

つながるプログラミング教育

— 小・中・高をつなげた授業パッケージの作成と
技術分野の学習過程における非認知能力の検証 —

長期研修員 柴崎 淳志

《研究の概要》

本研究は、プログラミング教育において小・中・高の学びが円滑につながるように、授業パッケージを作成し有効性を明らかにするものである。また、中学校技術分野の問題解決の学習過程と非認知能力との関わりも明らかにするものである。授業パッケージは、小・中・高のプログラミングの学習を、「プログラムの論理構造」と「問題解決」でつなぐように作成し、実践を行った。中学校技術分野の問題解決の学習過程と非認知能力（自己効力感、メタ認知方略、向社会的スキル）の関わりについては、質問紙調査を用いて、結果を分析した。これにより、生徒の非認知能力をある程度可視化し、中学校技術分野の問題解決の学習過程との関わりが分かった。

キーワード 【技術系-中 プログラミング教育 小・中・高のつながり 問題解決能力
非認知能力】

群馬県総合教育センター

分類記号：G07-03 令和5年度 282集

本報告書に掲載されている商品又はサービスなどの名称は、各社の商標又は登録商標です。

〈各社の商標又は登録商標〉

Google スライド、Google スプレッドシート、Google Classroom、Google サイト、Google Colaboratory は、Google LLC の商標又は登録商標です。

micro:bit は、Micro:bit Educational Foundation の商標又は登録商標です。

なお、本文中には ™ マーク、® マークは明記していません。

I 主題設定の理由

群馬県の第3期教育振興基本計画では、基本施策2 確かな学力の育成、施策の柱⑤探究的・発展的な学習により社会へ参画する力を育成する、取組12 プログラミング教育の充実、情報活用能力の育成において、「小・中・高等学校の12年間を見通して、児童生徒の系統的な情報活用能力を育成（プログラミング教育を含む）します」と示されている。また、本年度から始まる、ぐんまプログラミング教育推進事業では、小・中・高のプログラミング教育の円滑な接続を図るとともに、中学校技術分野内容D情報の技術において題材計画を改善することで、プログラミングで自ら生活や社会の問題解決に取り組むことができる生徒の育成を目指している。

小学校学習指導要領解説総則編（平成29年7月）では、算数科、理科、総合的な学習の時間において「児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動」を行うことが示されている。また小学校プログラミング教育を土台として、中学校学習指導要領解説技術・家庭科編（平成29年7月）では、内容D情報の技術「（2）ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる問題の解決」、内容D情報の技術「（3）計測・制御のプログラミングによる問題の解決」が示されている。さらに高等学校学習指導要領解説情報編（平成30年7月）では、必修化された高等学校情報科「情報Ⅰ」（以下、情報Ⅰ）で、中学校技術分野でのプログラミングによる問題解決を踏まえ、ビッグデータやAIを扱ったり、シミュレーションしたりとより高度なプログラミングによる問題解決が示されている。このように、小・中・高において、学習指導要領でプログラミング教育が位置付けられている。

中学校技術分野では、持続可能な社会の構築に向けて、変化の激しい社会の中で、問題に直面した際に、自分なりに判断して解決することができる力、すなわち問題解決能力が求められている。この力を育成するためには、生活や社会の中から問題を見いだして課題を設定し解決を図る問題解決的な学習を繰り返し行うことが重要である。そして、内容D情報の技術では、現代社会で活用されている多くの技術が情報通信ネットワークと関連しながらシステム化されていることを踏まえ、生活や社会の中から見いだした問題を、ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングや、計測・制御システムを構想しプログラミングを行うことでの解決を目指している。

しかし、教職員を対象としたアンケート結果からは、次のようなことが明らかとなった。小学校プログラミング教育では、中学校技術分野の学習とのつながりを意識した授業実践が課題であること。中学校技術分野では、内容D情報の技術（1）にプログラミングによる問題解決は位置付けられていないため、内容D情報の技術（2）（3）を中学校第2・3学年で履修するように年間指導計画を作成している学校が多いこと。そして、中学校まではビジュアル型プログラミング言語を中心に扱うが、高等学校ではテキスト型プログラミング言語が中心となるため、生徒にとって学習内容の段差が大きく、情報Ⅰの「コンピュータとプログラミング」の学習に見通しをもちにくいことである。これらのことから小・中・高のつながりが意識されていない現状が分かった。

また、学習指導要領では、育成を目指す資質・能力の一つに、学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力、人間性等」が掲げられた。「学びに向かう力、人間性等」とは、「主体的に学習に取り組む態度も含めた学びに向かう力や、自己の感情や行動を統制する能力、自らの思考のプロセス等を客観的に捉える力など、いわゆる『メタ認知』に関するもの」と「多様性を尊重する態度と互いのよさを生かして協働する力、持続可能な社会づくりに向けた態度、リーダーシップやチームワーク、感性、優しさや思いやりなど、人間性等に関するもの」と整理されており、これらの資質・能力は非認知能力に該当するものと解釈できる。群馬県では令和4年12月の教育イノベーション会議において、非認知能力を育む今後の群馬の教育について話し合わせ、幼児期から非認知能力の育成を目指すことの重要性が示された。このように、国や群馬県では、学校教育において子供たちの非認知能力を育成することが重要視されている。そこで、数値化が難しいと言われる非認知能力を可視化することで、中学校技術分野の問題解決の学習過程と非認知能力の関係を明らかにしたいと考えた。

II 研究のねらい

小・中・高におけるプログラミング教育の学びが円滑につながる授業パッケージの有効性と、中学校技術分野の問題解決の学習過程と非認知能力との関係を明らかにする。

III 研究の内容

1 基本的な考え方

小・中・高におけるプログラミング教育の学びが円滑につながるよう、小学校（算数科、理科、総合的な学習の時間）から中学校技術分野、情報Ⅰ「コンピュータとプログラミング」までの学習について「プログラムの論理構造」と「問題解決」でつなぐ授業パッケージを作成する。この授業パッケージにより、教師は指導内容の重複がなくなり、指導時間の短縮と、見通しをもった指導ができるようになる。そして、児童生徒の「プログラミングが楽しい」という段階から、「社会の問題をプログラミングで解決できそう」という段階まで育成する。数値化が難しいとされる非認知能力を、質問紙を用いて可視化することで、中学校技術分野の問題解決の学習過程と非認知能力との関係を明らかにする。

(1) 小・中、中・高の円滑な学びのつながりとは

小学校から中学校、そして高等学校までのつながりのあるプログラミング教育の実現に向けて、学習内容のつながりを以下に示す。また、小・中のつながりとして、各単元の前に1時間、総合的な学習の時間を位置付けた(①、②)。

① 小学校第5学年算数科と中学校技術分野とのつながり

小学校第5学年算数科「正多角形」では、プログラミングを通して、正多角形の意味を基に正多角形を描画する活動を行う。プログラムに曲がる角度や繰り返す回数を入力することで動作し、コンピュータ画面上で動作結果が出力される。このことは、中学校技術分野内容D情報の技術「(2) ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる問題の解決」につながる。中学校技術分野では、小学校の学習を発展させ、ネットワークを利用して双方向性のあるコンテンツを制作する。

② 小学校第6学年理科と中学校技術分野とのつながり

小学校第6学年理科「電気の利用」では、身の回りに電気エネルギーを効率よく利用している道具があることに気づき、目的に合わせてセンサを使う。モータの動きや発光ダイオードの点灯を制御するといったプログラミングの体験を通して、電気の性質や働きを目的に合わせて制御したり、効率よく利用したりする工夫があることを学習する。このことは、中学校技術分野内容D情報の技術「(3) 計測・制御のプログラミングによる問題の解決」につながる。中学校技術分野では、小学校の学習を発展させ、問題を見いだして課題を設定し、入出力されるデータの流れを基に計測・制御システムを構想して製作する。

③ 小学校プログラミング教育と中学校技術分野とのつながり

中学校技術分野の内容D情報の技術「(1) 基礎的な情報の技術の仕組み及び情報モラルの必要性など既存の技術を理解する」場面では、本来、プログラミングによる問題解決の位置付けはない。また、内容D情報の技術(2)(3)を中学校第2・3学年で履修することが多いことから1年間のブランクが生まれてしまう。そこで、中学校第1学年において、内容D情報の技術(1)で簡易なチャットプログラムの制作というプログラミング教育に関わる学習内容を位置付ける。このことにより、基礎的な情報の技術の仕組み及び情報モラルの必要性を学習することで、小学校から中学校まで円滑にプログラミング教育が継続できるようにする。さらに、中学校第2・3学年の内容D情報の技術(2)(3)の学習においてプログラミングによる問題解決を行うことで、問題解決能力を育成し、情報Ⅰの高度な問題解決につながるようにする。

④ 中学校技術分野と情報Ⅰ「コンピュータとプログラミング」とのつながり

情報Ⅰ「コンピュータとプログラミング」では、中学校技術分野の学習を踏まえ、ビッグデータやAIを扱ったり、シミュレーションしたりと、より高度な問題解決に取り組む。その際、テキスト型

プログラミング言語を多く用いることから、中学校の内容D情報の技術（4）において、Python（テキスト型プログラミング言語）によるプログラミングの体験をすることで、情報Ⅰ「コンピュータとプログラミング」の学習に見通しをもつことができる。

(2) 「プログラムの論理構造」でつなぐとは

「プログラムの論理構造」とは、プログラムの基本構造のことである。基本構造は「順次」「反復」「分岐」「変数」「配列」などがある。児童は、小学校第5学年算数科の図形領域の学習において、教科の学習として初めてプログラミングに触れることが多い。この段階で扱う論理構造は、主に「順次」「反復」である。小学校第6学年理科のA物質・エネルギーの学習において、センサなどを制御する学習を行う際には「分岐」を扱う。中学校では、それらに加えて、主に「変数」を扱う。その「変数」と小学校で体験した三つの論理構造を組み合わせながら、プログラミングによる問題解決を通して、確実な理解を図っていく。そして、情報Ⅰ「コンピュータとプログラミング」では、「配列」などを組み合わせながら、より高度なプログラミングを学習する。

(3) 「問題解決」でつなぐとは

小学校では、問題をプログラミングで解決することの楽しさを実感する。中学校では、技術分野の学習において、プログラミングによる問題解決に取り組むことで、プログラムの論理構造の確実な理解と問題解決能力の育成を図る。技術分野の問題解決には、五つの過程がある。生活や社会の中から問題を見だし課題を設定する過程、課題の解決策や解決方法を検討・構想して具体化する過程、知識及び技能を活用して課題解決に取り組む過程、実践を評価して改善する過程、課題解決の結果や実践を評価した結果を的確に、創造的に表現する過程である。この一連の過程を繰り返し経験させることで、技術分野における問題解決能力を育成する。そして、情報Ⅰ「コンピュータとプログラミング」では、中学校までの問題解決を発展させて、より高度な問題解決に取り組む。

(4) 本研究で扱う非認知能力について

加藤智（2019）「小学生の非認知的スキルの測定に関する基礎的研究」では、「小学生の非認知的スキルを測定するための質問項目について検討を行い、4つの非認知的スキル（自己効力感、動機付け、メタ認知方略、向社会的スキル）を測定する信頼性のある質問紙を作成した」としている。この先行研究では、小学校の総合的な学習の時間に関して質問項目を作成し、非認知能力の測定を行った。総合的な学習の時間は問題解決的な学習を行っており、技術分野の問題解決の学習に近いと考えた。この先行研究を参考に本研究では、技術分野における問題解決の学習過程に関係が深いと考えられる自己効力感、メタ認知方略、向社会的スキルの三つに着目し、技術分野の問題解決の学習過程との関係を明らかにする。なお、動機付けについては、技術分野の学習以外の影響が大きいと考え、扱わないこととする。加藤が作成した質問項目を参考に、技術分野の学習過程に則した文言に一部修正を加えた質問項目（25項目、別添資料参照）を用いて、これら三つの非認知能力と学習過程の関係を明らかにする。本研究で扱う三つの非認知能力と関係が深いと考えられる学習過程を以下に示す。

① 自己効力感

先行研究では「個人がある状況において、必要な行動を効果的に遂行できる可能性の認知」としている。中学校技術分野の学習においては、問題を見いだして課題を設定し、解決策を具体化する中で、解決策を実行できる、うまくいくという自信と捉えている。関係が深い学習過程は、課題を設定する過程、解決策を具体化する過程が考えられる。

② メタ認知方略

先行研究では「学習で最も役立つ方略の考え方と選択、監視、計画に意識を集中させることによって、自分の学習行動とプロセスに影響を与える目標志向的な取り組み」としている。中学校技術分野の学習においては、問題解決を行う中で、大事なポイントを押さえて取り組んだり、計画を見直したりする能力と捉えている。関係が深い学習過程は、計画を見直す過程、修正する過程が考えられる。

③ 向社会的スキル

先行研究では、「他者と効果的に対話し、社会的に受け入れられない反応を避けることを可能にする、社会的に受け入れられる学習行動」としている。中学校技術分野の学習においては、問題解決の学習過

程における、他者との対話や協働と捉えている。

2 教材の概要

(1) 小・中・高の円滑な学びを実現する授業パッケージの構成

この授業パッケージは、小学校（算数科、理科、総合的な学習の時間）から中学校技術分野、情報Ⅰ「コンピュータとプログラミング」までで構成されている。この授業パッケージは、指導案、題材計画、ワークシート、説明動画が含まれる。ワークシートは、自走できるようにしたマニュアルやポータルサイトと、問題解決の過程が見通せるようにする。自走できるとは、児童生徒が自分のペースで学習を進めたり、学び方を選択したりできることである。説明動画は、教師が授業を実践する際の指導のポイントを紹介する内容である。

(2) 授業パッケージの授業内容

授業パッケージの授業の内容は、以下のとおりである。

① 小学校第5学年算数科につながる授業、小学校6年生理科につながる授業

小学校第5学年算数科、小学校第6学年理科では、プログラミング教育に関わる単元の前に、ビジュアル型プログラミング言語を用いて、プログラミングや問題解決の楽しさや達成感を味わえる授業を、総合的な学習の時間として各1時間行う。

② 中学校技術分野内容D情報の技術（1）における授業

中学校第1学年では、内容D情報の技術（1）でプログラミングの技能の基礎について確認する。小学校プログラミング教育とのつながりを考え、ビジュアル型プログラミング言語を用いて簡易なチャットプログラムを制作し、情報の技術の見方・考え方を働かせて改善点を考える活動を通して、基礎的な情報の技術の仕組み及び情報モラルの必要性を学習する。

③ 中学校技術分野内容D情報の技術（2）における授業

中学校第2学年では、内容D情報の技術「（2）ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる問題の解決」を行う。画像認識や音声認識などのAI技術を取り上げ、情報の技術の見方・考え方を働かせながら問題を見いだす。そして、AI技術を用いて解決できる課題を設定し、アクティビティ図を用いて解決策を具体化し、プログラムを制作する。

④ 中学校技術分野内容D情報の技術（3）における授業

中学校第3学年では、内容D情報の技術「（3）計測・制御のプログラミングによる問題の解決」を行う。内容D情報の技術（3）では、システムを構成するセンサやアクチュエータの選択、設置などが必要となることから、センサやアクチュエータの特徴を理解することも問題の解決策を具体化する上で重要となってくる。そこで、問題を見いだし課題を設定する場面において、センサやアクチュエータの働きを理解する活動を行い、解決策を具体化できるようにする。必要な資料が掲載されたポータルサイトを活用し、システムの製作やプログラムの制作を行う。

⑤ 中学校技術分野内容D情報の技術（4）における情報Ⅰ「コンピュータとプログラミング」につながる授業

中学校第3学年では、内容D情報の技術（4）として情報Ⅰ「コンピュータとプログラミング」のテキストプログラミングに見通しをもたせる発展的な授業を行う。生徒がこれまでに学習した「順次」「反復」「分岐」「変数」を組み合わせ、テキスト型プログラミング言語を用いてシミュレーションを体験する。

3 研究構想図



IV 研究の計画と方法

1 授業実践の概要

対象	研究協力校 小学校第5学年 33名
実践期間	令和5年12月13日 1時間
単元名	「プログラミングの楽しさを体験しよう」(総合的な学習の時間)
本時の目標	○プログラムの制作に興味・関心をもち、今後のプログラミングの学習に見通しをもって取り組もうとしている(学びに向かう力、人間性等)。
対象	研究協力校 小学校第6学年 37名
実践期間	令和5年11月8日 1時間
単元名	「センサを使って楽しいプログラムをつくろう」(総合的な学習の時間)
本時の目標	○センサを利用したプログラムの制作に興味・関心をもち、今後のプログラミングの学習に見通しをもって取り組もうとしている(学びに向かう力、人間性等)。
対象	研究協力校 中学校第1学年 50名
実践期間	令和5年10月10日～11月13日 5時間
題材名	「チャットプログラムの工夫を、プログラミングを通して読み取ろう」
題材の目標	○生活や社会で利用されている情報の技術についての科学的な原理・法則や基礎的な技術の仕組み、情報モラルの必要性及び、情報の技術と生活や社会、環境との関わりについて理解している(知識及び技能)。 ○情報の技術に込められた問題解決の工夫について考えている(思考力、判断力、表現力等)。 ○主体的に情報の技術について考え、理解しようとしている(学びに向かう力、人間性等)。
対象	研究協力校 中学校第2学年 84名

実践期間	令和5年10月10日～11月29日 9時間
題材名	「A I 技術を用いて、身の回りや地域の問題を解決しよう」
題材の目標	○情報通信ネットワークの構成と、情報を利用するための基本的な仕組みを理解する。安全・適切なプログラムの制作、動作の確認及びデバッグ等ができる（知識及び技能）。 ○身の回りや地域から問題を見いだして課題を設定し、解決策を具体化するとともに、制作の過程や結果の評価、改善及び修正について考えている（思考力、判断力、表現力等）。 ○よりよい生活の実現や持続可能な社会の構築に向けて、課題の解決に主体的に取り組んだり、振り返って改善したりしようとしている（学びに向かう力、人間性等）。
対象	研究協力校 中学校第3学年 82名
実践期間	令和5年10月10日～12月1日 14時間
題材名	「計測・制御システムを応用して社会の問題を解決しよう」
題材の目標	○生活や社会で利用されている情報の技術についての科学的な原理・法則や情報セキュリティの必要性及び、情報の技術と生活や社会、環境との関わりについて理解し、安全・適切なプログラムの制作、動作の確認及びデバッグ等ができる技能を身に付ける（知識及び技能）。 ○社会の発展に関わる問題を見いだして、課題を設定し計測・制御システムを使って解決策を構想し、実践を評価・改善し、表現するなどして課題を解決する力や、よりよい生活の実現や持続可能な社会の構築を目指して情報の技術の評価し、適切に応用する力を身に付ける（思考力、判断力、表現力等）。 ○よりよい生活の実現や持続可能な社会の構築に向けて、課題の解決に主体的に取り組んだり、振り返って改善したりして、情報の技術を工夫し創造しようとしている（学びに向かう力、人間性等）。
対象	研究協力校 中学校第3学年 82名
実践期間	令和5年11月22日 1時間
題材名	「100連ガチャのシミュレーションをプログラミングしよう」
本時の目標	○100連ガチャのプログラムを、テキスト型プログラミング言語を用いてシミュレーションする体験を通して、情報Iの学習への見通しをもつことができる（学びに向かう力、人間性等）。

2 検証計画

検証の視点	検証の方法
小学校における授業パッケージを実践することで、プログラムの論理構造について理解し、今後のプログラミングの学習への見通しをもつことができたか。	○質問紙調査 ○教師の観察と聞き取り
中学校技術分野の情報の技術における授業パッケージを実践することで、プログラミングによる問題解決能力が育成できたか。	○質問紙調査 ○教師の観察
中学校技術分野の問題解決の学習過程と非認知能力（自己効力感、メタ認知方略、向社会的スキル）との関係を明らかにできたか。	○技術分野の学習に対応させ、SD法で作成した質問項目(25項目)による質問紙調査
中学校技術分野内容D情報の技術（4）における授業パッケージを実践することで、情報Iの学習に見通しをもつことができたか。	○質問紙調査 ○教師の観察と聞き取り

3 実践

作成した授業パッケージをもとに、小学校第5学年、小学校第6学年、中学校第1～3学年で授業実践を行った。研究上の手立ての○は小・中・高の円滑な学びの接続、●は問題解決能力の育成を示す。なお、中学校技術分野の指導計画については、資料に記載する。

(1) 小学校第5学年算数につながる授業

	主な学習活動	研究上の手立て
導入	・身の回りでプログラムが利用されている製品について考え、本時のめあてをつかむ。	○プログラムによって生活が便利になっていることに気付けるよう、プログラムが利用されて動作している製品を提示する。

展開	<ul style="list-style-type: none"> ・アンプラグド（コンピュータを使わずにプログラミングの学習を行うこと）で命令ゲームを行い、プログラムの処理について知る。 ・Scratchを用いて、模様を描くプログラムを制作する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○プログラムの論理構造（順次と反復）が理解できるよう、アンプラグドで命令ゲームを行う。 ○算数科の既習事項とつながりをもたせるために、見本として正方形と正三角形を描くプログラムを提示し、制作する。 ●プログラミングの楽しさを実感できるよう、ペンの色の変更やスプライトの追加を奨励し、児童がプログラムを工夫して制作できるようにする。
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・本時を振り返り、今後のプログラミングの学習への見通しをもつ。 	<ul style="list-style-type: none"> ○今後の学習に見通しをもてるよう、算数の多角形の学習におけるプログラミングについて紹介する。

(2) 小学校第6学年理科につながる授業

	主な学習活動	研究上の手立て
導入	<ul style="list-style-type: none"> ・身の回りでプログラムが利用されている製品について考え、本時のめあてをつかむ。 	<ul style="list-style-type: none"> ○プログラムによって生活が便利になっていることに気付けるよう、プログラムが利用されて動作している製品を提示する。
展開	<ul style="list-style-type: none"> ・二人一組でイライラ棒のコースをmicro:bitで製作する。 ・MakeCode for micro:bitを使用してプログラムを制作する。 ・コースやプログラムを工夫して、よりおもしろいゲームにする。 	<ul style="list-style-type: none"> ○プログラムの論理構造が理解できるよう、「順次」「反復」「分岐」を説明する。 ●コースやプログラムを工夫しようとする意欲を高めるために、制作したイライラ棒をゲームとしてよりおもしろくするにはどうすればよいか問いかける。
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・本時を振り返り、今後のプログラミングの学習への見通しをもつ。 	<ul style="list-style-type: none"> ○今後の学習に見通しをもてるよう、理科の電気の利用の学習や中学校技術分野におけるプログラミングについて紹介する。

(3) 中学校技術分野内容D情報の技術(4)における情報I「コンピュータとプログラミング」へつながる授業

	主な学習活動	研究上の手立て
導入	<ul style="list-style-type: none"> ・これまでの学習を振り返り、本時のめあてをつかむ。 	<ul style="list-style-type: none"> ○既習事項を想起できるように、生徒がこれまでの学習で行った問題解決の過程やビジュアル型プログラミング言語のプログラムを提示する。
展開	<ul style="list-style-type: none"> ・Pythonで、100連ガチャのシミュレーションのプログラムを制作する。 ・「順次」「反復」「分岐」の三つの論理構造に「変数」「乱数」を組み合わせて、当選確率が1%の100連ガチャのプログラムを制作する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○テキスト型プログラミング言語でのプログラミングに初めて取り組む生徒が入力しやすいようにサンプルプログラムを用意して、それを参照しながら入力できるようにする。 ○三つの論理構造に「変数」「乱数」を組み合わせて、当選確率が1%のガチャのプログラムを制作する。乱数を発生させる命令は提示する。
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・本時を振り返り、情報Iの学習への見通しをもつ。 	<ul style="list-style-type: none"> ○今後の学習に見通しをもてるよう、情報Iでは、テキスト型プログラミング言語による、より高度な問題解決の学習を行うことを紹介する。

V 研究の結果と考察

1 小学校における授業パッケージを実践することで、プログラムの論理構造について理解し、今後のプログラミングの学習への見通しをもつことができたか。

小学校の授業後に行った質問紙調査の結果は次のとおりである。第5学年への質問紙調査では「中学校でのプログラミングの授業に見通しをもつことができたか」という質問に対して97%の肯定的な回答を得られた。また、「プログラムの論理構造を理解できたか」という質問に対して96%の肯定的な回答を得られた（図1）。第6学年への質問紙調査では、「中学校でのプログラミン

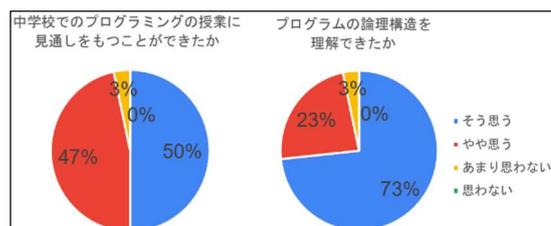


図1 質問紙調査の結果（第5学年）

グの授業に見通しをもつことができたか」という質問に対して94%の肯定的な回答が得られた。また、「プログラムの論理構造を理解できたか」という質問に対して94%の肯定的な回答を得られた(図2)。

実践の様子から児童は、三つの論理構造(順次、分岐、反復)を使ったプログラムを制作することができた。授業パッケージの実践によって、児童は試行錯誤しながら課題を解決し、教師がその姿を価値付け、今後の授業内容を紹介したことで、算数科や理科、中学校技術分野のプログラミングの学習に実感を伴った見通しをもつことができたと考える。授業を参観した教師からは「子供たちが夢中になって取り組んでいる様子が印象的であった」「自然と学び合いができていた」「プログラミング学習の導入としてはとても有効であると思った」などの感想があった。

これらのことから、小学校における授業パッケージは、プログラミングを楽しみ、論理構造を理解する上で有効であった。また、中学校の学習に見通しをもたせることができたと考える。

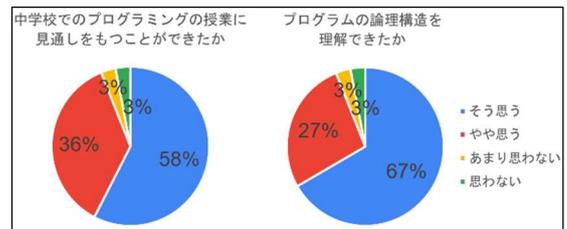


図2 質問紙調査の結果(第6学年)

2 中学校技術分野の情報の技術における授業パッケージを実践することで、プログラミングによる問題解決能力が育成できたか。

中学校第1学年では、小学校のプログラミングで学習した論理構造を使って、簡易なチャットプログラムを制作した。そして、情報の技術の見方・考え方を働かせて、改善点を考える活動を行った(図3)。改善点を踏まえ、クラス全体で「四人でチャットできるようにする」という課題を設定した。生徒は、プログラミングに取り組み、プログラム(図4)を制作し、課題を解決することができた。題材の学習終了後の生徒の記述には、技術の見方・考え方を意識した記述(図5)や「プログラミングがいろいろなものに使われていることを知って、他に使われているものが気になった」「もっとプログラミングをやりたい」などの記述が見られた。

チャットプログラムの改善点			
情報の技術の見方・考え方を働かせて、改善点を考えよう。			
名前	社会からの要求	安全性	経済性
既読機能がほしい	残してもいい	誰でも同じメッシュに入ることができるパスワードをつけられない	パソコンさえあればできるのでいいと思う
既読機能	自分でパスワードを決められるようにする。	パスワードをつけたい	自動的にメッセージを表示したい今はプログラムを押さないで表示されたい
履歴が出るようにしてほしい。	一度にみんな同じメッシュに入れる。	機械があればできる。	
・たくさんの人と同時にチャットしたい ・チャット履歴がほしい	・自分でパスワードを決める。 ・メッシュに誰でも入れてしまう話しているかわからない		・メッセージを送るのにわざわざを押すのは手間なので常にメッセージが打ち込まれているようにしたい
たくさんの人と同時にチャットしたい	手が何をしているかが分かる		

図3 チャットプログラムの改善点



図4 制作したプログラム

中学校第1学年で授業パッケージを実践することにより、小学校で学習したプログラムの論理構造を生かして、プログラミングで課題を解決することができるようになった。また、今後の中学校技術分野のプログラミングによる問題解決への意欲を高めることができたと考える。

中学校第2・3学年の各題材で問題解決の過程ごとに行った質問紙調査の結果は次のとおりである(次ペ

質問	評価	その理由
学習を通して「情報の技術」への関心が高まったと思いますか。	○	プログラミングをやったときに、どうやら、安全性がかわる感じがするかながらうと思った。

(評価) ◎:完璧!バッチリ! ○:まあまあ △:いまいち ×:ぜんぜん

図5 題材学習終了後の生徒の記述

ーじ表1)。表中の学習過程は、1が問題を見だし課題を設定する過程、2が課題の解決策や解決方法を検討・構想して具体化する過程、3が知識及び技能を活用して課題解決に取り組む過程、4が実践を評価して改善する過程、5が課題解決の結果や実践を評価した結果を的確に、創造的に表現する過程を表す。

表1 問題解決能力に関する質問紙調査の結果

学習過程	質問項目	第2学年				第3学年			
		そう思う	やや思う	あまり思わない	思わない	そう思う	やや思う	あまり思わない	思わない
1	問題を見つけることができましたか。	66.2%	26.5%	7.4%	0.0%	61.3%	33.3%	2.7%	2.7%
	課題を設定できましたか。	35.3%	39.7%	22.1%	2.9%	44.0%	37.3%	16.0%	2.7%
2	課題を具体化できましたか。	47.7%	40.0%	9.2%	3.1%	56.8%	37.8%	5.4%	0.0%
	アクティビティ図などに表せましたか。	36.9%	32.3%	15.4%	15.4%	36.5%	36.5%	24.3%	2.7%
3	課題を解決するプログラムやシステムを製作できましたか。	42.9%	38.1%	14.3%	4.8%	54.0%	32.0%	12.0%	2.0%
	プログラムやシステムがうまく動作しないときに、原因を考えたり、修正したりできましたか。	47.6%	40.5%	9.5%	2.4%	70.0%	26.0%	2.0%	2.0%
4	自分の製作したプログラムやシステムの良さや改善点を評価できましたか。	45.2%	45.2%	7.1%	2.4%	56.6%	34.0%	9.4%	0.0%
5	問題の解決結果や改善点を踏まえて、レポートにまとめられましたか。	28.6%	50.0%	16.7%	4.8%	41.5%	35.8%	22.6%	0.0%

問題解決の各過程の学習終了時に実施した質問紙調査の結果から、第2学年では、1の過程で92.7%と75%、2の過程で87.7%と69.2%、3の過程で81.0%と88.1%、4の過程で90.4%、5の過程で78.6%と、各過程において肯定的な回答を得られた。第3学年では、1の過程で、94.6%と81.3%、2の過程で94.6%と73.0%、3の過程で86.0%と96.0%、4の過程で90.6%、5の過程で77.3%と、各過程において肯定的な回答を得られた。さらに、第2学年と第3学年の各過程の回答を比較すると、各質問項目では、第3学年の方が否定的な回答が少ないことが分かる。これは、第3学年は、これまで問題解決的な学習を繰り返しており、学年が上がり、問題解決を繰り返し経験することで、問題解決能力が育成されたためと考える。

また、1の過程の「課題を設定できましたか」という質問に対して第2学年は25.0%、第3学年は18.7%の否定的な回答があった。これは、AI技術やセンサやアクチュエータを使って解決策を考えることが難しかったと考える。否定的な回答をしていた生徒は、学習を進めていく中で、他者と協働することでアイデアをもらったり、自走できるマニュアルやポータルサイトに掲載された例を参考にしたりして、課題を設定することができた。

2の過程の「アクティビティ図などに表せましたか」という質問に対しては、第2学年は30.8%、第3学年は27.0%の否定的な回答があった。これは学習でアクティビティ図を扱うことが初めてであり、慣れていないことが理由と考えられる。否定的な回答をしていた生徒は、学習を進めていく中で、他者の図を参考にしながら図に表す姿が見られた。

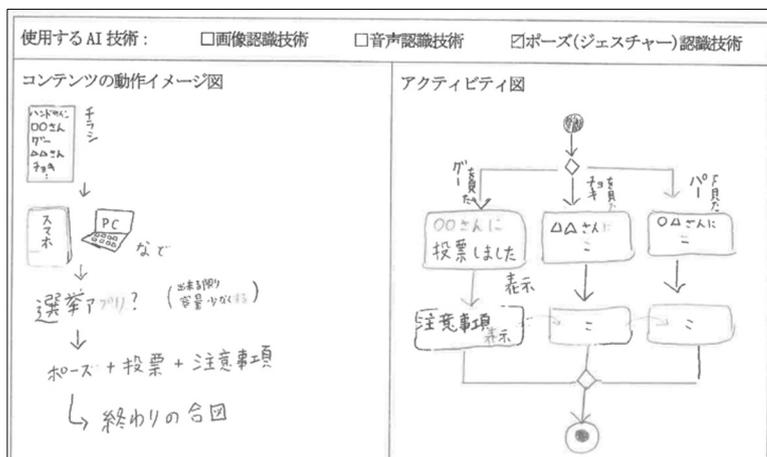


図6 課題を具体化したワークシートの記述（第2学年）



図7 プログラムが動作する様子

第2学年の実践で、生徒が身の回りや地域から見いだした問題は「野良猫が多く、ゴミ捨て場が荒らされてしまう」「選挙権をもっているのに、選挙に行かない人が多い」などが挙げられた。それに対して設定した課題は「画像認識で猫を見つけたら、光を出して追い払う」「画像認識技術を使って簡単にネットで投票できるようにする」が挙げられた。問題を解決するために、問題解決の過程が見通せるワークシートを用いて、使用するAI技術を明らかにし、動作のイメージ図を描いたり、アクティビティ図を用いたりして具体化することができた(前ページ図6)。課題を設定できない生徒に対しては、手立ての一つとして、生成AIの回答を参考にするよう促した。生成AIの回答を参考にした生徒は、「画像認識技術を使って、高齢者の薬の飲み間違いを防ぐプログラム」などの課題を設定し、解決することができた(前ページ図7)。実践を評価して改善する過程では、利用者の立場から、使いやすさなどの改善点を考えることができた(図8)。課題解決の結果や実践を評価した結果を的確に、創造的に表現する過程では、完成したプログラムの動作を評価や改善点を述べながらクラス全体に向けて発表できた。まとめのレポートには、「問題を解決する時は、問題の要点を捉えて、解決できるように頑張りたい」「次の問題解決に向けて、どうすれば問題を解決できるか考え計画を立て行動することを意識したい」「次の問題解決では、解決策を細かく考えることを頑張りたい」などの記述があった。問題解決そのものの進め方について振り返り、次の問題解決に生かそうとする姿が見られた。

制作したプログラムを次の観点で評価しましょう。

最初に見つけた問題は解決できましたか	★★★★☆
使いやすいものになっていますか	★★★★☆
適切な表現になっていますか	★★★★☆
総合評価:★★★★☆	
コメントや改善点:	

・「使いやすいものになっているか」とは、星は4にしました。その理由は、商品の全数買込は8時に早く在庫が足りなくなると、もっと早く買込たい。その改善策としては、LEDの配列、74HC244はよく使ったと思いました。

図8 実践を評価するワークシートの記述

第3学年の実践で、生徒が地域や社会から見いだした問題は「地震の被害を少なくしたい」「地域の空き巣の問題」などが挙げられた。それに対して設定した課題は「地震を事前に感知し、家具が倒れないようにする」「家を留守にしている時に家に人が入ってきたら通知が届く、ものが壊れる音でも通知が届くようにする」などである。問題を解決するために、問題解決の過程が見通せるワークシートを用いて、使用するセンサやアクチュエータを明らかにし、動作のイメージ図を描いたり、アクティビティ図を用いたりして具体化することができた(図9)。課題解決に取り組む過程では、必要なセンサやアクチュエータを選択し、問題解決の過程が見通せるワークシートや資料が掲載されたポータルサイトを参考にしながら、プログラムやシステムを製作することができた(図10)。実践を評価して改善する過程では、情報の技術の見方・考え方を働かせて、評価することができた(次ページ図11)。課題解決の結果や実践を評価した結果を的確に、創造的に表現する過程では、完成したシステムの動作を、評価や改善点を述べながらクラス全体に向けて発表できた。まとめのレポートには、「大きな問題も小さな問題から少しずつ改善できること

使用するセンサ: タッチセンサ 明るさセンサ 音センサ
加速度センサ 磁気センサ ボタン 距離センサ その他()

使用するアクチュエータ: LED(micro:bit) スピーカ(micro:bit)
LED サーボモータ DCモータ その他(ブザー)

システムの動作イメージ図

アクティビティ図

```

    graph TD
      Start(( )) --> Sense{もし}
      Sense --> NoSound[感知しない]
      Sense --> Sound[人が音で感知]
      NoSound --> NoAction[何も行さない]
      Sound --> Send[送信]
      Send --> Message[メッセージがくる]
  
```

何かに知らせる

図9 課題を具体化したワークシートの記述(第3学年)

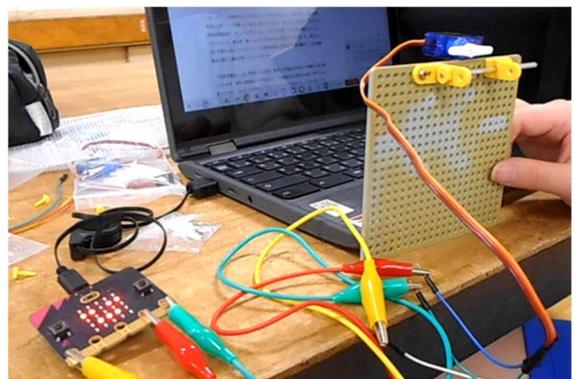


図10 地震の時に家具が倒れないようロックするシステムのモデル

大きな問題も小さな問題から少しずつ改善できること

を学んだので、これからは大きなところだけ見るのではなく、その中の小さなところから、解決できるような広い視野をもてるようにしたい」
「結構いろいろな問題があるから、様々な視点から考えたらいよいよ解決ができるなと思いました。解決する時はアクテ

製作したシステムやプログラムを次の観点で評価しましょう。	
最初に見つけた問題は解決できましたか	★★★★☆
情報の技術の見方・考え方をはたらかせることができましたか	★★★★☆
総合評価：★★★★☆	
コメントや改善点： 術がとつくるのに、明るさセンサだけでは、暗いととくと光って、環境に負荷がかかり、月の家の人が明るくていいかと思われてしまうといふ事と、明るさセンサと距離センサをつけて、安全に環境に優しく、電気代も節約でき、社会からの要も考えてよりよいものをつくったと思う。	

図 11 実践を評価するワークシートの記述

ィビティ図を使うことが大切だなと思いました」などの記述があった。問題の見だし方や解決方法の具体化、修正・改善など、今後の問題解決に主体的に取り組もうとする姿が見られた。

以上の質問紙調査の結果や生徒の姿から、第2・3学年の授業パッケージの実践により、問題解決の学習が充実し、生徒の問題解決能力を育成することができたと考える。

3 中学校技術分野の問題解決の学習過程と非認知能力（自己効力感、メタ認知方略、向社会的スキル）との関係を明らかにできたか。

題材の学習前と学習後において、SD法で質問項目を作成し、調査を行った。t検定を行い、変化の有意差を調べた（表2、次ページ表3）。

表 2 自己効力感、メタ認知方略について、SD法で質問項目を作成・調査し、t検定を行った結果（ $P \leq 0.05$ ）

D情報の技術（2）第2学年

質問項目	自己効力感					メタ認知方略					
	やりたくないことでも、一生懸命やる	どんなことでも、どんどん自分から挑戦していくほうだ	計画を立てるときは、きっと自分にはできると思っている	なにかをやろうと決めたら、すぐにとりかかる	困ったことでも、自分にはなんとか乗り越えられると思う	勉強を始める前に、最初に計画を立ててから始める	勉強する時は、大切なところはどこかを考えながら勉強する	勉強する前に、これから自分は何を勉強しなければいけないかを考える	勉強している時はたまに止まって、一度したところを見直す	勉強している時は、自分がわからないところはどこかを見つけようとする	勉強している時は、自分がやった内容を覚えているかを確かめる
題材前	3.3947	3.2368	3.1842	3.0000	3.1053	2.7105	3.3947	3.1795	2.7692	2.9211	3.0526
題材後	3.0526	3.0000	3.0263	3.1053	3.1579	3.1316	3.1316	3.3590	3.2308	3.4211	3.3684
差	-0.3421	-0.2368	-0.1579	0.1053	0.0526	0.4211	-0.2632	0.1795	0.4615	0.5000	0.3158
P値	0.0051	0.0180	0.2949	0.4215	0.6235	0.0162	0.0310	0.1974	0.0023	0.2444	0.0212

D情報の技術（3）第3学年

質問項目	自己効力感					メタ認知方略					
	やりたくないことでも、一生懸命やる	どんなことでも、どんどん自分から挑戦していくほうだ	計画を立てるときは、きっと自分にはできると思っている	なにかをやろうと決めたら、すぐにとりかかる	困ったことでも、自分にはなんとか乗り越えられると思う	勉強を始める前に、最初に計画を立ててから始める	勉強する時は、大切なところはどこかを考えながら勉強する	勉強する前に、これから自分は何を勉強しなければいけないかを考える	勉強している時はたまに止まって、一度したところを見直す	勉強している時は、自分がわからないところはどこかを見つけようとする	勉強している時は、自分がやった内容を覚えているかを確かめる
題材前	3.0196	2.7059	2.7059	2.6078	2.9608	2.3725	3.0196	3.1961	2.7059	3.2353	3.2941
題材後	3.0784	3.0000	3.0000	2.9020	3.1176	2.9020	3.3922	3.4510	3.2941	2.9000	3.4902
差	0.0588	0.2941	0.2941	0.2941	0.1569	0.5294	0.3725	0.2549	0.5882	-0.3353	0.1961
P値	0.5825	0.0238	0.0238	0.0419	0.1973	0.0001	0.0008	0.0411	0.0000	0.1593	0.0959

質問項目「やりたくないことでも、一生懸命やる」「どんなことでも、どんどん自分から挑戦していくほうだ」「計画を立てるときは、きっと自分にはできると思っている」「なにかをやろうと決めたら、すぐにとりかかる」では、有意な差があることが分かった。この結果から課題の設定や解決策の具体化の過程が「自己効力感」と関わりがあることが明らかとなった。同様に、質問項目「勉強を始める前に、最初に計画を立ててから始める」「勉強する時は、大切なところはどこかを考えながら勉強する」「勉強する前に、これから自分は何を勉強しなければいけないかを考える」「勉強している時はたまに止まって、一度したところを見直す」「勉強している時は、自分がわからないところはどこかを見つけようとする」でも、有意な差があることが分かった。この結果から計画の見直しや修正する過程が「メタ認知方略」と関わりのあることが明らかとなった。これらの結果から、技術分野の問題解決の学習過程と設定した非認知能力は関わりがあることが分かった。

向社会的スキルは、質問紙調査の結果から有意な差が認められなかった（次ページ表3）。この期間は、

班活動が少なかったためと考える。今後、班活動を充実させ、検証を試みたい。

表3 向社会的スキルについて、SD法で質問項目を作成・調査し、t検定を行った結果 (P ≤ 0.05)

D情報の技術(2) 第2学年

質問項目	向社会的スキル						
	友だちが失敗したら、はげます	困っている友だちを、助ける	友だちの頼みを聞く	友だちに、親切にする	相手の気持ちを、考えて話す	引き受けたら、最後までやる	友だちの意見に反対するときは、理由を言う
題材前	3.8684	3.8158	3.8158	3.8947	3.6757	3.7105	3.6053
題材後	3.9211	3.8947	3.8947	3.7368	3.6757	3.7105	3.6842
差	0.0526	0.0789	0.0789	-0.1579	0.0000	0.0000	0.0789
P値	0.3238	0.2623	0.2623	0.0319	1.0000	1.0000	0.4459

D情報の技術(3) 第3学年

質問項目	向社会的スキル						
	友だちが失敗したら、はげます	困っている友だちを、助ける	友だちの頼みを聞く	友だちに、親切にする	相手の気持ちを、考えて話す	引き受けたら、最後までやる	友だちの意見に反対するときは、理由を言う
題材前	3.7451	3.6863	3.7059	3.6471	3.5294	3.5294	3.6471
題材後	3.6863	3.7843	3.7059	3.7059	3.6471	3.5882	3.6078
差	-0.0588	0.0980	0.0000	0.0588	0.1176	0.0588	-0.0392
P値	0.3221	0.0580	1.0000	0.2609	0.0832	0.4440	0.6592

SD法で作成した質問項目で、生徒の非認知能力をある程度、可視化することができた。生徒の非認知能力を可視化することで、今後は、育成するための手立てが有効であったか、検証することができると考える。

4 中学校技術分野内容D情報の技術(4)における授業パッケージを実践することで、情報Iの学習に見通しをもつことができたか。

授業後に行った質問紙調査の結果と生徒の授業後の振り返りは、以下のとおりである。「高等学校のプログラミングの学習に見通しをもつことができたか」という質問に対して91%の生徒が肯定的な回答をした(図12)。生徒が制作した当選確率1%の100連ガチャのプログラム(図13)からは、これまで学習したプログラムの論理構造を駆使しながらプログラミングを行った様子が分かる。授業後の振り返りには「基礎的なものを組み合わせるだけで、複雑なプログラムが作ることができておもしろかった。完成した時すごく気持ちよかったし、楽しかった」「自分のやっているゲームも今日授業で行ったプログラミングのようなものがあるのだなと実感した。普段は目に見えないものなのでゲームや機械などのプログラミングを作っている人への尊敬する気持ちが湧いた。プログラミングへの興味も湧いた」などの記述が見られた。また、情報Iにつながる授業づくりや授業実践に協力していただいた高等学校情報担当の教諭からは、授業実践後に「論理構造の理解やプログラミングの技能習得には、経験が大切。これだけの内容を中学校でやってあると、情報Iの学習がスムーズに始められる」と意見をいただいた。

以上のことから、授業パッケージを実践することで、生徒が達成感や楽しさを味わい、情報I「コンピュータとプログラミング」の学習に見通しをもつことができたと考えられる。

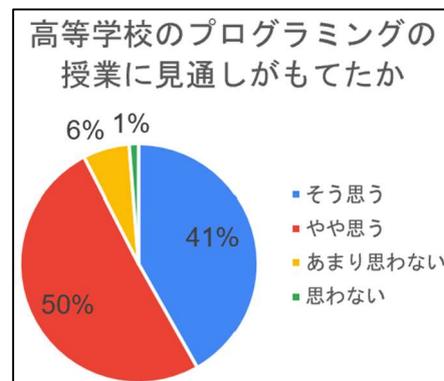


図12 質問紙調査の結果

```

import random
for i in range(100):
    x=random.randint(1,100)
    print(x)
    if(x==1):
        print('atari')
    else:
        print('hazure')
    
```

Annotations: 乱数 (random), 反復 (for loop), 変数 (x), 分岐 (if-else), 順次 (print statements)

図13 制作したプログラム

VI 研究のまとめ

1 成果

- 授業パッケージにより、プログラムの論理構造について、理解を深め、問題解決の学習を充実させることができた。
- 非認知能力については、技術分野の問題解決の学習過程に関係すると考えられる非認知能力を設定し、質問紙調査によって非認知能力をある程度可視化できること、技術分野の問題解決の学習過程と非認知能力が関係することが分かった。

2 課題

- 授業パッケージについて、本研究では、小学校第5学年から中学校第3学年まで実践を行った。今後は、情報Ⅰを含めた実践が必要である。
- 非認知能力の育成について、本研究では、質問紙調査によってある程度可視化できることが分かった。この方法は他の教科でも有効と考える。今後は、育成するための手立て等の研究を重ねていくことが必要である。

VII 提言

「つながるプログラミング」の授業パッケージを活用することで、児童生徒が生き生きとプログラミングに取り組み、変容していく姿を見ることが出来る。中学校技術分野を中心にして小学校や高等学校で、生徒が論理構造を系統的に学び、各校種にあった問題解決の学習に取り組むことで、小・中・高のプログラミング教育の学びが円滑につながる。

<引用文献>

- 文部科学省 『小学校学習指導要領解説総則編（平成29年告示）』
文部科学省 『中学校学習指導要領解説技術・家庭編（平成29年告示）』
文部科学省 『高等学校学習指導要領解説情報編（平成30年告示）』
加藤智（2019） 『小学生の非認知的スキルの測定に関する基礎的研究』 愛知淑徳大学教職課程「学び舎」

<参考文献>

- 文部科学省 『小学校プログラミング教育の手引（第三版）』（2020）
尾崎誠、小八重智史、向田識弘（2023） 『「主体的に学習に取り組む態度」の学習評価完全ガイドブック 中学校技術・家庭科技術分野』 明治図書出版

<担当指導主事>

清水 幸治 渡會 未央