

理科指導における STEM アプローチの導入方法の検討

野村 泰朗*¹

*¹ 埼玉大学教育学部

*¹tairo_nomura@mac.com

筆者らは、STEM 教育の考え方を STEM アプローチと呼び、学校教育においては総合的な学習の時間よりもより教科教育においても、学ぶ意義を知り意欲を高める方法として紹介している。教科指導においても発展的内容としてはもちろんのこと、次期指導要領で強調されている「何のために学ぶのか」という学習の意義について既存教科についても改めて問いかける上で、STEM アプローチが有効であると考え。本報告では、教職課程の理科指導法において STEM 教育の考え方を紹介するとともに、履修者に体験的に知ることを意図した授業を設計、実践することを通して、理科教育における STEM アプローチの有用性について検討した。

1. 教科教育における STEM 教育

筆者らは、STEM 教育は、科学 (S)、数学 (M) 領域を中心にさまざまな分野の知識や技能を組み合わせた技術 (T) を用いて、想像力を働かせて社会や日常生活の問題をコストや利便性等のさまざまな良さを検討しながら工学 (E) 的によりよく解決できる力を育もうと STEM 領域を強調しているだけであり本質は、日本においては、総合的な学習の時間における教科融合の視点に立った、様々な分野における見方考え方を生かして問題解決できる力を育む活動が、まさに「STEM アプローチ」と呼ぶ STEM 教育の考え方と一致すると考える。総合的な学習の時間を基盤とする「日本型 STEM 教育」を提唱している。近年、さらに ICT やプログラミングも STEM 教育の中の重要な分野として注目されているが、これらはあくまで手段 (道具) であり、何のために学ぶのかを意識した活用や目標設定が必要である。

例えば、次期学習指導要領において、プログラミング教育の内容が小学校段階から導入される予定であるが、プログラミングに関する内容は、すでにこれまでの学習指導要領の中でも、大型計算機が普及してきた 1970 年代から高校数学の内容として取り入れられ、現行の学習指導要領では、中学校技術家庭科においてはすでに必修化されてきている。しかし、義務教育段階に内容が加わっても、プログラミングは一般に馴染みのあるものにはなっていない (国立青少年教育振興機構 2017)。その原因の一つには、なぜプログラミングに関する内容を学校で学ばなければならないかが明確にされておらず、加えて中学校技術家庭科においては、計測制御技術の知識理解や技能の側面に偏って指導がされていたり、ものづくり活動としてのロボット作りやプログラム作りを通じたプロジェクト学習の効用に主眼が置かれ、個々の生徒の思考判断表現として、いわゆる「プログラミング的思考」であるコンピュータ (機械) の見方考え方の一つである計測制御技術の見方考え方の指導が意識されてこなかったりしたためではないかと考える。その意味では、技術を単独で指導するのではなく、総合的な学習の時間との連携や、次期指導要領における小学校段階のように特定の

教科によらない横断的な扱いをする中で、活用の場面を多く意識させ学ぶ意義を捉えさせることが重要であると考え。つまり教科教育においても、STEM アプローチを積極的に導入することが必要であると考え。本研究では、特に理科教育における STEM アプローチを導入した指導の可能性について、教職課程の理科指導法における実践を通して検討した。

2. 理科教育における STEM アプローチと親和する切り口としての計測制御技術

筆者らは、理科における物理現象の学習の応用場面の一つとして計測制御技術における計測技術、その中でもセンサー技術にあると考え、センサーの仕組みを考えさせたり、さまざまな物理量を電気信号に変換する方法を考えさせる活動の有用性について提案してきた (野村 2011)。新しいセンサーを考えるためには、例えば、雨が降ってきたことや朝になったことを検知するために、①どのような物理現象に着目するかというそれぞれの領域の概念の理解と、②その物理現象をどうやって電気信号に変換できるかという電気に関する概念の理解の両方が必要となってくる。従来のロボット作り活動はモジュール化されたセンサーを使って行われており①②の部分はブラックボックス化されていることが多いが、この部分に着目すれば理科の広範囲の領域を STEM アプローチによって問題解決的な課題として扱うことができ、理科の概念を学ぶ意義を実感させ学ぶ意欲を喚起することにつながる指導法の一つとして STEM アプローチを捉えることができると考える。

3. MESH を用いたプログラミングと理科教材としての可能性

学校における理科の授業の中でプログラミングの要素も組み合わせた活動をするとなると、①操作の手軽さ、②柔軟な利用ができる拡張性、③学習コストの低さ、そして④導入コストの低さが鍵になってくると考える。

今回、タブレットでもコーディングができ、電子回路の知識がなくて手軽に利用できる MESH¹ を取り上げることとした。MESH は、タブレット

¹ <http://meshprj.com/jp/>

と接続して使うことができる「明るさ」「温度湿度」「人感」といったセンサーブロックと「LED」ブロックとコンピュータを組み合わせてIoTを使ったものづくりが手軽にできるツールである。プログラミング環境は、データフロー型のビジュアルプログラミング言語を用いており、特殊であるが他方でセンサーとコンピュータを組み合わせた計測制御システムの中で起きていることを直感的に捉えることができる点では、従来の手続き型のプログラミング言語とは違う利点もあると考えられる。このような手軽さと学習コストの低さから、ホビー用途のみならず学校教育でも利用されている。理科教育の観点からは、さまざまなセンサーの仕組みが物理現象等と結びついているところがSTEM的な学習として大事であることからセンサーブロックを用いることは好ましくないと考えるが、汎用の電氣的な信号の入出力を可能とする「GPIO」ブロックがあり、これと簡単な電気回路工作とを組み合わせることで、2. で言及したセンサー技術を考えさせることから理科概念に迫るSTEMアプローチでの理科の授業が実現できる。その上、このブロックに電気回路を足すだけで他のセンサーブロックの機能をより安価に実現できることから④の面からも合理的である。

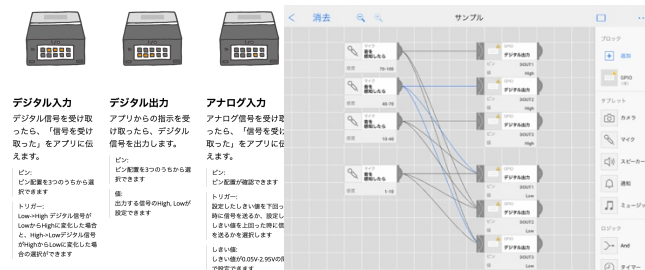


図1 MESHのプログラミング環境(右)とMESH GPIOブロックの持つ入出力機能²(左)

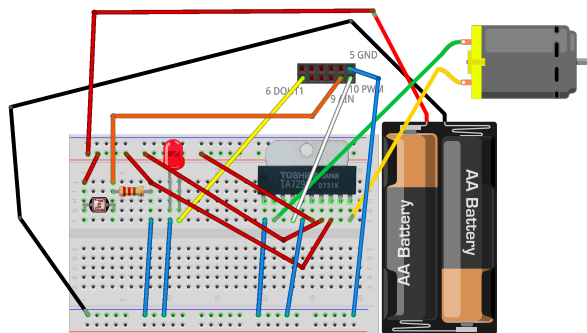


図2 MESH GPIOブロックと接続する回路例

3. 理科指導法におけるSTEM教育の導入とMESHを用いたプログラミングの実践

教職課程の「理科指導法」の中で90分の授業4回分を用いて、①理科教育におけるSTEM教育の導入の意義と可能性、②STEM的な活動の導入事例の紹介、③MESHを使ったSTEM的な活動の模擬授業体験、④模擬授業の振り返り、の流れで実践を行ない、学部生7名の履修者が取り組んだ。

² <http://meshprj.com/jp/tag/MESH-100GP-GPIO.html>

特に②③では、小学校において導電性や回路について学んだ後に接点を利用したセンサーづくりの事例を紹介した後で、自分たちが生徒役となり模擬授業の形で、MESHのON/OFF(デジタル入力)と抵抗値を読み取る(アナログ入力)の機能を使って、生活を便利にするものづくりを考えさせ、ドアの開閉や雨、人の手のタッチを検知するセンサーをアルミホイルなどを使って工作させた。履修した学生は、④でそれぞれグループで作品を完成させ発表することができた。

振り返りでは、「ものを動かすことによって理解しやすくなる」「プログラミングは難ししかし印象だったが子供でもできると分かった」「設備があれば教えられると思った」「自分があつたらいいと思うものが形にできるのが楽しい」「細かい仕組みを理解することは難しいが、何をどうしたらこうなるということを考えるのは楽しい」「子供達からだともっとすごい発想が生まれるのではないか」といった意見が出された。

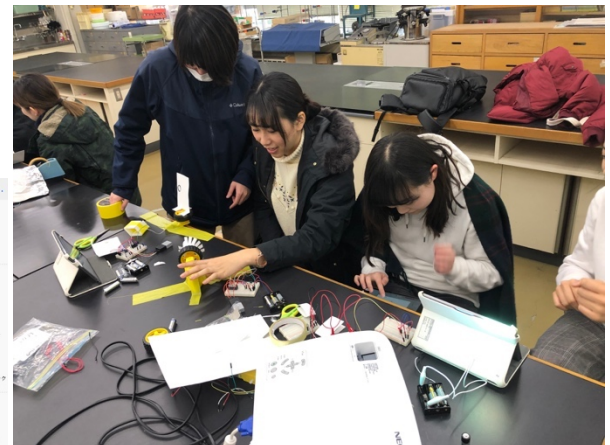


図3 MESHを組み合わせた生活を便利にするものづくりを進める履修者の様子



図4 グループ毎に作品を発表する様子

謝辞

本報告の実践は、2018年度昭和女子大学における教職課程の理科指導法の一部を使って行った。担当教員の同大学白敷哲久准教授および履修者のみなさんに感謝する。

参考文献

- (1) 国立青少年教育振興機構：高校生の勉強と生活に関する意識調査報告書(2017)。
- (2) 野村泰朗：小中学校で活用できる安価な計測制御教材の開発、第12回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会講演論文集、京都大学(2011)。
- (3) 文部科学省：新しい学習指導要領の考え方-中央教育審議会における議論から改訂そして実施へ-(2017)