早期失明者における空間的問題解決能力の発達縦断的研究

羽衣学園短期大学 山 本 利 和¹

A longitudinal study of the development of spatial problem solving ability in the early blinds

Toshikazu Yamamoto (*Hagoromo-Gakuen Junior College, Sakai, Osaka 592*)

To collect longitudinal data on the development of the spatial problem solving ability in the early blinds, 27 children of schools for the blind (8:11 to 14:11 years old), who participated in the Yamamoto's (1990) experiment two years ago, were re-tested using the same method as before. Five blind children (6:3 to 7:10 years) were also newly added. Subjects walked, with the guidance of the experimenter, on a route from the first to the third points. After reaching the third point of each route, subjects were required to walk back by him/herself to the first point. The trials were repeated 12 times using different routes. Subjects revealed less angle errors and less distance errors than in the previous experiment, but they did not show any change in the percentage of "longer turns" at the third point. The subjects' trails of walking changed from the nonlinear to the linear types as a function of age. Differences in the three performance measures and the developmental changes in the walking-trails of children were discussed, the latter with reference to the developmental transition of the spatial ability from the route to the survey types.

Key words: blinds, spatial abilities, walking, longitudinal studies, spatial problem solving.

視覚経験が空間的問題解決能力の発達に与える影響を調べるために実施されたいくつかの実験的研究 (e.g., Herman, Chatman, & Roth, 1983) は、視覚経験の無いことが空間的問題解決能力の発達を制限するという結果を示してきた。これに対し山本(1990)は、上記の結果が視覚に依存する割合の高い反応度を用いたためであると考え、視覚経験の乏しい場合であっても視覚に依存しない反応度を用いるならば空間的問題解決能力の発達が示されるであろうという仮説の検討をおこない、同一課題であっても測定方法によっては発達が示されるものと、そうでないもののあることを示した。

こうした結果は、視覚経験が空間的問題解決能力の発達とどの様に関わるのかを論じる上での興味深いデータを示しているが、山本(1990)の横断的研究においてのみ示されたものであり、同様の結果が別の実験でも再現されるかどうかについての確認を行う必要があらう。

山本(1990)が得た別の興味ある結果は、目的地への移動方法についての言語報告であった。年齢の低い小学1・2年の被験者の多くは、系列的な移動方法を報告したが、年長の群では空間全体の包括的な理解に基づく移動方法が報告されるようになった。このような傾向は、晴眼者の研究においても示されており (e.g., 山本・上村・賀集, 1987; Siegel & White, 1975), 視覚経験の有無に関係しない、一定の発達傾向のあることが示唆された。しかしながらこの結果は言語報告に基づいており、被験者の実際の移動についての結果は得られていない。

以上のことをふまえて、本実験では早期失明者の空間的問題解決能力の発達を、これまでにほとんどなされなかった縦断的方法で調べる。そのために、本実験は、山本(1990)の実験実施のほぼ2年後に、同一課題で同一被験者を用いて実施された。また、被験者の移動方法の発達の变化を行動レベルから検討するために、被験者に関しては、小学1・2年生についてのみ新しい被験者を実験に加えた。これは、前の実験の言語報告から、小学1・2年生の中には小学3—6年生と異なり系列的な逆行によって課題を解決しようとした被験者がいたという結果が得られたためである。

方 法

被験者 5つの盲学校の32名の早期失明者が実験に

¹ 本研究はトヨタ財団第1種研究(個人奨励研究)の助成を受けて実施された。実験に協力して下さいました各盲学校の熱意ある先生方と本研究に対する援助と助言を与えて下さった社会福祉法人日本ライトハウス芝田裕一主幹に深く感謝の意を表します。また、本論文の作成にあたり御指導をいただきました関西学院大学文学部今田寛教授ならびに東京大学教養学部鳥居修晃教授にお礼を申し上げます。

Table 1
Age, sex, and the degree of blindness of subjects in each group

Groups	Age in CA (yr : mo)		Number of subjects		Number of subjects classified according to the degree of blindness			
	Mean	Range	M	F	(1)	(2)	(3)	(4)
1-2 graders	7: 05	6: 03— 8: 10	1	4	3	0	1	1
3-4 graders	9: 06	8: 11—10: 10	2	7	3	4	1	1
5-6 graders	11: 06	10: 10—12: 06	3	6	5	4	0	0
J1-2 graders	13: 06	12: 11—14: 11	5	4	3	5	1	0

(1) Totally blind from birth. (2) Have light perception. (3) Recognize the movement of fingers 5 cm away from the eyes. (4) Recognize the number of fingers 5 cm away from the eyes.

参加した。被験者は、Table 1 にまとめられているように年齢別に4つの群に分けられた²。小学1・2年の被験者はいずれも、空間的問題解決課題での被験者経験はなかった。小学3年生以上の被験者は前の実験の被験者経験を平均24.6カ月(範囲24—26カ月)前に持っていた。被験者の障害病名は、白内障5名、視神経萎縮2名、後水晶体繊維増殖症11名、網膜芽細胞腫4名、小眼球症3名、脈絡膜黄斑部変性症1名、網膜色素変性症1名、視神経乳頭体低形成1名、網膜剝離1名、先天性無虹彩1名、人工的無水晶体2名であった。すべての被験者は、少なくとも3歳までに、視力を失ったと判定されていた。

材料 実験場所は、前の実験とほぼ同じであった。4校では体育館(30×20 m, 14×12 m, 30×14 m, 28×19 m)が、1校では講堂(22×14 m)が用いられた。

実験では Yamamoto & Tatsuno (1984) と同じ通路が用いられた。通路は45度おきの角度で配置された、放射状迷路に似た、4つの点を持つ8本の選択肢から構成されていた。各選択肢内の地点は、中心に最も近い地点だけは中心から1 mの距離に、それ以外は50 cmごとにガム・テープの薄片(約5×1 cm)を床に貼ってあらわされた。また、中心点にもガム・テープが貼られた。

被験者の移動を測定するために、移動位置検出システム(竹井機器製)が用いられた。データを記録するためにパーソナル・コンピュータ(日本電気製 PC-9801VM2)が用いられた。また、ヘッドホンからマスキング・ノイズとして60 dBのホワイトノイズが流された。

手続き 前の実験と同じ手続きを用いた。目隠しをした被験者は実験者に導かれて、8本の選択肢内の4つの

点の1つ(地点1)から出発し、中心点(地点2)までまっすぐ歩き、そこで向きを変え、地点1とは異なる選択肢内の地点(地点3)までまっすぐ歩いた。地点3で、実験者は被験者に、地点3に今いることと、実験者が“はい”と合図して被験者から離れると、地点3の上で、地点1があると思う方向にまず体を回して向きを変え、次に地点1に向かって歩き始め、地点1に達したと思ったら、立ち止まり、手を上に上げて“はい”と言うように告げた。実験者が“はい”と言って被験者から離れ、被験者が地点1と思うところまで歩き、立ち止まった後、実験者は被験者を本当の地点1まで導いて歩いた。なお、地点1と3は無作為に選ばれた。地点2での被験者の回転角度(左45度、右45度、左90度、右90度、左135度、右135度)に基づいて6種類の通路が出来るようにし、そうした6種類の通路の組合せを2通り作り実験に用いた。

1分間の試行間隔をおいて、実験は12試行繰り返された。実験に先だって、被験者に課題を十分理解させるために、2試行の練習が行われた。

実験で測定された反応は、角度誤差、距離誤差、及び遠回り率であった。角度誤差は、地点3と地点1を結ぶ線と、地点3と被験者が地点1を想定して停止した地点の角度の差を移動位置検出システムで測定することで得られた。被験者が地点3で地点1に体の向きを変えるとき、遠回りをしたのか近回りをしたのかも記録された。距離誤差は、停止地点と本当の地点1の間の距離を測定することで得られた³。

² Table 1 の視覚障害の程度の分類は、各盲学校の児童生徒のカルテに記載されていた情報に基づいて行われた。

³ 山本(1990)の角度誤差(a)と判断時間も測定したが、それらの結果は、本実験が移動位置検出システムを用いて行ったもので、直接比較の対象と出来ないために結果から省いた。

結果と考察

地点1への移動方法を分析するために、移動位置検出システムで被験者の移動を記録したものから、移動の軌跡の分類を試みた。まず、先の2つの実験経験(山本, 1990; Yamamoto & Tatsuno, 1984)よりあらかじめ生じそうな移動の軌跡を、(1) 教示通りまっすぐ目的地まで向かった場合(以後“直進”(linear trail)とよぶ)、(2) 被験者が地点3から地点1に戻る時に、地点3・2・1と通路を逆にたどって戻った場合(以後“逆ルート”(on-route-return trail)とよぶ)、(3) 地点2での体の回転感覚を地点1に戻る時にそのまま再現しようとした場合(以後“学習と同一”(reproduction-of-the-path trail)とよぶ)、(4) “その他”、の4つのパターンに分けた。Fig. 1にはそれぞれの移動パターンの例が示されている。

各被験者の12試行の結果がそれぞれの移動パターンに当てはまるかを、実験内容を知らない2人の判断者が分類し、2人共に同じパターンに分類した場合には、それをその試行の移動パターンとした。2人の意見がく離れた場合には、さらに新たな2人の判断者がパターンの分類をおこない、新しい2人の判断者の意見が一致し、なおかつそれが先の2人の判断者のどちらかの分類と同じであるならば、それを移動パターンとした。それ以外の場合はすべて“その他”として分類した。初めの2名の判断者の判断の一致率は95.1%と高く、また判断者の意見の不一致により“その他”に分類されたのは3試行だけであった。なお、分類の結果96.6%の試行が“直進”“逆ルート”“学習と同一”のいずれかに分類された。

Table 2は各移動パターンがみられた平均試行数を群

Table 2
Frequency of trials classified according to three patterns of subjects' trails

Group	Patterns of subjects' trail		
	Linear	On-route-return	Reproduction-of-the-path
1-2	6.4(4.22) ^{a)}	3.6(3.01)	1.6(1.36)
3-4	8.2(3.05)	1.8(1.47)	1.6(1.77)
5-6	10.4(1.77)	0.6(0.96)	0.7(1.05)
J1-2	10.7(1.76)	0.6(0.96)	0.6(0.73)

^{a)} Values in parentheses indicate standard errors.

別に示した表である。表より“直進”であると分類された試行数は、年齢が上がるにしたがって増加する傾向にあり、逆に“逆ルート”と“学習と同一”では減少傾向にあることがわかる。一元配置の分散分析をそれぞれの移動パターンに関して行ったら、群の主効果は“直進”と“逆ルート”について認められた(それぞれ、 $F(3, 28)=3.30$, $p<.05$; $F(3, 28)=4.40$, $p<.05$)。

以上のように、移動パターンについては、前の実験の言語報告を行動面から確認することができた。こうした移動パターンの変化はランドマーク系列をたどることから包括的な空間理解へ進むという晴眼者の空間認知研究(e.g., 山本他, 1987)で述べられていることに一致しており、視覚経験の有無に関係しない一定の発達傾向のあることが示唆された。

Table 3は前の実験と本実験を比較するために、2つの実験結果を、角度誤差、距離誤差、及び速回り率について平均値で示したものである。なお、前の実験の数名の被験者は本実験の被験者にならなかったため、表中の

Fig. 1. Examples of subject's trails when the subject walked from point 3 to point 1. The patterns were obtained by a supersonic-wave-system. Each number on the figures indicates three points constructing the route.

Table 3
Comparisons of the previous experiment (Test 1: Yamamoto, 1990)
with the present experiment (Test 2) for three performance
measures of the spatial problem solving

	Grades			Grades			Grades	
Angle error ^{a)} (degree)	Test 1	1.2	40.9	3.4	32.9	5.6	34.2	
	Test 2	3.4	30.1	5.6	23.2	J1.2 ^{b)}	23.2	
Distance error (cm)	Test 1	1.2	251.1	3.4	176.6	5.6	195.1	
	Test 2	3.4	183.6	5.6	120.8	J1.2	138.1	
Percentage of longer-turning	Test 1	1.2	25.9	3.4	13.1	5.6	28.7	
	Test 2	3.4	20.4	5.6	6.3	J1.2	26.9	

^{a)} Type-b angle error in Yamamoto (1990).

^{b)} 'J' means students of junior high school.

前の実験の結果は両方の実験の被験者となった者についての平均値である。

角度誤差と距離誤差では、3群共に本実験の値が前の実験の値よりも小さくなっており、縦断的研究における早期失明児の空間的問題解決能力の発達を示されている。2要因の分散分析(群×実験時期)をそれぞれについて行ったところ、共に実験時期の主効果のみが有意であった(角度誤差: $F(1, 24)=10.10$, $p<.01$; 距離誤差: $F(1, 25)=11.20$, $p<.01$)。遠回り率についても同様の傾向のあることが Table 3 に示されているが、先と同じ2要因の分散分析ではいずれの主効果、交互作用とも有意ではなかった。このように、本実験の結果は、空間能力の発達には視覚経験の有無に影響される部分とされない部分があるという点で前の実験に一致した結果であった。

ところで、角度誤差と距離誤差に関しては、前の実験では発達の変化が示されていなかった。こうした結果の相違の理由として、本研究が群内比較であり、発達の変化が、群間比較でなされた場合以上に敏感に検出されたことが考えられる。また、本研究では横断的発達の証拠は示されなかったが、これも先にあげたのと同じ群間比較と群内比較との差によるものと思われる。

本実験では Table 3 に示されているように、角度誤差と距離誤差の成績が2年間で向上したことが示されたが、すべての被験者がこうした縦断的な発達傾向を示したわけではなく、逆に成績の向上が示されなかった被験者もいた。本実験の3つの反応測度の平均値を前の実験のそれと比較すると、各群9名の被験者の内、角度誤差の成績が向上した被験者は、年齢の低い群の順に7人、7人、7人であり、距離誤差を減じたのは、7人、9人、6人であった。遠回り率では年齢の低い群の順に4人、7人、6人の被験者が前の実験よりも小さい値を示した

か、または前回と今回の実験の両方共に遠回り率が0%であった。また3つの反応測度のすべてで成績が向上した被験者は、2人、5人、4人であったが、逆にいずれの反応測度でも成績の向上が示されなかった被験者は、本実験の3・4年生に1人と中学1・2年生に2人であった。このように、本実験では縦断的発達に関する個人差が認められた。

本実験では、視覚障害の程度や失明原因や失明時期と、空間的問題解決能力の発達との関係を見いだせなかったが、その原因としても個人差の大きかったことがあげられる。

本研究で取り上げた身体移動による問題解決は、視覚障害者の歩行訓練と密接な関連がある研究課題なので、教育的効果をふまえた研究が求められる。その場合には、できるだけ被験者の個人差についての考慮がなされるべきであろう。この点を解明するためには、Fletcher (1981)の指摘するように、一般的な知的能力や、失明原因、あるいは3歳以前の視覚経験の有無などの要因を操作した研究が必要となるであろう。また、本研究で示された縦断的発達の生じた理由として、2年間の移動などの空間的な活動経験や、全般的な知的発達との関わりや、2年前の課題経験などが考えられる。このうち2年前の課題経験の効果については、前の実験と本実験との同じ学年同士の比較を Table 3 上で行った場合に、本実験の課題での成績が一貫して優れているということが見いだされず、可能性はないと言えるだろう。しかし、他の可能性については、本実験から結論を得ることが難しく、こうした問題を取り扱える別の研究が必要である。

引用文献

Fletcher, J. F 1981 Spatial representation in blind

- children 3: Effects of individual differences. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, **75**, 46-49.
- Herman, J. F., Chatman, S. P., & Roth, S. F. 1983 Cognitive mapping in blind people: Aquisition of spatial relationships in a large-scale environment. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, **77**, 161-166.
- Siegel, A., & White, S. 1975 The development of spatial representations of large-scale environments. In H. W. Reese (Ed.), *Advances in child development and behavior*. Vol. 10. New York: Academic Press. Pp. 9-55.
- 山本利和 1990 早期失明者の空間的問題解決能力の発達 心理学研究, **60**, 363-369.
- 山本利和・上村幸子・賀集 寛 1987 幼児における 2 種類の空間能力の発達とそれに及ぼすランドマークの効果 教育心理学研究, **35**, 163-171.
- Yamamoto, T., & Tatsuno, M. 1984 A developmental study of spatial problem solving. *Psychologia*, **27**, 228-236.
- 1989. 9. 8. 受稿, 1990. 5. 19. 受理——