

# コンピュータ・ディスプレイのワイド化・大型化に伴う 情報表示に関する検討

——表示された情報の反応時間と表示位置について——

本 多 薫

## 1. はじめに

近年では、ディスプレイのワイド化・大型化が進み、コンピュータ画面の中心部には、主作業の情報を表示し、ワイド化・大型化により広がった画面の周囲には、副次的な情報を表示することが増えている。例えば、Microsoft社のWindowsシステムには、Windows サイドバーと呼ばれる情報ウィンドウがあり、画面の左右に時計、CPU・メモリの状態、天気、ニュースなどの情報を表示できるようになっている。また、企業におけるWebサイトでは、ディスプレイのワイド化により画面の左右が広がったことを利用した動画を用いたバナー広告なども増えてきている。このワイド化・大型化の背景には、液晶ディスプレイの製造コストの低下やハイビジョンテレビの登場による画面アスペクト比の変更などの影響がある。従来のコンピュータ用のディスプレイのアスペクト比は、主に5:4であったが、現在では16:10または16:9が主流であり、サイズ別構成比は、20型以上が2009年では38%であったものが、2010年には47%に増加している<sup>1)</sup>。

上述したハイビジョンテレビなどの場合には、ワイド化・大型化することにより、臨場感のある映像を楽しむことができ、画面とユーザとの距離は容易に調整することが可能である。しかし、コンピュータを用いた作業時の望ましい作業姿勢は、画面とユーザ（眼の位置）との距離が45～70cmであると言われており<sup>2)</sup>、ユーザと画面との距離が近いという特徴がある。また、人間の視覚情報処理能力は、中心はよく見えるが、周辺にいくほど見えにくくなるという性質がある<sup>2)</sup>。そのため、ワイド化・大型化することにより、画面の中心に意識を集中した場合において、画面の周辺に表示された情報にどのような影響があるのかが問題となる。

そこで、本研究では、ワイド・大型のディスプレイ（アスペクト比16:9, 24インチ）を用いて、画面の中心部に主作業として計算課題を表示し、副作業として、画面の周囲からランダムに表示される円図形に反応する反応課題を表示した。これらの2つの課題を同時に行かせた場合の計算課題の負荷強度（表示間隔を2秒、3秒、4秒に設定）と反応時間との関係を考察する。そして、画面の中心に意識を集中させる度合いにより、表示された情報に対しての反応に影響する表示位置について検討する。

## 2. 実験内容

### 2.1. 被験者

被験者は18～21歳の男女大学生9名である。実験前に視力が0.7以上（矯正視力を含む）および、視野が正常であることを確認した。また、眠気などを考慮し、実験前日の夜は23時までには就寝するように指示した。



図1 実験風景

### 2.2. 実験環境

図1に実験風景を示す。被験者にディスプレイの正面を向けさせ、ディスプレイの画面の中心と眼の位置との高さが同じとなるようにディスプレイの高さを調整した。また、机と画面を垂直(90度)にして、ディスプレイの画面と被験者の眼の位置までの距離を60cmに設定した。事前に、「計算作業中の姿勢は、椅子に深く座り、背もたれに背中を付けて座ってください。ディスプレイに顔を近づけたり、机に寄りかかったりしないでください。」「机の上に手のひらを乗せ、人差し指を「スペースキー」に軽く乗せてください。実験中は人差し指を「スペースキー」から離さず、常に「スペースキー」に軽く乗せてください。」と指示した。また、ディスプレイの画面に照明器具からの光線が直接当たらないように調整し、窓のブラインドを閉めた。

### 2.3. 実験方法

実験では、計算課題の解答を筆記やキーボード入力などで行かせた場合には、入力に時間がかかることが考えられるため、暗算で行わせ、解答は口頭とした。なお、被験者の解答は、デジタルビデオカメラに音声として記録した。ディスプレイ（DELL G2410）の24インチワイド液晶フラットパネルを使用した。画面サイズは、53.1cm×29.9cm（アスペクト比16：9）である。

はじめに被験者に実験内容を説明した。その後、2分間の練習を行った。そして、5分間の座位安静による休息を取った。被験者が落ち着いていることを確認し、実験を開始した。図2に示

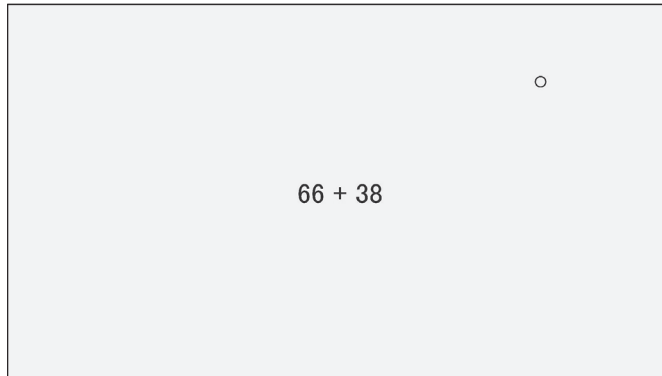


図2 実験画面の一例

すように画面の中央に計算課題が表示されるとともに、画面の端8方向（中央上、右上、中央右、右下、中央下、左下、中央左、左上）からランダムに円図形が画面中心に向かって現れる。円図形を見つけたら、ただちにキーボードのキー（スペースキー）を押す反応課題を行わせた。計算問題の表示間隔を2秒、3秒、4秒と負荷強度を設定することにより、画面の中心に意識を集中させる度合いを変化させることにした。この2つの計算課題と反応課題を同時に5分間連続で行わせた。なお、各実験の順番はランダムとした。各課題の終了後、実験調査用紙（主観的評価：4項目）に回答させた。4項目は、計算問題の呈示間隔は（速い・遅い）、計算問題の解答時間に余裕が（あった・なかった）、計算問題に集中（できた・できなかった）、飛び出してくる○に反応（できた・できなかった）を7段階で回答させた。なお、画面の背景は白色とし、計算課題の文字（数字）および反応課題の円図形は黒色とした。

#### 2.4. 反応時間測定システム

反応時間測定システムは、ランダムな数字の組合せを発生させ、2桁と2桁の足し算の計算問題を自動的に生成して、ディスプレイの画面の中心に表示する。数字の大きさは、縦15mm、横20mm（数字2文字での幅）である。また、ディスプレイの画面の8方向から、直径1センチの円図形を表示する。この円図形は実験開始5秒後より、 $5 \pm 1$ 秒の範囲のランダムな間隔で表示した。円図形の動く速度は、3.75 cm/秒である。キーボードのスペースキーが押されると、反応時間が計測されるとともに画面上から円図形が消える。ここでの反応時間とは、“円図形が画面端から飛び出してから、スペースキーが押されたまでの時間”とした。なお、スペースキーが押されなかった場合には、4秒が反応時間として記録されるようにした。本システムは、Microsoft Visual Basic 6.0で構築した。

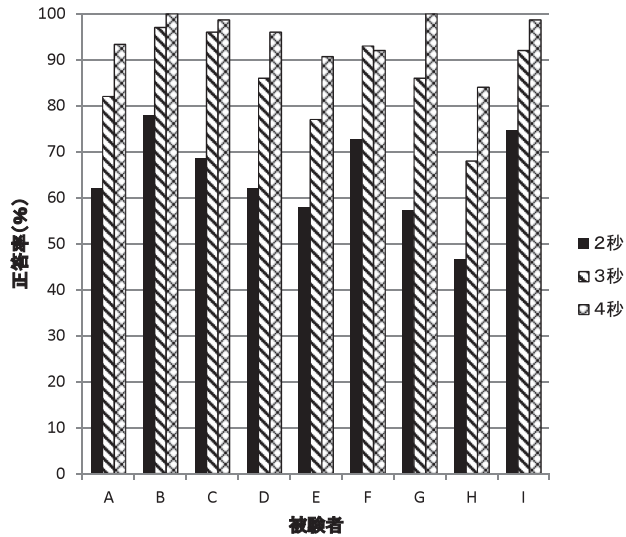
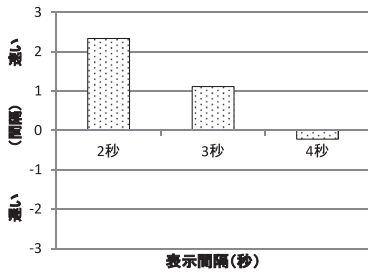
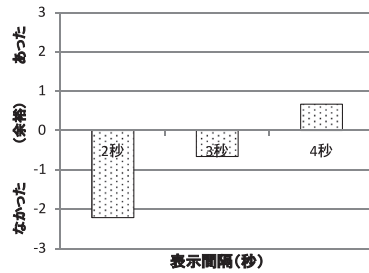


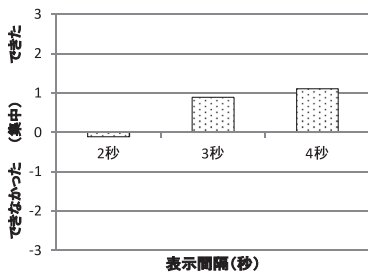
図3 各被験者の正答率



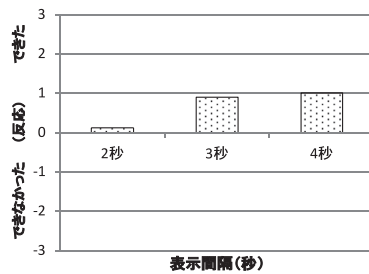
計算問題の表示間隔



計算問題の解答時間に余裕



計算問題に集中



飛び出してくる○に反応

図4 主観的評価 (平均得点)

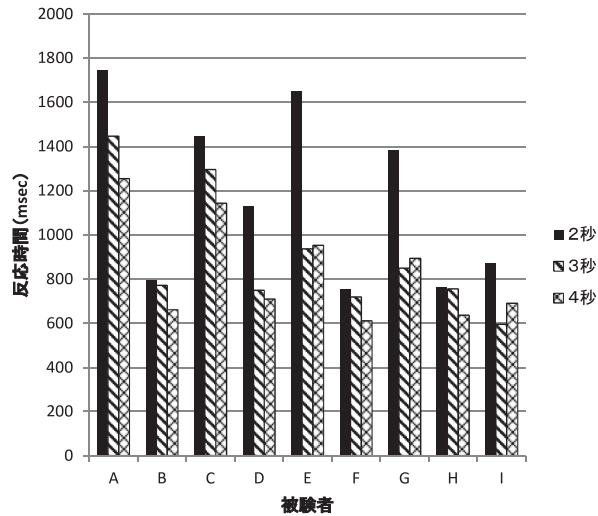


図5 各被験者の反応時間

### 3. 実験結果

#### 3.1. 計算課題の正答率について

図3に各被験者の計算課題（2桁と2桁の足し算）の正答率を示す。ここでの正答率とは、5分間で表示した問題数と正答した問題数との割合である。時間が足りずに解答できなかった問題は誤答としてカウントした。図3より、表示間隔が2秒、3秒、4秒での正答率を比較すると、すべての被験者において、2秒での正答率が低いことがわかる。また、表示間隔が2秒での正答率は、最も正答率が高かった被験者Bでは、78%、最も低かった被験者Hでは、46%と1.7倍の個人差がみられる。次に表示間隔が3秒と4秒の正答率を比較すると、3秒の方が正答率が低い被験者が8名、逆に4秒の方が正答率が低い被験者は1名であり、計算問題の表示間隔が短いほど、正答率が低下する傾向にある。なお、表示間隔が4秒では、2名の被験者が全問題を正答している。表示間隔と被験者を要因とした二元配置の分散分析<sup>3)</sup>を行った結果、表示間隔（2秒、3秒、4秒）に有意な効果が認められた ( $F(2,16)=123.82, P<0.01$ )。また、多重比較 (Tukey法) の結果、2秒と3秒、2秒と4秒、3秒と4秒との間に有意な差が認められた ( $P<0.01$ )。被験者間に差異が認められた ( $F(8,16)=10.25, P<0.01$ )。

主観的評価の結果（4項目）を図4に示す。ここでは、各項目（+3から-3までの7段階）の得点について被験者9名の平均した平均得点で示すことにする。図4の主観的評価（7段階）を見ると、「計算問題の呈示間隔は（速い・遅い）」では、表示間隔が2秒は平均得点が2以上、3秒では平均得点が1以上であり、呈示間隔が段階的に「速い」と評価している。また、「計算問題の解答時間に余裕が（あった・なかった）」では、表示間隔が4秒では、余裕が、「あった」と

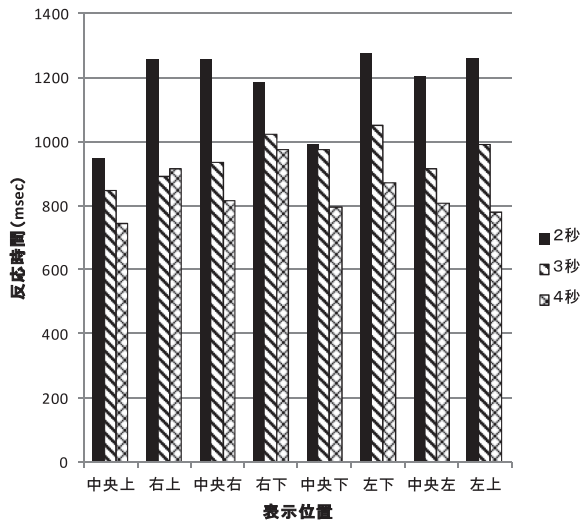


図6 各表示位置の反応時間

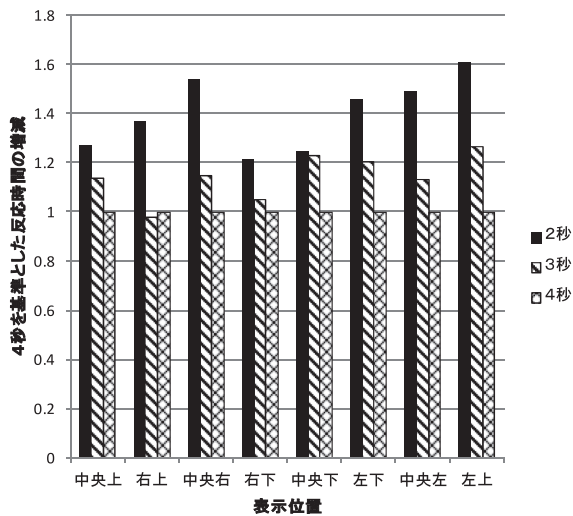


図7 各表示位置の反応時間の増減（4秒を基準とした場合）

回答しているが、2秒では、余裕は、“なかった”と回答していた。なお、表示間隔が2秒では、全被験者が-2または-3を選択していた。次に、「計算問題に集中（できた・できなかった）」および「飛び出してくる○に反応（できた・できなかった）」では、表示間隔が2秒、3秒で平均得点が1前後であり、3秒以上になると集中・反応ができないと評価している。この主観的評価の結果から、表示間隔4秒では、解答に余裕があり、飛び出してくる○にも反応できたが、2秒では、解答に余裕がなく、飛び出してくる○にも反応できなかったと思われる。



### 3. 2. 反応課題の反応時間について

図5に各被験者の反応時間を示す。ここでの反応時間とは、60回前後（5分間）の反応時間の平均値である。ただし、スペースキーが押されなかった場合には、反応時間を4秒とした。図5より、表示間隔が2秒、3秒、4秒での反応時間を比較すると、すべての被験者において、2秒での反応時間が長い（反応が遅い）ことがわかる。また、表示間隔が2秒での反応時間は、最も反応時間が短かった（反応が速い）被験者Fでは、754msec、最も長かった（反応が遅かった）被験者Aでは、1744msecと2.3倍の差がみられる。次に表示間隔が3秒と4秒の反応時間を比較すると、3秒の方が反応時間が長い被験者が6名、逆に4秒の方が反応時間が長い被験者が3名であった。表示間隔と被験者を要因とした二元配置の分散分析<sup>3)</sup>を行った結果、表示間隔（2秒、3秒、4秒）に有意な効果が認められた（ $(F(2,16) = 15.31, P < 0.01)$ ）。また、多重比較（Tukey法）の結果、2秒と3秒、2秒と4秒との間に有意な差が認められた（ $P < 0.01$ ）。被験者間に差異が認められた（ $(F(8,16) = 13.92, P < 0.01)$ ）。

図6に各表示位置（画面の端8方向）における反応時間の結果を示す。ここでは、全体の傾向を見るために被験者の平均を示す。図6より、表示間隔が2秒、3秒、4秒での各表示位置の反応時間を比較すると、すべての被験者において、2秒での反応時間が長い（反応が遅い）ことがわかる。特に表示位置が「右上」、「中央右」、「左下」、「左上」の画面の左右からの反応が遅くなる傾向がみられる。また、表示間隔4秒での各位置の反応時間を見ると、最も反応時間が長い（反応が遅い）表示位置は、「右下」、次いで「右上」となっている。

主観的評価の結果から、表示間隔4秒では解答に余裕があり、飛び出してくる○にも反応できたと思われるにも関わらず、表示位置によって反応時間が異なる結果となった。このことは、計算課題の負荷強度には関係なく、反応が遅れる表示位置があることを示唆していると思われる。そのため、計算課題の負荷強度が最も小さい表示間隔4秒を1とした場合の各表示位置における反応時間の比較を図7で示すことにした。図7をみると、すべての表示位置において、計算課題の負荷強度が最も大きい表示間隔2秒の反応時間が長く（反応が遅く）なっている。特に1.4倍以上の表示位置（反応が遅い）は、「左上」、「中央右」、「中央左」、「左下」である。

## 4. 考 察

今回の実験では、ディスプレイと被験者の眼の位置との距離を60cmに設定して計算課題と反応課題を行わせた。計算課題では、画面の中央に計算問題を2秒、3秒、4秒間隔で表示し、解答させた。なお、計算問題の表示間隔を2秒、3秒、4秒とした理由は、被験者に解答する時間でプレッシャーを与えて負荷強度をコントロールし、画面の中心に意識を集中させる度合いを変化させることにある。実験の結果、計算問題の表示間隔が短いほど、有意に正答率が低く、反応時間が長く（反応が遅く）なった。また、主観的評価の結果では、表示間隔2秒は解答に余裕がなく、飛び出してくる○にも反応できなかったと回答している。また、表示間隔4秒では、解答に

余裕があり、飛び出してくる○にも反応できたと回答している。これらの計算問題の正答率、反応時間および主観的評価の結果から、計算課題の表示間隔を変えることにより、画面の中心に意識を集中させ、負荷強度をコントロールできたものと思われる。

表示間隔が2秒、3秒、4秒での反応時間を比較すると、すべての被験者において、2秒での反応時間が長くなる（反応が遅くなる）ことがわかった。また、負荷強度が最も大きい表示間隔2秒での各表示位置の反応時間は、「右上」、「中央右」、「左下」、「左上」の画面の左右からの反応が特に遅くなる傾向がみられた。しかし、負荷強度が最も小さい表示間隔4秒での各表示位置の反応時間では、表示位置は、「右下」、次いで「右上」の反応時間が長い（反応が遅い）結果となった。先行研究では、検索時間が長く、作業成績（記憶課題）が低く劣った表示位置は画面の「右下」であると言われている<sup>4)</sup>。負荷強度が最も小さい表示間隔4秒では、主観的評価でも解答に余裕があり、飛び出してくる○にも反応できたと回答しており、「右下」、「右上」の反応時間が長い（反応が遅い）ことは、画面の中心に意識を集中させる度合い（負荷強度）に関係なく、表示された情報を見つけにくい表示位置であると考えられる。

上述したように、負荷強度が小さい場合においても、表示された情報を見つけにくい表示位置があることから、表示間隔4秒を1とした場合の表示位置と反応時間との関係を見ることにした。その結果、画面の中央に表示された計算課題の負荷強度が大きくなると、画面の左上、中央右、中央左、左下から表示された場合の反応時間が長くなる（反応が遅れる）ことがわかった。人間の有効視野は、水平方向で4～20度<sup>5)</sup>、30度（左右15度）<sup>6)</sup>などと言われている。人間の有効視野を水平方向30度、画面と被験者の距離を60cmとした場合には、有効視野に入る画面の範囲（水平方向）は、32.2cm程度となる。しかし、今回、実験で使用したディスプレイは、画面サイズの幅が53.1cmのワイド・大型であり、有効視野よりも幅が広い。また、「有効視野とはある作業をする際に有効に活用することのできる視覚情報収集範囲である<sup>7)</sup>」、「課題難易度や注意要件が増すと有効視野は縮小する<sup>8)</sup>」と言われている。これらのことから、コンピュータ画面の中心部に表示された主作業の負荷強度（画面の中心に意識を集中させる度合い）が大きくなると、画面の周辺に表示された情報の発見が遅れることにより、画面の左右（左上、中央右、中央左、左下）から表示された場合の反応時間が長くなった（反応が遅れた）ものと考えられる。

## 5. ま と め

人間の視覚の特性である有効視野には限界があり、またコンピュータを用いた作業は、ユーザと画面との距離が近いという特徴がある。そのため、ワイド化・大型化したディスプレイを使用する場合には、画面の中心に意識を集中させる度合いが大きい作業ほど、画面の周辺に表示された情報の発見が遅れることが予想される。特に画面の左右に表示された情報に気が付くのが遅れたり、見逃す可能性が高まると考えられる。また、視野の特性を無視した視覚情報処理が課されると、ヒューマン・エラーが生じやすくなるとの指摘もある<sup>2)</sup>。ディスプレイのワイド化・大型



化では、ヒューマン・エラーを防止する観点からも、画面上の情報の配置を考慮することや、異常や危険を知らせる重要な情報表示ではユーザの注意を向けさせる工夫などの対策が必要と思われる。

## 謝 辞

本稿は、平成23年度日本経営工学会秋季大会（岩手県立大学）において口頭発表した内容を含んでいる。発表で頂いたコメントを本論文に反映させた。コメントをいただきました先生方に感謝します。また、実験準備・実施およびデータ整理において、門間政亮 博士（山形厚生看護学校非常勤講師）に多大な協力をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 情報端末事業委員会：情報端末装置に関する市場調査報告書，一般社団法人電子情報技術産業協会，IS-11-情端-1，p.1-7,2011.
- 2) 村田厚生：ヒューマン・インタフェースの基礎と応用，日本出版サービス，p.118-136,1998.
- 3) 市原清志：バイオサイエンスの統計学－正しく活用するための実践理論，南江堂，p.174-183,1990.
- 4) 本多薫：コンピュータ画面の表示位置に関する基礎的研究—文字の検索時間および記憶を通して—，人間工学，第36巻2号，p.95-98,2000.
- 5) 三浦利章：行動と視覚的注意，風間書房，p.15-17,1996.
- 6) 産業技術総合研究所人間福祉医工学研究部門（編集）：人間計測ハンドブック，朝倉書店，p.585-596,2003.
- 7) 伊藤謙治，小松原明哲，桑野園子（編集），人間工学ハンドブック，朝倉書店，p.68-69,2003.
- 8) 石松一真，三浦利章：有効視野における加齢の影響—交通安全性を中心として—，大阪大学大学院人間科学研究科紀要，第28号，p.15-36,2002.

**Study on Information Display Associated with  
Wider and Larger Computer Display**  
—— Reaction time and display location of the information displayed ——

HONDA Kaoru

In this study, we used wide and large sized displays (aspect ratio 16:9; 24 inches) to display a calculation task in the center of the screen as the main task. We displayed the reaction task for users to react to circles appearing from the periphery of the screen as the secondary task. We examined the relation between the reaction time and display location when the two tasks were carried out simultaneously. As a result, we have concluded that the more the users focus their consciousness on the center of the screen, the slower their reaction to the information appeared from the left and right sides of the screen.