

財 団 法 人 日 本 自 転 車 振 興 会
平成19年度デジタルコンテンツの保護・活用に関する調査研究等補助事業

動画映像の視覚評価に関する調査研究

－動画映像の時間軸再生に関する感性的評価－

報 告 書

平成20年3月

財団法人 デジタルコンテンツ協会

KEIRIN



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

URL : <http://ringring-keirin.jp/>



目次

第1章 はじめに	1
1. 1 本事業委員会の目的	2
1. 2 本年度の活動状況	3
1. 3 本事業委員会の推進体制	4
第2章 平成19年度の事業の方向性と概要	6
2. 1 はじめに	6
2. 2 事業展開の概要と方法	6
2. 3 事業展開の具体的項目	6
2. 4 おわりに	7
第3章 動画映像の感性的評価に関する調査	8
3. 1 はじめに	8
3. 2 目的と構成	8
3. 3 感性コンテンツの感性増幅に関わる調査	9
3.3.1 はじめに	9
3.3.2 感性コンテンツ委員会の取り組み	9
3. 4 動画映像の感性的評価への取り組み	12
3.4.1 はじめに	12
3.4.2 動画映像の視覚評価事業委員会としての取り組み	13
3.4.3 動画映像の時間軸再生の評価の重要性	16
3. 5 おわりに	17
第4章 動画映像の時間軸再生に関する感性的評価	19
4. 1 まえがき	19
4.1.1 背景	19
4.1.2 目的	19
4.1.3 構成	20
4. 2 動画映像の感性的評価に関する調査	20
4.2.1 はじめに	20
4.2.2 コンテンツの感性的評価に関する先行研究	20
4.2.3 再生のためのフレームレートに関する研究の調査	22
4.2.4 考察	23

4. 2. 5	まとめ	2 3
4. 3	時間軸をパラメータとする再生画像の感性的評価	2 3
4. 3. 1	はじめに	2 3
4. 3. 2	感性評価のための時間軸	2 4
4. 3. 3	感性評価のための再生画面の大きさ	2 4
4. 3. 4	感性評価のための動画映像の選定	2 5
4. 3. 5	感性評価のための評価語の選定	2 5
4. 3. 6	考察	2 7
4. 3. 7	まとめ	2 7
4. 4	動画映像評価のための予備実験	2 7
4. 4. 1	はじめに	2 7
4. 4. 2	目的	2 7
4. 4. 3	実験概要	2 7
4. 4. 4	考察	3 6
4. 4. 5	まとめ	3 8
4. 5	動画映像の時間軸再生の感性的評価実験	3 8
4. 5. 1	はじめに	3 8
4. 5. 2	目的	3 8
4. 5. 3	実験概要	3 8
4. 5. 4	解析方法	4 1
4. 5. 5	結果	4 1
4. 5. 6	考察	4 4
4. 5. 7	まとめ	4 5
4. 6	おわりに	4 5
 第5章 各分野における動画映像の感性的評価とその考察		 4 9
5. 1	映像表示機器に伴う感性的動画評価方法の実際例	4 9
5. 1. 1	はじめに	4 9
5. 1. 2	評価用動画映像	4 9
5. 1. 3	評価実験方法	5 0
5. 1. 4	評価結果	5 0
5. 1. 5	まとめ	5 1
5. 2	映像伝送サービスにおける感性的評価への期待	5 2
5. 2. 1	はじめに	5 2
5. 2. 2	映像伝送サービスの実際例	5 2
5. 2. 3	感性的評価への期待	5 3
5. 2. 4	まとめ	5 3
5. 3	異なる視環境におけるアニメーション再現に関する実際例	5 4
5. 3. 1	はじめに	5 4
5. 3. 2	予備実験	5 4

5.3.3	本実験	5 5
5.3.4	まとめ	5 8
5. 4	ビデオゲームにおけるゲーム性(感性)と感性的評価の実施例	5 9
5.4.1	はじめに	5 9
5.4.2	ビデオゲームに求められるゲーム性(感性)	5 9
5.4.3	ゲーム性(感性)とゲーム技術の進歩	5 9
5.4.4	ビデオゲームの感性的評価	6 2
5.4.5	まとめ	6 4
5. 5	映像機器を利用した感性的評価方法の実際例	6 8
5.5.1	はじめに	6 8
5.5.2	液晶の動きぼやけ	6 8
5.5.3	動きぼやけの測定方法	6 9
5.5.4	主観評価実験	7 1
5.5.5	まとめ	7 4
 第 6 章 社会貢献、普及活動への取り組み		 7 7
6. 1	はじめに	7 7
6. 2	社会貢献、普及活動の方法	7 7
6. 3	広報活動の具体例について	7 7
6. 4	終わりに	7 8
 第 7 章 動画映像の今後の方向性に関する提言		 7 9
 第 8 章 むすび		 8 1
 付録		
付録 1.	アンケート用紙	8 3
付録 2.	平均得点	8 4
付録 3.	研究会講演会論文 大塚裕子(宇都宮大学工学部)他 映像情報メディア学会メディア工学研究会	9 2
付録 4.	招待講演論文 1 森俊文(㈱ビデオテック) 日本感性工学会第 4 回春季大会	9 6
付録 5.	招待講演論文 2 小黒久史(凸版印刷㈱総合研究所) 日本感性工学会第 4 回春季大会	9 9

第1章 はじめに

コンピュータ、ネットワークなど高度なIT（情報技術）によるグローバル、かつ、成熟した情報化社会を背景に、21世紀の知識創発型社会の到来に向けて平成13年度に、(財)デジタルコンテンツ協会（DCAJ）が発足した。本協会は、情報社会をリードする良質なデジタルコンテンツの制作、流通、利活用の推進を目的とし、かつ、将来的に世界市場の中で我が国のデジタルコンテンツ関連産業が世界トップレベルを目指すことを視野に入れている。その中で開発事業を推進する開発政策委員会では、時代をリードする将来のデジタルコンテンツと今後の我が国のデジタルコンテンツ関連産業の発展を鑑み、平成13年度に自主事業として新しい概念としての感性コンテンツ研究委員会を立ち上げた。この委員会は、平成14年度から16年度にわたり、日本自転車振興会よりの補助事業として感性コンテンツ事業委員会の活動を行い、「感性コンテンツに係わる調査研究」に関する事業を実施してきた。この調査事業により、デジタルコンテンツの制作流通に関するいくつかの貴重な知見を得てきている。特に、IT時代のけん引役である様々なマルチメディア情報と感性的処理、さらにその中身であるデジタルコンテンツに注目し、人が心地よく感じる良質なコンテンツを創り、鑑賞するには、エンドユーザである視聴者にはどのような視聴環境が好ましいのか、さらに、我が国における優れた先達のクリエイタたちの制作手法を分析して、多くの優秀なクリエイタの育成を目指し、一方で、より感動できるコンテンツ制作にはどのような制作手法が感性を高めることができるか、など、数多くの視聴実験を通じて事業を実施し、貴重な知見が得られている。この事業の展開により、コンテンツのエンドユーザが感動できる視聴環境の提言、優れたクリエイタの育成に寄与できる優秀な制作手法の可視化やデータベース化など、いくつかの貴重な事業成果が得られてきた。さらに引き続いて、動画映像に関する視覚評価に関する調査研究を実施した。この事業により、今までにない動画映像の感性的評価手法の感性的評価方法を提案し、大学や企業等において、評価指針となれるような報告書として公開している。なお、最終的には、この感性コンテンツ、および、この種のコンテンツである動画映像の調査事業を通じて、人にやさしい社会の実現に寄与することを指向し、人の心に訴える心地良いデジタルコンテンツである動画映像をキー技術の1つとして追求することが、今後のより豊かな社会生活と国民生活の向上の実現に連なると期待するものであるとした。

さて、動画映像の視覚評価に関する本調査事業は、今までの調査事業の事業結果を踏まえ、また情報化社会の要請に基づいて発足したものであり、昨年度は、動画映像の視聴評価方法を中心に、これに関する国内外のさまざまな文献調査と、我が国における有識者の講演による動向調査、さらに先進国である米国のハリウッドを取り上げ、これを視察調査することから開始した。さらに、その具体的な事例について動画映像の色表現に関する一定の基準作りに貢献できることを指向し、スタジオホールなどの条件の良い視聴環境において、デジタルコンテンツの動画映像による感性的評価実験を行い、適切な映像の色表現の再現可能性を探る事業を展開した。

本年度は、この調査結果を踏まえ、現在世の中に普及している様々な表示デバイスと様々な大きさのディスプレイ装置に注目し、特に動画映像を再生するときの時間軸表現の違いが人間の印象に与える効果や影響などを昨年度の評価手法の提案に基づき、実際のコンテンツの実験検証により評価している。まず、近年の地上波デジタル放送、BDVDなどの高品質なデジタ

ル映像が急速に普及している社会、さらに、本格的な高品質デジタル放送時代、インターネットの時代において、ユーザーが大容量のコンテンツを容易に入手し、鑑賞できる環境などの現状を調査する。また、映像表示技術の著しい発展に伴う携帯電話などの小型の映像表示デバイスからプラズマテレビや液晶テレビ、液晶プロジェクタなどの大型の映像表示デバイスまで、映像再生デバイスの多種多様化が進んでいる現状を調査する。この映像表示デバイスの多様化は、コンテンツを鑑賞する環境の多様化につらなり、これにより、コンテンツを見る環境や画面サイズなどの様々な要因によって、同じコンテンツでも、使用する機材により映像の見え方の違いが生じ、鑑賞者がコンテンツから受ける印象が異なってくること、このために、映像制作者の意図する表現と異なる映像を視聴してしまう、といった課題を調査する。これらの調査結果より、視聴者が心地よく感じる良質なコンテンツを創り、鑑賞するには、どのような表現や視聴環境が好ましいか、についての検討の重要性、さらにこれに伴って多様化する視聴環境に応じたコンテンツ制作の重要性、などを示唆する。これらの観点から、本事業では、視聴者が受ける映像の印象が異なるという問題の原因の一つとして考えられる、画面サイズ、提示デバイスによる表示フレームレート、すなわち時間軸表現の違いに着目する。そして、フレームレートを変化させた映像を異なる画面サイズで鑑賞した時に、視聴者がどのような印象を受けるか、印象が強く感じられる表示方法は、などを追求する。この評価のため、評価用コンテンツを試作し、このコンテンツを用いて映像評価実験を行う。さらに、視聴者が快適に鑑賞できるフレームレートに関する知見が得られるよう画面サイズごとに評価実験を行い、この結果を考察し、検討する。そして、これらの視聴評価実験を通じて、将来的に、動画映像コンテンツの視覚評価のための感性的評価に関する評価手法の提示と、視聴者が心地よく印象を感じる時間軸表現、さらには、コンテンツの色表現に関する一定の基準作りに貢献できることを指向していく。また、このための提案も行っていく。

1. 1 本事業委員会の目的

本事業委員会は、最終的には 21 世紀のテーマである、“人にやさしい社会の構築”を目指している。特に、その貢献に必要な IT による情報化社会構築の要素の一つである人間が豊かな社会を実感できる環境を創生できる、TV 放送、通信、情報家電、ビデオゲームなどに利用しているマルチメディアデジタルコンテンツの内容と表現環境に注目する。その中で、コンテンツの視聴評価に関し、色表現、時間軸表現に注目し、これらの様々な表示装置でも、いつでも誰でも、印象が強く得られる適切なコンテンツ再現が実現できる可能性を探る。この背景には、近年のデジタル機器の著しい進歩に伴い、動画映像の表現技術の多様化が進展していること、これに伴い使用機材の違いによる映像表現のバラツキが拡大し、使用する機材により動画映像制作者の意図する表現と異なる映像をそれぞれ視聴するという現象が生じていることがあげられる。この方向からは、制作者が意図する映像を正しく表現及び再生する一定の基準の下に良質な映像の提供及び利活用するための何らかの指針、あるいは環境の整備などはデジタルコンテンツ産業にとって今後の重大な課題となっていることがあげられる。

本調査事業では、映像表現のバラツキについては、昨年度は色に関する問題が顕著であり、制作者の意図する画像の色再現性に関する調査研究を行った。そこで、本年度の調査事業では、昨年度の調査結果から得られた知見である感性的評価方法を参考に、これらの課題の明確化及び解決方策への調査研究、及び、実際のコンテンツを製作し、このコンテンツによる感性的評

価実験を行い、特に、本年度は時間軸表現に関する一定の基準作りについての提案を行うことを目的とする。

1. 2 本年度の活動状況

本年度は、合計 8 回の委員会の開催した。また、委員会の下で動画映像の視覚評価実験の予備実験、及び、本実験を行い評価を行った。

以下に本事業委員会の活動状況について述べる。

(1) 平成 19 年度 第 1 回 動画映像の視覚評価事業委員会

日時：平成 19 年 7 月 6 日（金）午後 3 時～午後 8 時

場所：DCAJ A 会議室

議事内容：

① 委員紹介、委員長選任

② 平成 19 年度事業計画案報告（事務局）

③ 本年度委員会方針審議

(2) 平成 19 年度 第 2 回 動画映像の視覚評価事業委員会

日時：平成 19 年 8 月 3 日（金）午後 3 時～午後 5 時

場所：DCAJ A 会議室

議事内容：

① 本年度事業内容審議

時間軸に関して感性的評価を行う方向とし、NTSC と映画、ワンセグと同等の映像について評価実験を行うことを検討

(3) 平成 19 年度 第 3 回 動画映像の視覚評価事業委員会

日時：平成 19 年 9 月 21 日（金）午後 3 時～午後 5 時

場所：DCAJ A 会議室

議事内容：

① 本年度事業内容検討

評価語、評価用コンテンツにつき検討

(4) 平成 19 年度 第 4 回 動画映像の視覚評価事業委員会

日時：平成 19 年 10 月 15 日（月）午後 1 時～午後 3 時

場所：DCAJ A 会議室

議事内容：

① 本今年度事業内容検討

評価用コンテンツ、及び、評価語につき検討

(5) 平成 19 年度 動画映像の視覚評価事業委員会 第 1 回 WG

日時：平成 19 年 11 月 2 日（金）午前 11 時～午後 4 時

場所：宇都宮大学大学院 工学研究科会議室、アカデミアホール

議事・実験内容：

① 視覚評価実験内容の検討

② 予備実験の実施

- (6) 平成 19 年度 第 5 回 動画映像の視覚評価事業委員会
日時：平成 19 年 11 月 22 日（木）午後 4 時～午後 6 時
場所：D C A J A 会議室
議事内容：
① 本年度事業内容審議
予備実験結果の検討、及び、本実験内容の検討
- (7) 平成 19 年度 第 6 回 動画映像の視覚評価事業委員会
日時：平成 19 年 12 月 10 日（月）午後 4 時半～午後 8 時
場所：D C A J A 会議室
議事内容：
① 事業報告書執筆内容審議
② 予備実験結果の検討
③ 評価語、評価用コンテンツ、本実験の検討
- (8) 平成 19 年度 動画映像の視覚評価に関する調査研究 評価実験
日時：平成 19 年 12 月 19 日（月）午前 9 時～午後 1 時
場所：工学院大学 3 階 URBAN TECH HALL
実験内容：
① 4 種類の評価用コンテンツをフレームレート 10、15、30、60fps で
3、9、42、120 インチの画面に表示し、12 の評価語での感性的評価実験
- (9) 平成 19 年度 第 7 回 動画映像の視覚評価事業委員会
日時：平成 20 年 2 月 1 日（金）午後 3 時～午後 5 時
場所：（社）日本電機工業会 第 51 会議室
議事内容：
① 評価実験結果検討
② 事業報告書執筆内容及び纏め方審議
- (10) 平成 19 年度 第 8 回 動画映像の視覚評価事業委員会
日時：平成 20 年 3 月 6 日（金）午後 3 時～午後 8 時
場所：全米販食糧会館 2E 会議室
調査内容：
① 事業報告書執筆内容及び纏め方審議

1. 3 本事業委員会の推進体制

本事業委員会は、(財)デジタルコンテンツ協会（D C A J）における開発事業として、政策委員会のもとに推進体制を実施している。

本事業委員会は以下に示す組織（図 1.3 -1）から成る。

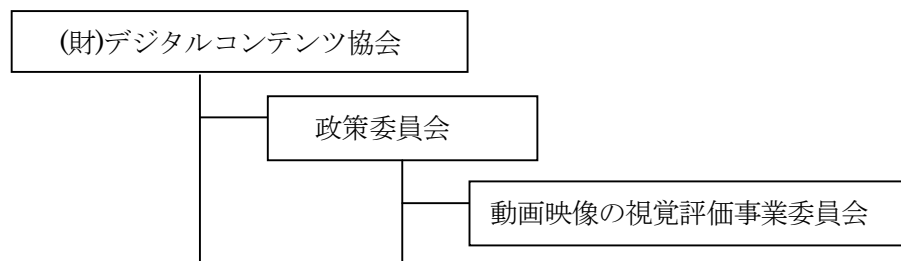


図 1.3-1 動画映像の視覚評価事業委員会 事業推進体制

また、組織メンバーは表 1.3-1 に示すように、宇都宮大学大学院教授春日正男を委員長とし、(財)デジタルコンテンツ協会事業開発本部先導的事業推進部が事務局を担当し、大学、企業、財団等からなる 13 名の委員から構成されている。

表 1.3-1 本事業委員会の構成

委員役職	氏名	所属先	所属部所名・役職名
委員長	春日 正男	宇都宮大学大学院	工学研究科 教授
委員	河合 輝男	(財)NHK エンジニアリングサービス	先端開発研究部 開発部長
委員	中川 佳樹	ソニー(株)	B2B リュウシヨ事業本部 S&S 事業部 NA 事業開発部 2 課 統括課長
委員	鷲谷 正史	東映アニメーション(株)	東映アニメーション研究所 デジタルアニメーション学科長
委員	神保 至	東海大学	工学部材料科学科 教授
委員	小黒 久史	凸版印刷(株)	総合研究所 主席研究員
委員	佐伯 隆昭	日本ビクター(株)	技術開発本部 コア技術開発センター 主席技師
委員	馬場 哲治	(株)バンダイナムコゲームス	社長室 参事
委員	森 俊文	(株)ビデオテック	制作本部 本部長
委員	金子 英之	三菱電機(株)	先端技術総合研究所 映像入出力技術部 撮像技術グループ 研究員
事務局	田中 誠一	DCA J	常務理事 事業開発本部長
事務局	大橋 淑郎	DCA J	事業開発本部 先導的事業推進部長
事務局	土屋 光久	DCA J	先導的事業推進部 研究主幹
事務局	千葉 祐治	DCA J	先導的事業推進部 研究主幹

* 順不同・敬称略・各委員の所属は平成 19 年 9 月 14 日現在

第2章 平成19年度の事業の方向性と概要

2.1 はじめに

本事業委員会は、動画映像の視覚評価の昨年度の調査事業の結果である感性的評価手法に関する知見を参考に、動画映像コンテンツの表現技術、特に、時間軸表現に関する調査研究を行っていく。このために、まず、国内の文献調査を行う。また、評価用コンテンツを作成し、スタジオホールなどの理想的な視聴環境で、動画映像の時間軸表現に注目した感性的評価実験を行い、フレームレートと人間の感性的印象に関する知見を得る。そして、将来的に動画映像の時間軸表現に関する一定の基準作りに貢献できることを指向した検討を行っていくこととする。

2.2 事業展開の概要と方法

2.2.1 事業計画の内容

本年度の事業は以下の項目に沿って進める。

- ① 画像の時間軸表現の再現性に関する測定方法、評価方法、対処方法等の検討
- ② 評価プログラムによる実験用コンテンツの制作
- ③ 評価プログラムによる視覚評価実験及び実験結果の検討
- ④ 評価結果及び評価方法に関する考察と提言のまとめ

2.2.2 事業展開の実施方法

DCAJ協会内に各界の専門家により構成される調査研究委員会を設け、動画映像の評価方法、技術動向等についての調査及び実際の評価用動画映像コンテンツを作成する。そして、このコンテンツを利用して、コンテンツの時間軸表現の視覚評価実験を行う。動画映像コンテンツの評価実験場所についてはスタジオなど視聴環境として適切な場所を使用することとする。なお、本事業の一部の調査については、3社以上の見積もり合わせにより業者を選定し、調査委託する。この調査研究結果については、調査報告書を作成し、関係者に配布する。実施場所は主としてDCAJ協会事務所とする。

2.3 事業展開の具体的項目

以上に述べた、事業展開を総括し、以下の具体的な項目にまとめる。

- ① 動画映像の視覚評価に関する文献調査とその方向性検討
- ② 動画映像の時間軸表現に関する感性的評価の実験手法の検討
- ③ 時間軸表現に関する感性的評価に用いる動画映像コンテンツの制作
- ④ 時間軸表現に関する感性的評価実験と考察
- ⑤ 動画映像の視覚評価に関する調査に伴う提言

本年度の事業は、以上の方針に添って進めていく。

2. 4 おわりに

本事業の目的に基づいて、本年度の具体的な事業展開方法について述べてきた。今後、動画映像コンテンツの時間軸表現に伴うフレームレートと画面の大きさの関係を考察し、これに基づいて作成した評価用コンテンツを使った視覚評価実験を行っていく。

以下の次章以降に、この方針に添って実行していく事業内容について述べる。

第3章 動画映像の感性的評価に関する調査

3.1 はじめに

「感性コンテンツ」という新しい概念を事業活動の出発点として、その関連技術や手法の調査研究および将来にわたる動向への考察が始められて以来、6年が経過しようとしている。この活動は、近年のIT技術、マルチメディア・情報処理技術を利用して、21世紀のテーマである「人にやさしい社会の構築」に必要な不可欠の要素である人間の感性的側面に焦点を当て、新しい産業の創出、新しい工学の方向性を見出そうとするものである。

この間の事業活動は2つの委員会活動に分けられ、前半は平成14年度から始められた感性コンテンツの感性増幅に関する調査[1-3]、これらの観点にもとづくコンテンツ評価と表示環境の調査研究[4,5]であり、それらを敷衍した後半については平成17年からの動画映像の視覚評価に関する調査研究事業へと発展継承されて、感性的評価を取り入れた視覚評価に関する技術動向の調査となり、本年度の最終的なまとめの段階を迎えている。

3.2 目的と構成

われわれの社会は、1960年代に始まる高度経済成長期の「大量生産」・「大量消費」に代表される物質生産・消費社会を経て、今や「感性」や「豊かさ」、「遊び感覚」に代表される情報化社会に遷移し、パラダイムシフトを余儀なくされている。これは単なる購買や消費、所有に向かうものから脱却し、豊かさや幸福の共有、心の癒しという人間の精神的な、あるいは内面的なもの、人と人との心のふれあいという本質的な関係をますますクローズアップすることになる。

「感性工学」とは「感性」を生活の向上に役立て、活用する技術であり、われわれの暮らしの中で豊かさや幸福の共有を具現するための道具立てであり、「感性コンテンツ」とは、このような社会にあって、「感動」、「感銘」、「感情移入」、「共鳴」、「共振」、「のめりこみ」などに相応する感性・情緒的なインパクトを生ぜしめ、視聴する者にいわゆる娯楽レベルでの満足感ばかりでなく、精神的な高揚や喜び、癒しを与えるものであり、さらには夢や希望へと昇華していく契機ともなる。

プロダクション製作サイドや放送通信の立場からは、ハード面ではさまざまな技術開発がなされ、これらは高没入感、高精細、大画面を志向する映像システム、鑑賞システム、インタフェースなどが中心であり、またクロマキー、画像合成技術、バーチャルスタジオ、ハイビジョン映像自動補正など映像表現技術や立体視ディスプレイなどの技術がこれに付随して発展している。一方、携帯電話に使用されるコンパクト画面でもサイズを感じさせない精細さや立体感などさまざまな新機軸の開発が進展している。このように、感性コンテンツをハードの面から支える画像処理技術、伝送技術やその関連分野ではこれまでも脈々とした発展の歴史があり、今後とも感性を考慮した映像表現とこれを実現するコンテンツの製作技術の開発が期待される。

一方、コンテンツをソフト面で支える手段やノウハウは、そのオリジナル性など本来の性質上、業界での暗黙の了解事項などを除けば、ハード面に関連する事項ほど顕著に現れては来ないものと思われる。すなわち、売れるもの、流行るもの、感動を与えるものは、作者、著者、プロデューサのユニークな感性と傑出したオリジナリティーの具体的な表現としてコンテンツ

が完成したものであり、売れるものを作る技術、流行らせるためのノウハウとして誰もが普遍的に認めるスタンダードはあり得ない。しかし、現代の多様な感覚を素直に表現できる受け手、すなわちコンテンツのユーザーのグループがさまざまに多様なリアクションを起こすことを前提とする場合でも、何が感性に訴え、何が感動を与えないかという問題にはある程度確からしい回答を提示する必要がある。これは通常のマーケティング・リサーチと類似するが、コンテンツが伝えるものの科学的な分析、感性の評価という領域に立ち至るという意味で問題は極めて複雑である。このため、ある短く切り取ったいくつかのコンテンツから受ける印象の評価し、そのコンテンツの標準化、感性スケールの構築を目指す必要性が生じる。

このような意味から、本事業委員会の活動を平成 14 年度からの感性コンテンツの感性増幅に関わるものと平成 17 年に動画映像の視覚評価に関する調査研究とに大別し、足掛け 6 年に及ぶ感性的評価を取り入れた視覚の評価に関する技術動向について大略をまとめ、動画映像の感性的評価に関する調査に至った経緯を考察し、その将来への期待について述べることにする。

3. 3 感性コンテンツの感性増幅に関わる調査

3.3.1 はじめに

平成 13 年度に発足した（財）デジタルコンテンツ協会では 21 世紀の知識創発型社会の到来にむけて、情報社会をリードする良質なデジタルコンテンツの制作、流通、利用を推進し、その中の開発政策委員会では、デジタルコンテンツと今後のわが国のデジタルコンテンツ関連産業の発展を鑑み、平成 13 年度から自主事業として、新しい概念としての感性コンテンツ研究委員会を立ち上げた。この委員会はさらに発展して、平成 14 年度より、日本自転車振興会よりの補助事業として感性コンテンツ事業委員会となった。この目的はわが国における「感性コンテンツに係わる調査研究」のために、感性コンテンツの調査研究を行い、ユーザーが真に満足できる、心地よいコンテンツとしての感性コンテンツを提供し、将来のサービス産業として、新たなコンテンツ関連産業の創出の方向性を探るものであった。活動は平成 16 年度を以って完結し、それに続く動画映像の視覚評価に関する調査研究へと発展的解消を遂げた。[1-3]

3.3.2 感性コンテンツ委員会の取り組み

(1) 委員会活動の概要

この委員会では、コンテンツを製作する者の意図が如何に正確に視聴者に伝えられるか、製作者のねらい通りの感動や感銘あるいは共鳴や共振など感性・情緒的なインパクトが増幅されるためには、どのような伝送方法を用い、どのような提示・表示環境、視聴環境が準備されるべきのかなどの要素技術の調査研究が行われた。この手がかりを巡るため、まず感性、さらには感性評価に関する文献を調査し、感性に訴える指標を見出し、如何に評価方法の確立を図るかが議論された。さらに、マルチメディア・コンテンツを的確に伝送する感性伝送方法を考え、またマルチメディア・コンテンツを題材として、そのモデルを供して評価実験が試行された。そして、これらの項目を点検することにより、視聴者への最適な提示・表示環境、視聴環境は何か、またそれに対応可能な伝送環境を整えるにはどのようなことが必要かなどについても検討が行われた。最後にコンテンツの制作者の意図や製作の主張を視聴者も含めたユーザーに的確にねらい通りに伝えるためにはどのような環境が最適な環境と言えるのかについてこれまでに検討がなされていない感性工学的観点から考察が試みられた。一方で、来るべき人間に

やさしい社会を構築するために、本委員会が中心となり、学術講演会やシンポジウムなどを開催することにより、本研究の進展に伴う学術的および技術的成果を社会にフィードバックし、社会に貢献すると共に、感性に基づく人間にやさしい社会構築への啓蒙の試みがなされた。

(2) 感性コンテンツ委員会の調査事例とその考察

平成 14 年度の調査事例[1]は (1) 凸版印刷本社印刷博物館 VR システム、(2) 株式会社ナムコ横浜クリエイティブセンターの裸眼立体ディスプレイおよび半球ドームスクリーンゲームシステム、および (3) 海洋科学センター地球情報館のマルチスクリーン、傾斜型 3D スクリーン、半球スクリーンおよび大型スクリーンなどの映像システムであった。(1) の凸版印刷の VR システムについては、大画面で高精細画像の VR (Virtual Reality) であり、著しい没入感、臨場感があり、ハード的にも大変素晴らしいが、やはり「システィーナ礼拝堂」などのコンテンツの内容により感動が与えられるという感想で、一方、大画面ゆえにパン操作を急ぐと船酔い現象が起きる危惧や鑑賞者による画面操作のインタラクティブ機能への要望が呈された。(2) のナムコのゲーム機では前者は画面が明るく、4 インチの小型画面サイズにもかかわらず、立体視が損なわれず、また後者については密閉型のため没入感が著しく、180° のスクリーン視野角は感性を表現する装置として極めて効果的であった。さらに (3) については、3D 画面が大変きれいで好評であり、教育、宣伝、啓蒙などに利用できる可能性が示唆され、透過型スクリーンでの表示は新しいコンテンツ表示の方向性として大変興味深かった。

平成 15 年度の調査事例[2]は (1) ビデオテックコンテンツ制作スタジオおよびビクター青山スタジオ、(2) 松下電器産業 (株) パナソニックデジタルソフトラボ、(3) 名古屋港水族館、(4) ユニバーサル・スタジオ・ジャパン、および (5) フジテレビジョンスタジオであった。(1) のビデオテックではハリウッド映画の日本語吹替え版制作に対応するため、10 年前から 5.1ch に対応しており、メジャータイトルの吹替え版制作を多数手がけている。DVD のオーサリングについても、画質や音質を追求したエンコードを目玉に、他社との差別化が図られていた。また、独自の技術として DVD-K2 システムを開発導入しており、DVD の高画質化、高音質化に寄与しているとのことであった。さらにビクター青山の録音スタジオでは、最新型から 30~50 年前に製造された真空管式のものまで、幅広い種類のマイクロフォンが揃えられていた。また、現在の技術でもデジタル式のミキシングコンソールはマイクロフォンの拾った音に変化が出てしまうため、そこで使用されている録音用のミキシングコンソールは全てアナログ式で、真空管式のイフェクタも多数用意されており、これが主力として使われていた。DVD オーディオの特徴はハイビット・ハイサンプリングによる高音質であり、それと著作権保護機能を両立させることができる。また、過去にアナログテープで録音され CD として発売されている 2ch ステレオの音楽も、DVD オーディオのハイビット・ハイサンプリングで再商品化することで、演奏している場所の雰囲気までも味わえるなど、CD では無理であったディテールの表現が可能となり、何十年前に録音された音楽がまったく新しい演奏として楽しめるということであった。(2) の特長は、現在扱われる全フォーマットの映像信号が編集できる最新の実験環境を提供し、撮影から表示まで制作者と共に実験し制作現場と一体になった取り組みを行っていることであった。極めて高い表現力の向上を狙った Varicam の解像度、輝度階調・色階調やハイスピード・スローモーション機能による映像について、その感性を強調する方法、フォーマットの違いによる質感の違い、メディアによる映像表現の評価用語の相違などが議論された。(3) では、大型映像装置 (横 14m×縦 8m) を用いたイルカの

ズームアップやリプレイの映像から、感性増幅の要因としての繰り返し映像をもたらす効果、臨場感の増幅、プロフェッショナルなカメラワークの効果、さらに日常・非日常空間のコンテンツ、公共あるいは知的空間（水族館・博物館・美術館など）でのコンテンツなど、ジャンル別のコンテンツの重要性が指摘された。（４）はその名の通り、ユニバーサル・スタジオが製作した映画をアトラクションの中心テーマに据えたアミューズメントパークであり、さまざまな特殊効果や音響・映像効果を多用した演出が特色で、いずれもほぼ完成された感性コンテンツとして成立している。ここで提起されたのは、感性コンテンツの要因として、コンテンツの送り手だけでなく、受け手の感性をどのように育てていけば良いのかという問題であり、感性が研ぎ澄まされるためには何が必要かという問いかけであった。さらに感性コンテンツの要因として、喜怒哀楽に繋がる刺激が許容される範囲と、それによって感性増幅が生じるのか否かという問題であった。（５）はハイビジョン化された最新機器の勢揃いで、主制作設備のほか、バーチャルスタジオ、CG、編集、メイク・衣装室、宿泊室などが配置、コンテンツ制作が台場で完結する。フジテレビのコンテンツ制作現場では今もオープンな雰囲気ですタフパー一人が尊重され、自由な発想をコンテンツ制作に取り入れるチームスプリットが脈々と受け継がれ、活力のある現場となっていた。

平成 16 年度の調査事例[3]は（１）モバイル放送（株）放送センター、（２）大阪市立阿倍野防災センター、および（３）ユニバーサル・スタジオ・ジャパンであった。（１）は新たに立ち上げられた日本初の移動体向け衛星放送であり、送信から受信に至る伝播システムは高い完成度として評価され、今後は受信機価格、受信サービス料、顧客が求めるコンテンツの供給、サービスエリアの拡大が課題であろうと指摘された。（２）は地震や火災などの災害をバーチャルあるいは模擬体験できる施設で、映像と実物を組み合わせて、よりリアルな体験ができるようになっている。映像に頼らざるをえない部分と実物でないと臨場感や緊迫感がでない部分とがうまく分けられており、優れたシナリオやコンテンツの制作がなされているという印象であった。煙の中の移動や初期消火のコーナーでの各自の行動を確認できるビデオを流すことで、客観的に自分の行動が判断できるため、防災体験がより一層効果的に感じられ、楽しみながら防災意識を高め、疑似体験を感得できる施設として有意義なものであった。（３）では新規アトラクションに向けた技術開発が話題となり、また感性コンテンツの一つである立体映像をより自然に見えるようにする演出方法とは何かが提起された。また、施設内の清掃のように見える努力だけでなく、a) アトラクション映像フィルムのメンテナンス、b) 水中機器のメンテナンス、c) スクリーンのメンテナンス、および、d) 施設内メカのメンテナンスへの対応について説明を受けたが、これからスクリーンの劣化汚れと映像表示の関係を如何に感性的にアプローチできるかという問題が提起された。

（３）コンテンツの感性的評価

この委員会では、宇都宮大学工学部春日研究室を中心として、コンテンツ表示環境における感性的評価に関する実験研究が初めて取り上げられた。このような研究は過去に前例がなく、さまざまな予備実験が行われた。平成 14 年度[1]に実施された実験は基本的には制作者の意図を伝わり易くするための映像表示環境の研究であるが、家庭環境にもとづいた映像表示環境に限定されて、われわれに最も身近なテレビ放送を対象とされた。また、コンテンツの中での映像表示環境の違いとして、画面サイズを変化させ、映像コンテンツの提示順や提示時間、また評価する際使用する評価語なども検討の対象となった。

試料映像として、「映画」、「スポーツ」、「音楽」、「アニメ」、「伝統文化」などのジャンルから適宜選定され、大画面 76 インチ、中画面 51 インチ、小画面 30 インチの 3 種類の画面サイズで映像を用意し、30 組の形容詞対による 7 段階の評価の SD 法が用いられた。予備実験から得られたことは、被験者が飽きない提示順序を考慮すること、さらに映像提示時間は 1 作品につき 30 秒程度の長さが適当であることが示されている。なお、評価語の形容詞対は「映像」、「音響」、「ストーリー」、「映像+音響」の 4 項目に対応するものが適当であるとされている。結果はステレオ提示環境であれ、サラウンド提示環境であれ、画面サイズの違いは、「映像」、「音響」、「ストーリー」、「映像+音響」のどの項目についてもほとんど影響は見られないということであって、また、ステレオ再生とサラウンド再生では前者が地味、後者が派手に感じられるという結果も得られたが、最終的に因子分析法によって解析した結果は資料数の不足などから実験の目的に対する十分に明確な回答を与えられないものと結論された。

平成 15 年度[2]においては、感性を刺激する数多くの因子の中から、特に代表的な映像制作手法である撮影時のズームインと映像編集時のカットイン（こま送り）に着目がなされ、それらを併用した映像コンテンツが視聴者にとってどのような心理的影響を与えるのかについて判断する視聴実験が行われ、これらの因子が感性に与える影響が調査された。実験を通して、通常のズームイン映像に対して、その映像にカットインを加えたカットイン映像が与える印象を調査されている。SD 法によるアンケート結果は再び因子分析法によって分析され、ズームイン映像においては、「評価因子」、「速度因子」の 2 因子で構成されていることが示され、さらにこれらの 2 因子を構成している形容詞対毎に U 検定を行ったところ、ズームイン映像よりもカットイン映像の方が映像の速度が増した印象を与え、さらにそれによって映像の評価が高くなる可能性が示唆された。この点から、感性を刺激する因子として、ズームインとカットインの重要性が検証され、感性増幅に関わる新たな因子であるものと結論付けられた。

平成 16 年度[3]においては、映像コンテンツを最適な表示状態で再生し、また美しく表現し、正しく映像コンテンツを評価するために必要な環境条件として、プロジェクターについて注目し、その中でも主流となっているプロジェクターの映像表示方式、LCD (Liquid Crystal Display) 方式と DLP (Digital Light Processing) 方式を用いて映像評価実験が行われた。そこでは、これら 2 種類の映像表示方式の異なるプロジェクターにより提示された映像コンテンツができるだけ同じ印象を得られるように、映像の専門家が手動で映像コンテンツの明度や彩度等を調整し映像コンテンツを SD 法によるアンケートで評価がなされた。実験の結果、映像が全体的に動くような、より動的内容の映像コンテンツになるにしたがい、両者間の色再現性の差が生じやすく、動的内容の映像コンテンツに関しては、これを考慮した新しい調整方法が必要であることが示唆された。映像コンテンツの提示順序効果や学習効果の影響を考慮した、さらに詳しい感性的評価方法の検討が今後の課題として残された。

3. 4 動画映像の感性的評価への取り組み

3.4.1 はじめに

平成 14 年度に発足して感性コンテンツ事業委員会では、感性コンテンツの概念を提示し、その調査研究を行い、ユーザーが真に満足できる、心地よいコンテンツとしての感性コンテン

ツを提供し、新たなコンテンツ関連産業の創出の方向性を探るものであった。この活動は近年のさらなるデジタル機器の著しい進歩に対応するため、平成 17 年からは動画映像の視覚評価に関する調査研究事業の委員会として、動画映像の表現技術の多様化に伴うコンテンツの視聴環境に関し、いつでも誰でも適切なコンテンツ再現が実現できる可能性を探ることを目的として継承された。このような活動の背景には、様々な使用機材の違いにより、映像表現のバラツキが拡大し、このために動画映像制作者の意図する表現と異なる映像を視聴してしまう（異なる印象を受けてしまう）という状況がある。このため、委員会では異なった視聴環境に色表現の映像を感性的観点から捉え、画像の再現性に関する定量的な測定方法、評価方法、対処方法等についての課題の明確化及び解決方策の調査研究を行い、一定の基準作りに役立てることが主眼とされた。また、この委員会では市場調査を行うことで近年の業界の趨勢を考察し、このため米国のハリウッドに注目し、現地の先進的な企業を調査対象としてその技術とトレンドの視察調査がなされた。また一方で、感性的観点からの、コンテンツの最適な色表現の再現の可能性を探るため、感性的評価手法に基づき、動画映像の視聴評価実験が行われた。臨場感の得られるプロジェクターに注目し、映像コンテンツを視聴した際に表示形態にかかわらず、同じ印象が得られることを意図し、また映像コンテンツのジャンル等に応じて色の明度や彩度等を適切に可変できることを目指すために実験を通じた検討がなされた。

3.4.2 動画映像の視覚評価事業委員会としての取り組み

(1) 委員会活動の概要

この委員会の活動目的として、動画映像デジタルコンテンツの視聴環境において、どこでも誰でも制作者の意図する適切な映像の色表現の再現ができることを目指し、この実現の可能性を探る事業が展開された。この観点から、動画映像の視覚評価に関する技術動向調査が行われ、関連する様々な国内外の文献調査、特に、国内の学術技術論文の調査、海外の書籍文献等の著名な資料の検討および選択調査がなされ、コンテンツの制作編集技術、コンテンツの評価方法など、最新の内容を把握し、その方向性の考察が行われた。また、この分野における先進的見識を持つ我が国の有識者の講演教授が実施され、その結果についてもまとめられた。さらにデジタルコンテンツの先進国である米国のハリウッドが取り上げられ、この地域における先進的企業、団体等の視察調査が行われた。また、市場で一般的に使われている評価映像について、その目的と評価要素に関する調査が行われている。これらの調査結果により、動画映像の制作、編集技術の現状、業界の将来の動向が把握でき、さらに、そのコンテンツ品質の評価方法と評価指標などに関し、具体的な評価方法と指標などが多くの貴重な知見として得られている。また動画映像の色表現に関する一定の基準作りへの貢献を目指し、評価指標、評価方法などの知見を得るため、コンテンツの視聴実験が行われた。

(2) 動画映像の視覚評価事業委員会の調査事例とその考察

本委員会では、わが国における動画映像の視覚評価に関する方向性を探るため、国内の各種文献調査を遂行する一方、この分野における先進的見識を持つ講師を招聘するなど講演調査が実施された。平成 17 年度[4]は愛知万博が開催されており、コンテンツを代表するものとして、このこの展示資料を中心に早稲田大学の森島繁生教授にコンテンツ技術の見識を教授して頂いた。また、深い感性と言う観点から、同年度に北陸先端大学の宮原誠教授から、コンテンツの感性的評価について実器のデモンストレーションを通じて視聴しながら、ご講演を頂いた。文

献調査においては、国内の各種の膨大な資料を分析し、これらについて動画映像の評価指標として、物理的指標と感性的指標とに分類して、今後の方向性についても考察を進めた。

平成 18 年度[5]には日本大学大学院の秋山雅和教授、女子美術大学の為ヶ谷秀一教授、映画監督の井上春生氏を招聘し、さらに現地調査として、松下電器産業（株）のパナソニックセンター大阪、映像デバイス開発センター、パナソニック AVC ネットワークス社を訪問した。秋山教授は、近年のコンテンツの視聴環境の多様化が上映品質が一定にならないという状況を惹き起こし、映画製作者（クリエイター）の意図した映像が、正しく鑑賞者に伝わっていないという懸念から、CoSME の紹介を通じて、デジタルシネマの標準化技術に関する研究開発について説明された。為ヶ谷秀一教授は永年にわたり CG 映像技術の開発に携わられた経験を振り返り、映像表現の広がりと感性との関連について知見を述べられた。井上監督からは、デジタル映画、ハイビジョン映画の映像の各シーンを題材にして、色彩表現、例えば色の調整、表現、色を抜く、ガンマをいじるなど、あるいは、コントラスト（明暗）、絵の起伏、色の深み、心情を色調で表現する手法などの解説をいただいたが、HD の高い解像度に相応するシネマ自体のクオリティーの向上がなされるべきであることを強調された。松下電器産業（株）における現地調査では映像デバイス開発センターにおけるものが特に動画評価に関連して重要であり、ディスプレイデバイスグループ映像評価チームのチームリーダー南誠治氏より、一般ユーザーを対象としたプラズマディスプレイパネル（PDP）と液晶ディスプレイ（LCD）の比較評価についての講演を聴講した。その中で南氏は、明るい環境でインパクトのある画質要因は「色の濃さ」と「明るさ」であり、大きくするほどインパクトが大きくなること、好ましさについては、「色の濃さ」では全般的に（人物について顕著）、「明るさ」ではシーンにより、ある値越えると低下していくこと、また「明るさ」があれば無理に「色の濃さ」を大きくしなくても自然にインパクトを感じることに、さらにディスプレイの感性的評価語の階層構造における最上位層である「好き」に至る要因の下位イメージ層としては、「鮮明感」と「自然感」であること、PDP は「自然感」で、LCD は「鮮明感」で好まれる傾向にあり画質の方向性が異なり、その理由の一つとしては、PDP は黒側のダイナミックレンジが広いため映画で評価され、LCD は白側のダイナミックレンジが広いため明るいシーンで良い評価を得ていると言えること、また PDP の方が目に優しく、LCD では目の疲労度が高いなど、興味深い調査結果が説明された。

一方、本委員会では市場で一般的に使われている評価映像について、その目的と評価要素に関する調査を平成 18 年度に行っている[5]。取り上げられた評価映像は、SD 時代からの MPEG 圧縮評価の標準として用いられた MPEG 評価映像、放送局や研究機関で標準的に使用されている ITE の評価映像、そして米国の ASC と DCI の協力の下に製作された標準評価映像 StEM、および文部科学省委託事業の「デジタルシネマの標準技術に関する研究プロジェクト」活動の一環として製作された CoSME であった。特に、本委員会における米国視察で標準評価映像 StEM を視聴した際には関係者の解説をいただいている。また、CoSME については各シーンの主要映像や被写体に実測の映像情報（メタデータ）が付与されているため、感性評価と物理特性の関連付けが可能となるということであった。

評価方法に関する研究の動向に関する調査した結果、物理的指標を基準とした評価としては、画質評価に関する文献が多数見受けられ、その多くは客観評価のモデルを構築し、主観評価の値に近づけるというものであった。また、臨場感や鮮明さなどの心理的要因を客観的に評価している文献も多く見受けられ、他には輝度やカメラワークに関する評価などが見受けられた。

一方、感性的指標を基準とする評価では、ものの印象を抽出できるという理由から SD 法を用いた評価方法がかなり多く見受けられ、コンテンツの印象など心理的な要因を最終的に多変量解析等をツールとして分析している例がほとんどであった。また、AV コンテンツの評価法に関しては多くの手法が存在しており、それぞれのコンテンツに合った評価法をその都度模索する必要があるようである。但し、視聴者が直接見て聴いて評価を行う感性的評価の方が評価の精度として明らかに優れていることから、現状ではこのような評価方法が広く用いられているが、その反面、評価実施時の人手を介した作業が膨大であり、多大な労力と時間が費やされてしまうことが不可避である。それゆえ、より効率よく感性的な評価ができる手法の開発も必要であると考えられる。以上、心地よく感じられるコンテンツとして評価するという方向性から、コンテンツの感性的評価方法について、感性的評価の考え方、その実際例、今後の動向なども、ワーキンググループによる調査研究の形式で実施され、多くのコンテンツのジャンルにわたり評価語の実際例の現状、映像評価の心理要因と感性要因との関連や映像刺激と脳との関連性の考察などを通じ、動画映像の感性的評価方法とその可能性が示唆された。このような観点から、動画映像を評価する指標とその方法など、今後の画像評価の方向性を示す貴重な指針が得られたものと考えられる。

動画映像に関する海外の技術動向調査には、特に米国のハリウッドを取り上げ、この地域における先進的企業、団体等を現地での視察により調査を行った。調査内容は平成 17 年度報告書[4]に詳しいが、この調査によって米国の動画映像の制作、編集技術の現状、業界の将来の動向、さらにはそのコンテンツ品質の評価方法や評価指標などに関連して多くの貴重な知見が得られている。このような知見は、今後のわが国の動画映像の制作編集技術、普及促進策などの方向性を探る意味で極めて重要な価値のあるものと考えられる。さらに、海外の書籍文献等について著名な資料が適宜選択され、コンテンツの制作編集技術、コンテンツの評価方法などに関する最新の情報およびそれらの将来技術の方向性についての把握が試みられ、次期の事業展開での詳しい調査分析を念頭に置きつつ、今後の動画映像の技術の方向性を探る意味で価値のある重要な知見として紹介がなされた。

以上のように、わが国および米国の様々な映像情報の分野の産業界における制作や編集技術の現状や感性的評価の事例が紹介され、今後のコンテンツの感性的評価とその指標づくりにきわめて重要な知見が得られたものと考えられる。

(3) 動画映像の視覚評価

動画映像の視覚評価実験[5]は、感性コンテンツ評価試験と同様に宇都宮大学工学部春日研究室を中心として、昨年度に遂行されたものと同様に、異なるプロジェクターの映像表示方式、LCD (Liquid Crystal Display) 方式と DLP (Digital Light Processing) 方式の 2 種類を用い、映像評価実験が続行されている。平成 17 年度に実施された調査においては、色調、質感、動きを評価できるように、(A) 色とりどりの果実がパンするシーン、(B) ニュースキャスターが料理を食べてコメントを言うシーン、および (C) 映画の 1 シーンの 3 種類が選ばれ、被験者が映像コンテンツから受けるさまざまな印象の差異が調査の対象とされた。そこで用いられた評価語は、映像に詳しくない被験者でも評価しやすいことを考慮し、かつ映像の専門家の意見を参考に 15 種類が選択され、評価の方法は絶対評価法とし、ノンパラメトリックで、順序尺度以上であり、対応ありの検定であるためウィルコクソンの符号順位和検定が用いられた。視聴実験は全部で 4 回行われ、被験者の人数は延べ 154 名であり、より大きな画面を得

られるように、大きなスタジオホールで、視覚による差が出ないように留意して行われた。

これら一連の実験結果の分析から、映像コンテンツが調整されることにより、映画のようなストーリー性がしっかりしている映像では、ほとんど感性的印象に有意の差が生じないことが示され、その理由としてストーリーに意識が集中するため、色の違いがそれほど認識されないものであると考えられた。また、調整精度が高められることにより、本来ストーリーとはあまり関わりのない果物がパンする映像やニュース映像についても、色再現における認識度に顕著な差異が生じなかったことが示され、色調整することによってコンテンツから受ける印象の差を埋められる可能性が示唆された。このため、ストーリー性にあまり関係のない映像に対する新しい色調整が検討されること、および映像コンテンツの種類を増した実験などにより、どのような内容の映像コンテンツに視聴感覚の差が生じやすいのかについて調査を発展させる必要性が指摘された。また、映像コンテンツの提示方法や被験者の学習効果、提示順序等の影響についても検討の必要性が示唆され、本年度の動画映像の時間軸再生の評価実験へと受け継がれた。

3.4.3 動画映像の時間軸再生の評価の重要性

コンテンツの制作、編集技術、伝送、視聴状況など、ハードとソフトの両者にまたがり、すべてを包含する環境を通じて、何が効果的で何が重要かという調査を遂行することには、夥しいチェックポイントを含まれ、一口に感性評価と言っても、その評価指標と評価方法をどの部分から手を着けるのかという具合に、初期の始動態勢からすでに困難な問題に直面する。また、視聴者の印象をどのような評価のレベルに引き上げて、どのような評価のジャンルにインプットするかという根本的な問題も介在する。最終的に好悪の弁別に帰着するという截然としたものの言い方では決して解決の目処の立たない極めて難しい問題に真正面から取り組んだのが本委員会の活動と言っても過言ではない。

美しい、きれいだと感じる、自然なものとして受け取れる、迫力がある、スピード感、臨場感がある、心地よいと思う、インパクトやストレスを受ける等々、コンテンツの視聴から得られる印象はさまざまであるが、これまで繰り返し述べてきたように、コンテンツはその制作者の意図やオリジナルな表現にバイアスがかかることを最小限に抑え、**straightforward** に伝送され、視聴鑑賞の環境に供されるべきものである。しかしながら、昨今の目覚ましい放送技術、高精細や高品質のコンテンツの普及と映像表示デバイスの多様化により、必ずしもそのような理想的な状況が常に出現するとは限らない。このような視聴の際の感性評価における変数として注目すべきものは、ハード面の最たるものとして表示画面の物理的な長さ、幅、大きさ（サイズ）であり、**PDP** や **LCD** のような視聴デバイスの表示機構である。一方、ソフト面とはまさにコンテンツそのものとなるが、その中身として一般的に且つ客観的に、しかもどちらかと言えば簡単に、点検できそうな項目となると、コンテンツの撮られ方（すなわち被写体とカメラの動的な位置関係）、および画像の速度（フレームレート）ということになる。コンテンツの撮られ方とは、撮影対象あるいは被写体の動不動とカメラ位置の固定または移動との相対関係を意味し、画像の速度は技術的な発展の賜物であるフレームレートの増減による効果として強い関連性を与える。本委員会が動画映像の評価対象とするものはまさにこのようなコンテンツの中身であり、長さ（あるいは面積）の次元と時間という次元の両方またはいずれかのファクターの、単一の効果または相乗効果を如何に分析できるかということに他ならない。すでに述べられているように本委員会では、感性を刺激する因子として撮影時のズーミングとカッ

ティングについて評価実験を行われており、特にカッティング映像が映像の速度を増した印象を与え、そのために視聴者の評価がよくなることが示されている。また画面のサイズ、プロジェクターの表示方式についても多くの検証がなされ、その違いによる感性的な評価のアウトカムズがどのように結論付けられるかのおおまかな方向性が示唆されてきている。一方、芸術的な印象に基づいて感性的評価を進めるには、これまでの調査活動でプロフェッショナルの評者によるさまざまな提言を得られているにせよ、細々とした物理的なパラメーターに置き換えることには無理があり、方法論としてはその実施に対して十分なレベルに達してはいないようである。したがって、最後に残った時間という次元のファクターを代表する因子として、画像の速度（フレームレート）が取り上げられることはある意味で自然の帰結と考えられる。このように、コンテンツの感性増幅の評価から動画映像の視覚評価への流れの中で、本年度に実施される視覚評価実験が、画面サイズと時間軸との関連を調べるための動画映像の感性的な評価と検討に帰着したことは、これまでの夥しい調査活動と評価実験を遂行されてきた経緯を思えば、最終的な段階へと進捗した証左であり、もたらされる結果とその解釈や知見を踏まえて、より高度な問題の解決と評価検討に供せられるべきものであり、「感性」の時代としての情報化社会において「人にやさしい」映像コンテンツを本源的に志向する産業活動のさらなる飛躍に貢献できるものと期待したい。

3. 5 おわりに

感性コンテンツという概念の創出から端を発し、感性工学というツールの特性を生かしながら動画映像の視覚評価・検討へと進展した本事業委員会の活動を、平成 14 年度からの感性コンテンツの感性増幅に関わるものと平成 17 年に動画映像の視覚評価に関する調査研究とに大別し、足掛け 6 年に及ぶ感性的評価を取り入れた視覚の評価に関する技術動向とともに大略をまとめ、動画映像の感性的評価に関する調査に至った経緯を考察した。最後に、精度のよい評価指標と評価方法の検討、コンテンツの定量的な評価方法と制作方法のさらなる調査、評価実験における一般的、客観的な要素や事象の抽出など、将来的には尚、さまざまな課題が残されているものと考えられる。

（委員 神保 至）

[参考文献]

- [1] 平成 14 年度日本自転車振興会補助事業、感性コンテンツに関する調査・研究事業「新しい概念：感性コンテンツに関する調査研究と将来動向の考察」報告書、平成 15 年 3 月、(2003).
- [2] 平成 15 年度日本自転車振興会補助事業 感性コンテンツに関する調査・研究事業「新しい概念：感性コンテンツにおける感性増幅に関する調査研究と将来への期待」報告書、平成 16 年 3 月、(2004).
- [3] 平成 16 年度日本自転車振興会補助事業 感性コンテンツに関する調査・研究事業「感性的観点に基づくコンテンツ評価方法とコンテンツ表示環境に関する調査研究」報告書、平成 17 年 3 月、(2005).
- [4] 平成 17 年度日本自転車振興会補助事業 動画映像の視覚評価に関する調査研究事業「動画映像の視覚評価に関する技術動向調査とその感性的評価の実験的検討」報告書、平成 18 年 3 月、(2006).
- [5] 日本自転車振興会 平成 18 年度マルチメディア情報システム調査研究等補助事業 動画映像の視覚評価に関する調査研究 ―動画映像の感性的評価と制作に関する調査研究― 報告書、平成 19 年 3 月、(2007).

第4章 動画映像の時間軸再生に関する感性的評価

4.1 はじめに

4.1.1 背景

近年、放送技術の発展やデジタル技術の進展により地上波デジタル放送、ブルーディスクなど超高品質なデジタルコンテンツ映像が簡単に入手できる、言わば本格的な高品質デジタルコンテンツの時代に入ってきた。特に、近年の放送技術の進展は、高品質、高精細なコンテンツ配信の実用化と普及をもたらし、一般ユーザーである視聴者は快適な動画映像コンテンツを手軽に楽しむことができるようになった。さらに、FTTH（Fiber to the Home）などの普及により、インターネットでもユーザーが大容量の動画映像コンテンツを容易に入手し、鑑賞できる環境も整いつつある。また一方で、携帯電話などの小型の映像表示デバイスから大きなプラズマテレビや液晶テレビ、さらに液晶プロジェクタなどの大型の映像表示デバイスなど幅広い映像表示技術の著しい発展により、映像再生デバイスの多種多様化が進んでいるのも事実である。このような映像表示デバイスの多様化は、それを鑑賞する環境の多様化も意味する。すなわち、これにより、コンテンツを視聴する環境や画面サイズなどの様々な要因によって、同じコンテンツでも、使用する機材や視聴環境により映像表現の違いが生じ、このため鑑賞者がコンテンツから受ける印象が異なり、結果として映像制作者の意図する表現と異なる印象を持つ映像コンテンツを視聴してしまう、といった問題も生じつつある。

そこで、本調査では、近年の超高品質コンテンツである超高品質の動画映像をとりあげ、このコンテンツの時間軸再生、すなわち画面表示するフレームレートの違いに注目し、これを各種サイズの表示デバイスで視聴した場合の視聴者の受ける印象を感性的観点から調査する。そして、多種多様な視聴環境や表示デバイスのもとでも視聴者が心地よく感じる良質なコンテンツの作成、鑑賞には、どのような視聴環境が好ましいのか、どのような時間軸が動画映像再生方法として適切であるか、との観点からその評価方法の提案とともに調査を進めていくこととする。このため、本調査では超高品質デジタルコンテンツに対し、多様化する視聴環境に応じて、心地よい印象を持って鑑賞できるコンテンツ制作をめざし、このために、まず、人間の立場に立ったコンテンツの感性的評価手法の提案を行う。さらに、サンプルとして制作した実際のコンテンツの視聴実験を行い、良質の超高品質デジタルコンテンツ、動画映像を普及促進していくための要素、特に、感性的評価を基準にして、超高品質デジタルコンテンツの各種時間軸再生に適切な表示媒体との関連性に関する知見を得ることを目的とする検討を行う。

4.1.2 目的

近年、携帯電話などの小型の映像表示デバイスからプラズマテレビや液晶テレビ、液晶プロジェクタなどの大型の映像表示デバイスなど、映像表示技術の著しい発展により、映像再生デバイスの多種多様化が進んだ。しかし、同じコンテンツでも映像表示デバイスごとに視聴者が受ける映像の印象が異なるという問題が生じている。そこで各種表示デバイス、各種視聴形態に適した映像コンテンツとはどのようなものであるかを探ることが必要となっている。

本調査では、視聴者が受ける映像の印象が異なるという問題の原因の一つとして考えられる、画面サイズ、提示デバイスの違いによる表示フレームレートの違いに注目し、フレームレートを変化させた映像を異なる画面サイズで鑑賞した時に、視聴者がどのような印象を受けるかを評

価実験により探る。そして、視聴者が快適に鑑賞できる最適なフレームレートについて画面サイズごとに調査することとする。

4.1.3 構成

本章は全部で6節から構成されている。

4.1 節では本調査の背景、目的について述べる。4.1 節では、映像評価に関する代表的な研究を紹介し、本調査との関連性について述べる。4.3 節では、動画映像の評価実験に使用する評価語、画面サイズ、時間軸、提示映像の選定方法について説明する。4.4 節では、動画映像の評価実験のための予備実験の実験概要と解析方法について説明し、考察を述べ、その解析結果から4.3 節で決定した評価語の見直しを行う。4.5 節では、各映像提示デバイスを用いて、映像コンテンツのフレームレートを変化させた評価実験における実験概要と解析方法について説明し、考察を述べる。5.6 節で以上をまとめる。

4. 2 動画映像の感性的評価に関する調査

4.2.1 はじめに

本節では、映像に関する研究について関連する文献等を調査し、これをまとめる。4.2.2 項では、映像コンテンツに関する感性的評価の先行研究を述べる。4.2.3 項では、本調査でキーワードとなるフレームレートに関する関連研究を国内外の論文等から調査し、これをまとめている。最後に、4.2.5 項で本調査との関連性をまとめる。

4.2.2 コンテンツの感性的評価に関する先行研究

本項では感性的評価に関する過去の先行研究を調査し、その結果を示す。

(1) “感性コンテンツにおける印象抽出と評価：ズームとカットを併用した手法によるコンテンツ制作と感性的評価” [1]

目的： 感性コンテンツを作り上げることを前提として、製作者の意図が、視聴者に伝わっているかを検証することを目的としている。そのために、映像の撮影の際に用いられる手法であるズームインと、映像を編集する際に用いられるカッティングを併用した映像コンテンツを制作する。このズームインとカッティングを併用したコンテンツと、往來のズームインのみの映像を比較・検討することにより、視聴者に与える心理的影響について調査している。

手法： 映像3種類に対して、ズーム映像とカット映像を用意する。ここで、カット映像のカット数は、3フレーム、10フレーム、15フレームとしている。この映像を被験者にそれぞれ提示し、被験者に映像から受けた印象を答えてもらう。実験の評価はSD法による評価としており、1評価語対を7段階で示し、その結果を-3から3まで数値化して解析している。

結果： 因子分析の結果、ズーム映像においては、「評価因子」、「速度因子」の2因子で構成されていることが分かった。ズーム映像とカッティング映像において、ズームしていく速度は全く同じであるにも関わらず、どの映像においても、第二因子（速度因子）において、ズームよりもカッティングの方が速度が速いと感じている。従って、通常のズームよりもカッティングを施した映像のほうが、人間が感じる映像の速度が速くなる可能性が示唆されている。また、第一因子（評価因子）についても、カッティング映像のほうがズーム映像よりも評価が高い。映像によって、どの項目についての感性が増幅する

かは変わってしまうが、通常のズームングよりもカッティング映像の方がより評価の高い映像となったと言える。

課題：

- ・コンテンツ数を増やし、どのようなコンテンツでも今回得られた結果と同様のことが言えるのかを調査する必要があること。
- ・カッティング映像によるカッティング数と、映像から受ける速度の関連性を調査すること。
- ・制作社の意図を視聴者に訴えるためにはどのような表現効果を用いたら良いかという制作の工程と、感性に訴えるような情報をいかに失わずに伝送できるかという伝送の工程にも着目して実験を行うこと。

(2) “感性的評価に基づくデジタルコンテンツ映像表示方式の検討” [2]

目的： 臨場感の溢れる各種映像表示形態による、高品質な映像コンテンツの最適な表示環境を検討するものである。特に、映像コンテンツを、人間の感性的評価に基づいて検討する。本研究では、2種類の映像表示方式のプロジェクタ、LCD方式とDLP方式に注目し、その色再現性の差を調査し、映像表示方式の違いを感性的評価に基づき検討する。実験によって得られた結果を基に、最終的には、高品質な映像コンテンツをどのような映像表示形態で視聴しても同じ感性的印象が得られるようなシステム、さらには映像コンテンツのジャンル等によって映像コンテンツの明度や彩度等を可変できるようなシステムの開発に寄与する。

手法： 映像コンテンツは色調、質感、動きを評価できるような5種類の映像を使用。予備実験より、映像コンテンツの提示方法によって、2種類のプロジェクタ間に生じる差の認識度が異なるという結果を得たので、本実験も2種類の提示方法で実験を行っている。一つの実験では、2種類のプロジェクタで1画面に連続して同じ映像コンテンツを提示し、もう一方の実験では、2種類のプロジェクタで左右2画面に同時に映像コンテンツを提示する。提示映像を被験者に見てもらい、映像の印象を評価してもらう。

結果： 2つの実験では、ノンパラメトリックで、順序尺度以上であり、対応ありの検定であるため、ウィルコクソンの順位符号和検定を行っている。映像コンテンツの内容が動的であるほど、プロジェクタ間の差を認識しやすいと考えられる。しかし、この一要因として、映像コンテンツを静止状態で色調整したことが考えられるため、動的な内容の映像コンテンツを考慮した新しい調整方法の検討が必要であると考えられる。また、映像コンテンツの提示方法や被験者の学習効果、提示順序などの影響については今後検討する必要がある。

課題： 動的な映像に対する新しい色調整の検討や、映像コンテンツ数を増やして実験することにより、どのような内容の映像コンテンツに差が生じやすいのかをさらに調査する必要がある。

(3) “体感センサーを利用した映像コンテンツの印象計測の検討” [3]

目的： 理論的に感性に訴えかけるコンテンツを調査するために、客観的に人間の印象を計測する技術の必要性が増しているが、未だ確立された技術はない。そこで、本研究で開発した体感センサーを利用し、握力と体温を基に客観的評価の検討を行っている。

手法： ホラー映画とカラーバーを含むニュース映像を実験映像として、体感センサーを使用した握力、体温の変動を計測することによって、握力、体温のデータが感性計測に有効であるかを評価する。その結果、握力データを利用した客観的感性評価の可能性を見出している。

そこで、どのような印象を受けた際に握力の高い状態が現れるのかを調査する映像評価実験を行っている。

結果： 体感センサー評価実験によって、ホラー映画の緊迫するシーンにおいて、握力の継続的な上昇が複数の被験者に現れたことが分かった。また、カラーバーでは握力の変動は少ないが、ニュースでは全被験者に握力の高い状態が現れるシーンがあるという結果が得られた。このことから、握力が映像の印象の影響を受ける可能性が示された。しかし、体温の変動には大きな特徴が見られず、現段階で体感センサーを使用した体温の測定による、人間の印象の計測は難しいと考えられた。映像評価実験では、握力の上昇と映像の印象の関連性を明らかにした。因子分析によって抽出された選定映像毎の因子名が異なり、このことから、各選定映像の与える印象が異なる可能性があると考えられた。

課題：

- ・ 握力変化観察
- ・ 体感センサーの改良
- ・ 握力、体温以外の生理指標

4.2.3 再生のためのフレームレートに関する研究の調査

動画映像の時間軸評価に関する文献や論文調査として、以下に、時間軸のフレームレートに関して調査した研究資料を示す。

(1) “高フレームレート映像信号に対する符号化特性解析” [4]

目的： 映像の高フレームレート化により高画質化を追求しようとした場合、データ量の増大に対応するために効率的な符号化方式が必要となる。そこで、高フレームレート映像の符号化を睨み、フレームレートと情報量の関係について定量的な評価を行うことを目的とし、フレームレートとフレーム間差分信号の情報量の関係を示す解析的なモデルを導出した。

内容： フレームレートと情報量の関係を解析的に導出。そして、実画像を用いた符号化実験を通して、同モデルの妥当性を検証する。

結果： 実験結果より、同モデルの理論値が実測値に対する良好な近似値を与えることを確認し、同モデルの妥当性を示した。また、同モデルが動画映像の物理的な特性と適合していることも合わせて示した。

(2) “次世代デジタルビデオディスクにおける可変フレームレート方式” [5]

目的： 次世代デジタルビデオディスク(DVD)に有効な符号化方法を開発する。

動画の適切な箇所のフレームに相当するデータをビデオストリームから削除し、再生するときには削除したフレームの手前のフレームを繰り返し再生する可変フレームレート方式について検討を行った。

内容： 可変フレームレート方式は、MPEGビデオストリームにおいて画像の適切な箇所のフレームに相当するデータを削除し再生時にはその箇所に直前のフレームを繰り返し再生するものである。可変フレーム方式の有効性を検討するために実際の画像を用いてシミュレーションを行った。

結果： 実験結果より、以下のようなポイントが明らかになった。

- ・ パンニングの画像ではコマ落としが目立つ。
- ・ シーンチェンジ直後ではコマ落としが目立たない。

- ・ほとんど動きの無い画像ではコマ落としが目立たない。
- ・細かな動きの著しい画像ではコマ落としが目立たない。

したがって、コマ落としを行うかどうかは、上のポイントを踏まえたうえで決定する必要がある。

(3) “モーフィングによる高解像度高フレームレート動画の生成” [6]

目的： 現在の映像撮像や記録方式に比べてはるかに高品質な映像の撮像や提示が注目されている。しかし、高解像度と高フレームレートを一台のカメラで実現する場合、多額のコストがかかり、一般的な利用は不可能である。一方、市販カメラは、解像度とフレームレートの両立が困難である。そこで、同一視点・同一視野を持つ低解像度高フレームレート動画と高解像度低フレームレート動画を入力として高解像度高フレームレート動画を生成する手法を提案する。

内容： 提案手法では、高解像度高フレームレート動画を生成する。また、フレーム数の多い低解像度画像からモーフィングでの特徴点を検出し、特徴点のトラッキングにより求めた位置関係変化を高解像度画像に適用する。この特徴点を頂点とする三角パッチにフレームを部分分割し、モーフィングにより高解像度テクスチャを生成することで動領域の非線形的な変化も近似的に再現する。撮像システムをシミュレーション実験と複合センサカメラの実機からの入力動画を用いた実験を行った。

結果： 実験結果より、提案手法の有効性を確認した。

4.2.4 考察

フレームレートに関する研究では、さまざまな観点から調査研究がなされているが、本調査のようにフレームレートの感性的評価への影響についての研究はあまり多くはないようである。今までの先行研究では、映像をカッティングすることによって、映像から受ける印象が強まり、感性を増幅させる要素が存在する可能性があることが示唆され、また、色再現性についても研究が行われている。

そこで、本調査では、まだ先行研究で調査が行われていない時間軸に着目し、時間軸と画面サイズの関連性を調査することとする。

4.2.5 まとめ

本項では、感性的評価に関する先行研究やフレームレートに関する関連研究を紹介した。

そこで、本調査では、先行研究や関連研究でまだ調査されていないフレームレートの感性的評価への影響を探り、良好なコンテンツである動画映像を制作し、提供することを目的とし、フレームレートと各種表示デバイスの大きさに注目し、動画映像の感性的評価実験を行う。

4. 3 時間軸をパラメータとする再生画像の感性的評価

4.3.1 はじめに

ここでは、感性評価実験のための時間軸の選定、画面サイズの選定、動画映像の選定、評価語の選定方法について説明する。

4.3.2 感性評価のための時間軸

本実験では、時間軸に着目しており、60fps (frame per second)、30fps、15fps、10fps と 4 種類のフレームレートを変化させた映像を提示し、評価実験を行う。

現在、テレビのフレームレートは 30fps、携帯電話の動画映像のフレームレートは 15fps が主流となっている。またデジタル技術の発展に伴い、60fps の画像や 60fps 以上のフレームレートの画像が普及されつつある。特に、大画面で低フレームレートの動画映像が見づらくなったり、反対に小画面ではフレームレートの低下が気にならなかったりと、画面サイズによって、フレームレートの低下が映像に影響が出る可能性がある。

そこで、本調査では、高フレームレートから低フレームレートまで現在主流となっている 60fps、30fps、15fps、10fps の 4 種類のフレームレートを用いて実験を行う。

4.3.3 感性評価のための再生画面の大きさ

近年、映像表示技術の発展に伴い、様々な映像提示デバイスが普及され、その大きさも様々である。一般家庭でも携帯電話などの小型の映像提示デバイスからプロジェクタなどの大型の映像提示デバイスが普及されつつある。

そこで、本調査では、大画面、中画面、小画面の異なる画面サイズで実験を行う。

実験のために検討した表示装置は、プロジェクタ、テレビ、小型のディスプレイ、携帯電話など主に現在の視聴環境として主流となっている画面サイズ 4 種類を用いて実験を行った。その画面サイズは、120 インチ、42 インチ、9 インチ、3 インチである。

次に、本実験で使用したデバイスについて説明する。

(1) ディスプレイについて

2003 年 12 月 1 日より、東京、名古屋および大阪の 3 大都市圏から地上デジタル放送が開始され、2006 年 12 月 1 日には全ての県庁所在地を含む一部の地域で放送が開始された。そして、2011 年に現在放送されている地上アナログテレビジョン放送が終了し、デジタル放送に移行する。この様な時代の背景に伴い、デジタル映像が急速に普及し、また HD 映像のデジタルコンテンツ制作のニーズが広がりつつある。

今回実験で用いた「Victor 製液晶マルチフォーマットモニターDT-V24L1D」は、HD デジタルコンテンツなど映像制作用途の液晶モニターである。24V 型の「DT-V24L1D」は、1920 × 1080 ピクセルの解像度でフル HD 映像出力を実現するとともに、高機能性・操作性・設置性・システム性を備えている。実験に使用した LCD モニターを図 4.3-1 に示す。



図4.3-1 映像再生デバイス - LCDモニター -

(2) 液晶プロジェクタについて

近年、デジタル技術の発展に伴い、CRT プロジェクタに変わり、液晶プロジェクタが進歩し、現在 CRT プロジェクタから液晶プロジェクタへの移行が進んでいる。

目覚しいプロジェクタの低価格化の結果、一般家庭においても普及が進み、ホームシアターといった設備が整いつつある。特に、液晶プロジェクタは、小型、軽量、低価格であるという利点があり最も主流となっている。そこで本調査では、現在主流となっている液晶プロジェクタを用いて実験を行うことにする。

液晶プロジェクタは、液晶パネルを内蔵し、放電光を利用した非常に明るい光源ランプからの光を透過させ、これをレンズを使ってスクリーン上に拡大投射する方式を用いている。ここで、本実験で使用した Victor 製の DLA-HD、D-ILA ホームシアタープロジェクターについて説明する。D-ILA は理論的に高画質化に向き、往來の透過型液晶パネルが開口率 50%程度に対し、D-ILA は 90%以上の開口率を持ち、輝度が高く消費電力を低く抑えることができ、無機配向膜を用いており半永久的な素子寿命を持つという特徴を持っている。現在、高画質かつ低価格を実現した DLA-HD が家庭用に普及されつつある。実験に使用したプロジェクタを図 4.3-2 に示す。



図 4.3-2 映像再生デバイス・プロジェクタ

4.3.4 感性評価のための動画映像の選定

動画映像の種類として考えられるのが、全体的に動きの少ないもの、動きのあるもの、さらにカメラを固定しているもの、カメラが移動しているもの、被写体が動いているもの、固定しているものなどがあげられる。

そこで、本調査で提示した動画映像は、それらの動画映像の種類を網羅した以下の 4 種類とした。また、動画映像を選定するにあたって、被験者が動画映像の内容によって評価に影響が出ないものとした。実験に提示した動画映像を示す。

映像 A：旗がはためいている（動きの少ないもの）

映像 B：女性がバギーに乗って走ってくる（カメラ固定、被写体移動）

映像 C：船上からの視点で、山に囲まれている川を移動している（カメラ移動、被写体固定）

映像 D：水車が回転している（カメラパン、被写体固定）

4.3.5 感性評価のための評価語の選定

本実験で使用した評価語の選定方法について述べる。

まず、過去の論文[2][7][8]、インターネットより、1175 語を収集した。そして、その中で同義語を 400 語にまとめた。そして、まとめた 400 語の評価語を男女 3 人で KJ 法を用いて、大まかなグループに分類することで 25 語の評価語に絞った。さらに、25 語の評価語をクラスタリングにより 12 語の評価語に絞った。ここでは、これらのコンテンツ評価のために利用し

た評価語選定の過程で用いたブレインストーミング・KJ 法とクラスタリングについて述べる。

(1) ブレインストーミング・KJ 法

ブレインストーミングとは、あるテーマについて何人かが集まり、自由に意見を出し合う会議形式の一種である。1983 年ごろ、当時アメリカの広告代理店 BBDO 社の副社長をしていたアレックス・F・オズボーンが考案した創造性開発のための技法である。以下のような特徴と効果がある。

- ・ある特定の問題に対して、何らかの解決策を手に入れることができる。
- ・参加メンバーの創造的問題解決能力が開発される。
- ・チームワークが強化される。

ブレインストーミングは、通常6、7名のグループで実施し、以下の1から7の手順で行われる。

①課題の設定

取り組むべき課題を設定する

②役割の決定

リーダーと記録係りを決定する。

③発散思考

リーダーの指示に従い、次々に、自由奔放にアイデア、意見を出し合う。

④収束思考

記録をもとに、分類、補足する。

⑤発散と収束の繰り返し

⑥評価

実現可能性や重要性、効果性などの観点から出されたアイデアを評価する。

⑦具現化

評価語のアイデアの具現化策を考える。

さて、KJ 法とは、先に述べたブレインストーミングなどで使われる手法で、データから情報や意味を読み取り、最終的に統一した結論や意味を作り出そうというものである。KJ 法の一般的な方法を次に述べる。

- ①一枚につき一項目の原則で、ラベルを作成する。
- ②そのラベルを似た意味のもつものをまとめてグループ編成する。
- ③そのグループの要約となるような代表を決定する。

本調査では、以上に述べた KJ 法を用いて、400 語の評価語から 25 語の評価語を抽出した。その方法は、一枚につき一項目のラベルを作成し、男女 3 人でそのラベルを似た意味の持つものをまとめてグループ編成をし、最後にそのグループの要約となるような代表の語を決定した。

(2) クラスタリング

クラスタリングとは、異なる性質のもの同士が混ざり合っている集団の中から、互いに似たものを集めて集落（クラスタ）を作り、対象を分類する方法を総称したものである。

クラスタリング手法は大きく、データの分類が階層的になされる「階層型手法」と特定のクラスタ数に分類する「非階層型手法」の 2 つに分けられる。

さらに、階層型手法は、全体が 1 つのクラスタになった状態から始めて、再帰的に対象集合の分割を繰り返すクラスタリング手法の「分割型階層的クラスタリング」と、すべてのクラ

スタがちょうど 1 つの対象を含む状態から始めて、再帰的にクラスタを併合して階層構造を獲得する「凝集型階層的クラスタリング」の 2 つに分けられる。

本調査では、専門家 11 名でクラスタリングを用いて、25 語の評価語から 12 語の評価語に絞った。この 12 語の評価語を次の 4.4 節で記述した予備実験で使用する。

4.3.6 考察

時間軸をパラメータとする再生画像の感性的評価の実験に用いる時間軸の選定、画面サイズ、動画映像、評価語の選定方法を述べ、本実験で用いる時間軸、画面サイズ、動画映像、評価語を決定した。なお本実験では、4 種類の時間軸、4 種類の画面サイズ、4 種類の動画映像、12 語の評価語を用いる。

4.3.7 まとめ

本節では、本実験で使用する時間軸の選定、画面サイズの選定、動画映像の選定、評価語の選定について述べた。以後、本調査の視聴実験では、選定した時間軸、画面サイズ、動画映像、評価語を用いて映像コンテンツの評価実験を行う。

4. 4 動画映像評価のための予備実験

4.4.1 はじめに

本項では、予備実験として行った映像評価実験について述べる。まず、目的について述べ、次に、実験概要について説明し、最後に、考察とまとめについて述べる。

4.4.2 目的

予備実験では、2 種類の画面サイズでフレームレートを変化させた映像を提示し、被験者にどのような印象を与えるかを調査し、さらに、4.3 節で選定した評価語の見直しを行う。

4.4.3 実験概要

(1) 実験環境

本実験における環境は図 4.4-1、図 4.4-2 に示す。液晶プロジェクタは、スクリーンを用いて投影した。今回は、映像コンテンツに対してのみの評価であるので、音響は付加しなかった。今回、予備実験に用いたデバイスは、Victor 製の DLA-HD、D-ILA ホームシアタープロジェクターと同じく Victor 製の DTV である。

(2) 被験者

被験者は視覚の正常な男女20名とした。

(3) 実験試料

実験映像コンテンツは、3種類あり、それぞれ一つのコンテンツの提示時間は、15秒間である。また、一つのコンテンツの前後に黒い画面を入れている。映像の専門家の意見を基に以下のようにした。

映像A：旗がはためいている（動きの少ないもの）

映像B：女性がバギーに乗って走ってくる（カメラ固定、被写体移動）

映像C：船上からの視点で、山に囲まれている川を移動している（カメラ移動、被写体固定）

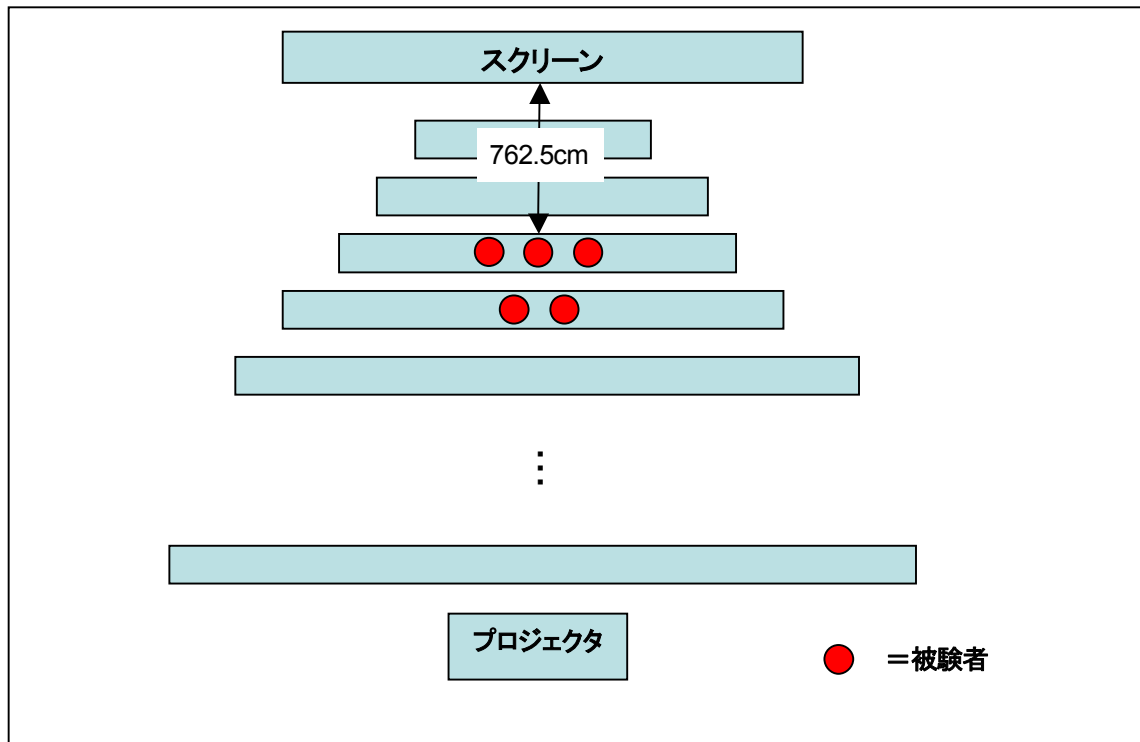


図4.4-1 予備実験環境Ⅰ（プロジェクタ）

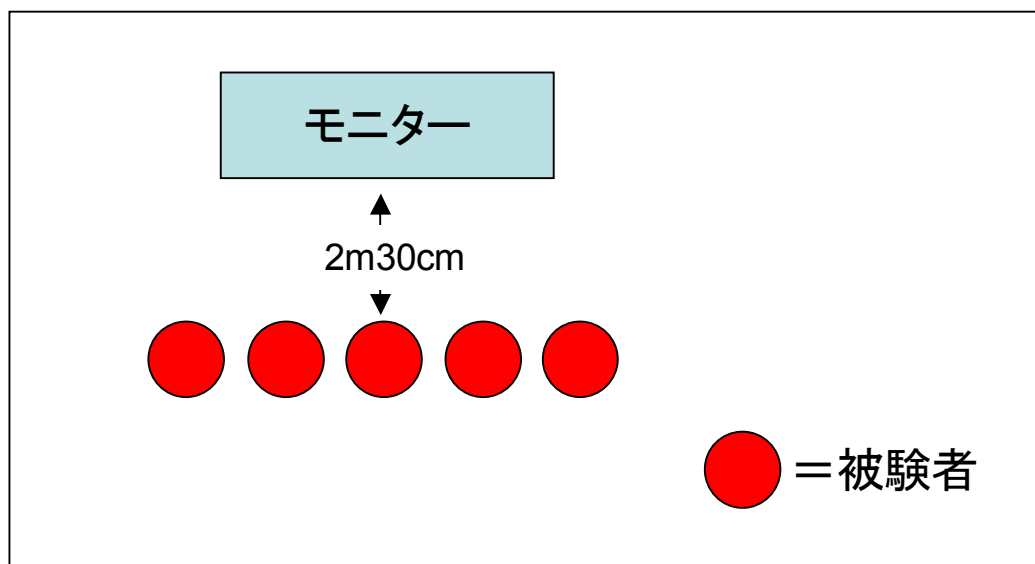


図4.4-2 予備実験環境Ⅱ（モニター）

(4) 評価語

予備実験に使用した評価語は、4.3 節で述べた評価語の選定方法で決定した評価語を使用した。使用した評価語を表 4.4-1 に示す。

表4.4-1 評価語

好き - 嫌い	心地よい - 不快な	穏やかな - 荒々しい
きれい - 汚い	自然な - 不自然な	見やすい - 見にくい
鮮明な - ぼやけた	迫力がある - 迫力がない	滑らか - 粗い
スピード感のある - スピード感のない	臨場感のある - 臨場感のない	リラックスできる - ストレスの溜まる

(5) 実験方法

予備実験では、2 種類のデバイスを用いて実験を行った。はじめに、プロジェクタで映像をスクリーンに投影、被験者に提示し、映像提示終了後、提示された映像コンテンツに対して評価シートの記入を行ってもらう。

次に、モニターで同じ種類の映像コンテンツを提示し、同様に評価シートの記入を行ってもらう。なお、プロジェクタで 12 種類、モニターで 9 種類の映像を提示する。提示映像 A、提示映像 B、提示映像 C に対し、それぞれフレームレートを変化させた映像を提示する。プロジェクタでは、1 つの映像に対し、60fps、30fps、15fps、10fps のフレームレートを変化させ、モニターでは、30fps、15fps、10fps のフレームレートを変化させた。提示映像順は、デバイスごとにランダムとする。

(6) 実験手順

予備実験は、4 グループで行い、1 グループ 5 名とし、1 回の実験は、1 グループずつ行う。あらかじめ被験者にアンケート用紙を配布する。そして、実験会場を暗くした状態で、被験者に実験映像コンテンツを一つずつ提示する。一つの映像が終わるごとに、実験会場の明かりを付け、被験者に提示された映像に対する評価をアンケート用紙に記入してもらう。

被験者がアンケート用紙記入終了後、再び会場の明かりを消し、次の映像提示を行う。全ての映像に対して、同様に繰り返し、スクリーンで 12 種類、モニターで 9 種類の映像について実験を行う。なお、グループごとに提示映像順をランダムとする。流れ図を図 4.4-3 に示す。

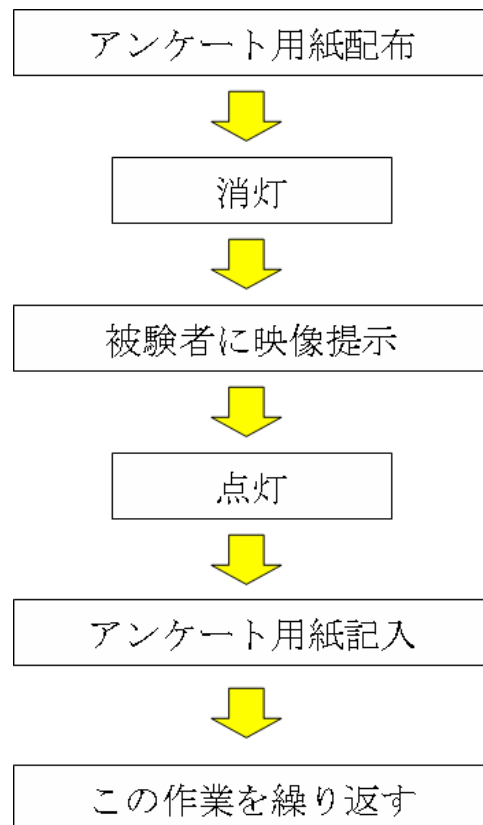


図4.4-3 実験の流れ

(7) 解析方法

解析方法は、対をなす形容詞を両極とする評価尺度を用いており、提示映像に対して、被験者が受けた印象の要素を抽出することが可能な因子分析を用いた。さらに、平均得点も用いた。ここで、実験に用いた評価シートは、両極の 7 段階尺度で、結果を-3～3 で得点付けを行い、数値化した。

(8) 結果

実験結果より、因子分析を行った。因子分析によって得られた固有値が 1.0 以上の因子番号を因子として採用した。その求められた固有値と回転後の因子負荷量を表 4.4-2、表 4.4-3 に示す。因子として採用する評価語は、因子負荷量の絶対値が 0.5 以上とする。なお、使用した因子抽出法は主因子法、回転はバリマックス回転を用いた。

因子分析の結果、「心地よい」、「自然な」、「リラックスできる」などの第一因子と「スピード感のある」、「迫力がある」などの第二因子が抽出された。

この抽出された第一因子を「好感度」、第二因子を「力量性」とする。このことから、今回の実験の映像を被験者は、「好感度」と「力量性」の 2 つの評価軸で評価していることが分かる。

また、特徴的な評価語ごとの平均得点のグラフを図 4.4-4～図 4.4-13 に示す。次の 4.4.4 項の考察で、この平均得点の特徴について述べる。

表4.4-2 固有値

説明された分散の合計

因子	初期の固有値			抽出後の負荷量平方和			回転後の負荷量平方和		
	合計	分散の%	累積%	合計	分散の%	累積%	合計	分散の%	累積%
1	6.726	56.049	56.049	6.455	53.788	53.788	6.154	51.285	51.285
2	2.440	20.332	76.381	2.149	17.905	71.693	2.449	20.408	71.693
3	.523	4.362	80.743						
4	.443	3.694	84.437						
5	.327	2.724	87.161						
6	.279	2.326	89.487						
7	.254	2.120	91.608						
8	.245	2.040	93.648						
9	.221	1.842	95.489						
10	.206	1.720	97.209						
11	.174	1.450	98.659						
12	.161	1.341	100.000						

因子抽出法: 主因子法

表4.4-3 回転後の因子負荷量

回転後の因子行列*

	因子	
	1	2
スピード感のある	.008	.862
心地よい	.896	.051
自然な	.817	.286
迫力がある	.065	.849
見やすい	.836	.272
鮮明な	.703	.157
滑らか	.809	.306
臨場感のある	.308	.719
リラックスできる	.853	-.093
穏やかな	.761	-.349
好き	.840	.182
きれい	.850	.166

因子抽出法: 主因子法

回転法: Kaiser の正規化を伴うバリマックス法

a. 3 回の反復で回転が収束しました。

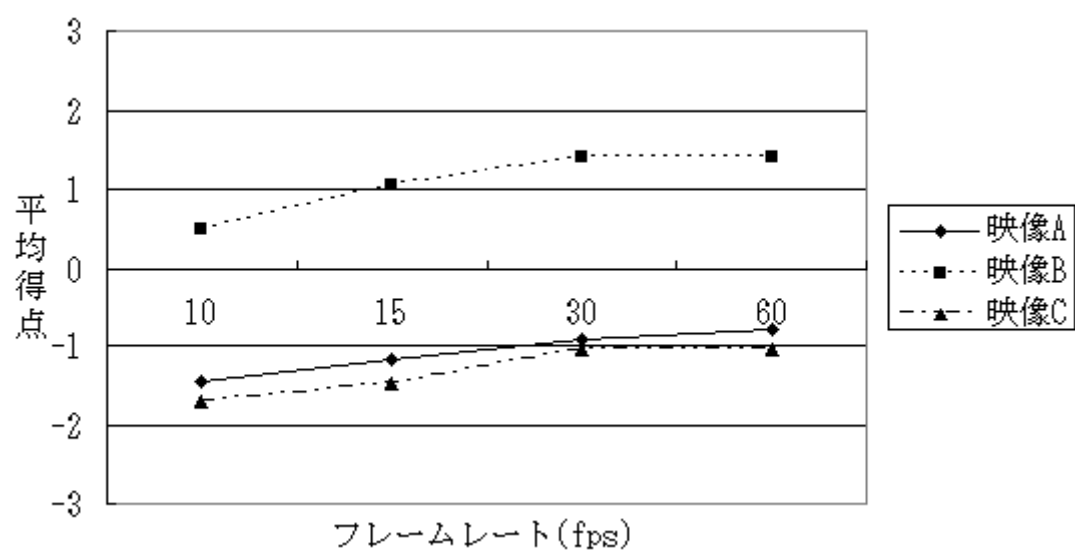


図4.4-4 映像間 - スピード感のある -

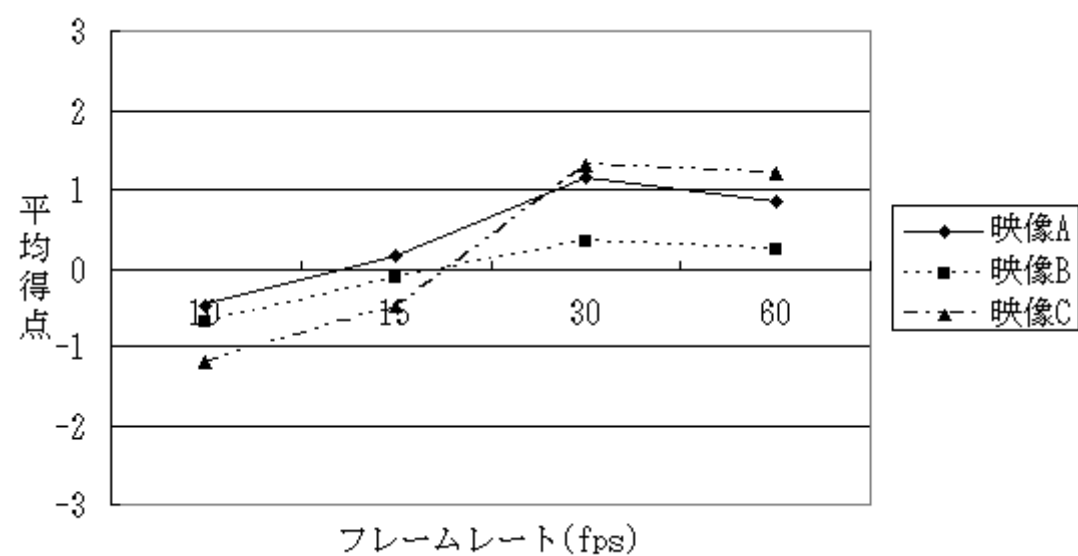


図4.4-5 映像間 - 心地よい -

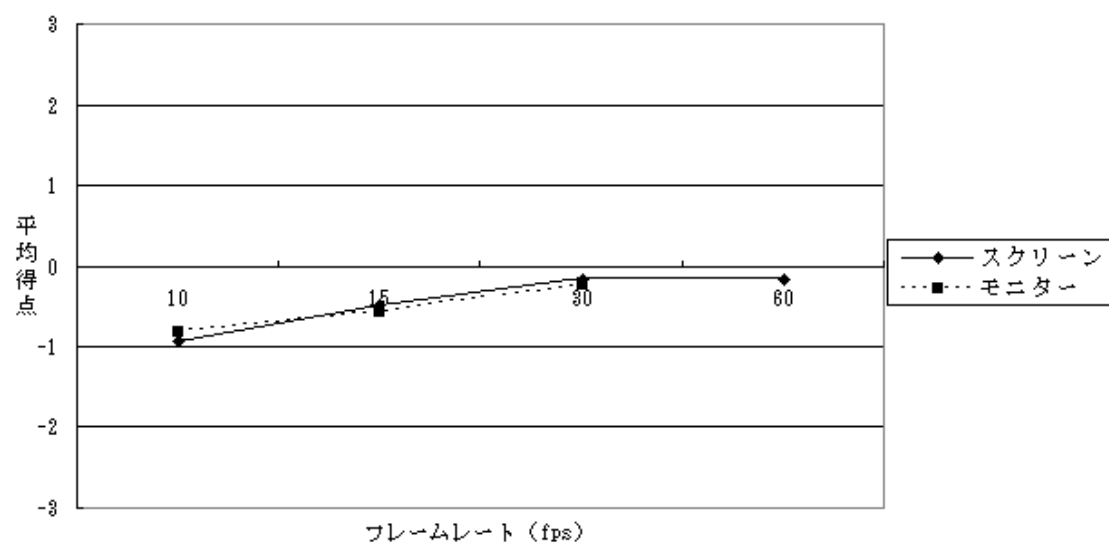


図4.4-6 画面サイズ - スピード感のある -

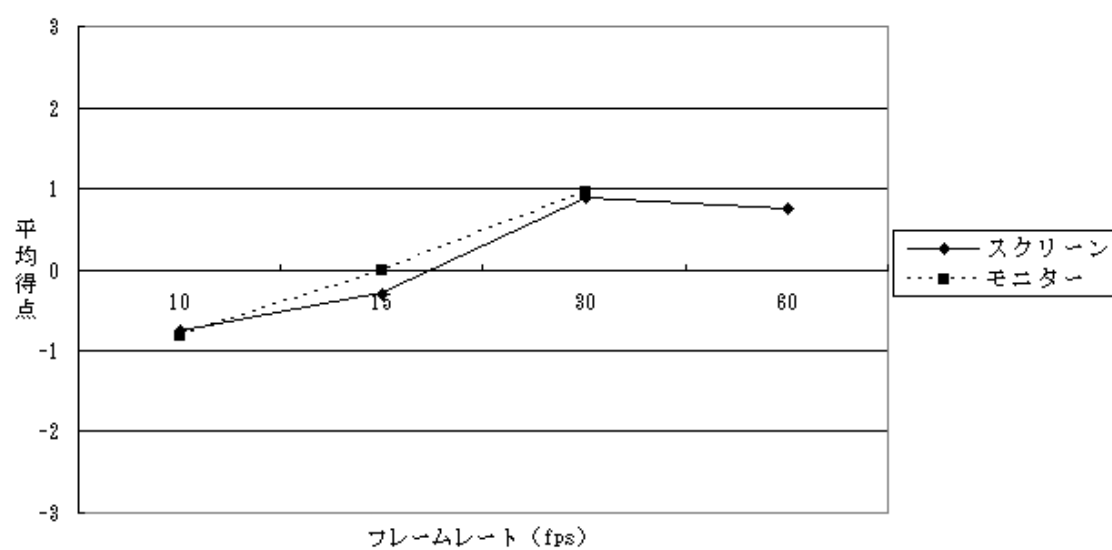


図4.4-7 画面サイズ - 心地よい -

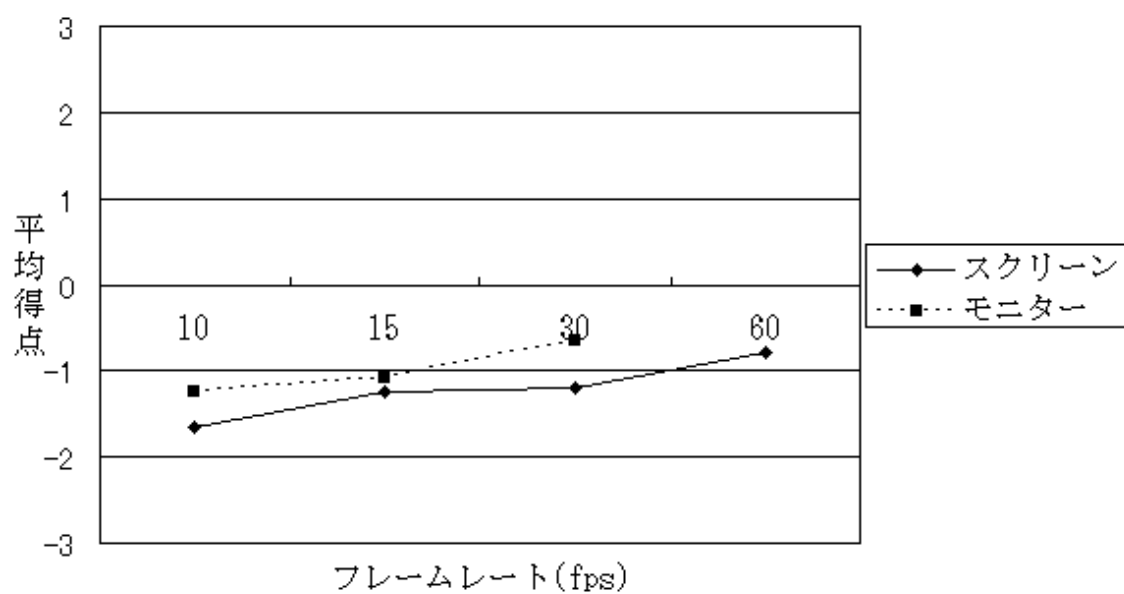


図4.4-8 映像A - スピード感のある -

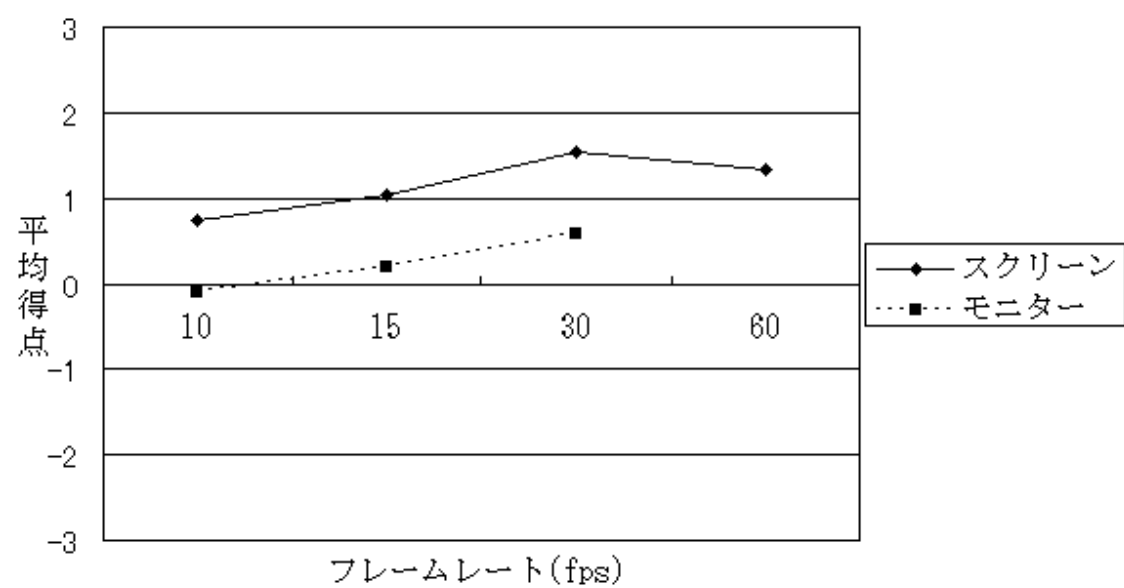


図4.4-9 映像B - 迫力がある -

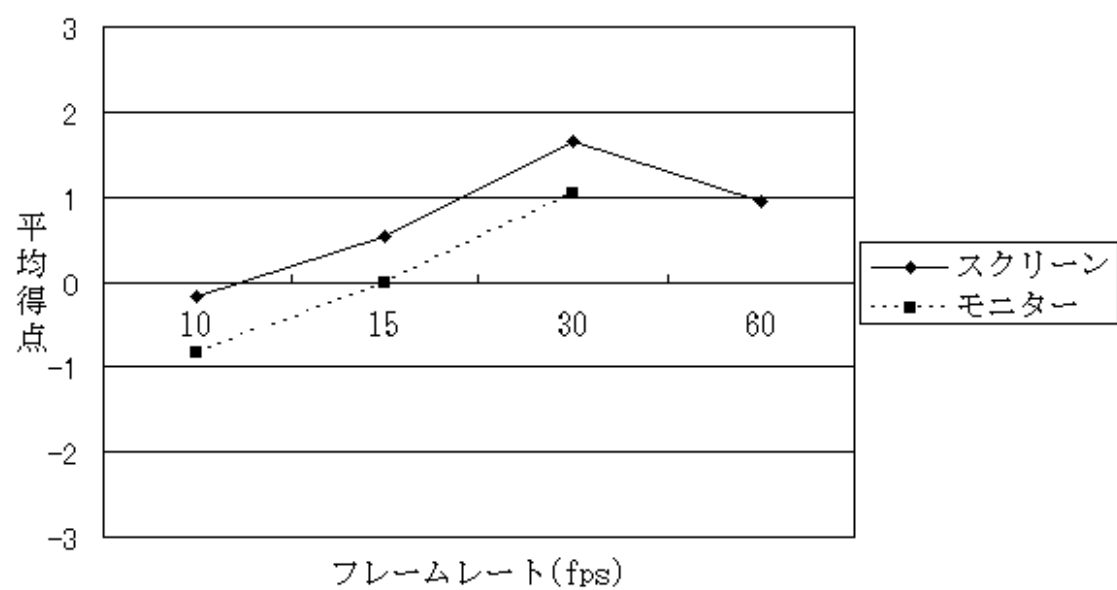


図4.4-10 映像B - 見やすい -

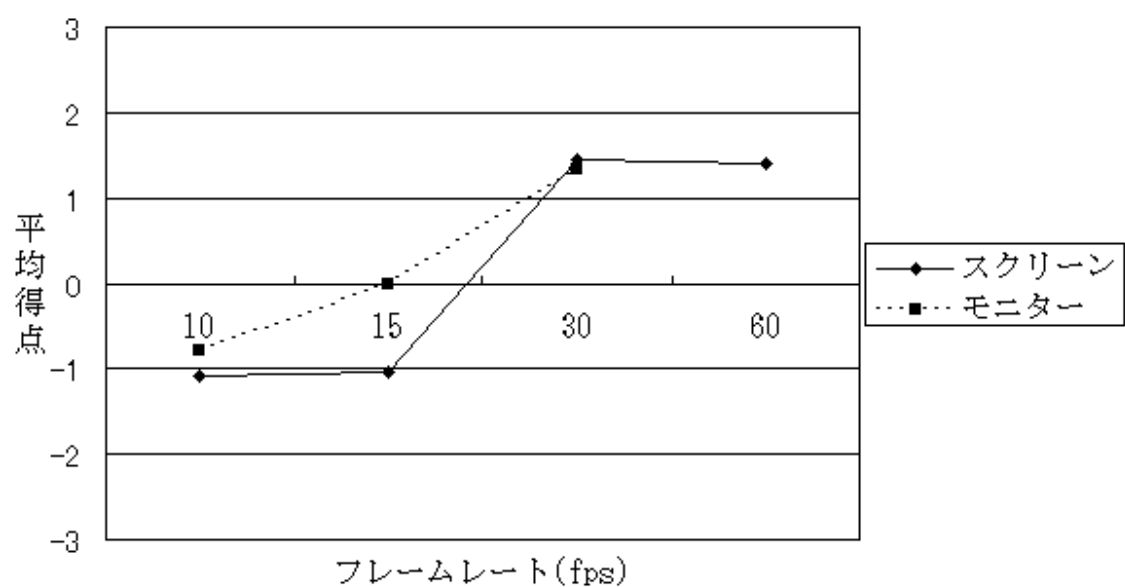


図4.4-11 映像C - 好き -

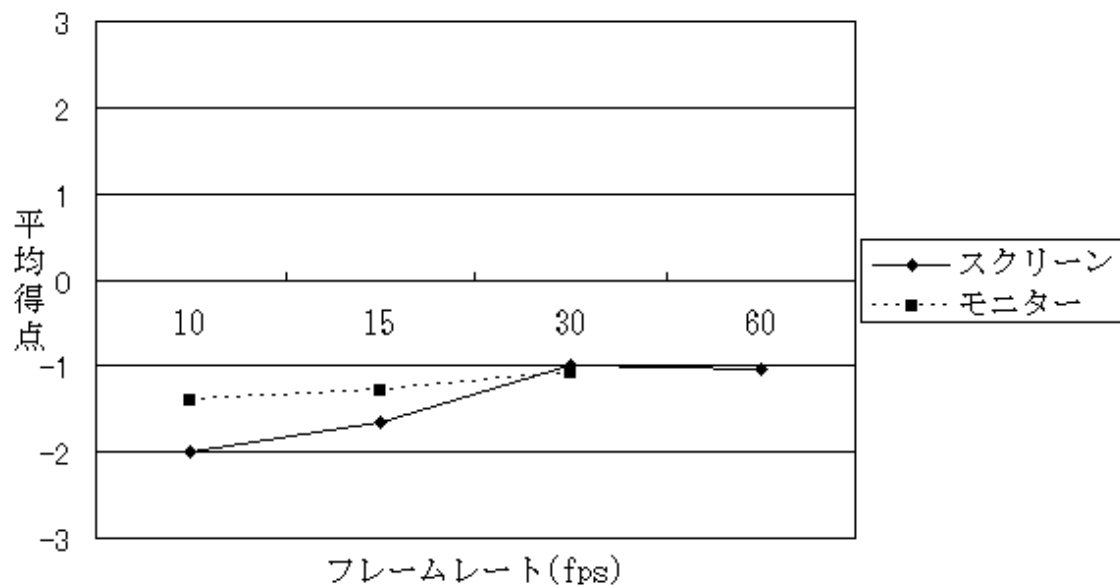


図4.4-12 映像C - スピード感のある -

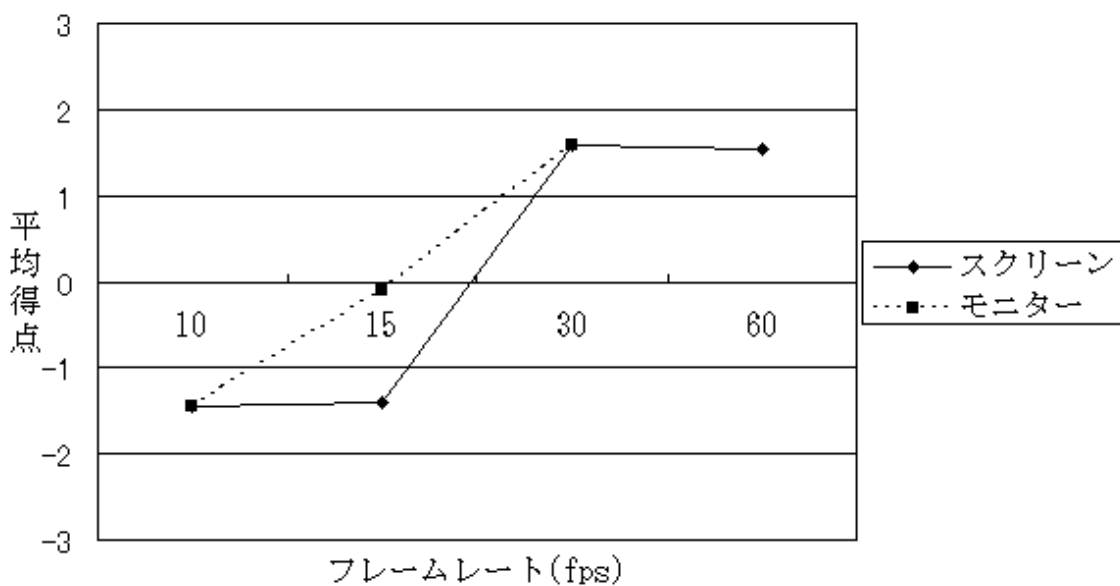


図4.4-13 映像C - 見やすい -

4.4.4 考察

(1) 映像間で見られた特徴

映像 A、B、C ともに、全ての評価語に対してフレームレートが高くなるごとに評価を高めることができた。全ての評価語について同じ特徴を示しているのだが、一部の「スピード感のある」、「迫力がある」、「臨場感のある」の平均得点に特徴があり、それについて述べる。この 3 つの平均得点は、映像 B が高い評価であり、映像 A、C がそれに比べて低い評価とな

っている。これは、映像 B はバギーに乗って走ってくる女性の映像であり、他の 2 つのゆったりとした映像と比べて、動きがある映像であるためではないかと考えられる。動きが速い映像であると、被験者は「迫力がある」と感じると考えられる。

映像 C では、映像 A と映像 B が平均得点は、ほぼ同じ動きであり、フレームレートが高くなるごとに評価が高くなっているのに対し、「スピード感のある」、「迫力がある」、「臨場感のある」以外の評価語では、15fps から 30fps の間で、大幅に評価が高くなり、30fps と 60fps は、ほぼ横ばいになっている。ここで、考えられることは、ゆったりとした映像では、低いフレームレートの時、フレームレートの変化が分かりやすく、大きく評価に関係しているのではないかと考えられる。

(2) 画面サイズ毎で見られた特徴

全体の評価語について見ると、大画面と小画面では、あまり差がない。フレームレートが高くなれば、評価が高くなっていることが分かる。このことより、画面サイズによらず、フレームレートが高くなれば、評価が高くなることが分かる。

平均得点の結果より、今回の映像では、大画面と小画面で、フレームレートごとの特徴に差がなかったため、大画面と小画面の違いが見られなかった。ひとつの原因として、大画面と小画面、別々に映像評価してもらったために顕著な差が出なかったのではないかと考えられる。

(3) 映像毎で見られた特徴

映像 A では、「スピード感のある」、「迫力がある」、「臨場感のある」の 3 つの評価語に対して、他の映像と比べて、平均得点が低いことが分かる。これは、映像自体あまり動きがないものであるためと考えられる。また、画面サイズごとの差はあまり見られなかった。また、フレームレートに着目すると、フレームレートが高くなると評価が高くなっているため、ゆったりとした映像は、フレームレートが高くなるほど、視聴者にとって心地よい映像となると考えられる。

映像 B では、映像 A と比べて動きがあるので、「スピード感のある」、「迫力がある」、「臨場感のある」などの評価語の平均得点が高くなっている。また、大画面と小画面の差が少し見られる。その中で、「スピード感のある」、「迫力がある」、「臨場感のある」の評価語を見てみると、大画面の方が、小画面より評価が高くなっていることが分かる。大きい画面であると動きのある映像は小さい画面より、迫力が増すことが分かる。またフレームレートに着目すると、映像 B では、全ての評価 6 語に対して、30fps がピークとなっており、60fps で横ばいか、若干評価が低くなっている。

映像 C では、他の映像と比べて、「好き」、「リラックスできる」などの評価語が高く評価されている。被験者にとって、とても落ち着く映像であることが分かる。また、映像 B よりも動きがゆるやかなので、「スピード感のある」、「迫力がある」などの評価語が映像 A と同様、低く評価されている。画面サイズごとの差は、15fps の場合を除くと、あまり見られなかった。また、フレームレートに着目すると、フレームレートが高くなれば評価が高くなっているが、大画面では、15fps を境に急激に評価が高くなっており、一方小画面では、そのような動きはなく、一定に右上がりになっている。このことから、大画面の方がフレームレートの変化が分かりやすい可能性が考えられる。

以上の考察結果より、以下の結論が得られている。

因子分析の結果、フレームレートを変化させた映像を人が視聴する際、大きく分けて「好感度」と「力量性」の 2 つの視点から評価していることが分かる。また、評価語ごとの平均得

点の特徴を見た結果、全体的に、フレームレートが高くなれば評価が高くなることが示された。フレームレートが高くなれば、視聴者にとって心地よい映像となると考えられる。フレームレートに着目すると、映像ごとに平均得点の傾向に若干の違いがあったが、それは、動きのある映像とない映像などの提示映像の違いが関係していると考えられる。

今回の提示映像では、大画面と小画面の評価の差が出なかったので、今後の実験で、被験者にデバイスの提示順番、画面サイズではっきりと評価の差が出るような提示映像などを考慮しなければならないか、または、画面サイズを変えたりするといいいのでは、と考えられる。大画面と小画面では、大画面で視聴した時の方がフレームレートの変化が分かりやすいと考えられる。また、今回の実験結果を踏まえて、専門家と話し合った結果、評価語の見直しを行った。フレームレートの影響をより明確に測定するために、予備実験で使用した評価語の中の「滑らか-粗い」を映像の質感ではなく動きを表すために、「滑らか-ガタつく」にし、さらに「リラックスできる-ストレスの溜まる」を「リラックスできる-ストレスがある」と変えた。この評価語を用いて 4.5 節で述べる動画映像の時間軸再生に関する感性的評価のための本実験を行う。

4.4.5 まとめ

ここでは、まず予備実験として、画面サイズが異なる映像提示デバイスでフレームレートを変化させた映像コンテンツの視聴実験を行い、その印象を評価することを目的としている。実験結果より、画面サイズ、または映像コンテンツごとに印象が異なること、またその特徴を明らかにした。さらに、その実験結果より評価語を見直した。これらの結果を考慮して、本実験に進むこととする。

4. 5 動画映像の時間軸再生の感性的評価実験

4.5.1 はじめに

本節では、映像再生デバイスにプロジェクタと液晶モニターを使用し、120 インチ、42 インチ、9 インチ、3 インチの 4 種類の画面サイズで、フレームレートを変化させた映像コンテンツを視聴した際の映像に対する印象を評価する実験について述べる。4.5.2 項では目的を述べ、4.5.3 項では実験概要を説明し、4.5.6 項で実験結果の考察、4.5.7 項でまとめについて述べる。

4.5.2 目的

4 種類の画面サイズごとにフレームレートを変化させた映像を提示し、被験者にどのような印象を与えるかを調査し、映像の感性評価における画面サイズと時間軸の関連性を探ることを目的とする。

4.5.3 実験概要

(1) 実験環境

本実験における環境は図 4.5-1、図 4.5-2 に示す。液晶プロジェクタは、スクリーンを用いて投影した。予備実験同様、映像コンテンツに対してのみの評価であるので、音響は付加しなかった。今回、本実験に用いたデバイスは、Victor 製の DLA-HD、D-ILA ホームシアタープ

ロジエクターと同じく Victor 製の DT-V24L1D、液晶マルチフォーマットモニターである。

(2) 被験者

被験者は視覚の正常な男女 31 名とした。

(3) 実験試料

実験映像コンテンツは、予備実験で使った 3 種類に、新たに 1 つ加えて 4 種類提示し、それぞれ一つのコンテンツの提示時間は、15 秒間である。また、一つのコンテンツの前後に黒い画面を入れている。映像の専門家の意見を基に以下のようにした。

映像A：旗がはためいている（動きの少ないもの）

映像B：女性がバギーに乗って走ってくる（カメラ固定、被写体移動）

映像C：船上からの視点で、山に囲まれている川を移動する（カメラ移動、被写体固定）

映像D：水車が回転している（カメラ固定、被写体移動）

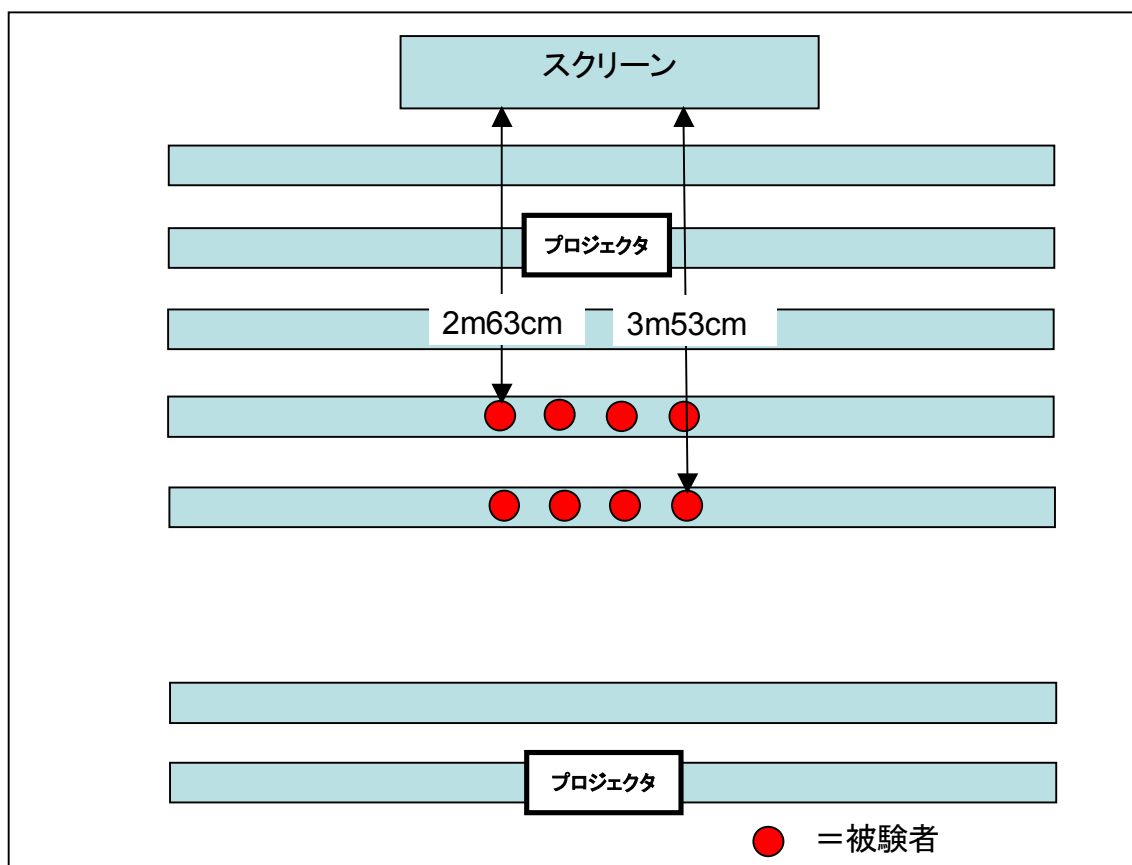


図4.5-1 実験環境 I（プロジェクタ）

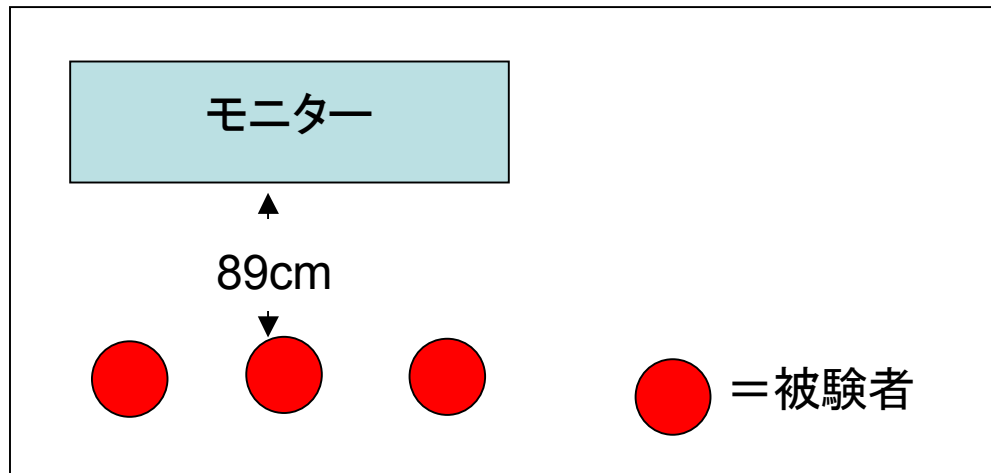


図4.5-2 実験環境Ⅱ（LCDモニター）

（4）評価語

本実験に使用した評価語は、4.4.4 項の見直しを行った結果、表 4.5-1 に示した評価語を使用した。使用した評価語を表 4.5.1 に示す。

表4.5-1 評価語

好き - 嫌い	心地よい - 不快な	穏やかな - 荒々しい
きれい - 汚い	自然な - 不自然な	見やすい - 見にくい
鮮明な - ぼやけた	迫力がある - 迫力がない	滑らか - ガタつく
スピード感のある - スピード感のない	臨場感のある - 臨場感のない	リラックスできる - ストレスがある

（5）実験方法

本実験では、2 種類のデバイスを用いて実験を行った。はじめに、プロジェクタで映像をスクリーンに投影、被験者に提示し、映像提示終了後、提示された映像コンテンツに対して評価シートの記入を行ってもらおう。次に、モニターで同じ種類の映像コンテンツを提示し、同様に評価シートの記入を行ってもらおう。

まず、プロジェクタでは 32 種類の映像、モニターでは 24 種類の映像を提示する。提示映像 A、提示映像 B、提示映像 C、提示映像 D に対し、それぞれフレームレートを変化させた映像を提示する。

プロジェクタでは、1 つの映像に対し、60fps、30fps、15fps、10fps のフレームレートを変化させ、モニターでは、30fps、15fps、10fps のフレームレートを変化させた。提示映像順は、

デバイスごとにランダムとする。

また、被験者 1 グループ約 8 名の 4 グループで行い、最初の 2 グループは、初めにプロジェクタで映像を見てもらい、次にモニターの順に見てもらい、後の 2 グループは、初めにモニターで映像を見てもらい、次にプロジェクタの順で見ってもらった。その際、最初の 2 グループは、120 インチ、42 インチ、9 インチ、3 インチの画面サイズの順で、後の 2 グループは、3 インチ、9 インチ、42 インチ、120 インチの画面サイズの順で映像を見てもらった。実験で用いた評価シートを付録 1. に示す。

(6) 実験手順

本実験は、4 グループで行い、1 グループ約 8 名とし、1 回の実験は、1 グループずつ行う。あらかじめ被験者にアンケート用紙を配布する。そして、実験会場を暗くした状態で、被験者に実験映像コンテンツを一つずつ提示する。一つの映像が終わるごとに、実験会場の明かりを付け、被験者に提示された映像に対する評価をアンケート用紙に記入してもらう。

被験者がアンケート用紙記入終了後、再び会場の明かりを消し、次の映像提示を行う。

全ての映像に対して、同様に繰り返し、スクリーンで 32 種類、モニターで 24 種類の映像について実験を行う。なお、グループごとに提示映像順をランダムとする。

実験風景を図 4.5-3 に示す。



図4.5-3 実験風景

4.5.4 解析方法

解析方法は、対をなす評価語の形容詞を両極とする評価尺度を用いており、提示映像に対して、被験者が受けた印象の要素を抽出することが可能な因子分析を用いた。さらに、平均得点も用いた。ここで、実験に用いた評価シートは、両極の 7 段階尺度で、結果を-3~3 で得点付けを行い、数値化した。

4.5.5 結果

実験結果より、因子分析を行った。因子分析によって得られた固有値が 1.0 以上の因子番号を因子として採用した。その求められた固有値と回転後の因子負荷量を表に示す。

因子として採用する評価語は、因子負荷量の絶対値が 0.5 以上とする。なお、使用した因子抽出法は主因子法、回転はバリマックス回転を用いた。

表4.5-2 固有値

説明された分散の合計

因子	初期の固有値			抽出後の負荷量平方和			回転後の負荷量平方和		
	合計	分散の%	累積%	合計	分散の%	累積%	合計	分散の%	累積%
1	6.322	52.684	52.684	5.963	49.690	49.690	5.388	44.896	44.896
2	2.037	16.979	69.663	1.694	14.118	63.808	2.269	18.912	63.808
3	.793	6.604	76.267						
4	.470	3.916	80.184						
5	.441	3.673	83.857						
6	.379	3.155	87.012						
7	.364	3.033	90.045						
8	.292	2.435	92.480						
9	.254	2.115	94.595						
10	.250	2.087	96.682						
11	.236	1.969	98.651						
12	.162	1.349	100.000						

因子抽出法: 主因子法

表4.5-3 回転後の因子負荷量

回転後の因子行列*

	因子	
	1	2
迫力がある	.140	.844
リラックスできる	.829	.075
きれい	.813	.139
滑らか	.754	.216
好き	.717	.271
見やすい	.741	.323
自然な	.771	.252
鮮明な	.646	.232
心地よい	.836	.164
穏やかな	.723	-.282
臨場感のある	.391	.677
スピード感のある	.033	.791

因子抽出法: 主因子法

回転法: Kaiser の正規化を伴うバリマックス法

a. 3 回の反復で回転が収束しました。

因子分析の結果、「心地よい」、「きれい」、「滑らか」などの好感度に関する第一因子と、「迫力がある」、「臨場感のある」、「スピード感のある」の力量性に関する第二因子の 2 つの評価軸が抽出された。ここで、「心地よい」、「滑らか」などの第一因子を「好感度」、

「迫力がある」、「スピード感のある」などの第二因子を「力量性」とする。

続いて、評価語ごとの平均得点を出し、4.5.6 項で、その特徴について考察する。平均得点の例を図 4.5-4、図 4.5-5、図 4.5-6 に示す。また、評価語ごとの全ての平均得点を付録 2. に示す。

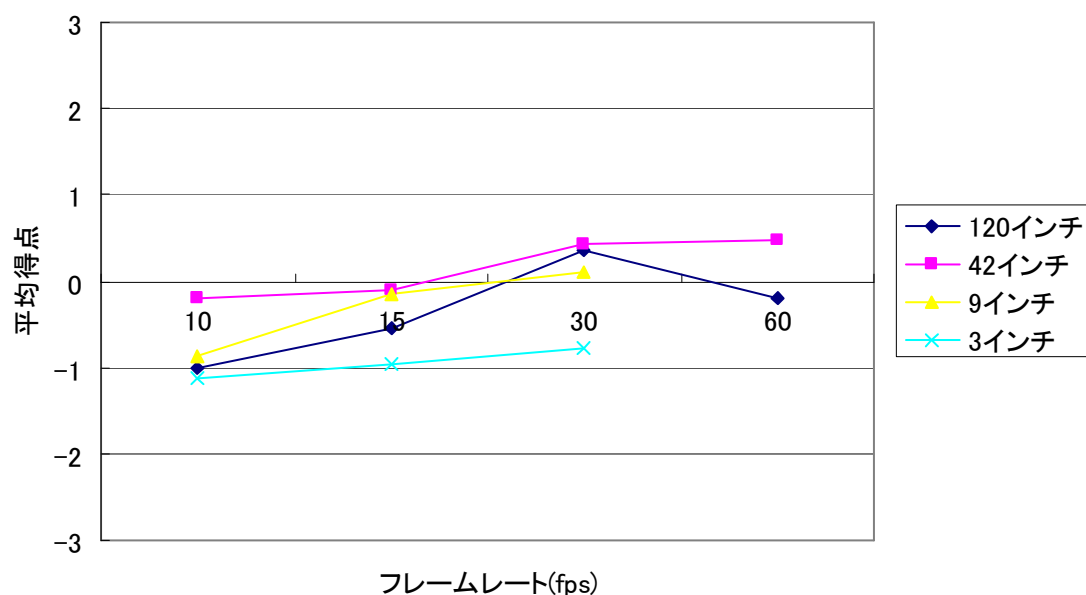


図4.5-4 映像C「迫力がある」の平均得点

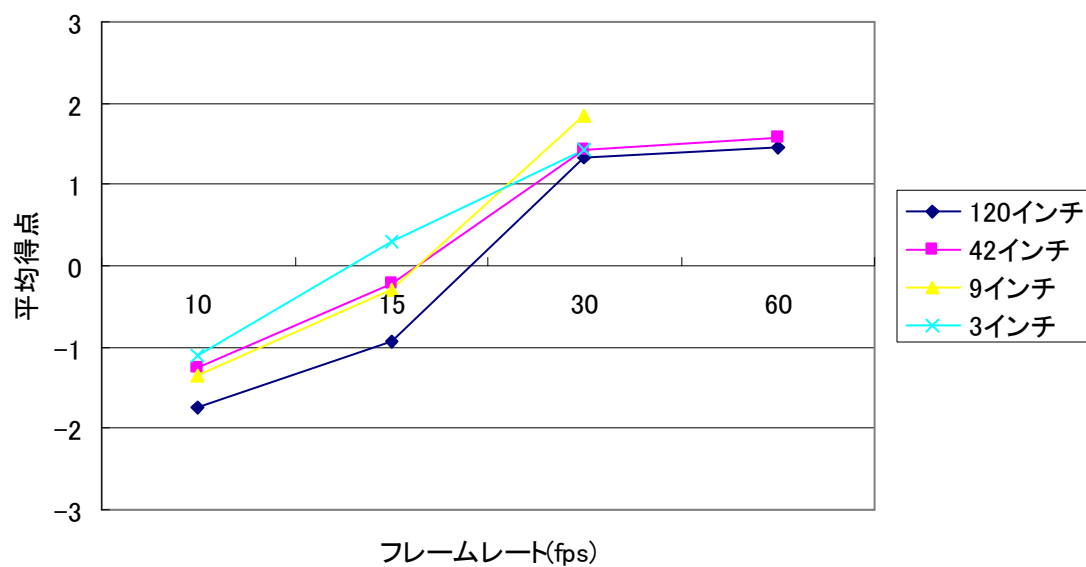


図4.5-5 映像D「滑らか」の平均得点

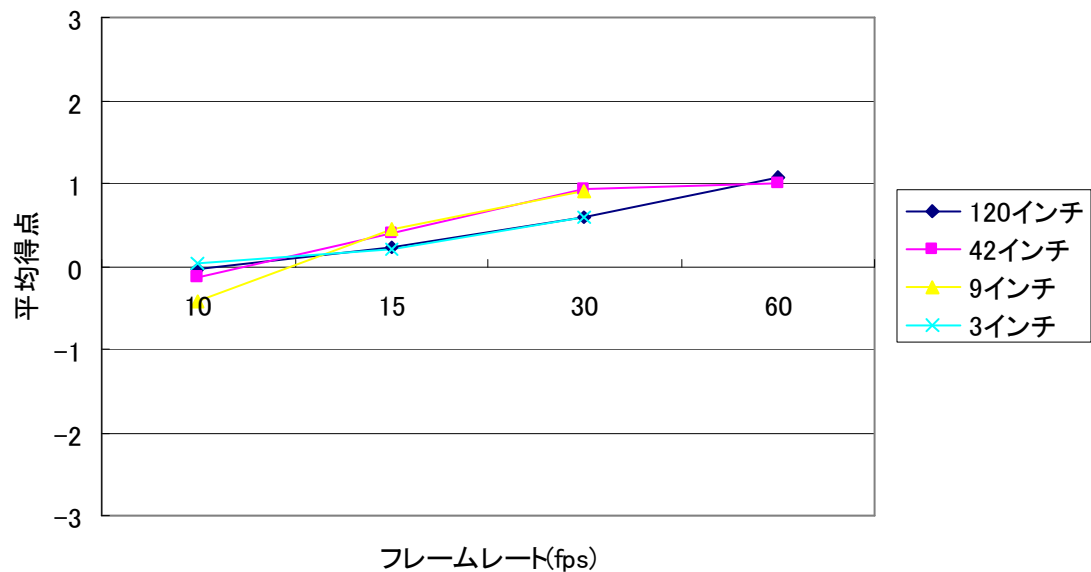


図4.5-6 映像B「自然な」の平均得点

また、平均得点の図から、特徴のある画面サイズ間の差が有意であるかどうかを判断するために、Mann-Whitney の U 検定を用いた。その結果の例を表 4.5-4 に示す。

表4.5-4 Mann-WhitneyのU検定 - 映像D・15fps -

検定統計量^a

	迫力がある	リラックスできる	きれい	滑らか	好き	見やすい	自然な	鮮明な	心地よい	穏やかな	臨場感のある	スピード感のある
Mann-Whitney の U	328.000	373.500	343.000	263.000	413.000	430.500	280.000	300.500	309.500	281.000	395.000	461.500
Wilcoxon の W	824.000	869.500	839.000	759.000	909.000	926.500	776.000	796.500	805.500	777.000	891.000	957.500
Z	-2.184	-1.580	-2.015	-3.135	-1.014	-.721	-2.922	-2.645	-2.496	-2.954	-1.251	-.276
漸近有意確率 (両側)	.029	.114	.044	.002	.310	.471	.003	.008	.013	.003	.211	.782

a. ケル-ブク比変数: VAR00013

4.5.6 考察

評価語ごとの平均得点の特徴について、画面サイズおよびフレームレートと感性的評価について、特に、特徴的なところを取り上げて考察する。

まず、全体的に、30fps から 10fps にかけて 3 インチ程度の小画面の方が 120 インチ程度の大画面より評価の低下が少なく、Mann-Whitney の U 検定の結果、その差は有意であった。つまり、3 インチほどの小画面では、フレームレートの低下はあまり気にならないことが分かる。30fps では、全ての画面サイズにおいて、ほぼ最高得点を示しており、どの画面サイズでも視聴者にとって心地よく見ることができると考えられる。さらに、全体的に、10fps から 30fps にかけて、評価が高くなっていき、グラフが右上がりになっている。これより、フレー

ムレートが高ければ評価が高くなることが分かる。つまり、この範囲では、フレームレートが高いほうが視聴者にとって映像コンテンツが心地よく感じられると考えられる。しかし、30fps から 60fps にかけて、フレームレートが高ければ感性的な評価が必ずしも高くなるとは言えない現象が出ている。全体的に、大画面で、30fps から 60fps にかけて評価が下がっている部分が見られる。このことから、大画面では他のサイズに比べて 60fps では感性的な評価の一部分では、評価が高くない例が見られる。また、小画面でも、15fps 程度の低フレームレートで評価が高くなる例が見られる。

この現象は、「滑らか」などの第一因子「好感度」において、30fps から 60fps の評価の低下があまり見られないが、「迫力がある」などの第二因子「力量性」においては、顕著である。

山根らの先行研究[1]から、映像をカッティング（フレームを間引き）することによって、人間が感じる映像の速度が速くなる可能性が示唆され、カッティング映像は、通常のズームイン映像よりも視聴者の緊迫感や力量性などの感性を増幅させる効果があることが報告されている。このことから、本調査でも、迫力やスピード感など、人に緊迫した印象を与える感性的効果において、大画面ではフレームレートを 60fps より低い 30fps にしたほうが、迫力が増し、スピード感があるように感じる可能性が示唆された。

一方、「自然な」などの第一因子「好感度」においては、全体的にフレームレートが高くなれば、感性的な評価が高くなっている。このことから、映像をよりきれいに、自然に見せたい場合、フレームレートを高くすれば、より好感のある映像となる可能性があることが示唆された。

以上のことから、フレームレートなどの画像の動きに関連する印象では、フレームレートの減少は「迫力がある」、「スピード感のある」など、人に緊迫した印象を与え、一方でフレームレートの増加は「滑らか」、「きれい」のように、よりリアルに表現し、人にとって好感のある印象を与える可能性が示唆された。

以上のことから、感性的効果や演習の効果に着目した場合、フレームレートが各種の印象の強さに非線形的な影響を与えており、また、コンテンツの内容や画面サイズによってもその影響が異なっていることが分かる。したがって、異種映像環境の間などでフレームレート変換を行う場合においては、滑らかさなどの心理物理的指標による評価だけでなく、映像の感性的効果への影響にも配慮する必要があると考えられる。

4.5.7 まとめ

本調査では、映像の感性的評価、画面サイズとフレームレートの関連性について調査するために、感性評価実験を行った。その結果、感性的評価、画面サイズとフレームレートの間には複雑な関連性があることが分かった。さらに、フレームレートの上昇が必ずしも感性的評価の向上に結びつかない可能性が示された。異なるデバイス環境で高品質な映像鑑賞を実現するには、フレームレートの変化に伴う映像の感性的印象の変化も考慮した映像制作が必要であるとの結論を得た。

4. 6 おわりに

近年、放送技術やデジタル技術の発展は目覚しく、それに伴い、実用化されてきた地上デジタル放送など超高品質デジタルコンテンツを表示する投射型表示系、大型画面など映像表示技

術の著しい発展により、映像再生デバイスの多種多様化が進み、これらの媒体を通じて、動画映像が簡単に視聴可能となってきた。すなわち、本格的なデジタル放送時代にふさわしい高品質なコンテンツ配信の実用化、高精細でも大画面での映像の視聴が可能な液晶プロジェクタや液晶テレビ、プラズマテレビなどが急速に普及している。また、インターネットの普及により、ユーザーが大容量のコンテンツを容易に入手、鑑賞できる環境をもたらした。一方で、携帯電話での動画配信技術の発展が目覚しく、この媒体を通じての高品質なコンテンツの視聴が可能となってきた。

しかし、このような時代背景による映像表示デバイスの多様化、それを鑑賞する環境の多様化に伴い、コンテンツを視聴する環境や画面サイズなどの様々な要因によって、同じコンテンツでも、視聴者が受ける映像の印象が異なるという問題が生じてきた。そこで、視聴形態に適した映像コンテンツとは、どのようなものであるかを探ることが必要となっている。

そこで、本調査では、視聴者が受ける映像の印象が異なるという問題の要因の一つとして考えられる、画面サイズ、提示デバイスによる表示フレームレートの違いに着目し、時間軸としてフレームレートの感性的評価への影響を画面サイズごとに調査することとした。

まず、はじめに、動画映像評価実験のための準備として、フレームレート、画面サイズ、提示映像、評価語の選定を行った。フレームレートは、テレビや携帯電話などで設定されているフレームレートを視野に入れ、現在主流となっている 60fps、30fps、15fps、10fps の 4 種類とした。さらに、画面サイズも大画面、中画面、小画面で主に主流となっている画面サイズ 4 種類、120 インチ、42 インチ、9 インチ、3 インチとした。動画映像は、動きの少ないもの、カメラ固定、カメラ移動、カメラパン、被写体移動、被写体固定などの動画映像の種類を考慮した 4 種類とした。また、動画映像を選定するにあたって、被験者が動画映像の内容によって評価に影響が出ないものとした。評価語は、KJ 法とクラスタリングを用いて 12 語に絞った。さらに、予備実験で 12 語に絞った評価語を見直し、動画映像評価実験では、予備実験で見直された評価語 12 語を使用した。

動画映像評価実験の結果、フレームレートと画面サイズの複雑な関連性を探ることができた。実験結果の因子分析の結果から、「きれい」、「心地よい」などの第一因子「好感度」と「迫力がある」、「臨場感のある」などの第二因子「力量性」の2つの評価軸が抽出された。また、評価語ごとに平均得点を出した結果、フレームレートが高ければ、評価が高くなることが分かった。つまり、フレームレートが高いほうが視聴者にとって映像コンテンツが心地よく感じられる可能性が示唆された。

また、30fps から 60fps にかけて、フレームレートが高ければ感性的な評価が必ずしも高くなるとは言えない現象が出た。「滑らか」などの第一因子「好感度」においては、全体的にフレームレートが高くなれば、感性的な評価が高くなっている。これより、映像をよりきれいに、自然に見せたい場合、フレームレートを高くすれば、よりリアルに表現し、人にとって好感のある印象を与える可能性が示唆された。また、「迫力がある」などの第二因子「力量性」においては、評価の低下が見られた。これより、迫力やスピード感など、人に緊迫した印象を与える感性的効果において、フレームレートが低いほうが、迫力が増し、スピード感があるように感じる可能性が示唆された。

以上より、コンテンツ視聴時の感性的効果や演出的効果は、フレームレートが各種の印象の強さに非線形的な影響を与え、しかも、コンテンツの内容や画面サイズによってもその影響が異なっていることが分かった。これは、異種映像環境の間でフレームレート変換を行う場合に、

滑らかさなどの心理物理的指標による評価だけでなく、映像の緊迫感などの感性的効果への影響にも配慮する必要があることを意味する。本調査の結果は、森らの画面サイズや音響および映像の視聴環境に関する調査結果[9]とも併せ、今後より効果的なコンテンツを制作し、かつ、編集する場合の貴重な知見となり、今後のより感動できるコンテンツ制作編集に対して大きな意義があると考えられる。

今後の課題として、フレームレートの影響をより明確にするために、画面サイズの大きさ、デバイスの種類、コンテンツの種類を増やすことなどがあげられる。

[参考文献]

- [1] 山根将太, 池谷絵理子, 佐藤美恵, 毛利智博, 森俊文, 春日正男, “感性コンテンツにおける印象抽出と評価：ズームとカットを併用した手法によるコンテンツ制作と感性的評価”, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.28, No.27, pp.37-40 (2004).
- [2] 清水智広, 山根将太, 森俊文, 佐藤美恵, 春日正男, “感性的評価に基づくデジタルコンテンツ映像表示方式の検討”, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.29, No.17, pp.37-38 (2005).
- [3] 佐藤美恵, 間峠慎吾, 森俊文, 鈴木昇, 春日正男, “体感センサーを利用した映像コンテンツの印象計測の検討”, 映像情報メディア学会誌, Vol.160, No.3, pp.425-430,(2006).
- [4] 坂東幸浩, 高村誠之, 上倉一人, 八島由幸, “高フレームレート映像信号に対する符号化特性解析”, 情報処理学会研究報告, Vol.2005, No.23, pp.13-17,(2005).
- [5] 大畑博行, 長沢雅人, 清瀬泰広, 三嶋英俊, 浅村吉範, 倉橋聡司, 中井隆洋, 石田禎宣, “次世代デジタルビデオディスクにおける可変フレームレート方式”, テレビジョン学会技術報告, Vol.18, No.72, pp.83-88,(1994).
- [6] 松延徹, 長原一, 岩井儀雄, 谷内田正彦, 田中紘幸, “モーフィングによる高解像度高フレームレート動画の生成”, 電子情報通信学会技術事業報告, Vol.104, No.573, pp.85-90,(2005).
- [7] 日本自転車振興会 平成18年度マルチメディア情報システム調査研究等補助事業 動画映像の視覚評価に関する調査研究 ―動画映像の感性的評価と制作に関する調査研究― 報告書, 平成19年3月, (2007).
- [8] 小黒久史, 郭素梅, 山根将太, 氏原愛, 佐藤美恵, 阿山みよし, 春日正男, “画面サイズを考慮したコンテンツの動的表現と感性的評価”, 電子情報通信学会技術報告, Vol.15, No.609, pp.115-119,(2006).
- [9] 森俊文, 佐藤美恵, 春日正男, “エンタテインメント性を高めるデジタルコンテンツ処理と表示環境の検討”, 感性工学研究論文集, Vol.15, No.3, pp.57-60,(2005).

第5章 各分野における動画映像の感性的評価とその考察

5.1 映像表示機器に伴う感性的動画評価方法の実例

5.1.1 はじめに

2007 年に入り次世代 DVD（ブルーレイディスク、HD-DVD）コンテンツが ROM 形態で発売され、ハイビジョンクオリティのコンテンツを一般家庭で手軽に楽しむ時代が到来した。

次世代 DVD は、1920×1080 ドットのフルハイビジョン解像度で映像が収録されている。

また、動画の時間軸再生にも新たな試みがなされた。それは、従来の 60i（每秒 60 フレームのインターレーススキャン、放送もこの方式）から 60p（每秒 60 フレームのプロGRESSIV スキャン）と、シネマと同じ 24p（每秒 24 フレームのプロGRESSIV スキャン）伝送の規格化である。この 60p と 24p の伝送は、HDMI という新しいデジタル伝送規格により可能となったものである。

HDMI とは、High Definition Multimedia Interface の略で、ケーブル 1 本でハイビジョン放送をはじめとする高品位なデジタル映像信号とデジタル音声信号を同時に伝送することが可能とし、加えて解像度とアスペクト、著作権の相互認証や電源の ON/OFF といった機器間の制御信号の情報も伝送することを可能とした次世代デジタルインターフェイスである。

フィルム撮り映画は每秒 24F（フレーム）＝24fps が基本である。これは、映画のフィルムでは、動画を作るのに 1 秒間に 24 枚の写真（静止画）を順に記録することで、記録の効率化と滑らかな動きを実現するためである。この静止画 1 枚をフレームと呼んでいるが、このフィルムをそのままデジタル化すると、每秒 24 フレームの画像データになる。このことは、従来のビデオ撮りの放送波とは異なる時間軸の世界を有していることを意味している。

従来の DVD でも 24fps 収録はされていたが、アナログ出力（D 端子）の規格や再生環境の制限からプレーヤーからは、24fps →30fps にフレームレート変換され出力されていた。

次世代 DVD では、新たに HDMI インターフェイスを用いて 24fps 収録されたシネマコンテンツを、24p デジタルダイレクト出力できるように規格化された。

また、ディスプレイ側は、フリッカー（画面の切り替わり周波数が遅いことにより人が感じるちらつき）低減のために 24p をその整数倍（48p、96p など）して表示できる機能を備えた機種が各社から発売されている。

一般に 24p 再生は滑らかな動きの表現になり、このことを「シネマライク」という言葉で表現されることが多い。果たして映画コンテンツにおいて、従来の 2-3 プルダウンされた 60p 再生と 24p 再生とではどれほど人の感性に違いを生じさせるのか、またシネマライクとはどのような感性を刺激しているのか、24p 映画コンテンツに特有のジャダー（映像のブレ、揺れ）の関係などを検討した。

5.1.2 評価用動画映像

画像コンテンツの感性評価要素としては、

1. 画像の感性評価・・画像の物理的評価（解像度、色再現性、コントラストなど）
2. 動的要素の感性評価・・動的要素の物理的評価（フレームレート、ブレなど）

の階層的關係性が考えられる。

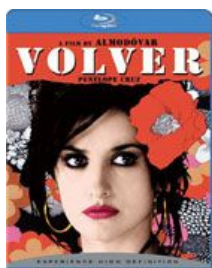
今回は2. の動的要素に着目した。

評価用動画映像は、ボルベール＜帰郷＞・ブルーレイ 24p 収録、輸入盤（図 5.1-1）を用い、このコンテンツで様々なシチュエーション（場面）を選択した。具体例として

- ① カメラが右から左、被写体が左から右へとゆっくり横に移動し、カメラと被写体が逆水平方向に動く場面
- ② 遠近法的手法で手前と奥の被写体が異なる移動速度を構成する場面
- ③ タイトルが左から右へ動き、映画タイトルが中央で STOP する場面
- ④ 最後のスタッフエンドロール

このシーンを図 5.1-2 で示すように 24p をそのまま 2-2 変換して 48p のフレームレートで視聴する場合と、2-3 変換して 60p で見る場合との差を評価する。2-3 変換した状態では、オリジナルに比べ余計な B 補完フレームが挿入されることになる。

特に、④のスタッフエンドロール部分は、24p と 60p の違いを顕著に表していてわかりやすい。



EL DESEO,D.A.S.L.U.M-50529-2005

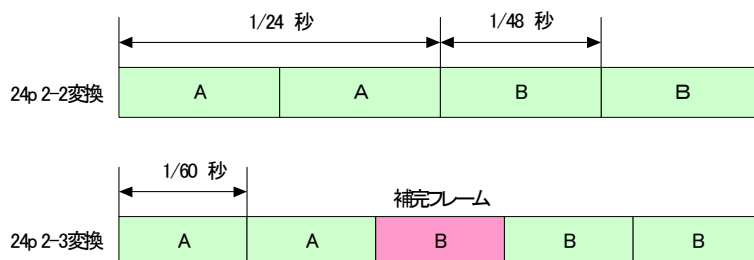


図 5.1-1 評価用動画映像

図 5.1-2 フレームレート変換

5.1.3 評価実験方法

評価方法は、一対比較で、2つのモニター（フルハイビジョンプロジェクターで 24p を 48p に整数倍変換して投射する）+2つの BD プレーヤーをそれぞれ左右に配置し、片方は 48p、他方は 60p で同時に①～④のシーケンスを繰り返して視聴する。この方法は被評価画像の数量が少なく、ある程度時間をかけて評価が可能な今回のような実験には適している。

ただし、今回は限られた環境（被験者数、コンテンツ数）で予備的実験要素が強く、主にシネマライクを想起させている評価語の抽出に着目しておこなった。

5.1.4 評価結果

次のような評価語が得られた。

48p 再生

滑らか	安定感がある	自然な	心地よい
見やすい	すっきりしている	ぼけている	ストーリーがわかる

60p 再生

がたがたしている	スピード感がある	見にくい	ざわざわしている
ぼけている	テレビ放送のよう		

5.1.5 まとめ

評価結果を考察すると 24p 再生では、動きの滑らかさが特徴的であることがわかる。24p 映像はジャダーなしでは語れない世界であるが、被験者はこのジャダーが安定して映し出されることにシネマライクな感覚を覚えるようである。言い換えると「安定したブレ」が映画の持つ独特な動きや、映画監督の求める表現の具現化に欠かせないことを意味している。

また、60p 再生時の「ざわざわしている」は、2-3 変換時の補完フレーム（図 5.1-2 での B フレーム）をハードウェアで挿入するときのノイズ感を被験者が感知している可能性もある。

（委員 佐伯 隆昭）

5. 2 映像伝送サービスにおける感性的評価への期待

5.2.1 はじめに

ネットワーク環境の充実と端末表示能力の向上、また無料で動画を配信できるサービスの登場や個人制作コンテンツの配信を希望するユーザの増加などによって、インターネット上で動画を配信したり、動画コンテンツを見る機会は以前に比べ増大している。

特に最近では携帯電話でメールを読むように小説を読む文化も育っている。ケータイ小説家という携帯電話で執筆する作家も活躍している。このようなトレンドの延長線上には、携帯電話で撮影した動画を投稿サイトで配信し、またそれを携帯電話上で楽しむといった楽しみ方も今後は増えていくことが予想される。

携帯電話を含む携帯端末上で動画を楽しむユーザが増加すると携帯端末上に表示される動画の画質が問われるようになる。

一方、最近では放送・業務用として、携帯電話の通信網を利用した簡易中継システムが使用されている。一部の機動力が重視される領域では、重装備で費用がかかる中継車による映像伝送を置き換える動きが出てきている。携帯電話の通信帯域は今後広帯域化されるが、現在はまだ狭帯域であり、ワンセグ^{※1}と同等の解像度（352×240）で映像を伝送している。しかし、たとえ解像度が低くても、リアルタイムで現場の状況が伝送できるということは付加価値が認められている。

ここでは、主としてこの簡易中継における映像伝送を例にとって、感性評価について考察してみたい。

※1 移動体向け地上デジタル放送の名称。

5.2.2 映像伝送サービスの事例

携帯電話網の普及、高効率な映像圧縮技術の開発やネットワーク上の品質制御技術の向上、ビデオカメラのデジタル化などにより、携帯電話網を利用したリアルタイム映像伝送が可能になった。携帯電話網を利用したリアルタイム映像伝送のシステム例を図 5.2-1 に示す。

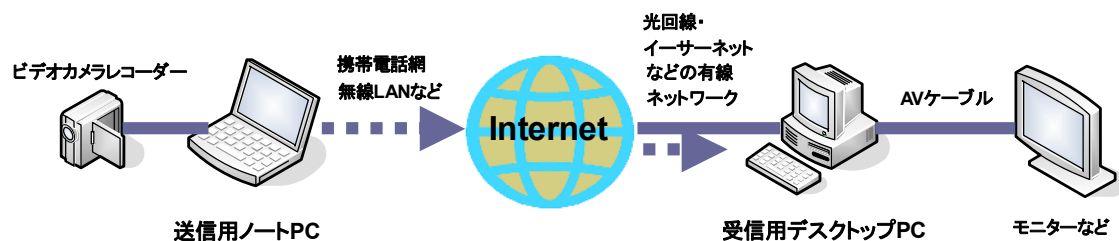


図 5.2-1 リアルタイム映像伝送システム

例のようなシステムは主としてリアルタイム性が要求される放送局の緊急報道やスポーツ中継、自治体の災害時の現場監視、企業のイベント中継などの用途で利用される。このような場で伝送されるコンテンツの特徴としては、デジタルシネマなどに求められる高精細かつ高フレームレートよりもリアルタイム性が要求されることである。たった今起こっている出来事ということに価値がある。したがって、従来のように中継車に報道機材一式を積んで多くのスタッ

フで取材に出かけていては、緊急時の取材には間に合わない。例に示すようなハンディタイプのデジタルビデオカメラと携帯電話網接続用インタフェースを実装したノート PC があれば 1 人でも機動力よく現場から映像を届けることが可能である。

5.2.3 感性的評価への期待

画質評価の客観的手法については、静止画であれば信号発生器からテストパターンを入力してオシロスコープやビデオアナライザで測定することで、色や周波数特性をパラメータとして画質を数値化できる。ところが動画質を定量化する手法はあるが、一般に広く普及するには至っていない。複数の会社がそれぞれの方式で数値化しているのが実状である。

また、主観評価においては、動画質の評価手法は標準化されているが、感性的評価に関しては今後手法が確立されていくと思われる。

さて前節では映像伝送サービスの実例について述べたが、このようなサービスの画質評価に影響を与えるのは、主として符号化時、圧縮伸張時の劣化に加えてネットワークでの伝送時における劣化である。パケットロスや遅延が発生して映像品質が劣化した場合や、ビットレートが上がらずフレーム数が減少する場合にそのときの映像品質をどのように評価するかということは大きな課題である。

このような状況の中で、本年度の動画映像の視覚評価事業委員会での研究テーマである動画映像の感性的評価では、フレームレートを変化させたときに感性が受ける影響について言及している。この研究結果は、携帯電話網を利用した映像伝送システムにおいてネットワーク環境が劣化したときのフレームレートと解像度の設計に役立つと思われる。

また、インターネットを利用した個人の映像コンテンツ投稿サイトでの動画評価にも応用できる。今後は携帯電話を含む携帯端末で動画を記録し、投稿サイトへ登録、それをまた利用者が携帯端末にダウンロードして楽しむような機会が増えることが予想される。現状ではまだネットワーク帯域の制限により、SDTV (Standard Definition TeleVision) もしくはワンセグと同等レベルの画質でフレームレートも低いコンテンツが多数を占める。したがってそのような画像の評価において、今回の感性的評価の結果が利用可能である。

5.2.4 まとめ

インターネット上で個人の動画コンテンツを投稿するサイトや放送業務用としては携帯電話網を利用した映像伝送システムを例にとりて、動画質の評価手法について考察した。

動画質の感性的評価は今後、動画投稿サイトや映像伝送システム等の評価の一手法として活用可能である。感性的評価が一般に広く認識され活用されることによって、個人の動画コンテンツや放送業務用コンテンツの利用を促進し、デジタルコンテンツの普及に貢献することを期待する。

(委員 中川 佳樹)

5. 3 異なる視環境におけるアニメーション再現に関する実験例

5.3.1 はじめに

我々は、主として文化財のデジタル保存と活用を目的として、バーチャルリアリティ（VR）技術を用い、没入型スクリーンを備えたシアターから小型のデスクトップ環境まで、様々な表示環境を用いた映像コンテンツの活用研究を進めてきた。当初は、没入型スクリーンが中心であったが、PC の高性能化に伴って、小型の環境で同一の VR コンテンツを利用する事例も増加してきた。その過程で、新たに浮上してきた問題として、表示環境の違いによる映像の印象の変動がある。没入型スクリーンでは臨場感のある適切な効果をもたらしていた映像が、小型のディスプレイでは非常に物足りない印象となったり、小型のディスプレイでは快適に視聴できた映像が、大画面では映像酔いのような不快感をもたらしたり、といった現象があり、カメラワークなどの表現を修正することでこの問題に対処する必要が生じてきた。昨今では、大画面 LCD やワンセグ放送の普及などによって、同様の問題が一般の映像視聴においても生じるようになってきている。そこで、これらの課題に着目し、VR の特徴であるところの映像鑑賞時における映像の可変性を利用し、環境に合わせて容易な操作でカメラワークを調整する方法を試作し、その効果を確認した[1]。

さらに、類似した現象として、CG アニメーションの動きの見えや印象が、画面サイズによって変化するという現象が見られることに着目した。関連する事例として、物理的に正確に再現したはずのアニメーションが違和感を与える[2,3]、模型の制作において、実物を正確にスケールダウンしても印象が変わってしまう[4]、といった指摘もなされている。

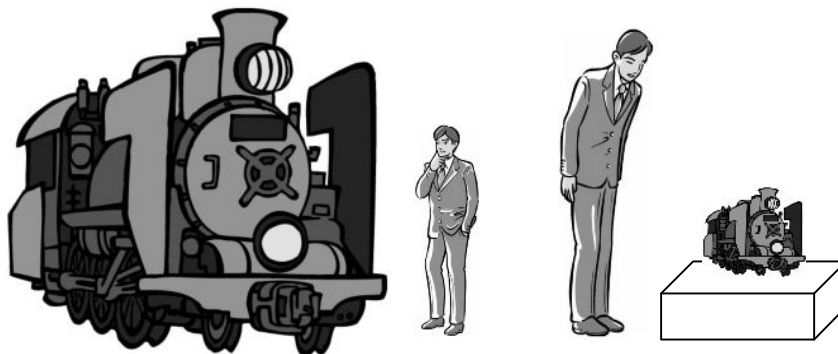


図 5.3-1 観察条件の違い

これらの要因としては、図 5.3-1 に示すように、観察視点や観察距離の違い、実物との大きさの違い、情報量の差など多くの要素が考えられるが、我々はまず、表示サイズの違いに着目し、これによって引き起こされる動き知覚の変化を検証するための実験を行った。

5.3.2 予備実験

予備実験として、ボールの反発運動の印象を尺度法で評価する実験を行った。この予備実験に関しては要点のみを述べる。

2 秒の周期で床面でボールが弾む CG 映像を、2 段階の異なる大きさで被験者に提示し、「自然な」などの評価語を用いた 7 段階の評価尺度法で印象を評価した。図 5.3-2 は、提示し

た映像の例を示す。自由落下運動における経過時間と変位の関係式、 $d = 1/2 g t^2$ を変形した $d = \alpha \cdot 1/2 g t^\beta$ を用いて落下位置を算出することとし、 $\beta = 2.0$ の場合に物理的に正確な表現となる。係数 β が小さくなるに従い等速運動に近づき、係数 β が大きくなるに従って、加速感の強い映像となっている。 α は、落下距離を等しくするための係数である。

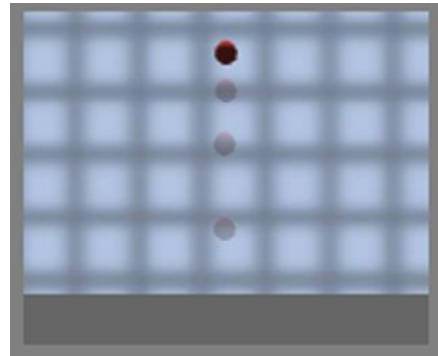


図 5.3-2 評価映像

図 5.3-3 は、評価結果の一部である。横軸は係数 β 、系列は表示画面サイズであり、数値はデバイスサイズに対する映像表示ウインドウの大きさの比である。

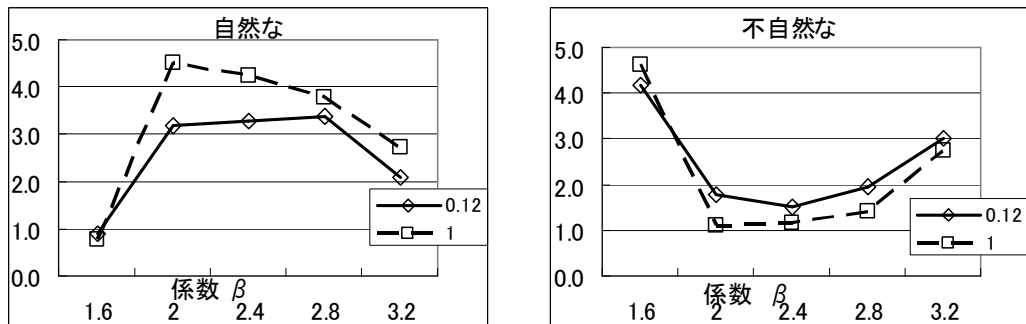


図 5.3-3 評価結果

β を、1.6 から 3.2 までの 5 段階に変えて評価を行ったが、大画面では、 $\beta = 2.0$ 付近、小画面では $\beta = 2.4 \sim 2.8$ 辺りで自然さが最大となる傾向が現れている。自然な印象をもたらす映像の条件が画面サイズによって異なるとの可能性がこの実験で確認された。しかし、評価の分散が大きいため有意差は得られていない。

被験者へのヒヤリングから、「自然さ」の絶対評価が極めて難しく、個人差が大きいこと、上昇端での動きも意識した場合と反発時のみに注目した場合とでは評価が異なること、などの問題点が明らかになったため、本実験では、映像の生成方法や実験手法を見直した。

5.3.3 本実験

予備実験の結果を踏まえて、実験手法を見直し、異なる映像を用いて 2 回の実験を行った。実験 1 では、極めて単純な動きとして、台上で反発を繰り返すボールの映像（映像 1）を用いた。実験 2 では、やや複雑な動きとして、歩行時の足の動き（映像 2）を用いた。動きの特徴パラメータをリアルタイムで変化させられる表示環境を構築し、2 台の LCD モニタに同じ種類の特徴の異なる動きを異なる大きさで表示し、調整法によって双方が同じに見えるためのパラメータを決定した。[6]

5.3.3.1 実験環境

2 台の LCD が同時に視野に入ると、注目対象としている動きの観察を他方の動きが妨害するため、図 5.3-4 に示すように、約 90 度離して配置した。

いずれか一方の LCD に提示される映像は基準映像であり、特徴パラメータは固定である。他方の映像は調整の対象であり、被験者は、コントローラ（図 5.3-5）のダイヤル操作によって特徴パラメータを変化させられる。予備実験と異なり、基準映像との比較判断であるため、不慣れな被験者にとっても判断が容易であると考えられる。



図 5.3-4 実験環境

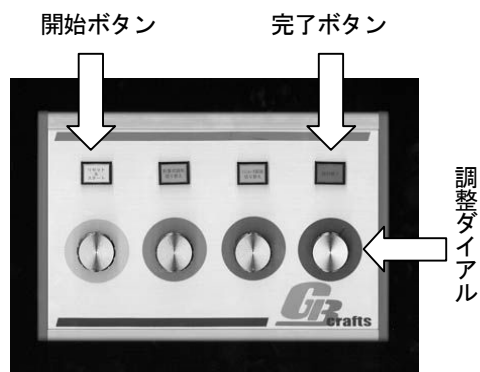


図 5.3-5 コントローラ

5.3.3.2 映像 1

映像 1 は、台上でボールが周期 1 秒、反発係数 1.0 の反発運動を繰り返すものである(図 5.3-6)。この映像の場合、表示サイズに依存する特徴的要素は躍動感や反発感で、衝突時の速度変化の大きさがそれらの印象に強く影響を及ぼすと考えられるため、予備実験の結果を踏まえて、上昇端では印象の変化がなるべく生じない様に、使用する関数を次式のよう

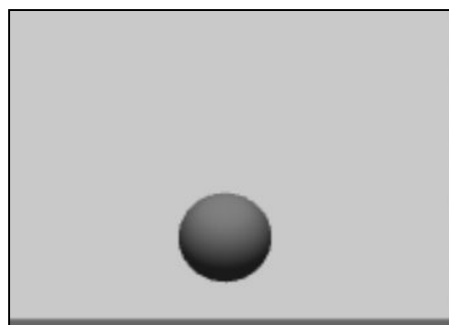


図 5.3-6 映像 1

$$y = 1.0 - \left((1.0 - (1.0 - t/0.5)^{1.0/p+0.8})^2 \right)$$

y : 上昇端高さに対する相対高さ

t : 経過時間(秒)

p : 調整パラメータ

調整パラメータ p と落下曲線の関係を図 5.3-7 に示す。振幅（落下距離）を 4 段階に変化させた映像を用いたが、本稿ではこの部分は割愛する。

$p=0.2$ では、物理法則に則った動きとなり、小パラメータ側では等速運動に近い躍動感や反発感の弱い映像となる。大パラメータ側では、躍動感の強い映像が得られる。

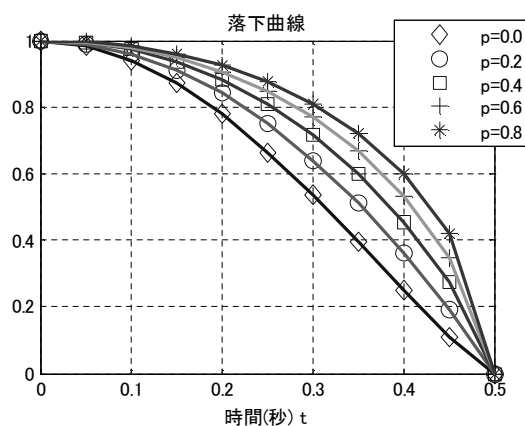


図 5.3-7 落下曲線

5.3.3.3 映像 2

映像 2 は、モーションキャプチャによって得られた人の歩行動作のモーションデータを用い、観察対象を単純化するために、脚部の動きだけをリアルタイム CG で再現したものである(図 5.3-8)。

映像 1 と同様に、この映像の場合、表示サイズに依存する特徴的要素は躍動感に類する印象で、各部の上下方向の速度変化や動きに含まれている高周波成分の強度が躍動感に強く影響を及ぼすと考えられるため、オープニング処理とクロージング処理によって、特徴を弱めた動作と強めた動作を生成し、ダイアル操作によって定まるパラメータを係数としたこれらの線形補間によって、任意の特徴を持つ映像を生成することにした。

原データとして Carnegie Mellon 大学から公開されている CMU Graphics Lab Motion Capture Database の中から、比較的特徴の鮮明な動作を選定した[5]。例として図 5.3-9 に、パラメータ設定値と、左ひざの高さの変化との関係を示す。P=0.5 は原データでの動作である。

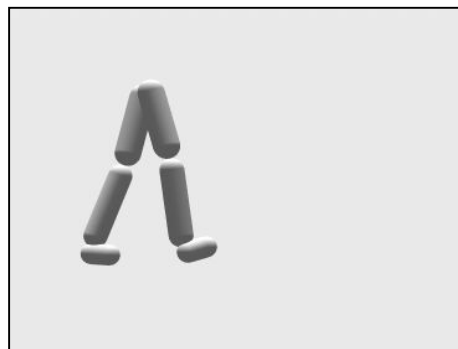


図 5.3-8 映像 2

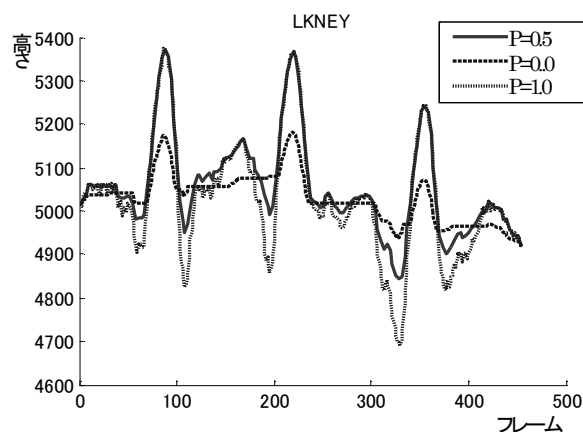


図 5.3-9 左ひざの高さ変化

5.3.3.4 実験手順

被験者に 2 台の LCD に表示された映像が同じに見える様に調整することを指示する。物理サイズに対して、0.15、0.3、1.0 の 3 段階のサイズ比でウインドウを開き、映像を表示する。基準映像と調整対象、それぞれに 3 段階にサイズを変えた、9 通りの組み合わせを用いて調整を行う。サイズの各組み合わせの提示順序と、基準映像と調整対象の左右位置は被験者ごとにランダムに変化させる。

ただし、実験 1 では、さらに 4 段階の振幅も組み合わせたランダムな提示順序とする。実験 2 では、同じサイズの組み合わせを 2 回ずつ用いることとする。

被験者の開始ボタン操作によって映像の再生が開始され、ダイアルによるパラメータ調整の完了の後、被験者の完了ボタン操作によって次の試行に進む、時間制限は設けない。

被験者数は、実験 1 は 14 名、実験 2 は 13 名である。

5.3.3.5 実験結果

2 回の実験それぞれについて被験者が設定したパラメータ値の平均値を、基準映像に対する調整対象の相対サイズの対数を横軸として、図 5.3-10 および図 5.3-11 に示した。

ただし、単純な反発運動と比較して複雑な動きを伴う映像 2 を用いた実験 2 では、判断が困難であると報告する被験者や、異常値と見られる結果が目立ったため、同じ被験者が同じサ

イズの組み合わせで行った 2 回の試行について、その差が 0.2 以下のデータのみを採用した。

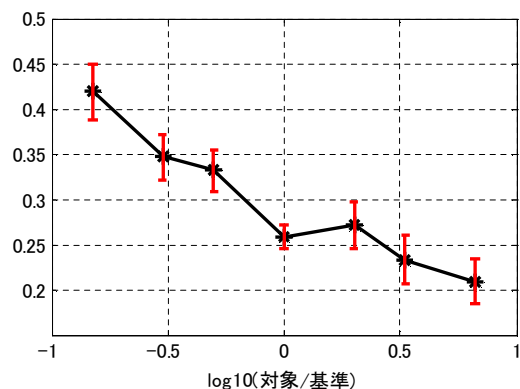


図 5.3-10 実験 1

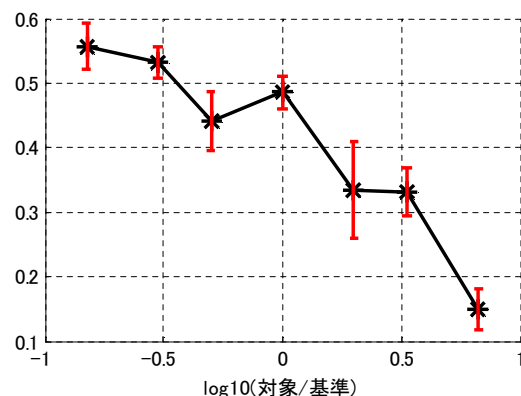


図 5.3-11 実験 2

基準映像に対して調整対象の画面が小さくなるに伴ってパラメータ値が上昇する傾向が明瞭に現れている。このことから、表示サイズが変化することで対象物の動作の見えが異なったものになっており、異なるサイズの表示デバイスで動きを同じに見せるためには、単に映像を拡大縮小するのではなく、動きの適切なデフォルメ操作を行うことも必要であるとの結論を得ることができた。

5.3.4 まとめ

映像コンテンツの鑑賞環境が多様化する中、観察対象物の動きに関しても、表示サイズを考慮したアニメーションの設定や映像の変換が必要であるとの結論が得られた。

また、実験手法や実験条件の選定が、有用な結果を得る上で重要であることを、この一連の実験からも知ることができる。

(委員 小黒 久史)

5. 4 ビデオゲームにおけるゲーム性(感性)と感性的評価の実施例

5.4.1 はじめに

ビデオゲームは、ゲームプレイヤー（受け手）とゲームクリエイター（送り手）の感性を共振させることで多くのファンを集めているが、ビデオゲームのゲーム性（感性）を支える技術の進歩は、そのゲーム機を構成するコンピュータやその周辺機器の技術の進歩、ゲーム制作ツールであるコンピュータ・グラフィックスの技術の進歩、さらに、ビデオゲーム特有の技術の進歩とともに発展してきたと言える。一方、本委員会の研究目的である動画映像の視覚評価のひとつとしてのビデオゲームに対する感性的評価は、ゲームクリエイターがゲームプレイヤーとして、自らのゲームコンテンツを感性的評価しているのが実情である。

そのため、本項ではビデオゲームに求められるゲーム性（感性）とはどのようなものか、また、それらのゲーム性（感性）がビデオゲームの技術、特にそのゲーム性（感性）に関わる技術の進歩とどのように関わってきたのかを調査分析した。さらに、ビデオゲームに対する感性的評価の実施例として、ビデオゲームをプレイしたユーザーの感想が記載されているオンライン・ゲームマガジンのゲームレビューに着目し、どのような感性評価用語が用いられているかを調査し、マップを使ってビデオゲームについての感性評価用語を視覚化した。

5.4.2 ビデオゲームに求められるゲーム性（感性）[7]

ビデオゲームに求められるゲーム性（感性）とは何かをまず明確にする必要があるが、ビデオゲームを通じてプレイヤーが感じる情感として以下のようなものがあげられる。

- ・ 謎や問題を解明しながらゴールする達成感
- ・ 自分が描く世界を作る創造感
- ・ 腕を磨くことや向上していく自分への満足感
- ・ 相手や敵を打ち負かす爽快感、優越感
- ・ ゲームキャラを演じきる陶酔感
- ・ 偶然性に対する驚きや意外感
- ・ 思索への没頭、ゲーム世界への没入感
- ・ ゲーム・コミュニティへの帰属感、統率感

5.4.3 ゲーム性（感性）とゲーム技術の進歩[7]

5.4.2 項に掲げたゲーム性（感性）が、ビデオゲームの技術、特にそのゲーム性（感性）に関わる技術の進歩とどのように関わってきたのかについて解説する。

(1) 黎明期のゲーム技術とインタラクティブ性

1971 年『Computer Space』（Nutting Associates）は、白黒のブラウン管を見ながらミサイルやロケット弾を操作パネルにあるボタンを押すことで宇宙戦争が体験できるものであった。また、1972 年『Pong』（Atari）は、ピンポンをモチーフにしたゲームでありダイヤルによるインタラクティブな操作ができるようになっていた。このような初期のゲーム機は TTL（Transistor-Transistor Logic）からなる専用回路を使った単純な対話型コンピュータであったが、インタラクティブな入力操作や画面表示機能を装備することによって、ミサイルやロケット弾で相手や敵を打ち負かす爽快感や入力操作の腕を磨く楽しみを実感できるビデオゲームにもなりうることを発見したと言える。

(2) 2次元スプライト画面の高速表示技術の出現と操作性

1979 年『ギャラクシアン：バンダイナムコゲームス』（図 5.4-1）は、フルカラーのドット表示とスプライト機能によるキャラクタの高速表示をゲームに取り入れることにより、敵の機体のアクロバチックな動きなどの高度な映像表現を実現した。同様に 1980 年『パックマン：バンダイナムコゲームス』（図 5.4-2）はカラフルなキャラクタのコミカルな動きとキャラクタごとの個性的な動きの表現技術を取り入れることにより、敵の複雑な動きにあわせて高度な入力操作が必要なビデオゲームへと発展した。そして、入力操作の腕前を楽しむだけでなく、どのように操作すればよいのかの作戦を考えることを楽しむゲームへと変貌した。



図 5.4-1 ギャラクシアン



図 5.4-2 パックマン



図 5.4-3 ゼビウス

(3) 2次元スクロール画面の高速表示技術の出現と没入感

1983 年『ゼビウス：バンダイナムコゲームス』（図 5.4-3）は、グリーンをベースとした背景が下から上にスクロールする画面の中を敵機と自機が飛び交う演出により、奥行き感ある視覚効果を生み出していた。さらに、戦いを進めていくストーリー展開を通じて、プレイヤーは相手や敵を打ち負かす爽快感だけでなくゲーム世界への没入感を感じた。スクロール手法として、縦、横スクロールを同時に行なうことにより斜め方向のスクロールができるシステム、複数の背景画をそれぞれの異なるスピードでスクロールすることで奥行き感を一層リアルに表現できるシステム、さらに背景画を直線や曲線状にスクロールできるラインスクロールと呼ばれるシステムが考え出された。これらのスクロール手法の出現により、視覚効果を利用した映像のリアル感が向上し、ゲームへの没入感がより一層深まることとなった。

(4) 擬似 3D 描画技術の出現と体感型ゲーム

1985 年『ハングオン』（セガ）は、アクセルやブレーキが付いたバイクに騎乗し、体を傾けることによりカーブがきれるゲームであり、目からの情報と体からの情報の相乗効果でゲーム世界への没入感がより一層大きくなった。アーケードゲームの 1 ジャンルでもある体感型ゲームの誕生であった。この時代のゲーム機においては、ゲーム映像を見かけ上 3 次元的に表現する工夫がなされていたのも特徴であった。いわゆる擬似 3D と呼ばれていたものであるが、2 次元のスプライト画面を拡大、縮小、回転できる機能が装備されており、背景やキャラクタなどの画面を拡大、縮小、あるいは回転をさせてから重ね合わせることで、見かけ上、画面が 3 次元的に見えるものであった。その結果、2D ゲームを見慣れていたゲームプレイヤーには、擬似 3D ゲームといえども新鮮な驚きであった。

(5) 3次元ポリゴンによる描画技術と格闘ゲームの出現とリアル感

1988 年『ウィニングラン：バンダイナムコゲームス』（図 5.4-4）は、ポリゴンで表現した

3次元形状をリアルタイムにレンダリングして画像生成する手法を採用した業務用3Dゲームであった。このゲームに使われていたハードウェア性能が現在のゲーム機よりも良くなかったため使用できる三角形ポリゴンの数に制限があり、キャラクタ形状が角張っていることにより見た目の美しさは欠けていたが、このゲームでは本物のレーシングカーの走行データを使用することにより、実際のドライビングテクニックが体験でき、それによりドライビングの腕を磨くことや向上していく自分への満足感が感じられるゲーム性（感性）が特徴であった。



図 5.4-4 ウィニングラン



図 5.4-5 鉄拳

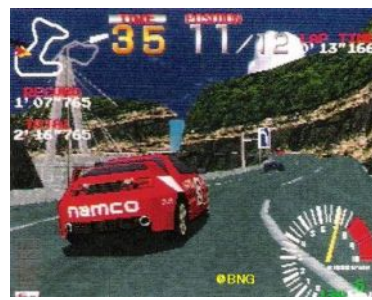


図 5.4-6 リッジレーサー

これ以降、3Dゲームの全盛へと向かっていくが、1993年『バーチャファイター』（セガ）および1994年『鉄拳：バンダイナムコゲームス』（図 5.4-5）は、人体を3次元ポリゴンモデルで表現し、骨と関節からなるスケルトン構造を使って動きをリアルに生成できることを特長とした。ゲーム機に備えられたボタンを巧みにコントロールすることにより繰り出される格闘技、特に1/60秒の瞬間を感じられる技によって、本当に戦っているかのような錯覚に陥ったプレイヤーはゲームキャラを演じきる陶酔感を味わったのである。『バーチャファイター』や『鉄拳』などの対戦格闘ゲームの特徴であるリアルで迫力のある格闘技は、モーションキャプチャの技術を用いることにより可能となった。

同様に、1993年『リッジレーサー：バンダイナムコゲームス』（図 5.4-6）は、カーレースの楽しみを実現したものであり、アクセル走行、カーブのドリフト走行など実際の運転では体験出来ないドライビングの腕を磨くことや運転技術が向上していく自分への満足感を感じさせるものがあつた。

(6) オンラインゲームと音声認識技術、AI技術の出現と存在感

これ以降、多くのビデオゲームが制作されたが、ゲーム性（感性）の観点から特出されるものとして、1996年『Diablo』（Blizzard）はMO（Multiplayer Online）タイプのRPGとして、1997年『Ultima Online』（ElectronicArts）はMMO（Massively Multiplayer Online）タイプのRPGとして今日のネットワークゲームの礎を築いたと言える。これらの海外のオンラインゲームに触発されて、2000年『ファンタースターオンライン』（セガ）、2002年『ファイナルファンタジーXI』（スクウェア・エニックス）や2003年『信長の野望Online』（コーエー）などが発売されるようになった。これらのオンラインゲームのゲーム性の特徴としてゲーム・コミュニティへの帰属感、統率感などがあげられる。このようなゲーム性は従来のパッケージタイプのビデオゲームではなかったものである。また、1996年『パラパラッパー』（SCE）はリズムに合わせてのシンプルな操作で多くのゲーム初心者に関心を集め、1999年『シーマン〜禁断のペット〜』（ビバリウム）は人間の顔をした魚との会話を通じて育てていく特異なシミュレーションゲームであるが、音声認識技術とAI（人工知能）をうまく応用したことにより実現した。

5.4.4 ビデオゲームの感性的評価[8]

ビデオゲームに対する感性的評価の実施例として、ビデオゲームをプレイしたユーザーの感想が記載されているオンライン・ゲームマガジンのゲームレビューにどのような感性評価用語が用いられているかを調査し、それを以下のステップでマップを使ってビデオゲームについての感性評価用語を視覚化したことを解説する。

(ステップ 1) 感性評価用語の調査対象のゲームレビューとゲームジャンル

ビデオゲームの感性評価用語を抽出するために、ビデオゲームをプレイしたユーザーの感想が記載されている各種のオンライン・ゲームマガジン（ファミ通.com、DENGKEI online.com、ITmedia +D Games、Game Watch、Game Magazine、4Gamer.net、Game@nifty、BIGLOBE GAME、Gpara.com）のゲームレビューを調査し、比較的、系統だってゲームレビューが記載されている DENGKEI online.com を採用した。次に、ゲームジャンル（アクションゲーム、スポーツゲーム、レースゲーム、格闘ゲーム、ロールプレイングゲーム、シミュレーションゲーム、アドベンチャーゲーム、シューティングゲーム、テーブルゲーム、パズルゲーム、その他のゲーム）ごとに、メーカーやタイトルがあまり重複しないよう最大で 10 本のゲームレビューを選んだ。

(ステップ 2) 感性評価用語の抽出と用語の選択

ゲームレビューに記載されている記事（テキストファイル）から、各種の品詞を抽出するために、フリーソフトウェアとして知られている奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科自然言語処理学講座(松本研究室)が開発した『茶筌システム』を用いて、ゲームレビューのテキストファイルを日本語形態素分析した。次に、『茶筌システム』を用いて得られる数多くの品詞から、感性評価用語として形容詞、接頭詞、副詞、名詞を選択した。

(ステップ 3) 感性評価用語の出現回数の集計と順位付け

ゲームレビューに記載されている記事から得られた形容詞、接頭詞、副詞、名詞を出現回数の多い順に抽出したが、必ずしもそのビデオゲームのジャンルに対応した感性的特長（ゲーム性）を表すものでないため、本項では、ゲーム性を表現する言葉として、ビデオゲームの企画書によく使われ感性豊かな言葉（表 5.4-1）を参考に、同種の言葉を感性評価出現回数の多い順に抽出した（表 5.4-2）。

表 5.4-1 ビデオゲームの企画書の感性的な言葉の例

多彩な ワイワイと やりこみ、じっくり めまい感 直感的 自由に実体感	気持ちよさ、爽快感 よりカッコ良く より面白く こつこつ長く、熱く ド派手 ガンガンしゃべる	ガンガン動く ダイナミックさ 迫力ある おしゃれなデザイン ちょっとオトナ サクッと	ハラハラ、ドキドキ 恐怖感 背徳感 集中力、緊張感 思い入れ、感情移入
--	---	---	---

(ステップ 4) ゲームユーザーのゲームコンテンツに対する期待のカテゴリー分類

ファミ通ゲーム白書 2006 [9]に掲載された一般ゲームユーザーのゲームコンテンツに対する期待度（表 5.4-3）を、①自己、自分指向、②コミュニティ、家族指向、③ゲーム性、感性指向、④技術性、機能性指向、⑤中立性の 5 つのカテゴリーに分類した（図 5.4-7）。

(ステップ 5) 感性評価語の重み付け

表 5.4-2 に示す 50 個の感性評価用語について、表 5.4-3 に示すゲームユーザーのゲームコンテンツに対する期待内容のどれに最も当てはまるのかを基に重み付けを行った (表 5.4-4)。

表 5.4-4 に示す【感性評価用語の重み】とは、感性評価用語についての重要度であり、以下の計算で求めた。この数値順位がゲームコンテンツの感性評価用語として意味あると考えられる。

【感性評価用語の重み】＝【感性評価用語の個数】×【一般のゲームユーザーの期待割合】

(ステップ 6) ゲームコンテンツの感性評価用語のマップ化

表 5.4-4 に示す【感性評価用語の重み】で順位付けた 50 個の感性評価用語を、図 5.4-7 に示すカテゴリー分類した一般のゲームユーザーのゲームコンテンツに対する期待に当てはめ、さらに以下の感性評価用語の重要性和感性評価用語の位置を考慮に入れ、感性評価用語のマップを作成した (図 5.4-8)。

① 感性評価用語の重要性：

表 5.4-4 に示す【感性評価用語の重み】に従って、文字の大きさを変化させる。

② 感性評価用語の位置：

図 5.4-7 に示す一般ゲームユーザーの期待のカテゴリー軸をベースに、その感性評価語の意味を考慮して配置する。

表 5.4-2 感性評価用語 (ゲーム性を表現する言葉)

評価順位	個数	感性評価用語	評価順位	個数	感性評価用語
1 位	70	簡単	26 位	18	新鮮
2 位	66	難易度	27 位	18	速い
3 位	63	個人的	28 位	17	難しさ
4 位	53	リアル	29 位	16	キレイ
5 位	53	新	30 位	15	圧倒的
6 位	52	難しい	31 位	15	壮大
7 位	48	自由	32 位	15	濃い
8 位	45	新しい	33 位	14	自由度
9 位	35	熱い	34 位	14	深い
10 位	33	新た	35 位	14	操作性
11 位	31	完成度	36 位	14	豊か
12 位	30	世界観	37 位	13	緊張感
13 位	27	細かい	38 位	12	じっくり
14 位	27	特殊	39 位	12	たっぷり
15 位	27	独特	40 位	12	自然
16 位	26	多彩	41 位	12	独自
17 位	25	初めて	42 位	12	派手
18 位	24	爽快感	43 位	12	便利
19 位	23	美しい	44 位	11	かわいい
20 位	20	怖い	45 位	11	スムーズ
21 位	19	シンプル	46 位	11	奥深い
22 位	19	爽快	47 位	11	甘い
23 位	19	豊富	48 位	11	激しい
24 位	18	リアルさ	49 位	11	個性
25 位	18	手軽	50 位	10	カッコイイ

5.4.5 まとめ

今回、ビデオゲームに求められるゲーム性(感性)とはどのようなものか、特にそのゲーム性(感性)に関わる技術の進歩とどのように関わってきたのかを調査分析した。さらに、ゲームユーザーのゲームコンテンツに対する期待を考慮し、ゲームコンテンツの感性評価用語を調査し、マップを作成したが、このような試みは初めてであり、ゲームコンテンツを評価する尺度としての役割はあるものと考えられる。ビデオゲーム産業は誕生してから 30 年程度の若い産業であるが、ビデオゲームのプレイヤーがどのような情感を求めているのか、コンテンツ制作者がどのようなゲーム性をコンテンツに織り込めばよいのかを手探りで探してきたと思われる。しかし、ゲーム産業がここまで成熟した現在、そのような問題を改めて科学的に解明する意義は大きいと思われる。

表 5.4-3 一般ゲームユーザーのゲームコンテンツに対する期待度[9]

順位	一般ゲームユーザーの期待内容	割合	順位	一般ゲームユーザーの期待内容	割合
1 位	世界観・ストーリー性・感動	15.4%	20 位	価格	2.2%
2 位	画面のきれいさ・見やすさ	7.4%	21 位	操作性の良さ	2.1%
3 位	クリアする楽しさ・達成感	6.9%	22 位	好きなジャンル・好みに合う	2.0%
4 位	ストレス解消・気分転換	6.2%	23 位	感情移入・話しに入り込む	1.7%
5 位	魅力あるキャラクター	6.0%	24 位	やり込み要素・隠し要素	1.5%
6 位	暇つぶし	5.9%	25 位	音楽・BGM	1.5%
7 位	シリーズ物・続編	5.9%	26 位	難易度	1.4%
8 位	コミュニケーション・共通の話題・話題性	5.7%	27 位	システム	1.0%
9 位	皆で遊べる・対戦プレイ・家族で遊べる・子供と遊べる	5.6%	28 位	点数や記録を競う・稼ぐ	0.8%
10 位	繰り返し遊べる・長く遊べる	5.5%	29 位	アニメ物・漫画物	0.6%
11 位	学習・頭脳トレーニング	5.1%	30 位	声優	0.5%
12 位	のめりこめる・熱中できる・夢中になれる・やりがい・充実感	4.6%	31 位	作者・製作会社	0.5%
13 位	シンプルさ・簡単さ・手軽さ・いつでもセーブできる	4.4%	32 位	予約特典・購入特典・ポイント	0.5%
14 位	新しさ・意外性・オリジナリティー	3.9%	33 位	癒し・ほのぼの	0.5%
15 位	非日常性・仮想の世界・現実逃避	2.9%	34 位	ゲーム中の特典・ミニゲーム・サブイベント	0.4%
16 位	飽きさせない内容	2.8%	35 位	成長要素	0.3%
17 位	爽快感	2.8%	36 位	オンラインプレイができる	0.3%
18 位	スリル・ドキドキ・わくわく	2.5%	37 位	謎解き	0.2%
19 位	リアルさ	2.4%	—	その他	4.1%

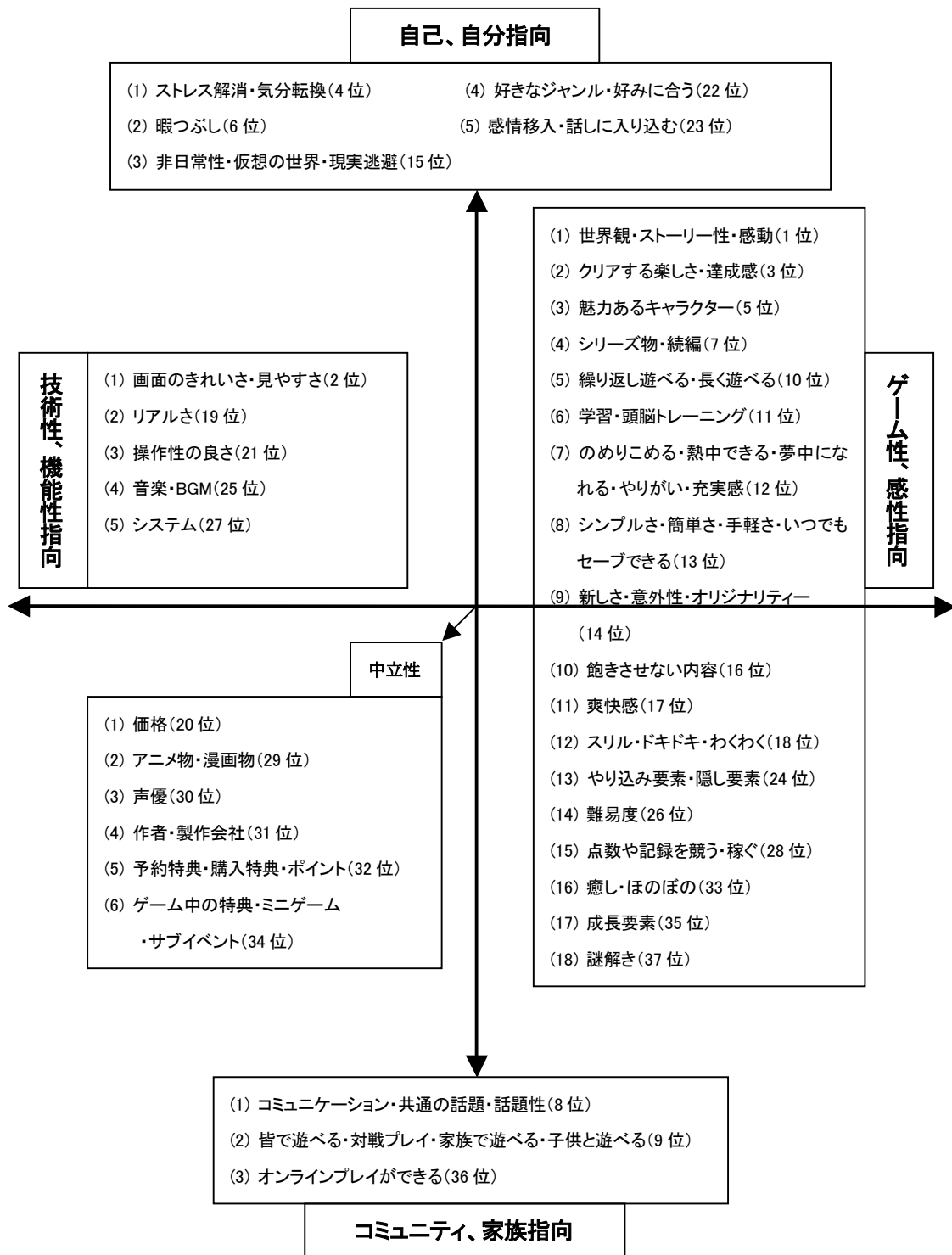


図 5.4-7 ゲームユーザーのゲームコンテンツに対する期待のカテゴリー分類

表 5.4-4 感性評価語とゲームユーザーの期待との関係付け

総てのゲーム			最も対応する一般ゲームユーザーの期待		感性評価用語の重み	
順位	個数	感性評価用語	期待内容	割合	重み	順位
7 位	48	自由	世界観・ストーリー性・感動	15.4%	739.2	1 位
12 位	30	世界観	世界観・ストーリー性・感動	15.4%	462.0	2 位
1 位	70	簡単	シンプルさ・簡単さ・手軽さ・いつでもセーブできる	4.4%	308.0	3 位
31 位	15	壮大	世界観・ストーリー性・感動	15.4%	231.0	4 位
5 位	53	新	新しさ・意外性・オリジナリティー	3.9%	206.7	5 位
40 位	12	自然	世界観・ストーリー性・感動	15.4%	184.8	6 位
8 位	45	新しい	新しさ・意外性・オリジナリティー	3.9%	175.5	7 位
19 位	23	美しい	画面のきれいさ・見やすさ	7.4%	170.2	8 位
47 位	11	甘い	世界観・ストーリー性・感動	15.4%	169.4	9 位
9 位	35	熱い	のめりこめる・熱中できる・夢中になれる・やりがい・充実感	4.6%	161.0	10 位
10 位	33	新た	新しさ・意外性・オリジナリティー	3.9%	128.7	11 位
4 位	53	リアル	リアルさ	2.4%	127.2	12 位
3 位	63	個人的	好きなジャンル・好みに合う	2.0%	126.0	13 位
29 位	16	キレイ	画面のきれいさ・見やすさ	7.4%	118.4	14 位
14 位	27	特殊	新しさ・意外性・オリジナリティー	3.9%	105.3	15 位
15 位	27	独特	新しさ・意外性・オリジナリティー	3.9%	105.3	16 位
17 位	25	初めて	新しさ・意外性・オリジナリティー	3.9%	97.5	17 位
2 位	66	難易度	難易度	1.4%	92.4	18 位
11 位	31	完成度	飽きさせない内容	2.8%	86.8	19 位
21 位	19	シンプル	シンプルさ・簡単さ・手軽さ・いつでもセーブできる	4.4%	83.6	20 位
25 位	18	手軽	シンプルさ・簡単さ・手軽さ・いつでもセーブできる	4.4%	79.2	21 位
13 位	27	細かい	飽きさせない内容	2.8%	75.6	22 位
6 位	52	難しい	難易度	1.4%	72.8	23 位
16 位	26	多彩	飽きさせない内容	2.8%	72.8	24 位
26 位	18	新鮮	新しさ・意外性・オリジナリティー	3.9%	70.2	25 位
32 位	15	濃い	のめりこめる・熱中できる・夢中になれる・やりがい・充実感	4.6%	69.0	26 位
18 位	24	爽快感	爽快感	2.8%	67.2	27 位
44 位	11	かわいい	魅力あるキャラクター	6.0%	66.0	28 位
34 位	14	深い	のめりこめる・熱中できる・夢中になれる・やりがい・充実感	4.6%	64.4	29 位
50 位	10	カッコイイ	魅力あるキャラクター	6.0%	60.0	30 位
38 位	12	じっくり	のめりこめる・熱中できる・夢中になれる・やりがい・充実感	4.6%	55.2	31 位
22 位	19	爽快	爽快感	2.8%	53.2	32 位
23 位	19	豊富	飽きさせない内容	2.8%	53.2	33 位
46 位	11	奥深い	のめりこめる・熱中できる・夢中になれる・やりがい・充実感	4.6%	50.6	34 位
20 位	20	怖い	スリル・ドキドキ・ワクワク	2.5%	50.0	35 位
41 位	12	独自	新しさ・意外性・オリジナリティー	3.9%	46.8	36 位
27 位	18	速い	スリル・ドキドキ・ワクワク	2.5%	45.0	37 位
24 位	18	リアルさ	リアルさ	2.4%	43.2	38 位
49 位	11	個性	新しさ・意外性・オリジナリティー	3.9%	42.9	39 位
36 位	14	豊か	飽きさせない内容	2.8%	39.2	40 位
30 位	15	圧倒的	スリル・ドキドキ・ワクワク	2.5%	37.5	41 位
39 位	12	たっぷり	飽きさせない内容	2.8%	33.6	42 位
37 位	13	緊張感	スリル・ドキドキ・ワクワク	2.5%	32.5	43 位
42 位	12	派手	スリル・ドキドキ・ワクワク	2.5%	30.0	44 位
33 位	14	自由度	操作性の良さ	2.1%	29.4	45 位
35 位	14	操作性	操作性の良さ	2.1%	29.4	46 位
48 位	11	激しい	スリル・ドキドキ・ワクワク	2.5%	27.5	47 位
43 位	12	便利	操作性の良さ	2.1%	25.2	48 位
28 位	17	難しさ	難易度	1.4%	23.8	49 位
45 位	11	スムーズ	操作性の良さ	2.1%	23.1	50 位

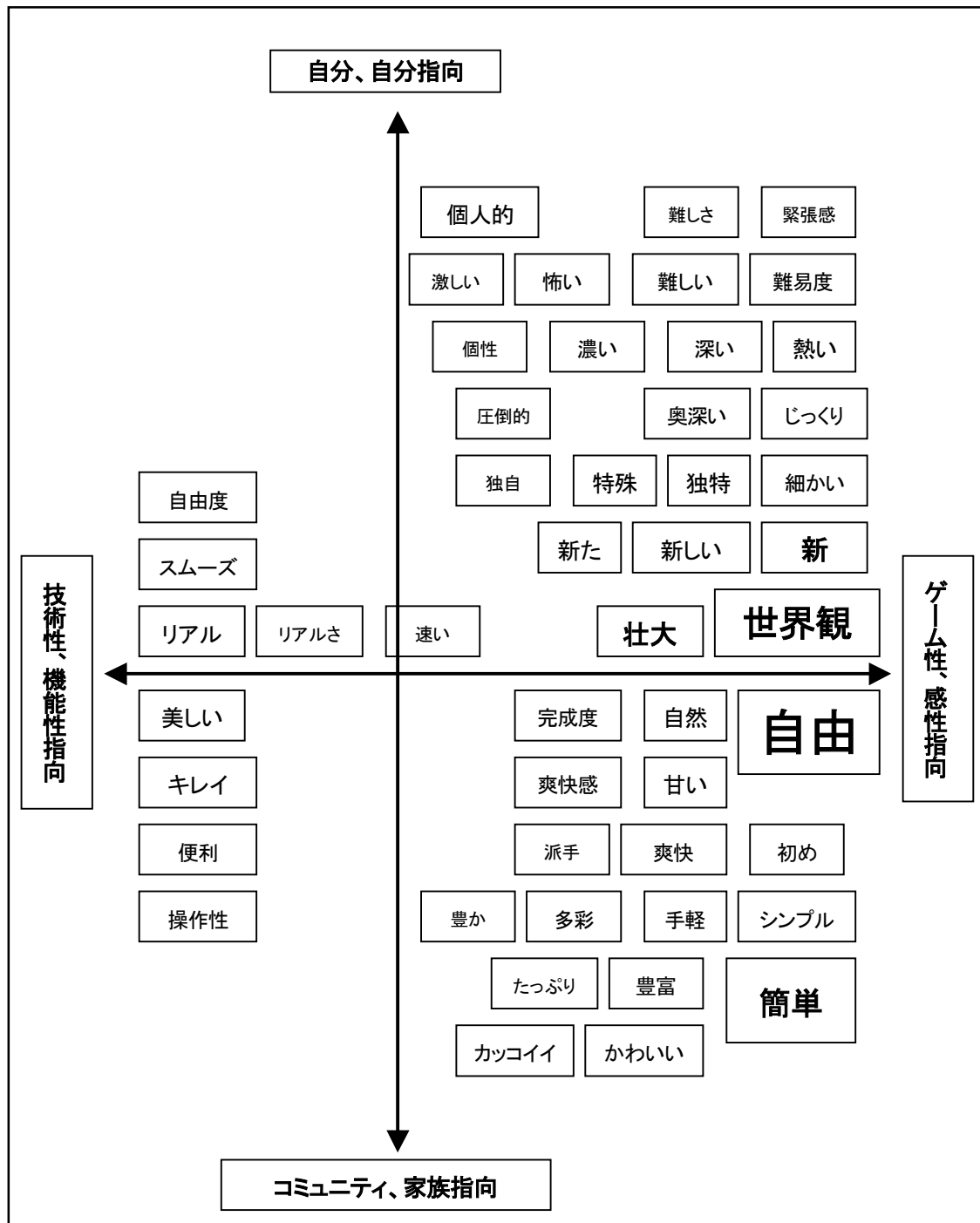


図 5.4-8 ゲームユーザーのゲームコンテンツに対する期待と
ゲームコンテンツの感性評価用語の分類マップ

(委員 馬場 哲治)

5. 5 映像機器を利用した感性的評価方法の実際例

5.5.1 はじめに

近年、テレビや PC モニタなどの映像機器に使用される表示デバイスとして、液晶や PDP といったフラットパネルディスプレイが採用されることが多くなり、市場でも（特に日本では）大半がこのような薄型ディスプレイで占められるようになってきている。PDP や液晶は従来の CRT タイプのものに比べサイズのメリットがある一方、表示する画質、特に動画質の表示においては CRT に比べ劣ることが課題とされている。特に液晶の動画ぼやけについては様々な改善や評価が各方面で行われている[11-17]。

液晶の動きぼやけは感性評価では「ぼやけている」「残像が残る」「尾を引く」等の評価語で表すことができるが、ぼやけの量を定量的に評価することが難しい。液晶の動きぼやけは、液晶の応答時間が遅いことと、ホールド型表示と呼ばれる液晶パネル固有の表示方法の 2 種類の原因によって発生するが、この 2 つの要因を考慮した液晶の動きぼやけを定量化することが可能な動画応答時間（Moving Picture Response Time: MPRT）が定義されている。この MPRT は、追従カメラを用い、主観に近い数値が得られるように検討が重ねられたものである。測定方法も確立、測定装置も実用化されており、カメラの追従性能や再現性が高いことが示されている[18,19]。

一方で MPRT の測定装置で得られた値と我々が感じる動きぼやけの量との関連についても調査・報告されており[10]、その内容について紹介する。

5.5.2 液晶の動きぼやけ

液晶の動きぼやけとは、動いている画像の輪郭がぼやけて見える現象で、2 つの発生原因が知られている。第一の原因は、液晶の応答時間である。図 5.5-1 は、液晶の応答時間とぼやけの関係を示す図である。液晶パネルに与える階調データの変化と輝度の変化の関係を示した図で、横軸は時間、縦軸は階調数と輝度を示している。ここに示された応答時間は、変化前の輝度と変化後の輝度の差を 100%とした時に、10%から 90%の輝度に変化するまでの時間が用いられている。この時間が長いほど動きぼやけも大きくなる。図 5.5-1 では、画像データが 32 階調から 224 階調に変化したときの応答時間として 40ms の場合が示されている。応答時間は、一般的な液晶テレビが 1 フレームごとに画像更新される周期である 16.7ms より短い必要があるが、図 5.5-1 に示された応答特性では、テレビ信号の動画像を表示するのに十分ではない。

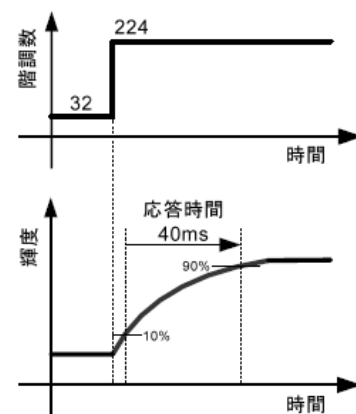


図 5.5-1 液晶の応答

一方、液晶の応答時間が 0ms になっても動きぼやけが発生することも知られている[20]。これは、液晶パネルがホールド型と呼ばれる方法で画像を表示するため、動きぼやけの第二の原因である。図 5.5-2 左図 は、応答時間が 0 ms という理想的なホールド型表示デバイスにおける動きぼやけの発生原理を説明するための図である。図 5.5-2 左図 は、黒い背景の上を左から右に白い物体が移動する画像を表示した場合の白い物体の表示位置と時間の関係を示す図である。横軸は表示デバイス上の水平位置、縦軸は時間を示している。図中の実線は、白

い部分の中心の位置を示したもので、1 フレームの期間、白い部分は同じ位置に表示され、1 フレーム単位で白い部分がコマ送りのように移動することを表している。破線は、視点を示しており、コマ送りの時間がある程度早くなると、人間の目は、実際のものが動いているかのように白い部分を滑らかに追いかけるようになる。図 5.5-2 右図 は、横軸を網膜上の水平位置に置き換えて表示したものである。このように、視点が画面上を滑らかに移動している状態では、ホールド型表示デバイスに表示された物体は、網膜上で左右に揺れているため、この揺れが積分されて動きぼやけとして見えることになる。

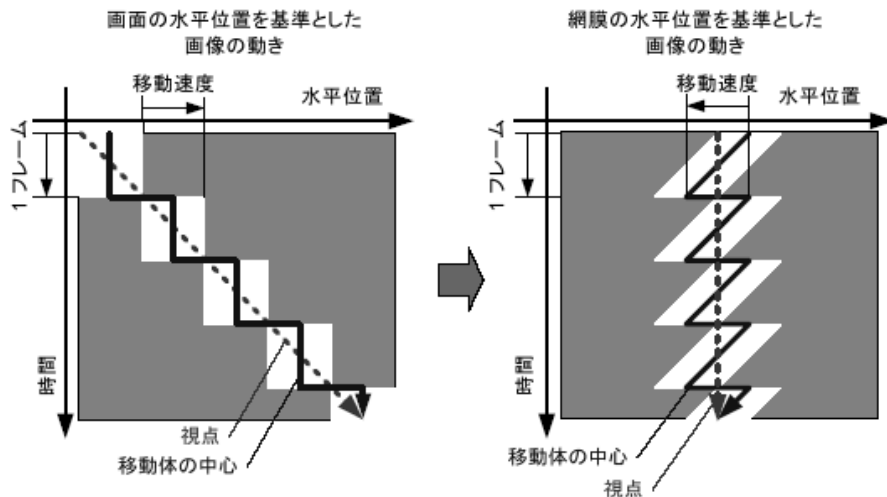


図 5.5-2 ホールド型表示と動きぼやけ

5.5.3 動きぼやけの測定方法

5.5.3.1 MPRT 測定装置

MPRT は、追従視条件下、すなわち人間の眼が移動する物体を滑らかに追従している状態で、液晶パネルに表示された動画を見たときに感じる動きぼやけを定量化する手法として定義された。人間の目の動きは、追従運動や跳躍運動などが組み合わさった複雑な動きをし、また、個人差もあることから、測定装置で完全にシミュレートすることは難しい。ここで定義した追従視という条件の下で感じる動きぼやけ

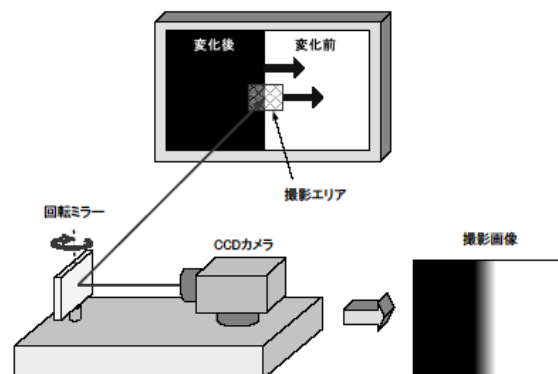


図 5.5-3 MPRT 測定装置 (回転ミラー方式)

に限定することで、一般的な CCD カメラを用いた測定が可能になる。現在までに(1) 回転カメラ方式 [11]、(2) 高速シャッター方式 [12]、(3) 回転ミラー方式 [13]の 3 種類の測定方法が報告されている。現在では、図 5.5-3 に示したような回転ミラー方式が実用化されている。

5.5.3.2 測定と解析

図 5.5-4 左図 に MPRT の測定に用いるテストパターンを示した。測定には、7 つの開始階

調と 7 つの到達階調を組み合わせた 42 のテストパターンが用いられる。開始階調と到達階調に用いられる輝度 (Y0 から Y6) は、パネルの最小輝度 (Y0) と最大輝度 (Y6) を元に CIE 1976 で定義されている L*の変換式に基づいて、明度軸上で等間隔に 6 分割された明るさが用いられる。

$$L0 = 903.3 \times Y0/Y6 \quad \text{ただし} \quad Y0/Y6 \leq 0.008856 \quad (\text{式 5.5-1})$$

$$Yn = Y6 \times \left(\frac{(L0 + (100 - L0) \cdot n/6) + 16}{116} \right)^3 \quad (\text{式 5.5-2})$$

$$n \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6\}$$

上記式の関係を図示したものが、図 5.5-4 右図 である。Y0 から Y6 までの明るさの差は、常に主観的に等距離となるので、例えばパネルのガンマ特性が異なっても、最大輝度と最小輝度が同じであれば、測定に用いられる輝度の組み合わせは、同じになる。一方、階調を均等分割した値を用いると、信号処理によって実際に液晶パネルに与えられる階調数が異なってしまうことがある。その場合、同じ液晶パネルでも液晶パネル単体で測定する場合と液晶テレビのようなセットで測定する場合とでは、測定に用いられる階調も測定される輝度も異なることになる。このように、測定された最大輝度と最小輝度から明度を用いて測定階調を決めることで、液晶パネルの前に設けられた信号処理の影響を少なくすることが可能である。これらテストパターンに用いられる階調は、以下の手順により求められる。

- (1) 黒 (Y0) および白 (Y6) の測定
- (2) 輝度 (Y0, Y6) から明度 (L0, L6) への変換
- (3) L1 から L5 の明度を算出
- (4) 明度 (L1 から L5) から輝度 (Y0 から Y6) への変換
- (5) 求められた輝度 (Y1 から Y5) を表示する階調の測定

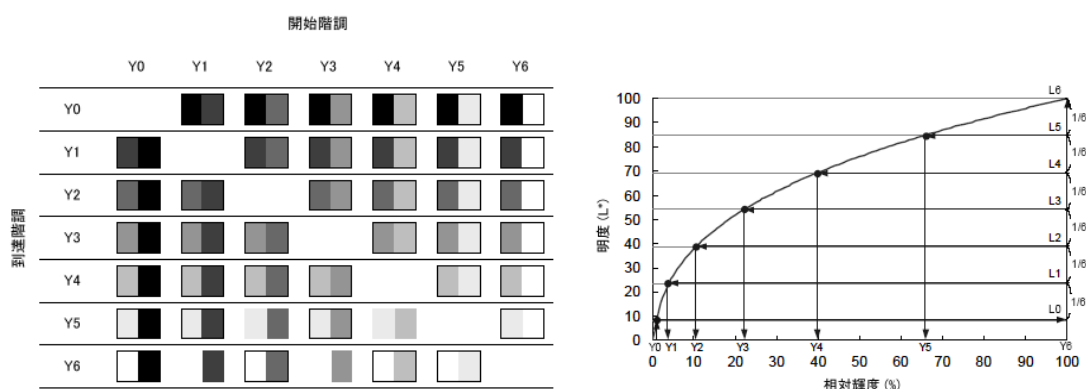


図 5.5-4 測定パターンと輝度の組み合わせ (左) と測定パターンの輝度 (右)

MPRT の基本となる Extended Blurred Edge Time (EBET) は、左から右に一定速度でスクロールさせた上記 42 パターンのエッジ部分を追従カメラで撮影した結果から求められる。図 5.5-5 は、追従カメラで撮影した画像から得られる輝度のプロファイル (レスポンスカー

ブ) と EBET の関係を示したグラフである。縦軸は、撮影したパターンの相対輝度、横軸は時間を示している。図 5.5-5 の横軸に示された時間 t は、撮影された画像の水平方向の画素位置 XLCD (pixel) を測定パターンの移動速度 v (pixel/ms) で割ることにより得られる。

EBET は、上記レスポンスカーブに対して、相対輝度が 10% から 90% (あるいは、90% から 10%) に到達するまでの時間 ($t_f - t_i$) を、閾値の間隔 0.8 で除算 (1.25 倍) したものである。すなわち、EBET は、閾値 10% と 90% から求められた 2 点を通る直線を変化前の輝度 (相対輝度 0%) と変化後の輝度 (相対輝度 100%) まで延長して得られる時間である。

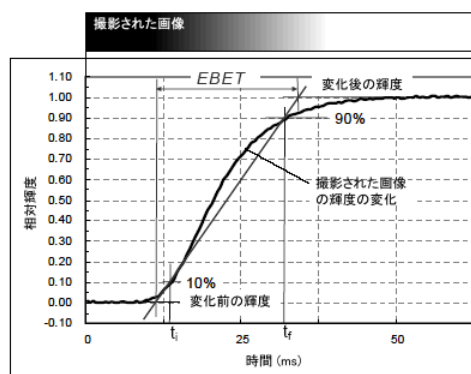


図 5.5-5 レスポンスカーブ

$$EBET = \frac{t_f - t_i}{90\% - 10\%} = (t_f - t_i) \cdot 1.25 \quad (\text{式 5.5-3})$$

例えば、液晶の応答時間が 0ms という理想的なホールド型表示パネルの場合、1 フレームの周期を 16.7ms とすると $t_f - t_i$ は、13.3ms になるが、1.25 倍することにより、ホールド時間と同じ 16.7ms を得ることができる。この EBET は、図 5.5-4 左図 に示した輝度 Y_0 から Y_6 の組み合わせからなる 42 のテストパターンごとに求められ、この 42 個の EBET の平均値を MPRT として用いる。

$$MPRT = \frac{1}{42} \sum EBET_{i,f} \quad (\text{式 5.5-4})$$

$$EBET_{i,f} = \begin{cases} i = Y_0, Y_1, Y_2 \dots Y_6 \\ f = Y_0, Y_1, Y_2 \dots Y_6 \\ i \neq f \end{cases}$$

ただし、 Y_0 と Y_1 の輝度差が小さすぎてレスポンスカーブが正しく得られない場合は、 $EBET_{Y_0, Y_1}$ と $EBET_{Y_1, Y_0}$ を測定から除外することもできる。

5.5.4 主観評価実験

5.5.4.1 調整法

人間が感じる液晶の動きぼやけを定量化するため、調整法を用いた主観評価実験を行った。図 5.5-6 に評価装置の概要を示す。評価装置として CRT モニターの上に液晶モニターを重ね、それぞれのモニターにテストパターンを表示した。液晶モニターには、図 5.5-6 左図 の右上に示したように、常にぼやけのないパターンを入力する。一方、CRT モニターには、キー操作によってエッジのぼやけ幅が調整できるパターンを入力する。

液晶モニターでは、ぼやけの無いエッジが左から右にスクロールすることで、液晶パネルの応答時間とホールド効果によって動きぼやけが発生する。一方、CRT は、応答時間とホールド効果によるぼやけがほとんど無いので、キー操作によって作成されたパターンのぼやけがそのまま表示される。実際には、CRT モニターに用いられている蛍光体にも残光特性があるが、

ここでは無視できるものとして主観評価を行った。

被験者は、この 2 つのエッジが同じぼやけ幅に見えるように、CRT モニターに表示されているエッジのぼやけ幅を調整する。この被験者が生成した CRT モニター上のエッジのぼやけ幅を、主観評価の実験結果として用いることで、被験者が感じた液晶の動きぼやけの量を数値化した。なお、CRT モニターに入力するエッジのぼやけの形状として、図 5.5-6 右図に示したように sin 関数を基にして生成したプロファイルを用いた。図 5.5-6 右図は係数 k を 0.15 に設定した場合のプロファイルを示している。

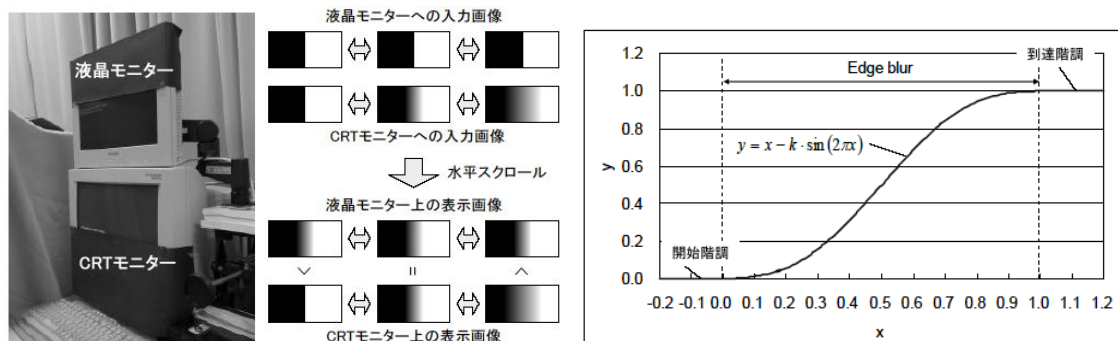


図 5.5-6 調整法による主観評価装置(左)と CRT 用テストパターンのプロファイル(右)

5.5.4.2 主観評価実験の概要

表 5.5-1 は主観評価実験の概要である。テストパターンは、MPRT の測定と同じ 42 のテストパターンで構成し、それぞれのテストパターンを 5pixel/frame の速度で左から右にスクロールさせた。この速度は、視距離 800mm で RDT153A を見た場合に約 6.4deg/s 相当する。個々の被験者は、それぞれのテストパターンで 3 回の実験を行い、3 回の実験で被験者が生成した CRT 上のぼやけ幅 (pixel) の平均値を主観評価の結果とした。式 5.5-5 は、開始階調 i、到達階調 j における主観評価結果 $Pn_{i,j}$ である。

$$Pn_{i,j} = \frac{1}{3} \sum_{k=1}^3 Pn_{i,j}(k)$$

(式 5.5-5)

表 5.5-1 主観評価実験の概要

項目	条件
液晶モニタ	RDT153A (三菱電機製)
CRT モニタ	RDS17X
スクロール速度	5pixel/frame
実験回数	42 パターン各 3 回
被験者数	男性 7 名／女性 4 名
被験者年齢	20～40 代

5.5.4.3 主観評価実験結果

表 5.5-2 は、被験者 11 名による RDT153A の主観評価結果である。上段が被験者数 n のぼやけ幅の平均 $\bar{x}$ (pixel)、下段が標準偏差 σ である。全般的に、明るく変化する立ち上がりエッジより暗く変化する立ち下がりエッジの方のぼらつきが僅かに大きくなる傾向を示している。これは、CRT の蛍光体の残光による影響が出ている可能性がある。また、ぼやけが少

表 5.5-2 主観評価結果

	$\bar{x}$ σ		開始輝度						
	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6		
Y0		6.56	6.07	6.18	6.00	5.82	6.47		
		1.14	1.23	1.55	1.09	1.16	1.22		
Y1	13.86		7.95	7.25	7.26	7.98	9.87		
	1.43		0.59	0.88	0.95	1.09	1.23		
Y2	14.56	10.36		8.98	9.26	9.41	11.25		
	1.66	0.87		1.06	0.70	1.07	1.09		
Y3	15.13	10.92	10.34		10.11	10.66	13.35		
	1.67	0.81	0.79		0.90	1.31	1.39		
Y4	14.27	11.08	10.39	10.16		11.21	15.37		
	1.47	1.58	0.89	0.71		0.99	2.50		
Y5	14.28	10.81	10.33	10.23	10.70		19.83		
	1.92	0.90	1.03	0.88	1.16		3.43		
Y6	11.23	9.15	8.94	8.82	8.61	8.66			
	1.12	0.95	0.73	0.75	0.95	0.81			

ない場合と多い場合で、ぼらつきが大きくなる傾向も確認できる。

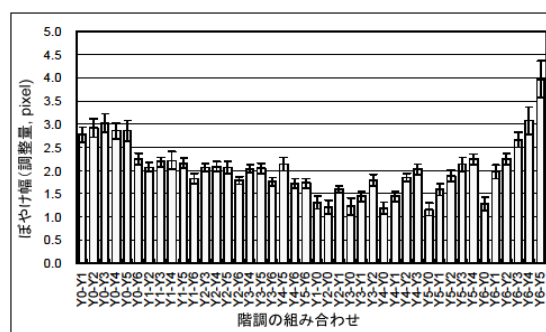


図 5.5-7 主観評価結果

図 5.5-7 は、RDT153A を用いた主観評価の結果で、横軸がテストパターンに用いられている階調の組み合わせ、縦軸がぼやけ幅である。縦軸に示したぼやけ幅は、それぞれの被験者がキー操作によって発生させた CRT モニター上のぼやけ幅をスクロール速度で正規化した値である。また、棒グラフ上の縦線が示す範囲は、被験者 11 名による主観評価結果の 95%信頼区間である。95%信頼区間に示された通り、被験者が感じるぼやけ幅のぼらつきは小さく、それぞれの被験者は、同じように動きぼやけを感じている。また、それぞれのぼやけ幅には、有意な差が存在している。

5.5.4.4 主観評価結果と EBET の比較

図 5.5-8 は、RDT153A の主観評価結果と MPRT-1000（大塚電子製）を用いて測定した EBET の比較結果である。縦軸は、知覚されたぼやけ幅、横軸は、EBET を示している。ここに示された知覚されたぼやけ幅は、EBET を求めるときと同様に、CRT に表示されているぼやけの輝度プロファイルが 10%から 90%（あるいは、90%から 10%）に到達するまでの画素数を 1.25 倍したもので示した。図中の直線は、42 点から導き出された回帰直線である。

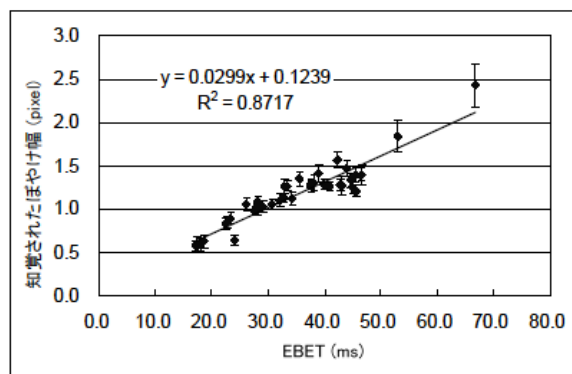


図 5.5-8 主観評価結果と測定結果の比較

また、それぞれの点の上下に示された縦線は、主観評価結果に対する 95%信頼区間である。それぞれの点は、回帰直線付近に分布している。また、式 5.5-7、式 5.5-8 により求めた主観評価結果と EBET の相関係数 $\rho_{x,y}$ は、0.934 という高い値を示した。図 5.5-8 および相関係数が示すとおり、測定結果 EBET と主観評価結果の間には強い相関が認められる。

$$Cov(X, Y) = \frac{\sum (x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{n} \quad (\text{式 5.5-7})$$

$$\rho_{x,y} = \frac{Cov(X,Y)}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \sum (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (\text{式 5.5-8})$$

5.5.5 まとめ

液晶モニターとCRT モニターを用いた調整法で動きぼやけの主観評価実験を行った結果、被験者は同様にぼやけを感じていることが確認できた。この主観評価実験で得られた知覚されたぼやけ幅とMPRT の測定で得られたEBET を比較した結果、両者の間には強い相関が認められた。この結果を元にした動きぼやけの評価手法のコンセプトが、Video Electronics Standard Association (VESA) のVESA Flat Panel Display Measurement Standard Version 2.0 のUPDATE FILE として公開されている[21]。主観評価結果と定量化した測定結果との相関が取れたことは、映像機器の開発指標が明確になると言う面で有用であり、また、コンテンツ作成面においてもリファレンスモニタの選定等で参考にすべきデータとなり得る。

(委員 金子 英之)

[参考文献]

- [1] 小黒久史, 郭素梅, 鈴木直哉, 佐藤美恵, 阿山みよし, 春日正男, “VR 技術を用いた鑑賞条件適応型カメラワーク調整機能の実装と評価”, 2007 年映像情報メディア学会年次大会予稿集 CD-ROM, 6-2,(2007).
- [2] 栗田正樹, 青木直史, “もんすけのなぞ”, <http://yons-ei.eng.hokudai.ac.jp/~monsuke/>
- [3] 青木直史, 栗田正樹, “リアルバーチャリティの要因に関する一考察”, 電子情報通信学会技術研究報告, MVE, pp.73-76,(2006).
- [4] 田宮俊作, “田宮模型の仕事”, 分春文庫,(2000).
- [5] "CMU Graphics Lab Motion Capture Database", <http://mocap.cs.cmu.edu/>
- [6] 川戸祐介, 小黒久史, 郭素梅, 西岡貞一, “動き表現のデフォルメとリアリティの関係性に関する一考察”, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.31, No.78, pp.63-66,(2007).
- [7] 平成 16 年度日本自転車振興会補助事業 感性コンテンツに関する調査・研究事業「感性的観点に基づくコンテンツ評価方法とコンテンツ表示環境に関する調査研究」報告書,平成 17 年 3 月, (2005).
- [8] 日本自転車振興会 平成 18 年度マルチメディア情報システム調査研究等補助事業 動画映像の視覚評価に関する調査研究 ―動画映像の感性的評価と制作に関する調査研究― 報告書,平成 19 年 3 月, (2007).
- [9] “ファミ通ゲーム白書 2006”, 発行: エンターブレイン,(2006).
- [10] 染谷 潤, “動画質改善と広色域再現技術による液晶ディスプレイの高画質化に関する研究”, 静岡大学博士論文, 乙第 135 号, 2007.
- [11] K. Oda, A. Yuuki and T. Teragaki, "Evaluation of Moving Picture Quality using the Pursuit Camera System", EURODISPLAY 2002 Proceedings, pp. 115-118, 2002
- [12] T. Yamamoto, Y. Aono and M. Tsumura, "Guiding Principles for High Quality Motion Picture in AMLCDs Applicable to TV Monitors", SID'00 Digest, pp. 456-459, 2000
- [13] K. Oka and, Y. Enami, Development of accurate reliable system for motion picture Quality analysis", Proceeding of IDW'01, pp. 1483-1486, 2003
- [14] H. Okumura, H. Fujiwara, "A New Low-Image-Lag Drive Method for Large-Size LCTVs", SID'92 Digest, pp. 601-604, 1992
- [15] B. W. Lee, C. Park, S. Kim, M. Jeon, J. Heo, D. Sagong, J. Kim and J. Souk, "TFT-LCD with Sub-10 ms of All Gray Response Time: Dynamic Capacitance Compensation", Proceedings of IDW'00, pp. 1153-1154, 2000
- [16] B. W. Lee, C. Park, S. Kim, M. Jeon, J. Heo, D. Sagong, J. Kim and J. Souk, "Reducing Gray-Level Response to One Frame: Dynamic Capacitance Compensation", SID'01 Digest, p. 1260-1263, 2001
- [17] K. Nakanishi, S. Takahashi, H. Oura, T. Matumura, S. Miyake, K. Kobayashi, K. Oda, S. Tahata, A. Yuuki, J. Someya and M. Yamakawa, "Fast Response 15-in. XGA TFT-LCD with Feedforward Driving (FFD) Technology for Multimedia Applications", SID'01 Digest, pp. 488-491, 2001
- [18] 液晶若手研究会, “液晶: LCD の基礎と新しい応用”, シグマ出版,pp. 110-111, (1998).
- [19] “マトリクス形液晶表示モジュール測定方法 (バックライトを用いる液晶表示モジュール) ”, JEITA ED-2522, 電子情報技術産業協会, 1995.

- [20] T. Kurita, "Moving Picture Quality Improvement for Hold-type AM-LCDs", SID'01 Digest, pp. 986-989, 2001
- [21] "VESA Flat Panel Measurement Standards Version 2.0", p. 102, VESA (Video Electronics Standard Association), 2001

第6章 社会貢献、普及活動への取り組み

6.1 はじめに

近年、放送技術の発展や BDVD（ブルーレイディスク DVD）などのパッケージメディアを中心とするデジタル技術の発展が目覚しく、特に地上波デジタル放送の実用化とも相まって、高品質なデジタル映像が急速に普及し、本格的な高品質デジタル放送時代に入ってきている。また一方でこの高品質メディアである動画映像を、携帯用ディスプレイから家庭用テレビ、さらにはホームシアターなど様々な大きさの表示機器で鑑賞できる環境が整ってきている。

本事業委員会は、動画映像の視覚評価に関する検討を重ね、本年度は、特にフレームレートなどを変更したときに各種の大きさの表示機器から受けるユーザの印象についての感性的評価の調査を検討してきた。これは、コンテンツの時間軸表現に伴う印象の感性的評価である。しかし、まだ現在はこの点に着目した検討はまだされていないのが現状である。

この観点から、この調査研究の重要性を訴求し、さらに、本事業で展開している調査研究を公表して、これらの内容を社会に訴求し、さらに啓蒙活動に取り組んだ内容を述べる。

6.2 社会貢献、普及活動の方法

本事業委員会としては、事業の開始年度から、3年目に入り、前年度の社会貢献、啓蒙活動による検討を踏まえ、学術講演会の実施による社会への貢献と啓蒙を考えてきた。この観点から、本調査研究の進展に伴う学術的および技術的成果を社会にフィードバックし、社会の進展に貢献すると共に、感性に基づく人間にやさしい社会構築への啓蒙広報活動として実施した。併せて、事業成果の公表方法に関し、事業成果については報告書を作成し、関係する官公庁、会員企業等に配布する。また、当財団発行のニュース及びホームページ（<http://www.dcaj.or.jp>）において研究成果を公表する。報告書、ニュース及びホームページについては、競輪の補助金により実施された事業であることを明記することとする。

6.3 広報活動の具体例について

本事業委員会の成果に基づく講演会、学会発表についての結果を以下に述べる。これらの発表を通じて、本事業の成果を社会に公表し、かつ、動画映像の感性的評価に関する広報活動を行った。なお、発表原稿は、巻末に付録として示した。

(1) 研究会講演会

- ・日時 平成20年2月16日
- ・場所 映像情報メディア学会メディア工学研究会／関東学院大学
- ・講演題目 映像の画面サイズと時間軸の関連性に着目した感性的評価に関する検討
- ・講演者 大塚裕子* 森俊文*,** 小黒久史*,*** 佐藤美恵* 春日正男*
(*宇都宮大学工学部 ** (株) ビデオテック ***凸版印刷 (株) 総合研究所)

(2) 招待講演

- ・日時 平成20年3月8日
- ・場所 日本感性工学会第4回春季大会／宮城大学

- ・講演題目 デジタル放送時代が創生する感性コンテンツ
- ・講演者 森俊文（(株) ビデオテック）

（３）招待講演

- ・日時 平成 20 年 3 月 8 日
- ・場所 日本感性工学会第 4 回春季大会／宮城大学
- ・講演題目 VR 技術を用いた人に優しいスケーラブル映像メディアの可能性
- ・講演者 小黒久史（凸版印刷（株）総合研究所）

6. 4 おわりに

本事業の成果として、映像情報メディア学会メディア工学研究会における研究発表や、「第 4 回日本感性工学会春季大会」における招待講演を通して、本委員会の基本的考え方である、動画映像の視覚評価に関する調査研究として、時間軸表現に関して本事業で得られた知見を社会に公表することにより訴求してきた。そして、これからの豊かな社会を構築する人間の心、すなわち感性に着目して動画映像コンテンツを製作し、編集することにより、よりユーザに印象付けられるコンテンツの鑑賞ができることを、私達の基本的な考え方と希望について実際例を紹介しながら述べてきた。今後、本委員会の考え方を世間に公開し、そして、同様の取り組みがあれば協力し、周辺の取り組みと補完しながら動画映像の視覚評価に関し色表現と時間軸表現の方向性を訴求させていく所存である。この点から学会等での発表には大いなる意義があったものと思っている。最後に、本招待講演の機会を与えていただいた日本感性工学会に深謝する。

第7章 動画映像の今後の方向性に関する提言

本委員会では、動画映像に関する感性的評価の事業を展開し、携帯電話や、家庭用テレビ、さらにはプロジェクタを利用した大型ディスプレイ表示など各種の表示媒体に対し、色表現のあり方、フレームレートなど時間軸表現のあり方について、動画映像コンテンツに関する将来の方向性を考察してきた。これらをまとめて、提言として以下に示す。

提言1 高品質動画映像の感性的評価手法と実験手法の提案

現在は、地上デジタル放送、BDVD などの高品質コンテンツである動画映像情報が極めて容易に入手でき、また誰でも簡単に鑑賞できる時代となっている。これに伴い、技術の進展とともに、これらのコンテンツの物理的性能を測定する方法についてはいくつかの方法が提案され、実行されつつある。しかし、最終的には、ユーザである人間が楽しめ、感動が印象づけられるコンテンツが必要である。この観点からは、まだ感性的に評価する手法やその具体的な視聴実験手法の指針となる明確な手法は提案されていない。

そこで、本事業委員会では、この方向から調査を行い、指針のひとつとして提案する。まず、高品質コンテンツに対して感じる単語を、これを評価語として収集する。これは国内外のあらゆる文献、書籍などから単語を収集し、少なくとも 500 語程度以上の単語を評価語として抽出する。次に、これをこの分野に知識のある人達からなるグループを形成し、このグループによるグループミーティング（KJ 法など）により、類似の集団として評価語を分類し、50 語程度の有意な言語グループにまとめる。次に、これを使って、実際の試験用コンテンツを視聴して予備実験を行う。この予備実験により、さらに、50 語程度の評価語から 10 前後の評価語に集約し、これを実験用評価語とする。そして、予備実験を通して得られた知見により、本実験用のコンテンツを作成する。これらの過程を経て、絞り込まれた評価語とコンテンツを用いて、本実験を行う。さらに、この実験結果を、潜在的ないくつかの共通因子を推定する統計的な手法である因子分析により整理分析し、固有値 1.0 以上を基準として主要な因子を抽出する。最終的に、これを用いて、コンテンツの感性的評価を行うことになる。本事業委員会では、この評価手法と実験手法を今後の方向性として提案する。

提言2 表示デバイスに依存した適切な色表現に関する方向性の提案

動画映像の視覚評価実験から、映像コンテンツの視聴機器において、特にプロジェクタに注目し、代表的な映像表示方式である LCD 方式と DLP 方式のプロジェクタを用い、映像コンテンツの評価実験を行った。実験では、前もって、2 つのプロジェクタで提示される映像コンテンツをできるだけ同じ印象が得られるように映像を手動で調整し、その映像コンテンツを被験者が評価し、どれだけ色再現性の認識に差が生じているのかを調査した。実験の結果、映像の全体が動くような、より動的なシーンになるに従い、物理的には両者間の色再現性の差が生じやすいにも拘らず、被験者はその違いを認識していないことが分かった。また、動きの

少ないシーンに関しては色再現性の差が少ないにも拘らず、被験者はその違いを認識することが分かった。このことから動的な映像コンテンツの色再現に関しては、ある程度の範囲内で調整を行えば、実用上問題はないが、静的なコンテンツではより厳密な調整を行わないと問題になることが予測される。なお、今後の課題として、映像コンテンツの提示順序効果や学習効果の影響を考慮した、さらに詳しい検討が残されている。

提言 3 表示画面の大きさに依存した適切な時間軸表現の方向性の提案

動画映像の視覚評価実験から、時間軸表現に関連するフレームレートなど画像の動きに関するユーザの印象では、画像の動きが「アクティブな」、つまり、より効果的に人に印象づけるには、コマ落としなどフレームレートの減少が効果的であり、一方で、「自然な」のように、よりリアルに表現したい場合は、フレーム（コマ）数が多い方が適切であることが分った。これらの知見から、感性的効果や演出的効果に着目した場合、フレームレートが各種の印象の強さに非線形的な影響を与えており、また、コンテンツの内容や画面サイズによってもその影響が異なっていることがわかる。したがって、異種映像環境の間などでフレームレート変換を行う場合においては、滑らかさなどの心理物理的指標による評価だけでなく、映像の感性的効果への影響にも配慮する必要があると考えられる。言い換えれば、本調査研究の結果は、今後より効果的なコンテンツを制作し、かつ、編集する場合の貴重な知見となり、今後のより感動できるコンテンツ制作編集に対しての時間軸表現の方向性を示唆していると言える。

第8章 むすび

近年、放送技術の発展やデジタル技術の進展により、地上波デジタル放送、BDVD（ブルーレイディスク DVD）など超高品質なデジタルコンテンツ映像が簡単に入手できる、言わば現在は、本格的な高品質デジタルコンテンツの時代に入ってきたと言える。特に、最近の放送技術の進展は、高品質、高精細なコンテンツ配信の実用化と普及をもたらし、一般ユーザである視聴者は快適な動画映像コンテンツを手軽に楽しむことができるようになった。さらに、FTTH（Fiber to the Home）などの普及により、インターネットでもユーザが大容量の動画映像コンテンツを容易に入手し、鑑賞できる環境も整いつつある。また一方で、携帯電話などの小型の映像表示デバイスから大きなプラズマテレビや液晶テレビ、さらに液晶プロジェクタなどの大型の映像表示デバイスなど幅広い映像表示技術の著しい発展により、映像再生デバイスの多種多様化が進んでいるのも事実である。この様な映像表示デバイスの多様化は、それを鑑賞する環境の多様化も意味する。すなわち、これにより、コンテンツを視聴する環境や画面サイズなどの様々な要因によって、同じコンテンツでも、使用する機材や視聴環境により映像表現の違いが生じ、このため鑑賞者がコンテンツから受ける印象が異なり、結果として映像制作者の意図する表現と異なる印象を持つ映像コンテンツを視聴してしまう、といった問題も生じつつある。

そこで、本事業では、近年の超高品質コンテンツである超高品質の動画映像をとりあげ、このコンテンツの時間軸再生、すなわちコンテンツを画面表示するフレームレートの違いに注目し、これを各種サイズの表示デバイスで視聴した場合の視聴者の受ける印象を感性的観点から調査した。そして、多種多様な視聴環境や表示デバイスのもとでも視聴者が心地よく感じる良質なコンテンツの作成、鑑賞には、どのような視聴環境が好ましいのか、どのような時間軸が動画映像の制作手法や再生方法として適切であるか、との観点からその評価方法の提案とともに視覚評価実験を指向してきた。

この観点から、本年度の事業では映像の感性的評価に関し、画面サイズやフレームレートの関連性について調査することを目的とし、このために、予備的な視聴実験を行った結果を参考に、実験用コンテンツを制作し、これを基に映像評価実験を行った。その結果、感性的評価と画面サイズおよびフレームレートとの間には複雑な関連性があることが分かった。すなわち、コンテンツ視聴時の感性的効果や演出的効果は、フレームレートが各種の印象の強さに非線形的な影響を与え、しかも、コンテンツの内容や画面サイズによってもその影響が異なっていることが分かった。また、高フレームレートではデバイスの応答特性も考えられる。これらの考察結果から、フレームレートなど画像の動きに関連する印象では、画像の動きが「アクティブな」、つまり、より効果的に人に印象づけるには、コマ落としなどフレームレートの減少が効果的であり、一方で、「自然な」のように、よりリアルに表現したい場合は、フレーム（コマ）数が多い方が適切であると言える。これは、異種映像環境の間でフレームレート変換を行う場合に、滑らかさなどの心理物理的指標による評価だけでなく、映像の緊迫感などの感性的効果への影響にも配慮する必要があることを意味する。

以上のことから、感性的効果や演出的効果に着目した場合、フレームレートが各種の印象の強さに非線形的な影響を与えており、また、コンテンツの内容や画面サイズによってもその影響が異なっていることがわかる。したがって、異種映像環境の間などでフレームレート変換を

行う場合においては、滑らかさなどの心理物理的指標による評価だけでなく、映像の感性的効果への影響にも配慮する必要があると考えられる。言い換えれば、本研究の結果は、森らの画面サイズや音響および映像の視聴環境に関する研究結果とも併せ、今後より効果的なコンテンツを制作し、かつ、編集する場合の貴重な知見となり、今後のより感動できるコンテンツ制作編集に対して大きな意義があると考えられる。

以上の結果より、様々なフレームレート、様々なデバイス環境での高品質な映像鑑賞を実現するには、フレームレートの変化やデバイスの大きさなど、コンテンツ制作時に希望する映像の感性的印象に留意した映像制作や映像処理が必要であるとの結論が得られた。本調査研究によるこの知見は、より感動できる将来へのコンテンツ制作編集に対しての方向性を示す指針として大きな意義があると考えられる。なお、DCAj ((財)デジタルコンテンツ協会)としては、今後本事業に関連する調査をさらに展開して、提言として述べた、高品質動画映像の感性的評価手法と実験手法、表示デバイスに依存した適切な色表現に関する方向性、表示画面の大きさに依存した適切な時間軸表現の方向性の 3 つの提案をさらに追求していく所存である。さらに、我が国の良質なデジタルコンテンツの制作と流通に寄与し、業界をリードしていくことも考えており、また、協会の本来的な使命であるとも認識し、今後ともこの方向性を推進していく所存である。

最後に、本研究の実施に伴い、コンテンツの視覚評価実験の遂行に多大なるご教示とご支援を頂いた工学院大学の椎塚久雄教授に深謝する。

付録

付録1. アンケート用紙

アンケート用紙									
		氏名		性別（ M ・ F ）		年齢			
●以下の全ての評価語に対して、映像の印象として感じた程度の度合いに○を付けて下さい。									
					ど ち ら で も な い				
		非 常 に	か な り	少 し		少 し	か な り	非 常 に	
1	好き								嫌い
2	臨場感のある								臨場感のない
3	自然な								不自然な
4	きれい								汚い
5	心地よい								不快な
6	迫力がある								迫力がない
7	穏やかな								荒々しい
8	リラックスできる								ストレスがある
9	見やすい								見にくい
10	スピード感のある								スピード感のない
11	滑らか								ガタつく
12	鮮明な								ぼやけた

付録2. 平均得点

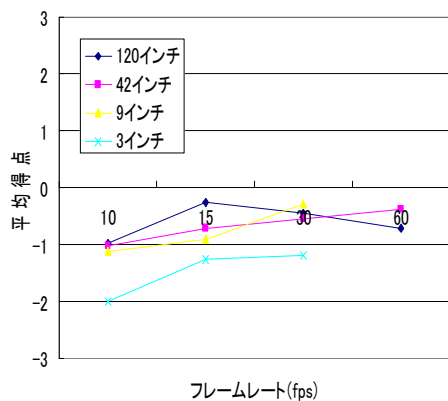


図1：映像A「迫力がある」

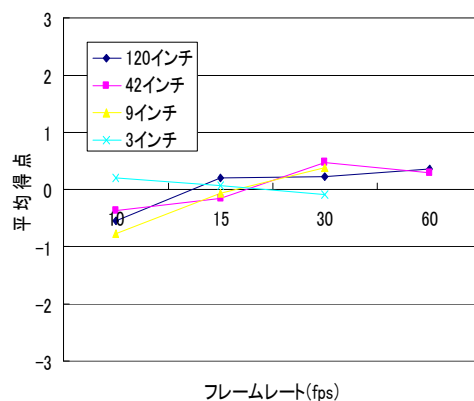


図2：映像A「リラックスできる」

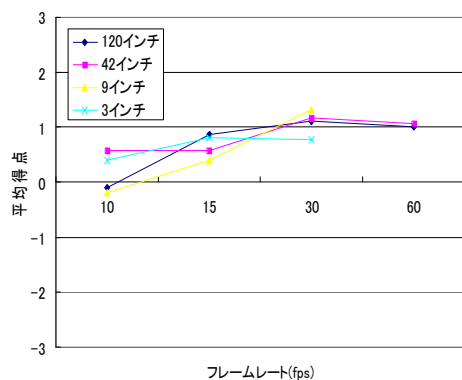


図3：映像A「きれい」

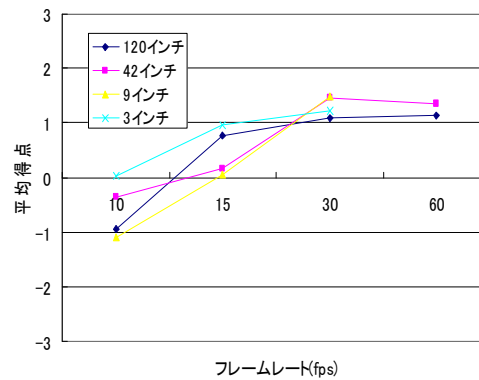


図4：映像A「滑らか」

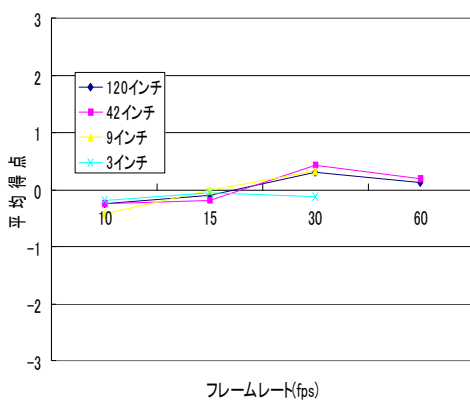


図5：映像A「好き」

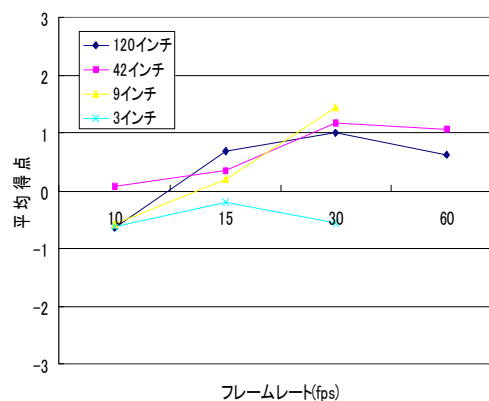


図6：映像A「見やすい」

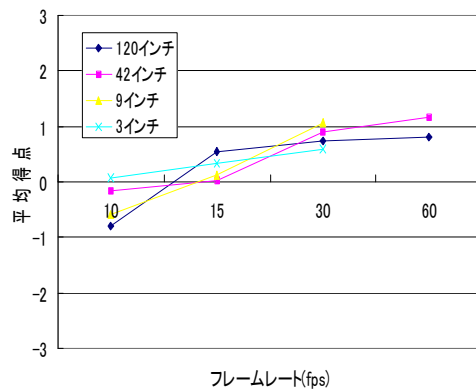


図7：映像A「自然な」

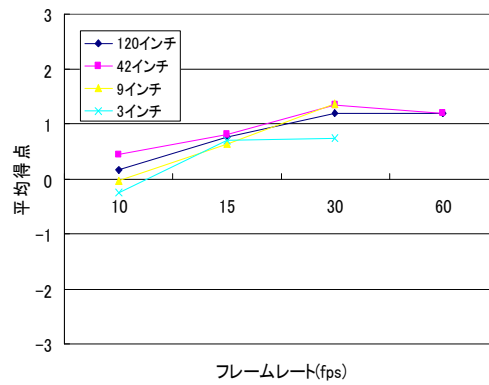


図8：映像A「鮮明な」

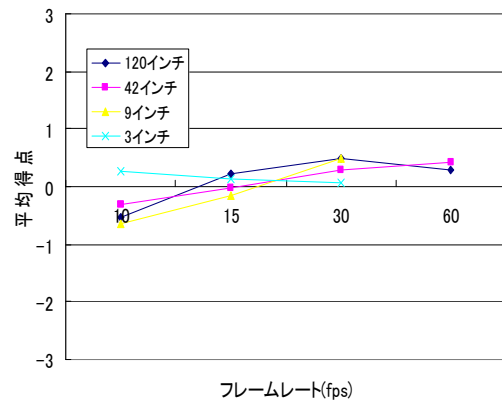


図9：映像A「心地よい」

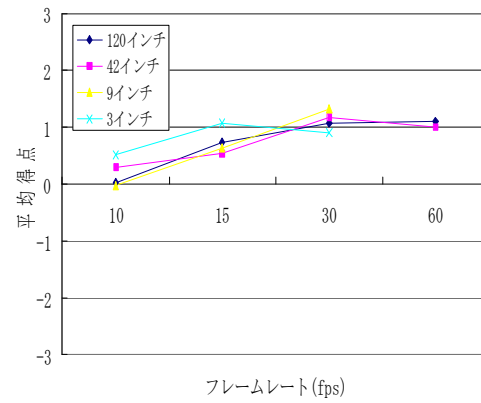


図10：映像A「穏やかな」

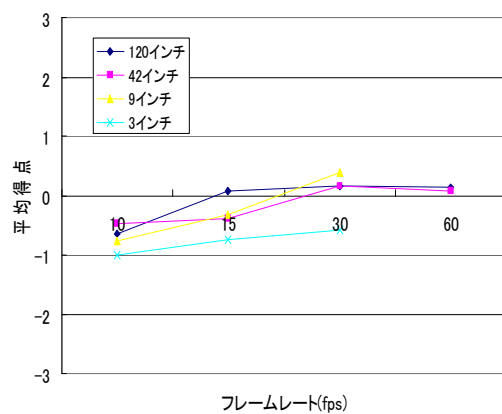


図11：映像A「臨場感のある」

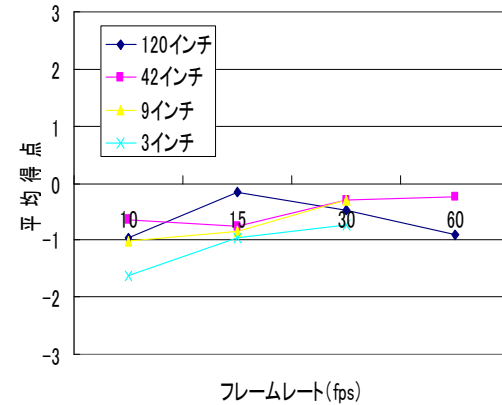


図12：映像A「スピード感のある」

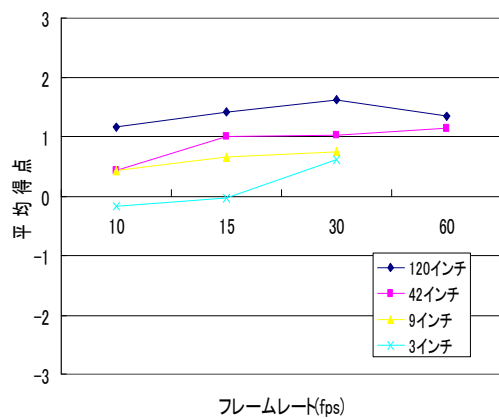


図13：映像B「迫力がある」

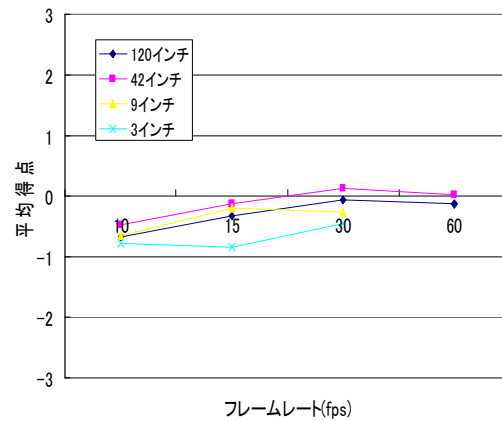


図14：映像B「リラックスできる」

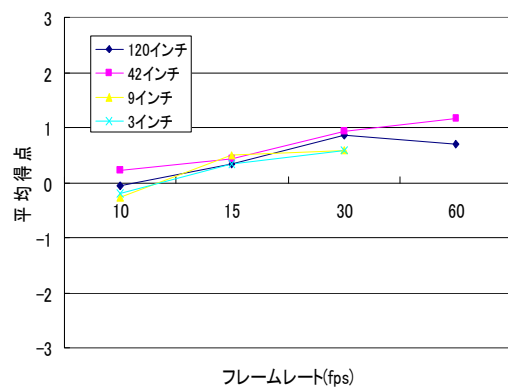


図15：映像B「きれい」

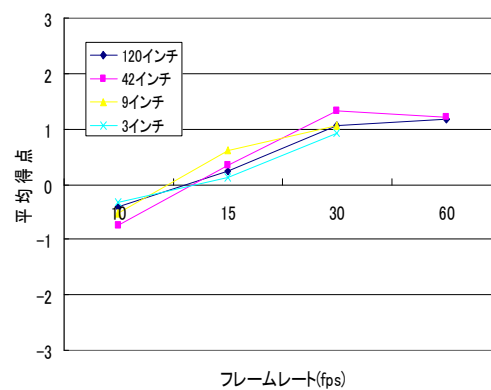


図16：映像B「滑らか」

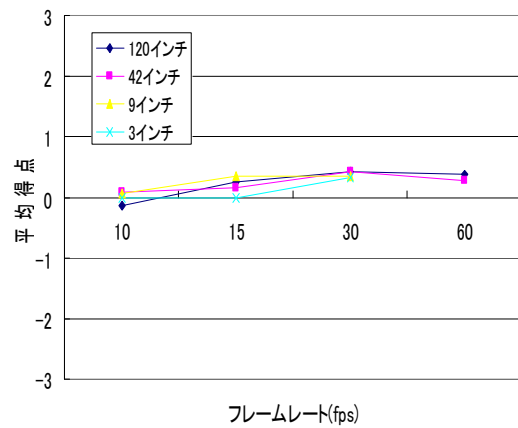


図17：映像B「好き」

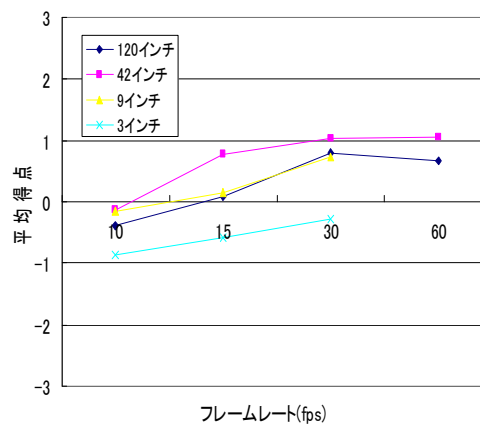


図18：映像B「見やすい」

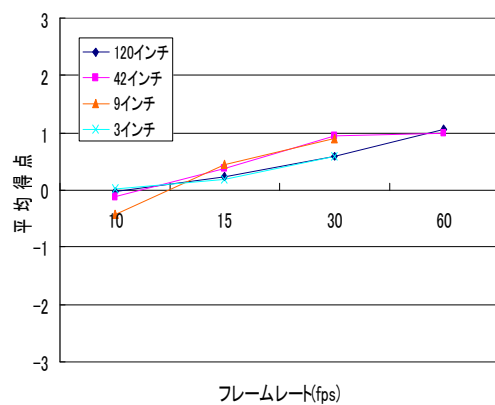


図19：映像B「自然な」

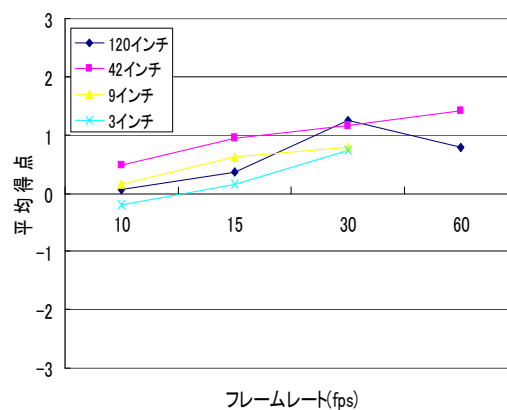


図20：映像B「鮮明な」

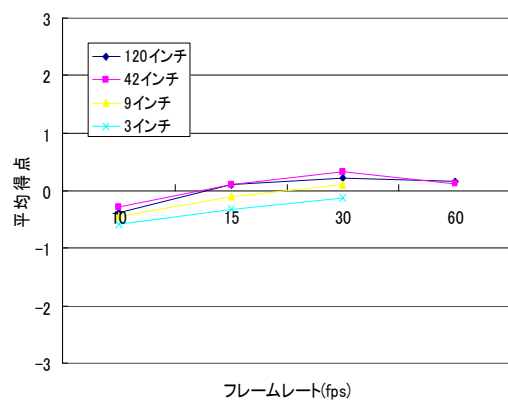


図21：映像B「心地よい」

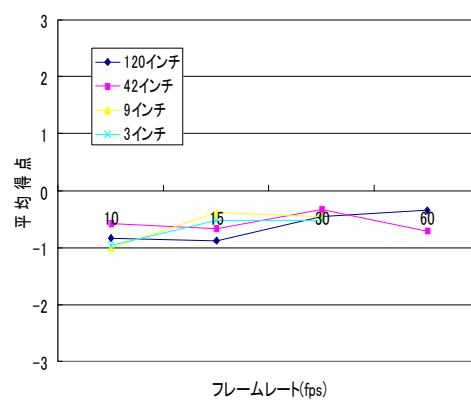


図22：映像B「穏やかな」

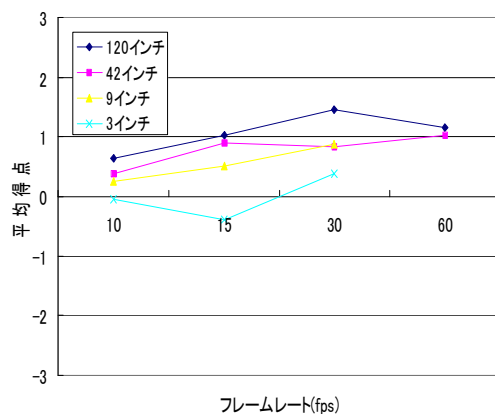


図23：映像B「臨場感のある」

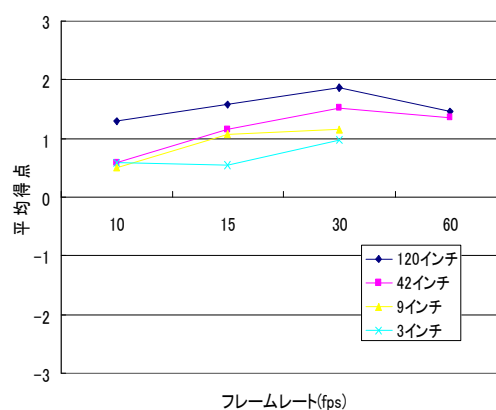


図24：映像B「スピード感のある」

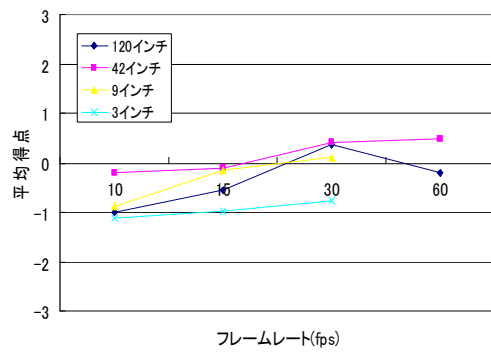


図25：映像C「迫力がある」

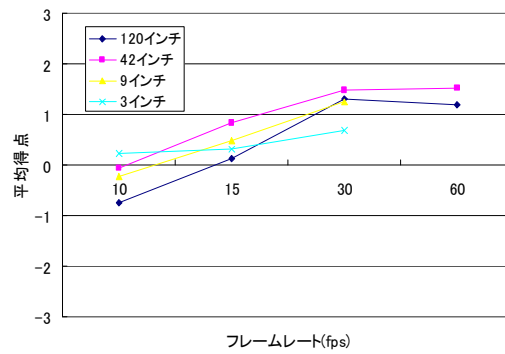


図26：映像C「リラックスできる」

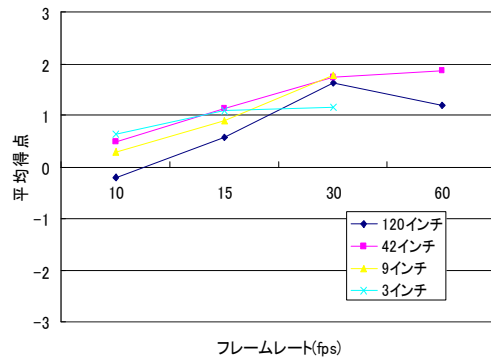


図27：映像C「きれい」

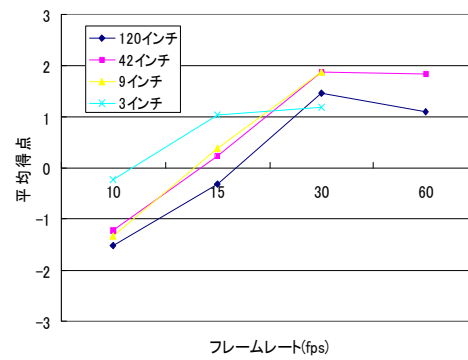


図28：映像C「滑らか」

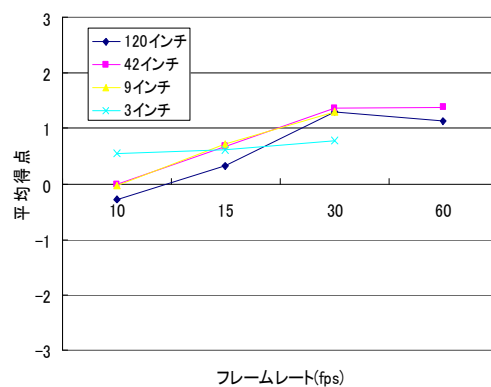


図29：映像C「好き」

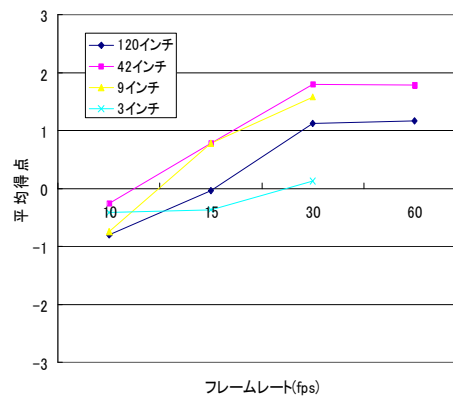


図30：映像C「見やすい」

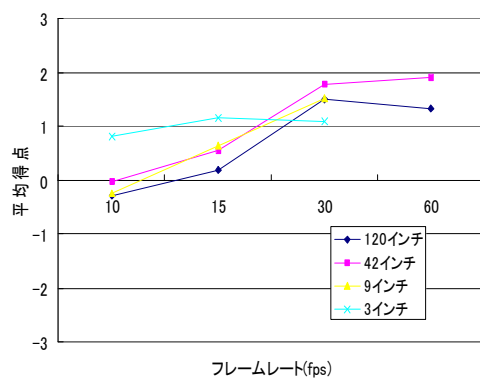


図31：映像C「自然な」

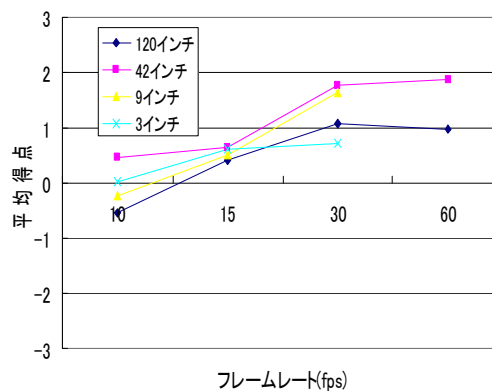


図32：映像C「鮮明な」

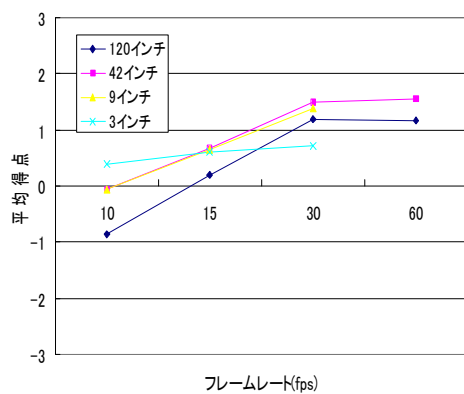


図33：映像C「心地よい」

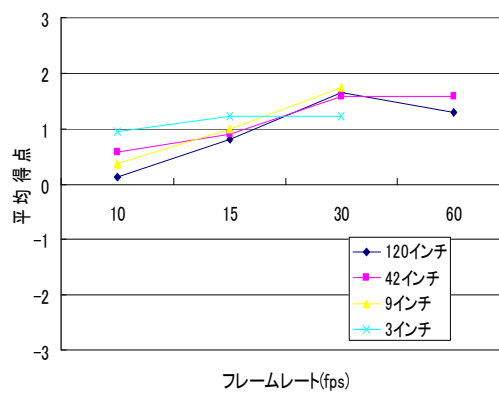


図34：映像C「穏やかな」

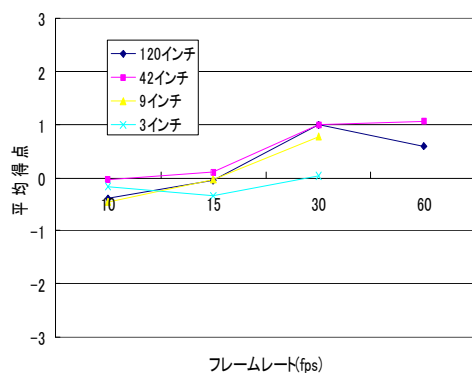


図35：映像C「臨場感のある」

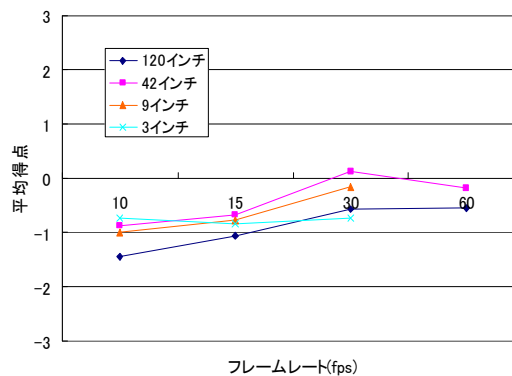


図36：映像C「スピード感のある」

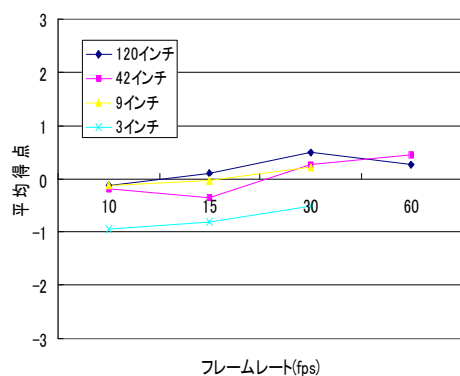


図37：映像D「迫力がある」

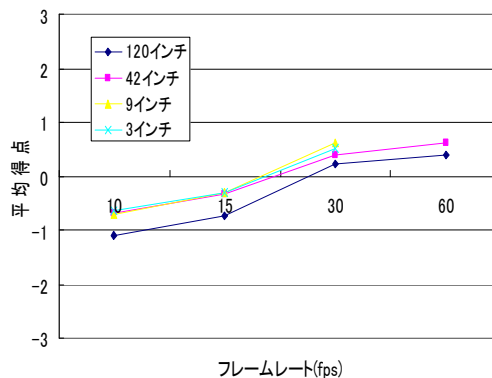


図38：映像D「リラックスできる」

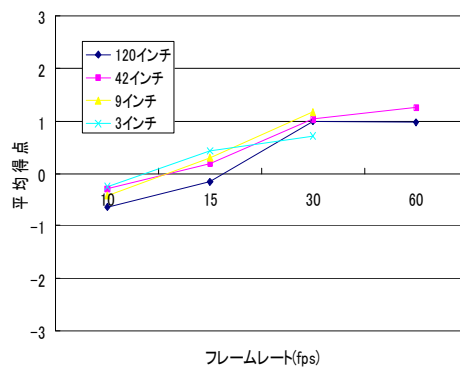


図39：映像D「きれい」

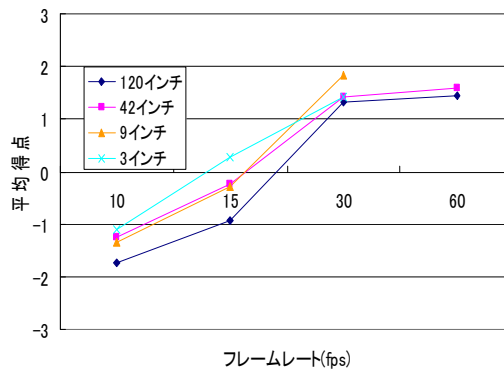


図40：映像D「滑らか」

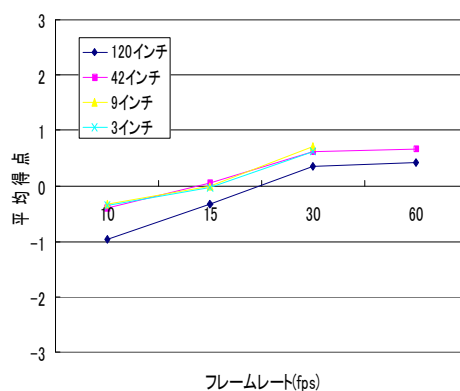


図41：映像D「好き」

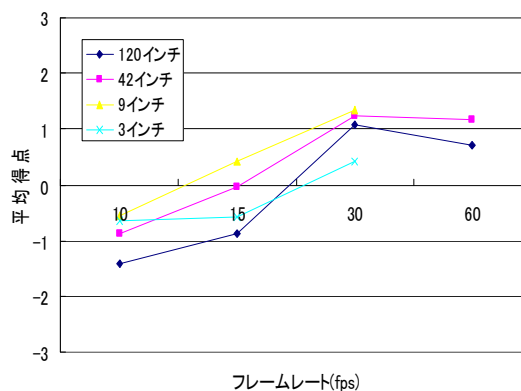


図42：映像D「見やすい」

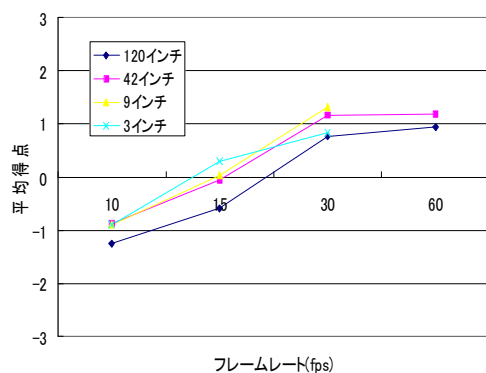


図43：映像D「自然な」

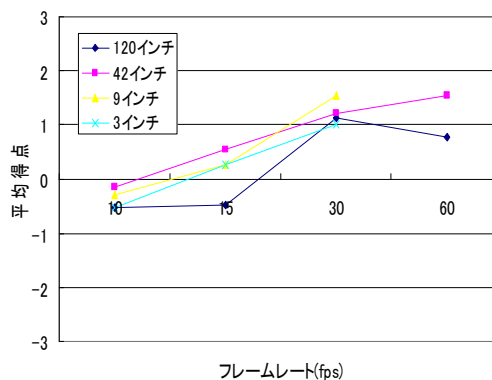


図44：映像D「鮮明な」

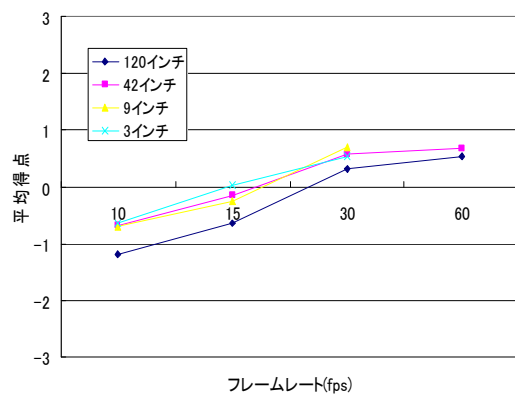


図45：映像D「心地よい」

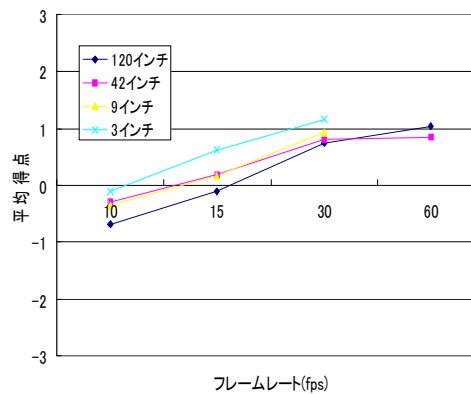


図46：映像D「穏やかな」

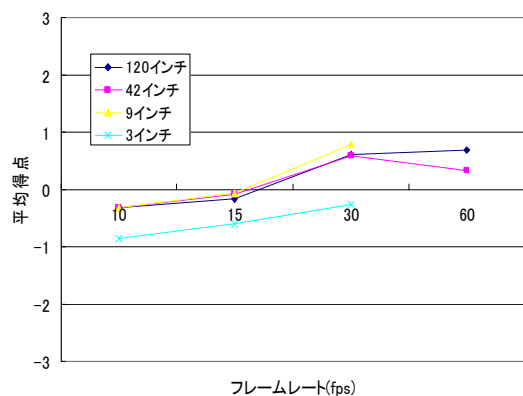


図47：映像D「臨場感のある」

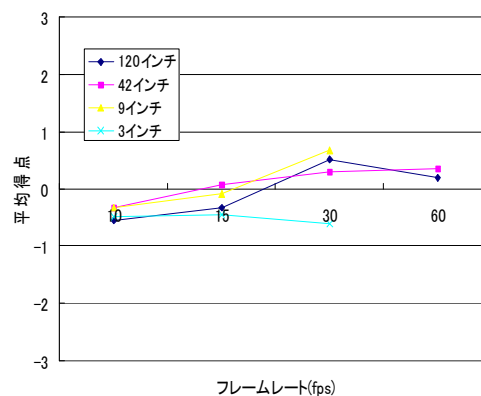


図48：映像D「スピード感のある」

付録3. 研究会講演会論文

映像の画面サイズと時間軸の関連性に着目した 感性的評価に関する検討

大塚裕子* 森俊文** 小黒久史*** 佐藤美恵* 春日正男*

*宇都宮大学工学部 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2

** (株) ビデオテック ***凸版印刷 (株) 総合研究所

E-mail: t042912@ced.is.utsunomiya-u.ac.jp

あらまし 近年、放送技術やデジタル技術、映像表示技術の著しい発展により、超高品質な映像の視聴可能、映像再生デバイスの多種多様化が進んできた。これにより、映像表示デバイスごとに視聴者が受ける映像の印象が異なるという課題が浮上してきた。そこで、本研究ではその課題解決策として、要因の一つとして考えられる時間軸としてフレームレートの感性的評価への影響を画面サイズごとに調査することとした。その結果、適切なフレームレートと画面サイズの複雑な関連性の分析と、将来へのコンテンツ制作と鑑賞に関する知見が得られた。

キーワード 超高品質デジタルコンテンツ、フレームレート、画面の大きさ

KANSEI evaluation on relation between the screen size and time axis of images

Yuko OTSUKA* Toshifumi MORI** Hisashi OGURO*** Mie SATO* and Masao KASUGA*

*Faculty of Engineering, Utsunomiya University, 7-1-2 Yoto, Utsunomiya, Tochigi, 321-8585 Japan

**Video-Tech Co., Ltd.

***Toppan Printing Co., Ltd.

E-mail: t042912@ced.is.utsunomiya-u.ac.jp

Abstract Recently, we have been developing various image reproduction devices and ultra high quality images by remarkable growth of the digital technology and the image display technology. From this development, we have a problem that audiences receive different impression of images with each image display device. In this study, we researched effect of frame rates on Kansei evaluation by each screen size. We think the frame rates are one of causes of the problem. As a result of our experiment, we analyzed complex relation between appropriate frame rates and screen sizes and we obtained findings for future content production and appreciation.

Keyword Ultra high-quality, Frame rate, The size of the display screen

1. はじめに

近年、放送技術の発展やデジタル技術の発展が目覚しく、特に地上波デジタル放送の実用化に伴い、高品質なデジタル映像が急速に普及し、本格的な高品質デジタル放送時代に入ってきている。

この放送技術の発展により、高品質、高精細なコンテンツ配信の実用化が進み、多くの視聴者が高品質な映像コンテンツを楽しむことができるようになった。更に、インターネットの普及により、ユーザーが大量のコンテンツを容易に入手し、鑑賞できる環境をもたらされ、また素人でも映像コンテンツを制作できる環境が出来上がってきている。

また、携帯電話などの小型の映像表示デバイスからプラズマテレビや液晶テレビ、液晶プロジェクタなどの大型の映像表示デバイスといった、映像表示技術の

著しい発展により、映像再生デバイスの多種多様化が進んだ。この様な映像表示デバイスの多様化は、コンテンツを鑑賞する環境の多様化も意味する。これにより、コンテンツを見る環境や画面サイズなどの様々な要因によって、同じコンテンツでも、使用する機材により映像の見え方の違いが生じ、鑑賞者がコンテンツから受ける印象が異なるため、また映像制作者の意図する表現と異なる映像を視聴するという問題が生じる。

これより、視聴者が心地よく感じる良質なコンテンツを創り、鑑賞するには、どのような表現や視聴環境が好ましいのかを検討することが課題となり、さらに多様化する視聴環境に応じたコンテンツ制作が重要となっている。

ここで、本研究では、視聴者が受ける映像の印象が異なるという問題の原因の一つとして考えられる、画

画面サイズ、提示デバイスによる表示フレームレートの違いに着目し、フレームレートを変化させた映像を異なる画面サイズで鑑賞した時に、視聴者がどのような印象を受けるかを映像評価実験により探る。そして、視聴者が快適に鑑賞できるフレームレートの限界を画面サイズごとに調査する。

2. 映像評価実験に使用する評価語の選定

まず、過去の論文等[1][2][3]から収集した 1175 語の評価語を 400 語の同義語にまとめ、更に KJ 法を用いて、25 語の評価語に絞った。最終的にクラスタリングにより 12 語の評価語を決定した。決定した評価語を表 1 に示す。

表 1：評価語

好き - 嫌い	心地よい - 不快な	穏やかな - 荒々しい
きれい - 汚い	自然な - 不自然な	見やすい - 見にくい
鮮明な - ぼやけた	迫力がある - 迫力がない	滑らか - 粗い
スピード感のある - スピード感のない	臨場感のある - 臨場感のない	リラックスできる - ストレスの溜まる

3. 映像評価実験のための予備実験

予備実験では、2 種類の画面サイズでフレームレートを変化させた映像を提示し、被験者にどのような印象を与えるかを調査し、2 章で選定した評価語の見直しを行うことが目的である。

3.1. 提示映像と被験者

実験に使用した提示映像について説明する。

実験映像コンテンツは、3 種類あり、それぞれ一つのコンテンツの提示時間は、15 秒間である。また、一つのコンテンツの前後に黒い画面を入れている。

映像 A：旗がはためいている（動きの少ないもの）

映像 B：女性がバギーに乗って走ってくる（カメラ固定、被写体移動）

映像 C：船上からの視点で、山に囲まれている川を移動している（カメラ移動、被写体固定）

被験者は、視聴覚が正常な男女 20 名とした。

3.2. 実験方法

予備実験では、2 種類のデバイスを用いて実験を行った。プロジェクタで 12 種類、モニターで 9 種類の映像を提示する。提示映像 A、提示映像 B、提示映像 C に対し、それぞれフレームレートを変化させた映像を提示する。プロジェクタでは、1 つの映像に対し、60fps、30fps、15fps、10fps にフレームレートを変化させ、モニターでは、30fps、15fps、10fps にフレームレートを変化させた。提示映像順は、デバイスごとにランダムとする。

はじめに、プロジェクタで映像をスクリーンに投影、被験者に提示し、映像提示終了後、提示された映像コンテンツに対して評価シートの記入を行ってもらう。次に、モニターで同じ種類の映像コンテンツを提示し、同様に評価シートの記入を行ってもらう。実験に用いた評価シートは、両極の 7 段階尺度で、結果を -3 ~ 3 で得点付けを行い、数値化する。

ここで、デバイスサイズと視距離を示す。

・スクリーン

サイズ：231cm×406cm、視距離：762.5cm

・モニター

サイズ：19.5cm×32.4cm、視距離：230cm

3.3. 考察

評価語ごとの平均得点の結果から分かる特徴を考察する。全体的に、フレームレートが高くなれば、評価が高くなることが示された。例を図 1 に示す。フレームレートが高くなれば、視聴者にとって心地よい映像となると考えられる。

映像制作者の経験則では画面サイズにより差が生じる可能性が指摘されていたが、大画面と小画面での評価の差は明瞭ではなかった。今後、提示画面サイズの幅を拡大する、映像のバリエーションを拡充するなどの検討も必要と考えられる。

また、今回の実験結果を踏まえて、評価語の見直しを行った。フレームレートの影響をより明確に測定するために、予備実験で使った評価語の中の「滑らか - 粗い」を映像の質感ではなく動きを表すために、「滑らか - ガタつく」にし、更に「リラックスできる - ストレスの溜まる」を「リラックスできる - ストレスがある」と変えた。この評価語を用いて映像評価実験を行う。

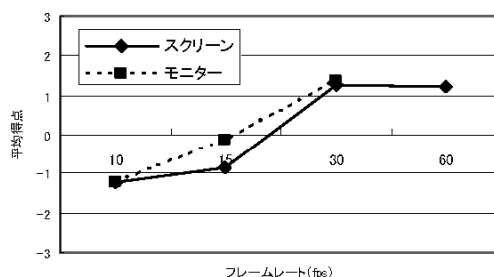


図 1：映像 C「心地よい」の平均得点

4. 映像評価実験

4 種類の画面サイズごとにフレームレートを変化させた映像を提示し、被験者にどのような印象を与えるかを調査し、映像の感性評価における画面サイズと時間軸の関連性を探ることが目的である。

4.1. 提示映像と被験者

実験に使用した提示映像について説明する。

映像コンテンツは4種類あり、先に述べた予備実験で使用した提示映像A、B、Cに一つ新しい提示映像を加えた。

映像D：水車が回転（カメラ固定、被写体移動）

被験者は、視聴覚が正常な男女31名とした。

4.2.実験方法

本実験では、2種類のデバイスを用いて実験を行った。はじめに、プロジェクタでそれぞれ120インチと42インチの映像をスクリーンに投影、被験者に提示し、映像提示終了後、提示された映像コンテンツに対して評価シートの記入を行ってもらい、次に、LCDモニターで9インチと3インチの映像を提示し、同様に評価シートの記入を行ってもらい、被験者を4グループに分け実験を行い、最初の2グループはプロジェクタから視聴してもらい、最後の2グループはLCDモニターから視聴してもらうように、提示デバイスの順序をランダムになるようにした。

プロジェクタで32種類、モニターで24種類の映像を提示する。それぞれフレームレートを変化させた映像を提示する。プロジェクタとモニターでのフレームレートは予備実験と同様である。提示映像順は、デバイスごとにランダムとする。また、評価シートも予備実験と同様である。

ここで、画面サイズと視距離を示す。

- ・スクリーン（120インチ、42インチ）：263cm、353cm
- ・LCDモニター（9インチ、3インチ）：89cm

4.3.結果

実験結果より、因子分析を行った。因子分析によって得られた固有値が1.0以上の因子番号を因子として採用した。回転後の因子負荷量を表2に示す。因子として採用する評価語は、因子負荷量の絶対値が0.5以上とする。なお、使用した因子抽出法は主因子法、回転はバリマックス回転を用いた。回転後の因子負荷量を表2に示す。

表2：回転後の因子負荷量

評価語	因子	
	第一因子	第二因子
迫力がある	.140	.844
リラックスできる	.829	.075
きれい	.813	.139
滑らか	.754	.216
好き	.717	.271
見やすい	.741	.323
自然な	.771	.252
鮮明な	.646	.232
心地よい	.836	.164
穏やかな	.723	-.282
臨場感のある	.391	.677
スピード感のある	.033	.791

因子分析の結果、第一因子「好感度」と第二因子「力量性」の2つの評価軸が抽出された。

また、評価語ごとの平均得点を出した。その平均得点で見られる特徴を考察で述べる。

平均得点の例を図2、3、4に示す。

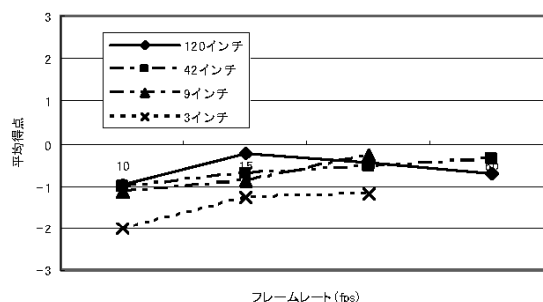


図2：映像A「迫力がある」の平均得点

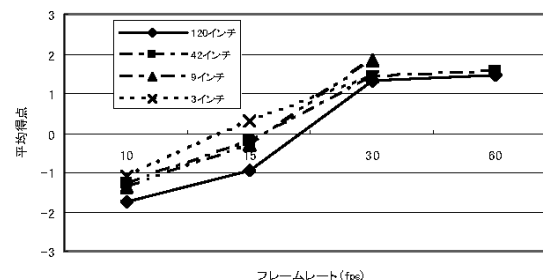


図3：映像D「滑らか」の平均得点

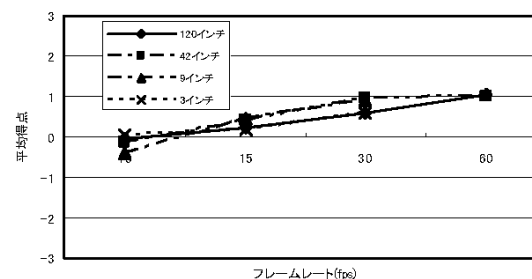


図4：映像B「自然な」の平均得点

5. 考察

ここでは、評価語ごとの平均得点の特徴について、画面サイズおよびフレームレートと感性的評価について、特に、特徴的なところを取り上げて考察する。

まず、全体的に、30fpsから10fpsにかけて小画面の方が大画面より評価の低下が少なく、小画面では、フレームレートの低下はあまり気にならないことが分かる。30fpsでは、全ての画面サイズにおいて、ほぼ最高得点を示しており、どの画面サイズでも視聴者にとって心地よく見ることができると考えられる。全体的に、10fpsから30fpsにかけて、評価が高くなっていき、グラフが右上がりになっている。フレームレートが高

ければ評価が高くなることが分かる。つまり、この範囲では、フレームレートが高いほうが視聴者にとって映像コンテンツが心地よく感じられると考えられる。

しかし、30fps から 60fps にかけて、フレームレートが高ければ感性的な評価が必ずしも高くなるとは言えない現象が出ている。全体的に、大画面で、30fps から 60fps にかけて評価が若干下がっている部分が見られる。このことから、大画面では他のサイズに比べて 60fps で感性的な評価の一部分では、評価が高くない例が見られる。また、小画面でも、15fps 程度の低フレームレートで評価が高くなる例が見られる。

この現象は、「滑らか」などの第一因子の「好感度」において、30fps から 60fps の評価の低下があまり見られないのに比べ、「迫力がある」などの第二因子の「力量性」においては、評価の低下が見られることである。

一方、先行研究の山根[4]らの研究から、映像をカッティング（フレームを間引き）することによって、人間が感じる映像の速度が速くなる可能性が示唆され、カッティング映像は、通常のズームイン映像よりも視聴者の緊迫感や力量性などの感性を増幅させる効果があることが報告されている。このことから、本研究でも、一つは、迫力やスピード感など、人に緊迫した印象を与える感性的効果において、フレームレートが低い方が、迫力が増し、スピード感があるように感じる可能性が示唆された。これは先行研究とも符号する貴重な知見のひとつであるとも言える。もう一つは、「自然な」などの第一因子の「好感度」においては、全体的にフレームレートが高くなれば、感性的な評価が高くなっている。このことから、映像をよりきれいに、自然に見せたい場合、フレームレートを高くすれば、より自然な映像となる可能性があることが示唆された。

以上のことから、フレームレートなど画像の動きに関連する印象では、画像の動きが「アクティブな」、つまり、より効果的に人に印象づけるには、コマ落としなどフレームレートの減少が効果的であり、一方で、「自然な」のように、よりリアルに表現したい場合は、フレーム（コマ）数が多い方が適切であると言える。

以上のことから、感性的効果や演出的効果に着目した場合、フレームレートが各種の印象の強さに非線形的な影響を与えており、また、コンテンツの内容や画面サイズによってもその影響が異なっていることがわかる。したがって、異種映像環境の間などでフレームレート変換を行う場合においては、滑らかさなどの心理物理的指標による評価だけでなく、映像の感性的効果への影響にも配慮する必要があると考えられる。言い換えれば、本研究の結果は、森らの画面サイズや音響および映像の視聴環境に関する研究結果[5]とも併せ、今後より効果的なコンテンツを制作し、かつ、編集す

る場合の貴重な知見となり、今後のより感動できるコンテンツ制作編集に対して大きな意義があると考えられる。

6. おわりに

本稿では、映像の感性的評価に関し、画面サイズやフレームレートの関連性について調査することを目的とした。このために、予備的な視聴実験を行った結果を参考に、実験用コンテンツを制作し、これを基に映像評価実験を行った。その結果、感性的評価と、画面サイズおよびフレームレートとの間には複雑な関連性があることが分かった。すなわち、コンテンツ視聴時の感性的効果や演出的効果は、フレームレートが各種の印象の強さに非線形的な影響を与え、しかも、コンテンツの内容や画面サイズによってもその影響が異なっていることが分かった。また、高フレームレートではデバイスの応答特性も考えられる。これは、異種映像環境の間でフレームレート変換を行う場合に、滑らかさなどの心理物理的指標による評価だけでなく、映像の緊迫感などの感性的効果への影響にも配慮する必要があることを意味する。したがって、様々なフレームレート、様々なデバイス環境での高品質な映像鑑賞を実現するには、フレームレートの変化やデバイスの大きさなど、コンテンツ制作時に希望する映像の感性的印象に留意した映像制作や映像処理が必要であるとの結論が得られた。本研究によるこの知見は、より感動できる将来へのコンテンツ制作編集に対しての方向性を示す指針として大きな意義があると考えられる。

最後に、本研究の遂行に多大なるご教示とご支援を頂いた工学院大学の椎塚久雄教授、また、研究の機会を与えて頂いた D C A j（（財）デジタルコンテンツ協会）と動画像評価委員会の委員各位に深謝する。

文 献

- [1] 財団法人デジタルコンテンツ協会：“動画映像の視聴評価に関する調査研究”，財団法人デジタルコンテンツ協会，東京(2007)
- [2] 小黒久史，郭素梅，山根将太，氏原愛，佐藤美恵，阿山みよし，春日正男：“画面サイズを考慮したコンテンツの動的表現と感性的評価”，電子情報通信学会技術研究報告，vol.15，No.609，pp.115-119(2006)
- [3] 清水智広，山根将太，森俊文，佐藤美恵，春日正男：“感性的評価に基づくデジタルコンテンツ映像表示方式の検討”，映像情報メディア学会技術報告，vol.29，No.17，pp.37-38(2005)
- [4] 山根将太，池谷絵理子，佐藤美恵，毛利智博，森俊文，春日正男：“感性的コンテンツにおける印象抽出と評価：ズームとカットを併用した手法によるコンテンツ制作と感性的評価”，映像情報メディア学会技術報告，vol.28，No.27，pp.37-40(2004)
- [5] 森俊文，佐藤美恵，春日正男：“エンタテインメント性を高めるデジタルコンテンツ処理と表示環境の検討”，感性工学研究論文集，vol.15，No.3，pp.57-60(2005)

付録 4. 招待講演論文 1

[招待講演]

2008 年感性工学会春季大会

デジタル放送時代が創世する感性コンテンツ ～感性工学が支援する地域発信型コンテンツ～

The Kansei engineering supports the creating of the local content.

(キーワード: 感性コンテンツ, 映像制作, 地域発信, フルハイビジョン)

(KEYWORDS: Kansei engineering, Visual creation, Local information, Full HD)

○ 森 俊文 (株式会社ビデオテック)

1. はじめに

地上デジタル放送が定着し始め, 家庭用ビデオカメラのハイビジョンデジタル化に拍車がかかっている. これらのカメラは家庭用でありながら, デジタル放送に使用できる性能を有するため, これを利用して放送用コンテンツを制作する事も可能である. これは, 地域発信型のコンテンツ制作に強力な武器となり, 中央が制作し得ない内容のコンテンツを完成させる可能性を秘めている. (財) デジタルコンテンツ協会では, 感性コンテンツ事業委員会 (平成14年度～平成16年度), 動画評価委員会 (平成17年度～平成19年度) と二つの委員会を通し, 6 年間に渡りデジタル放送時代のコンテンツを感性的に評価してきた. ここで得られた知見を元に, コンテンツ制作者の立場から, 地域発信型のコンテンツ制作の可能性を探り, それを支援するための技術を紹介する.

2. デジタル放送画質と民生カメラ画質

地上デジタル放送の普及に伴い, 家庭用 AV 機器の高画質化が進んでいる. 特にフラットパネルディスプレイと, カムコーダの進化には目を見張るものがある.

映像業界では, カメラや VTR 等の映像制作機器を, 放送用と民生用 (家庭用) の機材に分類している. 放送用と民生用の VTR やカムコーダを記録系の規格として表-1 で比較する.

また, デジタル放送と DVD や BD 等の民生用パッケージメディアを伝送系の規格として表-2 で比較する.

2-1. 転送レート

放送用ハイビジョン VTR は, 転送レートが 185Mbps から 440Mbps と大きな能力を持っている. しかし, 実際に記録するハイビジョン映像信号は, 約 1,200Mbps という膨大なデータのため, これを圧縮して記録している.

これに対して, 民生用のカムコーダは, 20Mbps から 30Mbps 程度の転送レートとなっている. 民生用機器でも記録する大元のハイビジョン信号は放送用と変わらないため, 1/40 から 1/60 と圧縮率を高めて記録をしている.

デジタル放送の規格を見ると, 19Mbps～25Mbps となっており, これは民生用のカムコーダと同等ないしは低い値である.

2-2. 記録解像度

デジタルハイビジョン放送では, 1920pix×1080pix と 1280pix×720pix という 2 種類の画面解像度が採用されているが, 日本国内ではフルハイビジョンと呼ばれる 1920pix×1080pix が標準となっている. [1]

表-1 から分かるように放送用, 民生用共に一部の規格でスクイーズ方式である 1440pix×1080pix の解像度が使用されているが, 多くの機器がこの一年でスクエアピクセル方式である 1920pix×1080pix に変わってきている.

この結果, 民生機器と放送機器での画面解像度差はなく

方式	放送用 VTR			民生用カムコーダ		
	HDCam-SR	HD-D5	HDCam	HDV	HDD	SD
圧縮方式	MPEG-4 DCT	DCT	DCT	MPEG-2	MPEG-2 MPEG-4 /AVC	MPEG-4 /AVC
転送レート	440Mbps	301Mbps	185Mbps	25Mbps	28Mbps 16Mbps	17Mbps
圧縮比*1	1/2	1/4.3	1/7	1/50	1/40	1/60
水平	1920	1920	1440	1440	1920	1920
垂直	1080	1080	1080	1080	1080	1080

*1 圧縮比は, 複数の内部処理の結果算出されたもので, 転送レート/初音の画像の情報量ではない.

表-1 記録系の規格

方式	デジタル放送		パッケージメディア	
	地上デジタル	BSデジタル	BD	DVD
圧縮方式	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2 MPEG-4 /AVC VC-1	MPEG-4 /AVC
転送レート	19Mbps	25Mbps	40Mbps ～12Mbps	19Mbps
圧縮比*2	1/50	1/40	1/50 ～1/80	1/40
水平	1920	1920	1920	1920
垂直	1080	1080	1080	1080

*2 圧縮比は, 画像データのみに着目し算出されたもので, 転送レート/初音の画像の情報量ではない.

表-2 伝送系の規格

なっている。

2-3. 画質

画質というテーマは、一概に定義できないが、ここでは圧縮方式の特性に基づき比較する。

表-1、表-2から、記録系、伝送系共にMPEG技術が多用されていることが分かる。新しい機器ではMPEG-4が用いられるようになってきているが、放送用であるHDCam-SR (Studio Profile)と、民生用パッケージメディアであるBD (AVC High Profile)では、MPEG-4でも異なるプロファイルが用いられており、同一次元では比較が出来ない。ここでは、民生用のカムコードやBDで主に用いられるMPEG-4/AVCと伝送系で主に用いられているMPEG-2に着目して比較したい。

同じ、1920pix×1080pixの動画像をMPEG-2とMPEG-4/AVCで圧縮した映像の画質を比較すると、転送レートが18MbpsのMPEG-4/AVC画像と40MbpsのMPEG-2画像でほぼ同等な評価を得ている。[※]これは、業務用の高性能エンコーダで圧縮した画像の比較結果であるが、民生用のカムコードを見ると、MPEG-2でも30Mbpsというレートで記録する機器が存在し、またMPEG-4/AVCでも17Mbpsというレートが使われている。これに対し、デジタル放送では19Mbps～25Mbpsの転送レートのMPEG-2が使用されているため、理論的に放送に耐えうる画質を記録できる可能性が存在する。

2-4. 色再現性

デジタルテレビ放送では、輝度信号と色信号を分離して伝送するYCC方式が使用されている。

これまでのアナログ放送規格では、カラーCRTディスプレイを前提に規格(NTSC, sRGB)が決められていた。そのため、表示できる色域が制限され、番組制作過程でも放送規格と称して制限帯域外の信号をフィルターにより排除している。

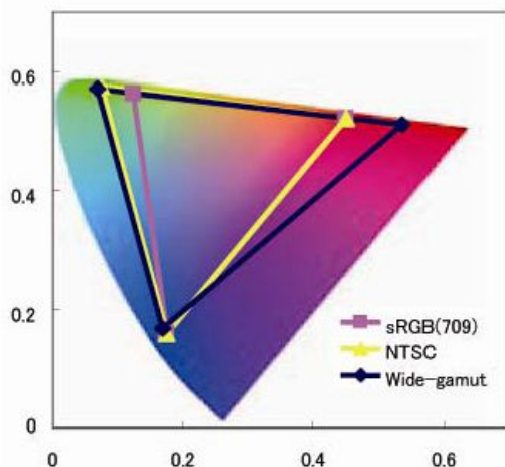


図-1 xvYCC色空間 (JEITA新動画用拡張色空間より)

デジタル放送の本格化に伴い、プラズマディスプレイや液晶ディスプレイが出現し表現できる潜在的色帯域が拡大された。また家庭用カムコードも記録メディアがハードディスクやメモリーカードになったことで広帯域の記録が出来るようになった。そこで、2004年にJEITAがxvYCCという色空間を提案し、2006年にIECで動画用拡張色空間IEC61966-2-4として制定された。また、カムコードとテレビをデジタル接続するためのHDMIインターフェース規格もHDMI Ver.1.3aとしてxvYCCに対応した。[2]

この結果として、xvYCC対応の機器を用いて撮影し、これをxvYCC対応のディスプレイにHDMIケーブルで接続すれば、テレビ放送では見ることの出来ない色彩を持った映像を家庭でも楽しめる時代になった。

また、SD時代の民生用デジタル機器は、4:1:1というYCC方式が主流になっていた。放送用機器は、4:2:2方式が主流のため、色解像度の面で民生機は劣っていた。しかし、ハイビジョンシステムになって、民生機器でも4:2:2方式を採用する機器が増加し、放送用機器との差が無くなってきている。

3. 民生機器で放送番組の制作が出来るか

前項で述べてきたことを総合的に評価すれば、可能であるという結論になる。さらに電気的な性能から見れば、一部では放送機器を上回っている。

しかし、民生用の小さなボデーに詰め込まれた電気回路は、放送用に比べて制約があることも確かである。カムコードは撮影時に動画圧縮をリアルタイムで行うが、このエンコーダの性能について、特に大きな差が出てくる。

圧縮比が同じであれば当然放送用の物が高性能であるが、圧縮率が少しでも低くなれば、画質は大きく改善される。家庭用カムコードの場合、記録メディアをテープからハードディスクやメモリーカード等に変更したことから、転送レートに対する制約が低くなっている。その結果、MPEG-2で28Mbpsという記録転送レートを持つ機器が登場し、放送用機器に匹敵する画質を得ることができる。

次に、光学系を比較する。レンズは、放送用も民生用もブランドメーカーのものが使われている。撮像素子は、一般的な放送用のカメラは2/3in CCDを使用するが、民生用カメラは1/3～1/5in CCDを使用している。このCCDの面積差は画質に大きな影響を与える。CCDの面積が狭いと、同一画角を得るために必要なレンズの焦点距離は短くなる。また、広角の映像を撮影しようとした場合は、短い焦点距離のレンズが必要になる。しかし、短い焦点距離のレンズは解像度を維持することが難しく、また色収差などの問題を起こしやすい。

実際に民生用のカムコーダで撮影すると、最広角部分では色収差や解像度の低下が発生し、放送に使用するのには難しい画質であった。しかし、最広角以外では良質な画質を得ることが出来、その使い方次第では、放送に十分耐える画像が撮影できることが確認されている。^{*3}

発色についても、機種を選べば放送機器を上回る性能を持っているので、これから放送用の色空間を取り出すことが可能となる。

また、(財) デジタルコンテンツ協会が実施した色補正に関する研究から、「適切な感性的色調整を行なうことにより、視聴者は様々な種類の表示媒体でも同じような印象や感動が得られる可能性がある」という知見が得られている。[3],[4]

この研究は、映像上映時の表示デバイスによる発色性のばらつきを外部機器で感性的調整により補正することにより、絶対的な補正を行わなくても実用的な映像を得ることが出来るというものだが、これは撮影時にも当てはまると考えられる。実際に基本情報を持った画質で撮影されていれば、編集時に本来の発色をきちんと再現することが可能である。

^{*3} ビデオテック評価実験2007年3月による

4. 民生用カムコーダによる地域発信型コンテンツ

これまでのことから、一部の民生用カムコーダを利用すれば放送用のコンテンツ制作が可能であると示唆されたが、ここではどのような応用が可能かを検討する。

地域発信型コンテンツには色々な内容が考えられるが、最も理想的なものは身近な映像である。街の暮らし、街の風景、朝焼け、夕焼け、お祭り、あまりにも身近な映像ではあるが、これらは中央の制作会社が撮影しても苦勞の割に内容の無いものになってしまう。

業務として特定のテーマ映像を取材する場合、多くても2～3日の撮影日数しか割り振ることが出来ない。これに対し、地域在住のスタッフがこれらを撮影する場合、一つのテーマに年間を通して当たることが可能となる。特に風景や自然現象が絡む映像は、二度と同じ図柄が繰り返されることは無い。その瞬間に、カメラマンがカメラを持ってその場にいないければ撮影できない。

現在の民生用カムコーダの性能を考えると、一般家庭の主婦でも放送画質の撮影が可能である。では、主婦とカメラマンの違いはどこにあるか。映像の完成度の7割は撮影で決まる。基本的なフレームやカメラワークが乱れていれば、どんなに良い被写体を撮影しても、番組に使える映像にはならない。しかし、現代人は、生まれた時からテレビを通して動画像に触れて成長し、子供の頃からビデオ撮影

に慣れ親しんでいる。

専門的な撮影には、ピント合せに始まり多くの調整要素が付きまとうが、民生用カメラではこれらの殆どが自動化されている。オートフォーカスは当たり前で、オートホワイトバランス、アイリスを含めた全体のバランスを自動調整するシーンセレクトなど、多くの自動補正機能が付いている。さらに、人の顔を認識して、そこに優先的にフォーカスを合わせるといったAI機能も搭載されるようになった。これらの機能を拡張すれば、オートズームや、オートパンといった機能も夢ではないだろう。

また、ハイビジョン編集を家庭のコンピュータで実現するソフトも多数登場している。しかし、ポストプロダクションと呼ばれる撮影以降の工程では、高度な技術管理が要求されるため、今しばらくは専門家に任せる必要があると考える。[5]

これまでのことから、基本のフレーミングだけは、撮影者の感性に依存するものであるが、誰もが映像発信を出来る時代になったと断言する。

5. おわりに

民生用カムコーダで、放送用のコンテンツが撮影できるかという技術検証と、地域発信型コンテンツの有効性、その制作に当たっての留意点などを検討した。

参考文献

- 1) 森俊文: 進化するデジタルコンテンツが創生する感性的世界, 第8回日本感性感性工学学会大会論文集, 59-60, 2006
- 2) 杉浦博明, 加藤直哉: 新動画用拡張色空間 xvYCC(IEC61966-2-4), 電子情報技術産業協会AV&IT機器標準化委員会発表資料, 2006
<http://www.jeita.or.jp/japanese/hot/2006/0830/index.htm>
- 3) Toshifumi MORI, Mie SATO, Masao KASUGA: Kansei-based investigation of methods for projection of digital content, Proceedings of IEEE Tencon'05, Paper ID1568965055, 2005
- 4) 清水智宏, 山根将太, 森俊文, 佐藤美恵, 春日正男: 感性的評価に基づくデジタルコンテンツ映像表示方式の検討, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.29, No.17, pp.37-38, 2005
- 5) 春日正男, 佐藤美恵, 森俊文: 心地よい世界を拓く感性的コンテンツを求めて, 高臨場感ディスプレイフォーラム 2005, pp8-11, 2005

付録 5. 招待講演論文 2

[招待講演]

VR技術を用いた人に優しいスケーラブル映像メディアの可能性

Human Oriented Scalable Media and Virtual Reality

(キーワード：バーチャルリアリティ、カメラワーク、画面サイズ)

(KEYWORDS: Virtual Reality, Camerawork, Screen Size)

○小黑 久史

1. はじめに

リアルタイムレンダリング技術をベースとした VR 技術を用いることにより、映像鑑賞者は、自らの意思によって自在にシーン内を移動でき、あたかも本物に接しているかのような映像体験を実現することができる。鑑賞者の移動に伴って変化する視野を、リアルタイムで生成することで、テレビや映画にはないインタラクティブな映像体験が実現される。

我々は、このような特徴を持つ VR 技術を、文化財デジタルアーカイブに応用することで、世界各地の文化遺産や博物館に展示された美術品などを、その場にいるかのようにして体験・鑑賞するという新たなアーカイブの利用手法を提案してきた。

文化財や工芸品の鑑賞に堪えうる高精細な映像をリアルタイムで生成するには、かつては特殊な高性能サーバーが必要であったため、必然的に大型の映像シアターでの多人数利用を基本に、特に体験のリアリティを最大限に高めることの出来る広視野の没入型スクリーンを中心に用いてきた。昨今では、パーソナルコンピュータ(PC)の急速な性能の向上によって、PCベースのシステム構築も可能となり、家庭や個人での利用から大型施設での利用まで、様々な環境において VR 技術を用いた高いリアリティの映像体験が可能となってきた。

しかしながら、鑑賞環境の多様化に伴って新たな問題も生じてきた。例えば、映像シアターの没入型大型スクリーンと、個人用の小型ディスプレイでは、映像の視覚効果が大きく異なり、大型スクリーン用に調整された映像を小型の個人環境で鑑賞すると極めて物足りない印象を与え、逆に小型の環境に適した映像が大型スクリーンでは動き刺激が強い、不快感や映像酔いなどにつながる、といった問題が起こる。

現在では、携帯端末の普及や超高精細映像技術の進歩などにより、同様の問題がテレビや映画といった従来型映像コンテンツの利用においても指摘されるようになってきている。

我々は、この課題に対処するため、画面サイズと映像の印象の関係に着目して研究を進めてきた。その結果、映像カメラワークの調整によって、様々な異なる映像鑑賞環境それぞれに適した映像を生成できる可能性があること、さらに、リアルタイムレンダリング技術を用いた VR コンテンツがこの課題解決のための極めて有効な手段となることを見出した。

2. バーチャルリアリティ (VR) コンテンツ

工芸品や建築物などの人類が長い歴史の中で蓄積してきた文化財は、常に劣化や損傷などの危険に晒されているが、近年、デジタル技術を用いて、人類共有の財産として後世に伝えるべきこれら文化財を、デジタルアーカイブとして保存、流通、利用しようとする試みが進められている。[1]



図1 2次元のデジタルデジタルアーカイブの例

(ウフィッツ美術館蔵)

デジタルアーカイブの手法としては、高精細スキャナなどを用いて記録された2次元画像によるもの(図1)、三次元モデルによって立体情報までを再現したもの、など様々な方式があるが、我々は、バーチャルリアリティ(VR)技術を用いたデジタルアーカイブの可能性に着目した。

VR 技術は、当初は軍用や産業用のシミュレーションのために開発されてきた技術であるが、デジタルアーカイブの構築利用の手段としても、VR 技術を有効利用できると考えた。

VR 技術を用いることで、映像鑑賞者は、コントローラ操作によって自らの意思で自在にシーン内を移動でき、遠隔地にある美術館を訪れたり、世界各地の文化遺産に直接に接しているかのような映像体験を実現することができる。

我々は、VRを用いた文化財デジタルアーカイブの体験型利用の実現を目指すプロジェクトを1997年に開始した。2000年には、VR施設としては最大級である横12m高さ4mの没入型大型スクリーンと、エッジブレンディングによりシームレスな1枚の画面を構成する3台の大型プロジェクターを備えたシアターを設置した。(図2)



図2 パーチャルリアリティシアター

個々人の鑑賞者の意思で移動するという、最もVRらしい操作方式は、シアターでの多人数鑑賞にはなじまないため、シアターでの利用に適した対話的鑑賞方法としては、説明員が操作を行いつつ案内をするといった、ガイドツアースタイルでの鑑賞も効果的である。(図3)



図3 説明員による解説

マヤ VR (c)情報通信研究機構

また、操作インタフェースに関して、上下左右の移動といった単純動作を表すボタン操作の組み合わせで、プロカメラマンが作り出すような心地よいカメラワークを作り出すことは困難であり、説明員にとっての負担も大きいという問題がある。

そこで、コンテンツの中で、鑑賞者に見せたい場面は実際には限定されているという点に着目し、ある場面から別の場面へ遷移するときの心地よいカメラの動きを予め短いカメラワークデータとして用意しておき、ボタン操作によって、適切なカメラワークを選択して組み合わせていく仕組みを採用した。(図4)

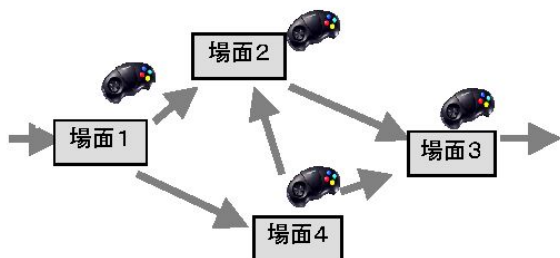


図4 カメラワークの組み合わせ

3. 環境の多様性

プロジェクト開始当初、文化財や工芸品の鑑賞に堪えうる高精細な映像をリアルタイムで生成するためには、特殊な高性能サーバーが必要であったため、鑑賞のためのシステムは自ずと大規模になり、臨場感を高めるために、広視野の没入型スクリーンを用いることが多かった。昨今では、パーソナルコンピュータ(PC)の急速な性能の向上によって、PCベースでの小規模なシステム構築も可能となった。(図5) 安価で柔軟なPCベースのシステムにより、家庭や個人での利用から大型施設まで、様々な環境やスタイルで同じVRコンテンツを鑑賞することが出来、VRコンテンツの利用場面が大幅に拡大した。



図5 PCベースの小型VRシステム

さらに、複数のVR鑑賞環境を相互にネットワークで接続して、互いの位置や視点を共有することによって、遠隔地にいる利用者が互いの体験を共有することも可能となる。VR映像シアターで行われているツアーに個人のPCから参加する、あるいは、遠隔地にいる専門家がスクリーンに現れてガイドをするといった様々なスタイルの利用が可能であり、実際に博物館などでこの効果を確認するための実証実験も行ってきた。

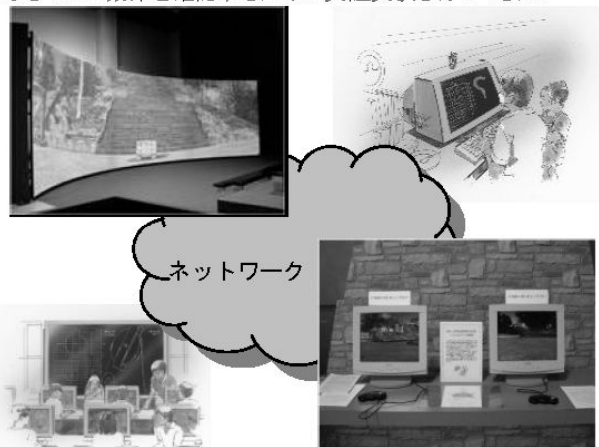


図6 ネットワークを用いた体験共有

マヤ VR (c)情報通信研究機構

しかしながら、没入型環境から小型画面まで非常に多様な鑑賞環境が存在することから、新たな問題も生じてきた。映像シアターの没入型大型スクリーンと、個人用の小型ディスプレイ

イでは、映像の視覚効果が大きく異なり、大型スクリーン用に調整されたVRコンテンツを小型の個人環境で鑑賞すると非常に物足りない印象を与え、逆に小型環境に適したVRコンテンツは大型スクリーンでは動き刺激が強すぎ、不快感や映像酔いなどにつながる、といった問題が明らかになってきた。そのため、異なる環境でVRコンテンツを用いる際には、カメラワークを鑑賞環境に合わせて修正し、視覚効果を調整することが多々あった。

このような調整操作は、実写映像や従来型のCGコンテンツでは、映像を再制作する必要がある、大きな作業負荷が発生する。これに対して、リアルタイムレンダリング技術をベースとしたVRコンテンツでは、数値で表現されたカメラワークを再編集するだけで済むため、比較的容易に調整を行うことができる。

4. 人に優しいVRコンテンツの実現

現在では、携帯端末の普及や超高精細映像技術の進歩などにより、同様の問題がテレビや映画といった従来型映像コンテンツの利用においても生じるようになった。

我々は、この課題への対応方法を見出すために、特に画面サイズと映像の印象の關係に着目して、感性評価実験に基づいた研究を進めてきた。当初の研究で、画面サイズによって映像の印象が変化すること、カメラの角度や加速度などのカメラワークが映像の印象を大きく左右する主要な要素であることなどを実験データを用いて示すことが出来た。[2]

また、前項でも述べたように、VRコンテンツではカメラワークの変更が容易ではあるが、環境に合わせて修正を行うには、最適なカメラワークを決定するための映像制作スキルが必要であることには変わりがない。また、人の身体的特性などの個人差によっても最適表現が異なる可能性がある。このような観点から、鑑賞者自身で行えるような簡便な方法でVRコンテンツのカメラワーク調整を行う方法を実現することを試みた。

4. 1. 動的カメラワーク調整の方式

カメラを移動する際、カメラの方位角を進行方向に合わせ、上下角とねじり角は0度に保つと、多くの場合、変化に乏しく演出効果の弱い映像になることが、映像制作における経験則として知られている。一方、カメラに角度を付けたり、カメラの移動経路を地面や対象物に近づけたりといった操作を行うと、迫力感やスピード感が増すなどの演出的効果が生じ、ダイナミックで演出効果の強い映像を作り出すことができる。[3] これらの経験則は、我々の先行研究の結果とも一致する。

さらに我々は演出効果の弱い映像と強い映像のカメラワークの違いが、カメラの位置や角度の差分情報として表される可能性に着目した。そして、差分情報を様々な重みで演出効果の弱い映像に反映させることで、異なる演出効果の映像を簡単に生成するという手法を考案した。

図7にこの概念を示す。演出効果の弱い映像のパラメータを「基本パラメータ」、差分情報は、演出効果を支配する要素とい

う意味で「演出パラメータ」と名づけることにする。

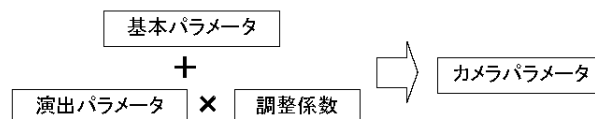


図7 カメラワークの記述

表1に、基本パラメータの記述例を示す。スプライン曲線を用いて、制御点ごとの座標と座軸周りの回転角を記述する。演出パラメータも同様の要領で記述する。

表1 基本パラメータ

制御点	座標	回転角
1	$(x_{base}, y_{base}, z_{base})_1$	$(R_{base}, P_{base}, Y_{base})_1$
2	$(x_{base}, y_{base}, z_{base})_2$	$(R_{base}, P_{base}, Y_{base})_2$
3	$(x_{base}, y_{base}, z_{base})_3$	$(R_{base}, P_{base}, Y_{base})_3$
:	:	:
n	$(x_{base}, y_{base}, z_{base})_n$	$(R_{base}, P_{base}, Y_{base})_n$

図8に、カメラワーク調整の例として、基本パラメータのみにより生成されるカメラワーク(CW1)と演出パラメータを加えて生成されるカメラワーク(CW2)との關係を示した。基本パラメータが示すカメラワークCW1に対して、演出パラメータを加えたものがCW2であり、調整係数を操作することで、CW1とCW2の中間に位置するカメラワークを求めることができる。

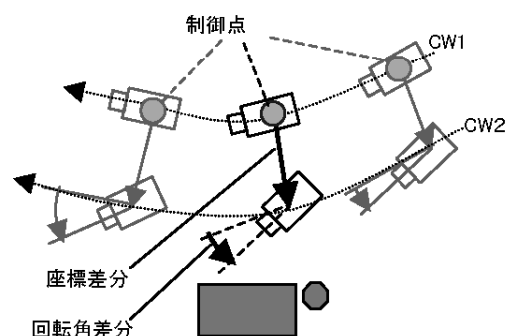


図8 カメラワークの生成

4. 2. 評価実験

考案したカメラワーク調整手法は、実際に効果があるのか、その効果を検証するために、試作したVRコンテンツを評価映像として、画面サイズと調整係数を変えて被験者に提示し、その印象の変化を求める評価実験を行った。

4. 2. 1. 映像コンテンツ

西洋の城をモチーフとして制作したCGモデルに、4種類のカメラワークを設定し、4通りの評価用映像コンテンツを用意した。図9に、映像コンテンツの1例を示す。図10に、この映像コンテンツでのカメラワークを示す。城の周りを周回する動きであり、白の矢印は基本パラメータが表すカメラワーク、灰色の矢印は調整係数を最大にした場合のカメラワークを示す。中間の調整係数では、この両者を線形補間したカメラワークとなる。



図9 映像コンテンツ1「城を周り」
再生時間 17.6 秒

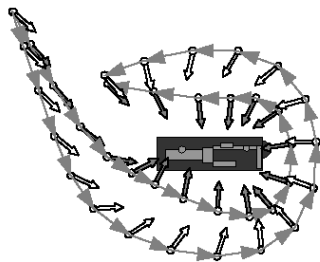


図10 カメラワークの変化

4. 2. 2. 実験方法

2.6m に固定した視距離で映像を鑑賞することとして、スクリーン上での映像のサイズを、表 2 に従って変化させる。

表 2 鑑賞条件

サイズ	横 (cm)	縦 (cm)	対角 (cm)	
大画面	244	183	305	120 インチ
中画面	96.5	76.5	123	48 インチ
小画面	36.5	28.8	46	18 インチ

また、調整係数を、0.0 から 1.0 まで 5 段階に変化させる。

35 人の被験者により、4 種の映像コンテンツそれぞれについて、画面サイズと調整係数の全ての組み合わせで映像の印象を評価した。評価法としては単極尺度を用いた 7 段階の尺度法を用い、結果は 0 から 6 に数値化する。

4. 2. 3. 実験結果

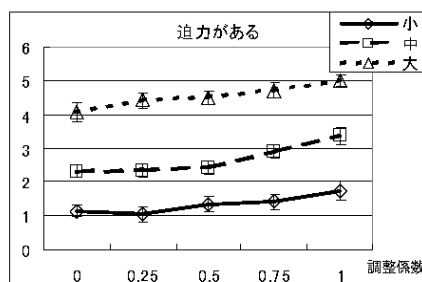


図11 コンテンツ1「迫力がある」

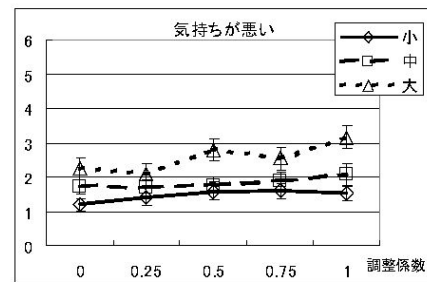


図12 コンテンツ2「気持ちが悪い」

図 11 および図 12 に、映像コンテンツ 1 を用いた評価実験結果の一部を示す。

図 11 から、迫力感は画面サイズと調整係数の両者に大きく依存することが分かる。また、図 12 に着目すると、小画面では評価が全般に小さいが、大画面では調整係数 0.25 を超えるあたりから不快感が高まることを示している。

この結果から、大画面での最適調整係数を検討すると、0.25 以下の比較的小さな調整係数でも迫力感が強く、0.25 を超えると不快感が増すところから、最適調整値は 0.25 程度と考えることが出来る。一方、小画面では迫力感は調整係数とともに増大するものの全般に劣っていることと、大調整係数でも不快感は増大しないことを考慮すると、最大の調整値が最適であると考えられる。

ここでは割愛したが、他の評価語や映像コンテンツに関しても同様の考察が成り立っており、提案したカメラワーク調整方式が、環境によって変化する映像の印象を補正する上で有効であるとの結果が共通して得られている。

5. おわりに

VR コンテンツは、対話性や臨場感をもたらすだけではなく、画面サイズによって変化する映像コンテンツの印象補正の手段としても、さらには、個人に合わせた映像鑑賞の実現手段としても大きな可能性がある。

VR 技術を応用した人に優しいスケーラブルな映像コンテンツの利用を広く実現するために、引き続き、映像コンテンツの表現効果に関わる感性工学的知見の拡大を図るとともに、実用性の高い手法やツールの開発、実写映像への応用の可能性の検討などを進めていく予定である。

参考文献

- 1) 加茂 竜一：デジタルアーカイブとバーチャルリアリティ表現，科学と工業，76，7，344-349，2002
- 2) 小黒久史，郭素梅，佐藤美恵，阿山みよし，春日正男：最適カメラワークの画面サイズ依存性の検討，画像電子学会年次大会予稿集，35-36，2006
- 3) ダニエル・アリジョン：映画の文法，紀伊国屋書店，1980

財団法人日本自転車振興会
平成19年度デジタルコンテンツの保護・活用に関する
調査研究等補助事業

動画映像の視覚評価に関する調査研究
－動画映像の時間軸再生に関する感性的評価－

報 告 書

発 行 平成20年3月

発行者 財団法人デジタルコンテンツ協会

〒102-0082 東京都千代田区一番町23-3

日本生命一番町ビルLB

TEL.03(3512)3900

FAX.03(3512)3908

不許複製 禁無断転載

