

# 岩手の和算や算額を題材に取り入れた 「理数教材開発研究」のカリキュラム開発

中村好則・山崎浩二\*, 佐々木亘・藤井雅文\*\*,

山本一美・佐藤真・菊池信夫\*\*\*

\*岩手大学教育学部, \*\*岩手大学教育学部附属中学校,

\*\*\*岩手大学教育学部附属小学校

(平成28年3月2日受理)

## 1. 背景と目的

平成28年度に新設される理数教育コースでは「理数教材開発研究」が開講され必修科目となる。この科目では『岩手県から芽吹いた自然科学に接することにより、地域教材の理解を深め、児童生徒の自然科学に関する知的好奇心を育成する教材を開発する能力を備えた教員の養成』を目指している。しかし、理科教育の分野では多くの地域教材があり、実際に学校現場でも地域教材が活用されている指導事例が多数あるが、算数・数学教育の分野では、従来の教育法等の授業でも地域教材に関する題材はあまり扱われておらず、どのような題材を、どのように扱うかが大きな課題である。そこで、本研究では、算数・数学教育の分野での地域教材として岩手の和算や算額を題材に取り入れた「理数教材開発研究」のカリキュラム開発のための基礎的な資料（カリキュラム案）を得ることを目的とする。

## 2. 方法

本研究を以下の方法と計画に従い、一関市博物館と岩手県和算研究会の協力のもと、附属小中学校算数数学科と共同で実施する。

- 1) 和算や算額について、学習指導要領解説や教科書での取扱いを検討する。
- 2) 学部2年を対象とした和算や算額に関する質問紙調査を実施し学生の意識等を調査する。
- 3) 一関市博物館と岩手県和算研究会から講師を招き講義を行い、講義内容と学生の評価を分析する。

1)から3)の結果をもとに「理数教材開発研究」のカリキュラム開発のための基礎的な資料（カリキュラム案）を得る。

## 3. 結果と考察

### 1) 和算や算額の学習指導要領解説での取扱い

小中高校の学習指導要領解説の総則編では、①地域社会の現状はもちろん、歴史的な経緯や将来への展望など地域社会の実態を分析し教育計画を作成すること（教育課程の編成の原則）、②伝統と文化を尊重し、それらをはぐくんできた我が国と郷土を愛し、個性豊かな文化の創造を図る人間を育成すること（道德教育の目標）が述べられている（文部科学省2009）。これらのことは教育活動全体を通じて行う必要がある。算数・数学の指導においても考慮する必要がある。岩手の和算や算額は、岩手の地域で発展し根ざしてきた文化であり、それらを教材に生かすことは、教育課程の編成の原則や道德教育の目標にも沿うものである。

一方、学習指導要領解説の小学校算数編には和算に関する記述はないが、中学校数学編では情報通信ネットワークの活用の部分で「江戸時代の和算や算額の問題など、数学に関する歴史的な事柄について調べたり（p.138）」とある。高校数学編では数学活用で「和算に関する話題（p.60）」を扱うことが述べられている。これらより、和算や算額を地域教材として生かした指導を考えることは、算数・数学の指導を考える上でも意義のあることと考えられる。

## 2) 算数・数学の教科書の中の和算

### (1) 小学校の算数教科書

小学校6年生の教科書の巻末に、和算の問題が紹介されている(東京書籍, p.217~219)。取り上げられている内容は、鶴亀算、油わけ算、入れ子算、算額である(図1)。それらは教科書の巻末にあり、発展的な教材としての扱いである。

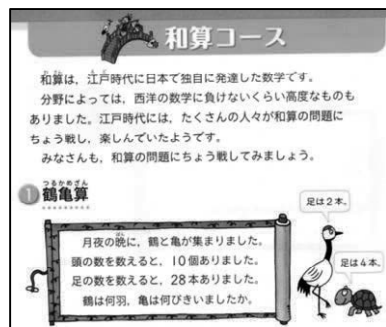


図1 小学校算数教科書の中の和算 (p. 217)

### (2) 中学校の数学教科書

中学校では、第1学年と第2学年の巻末で数学の歴史という項目で和算が取り上げられている。

第1学年では塵劫記が取り上げられている(東京書籍, p.264~265, 図2)。教科書の後ろ扉には数学を切りひらいた日本人として吉田光由が紹介されている。

第2学年では関孝和の業績(傍書法など)が取り上げられている(東京書籍, p.212~213)。ここで使われている関孝和の肖像画や算木と算額の写真は、一関市博物館所蔵のものであり、岩手県内の博物館にあるものが教科書で使われていることはより生徒の興味を引くことが考えられる。教科書の後ろ扉に数学を切りひらいた日本人として関孝和と建部賢弘が、その後に算額が紹介されている。その中に、一関市の八幡神社の算額がある。

これらは、小学校の教科書と同様に発展的な教材としての扱いである。

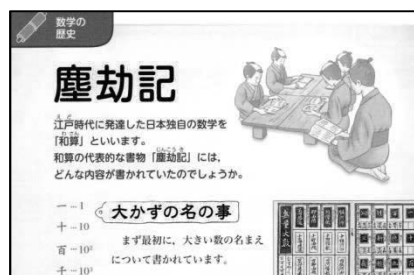


図2 中学校数学教科書の中の和算 (p. 264)

## (3) 高等学校の数学教科書

数学活用の中で和算の問題が取り上げられている。例えば、塵劫記の問題が2進法の仕組みの題材として扱われている(啓林館, p.16~17)。しかし、数学活用は選択教科であり、しかも履修する学校は少ない。

和算や算額は小学校から高校までの教科書で取り上げられてはいるが、その多くは発展的な教材としての扱いである。しかし、和算や算額の内容が教科書にあることで、それらを算数・数学の指導の中で地域教材として有効に活用できる可能性は十分にあると言える。

## 3) 和算と算額に関する学生の意識

### (1) 調査対象

数学科教育法Ⅱ 履修学生32名(在籍は35名)  
[男24名, 女8名, 欠席者3名。32名のうち, 岩手県出身は16名(50.0%), 一関市出身は2名(6.3%)]

### (2) 調査日時

日時: 2015年10月1日(木) 4校時

### (3) 調査結果と考察

#### ① 和算に関する授業経験

「小中高校の算数数学の授業で和算に関する授業を受けたことがあるか」という質問(2択)に対して「ある」と答えた学生は37.5%(12名), 「ない」と答えた学生は62.5%(20名)であった(図3)。和算に関する内容はあまり小中高校の授業では扱われていない。

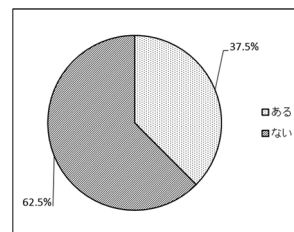


図3 和算に関する授業経験 (N=32)

#### ② 和算に関する授業経験の校種と内容

和算に関する授業の経験があると答えた学生12名の内訳は、小学校のときは10名, 中学校のときは4名, 高校のときは0名であった(複数回答可)。具体的な内容について質問すると、小学校では「そ

ろばんを使った計算」「鶴亀算」「小町算」，中学校では「算額（一関出身の学生の回答）」と答えた。小学校の教科書では鶴亀算，油わけ算，入れ子算，算額（東京書籍，小6，p.217～219）が，中学校教科書では一関市の牧沢八幡神社の算額（東京書籍，中3，p.218）が，高校教科書では塵劫記の油わけ算（啓林館，数学活用，pp.22～23）が紹介されており，授業では教科書の巻末の内容が取り上げられたことが考えられる。また，小学校が最も多く和算の内容が授業で扱われていると言える。和算や算額の内容を地域教材として扱うためには，ただ単に教科書の内容を取り上げるだけではなく，地域と関連がある内容を取り上げることが必要である。

### ③ 和算への興味

「和算に興味があるかどうか」を「1 はい，2 どちらかと言えばはい，3 どちらかと言えはいえ，4 いいえ」の4択で質問した。その結果，それぞれ18.8%（6名），59.4%（19名），18.8%（6名），3.1%（1名）であった（図4）。授業経験はあまりなくとも，約8割近くの学生は和算に興味があると言える。

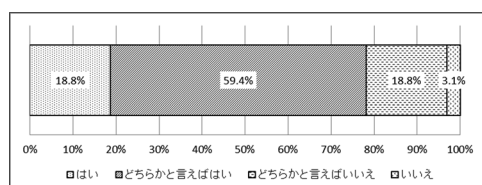


図4 和算への興味 (N=32)

### ④ 和算に関する事項の認知度

和算に関する以下の12の事項について知っているかどうかを「1 よく知っている，2 少し知っている，3 聞いたことがある，4 全く知らない」の4択で質問した。その結果は図5の通りである。和算を全く知らない学生も約2割いる。岩手県出身の学生が50%もいるのに，岩手の和算や算額に関係する事項②⑥⑨⑩⑪⑫はほとんど知らないのが現状である。

- ① 和算，② 算額，③ 関孝和，④ 吉田光由，  
⑤ 建部賢弘，⑥ 千葉胤秀，⑦ 塵劫記，  
⑧ 発微算法，⑨ 算法新書，⑩ 岩手の和算  
⑪ 一関の和算，⑫ 「和算に挑戦（コンテスト）」

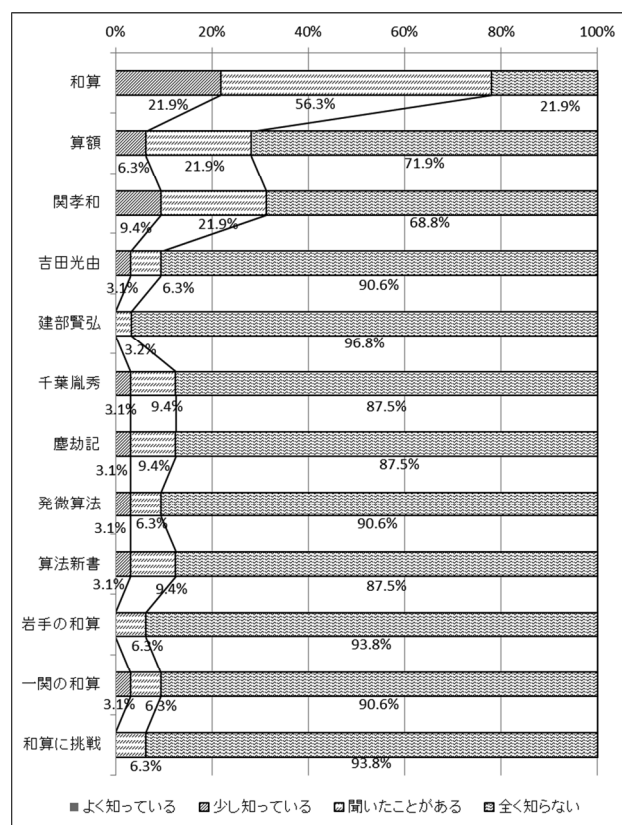


図5 和算に関する事項の認知度 (N=32)

### ⑤ 和算に関する算数数学の授業（希望・自信）

将来教員になったときに「和算を題材とした授業をしたいか（希望）」と「和算を題材とした授業をする自信はあるか（自信）」を「1 そう思う，2 だいたいそう思う，3 あまり思わない，4 全く思わない」の4択で質問した。その結果は図6の通りである。授業をしたいかどうかは半々であるが，ほとんどの学生は授業をする自信がない（93.8%）というのが現状である。その原因として，学生が和算の内容を理解していないことが考えられる。

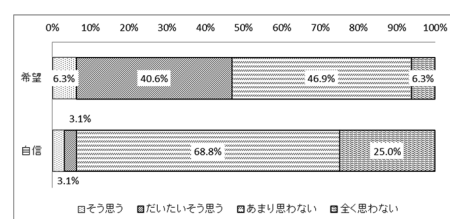


図6 和算に関する授業の自信と希望 (N=32)

### ⑥ 和算に関する自由記述

和算に関する自由記述は，図7に代表的なものを記す。自由記述からは，和算についてはほとんど知らないが，どのようなものであるか知りたい

という学生の気持ちがよく分かる。質問紙調査の  
③和算への興味の項目の結果とも一致する。

これらの結果は、中村（2015）の1年前の学生を対象にした調査結果ともほぼ同様の結果を示している。

- A：聞いたことがあるだけで何かは分からないが、和という漢字が入っていることからたし算に関連した計算だと考える。
- B：昔の人の考え方を知れて楽しいと思う。
- C：和算について全く知識がないので、勉強してみたい。
- D：和算＝たし算だと思うので、生きていくうえで重要な学習だと思います。
- E：和算が何か分からない。
- F：考え方や方法が多様になりそうで良い。
- G：算数数学を深く学ぶよい機会になると思う。

図7 和算に関する自由記述（事前）

#### 4) 岩手の和算にする講義内容

##### (1) 一関市博物館との連携事業

日時：2015年10月29日（木）4校時  
講師：一関市博物館 副館長 相馬美貴子氏  
内容：岩手の和算と算額（歴史や文化）図8

- 1 和算とは
  - ①和算ができるまで、中国数学の移入
    - ・九章算術      ・算木と算版
  - ②和算の発達、「塵劫記」の誕生
    - ・関孝和の登場、業績
  - ③和算の慣習と特性
    - ・算額奉納，全国算額分布
- 2 岩手の和算
  - ①和算の道中日記にみる岩手の和算
    - ・山口和，第二回の旅
    - ・一関の和算家，千葉胤秀との出会い
    - ・盛岡の和算家，小山田勇右衛門
  - ②一関の和算
    - ・千葉胤秀，算法新書・千葉胤規編「和算独学前編」
    - ・一関の和算
- 3 一関市博物館の活動
  - ・和算講座，和算に挑戦

図8 一関市博物館との連携事業の内容

##### (2) 岩手県和算研究会との連携事業

日時：2015年11月5日（木）4校時  
講師：岩手県和算研究会 会長 菅原通氏  
内容：和算の問題（「算法新書」から）図9

算法新書から問題と解法を紹介

- ・三平方の定理の証明
- ・二次方程式の解の公式
- ・鶴亀算，お金の換算
- ・和算学習のための和歌
- ・図形問題

図9 岩手県和算研究会との連携事業の内容

#### 5) 岩手の和算に関する講義後の学生の評価

事後調査は、2015年11月19日（木）に数学科教育法Ⅱの履修学生31名（男23名，女8名，在籍35名中欠席者4名）に実施した。

##### (1) 和算への興味

「和算に興味があるかどうか」を「1 はい，2 どちらかと言えばはい，3 どちらかと言えばいいえ，4 いいえ」の4択での質問の結果（図10），肯定的な回答（1又は2と回答）をした学生は，78.2%（事前）から87.1%（事後）に増加した。和算の歴史や文化，問題を知ること，和算に関する興味をさらに向上させることができたと考えられる。

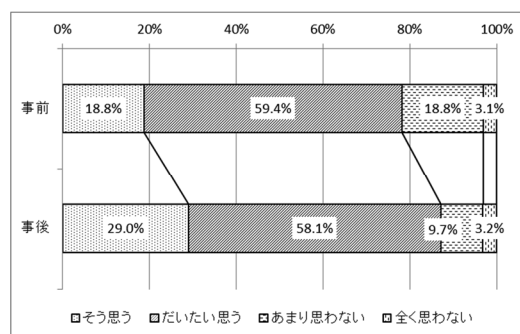


図10 和算への興味

##### (2) 和算に関する算数数学の授業（希望・自信）

将来教員になったときに「和算を題材とした授業をしたいか（希望）」と「和算を題材とした授業をする自信はあるか（自信）」を「1 そう思う，2 だいたいそう思う，3 あまり思わない，4 全く思わない」の4択での質問の結果（図11，図12），

肯定的な回答（1 又は 2 と回答）をした学生は、授業希望が 46.9%（事前）から 54.9%（事後）に、授業自信が 6.2%（事前）から 19.4%（事後）にそれぞれ増加した。和算の歴史や文化、問題を知ること、和算に関する授業の希望や自信をさらに向上させることができたと考えられる。

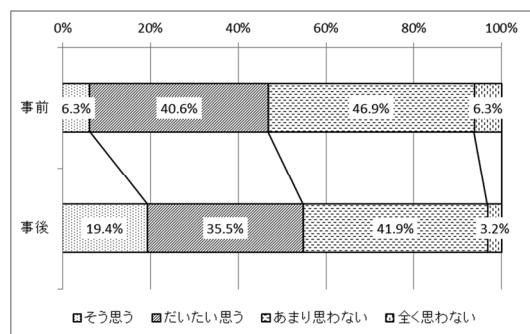


図 11 和算に関する授業の希望

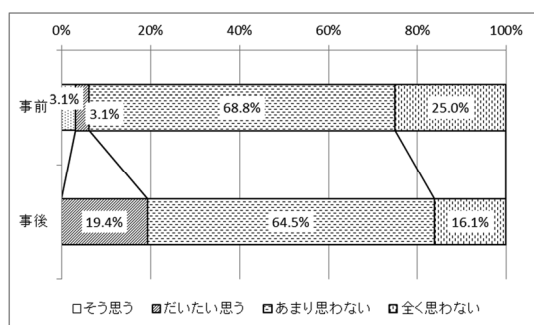


図 12 和算に関する授業の自信

### (3) 和算に関する自由記述

和算に関する自由記述は、図 13 に代表的なものを記す。「今までにない算数・数学の授業でよい (a1)」や「文化を学ぶ機会となる (a2)」「授業でも題材として使える (a3)」など肯定的に捉えている学生がいた。一方で、「和算の内容は難しい (b2)」「和算を使用した授業のイメージが湧かない (b5)」などの否定的な意見もあった。今回は、①和算の文化や歴史、②和算の問題について、それぞれ 1 コマの講義であり、岩手の和算や算額を理解するには、時間的には少なかったと考えられる。また、「今回は説明が多かったが、もう少し実問を増やしてほしい (b4)」の意見にあるように、今回は和算の問題を自分で解く時間がなく、和算を教材化するには不足する点である。和算の問題を実際に自分で解いて考える活動が重要である。和算を教材にした授業が実際にイメージできる内容（指導事例）を取り入れることも必要である。

#### <肯定的な意見>

- a1：算数・数学の授業で今回の和算のような地域や歴史に関することができるとは今までにない算数・数学の授業でよいと思った。
- a2：岩手が和算の研究が進んでいる県として、そのような文化を学ぶ機会となり、良いと思う。
- a3：最初は正直和算についてなんなのかすらわからないという状態だったけど、今回講座をきく機会があり、少し難しそうな部分もあると感じたけど、授業でも題材としては使えると思ったし奥が深いと思いました。
- a4：和算が本当に必要かと言われると、カリキュラムに組むほど必要とは感じなかったが、おもしろいと思ったので、発展とかで扱う程度ならおもしろい内容になると思いました。
- a5：日本でどのように数学が発展してきたかを知ることができる。
- a6：和算は昔の人の数遊びが多分に含まれているので、学問としてだけではなく、遊び・娯楽としての側面もあり、使い方によっては数学の時間がより楽しいものとなると感じた。
- a7：生徒の数学に対する視野が広がる。

#### <否定的な意見>

- b1：授業に取り上げづらいと思った。
- b2：考え方や数学的感覚を豊かにする点では題材にするのもよいと思ったが、和算の内容は難しいと感じる子供が多いと思う。
- b3：題材にするのはおもしろいと思うし、良いと思う。しかし、教える立場の教師がしっかり理解する必要があると思うので難しい気もする。
- b4：今回は説明が多かったが、もう少し実問を増やしてほしい。
- b5：和算を使用した授業のイメージは湧かなかった。
- b6：今回は時間が短かったので、もっとくわしく聞きたい。
- b7：生徒が興味をもつ内容を見つけるのが難しいと思った。

図 13 和算に関する自由記述（事後）

### 4. 「理数教材開発研究」のカリキュラム開発

前節までの結果をもとに「理数教材開発研究」の算数・数学教育の分野のカリキュラム案を提案する。岩手の和算や算額については、岩手県出身の学生でもほとんど内容を理解していないことか

ら、岩手の和算や算額の歴史や文化的な面を知る必要がある。一関市博物館には、和算に関する常設展示があり、多くの和算や算額に関する資料や教材がある。それを実際に観察し体験することがまず必要と考える(図14の(1))。次に、和算や算額の問題について、実際に解法を考え、算数・数学の教材としての価値を検討する必要がある(図14の(2))。最後に、小中高校の児童生徒を想定して、和算や算額を教材化し、どのように授業を構想するかを検討する(図14の(3))。これらの3つの段階を「理数教材開発研究」の算数・数学分野のカリキュラムに取り入れることで『岩手県から芽吹いた自然科学に接することにより、地域教材の理解を深め、児童生徒の自然科学に関する知的好奇心を育成する教材を開発する能力を備えた教員の養成』が可能になるものとする。

(1) 一関市博物館の訪問 和算の歴史や文化	(半日)
(2) 和算や算額の問題と解法の考察	(2時間)
(3) 和算や算額を題材にした教材開発	(2時間)

図14 カリキュラム案

また、カリキュラム案の(2)や(3)で扱う和算や算額の問題は、地域教材としての活用を考えると、岩手県内にある算額や算法新書など岩手と関連がある問題を取り上げることが必要である。例えば、算法新書では次の①や②、算額では③や④がある。

①「和算に挑戦(一関市博物館, 平成26年度中級問題)」

外円に、図のように合同な小円が3個入っています。弓形に接する左右の小円は弦の中点で接しています。外円の直径が1寸のとき、小円の直径を求めなさい(図15)。

②「三平方の定理(勾股弦の定理)の証明」

図16を用いて直角三角形ABCについて三平方の定理(勾股弦の定理)を証明しなさい。(深川等2010)

③ 一関市の菅原神社(1850)

正方形の中に図のように四分円が3個と、等円が2個あります。等円は正方形と四分円に接しています。①等円の直径が1cmのとき、正方形1辺の長さを求めてください。②斜線部分の面積を求めてください。ただし、円周率は $\pi$ とする(図17)。

〔一関市博物館, 平成19年度中級問題〕

④ 一関市の達古袋八幡神社(1846)〔上垣編2013〕

円の直径を1とするととき周りの線の長さを求めよ(図18)。

これらの問題は、三角形の相似や三平方の定理などの高校までの数学の知識で十分に解答可能である。また、問題によっては初等幾何的な解答、座標を用いた解析的な解答など複数の方法で解答可能である。

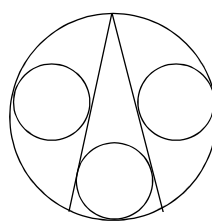


図15 問題例①

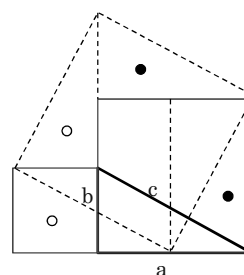


図16 問題例②

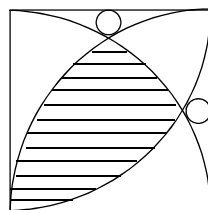


図17 問題例③

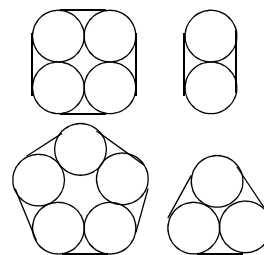


図18 問題例④

## 5. まとめと課題

本研究では、和算や算額に関する学生の質問紙調査、一関市博物館や岩手県和算研究会との連携による岩手の和算や算額に関する講義等をもとに、岩手の和算や算額の地域教材としての可能性を探り、「理数教材開発研究」の算数・数学教育の分野のカリキュラム案を開発し提案した。今後は実際にカリキュラム案に沿った授業を展開し、その結果を分析評価することが課題である。また、岩手の和算や算額以外にも「理数教材開発研究」の算数・数学教育の分野の題材を検討する必要がある。

## 参考・引用文献

- 1) 藤井斉亮ほか41名(2014)新編あたらしい算数6, 東京書籍.
- 2) 藤井斉亮, 俣野博ほか38名(2015)新編新しい数学1, 2, 東京書籍.
- 3) 深川英俊, トニー・ロスマン(2010)聖なる数学: 算額, 世界が注目する江戸文化としての和算, 森北出版.
- 4) 中村好則(2015)地域教材「岩手の和算や算額」を題材とした指導, 数学教育学会臨時増刊2015年度数学教育学会秋季例会発表論文集, pp.2-4.
- 5) 根上生也ほか5名(2012)数学活用, 啓林館.
- 6) 上垣亘編(2013)中学校和算でつくるおもしろ数学授業, 明治図書.