様式７
「学校」部門

河川基金助成事業

ドローン映像とＶＲ技術を活用した河川教育教材の開発と実践

報告書

助成番号：2020－7221－001

三重大学教育学部附属小学校
校長　　　　　松浦　直己

2020 年度

様式　８

〔学校部門〕　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　〔概要版報告書〕

助成番号	助成事業名	学校名
2020-7221-001	ドローン映像とVR技術を活用した河川教育教材の開発と実践	三重大学教育学部附属小学校

校長名	松浦　直己	担当教諭名	前田　昌志
過去の助成実績	なし　　あり 〔助成番号：2019-7212-008　助成事業名：ドローンを活用した河川の自然のリアルな理解のための教材開発と実践〕		
キーワード	「ドローン」、「VR」、「防災教育」、「総合治水」		
対象児童生徒	小学生（６年９５名）		
対象河川名	一級河川・雲出川	活動場所の指定状況	なし　子どもの水辺　水辺の楽校

年間学習計画（シラバス）における本助成事業の位置づけ

テーマ　：　総合治水と防災
ねらい　：　治水について理解を深めることで，水害から命を守るために，自ら状況を思考・判断できるようにする。
評価の観点：　主体的に問題解決する力，情報を活用する力，自己の生き方を考える力
活動時期　：　８月～２月

活動形態	総合的な学習の時間	各教科学習（理科）	各教科学習（　　）	学校行事	その他（　　　）	合計
上記の活動時間数	８時間	時間	時間	時間	時間	８時間

支援者等（複数記入可）

保護者	外部小学校	外部中学校	外部高校	外部大学	市民団体	専門家等
河川管理者	行政機関（博物館、資料館）等		関係団体（漁協、農協）等		企業	その他

支援概要	
支援概要	・「三重大学　初等教育におけるドローンの教育利用研究センター」による専門的な知見の提供 三重大学教育学部 荻原 彰 教授，宮岡 邦任 教授，松本 金矢 教授，永田 成文 教授 三重大学教育学部４年　船橋　拓磨さん ・国土交通省中部地方整備局河川国道事務所

活動成果	発表形態			成果作品
	学級単位	学年単位	学校全体	児童による成果発表動画の作成
	対外発表（三重大学教育学部「学部・附属連携授業」報告）			

安全対策に関する課題

VRゴーグルによる視力への影響を最大限考慮し、メーカーと協議のもと、使用は６年生に限定した。
また、一人あたりの連続使用時間を最大５分とし、児童には無理に装着する必要はないことを伝えた。

活動の成果と今後の課題・展開

〇活動の成果
・VRゴーグルで見る河川は壮大で美しく、地域の河川に対する愛情や畏敬の念を育むことができた。
・VR技術を活用することで、コロナ禍においても、現地に行くことなく河川調査を行うことができた。
・令和２年７月豪雨の被害を自分事として捉え，地域の課題に対して主体的に問題解決することができた。
・「なぜ雲出川に霞堤が残されているのか」という課題に対して、学級全体で粘り強く探究する姿が見られた。
・水害の危険性に気づくとともに，洪水を防ぐための堤防の役割やその特徴について考え，理解することができた。
・昨年度からの継続的な河川教育の取り組みにより課題が克服され，よりよい授業プログラムが構築できた。

▲今後の課題と展開
「学んだことを活かして、どのような治水機能があれば洪水を防ぐことができるか」と、治水を工学的、技術的な視点で捉えることは不十分であった。そこで、今後はものづくりとプログラミング教育の視点で実践を充実させることで、これまでの実践と組み合わせたＳＴＥＡＭ教育が実現し、実社会に活かせる問題解決の力が身に付くと考える。

活動内容と実施時期（主な活動を２つのみ記入）

	部門	大分類	中分類	小分類	実施時期
データベースに登録する活動分野	学校部門	調査・研究	教育研究系	防災教育	８月～２月
			教育研究系	教育プログラムの開発	８月～２月

※データベースに登録する活動分野は、本冊子Ｐ．４６の活動分野一覧表から代表的なものを２つ記入して下さい。

河川基金助成事業

ドローン映像とＶＲ技術を活用した
河川教育教材の開発と実践

成果報告書

助成番号：2020－7221－001

三重大学教育学部附属小学校
校長　　　　　松浦　直己

2020 年度

1　小学校におけるVRを用いた河川教育の意義

川と人との関係を考える上で，治水は欠かせない要素である．治水についての考え方は近年，大規模なダムや堤防で洪水を封じ込める近代治水の考え方から，昔からの治水の方法である伝統治水も活かしながら，浸水を人の住んでいない地域に留め，住宅街や市街地への浸水を防ぎ，流域全体での被害を減らす総合治水の考え方へと変化しつつある．

治水は主には5年生の「流れる水のはたらき」で扱うが，3年生でも社会科を中心に地域について学ぶことになっている．津市を流れる雲出川は近代治水と伝統治水を組み合わせた治水である総合治水を行っており，雲出川を深く知るためには，総合治水の考え方を扱うことが望ましい．

また,先行研究の授業実践としては,津市安濃川の治水を題材とした河川教育教材の開発（井ノ口　2019）やドローンを活用した河川教育教材の開発（森下　2020）がある．井ノ口（2019）では，降水時に危険になる場所を探す,治水のための施設を見学する等の活動を実際に授業の中で川へ行き,行なった.森下(2020)では，ドローンを用いて，立ち入りが困難な場所や上空からの視点で撮影した映像を授業内で使用した．しかし，授業の中で学校外へ見学に行くことは，事前の準備や引率の先生の協力，子どもたちの安全面からも簡単なことではなく，教員の負担が大きい．中には，見学に行ける範囲に川が無いという学校があることも考えられ，川があったとしても，その川に河川教育に適した治水のポイントがあるとは限らない．また，ドローンの映像を使用した授業は「大部分が教師側が操作する，演示するといった内容であったため，より児童たちが自分達で操作，実験できるような内容を加えていくことが求められる」と子どもたちにとって受け身の授業になってしまい，主体的な活動が欠けがちである（森下　2020）．そこで，VR（Virtual Reality：仮想現実）を使用して実際にその場に行かなくても子どもたち自身が見たい場所を自由にみることができるようにすることが考えられる．

VRを用いた教材開発の実践としては,月の満ち欠けについて学ぶVR教材の開発（瀬戸崎ほか　2018），バーチャル鉱山実習システムに音声による解説を追加した教材である鉱山VRの開発（伊藤ほか　2020），バーチャル・リアリティによる地理教材の開発（橋本　2006）などがある．しかし，VR教材を用いた河川教育の実践の事例は見られない．そこで，本研究はVRを用いながら雲出川で行われている総合治水について学ぶ河川教育教材の開発を目的とした．

2　雲出川の概要とそれに伴う教育内容

2.1　雲出川の概要

雲出川は，三重県津市と奈良県宇陀郡御杖村の県境に位置する三峰山を源に，八手俣川等の支流と合流しながら東へ流れ，伊勢平野に出て波瀬川，中村川と合流し，その後，雲出古川と分かれて，伊勢湾に注ぐ.幹川流路延長55km，流域面積550km²の一級河川である．雲出川流域は，三重県津市，松阪市，奈良県御杖村の2市1村からなり，八手俣川，中村川，波瀬川等の総計40の法河川を有している．

雲出川流域は，山地により大部分が占められており，三峰山から北北東に横たわる布引山脈と，東に横たわる高見山脈，更に局ヶ岳から北東に分布する山々によって挟まれた典型的な扇状形の地形である．上流域は，高見山地に含まれた600～1000m級の山に囲まれた山地を蛇行し，平地は谷底平野としてわずかに見られる．中流域に入ると，なだらかな丘陵地形となり，下流域は，伊勢平野の中を大きく蛇行しながら流れる．中～下流域の蛇行した流れは侵食と堆積を繰り返し，河岸段丘や沖積平野を形成し，河岸段丘上には市街地が広がっている．河口部は，雲出古川が本川から分流し，規模の大きなデルタ地帯が広がり，津市香良洲町沿岸部には砂浜も見ることができる．

2.2　教育内容

2.2.1　近代治水

近代治水とは，重機やコンクリートなどの近代的な技術を用いて，明治後期以降に進められた治水のことである．河川から水が溢れることを防ぐための主な方法として，重機を使って川沿いに盛り土をし，堤防を作ることが行われている．また，堤防への水の浸透や川への土砂の流出を防ぐために，コンクリートや鋼板で補強したり，堤防の間を流れることができる流量を増やすために堤防の嵩上げ，河道掘削，樹木の伐採な

どが行われたりしている．上流には，コンクリートを使った巨大なダムが建設され，大雨が降ったときには一時的に水を貯め，川の流量が落ち着いてから少しずつ流している．

写真 2.1　ドローンで撮影した雲出川堤防

写真 2.2　ドローンで撮影した君ヶ野ダム

2.2.2　伝統治水

伝統治水とは，近代治水以前から伝統的に行われてきた治水のことである．伝統治水には，浸水を完全に防ぐのではなく，田畑などへの浸水は許し，人が住むところへの浸水を防ぐ考え方がある．この考え方は，霞堤という上流側の堤防と下流側の堤防の間に開口部を設けた不連続な堤防を用いて行われる．川の増水時には，開口部から堤防の外へと水を通して田畑などに一時的に貯め，下流に流れる流量を減らして洪水を防ぎ，川の水位が下がると，開口部を使って堤防の外に貯めた水を川へと戻す．また，人の住む家などは，周りに比べて高くなっている段丘，自然堤防の上に建てられている．

写真 2.3　雲出川霞堤西端(松阪市嬉野黒田町)

写真 2.4　雲出川霞堤東端(松阪市嬉野黒田町)

写真 2.5　河岸段丘とその上にある家

写真 2.6　自然堤防とその上にある家(国交省提供)

3　授業実践

3.1　授業概要

授業は全 7 時間構成で総合的な学習の時間を利用して実施した．対象は第 6 学年 32 人の学級で行った．本実践は，三重大学教育学部 荻原彰教授、教育学部 4 年 船橋拓磨さんと分担して行った．また，第 7 限には国土交通省中部地方整備局三重河川国道事務所の谷田翔平氏に授業をしていただいた．教育内容と大まかな授業の流れを以下に示す．

表 3.1　授業実践の概要

	テーマ	授業者	内容
第 1,2 時	治水について問いを見出そう	前田 船橋さん	令和元年 10 月の台風 10 号による長野県千曲川氾濫のニュース映像を見て，各自が治水について考え，気になることをイメージマップにまとめた．その後，津市を流れる雲出川の治水について考えていくための導入動画を観た．
第 3,4 時	治水の方法と工夫について考えよう	船橋さん	近代治水の方法についての動画を見るグループ，伝統治水の方法についての動画を見るグループに分かれ，それぞれが学んだことをジグソー法で教え合い，理解を深めた．
第 5,6 時	なぜ雲出川では霞堤のような伝統治水の方法を残しているのか	前田	議論の前に VR 映像で雲出川のさらに詳しく見たい部分を見た．その後，「人間はコンクリートで巨大なダムや高い堤防を作る力を手に入れたのに，なぜ雲出川では霞堤のような伝統治水の方法を残しているのだろうか」というテーマでクロストークをした．
第 7 時	雲出川の整備計画を知ろう	国交省 谷田氏	国土交通省の担当の方に来て頂いて，雲出川の整備で行っていることや，霞堤をどうするかなどの今後の方針の説明を聞いた．最後に，授業を通して出た疑問を解消して頂く質問の時間を設けた．

3.2　教材紹介

3.2.1　ドローン

ドローンは，DJI 社の Mavic Pro Platinum 使用した．Mavic Pro Platinum は，ジンバルによる安定した 4K 動画と 12 メガピクセルの写真を撮影することができ，動く被写体も簡単に追尾することができる．また，最大 4km（日本仕様）離れたところから専用のアプリを使って，カメラからリアルタイムで送信される映像を見ながら機体を制御することができ，最大 30 分間飛行することができる．

3.2.2　360 度カメラ

360 度カメラは，Insta360 社の Insta360 ONE R を使用した．Insta360 ONE R は，360 度撮影と 4K, 60fps 広角撮影を切り替えることができるアクションカメラで，FlowState 手ブレ補正技術で，ジンバル無しでも安定した撮影をすることができる．また，専用のドローンモジュールを使えば，ドローンが映像から完全に消える空中 360 度ビューを撮ることができる．

3.2.3　VR ゴーグル

VR ゴーグルは, Facebook 子会社である Facebook Technologies 社の Oculus Quest2 を使用した. Oculus Quest2 は，完全ワイヤレスかつ PC もコンソールも不要の VR ヘッドセットで，スマートフォンのアプリで簡単なセットアップをするだけで，圧巻のグラフィックと全方位からの迫力あるサウンドで臨場感溢れる VR の世界を体感することができる．また，ガーディアンというプレイエリアを設定することで，ガーディアンの境界線にユーザーが近づいたときにはアラートが表示され，ガーディアンを出てしまったときには自動で VR 映像が停止されるようになっているので，子どもたちも周囲が安全な環境で VR の世界を楽しむことができる．

写真 3.1　ドローンと 360 度カメラ

写真 3.2　使用した VR ゴーグル

3.2.4　ドローンで撮影した映像

本研究の中でドローンを使用して撮影した雲出川の映像は，すべて YouTube チャンネル「【附属小】ドローン映像データベース」（https://www.youtube.com/channel/UCRvH75ZRdmWIZFyBVJfz3Uw/videos?view=0&sort=dd&flow=grid）にまとめている．通常のカメラで撮影した映像には【2D】，360 度カメラで撮影した VR 映像には【VR】と記している．

3.2.5　千曲川氾濫のニュース映像

令和元年の千曲川 10 月の台風 10 号による長野県千曲川氾濫の映像として「NBS みんなの信州　報道特番　検証“千曲川氾濫”～被災地からの報告　復旧・生活再建の道筋は～」（FNN プライムオンライン（YouTube チャンネル））を使用した．

写真 3.3　YouTube チャンネル

写真 3.4　千曲川氾濫のニュース映像

3.2.6　雲出川と防災導入動画

ドローンで撮影した映像を編集して，雲出川と防災についてこれから考えていくための導入の動画を作成した．撮影した動画は，YouTube にアップロードし，児童が何度も視聴できるようにした．

写真 3.5　導入動画①

写真 3.6　導入動画②

3.2.7　雲出川近代治水動画

ドローンで撮影した映像を編集して，雲出川で行われている近代治水の方法について学ぶ動画を作成した．動画の途中には，ただ観るだけにならないよう，動画を止めて考える問いも設けた．

写真 3.7　近代治水動画①

写真 3.8　近代治水動画②

3.2.8　雲出川伝統治水動画

ドローンで撮影した映像を編集して，雲出川で行われている伝統治水の方法について学ぶ動画を作成した．動画の途中には，ただ観るだけにならないよう，動画を止めて考える問いも設けた．

写真 3.9　伝統治水動画①

写真 3.10　伝統治水動画②

3.3　実践の流れ

3.3.1　第 1,2 時

まず初めに，令和元年の千曲川 10 月の台風 10 号による長野県千曲川氾濫のニュース映像の一部を見せた.大きなニュースになった水害ということもあり，関心が高いようすだった.

次に，治水について気付いたことや疑問をまとめるためにイメージマップを作成させた.イメージマップでは，「堤防を強くする方法はないのか」「堤防以外の治水の方法はないのか」など堤防に関する記述が多くみられた.子どもたちは，疑問に疑問が重なり，どんどんイメージマップを書き進めていた.各自でイメージマップを完成させた後，自分の問いを発表させた.

写真 3.11　ニュース映像を見るようす

写真 3.12　イメージマップを描く児童

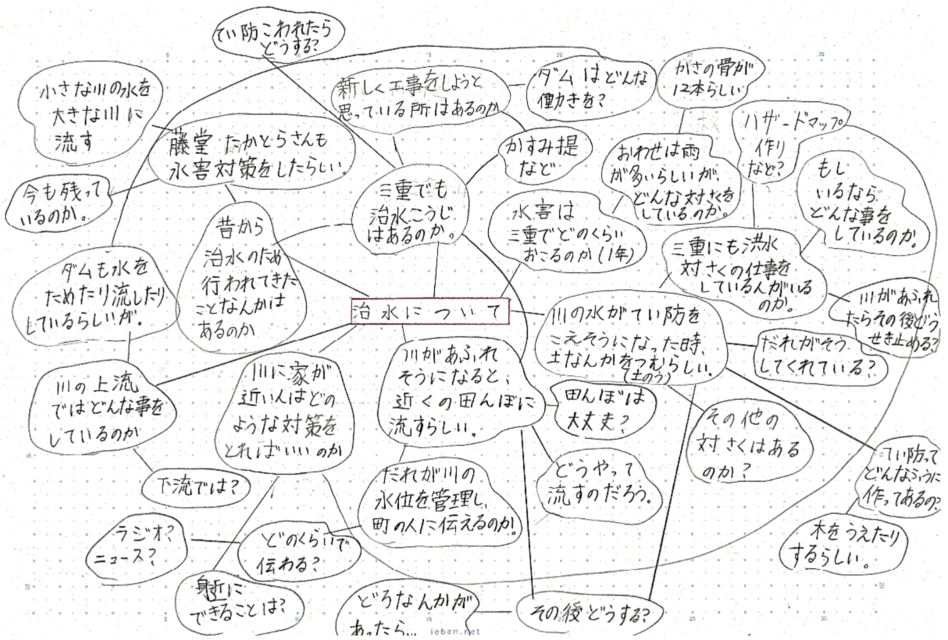


写真 3.13　児童が描いたイメージマップ

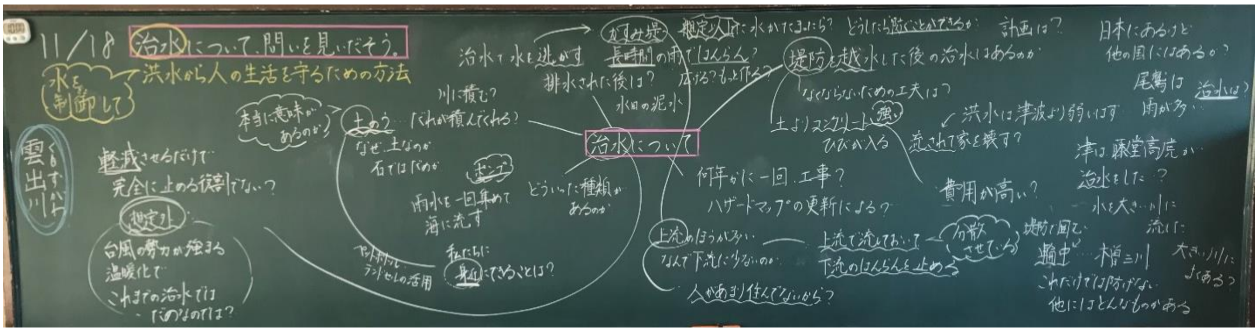


写真 3.14　子どもたちの問いの交流を記録した板書

○第 3,4 時

前時で生み出された問いを基に，近代治水と伝統治水について，専門的な知識を習得するためにジグソー法で学習を行った.説明動画は，予めドローンで撮影した映像を活用して作成した.ジグソーグループは，4 人 1 班を A，B の 2 人ずつに分けた.以下に実践したジグソー法の流れを示す.

表 3.2　ジグソー法による近代治水と伝統治水の学習の流れ

流れ	A グループ	B グループ
↓	近代治水の説明動画を視聴する.	伝統治水の説明動画を視聴する.
	近代治水の説明を B グループにする.	A グループの近代治水の説明を聞く.
	B グループの伝統治水の説明を聞く.	伝統治水の説明を A グループにする.
	クラス全体で近代治水の方法と工夫を B グループの人が発表する.	
	クラス全体で伝統治水の方法と工夫を A グループの人が発表する.	
	お互いのグループが見た伝統治水の説明動画を視聴する.	

伝統治水の動画では，多くの子どもたちが，雲出川の洪水時には田畑が浸水していることに気付いた.さらに，田んぼは浸水しているが，家があるところは浸水していないということに気付いた.また，霞堤から水を田畑に流し，人の住んでいるところを守る伝統治水の考え方を知り，子どもたちは驚いている様子だった.ただ動画を見て学ぶだけでなく，見ていない人に説明する，説明してもらったことを全体で発表することでより深く理解することができた.

写真 3.15　説明動画を見るようす

写真 3.16　伝統治水の説明動画

○第 5,6 時

前時を受けて気になったところ，確かめてみたいところを VR 映像でより詳しく調査をした.子どもたちは，近代治水では堤防やダムを，伝統治水では霞堤や段丘を見たい方向から調査をした.

次に，「なぜ雲出川では霞堤のような伝統治水の方法を残しているのだろうか」という問いについての議論を行った.議論では，ジグソー学習やドローン映像で調査したことを根拠に，次から次へと様々な意見が出て，積極的に対話を行う姿が見られた.そこでは，「人々の生活や財産を守ること」「流域全体でどう洪水対策をしていくのか」という視点が大切であることに気付く姿が見られた.子どもたちが議論した大まかな内容を次に示す.

霞堤のような伝統治水に賛成の意見	霞堤のような伝統治水に反対の意見
・土地の特徴を生かしている. ・ダムや堤防はお金がかかるが，霞堤は安くすみそう. ・ダムの建設は，環境，自然破壊に繋がる. ・昔からの知恵で，今あるものを生かしている. ・家は高台にあり，浸水するのは田畑だから問題ない.	・耐久性はダムのほうがありそう. ・ダムは長い目で見れば安い. ・霞堤は田んぼの稲がダメになってしまう. ・上流にはあまり人は住んでいないから，ダムを建設しても問題ない.
・上流はダム，下流は霞堤でカバーし合って二重に被害を防ぐ. ・近代治水と伝統治水どちらにもメリット，デメリットがある.	

写真 3.17　VR 映像を見るようす

写真 3.18　VR 映像を見るようす

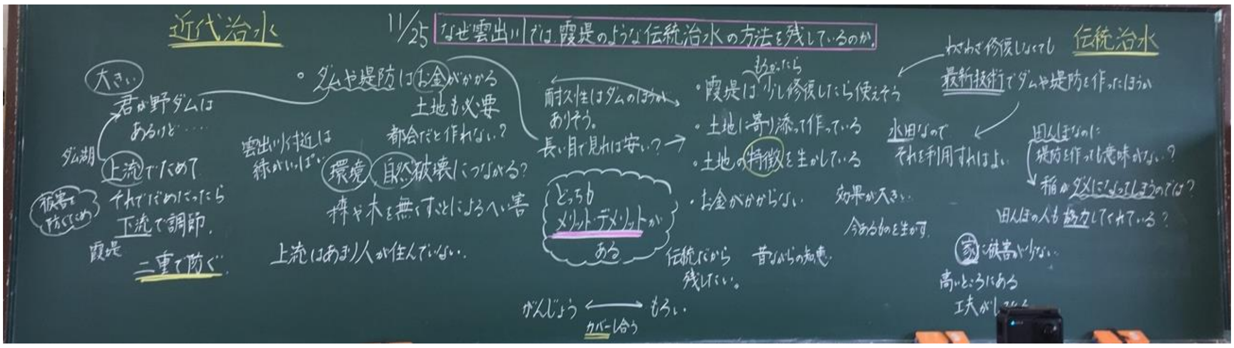


図 3.19　議論をまとめた板書

<u>○第 7,8 時</u>

国土交通省中部地方整備局三重河川国道事務所の担当者に来ていただき，まとめの授業を行った.雲出川に現在 6 つある霞堤は整備しながら残す方針であるが，一番上流の霞堤は遊水機能があまりないので将来的に閉じるかもしれないと説明していただいた.

質疑応答の時間には，「霞堤によって田畑が水没した場合，補償はあるのか」「雲出川の整備計画を全て完了させるには，いくらかかるのか」「地球温暖化が進んでも水害を防げるのか」といった，単元の学習に留まらない深い質問もあり，充実した学習となった様子が見られた.

写真 3.20　出前授業のようす

写真 3.21　質疑応答のようす

4　評価方法

授業実践の初回である第１時の初め（事前）と，最終回である第７時の終わり（事後）に「洪水から人の生活を守るためにどんな方法がありますか．それらの方法についてあなたが知っていることを書いてください．」という同じ問いで評価問題を行なった．回答は記述式でしてもらい，分析は，子どもたちの書いた文から同じ内容と言えるものをカテゴリ分けし，そのカテゴリを記述した人数をカウントした．その後，Fisher の正確検定を行い，有意差のあるカテゴリを抽出した（P<0.05 で有意差あり）．また，KH Coder を用いて分析も行なった．KH Coder とは，テキスト型データを計量的に分析するためのソフトウェアであり，これを用いることで特徴語の出現頻度を数値化したり，特徴語同士の共起関係をネットワーク図として示したりすることができる（樋口　2004）．今回は，共起ネットワーク図と対応分析を評価に使った．共起ネットワーク図では４回以上現れた語を，対応分析では７回以上現れた語を抽出するように設定した．

また，第５時で VR を使用した後，VR 映像を活用した感想をワークシートに記入させた．こちらについても，評価問題と同じく KH Coder で４回以上現れた語を抽出して共起ネットワーク図を作成，評価した．

第７時の終わりに行なった評価問題（事後）の後には，４段階評価の授業アンケートも行なった．設問は，（1）授業はおもしろかったですか，（2）近代治水についてわかりましたか，（3）伝統治水についてわかりましたかの３問で行なった．（1）はおもしろかった，ややおもしろかった，あまりおもしろくなかった，おもしろくなかったで，（2），（3）はよくわかった，だいたいわかった，よくわからなかった，全然わからなかったの４択でそれぞれ順に４点，３点，２点，１点と点数化し，平均を出した．

5　結果

5.1　評価問題

事前と事後の評価問題のカテゴリ分けの結果を以下に示す．

表 5.1　カテゴリ分けの結果

カテゴリ	事前	事後	p-value	有意差
1.防災バッグ(非常食、懐中電灯)を用意する	4		0.1128	
2.家族と避難経路、避難場所を確認しておき、避難する	11	7	0.4018	
3.ハザードマップを確認しておく	9	5	0.3627	
4.台風や大雨のときに川に近づかない、離れる	12		0.000131	有意に減少
5.堤防を作る	11	23	0.001852	有意に増加
6.遊水池、遊水公園に貯める	2	5	0.2554	
7.2階や高台に逃げる	18	3	0.000108	有意に減少
8.家を高い所に建てる(自然堤防、段丘)	8	15	0.06696	
9.ダムを作って川の流量を調節する	4	23	4.93E-07	有意に増加
10.家具などを洪水で流されないように固定する	2		0.4918	
11.避難用のボートを用意しておく	3		0.2377	
12.川の近くに住まない	3		0.2377	
13.早めに避難する	7	1	0.05289	
14.コンクリートや鉄板、大きな石で崩れにくい堤防を作る	5	12	0.04855	有意に増加
15.水が溢れそうな所に土嚢を積む	4		0.1128	
16.ラジオ、防災スピーカー、天気予報で情報発信、情報収集	3	3	1	
17.増水したら田んぼに流れるようにする	2	12	0.002245	有意に増加
18.協力してお年寄りや子供も避難させる	2		0.4918	
19.空のペットボトルやランドセルを使って浮く	2		0.4918	
20.橋脚などにある目盛りで流量を把握する	1		1	
21.頑丈な家を建てる	1		1	
22.避難指示に従う	1		1	
23.他の人にも避難を呼びかける	1		1	
24.車から出る	1		1	
25.堤防、川の整備をして水が流れるスペースを増やす	3	15	0.000692	有意に増加
26.洪水が起こったときのために家を浮くようにする	1		1	
27.川の水量が増え過ぎないように人工の川へ流す	1		1	
28.大雨が降る前に川の様子を点検、確認する	1	1	1	
29.人は高い所へ住み、低い所への浸水は許容する考え方である伝統治水を行う		28	2.27E-15	有意に増加
30.大規模な堤防やダムなどを使って洪水を防ぐ考え方である近代治水を行う		29	2.20E-16	有意に増加
31.霞堤から水を通して一時的に貯める		24	9.99E-12	有意に増加
32.横断工作物(橋、堰)を必要に応じて撤去する		2	0.2377	
33.伝統治水と近代治水を組み合わせて洪水を防ぐ		6	0.01069	有意に増加
34.防災の授業を通して川の危険性を知る		2	2.38E-01	
35.家の周りを塀で囲む		8	0.001988	有意に増加

子どもたちの書いた文から同じ内容と言えるものをカテゴリ分けしたところ，全部で 35 個のカテゴリに分けることができた．事前では，28 個のカテゴリが見られたのに対し，事後で見られたカテゴリは 20 個に減少した．事前では，主に避難や家でできる対策のことを中心に幅広い内容が書かれていて，考えの多様性が見られた．また，「堤防を作る」，「ハザードマップを確認しておく」などの 5 年生の「流れる水のはたらき」で扱う内容や，「空のペットボトルやランドセルを使って浮く」のように体育科の水泳の授業の中で行われる防災教育の内容も見られた．ただ，28 個のうち 17 個のカテゴリが 3 人以下にしか書かれていないように，堤防や避難に関する記述以外は少数による意見であった．一方，事後では，カテゴリは 20 個しか見られなかったが，本実践で扱った内容を中心に書かれていた．また，伝統治水，近代治水の考え方を書けていた子どもの数は，それぞれ 28 人，29 人となっていてクラスのほぼ全員が理解することができたと言える．記述した人数が有意に増加したカテゴリは 10 個，有意に減少したカテゴリは 2 個あった．

評価問題（事前）の共起ネットワーク図の結果とその Subgraph に対応する子どもたちの記述の抜粋を以下に示す．

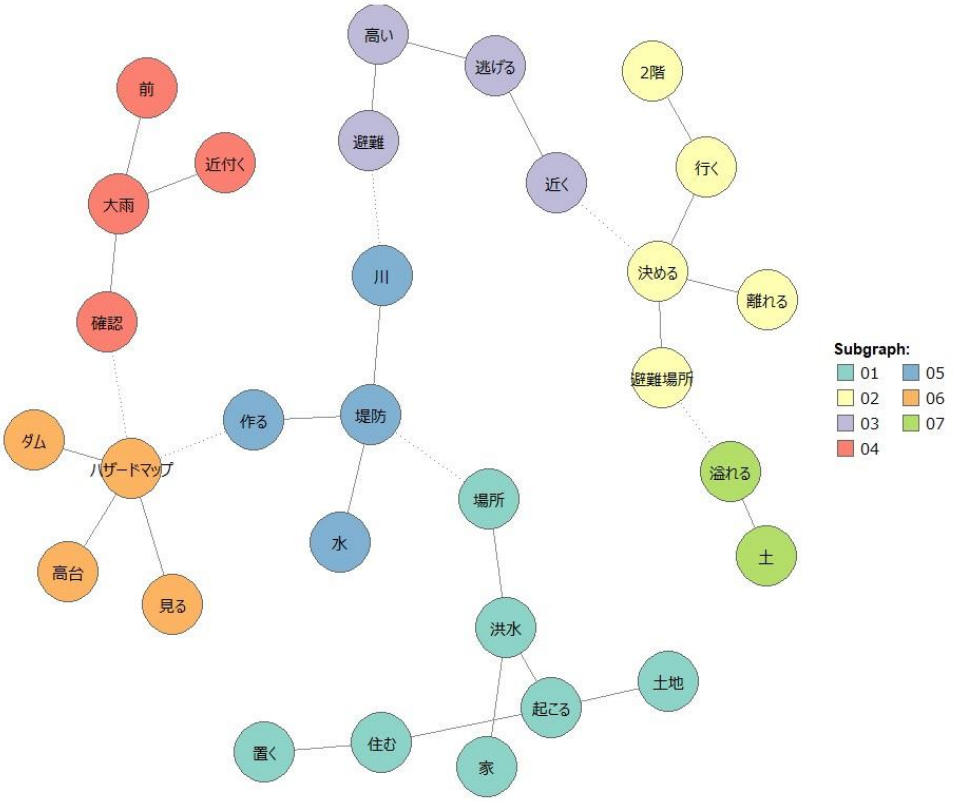


図 5.1　評価問題（事前）の共起ネットワーク図の結果

表 5.2　評価問題（事前）の共起ネットワーク図の Subgrph に対応する子どもたちの記述の抜粋

Subgraph	対応する子どもたちの記述
01 水色	家を高い場所に作る.高い土地に住む.
02 黄色	避難場所を家族で決めておく.洪水が起こる前にどこにどうやって行くのかを家族と話し合う.
03 薄紫色	雨が降っていて家が川に近い場所にある場合にある場合、高い頑丈な建物に避難する. できるだけ高い所に逃げる.
04 赤色	台風や大雨で増水している恐れがあるため川に近付かない.溢れる前から避難→見に行かない.
05 青色	水が溢れないように堤防を作る.川の周りに堤防を築く.
06 橙色	洪水についてのハザードマップを見て被害が大きくなりそうな所に家は建てない. ハザードマップを日頃から見て、自分の家の危険性を確かめる.
07 緑色	川が溢れそうな時は堤防に土を積んだり、袋の中に土か石かが入っているものを積んだりするらしい. 川や家の周りに土嚢などを置く.

水色は家を建てる場所，黄色は避難場所を決めておくこと，薄紫色は高い所に逃げること，赤色は大雨のときは川に近づかずに事前に確認しておくこと，青色は堤防を作ること，橙色はハザードマップを見ておくこと，緑色は水が溢れそうなときは土や土嚢を盛ることについて書かれていると言える．これらのことから事前では，避難や家でできる対策などの個人個人が洪水に備えてできることが多く書かれていて，それに加えて5年生の「流れる水のはたらき」で扱った堤防に関する記述が見られることがわかる．

評価問題（事後）の共起ネットワーク図の結果とその Subgraph に対応する子どもたちの記述の抜粋を以下に示す．

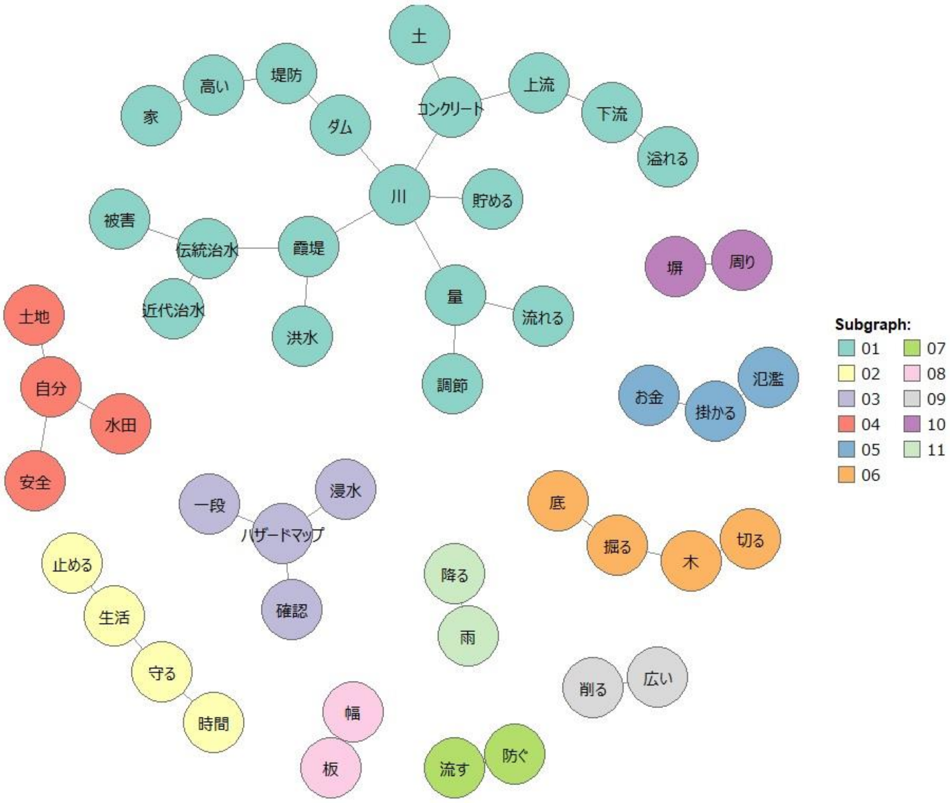


図 5.2　評価問題（事後）の共起ネットワーク図の結果

表 5.3　評価問題（事後）の共起ネットワーク図の Subgrph に対応する子どもたちの記述の抜粋

Subgraph	対応する子どもたちの記述
01 水色	現在では、伝統治水と近代治水のどちらも活用して、より洪水から身を守るための整備を整えようとしている. コンクリートの堤防で固めたり、川の上流のダムなどで水を無理やり堰き止めたりして、下流の水の量を調整することで川の付近の住民たちの生活を守っている. 霞堤は川の堤防が所々途切れており、そこから流れてくる水を一時的に水田や畑などで止め、川の水位を下げる.
02 黄色	コンクリートの堤防で固めたり、川の上流のダムなどで水を無理やり堰き止めたりして、下流の水の量を調整することで川の付近の住民たちの生活を守っている.川付近の人たちは自分たちの生活を守っている.
03 薄紫色	あらかじめ、ハザードマップなどで自分の家がどれくらい浸水被害を受けるかや、避難場所などを確認する必要がある.日頃から洪水が来たら逃げる避難場所を決めておき、ハザードマップを確認する.
04 赤色	高い場所には家を建てる、低い場所は水田にするなど土地を有効に使う. ハザードマップで自分の家の位置を見て危険性を前もって知る.
05 青色	堤防は、土で作られていて、コンクリートで作れば土よりも丈夫だから壊れにくいけど、コンクリートで作ると高いお金が掛かるから土で作られている.コンクリートで堤防を作ると水の侵食を防ぐことができるが、環境破壊に繋がる場合もあるし、お金がたくさん掛かる.
06 橙色	川の底や幅を掘ったり、周りの木を切ったりして川を流れやすくしたりして今の堤防を大きくしていく.川に架かっている低い橋や使っていない頭首口を取り除いたり木を切ったりして川に流れることができる水の量を増やす.

07 緑色	雲出川は君ヶ野ダムというダムがあって洪水が起こったときのための水を貯めておくスペースがあって、水量が元に戻ると、川にその水を流す.ダムを作って洪水を防ぐ.
08 桃色	堤防を高くしたり、幅を広くしたり、川の流れで土が削られるのを防ぐためにコンクリートで固めたり、水の浸透を防ぐため鉄の板を入れるなどの工事を行っている.堤防の高さを高くしたり、川幅を広くしたりする.
09 灰色	川底を削る.川の幅を広くする.
10 紫色	家を高い所に建て、石垣などで囲み、道路や田畑が浸かっても家が浸からないようにする. 家の周りに高い塀を作って大雨のとき水が道路に貯まっても家に溢れないようにする.
11 黄緑色	近代治水では、主にダムを使っていて降った雨をダムの中に貯めて少しずつ水を放流して川に流れる量を調節したりする.雨が降り、川が増水したときに霞堤から増水した水が入っていき、田畑などに送られ、家は高い所にあるので被害が少なくなる.

水色は本実践で扱った治水の方法や設備，黄色は人が住む地域への浸水を止めて生活を守ること，薄紫色はハザードマップの確認，赤色は自分の安全のために住む土地を選ぶこと，青色はコンクリートの堤防は氾濫を防ぎやすいけれどお金が掛かること，橙色は川幅を広げる方法，緑色はダムに水を貯めて洪水を防いで川の水位が下がってから川に流すこと，桃色と灰色は川の整備と堤防の補強，紫色は家の周りを塀で囲んで浸水を防ぐ方法，黄緑色は降った雨をどうするかについて書かれていると言える．これらのことから事後では，本実践で扱った河川の整備や治水について多く書かれていて，それに加えて自分自身の安全を守る方法が記述されていることがわかる．

事前事後の評価問題の対応分析の結果を以下に示す．

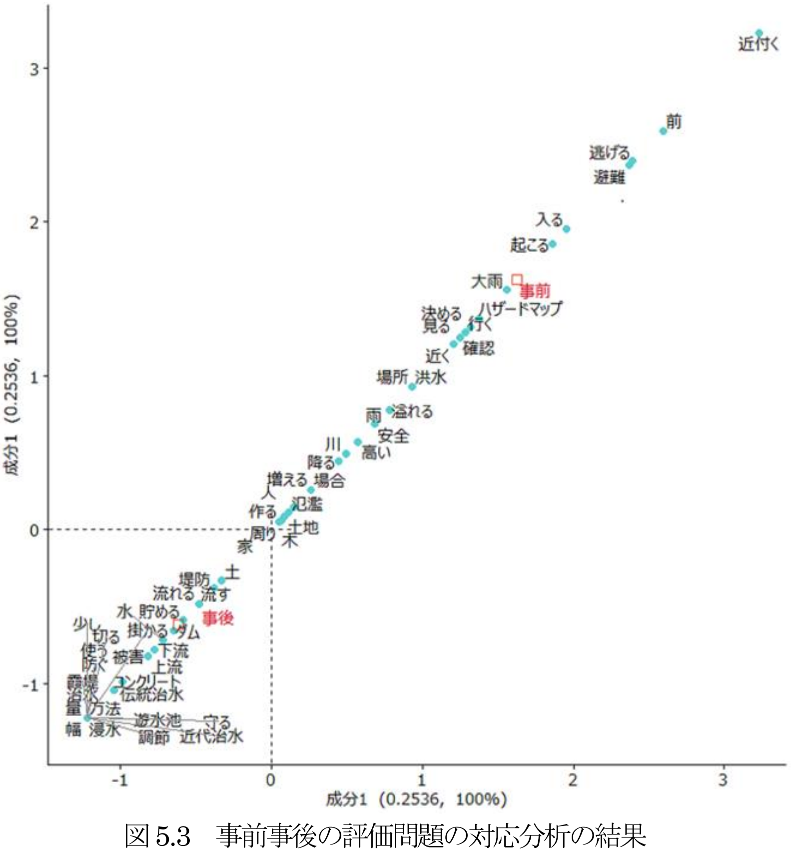


図 5.3　事前事後の評価問題の対応分析の結果

0 を境に正に見られるのは事前に特徴的な語で，負に見られるのは事後に特徴的な語である．正の中でも 1 以上の所には，川に近づかない，大雨の前に逃げる，避難する場所を決めておく，洪水が起こる前にハザードマップを確認しておくといった避難に関連した語が並んでいる．0 から 1 の間には，高くて安全な土地に家を作るという伝統治水の考え方の一つとして本実践で扱った内容に関連した語が見られる．この考え方は，事前と事後で比べると若干事前に多く見られたため，この場所に現れたと言える．負の所には，堤防，ダム，霞堤，近代治水，伝統治水といった本実践で扱った語が見られる．

5.2　VR 映像を活用した感想

VR 映像を活用した感想の共起ネットワーク図の結果を以下に示す.

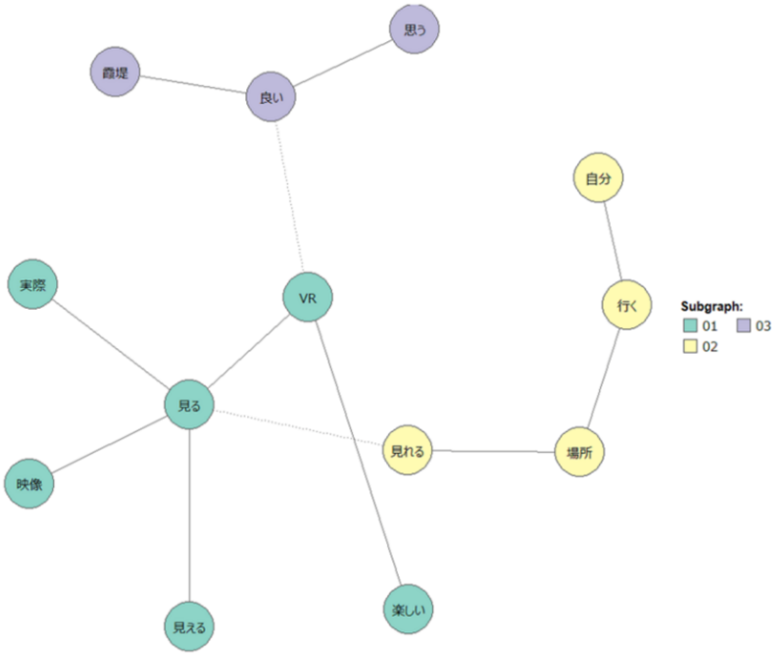


図 5.5　VR 映像を活用した感想の共起ネットワーク図の結果

緑色のグループは「VR は実際の映像が見えること」, 黄色のグループは「自分がその場所に行かなくても見られること」, 紫色のグループは「VR は霞堤を見るのに良いこと」について記述されていることがわかる. また, 「VR」と「良い」, 「楽しい」が結ばれていることから, 子どもたちは VR に対して肯定的なイメージを持ったと考えることができる. 子どもたちの記述には, 「本当にその場所に行った感覚を味わえて、動画などとは違って自分で好きな所を自由自在に見れてより勉強になった.」, 「今回、VR を使った授業をして、いつもと違った授業が出来て楽しかった.VR の映像を見て、実際にその場にいるような感覚だった.」, 「実際にどの位置に霞堤があって、その周りの様子や、住宅街はどの辺で、溢れる危険が無いのか、しっかりと目で見て知れたのがすごく良かったと思います.」などがあり, 実際にその場にいるかのように全方位を見ることで, 霞堤やその周りの様子を確認することができたとわかる.

5.3　授業アンケート

授業アンケートの結果をグラフにしたものを以下に示す.

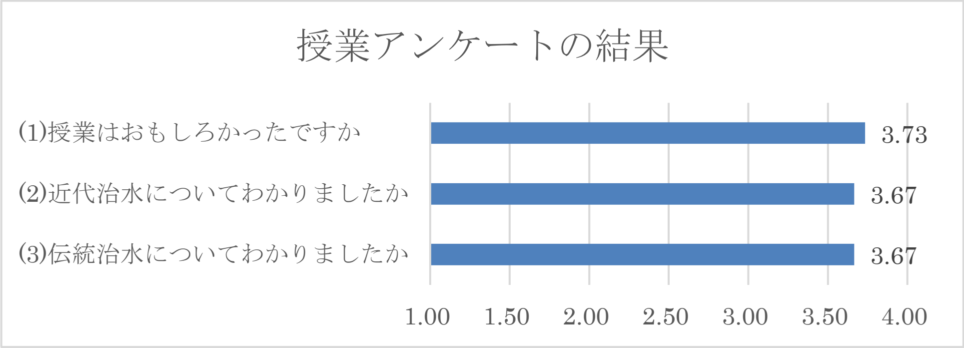


図 5.6　授業アンケートの結果

（1）授業はおもしろかったですかの結果から VR 教材を使用した本実践は, 子どもたちにとって満足いくものであったと言える. また, （2）近代治水についてわかりましたか, （3）伝統治水についてわかりましたかの結果についても, 子どもたちの理解度は高かったと言うことができる.

6　考察

評価問題の結果から，子どもたちの考える洪水から人の生活を守るための方法は，避難や家でできる対策などの個人個人が洪水に備えてできることから本実践で扱った堤防，ダム，霞堤などを用いた近代治水，伝統治水の考え方へと変化していったと考えられる．ただ，子どもたちが事前のときに書いていた記述が事後になるとほとんど消えてしまったことは残念である．実際には，新しく学んだことを書き，事前に書いたことは事後には書かなかった子どもたちが多かっただけであると考えられるが，事前の段階で気付けていた避難や家での対策も大切なことだという指導が足らなかったとも言える．

子どもたちのVR映像を活用した感想は，肯定的なものが多数見られ，VRが治水への興味関心，理解度の両面から有効であったと考えられる．しかし，ただVRを使用するだけでは授業は成り立たないので，本実践ではVRを使用する前後に様々な活動を取り入れた．そのため，今回の結果で出た近代治水，伝統治水の高い理解度はVR教材のみに依るものとは言えない．そこで，今後の課題として本実践のように1学級で評価するのでなく，2学級で行い，VR教材を使用する学級と使用しない学級に分けて評価を行う必要があると考えられる．

授業アンケートの結果も高い評価が出たが，子どもたちの個別の回答を見るとほとんどが4を選択していて天井効果が出てしまっていたので，評価方法については4択では無く，5択，6択にするなど，改善の余地がある．

今年度はCOVID-19の影響でバスに乗って現地調査に行くことができなかった.しかし，本教材開発により調査活動が天候の影響を受けなくなっただけでなく，先端技術を活用した「With コロナ時代の新しい河川調査の形」を実現することができたと考える．

謝　辞

本研究を進めるにあたって，ご支援いただきました公益財団法人河川財団，多大なご指導をいただきました三重大学教育学部 荻原彰教授，三重大学「初等教育におけるドローンの教育利用研究センター」の皆様、教材作成にご協力いただきました三重大学教育学部 船橋拓磨さん，また共同で実践を行なっていただきました国土交通省中部地方整備局三重河川国道事務所の皆様に，この場をお借りして厚く御礼申し上げます．

〈資料〉

令和3年3月16日(火)　朝日新聞社 掲載　(東海地方の防災特集)

河川教育に関する実践的研究

（NO.　１）

1.助成事業名	ドローン映像と VR 技術を活用した河川教育教材の開発と実践	学校名	三重大学教育学部附属小学校	助成番号	2020-7221-　001
2.単元名	自然災害と雲出川				
3.目標	河川防災の知見から問題解決学習を進め，ドローンやVR 技術を活用して収集したデータを基に，雲出川の治水について，より妥当な考えをつくりだすことができる。				
4.実施学年　人数	第６学年/95 名				
5.場所	三重県津市　一級河川・雲出川				

6.単元構想（総時間数）

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2

６学年・単元目標

自然災害と雲出川　8時間

- ドローンやVR 映像よる俯瞰調査行うことで，周辺の土地利用と治水のしくみを関係付けて理解することができる。
- 治水について理解を深めることで，水害から命を守るために，自ら状況を思考・判断できるようにする。
- 正解がない問題にねばり強く取り組み，そこから納得解や最適解を見いだすことができる。
- VR ゴーグルでこれまでにない「鳥の視点」で河川を見ることで、地域の河川に対する愛情や畏敬の念を育むことができる。

主な学習活動

【事象に出合う】
第１時では，令和元年台風 19 号の長野県千曲川氾濫のニュース映像を見せた。次に，各自で治水について考え，気付いたことや疑問に思ったことをまとめるためにイメージマップを作成させた。子どもは「堤防を強くする方法はないのか。」「堤防以外の治水の方法はないのか。」など堤防に関する記述が多くみられた。

【問いを見いだす】
第２時では，千曲市中心部の浸水の原因の一つで，伝統的な治水の方法である「霞堤」に着目させた。津市を流れる雲出川にもこの「霞堤」があることから，「なぜ雲出川では，霞堤のような伝統治水の方法を残しているのか。」という問いが子どもから生まれた。そのため，次時からはこの課題で探究を進めることとした。

【知識を習得する】
第 3,4 時では，指導者がドローンで撮影した映像を編集して，雲出川で行われている伝統治水や近代治水の方法について学ぶ動画を作成した。子どもは，ジグソー学習でその動画を視聴し，治水の特徴を学んだ。

【議論し、探究する】
第 5,6 時では，ドローンで撮影した VR 映像を見ることで，霞堤のつくりや周辺の土地利用について詳細に調査した。調査後には，課題について学級で議論をした。そこでは，「人々の生活や財産を守ること」「流域全体でどう洪水対策をしていくのか」という視点が大切であることに気付く姿が見られた。

【まとめ】
第 7,8 時では，国土交通省中部地方整備局 三重河川国道事務所の方に来ていただき，これからの雲出川の治水計画について説明していただいた。質疑応答の時間には，「霞堤によって田畑が水没した場合，補償はあるのか」「雲出川の整備計画を全て完了させるには，いくらかかるのか」「地球温暖化が進んでも水害を防げるのか」といった，単元の学習に留まらない深い質問が飛び交い，充実した学習となった様子が見受けられた。

評価項目

○河川氾濫のニュースを見て、気付いたことや疑問をイメージマップで表現することができる。【思考力、判断力、表現力等】
○近年、日本で起きている水害について、映像資料を通して知ることができる。【知識・技能】
○治水について、「水を治めて洪水を防ぐしくみ」であることを理解することができる。【知識・技能】

○長野県千曲市の浸水の原因である霞堤と、津市の雲出川にある霞堤を関係付け、「なぜ雲出川に霞堤が残されてるのか」と問いを見いだすことができる。【思考力、判断力、表現力等】
○身近な地域の課題について、自分ごととして捉え、主体的に問題解決しようとする。【主体的に学習に取り組む態度】

○伝統治水と近代治水について、その特徴としくみについて理解することができる。【知識・技能】
○ジグソー法を通して学んだ知識を、映像や写真を使いながら他者に分かりやすく説明することができる。【思考力、判断力、表現力等】

○360度見渡せる鮮明な VR 映像を通して、地域の河川の美しさ、壮大さを感じようとする。【主体的に学習に取り組む態度】
○VR機器を適切に扱い、必要な映像を選択し、主体的に調査することができる。【知識・技能】
○他者の意見に関係づけて、調査した事実を基に思考・判断し、自らの考えを表現することができる。【思考力、判断力、表現力等】
○課題について、他者との対話を通して意見の質を高め合い、粘り強く解決することができる。【主体的に学習に取り組む態度】

○単元を通して見いだした課題について，説明を聞いたり質問をしたりして，理解し納得することを通して，解決することができる。【知識・技能】
○雲出川の治水について知ることで、これからの地域の課題について、一人の市民として主体的に向き合おうとする。【主体的に学習に取り組む態度】

※申請時に作成したものを基にした実施計画を記載

河川教育に関する実践的研究

（NO. 2）

1.助成事業名	ドローン映像と VR 技術を活用した河川教育教材の開発と実践	学校名	三重大学教育学部附属小学校	助成番号	2020-7221- 001

7.実際に行った単元構成　注）活動の様子を記述し、写真を添付してもよい。

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2

６学年

自然災害と雲出川　8時間

教材開発とドローン映像の撮影

・ドローンやVR映像よる俯瞰調査行うことで，周辺の土地利用と治水のしくみを関係付けて理解することができる。
・治水について理解を深めることで，水害から命を守るために，自ら状況を思考・判断できるようにする。
・正解がない問題にねばり強く取り組み，そこから納得解や最適解を見いだすことができる。
・VR ゴーグルでこれまでにない「鳥の視点」で河川を見ることで、地域の河川に対する愛情や畏敬の念を育むことができる。

【教材開発】
指導者が，ドローンと 360 度カメラを使って雲出川の撮影を行った。撮影した映像は VR 処理をし，すべて学校の YouTube チャンネル「【附属小】ドローン映像データベース」にまとめて公開した。通常のカメラで撮影した映像には【2D】，360 度カメラで撮影した VR 映像には【VR】と記し，授業で活用しやすくした。

【事象に出合う】
第 1 時では，令和元年台風 19 号の長野県千曲川氾濫のニュース映像を見せた。次に，各自で治水について考え，気付いたことや疑問に思ったことをまとめるためにイメージマップを作成させた。子どもは「堤防を強くする方法はないのか。」「堤防以外の治水の方法はないのか。」など堤防に関する記述が多くみられた。

【問いを見いだす】
第 2 時では，千曲市中心部の浸水の原因の一つで，伝統的な治水の方法である「霞堤」に着目させた。津市を流れる雲出川にもこの「霞堤」があることから，「なぜ雲出川では，霞堤のような伝統治水の方法を残しているのか。」という問いが子どもから生まれた。そのため，次時からはこの課題で探究を進めることとした。

【知識を習得する】
第 3,4 時では，指導者がドローンで撮影した映像を編集して，雲出川で行われている伝統治水や近代治水の方法について学ぶ動画を作成した。子どもは，ジグソー学習でその動画を視聴し，治水の特徴を学んだ。

【議論し、探究する】
第 5,6 時では，ドローンで撮影した VR 映像を見ることで，霞堤のつくりや周辺の土地利用について詳細に調査した。調査後には，課題について学級で議論をした。そこでは，「人々の生活や財産を守ること」「流域全体でどう洪水対策をしていくのか」という視点が大切であることに気付く姿が見られた。

【まとめ】
第 7,8 時では，国土交通省中部地方整備局 三重河川国道事務所の方に来ていただき，これからの雲出川の治水計画について説明していただいた。質疑応答の時間には，「霞堤によって田畑が水没した場合，補償はあるのか」「雲出川の整備計画を全て完了させるには，いくらかかるのか」「地球温暖化が進んでも水害を防げるのか」といった，単元の学習に留まらない深い質問が飛び交い，充実した学習となった様子が見受けられた。

【成果物作成】
まとめ学習として、動画で1年間の活動について報告する動画を作り、発表を行った。また、令和2年度の河川実践交流会で動画の一部を紹介した。

8.成果と課題

○成果

・VR ゴーグルで見る河川は壮大で美しく、地域の河川に対する愛情や畏敬の念を育むことができた。また、VR 技術を活用することで、コロナ禍においても、現地に行くことなく河川調査を行うことができた。
・令和２年７月豪雨の被害を自分事として捉え，地域の課題に対して主体的に問題解決することができた。「なぜ雲出川に霞堤が残されているのか」という課題に対して、学級全体で粘り強く探究する姿が見られた。
・水害の危険性に気づくとともに，洪水を防ぐための堤防の役割やその特徴について考え，理解することができた。昨年度からの継続的な河川教育の取り組みにより課題が克服され，よりよい授業プログラムが構築できた。

▲課題

「学んだことを活かして、どのような治水機能があれば洪水を防ぐことができるか」と、治水を工学的、技術的な視点で捉えることは不十分であった。そこで、今後はものづくりとプログラミング教育の視点で実践を充実させることで、これまでの実践と組み合わせたＳＴＥＡＭ教育が実現し、実社会に活かせる問題解決の力が身に付くと考える

様式 13
〔学校部門〕　共通　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　〔活動写真〕

助成番号	助成事業名	学校名・学校長氏名
2020-7221-001	ドローン映像と VR 技術を活用した 河川教育教材の開発と実践	三重大学教育学部附属小学校 校長　松浦　直己

フィールド：雲出川支流・八手俣川(津市美杉町)
日　付　：2020 年 8 月 14 日
コメント：
ドローンで雲出川の撮影を行った。なお，雲出川周辺は，ドローン飛行可能区域が広がっており，目的に沿った授業展開が可能であった。また，安全面には十分に配慮し，法令を遵守して実践を行った。万一を想定し、ドローン保険にも加入して撮影を行った。
撮影は、三重大学教育学部の社会科教育、技術教育、理科教育の先生も同行し、本校の前田と橋本が同行した。分野横断的で専門的な知見が得られた。

フィールド：雲出川(松阪市嬉野黒野町)
日　付　：2020 年 8 月 20 日
コメント：
撮影は、ドローンに 360°カメラを掲載して行った。360°カメラが下向きにも設置されているため、着陸時のドローンはハンディキャッチを行う必要がある。室内で練習を重ね、撮影時に実践した。

フィールド：君ヶ野ダム(津市美杉町)
日　付　：2020 年 8 月 20 日
コメント：
ドローンによる撮影は、夏休み期間中、3 日間にわたって実施した。撮影した動画は、Adobe Premiere Pro で VR 化して YouTube に公開データとしてアップロードした。アップロードされた動画は、昨年度の研究で撮影したものも含め、合計 50 本ある。

フィールド：三重大学教育学部附属小学校
日　付　：2020 年 11 月 18 日
コメント：

令和元年 10 月の台風 10 号による長野県千曲川氾濫のニュース映像の一部を見せた。大きなニュースになった水害ということもあり，関心が高いようすだった。その後，治水について気付いたことや疑問をまとめるために，イメージマップを作成させた。

フィールド：三重大学教育学部附属小学校
日　付　：2020 年 11 月 24 日
コメント：

子どもたちが話し合いながら説明活動を行っている様子である。近代治水と伝統治水について，専門的な知識を習得するためにジグソー法で学習を行った。説明動画は，予めドローンで撮影した映像を活用して作成した。ジグソーグループは，4 人 1 班を A，B の 2 人ずつに分けた。

フィールド：三重大学教育学部附属小学校
日　付　：2020 年 11 月 25 日
コメント：

VR ゴーグルをかけて河川調査を行っている様子である。前時を受けて気になったところ，確かめてみたいところを VR 映像でより詳しく確かめた。子どもたちは，近代治水では堤防やダムを，伝統治水では霞堤や段丘を見たい方向から調査をした。

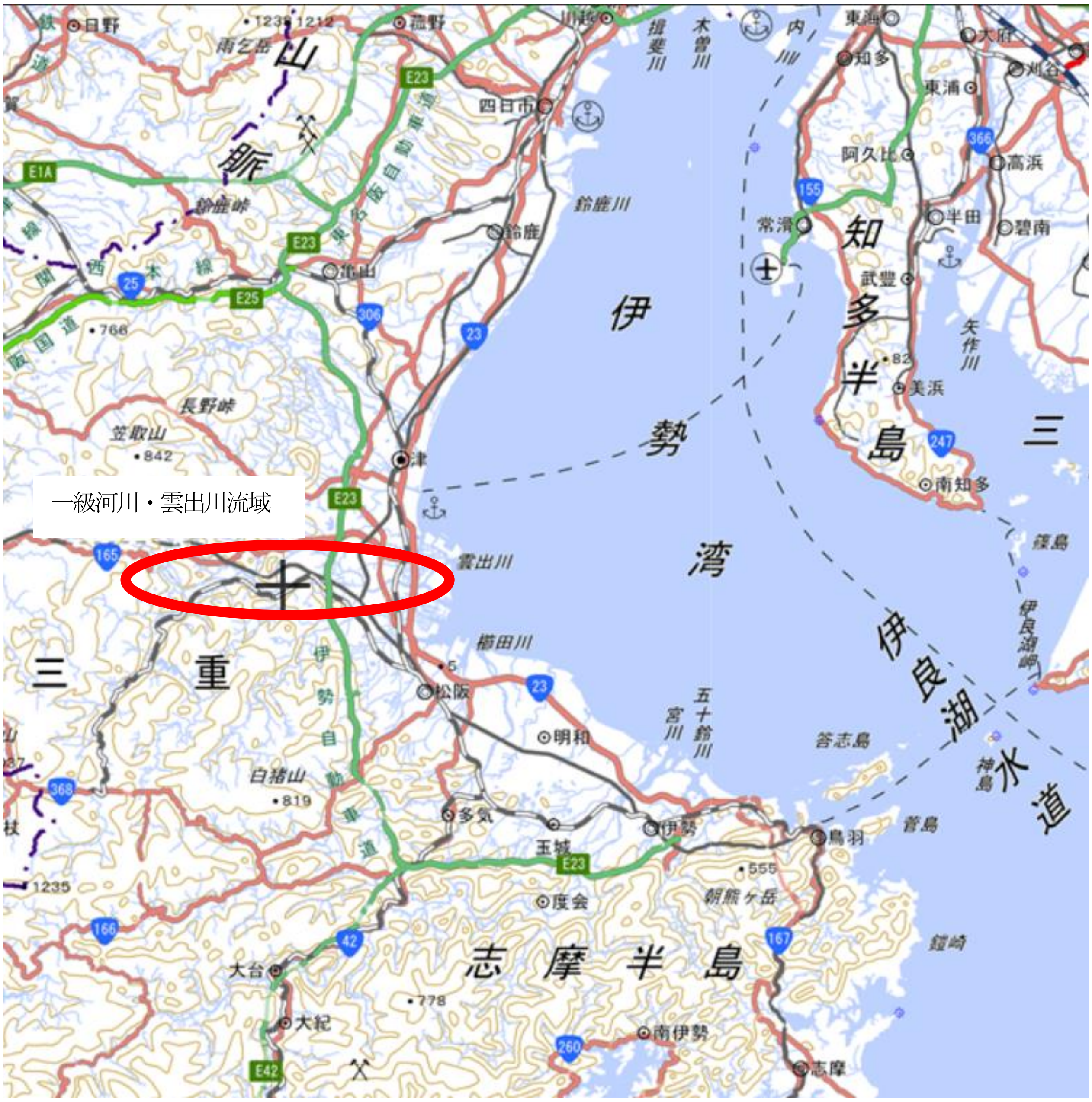
フィールド：三重大学教育学部附属小学校
日　付　：2020 年 11 月 30 日
コメント：

国土交通省中部地方整備局三重河川国道事務所の担当者に来ていただき，まとめの授業を行った。雲出川に現在 6 つある霞堤は整備しながら残す方針であるが，一番上流の霞堤は遊水機能があまりないので将来的に閉じるかもしれないと説明していただいた。

様式 14
〔学校部門〕

［実施箇所位置図］

助成番号	助成事業名	学校名・学校長氏名
2020-7221-001	ドローン映像と VR 技術を活用した 河川教育教材の開発と実践	三重大学教育学部附属小学校 校長　松浦　直己

助成事業の主な実施箇所	主な実施箇所	一級河川・雲出川

※環境学習を数カ所で実施している場合は、代表的な箇所を 2 カ所程度記載してください。
※ダム等の施設を見学した場合は、当該施設の位置図を記入して下さい。
（縮尺は 1/50 万～1/100 万程度）