

平成20年度  
超高品質AV情報がもたらす人間の  
感性に関する調査研究報告書

平成21年3月

社団法人 日本機械工業連合会  
財団法人 デジタルコンテンツ協会



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

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





## 序

我が国機械工業における技術開発は、戦後、既存技術の改良改善に注力することから始まり、やがて独自の技術・製品開発へと進化し、近年では、科学分野にも多大な実績をあげるまでになってきております。

しかしながら世界的なメガコンペティションの進展に伴い、中国を始めとするアジア近隣諸国の工業化の進展と技術レベルの向上、さらにはロシア、インドなどB R I C s 諸国の追い上げがめざましい中で、我が国機械工業は生産拠点の海外移転による空洞化問題が進み、技術・ものづくり立国を標榜する我が国の産業技術力の弱体化など将来に対する懸念が台頭してきております。

これらの国内外の動向に起因する諸課題に加え、環境問題、少子高齢化社会対策等、今後解決を迫られる課題も山積しており、この課題の解決に向けて、従来にも増してますます技術開発に対する期待は高まっており、機械業界をあげて取り組む必要に迫られております。

これからのグローバルな技術開発競争の中で、我が国が勝ち残ってゆくためにはこの力をさらに発展させて、新しいコンセプトの提唱やブレークスルーにつながる独創的な成果を挙げ、世界をリードする技術大国を目指してゆく必要があります。幸い機械工業の各企業における研究開発、技術開発にかかる意気込みにかげりはなく、方向を見極め、ねらいを定めた開発により、今後大きな成果につながるものと確信いたしております。

こうした背景に鑑み、当会では機械工業に係わる技術開発動向調査等のテーマの一つとして財団法人デジタルコンテンツ協会に「超高品質AV情報がもたらす人間の感性に関する調査研究」を調査委託いたしました。本報告書は、この研究成果であり、関係各位のご参考に寄与すれば幸甚です。

平成21年3月

社団法人 日本機械工業連合会  
会 長 金 井 務



## はしがき

近年、国からは、経済成長戦略大綱で“10年間でコンテンツ市場を5兆円拡大”するとの方針をはじめ、コンテンツに関する政策が矢継ぎ早に打ち出されております。また、経済産業省においては“Japan 国際コンテンツフェスティバル”と銘打った大きな事業を推進しております。

他方、IT活用によりコンテンツを利用することのできる年代層の拡大、コンテンツを送受信することのできるブロードバンド環境の整備、デジタル機器の進歩による何時でも・何処でもコンテンツを利活用できる環境の整備などが進み、コンテンツの利用が拡大するものと思われれます。

当協会は、これらの国の重点政策、コンテンツの利用環境の拡大動向等を踏まえ、市場に受け入れられる魅力的で良質なコンテンツの制作、流通、利活用に関する諸課題に取り組んでおります。

更には、デジタル機器の高機能化、高性能化、高密度化等の進歩に支えられてコンテンツ利用の多様化が進んでおります。種々の利用場面に相応しいコンテンツについてソフト及びハードと一体で考えることも必要になってきています。

コンテンツ関連産業の一層の拡大に向けて、戦略の立案に必要な内外の基礎情報の拡充・整備、総合的な産業振興プロジェクトの推進、海外市場展開に向けた環境整備など課題が山積しております。これらの課題に対処するための種々の活動の推進を通じて、産業全体の健全な発展、更なる市場規模の拡大に寄与することができるかと確信しております。

こうした背景に鑑み、当協会では戦略の立案に必要な内外の基礎情報の拡充・整備の一環として社団法人 日本機械工業連合会より「超高品質AV情報がもたらす人間の感性に関する調査研究」を調査受託いたしました。

本調査研究報告書の結果が、我が国の経済全体を牽引することにも貢献できるよう、皆様の一層のご支援とご協力をいただきますと共に、努力を重ね成果をあげて参りたいと思っております。

本研究の実施にあたり、ご指導・ご支援をいただいた関係機関の各位に感謝の意を表します。

平成21年3月

財団法人デジタルコンテンツ協会  
会長 大坪文雄



## 事業運営組織

本調査研究を推進するために、財団法人デジタルコンテンツ協会(DCAj)内に、「超高品質AV情報に関する調査研究委員会」を設ける。本委員会のメンバーは下記のとおりである。DCAjの事業開発本部先導的的事业推進部が事務局を担当する。

### 超高品質AV情報に関する調査研究委員会名簿

(順不同・敬称略)

|        |   |        |
|--------|---|--------|
| 委員長    | 宇都宮大学大学院 工学研究科<br>学際先端研究部門<br>教授                                    | 春日 正男  |
| 委員     | NEC ディスプレイソリューションズ株式会社<br>プロジェクター事業ユニット 開発本部 第二技術グループ<br>グループマネージャー | 小林 玲一  |
| 委員     | 財団法人NHKエンジニアリングサービス<br>先端応用開発部<br>エグゼクティブ・エンジニア                     | 河合 輝男  |
| 委員     | クリスティ・デジタル・システムズ<br>日本支社<br>支社長                                     | 半澤 衛   |
| 委員     | スタジオ アロ<br>(株式会社オーク情報システム)<br>プロデューサー                               | 西口 勇   |
| 委員     | 大日本印刷株式会社<br>C&I 事業部<br>理事  | 久保田 靖夫 |
| 委員     | 東海大学<br>工学部材料科学科<br>教授  | 神保 至   |
| 委員     | 東京工業大学<br>像情報工学研究施設<br>准教授  | 山口 雅浩  |
| 委員     | 凸版印刷株式会社<br>総合研究所 情報技術研究所<br>主席研究員                                  | 小黒 久史  |
| 委員     | 日本ビクター株式会社 技術本部<br>コア技術開発センター 新映像システム開発室<br>室長                      | 佐藤 正人  |
| 委員     | 株式会社ビデオテック<br>制作本部<br>制作本部長   | 森 俊文   |
| オブザーバー | シャープ株式会社<br>研究開発本部 先端映像技術研究所 第二研究室<br>主事                            | 田中 誠一  |

# 目 次

序

はしがき

事業運営組織

目次

|       |                            |    |
|-------|----------------------------|----|
| 第1章   | はじめに                       | 1  |
| 1.1   | 本調査研究の目的                   | 2  |
| 1.2   | 本調査研究の推進体制                 | 3  |
| 1.3   | 本委員会の活動状況                  | 5  |
| 1.4   | 平成20年度の事業の方向性と概要           | 6  |
| 1.4.1 | はじめに                       | 6  |
| 1.4.2 | 事業展開の方法                    | 6  |
| 1.4.3 | 事業展開の具体的項目                 | 7  |
| 1.4.4 | まとめ                        | 7  |
| 第2章   | 超高品質AV情報に関する技術的動向調査        | 8  |
| 2.1   | はじめに                       | 8  |
| 2.2   | 超高品質AV情報に関する現状の調査          | 8  |
| 2.2.1 | はじめに                       | 8  |
| 2.2.2 | 超高品質AV信号の編集と製作現場の調査：ビデオテック | 9  |
| 2.2.3 | 超高品質AV信号の表示に関する技術：パナソニック   | 14 |
| 2.2.4 | まとめ                        | 15 |
| 2.3   | 超高品質AV情報に関する文献調査とその方向      | 15 |
| 2.3.1 | はじめに                       | 15 |
| 2.3.2 | 超高品質AV情報の技術動向に関する資料        | 15 |
| 2.3.3 | 超高品質AV情報の評価方法に関する研究資料      | 15 |
| 2.3.4 | 技術資料の概要                    | 16 |
| 2.3.5 | まとめ                        | 24 |
| 2.4   | おわりに                       | 24 |
| 第3章   | 各分野における超高品質AV情報の特徴技術とその実際  | 26 |
| 3.1   | 高品質な視聴空間における感性評価の実際例       | 26 |
| 3.1.1 | はじめに                       | 26 |
| 3.1.2 | 高品質映像の配信・上映システムの概要         | 28 |
| 3.1.3 | 超高品質な鑑賞空間の設計とその効果          | 30 |
| 3.1.4 | 子供や障害者への配慮                 | 35 |
| 3.1.5 | 今後への期待                     | 37 |

|         |                              |    |
|---------|------------------------------|----|
| 3.1.6   | まとめ                          | 38 |
| 3.2     | 通常品位の映像を高品質情報に変換する技術         | 39 |
| 3.2.1   | はじめに                         | 39 |
| 3.2.2   | 放送系、記録・パッケージメディア系の画質品位向上技術   | 39 |
| 3.2.2.1 | 放送 / デジタル圧縮画像の品質を向上させる技術     | 40 |
| 3.2.2.2 | 感性的画作りに使用されている技術             | 45 |
| 3.2.2.3 | 時間方向の品質を向上させる技術 (表示パネル起因は除く) | 48 |
| 3.2.3   | 放送系、記録メディア系信号を高解像度信号に変換する技術  | 51 |
| 3.2.4   | まとめ                          | 54 |
| 3.3     | 高臨場感放送システムの研究・開発例            | 55 |
| 3.3.1   | はじめに                         | 55 |
| 3.3.2   | 高臨場感システムの研究・開発の現状            | 55 |
| 3.3.3   | 次世代放送を目指すスーパーハイビジョンシステム      | 61 |
| 3.3.4   | まとめ                          | 63 |
| 3.4     | 超高精細リアルタイム CG の生成            | 65 |
| 3.4.1   | はじめに                         | 65 |
| 3.4.2   | 映像表示システム                     | 65 |
| 3.4.2.1 | 表示解像度                        | 65 |
| 3.4.2.2 | マルチプロジェクタ                    | 65 |
| 3.4.2.3 | 高精細プロジェクタ                    | 66 |
| 3.4.2.4 | 超高精細 LCD                     | 67 |
| 3.4.2.5 | 映像信号                         | 67 |
| 3.4.3   | 映像生成                         | 69 |
| 3.4.3.1 | バーチャルリアリティ (VR) の原理          | 69 |
| 3.4.3.2 | グラフィックカード                    | 69 |
| 3.4.3.3 | 超高精細映像の生成                    | 69 |
| 3.4.3.4 | 同期制御                         | 70 |
| 3.4.4   | 普及型コンポーネントを用いた超高精細映像生成システム   | 71 |
| 3.4.5   | まとめ                          | 72 |
| 3.5     | 映像撮影機器の特徴技術の実際例              | 73 |
| 3.5.1   | はじめに                         | 73 |
| 3.5.2   | 映像撮影装置の構成                    | 73 |
| 3.5.2.1 | 撮像レンズ                        | 73 |
| 3.5.2.2 | イメージセンサ (撮像デバイス)             | 74 |
| 3.5.2.3 | 信号処理部                        | 75 |
| 3.5.3   | 超高品質 AV 情報を得るために必要な特性        | 75 |
| 3.5.3.1 | 解像度                          | 75 |
| 3.5.3.2 | ダイナミックレンジ                    | 77 |
| 3.5.3.3 | フレームレート                      | 77 |
| 3.5.3.4 | 色域 (色空間)                     | 78 |
| 3.5.4   | 今後への期待とまとめ                   | 78 |

|         |                                |    |
|---------|--------------------------------|----|
| 3.5.4.1 | 任意視点映像（多視点映像、自由視点映像）           | 78 |
| 3.5.4.2 | パノラマ撮影                         | 79 |
| 3.6     | ナチュラルビジョンにおける質感再現              | 80 |
| 3.6.1   | はじめに                           | 80 |
| 3.6.2   | ナチュラルビジョンとは                    | 80 |
| 3.6.3   | ナチュラルビジョン技術の応用                 | 82 |
| 3.6.4   | ナチュラルビジョンによる映像の特徴              | 83 |
| 3.6.5   | 多原色フラットパネルディスプレイを用いたシステム       | 83 |
| 第4章     | 超高品質AV情報に関する感性的評価の実験的検討        | 88 |
| 4.1     | はじめに                           | 88 |
| 4.1.1   | 背景                             | 88 |
| 4.1.2   | 目的                             | 88 |
| 4.1.3   | 本章の構成                          | 88 |
| 4.2     | AV情報の感性的評価実験に利用する評価方法と評価指標について | 89 |
| 4.2.1   | はじめに                           | 89 |
| 4.2.2   | 評価方法の概要                        | 89 |
| 4.2.3   | AVコンテンツ情報の評価指標                 | 89 |
| 4.2.3.1 | 評価語の収集                         | 89 |
| 4.2.3.2 | クラスタリング                        | 89 |
| 4.2.3.3 | KJ法                            | 89 |
| 4.2.3.4 | 専門家との絞り込み                      | 89 |
| 4.2.4   | 考察とまとめ                         | 89 |
| 4.3     | 評価方法と解析方法について                  | 90 |
| 4.3.1   | はじめに                           | 90 |
| 4.3.2   | 評価方法                           | 90 |
| 4.3.3   | 解析方法                           | 90 |
| 4.3.3.1 | Wilcoxonの符号順位検定                | 90 |
| 4.3.3.2 | Mann-WhitneyのU検定               | 90 |
| 4.3.4   | まとめ                            | 90 |
| 4.4     | 超高品質AV情報の評価実験                  | 90 |
| 4.4.1   | はじめに                           | 90 |
| 4.4.2   | 目的                             | 91 |
| 4.4.3   | 超高品質AV信号の内容                    | 91 |
| 4.4.4   | 超高品質AV信号の評価実験                  | 91 |
| 4.4.4.1 | 実験環境                           | 91 |
| 4.4.4.2 | 被験者                            | 93 |
| 4.4.4.3 | 実験コンテンツ                        | 94 |
| 4.4.4.4 | 評価語                            | 94 |
| 4.4.4.5 | 実験方法                           | 94 |
| 4.4.4.6 | 実験手順                           | 94 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.4.4.7 評価方法、解析方法.....                    | 94  |
| 4.4.5 考察と解析.....                          | 95  |
| 4.4.5.1 被験者 33 人の視聴実験結果.....              | 95  |
| 4.4.5.2 被験者 47 人の視聴実験結果.....              | 105 |
| 4.4.6 まとめ.....                            | 116 |
| 4.5 おわりに.....                             | 117 |
| <br>                                      |     |
| 第5章 超高品質AV情報と感性.....                      | 119 |
| 5.1 はじめに.....                             | 119 |
| 5.2 感性と感性工学.....                          | 119 |
| 5.3 感性と感性評価.....                          | 119 |
| 5.4 超高品質AV情報技術と感性.....                    | 120 |
| 5.5 解像度の差異と感性的評価.....                     | 121 |
| 5.6 おわりに.....                             | 122 |
| <br>                                      |     |
| 第6章 社会貢献、普及活動への取り組み.....                  | 125 |
| 6.1 はじめに.....                             | 125 |
| 6.2 社会貢献、普及活動の方法.....                     | 125 |
| 6.3 広報活動の具体例について.....                     | 125 |
| 6.4 おわりに.....                             | 126 |
| <br>                                      |     |
| 第7章 むすび.....                              | 127 |
| <br>                                      |     |
| 付録  |     |
| 付録1. 「3.2 通常品位の映像を高品質情報に変換する技術」カラー資料..... | 129 |
| 付録2. 評価シートの例.....                         | 130 |
| 付録3. 映像情報メディア学会メディア工学研究会 講演論文.....        | 131 |



## 第1章 はじめに

コンピュータ、ネットワークなどの普及による高度な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ーたちの制作手法を分析して、多くの優秀なクリエイターの育成を目指し、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て、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、優れたクリエイター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。この事業は、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、実際のコンテンツの視聴実験検証により評価している。すなわち、時間軸表現の違いである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について、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を得られるよう画面サイズごとに評価実験を考察し、調査してきた。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きている。そして、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、指針となれるような報告書として公開している。

本年度は、この調査結果を踏まえ、現在先端的技術として、地上デジタル放送やデジタルシネマ（2K、4Kシステム）、スーパーハイビジョンなど超高精細映像システムの研究とその実用化が盛んである背景に鑑み、超高品質AV情報に関する技術の現状と、視聴者が満足できるそのAV情報の評価方法の提案と実験的検討を行うものである。

さて、現在、デジタルハイビジョンなど従来技術を凌駕する放送技術が開発され、

これが地上デジタル放送などの本格的な普及へと連なり、一般ユーザは高品質なAV信号が手軽に楽しめる時代となってきた。映像は、デジタルシネマ(2K、4Kシステム)やスーパーハイビジョン(8K)など、2K、4K、8Kと超高精細画像が実用化されつつあり、音響も多チャンネルの高品質デジタル音響信号が容易に記録再生され、蓄積伝送できる時代になっており、近年の先端的技術の進展には著しいものがある。しかし、この素晴らしい超高品質AV信号を利用して、人間が快適な視聴空間を得るためにはどのようにあるべきか、人間はどのようにしてその快適さを感覚として実感できるのか、また、この人間の快適さを十分満足できるAV機器の存在にはどのような要素が求められ、その仕様や応用技術はどうすれば良いか、など、先行する高度な技術トレンドと比べてまだまだ未解明な部分は多い。この観点からは、技術が先行する時代に合わせた快適な視聴空間の環境デザインとその評価方法の指針とが今後必要となる。

本事業は、この観点から技術の方向性を探るため、品質に対応する映像と音響信号を再現し、人間の感性に起因する快適感覚との対応性を探ることを目指す。例えばAV情報の組み合わせ効果として、高品質映像と多チャンネル超高品質音響信号の視聴空間や、超高品質映像と高品質音響信号とでは感性的にどのような空間効果が得られるか、などの解明により、人間が容易に楽しめる先端的技術に対応する時代に合わせた快適な視聴空間のデザインの指針や、方向性への指針を目指す。そして、本事業の事業成果が、AV視聴に伴う感性評価の具体的手法と評価方法指針への方向性の指針となり、また、実験による空間デザインの指標化などの調査研究への指針にも連なり、最終的にこれが今後の技術をキャッチアップし、新しい産業や機器設計の方向性を得て、現実の生活空間に普及させていくためのキーの一つになることを目指していくものである。

## 1.1 本調査研究の目的

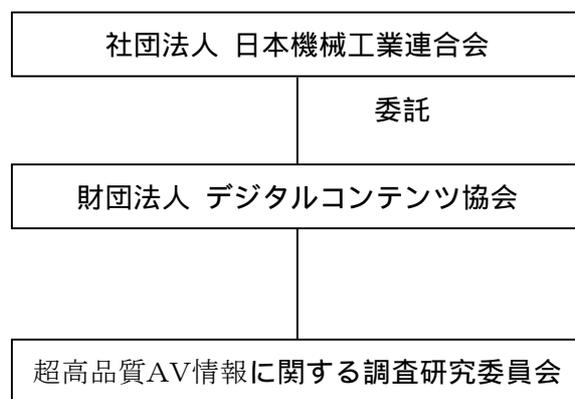
現在、衛星放送やハイビジョン放送、テレビのデジタル放送など映像技術の発展により、高品質、高精細な映像が急速に普及しており、手軽にその快適性を楽しめる、臨場感あふれる視聴環境が整いつつある。この映像技術の発展は白黒テレビから始まり、次にカラーテレビ、そして現在ではカラーテレビの5倍の情報量を持ったフルハイビジョンが一般家庭でも視聴できるようになり、高鮮明な映像を手軽に利用されるようになった。しかし、高精細なフルハイビジョンでも大きなスクリーンなどに投影する場合は、画像を拡大するのにやはり限界があり、コンテンツの人物や物体などの輪郭の鮮明さなど、解像度の点での課題も考えられる。このため、これらの課題を改善する新しい映像技術の一つとして、デジタルシネマ(2K、4Kシステム)やスーパーハイビジョン(8K)など超高精細映像システムの研究とその実用化が盛んである。

本調査研究は、このような超高品質AV情報の普及している環境において、人間がより満足して楽しむためには、との観点から、現在の先端的技術に対応する時代に合わせたAV信号の快適な視聴空間のデザインとこれを実現する機器設計など、我が国の今後の産業の方向性を探ることを目的とする。この方向から、各グレードによる超高品質の映像信号や各方式による音響信号との組み合わせや、各種表示媒体を利用した快適な視聴空間の人間の満足感をベースとする感性的評価をベースに、人間が快適に感じる具体的評価法と

その評価指標を調査検討する。そしてこの方針に基づく視聴空間のデザインとそれを実現する最適な機器設計仕様やシステム構成などの解明に向けて、快適な視聴空間のデザインの方向性を探る。この観点から、本年度は、超高品質AV情報がもたらす人間の感性に関する調査・研究を行うことを目指していく。

## 1.2 本調査研究の推進体制

本調査研究を推進するために、財団法人デジタルコンテンツ協会(DCAj)内に、**図 1.2-1** に示す組織として「超高品質AV情報に関する調査研究委員会」を設ける。本委員会は、**表 1.2-1** 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、大学、企業、財団等からなる12名のメンバーから構成されている。DCAjの事業開発本部先導的の事業推進部が事務局を担当する。



**図 1.2 -1 超高品質AV情報に関する調査研究委員会 事業推進体制**

表 1.2 - 1 超高品質 A V 情報に関する調査研究委員会構成

(順不同・敬称略)

| 【委員会役職】 | 【氏 名】  | 【所属先】                  | 【所属部署名・役職名】                            |
|---------|--------|------------------------|--|
| 委員長     | 春日 正男  | 宇都宮大学大学院               | 工学研究科 学際先端研究部門 教授                      |
| 委 員     | 小林 玲一  | NEC ディスプレイソリューションズ株式会社 | プロジェクター事業ユニット 開発本部 第二技術グループ グループマネージャー |
| 委 員     | 河合 輝男  | 財団法人NHKエンジニアリングサービス    | 先端応用開発部 エグゼクティブ・エンジニア                  |
| 委 員     | 半澤 衛   | クリスティ・デジタル・システムズ       | 日本支社<br>支社長                            |
| 委 員     | 西口 勇   | スタジオ アロ                | (株式会社オーク情報システム)<br>プロデューサー             |
| 委 員     | 久保田 靖夫 | 大日本印刷株式会社              | C&I 事業部 理事                             |
| 委 員     | 神保 至   | 東海大学                   | 工学部材料科学科 教授                            |
| 委 員     | 山口 雅浩  | 東京工業大学                 | 像情報工学研究施設 准教授                          |
| 委 員     | 小黒 久史  | 凸版印刷株式会社               | 総合研究所 情報技術研究所 主席研究員                    |
| 委 員     | 佐藤 正人  | 日本ビクター株式会社             | 技術本部 コア技術開発センター 新映像システム開発室 室長          |
| 委 員     | 森 俊文   | 株式会社ビデオテック             | 制作本部 制作本部長                             |
| オブザーバー  | 田中 誠一  | シャープ株式会社               | 研究開発本部 先端映像技術研究所 第二研究室 主事              |
| オブザーバー  | 大島 義一  | デジタルコンテンツ協会            | 専務理事付研究主幹                              |
| オブザーバー  | 山本 純   | デジタルコンテンツ協会            | 企画調査部 部長代理                             |
| 事務局     | 田中 誠一  | デジタルコンテンツ協会            | 常務理事 事業開発本部 本部長                        |
| 事務局     | 増井 武夫  | デジタルコンテンツ協会            | 事業開発本部先導的的事业推進部 部長                     |
| 事務局     | 須藤 智明  | デジタルコンテンツ協会            | 同 主任                                   |
| 事務局     | 土屋 光久  | デジタルコンテンツ協会            | 同 研究主幹                                 |
| 事務局     | 千葉 祐治  | デジタルコンテンツ協会            | 同 研究主幹                                 |

### 1.3 本委員会の活動状況

本委員会は、合計6回開催した。また、委員会の下で超高品質AV情報に関する映像の評価実験などを行った。

以下に本事業委員会の活動状況について述べる。

- (1) 第1回 超高品質AV情報に関する調査研究委員会  
日 時 : 平成20年8月22日(金) 15:00~19:00  
場 所 : 食糧会館 2C会議室  
議事内容:  
委員紹介、委員長選任  
事業計画案報告(事務局)  
事業の進め方審議
- (2) 第2回 超高品質AV情報に関する調査研究委員会  
日 時 : 平成20年9月26日(金) 10:00~12:00  
場 所 : 株式会社ビデオテック、ビクター青山スタジオ  
議事内容:  
㈱ビデオテック及びビクター青山スタジオにて、音作り現場調査  
報告書目次案審議  
事業の進め方検討
- (3) 第3回 超高品質AV情報に関する調査研究委員会  
日 時 : 平成20年10月20日(木) 16:00~18:00  
場 所 : パナソニック株式会社 パナソニックAVCネットワークス社 デジタルソフトラボ、  
パナソニック映像株式会社  
議事内容:  
パナソニック㈱デジタルソフトラボ及びパナソニック映像㈱にて、映像機器及び  
評価映像の調査  
報告書目次、内容検討  
事業の進め方検討
- (4) 第4回 超高品質AV情報に関する調査研究委員会及び評価実験  
日 時 : 平成20年11月20日(木) 15:40~18:00  
場 所 : 宇都宮大学工学部 アカデミアホール  
議事内容:  
4K、2K映像評価実験調査  
報告書目次、内容検討  
事業の進め方検討
- (5) 現地調査  
日 時 : 平成20年12月25日(木) 15:00~19:00  
場 所 : 新宿ピカデリー  
調査内容:  
超高品質AV情報に関する研究の一環として、高品質な視聴空間の現地調査及び

## 体験評価

### (6) 第5回 超高品質AV情報に関する調査研究委員会

日時：平成21年1月30日(金) 14:00～20:00

場所：DCAj A会議室

議事内容：

報告書目次、内容に関する審議

### (7) 第6回 超高品質AV情報に関する調査研究委員会

日時：平成21年2月27日(金) 10:00～14:00

場所：DCAj A会議室

議事内容：

報告書に関する審議

## 1.4 平成20年度の事業の方向性と概要

### 1.4.1 はじめに

本事業委員会は、今までに多くの事業を通じて、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、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ーたちの制作手法を分析して、多くの優秀なクリエイターの育成を目指し、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、コンテンツ制作鑑賞に関する知見や、最近の高品質動画映像の視覚評価のための感性的評価手法、動画映像コンテンツの表現技術、など時間軸表現に関する調査研究に関する知見などである。本年度はこれらの知見を基に調査を行っていくものとする。このために、まず、国内の文献調査を行う。次に、新しい映像技術の一つとして、デジタルシネマ(2K、4Kシステム)やスーパーハイビジョンなど超高精細映像システムの研究とその実用化が盛んであることに注目し、これらの中の、2K、4Kシステムを取り上げ、これらのコンテンツに関する技術の総合的に調査検討する。次に、これらの技術的背景をベースに、これらの超高品質AV情報としてのコンテンツを視聴し、視聴に伴う画像の鮮明さから受ける印象の度合いや画像の質感など視聴者が感じる感性的要因を実験的に検証し、計測手法や視聴者の印象など多くの知見を得ることを試みる。そして、将来的に人間が容易に楽しめる先端的技術に対応する時代に合わせた快適な視聴空間のデザインの指針や、方向性への指針を目指すことを目的とした検討を行っていくこととする。

### 1.4.2 事業展開の方法

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、超高品質AV情報に関する検討を行う。この方針に従って、まず、AV情報に関する方式や技術などの現状を調査する。さらに、人間の感性的観点からの評価方法や評価指標の現状もあわせて調査することとする。次に、これらの調査結果を分析し、方向性や今後の課題を考察する。

最後に、超高品質AV情報、特に2Kと4Kの映像を視聴し、評価指標や評価方法の検討とともに、実際の視聴実験を行い。映像から受ける視聴者の印象の違いや、それらに関する印象の知見を検討する。最後にこれらをまとめ、今後の方向性などをまとめる。なお、超高品質AVコンテンツの評価実験場所についてはホールなど視聴環境として適切な場所を使用することとする。また、本事業の一部の調査については、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事務所とする。

#### 1.4.3 事業展開の具体的項目

本年の事業は、以下の項目に従って実施していく。

##### 現状調査

- ・ 超高品質映像方式の研究開発の現状動向調査
- ・ 高品質音響信号の研究開発の動向と応用分野の現状動向調査
- ・ 超高品質AV信号を利用した視聴空間に関する研究開発の動向調査
- ・ 人間の感性評価に関する評価方法や評価指標などの研究動向の現状調査

##### 調査結果の分析

- ・ 超高品質AV時代に対応した快適視聴空間のデザインの方向性に向けての課題抽出
- ・ 人間の感性に関する観点からの超高品質AV情報の評価方法と指標化への課題抽出
- ・ 各課題に向けた方向性の策定

##### 超高品質AV情報に関する調査

- ・ 超高品質AV時代に対応した快適視聴空間のデザインの方向性の獲得

#### 1.4.4 まとめ

本事業の目的に基づいて、具体的な事業展開方法について述べてきた。今後、超高品質AV情報に関する技術の文献調査や、関連技術の調査、さらには、AVコンテンツによる視聴実験などを行っていく。また、今後の展開につなげることも考慮し、評価指標、評価方法なども提案していく。以下に、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2章 超高品質AV情報に関する技術的動向調査

### 2.1 はじめに

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世界トップレベルとなる我が国のデジタルコンテンツ関連産業を目指すことを視野に入れて、(財)デジタルコンテンツ協会(DCAj)は活動を実施している。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、このコンテンツが、人が心地よく感じる良質なコンテンツとして流通し、利活用されることにより、今後のより豊かな社会生活の実現に貢献できる、との期待から、平成14年度から現在に至るまで、日本自転車振興会よりの補助事業としていくつかの調査研究の事業委員会の活動を行い、各種の事業を実施してきた。

この背景から本年度の調査事業は、昨今の地上波デジタル放送、デジタルシネマ、スーパーハイビジョンなどの超高品質AV情報の普及している環境において、人間がより満足して楽しむためには、との観点から、現在の先端的技術に対応する時代に合わせたAV信号の快適な視聴空間のデザインとこれを実現する機器設計など、我が国の今後の産業の方向性を探ることを目的としている。

この観点から、本年度は、超高品質AV情報がもたらす人間の感性に関する調査・研究を行うことを目指していく。本章では、まず、超高品質AV情報に関する国内の文献調査を行い、その技術動向や技術の方向性などを探ることを目的とする。こ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、本年度は、エンドユーザが心地よく感じられるデジタルコンテンツの視聴環境を取り上げ、この課題における調査事業を、国内外の文献調査、我が国の有識者を招き、講演による動向調査を実施する。また、動画映像の表現技術に注目し、特に、動画の色表現に注目した感性的評価実験などを行い、将来的に動画映像の色表現に関する何らか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。さらに、制作者の意図する動画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としても発展させ、一定の基準作りについての提案に結びつけたいとも考えている。

この観点から検討を進め、本章では、まず、超高品質AV情報に関する先端的技術を持つ研究機関、実施機関を現地調査し、その結果についてまとめる。次に、国内を中心とする技術調査として、超高品質AV情報に関する技術動向、方向性などについて、文献調査を行い、さらに技術資料を中心に考察し、その方向性をまとめる。

### 2.2 超高品質AV情報に関する現状の調査

#### 2.2.1 はじめに

本節では、我が国における先端的技術を持つ研究機関、実施機関の現地調査を行う。このために、この分野における先進的な技術を持つ2つの事業所につき現地調査を実施し、機関に所属する先進的技術者や関連研究者らとの技術討論を実施し、これらの内容を考察

し、結果をまとめる。

## 2.2.2 超高品質AV信号の編集と製作現場の調査：ビデオテック

### (1) 概要

- ・ 日 時：平成 20 年 9 月 26 日（金） 10:00～12:00
- ・ 場 所：株式会社ビデオテック、ビクター青山スタジオ

### (2) 調査報告（ビデオテック）

東京の神宮前にある映像ポストプロダクションであるビデオテックと、音楽録音スタジオである、ビクター青山スタジオを調査し、映像制作および音楽制作における最新技術と、これをコンテンツ制作に活用している制作スタッフに話を聞いた。

ビデオテックは、映像の企画制作から、撮影、編集、DVD や BD のオーサリング、また、映画やテレビドラマ等の字幕制作や吹替え版制作などを行い、プロダクションとポストプロダクションの機能を併せ持ったスタジオである。

今回は 2008 年 4 月に改装された音の編集室（MA 室）を訪問し、サウンドデザイナーである高木さんからシステム概要の説明とデモンストレーション、制作現場におけるこだわり等の話を聞いた。（写真 2.2-1）

このスタジオは、DVD 等で 5.1ch サラウンドシステムが普及する以前、約 15 年前からフルデジタル・マルチチャンネル・オーディオシステムに対応した設備を導入し、ハリウッド映画の日本語吹替え版の制作や、音楽ライブビデオの制作、音楽放送番組の制作などを行ってきた。DVD の標準スペックは、サンプリング周波数 48kHz、24bit、5.1ch であるが、拡張規格である 48kHz、24bit、7.1ch にも対応するスタジオとして運用されていたが、この度 BD の普及を視野に入れて、その最大スペックである 192kHz、24bit、8.2ch にまで対応した音の編集スタジオとしてリニューアルされた。

部屋の中央には、英国 SSL 社製の C300HD ミキシングコンソールが設置されている。また、モニタースピーカは、2ch システム用と、マルチチャンネル用に別々の物が用意されている。2ch 用としては、フィンランド GENELEC 社製の 1038A が、マルチチャンネル用にデンマーク dynaudio 社製の AIR 15 が 8 本と、サブウーファとして AIR BASE 12 が 2 本導入されている。

マルチトラックレコーダは、アメリカ digidesign 社製の Pro Tools HD Accel 3 を採用し、192k に対応している。



写真 2.2-1 MA 室



写真 2.2-2 スピーカのデジタル接続

全ての機器はデジタル接続されているが、パワードスピーカである AIR 15 には、3 本の AES/EBU オーディオケーブルが接続され（写真 2.2-2）、96k までの信号と、192k の信号で使い分けられている。これは、192k の信号の情報量が多いため、1 回線では伝送しきれないため、AES/EBU 信号を 2 回線束（デュアルリンク）にして使用するためである。

機器の説明を受けた後、同じ音源を 2ch/48k サンプルングした信号と 2ch/192k サンプルングした信号で比較試聴を行った。まず、フルートと弦によるカルテットの演奏を 48k サンプルングで聴いた。プロフェッショナルの制作現場の環境ではあるが、普通に CD を聞いているのと同じ印象を参加者全員が持っていた。次に、192k サンプルングで再生すると、音が自然に広がった感じがあり、まるで目の前で演奏しているようで、スピーカが存在しなくなったような印象を受けた。また、フルートや弦の音に艶が出たような印象を持った。しかし、同音量で再生しているにも関わらず、ボリュームが下がったような感じもあった。そのためボリュームを少し上げて聞いてみたが、高い音圧にも関わらず、うるさく感じることは無かった。

その後、再び 48k の音を聞いてみると、エネルギー感はあるものの、ギスギスとした歪っぽい音になったような印象を受けた。

どちらの音が好きかという部分では、聞きなれた 48k の音が良いという参加者と、自然な音が良いという参加者で意見が分かれた。

また、別の音源として、ウインドチャイムという楽器の単音を比較再生してみたが、これは 48k ではチリチリとノイズっぽく聞こえ、192k ではウインドチャイム特有の澄んだ音を聞くことができた。

このように、48k と 192k で音の変化が出る楽器として、洋楽器ではピアノやバイオリン、フルート等があり、和楽器では三味線や尺八等が今のデジタル録音では苦手とされる楽器であるという説明があった。

また、2000 年に発表されたハイパーソニック・エフェクト理論により、近年では従来音として定義されていた 20Hz~20kHz の可聴帯域以外の 100kHz に及ぶ高周波成分が、聴取者に印象の変化をもたらすことが定説となってきたおり、これを受けて BD 等ではサンプルング周波数 48kHz（理論的記録可能上限周波数は 24kHz）だけでなく 96kHz、192kHz（理論的記録上限周波数 96kHz）といった複数のサンプルング周波数をサポートするようになった。

現在、日本国内で 192kHz のモニター環境を持つスタジオは殆ど無く、さらにビデオに付随した音の編集（MA）ができるスタジオは皆無に等しい。ビデオテックでは、ナチュラルな音を再生できる 192k のサラウンドシステムに着目し、これを記録できる BD のマスター創りを可能にすべく、スタジオの改修を行ったという事であった。

この様な最先端のデジタル音声の話をしている中で、ミキシングコンソールの横にあるイフェクターラックに面白い機器を見つけた。

それは、イギリス NEVE 社製の 33609 である。これは、30 年前のアナログのコンプレッサ/リミッターで、音のピークを抑える装置である。多くのデジタルのイフェクターの間に、アナログの装置が組込まれている訳を聞くと、「人の話し声等のレベルを整える時に、最大音量に合わせてレベルを調整すると、平均音量が低下してしまうため、平均音量が基

準レベルとなるようにバランスをとっている。しかし、大声を出したりするシーン等では、そのままではレベルがオーバーとなり許容範囲を超えた信号が発生し音が歪んでしまう。とは言え、その部分だけレベルを下げると音量感が無くなり、大声を出しているイメージが損なわれてしまう。そこで、コンプレッサ/リミッタという装置を使用して音量感を残したまま信号レベルを許容値内に収めるという効果をかける。当然デジタルのコンプレッサ/リミッタは多数存在するが、人の声等にこれを使用すると何となく歪んだ印象の音になってしまう。そこで、デジタル信号を一度アナログ信号に変換し、これらのアナログのイフェクタで加工をした後に再度デジタル変換を行い、他の音とミキシングをしている。」という説明があった。

フルデジタルのスタジオでありながら、最終の仕上がりの音を重視してアナログ装置を含む新旧の機器を駆使して制作を行う、こだわりの現場がそこにあった。

### (3) 調査報告 (ビクター青山スタジオ)

次に、隣接するビクター青山スタジオに移動し、営業の吉川さんの案内で音楽録音の現場を調査した。

まず、3階にある301録音スタジオを見学した。このスタジオは、110㎡のスタジオ部分と48㎡のコントロールルームから構成されている。ミキシングコンソールには、72chの入力を持つイギリスSSL社製のSL9000Jが配置され、モニタースピーカとしてフィンランドGENELEC社製の1035Aが採用されていた。(写真2.2-3、4)

また、コンソール横のイフェクターラックには、アナログのイフェクタが数多く並び、その間にデジタルのイフェクタが配置されているという感であった。特に、古めかしい巨大なメータが付いたイフェクタは、50年以上前に作られ、真空管回路で構成されているという。アジアでも有数な規模を誇るこのスタジオが、アナログ機器を中心に構成されていることには、参加者一同、驚きを通り越して感銘を覚えていた。

ビクタースタジオで主にアナログ機器が使われている理由として、デジタル機器では音が変わってしまうという先のビデオテックを訪問したときと同じ話が出てきた。このスタジオでは、当然192kHzに対応した機器を保有しているが、アウトプットがデジタルの信号になるとしても、その直前までは音質変化の殆ど無いアナログシステムで音楽制作を行っているという。



写真 2.2 - 3 301 スタジオ



写真 2.2 - 4 301 コントロールルーム



写真 2.2 - 5 真空管式イフェクタ



写真 2.2 - 6 真空管式マイクロフォン

イフェクタは、真空管やトランジスタ回路のアナログのものから、DSP を使用した最新のデジタルのものまで何十種類も用意されており、演奏者や楽器、使用するマイクロフォン等との相性が良いものを適宜選択して音創りに活用しているということであった。また、録音に使うマイクロフォンを見せていただくと、やはり 50 年以上前に作られたものが何種類もあり、その中にはマイクロフォン本体の中に小さな真空管が入っている物まであった。また、リボン式マイクロフォンと呼ばれるものは、振動版にリボン状の金属箔を使用するのだが、これは職人が手で削りだして作るため、交換用のリボンの入手が困難になってきているということであった。そのようなことから、これらのマイクロフォンは現在ではお金を出せば買えるという物ではなく、このスタジオの財産になっているということであった。(写真 2.2-5、6)

次に、隣の 302 スタジオのコントロールルームを見学した。このスタジオは、94 m<sup>2</sup>のスタジオ部分と 49 m<sup>2</sup>のコントロールルームから構成されている。ミキシングコンソールには、64ch の入力を持つイギリス SSL 社製の SL6000G が配置され、モニタースピーカは 301 スタジオと同じフィンランド GENELEC 社製の 1035A が採用されていた。

こちらのスタジオでは、ポップス系の録音のセッティングがされており、ミキシングコンソールの上に板が載せられて、その上に色々な機器が置かれていた。案内をして頂いた吉川さんは、この現場では Pro Tools によるデジタル録音が行われているため、コントロールルームにあるイフェクタ関係とモニタースピーカだけが使われており、ミキシングコンソールは機材を載せる机になってしまっていると、苦笑いをしながら話していた。近年では、よく見かける光景だそうだ。

しかし、使用している機器の中には、昔のアナログミキサーから取り出したヘッドアンプが並ぶ、手作りのケースがあった。説明では、マイクロフォンの音をデジタル化する前に使用するヘッドアンプも、最近のデジタル回路のものとは比べ昔のアナログ回路のものを使用すると、音に厚みが出てくるという。そのため、電気楽器中心の録音でも、アナログのマイクロフォンを使うときは、直接デジタルミキサーにつなぐのではなく、この様な名器と言われるコンソールのヘッドアンプだけを保存し使用しているとのことであった。

次に、303 スタジオに移動し見学を続けた。このスタジオは、24 m<sup>2</sup>のスタジオ部分と 44 m<sup>2</sup>のコントロールルームから構成され、主にボーカルやギターのリコーダビングに用いられている(写真 2.2-7、8)。近年のレコード制作ではカラオケが先に録音され、これに合わ



写真 2.2-7 303 コントロールルーム



写真 2.2-8 303 スタジオ

せてボーカルを後日じっくりと録音（ダビング）する。こういった目的で作られた空間のため、小ぶりなスタジオではあるが、長時間の作業を配慮した居住性の良い内装となっていた。さらに、隣接したスペースとして 20 m<sup>2</sup>の専用ラウンジが配置され、他のスタジオと絶縁された中で息抜きや打ち合わせができるようになっていた。設備だけでなく、こういった作業環境にも気を配った空間造りから、感性を必要とする音作りの作業へのこだわりが伺われた。

このスタジオで、メンテナンスを担当する小暮課長から音作りのシステム設計に関しての話聞くことができた。

25 年前にデジタル録音の時代が始まり、そのスペックは CD の 44.1kHz/16bit から、48kHz/24bit、96kHz/24bit、192kHz/24bit と大きく変化してきた。しかし、機器の性能の向上と、音楽としての実用性は別のものであり、そのスペックだけでは語れない。

最新の機器は、色々なスペックのシステムに対応できるように設計されているが、その中でも 96kHz のサンプリング周波数に重点を置いてチューンアップ（音造り）された装置であれば、たとえその機器が 192kHz に対応していても 96kHz のシステムとして稼働させたときの方が音楽としての完成度が高い場合が多々ある。

また、このビクタースタジオに共通して導入されている、SSL 社製のミキシングコンソールには、約 30 年前から Total Recall というコンピュータシステムが内蔵されている。このシステムを利用することにより、何十チャンネルにも及ぶ音源のミキシングバランスを記憶させ、瞬時に呼び出すことが可能である。著名なレコーディングエンジニアは、ディレクターやミュージシャンとの打ち合わせの中で、平均的なミキシングバランスを造り、これを Total Recall に記憶させる。その上でさらに自分なりに解釈したミキシングを造ってディレクターやミュージシャンにアピールしていく。もしこれが却下されたとしても、先程の平均的なバランスをすぐに呼び戻すことが可能である。このように、ミキシングコンソール自体はアナログのシステムであるが、それに付随するデジタルコンピュータを駆使して積極的な音造りが音楽の世界では進められてきた。

システム技術担当の方からも、この様な感性に依存した音作りへのこだわりの話が出るビクター青山スタジオは、伝統あるアナログ機器から最新のデジタル機器までシームレスに使いこなす、今のデジタル時代とは全く違った空間として感じられた。

（委員 森 俊文）

### 2.2.3 超高品質AV信号の表示に関する技術：パナソニック

#### (1) 概要

- ・ 日 時：平成 20 年 10 月 20 日(木) 16:00～18:00
- ・ 場 所：パナソニック株式会社 パナソニックAVCネットワークス社 デジタルソフトラボ、パナソニック映像株式会社

#### (2) 内容

パナソニックデジタルソフトラボ及びパナソニック映像株式会社(同一敷地内)にて映像機器および評価映像の調査を行った。デジタルソフトラボ ラボリーダーの臼井氏およびパナソニック映像株式会社の小山部長に 4K/24p の超高品質AV情報の評価用映像について解説いただき、視聴した。

デジタルソフトラボでは、これまでも幾つかの評価映像を 4K 映像制作&4K ワークフロー確立プロジェクトにより制作しており、いずれもストーリー性を持った作品であることが特徴である。

今回見せて頂いた「あずみのおとしづみ」も、押切隆世監督を中心に上記プロジェクトにより制作した 4K 作品である。この評価映像は、HD では表現できない解像感、立体感、シズル感、透明感、色の豊かさ、人肌のつややかさ、なまめかしさなどの表現をめざして作った実験映像である。

また、技術的仕様をパナソニックデジタルソフトラボの竹内様、パナソニック映像株式会社小山様、有限会社グラン山本様に確認させていただいたところ、評価用映像の撮影は RED ONE (RED DIGITAL CINEMA 社製デジタルビデオカメラ)で行い、4K RAW データとしてハードディスクに記録され、プロキシデータをファイナルカットプロにてオフラインを行い、このオフラインデータの編集データ(AAF)を 4K リアルタイム編集に対応した英国クオンテル社の IQ システムに持ち込み、編集およびカラーグレーディングを行っている。そのデータを非圧縮ビデオディスクレコーダにインストールし送出している。

また、RED ONE は推奨感度は ASA320 であるが、グリーンの中のグリーンをテーマとした作品のため、S/N が画質に大きく影響した。そのため、特に森のグリーンを表現するにあたっては撮影時にカメラの感度を A250 に下げて使用した。

今回は、試写環境の関係で、IQ でダウンコンバートし HD-D5 VTR に記録した HD 版を視聴した。プロジェクタは 3 チップ DLP 方式プロジェクタ (TH-DW10000) で、10,000lm の高輝度でフルハイビジョンの高解像度を実現している。スクリーンは、米国 スチュアート社のファインピッチスクリーンを使用している。このプロジェクタはカラーマッチング調整機能を持ち、色域は ITU-R BT. 709 の三角形を忠実に再現するように調整され、また、ガンマは CRT モニタのガンマに合わせている。結果として、スクリーン上でマスターモニタと同一の色再現を得ることができている。

評価映像の森林の緑や人の肌色など、超高品質映像はそれなりの可能性、ポテンシャルを持っていると感じた。ただ、解像度が上がっても S/N が悪いと逆効果になるとのことであり、S/N の重要性を再認識した。

なお、上記 4K 映像制作&4K ワークフロー確立プロジェクトは押切撮影監督を中心に

パナソニックデジタルソフトラボ、パナソニック映像株式会社、株式会社プローブ、有限会社グランにより構成される。

#### 2.2.4 まとめ

本節では、超高品質 A V 情報、コンテンツにおける近年の技術の動向、感性的評価方法の傾向を調査し、最適な視聴空間のデザインや A V 情報の人間から見た適切な評価指標や方法を模索することを目的とし調査を行ってきた。映像評価に関する研究では、様々な手法が用いられており、その中でも感性的評価が多く用いられているようである。これらの指標を参考に、本研究では、2K、4K システムを取り上げ、これらの映像が視聴者に与える質感などの印象を中心に、感性的な映像評価技術に関する資料を参考にし、調査研究を進めていく。なお、これらの知見を基に視聴実験を行う。これらの内容については、第 4 章で詳しく述べる。

## 2 . 3 超高品質 A V 情報に関する文献調査とその方向

### 2.3.1 はじめに

本節では、超高品質 A V 情報に関する文献調査の結果と今後の方向性について説明する。2.3.2 項では、超高品質の技術動向について、2.3.3 項では超高品質の評価方法について、2.3.4 項では技術資料の概要について述べ、2.3.5 項でそれらをまとめる。

### 2.3.2 超高品質 A V 情報の技術動向に関する資料

新しい映像技術として、デジタルシネマやスーパーハイビジョンなどの超高精細映像システムの研究が盛んに行われている。4K システムは、横方向に約 4000、縦方向に約 2000 の約 800 万画素を持つ映像であり、2K システムは、横方向に約 2000、縦方向に約 1000 の約 200 万の画素を持つ映像である。デジタルシネマの規格では、4K システムの画素数は 4096×2160、2K システムの画素数は 2048×1080 に定めている。また、使用されている符号化方式は、デジタル化された映像信号を高品質に符号化する JPEG2000 である。JPEG2000 は、映像フレーム単位でデジタル情報量を減らす方式のため、フレーム間の相関を用いる MPEG に比べて圧縮率は低いものの、高い品質とリアルタイム性を両立する符号化方式であり、有用されている。

### 2.3.3 超高品質 A V 情報の評価方法に関する研究資料

評価方法は、感性的評価の観点から一般的に用いられている SD 法と絶対評価法を用いることにした。本検討で利用する SD 法(Semantic Differential 法 = 意味差判別法)とは、全体的な印象やイメージを評価することのできる手法である。ある対象物に対して、人はいかなるような印象を受けるか、その受けた印象の要素を抽出することが可能になる。具体的には、対立する形容詞を両端に置く評価尺度であり、評価対象物から受ける印象をそれらの評価尺度上で表し、それらの評点のデータを収集することにより、心理的要因の検討を行うものである。

また絶対評価法とは、人間の感覚を基準に基づいてどのくらい到達しているかを記録することにより、その対象物に対して、どのくらい印象を受けるか分析することができる手法である。

### 2.3.4 技術資料の概要

#### (1) 高橋玲：

“ 音声・映像サービス品質評価・推定技術及び標準化動向 ”，電子情報通信学会誌 Vol.91，No.2，pp87-91，2008．

概要：ユーザに経済的で快適な通信サービスを提供するためには、サービス提供前のネットワーク及び端末の品質設計並びにサービス提供中の品質管理が重要である。適切なサービス品質設計・管理のためには、音声・映像メディアのユーザ体感品質（QoE：Quality of Experience）を安定かつ効率的に評価する方法が不可欠である。本稿では、音声・映像メディアの客観品質評価技術を様々な観点から分類し、それぞれの技術領域における国際標準化動向を紹介している。

キーワード：品質、評価、音声、映像、マルチメディア、標準化、ITU、QoE

今後の課題：特別記述なし。

#### (2) 菅原正幸，山田光穂：

“ 画像の主観評価技術と視覚特性 ”，電子情報通信学会誌 Vol.91，No.4，pp260-266，2008．

概要：イメージメディアの品質を測る手段として重要な主観評価と、それに関する視覚特性について述べている。動画の評価技術における主観評価の位置付けや人間の視覚特性について画質の評価にかかわる視覚の基本特性について述べている。

キーワード：主観評価、SAMVIQ、TSCES、注視点、追従眼球運動

今後の課題：人の注視特性の分析は、適切な評価法の選択や評価結果の解析が必要である。

#### (3) 杉山賢二，杉本修，岡本淳：

“ 高画質符号化技術とその評価技術 ”，電子情報通信学会誌 Vol.91，No.2，pp267-274，2008．

概要：高画質符号化技術は、許容される処理量の増加から、最終的な符号量が最小になるように符号化制御される方向である。画質の評価方法に関しては、主観評価を代行することができる高度な客観評価技術について、ITU 傘下の VQEG において標準化方式が検討されている。

キーワード：JPEG、MPEG、VQEG、客観画質評価、国際標準化

今後の課題：客観評価技術の標準化の検討。

#### (4) 栗田泰一郎，吉田育弘，長久保哲郎：

“ フラットパネルディスプレイ技術 ”，電子情報通信学会誌 Vol.91，No.4，pp275-279，2008．

概要：FPD の色再現性について、LCD、PDP、いずれにおいても広色域化手法や色再現性改善技術が活発であり、LCD の動画質改善については、映像信号のフレームレートを 2 倍 (120Hz) に変換して表示する倍速表示技術の実用化が期待され、PDP の動画質については、動画解像度の測定方法 (走査線) が提案され、良好な動画解像度を持つことが確認できた。

キーワード：LCD (液晶ディスプレイ)、PDP (プラズマディスプレイ)、FPD (フラットパネルディスプレイ) 色再現、倍速表示、動画解像度

今後の課題：高画質化の技術。

(5) 小林道哉：

“フルカラー有機 EL ディスプレイ”，電子情報通信学会誌 Vol.88，No.8，pp646-652，2005．

概要：有機 EL ディスプレイは、液晶ディスプレイに対してはピーク輝度で差異化でき、また OA 用途などの静止画ではホールド表示することで CRT に対しちらつきのなさで差異化可能である。また有機 EL ディスプレイは動画、静止画も対応でき、黒の黒さやきらめき感がある美しさゆえに画像表示ディスプレイとして最適である。

キーワード：有機 EL、フルカラー、アクティブマトリックス、真空蒸着、インクジェット、カレントコピー

今後の課題：寿命のハンディキャップ、発光効率の悪さ。

(6) 藤尾孝：

“ハイビジョン (HDTV) が世に出るまで 電子画像メディアの感性化，コインの表と裏”，電子情報通信学会誌 Vol.89，No.8，pp728-734，2006．

概要：画像メディアの感性化を目標としたハイビジョン (HDTV) 開拓における創世期の裏話や苦労話の中が記述されており、1999 年に HDTV における日本の提案方式が世界の統一標準規格に選ばれた。

キーワード：高品位テレビジョン (HDTV)、電子画像メディアの感性化、HDTV の統一標準化、F. Coppola 監督の支援

今後の課題：特別記述なし。

(7) 船田文明：

“薄型ディスプレイ事始め”，電子情報通信学会誌 Vol.89，No.8，pp735-739，2006．

概要：薄型ディスプレイの背景となった重要な技術としての半導体技術の発展と併せその開発経緯をふかんし、特にその代表技術となった液晶ディスプレイの実用化に至る当初の状況と初期の進展につき、技術の視点から報告している。

キーワード：CRT、電卓、液晶、集積回路 (IC)、薄膜トランジスタ (TFT)

今後の課題：特別記述なし。

(8) 窪田悟：

“有機 EL ディスプレイの画質評価”，映像情報メディア学会誌 Vol.62，No.1，pp122-125，2008．

概要：有機 EL ディスプレイの画質上の特徴を、表示特性の測定と画質の主観評価実験によって行った。その結果、表示特性の測定では黒レベルの低さ、コントラストの高さは液晶ディスプレイよりも高かった。また画質の主観評価実験では、黒の黒さと視野角の広さの評価が突出していた。しかし、輝度、色再現性、精細度の評価が低かったため、これらを改善することにより高画質ディスプレイとして市場に受け入れるといえる。

キーワード：有機 EL ディスプレイ、画質、黒レベル、反射特製、液晶ディスプレイ、視野角

今後の課題：輝度、色再現性、精細度といったディスプレイの基本的な画質要因の改善。

(9) 石樽康雄，木村一夫，沖村隆幸，中沢憲二：

“8系統のHD-SDIを用いた超高精細画像インターフェース”，映像情報メディア学会誌 Vol.59，No.7，pp1072-1080，2005．

概要：本論文では、既存のHDTVインターフェースであるHD-SDIを8系統用いて、60フレーム/秒・プログレッシブの800万画素超高精細画像インターフェースを提案し、提案方式の実現性を確認した。こうした既存の規格を積極的に利用した高品質の映像技術は、既存システムの流用等の観点から将来の高臨場感映像通信サービスの実現に寄与するものとする。

キーワード：超高精細、HD-SDI、プログレッシブ、高臨場感、1080/60i、2160/60p

今後の課題：超高精細映像に対応した符号/復号化装置など周辺技術の商用開発、安価に実現可能な超高精細映像表示等の開発。

(10) 南憲一：

“4K Pure Cinema”，映像情報メディア学会誌 Vol.61，No.5，pp587-590，2007．

概要：近年、4K デジタルシステムの普及により、映画製作から興行までオールデジタル化が進み、スクリーンも更なる解像度で上映できる。その中で注目されているのが4K（超高精細 800 万画素）である。そこでハリウッド映画会社とNTTグループ、国内映画会社によりDCI（デジタルシネマの技術使用を策定する団体）策定協定を見極めながらデジタルシネマ共同トライアル「4K Pure Cinema」が2005年10月により開始された。その結果、一般鑑賞者からは高い評価を得ており、今後さらに普及していくと思われる。

キーワード：デジタルシネマ、ネットワーク配信、DCI、4K、超高精細

今後の課題：特別記述なし。

(11) 野尻裕司：

“スーパーハイビジョン概要”，映像情報メディア学会誌 Vol.61，No.5，pp596-598，2007．

概要：スーパーハイビジョンは将来必ず必要とされる技術であり、これから長期にわたる研究開発が必要であると考えられる。また将来的には、4K 映像や HDTV に変換できることから用途により使い分けることが可能であることが示されている。

キーワード：スーパーハイビジョン、高臨場感映像、高精細映像

今後の課題：番組を記録再生し家庭内で配信するためのサーバシステム、一般の人々が映像を撮影しパソコンで簡単に編集できる技術の開発。

(12) 正岡顕一郎，江本正喜，菅原正幸：

“スーパーハイビジョン映像の臨場感”，映像情報メディア学会誌 Vol.61，No.5，pp599-602，2007．

概要：臨場感と観視野角の関係を評価した結果、観視野角を被験者内要因とした場合では、観視野角が大きいほど臨場感が上昇する傾向に見られたが、観視野角を被験者間要因とした場合は、観視野角 80[deg]辺りで臨場感が最も高く評価された。

キーワード：臨場感、観視画面角

今後の課題：特別記載なし。

(13) 中川靖茂，中戸川剛：

“鴨川 SHV 生中継の音声継製作と光ファイバによる非圧縮素材伝送”，映像情報メディア学会誌 Vol.61，No.5，pp603-607，2007．

概要：SHV 生中継を行うために開発した装置では、16 個の信号光を DWDM で多重し、波長帯域幅を約 12[nm]にすることにより、低廉な EDFA による非再生中継を実現していた。

キーワード：光ファイバ伝送、高密度波長分割多重、非再生中継、22.2 マルチチャンネル音響

今後の課題：特別記載なし。

(14) 黒住正顕：

“スーパーハイビジョンの MPEG-2 符号化”，映像情報メディア学会誌 Vol.61，No.5，pp608-611，2007．

概要：既存の MPEG-2 符号化技術でスーパーハイビジョンを符号化するには、スーパーハイビジョンの画面を空間的に 8 分割、時間的に 2 分割にすることにより 16 個の HDTV 信号を生成することにより実現していた。また 22.2 マルチサラウンドシステムに対応するために、本コーデックは最大 32ch の音声信号を可能としていた。

キーワード：スーパーハイビジョン、MPEG-2、画面分割、IP 伝送

今後の課題：高圧縮化の技術、スーパーハイビジョンの符号化規格の検討。

(15) 岡野文男：

“走査線 2000 本映像システムによるインテグラル立体テレビ”，映像情報メディア学会誌 Vol.61，No.5，pp620-621，2007．

概要：立体テレビには膨大な画素数を必要とするために、撮影カメラ、表示装置とも

走査線本数約 2000 本を持つ超高精細映像を用いていた。しかし、解像度や視域などにおいて不十分であり、今後スーパーハイビジョンの適用を期待していた。

キーワード：インテグラル方式、立体テレビ、超高精細映像、レンズアイ、要素レンズ、要素画像

今後の課題：更なる高精細化。

(16) 濱崎公男：

“高臨場感マルチチャンネル音響システムの動向”，映像情報メディア学会誌 Vol.61，No.5，pp624-628，2007．

概要：近い将来、超高精細映像システムの実現可能性があり、広視野・大画面映像に対応するためには従来の 5.1ch サラウンドに代表される 2 次元かつ前方重視のマルチチャンネル音響システムでは、様々な面で不十分であり、新たに 22.2 マルチチャンネル音響システムを開発している。これはスクリーン上層部、中層部、下層部の 3 段階に分けてスピーカを設置することにより実現していた。

キーワード：立体音響、高臨場感音響、マルチチャンネル音響、音響収音再生、高臨場感放送、超高精細映像

今後の課題：音響技術により再現された「場」を自然のものにすること。

(17) 松村篤志，内藤整，川田亮一，小池淳：

“超高精細映像の符号化効率改善を目的とした最大マクロブロックサイズ拡張型 H.264 High Profile 符号化方式”，映像情報メディア学会誌 Vol.61，No.5，pp665-673，2007．

概要：H.264 High Profile 符号化方式は、超高精細映像が持つ、同一動き量と見なせる領域が大きく、かつ高周波数成分を含む最大マクロブロックの割合が低いというところに注目し、これを利用することによって冗長性を削減した符号化改善方式である。

キーワード：超高精細映像、H.264 High Profile、マクロブロックサイズ、動画像符号化。

今後の課題：特別記載なし

(18) 江本正喜，正岡顕一郎，菅原正幸：

“スーパーハイビジョン映像の臨場感”，映像情報メディア学会誌 Vol.61，No.5，pp599-602，2007．

概要：今回、ハイビジョンからスーパーハイビジョン様々な映像システム観視によって得られる臨場感の定量的評価を目的として、静止画像に対する主観評価と立位姿勢制御系の応答である重心動揺の測定を行った。その結果、提示水平視野角が広いほど「臨場感」が感じられること、最大提示水平視野角 100 度に近い視角ではやや飽和傾向が見られた。

キーワード：臨場感、主観評価、広視野映像システム、スーパーハイビジョン、平衡、重心動揺

今後の課題：「臨場感」の再現性の更なる検討。

(19) 内藤整，小池淳，松本修一：

“ デジタル放送用最適化 MPEG-2 符号化方式の性能評価 ”，映像情報メディア学会誌 Vol.61，No.5，pp587-590，2007．

概要：地上デジタル放送の固定受信で想像される 10Mbps 程度の低ビットレート下においても HDTV 品質を満足する、最適化 MPEG-2 符号化方式の提案し、客観品質や主観品質の評価を行った結果、画質の大幅な改善を確認した。

キーワード：デジタル方式、MPEG-2、HDTV、低ビットレート符号化

今後の課題：特別記載なし。

(20) 中島奈緒，井口和久，境田慎一，合志清一，数井君彦，中川章，酒井潔：

“ AVC/H.264 によるスーパーハイビジョンコーデックの開発 ”，第 6 回情報科学技術フォーラム，pp221-222，2007．

概要：スーパーハイビジョン映像信号を AVC/H.264 符号化方式を用いて圧縮・伝送する装置を開発した。スーパーハイビジョンは HDTV の 16 倍の情報量を有し、今回は、16 系統の AVC/H.264HDTV エンコーダユニット/HDTV デコーダユニットを並列動作することにより、スーパーハイビジョンの映像信号を高画質に保ったまま 1/100～1/200 に圧縮することに成功した。

キーワード：スーパーハイビジョン、AVC/H.264

今後の課題：分割画面間の情報量配分等を考慮した圧縮手法の開発。

(21) 野尻祐司，濱崎公男：

“ 究極の高臨場感システムの実現に向けて ”，映像情報メディア学会誌 Vol.59，No.11，pp1577-1580，2005．

概要：「人間の情報受容特性の観点から究極の高臨場感を目指した放送システムの実現」を目標に、高臨場感システムの開発をしている。現在、スーパーハイビジョンについてはシアター形式で番組が出来る段階、立体テレビについては、IP で現行テレビなみの画質の映像が撮像、表示できる段階である。また、現在研究されているスーパーハイビジョンや立体テレビは超高精細技術を必要とし、ハイビジョンと比べて数十倍、立体テレビは数百倍の情報量を扱う必要がある。今後、さらにこれらの研究を進めていき、2025 年までには実現可能とする予定である。

キーワード：スーパーハイビジョン、インテグラルフォトグラフィ、ホログラフィ、3次元立体音響、マルチチャンネル音響、高臨場感音響

今後の課題：特別記載なし。

(22) 栗田泰市郎：

“ 薄型テレビにおける高画質化の技術動向 ”，映像情報メディア学会誌 Vol.61，No.9，pp1267-1271，2007．

概要：高精細化、広色域化、動画表示性能の改善に注目して、薄型テレビの高画質化

技術の動向とその技術背景を述べている。

キーワード：高画質、フルハイビジョン、広色域、動画質、動きぼやけ、120Hz 表示  
今後の課題：高画質化技術の開発。

(23) 久保真澄，岡元謙次：

“高画質液晶テレビの技術動向”，映像情報メディア学会誌 Vol.61，No.9，  
pp1272-1276，2007。

概要：液晶ディスプレイは、様々な技術革新がなされている。高コントラスト化では液晶ディスプレイの原理である VA モードを用いることで大幅にコントラストを改善することができ、また減反射表面処理の偏光板とカラーフィルタを使うことでも改善することが出来る。また広色域化では、LED を利用することによって色再現性を拡大でき、液晶ボケについては倍速フレーム補間方式が主流となっている。

キーワード：Liquid Crystal、LCD、TV、FPD、VA、IPS

今後の課題：液晶ディスプレイの基本とした新しい規格の提案。

(24) 村井隆一，安藤亨，村田充弘：

“プラズマディスプレイの高精細化・高効率化”，映像情報メディア学会誌 Vol.61，  
No.5，pp587-590，2007。

概要：高画質化を図るために、高精細ディスプレイの開発、動画性能改善、動画性能評価法開発の 3 本柱で取り組んでおり、高精細化については画素密度をあげ、高コントラスト化については、リアルブラック技術利用することにより可能としていた。

キーワード：プラズマディスプレイパネル、コントラスト比、サブフィールド

今後の課題：消費電力の削減。

(25) 中嶋満雄：

“高画質化に向けた薄型テレビのフレームレート変換技術”，映像情報メディア学会誌 Vol.61，No.9，pp1285-1287，2007。

概要：フレーム変換技術について、LCD、PDP への適用を中心に進んでおり、今後も従来のブラウン管と同様なインパルス発光と同レベルの表示応答性能や階調表示性能の実現に向け、高フレームレート化や発光方法、駆動方法の改良が進むと考えられる。

キーワード：フレームレート変換、動きベクトル、高画質、PDP、LCD

今後の課題：信号処理に必要なメモリー容量と処理速度の確保。

(26) 平井経太，浮島正之，柏潔，中口俊哉，津村徳道，三宅洋一：

“LCD と PDP の画質比較～主観評価と物理特性に関する一考察～”，映像情報メディア学会誌 Vol.61，No.9，pp1-4，2007。

概要：LCD と PDP を用いて動画を提示した際の主観評価を行った。その結果、PDP は暗部、LCD は明るいシーンの表現が良いという従来の経験的意見の妥当性が確認できた。また画像の輝度ヒストグラムの分布が主観評価に大きな影響を与える

要因の1つとして挙げられることを示した。

キーワード：液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ、画質比較、主観評価、物理特性

今後の課題：画像の見えに関して様々な角度から主観評価・物理評価を行うことで、より詳細な比較・分析を行う。

(27) 鴨田浩和，岡部聡，泉本貴広：

“60GHz 帯非圧縮ハイビジョン無線伝送システム”，映像情報メディア学会誌 Vol.61，No.1，pp31-35，2007．

概要：NHK で開発した 60GHz 帯ミリ波を用いた非圧縮ハイビジョン無線伝送システムを紹介している。ミリ波は、非常に広帯域であるという反面、電波の直進性が強く、扱いにくいというデメリットもあるが、ベースバンドの信号処理技術やアンテナ等のミリ波技術を駆使することで、他にもアプリケーションに合わせたミリ波伝送システムが構築できると考えられる。

キーワード：60GHz、ミリ波、HDTV、非圧縮、ダイバーシチ、多数決判定

今後の課題：自由にカメラが動き回れる低遅延のミリ波伝送システムの実現。

(28) 内藤整，松本修一：

“4K/2K 映像符号化”，映像情報メディア学会誌 Vol.61，No.4，pp435-438，2007．

概要：米国の映画協会が中心となり結成した DCI の圧縮方式やファイルフォーマットの規定では、映像符号化には、JPEG2000 Part1 を使用し、ファイルフォーマットには MXF に従うことにしている。一方デジタルシネマへの適用を意識した圧縮符号化標準として、MPEG-4 スタジオプロファイルと H.264 ハイプロファイルが挙げられる。またエンコーダの実装に関する最新の技術動向としてソフトウェアエンコーダ技術が挙げられ、その中でも汎用の CPU を多用し、分散並列型のソフトウェア処理により超高速の演算性能を達成する HPC (High Performance Computing) が注目されている。

キーワード：4K/2K 映像、デジタルシネマ、JPEG2000、オールソフトウェア符号化、画面分割符号化

今後の課題：高画質な配信を実現するための圧縮符号化技術の確立。

(29) 橋本明記，田中祥次：

“高度 BS デジタル放送技術”，映像情報メディア学会誌 Vol.62，No.5，pp682-686，2008．

概要：高度 BS デジタル放送の暫定方式案の概要を伝送路符号化方式、映像符号化方式、音声符号化方式、データ符号化方式、多重化方式の各分野から述べている。

キーワード：衛星デジタル放送、ISDB-S、LDPC、APSK、バルク伝送、UHDTV

今後の課題：特別記載なし。

(30) 小笠原俊英，山内正仁，戸村義男，山崎順一，後藤正勝，橋本洋二，長秀雄，高知

栄一，金山茂弘：

“ 毎秒 300 フレーム順次走査 HDTV 高速度カメラ ”，映像情報メディア学会誌  
Vol.60，No.3，pp358-365，2006．

概要：ハイビジョンの順次走査で毎秒 300 フレームの撮影・記録が出来るハイスピードカメラを開発した。毎秒 300 フレームはアーカイブに残す大型番組の制作や CG 合成、印刷などのハイビジョンの世界をいっそう拡大するものと考えられる。また目の疲労が軽減できる可能性もある。

キーワード：高速度カメラ、順次走査、ハイビジョンカメラ、HDTV

今後の課題：カメラの小型化、低消費電力化、高フレームレート化、マルチフォーマット出力。

(31) 日下部祐一，金澤勝，岡野文男：

“ 超高精細映像表示システムのコンバーゼンス誤差と素子位置調整の自動化 ”，映像情報メディア学会誌 Vol.60，No.2，pp234-241，2006．

概要：超高精細映像システムの性能を十分に発揮するためには、表示装置の精密な調整が必要であり、今回は色ずれをなくすコンバーゼンス補正と、解像度に影響する G 素子の位置調整について述べた。幾何学的に歪みに必要なコンバーゼンス誤差や G 素子の位置ずれ量を、デジタルカメラを用いて一括に取得する方法で行っていた。

キーワード：画素ずれ、コンバーゼンス誤差、超高精細映像ディスプレイ

今後の課題：特別記載なし。

### 2.3.5 まとめ

現在、デジタルシネマなどで使用されている 4K システムは、はるかに映像がきれいであり将来必要な技術になることは間違いないと思われる。そして現在使用されているハイビジョンの解像度では伝わらない映像製作者の意図を 4K システムに変えることによって一層、視聴者に伝えることができるのは確実である。しかし、映画館などに導入する 4K 映像システムの機材は高額であり、また 4K 映像を撮影する際にも 4K 映像に対応したカメラが必要になるため、世間に浸透していないのが現実である。したがって、4K 映像の研究開発が盛んに進み、機材などのコスト面が低下することによって、デジタルシネマなどに使用される機会が広まり、世間に広まっていくと考えられる。

## 2.4 おわりに

本章では、我が国における超高品質 A V 情報に関する技術動向や内容、さらにこれらの A V 情報、A V コンテンツを視聴するときの評価指標や評価方法などの方向性を探るため、国内の先端的技术を持つ研究機関、スタジオなどの持つ先進的事業所などを調査し、この結果についてまとめてきた。

この観点から、まず超高品質 A V コンテンツの編集と制作を行っている事業所の調査を行うため、(株)ビデオテックを取り上げ、この制作編集現場を調査し、またスタジオなどの現場の技術者やディレクター達との技術ディスカッションを行い、特に、超高品質コ

コンテンツ技術の中の音響信号の処理、編集に関する最新の動向とその実際の様子、さらには将来の方向性に関する知見を得た。また、超高品質の映像分野の最先端機関として、パナソニック(株)を取り上げ、現場調査を行った。2K、4Kの超高品質映像を見ながら、質感などを中心とした解像度に関連する印象感が違うこと、またそれらを実感として感じることができ、超高品質映像技術の現状やコンテンツの視聴内容、さらに、将来の課題などの知見を得た。また、この視聴現場の技術者やコンテンツ制作者達との技術討論を通して、現在の技術動向や将来の方向性などの知見を得た。次に、文献調査においては、まだ超高品質AV情報が普及段階ではないのであまり多くはないが国内の各種技術資料を分析し、これらについて超高品質AV情報の評価指標や評価方法など、これらの文献を分析により知見を得、さらに、今後の方向性についても考察を進めた。

本章では、以上の調査結果をまとめ、技術的動向調査としての分析見解と今後の動向に関する方向性の考察として報告した。

## 第3章 各分野における超高品質AV情報の特徴技術とその実際

### 3.1 高品質な視聴空間における感性評価の実際例

#### 3.1.1 はじめに

2008年7月19日、東京都新宿区に都心では最大級となるシネマコンプレックス「新宿ピカデリー」がオープンした。(延べ床面積：9,811 m<sup>2</sup>、10スクリーン、2,237席)

全10スクリーンにChristie Digital Systems社のDLPプロジェクタ「CP2000」シリーズが導入され、デジタルシネマサーバから高精細映像コンテンツを各スクリーン配信する「フルデジタル・ネットワーク・シアター」の誕生である。

同じ敷地内に存在した旧新宿松竹会館は、1958年の建設以来約50年が経過し、老朽化が著しくなったため建て直され、映画館だけでなく「無印良品」の店舗を取り込んだ地上11階建ての複合商業施設「新宿ピカデリー」として生まれ変わった(図3.1-1、2)。

[1][2]



図 3.1 - 1 「新宿ピカデリー」外観



図 3.1 - 2 「新宿ピカデリー」靖国通り側エントランス

また、今回の新築では高品質な DLP プロジェクタ(CP2000)だけでなく 音響設備も世界初となるコンサート用の JBL の 6 ウェイ大型サラウンドスピーカを導入した(図 3.1-3、4)。



図 3.1 - 3 Christie Digital Systems 社の DLP プロジェクタ「CP2000」シリーズ



図 3.1-4 世界初となるコンサート用の JBL の大型サラウンドスピーカー

さらに、世界で最も高価な映画料金で大きな話題を振りまいている「プラチナルーム(2名で3万円の入場料)」と「プラチナシート(1名5千円)」が用意され、映画鑑賞前のリラクゼーションスペースも設置するといったフルメニューで最高品質の鑑賞体験の創出を目指している。

そのプラチナルーム利用者用の個室リラクゼーションスペースやプラチナシート利用者用のウェイティング・スペース(プラチナラウンジ&ライブラリー)の内装や家具のデザインは、特別な空間での映画鑑賞を期待させる簡潔ながら高価なデザインで統一され、鑑賞前の期待感を高揚させる十分すぎる程の演出や配慮がなされている。

また、プラチナルーム・プラチナシートの設置位置もスクリーン1(館内で最大のスクリーン、607席)の中央階上のホットスポット(バルコニー席)におく徹底した設計がなされ、鑑賞者の目の前には一切障害物がなくフルスクリーンの映像をあたかも独占しているかのような体験が可能となっている。

こうした徹底した空間づくりと事前サービスが、高品質映像の鑑賞者の感性をどこまで刺激するか、また、世界一の高価な鑑賞料金が受け入れられるか否か、2008年12月25日に実施した現地調査をもとに報告する。

### 3.1.2 高品質映像の配信・上映システムの概要

現時点で考えられる理想的なフルデジタル・ネットワーク・シアターを実現させた新宿ピカデリーにおいて、高画質映像を劣化させないで繰り返し上映することを可能にするためのシステムとして国内初となる TMS(シアター・マネージメント・システム)が導入された。これは、全10スクリーンに配備された DCP(デジタル・シネマ・プロジェクト)にそれぞれデジタルシネマサーバを併設し、全てのサーバをネットワーク化してコンテンツを集中管理して高画質映像の保持とその効率的な運営を実現させている。

#### (1) DLP プロジェクタ

新宿ピカデリーのデジタル高画質映像の映写機として選定されたものは、Christie Digital Systems 社の DLP プロジェクタ「CP2000」シリーズである。

今回は、最大 25,000 ANSI Lumen(アンシルーメン、以下ルーメンに省略)と 17,000 ルーメンの明るさの異なる2つのタイプが導入されている。(図 3.1-5、6)

「明るさ」のほかでのそれぞれの違いは、最大表示できるスクリーンのサイズにもあ

る。25,000 ルーメンの明るさを有する CP2000S の最大表示サイズは横幅 30m、17,000 ルーメンの CP2000ZX は横幅 13.5m で、シアターの規模により使い分けられている。

また、各々のプロジェクタの表示解像度は同じ 2048 pixel × 1080 pixel のいわゆる 2K プロジェクタにあたる。

これらは、極めて鮮明で劣化のないデジタル映像を提供する一方、1 台で立体 3D 映画も上映できる機能を併せ持っていることが注目される。

さらに、フィルム上映にこだわる映画ファンのために全スクリーンにフィルム映写機を配置するなどの配慮もなされている。

|               | デジタル映写機    |           | フィルム映写機   |
|---------------|------------|-----------|-----------|
|               | CP2000S    | CP2000ZX  | P-35 シリーズ |
| 明るさ(ルーメン)     | 最大 25,000  | 最大 17,000 | —         |
| 解像度           | 2,048X1080 | 同左        | —         |
| コントラスト比       | 2000:1     | 同左        | —         |
| スクリーンサイズ【幅:m】 | 30         | 13.5      | —         |
| ランプ           | ウシオ製 CDXL  | ウシオ製 CDXL | ウシオ製 CXL  |

図 3.1 - 5 新宿ピカデリーに導入された Christie Digital Systems 社の映写機の主な仕様



図 3.1 - 6 Christie Digital Systems 社の DLP プロジェクタ CP2000ZX

## (2) デジタルシネマサーバと TMS(シアター・マネージメント・システム)

全スクリーンの DCP(デジタル・シネマ・プロジェクタ)に併設される型でデジタルシネマサーバが配置され、これらのネットワーク化により国内初となるシアター・マネージメント・システム(TMS)が実現した。(図 3.1-7)

これらのデジタルシネマサーバ内に納められる映像データは、国際標準である JPEG2000 の画像フォーマットを採用。その高圧縮性能とリアルタイム・オペレーション機能により、1 台のサーバに複数本の劇場用映画がコンパクトに収容でき、フィルムレスで効率的な運営を可能にしている。

さらに 10 台のサーバをデジタル技術によりネットワーク化することにより、映画や CM のコンテンツのプレイリスト作成やステータス情報を集中管理する次世代型の TMS を実現させている。

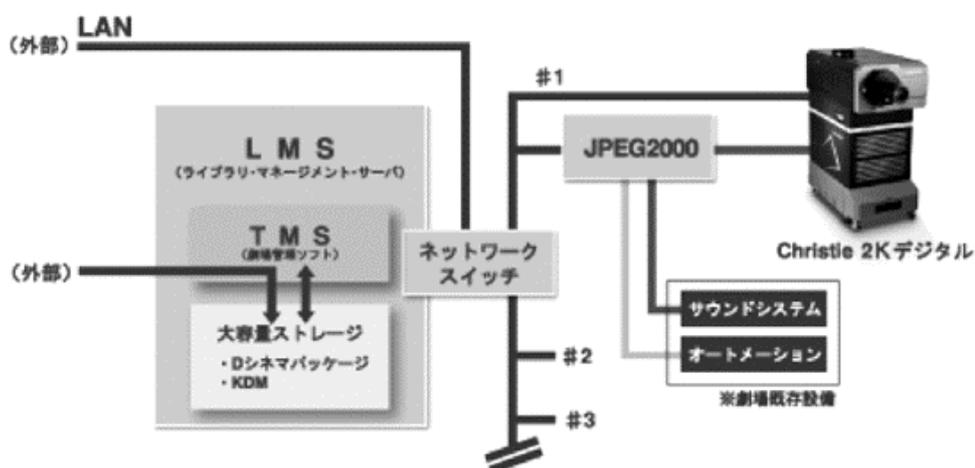


図 3.1 - 7 TMS 構成イメージ図

### 3.1.3 超高品質な鑑賞空間の設計とその効果

#### (1) 重層配置型のシネマコンプレックスとデジタルサイネージ

最近オープンしたシネマコンプレックスの大半は、10 スクリーン程度を 1 フロアないしは 2 フロアに配置する設計となっている。(例:TOHO シネマズ錦糸町、同六本木ヒルズ、ユナイテッドシネマ豊洲)

これに対して新宿ピカデリーは、4 階、7 階、9 階、11 階と 4 フロアに対して 10 スクリーンを配備するといったいわば重層配置型のシネコンである。[3]

こうした建築設計の場合、観客のシアターへの導線を配慮した空間設計が重要で、観客を鑑賞目的のスクリーンに如何にして期待感を持続させながら導き入れられるかがポイントとなる。

実際、新宿ピカデリーの 1 階の 2 つの出入り口(靖国通り側と伊勢丹本館側)には、大型パネルによる映像が設置され、入館後時計回りで進むエスカレータの壁・柱等の随所に配備された薄型モニターに映し出されたトレーラー(予告編)のデジタルサイネージ(電子看板)効果により、比較的長めの導線も気にならない効果を上げている。(図 3.1-8、9)

また、プラチナルームおよびプラチナシート利用者には、専用エレベータが用意され他の観客とは完全な差別化が行われている。(図 3.1-10)



図 3.1 - 8 伊勢丹本館側入り口のモニター



図 3.1 - 9 エスカレータ乗り口の柱に設置されたデジタルサイネージ



図 3.1 - 10 プラチナ専用エレベータ

## (2) 従来のイメージをチェンジした白を基調の明るい空間デザイン

一般的に映画館やシネマコンプレックスの館内イメージは、黒を基調とした暗めのものが圧倒的であるが、新宿ピカデリーの空間は白を中心とした明るいものが採用され、複合商業ビルとしてのトータルデザイン・コンセプトを貫いた施設となっている。

これは、利用者にとって従来の暗い映画館にはないショッピング感覚で気易く利用でき、かつオシャレな感覚をスクリーンまで継続させるエンターテインメント効果を引き上げる優良な施設空間を生み出している。

これから映画を鑑賞するという特別な気構えも必要なく、ショッピングや食事の延長で気軽に映画館へ入場できるようにハードルを押し下げることにより観客動員数の向上と他のシネマコンプレックス施設との差別化を図るという点で大きな効果が期待できる。

## (3) 世界最大 108 インチ液晶パネルモニターの採用

このような白を基調とした明るい空間での映像投影モニターとして、世界最大の 108 型液晶パネルが採用され話題をまいている。(図 3.1-11)

この Sharp 社製の 108 型液晶モニターは、同社の亀山第 2 工場でマザーガラス(2,160×2,460mm)1 面から取り込める最大サイズで、高コントラスト(1,200:1)、高輝度(400cd/m<sup>2</sup>)モニターとして知られている。

これにより、ロビーの明るい大空間において遠距離からでも障害なく映像(予告編等)を見ることができる設計となっている。

また、前述の 1F 入り口からの少し長めの観客導線の途中に配置されることにより、映画鑑賞への期待感を持続させる効果を上げる結果となっている。

この大型モニターの実際の配置場所は、1F から 3F にいたるアトリウム(吹き抜け)部分のエスカレータ脇の壁面であるが、3F ロビーのチケット売り場やフードコーナーからでも十分映像を確認できた。

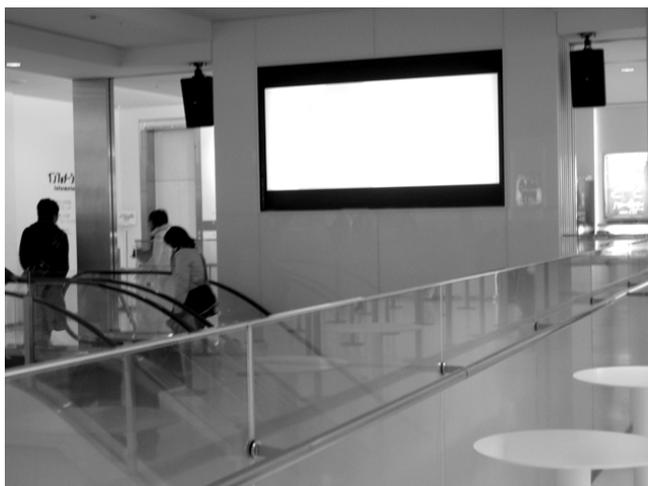


図 3.1 - 11 108 インチ液晶モニター

一般的にも話題性があるため、現時点でも YouTube の次のネット・アドレスへアクセスすれば、この設置場所の様子を映像で見ることができる。

<http://jp.youtube.com/watch?v=Fj610SoDMs0&feature=channel>

また、3F のロビー階にはこの大型映像のほかチケット売り場やフードコートに 65 型と 52 型のディスプレイが配備され、離れた場所からでも情報を得る仕掛けになっている。(この様子も同じく YouTube で見ることができる)

<http://jp.youtube.com/watch?v=v1hIsFmLYpc>

さらに、このフロアには一般の映画館にある紙媒体の映画のポスター等が一切無かったことも特筆に値する。

#### (4) 鑑賞前のリラクゼーション施設とプラチナルームおよびプラチナシート

新宿ピカデリーの超目玉として注目されているプラチナルームおよびプラチナシートの利用者は、前述のとおり一般客とは別の専用エレベータで 5F へアプローチし、プラチナルーム利用者はリラクゼーションルームへ、プラチナシート利用者はプラチナラウンジへと進み、上映開始 1 時間前から至極の時間を過ごすことができる。

リラクゼーションルームは定員 2 名の個室が 2 室用意されシャンパン等のドリンクサービスを受けることができる。

また、内部のデザインは、VIP 用の高級感溢れるものとなっていて、上映前の時間をリラックスしながらゆったり楽しめることができる。(図 3.1-12)

さらに、上映時間が迫ると専任のアテンダントが迎えに来て、シアター内のプラチナシートまで案内をしてくれる。



図 3.1 - 12 リラクゼーションルームの内部

プラチナシート利用者が向かうラウンジでもドリンクサービスが受けられるほか、ライブラリーに収容されている映画関係の本や資料を閲覧できる。(図 3.1-13)

こちらのラウンジのデザインはロビー階と同じ白色を基調としたカジュアルなものとなっており、カップル同士の顔が直接目に入らないようにシートと家具を配置している。



図 3.1 - 13 プラチナラウンジの内観

上映時間になると案内されるプラチナルームは、2名で利用できる個室でソファは、モダンデザインのリーディングブランド、イタリア・カッシーナの名作「ポルトヴェーネレ」が用意されている。

また、オットマン(足のせ用ソファ)も用意されているので靴を脱ぎ、足を伸ばして楽な姿勢をとることができる。

さらに、専用のサラウンドスピーカも配備され、飲食物用のサイドテーブルにスポットライトまで用意されている。(図 3.1-14)



図 3.1 - 14 プラチナルームの内観

一方のプラチナシートにも、カッシーナ・イクスシー社のオリジナル劇場用ソファが用意され、プラチナシートと同じくオットマン、サラウンドスピーカ、手許テーブル、スポットライトが用意されている。(図 3.1-15)



図 3.1 - 15 プラチナシート

これらプラチナルーム・プラチナシートとも新宿ピカデリー内で最大のシアター、「スクリーン 1」の 5F バルコニー席に設置されているため、スクリーンとの間の遮蔽物は一切無く、まるで映画を独占しているかのように快適な鑑賞を可能にしている。

#### (5) プラチナルーム・プラチナシートを有する館内最大のスクリーン 1

館内最大のシアターであるスクリーン 1 は建物の 4F と 5F に配置され、プラチナルーム 4 席、プラチナシート 23 席、一般席 580 席を有している。

このシアターの中央 5 階部分がバルコニー席となっていて、こちらにプラチナルームとプラチナシートが設置されている。

スクリーンのサイズは幅(W)13.3m、高さ(H)7.2m の大型サイズでマイクロホール付きのサウンドスクリーンが採用されている。

シアター内の音響は、ドルビー社の SRD および SRD-EX、DTS により全方向からの臨場感あふれる設計になっており、サンプリングレートは、85kHz、24 ビットが採用されている。

スピーカは、JBL 特殊仕様のもを設計段階からシミュレートして決定された。

#### 3.1.4 子供や障害者への配慮

最新鋭の機器や先端的な空間設計が実施された一方で、子供や身体障害者への対応も十分に施されている。

なかでも、バリアフリーのコンセプトにより、全館の床の段差を無くし車椅子での移

動を容易にする空間設計を行ったり、盲導犬等の補助犬の対策等さまざまな配慮がなされている点が注目される。

#### (1) チャイルドシート

各階の一般席用ホワイエには、高さの違う 2 種類のチャイルドシートが用意されている。(図 3.1-16)

この補助シートを一般席の椅子の上に置いて利用することにより、子供にも楽な映画鑑賞が可能となるように配慮されている。

また、このチャイルドシートと同じ場所にブランケット(足掛け用毛布)も用意され、これまでの映画館にないサービスも提供されている。



図 3.1 - 16 チャイルドシートの収納棚

#### (2) バリアフリー

靖国通り側入り口および伊勢丹本館側入り口から 3F のメインロビーや各階のスクリーンには、段差がない設計となっており、車椅子のまま容易に移動が可能となっている。

また、全てのシアター内には、車椅子の専用スペースが設けられておりこの場所に車椅子を駐輪させることができる。(図 3.1-17)

いうまでもなく、他の映画館と同様に障害者手帳の提示により同伴者含め 2 名まで 1,000 円の割引料金で鑑賞できる。

また、盲導犬等の補助犬とも同じ席(足元に座らせる)で鑑賞が許されている。

さらに、耳の不自由な鑑賞者のために、数の制限があるものの専用の聴覚補助機が用意され、チケットカウンターで貸し出しを行っている。(図 3.1-18)



図 3.1 - 17 全シアターに設置されている車椅子専用スペース



図 3.1 - 18 聴覚障害者のための聴覚補助機

### 3.1.5 今後への期待

現在新宿ピカデリーで採用されている DCP(デジタル・シネマ・プロジェクタ)は、前述のとおり Christie Digital Systems 社の DLP プロジェクタ「CP2000」シリーズで、いわゆる 2K プロジェクタである。

しかしながら、ハリウッドの SMPTE(Society of Motion Picture and Television Engineers 米国映画テレビ技術者協会)の打ち出しているデジタルシネマの世界標準は 4K の高精細映像と定められている。

本格的な 4K シネマの供給は、まだ始まってはいないが、いずれ対応を迫られることが想定できる。

新宿ピカデリーは、2008 年 7 月の開業後未だ 1 年にも満たないが、イニシャルコストをできるだけ早く回収し、来たる 4K シネマ時代へ準備を進めることが課題として指摘できる。

その場合、4K プロジェクタの導入以外にも、音響設備のサンプリングレートを現在の 85kHz から 96kHz さらに 192kHz へレベルアップすることも併せて検討する必要があると考えられる。

これら 4K シネマ時代に備えるためにも、現在の全シアター平均稼働率約 30%を 40%以上に引き上げるマーケティング戦略が鍵となる。

### 3.1.6 まとめ

従来の暗い映画館のイメージを明るい白色の空間イメージに統一し、デジタルサイネージ(電子看板)により、紙媒体を極力排除した新宿ピカデリーの開発姿勢を大いに讃えた。

開発の初期段階から、他の映画館の事例だけではなくミュージアム、ホテル、レストラン、ブランドショップ、百貨店などの集客施設の運営のフィールドリサーチを実施し、さらに外資系ホテルコンシェルジェや航空機のファーストサービス企画マネージャー等へのヒアリングにより、映画鑑賞者へのソフト面からのサービスを充実させるアイデアを捻出した努力は、現実の形となって利用者の心理に届いている。

技術面から高画質映像を提供することは、ある程度のコストを負担すれば可能であるが、映画鑑賞者を感動させ満足させるには運営面でのさまざまな配慮こそ必要だと思われる。

よい映画体験を実現しその感動を持続して持ち帰るには、映画館へ一歩踏み入れた時点から、館外へ出るまでの全て時間が優良であることが大切な要素である。

よい映画を見ても、スクリーンとの間に何か障害があり字幕が一部見えなかったため、大切な内容の一部が理解できなかった経験は誰もが一度は思い当たることである。

続々と建設オープンされる最新の設備を持つ映画館で感性を高め、感動を持続して保つためには、単に設備投資だけを増やすのではなく鑑賞前の日常生活と差別化された時間と空間の演出に始まり、鑑賞中、観賞後におけるサービスの充実が大切であると感じられた。

今後新宿ピカデリーに設置された 2 名で 3 万円のプラチナルームがどの程度支持されるか、期待を持って眺めていきたい。

映画館やシネマコンプレックスの新設が続く中で、他の施設との差別化により入場者数を引き上げるためには、こうしたサービス面の充実に加え、コンサートやスポーツ中継、講演会等映画以外の映像イベントの会場として利用する方向も考えられる。

こうした多目的な利用にも応じられる高精細映像施設としてのシネマコンプレックスの将来に期待したい。

(委員 西口 勇)

## 3.2 通常品位の映像を高品質情報に変換する技術

### 3.2.1 はじめに

近年、デジタルハイビジョン放送の普及に呼応して表示用機器の低価格化、大型化、高精細化、高画質化が急激に進んで来ている。画面の大きさは臨場感の向上をもたらすが、相対的な視距離も短くなり画像の粗も目立ちやすくなる傾向にある。これに伴い表示解像度は急速にフルハイビジョン解像度（1920×1080）に移行してきている。

表示するコンテンツに関し、放送コンテンツは設備のハイビジョン化の進展に伴いハイビジョン化が促進され、SDTV グレードをアップコンバートした素材は徐々に少なくなってきた。これにより画質は大幅の向上を見ている。一方で、パッケージメディアは未だ DVD が主流で SDTV の解像度となっている。加えて個人で所有している映像素材の大半は SDTV レベルである。

このため、受信機側で高品位情報を高品位に表示する技術を論じるにあたって、SDTV 以下の画質素材を如何に高品質情報に変換するかが非常に重要になってくる。

本稿では、SDTV の素材の課題を明確にすると共に、その品位を向上させる技術を中心に紹介する。

### 3.2.2 放送系、記録・パッケージメディア系の画質品位向上技術

日本におけるアナログの放送方式は NTSC（National Television System Committee）方式で白黒放送と互換性を維持した形で、1960年（昭和35年）9月10日に放送が開始された。

白黒方法との互換性を保つために、色信号は I 信号、Q 信号各々直交変調し輝度信号の上に周波数多重されている。受信機の大画面化に伴いこの色信号の周波数多重に伴う、精細度低下、クロスカラー、クロスルミナンス、インターラインフリッカの妨害が問題となり、各種画質改善技術が開発された。また、NTSC 信号の地上放送は VSB-AM（残留側波帯を用いた AM 伝送）方式であり、電波環境に敏感であり、S/N の低下やゴースト妨害が問題となった。これらに対して改善技術が開発されてきた。

一方記録・パッケージメディアは、VTR、レーザーディスク、DVD、ブルーレイと進化を続けてきた。特に DVD 以降はデジタルのコンポーネント記録となり、前記クロスカラー、クロスルミナンスから開放され画質品位向上に寄与した。一方デジタル化に伴う、モスキートノイズやブロックノイズが新たな画質劣化要因となり、これらに関しても改善技術が開発された。

放送、パッケージメディア共通ではあるが、特にパッケージメディアの大きな柱である映画コンテンツとアニメーションコンテンツに関しては元の素材が TV のようなインターレース素材ではなく、1画面で完結した素材である。しかし伝送、パッケージメディア再生はインターレースであり、これをプログレッシブ化することで飛躍的に画質の改善が行われる。

HDTV の画質改善も現行システムの課題が見えてきた時点で先人が解決してきたように技術革新により画質改善は進んで行くと考えている。特に表示デバイスの解像度と、SDTV のようなコンテンツの解像度のギャップを埋めるスケーリング技術には注目をし

てゆく必要がある。以下、順を追って各種画質改善技術の概要説明を行う。

### 3.2.2.1 放送 / デジタル圧縮画像の品質を向上させる技術

#### (1) 3次元 Y/C 分離

Y/C 分離は NTSC コンポジットビデオ信号の輝度信号と色信号を分離する重要な技術である。特に下記クロスカラー、クロスルミナンスを改善するために進化をしてきた。

現在は、HDMI (High-Definition Multimedia Interface) 接続のようなコンポーネント接続が主流になって来ておりこの回路の必要性は薄くなってきているが、コンポジットビデオ信号を接続する RCA 接続は、接続の容易さおよび古い機器との接続のため必ず入力として準備されている。またゲーム機でも標準でサポートされている。このため、この入力された信号を高品質にするためには、まず Y/C 分離を良くする必要がある。

Y/C 分離回路は大別すると、表 3.2-1 のようになる。

表 3.2 - 1 Y/C 分離方式の違い

|             | クロスカラー | クロスルミナンス |
|-------------|--------|----------|
| BPF 型       | X      | X        |
| 楕型フィルタ型     | △      | △        |
| ロジカルフィルタ型   | △      | ○        |
| 3次元 Y/C 分離型 | ◎      | ◎        |

高画質化の進展に伴い BPF (バンドパスフィルタ) 型 楕型フィルタ型 ロジカルフィルタ型 3次元 Y/C 分離型と進化してきている。特に 3次元 Y/C 分離に関しては平成元年に制定された EDTV 方式[4] (クリアビジョン放送) の受像機側での必須機能となっている。

クロスカラーとは輝度が色副搬送波近傍つまり 2次元周波数で見た場合に周波数が 3.58MHz (455fH/2) で且つ垂直解像度が 525/2TV 本の近傍の周波数にあった場合に、1次元、2次元の Y/C 分離では Y/C 分離が正しく行われず、輝度信号が色信号に漏れこむ現象である。例えば、斜め縞のネクタイを着ている人のネクタイの部分が虹のように色が付く現象である。参考図としてクロスカラーの画像を図 3.2-1 に示す。画像は上から下へと周波数が上がってゆく VSweep 信号である。

このようなクロスカラーは静止画に関しては 3次元 Y/C 分離で改善を図ることが可能であるが、動画に関して改善は行えない。動画のクロスカラーに関しては Y/C 分離とは違うアプローチで改善を図られているが一般的にはなっていない。また現在コンポーネントで送出されている HDTV 放送に関しても元が NTSC 素材を使用している場合にはクロスカラーが発生している。技術的には大量のフレームメモリを使用することで改善することは可能であるが一般化はしていない。

クロスルミナンス (ドット妨害) とは色分離フィルタの帯域の通過特性に起因する色信号の輝度信号への洩れこみである。色自身がカラーバーの色変化部のように急激な色変化を起こし、所望の色帯域から外れるような場所、つまり図 3.2-2 のようなグリーンとマゼンダの境界などにドットが上るように発生する。これをラインクロッキングと呼ぶ。ま

た楕型フィルタが採用されるようになってから、垂直の色の境界、つまりライン間の相関が無い部分に発生するようドット状妨害をいう。この妨害は MIN/MAX 回路と BPF 回路で構成されるロジカルコムフィルタにより大幅に改善されている。

参考図としてラインクローリングの画像を図 3.2-2 に示す。信号はカラーバーである。現在の高級モデルは 3 次元 Y/C 分離回路を搭載しており、静止画に関しては大幅な画質改善が行われている。但し動画部分に関しては 3 次元 Y/C 分離の効果はなく、一般的にはロジカルコムフィルタ型で処理を行っている。

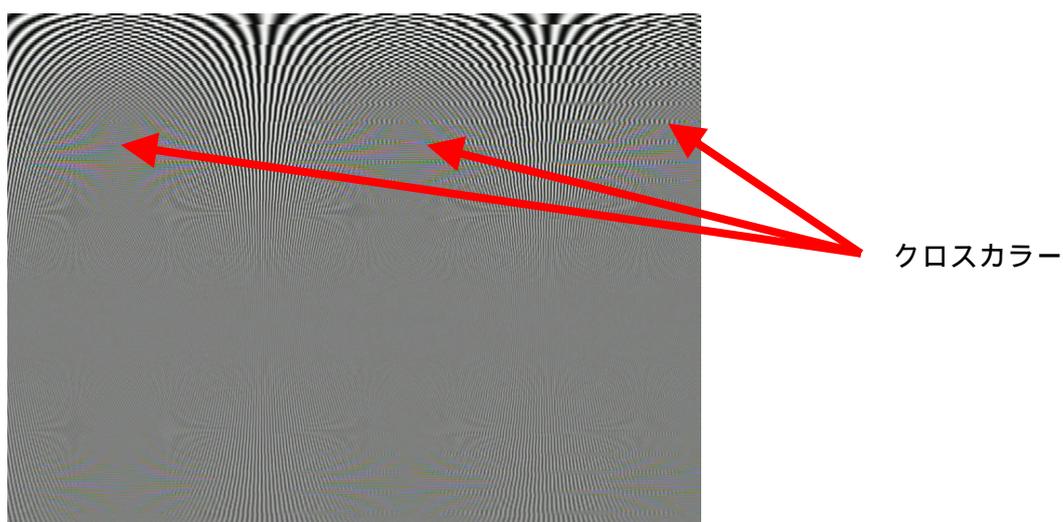


図 3.2-1 クロスカラーのイメージ例 (巻末 付録 1 にカラー表示)

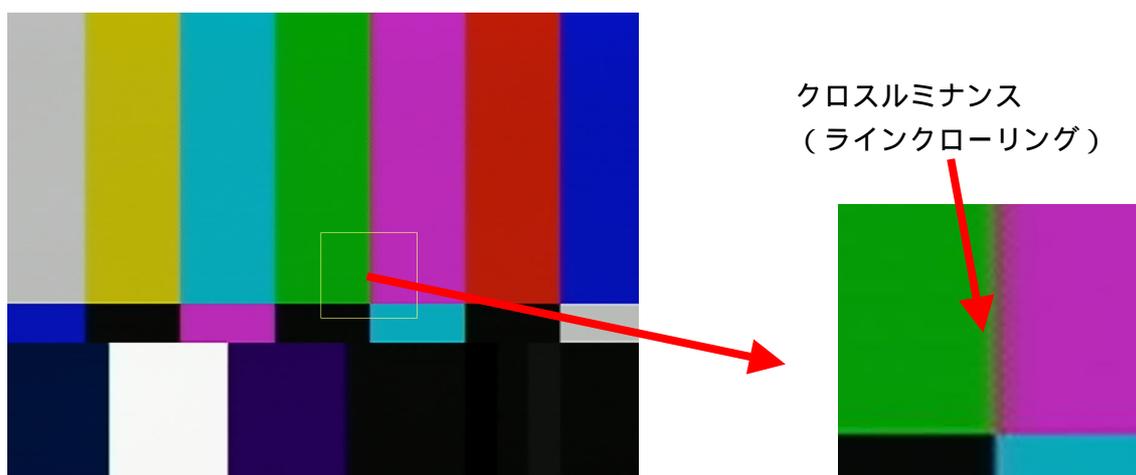


図 3.2-2 クロスルミナンスのイメージ例 (巻末 付録 1 にカラー表示)

## (2) IP (インタレース・プログレッシブ) 変換

IP 変換は画面の大型化に伴い必須の画質改善項目の 1 つとなっている。また 3 次元 Y/C 分離回路同様、EDTV 方式の受信機側の必須アイテムとなっている。

NTSC 信号は、電波の有効活用を図るために 2:1 インターレース方式（飛び越し走査）を行っている。これは現在のハイビジョンの 1080i も同様である。

インターレース方式の問題点は

- ・インターラインフリッカ
- ・垂直解像度の低下

が挙げられる。

インターラインフリッカは垂直の画像相関の低い部分で発生するちらつきである。

垂直解像度の低下についてはプログレッシブ方式に対して約 0.7 (Kell factor) を掛けた値となり 3 割程度解像度が低くなる。

IP 変換は図 3.2-3 のように静止画領域においては奇数フィールド、偶数フィールドを 1 枚の画面にはめ込むため技術である。このため解像度低下が改善される。しかし、動画部に関しては 1 フィールド分の情報からプログレッシブの画面を生成するため静止画領域より解像度の低下が発生する。

図 3.2-4 は上下ラインからリニア補間で補間画素を生成した例である。単純な上下画からリニア補間のような補間方法は補間精度が悪くさらに解像度の低下を招き、静止画、動画領域の解像度差が広がり違和感が発生させる。またジャギー（斜め線のガタガタ）の発生を起こす。これらの改善方法としては図 3.2-5 のような垂直方向の画素を増やした補間や図 3.2-6 に示すような斜め方向の画素を用いた補間がある。またこの両者を組み合わせた構成もある。斜め補間を行うことで、図 3.2-7 のようなアメリカンフラッグが動いている画像においても図 3.2-8 のようにジャギーの発生を抑えることが可能となる。

ここでは詳細には記載しないが IP 変換の課題は動き検出とフィールド内および時間方向の補間精度に尽きる。最近ではデジタル放送やパッケージソフトの高画質化もあいまって影響が少なくなってきたが映像信号のノイズ成分による誤判別、動き信号の伸張に伴う字幕、オンスクリーンなどの静止画部への動画処理の混入など未だ十分なレベルとはなっていない。

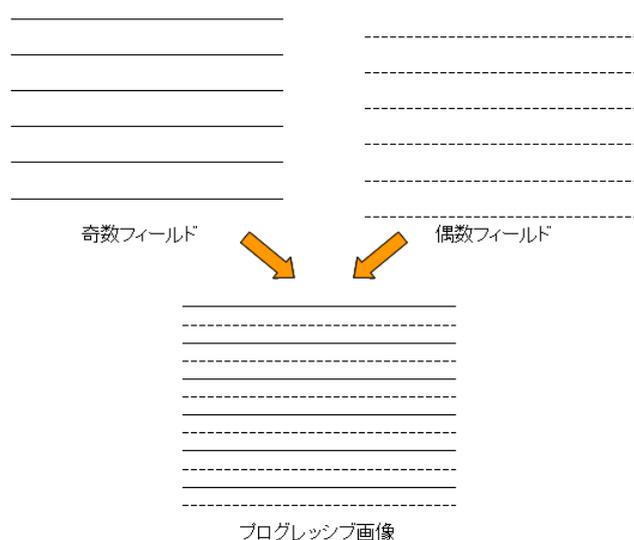


図 3.2 - 3 IP 変換技術

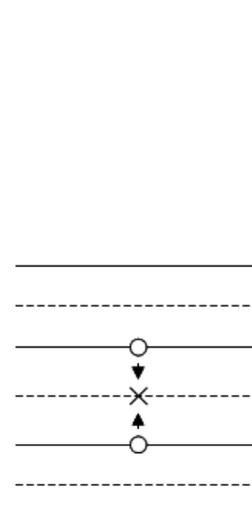


図 3.2 - 4 上下ラインからのリニア補間

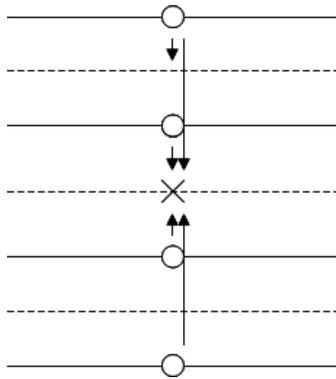


図 3.2 - 5  
垂直方向の画素を増やした補間

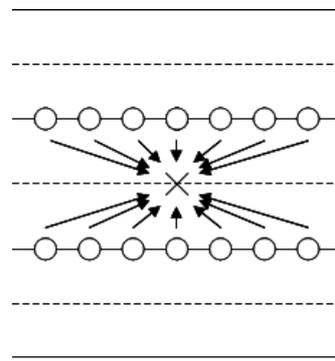


図 3.2 - 6  
斜め方向の画素を用いた補間



図 3.2 - 7  
単純な IP 変換による画像



図 3.2 - 8  
斜め線補間のある IP 変換での画像

### (3) ゴーストリデュース

ゴーストリデュースはアナログ地上放送が VSB-AM であることに伴う、マルチパス障害である。受信アンテナで直接届く電波とビルや山に電波がぶつかり反射し遅延した電波が同時に受信されることで、画面が図 3.2-9 のように 2 重 3 重になる現象である。

ゴーストのないところでは恩恵はないが、ゴーストのあるところでは図 3.2-10 のようにゴーストが無くなり最大の画質改善となる。また使用する映像検波回路の直線性にも依存するが、周波数、位相特性がフラットになる効果もある。

TV ゴースト障害については 2011 年にデジタル放送に移行するで、このゴースト障害の問題はなくなる。尚、この技術も 3 次元 Y/C 分離、IP 変換と並んで EDTV 方式の必須アイテムとなっている。



図 3.2 - 9  
ゴーストのある画像



図 3.2 - 10  
ゴースト除去後の画像

#### (4) NR (ノイズリダクション)

ノイズリダクションは映像受像機がアナログ信号処置を行っていた時代からの大きな画質改善技術である。

アナログ地上放送は VSB-AM 信号であり、電界強度が低いとチューナ部、IF 部の熱雑音の影響を受けやすい。このため、昔から TV の画質改善の最大のポイントとなっている。放送やパッケージメディアがアナログからデジタルに移行してきているが、これに伴い、通常のランダムノイズから、デジタル圧縮特有のノイズも課題になってきている。

一般的なノイズはランダムノイズである。この改善として大きく分けると、コアリング型とテンポラル型に分けられる。コアリング型は映像の中高域の周波数に含まれる映像信号の中で微小レベルだけ除去する方式である。全体的に精細度は落ちるが、時間方向の処理を行っていないため違和感は少ない。テンポラル型としてはフィールド巡回型のノイズリデューサが一般的である。時間方向の情報を使うため、動画ボケなどの弊害がでる場合があるが静止画での効果は大きい。前記 3 次元 Y/C 分離は構成上フレーム間のノイズリダクションの効果も持っている。参考に最新のテンポラル型ノイズリダクションによるノイズ軽減の効果を図 3.2-11 に示す。



a) ランダムノイズのある画像



b) ノイズ除去後の画像

図 3.2 - 11 テンポラル型ノイズリダクションによるノイズ軽減効果

先に述べたデジタル化に伴うブロックノイズとモスキートノイズについて記載する。図 3.2-12、13 はそのイメージである。

ブロックノイズはモザイク上の小さな四角が発生するノイズで、画面の暗い部分で色が平坦に広がっている場所に発生することが多い。デジタル圧縮技術が DCT（離散コサイン変換）を使っているためである。

モスキートノイズは文字の周りなどに良く見られる輪郭の周りに蚊の大群がまとわりついたように見えるノイズで、これもまたデジタル圧縮時に高い周波数成分が失われたことにより発生する。

受像機側のこれらのノイズの軽減としては、フィルタでぼかす方向の処理となる。

画像の内容を解析して平坦部に対してブロックノイズをぼかし、高周波部分に関してはモスキートノイズをぼかして改善する。

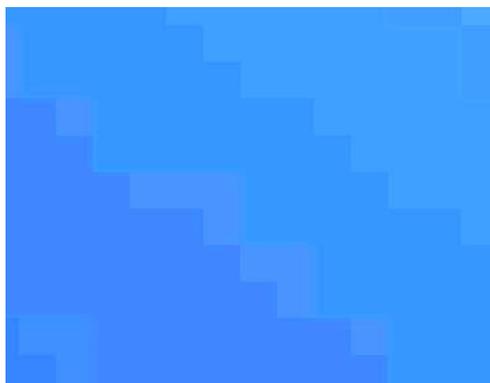


図 3.2 - 12  
ブロックノイズのある画像  
(巻末 付録 1 にカラー表示)  
(分かりやすいように強調している)

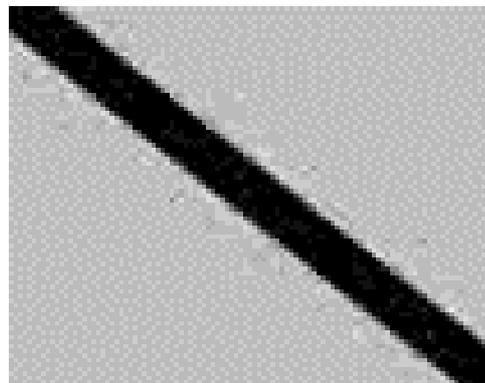


図 3.2 - 13  
モスキートノイズのある画像

### 3.2.2.2 感性的画作りに使用されている技術

#### (1) シャープネス

シャープネスは映像信号の周波数特性を高域で持ち上げることで、映像の解像度感を向上させる輪郭強調技術である。基本はブラウン管や液晶、プラズマなどの固定画素デバイスの開口（アパーチャ）部が有限サイズであることから発生するアパーチャ歪を補正する目的で使用するため、このためアパーチャ補正とも言われている。実際には、映像信号の周波数特性の補正を含めてトータル画質設定として映像の解像度感を上げるために使用される。又、暗部ではマッハ効果[5]の抑圧により黒締りを増しコントラスト感を向上させるためにも使用する。基本は現信号に対して2次微分信号を多重することで実現する。構成例を図 3.2-14 に記載する。DL は単位遅延線で DL が 1 ライン分の遅延であれば垂直のシャープネス回路になる。最近ではデジタル化の進歩でこのようなトランスバーサルフィルタで構成することが一般的である。

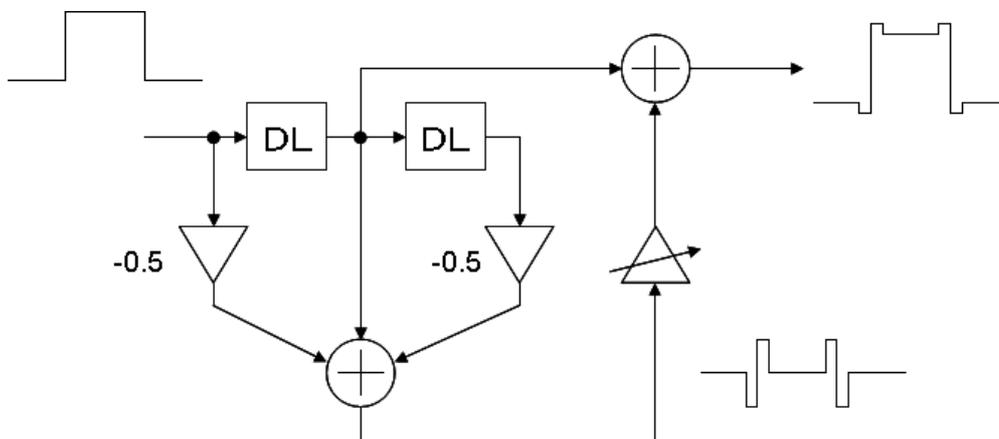


図 3.2 - 14 シャープネスの回路構成例と波形

(2) LTI/CTI

LTI (Luminance transient improver) /CTI (Color transient improver) は図 3.2-15 のように映像の輝度信号、色信号のなまったエッジを非線形な処理でエッジを急峻にする輪郭補正技術である。シャープネスのようにリングングの発生はないが掛け過ぎると不自然なエッジになったり、ジャギーが悪化する。

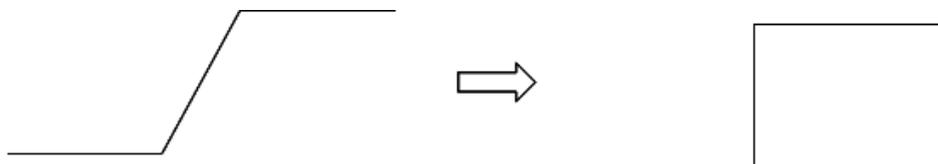


図 3.2 - 15 LTI/CTI の動作イメージ

(3) ガンマ

日本の NTSC、HDTV の送出ガンマは 0.45 であり、受像機側ガンマ 2.2 の特性を持たば送出側と同じ階調再現性が得られるシステムになっている。しかし、一般的に受像機側はこの特性を変えることで独自の画作りを行っている。理由は表示デバイスによるガンマの補正を除きいくつかあると考えている。ポストプロダクションにおけるカラーコレクションのような処理によるガンマの微妙な変換は除いて、ディスプレイが理想デバイスとしてみた場合、

- ・明るく見せたい
- ・他社との差別化の中でコントラストのある画に見せたい
- ・蛍光灯下で記憶色として色再現を行いたい
- ・映画コンテンツのガンマの違いを吸収したい
- ・ゲームコンテンツのガンマの違いを吸収したい
- ・メーカー画質担当者の好み

のような理由で変更される。

また、ディスプレイが色再現性、階調再現性、コントラスト、解像感などが悪い場合その粗を隠すためにそれを補正するためガンマ値の変更を行う。図 3.2-16 に参考にプロジェクタでのガンマ設定例を示す。

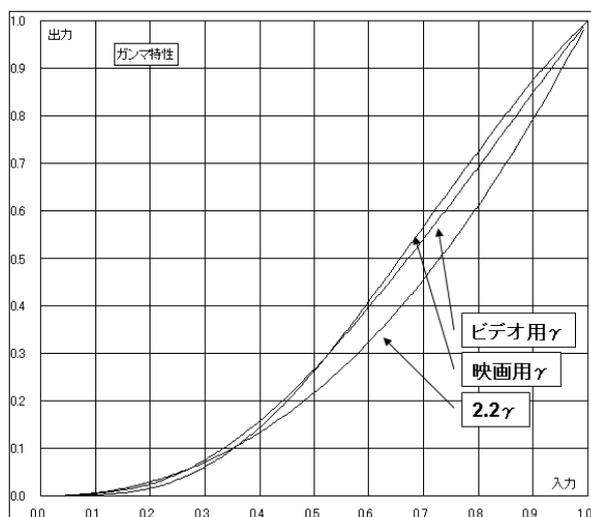


図 3.2 - 16 プロジェクタにおけるガンマ設定例

#### (4) シーン適応ガンマ

シーン適応ガンマは映像シーンの APL ( Average Picture Level ) や図 3.2-17 に示すようなヒストグラムに適應してガンマ特性をリアルタイムに切り替えて、コントラストの少ない部分にコントラストを付けたり、明るいシーンで白つぶれが無いように、また暗いシーンでは黒つぶれが無いように補正する技術である。最近ヒストグラム適應の各種処理が一般化してきており、その一部として使用されてきている。

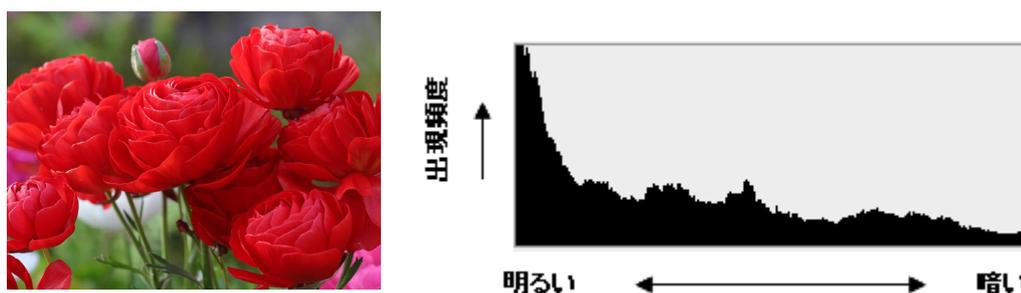


図 3.2 - 17 画像とそのヒストグラム

#### (5) クレイク・オブライエン効果[6]発生によるコントラスト感改善

クレイク・オブライエン効果とは図 3.2-18 に示すように、同一輝度上に幅の広いエッジを付けると明るいエッジが付いた側が明るく見え、暗いエッジが付いた方が暗く見える錯視である。この錯視を初めて科学的にとらえたクレイク ( Craik, K.J.W ) と後で同じ現象を再発見した ( O'Brien, V ) の名前を取りクレイク・オブライエン効果とか錯視とか呼ばれている。またこの効果の確証者の ( Cornsweet, T.N ) の名前をとってクレイク・オブ

ライエン・コーンスイート錯視とも言われている。

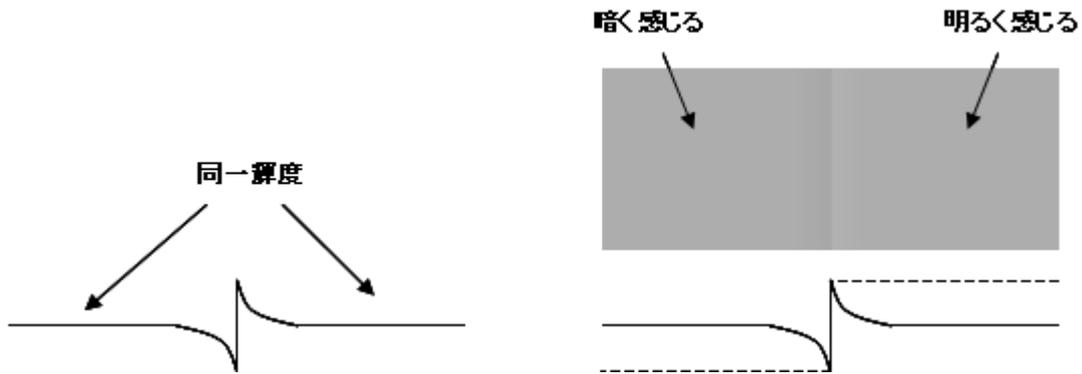


図 3.2 - 18 クレイク・オブライエン効果

この効果を表示装置に応用すると、コントラスト感の低い部分にコントラスト感を付加することが可能となる。ハード構成が大きいこともあり一般化はされていないが、一部リア/フロントプロジェクタで使用されている[7]。効果を図 3.2-19 に示す。



a) 効果オフ



b) 効果オン

図 3.2 - 19 画像へのクレイク・オブライエン効果付加の効果

### 3.2.2.3 時間方向の品質を向上させる技術（表示パネル起因は除く）

#### (1) プルダウン処理

映画やアニメの各フレームの元は 1 枚の画像であり映画だと 24 コマ/S、アニメだと 30 コマ/S が一般的である。放送や記録のために NTSC や 1080i に変換されるが、例えば映画だと図 3.2-20 のように 2-3 プルダウン処理により 24 コマを 60 コマに変換する。（o は奇数フィールド、e はイーブンフィールドを現す）

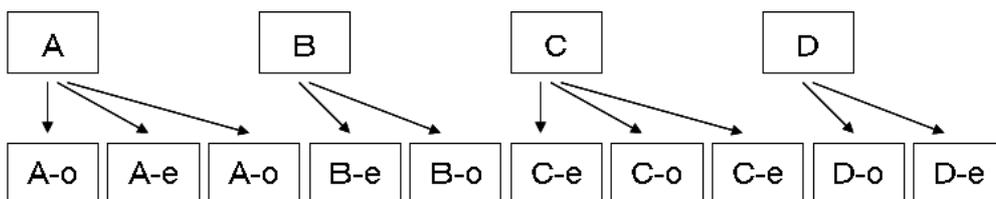


図 3.2 - 20 2-3 プルダウンの原理

受像機側ではこの 2-3 プルダウンの動きを画像から検出し図 3.2-21 のようにプログラミングの信号に変換し表示する。これにより、元画像を再現でき高画質を実現できる。

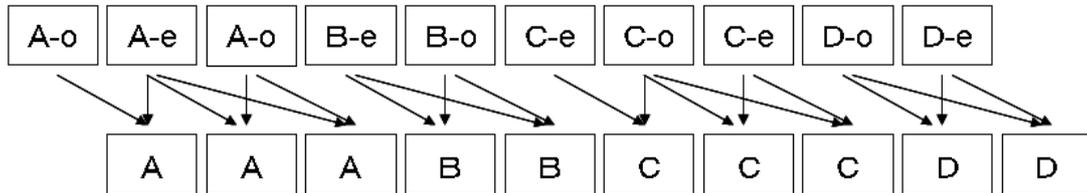


図 3.2 - 21 受像機側の 3-2 プルダウンの原理

ここで、課題としてはこの 2-3 プルダウンのシーケンスが映像編集作業で崩れた場合、受像機側では奇数偶数フィールドのはめ込みを間違えたり、通常動画として処理されたりすることで一時的に 図 3.2-22 のように画質が悪化する点、字幕の処理がシーケンスに合わせて出力されないため 図 3.2-23 のように字幕がクシクシになる点である。受像機側でも一部改善は可能であるが、映像編集や字幕挿入回路の改善が望まれる。

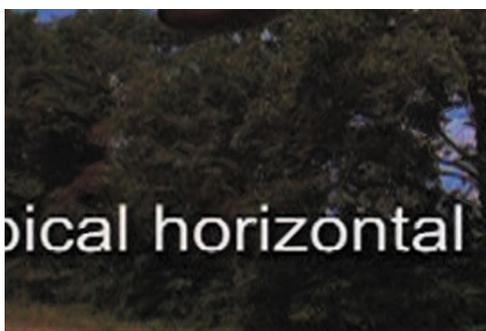


a) 正常な画像

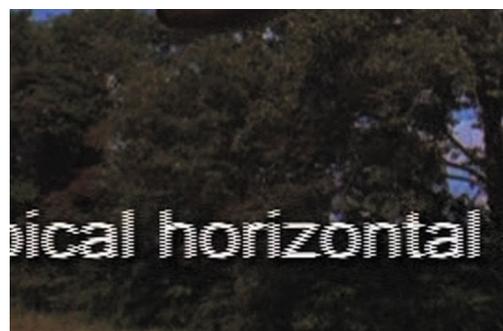


b) シーケンスを間違えた場合の画像

図 3.2 - 22 プルダウンシーケンスが崩れた場合の妨害



a) 正常な画像



b) 映像と字幕のシーケンスが合っていない場合の妨害

図 3.2 - 23 プルダウンシーケンスが崩れた場合の妨害

このプルダウン処理は、24コマを60コマに変換するために1コマを3枚、2枚へ変換するため時間的な不連続が存在しておりこの改善としてはブルーレイプレーヤでは24P出力の対応により、受像機側で24Hzの整数倍の48Hz、72Hz、96Hz、120Hz表示などで時間的な不連続の対応はされるようになってきている。プルダウンのシーケンスを検出することで、60Hzの信号から24Hzの整数倍の画像を表示し時間的な不連続を解消するものもある。また後述のMC(Motion Compensation)技術による中間フレーム生成により24Hzという時間的な解像度の低さの改善も図られている。この技術を使用すると、字幕スクロールなどは連続した動きとして綺麗に再現される。

## (2) 中間フレーム生成 / 黒挿入

中間フレーム生成は液晶パネルの動画ボケの改善技術として開発されたものである。CRTのようなインパルス型の表示デバイスでは、時間方向のアーチャ歪は発生しないが、60Hzのホールド型の表示素子では図3.2-24のようにナイキスト周波数30Hzにおいて約4dBの時間方向の周波数特性が劣化する。この改善技術としてはオーバードライブ、中間フレーム生成、黒挿入の技術がある。

オーバードライブは時間方向のシャープネスととらえることができるので動画ボケの改善は図れるが、映像のシステムが時間方向に対してナイキストフィルタによる帯域制限を行っていないので強くかけると妨害が発生する。また現在の用途が液晶の応答速度改善を主目的としているのでタイトルからは外している。

中間フレーム生成と黒挿入は映像表示の時間方向のサンプリング周波数を上げることで動画ボケを改善する技術である。例えば120Hz表示ではナイキスト周波数が2倍の60Hzとなりアーチャ歪による時間方向の周波数劣化は改善される。

中間フレーム生成は図3.2-25のように動画の動く方向を検出し、その間に新たに1枚画像を予測して挿入する技術である。画像の動きを予測しているため、正しく予測した場合は非常に良好な動画再生特性を示すが、予測を間違えると画像が破綻する問題がある。

黒挿入は図3.2-26のように黒を挿入することで、アーチャ歪率50%となり、中間フレーム挿入と同様アーチャ歪の改善が行える。但し、黒を挿入するので明るさは半分になる。明るさを改善するためにレベルを下げた映像を挿入する場合もあるが、動画ボケ改善効果は落ちる。この方式のメリットは画像に破綻を起こさずCRTのようなインパルス表示を行えることで正しい映像ソース再現ができる。一方、中間フレーム挿入のように字幕がスムーズに動くような効果はない。

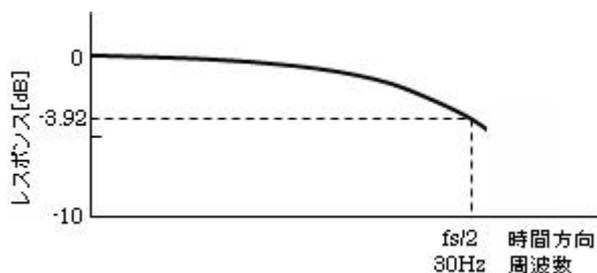


図 3.2 - 24 時間方向のアーチャ歪

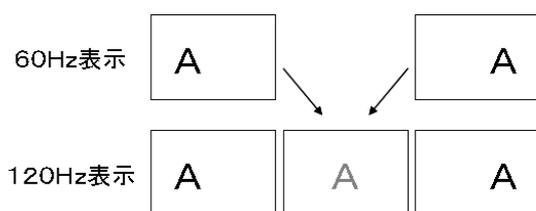


図 3.2 - 25  
中間フレーム生成のイメージ図

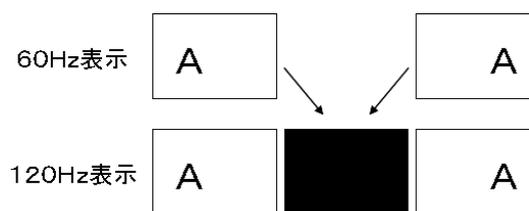


図 3.2 - 26  
黒挿入のイメージ図

### 3.2.3 放送系、記録メディア系信号を高解像度信号に変換する技術

表示デバイスは CRT のような偏向による表示から固定画素表示に変化してきた。これによりデジタル信号処理による解像度変換の性能が画質を左右するようになった。

#### (1) スケーリング技術

スケーリング技術とは解像度変換技術であるが、映像用のスケーリングとしては大きくはバイリニア補間とバイキュービックコンボリューション補間に大別される。SDTV の伝送規格を表 3.2-2 に、各信号に対するフル HD の解像度 1920×1080 へのスケーリング比率を表 3.2-3 に示す。

表 3.2 - 2 SDTV と HDTV の放送規格

| SDTV と HDTV の放送規格 |       |             |        |
|-------------------|-------|-------------|--------|
|                   | 信号    | 解像度         | アスペクト比 |
| SDTV              | 480i  | 720×480     | 4:3    |
|                   | 480p  | 720×480     | 16:9   |
| HDTV              | 720p  | 1280×720    | 16:9   |
|                   | 1080i | 1920×1080   |        |
|                   | 1080p | (1440×1080) |        |

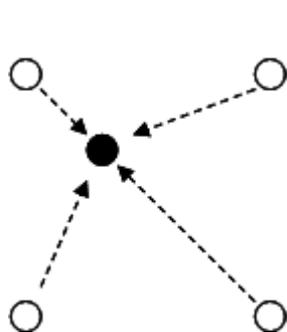
表 3.2 - 3 フル HD 解像度へのスケーリング比率

| 各信号からフル HD 解像度への変換比率 |       |       |     |
|----------------------|-------|-------|-----|
|                      | 信号    | 水平    | 垂直  |
| SDTV                 | 480i  | 1:3   | 4:9 |
|                      | 480p  | 1:3   | 4:9 |
| HDTV                 | 720p  | 2:3   | 2:3 |
|                      | 1080i | 1:1   | 1:1 |
|                      | 1080p | (3:4) |     |

\* 括弧内は水平 1440 サンプルの場合

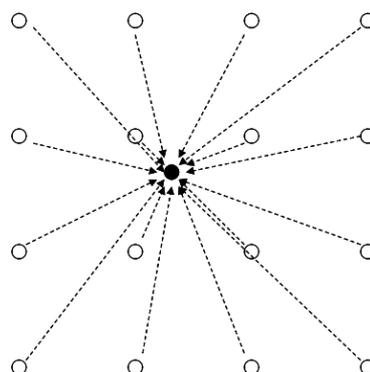
HDTV ではスケーリング比率が 1:1 になっていて解像度劣化は無いように思えるが、実際には周囲の映像欠けや編集機などで発生する周囲のノイズを隠すため、オーバーキャン処理を行うので、微妙に拡大比率は大きくなる。

バイリニア補間とバイキュービックコンボリューション補間は図 3.2-27 と 28 に示すように補間すべき周囲 4 画素と 16 画素から補間する手法である。表 3.2-4 に示すようにバイリニア補間に比べてバイキュービックコンボリューションはリングングの発生はあるが良好な補間精度が得られ高画質化に繋がる。一般にはこのリングングをシャープネスとして積極的に使うのが一般的である。またハード構成はバイキュービックコンボリューションと同じであるが、直接フィルタ特性から IFFT などにより設計する方法もある。さらに周辺画素を増やして補間精度を上げたものもある。



：周辺画素、

図 3.2 - 27  
バイリニア補間の補間イメージ



：補間画素

図 3.2 - 28  
バイキュービックコンボリューションの補間イメージ

表 3.2 - 4 補間方法の比較

| 補間法               | ハード規模 | 補間精度 | リングングの発生 |
|-------------------|-------|------|----------|
| バイリニア             | 小     | 低い   | なし       |
| バイキュービックコンボリューション | 大     | 高い   | あり       |

実際のスケーリングは水平処理だけを見ると図 3.2-29 と 30 の特性をスケーリング比率の最小公倍数で等間隔にサンプリングし、補間すべき画素の位置位相に応じてフィルタ係数を切り替えて処理を行う。バイキュービックコンボリューションの場合で水平の補間処理だけ考えると、ハード的には 4 タップのデジタルフィルタであるが、位相分解能を 1/32 とすると、4 タップ×32 で 128 タップのフィルタとなる。

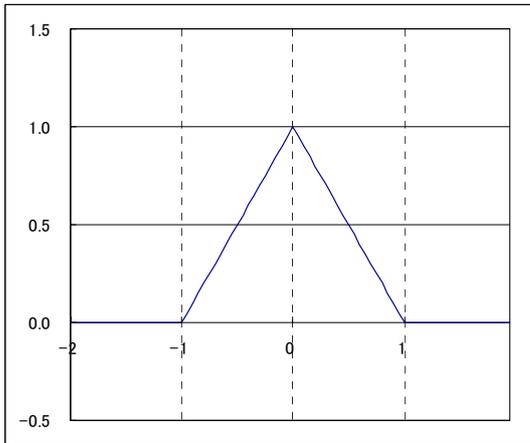


図 3.2 - 29  
リニア補間のインパルス応答

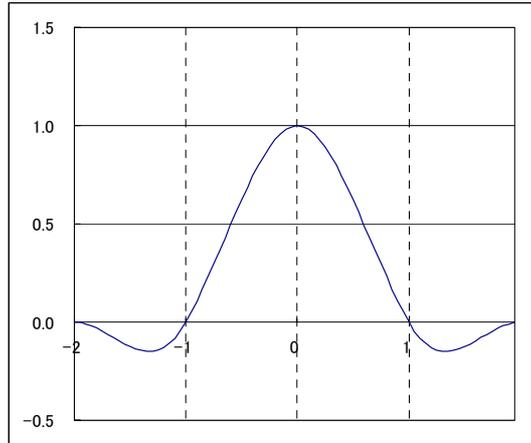


図 3.2 - 30  
キュービックコンボリューションの  
インパルス応答 (制御パラメータ “ - 2 ” の例)

(2) 超解像度技術

超解像度技術は従来のキュービックコンボリューションによるスケーリングをさらに進化させ、スケーリングによるボケ感の発生を低減する目的で現在注目を浴びている技術であるが明確な定義があるわけではない。図 3.2-31 に超解像度技術の対応前後を示す。超解像度技術に関しては設計思想の違いでいくつかの方法が提案されている。元の画像を 1 回スケーリングし、それをある特性に従ってまた元の画像の解像度に再スケーリングし、この画像と元の画像の差を最急降下法で最小になるように再度スケーリングを行うものとか、前記 LTI を 2 次元に拡張しこの信号をベースに超解像度化するイメージのものとかがある。これらの技術の課題はジャギーやノイズの増加を如何に抑えるかである。4K×2K のようなさらに高解像度な表示装置に対してはこれら超解像度技術を含めたスケーリング技術の向上が望まれる。



a) 超解像度 OFF

b) 超解像度 ON

図 3.2 - 31 超解像度技術により解像度改善例

#### 3.2.4 まとめ

今回、通常品位の映像を高品質情報に変換する技術を SDTV の高画質技術を中心に説明を行った。SDTV から HDTV への歴史の変遷の中で通常品位の映像を如何に高品質映像にするかを時代時代の信号ソースに対応し改善が図られてきていることがわかる。本論で説明を行わなかったが、CRT から LCD、PDP などのフラットパネルディスプレイの移行においても表示デバイス起因の課題も肅々と改善が行われている。また、色に関しても LED 光源により広色域の再現が可能になったり xvYCC 規格のような広色域の規格が標準化されたりと色再現にも注目が集まってきている。今後とも注目をして行きたい。

最後に本資料の作成にあたって画像の提供を行って頂いた Silicon Optix 社（現IDT社）および NECエレクトロニクス(株)に感謝の意を表します。

（委員 小林 玲一）

### 3.3 高臨場感放送システムの研究・開発例

#### 3.3.1 はじめに

電子映像の利用分野がますます拡大するとともに、各種映像システムの高品質化が進められている。これと同時に、さらに一層の高精細化・高臨場感を目指したスーパーハイビジョンを初め、立体映像や五感情報をも取り込んだ超臨場感コミュニケーションや高精細デジタルシネマ（4K システム）などの新しい映像システムの研究開発が進められている。

#### 3.3.2 高臨場感システムの研究・開発の現状

##### (1) テレビ放送システムの発展

テレビ放送の進展は、新しい映像システムの開発とともに発展してきた。すなわち、白黒テレビ、カラーテレビ、ハイビジョンテレビへと、高解像度、色再現性向上などの高質感を目指して研究、開発、実用化が行われ広く普及してきた。

45 年前に開発が開始されたハイビジョンも、デジタルハイビジョン放送として成熟期を迎えている。ディスプレイの大型化、高品質化、低価格化が推進されるとともに、放送番組コンテンツの開拓として、オリンピック、ワールドカップサッカーなどのスポーツイベント中継や月周回衛星「かぐや」からのハイビジョンカメラによる地球の姿の動画撮影などが行われている。

現在 NHK では、将来のテレビシステムを目指してスーパーハイビジョンの研究・開発を進めている。

図 3.3-1 に各種ディスプレイシステムの仕様を示す。

| ディスプレイシステム         | 画素数<br>(H×V)         | 水平観視画角 | 視距離   |
|--------------------|----------------------|--------|-------|
| NTSC               | 640×480              | 17 度   | 6H    |
| HDTV               | 1920×1080<br>(2M)    | 30 度   | 3H    |
| メガビジョン<br>(HDTV×3) | 1920×1080 ×3<br>(6M) | 100 度  | 3H    |
| 4K システム            | 4096×2160<br>(8M)    | 60 度   | 1.5H  |
| スーパーハイビジョン         | 7680×4320<br>(32M)   | 100 度  | 0.75H |

図 3.3 - 1 各種テレビシステムの仕様（画素数、水平観視画角、視距離）

##### (2) 4K システム

各種ディスプレイ & プロジェクタ

映像システムの高画質化、大画面化の進展により、35mm フィルム映写機から DCI 規

格デジタルシネマ（4K、2K）映写機への移行は世界的に顕著な傾向を見せている。米国内のデジタルシネマ対応スクリーン数は 5000 館以上となり、リリースされたデジタルシネマ作品も 150 以上になる。また TI 社の DLP Cinema テクノロジーを採用したデジタルシネマ（2K）映写機の普及は、世界中で 3000 台を突破している。

デジタルシネマ（4K）用カメラとしては、ビクター(D-ILA)、オリンパス(Octavision)、RED DIGITAL CINEMA(RED ONE)、Vision Research(Phantom 65)が各社から商品化されている。

ビクターは、約 1000 万画素（水平 4096、垂直 2400）で、4K、2K 対応の 1.27 インチ D-ILA デバイスを実現している。RED DIGITAL CINEMA 社の RED ONE は、約 1200 万画素の Mysterium Sensor(12M)を搭載し、4K、2K および 1080p/720p の各フォーマットに対応し、1~60P まで可変速撮影ができる。Vision Research 社の Phantom65 は、65mm フィルムサイズの CMOS 単板を用い解像度は 4096×2440 で、最高 140fps の高速撮影ができる。

デジタルシネマ（4K）用ディスプレイとしては、大型(56 インチ、64 インチ)の LCD ディスプレイが、アストロデザイン、シャープ、東芝ライテック、三菱電機、バルコ各社から発表されている。図 3.3-2 に 4K システム用ディスプレイの仕様概要を示す。

|                            | メーカー名    | サイズ    | 型名       | 方式    | 画素数(H×V)  |
|----------------------------|----------|--------|----------|-------|-----------|
| F<br>P<br>D                | アストロデザイン | 56 インチ | DM-3400  | LCD   | 3840×2160 |
|                            | シャープ     | 64 インチ | —        | LCD   | 4096×2160 |
|                            | 東芝ライテック  | 56 インチ | QFHD     | LCD   | 3840×2160 |
|                            | 三菱電機     | 56 インチ | QF60LC   | LCD   | 3840×2160 |
|                            | バルコ      | 56 インチ | IC-5621  | LCD   | 3840×2160 |
| プ<br>ロ<br>ジ<br>ェ<br>ク<br>タ | SONY     |        | SXRD     | SXRD  | 4096×2160 |
|                            | ビクター     |        | DLA-SH4K | D-ILA | 4096×2400 |
|                            | バルコ      |        | LX-5     | LCOS  | 4096×2400 |

図 3.3-2 4K システム用ディスプレイの仕様概要

SONY は「”Cine Alta 4K “ デジタルシネマ上映用トータルシステムパッケージ」を発売すると発表した。本システムは「4K SXRD」デジタルシネマプロジェクタ、メディアブロック、スクリーンマネジメントシステムを中心に RAID ストレージ、SMS サーバ、コントローラ、無停電電源装置などで構成されている。本システムの導入によりフィルムのほこりやキズによる画質劣化がない高画質、高音質でデジタル上映することができる。

また配給面においても、DCI 仕様準拠のコンテンツ保護に対応し、海賊版製造を回避する工夫が施されており、さらにフィルムコピー制作費の削減、高速回線や衛星通信による劇場への上映データ配信にも対応可能である。

米国の大手映画館チェーンのランドマーク・シアターズはロスアンゼルスの大ショッピングセンターに 4K デジタルシネマを上映するシネコン「ラ・ランドマーク」をオープンし、今後全米各都市に展開する計画である。

H20 年 10 月に東京国際交流館で開催された 4K デジタル映像系では、最先端高画質映像である 4K 方式のコンテンツ映像 5 作品の上映が行われた。

- ・かぐやの夢（日本科学未来館、立教大学）  
月周回衛星「かぐや」の NHK HDTV カメラ、地形カメラで撮影した月の映像を活用、世界初の本格的な 4K デジタルシネマ実写映像。
- ・あずみのおとしぶみ（押切隆世監督、パナソニック映像）  
4K カメラ(RED ONE)にて撮影、超微粒子画像で奥深い色の映像詩。
- ・東大寺法華堂 国宝 不空罽索観音立像 宝冠（凸版印刷）  
4K でリアルタイムに CG を生成する。文化財をテーマにした VR コンテンツ。
- ・塵芥集（九州大学 大学院 芸術工学研究院）  
4K デジタルによる有機的で抽象的な動きのドローイングアニメーション作品。
- ・関が原の合戦（デジタルハリウッド大学）  
4K カメラ（Octavision）による人物の実写映像と CG 合成による世界初の 4K VFX 映像作品。セルコンピューティングバースを利用した分散レンダリング技術を活用。

#### インタラクティブ超高精細映像研究システム

奈良先端大学では、4K プロジェクションシステム（SXR）を中核とし、200 インチの大型ガラススクリーンに高精細な画像を表示する、インタラクティブ超高精細映像研究システムを導入した。4K の豊かな表現力を持つ超高精細映像をインタラクティブに双方向の入出力が可能なシステムとして、国内外の大学や研究所、企業と協力して、コンテンツの制作やインタフェースの研究・開発を推進する。ハイビジョン映像の先を見据えた超高精細の画像処理、生成技術の確立に向けた先進的な研究とともに、最先端の可視化研究を行う。

図 3.3-3 に本システムの概要構成図を示す。4K プロジェクタにダイレクトに映像を出力する超高精細対応の映像生成用のコンピュータをはじめ、HD カメラ、画像センサ、PLAYSTATION 3、Blu-ray などのマルチ画像の各種入出力機器、さらに 7.1ch サラウンドシステムを組み合わせ、インタラクティブなインタフェース機能を実現した研究システムを構築している。

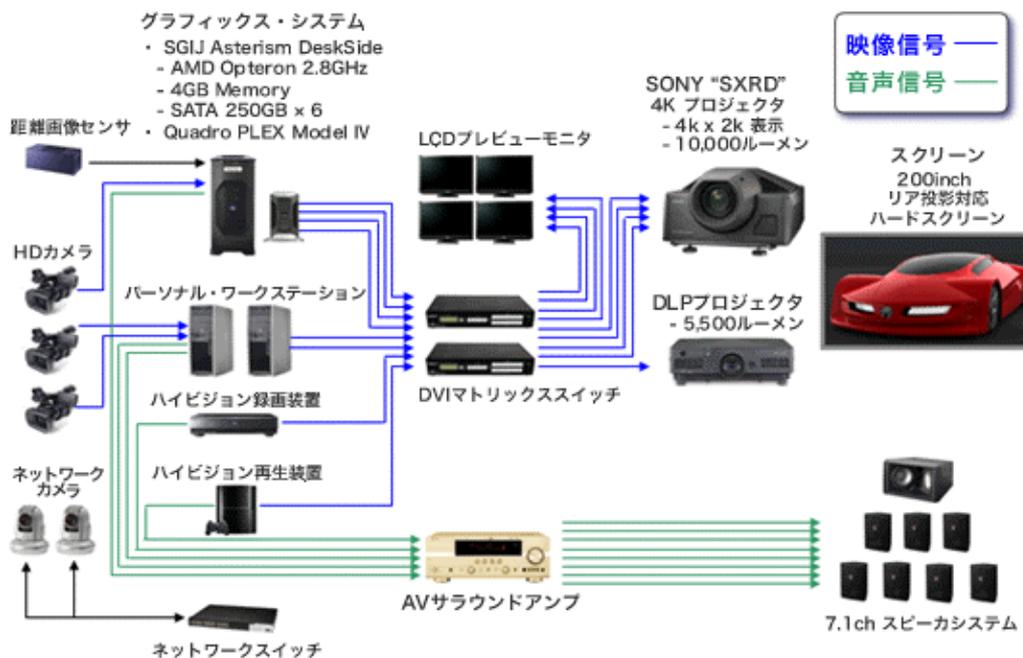


図 3.3 - 3 インタラクティブ超高精細映像研究システムの概要構成図  
 (出典：日本 SGI (株) の記者発表 (2008 年 7 月 7 日) 資料)

### (3) 高臨場感コミュニケーションシステム

高臨場感コミュニケーションシステム技術に関する研究開発を戦略的に推進するために、「超臨場感コミュニケーション産官学フォーラム (URCF)」が平成 19 年 3 月に設立された。

一方、スーパーハイビジョン等の高精細映像やバーチャルリアリティ (VR) などを超えて、さらに発展した高臨場感メディアの究極の姿が超臨場感メディアであると位置づけた研究開発も推進されている。

#### 超臨場感コミュニケーションフォーラム

臨場感を高めるさまざまな技術が実用化されている。4K デジタルシネマやスーパーハイビジョンなどの高精細映像、特殊なメガネをかけなくても立体的にみえる 3 次元映像、多チャンネルサラウンドによる高臨場感音場再生などである。また、映像、音響、触覚などの五感提示と脳との関係の研究も盛んに行われている。

本フォーラムでは、映像、音響、触覚などの五感情報を伝達することで、遠い場所においてもあたかもその場所にいるような感覚を提示する超臨場感コミュニケーション技術に関する研究開発を推進するために、研究者、事業者、利用者が広く参集し、相互の情報交換や異分野間交流を推進するとともに、産官学連携による研究開発・実証実験・標準化等の効率的な推進をはかることを目的として、設立された。

超臨場感コミュニケーション技術は、「超高精細・立体映像」、「高臨場感音場再生」、「触覚・嗅覚をふくめた五感通信」などの要素技術からなり、それらの研究開発においては、設備やシステムが大規模になるとともに、撮像・入力、ディスプレイ・再生、光学機

器、画像・音声処理、伝送・通信、コンテンツ制作、ヒューマンインタフェース、心理評価・認知メカニズムなど多くの異分野の協調が不可欠である。

超臨場感コミュニケーション技術は、遠隔医療や遠隔教育などに応用できるため、少子高齢化、安心・安全、環境・エネルギーなど社会的課題の解決や、放送、芸術、ミュージアム、アミューズメントなど、心豊かな生活を享受できる社会の実現に向けて貢献することが期待されている。

超臨場感コミュニケーション実現に向けた主な技術課題を以下に列挙する。

#### 映像技術、視覚メカニズム

- ・ 臨場感と映像：広視野・包囲感、立体感、動き感などの心理的・生理的認知メカニズムの解明、および映像システムへの要件の確立
- ・ 超高精細大画面映像技術：撮像、表示、圧縮・伝送、記録
- ・ 立体映像技術
- ・ 没入型空間構築技術

#### 音響技術、聴覚メカニズム

- ・ 音場と臨場感：音の包囲感、立体感、方向感、動き感などの心理的・生理的認知メカニズムの解明、および高臨場感音場再生システムへの要件の確立
- ・ 音場再生技術

#### 多感覚情報伝達、感性

- ・ 香り取得提示技術
- ・ 味覚取得提示技術
- ・ 触覚など体性感覚技術
- ・ 多感覚統合化技術
- ・ 感性：臨場感の感性的要因の解明、感性の定量的測定と臨場感システムの間への影響評価、記憶・経験と臨場感

URCF の推進役である、独立行政法人情報通信研究機構（NiCT）ユニバーサルメディア研究センターにおける研究の、超臨場感関連技術の俯瞰図における位置づけを図 3.3-4 に示す。

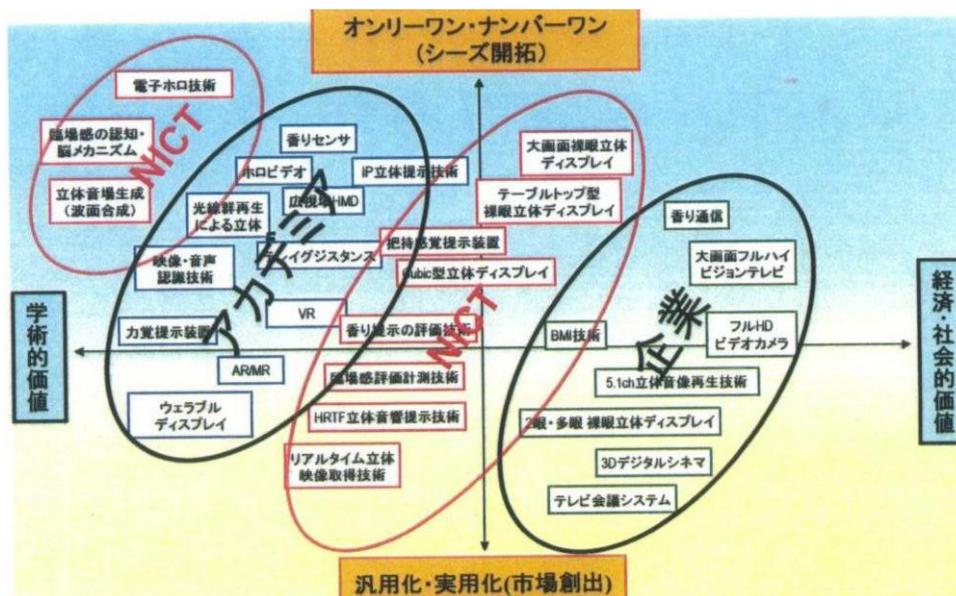


図 3.3-4 超臨場感関連技術の俯瞰図と NICT 自主研究の位置づけ  
 (出典：NiCT(独立行政法人 情報通信研究機構)HP「NiCTにおける自主研究ユニバーサルメディアの研究」)

### 超臨場感メディア

映画、テレビなどの映像メディアは各々の分野で進化をとげ発展してきた。映画の分野では白黒からカラーへと進展し 35mmフィルムが世界標準となっているが、さらに 70mm フィルムを用いたアイマックス方式が超高精細・大画面映像の超臨場感メディアとしての役割を發揮している。

放送の分野でも高精細なハイビジョンテレビが広く普及し、次世代の放送メディアを目指した超高精細なスーパーハイビジョンの開発・展示へと進展している。

立体映像に関しても、偏光メガネやシャッターメガネなどを使用する立体方式の実用化から、メガネを用いない各種の裸眼立体方式の開発が試みられている。

バーチャルリアリティ (VR) の分野でも、複合現実感 (MR) や補強現実感 (AR) などの臨場感を高めたシステム、さらにインタラクティブな手法を取り入れたシステムの研究・開発が進展中である。

このような視覚や聴覚のみに訴えるだけでなく、触覚、嗅覚などの五感に訴えるメディアの研究・開発も、脳の感覚受容野の計測技術の進展と併行して、いろいろと試みられている。

ネットワーク社会の益々の進展に対応して、時空間を越えてコミュニケーションがはかれることが可能となって来ている。これまで映像メディアは各分野ごとに発展して来たが、今後はメディア間の変換、活用が容易となり、相互に密接な連携を保ちながら進展していくと予想される。個別の映像メディアを超越・統合した発展形態として、ユビキタス社会実現のための超臨場感メディアの出現が期待されている。

### 3.3.3 次世代放送を目指すスーパーハイビジョンシステム

次世代テレビ放送を目指して、4K デジタルシネマの 4 倍、ハイビジョンの 16 倍の画素を有するスーパーハイビジョンシステムの研究・開発が、NHK 技研で着々と進められている。2000 年に研究開始し、2003 年愛知万博での公開を皮切りに、最近の NAB (米国) や IBC (欧州) でも公開され、将来の放送・映像システムとして注目されている。実用機第 1 号は九州国立博物館 (太宰府) に導入され、その超高精細映像の素晴らしさが入場者に大きな感動を与えている。

#### (1) スーパーハイビジョンシステムの開発の現状

スーパーハイビジョンシステムは臨場感あふれる広視野・大画面や、グラフィック印刷並のきめの細かさを実現するメディアとして期待されている。

スーパーハイビジョンシステムは、走査線数 4320 本、7680 画素 / 本の映像フォーマット、毎秒 60 フレーム順次走査の超高精細映像と 22.2 チャンネル音響で構成されている。これはハイビジョンの 16 倍の解像度を持っている。

スーパーハイビジョンカメラは 800 万画素 CCD 撮像素子 4 板 (R,G<sub>1</sub>,G<sub>2</sub>,B : G<sub>1</sub>,G<sub>2</sub> は斜め画素ずらし) からなる 4 板式カラー方式である。ディスプレイは 800 万 LCD 表示素子 (R,G<sub>1</sub>,G<sub>2</sub>, B : G<sub>1</sub>,G<sub>2</sub> は斜め画素ずらし) からなる前面投写型プロジェクタ (約 5000 ルーメン) 2 台から構成されている。

スーパーハイビジョンカメラの高画質化を図るため、3 板式カメラ用の 3300 万画素動画面撮像素子 (CMOS) を開発するとともに、既開発の 4 板式カメラ用の 800 万画素動画面撮像素子 (CMOS) の開発も行われている。

機器間の伝送には HD-SDI 方式を採用し、HD-SDI16 本並列で総データレートが 24Gbps にもなる。非圧縮のスーパーハイビジョン映像の膨大なデータは、HDTV 用非圧縮 HDD レコーダーを多数台並列動作させ記録している。さらに映像データのバックアップと長期保存のためデータ記録用テープが使われるが、今後大容量のホログラムの利用が期待される。

将来のスーパーハイビジョン放送に向けて、AVC / H264 符号化方式を用いたハイビジョン用エンコーダを 16 台並列運転する高圧縮符号化の研究も進められており、スーパーハイビジョン映像を原信号の約 200 分の 1 に相当する 128Mbps に圧縮する符号化技術を開発している。またスーパーハイビジョンの素材伝送用映像符号化技術として、BBC と共同研究中の Dirac 方式の開発も進められている。

AVC / 264 符号化方式で符号化されたスーパーハイビジョン信号を 32APSK 変調を採用した変調器および復調器に接続し、疑似衛星中継器経由で伝送する高度 BS デジタル放送 (21GHz 帯衛星放送システム) の伝送実験も行われている。

スーパーハイビジョンの国際標準化については、2006 年に拡張 LSDI (Large Screen Digital Imagery) 映像フォーマット規格が ITU-R で勧告化 (BT.1769) された。2007 年には SMPTE (米国映画テレビ技術者協会) において、スーパーハイビジョンの映像フォーマットに関し基本的なパラメータを規定した規格 (SMPTE 2036-1) が承認されている。

## (2) スーパーハイビジョンの展示、実用化例

### スーパーハイビジョンの展示

スーパーハイビジョンの展示では、光ファイバー長距離伝送路を利用して国内外の遠距離地点からの伝送実験を実施するとともに、国内外における数多くの展示を行い、将来の放送・映像システムとしてのスーパーハイビジョンの素晴らしさを幅広く PR してきた。

ここでは 2008 年 9 月にアムステルダムで開催された欧州最大の放送機器・電子メディアの展示・コンファレンス「IBC2008」におけるスーパーハイビジョンシアターとスーパーハイビジョン伝送実験の展示について述べる。今回の展示の大きな目玉はスーパーハイビジョンの国際間の伝送実験で、2007 年に NHK 技研はイギリス BBC、イタリア RAI、ドイツ IRT の欧州公共放送機関の技術研究所と連携協定を結び、その共同研究の成果を今回の IBC2008 に展示した。主な実験展示技術は IP 伝送、衛星放送、NHK シアター（スーパーハイビジョンシアター）、Dirac 映像符号化方式である。

#### IP 伝送（イギリス～オランダ）

イギリス・ロンドン市庁舎（City Hall）屋上にスーパーハイビジョンカメラを設置して、アムステルダム展示会場（NHK シアター）と光ファイバー回線を使用して生中継で、ロンドンのリポーターとシアターの司会者との掛け合いを実施した。スーパーハイビジョン映像は MPEG-2 エンコーダで約 640Mbps に圧縮し、22.2ch の音響は非圧縮で MPEG-2 TS（トランスポート・ストリーム）に多重して伝送した。この様子をシアターで上映するとともに、62 インチ 4K 液晶ディスプレイで常時上映した。

#### 衛星放送（イタリア～オランダ）

イタリア・トリノからスーパーハイビジョン映像を衛星伝送して NHK シアターで上映した。映像と音声は H264 エンコーダで約 140Mbps に圧縮して TS サーバに記録したものを、トリノで再生してユーテルサット（欧州通信衛星機構）の通信衛星を通して伝送した。アムステルダムの IBC 展示会場のアンテナで受信して、この様子をシアターで上映するとともに 56 インチ 4K 液晶ディスプレイ 4 台で構成したスーパーハイビジョン大型ディスプレイで常時上映した。

#### NHK シアター

2 台構成のプロジェクタ、275 インチスクリーン、22.2 マルチチャンネル音響システム、客席数 50 の NHK シアターでは IP 伝送、衛星伝送の番組と非圧縮のスーパーハイビジョン番組を上映した。また、標準テレビ（SDTV）、ハイビジョン、4K、スーパーハイビジョンの画素数比較を静止画で紹介した。

#### Dirac 映像符号化方式

Dirac は BBC 技術研究所が開発している映像符号化方式で、NHK はスーパーハイビジョン映像の新たな符号化方式として BBC と共同で研究を進めている。今回は Dirac で圧縮したスーパーハイビジョン映像を、56 インチの 4K 液晶ディスプレイで常時上映した。

初日のプレスショーでは NHK シアターへ報道関係者が殺到し、来場した多くの VIP からは感嘆と賞賛の言葉をいただいた。

また BBC ニュース、BBC ワールド TV などでもスーパーハイビジョン展示の様子が放映

され、広く世界に、さらに一般の人々にもスーパーハイビジョンの存在が伝わったと思われる。

#### スーパーハイビジョン実用化例

スーパーハイビジョンは半年間におよぶ 2003 年の愛知万博での公開を通して、多くの人々にその存在が認知されたが、この経験を活かして、実用機第 1 号となる九州国立博物館内のスーパーハイビジョンシアター「Theater 4000」に 2005 年に導入された。シアターでは宝物や国宝級の工芸品などを高精細映像で紹介している。上映作品は静止画像を中心に構成された 2 本の番組「海の正倉院・沖ノ島」「世界をとらえた日本のわざと美」である。「Theater 4000」の主な仕様は、スクリーンサイズ 350 インチ、座席数 38 席、視距離 0.75H ~ 1.75H、音響 5.1 サラウンドである。

スーパーハイビジョン導入のメリットは以下の通りである。

- ・所蔵品をより忠実に再現した高精細映像を迫力ある大画面で堪能できる。
- ・展示品の質感や照明時の鮮明な色あい、ケース越しでは見られない細部を鑑賞できる。
- ・膨大で貴重な所蔵フィルムをアーカイブ化し、調査研究へ活用する。
- ・全国の博物館が所有する“知の財産”をより多くの人々が享受できる。

本シアターでの上映作品の制作にあたっては、超高精細静止画番組制作フローを新たに確立し活用した。また、常設システムの長期間の安定運用と画質維持のために、番組運用システムと画質管理システムを導入した。

来場者からは映像の美しさで大画面による臨場感に対し高い評価を受けている。

#### (3) 究極の高臨場感システムの実現を目指して

スーパーハイビジョンをはじめとする超高精細映像・高臨場感音響や立体映像は、新たな感動を呼ぶメディアである。こうした未来の放送を実現するために、「超」の技術から、究極の映像・音響再現、さらに人間科学の領域まで幅広い研究・開発が行われている。究極の高臨場感の放送を実現するための具体項目は下記のとおりである。」

カメラの高解像度化・高画質化技術：3300 万画素フルスペックカメラ

ディスプレイの高解像度化・高画質化技術：100 インチスーパーハイビジョン PDP の実現、PDP の微細化技術・省電力化技術

3300 万画素広ダイナミックレンジプロジェクタ：約 110 万対 1

高臨場感音響收音・再生技術：薄型スピーカ、超広帯域マイクロフォン

高密度記録技術：小型、高速、大容量磁気ディスク

高圧縮符号化技術：MPEG4 AVC/H264 リアルタイム符号化、約 200 分の 1 に圧縮符号化し 128Mbps

インテグラル立体テレビ：メガネ不要で、自然で見やすい立体映像

伝送技術：21GHz 帯衛星放送、有線による伝送

高臨場感に向けた心理的評価：臨場感と感動を結びつける要因を探るを評価方法

#### 3.3.4 まとめ

映像システムの高品質化を目指した研究開発は急ピッチで進められている。高精細デ

デジタルシネマ（4K）はすでに実用化がはかられ、従来のシネマの制作・配給方法をも一変する勢いである。国内の超臨場感コミュニケーションフォーラムは、産官学が連携してわが国の叡智を結集して世界に先駆けて、新しいスーパーコミュニケーション技術の研究開発を目指す壮大な構想である。この成果は産業のみならず、情報、科学、芸術、文化、医療、教育、環境など幅広い分野への活用が期待されている。

放送界でも将来の高臨場感放送システムの中核となるスーパーハイビジョンの研究開発が進展中で、国際的な連携をはかって周辺技術の開発を促進している。これと同時に、コンテンツ制作、展示、実用化等にも力を注いでいる。高臨場感放送システムを実現する要素技術の研究開発のロードマップをしっかりとフォローし、着実にマイルストーンを達成して、将来の夢の実現に取り組んでいきたい。

（委員 河合 輝男）

## 3.4 超高精細リアルタイム CG の生成

### 3.4.1 はじめに

昨今、4000 画素級の水平解像度を備えた超高精細プロジェクタや液晶ディスプレイが容易に入手できるようになり、展示施設や商業施設などでの超高精細映像の利用も拡大していくものと期待される。

超高精細映像の普及に向けての課題の一つは、動画映像ソースの確保であるが、比較的容易に超高精細の動画映像コンテンツを制作できる手段としてコンピュータグラフィックス(CG)が活用できる。個々のモデルやテクスチャなど素材の作りこみを詳細化することで、撮像系や収録装置の性能に制約されることなく、コンピュータ上でのレンダリング処理によって高精細な動画映像を生成することができる。

本節では、コンピュータ上の CG モデルから投影時に実時間で動画映像を生成することを特徴とするリアルタイム CG 技術をベースに構築した、高精細バーチャルリアリティ(VR)システムと、その関連技術について述べる。

### 3.4.2 映像表示システム

#### 3.4.2.1 表示解像度

図 3.4-1 にコンピュータディスプレイとテレビの代表的な解像度を示す。

本節で主に取り上げるのは水平解像度 4000 画素級の映像（以降、4K 映像、4K ディスプレイなどと記す）であり、一般に利用されているコンピュータやテレビ画面の 4 倍以上の画素数となる。

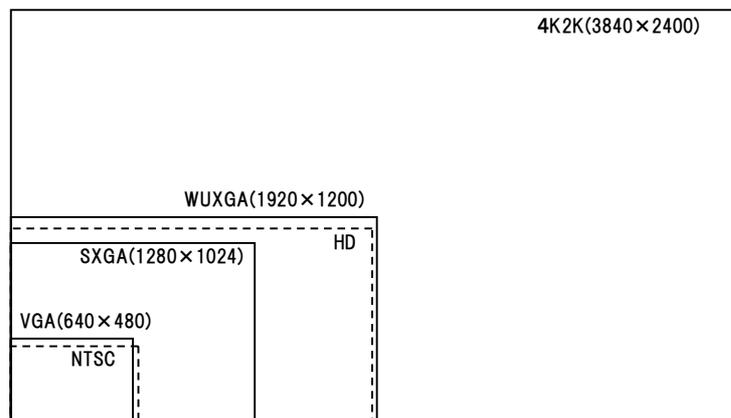


図 3.4 - 1 表示解像度

#### 3.4.2.2 マルチプロジェクタ

図 3.4-2 は、旧来型の SXGA 解像度(1280×1024 画素)のプロジェクタ 3 台を組み合わせさせたマルチプロジェクタ構成の映像シアターであり、水平約 3000 画素、垂直約 1000 画素の映像を投影することができる。

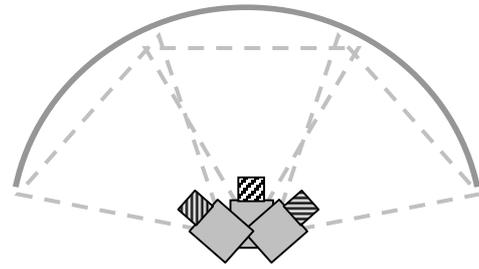


図 3.4 - 2 マルチプロジェクタ

3 台のプロジェクタはそれぞれ、スクリーンの左、中央、右、の各領域を受け持ち、レンダリング負荷を分散するために、プロジェクタと一対一に接続された 3 台のコンピュータによって映像を生成する（図 3.4-3）。

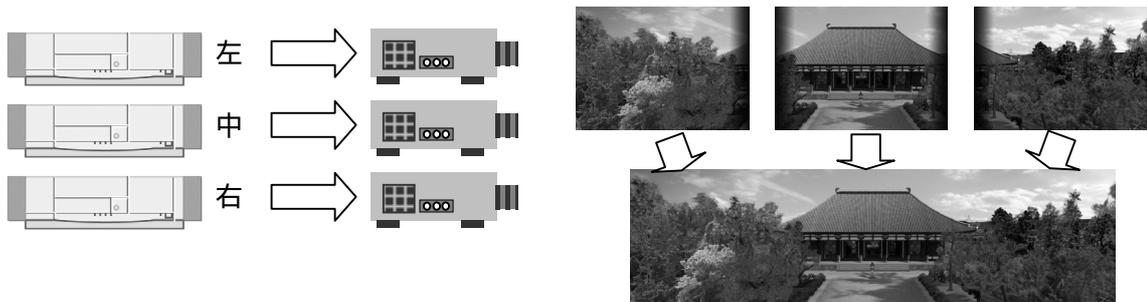


図 3.4 - 3 分割レンダリング

同様に、チャンネル数を増やすことで、視野角や解像度を高めることができ、半球や全天球などの超広視野映像や、4K を超える超高精細投影を実現することもできる[8]。

隣接チャンネルの映像を一部オーバーラップさせ、その部分の輝度を滑らかに変化させることで、分割部分の継ぎ目の見えないシームレスな映像が得られる。

ただし、チャンネル数が増えるほど、プロジェクタの位置ずれ、スクリーンや光学系による歪み、輝度むらなど、設置時や経時変化に伴う調整作業の負荷が大きくなる。そのため、これらの調整作業を自動化するための方式も開発されている[9]。

### 3.4.2.3 高精細プロジェクタ

図 3.4-4 は、1 台で 4K 映像を投影できるプロジェクタ装置である。図 3.4-5 は、このプロジェクタを用い、美術工芸品や建築物などの文化資産を高精細映像を用いて体感的に観賞することを目的に博物館に設置された 4 KVR 映像シアターである。

1 台のプロジェクタで前述の SXGA 3 台構成のマルチプロジェクタシステムの 2 倍を超える総画素数の映像を投影できるだけでなく、マルチプロジェクタシステムに特有の調整作業が不要であるなどの利点がある。

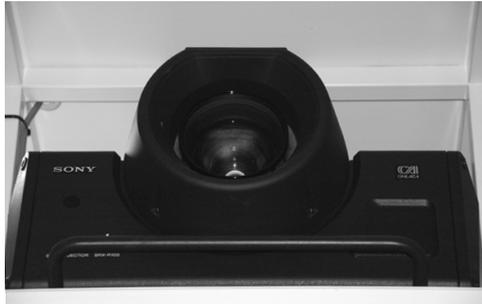


図 3.4 - 4 4K 超高精細プロジェクタ



図 3.4 - 5 4KVR シアター

#### 3.4.2.4 超高精細 LCD

図 3.4-6 は、水平 3840 画素、垂直 2400 画素の 22 インチ LCD である。画素サイズが一般の同サイズの LCD の 1/2 以下の 0.125mm となっており、近距離での利用、たとえば、美術工芸品を実物大で細部まで観察したい場合などに、大きな威力を発揮する。



図 3.4 - 6 4K 超高精細 LCD

#### 3.4.2.5 映像信号

マルチプロジェクタ構成では、各プロジェクタそれぞれに対して、その投影領域に対応した複数の異なる映像信号を生成してプロジェクタに与える必要がある。

前述の超高精細プロジェクタと超高精細 LCD の場合にも、映像信号の帯域の制約から、フレームレートを維持するために入力を複数チャンネルに分割して与える方式が一般的である。

図 3.4-7 に、VESA(Video Electronics Standards Association) が規定する CVT (Coordinated Video Timing) に準拠した場合の、表示解像度とドットクロック周波数との関係を示す。フレームレートは 60fps として算出した。

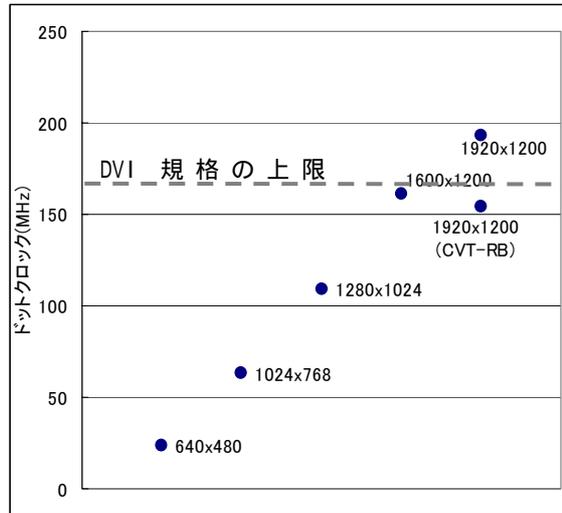


図3.4-7 表示解像度とドットクロック周波数 (VESA CVT 準拠60fps)

コンピュータディスプレイのインターフェースとして広く用いられている DVI は、ドットクロックの上限が 165MHz であるため、CVT 準拠ではシングルリンクで UXGA(1600x1200) までの伝送が可能で、図 3.4-8 に示すようにブランク期間を減らした CVT-RB(Reduced Blanking) を採用することで WUXGA の伝送も可能となる。

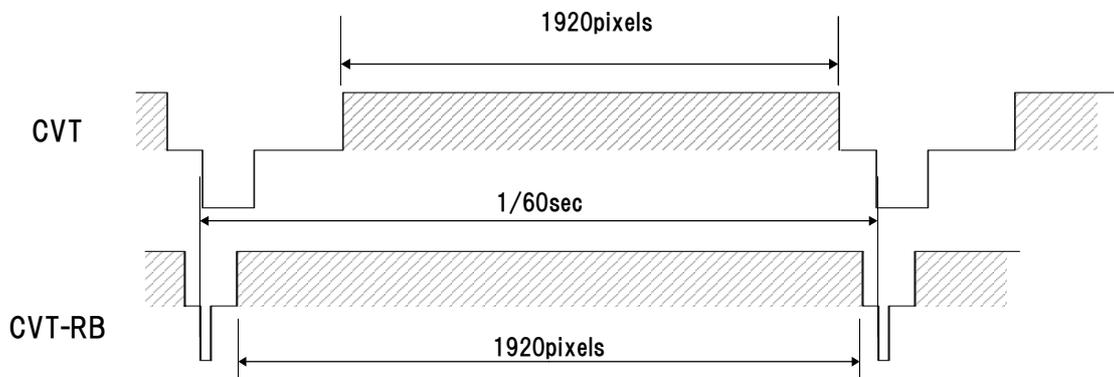


図3.4-8 水平表示タイミング

しかしながら、WUXGA の 4 倍の画素数からなる 4K 映像では、DVI シングルリンク 4 本分の伝送量となるため、前項で挙げたプロジェクタと LCD では、表示領域を複数に分割し、それぞれに独立した映像信号入力を設けることで、高フレームレートの 4K 映像の表示を可能にしている。

その結果、前述のマルチプロジェクタと同様の入力構成となるため、図 3.4-9 に示すように 4 台の PC を表示装置の 4 チャンネルの映像入力それぞれに接続することで、負荷分散を兼ねた分割レンダリングを行うことができる。

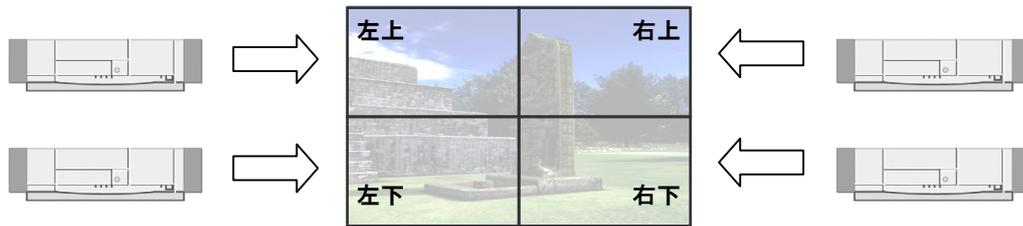


図3.4-9 4分割レンダリング

### 3.4.3 映像生成

#### 3.4.3.1 バーチャルリアリティ（VR）の原理

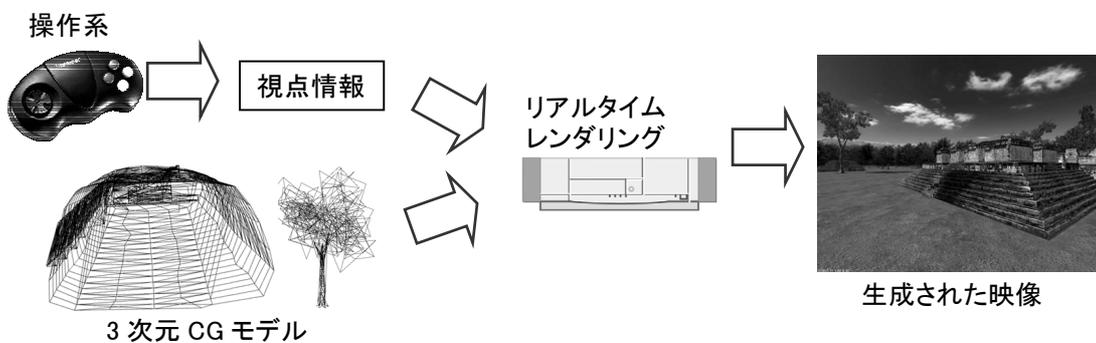


図3.4-10 バーチャルリアリティ（VR）の原理

予め記録された動画映像を再生するのではなく、図 3.4-10 に示すように、視点位置や対象物の動きなどに基づいて、CG モデルから映像を実時間で生成する。利用者はコントローラを操作して自分の意思でシーン内を移動したり、物を動かしたりなど、実体験を模した操作で映像に対話的に接することができ、あたかもその映像シーンの中に居るかのような体感的な映像観賞が実現される。

#### 3.4.3.2 グラフィックカード

良好な操作性とリアルな仮想体験を提供するためには、フレームレートの維持が重要であるが、リアルタイムレンダリングでは、レンダリング処理時間が直接に映像のフレームレートに影響する。また、精細度や映像効果などの表現の品質とレンダリング処理速度はトレードオフの関係にあるため、高性能な GPU（Graphic Processing Unit）が必須である。更に、アルゴリズムの最適化や分散処理など、処理速度の向上のための様々な工夫も重要である。

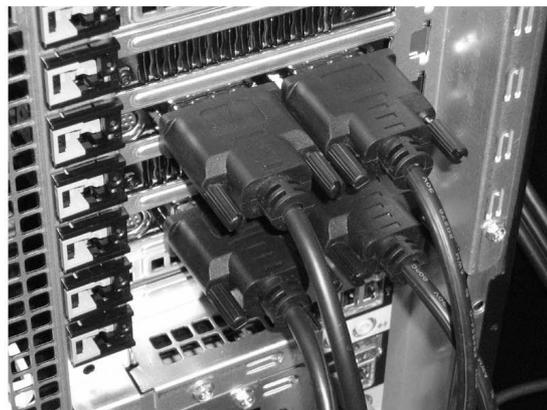
#### 3.4.3.3 超高精細映像の生成

##### (1) 小規模な実装

昨今のグラフィックカードには、DVI 出力を 2 系統備えたものが多い。デュアルリン

ク DVI を 2 系統用いることができれば、1 枚のグラフィックカードで 4K 映像の投影が可能ははずであるが、デュアルリンクに対応していない機器も多い。

4 チャンネルのシングルリンク DVI 出力を得る手軽な手段として、**図 3.4-11** に示すように、グラフィックカード用スロットを 2 個備えた PC に、出力を 2 系統備えたグラフィックカードを 2 枚実装する方法がある。



**図 3.4 - 11** 1 台の PC での 4 チャンネル出力

OS とドライバの組み合わせによっては、**図 3.4-9** に示したように複数に分割された画面を、アプリケーションプログラムからは、1 つのデスクトップとして認識させることも可能である。

ハイエンド用途向けには、外部筐体に複数のグラフィックカードを実装し、PC 本体のバスに接続するタイプの拡張ユニットも市販されている。



**図3.4 - 12** PCクラスタ

## (2) PC クラスタ

前項の構成では、CPU 側の負荷が増大する、各 GPU が 2 チャンネル分の描画を行う、など、パフォーマンスを低下させる要因があるが、複数の PC でレンダリング処理を分散して実行することで、パフォーマンスの向上が期待される。**図 3.4-12** は、**図 3.4-9** に示した構成の PC クラスタである。レンダリング用の他、制御用に専用の PC を接続している。

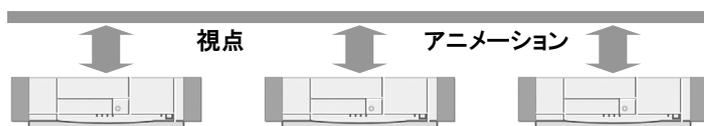
### 3.4.3.4 同期制御

リアルタイム CG の分割レンダリングでは、映像チャンネル間に時間差が生じると、映像のズレや表示装置の誤動作などのトラブルが生じるため、チャンネル間の同期が必要である。

#### (1) シーンの同期

カメラの座標やアニメーションなど、時間とともに変化するシーン情報を PC 間で共有することで、各 PC が生成する映像を時間的に整合のとれたものとする (**図 3.4-13**)。

フレーム毎のレンダリング処理の開始に先立って情報が共有できればよく、ミリ秒レベルの遅延は許容できるため、LAN などの比較的低速のインタフェースが利用できる。



**図3.4 - 13** シーンの同期

## (2) 映像信号の同期

グラフィックカードから出力される映像信号は、それぞれの内部クロックに基づいて生成されるため、映像フレームの開始（垂直同期）のタイミングが異なったものとなる（図 3.4-14）。

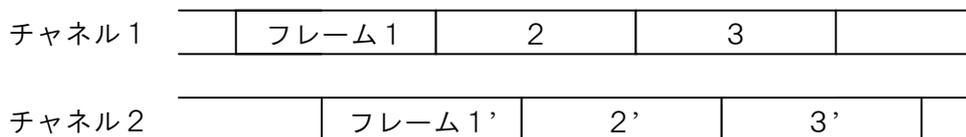


図 3.4 - 14 映像信号のタイミング

タイミングのずれた映像信号を表示装置に与えると、画像のずれや、表示動作の乱れなどを生じることとなるため、チャンネル間でタイミングを合わせる必要がある。アプリケーションレベルでの制御は困難であるが、ハイエンドグラフィックカードの一部には、放送用機材などと同様の外部同期（Genlock）機能を備えたものがある。

### 3.4.4 普及型コンポーネントを用いた超高精細映像生成システム

#### (1) 課題

前項で挙げた外部同期機能を備えたハイエンドグラフィックカードは、高価であり品種も少ないため、システム構成の自由度が制約される。

また、レンダリング性能の限界に近い処理を行っている場合、負荷の変動などによるコマ落ちが生じる場合がある。分割レンダリングでは、一部の PC でコマ落ちが生じた場合、動きがガタつくだけでなく、他の PC の映像との間のずれが生じるために非常に目立つが、前述の仕組みだけではこのような現象の解消は困難である。

#### (2) 映像同期装置

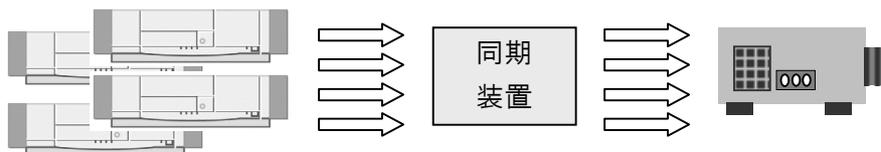


図 3.4 - 15 映像同期装置

図 3.4-15 に示すように、映像のバッファリングと同期を行う外部装置を設け、レンダリング処理を連携させることによって、前述の課題に対処することができる。

図 3.4-16 は実装された同期装置である。1 モジュールあたり 2 チャンネルの入出力を備え、並列化することでチャンネル数を拡張する。2 モジュールから構成した本例では、4 チャンネルまでの同期を取ることができる。



図 3.4 - 16 映像同期装置

基本的動作を、図 3.4-17 に示す。映像同期装置では、受信した信号を映像フレーム単位で一旦バッファに蓄積し、全てのチャンネルについて、同一時刻の映像フレームが揃っている場合のみ、同一のタイミングでそれらの画像を表示デバイスに出力する。

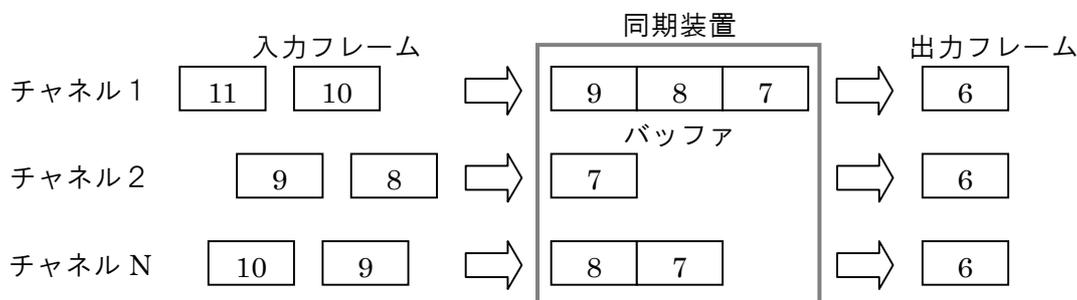


図 3.4 - 17 映像同期装置の動作

この手順により、フレームの出力タイミングが揃うだけで無く、特定チャンネルでコマ落ちが生じた場合には、他のチャンネルにおいても当該フレームの送信は行われなため、チャンネル間で異なるフレームが表示されることは無い。

入力側は、各入力信号のタイミングに同期させ、出力側には同一のクロック源から生成した共通の同期信号を用いている。

チャンネル間の入力信号のタイミングのズレや、グラフィックカードの個体差による周波数のズレも吸収できるため、外部同期機能などを備えない廉価なグラフィックカードを採用することができ、システム構成の自由度が大きく向上する。

### 3.4.5 まとめ

4K プロジェクタに代表される超高精細映像表示機器の性能を発揮させることのできる映像コンテンツとして、リアルタイム CG 技術を用いた高精細バーチャルリアリティコンテンツを活用できる。特に、廉価な市販 PC をベースに、高品質な映像生成が可能なシステムを構築できるため、展示施設や商業施設など様々な場面で、超高精細映像の特性を活かした VR コンテンツの利用が拡大するものと期待される。

(委員 小黒 久史)

## 3.5 映像撮影機器の特徴技術の実際例

### 3.5.1 はじめに

映像撮影装置として現在市場に普及しているのは、静止画を撮影するデジタルカメラと、動画を撮影するビデオカメラ（ムービー）である。デジタルカメラの歴史は比較的新しく、1980年代に本格的開発がスタートした。本格的な普及は1990年代になってからであるが、当時の画質は25万画素程度の画素数で粗く、従来のフィルム式カメラの方が高画質であった。1990年代後半からいわゆる「メガピクセル」と呼ばれる100万画素を超えるデジタルカメラが発売され、画質もフィルム式カメラを越えるものになった。その後、画素数は飛躍的に増加し、現在では1000万画素を超えるものが主流になっている。

一方、ビデオカメラの歴史はデジタルカメラより古く、1970年代から本格的開発が開始され、1980年代に多くのビデオカメラが市場に投入された。そのころの撮影記録方式はアナログ映像であり、記録メディアはVHSや8mmなどのビデオテープが主流であった。その後、1990年代にデジタルビデオカメラが登場し、記録メディアもDVテープからDVDやHDDなどに大容量化した。それに従い画質もSD映像からハイビジョン映像へ高画質化し、現在では次世代高画質映像方式である4K解像度へ高画質化が進展している。

本節では、これらのデジタルカメラやビデオカメラに代表される映像撮影機器の基本構成を説明した後、超高品質AV情報を得るために必要な特性について、現在発表されているスペックを基に記載する。最後に今後期待される新しい撮影技術を説明する。

### 3.5.2 映像撮影装置の構成

デジタルカメラやビデオカメラなどの映像撮影装置の基本構成は図3.5-1に示すように、撮像レンズ、イメージセンサ（撮像デバイス）、画像処理部に大別される。以下に、各構成要素の概要と、最近注目されている技術について説明する。

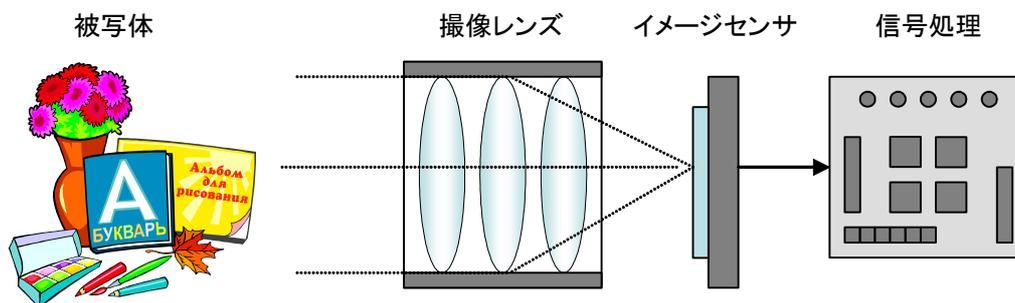


図 3.5 - 1 映像撮影装置の基本構成

#### 3.5.2.1 撮像レンズ

撮像レンズとは、撮影する被写体の像を撮像デバイス上に結像するためのレンズ光学系である。レンズ光学系の基本性能を現す特性としてはレンズ収差がある。レンズ収差とは、理想的な結像と光学系を通った実際の結像とのズレを示すものであり、点は点として、

直線は直線として、平面は平面として結像できるかを示すものである。代表的な収差には、光軸上において結像する位置が色の波長によって異なる色収差、レンズ周辺部を通る光が中心部の結像位置よりも近い位置で結像するために生じる球面収差、入射光の角度差から生じるコマ収差、同心円方向と放射線方向の焦点が一点に集まらないために生じる非点収差、光の傾きによって像倍率が変わるために発生する歪曲収差、像面が湾曲状に結像してしまう像面湾曲などがある。撮像レンズはこれらのレンズ収差を除去するために、数枚の非球面レンズから構成されたものが多い。但し、多くの枚数のレンズを用いることは、レンズ収差特性は改善する一方で、サイズやコストを増大させてしまうため、撮影用途に応じたバランスが取れたレンズ設計が求められている。

更に、撮像レンズには基本特性のレンズ収差性能に加えて、ピント調整機能（オートフォーカス機能）やズーム機能などの性能も求められるため、新規レンズ材料や光学デバイスの研究開発、新しいレンズ設計方法／製造技術の進展が必要不可欠である。

例えば、新しい光学デバイスとして注目を集めているものに、電圧変化による可変焦点機能を持つ液体レンズが注目を集めている[10]。液体レンズとは図 3.5-2 に示すように水、および油の液滴レンズからなるダブレットであり、液滴は表面張力により球面状となりレンズ効果を持つ。更に電圧印加によってレンズの焦点距離を変えることができるため、オートフォーカス焦点やズーム機能をメカニカルな部品なしで実現するデバイスとして大きな期待が寄せられている。

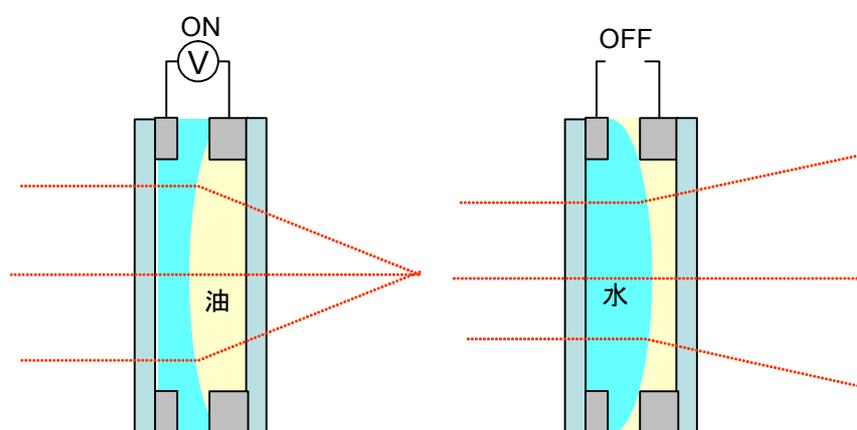


図 3.5 - 2 液体レンズの動作原理

### 3.5.2.2 イメージセンサ（撮像デバイス）

イメージセンサは撮像レンズで結像した光情報を電気信号に変換するデバイスであり、映像撮影装置の心臓部といえる。画素と呼ばれるフォトダイオードの集合体で構成され、フォトダイオードの光電効果を利用して光情報を電荷として検出し、その電荷を電気信号に変換する。映像撮影装置の高画素化はこのイメージセンサの画素数向上とともに進化している。

現在のイメージセンサは CCD あるいは CMOS が一般的である。CCD は Charge Coupled Device の略称で、各画素で発生した電荷をリレー転送機能で増幅器に運び、増幅器で電気信号として検出するものである。この方式では、各画素の光照射や電化転送の

タイミングを揃えることができるため、同期がとれた高速な撮影動作が可能となる。CMOSは Complementary Metal Oxide Semiconductor の略称であり、各画素が蓄積した電荷を各画素に用意した増幅器で信号として読み出す。この動作は同時に行えないため、高速な撮影には不向きと言われている。更に各画素に用意された増幅器のバラツキによって発生する固定ノイズや、光を完全に遮断した状態でも熱により発生する電荷暗電流ノイズの影響を受けやすいため CCD よりもノイズに弱いという欠点も指摘されている。しかし、CMOS は撮像デバイスの他に通常の LSI と同じ製造プロセスが適用可能なため、CCD と比較して開発スピードが速く、現在では高速撮影やノイズの課題も改善されつつある。

イメージセンサ単体では光強度しか認識できないため、色を検出するには光を三原色（RGB）に色分けして特定の画素が特定の色の強さを検出し、それを合成してカラー画像を生成する必要がある。三原色（RGB）の色分け方法としては、単一のイメージセンサの表面にベイヤー配列やハニカム配列で配置されたカラーフィルタで行い、後段の信号処理で色補間処理演算（デモザイク処理）をしてカラー画像データを作成する単板方式や、分光プリズムで色分けして複数のイメージセンサで検出し合成する 3 板方式がある。単板方式はサイズやコスト的に優位だが、各色の解像度が落ちる、色補間処理演算（デモザイク処理）により色のにじみが発生するなどの欠点がある。

### 3.5.2.3 信号処理部

信号処理部はイメージセンサで得られた電気信号をイメージプロセッサとバッファメモリによりデジタル信号に変換して各種の高画質化の処理を行う。高画質処理の代表的なものとしては、画像の輪郭部の濃度勾配を急峻にして撮影画像をシャープに見せる「輪郭エッジ強調処理」や、撮影環境の照明（特に光源の色温度）に合わせて自然な発色に調整する「ホワイトバランス処理」、撮影装置と表示出力装置との信号特性の相対関係を調節して、より自然に近い表示を行う「ガンマ補正処理」などが有る。現在では、いくつかの高画質化処理方法（撮影モード）を備え、撮影対象や環境に応じてモード選択するものが主流となっている。

近年は高画質化信号処理に加えて、画像認識などの高度な画像処理機能を備え、インテリジェントな撮影ができる装置が開発されている。代表的なものは被写体の顔を検出して笑顔になった時に自動的にシャッターが切れる機能や、撮影する被写体の顔を追尾して自動でピントを併せる機能も搭載されている。

## 3.5.3 超高品質AV情報を得るために必要な特性

超高品質AV情報を得るために重要な撮影装置の特性について説明する。

### 3.5.3.1 解像度

解像度とはきめ細かさや画質の滑らかさを表す尺度であり、解像度が高いほど高精細な映像となる。カメラ解像度は専用の解像度チャートを撮影表示した映像データから測定するものであり、CIPA（カメラ映像機器工業会）では「デジタルカメラの解像度測定方法（DC-003-2003）」にて、「折り返しを除いてどこまで細かいパターンが解像できるか

の限界」と定義されている[11]。しかし、解像度を装置の物理的特性として、イメージセンサの画素数で表現する方が一般的である。以下でも解像度を物理的画素数として説明を行う。

現在の民生用高画質ムービーカメラの解像度はフル HD 解像度と呼ばれる 1920×1080 画素が主流となっている。更に劇場用の 35mm フィルムカメラと同等の解像度といわれているのが HD 解像度の 4 倍の解像度をもつ 4K 解像度であり、近年その 4K デジタルカメラがデジタルシネマ撮影用として業務用カメラが発売されている。米国のベンチャー企業 RED Digital Cinema 社はデジタルシネマ撮影用の 4K カメラ RED ONE を発売し、NAB（全米放送事業者協会）の放送機器展「NAB2008」では 2009 年に 5K 解像度のカメラ「EPIC」を発売すると発表した。国内でも NHK 技術研究所から 4K 解像度を遙かに超える HD 解像度の 16 倍の解像度で撮影可能なスーパーハイビジョンシステムが発売されている。

図 3.5-3 は上記の高画質カメラが実現する解像度を比較する図である。右端の SD 規格が現行の 4 : 3 テレビ放送の標準的解像度、一回り大きい HD 規格が、地上デジタル放送や BS デジタルハイビジョンで受信する解像度である。



図 3.5-3 解像度比較

現在の高精細ムービーカメラの現状をまとめると表 3.5-1 の通りとなる[12-14]。

表 3.5-1 高解像度カメラ

|         | オリンパス            | RED Digital Cinema |                    | Vision Research      | NHK 技術研究所           |
|---------|------------------|--------------------|--------------------|----------------------|---------------------|
| 名称      | 4Kカメラ Octavision | 4K Camera RED ONE  | 5K Camera Epic(発表) | 4K Camera PHANTOM 65 | スーパーハイビジョンカメラ       |
| 解像度     | 3840×2160        | 4520×2540          | 5120×2700          | 4096×2440            | 7680×4320           |
| イメージセンサ | CCD 4板式          | 12.6M CMOS         | 13.8M CMOS         | 12.5M CMOS           | 3840×2160 撮像素子 4枚構成 |

映像が視聴者に与える質感など印象は解像度の増加に伴い向上する。超高品質 A V 情報を得るために、今後も映像の高解像度化は進化すると思われる。

### 3.5.3.2 ダイナミックレンジ

ダイナミックレンジとは識別可能な信号の最小値と最大値の比率であり、通常 dB の単位で表現される。撮影装置におけるダイナミックレンジとは、再現可能な明るさの幅を示すものであり、明暗比が十倍で 20dB、百倍で 40dB、千倍で 60dB となる。このダイナミックレンジが低いとハイライトの明るい部分では「白とび」が、影の部分では「黒つぶれ」と言われる映像劣化が生じてしまう。この性能はイメージセンサの性能に依存し、現在の通常のイメージセンサ（フォトダイオード）ではダイナミックレンジは約 60dB が限界性能といわれている。

しかしながら、様々な照明環境、例えば暗い屋内から明るい屋外へ移動した時や、逆光撮影時にでも「白とび」や「黒つぶれ」なく高精細な映像を撮影するにはダイナミックレンジが 100dB 以上必要といわれている。ダイナミックレンジを拡大する技術として、異なる露光条件や、ガンマ特性、ゲイン特性で複数回撮影して映像信号を合成する技術や、異なる特性（大きさ）のフォトダイオードを同一イメージセンサに搭載して撮影した映像信号を合成する技術が開発されている[15]。それらの技術を活用することで、ダイナミックレンジ 100dB を超えるカメラも実現している。更に、画素内のフォトダイオードの飽和容量を超える強い光があたった場合に、フォトダイオードからあふれる光信号電子を横方向に導き蓄積する容量構造である「横型オーバーフロー蓄積容量構造(LOFIC)」を備えることにより、単一露光で 100dB 近いダイナミックレンジを実現した CMOS イメージセンサも開発されている[16]。

これらダイナミックレンジの拡大技術は主に車載カメラや監視カメラで被写体を正確に認識させるために活用されているが、通常の撮影でも明るさが大きく変化する環境を正確に表現するには広いダイナミックレンジが必要であり、超高品質 A V 情報を得るためにも注目すべき技術といえる。

### 3.5.3.3 フレームレート

フレームレートとは 1 秒当たりで何枚の画像（フレーム）を撮影できるかを示す指標であり、FPS(Frames Per Second)という単位で表す。フレームレートが高いほど、ちらつきなくスムーズに動く動画を再生することができる。人間の視覚の時間分解能は 30Hz 程度であることから、現行テレビ放送などの SD 規格は 30FPS に設定されている。フル HD 映像では更に動作再生性能を高めるため 60FPS に設定されている。しかしながら、高速に移動する被写体の撮影や、パンニングなどのカメラワークがある撮影では更に高速な撮影が求められている。

高速撮影技術に関しては 1000FPS を超えるハイスピードムービーカメラも実現しており、スーパースロー再生による粒子画像速度計測や発光現象解明などのマシンビジョンに活用されている。この高速撮影データを超高品質 A V 情報としていかに活用できるか、今後の大きな研究課題といえる。

#### 3.5.3.4 色域（色空間）

色域（色空間）とは、機器（デバイス）が持っている色再現可能範囲であり、撮影装置の場合は撮影可能な色再現可能範囲が色域とある。色域の代表的な規格としては、地上波アナログカラーテレビ放送用の色域である NTSC や、Windows などの PC ソフトウェアで採用している sRGB 規格（IEC61966-2-1）がある。近年これらに代わる広範囲の色域の規格と注目されているのが、2005 年に国際電気標準会議（IEC）によって策定された「xvYCC」（正式名称 IEC61966-2-4）である[17]。HD テレビ放送で利用されている規格 ITU-R BT.709 との互換性を保ちつつ、人間の目が認識可能な色のほとんどをカバーできるまで色域を広げている。マンセル表色系と呼ばれる高彩度の色票への対応で比較すると、sRGB は約 55% であるのに対し、xvYCC ではほぼ 100% 対応することができる。xvYCC 色空間を採用することにより、従来では表現できなかった「紅／橙／黄／紫」など鮮やかな花の色や、南国の海のエメラルド・グリーンなどが見た通りの色で忠実に再現可能となる。

#### 3.5.4 今後への期待とまとめ

今後への期待として、新しい撮像技術である任意視点映像（多視点映像、自由視点映像）と、超広視野映像を生成するパノラマ撮影について紹介する。

##### 3.5.4.1 任意視点映像（多視点映像、自由視点映像）

任意視点映像は、図 3.5-4 のように被写体を取り囲むように配置した複数の撮影カメラの映像から、被写体の 3 次元形状モデルを生成して、3 次元形状モデルに基づいてあらゆる位置・角度から見た任意視点カメラの映像を生成する技術である。この技術を用いると好きな位置から見た映像を視聴することが可能となる。例えば、ビデオカメラが設置できない相撲の行司からの視点の映像や、サッカースタジアムのサッカー選手からの視点の映像を自身がその人になったかのように楽しむことができる。更に、その中で自由に動き回るような躍動感のある映像（ウォークスルー映像）表現も可能となり、臨場感を飛躍的に高める映像として期待されている[18]。

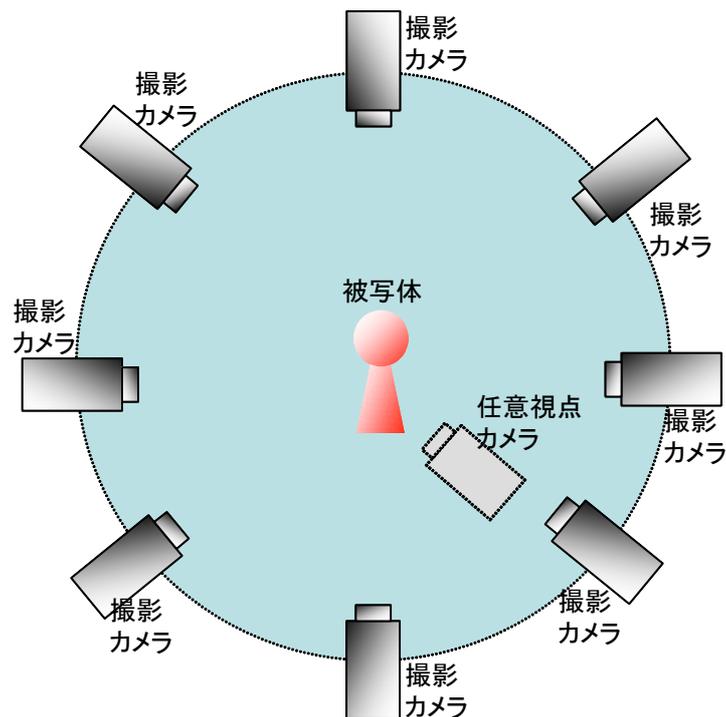


図 3.5 - 4 任意視点映像の撮影

#### 3.5.4.2 パノラマ撮影

複数のカメラ映像をつなぎ合わせて、広視野角で高解像度の映像を生成するパノラマ映像技術の研究開発も進んでいる。例えば、4 台のハイビジョンカメラで撮影したHD映像をつなぎ合わせて QFHD (Quad Full High Definition フルハイビジョン解像度 1920 × 1080 画素の 4 倍の解像度 3840 × 2160 画素) の映像をリアルタイム生成する高解像度ライブ映像生成システムが発表されている。また、カメラ周囲 360 度の全方位を複数のカメラで撮影し合成する全方位カメラの研究開発も活発であり、広い視野角をもたらす迫力ある映像生成技術として期待が大きい。

これらの新しい撮影技術は、映像の臨場感、迫力を高める有効なアプローチであり、大きな期待が寄せられる。今後、これら新しい撮影技術が生み出す超高品質AV情報の可能性について感性評価を行いながら研究開発を進めていく必要がある。

(田中 誠一)

## 3.6 ナチュラルビジョンにおける質感再現

### 3.6.1 はじめに

現在ビデオやデジタルカメラなどのカラー映像システムは広く使われているが、画面上の映像や印刷物と実物の色は一致しない。一般にビデオやデジタルカメラなどの映像機器では、実物の色を忠実に再現するよりも、消費者にとって好ましい色を再現するための「絵作り」が重要視されている。しかし映像システムが工業製品のデザインや電子商取引、遠隔医療などに応用されるとき、実物と異なる色で表示されれば誤った判断を下すかもしれない。カラーマネージメント技術は印刷分野を中心に進んでいるが、これは機器毎の色再現特性の違いを補正する技術で、実物の色を忠実に再現することは難しい。

映像の色は、赤(R)緑(G)青(B)の三原色で構成されている。しかし三原色で忠実な色再現を行うことには限界がある。そこで、RGB 三原色の枠を超え、光のスペクトルに基づいて色情報を取り扱うことにより、実物に忠実な色、質感、光沢感などを再現するシステムがナチュラルビジョン[19][20]である。

### 3.6.2 ナチュラルビジョンとは

従来の RGB に基づくシステムでは、ディスプレイの三原色点を決め、その三原色の加法混色で表示される色を、カメラから映像信号として入力するという方式である。そのためには分光感度に負の値が必要となるが、実際にはそれは不可能であるため、負の部分を見捨てるか、カメラの信号にマトリクスを掛けて近似を行う。しかし負の要素を持つマトリクスを掛けるとノイズが増幅され、画質劣化を招くので、色再現性よりも画質向上を優先させる場合が多い。また、撮影時と観察時の照明の種類が異なる場合、ホワイトバランスを取れば白を合わせることができるが、白以外は実際に観察環境の照明下で実物を見る場合とは異なる色になる。

これに対して、ナチュラルビジョンでは、スペクトルに基づく方式により色再現を行う(図 3.6-1)。照明光やカメラの分光的な特性データを用いて画素毎の分光反射率や分光放射輝度(スペクトル)を求め、観察環境に実物を置いたときに見える色をディスプレイ上で忠実に再現する。3原色のカメラからスペクトルを推定することも可能ではあるが、精度は高くない。そこで、可視光の波長範囲を多バンドに分割して撮影するマルチスペクトルカメラが開発されている。これまでに、スペクトルに基づく色再現を用い、入力に多バンド化することにより格段に精度が向上することが示されている。従来の RGB ディスプレイは3原色の加法混色で色を表示しているが、表示可能な色の範囲(色域、ガンマ)は、図 3.6-2 に示すように人間が知覚できる色域よりはるかに狭い。近年、3原色での広色域ディスプレイの技術も進んでいるが、ディスプレイも多原色化することにより、格段に色域を拡大でき、図 3.6-2 のように物体色の範囲をほぼ 100%カバーできる。

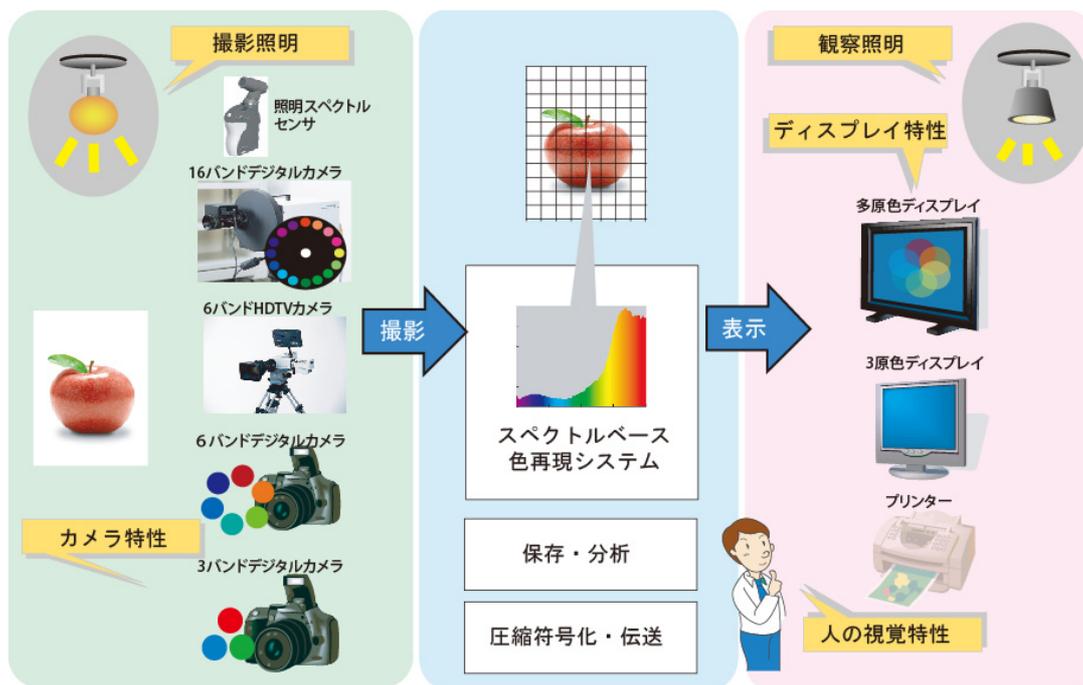


図 3.6 - 1 ナチュラルビジョンにおけるスペクトルに基づく色再現システムの概念図

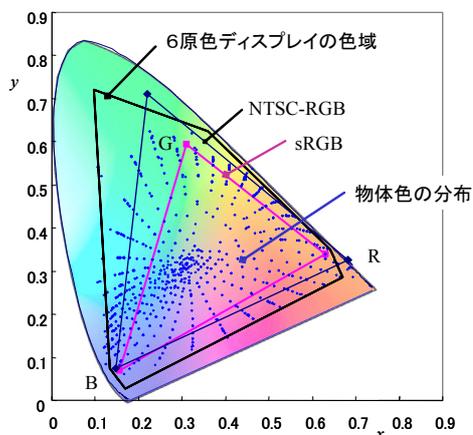


図 3.6 - 2 NTSC RGB (1953) sRGB と 6原色ディスプレイの原色点 (CIE xy 色度図) 実世界に存在する物体色の分布を合わせて示している。

スペクトルに基づく色再現では、画素ごとにスペクトルや色を算出するために撮影機器の分光的特性を用いる。そこで、映像データを保存したり交換したりする際に、その映像データを撮影したときのカメラや照明光源の特性など、これらの色再現に有用な情報をメタデータとして管理する。これまでに、ICC プロファイルを参照した形式と、XML 形式のメタデータフォーマットが提案されている。XML 版メタデータは、例えば JPEG2000 の画像の XML Box などに保存することで、様々な異なる特性を持つ映像機器の間でマルチスペクトル・多原色の映像を交換し、忠実な色再現や、スペクトルを用いた映像処理などが可能になる。

これまでに、6 バンドカメラと 6 原色ディスプレイ、リアルタイム多原色変換装置、MPEG2 並列コーデックなどを用いて、忠実な色の映像をライブで伝送・再現する実験シ

システムが構築され、その有効性が示されている。さらに、より簡便なシステムでスペクトルに基づく色再現を実現するために、空間解像度の高い3バンド画像と、空間解像度は低い波長方向の分解能の高い多点スペクトルデータを組み合わせることで、空間方向と波長方向の解像度がともに高い画像データを合成する方法が開発されている[21]。これは効率的に画像情報を入力する Compressive Imaging と呼ばれる技術の一種といえる。図 3.6-3 は、この方式を用いたときの、多点スペクトルデータの点数と分光反射率の推定誤差を表している。比較的少ない点数のスペクトルデータでも、推定精度が格段に向上している。

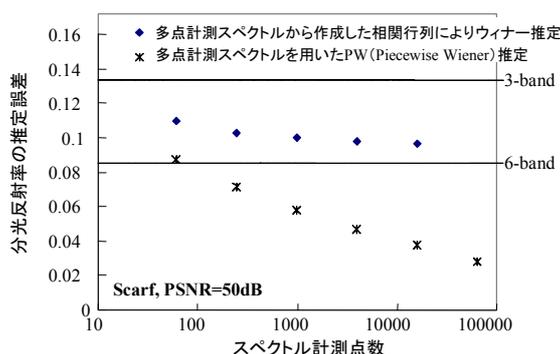


図 3.6 - 3 高解像度 3 バンド画像 (512 × 512 = 約 26 万画素) と多点計測スペクトルを用いた分光画像推定のシミュレーション結果例

水平の点線は多点計測スペクトルを用いない 3 バンド、6 バンド画像からの分光反射率推定誤差を示す。スペクトル点数が数百 (3 バンド画像の 1/1000 程度) で 6 バンド撮影と同等の推定精度が達成されている。

### 3.6.3 ナチュラルビジョン技術の応用

ナチュラルビジョンは、印刷、医療、電子商取引、デジタルアーカイブ、映像制作などへの応用が期待される。

静止画システムへの応用としては、自動車やアパレルなどの電子商取引、美術品や文化遺産のデジタルアーカイブ、美術品の修復のシミュレーション、マルチスペクトル顕微鏡による染色標本の画像解析などが挙げられる。また、マルチスペクトル撮影された静止画像から標準光源下での色を算出し、ICC プロファイルなどを用いたカラーマネージメントシステムにより印刷出力することで、実物に忠実なカラー印刷を実現可能である。医療応用の例としては、皮膚病変部を対象としたマルチスペクトル静止画撮影により、皮膚表面の分光的特徴の視覚化、皮疹の定量化や病態の分類への適用可能性が示されている。

動画システムとしては、前述の 6 バンド HDTV カメラを用いてスタジオ撮影、ロケ撮影などを行い、また多原色 CG によるコンテンツなどを編集して短編ムービーなどを作成し、リアリティの高い映像制作が可能であることが実証されている。動画システムによる皮膚の色再現の実験では、皮膚科医により評価が行われた。三原色のハイビジョン映像では紅斑の赤や黄が少し弱いと判断され、一部の紅斑の見落としもあったのに対して、ナチュラルビジョンではほぼ実際の色の通りに知覚され、見落としも無かった。

忠実な色再現が可能なテレビ会議システムの試作も行われている。遠隔地間で商品や試作品を見ながら会議を行う際に、現在では映像の色は実物と合わないため、色に関しては実物を見ないとわからない、とされている。ナチュラルビジョンテレビ会議システムは、3 バンドカメラまたは多バンドカメラと、照明光のスペクトル計測を行う分光センサを用いて、スペクトルに基づく忠実な色再現を行う。伝送帯域が十分でない場合には動画の画質を十分高くすることは難しいが、静止画でマルチスペクトル撮影した高精細映像を遠隔

地間で共有することも可能である。遠隔医療などでは、動画で全体を把握し、注目部位を高精度な静止画で撮影できることが望ましい。試作されたテレビ会議システムでは、動画、静止画ともに、実物が目の前にあるときに非常に近い色を再現できることが示されている。

### 3.6.4 ナチュラルビジョンによる映像の特徴

最近、バックライトの多波長化や LED 化などによる広色域のテレビが登場しているが、現在のテレビ放送の規格は色域が狭いため、受像機内部で彩度強調して表示している。映像信号の規格も広色域対応の xvYCC などが使われ始めているが、広色域の映像コンテンツはほとんど無いのが現状である。その大きな原因は RGB 3 原色に基づくカメラでは彩度の高い色を正確に取り込むことができない点にある。3 バンドカメラで色再現性を高めるには、得られた色信号に対してマトリクスをかけることが有効である。その有効な一方法として、ウィナー推定の原理に基づき、色再現の忠実性を高めることが可能であるが、その場合でも一定以上彩度の高い色を取り込むことはできない(図 3.6-4)。カメラの分光感度特性を人間の視覚と同じ特性にすれば、全ての色を入力できるのであるが、S/N が低下するため現実には使われていない。このため、現行の広色域映像システムでは、実物の色をそのまま再現するのではなく、機器内部で鮮やかな色を人工的に作り出している場合がほとんどである。よりインパクトのある映像ではあるが、自然さに欠ける。

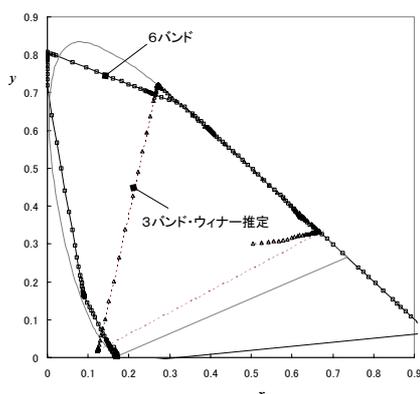


図 3.6-4 3 バンドカメラと 6 バンドカメラを用いた映像入力系のスペクトル軌跡 (色推定処理としてはウィナー推定を用いている) このスペクトル軌跡の外側の色は取り込むことができないので、カメラシステム(カメラと色推定処理の組み合わせ)の色域を表しているといえる。

ナチュラルビジョンにより再現された映像を観察すると、テレビなどで見慣れた映像とはずいぶん異なる印象である。周囲の照明と画面内の色がよく合っている場合、画面の枠内に本当に実物があるように見え、質感や立体感にも優れていると感じる。質感再現性などの評価、検証は今後の課題であるが、医師やデザイナーなど専門家からも「質感が優れている」とのコメントが寄せられている。

なお、ナチュラルビジョン映像における心理要因について、SD ( Semantic Difference ) 法を用いた主観評価実験が行われており、その中では、「忠実感 ( 実物と似ている、自然な、リアルな、など ) 」という要因がナチュラルビジョンを特に特徴づける因子として抽出されている [22]。

### 3.6.5 多原色フラットパネルディスプレイを用いたシステム

2008 年 10 月に開催された展示会 CEATEC JAPAN のデジタルコンテンツビジネスパークにおいて、ナチュラルビジョンのシステムのデモンストレーションが行われた。ここ

では、ナチュラルビジョン撮影された静止画のデジタルアーカイブ応用に関するデモに加え、ナチュラルビジョンにおいて開発された 6 バンドカメラからの映像をリアルタイムに処理し、シャープが開発した 5 原色フラットパネルディスプレイに再現した。マルチスペクトル撮影された動画像をリアルタイムに処理し、多原色のフラットパネルディスプレイに表示するシステムは、世界初の試みであった。図 3.6-5 にデモの様子、図 3.6-6 に展示されたシステムの構成を示す。実物が隣にあるので、直接比較して色再現性を確認することができる。また、6 バンド撮影により製作したショートムービーの 5 原色フラットパネルディスプレイ上での再生も行われた。



図 3.6-5 6 バンド HDTV カメラと 5 原色フラットパネルディスプレイを用いたデモの様子

中央が実物、右側が 5 原色フラットパネルディスプレイ。

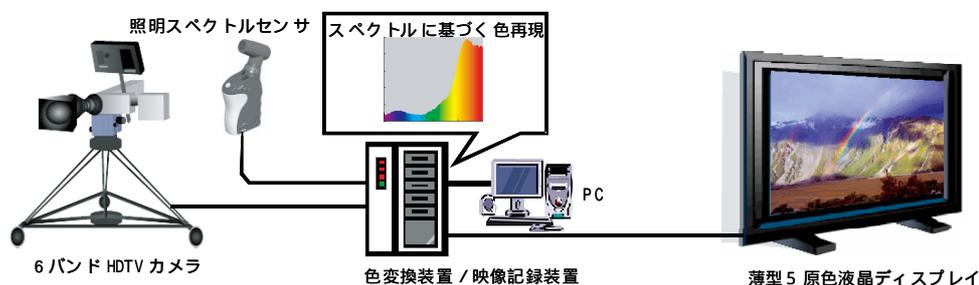


図 3.6-6 6 バンド HDTV カメラと 5 原色フラットパネルディスプレイを用いたシステム構成

ナチュラルビジョンのデモは数多く行われているが、常に従来のシステムとナチュラルビジョンを比較することで、その違いを実感できる。しかし、この展示会では他のシステムとの比較展示に関して強く制限されているため、ナチュラルビジョンの映像と実物のみが展示された。このため、従来のシステムとの違いが一目瞭然とはなっていなかったが、以下のように、来場者の反応に興味深い点があった。

この展示会におけるディスプレイメーカーのブースでは、広色域テレビが主力になっており、インパクトの強い、彩度強調された映像が流れていた。鮮やかな色を「売り」にしており、言い換えれば消費者にとって「好ましい色」として鮮やかで黒の引き締まった絵作りがされているということが出来る。ナチュラルビジョンのデモに対して、このような他のブースでのテレビ、ディスプレイの色と対照的であるという意見が数多く寄せられた。さらに、これらに対する意見ははっきりと二分された。一つは、「忠実な色」はインパク

トが無く、「好ましい色」の絵作りをしなければ売れない、というもの。もう一つは、鮮やかな広色域テレビの色はきつすぎる、ナチュラルビジョンのような「自然な色」の方がほっとする、癒される、むしろこちらのほうが好ましい、というものであった。当初このような反応は、特別な背景を持つ人に限られていると考えていたが、実際にはかなり多くの来訪者が「自然な色」の方が好ましい、とコメントしていた（ただし多数派ではない）。

ナチュラルビジョンの開発が開始されたのは10年以上前のことであるが、その頃は、従来のシステムは「好ましい色」であり、「忠実な色」は必要ではあるが「好ましい色」ではない、という考え方であった。「好ましい色」が進化することで、むしろ「忠実な色」が見直されつつあるということは興味深い。

なお、本稿は（独）情報通信研究機構（NICT）によるナチュラルビジョンの研究開発、同委託研究「マルチスペクトル映像技術の研究開発」による内容を含む。

（委員 山口 雅浩）

## [参考文献]

- [1] 新宿ピカデリーホームページ, <http://www.shinjukupiccadilly.com/>
- [2] 松竹株式会社 プレスリリース,  
<http://www.shochiku.co.jp/company/release/pdf/080717.pdf>
- [3] 守山久子, “ 商空間デザイン最前線 ”, 日経デザイン編
- [4] 放送技術開発協議会, “ E D T V方式検討報告書 ”, 1989.
- [5] 日下秀夫, “ 明暗ステップにおけるマッハ現象の抑圧特性とその効果 ”, テレビジョン学会誌, Vol.36, No.8, 1982
- [6] 磯野春雄、坂田晴夫、日下秀夫, “ 輪郭情報によるコントラストの生起現象 ”, テレビジョン学会技術報告, VVI 24-2, 1977.
- [7] 根津英風, “ プロジェクタの高画質化の取り組み ”, NEC 技報, Vol.60, No.3, 2008.
- [8] 柴野伸之, 澤田一哉, 竹村治雄, “ マルチプロジェクタを用いたスケーラブル大型ドームディスプレイ CyberDome の開発 ”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.9, No.3, pp. 327 - 336, 2004.
- [9] 山崎眞見, 皆川剛, 武田晴夫, 河瀬宏志, “ デジタルプロジェクタアレイシステムの開発 ”, 映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集, p. 73, 1999.
- [10] Varioptic 社 HP, <http://www.varioptic.com/en/index.php>
- [11] CIPA ( カメラ映像機器工業会 ), “ デジタルカメラの解像度測定方法 ( DC-003-2003 ) ”
- [12] Olympus 社 HP, <http://www.olympus.co.jp/jp/crdc/hfds/product/service>
- [13] RED 社 HP, <http://www.red.com/>
- [14] Vision Research 社 HP, <http://www.visionresearch.com/>
- [15] FUJIFILM, “ 一眼レフ用広ダイナミックレンジ撮像素子スーパーCCD ハニカム SR の開発 ”, FUJIFILM RESEARCH & DEVELOPMENT, NO.50, 2005.
- [16] 日本 TI, “ 監視カメラ向け CCD を超える高画質を実現したワイドダイナミックレンジ CMOS センサを発表 ”, <http://focus.tij.co.jp/jp/pr/docs>
- [17] 中枝武弘, “ 動画用広色域色空間の新規格 ”, 映像メディア学会誌, Vol60, No.11, pp1749 ~ 1754, 2006.
- [18] KDDI 研究所, “ 世界初「ウォークスルー自由視点映像 VOD システム」の開発 ”, [http://www.kddilabs.jp/press/img/96\\_1.pdf](http://www.kddilabs.jp/press/img/96_1.pdf)
- [19] M. Yamaguchi, H. Haneishi, and N. Ohyama, “ Beyond Red-Green-Blue(RGB): Spectrum-Based Color Imaging Technology ”, Journal of Imaging Science and Technology, Vol. 52, No. 1, 010201-1-15, 2008.
- [20] 山口雅浩, “ 最高の色再現系を設計する ~ ナチュラルビジョン ~ ”, 映像情報メディア学会誌, Vol.62, No.9, pp 1396-1402, 2008.
- [21] Y. Murakami, M. Yamaguchi, and N. Ohyama, “ Piecewise Wiener estimation for reconstruction of spectral reflectance image by multipoint spectral measurements ”, Appl. Opt., to be published.
- [22] 岸本純子, 金澤勝, 村上百合, 内田篤志, 金森克洋, 大澤健郎, 飯塚由紀, 山口雅浩, 羽石秀昭, 大山永昭, “ 忠実な色再現映像システムにおける心理要因の抽出 : SD 法

を用いたナチュラルビジョンの主観評価 ” , 信学技報, Vol.103, No.353, pp 1-4, 2003.

## 第4章 超高品質AV情報に関する感性的評価の実験的検討

### 4.1 はじめに

#### 4.1.1 背景

現在、衛星放送やハイビジョン放送、テレビのデジタル放送化など映像技術の発展によって、高品質、高精細な映像が急速に普及しており、快適な視聴環境が整いつつあると考えられる。

さて、この映像技術発展の歴史を振り返ると、いわゆるテレビ映像としては、まず、NTSC、PAL方式に代表されるテレビジョン放送として、白黒テレビから始まり、次にカラーテレビ、現在ではカラーテレビの5倍の情報量を持ったフルハイビジョンが一般家庭でも視聴できるようになり、高鮮明な映像を手軽に利用されるようになった。しかし、高精細なフルハイビジョンでも大きなスクリーンなどに投影する場合は、画像を拡大するのに限界があり、コンテンツの人物や物体などの輪郭がぼやけ、解像度の不足が気になるという課題もあり、また一方でさらに高精細な映像を視聴したいとの希望もある。そこでこれらの問題を改善するためにも、新しい映像技術の一つとして、デジタルシネマ(2Kシステム:画素数 2048×1080、4Kシステム:画素数 4096×2160)やスーパーハイビジョン(画素数 7680×4320)などの超高精細映像システムの研究が盛んに行われている。この4Kシステムはフルハイビジョンの約4倍もの情報量を持つことになり、より精細度が増し、コンテンツの映像の質感、臨場感、迫力感などが高まることが期待されている。

#### 4.1.2 目的

現在、映像システムの技術は急速な発展を遂げており、ハイビジョン放送やデジタル放送の普及に伴い、大型テレビやプロジェクタなどの映像がより精細になってきている。しかし、映像再生デバイスの違いなどにより、視聴者が受ける映像の印象が異なるという問題がある。

そこで本検討では、視聴者が受ける印象の異なるという問題の一つとして考えられる解像度に着目し、解像度が異なる映像を視聴した時に視聴者が感じる映像の印象について変化するかを感性的評価によって探る。また本実験では、新しい映像技術として超高精細映像システムと言われるデジタルシネマを取り上げ、この中の4Kシステムの映像(以下4K映像と略記)と2Kシステムの映像(以下2K映像と略記)を使用し、視聴評価することによってそれらのシステムの特徴分析を行う。

#### 4.1.3 本章の構成

本章は全部で5節から構成されている。第1節では本検討の背景、目的について述べる。第2節では、本検討で使用される評価指標について述べる。第3節では、本検討で使用した評価方法や解析方法について述べる。第4節では、評価実験について述べる。第5節で以上をまとめる。

## 4.2 AV情報の感性的評価実験に利用する評価方法と評価指標について

### 4.2.1 はじめに

本節では、映像を評価するための評価指標を提案し、印象やイメージを評価するための評価語を、各過程の選定手順とともに述べる。

### 4.2.2 評価方法の概要

評価指標の提案の手順として、まずコンテンツを評価するための形容詞である評価語を収集する。次に収集した評価語を同音異義語や全く関係のない評価語をクラスタリングする。その後、KJ法によってそれらの評価語のグループ分けを行い、グループに名前を付ける。最後に、それらの評価語の対になる形容詞を決定する。以上の流れで評価指標を決定する。

### 4.2.3 AVコンテンツ情報の評価指標

#### 4.2.3.1 評価語の収集

本検討では、映像についての評価指標の開発を目的とし、評価語の収集は、関連する先行研究、インターネットなどを対象とし、約700語収集した。

#### 4.2.3.2 クラスタリング

収集した評価語より、同音異義語や全く映像に関して関係のない評価語を省くためにクラスタリングを行い、その結果336語の評価語に絞った。

#### 4.2.3.3 KJ法

一般的にKJ法を用いる際は、前段階としてブレインストーミングを行い評価語を収集するが、本検討においては、評価語の収集をブレインストーミングの代わりに関連研究やインターネットより行った。次に評価語のグループを作り、そのグループにふさわしいと思われる名前を付ける。これらにより、23語まで絞り込んだ。

#### 4.2.3.4 専門家との絞り込み

KJ法で選出した23語の評価語を映像の専門家と共に再検討を行った。そこで映像の内容ではなく映像自体を評価するのにふさわしいと思われる評価語だけを選出した結果、13語の評価語を選出した。

### 4.2.4 考察とまとめ

今回、評価指標を開発するために、クラスタリングやKJ法を行った。評価指標の目標は「対象の特徴を満遍なく評価することのできる評価指標」である。したがって、KJ法を用いて評価語をグループ分けする際に強引にグループ分けしてはいけない。また少数の評価語に対してもその存在を認め、軽視してはいけない。これらのことに注意して慎重に評価語の選定を行った結果13語の評価語を抽出することができた。

## 4.3 評価方法と解析方法について

### 4.3.1 はじめに

本節では、実験で用いた評価方法と実験の解析に用いた解析手法について説明する。はじめに、4.3.2 項では、評価方法で用いた SD 法の特徴について述べる。次に 4.3.3 項では、本実験で使用した解析手法について、統計学的背景から詳しく説明する。

### 4.3.2 評価方法

本検討で利用する SD 法(Semantic Differential 法 = 意味差判別法)とは、1957 年頃、Osgood らによって提案された心理学的測定法の一つで、全体的な印象やイメージを評価することのできる手法である。ある対象物に対して、人はどのような印象を受けるか、その受けた印象の要素を抽出することが可能になる。具体的には、対立する形容詞を両端に置く評価尺度であり、評価対象物から受ける印象をそれらの評価尺度上で表し、それらの評点のデータを収集することにより、心理的要因の検討を行うものである。

### 4.3.3 解析方法

#### 4.3.3.1 Wilcoxon の符号順位検定

Wilcoxon の符号順位検定 (Wilcoxon signed-rank test) はノンパラメトリックでかつ、対応のある 2 変数の組について、代表値に差があるか検定する手法である。t 検定に対応しており、t 検定で必要とされる仮定が満たされない場合に用いられる。

#### 4.3.3.2 Mann-Whitney の U 検定

Mann-Whitney の U 検定は、ノンパラメトリックな統計学的検定である。順序尺度以上のデータに適応でき、独立した 2 つの標本間の有意差検定である。したがって、独立した 2 群の代表値に差があるかどうかを確かめることができる。

### 4.3.4 まとめ

本節では、評価方法では SD 法について述べ、解析方法では Wilcoxon の符号順位検定や Mann-Whitney の U 検定について述べた。「パラメトリックやノンパラメトリック」、「標本が独立しているか、対応しているか」などデータには様々な条件があるので、解析方法の選び方が重要だと考えられる。

## 4.4 超高品質 AV 情報の評価実験

### 4.4.1 はじめに

本節では、4K 映像と 2K 映像の比較を目的として評価実験を行う。4.4.2 項では目的について説明する。4.4.3 項では超高品質 AV 信号の内容、4.4.4 項では超高品質 AV 信号の評価実験について説明し、4.4.5 項で考察と解析について述べる。最後に、4.4.6 項でこれらをまとめる。

#### 4.4.2 目的

本研究では、視聴者が受ける映像の印象に影響を及ぼす一要因として解像度に着目し、解像度が異なる映像を視聴したときに視聴者が感じる映像の印象が変化するかを感性的評価によって探る。また本実験では、新しい映像技術として超高精細映像システムと言われる解像度 4K 映像や 2K 映像を使用し、評価することによって、4K 映像と 2K 映像についての特徴を分析する。

#### 4.4.3 超高品質 AV 信号の内容

##### (1) 2K 映像信号

解像度 2046 × 1080(横 × 縦)のデジタルハイビジョン(HDTV)の映像のことであり、約 220 万画素である。本検討では、スクリーンサイズが 220 インチ(4880 × 2740)なので、2K 映像を横と縦に 2 倍ずつ引き伸ばして投影することとした。

##### (2) 4K 映像信号

解像度 4096 × 2160(横 × 縦)であり、2K 映像の約 4 倍の解像度になっている。また画素も 4 倍の 885 万画素で投影できる。本検討では、スクリーンサイズが 220 インチ(4880 × 2740)なので、4K 映像の場合は、ほぼそのままの状態ですクリーンに投影することができる。

#### 4.4.4 超高品質 AV 信号の評価実験

##### 4.4.4.1 実験環境

本実験における環境は図 4.4-1、図 4.4-2、図 4.4-3 に示す。実験は、外部からの外光を遮断するために暗くして行った。映像投影用スクリーンは 220 インチのものを配置した。視距離は、前列 1.6m、中列 2.6m、後列 3.6m とした。なお、スクリーンからの距離として、通常は、画面の高さを H とすると、NTSC 方式では 6 H、HDTV 方式では 3 H、4K システムでは 1.5H、スーパーハイビジョンでは 0.75H が推奨されているが、本検討では解像度に伴う特徴をより顕著に分析できるよう、1.5H よりも若干短めの視聴距離を採用した。今回、本実験に用いたデバイスは、Victor 製である。実験に使用したデバイスを図 4.4-4 に示す。



図 4.4 - 1 視聴実験場の概観



図 4.4 - 2 視聴実験の様子の概要

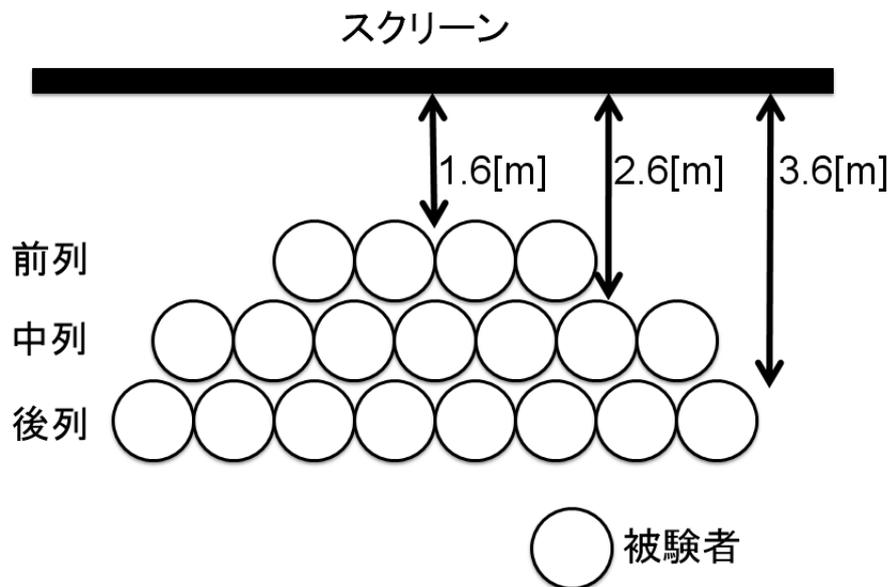


図 4.4 - 3 実験環境



図 4.4 - 4 使用したプロジェクタ

#### 4.4.4.2 被験者

被験者は、学生から成る視覚が正常な 20 代の男性 23 名と女性 10 名の計 33 名の場合と、さらに一般の男性 13 名と女性 1 名（これは映像関連の専門家たちで、コンテンツの内容を知っている人たち）を加えた男性 36 名、女性 10 名からなる合計 47 名の場合とに分け、2 パターンで分析した。また実験環境の席数の関係上一度に実験を行えないため、被験者 33 名の場合は 2 グループに分け、さらに、一般の男性 13 名と女性 1 名からなる被験者 14 名は 1 グループにして視聴実験を行った。

#### 4.4.4.3 実験コンテンツ

実験で使用したコンテンツは、色鮮やかなコンテンツと落ち着いた色のコンテンツの 2 種類とし、前者の提示時間は約 5 分、後者の提示時間は約 12 分とした。また、2 種類の映像については、映像の色調がそれぞれ異なるように映像の専門家の意見を基に選択した。使用した映像の詳細を以下に示す。

コンテンツ映像 a：鮮やかな色を基調とした観光の宣伝映像

コンテンツ映像 b：落ち着いた色を基調とした短い映画

#### 4.4.4.4 評価語

本実験で使用した評価語を表 4.4-1 に示す。

表 4.4 - 1 評価語

|                 |                  |
|-----------------|------------------|
| 違和感がない - 違和感がある | きめ細かい - ざらざらしている |
| 臨場感がある - 臨場感がない | 質感がある - 質感がない    |
| 自然な - 不自然な      | はっきりとした - ぼやけた   |
| 快適 - 不快         | 迫力がある - 迫力がない    |
| きれい - 汚い        | 明るい - 暗い         |
| なめらか - がたつく     | 好き - 嫌い          |
| 疲れない - 疲れる      |                  |

#### 4.4.4.5 実験方法

はじめに、プロジェクタで映像をスクリーンに投影し、映像提示終了後、提示した映像コンテンツについて評価シートに記入してもらう。映像は、映像 2 種類（映像 a、映像 b）× 解像度 2 種類（4K、2K）の計 4 種類提示する。また映像提示順序は、グループによって変化させた。1 つ目のグループは、2K(映像 a)、4K(映像 a)、2K(映像 b)、4K(映像 b)の順に、2 つ目のグループは、4K(映像 a)、2K(映像 a)、4K(映像 b)、2K(映像 b)の順に提示した。

#### 4.4.4.6 実験手順

本実験は、視覚が正常な 20 代の被験者 2 グループ（17 名と 16 名）の合計 33 名と、映像関係の専門家 14 名の 3 グループで行った。

実験は 1 グループずつ行った。あらかじめ評価シートを配布しておき、椅子に着席後、実験の説明を行った。次に実験会場を暗くし、被験者に映像を提示した。1 つの映像の再生後、部屋の明かりを点け、被験者が評価シートに記入する方式とした。評価シートへの記入時間は 5 分とした。被験者が評価シートへ記入終了後、部屋の明かりを消し、次の映像を提示した。1 グループにつき、全部で 4 種類の映像に対して、上記と同様の手順を繰り返し、評価結果を得た。なお、評価シートを巻末の付録 2 に示す。

#### 4.4.4.7 評価方法、解析方法

評価方法は対をなす形容詞を両極とする SD 法を用い、両極 7 段階尺度で評価してもらった。解析方法は、ノンパラメトリックであり、対応のある 2 つのデータにして評価す

るので、Wilcoxon の符号順位検定を行った。

#### 4.4.5 考察と解析

##### 4.4.5.1 被験者 33 人の視聴実験結果

##### (1) 4K 映像信号と 2K 映像信号の比較

・全体に関して

図 4.4-5 の平均得点のグラフより、4K 映像が 2K 映像よりも全体的に平均得点が上回っていることが確認できる。しかし、その中でも「疲れる - 疲れない」の評価語については、4K 映像の平均得点が低く、4K 映像が疲れやすい可能性が考えられる。

また、全ての評価語に対して有意差検定を行った。ここでは、ノンパラメトリックであり、対応のあるデータであるため、Wilcoxon の符号順位検定を用い、有意水準は 5[%]とした。その結果を表 4.4-2 に示す。表 4.4-2 より、「違和感がない - 違和感がある」、「きれい - 汚い」、「なめらか - がたつく」、「質感がある - 質感がない」、「はっきりとした - ぼやけた」の評価語については 4K 映像と 2K 映像で有意な差があることが示唆された。したがって、4K 映像と 2K 映像、つまり解像度の違いにより、映像の「違和感」や「質感」、「きれいさ」の感じ方に変化が現れることが考えられる。

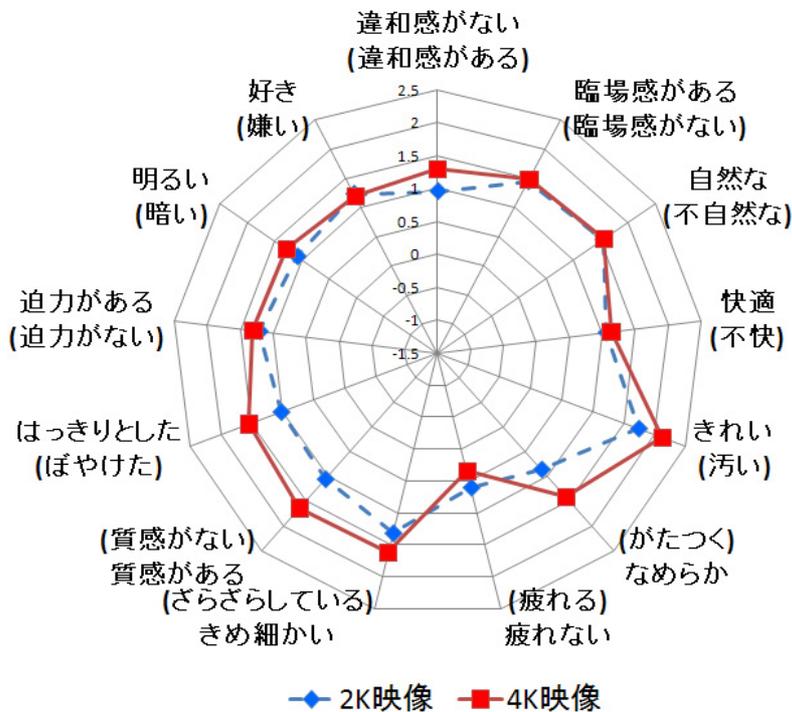


図 4.4 - 5 4K 映像と 2K 映像の平均得点(総合)

表 4.4 - 2 Wilcoxon の符号順位検定 (4K 映像 - 2K 映像)

|                  | 漸近有意確率 (両側) |           |
|------------------|-------------|-----------|
|                  | 被験者33人の場合   | 被験者47人の場合 |
| 違和感がない - 違和感がある  | 0.018       | 0.002     |
| 臨場感がある - 臨場感がない  | 0.838       | 0.198     |
| 自然な - 不自然な       | 0.813       | 0.982     |
| 快適 - 不快          | 0.560       | 0.342     |
| きれい - 汚い         | 0.010       | 0.028     |
| なめらか - がたつく      | 0.001       | 0.000     |
| 疲れにくい - 疲れる      | 0.081       | 0.509     |
| きめ細かい - ざらざらしている | 0.121       | 0.019     |
| 質感がある - 質感がない    | 0.001       | 0.000     |
| はっきりとした - ぼやけた   | 0.010       | 0.000     |
| 迫力がある - 迫力がない    | 0.481       | 0.306     |
| 明るい - 暗い         | 0.311       | 0.192     |
| 好き - 嫌い          | 0.743       | 0.563     |

・前列に関して

4K 映像と 2K 映像の平均得点の差について、前列のみで Wilcoxon の符号順位検定を有意水準 5[%]で行った。その結果を表 4.4-3 に示す。表 4.4-3 より、「違和感がある - 違和感がない」、「きめ細かい - ざらざらしている」の評価語に対して 4K 映像と 2K 映像に有意な差があることが考えられる。したがって、視聴者の視距離が近い場合、4K 映像と 2K 映像の解像度の違いによって、映像のきめ細かさの感じ方に変化が現れることが考えられる。また、4K 映像と 2K 映像の前列のみと全体の結果を比較して、「きれい - 汚い」、「なめらか - がたつく」、「質感がある - 質感がない」、「はっきりとした - ぼやけた」の評価語について有意な差が現れなかったことは、視聴者の視距離が近い場合、「きれいさ」や「なめらかさ」、「質感」、「はっきりさ」といった「映像の鮮明さ」の感じ方に変化がないことが考えられる。また、図 4.4-6 に前列のみの 4K 映像と 2K 映像の平均得点のグラフを示す。

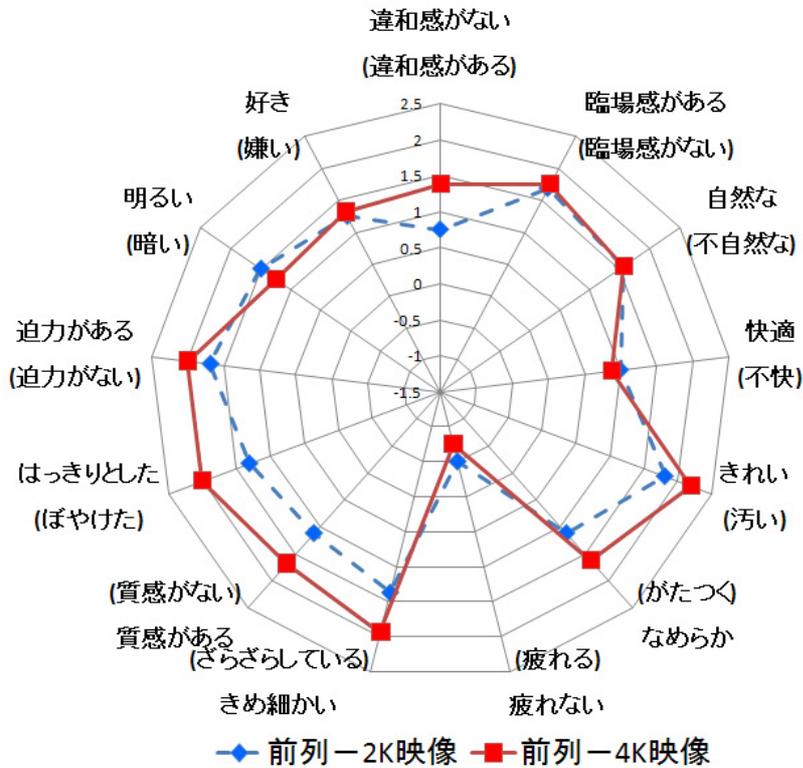


図 4.4 - 6 4K 映像と 2K 映像の平均得点(前列のみ)

表 4.4 - 3 Wilcoxon の符号順位検定 ( 前列 4K 映像 - 前列 2K 映像 )

|                  | 漸近有意確率 (両側) |           |
|------------------|-------------|-----------|
|                  | 被験者33人の場合   | 被験者47人の場合 |
| 違和感がない - 違和感がある  | 0.031       | 0.007     |
| 臨場感がある - 臨場感がない  | 0.886       | 0.584     |
| 自然な - 不自然な       | 0.527       | 0.717     |
| 快適 - 不快          | 0.131       | 0.317     |
| きれい - 汚い         | 0.063       | 0.250     |
| なめらか - がたつく      | 0.157       | 0.004     |
| 疲れない - 疲れる       | 0.054       | 0.637     |
| きめ細かい - ざらざらしている | 0.034       | 0.004     |
| 質感がある - 質感がない    | 0.083       | 0.002     |
| はっきりとした - ぼやけた   | 0.096       | 0.006     |
| 迫力がある - 迫力がない    | 0.389       | 0.065     |
| 明るい - 暗い         | 0.705       | 0.857     |
| 好き - 嫌い          | 0.783       | 0.739     |

・中列に関して

4K 映像と 2K 映像の平均得点の差について、中列のみで Wilcoxon の符号順位検定を有意水準 5[%]で行った。その結果を表 4.4-4 に示す。表 4.4-4 より、「なめらか - がたつく」、「質感がある - 質感がない」の評価語に対して 4K 映像と 2K 映像に有意な差があることが示唆された。したがって、視聴者の視距離が適当な場合、4K 映像と 2K 映像の解像度の違いによって、質感に加え、なめらかさの感じ方に変化が現れることが考えられる。また、違和感について有意な差が現れなかったことは、視聴者の視距離が適切だったために 4K 映像と 2K 映像の両方とも違和感なく視聴できた可能性が考えられる。

さらに、4K 映像と 2K 映像の中列のみと全体の結果を比較して、「違和感がある - 違和感がない」、「きれい - 汚い」、「はっきりとした - ぼやけた」の評価語について有意な差が現れなかったことは、視聴者の視距離が適当な場合、「違和感」や「きれいさ」、「はっきりさ」といった「映像の違和感やきれいさ」の感じ方に変化がないことが考えられる。また、図 4.4-7 に中列のみの 4K 映像と 2K 映像の平均得点のグラフを示す。

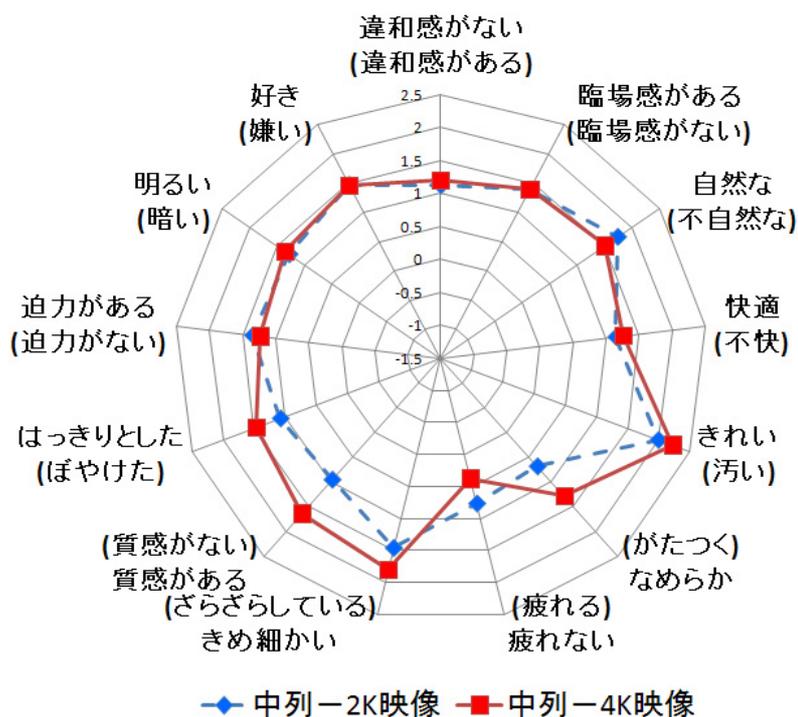


図 4.4 - 7 4K 映像と 2K 映像の平均得点(中列のみ)

表 4.4 - 4 Wilcoxon の符号順位検定 ( 中列 4K 映像 - 中列 2K 映像 )

|                  | 漸近有意確率 (両側) |           |
|------------------|-------------|-----------|
|                  | 被験者33人の場合   | 被験者47人の場合 |
| 違和感がない - 違和感がある  | 0.564       | 0.142     |
| 臨場感がある - 臨場感がない  | 0.971       | 0.287     |
| 自然な - 不自然な       | 0.153       | 0.839     |
| 快適 - 不快          | 0.405       | 0.079     |
| きれい - 汚い         | 0.193       | 0.189     |
| なめらか - がたつく      | 0.036       | 0.006     |
| 疲れにくい - 疲れる      | 0.084       | 0.670     |
| きめ細かい - ざらざらしている | 0.159       | 0.036     |
| 質感がある - 質感がない    | 0.027       | 0.009     |
| はっきりとした - ぼやけた   | 0.169       | 0.017     |
| 迫力がある - 迫力がない    | 0.430       | 0.474     |
| 明るい - 暗い         | 0.928       | 0.387     |
| 好き - 嫌い          | 0.850       | 0.250     |

・後列に関して

図 4.4-8 に後列のみの 4K 映像と 2K 映像の平均得点のグラフを示す。4K 映像と 2K 映像の平均得点の差について、後列のみで Wilcoxon の符号順位検定を有意水準 5[%]で行った。その結果を表 4.4-5 に示す。表 4.4-5 より、全ての評価語に対して 4K 映像と 2K 映像に有意な差はなかった。したがって、視聴者の視距離が遠い場合、4K 映像と 2K 映像における解像度の違いによって、映像を視聴する際の印象の感じ方に影響が小さい可能性が考えられる。また、4K 映像と 2K 映像の後列のみと全体の結果を比較して、後列のみの結果が全ての評価語について有意な差が現れなかったことは、4K 映像と 2K 映像における解像度の違いは、視聴者の視距離が遠くなるにつれて、映像の印象に影響を与えないことが考えられる。

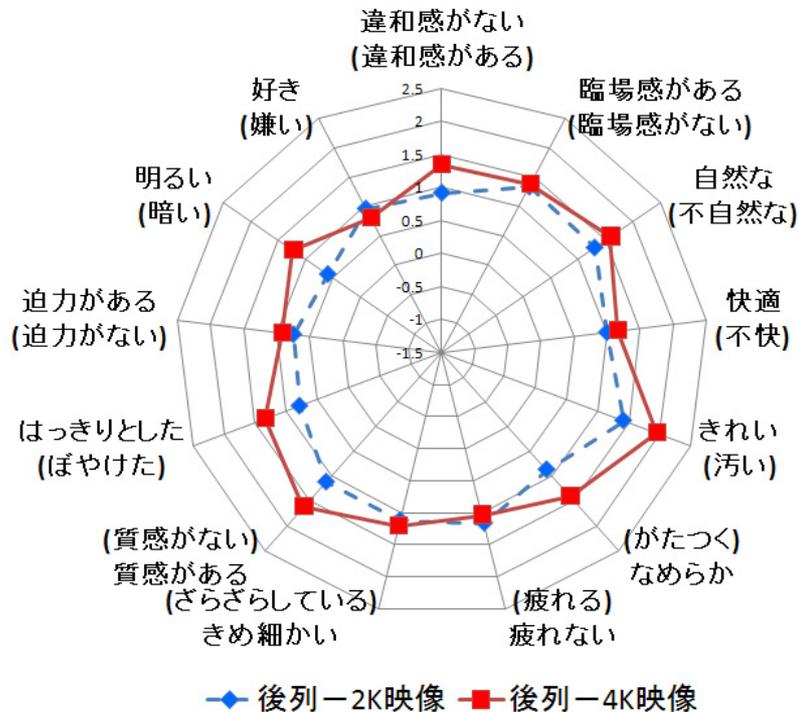


図 4.4 - 8 4K 映像と 2K 映像の平均得点(後列のみ)

表 4.4 - 5 Wilcoxon の符号順位検定 (後列 4K 映像 - 後列 2K 映像)

|                  | 漸近有意確率 (両側) |           |
|------------------|-------------|-----------|
|                  | 被験者33人の場合   | 被験者47人の場合 |
| 違和感がない - 違和感がある  | 0.141       | 0.138     |
| 臨場感がある - 臨場感がない  | 0.957       | 0.583     |
| 自然な - 不自然な       | 0.313       | 0.902     |
| 快適 - 不快          | 0.538       | 0.562     |
| きれい - 汚い         | 0.089       | 0.163     |
| なめらか - がたつく      | 0.079       | 0.302     |
| 疲れにくい - 疲れる      | 0.718       | 0.447     |
| きめ細かい - ざらざらしている | 0.912       | 0.902     |
| 質感がある - 質感がない    | 0.065       | 0.155     |
| はっきりとした - ぼやけた   | 0.164       | 0.113     |
| 迫力がある - 迫力がない    | 0.446       | 0.280     |
| 明るい - 暗い         | 0.100       | 0.325     |
| 好き - 嫌い          | 0.396       | 0.599     |

(2) 映像別の比較

図 4.4-9 に映像別の平均得点のグラフを示す。映像別に平均得点を比較してみると、全体的に映像 A の方が平均得点が上回っている。これは、映像 A が色鮮やかな映像、映像 B が落ち着いた色の映像だったため、被験者が映像を視聴した際に 2 つの映像を比較したからではないかと考えられる。

また、ノンパラメトリックで対応のあるデータより、Wilcoxon の符号順位検定を有意水準 5[%]で検定を行い、その結果を表 4.4-6 に示す。表 4.4-6 より、「質感がある - 質感がない」、「疲れる - 疲れない」、「なめらか - がたつく」の評価語だけは、有意な差がない結果となった。したがって、他の評価語については、有意差があり、映像の種類によって左右されてしまう評価語であったが、「質感がある - 質感がない」、「疲れる - 疲れない」、「なめらか - がたつく」の評価語だけは、映像の種類によって左右されない評価語であることが示唆される。

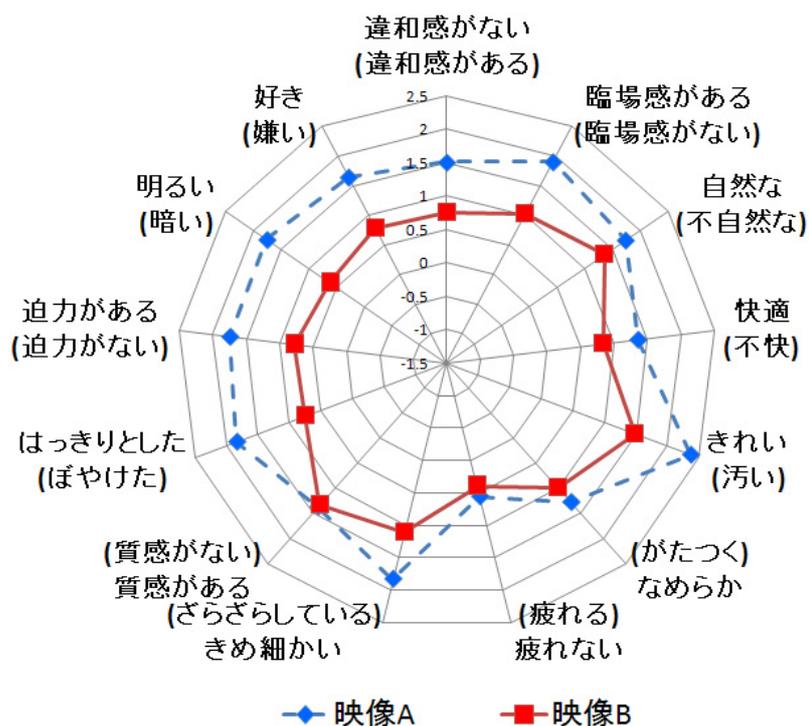


図 4.4-9 映像 A と映像 B の平均得点

表 4.4 - 6 Wilcoxon の符号順位検定 (映像 A - 映像 B)

|                  | 漸近有意確率 (両側) |           |
|------------------|-------------|-----------|
|                  | 被験者33人の場合   | 被験者47人の場合 |
| 違和感がない - 違和感がある  | 0.003       | 0.024     |
| 臨場感がある - 臨場感がない  | 0.000       | 0.000     |
| 自然な - 不自然な       | 0.031       | 0.033     |
| 快適 - 不快          | 0.002       | 0.000     |
| きれい - 汚い         | 0.000       | 0.000     |
| なめらか - がたつく      | 0.108       | 0.300     |
| 疲れにくい - 疲れる      | 0.516       | 0.136     |
| きめ細かい - ざらざらしている | 0.000       | 0.000     |
| 質感がある - 質感がない    | 0.600       | 0.767     |
| はっきりとした - ぼやけた   | 0.000       | 0.000     |
| 迫力がある - 迫力がない    | 0.000       | 0.000     |
| 明るい - 暗い         | 0.000       | 0.000     |
| 好き - 嫌い          | 0.000       | 0.000     |

### (3) 座席別の比較

2K 映像での前列と後列の平均得点のグラフを図 4.4-10 に示す。平均得点を見た限りでは前列と後列では映像の印象が異なっているように見える。そこで、2K 映像における列と後列の比較を、ノンパラメトリックであり、独立した 2 つのデータなので Mann-Whitney の U 検定を用い、有意水準 5[%]で行った。その結果を表 4.4-7 に示す。表 4.4-7 より、「明るい - 暗い」、「迫力がある - 迫力がない」、「疲れにくい - 疲れる」の評価語について前列と後列で映像を視聴する際に有意な差があることが示唆された。したがって、2K 映像の視距離の変化により、視聴者の「明るさ」、「迫力感」、「疲労感」の感じ方に変化が現れることが考えられる。

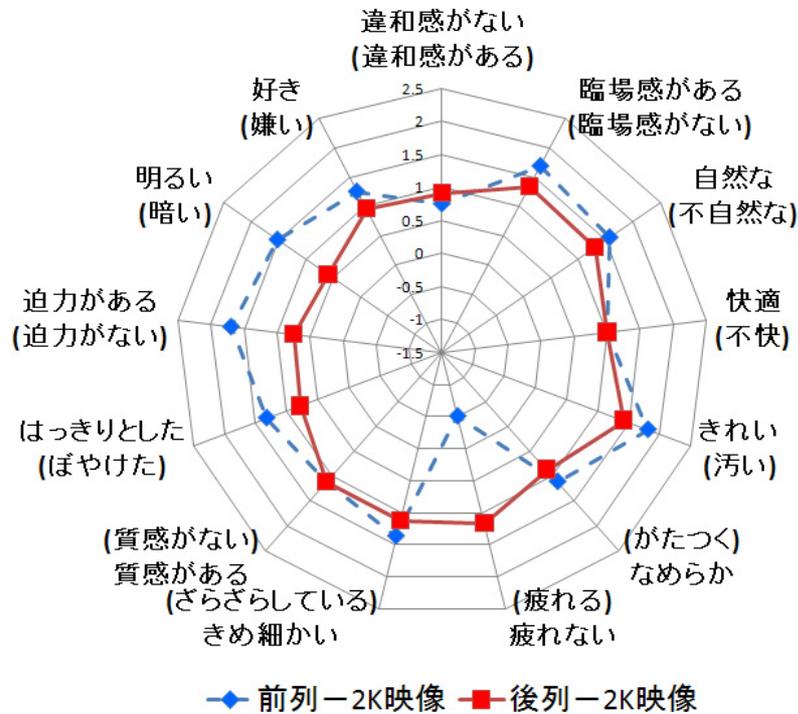


図 4.4 - 10 2K 映像での前列と後列の平均得点

表 4.4 - 7 Mann-Whitney の U 検定 ( 前列 2K 映像 - 後列 2K 映像 )

|                  | 漸近有意確率 (両側) |           |
|------------------|-------------|-----------|
|                  | 被験者33人の場合   | 被験者47人の場合 |
| 違和感がない - 違和感がある  | 0.843       | 0.802     |
| 臨場感がある - 臨場感がない  | 0.375       | 0.284     |
| 自然な - 不自然な       | 0.331       | 0.316     |
| 快適 - 不快          | 0.899       | 0.851     |
| きれい - 汚い         | 0.188       | 0.370     |
| なめらか - がたつく      | 0.562       | 0.634     |
| 疲れにくい - 疲れる      | 0.002       | 0.001     |
| きめ細かい - ざらざらしている | 0.733       | 0.910     |
| 質感がある - 質感がない    | 0.966       | 0.806     |
| はっきりとした - ぼやけた   | 0.256       | 0.416     |
| 迫力がある - 迫力がない    | 0.021       | 0.106     |
| 明るい - 暗い         | 0.047       | 0.234     |
| 好き - 嫌い          | 0.492       | 0.491     |

次に、4K 映像での前列と後列の平均得点のグラフを図 4.4-11 に示す。4K 映像での前列と後列の比較を、ノンパラメトリックであり、独立した 2 つのデータなので Mann-Whitney の U 検定を用い、有意水準 5[%]で行った。その結果を表 4.4-8 に示す。表 4.4-8 より、「迫力がある - 迫力がない」、「疲れない - 疲れる」、「きめ細かい - ざらざらしている」の評価語について前列と後列で映像を視聴する際に有意な差があることが示唆された。したがって、4K 映像の視距離の変化により、視聴者の「きめ細かさ」、「迫力感」、「疲労感」の感じ方に変化が現れることが考えられる。

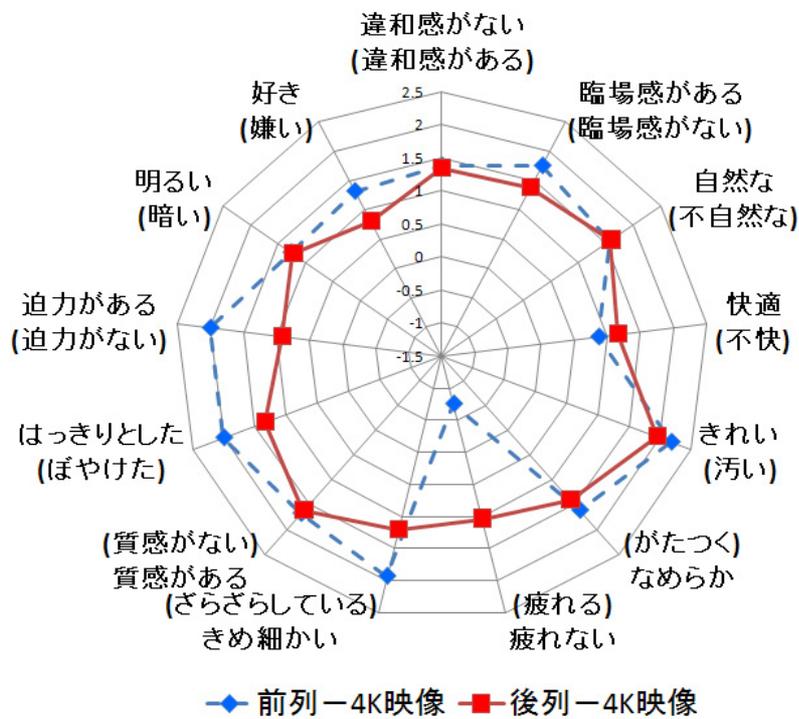


図 4.4 - 11 4K 映像での前列と後列の平均得点

表 4.4 - 8 Mann-Whitney の U 検定 ( 前列 4K 映像 - 後列 4K 映像 )

|                  | 漸近有意確率 (両側) |           |
|------------------|-------------|-----------|
|                  | 被験者33人の場合   | 被験者47人の場合 |
| 違和感がない - 違和感がある  | 0.539       | 0.507     |
| 臨場感がある - 臨場感がない  | 0.275       | 0.138     |
| 自然な - 不自然な       | 0.857       | 0.713     |
| 快適 - 不快          | 0.464       | 0.413     |
| きれい - 汚い         | 0.534       | 0.622     |
| なめらか - がたつく      | 0.426       | 0.073     |
| 疲れにくい - 疲れる      | 0.000       | 0.003     |
| きめ細かい - ざらざらしている | 0.044       | 0.008     |
| 質感がある - 質感がない    | 0.607       | 0.128     |
| はっきりとした - ぼやけた   | 0.078       | 0.017     |
| 迫力がある - 迫力がない    | 0.008       | 0.023     |
| 明るい - 暗い         | 0.966       | 0.616     |
| 好き - 嫌い          | 0.200       | 0.288     |

ここで「明るい - 暗い」の評価語について注目してみると、表 4.4-7 の 2K 映像の視距離の変化により有意な差があったのにもかかわらず、表 4.4-8 の 4K 映像の視距離の変化では有意な差は見られなかった。これより、4K 映像にすることによって視距離間で生じる明るさの差が多少軽減できるのではないかと推測できる。さらに 4K 映像での前列と後列の有意差検定では、「きめ細かい - ざらざらしている」の評価語について有意差が現れている。したがって、4K 映像を投影する場合においては、視距離によって、視聴者の「きめ細かさ」の感じ方に変化が現れる可能性が示唆される。

#### 4.4.5.2 被験者 47 人の視聴実験結果

##### (1) 4K 映像信号と 2K 映像信号の比較

・全体に関して

図 4.4-12 の平均得点のグラフより、4K 映像が 2K 映像よりも全体的に平均得点が上回っていることが確認できる。しかし、その中でも「疲れにくい - 疲れる」の評価語については、4K 映像の平均得点が低く、4K 映像が疲れやすい可能性が考えられる。

また、全ての評価語に対して有意差検定を行った。ここでは、ノンパラメトリックであり、対応のあるデータであるため、Wilcoxon の符号順位検定を用い、有意水準は 5[%]とした。その結果を表 4.4-2 (再掲) に示す。表 4.4-2 より、「違和感がない - 違和感がある」、「きれい - 汚い」、「なめらか - がたつく」、「きめ細かい - ざらざらしている」、「質感がある - 質感がない」、「はっきりとした - ぼやけた」の評価語については 4K 映像と 2K 映像で有意な差があることが示唆された。したがって、4K 映像と 2K 映像、つまり解像度の違いにより、映像の「違和感」や「きれいさ」、「なめらかさ」、「きめ細かさ」、「質感」、「はっきりさ」の感じ方に変化が現れることが考えられる。

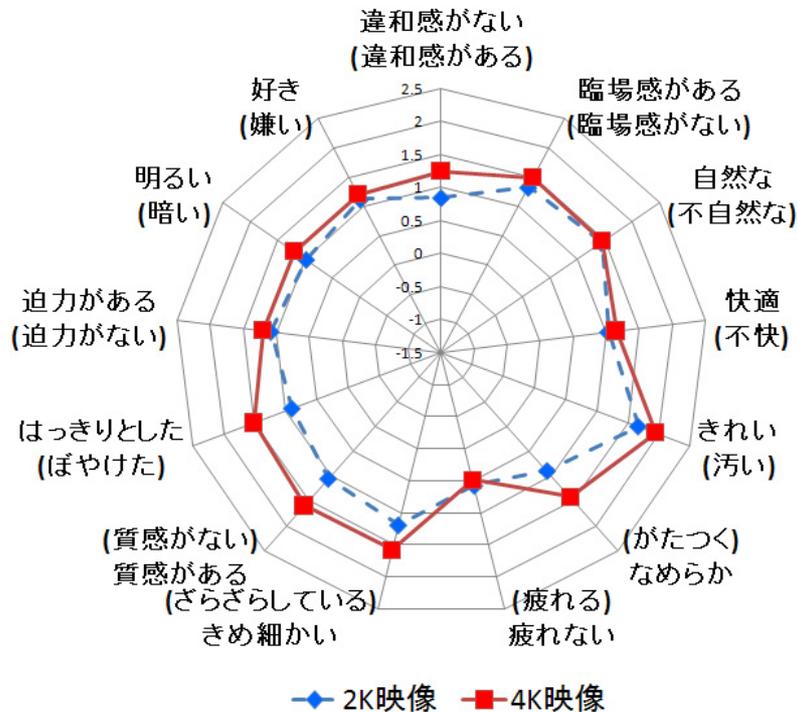


図 4.4 - 12 4K 映像と 2K 映像の平均得点(総合)

表 4.4 - 2 (再掲) Wilcoxon の符号順位検定 (4K 映像 - 2K 映像)

|                  | 漸近有意確率 (両側) |           |
|------------------|-------------|-----------|
|                  | 被験者33人の場合   | 被験者47人の場合 |
| 違和感がない - 違和感がある  | 0.018       | 0.002     |
| 臨場感がある - 臨場感がない  | 0.838       | 0.198     |
| 自然な - 不自然な       | 0.813       | 0.982     |
| 快適 - 不快          | 0.560       | 0.342     |
| きれい - 汚い         | 0.010       | 0.028     |
| なめらか - がたつく      | 0.001       | 0.000     |
| 疲れにくい - 疲れる      | 0.081       | 0.509     |
| きめ細かい - ざらざらしている | 0.121       | 0.019     |
| 質感がある - 質感がない    | 0.001       | 0.000     |
| はっきりとした - ぼやけた   | 0.010       | 0.000     |
| 迫力がある - 迫力がない    | 0.481       | 0.306     |
| 明るい - 暗い         | 0.311       | 0.192     |
| 好き - 嫌い          | 0.743       | 0.563     |

・前列に関して

4K 映像と 2K 映像の平均得点の差について、前列のみで Wilcoxon の符号順位検定を有意水準 5[%]で行った。その結果を表 4.4-3 (再掲) に示す。表 4.4-3 より、「違和感がある - 違和感がない」、「なめらか - がたつく」、「きめ細かい - ざらざらしている」、「質感がある - 質感がない」、「はっきりとした - ぼやけた」の評価語に対して 4K 映像と 2K 映像に有意な差があることが確認できた。したがって、視聴者の視距離が近い場合、4K 映像と 2K 映像の解像度の違いによって、映像の「違和感」や「質感」、「きれいさ」「きめ細かさ」の感じ方に変化が現れることが考えられる。また、4K 映像と 2K 映像の前列のみと全体の結果を比較して、「きれい - 汚い」の評価語について有意な差が現れなかったことは、視聴者の視距離が近い場合、「映像のきれいさ」の感じ方に変化がないことが考えられる。図 4.4-13 に前列のみの 4K 映像と 2K 映像の平均得点のグラフを示す。

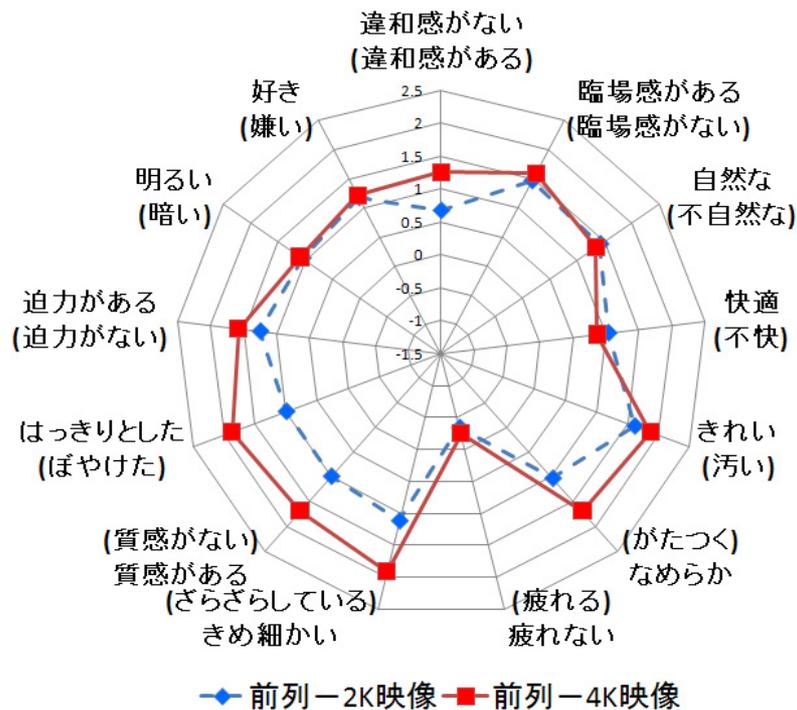


図 4.4 - 13 4K 映像と 2K 映像の平均得点(前列のみ)

表 4.4 - 3 (再掲) Wilcoxon の符号順位検定 (前列 4K 映像 - 前列 2K 映像)

|                  | 漸近有意確率 (両側) |           |
|------------------|-------------|-----------|
|                  | 被験者33人の場合   | 被験者47人の場合 |
| 違和感がない - 違和感がある  | 0.031       | 0.007     |
| 臨場感がある - 臨場感がない  | 0.886       | 0.584     |
| 自然な - 不自然な       | 0.527       | 0.717     |
| 快適 - 不快          | 0.131       | 0.317     |
| きれい - 汚い         | 0.063       | 0.250     |
| なめらか - がたつく      | 0.157       | 0.004     |
| 疲れしない - 疲れる      | 0.054       | 0.637     |
| きめ細かい - ざらざらしている | 0.034       | 0.004     |
| 質感がある - 質感がない    | 0.083       | 0.002     |
| はっきりとした - ぼやけた   | 0.096       | 0.006     |
| 迫力がある - 迫力がない    | 0.389       | 0.065     |
| 明るい - 暗い         | 0.705       | 0.857     |
| 好き - 嫌い          | 0.783       | 0.739     |

・中列に関して

4K 映像と 2K 映像の平均得点の差について、中列のみで Wilcoxon の符号順位検定を有意水準 5[%]で行った。その結果を表 4.4-4 (再掲) に示す。表 4.4-4 より、「なめらか - がたつく」、「きめ細かい - ざらざらしている」、「質感がある - 質感がない」、「はっきりとした - ぼやけた」の評価語に対して 4K 映像と 2K 映像に有意な差があることが確認できた。したがって、視聴者の視距離が適当な場合、4K 映像と 2K 映像の解像度の違いによって、映像の「なめらかさ」、「きめ細かさ」、「質感」、「はっきりさ」の感じ方に変化が現れることが考えられる。また、違和感について有意な差が現れなかったことは、視聴者の視距離が適切だったために 4K 映像と 2K 映像の両方とも違和感なく視聴できた可能性が考えられる。

さらに、4K 映像と 2K 映像の中列のみと全体の結果を比較して、「違和感がある - 違和感がない」、「きれい - 汚い」の評価語について有意な差が現れなかったことは、視聴者の視距離が適当な場合、「違和感」や「きれいさ」といった「映像の違和感やきれいさ」の感じ方に変化がないことが考えられる。また、図 4.4-14 に中列のみの 4K 映像と 2K 映像の平均得点のグラフを示す。

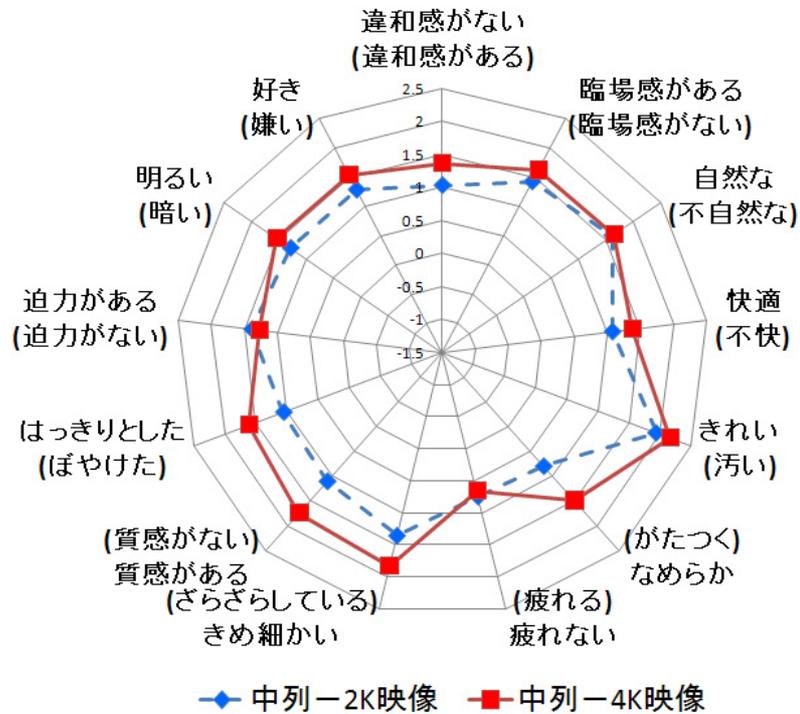


図 4.4 - 14 4K 映像と 2K 映像の平均得点(中列のみ)

表 4.4 - 4 (再掲) Wilcoxon の符号順位検定 (中列 4K 映像 - 中列 2K 映像)

|                  | 漸近有意確率 (両側) |           |
|------------------|-------------|-----------|
|                  | 被験者33人の場合   | 被験者47人の場合 |
| 違和感がない - 違和感がある  | 0.564       | 0.142     |
| 臨場感がある - 臨場感がない  | 0.971       | 0.287     |
| 自然な - 不自然な       | 0.153       | 0.839     |
| 快適 - 不快          | 0.405       | 0.079     |
| きれい - 汚い         | 0.193       | 0.189     |
| なめらか - がたつく      | 0.036       | 0.006     |
| 疲れにくい - 疲れる      | 0.084       | 0.670     |
| きめ細かい - ざらざらしている | 0.159       | 0.036     |
| 質感がある - 質感がない    | 0.027       | 0.009     |
| はっきりとした - ぼやけた   | 0.169       | 0.017     |
| 迫力がある - 迫力がない    | 0.430       | 0.474     |
| 明るい - 暗い         | 0.928       | 0.387     |
| 好き - 嫌い          | 0.850       | 0.250     |

・後列に関して

図 4.4-15 に後列のみの 4K 映像と 2K 映像の平均得点のグラフを示す。4K 映像と 2K 映像の平均得点の差について、後列のみで Wilcoxon の符号順位検定を有意水準 5[%]で行った。その結果を表 4.4-5 (再掲) に示す。表 4.4-5 より、全ての評価語に対して 4K 映像と 2K 映像に有意な差はなかった。したがって、視聴者の視距離が遠い場合、4K 映像と 2K 映像における解像度の違いによって、映像を視聴する際の印象の感じ方に影響が小さい可能性が考えられる。また、4K 映像と 2K 映像の後列のみと全体の結果を比較して、後列のみの結果が全ての評価語について有意な差が現れなかったことは、4K 映像と 2K 映像における解像度の違いは、視聴者の視距離が遠くなるにつれて、映像の印象に影響を与えないことが考えられる。

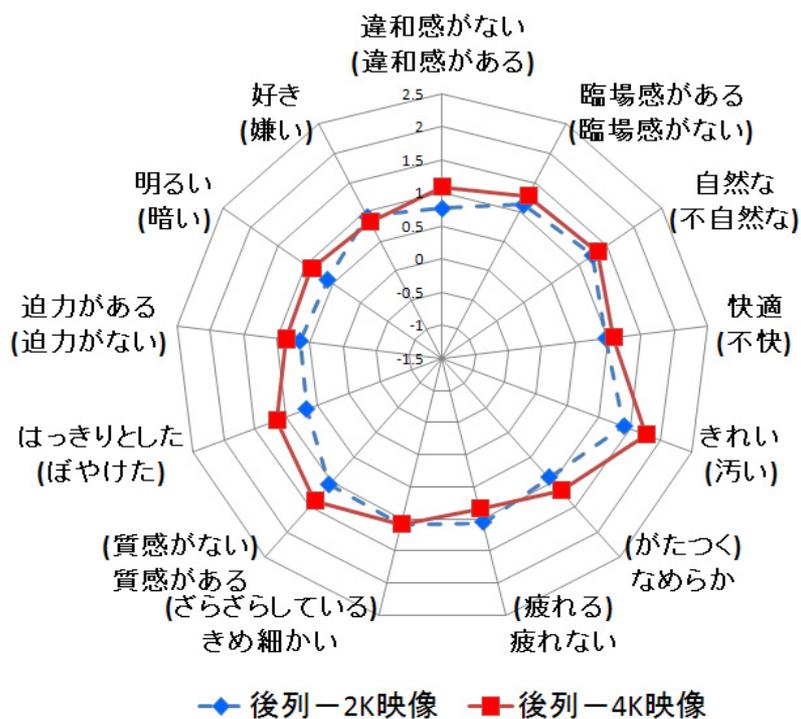


図 4.4 - 15 4K 映像と 2K 映像の平均得点(後列のみ)

表 4.4 - 5 (再掲) Wilcoxon の符号順位検定 (後列 4K 映像 - 後列 2K 映像)

|                  | 漸近有意確率 (両側) |           |
|------------------|-------------|-----------|
|                  | 被験者33人の場合   | 被験者47人の場合 |
| 違和感がない - 違和感がある  | 0.141       | 0.138     |
| 臨場感がある - 臨場感がない  | 0.957       | 0.583     |
| 自然な - 不自然な       | 0.313       | 0.902     |
| 快適 - 不快          | 0.538       | 0.562     |
| きれい - 汚い         | 0.089       | 0.163     |
| なめらか - がたつく      | 0.079       | 0.302     |
| 疲れしない - 疲れる      | 0.718       | 0.447     |
| きめ細かい - ざらざらしている | 0.912       | 0.902     |
| 質感がある - 質感がない    | 0.065       | 0.155     |
| はっきりとした - ぼやけた   | 0.164       | 0.113     |
| 迫力がある - 迫力がない    | 0.446       | 0.280     |
| 明るい - 暗い         | 0.100       | 0.325     |
| 好き - 嫌い          | 0.396       | 0.599     |

(2) 映像別の比較

図 4.4-16 に映像別の平均得点のグラフを示す。映像別に平均得点を比較してみると、全体的に映像 A の方が平均得点が上回っていることが確認できる。これは、映像 A が色鮮やかな映像、映像 B が落ち着いた色の映像だったため、被験者が映像を視聴した際に 2 つの映像を比較したからではないかと考えられる。

また、ノンパラメトリックで対応のあるデータより、Wilcoxon の符号順位検定を有意水準 5[%]で検定を行い、その結果を表 4.4-6 (再掲) に示す。表 4.4-6 より、「質感がある - 質感がない」、「疲れる - 疲れしない」、「なめらか - がたつく」の評価語だけは、有意な差がないことが確認できた。したがって、他の評価語については、有意差があり、映像の種類によって左右されてしまう評価語であったが、「質感がある - 質感がない」、「疲れる - 疲れしない」、「なめらか - がたつく」の評価語だけは、映像の種類によって左右されない評価語であることが確認できる。

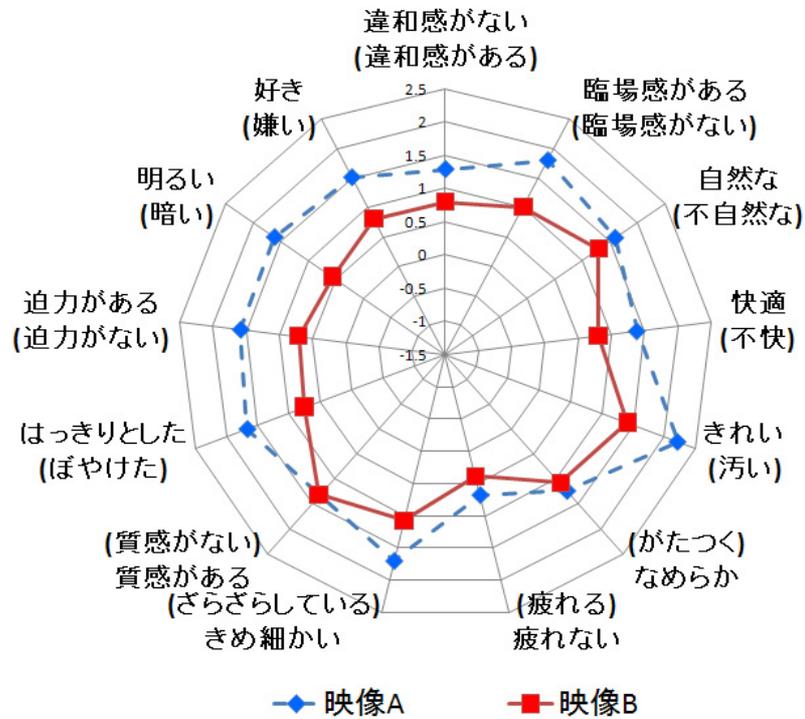


図 4.4 - 16 映像 A と映像 B の平均得点

表 4.4 - 6 (再掲) Wilcoxon の符号順位検定 (映像 A - 映像 B)

|                  | 漸近有意確率 (両側) |           |
|------------------|-------------|-----------|
|                  | 被験者33人の場合   | 被験者47人の場合 |
| 違和感がない - 違和感がある  | 0.003       | 0.024     |
| 臨場感がある - 臨場感がない  | 0.000       | 0.000     |
| 自然な - 不自然な       | 0.031       | 0.033     |
| 快適 - 不快          | 0.002       | 0.000     |
| きれいな - 汚い        | 0.000       | 0.000     |
| なめらかな - がたつく     | 0.108       | 0.300     |
| 疲れな - 疲れる        | 0.516       | 0.136     |
| きめ細かい - ざらざらしている | 0.000       | 0.000     |
| 質感がある - 質感がない    | 0.600       | 0.767     |
| はっきりとした - ぼやけた   | 0.000       | 0.000     |
| 迫力がある - 迫力がない    | 0.000       | 0.000     |
| 明るい - 暗い         | 0.000       | 0.000     |
| 好き - 嫌い          | 0.000       | 0.000     |

### (3) 座席別の比較

2K 映像での前列と後列の平均得点のグラフを図 4.4-17 に示す。平均得点を見た限りでは前列と後列では映像の印象が異なっているように見える。そこで、2K 映像における前列と後列の比較を、ノンパラメトリックであり、独立した 2 つのデータなので Mann-Whitney の U 検定を用い、有意水準 5[%]で行った。その結果を表 4.4-7 (再掲) に示す。表 4.4-7 より、「疲れない - 疲れる」の評価語について前列と後列で映像を視聴する際に有意な差があることが確認できた。したがって、2K 映像の視距離の変化により、視聴者の「疲労感」の感じ方に変化が現れることが確認できる。

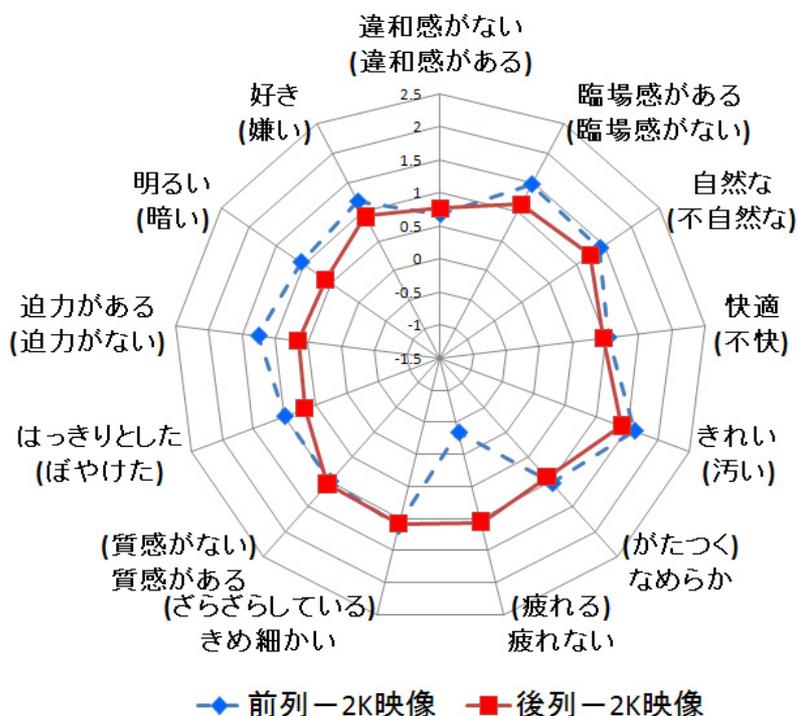


図 4.4 - 17 2K 映像での前列と後列の平均得点

表 4.4 - 7 (再掲) Mann-Whitney の U 検定 (前列 2K 映像 - 後列 2K 映像)

|                  | 漸近有意確率 (両側) |           |
|------------------|-------------|-----------|
|                  | 被験者33人の場合   | 被験者47人の場合 |
| 違和感がない - 違和感がある  | 0.843       | 0.802     |
| 臨場感がある - 臨場感がない  | 0.375       | 0.284     |
| 自然な - 不自然な       | 0.331       | 0.316     |
| 快適 - 不快          | 0.899       | 0.851     |
| きれい - 汚い         | 0.188       | 0.370     |
| なめらか - がたつく      | 0.562       | 0.634     |
| 疲れしない - 疲れる      | 0.002       | 0.001     |
| きめ細かい - ざらざらしている | 0.733       | 0.910     |
| 質感がある - 質感がない    | 0.966       | 0.806     |
| はっきりとした - ぼやけた   | 0.256       | 0.416     |
| 迫力がある - 迫力がない    | 0.021       | 0.106     |
| 明るい - 暗い         | 0.047       | 0.234     |
| 好き - 嫌い          | 0.492       | 0.491     |

次に、4K 映像での前列と後列の平均得点のグラフを図 4.4-18 に示す。4K 映像での前列と後列の比較は、ノンパラメトリックであり、独立した 2 つのデータなので Mann-Whitney の U 検定を用い、有意水準 5[%]で行った。その結果を表 4.4-8 (再掲) に示す。表 4.4-8 より、「迫力がある - 迫力がない」、「疲れしない - 疲れる」、「きめ細かい - ざらざらしている」、「はっきりとした - ぼやけた」の評価語について前列と後列で映像を視聴する際に有意な差があることが確認できた。したがって、4K 映像の視距離の変化により、視聴者の「きめ細かさ」、「迫力感」、「疲労感」、「はっきりさ」の感じ方に変化が現れることが確認できる。

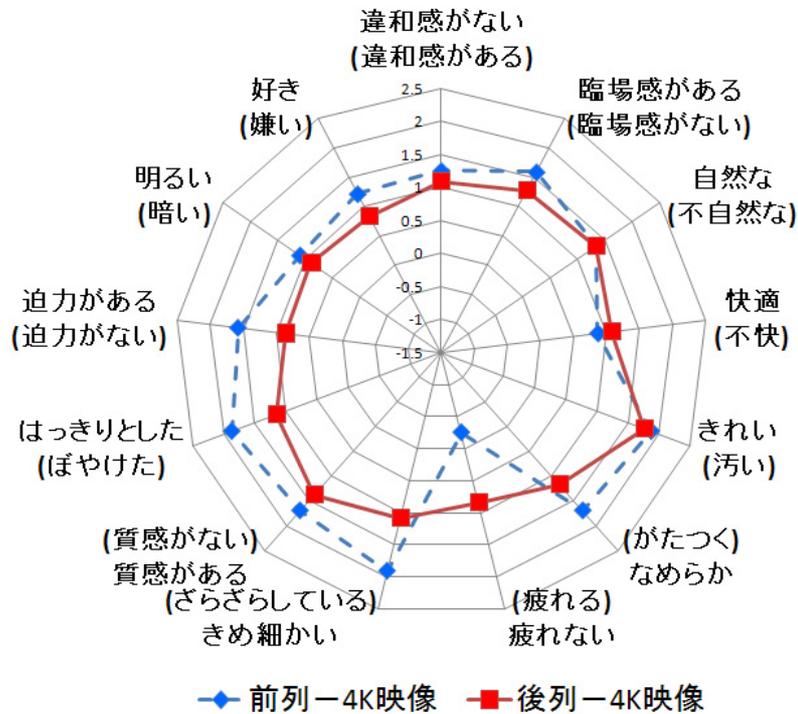


図 4.4 - 18 4K 映像での前列と後列の平均得点

表 4.4 - 8 (再掲) Mann-Whitney の U 検定 (前列 4K 映像 - 後列 4K 映像)

|                  | 漸近有意確率 (両側) |           |
|------------------|-------------|-----------|
|                  | 被験者33人の場合   | 被験者47人の場合 |
| 違和感がない - 違和感がある  | 0.539       | 0.507     |
| 臨場感がある - 臨場感がない  | 0.275       | 0.138     |
| 自然な - 不自然な       | 0.857       | 0.713     |
| 快適 - 不快          | 0.464       | 0.413     |
| きれい - 汚い         | 0.534       | 0.622     |
| なめらか - がたつく      | 0.426       | 0.073     |
| 疲れにくい - 疲れる      | 0.000       | 0.003     |
| きめ細かい - ざらざらしている | 0.044       | 0.008     |
| 質感がある - 質感がない    | 0.607       | 0.128     |
| はっきりとした - ぼやけた   | 0.078       | 0.017     |
| 迫力がある - 迫力がない    | 0.008       | 0.023     |
| 明るい - 暗い         | 0.966       | 0.616     |
| 好き - 嫌い          | 0.200       | 0.288     |

ここで評価語「迫力がある - 迫力がない」、「きめ細かい - ざらざらしている」、「はっきりとした - ぼやけた」は、表 4.4-7 の 2K 映像での列間の比較では有意差がなかったが、表 4.4-8 の 4K 映像での列間の比較では有意な差が現れている。これより、2K 映像は、解像度が 4K 映像よりも小さいため境界の影響は少なく、あまりはっきりした差は表れなかったものと推察される。一方、4K 映像はその特徴として、視聴する際に視距離の変化によって、迫力感やきめ細かさ、はっきりさの感じ方に変化が現れる可能性が示唆される。これは、迫力感は画面の大きさに依存し、きめ細かさは解像度に依存するものと推察される。したがって、4K 映像の場合には、距離が遠くなると、視聴者が知覚する画面の大きさが小さく感じたり、映像における解像度の違いが知覚できなくなったりするなど、視聴者の提示映像環境が変化することにより、映像の印象の感じ方が違ってくるものではないかと推察される。

#### 4.4.6 まとめ

本研究では、解像度に着目し、新しい映像技術として超高精細映像システムと言われる解像度 2K 映像や解像度 4K 映像を使用して、感性的評価に基づいて調査することにより 4K 映像と 2K 映像についての特徴を分析した。なお、本章の分析では、学生を中心としたグループとそれらに専門家集団を入れたグループとに分けて細かく検討考察を行った。ここではこれらをまとめて考察し、全体のまとめとする。

この方向から視聴実験を行い、結果として映像の解像度が異なることによって、視聴者が映像を見た際に感じる「きれいさ」、「なめらかさ」、「質感」が変化する可能性が示唆された。また、「質感がある - 質感がない」、「疲れる - 疲れない」、「なめらか - がたつく」の評価語は、映像の種類によって左右されない可能性が確認できた。

次に、映像別に比較した結果、10 語の評価語で有意差が確認できた。これは、映像 A が色鮮やかな映像、映像 B が落ち着いた色の映像だったため、被験者が映像を視聴した際に生じた結果だと考えられる。

また反対に「質感がある - 質感がない」、「疲れる - 疲れない」、「なめらか - がたつく」の評価語だけは、有意差が現れなかった。つまり、映像の内容でなく映像の質や色などを評価する際に有意差が現れた 10 語の評価語については、映像の種類によって左右されてしまうが、有意差が現れなかった「質感がある - 質感がない」、「疲れる - 疲れない」、「なめらか - がたつく」の 3 語の評価語は、映像の種類によって左右されない評価語である可能性がある。

最後に、座席別に比較した結果、2K 映像を視聴する際の視距離の変化は「疲労感」の感性的評価に、4K 映像を視聴する際の視距離の変化は「きめ細かさ」、「迫力感」、「疲労感」の感性的評価に影響を及ぼすことを確認した。

これらをまとめると、まず、迫力感や臨場感などは、ほぼ画面サイズに関連することが実験の結果から推測される。したがって、今回の実験では、画面サイズが同じ 220 インチの画面のため 2K 映像と 4K 映像とでは、両者の間では大きな特徴は生じなかったものと考えられる。一方で、解像度に関係する質感、きれいさ、なめらかさ、はっきりさ、などは 2K 映像と 4K 映像とでは割合明確にその違いが結果として得られたものと推測される。

## 4.5 おわりに

現在、衛星放送やハイビジョン放送、テレビのデジタル放送化など映像技術の発展によって、高品質、高精細な映像が急速に普及しており、快適な視聴環境が整いつつあると考えられる。この映像技術の発展は白黒テレビから始まり、次にカラーテレビ、現在ではカラーテレビの 5 倍の情報量を持ったフルハイビジョンが一般家庭でも視聴できるようになり、高鮮明な映像を手軽に利用されるようになった。

しかし、高精細なフルハイビジョンでも大きなスクリーンなどに投影する場合は、画像を拡大するのに限界があり、コンテンツの人物や物体などの輪郭がぼやけ、解像度の不足が目立つという課題がある。そこでこれらの課題を解決するためにも、新しい映像技術の一つとして、デジタルシネマ(2K システム、4K システム)やスーパーハイビジョンなどの超高精細映像システムの研究が盛んに行われている。この 4K システムはフルハイビジョンの約 4 倍もの情報量を持つことになり、より精細度が増し、コンテンツの映像の質感、臨場感、迫力感などが高まることが予想される。

そこで本研究では、視聴者が受ける印象の異なるという問題の一つとして考えられる解像度に着目し、解像度が異なる映像を視聴した時に視聴者が感じる映像の印象について変化するかを感性的評価によって探った。また本実験では、新しい映像技術として超高精細映像システムと言われる解像度 2K 映像や 4K 映像を使用し、評価することによって、4K 映像と 2K 映像についての特徴・分析を行った。

その結果、4K 映像と 2K 映像を比較、つまり映像の解像度が異なることによって視聴者が映像を見た際に感じる「きれいさ」、「なめらかさ」、「質感」、「はっきりさ」が変化することが示唆された。また「質感がある - 質感がない」、「疲れる - 疲れない」、「なめらか - がたつく」の評価語が、映像の種類によって左右されない評価語である可能性があることが実験的に確認できた。次に、2K 映像を視聴する際の視距離の変化は、「明るさ」、「迫力感」、「疲労感」、4K 映像を視聴する際の視距離の変化は、「きめ細かさ」、「迫力感」、「疲労感」の感性的評価に影響を及ぼすことが確認できた。

以上のことより、4K 映像と 2K 映像とでは、質感やきれいさが異なり、視距離によつての視聴者に与える影響も異なる可能性が確認できた。今後、より適切な映像投影を行う場合の知見となり、本視聴実験には大きな意義があると考えられる。

#### [参考文献]

- [1] 財団法人デジタルコンテンツ協会, “ 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 - ”, 平成 19 年 3 月.
- [2] 財団法人デジタルコンテンツ協会, “ 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 ”, 平成 19 年 3 月.
- [3] 大塚裕子, 森俊文, 小黒久史, 佐藤美恵, 春日正男, “ 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 ”, 映像メディア学会技術報告, Vol.32, No.8, PP/71 ~ 74, Feb. 2008.

## 第5章 超高品質AV情報と感性

### 5.1 はじめに

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、さらには超高品質AV情報に関わる視聴・調査へと発展した本事業委員会の活動は、平成14年からの感性コンテンツの感性増幅に関わるもの[1-3]から平成17年の動画映像の視覚評価に関する調査研究[4-6]に連なり、本年度の視聴映像の解像度を中心とする高品質映像情報の感性評価として実を結ぶこととなった。これら一連の調査研究により、ソフトからハードまでさまざまな側面を融合した感性的評価が対応する技術動向とともにその大略がまとめられ、精度のよい評価指標と評価方法の検討、評価実験における一般的、客観的な要素や事象の抽出、統計的な有用性など、将来的な技術動向に対しても非常に有意義な結論がまとめられた。

### 5.2 感性と感性工学

「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。

そもそも、われわれの社会は高度経済成長期の「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へと変化し、パラダイムシフトを余儀なくされているが、これは単なる購買や消費、所有に向うものから脱却し、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源的生き方をクローズアップすることになる。

「感性」とはいわゆる感受性という意味での受け手としての情報処理の能力や性質などのinputばかりではなく、受容可能な刺激や特性に対して何らかの反応を起こす、あるいは精神的なレベルの発揚、知識や情報の発信などのoutputの能力としても把握されるべきものである。また「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、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、癒しを与えるべきものである。

### 5.3 感性と感性評価

映画界最大の祭典と言われる、米アカデミー賞。外国語映画部門で日本の「おくりびと」が受賞したことが報道された。この作品は政治的なメッセージもなく史実に基づくものでもなく、普遍的なテーマで普通の人間を静かに美しく描いた、いわゆる「社会派」で

はない映画である。しかし、日米という文化・人種あるいは生活習慣の違いを乗り越えて、多くの人々に感銘を与え、国際的な評価を得たことになった。このような、人々に感動を与えるもの、感性に訴えるものは、作者、著者、プロデューサーなど、送り手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完成したものであり、傑出した感性の持ち主によるプロダクションであることは論を俟たない。しかしながら、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がさまざまな文化・人種、生活習慣や教育的な背景を持ち、多様なリアクションを起こすことを前提とする場合、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・リサーチに極めて類似するが、人々の感性の評価をある程度モデル化するという領域に立ち至るという意味で問題は非常に複雑で、そのような感性的評価の標準化、感性スケールの構築を目指す必要性が生じる。

#### 5.4 超高品質AV情報技術と感性

第3章で各委員により言及されているように、視聴コンテンツの送り手、すなわちプロダクション制作サイドや映像や放送・通信の送り手の立場からは、ハード面として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、特に4Kディスプレイ用などであり、またバーチャルリアリティ（VR）による没入感をさらに高めようとするもの、スーパーハイビジョンなど超高精細映像の表現技術による高臨場感放送システムなどへと進展している。このように、視聴コンテンツ、すなわちAV情報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制作技術の開発が期待されている。

特に画面の大型化にともなう臨場感の向上と相俟って生じる相対的な視聴距離の減少のため、高精細化、高画質化の要求は通常品位の映像をますます高品位への画質改善技術の発展を促す。また、もともと640×480のNTSC方式映像視聴環境が、ハイビジョンからさらに一層の高精細や高臨場感を求めて4Kシステムなど着々と新規の映像システムが研究・開発されてきており、4Kシステムはすでに実用化に入っている。さらに新しい映像技術として期待されている任意視点映像やパノラマ撮影など、臨場感や迫力が増大し、高い品質の画像情報としての撮影技術がその基盤となる撮影機器・システムの飛躍的な進歩とともに期待されている。

高品質あるいは超高品質が最終的に求めるものは、どれだけリアリティに接近できるかということであるが、ともすると現実的な感覚以上の刺激あるいは体験をドラマやゲームの中の設定あるいは連続するスポーツ映像環境の中であたかも自身がそのプレイヤーになったかの如きものであろう。このような要求、すなわち送り手と受け手の情報伝達において時間と空間の共有を目指すコミュニケーションの形態は、既設のネットワークを通じ、人々の相互理解と協働活動を形成しようと求心力に発展する。

すでに本委員会の調査活動の過去の報告で取り扱われているが、たとえば遠隔地の医療に役立てられるような、視覚や聴覚以外の五感の感覚をリアルタイムで伝送できるシステムの開発によって、高品質あるいは超高品質の画像情報やそれに付随する技術は「超高

「臨場感コミュニケーション」の必須な要素として注目されて来ている。すなわち、遠隔臨場制御といわれる分野であり、遠く離れた場所からでも同じ状況や雰囲気を共有でき、互いにその場にいるような自然なコミュニケーションを成立させることができる。さらに通常医療での触診などの視聴覚以外の感覚が重要な要素を占める状況では、超高精細・超高臨場感をもたらすAV情報にさらなる応用面として遠隔地医療への適用が議論的となる。このような技術的にも非常に高度な発達は、今後ますます深刻となる高齢化社会において誰もが心豊かで便利に生活できる情報化社会、「人にやさしい社会の構築」の創生に役立つ極めて有意義なデバイスの構築に不可欠と考えられる。

平成 17 年に総務省が発表した「ユニバーサル・コミュニケーション技術に関する調査研究会報告書」[7]では、「人間の心の中の想像力、感じる能力、アイデアを膨らませる能力など人の感性に訴えるリアリティに富んだ表現・意思伝達を可能とするコミュニケーション社会の実現が重要である」と謳われており、リアルタイムで臨場感を伝える、あるいは臨場感をさらに増幅させる、超臨場感コミュニケーション技術に向かって、「超高精細・立体映像」、「高臨場感音場再生」、「触覚・嗅覚を含めた五感通信」などの様々な要素技術の研究・開発が期待されている。このような視聴覚技術のさらなる進化と視聴覚以外の感覚とを virtual な分野で融合させる研究分野は Haptic Communication として、近年ますます研究が盛んになっている。これらには超高精細や超高臨場感を与える AV 情報技術が大きな前提であり、さらに五感インタフェースの組み合わせによる、時空間共有の virtual な実現などさまざまな通信・コミュニケーション機能のグレードアップが要求される。前章で詳細が説明されているように「超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム」(Ultra-Realistic Communications Forum; URCF)はこの趣旨に基づく新たな試みであり、関連する有識者、事業者、ユーザらが相互の情報交換や異分野間交流を促進し、産学官連携による研究・開発、実証実験と標準化などを旨とするものとして、積極的な運用によるさらに新しい概念の創生と技術の発展が期待されている。

## 5.5 解像度の差異と感性的評価

第4章では、同じ内容・コンテンツである 4K および 2K の映像を見比べた場合、すなわち、映像の解像度が異なる場合に、視聴する人がどのような違いを見出すか、あるいは違いが認識されないかという問いに対して、先進的な実験結果が報告されている。この実験では解像度の影響をより顕著に抽出する意図で、通常の 1.5 H (H は画面の高さ) よりも幾分短めの視聴距離が採用されている。

Wilcoxon の符号順位検定では、対応のある二組のデータの代表値に差異があるかどうかを検定するもので、通常の t 検定では母集団の正規分布を仮定しているが、データの数などの制約からそのような仮定が適用できない。この検定を行うことによって、二組のデータに差異がないとする帰無仮説が確率的に否定され、5%の危険率で有意の差があるものと推定される項目が「きれいさ」、「なめらかさ」、「質感」、「はっきりさ」であり、それらの印象の平均値が変化する可能性が示唆されている。解像度という観点からは非常に妥当かつ自然な結論であろう。また「質感がある - 質感がない」、「疲れる - 疲れない」、「なめらか - がたつく」の評価語が、異なる内容・コンテンツあるいは映像の種類によって左

右されないものである可能性があることが実験的に確認されたことは意義深い。また、視距離が異なる場合に測定される印象の平均値については、2K 映像を視聴する際には、「明るさ」、「迫力感」、「疲労感」に明確な変化が起こり、一方、4K 映像を視聴する際には、「きめ細かさ」、「迫力感」、「疲労感」の感性的評価に影響を及ぼすことが確認されている。

一方、4K 映像と 2K 映像という解像度の差異によって、実験結果としてあまり変化が起こらないものと検証されたと考えられる項目が「臨場感」、「自然さ」、「快適さ」などであることは注目に値する。このことは「高臨場感」あるいは「超高臨場感」を志向する研究分野にとって、解像度を意識した「高精細」や「超高精細」の視聴覚に対応する技術が如何に発達したとしても、その場に居合わせて、direct に雰囲気や疑似空間を共有できるようにするために、さらに発展した技術的・芸術的な仕組みや新規的なもう一工夫が必要であることを示唆するものではないか。さらに、解像度と視聴距離はある意味では相対的な意味合いを持つものであり、視聴距離が遠くなれば解像度を上げる効果がだんだん薄れていくことは至極当然のことである。しかも、この実験では「疲労感」の得点が特に視聴距離の短い位置では顕著に下がる（疲れやすくなる）傾向が認められているので、ある程度長い時間にこのような視聴環境に携わる場合、「疲労感」という観点から、解像度と視聴距離の関係に一種の最適値が存在するのではなかろうかという問題も提起されるものと思われる。

4K 映像と 2K 映像とでは、その解像度のゆえに「質感」や「きれいさ」などが異なることが統計的に示されたが、視聴距離と解像度は基本的には人間の視覚そのものの問題に帰す。また、視聴者に臨場感や自然な感覚を与え、その感覚的な効果を高めることは解像度のみの問題ではなさそうである。将来的にはコンテンツの表示環境や提示形式を、視聴覚関連分野とは別にさらに拡張された領域へまで配慮して、より効果的、より適切な映像投影がなされ、高臨場感をも包含する、新規の研究開発へと方向性が示唆されたものと考えられる。

## 5.6 おわりに

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。平成 14 年度に発足した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の調査に受け継がれ、さらに超高品質 AV 情報がもたらす人間の感性に関わる調査へと継承された。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が含まれ、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ことが多い。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およびそれをサポートする様々な関連技術により、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。また、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。すでに示さ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ムングとカットイングについて評価実験が行われており、特にカットイ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な評者によるさまざまな提言が得られているにせよ、細々とした物理的なパラメータ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。

しかしながら、今回取り上げられた 4K と 2K のコンテンツを同じ大きさのスクリーンに投影するという表示形式で解像度が異なる視聴の場合には、極めて明確で正にstraightforward な受け手の印象が確認されたものと言え、超高品質映像への期待、超高臨場感への要求度がますます増大するものと考えられる。

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、基本的で遂行可能な感性的な評価はほぼ最終的な段階へと進捗しており、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」映像コンテンツとその関連技術を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。

（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 .
- [6] 日本自転車振興会 平成 19 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 - 動画映像の時間軸再生の評価に関する調  
査研究 - 報告書 ”, 平成 20 年 3 月, 2008 .

## 第6章 社会貢献、普及活動への取り組み

### 6.1 はじめに

現在、衛星放送やハイビジョン放送、テレビのデジタル放送など映像技術の発展によって、高品質、高精細な映像が急速に普及しており、私たちユーザにとっての快適な視聴環境が整いつつある。この映像技術の発展は白黒テレビから始まり、次にカラーテレビ、そして現在ではカラーテレビの5倍の情報量を持ったフルハイビジョンが一般家庭でも視聴できるようになり、高鮮明な映像を手軽に利用できるようになった。しかし、高精細なフルハイビジョンでもホームシアターなどを含め、大きなスクリーンなどに投影する場合は、画像を拡大するのにやはり限界があり、コンテンツの人物や物体などの輪郭の鮮明さなど、解像度の点での課題も考えられる。このため、これらの課題を改善する新しい映像技術の一つとして、さらに高精細なAV情報であるデジタルシネマ(2K、4Kシステム)やスーパーハイビジョンなど超高精細映像システムの研究とその実用化が盛んになってきた。

本事業委員会は、この超高品質AV情報に関する技術やその動向、さらに解像度を中心とする超高品質AV情報の感性的評価方法とその評価の実際などの検討を目的としている。特に、超高精細映像から受けるユーザの印象については、現在は映像関連機器が最先端的技術であるために普及していないこともあり、あまり多くは検討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むこととする。

以下、これらの内容を述べる。

### 6.2 社会貢献、普及活動の方法

本事業委員会としては、昨年度までの社会貢献、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、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する。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、当協会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して活動する。

### 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、超高品質AV情報の感性的評価の委員会

活動に関する広報活動を行った。なお、発表原稿は、巻末に付録3として示した。

(1) 研究会講演会

- ・日時 平成21年2月5日
- ・場所 映像情報メディア学会メディア工学研究会 / 北海道大学情報科学研究科
- ・講演題目 超高品質映像と人間の感性的評価に関する実験的検討
- ・講演者 高橋 慶文\* 佐藤美恵\* 春日正男\* 森俊文\*,\*\* 千葉 祐治\*\*\*  
(\*宇都宮大学工学部 \*\* (株)ビデオテック \*\*\* (財)デジタルコンテンツ協会 (DCAj))

(2) 特別講演

- ・日時 平成21年2月14日
- ・場所 日本感性工学会 感性インタラクション2009 / 札幌市立大学
- ・講演題目 感性的観点からの超高品質映像情報メディア学会の評価と将来への期待
- ・講演者 春日正男 (宇都宮大学工学研究科)

## 6.4 おわりに

本事業委員会の成果として、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、「日本感性工学会 感性インタラクション2009」における特別講演を通して、本委員会の基本的考え方である、超高品質AV情報がもたらす人間の感性に関する調査・研究を行い、さらに、本事業で得られた知見を社会に公表することにより超高品質AV情報に関連する普及活動を訴求してきた。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超高品質映像に関するコンテンツと表示再生機器の技術とその動向を調査研究することにより、よりユーザに印象付けられる快適なコンテンツの鑑賞ができることなど、私達の基本的な考え方と希望について技術の現状とその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、超高品質AV情報の社会への普及について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、本特別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 むすび

(財)デジタルコンテンツ協会(DCAj)は、21世紀の知識創発型社会の到来に向けて新たな我が国のコンテンツに関する技術や方施策の方向性を探るべく、平成13年度に発足した。設立の趣旨は、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た活動を行うことである。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に向けて、平成13年度から21年度までの長きに渡りデジタルコンテンツに関する調査研究事業を行ってきた。

この流れの中で、まず、平成13年度には、感性コンテンツなる新しい概念に関する調査研究委員会を立ち上げ、これをベースに、平成14年度から16年度にわたり、日本自転車振興会(現(財)JKA以下JKAと略す)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、優れたクリエイターの育成に寄与できる優秀なコンテンツ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ている。引き続いて、平成17年度から19年度にわたり、同様に、JKAよりの補助事業として、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。この事業は、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、実際のコンテンツの視聴実験検証により評価し、前回までの一連の事業と同様に多くの知見を得てきた。そしてこの事業を通して将来的に、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たいいくつかの提言をしてきた。

本年度は、これらの調査結果を踏まえ、超高品質AV情報に関する技術の現状を探りその状況を調査すること、さらに、視聴者が満足できる超高品質AV情報の評価方法の提案と実験的検討を行うことを目的として、調査研究事業を実施することとした。この背景には、現在先端的技術として、地上デジタル放送やデジタルシネマ(2K、4Kシステム)、スーパーハイビジョンなど超高精細映像システムの研究とその実用化が盛んになりつつあり、また、民生機器レベルでも快適な視聴環境が整い、一般家庭でも高鮮明なこれらの高品質、高精細な映像が手軽に視聴できるようになってきていることがある。しかし一方で、これらの高精細なフルハイビジョンでも家庭用ホームシアターなどの大きなスクリーンなどに投影する場合は、画像を拡大するのにやはり限界があることが感じられており、コンテンツの人物や物体の輪郭の鮮明さなど、解像度の点で、視聴者が心地よく感じられる超高品質AV情報の視聴環境の適切なデザインの必要性が課題として浮上りつつある。

そこで、本事業では、近年の超高品質コンテンツの中の特に、デジタルシネマ(2K、4Kシステム)に注目し、これらの映像コンテンツに関する技術の現状を調査し、また将来の課題を探り、また、これらのコンテンツを快適に視聴するための条件などの知見を得

ることを目的として、その評価方法を提案し、それに基づいた実験を実施してそれらの内容を調査検討する事業を実施した。

以上の事業実施目的の観点から、まず、超高品質 A V 情報の先端国である我が国を中心にした A V 情報に関する方式や技術動向などの現状を国内の文献を中心に調査した。同時に、超高品質 A V 情報の編集制作の現場や表示技術の先端的現場を調査し、これらの結果を現状と今後の方向性の観点からまとめた。さらに、人間の感性的観点からの評価方法や評価指標の現状もあわせて調査し、これらの調査結果を分析し、方向性や今後の課題を考察した。最後に、超高品質 A V 情報として、特に 2K と 4K の映像をとりあげ、これらのコンテンツを視聴し、評価指標や評価方法の検討とともに、実際の視聴実験を行い、映像から受ける視聴者の印象の違いや、それらに関する印象の感性的観点から分析した。本調査研究ではこれらの点を検討するため、フルハイビジョンの視聴に伴う画像の鮮明さから受ける印象の度合いやきれいさなど視聴者が感じる感性的要因を実験的に検証し、多くの知見を得ることを試みてきた。最後にこれらをまとめ、今後の方向性などをまとめている。なお、超高品質 A V コンテンツの評価実験場所については視聴に適するホールなどを視聴環境として使用した。

この調査結果より、解像度に関して、超高品質映像では 4K 映像のほうが 2K 映像よりも感性的印象が増幅される、との知見が得られた。今回の調査に限定されるが、評価語で、質感、きれいさ、滑らかさ、はっきりさ、などで 4K 映像が優れているとの有意な実験結果が得られている。ただし、この結果は視距離に依存することも知見として得られた。一方、迫力感や臨場感などは、画面の大きさに依存し、解像度にはあまり影響されない、との知見も得られた。これらの結果より、4K 映像と 2K 映像とでは、解像度の違いが視聴者の感性的な印象に影響を与えること、またその度合いは、視距離によって視聴者に与える影響が異なる可能性があること、などの知見が得られた。

以上、本年度の事業の調査結果を報告した。今後、(財)デジタルコンテンツ協会(DCAj)としては、本事業に関連する調査をさらに信頼性あるものとして確立して、超高品質映像に関する我が国の産業分野の発展に寄与したいと考えている。このため DCAj は、引き続きデジタルコンテンツ、特に、超高品質 A V 情報に関する産業の進展に寄与すべく、先端的技術の追求と一般家庭への普及を求めて、その方向性をさらに追求し、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所存である。また、この方向性は協会の本来的な使命として必要であるとも考え、今後とも推進していきたいと考えている。

# 付録

## 付録 1 . 「3.2 通常品位の映像を高品質情報に変換する技術」 カラー資料

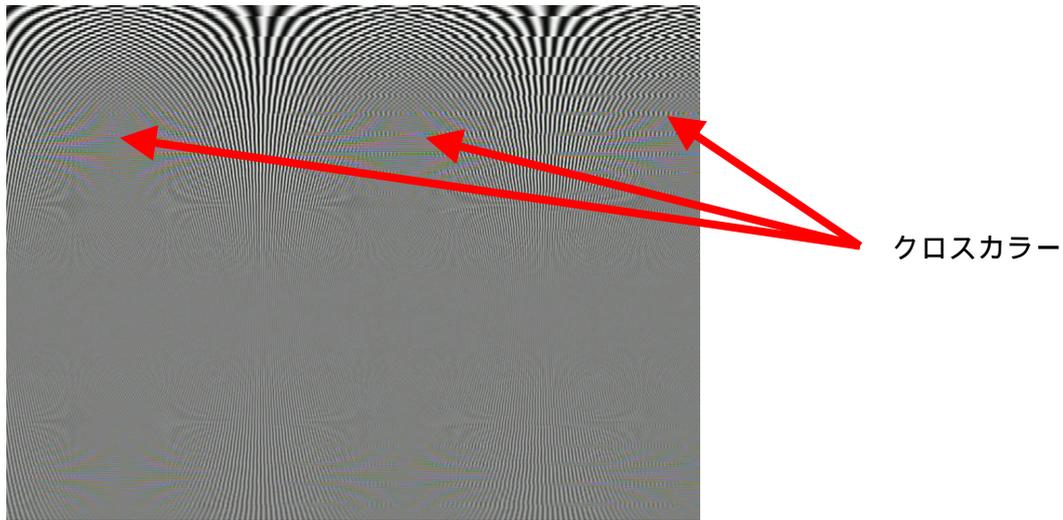


図 3.2 - 1 クロスカラーのイメージ例

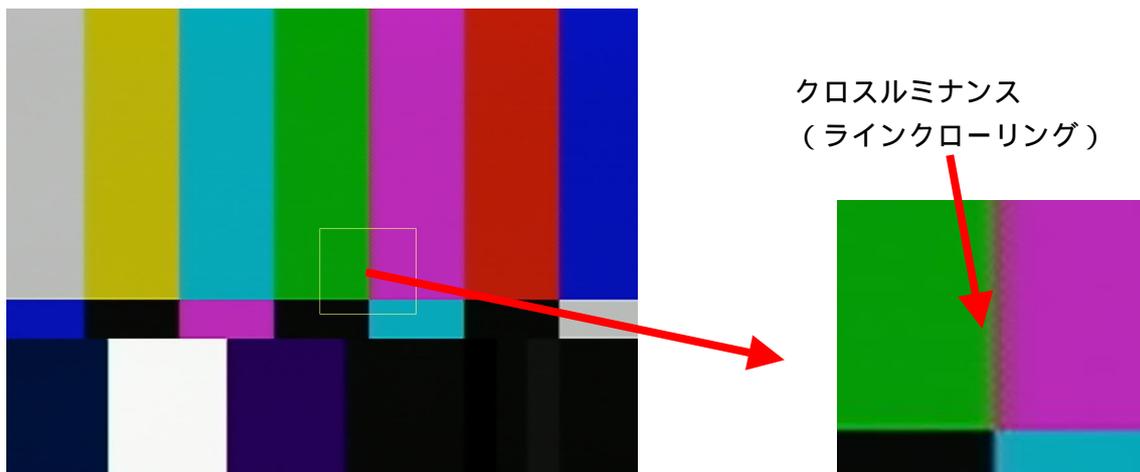


図 3.2 - 2 クロスルミナンスのイメージ例



図 3.2 - 12  
ブロックノイズのある画像  
分かりやすいように強調している。

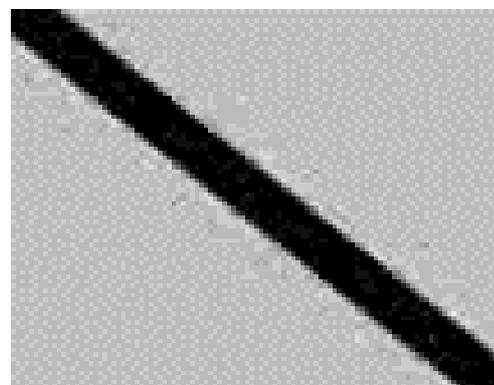


図 3.2 - 13  
モスキートノイズのある画像

## 付録2 . 評価シートの例

### アンケート用紙

座席

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。

|            | 非常に | かなり | 少し | ど<br>ち<br>ら<br>で<br>も<br>な<br>い | 少<br>し | か<br>な<br>り | 非<br>常<br>に |          |
|------------|-----|-----|----|---------------------------------|--------|-------------|-------------|----------|
| 1 違和感がない   |     |     |    |                                 |        |             |             | 違和感がある   |
| 2 臨場感がある   |     |     |    |                                 |        |             |             | 臨場感がない   |
| 3 自然な      |     |     |    |                                 |        |             |             | 不自然な     |
| 4 快適       |     |     |    |                                 |        |             |             | 不快       |
| 5 きれい      |     |     |    |                                 |        |             |             | 汚い       |
| 6 なめらか     |     |     |    |                                 |        |             |             | がたつく     |
| 7 疲れない     |     |     |    |                                 |        |             |             | 疲れる      |
| 8 きめ細かい    |     |     |    |                                 |        |             |             | ざらざらしている |
| 9 質感がある    |     |     |    |                                 |        |             |             | 質感がない    |
| 10 はっきりとした |     |     |    |                                 |        |             |             | ぼやけた     |
| 11 迫力がある   |     |     |    |                                 |        |             |             | 迫力がない    |
| 12 明るい     |     |     |    |                                 |        |             |             | 暗い       |
| 13 好き      |     |     |    |                                 |        |             |             | 嫌い       |

## 超高品質映像と人間の感性的評価に関する実験的検討

高橋 慶文<sup>†</sup> 佐藤 美恵<sup>†</sup> 春日 正男<sup>†</sup> 森 敏文<sup>†‡</sup> 千葉 祐治<sup>\*</sup>

<sup>†</sup>宇都宮大学大学院工学研究科 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2

<sup>‡</sup>株式会社ビデオテック <sup>\*</sup>財団法人デジタルコンテンツ協会 (DCA j)

E-mail: <sup>†</sup>mt086642@ced.is.utsunomiya-u.ac.jp

**あらまし** 現在、映像システムの技術は急速な発展を遂げており、ハイビジョン放送やデジタル放送の普及に伴い、大型テレビやプロジェクタなどの映像がより精細になってきている。そこで、新しい映像技術として超高精細映像システムと言われる解像度 2K 映像や 4K 映像を感性的に評価することにより、4K 映像と 2K 映像についての特徴を分析する。

**キーワード** 超高品質, 4K, 2K, 解像度, 感性的評価

## Investigation into super-high-quality image reproduction on Kansei evaluation

Yoshifumi TAKAHASHI<sup>†</sup> Mie SATO<sup>‡</sup> Masao KASUGA<sup>‡</sup> Toshifumi MORI<sup>†‡</sup> and Yuji CHIBA<sup>\*</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Engineering, Utsunomiya University 7-1-2 Yoto, Utsunomiya-shi, Tochigi, 321-8585 Japan

<sup>‡</sup> Video-Tech Co., Ltd. <sup>\*</sup>Digital Content Association of Japan

E-mail: <sup>†</sup>mt086642@ced.is.utsunomiya-u.ac.jp

**Abstract** Recently, the technology of the image system has been developing rapidly. the images of large-scale televisions and projectors become high-quality as high-definition television broadcasting and digital broadcasting spread .Therefore, we discover the feature of 4K image and 2K image by examining 2K resolution image and 4K resolution image, which is called “a super-ultra-high-density image system” as a new imaging technique, based on Kansei evaluation.

**Keyword** Super High Quality, 4K, 2K, Resolution, Kansei Evaluation

### 1. 背景

現在、衛星放送やハイビジョン放送、テレビのデジタル放送など映像技術の発展によって、高品質、高精細な映像が急速に普及しており、快適な視聴環境が整いつつあると考えられる。この映像技術の発展は白黒テレビから始まり、次にカラーテレビ、現在ではカラーテレビの 5 倍の情報量を持ったフルハイビジョンが一般家庭でも視聴できるようになり、高鮮明な映像を手軽に利用されるようになった。しかし、高精細なフルハイビジョンでも大きなスクリーンなどに投影する場合は、画像を拡大するのにやはり限界があり、コンテンツの人物や物体などの輪郭の鮮明さなど、解像度の点での課題も考えられる。このため、これらの課題を改善する新しい映像技術の一つとして、デジタルシネマ（2K、4K システム）やスーパーハイビジョンなど超高精細映像システムの研究とその実用化が盛んである。この 4K システムはフルハイビジョンの約 4 倍もの情報量を持つことになり、コンテンツ映像の高解像度に関連する質感などの高まりが予想される。

そこで、本研究ではこれらの点を検討するため、フ

ルハイビジョンの視聴に伴う画像の鮮明さから受ける印象の度合いやきれいさなど視聴者が感じる感性的要因を実験的に検証し、多くの知見を得ることを試みる。

### 2. 目的

本研究では、視聴者が受ける映像の印象に影響を及ぼす一要因として解像度に着目し、解像度が異なる映像を視聴したときに視聴者が感じる映像の印象が変化するかを感性的評価によって探る。また本実験では、新しい映像技術として超高精細映像システムと言われる 4K、2K システム映像を使用し、評価することによって、4K 映像と 2K 映像についての特徴を分析する。

### 3. 超高品質映像についての評価実験

本章では、超高品質映像における評価実験について述べる。3.1 節で実験の目的を述べ、3.2 節から 3.7 節までは実験概要を説明し、3.8 節では実験データを分析するために使用した解析方法について述べる。

#### 3.1. 実験目的

プロジェクタで投影する映像の解像度の違いによって、映像の印象が異なるかを感性的評価に基づいて調査する。

### 3.2. 実験環境

本実験における環境を図1に示す。実験は、外部からの外光が入らないように暗くして行った。映像投影用スクリーンは220インチを設置した。視距離は、前列を1.6[m]、中列を2.6[m]、後列を3.6[m]とし、1.5H(画面の高さ)前後とした。また、本実験に用いたプロジェクタは、Victor製であり、4K映像と2K映像が投影可能である特殊なものを使用した。

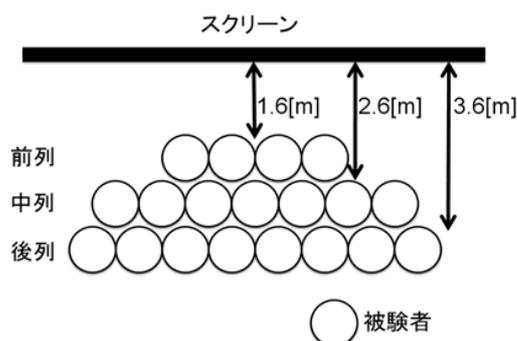


図1：実験環境

### 3.3. 映像試料

実験で使用したコンテンツは、色鮮やかなコンテンツと落ち着いた色のコンテンツの2種類とし、前者の提示時間は約5分、後者の提示時間は約12分とした。また、2種類の映像については、映像の色調がそれぞれ異なるように映像の専門家の意見を基に選択した。使用した映像の詳細を以下に示す。

- 映像A：鮮やかな色を基調とした観光の宣伝映像
- 映像B：落ち着いた色を基調とした短い映画

### 3.4. 評価語

初めに、映像に関係があると思われる文献とインターネットより約700語を収集した。次に、同音異義語や映像を評価するのに全く関係のない評価語を省いた結果、336語の評価語が収集できた。さらに、KJ法を行い、336語をグループ分けすることによって23語の評価語を抽出した。最後に、映像の内容を評価するのではなく、映像の自体を評価するのにふさわしいと思われる評価語を専門家の意見を基に13語抽出した。使用した評価語を表1に示す。

表1：評価語

|                 |                  |
|-----------------|------------------|
| 違和感がある - 違和感がない | きめ細かい - ざらざらしている |
| 臨場感がある - 臨場感がない | 質感がある - 質感がない    |
| 自然な - 不自然な      | はっきりとした - ぼやけた   |
| 快適な - 不快        | 迫力がある - 迫力がない    |
| きれいな - 汚い       | 明るい - 暗い         |
| なめらかな - がたつく    | 好き - 嫌い          |
| 疲れにくい - 疲れる     |                  |

### 3.5. 評価シート

評価方法は、評価対象物から受ける印象を評価尺度上で表し、それらの評点のデータを収集することにより、心理的要因の検討を行うSD法を用いた。評価シートは、対をなす形容詞を両極とし、両極7段階尺度で作成した。

### 3.6. 被験者

被験者は、視覚が正常な20代の男性23名、女性9名の計32名とした。また、実験環境の席数の関係上、一度に実験を行えないため2グループに分けて行った。

### 3.7. 実験手順

本実験は2グループで行い、Aグループを17名、Bグループを16名とし、実験は1グループずつ行う。予め評価シートを配布しておき、椅子に座ってもらい実験の説明をした。次に実験会場を暗くし、被験者に映像を提示した。1つの映像の再生が終了したら、部屋の明かりを点け、被験者に評価シートを記入してもらった。この時、評価シートの記入の時間は5分設けた。被験者が評価シート記入終了後、部屋の明かりを消し、次の映像を提示した。全ての映像に対して同様に繰り返した。全部で4種類の映像に対して評価してもらった。なお、映像提示順序は、グループによって変化させ、最初のAグループは2K(映像A)、4K(映像A)、2K(映像B)、4K(映像B)とし、Bグループは4K(映像A)、2K(映像A)、4K(映像B)、2K(映像B)とした。

### 3.8. 評価方法、解析方法

解析方法は、被験者数が少ないために母集団分布に関して、正規分布などのある特定の分布を仮定しないノンパラメトリック検定を使用した。その中でも、比較するデータ数が等しい場合は、ノンパラメトリックで対応のある2つのデータに対して用いるWilcoxonの符号順位検定を使用した。また、比較するデータ数が等しくない場合は、ノンパラメトリックで対応のない2つのデータに対して用いるMann-WhitneyのU検定を使用した。

## 4. 評価実験結果

### 4.1. 4K映像と2K映像の比較

始めに、4K映像と2K映像の全体の比較結果を4.1.1節に示す。次に、視距離により4K映像と2K映像の印象の違いが存在するかを調べるために、列別に分析を行い、前列、中列、後列の比較結果を4.1.2節、4.1.3節、4.1.4節に示す。

#### 4.1.1. 全体の比較

図2の平均得点のグラフより、4K映像が2K映像よりも全体的に平均得点が上回っていることが確認できる。しかし、その中でも「疲れる-疲れにくい」の評価語については、4K映像の平均得点が低く、4K映像が疲れやすい可能性が考えられる。

また、全ての評価語に対して有意差検定を行った。ここでは、ノンパラメトリックであり、対応のあるデータであるため、Wilcoxonの符号順位検定を用い、有意水準は5[%]とした。その結果、「違和感がある-違和感がない」、「きれい-汚い」、「なめらか-がたつく」、「はっきりとした-ぼやけた」、「質感がある-質感がない」の評価語については4K映像と2K映像で有意な差があることが示唆された。これは4K映像と2K映像の解像度の違いにより有意な差が生じたと考えられる。したがって、4K映像と2K映像、つまり解像度の違いにより、映像の「違和感」や「質感」、「きれいさ」の感じ方に変化が現れることが考えられる。

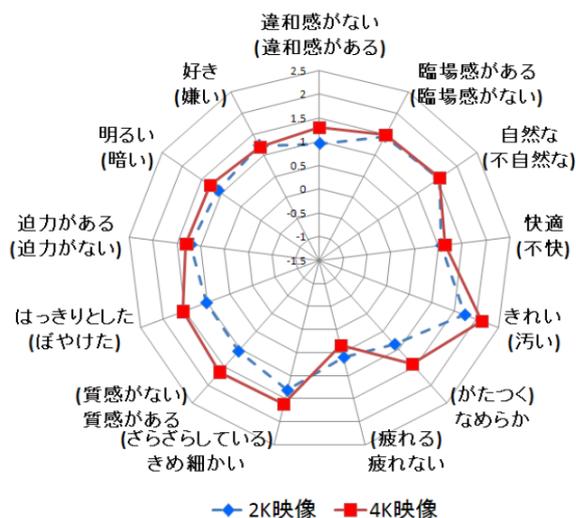


図 2: 4K 映像と 2K 映像の平均得点(全部)

#### 4.1.2. 前列のみの比較

図 3 に前列のみの 4K 映像と 2K 映像の平均得点のグラフを示す。

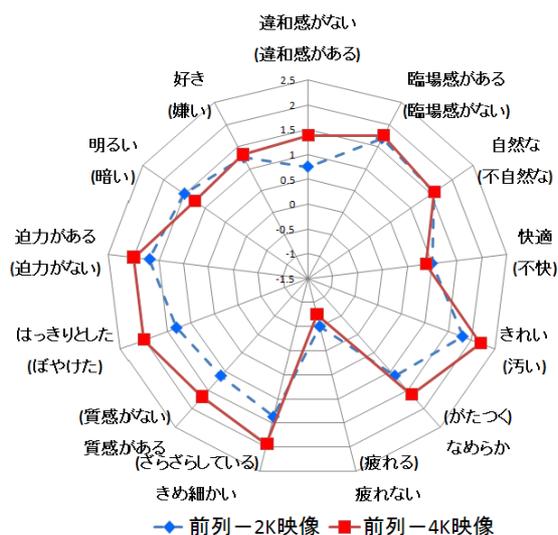


図 3: 4K 映像と 2K 映像の平均得点(前列のみ)

4K 映像と 2K 映像の平均得点の差について、前列のみで Wilcoxon の符号順位検定を有意水準 5[%]で行っ

た。その結果、「違和感がある-違和感がない」、「質感がある-質感がない」の評価語に対して4K映像と2K映像に有意な差があることが確認できた。したがって、視聴者の視距離が近い場合、4K映像と2K映像の解像度の違いによって、映像の質感の感じ方に変化が現れることが考えられる。また、4K映像と2K映像の前列のみと全体の結果を比較して、「きれい-汚い」、「なめらか-がたつく」、「はっきりとした-ぼやけた」の評価語について有意な差が現れなかったことは、視聴者の視距離が近い場合、「きれいさ」や「なめらかさ」、「はっきりさ」といった「映像の鮮明さ」の感じ方に変化がないことが考えられる。

#### 4.1.3. 中列のみの比較

図 4 に中列のみの 4K 映像と 2K 映像の平均得点のグラフを示す。

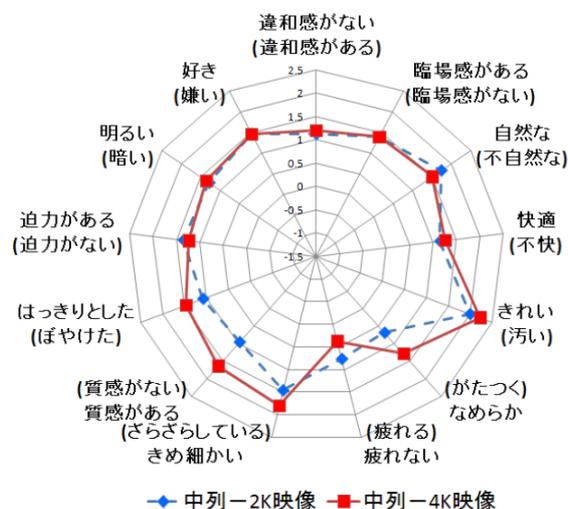


図 4: 4K 映像と 2K 映像の平均得点(中列のみ)

4K 映像と 2K 映像の平均得点の差について、中列のみで Wilcoxon の符号順位検定を有意水準 5[%]で行った。その結果、「なめらか-がたつく」、「質感がある-質感がない」の評価語に対して4K映像と2K映像に有意な差があることが確認できた。したがって、視聴者の視距離が適当な場合、4K映像と2K映像の解像度の違いによって、質感に加え、なめらかさの感じ方に変化が現れることが考えられる。また、違和感について有意な差が現れなかったことは、視聴者の視距離が若干近く、中列、つまり 2.6[m]程度の距離から印象の差が出なくなるのではないかと考えられる。さらに、4K映像と2K映像の中列のみと全体の結果を比較して、「違和感がある-違和感がない」、「きれい-汚い」、「はっきりとした-ぼやけた」の評価語について有意な差が現れなかったことは、視聴者の視距離が適当な場合、「違和感」や「きれいさ」、「はっきりさ」といった「映像の違和感やきれいさ」の感じ方に変化がないことが考えられる。

#### 4.1.4. 後列のみの比較

図5に後列のみの4K映像と2K映像の平均得点のグラフを示す。4K映像と2K映像の平均得点の差について、後列のみでWilcoxonの符号順位検定を有意水準5[%]で行った。その結果、全ての評価語に対して4K映像と2K映像に有意な差はなかった。したがって、視聴者の視距離が遠い場合、4K映像と2K映像における解像度の違いによって、映像を視聴する際の印象の感じ方に影響が小さい可能性が考えられる。また、4K映像と2K映像の後列のみと全体の結果を比較して、後列のみの結果が全ての評価語について有意な差が現れなかったことは、4K映像と2K映像における解像度の違いは、視聴者の視距離が遠くなるにつれて、映像の印象に影響を与えないことが考えられる。

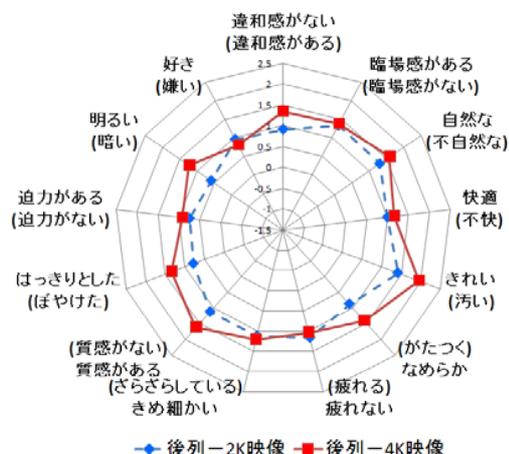


図5：4K映像と2K映像の平均得点(後列のみ)

## 4.2. 映像別における列の比較

始めに、2K映像における列間の比較結果を4.2.1節に示し、4K映像における列間の比較結果を4.2.2節に示す。最後に4.2.3節に考察を示す。

### 4.2.1. 2K映像における列間の比較

2K映像における前列と後列の比較を、ノンパラメトリックであり、独立した2つのデータなのでMann-WhitneyのU検定を用い、有意水準5[%]で行った。その結果、「明るい-暗い」、「迫力がある-迫力がない」、「疲れない-疲れる」の評価語について前列と後列で映像を視聴する際に有意な差があることが確認できた。したがって、2K映像の視距離の変化により、視聴者の「明るさ」、「迫力感」、「疲労感」の感じ方に変化が現れることが確認できる。

### 4.2.2. 4K映像における列間の比較

4K映像での前列と後列の比較を、ノンパラメトリックであり、独立した2つのデータなのでMann-WhitneyのU検定を用い、有意水準5[%]で行った。その結果、「迫力がある-迫力がない」、「疲れない-疲れる」、「きめ細かい-ざらざらしている」の評価語について前列と後列で映像を視聴する際に有意な差があることが確

認できた。したがって、4K映像の視距離の変化により、視聴者の「きめ細かさ」、「迫力感」、「疲労感」の感じ方に変化が現れることが確認できる。

### 4.2.3. 考察

始めに、「明るい-暗い」の評価語について注目してみると、2K映像の視距離の変化により有意な差があったのにもかかわらず、4K映像の視距離の変化では有意な差は見られなかった。これより、4K映像にすることによって視距離間で生じる明るさの差が多少軽減できるのではないかと推測できる。さらに4K映像での前列と後列の有意差検定では、「きめ細かい-ざらざらしている」の評価語について有意差が現われている。したがって、4K映像を投影する場合においては、視距離によって、視聴者の「きめ細かさ」の感じ方に変化が現れる可能性が示唆される。

## 5. まとめ

本研究では、映像の解像度に注目し、新しい映像技術として超高精細映像システムと言われる解像度2K映像や解像度4K映像を使用して、感性的評価に基づいて調査することにより4K映像と2K映像についての特徴を実験的に調査分析した。その結果、映像の解像度が異なると、視聴者が映像を見た際に感じる「きれいさ」、「なめらかさ」、「質感」が変化する可能性が示唆された。また、「質感がある-質感がない」、「疲れない-疲れる」、「なめらか-がたつく」の評価語は、映像の種類によって左右されない可能性が示唆された。さらに、2K映像を視聴する際の視距離の変化は「明るさ」、「迫力感」、「疲労感」の感性的評価に、4K映像を視聴する際の視距離の変化は「きめ細かさ」、「迫力感」、「疲労感」の感性的評価に影響を及ぼすことが分かった。以上のことより、4K映像と2K映像とでは、「質感」や「きれいさ」が異なり、視距離によって視聴者に与える影響も異なる可能性が示唆された。なお、今後は被験者数や映像コンテンツの種類を増加して、視聴結果の信頼性をさらに高めることが課題である。

本研究の推進にあたり、(財)デジタルコンテンツ協会(DCAj)の「超高品質AV情報に関する調査研究委員会」の多大なるご支援を頂いた。ここに深謝する。なお、本研究は(財)JKAの競輪補助金を受け、(社)日本機械工業連合会より受託し実施した。

## 文 献

- [1] 財団法人デジタルコンテンツ協会、「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-」平成19年3月
- [2] 財団法人デジタルコンテンツ協会、「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」平成20年3月
- [3] 大塚裕子, 森俊文, 小黒久史, 佐藤美恵, 春日正男, 「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」, 映像メディア学会技術報告, Vol.32, No.8, pp.71~74, Feb.2008

非 売 品

禁無断転載

平 成 2 0 年 度  
超高品質AV情報がもたらす人間の  
感性に関する調査研究報告書

発 行 平成21年3月

発行者 社団法人 日本機械工業連合会  
〒105-0011  
東京都港区芝公園三丁目5番8号  
電 話 03 - 3434 - 5384

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番地3  
電 話 03 - 3512 - 3903





