

## 認知ゲーム実験 (2) 神経衰弱ゲーム

山 上 暁

### Cognitive Game Experiment (2) : Concentration Game

YAMAGAMI Akira

**Abstract :** As my second report on the cognitive game experiments, the concentration game experiment is introduced. The game situation was made on a stack of the HyperCard in the Macintosh computer. Six students were individually presented 12 face-down cards and clicked on two of them to turn up, and if the numbers on the two cards were matched the player can click another two cards. If the two cards were not matched they should be clicked again to turn them over. There were two kinds of matching conditions, the numbers and the tones. The time and order of all the players' click responses were recorded and analyzed. All the subjects completed the game faster in the number condition than in the tone condition. The analysis of the time and order of all the players' click responses shows some other basic findings about the cognitive functions (ex. the working memory) of the game players.

**Key Words :** cognitive game experiment, concentration game, reaction time, working memory

#### 1. ハイパーカードによる神経衰弱ゲーム

「神経衰弱ゲーム」はトランプカードゲームの1種として非常にポピュラーである。英語では *concentration game* というらしい。どのカードが何かをいくつも同時に覚えていなければならないので注意を「集中」する必要がある、その認知的負荷が大きくなると「神経衰弱」的になるということなのだろう。同じカードを何回も間違えてめくってみたり、「これだ!」と思ってめくったカードが違うものだったり。もちろん気晴らし、暇つぶしにやる遊びなのだから面白くなくてはいけない。ひとりでやることもできるし、数人でもできる。そのカードゲームをやっている時にわれわれはどのような認知的活動を行い、どのような「心理状態」になっているのだろうか。ビデオゲームやPCゲーム（以下、ゲーム）をするということは知覚・記憶・学習・思考・注意・運動制御などの認知機能や動機や感情という情動機能を総動員して行うので、ゲームはまさにひとつの認知情動活動の現場であるといえ

よう。認知ゲーム実験についてのレポートの前稿（山上, 2005）では「鏡映描写」の実験をパソコン画面上で行い、視覚運動協応における空間座標の変換の効果について検討した。今回は神経衰弱ゲームをパソコンでできるようにしてを時間系列データから認知的活動がどのように分析できるかの検討を試みた。

今回の認知ゲーム実験の製作で利用した「ハイパーカード (HyperCard)」はアップル社のマッキントッシュコンピュータで使うオブジェクト指向のオーサリングツールで、画面上の「カード」の上に「ボタン」や「フィールド」を配置して音や文字や絵や動画を提示する道具として開発された。従来の BASIC 言語などと比べると、具体的な「もの」を配置してそれらに特定の仕事をさせる形でプログラムを構成するという形でのプログラミングは直感的に理解しやすいようなので、学生の卒論実験の実験装置づくりに取り入れて、人間の認知機能をゲームの遂行という面から「心のあり方」の測定や分析をこころみてきている。「ゲーム」という入り口から自分の考えで卒論実験をすすめるひとつのルートとなってくれればいいと思ってい

る。

ハイパーカードを使って PC 画面上にゲームを作るためにはそのゲームの設計をする。今回は既存のカードゲームを PC で再現するわけだが、まず 12 枚 6 ペアのトランプのカードを「ボタン」として画面上に配置することにした。ハイパーカードの 1 枚も「カード」というので今回はトランプのカードと区別する必要がある場合にはそれを HC カードと呼ぶことにする。つまり 1 枚の HC カード上に 12 枚のトランプカードがランダムに配置された状態にする。裏返されたカードにマウスのポインターを当ててクリックするとそのカードの「おもて」の図柄があらわれる。今回は数字 1 から 6 にあたるサイコロの目を図柄として選んだ。2 枚めくって同じ図柄ならペア完成でその次にまた別の 2 枚をめくる。2 枚の図柄が違う場合には 2 枚とももとのように裏返す。もちろんその場所と数字は覚えておく。2 人以上ならここでプレイヤーの交代だが今回はひとりゲームにして次の 2 枚を 1 枚ずつめくる。これを繰り返してゲームをすすめて、12 枚全部がペアをつくれればゲームの終了である。まえにめくった何枚かのうちに、いまめくったものと同じ図柄があればそれを思い出してそれをめくろうとする。どこに何のカードがあったかを覚えておくことが必要だが、時間がたっていたり枚数が多くなると記憶への負荷が増すわけだ。

この認知実験の独立変数としては視覚的呈示と聴覚的呈示の効果とカード位置の効果を設定した。プレイヤーの認知活動が反映される従属変数つまりデータとはプレイヤーがどのカードをどの順番でいつめくったか (クリックしたか) という時間と作業順序のデータ

をとってみた。

## 2. 実験とデータ

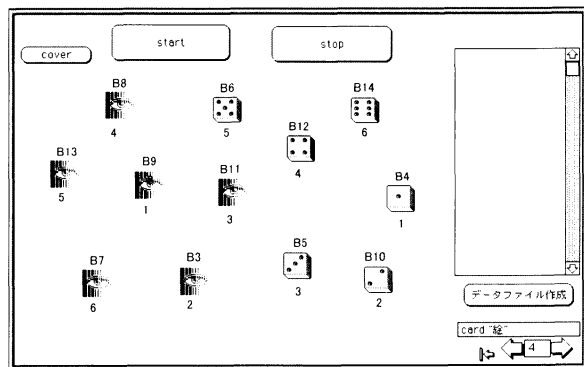
### (1) 目的

今回の実験は少人数の実験演習授業でのひとつのテーマとして実施したものである。ハイパーカードによる神経衰弱ゲームのスタック (プログラム) は筆者がおこなった。サイコロの目の数字を合わせる数字条件とカードをクリックすると単音がでてその音が同じなら「当たり」(ペアの完成) とする単音条件を設定し、その 2 つの条件の違いを比べることにした。

### (2) 方法

被験者は学生 6 名。実験条件は上に述べた数字条件と単音条件の 2 条件。被験者はまず操作の説明を受けながら練習試行を行い手順の理解を確認したのち本実験に入った。被験者ひとりが 1 台の PC を使って行う個人実験で、全員が数字条件を先に行ってから 5 分程休憩して単音条件を行った。ゲームのページ (HC カードの画面) を図 1 に示す。図の左 (a) の画面が数字条件のページで右 (b) の画面が単音条件のページである。練習試行に先立って次のような教示を画面上に文章を示して与えた。「ゲームの目的：このゲームはカードを組み合わせさせてペアを完成させるゲームです。ゲームの手順：このゲームは 2 種類あります。(1) 絵ゲームでは、2 枚ずつ同じサイコロの目がかかれているカードがあります。サイコロの目が合うように 2 枚めくって下さい。間違えたら 2 枚とも裏返し、正解であればそのまま次の 2 枚をめくって下さい。

(a) 数字条件



(b) 単音条件

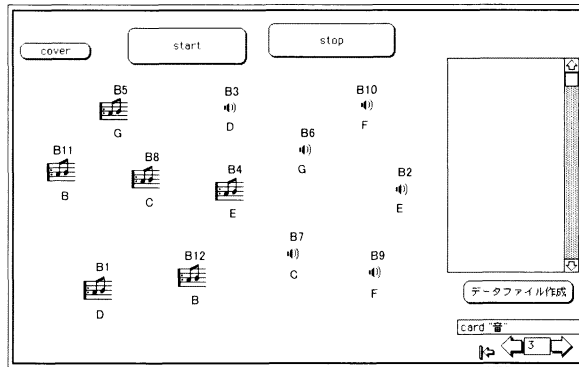


図 1 ゲームの画面：(a) は数字条件の場合でカードの裏面は目の印 (アイコン) をしており表はサイコロの目になっている。右側の縦長の四角はデータが保存されるフィールドで実験中は隠されている。(b) は単音条件で楽譜の形の裏面をクリックするとスピーカーの印の表向きになり音が出る。この図では説明のために表向きのものと裏向きのものが同時に 3 つ以上示されており、各ボタンの下に数字・音名を表記し各ボタンの上にボタン番号を表記しているが実験中はそのような表示はない。

（2）音ゲームでは、2枚ずつ同じ音が鳴るカードがあります。2枚のカードの音が合うように2枚めくって下さい。間違えたら2枚とも裏返し、正解であればそのまま次のをめくって下さい。」

### （3）結果

#### （3-1）数字条件

6人の被験者（A-F）の累積反応記録を表1（次ページ）に示す。各被験者の5列分のデータ記録で1列目は試行数、2列目が試行開始からそのカードがめくられた（ボタンがクリックされた）時点までの累積経過時間（単位は秒）であり、3列目は前のカードがクリックされてから次のクリックまでの間隔時間（秒）である。4列目はボタン（トランプカード）の番号、5列目はそのカードの絵柄の数字である。2枚のカードが一致したところを太枠で示した。それをグラフにしたものが図2（a）（b）である。

累積時間データの個人間比較で最初に気付くのは終了までの時間と試行回数が被験者によって大きく異なることであり、一番早い人被験者Eは24試行で27.5秒、最も遅かったのは被験者Fの57.2秒、回数が多いのはCとDの36試行であった。クリックの間隔時間の平均とSDは1.2秒と0.4秒程度が5人だが、Fは2.0秒と1.1秒となっている。また、数字の4や5の目は画面の左にあるので最初に開かれることが多くペアができるのも早い傾向が見られる。

#### （3-2）単音条件

単音条件についても同様の処理で表とグラフを作成した。まず言えることはどの被験者も回数・時間とも数字条件より単音条件の方が数値が大きい。さらに単

音条件の方が数字条件よりも個人差が大きい。クリック回数の範囲は32回から61回までで、終了時間は40.4秒から119.7秒の範囲となっている。一番早くできたのは被験者Bで32回、40.4秒である。クリック間隔時間は1.2秒から2.4秒でやはり数字条件より大きい。

#### （3-3）数字条件と単音条件の比較

数字条件と単音条件を比べると単音条件の方が完了までの時間がかかっており、1試行あたりの平均所要時間も長いことが読み取れる。また単音条件の方が個人差も大きい。

### （4）考察

各被験者の試行数・終了時間（秒）・1試行当たりの平均間隔時間（秒）そのSDおよび試行回数に対する累積時間の直線回帰係数を表3に示した。表3から被験者ごとの試行回数に対する累積反応時間（秒）の直線回帰の内容をみるとすべての個人データについて相関係数は0.995以上で決定係数は.99以上であり、直線データと見なせる。勾配はどの個人でも単音条件の方が大きく1試行当たりの時間が多くかかっている。つまり音合わせ課題の方が1回1回の判断や決定がむずかしいといえる。これは当然ゲーム終了までの時間に反映されて、どの被験者も単音条件の方が終了までに時間がかかっている。音合わせ課題の場合には前に聞いた音を覚えている必要がある。聴覚での単音の記憶は視覚での数字の記憶よりもむずかしい。このゲームの場合には複数の対象の記憶になることが多いのでワーキングメモリー（荳阪、2002）での記憶負荷のモダリティの問題になる。

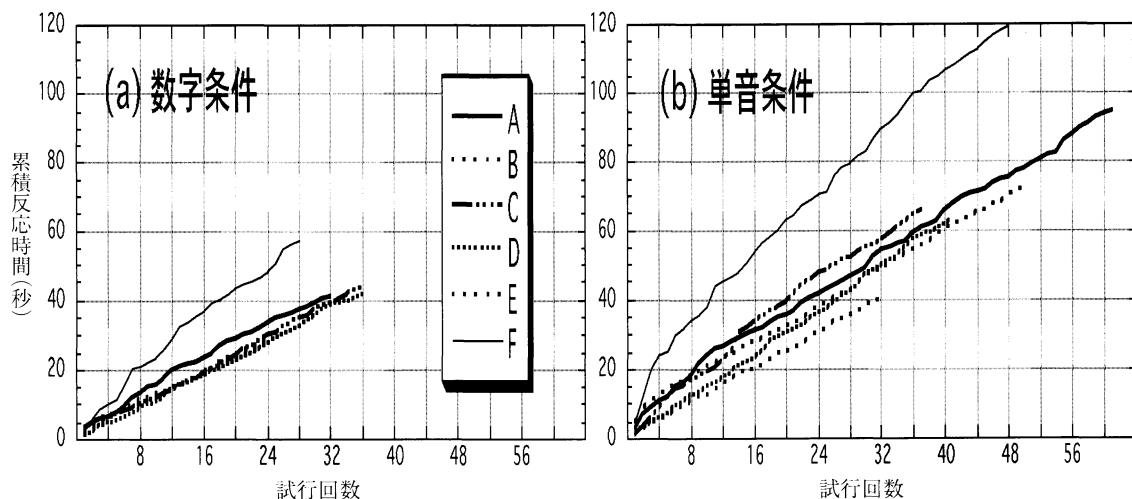


図2 被験者ごとの試行回数に対する累積反応時間（秒）を条件別にプロットしたグラフ。(a)は数字条件で(b)は単音条件である。比較のため2枚のグラフの横軸と縦軸は同じスケールにしてある。

表 1 数字条件での 6 人の被験者の累積反応時間データ

A					B					C				
試行	累積	間隔	番号	数字	試行	累積	間隔	番号	数字	試行	累積	間隔	番号	数字
1	3.4		11	3	1	1.9		8	4	1	3.2		8	4
2	4.8	1.4	8	4	2	3.1	1.9	14	6	2	4.7	1.6	11	3
3	6.1	1.2	8	4	3	5.0	1.1	14	6	3	5.8	1.0	11	3
4	6.8	0.8	11	3	4	6.1	0.9	8	4	4	6.6	0.9	8	4
5	8.1	1.3	3	2	5	7.0	1.3	6	5	5	7.4	0.8	9	1
6	9.8	1.7	12	4	6	8.3	1.2	12	4	6	8.7	1.3	12	4
7	12.3	2.6	12	4	7	9.5	0.8	12	4	7	9.3	0.6	12	4
8	13.4	1.0	3	2	8	10.2	1.2	6	5	8	10.0	0.7	9	1
9	15.1	1.7	8	4	9	11.4	1.1	8	4	9	10.9	0.9	8	4
10	16.0	0.9	12	4	10	12.5	1.0	12	4	10	12.0	1.1	12	4
11	17.7	1.7	13	5	11	13.4	1.0	11	3	11	13.0	1.0	14	6
12	19.7	2.0	14	6	12	14.4	1.7	9	1	12	14.0	1.0	4	1
13	20.9	1.2	14	6	13	16.1	0.7	9	1	13	16.0	2.0	4	1
14	21.9	1.6	13	5	14	16.8	0.9	11	3	14	16.8	0.8	14	6
15	22.6	0.7	7	6	15	17.7	1.2	13	5	15	17.8	1.0	9	1
16	23.8	1.2	14	6	16	18.9	1.7	6	5	16	19.3	1.5	4	1
17	24.7	0.9	4	1	17	20.6	1.7	4	1	17	20.3	1.0	10	2
18	27.0	2.3	6	5	18	22.2	1.1	9	1	18	21.7	1.5	3	2
19	28.3	1.3	6	5	19	23.3	1.4	5	3	19	23.0	1.3	5	3
20	29.1	0.8	4	1	20	24.6	0.8	11	3	20	24.3	1.3	13	5
21	30.1	1.0	13	5	21	25.4	1.0	3	2	21	25.8	1.5	5	3
22	31.0	0.9	6	5	22	26.4	1.2	10	2	22	26.9	1.1	13	5
23	31.8	0.9	5	3	23	27.6	1.0	7	6	23	28.2	1.3	7	6
24	33.7	1.9	10	2	24	28.6	1.0	14	6	24	29.9	1.7	14	6
25	34.9	1.2	10	2	mean 1.2					25	30.8	0.9	6	5
26	35.5	0.6	5	3	SD 0.3					26	32.3	1.5	5	3
27	36.2	0.7	3	2						27	34.0	1.8	6	5
28	37.2	1.0	10	2						28	34.9	0.9	5	3
29	38.3	1.2	11	3						29	35.6	0.7	11	3
30	39.2	0.9	5	3						30	37.4	1.8	13	5
31	40.2	1.0	4	1						31	38.7	1.4	11	3
32	41.2	1.0	9	1						32	39.5	0.8	13	5
mean 1.2										33	40.7	1.2	6	5
SD 0.5										34	41.9	1.1	13	5
										35	43.1	1.3	11	3
										36	44.3	1.2	5	3
										mean 1.2				
										SD 0.3				

D					E					F				
試行	累積	間隔	番号	数字	試行	累積	間隔	番号	数字	試行	累積	間隔	番号	数字
1	1.4		8	4	1	3.0		6	5	1	4.1		9	1
2	2.4	1.1	6	5	2	3.9	0.9	12	4	2	5.8	1.8	14	6
3	4.0	1.6	6	5	3	6.6	2.7	12	4	3	8.9	3.1	14	6
4	4.6	0.6	8	4	4	7.2	0.7	6	5	4	10.2	1.3	9	1
5	5.3	0.8	13	5	5	8.1	0.9	14	6	5	11.7	1.5	5	3
6	6.5	1.2	6	5	6	9.1	1.0	4	1	6	15.7	4.0	4	1
7	7.7	1.2	9	1	7	10.2	1.1	4	1	7	20.4	4.8	4	1
8	8.9	1.2	11	3	8	11.2	1.0	14	6	8	21.2	0.8	5	3
9	10.3	1.4	11	3	9	12.2	1.0	10	2	9	22.3	1.2	9	1
10	11.1	0.8	9	1	10	13.3	1.1	5	3	10	23.7	1.3	4	1
11	12.2	1.1	7	6	11	14.0	0.7	5	3	11	26.1	2.4	8	4
12	14.5	2.3	5	3	12	14.8	0.8	10	2	12	29.1	3.1	7	6
13	15.5	1.0	5	3	13	15.7	0.9	11	3	13	32.6	3.5	7	6
14	16.5	1.0	7	6	14	16.8	1.1	5	3	14	33.8	1.2	8	4
15	17.3	0.9	3	2	15	18.0	1.2	3	2	15	35.6	1.8	7	6
16	18.9	1.6	14	6	16	19.4	1.4	10	2	16	36.7	1.1	12	4
17	19.9	1.0	14	6	17	20.4	1.1	7	6	17	39.1	2.4	12	4
18	20.7	0.8	3	2	18	21.7	1.3	14	6	18	40.6	1.4	7	6
19	21.7	1.0	7	6	19	22.6	1.0	9	1	19	41.9	1.4	8	4
20	22.7	1.0	14	6	20	23.8	1.2	4	1	20	43.2	1.3	12	4
21	23.4	0.7	4	1	21	24.8	1.0	13	5	21	44.4	1.2	7	6
22	24.6	1.2	9	1	22	25.9	1.1	6	5	22	45.5	1.1	14	6
23	26.1	1.5	5	3	23	26.5	0.6	8	4	23	46.5	1.0	6	5
24	28.0	1.8	3	2	24	27.5	1.0	12	4	24	48.5	2.1	13	5
25	29.3	1.4	5	3	mean 1.1					25	50.7	2.2	5	3
26	30.2	0.9	3	2	SD 0.4					26	54.9	4.2	11	3
27	31.6	1.5	8	4						27	56.1	1.2	3	2
28	32.8	1.2	12	4						28	57.2	1.1	10	2
29	34.2	1.4	10	2						mean 2.0				
30	35.7	1.5	11	3						SD 1.1				
31	37.4	1.7	10	2										
32	38.4	1.1	11	3										
33	39.1	0.7	5	3										
34	39.8	0.7	11	3										
35	40.7	0.9	10	2										
36	41.5	0.9	3	2										
mean 1.1														
SD 0.4														

1列目は試行番号  
2列目は累積時間(秒)  
3列目は間隔時間(秒)  
4列目はボタン番号  
5列目は数字

表2 単音条件での6人の被験者の累積反応時間データ

試行	累積	間隔	番号	音名
1	2.9		5	G
2	7.2	4.3	7	C
3	9.3	2.1	7	C
4	10.6	1.3	5	G
5	12.3	1.7	1	D
6	15.0	2.7	10	F
7	16.6	1.6	10	F
8	18.2	1.6	1	D
9	21.6	3.4	11	B
10	24.4	2.8	2	E
11	25.7	1.3	2	E
12	26.7	1.1	11	B
13	27.5	0.8	1	D
14	28.8	1.3	2	E
15	30.1	1.3	2	E
16	31.3	1.2	1	D
17	32.1	0.8	8	C
18	33.8	1.7	10	F
19	35.0	1.1	10	F
20	35.6	0.7	8	C
21	37.0	1.4	11	B
22	39.1	2.1	10	F
23	40.3	1.2	10	F
24	41.6	1.3	11	B
25	42.9	1.3	3	D
26	44.3	1.5	7	C
27	45.5	1.1	7	C
28	46.3	0.8	3	D
29	47.5	1.3	12	B
30	49.0	1.4	11	B
31	52.3	3.4	2	E
32	54.1	1.8	3	D
33	55.2	1.1	3	D
34	56.1	1.0	2	E
35	57.0	0.8	10	F
36	59.2	2.2	2	E
37	60.9	1.7	2	E
38	61.8	0.9	10	F
39	62.6	0.8	9	F
40	66.0	3.5	10	F
41	67.7	1.6	6	G
42	69.2	1.5	2	E
43	70.3	1.1	2	E
44	71.1	0.8	6	G
45	71.9	0.7	7	C
46	73.4	1.5	5	G
47	74.5	1.1	5	G
48	75.2	0.8	7	C
49	77.0	1.7	1	D
50	77.7	0.7	1	D
51	79.5	1.8	7	C
52	80.7	1.2	7	C

右列中央に続く

試行	累積	間隔	番号	音名
1	1.0	0.0	5	G
2	3.5	2.5	11	B
3	4.9	1.4	11	B
4	6.1	1.2	5	G
5	7.4	1.3	8	C
6	9.4	2.1	1	D
7	10.7	1.3	1	D
8	12.6	1.9	8	C
9	13.5	0.9	4	E
10	15.2	1.8	12	B
11	16.4	1.2	12	B
12	17.7	1.3	4	E
13	19.0	1.3	3	D
14	21.3	2.3	5	G
15	22.4	1.1	5	G
16	23.8	1.5	3	D
17	25.4	1.5	11	B
18	28.3	2.9	7	C
19	29.5	1.2	7	C
20	30.8	1.3	11	B
21	31.6	0.8	8	C
22	32.8	1.1	7	C
23	34.5	1.7	9	F
24	36.5	2.0	2	E
25	37.6	1.1	2	E
26	39.4	1.8	9	F
27	40.8	1.4	4	E
28	42.2	1.4	2	E
29	43.8	1.7	6	G
30	47.1	3.3	10	F
31	48.4	1.3	10	F
32	49.6	1.2	6	G
33	51.3	1.7	9	F
34	52.7	1.5	10	F
35	54.9	2.2	12	B
36	57.1	2.2	11	B
37	58.3	1.2	1	D
38	59.0	0.7	1	D
39	60.6	1.6	3	D
40	61.8	1.2	6	G
41	63.1	1.3	5	G
mean	1.6			
SD	0.5			

試行	累積	間隔	番号	音名
1	1.6		3	D
2	2.6	2.0	10	F
3	4.6	0.8	10	F
4	5.4	1.1	3	D
5	6.5	1.8	5	G
6	8.3	1.4	6	G
7	9.6	1.0	2	E
8	10.7	1.3	4	E
9	12.0	1.0	8	C
10	12.9	1.9	11	B
11	14.8	0.8	11	B
12	15.6	1.2	8	C
13	16.7	1.9	1	D
14	18.6	0.8	10	F
15	19.4	1.1	10	F
16	20.5	0.8	1	D
17	21.3	1.7	12	B
18	22.9	1.6	8	C
19	24.5	0.8	8	C
20	25.3	0.7	12	B
21	25.9	1.5	7	C
22	27.4	1.7	8	C
23	29.1	1.9	9	F
24	31.0	1.2	10	F
25	32.1	1.6	3	D
26	33.7	0.7	11	B
27	34.5	1.1	11	B
28	35.5	1.2	3	D
29	36.7	1.4	1	D
30	38.1	1.1	3	D
31	39.3	1.1	12	B
32	40.4	0.9	11	B
mean	1.2			
SD	0.4			

試行	累積	間隔	番号	音名
53	81.9	1.3	1	D
54	82.8	0.9	3	D
55	86.4	3.7	1	D
56	88.0	1.6	6	G
57	90.0	2.0	5	G
58	91.3	1.3	8	C
59	92.6	1.3	7	C
60	93.8	1.2	4	E
61	95.0	1.2	2	E
mean	1.5			
SD	0.8			

試行	累積	間隔	番号	音名
1	4.9	0.0	1	D
2	9.2	4.3	1	D
3	11.1	1.9	11	B
4	12.5	1.4	11	B
5	14.4	1.8	11	B
6	15.6	1.3	1	D
7	17.2	1.6	1	D
8	18.2	1.0	12	B
9	19.3	1.0	12	B
10	21.2	1.9	11	B
11	22.2	1.0	8	C
12	22.9	0.7	8	C
13	24.4	1.5	5	G
14	25.3	0.9	5	G
15	27.1	1.8	5	G
16	28.0	0.9	8	C
17	29.0	1.0	5	G
18	30.1	1.1	1	D
19	31.1	1.0	1	D
20	32.4	1.3	1	D
21	33.5	1.1	5	G
22	34.7	1.2	3	D
23	36.5	1.8	3	D
24	38.0	1.5	5	G
25	38.4	1.4	5	G
26	40.5	1.1	3	D
27	41.4	0.9	4	E
28	42.4	1.1	4	E
29	45.4	2.9	7	C
30	46.7	1.3	7	C
31	48.1	1.4	7	C
32	49.0	0.9	4	E
33	50.0	1.0	1	D
34	51.6	1.6	3	D
35	53.0	1.5	6	G
36	54.0	1.0	6	G
37	55.4	1.4	5	G
38	56.7	1.3	10	F
39	58.5	1.7	10	F
40	60.4	1.9	2	E
41	61.7	1.3	2	E
42	62.9	1.2	2	E
43	64.0	1.2	10	F
44	65.0	1.0	9	F
45	66.0	1.0	9	F
46	67.3	1.3	10	F
47	68.4	1.1	8	C
48	69.8	1.4	7	C
49	71.0	1.2	4	E
50	72.1	1.1	2	E
mean	1.4			
SD	0.6			

試行	累積	間隔	番号	音名
1	1.5		5	G
2	3.5	2.0	6	G
3	6.5	2.9	3	D
4	8.5	2.1	7	C
5	12.8	4.3	7	C
6	14.2	1.4	3	D
7	15.2	1.0	10	F
8	16.9	1.7	2	E
9	18.1	1.3	2	E
10	19.3	1.2	10	F
11	20.8	1.5	8	C
12	22.3	1.5	11	B
13	24.5	2.2	11	B
14	30.9	6.3	8	C
15	32.2	1.3	3	D
16	33.6	1.4	12	B
17	35.7	2.1	3	D
18	36.6	0.9	12	B
19	38.1	1.5	12	B
20	39.4	1.3	11	B
21	41.8	2.4	9	F
22	44.1	2.3	10	F
23	45.9	1.8	2	E
24	47.5	1.6	1	D
25	48.5	1.0	1	D
26	50.0	1.5	1	D
27	51.1	1.1	2	E
28	52.1	1.1	3	D
29	53.6	1.5	2	E
30	54.8	1.2	2	E
31	55.8	1.0	3	D
32	57.4	1.6	1	D
33	59.0	1.6	3	D
34	60.9	1.8	8	C
35	62.9	2.0	7	C
36	64.6	1.8	4	E
37	65.8	1.2	2	E
mean	1.8			
SD	1.0			

試行	累積	間隔	番号	音名
1	5.4	0.0	5	G
2	12.8	7.4	10	F
3	20.0	7.3	5	G
4	23.9	3.9	9	F
5	25.2	1.3	9	F
6	30.0	4.8	9	F
7	32.1	2.1	5	G
8	34.1	2.0	12	B
9	35.8	1.7	12	B
10	37.9	2.2	5	G
11	43.8	5.9	5	G
12	45.1	1.3	12	B
13	46.7	1.5	11	B
14	47.9	1.3	11	B
15	50.4	2.5	12	B
16	53.9	3.5	10	F
17	56.6	2.8	9	F
18	58.7	2.1	4	E
19	60.1	1.4	4	E
20	63.3	3.2	1	D
21	64.3	1.0	1	D
22	67.3	3.0	1	D
23	68.7	1.4	4	E
24	70.4	1.7	2	E
25	71.2	0.8	2	E
26	76.1	4.9	5	G
27	78.5	2.4	5	G
28	79.8	1.4	2	E
29	82.3	2.5	3	D
30	83.5	1.2	3	D
31	87.0	3.5	2	E
32	89.8	2.8	2	E
33	91.6	1.8	3	D
34	93.9	2.3	4	E
35	97.3	3.4	2	E
36	100.0	2.6	7	C
37	101.0	1.1	7	C
38	103.8	2.8	8	C
39	104.7	0.9	8	C
40	106.8	2.1	6	G
41	107.7	0.9	6	G
42	109.9	2.1	3	D
43	111.7	1.8	3	D
44	113.0	1.4	6	G
45	115.5	2.5	1	D
46	117.1	1.6	3	D
47	118.3	1.2	5	G
48	119.7	1.4	6	G
mean	2.4			
SD	1.5			

1列目は試行番号  
2列目は累積時間(秒)  
3列目は間隔時間(秒)  
4列目はボタン番号  
5列目は音名

表3 被験者ごとの試行数・終了時間(秒)・試行間隔(秒)および試行回数に対する累積反応時間(秒)の決定係数と回帰係数

(a) 数字条件							(b) 単音条件						
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	
試行数	32	24	36	36	24	28	61	32	37	41	50	48	
終了時間	41.2	28.6	44.3	41.5	27.5	57.2	95.0	40.4	68.5	63.1	72.1	119.7	
平均間隔	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	2.0	1.5	1.2	1.8	1.6	1.4	2.4	
SD	0.5	0.3	0.3	0.4	0.4	1.1	0.8	0.4	1.0	0.5	0.6	1.5	
相関係数	0.996	0.999	0.998	0.999	0.999	0.994	0.999	1.000	0.995	0.999	0.999	0.996	
決定係数	0.992	0.998	0.997	0.998	0.997	0.988	0.997	0.999	0.990	0.999	0.998	0.993	
勾配	1.24	1.15	1.20	1.18	1.05	1.93	1.45	1.25	1.76	1.56	1.31	2.28	
切片	3.39	1.06	0.84	-0.31	2.60	4.35	6.85	0.53	3.00	-0.52	6.86	15.25	

6人の被験者の中でも課題遂行に個人差がみられた。図2と表1・表2・表3から各被験者の特徴を見てみる。被験者Aは数字条件よりも単音条件で他の被験者より回数・時間とも大きい数字になっているのが目立つ。被験者Bはどちらの条件でも回数も少なく、時間も6人の中で最も短い。被験者Cはどちらの条件でも回数も少なく時間も短い。被験者Dはどちらの条件でもこの6人のなかでは中程度の成績といえよう。被験者Eは数字条件では最も早く終了したが、単音条件では回数を多く時間もかかった。被験者Fは6人の中では最も個性的で、試行回数はそれほど多くないが完成までの時間が目立って長い。これは回帰係数の勾配や1クリックあたりの平均間隔時間とSDが大きいこととも対応している。この被験者は他の学生より年齢が高くコンピュータの操作にも比較的不馴れであった。このような個人差が個人の「精神テンポ」の差なのかエイジングの効果(パーク・シュワ

ルツ, 2004)なのか、あるいはゲーム遂行のストラテジーの差なのかはさらに検討すべき問題だが、このような比較的簡単なゲーム場面でこのような明白な差が見られたことは興味深い。

表4はボタン(トランプカード)ごとの終了までのクリック回数とその全員の合計数を集計したものである。両条件で各人が5回以上クリックしたのボタン(カード)にハッチングをつけた。全員の合計では数字条件では16回以上、単音条件では24回以上のボタンを枠で囲んだ。覚えやすさに12枚のカード(ボタン)の場所の差が見られるかも知れないと考えていたが、それは今回の条件ではなかったようだ。また、単音条件では単音の音階によって覚えやすさが違うかも知れないと考えていたが、これもはっきりとした傾向というは見られなかった。

最近ゲームが認知症予防やリハビリあるいは教科学習(例えば、野村・奥井・菅原, 2004)や各種の訓練

表4 ボタン(トランプのカード)ごとの終了までのクリック回数

(a) 数字条件									(b) 単音条件								
ボタン	数字	A	B	C	D	E	F	合計	ボタン	単音	A	B	C	D	E	F	合計
B3	2	3	1	1	5	1	1	12	B1	D	8	3	4	4	8	4	31
B4	1	3	1	3	1	3	3	14	B2	E	11	1	7	3	4	6	32
B5	3	3	1	5	5	3	3	20	B3	D	5	5	7	3	4	6	30
B6	5	3	3	3	3	3	1	16	B4	E	1	1	1	3	4	4	14
B7	6	1	1	1	3	1	5	12	B5	G	5	1	1	5	8	8	28
B8	4	3	3	3	3	1	3	16	B6	G	3	1	1	3	2	4	14
B9	1	1	3	3	3	1	3	14	B7	C	9	1	3	3	4	2	22
B10	2	3	1	1	3	3	1	12	B8	C	3	5	3	3	4	2	20
B11	3	3	3	5	5	1	1	18	B9	F	1	1	1	3	2	4	12
B12	4	3	3	3	1	3	3	16	B10	F	9	5	3	3	4	2	26
B13	5	3	1	5	1	1	1	12	B11	B	5	5	3	5	4	2	24
B14	6	3	3	3	3	3	3	18	B12	B	1	3	3	3	2	4	16
		32	24	36	36	24	28				61	32	37	41	50	48	

に利用されるのを多く見かけるようになった。単なる「ブーム」という面もあるようだが、ゲーム利用を批判するにせよ積極的に利用するにせよ、個々のゲームのどのような要素がどのような認知機能（井掘，2003）とどのように関連しているのかを心理学実験によって分析的にとらえるアプローチが必要であろう。

さらにゲーム中の思考や感情の推移を被験者の発声データから分析する「プロトコル分析」（海保・原田，1993）と組み合わせることによってより実り多い分析ができるそうである。

### 3. ハイパーカードにおけるプログラミング

ハイパーカードを使った心理実験の例には中澤（1989）などがあるが、ハイパーカードでのゲームづくりではあまりプログラミング言語ということを意識しないで、カードの上にボタンやフィールドや絵などのパーツを配置し、それらにマウスで働きかけることによってゲームらしきものができる。しかし、細かい制御が必要な場合にはプログラミング言語（HyperTalk）で補うことになる。ここでは今回の神経衰弱ゲームでのハイパートークによるプログラミングを紹介する。今回のゲームでは裏返された各トランプカード（ボタン）がクリックされるとそのボタンの表の図柄（アイコン）が表示された。つまりゲームでのカードがプログラムでのボタンの機能を果たしている。数字条件でのボタンの1つ（数字4）のスクリプト（プログラム）をリスト1の（a）に示した。右欄に短い解説をつけた。大きく分けて2つの仕事をしている。まずこのボタンの上でマウスがクリックされたら試行回数と時間とボタン番号とを記録することである。もうひとつはカードをめくることの処理であり、今回はカウンターを設けてそれが1なら裏返し、2なら表を向けることにした。リスト1の（b）の単音条件ではそれに加えて表向けたときにたとえば文番号11のように「フルート音のテンポ120で4オクターブ目のFの音が4分音符分」鳴るようにした。リスト1の（c）はゲームの開始（start）のボタンのスクリプトで、各変数の初期化を行っている。リスト1の（d）はゲーム終了後に押す「データファイル作成」ボタン

のスクリプトで、ゲーム中に画面の右に隠されているフィールドに1クリックごとに記録されたデータを試行回数分テキストファイルに書き込んで格納する。このファイルを後でエクセルで読み込んで実験のデータ処理を行う。

### 4. おわりに

ゲームと実験の違いは実験ではデータが残るということであろう。独立変数と従属変数を設定することによってそのデータが分析され実験の仮説が検証される。今回は仮説検証というよりその前段階の実験とデータ分析をこころみた。どのような数値をデータとして記録するか、被験者の認知的活動のどういう側面が、どういうデータとして出てくるのか。そのようなアイデアがゲームのデザインの中に組み込まれてはじめて認知実験になる。ゲームをした時の経験にもとづいて「どうしてこういう場合にゲームがむずかしいのだろう？」とか「このゲームをもっと楽しくするためにはどうすればいいか？」とか「このゲームをもっと易しくするということは認知の働きのどこがどうかわることなのか？」とか「同じゲームでもはまるのとそうじゃないのはどこがどう違うのだろう？」とかの問いが学生から出てくれば卒論の第一歩になるだろう。

#### 引用文献

- 井掘宣子 2003 テレビゲームと認知能力 坂元 章（編）メディアと人間の発達 第5章 pp. 80-94 学文社
- 海保博之・原田悦子 1993 プロトコル分析入門 新曜社
- 中澤 清 1998 心理学のおもちゃ箱 ナカニシヤ出版
- 野村典子・奥井亜希子・菅原三友紀（2004）シンボルの記憶における Concentration Game の有効性について 第3回ゲーム学会全国大会論文集 31-32.  
（論文は <http://www.mukogawa-u.ac.jp/~hi/mag/data/no 23/nomurazemi.pdf>）
- 宇阪満里子 2002 ワーキングメモリー 新曜社
- パーク・シュワルツ 2004 認知のエイジング 入門編 北大路書房
- 山上 暁 2000 認知ゲーム実験（1）鏡映描写 甲南女子大学研究紀要人間科学編 42 7-11.

## リスト1 神経衰弱ゲームのボタンのスクリプト (各行左の文番号は便宜上つけたものでスクリプトでは不要)

## (a) 数字条件のボタン(カード)のスクリプト

```

1 on mouseUp
2   global i ,t0,t1,t2,rt1,rt2
3   put the ticks into t1
4   put t1-t0 into rt1
5   add 1 to i
6   put i & "," & rt1 & "," after
      line i of cd fld "data2" of this cd
7   put number of me & ",4" after
      line i of cd fld "data2" of this cd
8   global i7
9   add 1 to i7
10  if i7 = 1 then set the icon of me to 2104
11  if i7 = 2 then set the icon of me to 129
12  if i7 = 2 then put 0 into i7
13 end mouseUp

```

:解説

:マウスボタンが押されたら  
 :変数指定  
 :現時刻をt1に代入  
 :前のクリックからの時間間隔  
 :試行数カウンターをプラス1  
 :データフィールドに時間を記入  
 :ボタン番号と数字を記入  
 (カウンターの奇数偶数交代で裏表を制御)  
 :このボタンのカウンター  
 :カウンターが1なら裏返す  
 :カウンターが2なら表向ける  
 :カウンターをクリア

## (b) 単音条件のボタン(カード)のスクリプト

```

1 on mouseUp
2   global i ,t0,t1,t2,rt1,rt2
3   put the ticks into t1
4   put t1-t0 into rt1
5   add 1 to i
6   put i & "," & rt1 & "," after
      line i of cd fld "data1" of this cd
7   put number of me & ",F" after
      line i of cd fld "data1" of this cd
8   global i11
9   add 1 to i11
10  if i11 = 1 then set the icon of me
      to 29183 :スピーカーのアイコン(表)
11  if i11 = 1 then play flute
      tempo 120 " F4Q rt" :Fの音指定
12  if i11 = 2 then set the icon of me
      to 26665 :音符のアイコン(裏)
13  if i11 = 2 then put 0 into i11
14 end mouseUp

```

## (c) 各条件の開始ボタンのスクリプト

```

1 on mouseUp
2   global cn, i ,j,t0,t1,t2,rt1,rt2
3   global i1,i2,i3,i4,i5,i6,i7,i8,i9,i10,i11,i12
4   put 0 into i1 :変数とカウンターの初期化
5   put 0 into i2
6   put 0 into i3
7   put 0 into i4
8   put 0 into i5
9   put 0 into i6
10  put 0 into i7
11  put 0 into i8
12  put 0 into i9
13  put 0 into i10
14  put 0 into i11
15  put 0 into i12
16  put 0 into j
17  put empty into cd fld "data2" of this cd
18  put 0 into i
19  put the ticks into t0
20  put 0 into t2
21  hide cd fld "cover2"
22 end mouseUp

```

## (d) データファイル作成のボタンのスクリプト

```

1 on mouseUp
2   show msg
3   put empty into msg
4   ask file "name" with "name"
5   if (it is empty) then exit mouseUp
6   put it into fileName
7   put fileName into msg
8   open file fileName
9   repeat with i = 1 to
      (the number of lines of cd fld 1 of this cd)
10    write line i of cd fld 1 of this cd &
        return to file fileName
11    put i into msg
12    put line i of cd fld 1 of this cd &
        tab after msg
13  end repeat
14  close file fileName
15  answer " file end"
16 end mouseUp

```

:解説

:マウスボタンが押されたら  
 :ファイルネームを入力  
 :データがない時はおわり  
 :ファイルをオープン  
 :全てのデータを書き込む  
 :データフィールドを1行ずつ  
 :試行番号  
 :データ  
 :ファイルをクローズ  
 :終了