

中学校数学科課題学習で用いる環境問題に 着目した地域教材開発

—合掌造りを題材にした実践研究—

岸本 忠之・田中 裕子*

Development of regional teaching materials for
environmental education in mathematics class

—Practice in subjects of Japanese traditional architectural style—

Tadayuki KISHIMOTO, Yuko TANAKA

E-mail: kisimoto@edu.u-toyama.ac.jp

摘 要

本稿の目的は、中学校数学科で用いる環境問題に着目した地域教材を開発することである。そのため白川郷と五箇山の合掌造りの題材に関する授業実践を行った。具体的には、以下のような内容である。白川郷や五箇山では降雪対策が必要であるが同じ建築構造ではない。五箇山の屋根の傾斜角度は 60° である一方、白川郷の屋根の傾斜角度が 60° より大きいのは、五箇山は降水量が白川郷よりも冬場の降水量が多いためである。このことを五箇山と白川郷の1年間の月別降水量のデータをグラフに表すことで確認した。合掌造りは自然環境の要請である豪雪と社会環境の要請である冬場の仕事（養蚕）と建設費の圧縮（上屋と下屋）を考慮している。このように環境問題は複合的であるのが特徴である。合掌造りという地域教材を実践したことによって、生徒の数学に関する意欲や関心は高まったと言える。

キーワード：環境教育，地域教材，数学教育，中学校

keywords：Environmental education, Regional teaching material, Mathematics education, Junior high school

I はじめに

課題学習において、何を題材として取り上げるかが重要である。学習指導要領において、課題学習は以下のように述べられている。

「課題学習とは、生徒の数学的活動への取組を促し思考力、判断力、表現力等の育成を図るため、各領域の内容を総合したり日常の事象や他教科等での学習に関連付けたりするなどして見いだした課題を解決する学習であり、この実施に当たっては各学年で指導計画に適切に位置付けるものとする。」（文部科学省，2008，p.43）

上記によれば、課題学習において、日常事象や他教科との関連付けが重要であると述べられている。

中学校数学科における課題学習に関する実践例は数多くなされてきた。例えば、磯田（2002）は、リンド・パピルス、透視図、パスカルの計算機、和算などの数学史上の題材を取り上げている。松宮・柳

本（1995）は、琵琶湖、高層ビル、陸上競技、鉄道、交通安全など1つのテーマをきめて、数学的視点から考察する題材を取り上げている。Stephens・柳本（2001）は、日本の人口、地震、オリンピック100m走タイムの変遷、地球温暖化、幾何模様、写真、ダムと降水量、紙バックの展開図、自動車の内輪差、一人っ子政策、放射能の崩壊など日常事象に関連付けた題材を、コンピュータを活用して取り上げている。

課題学習の題材は、上記の先行実践にあるように、主として総合学習での展開を意図して、生徒の興味・関心に即した題材を取り上げ、数学的に考察したものである。

本稿では題材選びの視点として、「環境問題に関する地域教材」を取り上げる。環境問題は、多くの要素が絡み合って生じ、人々の日常生活にも密接に関わっている。このことは課題学習の題材選定にあたってふさわしいと言える。

地域の教材化とは「子どもが生活する地域社会の

*氷見市立北部中学校

社会・自然の事物・現象を学習教材化して、主体的で科学的な認識と地域に対する理解を育てる学習を目指す教育内容および方法（碓氷，2003，p507）」とされる。算数・数学教育における地域教材の先行実践として、吉田・服部（2001）は、徳島の鳴門にある「ドイツ橋」について、その歴史と橋の構造を取り上げた実践を行っている。今井・高居（2000）は、和歌山県の農業，林業，事業所・従業者数，製造業，商業，観光に関する統計データを取り上げた実践を行っている。数学科において地域教材を取り上げた実践例は比較的少ない。しかしながら，地域教材の意義として，例えば以下のような意義が挙げらよう。生徒は現実問題を解決することから，数学を活用する能力を伸ばすことができる。生徒は，自分が住む地域をより深く知ることができる。地域教材は生徒にとって身近なことから，生徒は，数学に対する興味関心を高めることができる。

本稿の目的は，中学校数学科で用いる環境問題に着目した地域教材を開発することとする。

Ⅱ 環境問題に着目した地域教材開発

学校における環境教育は，社会科・理科・保健体育科・総合的な学習の時間を中心に行われていると言える。これは，取り上げられる環境問題が主として，地球温暖化・オゾン層の破壊・酸性雨など理科的な事柄に起因しているからである。しかし，環境教育は，各学校段階・各教科等を通じた横断的・総合的な取り組みが必要である。環境問題の背景は，単に理科的な事柄だけでなく，社会的な事柄など複雑に絡み合っている。そのため学校における環境教育は，各教科，道德，特別活動，総合的な学習の時間等の中で，それぞれの特性に応じ，それらの関連を図っていくことが，環境問題に関する理解をより深める意味で望ましいとされる（国立教育政策研究所教育課程研究センター，2007）。

『環境教育指導資料 小学校編』において，環境教育において「身近な問題を取り上げること」の重要性が述べられている。

「児童の日常の生活の中で，何気なく見過ごされている事物・現象を環境問題や環境保全に関する課題として意識させることによって，環境に対する関心を高め，それを自分とかわかることとして受けとめることができるようになる。このため，教材を選ぶときは，地域の自然や文化，人々の生活など児童

の身近なところから題材を求めることが重要である。」（国立教育政策研究所教育課程研究センター，2007，p.25）（下線筆者）

身近な題材を取り上げることは，生徒にとって学習に対する関心・意欲を高めると言える。環境教育においても同様に，生徒は地域の身近な問題を取り上げ，身近な活動から学習を始めることが関心・意欲の点から効果的であると言える。生徒は地域の身近な環境問題から地球規模の環境問題へ発展させることができ，結果として地球規模の環境問題へも関心・意欲を持つことができる。逆に，身近な題材を教材化することは，環境教育だけでなく，地域理解という点からも有効である。すなわち環境問題を視点から地域を捉えなおし，地域理解を図ることができる。

数学教育において環境問題を取り上げた実践として以下のようなものがある。渡辺・守屋（2002）は，台形分割による求積方法を用いて，木の葉・オゾンホール・南極の表面積を求め，オゾンホールに関する環境新聞作りを行っている。牧野（2003）では，トレイやラップの包装分が価格転嫁されていることから，包装商品と量売り商品の価格差を調べた実践を示している。横地・菊池（2002）では，5つの実践例が取り上げられ，本四連絡橋，自然環境に適応した住居の屋根の形状，居住環境を考慮したコテージの設計，広島県三原市の干拓事業，将来の地球温暖化の予測である。小寺（2004）では，4つの実践例が取り上げられ，フロンガス濃度の変化，二酸化酸素濃度の経年変化から作り出したモデルによる将来予測（菊池（2002）と重複），降水量と蒸発量の関係から温暖化による水循環の変化，タンチョウの生態数の変化の実践例を示している。小寺（2002）では，ペットボトルのリサイクルについて，ごみの総量とリサイクル率の関係に関する実践をしている。倉井（2003）では，高校生に対して，世界規模の環境問題として資源エネルギー・都市・人口・食料をあげ，環境汚染として大気汚染・水質汚染・土壌汚染をあげ，「GDPと消費エネルギーの関係」や「東京・大阪・名古屋の人口比と情報サービス比」について実践案を示している。

一方『教室での環境数学（Fusaro and Kenschaft, 2003）』という書籍も出版されている。その本の目的は，高校以上の生徒を対象とし，現実場面を通して数学の有用性を理解することである。題材として，

電力価格，地表面のオゾン，ホワイッパッファローの減少と増加，感染の拡大，貧困人口増加，原油流出，山脈を越える雲の動きなどの数学的モデルが取り上げられている。

数学教育において環境問題を取り上げた実践に関して，一般的な環境問題を題材にしているものが多い。『環境教育指導資料 小学校編』で指摘されているように，身近な環境問題を取り上げた実践例は，少ない。

Ⅲ 地域教材開発の手順

環境問題に関する地域教材の開発過程として，以下の過程は，教師が授業展開を構成する場合と生徒が実際に行う活動の両方に適用できると言える。

第1段階：地域に関する環境問題から主題を選び，関連するいくつかの問題を設定する。

例えば，『環境白書』などにに基づき，地域に関する環境問題から主題を選ぶ。主題に基づいて数学を活用する小問題を設定する。

第2段階：問題に関係する資料を集める。

問題に関する資料をインターネットや図書室の本などから集める。環境問題に関する資料もその地域だけでなく広く集める。

第3段階：資料をグラフや表にまとめたり，計算したりして，資料を整理する。

資料をグラフや表にまとめたり，計算したりして，資料を整理する。

第4段階：結果を検討する。

問題に対する結果を振り返り，資料を整理し直したり，新たな問題を設定したりする。

Ⅳ 実践事例：自然環境：合掌造りの構造：

中1：空間における直線や平面の位置関係

1. ねらい

(1) 数学教育のねらい

生徒は，数学的視点から合掌造りの構造を理解し，数学が物事を理解するために役立つことを理解する。

(2) 環境教育のねらい

生徒は，数学を活用して，合掌造りの構造が自然環境や社会環境と適合するように作られていることを理解する。

2. 概要

合掌造りが着目されたのは，ブルーノ・タウトが

『日本美の再発見』において合掌造りを記述したことが契機と言われている。

「この辺の家は六〇度の急勾配をした藁葺屋根をもってゐる。構造は，きわめて論理的かつ合理的で，日本では全く例外に属するものだ。屋根裏が四層にもなっている合掌屋根はドイツの家屋にそっくりである。」（タウト，1939，pp.40-41）

「合掌造り」の定義は「小屋内を積極的に利用するために，又首構造の切妻造り屋根とした茅葺きの家屋」（文化庁，1994）である。白川郷（荻町），五箇山（菅沼，相倉）の合掌造りが有名である。南砺市にある岩瀬家は，縦26.4m，横12.7m，高さ14.4mで白川郷と五箇山で最大の5階建て合掌造りとされる。授業では岩瀬家の建築構造を取り上げた。

白川郷や五箇山では降雪が多いため対策が必要である。ただし豪雪地帯でも同じ建築構造ではない。五箇山の屋根の傾斜角度は60°であるが，長所は雪が落ちることと屋根裏部屋が大きく取れる（養蚕）ことである。一方，短所は，屋根の表面積が多くなり茅葺き作業が大変となること建築構造も大きくなることである。そのため白川郷では，傾斜角度は60°よりも小さくなっており，地域の自然環境に応じて傾斜角度をきめていたと言える。

今日では屋根の傾斜角度は60°の場合には積雪荷重を0とみなすことができるが，当時は経験的に60°が知られていたと言える。

合掌造りは自然環境の要請である豪雪と社会環境の要請である冬場の仕事（養蚕）と建設費の圧縮（上屋と下屋）を考慮した建築構造になっている。このように環境問題は複合的である。

実際の授業において，合掌造りは一般の家屋と構造がかなり違うことと，白川郷と五箇山の合掌造りの違いに焦点化することとしたため，一般的な家屋との比較は取り上げてなかった。

日 時：平成27年7月16日およそ50分

場 所：富山県北西部の中学校

授業者：田中裕子

実施学年：3年1クラス 32名

授業は4クラスで行われたが，以下はあるクラスで行われたものである。なお当該中学校では，後述のように5月に宿泊学習として五箇山地区を訪れている。

3. 展 開

五箇山の写真を見せる。(5月の宿泊学習で訪れた五箇山の写真(下図)や冬にライトアップされた五箇山の写真)



S: 僕たちD班が宿泊学習で行った所。五箇山だ。
S: 懐かしい。楽しかったよね。
S: 合掌づくりっていうんだよ。
T: 五箇山合掌づくりの屋根にはどんな工夫がされているのでしょうか。今日は、このことについて考えてみたいと思います。(ワークシート配布)

問1: 合掌造りの構造は?

合掌造りの屋根の傾斜角度は 60° で、正三角形である。合掌造りでは、傾斜角度が急であることから、除雪が不要であると思われるが、除雪は必要である。「小屋組」と「軸組」の展開図は図-1のようである。

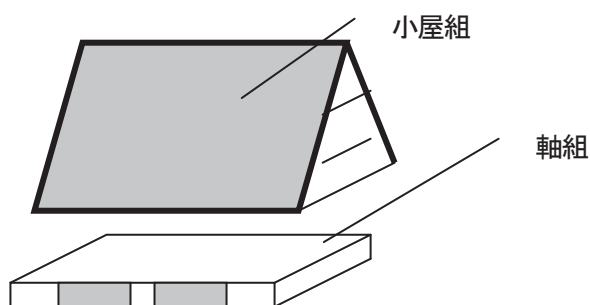


図-1 合掌造りの構造

T: この模型は、100分の1のサイズです(模型を提示)。人は、この部分で過ごしています(図-2)。
T: ここ(軸組の高さ)は、1.7cmです。
S: 低い。
S: 屋根が大きい。

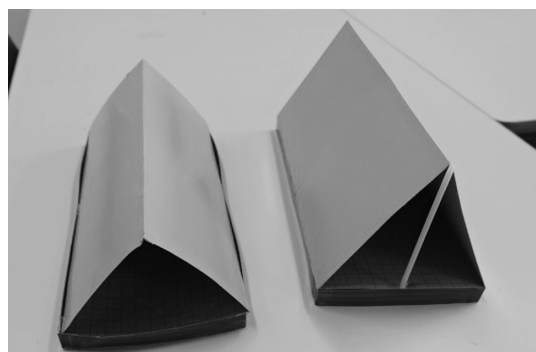


図-2 合掌造りの模型(左は傾斜角度が 60° でないもの、右は傾斜角度が 60°)

問2: 「小屋組」の構造は?

合掌造りは「小屋組」と「軸組」の上下に分かれる構造である(図-3参照)。「小屋組」は養蚕の場で、「軸組」は居住スペースである。専門職である大工が「軸組」を制作した一方、共同体が「小屋組」を制作し、建築費用を少なくしている。

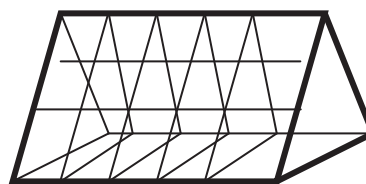


図-3 小屋組の構造

T: 屋根裏では、養蚕といって蚕を育てて、絹を作ることに使われています。

問3: 屋根の表面積は?

小屋組の断面は正三角形になるので、表面積は、 $26.4 \times 12.7 = 335.28$, 335.28m^2 である。

なお、高さは $\frac{\sqrt{3}}{2} \times 12.7 \approx 11.0\text{m}$ である。従って軸組の高さは1.7mとなる。

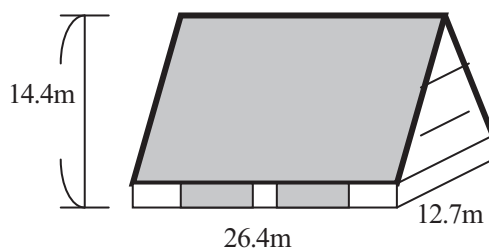


図-4 合掌造りの大きさ

T: それでは屋根の高さを測ってみましょう。
S: (実測して) 11cmです。

T：横は，26.4cm，斜めの部分は12.7cmあります。
三角形部分の辺の長さはすべて同じになるように作ってあります（図-4 参照）。
T：これらの情報から，実際の五箇山合掌づくりの屋根の構造について考えてみてください。

【ワークシート作業時】

S1：表面積わからない。平行四辺形の高さってここだよ。この長さどうやって求めるの？
S2：そこは長方形だよ。
S1：何で？
S2：模型を見てみてよ。ここ直角でしょ。だから，たて×よこで求まるよ。
S1：そうか。紛らわしい。
S3：屋根の表面積は三角形のこの部分も入りますか。
T：屋根の部分だけなので入りません。

T：発表してもらいたいと思います。
S：はい。三辺が等しいので，正三角形です。角度はすべて等しいので， $180 \div 3$ で 60° です。どうですか。
S：（大半）いいです。
S：何で 120° じゃないの？
S：傾斜角ってここです。
S：そうなのか。
T：他にありますか。
S4：屋根の表面積は， $12.7 \times 26.4 \times 2$ で 670.56m^2 です。どうですか。
S：いいです。
T：この式の意味を説明できる人はいますか。
S5：はい。屋根の形は，長方形なので，たて×よこで求められます。今，たては，12.7cmなので，12.7m，横は26.4cmで26.4mです。それが，2枚あるのでこのような式になります。
T：S4さんいかがですか。
S4：同じです。
S4：屋根の表面積は， $12.7 \times 26.4 \times 2$ で 670.56m^2 です。どうですか。
S：いいです。
T：他にありますか。
S5：屋根の形は，長方形なので，たて×よこで求められます。今，たては，12.7cmなので，12.7m，横は26.4cmで26.4mです。それが，2枚あるのでこのような式になります。

S4：同じです。
T：他にありますか。
S：屋根の長さは，模型でいうとこのストローの部分です。さっき測ってみたら，11cmだったので，この模型は100分の1の大きさだったので，11cmを100倍して11mだと思います。どうですか。
S：同じです。

問4：積雪荷重への対応は？

積雪荷重は以下の式で与えられる。
(積雪荷重(N/m^2))=(垂直積雪量(cm))×(積雪の単位荷重($\text{N}/\text{cm}/\text{m}^2$))×(屋根形状係数)×(レベル係数)
ただし
(積雪の単位荷重)：20 $\text{N}/\text{cm}/\text{m}^2$ 以上
(屋根形状係数) $=\sqrt{\cos(1.5 \times \text{屋根勾配})}$
1 $\text{N}=0.10197 \text{ kgf}$ とする。
従って算出式によれば屋根勾配が 60° であると $\cos 90^\circ = 0$ になるので，積雪荷重がかからない勾配になっている。建築基準法では「その勾配が六十度を超える場合においては，零とすることができる」となっている。

T：ここに，同じ合掌づくりでも，白川郷の合掌づくりの模型を持ってきました。同じ床面積にしました。どこに違いがありますか。
S：屋根の高さ。
S：傾斜角度。
S：屋根裏の広さ。
S：屋根の表面積の広さ。
T：合掌づくりの屋根は，茅葺きといって干した植物を材料にしています。そしてそれを，村の人が集まって，1年に1軒ずつ葺き替えをしていくそうです。
S：大変だ。
S：大変。めんどくさい。
T：屋根の表面積が広ければ広いほどもっと…。しかし，それにも関わらず，この傾斜角度にこだわりがあるそうです。その理由の一つに降水量があるそうです。みなさんは，その理由をどう考えますか。

【グループ作業】

問5：積雪量と屋根の形状に違いはあるのか？

「五箇山合掌の里 HP」には以下のように書かれている。

「菅沼集落や相倉集落の合掌造りは萩町と比べ、勾配が若干急になっています。これは、同じ豪雪地帯といっても、萩町で降る雪が軽いのに対して、菅沼・相倉の五箇山地方の雪は湿気を多く含み重いため、少しでも屋根から雪が落ちよう考慮されています。」

このことについて、白川郷と五箇山の降水量を折れ線グラフに表すと（表-1 及び図-5 参照）、10月～3月までは五箇山の方が白川郷より降水量が多いことが分かる。

表-1 2014年度五箇山と白川郷の月別降水量

	白川郷	五箇山
4月	74.5	82.0
5月	99.0	127.5
6月	99.5	210.5
7月	254.0	150.0
8月	463.0	383.0
9月	57.5	68.0
10月	262.0	355.5
11月	253.0	296.5
12月	569.0	669.5
1月	165.5	274.0
2月	85.5	136.0
3月	290.0	391.5

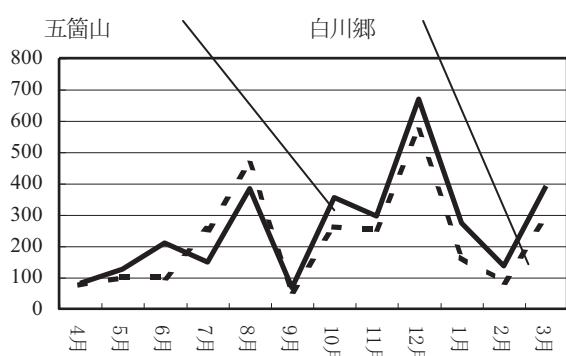


図-5 2014年度五箇山と白川郷の月別降水量

T：自分の考えた理由と説明をグループで発表してください。

S：降水量って雪も入る？

S：入るだろう。

S：でも、夏は白川郷の方が降水量多い。

S：冬って書いとけばいいんじゃない？

S：降水量の単位って何？

S：mmじゃなかったっけ？

T：では、発表してください。

※実際は各班から1人の発表であったが、どの班も同じような意見であった。

S：はい。五箇山の方が白川郷より屋根が急である理由は、冬の降水量が五箇山の方が約100mm多いので、雪が積もらないようにするためだと思います。

S：具体的な数値があると説得力が増します。

S：傾斜角度が急だと雪が落ちやすいと家庭科で習いました。

S：この話、この前宿泊で行ったとき、そこに住んでおられるおばあさんから、聞きました。五箇山の屋根は60°になっているのは、雪のためっておばあさんも言っていました。

T：では、今日の振り返りを書いてください。

S：へえ。工夫されてるんだね。

4. 学習感想

表-2 は、ワークシートに記入欄を設けてあった学習感想を（1）合掌造りの特徴、（2）降雪量の違い、（1）数学の有用性、（2）他教科との関連、（5）その他の5つの視点で分類したものである。以下に典型例を示す。

表-2 学習感想

	のべ人数
(1) 合掌造りの特徴	10
(2) 降雪量の違い	2
(3) 数学の有用性	8
(4) 他教科との関連	6
(5) その他	6

(1) 合掌造りの特徴

生徒O：屋根の表面積が多くなって、ふきかえをするのは大変だけど、雪がつもりすぎるのを防ぐために大変でも傾斜角度を急にしているということが分かった。

生徒I：五箇山はたくさんの人の力をつかってでも急な屋根を作る理由が分かりました。家が雪でつぶれないように工夫してあるのがすごいと思いました。

(2) 降雪量の違い

生徒K：五箇山の傾斜角度や表面積を見て雪の対策がしっかりしているということがわかりま

した。

生徒M：屋根の傾斜が降水量や雪が関わっていたことを初めて知りました。

(3) 数学の有用性

生徒H：生活の中でもっと数学を使って表せるものがあると分かったし、数字を使うとより、せっとく力がますことが分かりました。だから、生活の中で、数字をもっとつかうようしたいなと思いました。

生徒H：数学の考えで考えてみると、とてもくわしくわかりました。

(4) 他教科との関連

生徒A：私はこの授業で数学はいろいろな教科とかかわっていることが分かりました。ほかにもいろいろ探してみたいです。

生徒I：家庭科や社会の勉強は数学にもつながっているのだと感じました。身近なところにも、数学はひそんでいるなと思いました。今日の勉強を生かして、身近な数学を発見していきたいです。

(5) その他

生徒A：今日の授業では今までの勉強の復習みたいなものをしました。あらためて昔の人の考えが分かってよかったです。

生徒N：表面積の求めかたがむずかしかったです。

V 考 察

ここでは、生徒の合掌造りの特徴の理解や数学の有用性の理解について検討する。

(1) 合掌造りの特徴の理解

本実践の課題は、「合掌造りの構造が自然環境や社会環境とどのように適合しているのか」であった。そのために、授業では「合掌造りの構造」「小屋組」の構造「屋根の表面積」「積雪荷重への対応」の小問を設定して展開した。教師は、傾斜角度、表面積、屋根の高さを計算するワークシートを用意した。生徒は、実際に計算することを通して、屋根の構造を理解できたと言える。さらに教師は、図-2にあるように2種類の屋根の模型を用意した。立体図形の指導については直方体や立方体の模型を用いて、点辺面の位置関係を学習するが、立体図形(モデル化)が現実世界の現象を理解するためにどのように役立つかという観点では比較的に取り上げることは少ない。生徒は、模型をみることで屋根の傾

斜角度の違いを理解し、降雪や養蚕との関わりできめられていることの理解に役立ったと言える。学習感想でも、合掌造りの特徴についての記述が多かった。一方、降雪量の違いについての感想は少なかった。その理由として、生徒は、降雪量の違いを合掌造りの特徴を説明する理由として捉えたため、授業の主題とはみなさなかったためであると推測される。

(2) 他教科との関連性

生徒は、課題を解決するためには、特別活動における「宿泊学習」、社会科における「山間地域の産業」、「日本海側と飛騨地域の降水量の違い」など他教科での学習に関連づける必要がある。生徒の発言にあった「五箇山の屋根は60°になっているのは、雪のためっておばあさんも言っていました。」ということについて、生徒は、白川郷と五箇山の降雨量の実データのデータを折れ線グラフに表すことで(数値化し考察する)、説得力が増すことを理解したと言える。学習感想において、比較的多くの生徒が、数学の有用性と他教科との関連を挙げていたことは、数学と他教科とを関連付けることは、学習に対する興味・関心を促すと言える。

VI おわりに

本稿の目的は、中学校数学科で用いる環境問題に着目した地域教材を開発することであった。そのため白川郷と五箇山の合掌造りの題材に関する授業実践を行った。合掌造りという地域教材を取り入れたことで、生徒の意欲や関心は高まったと言える。特に、生徒の中には、5月の宿泊学習で菅沼合掌集落を訪れた経験もあり、身近な教材として考えることができていた。生徒は、社会や技術・家庭科で学んだことを数学で扱ったことで、数値化し考察することのよさを実感していたと言える。課題学習の題材として、地域に関する環境問題はふさわしいと言える。

参考・引用文献

- 阿部好貴(2005): 数学教育におけるリテラシーの育成に関する研究(3): 環境教育へのアプローチへ向けて. 数学教育論文発表会論文集 38, pp. 679-684.
- 文化庁(1994): 世界遺産一覧表記載推薦書 日本/白川郷・五箇山の合掌造り集落.
bunka.nii.ac.jp/suisensyo/shirakawago/

index-j.html

D'Ambrosio, U. (1994): On environmental mathematics education. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 26(6), pp.171-174.

Fusaro, B.A. and Kenshaft, P.C. (Eds.) (2003): Environmental Mathematics in the Classroom. Mathematical Association of America. Cambridge University Press.

橋本建夫・宮川英樹 (1997): 小学校における環境教育のための地域教材の開発. 長崎大学教育学部教科教育学研究報告, 28, pp.41-55.

今井敏博・高居俊美 (2000): 「総合的な学習の時間」における数学的な題材を取り入れた学習の試み, 和歌山大学教育学部教育実践研究指導センター紀要, 10, pp.163-170.

磯田正美 (編) (2002): 『数学する心を育てる課題学習・選択数学・総合学習の教材開発』明治図書.

小寺隆幸 (2002): 環境問題の文脈における数学的リテラシーの考察—中学生は二変量の課題をどう考えたか—. 第35回数学教育論文発表会論文集, pp.319-324.

小寺隆幸 (2004): 『数学で考える環境問題—現実の資料から関数をつくる—』明治図書.

国立教育政策研究所教育課程研究センター (2007): 『環境教育指導資料 小学校編』明治図書.

倉井庸維 (2003): 高校生を対象とした環境問題に対する統計教育プログラムの開発研究. 日本科学教育学会第27回年会論文集, pp.423-324.

牧野 宏 (2003): 算数・数学でゴミ問題について考えよう. 教育科学数学教育 (8月号・549号), pp.94-98.

松宮哲夫・柳本 哲 (編) (1995): 『総合学習の実践と展開—現実性を持つ課題から—』明治図書.

文部科学省 (2008): 『中学校学習指導要領』. 東山書房.

Stephens, M・柳本 哲 (2001): 『総合学習に生きる数学教育』明治図書.

タウト (1939): 『日本美の再発見: 建築学的考察』篠田英雄 (訳). 岩波文庫.

横地 清・菊池乙夫 (編) (2002): 『環境学習の展開』明治図書.

碓井岑夫 (2003): 地域の教材化, 今野喜清・新井郁男・児島邦宏 (編), 『新版学校教育辞典』教育出版.

渡辺伸樹・守屋誠司 (2002): 小学校における数学教育と総合学習 (2)—台形の求積公式を環境教育に生かす—. 数学教育学会春季年会発表論文, pp.132-134.

吉田温子・服部勝憲 (2001): 地域にある「ドイツ橋」の教材化と実践事例. 第34回数学教育論文発表会論文集, pp.573-574.

(2015年10月6日受付)

(2015年12月9日受理)