

# 定性的分析手法(プロトコル分析)を活用した授業分析

石川県立小松工業高等学校  
電子情報科 平木 勉

## 1. はじめに

近年、「確かな学力」の育成を目指し、生徒の主体的で意欲的な学びを期待する授業改善(図1)の必要性が叫ばれ、さまざまな取組が行われている。授業に対する教師の営みは、生徒を捉え(Research)、授業を設計し(Plan)、授業を実施し(Do)、授業実施後に分析・評価(Check)をし、それを基に改善策(Action)を打ち出すという一連の活動の繰り返しで構成される。このR-PDCAの繰り返しによって、生徒観、教材観、指導観を再吟味し、指導技術の改善のみにとどまらず、生徒の取組をも含めた授業全体の改善を図ろうとする行為が授業改善である。

よい授業を目指しR-PDCAといった一連の流れを円滑に循環させるには、どのような視点から授業や生徒を捉え、学習を組み立て、実践・分析し、どのように改善を図ることが適切であるかを見極めることが重要である。特に、生徒を見取る力と客観的に授業を分析する力、この二つの力が、よりよい授業を成立するために欠くことのできない力であると考えられる。

教師がこの二つの力を発揮するには、まず生徒の学びを的確に把握する手立てが不可欠である。そのための分析・評価ツールとしてプロトコル分析の活用を提案し、一例として情報教育に対して授業分析を試みたので、その実践について紹介する。

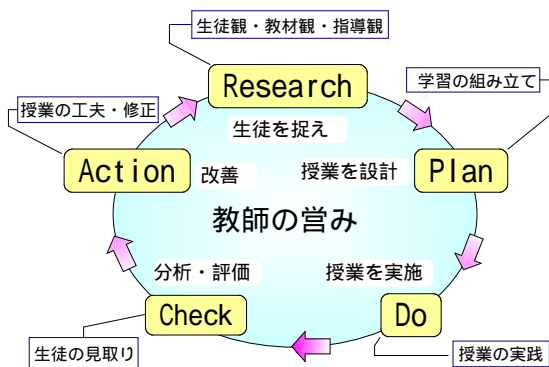


図1 教師の営みと授業改善

## 2. 授業分析と評価

かつて、学期の中間や期末で作品の観察や試験を行い、知識・技術の理解度や定着度ならびに技能の習熟度を評価し、これらを日常の学習状況と勘案して評価を行っていた。そして、教師にとって、このような行為が授業に対する評価活動の全てと捉えられていた。

しかし、今日、評価を行うということは授業をよりよいものへ改善してくための1つのステップとの考えが主流となっている。したがって、評価はそれに基づいて実際に授業の在り方に対して何らかの改善の手が加えられて初めて、本来の意味を持つものとする。

評価には、指導に先立って行う「診断的評価」、学習形成過程の改善を目的として細目化された目標への変化を見るために授業中に行う「形成的評価」、そして、単元の終わりなどに行う「総括的評価」がある。従来、高校では期末考査などの定期考査に重きが置かれ、その意味では「総括的評価」が中心であったといえる。

授業改善を目的とした授業評価、つまり授業分析のアプローチにはさまざまな手法が工夫・実施されている。例えば、授業に関する生徒アンケート、生徒による自己評価、小テスト、レポート、ポートフォリオ、等さまざまな学習情報を収集する手法が挙げられる。しかし、それぞれの手法によって、以後の授業改善に役立つ信頼性と妥当性のある客観的なデータを得ることができるのか疑問である。

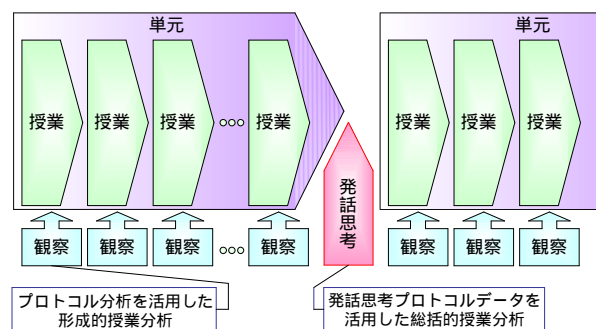


図2 形成的授業分析と総括的授業分析

本稿では、評価への定性的なアプローチ手法として、「形成的評価」と「総括的評価」へのプロトコル分析の活用を試みたので、その実践の概要を紹介する。以後、プロトコル分析を用いた「形成的評価」を形成的授業分析、またプロトコル分析の手法を援用した「総括的評価」を総括的授業分析と称する(図2)。

### 3. プロトコル分析

プロトコル分析とは、「言語プロトコルデータ」(人の発話行動によって得られた言語的なデータ)を対象として行う分析手法である。

問題解決の際、人の頭のなかで何が起きているのかを知りたくても、それを直接的に観察するのは困難である。そこで、その人自身に頭のなかの様子を語ってもらい、その語りをデータとして詳細に分析することにより、目に見えない認知的な過程を明らかにしようとする手法がプロトコル分析である(図3)。なお、自分自身の知的営みについての語りやその記録(行動の記録を含む場合もある)をプロトコルと呼ぶ。

狭義のプロトコル分析では、発話思考法によって得られたデータを言語プロトコルデータという。しかし、現在では対話や質疑応答、さらには自然場面での対話まで、プロトコルデータの一種と考えられている。そのため、発話思考法で得られた言語プロトコルデータを、発話思考プロトコルデータと呼び区別する。

プロトコル分析は、言語データの採取、書き起こし、分析の3段階を経る。なお、分析には、2種類の方向性がある。1つは発話の流れを重視しそこから流れとしての認知過程を明らかにしていこうとするものであり、もう1つは個々の発話の特徴づけし各カテゴリーの生起を観察しようとするものである。

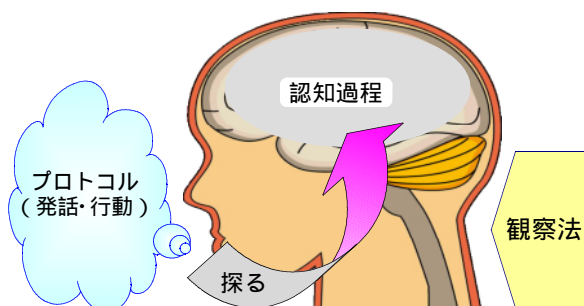


図3 プロトコル分析の概念

## 4. 実践と考察

### 4.1. 形成的授業分析

単元「C言語によるプログラミング」にて多重ループ(九九の表の作成)を指導した際のプロトコルの概略を、表1、表2に示す。この問題に関する流れ図を図4に、プログラムリストを図5に示す。プロトコルの取得は機器を用いず、教師が授業を行いながら生徒の発話を聞き取ることによって行った。この授業場面に即した学習過程のプロトコルから、生徒がいかにしてこの課題を解こうとしているか、またどこでつまづいているかを読み解くことができる。

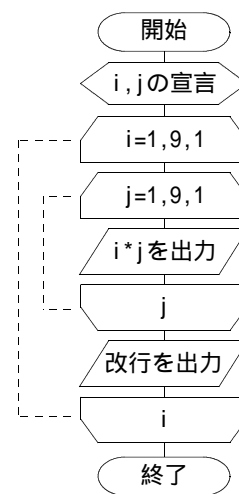


図4 九九の表作成に関する流れ図例

```

/* kadai6_10.c No.** Name ##### */
#include <stdio.h>

int main( void )
{
    int i, j;

    for ( i = 1; i <= 9; i++ ) {
        for ( j = 1; j <= 9; j++ ) {
            printf( "%3d", i * j );
        }
        printf( "\n" );
    }

    return 0;
}
    
```

図5 九九の表作成に関するプログラム例

表1 演習中のプロトコルの概要(1班目)

状況	発話・結果
・p144 流れ図(板書)を指して	「アスタリスクって何や」 「あんなフローチャートを書くが」
	「どのフローチャート書くが」 「宣言するとき、何を宣言するが」
・流れ図で変数の宣言まで書いて	「ここまで、いいですか」 「ループって2個いるが」 「行き詰まった」
・p144 流れ図(板書)のループ1 (i=1,5,1)を指して	「1, 5, 1って何なん」 「出来た」 出力に対して処理の記号を用いているループの繰り返し条件を、Cの書式で書いてある 「出来た」 ループ2の繰り返し条件に、y=1,x,1と書いてある出力の記号の中が空欄である ループ2の繰り返し条件に、y=9,9,0と書いてある ループ2の繰り返し条件に、y=1,x,1と書いてある 改行が抜けている 変数宣言で、i、x、yを宣言している 九九の出力に、"x*y"を出力と記述してある

(1) 流れ図の効用

2班目の生徒の発話中に、以下のような生徒同士の会話が存在する。

- A:「何書けばいいが」
- B:「全然わからんげんけど」
- B:「スタートとエンドしかわからんげん」
- C:「何か書けばいいげん」
- C:「そしたら、見えてくるげん」

生徒Aと生徒Bは、流れ図を書くに当たって、どのように手を付けていいかわからない状態であることが窺える。この会話を受けて、生徒Cが、プログラミングに関する問題解決にあたっての重要なポイントと受け取られる発話を行っている。プログラミングの要点は、とにかく考えるより、書いてみることで、わかるところから書いてみるということである。そうすれば、書かれたものから、解決法が見えてくるということを行っているものと推察できる。流れ図が単に問題の解法を表す図式ではなく、人間の思考を助ける道具となりうるということ、生徒Cは言わんとしているものと推察される。

(2) 流れ図作成の壁

二班とも、流れ図を書き始めてしばらく経過しても、なかなか作業がはかどらない様子が見

表2 演習中のプロトコルの概要(2班目)

状況	発話・結果
	「何書けばいいが」 「全然わからんげんけど」 「スタートとエンドしかわからんげん」 「何か書けばいいげん」 「そしたら、見えてくるげん」 「何で、こんな難しくしてんる、つくった人」 - 上から順に考えていくと、行き詰まることから、まず大枠について考えてみましょう -
・変数の宣言まで書いた後で、	「こっから、ループ作ればいいんげ」 「二重ループ、二重ループ」 「スペースとか、どうすればいいが」 - printfの書式の中で考えてやってください - 「全部手作業でやればいいげん」
・p144 流れ図(板書)を指して	「iって、何しとるが」 「++って何や」 「てことは、ここ(ループ1の条件)って、1, 9, 1?」 「進み方って、 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 2, 4, 6, ..... ですか?」
・自分で書いた出力の図記号を指して	「これって、処理でいいがじゃないが」 ルール1の終端にy、ループ2の終端にxと書いてある - 改行が抜けている - 「何で改行しんなんげ?」
・流れ図で九九の出力箇所を指して	「ここがわからん」 「何を出力すればいいが?」

える。特に、繰り返し構造を記述するのにかなりの時間を要した。このとき、1班目では、「行き詰まった」との発話が見られる。

考えられる障害として、課題文を分析・解釈し課題内容を把握する段階、課題文を既知の処理モジュールに分割する段階、あるいは分割されたモジュールを具体的な処理手順に置き換える段階、などが挙げられる。

(3) 処理と入出力の違い

二班ともに、以下の発話が認められた。

1班目

- D:「出来た」  
(出力に対して処理の記号を用いている)

2班目

- (出力の図記号を指して)  
E:「これって、処理でいいがじゃないが」

流れ図の記号の使い方を明確に把握していないことが窺える。入出力処理は一般的な処理とは記号を違えることを確実に把握させることが求められる。

(4) ループの繰り返し条件の記述

流れ図でループ構造を記述する際、繰り返し条件を正しく記述することができない生徒がかなり存在する。フローチャートの導入段階において、繰り返し構造の図記号を説明する際、図記号中に示す繰り返し条件の記述について、しっかりと説明しておく必要がある。

4.2. 総括的授業分析

単元ごとあるいは学習のまとめりごとの分析・評価の際は、学習者の理解の度合いや思考過程の細かな分析が求められる。そこで、発話思考法を用いプロトコル分析を試みた。

図7に、平成19年1月に実施された第37回情報技術検定2級試験結果のS-P表を示す。赤色実線は生徒ごとの得点の度数分布を累積したもの(S曲線)、紺色破線は小問ごとの正答率の度数分布を累積したもの(P曲線)である。

列方向に影をつけた部分が問題8(図6)に相当する部分である。他の問題に比べて、正答率がよくないことがわかる。そこで、その原因を探るため、成績下位層から1名(ST35)、成績上位層から1名(ST04)、それぞれ実験協力を募り、検定試験の1週間後、発話思考法によってプロトコルの取得を行った。

4.2.1 下位層生徒のプロトコル

表3に示す発話プロトコルは、成績下位層生徒(ST35)に対する解答場面のビデオ撮影とその書き起こしによって得られたデータである。なお、被験者となった生徒は、実際の検定試験では空欄のみが正解であった。

(1) 空欄 (縦方向の繰り返し)

空欄に関する被験者の思考が、特記\*1の部分の発話に表れている。

00:10 で、( を指さしながら) for文で、何回まで繰り返すか、指定するから、1回から、うん、・・・。

00:36 (出力結果を上からポイントしながら)  
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10。

00:42 これを・・・, 10回・・・, うん・・・。

01:00 ( の上に10と書き込む)

下線部から、この生徒は、出力結果にある三角形の縦方向の繰り返しに着目し、正解に到達していることがわかる。

(2) 空欄 (行ごとのスペースの出力)

空欄に関する被験者の思考を、特記\*2の部分の発話から捉えることができる。

8 次のプログラムは、出力結果のように記号\*を用いて三角形を出力するものである。～に適するものを記入しなさい。

```
#include <stdio.h>
void main( void )
{
    int p, j, k, m, n;

    p=1;
    for ( j = 1; j <= ; j++){
        k = 10-j;
        for ( m = 1; m <= ; m++){
            printf(" ");
        }
        for ( n = 1; n <= ; n++){
            printf ("*");
        }
        ;
        p =  ;
    }
}
```

```

*
***
*****
*****
*****
*****
*****
*****
*****
*****
*****
*****
*****
*****
*****
```

図6 第37回情報技術検定2級試験 問題8





表3 ST35の発話思考プロトコル

時間	発話	特記
00:00	〔はいどうぞ〕	
00:03	intで、p、i、k、m、nを代入して、	
00:03	p=1、	
00:10	で、( を指さしながら)for文で、何回まで繰り返すか、指定するから、1回から、うん、...	*1
00:29	〔出力結果の末尾を指さす〕	
00:36	〔出力結果を上からポイントしながら〕1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、	*1
00:42	これを...、10回...、うん、...	*1
01:00	〔 の上に10と書き込む〕	*1
01:02	これを、10回まで繰り返して...	
01:06	で、i++で、それまで繰り返す、	
01:13	10引(行で、	
01:16	for文の、1から何回かまで、繰り返すから...	*2
01:29	〔出力結果を差しながら〕これは...、三角は...、9段までやから...	*2
01:45	〔 のところを差して)ここを...、1から、9回、繰り返す(9と書き込む)、	*2
01:50	で、++で...	
01:52	で、これは空白で、	
01:56	for文で、*で、1から...、何回かまで繰り返すから...	
02:08	〔 を何度もポイントしながら)...	
02:07	ええと...	
02:24	に入るのは...	
02:32	〔 の下の*をポイントする)アスタリスクやから...	*3
02:35	を差しながら)...	*3
02:40	〔出力結果の末尾を指さす〕	*3
02:50	〔出力結果の末尾を指さしながら)一番...最後の段...	*3
03:01	〔出力結果の末尾を指さしながら)この数...	*3
03:10	〔出力結果の末尾と の両方を指さしながら考える)...	*3
03:17	〔 を差しながら)ここ、 番は...、...、は...、10、10段やから...、( の上に10と書き込みながら)10が入る、	*3
03:42	で、ここで、かっ閉して...	
03:46	〔 を差しながら)これは...	*4
03:55	〔 を何度もポイントしながら)...	*4
04:03	いったん を指さし、再度 を指さす)	*4
04:13	〔今、どんなふうに考えていますか〕	
04:14	ええ、 の枠に入るのは...	*4
04:22	〔 を何度もポイントしながら)...	*4
04:35	〔どんなふうに、頭の中で今考えていますか〕	
04:40	ええ、これに当てはまるのが、思いつかん...	*4
04:50	〔いったん を指さし、再度 を指さしながら)このお...	
05:05	番はわからんから...いったん 番に行つて...	
05:13	pイコールやから...	*5
05:18	〔 を何度もポイントしながら)...	*5
05:24	pは...、最初、イコールやったから...	*5
05:44	〔 を何度もポイントしながら、も差す)...	
05:53	〔 を指さしながら)ここも、10やから...	*5
06:00	〔 の下に10と書き込む〕	*5
06:05	で、 番は...	
06:15	〔 を何度もポイントしながら)...	*6
06:32	えつと...	*6
06:46	ええ、感で...、( の横に、printf(と書く)、	*6
06:57	えつ...、(printfに続いて、%dと書く)、	
07:05	〔何で、そんなふうになるんですか〕	
07:13	えつ、感で書きました、	*6
07:15	〔全部埋まりましたか〕	
07:17	まだです、	
07:22	で、(%dの前後に、"を追加する)	*6
07:29	〔 "%d"の後ろに、i,m,nを追加する)	*6
07:45	終わりました、	

ここでは空欄 が含まれた制御変数mによる繰り返し部分を、被験者はスペースでできた三角形の縦方向の繰り返しと捉えている。空欄 では三角形の縦方向の繰り返しに着目しているにもかかわらず、次の段階として横方向の出力の仕方には考えが至っていないことが窺える。

(3) 空欄 (行ごとのアスタリスクの出力)

空欄 に関する被験者の思考を、特記\*3の部分の発話から推察する。

02:32 ( の下の\*をポイントする)アスタリスクやから...

02:35 ( を差しながら)...

02:40 (出力結果の末尾を指さす)

02:50 (出力結果の末尾を指さしながら)一番...最後の段...

03:01 (出力結果の末尾を指さしながら)この数...

03:10 (出力結果の末尾と の両方を指さしながら考える)...

03:17 ( を差しながら)ここ、 番は...、...、は...、10、10段やから...、( の上に10と書き込みながら)10が入る。

本来ならば、行ごとの繰り返しに着目し、アスタリスクの出力回数を検討すべき箇所である。しかし、被験者は空欄 と同様、全く横方向の繰り返しに考えが至っていないことがわかる。明らかに「表示の仕組み」に関する知識・理解不足であると考えられる。

(4) 空欄 (改行コードの出力)

特記\*4、\*6の部分の発話から、空欄 に関する被験者の思考ならびに知識の修得レベルを推察する。

出題者は改行の必要性に対する認識を問うたものと思われるが、被験者は記号を用いて三角形を出力する際の基本である「表示の仕組み」に関する知識不足から、ただ単に感で答えるしか術がなかったものと推察される。

(5) 空欄 (変数pの増分)

特記\*5の部分の発話から、被験者が本問題における変数pの役割や働きについて理解できていないことが推察される。空欄 と同様に、記号を用いて三角形を出力する際の基本である「表示の仕組み」ならびに「二重ループ」に関する理解不足が原因と考えられる。

さらに、プロトコル全体を通して、この被験者は、空欄を埋めることのみで専念し、プログラムをトレースしその動作を考えようとする態度が少ないように窺える。

4.2.1 上位層生徒のプロトコル

表4に示す発話プロトコルは、成績上位層生徒(ST04)に対する解答場面のビデオ撮影とその書き起こしによって得られたデータである。なお、被験者となった生徒は、実際の検定試験

では空欄 , が正解であった。

(1) 空欄 (縦方向の繰り返し)

空欄 に関する被験者の思考が,特記\*1,\*2,\*3の部分の発話に表れている。

01:06 k=10-jということは,うん。

01:16 これは printfの空白を出力するのに,ええ,関係しているんで,つまりは,これは0より下になりません。

01:28 ええ,つまり,10引くj,これは・・・,マイナスにはできないので,jの値は10よりは大きくならないという考えができます。

01:44 つまり,jの,ここforの,jの限界値は,10(の後ろに10と書き込む)。

この生徒は,空欄 を考えるにあたり,次の行にある式k=10-jに着目し,kがスペースの数であることを把握していることがわかる。

しかし,縦方向の繰り返し数から正解に至ったのではなく,スペースの数が負になることはないとの考えから,jの最大値が10と答えていることがわかる。

(2) 空欄 (行ごとのスペースの出力)

空欄 に関する被験者の思考を,特記\*4の部分の発話から捉えることができる。

被験者の「上一段から出力するとなれば」および「ここの限界値の数だけ,その段数の空白を出力する」の発話から,出力結果の「表示の順序」を正しく把握していることがわかる。これにより,第1行を例に制御変数mによる繰り返し部分をトレースし,空欄 の正解に至っている。特に「1段目はこれでつじつまが合います」の発話から,段ごと繰り返しの終値が変化することに気づいており,「たぶん,恐らく,k」といった具合に,終値に変数を設定することにたどり着くことができたものと推察できる。

(3) 空欄 (行ごとのアスタリスクの出力)

空欄 に関する被験者の思考を,特記\*5,\*6,\*7の部分の発話から推察することができる。

表4 ST04の発話思考プロトコル

時間	発話	特記
00:01	[今からスタートしてください]	
00:04	[問題を読む]	
00:16	ええ,すう,何からやればいいか。	
00:26	ええ,まず,ええ,int,p,j,k,m,n,つまり,この五文字を,このプログラム中で使うということになります。	*1
00:36	p=,p=1,	*2
00:42	うん。	
00:58	[今,何を考えていますか]	
01:06	k=10-jということは,うん。	
01:16	これは,printfの空白を出力するのに,ええ,関係しているんで,つまりは,これは0より下になりません。	*3
01:28	ええ,つまり,10引くj,これは・・・,マイナスにはできないので,jの値は10よりは大きくならないという考えができます。	*3
01:44	つまり,jの,ここforの,iの限界値は,10(の後ろに10と書き込む)。	*3
02:02	次のforは,ええ,m=1,m大なりイコール	
02:09	ええ,先ほどいったように,これは,空白に絡んでくる数字だと思います。	
02:11	ええ,これを上一段から出力するとなれば,ええ,この,初期値は1で,1つめのforで,ええ,まずkは9になります。	
02:21	で・・・,このforが繰り返されているときだけ空白を出力,つまり,ここ(を指し)の限界値の数だけ,その段数の空白を出力すると考えれば,うん	
02:42	つまり,ここでは,9回これ(制御変数mのfor文を指して)が繰り返されていると考えます。	
02:45	1段目,つまり,つまり・・・	
02:56	すう,つまり,k,10引くj,つまり,この時点では,1引くと,kは,9で,	*4
03:03	1段目はこれでつじつまが合います。	*4
03:06	は,たぶん,恐らく,k(の後ろにkと書き込む)。	*4
03:11	三番目のforは,*の数を,*の数に影響してきます。	
03:25	すう・・・,うん・・・	
03:31	これは・・・	
03:36	は,は,わかった。	
03:38	この3番目は,*の数,1,3,5,7というふうが増えていくので,こういう数字を作っていないことはないと思います。	*5
03:51	ええと,そう考えると・・・	
03:55	この3で,jを,jは段数を表しているものと考えて・・・,ええ,ここではを使います。	*6
04:11	ええと,このままを使った場合には,ここ(制御変数)のfor文を指しながら1の時点で,(出力結果を指しながら)ここは1	
04:18	それは,合いますが・・・,二段目の時点で,ここが3となる。	
04:23	これは,おかしいので・・・,ええ,ここで,ここで,ええ,掛ける2(の後ろに,1*2と書く)とします。	*7
04:33	それでは,ここが2,ここが4となってしますので,これより1多い形になります。	*7
04:40	それでもおかしいので,ここはここをつけてマイナス1(の解答を,(j*2)-1と訂正する。	*7
04:46	で,これで,1掛ける2は,2は2,そのマイナス1で,1,2掛ける2は4,そのマイナス1は3と,つじつまが合います。	*7
04:59	・・・,すう。	
05:05	は・・・	
05:33	すう,うん。	
06:22	[今,どんなことを考えていますか]	
06:23	うん,・・・,すう,番の空白と,番の空白が,ちょっとわからないんで	*8
06:33	pが,pが全く絡んでいないので・・・,うん。	*8
07:44	ちょっと,待ってよ,これ・・・	
08:00	[どこを見ますか]	
08:02	ええ,いまはここどこです(,を指す)。	
08:06	ふん。	
08:08	[どんなふうに関心していますか]	
08:10	ええ,とりあえず,この,これを全て,意味のあるものにするのが,解答への,ええ,まあ,解答に近づくことだと思うのですが,このままだと,とが意味のない形になってしまうので,ええ,それだとおかし	
08:32	すう,ふん。	
09:46	ふん。	
10:19	pが・・・	*8
10:21	[はい,今どんなふうに関心していますか]	
10:22	はい。	
10:30	[考えていることを,ちょっとしゃべってもらえませんか]	
10:32	ええ,うん・・・,そうですね。	
10:37	この,は恐らく(pに関係あるものなんですが・・・,そのpがどこに絡んでくるのかということも,今考えています。	*8

被験者が考えたように,空欄 に(j\*2)-1と代入しても,正しく出力することができる。ただし,これでは,被験者自身が「pが全く絡んでいないので」と述べているように,使われない変数pが存在することになる。しかし,一度形成された思考のスキームは,なかなか修正されないことがわかる。こうならないために,解答する前に,まず変数の役割や働きをしっかりと把握するよう指導すべきものと考えられる。

4.3. 総括的授業分析

図8に,平成20年1月に実施された第39回情報技術検定2級試験結果のS-P表を示す。



S-P表 1年 3組 情報技術 平成20年1月22日

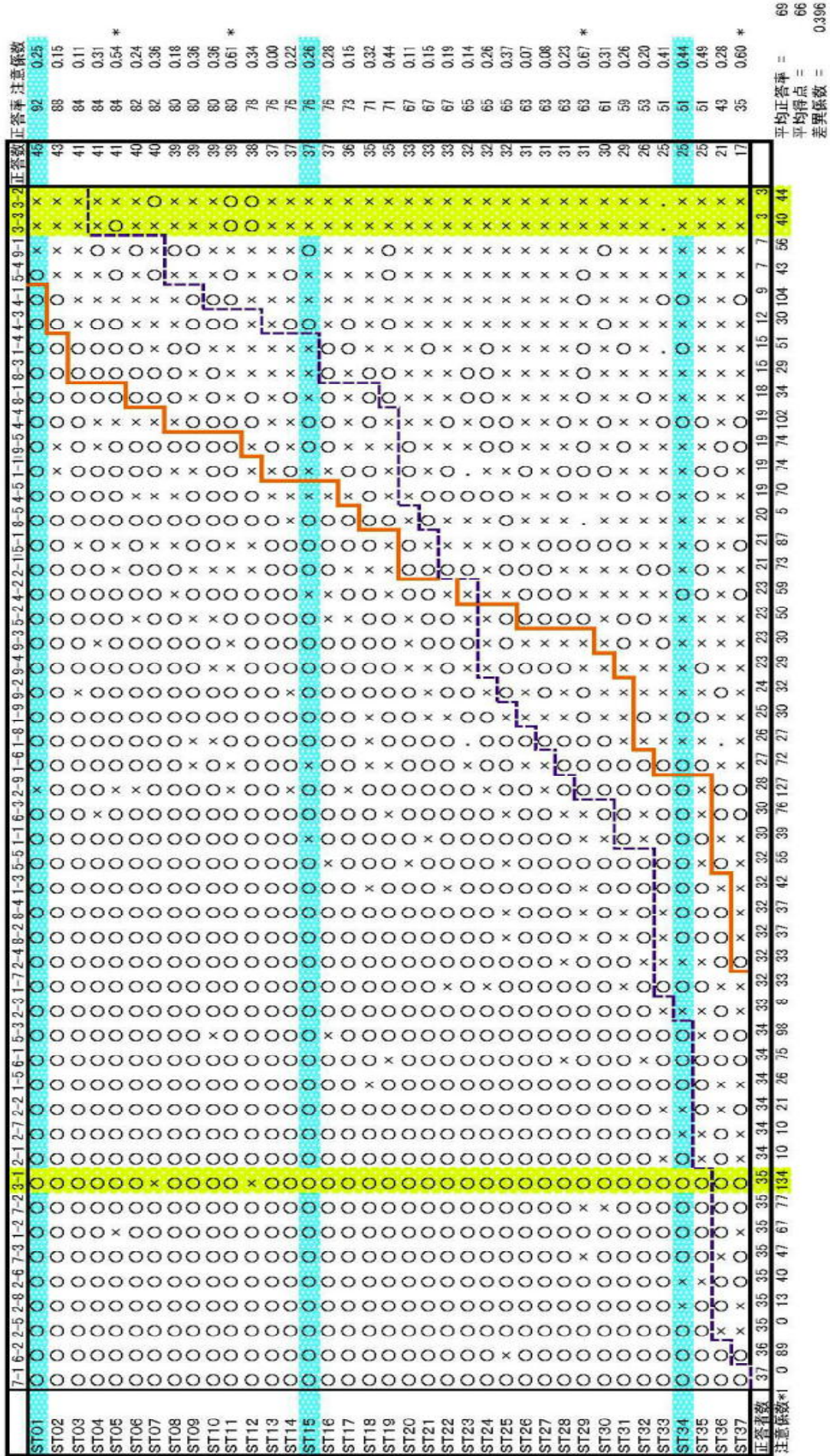
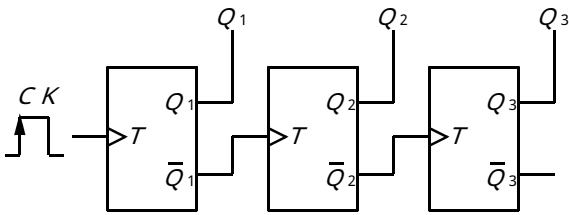


図 8 検定試験結果の S - P 表



3 次のTフリップフロップによる回路の、  
タイムチャートを完成させなさい。



参考  
Tフリップフロップは、T端子に立ち上がり信号  
("0" "1")が入力されるたびに、出力Q(および  
 $\bar{Q}$ )の状態が反転する。

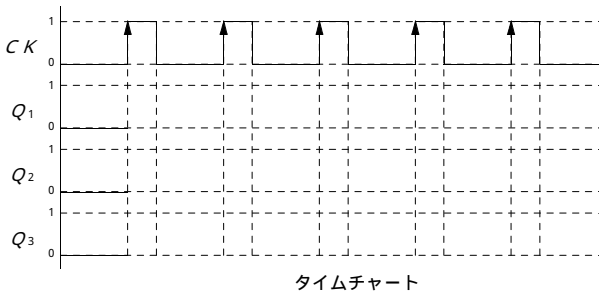


図9 第39回情報技術検定2級試験 問題3

列方向に影をつけた部分が問題3(図9)に相当する部分である。他の問題に比べて、正答率がよくないことがわかる。そこで、その原因を探るため、成績下位層から1名(ST34)、成績中位層から1名(ST15)、成績上位層から1名(ST01)、それぞれ実験協力者を募り、検定試験の1週間後、発話思考法によってプロトコルの取得を行った。

#### 4.3.1 上位層生徒のプロトコル

表5に示す発話プロトコルは、成績上位層生徒(ST01)に対する解答場面のビデオ撮影とその書き起こしによって得られたデータである。また図10に、被験者となった生徒の解答結果を示す。

01:17 次に、ええ(2個目のTフリップフロップを指さす)・・・。

01:20 Q2は、Q1バーから出たのがクロックになっているので・・・。

01:34 ええっと、これは、ええっと・・・。

01:40 (回路図とタイムチャートの間を数回鉛筆を持った手が行き来する)

表5 ST01の発話思考プロトコル

時間	発話	特記
00:01	(問題文を読む)	
00:09	(参考文を読む)	
00:26	(始めて下さい)	
00:33	声出してやるんですか?	
00:35	うん、声出しながら、ずっと、考えていることを声に出して言って下さい)	
00:43	ええ・・・	
00:45	まず、ええと、(CKの1個目の立ち上がり指さしながら)ここ、クロックが立ち上がっているので(CKの立ち上がりのタイミングでQ1の立ち上がりの線を引く)・・・	*1
00:55	Q1はそのまま(CKの2個目の立ち上がりまでHighレベルの横線を書き)	*1
01:00	ここ(CKの2個目の立ち上がり指して)で、反転していきます(CKの立ち上がりのタイミングでQ1の立ち下りの線を引く)。	*1
01:02	(CKの3個目の立ち上がりまでQ1のLowレベルの横線を書き)	*1
01:03	(CKの3個目の立ち上がりのタイミングでQ1の立ち下りの線を引く)	*1
01:05	(CKの4個目の立ち上がりまでQ1のHighレベルの横線を書き)	*1
01:07	(CKの4個目の立ち上がりのタイミングでQ1の立ち下りの線を引く)	*1
01:09	(CKの5個目の立ち上がりまでQ1のLowレベルの横線を書き)	*1
01:10	(CKの5個目の立ち上がりのタイミングでQ1の立ち下りの線を引く)	*1
01:12	(CKの5個目の立ち上がりからQ1のHighレベルの横線を書き)	*1
01:17	次に、ええ(2個目のTフリップフロップを指さす)・・・	
01:20	Q2は、Q1バーから出たのがクロックになっているので・・・	*2
01:34	ええっと、これは、ええっと・・・	
01:40	(回路図とタイムチャートの間を数回鉛筆を持った手が行き来する)	*3
01:46	(Q2の信号を書き始めようとする)	*3
02:04	(回路図上で、Q1バーから2個目のT端子までをたどる)	*3
02:05	ああ、ちょっと待って下さい。	*3
02:07	うん、はい)	
02:09	どうやって、やっていたかな。	*3
02:12	(右手の人差し指で回路図上のQ2の信号をたどる仕草をする)	*3
02:14	(どんなことを考えて)	
02:16	(考えていること全部しゃっべてもらえばいいんだよ)	
02:25	えっと、Q1バーが(2個目のT-FFの)クロックになるので、ええっと、(Q1の1個目のパルスの立ち上がり部分指しながら)この立ち下りの部分、ここを立ち下り部分と考えて、(Q1のLowレベルの信号を延長した後、Q1の1個目のクロックの立ち下りのタイミングで、Q2の立ち上がりの線を引く)	*3
02:50	(Q1の2個目の立ち上がりのタイミングで、Q2の立ち下りの線を引く)	*3
02:53	(Q1の2個目の立ち下りまでQ2のLowレベルの横線を書き)	
02:55	(Q1の2個目の立ち下りのタイミングで、Q2の立ち上がりの線を書き)	*3
02:57	(Q1の3個目の立ち上がりまでQ2のHighレベルの横線を書き)	
03:00	(Q1の3個目の立ち上がりのタイミングで、Q2の立ち下りの線を書き)	*3
03:01	(Q1の3個目の立ち上がりからQ2のLowレベルの横線を書き)	
03:05	次に、Q3も・・・、ええっと、(回路図の3個目のT-FF指して)同じなので・・・	
03:10	(Q3の信号を書こうとする)	
03:13	(Q3のLowレベルの信号を、Q2の1個目のパルスの立ち下りまで延長する)	
03:18	立ち下りまで、立ち下りだと考えます	
03:20	(Q2の1個目の立ち下りのタイミングで、Q3の立ち上がりの線を引く)	
03:22	(Q2の2個目の立ち上がりまでQ3のHighレベルの横線を書き)	
03:23	(Q2の2個目の立ち上がりのタイミングで、Q3の立ち下りの線を引く)	
03:24	(Q2の2個目の立ち下りまでQ3のLowレベルの横線を書き)	
03:25	(Q2の2個目の立ち下りのタイミングで、Q3の立ち上がりの線を書き)	
03:27	(Q2の2個目の立ち下りからQ3のHighレベルの横線を書き)	
03:29	はい、できました。	

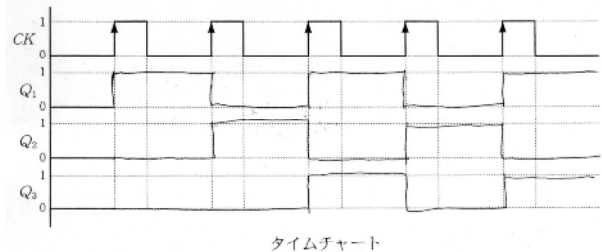


図10 ST01の解答結果

01:46 (Q2の信号を書き始めようとする)

02:04 (回路図上で、Q1バーから2個目のT端子までをたどる)

02:05 ああ、ちょっと待って下さい。

この生徒の場合、2個目のTフリップフロップへのクロック入力 $\bar{Q}_1$ であることは理解しているものの、 $\bar{Q}_1$ の信号の形状が不確かなため、 $Q_2$ 、 $Q_3$ の立ち上がりまでは正解しているが、 $Q_2$ 、 $Q_3$ の2個目以降の切り替わりのタイミングがいずれもCKの立ち上がりとなったものと推察される。

表6 ST34の発話思考プロトコル

時間	発話	特記
00:08	(問題も読んでね)	
00:09	(問題文を指して)ここからですか。	
00:09	(うん)	
00:11	(問題文を読む)	
00:16	(「参考」を読む)	
00:59	(考えていることをできるだけ声を出して言うてね)	
01:36	(今何考えていますか)	
01:40	まず、CKが…	*1
01:52	0から1になる度に反転するので…、まず1で反転させます。	*1
01:54	(CKの1個目の立ち上がりのタイミングでQ1の立ち上がりの線を描く)	*1
02:00	そして、また次の1まで行って、(CKの2個目の立ち上がりまでHighレベルの横棒を書く)。	*1
02:05	また、相手 came たので、反転させます(CKの2個目の立ち上がりのタイミングでQ1の立ち下がりの線を描く)。	*1
02:11	そして、同じように、1まで行って、(CKの3個目の立ち上がりまでLowレベルの横棒を書く)…	*1
02:16	反転させます(CKの3個目の立ち上がりのタイミングでQ1の立ち上がりの線を描く)	*1
02:18	それを繰り返します。	*1
02:19	(CKの4個目の立ち上がりまでQ1のHighレベルの横棒を書く)	*1
02:21	(CKの4個目の立ち上がりのタイミングでQ1の立ち下がりの線を描く)	*1
02:23	(CKの5個目の立ち上がりまでQ1のLowレベルの横棒を書く)	*1
02:24	(CKの5個目の立ち上がりのタイミングでQ1の立ち上がりの線を描く)	*1
02:26	(CKの5個目の立ち上がりからQ1のHighレベルの横棒を書く)	*1
02:31	次は…(Q2へベン先を移動する。また0から1に立ち上がるので…)	*2
02:45	(Q1の1個目のパルスの立ち上がりのタイミングで、Q2の立ち上がりの線を描く)	*2
02:47	反転させます。	*2
02:50	そして、1を先に、(Q2の立ち上がりからHighレベルの横棒を書きはじめ	
02:53	うん、先に、(Q1の立ち下がりのタイミングまでHighレベルの横棒を書き、ベン先を紙面から離す)。	*3
03:02	1を通過して、(Q1の信号の変化が)1から0なので、ここはまっすぐ行きます(Q2の信号をQ1の2個目のパルスの立ち上がりまで延長する)。	*3
03:07	そして、(Q1の信号の変化が)0から1になるので、反転させます(Q1の2個目のパルスの立ち上がりのタイミングで、Q2の立ち下がりの線を描く)	*3
03:12	これを繰り返します。	*3
03:13	(Q1の3個目の立ち上がりまでLowレベルの横棒を書く)	*3
03:14	(Q1の3個目の立ち上がりのタイミングで、Q2の立ち下がりの線を描く)	*3
03:17	(Q1の3個目の立ち上がりからHighレベルの横棒を書く)	*3
03:22	次も、(ベン先をQ3の出だしまで移動する)。	
03:23	まず、(Q2の信号の変化が)0から1になるので、反転させます。	
03:24	(Q2の1個目のパルスの立ち上がりのタイミングで、Q3の立ち上がりの線を描く)	
03:28	次に、(Q2の立ち上がりからQ3のHighレベルの横棒を書き始める)…	
03:29	(Q2の信号の変化が)1から0なので、通して、(Q3のHighレベルの信号を延長する)引きます。	
03:36	まっすぐ(Q2の2個目の立ち上がりまでQ3のHighレベルの横棒を延長する)…	
03:38	ここで、(Q2の信号の変化が)0から1になるので反転させます。	
03:39	(Q2の2個目の立ち上がりのタイミングで、Q3の立ち下がりの線を描く)	
03:42	(Q2の2個目の立ち上がりからQ3のLowレベルの横棒を書く)	
03:44	終わります。	

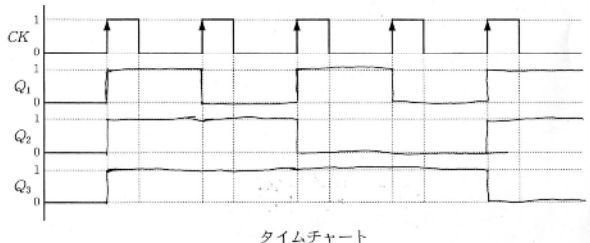


図11 ST34の解答結果

4.3.2 中・下位層生徒のプロトコル

表6に示す発話プロトコルは、成績下位層生徒(ST34)に対する解答場面のビデオ撮影とその書き起こしによって得られたデータである。また図11に、被験者となった生徒の解答結果を示す。なお、中位層生徒のプロトコル並びに解答結果もほぼ同様であった。

これらの生徒が不正解となしたのは、2個目、3個目のTフリップフロップへのクロック入力の前段階のTフリップフロップの反転出力ではなく単なる出力としたためと推察される。

またプロトコルから、二人とも、2個目のCKパルス(Q1)の立ち上がりではQ2が変化しないことを確認していることがわかる。

タイミングチャートに関する問題では、解答には求められていない信号についても、思考上必要なものについて、問題用紙等に追加しタイムチャートを書かせる指導が求められるものと思料される。

5. おわりに

授業分析のためのツールとして、プロトコル分析の活用を提案し、実践を行った。

その結果、形成的授業分析、つまり授業過程の言語プロトコルを分析することにより、生徒の学習の見取りが容易となり、学習におけるつまずきのヒントを得ることができた。

また、総括的授業分析、つまり単元等の終了時に発話思考法を用いプロトコル分析を実施することによって、テスト・自己評価・アンケートでは捉えにくい学びのレベルを把握することができ、以後の指導・支援のための視点を得ることが可能となった。

授業改善とりわけ授業を分析する力は、日々の授業において適切な対応のできる「確かな授業力」につながり、生徒の意欲、理解の状況及びその変容等を見取る力の向上につながるものと考えられる。

授業という場面で、目の前の生徒の反応や発言から、学習内容の定着度や理解度を瞬時に見取り、子供の学習状況に応じた授業改善を即座に行える。プロトコル分析は、そのような熟達した教師像に通じるものがあるように思う。

なお、今後の課題として、分析時間の短縮を目的としたより簡便な作業手法の開発、無口な生徒への対応、データの蓄積と教師間での共有化、等が挙げられる。

6. 参考図書

海保博之・原田悦子(編) 1993 『プロトコル分析入門 - 発話データから何を讀むか - 』 新曜社。  
 平山満義(編著) 1997 『質的研究法による授業研究 - 教育学/教育工学/心理学からのアプローチ』 北大路書房。  
 海保博之・加藤隆(編著) 1999 『認知研究の技法』 福村出版。