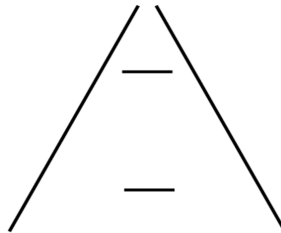


知覚の発達 — Ponzo錯視現象の年齢に伴う変化 —

藤 井 輝 男
吉 田 朋 子
田 中 未 央

錯視現象に関して発達的に見ると、錯視量が増加するものと減少するものがあるといわれている。また、同一の錯視現象であっても、増加傾向を示すという研究と減少傾向を示すという研究の両方があり、果たして発達傾向が増加なのか減少なのか明確になっていないものも多い。Ponzo錯視（図1）においても、増加傾向を示すという研究（Leibowitz & Judisch ; 1967, Farquhar & Leibowitz ; 1971）もあれば、減少傾向を示すという研究（Pressey ; 1974, Pressey & Wilson ; 1978）もあり、明確になっていない。その説明においては、増加傾向は遠近法理論（Gregory, 1963）、減少傾向は同化理論（Pressey, 1971）に基づいて説明がなされてきた。

遠近法理論によれば、Ponzo錯視は奥行き知覚に伴う大きさの恒常性の働きによって生じると考えられている。大きさの恒常性は、経験によって



水平線分は上下ともに同じ長さであるが、下の方が短く見える。

図1 ポンゾ錯視

獲得されるために加齢にしたがって恒常性は増加する (Leibowitz, Pollard, & Dickson ; 1967)。したがって、錯視量は年齢に伴って増加傾向を示すと考えられる。Leibowitz & Judisch (1967) や Farquhar & Leibowitz (1971) は、ポンゾ錯視図を用いて、2本の線分の長さを比較する方法 (比較法) で、幼児 (3歳) から老人 (90歳) までを対象に年齢に伴う錯視量の変化を調べた。その結果、錯視量は幼児から成年までは増加傾向を示し、青年期で最大となった後、50歳頃までは増減がなく、その後減少傾向を示した。遠近法理論に従えば、奥行き手がかりが多い刺激図形と少ない刺激図形を比較するとき、奥行き手がかりが多い方が当然のことながら、錯視量も多く、発達的变化もより多く受けると予想される。

一方、Pressey (1971) の同化理論によれば、ある対象を見るときにその周りの刺激 (背景刺激) の影響を受けて知覚対象は歪んで知覚されるという。背景刺激の効果が大きいほど同化による錯視は大きくなる。背景刺激の効果は、視野の中心に近いほど大きく、周辺に行くほど小さくなる (Pressey, Butchard, & Scrivner ; 1971)。Ponzo 図形の場合は、水平線分が知覚対象で、輻輳線分が背景刺激にあたると考えられる。知覚対象と背景刺激、つまり水平線分と輻輳線分との間隔が狭ければそれだけ背景刺激の効果は大きくなり、より強い同化錯視が生ずる。この場合、同化は輻輳線分の方向に起こり、水平線分の長さが過大視される。したがって、頂点に近く輻輳線分との間隔が狭い水平線分の方が、長く知覚されると同化理論では説明される。もし、注意視野の大きさが影響する (同化理論)、つまり輻輳線分との空間関係に直接的に依存するならば、他の条件は同じで刺激線分の長さだけを変えた場合、錯視量は変化するはずである。

そこで、本研究では、年齢に伴う錯視量の変化に関して再生法で測定し、その発達傾向を検討する。また、奥行き手がかりの量や刺激線分の長さを変化させた場合の錯視量を測定して、遠近法理論および同化理論の検討を行う。

実験

目的

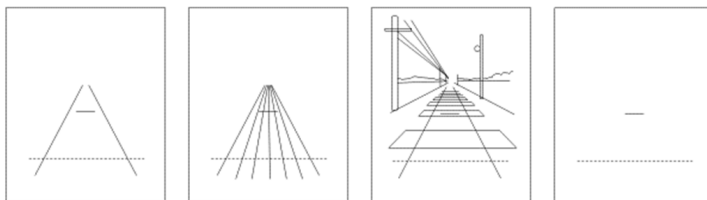
Ponzo錯視において、奥行き手がかりの量や刺激線分の長さを変化させた場合の錯視量の変化ならびに年齢に伴う変化を、再生法を用いて測定し、遠近法理論および同化理論の妥当性を検討する。

方法

刺激図形 図形条件は以下の4種類（図2）を用いた。

1. 図形A（Ponzoの標準図形）：輪郭線は頂角 54° で頂点より1cm下でカットされ、長さ16.4cm、太さ1.6mm。刺激線分は、頂点より5cmの位置にある（図2，A）。
2. 図形B（放射線付加図形）：図形Aに5本の放射線分を付け加えた図形（図2，B）。
3. 図形C（線路の絵）：レールの部分が図形Aの輪郭線分に対応する図形（図2，C）。
4. 図形D（コントロール図形）：刺激線分のみ図形（図2，D）。

全ての図形において、刺激線分から7.5cm下に実験参加者が線分を書き込むためのガイドライン（点線）がある。刺激線分の長さは、2、3、4cmの3条件。したがって、図形(4) × 刺激線分の長さ(3) = 12種類の図形が用いられた。



A. ポンゾの標準図形 B. 放射線付加図形 C. 線路の絵 D. コントロール図形

図2 刺激図形

手続き 実験参加者は、各図形について刺激線分と同じ長さと思われる線分をフリーハンドでガイドライン上に描くように教示された。各図形につき1試行のみで一人の実験参加者で12試行行うことになる。実験は、各学年ごとに集団で行った。

実験参加者 小学1年生（6歳）から高校3年生（18歳）までの各学年20名（男女各10名）および大学生（19～22歳）27名（男12名、女15名）で、合計237名。

結果および考察

各刺激図形について、実験参加者がフリーハンドで描いた線分の長さを0.5mmステップで計測したものを各刺激条件の主観的等価値（PSE）とした。さらに、刺激線分の長さごとに各図形（図形A～C）の錯視率（%）を、コントロール図形（図形D）のPSEを基準として算出した（錯視率（%）＝〔（各PSE－コントロールのPSE）／コントロールのPSE〕×100）。表1は、錯視率の平均値と標準偏差（SD）を、各刺激図形、各学年ごとに求めたものである。全体的にSDは学年が上がるにつれて小さくなり、判断のばらつきが減少していることがわかる。

表1 図形条件別錯視率（%）

	小1	小2	小3	小4	小5	小6	中1	中2	中3	高1	高2	高3	大学
A条件	10.3	12.5	7.2	8.1	8.2	9.8	8.2	5.2	6.0	8.1	5.9	6.5	7.9
SD	19.1	16.9	12.7	14.3	11.9	8.9	7.5	9.9	7.0	11.4	9.0	10.4	6.8
B条件	28.9	31.1	25.9	31.3	29.9	25.1	27.2	28.2	23.7	24.3	22.9	20.3	20.4
SD	22.7	23.9	19.6	24.9	27.6	16.3	20.5	15.2	17.4	17.8	16.1	16.0	13.3
C条件	9.5	9.5	9.0	8.5	11.5	11.3	9.6	8.6	10.1	12.1	9.3	8.7	9.9
SD	17.5	17.0	10.6	15.3	14.8	9.1	7.9	9.4	3.9	9.7	9.0	11.6	7.9

錯視量の年齢傾向について 本研究では、全体的に錯視量は年齢に伴って減少傾向を示した（図3）。分散分析の結果、年齢条件の主効果は1%水準で有意であった（表2）。

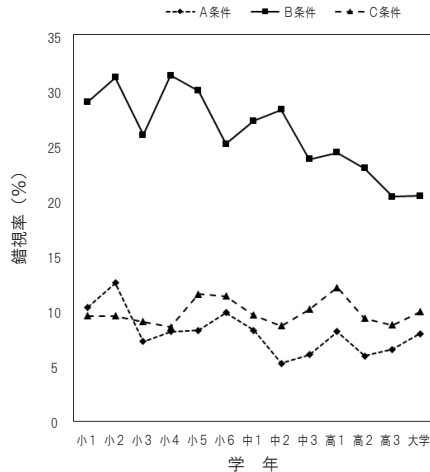


図3 図形条件別錯視率の年齢に伴う変化

表2 分散分析表 (全体)

	df	MS	F
図形 (A)	2	0.379	525.2**
線分 (B)	2	0.028	39.01**
年齢 (C)	12	0.003	3.64**
交互作用 (AB)	4	0.013	17.34**
交互作用 (AC)	24	0.002	2.11*
交互作用 (BC)	24	0.002	2.21**
誤差	48.0	0.001	

116

**P<.01 *P<.05

この結果は、Leibowitz et al. (1967) やBrislin (1974) の研究結果とは相反するものであるが、Pressey et al. (1974a ; 1978) とは一致する。錯視率を比較すると、それぞれ錯視量測定に用いた刺激図形が少々異なるが、Leibowitz et al.の研究では0～18%で、Pressey et al.は15～25%であった。本研究では、Leibowitz et al.の用いた図形(放射線)に近い図形(図2. B)で20～31%、Pressey et al.の使用した図形(ポンズの標準図形)に近い図形(図2. A)で5～13%の錯視率が得られた。

遠近法理論 (Gregory, 1963) に基づいて考えると、ポンゾ錯視は年齢によって増加するはずである (Leibowitz & Judisch ; 1967, Farquhar & Leibowitz ; 1971) が、本研究の結果はこれを支持しないことは明かである。

いっぽう、Presseyの主張する注意視野と同化理論によれば、ポンゾ錯視は同化錯視であるため、他の同化錯視と同じく年齢に伴って錯視量は減少するはずである。本研究では、この考え方を支持する結果であった。

図形条件間での錯視量の差 分散分析の結果 (表2)、図形条件の主効果は全学年にわたって有意 ($p < .01$) であった。各図形条件における錯視量は、B条件 (放射線) で最も多く、次いでC条件 (線路の絵)、A条件 (ポンゾの標準図形) の順であった。

ポンゾ錯視が、奥行き知覚に伴う大きさ恒常性の作用によって生ずる (Gregory, 1963) のであれば、奥行き手がかりの多いC条件の錯視量が最も多くなると予想されるが、本研究の実験結果とは一致しない。

同化理論における注意視野の概念 (Pressey, 1971) を用いると、注意視野内に含まれる背景刺激の量は、B条件 (放射線)、C条件 (線路の絵)、A条件 (ポンゾの標準図形) の順に減少しているので、判断時に生ずる同化錯視もこの順に減少しているものと考えられる。本研究でも、C条件とA条件とは錯視量の差が小さく、B条件とA、C条件との錯視量の差が大きかった。これは、注意視野内の背景刺激の量という観点から比較すれば、A条件とC条件にはほとんど差が無く、B条件だけ背景刺激量が非常に多いため錯視量が大きくなったと考えることができるであろう。また、B条件では、注意視野内に含まれる背景刺激の量が多く、各放射線分が新たな輻輳線分としてさようするために、より強い同化錯視が生じ年齢に伴う錯視量の減少傾向が大きくなったと考えられる。

ただし、B条件は、単にポンゾ図形を変形させただけではなく、ポンゾ

錯視に更に別の錯視が加わっている可能性も言及しておかなければならない。Pressey (1974a) は、B条件のような放射状の図形は、ポンゾ図形とオッペル・クント錯視との総和であると述べている。オッペル・クント錯視においても錯視量は年齢に伴って減少する (Pressey, 1974a) ので、B条件は両錯視の効果でより顕著な年齢傾向 (減少傾向) が生じたと考えられる。

Brislin (1974) の比較法による実験では、線路図形の方が放射線図形よりも錯視量が多いという結果を示している。それは、Brislinが使用した線路図形は、写真を使用しており、小石や草など肌理の勾配となる要素が、線画とは異なり多く含まれていたためと考えられる。肌理の勾配は、背景刺激の量としても多くの情報を含み、さらに奥行き手がかりも多く含んでいる。そのため、錯視現象に付加的効果をもたらし、そこに大きさ恒常性が働いたと考えられる (Newman & Newman, 1974; 山上と牧野, 1982)。ただし、奥行き手がかりはあくまで付加的効果に過ぎず、ポンゾ錯視の主たる原因としては考えられない。

測定方法 (再生法) について 本研究においては、刺激線分に平行な点線の上に、刺激線分と同じ長さに見える線分を描くという再生法を用いた。他にも、刺激線分の下にあらかじめ用意されているドットをスタート点として描かせるもの (Pressey, 1974b) や画面上に提示された比較線分の長さを実験参加者が調整する方法 (Reardon & Parks, 1983) などがある。

Thompson & Schiffman (1979) は、ポンゾ図形の水平線分と輻輳線との類似度を減らし、水平線分に注意が集中すると錯視量が減少することを示した。彼らは、輻輳線の色を緑 (一定) にし、水平線分を2本とも緑、赤と緑、2本とも赤に変化させた場合のそれぞれの錯視量を比較した。その結果、水平線分が2本とも赤の時、錯視量は最小になった。これは、色が異なることによって輻輳線分との類似度が最も低くなり、水平線分に対

する注意が最も高くなったためと考えられる。

いずれの方法においても、再生の際に対象となる2本の平行線分に注意が集中することが仮定される。つまり、本研究で用いた再生法は、上下の線分の長さを比較する場合（比較法）に比べて図形をより分析的に捉えるのではないかと考えられる。

刺激線分の長さ 注意視野と同化理論（Pressey, 1971）に基づく、刺激線分が長くなるとそれだけ注意視野が広がるので、輻輳線分の効果も大きくなるはずである。刺激線分が4 cmの時に同化錯視が最も強く、錯視量も最も大きくなるはずである。しかし、本研究の結果では、刺激線分の長さの変化に伴う錯視量の組織的变化は見られず、同化理論の説明とは一致しなかった。刺激線分の長さに関しては、今後さらなる検討が必要であらう。

引用文献

- Brislin, R. W. 1974 The Ponzo illusion: additional cues, age, orientation, and culture. *Journal of Cross-Cultural Psychology*. 5. 139-161.
- Farquhar, M., & Leibowitz, H. W. 1971 The magnitude of the Ponzo illusion as a function of age for large and small stimulus configurations. *Psychonomic Science*, 25. 97-99.
- Gregory, R. L. 1963 Distortion of visual space as inappropriate constancy scaling. *Nature*. 199. 678-680.
- Leibowitz, H. W., & Judisch, J. M. 1967 The relation between age and the magnitude of the Ponzo illusion. *American Journal of Psychology*. 80. 105-109.
- Leibowitz, H. W., & Pollard, S. W., & Dicson, D. 1967 Monocular and binocular size-matching as a function of distance at various age-levels. *American Journal of Psychology*. 80. 263-268.
- Newman, C. V., & Newman, B. M. 1974 The Ponzo illusion in pictures with and without suggested depth. *American Journal of Psychology*. 87. 511-

516.

- Pressey, A. W. 1971 An extension of assimilation theory to illusion of size, area, and direction. *Perception & Psychophysics*. 9. 172-176.
- Pressey, A. W. 1974a Age changes in the Ponzo and filled-space illusions. *Perception & Psychophysics*. 15. 315-319.
- Pressey, A. W. 1974b Evidence for the role of attentive fields in the perception of illusions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 26. 464-471.
- Pressey, A. W., & Wilson, A. E. 1978 Another look at age changes in geometric illusions. *Bulletin of the Psychonomic Society*. 12. 333-336.
- Pressey, A. W., Butchard, N., & Scrivner, L. 1971 Assimilation theory and the Ponzo illusion: quantitative predictions. *Canadian Journal of Psychology*. 25. 486-497.
- Rearson, M. E. & Parks, T. E. 1983 The Ponzo illusion without suggested depth. *American Journal of Psychology*. 96. 107-112.
- Thompson, J. G. & Schiffman, H. R. 1979 The role of attention in the perception of the Ponzo illusion. *Bulletin of the Psychonomic Society*. 13. 336-338.
- 山上暎、牧野達郎 1982 幾何学的錯視の遠近法理論 サイコロジー、29. 21-29.