

<実践報告>

STEAM 型教育を実現した複合型の遠隔授業

足助武彦	伊那市立高遠中学校
保科公幸	伊那市立高遠中学校
森下 孟	信州大学学術研究院教育学系
東原義訓	信州大学学術研究院教育学系
村松浩幸	信州大学学術研究院教育学系
香山瑞恵	信州大学学術研究院工学系
永井 孝	ものづくり大学総合機械学科

Complex Distance Learning that Realized STEAM Education

ASUKE Takehiko: Takato Junior High School, Ina City

HOSHINA Kimiyuki: Takato Junior High School, Ina City

MORISHITA Takeshi: Institute of Education, Shinshu University

HIGASHIBARA Yoshinori: Institute of Education, Shinshu University

MURAMATSU Hiroyuki: Institute of Education, Shinshu University

KAYAMA Mizue: Institute of Engineering, Shinshu University

NAGAI Takashi: Department of Manufacturing Technologists, Institute of Technologists

研究の目的	STEAM 教育を実現するために自治体と大学がどんな工夫を行なったかを遠隔教育の視点から明らかにする。
キーワード	STEAM 教育 複合型 遠隔授業 免許外教科担任 個々の理解状況
実践の目的	美術と技術の合科による STEAM 教育の実現
実践者名	著者と同じ
対象者	長野県伊那市立高遠中学校 2 年生 (48 名)
実践期間	2019 年 10 月～12 月
実践研究の方法と経過	免許外教科担任と免許を所持した指導者によって遠隔授業を行う。各グループに専門家が遠隔で学習の支援を行う。デザイン工学の専門家が遠隔から生徒の発想を広げるべく遠隔から授業を行う。これら複合型の遠隔授業を行うことによって STEAM 教育を成立させることができる。
実践から得られた知見・提言	<ul style="list-style-type: none"> ● 少子化減少の進む現場で、学校の中に専科教員がいなくても遠隔で指導を行うことで生徒に多様な学びを提供することができる。 ● 遠隔教育にて指導する側される側双方においてメリットがある。

1. はじめに

本稿は、2019年度に伊那市立高遠中学校において推進した「STEAM型教育を実現した複合型の遠隔授業」についての実践報告である。

本稿では、まず新産業技術推進に取り組む伊那市がSTEAM型教育を実現しようとした背景にふれる。次に長年にわたって取り組んできた遠隔教育の取り組みについて紹介した上で、今回の実践で行われた複合型の遠隔授業について述べる。さらにSTEAM型教育の実践の様子を報告する。

2. 伊那市の ICT 活用教育

2.1 伊那市の ICT 活用教育

伊那市の ICT 活用教育は2014年のiPad導入に端を発する。その後、2017年には市内全小中学校に1クラス分の配備を行い、2019年には文部科学省の整備基準であった3クラスに1クラス分の配備を行った。この整備に並行してWi-Fiも全校に1教室の配備から全館にさらに高速化が図られた。また、電子黒板や書画カメラの整備が行われていった。

伊那市がこのようにして計画的に配備を行っていくことができた背景には、伊那市のICT活用教育をどのように推進していくかの長期的な見通しがあった。その一つが、首長主導による「新産業技術推進事業」である。ドローン物流、スマート農業、AIタクシーといった新産業技術によって市民生活をよりスマートにしていこうという事業である。この新産業技術の柱の中に「ICT活用教育」が位置付けられていることが特徴的である。

これは、伊那市の新産業時代をリードし世界の中で活躍できる人材は教育によって生み出されていくという理念に基づいている。ICT教育部会は2018年までに3カ年計画のビジョンを策定している。その中で、伊那市のICT活用教育の推進の母体となる推進センターが組織化されていく。

もう一つが2014年から取り組まれる遠隔教育である。全国的に少子化人口減少が進み、学校の統廃合が行われている。伊那市でも同様な状況がみられる中で、「学校は地域のよすが」であるという思いから存続させるべき大切なものであると捉えられている。このことから、少人数の学校や学級であっても大規模校と同等の教育を受けられるようにと遠隔教育に積極的に取り組んできている。

2.2 伊那市の新産業技術推進事業と学校教育の情報化ビジョン

「伊那市新産業技術推進協議会」は2016年に発足し、「ICT教育部会」の部会長を信州大学教育学部附属次世代型学び研究開発センターの東原義訓氏が務められた。氏のリーダーシップのもと伊那市「学校教育の情報化ビジョン2017」が策定された(図1)。また、同時に2018年から2020年までの「ビジョン実現のための3カ年計画」が明らかにされた。このことによって伊那市のICT活用教育は道筋を持って推進されていく。

ビジョンの中では理想の伊那市の姿として、一度は都会で学んだ後でも「帰って来たくなる伊那市」新産業の恩恵を受けながら「暮らし続ける伊那市」伝統的な学び大切にし、

先進的な学びを大切にする伊那市の教育を受けながら「子育てしたくなる伊那市」をえがいている。その中で伊那市の教育によって目指す姿を具体的に「地域を知り、地域の人とふれあい、伊那市の未来を考える人」「新産業時代をリードし世界と活躍できる人」「伝統を重んじ、未来を創造するイノベティブな人」をあげている。

これらを実現させる手立てとして4つの柱を据えている。その1つ目の柱は「伝統的学びを深める ICT 教育」である。伊那市では子どもが生活の中から課題を見つけその課題を追求する過程を通して生涯学び続ける力をつけさせるといった教育の伝統が引き継がれている。そのためには地域の素材を教材化する取り組みも大切にされてきている。



図1 伊那市教育情報化ビジョン

2つ目の柱が「先進的学びに導く ICT 活用」である。これは今まで述べて来た新産業技術推進に関わる柱である。プログラミング教育を積極的に推進し、教育教材としてIoT機器を積極的に活用していこうとしている。この柱の中に今回の「STEAM 教育」の取り組みもある。

3つ目、4つ目の柱は上記2つの柱を支えるもので「校務の情報化による教育の質の向上」と「学習指導要領の実現に不可欠な ICT 環境整備」である。

2.3 伊那市の進めてきた遠隔教育

伊那市での遠隔教育が最初に取り組みられたのは、2015年からの3年間である。この取り組みは文部科学省の委託研究として「小規模校におけるデジタル教材の開発・活用と学校間ネットワークの構築による教育活動の高度化」をテーマに行われた事業である。この事業では伊那市内の小規模校を中心として「小規模校のメリットを最大化させる方策」「小規模校のデメリットを最小化させる方策」について研究が行われた（伊那市教育委員会2017）。

具体的には手良小学校（中規模校）と新山小学校（小規模校）を結ぶ小学校第1グループ、長谷小学校（小規模校）と高遠北小学校（小規模校）を結ぶ小学校第2グループ、東部中学校（大規模校）と長谷中学校（小規模校）を結ぶ中学校グループを設定し、2つの学校をテレビ会議システムによって接続した遠隔合同授業を実践した。

この遠隔合同授業の評価分析は清水康敬氏（東京工業大学 学長相談役・名誉教授（当時））によって行われた。氏はこの中で、「遠隔合同授業では、小規模校の児童のコミュニケーション能力がより大きく伸びた。」ことを注目すべき点として指摘し、さらに「遠隔合同授業を実施することによって『学習する』ことに関する評価が向上した」ことから遠隔合同授業を継続することによって成果が高くなることも指摘している。

また、久保田善彦氏（宇都宮大学教職大学院 教授（当時））は、学習支援アプリを使って思考過程を共有したことについて、「TV会議だけでなく、遠隔地と思考を可視化し合うことで、意見交換の質が向上している。タブレットによる思考過程の可視化は、児童同士だけでなく教師の授業展開にも大きな影響を与えている」とし、「学校間ネットワークでの交流によって、これまでにはない気づきが生まれ、それが授業改善に繋がっている。遠隔授業が教師の授業力向上に寄与していることもわかる」としている。氏が指摘する顕著な事例は小学校第1グループでみられた。小規模校の5年生のクラスは1人の児童で担任は初めて教壇に立つ講師である。新採用の教員のような研修の機会は与えられない。そのような状況の中で日々授業を行い、自分の指導に自信を持ってないまま奮闘していた。相手側の中規模校のクラスの担任はベテラン教員である。この組み合わせによって小規模校の講師が遠隔授業によって授業力を向上させていったのである。

両氏によるこれらの指摘は、伊那市が引き続き取り組む遠隔教育に一定の方向性を与えるものとなった。

3. STEAM 教育を可能にした遠隔教育

3.1 複合型の遠隔教育

遠隔授業は遠隔教育を実施する目的や接続先等を基に、10パターンに分類されている（文部科学省2020）。これまで述べて来た伊那市の遠隔教育は「A 多様な人々とのつながりを実現する遠隔教育」で、他の学校とつないで合同で授業を行うことで、協働して学習に取り組んだり、多様な意見や考えに触れたりする機会の充実を図るものである。位置付けとしては「A1 遠隔交流学习」（離れた学校とつなぎ児童生徒同士が交流し、お互いの特

徴や共通点、相違点などを知り合う)や「A2 遠隔合同授業」(他校の教室とつないで、継続的に合同で授業を行うことで、多様な意見に触れたり、コミュニケーション力を培ったりする機会を創出する)に分類される。

今回、伊那市高遠中学校が取り組んだ事例は「C 個々の児童生徒の状況に応じた遠隔教育」の「C2 児童生徒の個々の理解状況に応じて支援する遠隔教育」に位置づけられているが、「B 教科の学びを深める遠隔教育」(遠方にいる講師が参加して授業を支援することで、自校だけでは実現しにくい専門性の高い教育を行う)の「B2 専門家とつないだ遠隔学習」(博物館や大学、企業の外部人材とつなぎ、専門的な知識に触れ、学習活動の幅を広げる)や「B3 免許外教科担任を支援する遠隔授業」(免許外教科担任が指導する学級と、当該教科の免許状を有する教員やその学級をつなぎ、より専門的な指導を行う)の要素を含む複合的な遠隔教育である。

3.2 免許外教科担任を支援する遠隔授業

少子化人口減少の進みの中で小規模校では非免許申請教員が増えている。全国的に、技術・家庭科や美術科は授業時数の少なさと学校規模に基づく教員定員の関係から、特に小規模校に配置することがむずかしいことは以前より問題になっているという。

本稿で報告する高遠中学校も、美術の専科教員が技術の授業を受け持っている。美術の専科教員であるため、木材加工や金属加工については十分な知識を有しているが、電子回路等の知識に乏しく、知り合いの教員に頼っては電話等で指導を受けているのが実情である。

今回の遠隔授業では信州大学教育学部「村松研究室」の技術の免許を所持した院生と高遠中学校の美術の専科教員が連携して指導を行なった。

3.3 専門家とつないだ遠隔学習

STEAM 教育を成立させるためには専門家の指導が不可欠である。伊那市では「IoT を活用した教育」について、数年にわたって信州大学工学部「香山研究室」と連携し研究を行っている。その中で理科や技術科の授業で活用できる「IoT 温度計」の開発と実証授業を行ってきた。本稿の実践に使用した micro:bit によるイルミネーション制御キットも、この研究会によって開発され、設計はものづくり大学の永井先生によるものである。永井先生には遠隔から回路の解説や部品の取り付けなどについて指導をいただいた。

小グループの指導にあたっては信州大学とものづくり大学の2大学3学部の先生と生徒が専門家として加わっている。また、STEAM の「A」の部分については、「デザイン工学」の専門家である日本外国語専門学校の齊藤先生に指導をいただいた。まさに、伊那市の教育情報化ビジョンが大学との連携を生み出し、専門家の知見と検証を受けながら STEAM 教育が導き出されたといえる。

3.4 児童生徒の個々の理解状況に応じて支援する遠隔教育

本遠隔授業では「ハンダづけの指導」「回路組み立ての指導」「デザイン工学の先生による発想を広げるためのワークショップ」が行われた。

ハンダづけの指導（写真1）では信州大学教育学部「村松研究室」の技術の免許を所持した院生と高遠中学校の美術の専科教員が連携して指導を行なった。高遠中学校の2年生は23人ずつの2学級である。そこで、3人で1つのグループを構成し、各グループに一人程度の指導者が別についた。この指導者が信州大学教育学部・工学部・ものづくり大学の専門の学生である。



写真1 高遠中学生徒への指導

ハンダづけの説明や師範の様子は SINET を利用した高速回線を活用したために、鮮明な映像で指導が行われた。各班では各自のハンダづけの様子を中継していく。ハンダづけを行なっている生徒とその様子の中継する生徒という役割になったが、撮影する生徒も、友だちの実技をじっくり観察する姿がみられた（写真2）。専門家の指導を受けながら、班の仲間とも会話が多く生まれ「協働的な学び」が成立していた。



写真2 協働的な学び

その後の回路の点検の場面では、部品面・ハンダづけの面・部品の取り付け状況等を写真で撮影し、専門家と共有しながら指導を受けていたが、生徒は手際よく学習を進めることができた。

通常の授業ではハンダづけの様子を先生に見てもらおうとした時に順番を待つなど作業が滞る場面もみられる。しかし、少人数であることからすぐに見てもらうことによって生徒は自信を持って次の工程に進めていた。



写真3 指導者からの的確な助言

また、作業を伴う授業では理解に差が生じることもあり、作業が滞る生徒もあらわれる。しかし、各班に指導者がついてることによって個々の生徒の理解の応じた指導が的確に行われていった（写真3）。

個々の生徒に対して遠隔からでは具体的な指導が難しい場面では、その状況を指導者どうしで随時共有することで現場の教員が優先順位をつけて効率的に指導を行うことができた。

3.5 遠隔教育を行うためのネットワーク

遠隔教育システムは授業中に安定した通信が求められる。できるだけ高速の回線を利用することで高画質・高音質で安定した遠隔教育を行うことができる。今回の授業は文部科

学省の委託を受け、信州大学教育学部附属次世代型学び研究開発センターと伊那市・南箕輪村によって行なった「遠隔教育システム導入実証研究事業」であるため高速回線である SINET を利用している。

SINET は国立情報学研究所が構築・運用しているもので、高等教育を対象とした日本全国の国公立大学、公的研究機関等を結ぶ世界最高級（100Gbps）の通信インフラであるが、令和元年 6 月 25 日に公表された「新時代の学びを支える先端技術活用推進方策」において、全国の初等中等教育機関でも活用できるようにする方向性が示されている。

3.6 教室内の機器の配置

今回行われた遠隔授業での「ハンダづけの指導」と「回路組み立ての指導」での教室内の機器配置については図 2 に示したとおりである。

高遠中学校の 2 年生は 2 学級である。授業では 2 人から 3 人で 1 つのグループを構成し、8 グループを編成した。各グループには各 1 台の情報端末が設置

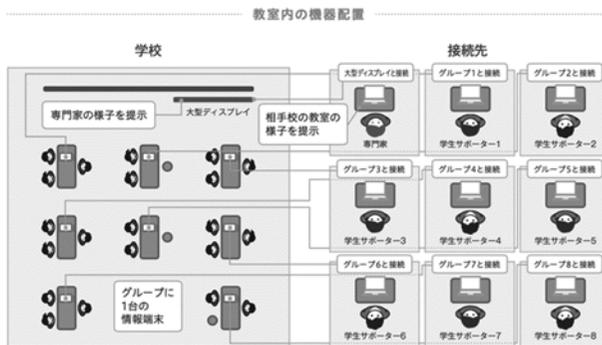


図 2 教室内の機器配置

され専門家である先生や学生サポーターと TV 会議で接続している。この指導者が信州大学教育学部・工学部・ものづくり大学の専門の学生である。よって高遠中学校からは信州大学教育学部・工学部・ものづくり大学に同時に接続することになる。また、教室前面には大型ディスプレイが置かれ、技術の免許を所持した院生の指導が提示されている。

3.7 大学と自治体の連携による遠隔授業

これまで述べて来たように、伊那市の遠隔授業はいくつかの大学との連携によって成立している。地方都市がより高度な教育実践を積み重ねる上では大学と自治体の連携は必要である。現在遠隔での連携が可能であり、日常的な連携が容易になってきている。

この連携について忘れてはならない視点がある。遠隔事業の実践について双方に利点はあるのかということである。今回の授業では、高遠中学校の教員・生徒、各大学の学生で授業を行った。それぞれの利点とは何か。

高遠中学校の生徒にとっての利点はこれまで述べてきたとおりである。また、高遠中学校の非免許教員にとっては最高の教科会に参加できたことがある。今まで、授業を行うための教材研究や授業準備の場面では知り合いの教員を頼って電話で相談をしていた。今回の授業に関しては大学の技術科の専門の指導者とともにオンラインでの教科会が毎回行われた。さらに、実際の授業場面では、目の前の生徒を客観的に見ることもできた。これによって個々の生徒のつまづきについて詳細に見極め、以後の指導に十分に活かすことのできるスキルを身につけることができた。

それでは、授業を提供する側はどうであったか。各大学の学生は「貴重な教育実習」を体験できたと考えられる。今回の授業では高遠中学校2学年の2つのクラスに対して同様の遠隔授業が行われた。学生たちは回を重ねるにつれて指導力をつけていった。遠隔という制約の中で、生徒に対する言葉が洗練されていった。普段の対面の授業では言葉が多くなることによって説明がわかりにくくなっていくことがある。そのことから学生たちは無駄のない的確な言葉を使うことを意識していったのである。短く端的に伝えるという対面の授業で大切なスキルを身につけることができたと考えられる(写真4)。

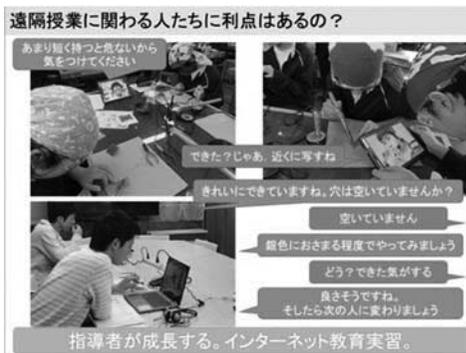


写真4 指導者が成長する

4. STEAM 教育

4.1 単元展開の概要

今回の授業は技術と美術の合科の授業として展開している。それぞれの時間数についての調整は授業者が美術と技術の指導を行なっていることから調整は容易であった。また、遠隔授業の日程調整もやりやすかった。

美術の学習と技術分野の「エネルギー変換の技術」「情報の技術」の学習内容につながりを持たせることでカリキュラムマネジメントを意識した学習内容とすることができた。

時間数については、技術13時間、美術8時間の全21時間で扱った。以下にその概要を示す(丸付き括弧内の技術、美術はそれぞれの時数を表す)。

第1時(技術1)「作品イメージを持つ」

ねらい：単元を通しての学習内容について知る(イルミネーション製作について)

遠隔授業1：指導していただく先生・専門の学生と顔合わせを行い、一緒に学び合う意欲を高める

指導の視点：抽象作品の表現のおもしろさに気がついた生徒が参考作品や動画(イルミネーション光)を鑑賞することを通して光と形の抽象作品づくりに興味を抱き、作品作りの見通しや、作品イメージを持つことができる。

第2時(美術1)「抽象立体を作るための発想を広げる(割り箸と輪ゴム)」

第3時(美術2)「抽象立体の製作の続きを行う」

第4時・第5時(技術2・3)「ハンダづけができるようになろう」

ねらい：電気回路の製作を行う(2時間扱い)

遠隔授業2：技術の免許を持った院生、専門家の先生や学生に電気回路の組み立て方について少人数で指導を受ける

第6時(技術4)「ハンダづけができるようになろう」

ねらい：電気回路の製作を行う（2時間扱い）

第7時（美術3）「抽象立体の製作の続きを行う」

第8時（技術5）「回路を組み立てよう」

ねらい：電気回路の製作の続きを行う

遠隔授業3：専門家の先生や学生に電気回路の動作確認について少人数で指導を受ける

第9・10時（技術6・7）「回路の動作チェックをしよう」

ねらい：電気回路の動作チェックを行う（2時間扱い）

遠隔授業4：専門家の先生や学生に電気回路の動作確認について少人数で指導を受ける

第11時（美術4）「本製作① イメージをスケッチする」

第12時（美術5）「本製作②」

第13・14時（美術6・7）『『自分の心』を形にしてみよう』

ねらい：美術での造形作品とイルミネーションの製作に先立ってデザイン工学の観点からの指導をいただく（2時間扱い）

遠隔授業5：デザイン工学の専門家の先生から指導を受ける

第15時（技術8）「micro:bitの基本を学ぶ」

第16時（技術9）「イルミネーションのプログラムを考える」

第17時（美術8）「美術での造形作品とイルミネーションを組み合わせる」

第18時（技術10）

「造形物にふさわしいイルミネーションの点灯パターンをプログラミングする」

第19時（技術11）「自分の作品についてのプレゼンテーションの準備を行う」

第20時（技術12）「プレゼンテーションを製作する」

第21時（技術13）「プレゼンテーションを行う」※コロナ禍のため実施できなかった

4.2 光と形の抽象作品づくり」でのSTEAM教育

「生徒たちは『『自分の心』を形にしてみよう』という課題に対して造形物を作り3色のLEDイルミネーションを組み込み点灯させる。その際に造形物のデザインとLEDの点滅のさせ方を工夫することによって「自分の心」を表現した（写真5）。

例えばA生は「生」というテーマを設定し、「人が生きていくなかで出会う様々な感情」を造形物とLEDの点滅で表現しようとした。造形物では「クルクル（した部分は）は悩み（を）…（枝のような部分の）のびかけは成長しようがんばっているところ…」などを木の枝で…」表現するよう工夫したという（写真6）。

この学習の振り返りの場面では造形物に関しては「木の枝を表現する際、バランスの取り方に少し苦戦しました。様々な枝を表現できたのでよかった」と述べ、LEDのプログラムに関しては「プログラミングをするのは初めてで、とても楽しかったです。タイミングをすこし、ずらすのが上手にできてよかった」と感想を語っている。

このようにSTEAM教育を通して自分の課題に主体的に取り組む姿勢を養い、その課題を解決する取り組みの中で、新しい価値を生み出していく力を育成するためにデザインと

エンジニアリングを組み合わせている。

5. まとめ

高速のネットワーク環境を活用し遠隔教育を行うことによって、児童生徒の思いや願いを実現させるための「学びの可能性」が広がっている。自治体と大学が連携することによって今までは容易に実現できなかった学びを構想したり、遠くの専門家から丁寧な指導を受けることも可能である。

今回の実践は、どの自治体でも手軽に取り組めるという状況ではないかもしれないが近未来において普通に実践できるものであると考え。その時には、個の疑問・思い・願いといったものを叶えられるような学習活動が実現できるであろう。生涯学び続けることのできる力を子どもたちにつけさせることができるのではないだろうか。

謝辞

本実践では2大学3学部の先生方、学生の皆さんの多大なる協力をいただくことによって成立した。ご協力いただいたすべての皆様に感謝申し上げます。また、本実践は文部科学省の委託を受け、信州大学教育学部附属次世代型学び研究開発センターと伊那市・南箕輪村により「遠隔教育システム導入実証研究事業」を行ったものである。

文献

伊那市教育委員会，2017，平成28年度「少子化・人口減少社会に対応した活力ある学校教育推進事業」中間報告，pp.43-66

文部科学省，2020，遠隔教育システム活用ガイドブック第二版，pp.64-67



写真5 作品「自分の心」

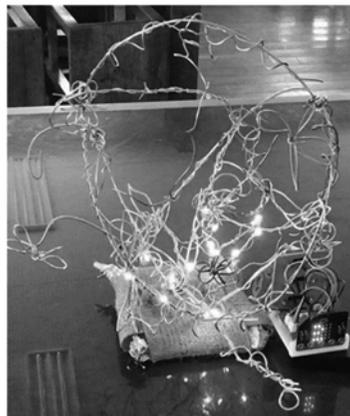


写真6 作品「生」

(2020年9月25日 受付)