表会までの日程について  
・ 自由研究の個別指導(大石、仲村、青木、袴田、佐々木)
- 7 考察

今回は、MESHというセンサーを用いての10回目のワークショップとなり、機器の扱いにも慣れ、不具合が生じて困るということはほとんどなかった。教材としてようやく安定してきたといえよう。授業の中では、design ということを重視し、たびたび指導を行った。しかし、設計図を書かせる誌面と、実際の工作用紙の大きさが異なることや、鏡の置き方の微妙なずれによってレーザーが予定したところへ反射しないなど、設計図どおりに作成することはなかなか難しかった。また、実験結果をもとに、設計図を書き直すことは、時間的に蒸すか叱った。事後の話合いでは、この教材を、午前、午後と続けて扱えばよいのではないかという意見も出された。



それぞれが工夫した装置について、情報交換をする。

## 静岡STEMアカデミー in 浜松 報告書

- 1 期日 2019年10月26日(土) 10:00~15:00
- 2 会場 浜松市防災学習センター
- 3 日程 ①STEM教室 10:20~12:00 「風力発電をしよう!①」  
13:00~14:00 「風力発電をしよう!②」  
③自由研究指導 14:00~15:00 発表会に向けてStory boardの作成
- 4 参加者 大石隆示、青木克顕、仲村篤志、ジョコ、安間結季、高橋香帆  
受講生 11名
- 5 指導内容(午前)

### 風力発電をしよう!

#### ① 課題

「学生各位」の手紙の確認

#### ② 目標(問題の定義 Define)

「静岡電気株式会社の人には皆さんに何をしてほしいと言っていますか?」

電気をつくることのできる風力発電を開発する。

- 1 よく風を受けて回転する羽を考える。
- 2 静岡電気株式会社の社員がみてもわかるように、データをしっかり記録する。

#### ③ 事前調査1(Learn)

実際の風力発電についてスライドを見て学ぼう。

#### ④ 事前調査2(Learn)

改善するための自分の考えをワークシートに書き、班で共有してみよう。

#### ⑤ 探究活動1(午前)

- (1) 研究開発する事柄を決める。「私たちの班は、〇〇〇〇について改良します!」(Plan)  
ワークシートに計画(Plan & Try)を記入する。(個人)  
計画をもとに風力発電装置を組み立てる。試行錯誤。(Try & Test)
- (2) 実験データを記録しよう。(Test)
- (3) ワークシートの表にデータを記録する。(発電量:電圧と電流から電力をiPadで計算)
- (4) それぞれが考えた改良方法を発表する。(Decide)

#### 探究活動2(午後)

- (5) 他の班の結果を参考にして、さらにせいのうのよい風力発電を作ってみよう。
- (6) ワークシートに設計図を書いて、風力発電装置を改良する。(Plan & Try)
- (7) 実験データを記録する。(Try & Test)

#### (8) 研究成果の発表。(Decide)

#### (9) 振り返り「自己評価表の記入」

#### 6 自由研究指導(午後)

- ・研究発表会までに、発表のシナリオを作成すること。

#### 7 考察

今回は、ミネソタ大学のジュリアンさんが10月19日(土)静岡科学館で行った模範授業を下載して、熊野研究室の4年生安間さんが指導を行った。今まではワークショップを2時間とっていたが、班ごとに調べた結果を発表し、他の班の成果も踏まえて、さらにより発電装置を作るという活動のた

めには、3時間が活動時間が必要と考えられた。前回10月6日(日)に三島で実践を行った結果、3時間の内容にすることがよいと考え、午前午後と続く活動を行った。このことは、9月29日(日)の浜松会場の「MESH」を用いた活動の反省でも出されていたことである。

<活動の様子>



プラスチックの羽の先端を切って、形を変え

それぞれが工夫した装置について、  
情報交換をする

## 静岡STEMアカデミー in 浜松 報告書

- 1 期日 2019年11月30日(土) 10:00~15:00
- 2 会場 浜松市防災学習センター
- 3 日程 ①STEM教室 10:20~12:00 「気象観測システムを作ろう!①」  
13:00~14:00 「気象観測システムを作ろう!②」  
③自由研究指導 14:00~15:00 発表会に向けて
- 4 参加者 大石隆示、青木克顕、仲村篤志、林春樹、高比良咲菜、スルル  
受講生 10名

### 5 指導内容(午前) **気象観測システムを作ろう!**

#### ① 課題

気象観測システムを作る。

#### ② 目標(問題の定義 Define)

micro:bitとセンサーを利用して、天気予報に利用できる気象観測システムを作る。

- 1 天気と、気温、気圧、湿度の関係がわかる。
- 2 micro:bitを利用した気象システムのプログラムを作成することができる。

#### ③ 事前調査1(Learn)

天気予報は、どのように行っているのだろう。気温、気圧、湿度と天気の間関係を調べよう。

#### ④ 事前調査2(Learn)

micro:bitのプログラムの書き方を学ぼう。

「初めに」「ずっと」「停止する」……

#### ⑤ 探究活動1(午前)

(1)配付された「気温・湿度・気圧・風・天気の変化」を示す図(グラフ)から、天気と気象要素との関係に気づく。

(2)micro:bitとiPadを同期させ、気温、気圧、湿度の各センサーのデータを読み込むプログラムを書き込む。

#### 探究活動2(午後)

(1) 気温のデータを送る側と受ける側の2人に分かれ、室外の気温を通信で相手のmicro:bitに送る活動を行う。

(2) 振り返り「授業アンケート」

(3) の記入

#### 6 自由研究指導(午後)

- ・研究発表会の内容と、当日までのスケジュールについて説明。

- ・個別相談

#### 7 考察

##### (1)教科書とSTEM学習

今回のSTEM教室は、林さんの卒業論文の研究テーマにあわせて、「教科書に出ている内容を、STEMの考えを生かしながら、センサーとmicro:bitを使って気象観測システムを作る。」という内容であった。そのため、今までのやり方とは異なり、生徒への指令が書かれた「手紙」はなく、普通の理科の授業で行われているような、天気と気象データの関連を調べる活動から入った。「天気予

報をするには、どんなことが分かればよいか。」「これらを気象要素と言います。」というような教師と生徒の1問1答のやり取りが続いたため、やや生徒の意欲が削がれた感があった。学校教育でSTEMを行う場合、この導入部の展開の仕方が大きな課題となると思われる。

#### (2)micro:bitのプログラミング

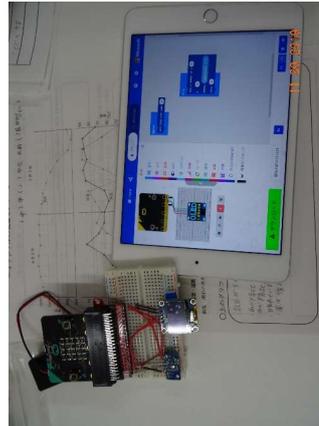
micro:bitを使ってのプログラミングの活動に入ってから、様相が一変し、子どもたちの目が輝いた。生徒たちが、この時間を心待ちにしていたことがうかがえた。

micro:bitの使い方については、子どもたちは早く理解し、プログラムを書き換えることができた。時間不足となったため、午後も30分間続きを行った。信号を送る側と受ける側の2人組になり、室外のデータを教室内の相手に送る活動を行った。ここでは、気温、気圧、湿度の3データを一度に送ると、micro:bit側で受けることができないことが分かったが、森繁奈(かんな)さんが、A,B,ABの3ボタンに信号を割り振り別々に送信する方法に気づいて、見事に通信を成功させた。生徒のアイデアが光る場面であった。

#### (3)STEMの「T」と「E」

今回の内容は、どちらかというとSTEMの「T」と「E」(技術と工学)を扱った授業ではなかったかと考える。「S」は、この気象観測システムを使って、課題解決をする部分とということが言えるのではないかと。そうしてみると、1日で終わってしまったのは、もったいないように思う。

次年度は、早い時期にこのワークショップを行い、センサーを利用して自由研究が進められるように、年間の計画を組むとよいと思う。



## 静岡 STEM アカデミー in 浜松 報告書

- 1 期日 2020年1月26日(日) 10:00~14:00
- 2 会場 浜松市防災学習センター
- 3 日程 ①研究発表会 10:00~12:00  
指導講評、連絡 12:00~12:30  
②本年度の反省と次年度の打ち合わせ 12:30~14:00
- 4 参加者 熊野善介、大石隆示、仲村篤志、青木克顕、袴田博紀、  
受講生 10名 保護者、家族 14名
- 5 研究発表会
  - 1 熊野善介 静岡 STEM アカデミー代表挨拶
  - 2 進め方について (青木)
  - 3 発表
  - 4 講評
  - 5 修了証授与
  - 6 連絡、アンケート

名前	研究テーマ
1	小5 オリジナルモーターで自作自動車を走らせる
2	小5 身近な鳥たちの観察～毎日朝タバランダから
3	小5 雲を見て天気を予想する
4	小5 酸性・中性・アルカリ性 色の変化
5	小6 ぼくの家のまわりでクマムシ調査
6	中1 佐鳴湖ウナギはなぜ圧倒的にメスが多くのか。水温との関係
7	中1 アニメ、ワンピースのサンジの技を乾電池で再現する
8	中1 リンゴの変色を防ぐ方法を追求する
9	中2 赤いおなかのすもぐり名人アカハライモリをいっぱい殖やそう
10	中3 抜け殻の数・種類・分布からわかる環境問題ーセミの住みややすい環境を考える

### 6 考察

浜松会場では、12名の登録があったが、「研究がまとまらなかった」「受験を控えている」などの理由により欠席が2名出たため、10名での発表会となった。また、参加はしたものの発表はできなかった生徒が1名いた。三島会場と同じような傾向が見られた。募集時に、自由研究をすることが必須であるということを分かりやすく示し、発表会については、受験に重ならない時期に実施することが浜松会場でも必要である。

### 7 振り返りと来年度のSTEMについての話し合い

- (1) 本年度の各回の報告書を示し、意見交換
  - ・ 募集のやり方が問題。
  - ・ 1回1回が分かれているが、つながりがあるとよい。
- (2) 次年度の年間計画について
  - ・ 夏休み前に力を入れるというのはいい。
  - ・ 生物のSTEMというの、取り入れたい。
  - ・ 自由研究相談のみというの、よくないのではないか。
- (3) 静岡 STEM アカデミー浜松支部の構想について
  - ・ 「任せてもらえれば、やりましょう。」という感触を得た。
  - ・ ただし、打ち合わせを持ちたい。スカイプを利用してよい。
  - ・ 毎回、生物STEMをはじめの30分間に行うというの、よい。そのためには、栽培キットを各自に与える必要がある。
  - ・ 静岡大学から、毎回1名は来てほしい。主に会場費の支払い、弁当の準備のため。



（第三報時局特別付）

# 大学で自由研究発表 小中生成果発表

静岡は静岡小生と中  
学を主とする自由研  
究発表会が、27日、  
静岡市立中央区の市  
立自由研究内容発表  
会（以下「発表会」）  
で、市内の小中生が  
自由研究の成果を  
発表し、表彰された。

## 身近な疑問を専門的に

中区 静大のSTEMアカデミー

「STEM」は科学（Science）、技術（Technology）、工学（Engineering）、数学（Mathematics）の頭文字を取った言葉で、これら4つの分野を統合し、学際的なアプローチで問題を解決することを指す。静大のSTEMアカデミーでは、小中生が身近な疑問を専門的に研究し、発表する機会を提供している。

### スヌメ 本当に減った？



### 子どもの異物誤飲 防げ

中区 マネキン使い対処法学ぶ

子どもの異物誤飲の予防に、中区が「マネキン」を使った対処法を学ぶ。マネキンは、異物が入ると鳴るおもちゃで、子どもが誤飲した場合、周囲の人に知らせることができる。この対処法は、市中の保育園や幼稚園で実践されている。



「マネキン」は、異物が入ると鳴るおもちゃで、子どもが誤飲した場合、周囲の人に知らせることができる。この対処法は、市中の保育園や幼稚園で実践されている。



<報道>

1月27日（月）中日新聞朝刊



## 静岡STEMアカデミーin牧之原 報告書

- 1 期日 2019年6月16日(日) 9:00~11:30
- 2 会場 カタシヨウ・ワンラボ
- 3 日程 ①開講式 9:00~9:15  
②山崎こども教育財団サイエンススクール・静岡ATEMアカデミー 一部9:20~10:15 二部10:20~11:25 入れ替え制で実施
- 4 参加者 熊野善介、青木克顕、プラムリア、峯田一平
- 5 指導内容



### 風船ロケットをつくらう!

- ① 風船ロケットのつくり方を知らう(YouTube)

- ② 課題

あなたは、ロケット開発のエンジニアです。宇宙ステーションへ人と物資を安全に運ぶロケットの開発してください。安定した飛行のためには、エンジンから噴き出すジェット制御と姿勢制御の開発が必要です。

- ② 目標

④ 風船ロケットを、まっすぐ上昇させるには、どのような工夫をしたらよいらろう。

④ 予想または仮説(〇〇を〇〇したら、風船ロケットはまっすぐ上昇するだろう。)

・ストローの〇〇を変えたら、風船ロケットはまっすぐ上昇するだろう。

・ストローの〇〇を〇〇にしたら、 " 。

・ストローの〇〇と〇〇を調整したら、 " 。

・全体を〇〇させたら、 " 。

- ⑤ 探究(個人で様々な工夫をしながら、データを集める。表の利用)

・1度うまくいったからといって、「よし」としてないで、何回も繰り返し試してみる。

・個人での考えと、グループでの話し合い、修正する時間を入れること。

・どのようなデザインが良いか、いろいろ考え記録を残し、実際にやってみること。

・表を用いて結果を記録し、この方法なら誰が何度やっても上手く行くというものを目指す。

・結果を、数値で表す。(読得できる資料)

・どのようなエネルギーの形態が関係していますか。(例;熱エネルギー・電気エネルギーなど)

・変化を起こしているサブシステムにはどのようなものがありますか。(例えば、個体システム・液体システム・気体システムなど;)

- ⑥ 情報交換(グループ)・・・活動をしながらの情報交換となった。

- ⑦ グループ発表・・・時間が足りずにできなかった。

- 6 考察

① 生徒たちは、活動には大変意欲を示し、様々な工夫ができた。

② 振り返りシートには、ほとんどの生徒が5・4の評価をしたものが多かった。

③ ストローの太さや羽の大きさ形状などに着眼させて工夫させることができた。

④ 記録を取りながら探究することは、時間が短いこともあってできなかった。

⑤ 活動の前に、YouTubeで作り方を示した方が、活動への取り組みが早くなる。

⑥ 初めから、まっすぐ上昇させることができる生徒がいた一方で、最後までできない生徒も多かった。



## 静岡STEMアカデミーin牧之原 報告書

- 1 期日 2019年8月9日(金) 9:30~12:00
- 2 会場 静岡県立椋原高等学校
- 3 日程 ①STEM教室 9:30~10:30 「風力発電」  
10:40~11:40 「風力発電」
- 4 参加者 熊野善介、青木克顕、増田俊彦、プラム、ヌルル(指導者)  
山崎財団の理事ら多数
- 5 指導内容 (午前)

### 風速計を作ろう!

#### ② 課題

風の速さを測定する風速計が2つしかないのですが、ここにある材料を使って、風速計を作りましょう。扇風機から45cm離れたところで、くるくる回る風速計を作りましょう。

#### ① 目標

風速計を作ろう。

② 予想または仮説

・予想、設計図を記入させる。

#### ③ 探究活動(個人で様々な工夫をしながら、データを集める。表の利用)

- (1) 課題を把握する。2人で相談する。
- (2) 設計図を作成する。
- (3) 材料を選ぶ。
- (4) 設計図をもとに、作成する。
- (5) 風車が10秒間に何回転するか測定する。
- (6) 改良して再チャレンジする。
- (7) 結果を発表しよう。
- (8) ドローンの演示を見て、ドローンを用いて風速の測定や写真が撮影できることを知る。

#### 6 考察

- ・60分間という短い指導時間であったため、課題を「風速計づくり」に絞った。
- ・例示された風車が適切なものであったため、子供たちがデザインを考えやすかった。
- ・「設計図を書いてからつくる。設計図に作戦を書き込む。」ということをし、よく指導した。
- ・作る前に2人グループで、考え相談する時間をとった。
- ・「10秒間に何回転が回るかを測定する。」という方法が、子どもたちにはとてもわかる安かった。
- ・短い時間にも関わらず、多様な考えが生み出され、ユニークな作品ができた。



Nurulさん、熊野善介先生



増田俊彦先生



## 静岡 STEM アカデミー in 牧之原 報告書

- 1 期日 2019年9月16日(月) 9:30~12:00
- 2 会場 カタシヨウ・ワンラボ
- 3 日程 STEM教室 9:20~10:20 「レーザーセキュリティシステム」  
10:30~11:30 「レーザーセキュリティシステム」
- 4 参加者 青木克顕、増田俊彦、袴田博紀、ブラムディア  
牧之原市教育長 山崎財団職員  
受講生 23名
- 5 指導内容(午前)

### レーザーセキュリティシステム

#### ① 課題

##### エンジニアの皆様へ

本社は世界各国にてビジネスならびに家庭用のセキュリティシステムを提供しており、スパイから宝物を守るために設計を提案させていただいております。本社のセキュリティシステムの設計は世界各国の展示会に利用されております。貴重な宝物などを盗難から守るために我が社のセキュリティシステムをご活用いただければ幸いです。(以下、省略)

#### ② 目標(問題の定義 Define)

「セキュリティ会社の人は皆さんに何をしてほしいと言っていますか？」

#### ③ 事前調査1(Learn)

光の反射について、「入射角が反射角に等しいこと」をレーザー光と鏡、分度器を用いて確かめる。(小5から中3までのレディネスをそろえる。)

#### ④ 事前調査2(Learn)

光センサー、明るさセンサー(MESH)の紹介。光がびびったり当たると、光センサーが付くことを知る。

レーザー光→明るさセンサー→パソコン(I pad) →光センサー(点燈)

#### ⑤ 探究活動1(Plan)

(1)ワークシートに設計図を記入する。(2人1組)(Try & Test)

(2)設計図をもとにセキュリティシステムを組み立てる。

試行錯誤しながら、いくつかのパターンを作成。(Decide)

(3)完成したら試技をする。

・(データをしっかりとる。表にまとめる。) →試技に夢中となる。

(4)グループで結果を発表しよう。

⑥ Learn どんなセンサーがあったら、感知できるだろう？

→次回への活動の期待を膨らめる。

#### 6 考察

- ・60分間という短い指導時間であったため、活動内容を絞った。
- ・「入射角、反射角」ということを、丁寧に指導した。

袴田博紀



増田俊彦



## 静岡STEMアカデミーin牧之原 報告書

- 1 期日 2019年10月14日(日) 9:30~12:00
- 2 会場 カタシヨウ・ワンラボ
- 3 日程 ①STEM教室 9:10~10:10 「レーザーセキュリティシステムを作ろう」  
10:25~11:25 「レーザーセキュリティシステムを作ろう」
- 4 参加者 熊野善介、坂田尚子、梶田博紀、  
牧之原市教育長 山崎財団職員  
受講生 23名

### 5 指導内容 (午前)

#### レーザーセキュリティシステム

##### ① 課題 (第3回と同様)

##### ② 目標 (問題の定義 Define)

「センサー (MESI) を使い、泥棒の侵入を伝えるシステムを作る」

##### ③ 事前調査1 (Learn)

MESHの使い方を復習する。第3回に参加していない受講生もいため、参加していた受講生とペアにしたり、指導者に教えてもらったりしながら、基本的な使い方 (各ブロックの意味、iPad上のアプリの操作方法) を学んでいった。

##### ④ 探究活動1 (Plan)

- (1) ワークシートに設計図をデザインする。(2人1組)  
(Plan)
- (2) 設計図をもとにMESHを使ったセキュリティシステムのモデルを組み立てる。  
(Try & Test)

- (3) 完成したら試技をし、互いのセキュリティシステムを見合う。  
(Decide)

##### ⑤ 自由研究への応用

トイレの画像を見せ、そこにどのようなセンサーがあるかを見つける。(〇〇すると、△△する。: トイレに入ると、電気が付く。)

##### 6 ワークシートへの書き込み (受講生)

- (1) 「センサーを使ってスパイの侵入を伝えるシステムを作ろう」を振り返って  
・レーザーと鏡を使う場合、少しでもずれるとまぐ光らなくなったりするので、難しかったです。でも人感 (センサー) などでも人を感知するものを使って写真を撮ったりするのは、どろぼうをつかまえることなどに役立ちます。  
・レーザーなどを使うとき、少しでもずれると反応しなくなって難しいけど、明るさを感知させるのがあっていいと思った。  
・人を感知したら、写真ととり、光と音を出すように設計した。  
(2) 身近にあるセンサーを探してみよう  
・部屋に入ると (近づくと)、自動でふたが開く。  
・手をかざすと、水が流れる。  
・離れると、水が流れる。  
・ボタンを押すと、除菌される。

## 7 考察

・60分間という短い指導時間であったため、活動内容を絞った。設計図のデザインとモデルの組み立てが合わせて約30分 (他の教室は約60分) だった。MESHブロック同士をつなぐ数を比較すると、牧之原教室は1つのモデルにつき2.6本 (浜松会場6.8本) だった。また明るさセンサー (前回の課題) をデザイン上に記載があるものの、モデルで表せなかった例が8件中3件あった。逆にデザイン上では明るさブロックとLEDブロック以外のことも記載があるが、モデルでは明るさブロックとLEDブロックのみの例が8件中2件あった。自らのデザインしたものをMESHブロックやアプリを活用して再現するためには時間的に短かったと考えられる。

・身近にあるセンサーを見つげるために、今回はトイレの画像を使用した。自らの生活経験と結びつけながら、センサーを見つけていくことができた。また「〇〇すると、△△になる。」というように因果関係を明確にして述べてと、センサーと動きが関連付けられてよかった。

## 8 当日の様子



### ・全体への説明



### ・システムの設計図をデザインする。



### ・デザインをもとに、MESHを使ったセキュリティシステムのモデルを作る



## 静岡STEMアカデミーin牧之原 報告書

- 1 期日 2019年11月9日(土) 9:30~12:00
- 2 会場 カタジョー・ワンラボ
- 3 日程 ①STEM教室 9:30~10:20 「風力発電をしよう！」  
②STEM教室 10:30~11:20 「風力発電をしよう！」
- 4 参加者 熊野善介、安間結季、三枝真武  
受講生 18名
- 5 指導内容



### 風力発電をしよう！

- ① 課題  
「学生各位」の手紙の確認
- ② 目標 (問題の定義 Define)  
「静岡電気株式会社の人々は皆さんに何をしてほしいと言っていますか?」

電気をつくることのできる風力発電を開発する。

- 1 よく風を受けて回転する羽を考える。
- 2 静岡電気株式会社の社員が見てもわかるように、データをしっかりと記録する。

### ③ 事前調査1 (Learn)

実際の風力発電についてスライドを見て学ぼう。

### ④ 事前調査2 (Learn)

改善するための自分の考えをワークシートに書き、班で共有してみよう。

### ⑤ 探究活動1(午前)

- (1) 研究開発する事例を決める。「私たちの班は、○○○について改良します！」(Plan)  
ワークシートに計画 (Plan & Try) を記入する。(個人)  
計画をもとに風力発電装置を組み立てる。試行錯誤 (Try & Test)
- (2) 実験データを記録しよう。(Test)
- (3) ワークシートの表にデータを記録する。(発電量：電圧と電流から電力をiPadで計算)
- (4) それぞれが考えた改良方法を発表する。(Decide)

### 6 考察

今回は、ミネソタ大学のジュリアンさんが10月19日(土)静岡科学館で行った模範授業を下敷きとして、熊野研究室の4年生安間さんが指導を行った。通常のワークショップでは2時間といていたが、牧之原に限っては時間の関係上、1時間で行った。

## 静岡STEMアカデミーin牧之原 報告書

- 1 期日 2019年12月14日(土) 10:00~12:00
- 2 会場 カタジョー・ワンダーラボ(旧片浜小学校)
- 3 日程 STEM教室 10:00~10:50 micro:bitを使ってみよう！(前半)  
11:00~11:50 micro:bitを使ってみよう！(後半)
- 4 参加者 坂田尚子、峯田一平、三枝真武  
受講生 23名
- 5 指導内容

### (1)ふたご座流星群について(5分)

当日はふたご座流星群が見えるピークであったため紹介した。

### (2)micro:bitの使い方とプログラムの書き方(45分)

通常であれば気象センサーを用いた気象観測システムの作成であるが時間が限られているために、micro:bitの使い方だけに限った。

- ①micro:bit と iPad の接続方法
- ②micro:bit に絵と文字を表示させるプログラム
- ③明るさを表示するプログラム
- ④ボタンがおおされたときに自作したアイコンを表示させるプログラム



## 静岡 STEM アカデミー STAGE1.5 報告書

- 1 期日 2019年9月15日(日) 10:00~15:00
- 2 会場 静岡大学教育学部付属静岡中学校 理科室
- 3 日程 ①開講式 STEM教室 10:20~12:00  
③自由研究指導 13:00~15:00 自由研究指導
- 4 参加者 熊野善介、青木克顕、袴田博紀、ヌルル  
受講生 16名
- 5 指導内容

(午前) 指導者：熊野善介

今回は、「自然界にあるさまざまな形の科学」と題して、ストーリーを組み立てます。化学や鉱物学的なモデルの作成、生物が持っている形など、具体的な構造の不思議を科学的に考えたり、工学的に考えたりします。

- ① いろいろな形との出会い。  
顕微鏡で、形の確認。しょ糖、グラニュー糖、氷さとう、岩塩をみてみよう。
- ② 粘土や火山灰の中から結晶をさがそう。どうやってできたのだろう。  
これは何だろう。ネットで調べよう。
- ③ いろいろな結晶の科学。どうやってできるのだろう。
- ④ これらの結晶を、3Dペンやグルーガンで作成しよう。つまようじを組み立ててもよいです。(できたものはお土産です。)
- ⑤ 最も安定している形は何だろう。  
(午後)指導者：青木克顕「よい自由研究の作品を読んで学ぼう」
- ① 「静岡倶楽部」の受賞作品を読む。
- ② 入賞作品を読んで、わかったことを話し合おう。  
・データが多く、整理されている。  
・写真や図がきれい。  
・枚数が多い。
- ③ 現在自分が取り組んでいる自由研究の概要を、紙に書いてみよう。
- ④ 自分の研究内容を相手に伝えよう。(3人1組で、研究内容を互いに説明し合い、意見を求める。)



### 6 考察

- ① 大学教授から直接指導を受けられたことは、生徒にとっても参観する保護者にとっても新鮮であり、内容も小中学校で扱わないものであったことから、STAGE1.5に参加した喜びを感じたと思う。
- ② 生徒と保護者に対して、受賞するためにはどの程度の作品を仕上げたらよいかを示すことができ、有意義であった。
- ③ 自分の研究内容を、いかにして相手に理解してもらおうかという、「科学コミュニケーション」の重要性について、ワークショップを通して学ばせた。

## 静岡STEMアカデミーSTAGE1.5 報告書

- 1 期日 2019年10月13日(日) 10:00~15:00
- 2 会場 静岡大学教育学部付属静岡中学校 理科室
- 3 日程 ①自由研究指導 10:20~12:00  
②山田和芳氏による講義およびワークショップ 13:00~15:00
- 4 参加者 熊野善介、青木克顕、加島里菜  
山田和芳(ふじのくに地球環境史ミュージアム 教授)  
受講生 12名

### 5 指導内容

- (午前)
- ① 研究倫理についての指導  
「13歳からの研究倫理 知っておこう！科学の世界のルール」(大橋淳史著 (株)化学同人)をテキストに、自由研究を進める上で大切にしなければならない態度とルールについて学ぶ。  
② プレゼンテーションのやり方についてのワークショップ  
・生徒の代表に研究発表を行わせた。  
「吉浜海岸に足跡がくつきりとつくのはなぜか」S・Kくん  
・事後に「良いところ」「改善したいところ」を、一人一人に付箋を使って書き出させる。  
・グループで付箋を並べて、皆が共通して気が付いたこと、誰もが付いていなかったことなどについて話し合った。  
・最後に、グループ発表を行った。(午後)  
山田和芳先生による、「バックキャスト思考」の講義とワークショップ。  
・「バックキャスト」という考え方について、実例を紹介しながら、講義を行った。(1時間)  
・2030年がどのような社会になるかを示したプリント配付し、楽しく生きるためにはどのようにしたらよいかを考えさせた。  
・グループごとに未来像を模造紙に書いて発表を行った。  
・保護者もグループになり、同じ活動をした。  
6 受講生の振り返り(Moodle への「書き込み」から)  
2019年10月13日(日曜日)19:20 - K・Y の投稿  
1.面白かったこと: みんなで意見をポストイットに書き出してその意見を交換し合うということ、たくさん意見に触れられて面白かったです。  
2.難しかったこと: 午後の山田先生の授業で、2030年において、社会の様子がどのようにできていると良いかをまとめることでした。バックキャストの考え方で、制限時間内に意見をまとめ、模造紙に書くということが難しかったです。  
3.感想: 午前中に読んだ「13歳からの倫理」に記載してあったように、研究において色々なルールやモラルを守ることが大切だと思います。バックキャストの考え方も今後研究をしていく中や、人生の中においてもの見方の尺度となると思います。今後、活用していきたいです。
- 2019年10月13日(日曜日)19:27 - M・Y の投稿  
今日は13歳までの研究倫理とバックキャストを学びました。

まず研究には6つのルールがありそれを守ることが分かりました。

次にバックキャストについて学びました。これからの環境問題に立ち向かうためにはこれまでのように障害を排除するのではなく、障害を受け入れその中で楽しく豊かに暮らす方法を考えることが大切だとわかりました。

2019年10月13日(日曜日)19:57 - S・K の投稿

今日の午前の活動は、「13歳からの研究倫理」という本と、「研究のプレゼンテーションの仕方」についてでした。

「13歳からの研究倫理」は、面白そうなので、またゆっくり読みたいです。

「プレゼンテーションの仕方」では、自分の研究を発表しました。発表の後、良かったところと改善点を紙に書いてもらいました。いろいろな改善点が見つかったので、できるところは発表前に改善したいです。

午後の内容は、「地球環境のこれからは考えよう」でした。  
「バックキャスト」の考え方についてよく分かったけれど、実際にその考え方で考えるのはとても難しかったです。

2019年10月14日(月曜日)08:58 - Y・A の投稿

午前: 他の人の発表を聞き、自分も発表する時、発表の仕方やまとめ方などで気をつけた方がいい点はどこか、どんなところを工夫した方がいいのか、学ぶことができました。また、おもしろい研究の発表を聞くことができ、いい経験になったと思います。

午後: 「バックキャスト」という考え方について、知ることができました。また、その考え方をすると問題点がどう解決されるのか、どんないい点があるか学べ、とても興味深く、おもしろかったです。グループのみんなとふせんを使ってくさんアイデアを書いていき、共有し合うと色々な考え方がでてきました。様々な視点で物事を考え、共有し、まとめることが今回の1.5でできたと思います。  
今回学んだ「バックキャスト」や発表の仕方を活かし、自分の研究にも繋げていきたいです。

2019年10月14日(月曜日)11:33 - K・T の投稿

今回はバックキャストという方法(?)を学んだ。バックキャストとは反対のフォークキャスト思考になっていたことが分かり、バックキャストで地球を救えることにも驚いた。「地球を救えるぞ！」と山田先生が最初の方におっしゃっていて、正直なところ半信半疑で聞いていたが、よく分かった。自分の研究にも結果の考察の部分で活かせるのではないかと考えた。

2019年10月14日(月曜日)14:44 - T・K の投稿

今回の午前のK・Y君の発表についての話し合いでは、グループで話し合っ意見をとまとめることができましたし、全体での発表ででてきた良い点と改善点を僕の研究でも取り入れてまとめ直していきたいです。

そして、午後の活動バックキャスト思考について知り、普段の生活の中でも制約を受け入れて物事を解決する、バックキャスト思考を取り入れていきたいです。

2019年10月14日(月曜日)21:18 - D・Y の投稿

今回は研究のまとめ方、発表の仕方を改めて学びました。まだまだ私も研究が終わっていないので、発表の仕方もそうですが、「13歳からの研究倫理」も読んで今後の研究にも生かしたいと思います。

また、バックキャスト思考というのを知りました。問題を排除するフォワードキャスト思考というの時には必要だとは思いますが、これからの時代には、適用していくのも重要だと思いました。これから使っていきたいと思います。

今回学んだことを最大限活用していきたいと思います。

#### 7 考察

- ① 「13 歳からの研究倫理」は、研究を進める上で大切な態度を身に着け、研究ルールを学ばせるためによりエキスパートである。生徒や保護者も、高い関心を示した。
- ② 発表会に向けてプレゼンテーションのやり方を学ばせたが、具体的な発表がなされたことで、生徒たちも真剣に考え話し合うことができた。
- ③ 「バックキャスト」という新しい思考法を紹介していただいたことは、生徒の発想の幅を広げるために役立つと思う。

#### <午前の活動>



「発表でよかったのは・・・。」

#### <午後の活動>



「制約があることを認めたりえて、・・・。」



## 静岡 STEM アカデミー-STAGE1.5 報告書

- 1 期日 2019年11月24日(土) 10:00~15:00
  - 2 会場 静岡大学教育学部付属静岡中学校 理科室
  - 3 日程 ①micro:bitのワークショップ(藤田) 10:00~12:00  
②サイエンスカンファレンス報告(青木) 13:00~13:30  
③「研究倫理」の研修(青木、増田) 13:30~14:00  
④自由研究指導
  - 4 参加者 増田俊彦、青木克顕、加島里菜、高橋香帆、林春樹  
藤田真太郎(浜松市立舞坂中学校)
  - 5 指導内容(午前)
    - ① micro:bitのワークショップ(講師:藤田真太郎先生)  
「STEMとは何か」を、分解した電気炊飯器を示しながら説明した。  
次に、micro:bitに接続するセンサーのはんだ付けを行った。(午後)
    - ② 研究倫理についての指導(青木)
      - ・「13歳からの研究倫理」テキストに、生命倫理について態度とルールについて学ぶ。
      - ・研究のために、生き物を怖がらせたり、死なせたりすることが許されるだろうか？
      - ・3人グループでそれぞれの考えを出させ、話し合わせる。
    - 6 受講生の振り返り(Moodleへの「書き込み」から)  
午前は、はんだ付けをして、micro:bit を使いました。はんだ付けはコツが分かると簡単にできるので楽しかったです。身の回りの物には、science, technology, engineering, mathematics などの色々な技術が使われていることが分かりました。家の炊飯器が壊れたら分解してみたいです。  
午後は、成功と倫理のどちらをとるかについて自分の意見を書き、グループで話し合いました。僕は、生命倫理に反するかもしれない研究は、色々な人に意見をもらってするかしないかを判断するつもりだと思います。  
今日は Micro:bit を作ったり、使ったりしたり、倫理の話をしたりしてくれました。  
Micro:bit は、どこにどう配線を組んだら良いのかとかがとても、難しかったです。でも、とてもやりがいがあり、良かったです。  
今回は、時間が間に合わず出来なかったのですが、STAGE1.0 で、やるということだったので期待して良かったです。  
倫理と初めて聞いたときは、訳が分からなかったけど熊野研究室の皆さんの説明と、本のおかげでよく分かりました。  
ありがとうございました。
- 今回の講座では、micro:bit を使いました。  
micro:bit とは、小さなコンピューターのようなイメージです。  
今回先生が言っていたように micro:bit は、色々な事に使えると思います。  
例えば、micro:bit にカメラ機能をつけて台風の日など、川を見張らせて溢れた時にすぐ、周辺の人が避

難できるようにしたり、うまく使えば人の安全を確保することも出来るのではないのでしょうか。  
micro:bit は、使い方によって色々な事ができるので、活用方法を工夫すればやれること広がると思います。

私は今日、改めてSTEMの意味が分かりました。炊飯器のように身の回りにある物は「サイエンス、テクノロジー、エンジニアリング、マスマティクス」が使われていることが分かりました。

私は初めてはんだづけをやったけれど、上手にできたからよかったです。でも、基板作りは慣れていないから難しかったです。電子関係は勉強したことがなくて分からないことだらけなので、これからおぼえていきたいと思います。

ものを発明したり開発したりするには、サイエンスだけ知っていてもダメで、他の知識も必要だとわかりました。紙飛行機の自由研究をやっている、空気抵抗や重心の位置、デザイン、すいしん力など、いろいろな問題が出てくるので、分からないことが出てきたら、調べて知識を得て生かしていきたいです。

午前中の活動では micro:bit を初めて使い、プログラミングまでではできませんでしたが、配線をしたり、途中ではんだ付けをしたりするのが面白く、僕の研究でも工夫をすると、石の種類を瞬時に見分けるなどのように活用できるかもしれないとおもいました。

午後の活動では、自分の研究が倫理の条件を満たしているか、また、どんな研究が倫理に反するものなのかを改めて学び、自分で考えを持ち、積極的にグループで話し合うことができました。



## 静岡STEMアカデミーSTAGE1.5 報告書

- 1 期日 2019年12月15日(日) 10:00~15:00
- 2 会場 静岡大学教育学部付属静岡中学校 理科室
- 3 日程 ①マイクロピットのワークショップ(藤田) 10:00~12:00  
②自由研究指導(増田) 13:00~15:00

- 4 参加者 増田俊彦、青木克頭、峯田一平、(林春樹)

藤田真太郎(浜松市立舞坂中学校)

受講生 17名

### 5 指導内容

(午前) マイクロピットのワークショップ(講師:藤田真太郎先生)

①はじめに、電源装置とリスター、赤色LEDを一人一人に配付し、LEDを転送させる実験をした。徐々に電圧を上げて、LEDが壊れるところまでを体験させた。

②藤田先生が、電圧、電流、電力の関係をパワーポイントで説明した。

③自動車を制御するプログラムを、マイクロピットに入力し、模型自動車を走らせた。

(午後)自由研究についての指導(講師:増田俊彦先生)

- ・自由研究を仕上げるにあたり、「動機」を多く書くことと、最近「自分の研究がどんなことに役立つか」を書くことが大切という指導がある。
- ・グループごとに、現在取り組んでいる研究の内容と、将来どんなことに役立つかを話し合わせる。

### 6 受講生の振り返り(Moodleへの「書き込み」から)

- ① Micro:bit は使ったことがなかったから、どんなものかは知らなかったけれど、すごく面白かったし、自分が欲しいものをプログラムし、実現できるものだからいろいろな可能性が広がるなと感じた。他にも、研究には未来どんなことに役立つか、何に使えるかという活用性を自分で見つけ出す、考えることが重要なんだなということがわかった。これからは、未来のことも考えながら研究していきたいと思う。そのためにも、最近のニュースなどをちゃんと見て、幅広い分野の知識を身に付けていきたいと思った。
- ② 午前は、電力(電流の量)と電圧(電流を流そうとする力)について教えてもらった。分りやすい例えを使って説明してくれたので、しつかり理解できました。他にも、micro:bit の応用編で、車を動かしました。関数の使い方が難しかったです。午後は、自分の研究が、今後どんなことに役立つかをグループで話し合いました。僕は自分の研究がどんなことに役立つか全く分からないので、今後見つけていきたいです。そして、東京で行われたサイエンスカンファレンスで研究発表をした柳田さんの発表を聞きました。スラスタと発表できていてすごいと思いました。
- ③ 今回は、前半にマイクロピットで車を動かしました。車を動かすプログラミングは難しくてもうまいかない時もありましたが、最後には A ボタンで車が止まるというプログラミングができたので、良かったです。後半は、3つのチームを作り自由研究について話し合いました。チームの人たちの研究も見れたし、アドバイスをもらったので自分の研究もより深まり良かったです。東京に行って発表した研究も見せてもらい、自分とは何が違うのかなどを考えられました。さらに、研究を進めていきます。

### 7 考察に代えて(講師の藤田先生からの「お礼と補足」より)

12/15 参加の皆様

講師の藤田真太郎です。今回は最近のものづくりの話と電気の基礎知識、そして micro:bit で車を制御するというをやりました。

今、まさに、多品種大量生産の社会から、少品種少量生産の社会へと移り変わっていくの真っ只中にいます。それぞれ一人ひとりに合わせた製品を作るようになってきています。そして、今までは大きな企業でなければできなかったことが、個人でもできるようになってきています。講義の中では触れませんでした

が、インターネットでも個人で発注できるサービスがあります。FabLab やホームセンターでのレンタルスペースなど、個人でなにかものづくりを支援する仕組みもそろってきています。

そう。何か思いついたときに、それを形にすることは容易な社会になりつつあるのです。そのとき、大事なのはやはりアイデアなのです。

アイデアを思いつぐには、いろんな知識を頭の中にもっていることが重要です。調べればいろいろあると思うかもしれませんが、頭の中にあるのと、頭の外にあるのではやはり思いつぐアイデアに差があるでしょう。

学校でいろいろ学ぶのは、そのアイデアの種を頭の中に植えていると考えるとよいと思います。私は学校の先生を職業にしているのです、そのお手伝いをしていくわけですね。

電気の基礎知識では、電流、電圧についてやりました。小学校、中学校でもそれに近いことはやりますが、今回はLEDを点けるといふことと、そこにどれだけの電流がながれているのかを確かめてもらいました。

あるところまでは電圧を挙げてもほとんど電流が流れず(LEDはつかず)、電圧をゆっくり上げていくとあるところから急激に電流が流れ始め(そしてLEDがつき)、そしてさらに電圧を上げると大量の電流がながれることに耐えられずにLEDが壊れてしまいました。

なかなか「壊していいよ」と言われることも少ないと思いますが、電気の分野は壊してみるのも仕組みを理解するのに役立ちます。…と、いっても高価な部品を壊すのはやはりためらいがありますが。

電流が流れる量には限界があります。純粋な理科、Scienceの分野では電圧を上げれば上げるほど電流が流れる(オームの法則といいます)のですが、実際に電子部品に電流を流すと、あるところで流れる電流の量に耐えられずに壊れてしまいます(これを定格といいます)。これはTechnology、技術の分野です。実際の回路の設計ではそこまで考えて設計を行います。

回路のどこにどのくらいの電流が流れるか、それで電子部品は正常にはたらくか。

micro:bitも流せる電流の量に限界があります。しかし、モーターは大きな電流を使います。そこで登場するのがmicro:bitから出る少ない電流を受けて電源から大きな電流を流したり止めたりするモータードライバです。

micro:bitでは「デジタルで「1」とか「0」とか出力するだけで、モータードライバに接続されたモーターに大きな電流が流れます。

講義では、こちらで用意したロボットカーを動かしましたが、原理さえ分かっていたら、材料があれば、あなたにも、micro:bitでモーターを制御することができます。

「モータードライバ(micro:bit)で検索してみれば、きっと必要なものや、その使い方を教えてくれます。

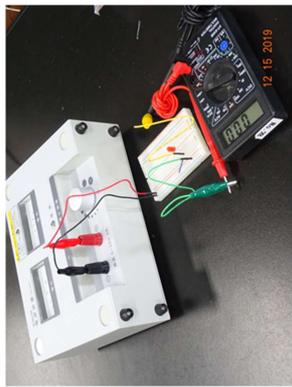
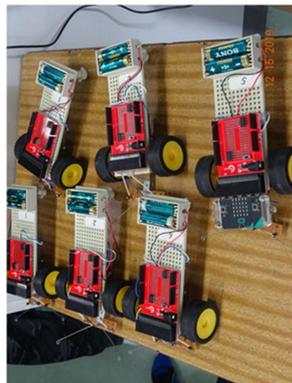
あなただけのアイデアで、micro:bitを使って何か新しいことを考えて新しいものを作り出す。そんなことができるようになったら素敵だと思います。

前回、今回の講義が、そのきっかけになってくれたら幸いです。この度は、講義に参加していただき、ありがとうございました。

最終更新日時: 2019年12月16日(月曜日) 20:34



藤田真太郎先生



午後の話し合い 増田俊彦先生



サイエンスカンファレンスでの発表を披露する柳田さん

## 静岡 STEM アカデミー-STAGE1.5 報告書

- 1 期日 2020年1月13日(祝・月) 10:00~15:00
- 2 会場 静岡大学教育学部C棟309
- 3 日程 ① 生命倫理について (山本先生) 10:00~12:00  
② 遺伝子組換えの有用性 (露無先生) 13:00~15:30

- 4 参加者 熊野善介、増田俊彦、青木克顕、峯田一平、三枝真武、杉本啓太  
<講師>山本高広 露無慎二 (静岡大学名誉教授 株式会社 Eur-BS)
- 5 指導内容 受講生 17名

(午前) 生命倫理研修 (講師: 山本高広先生)



「13歳からの研究倫理」をテキストに、動物を使って実験を行うときの配慮事項について学ばせた。

次に、「ネズミに電気刺激を与えることを繰り返して、部屋に入っただけで身をすくめるようになることを確かめる実験」について、生命倫理のルールにという観点から適切かどうかについて、自分ならどうするかを考えさせ、グループ討議を行った。

生徒たちからは、

「生命を無駄にする用の実験をすることはよくない。」「本当に必要な実験化を考える。「できるだけ

苦痛を与えない実験をする。」「事前に専門家に相談してみる。」「などの意見が出され、真剣に考える様子が見られた。

(午後)「遺伝子組換え方の有用性」(講師: 露無慎二先生)



生命科学について、分子生物学の誕生から遺伝情報の伝達、遺伝子組換え技術、最先端の遺伝子操作についてと、およそ2時間半にわたって、露無先生が熱弁された。

内容的には、大学の生物学概論のレベルではなかったかと思われる。途中、2度にわたり、青木が中場を持って。生徒たちの感想の中にも、「難しくわからなかった。」「という生徒も多くみられたが、からなかった。」「という刺激になったのではないかと思う。

## 6 考察

- ① 今回山本先生が扱われた「生命倫理」についての問題は、同じくSTAGE1.5の2019年11月24日の第3回に扱った内容とほぼ同じであった。大変重要な内容であるので、繰り返すことは意義深い。また、大学の先生からの直接のお話は、生徒の心に響いたようである。来年度は、この内容を、夏休み前に実施したい。

- ② 露無先生は、小中学生の前で話をするのは初めてということで、久しぶりの講義に大変意欲的に準備をされ、この日の講義を楽しみにされているようであった。「頭のよい生徒たちであるので、高校生レベルのお話をお願いします。」と依頼してあったので無理もないが、話の内容はやや難しかった。しかし、お話の中に、研究の手法として「演繹法」と「帰納法」というのがあるとか、「自分だけの研究をすることが大事。」「研究を世のため人のために還元することを目指す」など、これから研究者を目指す生徒たちにとって、ぜひ知っておいて欲しい内容が数多く散りばめられていた。

## 6 生徒からの感想(Moodleより)

今日のSTEMの午前は、生命倫理の話でした。僕は今まで実験で生き物を傷つけるのはいけないなどなどなく思っていました。今日話を聞いて、生き物が犠牲になったおかげで技術が発展していることもあることがわかって参考になりました。

午後の遺伝子のお話は、はじめはかろうじてわかりましたが、とても難しい話でした。でも、サイエンスで得た情報を社会に還元することが大切だということは分かりました。僕の自由研究は今僕が知りたいことを観察しているだけだけど、鳥の言葉が分かるようになれば、人の役に立って社会に還元できるかもしれない。そんなふうに、これからも頑張ります。

生命倫理には考えさせられることがあると思います。科学を使うことができるのは人間だけなので他の生き物への責任があると思います。決して人間のためだけに利益を追求してはいけないと感じました。

午前の生命倫理については、私も昨年と一昨年は生物についての研究をしていました。その中で解剖とかもしていたので、これからは、ちゃんと動物、昆虫のことも考えて、そういう実験をしていきたいと思いました。また、生命とは関係なくとも、あまり考えずに実験してしまうこともあるから、そういうことに気を付けていきたいな、と思いました。

午後の遺伝子組換えについては、高校のレベルということもあり、結構難しかったです。しかし、大体の仕組みがわかったので、面白いなと思いました。また、私たちでも簡単に遺伝子組み換えができるというのに驚きました。遺伝子組み換えについて今度調べてみたいと思います。

大学の先生のお話はいつでも聞けるわけではないから、こういう時間を大切にしていきたいと思います。今回お話ししてくださった山本先生、露無先生、本当にありがとうございました。

今回は午前中生命倫理について学びました。僕は生物実験で生きものを殺すという意見に反対でしたが、今回の講座を受けて、人間のために生きものを殺していると考えると、人の進化のためには犠牲を払わなくてはならないのだなと思います。生きものはこのようにことで絶滅させてはいけないと思います。午前中では、生命倫理だけではなくどのような結果が得たいのか、など目標を立てて実験することが大事だと思いました。

午後は遺伝子研究について聞きました。最初は理解できましたが、途中から全く理解できなかつたです。最後の方が時間の関係し省略されてしまっていたので、機会があったら是非聞いてみたいと思います。

## 静岡STEMアカデミーSTAGE1.5 報告書

- 1 期日 2020年2月1日(土) 10:00~15:00
- 2 会場 静岡大学教育学部C棟501
- 3 日程 ① 「骨のはたらきと進化〜どっちがカエル?どっちがネズミ?〜」(雪田聡先生)  
10:00~12:00

- ② 「3Dプリンターを使って、防災グッズを開発しよう!」(佐々木博登先生)  
13:00~15:30

- ③ 閉講式 修了証書授与

- 4 参加者 熊野善介、郡司眞透、増田俊彦、青木克顕、峯田一平、三枝真武、杉本啓太  
(雪田研究室より) 塚原、高橋  
<講師>雪田聡先生(静大教育学部) 佐々木博登さん(熊野研 大学院生)  
受講生 16名 聴講生1名 保護者 19名

- 5 指導内容

(午前)「骨のはたらきと進化〜どっちがカエル?どっちがネズミ?〜」



カエルとネズミの透明骨格標本を観察し、その共通点と差異点を見つけることから、ワークショップが始まりました。生徒たちは、足の骨が日本になっている、頭の形が違ふ、葉の形と本数が違ふなど、採点には多く気づいていました。次に、骨の薄片標本を観察し、スケッチを行う中から、「カエルの骨は中が空洞になっているのに対して、ネズミの骨は中に固い組織があること」を確認した。

雪田先生からは、「哺乳類が陸上で生活するようになり、体を支えるために丈夫な骨を必要としたこと」など、進化と骨の関係が説明された。

標本を多くそろえ、よく見える顕微鏡を使っている実習は、生徒たちに科学のすばらしさを体験させることになった。

最後には、バイオミメティクスについて解説があり、生物とATEMを関係づけるようワークショップとなった。

(午後)「3Dプリンターを使って、防災グッズを開発しよう!」

「東海地震を想定して、どんな防災グッズがあればよいか」という問いかけに、生徒がいろいろなアイデアを出し、それを3Dプリンターで形にするというワークショップを行った。

実際には、時間の関係で、自分の描いた物を形にするところまではできなかったが、各自が家庭に持ち帰り政策の続きをすることになった。次の日には、完成品がいくつかUPされていたことから、生徒の関心の高さがかがえた。

## 6 考察

① 今回雪田先生が扱われた「カエルとネズミの骨格標本の比較」は、生物のSTEMという、新しい試みであった。その中で、「観察の視点」や「考えながらものを観ること」、「結果と進化を結び付けて考える」など、多くのものを見方をご教授いただいた。また、バイオミメティクスの説明をされ、カワセミと新幹線のノーズが似ていることなど、現在の工学に生物の進化が行かされていることが紹介された。生徒たちの自由研究の推進に大変役立つ、「STEMアカデミー」の内容にふさわしい内容であった。

② 佐々木さんの扱った内容は、静岡大学附属中学校で9時間程度かけて実施したものを、2時間に圧縮して実施したので、時間的には少々苦しいところがあったが、3Dプリンターの今後の利用方法を理解させるという点では、大きな成果があった。私も参観した者にとっても、大変参考になった。アカデミー終了後も、すぐに生徒からの問い合わせがあり、Moodleを通して佐々木先生が指導をしてくださった。

6 生徒からの感想(Moodleより)  
午前中の活動では、透明骨格標本のねずみとカエル相違点を観察して探し、グループでの意見交流をすることができました。さらにそれぞれの骨を顕微鏡で細かい部分に注意してスケッチし、細胞や骨の部位などの違いを見つけたことができました。講座を聞いて、生物の骨から社会を大きく発展させる工夫が新幹線やロボットなどで活用されていると初めて知りました。

午後の活動では、インターネットを利用して東海地震による被害を調べ、それに対する防災グッズの形を作るときに丁寧に操作をして自分が考えたもののモデルを作ることができました。

前半は、骨からネズミかカエルかを判別できるとは思いもよらなかったし、新しい視点で物事を見ることも大切だなと思いました。また、生物と化学(技術)は切り離せないものなんだな、すべてのものは繋がっているんだな、ということがわかりました。私も、これから研究するときは、何が役に立つかわからないから、他の分野についての情報も知っておきたいと思いました。

後半は、附中で理科の授業として受けたけど、自分の研究にどんな風に使えるかはあまり考えていなかったから、新しい視点で受けることができました。これからは、普通の授業の中でもそういうことについて考えていきたいと思います。また、3Dプリンターなどの機会もどういう風に取り入れられるかも考えていきたいと思っています。

雪田聡先生、佐々木博登先生、素晴らしい授業をありがとうございました。  
今回は骨について学びました。

この骨格はカエル🐸かネズミ🐭かを調べて違う所、同じ所を比べました。  
バイオミメティクスという言葉を学びました。

バイオミメティクスとは生物を模倣して工学などに活かす事。

僕も今バイオミメティクスのような研究をしている所なので あっ!これ今僕が研究しているのと同じだ!と思いました。

後半は防災グッズのアイデアを3Dプリンターのアブリ(?)を使ってデザインしたものの形を作りました。

3Dペンを使うよりもずっと速かったので凄くと思いました。

そしてとっても精密でした。

僕の研究にも活かせようです。

STEM1.5の関係者の皆さん。

ありがとうございました!!



## 第1回静岡STEMアカデミーSTAGE2.0 報告書

- 1 日 時 令和元年12月1日(日) 13:00~15:00
- 2 会 場 静岡大学教育学部C棟 309教室
- 3 参加者 受講者9名 保護者12名  
静 大 熊野善介 山本高広 雪田聡 増田俊彦 山根真智子 青木克顕
- 4 内 容
  - ① 趣旨説明(熊野)
    - ・STAGE2.0のめざすもの
    - ・大学の研究室に配属となり、研究を進めます
    - ・回数について
    - ・次年度へのつながりについて
  - ② 指導教官の紹介(熊野)
  - ③ STAGE2.0の進め方について(増田、青木、山根)
    - ・取り組む研究のテーマについて、どう考えるか。
    - ・本年度2月までに、本日を含めて3回開催します。  
(この回数分、旅費が用意されています。ただし、市内の方は支給がありません。)
  - ④ 研究内容の検討と相談(個別相談)
    - ・STAGE2.0で取り組みたいと思っている課題の明確化
    - ・受講生と研究室のマッチング



## 資料4 ; STAGE2.0 報告書



## 第2回 静岡STEMアカデミーSTAGE2.0 報告書

- 1 日 時 令和2年2月11日 (祝、火)  
 2 会 場 名古屋大学博物館  
 3 出席者 名古屋大学 吉田英一先生 引率 青木克顕  
 受講者 T・K

### 3 内容

#### (1) はじめに

鉄丸石の研究をしているT・Kさんは、本年度は「自然科学観察コンクール」で全国3位、山崎賞を受賞している。現在の研究内容についての評価と、今後の研究の方法を指導していただくため、ノジュール研究の第一人者である名古屋大学の吉田英一先生を訪ねた。

同行者として、高津さんの保護者と静岡県地学会の佐藤幸弘さんが同行した。

(以下、敬体にて表記)

#### (2) T・K君の研究「安倍川の鉄丸石はどこから流れてくるのか」について

事前に質問事項とともに、研究の内容は吉田先生にお伝えしてあった。研究物のコピーをお渡しすると、吉田先生は、その分量にまず驚かれ、「鉄丸石はいくつ集めたの。」と聞かされた。T・K君が「100個です」と答えると、「すごいね。僕でも30くらいだよ。」とおっしゃられて、場がいっぺんになごみみた。さらに、サンプリングした石の番号が、地図上にプロットされ、重さ大きさなどが測定されている表を見て、ますます感心していただきました。

#### (3) 「鉄丸石ってどうやってできるのかは、私にもわからない。」

一番知りたこととして、「鉄丸石はどうしてできるのか。」ということがありますが、これについて吉田先生は、「私にもわからない。これが分かれば、博士論文になるし、学会でも発表できる。」とのこと。

それでも、先生が今まで研究してこられた、コンクリーションのでき方や形成速度についての考えをご説明いただきました。

一番びっくりしたのは、鉄丸石は「生物起源ではない。」という考えです。初めに生物がすむ巣穴のようなものがあるって、その生物の死がいの炭素に海中のカルシウムが結びつく・・・との考えは、昔の権威ある学者が、「これは、こうやってできたんだよ。」と詳しい実験もやらずに話したことが、定説となってきたと思われたということで、吉田先生は、その中心部の形状からメタンガス起源ではないかと考えておられるようでした。

#### (4) 「何を見ようとして、薄片を作るんですか。」

今後の研究納方向として、鉄丸石の薄片を作って調べてみようかと考えているということに対して、「これだけの資料がすでにあるのだから、これらを詳しく調べ、へそがあるものもないもの、黄鉄鉱が入っているものもないもの、重さ(比重)の違いなどによって、グルーピングしそれと地質図を重ね合わせる方が先ではないか。」というご指導をいただきました。「やみくもに薄片を作っても、何もわからない。100枚薄片を作るんですか。」と、言われてしまいました。グルーピングした後で、それぞれ1枚ずつ作った方が、ずっと効率が良いとのこと。なるほど。

#### (5) 切断面を磨き上げる

今回博物館のノジュールの断面を見せていただき、「これは大事だ。」と思ったことに、切断面を鏡のように磨き上げることがあります。何もないような面を、きれいに磨き上げることで、糸のような生物の痕を見ることができました。まだ、磨き上げが足りていなかったかもしれません。

#### (6) 砂漠でもノジュールができる

これも、展示品の中にあり、説明を聞いてなるほどと思いました。雨が降ることによって、酸性度が変化し、鉄が溶かされるとか。詳しいことは、吉田先生の本を買って、調べてみようかと思いますが、高津君には、ノジュールの研究をするには、化学の勉強をしなくてはならないというアドバイスもいただきました。吉田先生は、応用地質がご専門です。

というわけで、収穫の多い訪問でした。今後の研究について、作戦を立て直すひつようがあると思われまます。T・Kさんも、専門家の話を聞いて、ますます意欲を高めることができようです。



### 第3回 静岡 STEM アカデミー-STAGE2.0<T・K> 報告

- 1 日 時 令和2年2月23日(日)
- 2 会 場 静岡大学
- 3 出席者 静岡大学 竹林知大先生 青木克頭  
受講者 T・K
- 3 内 容
  - (1) 今後の指導計画について
    - ・名古屋大学の吉田先生からご指導いただいたことをもとに、今後の研究計画について話し合う。
    - ・鉄丸石の比重を測定し、採集場所によって値に違いがあるかないかを確かめる。
  - (2) 比重測定の方法を身につける
    - ① 電子天秤を用いて、鉄丸石の重さを測る。
    - ② バケツに水を入れて、電子天秤に載せ、0補正を行う。
    - ③ 鉄丸石を針金で縛り、バケツの中の水に底に石が付かないようにする。
    - ④ 電子天秤の目盛りを読む。この時の重さが水の体積と同じとみなす。
    - ⑤ 測定した重さを体積で割ることにより、鉄丸石の比重を求める。



## 第2回 静岡STEMアカデミーSTAGE2.0 報告書

- 1 日時 令和2年1月31日(金)
- 2 会場 静岡大学教育学部C棟 3階 楠研究室
- 3 出席者 静岡大学 楠、青木  
受講者 S・K

### 4 内容

#### (1) 研究論文の内容検討

- 室内実験の方法について、どのように再現性のある実験にするか。
- ・砂の粒度を分けて実験する。
  - ・鉄球を同じ高さから落下させるための実験装置を工夫する。
  - ・実験に使用する砂粒の大きさと、実験回数 の検討。



#### (2) 今後の見直し

- ・次回は2月28日(金)17:00~
- ・実験装置を作製して、試しておく。
- ・粒度による分析が終わったあと、砂の形状による違いを研究していく。

## 第3回 静岡STEMアカデミーSTAGE2.0 報告書

- 1 日時 令和2年2月28日(金)
- 2 会場 静岡大学教育学部C301 延原研究室
- 3 出席者 静岡大学 楠賢司、延原尊美、青木克顕、峯田一平  
受講者 S・K

### 3 内容

#### (1) 研究論文の内容検討

##### S・Kさんの実験結果の検討

- ・砂の粒度を分けて実験した結果、測定値は予想通りとなり、研究論文の結果が裏付けられた。
- ・Photoshop を用いて、砂の面積を求める方法について、延原・楠両先生の指導を受けながら測定を行う。



#### (2) 今後の見直し

- ・次回は3月9日(月)9:00~

## 第2回 静岡STEMアカデミーSTAGE2.0 報告書

- 1 日時 令和元年12月1日 14:00~16:00
- 2 会場 静岡大学教育学部
- 3 出席者 ぶじのくに地球環境史ミュージアム インタープリター 山根真智子  
受講生 0・A
- 4 内容

0・Aさんの話を聞いて研究の助言と今後のSTAGE2.0の見通しについて話し合った。

### ●調べたいこと

シジュウカラの繁殖期に親鳥が雛へ給餌をするときに親鳥と雛の間でどんな鳴き声を発しているのかを調べたい。雛は親鳥がやってきたことをどのように知るのだろうか。また、雛へ与える餌の種類はどのようなものなのか、好みはあるのかを調べたい。

### ●方法

マイクロビットを使って親鳥と雛の声とその行動を記録できるカメラ付きの巣箱を自宅の庭か近所のお寺に設置し、データをとる。また親鳥がどんな餌を運んできたか、どんな餌をとっているのかを観察する。

### ●マイクロビットで使いたいもの

- ・明るさセンサー
- ・音センサー
- ・人感センサー
- ・重さセンサー
- ・カメラ (巢内の暗いところでも撮影できるもの)
- ・鏡 (小)

### ●問題点

- ・シジュウカラが設置した巣箱を使ってくれるだろうか
- ・捕食者
- ・マイクロビットやカメラなど水濡れ対策
- ・巣箱の設置場所 (今年度、自宅の庭に巣箱を設置したが使われなかった) →シジュウカラがよく観察されるお寺にも設置してみようか
- ・巣箱を設置する高さ

## 第3回 静岡STEMアカデミーSTAGE2.0 報告書

- 1 日時 令和元年12月24日 10:30~12:30
- 2 会場 静岡大学教育学部熊野研究室
- 3 出席者 熊野善介  
浜松市立舞阪中学校 藤田真太郎  
受講生 0・A
- 4 内容

- ・シジュウカラが好んで利用する巣箱について
- ・カメラを設置できるような巣箱の設計図の作成
- ・材料の確認
- ・マイクロビットを用いて、巣箱の中のカメラを始動させるプログラムについて

藤田先生から指導、助言をいただいた。



### 5 ふりかえり (moodle より)

ステージ2.0の振り返り (2回目) 12月24日

2019年12月24日(火曜日) 21:20 - 0・A の投稿

今日の2.0では、熊野先生と藤田先生に、シジュウカラ用の巣箱に設置するセンサーとカメラについて相談しました。山根先生からは、巣箱の入り口の大きさや巣箱の向きのアドバイスもいただきました。いただいた材料やアドバイスを活用して、いよいよ新しい巣箱を作ろうと思います。そして、今年こそは、エサをまいたり、水場を作ったりして、シジュウカラに巣箱に入ってもらえるように頑張ります。

#### 第4回 静岡STEMアカデミーSTAGE2.0 報告書

- 1 日時 令和2年2月16日 16:00~18:00
- 2 会場 静岡大学教育学部熊野研究室
- 3 出席者 ふじのくに地球環境史ミュージアム インタープリター 山根真智子  
受講生 0・A
- 4 内容
  - ・エサ台の設置とシジュウカラの餌の好みについて
  - ・シジュウカラが好む巣箱の高さと個数について
  - ・シジュウカラの巣作りから巣立ちまで
  - ・鳥類の繁殖ステージとその調査方法について
  - ・さえずりから縄張りを測定する方法
  - ・鳥類の音声コミュニケーションの研究について
  - ・MESHiを用いた野鳥観察の可能性とプログラムの紹介



#### 5 ふりかえり (moodleより)

第3回STEM2.0(2月16日)

2020年02月16日(日曜日) 21:49 - 0・A の投稿

静岡大学の熊野先生の研究室で、2回目の指導をしてもらいました。今日は山根先生の指導です。

今回、4つの巣箱を新しく作って庭に設置しました。春にシジュウカラが入ってくれたら、映像と音声を記録して、エサをもらうときの鳴き声などを調べる予定です。今日はそのための遠くから操れるビデオカメラを借り、あとセンサーを使うためのMESHiも借りました。MESHiは家に帰ってすぐに試してみました。とても面白いですね。

あと、山根先生から、巣箱設置のコツやエサのコツとともに、ルートセンサ法を教わりました。新しい研究ができそうで、とてもありがたかったです。地球温暖化のせいかな、今年は春が早くきそうですが、いい研究ができるようにがんばります。山根先生、ありがとうございました。

## 第2回 静岡STEMアカデミーSTAGE2.0 報告書

- 1 日 時 令和元年12月22日(土)  
2 会 場 静岡大学教育学部熊野研究室  
3 出席者 熊野善介  
受講者 K・Y

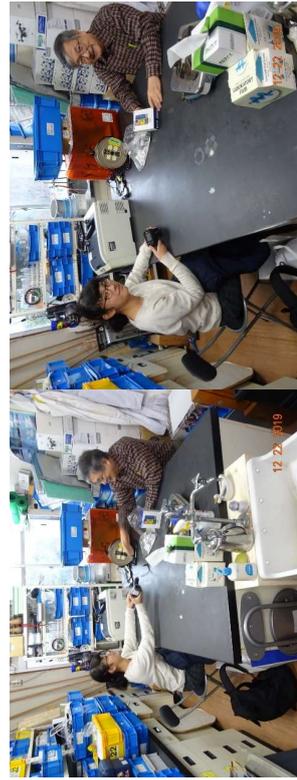
### 4 内 容(受講者の感想)

今日はモーターの実験モデルを用いて、電圧や電流だけでなく熱エネルギーに焦点を当てた実験を行いました。熱に焦点を当てることによってどのくらいの効率で電気エネルギーが運動エネルギーに変換されているかを考えることができました。今後の実験では熱についても焦点を当てていきたいです。

今まで温度を測る時は、放射温度計を使い点で測っていましたが、今回サーモグラフィを使って面で測りました。温度の変化が一目瞭然で、とても新鮮で面白かったです。

また、実験をする上で、micro:bitやArduinoのセンサーを使って温度や湿度・気圧などを測定することによって条件をそろえたり、電圧計などの測定器の校正をするために基準電圧発生器を作成していくことにしました。

その後、必要なパーツを購入するためにお店に行きました。購入したパーツが届いて実験をすることが楽しみです。



- 1 日 時 令和元年12月14日(土) 13:00~15:00
- 2 会 場 ふじのくに環境史ミュージアム
- 3 出席者 指導者 西岡雄一郎先生 静岡大学 青木克頭

受講者 0・R

4 指導内容

- ・ 研究計画についての相談を行った。
- ・ 西岡先生に解説していただきながら、大絶滅展を見学。

(大塚さんのMoodleへの書き込みより)

西岡先生の研究室には本や骨格標本、骨格の模型などが沢山あって驚きました。  
 わかった事

- ・ 進化でいう恐竜、翼竜はワニと鳥の間にいる。
- ・ リストロサウルスは「大絶滅」PT境界”を生き延びた不思議な生き物。
- ・ イクチオサウルスはイルカにしか見えないのに実は爬虫類。

これからやる事

- ・ ワニを解剖してワニの骨格を調べる。
- ・ 色々な生物と恐竜を比べて共通点と違いを調べる。
- ・ 恐竜、翼竜、魚竜の化石を調べる。

進化してどうい風骨の形が変わっているのか。  
 進化の名残があるのかを調べたいです。

爬虫類、鳥類、魚類が恐竜と関係があるのかも調べたいです。

リストロサウルス  
 (Lystrosaurus)



体長 90~120cm

- 1 日 時 令和元年12月27日(土) 13:00~15:00
- 2 会 場 ふじのくに環境史ミュージアム
- 3 出席者 指導者 西岡雄一郎先生

受講者 0・R

4 指導内容(大塚さんのMoodleへの書き込みより)

- ・ ニホンザルの骨格の組み立て
  - ・ ウミガメの骨格の組み立て
- ニホンザル
- ・ 人間と骨の構造がとてもよく似ている。
  - ・ 鎖骨を初めて知った。
  - ・ 頭蓋骨の形が人間よりも口が前に出ている。
- ウミガメ
- ・ 烏口骨というのを初めて知った。
  - ・ 背骨から首骨が出ている。
  - ・ 恥骨の形が「Y」字型。

第4回 静岡STEMアカデミーSTAGE2.0 報告書

- 1 日 時 令和2年1月11日 (土)
- 2 会 場 ふじのくに地球環境史ミュージアム 西岡研究室
- 3 出席者 西岡佑一先生 静岡大学 梶田博紀 峯田一平 スルル
- 3 内 容 受講者 0・R

(1) ワニの解剖



(2) 大塚さんのMoodle への書き込みより) <令和2年1月12日(日)静岡新聞>

- ・ワニは前足の指は5本後ろ足の指は4本。
  - ・ワニには軟骨の胸骨がある。
  - ・背骨の下にY字の骨がある。
  - ・部位ごとによる肉の質が違ふ。例えば足は筋肉質、尾は脂がのっている。
  - ・ほほに沢山の肉がついている。
- (3) 今後の研究について
- ・骨格標本を作製し、恐竜化石との比較を行う。

(4) 報道

静岡新聞に連絡したところ、2回にわたって報道された。特に2回目は、子供向けの日曜版に大きく掲載され、次年度の生徒募集にも、よい効果があると期待される。



<令和2年2月9日(日) 静岡新聞日曜版  
「YOMOっと静岡」>

第5回 静岡STEMアカデミーSTAGE2.0 報告書

- 1 日 時 令和2年2月22日 (土)
- 2 会 場 ふじのくに地球環境史ミュージアム 西岡研究室
- 3 出席者 西岡佑一先生 静岡大学 青木克頭
- 3 内 容 受講者 0・R

(1) ワニの骨格標本の観察



(2) 自由研究指導

- ・小学生にでもできる研究方法の検討
- ・ワニの足の骨の長さを測定することに決定。
  - ・測定方法の実習
- ・今後は自分で研究を進め、わからないことをメールで質問するなどの方法をとることを確認する。

## 第2回 静岡STEMアカデミーSTAGE2.0 報告書

- 1 日 時 令和元年12月23日(月)  
 ① 10:00~11:30 山本  
 ② 13:00~雪田
- 2 会 場 静岡大学教育学部K棟 山本及び雪田研究室
- 3 出席者 静岡大学 雪田、山本、増田、  
 受講者 T・M
- 3 内 容  
 (1) 山本助教の指導  
 ・イモリを切ることで生命倫理について  
 ・インターネットで得た情報とオリジナルティとの兼ね合いについて  
 ・観察記録の取り方。特にスケッチの描き方について指導を受けた。



- (2) 雪田教授の指導  
 ・予想・仮説の立て方  
 ・イモリのしっぽの切断の仕方及び考えしておくこと  
 ・今まで観察してきたことからアイデアを出して、次の課題を考えることはとても良い取り組みです・・・褒められる。  
 ・怪我を治す発想に立つのか、再生することの発想に立つのかによって、しっぽのカットの仕方に違いが出てくる。瀧君はどっちでやりたいのか。  
 ・実験が進んだら再現性を考え、追加実験を試してみよう。  
 ・次回指導日 3月になったら連絡を取り、それまでに今計画している実験を終わり、データを持ってくる。指導日についてはその時決める。



- (3) 両先生の個別相談を受けて  
 ・講座生が自分の研究内容について課題を持って相談に来ている場合は、指導者側もピンポイントで指導アドバイスでき、とても意味ある指導の場となる。  
 ・雪田先生が、イモリのしっぽをカットする場で、瀧君がナイフをどのように入れたらよいか戸惑っていた時、手を取って切り方を教えていただいた。瀧君の表情が明るくなり度胸がついたように感じた。こうした直接指導の場が 2・0 の講座設定の意味にも通じていくものと考えられる。  
 ・対象としている講座生が、何を求めているのか、何に躓いているのか見定めて専門的な立場で手を下していただけていることが 2・0 では大切であろう。  
 ・そのためにも、講座生には「何で困っているのか」「自分はこういう方法でやってみたらどうか」「本で調べたらこういう言葉が出てきたが、これはどういうことか」など指導をお願いすることを明確にし、メモしてきて指導を受けたこととかかわるようになりたい。このことは、事務局サイドの担当スタッフで事前に指導しておきたい。



### 第2回 静岡STEMアカデミー STAGE2.0 報告書

- 1 日 時 令和2年1月11日(土)13:00~15:00
- 2 会 場 静岡大学教育学部雪田研究室
- 3 参加者 雪田先生 H・T
- 4 指導内容

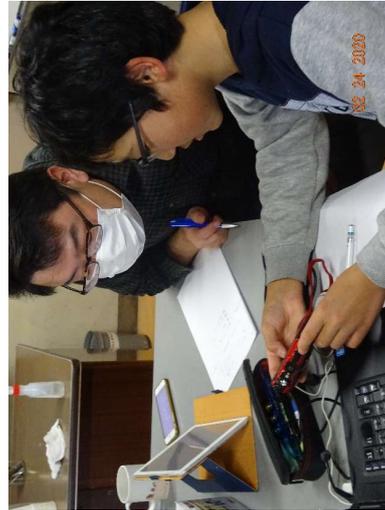
- ・H・Tさんより、今までの研究経過報告を行い、研究計画について相談する。
- ・イモリに麻酔をかけて体調を測定する方法や、飼育しているイモリに短期間に卵をそろえて産ませる方法などについて、指導を受けた。



### 第3回 静岡STEMアカデミー STAGE2.0 報告書

- 1 日 時 令和2年2月24日(祝、月)13:00~16:30
- 2 会 場 静岡大学教育学部雪田研究室
- 3 参加者 雪田先生 H・T 青木克顕
- 4 指導内容

- ・13匹のイモリに同時に多くの卵を産ませる方法について検討
- ・水草がイモリの飼育に与える影響調査をどのようにしたらよいかの検討
- ・イモリの様態の顕微鏡観察



## 第2回 静岡STEMアカデミー-STAGE2.0 報告書

- 1 日 時 令和元年12月22日(土)
- 2 会 場 静岡大学教育学部熊野研究室
- 3 出席者 熊野善介  
指導者 I・K  
受講者 I・K

### 4 内 容(受講者の感想)

今日は、まず煮干し(かたくちいわし)の耳石を取り出して見ました。取れた時の達成感がすごかったです。そこから他の魚は、どんな形、色、模様なのか疑問が出ました。他にもカワハギ、あかいさき、カイワリ、カマスの4匹の魚の耳石を取ろうと、挑戦しました。残念ながらあかいさき、カマスの2匹だけしか取れませんでした。あかいさき、カマスの2匹は煮干し(かたくちいわし)と違い、キラキラしていてキレイでした。もっとキレイな耳石が見てみたいです。これからは、たくさんの骨格標本を作り、耳石を取ってみたいです。



## 第2回 静岡STEMアカデミーSTAGE2.0 報告書

- 1 日 時 令和元年12月22日(日)  
15:00~16:00
- 2 会 場 静岡大学教育学部K棟 熊野研究室
- 3 出席者 静岡大学 熊野、増田、  
受講者 Y・A

### 3 内 容

#### (1) 熊野教授の指導

- ・アメリカ行きの計画について、下記のように進めている。(確定ではない)
- ① 現在の予定では、2月3日の夜か4日の朝成田からミネソタへ出発
- ② 2月6日か7日に現地中学校で交流：発表
- ③ 2月8日の夜日本へ帰省

#### ・発表原稿の英文化について指導

- ・東京のサイエンスカンファレンスの時に発表した原稿を英訳する。
- ・パワーポイントで発表する。
- ・その発表を英語でできるように練習すること。

・その時のポスター発表原稿も英訳して、ミネソタ大のゼリアン教授のところへ置いてくる。

- ・随行者である母親・姉（東京理科大1年生）は私費で参加。



- ・日程が確定したところで、連絡を取り、状況説明とY・Aさんの「公文扱い」についての書類を作成し、説明に向く。

- ・次回指導日 1月4日(土) 13:00 熊野研究室

#### (2) FM清水の年末番組「静岡STEMアカデミーの紹介」の取材を受ける。

- ・12月31日19:00頃放送です。
- ・熊野先生は、スカイプで当日出演します。



第3回 静岡STEMアカデミーSTAGE2.0 報告書

- 1 日 時 令和2年 1月 4日 (日)  
13:00~14:30
- 2 会 場 静岡大学教育学部K棟 熊野研究室
- 3 出席者 静岡大学 熊野善介、増田俊彦  
受講者 Y・A (本人と母)

3 内 容

(3) 熊野教授の指導

- ・アメリカ行き計画について旅行日程の確認
- ④ 2月3日の夜成田からミネソタへ出発
- ⑤ 2月6日か7日に現地中学校で交流：発表
- ⑥ 2月9日日本へ帰省
- ⑦ 宿泊ホテル：
- ・発表原稿の英訳について
- ・東京のサイエンスカンファレンスの時に発表したポスター原稿を英訳し、持参する。  
ポスター原稿は、増田先生が英訳する。
- ・現地交流会で発表する原稿は、パワーポイントで発表する。
- この発表原稿の英訳は、熊野先生がおこなう。
- \*その両方の原稿を英語でできるように練習すること。
- ・その時のポスター発表原稿は、ミネソタ大のゼリアン教授のところに置いてくる。
- ・随行者である母親・姉（東京理科大1年生）は私費で参加。ホテルは同じ。



- ・連絡を取り、状況説明とY・Aさんの「公次扱い」についての書類を作成し、説明に出向く。1月7日に熊野先生の代理で増田が出向く。

- ・次回指導日 1月 熊野教授がシンガポールから帰ってきたら連絡を取る。

第4回 静岡STEMアカデミーSTAGE2.0 報告書

- 1 日 時 令和2年 1月13日 (月祝日)  
15:30~16:00
- 2 会 場 静岡大学教育学部K棟 熊野研究室
- 3 出席者 静岡大学 熊野善介、  
受講者 Y・A (本人)

3 内 容

(4) 熊野教授の指導

- ・アメリカ行き計画について
- ⑧ 発表原稿の英訳は、進行中
- ⑨ 宿泊ホテル：デザインホテル ミネアポリス ユニバーシティ オブ ミネソタ
- \*その両方の原稿を英語でできるように練習すること。
- ・その時のポスター発表原稿は、ミネソタ大のゼリアン教授のところに置いてくる。
- ・連絡を取り、状況説明とY・Aさんの「公次扱い」についての書類を渡し、1月8日に増田が出向き、校長先生に了解を取った。「理事長もきつと喜んでくれると思う。」という歓迎の言葉があった。

- ・次回指導日 1月



## 資料5 ; STAGE1.0受講生評価結果

2019静岡STEMアカデミー1.0受講者名簿一覧

会場	番号	氏名	ふりがな	学年	評価
三島	1			中3	10
	2			小6	11
	3			小5	11
	4			小5	10
	5			小6	11
	6			小5	13
	7			小5	12
	8			小6	11
	9			中2	11
	10			小5	12
	11			小6	12
静岡	1			小5	11
	2			小5	13
	3			小5	12
	4			小5	11
	5			小5	9
	6			小5	12
	7			小5	11
	8			小6	12
	9			中1	11
	10			中1	13
藤枝	1			小5	10
	2			小5	10
	3			小5	9
	4			小5	10
	5			小5	12
	6			小5	10
	7			小6	12
	8			中1	11
	9			中1	11
	10			中1	12
	11			小6	12
焼津	1			小5	10
	2			小5	10
	3			小6	13
	4			小6	9
	5			小6	11
	6			小6	12
	7			小6	11
	8			中1	14

会場	番号	氏名	ふりがな	学年	評価
牧之原	1			中1	11
	2			小5	9
	3			小5	9
	4			小5	9
	5			小5	9
	6			小5	9
	7			小6	9
	8			小6	9
	9			小6	9
	10			小6	9
	11			小6	9
	12			小6	9
	13			小5	9
	14			小6	9
	15			小5	9
	16			小5	9
	17			小5	9
	18			小6	9
	19			小6	9
	20			小5	9
	21			小5	9
	22			小5	9
	23			小5	9
	24			小6	9
	25			小5	9
	26			小5	9
	27			小5	9
	28			小5	9
	29			小6	9
浜松	1			小5	12
	2			小5	11
	3			小5	11
	4			小5	10
	5			小5	9
	6			小6	12
	7			中1	13
	8			中1	13
	9			中1	14
	10			中2	15
	11			中3	11
	12			中3	11

小学校5年生	42
小学校6年生	24
中学校1年生	10
中学校2年生	2
中学校3年生	3
合計	81

資料 6 ; STAGE1.5受講生評価結果

2019静岡STEMアカデミー1.5受講者名簿一覧

番号	氏名	学年	ふりがな	評価
1			小5	9
2			小5	9
3			小5	9
4			小5	9
5			中1	9
6			中1	9
7			小5	9
8			小5	9
9			中1	9
10			中1	9
11			小6	9
12			小5	9
13			中2	9

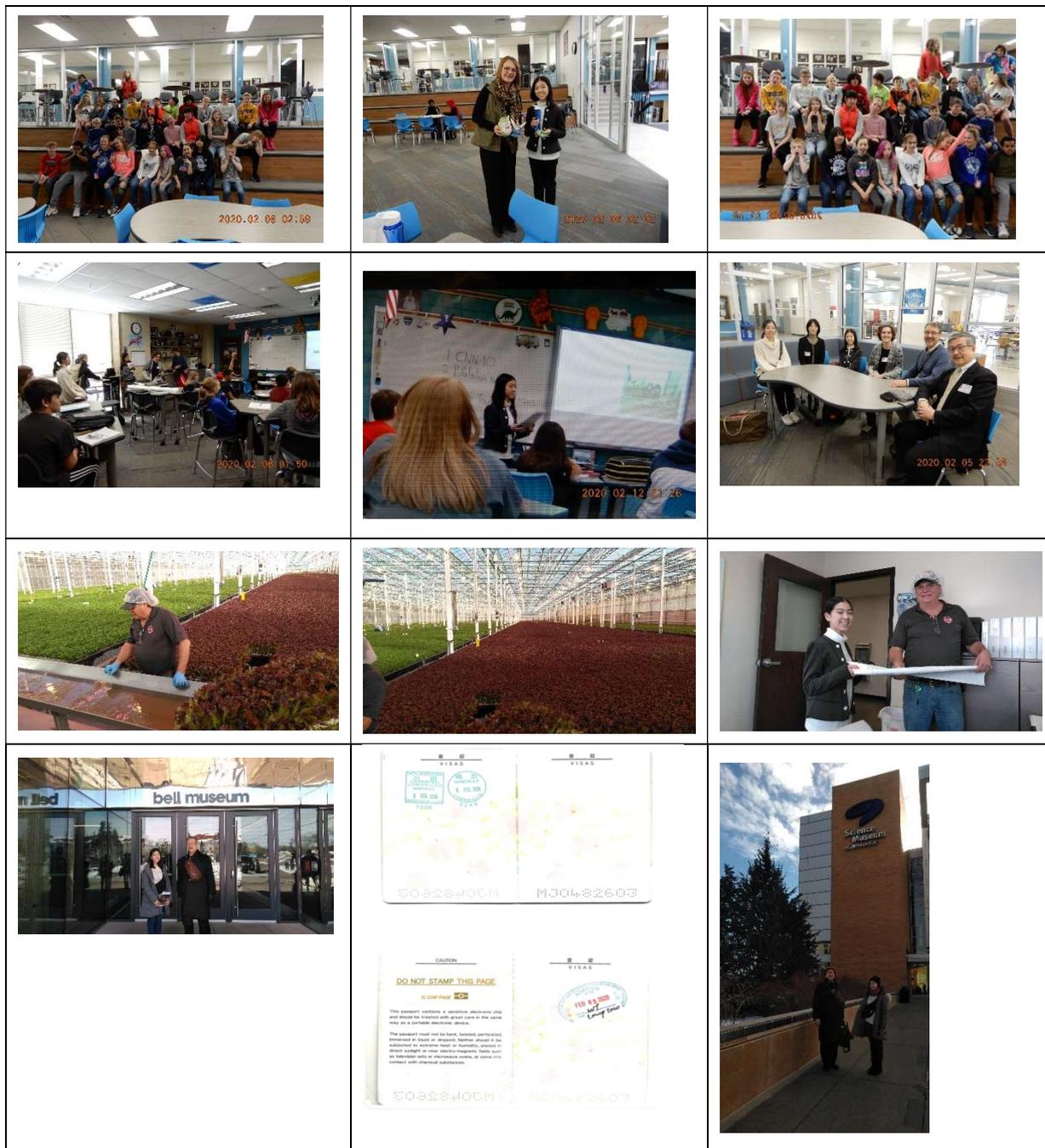
小学校5年生	7
小学校6年生	1
中学校1年生	4
中学校2年生	1
中学校3年生	0
合計	13

## 資料 7 ; STAGE2.0 受講生評価結果

## STAGE2.0受講者

氏名	学年	会場	研究テーマ(これから)	活動評価	熊野	増田	青木	合計	評定
1	小6	静岡	安倍川水系の鉄岩石はどこから流れてくるか(コンクリート強度)	頭脳明晰、将来が期待できる、研究内容もよい。1.5を2年目。父親のサポートがある。	5	6	5	16	A
2	小6	牧之原	魚の構造を調べる一魚の骨格標本を作ってみる(骨格の進化)	利発な子供である。魚の骨格を調べている。ふじのくにの地球環境史ミュージアムで指導を受けている。	4	4	4	12	B
3	中1	藤枝	吉浜海岸に足跡がくつきりつくのはなぜか	真面目に努力するタイプである。砂の粒度分析や、実験装置の作製などを意欲的に行う。ただ、抜群の切れはない。	5	6	4	15	B
4	中1	静岡	光の色によってレタスの味を変えられるか	サイエンスカンファレンスで発表	6	6	5	17	A
5	中2	浜松	アカハライモリの研究(イモリの増殖方法)	頭脳明晰。昨年度トップガン1位。研究7年目。雪田先生から指導を受けている。	6	6	5	17	A
6	小5	浜松	身近な鳥たちの観察～毎日朝夕のペランダから～(マイクロビットを利用)	真面目に継続観察をしている。鳥の数調べにとどまっている。鳥好きなことは間違いない。能力は高い。	5	5	5	15	B
7	小5	静岡	イモリの再生能力を探る	能力は高い。イモリの研究について、継続研究を行っている。	5	6	5	16	A
8	小5	三島	ケンタッキー・フライドチキン(肥虫類、両生類などの骨格調べ)	発表力のある子ども。いろいろなことに興味を示す。	4	5	4	13	B
9	中3	三島	モーターの仕組みに迫る(プレートテクトニクスについて)	科学への関心が高く、歴史上の科学者の行った実験を体験することに意欲的である。地学オリンピックへの参加を希望している。	5	6	4	15	B

資料 8-1: 「静岡 STEM アカデミー」最優秀者の柳田純佳さん訪米記 (写真集)



## Is It Possible to Change the Taste of Lettuce by the Color of Light?

Shizuoka STEM Academy  
Shizuoka Futaba Junior High School, Grade1  
Yanagita, Ayska

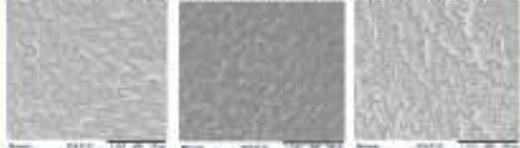
**[Research Motivation and Purpose]**  
Up to last year, I have been conducting researches on changes of grows of three different vegetables; Shiso, Komatsuna, Lettuce in terms of using red, blue, and green LED lights. As the results of my research, the growth is the highest with red LED light, and following blue, and green. Through this research, I found the differences when I ate those vegetables. So, then, I decided to find any changes in terms of tastes of Lettuces when they grow under among the red LED, and blue LED, and violet LED.

**[Research Processes]**  
• Asking about 50 people on the taste of lettuces when they eat. • Asking to write the evaluation sheet on four points of sweetness, pungent, bitterness, fragrance with three level of 5, 3, 1. Then calculate the points.





(Surface pictures taken by the electronic microscope)



Sizes of cells: Blue > Red > Red-Blue (Violet)

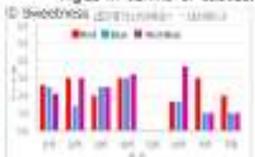
**[Considerations]**



(1) I have developed the my own model towards the changes of tastes of those lettuces in terms of different colors of LED. It might be changes of the contents of leave because of different colors of LED light.  
(2) Those Lettuces that was grown by the light of Red-Blue (Violet) color became bigger and the size of cells became smaller, then these changes might be cause of the thickness of tastes or difference of tastes. If my ideas are correct then it might be possible to develop better vegetables which are available for the eating limitation because of diseases or health oriented purposes or beauty oriented purposes such as functional vegetables.  
<New Question;>  
Along with the changes of the color of LED light, I would like to consider the differences of fertilizer and amount of those fertilizer, then we will find better functional vegetables.

**[Results] (Comparisons among Ages in terms of tastes)**

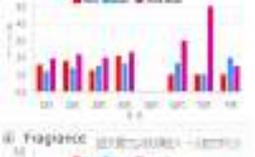
① Sweetness (甘味) (Sweetness) (甘味) (Sweetness)



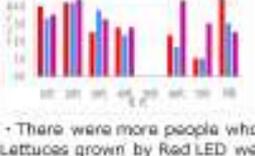
② Bitterness (苦味) (Bitterness) (苦味) (Bitterness)



③ Pungent (辛味) (Pungent) (辛味) (Pungent)



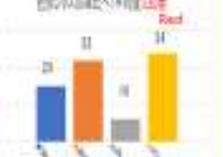
④ Fragrance (香り) (Fragrance) (香り) (Fragrance)



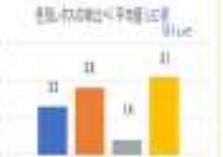
- There were more people who mentioned that the Lettuces grown by Red LED were soft and the center had bitterness. There were more people who mentioned that the Lettuces grown by Blue were soft and light taste and had the bitterness in the middle. Many people got feeling that the Lettuces grown by Blue LED got fewer bitterness.  
- The Lettuces grown by Red-Blue LED; those stems got more bitterness, the size of leaves were bigger, the color of leaves were darker, stronger taste and physically stronger.

**(Comparison among the tastes which were grown by different LED colors)**

① 甘味 (Sweetness) (甘味) (Sweetness)



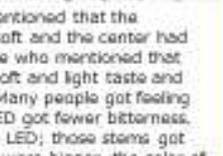
② 苦味 (Bitterness) (苦味) (Bitterness)



③ 辛味 (Pungent) (辛味) (Pungent)



④ 香り (Fragrance) (香り) (Fragrance)



**Research 2**

**Is there any changes in terms of fruits of vegetables when they grow under among the red LED, and blue LED, and violet LED?**

**[Motivation and Purpose]**  
I would like to find the differentiations of tastes among fruit vegetables such as tomatoes when they grow under different color LED.

**[Inferences]**  
I assume that there will be differentiation in terms of size of leaves, the distribution of flower and fruits setting, and the taste of fruits. Also, I assume that the bigger fruits of tomato will be generated when they grow under red and blue LED light.

**[Considerations]**  
(1) I found that tomato plants (small size tomato) showed different growth rate in terms of stem and leaves under the different conditions of LED color lights. Blue Color light had certain causes on the growth rates of tomato plants.  
(2) The tomato plants (small size tomato) planted under the LED lights did not develop flowers and fruits at all.  
(3) Rows of the tomato plants were developed only under the normal sun light, however, none of any fruits were developed.



Tomato plants grow under different color LED. After 2 months The flowers of tomato under the normal sun light.

## 資料9; 自由研究受賞者一覧

	氏名	学年	会場	研究論文コンクール受賞	
1	高津圭梧	小6	静岡	第60回自然科学観察コンクール3位 山崎賞	STAGE2.0
2	柳田純佳	中1	静岡	第60回自然科学観察コンクール継続研究奨励賞 鈴木梅太郎賞(正賞)	STAGE2.0
3	瀧 昌宏	小5	静岡	第60回自然科学観察コンクール努力賞 静岡県学生科学賞奨励賞	STAGE2.0
4	出口 周	小5	静岡	科学の芽賞努力賞 静岡倶楽部審査員特別賞	STAGE1.5
5	辻 涼子	小5	静岡	科学の芽賞努力賞 静岡倶楽部ロータリークラブ賞	STAGE1.0
6	古川大輝	小5	静岡	第16回夏のチャレンジ全国小学生「未来」をつくるコンクール(ベネッセ) 自由研究部門優秀賞	STAGE1.0
7	飯塚 颯	中3	静岡	全国学芸サイエンスコンクール入賞 山崎賞	STAGE1.0
8	堀田智仁	中2	浜松	浜松市小中学生理科自由研究作品展金賞 第4回小・中学生理科研究プレゼンテーションコンテスト最高位賞 山崎賞 浜松科学館櫻場賞	STAGE2.0
9	中津山日彩	中1	静岡	静岡県学生科学賞優秀賞 静岡市児童生徒研究論文優秀賞 山崎賞	STAGE1.5
10	小泉剛慎	中1	静岡	静岡県学生科学賞奨励賞 静岡倶楽部理事長賞 静岡市児童生徒研究論文佳作	STAGE1.5
11	振本裕斗	中1	静岡	静岡県学生科学賞奨励賞 静岡倶楽部努力賞	STAGE1.0
12	小粥暁斗	小5	浜松	浜松市小中学生理科自由研究作品展銀賞 山崎賞	STAGE2.0
13	佐藤慶宕	中1	藤枝	山崎賞	STAGE2.0
14	小林ゆい	中3	三島	山崎賞	STAGE2.0
15	森川雄太	小5	三島	山崎賞	STAGE1.5
16	青木孝憲	小5	藤枝	山崎賞	STAGE1.0
17	鈴木悠輝	小5	静岡	山崎賞	STAGE1.0
18	出口 甲	中3	静岡	山崎賞	STAGE1.0
19	川村僚助	中3	浜松	浜松市小中学生理科自由研究作品展金賞	STAGE1.0
20	山口菜々花	中1	浜松	浜松市小中理科研究自由研究作品展銀賞	STAGE1.0
21	森 栞奈	小5	浜松	浜松市小中理科研究自由研究作品展銀賞	STAGE1.0
22	森下侑眞	小5	浜松	浜松市小中理科研究自由研究作品展銀賞	STAGE1.0
23	青木士恩	小5	浜松	浜松市小中学校理科自由研究作品展銅賞	STAGE1.0
24	瀬下天童	小6	浜松	浜松市小中学校理科自由研究作品展銅賞	STAGE1.0
25	石井 叶夢	小6	牧之原	榛原地区教育協会主催理科論文入賞	STAGE2.0
26	河村祐哉	小5	三島	沼津市小中学生科学研究奨励賞(優秀賞)	STAGE1.5
27	大石柚稀	小6	静岡	静岡倶楽部静岡ロータリークラブ賞	STAGE1.0
28	島田亮介	小6	静岡	静岡倶楽部審査員特別賞	STAGE1.0

## おわりに

JSTのジュニアドクター育成塾事業としての2年目の「静岡STEMアカデミー」プログラムを修了するにあたり、2年目の長い道のりを無事に終えようとしていることに、心から関係の皆様へ感謝するとともに、多くの成果が出たことを確信している。2年目は、1年目に比べてJSTからのご指導を受けながらも、シニアメンターの皆さんの活躍で少しゆとりができて展開できた。目標としたプログラムのうち、Stage2.0がおかげさまで、展開することができた。さらに2年目は関係者の研修を4、5回開催でき、昨年度に引き続きミネソタ大学から、1名のSTEM教育の専門家を招聘でき、モデルSTEMモデル授業をしていただき、「静岡STEMアカデミー」関係者が研修として参加できた。今年度もSTEM1.0が浜松教室、牧之原教室、藤枝教室、焼津教室、静岡教室、三島教室で展開し、附属静岡中学校にて、STAGE1.5を展開でき、さらには9名の受講者についてSTAGE2.0が展開できた。2年目になり始めて、STEAGE2.0の受講者からの最優秀受講者をミネソタ大学STEM教育センター関係のSTEM中学校での生徒による研究との交流が2月の中旬に成功裡に行われた。今年度はコアメンターと大学教員の連携を密にし、戦略的なSTEM学習のもと、より深味のある自由研究が生まれた。静岡大学や県内の連携した研究基盤で将来、研究を行う小・中学生が生まれることを願っている。Society5.0を目指した、21世紀型の資質・能力とは何か、また、どのようにしてこれらの資質・能力の進展を図るSTEM教育モデルが可能なのかを模索しながら、新たな段階に突入したいと願っている。

最後に、関係した皆様には、多くの御迷惑をおかけし、御不満の点多々あったことに、この場を借りて心からお詫びするとともに、3年目に向けてなお一層のご指導・ご鞭撻を賜りますことをお願いすると同時に2年目の本報告書が出来上がったことを共通の喜びといたしましょう。

令和2年3月16日

静岡STEMアカデミー 実施主担当者 熊野善介

JST 令和元年度 ジュニアドクター育成塾事業  
「静岡 STEM アカデミー報告書」

発行日 令和元年 3 月 30 日

発行 熊野 善介  
(静岡大学創造科学技術大学院・教育学部・教授)

印刷 (株) 篠原印刷所