

# 高等学校における情報学研究

## ～「第4回中高生情報学研究コンテスト」文部科学大臣賞を受賞して～

岡田直之

群馬県立高崎高等学校

筆者が顧問を務める物理部の生徒が第84回情報処理学会全国大会の中で開催された「第4回中高生情報学研究コンテスト」で最優秀賞・文部科学大臣賞を受賞した。さらに物理部の別のチームが中高生研究賞奨励賞・情報処理教育委員会委員長賞を受賞した。本コンテストは、中高生を対象に「技術・家庭科」技術分野の「情報に関する技術」、共通教科「情報科」における探究活動など、情報学分野での学習成果をポスターにまとめ発表するもので、第4回を迎える今回は全国から86件の作品応募があったと報告されている<sup>1)</sup>。

全国最大規模の情報学コンテストで上位入賞をした高校生による研究がどのような環境の中で、どのようなプロセスを経て生まれてきたかを共有することは情報教育の発展に寄与すると考え、執筆に至る。受賞した研究は、本人たちが元々持っていた能力によるところも大きい、「プログラミングの天才が独りでにやったものではなく、学びの環境とプロセスが確かに存在すること」すなわち情報教育が重要であることを特に伝えたい。

筆者はプログラミング教育やSTEAM教育<sup>☆1</sup>について数年前から大きな関心を持ち、実践を続けてきた。情報学はSTEAM教育と相性が良く、STEAM教育の枠組みの中で、実践的・創造的に学ぶことが効果的であると考え。また、「学びの生態系」作りを心がけている。生徒が探究したいとい

<sup>☆1</sup> STEAM教育は科学(Science)、技術(Technology)、工学(Engineering)、アート(Art)、数学(Mathematics)を統合して学ぶ教育方法。

う気持ちを遺憾なく発揮できるようにするためには、外部機関との連携や専門家によるメンターからの継続的なサポートが欠かせない。十分なサポートが得られる環境の中で、生徒たちが切磋琢磨しながら学びあい、先輩から後輩へ精神や技術が引き継がれ、質の高い探究が自発的、継続的に生じる「学びの生態系」を作っていくことが重要である。

以上を踏まえ、高等学校における情報学研究の一例として、2021年度(受賞年度)と2022年度(本年度)における本校の物理部とスーパーサイエンスハイスクール(以下、SSH)での取り組みについて紹介する。さらに情報学とSTEAM教育について述べ、最後に高等学校における情報学研究の可能性について述べる。

### 物理部の研究活動

2021年度の研究活動を紹介する。最優秀賞・文部科学大臣賞を受賞したのは、1年生1名の「スマート盲導杖『道しる兵衛』～AI搭載白杖による視覚障害者歩行支援～」という研究である(図-1)。この研究は、視覚障害者の方が普段使用している白杖に、小型コンピュータ「Raspberry Pi」と距離センサ、カメラおよびカメラ画像を認識するAIを搭載することで、駅のホームからの転落防止や横断歩道の検知、触れることなく障害物を感知することができる機能を持たせたものである。作品製作にとどまらず、実際に駅のホームや横断歩道に持っていき、実証テストをしたり、群馬県視覚障害者福祉協会に出向き、

全盲の方に使用していただき、意見を聞いたりするなど、STEAMの「A」の要素であるデザイン的な視点で課題解決を行っていたのが印象的であった。

中高生研究賞奨励賞・情報処理教育委員会委員長賞を受賞したのは、2年生4名チームの「予測で換気を促す次世代CO<sub>2</sub>モニター～『Raspberry Pi』を用いたシステム開発と数理モデルによる解析～」という研究である(図-2)。この研究は、学校における新型コロナウイルス感染症対策として換気に着目し、CO<sub>2</sub>濃度と在室人数(物体検出AIにより測定)を同時にモニタリングできるシステムを「Raspberry Pi」を用いて開発したものである。このシステムは換気

のタイミングをLINEによる通知で知らせたり、自動で換気扇を回したりすることができる。また、実際に校内で稼働させ、文化祭、授業中、自習室におけるデータを収集し、数理モデルによる解析を行った。この結果を応用し、数時間後のCO<sub>2</sub>濃度の予測値を計算するプログラムの開発にも成功している。さらに外装を3Dプリンタで製作するなど、STEAMにかかわるほとんどの要素を横断した課題解決を行っていた。

物理部では「ロボカップジュニア<sup>☆2</sup>」の2対2の自立型ロボットによるサッカー競技にも取り組んでいる。2021年度は県大会で優勝し、全国大会にも出場した。ロボットは「Fusion360」というソフトで3Dモデリングを行い、コンピュータ上で設計している。モデリングしたパーツを学校の3Dプリンタで印刷することで実機を製作している(図-3)。生徒が地元企業に直接連絡し、製品レベルで印刷できる3Dプリンタを使用させてもらうこともある。電子回路についてもCADソフトで回路図、基板データを作成し、海外の業者に発注してプリント基板を製作している。モータの制御にはベクトルや三角比などの数学を用いており、課題解決においては横断的なアプローチを行っていた。

ここで紹介した生徒たちは2021年度の5月からプログラミングや電子回路、AIやIoT等の勉強を始めてい

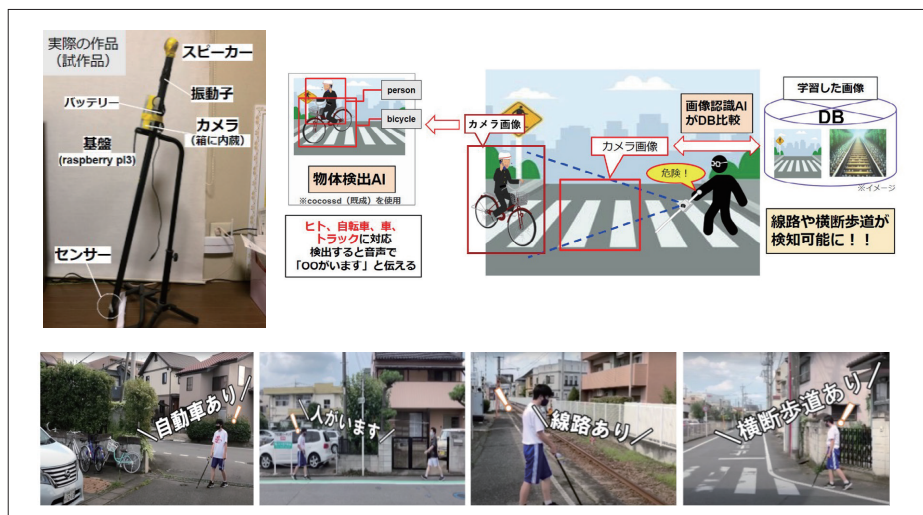


図-1 「スマート盲導杖」研究イメージ  
<https://www.ipsj.or.jp/event/taikai/84/84PosterSession/contents/pdf/8018.pdf>

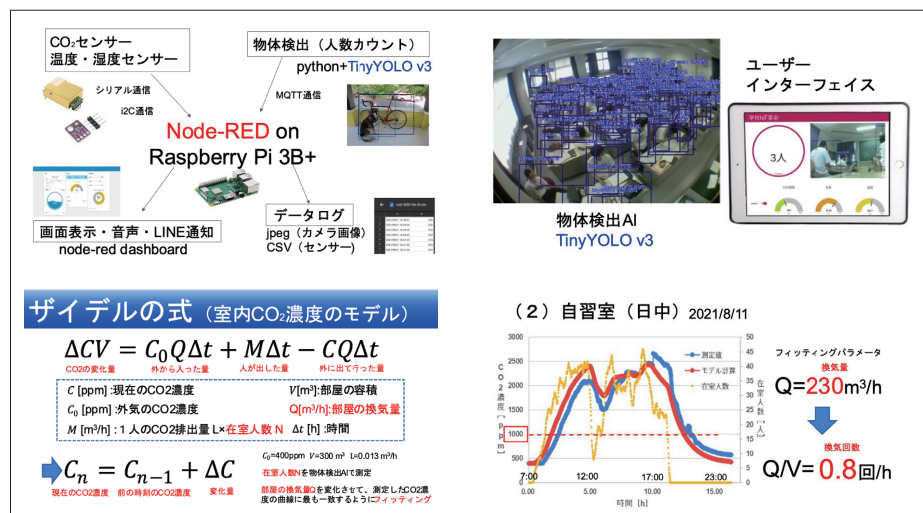


図-2 「次世代CO<sub>2</sub>モニター」研究イメージ  
<https://www.ipsj.or.jp/event/taikai/84/84PosterSession/contents/pdf/8020.pdf>

ここで紹介した生徒たちは2021年度の5月からプログラミングや電子回路、AIやIoT等の勉強を始めてい

<sup>☆2</sup> ロボカップジュニアは11歳以上19歳以下の子どもたちが参加するロボット競技



る。本校が県内トップレベルの生徒が集まるということも考慮しても、昨年1年間での成長は驚異的であった。

2021年度に物理部では具体的にどのようなプロセスで研究を行ったかについて述べる。4月に物理部に入部した段階で「Raspberry Pi」を1人1台配付した。「Raspberry Pi」には、群馬大学数理データ科学教育研究センターの青木悠樹教授が中心となって開発したプログラミングやセンサ制御、AIやIoTの基礎や実装方法を学習するための教材<sup>2)</sup>が付属している。生徒はこの教材を5月のゴールデンウィークまでに終わることを目指した。5月中旬から「ぐんまプログラミングアワード<sup>☆3)</sup>」に向けた作品製作に取り組んだ。部員17名が個人またはチームで自らが解決したい社会課題を設定し、それを解決するためのIoT作品製作を行った。アイデアはClassroom等の教育用SNSを通じて提出し、互いにフィードバックを行うことを3回ほど繰り返し、入念にブラッシュアップした。1次の書類審査を通過した後の6月・7月に本格的に製作にとりかかった。7月末の2次審査はプレゼンテーションと実機デモが必要である。プレゼンテーションではなぜそれを作る必要があるのか、その作品がどのように社会に影響を与えるのかについて一般の人にも分かるように説明する必要がある。ソフトやハードの実装技術が高くてもそれだけでは評価されない。2次審査を通過すると8月のファイナルステージでプレゼン

☆3 ぐんまプログラミングアワードは上毛新聞社主催のプログラミングコンテスト。ファイナルステージの様子はYouTubeで配信されている(執筆時)。

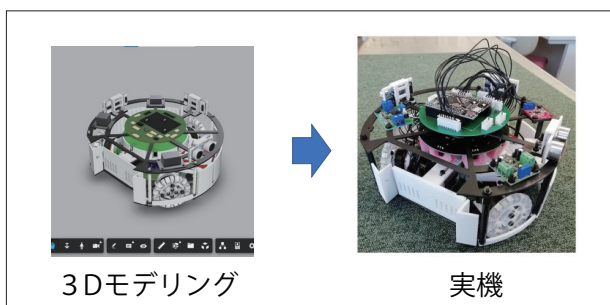


図-3 ロボットの製作

テーションを行うことができ、最優秀賞や企業賞が決定する。「スマート盲導杖」はIoT部門の最優秀賞を、「次世代CO<sub>2</sub>モニター」は企業賞をそれぞれ受賞した。これらの研究は、その後も外部発表やブラッシュアップを続け、12月に「第4回中高生情報学研究コンテスト」に応募し、今回の受賞に至った。

2022年度は「群馬デジタルイノベーションチャレンジ<sup>☆4)</sup>」のモデル部活動に指定され、地元企業のエンジニアが月に数回指導に来てくれている(図-4)。

部員も昨年度より10名ほど増加し、顧問1人では十分な指導を行えない状況であったため、非常に助かっている。エンジニアの方々と生徒は教育用SNSを通じて直接やりとりをすることもできるようにしてあり、分からない点を直接相談したり、アポを取って会社を訪れて技術的な指導を受けたりしている。

ここまでの説明を通して、受賞した研究が「プログラミングの天才が独りでにやったものではなく、学びの環境とプロセスが確かに存在すること」がご理解いただけたらどうか。デジタル系の部活動では生徒たちの主体性に任せて、文化祭で作品を発表することを目標とした活動にとどまっているケースが多いが、想像を超えた大きな成長は見込めない。挑戦の機会とそれに十分にチャレンジできる環境、プロセスを与えれば、生徒は高校生という枠組みを大きく超えて成長する。

☆4 群馬デジタルイノベーションチャレンジは群馬県が行っているデジタル人材育成事業。



図-4 地元エンジニアによる研究サポート

## SSHで研究活動

2021年度の2年生SSH課題研究における「データサイエンス班」の取り組みについて紹介する。群馬大学と上毛新聞社（地元紙）の協力のもと、「NIE×データサイエンス」というプログラムを構想し、実施した。上毛新聞社の記事データベースを提供してもらい、新聞記事を用いたデータサイエンスを各自のテーマで探究するというものである。生徒の探究が始まる9月にデータサイエンスおよびテキストマイニング講座を群馬大学の先生に実施していただいた。生徒は講座後に各自のテーマでデータサイエンスによる探究活動を行い、中間報告をまとめた。11月にはNIE（Newspaper in Education）講座を上毛新聞社の記者の方に実施していただいた。この講座では新聞記事の特性やメディアリテラシー等の講義に加えて、中間報告で作成した生徒のポスターを事前に送り、記者の立場からフィードバックを行っていただいた。また、講座を行っていただいた大学の先生からもフィードバックをいただいた。生徒はそれを受けて、探究をブラッシュアップし、1月の本校SSH発表会で発表した。生徒のテーマは、「新聞記事データベースで群馬県知事選の投票率推移を探る」（図-5）や「新聞記事数の推移からみた新型コロナウイルスによる産業被害」などがあつた。生

徒は、Webスクレイピングのプログラムを作成し、記事データベースから必要な情報を自動で収集し、解析を行った。NIEは文系のイメージがあるが、データサイエンスと組み合わせて横断的にアプローチすることにより、新聞記事の新たな価値を生み出している。

1年生SSH課題研究についても紹介する。1年生は各自の素朴な疑問に基づいてテーマを設定し、探究活動を行っている。「NIE×データサイエンス」のように一連のプログラムとしてデザインはしていないが、横断的なアプローチを促すような声かけを行っている。たとえば、色について探究していたある班に「プログラミングで自動化できるんじゃない？」とアドバイスしたところ、「Python」を用いて、動画から写真を切り出して、時間ごとのRGB値を自動でグラフ化するプログラムを作成した班が現れた。また、電波レンズについて探究していたある班に「3Dプリンタ使えるよ」と紹介したところ、3Dプリンタでレンズの型を印刷して、さまざまな形状のレンズを製作していた。情報学の活用を前提とするようなテーマでなくとも、課題解決の過程で情報学を用いた探究を促すことは可能である。

2022年度は2021年度に物理部を運営する中で得た知見をSSHに拡大して実践している。2年生SSH課題研究においても、興味を持った生徒がAI

やIoT等を活用した研究活動が行えるように、大学や企業の専門家、本校OBにメンターとして参加してもらい、研究サポートを行っていただいている。SSHにおいても教育用SNSを活用し、生徒とメンターが直接やりとりできるようにしている。

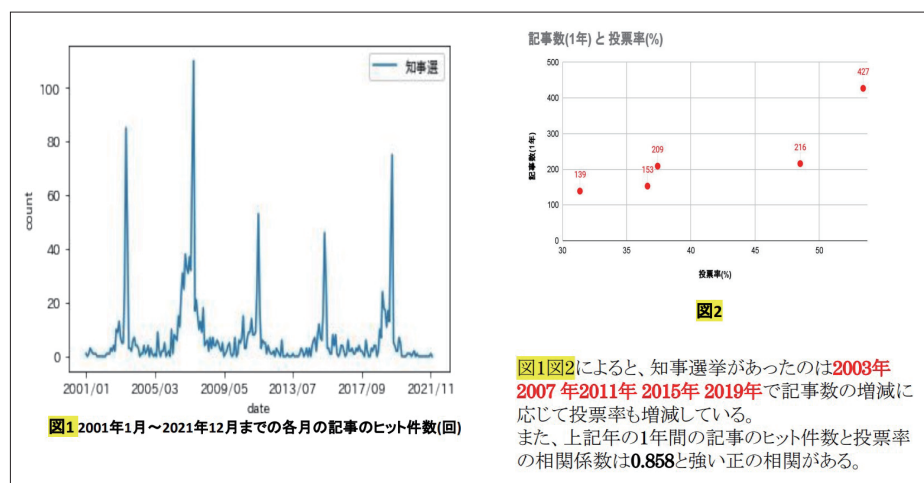


図-5 「新聞記事データベースで群馬県知事選の投票率推移を探る」における研究のイメージ



## 情報学と STEAM 教育

情報学は STEAM 教育の枠組みの中で学ぶことが効果的である。STEAM 教育においては、以下の3つが重要であると考えられる。

- (1) 「ワクワク」を起点とした生徒自身の探究活動を中心に置くこと
- (2) 探究の過程で、STEAM の道具を駆使して横断的にアプローチすること
- (3) 創造的なアウトプットがあること

まず、「ワクワク」を起点とした生徒自身の探究活動を中心に置くことが重要である。STEAM の「A」はリベラルアーツ(教養)と解釈されることもあるが、本来の意味はアート・デザインである。自分自身の価値観や世界観、独自のものの見方を表現するのがアーティストであり、ユーザのニーズを深く追求してアイデア創造するのがデザイナーである。「自分の好きなこと・面白いと思うことを表現してみたい」「人の役に立つことをやってみたい」という「ワクワク」を起点に、生徒自らが課題を設定することが学びに向かう原動力となる。

次に、高校生という枠を飛び出し、STEAM の道具(プログラミング・IoT・AI・データサイエンス・数理モデル・シミュレーション・3D プリンタ・デザイン・アートなど)を駆使して、横断的なアプローチで課題解決を行うことである。必要であれば、情報系のスキルに限らず、科学的探究に基づく実験や社会学的探究に基づくユーザインタビュー等も活用する。教わっていない、教えていないからできないと考えるのではなく、「使えるものは何でも使う」「今、持っていない武器は自ら学んで使う」というマインドセットを生徒も教員も身につけることが重要である。

最後に、STEAM 教育の本質は創造性であり、探究のゴールとして創造的なアウトプットは欠かせない。アウトプットにはレベルが存在し、簡単なもの

から順にアイデア→プロトタイプ(試作)→実証テスト→ユーザテスト→社会実装などがある。単なるアイデアにとどまらず、高いレベルのアウトプットまで行えば行うほど、生徒の喜びや自信となり、探究のスイッチが入って、探究のサイクルが継続的に回りはじめる。

## 高等学校における情報学研究の可能性

近年「AAR サイクル(見通し、行動、振り返り)」が注目されており、入念に計画を練るよりもある程度の見通しを持った「まずはやってみる」ことの重要性が指摘されている。STEAM 教育の枠組みの中で行う情報学研究では、生徒自身の「ワクワク」を原動力に、AAR サイクルを短期間に何度も回す姿が見られる。これはプログラミングが、①試した結果がすぐに反映されること、②そもそも失敗を前提にデバッグによって作りあげていくこと、③目的を達成するためには、自ら調べ、必要なスキルを習得していく必要があることと関係している。これらの探究を行った生徒の学びに向かう力の変容や情報活用能力の向上は驚くべきものがある。現在、高等学校の「探究」では SSH を中心とした理数系の課題研究や総合的な探究の時間における社会課題をテーマとした PBL (プロジェクト・ベースド・ラーニング) が盛んに行われているが、STEAM 教育の枠組みの中で行う情報学研究は、高等学校における「探究」の可能性を大きく広げていくと考える。

### 参考文献

- 1) 稲垣知宏：第4回中高生情報学研究コンテストの作品紹介、情報処理、Vol.63, No.8, pp.416-419 (Aug. 2022).
- 2) 群馬大学リカレント MOOCS 「2022 年度 IoT スクール」  
<https://expert.idsc-gunma.jp/?lang=ja>  
(2022 年 8 月 29 日受付)



岡田直之 naoyuki-okada@edu-g.gsn.ed.jp

2021 年度に高崎高校に赴任。スーパーサイエンスハイスクール主任、物理部顧問を務める。日本物理教育学会理事、ぐんまプログラミング教育推進協議会委員。