

携帯端末使用時の動作姿勢に関する研究

西岡美保¹⁾, 浅賀亜里沙²⁾, 小松義典¹⁾

¹⁾名古屋工業大学, ²⁾株式会社フジタ

A Study on the Posture of Behavior While Using Mobile Device

Miho NISHIOKA¹⁾, Arisa ASAGA²⁾, Yoshinori KOMATSU¹⁾

¹⁾Nagoya Institute of Technology, ²⁾Fujita Corporation

Abstract: Recently, mobile devices having functions equivalent to the personal computer have spread rapidly. They are used in many different situations of daily life. The position and direction of the screen vary according to operation contents and operation posture. Lights are likely to be reflected in the screen. Therefore, it is thought that lighting environment that suited for using mobile devices is different from using fixed VDT. In this paper, we obtained the posture of behavior while using mobile devices to promote lighting environment which suited for using mobile devices. Preliminarily, we obtained change of distance between eyes and the screen over time by taking the motion video. Then, we took still images of the posture of behavior while the posture is stable, and measured the posture of behavior at each operation contents and operation posture. As a result, the position between eyes and the screen vary according to the ease of moving arms and hands due to the difference in operation posture, contents and handling requirements.

Key words: Mobile device, Posture of behavior, VDT, Lighting environment

要旨: 近年、パソコンと同等の機能を備えた携帯端末が急速に普及し、日常生活の様々な状況で長い時間使用されている。携帯端末は作業内容や作業姿勢により画面の位置や向きが大きく変化し、光源や反射光の写り込みが起こりやすい。こうした携帯端末に適した照明環境は、机上に固定された従来のVDTとは大きく異なることが予想される。本研究では、携帯端末に適した照明計画を進めるための基礎研究として、スマートフォンを用いた各種作業についての動作姿勢の把握を行った。まず、動画撮影により時間の経過による視距離の変化を把握し、姿勢が安定する時間帯に写真撮影を行い、基本姿勢と作業内容別に動作姿勢の計測を行った。その結果、作業姿勢の違いによる腕や手の動かしやすさおよび作業内容の違いによる画面の変化量と操作量によって、眼と画面の位置関係が様々に変化することが分かった。

キーワード: 携帯端末、動作姿勢、VDT、照明環境

1. はじめに

パソコンのように机上に固定された従来のVDTに適した照明環境については、作業者の負担軽減を目的とした照明方式の研究(川上ら, 1999 等)が行われ、インテリジェントビルなどの設計に利用されている。また、照明条件が視覚疲労に与える影響についても多くの先行研究がある(望月ら, 2010 等)。

しかし、近年は、パソコンと同等の機能を備えた携帯端末が普及し、職場や学校での活用も進みつつある。2013年の利用率調査(総務省情報通信政策研究所, 2013)では、スマートフォン約53%、フィーチャーフォン51%、携帯端末全体では約95%となっている。スマートフォンは前年より約21ポイント増加している。また、1日の平均利用時間も76.3分とパソコンの55.6分より長くなっている。

こうした携帯端末はどのような姿勢でも使用出来るため、作業内容や作業姿勢により画面の位置や向きが変化する。そのため、携帯端末に適した照明環境は、画面の明瞭さ、疲労、反射グレアの観点から従来の固定端末に適した照明環境とは異なることが予想される。

そこで本研究では、携帯端末に適した照明環境計画の基礎研究として、スマートフォンを用いた各種作業についての動作姿勢を調査し、スマートフォン利用時の画面の位置と向き、持ち方の把握を行った。

2. 方法

2.1 動作姿勢の経時変化の把握

時間の経過による視距離の変化を動画撮影により把握する。スマートフォン使用時には操作量により姿勢を直すタイミングが異なると考えられるため、表1に

表1 スマートフォンの作業内容

作業内容	画面の変化	操作の多さ	作業内容
a) 文章を読む	小	小	メール画面で天声人語を読む
b) 文章の入力	小	大	メール画面で五十音を入力
c) 動画再生	大	小	輝度変化の激しくない動物映像
d) ゲーム	大	大	ソリティア

示す4種類の作業を設定した。この作業を画面サイズ4インチのスマートフォン(iPhone5S)を用いて、日常的に端末を利用している被験者1名(20代女性、身長160cm)にそれぞれ10分間継続させた。各作業の間には5分以上の十分な休憩時間を与えた。基本姿勢は椅座位とし、自然光の影響のない日没後の室内(床面照度400lx)で行った。動画撮影は、全身が写るように被験者から200cm離れた位置から行った。分析は10分間の動画を10秒毎にサンプリングした画像から行った。各画像において、図1に示す床面から眼までの高さ(眼高)と床面から画面中央までの高さ(画面高)、眼から画面中央までの距離(視距離)を計測した。

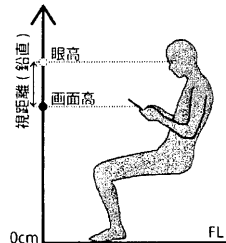


図1 計測点概略

は5分以上の十分な休憩時間を与えた。基本姿勢は椅座位とし、自然光の影響のない日没後の室内(床面照度400lx)で行った。動画撮影は、全身が写るように被験者から200cm離れた位置から行った。分析は10分間の動画を10秒毎にサンプリングした画像から行った。各画像において、図1に示す床面から眼までの高さ(眼高)と床面から画面中央までの高さ(画面高)、眼から画面中央までの距離(視距離)を計測した。

2.2 作業姿勢・作業内容別の動作姿勢の計測

写真撮影により、作業姿勢と作業内容別に動作姿勢を計測する。

実験は自然光の影響を受けない無窓の実験室で行った(図2)。照明器具は均等配置、壁面はニュートラルグレーの暗幕設置とし、背景輝度を一定とした。また、温冷感の変化が姿勢に影響しないように温湿度は一定範囲に調整した(表2)。

被験者の大学生10名(男性6名、女性4名)

に直立、椅座位(座面高さ43cm)、床座位(立て膝)、伏臥位、仰臥位の5種類の基本姿勢をとらせ、前項と同じ4種類の作業を同じスマートフォンを用いてランダムに行わせた。実験の手順を図3に示す。合計20パターンのスマートフォンの持ち方を把握し、画面高、画面角度、視距離を計測した。また、比較のために机上に設置した画面サイズ21.5インチのパソコン(iMac)使用時の動作姿勢も計測した。なお、画面輝度はスマートフォン60cd/m²、

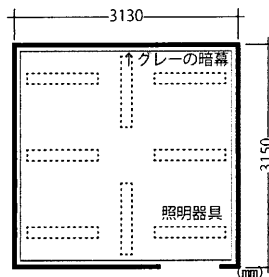


図2 実験室平面図と照明配置

表2 実験室設定条件

温湿度	室温	25~28℃
	湿度	30~40%
照度	机上面	715lx
	壁面	335lx
	床面	420lx

パソコン50cd/m²に設定した。

姿勢が安定する、被験者が作業を開始して1分が経過したときの動作姿勢について写真撮影を行った。カメラは全姿勢において被験者の体全体が写るように設置し、立位、椅座位、床座位は正面と左右の3方向から、伏臥位、仰臥位は正面と左、真上の3方向から撮影した。図4にカメラと被験者の位置を示す。

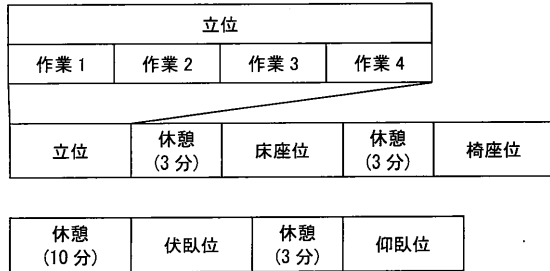
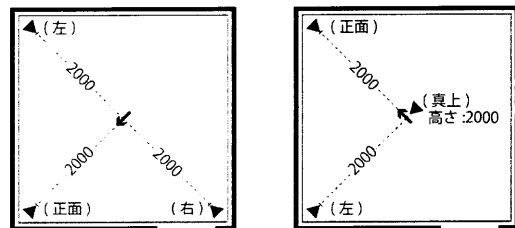


図3 実験手順



(i)立位・椅座位・床座位の場合 (ii)伏臥位・仰臥位の場合
(単位mm) ▲カメラ ↑被験者

図4 カメラと被験者の位置

3. 結果と考察

3.1 作業内容別の視距離の変化

眼高、画面高、視距離の経時変化を図5に示す。動作を開始して1分未満は、眼と画面の位置が動作開始時より少しずつ下がり、その後比較的安定した値をとっている。この時間帯は姿勢が安定せず、眼と画面の位置、視距離が不安定であることが分かる。

文章を読む場合の5分20秒や文章を入力する場合の6分30秒など、眼と画面の位置が大きく変動している点は、被験者が疲労を感じ姿勢を直した時であると考えられる。この前後は眼と画面の位置だけではなく視距離も短くなっている。姿勢を直すまでの周期はゲーム<動画<読む<入力<の順に長くなっており、画面の変化が大きい作業内容の周期が短くなっている。すべての姿勢で姿勢が安定する時間帯は1~3分の範囲であることがわかる。

3.2 作業姿勢・作業内容別の動作姿勢の違い

姿勢と作業別の持ち方の割合を表3に示す。両手で持ち片手で操作する持ち方1はほとんどの姿勢で文章を読む作業と動画を再生する作業より文章を入力する

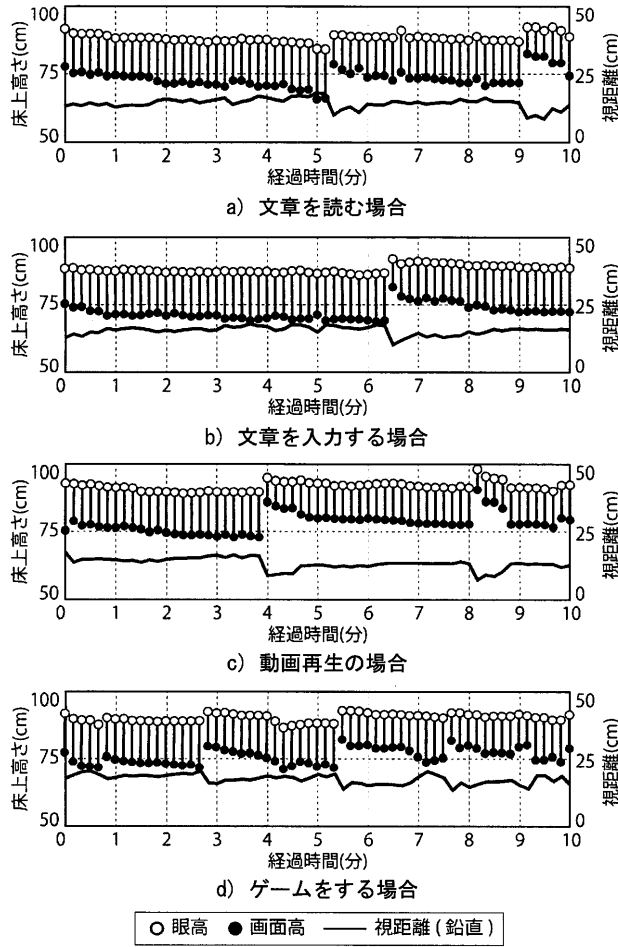


図5 作業別の眼高・画面高・視距離の経時変化

表3 姿勢・作業別の持ち方の割合

	立位	椅座位	床座位	伏臥位	仰臥位
文章を 読む					
文章を 入力する					
動画を 再生する					
ゲームを する					

1: 両手持ち・片手操作 2: 片手持ち・片手操作
3: 両手持ち・両手操作

作業とゲームをする作業において割合が高くなっている。両手で持ち両手で操作する持ち方3は文章を入力する作業、ゲームをする作業と操作量の多い作業のみで見られた。

姿勢別に比較すると、いずれの姿勢でも持ち方1と

持ち方3の両手持ちの割合が高くなっているが、立位では少なかった。伏臥位においてはどの作業でも両手持ちの割合が特に高くなっている。これは安定した姿勢を保つためにスマートフォンを両手で持つ傾向があるためと考えられる。

スマートフォンの持ち方と視距離、画面角度との関連性については、一定の傾向は見られなかった。

図6に基本立位と各姿勢についての模式図、表4に男女別平均身長とスマートフォンを使用しない場合の眼高の身長比、表5に各姿勢の計測値を示す。

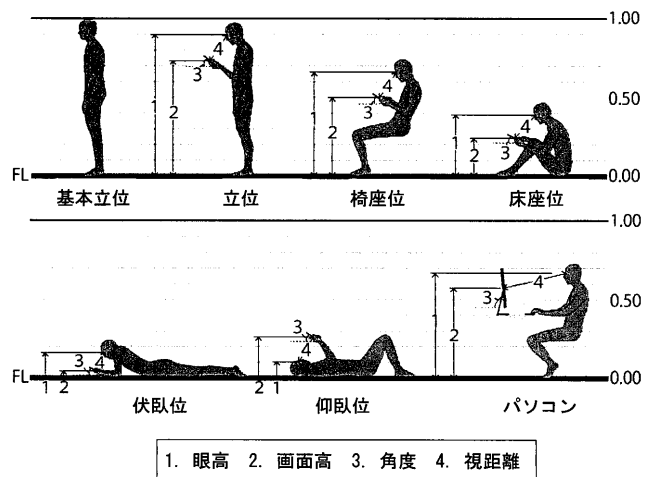


図6 スマートフォン使用時の動作姿勢

表4 男女別の平均身長と通常時眼高の身長比

	身長(cm)	眼高/身長				
		立位	椅座位	床座位	伏臥位	仰臥位
男性	174	0.92	0.68	0.40	0.18	0.10
女性	161					

視距離を比較すると、パソコンが約60cmであるのに対し、画面の小さいスマートフォンは22cm~36cmとなっており、机上に固定して使用する従来のVDTの約1/2の距離で画面を見ていることがわかる。

姿勢別にみると、立位、椅座位、床座位については“ゲーム<動画≦入力<読む”の順に視距離が長くなっている。画面の変化が大きいゲームをする場合や動画を再生する場合に画面を近づけ、文章を読んだり、入力したりする場合のように画面の小さなものをみるような場合に画面を遠ざける傾向がある。伏臥位、仰臥位はこのパターンから外れているが、どちらも床との距離や画面の重さが原因で十分な視距離がとれないことが原因と考えられる。また姿勢別に視距離の最大値と最小値の差を見ると、立位・伏臥位・仰臥位2cm 床座位4cm 椅座位5cmとなっている。この値が小さいほど腕が自由に動きにくい姿勢であると推測できる。

表5 スマートフォン使用時の眼高・画面高・角度・視距離

	立位				椅座位				床座位			
	読む	入力	動画	ゲーム	読む	入力	動画	ゲーム	読む	入力	動画	ゲーム
1.眼高/身長	0.86	0.86	0.87	0.86	0.62	0.62	0.63	0.62	0.37	0.37	0.37	0.37
2.画面高/身長	0.72	0.70	0.72	0.70	0.45	0.45	0.49	0.48	0.28	0.28	0.27	0.28
3.角度(°)	26	24	32	24	26	25	36	33	49	42	41	48
4.視距離(cm)	32	31	31	30	36	35	32	31	29	28	28	25
	伏臥位				仰臥位				パソコン			
	読む	入力	動画	ゲーム	読む	入力	動画	ゲーム				
1.眼高/身長	0.16	0.16	0.16	0.16	0.09	0.12	0.10	0.10	0.69			
2.画面高/身長	0.05	0.07	0.06	0.05	0.18	0.18	0.17	0.18	99			
3.角度(°)	34	28	36	38	29	32	24	31	84			
4.視距離(cm)	22	23	24	22	26	27	25	26	59.6			

次に眼高、画面高について検討する。仰臥位以外の姿勢では眼高はほぼ一定で画面高が変化しているのに対し、仰臥位では画面高はほぼ一定で眼高が変化している。これは仰臥位以外の姿勢では使いやすい位置へ画面の方を動かしているが、仰臥位では腕の自由がきかないので頭の角度を変えて調節をしているためであると考えられる。

最後に画面角度について、操作を全く必要としない動画を再生する場合を基準に比較する。操作の多くなる他の動作では床座位、仰臥位は角度が大きくなり、立位、椅座位、伏臥位は角度が小さくなる傾向が見られた。手の構造上操作のしやすい角度が姿勢によって異なっているためと考えられる。

4. まとめ

近年、急速に普及した携帯端末に適した照明環境は従来の固定された状態で使用する VDT とは異なるため、携帯端末に適した照明計画への応用を目的として、スマートフォンを使用時の作業姿勢や作業内容と連動して変化する持ち方や画面の位置、向きの把握を行った。

視距離については、携帯端末使用時はパソコン使用時の約 1/2 の距離で画面を見ていることがわかった。作業内容別に比較すると、画面の変化が大きい作業ほど画面に眼を近づける傾向があったが、その値は姿勢によって異なっていた。値が小さかった立位、伏臥位、仰臥位は手が自由に動かしづらい姿勢であると考えられる。また、視距離を調節する際は仰臥位を除く全ての姿勢で頭ではなく画面を動かしている様子が伺えた。

画面角度については、床座位と仰臥位では操作量が多くなると角度が大きくなり、立位、椅座位、伏臥位では角度が小さくなることが確認された。

携帯端末の持ち方については、計測値との関連性は見られなかったが、操作量の多い作業では両手持ちで使用する人が多いことが明らかになった。

携帯端末使用時は、姿勢の違いによる腕や手の動かしやすさと作業内容の違いによる画面の変化の大きさや操作量によって、画面の高さや角度、使用する人との位置や距離を様々に変化させていることがわかった。

今回検討した姿勢や作業がどのような割合で行っているかを把握することで、照明計画への応用が期待できると考える。また、今回計測の対象とした被験者は大学生であったため、今後は若年層だけではなく視覚特性の違う他の年代についても検討が必要であると考えられる。

謝辞 本研究を進めるにあたり被験者として実験に快く参加していただきました名古屋工業大学の学生の皆様に感謝申し上げます。

5. 文献

- 川上満幸, 松本修一, 明道成 1999. VDT 作業における適正照明環境要因に関する研究. 照明学会誌 83(5) :326/331.
- 望月悦子, 木村洋 2010. 分光分布の違いが視覚疲労に与える影響. 日本建築学会環境系論文集 75(647) :35/41.
- 総務省情報通信政策研究所, 2013. 平成 25 年情報通信メディアの利用時間と情報行動に関する報告書.
- 渡辺秀俊 他 1995. 着座姿勢における姿勢の経時的変化 人間-環境系における着座姿勢の動態に関する研究(第 1 報). 日本建築学会計画系論文集 474:107/114.

<連絡先>

氏名 西岡美保
 住所 名古屋市昭和区御器所町
 所属 名古屋工業大学大学院 小松研究室
 E-mail アドレス kom2@nitech.ac.jp