

Moodle を用いた中学校数学の学習支援

古園憲一郎*・葛 崎偉

Support for Mathematics Learning in Junior High School by Using Moodle

FURUZONO Kenichiro*, GE Qi-Wei

(Received September 28, 2018)

摘要

学習指導要領の改訂によって、情報教育の充実が益々求められるようになってきている。多くの学校でパソコンやタブレットが導入され、学校現場ではICTを活用し、生徒の学習活動や教員の校務分掌などの改善が行われている。学校現場の課題として、「学習に遅れが生じる生徒に対する支援が不十分」、「授業後（家庭学習）において、わからない問題の確認が難しい」ことが考えられ、これらの課題を解決するためにMoodleなどの学習支援システムの利用が重要である。また、数学分野の充実を図るためにMoodleのプラグインであるSTACKとWIRISの利用も必要となってくる。本論文では、MoodleおよびSTACK、WIRISの機能について述べた後、STACKとWIRISのそれぞれの有効性について比較を行い、Moodleを用いた授業のシラバスを提案する。また、中学校2年生の数学教育についてMoodleおよびSTACK、WIRISを利用した授業の指導案を提案し、その有効性について考察する。

第1章 はじめに

学習指導要領の改訂により、情報教育の充実はこれまで以上に求められている。それに伴い、多くの学校でパソコンやタブレットが導入され、学校現場ではICTを活用し、生徒の学習活動や教員の校務分掌などの改善が行われている[1]。一方、平成28年の文部科学省の調査によると、ICTの環境整備は年々普及してきているが、第2期教育振興基本計画で目標とされている水準にはまだ達していないのが現状である[2][3]。

ICTの活用のための環境整備を行うには多額の費用がかかる。多くの学校現場で持続的な環境整備ができるように、低コストのものを活用することを考える必要がある。そこで、学校現場において既設のパソコン等を

用いて、LMS (Learning Management System) を構築することでICTを活用した授業展開の可能性を検討したい。学習支援システムには商用のものやフリーのものなど様々なシステムがある。商用のものは機能が充実しているが、費用がかかるため、オープンソースで様々なモジュールを含む多機能が利用できるMoodleを用いることにする。Moodleは多くの学校で利用されており、大学の教育でも利用されている[4][5]。

学校現場での課題として、

- (1) 学習に遅れが生じる生徒に対する支援が不十分
- (2) 授業後（家庭学習）において、分らない問題の確認が難しい

ことが考えられ、これらの課題を解決するためにMoodleを利用して解決を目指す。

本研究では、無料で行えるMoodleを利用してLMSを構築し、学習成果の共有、授業後（家庭学習）の充実、既習学習の蓄積・振り返りを目的とし、Moodleの機能である小テスト、フォーラム、ファイルや画像などのアップロードなどを用いて中学校数学での活用を考えた。しかし、Moodleの小テスト機能だけでは数学の問題の幅が広がらないことがわかった。そこで、Moodleの小テストの問題タイプのプラグインとして提供されているSTACKとWIRISを用いて、数学に関する分野を充実させることを考えた。

STACKとは、数学に関する分野のオンラインテスト・評価システムである。STACKを利用することで、数式による解答が可能となる。WIRISとは、手書き機能で関数や方程式などを導出し、また数学記号も導出できる評価システムである。WIRISを利用することで、タブレットを用いて手書きで解答が可能となる。これらを用いてMoodleの小テスト機能を充実させ、授業中や授業後（家庭学習）において活用することを考えた。

* 長門市立深川中学校

学校教育での情報化について「思考の可視化」, 「瞬時の共有化」, 「試行の繰り返し」という目標が挙げられている[1]. これらの3つの目標を実現することができれば, 課題が解決されると考え, 中学校数学において有効的な学習の充実が図れると考える. 学校で1人1台タブレットを所持していると仮定し, MoodleおよびSTACK, WIRISを活用して生徒の学力向上のためのツールを提案する. また, 学校内外で授業中や授業後(家庭学習)を支援できるものを提案し, 授業中にMoodleを使いながら授業を展開していく新しい授業形態を提案する.

以降, 第2章では, MoodleおよびSTACK, WIRISの機能説明について紹介する. 第3章では, STACKとWIRISのそれぞれの有効性の比較を行った結果を述べ, Moodleを用いた授業のシラバスについて検討する. 第4章では, 中学校2年生の数学においてMoodleおよびSTACK, WIRISを利用した授業の指導案を提案し, その有効性について議論する. 最後に, 本研究のまとめと今後の課題について述べる.

第2章 Moodle, STACK, WIRISの機能

2.1 Moodle, STACK, WIRISについて

2.1.1 Moodle

Moodleとは, オープンソースのeラーニングプラットフォームであり, 生徒の学習をオンラインで管理するLMSである[6]. eラーニング形式で学習ができ, 生徒の学習を支援する. 教員にとっては, 生徒の学習成果や校務などを管理することができる. 様々なモジュールがあり, 教員は生徒に合った問題を作成することができる. 生徒は自主的に取り組むことができる. Moodleの利点は, 巨大なデータベースにより, 様々なデータを保管することができることや, どこでも学習に取り組むことができることである. Moodleにはデータベースが備え付けられており, 様々な問題を作成して種類別に分けて保存することができ, 写真やPDFファイル, 動画や音楽も保管することができる. そして, 管理者がデザインしてわかりやすくデータを配置することも可能である. Moodleはオンライン学習なので, 生徒が教室やパソコン室または家庭からでもログインして学習に取り組むことができる. 第1章でも述べた通り, ICTの環境整備がまだ十分に行われていない学校でも, パソコン室はあるのでログインすることは可能だ. 将来的には, 教室からタブレットを利用して活用し, 家庭からもパソコンやスマートフォンまたはタブレットなどを利用して, 活用していこうと考えている.

2.1.2 STACK

STACKとは, 数式の正誤評価に重点を置いた数学に関する分野のオンラインテスト・評価システムである[7]. Moodleの小テストの問題タイプとして提供されているプラグインである. STACKをMoodleの小テストにプラグインすることで, 数式による解答が可能である. 問題を解答するとすぐに答えが出て, 正しいか間違っているかの評価を行い, 生徒はそれをすぐに確認することができる. 問題は繰り返して学習できるので反復学習ができる. また, 教員は評価として, どれくらいの正答率なのか, どのような解答をして間違えたのかなどを確認することができる. 生徒の学習状況や理解度を把握することができる.

2.1.3 WIRIS

WIRISとは, 手書き機能で関数や方程式などを導出し, また数学記号も導出できる評価システムである[8]. Moodleの小テストの問題タイプとして提供されているプラグインである. WIRISをMoodleの小テストにプラグインすることで, 手書きによる解答や数学記号を用いた解答が可能である. 問題を解答する際に手書きで入力すると, 自動的に読み込みを行い, 関数や方程式などを導出することができ, 正しいか間違っているかの評価を行う. WIRISの問題の種類は, 「True/False (○×問題)」, 「Multiple choice (多肢選択問題)」, 「Matching (組み合わせ問題)」, 「Short answer (記述問題)」, 「Essay (作文問題)」, 「Cloze (穴埋め問題)」の6つの形式があり, Moodleの小テストと同様に扱うことができる.

2.2 Moodleの構築

2.2.1 ユーザ登録

Moodleにはユーザ登録をしなければならず, 「ユーザ名」, 「パスワード」, 「姓名」, 「メールアドレス」は必須項目として登録を行う. 他の項目として, 「自己紹介」, 「ユーザ画像」, 「興味のあること」などがある. 登録内容は, 後に変更可能である.

2.2.2 Moodleの構造

Moodleで構築できるコンテンツについて, Moodleでは大きくカテゴリに分けることができる. 図1で示すように, 1つのカテゴリの中に複数のコースがあり, 1つのコースの中に複数のセクション, 1つのセクションの中には活動やリソースを置くことができる. カテゴリは生徒には見えない部分であり, 教員の管理する上で分ける枠組みである.

コースは, 登録をした人の割り振りを行う場所であり,

生徒も教員も同じように割り振られる。そのコースに登録されているユーザだけが、コースの中身のセクションを利用することができる。セクションは、活動やリソースをまとめておける枠である。

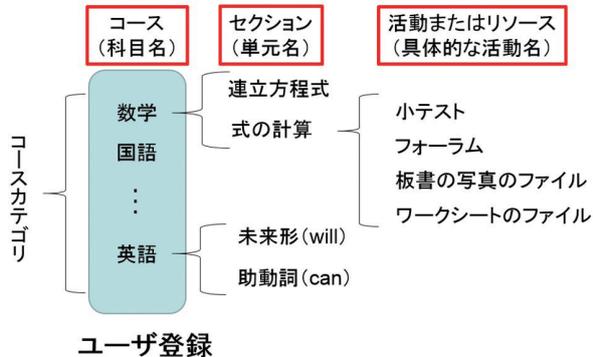


図1 Moodleの構造のイメージ

2.3 ユーザロール

2.2.1でMoodleのユーザ登録について述べた。全ユーザはMoodle利用者として登録される。最初の段階では、生徒も教員も区別がつけられていない。コースに登録する際に、生徒や教員の区別をして登録することができる。例として、1つのコースでは教員であるが、別のコースでは生徒である場合もある。次に、コースの上でのロール(役割)について紹介していく。ロールはデフォルトで「マネージャ」、「コース作成者」、「教師」、「編集権限のない教師」、「学生」、「ゲスト」、「認証済みユーザ」、「フロントページの認証済みユーザ」の8つが定義されている。この8つ以外にも新しくロールを定義することができる。本論文ではすべてのロールについて紹介せずに、主要なロールについて紹介していく。

「マネージャ」は、コースにアクセスおよび編集することができる。しかし、コースに所属することはできない。「教師」は、コース内での活動変更および学生評定を含むどのような作業でも実施することができる。「学生」は、コース内でより少ない権限が割り当てられる。生徒には、「学生」を割り当て、教員には「教師」を割り当て、教員の中で情報を管理する担当には「マネージャ」を割り当てる。「マネージャ」は他のロールも自動的に与えられているので、「マネージャ」兼「教師」となることも可能である。

2.4 活動とリソース

セクションの中に置くことができる活動とリソースについて紹介する。セクションとは、活動とリソースをまとめておける枠であり、セクション名を工夫することで整理して配置することができる。

2.4.1 活動

セクションにおける活動は、全部で14種類ある。その内、学習に活用できるものとして、本研究において使用した「フォーラム」、「小テスト」、「投票」について説明する。

フォーラム

フォーラムとは、教員と生徒同士の情報交換・議論の場である。様々なディスカッションができ、全体で共有することができる。また、文章だけではなく画像の送信もでき、やり取りの内容が保存されていて見返すことが可能である。図2はフォーラムの様子である。



図2 フォーラムの様子

先行事例で多くの研究がされており、授業中や授業後(家庭学習)でも活用されている[9]。研究目的である「学習成果の共有」を行う上で、フォーラムで投稿したことはフォーラム上に保管され、すぐに共有できるので、他の生徒も見ることができる。また、コメントを書きことができるので、相互評価につなげることができると考えられる。他にも、授業中の振り返りの時間にフォーラムを活用して、感想や学んだこと、授業に対する意見などを書かせたり、授業後(家庭学習)での課題について、フォーラム上で議論したりすることもできる。教員が議論のテーマを最初に振ることで、生徒たちがフォーラム上で活発に議論することを期待している。

小テスト

小テストとは、問題を作成することができる機能である。問題には様々な種類があり、多肢選択問題、○/×問題、組み合わせ問題、記述問題、数値問題、作文問題、Cloze(穴埋め問題)の7つの形式から選べる。作成したい問題に合った形式を選ぶことができ、教員は特別な知識はいらず、問題文と答えを書き込むだけで問題を作成することができる。作成した問題は「問題バンク」に蓄積され、教員間で共有することができる。同じ教科の教員同士で共有することで、同学年において担当教員が違う場合でも生徒は同じ問題を解くことができ、教員は

生徒のつまづきや課題の発見をすることができ、教員間で生徒のつまづきや課題を共有できると考える。一問一答で問題に取り組むことができ、解答をするとすぐに答えが表示され、解説も表示させることができ、授業の復習や家庭学習などに利用できる。また、問題をランダムに表示させたり、制限時間の設定なども可能である。図3は小テストの作成例である。



図3 小テストの例

投票

投票とは、教員が単一の質問をたずねることおよび複数の一連の回答を提供することができる機能である。主にアンケートとして利用することができ、高校での活用事例もある[10]。この事例では、授業に対する関心調査を行っており、授業改善の参考にもつながると考えるため、活用していきたいと考えている。投票結果は生徒が回答した後に公開、特定の日に公開または一切公開しないことができる。投票結果は生徒の氏名または匿名で公開することができる。図4は投票の作成例である。



図4 投票の例

2.4.2 リソース

セクションに置けるリソースは、全部で7種類ある。その内、学習において活用または整理するものとして、「URL」、「ファイル」、「フォルダ」について説明する。

URL

URLは、外部のWebページのURLを載せることができる機能である。ワンクリックでリンク先に行くことができるので、外部の学習教材や自分が管理しているホームページなどと繋ぐことができる。

ファイル

ファイルとは、教員が作成したファイルを1つアップロードできる機能である。ファイル形式は自由となっていて、生徒はファイルをクリックし、ダウンロードをすることでパソコンまたはタブレット上で展開することができる。

フォルダ

フォルダは、多数のファイルを一括で管理することができる。フォルダごとダウンロードすることもでき、フォルダの中の特定のファイルだけでもダウンロードできる。ファイルやフォルダを利用して、コースの中身を整理することができるので、生徒にとっても教員にとっても見やすくわかりやすい。

これらのリソースを使った作成例が図5である。



図5 リソースの例

ファイルやフォルダは、セクションからセクションへの移動が簡単に行えるので、それぞれの名称に注意をして管理する必要がある。名称を工夫することで、きれいにまとめることができる。

2.5 STACKの導入

本研究で中学校数学においてMoodleの活用を考えた際に、Moodleの小テスト機能だけを用いると、数値問題と記述問題ぐらいでしか扱えず、問題の幅が広がらないと考えた。そこで、Moodleの小テストの問題タイプのプラグインとして提供されていて、数式による解答が可能となるSTACKを導入し、数学に関する分野の充実を図ることを目指す。

STACKは、数式による解答ができるオンラインテスト・評価システムである。STACKでは図6のように、小テストの受験者が解答を数式の形で入力することができる。数式を入力する際、かけ算は「*」、累乗は「^」、分数は「/」を用いて入力をする必要があり、入力形式に誤りがある場合にはエラーメッセージが表示される。



図6 STACKで解答している様子

また、STACKは小テストの受験者が入力した数式の正誤判定を行うことができる。図7は正解の場合であり、図8は不正解の場合である。不正解の場合は正答とどのように入力するかが表示され、すぐに確認が可能となっている。



図7 正解の場合



図8 不正解の場合

2.6 WIRISの導入

STACKは数式による解答ができるが、さらに数学に関する分野の充実を図ることを考えた。そこで、Moodleの小テストの問題タイプのプラグインとして提供されていて、手書き機能で関数や方程式などを導出し、数学記号も導出できる評価システムであるWIRISを用いることで、さらに問題の幅が広がり、効果的な活用ができると思った。

WIRISでは図9のように、小テストの受験者が解答を手書きで入力することができる。また手書きだけでなく、数学記号を導出し解答することも可能である。タブレットを使用すると仮定した場合、タブレット上に直接書くことができるため便利である。



図9 WIRISで解答している様子

また、WIRISもSTACKと同様に正誤判定を行うことができる。図10は正解の場合であり、図11は不正解の場合である。



図10 正解の場合



図11 不正解の場合

第3章 STACKとWIRISを用いたシラバス

3.1 STACKのメリット・デメリット

STACKのメリットとして、STACKの特徴である「数式による解答」ができる点であると考え、数学において、Moodleの小テスト機能だけを用いると数値問題と記述問題ぐらいでしか扱えない。数値問題については、数値を正誤評価することはできるが、数値を答えとする問題しか作ることができず、数学に関する問題の幅が広がらないと考える。また、記述問題についても様々な問題に適していると考え、評価に関して教員が書いた解答例と同じでないといけないので、証明の問題や活用などの応用問題の解答が困難になると考える。これらより、STACKを用いることで数学に関する分野の充実が図れると考える。

また、評価に関して、「入力された解答の結果が見ら

れる」ことができる点であると考え、Moodleと連携することで生徒が解答した結果（数式）を一覧で見ることができ、正答率や所要時間、どのように間違えたのかなどを見ることで生徒の理解度をすぐに把握することができる。すぐに結果を把握できることは、学校教育での情報化の「瞬時の共有化」という目標にもつながると考える。結果から、教員は生徒の苦手分野やつまづきなどを発見することができ、授業の改善へとつながり、生徒の学力向上に結びつくと考える。評価を有効的に用いることによって、生徒に的確な指示やフォローをすることができ、数学の学習の充実が図れると考える。図12は教員が見ることができる評価であり、生徒が解答した結果の一覧である。

生徒名	メールアドレス	得点	正答率	所要時間	問題1	問題2	問題3	問題4
生徒 2 実働せいじ ユウズ	seiwosy@yaguchi-u.ac.jp	15.00	5/8 (score)	7分	✓ (score)	✗ (score)	✓ (score)	✗ (score)
生徒 3 実働せいじ ユウズ	seiwosy@yaguchi-u.ac.jp	30.00	7/8 (score)	7分	✓ (score)	✓ (score)	✗ (score)	✗ (score)
生徒 4 実働せいじ ユウズ	seiwosy@yaguchi-u.ac.jp	30.00	7/8 (score)	7分	✓ (score)	✓ (score)	✗ (score)	✗ (score)
生徒 5 実働せいじ ユウズ	seiwosy@yaguchi-u.ac.jp	22.50	5/8 (score)	7分	✓ (score)	✗ (score)	✗ (score)	✗ (score)
生徒 1 実働せいじ ユウズ	seiwosy@yaguchi-u.ac.jp	22.50	5/8 (score)	7分	✗ (score)	✗ (score)	✗ (score)	✗ (score)

図12 解答した結果の一覧

STACKのデメリットとして、数式を入力する際の注意点が考えられる。解答（入力）する際、かけ算は「*」、累乗は「^」、分数は「/」を用いる必要があり、慣れるまでに時間がかかることが考えられ、数式を入力することを嫌がる生徒が出てくることも考えられる。また、普段紙媒体に書く数式とは形が異なるため、違和感を抱く生徒が出てくることも考えられる。これらから、数式が複雑になるにつれて、数式の入力を嫌がり、数学に対しての苦手意識を生み出してしまいかもしれない。数式を入力する際の注意点はあらかじめ生徒に定着をさせておくことで、スムーズに取り組むことができる。と考える。

3.2 WIRISのメリット・デメリット

WIRISのメリットとして、「手書き機能」ができる点であると考え、タブレットを使用すると仮定した場合、直接手書きで解答することができるため便利である。STACKのデメリットから、キーボードからの数式の入力を嫌がる生徒や数学に対して苦手意識を持つ生徒にもWIRISを用いることで解決することができる。と考える。

また、WIRISには「問題の種類がたくさんある」ことであると考え、前章で述べたように6つの問題形式があり、Moodleと連携することで、Moodleの小テストと同様に扱うことができる。教員は問題作成において、

様々な問題タイプから生徒に合った問題タイプを選択することができ、簡単に関数や方程式、数学記号などを導出することができるため問題作成が容易にできると考える。

また、WIRISで解答した場合に「手書きで解答したままの状態を保存」がされる点であると考え、手書きで解答したままの状態であれば、生徒の復習や見直ししやすいと考える。生徒自身が解答したままの状態を保存されることで、紙媒体に書く状態と同じ状況を作ることができる。評価において、手書きで解答したままの状態を保存されている様子が図13である。

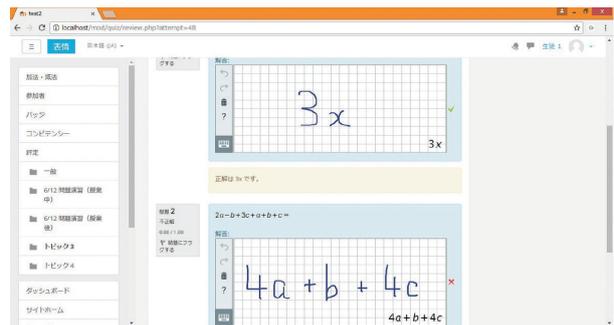


図13 手書きで解答したままの状態
保存されている様子

WIRISのデメリットとしては、手書き機能で関数や方程式を導出する際に、ある程度正確に書く必要があることが考えられる。雑に書いてしまうと導出が上手く行えず、自分が思った通りに導出してくれないことが起こる。よって、問題に解答することに時間がかかってしまうことが考えられ、授業の進度に遅れが生じるかもしれない。図14は導出が上手く行えていない場合である。



図14 導出が失敗している様子

3.2 Moodleを用いた授業について

本研究において、授業中では問題演習の場で、授業後（家庭学習）では宿題としてSTACKとWIRISを用いることを主に考えている。STACKは主に計算問題などの一問一答形式で扱い、WIRISは主に記述による活用などで扱う。そして、Moodleを用いて理由を考えさせる問題などでフォーラムなどの機能を用いて、授業後（家庭学習）で活用していくことを考えている。

授業中においては、教員があらかじめ問題を作成しておき、問題演習にMoodleを用いる。教員は送信された結果をすぐに把握でき、生徒の理解度を確認することができる。これまで板書で行っていたことを、Moodleを用いるので板書に書いてある情報が見やすくなり、単元の重要事項だけが書かれている状況が作れると考える。よって、教員の負担を軽減することができ、効率良く授業を展開することができると思う。

授業後（家庭学習）においては、宿題にMoodleを用いる。本来宿題は出された翌日に確認できるが、Moodleでは結果が送信されれば教員はすぐに確認が可能である。そして、その結果から理解度を把握し、次の授業の改善へとつながると考える。フォーラムを用いることで、Moodle上でお題に対して議論が可能なので、他の生徒の意見と比較しながら、考えを深めることができ、教員も生徒がどのような考えなのかを把握することができ、全体で共有することができると思う。また、授業の板書や授業で使われたワークシートなどをMoodleにアップロードすることで、生徒の復習がしやすくなると考える。例えば、学校を欠席した生徒に対して、Moodleにログインさせることで本日の授業がどんな感じだったのかを伝えることも可能である。

また、Moodleを用いた授業を行うことで、生徒の成果物や教員が授業のために作成した様々なものを蓄積することが可能である。生徒は、ポートフォリオとして振り返り活動を行うことができ、学力向上につながると考える。教員は、学校にいる各教員のMoodleの情報を参考にすることもでき、中学校において各教科の教員で共有することで質の高い授業をつくるのが可能と考える。学年の横のつながりだけでなく、学年を越えて縦のつながりでも共有することができる。

本研究では、中学校2年生の数学を対象とし、1学期分の指導案を作成した。本来の指導案ではなく、Moodleを盛り込んだ新しい授業形態の指導案となっている。学校が管理しているタブレットを1人1台所持していると仮定し、ICTを有効的に活用した授業づくりを行う。単元は、「式の計算」と「連立方程式」と「1次関数」とし、「1次関数」は前半部分について作成した。1学期分の指導案を作成するにあたって、学習指導要領と年間学習指導計画案・評価規準例を基としている[11]。図15は今回作成した指導案の1つである。

1 教材「多項式の加法・減法」

2 本時の学習指導

(1)主眼 文字を用いた多項式の加法・減法が計算できる。

(2)授業の過程

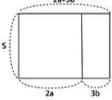
	学習内容 および 学習活動	教師の手立て
導入 (5分)	○前回の復習 ・前回の内容を確認する。	○前回の復習をさせる。 ・同類項、多項式の加法・減法の計算について理解し、確認する。
展開 (40分)	○やや複雑な多項式の加法・減法について考える。 ・Moodleを用いて、問題演習をする。 ・周囲の生徒と確認する。 ○多項式の加法・減法について考える。 ・長方形の面積を2通りの式で表し、気づいたことを話し合う。  ・分配法則に気づき、理解する。 ・(数) \times (多項式)、(多項式) \times (数)、(多項式) \div (数)の計算の仕方を確認する。 ・Moodleを用いて、問題演習をする。 ・周囲の生徒と確認する。 ・多項式の加法・減法についてまとめる。	○やや複雑な多項式の加法・減法について考えさせる。 ・二式からの足し引き、含まれている文字が多い式の計算の問題に取り組ませる。 ・Moodleの結果から、間違いが多い問題に対して解説をする。 ○多項式の加法・減法について考えさせる。 ・机間指導をし、考えを把握する。 ・左図のような長方形で考えさせる。 ・分配法則に気づかせ、確認する。 ・例題を用いて、解く手順を解説する。 ・割り算はかけ算に直して計算することを注意する。 ・(数) \times (多項式)、(多項式) \times (数)、(多項式) \div (数)の計算問題に取り組ませる。 ・Moodleの結果から、間違いが多い問題に対して解説をする。 ・生徒に発表させながら、多項式の加法・減法の解く手順を確認する。
まとめ (5分)	○本時の振り返り ・本時でやったことを確認する。	○本時の振り返りをする。 ・生徒と一緒に振り返りを行い、理解度を把握する。

図15 作成した指導案の例

第4章 Moodleを活用した授業モデル

本研究で作成した指導案の中から2つを取り上げ、紹介する。STACKとWIRISのそれぞれを主に用いた授業に対して、授業展開の流れ、生徒から見たMoodleの使用手法と、教員から見たMoodleの使用手法について紹介していく。

4.1 STACKを主に用いた授業

4.1.1 授業展開

この授業では、式の「多項式の加法・減法」について学習する。

授業の流れとしては、まず1年次に既習事項である文字式の計算を、STACKを用いて復習させる。1年次の内容がきちんと理解されているかを解答の結果から確認することができ、生徒の理解度をその場で把握できる。そして、同類項の意味を確認し、同類項をまとめることができるかという課題に対して考えさせる。Moodleのフォーラムを用いることで議論を展開し共有することもできるが、なぜまとめることができるかの理由が重要かつ多項式の加法・減法の計算の仕方につながる課題だと考えるため、Moodleを用いず板書で議論する。そして、多項式の加法・減法の計算の仕方を確認し、問題演習に入る。STACKを用いて問題演習を行い、本時の内容の理解度を確認する。解答の結果から、間違いが多い問題に対しては板書を用いて注意点などの解説をする。そして、授業のまとめに入るという流れになっている。また、授業後（家庭学習）においては、2種類の問題について生徒に考えてもらう。1つ目は、授業中でもやった

ように多項式の加法・減法の計算問題を、STACKを用いて取り組ませる。2つ目は、同類項を見つけ、その理由を答えさせる問題を、フォーラムを用いて取り組ませる。図16は作成した指導案である。

数 学 学 習 指 導 案
4月14日 5校時 2年C組 指導者 古園憲一郎

- 1 教 材 「多項式の加法・減法」
- 2 本時の学習指導
 - (1)主眼 同類項を理解し、文字を用いた単項式・多項式の加法・減法が計算できる。
 - (2)授業の過程

	学習内容 および 学習活動	教師の手だて
導入 (5分)	○前回の復習 ・前回の内容を確認する。	○前回の復習をさせる ・文字式についての言葉の意味を生徒に説明させ、理解度を確認する。
展開 (40分)	○同類項について考える。 ・1年生の文字式の復習を、Moodleを用いて問題演習をする。 ・「同類項」の意味を確認する。 ○課題を把握し、考える。 ・「同類項はまとめることができるか」 ・個人で考える。 ・周囲の生徒と考え、確認する。 ・発表し、全体で共有する。 ・分配法則の逆を利用していることを確認し、同類項についてまとめる。 ○多項式の加法・減法について考える。 ・多項式の加法・減法についての解く手順を確認する。 ・Moodleを用いて、問題演習をする。 ・周囲の生徒と確認する。 ・多項式の加法・減法についてまとめる。	○同類項について理解させる。 ・文字が1つ入っている式の計算問題に取り組ませる。 ・Moodleの結果から、理解度を把握する。 ・同類項について解説をする。 ○課題を考えさせ、理解を深める。 ・課題に対して、自分の考えを予想させる。 ・机間指導をし、考えを把握する。 ・生徒に考えを説明させ、他の考えと比較させる。 ・同類項についてまとめ、整理させる。 ○多項式の加法・減法について考えさせる。 ・例題を用いて、解く手順も解説する。 ・多項式の加法・減法の計算問題に取り組ませる。 ・Moodleの結果から、間違いが多い問題に対して解説をする。 ・生徒に発表させながら、多項式の加法・減法の解く手順を確認する。
まとめ (5分)	○本時の振り返り ・本時でやったことを確認する。	○本時の振り返りをする ・生徒と一緒に振り返りを行い、理解度を把握する。

図16 多項式の加法・減法の指導案

4.1.2 生徒から見たMoodle

この授業で生徒は、1年次の文字式の計算の復習と多項式の加法・減法の計算においてSTACKを用いて解答する。1年次の文字式の計算の復習については、文字が1つ入っている式の計算問題に取り組ませ、多項式の加法・減法の計算については、加法・減法それぞれの計算問題に取り組ませる。図17と図18は生徒がこの授業中に取り組み問題である。ドリル形式でSTACKの問題に取り組み、解答の正誤判定や解答するためにかかった時間などもすぐに確認することができる。それをもとに振り返りを行い、苦手や弱点などを見つけることで、学力向上へとつながると考える。



図17 文字が1つ入っている式の計算問題



図18 多項式の加法・減法の計算問題

また、授業後（家庭学習）では、宿題でSTACKとMoodleのフォーラムを用いて解答する。多項式の加法・減法の計算については、授業中でやったような問題を取り組ませ、同類項を理由を付けて見つけることについては、フォーラム上で議論させる。図19は生徒が宿題として取り組むフォーラムの問題である。STACKを用いることで、宿題に取り組んだ後すぐに正誤判定の確認ができ、もしわからない問題があっても解答解説を確認し、やり直しや復習を行うことで、わからない問題をそのままにせずに行うことができると考える。フォーラムを用いることで、他の生徒がどのような考えなのかを自分の考えと比較することができ、考えを深めることができる。クラスの生徒全員の意見を共有することで、その内容に対する理解が定着すると考える。



図19 同類項を、理由を付けて見つける

4.1.3 教員から見たMoodle

教員は、あらかじめ問題を作成しておく必要がある。授業中と授業後（家庭学習）のそれぞれの問題を作成し、生徒が所属するコースに小テストやフォーラムとしてアップロードする。そして、生徒が解答した結果をすぐに把握することができる。授業中であればその場で確認するため、授業後（家庭学習）であれば授業を行ったその日の内に確認するために、小テストやフォーラムの制限時間を設定することで、生徒の理解度を把握し、次の授業へとつなげることができると考える。今回の制限時間は、授業中の問題は5分、授業後（家庭学習）の問題は授業を行った日の20時までと設定している。図20は制限時間の設定の様子である。



図20 制限時間の設定

また、生徒がSTACKを扱う際に、数式を入力するときの注意点をあらかじめ伝えておく必要がある。数式の入力を定着させておくことで、生徒もスムーズに取り組むことができると考える。他にも、授業の板書の写真や授業で使ったワークシートなどをMoodleにアップロードすることで、生徒の復習に役立てることができ、Moodleは蓄積することが可能なので振り返り活動ができると考える。図21はMoodle上にこの授業の板書の写真がアップロードされている様子である。



図21 多項式の加法・減法の板書

4.2 WIRISを主に用いた授業

4.2.1 授業展開

この授業では、「連立方程式の活用」を学習する。

授業の流れとしては、まず具体的な事象から2つの文字を使って、表に数量の関係を表す。プリンとケーキという生徒にもわかりやすい例を使い、それぞれ何個買ったかという状況を考えさせる。そして、表に表した数量の関係から2つの方程式を立式させ、その連立方程式を解く。その解いた連立方程式の解が問題の状況と合うかどうかを確かめさせる。ここで、連立方程式の活用の解く手順をまとめ、問題演習に入る。WIRISを用いて問題演習を行い、本時の内容の理解度を確認する。解答の結果から、間違いが多い問題に対しては板書を用いて注意点などの解説をする。そして、再度授業のまとめに入るという流れになっている。また、授業後（家庭学習）においては、連立方程式の活用について、解き方の手順通りに解答を作成するという問題を、WIRISを用いて取り組ませる。図22は作成した指導案である。

数学科学習指導案

6月2日 5校時 2年C組 指導者 古園憲一郎

- 1 教材「連立方程式の活用」
- 2 本時の学習指導
 - (1) 主眼 具体的な事象についての問題を、連立方程式を利用して求めることができる。
 - (2) 授業の過程

	学習内容 および 学習活動	教師の手立て
導入 (5分)	<ul style="list-style-type: none"> ○前回の復習 ○前回の内容を確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○前回の復習をさせる。 ○連立方程式の計算問題について理解し、確認する。
展開 (40分)	<ul style="list-style-type: none"> ○具体的な事象において、連立方程式の活用を考える。 ・2つの文字を使って、数量の関係を考え、表に表す。 ・高関の生徒と確認する。 ・発表し、全体で共有する。 ・その数量の関係から2つの方程式をつくる。 ・その連立方程式を解き、解が問題にあうかどうかを確かめる。 ・連立方程式の活用を解く手順をまとめる。 ・Moodleを用いて、問題演習をする。 ・高関の生徒と確認する。 ・連立方程式の活用について再度まとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○具体的な事象において、連立方程式の活用を考えさせる。 ・具体的な事象において、個数や値段や代金を、文字を使って表させる。 ・机間指導をし、理解度を把握する。 ・様々な考えを紹介し、全体で共有させる。 ・表した数量の関係から2つの方程式を立式させる。 ・連立方程式を解かせ、解を確認させる。 ・連立方程式の活用を解く手順をまとめ、理解をさせる。 ・個数、代金や値段を求めさせる問題に取り組ませる。 ・Moodleの結果から、間違いが多い問題に対して解説をする。 ・生徒に発表させながら、理解を深めていく。
まとめ (5分)	<ul style="list-style-type: none"> ○本時の振り返り ○本時でやったことを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○本時の振り返りをする。 ○生徒と一緒に振り返りを行い、理解度を把握する。

図22 連立方程式の活用の指導案

4.2.2 生徒から見たMoodle

この授業で生徒は、個数、代金や値段などを連立方程式を用いて求めることをWIRISで解答する。具体的な事象とし、水族館の大人1人と中学生1人の入館料を求める問題に取り組ませる。図23は生徒がこの授業中に取り組む問題である。問題では段階を踏ませ、まず連立方程式を立式する問題をし、そして答えを求めてもらう。タブレット上に手書きで書くことで、数学記号などが簡単に導出させることができる。

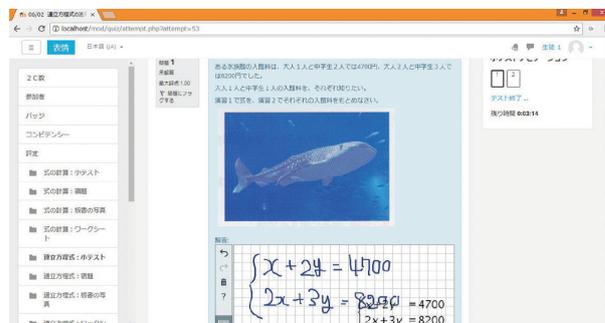


図23 水族館の入館料を求める連立方程式の活用

また、授業後（家庭学習）では、宿題でWIRISを用いて解答する。授業中に段階を踏ませたので、連立方程式の活用の解き方の手順通りにはじめから解答を作成するという問題に取り組ませる。式や途中計算において部分的にWIRISを使い、手書き機能で解答する。図24は生徒が宿題として取り組む問題である。WIRISを用いることで、紙媒体に書く状態と同じ状況を作ることができ、また式や途中計算の過程を表現するために数学記号を導出させ、解答を作ることができる。

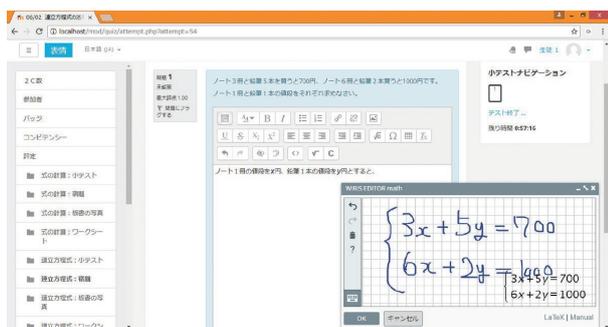


図24 ノートと鉛筆の値段を求める連立方程式の活用

4.2.3 教員から見たMoodle

4.1.3と同様のことが言える。また、WIRISには様々な問題形式があるため、生徒に合った問題形式を選択する必要がある。図25はMoodle上にこの授業の板書の写真がアップロードされている様子である。



図25 連立方程式の活用の板書

第5章 おわりに

本研究では、MoodleおよびSTACK、WIRISを利用したLMSを構築し、それらを活用した授業モデルを作成した。中学校数学において、Moodleの小テスト機能だけでは補えなかったことが、STACKとWIRISを活用することで、数学に関する分野を充実させることができた。STACKにおいて数式による解答、WIRISにおいて手書き機能など様々な機能を利用し、ICTを有効的に活用した授業を展開させた。また、教員の情報共有としてMoodleのフォーラムやファイルなどを利用し、生徒の学習成果物の蓄積や学級通信などのたくさんの書類の保管などができるように整備した。

今後の課題として、

- (1) 本研究では、作成したモデルを実際に運用していないので、生徒や教員が使用してみたの評価、また作成した指導案で授業を行ってみたいの評価も必要であり、
- (2) 数学の分野において、STACKとWIRISが全ての分野を補うことができるかの検証が必要であるなどが挙げられる。

参考文献

- [1] 文部科学省, "教育の情報化について-現状と課題-", http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afiedfile/2016/04/08/1069516_03_1.pdf (2016) .
- [2] 文部科学省, "第2期教育振興基本計画", http://www.mext.go.jp/a_menu/keikaku/detail/1336379.htm (2013) .
- [3] 文部科学省, "平成27年度 学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果(概要)", http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1376689 (2016) .
- [4] 山内真理, "Moodleを利用した授業支援", 千葉商大紀要, Vol. 52, No. 2, pp. 237-251 (2015) .
- [5] 山田博文, "Moodleを利用した授業時間外学習支援の試み", 岐阜工業高等専門学校紀要, No. 42, pp. 151-154 (2007) .
- [6] Moodle, <https://moodle.org/>
- [7] STACK, <https://ja-stack.org/>
- [8] WIRIS, <http://www.wiris.com/en>
- [9] 成瀬喜則, "学習管理システムの活用によって期待できる効果", 富山大学総合情報基盤センター広報, No. 14, pp. 4-5 (2017) .
- [10] 河田良子, "高校国語科におけるオンライン学習システム「Moodle」の活用", 大阪教育大学情報処理センター年報, No. 19, pp. 20-26 (2016)
- [11] https://www.gakuto.co.jp/h28/hisugaku/nenkan/h28_hisugaku_shidoukeikaku_2.pdf