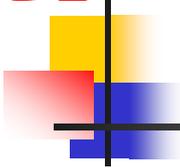


映像の生体安全性

—国際標準化と研究開発—



(独)産業技術総合研究所
人間福祉医工学研究部門
氏家弘裕



講演内容

1. 国際標準化の動向
 - スタディグループ (ISO/TC 159/SC 4/SG)
 - 立体ディスプレイの動向
2. 研究紹介 (映像酔い)
 - 視覚運動要因
 - 研究開発状況

国際標準化の動向

Image Safety (映像の生体安全性)

テレビ、ビデオ、ビデオゲーム、インターネットなどの映像提示媒体を通して提示される動画像により生じ得る、健康面での生体影響から、多くの人々、とりわけ影響を受けやすい人々を、守ることを目的とする概念。

対象とする生体影響

- 光感受性発作 (PSS)
- 映像酔い
- 立体映像等による視覚疲労



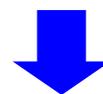
ガイドライン策定に向けた国際的取り組み

- 英国 1993 **TVコマーシャルで3名PSS発症**
- 英国 1994 **ITC*1 ガイドライン (PSS対象)**
- 日本 1996-2003 **JEITA委託「映像デジタルコンテンツ評価システム」**
- 日本 1997 **ポケモンでのPSS発症**
- 日本 1998 **民放連等の指針 (PSS対象)**
- ITU*2 2000 **ITU-R SG6にて問題提起(PSS対象)**
- 日本 2002 **ISO COPOLCOに新たな標準化提案**
- 日本 2003 **島根県中学での映像酔い発症**
- 日本 2003 **ISO COPOLCOにIWA*3発行の提案**
- 日本 2004 **ISO TMBでIWA発行の合意を得る**
- ISO 2004 **ISO 国際ワークショップ開催**
- ITU 2005 **ITU-R 新勧告(PSS対象)を策定**
- ISO 2005 **ISO IWA3(国際ワークショップ合意文書)**

*1 ITC … 英国独立TV委員会
*2 ITU … 国際電気通信連合
*3 IWA … 国際ワークショップ協定

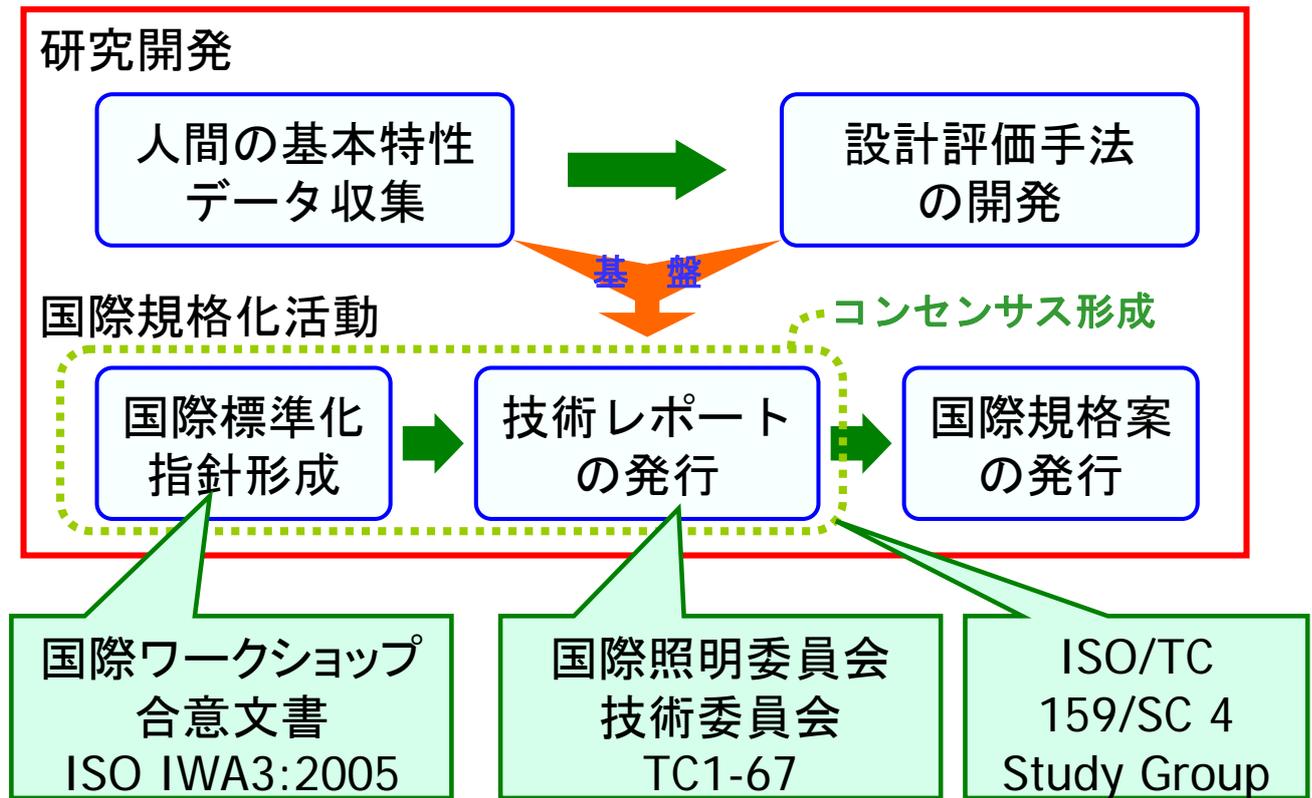
国際ワークショップ合意文書の発行

- 映像制作者と視聴者の双方に、映像の生体安全性に関する重要性の認識を促す
- 視聴者のためのガイドライン
- 国際規格化に向けた、ISOへの働きかけ



2006年8月1日、ISO/TC
159/SC 4に新たなスタディグ
ループ(SG)が設置される。

国際標準規格化に向けた考え方



スタディグループ (ISO/TC 159/SC 4/SG)

映像の生体安全性に関する国際標準化戦略を検討するグループ。

- 第1回会合： 2006年10月27日 ドイツ・ベルリン
グループの目的と活動スケジュールを検討。
- 第2回会合： 2007年5月18～19日 米国・ロングビーチ
既存のガイドラインに関する基盤データの精査と報告書の概要を検討。
- 第3回会合： 2007年11月27～28日 ドイツ・ベルリン
報告書の内容を精査。
- その他の会合： 2007年12月11～12日 香港
CIE TC1-67との合同会合で、報告書の科学的知見についての内容を検討。

ステレオディスプレイの国際標準化動向

これまでは、”DIS 9241/303 Annex.C Virtual Display”として、主として、HMDを想定したと考えられる規格案があるのみ。

これに対し、Finlandが、裸眼立体ディスプレイの計測法に関する標準化を進めようとする動きが発生。現在の資料では、以下の9項目についての規格化を進めようとしている。

1. 3D crosstalk (χ_{3D})
2. Optimum viewing distance (OVD)
3. Viewing freedom (VF)
4. VF offset
5. 3D luminance output
6. Luminance difference
7. 3D contrast ratio
8. 3D chromacity coordinates
9. 3D uniformity

映像の生体影響リスクと国際標準化

報道事例

1993年、英国：光感受性発作

カップ麺のコマーシャルがテレビで放映され、この映像を視聴していた3名が光感受性発作を発生。これを機に、英国テレビ独立委員会が放送向け国内ガイドラインを作成。

1997年12月、日本：光感受性発作

人気アニメ「ポケットモンスター」放映中に、発作を起こしたり不快症状を訴える人々が多数発生。少なくとも約700名近くが病院で手当を受ける。アニメの赤・青反転のフリッカが主要な原因とされた。

2003年7月、日本：映像酔い

鳥根県の中学校で、米国の中学校の日常生活を紹介する20分のビデオが、授業中に視聴された。1年生294名中、50名程度が不快症状を訴え、36名が病院で手当を受ける。映像の頻繁な揺れが原因と考えられる。

2006年11月、日本：映像酔い？

中高一貫校の文化祭にて、生徒の自作した映像を講堂で多人数で視聴中に、24名が体調不良を訴え、病院にて手当を受ける。報道によれば、手ぶれ映像が原因と見られる。

2007年4月、日本：光感受性発作？映像酔い？

映画「バベル」の公開日から数日間の間に少なくとも、観客14名が体調不良を訴えていたことが判明。映像中の激しいフラッシュと全編にわたる画面の揺れが原因と見られる。

2007年6月、英国：光感受性発作

ロンドン2012オリンピック委員会がオリンピックロゴの発表と同時にweb上等で公開したプロモーションビデオが、テレビでも放映され、少なくとも30名が発作を起こす。映像中の色パタンの激しいフリッカが原因と見られる。映像は、webからすぐに撤収された。

映像の高精細・大画面化

×

リアルでダイナミックな映像コンテンツ



高臨場感映像

- かつて無い映像の醍醐味を楽しめる
- 映像視聴での不快症状発生の可能性



映像ガイドラインの国際標準化

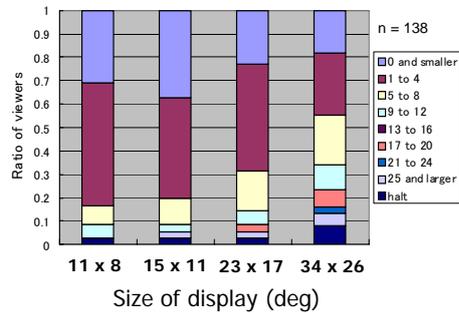
- 誰もが楽しめる映像視聴環境作り
- 日本の映像産業の保護・支援

映像酔い事例での映像サイズ効果

映像の見かけのサイズ **32 x 24 deg以上** ⇒ **映像酔いの可能性が高まる**
 (32 inchで1 m、65 inchで2mに相当。3Hでのサイズよりわずかに大きい。)

島根県中学校での映像酔い事例に関する報道

実験室での映像サイズによる効果(島根件事例映像)

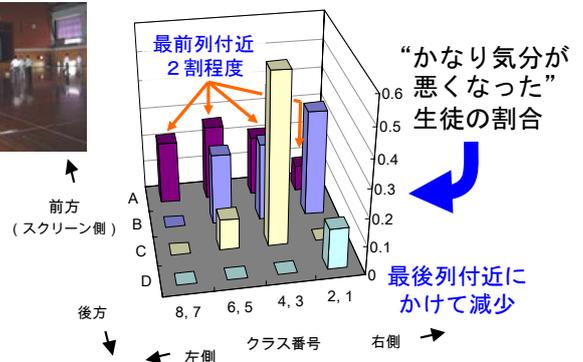
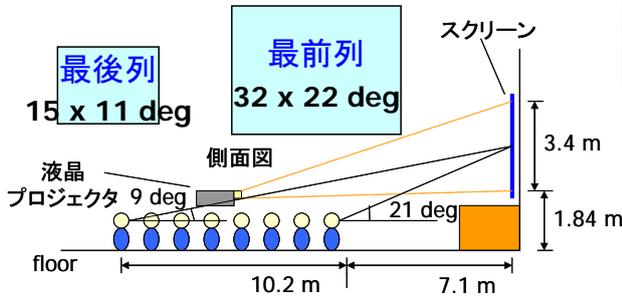


酔いに関する主観評価スコア



最前列から最後列に相当するサイズの間で、影響の減少が明らか。

松江市映像酔い事例での映像視聴距離等



研究紹介 (映像酔い)

映像酔い

影響要因と原因仮説

映像要因

運動パターン(パン、チルト、ズーム、ロール等)
 運動の時間周波数成分
 運動の速度(スクリーン上、仮想身体的)
 映像の空間周波数成分

観察条件要因

スクリーンの大きさ(実寸)
 スクリーンの視野サイズ
 提示される位置(上・下など)
 立体提示か否か

視聴者要因

年齢
 性別
 視聴時の構え
 視点の位置

感覚不一致説

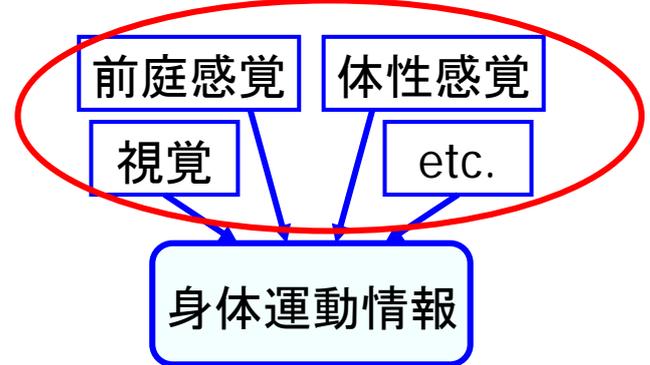
(Sensory conflict theory)

身体の動きに関する感覚情報の間に不一致が生じる場合に酔う

感覚再配置説

(Sensory rearrangement theory)

身体の動きに関する感覚情報が、過去の経験に基づく予測し得る変化から逸脱した場合に酔う



映像酔いに影響する視覚運動要因

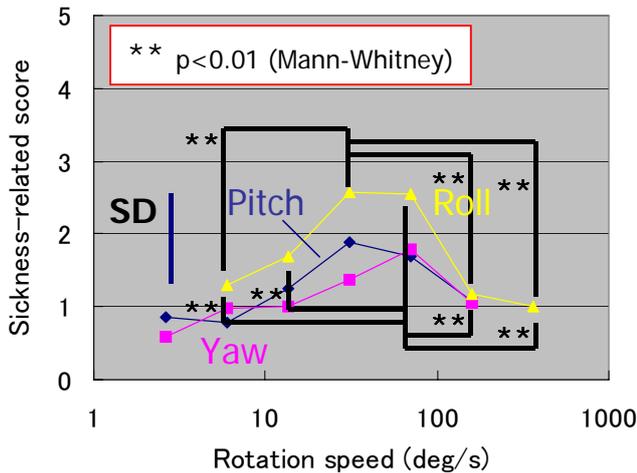
3種の軸(Roll, Pitch, Yaw)に対する回転運動

1. 特定の回転速度(一方向回転)で、より影響が大きい
(Hu et al., 1989; Ujike et al., 2004)
2. 特定の時間周波数または回転速度(往復回転)で、より影響が大きい
(Duh et al., 2004; Ujike et al., 2005)
3. 軸間では、Roll軸に対する回転で、より影響が大きい
(Lo and So, 2001; Ujike et al., 2004)

映像酔い特性 一方向回転運動

一方向に回転するカメラ運動で表示される映像の場合、特定の回転速度で、主観評価値が上昇する。EEGや身体動揺での一貫性のある結果が得られている。

スクリーンに投影された視覚刺激



H. Ujike, T. Yokoi, S. Saida (2004)

回転ドラムによる視覚刺激

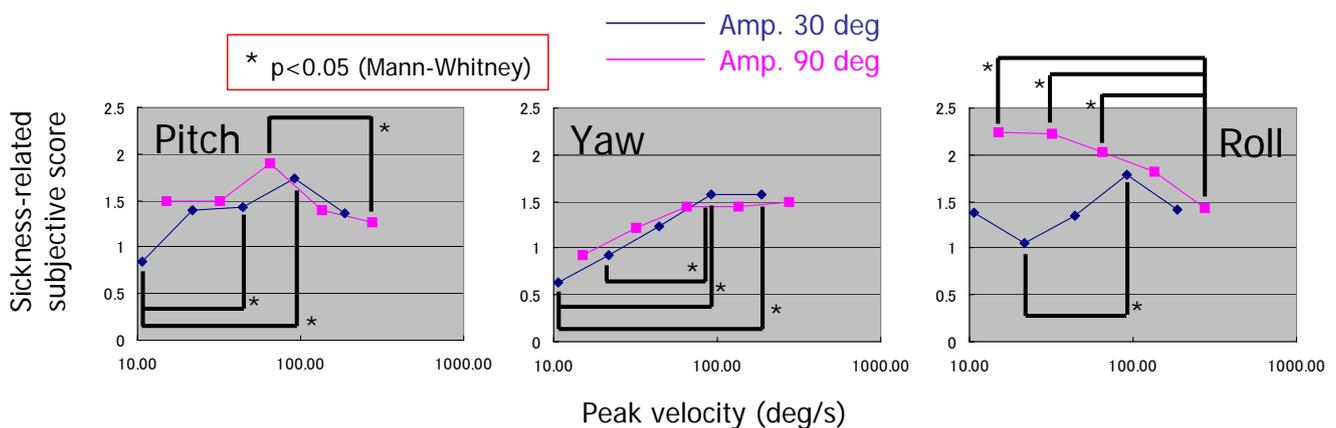


S. Hu, R. M. Stern, M.W. Vasey and K. L. Koch (1989)

映像酔い特性 往復回転運動

周期的に振動するカメラ運動で表示される映像の場合、特定の最大速度で、主観評価値が上昇する。また、速度が一定の場合、周波数の増加に伴い、影響が低下する。

スクリーンに投影された視覚刺激

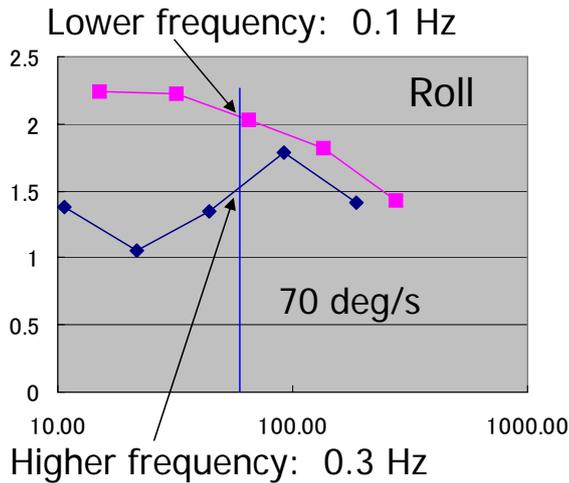


H. Ujike, R. Kozawa, T. Yokoi, S. Saida (2005)

映像酔い特性 往復回転運動

周期的に振動するカメラ運動で表示される映像の場合、特定の最大速度で、主観評価値が上昇する。また、速度が一定の場合、周波数の増加に伴い、影響が低下する。

スクリーンに投影された視覚刺激



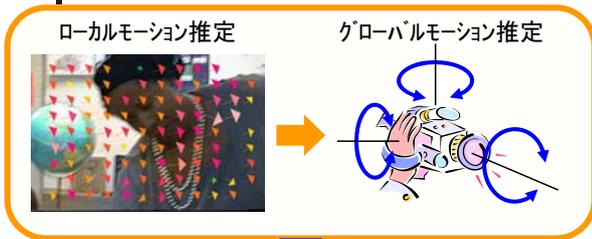
H. Ujike, R. Kozawa, T. Yokoi, S. Saida (2005)

HMDIによる視覚刺激

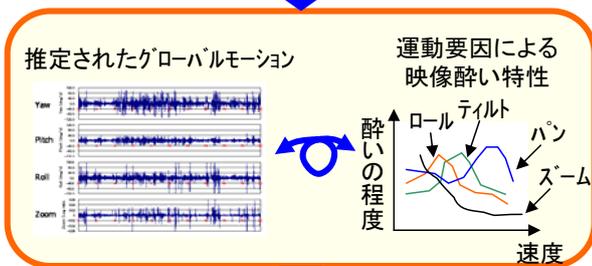


Duh et al., 2004

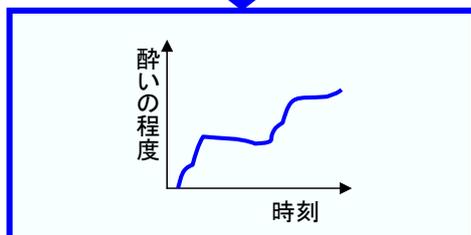
映像に対する映像酔い評価



グローバルモーション (GM) の推定

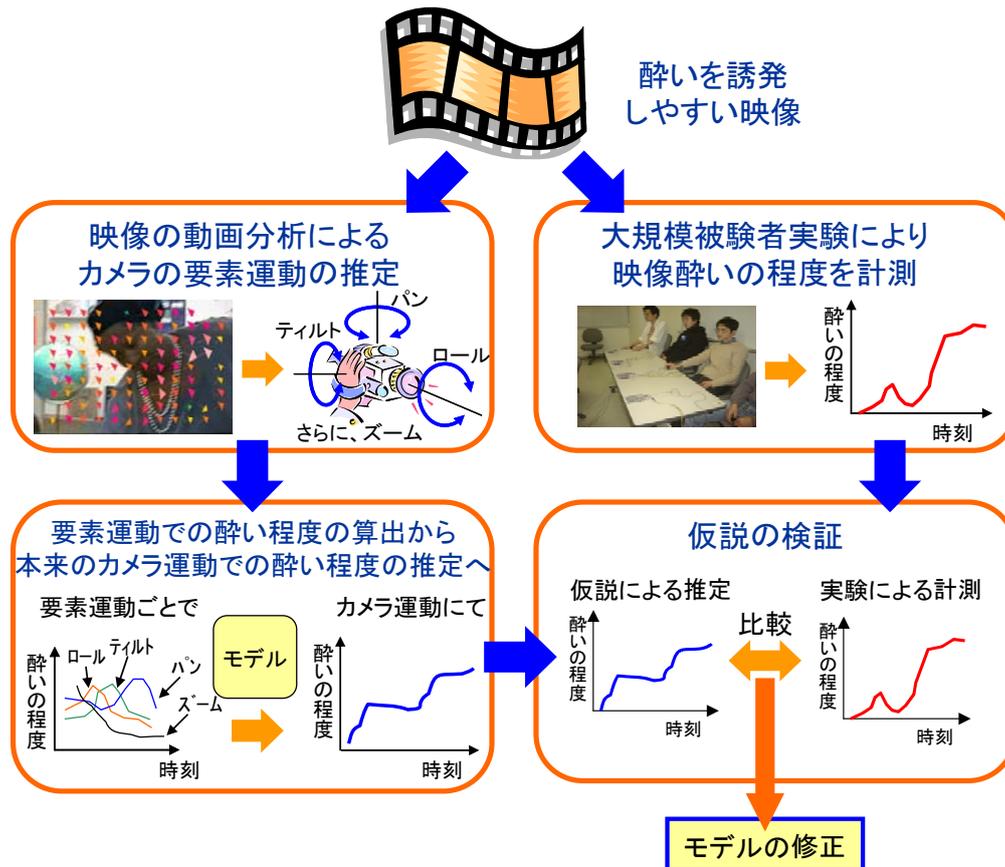


GMと映像酔い特性との比較



映像酔い程度の推定

映像酔い評価と生理計測



島根県中学校での映像酔い事例

島根県中学校での映像酔い事例に関する報道

新聞報道の例(2003.7.10)

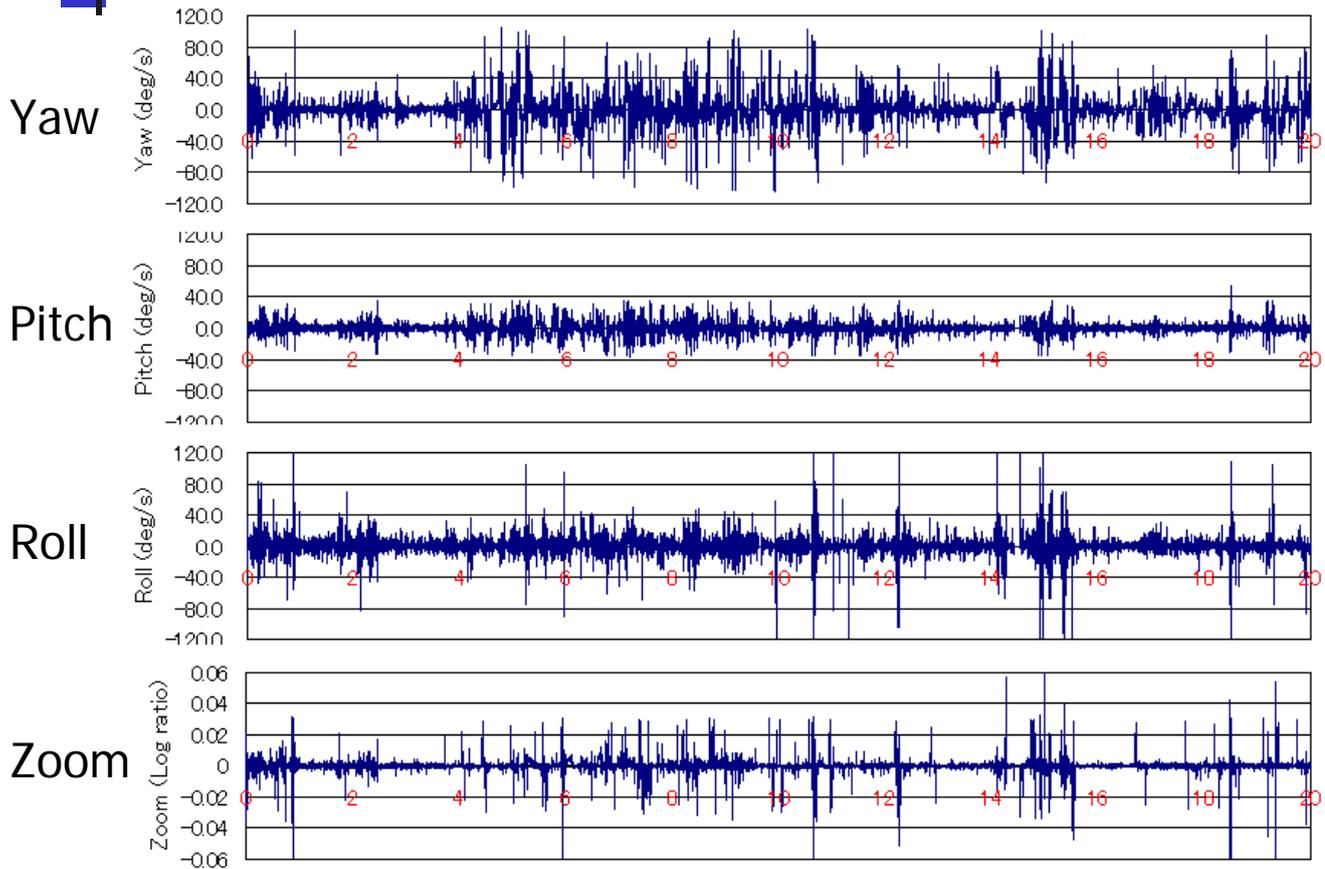


事例発生の現場(後日)

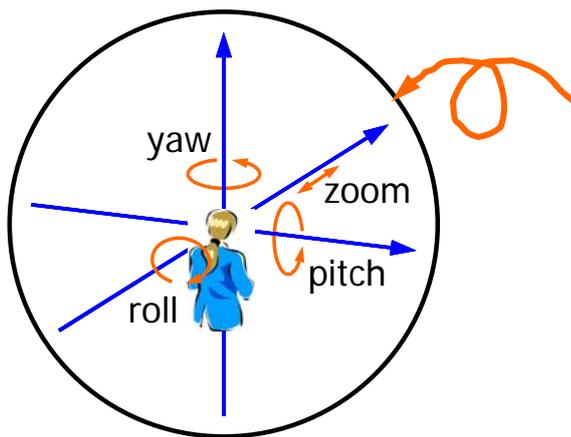
- 2003年7月8日、中学校の授業中にビデオ視聴していた生徒が気分が悪くなる(294名中、少なくとも50名程度)
- このうち症状の比較的重い36名が近隣の救急病院に搬送され、手当を受ける
- 主な症状は、頭痛、発汗、吐き気、目の痛み(3名は嘔吐)
- ビデオの内容は、米国の中学校の日常生活を紹介したもので、手持ちのカメラで撮影された。約20分間。

- ディスプレイの大きさ: 4.5 x 3.4 m
最前列: 33 x 25 deg
最後列: 15 x 11 deg

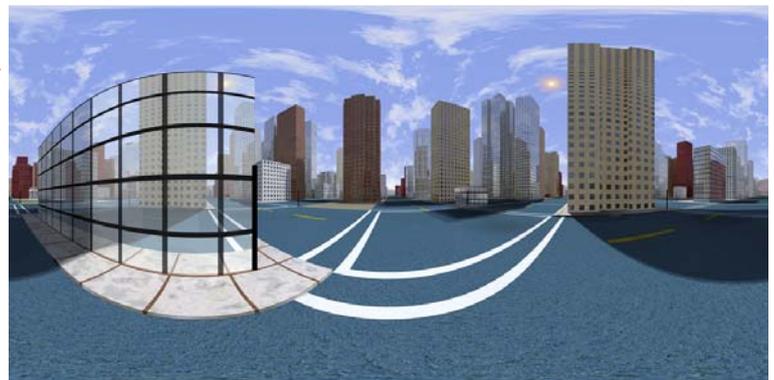
事例映像に含まれる運動成分



実験方法： 刺激映像



球面内に貼り付けられた街の風景



島根県中学校の事例映像から推定したグローバルモーションに基づいて、観察者の仮想的な運動(またはカメラの運動)を、4種類設定した。

1. オリジナルのグローバルモーション
2. yawとpitchの運動量を1/3に減少、他はそのまま
3. rollの運動量を1/3に減少、他はそのまま
4. zoomの運動量を1/3に減少、他はそのまま

実験方法： 手順及びその他

提示ディスプレイ: 37 or 20 インチ
 20 inch 37 inch



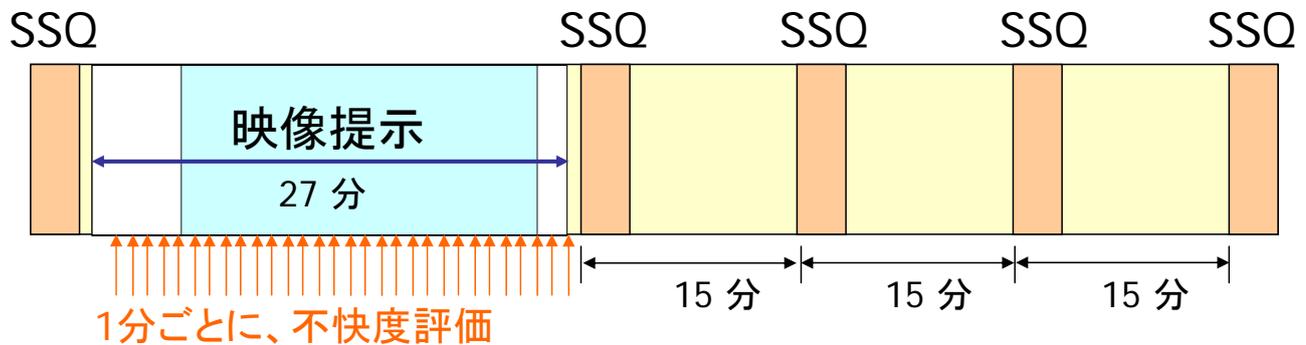
23 x 17 deg



34 x 26 deg



観察者: 125 (女性92名、男性33名;
 年齢19~72歳、平均36.2歳、標準偏差 9.74歳)



実験方法： 心理的計測手法

方法1： 映像視聴前後でのSSQ

| | 無し | わずかに | 中程度 | 激しく |
|-----------------------------|-------|------|-----|-----|
| 一般的な不快感がある | ----- | | | |
| 疲労感がある | ----- | | | |
| 頭痛がする | ----- | | | |
| 眼が疲れている | ----- | | | |
| 眼の焦点がぼける | ----- | | | |
| 唾液が増えている | ----- | | | |
| 発汗している | ----- | | | |
| 吐き気がする | ----- | | | |
| 集中できない | ----- | | | |
| 頭が重い | ----- | | | |
| 眼がかすむ | ----- | | | |
| (眼を開けた状態で)フラットとするようなめまい感がある | ----- | | | |
| (眼を閉じた状態で)フラットとするようなめまい感がある | ----- | | | |
| 自分や周囲が回転するようなめまいがある | ----- | | | |
| 胃の存在感がある | ----- | | | |
| げっぷがでる | ----- | | | |

左のような16項目の評価内容について、4段階の評価。

これを、以下の5回行う。

1. 映像視聴前
2. 映像視聴直後
3. 上述2. の15分後
4. 上述3. の15分後
5. 上述4. の15分後

実験方法： 心理的計測手法

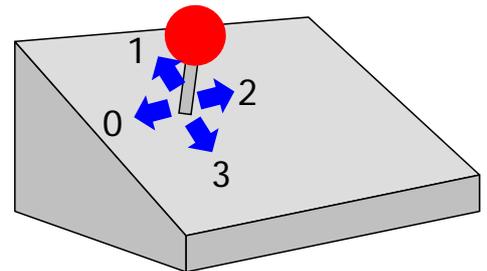
方法2： 映像視聴中の不快度評価

SSQの第1項目である、「一般的な不快感がある」について、映像視聴中1分ごとに応答。



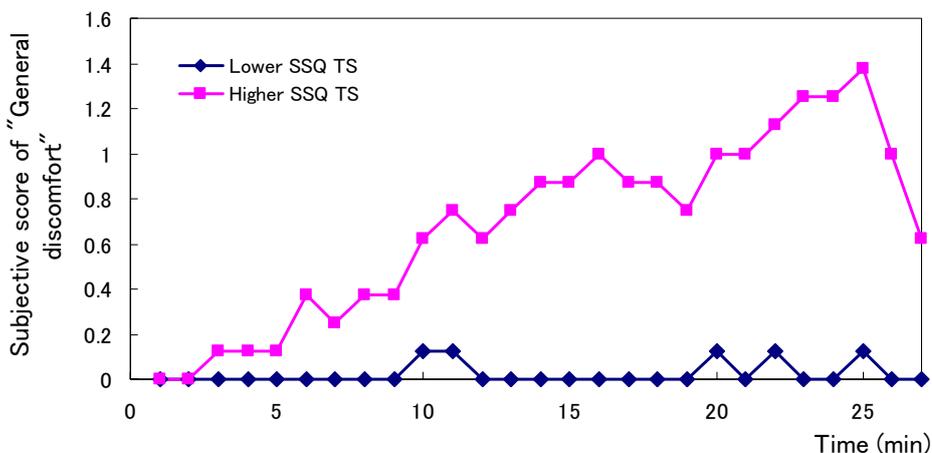
一般的な不快感を感じるか？

- 0 ない
- 1 わずかに
- 2 中程度に
- 3 激しく



映像視聴中に、1分おきの音声指示によって、観察者が手もとのレバーを操作し、不快度についての4段階評価を行う。

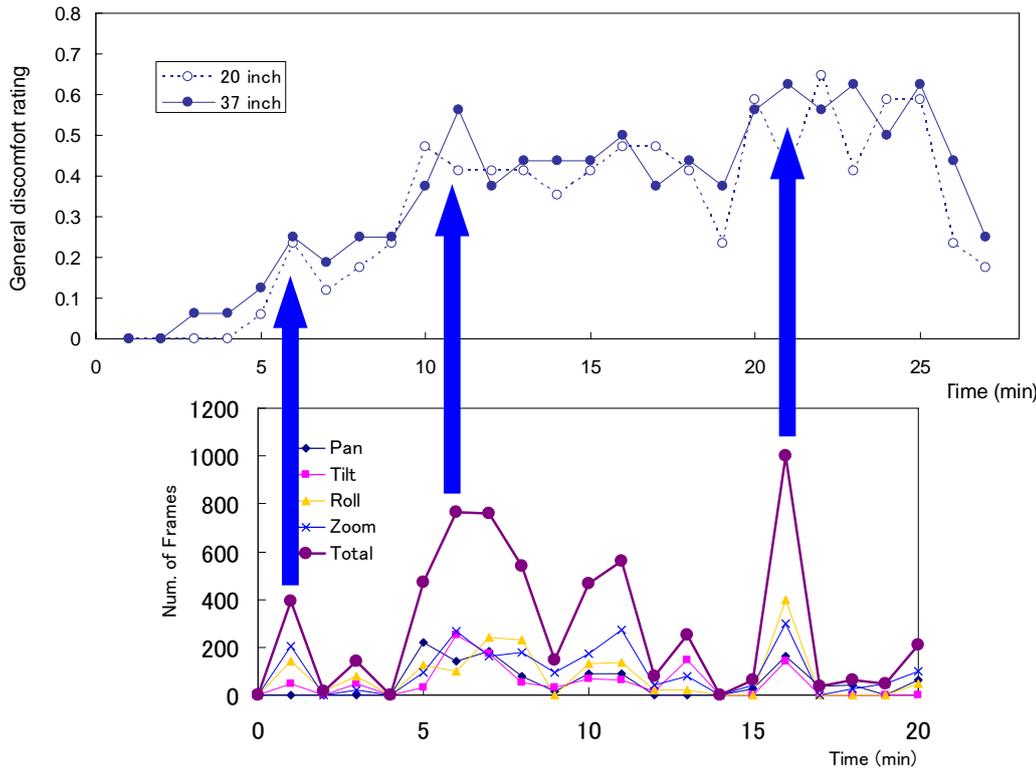
実験結果： SSQと不快度評価値



SSQスコアによって、2つのグループに分類
グループ別に、不快度評価値をプロット

不快度評価値とSSQのスコアとが対応する

実験結果：不快感評価値とGMV



GMの各成分が一定時間以上、一定値を越えたフレーム数を1分ごとにカウント

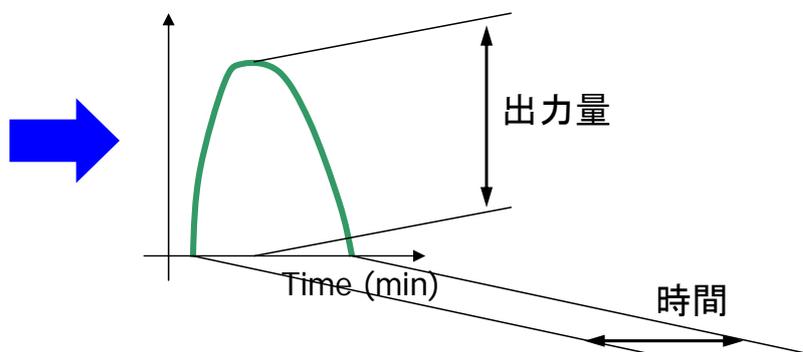
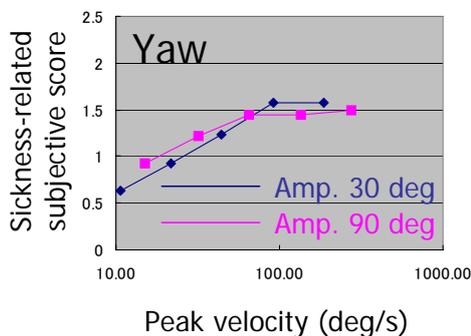
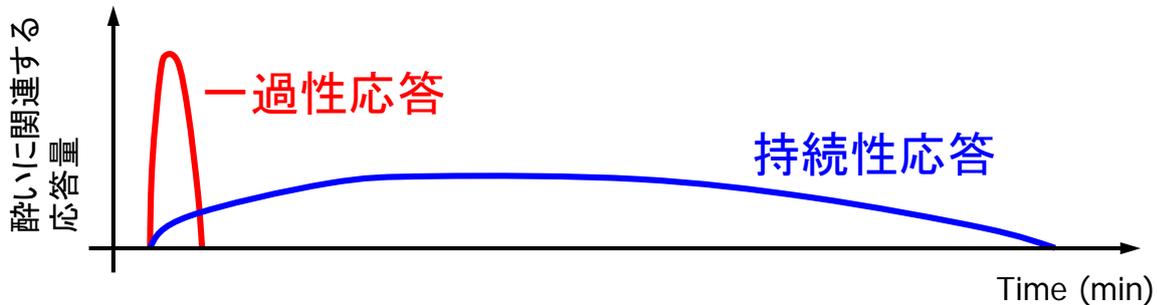
Weighted Sumは、ここでは、4つの数値の単純平均

GMの増加が見られる時間帯で、主観評価値の若干の増加が見られる。
⇒一過性要因

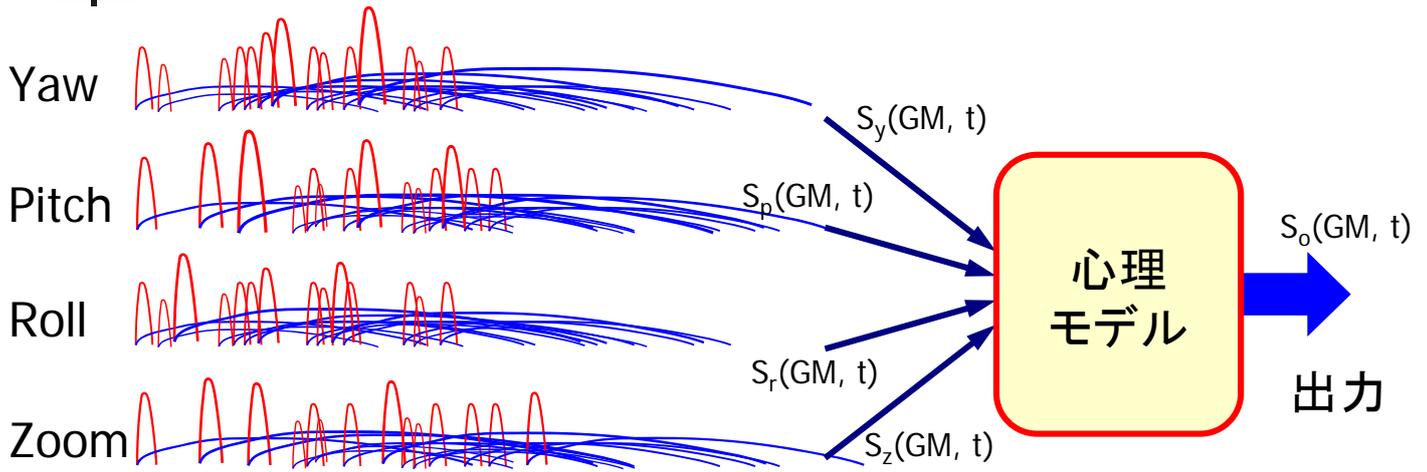
GMの増加が見られる時間帯で、主観評価値の若干の増加が見られる。
⇒持続性要因

主観評価に基づくモデル構築

一定時間、一定以上の回転速度となるGMが存在する場合、一定期間ごとに、以下の出力を与える。

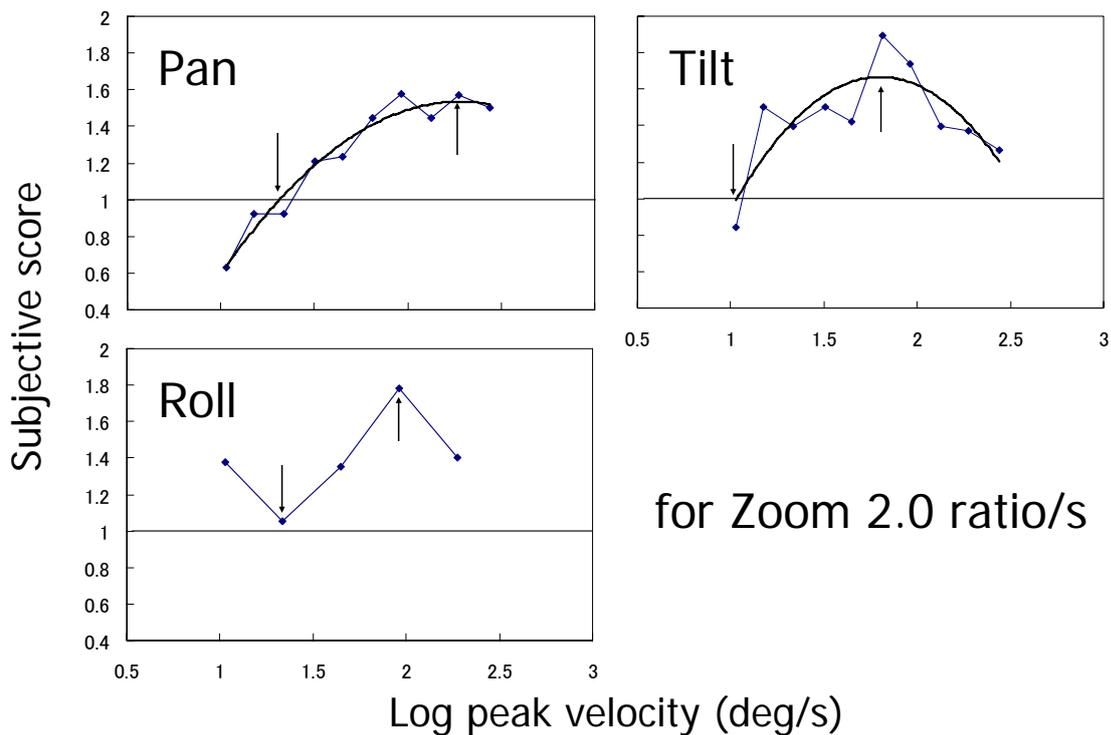


主観評価に基づくモデル構築



$$\begin{aligned}
 S_o(GM, t) &= a(S_y) \cdot S_y(GM, t) + b(S_p) \cdot S_p(GM, t) \\
 &\quad + c(S_r) \cdot S_r(GM, t) + d(S_z) \cdot S_z(GM, t) \\
 &= \sum_i a(S_i) \cdot S_i(GM, t)
 \end{aligned}$$

GMVに対する閾値設定



本講演のまとめ

国際標準化について

1. ISOにおいて、映像生体安全性の国際標準化に関する戦略をスタディグループが検討中である。
2. フィンランドが裸眼立体ディスプレイの国際標準化を進めようとする動きがある。

研究開発について

1. 映像酔いを生じる要因として視覚運動に注目し、GMVと主観評価値との関係を明らかにした。
2. 基礎研究によるGMV基本成分の速度と映像酔いとの関係に基づいて、映像評価の手法を考案した。
3. 国際標準化でのツールとして期待される。

ご清聴、どうも
ありがとうございました

本研究の一部は、日本自転車振興会の機械工業振興事業補助金の交付を受けて行う(財)機械システム振興協会による(社)電子情報技術産業協会への委託事業「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」によって実施されたものです。