

ネットワーク・ヒューマン・インターフェースの総合的な研究開発  
(映像が生体を与える悪影響を防止する技術)

---

代表研究責任者

東京大学 教授 相澤 清晴

# 研究の概要

---

- 目的:

様々な映像メディアに対して、子供から高齢者まで安全かつ安心して映像を視聴可能とするため、以下の技術を開発する

「脳の定量的評価・解析技術」

「自律神経系の影響を同時に計測する技術」

「生体に影響のある映像を安全で快適な映像に変換・軽減・防止する技術」

「ホーム端末画面で誰もが3次元映像を安心・安全に楽しめる3次元映像表示」

- 期間:

平成15年9月30日～平成18年3月31日(2年6ヶ月)

- 研究費:

1億5千万円 (平成15年度)

1億2千万円 (平成16年度)

5千万円 (平成17年度)

総額: 3億2千万円

- 受託機関:

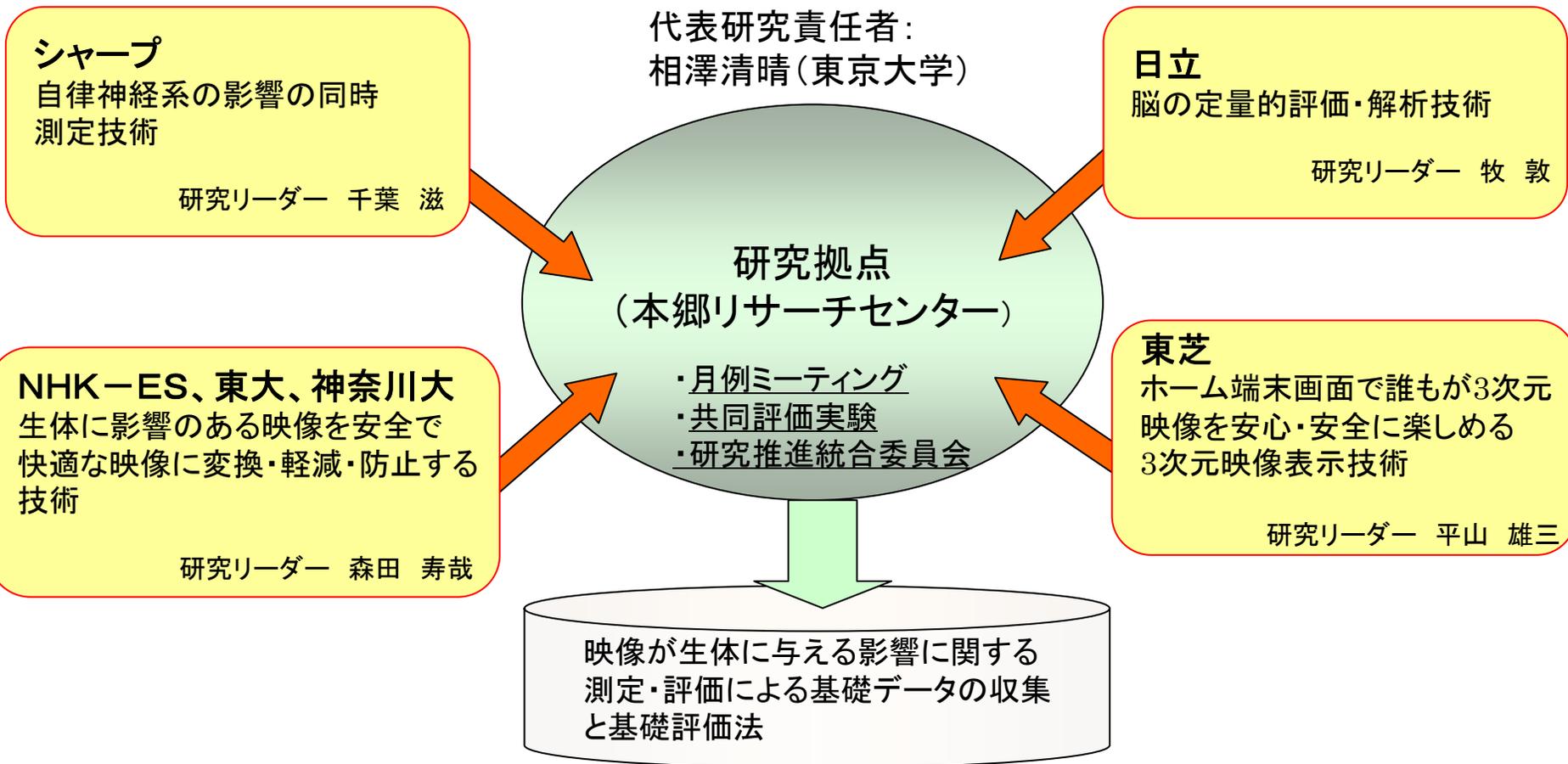
NHK-ES、東京大学、神奈川大学、日立、シャープ、東芝

# 研究の背景と目的

---

- 映像メディアの進展
  - ホームシアター、大画面テレビ、3次元映像
  - TVゲーム、ゲームボーイ、
  - インターネット、ケータイ画像
- 映像メディアの最終的な品質評価とは。コンテンツ、視聴条件によっては、「ポケモン事件」のような事態や、映像酔い等も起こる。生体影響の観点から、映像の安全、安心を確保するための技術開発
- 映像と視聴環境の人への影響の良し悪しを定量的に評価し、表示システム、映像コンテンツ等の改善へつなげる。
  - 新しい生理計測手法の開発
  - 心理・生理的な解析と評価
  - 影響を抑える適切な変換技術
  - 先端的な3次元画像表示方式の開発と比較評価

# 研究開発体制



## 共同研究の主な成果

- ・ 脳活動や自律神経系の計測データと生体影響の主観評価データとの対応
- ・ 生体影響の主観評価手法と脳活動や自律神経系の計測による立体表示装置の評価
- ・ 視覚運動検出にかかわる脳活動の発見

# 研究目標

## ア) 脳の定量的評価・解析技術(日立)

- 脳における血液量変位計測と血圧・心拍による自律神経系計測を0.1秒以内ごとに同期を取りながら同時計測し得る技術の確立
- 脳皮質の80%以上の領域における脳血液量変化を同時に測定する技術の確立
- 汎用性のあるOT(機能的近赤外分光)画像用統計解析ソフトの開発
- 映像の脳・自律神経系に対する影響を総合的に定量評価する

## イ) 自律神経系の影響を同時に計測する技術(シャープ)

- 瞳孔、縮瞳率、回旋、眼球運動、血圧・心拍等を0.1秒以内毎に同期をとりつつ、同時に計測し、有効データ80%以上を確保可能な相互相関係数計測技術の確立

## ウ) 生体に影響のある映像を安全で快適な映像に変換する軽減・防止する技術 (NHK-ES, 東大、神奈川大)

- 輝度変化が大きい点滅刺激の抑制技術の確立
  - ~~光波長700nm付近の赤色刺激抑制技術の確立~~
  - ~~縞及び渦巻き模様等の規則的平面パターン抑制技術の確立~~
  - 急激な画面の移動・ブレ防止技術の確立
- 具体的なパラメータと生体影響の関係について、コンセンサスが得られていないため (ITU-R等)

## エ) ホーム端末画面で誰もが3次元映像を安心・安全に楽しめる3次元映像表示技術(東芝)

- 現状のTV映像と同等の水平画素数320以上で視域範囲左右各15度以上の3次元映像表示技術の確立
- 視差数を16視差に増大し、利用者の頭部の移動に対して、連続した映像を表示する3次元映像表示技術の確立

# 成果公開

## ■ 研究発表・特許等

- 査読付き誌上発表数 5件(目標3件)
- 口頭発表数 74件(目標31件)
- 特許出願 8件(目標16件)
- 受賞 4件
- 変換ソフトウェア実施許諾契約 1件

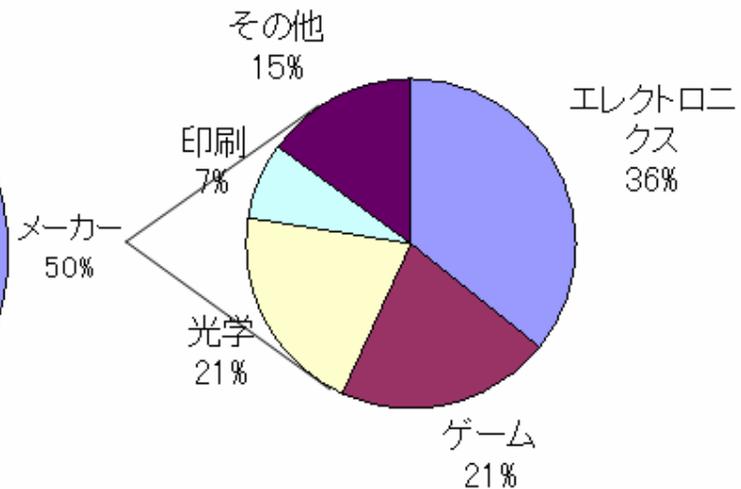
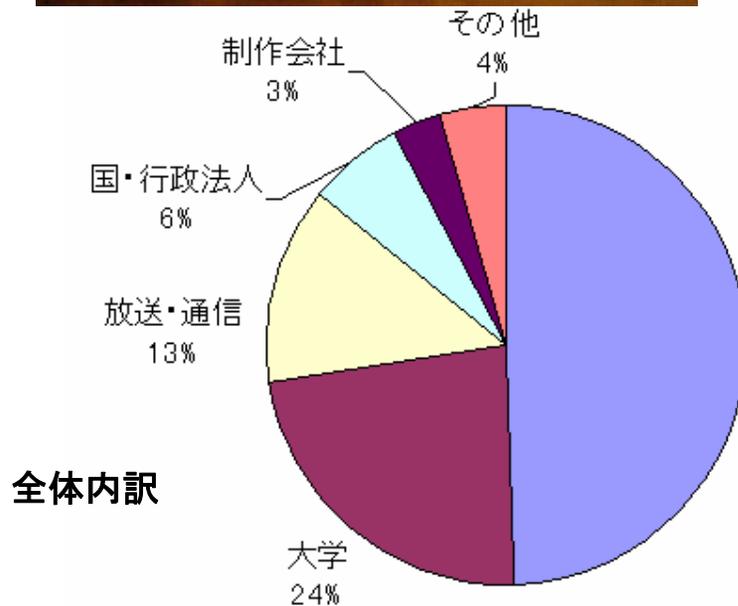
## ■ その他

- e-Japan2003重点計画 調査報告「コンテンツの生体への影響に関する調査・研究報告書」作成
- 公開実験(158名参加)、研究成果展示(東京大学柏オープンキャンパス)
- 2005年NHK技研公開にて研究成果を展示
- シンポジウム「映像の生体影響 ～映像を安全に楽しむために～」を開催. 委託研究成果を報告. 参加者約170名(家電メーカー、ゲームメーカー、番組制作プロダクション、光学機器メーカー、放送事業者、大学関係者等)



# 成果報告会（成果発表、成果デモ）

■ 2006年1月23日（月） 東京大学 武田ホール 約170名参加



# ウ)生体に影響のある映像を安全で快適な映像に変換する軽減・防止する技術

---

(財)NHKエンジニアリングサービス(平成18年3月まで)

NHK放送技術研究所(平成18年4月より)

森田 寿哉

# 研究目標・課題

## ■ 研究目標

様々な映像コンテンツや視聴環境に応じて、映像が生体を与える影響を未然に防ぐために、影響を及ぼす可能性のある映像を検出し、映像コンテンツの視聴を妨げることなく、個人特性に応じて安全な映像に変換する技術を開発する。

## ■ 研究課題

- 映像酔いを引き起こす映像刺激の物理的特徴量の把握
- 視聴環境を考慮した光感受性発作および映像酔いの防止技術の開発

生体影響防止技術の現状と課題(H15e-Japan重点計画2003に基づいた調査研究)

	映像の特徴	防止手法
光感受性発作	・臨床実験等により、多くの映像の特徴について解明が進んでいる。	・ガイドライン、ITU-R勧告BT.1702等、検出装置 ・ただし多様な視聴環境には未対応
映像酔い	・発生機序については複数の説あり ・評価方法が統一されていない	・特に防止手法は提案されていないが、手ぶれ補正技術が利用できる可能性あり

# 研究成果(1)-映像酔いを引き起こす映像の特徴-

## ■ グローバルモーションの特徴

- 映像酔いの程度が大きい映像は、**2Hz以下の平行移動成分**(縦方向、横方向)のパワーが大きい
- 映像を正弦波状に振動させた場合、**水平方向の場合は周波数2.5Hzで、垂直方向では0.5Hz**で映像酔いが最も大きい
- 乗り物酔い(動揺病)を引き起こしやすい縦方向0.2-0.3Hzの周波数で映像が振動しても映像酔いは生じない
- グローバルモーションの運動方向や速度の変化を**予測する手がかりが多いほど、映像酔いは小さい**

## ■ 視聴環境の特徴

- 映像の大きさ(**視野角**)が**大きいほど映像酔いは大きい**
- 視野角が大きい場合、視野角が同じでも映像の**実サイズが大きいほど**(視距離が長いほど)**映像酔いは大きい**

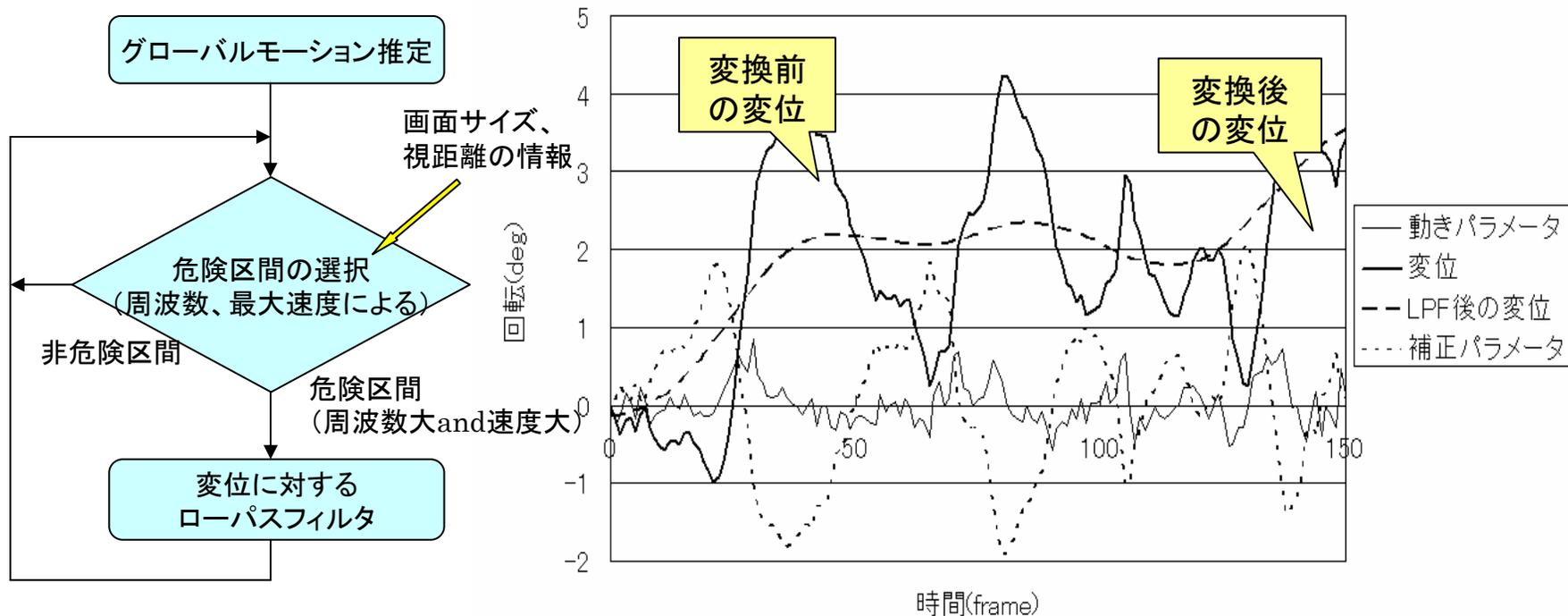
## ■ グローバルモーション情報による映像酔いの程度の推定

- 眼球運動メカニズムに基づいたグローバルモーションの変位予測モデルを考案
- 上記モデルを用いて、予測しにくい(予測した変位と実際の変位とのずれが大きい)映像を、映像酔いを引き起こしやすいとして映像を評価する手法を開発

# 研究成果(2)-映像酔い防止技術の開発-

## ■ 「手ぶれ補正による映像酔い低減プログラム」を開発

- 映像のグローバルモーションを推定
- 画面サイズと視距離の情報から横および縦方向平行移動の速度の閾値(下限値)と周波数の閾値(下限値)を設定
- 2つの閾値を共に超える区間を「映像酔いの生じやすい」危険区間とする
- 危険区間の変位に対してローパスフィルタをかける



# 研究成果(3)-光感受性発作防止技術の開発-

## ■ 「光感受性発作を防止する検出変換プログラム」を開発

### 光感受性発作を引き起こす映像の判定基準

- 3Hzを超える点滅周波数
- 輝度差20cd/m<sup>2</sup>
- 画面の25%を超える点滅領域

(ITU-R 勧告BT.1702を参考)



### 検出手法

**周波数**: 1秒間に6回を超える輝度変化

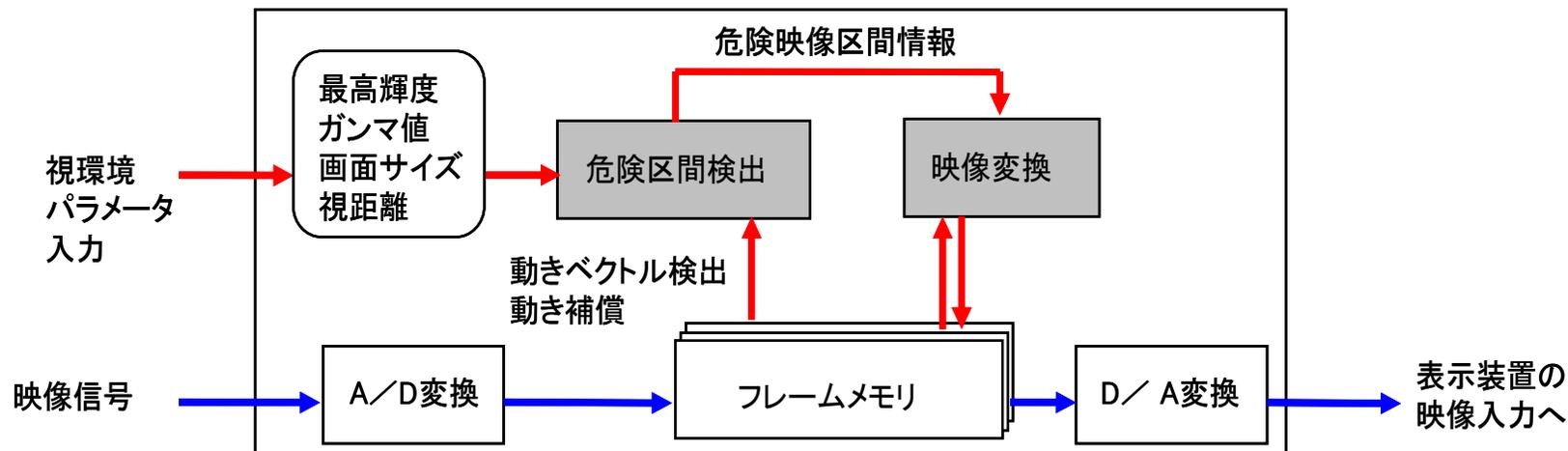
**輝度差**: 表示装置の最高輝度、ガンマ特性、映像信号レベルから算出

**点滅領域**: 標準観視条件で、画面の25%の領域が網膜上で投影される大きさを基準とする(画面サイズ、視距離、点滅画素数から算出)

### 変換手法

・危険区間に対して、1ブロック(5フレーム)から1つのフレームを選択し、1ブロックすべてのフレームを置き換え

・隣接するブロックのフレームが最も異なるようなフレームを選択



# 成果展開

---

- 多様な視聴環境に対応した「光感受性発作を防止する検出変換プログラム」、および「手ぶれ補正による映像酔い低減プログラム」は、ISOやITU-R等による安全基準や評価方法の標準化の動向を見ながら、パラメータを修正していく。
- 上記プログラムのテレビ受信機等への組み込みや、検出変換装置の開発において、国内メーカーに対して、(財)NHKエンジニアリングサービスを窓口とした技術協力等をおこなっていく。

# ア)脳の定量的評価・解析技術に関する研究開発

---

日立製作所 基礎研究所

牧 敦

# 1. 社会的背景

## 映像の人への影響：生体機能の生物学的評価の重要性

平成9年(1997年)12月16日午後6時「ポケモン視聴時」  
約660人が光感受性発作

光トポグラフィにより映像視聴時の脳機能観測

**「ポケモン」の光点滅**

日立製作所など臨床実験  
**視覚神経に特異な混乱**  
血流量が一部に集中

アニメ番組「ポケットモンスター」で、子供たちがけいれんなどの発作を起こした場面を見ると、脳の視覚神経が特異な混乱状況に陥ることが、日立製作所中央研究所と国立特殊教育総合研究所の「光トポグラフィ」を使った臨床実験で、二十六日までに明らかになった。

研究グループは、脳の外から脳内部の神経細胞の活動の様子を探る診断装置「光トポグラフィ」を活用。国立研究所の研究員三人が被験者となって、同番組の録音を見た際、視覚情報を担当する神経細胞（視覚野）がどんな状況になっ

その結果、赤と青の光が一秒に十五回のペースで、約五秒間、交互に点滅する場面を見た際には、後頭部の視覚データを最初に取り込む領域（第一次視覚野）の血流量が急速に増大、神経細胞が活性化した。しかし、この視覚情報を総合的に組み立て、解釈するはずの隣接領域（連合野）は血流が極端に減少、活動が急激に低下していた。

同番組の通常の映像場面では、脳のこれほどの混乱はなく、この場面で視覚神経系の混乱の原因になっているとわかった。

国立特殊教育総合研究所の深美義賢・研究部長は「連合野の活動が極端に低くなったため、けいれんを引き起す『中心脳領域』に視覚情報が、より強く伝

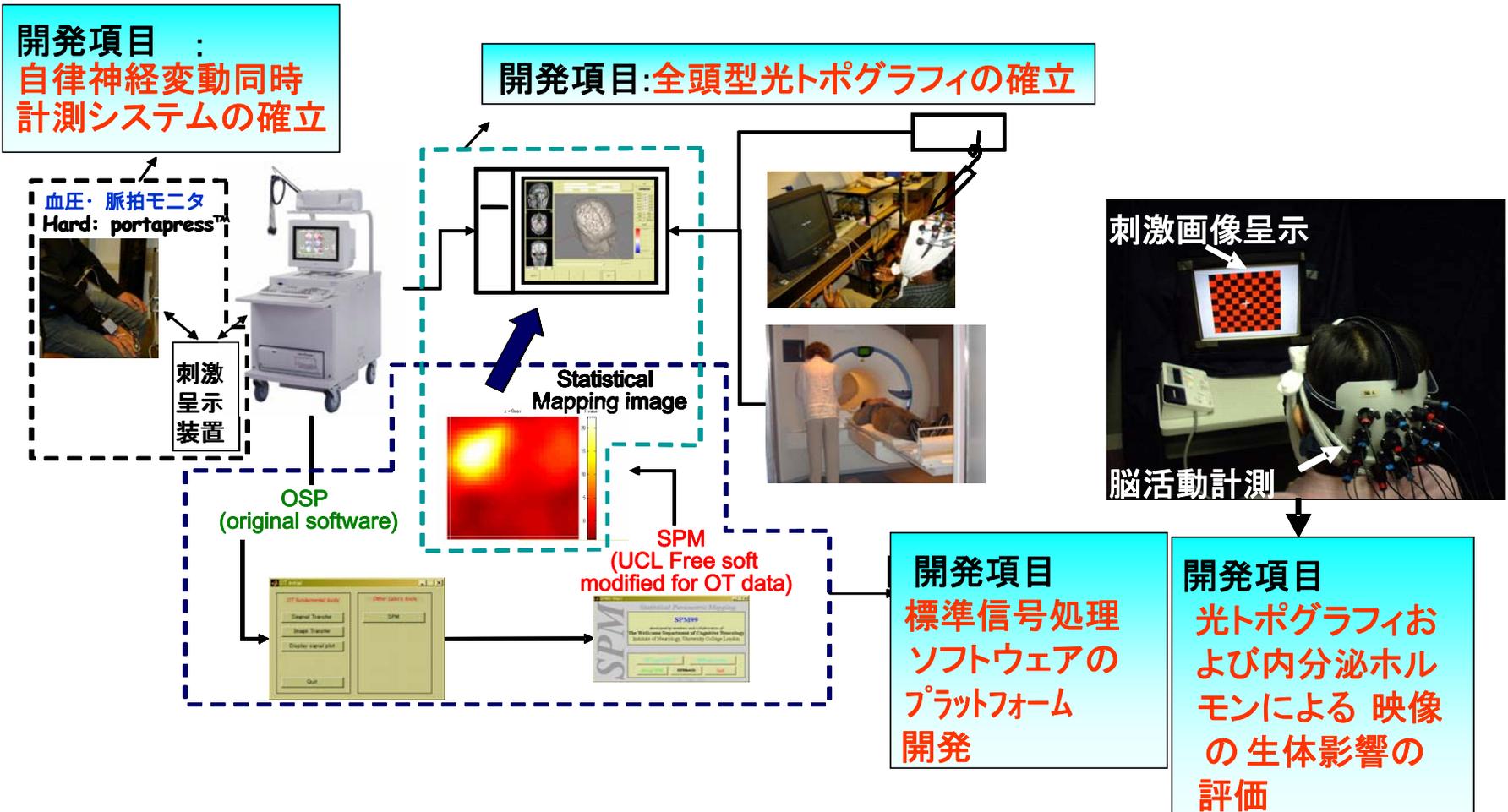
わった可能性があり、これが発作の原因の一つになった可能性が高い」と、説明している。

光トポグラフィは、頭の外部から微弱な赤外線を当て、脳細胞から反射して来る微弱光をコンピュータで分析して、脳細胞の活動を描き出す装置で、一昨年、日立製作所が開発した。

1997年(平成9年)12月26日(金曜日) 夕刊 言 宣 新 聞  
(国立特殊教育総合研究所・東京都老人医療センターと共同)

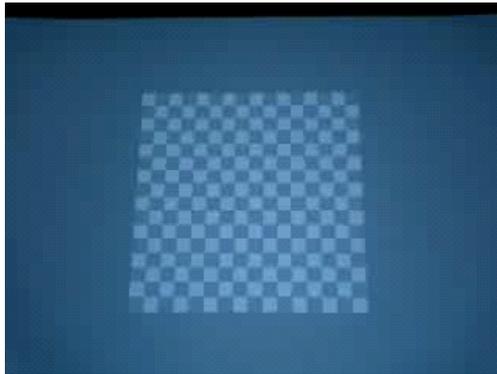
## 2. 本テーマの全体計画

目的： 脳の定量的評価・解析技術に関する研究開発



### 3. 光トポグラフィによる視覚活動の計測

8Hzのチェッカーパタン



視覚刺激時の光トポグラフィ画像

頭表表面積: 約430cm<sup>2</sup>

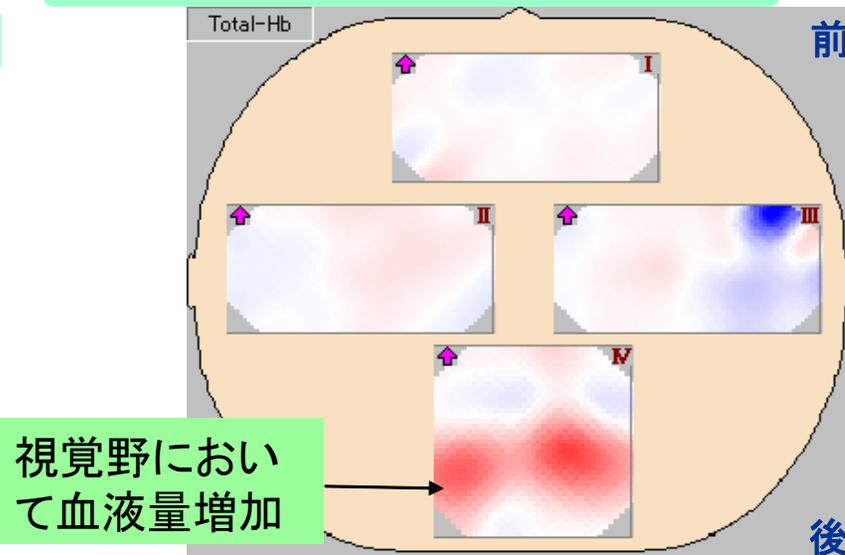
光トポグラフィ120ch: 405cm<sup>2</sup> 93.1%

90 ch: 297cm<sup>2</sup> 68.3%を実現

全頭計測時のプローブ装着



視覚刺激時の光トポグラフィ画像



## 4. 脳の定量的評価・解析技術の研究結果

基礎

### 生理学・脳科学的基盤研究

目的：脳活動信号の理解と時空間解析技術の確立

生体雑音の影響評価法を確立し

脈・血圧の影響を定量的に評価

### 応用研究

目的：脳機能計測の効果

映像影響における脳科学的知見の有効性を証明

### 発展研究

目的：異分野の架橋融合

汎用的発展的な解析プラットフォームを構築

応用

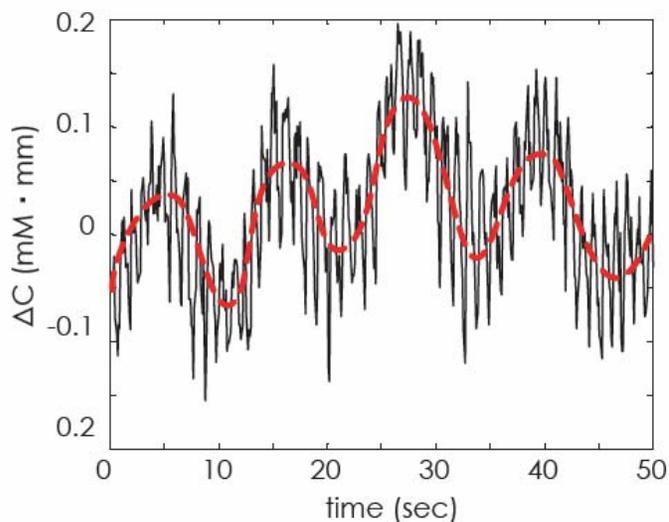
# 5. 脳活動信号の定量的解析法の確立

基礎

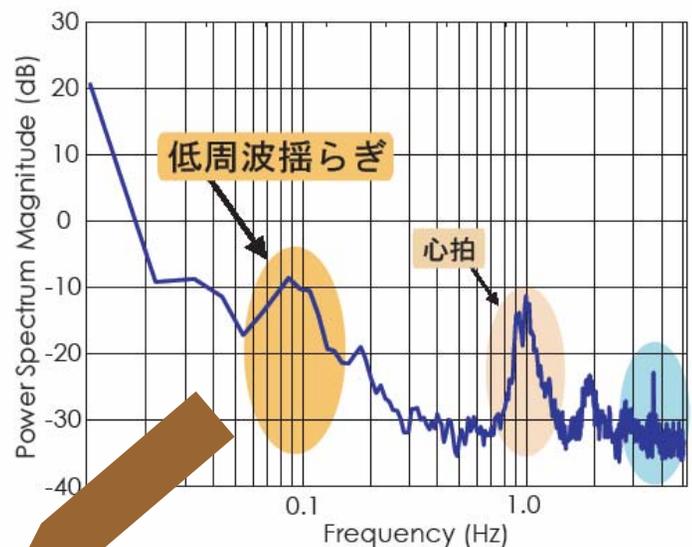
生理学・脳科学的基盤研究

生体雑音の影響評価法を確立し  
脈・血圧の影響を定量的に評価

安静状態における脳血液量の変化



脳血液量変化のスペクトル



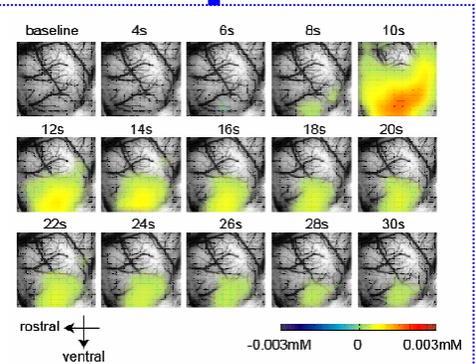
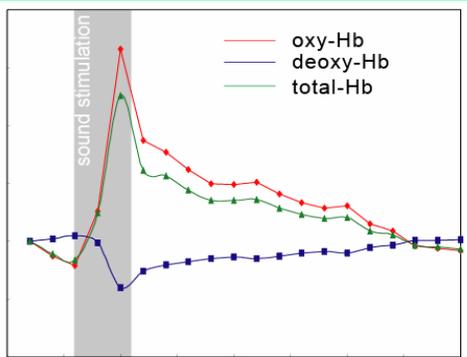
脳活動信号と重畳

生体ノイズ

装置ノイズ

# 6.脳活動信号の定量的解析法の確立 -結果-

## 脳活動モデル関数

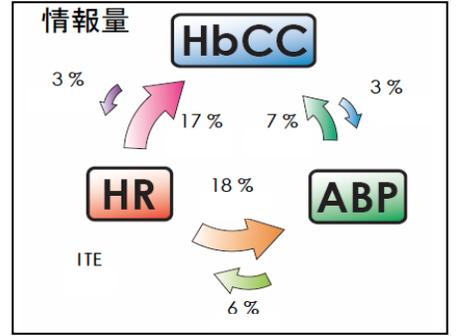


モルモット大脳皮質でのヘモグロビン時空間変化

光トポグラフィ信号

脳活動信号  
脈・血圧揺らぎ

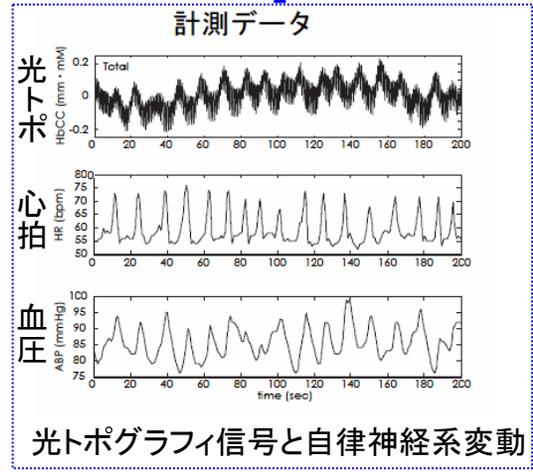
## 情報移動・パワー



分離  
アルゴリズム

高精度  
脳活動信号

自律神経  
由来信号



- 脳活動信号と自律神経由来信号の分離アルゴリズムを実現

# 7. 脳機能計測の効果評価

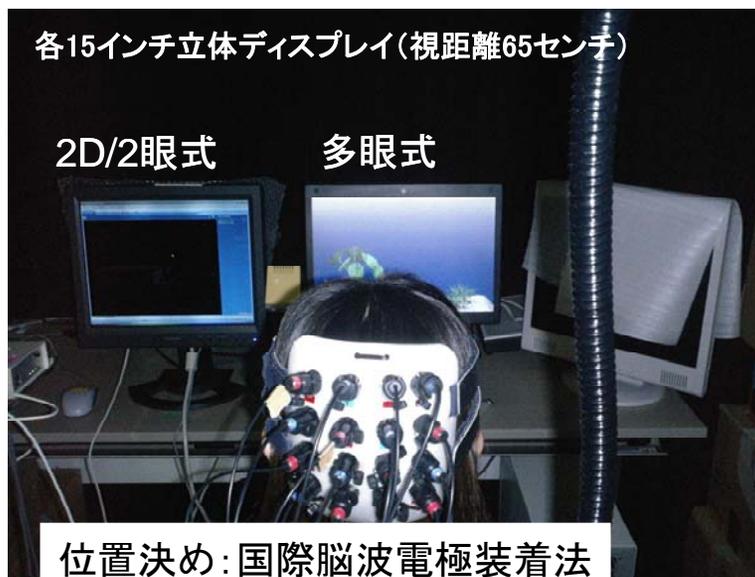
## 応用研究

### 映像影響における脳科学的知見の有効性を証明

#### 立体視の奥行き判定課題

- 1)2D(シャープ): 視差無2次元ディスプレイ
- 2)2眼式(シャープ): 2眼式立体視ディスプレイ
- 3)多眼式(東芝): 多眼式立体視ディスプレイ

各15インチ立体ディスプレイ(視距離65センチ)



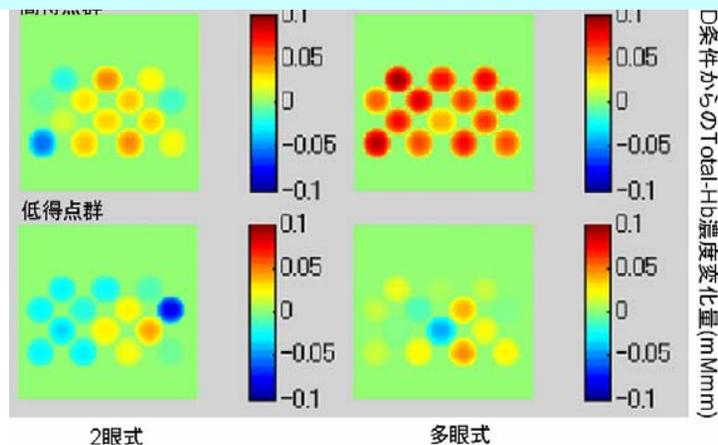
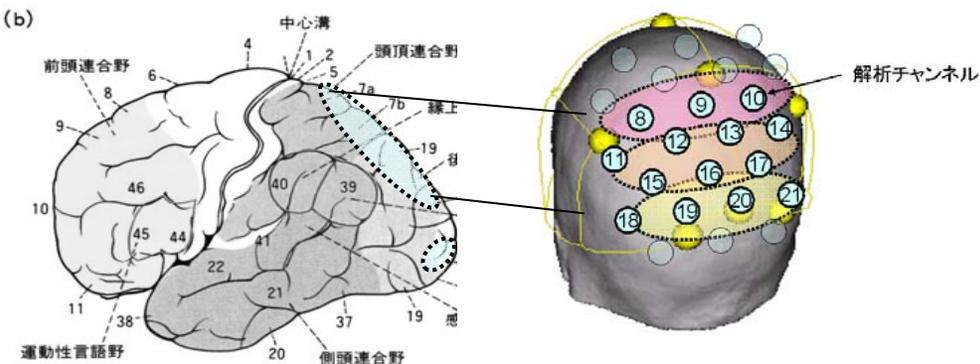
位置決め: 国際脳波電極装着法

#### 計測項目

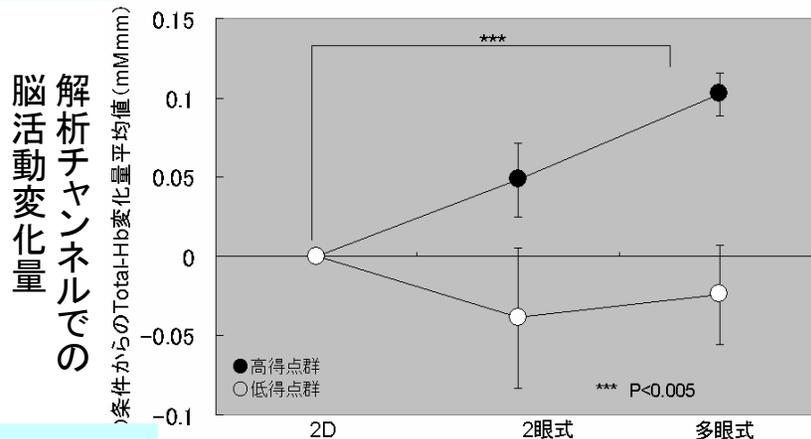
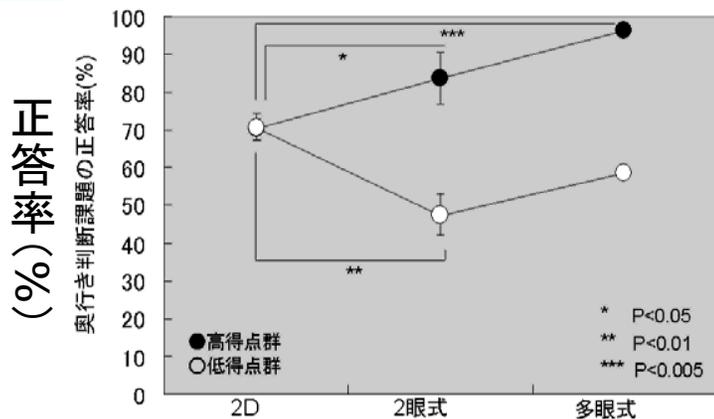
1. 行動  
奥行き判定の正答率
2. 脳機能  
光トポによる脳活動信号

# 8.脳機能計測の効果評価 - 結果 -

## 2眼式・多眼式ディスプレイを用いた奥行き判断課題中の脳活動及び正答率



### 立体視処理部位と解析対象部位での脳活動



正答率(高・低)による脳活動差異あり: 多眼式 > 2眼式

-光トポグラフィによる映像の生体影響評価手法を実現

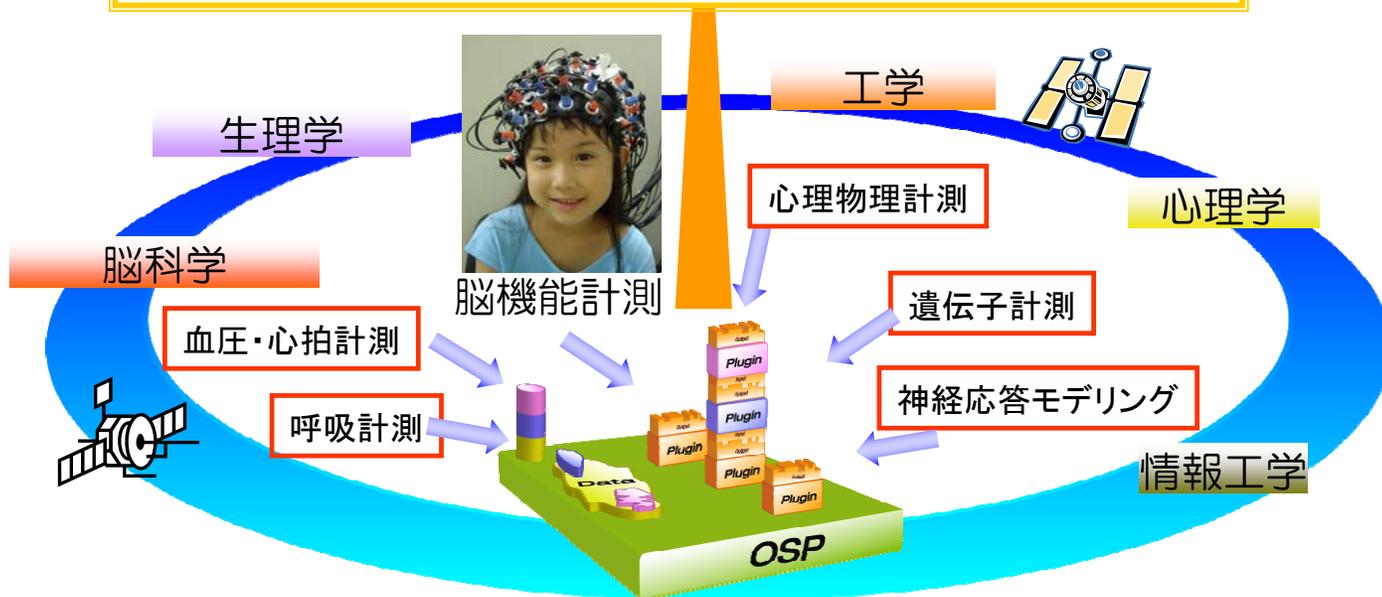
# 9. 環学的研究のツール開発

## 発展研究

### 汎用的発展的な解析プラットフォームを構築

社会問題への異分野の架橋・融合を促進

第1の課題：使いやすい計測装置⇒簡単に現象を観察  
第2の課題：簡便な解析方法 ⇒簡単に意味を解釈



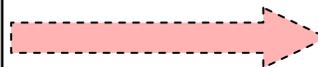
# 10. 環学的研究のツール開発 -結果-

脳機能計測装置:ETG-7000改



その他の計測装置:  
血圧・心拍計測装置  
呼吸計測装置

データ変換



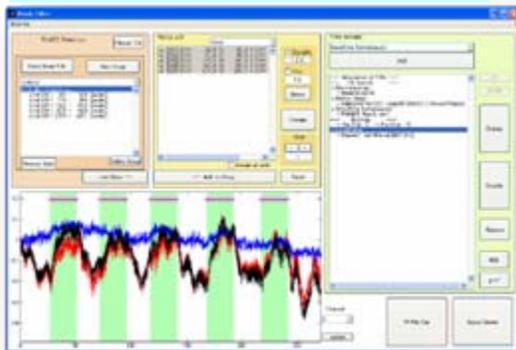
基本データ



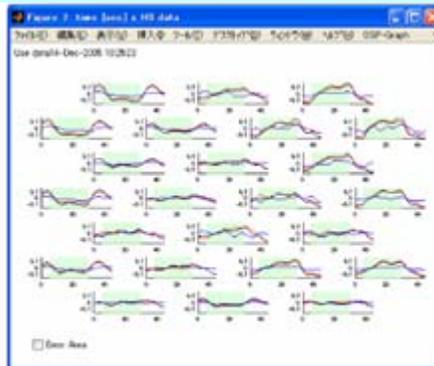
基本プラグイン処理

- \*帯域フィルタリング
- \*ブロック分割
- \*加算平均
- \*タスク依存性統計処理
- \*生体雑音検出処理
- \*空間マップ表示

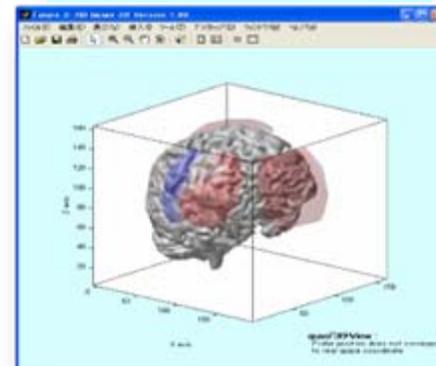
プラグイン処理制御



多点時系列結果表



空間マップ表示



標準的信号処理プラットフォームの世界発信へ

# イ) 自律神経系の影響を同時に計測する技術

---

シャープ(株)

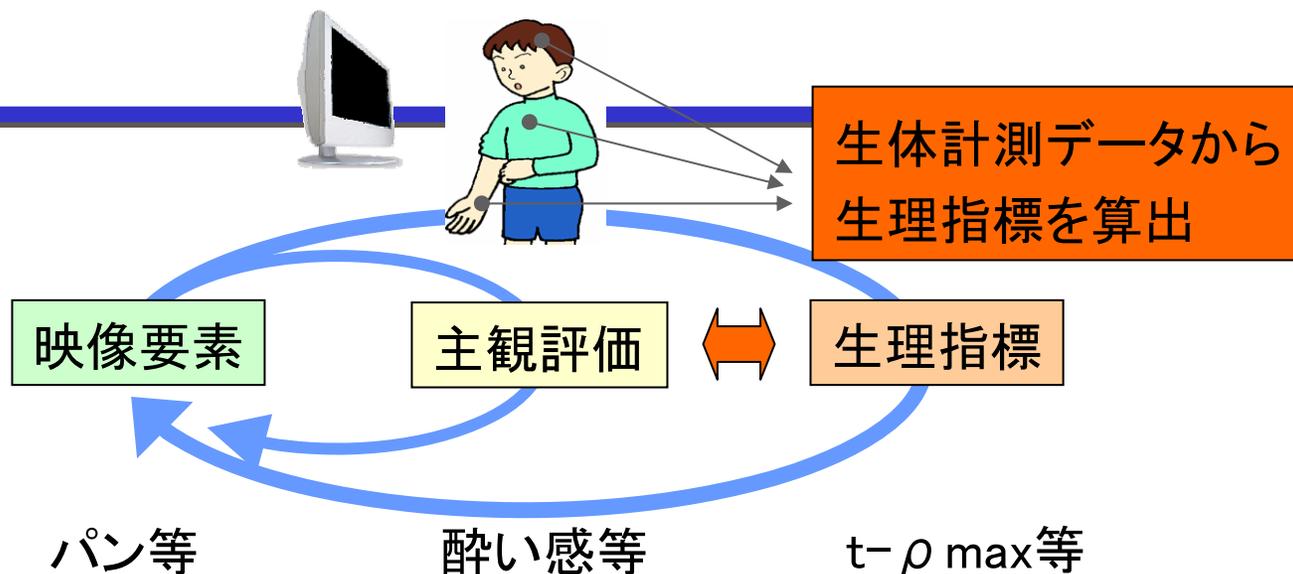
研究責任者 千葉 滋

研究者 山中 篤

内海 端

矢部 博明

# 目標



(1) 自然な状態で被験者から正確な臨床データを効率よく取得。

(2) 映像要素と生理指標間の相関解析技術の確立。

- ・映像要素: 視野角20度以上の2次元映像、及び3次元映像を対象とする。
- ・生理指標: 瞳孔、縮瞳率、回旋、眼球運動、血圧・心拍等から算出。

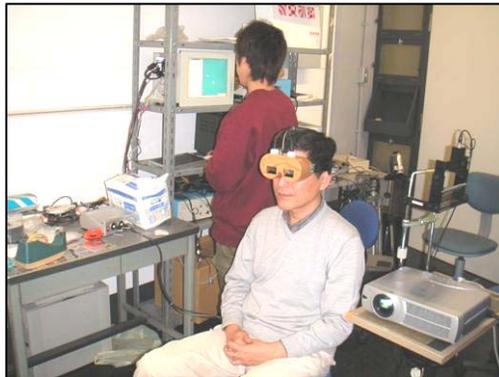
(3) 個別数値目標

- ・生理指標を0.1秒以内毎に同期をとり、同時に計測。有効データ80%以上を確保。
- ・瞳孔径については、眼球が瞼で90%まで覆われても30フレーム以上で計測。

# 研究成果達成状況(1)

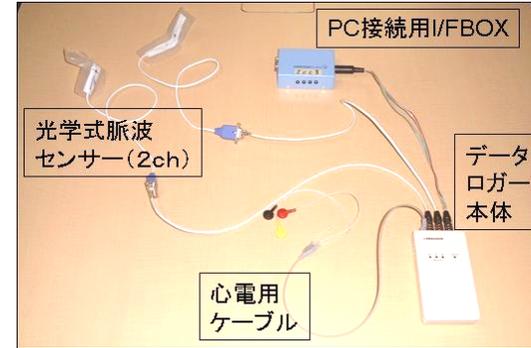
自然な状態で被験者から正確な臨床データを効率よく取得できる計測装置を開発。

## インテリジェント瞳孔計



・インテリジェント瞳孔計は、ゴーグル状の前眼部撮影装置を装着するだけで、被験者の映像視聴時の瞳孔、縮瞳率、回旋、眼球運動を同時に計測できる。

## マイヤーウェーブ・アナライザ



・マイヤーウェーブアナライザは、小型(データロガー部:65mmX120mmX23mm)で装着容易な心電及び脈波の計測装置であり、映像を視聴する多数の被験者から、血圧と心拍に関連する情報を同時に計測できる。

# 研究成果達成状況(2) 映像要素と生理指標間の相関解析技術を確立。

- ・脈波から映像刺激の生体影響を評価する生理指標を開発し、カメラ視線の水平移動で生じる映像要素（パン）と生理指標の間の相関解析を実施した。
- ・上記の多人数同時計測実験のデータを用い、パンと生理指標の間に有意な相関を見出した。

## 映像要素(パン)

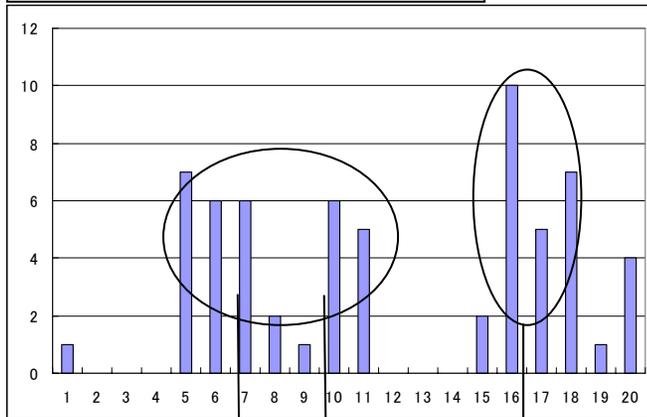


図1:パン頻度(回/分)(横軸:時刻[分])

## 生理指標

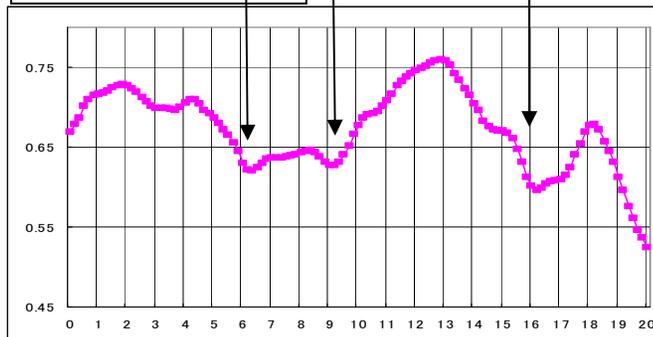


図2:生理指標(横軸:時刻[分])

## 相関分析結果

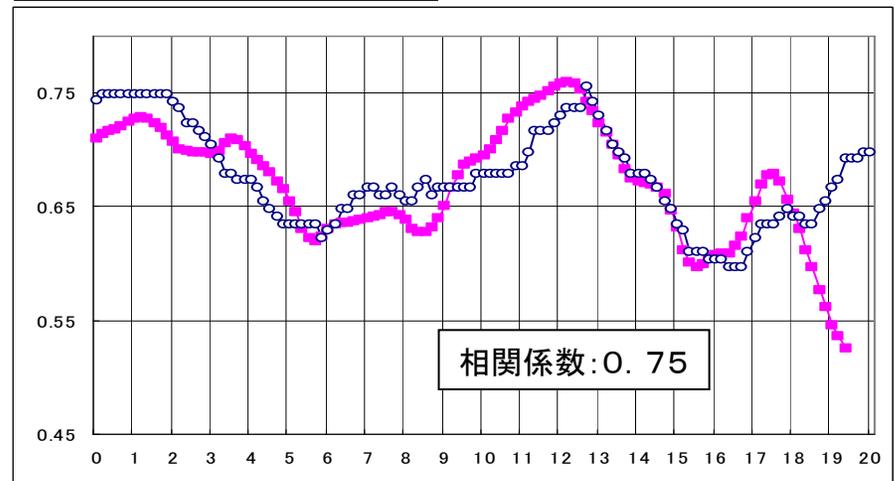


図3:生理指標とパン頻度換算値の比較(横軸:時刻[分])

# 研究成果達成状況(3)

## 主観評価と生理指標間の相関も検証。

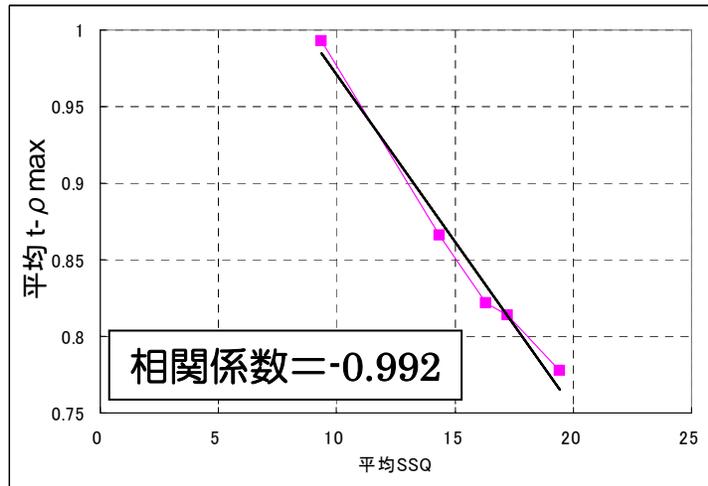


図4: 横軸: 質問紙による主観評価、縦軸: 開発した生理指標

・主観評価と生理指標の間にも  
極めて高い相関を確認。

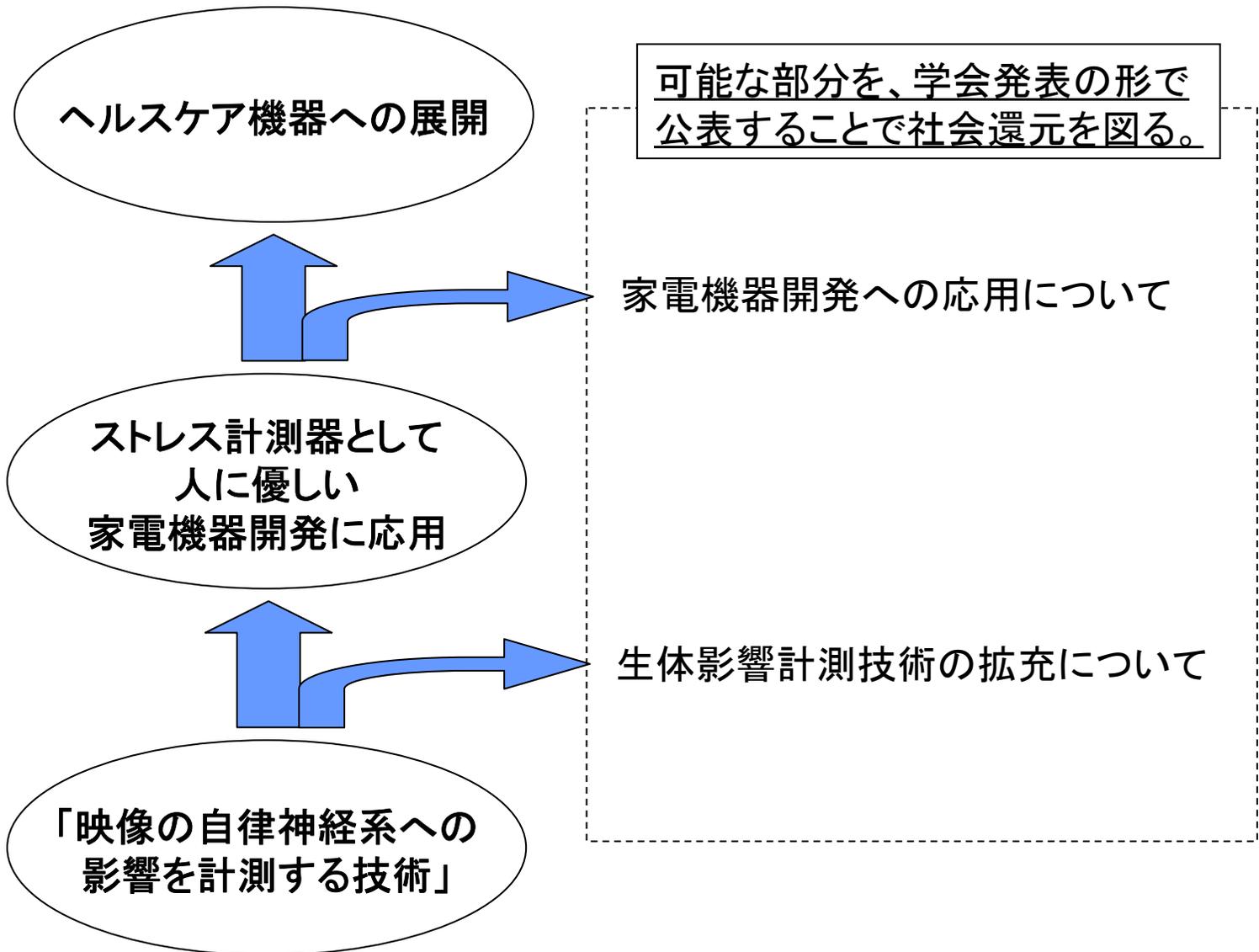


・映像要素と生理指標の間の  
相関解析技術を開発し、目標を達成。

### <個別数値目標>

目標値	達成状況
(1) 生理指標を0.1秒以内毎に同期をとりつつ、同時に計測し、有効データ80%以上を確保する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マイヤーウェーブアナライザ: 心電と脈波の同時計測時、サンプリング周波数を1kHzに設定する事により、0.1秒以内の同期を確保。インテリジェント瞳孔計: 瞳孔、縮瞳率、回旋、眼球運動を計測する場合、サンプリング周波数を30Hzに設計し、0.1秒以内の同期を確保。</li> <li>・以上の性能により、80%以上の有効データを確保でき、<u>目標を達成した</u>。</li> </ul>
(2) 瞳孔径については、眼球が瞼で90%まで覆われても30フレーム以上で計測する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・インテリジェント瞳孔計: 瞳孔縁の一部の情報から瞳孔全体を推定するアルゴリズムを開発し、90%が瞼に覆われても瞳孔径を推定可能とした。この場合でも画像の計測は毎秒30フレームの速度で実行され、<u>目標を達成した</u>。</li> </ul>

# 研究開発成果の展開および波及効果



**研究開発成果の達成状況:**

**ホーム端末画面で誰もが3次元映像を安心・安全  
に楽しめる3次元映像表示技術**

---

**研究分担者 (株)東芝 研究主幹 平山 雄三**

**発表者 (株)東芝 室長 重中 圭太郎**

# 達成状況のまとめ

## ■ 安心・安全に楽しめる3次元映像表示技術

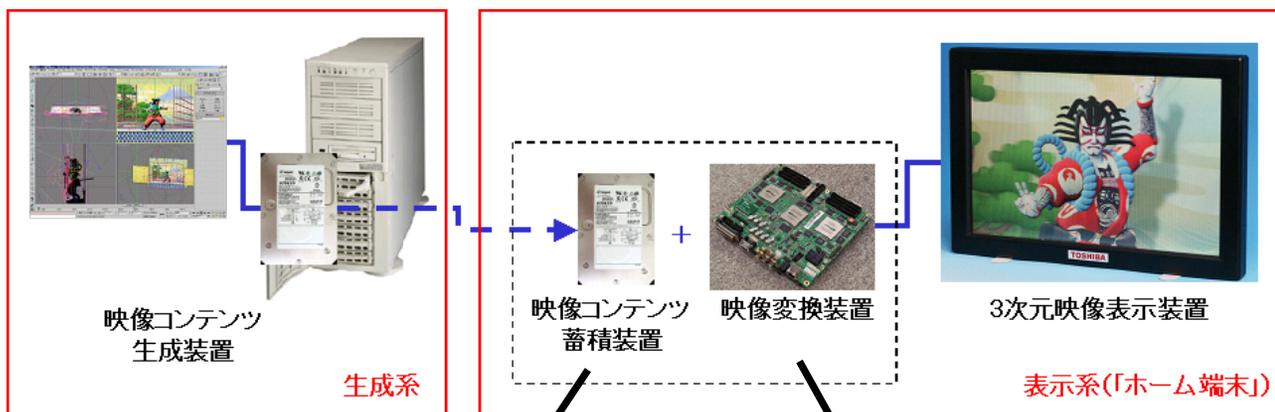
- 3次元表示装置を開発 ⇒ 目標スペックを達成
- 疲労感などマイナス側面を評価 ⇒ 疲れにくい
- プラスの側面についても評価 ⇒ 立体感を得やすい

	目 標	成 果
水平画素数	320以上	320 および 600
視域範囲	左右各15度以上	左右各15度 および 左右各20度
視差数	16	16
3次元映像	頭部移動に対して連続映像を表示	頭部移動に対して連続映像を表示
	疲れにくい	2次元画像と同等の疲労
	—	立体感を得やすい

# 3次元表示装置の開発

## インテグラルイメージング方式

15.4インチ 水平320画素、16視差、視域角±15度  
連続的運動視差(視域角の範囲内ではスムーズに映像が変化)を達成

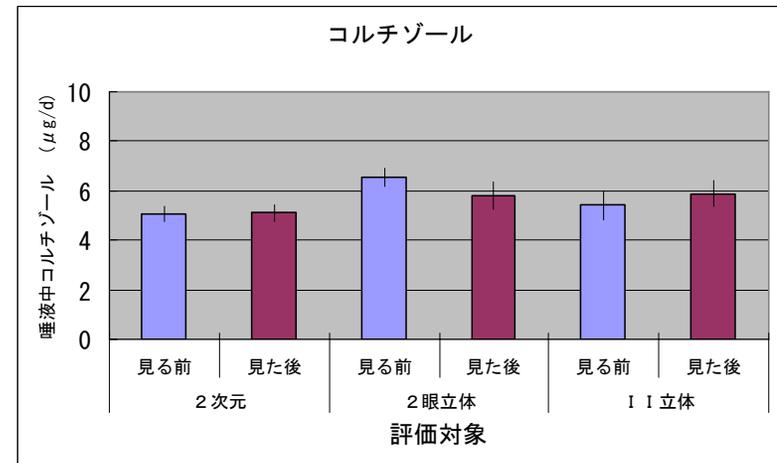
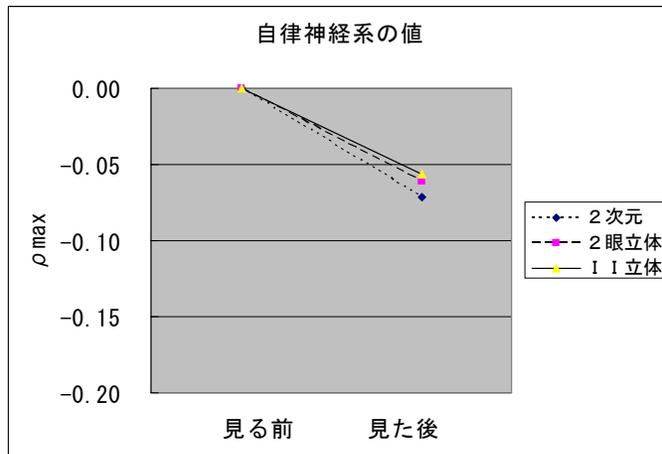


コンテンツ生成系と表示系が分離しているタイプのシステムを作製  
HDDに蓄積した圧縮映像コンテンツをデコードし3Dディスプレイ用フォーマットに変換する  
⇒ PCのない家庭でも本ホーム端末で3次元映像を再生可能

# 3次元表示装置のマイナス側面の評価

## ■ 疲労とストレスの評価

- 自律神経系の評価(脈波から血圧と心拍数を計測) (シャープ殿と共同)
- 内分泌系による評価(唾液に含まれるコルチゾールとクロモグラニンAの分析)(日立殿と共同)

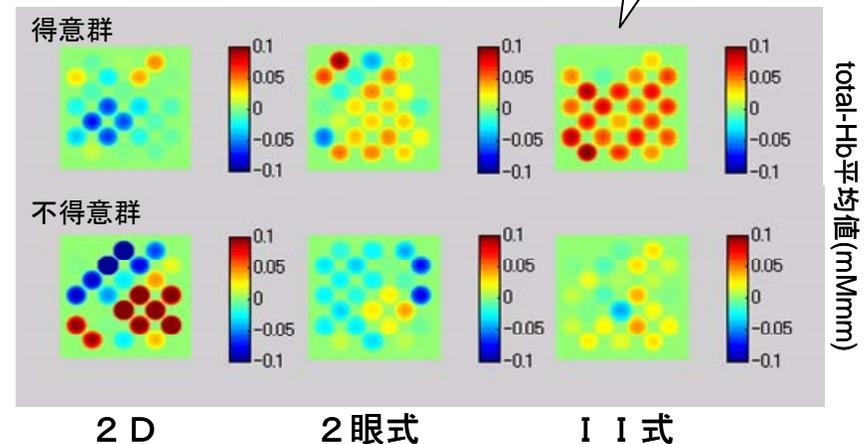
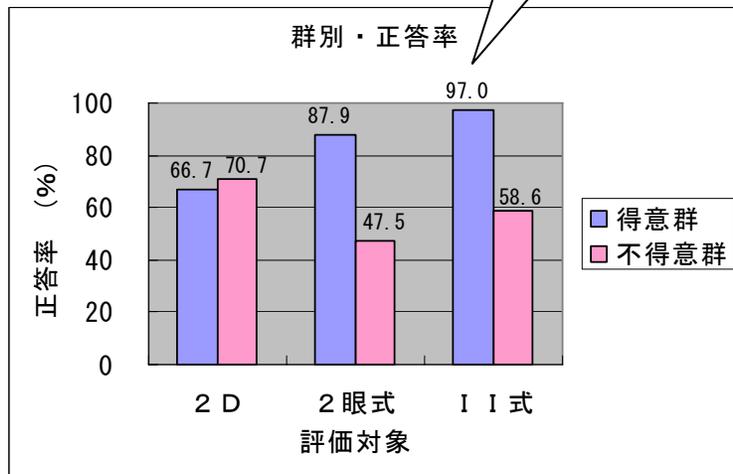


⇒ 2次元映像並みのストレスや疲労感で  
収まっていることを確認

# 3次元表示装置のプラス側面の評価

## ■ 立体感の得やすさ

- 奥行きか飛び出しかを当てる「課題」による評価
- 光トポによる脳血流量の評価(日立殿と共同)



⇒ 立体感を得やすいことを確認

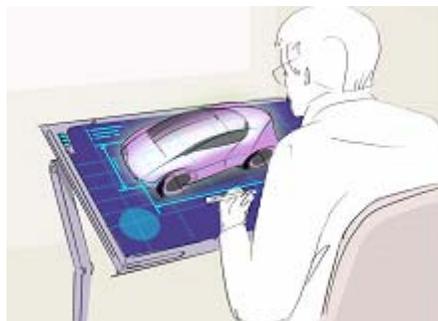
# 研究成果の展開

## ■ 今後の展開

- ハードウェアに関して製造技術をも含めた検討を行う必要有り
- 視覚疲労に関してはさらに専門医の協力による評価を検討予定
- 学会発表等により立体技術に関する啓蒙普及活動を予定

## ■ 予測される波及効果

- 中期的には特殊業務用途において3次元映像が活用される可能性有り
- 長期的には一般家庭の中で新しい表現メディアとして普及する可能性有り



設計業務分野への応用イメージ



家庭内教育メディアへの応用イメージ