

発達障害児の選択行動の柔軟性を測定するための
新しい乱数生成テストの開発

長谷川芳典

発達障害児の選択行動の柔軟性を測定するための
新しい乱数生成テストの開発

長谷川芳典

要旨 新しく開発した乱数生成テストにより発達障害児, および対照群として健常児と成人の選択行動の柔軟性を比較した. このテストは, パソコンで制御される一種のオペラント強化スケジュールになっており, 各被験者(児)はパソコンに連結したタッチパッド上の0~9の数字を601回選択し, 得点を競った. 被験者が数字を選択するたびに, 選ばれた数字と, その1つ前に選ばれた数字からなるダイグラム(digram: 隣り合う数字対)の累積頻度が記録され, その値が相対的に少なかった場合に限り得点が与えられた. 7歳より上の健常児では成人レベルに等しい柔軟な反応系列を生成したのに対して, 発達障害児は, よりステレオタイプな反応系列を生成したことが, 種々のランダム性指標により明らかになった.

長大医短紀要3: 33-43, 1989

Key words: 選択行動, 乱数生成テスト, 発達障害児, 行動の柔軟性, パーソナルコンピュータ.

はじめに

本研究は, 発達障害児における選択行動の柔軟性を測定する一方法としての新しい乱数生成テストを開発することを目的とする. このテストは, 従来の乱数生成テストに見られた教示や動機づけ上の欠陥を補い, パソコンで制御されるある種のオペラント強化スケジュールのもとで被験者(児)の遂行特性を解析することによって, その被験者(児)の選択行動の柔軟性を測定することを旨とするものである.

本稿では, まず, 従来より試験的に実施さ

れてきた乱数生成テストの問題点を指摘した上で今回開発した新しいテストの概要と特長について述べ, 発達障害児, 健常児, 成人, 及びコンピュータによるシミュレーションの結果を実際に比較しながら, 本テストの標準化にむけての展望を述べることにする.

1. 従来の乱数生成テストの成立過程とその問題点.

乱数生成テストとは, 「なるべくランダムになるように数列を作ってください」というような言語的教示のもとで被験者に主観的な乱数列を生成させるテストの総称である. こ

のテストは、もともと実験心理学において、「人間は、どこまでランダムな系列を作れるのか」という問題意識のもとに研究されたものであった。Wagenaar¹⁾によれば、これまでに行なわれた実験的検討は多岐にわたっており、生成の方法としては、筆記、呼唱、ボタン押し等が、生成する事象系列としては、0～9や1～10の数字のほか、2個のボタンやアルファベット等が、また、ランダム性の指標としては、度数検定、独立性、1次階差分布に関する検討等が用いられてきた。

これらの実験的検討と平行して、乱数生成テストを心理検査の一環として活用する試みがなされてきた。Weiss²⁾はランダムな2項系列を生成させる実験を、Yavuz³⁾はランダムなアルファベットの系列を生成させる実験を、いずれも分裂病の患者と健常な成人を対象に行ない、患者群のほうがよりステレオタイプな系列を作ること示した。Matsuda⁴⁾は、やはり分裂病の患者の系列のデタラメ度が低いことを示した上で、これを拡散的思考(Guilford⁵⁾)の乏しさの表れとした。黒木⁶⁾は、分裂病患者、てんかん患者、正常者に対して、1～10までの数字を「なるべくランダムになるように」呼唱させ、分裂病患者ではデタラメな数列を作り出すことが困難であり、分裂病が心的構えの非可塑性と文節化を思考障害の基礎としていることを指摘した。このほか、乱数テスト研究会⁷⁾は、生成速度と「乱数度」という両指標から、運転適性、精神発達等、乱数生成テストに種々の応用の可能性があることを論じている。

しかしながら、これまでの乱数生成テストには、少なくとも3つの根本的な欠陥があった。乱数生成テストを標準化し、信頼性・妥当性の確認等の統計的手続きを経て正規の心理検査として確立させるためには、これら3つの問題を解消することが不可欠であるように思う。

その第1は、言語的指示に関する問題であ

る。これまでのテストでは、被験者に対して、①まず、ランダム性や抽出の無作為性に関する簡単な説明を行ない、②次に「できるだけランダムに(デタラメに)数字を書き並べて(呼唱して)ください」というような言語的指示を行なう方法がとられてきた。しかし、こうした方法では、数学的説明をどれだけ詳しく行なうか、どれだけ分かりやすく行なうかといった違いや、被験者がどれだけ熱心に説明を聞いていたかといった違いによっても結果が大きく異なってしまう恐れがある。たとえば、黒木⁶⁾は、「1から10までの数字をできるだけデタラメに言って下さい」という指示を与え、デタラメに言えない被験者に対しては「例えば1, 2, 3, 4はデタラメでないが、3, 8, 5, 2はデタラメですね」といった説明を付加したというが、この指示は、被験者に、数学的には誤った乱数の概念をうえつけてしまう恐れがある。なぜなら、乱数列において「1 2 3 4」という系列と「3 8 5 2」という系列は、まったく同じ確率で生起するからである。また、Finke⁸⁾は、「なるべくランダムに」という指示の代わりに「なるべく予想されないように」という指示を与えたほうが、ランダムに近い数列が生成されたことを報告しているが、これもまた、言語的指示が異なると生成される系列のランダム性が大きく影響されることを示唆するものである。

第2は、被験者に対する動機づけの不足という問題である。紙の上にかくさんの数字を書く作業にしても、呼唱する方法にしても、きわめて退屈な作業であるに違いない。しかも、例えばクレペリン検査の用紙に数字を書き込む場合には足し算を正確に行なう必要があるのに対して、乱数生成テストでは、どのような数字を書いても呼唱しても何ら罰をうけることはない。実験者が「被験者は乱数列を真剣に生成している」と思っても、被験者は「投げやりに、いい加減に振舞っている」

だけであるのかもしれない。すなわち、いかなる指標でランダム性を分析したとしても、それが被験者固有の行動特性を反映しているのか、それともその時の「やる気」の度合を測っているのか、区別することができない。

第3は、生成された系列のランダム性をどのような指標で分析するのかという問題である。第1の問題のところでも指摘したように、「3 8 5 2」がランダムであって「1 2 3 4」がランダムでないなどということは、数学的にはまったくナンセンスな議論にすぎない。同様に、「1 2 2 3 3 3 4 4 4 5 5 5 5 5 6 6 6 6 6」という数列を見た殆どの人々はこれらをランダムな数列とは考えない。しかし、Lopes⁹⁾は、このような数列が市販の乱数表の一部に実際に現れていることを指摘している。このように、実際に生成された少数の数系列に対して数学的なランダム性の概念を厳格に適用すると、どの数列がどの程度ランダムであるかなどといった議論は不可能になってしまう。数学的なランダムという概念にかわる実用的で妥当性のある指標を作り出す必要がある。以上指摘したように、言語的指示における問題点をどう解消するか、被験者をどのように動機づけるか、ランダム性をどのような指標で分析するか、の3点が、乱数生成テストを実用化の際の根本的な問題となっているように思う。以下に述べる新しい乱数テストは、こうした問題点の解消を念頭において開発されたものである。

2. 新しい乱数テストの概要

今回開発した新しいテストは、パソコンにより制御・記録・分析を行なうものであり、簡単に言えば、パソコンとジャンケンをしてどれだけ勝てるかというゲームのような内容になっている。すなわち、パソコンは、被験者が0～9の数字の中から選ぶ数字を、被験者の「癖」に基づいて5通りに予測する。被験者の実際の選択が、予測された5通りの中

に含まれていればパソコンの勝ち、含まれていなかった時は被験者の勝ちとなり得点が加算される。こうした一種のオペラント強化スケジュールのもとでの被験者の行動特性を分析する。

上記の仕組みを、2人でジャンケンをする場合を例に説明してみよう。もし両者が完全な3項乱数系列に基づいて「手」を選べば、勝率は1/3(引き分け1/3, 負け1/3)となることが期待される。しかし、もし、「ゲームをたくさん出す」、あるいは「チョコの次にはパーをたくさん出す」というように手の出し方に癖のある人がいた場合には、対戦相手は、そうした癖を見抜いて勝率を高めることができる。今回のテストにおいても、もし被験者が乱数表に基づいて数字を選択するならばパソコンは被験者の次の反応を予測することができない。その結果、予測が当たる確率は1/2、したがって被験者の勝率も1/2に達することになる。これに対して、被験者が特定の数字を高頻度で選んだ場合や、「1の次には2を選ぶ」というように選ぶ順序に特定の癖があった場合には、パソコンは1/2以上の確率で予測ができるようになり、被験者の勝率は低下する。そこで、被験者の勝率がどれだけ低下するか、あるいは被験者の反応にどのような癖があるかということ明らかにすれば、選択行動の柔軟性を測定することができるわけである。

このようなテストでは、被験者が1回反応するたびに、勝ち負けのフィードバックが行われる。したがって、少なくとも得点を取るように動機づけられている限り、被験者は好き勝手には数字を選べない。従来のテストでは「投げやり」に振舞ったからといって何ら不利益を被ることがなかったのに対して、今回のテストでは、ステレオタイプな反応は得点の低下に直ちに結びつくことになる。また、従来のテストでは、言語的指示の中で「ランダム」という概念を説明する必要があったの

に対して、今回のテストは単になるべく高得点を取るよう動機づけすればよく、「ランダム」の概念があるかないかは問題ではない。したがって、成人はもとより、言語的教示が困難な幼児、特に、ステレオタイプな行動がしばしば問題となる発達障害児の検査としては多くの可能性が期待できるものと思う。

さて、今回のテストで最も問題となるのは、被験者の反応に対する予測精度を高めるにはどのような方略が必要か、ということである。被験者の反応傾向に癖があったとしても、反応が始まったばかりの段階で次の反応を予測することは現実には難しい。たとえば、1回目に「0」、2回目に「3」を選択した被験者が3回目に何をを選ぶかは、いかなる数学理論をもってしても、いかなる高性能のコンピュータをもってしても予測できない。そこで、今回のテストでは、ランダム性そのものの基準とは多少矛盾したものになるが、「1次推移頻度表」に基づいた予測方略をとることとした。「1次推移頻度表」とは、被験者が生成した数系列中の隣合う2個の数字(digram: ダイグラム)を1つの事象と見なし、その頻度を記録したものである。たとえば、「3, 1, 4, 1……」というように数字が選択された場合には、「31」、「14」、「41」、……という事象が生じたものと見なされる。表1は、ある被験者が数字を95回選択した時点での1次推移頻度表を示す。パソコンはこうした頻度表に基づいて、過去の生起頻度の高い上位5個の数字を被予測数字としてリストアップする。この例では、「0」の次には「0, 1, 2, 5, 9」が選ばれた頻度が高いのでこれらが被予測数字ということになる。もし等頻度のものが複数あるために上位5位を決定できない場合は、最近に生じたものほど上位にランクした。表1の例では、「4」が選ばれた直後がこれに該当する。この場合「0」、「3」、「4」、「9」は無条件に被予測数字となるが、もう1個については、「1」、「8」、「9」が

いずれも同頻度であるために5位を決定することができない。そこで、「41」、「48」、「49」のうち、過去最も新しく生じた推移パターンを5位に組み入れる。さらに頻度がゼロであるために上位5位を決定できない場合の順位はランダムに定めることとした。表1の例で「5」が選ばれた直後には、「4」、「6」、「8」、「9」は無条件に被予測数字となるが、他は頻度が0であり順位が決められない。この場合は、パソコン自体がランダムに1個を選び5位に組み入れた。

表1 一次推移頻度の例

| n 回目 に 選 び 取 り 出 し た 数 字 | n+1 回目に選択した数字 | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 4 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 2 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 1 | 3 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 4 | 3 | 1 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 1 | 1 |
| 6 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 |
| 8 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 9 | 0 | 0 | 1 | 1 | 5 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 |

このように、本テストは、低頻度の推移パターンもしくは暫く現われなかった推移パターンを強化するようなオペラントスケジュールになっている。したがって、得点を増やすためには、なるべくいろいろな推移パターンで数字を選択する能力が要求される。いっぽう、被験者が、特定の数字に固執したり、「0→1→2→3……」のように順繰りに数字を選んだ場合は、推移頻度にバラツキが生じるため、ほとんど得点できなくなる仕組みになっている。このスケジュールは、数学的にランダムな推移パターンをとる被験者に対しては勝率5割を保証する。ただし、もし被験者が上記の過去の反応系列と推移頻度表の値を記憶できた場合にはほとんど10割に近い勝率を得ることも可能であり、この点では必ずしも「よりランダムであるほど得点が取れる」

ということにはならない可能性が残されている。

実験

方法

以上に述べた予測方略を取り入れた新しい乱数生成テストを、発達障害児、健常児、成人に実施し、各種の指標に基づいて、選択行動の柔軟性やその他の遂行上の特徴を分析した。

被験者(児) 発達障害児群は、現在長崎大学医療技術短期大学部において土田玲子助

教授の指導のもとに感覚統合療法のセッションを受けている暦年齢6.7歳から12.3歳までの児童19名である。表2に、これら児童に対して行なった発達検査の結果、および障害の内容を示す。健常児は、暦年齢3.9歳から12.0歳までの園児・児童26名である。成人15名は、短期大学学生または卒業生であった。このほか、パソコンで21通りの乱数列にもとづくシミュレーションを行なった。

装置 NEC社の16ビットパソコン(PC9801 VM2)と21インチカラーディスプレイ(PCTV472)、また入力装置として

表2 発達障害児における発達検査の結果と各指標値、及び他群における各指標値の中央値

| 発達障害児 | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-----|-------|-------|-------|--------|-------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|
| 年齢 | I Q | 備考 | 得点 | F100 | RNG | F10 | ① | ② | RST | RSHV | RSHH | RSHD | RSLH | |
| 6.7 | ※ | 61 | 81 | 875.3 | .5997 | 61.4 | 76 | 219 | 0.07 | 2.67 | 2.59 | 1.28 | .2911 | |
| 7.2 | ※ | 86 | LD | 176 | 371.7 | .5149 | 20.9 | 91 | 316 | 1.30 | 1.57 | 1.19 | 1.60 | .5086 |
| 7.5 | ※ | 57 | | 68 | 1430.0 | .6330 | 96.4 | 73 | 212 | 3.95 | 0.88 | 1.97 | 0.09 | .4478 |
| 8.1 | | 50 | | 86 | 1081.3 | .6240 | 10.6 | 76 | 196 | 0.77 | 2.15 | 2.67 | 0.92 | .3810 |
| 8.1 | | 47 | LD | 110 | 1094.7 | .6043 | 14.8 | 90 | 251 | 3.40 | 0.47 | 2.32 | 0.25 | .4815 |
| 8.5 | | 測定中 | LD | 136 | 587.7 | .5479 | 16.1 | 89 | 280 | 1.38 | 1.47 | 2.60 | 0.79 | .5185 |
| 9.0 | | 108 | LD | 194 | 358.7 | .5140 | 23.1 | 89 | 342 | 0.02 | 1.68 | 1.76 | 1.05 | .4508 |
| 9.2 | | 83 | LD | 183 | 337.7 | .5032 | 41.9 | 96 | 343 | 1.08 | 1.05 | 1.86 | 0.65 | .4420 |
| 9.2 | | 47 | A | 107 | 1543.3 | .6432 | 9.8 | 88 | 233 | 5.48 | 0.55 | 1.32 | 0.25 | .3962 |
| 9.5 | | 73 | LD | 119 | 656.3 | .5595 | 3.4 | 90 | 276 | 1.20 | 2.18 | 1.93 | 1.23 | .5339 |
| 10.0 | | 105 | A | 197 | 392.7 | .5027 | 32.7 | 97 | 343 | 0.82 | 1.95 | 1.14 | 0.93 | .5255 |
| 10.0 | | 65 | LD | 147 | 588.7 | .5464 | 18.9 | 90 | 299 | 1.25 | 1.67 | 2.59 | 0.68 | .3517 |
| 10.2 | | 47 | | 116 | 941.7 | .5940 | 69.2 | 73 | 235 | 0.05 | 1.38 | 3.11 | 0.94 | .3391 |
| 10.2 | | 66 | LD | 96 | 906.0 | .5948 | 12.3 | 85 | 245 | 1.52 | 1.02 | 3.16 | 0.46 | .4149 |
| 10.3 | | 69 | LD | 207 | 440.0 | .5143 | 8.0 | 95 | 357 | 0.27 | 1.03 | 2.50 | 0.76 | .4439 |
| 10.5 | | 57 | LD | 158 | 448.3 | .5278 | 5.9 | 93 | 326 | 0.05 | 1.43 | 2.35 | 0.74 | .4551 |
| 11.5 | | 89 | LD | 187 | 406.7 | .5220 | 7.0 | 91 | 307 | 1.43 | 1.73 | 1.84 | 1.25 | .4486 |
| 12.1 | | 105 | LD, A | 122 | 805.0 | .5807 | 1.6 | 86 | 266 | 0.60 | 1.90 | 3.20 | 0.53 | .3388 |
| 12.3 | | 45 | | 93 | 1585.0 | .6254 | 101.8 | 82 | 240 | 4.02 | 1.17 | 1.84 | 0.46 | .3407 |
| 他群における中央値 | | | | | | | | | | | | | | |
| 群及びサンプル数 | 得点 | F100 | RNG | F10 | ① | ② | RST | RSHV | RSHH | RSHD | RSLH | | | |
| 園児11名 | 128 | 839.0 | .5870 | 16.1 | 90 | 262 | 0.32 | 1.48 | 2.98 | 0.63 | .4252 | | | |
| 児童15名 | 227 | 247.0 | .4880 | 17.1 | 95 | 387 | 0.58 | 1.38 | 1.23 | 1.04 | .5230 | | | |
| 成人15名 | 234 | 205.7 | .4838 | 15.5 | 96 | 369 | 1.15 | 1.38 | 1.08 | 1.05 | .5302 | | | |
| シミュレーション21通り | 305 | 93.3 | .4559 | 8.3 | 100 | 454 | 1.02 | 0.97 | 1.03 | 1.00 | .5000 | | | |

【注】 I Q欄(※印: WIPPSI 無印: WISC-R いずれも長崎大学医療技術短期大学部作業療法学科による) 備考欄(LD: 学習障害 A: 自閉症 診断は長崎大学医療技術短期大学部土田玲子助教授による) ①: NC100 ②: NC1000

オムロン製のタッチパッド (TP 98 A) を使用した。タッチパッドの入力面中央部には、横5列縦2行に10個の長方形が描かれている。各長方形の内部にはインスタントレタリング「Letraset # 721 (48pt Helvetica Medium)」の書体で「0」から「9」の数字が記されている (図1)。これらの長方形枠内を、スタイラスペンまたは指先で軽く触れること

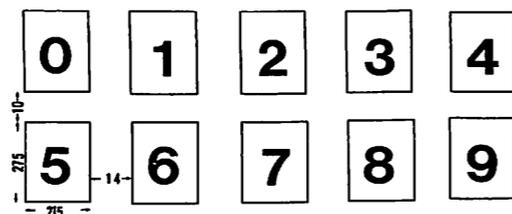


図1 入力装置, 寸法の単位はmm

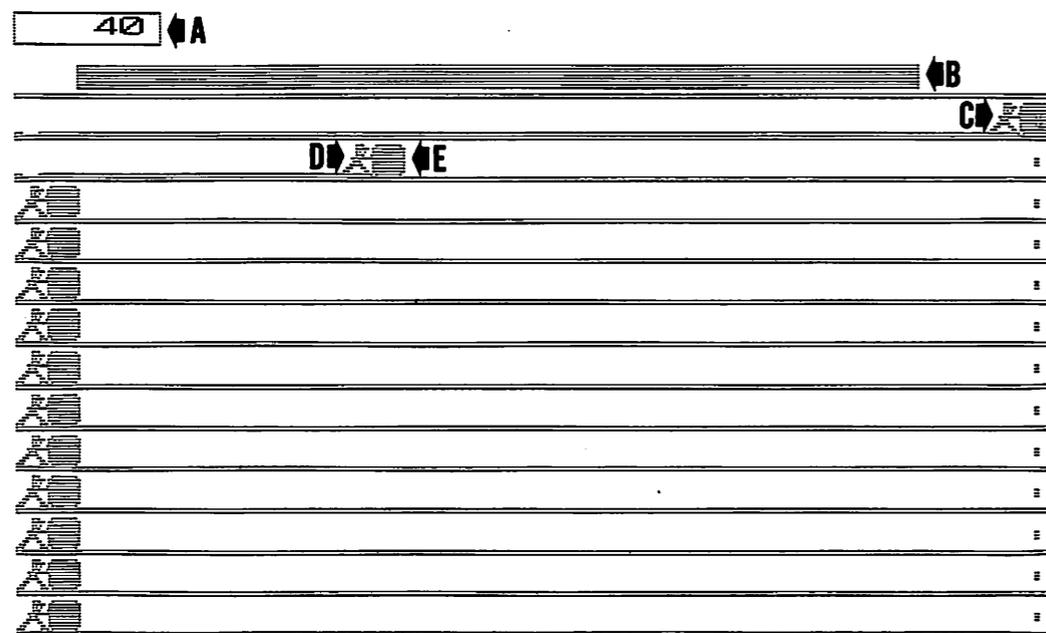


図2 被害者が40点を取得した時点の表示画面の例。ただし、じっさいはカラー表示であり、また矢印つきのアルファベットは説明のために付け加えたものである。
A: 得点表示部分。 B: 残り反応表示部分。 C: 1行目の「荷物」を運び終えた状態
D: 「人形」 E: 「荷物」

により、該当する数字を入力することができた。

画面表示 図2に示すようなパソコンゲーム風の図面を表示した。画面上の「人形」及び「荷物」は THINKING RABBIT 社製の「倉庫番」ゲーム第1版のキャラクターを模したものである。画面は、得点表示部分、残り反応数表示部、ゲーム部分からなっている。

実施方法 被験者 (児) は、タッチパッドが置かれた机の前に座る。教示内容は次のと

おりである。「ここ (タッチパッド上) にある数字を適当に押して、荷物を右端の倉庫まで運んでください。数字の選びかたによって、荷物がうまく運べる場合と、運べない場合があります。うまく運べた場合は、ピンポンという音がして、おじさんが1つだけ動き、得点が1点ずつ増えます。うまく運べなかった時は、動きません。数字の選び方を工夫して、なるべくたくさん荷物を運び、得点を増やしてください。なお、画面の上の黄色のとこ

ろはエネルギーを表わしています。1つ押すたびに少だけ減っていきます。エネルギーが全部なくなったらゲームは終わりです。」

ゲームは、601反応で終了し、終了後には御褒美として図形パズルを与えた。

分析方法

得点のほかに、1次推移頻度表におけるカイ2乗値 (F 100), Evans¹⁰⁾ が提唱したランダム性指標 (RNG), 等頻度性 (F 10), 1次推移頻度表において1以上の頻度を記録したセル数 (NC 100), 2次推移頻度表において1以上の頻度を記録したセル数 (NC 1000), 同一キーを連続して選んだ比率 (RST), 垂直隣接キーへの移行比 (RSHV), 水平隣接キーへの移行比 (RSHH), 斜め方向隣接キーへの移行比 (RSHD), 後半努力比 (RSLH) の10個の指標を用いて、各被験者 (児) の遂行の特性を分析した。以下に、これらの指標の算出法と測定内容について述べる。

①得点 この指標は、今回設定された1種のオペラント強化スケジュールに対して、被験者 (児) がどれだけ有効に対処できたかを示すものである。

②1次推移頻度表におけるカイ2乗値 (F 100) この指標は、1次推移頻度表における各セルの頻度をもとに次の式によって算出された値である。

$$F100 = \sum_{i=0}^9 \sum_{j=0}^9 \frac{(f_{ij} - F_{ij})^2}{F_{ij}}$$

ただし、 f_{ij} は、各セルにおける出現頻度、 F_{ij} はおなじく理論度数 (今回はすべて6.0) を表わす。数学的にランダムな系列に近いほど各 f_{ij} は F_{ij} に等しくなることが期待されるため、F 100の値は0に近づく。

③ Evans¹⁰⁾ のランダム性指標 (RNG) 同じく、1次推移頻度表における各セルの頻度 f_{ij} 及び各列の合計頻度 f_i をもとに次の式によって算出された値である。

$$RNG = \frac{\sum (f_{ij}) \cdot \log (f_{ij})}{\sum (f_i) \cdot \log (f_i)}$$

ただし、頻度が0と1の時は計算から除外される。この指標の値は、ランダムな系列であるほど小さく、ランダムでない系列であるほど1に近づく。

④等頻度性 (F 10) この指標は、600回目までに選択された0~9の数字の出現頻度 f_i とその理論度数 F_i (今回はすべて60) をもとに次の式によって算出された値である。ランダムな系列では数字が等頻度に現れることが期待されるため指標の値は0に近づく。

$$F10 = \sum_{i=0}^9 \frac{(f_i - F_i)^2}{F_i}$$

⑤1次推移頻度表において1以上の頻度を記録したセル数 (NC 100) この指標は、ランダムな系列であるほど100またはそれに近い値をとると期待される。

⑥2次推移頻度表において1以上の頻度を記録したセル数 (NC 1000) 2次推移頻度表とは、生成された数系列において隣合う3個の数字 (trigram: トリグラム) を1つの事象と見なしその頻度を記録したものである。例えば、「3, 1, 4, 1, 5, 9, ……」という数系列においては「314」, 「141」, 「415」, 「159」, ……」という事象が生じたものと見なされる。今回のテストでは、このような2次推移頻度表上でいかなる偏りがあっても、直接得点の低下に結びつくことはない。例えば「4」のあとに「2」を選んだ時に得点できるかどうかは、あくまで1次推移頻度表上から決定される。「4」のもう1つ前に何が選ばれていようとまったく関係がない。しかし、もしこのテストでより柔軟な選択行動が生じているとするならば、結果的に2次推移頻度表上においても各セルにおける頻度が拡散・均等化するはずである。そこで、「000」から「999」までの可能な1000セルのうち、い

くつのセルが頻度1以上の値を記録しているかを数え上げることにした。

⑦同一キーを連続して選んだ比率 (RST) 同一キーを続けて押した頻度を期待度数で割った値である。すなわち1次推移頻度表の対角線上のセル「00」, 「11」, ……「99」の頻度を期待度数60で割った値である。

⑧隣接したキーへ移行した比率 (RSHV, RSHH, RSHD) ある数字を選択後、上隣・下隣のキーへ移行した頻度を期待度数で割った値 (RSHV), 同じく左隣・右隣へ移行した頻度を期待度数で割った値 (RSHH), 斜め隣へ移行した頻度を期待度数で割った値 (RSHD) を算出した。いずれも、ランダムな系列であるほど1に近づくはずである。

⑨後半努力比 (RSLH) 302回目の反応から601回目の反応の間に得られた得点を全

得点(1回目を除く)で割った値を算出した。この指標はランダム性とは関係がないが、もし、ステレオタイプなパターンで反応し続けた場合には、テストの後半になるほど得点が困難になってくる。したがって、この指標から、テスト後半においてどれだけ融通のきく対処ができたかということのある程度読みとることができる。

結果及び考察

各発達障害児の各指標の値と他群及びパソコンシミュレーション(21通り)における各指標中央値を表2に示した。次に、これらの指標のうち、得点と暦年齢との関係を図3に示した。

①得点 健常児園児の得点は全般に低く、200点(得点率0.333)を越えた被験者は1名(9%)のみであった。健常児児童は、成人と

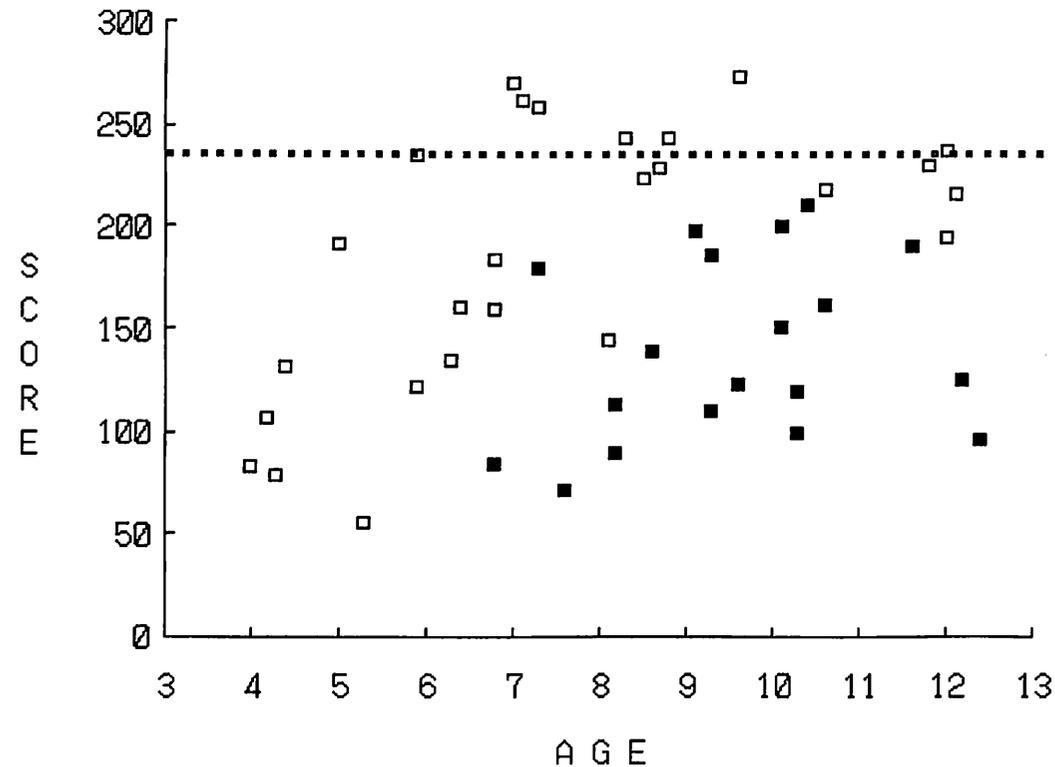


図3 暦年齢と得点との関係
□: 健常児, ■: 発達障害児, 点線は成人の中央値

ほぼ等しいレベルの得点を獲得し、12名(80%)が200点を越えた。これらは、6歳から7歳のあたりで、反応パターンに質的な発達が生じている可能性を示唆している。いっぽう発達障害児の得点は同年齢の健常児に比べて少なく、200点を越えたのは1名(5%)にすぎなかった。

②1次推移頻度表におけるカイ2乗値(F100), ③Evans¹⁰⁾が提唱したランダム性指標(RNG)これらは、いずれも数字選択の独立性にかかわる指標と言える。健常児では7歳前後から成人とほぼ等しいレベルの低い値に達しているのに対して、発達障害児では高い値に留まっている。

得点とF100についてピアソンの相関係数を算出したところ、健常児全体で-0.95、発達障害児は-0.84、成人は-0.96という値が得られた。同じく、得点とRNGとのあいだの相関は、健常児全体で-0.96、発達障害児で-0.93、成人で-0.97であった。このような強い負の相関は、ランダムに近い系列ほど高得点が得られていることを示しており、本テストで設定した強化随伴性はランダム系列の生成を促すうえで有効であったことがわかる。

④等頻度性(F10) χ^2 検定によれば、0~9の数字が等頻度で生じたとの帰無仮説が5%水準で棄却されるのは、 $\chi^2 \geq 16.9$ であることが知られている。F10の値(すなわち χ^2 値)が、16.9に満たなかった被験児は、発達障害児において10名(53%)、健常児において15名(58%)に達している。このことは、少なくとも半数以上の被験児が比較的等頻度に数字を選んでいたことを示すものである。こうした等頻度性は、しかしながら、むしろステレオタイプな選択に起因しているように思う。というのは、多くの被験児において、隣合ったキーを順々に押す行動がしばしば認められていたからである。このようなステレオタイプな行動は結果的に等頻度の選択

を可能にしてしまう。

⑤1次推移頻度表において1以上の頻度を記録したセル数(NC100)この指標は②, ③と同様に数字選択の独立性を反映するものである。健康児児童全員が90を越えたのに対して発達障害児では6名(32%)にすぎなかった。

⑥2次推移頻度表において1以上の頻度を記録したセル数(NC1000)この値が350を越えたのは、健康児児童13名(87%)、成人12名(80%)に対し、健康児園児は1名(9%)、発達障害児も1名(5%)にすぎずステレオタイプな傾向が示された。

このNC1000の値と得点についてピアソンの相関係数を算出したところ、健常児全体は0.98、発達障害児は0.96、成人は0.70と、いずれも高い相関が示された。このことは、隣合う3個の数字に基づいて算出されるランダム性指標を用いた評価においてさえも、本テストで設定した強化随伴性がランダム系列の生成を促すうえで有効であることを示すものである。

⑦同一キーを連続して選んだ比率(RST), ⑧隣接したキーへ移行した比率(RSHV, RSHH, RSHD)これらの指標の中では、特に水平方向に隣接したキーへの推移パターンが高い頻度を示した。④の項でも述べたように、このようなステレオタイプな行動は結果的に等頻度の数字選択を可能にしてしまう。

⑨後半努力比(RSLH) 健常児児童では0.5を越えた被験者が10名(67%)であるのに対して、発達障害児では4名(21%)にすぎない。このことは、発達障害児の多くにおいて、ステレオタイプな反応傾向が改善されず、テストの後半になるほど得点が難しくなったことを裏付けている。

以上の結果から、今回開発された新しい乱数生成テストは発達障害児における選択行動の柔軟性を測定する有効な方法であることが

ひとまず確認された。しかし、現時点では、このテストで測定される「柔軟性」が他の能力とどのように連関しているのかについては確かなことは言えない。発達障害児は全体として相対的にステレオタイプな推移パターンを示し、特に I Q 60 以下ではその傾向が強いが、学習障害児では I Q が低くても高得点を得た例も見られた。今後、各種発達検査における下位項目得点との関係、日常生活における特徴的な行動との関係等についてさらに詳細な検討を加える必要があるだろう。

最後に全被験者（児）の得点、RNG, N C1000 について、601 反応終了時の値と 100 回目ごとの途中経過の値との相関係数を求めたところ、いずれの指標についても、101 回目までで 0.66 以上、201 回目までで 0.85 以上、301 回目までで 0.92 以上の高い相関があることがわかった。今後、本テストを標準化するにあたっては、200~300 回程度の反応数でも充分であると言えるだろう。

謝 辞

本研究の遂行にあたっては、長崎大学医療技術短期大学部作業療法学科の土田玲子助教授・日田勝子助手の全面的なご支援をいただきました。ここに深く感謝いたします。

文 献

1. Wagenaar, WA : Generation of random sequences by human subjects : A critical survey of literature. Psychological Bulletin 1972 ; 77:65-72.

2. Weiss, RL : On producing random responses. Psychological Reports 1964 ; 14: 931-941.
 3. Yavuz, HS : The production of random letters sequences in schizophrenics. The Journal of Psychology 1963 ; 56 : 171-173
 4. Matsuda, K : Creative thinking and random number generation test. Japanese Psychological Research 1973 ; 15 : 101-108.
 5. Guilford, JP : Personality, McGraw-Hill, New York, 1959.
 6. 黒木健次 : 乱数生成法からみた分裂病の臨床経過, 日大医学雑誌 1978 ; 37 : 1333-1344
 7. 乱数テスト研究会 : 人間乱数 — 頭脳プリズム — . 自然 1973 ; 28 : 49-57.
 8. Finke, RA : Strategies for being random. Bulletin of the Psychonomic Society 1984 ; 22 : 40-41.
 9. Lopes, LL : Doing the impossible : A note on introduction and the experience of randomness. Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition 1982 ; 8 : 626-636.
 10. Evans, F J : Monitoring attention deployment by number generation : An index to measure subjective randomness. Bulletin of the Psychonomic Society 1978 ; 12 : 35-38.

(1989年12月28日受理)

A new random-number-generation test to measure response variabilities in high functioning developmental disabilities.

Yoshinori HASEGAWA

Department of General Education, The School of Allied Medical Sciences, Nagasaki University

Abstract A new random-number-generation test is presented that provides a measure of the response variabilities in developmental disabilities. The subjects were 19 children with learning disabilities, mental retardation, or autism, and comparison groups (26 normal children and 15 adults). Each subject was instructed to generate a string of digits (from 0 to 9). For each response, a personal computer calculated the frequency of the pairwise sequence (a digram). The subject received one point if his or her pairwise sequence was one of the least five frequent cases. Analyses of the data done with several randomization indexes indicated that the subjects with developmental disabilities generated more stereotypic sequences than did the normal children.

Bull. Sco. Allied Med. Sci., Nagasaki Univ. 3 : 33-43, 1989