

## I. 緒論

両眼視が良好でなければ空間認知に問題が生じる<sup>1)</sup>ことは容易に想像できる。また発達障がいなどによる神経回路の未構築によって空間認知が低下することも報告されている<sup>2)</sup>。ただ空間認知には視覚のみではなく、触覚・聴覚・嗅覚・前庭覚・固有覚など様々な感覚が動員されている。そのため、全盲の場合も空間認識が行われている<sup>3) 4)</sup>。空間認知は脳内の二つの視覚経路のうち、主に背側経路で処理されているが、外部感覚のみならず動きの情報によって安定した空間を脳内に表現することが可能である<sup>5)</sup>。

空間認知によって、球技などのスポーツや地図・図面から地形や建物の大きさを理解することができる。苦手さがあると、ぶつかったり、転んだりしてしまう。特に下りの階段の傾斜や高さや幅を把握するのが困難となる。また鉄棒や跳び箱では踏切位置や高さの把握の困難さから苦手となる場合がみられる。さらに自分のいる場所や方向が分かりにくいことから迷子になる場合も珍しくない。学習場面では、漢字の部首の位置関係や向きを間違えることや工作を嫌がることがある。

通常の発達において左右に正しく反応できるのは4歳後半以降<sup>6)</sup>であり、空間認知能力の右脳への集中化は男性では6歳、女性では12歳と性差が認められる<sup>7)</sup>。空間認知を定量的に評価する方法の一つに立体視検査がある<sup>8)</sup>。立体視は左右の網膜中心窩への両眼視差の情報をもとに頭頂葉角回において処理されている<sup>9)</sup>。ただ、中心窩抑制があったとしてもそれ以外の網膜の働きによって大まかな空間認知は可能であるし、運動する上で周辺視の情報は不可欠である<sup>10)</sup>。しかしながら、中心視以外の粗大な空間認知の定量的評価方法は確立されていない。斜視などを対象にした空間局在の簡易検査方法に **Gross evaluation of ASK<sup>11)</sup>** があり、これを応用して身体と物体の空間位置の認識である自己中心局在を定量的に評価することによって空間認知能力が評価できるかどうかについて検討した。

## II. 実験方法

男性 27 名、女性 25 名の成人、計 52 名を対象に普段の矯正状態で測定した。事前に空間認知に関する 5 項目のアンケート（表 1）を行った。なお、アンケートは奥村ら<sup>1,2)</sup>のものを参考に作成した。アンケート 5 項目の中で 4 つ以上に該当する空間認知に問題がある被験者 10 名と、2 つ以下である空間認知に問題がない被験者 23 名の 2 つのグループでの比較検討も行った。

表1 アンケート項目

1	方向音痴であり、道に迷うことがある
2	地図を進行方向と同じ向きにしないと使えない
3	スポーツでボールとの距離が分かりづらい
4	あると分かっているのにものにぶつかる
5	ハガキの宛名や白紙に文章を書くとき全体的なバランスが悪い

測定には 55 インチのタッチパネル式ディスプレイを使用し、作成した自己中心局在を測定するコンピュータープログラムを起動させた。このプログラムはディスプレイ上に 50 cm × 50 cm の正方形を提示させる。正方形は視野に換算すると 60 度である。正方形は白で 332.1can/m<sup>2</sup>、周辺は黒で 0.47can/m<sup>2</sup>である。よって、正方形のコントラストは 99.72% となる。また室内照度は 50Lx である。この正方形は 1 回ずつ上下左右方向にランダムに 2 cm ~ 5 cm 位置を変えて表示される（図 1）。

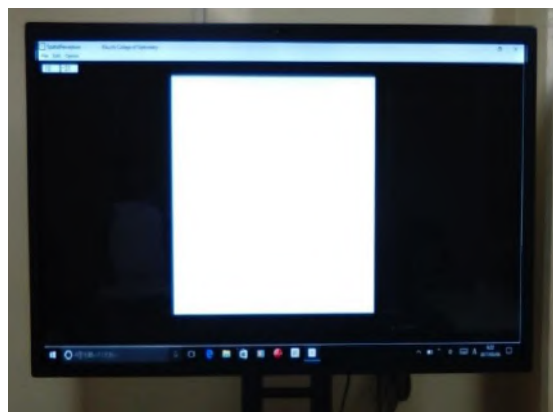


図 1 55 インチのタッチパネル式ディスプレイ

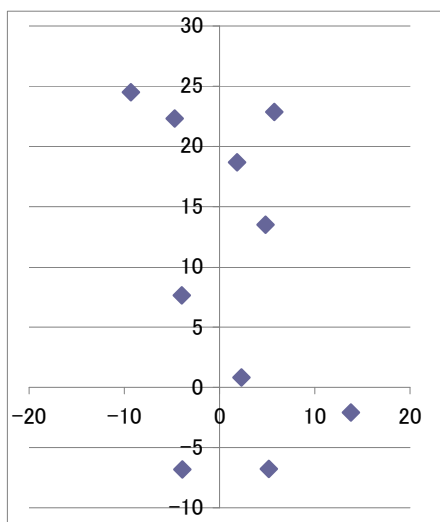
被験者はディスプレイに平行に 45 cm 離れて立たせた。正方形の中心と目の高さとの関係には統計上有意な差が認められなかったため、高さの調整は行っていない。また横方向への移動は自由である。被験者には表示される正方形の

中心をイメージさせ、そこをタッチペンで指すよう指示した。なお、正方形は25回提示される。測定結果は正方形の中心を0としてプラスまたはマイナスでx軸方向とy軸方向のずれを計測させた。なお、値はドット数で示される。また、縦横それぞれ50cm中に570dotずつである。

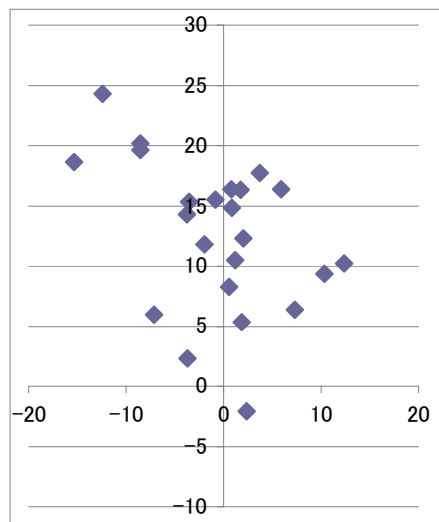
### Ⅲ.実験結果

分析は、タッチした位置が正方形の中心からどれだけ離れたかといった自己中心局在の偏位と、タッチした位置が25回の内、どの程度変化するかといった自己中心局在の安定性の2つに注目した。52名全ての被験者のX値の平均と標準偏差は $+4.82 \pm 4.05$ dot、Y値の平均と標準偏差は $+14.17 \pm 8.03$ dotであった。

空間認知に問題を持つグループと、持たないグループの自己中心局在の偏位についてX値、Y値それぞれに対し、t検定の基準値を用いて分析した。X値において位置の偏りが認められたのは、問題ありのグループで6人(60%)、問題なしのグループで11人(47%)であった。Y値において位置の偏りが認められたのが、問題ありのグループで7人(70%)、問題なしのグループで19人(82%)であったが統計的な有意差は認められなかった(図2・3)。



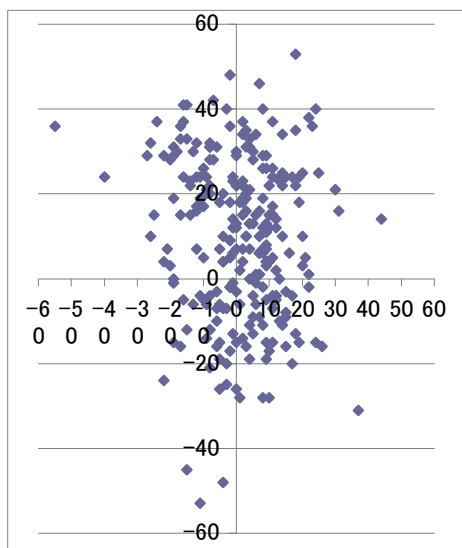
10名の各平均値をプロット  
図2 自己中心局在の偏位  
(空間認知に問題あり)



23名の各平均値をプロット  
図3 自己中心局在の偏位  
(空間認知に問題なし)

空間認知に問題を持つグループのX値 $+1.18 \pm 13.12$ dot、Y値 $+9.48 \pm 18.93$ dotと持たないグループのX値 $-0.65 \pm 11.93$ dot、Y値 $+12.61 \pm 15.57$ dotの自己中心局在の安定性についてX値、Y値それぞれについてF検定を用いて比較を行

ったところ、両方向において有意差がみられ ( $F < 0.05$ )、空間認知に問題を持つグループの安定性が低かった (図 4・5)。



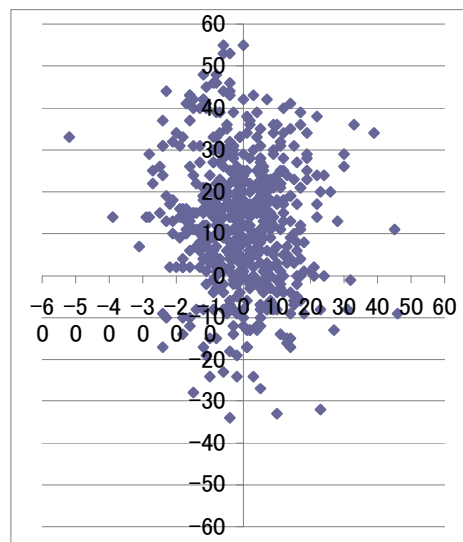
10名すべての250ポイントをプロット

X値  $1.18 \pm 13.12 \text{dot}$

Y値  $9.48 \pm 18.93 \text{dot}$

図4 自己中心局在の安定性

(空間認知に問題あり)



23名すべての575ポイントをプロット

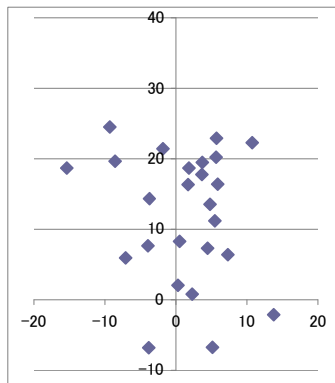
X値  $-0.65 \pm 11.93 \text{dot}$

Y値  $12.61 \pm 15.57 \text{dot}$

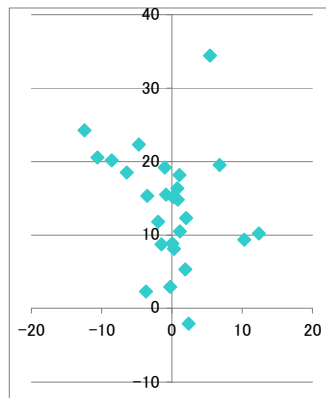
図5 自己中心局在の安定性

(空間認知に問題なし)

次に自己中心局在の性差について検討した。なお、この分析においては後で示す未熟児網膜症の男性の症例を除いた。偏位の分析は X 値において t 検定の基準値により偏りが認められたのは 51 人中 25 人であり 49%であった。25 人の内訳は 10 : 15 で女性が多かったが、統計的な有意差はみられなかった。Y 値で偏りが認められたのは 51 人中 43 人であり 84%であった。43 人の内訳は 24 : 19 で男性が多かったが統計的な有意差はみられなかった (図 6・7)。

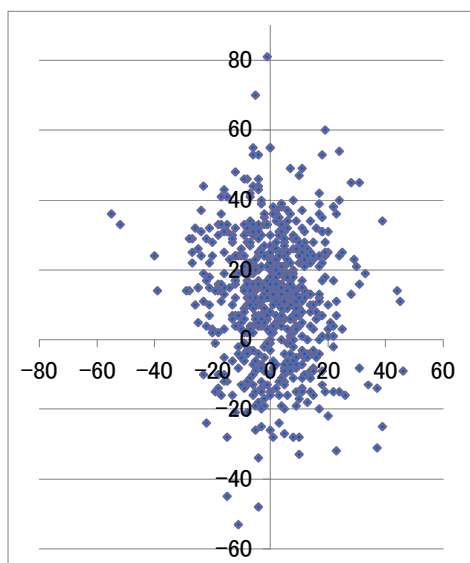


25名の各平均値をプロット  
図6 自己中心局在の偏位(女性)

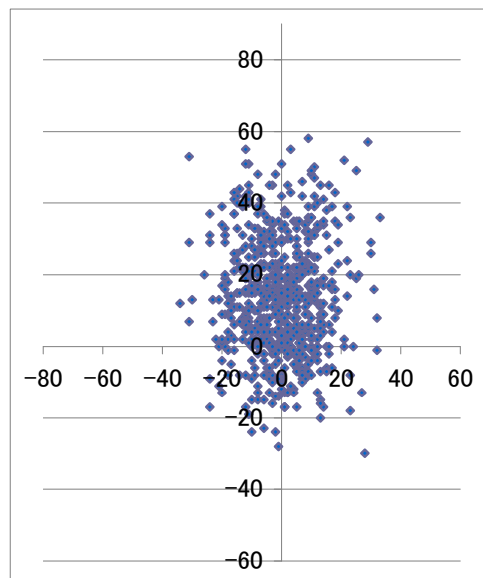


26名の各平均値をプロット  
図7 自己中心局在の偏位(男性)

性差についての自己中心局在の安定性を X 値、Y 値それぞれにおいて F 検定を用いて比較をした。男性の X 値 $-0.38 \pm 11.13\text{dot}$ 、Y 値 $+13.96 \pm 16.00\text{dot}$  に対して女性の X 値 $+1.18 \pm 13.03\text{dot}$ 、Y 値 $+12.00 \pm 18.33\text{dot}$  であり、両方向において有意差がみられ ( $F < 0.05$ )、女性の安定性が低かった (図 8・9)。



25名すべての625ポイントをプロット  
X値  $1.18 \pm 13.03\text{dot}$   
Y値  $12.00 \pm 18.33\text{dot}$   
図8 自己中心局在の安定性(女性)



26名すべての650ポイントをプロット  
X値  $-0.38 \pm 11.13\text{dot}$   
Y値  $13.96 \pm 16.00\text{dot}$   
図9 自己中心局在の安定性(男性)

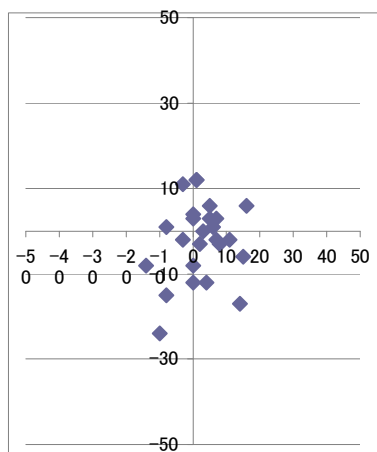
#### IV. 考察

図 4・5 で示したように粗大な空間認知能力の評価には、自己中心局在の安定性を用いることができると思う。これは、空間認知の苦手さは実空間でのずれと関係しているとする報告<sup>13)</sup>と一致する。図 8・9 で示したように男性に比べて女性の自己中心局在の安定性が低い。これは脳機能の発達の相違という点で差があるという結果<sup>7)</sup>と一致する。

一方で、空間認知能力の評価には、自己中心局在の偏位は有効ではないと考える。しかし、全体の偏位の平均をmm換算すると X 値は 0.15mm、Y 値は 12.09mm と Y 値が 78 倍大きくなる。X 値に対して Y 値の偏位が大きいのは、人間の目が水平方向に離れて位置しているため水平方向の位置の確定は確かであるのに対して、垂直方向の位置が不確かであるからだと考える。

X 値、Y 値における t 検定の結果において偏りが多くみられることと、X 値、Y 値がともにプラス側に寄っていることに関しては利き手や利き目が大きく影響しており<sup>14)</sup>、利き手や利き目は統計的に右の方が多いためであると考えられる。

興味深い 2 件の症例をアンケートで該当項目が 1 個であった空間認知に問題がない被験者 A (図 10) と比較する。被験者 A は X 値、Y 値ともに有意な偏位は認めず、安定性にも問題は認められない。図 11 は未熟児網膜症の男性の結果である。右側からのボールが見つらい、遠方・近方ともに右外斜視で固視が不安定、偏光板検査にて近方で交代性の抑制がみられるなどの問題を持っている。自己中心局在の安定性を F 検定を用いて被験者 A と比較したところ、X 値、Y 値ともに有意な差が認められ ( $F < 0.05$ )、自己中心局在が不安定であると言える。これは、未熟児網膜症児の移動行動の発達が一般と比較して大きく異なるとする報告<sup>15)</sup>と一致する。

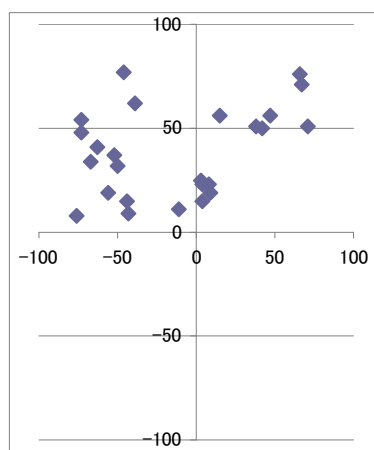


25ポイントをすべてをプロット

X値 +2.36±7.58dot

Y値 -2.08±9.10dot

図10 正常な視機能を持つ被験者A



25ポイントをすべてをプロット

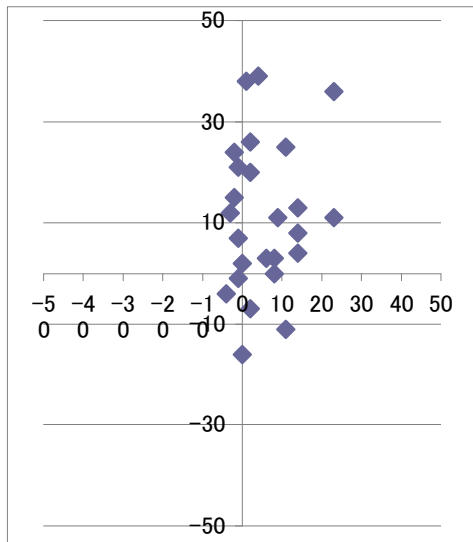
X値 -12.76±48.49dot

Y値 +38.52±21.45dot

図11 未熟児網膜症の症例

図 12 はアーレン症候群の女性の結果である。階段やエスカレーターでは必ず手すりを使う、物との距離感が分かりづらいなどの空間認知に関する問題を持っている。このようにアーレン症候群では空間認知の問題が生じることが報告されている<sup>16)</sup>。自己中心局在の安定性を F 検定を用いて被験者 A と比較したところ、X 値は有意な差はなく、Y 値においてのみ有意な差が認められた ( $F < 0.05$ )。これらの結果は一見すると今までの報告と矛盾するようにみえるが、視覚情報以外の感覚情報も導入させて空間を認識していると考えられる。

このように自己中心局在の分散を調べることは個々の被験者の空間認知特性を知る上で貴重な資料になりうると思う。また小児においても簡単に短時間で有効なデータを得ることができる。今後もデータを積み重ねることで有益なことが分かってくると考える。



25ポイントすべてをプロット

X値  $+5.52 \pm 7.74 \text{dot}$

Y値  $+11.16 \pm 14.78 \text{dot}$

図12 アーレンシンドロームの症例

## 文献

- 1) 藤田一郎・田中宏喜・谷川久：「腹側視覚経路における両眼視差と面の情報処理」、VISION、13 (2)、87～91、2001.
- 2) 小野恵：「空間認識の発達と言語力に関する一考察」、日本美術教育研究論文集、46、29～36、2013.

- 3) 柳原崇男：「視覚障害者の視覚認知・空間認知と歩行環境整備」、土木計画学研究講演集、12、40～52、2009.
- 4) 笹田昭三・田中利江：「盲児における図形・空間認知力の育成」、鳥取大学教育学部研究報告、34(1)、19～48、1992.
- 5) 吉井宏：「空間認知の方法と発達について」、美術科教育学会誌、4、21～33、1982.
- 6) 寺田敦子・辻慶子・池田行伸：「子どもの空間認知能力と行為の発達」、J.Fac.Cul.Edu.Saga Univ、6(1)、31～42、2001.
- 7) 新井康允：「脳の性差—男と女の心を探る」、共立出版株式会社、1999.
- 8) Fahle M・Henke-Fahle S・Harris J: “Definition of thresholds for stereoscopic depth” ,78(7),572-576,1994.
- 9) 村田哲：「空間知覚」、眼科学辞典、<https://bsd.neuroinf.jp/wiki/空間知覚>.
- 10) 福田忠彦：「運動知覚における中心視と周辺視の機能差」、テレビジョン学会誌、33(6)、479～484、1979.
- 11) John R.Griffin:Binocular Anomalies Procedures For Vision Therapy,96,Professional Press,Inc.
- 12) 奥村智人・渡邊洋・三浦朋子・中西誠・若宮英司・玉井浩：「学童用地誌的見当識チェックリストの作成」、眼鏡学ジャーナル、20、36～39、2016.
- 13) Kelly J.Knueppel,O.D,FCOVD:「パフォーマンスレンズの処方」、JOA ジャーナル、31 (2)、123～126、2013.
- 14) 間下以大・新谷晃一・清川清・竹村治雄：「指差し動作における利き手および利き目の影響に関する調査」、研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア (CVIM) 197 (4)、1～7、2015.
- 15) 嶋田沙織：「未熟児網膜症児における早期発達の評価方法に関する研究」、発達支援研究、12、10～12、2008.
- 16) Mark Rosenfield,Nicola Logan,Keith H.Edwards:Science Techniques and Clinical Management,Optometry,2009.