

## 画像観察時に観視距離と視聴位置を変化させたときの頭部運動の分析

## Analysis of head movement when changing viewing distances and positions while observing HDTV image

望月 信哉<sup>†</sup> 横山 優樹<sup>†</sup> 助川 慧吾<sup>†</sup> 菅沼 美由起<sup>†</sup> 高比良 英朗<sup>‡</sup> 山田 光穂<sup>†</sup>  
 Shinya Mochiduki Yuuki Yokoyama Keigo Sukegawa Miyuki Suganuma Hideaki Takahira  
 Mituho Yamada

## 1. まえがき

近年、映像技術やディスプレイ技術の目覚ましい発展を受け、従来使用されているフルハイビジョンから 4K 映像や 8K 映像などの超高精細映像が普及し始めている。その一例として、2015 年 3 月衛星放送のスカパーにより有料の 4K 放送が開始されたことや、2015 年 12 月 1 日 4K 専門チャンネル「ケーブル 4K」を日本ケーブルテレビ連合が配信を決定していることなどがあげられる。また、2020 年の東京オリンピック開催を見据え総務省は 4K および 8K のテレビ放送を普及させる考えを示している。これら、4K 映像や 8K 映像などの超高画質映像の普及を受けディスプレイサイズも従来と比較しより大きくなり、画質も高画質化してきた。[1-3].

この影響を受け、従来のフルハイビジョンに対する実験スタイルであった画面高の 3 倍にあたる 3H を標準観視距離とする実験から 4K 映像、8K 映像に対する標準観視距離の 1.5H、0.75H での実験が行われるようになり始めた。それら 4K 映像や 8K 映像の実験は走査線構造の変化により、従来から行われているフルハイビジョンの実験よりも近距離での映像視聴実験を行うことが可能となったからだ。ここで走査線構造について言及すると、従来のフルハイビジョン映像視聴時の標準的な観視距離を成田らは標準観視距離は走査線 525 本のこれまで用いられてきた NTSC 方式テレビでは画面高の 6 倍、現在主流の走査線 1125 本のハイビジョンでは画面高の 3 倍となる 3H と定めている[4]。それに対して、走査線 4000 本相当の 4K 映像や走査線 8000 本相当の 8K 映像は走査線構造が見えない距離を算出すると画面高の 1.5 倍、0.75 倍となる。画角もフルハイビジョン時は水平約 30 度であったが、4K では水平約 60 度、8K では水平 100 度におよぶとされている[5]。しかし、人間の有効視野の範囲は 30 度程度と言われている[6]。このことから、有効視野である 30 度を超える 4K 映像、8K 映像の視聴時には眼球運動だけでなく頭部運動も必要不可欠である。これは頭部運動と眼球運動の合算が視線という観点から見ても自明である。また、有効視野の 30 度を超えて頭部運動と併用し映像を見る際の視線における頭部運動の割合は 60-80%と言われている[7-9]、この観点から考えても画角 30 度を超える距離での映像視聴時には頭部運動が用いられていることは明白である。

これらを受けて我々は 4K 解像度映像を視聴位置画面中央、画面左 4 分の 1、画面右 4 分の 1 の三条件と観視距離 0.75H, 1.5H, 3H の三条件の合計 9 条件で実験を行った[10]。結果、注視点は映像、観視距離、視聴位置によらず画面全

体に広がり、平均注視位置は画面中央に集まることが示唆された。また、視聴距離 1.5H と 0.75H では映像、観視距離、視聴位置についてそれぞれの条件間で注視位置に有意な差が見られた。しかし、これらの実験では、近距離視聴で重要な役割を持つと考えられる頭部運動と映像、観視距離、視聴位置の関係については言及しておらず今後の課題としていた。そこで本論文では、実際に 4K で放送された映像 3 種類を用いて近距離視聴における頭部運動の特性を明らかとするために、映像視聴時の頭部回転について測定を行った。

## 2. 実験環境

実験には本学研究室を用いて実験を行った。また実験環境を一定にするためにディスプレイ背後から被験者両脇にかけて暗幕を広げた。

## 2.1 機器の構成

眼球運動測定にはナックイメージテクノロジー社製アイマーカーレコーダ EMR-8b を用い、頭部運動測定には Polhemus 社製三次元磁気センサ Patriot を用いて測定した[10]。被験者には眼球運動測定装置を頭部に装着させ、その頭頂部に頭部測定装置を装着させた。磁気センサは周囲の磁気から影響を受けるため実験中は被験者の周りに鉄製品を配置しないように配慮して実験を行った。被験者には映像を自由に視聴してもらうために自宅でテレビを見ているように自由に視聴するようにのみ指示をした。

本実験は、東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会規定に従い実施した。

## 2.2 実験映像

実験に用いた映像の詳細を表 1 に示す。映像 1 として TBS で放送されていた世界遺産 THE WORLD HERITAGE のうちから 2008 年 5 月 11 日～2008 年 10 月 26 日の間に放送されたイエローストーン国立公園、カナディアン・ロッキー山脈自然公園群、アブ・シンベルからフィラエまでのヌビア遺跡群の 3 種類の映像を用いた。映像 2 としては 2014 年 1 月 1 日に NHK で放送された大河ドラマ桜ぼうさを用い、映像 3 として 2013 年 11 月 10 日に WOWOW で放送されたヒューマンドラマのチキンレースを用いた。これらの映像は 4K カメラで撮影・編集し、2K 画質で放送されたものである。実験には本編のすべてを用いるのではなく、各映像を会話の切れるタイミングや、カットの変わるタイミングで 5 分程度の長さで編集しその中から同一箇所を約 4 分抽出し解析を行った。実験には 55 インチの液晶ディスプレイ(REGZA55X3 : TOSHIBA Corp., Tokyo)を用いた、実際に被験者が観察した画像は、REGZA55X3 内の

<sup>†</sup> 東海大学, Tokai University

<sup>‡</sup> 名古屋大学, Nagoya University

画像処理エンジンにより再び 4K にアップコンバートされたものである。ディスプレイの輝度は最小：0.25cd/m<sup>2</sup>、最大：277cd/m<sup>2</sup>であり、実験は室内照度 15.5Lux の条件で行った。

表 1. 実験映像

種類	時間	内容
映像 1 (世界遺産 THEWORLDER ITAGE/TBS) 2008年5月11日～2008年10月26日まで放送の間の3種	5分×9	イエローストーン国立公園やカナディアン・ロッキー山脈自然公園群、アブ・シンベルからフィラエまでのヌビア遺跡群の世界遺産をナレーションと共に紹介する映像(図2)
映像 2 (桜ほうさら/NHK) 2014年1月1日放送	5分×9	幕末を舞台に一人の若侍が父親に汚名をかぶせた犯人を捜す時代ミステリー
映像 3 (チキンレース/WOWOW) 2013年11月10日放送	5分×9	交通事故で45年間意識を失っていた男が青年看護師と失われた青春を取り戻すヒューマンドラマ

## 2.3 観視条件

観視条件として先行研究と同様に観視距離を 0.75H と 1.5H と 3H とし、視聴位置を画面中央から左 4分の1の位置と右 4分の1の位置とディスプレイ正面の計 9 条件を設定した、詳細を図 1 に示す。視聴順番による影響を避けるために左 0.75H から視聴する前群と右 3H から視聴する後群に被験者を分けて実験を行った。実験中は画面内を自由に視聴するように指示をし、視聴位置から横にずれるのを防止するために被験者は椅子に座って視聴した。

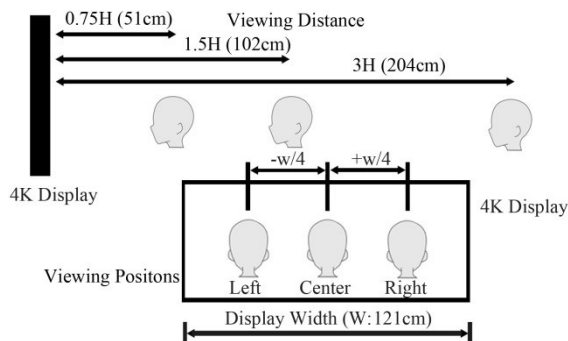


図 1. 視聴場所の例

## 2.4 被験者

被験者には 20～22 歳の本学学生 15 名(男性 9 名、女性 6 名)を対象に実験を行った、いずれも設定した視距離から

視聴する上で十分な正常視力を有している。うち前群として男性 4 名女性 3 名、後群として男性 5 名女性 3 名とした。今回はそのうち眼球運動と頭部運動が共に良好に測定できた男性 3 名、女性 3 名(前群 2 名後群 4 名)から頭部運動についてのみ解析を行った。

## 2.5 測定機器

表 2 に我々が開発した視線測定装置の概要を示す[11]。本実験には上記の装置を用い、被験者にアイマークレコーダの帽子を装着させ、磁気センサをその頭部に取り付けた。磁気センサは周りに鉄製品があると干渉してしまうため、被験者の右手側に設置したソースコイル周辺には鉄製品を配置しないように配慮して実験を行った。

表 2. 測定装置

眼球運動測定	アイマークレコーダ EMR-8B (Nac Image Technology, Tokyo, Japan)
頭部運動測定	磁気センサ Patriot (Polhemus, Colchester, VT)
測定可能範囲	水平方向：120 度 垂直方向：90 度
測定精度	水平方向：5% (左右 60 度以内) 垂直上方向：10% (45 度以内) 垂直下方向：20% (45 度以内)
検出レート	30Hz
分解能	0.1 度

## 3. 実験結果

人の視聴特性を明らかにしている文献は多いが、近距離映像視聴時の頭部回転について明らかとしている文献は少ない。そこで本稿では、視聴位置と観視距離ごとに各被験者の注視時の頭部回転角を算出した。まず文献[10]で行った手法と同じ手法を用いて、頭部回転角に眼球回転角を加えた視線の動きから、下記の基準で注視点を抽出し、映像、視聴位置、観視距離ごとの平均注視位置を算出した。その平均注視位置を注視するための視線への寄与度として、頭部回転と眼球運動量の比を比較した。

映像視聴時の注視点の定義として、被験者は映像を自由に視聴していることから静止画像に対してのしきい値である 5 度/秒ではなく[12]、動画映像に対するしきい値の 10 度/秒を採用した[13]。

### 3.1 観視位置・観視距離における頭部回転

図 2-7 に映像視聴時の平均注視位置に対する頭部回転と眼球運動の寄与度を示す。画面中心を 0 としてマイナス方向が X 軸に対しては左、Y 軸に対しては下を表し、プラス方向が X 軸に対しては右、Y 軸に対しては上を表している。頭部の平行移動はほとんど生じなかったため今回は頭部回転についてのみ解析を行った。

図 2-4 の水平方向に対して、赤色で示す頭部回転は左位置：0.75H-L、1.5H-L、3H-L それぞれで画面中央より左方向に向けられていることがわかる。また、右位置：0.75H-R、1.5H-R、3H-R は映像 1 の 3H-R を除いて頭部が画面中

央より右に向けられている。対して中位置：0.75H-C, 1.5H-C, 3H-C では一定の傾向が見られなかった。

図 5-7 の垂直方向に対して、赤色で示す頭部回転は左位置：0.75H-L, 1.5H-L, 3H-L において映像 1 の 3H-L を除いて画面中央よりも上方向に向けられる結果だった。右位置：0.75H-R, 1.5H-R, 3H-R では映像 3 の 3H-R を除いて画面中央よりも上方向に頭部が向けられる結果だった。中位置：0.75H-C, 1.5H-C, 3H-C でも映像 1 の 3H-C を除いて画面中央よりも上方向に頭部が向けられる結果だった。

次に眼球運動について解析を行った。青色で示す眼球運動は図 3-5 の水平方向に対して、左位置：0.75H-L, 1.5H-L, 3H-L では被験者の正面に対して右側に向けられおり、右位置：0.75H-R, 1.5H-R, 3H-R では映像 1 の 3H-R, 映像 2 の 0.75H-R, 3H-R, 映像 3 の 1.5H-R を除いて眼球運動は被験者の正面に対して左側に向けられていた。中位置：0.75H-C, 1.5H-C, 3H-C では一定の傾向が見られなかった。

図 6-8 の垂直方向に対しては、青色で示す眼球運動は左位置：0.75H-L, 1.5H-L, 3H-L で映像 1 の 1.5H-L, 映像 2 の 3H-L を除いて被験者の正面よりも上方向に向けられており、右位置：0.75H-R, 1.5H-R, 3H-R では映像 1 の 3H-R を除いて眼球運動が被験者の正面よりも上方向に向けられていた。中位置：0.75H-C, 1.5H-C, 3H-C についても映像 1 の 1.5H-C を除いて被験者の正面よりも上方向に向けられる結果だった。

次に頭部回転角を比較した。観視距離ごとに比較した結果を表 3 に表す。0.75H, 1.5H, 3H の距離で左位置, 右位置, 中位置の頭部回転の平均値を角度で比較している。画面中心を 0 として中心よりも左側をマイナス, 右側をプラスとした。観視距離 0.75H の左位置では 6.5 度程度画面中央よりも左に頭部を回転させているのがわかり、右位置では 7.3 度程度画面中央よりも右に頭部を回転させているのがわかる。中位置では 0.7 度程度右に回転させていた。次に観視距離 1.5H では、左位置で 3.3 度程度画面中央よりも左に頭部を回転させているのがわかり、右位置では 3.2 度程度画面中央よりも右に頭部を回転していた、中位置では 1.3 度程度右に頭部を回転させていた。最後に観視距離 3H では左位置で 0.5 度程度画面中央よりも左に頭部を回転させているのがわかり、右位置で 0.2 度程度画面中央よりも右に頭部を回転しており、中位置では 0.4 度程度頭部を左に回転させていた。

また、垂直方向も水平と同様に画面中心を 0 として画面上方向をプラスとし、画面下方向をマイナスとした。観視距離 0.75H の左位置では 2.5 度程度画面中央よりも上に頭部を回転させているのがわかり、右位置では 1.0 度程度画面中央よりも上に頭部を回転させているのがわかる。中位置では 2.4 度程度上に回転させていた。次に観視距離 1.5H では、左位置で 2.8 度程度画面中央よりも上に頭部を回転させているのがわかり、右位置では 1.3 度程度画面中央よりも上に頭部を回転していた。最後に観視距離 3H の左位置は 1.1 度程度画面中央よりも上に頭部を回転させているのがわかり、右位置では 0.5 度程度画面中央よりも上に頭部を回転しており、中位置では 0.1 度程度頭部を上回転させていた。

表 3 に示している角度を距離ごとに計算し画面の大きさに正規化して算出したものを表 4 に示す。画面の水平幅 121cm, 垂直高さ 68cm と比較して水平方向、垂直方向とも画面の大きさと比較すると、0.75H では被験者から見込

んだ画角が 100 度もあるため、最大でも距離ではせいぜい水平約 7cm, 垂直約 2cm であった。

表 3. 視聴位置ごとの頭部回転角平均値(度)

視聴位置	水平回転角	垂直回転角
0.75H-L	-6.5度	2.5度
0.75H-C	0.7度	2.4度
0.75H-R	7.3度	1.0度
1.5H-L	-3.3度	2.8度
1.5H-C	1.3度	1.8度
1.5H-R	3.2度	1.3度
3H-L	-0.5度	1.1度
3H-C	-0.4度	0.1度
3H-R	0.2度	0.5度

表 4. 視聴位置ごとの頭部回転角平均値(cm)

視聴位置	水平回転角	垂直回転角
0.75H-L	-5.8cm	2.2cm
0.75H-C	0.6cm	2.2cm
0.75H-R	6.6cm	1.0cm
1.5H-L	-3.0cm	2.0cm
1.5H-C	1.1cm	1.6cm
1.5H-R	2.9cm	1.2cm
3H-L	-0.5cm	1.0cm
3H-C	-0.3cm	0.1cm
3H-R	0.2cm	0.5cm

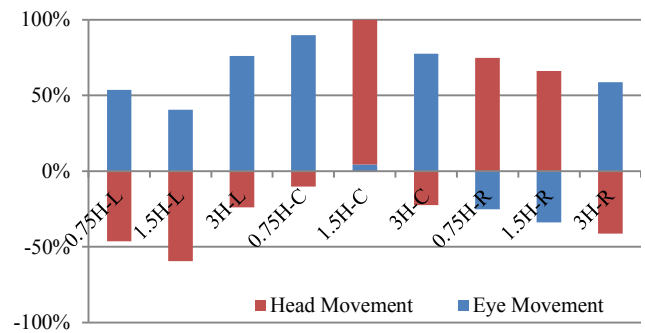


図2. 映像1の頭部回転角と眼球運動の割合 (X軸)

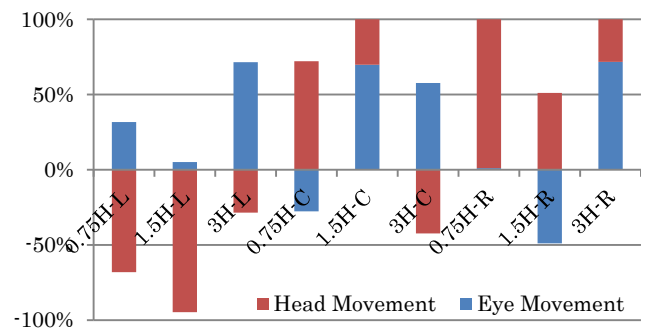


図3. 映像2の頭部回転角と眼球運動の割合 (X軸)

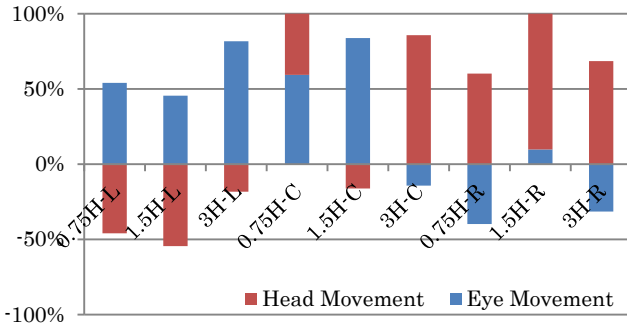


図4. 映像3の頭部回転角と眼球運動の割合 (X軸)

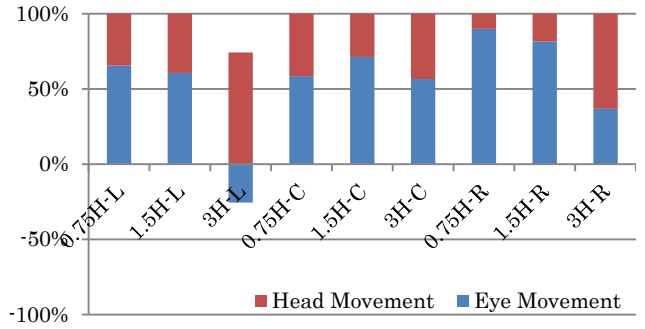


図6. 映像2の頭部回転角と眼球運動の割合 (Y軸)

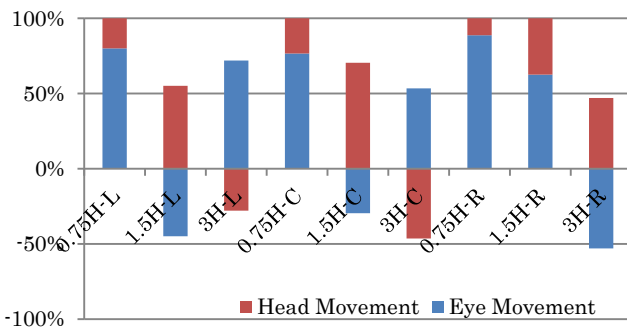


図5. 映像1の頭部回転角と眼球運動の割合 (Y軸)

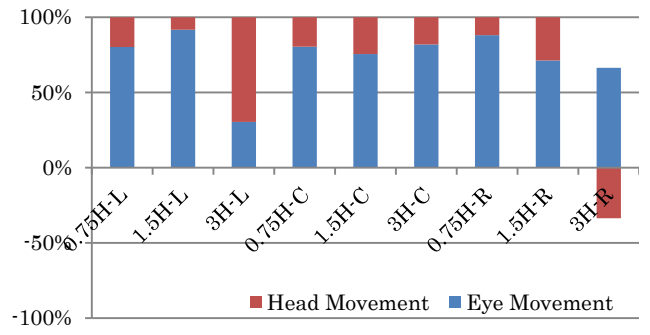


図7. 映像3の頭部回転角と眼球運動の割合 (Y軸)

表5. 映像1における頭部回転の単純・主効果の検定, 多重比較の結果 (\*:  $p < 0.05$ , \*\*\*:  $p < 0.005$ , \*\*\*\*:  $p < 0.001$ )

映像種類	視聴位置	要因	F 値	有意水準 5%で有意差が見られた組み合わせ
映像1	左	観視距離	$F(2,24) = 4.543 *$	3H > 1.5H
	中	観視距離	$F(2,24) = 4.805 *$	1.5H > 3H
	右	観視距離	$F(2,24) = 9.229 ***$	0.75H > 3H, 1.5H > 3H
映像種類	観視距離	要因	F 値	
映像1	3H	視聴位置	$F(2,24) = 0.646$	なし
	1.5H	視聴位置	$F(2,24) = 14.562 ****$	右 > 左, 中 > 左
	0.75H	視聴位置	$F(2,24) = 10.478 ****$	右 > 左, 右 > 中

表6. 映像1における頭部割合の単純・主効果の検定, 多重比較の結果 (+:  $p < 0.10$ , \*:  $p < 0.05$ , \*\*\*\*:  $p < 0.001$ )

映像種類	視聴位置	要因	F 値	有意水準 5%で有意差が見られた組み合わせ
映像1	左	観視距離	$F(2,24) = 2.158$	なし
	中	観視距離	$F(2,24) = 5.454 *$	3H > 0.75H, 1.5H > 0.75H
	右	観視距離	$F(2,24) = 9.359 ****$	0.75H > 3H, 1.5H > 3H
映像種類	観視距離	要因	F 値	
映像1	3H	視聴位置	$F(2,24) = 2.045$	なし
	1.5H	視聴位置	$F(2,24) = 3.188 +$	なし
	0.75H	視聴位置	$F(2,24) = 36.461 ****$	右 > 左 > 中

### 3.2 頭部回転角の検定

映像、観視位置、観視距離ごとに検定を行った。図 8-10 に映像ごとの頭部回転角の平均値を示す。こちらも 3.1 と同様に視距離により、角度が異なるため画面の大きさを正規化するために縦軸の単位をセンチメートルとし、画面中心を 0 として左側がマイナス、右側がプラスとした。表示したディスプレイのアスペクト比が 16:9 と水平方向の方が大きいため、今回は差が大きいと思われる水平方向における頭部回転角について検定するために、X 軸のみの解析を行った。(図 8 と図 10 の中に示している \* は\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ , \*\*\*:  $p < 0.005$ , \*\*\*\*:  $p < 0.0001$  を表している。)

図 8 では、視距離 3H において右位置では画面よりわずかに左側を、左位置では画面よりわずかに右側を、中位置では画面よりわずかに左側に頭部が向けられており、視距離 1.5H において右位置では画面右側を、左位置では画面左側を、中位置では画面右側に頭部が向けられており、視距離 0.75H において右位置では画面右側を、左位置では画面よりわずかに左側を、中位置では画面中央に頭部が向けられていた。表 5 に分散分析の結果を示す、有意水準 5% で距離・位置・距離と位置に有意な効果が見られ、単純・主効果で右位置において距離で有意差、中位置において距離で有意差、左位置において距離で有意差、視距離 0.75H において位置に有意差、視距離 1.5H において位置に有意差が見られた。

図 9 では、視距離 3H において右位置では画面よりわずかに左側を、左位置では画面よりわずかに左側を、中位置では画面よりわずかに左側に頭部が向けられており、視距離 1.5H において右位置では画面よりわずかに右側を、左位置では画面よりわずかに左側を、中位置では画面右側に頭部が向けられており、視距離 0.75H において右位置では画面右側を、左位置では画面左側を、中位置では画面よりわずかに右側に頭部が向けられていた。分散分析の結果、有意な差は見られなかった。

図 10 では、視距離 3H において右位置では画面よりわずかに右側を、左位置では画面左側を、中位置では画面よりわずかに右側に頭部が向けられており、視距離 1.5H において右位置では画面右側を、左位置では画面左側を、中位置では画面よりわずかに左側に頭部が向けられており、視距離 0.75H において右位置では画面右側を、左位置では画面左側を、中位置では画面よりわずかに左側に頭部が向けられていた。分散分析の結果、有意水準 5% で位置に有意な効果が見られた。多重比較において左位置と右位置、中位置と左位置で有意な差が見られた。

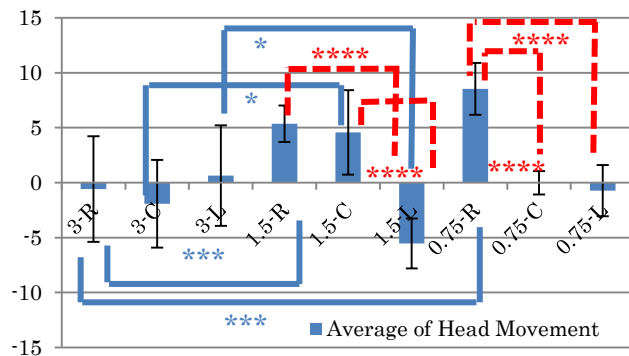


図 8. 映像 1 の頭部回転角の平均値 (X 軸)

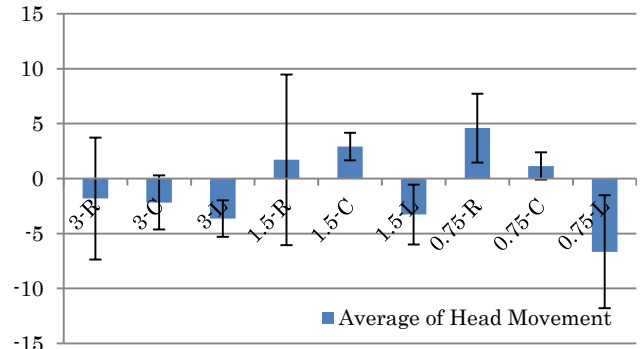


図 9. 映像 2 の頭部回転角の平均値 (X 軸)

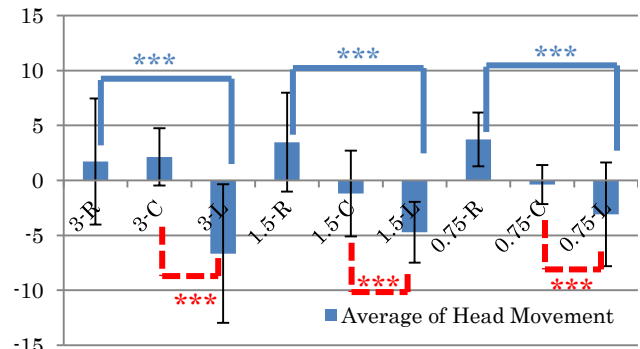


図 10. 映像 3 の頭部回転角の平均値 (X 軸)

次に 3.1 の結果を用いて注視時の視線に占める頭部の割合を観視距離・視聴位置に対して 2 要因の分散分析を行った。結果、視聴位置と観視距離に有意な効果が見られたため、単純・主効果の検定、多重比較を行った。表 6 に映像 1 の結果を示す。視聴位置中と視聴位置右において有意水準 5% で有意な差がみられた。視聴位置中では 3H の方が 0.75H よりも注視時の視線に占める頭部の割合が大きいことを示している。同様に、1.5H の方が 0.75H よりも注視時の視線に占める頭部の割合が大きいことを示している。視聴位置右では 0.75H の方が 3H よりも注視時の視線に占める頭部の割合が大きく、1.5H の方が 3H よりも注視時の視線に占める頭部の割合が大きいことを示している。また、観視距離 0.75H において位置に有意差が見られた。表 6 に示してある右 > 左 > 中は右位置が注視時の視線に占める頭部の割合が一番大きいことを示している。

映像 2 においては、分散分析の結果、視聴位置に有意な効果が見られ、多重比較において左位置と中位置、右位置と中位置で有意な差が見られた。こちらも映像 1 と同様に右 > 左 > 中と右位置が注視時の視線に占める頭部の割合が一番大きかった。映像 3 においては有意な差が見られなかった。

## 4. 考察

超高解像度映像を視聴している際の人の視線と頭部の動きを観視距離と視聴位置ごとに解析と検定を行った。

4K 映像、8K 映像を標準観視距離で視聴する際の視野角は 4K では約 60 度、8K では約 100 度と広く、視聴時に頭部運動が生じることは明確であり、視聴位置によりその違いが大きく現れるのではないかと考え、視線から頭部回転角と眼球運動の占める割合を求めた。

眼球運動は図 2-7 と図 8-10 より水平方向に関しては左位置では被験者正面に対して右方向に、右位置では被験者正面に対して左方向に向けられる傾向が見られ、中位置では一定の傾向が見られなく、垂直方向に関しては映像 1 では 0.75H では正面よりも上方向に、1.5H と 3H では一定の傾向が見られなかった。映像 2, 映像 3 では一例を除き被験者の正面よりも上方向に向けられていた。この水平方向に関しての結果は頭部回転角が影響していると考えられる。

頭部回転は水平方向に関しては左位置では画面中央よりも左に向けられ、右位置では画面中央よりも右に向けられ、中位置では一定の傾向が見られなかった。図 12 に 3 映像の平均の視聴位置・観視距離ごとの頭部回転角を示す。3H を三角、1.5H を四角、0.75H を菱形で表し、左位置を青、右位置を緑、中位置を赤で表している。観視距離が近づくにつれて画面中心から被験者正面に頭部が向けられる傾向が見られた。

そこで、各映像に対して観視距離と視聴位置において検定を行った結果、映像 1 において有意水準 5% の有意な効果が見られ、映像 2 においては有意な差が見られず、映像 3 においても位置に対する有意な差のみが見られた。これは映像 1 に用いた映像が世界遺産などの風景を主に映す映像だったのに対し、映像 2, 映像 3 はドラマや映画といったキャスト同士の会話などがメインだったため、観視距離や視聴位置によらず出演者の方向に頭部が回転し大きな差が見られなかったと考えられる。他方、映像 1 は世界遺産の風景をメインとして映していた為、観視距離や視聴位置において有意な差が見られたと考えられる。

次に注視時の視線に占める頭部の割合についても検定の結果、映像 1 に対して視聴位置と観視距離に有意な効果が見られた。観視位置左では有意な差は見られなかったものの観視位置中と右において観視距離における効果が見られた。右位置では観視距離 3H よりも 0.75H と 1.5H の方が頭部の割合が大きい傾向が見られたが、中位置では 0.75H が一番小さい結果となった。次に観視距離に関しては、0.75H で中位置に比べ右位置と左位置の方が注視時の視線に占める頭部の割合が多く、有意な差があることがわかった。また、映像 2 においては距離によらず右位置と中位置、左位置と中位置で視聴位置において有意な効果が見られた。映像 3 においては有意な差は見られなかった。なお、映像 2, 3 については、視聴位置と観視距離における有意差が見られなかったため、紙面の都合上、単純・主効果の表を省略した。

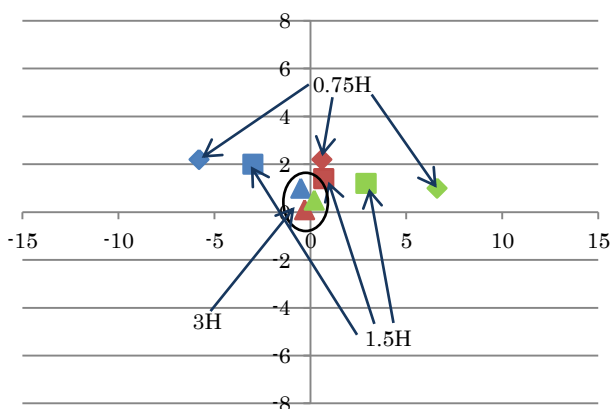


図 12. 視聴位置・観視距離ごとの頭部回転角

## 5. まとめ

超高精細映像視聴時の人の視聴特性を観視距離：0.75H (51cm)・1.5H (102cm)・3H (204cm)、視聴位置：左 (ディスプレイ中心からディスプレイ幅 4 分の 1, 左に移動した位置)・中 (ディスプレイ中心位置)・右 (ディスプレイ中心からディスプレイ幅 4 分の 1, 右に移動した位置) の 9 条件で視線の動きにおける眼球運動と頭部回転について分析と検定を行った。

頭部回転は画面中央よりも被験者の正面方向に向けられる傾向が見られ、検定の結果として映像 1 に対して、視聴位置と観視距離に有意な効果が見られた。頭部割合も同様に映像 1 に対して、視聴位置と観視距離に有意な効果が見られた。結果として、視聴させる映像の内容が人の視聴特性に大きな影響を与えることが考えられる。

## 参考文献

- [1] 野尻 裕司, “スーパーハイビジョンの概要,” 映情学誌, vol.61, no.5, pp.599-602 (2007).
- [2] 石井 啓二, 薄井 武順, 斎藤 信雄, 清水 直樹, 関 昌彦, 石橋 将, 野口 康幸, 古谷 崇, 山下 武, 村井 隆一, “スーパーハイビジョン用プラズマディスプレイの開発,” 映情学誌, vol.68, no.1, pp.141-146 (2014).
- [3] 栗田 泰市郎, “薄型テレビにおける高画質化の技術動向,” 映情学誌, vol.61, no.9, pp.1267-1271 (2007).
- [4] 成田 長人, 金澤 勝, 岡野 文男, “超高精細・大画面映像の鑑賞に適した画面サイズと観視距離に関する考察,” 映情学誌, vol.55, no.5, pp.773-780 (2001).
- [5] 鹿喰 善明, “スーパーハイビジョンの研究開発,” NHK 技研 R&D, no.137, pp.4-9, Jan.2013.
- [6] 畑田 豊彦, “生理光学(16) 自然視画像と視覚特性,” Optics・Electronics, vol.74, pp.121-130 (1986).
- [7] M.A Gresty, “Coordination of head and eye movements to fixate continuous and intermittent targets,” Vision Research, vol.14, no.6, pp.395-403 (1974).
- [8] G.R Bams, “Vestibulo-ocular function during co-ordinated head and eye movements to acquire visual targets,” The Journal of Physiology, vol.287, pp.121-147 (1979).
- [9] 山田 光穂, “2 次元平面上の視標を注視させたときの頭部運動と眼球運動の協調関係の分析,” 信学論 (D), vol.J75-D2, no.5, pp.971-981 (1992).
- [10] 高比良 英朗, 望月 信哉, 山田 光穂, “観視距離と視聴位置を変化させたときの視線分析” 信学論 (D), Dec.2015. DOI:10.14923/transinfj.2015PDP0005.
- [11] H. Takahira, K. Kikuchi and M. Yamada, “A System for Measuring Gaze Movement and Hand Movement Simultaneously for Hand-Held Devices,” IEICE Trans. Commun, vol.E98-B, no.1, pp.51-61, Jan. 2015.
- [12] 山田 光穂, 福田 忠彦, “画像における注視点の定義と画像分析への応用”, 信学会誌, Vol.J69-D, 9, pp.1335-1342 (1986).
- [13] 福田 亮子, 佐久間 美能留, 中村 悦夫, 福田 忠彦, “注視点の定義に関する実験的検討”, 人間工学, 32, 4, pp.197-204 (1996).