

複数学校でのケースメソッド法による探索的アルゴリズム構築の授業環境の開発

Development of Learning Environment for Ability Development of Search Algorithm

Construction with a Case Method at Multiple Schools

秋山 政樹

秋田・潟西中学校

Masaki Akiyama

Katanishi Junior High School, Akita

本多 満正

愛知教育大学技術教育講座

Mitsumasa Honda

Department of Technology Education, Aichi University of Education

花田 守

秋田大学教育文化学部附属中学校

Mamoru Hanada

Junior High School Attached to Faculty of Education and Human Studies, Akita University

キーワード：配送計画ゲーム，タブレット端末，技術科

Keywords: Delivery Planning Game, Tablet-type Device, Technology Subject

1. 研究の目的と方法

1.1. 研究の目的

本研究は、中学校技術・家庭科技術分野（以下、技術科と略す）におけるアルゴリズム学習の導入教材として筆者らが開発してきた「配送計画ゲーム」（以下、「配送G」）及びそのタブレット端末用アプリをクラウド環境下で実施可能とするアプリ（以下、「配送Gクラウド」）を開発し、その学習適合性について、一つには中学生による操作等に関する調査から、今一つにはクラウド化以前の実践経験のある教員への調査から、検討することを目的とする。

筆者らがこれまで開発してきた「配送計画ゲーム」では、トラック1台が2時間30分の制限時間内で4軒の配達先への配送計画の中で一番低コスト（短い距離と短い時間）を選択する処理をアルゴリズムとして構築する実習を行う。

そのため、生徒にはできるだけ多くの計画づくりをさせることが必要である¹⁾。以前、開発した「配送Gアプリ」を活用することによって、ルール説明の時間を大幅に短縮することができた。しかし、各グループが作成した配送計画を比較する際には、配送計画をホワイトボードや模造紙に書き写す時間が5分間ほどかかるために配送計画を作成する時間、検討する時間が不足気味になっていた。そのため、作成した配送計画をデジタルデータのまま集約し、より多くの配送計画を作成・比較できる授業の環境づくりが実践上の課題の一つとなっていた²⁾。

1.2. 先行研究

生徒が考えた技術科におけるアイデアをデータベースに登録する実践研究としては、村松らによるロボットコンテストのものがあり、それは疑似的な特許登録の環境を技術科授業にお

いて実現したものである³⁾。ロボットコンテストにおけるアイデア登録としては、発想した機構等が図や文章表現が登録されるのに対して、本研究の場合のアイデアは記号の配列である配送計画を対象とするために、学習内容と関連する項目（合計の走行距離等）の選定や表示の工夫等が重要になってくる。

1.3. 研究の方法

本研究では前述の研究課題の解明に関して、以下の2つの研究方法を用いる。

第1に、開発したアプリの学習進行上の操作性評価の解明に関して、アプリの操作に対する生徒の評価を抽出生徒への質問紙法による調査と聞き取り調査の考察から解明する。

第2に、「配送Gアプリ」を用いた授業実践を経験している教員に「配送Gクラウド」を試してもらい、その後の聞き取り調査から期待される教育効果及び予想される生徒の学習進行上のつまずきについて考察する。

2. 「配送Gクラウド」

2.1. 「配送Gクラウド」の必要性

「配送Gアプリ」を用いて、各グループが作成した配送計画は図1のように画面に示される。「配送Gクラウド」以前は、図1のような配送計画データを生徒がホワイトボードや用紙に書き写して配送計画をクラスで検討していた(図2, 図3)。そのために、記入の時間や記入ミスの有無を確認する時間も含めて作業時間が約5分間必要であったために、グループで配送計画を考える時間も、他のグループの配送計画を検討する時間も不足気味になっていた。「配送Gクラウド」には当初、配送計画の転記時間を省く目的があった。



図1 計画作成ができた際の「配送Gアプリ」の画面



図2 ホワイトボードを使用した計画の集約



図3 短冊形の用紙を使用した計画の集約

2.2. 「基本データの構成と表示」の継承

これまでの実践研究から「配送Gアプリ」を使った授業については、ゲームのルール(表1)や経路図等の諸設定が難易度的に中学生に合っており、どの生徒も考えあう活動に活発に取り組めることが確認できた。そのために、「配送Gクラウド」においても、これらの基本データを継承することとした。また、経路図や操作ボタンの配置を含む画面表示及び操作へのレスポンスを与えるための効果音についても継承した。

表1 ゲームのルール

- ① 配達時間帯指定のある4個の荷物を運送会社から運ぶ計画を作る。
- ② 道路の記号を通過するのに必要な時間分だけ計画表に記入する。
- ③ 出発時間帯によって同じ道路でも必要な時間が違う。
- ③ 荷物の受け渡しに10分かかる。配達する時は

- 計画表に宛名を記入する。
- ④時間を調整するために10分単位で「休」を記入できる。
 - ⑤配達終了で計画も終了。計画は11:00から13:30までの2時間半の中で作成する。

2.3. 「配送Gクラウド」の操作方法

2.3.1. 「学校やグループの登録」

アプリ起動直後は、操作する生徒の学校名とグループ名の登録ダイアログが表示される(図4)。ここで「登録しない」を選択した場合は従来の「配送Gアプリ」と同機能で動作する。「登録する」を選択すると画面は図5に示す状態になり、学校名を選択できる。



図4 アプリ起動直後の画面

学校名の選択については、クラウドデータの管理者である筆者らが事前に登録したものに限定される仕様にしており、現時点では4校の研究協力校が略名で表示される。これは、生徒が行う操作を簡略化させ、リスト表示される学校名をタップ操作するだけで登録作業を進めていくことができるようにしたためである。



図5 学校名選択画面

グループ番号の登録についても同様に、リスト表示された中から選択する仕様とした(図6)。また、操作上の煩雑さや混雑を軽減させる目的で、学級名の入力ダイアログは設けていない。

このため、一学年に学級が複数ある場合には、教師がグループに通し番号を付けて生徒に指示する必要がある。

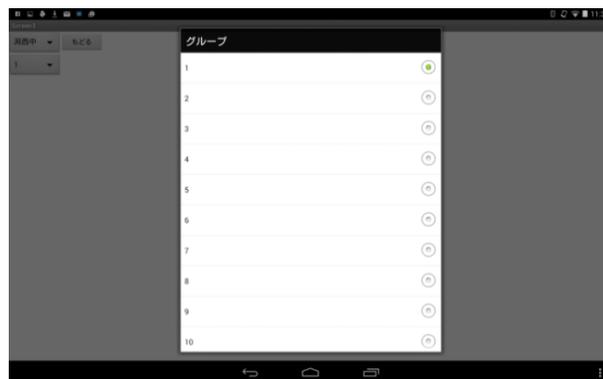


図6 グループ番号選択画面

学校名、グループ番号の選択を終えると、図7に示す登録確認画面が表示され、「登録する」を選択すると配送計画作成画面に切り替わり、いつでもクラウド上のデータベースを参照できるようになる。



図7 登録確認画面

2.3.2. 作成した配送計画の登録

従来の「配送Gアプリ」と同様に配送計画の作成を進め、完了した時点で「計画を登録」ボタンが使用可能になる(図8)。

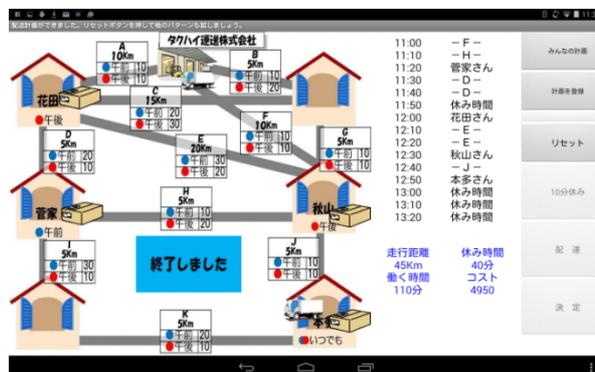


図8 計画作成が完了した様子

データベースに追加登録されている計画データは、画面右上の「みんなの計画」ボタンをタップすることでデータベース参照画面に表示される(図9)。画面には、「計画」「走行距離(km)」「働く時間(分)」「休み時間(分)」「コスト」の5項目の他に、「作成者」「作成日時」の全7項目が表示される。前者5項目については、生徒が最適な計画を抽出する際に参考にする重要なパラメータであり、「配送Gアプリ」の授業で重要視されてきたものである。

2.3.3. 配送計画の比較モード

クラウド化以前の実践では、「走行距離」や「働

く時間」「コスト」等のそれぞれについて最適な計画を見つけ出すために、生徒が手作業で各項目のデータを並べ替えていた。しかし、クラウド化以降、参照画面の各項目タイトルをタップ操作することによって昇順、降順の並べ替えが可能になった。この機能が加わったことで、グループ間の計画作成の進捗が違っていても、作成された他の班の計画データや過去のデータ、他校の計画データを参照できるようになった。そのため、生徒がより多くの配送計画を多様に検討できる条件ができたといえる。

計画	走行距離 (km)	働く時間 (分)	休み時間 (分)	コスト	作成者	作成日時
-A--D--D-【管】-H--J-【本】-J-【秋】-E--E-【花】-休--休--休-	50	120	30	6000	秋大附1	2015-04-07 16:33:06
-A--D--D-【管】-休--休--D-【花】-E--E-【秋】-J-【本】-休--休-	45	110	40	4950	洞西中2	2015-04-07 18:56:59
-A--D--D-【管】-休--休--D-【花】-D--H--H-【秋】-J-【本】-休-	35	120	30	4200	男鹿東15	2015-04-07 21:03:09
-A--D--D-【管】-D--D-【花】-E--E-【秋】-J-【本】-休--休--休-	45	120	30	5400	秋大附2	2015-04-13 21:13:43
-A--D--D-【管】-休--休--D-【花】-D--H--H-【秋】-J-【本】-休-	35	120	30	4200	洞西中6	2015-04-14 21:03:27
-A--D--D-【管】-H--J-【本】-J-【秋】-E--E-【花】-休--休--休-	50	120	30	6000	秋大附1	2015-04-14 21:15:51
-F--J-【本】-J--H-【管】-D-【花】-E--E-【秋】-休--休--休--休-	50	110	40	5500	花輪二8	2015-04-14 12:20:08
-A--D--D-【管】-休--休--D-【花】-E--E-【秋】-J-【本】-休--休-	45	110	40	4950	秋大附3	2015-05-02 21:48:38
-A--D--D-【管】-D--D-【花】-E--E-【秋】-J-【本】-休--休--休-	45	120	30	5400	秋大附4	2015-06-01 00:00:00
-A--D--D-【管】-休--休--D-【花】-E--E-【秋】-J-【本】-休--休-	45	110	40	4950	秋大附6	2015-06-30 16:18:49

図9 データベース参照画面

2.4. クラウド化による授業展開の変更

今回開発した「配送Gクラウド」を授業に利用することで、配送計画の比較範囲が拡大し、学級や学校を超えた学びの空間づくりが可能となった。さらには、作成した配送計画の集約が瞬時にできるようになったため、考えあう時間をより多く確保することと、より多様に配送計画を検討する展開の可能性が広がった。例えば、配送計画の制約条件のうちの「配達可能時間帯」への着目を「時間帯別移動時間」へ変えること

を目的として、着目順を変えた配送計画の一覧を提示して考えさせること等の展開が比して容易にできるようになった。ちなみに、配送計画の制約条件に対する着目順をゆさぶる活動は、本研究において重要視している内容である。時間枠付き配送計画問題における配達の制約条件に対する生徒の着目順位は、配達可能時間帯、合計距離を短縮する経路選択、時間帯別移動時間の順であるため、そのままでは「時間帯別移動時間」へ生徒の着目が行きにくい4)。

以上の点を考慮して、従来の非クラウド下の授業展開（表 2）を、「配送Gクラウド」下の授業展開案に改訂した（表 3）。新しい授業展開では、時間帯別移動時間について考えながら計画修正をさせる場面を設定した。このような授業展開にすることによって、実用的な配送計画作成プログラムにおける最適ルートの探索手続きに似た思考を学びあう授業（表 3 の⑦）が設定できるようになった。

表 2 「配送Gアプリ」の授業展開

学習内容	時間
① 本時の課題を確認する 配送計画を立てるプログラムを考えよう ～No.1 を選ぶアルゴリズム～	1
② 配送計画作成システムのビデオを視聴する。	2
③ コンピュータが活用される理由を考える。	9
④ 「配送G」のルールを聞く。	3
⑤ 10 分間で配送計画をなるべく多く作成する。	12
⑥ グループごとに一番良いと思う計画を発表し、1 位をどのように選んだか確認する。	6
⑦ アルゴリズムの要素の説明を聞く。	2
⑧ 「No.1 を選ぶアルゴリズム」をグループで考える。	10
⑨ 本時の学習を評価する。	2
⑩ 次時の学習内容を確認する。	3

表 3 「配送Gクラウド」の授業展開案

学習内容	時間
① 本時の課題を確認する 配送計画を立てるプログラムを考えよう ～No.1 を選ぶアルゴリズム～	1
② 配送計画作成システムのビデオを視聴する。	2
③ コンピュータが活用される理由を考える。	9
④ 「配送G」のルールを聞く。	3
⑤ 配送計画をなるべく多く作成する。	8
⑥ グループごとに一番良いと思う計画を発表し、1 位をどのように選んだか確認する。	3
⑦ <u>時間帯別移動時間や経路を見直し、修正の検討方法を発表する。</u>	7
⑧ アルゴリズムの要素の説明を聞く。	2
⑨ 「No.1 を選ぶアルゴリズム」をグループで考える。	10
⑩ 本時の学習を評価する。	2
⑪ 次時の学習内容を確認する。	3

3. 結果と考察

3.1. 調査項目と実施状況

生徒に対する調査は、「配送Gアプリ」の授業を受けたことのない2年生3人と、昨年度に授業を受けたことのある3年生4人を対象者にして、タブレット端末1台ずつ操作させながら、

2015年9月の放課後の時間帯に実施した。

2年生に対しては、「配送G」の基本ルールとトラックの移動や荷物の配達方法等、基本的な操作方法のみを3分程度で説明した後に調査した。3年生に対しては、アプリが改良されたことだけを伝えてから調査した。なお、生徒が比較するデータがある程度多様な状態にしておくために、予め作成した7種類の配送計画データをクラウド上に残した状態で調査した。

調査開始後10分間は、生徒に自由に試用させ、その後に時間帯別移動時間を考えて計画を修正する時間を10分間設けた（図10）。その後、質問紙法による調査を実施した。質問紙の設問は、表4に示す6項目とし、4段階で評価させ、その理由についても回答させた。



図 10 調査時の生徒の様子

表 4 質問紙の設問

① 学校名とグループ番号の登録は難しかったですか？
② 計画の一覧表示の分かりやすさはどうでしたか？
③ データの並べ替えの操作は難しかったですか？
④ 計画一覧で表示される文字の大きさについてどう思いますか？
⑤ 計画一覧を表示したり並べ替えたりする時の反応はどうでしたか？
⑥ 自分の作った計画と他の人が作った計画をすぐに比べることができることについてどう思いましたか？

「配送Gアプリ」での実践経験のある教員に対しては、実際の操作をした後に、新規に実装されたクラウド機能の有用性と予想される操作上のつまずきに関して聞き取り調査をした。

3.2. 操作性とデータ比較画面の分かりやすさ

学校名とグループ番号の登録の難しさを問う設問(表4の①)については、すべての生徒が高評

価の4を回答した。中学生にとって、「配送Gクラウド」の操作は難しくないと見える。教員による回答からも「直感的にリストから選択するようなユーザー登録操作のため、生徒のつまずきは考えにくい。」という操作上の問題が考えられないという見解が示された。

計画の一覧表示の分かりやすさを問う設問(表4の②)については、ゲームの趣旨を十分に理解できていなかった2年生1名が「分かりにくい」と回答した以外、全員が「分かりやすい」と回答していた。

データの並べ替えの操作性を問う設問(表4の③)については、設問③と同じ2年生が「難しい」と評価していた。他には3年生1名が「タッチする場所が小さすぎる」ことを理由に低い評価をしていた。これらの回答者以外全員が「簡単である」と回答していた。

計画一覧における文字の大きさについて問う設問(表4の④)については、「自分にはよいが、視力の悪い人には見えづらい」といった理由などから、全員が中程度の評価をしていた。「配送Gクラウド」には、画面をピンチインやピンチアウト(画面に二本の指を乗せ、つまんだり開いたりするように動かす操作方法)することで表示サイズを自由に変更できる機能がある。表示サイズを自由に変更する機能について調査時に説明しなかったところ、この機能に気づいた生徒はいなかった。教員の回答にも「画面中に説明文があれば、その機能に気づきやすく、分かりやすい」との指摘があった。

無線ネットワークの通信速度の影響を受ける可能性が高い計画参照画面のレスポンスを問う設問(表4の⑤)については、2年生と3年生の1名ずつが、「たまに反応が悪くなる」と答えたが、全員が高評価であり、実践上ほとんど問題がないことが分かった。

データ集約機能の有用性について問う設問(表4の⑥)に対する生徒の回答は、「モチベーションが上がる」、「競争心が出る」、「他の人と比べることによって、その人の計画を参考にできる」との理由をもとに全員が高い評価をしていた。教員からも「生徒に対する集約作業の説明や記入の時間及びこれらの時間短縮のための工夫が必要なくなった。学級や学校を超えた学びが可能となる」との高い評価があった。その一方で、「計画を比較することの意味を生徒に十分に分からせるための説明が必要である」との指摘があった。

3.3. データ比較時の気づきと感想

時間帯別移動時間を考慮して作成した計画を

修正する調査では、生徒は「同じ道路を通っているのに、自分よりコストが低い計画がある。

“10分休み”のボタンの意味が分かった。よく見ると午前より午後の時間帯が時間のかからない道路がある。そのためだったんだな」という感想を述べながら、修正に取り組んでいた。

また、ゲーム操作中の生徒観察から、どの生徒も操作について戸惑う様子は一切見受けられず、夢中になってゲームを楽しんでいる様子であった。調査開始後10分経過した時点で操作の中止を促したところ、全員が「もっとやりたい」「おもしろくてやめられない」という感想を述べていた。

4. 結論

これまでに筆者らが開発してきた「配送Gアプリ」を使用した授業では、作成できた配送計画を手作業で書き写して集約していたために、比較可能な配送計画の数が少なく、偏りも見られた。そして、生徒が考えあう時間の確保が難しかった。

しかし、今回開発した「配送Gクラウド」を用いることで、比較可能な配送計画の数を多く確保することができ、配送計画の偏りも解消されることになり、さらには、データ参照のための準備の時間が大幅に短縮されたことで生徒が考えあう時間を十分に確保できる条件を整備することができた。このことへの検証については、一部の生徒への調査、及び非クラウド下の実践経験者の教員への調査からも操作上の問題や内容理解上のつまずきが考えられないとの裏付けを得ることができた。

今後の研究課題としては、教室や学校を超えたクラウド上の計画と自分で作成した計画との比較の本格実施を通してのアルゴリズムの学力形成の実証が挙げられる。

参考文献

- 1) 秋山政樹, 花田守, 本多満正他, 時間枠付き配送計画問題における中学生の思考傾向に関する一考察, 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要第37号, pp.255-263, (2015)
- 2) 秋山政樹, 本多満正, 菅家久貴他, アルゴリズム構築の協同学習を支援するタブレット端末用アプリの開発, 鹿児島大学教育学部教育実践研究紀要 第24号, pp.81-90, (2015)
- 3) 村松浩幸, 土田 恭博, 稲垣忠, 中学校ロボットコンテストにおける Jr.特許データベースシステムの開発, 日本産業技術教育学会誌 第47巻4号, pp.281-287, (2005)

(2015年9月30日受理)