高等学校数学科における
問題解決の足場がけに関する実践研究

ー問題文を整理し読解する活動を通してー

所属コース　教育実践開発コース
氏　　　名　髙岡仁哉
指導教員　　吉村直道　山内孔

【概要】
本研究は，生徒の数学の問題解決における問題理解に着目した．問題理解に困難を抱えている生徒の困難を解消し，数学学習への意欲を向上させるために，問題文を条件などに分けて整理し，読解し，数学的な見方・考え方を働かせる活動を取り入れた実践を，日々の授業を通して行った。その結果，問題理解の段階において，生徒の問題解決における適切な知識選択や問題文から立式する際の困難を解消し，数学の授業に対する不安を低減させることはできたが，数学学習への意欲を向上させるという結果は得られなかった。このことから，数学の問題解決において教師が意図的に問題理解の活動を実施することは，生徒の授業への不安の低減と問題理解における困難の解消において，一定の効果が得られることが分かった。

キーワード　問題解決　問題理解　数学的な見方・考え方　学習意欲

１　研究の動機と目的

2018 年に告示された『高等学校学習指導要領数学編』では，数学学習についてこう述べられている。

> 『数学の学習では，「数学的な見方・考え方」を働かせながら，知識及び技能を習得したり，習得した知識及び技能を活用して探究したりすることにより，知識は生きて働くものとなり，技能の習熟・熟達につながるとともに，より広い領域や複雑な事象の問題を解決するための思考力，判断力，表現力等や，自らの学びを振り返って次の学びに向かおうとする力などが育成される。』（文部科学省，2018，p.9）

ここでの「数学的な見方・考え方」とは，「事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え，論理的，統合的・発展的，体系的に考えること」（文部科学省，2018，p.9）と定義されている。つまり，事象から関係を見いだし，数学的に表現し考えることが資質・能力の育成のための鍵であると言える。

平成 28 年 12 月の中央教育審議会答申では，高等学校数学科における平成 21 年改訂の学習指導要領の課題について，『高等学校では「数学の学習に対する意欲が高くないこと」や

「事象を式や数学的に表現したり論理的に説明したりすること」が課題として指摘されている。』（中央教育審議会，2016）と述べられている。実際に，高等学校での生徒の数学学習の様子を観察してみると，数学の問題解決の際にまず何をすればよいのか分からない生徒や，同様の問題でも問題文の表現が変わると解けなくなる生徒の存在が見受けられ，問題の理解に課題があると感じた。また，そのような生徒の中には数学に対する意欲が低い生徒も多く見られた。

このような生徒の困難を解消し，数学に対する意欲を向上させるために，本研究では，数学の問題解決において「数学的な見方・考え方」を働かせた足場がけとして，問題文を整理し読解する活動が，学習者の問題理解と数学学習への意欲にどのような影響を与えるのかについて調査する。

２　先行研究

２－１　ポリアのストラテジー

数学の問題解決の足場がけを行うための手がかりとして，数学における問題解決の構造と問題理解の役割について整理する。

数学の問題解決について，ポリア（1954）は「問題を理解する」，「計画を立てる」，「計画を実行する」，「振り返る」の 4 段階のストラテジーを提唱しており，「問題の大きなつながりを理解しなかったり，何等の計画をも持たずに，細かい仕事をはじめるということは無意味である」（ポリア，1954，p. 10）として，問題解決の第 1 段階として問題理解の重要性を述べている。この問題理解とは，単に内容を理解するだけでなく「問題の大きなつながり」つまり，関係を理解することまでが問題理解の段階に含まれている。また，「教師は常に次のような質問を忘れてはならない。即ち未知のものは何か，与えられたものは何か，条件は何か」（ポリア，1954，p. 11）とも述べており，問題理解において教師の働きかけが重要であると捉えることができる。

また，問題理解の段階での学習者の活動についてこう述べている。

> 「問題に関連した図があれば，それを描いて与えられたものと未知のものとを記入すべきである。それらに名前を付けることが必要ならば，適当な記号をつけるべきである。記号をつけようとすればいやでもその対象のことを考えないではいられないであろう。」（ポリア，1954，p. 11）

このように，問題の中の関係を理解した上で，それらを図に表現したり，記号を導入したりすることが学習者の問題理解を促すことを述べている。

さらに，ポリアは「問題を理解する」段階を「慣れること」，「もっとよく理解するように努めること」の 2 つの段階に分けている。「慣れること」については次のように述べている。

> 「問題に述べてあることを手がかりとして出発すればよい。」「問題を理解し，それに慣れ，その目標を心にきざみつけなければならない。問題に注意すれば記憶を刺戟し，関連のある事柄を思い出すのに役にたつ。」（ポリア，1954，p. 37）

つまり，問題解決の出発点は問題に書かれたことであり，それらに慣れ親しみ，注意深く観察することが問題を理解し，解決の糸口となる事柄を想起させることにつながるのである。また，「もっとよく理解するように努めること」では問題の関係理解について以下のように述べている。

> 「問題の主な部分を分離せよ。」「問題の主な部分に注目し，それを１つ１つ考え，代る代る色々な組み合わせで考察し，各々の部分と他の部分，又は部分と全体との関連を考えるべきである。」（ポリア，1954，p. 37）

すなわち，問題を全体として眺めるだけでなく，部分に分けて整理し，部分と部分，全体と部分の関連を考えることで，問題の関係理解が深まると捉えられる。

このように，問題解決において問題理解は解決の糸口をつかむ重要な段階であると考えられている。

２－２　数学の問題における表現と困難

数学の問題理解における困難を考えるために，数学の表現様式について整理する。

中原 (1995) は数学における表現様式として次の 5 つを挙げ, 図にまとめている (p. 202)。

①　現実的表現：実物等による具体物で現実と関わる表現
②　操作的表現：教具などを動的な操作を施すことによる表現
③　図的表現：絵，図，グラフなどを用いた表現
④　言語的表現：日本語，英語などの日常語を用いた表現
⑤　記号的表現：数字，記号など数学的記号による表現

このように, 数学における表現は 1 つの表現を他の表現に変換することができ, 同一の事象であっても, 様々に表現することができる。中原は「ある表現から他の表現へ変換できることが当該事項の理解を深めるし, 表現力や問題解決力を高めることになる。」としており, 学習者がこれらの様々な表現様式を用いて, 問題を捉えることの重要性を主張している。仮に, 問題をある表現で整理し, 理解できていても, それを他の表現で説明できない学習者は, 十分な理解に至っているとは言えない。

では，学習者の問題理解を妨げる要因は何であろうか。数学の問題は主に，言語的表現，記号的表現，図的表現で表現される。川端（2019）は，数学において日常とは異なる意味で用いられる語を「気づきにくい専門語」（p. 54）と呼んでいる。そして，数学の言語的表現理解の困難さが「気づきにくい専門語」の曖昧さ, 難しさに起因することを示している。「気づきにくい専門語」の一例として，川端は「または」を挙げている。日常において「Ａまたは B」という文章は，どちらか一方という選択肢を示す単語であるが，数学においてはどちらも成り立つ場合も含まれ，この点で日常と数学の間における意味のずれが見られる。これ以外にも「～とおく」,「～とする」,「～をとる」などが挙げられており，数学において頻繁

に用いられる単語である。

このような「気づきにくい専門語」について，川端は「その語句や表現の意味記述は，それが出現する文脈や出現する文章と切り離さずに考察することが重要となる。」と述べている。語単独での意味理解ではなく，文脈や文章の論理構造などの関係から捉えていくことが必要である。

３　研究の仮説

以上のことを踏まえ，本研究では次の 2 つの仮説を立て，その検証を行っ。

(1) 授業での問題解決の際に，教師が意図的な問題理解の活動を設け，問題理解を前提とした問題解決を継続的に行うことで，学習者の問題解決における問題理解の困難を解消できるのではないか

(2) 教師による意図的な問題理解の活動を継続的に実践することで，学習者が問題理解を基盤とした問題解決の方略を身に付け，数学学習への意欲を向上させられるのではないか

４　仮説検証の方法と対象

本研究の対象は，愛媛県立 X 高等学校の生徒である。対象学年は第 1 学年ア HR（40 名）とイ HR（39 名）で，ア HR では問題理解の際に問題を構成する要素ごとに問題文を分けて整理し，それらの関係を図に表現し，読解する活動を意図的に取り入れ対象化する活動を実践し，継続的な問題解決を行った。イ HR ではア HR のような意図的な問題理解の活動を取り入れることなく，継続的な問題解決を行った。ア HR は研究報告者が担当しているクラスであり，イ HR は他の教諭の担当クラスである。実践は数学Ⅰ「三角比」，数学 A「整数の性質」の 2 つの単元で，11 月から 12 月の約 2 か月間行った。

ア HR とイ HR に対して，数学学習に対する意欲と問題解決における困難に関するプレ・ポスト調査を行い，学習意欲と困難の変容について事前・事後の比較・分析を行った。

５　授業実践と分析方法

５－１　問題文を整理・読解する活動

本研究では，生徒の問題理解を促すために，問題文を問題を構成する要素に分けて整理・要約し，関係を捉えたり，関係を図に表現したりする活動を毎時間の例題や問題練習などで問題解決の足場がけとして行った。その際に，整理，要約した問題文は必ず板書し，時には生徒に整理・要約させることも行った。次の図１，２は実際の板書の写真である。

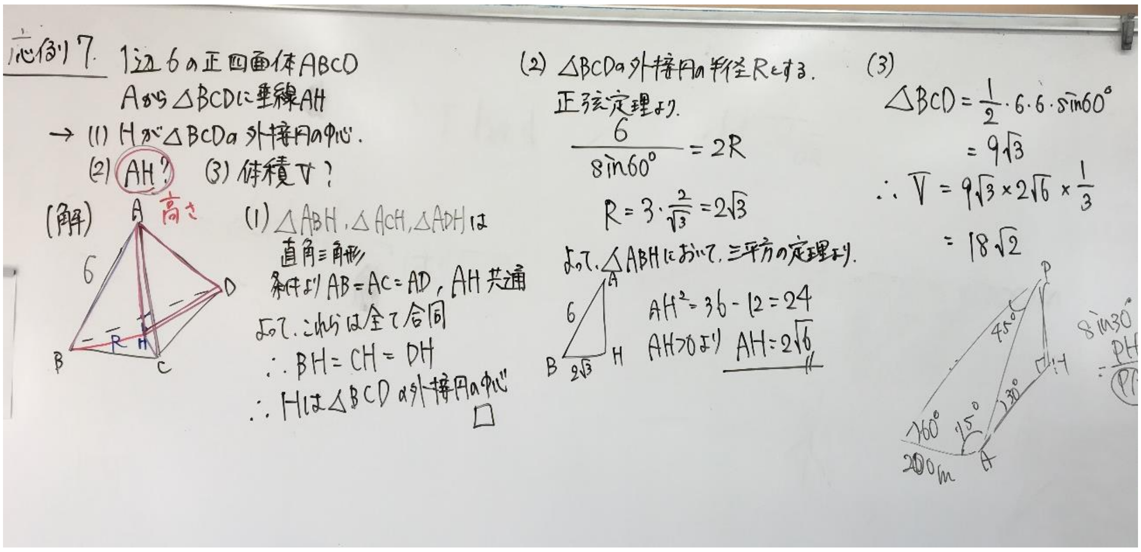

図１　三角比における授業実践の板書

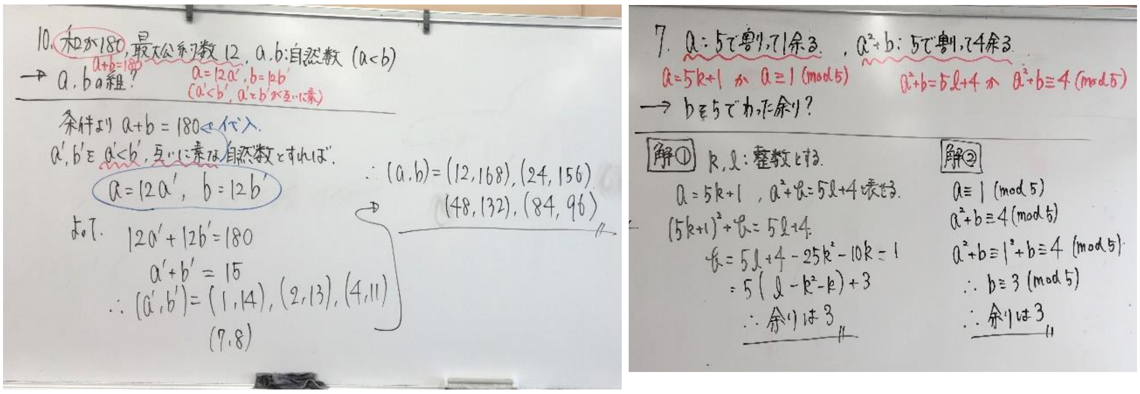

図２　整数の性質における授業実践の板書

このようにして，問題ごとに条件を分割し，そこから図に表現したり，式に表現したりすることで問題理解を全体で行い共有した後に，問題解決を行った。問題解決の後に，整理した条件，関係と解答を振り返り，その問題を解くに当たり重要だった条件や関係の振り返りを行った。

５－２　分析方法

事前調査は，2020 年 10 月 14 日にア HR では研究報告者が授業開始時に 5 分間で実施した。イ HR では授業担当教諭が実施した。事後調査については 2021 年 1 月 12 日，13 日に同様に事後調査を行った。質問紙の作成に当たっては，数学の学習意欲に関する 13 項目では『OECD 生徒の学習到達度調査 2012 年調査（PISA2012)』(国立教育政策研究所, 2013）の質問紙を参考に研究報告者が作成した（表 1)。問題解決の際の困難に関する 12 項目については，ポリアの 4 段階を参考に段階ごとの困難を想定し，研究報告者が作成した。これらの計 25 項目の質問に対して，「よくあてはまる（4)」，「少しあてはまる

(3)」,「あまりあてはまらない (2)」,「全くあてはまらない (1)」の 4 件法で回答を求めた。以下の表 1 が問題解決の際の困難についての質問項目，表 2 が数学の学習意欲についての質問項目である。事前調査の有効回答数はア HR が 40 名 (100%)，イ HR が 39 名 (100%) であり，事後調査の有効回答数はア HR が 40 名 (100%)，イ HR が 39 名 (100%) であった。なお，本研究を進めるに当たり個人情報保護のため質問紙調査は無記名で行い，研究終了後にはシュレッダーにて処分している。

表 1　数学の問題解決における困難についての項目

質問項目	問題解決の段階
(1)問題文に書かれた情報を理解するとき	問題理解
(2)問題を解くために必要なものを選択するとき	問題理解・計画
(3)選んだ情報を図や表にして整理するとき	問題理解
(4)問題を解くために必要な公式や定理を選ぶとき	問題理解・計画
(5)問題文に書かれた情報をもとに立式するとき	計画の実行
(6)選んだ公式や定理を使うとき	計画の実行
(7)計算をするとき	計画の実行
(8)証明をするとき	計画の実行
(9)得られた結果を問題に即して解釈するとき	振り返り
(10)得られた結果を解答として相応しい形に表現するとき	振り返り
(11)自分の考えを先生や友人に説明するとき	全体
(12)先生や友人の説明を理解するとき	全体

表 2　数学学習への意欲に関する項目

質問内容	質問の意図
(1)数学の授業が楽しみである	数学への意欲
(2)数学は得意ではない	数学に関する自己概念
(3)数学の授業についていけないのではないかとよく心配になる	数学への不安
(4)数学を勉強しているのは楽しいからである	数学への意欲
(5)数学では良い成績をとっている	数学に関する自己概念
(6)数学の宿題をやるとき、とても気が重くなる	数学への不安
(7)数学で学ぶ内容に興味がある	数学への意欲
(8)数学はすぐに理解できる	数学に関する自己概念
(9)数学の問題をやっているといらいらする	数学への不安
(10)数学の勉強は好きではない	数学への意欲
(11)数学は得意科目の一つである	数学に関する自己概念
(12)数学の問題を解くとき、手も足も出ないと感じる	数学への不安
(13)数学の授業ではどんな難しい問題も理解できる	数学に関する自己概念

５　実践結果と考察

５－１　数学の問題解決における困難の差異

（１）　問題解決の際の困難の結果

ア HR とイ HR の事前調査と事後調査での生徒が抱える数学の問題解決における困難の結果について表 3，表 4 にまとめている。また，HR ごとの事前・事後調査の結果を表 5，表 6 にまとめている。

表 3　ア HR とイ HR における事前の結果（困難）

	ア HR 事前	イ HR 事前	平均の差
	平均値	平均値	
(1)	2.43	2.53	−0.100
(2)	3.00	2.70	0.300
(3)	2.53	2.33	0.200
(4)	3.08	2.63	0.450*
(5)	2.83	2.58	0.250
(6)	2.10	2.30	−0.200
(7)	2.18	2.00	0.175
(8)	2.90	3.23	−0.325
(9)	2.70	2.68	0.025
(10)	2.20	2.53	−0.325
(11)	2.65	2.70	−0.050
(12)	2.25	2.35	−0.100

表 4　ア HR とイ HR における事後の結果（困難）

	ア HR 事後	イ HR 事後	平均の差
	平均値	平均値	
(1)	2.25	2.78	−0.525*
(2)	2.78	2.90	−0.125
(3)	2.33	2.50	−0.175
(4)	2.78	2.65	0.125
(5)	2.53	2.75	−0.225
(6)	2.13	2.23	−0.100
(7)	2.25	2.18	0.075
(8)	3.03	3.18	−0.150
(9)	2.60	2.88	−0.275
(10)	2.25	2.83	−0.575*
(11)	2.63	2.65	−0.025
(12)	2.33	2.38	−0.050

表 5　ア HR における事前・事後の結果（困難）

	ア HR 事前	ア HR 事後	平均の差
	平均値	平均値	
(1)	2.43	2.25	-0.175
(2)	3.00	2.78	-0.225
(3)	2.53	2.33	-0.200
(4)	3.08	2.78	-0.300*
(5)	2.83	2.53	-0.300*
(6)	2.10	2.13	0.025
(7)	2.18	2.25	0.075
(8)	2.90	3.03	0.125
(9)	2.70	2.60	-0.100
(10)	2.20	2.26	0.050
(11)	2.65	2.63	-0.025
(12)	2.25	2.33	0.075

表 6　イ HR における事前・事後の結果（困難）

	イ HR 事前	イ HR 事後	平均の差
	平均値	平均値	
(1)	2.53	2.78	0.250*
(2)	2.70	2.90	0.200
(3)	2.33	2.50	0.175
(4)	2.63	2.65	0.025
(5)	2.58	2.75	0.175*
(6)	2.30	2.23	-0.075
(7)	2.00	2.18	0.175
(8)	3.23	3.18	-0.050
(9)	2.68	2.88	0.200
(10)	2.53	2.83	0.300*
(11)	2.70	2.65	-0.050
(12)	2.35	2.38	0.025

（２） 考察

ア HR とイ HR の比較において，事前調査（表 3）では「(4)問題を解くために必要な公式や定理を選ぶとき」においてア HR のほうがイ HR よりも困難さが有意に高い結果が得られた（$t(78)=2.33$, $p<.05$）。事後調査（表 4）では，(4)において有意差は認められないがア HR とイ HR の高低が逆転している。また，HR ごとの事前・事後の比較では，ア HR の結果（表 5）において(4)と「(5)問題文に書かれた情報をもとに立式するとき」において，困難さが

有意に低くなっており（(4) $t(39)=2.93$，$p<.05$，(5) $t(39)=2.62$，$p<.05$），イ HR の結果（表6）では(5)において，困難さが有意に高くなっている（$t(39)=-1.74$，$p<.05$）。

この結果から，問題理解の活動を通して問題を要素に分け，要素間の関係把握をしたり，図に表現したり，振り返りをしたりして問題解決の鍵となった要素を意識化させることで，問題に内包された関係を読み解こうとする姿勢が身に付き，問題状況に合わせた適切な知識選択ができるようになったのではないか。

５－２　数学学習への意欲の差異

（１）　数学学習への意欲の結果（全体傾向）

ア HR とイ HR の事前調査と事後調査での数学学習への意欲の結果を 3 つの項目別にまとめたものが表 7，表 8 である。また，HR ごとの事前・事後調査の数学学習への意欲の結果を 3 つの項目別に表 9，表 10 にまとめている。

表 7　ア HR とイ HR の事前調査結果（学習意欲項目別）

項目	ア HR 事前	イ HR 事前	平均の差
	平均値	平均値	
数学への意欲	2.61	2.89	0.275
数学に対する自己概念	2.14	2.04	-0.100
数学への不安	2.16	2.19	0.0313

表 8　ア HR とイ HR の事後調査結果（学習意欲項目別）

項目	ア HR 事後	イ HR 事後	平均の差
	平均値	平均値	
数学への意欲	2.63	2.86	0.238
数学に対する自己概念	2.08	1.95	-0.135
数学への不安	2.13	2.29	0.169

表 9　ア HR の事前・事後調査結果（学習意欲項目別）

項目	ア HR 事前	ア HR 事後	平均の差
	平均値	平均値	
数学への意欲	2.61	2.63	0.013
数学に対する自己概念	2.14	2.08	-0.060
数学への不安	2.16	2.13	-0.038

表 10　イ HR の事前・事後調査結果（学習意欲項目別）

項目	イ HR 事前	イ HR 事後	平均の差
	平均値	平均値	
数学への意欲	2.89	2.86	-0.025
数学に対する自己概念	2.04	1.95	-0.095
数学への不安	2.19	2.29	0.100

（２）数学学習への意欲の結果（質問項目別）

ア HR とイ HR の事前調査と事後調査の結果を「数学への意欲」,「数学に対する自己概念」,「数学への不安」の質問項目ごとに表 11～表 13 にまとめている。また，HR ごとの事前・事後調査の結果を同様に表 14～表 16 にまとめている。

表 11　ア HR とイ HR の事前調査・事後調査結果（数学への意欲）

	ア HR 事前	イ HR 事前	平均の差
	平均値	平均値	
(1)	2.45	2.800	-0.350
(4)	2.43	2.73	-0.300
(7)	2.73	2.98	-0.250
(10)	2.85	3.05	-0.200

	ア HR 事後	イ HR 事後	平均の差
	平均値	平均値	
(1)	2.58	3.00	-0.425*
(4)	2.50	2.68	-0.175
(7)	2.65	2.85	-0.200
(10)	2.78	2.93	-0.150

表 12　ア HR とイ HR の事前調査・事後調査結果（数学に対する自己概念）

	ア HR 事前	イ HR 事前	平均の差
	平均値	平均値	
(2)	2.15	2.08	0.075
(5)	2.05	1.93	0.125
(8)	2.23	2.33	-0.100
(11)	2.23	2.15	0.075
(13)	2.05	1.73	0.325

	ア HR 事後	イ HR 事後	平均の差
	平均値	平均値	
(2)	2.13	2.28	-0.150
(5)	2.08	1.75	0.325
(8)	2.18	2.08	0.100
(11)	2.13	2.00	0.125
(13)	1.90	1.63	0.275

表 13　ア HR とイ HR の事前調査・事後調査結果（数学への不安）

	ア HR 事前	イ HR 事前	平均の差
	平均値	平均値	
(3)	2.90	2.45	0.450*
(6)	2.43	2.08	0.350
(9)	2.13	2.03	0.100
(12)	2.55	2.23	0.325

	ア HR 事後	イ HR 事後	平均の差
	平均値	平均値	
(3)	2.70	2.68	0.025
(6)	2.30	2.03	0.275
(9)	2.08	2.10	-0.025
(12)	2.43	2.38	0.050

表 14　HR ごとの事前・事後調査結果（数学への意欲）

	ア HR 事前	ア HR 事後	平均の差
	平均値	平均値	
(1)	2.45	2.58	0.125
(4)	2.43	2.50	0.075
(7)	2.73	2.65	−0.075
(10)	2.85	2.78	−0.075

	イ HR 事前	イ HR 事後	平均の差
	平均値	平均値	
(1)	2.80	3.00	0.200
(4)	2.73	2.68	−0.100
(7)	2.98	2.85	−0.125
(10)	3.05	2.93	−0.125

表 15　HR ごとの事前・事後調査結果（数学に対する自己概念）

	ア HR 事前	ア HR 事後	平均の差
	平均値	平均値	
(2)	2.15	2.13	−0.025
(5)	2.05	2.08	0.025
(8)	2.23	2.18	−0.050
(11)	2.23	2.13	−0.100
(13)	2.05	1.90	−0.150

	イ HR 事前	イ HR 事後	平均の差
	平均値	平均値	
(2)	2.08	2.28	−0.200
(5)	1.93	1.75	−0.125
(8)	2.33	2.08	−0.250*
(11)	2.15	2.00	0.150
(13)	1.73	1.63	0.100

表 16　HR ごとの事前・事後調査結果（数学への不安）

	ア HR 事前	ア HR 事後	平均の差
	平均値	平均値	
(3)	2.90	2.70	−0.200*
(6)	2.43	2.30	−0.125
(9)	2.13	2.08	−0.050
(12)	2.55	2.43	−0.125

	イ HR 事前	イ HR 事後	平均の差
	平均値	平均値	
(3)	2.45	2.68	0.225*
(6)	2.08	2.03	−0.050
(9)	2.03	2.10	0.075
(12)	2.23	2.38	0.150

（3）考察

表 7～表 10 までの全体傾向の結果では，いずれにおいても有意差が認められる項目はなかった。質問項目別の結果では，数学への不安についてのア HR とイ HR の比較（表 13）において，事前調査では「(3) 数学の授業についていけないのではないかとよく心配になる」という項目で，ア HR の方が不安が有意に高くなっている（$t(78)=2.13$，$p<.05$）が，事後調査においては有意差は認められなかった。また，数学への不安についての HR ごとの事前・事後の比較（表 16）において，ア HR では不安が有意に低くなっており（$t(39)=2.08$，$p<.05$），イ HR では不安が有意に高くなっている（$t(39)=-2.16$，$p<.05$）。

この結果から，教師が意図的に問題理解の活動を実施し，全体で問題理解をすることで問題状況が全体共有され，授業内でのつまずきの場面が減少したことで，授業に対する不安感が低減されたのではないか。

６　成果と今後の課題

６－１　成果

本研究では，問題の読解を意図的に分解・整理して視覚化することで学習者自身が自分の読解を対象化できる活動を行うことで，生徒の問題理解に対する困難を解消し，数学学習への意欲を向上させられるのではないか検討を行った。その結果，問題の要素を切り出し，整理し，その関係を理解する活動や，教師が要約された問題文を板書すること，問題の条件と解答を関連付けて振り返る活動を行うことで，生徒の問題解決における適切な知識選択や立式に対する困難を解消することができた。また，教師が意図的な問題理解の活動を，毎回の授業の中で実践することで，授業に対する不安感を低減することはできたが，数学学習への意欲を向上させられるという結果は得られなかった。

しかし，今回の実践を通して他にも得られた成果がある。それは，研究報告者自身に関わることであるが，今回の実践で問題文の理解に着目したことによって，数学における問題解決の構造や各段階の役割と重要性について理解し，自身の授業の在り方が変化したことである。これまで，実習や講師としての授業では，数学を通して考えることの楽しさを実感してほしいと思いながらも，解法を教え込み，問題をパターン化する授業になっていた。思いを持っていながらも，どのように実践すればよいか分かっていなかった。しかし，今回の実践を通して，問題を理解することから問題解決が始まるということの再確認や，問題に遭遇したときに，パターンを探したり，答えやゴールばかりを意識したりするのではなく，スタートにある問題場面そのものをじっくりと見つめ，今自分にできることや自分の力を総動員してその問題状況を真摯に考える姿勢を伝えていくことが，数学の学習や数学の学習指導にとって重要であることを理解することができた。

６－２　今後の課題

今回の実践を通して，数学学習への意欲を向上させることができなかったため，数学の問題解決の足場がけとなる活動を通して，数学が苦手な生徒の数学学習への意欲を向上させる手立てを模索する必要がある。今後も問題理解に焦点を当てた活動を継続的に行い，生徒がより深く数学を理解でき，より楽しく数学を学ぶことができるような授業を考えていきたい。

引用・参考文献

川端元子 (2019). 数学や専門分野の文章における言語表現の考察 愛知工業大学研究報告, 54

国立教育政策研究所 (2013). PISA2012 調査分析資料 https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/pisa2012_reference_material.pdf（最終アクセス日 2021 年 2 月 9 日）

中央教育審議会 (2016). 幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申） https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/__icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf（最終アクセス日 2021 年 1 月 9 日）

中原忠男（1995）．算数・数学教育における構成的アプローチの研究 聖文社
ポリア，G．（1954）．いかにして問題をとくか 柿内賢信（訳）丸善出版
文部科学省（2019）．高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説数学編 東洋館出版

謝辞

本研究を進めるに当たり，温かく熱心に御指導をいただいた愛媛大学教職大学院の吉村直道先生，授業研究などの多くの学びの場を提供してくださった山内孔先生に深く感謝を申し上げます。また，研究に快く御協力いただいた愛媛県立X高等学校の先生方，生徒の皆さんに心より感謝し，お礼申し上げます。ありがとうございました。