

小・中学校の連携を意識して資質・能力を育む STEM 教育題材の開発
- プログラミングを通してセンシング技術を実感する IoT を題材化した授業実践 -

Development for STEM Education to Grow Pupils' Quality and Competency
for Technology Education between Elementary and Junior High School Coherently
- Though Programming learning of IoT to Understand Sensing Technology -

保坂 恵

新潟大学教育学部附属長岡中学校

Megumu Hosaka

Nagaoka Junior High School Attached to Faculty of Education, Niigata University

磯部 征尊

愛知教育大学技術教育講座

Masataka Isobe

Department of Technology Education, Aichi University of Education

キーワード : STEM 資質・能力, 協働, 次期学習指導要領

Keywords: STEM, Quality and Competency, Collaboration, The Next Course of Study

1. はじめに

2017年3月に次期学習指導要領¹⁾が公示され、技術・家庭科技術分野(以下、技術科)の学習内容にも変化が加わった。また、小学校における次期学習指導要領²⁾ではプログラミング思考の充実がうたわれており、様々な教科でプログラミング的思考を高める取組の充実が求められるようになった。

今後、小学校段階でプログラミング的思考を身に付けてきた学習者が中学校に入学してくることになり、発達段階と共に情報に関する技術の理解も進んでくることとなる。そのため、これまで履修してきた授業との差別化という意味においても、技術科における新たな題材開発が必要である。このとき「学び方を学ぶ」ことや「困難をとまなう楽しみ」という視点³⁾も大切にしていきたい。

また、IoTというフレーズは、昨今メディアを通して目や耳にしない日がないというほど、身近なものになりつつある。IoTに関する技術は、様々な場面で生活を便利にし、われわれ人間の欲求を満たしてくれる。

しかし、IoTに関する技術の内実はブラックボ

ックス化しており、どのような仕組みが今の便利さを生み出しているのか、子供はもちろん、大人も十分理解していない。IoTを構成する要素の中で、欠かせないものはセンサである。今後、センサとは何かを問いながら、センシング技術の有用性と生活場面にたくさんちりばめられたセンシング技術の価値や恩恵を感じる題材が必要になってくると考える。

さらに、経済産業省⁴⁾がまとめた資料によると、先進IT人材とくくられる人口が2020年までに約4.8万人も不足するとの予測が出ている。この先進IT人材とはAI、IoT、ビッグデータ等に携わる人材のことを示しており、今後ますます需要が伸びていく分野の人材であることは論を待たない。

このような状況を踏まえ、センサの技術を体験的に学びながら、それを活用するプログラミングをすることを通してプログラミング思考をはぐくむ学習題材の開発に取り組む必要性を感じ、実践を進めることにした。

2. 本題材で期待する生徒の姿

本校では、平成28年度より文部科学省の研究開

発指定「新たな世界を創り出す子供を育む」をうけ、各教科において共通の育みたい資質・能力を設定し、学習者の姿に迫ってきた。以下に本校の資質・能力の設定の基本構造⁵⁾について示す。

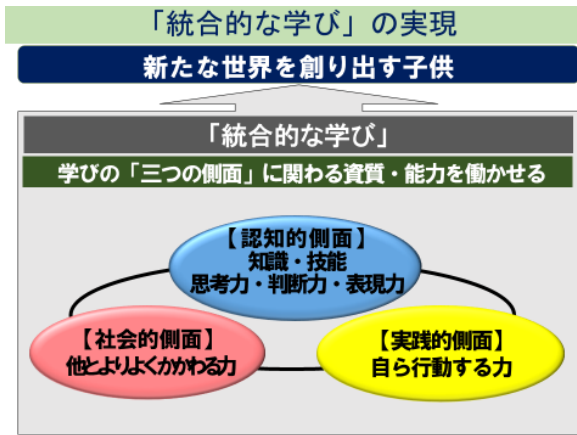


図1 本校における資質・能力の設定の基本構造

第1筆者の勤務校では、資質・能力を認知的、社会的、実践的の三つのフェーズに分け、それらを一体的に働かせる課題設定や教師の働き掛けにかかわる有効な手だてを検証している。また、一体的に働くような学びを統合的な学びとし、その実現を目指している。

技術科における求めたい学びは、「毎日の生活環境の中から自分や身のまわりに関わる問題を発見し、それをどうしたら解決することができるのか、構想・設計を練り上げる学び」や、「限られた素材を組み合わせ、課題解決に向かって試行錯誤しながら解法を見つけ実証していく学び」である。センサを体験的に活用して、IoTにかかわる技術を学習していく本題材では、資質・能力がはぐくまれているとする姿を以下のように設定し、生徒と共有した。

・毎日の生活環境の中から自分や身のまわりに関わる問題を発見し、それをどうしたら解決することができるのか、構想・設計を練り上げる学び ・限られた素材を組み合わせ、課題解決に向かって試行錯誤しながら解法を見つけ実証していく学び		
認知的側面	社会的側面	実践的側面
発見した問題の解決に向けて、既習の知識や技能を用いて構想や設計をする姿	製品を使用する対象を意識して制作(制作)を進めていく姿 現代にある技術の有益性を実感しながら制作(制作)を進めていく姿	問題解決をする過程で、データを根拠にしたがった事象と折り合いをつけ、制作(制作)を進める姿 製品と使用対象の関係性を意識する姿 限られた条件の中で考えをめぐらせて製品を生み出す姿
本校図が設定する「学びの三側面」からとらえる子供の姿⇨見方・考え方を働かせて資質・能力が高まっている姿		

図2 本題材で資質・能力のはぐくみに関して期待する生徒の姿

3. 題材指導計画

本実践では、学習内容「D 情報に関する技術」に関して、目の前にある課題解決のために自らの考えを磨きながら最適解に到達する姿をねらう題材を設定し、授業を進める。

具体的には、手にとって触ることができるセンサを活用して、生徒自身に誰かの役に立つようなシステムや製品を考案させる。実際にデモンストレーションさせる場面では、どのような思いや考えをもって製作(制作)に取り組んだのか、製作(制作)を振り返っての思いなどを発表させながら生徒の学びの姿を追う。

ここで使用するセンサは「MESH」(ソニーコーポレーション)である(図3)。



図3 MESHの外観 (<http://meshprj.com/jp/> より)

図3より、使用する対象者は、幼児から大人まで幅広い。本題材開始時に、レディネス調査としてセンサについて聞いてみたところ、センサとしてのイメージは、「動いたら反応する」「人の動きに反応する」「エアコンなど温度や湿度と関連がある」といった声が多く聞かれた。そこで、今回は、モーションセンサ、人感センサ、温度・湿度センサの3種類を使用した。また、これらはタブレットPC端末とBluetooth規格によって接続が可能であり、さらにはアプリでビジュアルプログラミング化され、求める考えを容易にプログラミングし、実現へとつなげることが可能である。

これらを活用して題材名「センサを実感・こんなものがあったら…をカタチにする現在の技術」を設定した。本題材は、対象を中学校1学年とし、実施期間は平成29年10月～12月で全6時間計画とした。ここで意識したことは、小学校との学びの接続である。ビジュアルプログラミングを活用しながらプログラミングを学んでくる小学生において、今回のMESHアプリの活用はさほど高い壁ではないと考える。また、実物とあわせること

によって目の前にあるものが自分の学んだ技術によって実際に動いたり、反応したりする体験を通して、新たな学び（本校の目指す統合的な学び）に近付けることができると考えた。さらに、アルゴリズムを意識させ、フローチャートなどで流れを示すように設計させていくことは、技術科の学びとして必須である。このように、小学校段階での学びとの差別化を図りながら、学習を進める計画を立てた。以下、題材指導計画を表1に示す。

表1 題材指導計画 (全6時間)

重点的な学習内容	センサ・コンピュータ・アクチュエータといった計測・制御にかかわる基礎・基本を学ぶ
学習の段階	○学習課題
見つける (2時間)	○2020～2030年の生活予測を視聴しながら現在を取り巻く環境の変化や動向を知ろう。 ○どれくらい世の中にはセンサの種類があるのだろうか？そしてみんなの毎日の生活の中で、どんな製品にセンサが組み込まれているのだろうか。 ○普段の生活の場面でセンサを組み込むことによって生活が便利になるようにできないだろうか。
検討する (2時間)	○考えを設計し、センサを活用してみよう。 ○搭載するセンサを決めて、考えた設計をアプリ上で表現して実際に動作させてみよう。 ○実際に教室や廊下などの使用場所に行って確かめながら製作（制作）を繰り返そう。
解決する (1.5時間)	○製作（制作）したシステムを確かめた後、自分たちの考えを発表してみよう。 ○問題の発見から今回の発表に至るまでに考えたことはどんなことだろう。
新たに見出す (0.5時間)	○IoT の概念をつかみながらモノとインターネットをつないだシステムの実際を見て技術が役立っていることについての考えを深めよう。

4. 授業の実際と学習者の姿

生徒は学習計画「見つける」段階において、近

未来の生活に関する動画⁷⁾を視聴し、センサがありとあらゆる場面において活躍し、人間の生活を便利にしていくことを把握した。もちろん、現在の生活においてもセンサの有益性を実感しない場面の方が少ないであろう。学習者は、今後、現在の状況にも増して、センサの存在感は高くなっていくことをつかんだ。すると、生徒たちはセンサというものがあったらどういふものなのか疑問を持ち始めた。製品については知識があっても、それに組み込まれているようなセンサの実態についての知識は皆無である。センサを触ってみた学習者の記述からは、センサは情報を検知するものであることへの理解を進めたいと考えていることが分かった。

以下は、学習者Aのワークシートの記述である。

人の仕事を楽にしてくれたり、不満を解消、楽しくさせてくれたりするなど、何かしら幸せな形になるように目的をもってセンサを使用することで、よりよい社会を作ることができると思います。何かを始めるときには目的をもつことが本当に大事だと思います。

この記述からは、センサの有効性に気付いている状態はもちろん、センサを活用していったり、モノをつくる側（人間）が情意面や倫理面を意識したりすることで、「技術の高まりは確実に生活を豊かにしていく」との意識が芽生えていることが分かる。

生徒たちがセンサの有効性について考え始めたところで、センサそのものを体験的に学ぶ時間を設け、センサの効力を実感した。モーションセンサを活用して、動いたら音が鳴るようにプログラミングをした生徒や、ヒーターに近づけることで温度の変化を感知し、実際の温度を知らせてくれるようにプログラミングをした生徒がいた。

そこで、授業者は、プログラミングの状況を把握しながら、今学んでいるこのセンサの力を誰かのために使ってみないかと提案した。具体的には、自分自身を含め、身のまわりで感じる困りごとを挙げさせ、それを解消するような製品やシステムの製作（制作）を進めるように促した。また、次の3点を条件として提示し、製作（制作）は以下

を満たすこととした。

- ①なぜそのシステムを考えたのか、その背景を語ることができること
- ②設計し実現したシステムは誰かのためになっていること
- ③人の動作が起点（スイッチ）になること

学習者 A は、人感センサを活用して、システム製作（制作）の構想を始めた。設計を練っていく中で、同じ人感センサを使ってみようと考えている人はどんなことを考えているのだろうと思い、それを振り返りに記述した。

私は人感センサを使って、誰かのためになるものを作りたい。人感センサから得た情報をどう使うのか、同じように人感センサを使う人はどう考えているのか、見てみたい。

学習者 A だけでなく、同様の記述をしている学習者が多かった。そこで、使用したいセンサが同一な生徒を 3~4 名程度で 1 グループとし、学級全体で 10 グループを構成し交流させた。モーションセンサを活用したい生徒同士のグループでは、誕生日などのギフトボックスで箱を開けたときに、音や録音した声などが流れるとプレゼント交換の場面が盛り上がるのではないかと考え、そのアイデアの具現を模索していた。温度・湿度センサを活用したい生徒同士のグループは、教室のドアが教室以外で授業するときに開けたままになっていることを防ぎたいと考え、センサを教室に設置し、プログラミングを始めた。このように各グループが家族の生活場面や自らの生活の一場面を切り取りながら、システムを設計していった。また、センサを取り付け、状態を把握しながら何度もプログラミングし、検証する姿が見られた。



写真1 試行錯誤しながらプログラミングしている様子

学習者 A を含む 4 人グループは、人感センサを用いてどのようなシステムをつくっていくか、また、交流を通してセンサの設置の仕方や、感知した情報がどのようにしたら分かりやすく対象に届くようになるかという視点について考えを深めていった。実際には、学習者 A が自ら構想・設計した人感センサを用いて、高齢者や一人暮らしの方のセキュリティが守られるようなアイデアの実現を目指していった。

実際には、廊下にセンサを仕掛けて、廊下を人が通るたびにセンサがその情報を感知し、タブレット端末に知らせるといったシステムを考えた。また、知らせる音声も自身の声を録音しながら、具体的な情報を届けられるように考えていた。



写真2 学習者 A を含むグループが実際にセンサを設置している様子

実際にセンサを設置し、その効果について確認しあっている場面でのグループ内でのやりとりは以下のとおりである。

表4 学習者Aを含むメンバー間の発話記録

～実際に廊下にセンサを設置して
 プログラムを見直す段階で・・・～
 B1: (もう1回) センサの前歩いてみて!
 A1: OK! もう1回行くよー。
 B2: (センサの反応を見ながら) 反応がいまいちだなあ。(センサを) 取り付ける位置変えてみる?
 A2: (センサの) 感度の問題じゃない?
 (タブレット端末でセンサの感度について操作しながら) 数値を下げたからこれで感度も高くなるはず。さまざまな身長の人で確かめたり, モノを投げたりしたらどうなるか試してみようよ。
 ～再度セッティングしてその効果を見て～
 C1: かなりいい感じ。
 A3: あとは自分のおばあちゃんだとして, どんな言葉が(タブレット端末から) 流れてきたら, 気付くかなあ。
 D1: やっぱ聞きなれた声とかだと分かるんじゃない?
 A4: じゃあ, 私の声で声を吹き込んで・・・, それが流れるようにしてみようか。前反応させて録音したサウンドが流れるような課題やったし。
 C2: それ録音して(プログラミングしたら) また試してみよっか。

これらのやりとりの中で, IoTの基本となるセンシング技術を体感しながら, その効果を確認, その効果を向上させようとしている姿や, 技術を対象のために生かそうとする態度, プログラミングを通してよりシステムとして強固なものにしていく姿など, 本題材で目指したい姿が表出していると捉えた。授業の終末では, 学習者Aは, 次のような振り返りを記述している。

センサの有効性をさらに認識しながら, 手元にある実際に触れるセンサと, それを簡単に操ることができるプログラミングを進めて, 中学生でもこのような技術を組み合わせることができることに驚くと同時に, ものづくりの重要性を感じている様子が見受けられた。

人感センサを使って, 私はまったく何も思わないようなことでも, たとえば足腰の悪いおばあちゃんが宅配便の業者の方が来たことだったり, お客さんが来たりすることを知らせるような機会になれば, それはすごいことなのかもしれない。(設計を) 考えて実際にセンサを動かしてみて, あっという間にこんなシステムっぽいものができるなんてびっくりした。センサを生かすことができるなんてびっくりした。

その後, 授業は各グループが追究したものをプレゼンしたり, 実際に作動させたりして終末を迎えた。また, 実際に販売されているようなIoTの機能を搭載している電化製品の仕組みなどを考え, IoTについての認識を深め, 本題材における学習を終えた。学習者Aは, 題材終末の振り返りで以下のように記述をした。

センサは身近な道具で身のまわりにもものすごくたくさん使われていることが分かったり, 生きていくうえで必要とも思えるものであったりすると感じた。そしてそれらを実験しながら試すことができ, おもしろかった。しかし, センサを使った機械などが開発されていき, 人間そのものがいないような場面も出てくると思う。そんなときには, 人間にしかできないことを考えていく必要があると感じた。技術を生み出すもの人間だけれど, 技術をあつかっていくのも人間だから, どうしていくのがいいのか, 考えていきたい。

この記述からは, 技術の光と影を見出しながら, どのようにして技術を扱っていくか, さらにほどのようにして生み出された技術と人間が共存していくかという新たな視点を見出している状態に変容したと捉える。

本題材で求めた子供の学びは, センサを実際に使いながら, 技術を生かして設計を練り上げていく姿と課題解決のために試行錯誤を繰り返しながら実証していく姿であった。学習者Aの記述や授業の姿を振り返り, その足跡を確認してみたところ

ろ、学習者 A と、そのグループ全体を見ても、まさに求める学びの姿は表出していた。求める学びの姿が表出したということは技術科ならではの見方・考え方を働かせながら、技能や知識などの認知的な側面、他者や過去の製品、ものなどを対象に学びを深める社会的な側面、学びを押しすすめていく実践的な側面といった、それぞれの側面において培ってきた学びを統合化させた結果であろうと考えることができる。また、これらを表出させた教師の手だてとしては人の動きをスイッチとするような、人が空間そのものの一員であることを認識させる新しい課題設定と、学習者の状況を見て意図的に交流相手を指定するといった活動単位を意図的にグルーピングすることの有効性が示された。

5. まとめ

本実践は、次期学習指導要領における変化に対応することと、小学校でのプログラミング的思考を育むことを考慮して、技術科において求める子どもの姿ははぐくまれるようにSTEM教育にかかわる題材を構想し、授業を進めた。

本題材では身のまわりにあふれているセンシング技術を体験的に学ぶことや、センサが起動するスイッチを人にするといった「人中心」ではなく、環境やものの一部としての人を意識させる学習内容を展開した。この中で、設計したものを試行錯誤しながら製品を生み出すという「困難をともなう楽しみ」を味わいながら学習を進めていく姿や、どうやったら設計したものが実現するか、そのためには何が必要かを考え、行動していく主体的に学ぶ姿が見出された。

今後は中学校3年間の技術科における題材の系統性や、高等学校における教科「情報」との系統性なども考慮し、更なる題材開発を進めていきたい。また、今回使用したセンサをさらに活用して、新たな可能性も模索していきたい。

6. 参考文献

- 1) 文部科学省, 中学校学習指導要領, pp. 117-128 (2018)
- 2) 文部科学省, 幼稚園教育要領, 小・中学校学習指導要領等の改訂のポイント (2018)
- 3) Syivia Libow Martinez, Gary Stager, 作ることで学ぶ Maker を育てる新しい教育のメソッド, pp. 91-101 (2017), 株式会社オライリー・ジャパン
- 4) 経済産業省, IT 人材の最新動向と将来推計に関する調査結果 (2017)
- 5) 新潟大学教育学部附属長岡校園, 「新たな世界を創り出す子供をはぐくむ - 「統合的な学び」の実現を通して - 」, pp. 12-16 (2017)
- 6) 神崎洋治, 図解入門 最新 IoT がよ〜くわかる本, pp49-52 (2017), 株式会社秀和システム
- 7) やべっちのケイザイ入門〜2020年の暮らしどうなる?〜, BS ジャパン, 2016.11月放映

(2018年5月2日受理)