システム開発
２０－Ｆ－４

映像酔い国際ガイドライン遵守のための
映像制作支援システムの開発に関するフィージビリティスタディ
報　　告　　書
（要 旨）

平成２１年３月

財団法人　機械システム振興協会

委託先　社団法人　電子情報技術産業協会

KEIRIN
この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。
URL:http://ringring-keirin.jp/

20－F－4　映像酔い国際ガイドライン遵守のための映像制作支援システムの開発に関するフィージビリティスタディ報告書（要旨）

平成21年3月

財団法人 機械システム振興協会

委託先　社団法人 電子情報技術産業協会

序

我が国経済の安定成長への推進にあたり、機械情報産業をめぐる経済的、社会的諸条件は急速な変化を見せており、社会生活における環境、都市、防災、住宅、福祉、教育等、直面する問題の解決を図るためには技術開発力の強化に加えて、多様化、高度化する社会的ニーズに適応する機械情報システムの研究開発が必要であります。

このような社会情勢の変化に対応するため、財団法人機械システム振興協会では、財団法人ＪＫＡから機械工業振興資金の交付を受けて、システム技術開発調査研究事業、システム開発事業、新機械システム普及促進事業を実施しております。

このうち、システム技術開発調査研究事業及びシステム開発事業については、当協会に総合システム調査開発委員会（委員長：東京大学名誉教授　藤正　巖氏）を設置し、同委員会のご指導のもとに推進しております。

本「映像酔い国際ガイドライン遵守のための映像制作支援システムの開発に関するフィージビリティスタディ」は、上記事業の一環として、当協会が社団法人電子情報技術産業協会に委託し、実施した成果をまとめたもので、関係諸分野の皆様方のお役に立てれば幸いであります。

平成２１年３月

財団法人　機械システム振興協会

はじめに

映像提示技術の飛躍的進歩により、映像情報メディア関連産業が発展し、映像の大型化･高精細化が進む中、｢映像酔い｣など映像の生体に及ぼす影響が社会問題となり、映像の生体影響に関する国際ガイドライン作成の機運が高まっています。

他方、映像技術の進展は、より現実感・臨場感あふれる映像制作を可能とし、人類がこれまで経験したことがない映像環境を創出するとともに、それらの技術はアニメーションやゲーム等のエンターテインメントはもとより、さまざまな分野への応用も期待されています。

このような現状に対し、日本の基幹産業である映像産業の国際競争力の強化という観点から、日本主導での国際ガイドラインの作成が推進され、平成 20 年度にはその数値化に向けた議論が本格的に進められています。また、ガイドラインを先取りした訴訟を心配する産業界からは当該検証システムの早期実用化が待望されています。

上記のような現状をふまえ、この報告書は、財団法人 機械システム振興協会の委託により、当協会が実施した平成 20 年度事業「映像酔い国際ガイドライン遵守のための映像制作支援システムの開発に関するフィージビリティスタディ」の成果をまとめたものです。安心、安全な生活環境が求められ、映像の生体影響の重要性が注視されるなか、映像環境の変化が生体に及ぼす影響を正しく評価し、不要の事故の未全防止策を講じ、安全で安心な映像産業の発展に資することはもとより、映像産業関連の広い分野で議論され、国際的にも成果が生かされることを期待しております。

最後に、この研究の実施については、経済産業省商務情報政策局文化関連産業課（メディアコンテンツ課)、同産業技術環境局基準認証ユニット／環境生活標準化推進室、さらには医学系・工学系大学の研究者の方々、関連企業や団体の皆様をはじめ、多くの方々にご協力をいただきました。

ここに謹んで、感謝の意を表するものです。

平成 21 年３月

社団法人　電子情報技術産業協会

委員長挨拶

近年、ハイビジョンデジタル(1920×1080 ピクセル)の放送サービスが一般的になり、視聴者はより大きな画面で高画質な迫力のある映像を楽しめるようになりました。

その中で、フラットＴＶの低価格化が進み、家庭に 30 インチ以上の大型ＴＶが普及、ハイビジョン画質の民生用ビデオムービーや次世代ＤＶＤレコーダーも発売されるなど、臨場感映像を個人で手軽に楽しめるような環境が整ってきました。

また、映像制作の現場では、デジタル編集により現実までも越えてしまうような今までにない迫力ある映像を追求できるようになり、その技術はアニメーション、ゲームなどの世界のみならず、教育、医療、福祉分野などへの応用もされつつあります。

一方、本スタディ・グループは、過去に放映された映像が児童に光過敏性発作を誘発させ入院騒ぎを起こした事件や、中高生が学校で手ぶれの激しい映像を鑑賞中、映像酔いと見られる体調不良を起こす事件を経験してきました。これらの原因究明と防止策は、映像関連産業の振興策と表裏一体で進めるべきものであり、本スタディ・グループは、日本はもとより欧米各国の現状も調査研究し、再発防止に努めてきました。

幸い、経済産業省（旧通産省）と財団法人機械システム振興協会から理解と支援が得られ、過去 10 数年にわたり医学、心理、工学の専門家による「映像生体影響研究委員会」や「基準認証開発委員会」をＪＥＩＴＡ、及び産業技術総合研究所に設置、長期に研究を継続できました。それらの成果は、平成 17 年の国際標準化機構（ＩＳＯ）による「Image Safety（生体の安全性）に関する国際合意文書ＩＷＡ３」として結実し、本格的国際ガイドラインの第１歩を印すことができました。

ＴＶ、モバイル端末など映像を中心とする情報家電で世界をリードしてきた我が国は、優位性の継続維持のため、映像の安全性に関する国際標準化で是が非でも主導権を確保すべきで、厳しい経済環境で国際競争が激しくなる中、その重要性は一層増しています。

本スタディは、「映像酔いガイドライン検証システム」の世界に先駆けた開発が、平成 21 年に開始される本格的国際ガイドライン策定作業の主導権確保に必要不可欠との認識で推進しました。

平成 21 年３月

シャープ株式会社 先端映像技術研究所 千葉　滋

目　次

序

はじめに

委員長挨拶

1．　スタディの目的 …… 1

2．　スタディの実施体制 …… 1

3．　スタディの要約

３－１　ガイドライン抵触判定技術の開発 …… 7

３－２　映像酔い対策手法のDB構築 …… 16

３－３　映像酔いガイドラインの策定について …… 35

３－４　国際標準化の動向 …… 37

4．　スタディの今後の課題と展開 …… 40

１．スタディの目的

本スタディは、早ければ 2009 年にも発効する予定の「映像酔いに関する国際ガイドライン」を遵守するために必要不可欠な映像制作支援システムを開発することを目的とする。

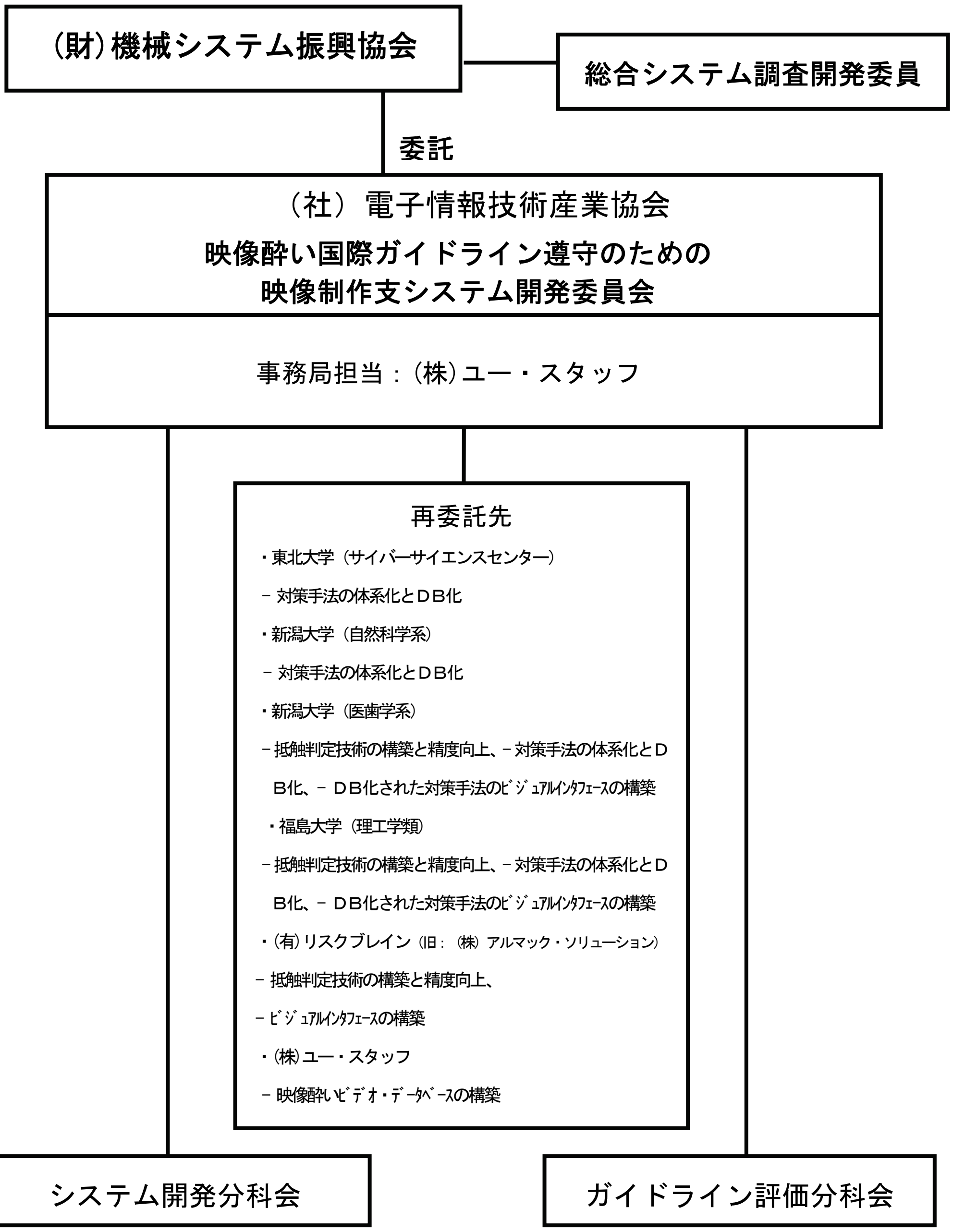
映像の大型化・高精細化が進み、映像酔いなど映像の生体に及ぼす影響が社会問題となる中、国際ガイドラインの策定が進められ、その規格原案の提案が 2009 年８月に行われようとしている。そのため、映像関連の産業界からガイドラインを遵守するための具体的な手法やその支援システムの早期開発が熱望されている。

映像酔いに関する国際ガイドラインが発効された後は、各国の映像関連産業界が、その遵守を国際社会において厳しく問われることになる。2006～2007 年度に推進してきた「映像酔いガイドライン検証システム」は、映像酔いの国際ガイドラインの妥当性を検証するものであり、この要素技術を応用することで、個別の映像に対して、映像酔いに関する安全性評価を可能にするものであった。しかし、この技術を用いて、映像がガイドラインの基準を抵触したと判定された場合にとるべき具体的かつ有効な対策手法については、これまで十分な検討が行われてこなかった。従って、わが国の映像産業を保護するためには、この対策手法を映像制作者に提示して映像制作を支援するシステムを、世界に先駆けて開発することが必要不可欠である。

２．スタディの実施体制

本スタディを進めるにあたって「映像酔い国際ガイドライン遵守のための映像制作支援システム」開発委員会を設置、その傘下に実際に研究を遂行する分科会及びその研究を専門的立場から検証する分科会を置く。この開発にあたっては、経済産業省の関係部局と連携をとりながら推進する。

映像酔いガイドライン検証システムの開発には高度に専門化された技術を必要とすること、心理・生理評価実験では、倫理委員会を備える研究機関の協力が必要不可欠なことから、一部業務については、大学、企業等に再委託を行う。



システム開発分科会

新潟大学（医歯学系/自然科学系）、東北大学（加齢医学研/情報シナジー機構）、早稲田大学（理工）、福島大学（理工）、(独)産業技術総合研究所、(株)日立製作所、（株）日立コンサルティング、（有）リスクブレイン（旧：（株）アルマック・ソリューション）、(株)ユー・スタッフ

ガイドライン評価分科会

早稲田大学（こどもメディア研）
防衛大学校、ＮＨＫ放送技術研究所、
横浜市立大学（医）、シャープ(株)、
ソニー(株)、三洋電機(株)、
松下電器産業(株)、(株)東芝、
(独)産業技術総合研究所

総合システム調査開発委員会委員名簿

（順不同・敬称略）

委員長	東京大学 名誉教授	藤　正　　巖
委　員	埼玉大学 総合研究機構 教授	太　田　公　廣
委　員	独立行政法人産業技術総合研究所 エレクトロニクス研究部門 研究部門長	金　丸　正　剛
委　員	独立行政法人産業技術総合研究所 デジタルものづくり研究センター 招聘研究員	志　村　洋　文
委　員	東北大学大学院 工学研究科 教授	中　島　一　郎
委　員	東京工業大学大学院 総合理工学研究科 教授	廣　田　　薫
委　員	東京大学大学院 工学系研究科 准教授	藤　岡　健　彦
委　員	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授	大　和　裕　幸

「映像酔い国際ガイドライン遵守のための映像制作支援システム開発委員会」委員名簿

（委員/ｱｲｳｴｵ順・敬称略）

委員長	シャープ(株) 技術本部先端映像技術研究所 所長	千葉　滋
主　査	新潟大学大学院 自然科学研究科情報理工学専攻 教授	木竜　徹
主　査	新潟大学 名誉教授（医学博士） 科学技術産業機構 戦略的創造事業本部 技術参事 (独)産業技術総合研究所 客員研究員	板東　武彦
委　員	三洋電機(株) 研究開発本部デジタルシステム研究所 プロジェクションシステム開発部 主任研究員	安東　孝久
委　員	新潟大学大学院 医歯学総合研究科 助教	飯島　淳彦
委　員	早稲田大学 理工学部応用物理学科 教授	鵜飼　一彦
委　員	(独)産業技術総合研究所 人間福祉医工学部門 マルチモダリティ研究グループ グループ長	氏家　弘裕
委　員	(有)リスクブレイン コンサルティング事業部 本部長	内尾　裕未
委　員	(株)日立コンサルティング シニアコンサルタント	大木　康幸
委　員	パナソニック（株）映像デバイス開発センター ディスプレイデバイスグループ グループマネージャー	熊川　克彦
委　員	横浜市立大学 医学部神経内科 教授	黒岩　義之
委　員	埼玉医科大学 保健医療学部 医用生体工学科 教授	小林　直樹
委　員	防衛大学校 応用科学群応用物理学科 教授	斎田　真也
委　員	東北大学大学院 工学研究科電気・通信工学専攻 助教	杉田　典大
委　員	福島大学 共生システム理工学類 助教授	田中　明
委　員	東京西徳洲会病院 小児難病センター 神経･発達科長	二瓶　健次
委　員	(株)東芝 研究開発センター ヒューマンセントリックラボラトリー 研究主幹	平山　雄三
委　員	北京電影学院 映画･映像全般 客員教授	古澤　敏文
委　員	(株)日立製作所 中央研究所 プラットフォームシステム研究部 主任研究員	森　靖英
委　員	ＮＨＫ放送技術研究所 人間・情報　主任研究員	森田　寿哉
委　員	(株)テクニカル・サプライ 代表取締役	茂呂　哲男

委　員	ＮｉＣＴ ユニバーサルメディア研究所 ＡＴＲ認知情報科学研究所 専門研究員	矢野　澄男
委　員	シャープ(株) 先端映像技術研究所第４研究室 室長	山中　　篤
委　員	東北大学加齢医学研究所 病態計測制御研究分野 教授	山家　智之
委　員	東北大学 サイバーサイエンスセンター 先端情報研究部 教授	吉澤　　誠
委　員	(独)産業技術総合研究所 人間福祉医工学部門 くらし情報工学グループ （マルチモダリティ研究グループ併任 ）主任研究員	渡邊　　洋

３．スタディの要約

３－１　ガイドライン抵触判定技術の開発

映像酔いガイドライン遵守のための映像制作支援システムは、主として、ガイドライン抵触判定と対策手法データベース（Database 以下、ＤＢという）の２つの要素で構成される。このうち、ガイドライン抵触判定は、今後国際標準化が進められる映像酔いのガイドラインを想定し、任意の映像に対して、このガイドラインを抵触するかどうかを判定するものである。この抵触判定技術の構築は、2006 年度と 2007 年度に推進してきた「映像酔いガイドライン検証システム」の要素技術である個別の映像に対する映像酔いの影響度評価技術を発展させ、ガイドラインを抵触すると判定される映像中の映像フレームをリストアップする機能を追加するものであり、より精度の高い時間分解能が求められる。

国際標準化機構（International Organization For Standardization、以下、ＩＳＯという）では、映像の生体安全性として映像酔いを含むガイドラインの国際標準化が検討され、来年度には国際標準化提案が行われる見通しである（３－４節参照）。このような状況の中で、ガイドライン抵触判定技術は、以下に述べるような有効性がある。第一に、映像制作や配信に関わる全ての人々に、どのような映像が映像酔いを引き起こしやすいかを理解してもらうためのツールとして非常に有効であることが挙げられる。また第二に、映像酔いガイドラインの国際標準化において、これに利害の関わる映像制作者や配信者の人々に、想定されるガイドラインの妥当性を、遵守のしやすさという観点から判断してもらうことが可能であるという点がある。さらに第三に、当該システムの本来の目的である、映像制作や配信に関わる人々がガイドラインを遵守するための、重要なツールになるという点がある。そして第四に、日本が映像酔いガイドラインの国際標準化において、日本の有力な映像産業をしっかりバックアップするために、日本が主導権をとるための強力なツールになると言う点がある。国際標準化においては、単に要求事項を示すだけでなく、その遵守の検証を行う方法を明示することが重要であり、本システムはこれを具体的に可能にしているため、提案内容を説得力のあるものにする。特に、国際社会において、こうした映像酔いについてのシステムの開発についての話は、これまでのところ存在しない。その点でも本システムの有効性は高く、日本が国際標準化において主導権をとることを可能にする強力なツールであるといえる。

３－１－１　抵触判定技術の構築と精度向上

映像酔いガイドラインを含む映像の生体安全性に関する国際標準化提案が、次年度にはＩＳＯにて行われる予定である。映像制作支援システムは、映像制作や配信に関わる人々に、映像酔いを理解してもらい、より妥当なガイドライン作成に向けて意見を求めるためのツールである。また、ガイドラインの国際標準化が成立した後には、ガイドラインの遵守を支援するためのツールともなる。国際標準化に向けて利用性を高めるためには、その信頼性向上を図ることが必要不可欠である。

映像酔いガイドライン遵守のための映像制作支援システムは、ガイドライン抵触判定と対策手法ＤＢの２つの要素で構成される。このうちガイドライン抵触判定技術については、昨年度までに構築した映像酔いガイドライン検証システムの精度を向上させることで、その信頼性向上を実現した。

３－１－１－１　抵触判定システムの構築

抵触判定の機能を実現するために、以下の手順で解析と推定が行われる。

（１）映像に含まれる動き成分として、グローバルモーションベクトル（Global Motion Vector 以下、ＧＭＶという）を解析し推定する。

（２）ＧＭＶの速度が、既知の映像酔いに関与すると考えられる速度帯域に一定時間含まれると判定された場合、映像酔い評価モデルによって、酔いに関わる応答を出力し、これを累積する。

（３）一定時間継続するカメラの基本運動速度が、映像酔いに関与する速度帯域に含まれる映像シーンのフレームを抽出し、抵触判定部分としてリストアップする。

本システムの構築においては、昨年度までに推進してきた「映像酔いガイドライン検証システム」の要素技術である個別の映像に対する映像酔いの影響度評価技術を発展させる。昨年度までと異なる部分は、カメラの基本運動速度が、映像酔いに関与する速度帯域に含まれる映像シーンのフレームを抽出し、抵触判定部分としてリストアップする点にある。

３－１－１－２　抵触判定技術

抵触判定では、主に２つの作業を行う。一つは、ローカルモーションベクトル（Local Motion Vector 以下、ＬＭＶという）を推定するものである。これは、映像を 16x16 のセル領域に分割し、それぞれのセルに含まれる画像の内容が次のフレームにてどのあたりに移動したかを、探索範囲を設定して、その中の任意の領域と比較し、最も相関度の高い領域に移動したとの判断を行うものである。もう一つは、こうして算出した 16x16 のセル領域のＬＭＶに基づいて、ＧＭＶを推定するものである。これは、ＬＭＶを Vx と Vy の特徴空間にマップし、線形関数でフィッティングした上で、その直線上付近の値の標準偏差がある一定値より小さければ平均の Vx をパン、平均の Vy をチルトとし、ある一定値より大きければ Vx 切片をパン、Vy 切片をチルトとしている。

また、ロールについては、ＬＭＶを∂Vy/∂ｘと∂Vx/∂ｙの特徴空間にマップし、直線付近の値の平均値をロールの値とする。破線の領域を外れている値は、はずれ値としている。さらに、ズームについては、ＬＭＶを∂Vx/∂ｘと∂Vy/∂ｙの特徴空間にマップし、直線付近の値の平均値をズームの値とする。

３－１－１－３　抵触判定技術の精度

抵触判定技術は、ＬＭＶ推定における、探索範囲を広くすることで精度向上が見込まれる。そこで、既知の単一のＧＭＶ（カメラの基本運動として、パン、チルト、ロール、ズームの４種類のいずれか）を含む映像を用いて、探索範囲を 16 pixel、32 pixel、64 pixel の３種類を用いた場合の結果を検討した。映像に含まれる動きは、いずれも単一のグローバルモーションで、前半の約８秒間に一方向（例えば、パンの場合、左回転方向）に運動し、後半の約 8 秒間に逆方向（例えば、パンの場合、右回転方向）に運動する。この映像をシステムに入力し、パン、チルト、ロール、ズームの各推定値を求め、実際に含まれるグローバルモーションについてその回転速度と対応する結果が得られるかを見る。

そこで、まず実際の推定値の時系列データがどのように得られるかを検討した。その結果、例えば探索範囲が 16 pixel の場合、映像中のパンの回転速度が 30 deg/s 以下の範囲では、パンの推定値がやや実際を上まわるものの、実際の速度の増加に応じ

て、推定値にも増加が見られ、同時に他のチルト、ロールについてはゼロを、ズームについては 1.0 の値を示し、ほぼ映像の状況を反映している。しかし、回転速度が 60 deg/s 以上の場合には、パンの値は十分に低いレベルで推移し、他のチルト、ロール、ズームにも応答が見られ、いずれも不安定な値となっており、実際の映像の状況をあまりよく反映していない結果となった。

こうした結果が生じる原因の一つとして、運動速度が上昇するのに伴い、ＬＭＶを推定する際の一つのセルの画像内容の、次のフレームでの移動先が探索範囲から外れてしまい、正しい推定ができなくなったものと考えられる。従って、探索範囲を広げることで、ＬＭＶの推定値の精度が向上し、推定されるＧＭＶの回転速度も本来の値に近いものとなると考えられる。そこで、探索範囲を 32、64 pixel とした場合の、パンの回転速度が、60 と 80 deg/s の結果を解析した。その結果、探索範囲が 32 pixel の場合、回転速度が 60 deg/s においても、安定したデータが得られており、対応するパンの推定速度は 70 deg/s 近くにまで達している。しかし、回転速度が 80 deg/s では、データの安定性が再び崩れ、対応するパンの推定速度も 60 deg/s 程度となった。一方、探索範囲が 64 pixel の場合、回転速度が 60 deg/s だけでなく 80 deg/s においても、安定したデータが得られており、対応するパンの推定速度も、それぞれ 80 deg/s と 110 deg/s にまで達している。従って、探索範囲を広げることで、より速い回転速度においても、推定値が安定することが明確になった。

以上の結果を他のＧＭＶについても見てみるために、得られる推定速度に対し、前半と後半の運動中のそれぞれ 3 秒間について平均値を求め、これを、探索範囲の値ごとに、また映像の単一のグローバルモーションごとに、映像によって与えられるグローバルモーションの速度に対する、推定されたグローバルモーションの速度を解析した。

その結果、先程と同様に、パンの刺激速度に対する推定速度は、刺激速度が 30 deg/s までは、ほぼ対応する推定速度が得られているが、それを超えると刺激速度に関わらず推定速度がほぼ 30 deg/s のまま一定となる。一方、本来動きのないチルト、ロール、ズームについては、刺激速度が 30 deg/s までは、ほぼ変化のない状態が維持されるが、これを超えると、やや大きな値へと変化する。しかし探索範囲が広がるにつれて、刺激速度に対応するパンの推定速度の範囲が広がり、それにつれてチルト、ロール、ズームの値の変化は減少する。これと全く同様のことが、チルト刺激によっても生じた。

すなわち探索範囲が 16 pixel の場合、チルトの刺激速度が 30 deg/s までは、ほぼ対応するチルトの推定速度が得られるが、それ以上では推定速度は、ほぼ 30 deg/s のまま一定となる一方、本来動きのないチルト、ロール、ズームは、刺激速度が 30 deg/s まではほぼ変化のない状態が維持され、これを超えると大きな値へと変化する。しかし、探索範囲が広がると、刺激速度に対応するパンの推定速度の範囲が広がり、同時にチルト、ロール、ズームの値の変化は減少する。また、ロール刺激については、探索範囲の違いによらず、用いた刺激速度の全ての範囲で、ほぼ対応する推定速度が得られている。一方、ズームについても、用いた刺激速度の全ての範囲で同様の安定した結果が得られているが、いずれも特に拡大方向については、半分程度の出力となっている。これについては、そのような推定出力であることを予めシステムとして見込んでおけば、それ自体に大きな問題はないと考えられる。

３－１－１－４　抵触判定技術の実用性

ここまで見てきたように、映像中に含まれるＧＭＶの速度に対して、本システムによる推定速度は、ＬＭＶを求める際の探索範囲を広げることで、調べた全ての速度範囲で、ほぼ対応する推定結果が得られることがわかった。ただし、探索範囲を広げることは、推定にかかる計算速度が増大することを意味する。本システムでは、探索範囲が 16 pixel の場合には、リアルタイム以上での推定が可能であることが確認されている。従って、探索範囲を 32, 64 pixel と拡大することで、リアルタイムでの推定が損なわれることになる。また、探索範囲が 16 pixel の場合には、パンとチルトは 30 deg/s まで推定速度が対応し、32 pixel の場合には、パンとチルトは 60 deg/s まで推定速度が対応した。一般に存在する映像のパンやチルトの動きは、30 ないし 60 deg/s の範囲にあるものが大半であると考えられる。従って、状況に応じて探索範囲を 16 pixel から 32 pixel の範囲で、適宜選択することで、十分に実用レベルにあると考えられる。

３－１－２　抵触判定技術におけるビジュアルインタフェースの構築

過去の経験則や勘に頼ることなく一般の映像制作者や映像を視聴させる側が対象映像についてガイドラインに抵触しているかどうかの確認や抵触部位についての対策手法の選定を行うためには、これらを行うための支援ツールの存在が不可欠である。本スタディでは、昨年度の成果として、これまでに行ってきた、さまざまな映像評価法や映像評価実験の実験結果の解析・評価を、映像の入力から各種解析結果の表示まで、各施設でシームレスに行う環境を提供するための、「映像酔いガイドライン検証システム」の試作を行った。本年度のスタディでは、このシステムを基にし、一般ユーザが独自に映像を評価したり対策を施したりするための支援ツールとして利用できるような、「映像評価システム」の構築を行った。本システムの主な機能は以下である。

（１）映像データの読み込みとＧＭＶの算出

（２）ＧＭＶの閾値に対する抵触判定

（３）予想される映像酔いレベルの変化の算出

（４）視聴環境の入力とそれを考慮した抵触判定

（５）抵触シーンに施した対策が映像酔いに与える効果の推定

３－１－２－１　「映像評価システム」一次試作とユーザビリティテスト

まず、「映像評価システム」の全体構成の決定と一次試作を行った。映像評価についてはＧＭＶの算出、ＧＭＶに対する閾値判定、モデルによる判定の３のプロセスで行う。以下にその概略を説明する。

（１）ＧＭＶの算出

映像ファイルが入力されると、まず、ＧＭＶの算出を行う。このとき、システムが持つライブラリの中に同一映像のＧＭＶが存在する場合はそれを読み込むが、存在しない場合には前年度までに開発された、ＧＭＶ推定エンジンを呼び出してＧＭＶを算出する。また、算出後必要に応じて演算結果をライブラリに登録する。

（２）ＧＭＶに対する閾値判定

得られたＧＭＶに対して、これまでの研究成果から得られたＧＭＶの各要素

に対する閾値に対して抵触判定を行う。要素のうち、パン、チルト、ズームは視聴時の画角に依存するため、視聴環境を考慮した閾値判定を行う。

（3）モデルによる判定

映像酔いは影響を与えるシーンが蓄積的に作用して生じると考えられるため、単純にＧＭＶの閾値のみによる抵触判定だけでは、効果的に映像酔い対する対策を施すことが困難である。本スタディでは、これまでに映像を入力とし、映像酔いのレベルの変化を出力とするモデルの構築を行ってきた。本システムではこれを導入し、視聴による映像酔いの変化の推定値を得ることにより、映像酔いを効果的に抑制する対策手法の検討を可能とする。

これらを行うためのシステムを一般ユーザの使いやすさを考慮して開発した。

一次試作完了後、一般配布を前に本システムの更なる改良を目的として、主に本スタディの委員を対象としてユーザビリティテストを行った。ユーザビリティテストの結果、本システムの使い易さに関するいくつかの問題点が指摘された。

３－１－２－２　システムの改良

ユーザビリティテストによって指摘された前述問題点及びいくつかの不具合について改善を行った。

システムの画面構成を図 3-1-2-2-1 に示す。主な改善点はユーザインタフェースの改良であり、使用言語、視認性の向上を行った。また、プレビューコントロールやツールチップテキストなど更なるユーザビリティ向上のための機能の追加も行った。これらの改良の結果、一般ユーザについても利用しやすいシステムとなったと考えられる。一方、以下の項目については、システムの開発環境に起因する問題であることや問題解決のため更なる研究活動が必要であるなどの理由から課題として残されている。

（１）入力可能映像のフォーマットの拡大

（２）映像酔いレベルの定量化

（３）ＧＭＶの精度向上／限界の明確化

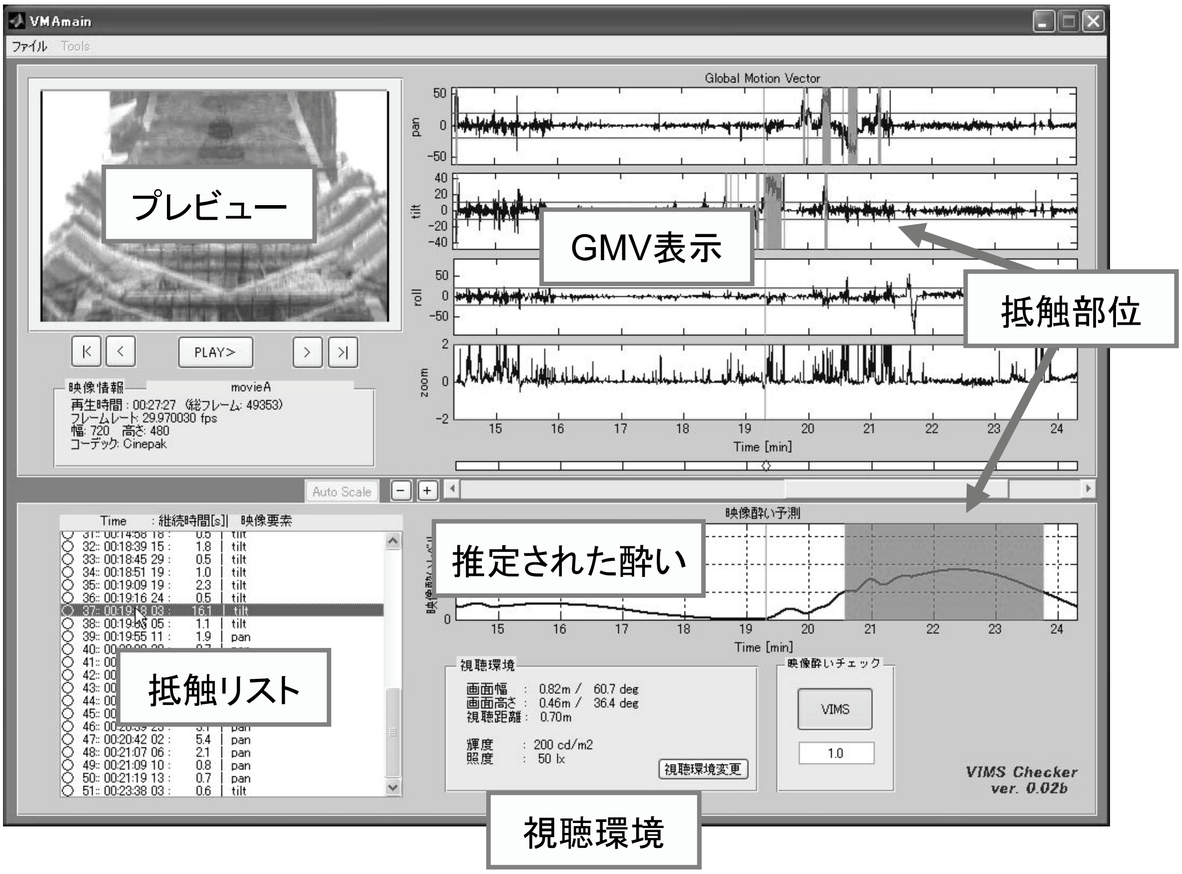


図 3-1-2-2-1 最終版「映像評価システム」のメインウィンドウ

３－１－２－３　「映像評価システム」の配布と一般利用

本スタディの成果である「映像評価システム」をCD-ROMとして一般配布可能なパッケージがほぼ完成した。前述したとおり、いくつかの課題が残っているものの、本システムを一般配布し、一般ユーザからのフィードバックを行うことで、さらに利用しやすいシステムとして改良を行うと同時に、映像酔いに関する意識向上を図る必要がある。また、本システムは後述される「映像酔い対策手法ＤＢ」と共に利用することで、抵触判定だけでなく効果的な対策手法をとることが可能になると予想される。今後は、ＤＢと合わせた利用方法の提示やシステムの統合を図ることが望まれる。

３－１－３　映像酔い評価装置としての利用

本年度開発した一般向けの映像評価システムは、映像ファイル及び視聴環境パラメータを入力することでパンとチルトに関する閾値判定とそれを視聴した際に予想される映像酔いレベルの推移の出力が可能なシステムである。本システムが想定しているコンテキストは、（１）映像の動きに対する評価、（２）映像酔いに対する評価に大別でき、さらに具体的には、

（１）映像の動きに対する評価

①　対称映像に含まれる「動き」の定量的判断

②　閾値を越えるシーンの位置と持続時間のチェック

③　望ましい視聴環境（画角）の選定

（２）映像酔いに対する評価

④　予測される酔いの推移による映像の評価

⑤　酔いの変化を考慮した視聴方法の検討

⑥　“動き”に対して対策を施した際の効果の予測

が考えられる。

映像の動きに対する評価では、閾値を越えるシーンの把握だけでなく、特に酔いに対する関連性が高いと考えられる、閾値を越えるシーンの持続時間の把握が容易に行うことが可能であり、対策手法及び対策の対称とするシーンの選定に寄与すると考えられる。

映像酔いに対する評価においては、本スタディの成果である、映像酔い推定モデルの導入によって、視聴時の映像酔いレベルの推移をある程度予測可能である。このモデルは映像のＧＭＶを入力とし、映像酔いの変化の予測値を出力とするモデルであり、対策手法を施したシーンを入力から除外することで容易に対策手法による映像酔い軽減効果が確認できる。これによってユーザに対してより効果的な対策手法の選定に対する支援が可能になっている。

今後は、残された技術的な問題の解決、及びユーザからのフィードバックを基にした更なるユーザビリティの向上が必要である。

３－２　映像酔い対策手法のＤＢ構築

技術の進歩によりどこでも映像をダウンロードし、いつでも映像を見ることができるようになり、さらに臨場感を高める方式が加わり、一人称視点の映像には手振れや被写体の移動を追跡するカメラワークがさかんに多用されている。

本スタディでは映像酔いに絡んでいる映像特性、視聴覚環境、生体特性を調べ、それぞれの場面に対して都合のよい映像酔い対策手法に関して調査した。

また、技術の発達やインターネット環境の普及により、映像制作や配信はもはや一部のプロのみが行うことではなくなってきた。先に述べた撮影装置の多様化に加えて動画公開サイト、ブログの手軽さも手伝って、映像と人間との関係は単なる視聴者だけではなく、映像の発信者にもなりうる時代となった。つまり、映像制作のプロから初心者まで、映像酔いの概念に触れ、撮影方法を工夫するなど撮影した映像の編集や加工を行い、安全な映像とは何かを考えなくてはいけない時代になったといえよう。本スタディでは、そういう背景を踏まえて映像酔いを低減する対策手法のＤＢ化を目指し、対策手法の選定と対策手法を施した映像の制作、視聴実験を実施した。

昨年度の検証実験では全面的に視距離、輝度、照度を変更した際の映像酔い防止の効果を調べてあり、視聴環境に関して映像酔いが低減されることを確認済みの方法を参考に、本年度は映像酔いが予想される区間のみで視聴環境をダイナミックに変更したことによる検証実験を行った。なお、映像酔い防止には既存の映像効果編集ソフトウエア（Premiere Pro及びAfter Effects: Abobe Systems Inc. など）を用いた。

実験から得られた心理学的生理学的結果をＤＢとしてまとめ、ＤＢとして公開するとともに、さらに広く映像酔いという概念の周知をするためのWeb型ビジュアルインタフェースを構築した。映像酔い対策手法のＤＢでは、手振れなどのあるサンプル映像に対して一般的な映像酔い対策手法を施し、その対策の成果を心理的・生理的評価で検証した結果を収録した。特に、映像視聴環境、映像効果、検証実験結果を一目で確認できるようにすることで映像酔い対策手法のねらいとその効果が理解しやすいようにした。また、映像酔いについて初心者でも学べるようなWebページを設け、映像酔いとはどのようなことなのか、何に気を付ければよいのかを理解し、映像酔いにまつわる専門用語の検索などを可能とした機能を持たせた。

３－２－１　対策手法の体系化とＤＢ化

映像制作支援システムでは、映像制作に携わるあらゆる人々に、映像酔いを生じさせやすい映像に、その発生を軽減するためにどのような対策があり得るか、また対策によってどの程度映像酔いが軽減されるかを理解してもらうことが重要である。そのために、まず対策として考えられる項目を列挙し、その上で、この中から検討すべき項目を選択する必要がある。

映像酔いは、さまざまな影響要因によってその発生の程度が影響を受ける。映像酔いを生じるきっかけとなる一次要因は、映像に含まれる視覚的な運動成分であり、映像内容全体が大局的に運動するグローバルモーションや、局所的なローカルモーション、さらには、その速度や時間周波数成分が考えられる。これはいずれも、要因分類（表示内容特性、視聴環境特性、視聴者特性）の中では、表示内容特性に類するものであり、それ以外の要因は含まれない。これに対し、二次要因としては、画面や映像の輝度、コントラスト、色、画面サイズ、視距離、周囲の明るさ、立体映像かどうか、また視聴者の年齢や性別、運動酔いへの感受性などが挙げられ、これらは要因分類として、表示内容特性、視聴環境特性、視聴者特性の３つに分布する。

（1）映像酔いに影響する主な要因

映像酔いを誘引したり増幅したりする要因のうち、映像の表示内容特性に関する要因は、大型スクリーンや頭部搭載型ディスプレイ（HMD）による映像提示、及び視覚回転ドラムなどを用いた実験が行われてきた。そして、視覚的に与えられたヨー軸、ピッチ軸、ロール軸に対する回転の影響や、そうした回転速度、振動の周波数と振幅などの影響が報告され、また、映像のナビゲーションの速さなどが報告されている。

視聴環境に関わる要因では、映像の大きさ（特に視角的大きさ）についていくつかの報告がある。また、映像を中心視で視聴したり、拡大縮小パタンの湧き出し点を中心視する場合に酔いの程度が大きくなること、また、身体の姿勢により影響を受けることが報告されている。

視聴者特性に関わる要因は、従来の動揺病で検討されてきた性別などについての報告がある。その多くは女性の方が男性よりも主観評価のスコアが大きく、酔いの程度が高いことを示している。また、人種による影響も報告されている。

（２）対策手法への応用

前節で見てきた映像酔いへのさまざまな影響要因を用いて、映像酔い対策手法ＤＢを作成することが可能である。分類された３つの影響要因のうち、視聴者特性については、対策手法への応用にはあまりなじまないが、表示内容特性と視聴環境特性を利用することができる。その基本的な考え方は、映像酔いを生じるきっかけが、映像の動きによるとすれば、この視覚的な運動についての伝達を何らかの形で、弱めることが、映像酔いを減少させることにつながると考えられる。

この点で、表示内容特性に含まれる一次要因を操作することは、映像の動き自体を弱めることである。また、表示内容特性と視聴環境特性の二次要因を操作することは、映像の動き自体ではなく、その情報伝達を間接的に弱めることである。

そこで、対策手法ＤＢにおいて利用可能な影響要因について検討を行った。基本的には、最終的に全ての要因を対策手法ＤＢに生かしていくことが望まれるが、まず本年は比較的実施が容易で効果の得られやすい対策を検討する必要がある。そこで、本年度は対策手法をまず４つの手法に絞り、このうち２つを映像中の視覚的運動自体を弱める方法、残る２つを視覚運動の伝達を弱める方法を検討する。

そこで、以下の４つを対策手法として採用することとした。

① 映像の輝度低下

② 映像のサイズ低下

③ ストップモーション

④ スタビライズ

まず、映像中の視覚的運動の伝達を弱める方法として、映像酔いの影響要因としてこれまであまり検討が行われていないが、視覚運動への影響として特性の知られている輝度低下と、これまでに影響要因としてある程度検討が行われており、効果が期待できる映像サイズを減少させる方法とを採用することとした。いずれも、映像コンテンツ自体を大きく変更することなく、既存の技術で実施可能なものである。

一方、映像中の視覚的運動自体を弱める方法としては、先に述べたストロボ運動的手法が有効であるとの報告に基づいて、いわゆるストップモーションを映像の動きの激しい部分に適用することを考えた。さらに、同様に視覚的運動自体を弱める方法として、視覚的運動自体を完全に止めるのではなく、ある程度細かい揺れを抑えるスタビライズの手法を適用する。

３－２－１－１　検証実験

試験映像は、昨年度に制作したシナリオのある映像から、ガイドライン抵触判定に利用した横浜映像 06（５分の市街セッション）と標準映像 07A（５分の遊園地セッション）に対して、防止策を施した映像を用いた。なお、これらの映像の動きベクトル推定結果は昨年度報告書を参照していただきたいが、映像編集には Premier Pro を用い、被験者への指示やイベントタイミングは信号音として映像に挿入し、最終的にＡＶＩ映像とした。

本年度の防止策を施した試験映像には、映像のサイズを縮小した映像、映像の輝度を下げた映像、カメラモーションを適度に変更（ストップモーション）した映像、手ブレを補正（スタビライズ）した映像を用意した。前２つの映像は視聴条件に関係する映像編集を行い、後 2 つは映像の動きに関係する映像編集を行った。

本年度の実験では、映像そのものに手を加え映像酔いの対策となる可能性のある試験映像を用いた点が昨年度と大きく異なる点である。また、昨年度の実験方法では視聴条件を変更するため、映像の始めから終わりまでの全視聴時間に対して輝度変化や画面サイズの影響が効いていたが、本年度は評価システムが判定した特定のシーンに対して編集を行った。実験は標準観測条件で統一して行った。本スタディの成果である映像評価システムが酔いを誘発する可能性のあるシーンを特定できるようになったため、ピンポイントで対策を講じることが可能となった。部分的に対策手法を挿入することは、より実際に即した映像編集を考慮している。

本年度の実験結果は、昨年度までの実験結果と合わせて映像酔い対策のＤＢとして蓄積して活用していくことができる。実験結果がＤＢの核となり、評価システムとビジュアルインタフェースが両翼となって映像酔い対策の全体をサポートする体制が整った。

映像酔い対策手法のＤＢを活用して個別の対策手法の効果を評価する際、例示されている検証結果には映像特性、視聴覚環境、生体特性が明記されているので、防止策の効果を予測できる。３－１－２節にあるように、映像酔い評価システムでは視聴環境の各種パラメータを入力し、映像酔いの度合いを推定できるようになった。ＤＢの蓄積は、過去の実験データを元にして映像酔いの度合いをシミュレーションできるようにした。この検証実験の実施から解析、ＤＢへの登録を一連の枠組みとして、今後さまざまな映像酔い対策の検証を行う準備ができた。

３－２－１－２　実験プロトコル

本スタディでは短期間で多数の被験者のデータを収集するため、各委託先での視聴環境と実験プロトコルを統一した。実験機器に関しては、視聴中の不快度評価を入力する心理評価レバー、生体信号の計測装置等を統一して実験を実施した。また、ディスプレイ台での照度を 50 lx とし、ＰＣの音量レベルと WinDVD の音量レベルを調整した。

27 分 30 秒の映像は、５分 30 秒までが灰色の静止画像であり、５分 30 秒からフェードインする形で実写映像が開始する。全体で 20 分の実写映像は０～10 分が市街の風景を映したセッション、10～15 分が遊園地での遊具搭乗時などのセッション、15～20 分がパン、チルト、ローテーション、ズームといった映像の要素を意図的に織り交ぜたセッションからなる。そして、25 分 30 秒にはフェードアウトする形で再度灰色の静止画像に戻り、その後２分間灰色の静止画像が続き映像は終了する。

映像視聴中に、生体信号とあわせて、４段階（０、１、２、３）の心理評価レバーで不快度を１分ごとに収集した。生体信号計測ユニット (BIOPAC MP System: BIOPAC Systems Inc. 製）を用いて、心電図、脈波と同時に、サンプリング周波数 1000 Hz、量子化ビット数 16 ビットにて収集した。映像視聴前後にシミュレータ酔いの評価に使用されるアンケートであるＳＳＱによる調査を実施した。

３－２－１－２－１　被験者の構成とグループわけ

実験結果の評価を進める上で、ＳＳＱ（Simulator Sickness Questionnaire　以下、ＳＳＱという）のスコアに基準を設けて被験者を「映像酔いのグループ」と「映像酔いのないグループ」とにわけて実験した。

本年度の実験に参加したのべの被験者は 163 名である。なお、生理的評価では自律神経系評価指標の推定に用いた生体信号がうまく計測できていない場合があり、若干、被験者数が異なることに注意して頂きたい。

３－２－１－３　心理的計測

映像視聴に伴う生体影響計測のうち心理的計測として、映像視聴直前と直後に１回ずつ実施するＳＳＱと、映像視聴中１分ごとに実施する４段階の不快度主観評価との２種類の方法を用いた。本節では、これら心理的計測値が、対策手法ごとにどのような値として推移するかを検討した。

３－２－１－３－１　心理学的計測手法

映像視聴の前後で実施したＳＳＱは、16 の主観評価項目を４段階の選択肢で回答するもので、この評価値に重み付け加算したものを総合評価値（Total Score、以下ＴＳ）として、値の大小により酔いの程度を表現する。なお、16 の主観評価項目から３種類の成分として、”Oculomotor”、”Disorientation”、”Nausea”に分類され、この値の大小により、どのような影響が生体に与えられたかを検討する材料とする。また、実験において、映像視聴中１分ごとに実施した不快度評価は、ＳＳＱの第１項目である不快度についてのアンケート項目と同一である。応答のタイミングは、ヘッドホンを通して電子音による合図で与えられ、１分ごとに主観応答レバー用いて回答された。

実験映像Ｃ、Ｄ、Ｅ、Ｆ、Ｇは、3-2-1-2 節で既に述べられたとおりである。

３－２－１－３－２　ＳＳＱの計測結果

５種類の実験映像に対して実施したＳＳＱの映像視聴前と視聴後とにおけるＴＳの平均値を求めたところ、視聴前には、ＴＳは 5 以下で十分に低いこと、ただし、視聴前にやや値の高い場合には、視聴後にもやや高めの傾向を示すことがわかった。

そこで、実験映像ごとにＳＳＱ　ＴＳの視聴前後での差分の平均値を求めたところ、映像Ｃと映像Ｄは、視聴した映像の内容の順番が異なるだけで、同一の内容で校正される映像を視聴しているにもかかわらず、映像Ｃの方が映像Ｄよりも低いスコアとなった。これは、映像Ｄでは、後半に酔いを生じやすいオリジナルの映像が提示されるため、これが視聴後のＳＳＱスコアに影響を及ぼしたと見られる。

そこで、オリジナル映像が後半に現れる映像Ｄ、Ｅ、Ｆ、Ｇのスコアについて解析したところ、ＴＳスコアの最も高かった映像Ｅは、ΔＤ（Disorientation）が相対的に高く、一方、ＴＳスコアの低かった映像Ｆは、ΔＤ（Disorientation）が相対的に高く、ΔＮ（Nausea）が、相対的に高い値となった。

３－２－１－３－３　１分ごとの不快度評価の計測結果

映像視聴中の１分ごとの不快度評価の頻度分布から、全被験者の半分近くは、スコアの上昇が全く見られなかったが、しかし２回の映像表示区間において、それぞれ、一時的なスコアの上昇が見られた。さらに、スコアの平均値の時間推移から、映像の後半になるほどスコアが上昇する映像酔いの蓄積的効果が見られた。

本実験で用いた４種類の対策手法がどの程度効果を示したかを検討するために、映像表示区間それぞれにおいて、スコアの平均値を求めたものを、映像ＣとＤについて検討したところ、前半部に対して後半部での上昇が見られるが、この上昇分には、上述のとおり、映像酔いの蓄積的効果が含まれているため、基本的には、次の式で考えることができる。

（後半での上昇分）＝（後半部の酔い効果）－（前半部での酔い効果）＋（蓄積的効果）

従って、映像ＣとＤの後半での上昇分は以下のとおりとなり、

（映像Ｃでの上昇分）＝（対策映像の酔い効果）－（オリジナル映像での酔い効果）＋（蓄積的効果）
（映像Ｄでの上昇分）＝（オリジナル映像の酔い効果）－（対策映像での酔い効果）＋（蓄積的効果）

仮に蓄積的効果が同じであったとすると、

（Ｄ－Ｃの上昇分差分）＝（（オリジナル映像での酔い効果）－（対策映像の酔い効果））×２

となる。これらを考慮した上で、映像ＣとＤとの結果の比較から輝度低下による対策の効果が認められた。

対策手法の効果は、不快度評価値の前半部平均値に対する後半部平均値の比率を求めることで示した。効果がゼロとなるのは、上述の考え方に従えば、映像Ｃと映像Ｄによる比率の値の中間付近であり、それより大きい値では効果があり、小さい値では効果がないことを示す。この結果、映像Ｄ、Ｅ、Ｆ、Ｇともに、程度の差はあるが、いずれも対策手法の効果が認められた。

３－２－１－３－４　まとめ

映像酔い対策手法の効果がどの程度あるかを、心理学的計測手法として、ＳＳＱと1分ごとの不快度評価の観点から検討した。その結果、映像の輝度低下、サイズ縮小、ストップ・モーション、スタビライズのいずれにおいても、対策の効果が示された。

３－２－１－４　生理的計測１

心電図、呼吸波形、血圧脈波の変動から、昨年度と同様に生理的指標を推定した。さらに、視聴前後にシミュレータ酔いの評価に使用されるＳＳＱ調査を実施した。ＳＳＱは不快感の種類であるＮ（Nausea、嘔吐感)、Ｏ（Oculomotor、眼球関連症状)、Ｄ（Disorientation、失見当）からなる 16 項目で構成されており、被験者には０～３の４段階で評価してもらった。また、映像視聴中１分ごとで心理評価レバーも０～３の 4 段階で評価してもらった。

心拍変動や血圧変動の周波数パワースペクトルには特徴的な 2 つの振動成分（高周波数（ＨＦ： 0.15～0.45 Hz）成分と低周波数（ＬＦ:0.04～0.15 Hz）成分）がある。ＨＦ成分は副交感神経活動を反映し、ＬＦ成分は副交感神経活動と交換神経活動の両者を反映するといわれており、映像酔いに対する変化を求めた。その中で映像により何らかの影響を受けた区間を特定し、そのきっかけの時刻を求めた。この中で不快感と関連があると考えられる生理的指標の組み合わせを特定した。そのきっかけの時刻の平均個数を求め各実験による映像酔いへの影響を調べた。

３－２－１－４－１　　実験結果と考察

実験結果において、 ＳＳＱのうち嘔吐感（Nausea）のみを対象として、視聴前後の値の差が 25 より大きい場合を「映像酔いのグループ」、25 以下を「映像酔いのないグループ」とし２群にわけた。その上で、生理的指標である生体影響区間（Some Sensation Section、以下、ＳＳＳという）に対するきっかけの時刻と２つの被験者群ごとの LF／HF、及び心理的指標である心理評価レバーの平均値（不快度評価値）の時間分布を比較した。ここで、被験者ごとにＬＦ／ＨＦをオーバーラップなしの１分ごとに求め、「映像酔いのグループ」と「映像酔いのないグループ」ごとに被験者間で平均した。同様に、被験者ごとにきっかけの時刻の発生数を１分ごとに求め、グループごとに被験者間で平均した。また、不快度評価値は被験者ごとに１分ごとの値があるので、グループごとに被験者間で平均した。その結果、全実験においてきっかけの時刻は視聴時間の経過に伴い増加傾向が見られた。

輝度低下映像実験では、輝度低下による映像酔いへの影響に加えて、映像提示の順

序変更による映像酔いへの影響も調べた。そのため、前半部に輝度低下した映像と後半部に輝度低下した映像の二つで実験を行った。

まず、前半部にオリジナル映像、後半部に輝度低下した映像について、ここでの解析可能なデータは、映像酔いのグループでの被験者数７名、映像酔いのないグループでの被験者数 15 名であった。次に、前半部が輝度低下した映像、後半部がオリジナル映像について、ここでの解析可能なデータは、映像酔いのグループでの被験者数５名、映像酔いのないグループでの被験者数 15 名であった。後半部に輝度を低下した映像では、きっかけの時刻は減少しなかった。一方、前半部に輝度を低下した映像では、輝度を低下した区間においてきっかけの時刻は減少した。しかし、その他の区間では、きっかけの時刻が増加した。このため対策を施していない場合と比較すると平均個数の差は見られなかった。

次に、画角縮小映像実験について、解析可能なデータは、映像酔いのグループでの被験者数８名、映像酔いのないグループでの被験者数 12 名であった。この映像は、前半部が画角縮小映像、後半部がオリジナル映像である。提示順を変更した実験を行っていないため、対策を施した区間は輝度低下映像実験のオリジナル前半部を基準として比較を行った。画角縮小した映像は、今回実施した実験の中で最も映像酔いを示した被験者が多く、画角を縮小したことによるきっかけ時刻の減少は見られなかった。

さらに、ストップモーション映像実験について、解析可能なデータは、映像酔いのグループでの被験者数５名、映像酔いのないグループでの被験者数 15 名であった。これは全実験の中で最も映像酔いの割合が低かった。また実験全体で見た場合、きっかけの時刻は最も少なかった。きっかけの時刻は、対策を施した前半部ではオリジナル映像との差が見られなかった。しかし後半部でのきっかけの時刻の平均個数は、他の実験に比べ３割程度減少していた。このため、実験全体で見た場合、きっかけの時刻は最も少なかった。

最後に、スタビライズ映像実験について、解析可能なデータは、映像酔いのグループでの被験者数７名、映像酔いのないグループでの被験者数 12 名であった。その結果、対策を施した区間でのきっかけの時刻が減少し、また、グループ間の変動も類似していた。前半部のみで比較を行った場合、今回実施した実験の中で最もきっかけの時刻が低い値を示し、オリジナル映像と比較すると２割程度減少していた。

３－２－１－５　生理的計測２
主観的評価値と生理的評価値による映像酔い低減法の評価

３－２－１－５－１　目的

本スタディでは、映像酔い低減法を評価する方法として、Mayer波帯域における脈波伝播時間変動と心拍数変動との間の相互相関係数の最大値である $\rho_{\max}$ を使った。また、この指標に加えて、動揺病に関係するといわれている胃電図も同時に計測し、その大きさによって、映像酔い低減法（輝度調整法、画角縮小法、ストップモーション法、スタビライズ法）の有効性を評価した。

３－２－１－５－２　方　法

生理的データ及び主観評価用のデータとして次の項目を計測した。

（１）心電図

（２）指尖脈波（左手人差し指；光電式脈波センサ）

（３）胃電図

（４）主観評価値（右手レバー操作；１分ごとに０、１、２、３の４段階）

実験のプロトコルは、オリジナル映像提示の次に輝度調整法を行うものをプロトコルＣ（16人）、輝度調整法の次にオリジナル映像を提示するものをプロトコルＤ（22人）、画角縮小法をプロトコルＥ（16人）、ストップモーション法をプロトコルＦ（18人）、スタビライズ法をプロトコルＧ（18人）とした。

胃電図の周波数と振幅は胃運動の評価項目とされており、胃電図の振幅の上昇が胃の収縮性の増大と関連が認められている。動揺病に伴う嘔気の発症に先立ち、胃電図の波形が正常な3cycle/mins（0.05Hz）から異常波形である4～9cycle/min　（0.07～0.15 Hz）に変化するといわれているので、本スタディでは胃電図信号を0.07～0.15 Hzまでを帯域幅とする帯域通過フィルタに通し、その振幅値の時間的推移を求めた。

３－２－１－５－３　結果及び考察

図3-2-1-5-3-1は、ρ_{max} の時間的推移を各映像酔い低減法ごとに示したものである。第１回目の低減法適用後の500秒～600秒において、オリジナル（低減法なし）の ρ_{max} だけが他の低減法と比べて低い傾向にある。これは客観的な生理指標においても各低減法に効果があることを示唆している。

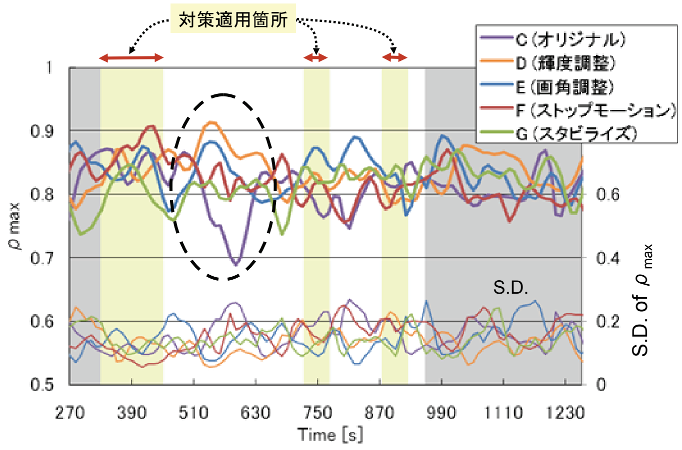


図3-2-1-5-3-1 脈波伝播時間と心拍数の間の ρ_{max} の時間的推移

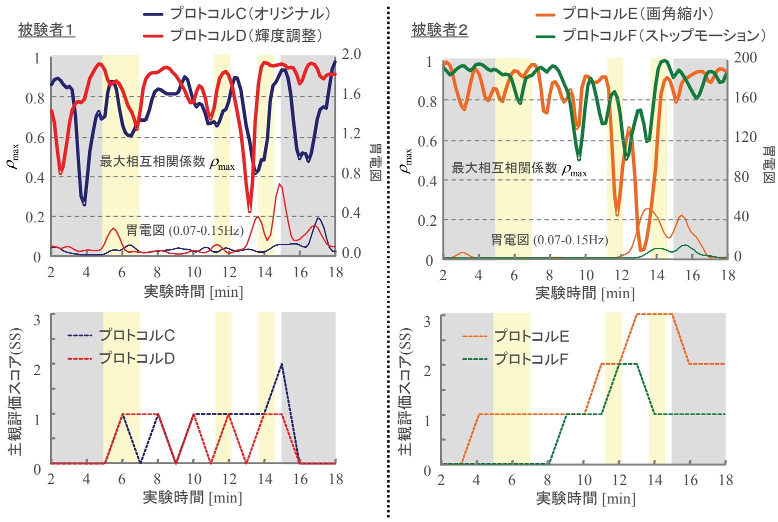


図3-2-1-5-3-2 ある２名の被験者の生理的指標 ρ_{max} 、
胃電図の0.07～0.15 Hzまでの成分及び主観的評価値SSの時間的推移

図3-2-1-5-3-2は、ある２名の被験者について、生理的指標ρ_{max}、胃電図の0.07～0.15 Hzまでの成分、及び主観的評価値SSの時間的推移を示したものである。ρ_{max}が小さくＳＳが大きいところで胃電図成分が増大していることがわかる。この結果は、ＳＳ及びρ_{max}の時間的変化と同様に、客観的な生理的指標である胃電図成分の時間的変化とが互いに関係するものであることを示唆するものであり、今後、映像酔い及びその低減法の評価には胃電図成分の解析を同時に行うべきであることを示している。

３－２－１－５－４　結　論

主観的評価値と生理的評価値に基づいて、映像酔い低減法（スタビライズ法、ストップモーション法、画角縮小法、輝度調整法）の有効性を評価した。実験では、被験者に対して上記低減法による映像とオリジナル映像を提示した。試行中、主観的評価値としてレバー押しによる不快度ＳＳを記録した。

生理的データが有効である被験者を対象として、生理的評価値として脈波伝播時間と心拍数の間のρ_{max}及び胃電図成分を求めた。その結果、オリジナルではρ_{max}が減少した時点でも、対策を施した場合にはρ_{max}が減少しないところがあった。また、ストップモーション法とスタビライズ法ではＳＳが低い傾向があった。また、ρ_{max}とＳＳの時間的変化と胃電図成分の時間的変化が関係することも明らかとなった。これら結果から、映像酔いを低減するには画像の揺れを自然に止めることが有効であることが示唆された。

３－２－２　ＤＢ化された対策手法のビジュアルインタフェースの構築

本年度開発した映像評価システムを用いてさまざまな映像の評価を行った結果は、映像酔いを未然に防ぎ安全な映像社会を実現するための重要な資料となる。本年度は、映像評価システムと共に、それから得られる情報を管理し有効的に活用できる映像酔い対策手法ＤＢビジュアルインタフェースを構築した。これは映像酔い評価システムが算出する結果はもとより、その評価結果を受けて講じた映像酔いを防止・軽減する対策手法の検証実験結果、映像視聴実験と心理生理機能計測の概要、参考文献など映像酔いに関連する多方面の情報を蓄積することができるＤＢである。

本システムはインターネット環境で広く閲覧できるＤＢとして構築し初心者から映像制作のプロまで、幅広い層に、映像酔いに関する情報を提供することを目指して開発した。特に、Web 型ＤＢの特徴を活かし、サンプル映像によるわかりやすい解説や関連用語の検索、他情報とのリンク機能など、学術的にも一般向けにも対応できるＤＢである。

３－２－２－１　ビジュアルインタフェースの特徴

まず、「映像酔い」という現象を広く周知することが重要であるために、映像の専門家にも一般初心者にもわかりやすく、必要な時に常に参照できるソース、また映像酔いについて一から学ぶことできるソースが必要である。本ビジュアルインタフェースは、これらを勘案しメニュー画面を２系統に分けプロフェッショナルモードとベーシックモードを用意した。

本スタディの特徴は、

（１）映像の動きを定量的に解析・評価して映像酔いを推定

（２）映像視聴実験を行い、生理学的、心理学的データに基づいて映像を評価

（３）映像酔い対策手法の検証実験を実施

これら３項目を中心に、本ビジュアルインタフェースでは Web ページを分けてそれぞれ解説した。

３－２－２－２　映像の定量解析

ＧＭＶを理解することは、学術的な意味でまた映像制作における技術的な面でも有益であるので解説 Web ページを用意した。ＧＭＶは、映像全体の動きを表す数値であり、動きの方向にそれぞれ数値が存在する。評価システムでは、パン、チルト、ロール、ズームの４成分を映像から算出する。ＧＭＶと実際の映像の動きとの関係がわかるように映像サンプルを用意した。

３－２－２－３　生理・心理実験の実施

本スタディで実施した映像視聴実験は、述べ 200 人を超える被験者の協力によって成り立った。この貴重なデータは映像酔いを議論するうえで重要である。映像評価システムはこれらのデータを基に評価値を決定している。また実験は今後も実施することが可能でありデータを蓄積し評価システムの精度向上にも役立てられる。本ビジュアルインタフェースでは、映像視聴実験の概要と実験結果を解説した。また実験に使用した機材や実験環境・条件は余すところなく掲載した。

３－２－２－４　対策手法のＤＢ

先に述べられた本年度実施の実験結果は、映像酔い防止の対策を施した映像を用いた実験から得られたものである。本節では本スタディにおいて実際に実験で行った対策手法に関して映像と実験結果を公開して情報を提供した。対策手法は、映像に含まれる酔いを誘発する要因が低減すればどのような方法でもよい。しかし、同時に映像に含まれる表現意図はできるだけ温存し制作者の表現そのものを損なわないようにしたいという要求がある。ＤＢの目指すべきところはその両者の要望を満たす方法を探ることである。各対策手法を紹介するページでは、オリジナル映像と対策手法を施した映像を同じ画面で再生して、その違いを確認できるサンプル動画を収録した。映像の動きの感じ方の違いや、見た目の印象の違いなどを見て確認することができる。また、映像ライブラリでは、他の対策手法との違いを確認できるように動画サンプルをまとめ、各種手法間での違いを直感的につかむことができるようにした。

３－２－２－５　映像酔いに関する資料

一般ユーザへの「映像酔い」の周知、それと同時にプロの制作者や研究者が活用できる専門的な映像酔いＤＢも必要である。幅広い層の方が映像酔いについて考えるにあたり、映像酔いに関連する専門用語をまとめた用語集を Web ページに設けた。内容は、映像酔いの解説から映像そのものの技術的な用語、医学・生理学的な解説と多岐に渡る。Web サイトの特徴を活かしリンク機能を充実させてサイト内での用語参照を可能とした。この他にも、映像酔いに関連する参考文献を紹介した Web ページも用意した。映像制作のプロ以外の人にでも手軽に使える映像編集ソフトウェアも紹介した。

３－２－２－６　まとめ

本スタディで構築したビジュアルインタフェースは、映像酔いの周知から映像解析まで、さらに、映像視聴実験の概要と結果、映像酔い対策手法の概要を確認できる Web 型ＤＢである。それぞれのサイトでは、使用した映像のコンセプトと実験データ、対策手法映像では加工の前後の映像を視覚的に体感することができ、実際の映像を見ながら映像の揺れ具合とそれに対する映像処理の様子が簡便に確認できる。

また、本ビジュアルインタフェースは、実験から得られた生体情報の結果に加え、実験に使用した映像の使用ソフトウェアの紹介、映像酔いに関連する用語集と資料集が機能的にまとめられている。映像側からも医学生理学側からも有益な情報源であると同時に、プロから初心者まで幅広く利用可能なＤＢである。

３－２－３　対策手法ＤＢ参照効果の検証

３－２－３－１　対策手法の検証１

本スタディでは本年度の映像視聴実験において、映像酔いの低減をねらった対策手法を施した映像を使用した。これは本スタディにおいて、2006 年度に制作したオリジナル映像をもとに、３年間の研究、実験結果の蓄積に基づき制作した。まずオリジナル映像を映像評価システムで評価し、ＧＭＶが閾値を越える、すなわち映像の揺れが大き過ぎるシーンを特定した。特定したいわゆる「対策必要シーン」に対して、映像編集・加工をして映像酔いの低減を試みた。つまり、対策映像は映像全体を一様に加工した訳ではなく、揺れの評価によって「危険」と判定された部分のみを加工しているので、もともとの映像からの変更点を極力減らすように努めている。これは、本スタディの成果が広く一般に利用されるようになった際､映像の安全を考えると同時に､映像制作者の表現の自由を確保するというもう一つの目的にも配慮している。

本年度検証した対策手法は、以下に挙げる４つである。

（１）輝度調整

（２）画角調整

（３）ストップモーション

（４）スタビライズ

対策手法が狙う映像への加工の主たる目的は、基準値を超えた映像の揺れによる生体への影響を低減することである｡つまり､わかりやすくいえば映像の動きを抑える､目立たなくするというのが目的となる。

本年度検証した４つの方法は、大きく２つの戦略に分けることができる。一つは映像の動き要素はそのままで視聴環境に関連する条件を操作したものであり､（１）と（２）がそれにあたる。もう一つは動き要素そのものに手を加えるものであり、（３）と（４）がそれにあたる。映像の視聴環境とは、映像を見るときのテレビなどの機材の状態や視聴する部屋の状態のことをいう。

視聴環境の調整は、本来映像そのものの調整とは独立しているが、本スタディの対策手法（１）、（２）は映像側を調整することで擬似的に視聴環境を調整することの意義を検証した。映像の動き要素を調整する（３）、（４）は、映像の動き自体に手を加

えるため、対策区間の印象はオリジナル映像とは大きく異なる。

３－２－３－１－１　対策手法の適材適所

対策手法の映像は映像酔いを低減するという目的は果たせても、それ以外に考慮すべき要素がある。映像酔いは映像制作のプロから初心者まで、広い範囲で起こりうる現象であるが、その映像が表現する内容や映像の意図を考えて適切な対策手法を選択することが重要だと考える。

映像に問題となる動きが含まれる場合でも、映像制作の立場、映像に持たせる表現、映像のジャンルの違いなどで使用に適した対策手法が異なる。本スタディの対策手法は、主に素人が市販の映像編集ソフトでできる対策を取り上げ検証した。最もベーシックな対策手法を検証することで今後の応用的な映像酔い研究につながるということと、新たな対策手法の構築につながると期待している。本スタディを基点として、プロから初心者まで幅広く安全な映像を考える機会が増え、新しい安全な映像を制作する手法が議論され普及すれば幸いである。

３－２－３－１－２　まとめ

本スタディで試みた映像酔いの対策手法は、素人が市販のソフトウェアで実現できる最低限の機能を基に施している。今回は４つの対策手法の効果を検証した。動き要素そのものに手を加えるもの、動き要素はそのままで視聴環境に関連する条件を操作したものに関して実験を行い検証した。どれも映像酔いを低減する可能性が示されたが、それぞれ映像加工による映像表現の変更や印象の変化を伴うため、適材適所の対策手法をユーザが選択し使用することが必要である。

なお、本スタディは、対策手法の基本骨格に関して実験を行いその一例を示したに過ぎない。今後、本スタディをもとに映像酔い対策の研究開発が行われ、種々の方法が議論されることが望ましい。

３－２－３－２　対策手法の検証２

映像制作支援システムは、映像制作に携わるあらゆる人々に、映像の動きによる映像酔いへの影響を理解してもらうことと、またそうした映像に対策を施した時の映像酔いの軽減の程度を理解してもらうことを、その主な目的として挙げられる。従って、分かりやすいシステムである必要があり、そのために本スタディでは、実際に映像に携わる人々に試用してもらい、コメントをもらいシステムの改良を行った。

３－２－３－２－１　映像酔い評価に関する試用アンケートの内容

映像酔い評価に関わる部分のシステムについて、2008 年 12 月 1 日～12 日の期間に、試用アンケートを実施した。この中では、主に５つの項目を尋ねている。このアンケートでは、システムの使いやすさやマニアルの理解のしやすさを向上させるためのものである。この試用アンケートに対する結果を、以下に整理する。

３－２－３－２－２　ユーザインタフェース

システムを利用する上で、実施したい項目をいかに速やかに適切に実施できるかは、ユーザインタフェースのわかりやすさにかかっている。本システムの製作にあたっては、その点に十分に配慮した。実際に、質問項目６つに対して、使いやすい、見やすい、分かりやすいなどの回答が多かった。ただし、この他にもより具体的に、以下に掲げるように、さまざまなコメントが寄せられており、システムの改良にあたり、十分に配慮すべき内容となっている。

（1）ボタン

- ボタンのサイズの拡大
- 操作の流れ上、不要な操作の排除
- 映像の操作上、必要な機能（開始点、終了点への移動など）

（２）GMVのグラフ

- グラフを見る上で関連するボタン操作の意味の不明瞭さの指摘
- グラフの補助線が濃く太いので、グラフの見やすさを損ねているとの指摘

（３）警告位置リスト

- 記述内容の文字の大きさの改善を求めるもの
- 表示内容の単位の記述を求めるもの

（４）使われている言葉

- 表記内容について日本語表記の必要性
- グラフのタイトルの表示の必要性

- 省略語や記号の意味が不明瞭であるとの指摘

（５）映像酔い評価値グラフ

- ＧＭＶ推定グラフとの関連づけの必要性
- グラフの軸の説明

（６）解析に要する時間

- 「普通(58%)」とする回答が、「速い(17%)」や「遅い(17%)」を上まわった。

３－２－３－２－３　マニアル

システムを利用する上で、必要に応じてマニアルを利用して、操作内容や操作方法を理解する必要がある。その点で、マニアルにはわかりやすさが求められる。本システムで用意したマニアルについて、使われている言葉については、わかりやすいが、内容についてはわかりにくいかどちらでもないとする回答が多かった。

（１）内　容

- パソコンに精通していない人にも配慮した分かりやすい内容
- 入力可能なファイルの定義やビデオファイルのコーデックの説明の必要性

（２）使われている言葉

- 用語が専門的で意味がわかりにくいとするものが多かった

３－２－３－２－４　システム評価の結果

システム評価結果については、ＧＭＶ推定結果と映像酔い評価結果ともに、「妥当である」または「まあまあ妥当である」が50%に達している。ただし、映像の運動が増加した場合に、推定精度が低下するとするコメントがあった。

３－２－３－２－５　映像酔い評価に関する試用アンケートのまとめ

アンケートは全般的に好印象の評価を得ることができた。ただし、一部には、言葉の表現や、表示内容の修正が必要であった。この他、推定値の精度に関するコメントがあり、ＧＭＶの探索範囲拡大で対応可能である。

３－３　映像酔いガイドラインの策定について

～ガイドライン基準値の考え方と策定方法～

我々は情報化社会の中で、利便性の高い生活を享受している。映像を利用した広範な情報伝搬は 1930 年代からのテレビジョン放送に始まり、インターネットの普及によって現在の形となった。情報インフラも整備され、ブロードバンド通信や Web2.0 は当たり前となり、u-Japan 政策によりユビキタス情報社会が目指されている。情報社会の進展に応じ、映像の生体影響に対する新しいリスク軽減策が用意されねばならない。

日本で本格的なカラーテレビ放送が始まったのは 1960 年であるが、テレビの普及とともに、子供の近視や眼精疲労が社会問題化した。これより遅れて産業界でもＯＡ機器が普及し、テレビモニタの長時間使用に伴う眼精疲労、肩凝り、ストレス症状などがＶＤＴ症候群として社会問題化した。これらの健康リスクは 1990 年代までに種々のガイドラインが制定され、改善が図られた。

これらの健康リスクに対する長期的対策の必要性は広く認知されるようになり、総合的対策の立案と、対策に対するきめ細かい社会的合意形成が求められる。この努力の一つとして、ＩＳＯの第 159 技術管理協議会第４小委員会（ＳＣ４）の中にスタディグループが作られ、検討が進んでいる。本スタディの中で、映像関係者、消費者などステークホルダーに対するヒアリング、情報提供を行った。

ガイドラインには、その基礎となる概念があり、その文脈性に則った解釈がなされるべきである。ガイドラインは通常は、健康に対するリスク要因を分析して簡潔に述べる文章と、そのリスクが生起される条件を規定する数値とからなる。これらの文章についても、数値についても客観的な根拠データが必要である。「科学的」な根拠データはもっとも「客観的」と考えられるが、その信頼性を示す必要があろう。これに関連して、本スタディでは科学的根拠データの集積に努め、その結果は多くの論文として、国際的学術雑誌に掲載された。また、ガイドラインとの適合性を判断する評価装置を検討し、後述するように、高速プロトタイプを開発した。

ガイドラインの解釈上の疑義を避けるため、質的な判断のみでなく、量的な判断が可能なように、各々のリスク要因に対してリスク領域が数値的に規定される必要がある。数値データは、ＶＤＴ症候群ガイドラインやＩＴＣガイドラインのようにガイドライン本文に含まれる場合が多いが、ＩＴＵ国際勧告のように、数値データは付属文書にまと

められる場合もある。

基準値を定めるためには、信頼性のある方法に依らねばならず、通常は科学的な実験結果によらなければならない。信頼性の判断は難しいが、国際的に確立された学術雑誌に、２人以上のレフェリーに認められて掲載されることは最低限必要であろう。ガイドラインの結果は、社会的に大きな利害関係の偏りを生む危険を孕んでおり、社会的合意を得るためには、ガイドラインを決める側の恣意性が排除される必要がある。トップダウンの「説得」によって社会的合意を得ることは困難であり、データ等の根拠を明らかにし、真摯なコミュニケーションをステークホルダーと持つことが不可欠である。なお、医学・生物学に属するデータの場合は、普通は境界領域に幅があることに注意する必要がある。

ガイドラインに適合しているかどうかを判定することは必ずしも容易ではないので、適合性を判定する評価装置が開発されることが望ましい。本スタディの中で、動画が映像酔いの共通の要因であることに着目し、動きベクトルを基礎として評価装置を開発した。この評価装置はステークホルダーに試用を依頼し、評価結果に基づいて改良を図った。

映像作品は従来でも文化経済活動により国境を越えて運ばれてきたが、現代では、グローバル化の波に乗り、インターネットを介して瞬時に世界中に伝搬される傾向が強い。従って、もはや国内のみに適用されるガイドラインや自主規制では、リスクの軽減は困難であり、国際標準の制定が不可欠となった。現在、ＩＳＯにスタディグループ（ＳＧ）が設置され、正式な国際標準提案へ向けた報告書の策定が進められていることは本報告書に氏家が報告している。国際標準制定に至る過程は幾つかあるが、いずれにしても、これらの素案を作成する過程でステークホルダーとのコミュニケーションが図られる必要がある。ガイドラインの到達目標、含まれるべき概念、記述内容、数値データの扱い、評価装置の妥当性等について十分な討議が必要であろう。

３－４　国際標準化の動向

映像酔いを含む映像の生体安全性に関する国際標準化の議論が、ＩＳＯにて進められている。映像の生体安全性に関するスタディグループ（ISO/TC 159/SC 4/SG）は、2009 年 5 月にその活動を終了し、TC 159/SC 4 に報告書を提出する予定である。本節では、スタディグループの活動を中心に、映像の生体安全性に関する国際標準化動向について報告する。

３－４－１　映像の生体安全性の国際標準化の背景と意義

映像メディア産業は、日本の有力な産業の一つであり、映像技術の革新的な進展により、さまざまな映像制作技術が開発され、映像を楽しみ、また有効に利用する可能性が開けてきた。ただし条件によっては、時として視聴者に、光感受性発作、映像酔い、立体映像による視覚疲労など、映像による生体への好ましくない影響を与える可能性がある。従って、映像に関与する多くの人々が、映像の生体影響についての十分な知識が得られるような環境を整備するとともに、ガイドラインの国際規格化により、多くの人々がこれを利用できる環境を整えていくことが重要である。

３－４－２　映像の生体安全性の国際標準化に関する昨年度までの経緯

映像の生体安全性に関するＩＳＯでの国際標準化の活動は、2004 年 12 月に、日本の主催によるＩＳＯ国際ワークショップの開催に始まる。この国際ワークショップ合意文書（IWA3:2005）を承けて、国際照明委員会（ＣＩＥ）に、技術委員会 TC1-67 が、また ISO/TC 159/SC 4/SG（スタディグループ）が設置された。昨年度までに開催された CIE/TC1-67 と ISO におけるスタディグループの会合は表 3-4-2-1 に示すとおりである。

３－４－３　国際標準化に関する今年度の動向

映像の生体安全性に関する国際標準化活動について、2008 年度の主な動きは、以下

のとおりである。

表 3-4-2-1 2007 年度までの国際標準化に関する会合の開催状況

国際標準化グループ	開催回	日　程	開催場所	参加者	審議内容
CIE/TC1-67	第1回	2006年5月	カナダ/NRC	5名(日本2名、カナダ、フランス、ハンガリー各1名)	・問題の背景確認 ・活動方針の確認 ・スケジュールの確認
スタディーグループ ISO/TC 159/SC 4/SG	第1回	2006年10月	ドイツ/DIN	6名(日本3名、英国1名、オランダ1名、ドイツ1名)	・問題の背景確認 ・活動方針の確認 ・スケジュールの確認
CIE/TC1-67	第2回	2006年10月	フランス/NHM	6名(日本2名、イギリス2名、オランダ、香港各1名)	・光感受性発作の知見に関する議論 ・技術報告書目次案の議論 ・関連活動(学会開催)の決定
スタディーグループ 及びCIE./TC1-67	非公式	2007年3月	英国/UofE	4名(日本2名、英国2名)	・光感受性発作の知見に関する議論 ・技術報告書案についての討論
スタディーグループ ISO/TC 159/SC 4/SG	第2回	2007年5月	米国/ロングビーチ	5名(日本4名、オランダ1名)	・報告書目次案の検討 ・既存ガイドラインの科学的根拠の議論 ・最新の科学的知見に関する議論
スタディーグループ ISO/TC 159/SC 4/SG	第3回	2007年11月	ドイツ/BAM	7名(日本4名、オランダ、フィンランド、ドイツ各1名)	・報告書第1次案についての内容議論 ・科学的知見に関する不明点のリストアップ
CIE/TC1-67	第3回	2007年12月	香港/HKUST	12名(日本7名、英国3名、オランダ、香港各1名)	・光感受性発作に関する技術報告書の議論 ・映像酔いに関する最新の科学的知見についての議論

（1）2008 年 5 月 17 日に、米国・ロサンゼルスにて、スタディグループの第４回会合が開催された。また、同 18～19 日に、ISO/TC 159/SC 4/WG 2 が開催され、その中で、スタディグループの動向が報告された。

（2）2008 年 5 月 30～31 日に、北海道・千歳市にて、ISO/TC 159/SC 4 会合が開催され、スタディグループの活動報告と、活動機関延長の決定がなされた。

（3）2008 年 10 月 26 日に、東京・お台場にて、スタディグループの第５回会合が開催された。また、同 27～28 日に ISO/TC 159/SC 4/WG 2 が開催され、その中で、スタディグループの動向を報告した。

３－４－４　国際標準化に関する今後の展開

今後、国際標準化についての主な動きと予定は、以下のとおり。

（1）2009 年 2 月 24～25 日に、英国・コルチェスタにて、スタディグループの第６回会合を開催した。この会合では、英国の Harding 教授、Wilkins 教授と光感受性発作に関する国際標準化についての調整を行った。

（2）2009 年 5 月 29 日に、米国・サンアントニオにて、スタディグループの第 7 回（最終）会合を開催する。また、同 30～31 日に ISO/TC 159/SC 4/WG 2 が開催され、その中で、スタディグループの状況を報告する予定である。

（3）2009 年 8 月に、北京にて、スタディグループの親委員会である ISO/TC 159/SC 4 が開催予定である。この会合にて、スタディグループの報告書を提出し、日本から映像の生体安全性に関する国際標準化提案を行う予定である。

４．スタディの今後の課題と展開

昨今、映像酔いの原因となり得る臨場感映像を家庭やモバイル環境で視聴する機会が増えたことから、映像酔いに対する課題意識は、ここにきて大きく高まり、関連業界に映像酔い防止策に対する積極的な協力者が増えつつある。安心安全な社会の実現が国の政策として掲げられるなか、表現の自由を最大限配慮した上で、医学的に根拠のある健康被害については適切な防止策を講じるべきであるという考え方が次第に浸透しつつある。

また、臨場感映像をベースとした先進的な商品開発を進めている企業の研究開発者からも、今後の新しい事業展開を考える上で映像の人体への影響に関する知見は必要不可欠であるとの意見が寄せられている。それは、迫力のある映像を追求すれば、映像の生体影響というネガティブな作用が見えてくることもあるが、さらに、映像が人体に与えるプラスの効果、すなわち映像の効用と効能を追求する上で、本スタディの映像酔いに対する戦略的な取り組み手法、計測手法、研究成果が重要な基礎になるという考え方である。

特に最近は、米国ハリウッドが立体映画の普及を戦略的に進める方針であることや、３次元映像が我が国の重要技術の一つに挙げられていることから、新しい映像メディア、特に高臨場感映像や立体映像の人体への効能・効用、人体への影響、すなわちポジティブ、ネガティブな知見と研究手法に対する関心が各方面から高まっているところである。

このような新しいメディアの生体への影響に対して、本スタディは、長期にわたり医学、心理、工学の研究者が集い、学際的で総合的な研究を進め、今後、基盤となる新しい解決策、研究手法、基本システムを提案できたと考えている。

本スタディは、平成 15 年からＩＳＯで進められている映像の生体影響に関する活動への対応を日本主導で戦略的に進めるための基礎を築くことを最優先課題としながら推進した。すなわち、映像酔いを引き起こす可能性のある映像の収集と専門家による分析分類、その結果を踏まえた映像酔い実験のための典型的映像酔いサンプル映像の制作、生体影響の生理的評価実験、心理的評価実験、実験データの蓄積、生理心理応答の相関解析という国際標準化会議の議論の流れと、必要とするエビデンスを念頭に置いた取り組みである。

中途結果についても議論を尽くしてまとめたものをＩＳＯの会合が開催されるたびに適宜持参して我が国主張の根拠として利用し、国際標準化をリードするのに大きな役割を担うことができた。

さらに本スタディでは、映像による生体影響予測モデル（いわゆる統合モデル）の研究開発、生体影響自動評価システムの構築を並行的に進めた。

また、日本国内のインフラ整備の一環として、国際ガイドライン施行後をにらんだ映像酔いガイドライン検証システムのプロトタイプを開発、国際標準化の推進状況とともに中途結果を関連産業分野にも紹介周知した。ガイドライン策定完了まで、２年ほどあるが、本スタディの最終成果を普及させることでスムースな対応が可能と考えている。関係業界の取り組みの更なる加速のために今後とも努力をしていきたい。

４－１　映像酔いガイドライン検証システム

本スタディの最大の成果は「映像酔いガイドライン検証システム」であると考えている。本システムは、関係業界にＣＤ媒体でプロトタイプを配布、ＰＣへのインストールから、立ち上げ、利用に関するユーザインタフェースの使い勝手、いわゆるユーザビリティを評価していただきながら評価と改良を繰り返し、実用可能なレベルに近づけていくことができた。

本システムは、大きく３つのサブシステムからなる。

（１）映像酔い評価システム

（２）映像制作支援システム

（３）映像酔いガイドライン検証システム

これらは、一般の視聴者、アマチュアからプロまでの映像制作者に広く公開、利用していただくためのシステムと、関連の研究者、専門家、標準化会合への参加者を対象にしたシステムである。

映像酔い防止のための３種のシステムを開発したことにより、一般視聴者はもちろん、アマチュアからプロの制作者まで広く役立つものが開発できたと考える。

例えば、既に、映像酔いによる事件が少なからず起きている教育現場を想定すると、次のような利用シーンが考えられる。

教師が授業の一環として自分で撮影したビデオを使う場面を考える。新聞などで事

例が報告されているが、教育現場では、映像酔いに弱い人から強い人まで存在するため、映像酔いに無頓着に不用意に上映すると事件を繰り返す可能性がある。上映には細心の注意を払う必要があるが、今までは、事前に、ビデオをチェックする手段の周知も行われておらず、対策手法も知られていなかった。本スタディの成果により、今後は、次のような対応が可能である。

まずは、一般に紹介予定の（１）映像酔い評価システムを入手して頂く。

次に、教師が生徒に見せたいと考えているビデオを同システムに入力し、映像酔いリスクを事前に評価する。すると、映像酔いを引き起こす可能性のあるシーン（映像酔いの国際ガイドラインが策定された後は、ガイドラインに抵触する部分）が自動で容易に特定できる。

ところで、映像酔いは、短期間の一回のシーンだけでは発生しない。映像酔いを引き起こす可能性のある区間が長期にわたる場合や、問題シーンの繰り返しで映像酔いの可能性が次第に高まっていくという蓄積効果がある。本スタディで提案した映像酔い予測モデル（統合モデル）では、そのような蓄積効果が考慮されており、最終的に映像酔い発症に至る過程まで推定可能となっている。そのため、それぞれのシーンに映像酔い対策を施したとき、映像全体の映像酔いリスクがどのように推移し、全体として、どの程度、生体影響が減るかも予測できる。

従って、映像酔い対策を施すのが望ましい問題シーンを特定したら（２）のシステムで対策手法のヒントを得て、最適の方法を選択、問題のシーンに修正を施せば良い。さらに、重要なのは（１）のシステムの機能で、上映する場合のスクリーンサイズ、視聴距離、上映環境の明るさを入力すれば、ビデオ上映における映像酔いリスクが把握できるようになっており、現場での座席の配置や視聴距離、照明の変更等、さまざまな対策を施すことが可能である。例えば、本スタディでは標準観視条件、すなわちハイビジョンで高さの３倍の視聴距離で生じる映像酔いと、その約 50%の距離から見た場合の映像酔いの比較を行っている。ビデオの内容によるが、スクリーンサイズ、視聴距離を考慮するだけで対処可能な場合も多いはずである。

４－２　映像酔いガイドライン検証システムの活用

今後、教育関係の機関に（１）、（２）システムの紹介をし、利用を働きかけ、国際

ガイドラインの策定を待つまでもなく教育現場での映像酔い事故の未然防止を図っていくことが重要と考えている。このような現場での利用に際してアンケートなどを行い、使い勝手を飛躍的に高めていくことや、現場に即した最適化も可能である。このような過程を経ることにより、最終的には映像酔いを起こしやすいと自覚している一般視聴者が使う映像酔い防止に使うパーソナルツール、すなわち高度映像社会に必要不可欠なツールとして定着していくものと考えている。

研究者、専門家向けと位置付けるシステム（３）は、３年に渡る本スタディの全ての成果を体系化し、ビジュアルインタフェースを介してアクセス可能にしたもので、映像酔いの生理評価実験結果、心理評価実験結果に加え、実験に用いた独自制作の映像コンテンツ、実験映像の分析結果、映像酔い予測モデル、映像酔い対策ツール等、研究データと（１）、（２）のサブシステムを統合したものである。

本システムは、その設計根拠を示す心理生理実験の膨大なＤＢを持ち、それぞれの実験結果については国際学会への投稿掲載も多く行っていることから客観的信頼性が高く、科学的エビデンスが求められる国際標準議論の場で、攻めにも守りにも使える重要なツールとなっている。

また、今後、本スタディの映像酔い評価システムと過去に開発された光過敏性発作の評価装置、さらには将来の立体映像の眼精疲労評価システムと統合すれば、一般的な映像の生体影響評価システムが完成する。本スタディはその重要な一つのステップを達成したことになる。

このようなシステムは、生体影響の観点からのコンテンツ評価が視聴以前に行えることから、光過敏性発作はもちろん、眼精疲労や映像酔いを起こしやすい人に有用なツールになる。今後は、その最終形に向けた開発加速が望まれる。

４－３　国際標準化への貢献

映像の生体安全性に関する国際標準化は現在 ISO/TC 159/SC 4/SG で進められているが、本スタディの成果を基に活発に活動を進めた結果、推進メンバーの一人がＳＧの座長に推挙され、現在もその役割を担っている。

日本のライバルとなる海外の動きであるが、米国の Kennedy らのグループは、主観評価に基づく計測手法を千数百名の被験者データを基に開発している。香港の So や、

英国の Howarth、オランダの Bos らの各グループも、映像の運動成分、提示時間の影響、眼球運動との関係など基礎研究を行っているが、映像酔いの影響を推定するシステムの開発には至っておらず、本スタディの３年の成果で「映像酔い分野」で我が国が総合的に有利な立場を築くことに成功している。

本スタディは平成 20 年度で終了するが、標準化活動は、最短でも２年程度は続けられる見通しで、平成 21 年度にＳＧレポートの最終版提出と新作業課題提案、規格案提出平成 22 年に作業草案の審議と投票が行われることになり、まさにこれから標準化のリーダーシップが求められるフェーズに入っている。我が国の映像関連産業の保護と育成を考慮した日本主導の国際ガイドラインを策定する作業は多くの努力を必要とすると考えられるが、開発したシステムは数値標準化と消費者保護を日本主導で達成するために有用なツールとして活用されると確信している。

４－４　研究の集大成と今後の課題

さて、平成 18 年度から３年に渡り進めてきた一連のスタディ、「映像酔いガイドライン検証システムの開発に関するフィージビリティスタディ」、「映像酔いガイドライン検証システムの実用化に関するフィージビリティスタディ」、「映像酔い国際ガイドライン遵守のための映像制作支援システムの開発に関するフィージビリティスタディ」により、当初の見込みを大きく超える成果を出すことができた。

３年にわたる研究は今回で終了する。当初の目標と取り組み経緯、成果について改めて整理して、今後の参考に供したい。

当初の目標は、ＩＳＯにおける映像の生体安全性の標準化を念頭に置いた次のようなものである。項目ごとに達成レベルと今後の展開を詳述する。

４－４－１　国際標準化で日本が主導権を持つ

我が国が強みを持つディスプレイ、ゲーム、アニメの産業に強い影響を与える可能性のある国際標準化「映像の生体安全性に関わるガイドライン」の策定では日本が主導権を持って進めることが重要である。

これまでの一連の研究成果を基に国際標準の場で活動した結果、本スタディの推進

メンバーがＩＳＯスタディグループの座長を引き受けることになり、全体の運営での発言力が既に確保できている。また、他国が、個人的研究を主体として参加しているのに対し、我が国は医学・生理・心理・工学・コンテンツ制作の研究者、技術者、プロデューサーをメンバーとした調査研究委員会を持ち、総合力でも主導権を確保する下地を整えて臨んでいる。本年度で本スタディは完了するが平成21年度からは、経済産業省の基準認証事業として標準化に取り組む方向で理解が得られており、本スタディに参加したメンバーは、それを全面的に支援していく予定であり、成果が国際標準の場で、我が国主導の国際ガイドラインとして大きく結実することが見込まれる。

４－４－２　エビデンスの収集

国際標準策定に必要不可欠なツール「映像酔い評価システム」を世界に先駆けて開発し、さらにその正当性を裏付ける生理・心理両面から実験を行い、エビデンスを収集することが重要である。

これから始まる国際ガイドライン策定では、ガイドラインの「数値化」が議論される。ほぼ無限に考えられる映像に対して数値化とは何か、数値で示すガイドラインは策定できるのか、そもそも数値でガイドラインを作ることは可能なのか、ということが議論されるであろう。この点では、光過敏性発作のガイドライン作りで大きな役割を果たした英国 Harding 教授の先進的な研究が参考になる。教授は、ガイドライン策定と並行して、Harding マシンと呼ばれる、ガイドライン抵触判定機を開発したのである。最初に述べたように、映像は無限にあるためガイドラインが作成されたとしても何をどのようにすれば遵守可能なのか、光点滅の数値は、どのように計算されるのかは、一般の人には分からない。分からなければ映像制作者はガイドラインを守りようがないのである。

本スタディで、「映像酔いガイドライン検証システムの開発に関するフィージビリティスタディ」、「映像酔いガイドライン検証システムの実用化に関するフィージビリティスタディ」と進めたのは、光過敏性発作防止に関わる Harding 教授の研究にヒントを得たものである。光過敏性発作の解析システムに比較して映像酔い評価のための画像解析は複雑ではるかに高度な技術を要するが、幸い画像処理のハードウエア、ソフトウエアは、飛躍的進歩を遂げており映像からリアルタイムに映像酔いに関係する画

像要素を抽出することが可能となった。映像酔いに関する過去の基礎研究を参考に映像酔いに関わる映像要素として、パン、チルト、ロール、ズームに絞り、その推定システムを開発した。カメラ要素運動（パン、チルト、ロール、ズーム）で引き起こされる生体内部の状態変化から心理的評価に至る過程を統合化し、映像酔いに関する生体影響を推定するモデルを構築した。モデル構築に当たっては、映像要素と映像酔いに関する従来の心理的な基礎研究結果の組み込みも進め、本スタディの生体計測実験結果と矛盾がないことを確認した。また、映像酔いにおける心理データと生理データとの相関関係について詳細な検討を進め、生理データから心理応答が推定できる可能性を世界で始めて示した。生理応答は時間分解能が高く、映像のどの時点が映像酔いを生じさせているのか、絞り込みが可能であることも示した。さらには、映像酔いが意識に上る前に生理指標に兆候が現れる可能性を発見した。

本システムの正当性は、これら映像酔いに関係する画像要素と心理測定結果、生理測定結果から映像酔いを予測するモデルが構築できるか否かにかかっていた。その結果、蓄積効果まで含め、両者は高い相関を示した。特筆すべきは、生理データから映像酔いを予測するモデルも構築できたことにあり、世界初の成果として高く評価されるものである。このシステムの特徴は、光過敏性発作に対する Harding マシンにはなかった蓄積効果までシミュレートしていることから、映像酔いに関係しているシーンを特定でき、そのシーンを適切な映像に換えることで、映像酔いがどの程度減るのかまで推定する機能までつき、映像制作者が、さまざまな形で使えるよう配慮されているところが大きな特長となった。

プロからアマまでの映像制作者、プロデューサー、映像配信者、放送業者、一般消費者まで広く使える機能を内蔵しており、一般の方でも使いやすいように関係業界で試用して頂きユーザインタフェースの改良も図っている。

映像酔い対策を施した映像に対する心理・生理評価実験とシステムの映像酔い予測結果と比較、システムが問題なく使えることを確かめている。以上の知見は、システムの精度をあげる上で貴重であるばかりでなく、将来の快適性に関する研究にも展開可能である。

４－４－３　映像酔い対策手法のＤＢ構築

「映像酔い評価システム」と共に、そこから得られる情報を管理し有効に活用することを目的とした「映像酔い対策手法ＤＢ」を構築した。

まず、一般の映像に含まれ得る酔いやすい映像の特徴を明らかにする調査を映像制作者と共同で進め、こうした映像要素の盛り込まれた実験用標準映像を設計制作した。本映像は、今後、国際ガイドラインの普及を図っていくために開催される講習会、研究会、研修の教材として最適な素材として活用可能であるほか、映像酔いの国際標準映像としての展開も可能である。

ＤＢは、さらに映像酔いを防止・軽減する対策手法、検証実験結果（映像視聴実験と生理機能計測の概要）、参考文献等、映像酔いに関連する多方面の情報を蓄積する。ガイドラインに抵触したと判断された場合、あるいは映像酔いリスクをさらに低下させたい状況で、映像制作者に複数の可能な対策手法を提示し、それらを試してもらうことで、必要最小限の変更で制作意図を可能な限り維持したまま実現する手法を選択できるようになっている。

また、Web 型ＤＢの形式を取っているための特徴を活かし、サンプル映像によるわかりやすい解説や関連用語の検索、他情報とのリンク機能など、学術的にも一般向けにも対応が可能である。 今後は、インターネット環境での閲覧を可能にし、幅広い層に映像酔いに関する情報を提供することも目指している。

４－４－４　積極的な国際標準化活動と展開

ここでＩＳＯの映像の安全性（Image Safety）に関する国際ガイドラインの影響について言及しておきたい。安全を確保するための数値化は、ガイドラインを作成する方針によってそのベースラインは大きく変化し、各国の政治的意図が反映される可能性がある。

例えば、絶対的な安全性を確保するという方針で臨めば、映像を提供する側にとって非常に厳しいものになり、表現の自由は大きく損なわれてしまうだろう。一方、無制限な自由を主張すれば、映像視聴で体調不良を起こす人が増えてしまう。また、世の中には、映像に影響を受けやすい人から受けにくい人までさまざまな視聴者が存在

する。実験データが、議論の出発点になるのは当然としても表現の自由の最大限の確保、健康被害の防止、映像産業の健全な発展を考えたバランスの良い数値設定が望まれるところである。また、国際標準となる数値は、しばしば、非関税貿易障壁のような政治的意図の入った恣意的な設定となることがあり、注意を要する。すなわち、日本の映像関連産業が世界をリードしている状況に、負の影響を与えようとすれば、関連企業に受け入れがたい厳しいガイドライン数値にすれば良いわけである。問題は、数値だけを見ても産業界に与えるインパクトがどれぐらいあるものか俄かには判定できないことである。また、映像酔いを起こしやすい視聴者にも、現状流通しているビデオ映像にどれぐらいの影響を与えるかをアセスメントが容易にできるツールを開発しておくことが安全性確保という大義名分からガイドラインを策定している側の責任でもある。

現在、ISO/TC 159/SC 4/SG において、ガイドラインの国際標準化が検討されている。平成 20 年度は２回の会合が開催され、また、親委員会に参加して、第１版報告書の提出が行われた。

平成 20 度１回目のロサンゼルス会議では、第１版報告書の確認と、スタディグループ延長申請の方針決定が行われ、第２回目東京会議では、具体的なガイドライン策定の戦略について議論を行った。

今後は、平成 21 年２月末に英国、オランダ等の関係者と映像の生体安全性に関して国際標準化についての調整を行い、５月に米国で開催されるスタディグループ最終会合にて、最終報告書のとりまとめを行う。

その上で、８月の ISO/TC 159/SC 4 総会にてスタディグループの最終報告書を提出した後、日本より映像の生体安全性に関するガイドラインの国際標準化について提案を行われる。

平成 21 年から本格化する映像酔い国際ガイドライン策定作業では、具体的数値による基準設定と、その運用方針が最大の課題になる。それらの決定プロセスでは映像酔いに関する科学的データをベースに、消費者保護、表現の自由、既存の産業に与える影響も勘案しながら総合的な議論が行われる。策定作業ではガイドライン数値を設定し映像を与えると、抵触部分が自動的に抽出できる装置の存在が必要不可欠となる。しかし、その開発にはどこも成功していなかったのである。

４－４－５　国際ガイドライン策定への動き

４－４－５－１　環境の整備

映像の生体安全性に関する国際ガイドラインが策定された場合、混乱なく速やかに施行する環境を整えておくことが重要である。

国際ガイドライン策定前であっても研究成果はいち早く公表し関係業界に周知しているが、映像酔い事例も少なからず報告されているので、特に教育現場などに、本スタディの開発成果を早期に普及させ視聴者の安全性を確保することが重要である。それには、特定の団体に束縛されない何らかの組織的対応が必要である。本スタディ推進メンバーは、昨年から成果の社会普及を如何に進めるかの議論をし、NPO 法人を設立して活動することが望ましいとの結論を得て、申請をしていたが、平成２１年２月に NPO 法人「映像評価機構」設立の認可を内閣府から受け設立したところである。今後は、この組織を活用して成果の普及を図っていく予定である。

４－４－５－２　ガイドラインの設定に関する考え方

本スタディの当初からグループ内で議論のある課題である。ガイドラインに関わる仕事を関連分野の研究者に依頼すると総じて次のような議論になる。「生体を対象とする研究は結果が曖昧なことが多く、一般社会に通じるガイドラインを作るのは困難で、ましてや数値でおさえるのは不可能に近い。」との考え方である。極論すると、「生体の機能が完全に解明されない限りガイドラインを作れない。」ということである。

この考え方では、いつまでたっても消費者保護のための施策は実施できないことになり、発想の転換が必要である。上記の考え方は映像酔いを 100%防止するという固定観念にとらわれている。これを、「現状より、少しでも映像酔いリスクを減らす。」と改めると大きく道が開かれる。部分最適ではなく、全体最適の考え方が、ガイドライン策定では重要である。

４－４－６　映像評価システム性能の限界に対する考え方

本スタディでは画像圧縮で使用されている動きベクトルの抽出処理過程を詳細に検討し、アルゴリズム見直しとプログラム整備により、映像酔い評価用のＧＭＶ推定のリアルタイム化を達成した。しかし、映像は無限にあり正確な推定が困難なこともある。このような場合にも 4-4-5-2 節で述べた考え方が重要である。すなわち、リアルタイム性を犠牲にして精密さを追求するよりも、全体として映像酔いリスクを減らすという観点では、すばやく評価が完了することのほうがはるかに重要であるということである。ただし、性能限界については、使用説明書に注意事項として記述すべである。

本スタディの推進では中途でいくつかの壁に突き当たったが、4-4-5-2 節及び本節で述べた考え方「映像酔いリスクを結果的に現状より減らすためにはどうするか。」という全体最適化を徹底することで困難を克服できたと考えている。

－禁無断転載－

システム開発　２０－Ｆ－４

映像酔い国際ガイドライン遵守のための
映像制作支援システムの開発に関する
フィージビリティスタディ報告書
（要　旨）

平成２１年３月

作　成　財団法人 機械システム振興協会
東京都港区三田一丁目４番２８号
TEL 03-3454-1311
委託先　社団法人 電子情報技術産業協会
東京都千代田区西神田三丁目２番１号
TEL 03-5275-7260