

# 児童期における方向推測の正確さに関する 探索的研究

竹内謙彰

学校教育講座 (心理学)

## Exploratory study on pointing accuracy in primary school children

Yoshiaki TAKEUCHI

*Department of School Education (Psychology), Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan*

**Summary:** The main aim of the study was to examine the following hypotheses: (1) Older children in primary school would point to landmarks in their school campus more accurately than younger ones; (2) Boys would outperform girls in pointing accuracy. Response bias with direction-circle was also examined. Participants were 3<sup>rd</sup> (mean age = 7;7 yrs), 4<sup>th</sup> (8;6), 5<sup>th</sup> (9;7), and 6<sup>th</sup> (10;6) grade primary school children in north London. They were instructed to indicate the direction of landmarks on their school campus by drawing arrows on the sheet from the centre to circumference.

Results suggested the followings: Firstly, 3<sup>rd</sup> graders were less accurate than other graders. Both period of experience and cognitive development could cause the age effect. Secondly, it was found that boys were more accurate in pointing than girls, though participants are not yet adolescent age. Thirdly, there were significant differences between the actual and pointed directions in fourteen of 24 targets, five of which had a tendency toward the horizontal/vertical, and two toward the centres (diagonals) of quadrants. There might be pointing bias toward horizontal or vertical line, when using directional circle.

### 問 題

環境空間内にある対象の方向を、直接には見えない位置から推測することは、大規模空間に対する認知能力の指標として、心理学研究ではかなり以前からよく用いられてきた (e.g., Trowbridge, 1913)。特に、紙上に印刷された円内に対象の方向を線分 (矢印) で記入する測定手法は簡便な方法であり、よく用いられる。本研究もこの手法 (以下、方向推測円と称する) を用いている (図1参照)。

大規模空間での方向指示の正確さが空間能力の指標であると捉えた場合、発達的には、正確さの向上がどのような経過をたどって発達するかが、検討課題となる。自己位置から見えないけれども既知である場所を推測する際に求められる能力は、どのようなものであろうか。あり得る一つの考え方は、かなり正確な方向推測ができるためには、サーベイマップ的な認知地図が形成されていることが求められるとするものである。スケッチマップを描かせる研究では、サーベイマ

ップの形成が可能になるのは、おおよそ10歳頃くらいであると指摘されている (e.g., 谷, 1980)。しかし他方、もっと早くから正確な方向推測が可能であるとも考えられる。熟知性の高い空間の場合で求められる反応が動作的なものである場合には、幼児においてもルートマップだけでなくサーベイマップの形成も可能

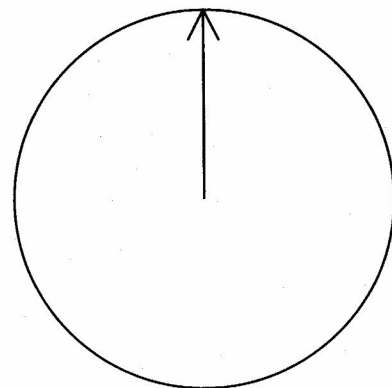


図1 方向推測円の例

だとする報告もある (e.g., 山本・上村・賀集, 1987)。実際、認知地図 (cognitive map) という用語を、おそらく学術用語として最初に用いたと思われる Tolman (1948) は、ネズミにおいてすら、ルートに関する知識だけで空間を把握しているのではないことを実験で示している。つまり、Tolman (1948) の実験では、迷路内での経路学習を行った後、経路を取り払うと、ネズミたちは、かなり正確に、ゴールとなる方向を選択できたのである。これは、少なくとも動作的なレベルでは、ある種のサーベイ的な認知地図が形成されていると考えられるのである。

以上述べたことから、発達的に比較的早い時期から、正確な方向指示が可能ではないかと考えられる。ただし、方向指示の測度によって、難易度が変わる可能性がある。見ることができない場所を、指や手で身体動作的に示す場合と、紙に線分や矢印を描いて方向を指示するのとでは、後者の方が難易度が高いだろうと予測される。動作的なレベルでは、幼児でも方向推測が可能であるのに対し、紙上に描画を求めようとする課題になると、描画スキルが必要であることを差し引いても、関与するスキルには高次なものが必要となる。本稿で用いた測度も線分を描かせて方向を指示させる課題なので、やや難易度が高いのではないかと考えられる。なぜなら、紙上に方向を示す線分を書き込む課題は、空間情報を三次元のものから二次元平面上に変換しなければならないからである。こうしたことを考慮に入れて、大まかな発達的变化の予測を立てるとどうなるだろうか。

Lehning, Leplow, Haaland, Mehdorn, & Ferstl (2003) の先行研究では、児童期において、年齢の上昇に伴う正確さの向上が見られている。ただし、彼らの用いた4つの年齢群は、平均4歳10ヶ月、6歳10ヶ月、11歳6ヶ月及び12歳6ヶ月であり、低年齢と高年齢での幅が大きく、その間の発達的变化については明らかではない。言ってみれば、幼児期後期・児童期はじめと児童期の終わり頃を比較して発達差がある、と主張しているわけである。大きな年齢幅の間にどのような変化があるのか、漸進的な変化なのか、大きな変化が生じる時期があるのかについて、彼らの研究では明らかではない。本研究の一つの着眼点は、Lehning et al. (2003) が対象とした年齢範囲の間に位置する年齢幅において、発達的な変化が見られるかどうかを確認することである。

今までの議論や先行研究などのデータなどから、児童期においては、熟知性の程度が増すことで、徐々に方向指示の正確さが増すが、おおよそ、視点取得の獲得や認知地図のサーベイマップ化の一応の完成などがあるとされる10歳頃には完成水準に達するのではないかと推察される。

ところで、空間能力には、場合によっては性差が見

られることが指摘されている (e.g., Maccoby & Jacklin, 1974; Voyer, Voyer & Bryden, 1995)。Maccoby & Jacklin (1974) のレビューでは、性差が見られるのは、発達的には思春期以降であることが指摘されているが、その後の研究では、課題によっては思春期以前から性差が見られることが指摘されている (Voyer, Voyer & Bryden, 1995)。ここで用いる課題が、いわゆる空間能力を測定しているかどうかについては、検討の余地があるが、課題の遂行過程で、三次元空間の情報を二次元平面上に変換することが含まれており、この点で空間能力が関与しているのではないかと考えられる。そうであるならば、性差が見いだされる可能性があるだろう。ただし、ここで見いだされる性差の原因が、生物学的要因の関与が大きいのか主として経験的要因によって形成されるものかについては、本研究で扱う諸要因からは何とも判断は下し得ない。ここでは、今後の研究発展のための探索として、位置づけておきたい。

さて、発達的变化ならびに性差の要因以外に、本研究では、方向推測円を用いることがもたらす、反応のバイアス (Waller, Beal, & Loomis, 2004) に関して検討を加えておきたい。

方向推測円は、図1に示すように、円内に矢印 (子どもの向いている方向を示す) だけが描かれたものに、子どもがランドマークの方向を線分で描き込むことを求める課題である。円内に描かれた矢印だけが方向の手がかりになる。しかしこうした場合でも、方向に関して潜在的な手がかりは存在すると考えられる。一つの考え方は、座標軸方向、すなわち鉛直方向と水平方向が、空間を区切る役割を果たすので、方向推測にあたっては、実際の方向より座標軸方向に判断が歪むという可能性である (e.g., Sadalla & Montello, 1989)。すなわち、図2に示した実線に向かう方向でのバイアスが生じることが予想される。それに対して、座標軸はあくまで枠組みを与えるものであり、その中間の角度こそ、方向の典型となるとする考えもある (e.g., Huttenlocher, Hedges & Duncun, 1991)。この場合、

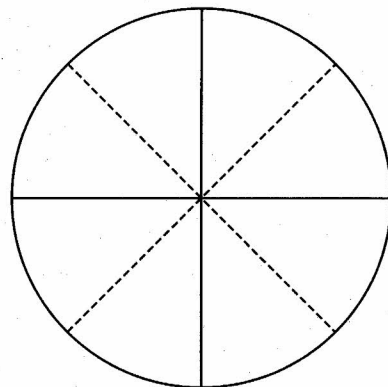


図2 方向バイアスの生じる二つの可能性

図2の点線に向かう方向でバイアスが生じることが予想される。反応バイアスに関して、より詳細に検討するためには、方向推測円ではない方法で、方向を推測する群を設け、比較を行う必要がある。今回は、そうした比較のための群は設けていない。本研究はあくまでも探索的なものであるため、予測される方向に反応が歪むのかどうかを分析し、今後の研究につなげたいと考えるものである。

### 目的

本研究の目的は大きく分けて二つに分かれる。第1の目的は、①学校内の対象の方向推測の正確さは、児童期において年齢と共に向上するであろう、②児童期においても男子の方が女子より方向指示が正確であろう、という発達の变化ならびに性差に関する仮説を検討することにより、児童期における方向推測円を用いた方向推測の正確さの発達の变化ならびに性差に関して考察を加えることである。

第2の目的は、方向推測円を用いた場合の反応バイアスについての検討を行うことである。どのような反応バイアスが生じるかは、テスト刺激をどのように知覚するかによるところが大きい、そのことに関しては二つの可能性がある (Waller et al., 2004)。一つは、円内を4つの象限に分けるような知覚がなされる場合で、反応バイアスは、各象限の中心方向に収束することになる。それに対し、各象限というより円内の空間を区切る垂直ならびに水平の方向そのものに反応が収束する傾向があるとする予測も成り立つ。どちらの予測がより適合的か検討する。

### 方法

#### 対象児

英国ロンドン北部の初等学校に在籍する7歳から11歳の子ども109名。内訳は、第3学年27名(平均7歳7カ月;男子14名,女子13名)、第4学年27名(平均8歳6カ月;男子16名,女子11名)、第5学年29名(平均9歳7カ月;男子14名,女子15名)、および第6学年26名(平均10歳6カ月;男子12名,女子14名)であった。

#### 手続き

主要な課題は、用紙に印刷された円内に矢印を描くことで学校内の六つのランドマーク(幼稚園、コンピューター・エリア、図書エリア、炊事場、正門、副校長室横の階段)の方向を指示することであった。ランドマークはいずれも子ども達によく知られた場所であった。

課題はクラスごとに実施された。対象児全員に六つの円があらかじめ印刷されたA4サイズの検査用紙(附録参照)が配布され、記入されている円の中心が自分の位置であり真上の方向に教室の正面であるホワイトボードが位置すること、および方向を指示するた

めの矢印の記入方法が教示された。また、まっすぐ正面にホワイトボードを見ることができるときの向きで記入するよう強調された。

なお、実証研究を始めるにあたっては、筆者が当時在外研究で滞在していた英国Middlesex大学における心理学研究領域の倫理審査委員会の承認を受けた。また、実施の際には、協力をお願いするが、途中でいつでもやめて良いことを、実施上の諸注意と合わせて対象児に教示した。

#### スコアリング

本研究の測度は方向角度誤差である。角度誤差を算出するにあたっては、各クラスごとにその中心点(各教室は長方形なので、その対角線の交わる点)から各ランドマークに延長した直線と、それぞれの子どもが描いた直線とが作る角度を、角度誤差として採用した。教室には広さがあるので、一方の端と他方の端とで、ランドマークに向かう方向に若干の角度差が生じうる。各教室ごとに生じうる誤差を、学校の平面図をもとに推定したところでは、最大2度程度の差があると考えられた。本来は、各人ごとに補正を行うべきであるが、子どもの着席位置は記録していなかったため、今回の分析では、そうした補正は行っていない。それゆえ、いくらか角度誤差を含んでいることを、あらかじめお断りしておく。

### 結果

#### 方向指示の正確さの発達の变化及び性差

実際の6つのランドマークの方向と記入された矢印の方向の間の角度(方向誤差)の絶対値の平均を方向指示の正確さを示す測度として用いた(図3参照)。分布の偏りを修正するため対数変換した値に基づき、学年×性別の二要因分散分析を行ったところ、性別の要因で有意な主効果があり( $F[1,101] = 10.41, p < .01$ )、方向誤差は女子の方が大きいことが示された。また学年にも有意な主効果があった( $F[3,101] = 2.94, p < .05$ )が交互作用は有意ではなかった( $F[3,101] =$

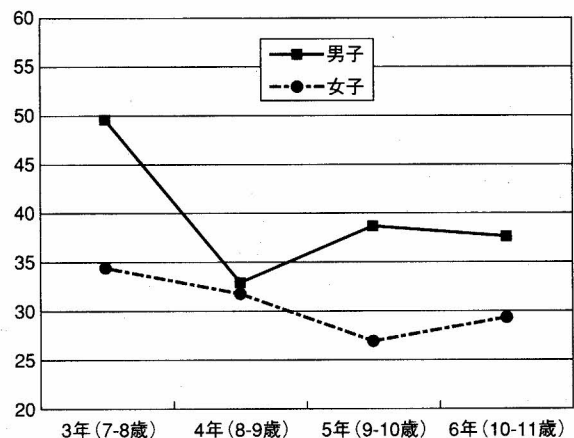


図3 学年及び性別ごとの方向指示誤差(度)

1.01, n.s.)。

学年間の下位分析を行ったところ、第3学年は、第4及び第5学年より有意に誤差が大きく ( $ps < .05$ )、また第6学年より誤差が大きい傾向が見られた ( $p = .069$ )。

なお参考までに、ランドマークごとの方向指示誤差を、性別、学年ごとに示しておいた (表1)。

#### 反応バイアス

まず反応バイアスが生じているかどうかを見るために、学年ごとに実際のランドマークの方向と指示された方向との差を  $t$  検定したところ、24のターゲット (各学年ごとにランドマークに対する角度が異なるので、各学年ごとに6つのランドマークの分析を行ったので、結果として24のターゲットを分析することとなった) のうち14において、有意な差が得られた ( $ps < .05$ )。その14の指示角度が、それぞれ最も近い水平または垂直軸と差があるかどうか、ならびに各象限の中心角の直線 (水平・垂直軸いずれからも  $45^\circ$  の斜線) と差があるかどうかを、再び  $t$  検定したところ、5つの角度については水平または垂直軸と差が無く、2つの角度については  $45^\circ$  の斜線と差がないという結果が得られた。今回の結果から、安定した明瞭な反応バイアスが生じたとは言いが、バイアスが生じる場合には、水平・垂直方向に向かう傾向があると言えるかもしれない。

### 考 察

#### 年齢差及び性差について

方向指示誤差について学年間で有意な差が見られ、最年少学年が他の学年に比して誤差が大きいことが示唆されたことから、学校内の対象の方向推測の正確さは、児童期において年齢と共に向上するであろうという仮説は支持されているように見える。しかしながら、第4学年以降は、学年があがるにつれて誤差が縮小しているとは言えない。今回用いた課題は第3学年にのみ困難であったと言えるかもしれない。

Lehnung et al. (2003) が示した発達的变化と照らし合わせるならば、幼児期後半から児童期初め頃までは、あまり方向指示の正確さに改善は見られないが、8-9歳頃になると、かなり正確に方向指示が可能になると言えよう。「問題」の項で予測した10歳頃よりやや早い時期に、正確さが一定の水準までに到達すると考えられる。ただし、あくまで男女を込みにした場合の変化についてであり、図3を見ると、分散分析で交互作用はなかったものの、男女で発達プロセスは異なっているように見える。すなわち、女子では7-8歳から8-9歳間での差が顕著であり、この間に大きな変化の存在を推測させるが、男子の発達的变化は、どちらかといえば漸進的である。

なお、ここでは、発達的变化の基準として、年齢だけをもとに議論をしているが、年齢が何の指標であるのかは、必ずしも明確ではない。年齢が方向推測の発達に関与することについて、少なくとも2つの理由を考えることができる。ひとつは認知発達の指標という面である。年齢が高いほど、空間認知能力が高次化し、視点取得やサーベイマップ化が可能になると考えられ、そうした能力が、正確な方向指示をもたらすと解釈できるのであり、「問題」の項で述べた考え方である。もう一つは、年齢は大まかに言って、当該の空間を経験してきた期間の長さの指標である。つまり、経験する期間が長いほど、その空間を熟知するようになり、正確な認知地図が形成される結果、方向指示も正確になるという考え方である。実際、Lehnung et al. (2003) は、その学校にどれだけの期間在籍しているかも実験変数としてデータを収集しており、在籍期間と方向指示の正確さとの間に有意な関連を見いだしている。本研究では、残念ながら、そうしたデータを収集していないので、この点については何とも言えない。しかし、先行研究の知見から年齢は、認知発達の影響と経験の影響という少なくとも二つの要因を反映していると考えべきであろう。

次に、性差に関して述べておきたい。分散分析では

表1 各ランドマーク、性別及び学年ごとの方向指示誤差の平均

性別	学 年	ランドマーク					
		幼稚園	コンピュータ ・エリア	図書 エリア	炊事場	正門	階段
男子	3年(7-8歳)	48.50	3.93	31.93	51.43	36.14	33.93
	4年(8-9歳)	23.94	14.63	32.19	49.06	47.50	22.94
	5年(9-10歳)	14.57	20.57	27.29	33.00	49.00	16.79
	6年(10-11歳)	19.75	21.50	36.83	18.75	46.83	32.50
女子	3年(7-8歳)	64.38	22.86	35.14	88.64	44.07	55.71
	4年(8-9歳)	24.36	19.18	45.64	58.55	31.73	17.82
	5年(9-10歳)	23.33	28.00	33.87	76.00	42.47	28.27
	6年(10-11歳)	17.86	26.07	36.07	47.64	49.07	49.50

性の主効果が有意であり、全体的に見れば、性差に関する仮説はおおむね支持されたように見える。しかし、交互作用は有意ではなかったものの、図3を見れば、学年ごとに性差の程度にはかなりのばらつきがあり、第4学年では、男女ほぼ同程度の正確さである。先行研究において児童期における方向推測の正確さの性差を見いだした Lehnung et al. (2003) の結果も、年齢群ごとに詳細に見ると、学年によっては性差の程度はまちまちであり、最も高い年齢の群では、有意差はないものの、女子の方が方向推測の誤差は小さくなっているのである。彼らの研究や今回の結果を考え合わせると、性差が児童期の全体を通じて安定したものであるかどうかには疑問が残る。安定した性差が見られるものかどうかは、今後、更にデータを蓄積する必要があるだろう。

なお、性差が何によって生じているかについては、興味深いテーマではあるものの、ここで実証的に検討するための材料がない。この点を確認するためには、関連があると考えられる諸要因を変数とした研究計画が必要になってこよう。今後の課題である。

更にまた、指標が何を測定しているかに関連して、ここでの性差が示すものは、現実空間の方向を紙面に投影する際に発揮される空間能力を反映するものなのか、学校内の空間配置に関する知識の反映なのか、あるいは興味の程度なのか、更なる検討が必要であろう。

#### 方向バイアスについて

方向バイアスが存在するかどうかに関しては、今回のデータは、バイアスが生じる可能性を部分的には示唆した。ただし、いつでもそうしたバイアスが生じているわけではなく、時に生じる場合があるにすぎないこと、またバイアスが生じる場合にも、座標軸方向に向かう場合と、象限の中間の角度の方向に生じる場合の両方があり、必ずしも明瞭な結果ではない。

本論の最初にも述べたように、身体動作的に方向を指示する場合との比較など、比較群を設けての検討が必要であろう。

また、今後この問題を明らかにしていくためには方向バイアスそのものに焦点を当てた課題を工夫する必要があるだろう。具体的には、実際の方向を統制しておくなど、実験条件の統制が求められる。今後の課題である。

#### 結 論

本研究で対象とした7歳から11歳の年齢範囲の子どもにおいては、発達的には9歳に到達する前後から、熟知した対象、すなわち学校内のランドマークに対する方向指示がかなり正確になることを示唆する結果が得られた。これは、認知発達ならびに経験期間の長さの両要因が関与するものと考察された。ただし、

9歳頃に正確になると言っても、発達的变化の様相は男女で異なっており、女子は明瞭な変化がこの時期に見られるのに比して、男子は漸進的变化を示唆する結果であった。

全般的には、男子の方が女子に比べて方向指示が有意に正確であるという結果が得られたが、年齢群ごとに結果を検討すると、8-9歳群では男女差が無い。先行研究での年齢群ごとの結果なども考慮すると、性差が児童期に安定して認められるかどうかは、なお慎重に検討する必要があると言える。

#### 文 献

- Huttenlocher, J., Hedges, L. V., & Duncun, S. (1991). Categories and particulars: Prototype effects in estimating spatial location. *Psychological Review*, **98**, 352-376.
- Lawton, C. A. (1996). Strategies for indoor wayfinding: The role of orientation. *Journal of Environmental Psychology*, **16**, 137-145.
- Lehnung, M., Leplow, B., Haaland, V. O., Mehdorn, M., & Ferstl, R. (2003). Pointing accuracy in children is dependent on age, sex and experience. *Journal of Environmental Psychology*, **23**, 419-425.
- Maccoby, E. E. & Jacklin, C. (1974). *Psychology of sex difference*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Sadalla, E. K., & Montello, D. R. (1989). Remebering changes in direction. *Environment and Behavior*, **21**, 346-363.
- 谷直樹. (1980). ルートマップ型からサーヴェイマップ型へのイメージマップの変容について. *教育心理学研究*, **28**, 192-201.
- Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, **55**, 189-208.
- Trowbridge, C. C. (1913). On fundamental methods of orientation and 'imaginary maps'. *Science*, **38**, 888-897.
- Voyer, D., Voyer, S., & Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta analysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin*, **117**, 250-270.
- Waller, D., Beal, A. C., & Loomis, J. M. (2004). Using virtual environments to assess directional knowledge. *Journal of Environmental Psychology*, **24**, 105-116.
- 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**, 97-104.

#### 付 記

本報告に用いたデータは、筆者が文部科学省在外研究にてMiddlesex 大学に滞在中に行った調査を基にしたものである。なお、本論文で報告したデータの一部は、2005年9月10～12日に慶應義塾大学（東京・三田キャンパス）で開催された日本心理学会第69回大会のポスター・セッションにて発表された。

調査を行うに当たってお世話になったLondonの北部郊外に位置するWorchester Primary Schoolの校長先生はじめ諸先生方と快く調査に協力してくれた子ども

もたち、また、調査を実施するに当たりいろいろとお世話いただいた Middlesex 大学の Nigel Foreman 教授に、記して感謝申し上げる次第です。ありがとうございました。

(平成17年9月14日 受理)

附録

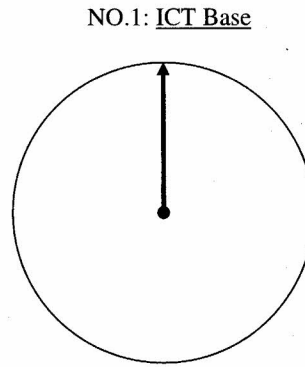
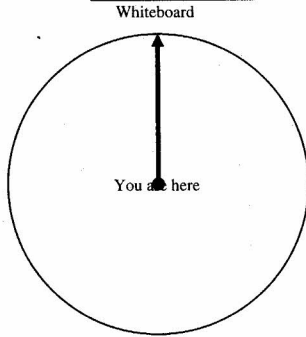
DIRECTION POINTING TASK

I would like you to try to point in the direction of several places in your school. This is not a test for marks, but try to do your best. You can just stop doing this test at any time, if you want to. But I hope you will want to finish it and see how well you can do. You need not write your name, but please write your birth date and say whether you are male or female. Thank you very much.

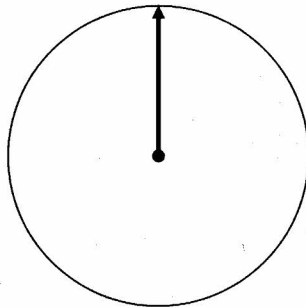
Please write your birth date: Day: \_\_\_\_\_ Month: \_\_\_\_\_ Year: \_\_\_\_\_  
Are you a boy, or girl? .....

Please indicate the directions by drawing an arrow starting from the centre of the circle.

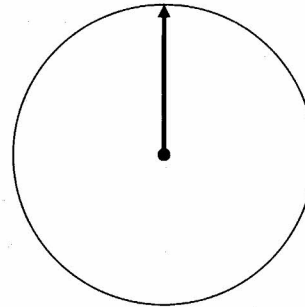
For practice: 1. Classroom Door and 2. Kindergarten



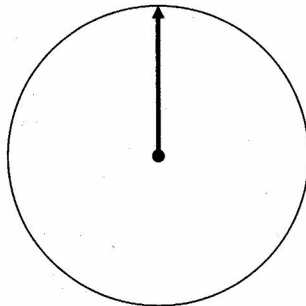
NO.2: Library



NO.3: School Kitchen



NO.4: Main Gate



NO.5: Staircase next to Deputy-Headteacher's Office

