



3Dアーチファクトと生体影響

Takashi Kawai  WASEDA UNIVERSITY



自己紹介

河合 隆史 (かわい たかし)

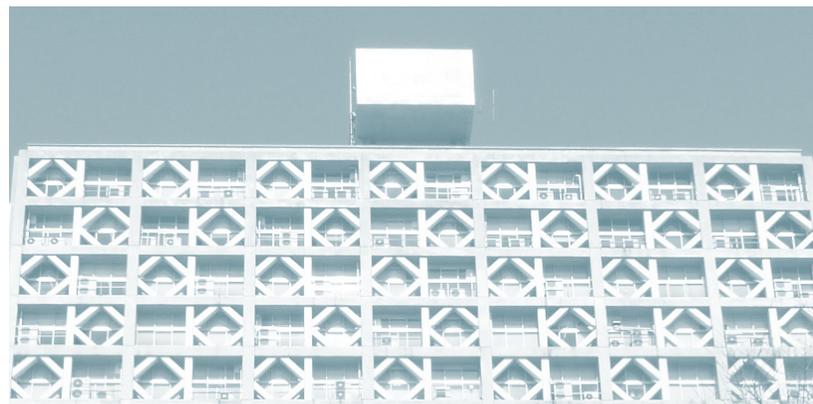
早稲田大学 理工学術院

- 基幹理工学部 表現工学科

教授, 博士(人間科学)

認定人間工学専門家

次世代メディアと人間工学



waseda university

**INTERMEDIA
ART+SCIENCE**

The Department of Intermedia Art and Science



次世代メディアとは

現時点でまだ普及していない、その将来に魅力や期待を感じさせる
デジタルメディア、情報通信技術



[http://elianealhadeff.blogspot.com/
2007_11_01_archive.html](http://elianealhadeff.blogspot.com/2007_11_01_archive.html)



[http://screenrant.com/
lets-talk-3d-movies-heath-1123/](http://screenrant.com/lets-talk-3d-movies-heath-1123/)



[http://www.asuna-3d.com/
product/ibean.html](http://www.asuna-3d.com/product/ibean.html)

次世代のコンテンツやコミュニケーション、ライフスタイルを支える基盤



早稲田大学河合研究室におけるミッション

今後の普及が期待される次世代メディアの安全性や快適性、機能性の観点による人間工学的評価、システムデザイン、コンテンツ制作



水晶体調節機能による眼精疲労の評価



脳機能計測によるゲームの影響評価



3D（立体映像）の歴史と現在

- ヒトの映像メディアへの欲求
 - Ex. 遠くの様子を見たり、見えているように表現したい
 - 3Dへの興味や関心は、ヒトの本来的な欲求の一つ

- 「3D元年」 VS 周期的なブーム現象
 - 1950年代、80年代に続く、第3次ブーム
 - 人類の夢の一つであると同時に、普及の困難さを示唆



現在の3Dブームの特徴

- 3Dディスプレイ技術の一定水準への到達
- 映画館のデジタル化のタイミングとの同期による拡大
- 高品位かつ継続的な作品制作と公開、興行的な成功
 - テレビやゲームなど民生品への急速な展開
 - 標準化や生体影響など、周辺課題の顕在化



ポスト「3D元年」の人間工学的アプローチとは

- 安全性と快適性の、両方の側面から評価する
- 最新のディスプレイ技術を、評価対象とする
- ディスプレイだけでなく、コンテンツも対象とする
- 利活用の環境やユーザの特性なども考慮する
- 産学連携・国際協力による体制を構築する



早稲田大学 河合隆史研究室における3D研究

安全かつ快適な3Dの視聴条件の
評価と同時に、「3Dならではのメ
リットや必然性とは何か？」を説明
する実験的な取り組み



<http://www.3dmovie.com/>

- 視聴者と制作者双方の視点によるアプローチ
- 3Dのユーザ体験の研究とコンテンツ制作へのフィードバック



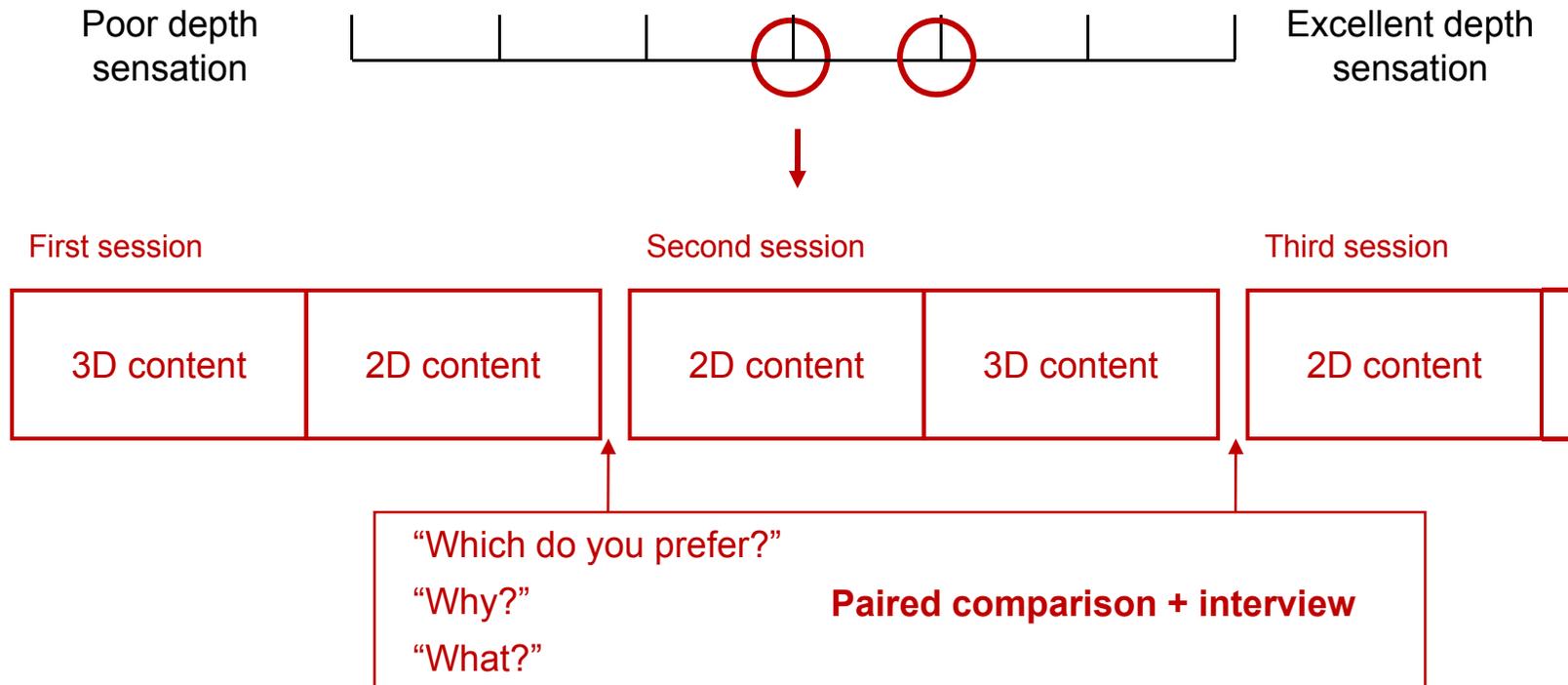
3Dによるユーザ体験の形成

- ディスプレイから視環境まで、多岐に渡って要因群が存在
 - 表現技術に関わる要因
 - 認知・情緒状態に関わる要因
 - 両眼視の生理・知覚的な制約による要因
 - コンテキストや文化的な背景に関わる要因



IBQ (Interpretation Based Quality) Methodology

- 意味論的解釈に基づいた、3Dコンテンツの質的な評価手法





3D体験を形容する特徴的なボキャブラリの収集

Image pair 1

Q: How did the latter film clip feel? **Systematic coding of experience attributes** →

Attribute list

A: Well, it was very **pressing**. I mean, it was **difficult to focus** your gaze anywhere because there was so much movement everywhere. I mean, it was somehow, when the birch branches came out of the border, you could not look them at all, they somehow **disturbed you** very much. Somehow they were **blinking**, they felt **restless**.

Q: What are things grabbed your attention?

A: Somehow it was, it felt that when the image began to rise and maybe also turn a little in a way, there were something **unnatural** in the pine, the branches of the pine were **unnatural**.

Q: Why they felt unnatural?

A: I do not know, maybe because it was **difficult to focus** your gaze, they somehow moved as a separate field. It felt funny. It **felt bad in the eyes**.

Q: What kind of atmosphere did that create? Or how did they affect the atmosphere in the latter [Stereoscopic] film clip?

A: It felt **weird**, like the images were **stacked as tiles**. And when they move relative to each other, they **did not move naturally**, or in a way that they should move in a natural situation. **took your attention**. It felt like they were moving as separate parts and not as a whole. It was difficult to concentrate.

- Pressing
- Difficult to focus
- Disturbed
- Blinking
- Restless
- Unnatural
- Felt bad in the eyes
- Weird
- Stacked as tiles
- Did not move naturally
- Took your attention

divided into some categories

(1) Subjective attributes

- Unnatural
- Weird ... etc.

(2) Symptoms

- Difficult to focus
- Felt bad ... etc.

3Dの付加価値の定義 ←



3Dコンテンツ観察中の眼球運動の計測



眼球運動測定装置



3Dコンテンツ鑑賞時の注視点の計測例

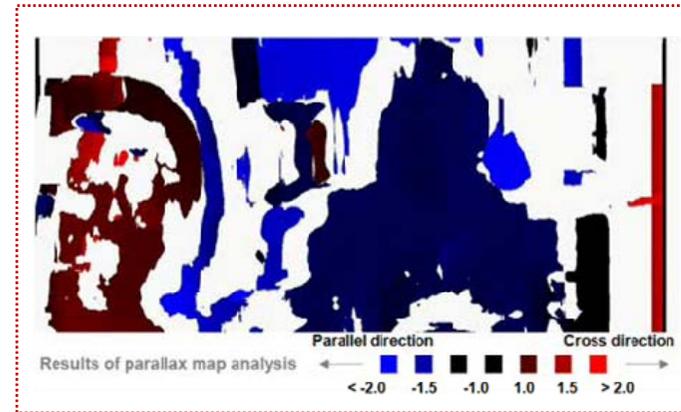
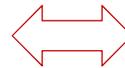
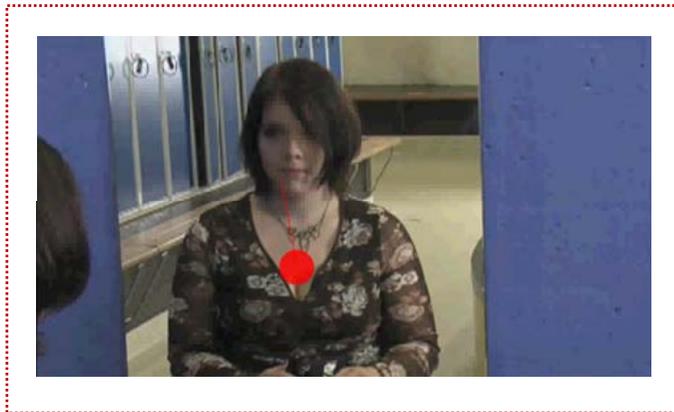
© Stereoscape

→ 特徴的な視覚情報の受容



注視点分布と視差角分布、主観評価の統合

- 視差角の分布(≒デプスマップ)と注視点の分布との照合
→ 両眼立体情報と視覚情報の受容パターンの関連を分析



- 客観的なデータと、ボキャブラリなど主観データとの統合



ご参考:早大 河合研究室の3D研究発表リスト (2010年度・国内)

- 生体反応を用いた立体映像のクロストーク評価 (1)
豊沢 聡, 盛川 浩志, 中野 廣一, 河合 隆史(早稲田大学), CHEN, Chin-Sen,
CHANG, Hung-Lu, YANG, Jinn-Cherng(ITRI, Taiwan)
- 生体反応を用いた立体映像のクロストーク評価 (2)
盛川 浩志, 豊沢 聡, 中野 廣一, 河合 隆史(早稲田大学), CHEN, Chin-Sen,
CHANG, Hung-Lu, YANG, Jinn-Cherng(ITRI, Taiwan)
- 立体映像の呈示方式による視覚特性に関する基礎的検討 (1)
金 相賢, 吉竹 淳樹, 河合 隆史, 山田 宰(早稲田大学), 井口 昭彦(アストロデザイン),
村山 捷昭(ヨコシネディーアイエー)



ご参考:早大 河合研究室の3D研究発表リスト (2010年度・国内)

- 立体映像の呈示方式による視覚特性に関する基礎的検討 (2)
吉竹 淳樹, 金 相賢, 河合 隆史, 山田 幸(早稲田大学), 井口 昭彦(アストロデザイン), 村山 捷昭(ヨコシネディーアイエー)
- フローティングディスプレイにおける映像の拡大縮小効果
柴田 隆史, 河合 隆史(早稲田大学), 富澤 功, 石川 大(パイオニア)
- 立体映像コンテンツ視聴時の眼球運動の解析
田中 礼美, 熊谷 悠, 綱井 祐美子, 飯野 瞳, 櫻井 日香留, 三家 礼子, 河合 隆史(早稲田大学), Jukka Häkkinen, Göte Nyman(University of Helsinki, Finland)



ご参考:早大 河合研究室の3D研究発表リスト (2010年度・国内)

- 局所立体映像の提案と基礎的評価
小井土 慶久, 田中 礼美, 平原 正広, 櫻井 日香留, 河合 隆史(早稲田大学), 篠原 雅彦 (LG Electronics)

以上、日本人間工学会 第51回大会(2010年6月19日~20日)において発表
- 立体ディスプレイ方式のアーチファクトによる生体影響評価
吉竹 淳樹, 金 相賢, 盛川 浩志, 河合 隆史, 山田 宰(早稲田大学), 井口 明彦(アストロデザイン)
- PCを用いた立体視コンテンツ視聴による生体影響評価
平原 正広, 金 相賢, 盛川 浩志, 河合 隆史(早稲田大学), 三浦 隆文, 小櫃 敏郎(富士通)



ご参考:早大 河合研究室の3D研究発表リスト (2010年度・国内)

- 立体ディスプレイの搭載されたノートPCの生体影響評価
宗雪 史弥, 盛川 浩志, 河合 隆史(早稲田大学), Jesse Wang, Brian Chong (Wistron, Taiwan)
- 立体視ビデオゲームによるユーザエクスペリエンス評価
加藤 亮, 中村 拓哉, 安田 裕, 三家 礼子, 河合 隆史(早稲田大学 理工学術院), Jari Takatalo, Göte Nyman (University of Helsinki, Finland)
- ドームシアターにおける広視野立体視コンテンツの主観評価
尹 夏英, 阿部 信明, 太田 啓路, 河合 隆史(早稲田大学), 鈴木 真一郎(日本科学未来館)



ご参考:早大 河合研究室の3D研究発表リスト (2010年度・国内)

- 2D/3D変換を用いた博物館向け立体視コンテンツの主観評価
阿部 信明, 太田 啓路, 河合 隆史, 安藤 紘平(早稲田大学 理工学術院), 柿沼 司, 藤田 和子, 工藤 尚美(TBSテレビ)

以上、日本人間工学会 関東支部第40回大会(2010年12月4日~5日)において
発表



日本人間工学会 関連情報

- 3D人間工学研究部会の発足（2010年6月）

- 日本人間工学会 第52回大会

開催日：2011年6月 6日(月)～7日(火)

会 場： 早稲田大学 国際会議場

大会長： 河合 隆史（早稲田大学 理工学術院）



→ 奮ってご参加ください！



研究事例のご紹介: 3Dアーチファクトの生体影響評価

- アーチファクト (artifact) : 人工物

意図せずに現れてしまう、人工のモノ

- **3Dアーチファクト**: 呈示方式に起因する
望ましくない知覚現象



NVIDIA 3D Vision and HYUNDAI W220S

- S. H. Kim, J. Yoshitake, H. Morikawa, T. Kawai, O. Yamada, A. Iguchi: Psycho-physiological effects of visual artifacts by stereoscopic display systems, SPIE (2011, in printing)



時間多重方式における主な3Dアーチファクト

- 3Dディスプレイの呈示方式に起因する特徴的な知覚現象

- 時間多重方式(Time-multiplexing):

液晶シャッタメガネによるフリッカ



Mach-Dvorak現象による偽視差 (Pseudo-parallax)

眼球の跳躍運動によるファントムアレイ (W. A. Hershberger et al, 1998)



空間多重方式における主な3Dアーチファクト

- 3Dディスプレイの呈示方式に起因する特徴的な知覚現象

- 空間多重方式(Spatial-multiplexing):

垂直方向の解像度低下



左右眼で時間差を有したフレームの同時表示による偽視差

水平方向のラインや小さい文字などで顕著になる視野闘争

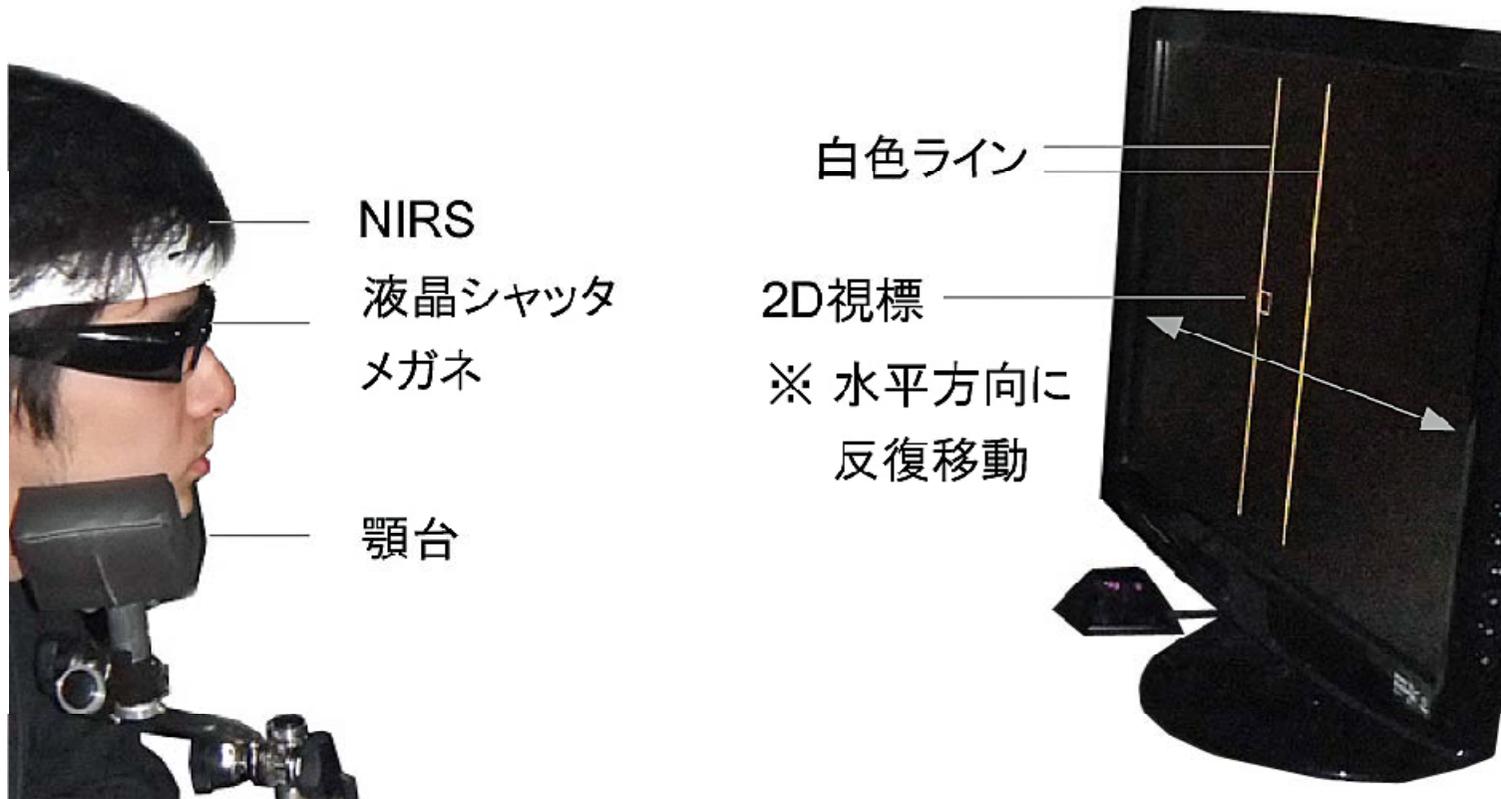


3Dアーチファクトの生体影響評価:目的

- 時間多重方式、空間多重方式によって生じる3Dアーチファクトの、
生体影響に関する基礎的な検討
- 各呈示方式における主要な3Dアーチファクトの定義と評価
 - 心理指標:眼精疲労の自覚症状と偽視差による立体感
 - 生理指標:NIRSを用いた脳血流と心拍動



3Dアーチファクトの生体影響評価：実験レイアウト



参加者は、男女28例(平均23.75歳) ※ 生理指標の測定は8例



3Dアーチファクトの生体影響評価:実験条件

時間多重	視標速度(deg/ sec)	ファントムアレイ	偽視差	フリッカ
条件1	20	あり	あり	あり
条件2	5	なし	あり	あり
条件3	5	なし	なし	あり
条件4	5	なし	なし	なし

空間多重	視標速度(deg/ sec)	視野闘争	偽視差	解像度低下
条件1	5	あり	あり	あり
条件2	5	なし	あり	あり
条件3	5	なし	なし	あり
条件4	5	なし	なし	なし



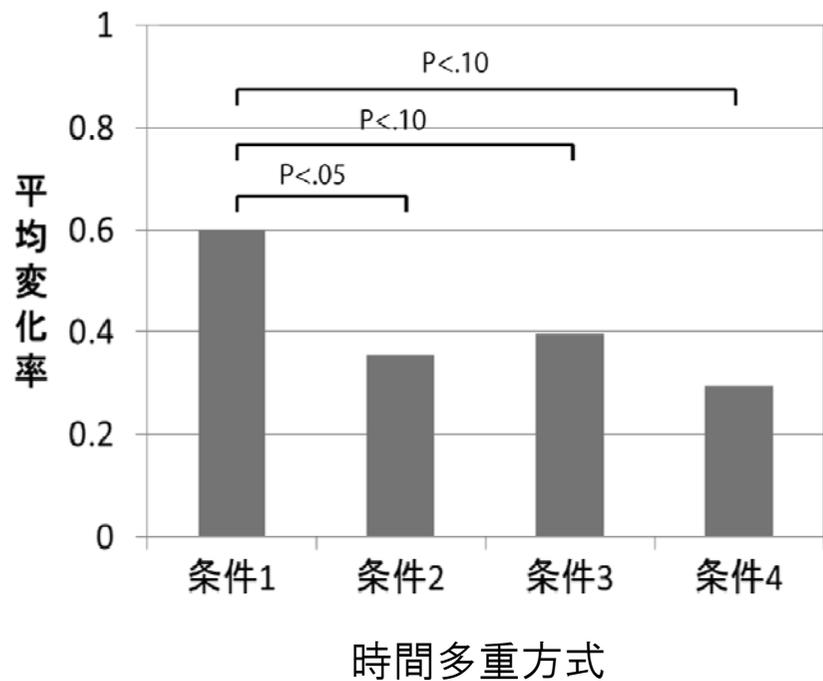
3Dアーチファクトの生体影響評価：手続き

- 眼精疲労の自覚症状の調査(Pre)
 - NIRSの装着と安静期(3 min)
 - 各条件での刺激呈示(5 min)、脳血流と心拍動の計測
 - 眼精疲労の自覚症状の調査(Post)
 - 休憩後(15 min)、次の条件へ

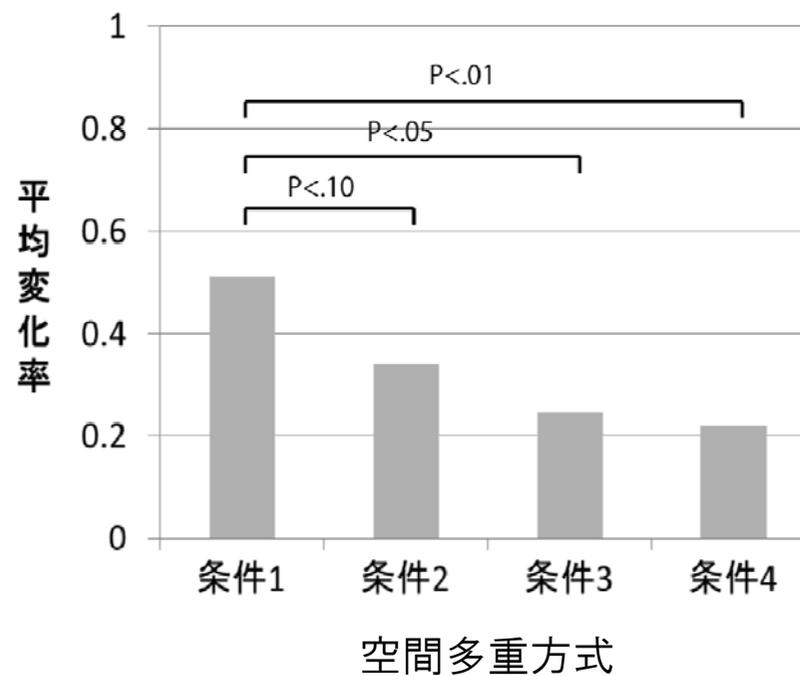


3Dアーチファクトの生体影響評価:結果(眼精疲労の自覚症状)

条件1: ファントムアレイ + 偽視差 + フリッカ
条件2: 偽視差 + フリッカ
条件3: フリッカ
条件4: 3Dアーチファクトなし



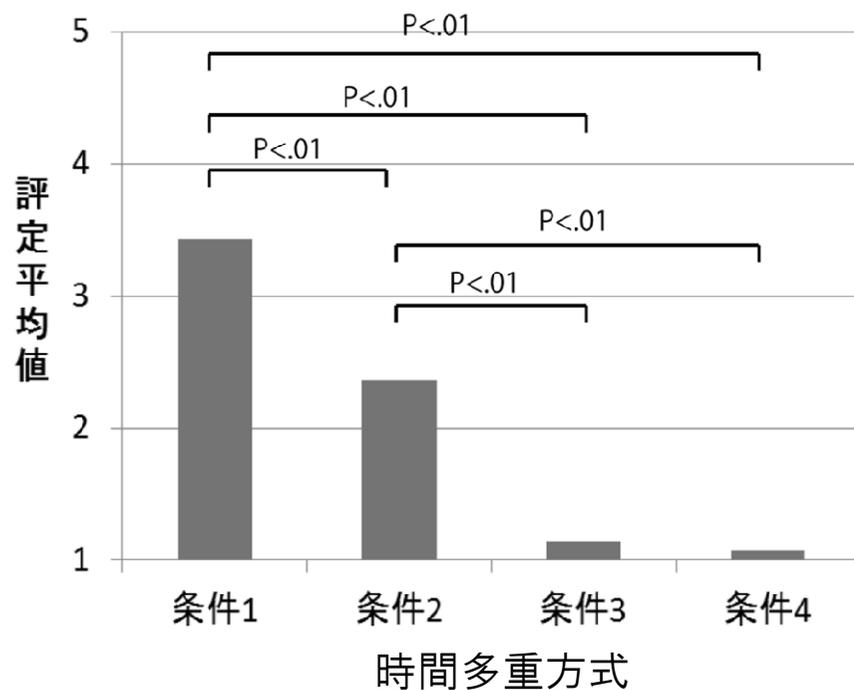
条件1: 視野闘争 + 偽視差 + 解像度低下
条件2: 偽視差 + 解像度低下
条件3: 解像度低下
条件4: 3Dアーチファクトなし



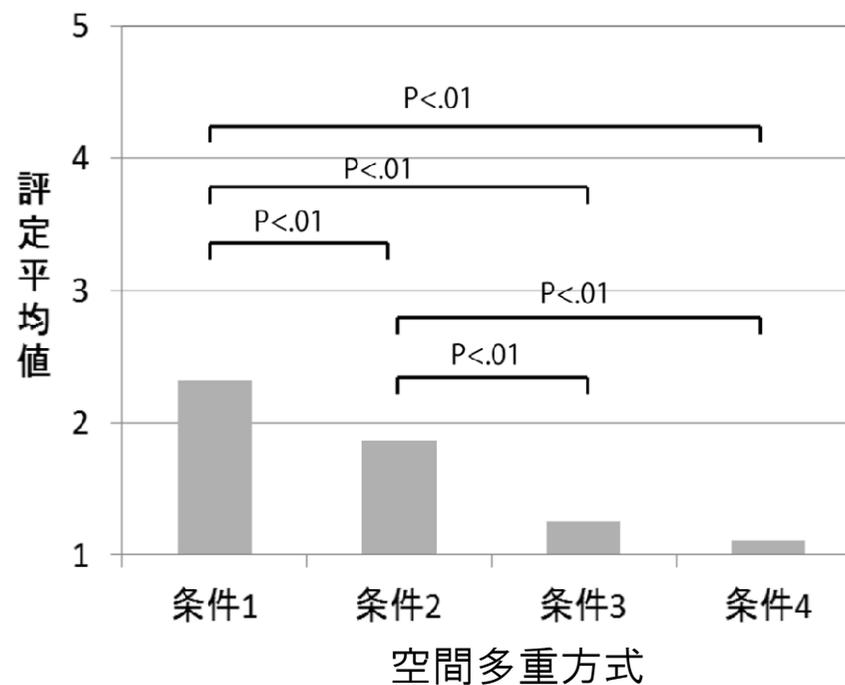


3Dアーチファクトの生体影響評価:結果(偽視差による立体感)

条件1: ファントムアレイ + 偽視差 + フリッカ
条件2: 偽視差 + フリッカ
条件3: フリッカ
条件4: 3Dアーチファクトなし



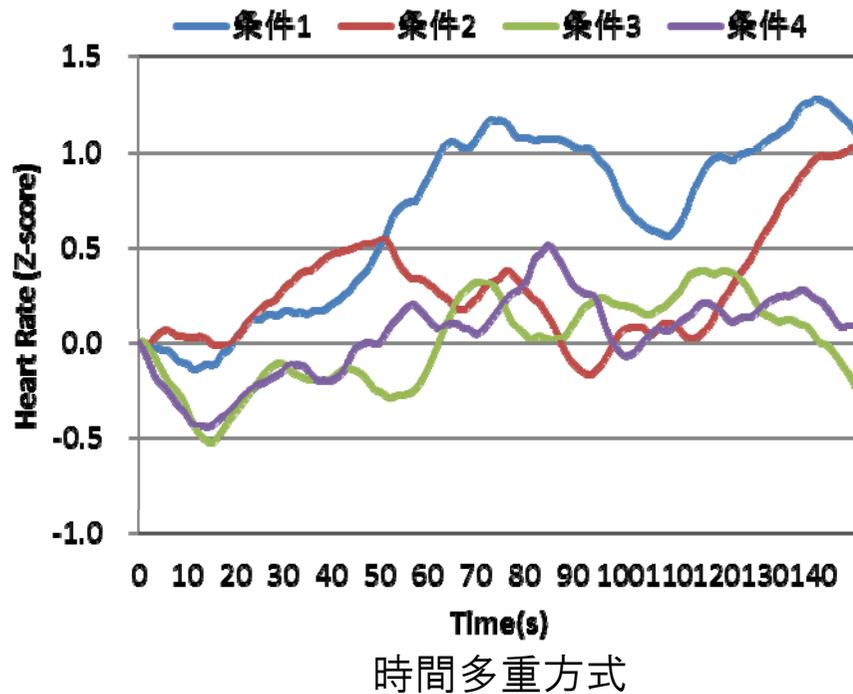
条件1: 視野闘争 + 偽視差 + 解像度低下
条件2: 偽視差 + 解像度低下
条件3: 解像度低下
条件4: 3Dアーチファクトなし



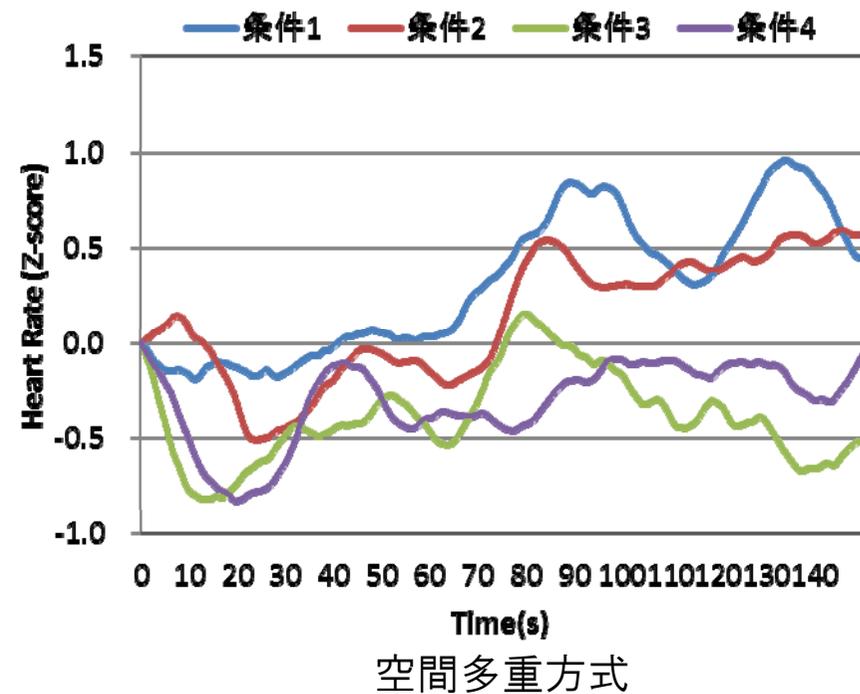


3Dアーチファクトの生体影響評価:結果(心拍動)

条件1: ファントムアレイ + 偽視差 + フリッカ
条件2: 偽視差 + フリッカ
条件3: フリッカ
条件4: 3Dアーチファクトなし



条件1: 視野闘争 + 偽視差 + 解像度低下
条件2: 偽視差 + 解像度低下
条件3: 解像度低下
条件4: 3Dアーチファクトなし





3Dアーチファクトの生体影響評価:まとめ

- **3Dアーチファクトを多く含む条件で、顕著な生理・心理的变化**

→ 特定の**3Dアーチファクト**による影響

3Dアーチファクト間の相互作用

- 偽視差の立体感と、生理・心理的变化の対応
- 呈示方法の工夫などにより、**3Dアーチファクトの軽減・除去が可能**