

平成 22 年度 IT とサービスの融合  
による新市場創出促進事業  
(コンテンツ技術実証事業)  
立体 (3D) 映像技術の開発と実証

報 告 書

平成 23 年 3 月

財団法人 デジタルコンテンツ協会  
株式会社オムニバス・ジャパン  
ソニーピーシーエル株式会社  
パナソニック映像株式会社



## 目 次

第1章 事業概要.....	5
1.1 本事業の目的.....	5
1.2 事業概要.....	5
1.2.1 魅力的な3D（立体）映像コンテンツの制作.....	6
1.2.2 立体（3D）映像の与える「良い」影響についての評価実験.....	6
1.2.3 立体（3D）映像制作ワークフローの提案.....	6
1.3 実施体制.....	7
1.3.1 実施体制.....	7
1.3.2 委員会.....	8
第2章 映像制作.....	11
2.1 映像制作にあたって.....	11
2.2 映像制作.....	11
2.2.1 企画について 3D コンテンツ ストーリー構成案.....	11
2.2.2 ロケハン.....	25
2.2.3 撮影.....	26
2.2.4 CG 合成に関して.....	36
2.2.5 3D コンテンツの編集・結果.....	50
2.3 作品の視差設計と解析について.....	58
2.3.1 カメラ設計値と撮影収録時の測定値との比較.....	58
2.3.2 作品における各カットの撮影時視差角情報.....	60
第3章 ワークフロー.....	69
3.1 ワークフロー解析の目的.....	69
3.1.1 企画.....	69
3.1.2 ロケハン・撮影準備.....	70
3.1.3 撮影.....	73
3.1.4 CG 制作・合成.....	75
3.1.5 編集.....	76
3.2 ワークフロー解析.....	81
3.2.1 企画ワークフロー改善.....	82
3.2.2 ロケハン・撮影準備ワークフロー改善.....	82
3.2.3 撮影ワークフロー改善.....	82
3.2.4 CG 制作・合成改善.....	84
3.2.5 編集ワークフロー改善.....	85
第4章 評価実験.....	88
4.1 評価実験.....	88
4.1.1 目的.....	88
4.1.2 主観評価.....	88
4.2 実験結果考察.....	98

4.2.1	主観評価結果及び考察 .....	98
4.2.2	客観評価結果及び考察（発汗・心拍・呼吸、脳血流） .....	103
4.2.3	評価実験まとめ .....	107
第5章	まとめ .....	109
付録1	ワークフロー記録シート	
付録2	3D コンテンツ設計/収録 3D Depth 情報比較図	
付録3	カット毎発汗データ	
付録4	カット毎心拍データ	
付録5	通し映像比較データ	

# 第 1 章 事業概要

## 1.1 本事業の目的

サービス産業は現在、雇用・GDP とも日本経済の約 7 割を占める重要産業であり、少子化・高齢化等の社会構造変化や企業の業務効率化のためのアウトソーシング等により需要は拡大している。しかしながら、我が国サービス産業は、製造業や海外のサービス産業に比して生産性の伸び率の低さが指摘されている。持続的な経済成長のためには生産性は重要なバロメータであり、サービス産業の生産性向上は急務である。

また、IT 化の進展に伴い、社会のあらゆるシステムが高度化されていくとともに、社会活動のあらゆる場面において情報の「創出」・「蓄積」が起こっている。このような IT 化社会では、様々な商業ベースのサービスはもちろん、消費や生活などあらゆるサービスの提供・受給において、IT を通じて社会・生活基盤にアプローチする状況が生じている。こうした中、新たなサービスイノベーションを創出するとともに、誰もが豊かで効率の高い社会生活を送る仕組みをつくり出していくためには、情報技術を上手に、かつ効率的に使いこなしていくことが鍵となる。大量の顧客情報を蓄積・解析する技術や顧客のプライバシーを守る技術などは、このような様々なサービスの共通基盤技術となる重要かつ基盤的な要素技術であり、様々なサービス提供主体がこれら技術を組み合わせて活用できる基盤整備に対する社会的要請はますます高まっている。

平成 22 年度 IT とサービスの融合による新市場創出促進事業は、公的・社会的な分野において、ユーザ起点・人間起点・生活起点の新たなサービス提供の実証を行い、実証の成果は要素技術群プラットフォームにオープンな形でフィードバックするとともに、当該プラットフォームを活用した知的財産処理のスキームの構築、併せて、プライバシーや知的財産権を始めとする制度的課題についてガイドラインや運用指針の策定等を目指すものである。

本事業においては、経済産業省が策定したコンテンツ技術戦略マップに基づき、コンテンツ技術の開発と開発された技術の実証事業を行う。実証事業を通じて、新たなコンテンツ産業の創出に向けて解決すべき課題と取り組むべき具体的なプランを明らかにすることで、ビジネス・プラットフォームの形成を促進し、新たなコンテンツ産業の創出環境の確立を目指すものである。

## 1.2 事業概要

近年、北米等において映画制作が盛んに行われるようになった立体(3D)映像の分野について、我が国の立体(3D)映像制作の競争力強化を目的として、映像制作手法を体系的にまとめ制作工程の標準化や工程管理等を行う映像制作支援技術、視聴者に与える影響測定技

術等の開発とその実証を行い、映像クリエイターが立体(3D)映像を制作する際に、その豊かな表現力を生かしながら安全で魅力的な3D映像コンテンツを効率的に制作できるようにするための指針作りを行った。

### 1.2.1 魅力的な3D（立体）映像コンテンツの制作

3D映像は、2D映像が持たない奥行き情報、2D映像以上の光沢感と解像度感を持つことが物理的に知られている。これらの物理特性を生かして、2Dでは表現できない魅力的な3D映像をストーリーを持つ作品の中で実現した。

スピード感のあるバスケットのシーン、空中に浮かぶホログラフィーのシーン、絵の具による光沢感を感じる油絵のシーン、奥行き感ある花畑のシーンなどを取り入れた近未来の学園ドラマを制作した。

### 1.2.2 立体（3D）映像の与える「良い」影響についての評価実験

3D映像には癒し効果などのよい影響があるとの事例もある。制作した3D映像を利用して、脳や眼に与える好ましい影響を解析し、3D映像が何故没入感を高めるのかなど、生体への影響を評価実験によって検証した。

### 1.2.3 立体（3D）映像制作ワークフローの提案

#### (1) ワークフローの解析

3D映像制作を通じ、3D映像制作コストは2D映像制作よりも高いとされているが、どのプロセスでの失敗が多いのか、或いは、制作コストが高つくのか、包括的な工数解析を行った。

#### (2) 立体（3D）映像制作ワークフローの提案

上記工数解析を元に、演出面も含めて、3D映像制作ワークフローの改善提案を行った。またそのワークフローを効率的に実施するために、必要な制作技術や制作機材についての提案を行った。

## 1.3 実施体制

### 1.3.1 実施体制

財団法人デジタルコンテンツ協会、株式会社オムニバス・ジャパン、ソニーピーシーエル株式会社及びパナソニック映像株式会社は、本事業を推進するにあたり、共同企業体協定書を締結し、共同で事業を行っている。本事業の実施体制は下記の通り。

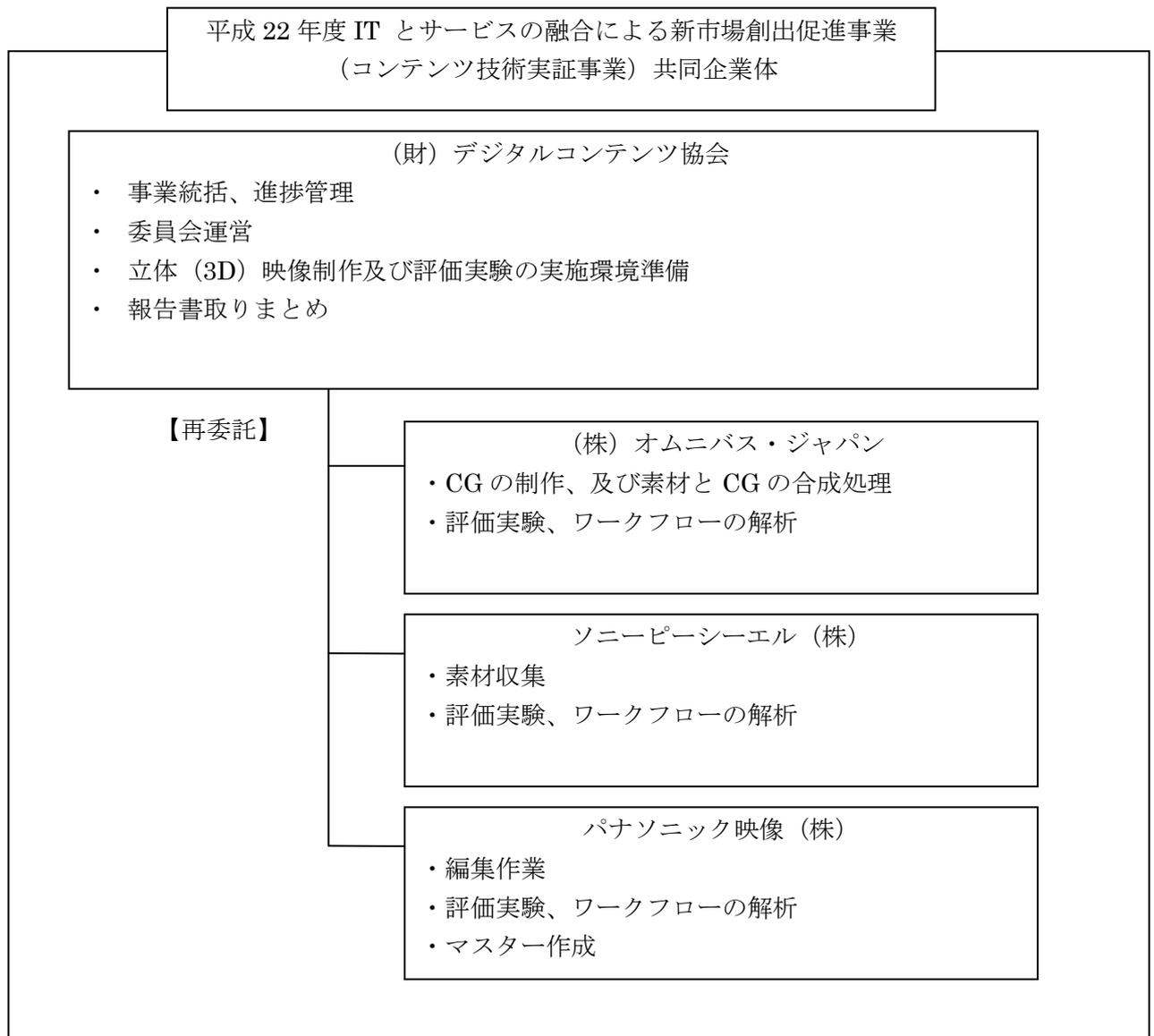


図 1.3-01 実施体制図

## 1.3.2 委員会

産、学各界の有識者 6 名からなる委員およびオブザーバー 11 名の計 17 名で構成される「立体（3D）映像検討委員会」を財団法人デジタルコンテンツ協会内に設置、5 回の委員会を開催した。委員およびオブザーバーについては下記のとおり。

表 1.3-01 3D 評価映像検討委員会 委員名簿

役割	氏名	会社	所属	役職
委員長	畑田 豊彦	東京眼鏡専門学校		校長
委員	河合 隆史	早稲田大学大学院	国際情報通信研究科	教授
委員	緒形 京	株式会社 NHK メディアテクノロジー	営業推進部	エグゼクティブ・ エンジニア
委員	氏家 弘裕	独立行政法人 産業技術総合研究所	ヒューマンライフテクノロ ジー研究部門 マルチ モダリティ研究グループ	グループ長
委員	半田 知也	北里大学	医療衛生学部 視覚機能療法学	専任講師
委員	石川 光久	株式会社 プロダクション・アイジー		代表取締役社長
オブザーバー	高柳 大輔	経済産業省	商務情報政策局 文化情報関連産業課 (メディアコンテンツ課)	課長補佐
オブザーバー	小野 真沙美	経済産業省	商務情報政策局 文化情報関連産業課 (メディアコンテンツ課)	新映像産業専門職
オブザーバー	久保田 靖夫	大日本印刷株式会社	C&I 事業部	理事
オブザーバー	安井 裕信	三菱電機株式会社	先端技術総合研究所 映像伝送処理技術部 映像システム技術 グループ	
オブザーバー	小室 貴弘	オリンパス ビジュアル コミュニケーションズ 株式会社	ビジュアル・ソリューショ ン事業部 開発制作部	

オブザーバー	小阪 将也	オリンパス ビジュアル コミュニケーションズ 株式会社		
オブザーバー	山本泰史	ソニービジネスソリューション 株式会社	バリュークリエイション 部門 SMK 部	担当部長
オブザーバー	石毛 雅文	ソニービジネスソリューション 株式会社	バリュー・クリエイション 部門 ソリューションマ ーケティング部 CC シ ステム MK 課	
オブザーバー	国分 秀樹	財団法人 NHK エンジニアリングサービス	システム技術部	システム技術部長
オブザーバー	桜井 孝人	株式会社キュー・テック	テクニカル・ コーディネート室	室長
オブザーバー	原 健二	株式会社 シード・プランニング		グループリーダー

## (1) 第 1 回委員会

日時：平成 22 年 9 月 6 日（月） 16：00～18：00

場所：(財) デジタルコンテンツ協会 A 会議室

議題：

- 開催挨拶
- 出席者自己紹介・委員長選任
- 事業概要説明
  - 魅力的な 3D 映像
  - シーン選定について
- ストーリー構成案
- ワークフローの検証
- 映像評価実験
- 質疑応答
- その他（次回委員会予定等）

## (2) 第 2 回委員会

日時：平成 22 年 10 月 8 日（金） 10：00～12：00

場所：(財) デジタルコンテンツ協会 A 会議室

議題：

- 前回議事録確認

- 3D 映像のシーン選定について
- ストーリー構成ならびに技術訴求要点・演出要点等の説明
- ワークフローの記録方法
- その他

### (3) 第3回委員会

日時：平成22年12月7日（火） 15：00～17：00

場所：(財) デジタルコンテンツ協会 A 会議室

議題：

- 前回議事録確認
- 3D コンテンツの設計と収録
- ワークフロー
- 映像評価手法
- 今後のスケジュール
- その他

### (4) 第4回委員会

日時：平成23年2月15日（火） 13：00～15：00

場所：パナソニック デジタルソフトラボ

議題：

- 前回議事録確認
- 進捗状況報告（2028：Belief 上映）
- ワークフロー解析について
- 作品の視差解析について
- 評価実験について
- 報告書について
- その他（次回研究会・セミナー）

### (5) 第5回委員会

東北関東大地震の影響を鑑み、前回議事録の確認と、報告書の確認をメールで行った。

- 前回議事録
- 報告書

## 第2章 映像制作

### 2.1 映像制作にあたって

H21年度は、立体（3D）映像として成立する条件を明示した映像集を、H22年度は2Dでは表現できない魅力的な3D（立体）映像を効率的に制作する技術を開発し、ストーリー性を持った3D映像の魅力ある表現方法を教育ツールとして開発することを目的とする。

3D映像は、2D映像が持たない奥行き情報、2D映像以上の光沢感と解像度感を持つことが物理的に知られている。これらの物理特性を生かして、2D映像では表現できない魅力的な3D映像を、ストーリー性のある作品の中で実現した。

スピード感のあるバスケットのシーン、空中に浮かぶホログラフィーのシーン、絵の具による光沢感を感じる油絵のシーン、奥行き感ある花畑のシーンなどを取り入れた近未来の学園ドラマを制作した。

### 2.2 映像制作

#### 2.2.1 企画について 3Dコンテンツ ストーリー構成案

##### (1) 構成・演出時に気にかけてこと

本事業における映像制作では、3D表現の持つ「前後感」、「形状把握」、「空間」といったテーマ、3D的な技術訴求要点を踏まえた上で、「魅力的なコンテンツ」としていかに成り立たせるか、を一番気にかけてのかもしれない。

予算の関係もあるが、あえて3Dばかりを強調する「奇抜な」ストーリーやSFチックなものではなく（CG表現を効果的に取り入れるため、設定を未来にしてはあるが）、映像制作従事者にとってより参考になる可能性が大きい、日常生活的な内容にしている。

技術訴求をいかに自然な形に織り込めるか、また3Dの持つ2Dには無い表現力をいかに生かすか、を常に念頭に置き、ストーリー構築を行った。カットの進行上、3D的な変化もシミュレーションしながら絵コンテ作業を行った。

ロケハン、撮影時においては、制作、技術スタッフとともに、手持ちかどうかなどカメラの据え方から、アングル、角度に至るまで、画面内の要素がどう立体的に見えるかを常に検証しながら進行していた。

3D的な変化をより表現できるように、クレーンショットも効果的に取り入れている。

スチールによる表現などの実験的な取り組みもした。

オフライン編集時において、通常の3D編集的なアプローチをしながらも、カットの長さや、オーバーラップなどのエフェクトにおける制約なども考慮する必要があった。

CG 部分に関しては、時代設定を考慮しながら、より 3D 表現できるものになっている。  
また、ボールがカメラに向かって飛んでくるシーンなど、実写の 3D 感をより増すため、  
本物を CG で代用する部分もある。

本編集時では、3D 効果を常に確認しながら作業をし、視差調整などで、ナチュラルさ  
があるなかで 3D 感を味わえるよう心がけている。

音楽、サウンド効果に関しては、時代設定、ストーリー性に沿う内容にしている。

## (2) 登場人物

### ■タカ

大学 4 年生

建築専攻

バスケット部のエース

### ■リオ

大学 3 年生

芸術専攻

チアリーダー部所属

タカの恋人

## (3) ストーリー概要 (約 10 分程度想定)

充実した学生生活を送るタカ

ある日、彼は大学対抗戦の試合中にめまいを覚える

診断の結果、

選手生活を断念せざるを得ないほどの病気であることが発覚

絶望の淵に悩み苦しむタカ

しかし恋人・リオの励ましを得て

新たな一歩を踏み出すことを固く決意するのであった。

カット 番号	映像イメージ	visual	sound	3D/演出コメント	シーン展開
#1					
#2		[イントロ] 空虚とした タカの心境 を表す 主観的、心象 的映像	M0--- 絶望感  SE 足音、雑踏など	・ストーリーの厚みを増すために、期待感、予兆的なパートとして位置付けています。 ・スチール撮影を行い、編集で動きを加えています。	タカ (モノローグ) 「どこかへ行きたかった。 でもどこへも行けなかった」  「人生が、壁にぶち当たるとは、こういうことだろうか...」
#3		タイトルバック	M1--- ピアノ的な...	・タイトルバックとして機能する一方、3D感も出せる構成にしています。	[大学] タカモノローグ 「それは、バスケットに打ち込む学生時代の、ある秋の出来事だった...」
#4		fix 芝生、道路に エキストラ	SE	・時代背景含め、雰囲気合うロケーションをチョイスしています。	
#5		なにか研究室 室内アップ   カメラがゆ っくりパン		・研究室の雰囲気を出しつつ、3D感も考慮しています。	課題として、仲間と、CGとジオラマを駆使して、新しい都市計画の設計に勤しむ。

#6		<p>ガラステーブルの上にホログラムが浮かび上がる</p> <p>* 学生たちが少しテーブル前に集まる動き</p>	SE	<ul style="list-style-type: none"> <li>CG を効果的に取り入れるため、近未来的なホログラムを考案。</li> </ul>	<p>仲間：「みんな、設計できたから見てみようか。」</p>
#7		<p>4人がやや前に覗きこむのに合わせ、体育館がさらに浮かび上がり、拡大される。</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>撮影時人物の視線とあとで合成する CG との整合性を配慮。</li> </ul>	<p>タカ：「ここに思い切りバスケの試合ができる体育館を考えたんだ！」</p> <p>仲間たち：「おお、いいね！」</p>
#8		<p>パレットのアップ</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>色の鮮やかさ、絵具の凹凸を 3D 的に効果的に見せる。</li> </ul>	<p>芸術学科で油絵の練習をするリオ</p>
#9		<p>キャンバスに描く手元</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>ドリーショットで一番 3D 効果を狙った部分。</li> </ul>	<p>タカモノローグ</p> <p>「そのときリオは同じ大学の油絵学科だった。プロのバスケ選手を真剣に目指してた僕にとって、彼女の存在は、大きな支えだった。」</p>
#10		<p>花からのドリー</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>奥行き感を増すために撮影時うつすらフォグを張る。</li> </ul>	
#11				<ul style="list-style-type: none"> <li>肌の質感を狙ったショット</li> </ul>	
#12		<p>花のアップ (しずる)</p>	SE	<ul style="list-style-type: none"> <li>花のしずる感を強調</li> </ul>	

#13			SE		
#14				・ドリーショット で3D感を強調	
#15				・手前に人物を配 することで遠近 感を強調	リオを誘い出すタカ 「リオ、練習の時間だ よ。」
#16					リオ 「あ、了解。もう行く よ。」
#17		斜俯瞰、バス ケ、チアそれ ぞれ練習中	SE	・空間の奥行きさ	〔体育館〕 バスケ部とチアリー ディング部が場所を分け て練習中
#18		手元の花の アップ	M2--- SE	・色の鮮やかさ	チアリーディング部の 練習
#19		いくつかパ フォーマン スシーン		・肌の質感 ・ドリーショット により3D効果	列を成して練習を行う リオと仲間たち。
#21					タカモノローグ 「大学四年、集大成の試 合だった。リオもチアで 一生懸命応援(を)して くれた。 そのためにも、勝たなけ ればならない試合だっ た...」

#23		休憩に入る チアリーダーたち 遠くに練習 してるタカ たちが見え る。	SE	・遠近感を強調す るショット	
#25		タカをフィ ーチャした ショット	SE	・動きの速いシー ンにおいては、ハ イスピードを効 果的に使用。	仲間： 「今日タカたちの試合 相手手ごわいね。」 リオ： 「ん、でも、絶対勝てる と思う。」
#26		女子2ショ ット 仲間が後ろ をクロス ワンショッ トになる。	SE	・肌の質感	
#27		天井、ホログ ラムビルボ ード	SE	・近未来感、CG を効果的に取り 入れる	
#28		満員な観客 席	SE		
#30		チアパフォ ーマンス	M3--- SE		
#31			SE		
#33		ビルボード のアップ * ビルボー ードは試合中 消えたり、出 たり設定と する。	SE		

#34		ボール投げ、 ホイッスル (俯瞰) HS	SE	・CGによるボー ル、3D飛び出し 感を強調	「今日勝てば、チームは もちろんのこと、僕のプ ロ選手への道も開くか ら、重要だ。」
#35		赤が攻める			
#36		後方からの クレーンア ップ	SE	・クレーンショッ トで3D的变化 をより強調する	
#38		攻めるタカ	SE		
#39		アップ 仲間へパス	SE		
#40		受け取るチ ームメイト ドリブル パス返し	SE	・アップめのドリ ブルで緊張感を 高める	
#42		タカ相手を 交わしシュ ート! (HS)	SE	・ハイスピードで より3D 効果を 強調	
#43			SE		
#45		緑が攻め (クレーン、 フォロー)	SE		
#46		弾かれる HS		・ハイスピードで 緊張感を高める	
#52		ゴールシー ンいくつか	M4--- 高揚 的... SE		「最初はうまく行って た、 しかし、やはり相手は強 い...」

#60		ビルボード			
#69			SE		「あぶない状況になっていたときに... 決定的な一撃のチャンスがきた！ ここだ！」
#70		クライマックス HS	SE	・CG ボールにより飛び出し感を強調	
#72					
#74			SE		
#76			SE	・ダイナミックなCGショットで優勝のムード演出	
#78		歓喜の祝福で抱き合うチームメイト	SE		「勝った！勝った！ みんなで狂ったかのようによろこんだ！」 タカたちチームメイト互いに駆け寄り抱き合う
#80			SE		喜ぶリオ タカ モノローグ 「と、その時に...」
#81			SE		突然、不思議な感覚がタカを襲う めまいが・・・ 「タカ、どうした？」とチームメイト
#82			SE		心配そうなりオ

#83		〔大学医務室の外〕	M5---	手持ちプラスボケ効果で、めまい感を出す。	駆けつけてくるリオを見るタカの主観 (揺れ、ボケる)  タカが倒れていく
#84					
#85					
					
#86					
#87					
#88					
#89					
#90					
#91					
#92		〔イントロ〕 空虚としたタカの心境を表す 主観的、心象的映像	M0--- 絶望感	・実験的にスチールによる構成	

#93		* 残像感のある、荒々しい動画＋スチール加工した動画など	SE 足音	・残像を効果的に利用 ・さまざまな場所をさまよう設定に合わせ、時間、場所の変化を考慮	誰とも会いたくない、なにも言う気力はなかった...
#94		例：迷路のような、塞がり感			
#95		... 誰もいない埠頭 落ちて行く夕日			
#96		赤信号のテールランプ 荒涼としたイメージの街灯			
#97		夜中の公園 ...		・配置的に3Dに適してるかを考慮	こんなにショックを受けたのは、人生で初めてだったかもしれない・・・
#98			SE 足音		これから何を、どうすればいいのか、まったく分からなくなっていた・・・
#104					
#105			SE	・奥行き感で心境を引き出す	
#106					どれくらいさまよったか、自分でも分からなかった・・・
#107			SE		

#108		空虚とした タカの心境 を表す	SE 環 境音	・奥行き感、ケー ジの閉鎖感、バス ケコート、背景の 景色など、ぴった りのロケーショ ン	もうバスケットなんて、なん の意味もないものに見 えた・・・
#109		タカとバス ケコート			
#110					
#112		風船のアップ		・風船、シャボン 玉の3D 相乗効 果、心象風景的に 写す	「僕もこのシャボン玉 みたいに、どこかへ飛ん で、そして消える...」
#113					
#114					
#115		シャボン玉 のアップ			
#116					
#117				・スチールでタイ ムスライスのな アプローチも試 みる	その時リオは、必死にぼ くをさがしてくれてい た...
#118					
#119					

#120		<p>○ 公園／噴水</p> <p>リオ、途方に暮れて、噴水の淵に座る。噴水にコスモスの花びらがたくさん浮いている。</p> <p>リオはそのうちの一つを手で救い取り、見つめる。</p>		<p>・あるきっかけで、ヒロインが主人公を説得するモチーフを得る</p> <p>ここでは、ビデオとスチールの併用を試みる</p>					
#121									
#122									
#123									
#125									
#126						<p>・ロケーションの3D表現に適した曲線をうまく生かす</p>	「タカ、探してたんだよ...」		
#127									
#128								「つれて行きたいところがあるの、一緒に来て！」	
#129						<p>〔花畑〕</p> <p>空抜け、象徴的な花のヨリ</p>	<p>M6---</p> <p>抒情的...</p>	<p>・花畑は感情変化の場として使うため、ロケハンを経て、綿密なプランを立てて臨む</p>	
#130						<p>上手下方からフレームインする二人</p>			
#131		<p>一面に広がる花畑</p> <p>(二人の見た目。望遠・PAN)</p>							

#132		花をかき分け、花畑に入っていく二人(ややアオリ)		・変化を付けるため、クレーンショットも多用する	花は、大体春に咲くなのに、コスモスは秋、満開で冬を迎える。そのことをリオが話してくれた・・・
#133		正面受け＞俯瞰までクレーンアップ			置かれる状況は、自分と似てるなのに・・・
#134		指さしたりするリオ			そこから、人生について、将来について、二人がいろんなことを語り合った・・・
#135		横に歩く二人(ドリフホ→)			
#136		タカが徐々に花の魅力に引かれていく			
#137		感情が徐々に変化し、あたりを見渡す			そして、自分の中に、徐々になにか変化が起こった・・・
#138		心象風景的に、ダイナミックに花畑を駆け巡る俯瞰クレーンショット			
#139		蝶蝶が飛び		・蝶を心境の変化を表すために、CG作成し、シンボリックに使用。	コスモスがそうだとすれば、僕は・・・
#140		花に止まる			
#141		談笑、見つめ合う二人			
#142		後ろ姿＋花畑		・イメージに合わせて、編集時花、空の色を大幅に調整	

#143		〔体育館〕 久々に仲間 たちの前に 現れたタカ とリオ	M7---	・ストーリーを 「回想」にしたこ とで、時間的な 「スパイラル 感」、「奥行き感」 を醸成	タカ 「もう試合には出られ ないけど、今後は裏でバ ックアップするよ！」 チームメイト 「え～～！！」 拍手、肩を叩くなど  タカ（モノローグ） 何年も前のことだっ たが、あの時の出来事は、 今でも鮮明に覚えてい る。 プロバスケット選手にはな れなかったが、その後、 そして今でも有意義な 人生を送れている。
#145					
#146					
#147					
#148					
#149					
#150					あのころのことを思い 出すたびに、 リオに、そしてあの満開 のコスモスに感謝をし ている・・・  <b>END</b>

図 2.2-01 絵コンテ

## 2.2.2 ロケハン

2.2.1 の内容に基づきロケハンを行った。映像の「奥行感」、「解かりやすさ」、「鮮やかさ（風景）」を考慮しロケ地を選定した。特に「奥行感」については、手前の被写体や役者が画面に入ってくる位置から後ろの被写体や背景（壁）までをイメージしながら、行った。

「臨場感」については、クレーンショット（試合、花畑等）やレールショット（チアリーディング等）や、雰囲気を見せる広い絵（タイトルバック等）を考慮して選定を行った。また群集は 3D 効果が高いので、試合観客を 100 名以上動員できるロケ地条件（関東近郊）にもこだわった。「質感」、「鮮やかさ（仕込）」については、美術チームと打ち合わせ「本物の被写体（花、落ち葉、シャボン玉等）」にこだわって、これらを違和感なく仕込めるロケ地、スタジオを選定した。

各ロケ候補地ではステレオグラフィア立会いのもと、カメラから被写体（手前、コンバージェンスポイント、奥）までのそれぞれ距離を計測し、手前と奥との視差が 1 度以内に収まるよう各シーンを想定設計した。なおこのロケハン想定時の設計値については付録 2 [DCAJ 3D コンテンツ設計/収録 3D Depth 情報比較図]の「設計時」項目にまとめた。図 2.2-02 はロケハン時の計測風景 2 例（屋内／屋外）である。



図 2.2-02 クレーン撮影想定ロケハン（左：屋内 体育館バスケット試合：右：屋外 コスモス畑）

## 2.2.3 撮影

### (1) 撮影に使用した機材

#### (a) ハーフミラー型 3D リグ

三脚上が、ハーフミラーリグであり、左右映像撮影用のカメラが水平と垂直に 2 台設置されている。車輪つき台車の最下部が VTR、中段がカメラコントロールユニット、その上部が画質確認用のモニターである。



図 2. 2-03 撮影に使用した機器の外観（ハーフミラー型 3D リグ）

#### (b) AG-3DA1 カメラ



図 2. 2-04 撮影に使用した機器の外観（AG-3DA1 カメラ）

バスケットの試合（体育館クレーン）や野外で主に使用した。映像の記録は撮影環境に依って、出力を HDCAM-SR テープに直結記録する場合と、メモリカードへ記録する場合とで使い分けた。

(c) Canon EOS D7 スチルカメラ



図 2.2-05 撮影に使用した機器の外観 (Canon EOS D7 スチルカメラ)

静止画シーンにカメラ 1 台分 (L) のデータを擬似 3D として使用した。写真には 2 台写っているが、眼幅の関係で本編には 1 台分のデータのみ有効とした。

## (2) 撮影シーン及びアイテム

代表的な (a) ~ (h) の 8 シーンについて説明する。

- (a) アトリエ/屋内
- (b) デザイン室/屋内
- (c) 体育館/屋内
- (d) 体育館廊下/屋内
- (e) 大学キャンパス/屋外
- (f) 花畑/屋外
- (g) ピエロ公園/屋外
- (h) 噴水公園/屋外

### (a) アトリエ/屋内 (カット番号#8~#16)

「解かりやすさ」を強調するため、カメラはレールワークとした。手前の花からスタートして、カメラが動くとき徐々に奥の役者が見えてくる手法を取った。このとき役者との距離を一定に保つため、直線ドリーではなく、R 形状のレールを使用した。奥行感を更に強調するため、スモークを使用した。額縁効果が発生しないようカメラワークテストは幾度も繰り返しが必要であった。高画質に最大限拘り、カールツァイスの短焦点レンズで撮影した。



図 2.2-06 アトリエの撮影風景

鮮やかさと質感表現のために、水滴を加えたり、油絵の筆演技を重ね塗りとした。



図 2.2-07 アトリエ被写体の切花



図 2.2-08 アトリエ油絵の演技

(b) デザイン室/屋内 (カット番号#5~#7)

演出上、臨場感を出すためカメラはレールワーク(直線)とした。奥行感を分かり易く表現するため、「役者」と「奥の棚」と「壁板」を最終的には3Dモニターで確認しながら配置した。カメラワークの最後で右側の役者に額縁効果が発生しないよう、カメラテストは繰り返し行った。



図 2.2-09 デザイン室の撮影風景

テーブル上に編集時に合成されるスタジアムCGを想定して、コンバージェンスポイントは机の手前とした。



図 2.2-10 (左: スタジアムCG 想定撮影風景、右: スタジアム IBL 用クロムボール撮影風景)

IBL : イメージベースライティング

### (c) 体育館/屋内 (カット番号#17~#85)

撮影時間が限られていたため撮影効率を上げる必要があり、カメラ台数を 3 台とした。臨場感を強調するため、バスケットの試合シーンはカメラクレーンを使用した。クレーンカメラは AG 3DA1 カメラとする一方、床置きカメラはハーフミラーリグを使用した。分かりやすいため、動きの速いバスケットの試合撮影の一部を 2.5 倍スロー再生で本編に使用できるよう 720/60p 撮影を行った。



図 2.2-11 体育館バスケット試合の撮影風景

臨場感を強調するため、チアリーディングの一部はカメラレール(直線)を使用した。人物達を立体的な並びで見せるため 3 列の構成にした。また 3 列の各距離、後ろの横断幕との距離にも注意した。チアリーディングの踊りについては、今回は 3D のレールワークに適したシンプルなものとした。(ロケハン時に数種類の踊りからから、ひとつを選択済)

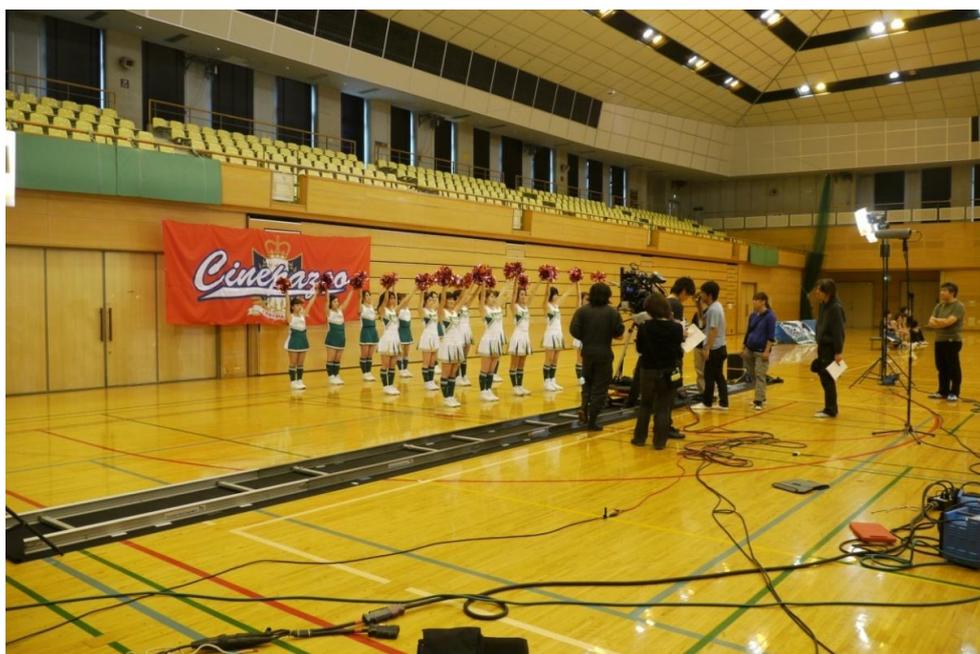


図 2.2-12 体育館チアリーディングの撮影風景

VTR ベースには、確認用に 3D モニタ(40inch)を設置した。



図 2.2-13 3D 確認及び VTR ベース

2F の観客席は臨場感を醸し出すため、クレーンの 3D カメラから収録した。



図 2.2-14 2F 観客席

得点スコア板 CG 用の体育館天井を収録した。



図 2.2-15 体育館天井



図 2.2-16 電光掲示板 IBL 用クロムボール撮影風景

(d) 体育館廊下/屋内 (カット番号#86~#91)

臨場感を強調するため、映像を暖色系の設定とした。



図 2.2-17 病院想定の撮影風景

(e) 大学キャンパス/屋外 (カット番号#105~#107,#124~#128)

奥行感を強調するため、アーチ状の階段のある公園を使用し、階段が手前から奥に流れるようなアングルを狙って撮影した。



図 2.2-18 大学キャンパスの撮影風景

(f) 花畑/屋外 (カット番号#129~#142)

臨場感を強調するため、複雑なカメラワークが可能なテクノクレーンを使用した。3Dでは踏み荒らされた花畑の一部が映像でハッキリと分かってしまうので、花の植え替え(許可済)に工数がかかった。



図 2.2-19 花畑の撮影風景

(g) ピエロ公園/屋外 (カット番号#3,#4,#111~#115)

作品に相応しい雰囲気とするために、奥の抜けをぼかす必要があり、日の周りによってカメラ位置を幾度も変えた。



図 2.2-20 ピエロ公園の撮影風景

額縁効果に注意を払って撮影した。



図 2.2-21 体育館全景の撮影風景

柔らかい質感を表現するためにシャボン玉の寄りには、60p で撮影した。



図 2.2-22 シャボン玉の撮影風景

(h) 噴水公園/屋外 (カット番号#121~#123)

奥の抜けが計画視差内に収まりつつ、かつ額縁効果が発生しないよう撮影した。



図 2.2-23 噴水公園の撮影風景

## 2.2.4 CG 合成に関して

### (1) 目的

今回は、実写撮影時におけるメタデータを基に、フォトリアルな CG を作成し違和感のないコンポジットを行うことにより、魅力ある映像を仕上げていく。

また、2D 映像を作成する時間に対して 3D 映像を作成する時間を極力少なくするための効率の良いワークフローを検証する。

### (2) 制作に使用した機材

表 2.2-01 制作に使用した機材

3DCG 制作用ソフトウェア	Autodesk MAYA2010 Autodesk 3Dstudio MAX2010
コンポジットソフトウェア	adobe AfterEffects
トラッキングソフトウェア	2d3d boujou4
モニタリング機器	アスナ 24 インチ 立体モニター P240W-T
編集合成機材	Quantel iQce、Pablo
モニタリング機器	SONY 製 BRAVIA DL-46LX900

### (3) 制作した映像

#### (a) カット番号 #6

近未来の設定のため、主人公が設計した体育館を中心とした街並みを立体ホログラムで表現した。カメラの動きに合わせてホログラムをトラッキングし、透明度 10%で撮影素材に合成している。



図 2.2-24 撮影素材

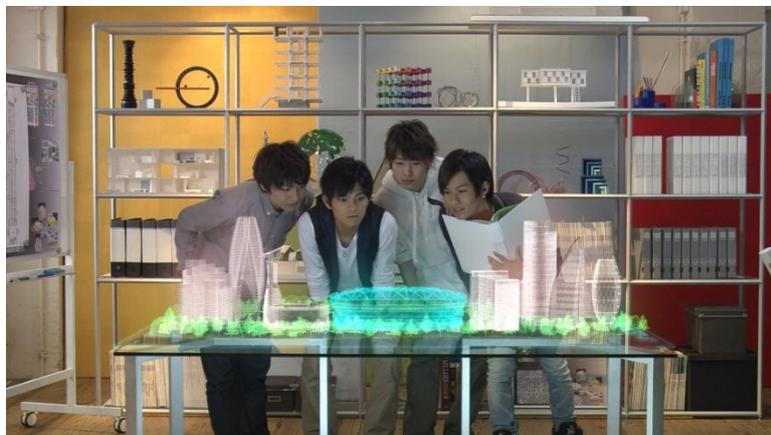


図 2.2-25 CG 合成後

表 2.2-02 カット番号#6 カメラ設定

(撮影時カメラ設定)	(CG カメラ設定)
レンズフォーカルレングス:14mm	レンズフォーカルレングス:14mm
眼幅:35mm	眼幅:30mm
クロスポイント:350cm	クロスポイント:310cm

(b) カット番号 #7

カット番号 #6 の寄り、体育館がせりあがりバスケットコートが出現するカット。撮影素材のパーズをそのまま CG に流し込むと角度的に見えにくい為、あえて素材よりもきついパーズをつけて体育館とコートを見えやすくした。クロスポイントは 90cm、立体感をより一層感じさせるため、オブジェクトはクロスポイントより手前 34~72cm に設定している。



図 2.2-26 撮影素材

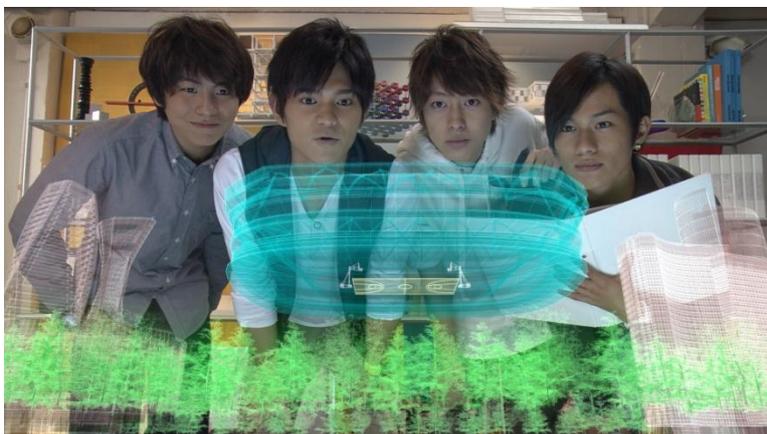


図 2.2-27 CG 合成後

表 2.2-03 カット番号#7 カメラ設定

(撮影時カメラ設定)	(CG カメラ設定)
レンズフォーカルレングス:7mm	レンズフォーカルレングス:7mm
眼幅:10mm	眼幅:20mm
クロスポイント:90cm	クロスポイント:90cm

(c) カット番号 #27

体育館天井にホログラム電光掲示板をCGで作成し、合成した。天井には四角を囲むように帯状にスライドするチーム名の映像を合成している。帯状の映像とセンターの電光掲示板は透明度30%の素材でホログラム感をアップしている。電光掲示板を中心に回るCGボールが手前に来た時にクロスポイント7.2mに対し19mに設定しているので、同側領域における、魅力ある立体映像になっている。

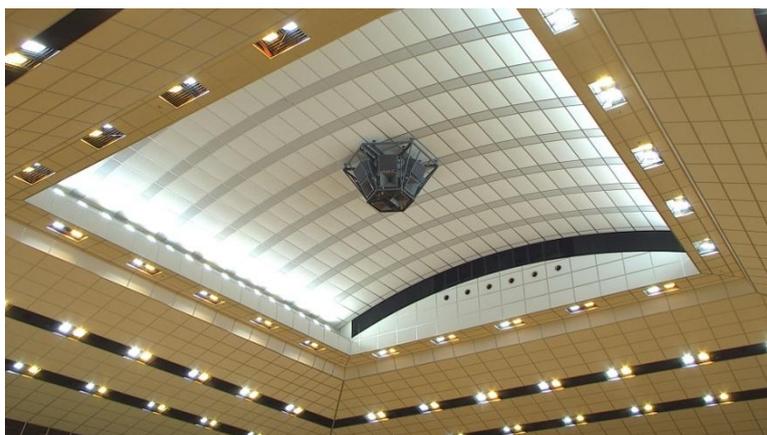


図 2.2-28 撮影素材



図 2.2-29 CG 合成後

表 2.2-04 カット番号#27 カメラ設定

(撮影時カメラ設定)	(CG カメラ設定)
レンズフォーカルレンジス:8mm	レンズフォーカルレンジス:7.2mm
眼幅:50mm	眼幅:50mm
クロスポイント:1000cm	クロスポイント:720cm

(d) カット番号 #33

天井に近未来のホログラム電光掲示板を CG 作成し、背景を透けるように合成した。天井までの距離は 34m でクロスポイントを 5.8m に設定しているため、オブジェクトは 23m～34m としクロスポイントよりも 17.2m 遠く、同側領域における立体感を出している。オブジェクトは 6 面体で形成されている。

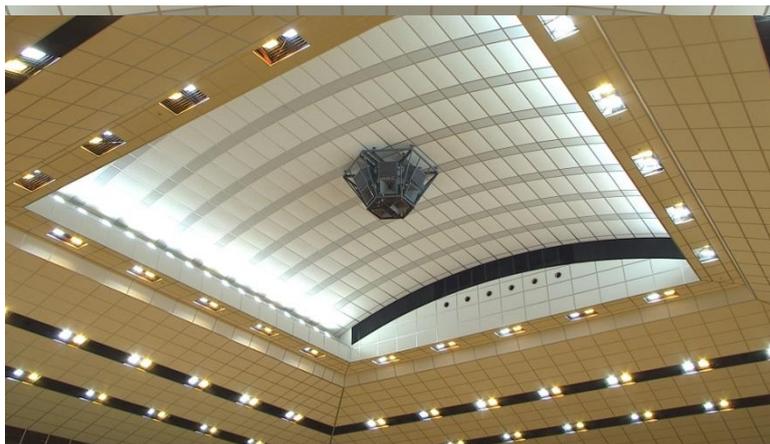


図 2.2-30 撮影素材

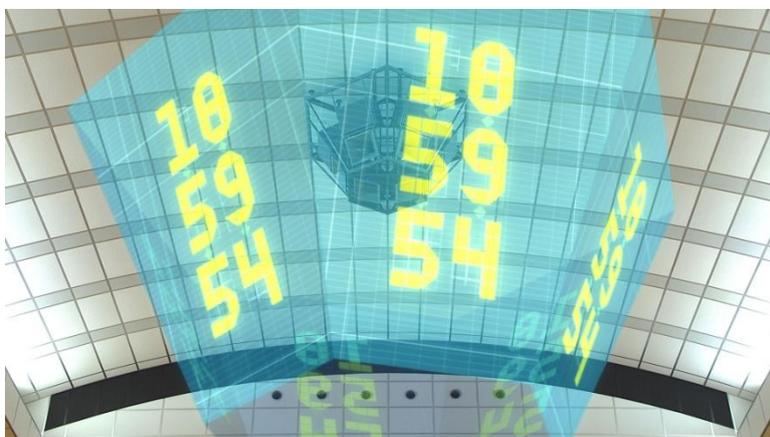


図 2.2-31 CG 合成後

表 2.2-05 カット番号#33 カメラ設定

(撮影時カメラ設定)	(CG カメラ設定)
レンズフォーカルレングス: 5.7mm	レンズフォーカルレングス: 15mm
眼幅: 50mm	眼幅: 50mm
クロスポイント 1000cm	クロスポイント: 580cm

(e) カット番号 #34

カメラを俯瞰にセッティングし、真下から、上（カメラに近づく）に上がるボールを CG で作成し、合成した。こういったカットを実写で撮影する場合、安全性とリメイクにかかる時間のリスクが懸念されるほか、場合によってはカメラにボールが近づき過ぎて立体映像が破綻する可能性がある。また、逆に視差的に安全圏内で撮影できても映像の迫力に欠ける。CG で作成することにより、視差やオブジェクトサイズを自在に調整でき、立体視的に破綻を起こさない臨場感のある映像を作り上げる事が可能になる。

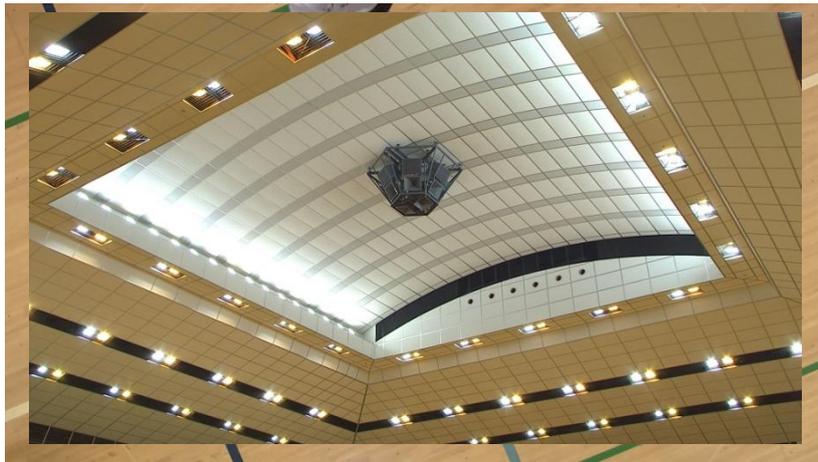


図 2.2-32 撮影素材



図 2.2-33 CG 合成後

表 2.2-06 カット番号#34 カメラ設定

(撮影時カメラ設定)	(CG カメラ設定)
レンズフォーカルレンジス: 0mm	レンズフォーカルレンジス: 8mm
眼幅: 6mm	眼幅: 4mm
クロスポイント: 450cm	クロスポイント: 370cm

(f) カット番号 #60

天井までの距離は 34m、CG オブジェクトは 31.5m に設定している。  
撮影時のクロスポイントは 10m なので、同側領域における立体感が出ている。  
また、ホログラムの電光掲示板のまわりを厚みのある GOOOAL 文字が飛び出す  
アニメーション効果でより臨場感を高めた。



図 2.2-34 撮影素材



図 2.2-35 CG 合成後

表 2.2-07 カット番号#60 カメラ設定

(撮影時カメラ設定)	(CG カメラ設定)
レンズフォーカルレングス: 8mm	レンズフォーカルレングス:15mm
眼幅: 50mm	眼幅:50mm
クロスポイント: 1000cm	クロスポイント:720cm

(g) カット番号 #67

実写撮影素材は、カット番号#60 と共通の面を使用した。オブジェクトや環境の設定を共通にできるので、3D 作業においては効率がアップした。

得点ボードデザイン案が FIX するまでの時間でホログラムの面やラインの見え方テストを進めた。全方向型のホログラムスコアボードという設定であるため、透明でありながら手前奥が見えにくくならないような角度や濃度の調整を行った。



図 2.2-36 撮影素材

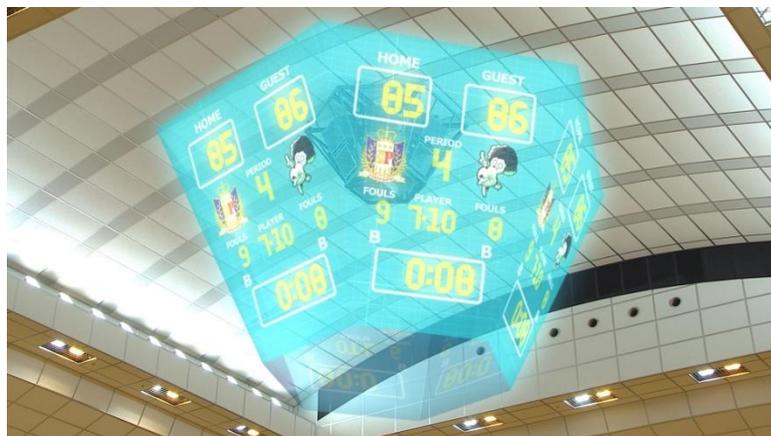


図 2.2-37 CG 合成後

表 2.2-08 カット番号#67 カメラ設定

(撮影時カメラ設定)	(CG カメラ設定)
レンズフォーカルレンジス: 18mm	レンズフォーカルレンジス: 15mm
眼幅: 50mm	眼幅: 50mm
クロスポイント: 1000cm	クロスポイント: 720cm

(h) カット番号 #70

ボールをCGで作成し、合成した。画面右奥から、カメラ左手前にボールが抜けていくアニメーションを作成。クロスポイントが400cmなので、同側領域から交差領域においての一連のアニメーションを作成した。このカットは選手がボールを手に持ち、カメラ方向へ投げるといった内容の為、CGでのトラッキングが必要となった。こういった撮影素材とCGのオブジェクトに接地がある場合、特に立体映像では難易度の高い作業が要求される。フォトリアル感を出す為に、ボールにモーションブラーエフェクトをかけ、スピード感を強調させている。



図 2.2-38 撮影素材



図 2.2-39 CG 合成後

表 2.2-09 カット番号#70 カメラ設定

(撮影時カメラ設定)	(CG カメラ設定)
レンズフォーカスレンジ:7.5mm	レンズフォーカスレンジ:7.5mm
眼幅: 40mm	眼幅:35mm
クロスポイント: 400cm	クロスポイント:350cm

(i) カット番号 #73

天井を舞うCGボールを作成し合成した。メタデータのクロスポイントは360cmなので、ボール位置の設定を230~350cmとした。ボールにスピード感を出す為にモーションブラーエフェクトをかけている。また、キーライトは天井方向から暖色系・寒色系の2種あるので、CGオブジェクトにも天井方向から2色のライトを設定し、違和感のないフォトリアル感を出している。



図 2.2-40 撮影素材

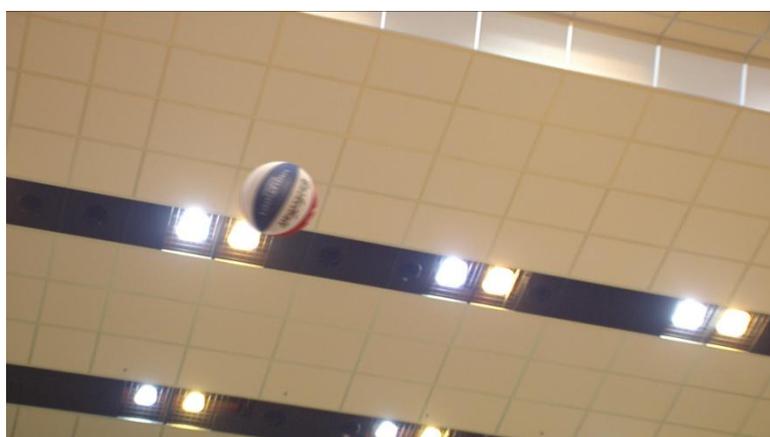


図 2.2-41 CG 合成後

表 2.2-10 カット番号#73 カメラ設定

(撮影時カメラ設定)	(CG カメラ設定)
レンズフォーカルレングス:20mm	レンズフォーカルレングス:7.5mm
眼幅: 45mm	眼幅:30mm
クロスポイント: 360cm	クロスポイント:340cm

## (j) カット番号 #76

撮影素材はカット番号#27と同じ撮影素材を使っているため、設定は同じ環境を使用。CGで制作するオブジェクト形状も全く同じなので、そこに貼り付けるテクスチャーを作り変えればよく、3D制作においては、時間短縮に貢献できる内容となった。

VICTORYの文字が浮き出し、その周りをボールが跳ねるアニメーションを加え派手さを強調した。

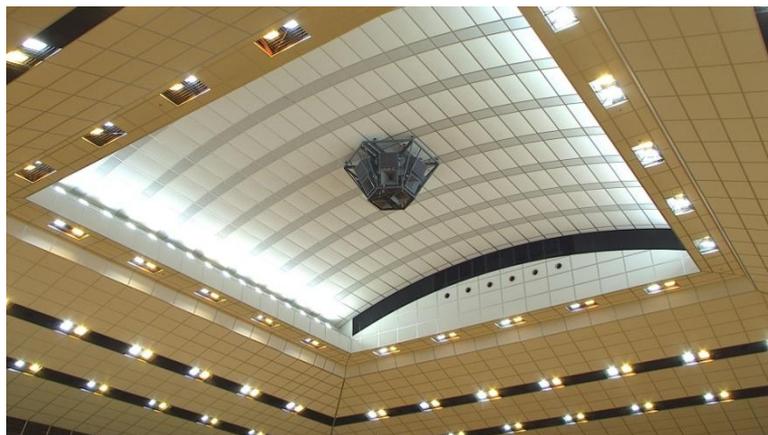


図 2.2-42 撮影素材



図 2.2-43 CG 合成後

表 2.2-11 カット番号#76 カメラ設定

(撮影時カメラ設定)	(CG カメラ設定)
レンズフォーカルレンジス:8mm	レンズフォーカルレンジス:8.6mm
眼幅:50mm	眼幅:50mm
クロスポイント: 1000cm	クロスポイント:720cm

(k) カット番号 #139

コスモスの花畑に蝶の CG を作成し合成した。シーンの特性もあり非常に緩やかな動きのカットとなった。通常の蝶のスピードは目で追うのも苦労するほど早い為、カメラのスピードに合わせて CG の蝶を飛ばすにあたり、アニメーション作業で非常に苦労した。

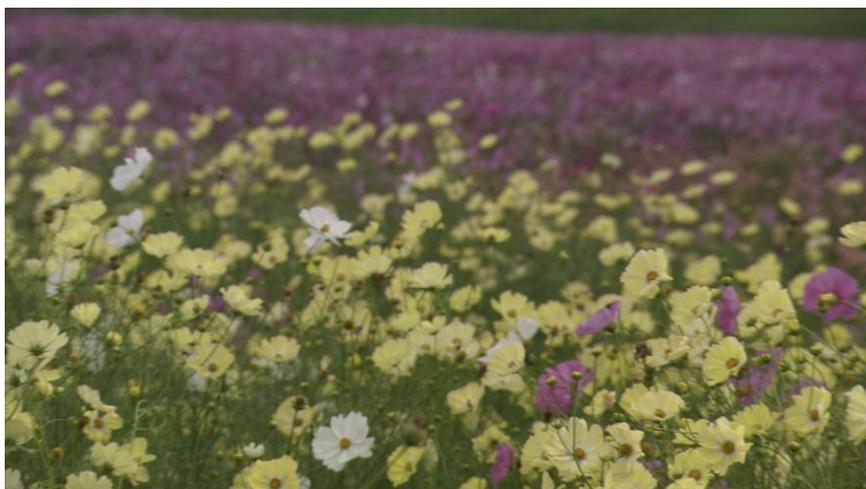


図 2.2-44 撮影素材

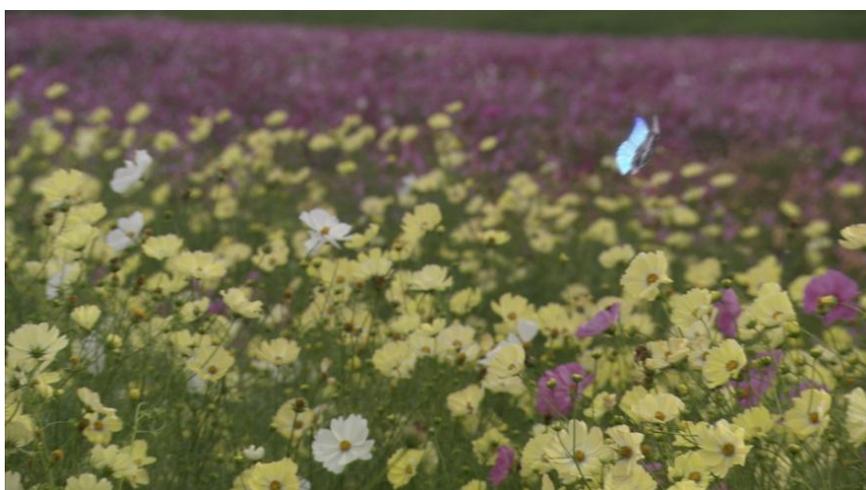


図 2.2-45 CG 合成後

表 2.2-12 カット番号#139 カメラ設定

(撮影時カメラ設定)	(CG カメラ設定)
レンズフォーカルレンジス:40mm	レンズフォーカルレンジス:14mm
眼幅:15mm	眼幅:35mm
クロスポイント:510cm	クロスポイント:350cm

### (1) カット番号 #140

蝶が花にとまるカット。クロスポイントが 108cm なので、蝶のオブジェクトは 71cm に設定。蝶のアニメーションに対してリアル感を出すため、モーショントラブルエフェクトを付けてみたが、手前にある花との視差に違和感があったため、あえてモーショントラブルエフェクトをはずした。2D では、ごく自然に見えるエフェクトも 3D 映像においては違和感が出る事があり、経験と試行錯誤が必要になる。



図 2.2-46 撮影素材



図 2.2-47 CG 合成後

表 2.2-13 カット番号#140 カメラ設定

(撮影時カメラ設定)	(CG カメラ設定)
レンズフォーカルレンジス:30mm	レンズフォーカルレンジス:14mm
眼幅:10mm	眼幅:35mm
クロスポイント:265cm	クロスポイント:108cm

#### (4) 考察

今回の CG 制作にあたっては眼幅、クロスポイント（輻湊点）を実写撮影時のデータと意図的に変えている。これは、演出や安全性を考慮して行った。カメラに迫ってくる様な物体（今回はバスケットボール）は実写と同じ設定では、演出的な距離まで近づけると破綻してしまう。実写で撮影する場合も全く同じことが起こるが、別レイヤーの CG 素材の場合は目幅を狭くしておく事で破綻するまでの距離をコントロールすることが出来る。特に CG と実写との接地が無い場合には有効で、CG 素材毎にステレオカメラを設定し、立体感と安全性をコントロールすることが可能になる。CG 制作では、マルチリグシステム（複数のステレオカメラリグで素材を撮影し合成する方法）と呼んでいる。この方法はそれぞれの素材の前後関係は矛盾が生じないのが前提である。（クロスポイントは固定すべき。）素材それぞれの立体感が違っていても前後関係に矛盾が無ければそれ程違和感がない。このことから両眼視に因る前後関係の認識よりも経験に因る認識の方が圧倒的に優位であると考えられる。実写でもマルチリグシステムを行うことは可能だがカメラの移動などがある場合は、モーションコントロールシステム等、大掛かりな特機が必要になるため難しい。

CG 素材を実写背景に合成する場合の難しい点はトラッキングである。今回はカット番号#70 の人物の手の部分にボールを合わせるトラッキングを行っているが通常の 2D 作業でのトラッキングよりも数倍時間が掛かっている。

演出的には、如何に視線を誘導するか等ステレオ映像独特の演出が求められる。ステレオ映像の立体視を行っている場合、人間の視線はかなり画面内を移動していると思われる。これは奥行き感や立体感を相対的な差で認識する努力をしている為であると思う。今後は映像を見ている人の視線トラッキング（機材は新たに開発しなければならないかもしれないが）を行って効果的な視線誘導やカットのトランジッションの奥行き感のスムーズな移行を調べたい。

## 2.2.5 3D コンテンツの編集・結果

### (1) 編集概要

撮影された映像素材を提示・頒布用に作品化するにあたり、Autodesk 社 Smoke(ver.2011SP3)システムを使用したポストプロダクションにおける後処理作業を実施。

### (2) 編集システム

- ノンリニア編集システム：Autodesk 社 Smoke(ver.2011SP3)
- 3D 表示方式：液晶シャッターフレームシーケンシャル方式
- ディスプレイ：Panasonic 製 TH-P65VT2
- ディスプレイサイズ：65 インチ（16：9）横 143.4cm×縦 80.7cm
- 3D グラス：Panasonic 製 TY-EW3D10W
- 仮編集システム：Apple 製 Mac Pro (MacOS X 10.5.6、Final Cut Pro 7)

### (3) 目的

編集された映像の用途として

- ① 一般頒布用サンプル映像
- ② 生体反応計測（客観評価）及び、主観評価向け提示映像

編集方針として

- 開発会議等で採用が決定された台本を元に歪修正等を施し、CG 合成、演出的カラーコレクションを行い、15 分程度の長さに纏める。
  - 必要に応じて、文字タイトル、テロップ等を付加する。
- 各評価、及び各委員会の結果、採用が決定された映像に文字情報等を付加して一本化する。

上記の要素を踏まえた上で、比較用素材とする前提とするため、確実に調整した 3D 映像を作成しそれを基準映像とした。基準映像は、まず左右の映像のサイズズレ、上下ズレ、回転ズレや、色、色相、彩度のズレ幅を最小限に調整加工した。それを撮影監督指示のもと、演出的なカラーコレクションを行い 15 分程度に纏めた。選択されたカットを 3D と 2D の比較が出来るよう、3D の L チャンネルの映像を R チャンネルにも同じ映像を入れ、2D 版のカットを作成した。指示書に基づき、間に黒を挟み 2D と 3D を交互にならべ、一本化を実施した。

#### (4) 編集作業詳細

ここからは、主な修正を必要としたカットや、特殊な加工を行ったカットの具体例をあげる。

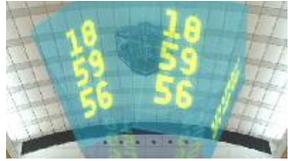
カット番号	トンネル (スチル)		Time : 27s
#02		● 静止画素材を使用し 3D 化 一眼レフ素材を使用し、Lチャンネル、Rチャンネルを構成し、奥方向に視差を配置し立体化。	
カット番号	タイトル 青空バック		Time : 8s10f
#03		●ハーフミラー方式撮影の為、空を合成。 空の濃淡がLチャンネル基準にするとRチャンネルが反転してしまう為、空のマスク作成し合成。 合成時、画面左上の枝が奥方向になるため手前方向に視差調整。タイトルをコンバージェンスに設定。	
カット番号	学校 long		Time : 9s13f
#04		● ハーフミラー方式撮影の為、空を合成。 空の濃淡がLチャンネル基準にするとRチャンネルが反転してしまう為、空のマスク作成し合成。 合成時、画面左上の枝が奥方向になるため手前方向に視差調整。	
カット番号	研究室 4人 long		Time : 6s21f
#06		● CG 合成 (スタジアム、街並) CG 素材、加算法で合成。背景素材とのマッチングの為、色味を修正。	
カット番号	スタジアム覗き込む 4人		Time : 10s13f
#07		● CG 合成 (スタジアム、街並) CG 素材、加算法で合成。立体視しやすいよう視差奥方向に微調整。手前の樹木の位置を下に移動	

カット番号	花ナメ絵を描くリオ		Time : 7s11f
#10		●視差調整 前後のカットを配慮し視差奥方向に調整。	

カット番号	バスケットチア 俯瞰 long		Time : 5s00f
#17		●視差調整 前後のカットを配慮し視差奥方向に調整。	

カット番号	チアリーダー ツーンショット		Time : 4s07f
#24		●被写体（2名）、頭部右側面、輝度の違いを修正 Lチャンネルに比べ、Rチャンネルの頭部反射の輝度が違うため輝度を部分修正	

カット番号	電光掲示板 CG		Time : 3s13f
#27		●CG合成（電光掲示板）、背景色味調整 体育館天井面、照明の関係でLチャンネル、Rチャンネルの色味、明るさが調整で一致せず。よって、Lチャンネルのみ使用し視差を奥方向にし、CG合成。	

カット番号	電光掲示板 CG		Time : 4s18f
#33		●CG合成（電光掲示板）、背景色味調整 体育館天井面、照明の関係でLチャンネル、Rチャンネルの色味、明るさが調整で一致せず、Lチャンネルのみ使用。 視差を奥方向にし、CG合成。	

カット番号	ジャンプボール俯瞰		Time : 6s02f
#34		●720pを1080pにアップスケーリング ●CG合成（バスケットボール） 背景素材にあわせCGの視差を奥に微調整	

カット番号	リオアップ		Time : 3s00f
#37		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 被写体、頭部右側面、輝度の違いを修正 Lチャンネルに比べ、Rチャンネルの頭部反射の輝度が違うため輝度を部分修正。</li> </ul>	

カット番号	ドリブル		Time : 3s00f
#40		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 視差調整 前後のカットを配慮し視差奥方向に調整。</li> </ul>	

カット番号	バスケ ゴール		Time : 1s18f
#43		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 視差調整 バスケットゴール飛び出し方向の為奥方向へ視差微調整。</li> </ul>	

カット番号	バスケ試合 long		Time : 7s03f
#47		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Rチャンネル画面下、窓枠修正 Lチャンネルの床面移りこみがRチャンネルと違う影響で立体視しにくい為、Lチャンネルの床面のマスクを切り,Rチャンネルに反映。</li> </ul>	

カット番号	横切るボール		Time : 3s01f
#73		<ul style="list-style-type: none"> <li>● CG合成（バスケットボール）、背景色味調整 体育館天井面、照明の関係でLチャンネル、Rチャンネルの色味、明るさが調整で一致せず、Lチャンネルのみ使用。 視差を奥方向にしてCG合成。</li> </ul>	

カット番号	電光掲示板 CG		Time : 4s05f
#76		<ul style="list-style-type: none"> <li>● CG合成（電光掲示板）、背景色味調整 体育館天井面、照明の関係でLチャンネル、Rチャンネルの色味、明るさが調整で一致せず、Lチャンネルのみ使用。 視差を奥方向にしCG合成。</li> </ul>	

カット番号	病院廊下		Time : 5s12f
#86		● L・R チャンネル、壁面汚れ修正 Lチャンネル基準に汚れを消しこみ L、R チャンネル同画像になるよう部分反映。	

カット番号	リオ バストショット		Time : 2s20f
#87		● L・R チャンネル、壁面汚れ修正 Lチャンネル基準に汚れを消しこみ L、R チャンネル同画像になるよう部分反映。	

カット番号	肩越し ツーショット		Time : 4s19f
#88		● L・R チャンネル、壁面汚れ修正 Lチャンネル基準に汚れを消しこみ Rチャンネルに部分反映。	

カット番号	水溜り (スチル)		Time : 5s
#92		● 静止画素材を使用し 3D 化 一眼レフ素材を使用し、Lチャンネル、Rチャンネルを構成。 奥方向に視差を配置し立体化。	

カット番号	夜 タカ バストショット (スチル)		Time : 5s07f
#96		● 静止画素材を使用し 3D 化 一眼レフ素材を使用し、Lチャンネル、Rチャンネルを構成。 奥方向に視差を配置し立体化。	

カット番号	山		Time : 6s04f
#104		● 視差調整 画面左樹木を飛び出し方向で額縁効果が発生する為、奥方向に修正。	

カット番号	タカ 歩く		Time : 7s
#107		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Rチャンネルの木漏れ日消しこみ</li> </ul> Rチャンネルだけに存在する木漏れ日をLチャンネル基準に消しこみを行いRチャンネルに反映。	

カット番号	フェンス long		Time : 4s
#108		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 視差調整。</li> </ul> 手前地面をコンバージェンスにする為、奥方向に修正。	

カット番号	フェンス前タカ ウエストショット		Time : 6s
#110		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 視差調整、人物</li> </ul> 手前人物を立体視しやすくする為、後方のフェンスをぼかし、色味を弱めた。	

カット番号	夕焼け (スチル)		Time : 3s
#117		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 静止画素材を使用し 3D 化</li> </ul> 一眼レフ素材を使用し、Lチャンネル、Rチャンネルを構成。 奥方向に視差を配置し立体化。	

カット番号	リオ ウエストショット (スチル)		Time : 2s22f
#116		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 静止画素材を使用し 3D 化</li> </ul> 一眼レフ素材を使用し、Lチャンネル、Rチャンネルを構成。 奥方向に視差を配置し立体化。 輝度が高い箇所を低く修正。	

カット番号	噴水 long		Time : 5s22f
#120		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 視差調整、輝度修正</li> </ul> 画面上方向、L、Rチャンネルの輝度差の影響で立体視しにくい為Lチャンネル基準でRチャンネル輝度を下げ修正。 画面右下、手前方向の視差が強い為奥方向に視差修正。	

カット番号	歩み寄るリオ long		Time : 3s09f
#126			<ul style="list-style-type: none"> <li>● R チャンネルの男性上着、靴への移りこみ修正</li> </ul> L チャンネル基準に消しこみを行い R チャンネルに反映。

カット番号	手をとる up		Time : 7s05f
#128			<ul style="list-style-type: none"> <li>● R チャンネルの男性上着への移りこみ修正</li> </ul> L チャンネル基準に消しこみを行い R チャンネルに反映。

カット番号	花と空		Time : 5s
#129			<ul style="list-style-type: none"> <li>● CG 合成（蝶）</li> </ul> 撮影素材にあわせ蝶の視差を微調整。

カット番号	花、蝶 CG 合成		Time : 6s06f
#140			<ul style="list-style-type: none"> <li>● CG 合成（蝶）</li> </ul> 撮影素材にあわせ蝶の視差を微調整。

カット番号	二人バックショット long		Time : 11s17f
#142			<ul style="list-style-type: none"> <li>● 空の色味調整</li> </ul> カラーコレクション機能で空のコントラスト、色味を調整。

カット番号	エンドロール		Time : 12s13f
#150			<ul style="list-style-type: none"> <li>● R チャンネル画面下、窓枠修正</li> </ul> L チャンネルと R チャンネルの床面移りこみ方が異なり立体視しにくい為、L チャンネルの窓枠をマスクを切り、R チャンネルに部分反映

カット番号	ロールスーパー		Time : 1m14s05f
#151		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 24spf の為、テロップの早い動きによるフリッカーを起こさないようテロップ速度を低減。</li> <li>3 パターンの速度バリエーションを作成し、最も遅いものを選択</li> </ul>	

## (5) 結果

二台のカメラで撮影する構造上、カメラやレンズの個体差があり、またハーフミラー方式での撮影においては、入射側と反射側で屈折も異なる。編集開始前に左右の色や、ここで作業した各種歪を取り除く必要がある。今回は特に、出演者の皮製の衣装、体育館の床面など左右で光の反射が異なる場合に、作業量が増加している。

左右の映像に若干の差異があっても立体視は可能であると判断できるが、視聴環境・視聴時間、視聴者の特性によっては疲労感・不快感を招く事もあるので、撮影時に発生した幾何学歪・信号歪の補正は必須であり、編集時にも左右映像の条件不一致が発生するような効果の使用には注意が必要である。

## (6) 評価試験用及びサンプル用ブルーレイディスクの作成

前述の編集作業で作成した3D映像を、ブルーレイディスクアソシエーション(BDA)が2009年9月1日に発表した規格に準じた、フレームシーケンシャル方式の3Dブルーレイディスクを作成した。HDcam-SRに記録した完成原版からキャプチャー作業をおこない、MPEG4-MVC、フレームパッキング・1080P/24fpsにエンコードを行う。エンコードしたファイルを元にオーサリングを行った。2D版は、キャプチャーしたLチャンネルの映像を3D上のLチャンネル、Rチャンネル両方に設定し、3Dグラスをかけたままでも、3Dと同じ条件による視聴が可能な2D映像を作成した。メニュー画面は2Dで作成したAdobe Photoshop CSで作成。背景、タイトル、ボタンを別レイヤーとおき、オーサリング時に3D加工を実施した。

使用システムは、下記の通り。

- オーサリングシステム : Scenarist BD Ver.5.5
- エンコーダー : CINEMA CRAFT HD ENCODER MVC サポート版

## 2.3 作品の視差設計と解析について

### 2.3.1 カメラ設計値と撮影収録時の測定値との比較

#### (1) 付録2 [DCAJ 3D コンテンツ設計/収録 3D Depth 情報比較図]の見方

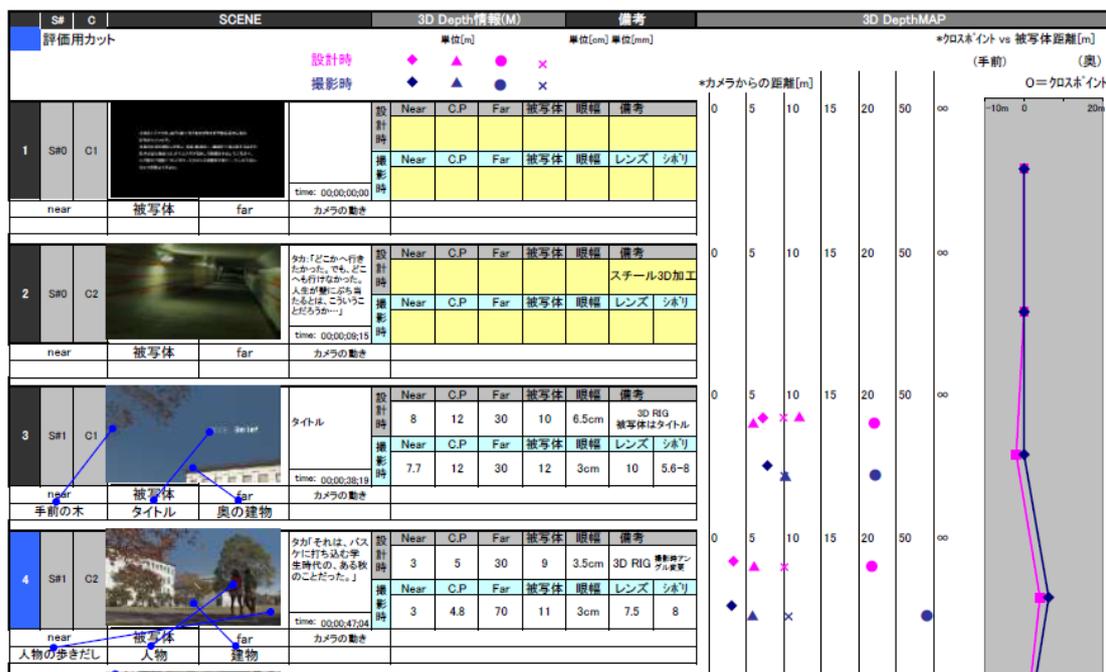


図 2.3-01 設計/収録 3D Depth 情報比較図抜粋

各項目の説明

- Near : カメラ受像部から一番手前の被写体までの距離[m]
- CP : カメラ受像部からクロスポイントまでの距離[m]
- Far : カメラ受像部から一番奥の被写体までの距離[m]
- 被写体 : カメラ受像部から見て欲しい被写体までの距離[m]
- 視差 : カメラ L と R の眼幅[cm]
- レンズ : レンズ mm 数、(Z\_num : 3D AGA1 カメラのパラメータ)
- シボリ : レンズ絞り値

各項目数値を資料右側のカメラからの距離へプロットし、更に 輻湊点 (Conv) と 被写体距離のみの関係が一番右側のグラフで示した。なお撮影前の設計値は「赤色」、撮影時の実測値は「青色」で表記している。なお今回の設計値とは演出企画段階で必要とされたスタジオ、体育館、公園などの撮影環境をロケハンで実際に見たうえで、シーンに使用する空間を想定し、距離を測定した値である。

## (2) [DCAJ 3D コンテンツ設計/収録 3D Depth 情報比較図]の考察

設計値（ロケハン時の想定値）は、バスケット CG 想定撮影カット(カット番号#34,#70)や下記に挙げるカット以外は、撮影時の測定値と概ね同じ(誤差～15%)であり、ステレオグラフィアの想定設計通りに実際の映像を撮影できたと言える。以下に測定値と実測値が違った各カットについて、その理由を述べる。

### ① 本棚(#5)の Far(7m→5.9m)

棚の傾き具合と短焦点レンズならではの映像のぼけ足が、気持ちよい方を取った演出現場判断による。

### ② 油絵の具パレット(#8) の被写体(1.0m→1.95m)

被写体サイズが、美術パレットサイズが想定より大きかったことによる。

### ③ 体育館練習風景(#17)の Far(60m→45m)

ロケハン時の俯瞰映像設計値をこのカットのみ体育館図面から算出しており、実測値との違いが生じた。

### ④ チアリーディング練習風景(#21,#29)の Conv(3.5m→6m,3m→5m)

チアリーダー達を実際に3列に並べた時とロケハン想定時に違いがあった。

### ⑤ チアリーディング試合応援風景(#15)の Far(15m→10m)

上記と同じ理由。

### ⑥ バスケット試合風景(#54,#56)

プレーヤの動きをある程度演出していたものの、一部想定外の動きがあったため、被写体や Far が違っている。

### ⑦ 病院廊下(#86)の Near(18m→3m)

手前の床を写した方がより立体的に見えるという現場判断による。

### ⑧ スチールコマ取りカット(#2,#92～#103,#116～#119,#122)

演出的に後から追加撮影したため、ロケハン時に測定を行っていない。(設計値のデータ無し)

## 2.3.2 作品における各カットの撮影時視差角情報

### (1) [DCAJ 3D コンテンツ撮影時 Depth 視差角グラフ情報]の見方

付録2 [DCAJ 3D コンテンツ設計/収録 3D Depth 情報比較図]から、視差角を算出したものを[DCAJ 3D コンテンツ撮影時 Depth 視差角グラフ情報]にまとめた。  
このときの算出式を示す。

視差角  $pa$  は下記で求められる。

$$pa \text{ [deg]} = \arctan(dp/T) * 180/\pi \text{ [deg]}$$

\*表示視差  $dp$  [mm] : 最終表示ディスプレイ上での実測視距離

\* $T$  [mm] : 画面高さの3倍

$$*X \text{ [deg]} = 180/\pi * Y \text{ [rad]}$$

このとき  $T$ [mm]の値はディスプレイがサイズ $ds$  [inch]に対し

$$T = 3 * ds * 25.4 * 9 / \text{root}(16 * 16 + 9 * 9)$$

となり、 $Ds$ は50インチなので、 $T$  は約1.9[m]となる。

また下記は算出時のパラメータである。

表示サイズ	: 50 $ds$ (インチ)
表示幅	: 110.7 $w$ (cm)
表示高	: 62.3 $h$ (cm)
視聴距離	: 3 $nh$ (H)
撮像素子幅	: 8.8 $dw$ (mm)

[DCAJ 3D コンテンツ撮影時 Depth 視差角グラフ情報]の各項目について述べる。

Near : 一番手前の被写体との視差角[Deg]

被写体 : 見て欲しい被写体との視差角[Deg]

Far : 一番奥の被写体との視差角[Deg]

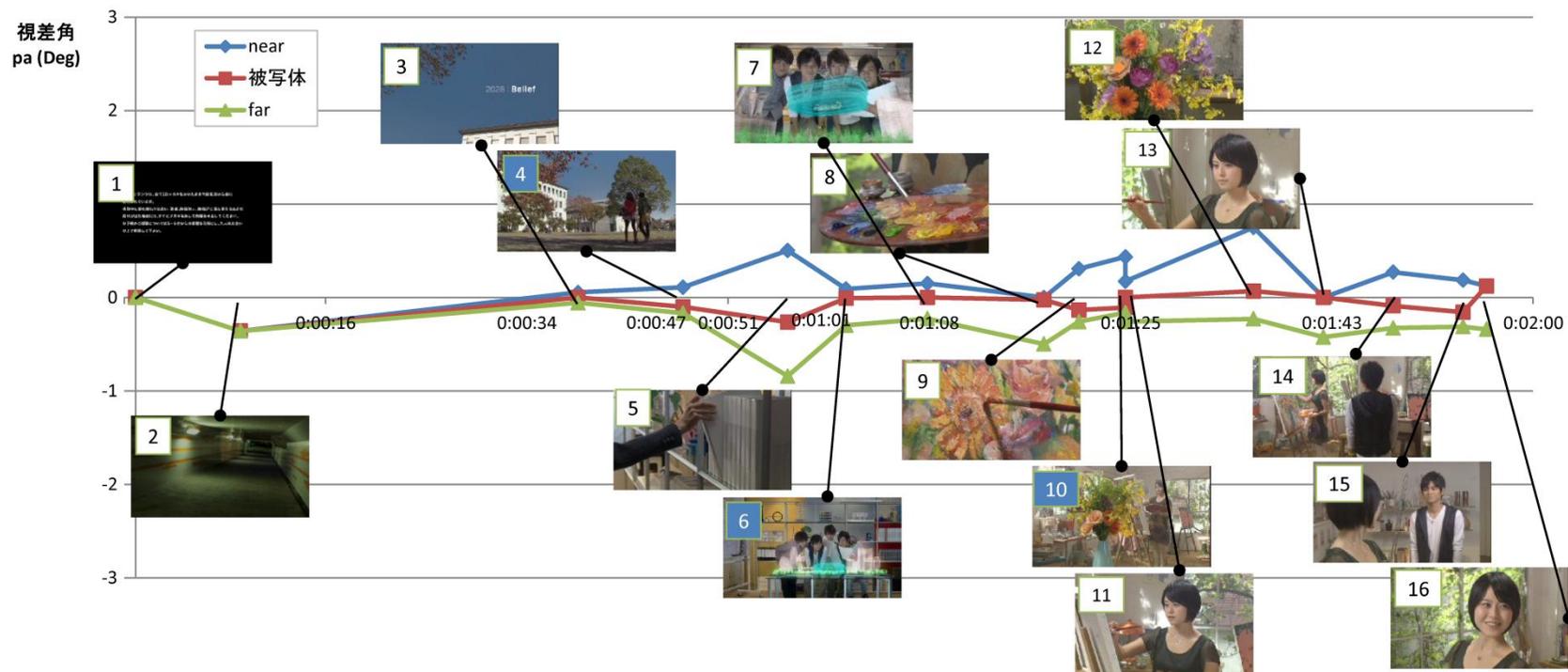
各項目数値を、縦軸[Deg]、横軸[映像タイムコード]としてプロットした。映像タイムコードは、注意書きのカットをスタート 0 秒としている。(ex.0:00:34 は映像スタートより34 秒後を示す)

視差角計算用前提数値

表示サイズ	50	ds	(インチ)	視聴距離	3	nh	(H)
表示幅	110.7	w	(cm)	撮像素子幅	8.8	dw	(mm)
表示高	62.3	h	(cm)				

■ = 評価用カット

※撮影時における計測結果を基に算出



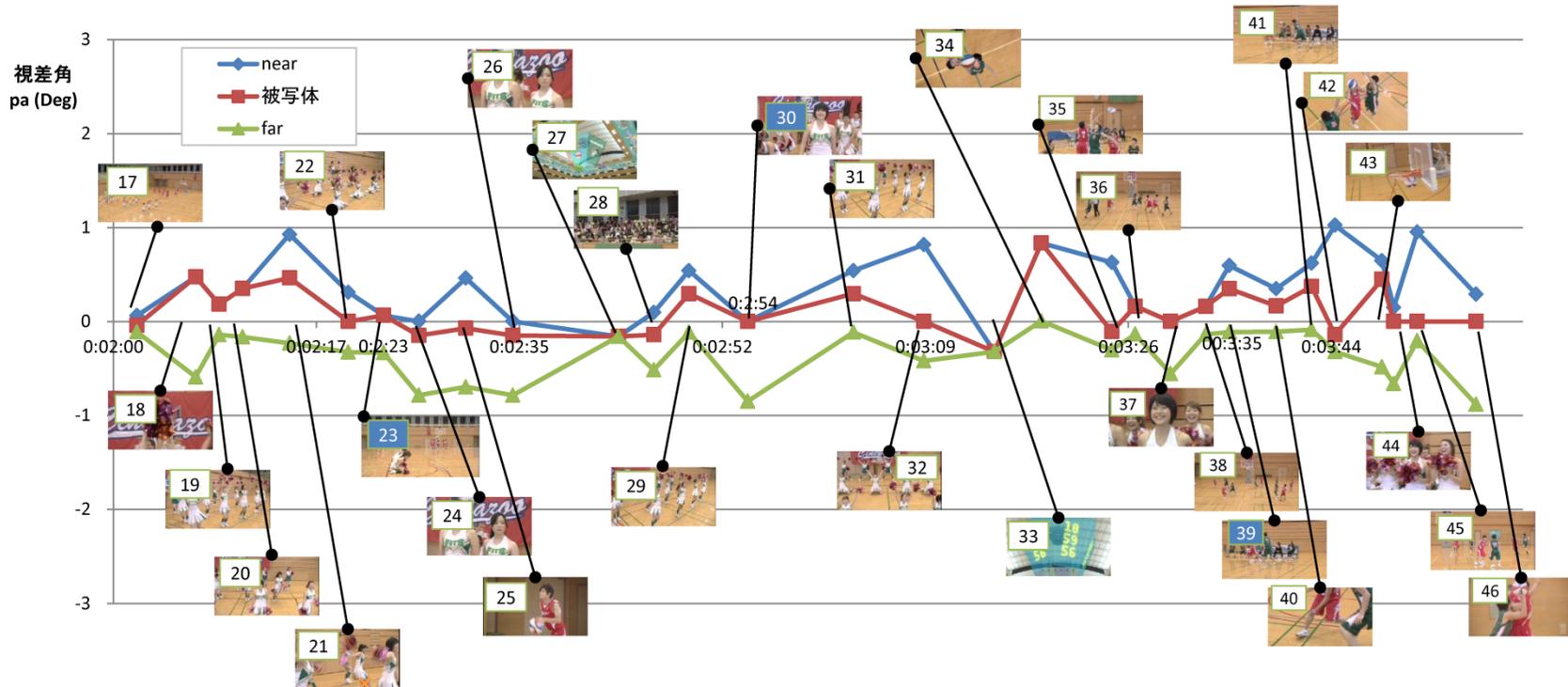
カット番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
near	0	-0.35895	0.054	0.109	0.503	0.090	0.150	0.000	0.307	0.434	0.173	0.749	0.000	0.270	0.185	0.122
被写体	0	-0.35895	0.000	-0.102	-0.265	-0.008	0.000	-0.027	-0.135	-0.108	0.000	0.068	0.000	-0.090	-0.158	0.122
far	0	-0.35895	-0.058	-0.168	-0.843	-0.298	-0.227	-0.499	-0.260	-0.163	-0.259	-0.230	-0.425	-0.327	-0.314	-0.341

視差角計算用前提数値

表示サイズ	50	ds	(インチ)	視聴距離	3	nh	(H)
表示幅	110.7	w	(cm)	撮像素子幅	8.8	dw	(mm)
表示高	62.3	h	(cm)				

■ = 評価用カット

※撮影時における計測結果を基に算出



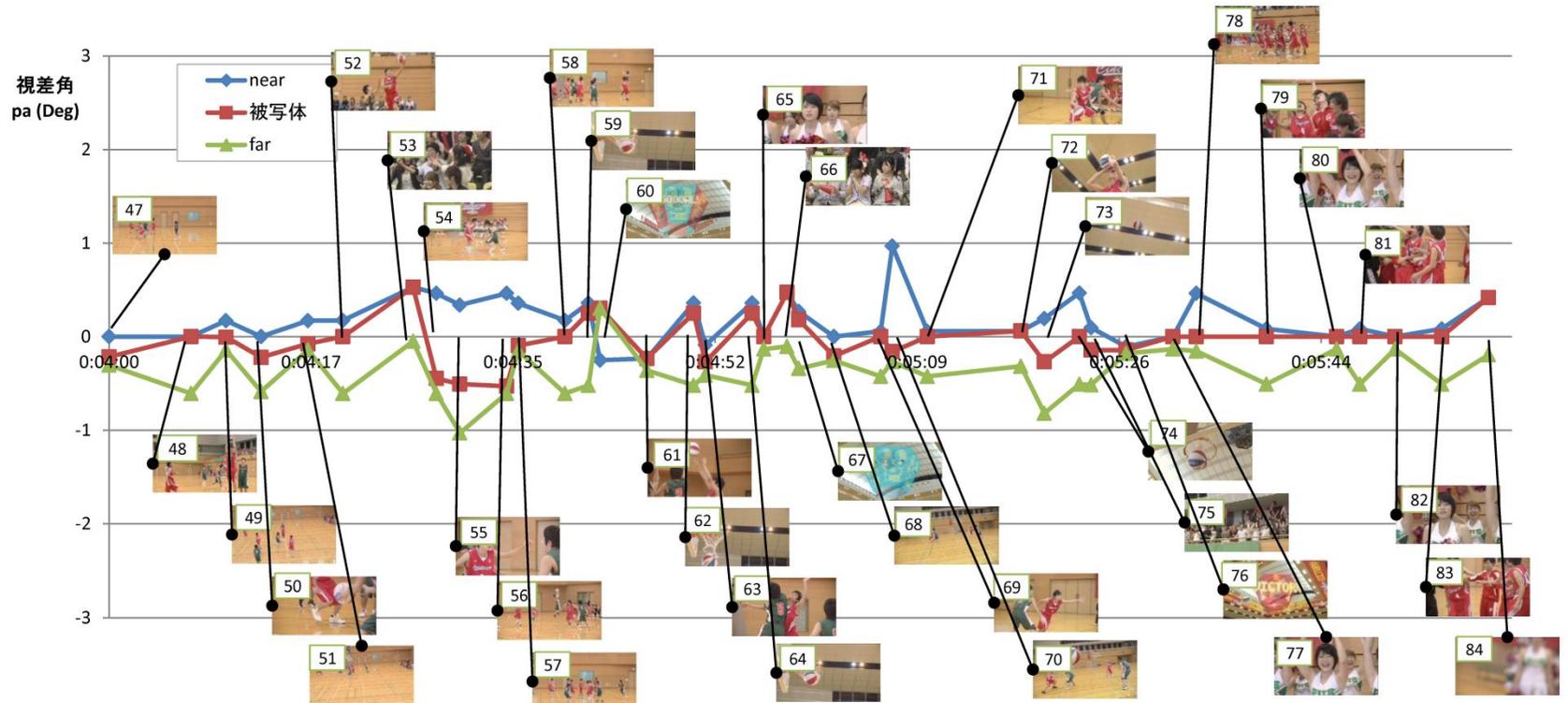
カット番号	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
near	0.06	0.47	0.18	0.35	0.92	0.31	0.06	0.00	0.46	0.00	-0.1	0.09	0.54	0.00	0.54	0.81	-0.3	0.83	0.62	0.16	0.00	0.15	0.59	0.34	0.61	1.02	0.64	0.14	0.95	0.28
被写体	-0.0	0.47	0.18	0.35	0.46	0.00	0.06	-0.1	-0.0	-0.1	-0.1	-0.1	0.29	0.00	0.29	0.00	-0.3	0.83	-0.1	0.16	0.00	0.15	0.34	0.16	0.37	-0.1	0.44	0.00	0.00	0.00
far	-0.1	-0.5	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.7	-0.6	-0.7	-0.1	-0.5	-0.1	-0.8	-0.1	-0.4	-0.3	0.00	-0.3	-0.1	-0.5	-0.1	-0.1	-0.1	-0.0	-0.3	-0.4	-0.6	-0.2	-0.8

視差角計算用前提数値

表示サイズ	50	ds	(インチ)	視聴距離	3	nh	(H)
表示幅	110.7	w	(cm)	撮像素子幅	8.8	dw	(mm)
表示高	62.3	h	(cm)				

■ = 評価用カット

※撮影時における計測結果を基に算出



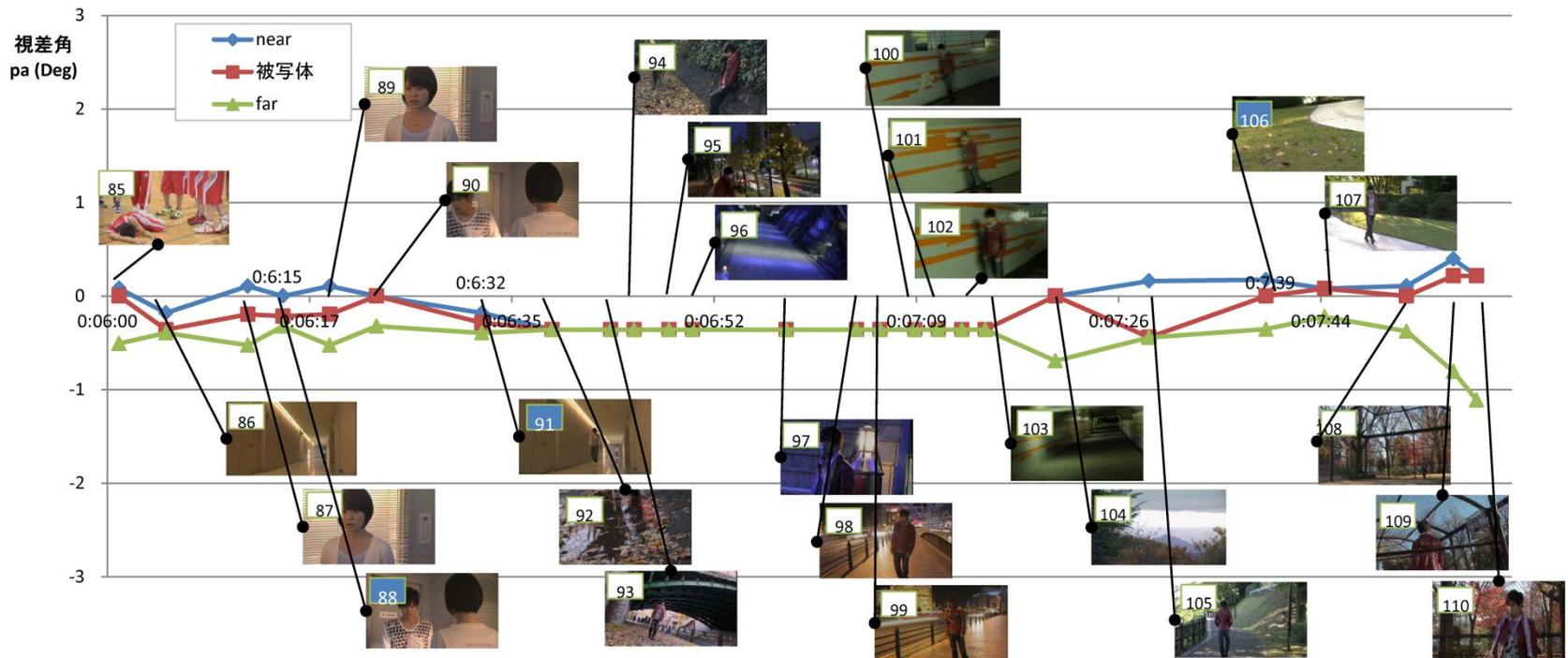
カット番号	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
near	0.00	0.00	0.17	0.00	0.17	0.17	0.52	0.46	0.33	0.46	0.35	0.17	0.35	-0.2	-0.2	0.35	-0.0	0.35	0.00	0.47	0.26	0.00	0.05	0.96	0.05	0.06	0.19	0.46	0.09	-0.1	0.00	0.46	0.08	0.00	0.08	0.00	0.08	0.41
被写体	-0.2	0.00	-0.0	-0.2	-0.0	0.00	0.52	-0.4	-0.5	-0.5	-0.0	0.00	0.25	0.30	-0.2	0.25	-0.2	0.25	0.00	0.47	0.17	-0.2	0.00	-0.1	0.00	0.06	-0.2	0.00	-0.1	-0.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41
far	-0.3	-0.6	-0.1	-0.5	-0.1	-0.6	-0.0	-0.6	-1.0	-0.6	-0.1	-0.6	-0.5	0.30	-0.3	-0.5	-0.4	-0.5	-0.1	-0.1	-0.3	-0.2	-0.4	-0.2	-0.4	-0.3	-0.8	-0.5	-0.5	-0.1	-0.1	-0.1	-0.5	-0.1	-0.5	-0.1	-0.5	-0.1

視差角計算用前提数値

表示サイズ	50	ds	(インチ)	視聴距離	3	nh	(H)
表示幅	110.7	w	(cm)	撮像素子幅	8.8	dw	(mm)
表示高	62.3	h	(cm)				

■ = 評価用カット

※撮影時における計測結果を基に算出



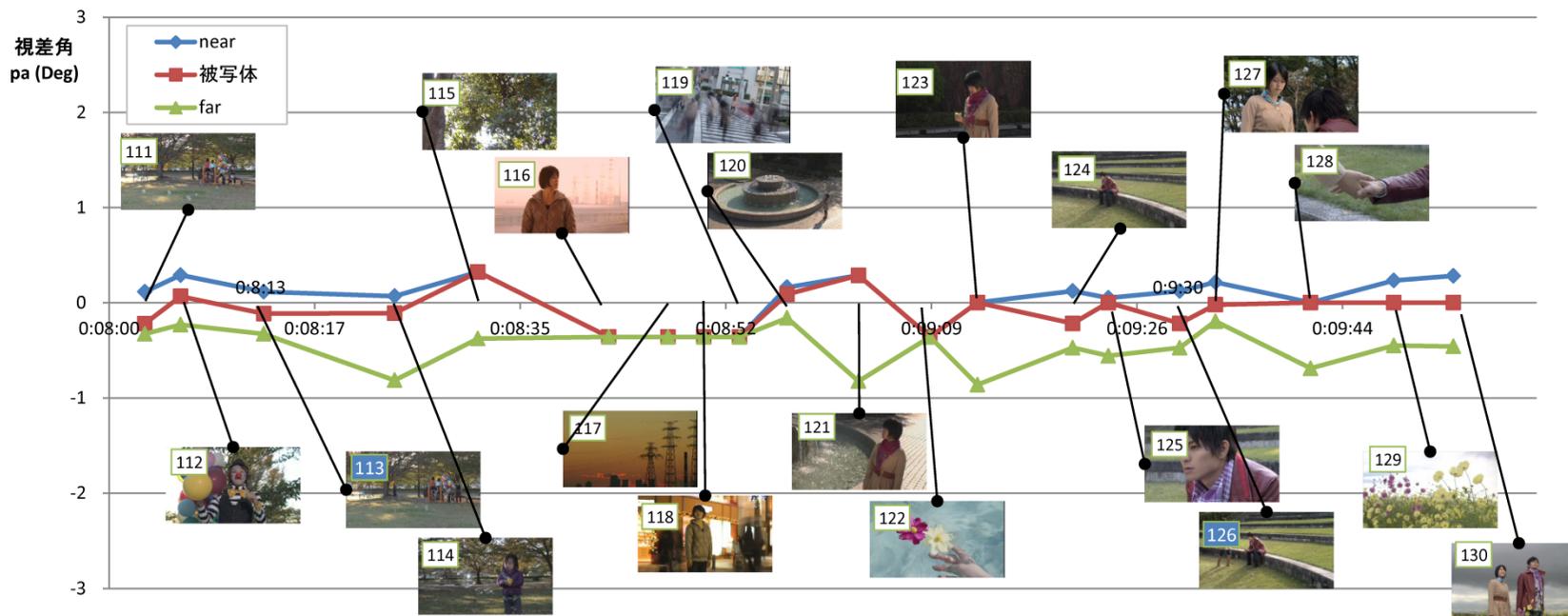
カット番号	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
near	0.083	-0.17	0.105	0.000	0.105	0.000	-0.17	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	0.000	0.161	0.175	0.080	0.108	0.395	0.215
被写体	0.000	-0.35	-0.19	-0.21	-0.19	0.000	-0.28	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	0.000	-0.44	0.000	0.080	0	0.215	0.215
far	-0.50	-0.39	-0.52	-0.32	-0.52	-0.32	-0.39	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.69	-0.44	-0.35	-0.22	-0.38	-0.81	-1.11

視差角計算用前提数値

表示サイズ	50	ds	(インチ)	視聴距離	3	nh	(H)
表示幅	110.7	w	(cm)	撮像素子幅	8.8	dw	(mm)
表示高	62.3	h	(cm)				

■ = 評価用カット

※撮影時における計測結果を基に算出



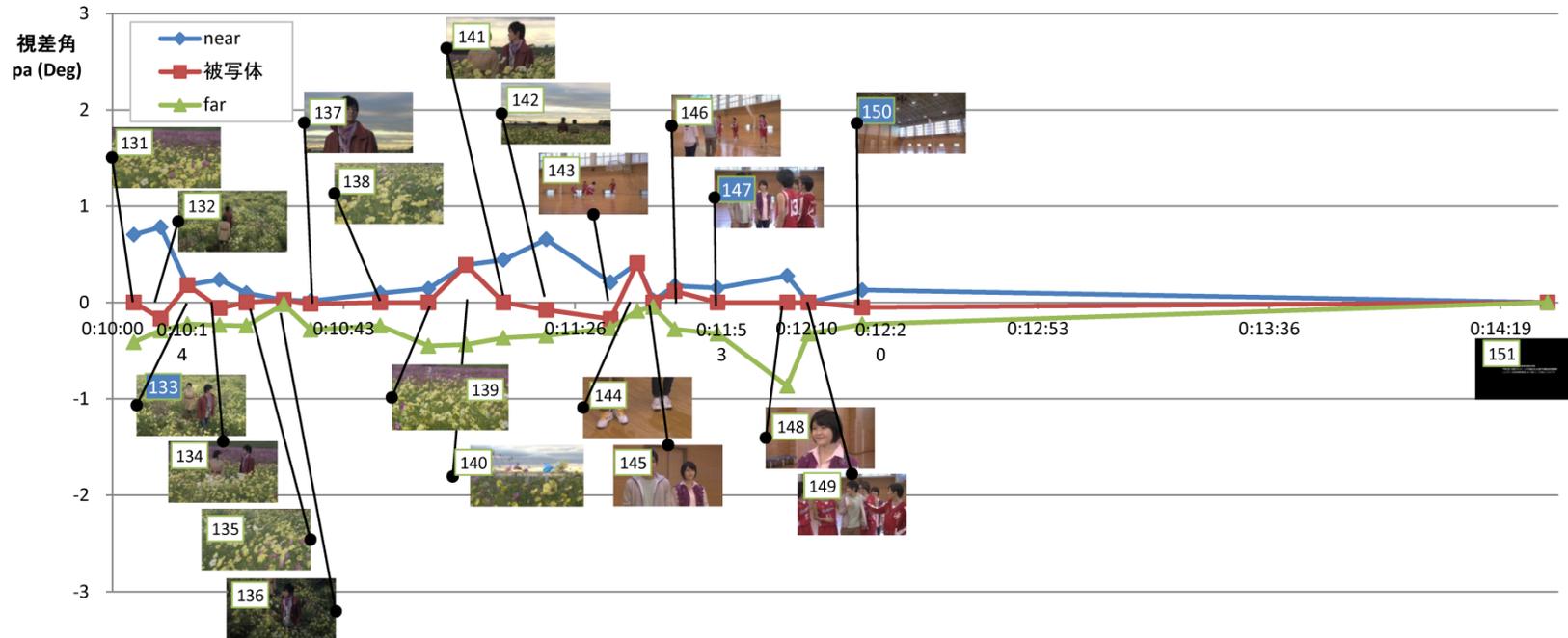
カット番号	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130
near	0.116	0.289	0.116	0.069	0.32305	-0.3589	-0.3589	-0.3589	-0.3589	0.16153	0.28716	-0.3589	0	0.122	0.051	0.122	0.214	0.000	0.233	0.283
被写体	-0.221	0.067	-0.116	-0.111	0.32305	-0.3589	-0.3589	-0.3589	-0.3589	0.08974	0.28716	-0.3589	0	-0.218	0.000	-0.218	-0.021	0.000	0.000	0.000
far	-0.327	-0.231	-0.327	-0.816	-0.3769	-0.3589	-0.3589	-0.3589	-0.3589	-0.1615	-0.8255	-0.3589	-0.8614	-0.473	-0.559	-0.473	-0.195	-0.691	-0.450	-0.459

視差角計算用前提数値

表示サイズ	50	ds	(インチ)	視聴距離	3	nh	(H)
表示幅	110.7	w	(cm)	撮像素子幅	8.8	dw	(mm)
表示高	62.3	h	(cm)				

■ = 評価用カット

※撮影時における計測結果を基に算出



カット番号	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151
near	0.704	0.781	0.180	0.236	0.096	0.026	0.016	0.096	0.144	0.390	0.442	0.654	0.208	0.407	0.022	0.173	0.150	0.276	0.000	0.129	0
被写体	0.000	-0.167	0.180	-0.058	0.000	0.026	-0.014	0.000	0.000	0.390	0.000	-0.076	-0.174	0.407	0.000	0.117	0.000	0.000	0.000	-0.051	0
far	-0.413	-0.291	-0.225	-0.236	-0.241	-0.019	-0.284	-0.241	-0.450	-0.437	-0.368	-0.346	-0.268	-0.086	-0.048	-0.279	-0.325	-0.868	-0.325	-0.226	0

## (2) [DCAJ 3D コンテンツ撮影時 Depth 視差角グラフ情報]の考察

総計 151 カットが設計通りほぼ視差角 1°以内に収まっている。例えば#34 や#70 は近づいてくるボールの CG が手前の被写体となっているので、このボール飛び出し時間は短時間（1～2 秒）となっている。同様に#55 もバスケットボールのプレーヤを数値として捉えているので、実際の映像ではこの飛び出しは一瞬である。

また全てのカットを視差 1 度に抑えながら撮影したので、編集でカットを入れ替えて、作品として全カットを通して見ても、眼精疲労の一因と考えられるコンバージェンスポイントの大きな変わり目は無いと言える。

### (a) 編集時視差の確認

ソニー社製イメージプロセッサ MPE-200 を用いて視差監視を行い、および視差角を 1°、約 2.9%(出典：3DC 安全ガイドライン)以内に押さえるよう確認調整を行った。

### (b) 解析画面の見方

視差確認は主に一番下の 3 画面で行う。

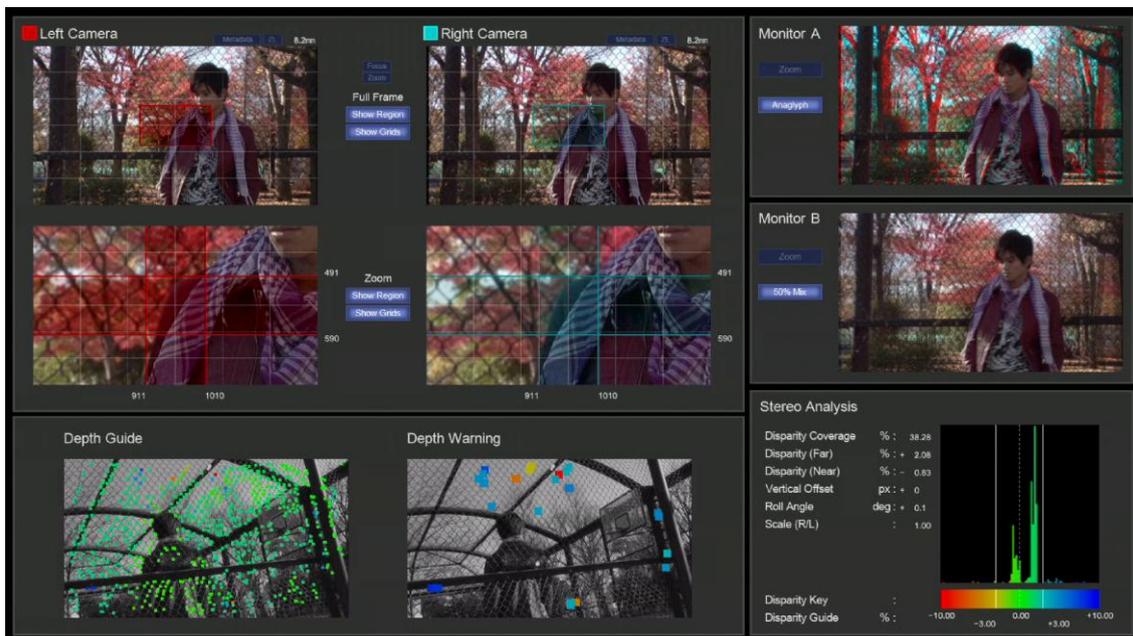


図 2.3-02 MPE-200 システム解析画面

- Stereo Analysis（右下）  
視差角の分布解析画面。設定した視差角（ここでは 1°）内のものは緑で表示される。
- Depth Guide（左下）  
画面上における視差角分布画面。解析部分が画面上にドットで表示され、色は緑・赤・

青の三種類あり、設定した視差角以内に収まっているものは緑で表示され、基準を超えている部分は赤または青のドットで表示される。

- **Depth Warning**（下中央）

**Depth Guide** に表示された、基準を超えている個所が抽出された画面。

本編集終了後も MPE-200 を使用し、再度本編の視差確認を行い、安全基準内に収まっていることを確認した。

## 第3章 ワークフロー

### 3.1 ワークフロー解析の目的

3D 映像制作において、3D 映像制作の工数は 2D 映像制作よりも 2～5 倍の工数がかかると言われている。しかしながら 3D 映像制作工程を厳密に測定して、2D 映像制作との工数を比較したデータは見当たらない。

本事業で制作した作品の制作工数をワークフロー毎に記録し、工数解析を行い、3D 映像制作工数削減のための改善点を検討した。

今回ワークフローの記録に当たり、本格的な撮影準備の段階で記録業務を開始した。

主要なスタッフミーティングに始まりスタッフロケハン、撮影、編集、MA に同行し、2D と 3D 作品制作時の共通工程並びに 3D 作品制作のために発生した工程の内容と時間を記録した。

その他各スタッフが個別に行った諸作業、CG 制作については担当者に工程・制作時間をヒアリングし、ワークフローを記録した。

作品制作の工程の中では、2D と 3D の共通工程がある。しかしその中でも明確な時間として算出できない、各スタッフが 3D のために費やした時間が存在するため、その客観的な視点での 3D 工程時間記録では表すことのできない工数においては、各スタッフに個別にヒアリングを行い、主観的な視点での 3D 制作作業時間として算出した。

#### 3.1.1 企画

##### (1) 本作品における企画段階の工程

3D 映像を訴求することを前提とするため、本作品における企画工程はほぼ 3D 工程として費やした。

- (a) 本作品にて 3D 効果を訴求するべき内容を選出
- (b) 3D 効果訴求カットのためのストーリー構築
- (c) 3D 撮影手法検討
- (d) 3D depth 配置検討

表 3.1-01 企画における作業工数

工程	3D 工数-1 (計測工数)	3D 工数-2 (申告による工数)	2D/3D 共土工数	総工数 合計
①企画((a),(b))	21 時間	14.7 時間	6.3 時間	42 時間
②3D 化検討((c),(d))	24 時間	16.8 時間	7.2 時間	48 時間
③その他	25 時間	17.5 時間	7.5 時間	50 時間

### 3.1.2 ロケハン・撮影準備

#### (1) ロケハン・撮影準備ワークフロー

ロケハンの総工数（人数 x 時間）が、撮影工数の 1.3 倍、CG の 3.2 倍、編集の 4.4 倍、かかっている。ロケハンの流れを示す。

- ① 絵コンテに基づき、制作がロケ地候補を選定。
- ② 制作が単独ロケハンし、演出他がその写真で判断。
- ③ 残った候補地を演出、ステレオグラフィア、カメラマン、プロデューサ、制作でロケハン。全収録シーンを想定し、カメラからの距離を測定。
- ④ ロケハン情報を基にどう撮影すれば 3D に適した映像になるかを、演出、ステレオグラフィア、カメラマン、プロデューサ、制作で打合せ。撮影時間制限による撮影シーンの優先順位付け。背景と衣装等の関係確認。被写体に発生する可能性のあるクロストークを確認。
- ⑤ 全体スタッフ打合わせ。

なお様々なシチュエーションを短期間に撮影する必要があったため、シチュエーションによってスタッフを替え、並行しながらロケハン、制作準備を行った。

また 3D 制作ツールとして、ロケハンで実際に使用して有効であった 3 点を紹介する。



図 3.2-01 距離を測るためのレーザポインタ



図 3.2-02 3D 計算 iPhone, iPad 用ソフト (3D ST)

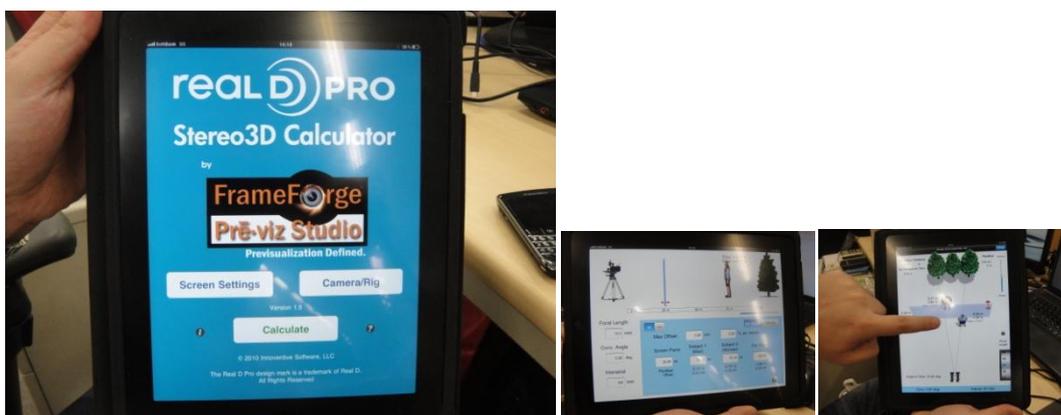


図 3.2-03 3D 計算 iPhone, iPad 用ソフト (RealD PRO Stereo3D Calculator)

## (2) ロケハン・撮影準備における作業工数

表 3.1-02 ロケハン・撮影準備における作業工数

工程	3D 工数-1 (計測工数)	3D 工数-2 (申告による工数)	2D/3D 共通工数	総工数 合計
①ロケハン下見	-	197 時間	207 時間	404 時間
②候補地確認	45 時間	38.7 時間	84.3 時間	168 時間
③検討ロケハン	124.5 時間	-	-	124.5 時間
④練習・撮影アングル検討	42 時間	7.7 時間	13.3 時間	63 時間
⑤その他	-	818.25 時間	-	1636.5 時間

※詳細は付録 1 ワークフロー記録シートを参照

作業工数詳細は以下の通り。

① 構成台本に基づき撮影地を選出

まず 3D 撮影が可能であるかを考慮し、測定しながら行ったため選択肢が狭く、2D 撮影時より多くの候補地を巡ったため、日数や人員も増えたと考えられる。

② 主要スタッフにおける候補地確認・決定

2D 撮影時とほぼ同内容の工程であるため 3D 工程としての時間は数字には表れないが、実際には 3D 撮影時における障害がないかどうかの確認、アングルの下見等各スタッフの主観における工数は増大している。

③ ロケ地決定後、撮影手段・及び撮影手法の検討のためのロケハン

候補地確認・決定のロケハンとは別日に、3D コンテンツ設計を行うためのロケハンを行った。主要スタッフ並びにこの時は技術スタッフも同行し、各カットの測定や、必要があれば 3D カメラを持ち込みアングルのシミュレーションを行った。

3D 撮影は 2D 撮影とは異なり、設定・シチュエーションを詳細に行う必要があるため時間がかかり、カット数を多く撮影することができず、従い現場でのカット変更は避けるべき問題である。この工程は事前に詳細なシミュレーション及び測定を行い、内容を詰めて撮影に臨むことで撮影時における時間短縮の効果を狙ったものであり、3D 撮影特有の工数であると考えられる。

④ 主演二人が行う団体競技の練習及び撮影アングル検討

ストーリーにおいて主演はバスケット競技とチアリーディングのチーム競技を演じるためその練習を行った。同時に、競技をどのように撮影するかシミュレーションも兼ね、3D コンテンツ設計やアングル決定、配置等が決定され、本撮影時の時間短縮に効果を上げた。

⑤ その他

ロケハンとは別に、制作進行並びに各スタッフの行った撮影準備、打ち合わせ等の工数を集計した。

### 3.1.3 撮影

まず、今回の撮影に置いては全行程において 2D 撮影と比べた明確な点として、スタッフ人数の増加がみられた。ステレオグラフィをはじめ、ビデオエンジニア等の撮影技術スタッフの人員を増やし、編集スタッフも立ち会った。

また、2D に比べ 3D はカット数を多く撮影できない。カットの変更を行うごとに、発散が起きないように計測・3D リグカメラの設定変更・オブジェクト及び人物の配置を検討しなおす必要があるためである。そのため、ロケハン時における入念な撮影準備、カット設計が時間短縮のために重要であると思われる。

#### (1) 撮影ワークフロー

撮影の総工数（人数 x 時間）が CG の 2.5 倍、編集の 3.4 倍かかっている。撮影の流れを示す。

- ① カメラ位置を決める
- ② 撮影フレームを決める
- ③ 被写体の配置を決める
- ④ リグを調整する

④には、Near の距離やスクリーン面により輻湊を設定する、上映サイズによって奥方向の視差を認識しておく、適切な立体感が出るようモニターで確認する、等が含まれる。適切な立体感が求められなかった場合には、①～④を繰り返し、ロケハンでの設計値と実際の値が変わる事もある。

#### (2) 撮影における作業工数

表 3.1-03 撮影における作業工数

工程	3D 工数-1 (計測工数)	3D 工数-2 (申告による工数)	2D/3D 共通工数	総工数 合計
①制作進行	3 時間	145.5 時間	254 時間	402.5 時間
②演出	0.2 時間	-	81.8 時間	82 時間
③撮影	121 時間	138.89 時間	131.61 時間	391.5 時間
④照明	-	69.5 時間	124 時間	193.5 時間
⑤その他	200 時間	179.85 時間	431.15 時間	811 時間

※詳細は付録 1 ワークフロー記録シートを参照

作業工数詳細は以下の通り。

#### ① 制作進行

上述の通り、3D 撮影は 2D 撮影に比べカット数を多く撮影できない。時間短縮のために入念な事前準備と、撮影内容によっては大幅に人員を増やして対応し、円滑な進行を行った。

#### ② 演出

画面内の要素がどう立体的に見えるかを常に検証した。

従来は短いカットを入れることでテンポを刻んだが、3D ではその手法を使えないなど、ほかの手法を考える必要がある。オーバーラップなどのエフェクトを使用するためには詳細な事前設計が必要になるため、常に注意を払った。

#### ③ 撮影

画面の両サイドへの被写体制限に関して、アングルや演技への制限に留意した。

従来、迫力を出す手法としてはアオリなどがよく使われていたが、3D では迫力を感じる方向性が違うため、アングルを変えなければならない。

今回の撮影ではビデオエンジニアを増員し、カメラ周りとブースに配置し、密な連絡を取り合って撮影を行った。収録時にはブースで常に左右のチャンネルを別々に確認する必要があるため、作業負担は増えている。

また、後日の編集で行う色合わせに備え、カラーチャートを収録した。

#### ④ 照明

2D 撮影に比べ、光量が約 2 倍必要。

3D を効果的に見せるように意識してコントラスト（光と影）をつけるよう留意した。

他には、3D ならではの人物・オブジェクトの立体的配置に対する照明が必要。

発散を防ぐためにテカリなどの細かい光点、反射が出ないように注意した。

#### ⑤ その他

その他のスタッフが行った撮影時の留意点としては下記があげられる。

ヘアメイクにおける留意点としては、高画質、3D であるため、一本の遅れ毛が非常に目立つため常に画面を確認し、ケアを行った。また、スポーツカットでの汗質感に留意した。

衣装は、細かい光点が出ないよう光物アクセサリーの選択やクロストークが発生しないように衣装の白黒コントラストに留意した。また、衣装の膨張色、収縮色を意識し、色彩学的にも立体として配置できるように留意した。

美術においては従来に比べ高精細度が必要となり、立体としての作り込みを行った。また、撮影段階においても立体的な造作と配置を工夫した。

評価を前提とした撮影のため、カット毎にカメラデータと、各 near/クロスポイント/Far/被写体を実測・記録した。また、合成用にはさらに詳細な実測を行った。

### 3.1.4 CG制作・合成

#### (1) CG制作・合成ワークフロー

- ① 3DCG データ構築(デザイン・他)
- ② アニメーション作成
- ③ 質感調整
- ④ 眼幅調整
- ⑤ コンポジット
- ⑥ レンダリング

#### (2) CG制作・合成における作業工数

表 3.1-04 CG制作・合成における作業工数

工程	3D 工数-1 (計測工数)	3D 工数-2 (申告による工数)	2D/3D 共通工数	総工数 合計
①3DCG データ構築	55 時間	50.5 時間	21.5 時間	127 時間
②アニメーション作成	84.5 時間	35.95 時間	24.05 時間	144.5 時間
③質感調整	40 時間	46.7 時間	17.3 時間	104 時間
④眼幅調整	29 時間	-	-	29 時間
⑤コンポジット	84.5 時間	-	139 時間	223.5 時間
⑥レンダリング	65.25 時間	-	57.25 時間	122.5 時間

※詳細は付録1 ワークフロー記録シートを参照

作業工数詳細は以下の通り。

#### ① ～③の工程について

2D の場合、オブジェクトのサイズや構造を、見栄えの都合で変更したりする事も多いが、3D の場合は辻褄や整合性を無視して変更する事が出来ない。また、修正がかかった場合は、その辻褄を保ったまま修正・変更しないとイケないので 2D よりもより時間がかかる。

#### ④ 眼幅調整

合成部分の撮影素材及び制作した 3DCG を、より効果を上げるための眼幅調整を行った。この工程については 3DCG 特有の作業である。

#### ⑤ コンポジット

なじみ等の映像調整作業。作業ソフトは After effect 等を使用した。基本作業は L チャンネルで行い、3D ワークとしては R チャンネルへの反映・調整の部分が増加している。

#### ⑥ レンダリング

両チャンネル分の枚数を出力する為、2D 納品の倍の時間が掛かる。データ納品の際もデータ量が 2D の倍になる。レンダリングには今回、10 数台のマシンを使用した。

### 3.1.5 編集

撮影された映像素材を作品化するにあたり、まず仮編集を行った。収録した映像素材全体をキャプチャーし、Quicktime ファイルを作成。それを用いて、Apple Final Cut Pro で仮編集を行った。仮編集のデータを試写、確認を経て、EDL という編集記録データを取り出した。Autodesk 社 Smoke(ver.2011SP3)システムで、EDL を基準に編集で使用するカットのキャプチャーを行い、編集素材を作成した。次に編集素材の歪の修正、具体的には、上下ズレ色ズレなどの修正作業を行ってから、実際の編集作業を実施した。

今回は、演出手法の一つとして、2D では良く行われる静止画素材を用いた編集を行っている。2D の静止画を全体的に画面より奥に位置するように加工する事で、3D 動画の中に挟まった 2D 静止画の画像を違和感無く映像に納めた。

3DA1 追加撮影分に関しては、Apple Final Cut Pro で AVCHD から ProRes422 で読み込み、Final Cut Pro で仮編集を行い使用するカットを決定。選別されたカットを非圧縮 Quicktime で書き出し Smoke(ver.2011SP3)で作業を行った。

#### (1) 仮編集ワークフロー詳細

撮影された映像素材を、Autodesk 社 Smoke(ver.2011SP3)システムを使用したポストプロダクションに持ち込むにあたり、内容のイメージをスタッフで共有する目的と、工数の削減のために、仮編集をおこなった。

仮編集システム：Apple Mac Pro (MacOS:10.5.6 編集ソフト：Final Cut Pro 7)

まず、撮影素材をソニーPCLにて Final Cut Pro を用いて、左右の映像を QuickTime ファイルにキャプチャーする。この時点で、1280\*720/60p で収録し 2.5 倍のスロー再生を行う予定のカットは、この時点で 2.5 倍スロー再生の加工を行った。そのキャプチャーした L チャンネルの映像を用い、ニュイストワークスにて Final Cut Pro で仮編集を行った。この作業により、時間ズレや色ズレなど編集時に修正が必要なカットの割り出しや、立体感の確認を実施した。また、一部 1920/1080/60p で撮影されたデータの L チャンネル、R チャンネルのタイムコードの割り出し作業もここでを行った。

## (2) 編集ワークフロー詳細

Lチャンネル・Rチャンネルの同期確認、色ズレ・画角ズレ・視差のカットごとに調整を行った。

### ① Lチャンネル・Rチャンネルの同期確認

HD-CAM SR、3DA1 収録時、また編集機へ取り込み時に同期がずれる可能性がある為、EDLで組み上げた編集データを各カット同期確認、調整を実施。中でも、バスケットボール、チアリーディングのシーンは動きが早く、1コマずれただけで、非常に見えづらい映像となるため、細心の注意を払った。また、今回の作品の様に 1080/24p フォーマットでは、フレームシーケンシャル方式の PDP で見た場合、同期ズレのように錯覚する場合がある。特に早い上下動はその状況になりやすく、バスケットボールのドリブルのカットなどは、何重にも確認を行った。

### ② 色ズレ調整

今回の撮影では、ハーフミラー方式のリグ、一体型の AG-3DA1、デジタルスチルカメラの映像素材が混在している。特にハーフミラー方式は入射と反射を利用しているため、左右の色を撮影現場で合わせる事は、非常に困難であり、また、現場で色修正を追い込んだように見えていても、実際に編集室で確認すると、色ズレの発生している場合が多々存在する。そこで、今回の撮影では、シーンごとにマクベスチャートの収録を依頼しておく事で、編集時の色調整作業の大幅な低減を目指した。



図 3.2-04 マクベスチャート

具体的には、収録素材をキャプチャーする際に、まずLチャンネルのマクベスチャートとRチャンネルのマクベスチャートを比較し、マスごとの色の差分を検出する。この時、後々の混乱を防ぐため、常にLチャンネルを基準としておく。検出した差分のデータを元にLUT（ルックアップテーブル）を作成する。このLUTを右画面に適用しキャプチャーする事で、編集機に映像データが入力された時点で、左右の色の違いが有る程度修正できている状態にした。

同様に、サブカメラとして利用した3DA1でもハーフミラーカメラの色に合わせやすくするために撮影時にマクベスチャートを収録している。

### ③ 画角ズレ調整

カット毎に主に縦ズレ、回転ズレ、ハーフミラー方式のリグに関してはRチャンネルのミラーによる歪などを修正。回転ズレや歪の修正は、わずかな修正量だと、画質が荒れる可能性があるため、カットによっては、修正しないのも選択肢であると考えられる。縦ズレも同様に修正するときは、1ピクセル以下の縦ズレ修正も、映像全体が甘くぼやけたような映像になる可能性が有るので、その修正の見極めには注意を払った。

### ④ 視差調整

カットのつながりを考慮し安全ガイドラインに則った視差を調整。また、2D静止画をストップモーション風に利用した演出も有り、3D動画カットと2D静止画が混在した際の違和感をなくすため、2D静止画に視差を追加する。画面全体をスクリーン面より奥に位置させるこの簡易的な手法で、違和感の軽減と、2D3D変換に要するコストを削減している。

また、全体を通して、ソニー社製イメージプロセッサ MPE-200 を用いての視差監視、および視差角を $1^{\circ}$ 、約2.9%(出典：3DC安全ガイドライン)以内に押さえるよう調整を行っている。



図 3.2-05 MPE-200 システム



図 3.2-06 MPE-200 作業中画面

この様に、視差が有る部分、問題となる可能性が有る部分など、視覚的に情報を掲示できる。

#### ⑤ 演出的カラーコレクション作業

演出的なカラーコレクションをカメラマン立会いの元で行った。3D の場合は、一通り全ての歪、左右の色の不整合を修正した後の作業となる。演出的なカラーコレクションと、左右の色あわせを別々に行うのは、演出的なカラーコレクションで、調整した後に色修正を行うと調整幅が不足する場合が発生するからである。また、カットによっては、左右の色修正が効かない場合も有り、その場合はそのカット自体が NG になる。そのため、演出的カラーコレクションの前に NG カットを割り出しておく事で二度手間を省く目的も有る。

#### ⑥ MA

ステレオのため、通常の 2D の作業と同様。5.1ch や 7.1ch では、3D 映像に合わせた音の奥行感の作成が必要となる。

### (3) 編集における作業工数

表 3.1-05 編集における作業工数

工程	3D 工数-1 (計測工数)	3D 工数-2 (申告による工数)	2D/3D 共通工数	総工数 合計
① デジタイズ	13.5 時間	-	13.5 時間	27 時間
② オフライン編集	-	24 時間	63 時間	87 時間
③ 本編集	102.5 時間	-	109 時間	211.5 時間
④ カラーコレクション作業	85 時間	-	40 時間	125 時間
⑤ 歪み調整・映像修正	50 時間	-	32.5 時間	82.5 時間
⑥ MA 作業	-	-	25 時間	25 時間

※詳細は付録 1 ワークフロー記録シートを参照

作業工数詳細は以下の通り。

#### ① デジタイズ

収録テープが 2D の 2 倍となるため、取り込み時間は 2 倍となる。また、データ量も 2 倍になる。

#### ② 仮編集

基本的には L チャンネルの素材を使い 2D で作業するが、素材に発散ポイントが無いかどうかは 3D モニターで確認を行う必要があるため、そこで設備と時間がかかった。

また、安全基準に従い 1 カットの秒数は 2 秒以上を基本とした。

#### ③ カラーコレクション作業

撮影時に左右チャンネルの色はある程度は合わせられるものの、3D リグの仕組み上ハーフミラーによる色みの変化は避けられないものがあるため色合わせには時間がかかる傾向にある。

#### ④ 歪み調整・映像修正

不都合箇所の消し込み等の修正も行うが、左右チャンネルの整合をとるために 2D 時よりも 3 倍の時間がかかる。

#### ⑤ MA 作業

本作品ではステレオ収録のため、2D 時と同様の作業となった。

参考文献:

- [1] 人に優しい 3D 普及のための 3DC 安全ガイドライン  
(2010 年 4 月 20 日改訂国際ガイドライン ISOIWA3 準拠)

## 3.2 ワークフロー解析

3.1 で記述した本作品における工数は以下となる

表 3.2-01 本作品における工数

総制作工数：	6166.75	時間
2D/3D 共通の制作工数：	2732.26	時間
3D 制作工数：	3434.49	時間

**∴ 3D 制作は 2D 制作の約 2.3 倍**

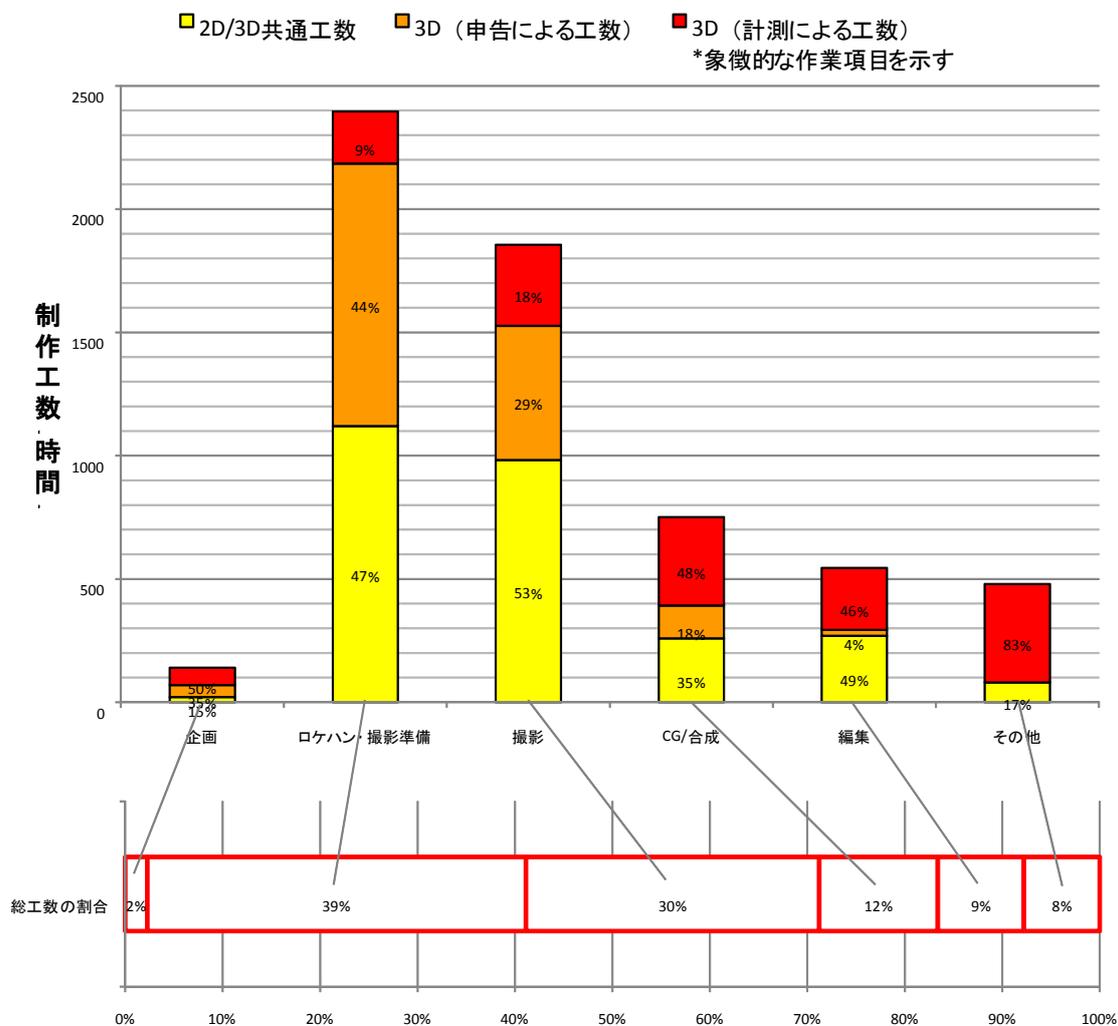


図 3.2-01 本作品における制作工程別の制作工数

### 3.2.1 企画ワークフロー改善

企画時点のワークフローは、ストーリー、演出方法の構築と 2D 時と工程はほぼ同様であるが、3D ならではの演出方法の模索、それに付随するスタッフとの入念な打ち合わせが行われた。

3D で演出の幅が広がった面もあるが、ロケ地や撮影、編集における制限もあるため柔軟な対応が求められる。企画段階での効率化を図るためには、何よりもディレクション側の習熟度向上が必要と考えられる。

### 3.2.2 ロケハン・撮影準備ワークフロー改善

工数（人数×時間）が他項目、撮影、編集、CG と比較して大幅にかかった理由として、今回の作品には 10 地域以上のロケハンが必要であったことが挙げられる。作品の演出次第で大きく変わる。

次に 2D 制作に比べ 3D 制作の工数が 2.3 倍かかる理由について述べる。

今回は全撮影シーンを想定し、実際には撮影しなかったシーンについても、全ての空間計算と測定（カメラから被写体、手前、奥までの距離）を行った。その上で撮影スケジュールへ、15～30 分で 1 カット収録と想定して割り振った。ただしこの撮影スケジュールには時間の限りがあるため、ロケハンで測定した全てのカットを反映することはできず、最終的に演出的にシーンに優先順位を付け撮影カットの絞り込み(2/3 程度へ)を行った。従って撮影カット数の絞り込みをロケハン時までに行うことができれば、制作工数を減らせることができる。ただし経験的にロケハンにかかる時間と、作品のクオリティは正比例するので、このバランスについては注意が必要である。

その他、ロケハンを効率化させるために下記方法が考えられる。

- 3D ステレオグラフィアの習熟度向上
- カメラマン等による 3D ステレオグラフィアの兼務
- 最新 3D 制作ツールの使用

### 3.2.3 撮影ワークフロー改善

3D では各シーンを適切に撮影しておかないと、編集ではリカバーできない状況（輻湊発散、フォーカスずれ等）も発生しうるため、3D ステレオグラフィアの技量やリグの調整工程が非常に大きなポイントとなる。

しかしながら 2D と 3D を比較すると約 1:3 の工数がかかっている。例えば 10 月 18 日

の寒川体育館ロケの場合、3D 撮影ならではのステレオグラフィア工数の部分、赤色の 3D リグ及び 3D カメラ調整が加わっている影響が大きかった。立体感のある照明、シズル感を出すためのメイク、役者の寄り収録毎に後れ毛を直すスタイリストの工数も 5 割増しと考えられるが、最終的にはカメラの調整や 3D 確認作業に律速されがちであった。またこの日は 1 名の 3D ステレオグラフィアで 2 台のカメラを担当していたことも大きく、各カメラ毎に 3D ステレオグラフィアを配置、もしくはカメラマンが同役割を兼務することで、効率的な収録をすることができると考えられる。

なお撮影工数を削減させるために、機材ツール及び、人材育成の 2 方面からのアプローチを挙げる。

## (1) 機材ツールについて

- ① 3D 確認ベースにマルチイメージプロセッサ（視差計測器）「MPE-200」を設置し、リアルタイムで視差を確認しながら進める方法。



図 3.2-02 マルチイメージプロセッサ MPE-200

- ② 3D リグ専用のマトリックス表(レンズ mm 数、眼幅、被写体距離から視差を算出できる表)を新たに作成し、撮影で使用する方法。
- ③ カメラパラメータを出力する機能を追加等、進化を続ける 3D リグを使用する方法。
- ④ 2D-3D 変換に適したワイド系映像を 2D カメラで撮影する、2D,3D 混在撮影の方法。
- ⑤ 撮影前にカメラ写りを想定できる[プリビジュアライゼーション]CG を活用する手法。

## (2) 人材について

- ① 3D ステレオグラフィアの習熟度を上げる。
- ② 各種ツールを活用し OK か否かの判断ができるレベルのスタッフを配置する。

## 3.2.4 CG制作・合成改善

### (1) 3D CG制作・合成のワークフロー改善

#### (a) レンダリングについて

レンダリングを立体視対応のレンダラーを使うことで通常2倍掛かるレンダリング時間を1.3倍程度に抑えることが出来る。

しかし、全く別のレンダラーを使う以上、別のソフトを使用するのと同じ事なのでソフトへの習熟度やレンダラー自体の性能（計算速度の差）を考慮しなければならない。

処理方法が異なるレンダラーで全く同じ結果になるように設定する事も一般的には難しい為、正確な比較は実際には難しい。

#### (b) トラッキングについて

実写合成を行うCG作業では、通常トラッキング作業が必要になる。立体視の場合、2Dのみの作業に比べて高い精度が必要となる。

カメラやリグに関するデータは重要であり、これらがフレーム単位で自動的に画像に付加されるようなシステムがあれば、作業の効率が著しく向上する。

モーター駆動リグのトラッキングは非常に時間が掛かる。モーター駆動のステレオリグの場合、撮影中に眼幅やクロスポイントを変更する事が可能な為、アニメーションデータも記録する必要があるが画像にメタデータとして記録可能になると、より作業効率が向上する。

#### (c) キャリブレーション素材について

また、現実にカメラやレンズ、ステレオリグにおいては、其々に個体差がある為、単純な数値の記録だけでなく撮影画像を補正するキャリブレーション素材の撮影も必要である。

これは、サイズが決まったグリッドを既知の距離でカメラで撮影する。この画像を理想的なカメラ（CGカメラ）で撮影した場合と比較する事でキャリブレーションを行う。

実際には、レンズごとに必要であり、ズームレンズでは、フォーカスレンジを変えながら幾つかのポイントで素材が必要になる。

また、ハーフミラーリグ等の場合は、実際にリグにカメラをマウントして撮影する必要がある。これはハーフミラーに因る歪みが影響するのも捉える為である。

これらの素材を使って補正を行った画像では、トラッキングの精度を高くすることが出来る。（勿論2D作業時にも非常に有効。）

#### (d) コンポジット時のモニタリングについて

コンポジット時には、実際に表示するサイズでのモニタリングが出来る環境があれば実

際の見た目での調整が早く出来き、仕上がりのクオリティもアップし、より効率の良い作業が可能となる。



図 3. 2-03 CG 制作作業風景

## 3.2.5 編集ワークフロー改善

### (1) 仮編集ワークフロー改善

Final Cut Pro を用いて、L チャンネル,R チャンネルの撮影素材映像を Quick Time ファイルにキャプチャーするまでは変わらないが、キャプチャーボードの Blackmagic Design Deck Link HD Extreme 3D+を増設した Mac Pro に、確認用 3D モニターとして、Panasonic VIERA 42 インチを設置。キャプチャーされた Quick Time データから Final Cut Pro で、サイドバイサイドの Quick Time 映像を作成し、3D モニターで映像素材の 3D での確認を行いながら仮編集を行うように改善した。

片チャンネルだけを使用した仮編集では、3D 映像の不整合を発見するのが本編集に入ってからと言うことも有る。簡易でもサイドバイサイドによる素材確認をしておく事で、本編集に入ってから一旦編集作業を止め、素材を探しなおすと言う時間を削減する。

### (2) 3D コーディネーターの擁立

撮影時の情報が必要になる場合が多々有る。現実的にステレオグラフィが編集に立ち合う事が無く、専門家でない制作や演出のスタッフに撮影時の状況を確認する場合があります、それが編集時の不効率や、失敗の原因とも考えられる。よって、撮影から編集までトータルで 3D 情報を管理する 3D コーディネーターの養成が必要である。撮影、編集両方の知

識を持った 3D コーディネーターがいれば、下記のようなメリットが考えられる。

- ロケハン時の計測から 3D 設計を行う
- 3D 上問題が出そうな衣装や小道具を撮影前に変更
- 編集での修正を前提に必要な最小限の調整で撮影の効率化を行う
- 複数台カメラの 3D 撮影時、カメラごとに担当するステレオグラフィアの調整基準を統一
- 仮編集時にカットの OK,NG、修正すれば OK などの判断を下す
- 編集オペレーターにあらかじめ修正内容の指示を行う

等の事柄から、撮影前から 3D コーディネーター一人分の拘束が増える事にはなるが、結果的には作業の効率化とクオリティの確保が図れる。今回の作品では、主役の皮製の衣装が左右で反射が異なることが多々有り、本来ならば撮影時に避けておきたい。今後は、企画、構成作成時に演出意図と 3D の整合や、ブルーレイ化に際しての助言などができるなど、トータルで 3D に起こりうる問題を指摘、修正、助言できる人材の育成が急務であると考えられる。

### (3) 撮影時の効率化について

編集の観点から撮影時に要望しておきたい事として、今回は厳密化するためマクベスチャートを収録したが、ホワイトバランスを取る際に、六段グレーチャートだけでも、収録しておくだけでも、色調整が効率的になる。また、ロケでは、左右の反射などを確認するのに、アストロデザイン製：8 インチ マルチ波形モニター (3G-SDI) WM-3209 が、3D 撮影時のモニタリングに対応しており、アナグリフ方式(別途メガネは必要)による立体映像の確認や左右画像の輝度値の差を測定することが可能。%単位による視差表示などが可能で、より確実な素材収録が期待できる。

スタジオなら、パナソニック製スイッチャー：AV-HS450 を利用すると左右画像の輝度値の差を出力したり、視差を%で画面上にリアルタイムでオーバーレイで表示ができ、直感的に視差量が確認できる。この表示方法は、3D に不慣れたスタッフにも直感的に理解しやすく、撮影時のみならず 3D 映像の注意点をレクチャーする際にも有効な機材である。



図 3.2-04 AV-HS450

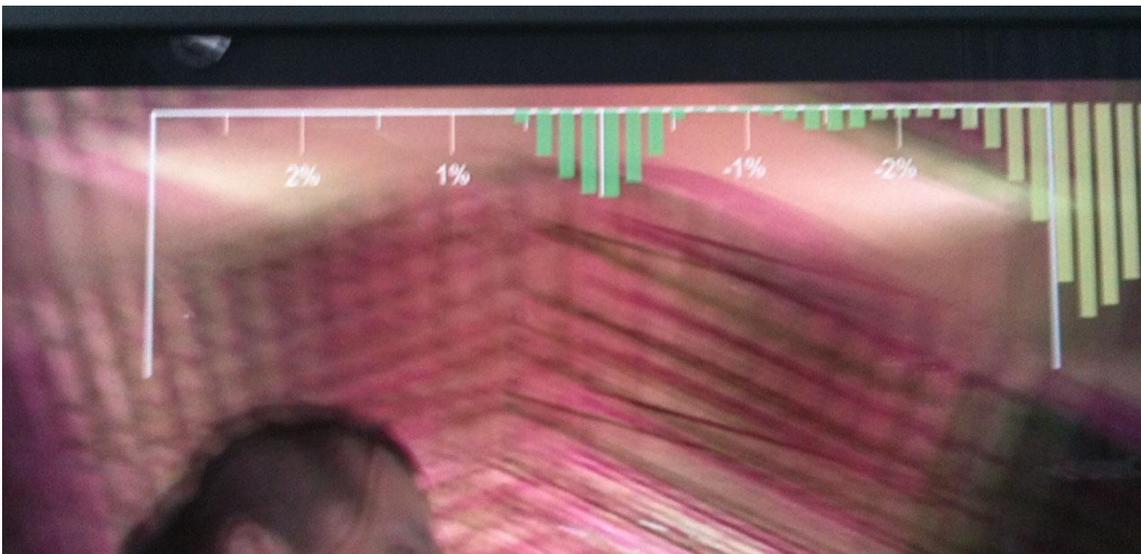


図 3.2-05 AV-HS450 の視差表示（画面は開発中の物につき実際の商品とは異なります）

図 3.2-05 のように、中央がクロスポイント、左が飛び出し側に、右が奥行き側に 1% 単位で画面内の情報がグラフィカルにバーで表示される。この例の映像は、飛び出し側は 0.5% だが、奥行き側が 3% を大きく越えている事が分かる。つまり明らかに後方発散している映像であることがわかる。元がスイッチャーであるため、オーバーレイするパーセンテージは、自由に書き換える事ができる。

## 第 4 章 評価実験

2D と 3D の映像を被験者に提示し、主観評価と客観評価(生体反応計測)を行うことで、3D 映像の魅力を検証する。

### 4.1 評価実験

#### 4.1.1 目的

2D と 3D の映像を被験者に提示し、主観評価と客観評価(生体反応計測)を行うことで、3D 映像の魅力を検証する。

#### 4.1.2 主観評価

対象について：屈折矯正のない者

評価用のカットを抽出し、それぞれ 2D と 3D の映像を被験者に提示し、5 つの評価尺度で評価を収集した。

評価尺度 : 1.奥行き感 2.臨場感 3.質感 4.解りやすさ 5.鮮やかさ

被験者 : 一般健常者 31 人

評価結果は 5 段階で採集した。被験者に渡した主観評価票を示す。“前”は 2D 映像、“後ろ”は 3D 映像である。

1 **3D映像 主観評価票**

評価日	2011年 1月 日			
氏名	年齢	性別	男・女	
3D経験				

**注意事項**

- ・氏名、年齢、性別記入をして下さい。
- ・映像は、タイトル(3秒)、黒(2秒)、前の映像、黒(5秒)、後の映像、黒(30秒間、評価を記入)の順に表示されます。
- ・前の映像と後ろの映像を比較して評価して下さい。  
(目盛上に V を書く)。
- ・特別な感想があれば記入して下さい。
- ・評価尺度は5項目です。  
1.奥行き感 2.臨場感 3.質感 4.解りやすさ 5.鮮やかさ
- ・閲覧と同時に、発汗、呼吸、心拍、の測定をします。これは、センサーで自動的に測定します。

・気分が悪くなったら映像の閲覧を中止して下さい。  
決して無理をしないように。

\* 個人情報は本実験以外には使用しません

画像:通し	感想

画像:1	評価結果
1.奥行き感	前が良い   差がない   後が良い
2.臨場感	
3.質感	
4.解りやすさ	
5.鮮やかさ	

感想

画像:2	評価結果
1.奥行き感	前が良い   差がない   後が良い
2.臨場感	
3.質感	
4.解りやすさ	
5.鮮やかさ	

感想

図 4.1-01 主観評価票

映像提示に先立ち、実験の目的、5つの評価尺度それぞれの意味を被験者に説明した。映像は、最初に作品としての通し映像を被験者に提示し、主観評価に使う映像カットのイメージを認識させた。なお、通し映像について主観評価は行わない。

映像提示の流れを以下に示す。

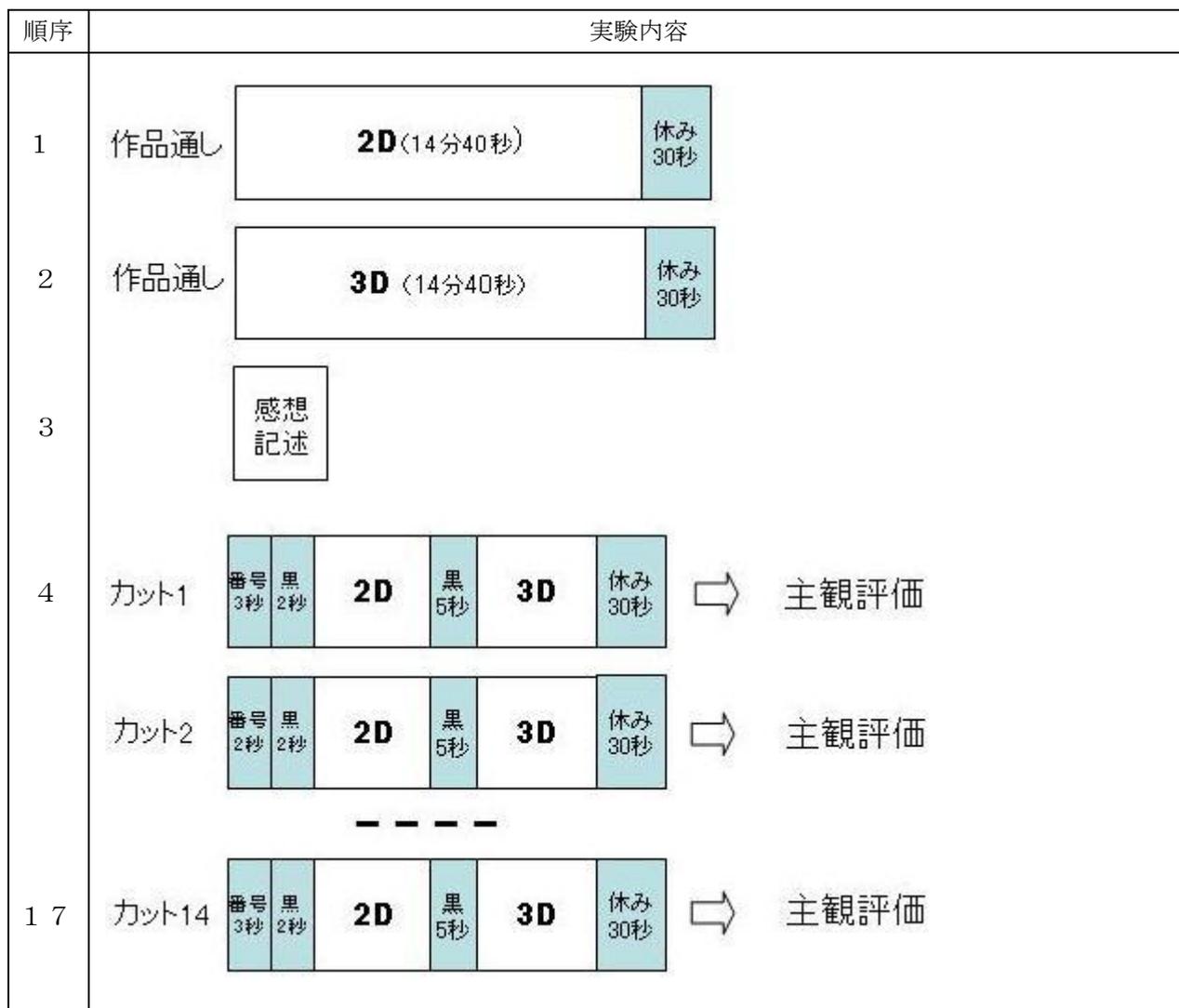


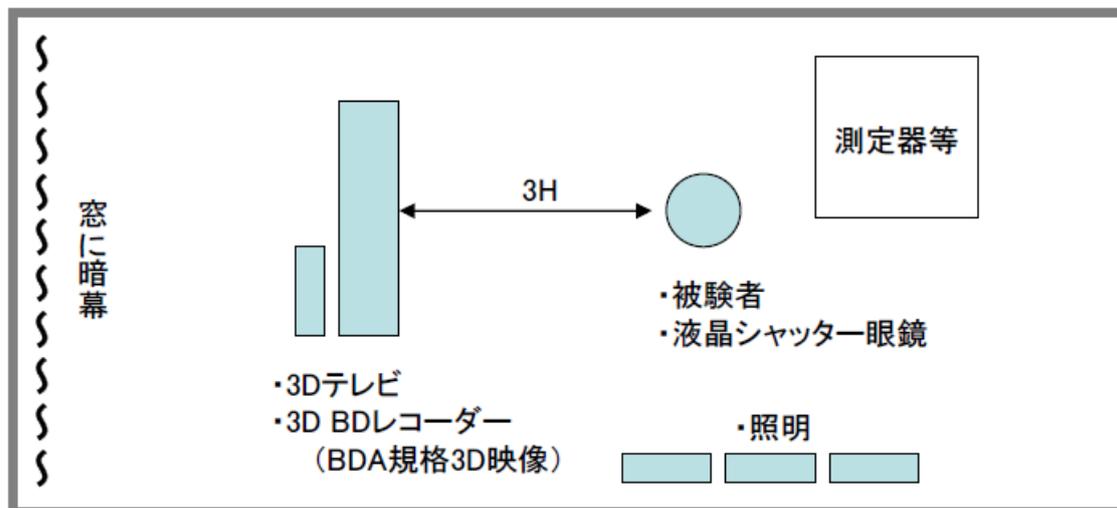
図 4.1-02 主観評価映像提示の流れ

主観評価に使用したカットを以下に示す。14のカットを提示する順序は被験者毎にランダムに並べ替えた。カット番号は、2.3.2の視差角グラフ情報のカット番号に対応する。また、タイムコードは、映像を収録したBDの通し映像最初からの時間を示す。

カット番号	カット	カットの内容	制作者3D効果意図	タイムコード	長さ(秒)
#4		大学	・奥行き感 ・臨場感 ・解りやすさ	0:47:06	10
#6		建築専攻のタカ スタジアムCG	・奥行き感 ・解りやすさ	1:01:04	6
#10		芸術専攻のリオ アトリエ	・質感 ・鮮やかさ	1:25:11	7
#23		バスケ練習	・奥行き感 ・臨場感(ダンス) ・質感(肌)	2:23:06	4
#30		バスケ応援	・奥行き感 ・臨場感 ・鮮やかさ(ユニホーム)	2:54:21	6
#39		バスケ試合	・臨場感(試合) ・解りやすさ	3:35:29	7
#88		病院の待合	・奥行き感 ・臨場感	6:15:05	4
#91		タカ一人	・奥行き感 ・解りやすさ	6:32:25	5
#106		タカさまよう	・質感(落葉、木々) ・解りやすさ	7:39:06	5
#113		タカさまよう	・奥行き感 ・質感 ・鮮やかさ	8:13:14	9
#126		リオがタカを説得	・奥行き感 ・解りやすさ	9:30:03	3
#133		二人が花畑	・臨場感 ・鮮やかさ	10:14:03	5
#147		タカが大学に戻る	・臨場感 ・解りやすさ	11:53:23	11
#150		エンド	・奥行き感 ・解りやすさ	12:20:19	15

図 4.1-03 主観評価に使用したカット映像

主観評価環境に用いた映像提示環境を以下に示す。発汗・心拍・呼吸計測及び、脳血流計測も同じ環境を使用した。



- ・ 3D テレビ : Panasonic VIERA TH-P50VT2 (画質設定はダイナミック)
- ・ 3D BD レコーダー : Panasonic DIGA BWT3100
- ・ 3D 映像は BDA 規格で BD に記録したものを再生 (1080,24P)
- ・ 液晶シャッター眼鏡 : Panasonic TY-EW3D2SW
- ・ 被験者はテレビから 3H、テレビの中心が眼の高さで視聴
- ・ テレビ画面での輝度 : 180 ルクス
- ・ インバータ蛍光灯による間接照明
- ・ 被験者 : 一般健常者 31 人

図 4.1-04 映像提示環境

### 4.1.3 客観評価

#### (1) 客観評価法の目的

2010年3D映画の公開以来、3Dテレビも家庭への普及が始まり、今後の3D映像の発展は魅力的なコンテンツの配給につける。新時代の到来と期待されている。我々ヒトの視機能・脳機能にとって魅力的な3D映像とは何か、この課題を客観的に見出すことが3D産業の発展・普及にとって重要である。本来、我々ヒトの生きる空間は3次元空間であり、当然ながらヒトの感覚器官は3次元を知覚できる機能を有している。ヒトの左右眼球の網膜に結像された外界の映像は後頭葉視覚中枢において画像処理・統合され、3次元空間として知覚される。網膜上では2D映像でしかない視覚情報を脳が自動的に3Dに変換しているのである。このような視覚情報処理システムを有するヒトにとって、潜在的に3D映像メディアは日常的な視覚環境を再現できる自然で好ましい映像になりうる可能性がある。

本年度は3D映像の魅力について自律神経学的及び脳科学的な観点から主観評価の結果と共に検討した。

#### (2) 客観評価法の概要

測定できる生体反応は中枢神経系の活動を表すものから抹消神経系の活動、内分泌・免疫系の活動まで多様な生体反応がある。被験者からすべての反応を測定するわけにはいかない。3D映像の魅力を導くことを目的とし、生体反応として発汗（精神性発汗）、心拍、呼吸、脳機能（近赤外光脳内血流計測）を取り上げた。計測に際し、可能な限り低拘束計測可能な測定装置・方法を選択した。発汗、呼吸、心拍計測の概観を図4.1-06に示す。発汗計には換気カプセル型差分方式発汗計（スキノス SKN-2000、西澤電機計器製作所）、心拍計にはSK-02（西澤電機計器製作所）、呼吸計にはSK-01（西澤電機計器製作）を用いた。また脳機能計測の概観を図4.1-08に示す。脳機能計測器には近赤外光脳内血流計測器（ETG-4000/48ch、日立メディコ社）を用いた。客観評価時の映像提示装置は主観評価時と同じ仕様である。3D映像提示装置として3Dテレビ（Panasonic VIERA TH-P50VT2）、及び3D BDレコーダー（Panasonic DIGA BWT3100）を用い、液晶シャッター眼鏡（Panasonic TY-EW3D2SW）装用下にて、BDA規格でBDに記録された3D映像を視聴した。被験者はテレビから3Hの距離で、テレビの中心が眼の高さで視聴した。照明には蛍光灯照明は使わず別途照明（インバーター点灯方式）を用いた。実験室温は23～24℃に設定し、被験者位置を備え付けた温度計にて監視した。

#### (3) 客観評価方法（発汗・心拍・呼吸）

循環器系の、発汗、心拍、呼吸を同時に計測し、パソコンにデータを取り込んだ。これらの計測は主観評価と同じ映像提示環境を用い、且つ同時に行った。

映像提示の流れを以下に示す。

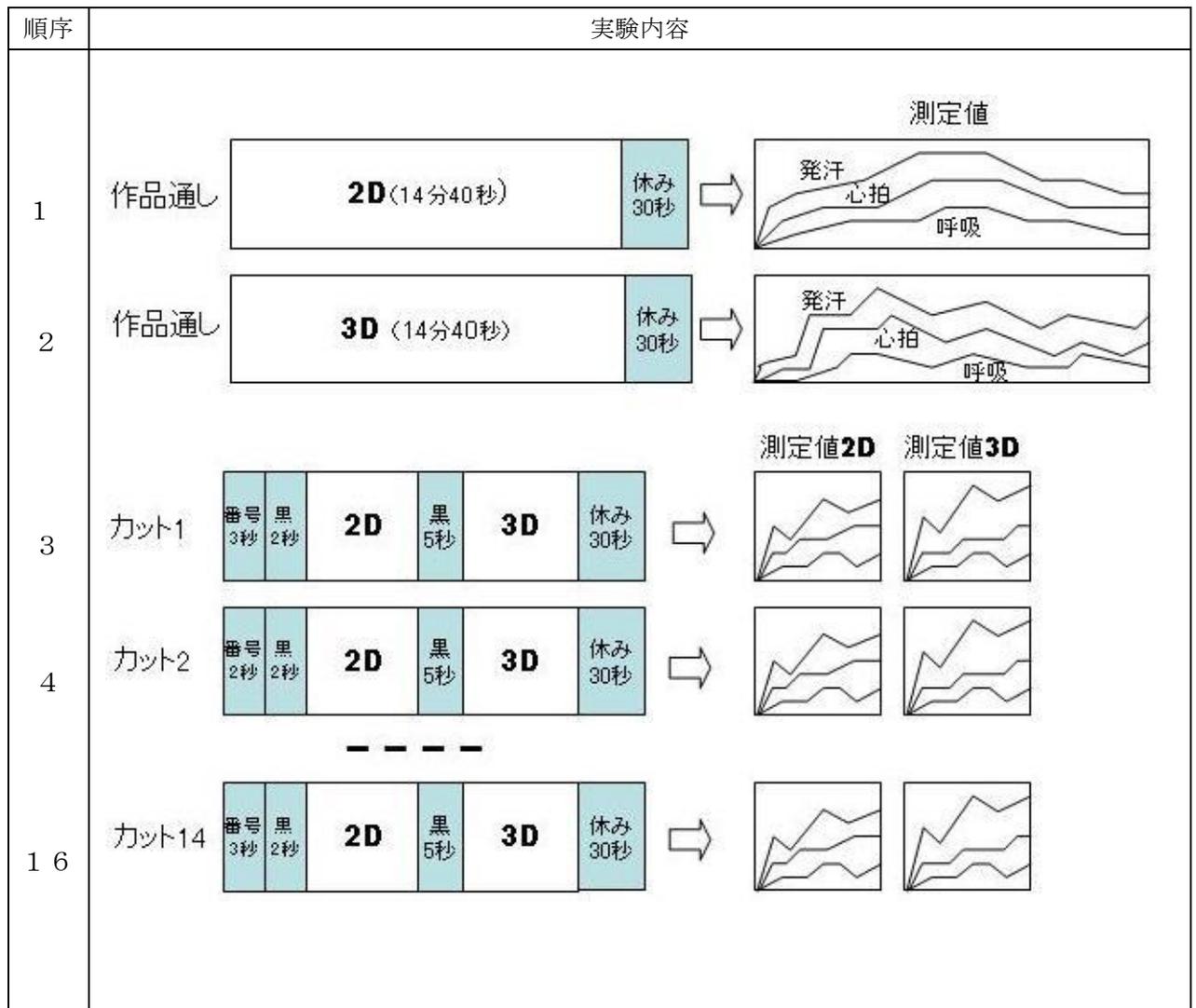


図 4.1-05 客観評価（発汗・心拍・呼吸）映像提示の流れ

測定の様子を以下に示す。映像提示環境は主観評価と同様である。



- ・発汗計：換気カプセル型差分方式発汗計  
スキノス SKN-2000（西澤電機計器製作所）  
利き手の逆の手の親指に換気センサーを着けて測定する。
- ・心拍系：SK-02（西澤電機計器製作所）  
胸の3箇所センサーを貼って測定する。
- ・呼吸計：SK-01（西澤電機計器製作所）  
椅子と背中間にセンサーを置き測定する。

図 4.1-06 客観評価（発汗・心拍・呼吸）の様子

#### (4) 客観評価方法（脳血流）

感情の反応が現れる前頭葉中心に、脳血流を測定した。映像の提示は以下のように行った。

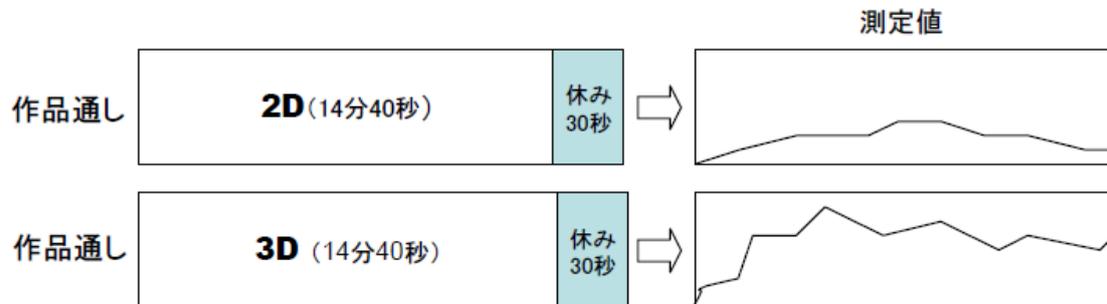
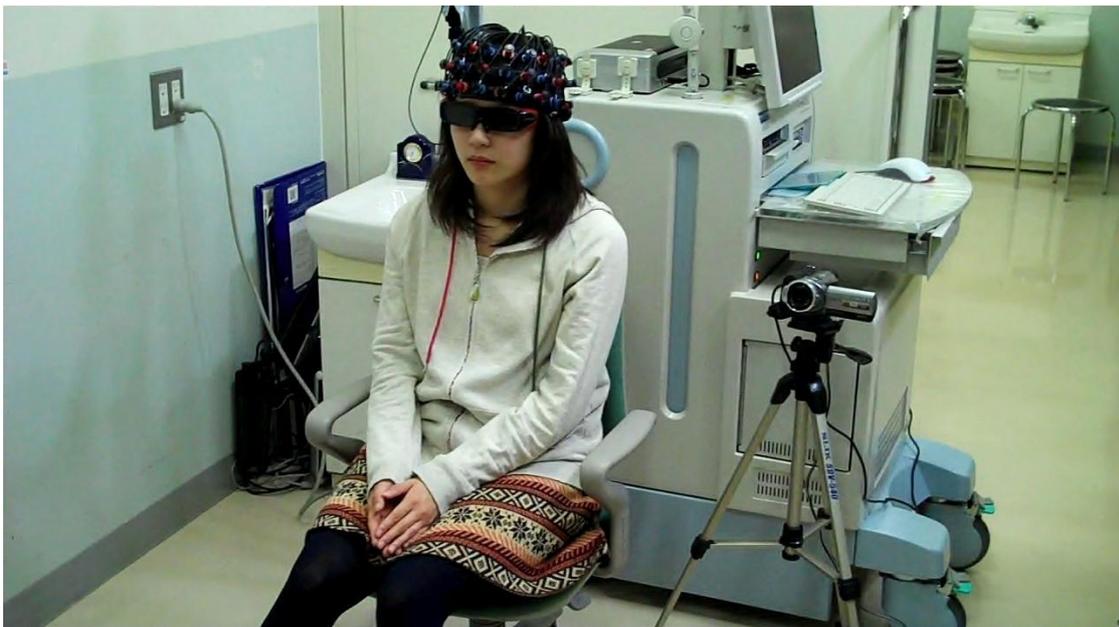


図 4.1-07 客観評価（脳血流）映像提示の流れ

測定の様子を以下に示す。映像提示環境は主観評価と同様である。





- 脳血流計測器：日立トポグラフィ ETG-4000/48ch
- 被験者：一般健常者 11人

図 4.1-08 客観評価（脳血流）の様子

## 4.2 実験結果考察

以下に、主観評価及び客観評価の結果と考察を述べる。

### 4.2.1 主観評価結果及び考察

主観評価は本実験の主旨に賛同した一般健常者 31 名を対象に行われた。全被験者は屈折異常以外に眼科的疾患を有さないことを実験前に確認した。屈折異常はソフトコンタクトレンズにて屈折矯正を行った。全被験者において視力が 1.0 以上の良好な視力を有し、両眼視機能（立体視）は正常であることを確認した。実験に際し、実験内容、測定内容について十分な説明を行った後、同意を得られたことを確認した。主観評価票に記入された値を評価用カット（計 14 カット）ごとに求めた。全被験者の主観評価の結果を図 4.2-01 に示す。

※2Dが良い=1、2Dがやや良い=2、差がない=3、3Dがやや良い=4、3Dが良い=5 :1-2 :3 :4 :5 :平均評価点の高いカット

被験者	評価項目	カット															通しの感想	
		#4	#6	#10	#23	#30	#39	#88	#91	#106	#113	#126	#133	#147	#150			
1 21歳 女性 3D経験有り	奥行き感	5	3	5	5	4	5	3	4	3	4	4	5	5	5	2Dと3Dでは風景のシーンの時に大きく差があると思った。		
	臨場感	5	3	4	4	4	4	3	3	3	4	4	5	5	5			
	質感	3	3	4	3	5	3	3	3	3	4	4	3	4	4			
	解りやすさ	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	5			
	鮮やかさ	3	3	5	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4			
2 21歳 男性 3D経験有り	奥行き感	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5		2Dでも写りは十分綺麗だったと思いますが、やはり3Dのほうが臨場感があって楽しむことができました。奥行き感も感じられました。	
	臨場感	4	3	5	4	5	5	3	5	4	5	5	4	4	4			
	質感	3	3	4	3	3	3	3	3	3	5	4	4	3	3			
	解りやすさ	3	3	3	4	3	5	3	5	3	3	5	3	5	5			
	鮮やかさ	4	4	4	4	5	3	3	3	4	4	3	5	3	3			
3 21歳 女性 3D経験有り	奥行き感	5	3	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5			3Dで、風景になると少し見にくいと思う時もあった。でもあまり疲れることなく見れたと思う。3Dにすることで見やすくなる時とあまり変わらない時があると感じた。
	臨場感	5	3	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5			
	質感	3	3	5	5	5	4	3	5	3	4	4	5	3	4			
	解りやすさ	5	3	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4			
	鮮やかさ	5	3	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5			
4 21歳 女性 3D経験有り	奥行き感	5	4	5	4	4	4	3	4	5	5	3	4	5	5	2Dの方を見ている時は、このシーンが3Dだったらもっと迫力があるのかなと思います。3Dで見ててもそこまで変わらないというのが正直な感想です。大学の景色や公園のシーンなどは、3Dのほうが奥行き感がよくわかり、窓から外を見ているような感じでした。		
	臨場感	4	3	5	4	4	3	4	4	4	4	4	5	5	4			
	質感	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	4	4			
	解りやすさ	4	3	4	3	3	4	3	3	2	3	3	4	3	5			
	鮮やかさ	3	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	5			
5 21歳 女性 3D経験有り	奥行き感	5	3	5	5	5	5	4	5	4	4	4	5	4	4		バスケットボールの試合は3Dがとても臨場感があり、見ていてとても面白かった。スポーツ観戦は、3Dで見る方が絶対楽しいと思った。3Dは目が疲れるというイメージだったが、今回はまったく疲れなかった。今度から3Dを見てみたいという気持ちになった。私は偏頭痛があるので、3Dを長時間見ても偏頭痛に影響しないか知りたいです。	
	臨場感	5	3	5	4	4	3	4	3	3	4	3	4	3	3			
	質感	5	5	5	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3			
	解りやすさ	5	5	4	4	1	3	3	5	3	4	4	3	3	3			
	鮮やかさ	5	5	5	4	4	3	3	3	3	4	4	3	4	5			
6 22歳 女性 3D経験有り	奥行き感	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	5	4			バスケットボールの試合は3Dがとても臨場感があり、見ていてとても面白かった。スポーツ観戦は、3Dで見る方が絶対楽しいと思った。3Dは目が疲れるというイメージだったが、今回はまったく疲れなかった。今度から3Dを見てみたいという気持ちになった。私は偏頭痛があるので、3Dを長時間見ても偏頭痛に影響しないか知りたいです。
	臨場感	5	4	5	4	5	5	3	4	5	5	3	5	4	3			
	質感	5	5	5	4	5	5	3	4	5	5	3	5	4	3			
	解りやすさ	5	5	5	4	5	5	4	3	4	4	4	4	5	3			
	鮮やかさ	5	5	5	4	5	5	3	3	5	5	4	5	4	3			
7 21歳 女性 3D経験有り	奥行き感	5	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	2Dも3Dも映像の鮮やかさはあまり変わらず、とても綺麗だった。しかし質感、わかりやすさは2Dの方が良かった。ボールをパスするところや人が走るシーンなど速い描写のシーンで、3Dだと少し映像がわかりづらくてしまおうと感じた。臨場感や奥行きはともよかった。		
	臨場感	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	5	4	5			
	質感	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2			
	解りやすさ	2	3	2	3	2	2	3	3	2	3	3	2	2	2			
	鮮やかさ	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
8 20歳 女性 3D経験有り	奥行き感	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4		全体的に奥行き感があり、臨場感があつた。ボールが動いたり人が動く場面では、躍動感があり、非常に迫力があった。	
	臨場感	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	5			
	質感	3	5	4	3	4	3	3	3	4	4	3	4	3	4			
	解りやすさ	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
	鮮やかさ	4	5	5	5	4	4	3	4	4	4	3	5	4	3			
9 23歳 男性 なし	奥行き感	4	4	5	5	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3			2Dの方が見やすかった。3Dはどこどころで見にくいところがあった。3Dの方が映像に迫力があった。
	臨場感	4	4	5	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3			
	質感	4	4	5	4	4	4	3	3	3	2	3	3	3	3			
	解りやすさ	3	3	4	3	2	4	3	3	2	3	3	4	2	1			
	鮮やかさ	3	4	4	3	3	4	3	3	2	3	3	3	3	2			
10 23歳 女性 なし	奥行き感	5	5	5	5	4	4	4	3	4	4	5	5	4	5	ボールの動きや臨場感などが3Dの方がわかりやすい。人に混じって、その場にいるような気がした。動きのない時や、背景と動いているものがあるよりはっきり分かっていないところは、2Dの方が見やすかったと思います。		
	臨場感	5	5	3	3	5	4	3	3	3	4	3	4	4	4			
	質感	5	3	3	3	3	3	3	2	3	5	3	3	3	3			
	解りやすさ	5	5	4	4	5	4	3	4	2	5	3	4	3	3			
	鮮やかさ	5	5	2	2	1	3	3	1	2	3	3	3	3	1			
11 21歳 女性 3D経験有り	奥行き感	5	5	5	4	4	4	3	4	4	5	5	5	4	5		画像がはっきりと見えた。近くのもの飛び出してくるのを感じた。	
	臨場感	5	5	5	4	3	4	3	4	4	3	3	4	5	3			
	質感	4	4	4	5	4	3	4	5	5	4	4	4	4	4			
	解りやすさ	4	3	5	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3			
	鮮やかさ	5	4	5	4	3	3	4	4	5	5	4	4	4	4			
12 21歳 女性 3D経験有り	奥行き感	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			バスケの試合や落葉など動きのあるところは3D映像がとても臨場感があり良かった。シャボン玉なども綺麗に見えた。3Dでは浮き出ているところに目が行くのでそれ以外の、周りの映像にはあまり目が行かないこともあった。
	臨場感	5	5	4	4	4	4	3	3	4	5	3	4	4	4			
	質感	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
	解りやすさ	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
	鮮やかさ	4	3	4	4	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3			
13 21歳 女性 3D経験有り	奥行き感	5	5	5	5	5	5	4	4	5	3	5	5	5	5	3Dではボールが動くシーンやシャボン玉が風に吹かれているシーンなど、動いているシーンでの迫力が印象的でした。一方、静止画のシーンでは奥行き感が2Dの時よりも増して、近くのものや遠くのもの(背景)と距離感が広がったように感じました。なので、空間が広がり、より広い範囲を見ているような気がした。		
	臨場感	5	4	5	5	5	5	4	4	5	3	4	4	4	5			
	質感	5	4	5	4	5	5	4	3	4	4	3	5	4	4			
	解りやすさ	5	4	5	4	5	4	5	3	3	5	3	4	4	5			
	鮮やかさ	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
14 21歳 女性 3D経験有り	奥行き感	5	3	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5		3Dの方は飛び出してくるような感じというよりは奥行き感が一番感じられた。3Dだと臨場感があり、良いと思った。	
	臨場感	5	4	4	5	5	4	3	5	4	4	5	4	4	5			
	質感	5	4	3	3	3	4	3	4	4	3	4	5	3	4			
	解りやすさ	4	3	3	3	5	3	4	4	3	3	3	3	4	4			
	鮮やかさ	5	4	2	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4			
15 21歳 女性 3D経験有り	奥行き感	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5			3D、とっても良かったです。特にバスケの試合では自分が本当に体育館に行つて試合を見ているようで少し興奮しました。後は自然がとってもキレイでした。花も木も水も本当にそこにあるようで自分が大自然の中にいるみたいですごく気持ち良かったです。疲れも全くありませんでした。
	臨場感	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5			
	質感	5	5	3	5	5	5	5	3	5	5	4	5	3	5			
	解りやすさ	3	5	3	5	5	5	5	3	5	5	4	5	5	5			
	鮮やかさ	5	5	4	5	5	5	5	3	5	5	3	5	5	5			
16 21歳 女性 3D経験有り	奥行き感	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	3Dだと少し目が疲れるような感じは受けたが、立体的に見て楽しく感じた。		
	臨場感	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	3	5	5	5			
	質感	3	3	5	3	4	4	3	3	5	5	3	4	3	3			
	解りやすさ	4	3	5	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3			
	鮮やかさ	4	3	5	4	5	3	3	3	5	5	3	5	3	3			
17 22歳 女性 3D経験有り	奥行き感	4	3	5	4	4	4	3	4	4	4	3	4	5	5		3Dの方が臨場感があつてよかった。テアの時とか、動作が早い時は2Dの方がいいと思った。	
	臨場感	5	4	5	4	5	5	3	4	4	4	4	4	5	5			
	質感	3	3	5	2	3	2	4	3	3	3	4	3	3	3			
	解りやすさ	3	4	3	4	2	3	3	4	3	3	3	3	3	5			
	鮮やかさ	3	3	4	3	4	3	3	3	4	3	4	4	3	3			
18 21歳 女性 3D経験有り	奥行き感	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			3Dの方が臨場感がともあつてよかった。しかし、ところどころ目がチカチカするところがありました。(アップで物が動いているとき?)
	臨場感	5	3	5	3	3	3	5	5	4	3	5	5	5	5			
	質感	5	5	5	4	4	3	3	5	3	4	5	5	5	5			
	解りやすさ	5	5	5	3	2	3	3	5	3	4	5	5	5	5			
	鮮やかさ	5	5	5	5	4	3	3	5	3	4	5	5	5	5			
19 21歳 男性 3D経験有り	奥行き感	5	4	5	5	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5	2Dに比べ3Dの方が遠近感がはっきりしていて、普段2Dに慣れているため少し違和感を感じる所もあった。CGの部分は逆に3Dによって飛び出ているように見えても、あまり違和感を感じなかった。		
	臨場感	4	3	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4			
	質感	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3			
	解りやすさ	4	4	5	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4			
	鮮やかさ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
20 28歳 女性 3D経験有り	奥行き感	5	4	2	5	5	5	3	5	4	2	4	3	2	2		3Dで飛び出して見えるが、かなり飛び出ていると近く(出ているところ)ではなく、遠くにピントが合っていた気がする。(近過ぎて輪潰れしないような感じ)	
	臨場感	4	3	2	5	2	4	3	2	4	4	2	2	3	2			
	質感	3	3	3	5	4	3	3	3	5	5	4	4	3	3			
	解りやすさ	4	3	2	5	2	4	3	2	4	4	2	2	3	2			
	鮮やかさ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
21 35歳 男性 3D経験有り	奥行き感	5	3	3	4	5	4	4	3	4	5	4	5	3	4			3Dはシーン毎に自身の体験とオーバーラップして考えられる時がある(バスケの試合、花畑) - 背景をぼかしたシーンは、ボケが強くて2Dと3Dの差が無い。 - 2Dは他人の物語として、3Dは自身の物語として考えやすい。 - 主人公がショックを受けた回想シーンは2Dと3Dの差が感じられない。 - 3Dは視点の誘導が強い。
	臨場感	5	3	3	4	5	4	4	3	4	3	3	5	4	3			
	質感	3	3	4	3	4	3	3	2	3	3	3	4	3	3			
	解りやすさ	4	3	4	4	5	5	3	3	3	4	3	4	3	4			
	鮮やかさ	3																

主観評価に用いた 3D コンテンツ映像の全カットは 151 カットあり、そのうち任意に選択した 14 カットを主観評価に用いた。主観評価票は①奥行き感、②臨場感、③質感、④解りやすさ、⑤鮮やかさの 5 つの評価尺度で収集された。各評価項目は 5 段階評価とし、【3D が良い】を 5 点、【3D がやや良い】を 4 点、【2D と 3D で差が無い】を 3 点、【2D がやや良い】を 2 点、【2D が良い】を 1 点とした。主観評価点が高いほど 3D 映像が 2D 映像よりも良いと主観的に感じたと評価する。評価用カットは対象者ごとにランダムに提示された。被験者は 2D 映像、3D 映像の順に提示されたカットを視聴した直後に主観アンケートを記入する。また映像提示順による主観評価への影響を考慮し、被験者の約半数は 3D、2D 映像の順に視聴した。本評価実験を通じて、実験終了後に眼性疲労及び体調不良を訴えた者は認められなかった。

全体の傾向について考察する。全カット及び全評価尺度を含めた平均評価点は 3.8 点であり、3D 映像が 2D 映像に比べてやや良いという結果であった。評価尺度別には奥行き感：4.3 点、臨場感：4.1 点、質感：3.6 点、解りやすさ：3.6 点、鮮やかさ：3.7 点と評価尺度によってバラツキが認められた。全カットを通してみると奥行きや臨場感は 4 点を超えて評価が高いが、質感、解りやすさ、鮮やかさの 3 項目については僅かな評価しか認められない。カット別の全評価尺度評価点はカット番号 (#4、#10、#113) が 4 点以上 (最高点カット番号#4 が 4.2 点)、カット番号#88 は 3.5 点と最低評価点であった。それ以外のカットは 3.5 点以上 4 点未満の評価点であった。奥行き感については全カットを通して概ね評価が高く、特にカット番号#10 の評価が評価点 4.7 点と高値を示し、カット番号#88 は唯一 3.8 点と 4 点以下の評価点であった。本評価映像は全カットを通して奥行き感については評価が高いことが示された。臨場感については評価点にバラツキが認められ、カット番号#4 の評価は 4.5 点と高値であるが、カット番号#88 は 3.5 点と低値であった。臨場感のカットによって評価点にバラツキが認められた。質感、解りやすさは全カットを通して評価点は 4 点未満であり、全体的に評価点は低値であった。これは質感、解りやすさという項目についての理解が難しいこと、また何を質感が良い、何を解りやすいとするかの評価尺度に個人差が大きいと推察される。鮮やかさはカット番号 (#4、#10、#113) が 4 点以上と高値を示し、カット 88 が 3.5 点と低値であった。鮮やかさの評価尺度にて高値を示したカット番号 (#4、#10、#113) は全評価尺度を通じて高評価であった。

カット毎に考察する。カット番号#4 は大学の校舎及び紅葉した木々を含む風景映像、カット番号#10 は花と人物、カット番号#113 は人物及び様々な色の風船を含む公園風景である。これらカットに共通する項目として奥行きのある中に木々の紅葉、花、風船など“色”を強調する視覚情報である。3D 映像の魅力の一つに色の鮮やかさに対する認知が関与している可能性が示唆される。カット別評価点には個人差によるバラツキ (全カットの標準偏差： $\pm 0.89$ ) が認められた。特にカット番号#10 (標準偏差 $\pm 1.03$ )、カット番号#30 (標準偏差 $\pm 1.07$ )、カット番号#150 (標準偏差 $\pm 1.06$ ) では個人差が顕著であった。カット番号#10 は全評価尺度平均評価点 4.1 点と最高評価点であるが、個人差による評価点のバラツキが大きいことが認められ、全体として 3D 映像としての評価は高いが、評価点の低い被験者および評価尺度が含まれることが示された。カット番号#30 及びカット番号#150 は 3D 映像としての評価は平均的であるが、2 点以下の評価点を示した被験者および評価尺度が含まれることが示された。その他評価点の高かったカット番号#4 (及び#113 のバラツ

キは平均的（順に標準偏差±0.89、±0.79）であり、個人差少なく 3D 映像の評価が高いことが示された。最低評価点であったカット番号#88 は評価点のバラツキが最も少ないこと（標準偏差±0.71）が認められた。カット番号#88 は個人差少なく 3D 映像としての評価が低いことを示された。

カット別評価を被験者別に考察する。すべてのカットで 3 点以上の評価であった者が 11 名、1つのカットでのみ 2 点以下の評価を示した者が 11 名、2つのカット以上で 2 点以下の評価を示した者が 10 名であった。評価尺度の奥行き感および臨場感は全カットを通して 3 点以上であるが、質感、解りやすさ、鮮やかさの 3 つの尺度において、2 点以下の評価が散見された。3 点以上の者、及び 1 つのカットで 2 点以下であった者では通し映像を視聴した感想として概ね 3D が良いという感想を示した。一方、2 つのカット以上で 2 点以下の評価であった者は全例 3D に対する違和感、疲労感を示した。即ち、被験者の内約 3 割の者はいずれかの 3D 映像カットで質感、解りやすさ、鮮やかさの評価尺度において 2D 以下の評価を示したことになる。



図 4.2-02 顕著な評価結果が出た映像カット

上述のカット別の評価をまとめて考察する。カット番号（#4、#10、#113）などの風景及び色情報を有するカットは 3D 映像としての評価が高い傾向にある。カット番号#88 の暗い室内での被写体アップ映像は、3D 映像としての評価が低い傾向が認められた。またカット番号#30 は評価点のバラツキが最大であり、激しい動きを有する映像は個人差が大

きいことが認められた。全被験者 31 名の内、22 名は全カットを通じて 3D 映像の評価が概ね良好であったが、残りの 10 名は 3D 映像カットによっては質感、解りやすさ、鮮やかさに 2D 映像よりも低い評価を示した。これらのカット番号 (#4、#10、#113) の両眼視差量は  $1^{\circ}$  以内であり、視差量の大小による評価点への影響は認められない。3D 映像として評価の高いカット番号 (#4、#10、#113) の最大視差 (視差の差) は 0.60 であり、比較的やさしい奥行き感 (立体感) であった。

バスケットの選手やチアガールに鮮やかなユニフォームを着せて鮮やかさ・質感の表現を狙ったカット番号 (#30、#39) は、3.5 点以下であり、狙った効果が得られなかった。これは、撮像を 24P で行っているため、フリッカーによる見難さと 3D 融像や視野闘争による妨害が影響していると考えられる。一方、解りやすい表現として制作した“CG による体育館 (カット番号#6)”は、評価点が 3.7 であり、まずまずの結果であった。

## 4.2.2 客観評価結果及び考察（発汗・心拍・呼吸、脳血流）

### (1) 自律神経系計測評価（発汗、心拍、呼吸）

過去に映像刺激に対する評価として VDT 症候群や映像酔いなどを循環系の視標を用いて自律神経を評価する報告が多数なされている。本評価では循環系指標としての心拍、それに加え、呼吸及び、交感神経活動の指標である発汗（精神性発汗）を通しの評価映像視聴中に計測した。自律神経系計測は本実験の主旨に賛同した一般健常者 31 名を対象に、主観評価とともに同時計測を行った。

心拍及び呼吸において 2D 映像と 3D 映像視聴、及びカットごとに明らかな変化は認められなかった。これは今回の評価映像が刺激映像を含まない大人しい映像であったため、心拍や呼吸が変化するほどの差は認められなかったと推察される。発汗においては 2D 映像と 3D 映像の差、カット別、個人差別に異なる変化が認められた。多くの臓器には自律神経の交感神経と副交感神経が分布して臓器の働きを調節する。汗線は交感神経のみが分布しており、今回測定項目として取り上げた精神性発汗は交感神経の活動のみを評価する指標と考えられる。映像視聴時の交感神経活動を誘発する映像刺激として、物語に引き込まれ手に汗握るシーン、または違和感のあるシーンが提示された場合の 2 パターンが想定される。結果として、3D 映像の主観的评价が概ね良好であった 22 名において、3D 映像視聴時の発汗量変動は少ない傾向を示した。代表例として全カット及び全評価尺度を通じた評価点が 4.66 点と最も高値であった被験者 No.15 の結果を図 4.2-03 に示す。本被験者は全体として評価の高いカット番号（#4、#10、#113）、並びに評価の低いカット番号 #88、評価値にバラツキの多いカット番号 #30 の何れのシーンにおいても、明らかな発汗は認められない。映像開始 180 秒～360 秒付近に発汗量の増大が認められるが、この時のシーンはバスケットの試合など動きの激しいシーンであった。主観評価の高い本被験者は全てのシーンに 2D よりも 3D 映像の方が安定して視聴している傾向が認められる。図中、横軸（映像提示時間）は、通し映像の開始からの時間を h:mm:ss で示す。

### 3D映像評価高い者 (No.15) の映像視聴時の発汗量変化

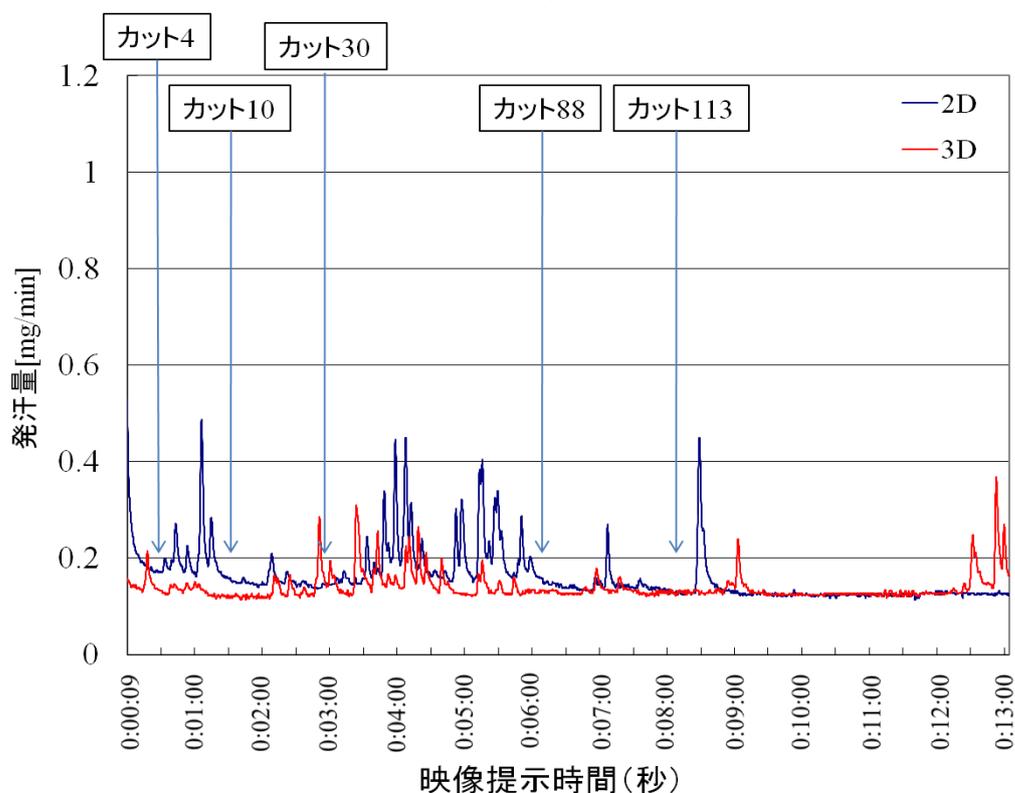


図 4.2-03 発汗計測データ (3D映像評価最高値の被験者)

また主観的評価で質感、解りやすさ、鮮やかさに対して 2D 映像よりも低値を示した 9 名において、3D 映像視聴時の発汗量変動は大きい傾向を示した。代表例として全カット及び全評価尺度を通じた評価点が 3.21 点と最も低値であった被験者 No.22 の結果を図 4.2-04 に示す。本被験者は全体として評価の高いカット番号 (#4、#10、#113)、及びバラツキの多いカット番号#30 の何れのシーンにおいて明らかな発汗は認められない。しかしながら評価の低いカット番号#88 では発汗量の増大が認められた。

映像開始 200 秒～380 秒付近 (バスケット試合など動きの激しいシーン)、540 秒～740 秒 (主人公が倒れてから最終カットまで) で明らかな発汗量の増大が認められた。この時のシーンはバスケットの試合など動きの激しいシーンであった。主観評価の低い本被験者は 2D よりも 3D 映像の視聴時に交感神経優位となり、映像による違和感を知覚した可能性が推察される。

3D 映像に対して高評価の者は 3D 映像視聴時に発汗量変動が少なく、一方、低評価の者は視聴時に発汗変動量が大きい傾向が認められた。視聴発汗計測は 3D 映像を魅力的に視聴しているかどうかを客観的に捉えることのできる指標となり得る可能性がある。

3D映像評価低い者(No.22)の映像視聴時の発汗量変化

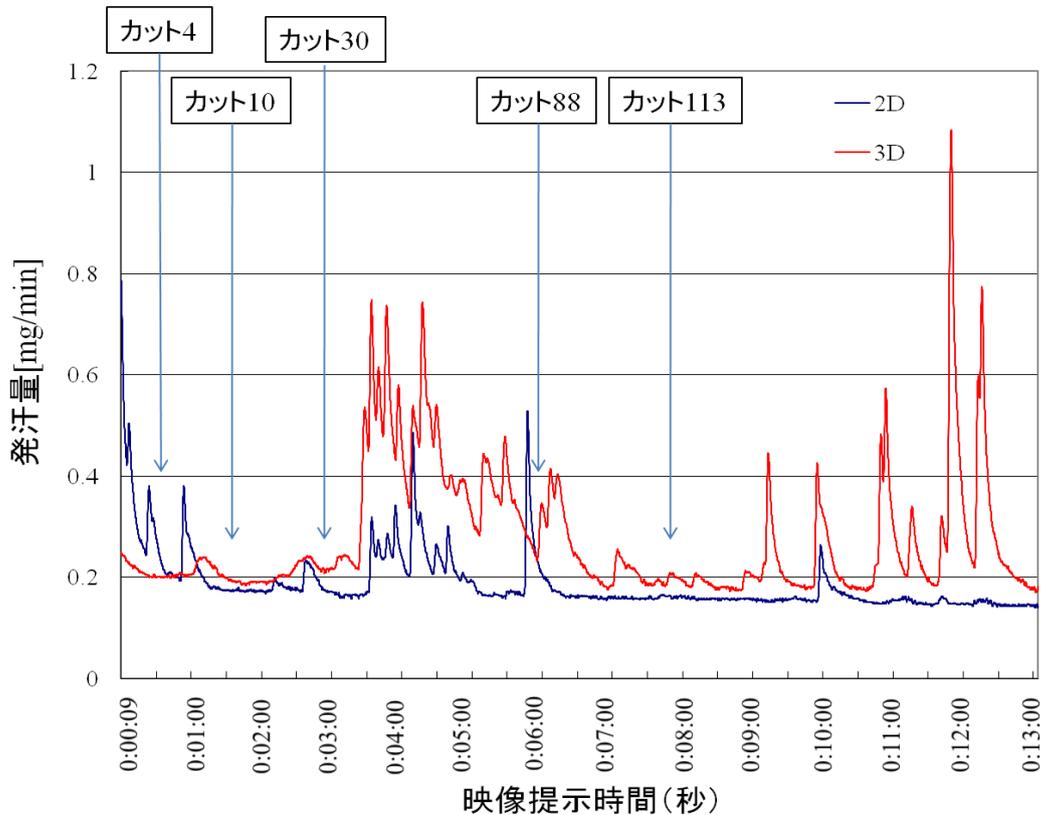


図 4.2-04 発汗計測データ (3D映像評価最低値の被験者)

## (2) 脳血流計測評価

本評価では脳機能活動の指標として脳内血流動態(ヘモグロビン濃度変化)変化を用い、通しの評価映像視聴中の脳機能について計測した。脳機能計測は本実験の主旨に賛同した一般健常者 11 名を対象に行った。11 名の内、6 名は別日に主観評価及び自律神経系計測を行った被験者である。実験に際し、実験内容、測定内容について十分な説明を行った後、同意を得られたことを確認した。関心領域は認知や感情、情動に係る前頭葉とした。脳血流動態変化の指標として酸素化ヘモグロビン (OXY-Hb) 及び還元ヘモグロビン (DeOXY-Hb) 濃度変化を用いた。映像視聴時に魅力を感じた場合、前頭葉の神経活動が上昇し、その結果脳内血流動態 (ヘモグロビン濃度変化) 変化が引き起こされることが想定される。全体的な結果として、主観評価で取り上げたカット付近で脳内血流動態変化が認められた。脳内血流動態変化には個人差が大きいため、事前に主観評価実験を行った 6 名の対象者の内、代表例を示す。主観評価がすべてのカットで 3 点以上の評価を示した 3D 映像主観評価の高い者 (図 4.2-01 の被験者 No.8) では 2D と 3D で脳内血流動態変化は各シーンで同様な傾向を示した (図 4.2-05)。2 つのカット以上で 2 点以下の評価を示した 3D 映像主観評価の低い者 (図 4.2-01 の被験者 No.24) においても全体的には同様な傾向

を示した（図 4.2-06）。しかしながら、カット番号#30（激しい動きを有する映像）では2D視聴時には認められた反応が、3D視聴時には認められなかった。本被験者はカット番号#30の主観評価においても質感、鮮やかさの評価尺度において3D映像に対して低評価であった。主観評価結果と客観評価結果に一部関係性が認められたことが推察される。本評価映像は比較的小となしい映像であったため、2Dと3D映像の脳機能反応としての明らかな違いは認められないが、主観評価結果と一部関連性が認められた。

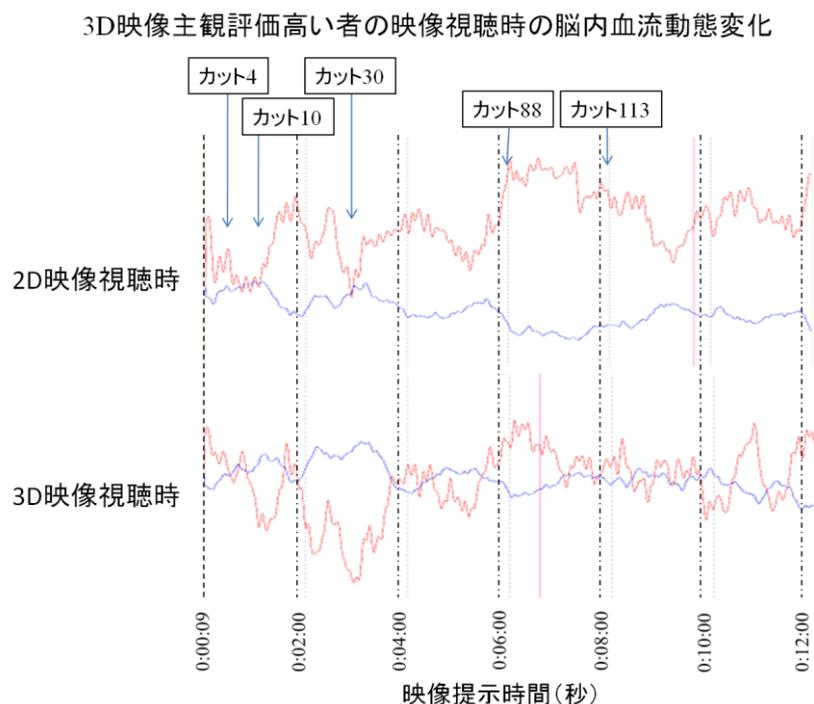


図 4.2-05 脳内血流動態計測データ（3D映像評価高い被験者）

赤線：酸化ヘモグロビン濃度変化、 青線：還元ヘモグロビン濃度変化

3D映像主観評価低い者の映像視聴時の脳内血流動態変化

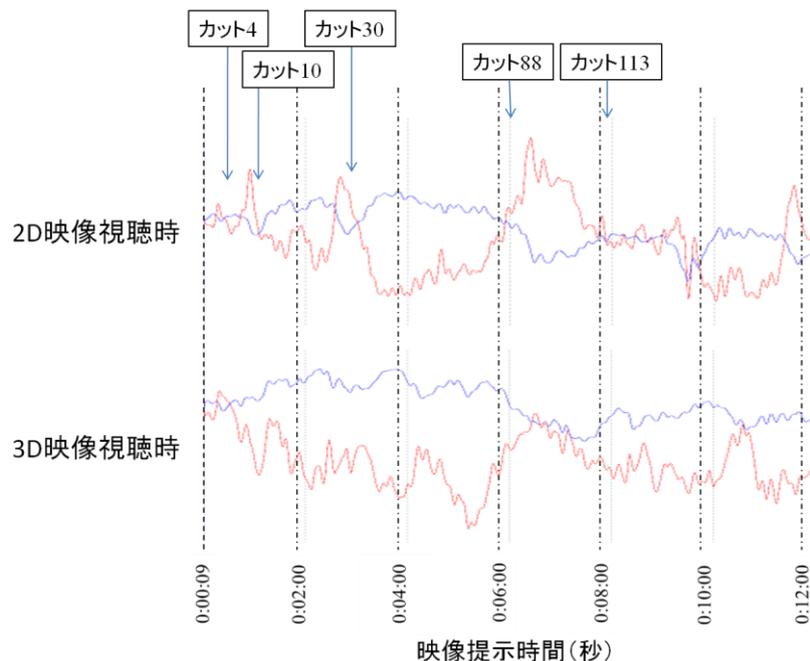


図 4.2-06 脳内血流動態計測データ（3D映像評価低い被験者）

赤線：酸化ヘモグロビン濃度変化、 青線：還元ヘモグロビン濃度変化

### 4.2.3 評価実験まとめ

3D映像の更なる社会への普及のためには3D映像の魅力について主観的、客観的評価から検討する必要がある。主観評価実験において、3D映像は風景及び色情報に対して魅力を感じる事、暗い室内映像は3Dと2D映像の差はなく、3D映像に対する魅力が低いこと、激しい動きを有する映像は個人差が大きいこと、これらの傾向が認められた。これらの主観評価の一部を発汗及び脳機能計測による客観的評価によって捉える事ができたと考える。今後、評価映像によっては3D映像の魅力を発汗、心拍、呼吸、脳機能計測により客観的に捉えられる可能性があり、今後の詳細な検討が必要である。

## 参考文献

- [1]大塚他：“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”
- [2]DCAJ：“動画映像の視覚評価に関する調査研究”，2007年3月.
- [3]DCAJ：“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”，2009年3月.
- [4]吉澤 誠，田中 明（東北大学）：“電子情報技術産業協会受託研究 生体への悪影響と相関の高い映像部品、ショットの抽出、分類、整理に必要な、定量的映像評価システム”，2000年.
- [5]守屋浩史（東北大学）他：“生理的指標に基づく映像刺激時の感情分類に関する研究”，計測自動制御学会東北支部 第197回研究集会，2001年10月.
- [6]宮尾益知，二瓶憲次（国立生育医療センター）：“映像刺激に対する脳内情報処理”，特集 ユビキタス映像社会における健康と安全，BME Vol.18,No.1，2004年.
- [7]板東武彦（新潟大学）他：“映像情報に対する生活習慣病・パニック障害患者の反応”，
- [8]特集 ユビキタス映像社会における健康と安全，BME Vol.18,No.1，2004年.
- [9]大橋俊夫（信州大学医学部）：“新しいタイプの局所発汗量連続記録装置の開発とその医学への応用”，発汗学1巻1号，1994年4月.
- [10]四宮滋子（順天堂大学医学部）：“ストレスと発汗”，発汗学 Vol.7,No.1，2000年.
- [11]小林正義（信州大学医学部）他：“ヒトの心理・気分・情動と手掌部発汗現象”，発汗学 Vol.10,No.2，2003年.
- [12]野崎博路（近畿大学理工学部）：“難しい車両コントロールと発汗量によるドライバリスク（主観的危険感）の評価の関連”，日本機械学会論文集（C編）71巻703号，2005年.
- [13]伊藤政男（順天堂大学スポーツ健康科学部）：“体操競技選手における精神性発汗と試合成績との関係”，発汗学 Vol.12,No.1，2005年.
- [14]山崎 憲（日本大学生産工学部）他：“溪流の音に含まれる超音波が人間の生理に与える影響について”，日本音響学会誌 64巻9号，2008年.
- [15]新美良純，鈴木二郎編：“皮膚電気活動”，星和書店.
- [16]阪口正雄（スキノス東御研究所）：“発汗の計測ー精神性発汗から多量発汗までー”，繊維製品消費科学 Vol.50,No.4，2009年.

## 第5章 まとめ

畑田 豊彦（東京眼鏡専門学校）

アナログ映像からデジタル映像への技術進展によって、これまでの映像制作や映像表現の制約を超えた様々な試みが生み出されてきた。その代表例として、これまで幾度と無く挑戦されたが、定着しなかった 3D 映像による臨場感溢れる三次元映像空間への再挑戦が見られる。特に、既存の映像システムをそれほど大きく改変することなく、しかも画質面での特徴も保持し易い 2 眼式 3D 映像は、これまでの挑戦で見出された問題点や観察者への影響を改めて見直し、自然で迫力のある映像表現手法として生まれ変わるために、技術面だけでなく、映像表現内容でも、新しい改善や工夫が積極的に進められようとしている。

このような動向を反映して、本委員会でも、前年度は、2 眼式 3D 映像に含まれる問題点(観察者に与える負荷など)を映像作例集として整理・作成して、その問題点が直接体験できる環境を作り出した。その映像体験から、観る人にとって許容できる表現条件の範囲や具体的な改善策を考慮した映像制作手法に基づき、より快適な 3D 映像に向けての関心を高めるセミナーなどを企画・実施した。

2 眼式 3D 映像が観察者に与える負荷としては、両眼視差によって再現される映像空間の不自然さから実際空間での体験とは異なった印象を与える違和感、視覚機能を中心にした身体機能のバランスを崩す不快感から機能異常反応を引き起こす状態や病的症状の発生までを総称した状態を示す。ただ、映像刺激から引き起こされるこれらの状態が明確に示されているわけではなく、さらに、その状態が一過性で終わるか、数十分以上の持続性があるかによって、生体への影響度も大きく異なる。特に、持続性のある負荷に対しては、その発生を誘起する映像要因を排除し、快適な状態を提供する 3D 映像にする必要がある。実際には、撮影条件などが原因で立体知覚の歪みを引き起こす映像(箱庭、書き割り、額縁、張り付き効果など)や、両眼への映像撮影・提示条件から生じる不整合映像(サイズ・位置ズレ、輝度・色・時間ズレなど)による違和感のある映像例を示し、不快感以上のマイナス状態までに至らない映像条件を、主観評価や脳内血流などの生体反応から検討した。その結果、映像から感じられる違和感のレベルまでならば、新しい映像に慣れることや適正な映像提示条件への展開によって、マイナス状態に進展することなく、プラス状態(快適感、迫力・躍動感、臨場感などの効果)を引き出せることが推測できた。このようにマイナス状態への移行を出来る限り低減させる適正な映像制作技術を見出し、プラス効果を生み出す画面構成や演出、表現手法などを見出すことが、3D 映像を新しい映像表現システムとしてはじめて定着させるためには欠かせない条件である。

このような方向性を明確に見出すために、本年度は、2D 映像では体験できなかった映像空間効果を感じさせる 3D 映像の魅力や、ストーリー性のある映像作例を示し、その効果をもたらす生体への影響を、主観評価と生体リズムを定量的に解析できる生体反応を測

定・検討した。

映像作成時には、作成する 3D 映像の奥行き効果を予測解析し、生体に過度な負荷を与えない条件下での 3D 映像空間を演出するために、シーン毎の視差量(融像域から推定される無理のない奥行き再現範囲)とその変化状態(シーン切り替えに見られる急激な奥行き変化、複数被写体の動きの激しいシーンなど)、両眼への映像差(視野闘争などの不安定な見えを発生させる左右眼映像の情報差)を定量的に計測して、実写で生じる 3D 映像の不整合条件や CG 合成の違和感(両眼への不整合部分の抽出と補正)の除去など編集上での改善手法に関しても検討が行われた。

同じ映像内容の 2D 映像と 3D 映像から感じられる映像効果を、主観評価(「奥行き感」、「臨場感」、「質感」、「解りやすさ」、「鮮やかさ」について 5 段階評価)と客観的反応(発汗、心拍、呼吸、脳内血流など)を計測して、主観評価では 3D 映像による空間効果(「奥行き感」「臨場感」)を感じる人が多く見られ、生体反応でも発汗や脳血流反応などとの関係が見出された。評価対象シーンでも空間的広がりや前後位置を巧みに表現する構図が高い評価を得た反面、動きや前後配置による不自然な見え方が発生するシーンは評価が分かれ、評価の低い空間構成や特徴のないシーンと共に、シーン毎の空間設計と連続性の適正な条件を再検討する必要性が出て来た。

今後は、本年度の結果を踏まえて、2D 映像では感じられなかった 3D 効果を生み出す映像表現手法や制作内容などを見出すには、主観評価で得られたプラス的印象と 3D 映像表現の要因との関係をより高精度に解析できるシステムを構築することが必要である。具体的には、映像観察時の生体反応を簡便に連続計測できる手法や、映像全体からの印象だけでなく映像シーン毎に感じられる印象をきめ細かく評価できる主観評価法を確立することが重点課題でもある。

更に、今回は、映像制作時の行程を、2D 映像と 3D 映像での場合で比較し、3D 映像制作では計画、撮影、編集行程でかなりの作業時間が要求されることが、映像作成現場からの改良点として示されている。実際、破綻のない見易い 3D 映像を制作するためには、計画時からの撮影空間設計と適正な撮影手法の検討、実写時のカメラを始めとした照明機材などの調整作業、撮影・編集時において観察者への負荷が生じない画面構成や合成条件の決定などが必要で、2D 映像制作時以上の作業が要求されることは避けられないのが現状である。

このような複雑な制作行程によって生じるコストを 2D 映像並に軽減できる 3D 映像用撮影・編集・表示機材の開発、新規機材の適切な活用技術の指導育成、2D 映像制作時の経験を展開させた 3D 映像制作手法の開発などが、今後の 3D 映像産業の発展に不可欠な要因になる。実際には、3D 映像で要求される再現空間設計(絵コンテから 3D コンテ、照明を始めとした空間効果のシミュレーションにより、画面構成がチェックできる 3D ソフトとモニタリングシステム)、撮影装置の完全自動調整や適正両眼用映像の自動編集などの映像情報処理システムを構築することによって、機材制御・調整に要する時間の短縮だけでなく、完成 3D 映像の空間効果も予測でき、より望ましい 3D 映像を作り上げることが可能になる。更に、このような映像制作システムを新規開発された情報処理体系によって実現できれば、豊富な 3D 映像コンテンツ制作を飛躍的に展開でき、2D 映像では経験できなかった 3D 映像空間を大きく発展させる必要条件にもなる。

付録 1 ワークフロー記録シート

付録 2 3D コンテンツ設計/収録 3D Depth 情報比較図

付録 3 カット毎発汗データ

付録 4 カット毎心拍データ

付録 5 通し映像比較データ