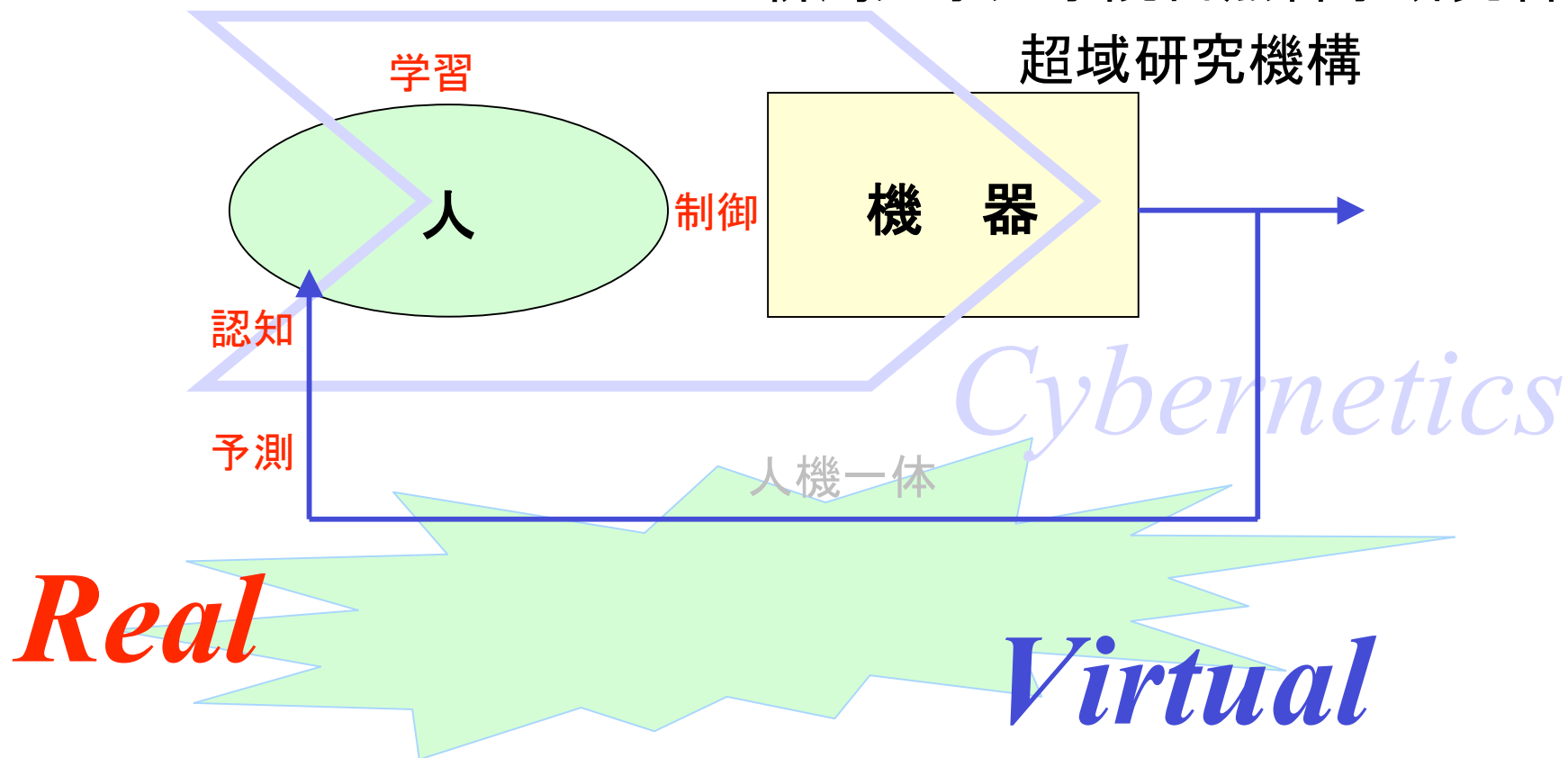


# リアルな運動と自己運動感のある映像での 自律神経活動の相違に関する検討

木竜 徹

新潟大学大学院自然科学研究科,  
超域研究機構



# バーチャルな世界の出現

## 仮想現実感 *Virtual Reality*

バーチャルな感覚刺激を脳に加える

広がる応用

シミュレータ

遠隔手術

ゲーム

# 新たな問題の出現

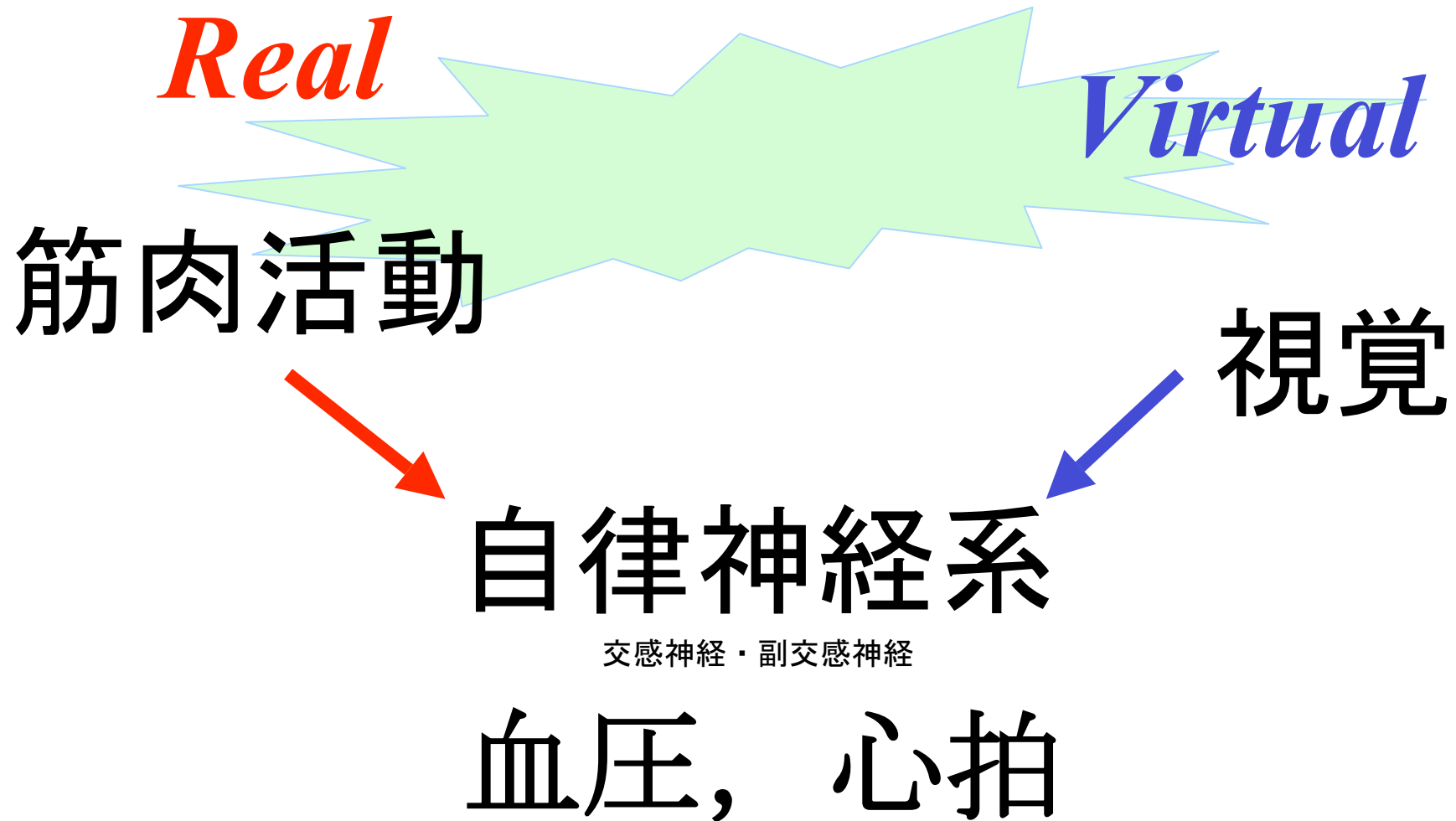
自己運動感のある映像 *Vection*

映像酔い、*Cybersickness*

乗り物酔いとの違い

視覚と平衡感覚との不一致説

# 運動・運動感と自律神経系



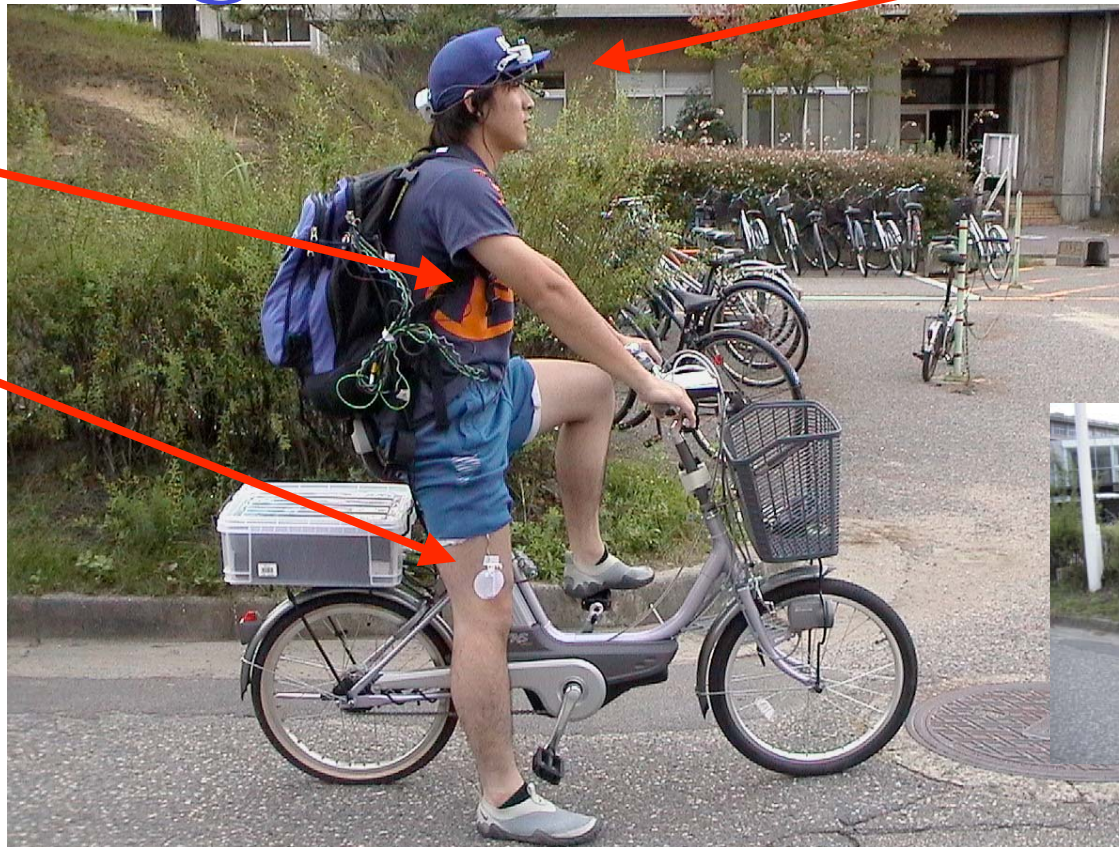
# リアルな運動をさぐる

## Cycling

アイカメラ

心電図

筋肉の活動



# フィールド実験

## - 被験者

six non-expert male subjects  
(21 - 24 years old)

## - 筋電図

muscles: vastus lateralis

gain: 60 dB

frequency band width: 5.3Hz - 1.0kHz

4-bar active array electrode

## - 心電図

estimated from ECG

gain: 42 dB

frequency band width: 1.1Hz - 1.0kHz

disposable disk electrode



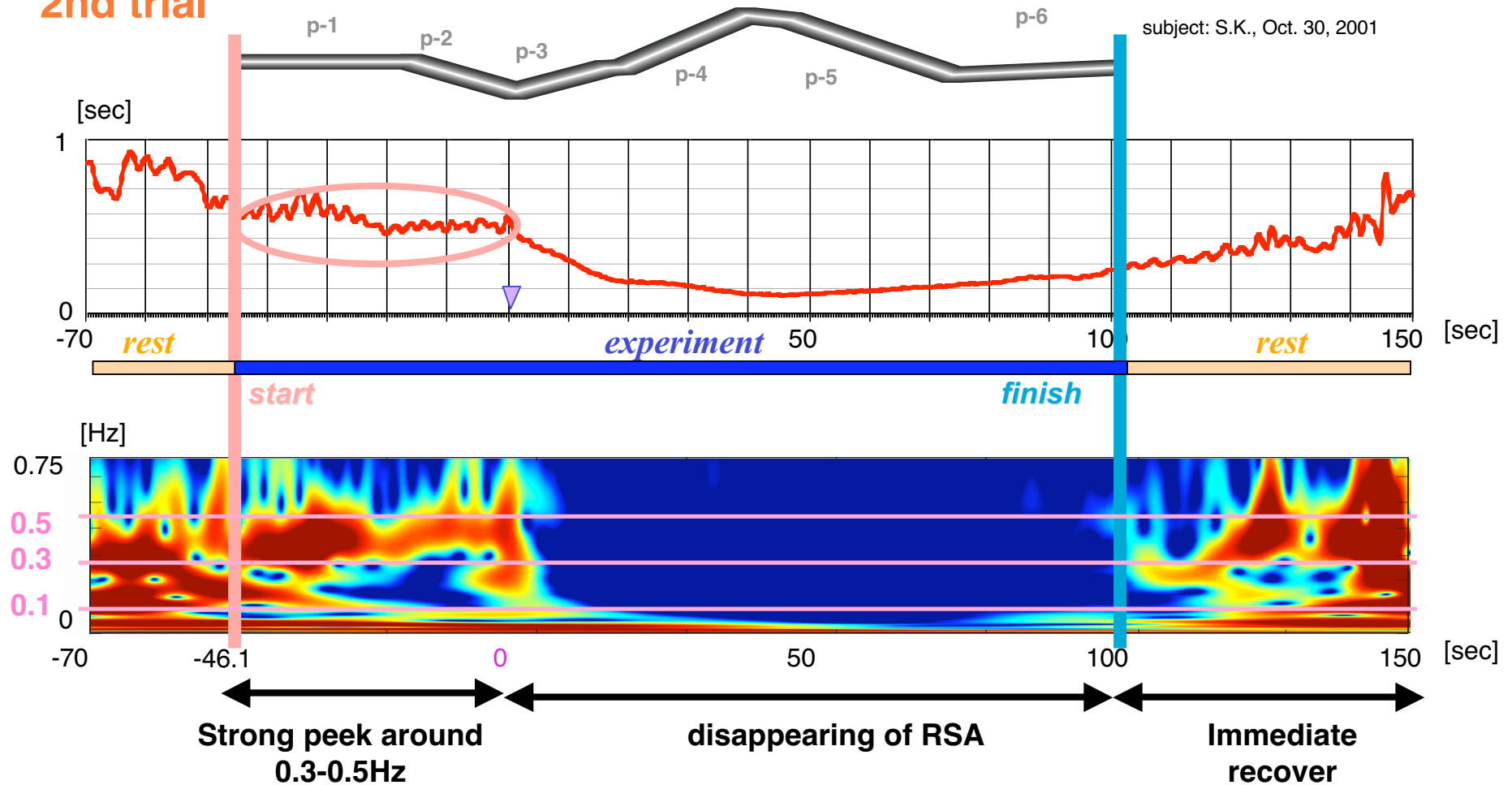
3 分間のサイクリング

くり返して、実験を行う

2 分間の休息

# メリハリのある運動

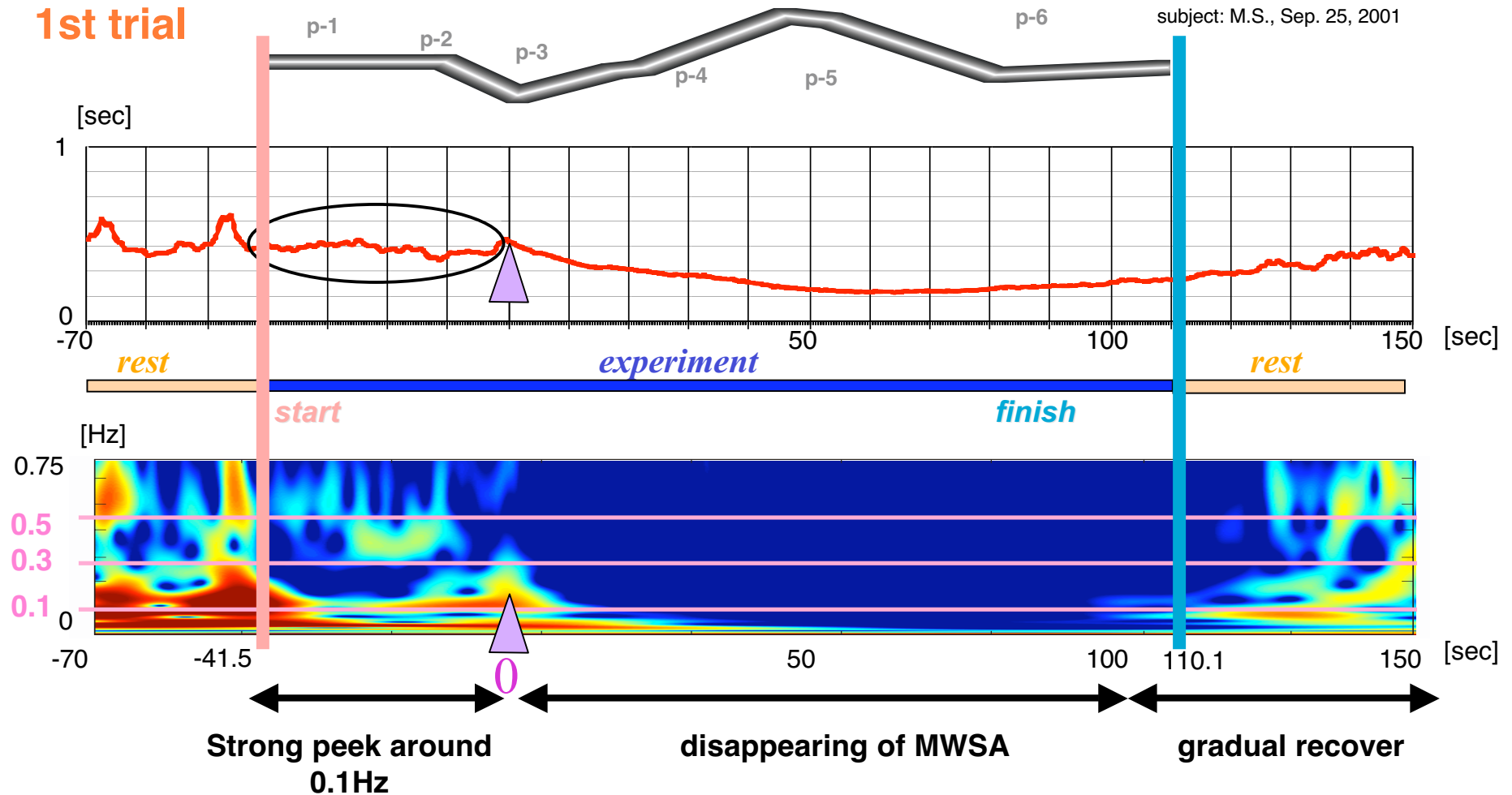
2nd trial



**RSA (Respiratory Sinus Arrhythmia)**

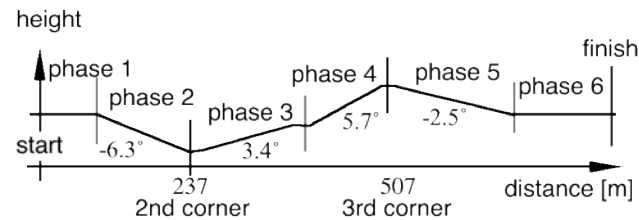
# メリハリのない運動

1st trial



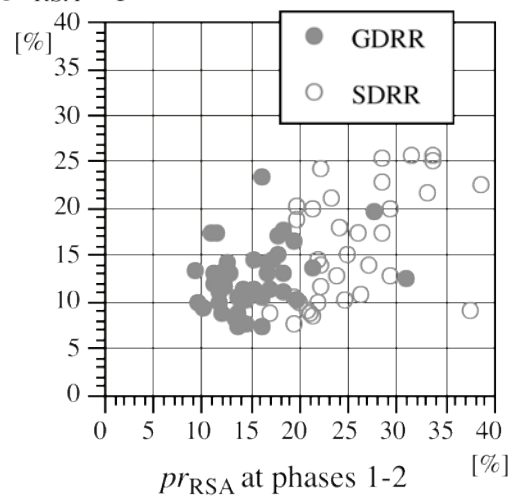
**MWSA (Mayer-Wave related Sinus Arrhythmia)**

# 運動のきつさとRSA比率



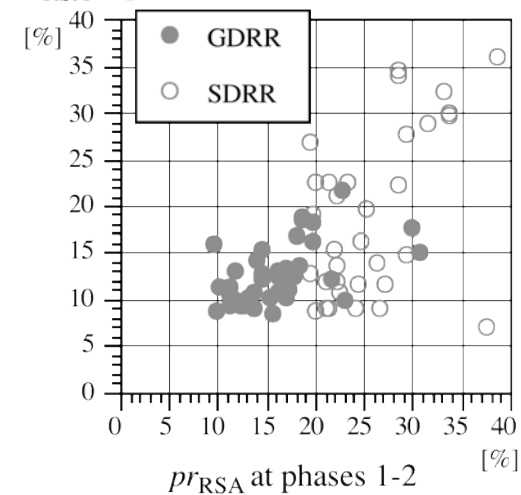
## きつい坂道

$pr_{RSA}$  at phases 3-4



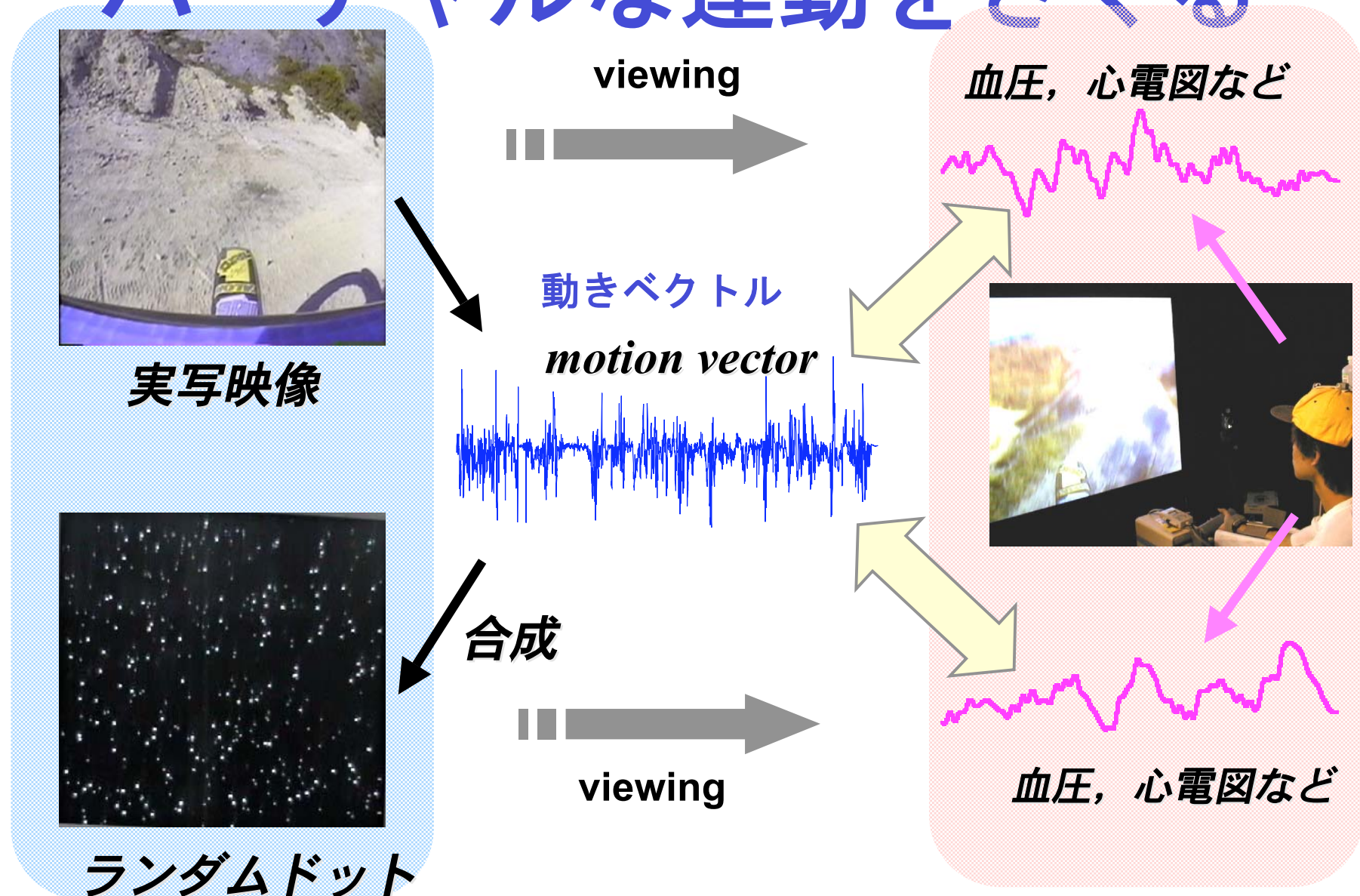
## 登る前の下り坂

$pr_{RSA}$  at phases 5-6



## きつい坂道後の下り坂

# バーチャルな運動をさぐる



# 映像生体影響の要因を探る

## 映像要素抽出



映像のレイティング

- 映像の構造要素に関連した評価指標
- 動きベクトルやオプティカルフロー等のシーンの流れに依存した評価指標
- コンテンツに依存した心理的な評価指標

## 個人性モデル化



個人性や体調のレイティング

- スクリーニング映像に含めた映像要素に対する反応を定量化
- データマイニングによるクラスわけ

## 映像生体影響予測式

$= f(\text{映像のレイティング}, \text{個人性や体調のレイティング})$

# 映像の定量化 (Rating)

映像酔いの強さのモデル式

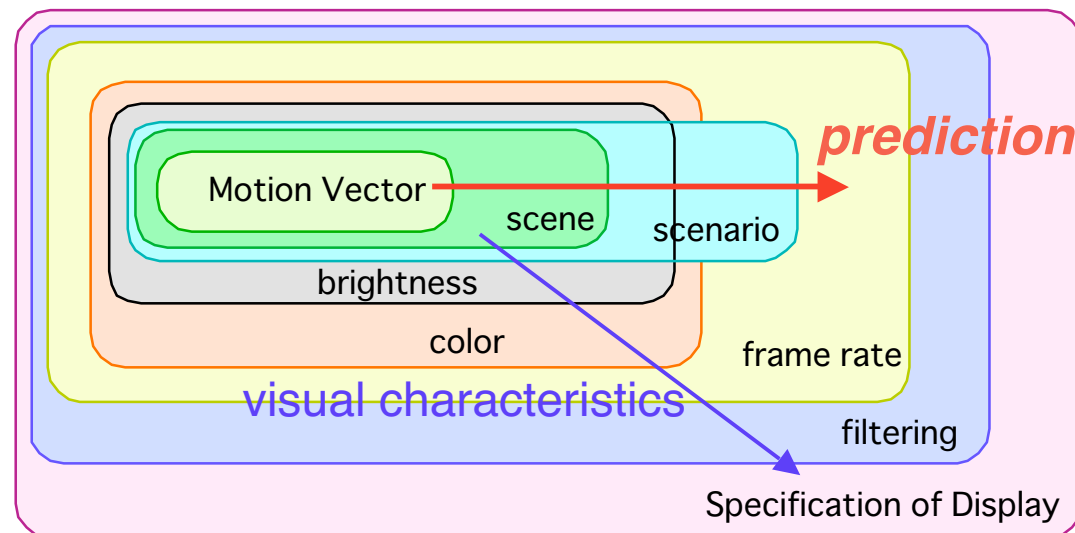
定量化の対象

= (予測を必要とする映像か否か)

× (映像コンテンツの内容を経験済みか否か)

× (映像サイズや輝度などの没入感)

映像要素の階層



# 個人性の定量化（Rating）

感覚系での情報統合の不具合 視覚と前庭系の不調和

予測：予測への意欲の程度

経験：コンテンツの内容を経験済みか否か（慣れ）

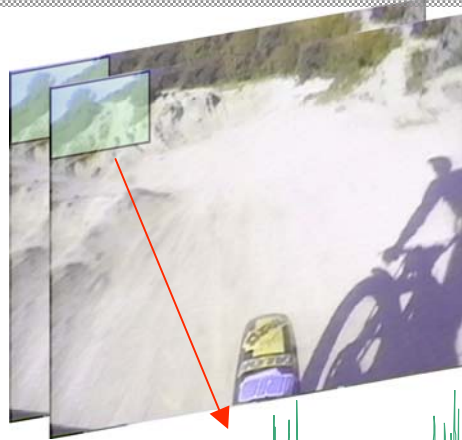
自律神経系に現れる影響

自律神経系の調整能力

定量化の対象

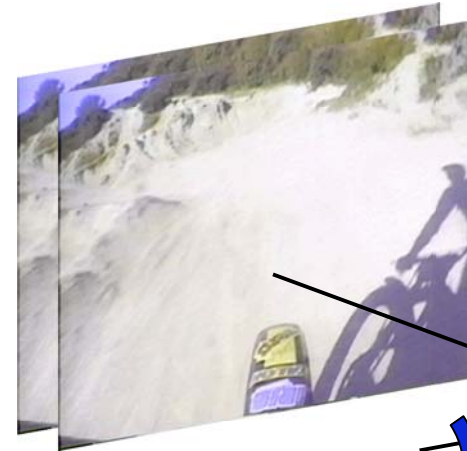
# 映像を数値で表す

## 部分的な動き



distant view

## 全体的な動き



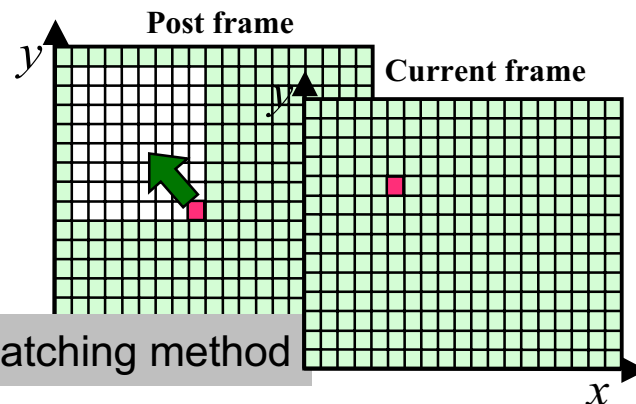
pan

zoom

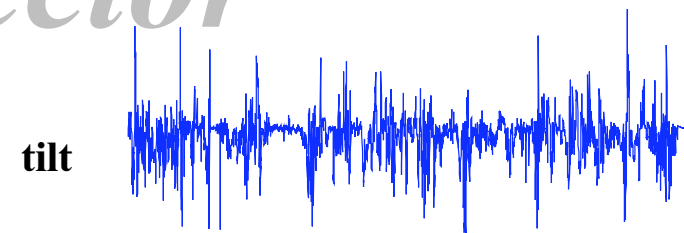
tilt

カメラ

## 動きベクトル *Motion Vector*



Block matching method



Bottom up approach

# 実写映像による実験

映像刺激 : 実写映像

## 乗り物体感ビデオ

パラシュート

ボブスレー

ボート

ゴーカート

ハンググライダー

環境映像 (海中)

マウンテンバイク

カーレース

バンジー

飛び込み

バイクレース



## 被験者

生活習慣病 (高血圧, 糖尿病)

年齢50~71歳の男性5名, 女性1名

健常者

年齢52~71歳の男性5名



## 計測データ

心電図 : 胸部双極誘導

呼吸 : チューブセンサ (胸部, 腹部)

血圧 : トノメトリ法

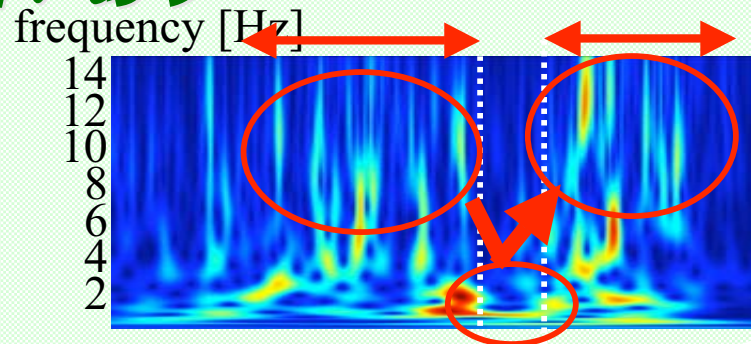
血流 : レーザードップラ (左手母指球)

発汗 : カプセルタイプセンサ (左手母指球)

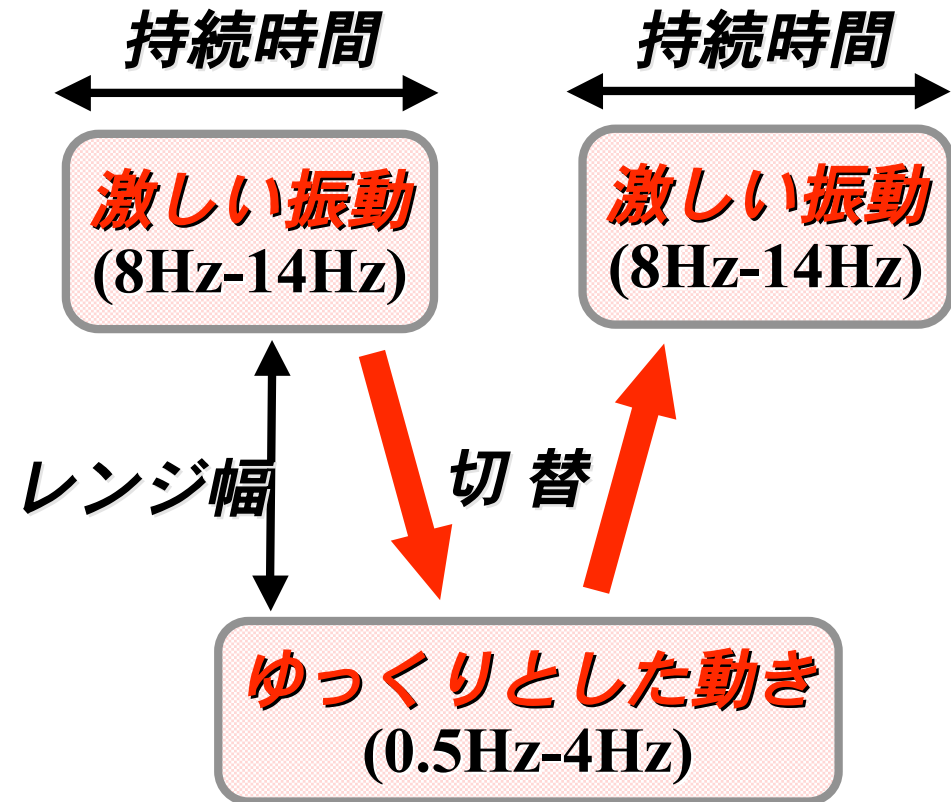
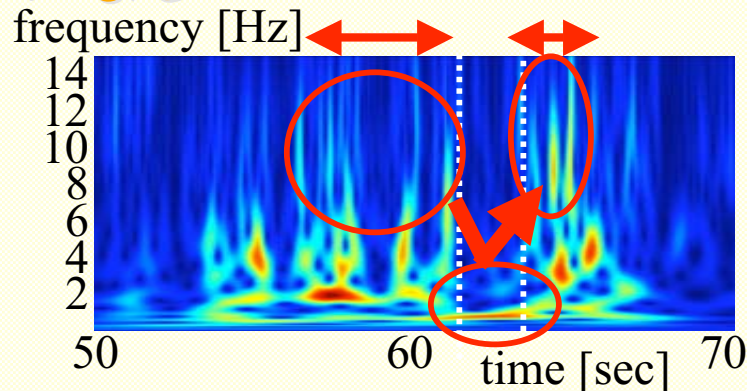
新潟大学大学院医歯学総合研究科で行われた実験 (Nov. 13, 14, 1999, Jan. 19, 21, Mar. 17, 2000)

# 不快感の現れた区間の特徴

酔いあり



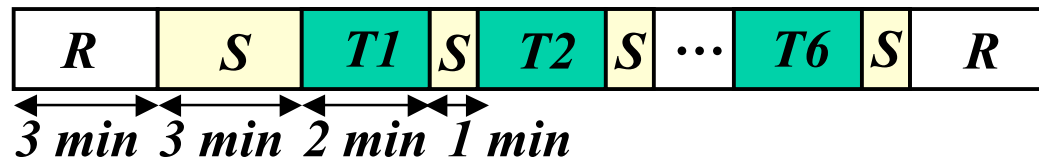
酔いなし



動きベクトルの急激な周波数の切り替わりが  
生体に影響を与えている可能性  
切替 → 周波数の切り替わるレンジ幅と持続時間が影響

# 影響を与える映像要素の特定

## プロトコル



R : 安静    S : 静止 (映像)    T : 移動 (映像)

## 被験者

健常な年齢21～24歳の  
男性8名, 女性2名

## ランダムドットによるシミュレーション映像

～マウンテンバイクの動きベクトルから制作～

## 実験の種類

1. GMVとLMVの比較
2. GMVパラメータの比較
3. LMVパラメータの比較
4. 周波数の比較
5. 周波数の切り替え

|    | a | b | c |
|----|---|---|---|
| T1 |   |   |   |
| T2 |   |   |   |
| T3 |   |   |   |
| T4 |   |   |   |
| T5 |   |   |   |
| T6 |   |   |   |



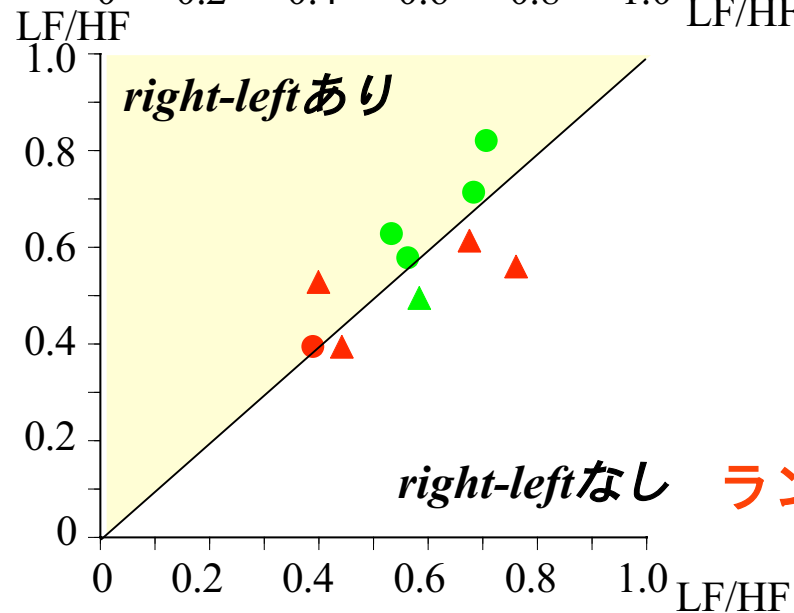
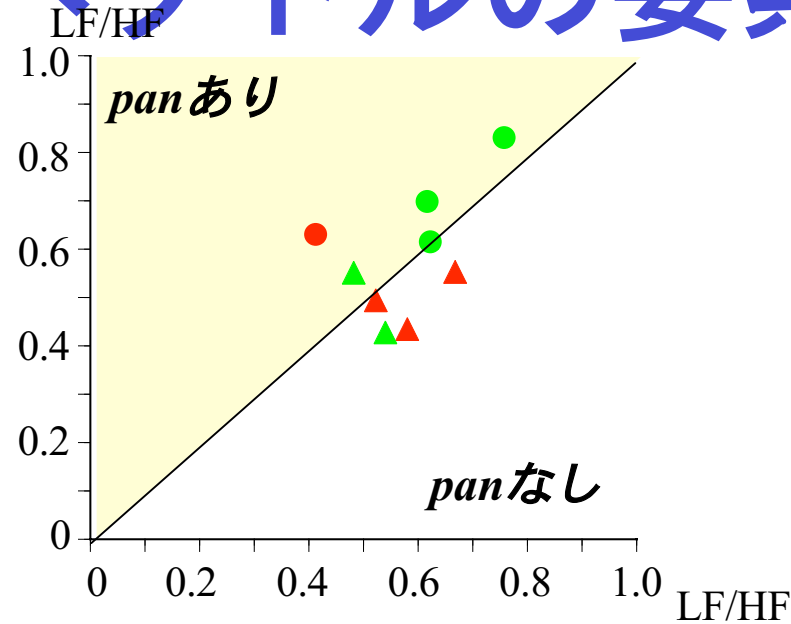
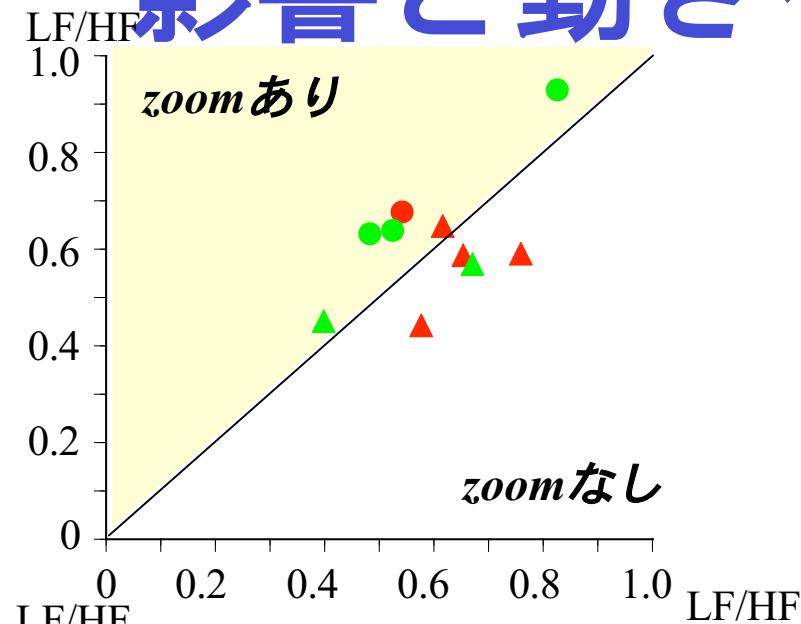
動き情報のみ

a : zoom  
b : pan  
c : tilt



新潟大学大学院医歯学総合研究科で行った実験 (Dec. 1-22, 2002)

# 影響と動きベクトルの要素

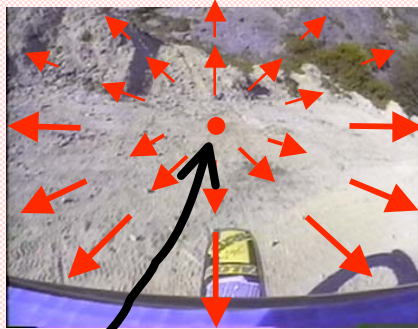


- マウンテンバイクが気持ち悪い人
- ▲ 同上 (HF成分が増加)
- マウンテンバイクが気持ち悪くない人
- ▲ 同上 (HF成分が増加)

ランダムドットによるシミュレーション映像

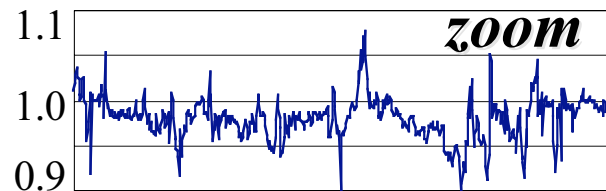
# 予測と動きベクトルの関係

実際に乗っている人に生じる  
オプティカルフロー

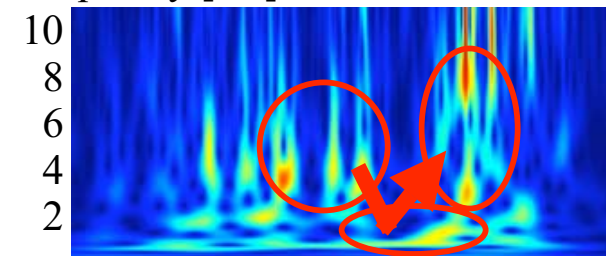


湧き出し点 = 自己移動の方向

motion [pixel]



frequency [Hz]



50 55 60 65 70 time [sec]

視聴している人は  
進行方向を予測している



ズームの中心点 → 進行方向の予測

実写映像, CG映像実験からズームの影響が確認された.

→ ズームを予測に使用している  
のではないか.

動きベクトルの周波数の急激な変化  
→ 予測に反する動き

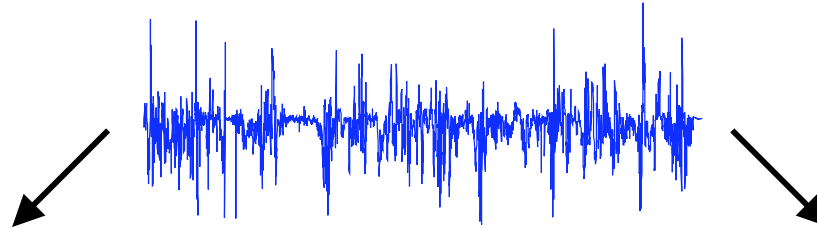
# 実写映像と CG映像の違い

実写映像



予測可能

同じ動きベクトル



CG映像



予測不可能

コンテンツの情報による効果

- 心理的要素
- 経験の有無による予測性
- 実環境の空間的認知による予測性

CG : 気持ち悪い → 移動感あり

CG : 気持ち悪くない → 移動感なし

視覚情報

予測



ミスマッチ  
蓄積

自律神経系

# わかったこと

「何がわからないか」がわかった

- 映像のどんな要素が映像酔いを生じさせているかが定量的にわかっていない.
- 個人個人のどんな特徴を計ればよいかがわかっていない.

映像を定量化すればよいらしい

理解するとは

自律神経系に与える影響を調べればよいらしい

定性的・・・画面が振動しやすい映像は、映像酔いが現れやすい

定量的・・・振動周波数が〇〇Hzの動きベクトルを△秒間与えると、\* %の人に映像酔いが現れる

実用的レベル・・・振動周波数が〇〇Hzの動きベクトルが△秒間存在する映像は、自律神経系のレベルが◎である場合、\* %の人に映像酔いが現れることが予想される

# 感覚刺激と自律神経活動

*Real*

視覚, 聴覚, 触覚, 体性感覚, 嗅覚

素早い反応を要求

*Virtual*

持続的な対応を要求

*Priority*

自律神経活動