

Title	8K映像がユーザの多面的感情に与える効果
Sub Title	Evaluation of effects of 8K video on users' multiple mood
Author	福原, 哲哉(Fukuhara, Tetsuya) 小木, 哲朗(Ogi, Tetsurō)
Publisher	慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科
Publication year	2022
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2022年度システムデザイン・マネジメント学 第519号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40002001-00002022-0049

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

修士論文

2022 年度

8K 映像がユーザの多面的感情に与える効果

福原 哲哉

(学籍番号 : 82133574)

指導教員 小木 哲朗

2023 年 3 月

慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科
システムデザイン・マネジメント専攻

論 文 要 旨

学籍番号	82133574	氏 名	福原哲哉
論文題目： 8K 映像がユーザの多面的感情に与える効果			
<p>(内容の要旨)</p> <p>技術の進化とともに、メディアシステムを構成する要素の一つである映像技術は映像の高解像度化、立体化を実現し、コンテンツ制作者によって、ユーザに対して「視聴する」体験の価値に加え、体で感じる「体感する」の価値が提供され始めている。</p> <p>先行研究では、高解像度、立体映像技術は、「体感」の一つである臨場感の効果を生み出すことがわかっている。20 世紀初頭にテレビジョンが開発されて以来、画質の高解像度化が進み、より高い「臨場感」を求めて、日本では世界に先駆けて超高解像度映像の8K によるメディアシステムが誕生し、放送やイベント等で様々な臨場感コンテンツがユーザに提供されている。</p> <p>そしていま、映像コンテンツが提供する「体感」の効果は「臨場感」にとどまらず、人間の感情にも広がってきている。近年の well-being に対する関心の高まりにより、映像技術を活用して「癒し」や「リラックス」、「ワクワク感」など、人間の感情に対する効果を主目的としたコンテンツが企画・制作され始めている。「体感」としての感情はこれまで様々な研究が行われてきており、感情の変化を引き起こす要因や評価方法もわかりつつある。しかし、高解像度、中でも日本で開発された8K 映像が人間の様々な感情にどのような効果があるのかは分かっていない。そこで、本研究は、8K 映像がユーザの様々な多面的感情に与える効果を明らかにして、感情に対する効果を主目的としたコンテンツに8K 映像がどのように活用できるのか、その可能性を示すことを目的とした。</p> <p>本研究はまずコンテンツ制作関係者の現状を把握するために、アンケート調査を行った。その結果、制作者はコンテンツ制作の際に、映像の解像度を意識し、解像度の違いで作り方を変えていることが示された。一方で、制作現場では「臨場感」以上に、ユーザの体感として、感情に対して関心が高く、今後最も考慮したい効果であることがわかった。</p> <p>次に、本研究では 8K 映像が感情に与える影響について実験を行った。実験には、主観的な多面的感情状態を測る MMS アンケート票と、客観的な脳波、RRV、顔面表面温といった生体反応指標を用いた。その結果、8K 映像は様々なユーザの感情に影響を与え、特に肯定的感情に効果がある、つまり8K 映像はユーザのポジティブな感情を高める効果があることが明らかとなった。また感情と生体反応には相関関係のあることも確認された。</p> <p>さらに実験結果の有用性、現場への応用可能性を確認するため、コンテンツ制作関係者に対するヒアリングを行った。ヒアリングでは、今後の 8K 映像を活用したコンテンツ制作において、従来の「臨場感」だけではなく、感情を主たる体感効果としてデザインできる可能性と期待が示された。8K 映像がポジティブ感情を高める場合、ユーザの感情効果をより高めるために、1つのコンテンツの中でも、シーンによって8K 映像と HD の映像を使い分けるなど、コンテンツの作り方も変わる可能性も示唆された。また、制作現場にとって、感情効果の測定方法として、アンケートよりも客観的に効果を示すことができる生体反応指標があることの有用性と、制作ワークフローで活用できる実用性のある感情評価システムの構築が課題であることが確認された。</p>			
キーワード (5 語) 8K、解像度、感情、生体反応、コンテンツ制作			

SUMMARY OF MASTER'S DISSERTATION

Student Identification Number	82133574	Name	Tetsuya Fukuhara
Title Evaluation of Effects of 8K Video on Users' multiple mood			
Abstract <p>Technological advances have resulted in higher-resolution and more three-dimensional images, and content creators are starting to offer users the experience of "experiencing" in addition to "viewing."</p> <p>Prior studies have demonstrated that high-resolution and stereoscopic image technologies can create a sense of presence, which becomes a part of the "experience." In Japan, the world's first 8K media system with ultra-high-resolution images was born, and a variety of realistic content is being provided to users through broadcasting and events.</p> <p>The "experience" provided by video content is not limited to "realism," but is also extending to human emotions. With the increasing focus on well-being, content that aims to impact human emotions, such as "healing," "relaxation," and "excitement," is being developed using video technology. Although studies on emotions as "feelings" have been conducted and the factors that cause changes in emotions and how to evaluate them are becoming clearer, the effect of high-resolution images, especially 8K images developed in Japan, on various human emotions remains unknown. This study aims to clarify the impact of 8K images on various emotions and to demonstrate the potential for using 8K images in content designed to affect emotions.</p> <p>The study conducted a questionnaire survey to assess the current status of content production and found that producers are aware of video resolution and adjust their methods according to the final output. On the other hand, it was discovered that users are more interested in emotions as a user experience over "realism." The study also conducted an experiment on the effect of 8K images on emotions using the MMS questionnaire, which measures subjective multidimensional emotional states, and objective biological response indices such as EEG, RRV, and facial surface temperature. The results showed that 8K images had an effect on emotions and that there was a correlation between emotions and biological responses.</p> <p>Interviews with people involved in content production confirmed the potential and expectation that emotions can be designed as the main experiential effect in future content production using 8K images, rather than just "realism." If 8K images enhance positive emotions, using both 8K and HD images in different scenes can enhance the emotional effect on users. The interviews also highlighted the need for a biological response index that can objectively show effects, and the issue of constructing a practical emotional evaluation system that can be used in production workflows.</p>			
Key Word(5 words) 8K, Resolution, Emotion, Biometric Response, Content Creation			

目次

第 1 章 序論	1
1.1 研究の背景	1
1.1.1 本論文の構成	2
1.1.2 映像メディアシステムの変化.....	2
1.1.3 8K 映像によるメディアシステムの開発	3
1.1.4 8K 映像を活用したコンテンツの開発	5
1.2 臨場感の要因と評価	10
1.2.1 臨場感の要因	10
1.2.2 臨場感の評価	12
1.3 感情の要因と評価	14
1.3.1 感情の要因.....	14
1.3.2 感情の評価.....	15
1.4 映像コンテンツ制作者の意識	19
1.5 研究の目的	26
第 2 章 解像度・立体度・コンテンツの種類が感情に与える効果	27
2.1 実験の目的	27
2.2 実験方法	27
2.3 感情の主観的評価	29
2.4 感情の客観的評価	31
2.4.1 心電計測	31
2.4.2 顔面表面温度計測	33
2.4.3 脳波計測	34
2.5 実験のシステム	36
2.6 実験の手続き	38
2.7 実験の結果	39
2.7.1 解像度、立体度、コンテンツの種類が感情に与える影響.....	39
2.7.2 解像度、立体度、コンテンツの種類が生体反応に与える影響	45
2.7.2.1 心電に与える影響	45
2.7.2.1 顔面表面温度に与える影響.....	47
2.7.2.1 脳波に与える影響	48
2.7.3 感情と生体反応の相関関係	50
2.7.4 実験結果のまとめ	53
2.8 実験の結果からの考察	54
第 3 章 解像度・コンテンツの種類が感情に与える効果	55

3.1	実験の目的	55
3.2	実験方法	55
3.3	実験のシステム	59
3.4	感情の主観的評価	59
3.5	感情の客観的評価	59
3.6	実験の手続き	60
3.7	実験の結果	60
3.7.1	コンテンツの種類と解像度が感情に与える影響	61
3.7.2	コンテンツの種類と解像度が生体反応に与える影響	70
3.7.2.1	心電に与える影響	70
3.7.2.2	顔面表面温度に与える影響	71
3.7.2.3	脳波に与える影響	72
3.7.3	感情と生体反応の相関関係	75
3.7.4	実験結果のまとめ	76
3.8	実験の結果からの考察	77
第4章	8K映像コンテンツ開発の検討～制作者へのヒアリング結果～	79
第5章	結論	83
第6章	今後の研究課題	84
	謝辞	85
	参考文献	86
	付録	91

図目次

図 1-1 映像の高解像度化	3
図 1-2 8K 技術開発のあゆみ	4
図 1-3 8K スーパーハイビジョンの構成	5
図 1-4 Ars Electronica Center Deep Space	7
図 1-5 「WISH」	7
図 1-6 「8K:VR Theater Aoi-碧-Sakanaction」	8
図 1-7 「8K:VR Ride 東京 VICTORY」	9
図 1-8 「8K:VR interactive カナシミの国のアリス」	10
図 1-9 臨場感の構成要素と生起要因	12
図 1-10 Millenson の三次元モデル	17
図 1-11 Russell の円環モデル	18
図 1-12 映像コンテンツ制作者の意識調査結果 1	20
図 1-13 映像コンテンツ制作者の意識調査結果 2	20
図 1-14 映像コンテンツ制作者の意識調査結果 3	21
図 1-15 映像コンテンツ制作者の意識調査結果 4	21
図 1-16 映像コンテンツ制作者の意識調査結果 5	22
図 1-17 映像コンテンツ制作者の意識調査結果 6	22
図 1-18 映像コンテンツ制作者の意識調査結果 7	23
図 1-19 映像コンテンツ制作者の意識調査結果 8	23
図 1-20 映像コンテンツ制作者の意識調査結果 9	24
図 1-21 映像コンテンツ制作者の意識調査 10	24
図 1-22 映像コンテンツ制作者の意識調査 11	25
図 2-1 コンテンツ 1 ミュージックビデオ「碧」	28
図 2-2 コンテンツ 2 ファンタジー「WISH」	28
図 2-3 MMS アンケート票	30
図 2-4 心電図(ECG:electrocardiogram)	31
図 2-5 心電計測器 POLAR-H10	32
図 2-6 Polar Sensor Logger アプリケーションの画面	32
図 2-7 InfReC Thermography R300Z	33
図 2-8 InfReC Analyzer NS9500 Standard	33
図 2-9 MUSE	35
図 2-10 MUSE で計測する電極の位置	35
図 2-11 Mind Monitor アプリケーションの画面	36
図 2-12 NT Lab での実験の様子	37
図 2-13 8K レーザプロジェクタ	37
図 2-14 実験のシステム	38
図 2-15 1 回あたりの上映手順	38
図 2-16 「活動的快」と「親和」における解像度の差	40
図 2-17 「活動的快」と「親和」を構成する感情における解像度の差	41
図 2-18 「驚愕」と「集中」を構成する感情における立体度の差	42
図 2-19 「活動的快」、「親和」、「驚愕」を構成する感情におけるコンテンツの種類差	44
図 2-20 「活動的快」を構成する感情におけるコンテンツ種類差	44
図 2-21 RRV における解像度の差	45
図 2-22 RRV における立体度の差	46
図 2-23 RRV におけるコンテンツの種類差	46
図 2-24 顔面表面温度における解像度の差	47
図 2-25 顔面表面温度における立体度の差	47
図 2-26 顔面表面温度におけるコンテンツの種類差	48

図 2-27 各脳波における解像度の差.....	49
図 2-28 各脳波における立体度の差.....	49
図 2-29 各脳波におけるコンテンツ種類の差.....	50
図 3-1 設定因子.....	56
図 3-2 コンテンツ 1 ミュージックビデオ「碧」.....	57
図 3-3 コンテンツ 2 ファンタジー「WISH」.....	57
図 3-4 コンテンツ 3 ドラマ「カナシミの国のアリス」.....	58
図 3-5 コンテンツ 4 ドキュメント「和食の小宇宙」.....	58
図 3-6 1回あたりの上映手順.....	60
図 3-7 「抑鬱・不安」におけるコンテンツの種類差（多重比較の結果）.....	62
図 3-8 「倦怠」におけるコンテンツの種類差（多重比較の結果）.....	62
図 3-9 「敵意」におけるコンテンツの種類差（多重比較の結果）.....	63
図 3-10 「活動的快」におけるコンテンツの種類差（多重比較の結果）.....	63
図 3-11 「非活動的快」におけるコンテンツの種類差（多重比較の結果）.....	64
図 3-12 「親和」におけるコンテンツの種類差（多重比較の結果）.....	64
図 3-13 「集中」におけるコンテンツの種類差（多重比較の結果）.....	65
図 3-14 「驚愕」におけるコンテンツの種類差（多重比較の結果）.....	65
図 3-15 「活動的快」と「親和」における解像度の差.....	66
図 3-16 「活動的快」におけるコンテンツの種類ごとの解像度の差.....	67
図 3-17 「親和」におけるコンテンツの種類ごとの解像度の差.....	67
図 3-18 活動的快を構成する感情における解像度の差.....	69
図 3-19 親和を構成する感情における解像度の差.....	69
図 3-20 RRV におけるコンテンツの種類差（多重比較の結果）.....	70
図 3-21 RRV における解像度の差.....	70
図 3-22 表面温度におけるコンテンツの種類差（多重比較の結果）.....	71
図 3-23 表面温度における解像度の差.....	71
図 3-24 δ 波におけるコンテンツの種類差（多重比較の結果）.....	72
図 3-25 θ 波におけるコンテンツの種類差（多重比較の結果）.....	73
図 3-26 α 波におけるコンテンツの種類差（多重比較の結果）.....	73
図 3-27 β 波におけるコンテンツの種類差（多重比較の結果）.....	74
図 3-28 γ 波におけるコンテンツの種類差（多重比較の結果）.....	74
図 3-29 脳波における解像度の差.....	75

表目次

表 1-1UDTV および HDTV の主なパラメータとその値.....	4
表 1-2 臨場感の測定・評価手法	13
表 1-3 多面的感情尺度(Multiple Mood Scale)短縮版.....	16
表 1-4 POMS で測定できる 6 つの感情尺度.....	17
表 2-1 MMS による多面的感情の分類.....	29
表 2-2 脳波のタイプと特徴.....	34
表 2-3 解像度が感情に与える影響 (分散分析の結果)	39
表 2-4 立体度が感情に与える影響 (分散分析の結果)	41
表 2-5 コンテンツの種類が感情に与える影響 (分散分析の結果)	43
表 2-6 解像度が脳波に与える影響 (分散分析の結果)	48
表 2-7 立体度が脳波に与える影響 (分散分析の結果)	49
表 2-8 コンテンツの種類が脳波に与える影響 (分散分析の結果)	50
表 2-9 多面的感情と生体反応の相関.....	51
表 2-10 肯定的感情 (活動的快) と生体反応の相関.....	52
表 2-11 肯定的感情 (非活動的快) と生体反応の相関.....	52
表 2-12 肯定的感情 (親和) と生体反応の相関	53
表 3-1 コンテンツの種類が感情に与える影響 (分散分析の結果)	61
表 3-2 解像度が感情に与える影響 (分散分析の結果)	66
表 3-3 解像度が感情に与える影響 (40 種類の具体的感情に対する分散分析の結果)	68
表 3-4 コンテンツの種類が脳波に与える影響 (分散分析の結果)	72
表 3-5 解像度が脳波に与える影響 (分散分析の結果)	75
表 3-6 感情と生体反応の相関関係 (一覧)	76

第1章 序論

第 1 章では、本研究の背景と先行研究等より映像コンテンツ制作現場の現状と課題を述べ、本研究の目的を提示する。

1.1 研究の背景

映像技術の進化とともに、コンテンツ業界では、高解像度、立体映像を活用した新しいコンテンツの企画制作が行われている。制作現場では、単に映像を見るだけでなく、あたかもその場にいるような「臨場感」をユーザ体感の価値として様々なコンテンツが企画、制作されている。

20 世紀初頭にテレビジョンが開発されて以来、画質の高解像度化が進んでいる。現在、映像提示システムとして最高解像度の8K 映像によるメディアシステムは、我が国で開発されたもので、2000 年に開発着手されて以来、様々なコンテンツ開発が行われている。高解像度映像の効果については、開発現場でも研究が行われ、解像度の高さが、体感の一つである「臨場感」を生み出す要因となることなどが示されている [1]。こうした研究結果を受けて、8K をはじめとする高解像度映像を活用したコンテンツの多くは、「臨場感」を主眼においたものとなり、コンテンツデザインのコンセプトが「視聴」から「体感」へと変化してきている。

一方で、人間の「体感」については、近年では、well-being への関心の高まりを背景に、人間の心理的、感情面にフォーカスされ始めている。映像、音響に関する研究領域では、多面的な感情状態に対する色彩光の効果に関する分析 [2]や、HMD(ヘッドマウントディスプレイ)を使った立体映像が、ストレス緩和やワクワク感等に与える効果に関する分析 [3] [4] [5]、大型スクリーンによる立体映像が、人間の気分を与える効果に関する分析 [6]などをはじめ、多くの事例が報告されはじめています。

well-being への関心の高まりを受けて、産業界でも、新たなメディアシステムやコンテンツが開発されはじめています。アメリカの Openseed 社は、人間のストレス低減やリラックス効果を目的に、2016 年にブース型の光と音響によるシステム「Meditation Pod」を開発した。国内では、panasonic 社が、ハイレゾ音響と、アンビエント照明、アロマミストを組み合わせた部屋状の空間「(MU)ROOM」の実証検証を 2021 年から開始している。HMD ディスプレイ映像を使った VR システムでは、ビーライズ社が、従業員のメンタルヘルス対策のためのサービス VR-SELENE を 2022 年から販売開始した。Youtube では、4K 映像とバイノーラル音源によるヒーリングをテーマにした専門チャンネル「CROIX HEALING」が 2019 年に開設され、コンテンツ提供が始まっている。

このように、制作現場では「感情」を体感とするコンテンツ開発のニーズがあるものの、高解像度映像に関しては、その効果についての研究が十分に進んでいない。そのため、「感情」を

主眼とするコンテンツをデザインする際に、8K 映像を活用できていないのが現状である。

1.1.1 本論文の構成

本論文は、序論である本章を含め全5章から成る。

序論として第 1 章では、高精細、立体映像技術により変化しつつある「臨場感」メディアシステムとコンテンツの実例について示す。そして、「臨場感」と本研究の主眼である「感情」について、その要因と評価方法を、先行する関連研究から整理するとともに、本研究の目的を提示する。

第 2 章では、第 1 章で述べた本研究の目的から8K と3D 映像が感情に与える効果について計測した実験結果を述べる。

第 3 章では、第 2 章で行なった実験結果から、8K 映像が多数の感情に影響を与えることに着目し、コンテンツの種類において多様な感情に対して、その効果があるかを検証した結果を述べる。

第 4 章では、第 2 章、第 3 章の実験結果の制作現場における有用性について制作者へのヒアリング結果を述べる。

第 5 章では、第 2 章から第 4 章までの実験と制作現場へのヒアリング結果から、8K 映像をユーザの感情を高める効果を目的としたコンテンツ制作に活用する可能性について検討する。

第 6 章は、第 1 章から第 5 章までを踏まえ、今後の研究課題を示す。

1.1.2 映像メディアシステムの変化

映像技術の進化とともに、多様なコンテンツが開発されている。古くは、19世紀後半に Thomas Alva Edison により写真技術を応用した Kinetoscope が開発され、その後 Auguste Marie Louis Lumière、Louis Jean Lumière らが、多人数でも鑑賞できる cinématographe が開発されて、映画コンテンツが誕生した。また、19 世紀後半には、テレビジョン方式の開発も進み、Paul Julius Gottlieb Nipkow により機械式テレビジョンが発明されたほか、日本では、1926 年に高柳健次郎が世界で初めて、走査線 40 本の画像「イ」の字をブラウン管上に表示することに成功している [7]。

その後、1953 年には白黒テレビ放送が、1960 年にはカラー放送が開始され、映像の高解像度化が進み、1994 年には走査線 1125 本によるハイビジョン放送が始まった。そして、日本では 2018 年に NHK が走査線 7680 本による世界初の 8K 放送を開始している(図 1-1)。

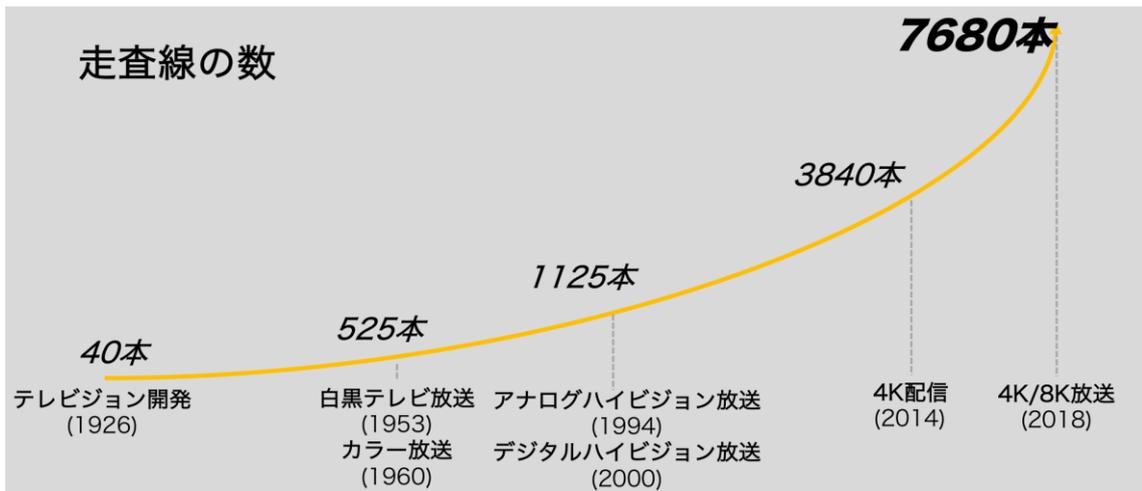


図 1-1 映像の高解像度化

映像の高解像度化の他にも、立体化の研究開発も行われている。立体化の一つである VR は、1960 年代の Morton Leonard Heilig の”Sensonoma”や、Ivan Edward Sutherland の”The Sword of Democles”などをルーツに、ヘッドマウント型のディスプレイによるプロトタイプが行われている。2016 年は VR 元年とも言われ、一般消費者向けのヘッドマウント型ディスプレイが販売されて、現在ではゲームを始め様々なコンテンツが企画・制作、ユーザに供給されている。

この他、複数のディスプレイを使った VR としては、Cruz-Neira らが、4面スクリーンを同期させた空間映像システム”CAVE”を発表した他 [8]、小木らは 5 面のディスプレイを使った”CAVIN”システムを試作、提案している [9]。

1.1.3 8K 映像によるメディアシステムの開発

本研究の主眼となる8K 映像を活用したコンテンツの開発は、世界に先駆けて日本で始まった。1995 年に NHK 放送技術研究所は、ハイビジョンにつぐ新たな放送規格として走査線 2,000 本のシステム開発に着手した。そして、2000 年以降、さらに解像度を高めた走査線 4,000 本級のシステム開発構想を発表、2018 年に世界で初めて走査線 7,680 本による8K 放送サービスを開始した(図 1-2)。

NHK は8K を活用したシステムを「8K スーパーハイビジョン」と名付け、高解像度、立体音響による新しいメディアシステムとして提案、社会実装した。「8K スーパーハイビジョン」は、HD と同じ、16:9のアスペクトであるが、解像度はフル HD が 213 万 8,400 画像(1920×1080 ピクセル)に対して、8K はその16倍の 3,317 万 7,600 画素(7,680×4,320 ピクセル)である。横方向の画素数が約 8,000 あることから、8K と呼称される。

「8K スーパーハイビジョン」は、高臨場感の効果を目指して開発されてきた。NHK はその開発の過程において、臨場感の定量化にあたり、客観的指標として先行研究にもとづき、心拍、皮膚温度、皮膚抵抗反応を用いている [10]。さらに、視野角に関しては、映像システムから臨場感が感じられる最も重視されるものであるとして、視力 1.0 のユーザが画面の画素構造を検知できない限界の距離を標準視聴距離と設定し、臨場感は視野角 100° で飽和するという研究結果にもとづき [11]、「8K スーパーハイビジョン」を、標準視聴距離で視野角 100° を実現するシステムと定めている。

2000年	「走査線 4 0 0 0 本級超高精細映像システム」として開発構想発表
2004年	8Kメディアシステムを「スーパーハイビジョン」と命名
2005年	8K非圧縮生放送実験実現
2006年	8Kリアルタイム圧縮技術実現
2010年	フルカラー単板方式センサー実現
2011年	8K映像ディスプレイ実現
2012年	スーパーハイビジョンがITUより国際標準規格認証 (BT.2020)
2016年	BS-17で試験放送開始
2017年	SHARPより世界初家庭用8Kテレビ発売
2018年	デルタ電子より世界初DLP8Kプロジェクター発売
2018年	BS8Kで本放送開始

図 1-2 8K 技術開発のあゆみ

スーパーハイビジョンの技術規格は、2012 年に ITU により次世代のテレビ国際基準として承認された。開発時点では、1秒間の映像フレーム数を表すフレームレートは、60 フレーム/秒であったが、映像の動きボケを低減するために、120 フレーム/秒も規格化されている。菅原は、スーパーハイビジョンの国際標準化の経緯と、決定された主なパラメータ(表 1-1)を報告している [12]。

表 1-1 UDTV および HDTV の主なパラメータとその値

「ITU-R における超高精細度テレビジョンシステムの標準化」(菅原)より作成

パラメータ	UHDTV (8K/4K)	HDTV(2K)
アスペクト比(横:縦)	16:9	16:9
画素数(水平×垂直)	7680×4320, 3840×2160	1920×1080
走査	Progressive	Progressive / Interlace
毎秒フレーム数(枚)	120, 60, 60/1.001, 50, 30, 30/1.001, 25, 24, 24/1.001	60, 60/1.001, 50, 30, 30/1.001, 25, 24, 24/1.001
ビット深度	12, 10	10, 8

上述のように「8K スーパーハイビジョン」では、高臨場感を求め、HD よりも広い視野角 100° を基準としたため、音響も高精細、広視野、大画面映像に適した高臨場感を満たす方式として、22.2ch のマルチチャンネル音響が採用された。22.2ch のマルチチャンネル音響は、ユーザの耳の高さや画面中心に位置する中層の 10 チャンネルと、画面下辺および床面に位置する下層の3チャンネルを配置して、合計 22 チャンネルの3層からなる主チャンネルと、左右チャンネルの重低音 0.2 チャンネルから構成されている(図 1-3)。

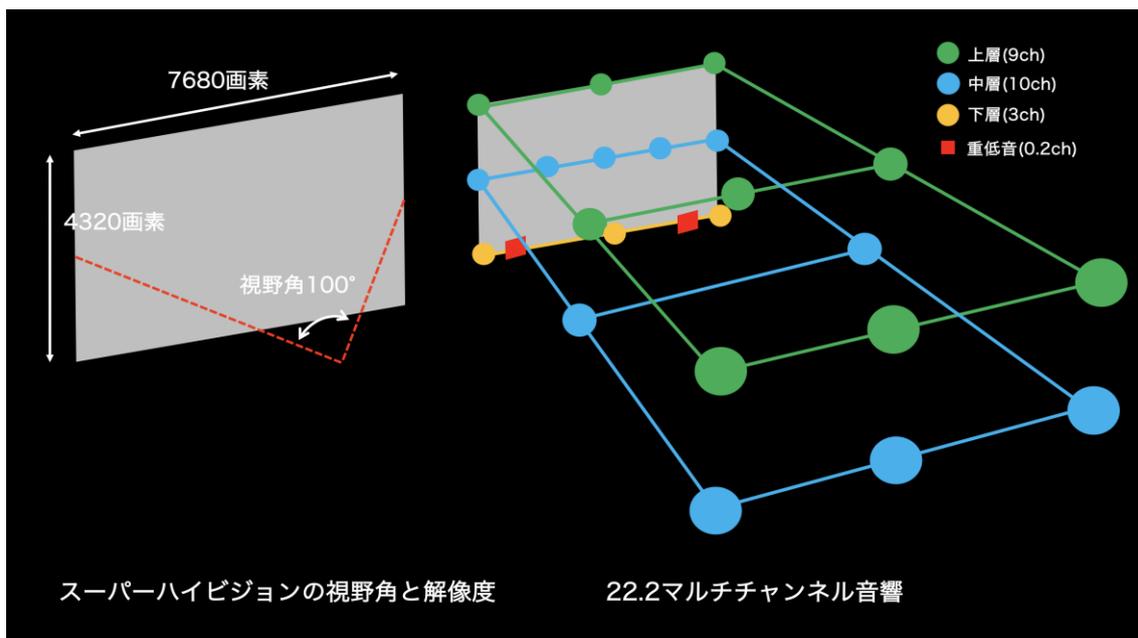


図 1-3 8K スーパーハイビジョンの構成

(NHK 放送技術研究所公式サイトより作成)

1.1.4 8K 映像を活用したコンテンツの開発

HD を凌駕する解像度により、超高臨場感を高めた次世代の放送メディアシステムとして開発された8K 映像技術は、2018 年に NHK が BS4K/8K 放送実用化を開始したほかにも、様々なコンテンツ開発で活用されている。

その一つが、8K シアターでのイベントコンテンツである。8K は高解像度が特徴である。高解像度であるので、大画面でも画素の粗さが目立たない。この利点を生かして、大画面により多数のユーザが同時に体験できるイベントの上映で活用されている。イベントコンテンツの上映として代表的な事例は、2005 年に愛知県で開催された「愛・地球博」である。2004 年にス

スーパーハイビジョンと名付けられた 8K メディアシステムによるプロトタイプコンテンツとして公開された。「愛・地球博」では、600 インチの大画面と 22.2ch の立体音響システムにより 350 人が一度に体験できる環境が会場内の「愛・地球博グローバルハウス」に作られた。ここで上映されたのは、7分間のコンテンツ「かけがえのない地球」である。このコンテンツは、銀河をバックにした地球、雲海、富士山、ひまわり畑、ハチや蝶の群れ、アオウミガメなどが描かれ、「地球・いのちを育む惑星」をテーマに制作されたコンテンツであった [13]。このほか 2005 年には、九州国立博物館がオープンした際にもスクリーンサイズ 350 インチの 8K シアターが導入され、博物館の所蔵品を題材にしたコンテンツが上映された。その後、2009 年には神奈川県横浜市で開催された「開国博 Y150」で、540 インチのスクリーンサイズで「スーパーハイビジョンシアター」として設置され、「生命のつながりと多様性」をテーマとしたコンテンツが上映された。8K シアターは、臨場感効果を活かして、スポーツ競技のパブリックビューイングイベントでも活用が進んでいる。NHK は 2012 年のロンドンオリンピックをはじめ、2014 年ソチオリンピック、2016 年のリオオリンピック、2018 年の平昌オリンピック、2019 年のサッカーW 杯ロシア大会をはじめ、数々の国際スポーツイベントで 8K 映像による生中継のパブリックビューイングを実施している。

8K 映像は医療分野でも活用されている。2010 年には日本赤十字社医療センターで肝臓がん外科手術、2014 年に順天堂大学で心臓外科のバイパス手術、東京大学医学部附属病院で食道がんの食堂切除手術等で 8K カメラにより撮影された。8K で記録された手術映像は 85 インチの液晶ディスプレイで医療関係者向けに上映されて、視聴した関係者からは、施術の手先の動きが分かりやすく、高度な手術を普及させるための医療教育に適しているという意見が得られたとされる。また、2016 年には総務省が 8K 映像を使って遠隔医療実証実験を行っている。長崎県の離島と長崎大学病院を衛星回線で結び、遠隔診療と直接診療の比較実験の結果、診断結果の一致率は 95%であったと報告されている [14]。

8K 映像とほかの技術を組み合わせたメディアシステムにより、その場にいるような感覚を高めようとするコンテンツ開発の事例もある。

2015 年に、オーストリアのリンツにあるメディアセンター「アルスエレクトロニカセンター(Ars Electronica Center)」は、8 台の 4K プロジェクターを使って正面に 8K3D 映像、床面にも 8K 映像を投影できる常設のイベント空間「Deep Space」を開設した。「Deep Space」は、700 インチのスクリーンサイズで、観客は完全に映像の中に入り込む体験を提供し、国内外のメディアアーティストによる作品の上映のほか、宇宙や人体、歴史遺産の中に入り込みながら学べる教育コンテンツも制作されている(図 1-4)。



図 1-4 Ars Electronica Center Deep Space

日本国内では、2014年にNHKテクノロジーズ(当時NHKメディアテクノロジー)は8K映像と3D映像、22.2ch立体音響を組み合わせたコンテンツ「WISH」を開発し、イベント上映を行った。「WISH」はセリフのない効果音と全編実写映像で構成された作品で、子供がピエロと出会い、メルヘンの世界を経験していく姿が描かれている(図 1-5)。



図 1-5 「WISH」

この作品をきっかけに、NHK テクノロジーズと NHK エンタープライズは、大画面を使った 8K 映像による次世代の空間型エンターテインメントコンテンツの開発を目的に「8K:VR」プロジェクトを開始した。ヘッドマウントディスプレイを使った VR と異なり、8K により多人数で共有できるオルタナティブな体験を創り出すことを目指し、「8K:VR」プロジェクトと名付けられた。

「8K:VR」プロジェクトによるコンテンツ開発の第一弾は 2016 年の「8K:VR Theater Aoi - 碧・Sakanaction」で、ロックグループ、サカナクションの楽曲をベースにしたミュージックビデオである。海中や地球、宇宙をモチーフとした CG とサカナクションの演奏の実写映像を合成して映像構成されている。この作品は、250 インチのスクリーンサイズで上映した際に、登場するバンドメンバーが横ならびで等身大になるように想定して制作された。メディアシステムには、映像は 8K3D、音響は 22.2ch、さらにライブレーザー光線を同期させ、新たな空間体験を演出している(図 1-6)。

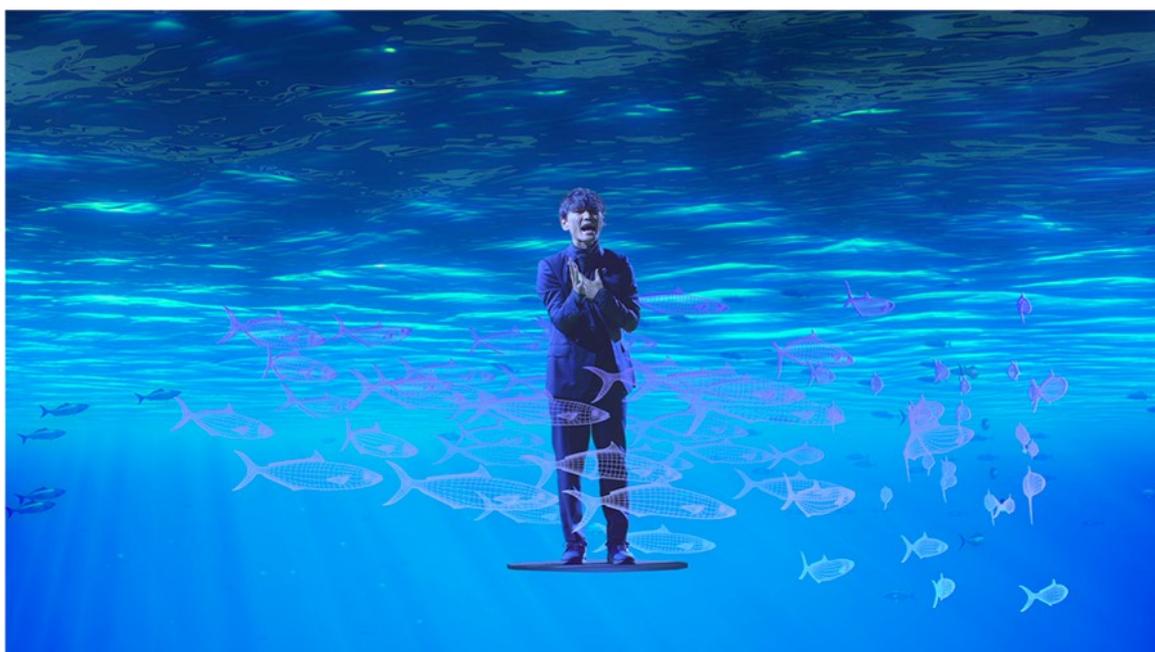


図 1-6 「8K:VR Theater Aoi-碧-Sakanaction」

「8K:VR」プロジェクトによるコンテンツ開発の第二弾は 2017 年の「8K:VR Ride 東京 VIICTORY」で、ロックグループ、サザンオールスターズの楽曲をベースにしたミュージックビデオである。湾岸エリアや浅草、渋谷など東京のシンボリックなエリアを地上や上空からバーチャルトリップする演出で、CG とタイムラプスで撮影された実写映像により映像構成されている。この作品のメディアシステムには、8K 映像と 5.1ch の立体音響に加えて、モーションライドが

使用されている。使用されたモーションライドは、WONDER VISION TECHNO LAVORATORY が開発した「Sphere 5.2」で、幅 5.2m、高さ 3.4m、奥行き 2.6m の半球状のドームと電動6軸の 2 人乗りのモーションライドを組み合わせたシステムで、ライドマシンには送風機も備えられ体感効果を高めるようにデザインされている(図 1-7)。

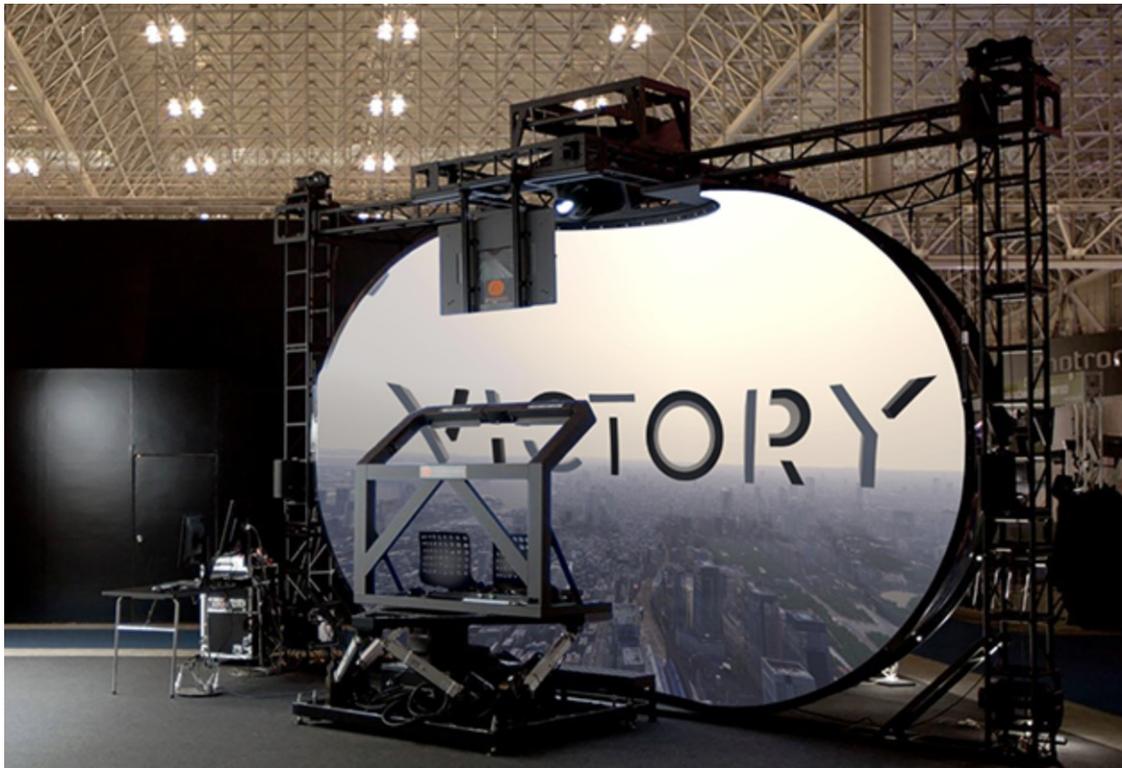


図 1-7 「8K:VR Ride 東京 VICTORY」

「8K:VR」プロジェクトによるコンテンツ開発の第三弾は 2019 年の「8K:VR interactive カナシミの国のアリス」で、セリフのあるショートドラマである。現代に生きる少女が、希望を失い消えてしまいたいと思いつめながら、自分の居場所を模索する姿が、CG と実写映像の合成により構成されている。この作品のメディアシステムは、観客が物語世界の映像の中に完全に入り込むことを目指し、500 インチから 700 インチのスクリーンサイズを想定してデザインされた。正面に 8K3D 映像、床面にも 8K 映像を連動させ、音響は 5.1ch の立体音響、さらにセンサーとマイクで観客の動きや音の情報を感知して 8K 映像にリアルタイムで反映させるシステムを備えた。8K 映像のリアルタイムレンダリングには、アプリケーションとして「Touch Designer」を使用している(図 1-8)。

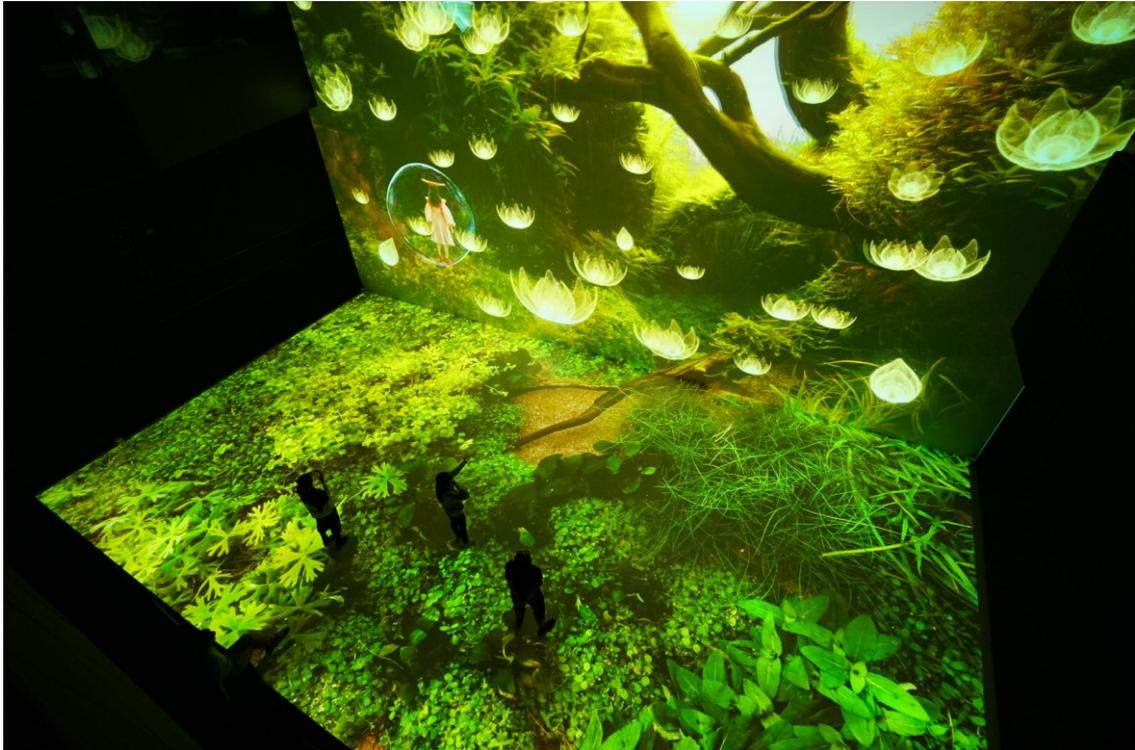


図 1-8 「8K:VR interactive カナシミの国のアリス」

1.2 臨場感の要因と評価

映像や音響の高解像度化が進み、提示される映像や音声のデータ量が増加するにつれ、「臨場感」を生み出す要因やその評価の仕方に関して、多数の先行研究が行われている。

ここでは、いくつかの先行研究をもとに、「臨場感」を生み出す要因や評価の方法について述べる。

1.2.1 臨場感の要因

「臨場感」は、一般に「その場にいるような」感覚として知られている。先行研究では、概念的な解釈にとどまらず、その要因の分析が行われている。

「臨場感」は”Presence”と訳されるが、Matthew Lombard & Theresa Ditton は、1997年に発表した”At the Heart of It All: The Concept of Presence”の中で”Presence”に関して、1960年代から1990年代に発表された関連する文献を調査し、概念的な意味合いにつ

いて整理している。Lombard らは、“Presence(臨場感)”を、「人間の感覚・認知・感情情報システムが、人の環境内の物体や実体に対して、連続的に反応すること」であると捉え、“Presence”を、“Presence as social richness(関係の親密感)”、“Presence as realism(現実感)”、“Presence as transportation(空間共有感)”、“Presence as immersion(没入感)”、“Presence as social actor within medium(メディア内の実存感)”、“Presence as medium as social actor(メディア自体の実存感)”の6つに概念的に整理している。Lombard らは、“Presence(臨場感)”を左右する要因として、「視覚ディスプレイの特性(画質、画面サイズ、視聴距離、色彩、映像の次元、カメラワーク)」、「聴覚環境(音質、音響の次元、音量)」、「臭覚」、「身体的な動き」、「触覚」、「インタラクティビティ」、「ライブ体験」、「体験人数」を指摘している [13]。

国内では、安藤は、“臨場感”は「あたかも自分がそこにいる感覚」と定義づけることができるが、その実体は複雑である”とした上で、臨場感を形成する構成要素と、それらの要素の要因を分類している(図 1-9)。安藤は、臨場感の構成要素として、立体感、質感、包囲感からなる空間的要素、動感、リアルタイム感、同時感からなる時間的要素、そして自己存在感、インタラクティブ感、情感からなる身体的要素をあげ、それらの感覚要素は、外的要因と内的要因の両者から生じると指摘している。外的要因とは、外界の物理的情報が視覚・聴覚・体性感覚・嗅覚などの感覚器官を通して脳に伝わり、これらの多感覚情報が統合されて生み出される感覚であり、内的要因とは、過去の経験・学習により脳内に蓄積された感覚の記憶をもとにイメージ想起や連想機能により脳内で新たに作る出される感覚であり、臨場感は両者から生じるとして [14]。

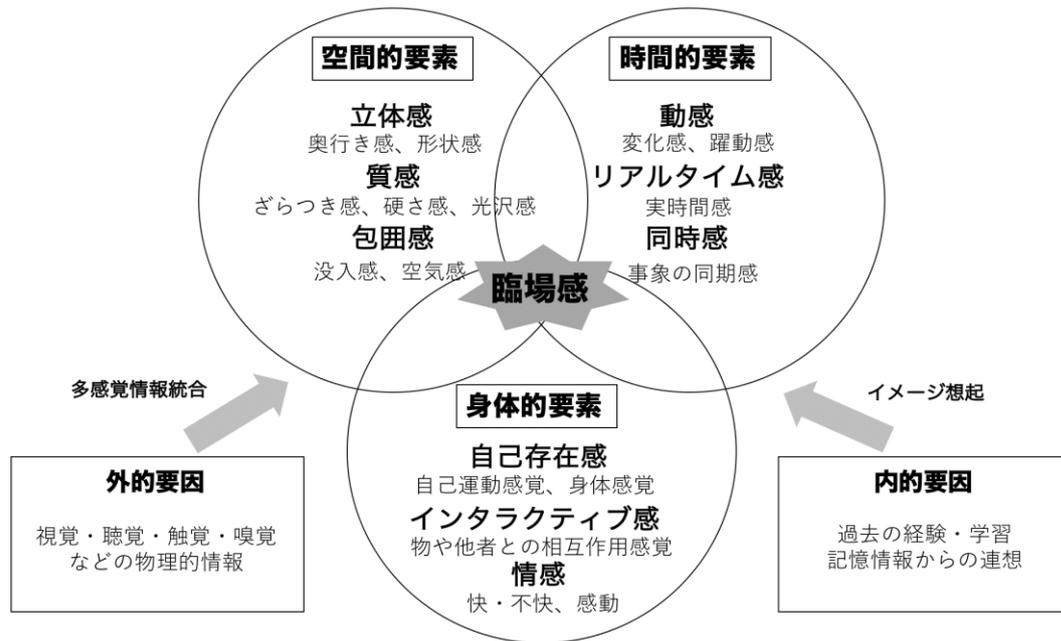


図 1-9 臨場感の構成要素と生起要因

「多感覚インタラクションと知覚認知メカニズム」(安藤)より作成

臨場感については、先行研究によりその要因が様々に議論されているが、研究者間でも統一的な見解が得られているわけではない。例えば、寺本らは、「臨場感」を生み出す要因として、メディアやコンテンツに起因するものを外部要因とし、ユーザー側に起因するものを内部要因とすることを示した上で、「臨場感とはどのような感覚であるか」という根本的な問いに対して統一的な回答が得られていない」と指摘し、「臨場感」の定量化を目的に、ユーザーに対する「臨場感」のイメージ調査を行っている。その結果、「臨場感」は、主に視覚、聴覚、自己受容感覚、前庭感覚を通じて創出される感覚と認識される」と考察している [15]。

1.2.2 臨場感の評価

「臨場感」の評価については、一般に、アンケートによる主観的評価のほか、生体反応による客観的評価が行われている。

主観的評価を用いた「臨場感」の評価のひとつに、SD(Semantic Differential)法がある。先行研究として、例えば、前田らは、嗅覚、力覚、聴覚の影響について、SD法により臨場感の評価を行っている [16]。SD法は、1957年にアメリカの心理学者 Osgood, C.E が発表した考案した概念の意味を測定する方法である [17]。SD法では、反対の意味を持つ形容詞を尺度

の両端に置き、一般的には5段階、もしくは7段階で評価する。

生体反応による評価指標としては、fMRI、脳波、心拍、顔面表面温度、眼球移動などがあり、心拍と顔面表面温度による事例 [18]や、心電と脳血流による評価 [19]など多数の先行事例が報告されている。

小木らは、臨場感を定量的に評価するにあたり、生体反応に注目し、心電、顔面皮膚温度、眼球運動の測定により、臨場感の操作的な定義を試みている。評価実験は、2D/3D 映像、視野角、解像度の条件を変えて行い、高臨場感映像の視聴時は、RRV 値が低下し、皮膚温度は低下せず、眼球運動の頻度が増加することが報告されている。小木らは、その結果から、RRV 値、皮膚温度、眼球運動の頻度を臨場感の指標値として提案している [20]。

安藤らは、臨場感の評価手法の整理を行い、主観的評価(印象評定)、心理的評価、脳活動計測、生体信号計測、行動計測の5つの手法があるとして、それぞれの特徴とメリット、デメリットを示している(表 1-2)。

表 1-2 臨場感の測定・評価手法
「臨場感の知覚メカニズムと評価技術(安藤)より作成

	特徴・種類	メリット	デメリット
印象評定 (主観評価)	・統計的分析手法 SD法、一対比較法、因子分析など	・特殊な測定装置を必要とせず、質問紙で手軽に行える ・感性的評価に適する	・内観(意識化)の信頼性・再現性・個人差の問題がある ・多人数のデータを統計分析し、信頼性を高める必要がある
心理物理実験 (Psychophysics)	・物理刺激に対する人間の応答特性を明らかにする 丁度可差異(JND) 主観的等価点(PSE)等	・感覚・知覚より客観的・定量的な測定が可能 ・生理データとの対比が取りやすく、知覚機構の検証に適する	・物理情報n制御が困難な刺激に対しては適用しにくい ・応答は最終出力であるため、脳内過程の直接測定は困難
脳波計測	・fMRI(機能的磁気共鳴操作法) ・MEG(脳波計測法) ・EEG(脳波計測法) ・NIRS(近赤外分光法)	・脳内の活動(血流・電磁場)を直接的に測定可能 ・動物実験では分からない人間の高次機能の解明に寄与	・空間・時間解像度には限界 ・脳活動の解釈には、刺激・課題の厳密な制御が必要 ・データ分析手法は開発途上
生体信号計測	・心拍(脈拍)・呼吸 ・瞳孔・瞬目 ・皮膚電位(GSR)	・意識ではコントロールできない情動的反応や覚醒レベルと捉えやすい	・生体信号が生じる神経プロセスが必ずしも解明されているわけではない
行動計測	・身体(眼球・手・頭部・体軀等)の運動計測 ・重心動揺	・無意識的な行動反応を捉えることが可能 ・社会的インタラクション分析等に適する	・行動を引き起こす要因は一般に複雑であり、要因を特定するのが困難な場合がある

安藤らは、臨場感の評価を整理した上で、“現時点で万能の測定手法があるわけではない”として、評価の対象や目的に応じた手法の選択や、手法の統合により評価の信頼性を高めていく必要性も指摘している [21]。

1.3 感情の要因と評価

喜怒哀楽に代表されるように、人間は日常的に感情の変化を感じとっている。感情は、しばしば身体反応の変化を伴うことは経験していることであるが、ここでは、先行研究に基づき、感情の要因とその評価について整理する。

1.3.1 感情の要因

「感情とは何か」については、古くは米国の心理学者である William James が 1884 年に学会誌『Mind,IX(1884)』の中で、“What is an emotion?”と題して、感情を定義づけたことが知られている。

現在、心理学においては、感情は、情動や気分を含む用語として用いられている。この場合の情動とは、怒りや恐怖のような、源泉が明確で、生理的興奮や表出行動を伴う、激しく一時的な感情であるのに対して、気分とは、「良い気分、憂うつな気分」のように、源泉が不明確で、比較的穏やかな感情とされる [22]。

先述の William James は、情動は、「外部刺激→身体反応→身体反応の意識化→情動」の順で生じるとしている。内臓器官などの抹消身体感覚から脳に至るフィードバックの差異に基づき感情(情動)の主観的な体験の違いが生まれるという考え方である [23]。同様の考え方を持つデンマークの医師 Carl Lange とともに、心理学の分野では James-Lange 説(抹消起源説)として知られている。これに対して、W. B Cannon と P. Bard らは、1927 年に“The James-Lange theory of emotion: A critical examination and an alternative theory”と題した論文を公表し [24]、「情動は、知覚の神経細胞の興奮が視床下部を介して、大脳皮質と抹消器官に伝達され、情動体験が生じる」と主張し、Cannon-Bard 説(中枢起源説)として心理学の分野では広く知られるようになった。また、これらのアプローチのほかに、S. Schachter と J. L. Stinger は「感情は認知影響と身体反応の2要因から生じる」という説を唱え [25]、情動の二要因説と呼ばれている。

こうした古典を先行研究として、その後も感情の要因に関する研究は各国で行われている。寺澤らは、先行研究の概説を行い、James の論説を、感情とは”身体的変化から興奮している事実を感じ取ること”であると定義し、“速い心拍、深い呼吸、唇のふるえ、鳥肌、内臓の動きと行った身体的変化がなければ感情も存在しえない”ものであると示している。寺澤らは、生理学の分野では、身体変化を引き起こす感覚は機能的な区分で3種類に整理されているとして、3つの感覚を次のように説明している。“内受容感覚(interoception)”は、身体内の変化に関する感覚で、心臓の鼓動や胃や内臓の圧迫感などに関する感覚とされる。「外受容感覚

(exteroception)」は、視覚、聴覚、嗅覚、味覚、触覚に関する感覚とされる。「固有感覚 (proprioception)」は、空間における身体の動きの速度や向き、身体各部の運動、静止、位置、平衡を感知して体位の維持に寄与する感覚とされる” [26]。

そのほか、近年では、心理学から発展したポジティブ心理学において、ポジティブ感情を誘導する要因に関する研究事例も多く、Barbara L. Fredrickson らによる映像を使った実験が知られている。Fredrickson らは、100 秒の4種類の動画を使った実験を行い、波の映像は「満足感」を、子犬の映像は「楽しみ」を、少年が泣く映像は「悲しみ」を、棒が積み重なる抽象的な映像はほとんど感情を引き起こさないことを示した [27]。

そのほかにも、キャンディを与えるとポジティブな感情が高まり創造性を測るテスト (RAT: Remote Associates Test) の成績が上がるという報告 [28] や、森林の散歩が、緊張、抑うつ、怒り、疲労、混乱を低減させるという先行研究 [29] 等、感情の要因に関して様々な報告事例がある。

以上のように、感情と身体的反応の関係については、現在でも心理学、医学、生理学、認知神経学等の分野で様々な議論が行われており、統一的な見解はないのが現状である。

1.3.2 感情の評価

感情の評価に関する手法は、これまで様々な方法が開発され、実験の評価に用いられている。

古くは、Nowlis, V らによって、主観的な経験により、感情の種類や基本的次元を探ろうという研究が行われた [30]。Nowlis, V らは、形容詞を用いて感情の主観的な状態を測定しようと試みた。この研究を元に、彼らは 130 個の言葉を選択し、この言葉によって表現された感情を現在どの程度の強さで感じているかを、リッカート4件法で評価し、その結果から12の因子を抽出している [31]。この因子分析の結果に従い作成されたのが、MACL (Mood Adjective Check List) と呼ばれる多面的な感情状態尺度の質問票である。MACL に含まれる尺度は、“aggression”、“anxiety”、“surgency”、“elation”、“concentration”、“fatigue”、“social affection”、“sadness”、“skepticism”、“egotism”、“vigor”、“nonchalance”である。

Nowlis の研究以降、多くの心理学者によって、感情の主観的な状態の研究が試みられ、感情の状態を評価、測定する様々な尺度が欧米では作られてきた。しかし、日本において複数の感情状態を同時に測定する客観的な尺度が作られていないという問題意識から、寺崎らは、日本語を用いた尺度の作成を行っている [32]。寺崎らは、Nowlis をはじめ、欧米の先行研究から感情状態を表す言葉を抽出し、さらにこれとは別に国立国語研究所による日本語の分類語彙表から、主に“精神及び行為”のカテゴリーに含まれる言葉を加えて、それらを元に因子分析を行なう方法で尺度の作成を試みている。その結果、抑うつ・不安、敵意、倦怠、活動

的快、非活動的快、親和、集中、驚愕の8つの感情尺度を導き出し、多面的感情状態尺度(Multiple Mood Scale)を作成した。多面的感情尺度は、80項目からなるが、被験者の負荷を低減する40項目からなる短縮版(表 1-3)も開発されている [33]。

表 1-3 多面的感情尺度(Multiple Mood Scale)短縮版

否定的感情	抑鬱・不安	不安な	肯定的感情	活動的快	活気のある	中立的感情	集中	丁寧な
		悩んでいる			気力に満ちた			慎重な
		気がかりな			元気いっぱいの			丁重な
		自信がない			はつらつとした			注意深い
		くよくよした			陽気な			思慮深い
	倦怠	だるい		非活動的快	のんびりした		驚愕	びっくりした
		疲れた			おっとりした			驚いた
		つまらない			ゆっくりした			びっくりとした
		退屈な			のどかな			動揺した
		無気力な			のんきな			はっとした
	敵意	敵意のある		親和	恋しい			
		憎らしい			愛おしい			
		うらんだ			好きな			
		攻撃的な			愛らしい			
		むっとした			素敵な			

この他、前項でも触れた SD(Semantic Differential)法も、主観的な感情状態を測定する手段として利用される。Osgood は、概念の意味”meaning”を測定する方法として SD 法を考案しているが、ここでいう意味”meaning”とは、感情的な意味”affective meaning”をさしていると考えられている。SD 法は、心理学において被験者の感情評価実験を行う際をはじめ、製品の印象評価等に利用されているが、採用する形容詞の選択において価値(評価性)因子に偏ったものを選択したり、形容詞ではないものを採用する場合もあるなど、活用の際には SD 法本来の目的を踏まえる必要性なども指摘されている [34]。

そのほかの感情の評価手法として、先行研究でもしばしば利用されるのが POMS(Profile of Mood States)である。POMS は 1971 年にアメリカの McNair らによって開発された手法で [35]、感情状態を測定する自己評価式質問紙である。当初は 55 項目からなる質問票であったが、1960 年代には 65 項目の様式となった。POMS は、「抑うつ・落ち込み」「緊張・不安」「疲労・無気力」「怒り・敵意」「混乱・当惑」「活気・活力」の6つの感情について、被験者の一時的な感情状態を同時に測定できることが特徴である(表 1-4)。欧米諸国では、接触障害や肥満、不安障害、睡眠障害、アルコール依存症等、心理学の分野で治療効果の評価に利用されてきたとされる [36]。日本では、横山らが POMS 日本語版を作成し [37]、感情評価の手法として先行研究でも利用されている。

表 1-4 POMS で測定できる 6 つの感情尺度

1	Anger-Hostility	怒り—敵意
2	Confusion-Bewilderment	混乱—当惑
3	Depression-Dejection	抑うつ—落込み
4	Fatigue-Inertia	疲労—無気力
5	Tension-Anxiety	緊張—不安
6	Vigor-Activity	活気—活力

これらのアプローチの他に、感情をモデル化しようという理論的研究も行われており、そこでも感情状態の尺度は用いられている。感情のモデル化は、ドイツの心理学者 Wilhelm Max Wundt を起原 [38]として行われているといわれている。Wundt は、全ての感情を、緊張—弛緩、興奮—鎮静、快—不快の三方向の上に位置付けることができるという三方向説を提唱している [39]。その後、多くの研究者によって様々なモデル化が行われており、代表的なものに、Millenson, J. R.が提唱した三次元モデル [40]、Russell, James A が提唱した円環モデル [41]が挙げられる。Millenson, J. R.は、不安、怒り、高揚を基本的な感情とし、それぞれ感情の強度を X、Y、Z のベクトルで表現した(図 1-10)。また、Russell, James A は、全ての感情は、pleasure-unpleasure(快—不快)、arousing-sleepy(覚醒—眠気)の二次元で説明できるとして、平面の円環状に感情をモデル化している(図 1-11)。

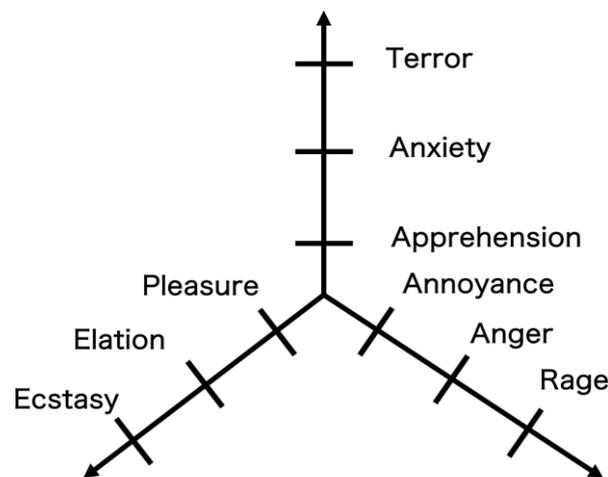


図 1-10 Millenson の三次元モデル

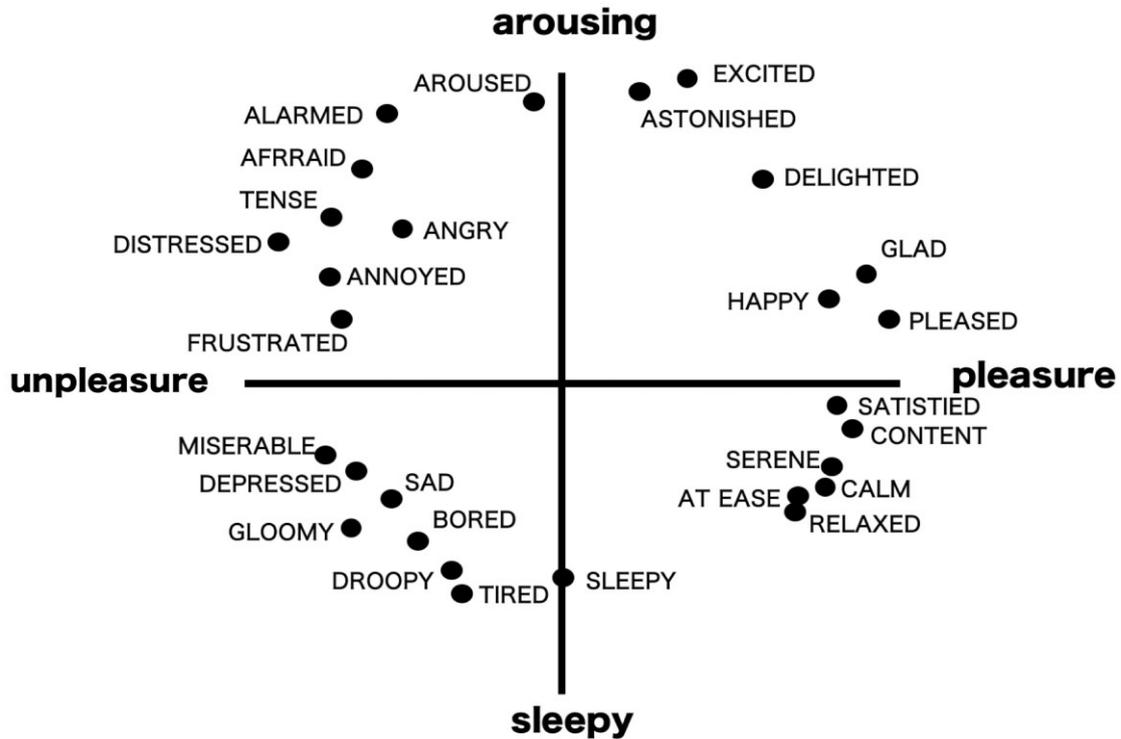


図 1-11 Russell の円環モデル

以上のように、感情状態の尺度に関しては、喜び、恐れ、驚き、嫌悪、怒り、悲しみ等のいくつかの基本感情が存在するという基本感情説と、感情を基本感情ごとに分けて捉えるのではなく、いくつかの要素の違いで連続的に変化するものとして捉え、覚醒次元、快次元等の次元上の一つのベクトルとして表せるという次元説がある。先述の、MACL、多面的感情状態尺度(MMS)、POMS は、基本感情説にあたり、Millenson, J. R.の三次元モデル、Russell, James A の円環モデルは、次元説に基づいたアプローチであるとされ、SD 法は円環モデルの評価尺度と整理される。この2つの説に関して、織田らは、感情状態の尺度がいずれの説に基づくかという観点とは別に、実験の”参加者が回答する時点の心理状態と、過去一定期間の心理状態のいずれを測定するのか、という点も考慮する必要がある”とい指摘する [42]。”回答する時点”の状態を評価するのか、”一定期間”の状態を評価するのか、という点に関しては、一般に、多面的感情状態尺度は、”回答する時点”での短期的な感情状態を、POMS は、”一定期間”の長期的な感情状態を測定する尺度とされる。

感情の評価の方法には、ここまで述べてきたような主観的な感情尺度を用いたもののほかに、生体反応による手法も報告がある。主観的な感情尺度と比べ、生体反応による評価は、本人の自覚や外観からでは判断できない体内の生理活動の表れとして、より客観的に変化を観

察できるという特徴があり、生体反応と感情の関係については、様々な研究報告がなされている。

脳波(Electroencephalography:EEG)はその一つで、興奮状態、集中状態、リラックス状態などを測るためにしばしば利用される。神経生理学の分野では、感情との関係において研究が進んでいる。Soraia M. Alarcaoらによれば、2009年から2016年の間で、142件の論文で、脳波信号から感情を認識する方法が発表されたと報告している [43]。

そのほかにも、心拍数や皮膚温度は感情の一部である気分と相関関係があることが、先行研究で知られている。交感神経は興奮や緊張時に働き、心拍数を増加させ、一方で、副交感神経は、心拍数を低下させるとされている [44]。皮膚温度は血流量の変化に依存するため、心理状態が顕著にあらわれると考えられている [45]。皮膚温度の変化も、自律神経活動によるものと考えられており、交感神経が刺激されると顔面皮膚の毛細血管が収縮し皮膚温度が低下、副交感神経が刺激されると毛細血管が拡張し皮膚温度が上昇することがわかっている。特に、鼻頭周辺部には、毛細血管の血流を調整する動静脈吻合血管(AVA: Arteriovenous anastomoses)と呼ばれる動脈と静脈の吻合部(抹消皮膚血管)が集中し、体の他の部位と比較して多いとされる [46]。宮坂らは、顔面皮膚温度により喜び、恐れ、悲しみ、怒りの感情の評価を行い、悲しみ、喜び、怒りへの感情時には、皮膚温度が上昇、恐れへの感情時には、皮膚温度の下降がみられたと報告している [47]。

さらに、先に述べた感情モデルと生体反応を組み合わせ、感情を可視化する研究も行われている。山本、林、坂末らは、脳波と心拍数で得られたデータを Russel の円環モデルにマッピングし、感情の分類を試みている [48] [49] [50]。

1.4 映像コンテンツ制作者の意識

本章で述べてきたように、映像の高解像度、立体化が進む中、多様なコンテンツが制作されている。映像コンテンツを制作している担当者は、映像や音響、コンテンツのメディア、ユーザに対する効果などについて、どのようなことを意識して制作を行っているのか。本研究では、映像制作関係者に対する意識調査を行った。ここでは、その結果について述べる。

調査は、オンラインで匿名による選択式アンケートで実施した。実施した期間は、2022年9月～2023年1月である。コンテンツ制作において制作演出や制作技術の経験者を対象に、ランダムで回答者を募り70人から回答を得た。

まずは、回答者の属性を示す。制作経験年数は、20年以上が42人で最も多かった(図1-12)。制作経験のあるコンテンツ領域は複数選択で回答を求め、「テレビ番組」との回答が最

も多く 60 人で、「配信映像」が 43 人、「展示映像」が 42 人であった(図 1-13)。また、制作経験のあるコンテンツメディアは、「ハイビジョン」が 64 人で最も多く、続いて「4K」が 52 人、3 番目に多かったのが「8K」で、回答者全体の 46%にあたる 32 人が制作経験があると回答した(図 1-14)。

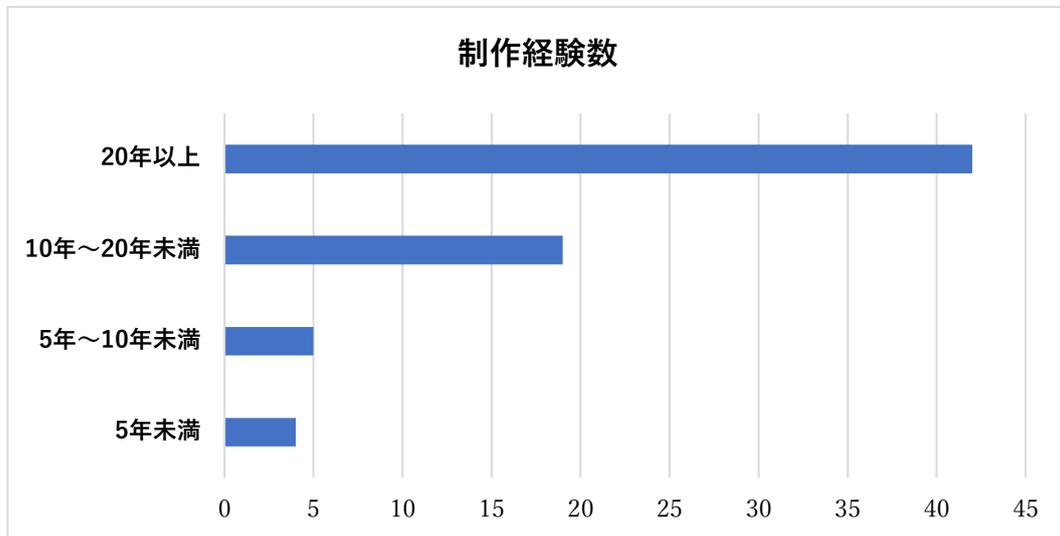


図 1-12 映像コンテンツ制作者の意識調査結果 1

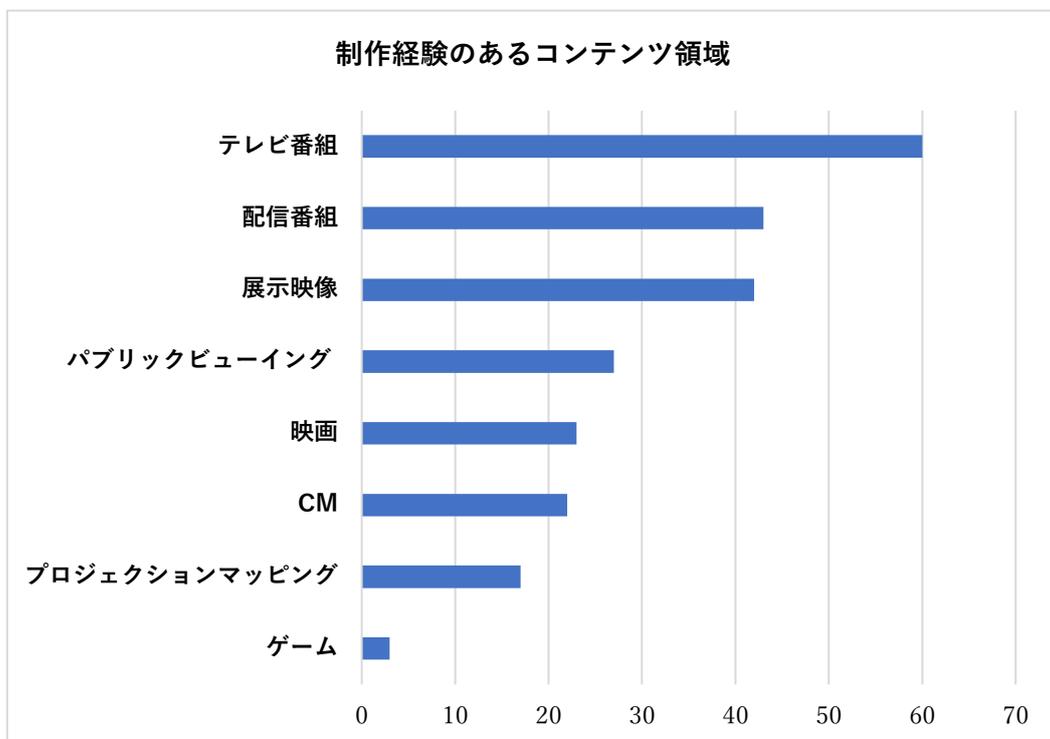


図 1-13 映像コンテンツ制作者の意識調査結果 2

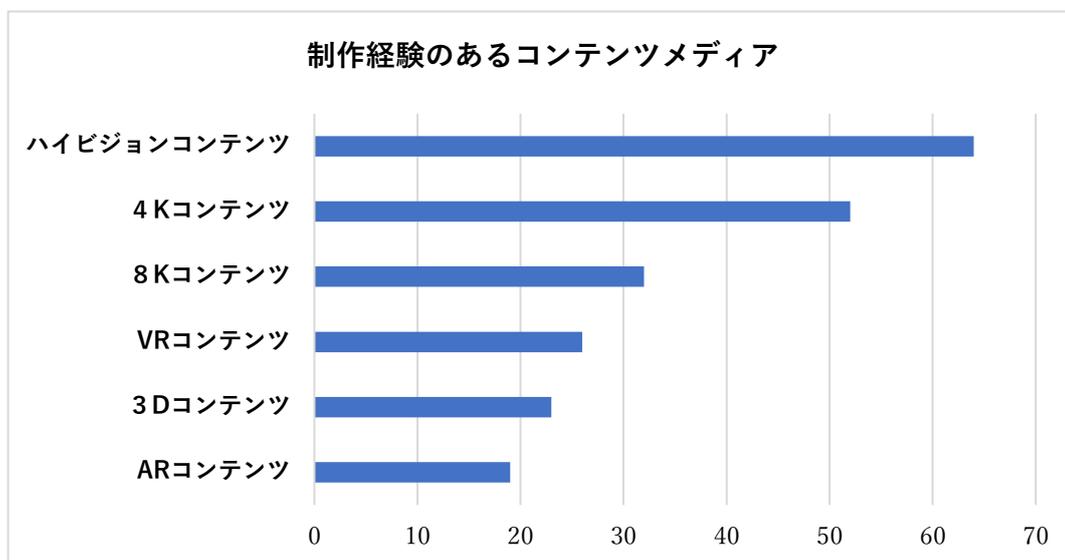


図 1-14 映像コンテンツ制作者の意識調査結果 3

ここから、制作する上での意識に関する回答の結果を示す。アンケートでは、映像コンテンツを構成する基本要素である映像、音響に関する立体度と解像度、そしてコンテンツのジャンルについて回答を求めた。

意識する要素について複数選択で回答を求めたところ、「コンテンツのジャンル」と答えた人が 49 人で最も多かった。2番目に多かったのが解像度で 44 人であった(図 1-15)。

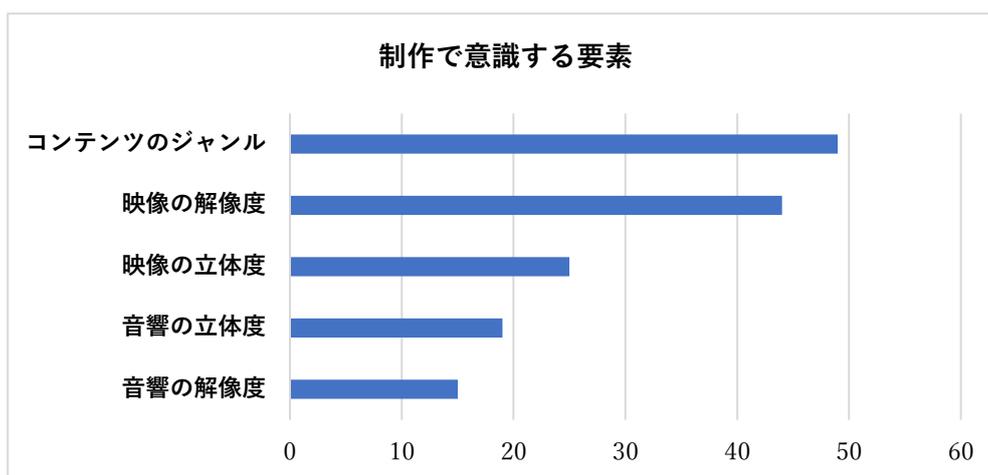


図 1-15 映像コンテンツ制作者の意識調査結果 4

次に、コンテンツの作り方が何により異なるのか、映像と音響の解像度と立体度、コンテンツ

のジャンルについて回答を求めた。

映像に関しては、「解像度の違い」により作り方が異なることが「よくある」と答えた人は回答者全体の41%にあたる29人で、「ある」と答えた人を加えると全体の77%であった(図 1-16)。「立体度の違い」についてしてみると、「よくある」と答えた人は全体の30%にあたる21人、「ある」と答えた人を加えると全体の46%であった(図 1-17)。

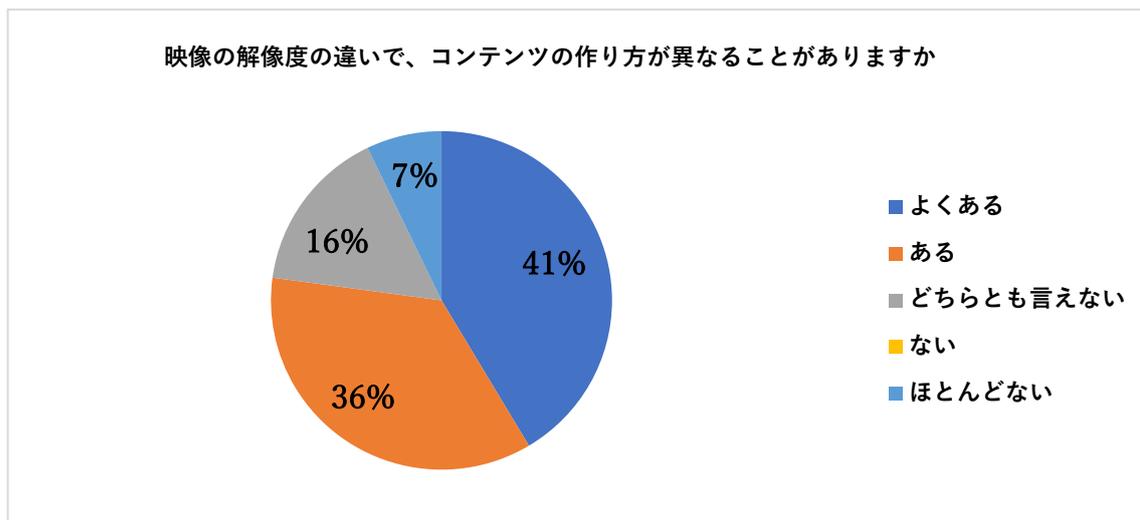


図 1-16 映像コンテンツ制作者の意識調査結果 5

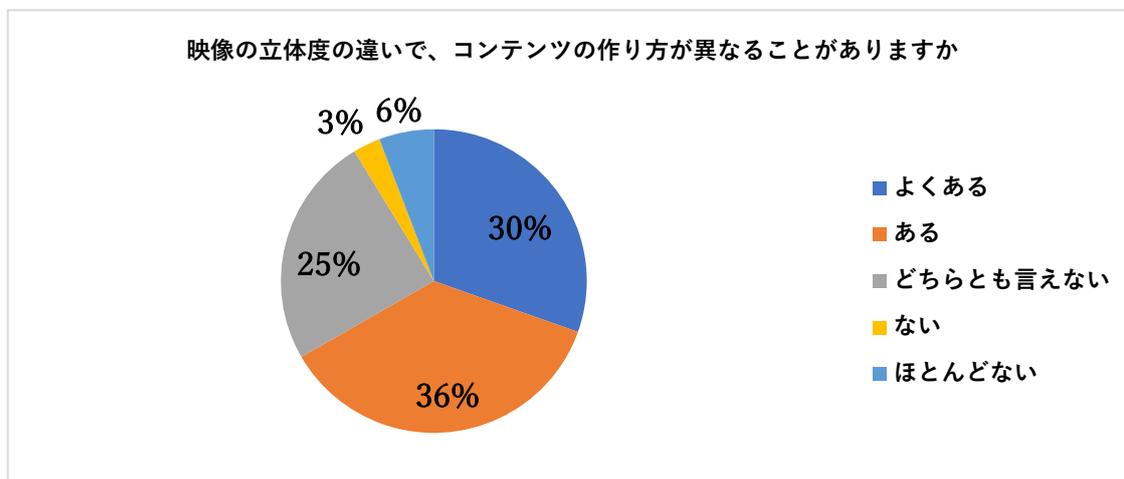


図 1-17 映像コンテンツ制作者の意識調査結果 6

音響に関しては、「解像度の違い」により作り方が異なることが「よくある」と答えた人は回答者全体の17%にあたる12人で、「ある」と答えた人を加えると全体の60%であった(図 1-18)。「立体度の違い」についてしてみると、「よくある」と答えた人は全体の23%にあたる16人、「ある」と答えた人を加えると全体の61%であった(図 1-19)。

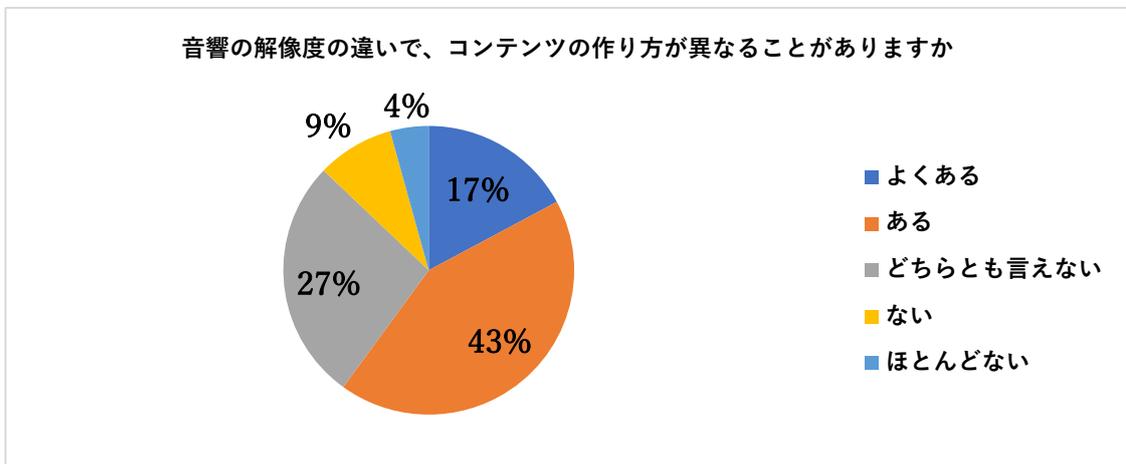


図 1-18 映像コンテンツ制作者の意識調査結果 7

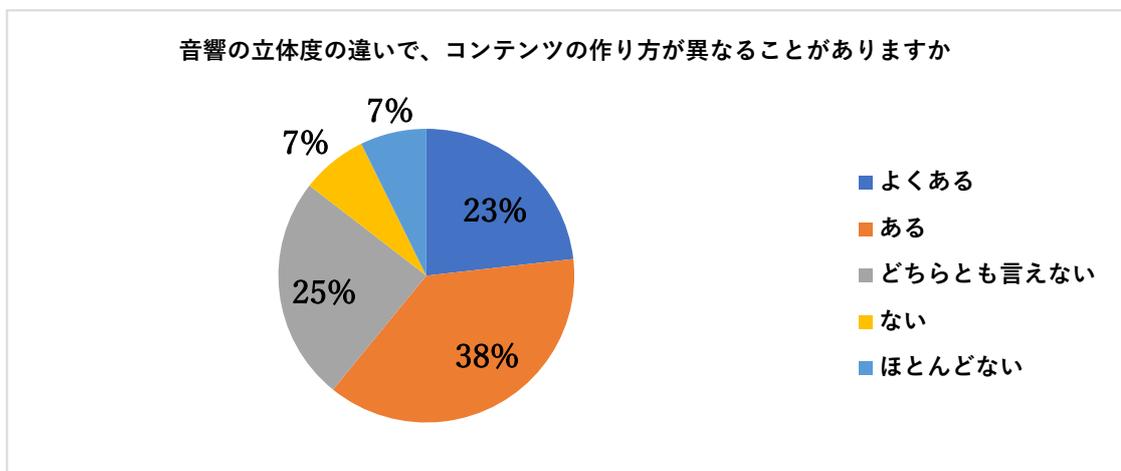


図 1-19 映像コンテンツ制作者の意識調査結果 8

ジャンルに関しては、「ジャンルの違い」により作り方が異なることが「よくある」と答えた人は回答者全体の 73%にあたる 51 人で、「ある」と答えた人を加えると全体の 96%で、「ほとんどない」と回答した人はいなかった(図 1-20)。

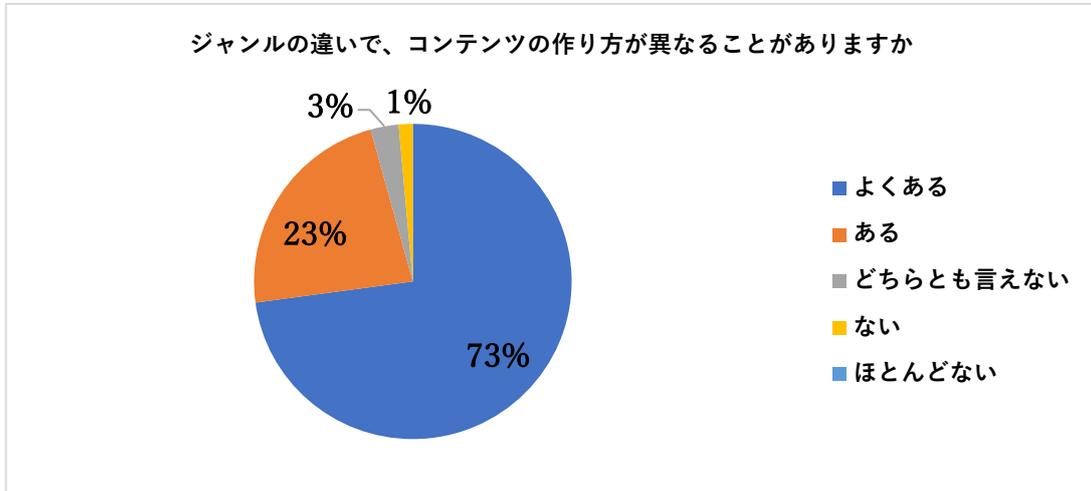


図 1-20 映像コンテンツ制作者の意識調査結果 9

考慮したことのあるユーザの体感について複数選択で回答を求めたところ、気持ちの変化をもたらす「感情」を選んだ人は 58 人で最も多く、回答者全体の 83%を占めた(図 1-21)。「感情」は、今後考慮したいユーザの体感としても最多で、同じく回答者の 83%を占めた(図 1-22)。

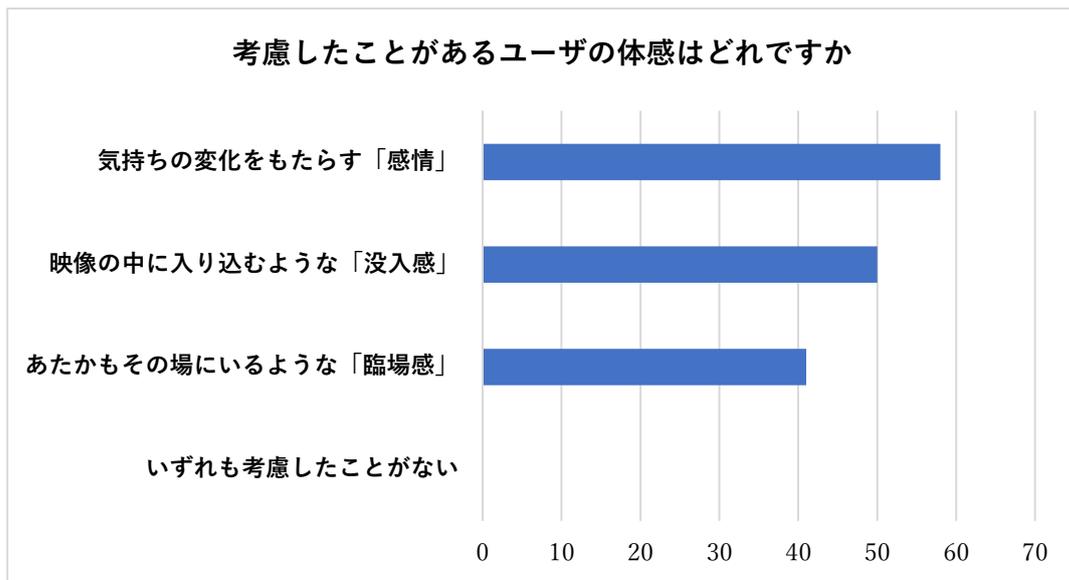


図 1-21 映像コンテンツ制作者の意識調査 10

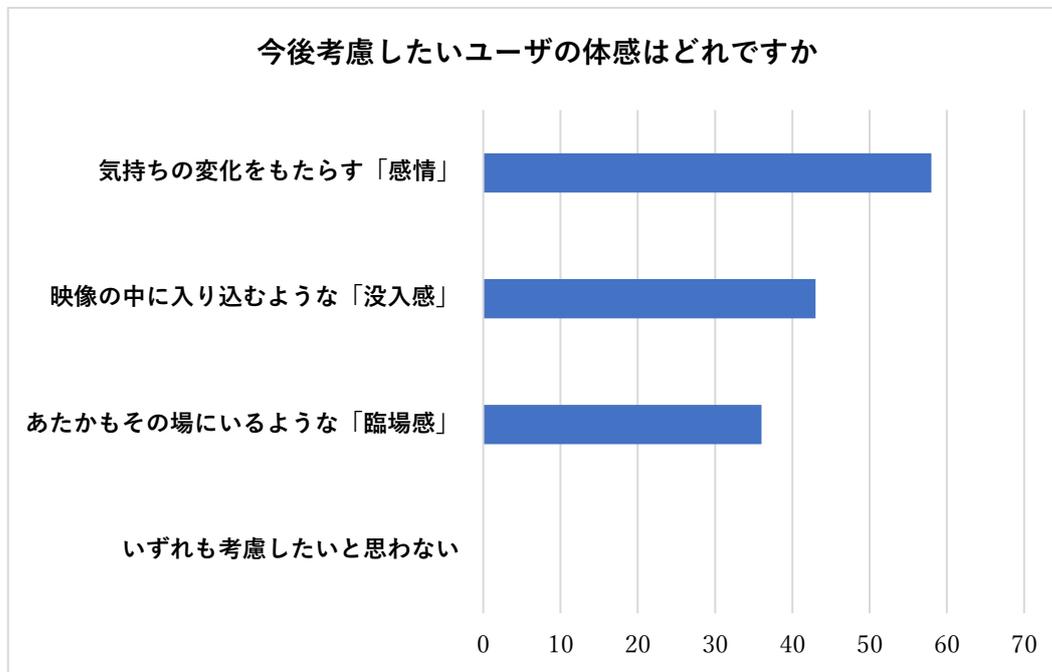


図 1-22 映像コンテンツ制作者の意識調査 11

映像制作者へのアンケート調査の結果から、制作者はまずコンテンツのジャンルに関して、最も意識しており、ジャンルの違いによってコンテンツの作り方が異なる。

映像と音響に関しては、コンテンツを制作する際に、音響よりも映像を意識することが多く、映像について立体度よりも解像度を意識しており、映像コンテンツ制作者は映像の解像度によって、コンテンツの作り方を変えているということがうかがえる。

1.5 研究の目的

技術の進化は、社会やそれを構成する人々に新たな価値をもたらしてきた。メディアシステムに関する技術もその一つで、技術を活用した様々なコンテンツが生み出され、人間の体験が拡張してきている。メディアシステムを構成する要素の一つである映像技術は映像の高解像度化、立体化を実現し、コンテンツ制作者によって、ユーザに対して「視聴する」体験の価値に加え、体で感じる「体感する」価値が提供され始めている。

これまでの研究では、高解像度、立体映像は、「体感」の一つである臨場感の効果を生み出すことがわかっている。より高い臨場感を求めて、日本では世界に先駆けて超高解像度映像の8Kによるメディアシステムが開発され、放送やイベント等で様々な臨場感コンテンツがユーザに提供されている。

そしていま、映像コンテンツが提供する「体感」の価値は臨場感にとどまらず、人間の感情にも広がってきている。近年の **well-being** に対する関心の高まりもあり、映像技術を活用して「癒し」や「リラックス」、「ワクワク感」など、人間の感情に対する効果を主目的としたコンテンツが企画・制作され始めている。「体感」としての感情はこれまで様々な研究が行われてきており、感情の変化を引き起こす要因や評価方法もわかりつつある。しかし、高解像度、中でも日本で開発された8K映像が人間的の様々な感情にどのような効果があるのかは分かっていない。

8K映像は、臨場感については一定の効果が報告されているが、人間の様々な感情＝多面的感情に対しては、どのような影響を与えるのか、そしてどのような効果があるのか。

本研究は上記を背景に、8K映像がユーザの様々な多面的感情に与える効果を明らかにして、感情に対する効果を主目的としたコンテンツに8K映像がどのように活用できるのか、その可能性を示すことを目的とする。

第2章 解像度・立体度・コンテンツの種類 が感情に与える効果

第2章では、映像の解像度と立体度とコンテンツの種類がユーザの多面的な感情にどのような影響を与えるのか、そしてその効果はどのような指標で測ることができるのかを明らかにするために行った実験の結果と考察を述べる。

2.1 実験の目的

第1章の研究の背景で述べたように、先行研究では、映像の解像度、立体度がユーザの臨場感に影響を与えることが報告されている。こうした研究をもとに、8K メディアシステムは開発され、8K 映像を活用したコンテンツ制作の現場では、ユーザの臨場感を主たる効果としてデザインしたコンテンツが作られている。

本章では、体感の一つである感情に対して、8K・3D 映像がどのような影響があるのか、どのような効果があるのか、そしてその効果はどのように測ることができるのかについて明らかにすることを目的とする。

2.2 実験方法

映像の解像度、立体度、コンテンツの種類のことなる映像を提示し、比較分析を行った。感情に対する影響を評価するために、主観的な感情と客観的な生体反応それぞれ指標を設けて分析を行った。

因子として、映像の解像度、立体度、コンテンツの種類を3つを設定し、解像度は8KとHDの2水準で、立体度は3Dと2Dの2水準、コンテンツの種類は音楽と物語の2水準を想定した。

評価映像には、実際にイベント等での上映を目的に8K・3D映像を使って制作された2種類のコンテンツ、「碧」(2016年NHKエンタープライズ・NHKテクノロジーズ制作)、「WISH」(2015年NHKテクノロジーズ制作)を使用した。いずれも、8K映像を活用したメディアシステムでの上映を想定したプロトタイプコンテンツである。コンテンツの種類としては、「碧」はロックグループ、サカナクションの楽曲をベースに、実写とCGを組み合わせたミュージックビデオ

で(図 2-1)、「Wish」は全編実写映像によるセリフのないストーリー仕立ての構成によるショー
トファンタジーである(図 2-2)。



図 2-1 コンテンツ 1 ミュージックビデオ「碧」



図 2-2 コンテンツ 2 ファンタジー「WISH」

いずれも、アスペクト比は 16:9、解像度は 8K(7,680×4,320 ピクセル)で制作されており、評価映像として2水準化を行うにあたり、8K で制作されたオリジナル映像を HD(1,280×720 ピクセル)にダウンコンバートした。音声は、オリジナルコンテンツはいずれも 22.2ch で制作されているが、今回の実験では、音響は想定因子外であるため、ステレオにリミックスした。両コンテンツはそれぞれ異なる尺で制作されたものであるが、今回の実験では、上映時間を同じ条件にするために、ともに冒頭から 3 分 36 秒間を評価映像として用いた。

2.3 感情の主観的評価

ユーザの感情に与える影響の主観的評価には、多面的感情状態を図るために作成された MMS(Multiple Mood Scale)を用いた。第 1 章で述べたとおり、MMS は、複数の感情状態を同時に測定するための客観的な尺度を作ることを目的に、寺崎らによって考案され、特に心理学の領域で使用されることの多い評価指標である [32]。

MMS では、否定的感情状態として「抑鬱・不安」、「敵意」、「倦怠」、肯定的感情として「活動的快、非活動的快」、「親和」、中立的感情として「集中」、「驚愕」の感情群が分類されている(表 2-1)。このように、MMS は、人間の感情状態を、特定の感情に偏らず、多面的に評価する指標となっているのが特徴である。また、先行研究によれば、MMS は被験者が回答する時点での短期的な感情の状態を測定するのに適しているといわれており [42]、感情評価の方法として活用されている [51]。

表 2-1 MMS による多面的感情の分類

否定的感情	抑鬱・不安	不安な	倦怠	だるい	敵意	敵意のある
		悩んでいる		疲れた		憎らしい
		気がかりな		つまらない		うらんだ
		自信がない		退屈な		攻撃的な
		くよくよした		無気力な		むっとした
肯定的感情	活動的快	活力のある	非活動的快	のんびりした	親和	悲しい
		気力に満ちた		おっとりした		愛おしい
		元気いっぱい		ゆっくりした		好きな
		はつらつとした		のどかな		愛らしい
		陽気な		のんきな		すてきな
中立的感情	集中	丁寧な	驚愕	びっくりした		
		慎重な		驚いた		
		丁寧な		びっくりとした		
		注意深い		動揺した		
		思慮深い		はっとした		

実験では、ユーザのアンケート回答時点での多様な感情を評価する必要があることから、先行研究に基づく MMS の特徴を踏まえ、主観的評価手法として MMS を用いることにした。

被験者の負担を考慮し、寺崎らにより開発された MMS の簡易版 [33]を用いて、多面的な感情の全 40 項目について評価するアンケート票(図 2-3)を作成し、リッカート4件法により、4 段階評価で調査を行った。

あなたの今の感情状態に最もよく当てはまるものを選んで○で囲んでください。
あまり深く考え込まずに、回答してください。

全く感じていない				あまり感じていない				少し感じている				はっきり感じている			
1. はつらつとした	_____	_____	_____	21. 恋しい	_____	_____	_____								
2. びっくりとした	_____	_____	_____	22. つまらない	_____	_____	_____								
3. 動揺した	_____	_____	_____	23. 愛らしい	_____	_____	_____								
4. 活気のある	_____	_____	_____	24. ゆっくりした	_____	_____	_____								
5. 氣力に満ちた	_____	_____	_____	25. 慎重な	_____	_____	_____								
6. 注意深い	_____	_____	_____	26. 疲れた	_____	_____	_____								
7. 元気いっぱい	_____	_____	_____	27. うらんだ	_____	_____	_____								
8. 自信がない	_____	_____	_____	28. ていねいな	_____	_____	_____								
9. はつとした	_____	_____	_____	29. 陽気な	_____	_____	_____								
10. 悩んでいる	_____	_____	_____	30. すてきな	_____	_____	_____								
11. 思慮深い	_____	_____	_____	31. むっとした	_____	_____	_____								
12. のんきな	_____	_____	_____	32. のんびりした	_____	_____	_____								
13. 無気力な	_____	_____	_____	33. 不安な	_____	_____	_____								
14. 丁寧な	_____	_____	_____	34. 気がかりな	_____	_____	_____								
15. びっくりした	_____	_____	_____	35. 敵意のある	_____	_____	_____								
16. のどかな	_____	_____	_____	36. いとおしい	_____	_____	_____								
17. だるい	_____	_____	_____	37. 退屈な	_____	_____	_____								
18. くよくよした	_____	_____	_____	38. おっとりした	_____	_____	_____								
19. 驚いた	_____	_____	_____	39. 憎らしい	_____	_____	_____								
20. 攻撃的な	_____	_____	_____	40. 好きな	_____	_____	_____								

図 2-3 MMS アンケート票

2.4 感情の客観的評価

ユーザの感情に与える影響を客観的に評価するために、生体反応の測定を行った。測定したのは、心電(心電の R 波と R 波の間隔値である RRI)、顔面表面温度、脳波である。RRI を元に導出した RRV(RRI の分散値)は集中度合を、顔面表面温度はストレス度合を、脳波はリラックスや集中、興奮状態を表す指標として知られている。

2.4.1 心電計測

先行研究では、交感神経は興奮や緊張時に働き、心拍数を増加させ、副交感神経は、心拍数を低下させるとされる [44]。心臓は、心筋により血液を送り体内に循環させている。心筋を動かす際に、心臓内の洞穴節と呼ばれる部位から、電気刺激が発せられている。この心筋の電気的な変化を、体の表面に接した電極を介して検出して、記録したものが心電図(ECG:electrocardiogram)である。心電図は、オランダの生理学者 Willem Einthoven により考案された。

心電図は波形で表され、電位差(mV)が最も高いものが R 波で、R 波と R 波の間隔は RRI(RRInterval)と呼ばれる(図 2-4)。RRI の値にばらつきが大きいと心拍は不規則になり、少なければ規則的になるといわれている。計測区間のすべての RRI から統計的に分散を求めたものが、RRV(RRvariance)と呼ばれ、被験者が集中している状態では低く、集中していない状態や、リラックスしている状態では高い値になるとされる [52]。

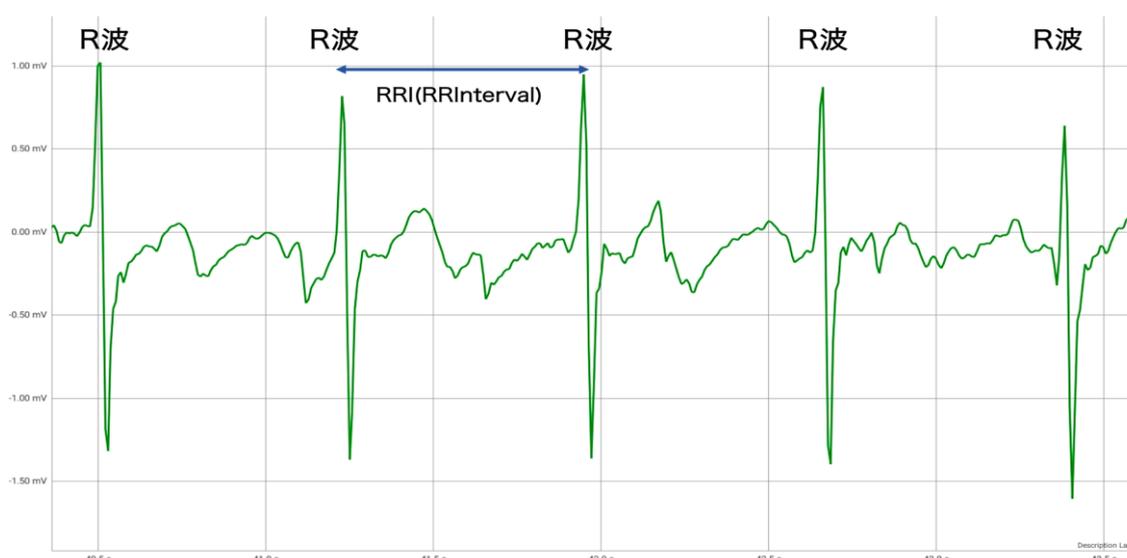


図 2-4 心電図(ECG:electrocardiogram)

心電の計測には、「POLAR H10」を使用した(図 2-5)。「POLAR H10」は、チェストストラップ型のデバイスで、ストラップに内蔵した電極で ECG を計測する。心電の R 波と R 波の間隔、つまり RRI 値を測ることも可能で、今回の実験では RAW データを取得するためのアプリケーションとして、「Polar Sensor Logger」を用いた(図 2-6)。



図 2-5 心電計測器 POLAR-H10



図 2-6 Polar Sensor Logger アプリケーションの画面

2.4.2 顔面表面温度計測

顔面の表面温度の計測には、「InfReC Thermography R300Z」を使用した(図 2-7)。「InfReC Thermography R300Z」は、赤外線によるサーモグラフィ装置で、被写体の温度を40℃～500℃まで計測することができる。今回の実験では、ストレス度合いに関係する鼻の頭の温度を計測した。データ解析ソフトウェアには、「InfReC Analyzer NS9500 Standard」を使用した(図 2-8)。



図 2-7 InfReC Thermography R300Z

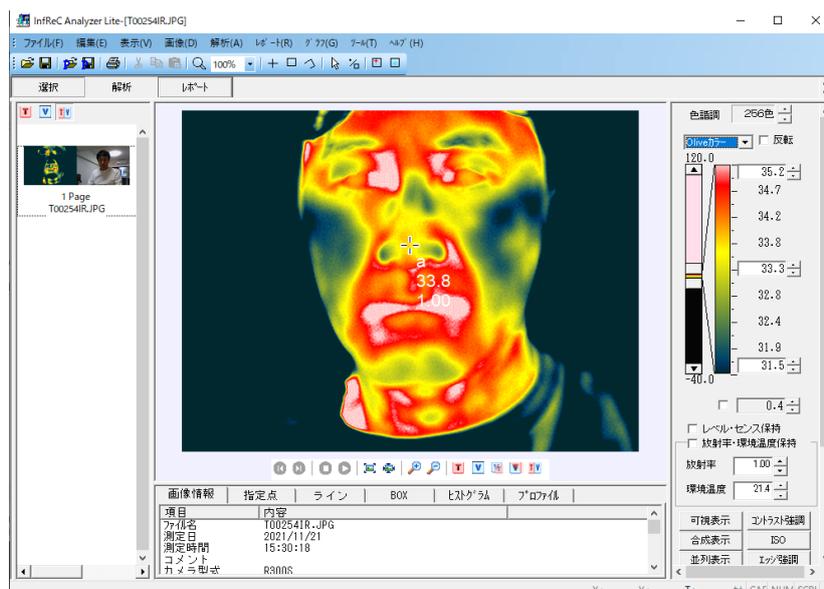


図 2-8 InfReC Analyzer NS9500 Standard

2.4.3 脳波計測

先行研究では、生体反応による感情評価方法の一つに脳波が検討されている [43]。脳波はタイプごとに特徴が異なる(表 2-2)。脳が活発に働いているときほど、周波数の高い脳波が活性化するといわれている [53]。脳波計は、人間の頭部に電極を接触させることで生じた微弱な電位差により、脳波(EEG:Electro Encephalo Graphy)を計測するもので、数多くの機器が開発され、研究でも活用されている。

表 2-2 脳波のタイプと特徴
(平井ら(2013)[53]より作成)

タイプ	Hz	状態
δ 波	0.5-4	夢を見ない深い睡眠、無意識
θ 波	4-8	直感的、空想、幻想、夢
α 波	8-14	リラックス、気だるくない、平穩
β 波	14-30	思考、自己および環境の認識、警戒、動揺
γ 波	30-100	記憶、高次精神状態、視覚情報処理

今回の実験では、脳波計測機器として「MUSE」を使用した(図 1-1)。「MUSE」は簡易脳波計で、デバイスに内蔵した4つの電極で EEG データを計測する。「MUSE」は先行研究で脳波計測の有効性が示されてされており [54]、脳波計測器として研究分野での活用事例も報告されている [55] [56] [57] [58]。「MUSE」で計測する脳波の電極は、国際式 10-20 電極法に対応している(図 2-10)。「MUSE」による計測結果を RAW データで抽出するためのアプリケーションとして、「Mind Monitor」を使用した(図 2-11)。「Mind Monitor」では、 δ 波(<4Hz)、 θ 波(4-8Hz)、 α 波(8-13Hz)、 β 波(13-30Hz)、 γ 波(30-70Hz)の絶対帯域パワー(Absolute Band Power: 単位 Bel)を取得できる。

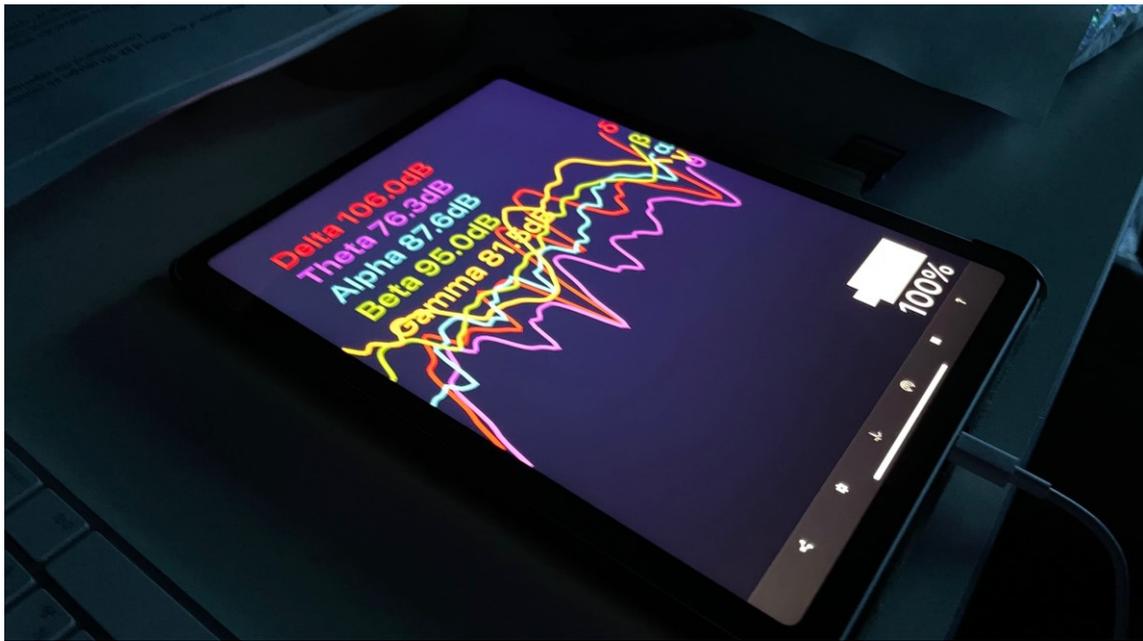


図 2-11 Mind Monitor アプリケーションの画面

2.5 実験のシステム

実験のための上映環境は、NHK テクノロジーズに協力を得て、屋内スタジオである NT_lab (東京都渋谷区) で行なった(図 2-12)。

実験のメディアシステムとして、映像提示には、8K レーザープロジェクタ「INSIGHT Laser 37000 8K」(25,000 ルーメン)を使用し(図 2-13)、施設内の 230 インチスクリーンに投影した。3D 投影は、シャッター方式で行い、それに対応する 3D グラスを採用した。音響はステレオスピーカーにより 2ch で設定した。これらの映像、音響システムによりコンテンツを提示し、被験者には前述で示した脳波計、心電計を装着してもらい、鼻の頭の表面温度をサーモセンサーで計測する実験システムを構築した(図 2-14)。



図 2-12 NT Lab での実験の様子



図 2-13 8K レーザプロジェクタ

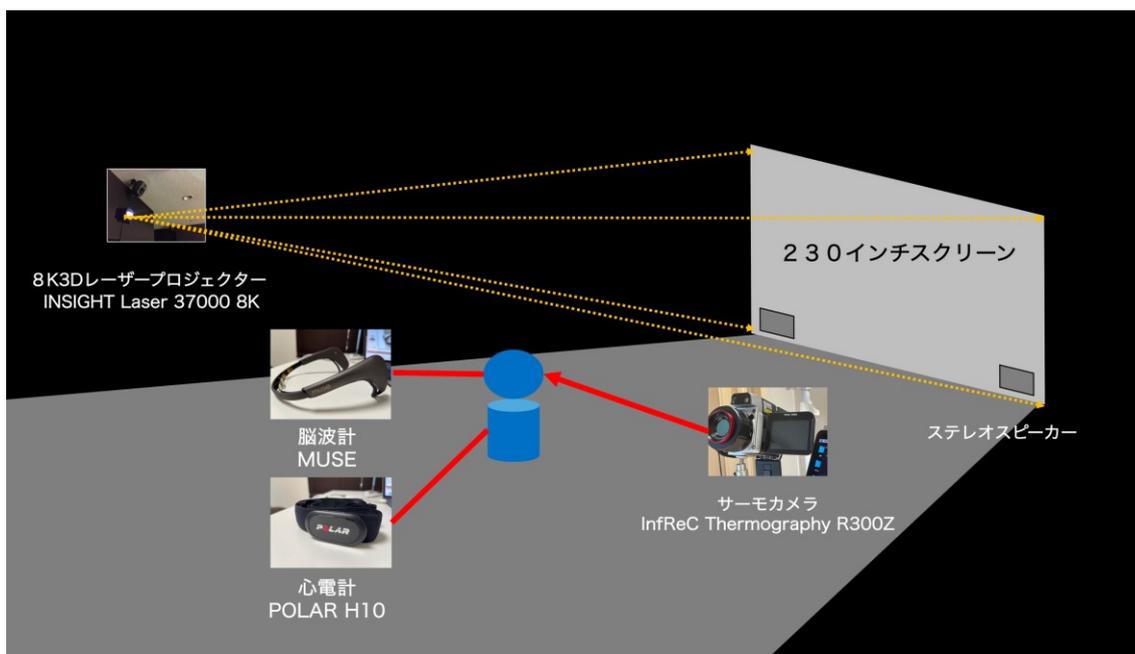


図 2-14 実験のシステム

2.6 実験の手続き

今回の実験では、20代から50代の男性5人、女性5人を被験者に行った。既視によるバイアスを排除するため、評価映像の未視聴者を対象に被験者を募った。

実験は、2日間同じ環境で行なった。評価映像は3因子2水準であるため全8種類の映像を用意した。被験者一人ずつに対して8回映像提示し、各回で生体反応計測と感情評価アンケートを行った(図 2-15)。被験者間および同一被験者において、規則的にならないように、ランダムに評価映像の提示を行なった。

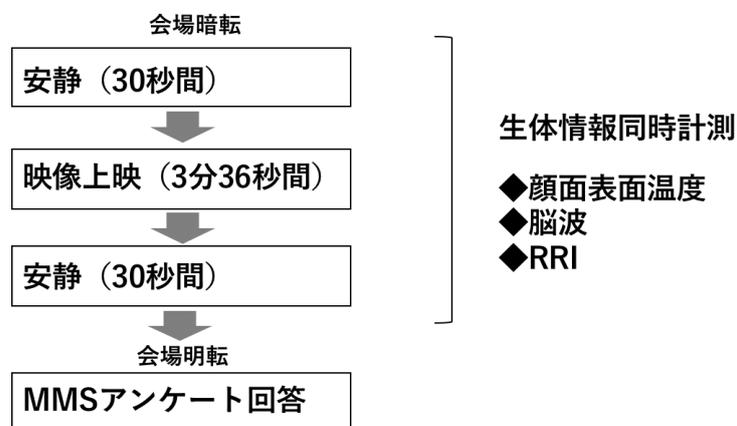


図 2-15 1回あたりの上映手順

2.7 実験の結果

感情と生体反応について得られたデータをもとに、統計的分析を行った。解析には、IBM社の SPSS Statistics を用い、解像度、立体度、コンテンツジャンルを因子とした3元配置分散分析に加えて、感情と生体反応の相関分析を行った。

2.7.1 解像度、立体度、コンテンツの種類が感情に与える

影響

被験者の MMS アンケートの結果をもとに、否定的感情群に関する「抑鬱・不安」、「倦怠」、「敵意」という感情群、肯定的感情に関する「活動的快」、「非活動的快」、「親和」という感情群、中立的感情に関する「集中」、「驚愕」の感情に与える解像度、立体度、コンテンツの影響について分散分析を行った。

解像度が与える影響については、肯定的感情である「活動的快」と「親和」感情において、1%の水準で有意差が認められた(表 2-3)。

表 2-3 解像度が感情に与える影響 (分散分析の結果)

多面的感情		解像度 (p値)
否定的感情	抑鬱・不安	0.486
	倦怠	0.126
	敵意	0.133
肯定的感情	活動的快	< 0.001
	非活動的快	0.881
	親和	0.003
中立的感情	集中	0.333
	驚愕	0.130

有意差のあった「肯定的感情」に分類される「活動的快」と「親和」に関して、8K と HD の平均値の差を比べると、いずれの感情も8Kの方がHDよりも高いという結果となった(図 2-16)。

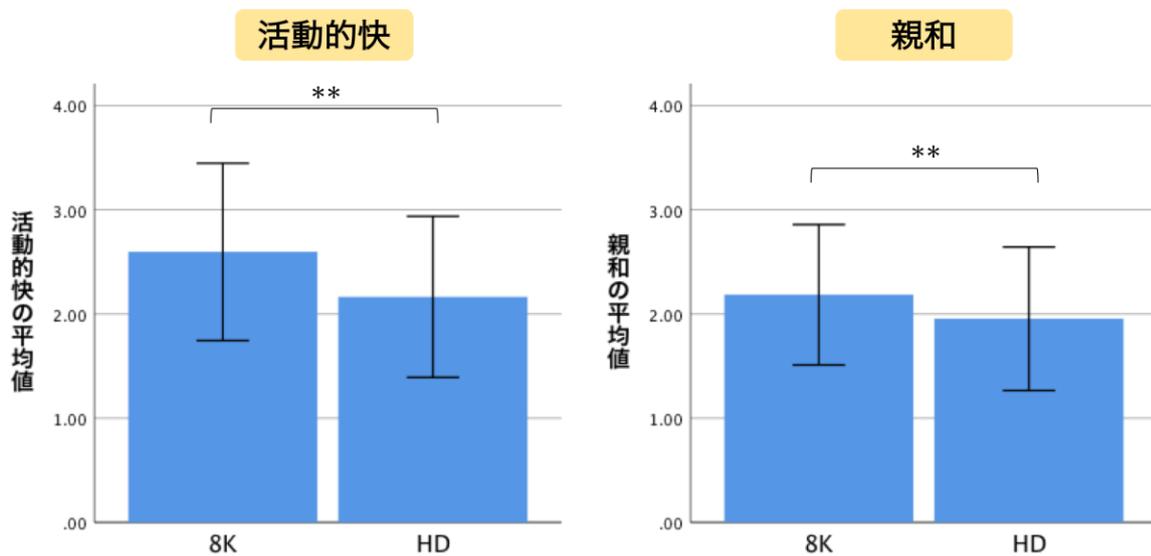


図 2-16 「活動的快」と「親和」における解像度の差

肯定的感情にあたる「活動的快」と「親和」に関して、8K 映像と HD 映像の違いは 1%有意となったが、さらにどの感情で 8K と HD の差が現れるのか、個別の詳細な感情について分散分析を行った

その結果、「活気のある」、「元気いっぱいの」という感情で 1%有意、「気力に満ちた」、「はつらつとした」、「すてきな」、「好きな」という感情で 5%有意であった。8K と HD の差をみると、いずれの感情も 8K 映像のほうが HD より平均値が高いという結果となった(図 2-17)。

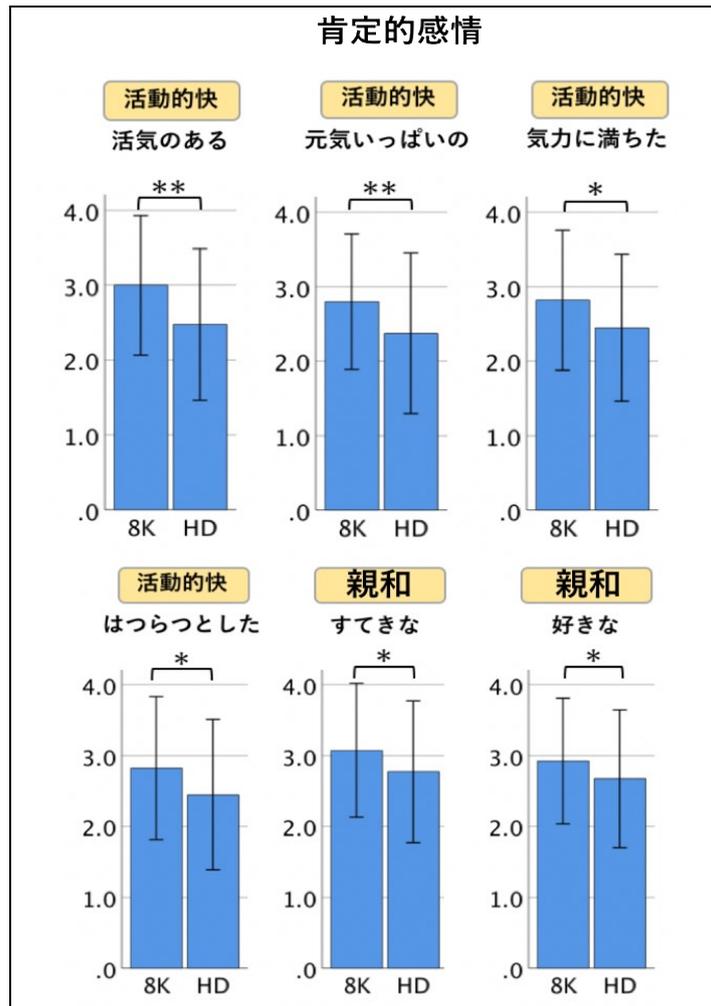


図 2-17 「活動的快」と「親和」を構成する感情における解像度の差

次に、立体度が感情に与える影響について分散分析を行った結果を述べる。
 立体度は、中立的感情に分類される「驚愕」の感情で 5%の水準で有意差があった(表 2-4)。

表 2-4 立体度が感情に与える影響 (分散分析の結果)

多面的感情		立体度 (p値)
否定的感情	抑鬱・不安	0.761
	倦怠	0.590
	敵意	0.314
肯定的感情	活動的快	0.259
	非活動的快	0.364
	親和	0.556
中立的感情	集中	0.637
	驚愕	0.027

有意差のあった「驚愕」に関して、どの感情で 8K と HD の差が現れるのか、個別の詳細な感情について分散分析を行った。

その結果、「はっとした」、「驚いた」という感情で 1%有意、その他に同じ中立的感情を構成する「丁重な」の感情で 5%有意であった。8K と HD の差をみると、「はっとした」、「驚いた」の感情は、3D の方が HD より平均値が高く、「丁重な」の感情は 2D の方が平均値が高かった(図 2-18)。

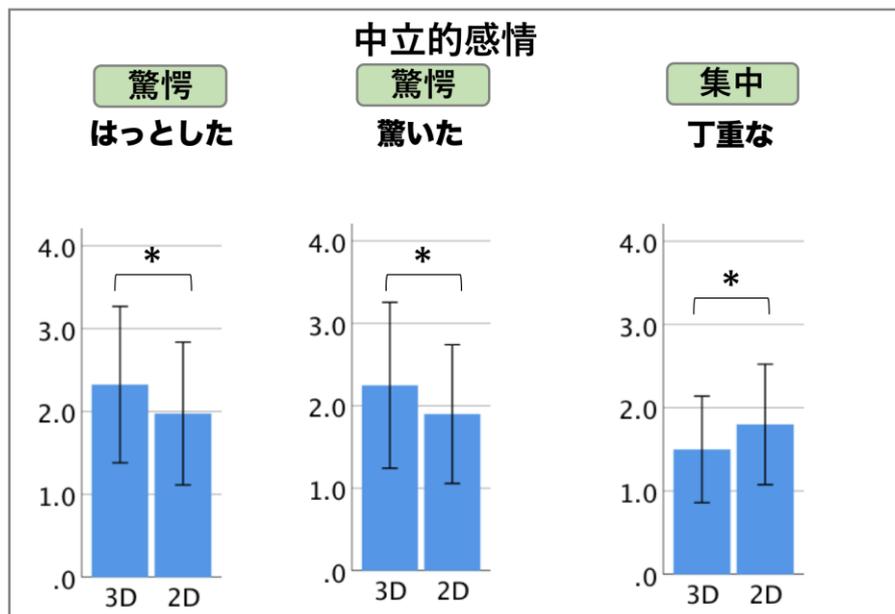


図 2-18 「驚愕」と「集中」を構成する感情における立体度の差

次に、コンテンツの種類が感情に与える影響について分散分析を行った結果を述べる。コンテンツの種類は、肯定的感情に分類される「非活動的快」、「親和」の感情で 1%の水準で、中立的感情に分類される「驚愕」の感情で 5%の水準で有意差があった(表 2-5)。

表 2-5 コンテンツの種類が感情に与える影響（分散分析の結果）

多面的感情		コンテンツの種類 (p値)
否定的感情	抑鬱・不安	0.402
	倦怠	0.160
	敵意	0.314
肯定的感情	活動的快	0.059
	非活動的快	< 0.001
	親和	< 0.001
中立的感情	集中	0.422
	驚愕	0.042

有意差のあった「非活動的快」、「親和」、「驚愕」に関して、どの感情でコンテンツの種類
の差が現れるのか、個別の詳細な感情について分散分析を行った。

その結果、肯定的感情に分類される非活動的快を構成する「のどかな」、「ゆっくりした」、
「のんびりした」、「おっとりした」の感情に関して、8Kの方がHDより平均値が高く、1%の水準
で有意差があった。親和を構成する「愛らしい」、「いとおしい」の感情は、コンテンツ1(ミュー
ジックビデオ)の方がコンテンツ2(ファンタジー)よりも平均値が高く、1%の水準で有意差があ
った(図 2-19)。

中立的感情に分類される「驚愕」では、「びっくりした」のみが1%の有意差があり、こちらは、
コンテンツ2(ファンタジー)の方がコンテンツ1(ミュージックビデオ)より平均値が高かった。

このほか、感情群では有意差が現れなかったが、肯定的感情に分類される「活動的快」に
おいて、個別感情に関する分散分析の結果では、複数の個別感情で有意差があった。「はつ
らつとした」、「活気ある」、「気力に満ちた」感情で、コンテンツ1(ミュージックビデオ)の方がコ
ンテンツ2(ファンタジー)よりも平均値が高かった(図 2-20)。

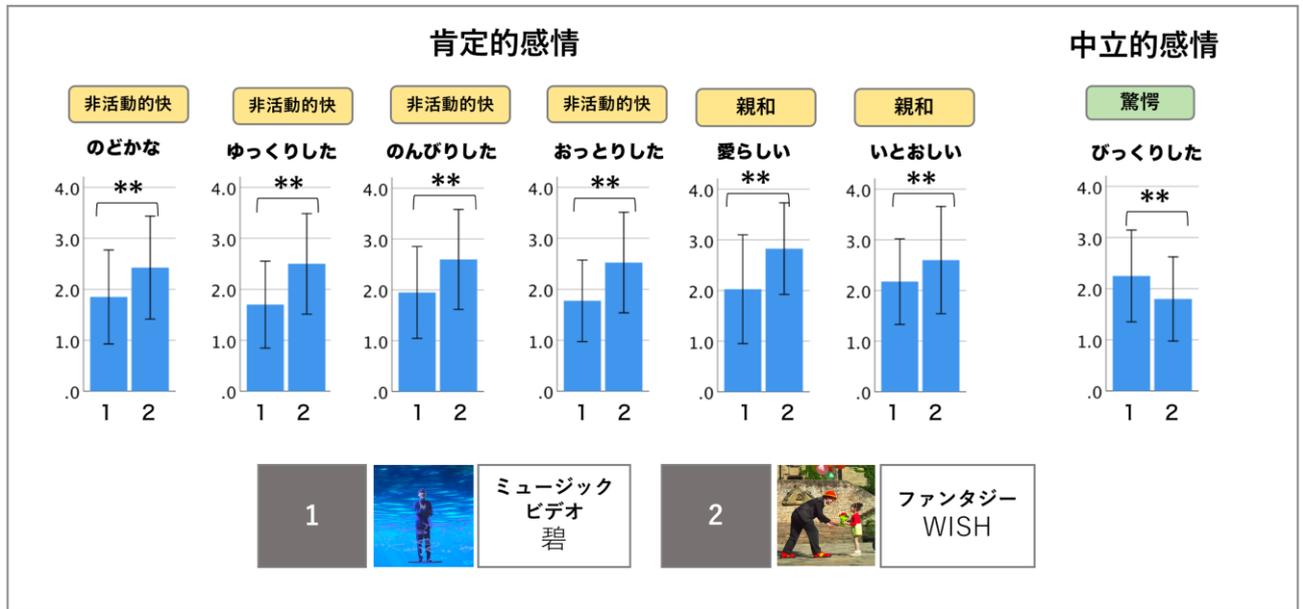


図 2-19 「活動的快」、「親和」、「驚愕」を構成する感情におけるコンテンツの種類の違い

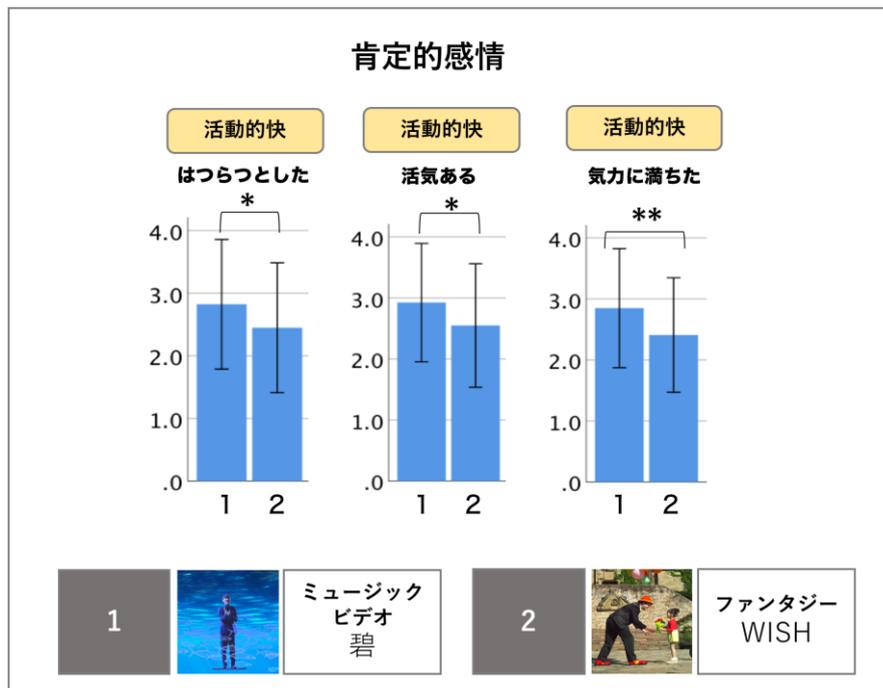


図 2-20 「活動的快」を構成する感情におけるコンテンツ種類の違い

2.7.2 解像度、立体度、コンテンツの種類が生体反応に与える影響

生体反応の評価は、RRV、顔面表面温度、脳波で行った。被験者の生体反応の安定状態を考慮して、計測開始から一定時間(各回安静時間 30 秒)経過した後の 3 分 36 秒間のデータを分析に採用した。

2.7.2.1 心電に与える影響

心電の R 波と R 波の間隔である RRI を計測し、その分散値である RRV を評価指標とした。RRV 値は、人間の集中度合いと関係していることで知られており、RRV 値が低いほど、集中度合いが高いとされる。

RRV を指標に、心電に対する解像度、立体度、コンテンツの種類の影響について分散分析を行った。

解像度が心電(RRV)に与える影響は、 $p=0.840$ で有意差はなかった。

8K と HD の平均値の差はほとんど変わらなかった(図 2-21)。

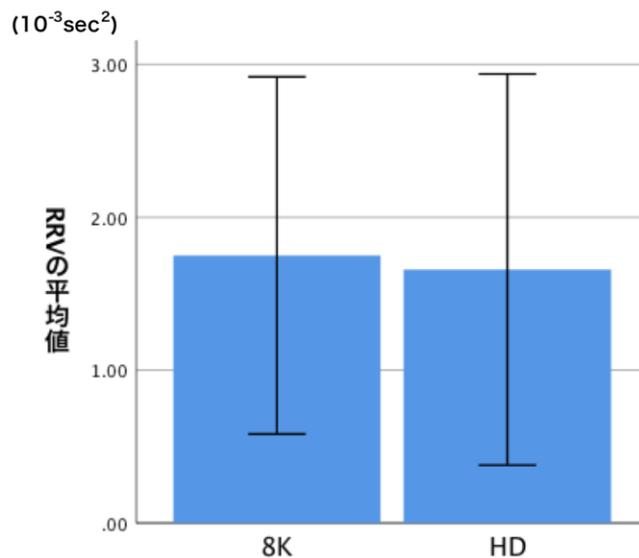


図 2-21 RRV における解像度の差

立体度が心電(RRV)に与える影響は、 $p=0.120$ で有意差はなかった。
 3D と 2D の平均値の差をみると、2D の方が 3D より高かった(図 2-22)。

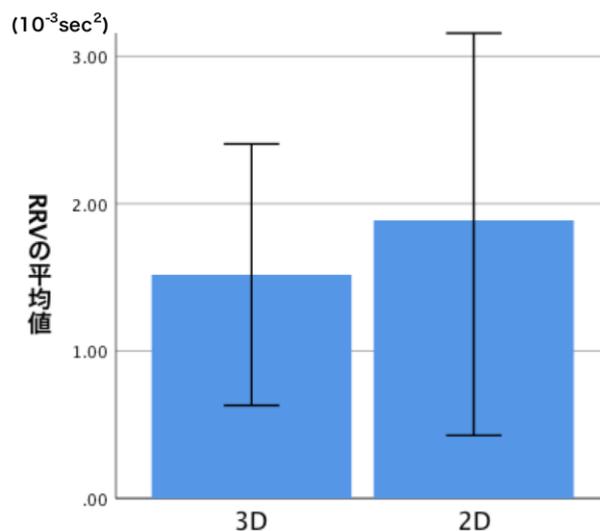


図 2-22 RRV における立体度の差

コンテンツの種類が心電(RRV)に与える影響は、 $p=0.120$ で有意差はなかった。
 コンテンツ 1(ミュージックビデオ)とコンテンツ 2(ファンタジー)の平均値の差をみると、コンテンツ2(ファンタジー)の方が、コンテンツ 1(ミュージックビデオ)より高かった(図 2-23)。

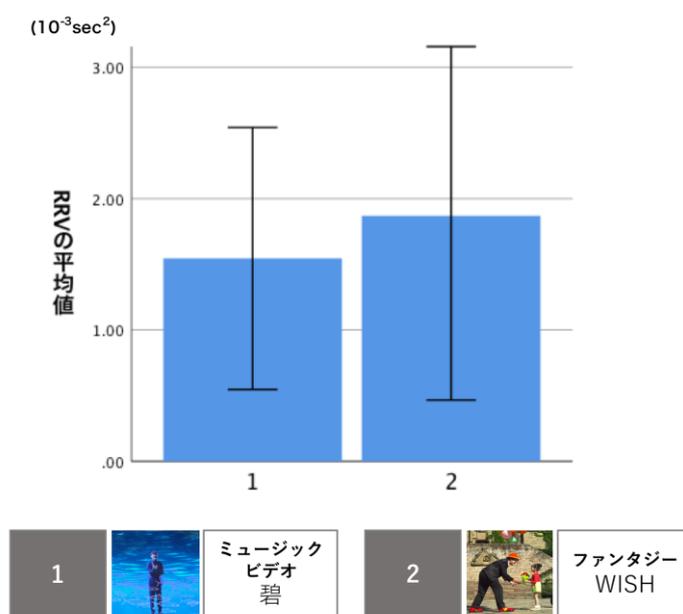


図 2-23 RRV におけるコンテンツの種類の差

2.7.2.1 顔面表面温度に与える影響

顔面表面温度に対する解像度、立体度、コンテンツの種類の影響について分散分析を行った。

解像度が顔面表面温度に与える影響は、 $p=0.192$ で有意差はなく、8K と HD の平均値の差はほとんどなかった(図 2-24)。

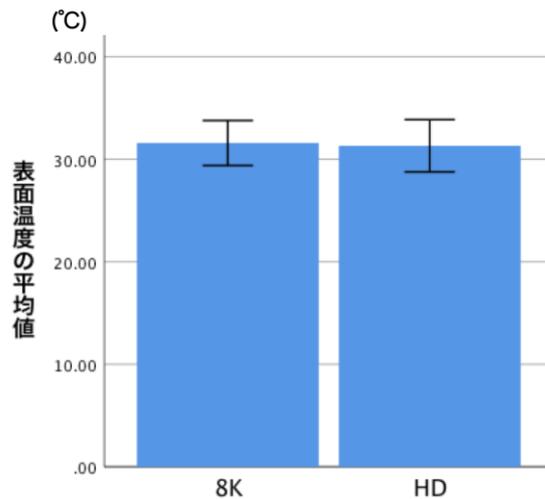


図 2-24 顔面表面温度における解像度の差

立体度が顔面表面温度に与える影響は、 $p=0.779$ で有意差はなく、3D と 2D の平均値の差はほとんどなかった(図 2-25)。

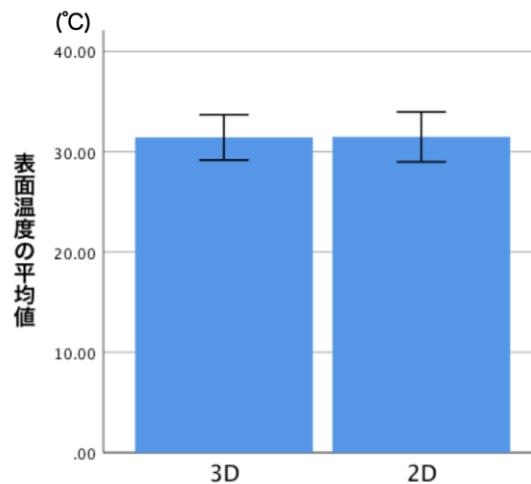


図 2-25 顔面表面温度における立体度の差

コンテンツの種類が顔面表面温度に与える影響をみると、 $p=0.057$ で有意差はなく、コンテンツ 1(ミュージックビデオ)とコンテンツ 2(ファンタジー)の平均値の差はほとんどなかった(図 2-26)。

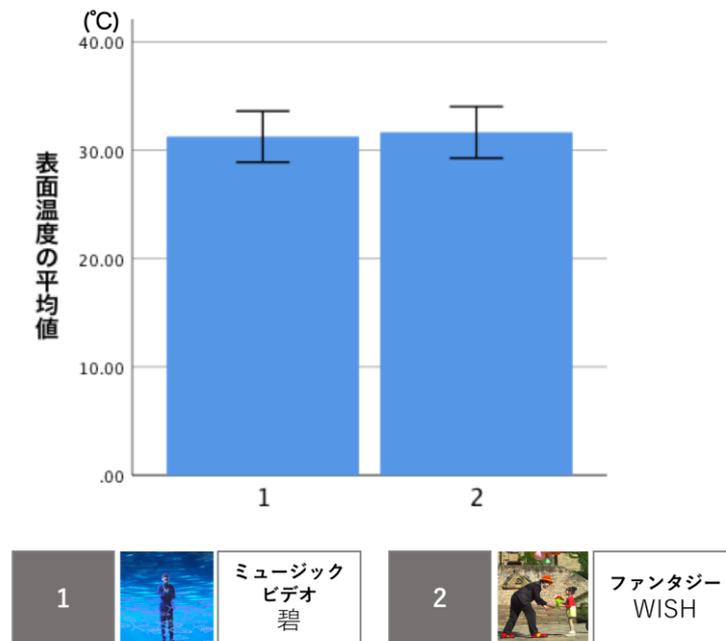


図 2-26 顔面表面温度におけるコンテンツの種類の差

2.7.2.1 脳波に与える影響

脳波について、 δ 波 (<4Hz)、 θ 波 (4-8Hz)、 α 波 (8-13Hz)、 β 波 (13-30Hz)、 γ 波 (30-100Hz) それぞれに対する、解像度、立体度、コンテンツの種類の影響について分散分析を行った。

解像度が脳波に与える影響については、いずれの脳波に対しても有意差はなかった(表 2-6)。

表 2-6 解像度が脳波に与える影響 (分散分析の結果)

因子・生体反応	δ 波	θ 波	α 波	β 波	γ 波
解像度	$p=0.468$	$p=0.606$	$p=0.119$	$p=0.156$	$p=0.265$

脳波ごとに、8K と HD の平均値の差をみると、いずれの脳波もほとんど差がなく有意差は認められなかった(図 2-27)。

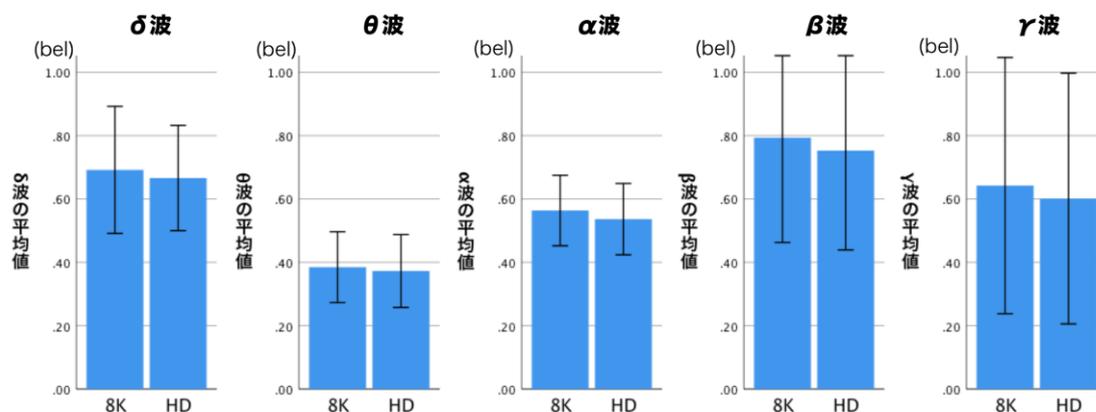


図 2-27 各脳波における解像度の差

立体度が脳波に与える影響は、δ波で1%、β波で5%の水準で有意差があった(表 2-7)。

表 2-7 立体度が脳波に与える影響 (分散分析の結果)

因子・生体反応	δ波	θ波	α波	β波	γ波
立体度	p=0.008	p=0.315	p=0.901	p=0,035	p=0.052

脳波ごとに、3Dと2Dの差をみてみると、δ波において1%の有意差があり、3Dの方が2Dより平均値が高かった。β波においては、5%の水準で有意差があり、2Dの方が3Dより平均値が高かった(図 2-28)。

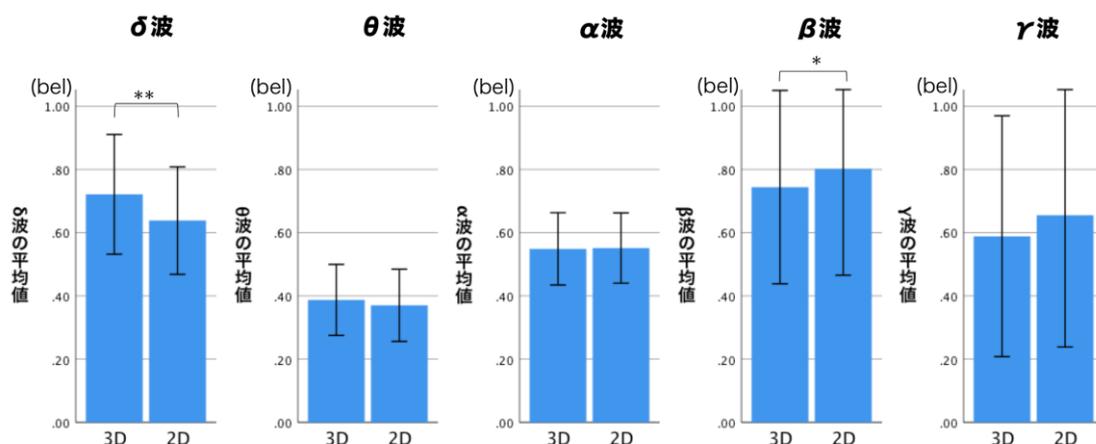


図 2-28 各脳波における立体度の差

コンテンツの種類が脳波に与える影響は、 δ 波で 5%の水準で有意差があった。(表 2-8)

表 2-8 コンテンツの種類が脳波に与える影響 (分散分析の結果)

因子・生体反応	δ 波	θ 波	α 波	β 波	γ 波
コンテンツの種類	p=0.024	p=0.083	p=0.511	p=0.435	p=0.105

脳波ごとに、コンテンツの差をみてみると、全体的にコンテンツ 1(ミュージックビデオ)の方がコンテンツ 2(ファンタジー)よりも平均値が高く、 δ 波では 5%の水準で有意差があった(図 2-29)。

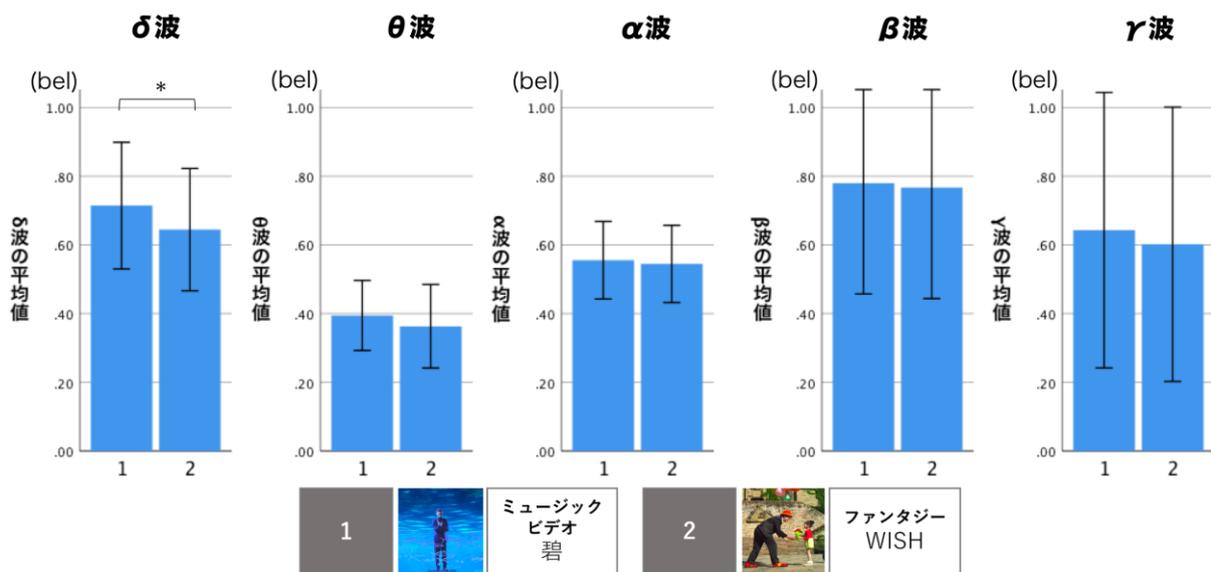


図 2-29 各脳波におけるコンテンツ種類の差

2.7.3 感情と生体反応の相関関係

前項までは、各因子(解像度、立体度、コンテンツの種類)が、感情や生体反応にどのような影響を与えるのかをみてきた。本項では、感情と生体反応の相関分析の結果を示す。

顔面表面温度は「非活動的快」と「集中」との間で、また、RRV は「敵意」と「集中」の間で負の相関関係がみられた(表 2-9)。

表 2-9 多面的感情と生体反応の相関

	否定的感情 (ネガティブな感情)			肯定的感情 (ポジティブな感情)			中立的感情	
	抑鬱・不安	倦怠	敵意	非活動的快	活動的快	新和	驚愕	集中
顔面表面温度	0.199	-0.095	0.195	-0.514	-0.088	-0.024	0.120	-0.233
RRV	-0.199	0.032	-0.311	-0.095	-0.154	-0.069	-0.025	-0.293
δ波	0.170	0.083	0.215	0.037	0.205	0.205	0.171	0.167
θ波	0.137	0.231	0.218	-0.005	0.055	0.021	0.019	0.188
α波	0.112	0.084	0.049	0.091	0.121	0.150	0.213	0.157
β波	-0.323	-0.216	-0.097	0.080	0.215	0.203	-0.071	0.213
γ波	-0.311	-0.301	-0.111	0.072	0.279	0.226	-0.006	-0.282

脳波に関しても、複数の感情との間で相関関係がみられた。特に、β波とγ波は、6つの感情群との間で相関がみられた。いずれも、否定的感情群である「抑鬱・不安」、「倦怠」との間で負の相関があった。「倦怠」に関してはθ波が負の相関があるのと対照的な結果となった。

さらに、β波とγ波は、肯定的感情である「活動的快」と「親和」との間で正の相関がみられた。中立的感情については、「集中」との間でβ波が正の相関、γ波が負の相関となった。

本稿 2.7.1 で記したように、解像度は肯定的感情に分類される複数の具体的な感情に対して有意に影響を与えていたことから、それらの具体的な感情と生体反応の間の相関関係の分析を行なった。

その結果、δ波、β波、γ波で、「活動的快」の中の具体的な感情との間で相関がみられ、特にγ波は、「はつらつとした」以外の感情と正の相関関係があるという結果となった(表 2-10)

表 2-10 肯定的感情（活動的快）と生体反応の相関

	肯定的感情(ポジティブな感情)				
	活動的快				
	活気のある	氣力に満ちた	元氣 いっぱい	はつらつとした	陽気な
顔面表面温度	-0.055	-0.050	-0.137	-0.171	-0.188
δ波	0.151	0.163	0.105	0.195	0.289
β波	0.196	0.184	0.251	0.164	0.164
γ波	0.251	0.267	0.312	0.195	0.205

また、顔面表面温度は、「のんびりした」、「おっとりした」、「ゆっくりした」、「のどかな」、「のんきな」という感情群である「非活動的快」の全ての個別感情と負の相関関係がみられた(表 2-11)

表 2-11 肯定的感情（非活動的快）と生体反応の相関

	肯定的感情(ポジティブな感情)				
	非活動的快				
	のんびりした	おっとりした	ゆっくりした	のどかな	のんきな
顔面表面温度	-0.483	-0.448	-0.370	-0.477	-0.398
δ波	0.054	0.057	0.000	0.113	0.163
β波	0.141	0.101	-0.509	0.075	0.087
γ波	0.117	0.088	-0.034	0.063	0.079

さらに「親和」については、 δ 波と γ 波が2つ以上の個別感情と正の相関関係があった(表2-12)。

表 2-12 肯定的感情(親和)と生体反応の相関

	肯定的感情(ポジティブな感情)				
	親和				
	恋しい	愛おしい	好きな	愛らしい	すてきな
顔面表面温度	0.206	-0.043	-0.097	-0.043	-0.092
δ 波	0.349	0.203	0.019	0.162	0.136
β 波	0.153	0.162	0.190	0.147	0.252
γ 波	0.131	0.168	0.240	0.137	0.296

2.7.4 実験結果のまとめ

映像が感情に与える効果について、解像度は立体度に比べ、より多くの「感情」に影響を与えていた。特に「肯定的感情」の中で「活動的快」を構成する「活気のある」、「元気いっぱい」、「気力に満ちた」、「はつらつとした」の具体的感情に対して有意に影響し、いずれも8K映像の方が効果が高い、という結果が得られた。また、映像が生体反応に与える影響については、コンテンツの種類が、脳波の δ 波と θ 波に有意に影響を与えているという結果となった。

さらに、「感情」と「生体反応」の相関については、「肯定的感情」において、「活動的快」、「非活動的快」、「親和」という全ての感情で相関が見られた。特に、「非活動的快」に区分される全ての感情(「のんびりした」、「おっとりした」、「ゆっくりした」、「のどかな」、「のんきな」)は、顔面表面温度との間で負の相関関係があった。また、「活動的快」については、5つの具体的感情のうち4つ(「活気ある」、「気力に満ちた」、「元気いっぱい」、「陽気な」)が、 γ 波の間で正の相関関係があるという結果となった。

2.8 実験の結果からの考察

まず、映像が感情に与える影響について、解像度は立体度に比べ、より多くの「感情」に効果を与え、特に「肯定的感情」の中の「活動的快」に影響し、いずれも高解像映像の方が効果が高い、という結果が得られた。このことから、ユーザの体感として肯定的感情を高めるためには、高解像度の映像の活用が有効であると考えられる。

また、映像が生体反応に与える影響については、RRV、顔面表面温度に対して有意差がなかったが、コンテンツの種類が、 δ 波と θ 波に対して影響を与えているという結果となった。このことから、コンテンツの種類の違いによる効果をはかる際には、生体反応の中でも、特に脳波が指標になる可能性があると考えられる。

さらに、感情と生体反応の相関については、「肯定的感情」、「否定的感情」、「中立的感情」、いずれの「感情」も、生体反応と相関関係があるという結果から、「感情」の「体感」効果をはかる指標として、生体反応情報が候補となるということも考えられる。

第3章 解像度・コンテンツの種類が感情に与える効果

第3章では、映像の解像度とコンテンツの種類がユーザの多面的な感情にどのような影響を与えるのか、そしてその効果はどのような指標で測ることができるのかを明らかにするために行った実験と考察について述べる。

3.1 実験の目的

前章では、映像の解像度・立体度、コンテンツの種類がユーザの感情に与える影響について調べるために行なった実験の検証結果を述べた。実験によって、解像度の方が立体度よりも多くの感情に影響を与え、特に肯定的感情に対しては、8K映像の方がHDよりもその効果高いことがわかった。また、コンテンツの種類も肯定的感情に有意に影響を与えていた。第1章で述べたように、解像度とコンテンツ種類は、制作者がコンテンツを作る際に最も意識する要素であり、解像度の違いでコンテンツの作り方が変わることもうかがえる。

本研究は8K映像がユーザの感情に与える影響を明らかにし、8K映像を活用した感情体感コンテンツ開発の可能性を探ることを目的としている。上記の実験結果やアンケートの結果を踏まえて、本章では、さらに評価映像に使うコンテンツ種類を増やした実験を行い、感情に対する8K映像の効果を検証する。

3.2 実験方法

因子として、映像の解像度、コンテンツの種類を2つを設定し、解像度は8KとHDの2水準で、コンテンツの種類は4水準を設定した(図 3-1)。

因子A コンテンツの種類			因子B 解像度	
1		ミュージック ビデオ 碧	1	8K
			2	HD
2		ファンタジー WISH	1	8K
			2	HD
3		ドラマ カナシミの国 のアリス	1	8K
			2	HD
4		ドキュメント 和食の 小宇宙	1	8K
			2	HD

図 3-1 設定因子

評価映像には、先に行った実験と同様、実際にイベント等での上映を目的に 8K 映像を使って制作された 4 種類のコンテンツを用いた。1 つめの「碧」(2016 年 NHK エンタープライズ・NHK テクノロジーズ制作) (図 3-2)、2 つめの「Wish」(2015 年 NHK テクノロジーズ制作) (図 3-3)は、先行実験でも使用したものである。これらにさらに 2 種類のコンテンツを加えて実験を行なった。1 つは、「カナシミの国のアリス」(2019 年 NHK エンタープライズ・NHK テクノロジーズ制作)である。このコンテンツは、セリフのあるショートドラマで、現代に生きる少女が、希望を失い消えてしまいたいと思いつめながら、自分の居場所を模索する姿が、CG と実写映像を合成して構成されている(図 3-4)。もうひとつのコンテンツは、「和食の小宇宙」(2015 年 NHK エンタープライズ制作)で、インタビューやナレーションのないショートドキュメントである。日本料理の料理人が、野菜や魚を繊細な包丁さばきで料理していく様子が、実写映像で構成されている(図 3-5)。



図 3-2 コンテンツ 1 ミュージックビデオ「碧」



図 3-3 コンテンツ 2 ファンタジー「WISH」



図 3-4 コンテンツ 3 ドラマ「カナシミの国のアリス」



図 3-5 コンテンツ 4 ドキュメント「和食の小宇宙」

いずれのコンテンツも、前章で述べた先行実験と同様、アスペクト比は 16:9、解像度は 8K (7,680×4,320 ピクセル) で制作されており、評価映像として2水準化を行うにあたり、オリジナルの8K 映像を HD (1,280×720 ピクセル) にダウンコンバートした。音声は、オリジナルコン

テンツはいずれも 22.2ch で制作されているが、今回の実験でも、音響は想定因子外であるため、ステレオにリミックスした。コンテンツはそれぞれ異なる尺で制作されたものであるが、今回の実験では、上映時間を同じ条件にするために、ともに冒頭から 3 分 30 秒間を評価映像として用いた。

3.3 実験のシステム

実験のための上映は、前章で述べた先行実験と同様、NHK テクノロジーズの協力を得て、NT_lab(東京都渋谷区)で行った。実験上映のシステムも同じく、8K レーザープロジェクタ「INSIGHT Laser 37000 8K」(25,000 ルーメン)を使用し、施設内の 230 インチスクリーンに投影し、音声はステレオ、生体反応の計測器も同じもの(脳波計は「MUSE」、心電計は「POLAR-H10」、サーモセンサーは「InfReC Thermography R300Z」)を使用した。

3.4 感情の主観的評価

ユーザの感情の主観的評価は、前章で述べた先行実験と同様、多面的感情状態を図るために作成された MMS(Multiple Mood Scale)の短縮版を用いた。評価する感情も同様に、否定的感情、肯定的感情、中立的感情の3つの分類で、全 40 項目も個別具体的な感情を、リッカーと4件法にて評価した。

3.5 感情の客観的評価

ユーザの感情の客観的評価は、前章で述べた先行実験と同様、生体反応の測定を行った。測定したのは、同じく心電(心電の R 波と R 波の間隔値である RRI)、顔面表面温度、脳波である。計測器も、同じものを使用した。心電計測には、「POLAR H10」、RAW データ取得のためのアプリケーションは「Polar Sensor Logger」、顔面表面温度計測には、「InfReC Thermography R300Z」、データ解析ソフトウェアには、「InfReC Analyzer NS9500 Standard」、脳波計測には、「MUSE2」、RAW データ取得のためのアプリケーションは、「Mind Monitor」を使用している。

3.6 実験の手続き

今回の実験は、先に行った実験と異なる被験者 20 代から 50 代の男性 5 人、女性 5 人を集めて実施した。既視によるバイアスを排除するために、評価映像の未視聴者を対象に募った点も、先に行った実験と同様である。

実験は2日間とも同じ環境で行った。評価映像は、コンテンツの種類が4種類、解像度が 2 種類で合計8通りである。評価映像は、水準間で条件を同じにするために、全て 3 分 30 秒で統一した。被験者一人ずつに対して 8 回上映し、各回で生体反応計測と感情評価アンケートを行った。また、被験者間および同一被験者において、コンテンツの提示が規則的にならないように、ランダムで上映を行った。

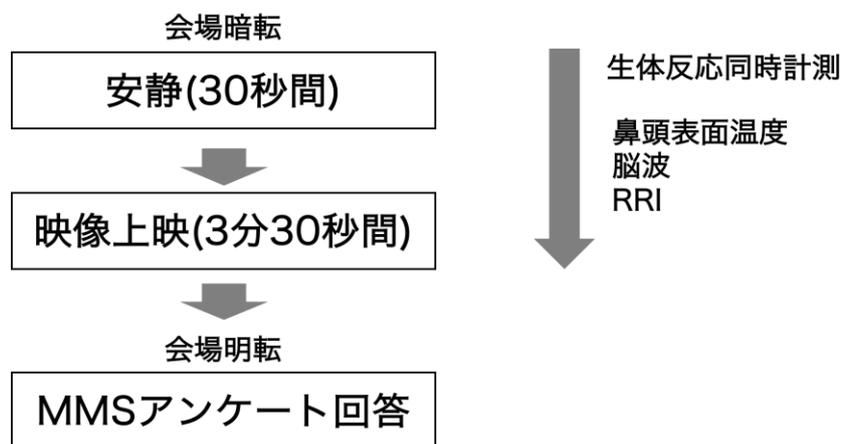


図 3-6 1 回あたりの上映手順

3.7 実験の結果

多面的感情評価(MMS)アンケートと生体反応について得られたデータをもとに、統計的分析を行った。解析には、IBM 社の SPSS Statistics を使い、コンテンツの種類、解像度を因子として分散分析を行い、コンテンツの種類に関しては、さらに多重比較を行った。加えて、感情と生体反応の相関分析を行った。実験の結果を以下述べる。

3.7.1 コンテンツの種類と解像度が感情に与える影響

コンテンツの種類は、「否定的感情」に分類される「抑鬱・不安」、「肯定的感情」に分類される「活動的快」、「非活動的快」、「親和」、そして「中立的感情」に分類される「集中」、「驚愕」の全ての感情に対して、優位に影響を与える結果となった。有意水準は、「抑鬱・不安」が 5%であったが、そのほかは 1%であった(表 3-1)。

表 3-1 コンテンツの種類が感情に与える影響 (分散分析の結果)

多面的感情		コンテンツの種類 (p値)
否定的感情	抑鬱・不安	< 0.001
	倦怠	0.031
	敵意	0.002
肯定的感情	活動的快	< 0.001
	非活動的快	< 0.001
	親和	< 0.001
中立的感情	集中	< 0.001
	驚愕	0.001

次に、各感情群に関して、4種類のコンテンツの間でどのような差があるのか、その後の検定により多重比較を行った。

否定的感情に分類される「抑鬱・不安」については、コンテンツ 3(ショートドラマ「カナシミの国のアリス」)の平均値が最も高かった。そして、コンテンツ 1(ミュージックビデオ「碧」)との間で 1%有意、コンテンツ 2(ファンタジー「WISH」)との間で 1%有意、コンテンツ 4(ドキュメント「和食の小宇宙」)との間でも 1%有意の水準で差があった。

コンテンツの種類		
1		ミュージック ビデオ 碧
2		ファンタジー WISH
3		ドラマ カナシミの国 のアリス
4		ドキュメント 和食の 小宇宙

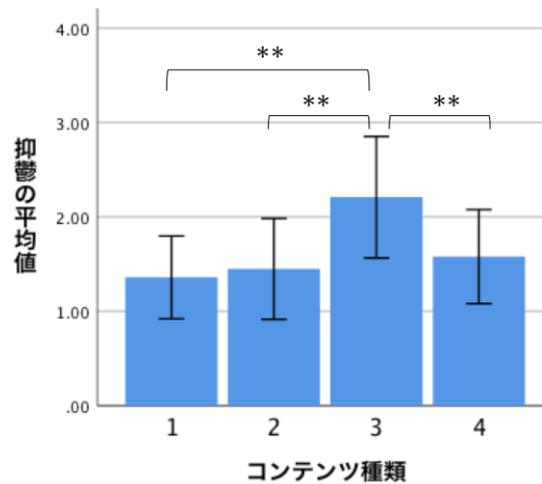
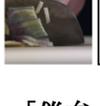


図 3-7 「抑鬱・不安」におけるコンテンツの種類の違い (多重比較の結果)

否定的感情に分類される「倦怠」については、コンテンツ 3(ショートドラマ「カナシミの国のアリス」)の平均値が最も高かった。そして、コンテンツ 4(ドキュメント「和食の小宇宙」)との間でも 1%有意の水準で差があった(図 3-8)。

コンテンツの種類		
1		ミュージック ビデオ 碧
2		ファンタジー WISH
3		ドラマ カナシミの国 のアリス
4		ドキュメント 和食の 小宇宙

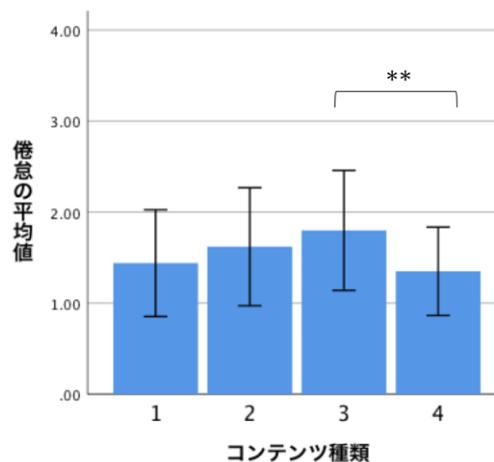


図 3-8 「倦怠」におけるコンテンツの種類の違い (多重比較の結果)

否定的感情に分類される「敵意」については、コンテンツ 3(ショートドラマ「カナシミの国のアリス」)の平均値が最も高かった。そして、コンテンツ 4(ドキュメント「和食の小宇宙」)との間でも 1%有意の水準で差があった(図 3-9)

コンテンツの種類		
1		ミュージックビデオ 碧
2		ファンタジー WISH
3		ドラマ カナシミの国のアリス
4		ドキュメント 和食の小宇宙

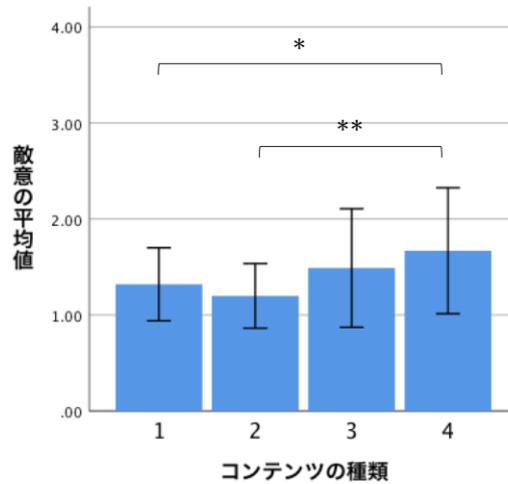


図 3-9 「敵意」におけるコンテンツの種類別の差（多重比較の結果）

肯定的感情に分類される「活動的快」については、コンテンツ 1(ミュージックビデオ「碧」)の平均値が最も高かった。そして、コンテンツ 1(ミュージックビデオ「碧」)は、コンテンツ 3(ショートドラマ「カナシミの国のアリス」)との間で 1%有意、コンテンツ 4(ドキュメント「和食の小宇宙」)との間でも 5%有意の水準で差があった。また、コンテンツ 2(ファンタジー「WISH」)とコンテンツ 3(ショートドラマ「カナシミの国のアリス」)との間で 1%有意、コンテンツ 3(ショートドラマ「カナシミの国のアリス」)とコンテンツ 4(ドキュメント「和食の小宇宙」)との間で 5%有意の水準で差があった(図 3-10)。

コンテンツの種類		
1		ミュージックビデオ 碧
2		ファンタジー WISH
3		ドラマ カナシミの国のアリス
4		ドキュメント 和食の小宇宙

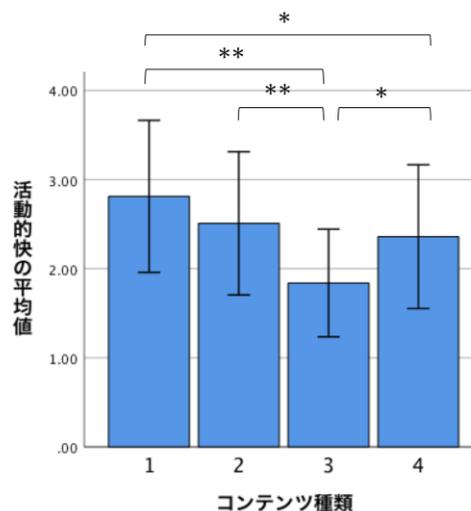


図 3-10 「活動的快」におけるコンテンツの種類別の差（多重比較の結果）

肯定的感情に分類される「非活動的快」については、コンテンツ 2(ファンタジー「WISH」)の

平均値が最も高く、そして、コンテンツ 1(ミュージックビデオ「碧」)との間、コンテンツ 3(ショートドラマ「カナシミの国のアリス」)との間、コンテンツ 4(ドキュメント「和食の小宇宙」)との間で 1% 有意の水準で差があった(図 3-11)。

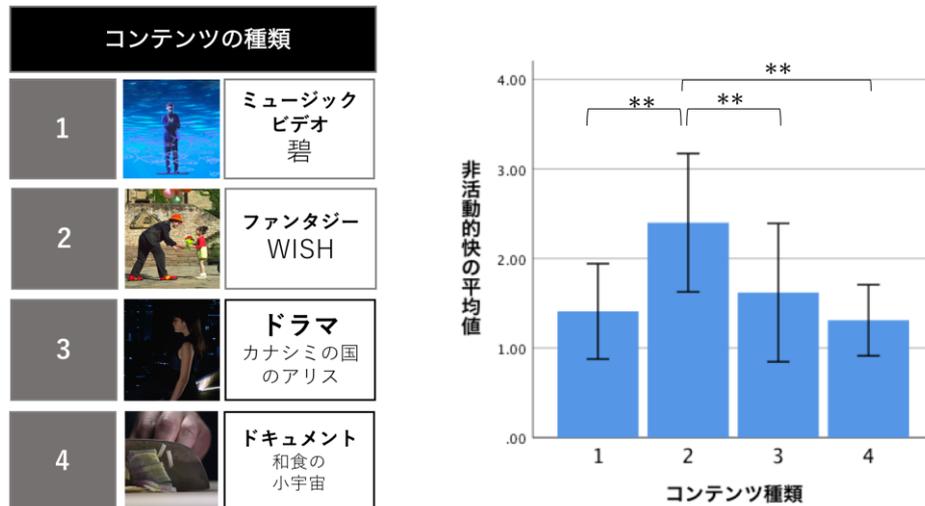


図 3-11 「非活動的快」におけるコンテンツの種類差 (多重比較の結果 SH)の平均値が最も高く、そして、コンテンツ 1(ミュージックビデオ「碧」)との間、コンテンツ 3(ショートドラマ「カナシミの国のアリス」)との間、コンテンツ 4(ドキュメント「和食の小宇宙」)との間で 1% 有意の水準で差があった(図 3-12)。

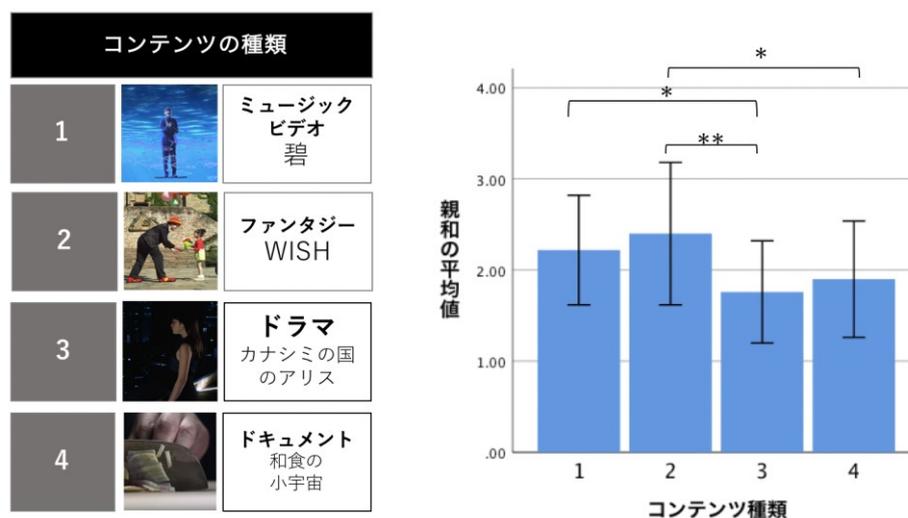


図 3-12 「親和」におけるコンテンツの種類差 (多重比較の結果)

中立的感情に分類される「集中」については、コンテンツ 4(ドキュメント「和食の小宇宙」)の平均値が最も高く、そして、コンテンツ 1(ミュージックビデオ「碧」)、コンテンツ 2(ファンタジー「WISH」)、コンテンツ 3(ショートドラマ「カナシミの国のアリス」)との間で 1% 有意の水準で差があった(図 3-13)。

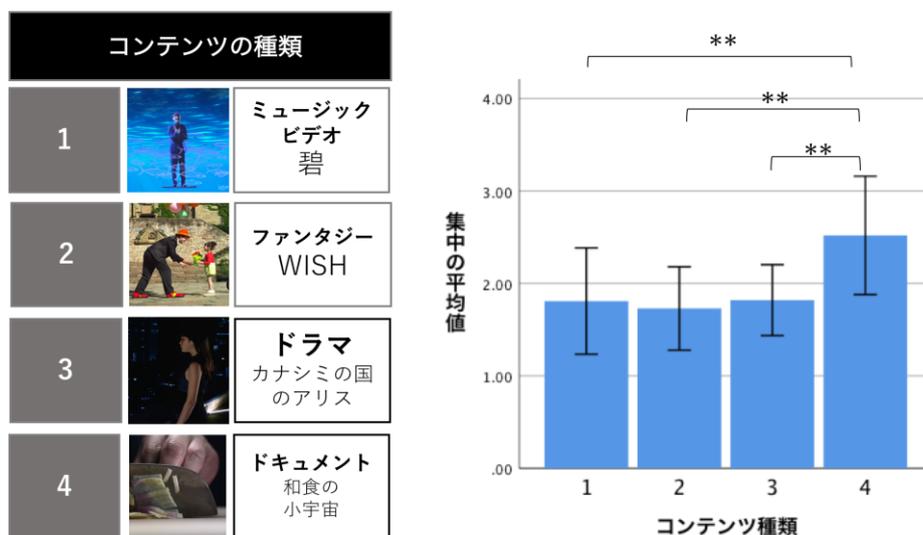


図 3-13 「集中」におけるコンテンツの種類の違い (多重比較の結果)

中立的感情に分類される「集中」については、コンテンツ 4(ドキュメント「和食の小宇宙」)の平均値が最も高く、そして、コンテンツ 1(ミュージックビデオ「碧」)、コンテンツ 2(ファンタジー「WISH」)、コンテンツ 3(ショートドラマ「カナシミの国のアリス」)との間で 1%有意の水準で差があった(図 3-14)。

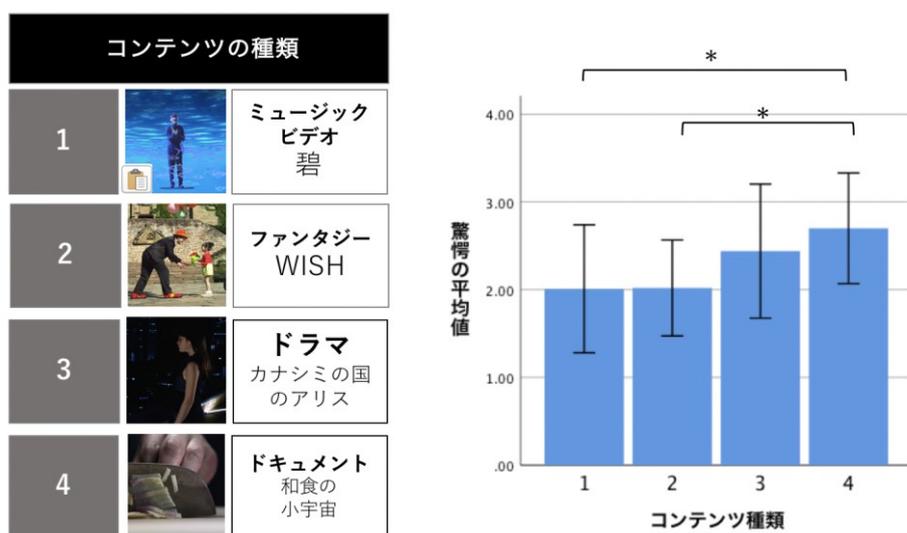


図 3-14 「驚愕」におけるコンテンツの種類の違い (多重比較の結果)

次に、解像度が感情に与える影響について分散分析を行った結果を述べる。

解像度は、「肯定的感情」に分類される「活動的快」に関して 1%、「親和」に関して 5%の水準で有意差があった(表 3-2)。

表 3-2 解像度が感情に与える影響（分散分析の結果）

多面的感情		解像度 (p値)
否定的感情	抑鬱・不安	0.257
	倦怠	0.073
	敵意	0.821
肯定的感情	活動的快	< 0.001
	非活動的快	0.427
	親和	0.029
中立的感情	集中	0.237
	驚愕	0.696

分散分析で有意差のあった「肯定的感情」に分類される「活動的快」と「親和」に関して、8KとHDの平均値の差を比べると、いずれの感情も8Kの方がHDよりも高いという結果となった。(図 3-15)。

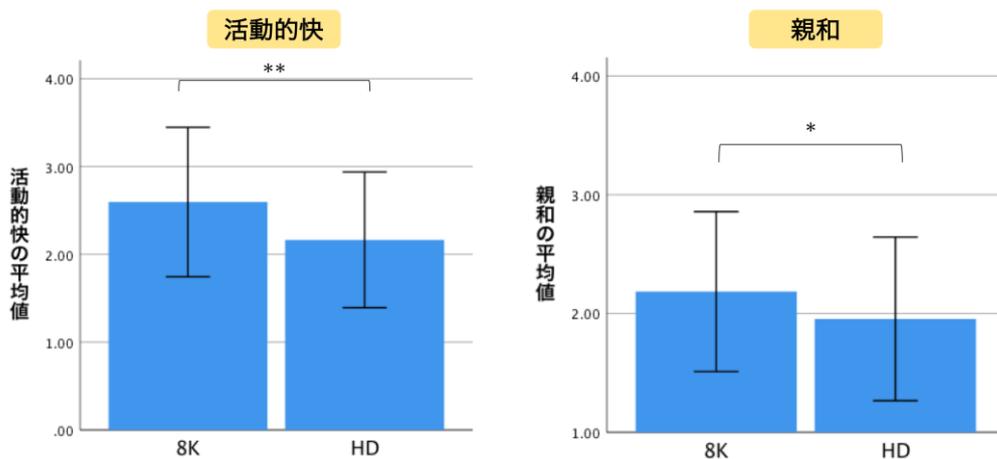


図 3-15 「活動的快」と「親和」における解像度の差

解像度が「肯定的感情」に分類される「活動的快」と「親和」に関して有意差があり、いずれも平均値は8Kの方がHDより有意に高いという結果は、第2章で記した先行実験の結果と同様の傾向であった。

解像度においては、「活動的快」と「親和」で8Kの方がHDよりも有意に平均値が高いという結果となったが、それぞれの感情についてコンテンツの種類でどのような差があるのか、コン

コンテンツの種類ごとに分散分析を行った。

「活動的快」については、コンテンツ1から4まで全てにおいて、8Kの方がHDよりも平均値が高く、コンテンツ2では1%の水準で有意であった(図 3-16)。

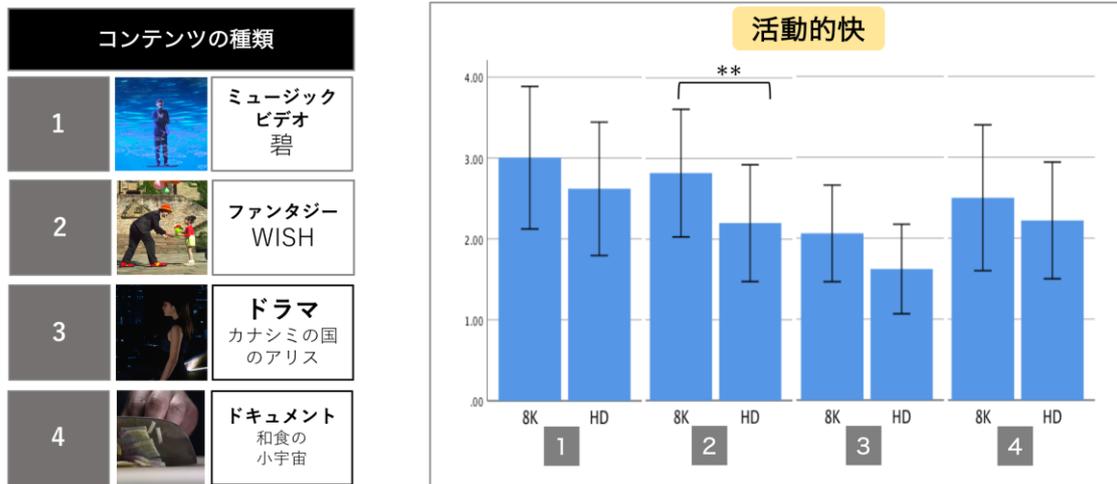


図 3-16 「活動的快」におけるコンテンツの種類ごとの解像度の差

「親和」についても、コンテンツ1から4まで全てにおいて、8Kの方がHDよりも平均値が高かったが、コンテンツの種類間の有意差はなかった(図 3-17)。

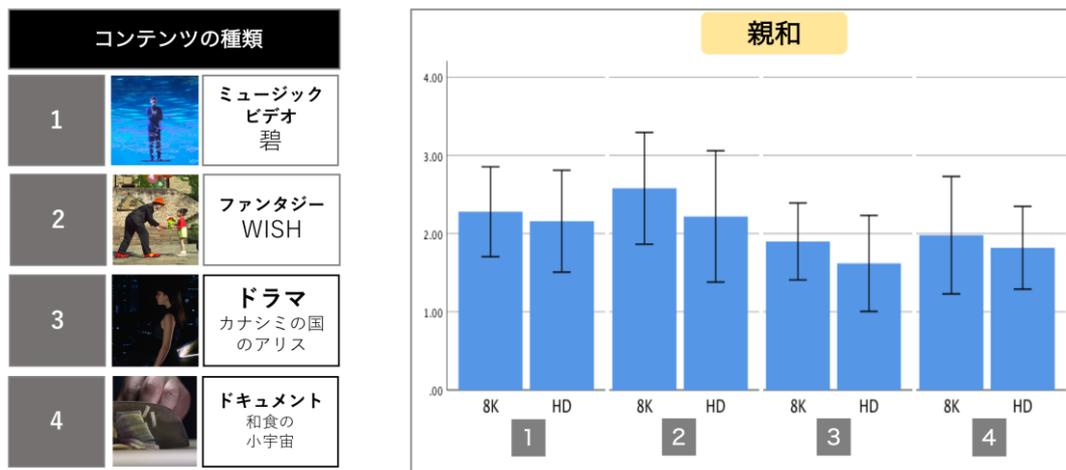


図 3-17 「親和」におけるコンテンツの種類ごとの解像度の差

次に、各感情群を構成する 40 種類の具体的な感情に関して、解像度の影響を分析した。感情群では、「活動的快」と「親和」に関して、解像度の有意差があった。具体的な感情についても、「活動的快」と「親和」について多くの感情で有意差が現れた。特に、「活動的快」では、5つの具体的な感情のうち、「活気のある」、「気力に満ちた」、「元気いっぱい」、「はつらつと

した」の4つの感情で1%の水準で有意差があった。また、「親和」でも、「素敵な」が1%、「好きな」と「愛らしい」が、5%の水準で有意差があった(表 3-3)。

表 3-3 解像度が感情に与える影響 (40 種類の具体的感情に対する分散分析の結果)

多面的感情		解像度 (p値)	多面的感情		解像度 (p値)	多面的感情		解像度 (p値)	
否定的感情	抑鬱・不安	不安な	0.778	活動的快	活気のある	0.001	集中	丁寧な	0.294
		悩んでいる	0.328		気力に満ちた	< 0.001		慎重な	0.850
		気がかりな	0.221		元気いっぱいの	0.012		丁寧な	0.381
		自信がない	0.540		はつらつとした	0.002		注意深い	0.260
		くよくよした	0.429		陽気な	0.516		思慮深い	0.532
	倦怠	だるい	0.326	非活動的快	のんびりした	0.536	驚愕	びっくりした	0.773
		疲れた	0.482		おっとりした	0.601		驚いた	0.223
		つまらない	0.116		ゆっくりした	0.392		びっくりとした	0.888
		退屈な	0.013		のどかな	0.382		動揺した	0.955
		無気力な	0.330		のんきな	0.839		はつとした	0.867
	敵意	敵意のある	1.000	親和	恋しい	1.000			
		憎らしい	1.000		愛おしい	0.371			
		うらんだ	0.810		好きな	0.042			
		攻撃的な	1.000		愛らしい	0.096			
		むっとした	0.490		素敵な	0.003			

次に、「活動的快」と「親和」を構成する感情の中で解像度が有意に影響を与えていた「活気のある」、「気力に満ちた」、「元気いっぱいの」、「はつらつとした」、「素敵な」、「好きな」、「愛らしい」の感情について、8K と HD の差を分析した。

「活動的快」については、「活気のある」、「気力に満ちた」、「元気いっぱいの」、「はつらつとした」の感情で、8K の方が HD より平均値が高く、いずれも 1%の水準で有意差があった(図 3-18)。

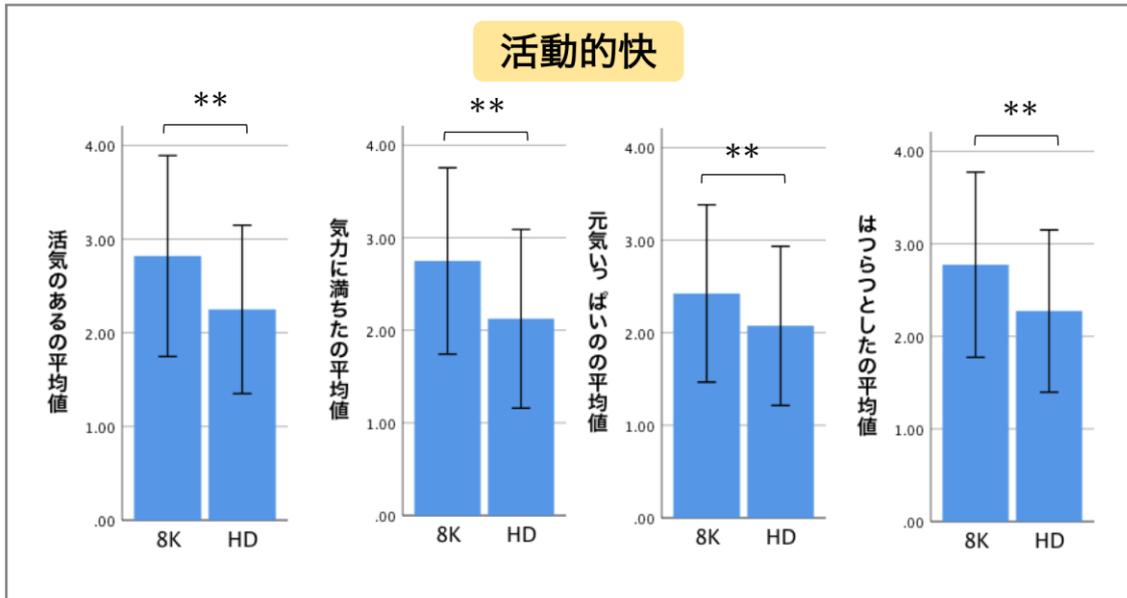


図 3-18 活動的快を構成する感情における解像度の差

「親和」については、「好きな」、「愛らしい」、「素敵な」の感情で、8Kの方がHDより平均値が高かった。そして、「好きな」、「愛らしい」の感情は5%の有意水準、「素敵な」の感情は1%で有意差があった(図 3-19)。

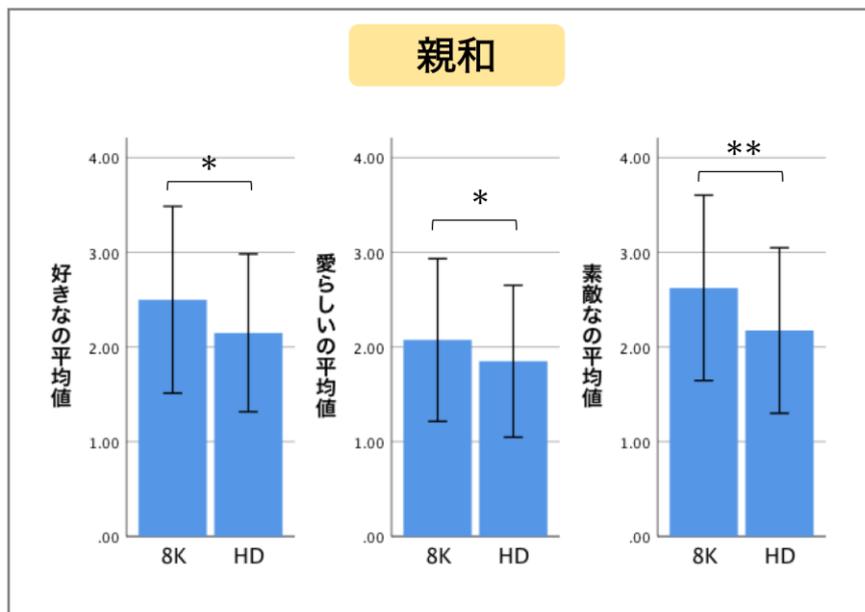


図 3-19 親和を構成する感情における解像度の差

3.7.2 コンテンツの種類と解像度が生体反応に与える影響

生体反応の評価は、RRV、顔面表面温度、脳波で行った。被験者の生体反応の安定状態を考慮して、計測開始から一定時間(各回安静時間 30 秒)経過した後の 3 分 30 秒間のデータを分析に採用した。

3.7.2.1 心電に与える影響

コンテンツの種類が RRV に与える影響について分散分析を行った結果、p 値は 0.992 で有意差はなかった。その後の検定による多重比較では、コンテンツ 1 から 4 まで平均値の差はほとんどなかった(図 3-20)。

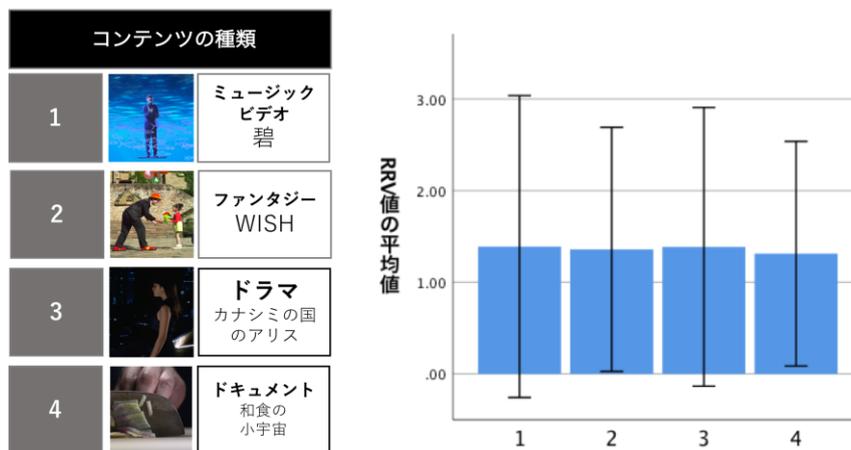


図 3-20 RRV におけるコンテンツの種類の差 (多重比較の結果)

次に、解像度が RRV に与える影響について分散分析を行った結果、p 値は 0.052 で統計的な有意差はなかったが、HD の方が 8K より平均値が高い結果となった(図 3-21)。

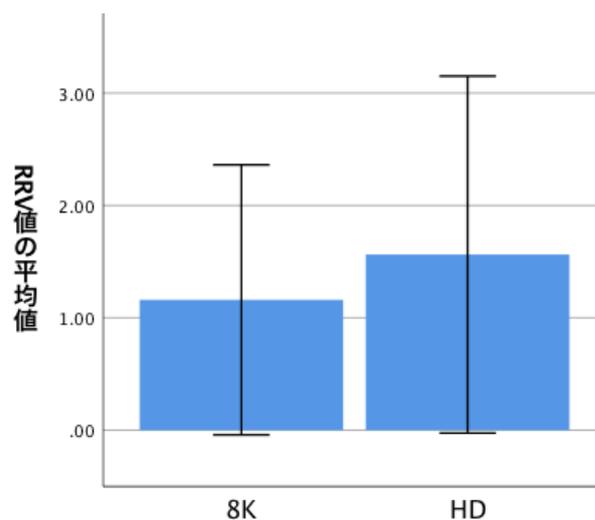


図 3-21 RRV における解像度の差

3.7.2.2 顔面表面温度に与える影響

コンテンツの種類が顔面表面温度に与える影響について分散分析を行った結果、 p 値は 0.889 で有意差はなかった。その後の検定による多重比較では、コンテンツ1から4まで平均値の差はほとんどなかった(図 3-22)。

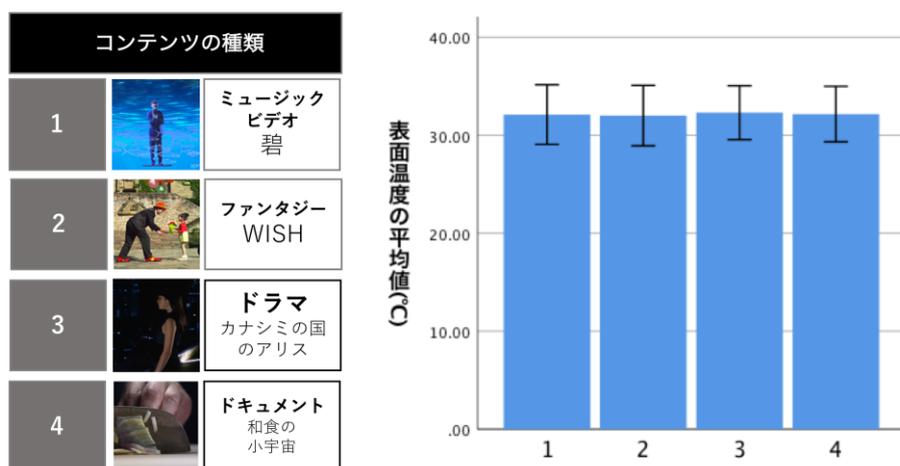


図 3-22 表面温度におけるコンテンツの種類の違い (多重比較の結果)

次に、解像度が RRV に与える影響について分散分析を行った結果、 p 値は 0.962 で有意差はなく、8K と HD の平均値はほぼ同じであった(図 3-23)。

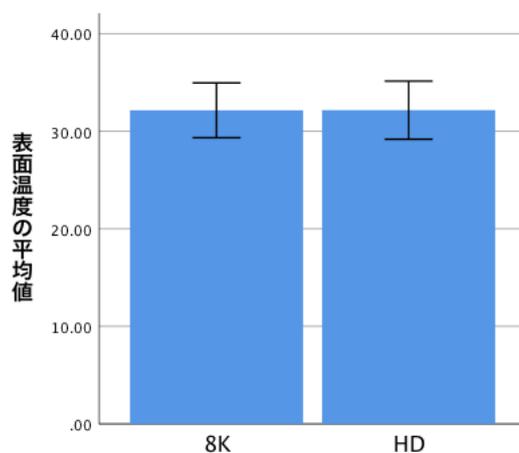


図 3-23 表面温度における解像度の違い

3.7.2.3 脳波に与える影響

コンテンツの種類が脳波に与える影響について分散分析を行った結果、 δ 波、 β 波、 γ 波が0.5%の水準で有意差があった(表 3-4)。

表 3-4 コンテンツの種類が脳波に与える影響 (分散分析の結果)

因子・生体反応	δ 波	θ 波	α 波	β 波	γ 波	RRV	顔面表面温度
コンテンツの種類	p=0.035	p=0.140	p=0.151	p=0.012	p=0.046	p=0.992	p=0.889

コンテンツの種類間はどうのような差があるのか、脳波ごとに多重比較を行った。

δ 波に関しては、コンテンツ 4(ドキュメント「和食の小宇宙」)の平均値が高く、コンテンツ 3(ショートドラマ「カナシミの国のアリス」)との間で5%有意の水準で差があった。(図 3-24)

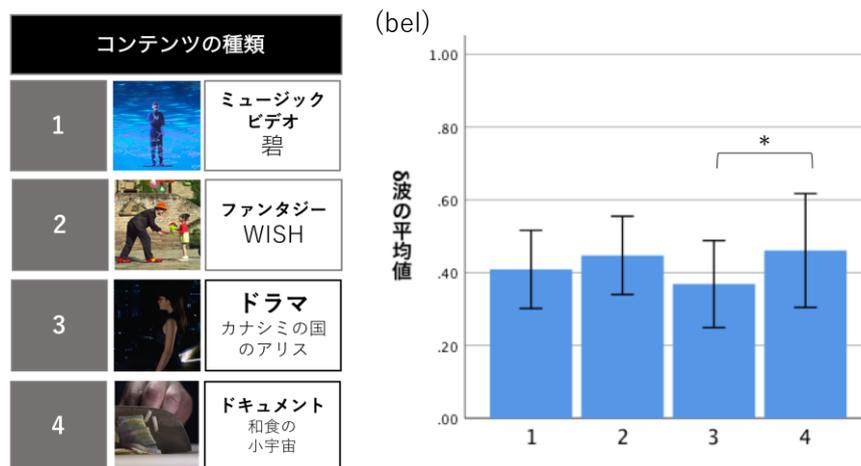


図 3-24 δ 波におけるコンテンツの種類の差 (多重比較の結果)

θ波に関しては、コンテンツ 2(ファンタジー「WISH」)の平均値が最も高かったが、コンテンツ間の有意差はなかった(図 3-25)。

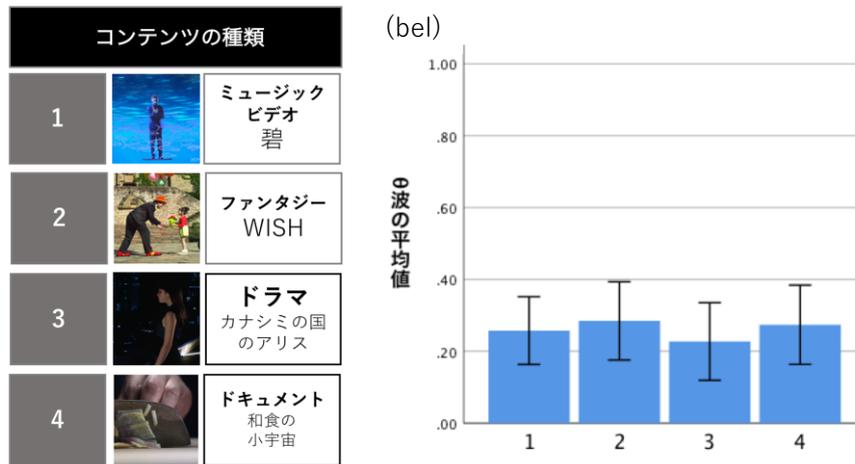


図 3-25 θ波におけるコンテンツの種類の差 (多重比較の結果)

α波に関しては、コンテンツ 4(ドキュメント「和食の小宇宙」)の平均値が最も高かったが、コンテンツ間の有意差はなかった(図 3-26)。

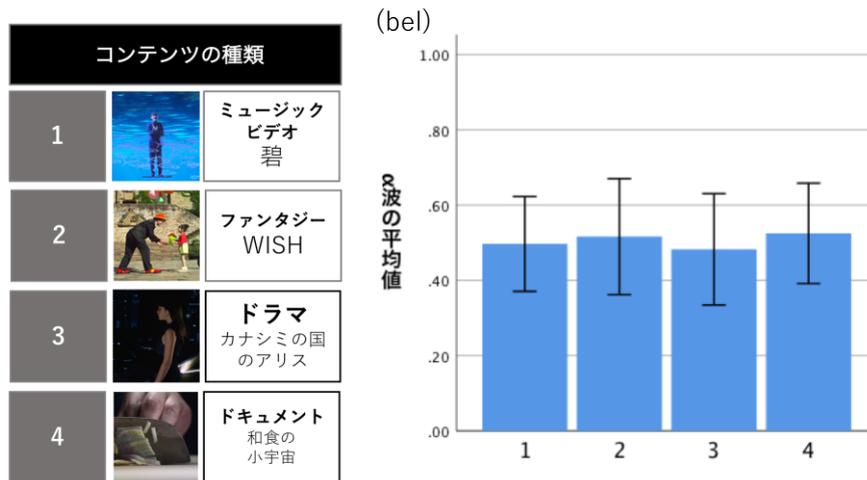


図 3-26 α波におけるコンテンツの種類の差 (多重比較の結果)

β波に関しては、コンテンツ 3(ショートドラマ「カナシミの国のアリス」)の平均値が最も高く、コンテンツ 2(ファンタジー「WISH」)、コンテンツ 4(ドキュメント「和食の小宇宙」)との間で、5%の水準で有意差があった(図 3-27)。

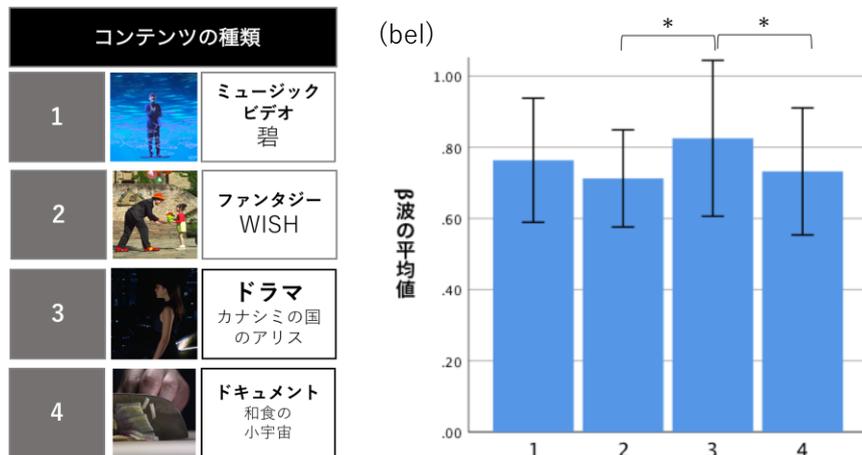


図 3-27 β波におけるコンテンツの種類の違い (多重比較の結果)

γ波に関しては、コンテンツ 3(ショートドラマ「カナシミの国のアリス」)の平均値が最も高かった。有意差については、コンテンツ 3(ショートドラマ「カナシミの国のアリス」)とコンテンツ 2(ファンタジー「WISH」)の間で、p 値 0.052 であったが、統計的有意差はなかった(図 3-28)。

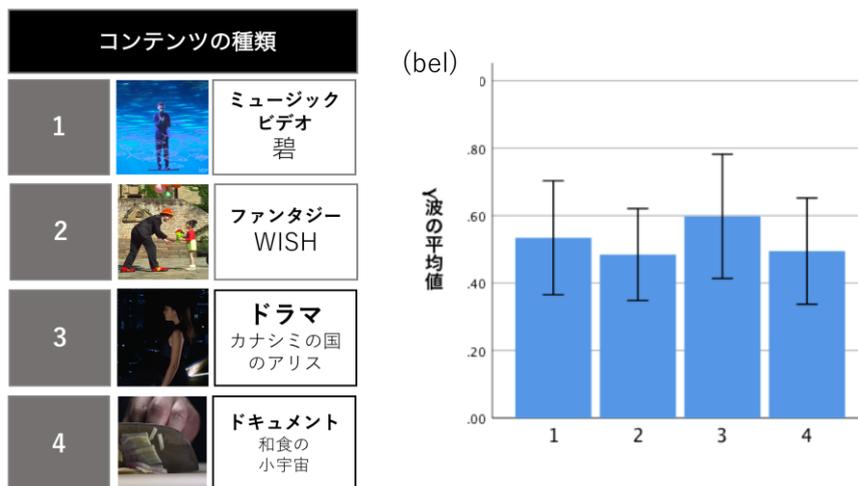


図 3-28 γ波におけるコンテンツの種類の違い (多重比較の結果)

次に、脳波に対する解像度の影響について分散分析の結果を示す。
 いずれの脳波に対しても解像度の影響による有意差はなかった(表 3-5)。

表 3-5 解像度が脳波に与える影響 (分散分析の結果)

因子・生体反応	δ 波	θ 波	α 波	β 波	γ 波
解像度	p=0.881	p=0.691	p=0.748	p=0.546	p=0.540

各脳波に関して、解像度の差をみると、いずれの脳波に対しても、8K と HD の差はほとんどなかった(図 3-29)。

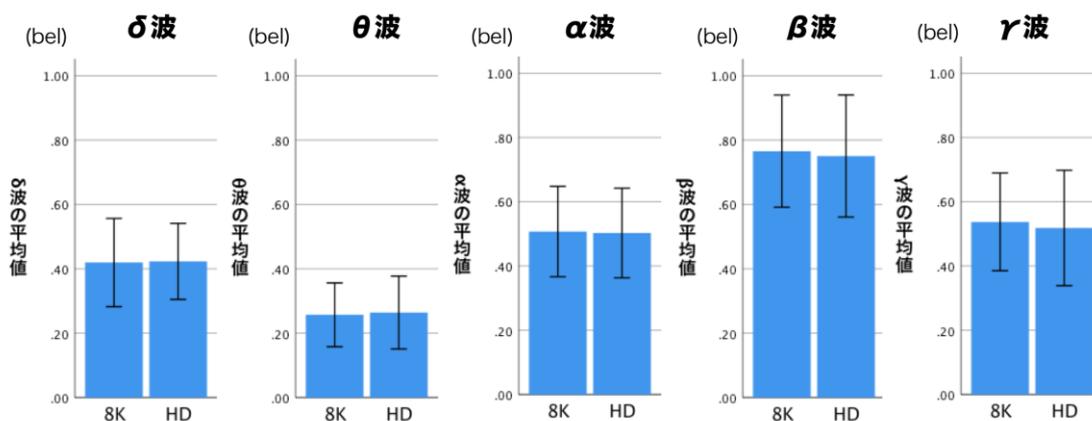


図 3-29 脳波における解像度の差

3.7.3 感情と生体反応の相関関係

感情と生体反応の相関分析を行った結果を一覧表に示す(表 3-6)。

まず、否定的感情に関しては、「倦怠」と「敵意」は、RRV との間で負の相関があった。

つぎに、肯定的感情に関しては、「活動的快」は、RRV との間で負の相関、顔面表面温度との間で正の相関があった。「非活動的快」は、RRV と脳波の γ 波との間で負の相関があった。「親和」は顔面表面温度の間で正の相関、 γ 波との間で負の相関があった。

そして、中立的感情に関しては、「集中」は RRV との間で負の相関、顔面表面温度との間で正の相関があった。

感情と生体反応の相関について、感情の中では肯定的感情が最も多くの生体反応と相関関係があった。生体反応の中では RRV が最も多くの感情との相関関係があり、いずれも負の相関関係がみられた。

表 3-6 感情と生体反応の相関関係（一覧）

	否定的感情			肯定的感情			中立的感情	
	抑鬱・不安	倦怠	敵意	活動的快	非活動的快	親和	集中	驚愕
RRV	-0.199	-0.363	-0.278	-0.269	-0.212	-0.163	-0.297	-0.039
表面温度	0.136	0.09	0.131	0.289	-0.076	0.353	0.364	0.166
δ波	-0.12	-0.144	-0.046	0.182	-0.033	0.104	-0.07	0.121
θ波	-0.064	-0.102	0.038	0.179	-0.01	0.108	-0.11	0.141
α波	0.051	0.088	0.078	0.133	-0.072	0.08	0.057	0.076
β波	0.045	0.166	-0.003	0.054	-0.137	-0.092	-0.03	0.075
γ波	0.082	0.031	-0.045	-0.154	-0.248	-0.261	-0.159	0.038

3.7.4 実験結果のまとめ

コンテンツの種類が感情に与える影響について、コンテンツの種類は否定的感情、肯定的感情、中立的感情に分類される全ての感情群に有意に影響を与えた。コンテンツの種類ごとに分析した結果、コンテンツごとに影響を与える感情は異なることがわかった。また、コンテンツの種類が生体反応に与える影響を分析した結果、コンテンツの種類は、脳波のδ波、β波、γ波に有意に影響を与えた。

解像度が感情に与える影響について、解像度は、肯定的感情に分類される「活動的快」と「親和」に対して有意に影響を与え、いずれも8Kの方がHDより平均値が高い結果となった。

感情と生体反応との相関関係について、感情の中では肯定的感情が最も多くの生体反応と相関関係があった。具体的には、「活動的快」はRRVとの間で負の相関、顔面表面温度との間で正の相関、「非活動的快」はRRVと脳波のγ波との間で負の相関、「親和」は顔面表面温度との間で正の相関、脳波のγ波との間で負の相関がみられた。生体反応の中ではRRVが最も多くの感情との相関関係があり、否定的感情に分類される「倦怠」、「敵意」、肯定的感情に分類される「活動的快」、「非活動的快」、中立的感情に分類される「集中」との相関関係がみられた。

3.8 実験の結果からの考察

コンテンツの種類が感情に与える影響について、コンテンツの種類は否定的感情、肯定的感情、中立的感情に分類される全ての感情群に有意に影響を与え、コンテンツごとに、影響を与える感情に有意差があったという結果から、コンテンツの種類はユーザの感情に大きな影響を与えていると考えられる。

今回の実験の評価映像として用いた4種類のコンテンツはいずれも、実際にイベント等での上映を目的に制作されたコンテンツで、それぞれ制作意図が異なるものである。コンテンツ 1 (ミュージックビデオ)は、海中や宇宙、地球をモチーフに、「青」をテーマに描いたものである。コンテンツ2(ファンタジー)は、子供がピエロと出会い、経験する過程を通してメルヘンの世界を描いている。コンテンツ3(ショートドラマ)は、主人公である少女を通じて、現代に生きる不条理や、人間関係の複雑さ、窮屈さを描いている。コンテンツ 4(ドキュメント)は、日本料理の料理人が一つ一つの食材に向き合う姿をスティックに記録し、繊細な日本料理の世界を描いている。実験の結果、コンテンツ 1 は、被験者の「活動的快」という感情でほかのコンテンツよりも高い平均値となった。コンテンツ2は、被験者の「非活動的快」、「親和」という感情でほかのコンテンツよりも高い平均値となった。コンテンツ3は、「抑鬱・不安」、コンテンツ4は「集中」、「驚愕」の感情で他のコンテンツよりも高い平均値であった。被験者の感情は、コンテンツ1から4、いずれも制作意図を反映したものとなっていた。本研究で行った制作者のアンケート調査では、制作者はコンテンツを作る際に、コンテンツの種類を最も意識することがわかったが、今回の実験はそれを裏付けるものとなったといえる。これらのことから、ユーザの感情を考慮したコンテンツを制作する際には、企画の段階から、どのようなユーザ感情を対象とするのかを検討することが有効であると考えられる。

解像度が感情に与える影響について、解像度は肯定的感情に分類される「活動的快」、「親和」に対して有意に影響を与え、いずれも8Kの方がHDより平均値が高いという結果が得られた。ユーザの肯定的感情への効果を意図する場合、8K映像の活用は有効であると考えられる。実験結果の分析では、コンテンツごとに8KとHDの差も調べたが有意差はなかった。先に述べたように、コンテンツごとに影響を与える感情が異なり、「活動的快」はコンテンツ1が、「親和」はコンテンツ2が他のコンテンツと比べて有意差があった。そこで、コンテンツごとに8KとHDの差を調べると、コンテンツ1の「活動的快」において、コンテンツ2の「親和」においてともに8KがHDより高いという結果にはならなかった。しかし、「活動的快」と「親和」は、全てのコンテンツで8Kの方がHDよりも平均値が高い結果となった。これらのことから、ユーザの「活動的快」、「親和」への効果を意図する場合、8K映像を活用することが有効であると考えられる。

コンテンツの種類が生体反応に与える影響については、コンテンツの種類は、脳波の δ 波、 β 波、 γ 波に優位に影響を与えていた。 δ 波は、無意識な状態で生じるといわれる。 β 波と γ 波は、脳が活発に活動し、覚醒状態で強まり、 β 波は思考、警戒、動揺など自己および環境を認識している状態、 γ 波は記憶、視覚情報処理の状態が生じるといわれている。コンテンツの種類で、 β 波に関して、コンテンツ 3(ショートドラマ)が他のコンテンツと比べ平均値が最も高く、コンテンツ 2(ファンタジー)、コンテンツ 4(ドキュメント)の間で優位差があった。コンテンツの種類が感情に与える影響の分析で、「コンテンツ3は、「抑鬱・不安」について他のコンテンツよりも高い平均値であった。思考、警戒、動揺の心理状態が生じたことにより、被験者に「抑鬱・不安」感情をもたらした可能性がある。

感情と生体反応の相関関係については、感情の中では肯定的感情が最も多くの生体反応と相関関係があったという結果から、感情の中でも、肯定的感情に関する体感効果をはかる指標として、生体反応情報が候補となると考えられる。今回の実験では、解像度が感情に与える影響について、解像度は肯定的感情に分類される「活動的快」、「親和」に対して有意に影響を与え、いずれも8Kの方がHDより平均値が高いという結果が得られている。8K映像が、感情の中でも肯定的感情に対する効果が高いことが考えられることを合わせると、8K映像が肯定的感情に与える効果を測定する際に、アンケート以外の方法として生体反応による指標で計測できる可能性があると考えられる。肯定的感情に分類される「活動的快」、「非活動的快」、「親和」は、いずれも相関関係のあった生体反応は一樣ではない。「活動的快」はRRVと顔面表面温度、「非活動的快」はRRVと γ 波、「親和」は顔面表面温度と γ 波との間で相関関係があった結果を踏まえると、肯定的感情の中でも、ユーザのどの感情に対する効果を計りたいかによって、計測する指標を使い分けることも考えられる。

第4章 8K 映像コンテンツ開発の検討～制作者へのヒアリング結果～

本研究は、8K 映像がユーザの様々な多面的感情に与える効果を明らかにして、感情に対する効果を主目的としたコンテンツに8K 映像がどのように活用できるのか、その可能性を示すことを目的としている。

ユーザの感情に対する効果を主目的としたコンテンツの開発に8K 映像の活用は有効なのか。その可能性と今後の検討課題について今回実施した実験の結果を元に、制作関係者へのヒアリングを行った。

ヒアリングの対象者は、8K 映像制作の経験者 12 名である。そのうち、8 名はカメラマンや、ビデオエンジニア、テクニカルディレクターなど制作技術の経験者で、4 名は演出ディレクターやプロデューサーなど企画演出の経験である。ヒアリングは、制作技術経験者、企画演出経験者それぞれグループを分けて、対面とオンラインのハイブリッドで行った。

<8K 映像制作の現状について>

企画演出経験者からは、8K の特性を活かしたコンテンツ制作に関して次のような意見が出された。

“8K での制作が始まった当初は「臨場感」を意識して、綺麗な景色や大自然などを被写体にするコンテンツが多かった。”

本稿の第 1 章(1.1.4 8K 映像を活用したコンテンツの開発)の 8K コンテンツの事例で紹介した展示コンテンツを制作した担当者からは、基づく次のような意見があった。

“展示物のリアリティの表現を意識した。博物館は、リアルな実物が所蔵され展示されているので、実物をできるだけ再現力高く表現し、実物では見えているようで見えない部分も映像で見せるという映像演出を心がけた。”

この他に、これまではユーザ(観衆)の価値として、演出の新しさによる体験の新しさを意識して企画しているという例として次の意見があった。

“撮影や上映環境を検討する際に、登場人物が等身大で映ることを想定して制作した事例があげられた。8K は高解像度であるので映像の中の登場人物をリアリティ高く表現できるため、リアルな上映空間と組み合わせると、映像の中の世界と実空間が混ざり合うような「錯覚」を効果として狙うことがある。”

等身大の演出は、8K 映像の高解像度の特性を生かすためには、等身大の演出は重要であるという指摘は複数の演出経験者から示された。さらに、制作現場では、8K 映像コンテンツを

イベント上映した際に観衆にインタビューを行なうこともあるが、質問項目は主に、演出や体験の新鮮さについてであるという意見もあった。

制作技術経験者からは、8K の特性を活かしたコンテンツ制作に関して次のような意見が出された。

“8K を使ったコンテンツは、時間数でいえばスポーツや、劇場中継が多い。”

“8K は広視野角によりリアリティを伝えることができるのが特徴である。8K を使えば、広い画角で映像表現ができるので、実際にその場に行ったような気にさせるコンテンツが作れる。例えば、音楽や演劇モノなどは、劇場の一番いい席で観覧しているのと同じような体験を提供できる。スポーツでも、野球やサッカーなども高解像度で広視野角の映像表現ができるので、スタジアムで観戦しているような体験を提供できる。”

“8K の高解像度であるという「スケールメリット」を活かすことを意識する、という意見があった。8K で撮影、収録しておけば、HD に解像度を落としてもコンテンツの素材として活用できる。8K の優位性が活かせる事例として、サッカーの場合、8K であればゴールからゴールまでピッチ全体をフレームに収めた映像をもとに、さらに見せたいところを切り取っても HD 画質相当(8K の 16 分の1)まで切り取れるというメリットがある。”

“8K 撮影の手法が変わってきている。開発された当初は、100 インチ以上の大画面を想定して、ゆったりしたカメラワークで撮影していたが、最近では 85 インチ程度とモニターサイズが小さくなったため、スイッチングも以前より早くなり、中継などでは1番組あたりのカメラ台数も増えてきている。”

「臨場感」に関しては、次のような意見があった。

“「臨場感」を活かしたコンテンツとしては、視聴者サービスとして 300 インチや 400 インチの大画面によるイベントが多い。85 インチと 300 インチでは、大きく印象が異なる。8K は大画面の方がより「高臨場感」を与えることができる。”

“「臨場感」は、8K 映像と 22.2ch の立体音響とセットにすることでさらに効果が高まる。”

“制作する際に意識してきたのは主に、「没入感」や「壮かさ」である。”

以上のように、演出経験者、制作技術経験者ともに、全体的には、8K 映像をコンテンツに生かす際に、「臨場感」や「現実感」に関係する感覚を想定しているケースが多く、ユーザの感情に対する効果を意図して企画した経験はないという意見であった。

<8K 映像が HD よりも多くの肯定的感情に影響を与えたという実験結果について>
演出経験者からは、次のような意見が出された。

“8K が感情に影響を与えるということがわかれば、感情を意識してコンテンツを制作することは今後ありえる。”

“今回の結果は、特にポジティブ感情に影響を与えるというものであったが、他の感情への影響もきになる。使う領域でいえば、ミュージックビデオやファンタジーだけではなく、感情にダイレクトに訴えかける直感に訴えかけるコンテンツにも使えるのではないか。ニュースは情報を伝えているが、8K を活用することで、より直感的に感情に訴えかけることができるようになるのではないか。”

制作技術関係者からは、次のような意見があった。

“8K で制作する場合に、何も指針がないより、あらかじめ効果がわかっていることは制作現場にとって有効である。”

“HD で撮影した方が良いコンテンツと8K の方で撮影した方が良いコンテンツを分けて考えることにつながる可能性がある。”

“高解像度であるほど、肯定的感情が高いということであれば、今後はそうした効果を狙って見せたいシーンは解像度を高く、一方で演出上必要なシーンだが、ユーザに忘れさせたい場面や見せたくないところは解像度を低くするということが検討できる。”

“8K コンテンツを体験してポジティブな感情を高めた後にユーザの行動が変わることも期待できる。”

“これまで、教育コンテンツに8K 解像度は必要ないと思われてきたが、肯定的感情を高める効果をあげるために、そうした分野での8K 映像の活用もあるのではないか。”

“今は配信コンテンツの注意書きなどで「暴力的なシーンが含まれます」など示されることがあるが、「穏やかな気持ちになるコンテンツです」などコンテンツの効果を客観的に示すことができるようになるのではないか。食品に関してアレルギー等に関する表示があるように、コンテンツに関しても感情に対する効果を RATING 指標でしめすということも検討できるのではないか。”

以上のように、演出関係者、制作技術関係者ともに、8K が肯定的感情を高める効果があることが示されれば、制作にも様々に反映できる可能性があるという考えが示された。また、音楽などのエンターテインメント分野だけでなく、今まで8K ほどの解像度は必要ないとされてきた教育コンテンツなど、8K を活用するコンテンツ分野も広がることへの期待も聞かれた。

<感情と生体反応の相関関係があるという実験結果について>

実験結果では、感情と生体反応の相関関係があったことから、ユーザの感情に対する効果を計測する際にアンケートの他に、生体反応を指標にできる可能性が示唆されたが、これにつ

いては、制作関係者からは、次のような意見が出された。

“脳波は制作や演出現場で計測することはむずかしいと思うが、何かしらの生体反応がリアルタイムで取れれば、コンテンツの提供の仕方も変わる可能性が出てくる。可能になるならば、興味がある。”

“生体反応がリアルタイムで簡単に取れるデバイスがあれば、使ってみたい。”

“サーモセンサーでイベント会場のフロアにいる観客の顔の体温をとって、コンテンツの映像表現に反映させることもできるようになるのではないか。”

“エンターテインメント分野はポジティブな感情と親和性がある。生体データをリアルタイムで取って、AI なども入れて、観客のポジティブな気分に合わせて映像演出することもできるかもしれない。”

制作技術関係者からは、次のような意見が出された。

“映像試写会の時に計測してコンテンツの評価をすることなどにも使えるのではないか。”

“計測が安定的に行えてリアルタイムで結果が出るシステムが将来実現できれば、感情の反応を見ながら、撮影画角やカメラワークを決めていけるのではないか。それができれば 8K の魅力がより高まると期待する。”

“取得したデータを蓄積しておいて AI を使って分析することで、コンテンツの評価に使うことができるのではないか”

以上のように、現時点では、生体反応を制作現場で安定的に取得してコンテンツの評価に使うことは現実的ではないという認識ではあるが、将来的にリアルタイムで分析ができるようになれば、演出の幅も広がり、コンテンツの客観的な評価の指標になる可能性がある、との所感であった。

第5章 結論

20世紀初頭にテレビジョンが開発されて以来、画質の高解像度化が進んできた。現在、映像提示システムとして最高解像度の8K映像によるメディアシステムは、日本で開発され、制作現場では様々なコンテンツが作り出されている。その多くは、研究開発でも効果が示された「臨場感」を狙ったものである。今回の研究で行ったアンケート調査でも、制作者はコンテンツ制作の際に、映像の解像度を意識し、解像度の違いで作り方を変えていることが示された。一方で、制作現場では「臨場感」以上に、ユーザの体感として「感情」に対して、関心が高く、今後最も意識したい効果であることがわかった。

こうした制作現場のニーズがありながら、8K映像がユーザの感情にどのような影響を与えるのかは今まで明らかになっていなかった。今回行った実験により、8K映像は様々なユーザの感情に影響を与え、特に肯定的感情に効果がある、つまり8K映像はユーザのポジティブな感情を高める効果があることが明らかとなった。制作現場のヒアリングでは、この結果を受けて、今後の8K映像を活用したコンテンツ制作において、従来の「臨場感」だけではなく、「感情」を主たる体感効果としてデザインできる可能性と期待が示された。8K映像がポジティブ感情を高めるのであれば、ユーザの感情効果をより高めるために、1つのコンテンツの中でも、シーンによって8K映像とHDの映像を使い分けるなど、コンテンツの作り方も変わる可能性も示唆された。また、制作現場にとって、感情効果の測定方法として、アンケートよりも客観的に効果を示すことができる生体反応指標があることの有用性も確認された。

しかしながら、制作現場の意見として、その客観的な評価方法に関しては、現状では、実験で使用した生体反応の計測器や計測の手順をそのまま制作現場に応用することは現実的ではないという意見が概ねで、制作ワークフローで運用可能な新たな感情評価システムの構築の必要性も指摘された。

本研究では、実験と制作現場へのヒアリングにより、感情に対する効果を主目的としたコンテンツの制作に8K映像が活用できる可能性があることが確認できたが、今後現場に応用するにあたっては、評価システムに関して検討課題が残った。8K映像によりユーザの感情効果を高めたいという制作現場のニーズに応え、その結果「臨場感」だけではなく、コンテンツを通じてポジティブな感情を高めることができるようになるというユーザにとっての価値を創るために、コンテンツ制作のための感情評価システムを一連の制作ワークフローの中でプロトタイプングすることが求められる。

第6章 今後の研究課題

本研究では、目的である、8K 映像がユーザの様々な多面的感情に与える効果を明らかにして、感情に対する効果を主目的としたコンテンツに8K 映像がどのように活用できるのか、その可能性を示すことができた。

研究を通じて、制作現場には、実際の制作ワークフローにおいて、感情に対する効果をリアルタイムで客観的に把握し、映像編集などに活かしたいというニーズがあることもわかった。このニーズに応えるためには、コンテンツ制作のための感情評価システムのプロトタイプを作り、制作現場で実運用の妥当性の確認が次の研究課題となる。

また、感情の要因と評価に関する先行研究では、感情の起因の一つとして視覚だけでなく、聴覚、嗅覚、味覚、触覚なども指摘されており、複数の感覚を組み合わせることの効果の検討も考えられる。8K スーパーハイビジョンは、高臨場感の効果を図るために、開発過程において聴覚にも着目し、22.2ch のマルチサラウンドを組み合わせたメディアシステムとして社会実装され、「臨場感」の効果が研究されている。今回の研究では、映像の解像度、立体度を因子として感情への効果を分析したが、映像に加えて音響の立体度、解像度が多面的感情に与える影響を分析した例はまだない。この領域も次なる研究のスコープとなりえると考ええる。

謝辞

本論文を執筆するにあたり、慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科の
小木哲朗教授、副査の山形与志樹教授に多くのご指導をいただきました。また、実験施設や
評価映像の準備や送付には NHK テクノロジーズに、評価映像の提供に NHK エンタープラ
イズに、ご協力いただきました。被験者には、慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネ
ジメント研究科の荒井里美さん、岡田芳樹さん、片山和子さん、金子花菜さん、塩澤武司さ
ん、高橋秀雄さん、田中梢さんにご協力いただきました。また、慶應義塾大学システムデザ
イン・マネジメント研究科、小木研究室の武藤英樹さん、木田勇輝さん、住田一眞さん、上
遼太さん、高唯致さん、中島真紀子さんには被験者、実験のサポートで協力していただきま
した。多くの方々のご協力のもと研究が行えましたこと、ここに深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 貞重浩一, “今日のテレビジョン技術の出発点,” 映像情報メディア学会誌, Vol.55, No.2, 203-207, 2011.
- [2] 齋藤ゆみ, 羅越, 齋藤邦明, 豊川博己, “好みの単色採光による感情刺激効果,” 日本補完代替医療学会誌, 第7巻 第2号, 103-111, 2010.
- [3] Mijin Lee, Eunsoo Kim, Jiwon Choe, Seonhye Choi, Siyeon Ha and Geonwoo Kim, “Psychological Effects of Green Experiences in a Virtual Environment: A Systematic Review,” Forests 2022, 13, 1625, 2022.
- [4] 松本和也, 河内茉帆, 森繁優衣, 品川葵, 沼田美里, 杉原迅紀, 吉村耕一, “バーチャルリアリティ(VR)映像の視聴によるストレス緩和効果,” 科学・技術研究, 第8巻 2号, 2019.
- [5] 伊藤弘大, 大倉典子, “心電を用いた VR システムの感性評価の研究,” エンタテインメントコンピューティングシンポジウム, EC2017, 301-305, 2017.
- [6] 横井梓, 齋藤美穂, “VR 空間における心理的影響の評価に関する検討,” 日本建築学会環境系論文集, 第78巻 第683号, 1-7, 2013.
- [7] 正岡顕一郎, 西田幸博, 菅原正幸, 中須英輔, “実物との比較による高解像度映像の実物感,” ITE Technical Report, Vol.35, No.16, 2011.
- [8] D. T. C.Cruz-Neira, “Surround-Screen Projection-Based Virtual Reality: The Design and Implementation of the CAVE,” ACM SIGGRAPH '93 Proceedings, pp. 135-142, 1993.
- [9] 廣瀬通孝, 小木哲郎, 石綿昌平, 山田俊郎, “多面型全天周ディスプレイ (CABIN) の開発とその特性評価,” 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J81-D2, No.5, pp.888-896, 1998.
- [10] 江本正喜, 金澤勝, “スーパーハイビジョンの概要,” 情報処理学会 研究報告, 2009-CG-134, 37-42, 2009.
- [11] H. S. a. H. K. T. Hatada, “Psychophysical Analysis of the Sensation of Reality Induced by a Visual Wide-field Display,” SMPTE J., Vol.89, pp.560-569, 1980.
- [12] 菅原正幸, “ITU-R における超高精細度テレビジョンシステムの標準化,” 情報メディア学会誌, Vol.67, No.10, 897-899, 2013.

- [13] 竹間忠夫, 夢のスーパーハイビジョン に挑む, NHK 出版, 2005.
- [14] NHK 放送技術研究所編, スーパーハイビジョン 技術, 日本放送協会 放送技術研究所, 2021.
- [15] M. Lombard , T. Ditton, “At the heart of it all : The concept of presence,” *Journal of Computer-Mediated Communication*, vol. 3, no. 2, 1997.
- [16] 安藤広志, “多感覚インタラクションと知覚認知メカニズム,” 情報メディア学会技術報告 ITE Technical Report, Vol.32, No.49, 47-52, 2008.
- [17] 寺本渉、吉田和博、浅井暢子、日高聡太、行場次朗、鈴木陽, “臨場感の素朴な理解,” 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol,15 No.1, 2010.
- [18] 前田慶博, 黄平国, 石橋豊, 福嶋慶繁 , 菅原真司, “仮想環境における嗅覚・力覚・聴覚が臨場感に与える効果,” 電気通信学会, 信学技報, CVIM-185(24), 1-6, 2013.
- [19] Osgood, C. E., Sugi, G. J. , Tannenbaum, P. H., “The measurement of meaning,” University of Illinois Press, Urbana, 1957.
- [20] Micheal Meehan, Brent Insko, Mary Whitton , Dr. Frederick P. Brooks, Jr, “ Physiological Measures of Presence in Virtual Environments, ” *ACM Transactions on Graphics* , vol.21, 645-652, 2002.
- [21] 阪本清美, 田中豊, 山下久仁子 , 岡田明, “高輝度レンジ映像視聴時の心理・生理状態の評価,” 映像情報メディア学会技術報告, ITE Technical Report Vol.41,No.5, 2017.
- [22] Tetsuro Ogi, Yosuke Kubota, Tetsuya Toma , Takeshi Chikakiyo, “Evaluation of High Presence Sensation based on Biological Information,” 16th International Conference on Network-Based Information Systems, 327-331, 2013.
- [23] 安藤広志, カラン明子, Norberto Eiji Nawa, 西野由利恵, Juan Liu, 和田充史 , 坂野雄一, “臨場感の知覚認知メカニズムと評価技術,” 情報通信研究機構季報, Vol.56 Nos.1/2, 157-165, 2010.
- [24] 具志堅伸隆 , 唐沢かおり, “情動的メッセージと反すう思考による説得効果,” *The Japanese Journal of Experimental, Social Psychology*, 2007, Vol. 46, No. 1, 40-52.
- [25] 佐藤俊彦, “感情神経科学と感情心理学の先駆としての James-Lange 説 (1) ,” 長野大学紀要, 第 43 巻第 1 号,1-8, 2021.
- [26] W.B.Cannon , P.Bard, “The James-Lange theory of emotion: A critical examination and an alternative theory,” *American Journal of Psychology*, 39, 106-124, 1927.
- [27] S. Schachter , J. Singer, “Cognitive, social and physiological determinants of emotional state,” *Psychological. Review*, 69, 5, 379-399, 1962.

- [28] 寺澤悠理、梅田聡, “内受容感覚と感情をつなぐ心理・神経メカニズム,” *Japanese Psychological Review*, Vol.57, No.1, 49-66, 2014.
- [29] B. L. Fredrickson, Roberta A. Mancuso, Christine Branigan , Michele M. Tugade, “The Undoing Effect of Positive Emotions,” *Motivation and Emotion*, 24:237-258,, 2000.
- [30] Alice M. Isen, Kimberly A. Daubman , Gary P. Nowicki, “Positive Affect Facilitates Creative Problem Solving,” *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 52(6), 1122- 1131, 1987.
- [31] 大石康彦, 金濱聖子, 比屋根哲 , 田口春孝, “森林空間が人に与えるイメージと気分の比較,” *日本林學會誌*, 85 (1), 70-77, 2003.
- [32] Nowlis, V. , Nowlis, H. H., “The description and analysis of mood,” *Annals of the New York Academy of Sciences*, 65, 345- 355, 1956.
- [33] V. Nowlis, “Research with the Mood Adjective Check List. In S. S. Tomkins & C. E. Izard(Eds.), *Affect, cognition, and personality.*,” Springer, New York, 352-389, 1965.
- [34] 寺崎正治, 岸本陽一 , 古賀愛人, “多面的感情状態尺度の作成,” *The Japanese Journal pf Psychology*, Vol.62, No.6, 350-356, 1992.
- [35] 寺崎正治, 岸本陽一 , 古賀愛人, “多面的感情状態尺度・短縮版の作成,” *日本心理学会*, 第 55 回全国大会論文集, 435, 1991.
- [36] 市原茂, “セマンティック・ディファレンシャル法(SD 法)の可能性と今後の課題,” *人間工学*, 45 号, 263-269, 2009.
- [37] McNair DM , Lorr M, Droppleman LF, “Profile of Mood States,” *Educational aand Industrial Testing Service San Diego*, 1971.
- [38] 赤林朗, 横山和仁, 荒記俊一 , 島田恭子, “POMS(感情プロフィール検査)日本語版の臨床応用の検討,” *心身医学*, 31 (7), 577-582, 1991.
- [39] 横山和仁, 荒記俊一, 川上憲人 , 竹下達也, “POMS(感情プロフィール検査)日本語版の作成と信頼性および妥当性の検討,” *日本公衆衛生雑誌*, 37 号,913-918, 1990.
- [40] W. M. Wundt, “An Introduction to Psychology,” G. Allen, Limited, 1912.
- [41] 城圭子, “3次元感情状態尺度の作成,” *人間科学研究*, 文教大学人間科学部 第 30 号, 2008.
- [42] J. R. Millenson, “Principles of behavioural analysis,” Macmillan, New York, 1967.
- [43] J. A. Russell, “A circumplex model of affect,” *Journal of personality and social*

- psychology, Vol. 39, No. 6, 1161-1178, 1980.
- [44] 織田弥生, 高野ルリ子, 阿部恒之, 菊地賢一, “感情・覚醒チェックリストの作成と信頼性・妥当性の検討,” 心理学研究, 第 85 卷 第 6 号, 579-589, 2015.
- [45] Soraia M. Alarcao, Manuel J. Fonseca, “Emotions Recognition Using EEG Signals: A Survey,” IEEE TRANSACTIONS ON AFFECTIVE COMPUTING, VOL. 10, NO. 3, 374-393, 2019.
- [46] Chendi Wang, Feng Wang, “An Emotional Analysis Method Based on Heart Rate Variability,” Proceedings of the IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics, 104-107, 2012.
- [47] 善住秀行, 田中久弥, 井出英人, “鼻頭熱画像の経時変化量を用いた快・不快 VAS の推定,” 電気学会全大論文集, No.3, 3-096, 982, 2001.
- [48] 善住秀行, 野澤昭雄, 田中久弥, 井出英人, “鼻頭皮膚温度変化による快一不快状態の推定,” IEEJ Trans. EIS, Vol.124, No.1, 213-214, 2004.
- [49] 宮坂康敏, 内田雅文, 井出英人, “顔面皮膚温度による感情の評価,” T. IEE Japan., Vol.117-C, No.1, 87-88, 1997.
- [50] 山本純平, 徳田義幸, 川添端木, 米澤拓郎, 高汐一紀, 徳田英幸, “momo!: バイタルセンサを用いた気分の解析と雰囲気可視化,” 情報処理学会, UBI-16 (12), 79-86, 2007.
- [51] 林雅樹, 宮下広夢, 岡田謙一, “VR 空間における生体情報を利用した感性情報マッピング,” 情報処理学会, GN-68(5), 25-30, 2008.
- [52] 坂松春香, 鎌田恵介, 佐々木慎吾, 佐藤友斗, 高橋啓伸, 小倉加奈代, ベッド B.ピスタ, 高田豊雄, “複数の生体情報を用いた感情同定手法に基づく MMD モデルを用いたセルフフィードバックインタフェースの提案,” 情報処理学会 インタラクション, B45, 602-605, 2015.
- [53] 谷口高士, “音楽作品の感情価測定尺度の作成および多面的感情状態尺度との関連の検討,” The Japanese Journal of Psychology, Vol. 65, No.6, 463-470, 1995.
- [54] 石井威望, 広瀬通孝, 岩田洋夫, 上田篤, 中垣好之, “生体情報のマルチモード計測システムの開発,” 昭和 63 年度厚生省心身障害研究, 「家庭保健と小児の成長・発達に関する総合的研究」, 55-63, 1988.
- [55] 平井章康, 吉田幸二, 宮地功, “簡易脳波計による学習時の思考と記憶の比較分析,” マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2013 論文集, 1441-1446, 2013.
- [56] Olave E. Krigolson, Chad C. Williams, Angela Norton, Cameron D. Hassall, Francisco L. Colino, “Coosing MUSE: Validation of a Low-Cost, Portable EEG

System for ERP Research,” *Frontiers in Neuroscience*, Volume 11, Article 109, 1-10, 2016.

[57] Judita Kasperuniene, Meet Jariwala, Egidijus Vaskevicius , Saulius Satkauskas, “Affective Engagement to Virtual and Live Lectures,” *Communications in Computer and Information Science*, CCIS, volume 639, 499-508, 2016.

[58] 井藤元 , 山下恭平, “脳波測定をつうじたシュタイナー教育における 「手仕事」 の分析,” *東京理科大学教職教育研究*, 第 7 号, 3-12, 2021.

[59] 長嶋洋一, “脳波センサ"MUUSE"は新楽器として使えるか,” *情報処理学会研究報告*, Vol.2016-MUS-110,No.11,1-8 (WEB ONLY), 2016.

[60] S. Bhayee, P. Tomaszewsk, D. H. Lee, G. Moffat, L. Pino, S. Moreno , N. A. S. Farb, “Attentional and affective consequences of technology supported mindfulness training: a randomised, active control, efficacy trial,” *BMC Psychology*, Vol 4, 60,1-14, 2016.

付録

<映像制作者へのオンラインアンケート一覧> (第1章)

対象:映像コンテンツ制作経験者 70 人

期間:2022 年 9 月～2023 年 1 月

方法:ウェブアンケート 匿名選択式

【質問1】 あなたの映像コンテンツ制作の経験年数を教えてください (1つ選んでください)

選択肢	回答数
5年未満	4
5年～10年未満	5
10年～20年未満	19
20年以上	42

【質問2】 あなたの制作現場での主な役割を教えてください (1つ選んでください)

選択肢	回答数
演出	50
技術	20

【質問3】 次のうちから、映像コンテンツ制作経験のあるものを選んでください (複数選択可能)

選択肢	回答数
ARコンテンツ	19
3Dコンテンツ	23
VRコンテンツ	26
8Kコンテンツ	32
4Kコンテンツ	52
ハイビジョンコンテンツ	64

【質問4】 次のうちから、映像コンテンツ制作経験のあるものを選んでください (複数選択可能)

選択肢	回答数
ゲーム	3
プロジェクションマッピング	17
CM	22
映画	23
パブリックビューイング	27
展示映像	42
配信番組	43
テレビ番組	60

【質問5】 次のうちから、映像コンテンツを制作する際に、意識するものはどれですか（複数選択可能）

選択肢	回答数
音響の解像度	15
音響の立体度	19
映像の立体度	25
映像の解像度	44
コンテンツのジャンル	49

【質問6】 映像の解像度の違いで、コンテンツの作り方が異なることがありますか

選択肢	回答数
よくある	29
ある	25
どちらとも言えない	11
ない	0
ほとんどない	5

【質問7】 映像の立体度の違いで、コンテンツの作り方が異なることがありますか

選択肢	回答数
よくある	21
ある	25
どちらとも言えない	17
ない	2
ほとんどない	4

【質問8】 音響の解像度の違いで、コンテンツの作り方が異なることがありますか

選択肢	回答数
よくある	12
ある	30
どちらとも言えない	19
ない	6
ほとんどない	3

【質問9】 音響の立体度の違いで、コンテンツの作り方が異なることがありますか

選択肢	回答数
よくある	16
ある	26
どちらとも言えない	17
ない	5
ほとんどない	5

【質問10】 ジャンルの違いで、コンテンツの作り方が異なることがありますか

選択肢	回答数
よくある	51
ある	16
どちらとも言えない	2
ない	1
ほとんどない	0

【質問11】次の中で、映像コンテンツ制作する上で考慮したことのあるユーザーの「体感」はどれですか（複数選択可能）

選択肢	回答数
あたかもその場にいるような「臨場感」	41
映像の中に入り込むような「没入感」	50
気持ちの変化をもたらす「感情」	58
いずれも考慮したことがない	0

【質問12】次の中で、映像コンテンツ制作する上で今後考慮したいユーザーの「体感」はどれですか（複数選択可能）

選択肢	回答数
あたかもその場にいるような「臨場感」	36
映像の中に入り込むような「没入感」	43
気持ちの変化をもたらす「感情」	58
いずれも考慮したいと思わない	0

【質問13】次の中で、映像コンテンツ制作する上で考慮したことのあるユーザーの「感情」はどれですか（複数選択可能）

選択肢	回答数
○はつらつとした	17
○びっくりとした	12
○動揺した	11
○活気のある	42
○気力に満ちた	30
○注意深い	13
○元気いっぱい	32
○自信がない	3
○はっとした	21
○悩んでいる	11
○思慮深い	23
○のんきな	12
○無気力な	1
○丁重な	9
○びっくりした	22
○のどかな	20
○だるい	1
○くよくよした	1
○驚いた	31
○攻撃的な	11
○恋しい	21
○つまらない	2
○愛らしい	32
○ゆっくりした	17
○慎重な	6
○疲れた	2
○うらんだ	1
○ていねいな	15
○陽気な	28
○すてきな	39
○むっとした	2
○のんびりした	13
○不安な	11
○気がかりな	9
○敵意のある	5
○いとおい	27
○退屈な	1
○おっとりした	4
○憎らしい	1
○好きな	34
○どれもあてはまらない	1

【質問14】次の中で、映像コンテンツ制作する上で今後考慮したいユーザーの「感情」はどれですか（複数選択可能）

選択肢	回答数
<input type="checkbox"/> はつらつとした	17
<input type="checkbox"/> びくりとした	11
<input type="checkbox"/> 動揺した	7
<input type="checkbox"/> 活気のある	34
<input type="checkbox"/> 気力に満ちた	24
<input type="checkbox"/> 注意深い	10
<input type="checkbox"/> 元気いっぱい	26
<input type="checkbox"/> 自信がない	3
<input type="checkbox"/> はっとした	15
<input type="checkbox"/> 悩んでいる	8
<input type="checkbox"/> 思慮深い	19
<input type="checkbox"/> のんきな	10
<input type="checkbox"/> 無気力な	4
<input type="checkbox"/> 丁寧な	13
<input type="checkbox"/> びっくりした	18
<input type="checkbox"/> のどかな	21
<input type="checkbox"/> だるい	3
<input type="checkbox"/> くよくよした	5
<input type="checkbox"/> 驚いた	17
<input type="checkbox"/> 攻撃的な	4
<input type="checkbox"/> 恋しい	24
<input type="checkbox"/> つまらない	3
<input type="checkbox"/> 愛らしい	23
<input type="checkbox"/> ゆっくりした	7
<input type="checkbox"/> 慎重な	9
<input type="checkbox"/> 疲れた	5
<input type="checkbox"/> うらんだ	2
<input type="checkbox"/> ていねいな	12
<input type="checkbox"/> 陽気な	28
<input type="checkbox"/> すてきな	32
<input type="checkbox"/> むっとした	3
<input type="checkbox"/> のんびりした	10
<input type="checkbox"/> 不安な	7
<input type="checkbox"/> 気がかりな	8
<input type="checkbox"/> 敵意のある	2
<input type="checkbox"/> いとおい	25
<input type="checkbox"/> 退屈な	4
<input type="checkbox"/> おっとりした	5
<input type="checkbox"/> 憎らしい	4
<input type="checkbox"/> 好きな	23
<input type="checkbox"/> どれもあてはまらない	5

<実験結果一覧>

解像度・立体度・コンテンツの種類が感情に与える効果に関する実験（第2章）

実験日:2021年12月

実験環境:NHK テクノロジーズ(東京・渋谷)

被験者:10名(男性5名、女性5名)

実験因子と水準

A	解像度	1	8K
		2	HD
B	立体度	1	3D
		2	2D
C	種類	1	ミュージックビデオ
		2	ファンタジー

分散分析の結果

多面的感情		因子A 解像度 (p値)	因子B 立体度 (p値)	因子C コンテンツの 種類 (p値)	因子A * 因子B (p値)	因子B * 因子C (p値)	因子A * 因子C (p値)	因子A (平均値)	
								8K	HD
否定的感情	抑鬱・不安	0.490	0.763	0.405	0.386	0.873	0.583	1.26	1.31
	倦怠	0.129	0.593	0.162	0.036	0.699	0.681	1.53	1.68
	敵意	0.129	0.309	0.309	0.309	0.129	1.000	1.08	1.14
肯定的感情	活動的快	0.001	0.263	0.061	0.660	0.805	0.855	2.80	2.40
	非活動的快	0.882	0.367	0.000	0.562	0.715	0.003	2.14	2.15
	親和	0.003	0.559	<0.001	0.443	0.926	0.407	2.67	2.41
中立的感情	集中	0.332	0.637	0.421	0.280	0.257	0.760	1.73	1.82
	驚愕	0.127	0.026	0.040	0.207	0.150	0.207	2.08	1.91

相関分析の結果

因子と生体反応の相関		δ波	θ波	α波	β波	γ波	RRV	顔面表面温度
解像度		p=0.468	p=0.606	p=0.119	p=0.156	p=0.265	p=0.840	p=0.192
平均値	8K	0.692(bel)	0.384(bel)	0.563(bel)	0.793(bel)	0.642(bel)	1.75	32.58(°C)
	HD	0.666(bel)	0.372(bel)	0.536(bel)	0.753(bel)	0.601(bel)	1.65	32.32(°C)
立体度		p=0.008	p=0.315	p=0.901	p=0.035	p=0.052	p=0.120	p=0.779
平均値	3D	0.721(bel)	0.387(bel)	0.548(bel)	0.744(bel)	0.588(bel)	1.51	31.42(°C)
	2D	0.638(bel)	0.370(bel)	0.551(bel)	0.801(bel)	0.655(bel)	1.88	31.48(°C)
コンテンツの種類		p=0.024	p=0.083	p=0.511	p=0.435	p=0.105	p=0.067	p=0.057
平均値	音楽	0.714(bel)	0.394(bel)	0.555(bel)	0.780(bel)	0.643(bel)	1.75	31.25(°C)
	ファンタジー	0.644(bel)	0.363(bel)	0.544(bel)	0.767(bel)	0.602(bel)	1.86	31.65(°C)

解像度・立体度・コンテンツの種類が感情に与える効果に関する実験（第3章）

実験日:2022年12月

実験環境:NHK テクノロジーズ(東京・渋谷)

被験者:10名(男性5名、女性5名)

実験因子と水準

因子A コンテンツの種類			因子B 解像度	
1		ミュージック ビデオ 碧	1	8K
			2	HD
2		ファンタジー WISH	1	8K
			2	HD
3		ドラマ カナシミの国 のアリス	1	8K
			2	HD
4		ドキュメント 和食の 小宇宙	1	8K
			2	HD

分散分析の結果

多面的感情		因子A コンテンツの種類 (p値)	因子B 解像度 (p値)	因子A * 因子B (p値)	因子B (平均値)	
					8K	HD
否定的感情	抑鬱・不安	< 0.001	0.257	0.586	1.59	1.71
	倦怠	0.031	0.073	0.423	1.45	1.65
	敵意	0.002	0.821	0.943	1.41	1.43
肯定的感情	活動的快	< 0.001	< 0.001	0.785	2.60	2.17
	非活動的快	< 0.001	0.427	0.744	1.64	1.73
	親和	< 0.001	0.029	0.834	2.19	1.96
中立的感情	集中	< 0.001	0.237	0.701	2.03	1.92
	驚愕	0.001	0.696	0.730	2.32	2.27

相関分析の結果

因子と生体反応の相関		δ 波	θ 波	α 波	β 波	γ 波	RRV	顔面表面温度
解像度		p=0.881	p=0.691	p=0.748	p=0.546	p=0.540	p=0.052	p=0.962
平均値	8K	0.419(bel)	0.257(bel)	0.507(bel)	0.765(bel)	0.537(bel)	1.16	32.15(°C)
	HD	0.423(bel)	0.264(bel)	0.502(bel)	0.750(bel)	0.518(bel)	1.56	32.16(°C)
コンテンツの種類		p=0.035	p=0.140	p=0.151	p=0.012	p=0.046	p=0.992	p=0.889
平均値	音楽	0.409(bel)	0.257(bel)	0.496(bel)	0.763(bel)	0.534(bel)	1.38	32.12(°C)
	ファンタジー	0.447(bel)	0.284(bel)	0.516(bel)	0.712(bel)	0.484(bel)	1.35	32.01(°C)
	ドラマ	0.368(bel)	0.227(bel)	0.482(bel)	0.825(bel)	0.598(bel)	1.38	32.31(°C)
	ドキュメント	0.460(bel)	0.273(bel)	0.524(bel)	0.732(bel)	0.494(bel)	1.31	32.17(°C)