

LJ-001

家庭内視聴環境におけるテレビの視距離と視覚疲労の関係について

A Relation between the Viewing Distance and the Visual Fatigue in the Watching Environment in a House

阪本清美† 青山昇一† 松岡政治† 浅原重夫† 山下久仁子‡ 石原弘恵‡ 岡田 明‡
Kiyomi Sakamoto Shoichi Aoyama Masaharu Matsuoka Shigeo Asahara Kuniko Yamashita Hiroe Ishihara Akira Okada

1. はじめに

技術の進歩や生活の変化に伴いテレビ視聴環境が変化してきている。特に、地上デジタル放送を意識したCRTからPDP、液晶などの薄型TVへの置き換えと大画面化が進んでいる中、画質の良さや臨場感などに加え、人にやさしいTVの開発や評価技術は重要な要素である。その観点から視覚疲労を客観的に指標化するために生理的側面と心理的側面の両面から評価する要素や手法について研究を行った。特に地上デジタル放送化に伴う買い替えに向けて、一般ユーザ層から家庭内視聴環境におけるディスプレイのメーカー推奨サイズの情報提供が望まれている。現在、デジタルTVなどの高精細ディスプレイの推奨視距離は画面縦寸法の2~3倍と言われている。[1][2]

しかし、この推奨値は臨場感が得られ、画素の粗さが気にならない距離に基づいた、言わばものづくりの観点から決められた値であると思われる。そこで、ユニバーサルデザインの基本方針に基づき、人間の視覚疲労からみた家庭内視聴環境における視距離×ディスプレイサイズの関係について着目し、生理・心理評価実験を行った。今回は特に大型薄型テレビを対象とした視距離の違いによる視覚疲労評価実験を行い、その結果について報告する。

2. 評価用コンテンツ

視覚疲労は同一視聴環境においても、コンテンツへの興味や集中度により大きく左右される。そのため評価用コンテンツの選び方には配慮が必要である。ここでは、画面を常に注視する状況下で比較的短時間に疲労を誘発するコンテンツ(急性疲労実験用コンテンツ)と、より一般視聴に近い1時間のテレビ番組を模擬したコンテンツ(一般視聴実験用コンテンツ)を独自に開発した。前者は、絶えず注視しつつ飽きさせないことを意図し、牧場をかける馬の群れから標的の馬の頭数をカウントさせる動画アニメタスクのコンテンツとした。後者は、風景、スポーツ、ドラマ等の間に商業フィルムを挟んだ番組構成である。ただし同一番組の複数回の視聴による飽きの影響を懸念し、コンテンツの種類は同じでシーンが異なるものを2セット作成した。

3. 実験1 [急性疲労実験]

まず、視覚疲労を誘発する上記動画タスクのコンテンツを用いた評価実験を試みた。

3.1 方法

実験参加者：20歳代男女6名(男1,女5)および50歳

† 松下電器産業(株)

‡ 大阪市立大学

代女性7名の計13名である。50歳代被験者の選択条件として裸眼あるいは矯正視力(眼鏡装着)0.8以上であることの視力統制を行った。

ディスプレイ：42インチプラズマテレビを用いた。
測定項目：先行研究により有効な結果が得られた手法または簡便な手法として、主観評価、瞬目率、交感神経活動度(LF/HF)、フリッカー値(CFF)、タスク正答率を採用した。[3]

視距離：目-画面間距離を画面縦寸法(H)に基づき、2H(110cm)及び6H(330cm)とした。

室内環境：23℃・50%RHに設定された人工気候室内で行った。特に、湿度については瞬目率に影響を与えるため一定とした。照度はリビングを想定し、150lxとした。

手続き：順序効果を配慮し、まず2Hまたは6Hにおいて前後と途中に3分間の安静を挟み計20分間の視聴とタスクを課した。この間に各測定を実施した。そして1時間以上の休息もしくは翌日の同時間帯にもう一方の視距離条件で実験を繰り返した。

3.2 結果

タスク正答率：2Hと6Hで差がなく、いずれも映像が問題なく見えていたことが確認された。

主観評価：6Hより2Hで目の疲労に関する愁訴率が高い傾向となったが有意差までは出なかった。(図1)

なお、図1における「ぼやけ感」とは産業疲労研究会の自覚症しらべのV群を指す。このV群には、ものがぼやける、目がしょぼつく、目が疲れる、目が痛い、目が乾くなど、視覚疲労と関係の深い質問項目が集約されており、視覚疲労を最も反映する指標となっている。その他にもI群の「ねむけ感」、II群の「不安定感」、III群の「不快感」、IV群の「だるさ感」(各群とも複数項目を集約)の各指標で評価を行ったが、いずれも差異は認められず、V群「ぼやけ感」だけに差が見られた。

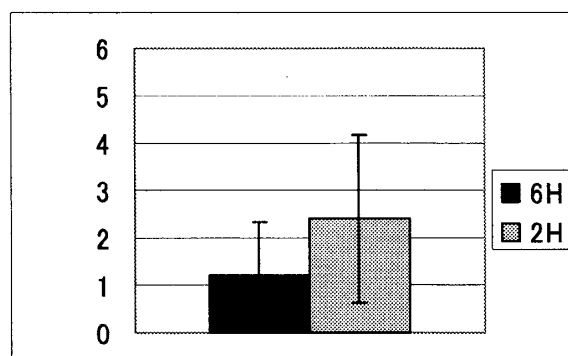


図1. 自覚症しらべ増加量(実験後-実験前)ぼやけ感(V群)(実験1)

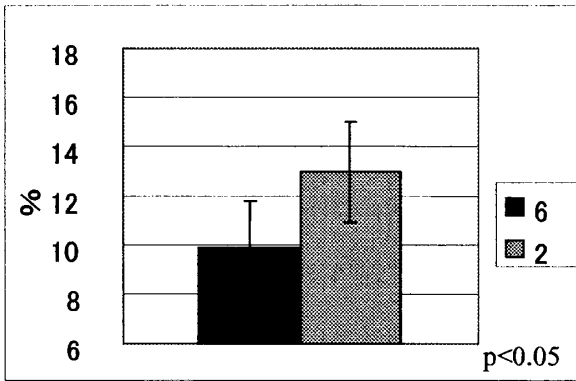


図2. 課題後安静時瞬目率相対値 (実験1)

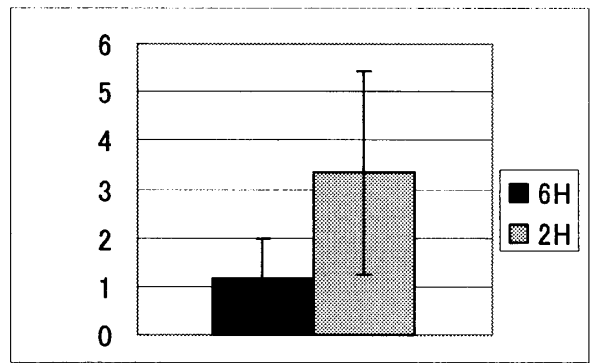


図4. 自覚症しらべ増加量 (実験後-実験前) ぼやけ感 (V群) (実験2)

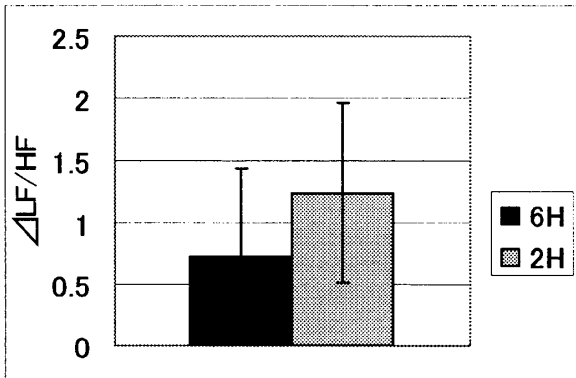


図3. 課題後安静時LF/HF変化量 (実験1)

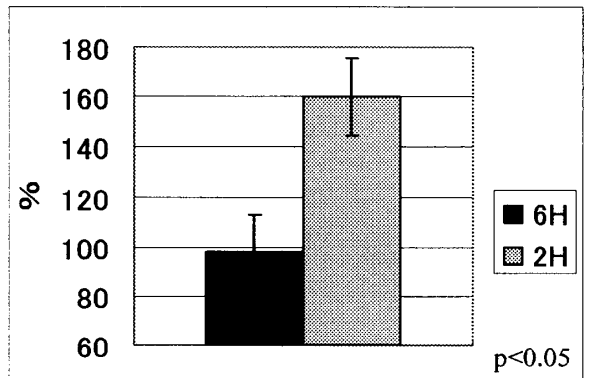


図5. 課題後安静時瞬目率相対値 (実験2)

瞬目率：視覚疲労に伴い高まることが知られているが、課題前安静時を100%とした課題後安静時の相対値は2Hで有意に高くなった(図5)。

LF/HF：課題前安静時に比した課題後安静時の変化量は2Hで高くなる傾向にあった(図3)。

CFR：2Hと6Hで差異は見られなかった。

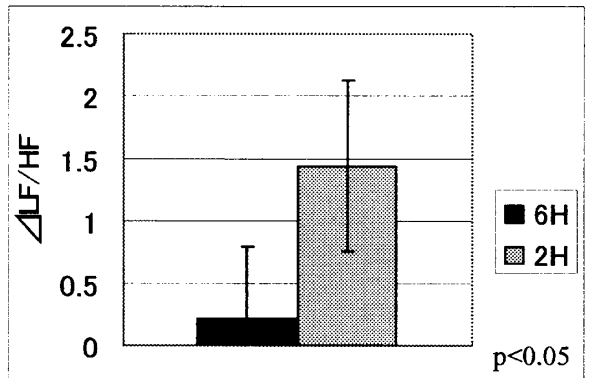


図6. 課題後安静時LF/HF変化量 (実験2)

4. 実験2 [一般視聴実験]

実験1で両視距離での差異が確認できたことから、さらに1時間の模擬番組による評価実験を試みた。

4.1 方法

実験参加者：実験1に参加した50歳代女性6名であった。なお、実験1において測定結果に世代間の差が見られなかったため、一般家庭で長時間テレビを視聴することが多いと言われている50歳代女性に焦点を絞った。

ディスプレイ、測定項目、視距離、室内環境はいずれも実験1と同一である。

手続き：基本的には実験1と同じだが、2Hまたは6Hでの実験の翌日の同時間帯にもう一方の視距離にて実験を繰り返した。

4.2 結果

主観評価：急性疲労実験(実験1)と同様に6Hより2Hで目の疲労に関する愁訴率が高い傾向となったが有意差までは出なかった。(図4)

瞬目率、LF/HFとも2Hで増加する傾向を示し、いずれも有意差が認められた(図5、6)。

5. 実験3 [急性疲労実験]

実験1、2で視距離が大きく異なる2Hと6Hでの差異が確認できたことから、実験1と同じ動画タスクを用いて両視距離の中間距離による評価実験を試みた。

5.1 方法

実験参加者：実験1に参加した50歳代女性6名であった。

ディスプレイ、測定項目、室内環境度はいずれも実験1と同一である。

手続き：実験1と同じ手続きで視距離を3H(165cm)または4H(220cm)として評価実験を行った。

5.2 結果

主観評価、瞬目率では3Hと4Hでは差異は認められなかった。(図7、図8)

LF/HFでは4Hに比較して3Hで増加する傾向を示したが、有意差は認められなかった(図9)。

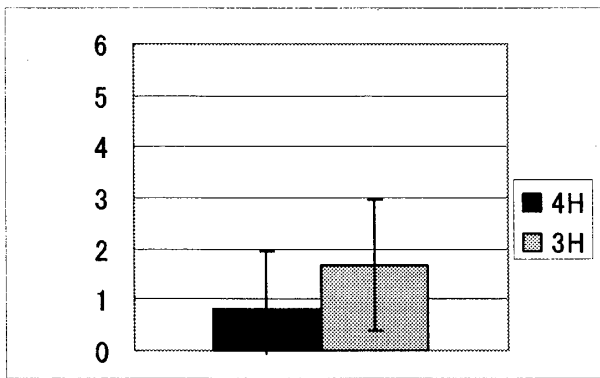


図7. 自覚症しらべ増加量 (実験後-実験前) ぼやけ感 (V群) (実験3)

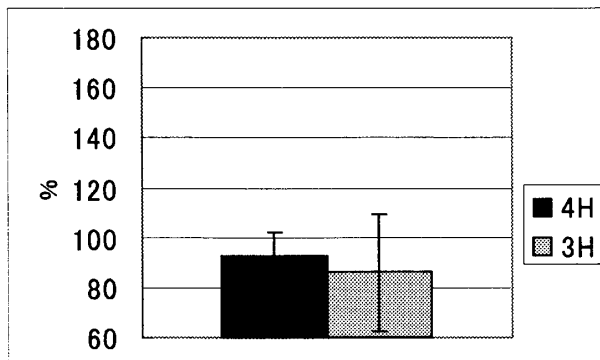


図8. 課題後安静時瞬目率相対値 (実験3)

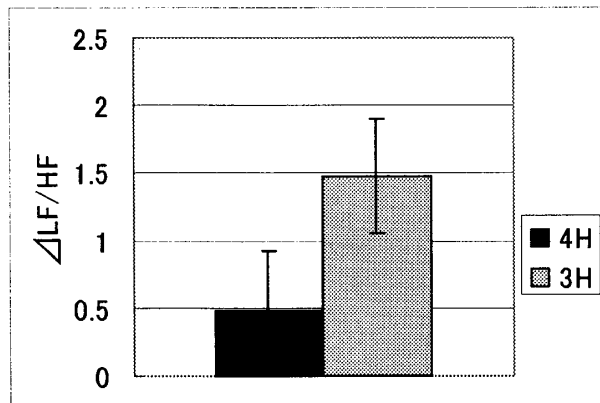


図9. 課題後安静時 LF/HF 変化量 (実験3)

6. 結果のまとめ

実験1、実験3の結果に基づき、2H、3H、4H、6Hの条件間、及び被験者間で、瞬目率、交感神経活動度、タスク正答率に差があるかどうかを二元配置分散分析法で検定を行った。条件間では瞬目率で傾向(p=0.09)があった以外、他の項目で差は見出せなかった。被験者間では瞬目率、タスク正答率で有意な差があることが確認できた(p<0.01)。今回の実験結果では個人のばらつきが大きかったので個人別の検討を行った。実験結果の例として被験者3名の視距離と瞬目率の関係、視距離と交感神経活動度の

関係、及び視距離とタスク正答率の関係を図10、図11、図12に示す。なお、被験者3名は6名の中で異なるカーブを描く3名を選んだ。

視距離と瞬目率(課題後安静時相対値)および交感神経活動度(課題後安静時 Δ LF/HF)の関係を各被験者ごとに見てみると、瞬目率は6名中5名でほぼ視距離3Hもしくは4Hで最小となるU字型カーブを描き、このあたりの視距離において目の疲労は最小であると予想される結果となった。

これに対し、交感神経活動(Δ LF/HF)については、6名中4名が3Hでピーク(最大値)を示し、3Hの視距離が最も臨場感の味あえる、興奮する距離であると推測することもできるが、そのグラフの形は様々であった。

さらに、タスク正答率でも交感神経活動度と同様に、6名中4名が3Hでピーク(最大値)をとり、3Hの視距離が最もはっきり間違いなく見えたと思われる結果となった。

しかし、個人により、瞬目率のカーブと交感神経活動のカーブの関係(相関)にばらつきが見られ、(すなわち、瞬目率U字・交感神経活動逆U字の関係を示す被験者もいれば、瞬目率も交感神経活動も同じU字カーブを示す被験者もいる)今回の結果だけでは、目の疲れと精神的な疲れ・興奮度を視距離との関係でまとめて評価することはできない。個人のばらつきの原因として、視力、通常視距離、タスクに対する没入感などの違いによる可能性も考えられる。

今後、追加実験を行い、この関係(視距離と瞬目率および交感神経活動)をさらに検証していく必要がある。

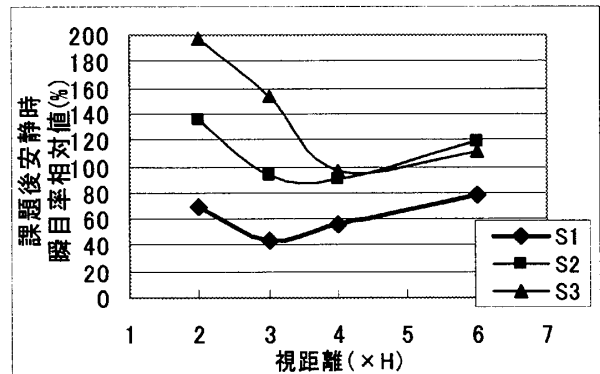


図10. 視距離と瞬目率の関係

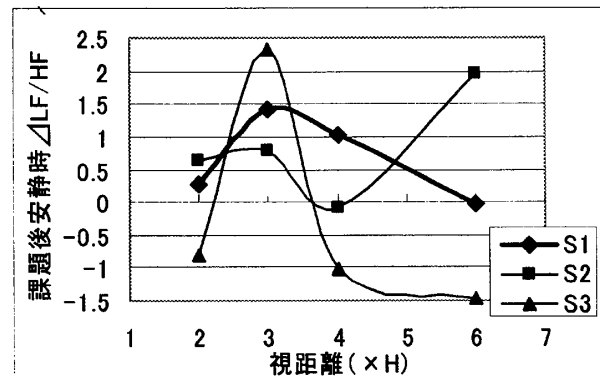


図11. 視距離と交感神経活動度の関係

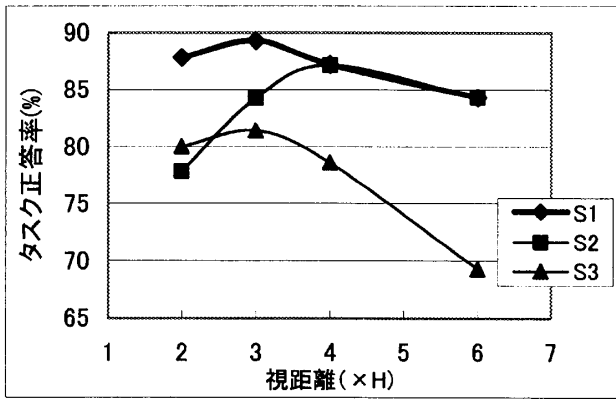


図12. 視距離とタスク正答率の関係

また、実験後に行ったインタビューで得られた個人が感じる最適視距離1（実験1後）、最適視距離2（実験3後）と家庭内での通常視距離との関係を図13に示す。各被験者の家のテレビのサイズは26インチ～32インチ、家庭内のテレビデバイスは全員がCRTだった。個人が感じる最適視距離に関して、実験1後のインタビュー結果から、家庭内で通常視聴している距離に近い視距離を違和感なく好ましいと感じていることがわかった。また、実験3後のインタビューでは最適視距離が（6H→4H、5H）及び（2H→3H）となるなど、中間部へ移行している。

画面サイズに関しては、実験1では42インチの画面サイズを全員が大きいと感じているという結果が得られたが、実験2（一般視聴実験）では大きいと感じた人はなく、全員がちょうどいい大きさという評価に変化した。画面サイズの大きさに対して非常に早く順応したという印象を受けた。

実験2（一般視聴）の最適視距離に関しては、基本的には実験1と同じ結果であったが、コンテンツの内容に応じて最適と感じる視距離が変化している被験者もあった。例えば、以下のようなコメントが得られている。

- ・ 風景の映像を見る時は2Hが良いが、動きの激しい映像を見る時は6Hのほうが良い。
- ・ 2Hは非常に臨場感があったが映画館で見た時のような疲労感もあった。ただし、風景は大丈夫。
- ・ テロップは2Hのほうが見やすい。

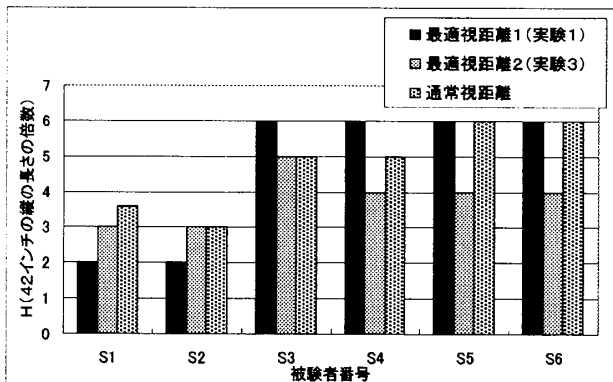


図13. 最適視距離と通常視距離の関係

7. 考察

実験1、実験2、実験3を通して、主観評価、瞬目率とも視覚疲労の有効な指標となりうることを示していた。

ただし、各実験の主観評価データは、非常にばらつきが多く、個人差も大きかった。これは個人のその日の体調（睡眠不足、健康状態）によっても評点スケールが異なっているように思われる。今後は、より効果的な質問項目の検討と回答に対する確信度などを用いた精度向上の方法を検討する必要がある。

一方、LF/HFに関して、実験2においてその変化量が2Hで有意に増加したが、これは2Hで没入感等に起因する精神ストレスが大きいためと考えられる。しかし、残像と輝度の影響を調べた以前の研究[3]でも有意な変化が認められていることから、視覚的負荷の増加による増分も含まれると思われる。実験3において、主観評価と瞬目率では差異は殆ど見出せなかったが、LF/HF変化量に関して、3Hのほうが4Hに比較して高い傾向となった。この結果も3Hが4Hに比較して没入感等に起因する精神ストレスが大きいことが一因ではないかと考えられる。

さらに視距離と瞬目率の関係、および視距離と交感神経活動度の関係の両グラフを合わせると、視覚疲労が少なく没入感の得られる距離とリラックス感の得られる距離とではズレが見られた。これに関して実験2（一般視聴実験）においても、コンテンツに依存して最適視距離が変化することを実験後のインタビューで確認しているように、最適視距離はコンテンツの内容やそれに応じた見方により変化する可能性があると考えられる。

実験1、2、3より、最適視距離は2Hと6Hの中間距離にあることがおよそ予想できた。しかし、実験結果は個人のばらつきも多く、実験順序も実験1（2H×6H）→実験3（3H×4H）の固定した順序でしか行っていないため、実験結果の精度向上のためには実験条件の組み換え及びデータ数の追加が必要であると思われる。また、今回の実験では画面サイズを42インチに固定にして視距離を変動させたが、テレビの大画面化のトレンド、及びパソコンテレビなどのパーソナルユースなど多様化する使用形態を鑑み、ディスプレイサイズ×視距離の関係、さらには大画面化に伴う没入感の増大と視覚疲労の関係も追及していきたいと考えている。

今後、ディスプレイサイズ、コンテンツ統制、主観評価方法の見直しなども含めて、さらに他の要因による影響を探るとともに、一般家庭等での長期調査も踏まえ、目の健康に即したテレビの視聴環境および見方について検討していきたい。

8. 参考文献

- [1] Viewing condition for the subjective assessment of HDTV image quality: Rec.ITU-R BT.710-4
- [2] 成田長人、金澤 勝、岡野文男：超高精細・大画面映像の観賞に適した画面サイズと観視距離に関する考察
- [3] 岡田明、山下久仁子：「液晶ディスプレイとプラズマディスプレイによる視覚疲労の生理的評価の試み」，平成17年度日本人間工学会関西支部大会講演論文集，85-88，2005