

人間の情報処理に基づいた情報呈示の在り方 —多数の方向指示パターンからの全体的な方向情報の読み取り—

高 瀬 慎 二

1. はじめに

近年の教育現場では、情報通信技術 (ICT: Information and Communication Technology) を用いた教育が展開されている。ICTを教育に用いることで、学習者にとっては、授業内容が視覚的にイメージでき内容がわかりやすくなり、その結果、学習に対する意欲、興味、関心を高めることができる。また、教育者にとっては、ICTが教材の作成や教育の支援となるという利点がある。例えば、プレゼンテーション・ソフトで作成した教材をプロジェクタでスクリーンに投影することで、理解の難しい内容、概念であっても視覚的なイメージを学習者は形成しやすくなり、わかりやすい効果的な授業を行うことができる。事実、ICTを用いた授業後の客観テストの成績は、それを用いなかった場合よりも良くなり、授業内容の理解を深めることができるという報告(清水康敬・山本朋弘・堀田龍也・小泉力一・横山隆光、2008)がある。

しかし、コンピュータ画面をそれに接続されたプロジェクタでスクリーンに投影するという一般的なICTを用いた授業場面においては、多くの場合、発話者と呈示対象 (スクリーン) との位置が異なるため、聞き手にとっては発話者と呈示対象のどちらに目を向ければ良いのか戸惑うこともある。また、授業内容が箇条書きされたプレゼンテーションなどでは、適切な指示がなければ発話者がプレゼンテーションのどの部分の内容について現在話しているのかがわかりにくくなってしまふという問題がある。情報伝達手段の1つとしてICTを教育に用いたとしても、情報が適切に聞き手に正確かつ十分に伝わらなければ、それを用いる利点はない。このことは、どのようにすればICTを用いて、より効果的・効率的に情報を伝達できるかを検討する必要があることを示している。そこで、本研究では適切な情報伝達の達成に関して、情報の存在する方向を適切に指示するに

はどのようにすれば良いかについて、人が情報の存在する方向をどのように判断しているか、さらには情報の存在する方向を指示するパターンによってその判断は異なるのかという観点から検討していく。具体的には、個別にはそれぞれ異なる方向を指し示すが、全体的には1つの方向を指し示す多数の方向指示パターンから、それらの指示する方向をどの程度正確に読み取ることができるのかを、その精度と反応時間を指標とし検討することで、適切な情報呈示方法の在り方について考える。さらに、多数の指示方向の情報を統合し、1つの指示方向を抽出するという情報処理メカニズムについて考えていく。

2. 実験

この実験では、個別には異なる方向を指し示すが、全体的には1つの方向を指し示す多数の方向指示パターンの指し示す方向を、どの程度正確に判断できるのかを測定した。また、方向指示パターンの種類の違いがその指示方向の判断にどのような影響をおよぼすのかについても検討した。

2.1. 方法

2.1.1. 実験参加者と装置

著者を含む5名が実験に参加した。すべての参加者は正常な視力 (矯正視力を含む) を有していた。

視覚刺激の呈示はMacBook (Intel Core 2 Duo 2.0GHz) 上でMATLAB PsychToolboxを用いて制御し、液晶ディスプレイ (13-in、解像度: 1280 x 800、リフレッシュ・レート: 60Hz) に呈示した。実験参加者の反応はゲームパッドを用いて取得した。実験は明室で行った。

2.1.2. 刺激

方向指示パターンとして右手人差し指で方向を指し示したもの (以下、指差しパターン) と矢印

パターンの2種類を設けた(図1参照)。

指差しパターンは3次元CGソフトウェアのDAZ Studio 3 (<http://www.daz3d.com/>)を用いて作成し、人物のフィギュアベースであるMichael 4の右手人差し指を指差しさせ、グレースケールでレンダリングしたものをを用いた。矢印パターンは、指差しパターンの各画素を矢印型に配置し直したものをを用いた。そのため、両方向指示パターンで平均輝度は等しくなる。指差しパターンの手首から人差し指までの長さと同様に、矢印パターンの両端間の長さは等しく、1.1cmとした。

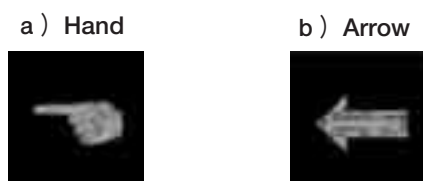


図1 方向指示パターンの模式図。
(a) 指差しパターン。(b) 矢印パターン。

方向指示パターンは8 x 8 (12.8cm x 12.8cm)の仮想マトリクス上に配置した(図3参照)ため、一度に64個の方向指示パターンが呈示されることになる。方向指示パターンの全体的な指示方向は上下左右のいずれかとしたが、個別の方向指示パターンはその全体的な指示方向からずれた方向を指し示し呈示した。本稿では、この個別の方向指示パターンの指示方向の全体的な指示方向からのずれを標準偏差で表現することとする。具体的には、全体的な指示方向(上下左右)に関係なく、

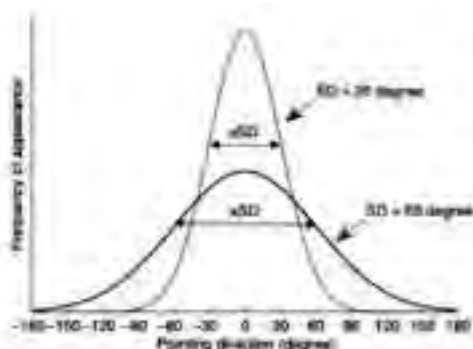


図2 各方向指示パターンの方向の分布の例。標準偏差が30°のときは、標準偏差が60°のときよりも個別の方向指示パターンの指示方向が全体的な指示方向に近くなる。

方向指示パターン全体での指示方向の中心を0°とし(すなわち、64個の方向指示パターンの指示方向の平均が0になる)、64個の方向指示パターンの指示方向の標準偏差が0°から90°になるよう10°刻みで10段階用意した。このため、例えば、標準偏差が±30°の場合には、それが±60°の場合よりも全体的な指示方向に近い方向指示パターンの数が多いことを意味している(図2参照)。

2.1.3. 手続き

1 試行の一連の流れを図3に示した。試行の始めには、画面中央に赤色の凝視点を呈示した。参加者の試行開始ボタンの押下の500ms後に64個の方向指示パターンを一度に呈示した。参加者は、個別の方向指示パターンの指示方向ではなく、方向指示パターンの全体的な指示方向(上下左右)がわかったら、正確かつ迅速に対応するゲームパッドのボタンを4者強制選択で応答した。このためチャンス・レベルは25%となる。反応の正誤はビーブ音によりフィードバックした。その反応の後にブランク画面を呈示し、参加者のペースで次の試行に移った。4種の全体的な指示方向(上下左右)の出現率は等確率(25%)とした。2種類の方向指示パターン(指差し、矢印)について指示方向の標準偏差ごとに20試行ずつ行なったため、合計は400試行(2[方向指示パターン] x 10[指示方向の標準偏差] x 20[繰り返し])となる。結果の処理においては、上下左右の全体的な指示

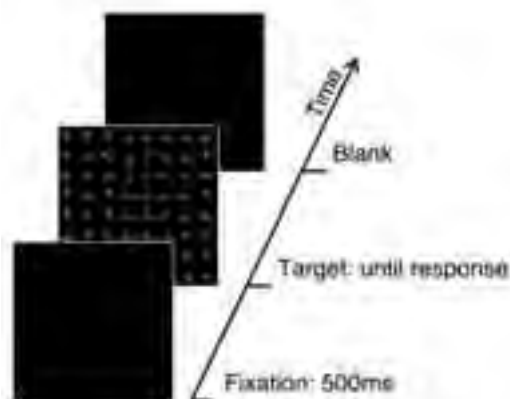


図3 刺激系列の模式図。凝視点を500ms呈示した後、方向指示パターンを参加者の反応があるまで呈示した。反応の後、ブランク画面を呈示し、次の試行に移った。

方向の違いは考慮せず、まとめて分析を行った。参加者には、必要であれば休憩をいつでも取って良いことを伝えておいた。

2.2. 結果と考察

この実験では、多数の方向指示パターンの指し示す全体的な指示方向の判断について検討した。各方向指示パターンについて、指示方向の標準偏差を関数とする正答率の結果を参加者ごとに図4に示した。また、参加者ごとに各条件の実験結果

をpsignifit (<http://bootstrap-software.org/psignifit/>) を用い最尤法で心理測定関数をフィッティングした。心理測定関数の形状はガウス関数とし、ブートストラップの反復回数は2000回とした。矢印パターンの心理測定関数の方が、指差しパターンよりも指示方向の標準偏差が大きくなる方向(すなわち、横軸に関して右側)へシフトしており、個別の方向指示パターンの方向のばらつきが大きくても正答可能である傾向をすべての参加者で示していた。

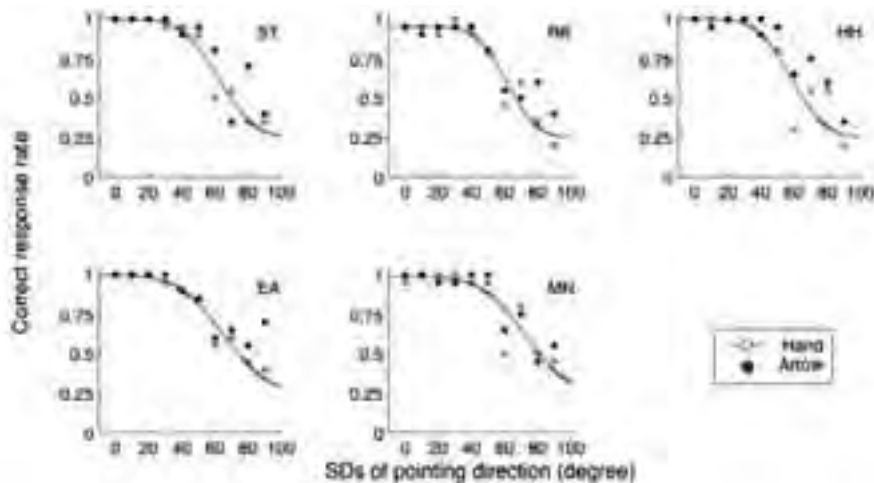


図4 指示方向の標準偏差を関数とした参加者ごとの正答率。白丸(○)と実線は指差しパターン、黒丸(●)と破線は矢印パターンの結果と心理測定関数をそれぞれ示している。矢印パターンの心理測定関数の方が指差しパターンのそれより右側にシフトしており、矢印パターンでは、個別のパターンの方向が全体的なパターンの指示方向の中心からずれても、指差しパターンよりも正確に全体的な指示方向を答えることができることを示している。

正答が62.5%となる指示方向の標準偏差を全体的な指示方向の検出閾とした。この方向検出の閾

値は値が大きい方が、個別の方向指示パターンの方向が全体的な指示方向の中心からばらついていても全体的な指示方向を正しく答えることができることを意味している。

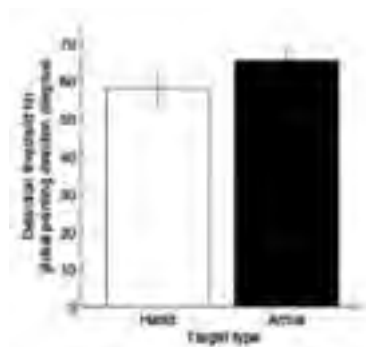


図5 方向指示パターン別の全体的な指示方向の検出閾。矢印パターンの方が正確に全体的な指示方向を検出可能だった。誤差棒は±SD (n = 5) を示す。

各方向指示パターンについて、すべての参加者の方向検出閾値を平均したものを図5に示した。実験の結果、矢印パターンの方が指差しパターンよりも方向検出の閾値が大きかった(対応のあるt検定: $df = 4, t = 3.52, p < .05$)。

各方向指示パターンについて、方向指示パターンの方向の標準偏差を関数とした正答時の反応時間の結果を図6に示した。2要因の反復測定分散分析の結果、指示方向についてのみ有意な差 ($F_{9,36} = 10.69, p < .001$) が得られ、方向指示パターンの種類 ($F_{1,9} = 0.034, p = .86$)、およびこれ

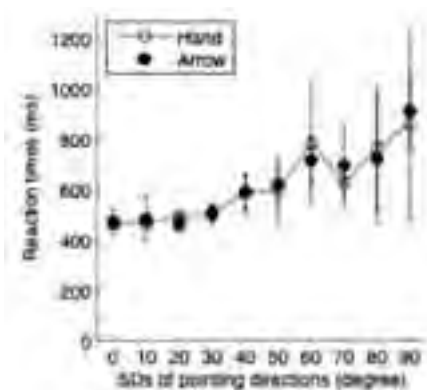


図6 指示方向の標準偏差を関数とした方向指示パターン別の正答時の反応時間。両パターンとも、個別の方向指示パターンの標準偏差が大きくなると反応時間は増加した。誤差棒は±SD ($n=5$) を示す。

らの要因間の交互作用 ($F_{9,36} = 0.36, p = .95$) は認められなかった。このことは、個別の方向指示パターンの指し示す方向のばらつきが大きくなるほど、指示方向の判断に時間をより要するが、それには方向指示パターンの種類の違いは影響していないことを示している。

3. おわりに

本研究では、情報が存在する方向を適切に指示するには、どのようにすれば良いかを検討してきた。具体的には、多数の方向指示パターンの指し示す全体的な指示方向の判断の遂行について、その精度と反応時間、および方向指示パターンの種類の違いに焦点を当て検討してきた。実験の結果、方向の指示を矢印パターンで行った方が、指差しパターンの場合よりも個別のパターンの指示する方向のばらつきが大きくても、全体的な指示方向を精度良く検出できることがわかった。また、全体的な指示方向の検出までの反応時間には、方向を指示するパターンの違いは影響していないことが明らかとなった。

矢印パターンの方が指差しパターンよりも効果的に方向を指示できたのは、何故だろうか。本研究で用いた指差し、矢印の両パターンは任意の方

向を指し示す有向線分であることから、それらは向きと大きさを持つベクトルであると考えられることができる。ここでは、両パターンをベクトルとして考え、その向きを指し示す大きさについて議論する。両パターンの物理的な大きさについては同じであったため、両者で指示方向の検出に差があったことを物理的なベクトルの大きさの差では説明できない。しかし、方向指示に関して物理的な大きさは両パターンで同じであっても、心理的なベクトルの大きさが異なると想定することができる。矢印パターンの方が指差しパターンよりもベクトルの心理的な大きさが大きいと考え、両パターンでの指示方向の検出の差を説明することができる。このことは、この心理なベクトルの大きさを最大化する視覚パターンを見つけることができると効果的かつ効率的な方向指示ができることを意味している。しかし、心理的な大きさが何故両者で異なるのかについては今後、検討する必要がある。

これらの結果をまとめると、情報の存在する方向を指示するといった単純なことであっても、受け手に情報を適切に提示し、それを理解させるためには、多数の情報を盛り込んではいけないうこと、情報をより効率的に指示するには、それに適した視覚パターンが存在することを考慮する余地があることを示している。

引用文献

- Brainard, D. H. (1997). The Psychophysics Toolbox. *Spatial Vision*, 10, 237-260.
- Pelli, D. G. (1997). The VideoToolbox software for visual psychophysics: Transforming numbers into movies. *Spatial Vision*, 10, 437-442.
- 清水康敬・山本朋弘・堀田龍也・小泉力一・横山隆光. (2008). ICT活用授業による学力向上に関する総合的分析評価. *日本教育工学会論文誌*, 32, 293-303.

Information presentation based on human information processing —Estimation of global pointing direction from multiple pointers—

Takase, Shinji*

近年の教育現場においては、情報通信技術 (ICT: Information & Communication Technology) を用い、授業が展開されている。ICTを用いた教育には、理解の難しい概念などが視覚的にイメージでき、内容が理解しやすくなるため、学習者の意欲を高めることができる。しかし、典型的な大型スクリーンにコンピュータ画面を呈示するようなICTの利用の場合、発話者と情報の呈示位置とが異なるため、発話者がスクリーンの呈示内容について適切に指示する必要がある。そこで、本研究では、情報の位置・方向をどうすれば学習者に正しく伝えることができるのかという観点から、個別には異なる方向を指し示すが、全体的には1つの方向を指し示す多数の方向指示パターンの指示方向をどの程度、正確かつ速く判断できるのかを検討した。また、方向指示パターンの種類の違いが指示方向の判断に及ぼす影響についても検討した。実験の結果、個別の方向指示パターンの方向が全体的な指示方向からばらつくほど、全体的な方向の判断が不正確になり、判断までの反応時間が長くなった。さらに、方向指示パターンが矢印パターンである方が、指差しパターンの場合よりも精度が良かった。これらの結果は、情報の存在する方向を指示するといった単純なことであっても、受け手に情報を適切に呈示し、理解させるためには、多数の情報を盛り込んではいけないうこと、情報をより効率的に指示するにはそれに適した視覚パターンが存在することを考慮する余地があることを示している。

キーワード: ポインティング (*pointing*), 標準偏差 (*standard deviation*), 検出閾 (*detection threshold*), 反応時間 (*reaction time*)