

HDRの映像視聴が心身に及ぼす影響について

○阪本清美¹⁾ 田中 豊¹⁾ 山下久仁子²⁾
岡田 明²⁾ 澤村厚志³⁾ 竹内明弘³⁾

- 1) パナソニック株式会社
- 2) 大阪市立大学
- 3) パナソニック映像株式会社

Outline

- **イントロダクション**
 - 背景, 先行研究, 研究の目的
- **実験**
 - 実験環境
 - 実験方法
 - 実験結果
- **考察**
- **今後の課題**

背景

• TV視聴環境の変化

– 高精細化へのトレンド

- 解像度: 2KTV→4KTV, 8KTV
- 輝度レンジ: SDR: Standard Dynamic Range(0-100nit)→

HDR: High Dynamic Range(0-10000nit)

- 従来では表現できなかった明るい太陽や空、光の反射等の表現が可能
- 明るい部分と暗い部分とを同時に表示することが可能

– 画質の良さや臨場感などに加え、視覚疲労が少ない、人にやさしい

テレビの開発、及び適正な視聴形態の提案は、今後非常に重要な要素

– 高精細ディスプレイの輝度範囲の拡大が心身に及ぼす影響は未解明

研究の目的

- 4K-HDR(High dynamic range)による輝度レンジの拡大が映像視聴中の生理心理状態に及ぼす影響を探る
 - 視覚疲労
 - 気分やストレス
 - 画質評価や感性評価

先行研究

輝度レンジの拡大が映像視聴中の生理心理状態に及ぼす影響
(58インチHDR(High dynamic range)対応4KTV(Panasonic, TH-58DX950))

(実験参加者 20歳代 8名)

- 生理評価: NIRS, 瞬目率, 心拍変動, 心拍数
- 心理評価: アンケート, インタビュー



- コンテンツの種類により効果の内容は異なるものの、4K-HDRの心理評価スコアは4K-SDRのそれと比較して、「臨場感」、「立体感」、「迫力感」、「質感」等の項目で有意に大きかった
- 生理評価においては、コンテンツの種類により中枢神経系の活動を反映するNIRS(O₂Hb値)が、4K-HDR映像視聴中に、4K-SDRのそれと比較して有意に大きい場合と小さい場合があった。



- 先行研究[1]で発表した8名の20歳代のデータに加え、新たに8名の20歳代のデータを取り、16名分の詳細な解析を行なった

[1] 阪本清美, 田中 豊, 山下久仁子, 岡田明, “コンテンツ視聴におけるHDRとSDRの違いが生理・心理状態に及ぼす影響”, 映像情報メディア学会技術報告, ITE Technical Report vol. 40, no. 33, ME2016-121, pp. 13-18 (2016).

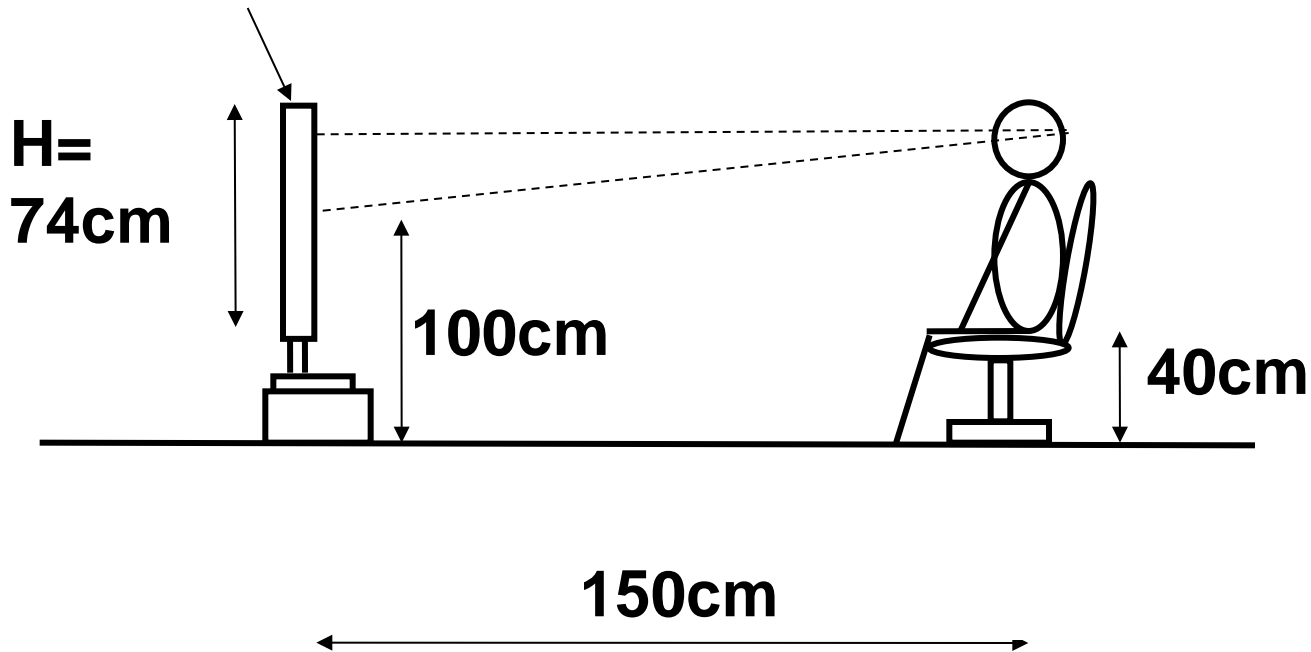
解像度及び評価用コンテンツ

- 輝度レンジ
 - HDR(High dynamic range)対応4KTVを用いて、4K-HDRと4K-SDRの輝度レンジの異なる映像コンテンツ視聴を行った。
- 評価用コンテンツ
 - 3種類、各コンテンツは約3,4分間(風景をベース)
 - コンテンツ①:夜景
 - 暗い部分の中に街の明かりやネオンサイン、車のヘッドライト等の明るい部分も含まれている映像
 - コンテンツ②:南国の風景
 - 太陽や空や光線の反射、波しぶきなど全体的に明るい部分が多い映像
 - コンテンツ③:伝統工芸の映像
 - 刀鍛冶や美しい傘張りの様子など、近景で炎の燃え上がる様子や色の変化があり、やや動的な動きを含む映像

実験環境

58inch

HDR(High dynamic range) 4KTV(Panasonic,TH-58DX950)



各コンテンツの最大輝度と最大平均輝度

HDR

No.	コンテンツ名	最大輝度(nit)	最大平均輝度(nit)
①	夜景	1000	31.84
②	南国の風景	1000	53.12
③	伝統工芸	1000	147.32

SDR

No.	コンテンツ名	最大輝度(nit)	同じシーンの平均輝度(nit)
①	夜景	100	11.78
②	南国の風景	100	53.09
③	伝統工芸	100	40.18

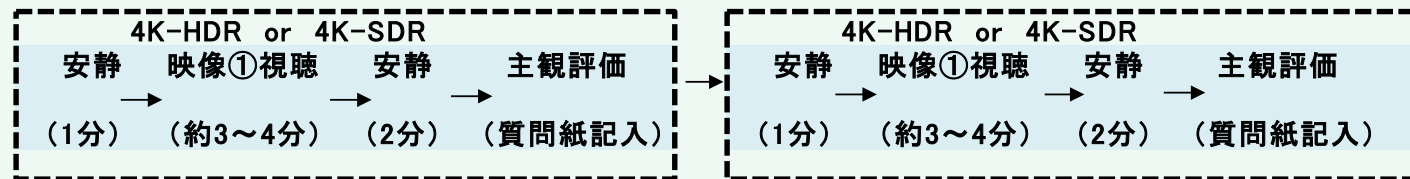
【輝度値の計算方法】

CIE1931 にて規定される輝度に基づいて計算

$$Y = 0.2627 * R + 0.6780 * G + 0.0593 * B \quad (\text{RGBはリニア領域})$$

実験手続き

実験内容の説明



2~3分間休憩

生理評価項目 (NIRS, EOG, ECG)

コンテンツごと1セット 3回繰り返し

聞き取り

実験方法

- 実験参加者： 学生16名 (20歳代学生:男性8名・女性8名)
(裸眼あるいは矯正視力(眼鏡あるいはコンタクト装着) 0.8以上)
- ディスプレイ： 58インチ液晶4K-HDR対応TV
(Panasonic, TH-58DX950)
- 視距離： 150cm, ディスプレイの高さ:約74cm
- 照度： 100 lx
- 温度： 23°C
- 湿度： 50%
- 測定項目：
 - 主観評価 (質問紙+インタビュー)
 - NIRS(前額部左右2箇所へのヘモグロビン値に基づいた脳血液動態
(脳酸素代謝O₂Hb, 局所脳血流Total-Hb))
 - 瞬目率
 - 心拍変動 (交感神経活動度:LF/HF, 副交感神経活動度:HF/(LF+HF))
 - 心拍数(HR)

主観評価項目1(22項目)

Qualitative assessment of high resolution

“精細感のある-精細感のない,”
“自然な-人工的な,”
“実物感のある-実物感のない,”
“鮮やかな-鮮やかでない,”
“高級感のある-高級感のない,”
“はっきりした-ぼんやりした,”
“リアリティのある-リアリティのない,”
“動的な-静的な,”
“立体的な-平面的な”
“質感のある-質感のない,”
“明るい-暗い”
“まぶしくない-まぶしい,”

Emotional assessment of high resolution

“臨場感のある-臨場感のない,”
“さわやかな-さわやかではない,”
“違和感のない-違和感のある”
“迫力のある-迫力のない,”
“わずらわしくない-わずらわしい,”
“良い-悪い,”
“快-不快,”
“楽しい-つまらない,”
“くつろいだ-緊張した,”
“好き-嫌い,”

主観評価項目2(11項目)

Subjective symptoms assessment

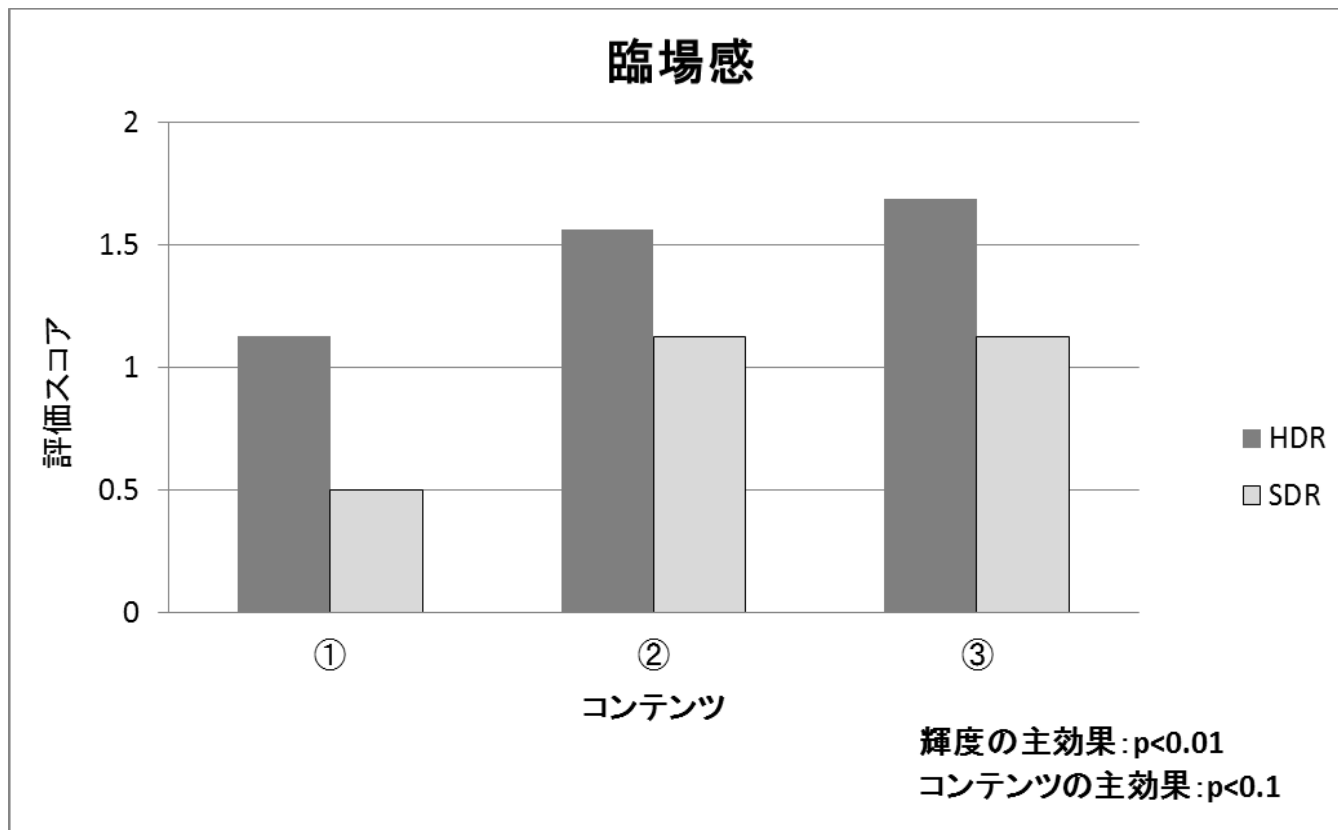
- “眠たくない-眠たい,”
- “目の疲れがない-目の疲れがある,”
- “目がしょぼつかない-目がしょぼつく,”
- “目が痛くない-目が痛い,”
- “目が乾かない-目が乾く,”
- “目がきつくない-目がきつい,”
- “ものがぼやけない-ものがぼやける,”
- “イライラしない-イライラする,”
- “頭がおもくない-頭がおもい,”
- “気分が悪くない-気分が悪い”
- “めまいがしない-めまいがする”

各心理指標の輝度レンジ間, コンテンツ間の結果

	輝度レンジの主効果	コンテンツの主効果	輝度レンジ×コンテンツ 交互作用
臨場感	p<0.01 (HDR>SDR)	p<0.1 (③>②>①)	NS
鮮やかさ	p<0.01 (HDR>SDR)	p<0.05 (②>③>①)	NS
迫力感	p<0.01 (HDR>SDR)	p<0.1 (③>②>①)	NS
リアリティ	NS	p<0.01 (③>②>①)	NS
動的な	p<0.1 (HDR>SDR)	p<0.05 (③>②>①)	NS
立体的な	p<0.1 (HDR>SDR)	p<0.01 (③>②>①)	NS
質感	p<0.1 (HDR>SDR)	p<0.01 (③>②>①)	NS
わずらわしくない	NS	NS	NS
まぶしくない	p<0.05 (HDR<SDR)	NS	NS
快不快	NS	p<0.05 (②>③>①)	NS
目の疲れがない	NS	NS	NS

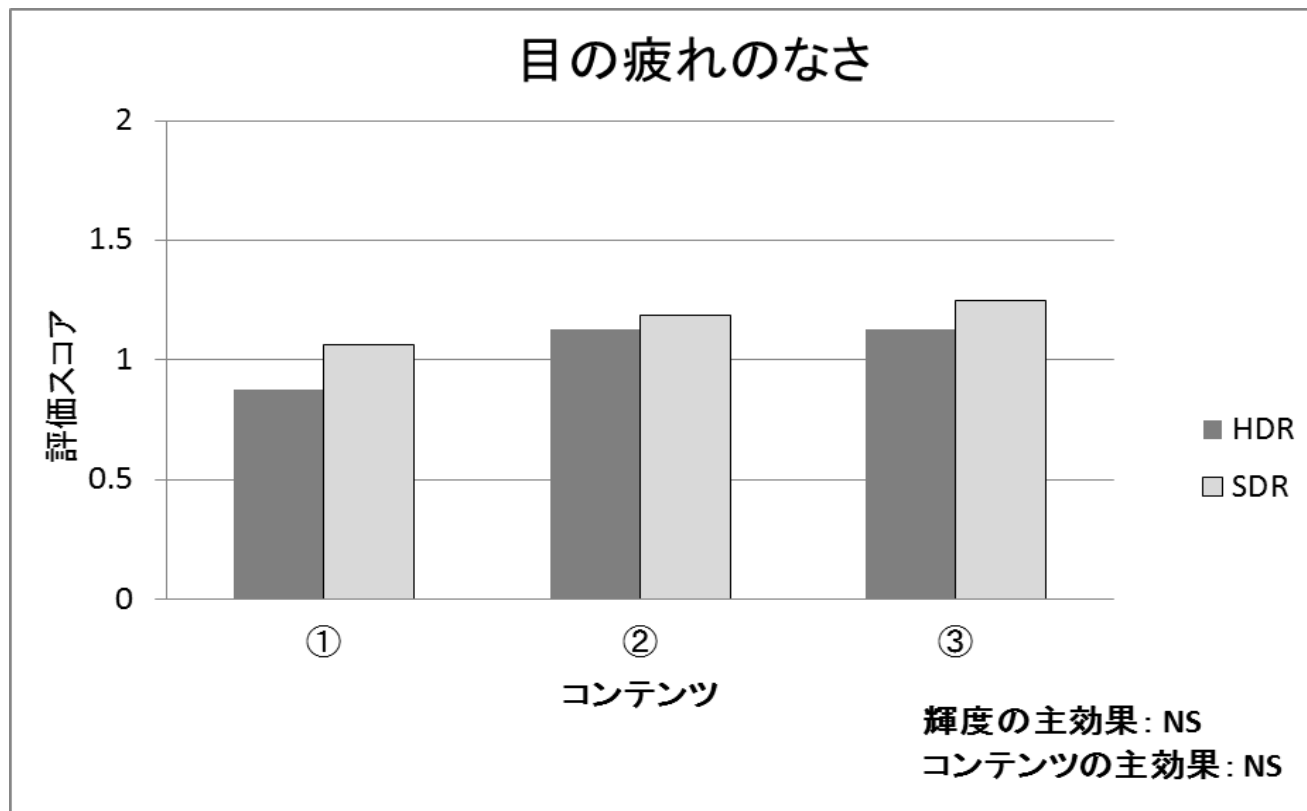
- 多くの心理指標で輝度レンジの主効果が有意、あるいは有意傾向があり、HDRの評価スコアがSDRのそれと比較して高かった。
- 「まぶしくない」でも輝度レンジの主効果が有意となったが(p<0.01), HDRの評価スコアはSDRのそれと比較して低かった。
- 多くの心理指標でコンテンツの主効果が有意、あるいは有意傾向があり、コンテンツ③のスコアが一番高く、「鮮やかさ」、「快不快」ではコンテンツ②のスコアが一番高かった。
- 輝度レンジ×コンテンツの交互作用の有意差は見出されなかった。

「臨場感」のスコア比較 (N=16)



- 輝度レンジの主効果が有意であり($p < 0.01$), HDRの評価スコアがSDRのそれと比較して高かった.
- コンテンツの主効果に有意傾向があり ($p < 0.1$). コンテンツ③のスコアが一番高かった.

「目の疲れのなさ」のスコア比較 (N=16)



- 輝度レンジの主効果、コンテンツの主効果は有意差なし
- 目の疲れ感や気分等の自覚症状に関する項目ではHDRはSDRとほぼ同一の評価で、目の疲れは殆どなく、気分の悪さも全くないという評価結果であった

NIRSの輝度レンジ間, コンテンツ間の結果

	輝度レンジの主効果	コンテンツの主効果	輝度×コンテンツ 交互作用
O ₂ Hb (右)	NS	NS	p<0.05
Total-Hb (右)	NS	NS	p<0.05
O ₂ Hb (左)	NS	NS	p<0.05
Total-Hb (左)	NS	NS	p<0.1

- 輝度レンジの主効果及びコンテンツの主効果はともに有意ではなかったが、輝度×コンテンツの交互作用は有意、あるいは有意傾向となった (p<0.05, p<0.1)



- 輝度レンジとコンテンツの組み合わせによって評価が異なることを示している。

「コンテンツ」の各水準における「輝度」の単純主効果

	「コンテンツ」の各水準における「輝度」の単純主効果
O ₂ Hb (右)	コンテンツ①: p<0.05 HDR<SDR(p<0.01)
Total-Hb (右)	コンテンツ①: p<0.01 HDR<SDR(p<0.01)
O ₂ Hb (左)	NS
Total-Hb (左)	コンテンツ①: p<0.1 HDR<SDR(p<0.01)

- O₂Hb(右), Total-Hb(右)において, コンテンツ①で輝度レンジの主効果が有意となり(p<0.05, p<0.01), HDRのNIRSの値がSDRのそれと比較して有意に小さくなった(p<0.01)
- Total-Hb(左)においても, コンテンツ①で輝度レンジの主効果が有意傾向となり(p<0.1), HDRのNIRSの値がSDRのそれと比較して有意に小さかった(p<0.01) .

注)コンテンツ①: 夜景

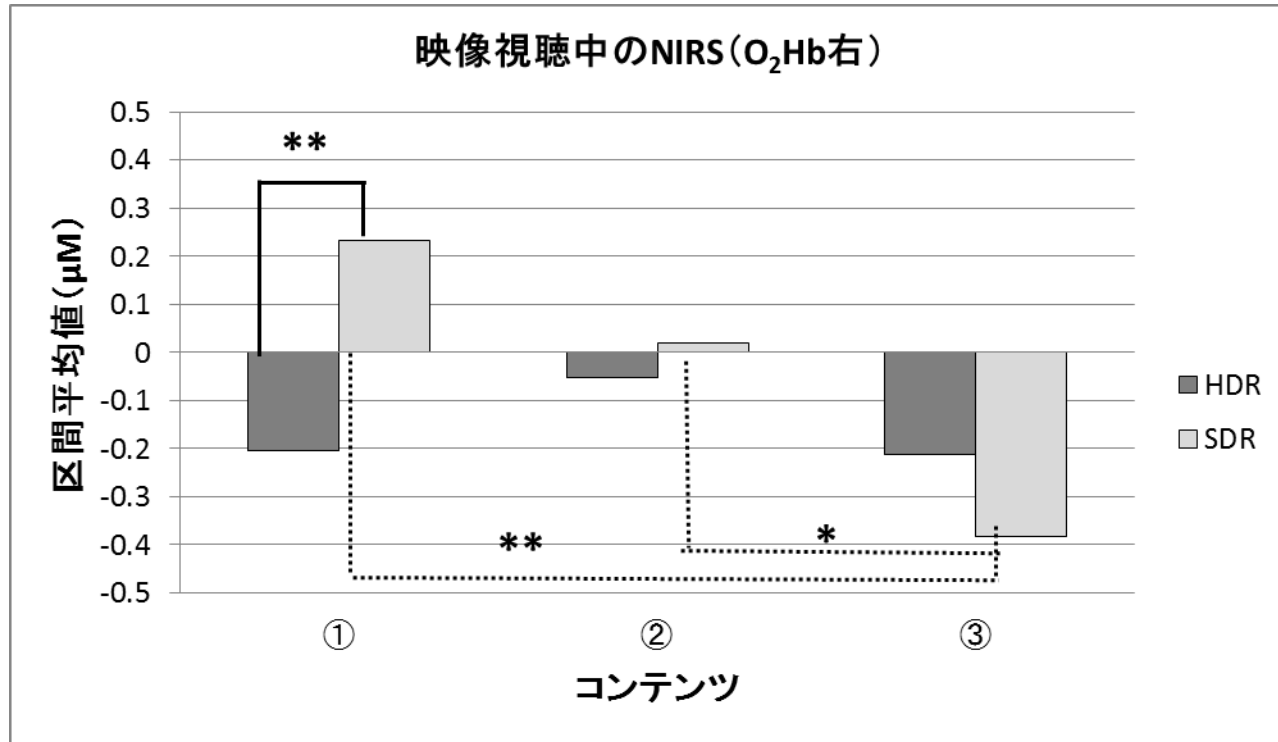
「輝度」の各水準における「コンテンツ」の単純主効果

	「輝度」の各水準における「コンテンツ」の単純主効果
O ₂ Hb (右)	SDR: p<0.05 ①>③(p<0.01), ②>③(p<0.05)
Total-Hb (右)	SDR: p<0.1 ①>③(p<0.01)
O ₂ Hb (左)	SDR: p<0.05 ①>②(p<0.1), ①>③(p<0.01)
Total-Hb (左)	SDR: p<0.05 ①>②(p<0.05), ①>③(p<0.01)

- SDRにおいてはコンテンツの主効果が有意となり、コンテンツ①が他の2つのコンテンツよりNIRSの値は大きくなった。
- HDRではNIRSのどの項目においてもコンテンツの主効果は有意ではなく、コンテンツ間に差は認められなかった

注)コンテンツ①:夜景、コンテンツ②:南国の風景、コンテンツ③:伝統工芸

コンテンツ視聴中のO₂Hb (平均値)



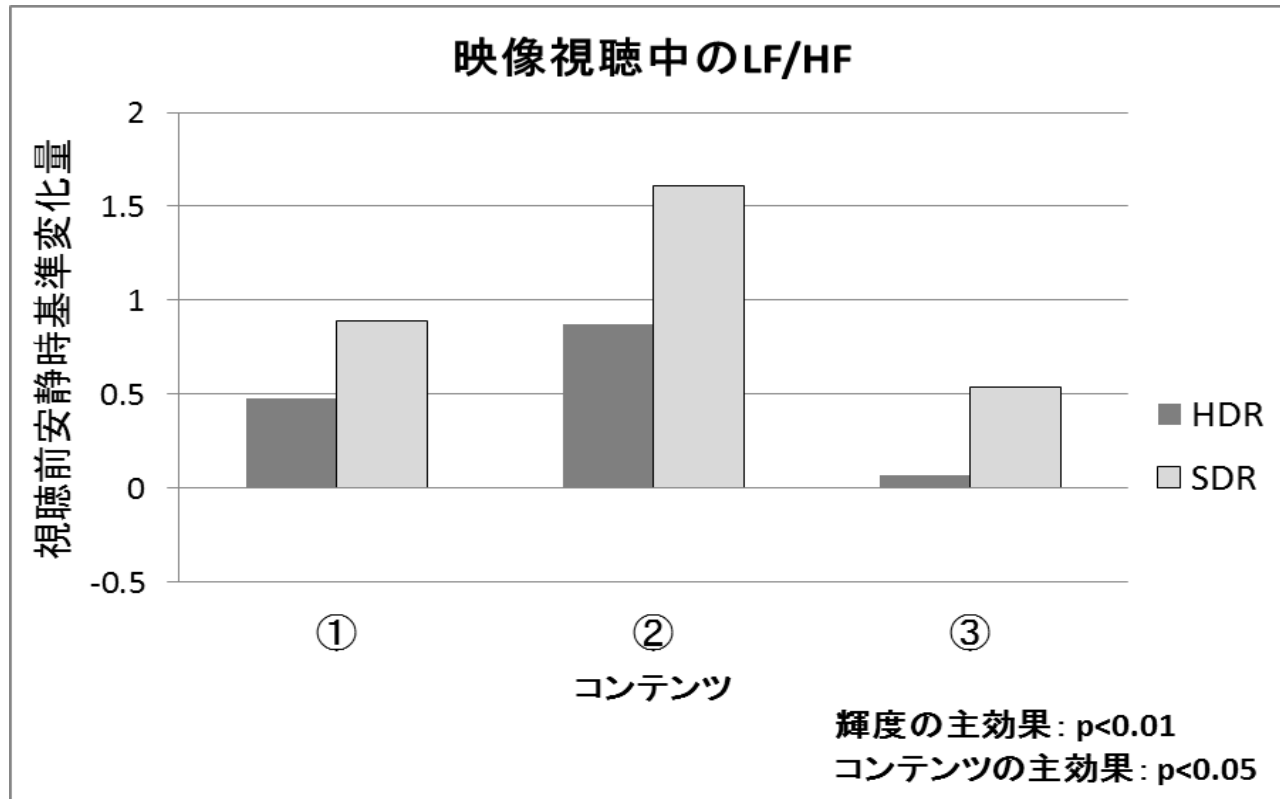
- 「コンテンツ」の各水準における「輝度」の単純主効果ではO₂Hb(右), Total-Hb(右)において, コンテンツ①で輝度レンジの主効果が有意となり(p<0.05, p<0.01), HDRのNIRSの値がSDRのそれと比較して有意に小さくなった(p<0.01).
- 「輝度」の各水準における「コンテンツ」の単純主効果では、SDRにおいてはコンテンツの主効果が有意となり、コンテンツ①が他の2つのコンテンツよりNIRSの値は大きくなった

NIRS以外の生理指標の輝度レンジ間, コンテンツ間の結果

	輝度レンジの主効果	コンテンツの主効果	輝度×コンテンツ 交互作用
LF/HF	p<0.01 (HDR<SDR)	p<0.05 (②>①>③)	NS
HF/(LF+HF)	NS	p<0.01 (③>①>②)	NS
HR	NS	p<0.1 (②>①>③)	NS
瞬目率	NS	NS	NS
瞬目振幅	NS	NS	NS
視聴後瞬目率	NS	NS	NS

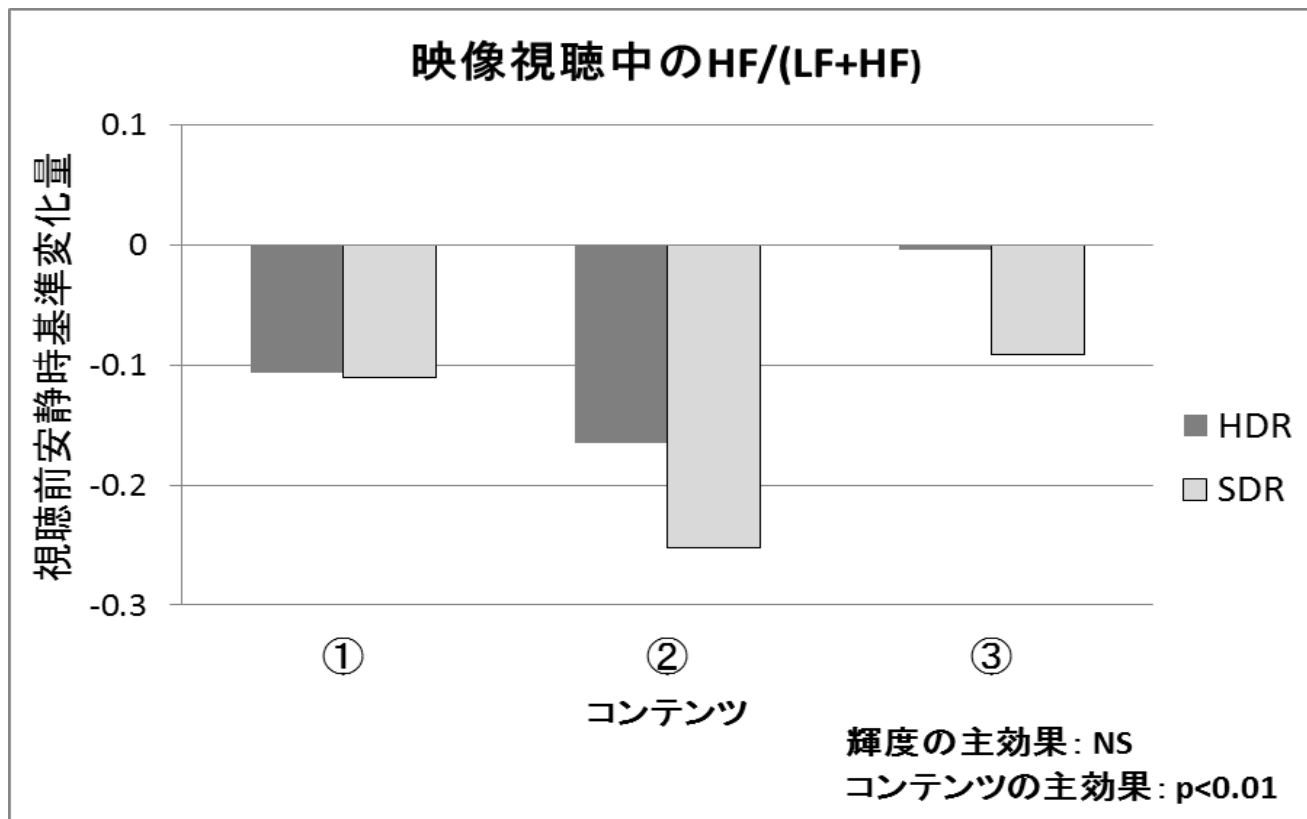
- LF/HF: 輝度レンジの主効果が有意で、HDRのLF/HFはSDRのそれより低い
- LF/HF, HF/(LF+HF), HR: コンテンツの主効果が有意あるいは有意傾向.
- 輝度レンジ×コンテンツの交互作用は認められなかった

コンテンツ視聴中の LF/HF(平均値)



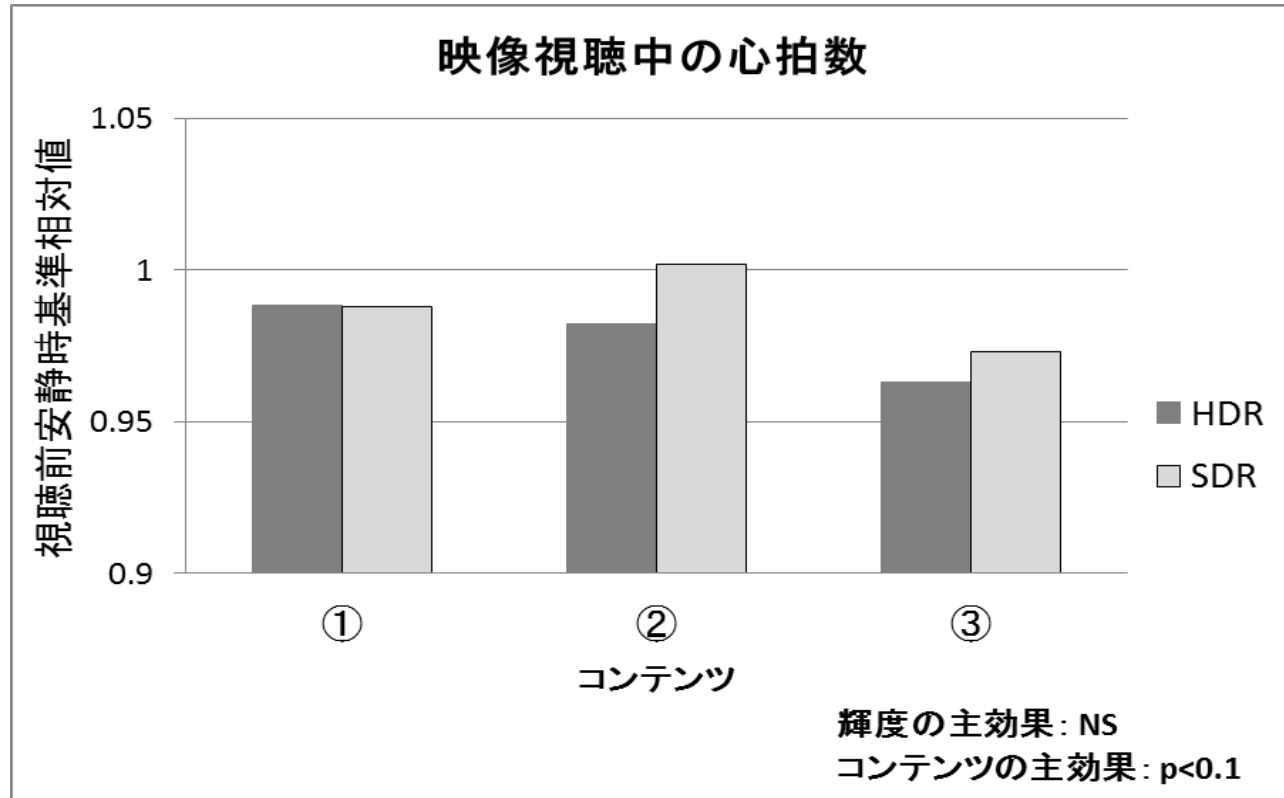
- 輝度レンジの主効果が有意であり($p < 0.01$), HDRの評価スコアがSDRのそれと比較して低かった.
- コンテンツの主効果が有意であり ($p < 0.05$), コンテンツ②のLF/HFがコンテンツ①、③のそれよりも大きかった

コンテンツ視聴中のHF/(LF+HF) (平均値)



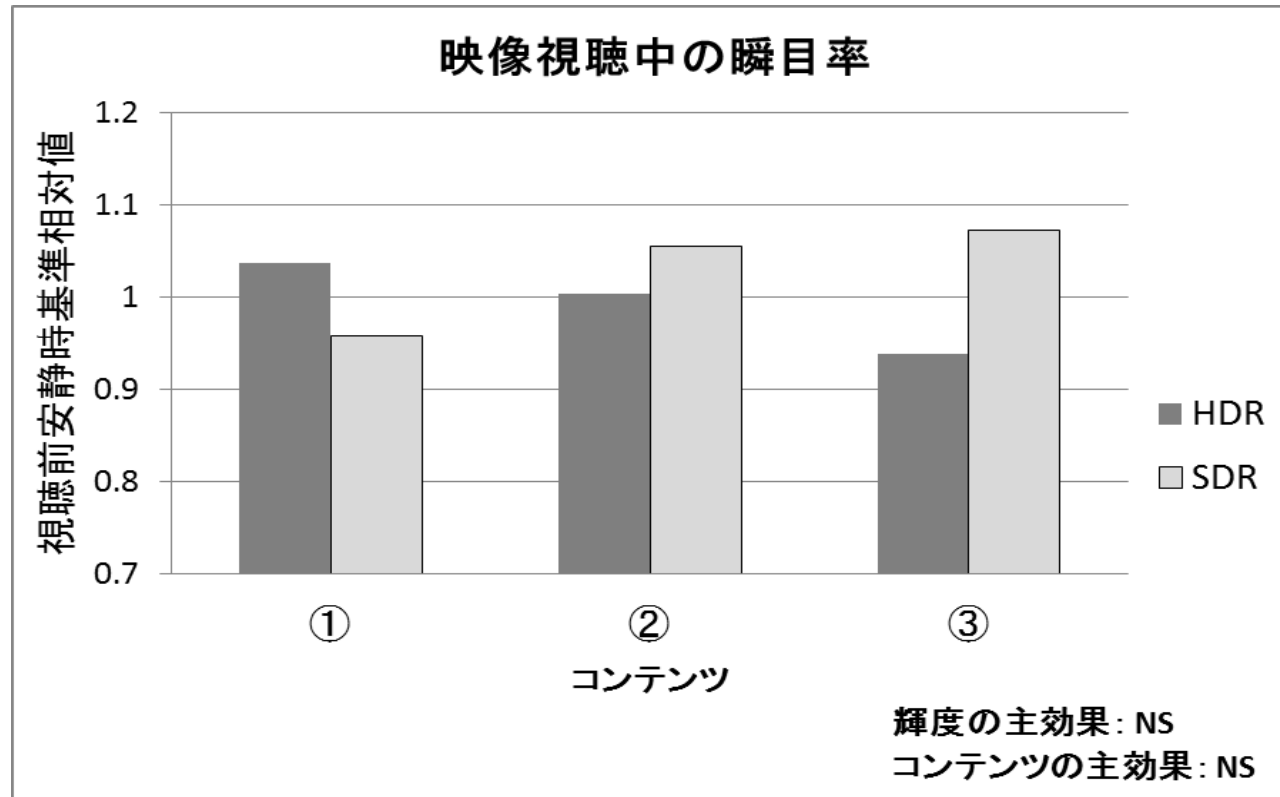
- コンテンツの主効果が有意であり($p < 0.01$), コンテンツ③のHF/(LF+HF)はコンテンツ①、②のそれよりも大きかった
- 輝度レンジの主効果及び輝度レンジ×コンテンツの交互作用は認められなかった

コンテンツ視聴中の心拍数 (平均値)



- コンテンツの主効果に有意傾向があり($p < 0.1$), コンテンツ②のHRはコンテンツ①、③のそれよりも大きかった
- 輝度レンジの主効果及び輝度レンジ×コンテンツの交互作用は認められなかった

コンテンツ視聴中の瞬目率(平均値)



- 瞬目率、瞬目振幅、視聴後瞬目率については、輝度レンジの主効果、コンテンツの主効果、輝度レンジ×コンテンツの交互作用は認められなかった

考察1

- 主観的には「臨場感」、「鮮やかさ」、「迫力感」、「立体感」、「質感」というHDRの特徴的な項目で輝度の主効果が有意となり、すべてHDRがSDRよりも高い評価
- 一方でコンテンツの主効果も、これら「臨場感」、「迫力感」、「リアリティ」、「立体感」、「質感」等で有意となり、伝統工芸の映像コンテンツ③が最も高い評価となった。また、「鮮やかさ」と「快不快」でもコンテンツの主効果は有意となったが、こちらについては全体的に明るい南国の映像コンテンツ②が最も高い評価となった



- 全体として高輝度レンジHDRは、すべての映像においてSDRよりも映像表現力に優位性が認められるものの、その主観的効果はコンテンツの内容により左右される
- 「まぶしくない」という評価は、逆にSDRの方が有意に高かったが、「目の疲れのなさ」では、輝度にもコンテンツにも有意な主効果は認められず、生理評価でも、視聴後の瞬目率で、輝度、コンテンツともに有意な主効果は認められなかった



- 『目の疲れ』のなさに関しては、どちらの輝度においても、どのコンテンツにおいてもほぼ差はなかった

考察2

- 脳血液動態NIRSの結果は、 O_2Hb (右)、Total-Hb (左右)が、夜景の映像のコンテンツ①で輝度の単純主効果が有意であり、HDRの値がSDRのそれよりも小さくなった
-
- HDR映像視聴中の方が、脳の前頭前野活動が緩やかになっていた、すなわち、脳がより実際の風景に近い「夜景」をゆったりとした状態で視聴していたと考えられる
- 脳血液動態NIRSの輝度の各水準におけるコンテンツの単純主効果は、左右4指標ともSDRで有意であり、夜景の映像コンテンツ視聴中の値が他のコンテンツに比較して有意に大きかったが、HDRではいずれもコンテンツの主効果は有意ではなく、コンテンツの違いによる脳活動に差は認められなかった
- 自律神経系の結果は、交感神経活動を表すLF/HFで輝度の主効果が有意となり、HDRがSDRより有意に小さくなった
-
- どのコンテンツにおいてもHDRの方がSDRよりも交感神経活動が抑制され、生体はゆったりとストレスの低い状態で視聴できていた
- 副交感神経活動を表す $HF/(LF+HF)$ と心拍数HRについては、輝度の主効果は有意でなかったが、コンテンツの主効果が有意となり、輝度にかかわらずコンテンツの影響を受けることがわかった

まとめ

- コンテンツの種類によっては、映像の内容により効果の度合いが異なるものの、HDRの視聴が心理的な高揚感や脳活動の鎮静化につながる場合もあることがわかった。
- 全般的にHDR映像の方がSDR映像に比較してストレスの低い状態で視聴できる可能性も示唆された。
- HDR映像は「まぶしくて疲れる」と懸念されていたが、目や精神的な疲れに関して、今回の結果に限るとほぼSDRとの差はみられなかった。

今後の課題

- 視聴時の負荷を大きくし、視覚疲労を含む自覚症状や生理反応にどのような影響を及ぼすのかの検討
- 異なる年代による追加実験を行い、年代による違いについての検討
- 長時間視聴の実験, 及びフィールド調査による検討
- 輝度の時系列変化と生理指標との対応関係等の分析的検討