

## 【論文】

# 生物教育における創造性を高めるための資質・能力の育成

## ーヘックスバグ [ナノナイトロ] を用いた教材開発と実践ー

○山本高広<sup>1</sup>, 熊野善介<sup>2</sup>静岡大学大学院教育学領域<sup>1</sup>, 静岡大学創造科学技術大学院<sup>2</sup>**要約**

我が国における学習指導要領（平成 29 年・平成 30 年告示）の改訂に伴った最大の特徴が、各教科における資質・能力の明示である。理科においても例外ではなく、具体的な資質・能力の育成に向けた教育が必要とされる。特に、今後の生物教育においては、未知の問題や課題に対応できる創造性を身につける教育が必要となる。そこで、本研究では、生物教育において創造性を高めるための資質・能力の育成を検討するため、「静岡大学 STEM アカデミー」プロジェクトにおいて、筆者が授業者となり、「ヘックスバグ [ナノナイトロ]」という人工小型ロボットを用いた教材開発とその実践結果を報告する。児童自身が「つくったもの」、「つくる活動」そのものから学び取る実践を行った結果、課題遂行前・課題遂行中・課題の見直し中、において児童の創造性が高まっている箇所が見受けられた。また、「未知の状況を予測できること」、「協同的な学習に取り組めること」、「学習活動の目的意識を明確にもてること」が創造性を高めるための資質・能力として捉えることができた。

**キーワード**

生物教育, 創造性, 資質・能力, ヘックスバグ [ナノナイトロ]

**I. 問題及び目的**

我が国においては、学習指導要領の改訂が約 10 年ごとに行われてきたが、学習指導要領（平成 29 年・平成 30 年告示）の改訂に伴った最大の特徴が、各教科における資質・能力の明示である。これまでも学校教育において資質・能力の重要性は謳われてきたものの、資質・能力の育成に向けた教育的方策が手探りの状態であった。しかし、学習指導要領（平成 29 年・平成 30 年告示）の改訂に伴い、各教科において育成すべき資質・能力がより鮮明な形で示されたことによって、資質・能力の育成に向けた実践的な教育が一層推進されていくと考えられる。

理科においても例外ではなく、具体的な資質・能力の育成に向けた教育が必要とされる。特に、「教育に関する主要な問いを『何を知っているか』から『何ができるか』、より詳しくいえば『どのような問題解決を現に成し遂げるか』へと転換」（奈須, 2017: 36）させたように、未知の問題や課題に対し自ら解決できるような適切な資質・能力の育成が期待されると考えられる。さらには、近年のインターネットを通じた情報社会、グローバル社会の中では、「単に知識を覚えていることより、調べたことを使って考え、情報や知識をまとめて新しい考えを生み出す力」（国立教育政策研究所, 2016: 12）や、「多様性を生かして、問題を解き、新しい考えを創造できる力」（国立教育政策研究所, 2016: 12）が重要視されている。

一方で、高校生物において、取り扱う重要用語の見直しが行われた（日本学術会議, 2017）ことを皮切りに、今後の生物教育では、生徒が思考力や判断力を発揮しながら理解できるように指導することが求められている（文部科学省, 2019: 127）。上記の現状も含めて鑑みれば、今後の生物教育においては、従前の通り探究活動を通じた科学的概念の形成を主軸としつつも、具体的な資質・能力の育成、特に、未知の問題や課題に対応できる創造性を身につける教育が必要となる。しかし、このような実践的な報告は少なく、どのような教材や指導、授業展開等が必要であるか

についても検討が十分ではない。

そこで、本研究では、生物教育において創造性を高めるための資質・能力の育成を検討するため、静岡大学におけるプロジェクト「静岡大学 STEM アカデミー」（熊野, 2019）において、筆者が授業者となり、「ヘックスバグ [ナノナイトロ]」という人工小型ロボットを用いた教材開発とその実践結果を報告する。実践結果の一部は、すでに、熊野（2019: 51-57）において報告しているが、本研究において、新たな視点を加えて修正し、論理展開を再考することで、新たな知見を得た考察を行えると判断したため、ここに報告する。具体的には、創造性に関する資質・能力の育成という観点と、生物教育における教材としての有用性の観点を新たに加えて検討した。

**II. 研究の方法**

(1) 本研究の実践時期, 実践場所, 実践対象

本研究における実践は、「静岡 STEM アカデミー」の一環として、2018 年 11 月 24 日に行われた。実践場所は、静岡県牧之原市の旧片浜小学校の理科室であった。対象者は、小学校第 5 学年（13 名）、第 6 学年（13 名）の 26 名の児童と中学校第 1 学年の 1 名の生徒であり、計 27 名が対象となった。また、その男女比は、男子 15 名、女子 12 名であった。対象学年の比率上、以降、本研究における実践において対象者は、「児童」と記載する。なお、これらの児童は、以前の同プロジェクトにおける活動において、ミニロボットを使った学習を行っていた。

(2) 「創造性」について

本研究の目的を達成する上で、本研究における「創造性」の位置づけと、教材開発、実践計画との関連性を議論する必要がある。

創造性について、チクセントミハイ（2016）は次のように述べている。「私たちは一人ひとり、二つの矛盾した指令を内部に抱えて生まれてくる。一つは、自己保存、自己強化、エネルギー節約などの本能から構成された保守的な傾

向であり、もう一つは、探究の本能、つまり斬新なものや危険を楽しむ本能で構成された拡張的な傾向である—そして、創造性につながる好奇心はこの後者の傾向に属している。私たちはこれら二つの組み込まれた指令を必要とする。しかし、前者の傾向が行動を動機づけるために外部からの奨励や援助をほとんど必要としないのに対し、後者の傾向は、教化されることがなければ衰えていく。もし好奇心を刺激するような機会があまりに少なく、リスクを負うことや探究を妨げる障害物があまりにも多く存在する場合には、創造的な行動への動機づけは簡単に消滅してしまう。」

(チクセントミハイ, 2016: 12) とし、ここから、探究の本能、楽しむ本能が創造性への好奇心につながる一方で、教化されなければ育まれないということが言える。さらに、チクセントミハイは、「創造性とは人々の頭のなかで生まれるものではなく、個人の思考と社会文化的な文脈の相互作用のなかで生じるもの」(チクセントミハイ, 2016: 12) と述べている。しかし一方でチクセントミハイ (2016) は、一般的に用いられている「創造性」という言葉が、あまりにも広範な見解を包含していることを問題視し、物事の捉え方が新鮮で、判断は洞察力に富み、彼らだけにしかわからない重大な発見をする人々を「個人レベルにおいて創造的」と呼び、主に論じている (チクセントミハイ, 2016: 28)。そして、「何が楽しさを構成し、創造性がどのようにしてその楽しみを生み出すのかを、さらに理解することが重要」(チクセントミハイ, 2016: 124) であることから、教化の中にも楽しさを含め、創造性へのつながりを検討していかねばならないと考えられる。

佐宗 (2019) は、直感と論理をつなぐ思考法として4つの思考法を紹介しているが、その中の1つとして、創造的問題解決にデザイン思考が関わることを示唆している (佐宗, 2019: 57)。そして、「デザインというアプローチが創造性を発揮しうるのは、クライアントの存在があるから」(佐宗, 2019: 58) と述べていることから、STEMにおいても重視される、外的な要求からのデザインに関する種々の活動では、創造性を発揮する機会が提供されやすいと考えられる。さらに、佐宗 (2019) は、カーネギーメロン大学の行動経済学者ジョージ・ローウェンスタイン教授の理論を参照しながら、創造性には、妄想と現実との間の「情報ギャップ (情報が欠けている)」ことが不可欠である (佐宗, 2019: 93-94)、と述べている。現実直面する問題や課題に対し、創造性を発揮させようとするならば、情報を与えずに、限られた情報の中で思考を巡らせることが重要であると窺える。

井庭 (2019) は、創造性と学びをつなげる「クリエイティブ・ラーニング (創造的な学び)」の重要性を説いている。「クリエイティブ・ラーニング」とは、「つくるなかで学びを深める学び方」(井庭, 2019: 12) であり、その本質は、何かを「つくる」という活動に取り組み、そのなかで、自分が「つくったもの」から学ぶとともに、「つくる活動」そのものから学ぶ (井庭, 2019: 12-13) ことである。つまり、ただ単に何かを「つくる」だけでは創造性を高めるためには不十分であり、自分が「つくったもの」から学ぶ、「つくる活動」そのものから学ぶ姿勢を養うことが重要であると言える。

以上より、本研究の目的である創造性を高めるための教材開発、実践計画においては、教化の中にも楽しさを求め、デザインを中心とした「つくる活動」を通じた学びを重視することとした。

### (3) ヘックスバグ [ナノナイトロ] について

ヘックスバグ [ナノナイトロ] とは、主に昆虫をモチーフにした人工小型ロボット的一种である。本実践で用いることとしたヘックスバグ社製のナノナイトロ

(<https://www.hexbug.jp>) は、電池1つを入れスイッチをONにすれば、振動とともに独特に動き回る玩具となっている (図1)。



【図1 ヘックスバグ社製 [ナノナイトロ] (<https://www.hexbug.jp> 最終アクセス 2020年2月20日)】

### (4) ヘックスバグ [ナノナイトロ] 導入の経緯

ヘックスバグ [ナノナイトロ] 導入には、2018年11月17日に静岡科学館る・く・るにて「静岡STEMアカデミー」の一環として行われた Thomas Meagher 博士によるモデルSTEM授業が始まりであった (熊野, 2019: 27)。Thomas Meagher 博士はSTEM教育研究で博士号を取得し、ミネソタ大学教育学部STEM教育センターと連携を保ちながら、STEM教育を積極的に展開してきた (熊野, 2019: 22)。そこで、日本の教員、学生に向けての学校教育におけるSTEM教育、教材の提案を目的として、Thomas Meagher 博士を「静岡STEMアカデミー」の講師として招聘した。

2018年11月17日に行われた Thomas Meagher 博士によるモデルSTEM授業では、ヘックスバグ [ナノナイトロ] を用いたモデルSTEM授業が紹介された。筆者はスタッフの一員としてその授業を受け、本研究の目的に参考になると考えたため、Thomas Meagher 博士によるモデルSTEM授業を基に、日本の子ども向けに改良を行った授業を計画、企画し、本研究における実践研究として位置づけた。なお、先行研究では、小学校のSTEM教育におけるエンジニアリングデザインの検討のために、ヘックスバグを用いた課題を設定し試行した実践が見受けられた (Anne and Kristina, 2017)。

ヘックスバグ [ナノナイトロ] を用いた Thomas Meagher 博士によるモデルSTEM授業と、本研究における実践とを比較した場合の共通点と相違点は次の通りである。

共通点は、①ヘックスバグ [ナノナイトロ] を用いたこと、②ヘックスバグ [ナノナイトロ] の特徴を捉える活動を入れたこと、③ヘックスバグ [ナノナイトロ] を用いた活動において「真っ直ぐ進む」、「相撲で勝つために強くする (チーム制)」の課題に取り組みさせたこと (後述参照)、④③のためのデザインをさせ、そのための材料を授業者が提供したこと、であった。

相違点は、①活動の前に「昆虫とは何か、昆虫には何が必要か」について昆虫の写真を見せながら授業者が説明したこと、②ヘックスバグ [ナノナイトロ] を用いた活動において「回転させる」、「砂利を多く運ぶ」の課題に取り組みさせたこと (後述参照)、③活動の際に、デザイン、使用した材料、気づいた点を書き込めるワークシート (添付資料

1) を授業者が考案し、活動中、児童にこのワークシートを取り寄せたこと、④活動の始めと終わりに、授業者がSTEMについての簡単な説明や重要性を説いたこと、⑤対象となる児童を、2つのグループ(AグループとBグループ)に分け、課題に取り組む際の人数の違いによって、課題の選択性、成果物、取り組む態度等に違いがみられるかの調査を試みたこと、⑥課題の選択時には、授業者から指定するのではなく、児童個人あるいは集団で自由に選択をさせたこと、⑦活動にかかる時間が、Thomas Meagher博士によるモデルSTEM授業では1時間であったことに対し、本研究における実践は30分間であったこと、であった。

(5) 実践内容 (概要)

まず、対象となる27名の児童を、2つのグループ(AグループとBグループ)に分けた。対象者27名の児童の割り振りは、同プロジェクトにおいて事前に地区ごとに分けられていたため、a地区をAグループとして16人、b地区をBグループとして11人に分けた。

AグループとBグループには、それぞれ本実践で考案した課題に取り組ませたが、その取り組み方を変えた。本実践で考案した課題に対し、Aグループは一人のみで行うよう個人で取り組みせ、Bグループは複数人で行うよう集団(班)で取り組みさせた。なお、Bグループにおける班分けについては無作為に分けた。

本実践で考案した課題の内容は、独特な動きをするヘックスバグ[ナノナイトロ]を使って、①「真っ直ぐ進む」・「回転させる」、②「砂利を多く運ぶ」、③「相撲で勝つために強くする」、ようにするにはどうすれば良いかという課題を提示し、その中から1つ選び、その課題を遂行するためのデザインや材料、気づいた点などを記述させるものであった。この課題の内容は、AグループとBグループ同一のものとし、本実践で筆者が考案したワークシート(添付資料1)を一人ずつ記載するように指示した。また、このワークシートは活動終了後に回収した。Aグループは各自で上記の課題を選択するグループ、Bグループは班ごとに上記の課題を選択するグループとして設定した。そして、Aグループを前半、Bグループを後半として2回分の実践を展開した。なお、本研究の目的でもある創造性の高まりを調査するために、添付資料1では、一人ひとりの児童が自由にデザインをできるように十分なスペースをとり、使用した材料、気づいた点も書き込めるように工夫して考案したものである。例えば、詳細までデザインが描かれ、使用した材料も多く、活動を通して気づいた点がしっかりと記載されていれば、創造性は高まっていると判断される。

課題に対して、Aグループを個人で取り組みせ、Bグループを班で取り組みさせるように設定した理由は、課題に取り組む際の人数の違いによって、選択する課題の種類に違いがみられるか、成果物の違い(例えばデザインの共通点や相違点、材料選択の嗜好性など)はみられるか、を調査するためである。さらに、課題に取り組む態度の違いがみられるか調査することも視野に入れた。これらは、自らの判断や創造性、課題遂行能力等が求められる課題解決の学習において、影響が出やすく、分析すべき重要な観点であると考えられる。以上の理由により、課題の選択時は、授業者から指定するのではなく、個人あるいは班ごとに自由に選択をさせた。

(6) 実践内容 (実践の展開)

AグループとBグループは、課題の選択時に各自で行わせるか、班ごとに行わせるかの違いであり、実践の展開はほぼ同一のため、ここでは、1実践30分間の活動内容を例

【表1 実践の展開】

時間	活動内容	指導の留意点・備考
5分	STEMとは何かの説明  ヘックスバグ[ナノナイトロ]の紹介  昆虫とは何か、昆虫には何が必要かの説明	スライドによる説明をした。  実際に、ヘックスバグ[ナノナイトロ]を各自に渡し、動きを確認させた。  昆虫の写真を見せ、昆虫には何が必要か、児童に発表してもらった。触覚、翅などがすぐに出てくると予想した。
5分	課題の説明、課題の選択 ①「真っ直ぐ進む」・「回転させる」 ②「砂利を多く運ぶ」 ③「相撲で勝つために強くする」	ワークシートを実施した。必ずデザインをさせた(簡単な絵でも良い)。課題を遂行するために必要な材料や備品を用意し、配布した。使った材料も記入させた。気づいたこともメモさせた(Bグループはここで班分けをした)。
15分	課題の取り組み(Aグループは各自、Bグループは班ごと)	適宜巡視し、課題の支援をした。
5分	まとめ・振り返り	ワークシートを回収した。

に実践の展開を詳述する。

まず、導入のための5分間を使い、授業者がスライドを用いながら、STEMとは何かの説明、ヘックスバグ[ナノナイトロ]の紹介、昆虫とは何か、昆虫には何が必要かの説明、を行った。ヘックスバグ[ナノナイトロ]の紹介については、図1を示しながら、実際に用意していたヘックスバグ[ナノナイトロ]を児童一人ひとりに渡し、その独特な動きを確認させた。その後、昆虫とは何か、昆虫には何が必要かについて、昆虫の写真をいくつか見せながら授業者が説明した。昆虫には何が必要か児童に発表する機会を設けたところ、授業者が想定していた通り、「触覚」や「翅」といった言葉が直ちに発せられることが確認できた。

導入後、先述の本実践で考案した課題の説明を授業者が行った。課題の選択は、各自の自由とした(Bグループは班ごとに話し合った後に、自由に課題を選択させた)。また、課題の実施にあたって、筆者が考案したワークシート(添付資料1)を配布し、記述するよう指導した。さらに、課題の実施、特にデザインを考えるにあたり必要と想定された材料や備品(モールや針金、洗濯バサミ、クリップ、輪ゴム、色画用紙、ハサミ、セロハンテープ、砂利、など)

も配布し、デザインのために使った材料などはワークシートに記述するよう指導した。デザインについては、簡単な絵でも良いとし、必ず描かせるように指導した。

課題の取り組み中は、授業者や当該実践に参加した静岡大学の学生に手伝ってもらい、巡視しながら児童たちの課題の支援をした。

最後に、まとめ・振り返りとして、課題の遂行状況がどうであったか確認し、STEMにおいて、課題を遂行するために自分でデザインすることの重要性を、改めて授業者が児童に説明し、児童が記述したワークシートを回収して実践を終えた。

以上の実践の展開を表1に示した。

### III. 実践の結果

#### (1) 課題の選択結果

Aグループの課題の選択結果を示す(表2)。Aグループ(計16人)は、①「真っ直ぐ進む」・「回転させる」を選択した者が9人、②「砂利を多く運ぶ」を選択した者が1人、③「相撲で勝つために強くする」を選択した者が3人、複数の課題を選択した者が3人(①と②が1人、①と③が1人、①と②と③が1人)であった。課題の選択の前に、実際に用意していたヘックスバグ[ナノナイトロ]を各自に渡し、その独特な動きを確認させたことも影響してか、各自に自由に選択させた場合は、①「真っ直ぐ進む」・「回転させる」の、ヘックスバグ[ナノナイトロ]の独特な動きに変化を与える課題を選択する者が多い結果となった。

Bグループの課題の選択結果を示す(表3)。Bグループ(計11人)は、B-a班(5人)、B-b班(3人)、B-c班(3人)の3つの班に分かれた。B-a班(5人)は、③「相撲で勝つために強くする」を選択した。B-b班(3人)は、②「砂利を多く運ぶ」を選択した。B-c班(3人)は、③「相撲で勝つために強くする」を選択した。課題の選択の前に、班ごとに話し合いをさせたことも影響してか、班ごとに自由に選択させた場合は、③「相撲で勝つために強くする」の、対戦形式をとりやすい課題を選択する者が多い結果となった。

【表2 Aグループの課題の選択結果】

課題	人数
①「真っ直ぐ進む」・「回転させる」	9人
②「砂利を多く運ぶ」	1人
③「相撲で勝つために強くする」	3人
複数	3人

【表3 Bグループの課題の選択結果】

課題	人数
①「真っ直ぐ進む」・「回転させる」	0人
②「砂利を多く運ぶ」	3人(B-b班)
③「相撲で勝つために強くする」	8人(B-a班・B-c班)

#### (2) ワークシートの結果

ワークシートの結果として、次の図2～図6を示した。

図2は、Aグループによる①「真っ直ぐ進む」・「回転させる」の課題結果である。モールや洗濯バサミ、クリップなどを用いて「おもりをつける」ことで、ヘックスバグ[ナノナイトロ]の回転の重心を変えることに気づく児童が多かった。また、ヘックスバグ[ナノナイトロ]の挙動が、「磁石に反応するかもしれない」と指摘する児童も見受けられた。また、「真っ直ぐ進む」と「回転させる」ことの難易度の違いに気づく児童もいた。

図3は、Aグループによる②「砂利を多く運ぶ」の課題

結果である。荷台のようなものを画用紙で作り、ヘックスバグ[ナノナイトロ]に取り付けることで砂利を多く運ぶデザインを考案したことがわかる。

図4は、Bグループ・B-a班による③「相撲で勝つために強くする」の課題結果である。材料の詳細な使い方を示したデザインとなっており、一度だけのデザインだけでなく、さらなる改良の実行を児童自身が望んでいることがわかる。

図5は、Bグループ・B-b班による②「砂利を多く運ぶ」の課題結果である。班で共通した課題を遂行したことの影響もあったのか、ヘックスバグ[ナノナイトロ]に画用紙を四角形に取り付けて、その四角形の中に砂利を囲んで運ぶようなデザインが共通してみられた。

図6は、Bグループ・B-c班による③「相撲で勝つために強くする」の課題結果である。この班にも共通した特徴が見受けられた。それは、ヘックスバグ[ナノナイトロ]を実際に動かして対戦形式の相撲をとることに集中するあまり、ワークシートへの記述が不十分になっていることであった。児童たちはいわゆる「遊び」に夢中になるあまり、肝心のデザインがあまり描かれておらず、成果物の評価ができないという課題も残った。

ここで、活動全体を通して見て、児童の創造性の高まりがみられた箇所に着目すると、まずは、課題を選択する場面であった(表2,表3)。ここでは、未知なる課題に対して、個人もしくは班ごとに、自身の判断を委ねられるわけであるが、この場面においては、活動への興味・関心、楽しさへの期待感による判断がなされると考えられる。ここに、児童の創造性の高まりがみられたと言える。また、図6に代表されるように、課題の遂行中には、児童自身の中で楽しさを見つけ、夢中になる姿が数多く見受けられたため、ここにも児童の創造性の高まりがみられたと言える。そして、図4に代表されるように、一通り課題を終えた後に、課題を見直していく中で、さらなる改良・改善を望んでいたことから、ここでも児童の創造性が高まっていたと言える。以上、児童の創造性の高まりがみられた箇所については、課題遂行前・課題遂行中・課題の見直し中、に見受けられる結果となった。

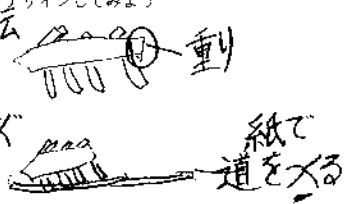
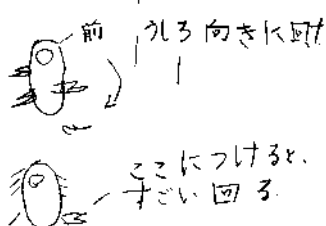
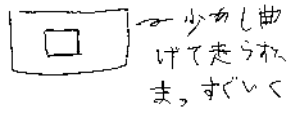
### IV. 考察と今後の課題

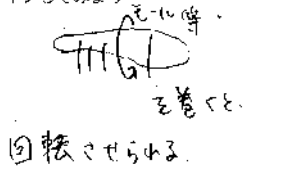
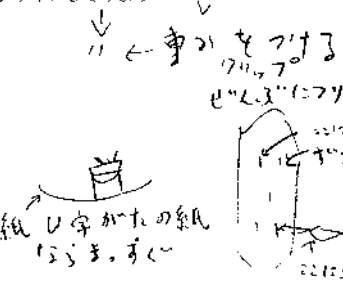
#### (1) 課題に取り組む人数と課題の選択・遂行状況の違い

本実践では、課題を選択制にし、個人で課題を遂行した場合(Aグループ)と、集団で課題を遂行した場合(Bグループ)の結果を得られた。上記の結果からもわかるように、両者には、課題の選択や遂行状況の違いがみられた。その原因を考察する。

個人で課題を遂行した場合(Aグループ)は、対人による課題の遂行が必要ないため、一人でも探究できる①「真っ直ぐ進む」・「回転させる」の課題を選択する児童が多かった(表2)のではないかと推測できる。また、課題選択の直前に、ヘックスバグ[ナノナイトロ]に初めて触れ、その独特な動きを確認していることから、ヘックスバグ[ナノナイトロ]の動きに直結する①「真っ直ぐ進む」・「回転させる」の課題を選択する児童が多かったのではないかと考えられる。

集団で課題を遂行した場合(Bグループ)では、集団で同じ課題に取り組むために、デザインとして描かれる特徴に共通点が多々みられた(図5,図6)と推測できる。また、対人による課題の遂行が可能となったために、対戦形式である③「相撲で勝つために強くする」の課題を選択する児童が多かった(表3)のではないかと考えられる。しかし、この場合、「対戦する」といういわゆる「遊び」に夢中にな

<p>「真っ直ぐに進む」、「回転させる」には？</p> <p>デザインしてみよう</p> <p>回転 真球</p> 	<p>「真っ直ぐに進む」、「回転させる」には？</p> <p>デザインしてみよう・糸巻</p> <p>重みをつける</p> 	<p>「砂利を多く落とす」には？</p> <p>デザインしてみよう</p> 
<p>使った材料</p> <p>せんたくばさみ</p> <p>紙</p>	<p>使った材料</p> <p>せんたくばさみ</p>	<p>使った材料</p>
<p>メモ (気づいたこと)</p> <p>回転させるには、重りをつけて、じょうしんをつぶす。</p>	<p>メモ (気づいたこと)</p> <p>こう回した。！ 重心が中にくたむいた。</p>	<p>メモ (気づいたこと)</p> <p>まわすには、どこかに、重心をかける</p>

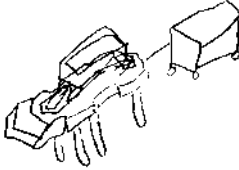
<p>「真っ直ぐに進む」、「回転させる」には？</p> <p>デザインしてみよう</p> 	<p>「真っ直ぐに進む」、「回転させる」には？</p> <p>デザインしてみよう</p> 
<p>使った材料</p> <p>モール等</p>	<p>使った材料</p> <p>クリップ</p> <p>糸巻</p>
<p>メモ (気づいたこと)</p> <p>このポイントに磁石 にする。方向をかえよう (かえりやすい)</p>	<p>メモ (気づいたこと)</p> <p>回転させるのはかえりやすい けど、直ぐはむずかしい</p>

ワークシートの項目	特徴・特筆すべき点
デザイン	「おもりをつける」ためのデザイン。
使った材料	紙、モール、洗濯バサミ、クリップ、セロハンテープ等。
メモ(気づいたこと)	回転のための「重心」の存在に気づいた。「磁石」についての指摘がみられた。「真っ直ぐ進む」と「回転させる」ことの難易度の違いに気づいた。

【図2 Aグループ・①「真っ直ぐ進む」・「回転させる」のワークシート結果】

【砂利を多く運ぶ】には?

デザインしてみよう



使った材料

紙  
モール  
セロテープ

メモ(気づいたこと)

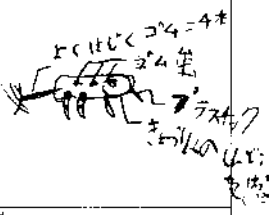
テープを使えばひまひまよーいになる

ワークシートの項目	特徴・特筆すべき点
デザイン	荷台のようなものを画用紙で作り、ヘックスバグ [ナノナイトロ] に取り付けるデザイン。
使った材料	紙, モール, セロハンテープ等。
メモ(気づいたこと)	材料の有無によって、ヘックスバグ [ナノナイトロ] の動きが変わることに気づいた。

【図 3 Aグループ・②「砂利を多く運ぶ」のワークシート結果】

【相撲で勝つために強くする】には?

デザインしてみよう



使った材料

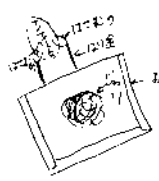
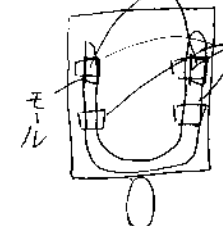

ゴム

メモ(気づいたこと)

も、ゴムは1本

ワークシートの項目	特徴・特筆すべき点
デザイン	材料の詳細な使い方を示したデザイン。
使った材料	ゴム等。
メモ(気づいたこと)	一度だけのデザインだけでなく、さらなる改良を児童自身が望んでいた。



【図 4 Bグループ・B-a班・③「相撲で勝つために強くする」のワークシート結果】

<p style="text-align: center;">「砂利を多く運ぶ」には？</p> <p style="font-size: small;">デザインしてみよう</p>  <p style="font-size: small;">使った材料 おVRB、テープ、けさの 画用紙、アラスチック</p> <p style="font-size: small;">メモ (気づいたこと) 紙をつけると、少し、早く、すぐ 動くようになった。</p>	<p style="text-align: center;">「砂利を多く運ぶ」には？</p> <p style="font-size: small;">デザインしてみよう</p>  <p style="font-size: small;">使った材料 画用紙、モール、ピンチ セロハンテープ</p> <p style="font-size: small;">メモ (気づいたこと) 囲いとよ運べる</p>	<p style="text-align: center;">「砂利を多く運ぶ」には？</p> <p style="font-size: small;">デザインしてみよう</p>  <p style="font-size: small;">使った材料 画用紙、モール</p> <p style="font-size: small;">メモ (気づいたこと) 砂利がこぼれやすいから、 かべをつけないと運べない</p>
--	--	---

ワークシートの項目	特徴・特筆すべき点
デザイン	ヘックスバグ [ナノナイトロ] に画用紙を四角形に取り付けて、その四角形の中に砂利を囲んで運ぶようなデザイン。
使った材料	画用紙、モール、洗濯バサミ、針金、セロハンテープ等。
メモ (気づいたこと)	運搬用の囲みや壁を取り付けることで、砂利を効率良く運べることに気づいた。材料の有無によって、ヘックスバグ [ナノナイトロ] の動きが変わることに気づいた。

【図5 Bグループ・B-b班・②「砂利を多く運ぶ」のワークシート結果】

<p style="text-align: center;">「相撲で勝つために強くする」には？</p> <p style="font-size: small;">デザインしてみよう</p>  <p style="font-size: small;">使った材料 モール、針金 セロハンテープ</p> <p style="font-size: small;">メモ (気づいたこと) 囲った</p>	<p style="text-align: center;">「相撲で勝つために強くする」には？</p> <p style="font-size: small;">デザインしてみよう</p>  <p style="font-size: small;">使った材料 セロハンテープ 針金</p> <p style="font-size: small;">メモ (気づいたこと) よく運べる</p>
--	---

ワークシートの項目	特徴・特筆すべき点
デザイン	実際にデザインしたが、記述が不十分なデザイン。
使った材料	紙、モール、針金、セロハンテープ等。
メモ (気づいたこと)	材料の有無によって、ヘックスバグ [ナノナイトロ] の動きが変わることに気づいたと考えられるが、記述が不十分であった。

【図6 Bグループ・B-c班・③「相撲で勝つために強くする」のワークシート結果】

るあまり、「対戦して勝つための工夫を考える」ことが児童たちの記憶に残りづらいという課題も見つかった。「つくる活動」に「遊びや楽しさ」を見出し夢中になること自体は、創造性を高めるきっかけとして重要な要素であることは先行研究より明らかであるが、自分が「つくったもの」から学ぶとともに、「つくる活動」そのものから学ぶ(井庭, 2019: 12-13) という指摘に鑑みれば、教化の中での楽しさを見出し、活動の学習目的をしっかりと理解させて活動に臨ませることがより重要になると考えられる。したがって、STEM 教育における子どもの目的意識の重要性も窺えた本実践の結果であったと考察する。

#### (2) 本実践における創造性の高まりと資質・能力

本実践では、ヘックスバグ [ナノナイトロ] を用いて、デザインを中心とした STEM 活動を通じた、児童の創造性の高まりを確認した。

まずは、題材の設定について言及する。本研究の目的にある生物教育の下での実践を考案する際に、このヘックスバグ [ナノナイトロ] の利点は、児童が常に、「生きている昆虫」と「昆虫に似ているロボット(無生物)」を思考し、比較しながら活動に臨めることである。生物とは何か、特に、生きるために必要な生物の構造とは何か、について着目させることができるため、学校教育における生物の授業でも十分実践可能であり、生物教育的価値があると考えられる。また、身近な昆虫を授業中に登場させることで、その前後の生活科や理科での児童の飼育活動に、新たな視点を与えるという利点もあると考えられる。さらには、図 2 で示した A グループによる結果から、玩具であるヘックスバグ [ナノナイトロ] を用いた手作業での課題を遂行することによって、動きに関して、回転するためには「重心」という概念に気づくこと、「磁石の性質」に着目すること、といった発見が得られたと見受けられる。ここから、生物(昆虫)をモチーフにした玩具を使用することによって、科学的な視点が養われる可能性も見出すことができた。

本実践における創造性の高まりについては、チクセントミハイ (2016) や井庭 (2019) の「クリエイティブ・ラーニング」に鑑みれば、「つくる活動」を通して、楽しみを見出すとともに、自分が「つくったもの」、「つくる活動」そのものから学び取る姿勢が必要であると言える。この観点を、本実践では随所に取り込めることができた。例えば、生物教育にも使用できる課題を選択制にし、その課題を遂行するためのデザインを考える「つくる活動」としたことで、「つくる活動」に学習目的を含ませ、未知の課題に自身の思考を巡らせる結果となった。まずは、ここが児童の創造性が高まる箇所であったと考えられる。また、課題の遂行中には、児童自身の中で楽しさを見つけ、夢中になる姿が数多く見受けられたため、ここも児童の創造性が高まる場面であったと考える。さらには、課題への取り組みは当然 1 回のみで成し遂げられるようになっているわけではなく、試行錯誤をしながら取り組む姿勢が本実践で用いたワークシートのデザインにも見受けられたことから、改良・改善の場面でも児童の創造性が高まっていたと推測される。つまり、課題遂行前・課題遂行中・課題の見直し中、など児童の創造性が高まっている箇所が本実践の全体を通して見受けられる結果となったと言える。

本実践において創造性の高まりが見受けられた児童には、本実践で用いたワークシートのデザインに、材料の種類を明記し、ヘックスバグ [ナノナイトロ] の挙動を予測したメモや、実際に観察したヘックスバグ [ナノナイトロ] の挙動をメモしたものも多く見受けられた。また、B グループ・B-b 班 (図 5) と B グループ・B-c 班 (図 6) を比較してもわかるように、集団で同じ目的意識をもって課題に取り組めるかどうか、その学習活動の達成状況に大き

く関わってくる。これらは創造性を高めるための資質・能力として捉えることができ、前者は「未知の状況を予測できること」、後者は「協同的な学習に取り組めること」、「学習活動の目的意識を明確にもてること」としてまとめることができる。したがって、創造性を高めるためには、これらの資質・能力の育成が重要になってくると考える。

以上、本研究では、ヘックスバグ [ナノナイトロ] を用いた教材開発と実践を通して、次の成果が得られたと考える。① ヘックスバグ [ナノナイトロ] は、生物教育における創造性を高める資質・能力の育成において、教材として用いることができる。② 課題遂行に対する子どもの創造性の高まる箇所がいくつか存在する。③ 創造性を高める資質・能力として、「未知の状況を予測できること」、「協同的な学習に取り組めること」、「学習活動の目的意識を明確にもてること」が挙げられる。

一方で、今後の課題としては、③で挙げられた資質・能力と創造性との相関について、実証的なデータを基に分析するための新たな実践を行う必要があると考えられる。

#### 附記

本稿は、『熊野善介 (2019: 51-57): 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』に、新たな視点を加えて修正し、論理展開を再考したものである。これにより、新たな知見を得た考察を行えると判断した。

#### 引用・参考文献

- Anne T. Estapa and Kristina M. Tank (2017): Supporting integrated STEM in the elementary classroom: a professional development approach centered on an engineering design challenge. *International Journal of STEM Education*.4(6):1-16.
- HEX BUG ヘックスバグ (2017) <https://www.hexbug.jp> (最終アクセス 2020 年 2 月 20 日)
- 井庭崇編, 鈴木寛・岩瀬直樹・今井つむみ・市川力 (2019): クリエイティブ・ラーニング-創造社会の学びと教育-, 慶應義塾大学出版会。
- 国立教育政策研究所 (2016): 資質・能力 [理論編], 東洋館出版社。
- 熊野善介 (2019): 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。
- 奈須正裕 (2017): 「資質・能力」と学びのメカニズム, 東洋館出版社。
- 日本学術会議 (2017): 高等学校の生物教育における重要用語の選定について, 日本学術会議生物科学分科会。
- M.チクセントミハイ著, 浅川希洋志監訳, 須藤裕二・石村郁夫訳 (2016): クリエイティブ・ラーニング-創造性の心理学-, 講談社。
- 文部科学省 (2018): 中学校学習指導要領(平成 29 年告示) 解説理科編, 学校図書。
- 文部科学省 (2019): 高等学校学習指導要領(平成 30 年告示) 解説理科編理数編, 実教出版。
- 文部科学省 (2018): 小学校学習指導要領(平成 29 年告示) 解説理科編, 東洋館出版社。
- 佐宗邦威 (2019): 直感と論理をつなぐ思考法-VISION DRIVEN, ダイヤモンド社。

#### 謝辞

ミネソタ大学教育学部 STEM 教育センターの Thomas Meagher 博士におかれましては、「静岡 STEM アカデミー」において、ヘックスバグを用いたモデル STEM 授業を紹介していただきました。感謝の意を表します。



【連絡先 著者名 E-mail TEL】  
 静岡大学大学院教育学領域 山本高広  
 Email : yamamoto.takahiro@shizuoka.ac.jp  
 TEL : 054-238-4633

名前 _____	添付資料1 実践において用いたワークシート	静岡 STEM アカデミー牧之原 STAGE1.0 2018年11月24日
「真っ直ぐに進む」, 「回転させる」には? デザインしてみよう	「砂利を多く運ぶ」には? デザインしてみよう	「相撲で勝つために強くする」には? デザインしてみよう
使った材料	使った材料	使った材料
メモ (気づいたこと)	メモ (気づいたこと)	メモ (気づいたこと)

# **Developing Qualities and Abilities to Enhance Creativity in Biology Education: the Teaching Material Development and Practice Using HEX BUG “Nano Nitro”**

Takahiro Yamamoto<sup>1</sup> and Yoshisuke Kumano<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Academic Institute College of Education, Shizuoka University

<sup>2</sup>Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

## **ABSTRACT**

The revised course of study in Japan (announced in 2017 and 2018) emphasized the clarification of qualities and abilities in each subject. Science is no exception, and science education for developing specific qualities and abilities is required. In particular, biological education will be necessary to acquire creativity that can deal with unknown problems and issues within the contexts of each student. In this study, therefore, the author became a teacher used an artificial small robot called “HEX BUG [Nano Nitro]” in a project called “STEM Academy in Shizuoka University” in order to examine the development of qualities and abilities to enhance creativity in biology education. And also, the development of teaching materials and their results were reported on. As a result of the practice that the children themselves learned from “what they made” and “the activities they create”, it was found that the children's creativity was increasing when we compared to the starting point, middle practice point and ending point of the task. In addition, “being able to predict unknown situations”, “being able to challenge collaborative learning”, and “being able to have a sense of clear purpose for learning activities” can be regarded as qualities and abilities to enhance creativity.

## **Keywords**

Biology Education, Creativity, Qualities and Abilities, HEX BUG “Nano Nitro”