

一事例実験計画における行動の記録システムの開発[※]藤 金 倫 徳^{※※}

ヒトの行動を対象とした研究や実践では、その対象となる行動の記録および集計が非常に重要な作業の一つとなる。本研究では、研究等の対象となる行動の記録および集計を効率的に行うために、Microsoft社のWindows XP以降のOS上で動作する記録・集計システムを作成した。このシステムでは、行動の記録、その集計および観察者間一致率までを算出することができるように設計した。対応する記録法は、行動分析学の単一事例実験計画において用いられることが多いと思われる①Frequency Measures, ②Interval Recording (Time samplingを含む) および③Discrete Categorizationの3つである。

キーワード：行動の記録・集計 ソフト 観察者間一致率 研究支援 教育支援

I. はじめに

ヒトの行動の科学である行動分析では、基礎的研究、応用的研究を問わず、研究の対象となる従属変数としての「行動（言語行動や非言語行動）」の記録が非常に重要な作業の一つとなる。ベースライン期間に得られた行動の推移と独立変数を加えた期間の行動の推移を、トレンドやレベル、潜時等の視点から比較することにより、独立変数の効果を判定するからである（藤金, 1999）。そしてこの行動の記録およびその集計作業は、現状では、データ収集シート（例えば、Albert and Troutman, 1986）などを活用した手作業が主流であると思われる。

その反面、記録作業の効率化を行うために、コンピュータを用いた記録ソフトウェアの開発も徐々に始まってきた（例えば、荒川, 2008）。この荒川（2008）が開発したsigsajiは、エクセルのマクロが利用されており、最大12チャンネルまでを0.5秒間隔で記録できるように設計されている。

ところで、行動分析学の研究において用いられる単一事例実験計画（single-case experimental designs）では、単に行動を記録するだけでは

なく、数名の観察者が同じ場面を独立して観察し、観察者間でどの程度記録が一致しているかを見ることが重要である（観察者間一致率；interobserver agreement）。これは、後述するように、記録したデータの正確性を保証するためではないが、非常に重要なものである。しかしながら、前述した荒川（2008）のプログラムでは、数名の観察者で同一の場面を観察するということが前提とはなっていないことから、単一事例実験計画での行動の計測には、不十分である。

これらのことから、本研究では、単一事例実験計画による実験において行動の記録および記録したデータの処理を容易にするという視点から、行動記録・集計システムの作成を目的にした。容易にしかも低コストで行動を記録することができれば、応用行動分析学に限らず、学校教育等の様々な応用場面で、客観的なデータに基づいた介入の妥当性の検討を促進できると考えられる。

II. 行動の記録・集計システムの設計

1. 単一事例実験計画における行動の記録

単一事例実験計画における行動の記録法には、①Frequency Measures（以下、FMと略述する）、②Interval Recording（以下、IRと略述する）、③Discrete Categorization（以下、DCと略述する）等（Kazdin, 1982）がよく用いられる。

FMは、一定の時間軸上で、特定の行動の生起

※ Development of Behavior Recording System for Single Case Experimental Designs

※※ 福岡教育大学特別支援教育講座

を記録する記録法である。Table 1 は仮想のデータであるが、Table 1 のように生じた行動をFMで記録すると、60秒間に生じた行動は5回であるという結果になる。

それに対してIRは、一定の時間軸上で反応が生じたことを記録する点はFRと類似してはいるが、一定の時間のインターバルを設定し、そのインターバル内で、行動が生じたか否かを記録する記録法である。したがって、1つのインターバル内で複数回数記録する行動が生じたとしても、行動が「生じた」という記録になる。前述したTable 1の仮想のデータを10秒のインターバルで記録すると、6インターバル中4インターバルで行動が生じたという結果になる。なお、このTable 1のデータを、一定の時刻に行動が生じたか否かを記録するタイムサンプリングで記録をすれば、2回の行動の生起（10秒ごとの記録の場合）という結果になる。

Table 1 行動の生起の例

10	20	30	40	50	60
→	→	→		→	

→ は、特定の行動の生起を示す
上段の数値は、秒を示す

一方DCは、特定の反応を、設定したカテゴリーのいずれかに分類する記録法である。最も単純な記録は、例えば、「正反応」と「誤反応」というカテゴリーを作成し、特定の行動がいずれのカテゴリーに分類できるかを記録する記録法である。この記録法では、FRやIRとは異なって、行動が生じた時刻はあまり大きな問題とはならないことが多いと思われる。

このような記録法の特徴の違いから、一つのソフトで、すべての記録法をカバーするのではなく、それぞれを独立したプログラムで実現するという方向性を採用した。

2. 観察者間一致率の計算について

前述したように、一事例の実験計画では、観察者間一致率の算出が非常に重要になる。この観察者間一致率は、2名以上の観察者が同時に、しかも独立して記録した結果を比較するものであり、その目的は、データの正確性を保証するためではなく、観察者が一貫して評価をしているか否

か、観察者自身がかつバイアスを最小限にする、標的行動が十分に客観的に定義されているか等を確認するために重要となるものである（Kazdin, 1982）。

この観察者間一致率を求める方法として、①Frequency Ratioと②Point-by-Point Agreement Ratioがよく用いられる。それぞれは、Table 2およびTable 3の計算式によって求められる（Kazdin, 1982）。

Table 2 Frequency ratioの計算式

$$\text{Frequency ratio} = \frac{\text{Smaller total}}{\text{Larger total}} \times 100$$

Table 3 Point-by-Point agreement ratioの計算式

$$\text{Point-by-Point agreement ratio} = \frac{A}{A+D} \times 100$$

Where A = agreements for the trial or interval
D = disagreements for the trial or interval

まず、Frequency ratioの例であるが、Table 4は30秒間に生じたある行動の生起回数の仮想のデータであり、観察者1は10回の反応を記録し、観察者2は5回の反応を記録している。したがって、Frequency ratioは、5 / 10 × 100で50%の一致率となる。しかし、その際に注意をしておきたいのが、Table 4では、最初の5回の反応は、それぞれの観察者が同じ反応を記録しているように見えるが、実際には、異なった反応を記録していたとしても、同じ一致率になる点である。

Table 4 30秒間に生じた行動の数

観察者1									
観察者2									

| は、行動の生起回数を示す

この点を解決する一つの方法として、短いタイムスパンでの一致を比較することが考えられる。例えば、Table 4で示したデータを10秒ごとに整理し直し（Table 5）、それぞれで一致率を算出したならば、Table 4よりもさらにそれぞれの観察者が記録した反応の対応状況が明確になると考えられる。そこで、作成するプログラムでは、frequency ratioの算出方法を、記録したデータ

全体で算出するパターンと、ソフトの使用者が任意に設定した時間間隔をもとに frequency ratio を算出するパターンの2つを用意した。

Table 5 10秒ごとに整理し直した行動の数

	観察者1	観察者2
10秒		
20秒		
30秒		

||は、行動の生起回数を示す

一方、Point-by-Point agreement ratio を算出する計算式は、Table 3 のとおりである。Aは、観察者間で記録が一致した試行またはインターバル数、Dは観察者間で記録が一致しなかった試行またはインターバル数を示す。Table 6 はIRを行った結果の仮想のデータであるが、この結果を Point-by-Point agreement ratio で算出すると、 $6 / (6 + 4) \times 100$ で60%の一致率となる。

Table 6 インターバルレコーディングの結果例

インターバル番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
観察者1	○	○	×	×	○	○	×	○	○	×
観察者2	×	○	○	×	○	○	○	×	○	×

○は行動が生起したと記録したインターバルを示す

×は行動が生起しなかったと記録したインターバルを示す

しかし、このPoint-by-Point agreement ratio においても、一致率の高低には様々な要因が関与することが知られている (Kazdin, 1982)。その一つに観察する行動の生起頻度が上げられる。すなわち、多くのインターバルで標的行動が生起する場合や、逆に標的行動が生起するインターバルが著しく少ない場合には、自然に一致率が高くなるという現象である。この点を解決する一つの方法として、今回のソフトの開発では、通常 Point-by-Point agreement ratio を算出する計算式に加えて、2種類の別の計算式を用意した (Table 7)。一つは、行動が生起したと記録したことに対する一致率であり、いまひとつは、行動が生起しなかったと記録したことに対する一致率である。すなわち、(両方の観察者が行動が生起した (または生起しなかった) と記録したイン

ターバル数) / (いずれか一方または両方が行動が生起した (または生起しなかった) と記録したインターバル数) $\times 100$ である。Table 4 では前者の一致率は、 $4 / 8 \times 100$ 、後者の一致率は、 $2 / 6 \times 100$ となる。これら2つを付加的に算出し、いずれか一方の値が極端に低い場合には、観察者の評価の一貫性や観察者がもつバイアス、標的行動の定義の客観性等を疑う必要がある。

Table 7 Point-by-point agreement ratioの修正

$$\text{Point-by-Point agreement ratio for occurrences (nonoccurrences)} = \frac{A^{23}}{T^{17}} \times 100$$

- 1) the number of intervals or trials in which one and/or all observers scored the behavior as occurring (nonoccurring)
- 2) the number of intervals or trials in which all observers scored the behavior as occurring (nonoccurring)

3. 記録システムの基本設計

上記のように、行動を記録し、観察者間一致率を算出するためには、基本的には、一台のパソコン上で複数の観察者が同時に行動の記録作業を行うことが有効だと考えられる。FMやIRでは、反応が生起した時刻までを記録する必要があり、このように一台のパソコン上で作業した場合には、各観察者が行動を記録した際の記録時間を同期させることができるからである。

そのために、今回作成したシステムでは、2つのUSBマウスを利用し、それぞれのマウスに独立した動作を行わせることにより、一つのパソコン上で2名の観察者が同時に記録できるようにした。なお、この2つのUSBマウスを利用するシステム (デュアルマウス Tool) については、既存のフリーソフトを利用した。

III. システムの概要

今回開発したシステムは、前述したように、FM、DC、およびIRに対応した記録システムである。

すべてのシステムは、前述したようにデュアルマウス Tool をパソコンに組み込むことにより、2名の観察者により行動の記録が可能ないように作成されている。システムの開発環境は、行動の記録については、日本語でプログラムを作成するスクリプト言語である TTSneo (Technology Terminal Script neo) を利用した。また、FM、

DC, IRのすべてのソフトにおける行動の記録は、CSV形式でデータを保存し、その集計（観察者間一致率の算出を含む）には、Microsoft Office ExcelのVB(Visual Basic)を利用した。ただし、VBの操作は、Excel上では行わず、行動の記録をとるソフト上から実行できるようにした。これらのシステムは、Microsoft Windows XPおよびVistaで動作を確認した。なお、別途、Visual Basic 6.0ランタイムが必要である。

以下の各ソフトにおいて共通事項として、操作に不要なボタン等は、適宜非アクティブにすることにより、誤ったボタンのクリックを防ぐようにした。なお、各記録ソフトの背景画像は、利用者が変更することができる。

1. FMについて

FMによる行動の計測を行う画面は、Fig. 1の通りであり、同時に最大3つの行動の記録を、作業を開始してからの生起時刻が1秒単位で記録できるようにしている。記録する行動の名称は、Fig. 1では「標的行動1」等と表示されているが、利用者がこの名称は設定でき、それをiniファイルに保存できるようにしている（これは以下のDCやIRでも同様である。）。なお、集計結果については、Fig. 2のように表示できる。Fig. 2はサンプルのデータを2秒間隔でまとめて表示したものであり、それぞれの行動のトータルの頻度と、前述した観察者間一致率が2種類計算できる。

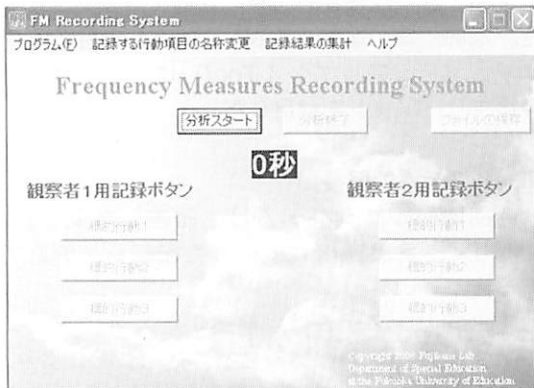


Fig. 1 FM用のソフトの起動画面

	A	B	C	D	E	F	G
1 秒			Observer 1			Observer 2	
2		標的行動1	標的行動2	標的行動3	標的行動1	標的行動2	標的行動3
3		1	0	0	1	0	0
4		2	0	1	0	0	0
5		6	1	0	0	1	0
6		14	0	0	0	0	1
7		16	0	0	0	1	0
8		20	1	0	0	1	0
9	Total Frequencies	3	1	0	3	0	1
10	Interobserver agreement (%) (frequency ratio) (Overall)	100	0	0			
11	Interobserver agreement (%) (modified frequency ratio)	100	0	0			

Fig. 2 FMで記録したデータの集計結果画面

2. DCについて

DCによる行動の計測を行う画面は、Fig. 3の通りであり、同時に5つのカテゴリーまでに分類できるようになっている。分断試行（discrete trial）での使用を想定し、特定の試行の修正試行（correction trial）も記録可能のように設計している。なお、集計結果については、Fig. 4のように表示できる。各カテゴリーに含まれる反応数、各カテゴリーに含まれる反応の割合、観察者間一致率（Point-by-Point agreement ratio）、修正試行を含まない各試行最初の各カテゴリーに含まれる反応数およびその割合が結果として表示される。



Fig. 3 DC用のソフトの起動画面

1	Observer 1										Observer 2									
	カテゴリー1	カテゴリー2	カテゴリー3	カテゴリー4	カテゴリー5	カテゴリー6	カテゴリー7	カテゴリー8	カテゴリー9	カテゴリー10	カテゴリー1	カテゴリー2	カテゴリー3	カテゴリー4	カテゴリー5	カテゴリー6	カテゴリー7	カテゴリー8	カテゴリー9	カテゴリー10
2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	2	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	4	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	4	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
13	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
14	5	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	5	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	合計	5	4	1	2	1	5	4	1	2	1	5	4	1	2	1	5	4	1	
17	Observer 1の観測された行動の総数	785	308	77	154	77	315	308	77	154	77	315	308	77	154	77	315	308	77	
18	Observer 2の観測された行動の総数																			
19	Observer 1の観測された行動の総数に占める各行動が記録されたインターバル数の割合																			
20	Observer 2の観測された行動の総数に占める各行動が記録されたインターバル数の割合																			
21	Point-by-Point Agreement Ratio (Overall)																			
22	Point-by-Point Agreement Ratio (occur)																			
23	Point-by-Point Agreement Ratio (non-occur)																			
24	Point-by-Point Agreement Ratio (occur)																			
25	Point-by-Point Agreement Ratio (non-occur)																			

Fig. 4 DCで記録したデータの集計結果画面

1	Observer 1						Observer 2					
	標的行動1	標的行動2	標的行動3	標的行動1	標的行動2	標的行動3	標的行動1	標的行動2	標的行動3	標的行動1	標的行動2	標的行動3
2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	8	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
11	9	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
12	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	11	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
14	各標的行動が観察されたインターバル数	6	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
15	各標的行動が観察されたインターバルが全インターバルに占める割合(%)					45.5						
16	Point-by-Point Agreement Ratio (Overall)											
17	Point-by-Point Agreement Ratio (occur)											
18	Point-by-Point Agreement Ratio (non-occur)											
19	Point-by-Point Agreement Ratio (occur)											
20	Point-by-Point Agreement Ratio (non-occur)											
21	Point-by-Point Agreement Ratio (occur)											
22	Point-by-Point Agreement Ratio (non-occur)											
23	Point-by-Point Agreement Ratio (occur)											
24	Point-by-Point Agreement Ratio (non-occur)											

Fig. 6 IRで記録したデータの集計結果画面

3. IRについて

IRによる行動の計測を行う画面は、Fig. 5の通りであり、FMによる行動の計測画面と同様に3つの標的行動までを記録できるようになっている。観察する際のインターバルを設定すると（1秒以上の任意の秒数が指定できる）、その時刻に達したときに、サウンドが流れるようにしているので、タイムサンプリングにも使用できると思われる。なお、集計結果については、Fig. 6のように表示できる。各行動が記録されたインターバル数、全インターバル数に占める各行動が記録されたインターバル数の割合、および3種類の観察者間一致率（Point-by-Point agreement ratio）が結果として表示される。



Fig. 5 IR用のソフトの起動画面

IV. このシステムの問題

このシステムの大きな問題として、2名の観察者が同一の画面上で操作するという点があげられる。これは前述したように、同じ時間上で行動を観察するためであったが、そのために観察者の独立性が失われる可能性がある。つまり、一人の観察者は他の観察者のクリックする行動を見ることが可能であり、それがその観察者の記録行動に影響を及ぼす可能性を否定できない。今後、この点を考慮に入れたバージョンアップが必要ではあろうが、現時点では、前述した観察者間一致率の意味するところを十分に観察者に教示した上で、このシステムを使用することが重要であろう。

また、このシステムの有用性に関しては、未だ実際の研究に使用した例がないので、不明ではあるが、今後、より使用しやすいシステムに向けた改良が必要である。その際、今回設定した3つの標的行動の記録、5つのカテゴリーへの分類が妥当かどうかも含めて検討する必要がある。

V. このソフトの使用にあたっての留意点

各記録ソフト共通に、Fig. 7に示すようなディレクトリ構造となっている。この中で、「data」および「bkup」は、記録結果が格納されるディレクトリとなっている。「bkup」ディレクトリは、万一作業内容が失われた場合のためのbkup用のデータの記録用に作成している。記録作業中には、これら2つのディレクトリ内に一時ファイルを作成し、それに記録を追加する形でデータを記録するようになっている。したがって、各ソフト

を使用する前には、これら2つのディレクトリ内に一時ファイル（拡張子は「txt」とした）が存在しないことを確認の上、記録作業を行う必要がある。ソフト起動時に一時ファイルを削除することも考えられたが、使用者が誤ってデータを消失することを避けるために、このようにしたわけである。

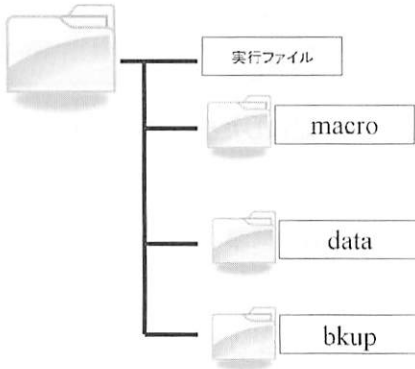


Fig. 7 各ソフト共通のディレクトリ構造

次に、集計結果の利用についてであるが、集計結果は前述したように、Fig. 2, Fig. 4, Fig. 6のような形で表示するようにしている。これらのFigでは、すべての集計画面で、2名の観察者の記録を表示するようにしている。これは、このソフトを研究支援としての意味合いで開発しただけではなく、教育支援としての意味合いも含ませて開発したためであるが、このソフトで記録したデータを研究として使用する場合には、Observer 1の記録結果を用いる必要がある。これは、観察者間一致率とは、Observer 1の記録に対するObserver 2の記録がどの程度一致しているかという意味であるからである。なお、教育的支援としての意味合いとは、単に行動の分析を教育するというを意味するのではなく、行動の分析作業を通して、特に特別支援教育分野でその重要性が指摘されている子どもの微細な反応へのセンシティブティを高めること（Brady and Halle, 2002）ができるのではないだろうかということの意味する。

最後に、前述したように、観察者間一致率とは、観察者が一貫して評価をしているか否か、観察者自身もつバイアスを最小限にする等を確認する

ことが最も重要なのである（Kazdin, 1982）。つまり、観察結果が、観察者の記録行動にdriftが起こっていないこと等を確認する数値であるので、観察者は常に固定された観察者を割り当てることが望ましい。

引用文献

- Albert, P. A. and Troutman, A. C. (1986). Applied Behavior Analysis for Teachers: Second Edition. Bell & Howell Company. 佐久間徹・谷晋二（監訳）. はじめての応用行動分析. 二瓶社.
- 荒川歩（2008）. マルチチャンネル行動計測ソフトウェア（sigsaji）の開発. 対人社会心理学研究, 8, 111-114.
- Brady, N. C. and Halle, J. W. (2002). Breakdowns and repairs in conversations between beginning AAC users and their partners. In Reichle, J et al., eds. Exemplary Practices for Beginning Communicators: Implications for AAC. Paul H Brookes.
- デュアルマウスTool. <http://www.asahi-net.or.jp/~tz2s-nsmr/usbmouse.html>
- 藤金倫徳（1999）. 知的障害. 石井武士編 障害児教育の基礎と展開. コレール社.
- Kazdin, A. K. (1982). Single-Case research Designs: Methods for Clinical and Applied Settings. Oxford University Press.
- TTSneo. <http://tts.utopiat.net/>

注

- 1) このソフトは、下記のURLから、無料でダウンロードできる。
<http://sped.fukuoka-edu.ac.jp/fujikane/>
- 2) このソフトの動作については、十分に確認はしているが、バグが残っている可能性も否定できない。バグを発見した場合には、著者までお知らせ願いたい。