2024.7.26　第 13 回理科教育大賞候補　成果発表資料

ドローンとプログラミング教材を活用した河川防災学習の実践と効果の検証

前田　昌志（三重大学教育学部附属小学校）

1. 研究の背景

本研究では，ドローンとプログラミング教材を活用した教科横断的な河川防災学習プログラムを開発し，授業実践を通してその教育的効果を検証することを目的とする。

近年，気候変動の影響による水害の激甚化・頻発化から，「流域治水」が注目されている。流域概念は，現行の指導要領で第 4 学年理科「雨水の行方と地面の様子」が新設されたことにより，第 5 学年「流れる水の働きと土地の変化」第 6 学年「土地のつくりと変化」と合わせて系統的に学ぶことが可能となった。自然災害との関連を充実させることで，河川防災への最新の考え方を踏まえた新たな学びが展開できると考えた。

河川のような大きなスケールの自然は，子どもが地上での観察や調査で全体像を把握しにくい。そこで，単元の前半では，河川の全体像が分かる動画をドローンで撮影し，河川とその周辺の土地の様子が俯瞰的に分かるようにする。これまで人間の目で見られなかった視点から多面的に河川を捉えることで，地上からは捉えにくい堤防やダム，遊水地などの治水機構にも迫ることができると考えた。

単元の後半では，LEGO のプログラミング教材を活用してものづくりを展開する。（S）理科で学習した科学的知識に加えて，（T）「プログラミング」で雨量や流量に合わせて動くシステムを作り，（E）「レゴ教材で堤防やダムの構造」を再現し，（A）「自助・公助・共助といった社会的要素」や「治水の歴史」などの観点から治水を捉え，（M）「時間雨量や流量」などの数学的な観点を踏まえながら，STEAM の視点で実社会での課題を解決しようとする姿がみられると考えた。

2. 研究の内容

2-1. ドローン映像データベースを構築！ ～津市の 2 万 2 千人がアクセスできる地域教材～

実践前に，ドローンで河川の映像を撮影した。映像は YouTube にアップロードし，一般公開した(図 1)。動画は全国 13 水系で計 180 本以上である。津市内では端末から YouTube のアクセスが制限されている実態も踏まえ，地域の学習ポータルサイト「津市 e-Learning ポータル」に映像データベースを構築した。上流から下流まで位置情報とともに映像が整理されており，市内の 2 万 2 千人の小中学生が端末を活用して簡単にアクセスできる環境を整えた(図 2)。なお，撮影にあたっては，教員が国家資格を取得し，国土交通省への許可申請・飛行計画の提出等を行い，法令を遵守して運用を行った。

図 1　ドローン映像データベース

図 2　津市 e-Learning ポータル

2-2．教科等横断的な授業実践　～ドローン映像を活用しつつ，「本物」に触れる授業展開へ～

本研究を学校全体の取り組みとして位置づけ，第 3 学年社会科「わたしたちの市の様子」，第 4 学年理科「雨水の行方と地面の様子」，第 5 学年理科「流れる水の働き」，第 6 学年理科「土地のつくりと変化」の単元と関連させて授業実践を行った。また，本校教員 3 名が理科，社会科，総合的な学習の時間で公開授業を行い，全国各地から 50 名の参会者があった。

第 5 学年では，「実際の川でも，流れる水の働きの作用が見られるか。」を確かめる場面があった。子どもたちはドローン映像を活用し，地元の一級河川・雲出川の川の上流・中流・下流の違いや，川の外側が侵食され，内側に堆積物があることは容易に確かめることができた（図 3)。しかし，子どもは実際に現地で確かめたい」という。その後野外観察に行ってみると，外側の堤防が内側より高くなっていること，川の外側を流れる水の勢いの強さ，その勢いに伴う水しぶきや音･･･人間の目線だからこそ確かめられることがたくさんあった。

図 3 ドローン映像を活用する様子

図 4　自治会長さんへの聞き取り

単元後半では，中流域の霞堤と遊水地に着目し，自治会長さんに，水と共生する人々の暮らしについて話を伺うことができた（図 4)。ドローン映像を活用しつつも，「本物」に触れる授業展開となった。

ドローン映像は，なぜ子どもたちを本物に誘うのか。それは，ドローン映像の「不十分さ」が作用していると考える。ドローン映像を使えば，何でもよく見え，よく分かると錯覚してしまう。しかし，そうではない。ドローン映像によってこれまでにない視点で事象を捉えられる一方で，本物でしか確かめられない事象もある。子どもは問題解決の過程で，間接視の不十分さに気づくのだ。

間接視と直接視の往還。それはすなわち，主体的な問題解決の過程における「アナログの限界はデジタルで突破し，デジタルの限界はアナログで突破する」という子どもの自然な営みなのである。

2-3．プログラミング教材を活用して，学んだことをアウトプット　～社会的な課題を解決する～

第 5 学年，第 6 学年では，治水を学んでいく上で，「実際に台風が近づいてきたとき，流域関係者はどのように行動しているのか。」という問いが生まれた。そこで，役割に分かれてレゴでプログラムを組みながらものづくりを行うことで，防災行動計画を再現することとした(図 5)。

「国交省」役のチームは，レゴで川の流路や水位・流量観測所を組み立て，センサーを取り付けて，水位計測のモデルをつくった。プログラムで，雨量の増加と水位の上昇をシミュレーションし，観測所で水位が 5m を超えたら津市に警報が届くシステムである。子どもたちは，「水位が上がると赤色，下がると緑色の LED が光るようにした」と話した。

「津市」役のチームは，水位の情報を受けて住民に避難を呼びかける仕組みをつくった。水位が危険なレベルに達すると，端末から「雲出川で洪水の危険性が高まっています。危険な場所にいる人は，安

全な場所に避難してください」という音声が流れる(図 6)。「原稿はどうやって考えたのか」と指導者が尋ねると，子どもたちは「津市の資料を自分で調べて参考にした」と話した。

探究の過程でプログラミングとものづくりを取り入れたことで，「流域治水」の考え方を基にした堤防やダム，遊水地などの整備が私たちの命とくらしを支えていることに気付くことができた。

図 5　チームで問題解決

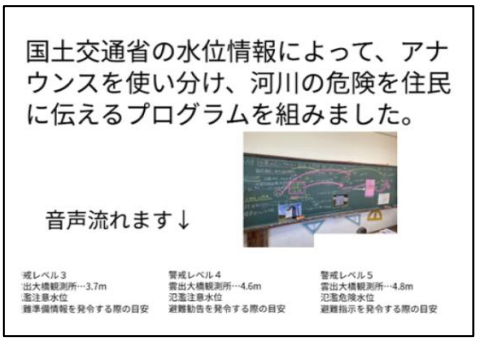

図 6　避難のアナウンス

3. 研究の成果と成果の測定方法

授業実践の評価は，3 つの方法で行った。授業で扱った内容の理解度への自己評価，ドローンやプログラミング教材を利用したことが理解の助けになったかどうかについての評価，単元の振り返りの記述の 3 つである。ここでは，第 5 学年の 1 クラス（32 名）に焦点を当てて分析をする。

3-1. 理解度の自己評価

理解度の自己評価は，授業で扱った内容についての 4 段階評価のアンケートによるもので，理解度の分布を表 1 に示す。この表から児童の理解度の自己評価は高く，ほとんどの児童が地元・雲出川の治水のしくみについて「わかった」または「よくわかった」と自己評価していることがわかる。

表 1　理解度の自己評価（数字は人数と比率）

学習内容	回答の選択肢			
	分からなかった	あまり分からなかった	分かった	よく分かった
中流域の霞堤により，下流域の洪水の被害を防いでいることは分かりましたか。N=31	0	0	6（19%）	25（81%）
流域に関わる様々な機関が連携して，洪水を防ぐ取り組みが行われていることは分かりましたか。N=31	0	0	4（13%）	27（87%）

3-2. ドローンやプログラミング教材を利用したことに対する評価

ドローンやプログラミング教材を使ったことは理解の助けになったのだろうか。そのことに対する児童の評価を表 2 に示す。表 2 から，ほとんどの児童が「やや助けになった」，「助けになった」と評価しており，ドローンやプログラミング教材の使用は一定の効果があったことがわかる。

表 2　ドローンやプログラミング教材の効果に対する評価（数字は人数と比率）

学習内容	回答の選択肢			
	助けにならなかった	あまり助けにならなかった	やや助けになった	助けになった
「中流域の霞堤により，下流域の洪水の被害を防いでいること」について，ドローンを使うことで理解することができた。N=31	0	2（6%）	9（29%）	20（65%）

「流域に関わる様々な機関が連携して,洪水を防ぐ取り組みが行われていること」について,プログラミング教材を使うことで理解することができた。N=31	0	1（3%）	4（13%）	27（87%）

3-3. 単元の振り返り

単元の最後に，自由記述で振り返りを行った。そこでは，子どもたちが「多機関の連携」「警戒レベル」といったキーワードを使って記述している（表 3)。本単元を通して，理科を起点としつつも，社会科の視点ももちながら，豪雨災害に対して具体的なイメージをもつことができたといえる。さらに，学んだことを生かして，災害が迫る前の防災行動や準備についての述べている点が評価できる。

表３　振り返りの記述

自然災害は生きていくうえで避けることはできない。だからこそ今回学んだ色々な機関の連携や，色々な目線から見るということが大切だと思う。だから，今回学んだことをただ学んで終わりじゃなく，実際にそういうことになったら学んだことを生かして行動したい。
これからは「災害は起こる」という意識を持って，生活したいと思います。警戒レベル 1 から 5 がそれぞれどんな状態を意味するのか今回知ることができたので，すばやく命を守る行動を取るために活かしていきたいと思います。また，災害を予測するために，自分の過ごす場所の危険性に興味を持って，ハザードマップなどを再確認したいと思います。

4. 今後の展開

今後の課題としては，以下の 3 点が挙げられる。

4-１．「システム思考」の視点で，カリキュラムを整理していく必要がある。

河川防災を軸として，理科と社会科，総合的な学習の時間で「システム思考」を育むことができるような具体的な指導計画を複数学年で構築していく。河川や水に関わる問題は，自然環境，社会経済，文化，政策など，多岐にわたる要素が相互に関連している。このような問題を解決するのに重要なのが「システム思考」である。子どもたちは，河川防災が地域社会に与える影響（例えば，ダム建設，洪水リスクなど）を学ぶことで，システム内の各要素がどのように相互作用しているかを考えるようになると考える。

4-２．ドローン映像だけでは把握できない数 m の違いを解決するために，3D モデルを構築する。

空撮映像だけでは霞堤や越流堤など治水構造物を把握する上で重要な「数 m 単位の違い」が分かりにくいという課題が明らかになった。そこで，ドローンの写真を「フォトグラメトリ」という技術で 3D マップにする。災害現場の検証でも使われている最新技術を教育にも応用することで，子どもの学びの「リアルさ」と「精密さ」が充実し，より深く探究できる学習カリキュラムが構築できると考える。

4-３．河川防災の実践を，公立学校に広げていく必要がある。

ドローン映像データベースは，県内の学校での活用が報告されている。今後は，それぞれの地域の財を活用しつつ，実践を広げていく必要がある，令和 5 年 12 月からは，木曽川の下流域にある桑名市立長島中部小学校と連携して，総合的な学習の時間のカリキュラム開発を行っている。そこでは，地域で生まれ育つ子どもたちに対して，水害の恐ろしさだけを教える授業は絶対にしてはいけない。本物に触れ，地域に愛着をもち、地域の自然の美しさ・豊かさ，水と共生する人々の知恵に気付くことが何よりも大切である。今回の研究成果を生かして，それぞれ学校独自のカリキュラム開発のサポートをしていきたい。