

## 「3D映像の現状と楽しみ方」

北里大学 医療衛生学部  
視覚機能療法学  
半田知也

Orisoptics and Visual Science Course  
School of Health Sciences, Kitazato University

人間にとって自然なメディア  
は何でしょうか？

2Dは本当に自然？



これまで我々が、テレビや映画など日常的に接している映像は2D(二次元)です。

2Dテレビは人間にとって自然なメディアでしょうか？常に眼のピントが同じ位置にあり、どちらかというとな工的で不自然です。

我々人間が日常生活で知覚している映像は3D(立体)映像です。

## 映像メディアの進歩

- 1950年代 白黒テレビ
- 1960年代 カラーテレビ
- 1970年代 ビデオ録画機
- 1990年代 ハイビジョン
- 2003年 液晶テレビ
- 2008年 大画面テレビ普及



映像メディアの進歩は我々人間のメディアに対する欲求に従った結果といえます。

## 現実感(リアリティ)を得るための要素

1. 高解像度
2. 大画面
3. **立体視**

我々が映像メディアから現実感を得る為には3つの要素が重要です。

1つ目は高解像度  
2つ目は大画面  
3つ目は立体視です。

1と2はすでに家庭に普及してきていますが、残された要素が立体視です。

## 2010年は3D元年

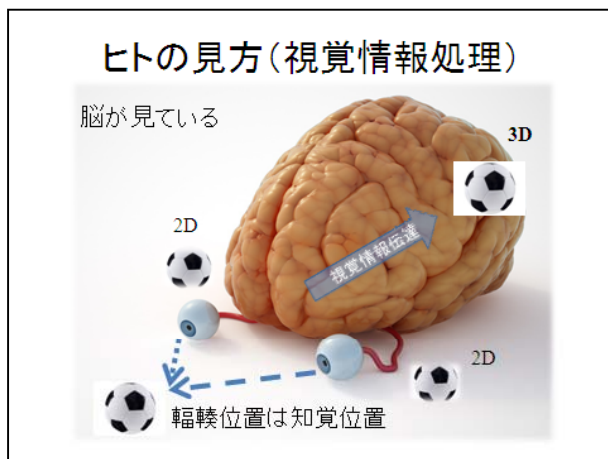
昨年2010年は3D元年といわれています。3D映画の普及をはじめ、家庭用3Dテレビが各メーカーから発売されハードウェアが出そろいました。

# 2011年 3Dソフトウェア元年

・一般放送開始 ・3Dゲームソフト  
3D映像メディアの社会への広がり

2011年は3Dソフトウェア元年です。

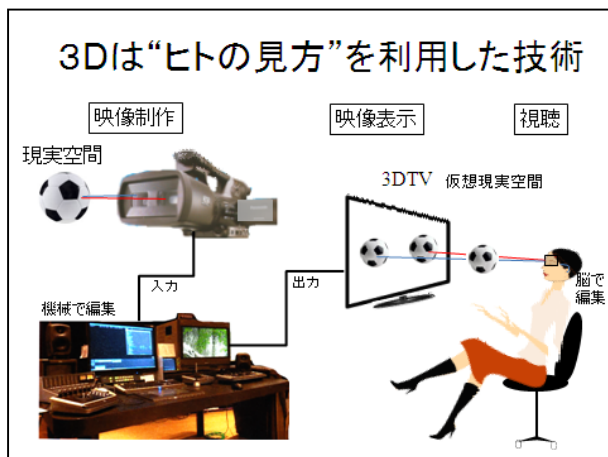
これから3D放送および3Dゲームソフトが本格的に普及され始めるといよいよ本格的な3D時代が始まると推察されます。



人間は日常的に右眼、左眼それぞれで捉えた二次元視覚情報を脳内で3Dに変換して外界を知覚しています。

3D映画やテレビはこれらの我々人間の眼でみて脳で描くという特性を利用し、3D映画・テレビなどでは右眼、左眼の映像を別々に提示して仮想空間を知覚させます。

3Dメディアは人間の視覚特性にとって日常的で自然なメディアであるとも考えられます。



3D映像は人間の眼と同じく“2眼”の3D撮影用カメラを用いて撮影し、編集を行い3Dテレビに出力します。

3Dテレビを通して3Dカメラの右レンズ(眼)の映像を右眼に、左レンズ(眼)の映像を左眼で見ます。

その映像を脳で編集し知覚しています。3Dテレビを境に、機械の眼と脳で見た世界の映像を、人間の眼と脳で知覚していることが分かります。

### 3D眼鏡(両眼分離)

1853年 アナグリフ方式  
眼疲労し易い(注意が必要)



1932年 偏光方式



1980年 時分割方式



より自然な見え方へ

3D映像をみる際には3D眼鏡が必要です。  
古くはアナグリフという赤、青眼鏡により左右眼を分離する方法が主流でした。

これは明らかに自然な見え方ではありません。疲労しやすい方法なので使用には注意が必要です。

現在はできるだけ自然視を目指して偏光眼鏡方式、時分割方式が主流です。  
多くの3Dテレビは時分割方式を採用しています。

### 3D映像視聴には両眼分離必要

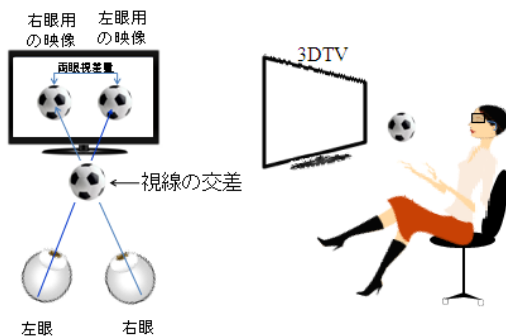


時分割方式とは右眼の映像、左眼の映像を時間ごとに時間分割して提示する手法です。

チラつく様に感じるかもしれませんが、人間は40HZ(1秒間に40回の点滅)以上であれば認識することはありません。

現在市販されている3DTVは60HZ以上になっており、最適な視聴環境であればチラつきは認識できない設計です。

### 交差性視差(飛び出し)

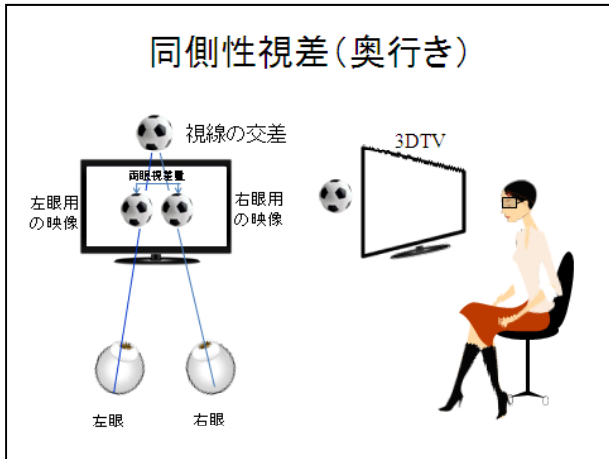


3Dテレビをみて立体感を感じる原理を考えてみましょう。

左眼映像を右に、右眼映像を左に提示し、其々の眼で見た場合、視線は交差することになります。(左図)

人間は視線の交差点を物体の位置として認識します。それ故、この場合は飛び出し(凸)として認識されることになります。(右図)

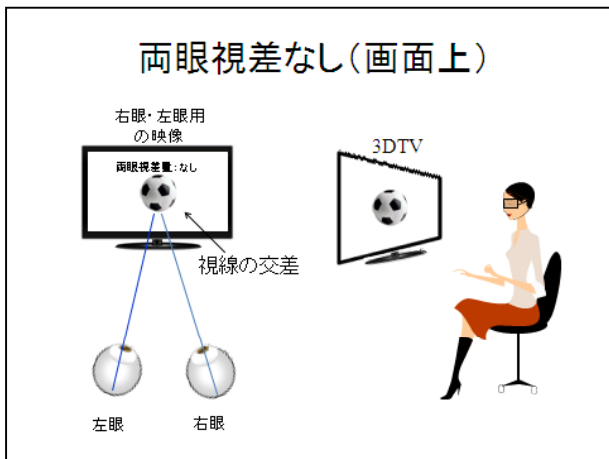
右眼の像が左に、左眼の像が右に、交差しています。このような視差を交差性視差と呼びます。 4



左眼映像を左に、右眼映像を右に提示し、それぞれの眼で見た場合、理論的には視線はディスプレイの後ろで交差することになります。(左図)

人間は視線の交差点を物体の位置として認識します。それ故、この場合は奥行き(凹)として認識されることになります。(右図)

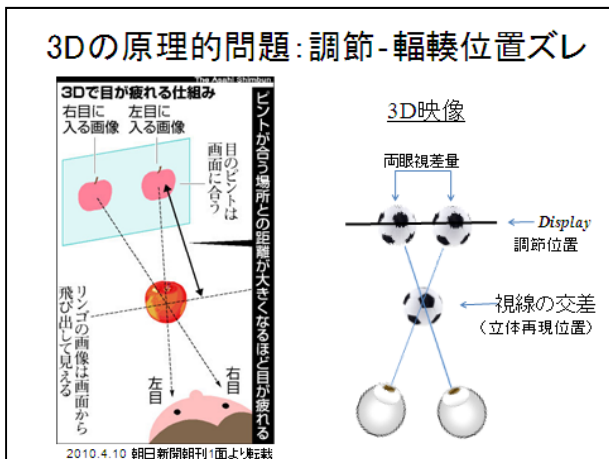
右眼の像が右に、左眼の像が左に、交差していません。このような視差を同側性視差と呼びます。



左眼、右眼の映像を同じ位置に提示した場合は、視線はディスプレイ面にあたります。

この場合は2Dテレビに物体を映したのと変わりません。視差のない状態です。

実際の3D映像は交差性視差、同側視差、視差なしの状態を上手く混在させて制作されています。違和感のない3D映像を制作するには、映像、編集法、人の視機能への理解などこれまで以上に制作者の高い技量が要求されます。



3Dで眼が疲れるとされる主要原因として、両眼視差に起因する原理的問題、調節、輻輳の位置ズレがあります。

現実空間では見ようとする対象物にピント(調節)も視線(輻輳)も合うはずですが、一方、3D映像では映像は画面上に提示されるため、ピント(調節)は画面上に、視線は視差の関係で手前(もしくは奥)に合うことになります。

図で書いてみると確かにその通りで、なんだか疲れそうに感じます。

しかし、実際はある一定の許容範囲(調節しても輻輳しない、輻輳しても調節しない)があるのです。5

## 両眼視差許容範囲は1° 未満

- 両眼視差量の安全基準1° 未満  
3DC安全ガイドライン(3Dコンソーシアム)
- 両眼視差量1° 未満が見やすい視差範囲  
(NHK放送技術研究所)
- 両眼視差1° 未満は許容範囲内  
(半田ら, 日眼 2008)  
(半田, 映像学技術 2010)

これまでのガイドライン、報告でも3D映像の両眼視差の許容範囲は1° とされています。

3Dコンソーシアムの3Dガイドラインに記載されており、現在の3D映像業界のなかでは視差1度のガイドラインは広く知られていると思います。

我々が行った研究でも、両眼視差1° は許容範囲であることを確認しました。

あまりに視差を少なくすると2Dと変わらなく、映像が扁平に感じ、違和感を感じます。

逆に視差を強めに設定しすぎると立体感に違和感を生じます。

映像ごとにバランスをとる必要があります。

## 両眼視差許容範囲<1° とは？

実際の3D映像は遠景、被写体、近景が混在します。この場合の両眼視差の差も遠景と近景の差を1° 未満にすることが望ましいと考えます。

人が意識できる視野内での3D映像(注視物)の両眼視差は基本的に1° 未満に設定することが大切です。

## 両眼視差量の考え方

両眼視差量1° 未満は生体安全性を担保するための推奨範囲です。

快適性を重視する場合は快適範囲0.7° 未満に設定することが望ましいと考えます。

山登りに例えると、散歩、ハイキング、高尾山登山、富士登山といった具合でしょうか。

健康であれば高尾山くらいまでは楽しめますが、富士山となると準備と気合が必要です。

過去の3D映像には安全推奨範囲1° を超えた映像も散見され、眼疲労を生じさせた要因でした。

しかし、2010年以降の3D映画の多くは安全推奨範囲内に設定されています。

今後は3D映像は快適範囲に設定することが望ましいと考えます。



## 3D映像の生体安全性

# 実際の3D放送で検証 (快適範囲内の両眼視差量)

生体安全性の監修として一般放送前に実施

私が生体安全性の確認として関わらせていただいた3D放送での結果を提示します。

これらの映像は快適範囲内の両眼視差量です。



<無断転載・二次利用禁止>

2010年11月1日から日本初の3D音楽レギュラー番組として放送されたBS朝日の番組です。  
(現在は毎週日曜日 23:45~24:00<15分>)

準基幹放送として初の試みですので、安全性にきわめて配慮して制作されています。3D映像を見なれている玄人の方には少々物足りないものかもしれませんが、視聴者の皆様が立体感、臨場感を感じていただければと期待しています。

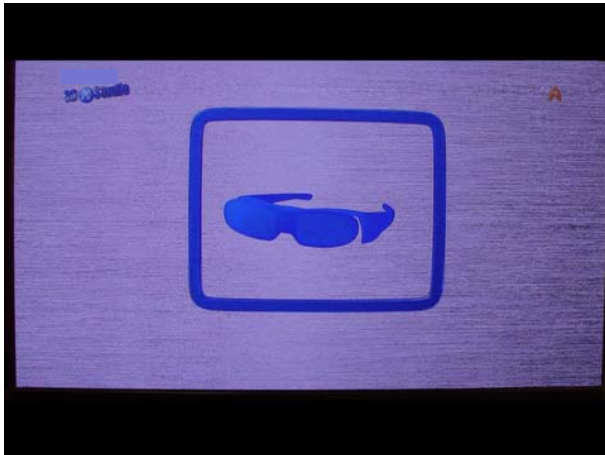


<無断転載・二次利用禁止>

番組の冒頭に、3Dに対する説明、視聴距離、年齢など注意喚起内容が映像とともに紹介されます。

本番組では最初の放送ということもあり、個人発達差を最大限考慮し、年齢制限を8歳としています。

一般的年齢制限としては視覚の発達から考えて6歳未満が妥当であると考えられます。



<無断転載・二次利用禁止>

注意喚起が終わり、リモコンで3D画面設定をしたら、3D映像を視聴できます。

### 生体安全検証

- 対象者: 健常青年15名 (23±4.8歳)  
\*眼位ズレなし、融像幅:正常範囲内
- 映像視聴時間: 10分 (例: SPEED: 11月1~5日放送分)
- 映像提示機器: 3DVIERA(50inch)+ブルーレイDIGA  
(Panasonic社)
- 検討方法: 3D映画TV視聴前・後の視覚反応測定
- 測定項目: 屈折, 眼位, 瞳孔反応, 融像幅, 眼疲労  
(主観)

この放送前に、全てのアーティスト作品(13作品プラス特番)に対して生体安全性を確認しました。

対象は眼科的疾患なく、屈折矯正(眼鏡、CL)を行った健常青年です。

測定項目【( )内は目的】は、  
屈折(近視化するか?)、眼位(斜視が生じるか?)、  
瞳孔反応(疲労により縮瞳が生じるか?)、  
融像幅(疲労により低下するか?)  
です。





最後に眼疲労は主観的アンケート10段階  
(10が最も疲れた、0は疲労感なし)です。



<無断転載・二次利用禁止>

視覚環境は、左記の通りです。



3D放送(10分)視聴後の視覚反応結果					
	屈折(D) 	眼位(Δ) 	瞳孔径(mm) 	融像幅(°) 	視聴後 眼疲労 (主観評価)
視聴前	- 0.33D ± 0.49 D	6.22Δ ± 4.71 Δ	5.77mm ± 1.01 mm	37.1° ± 17.43°	10段階評価 1点~10点 (疲労度)
視聴後	- 0.38D ± 0.49 D	6.00Δ ± 4.27 Δ	5.68mm ± 1.02mm	38.7° ± 18.35°	
変化	P=0.81 →	P=0.50 →	P=0.42 →	P=0.151 →	疲労なし


\*.Wilcoxon Signed Rank Test

10分間の3D放送を視聴したあとの視覚反応は、左記の通りです。

### 3D映像視聴(10分)後の視覚反応結果

視覚反応(その意味)

- ・屈折(近視化する?)
- ・眼位(斜視生じる?)
- ・瞳孔(眼性疲労生じる?)
- ・輻湊(眼性疲労生じる?)

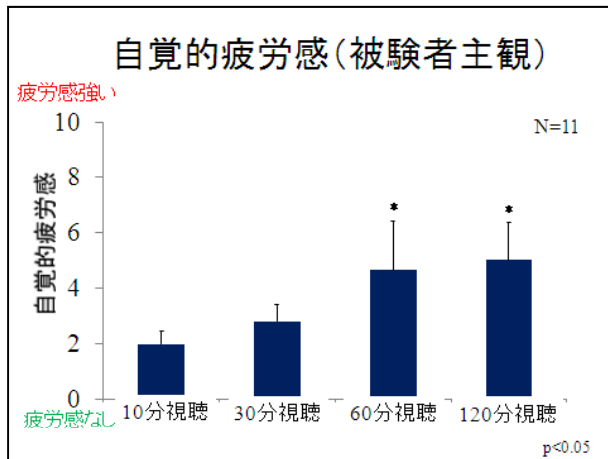
  
 客観的評価で  
 生体影響なし

10分間の3D映像視聴後は視聴前に比べ、明らかな生体影響は生じません。

### 60分, 120分視聴ではどうか?

120分(2時間)視聴でも  
生体影響は認められない

実際の放送ではありませんが、60分、120分視聴した場合も生体影響は認められません。



自覚的疲労感では60分を超えると疲労感を自覚し始めるようです。

ただ、これは3Dに限ったことではなく、2D含むすべての映像に言えるでしょう。

### 自覚的疲労感とは？

- ・眼の疲れ (なんとなく)
- ・3D眼鏡の不快感
- ・眠気

\* 眼痛, めまい, 吐き気などはなし

どんな疲れですかと尋ねてみると、

「なんとなく疲労感がある」「3D眼鏡の不快感」「眠気」が多数を占めます。特に3D眼鏡の不快感が多い印象をもちます。

新しい眼鏡を新調した際でも、慣れるのに数日かかると思います。3D眼鏡にも慣れが必要でしょう。

眼痛、めまい、吐き気や不可逆的な疲労感は全く認められません。

### 3D映像快適視聴条件

**映像制作側**

- ・ 両眼視差0.7°未満 (安全範囲1°未満)
- ・ 左右眼画像差なし(歪, 輝度ズレ, 位置ズレ)
- ・ 激しいカメラワーク, シーンチェンジなし

**視聴者側**

- ・ 適切な視聴距離 (50インチTVで2m)
- ・ 自覚的疲労感したら休憩
- ・ 眼疲労素因(左右眼視力差, 大きな斜位)なし
- ・ 6歳未満は視聴年齢制限

3D映像の快適な視聴の為には7点が重要です。

映像制作者の注意として①両眼視差0.7°未満、②左右眼画像差なし③激しいカメラワークやシーンチェンジなし (激しい映像や手ぶれのある映像は2Dでも疲れます)。

視聴者側の注意として、

①適切な視聴距離(50インチで2m)、ディスプレイの縦径の3倍の距離をとること。(ディスプレイに近いと両眼視差が相対的に大きくなり、離れ過ぎると小さくなります)

②自覚的に疲労を感じたら休憩する。どんなメディアにもいえませんが、自分で疲労感を感じたら休憩しましょう。自分を自制できない小児の場合は大人が管理する必要があるでしょう。

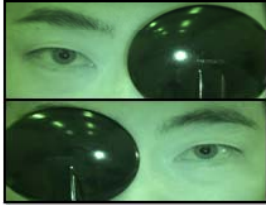
③自身の視力を眼鏡やコンタクトレンズで正しく矯正すること。(ポイントは左右差の無い視力)

3Dを見て疲労を生じる者に、自分自身の眼が正しく屈折矯正出来ていない場合が多い

④6歳未満の視覚の発達期にある小児は視聴を控えること<sup>10</sup>

## 眼疲労素因確認法

①左右眼視力差



左右眼の見え方に  
大差あれば疲労注意

②斜位



交代遮蔽により眼が大きく  
動いたら疲労注意  
(自覚的に一瞬像が二つに見える)

※上記素因の場合、眼科受診をお勧めします

日常的に自覚し難い眼疲労素因を自身で確認する方法です。

①左右眼視力:TVなど映像提示面をみて、片眼ごとに見え方を確認します。左右眼の見え方に左右差があった場合は疲労し易い可能性があります。

②両眼の視線の向きを医学用語で眼位(がんに)といいます。日常生活で我々は両眼の視線を同じく調整しています。両眼ともまっすぐな者を正位(正常)、片眼がずれている者を斜視(病気)、実はずれているのだけれど頑張っているものを斜位(正常)といいます。

両眼(鼻の前)の30cmほど前にペンなどをおき両眼でペンの先を見ます。両眼を交代に遮蔽すると眼が大きく動いた場合は斜位があるといえます。(自身の知覚的には遮蔽する度にペンの位置が移動するように感じます。)この動きが大きい場合は疲労し易い可能性があります。

3D快適視聴条件  
を守れば3D映像視聴  
に重大な問題はない

3D映像自体はより自然な見え方を求めたメディアであり、快適視聴条件を守り正しく制作された3D映像視聴では生体影響が生じる可能性は低い。3D映像視聴に医学的問題はないと考えます。

快適視聴条件を無視して作られた作品を長時間視聴した場合は悲観的結果を生む可能性があります。

安全な3D映像を配給するためには今後、映倫のような3D映像審査機関が必要だと思います。

3Dの効果(魅力)は  
飛び出しではない!

不自然な飛び出しは、刺激でしかない!

3Dとは?と問われると、飛び出し、驚き映像をイメージされる方も多いと思います。

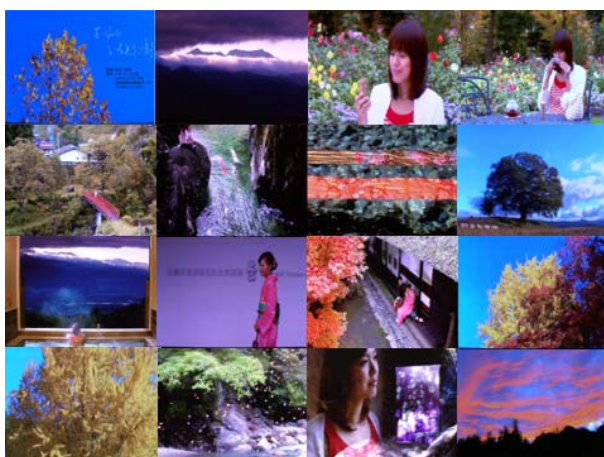
3Dの魅力も同様にとらえられがちですが、私は不自然な飛び出しが3Dの魅力ではないと思います。



3Dの魅力を集約した作品にはさまざまありますが、その中に【あずみのいろどりの刻】という作品があります。

両眼視差量は快適範囲内の0.7° 未満です。

現在私はこの作品を用いて3D映像の人への効能を研究しております。



作品内の映像イメージ抜粋です。

<無断転載・二次利用禁止>

### 3D映像視聴時の生体反応評価法

**・脳機能計測**  
 光脳機能イメージング装置  
 FOIRE-3000 (株)島津製作所



**生体反応計測概観**



**・発汗計測 (交感神経活動)**  
 SKN-2000 ((株)西澤電気計器)

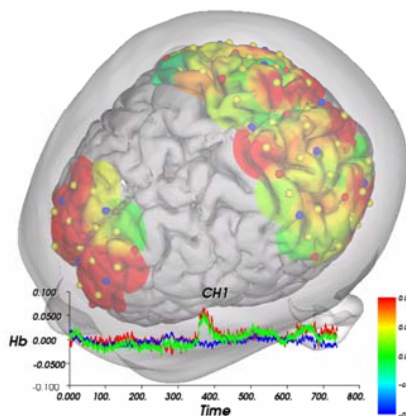


(半田知也, 3D映像の現状と生体安全性, 日本の眼科, 2011より転載)

3D視聴時の生体反応を評価する方法です。生体反応測定環境です。

### 3D映像視聴時

測定値をサンプル(MRD)に重畳



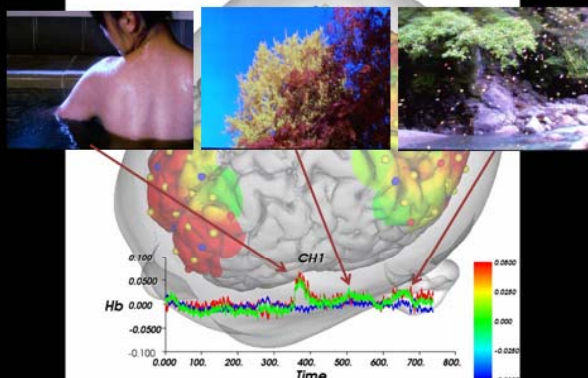
3D映像視聴時の脳活動(カラーマップ)を平均値で示します。

赤くなっているところが酸化ヘモグロビン(脳血流に酸素を持ったヘモグロビンが多い)が多い。活動している部位を表します。

視覚野だけでなく、認知に関係する前頭葉が強く働いていることが認められます。

被験者の意見としても、3D映像に対して高い評価です。

### 3D映像視聴時



下グラフは前頭葉の測定箇所(FZ近傍の1チャンネル)を波形として取り出したグラフです。

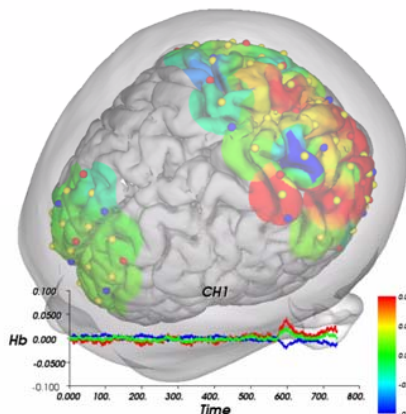
どんなシーンで反応があったかという、人肌、木の葉の重なり(豊かな色彩)、空中浮遊物です。

この例では人肌のところが非常に反応していますが、このような例は少なく、どの被験者にも認められるのは木の葉の重なり、空中浮遊物です。

(半田知也, 3D映像の現状と生体安全性, 日本の眼科, 2011より転載)

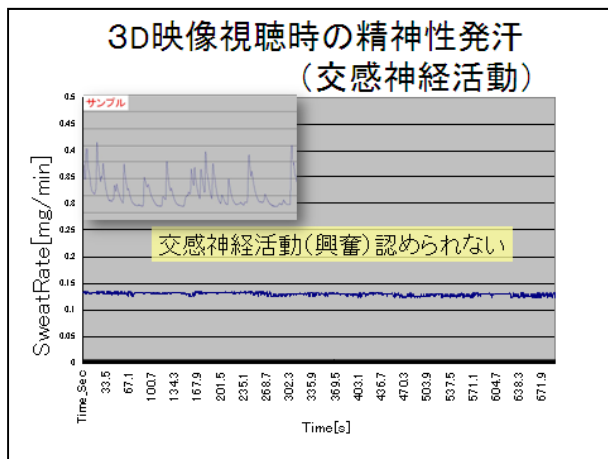
<無断転載・二次利用禁止>

### 2D映像視聴時



2Dでは視覚野は反応しますが、前頭葉(認知)とて3D映像ほどの活動が認められません。





このデータは映像視聴時の精神性発汗のデータです。

脳が反応しているのだから、交感神経優位になって興奮しているのでは？  
と思いましたが、発汗は映像視聴を通じて大きな変化はありません。

特に興奮状態にあるわけでは無いことが分かります。

- ### 3Dの効果(魅力)とは?
- ① 解像感
  - ② 透明感
  - ③ やさしい立体感
  - ④ シズル感
  - ⑤ 豊かな色彩
  - ⑥ 人肌の艶感
  - ⑦ 空中浮遊物

3Dの魅力として左記の7項目が推察されています。

人間が映像メディア(テレビ)にもとめてきた、映像の質(現実感)を高めることができる映像技術と考えます。

### 3Dの効能1

適切な3D映像は  
ヒトの脳に  
現実感(美)を与える？

まだ研究段階ですが、  
3D映像は2D映像にくらべて人に現実感をあたえ、  
結果脳の認知が向上する可能性を感じています。

今後、3D映像の人への効能という視点からの検討が必要と考えています。



## 3Dの効能2

### 3Dテレビで眼の検査

(眼科検査応用)

参考文献: 半田知也 あたらしい眼科 27(臨増) p246~248, 2010  
独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)  
のH21年イノベーション実用化助成事業の補助により実施

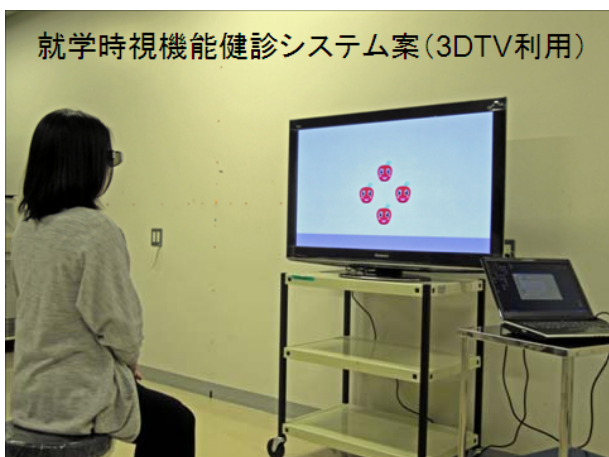
最後に現実的な3D映像技術の効能(医学的)として2つ紹介いたします。

1つ目は 3D映像の眼科検査として応用です。



眼科検査の中には両眼分離して検査を行う項目が多数あります。特に小児眼科に多いです。

3D映像技術、およびデジタル制御技術を応用することで多くの装置が必要であった検査を一台にまとめ、さらに患者および医療者の時間的、疲労的負担を軽減できる装置として期待されます。



こちらは、市販の3DTVを用いた就学時健診システムです。

現在実用化に向けて検討しています。

研究が進めば教育現場、更には家庭で眼の健診(セルフチェック)が可能になるかもしれません。

## 3Dの効能3

### 3DTVで小児の眼を治す

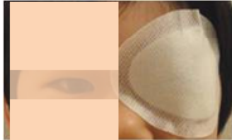
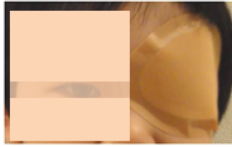
(視能訓練応用)

H22年度 科学研究費補助金の助成にて実施中  
研究代表者: 半田知也(北里大学)  
課題名: 視機能訓練装置の開発と斜視・弱視訓練への応用

2つ目は 3D映像技術の視能訓練応用です。

#### 現在の弱視訓練: アイパッチ®

健康な眼を遮断して、弱視眼を使用させる



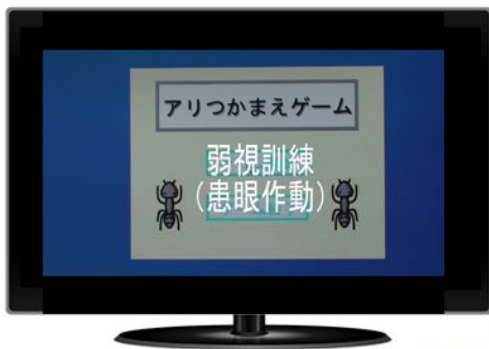
理想は**両眼開放**下で  
弱視眼のみ  
使用させること

弱視とは視覚の発達時期に何らかの障害によって生じた視機能の低下(視力低下)で、視覚の感受性期間内(8歳ころまで)であれば治療可能な可逆的な疾患です。

従来の弱視治療は健康な眼をカバーして弱視眼を使用させるという方法が用いられています。しかし、片目を遮蔽すると両眼視できないなど様々な問題点もあります。

理想は両眼開放下で弱視眼のみ使用する機会を作ることです。

#### 3DTVの視能訓練応用



(Handa T et al. 2010)

3D映像技術を使えば、両眼を開けて弱視眼のみ使うという訓練が可能になります。

これは弱視眼でアリの捕まえるという視機能訓練ゲームです。

現在、弱視訓練のみならず、斜視訓練への応用を始めており、良好な成績が得られています。

## まとめ

- 3D映像快適視聴条件の順守
- 眼疲労素因\*のある者は視聴注意  
( \* 左右眼視力差, 斜位)
- 3D映像の医学的効果に期待

3D快適視聴条件を守って制作・視聴すれば生体にとって問題は  
ありません。  
問題があるのは不適切に作られた3D映像であり、業界内  
での審査機関が必要と思います。

注意すべきは左右眼視力差, 斜位など眼科的疲労素因  
のある者です。  
不安のある場合は眼科受診をお勧めします。

これまで、3D映像は生体影響という 悪影響という観点  
から検討されていた様に思います。  
3D映像は本質的には人間の視覚(両眼でみる)を実現し  
た映像です。  
適切に作成された映像であれば人に2Dには無い現実感  
を与え、人に効能・効果をもたらすことが期待されます。  
今後は3Dの魅力について脳科学的, 医学的に検討する  
必要性があると考えます。

こちらの資料には、今回の講演においてのみ利用が許諾されているスライド画像を含んでおります。  
無断利用によるトラブル等については当会は責任を負いかねます。第三者の著作物等を利用される場合は貴社の責任  
で必要な権利処理等をおこなってください。また、お顔等の写真を掲載する場合は、特定の人物と判別できないようご配  
慮下さい。  
尚、不明な場合は、日本眼科啓発会議 記者発表会事務局(TEL:03-3261-7715 株式会社トークス 枚田<ひらた>・  
岡田)までお問い合わせください。



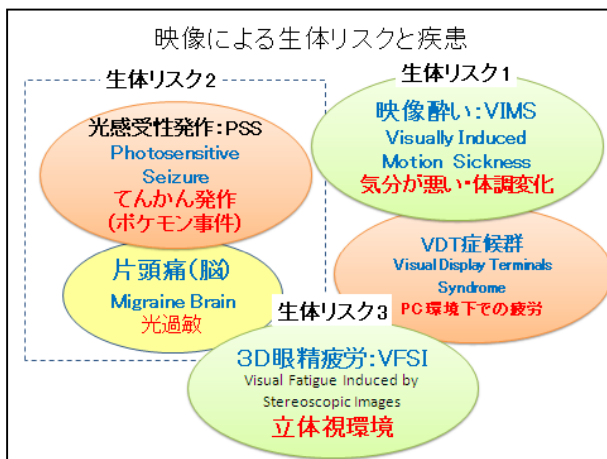
人工の映像が刺激となって、眼精疲労となったり、気分が悪くなったりすることがあります。この木漏れ日を見ていると気分が悪くなったりするヒトがいます。

映像を見た場合に起こる視覚機能への影響を十分に配慮することが重要だと思われます。



IT時代となり近見反応の酷使がみられます。

そして、3D映像の時代に突入しようとしており、今後は、さらなる近見反応を酷使する時代となってきています。



これまで知られている配慮すべき映像リスクを挙げます。

第1が、視聴者の素因です。光感受性発作 大脳の過敏性を持つ片頭痛も注意すべき疾患

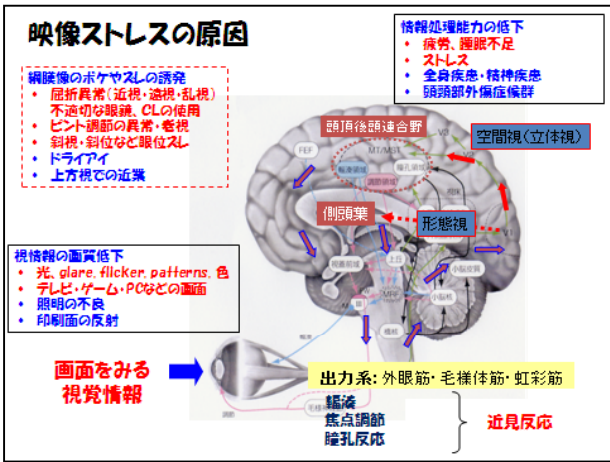
第2は、以下です。映像酔い ジェットコースターの画像や 8mmビデオでの画面が揺れるような映像を見て気分が悪くなる。

第3は、以下です。PC画面の長時間作業後や3D映像を見た結果、不快感や疲労を生じること。

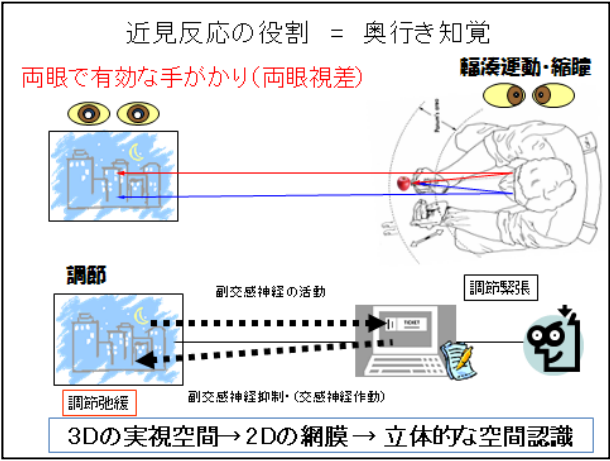
- リスクを避けながらいかに3D環境を楽しむか
- これまで知られていたリスクの防止(生体リスク)
    1. 映像酔い防止…感覚情報の“矛盾”を少なく
    2. 光感受性発作…フリッカー(点滅刺激)
    3. VDT症候群…環境整備、視聴時間、視距離
  - 3Dとしての新しい課題=何が2Dと異なるのか
    1. 3D刺激による脳活動の相違は？
    2. 近見反応(立体視)の手がかり間の“矛盾”を抑える
    3. 輻湊/調節系クロスリンク(近見反応)の適応

リスクを避けながらいかに3D映像を楽しむか。

これまでの映像酔い防止、光感受性発作そしてPC作業によるVDT症候群を参考に実症例で検討していきます。



この近見反応は、映像を始めとした視覚刺激に対する反応です。

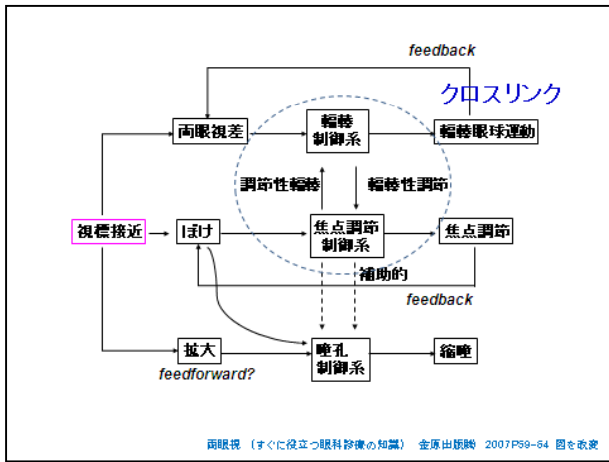


近見反応とは視覚の大前提は鮮明で単一の像が見えることです(両眼視)。

調節とは、毛様体筋の収縮により水晶体を膨らませて、ピント合わせをすることです。

近いものを見るためには輻湊眼球運動、すなわち「寄り目」と調節＝ピント合わせが必要です。

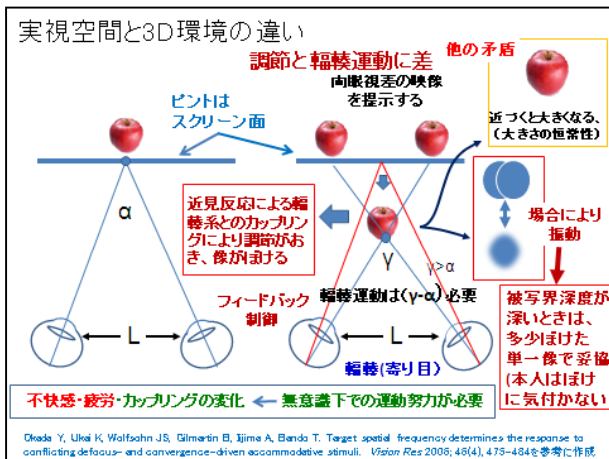
ヒトの脳が網膜の二次元情報を再度立体的空間として認識する機能といえます。



輻湊眼球運動とピント合わせ両者の間にクロスリンクがあり、2つの運動がまとまって行われます。

クロスリンクは環境条件により変化します。

- リスクを避けながらいかに3D環境を楽しむか
- これまで知られていなかったリスクの防止(生体リスク)
    1. 映像酔い防止…感覚情報の“矛盾”を少なく
    2. 光感受性発作…フリッカー(点滅刺激)
    3. VDT症候群…環境整備、視聴時間、視距離
  - 3Dとしての新しい課題=何が2Dと異なるのか
    1. 3D刺激による脳活動の相違は？
    2. 近見反応(立体視)の手がかり間の“矛盾”を抑える
    3. 輻湊/調節系クロスリンク(近見反応)の適応



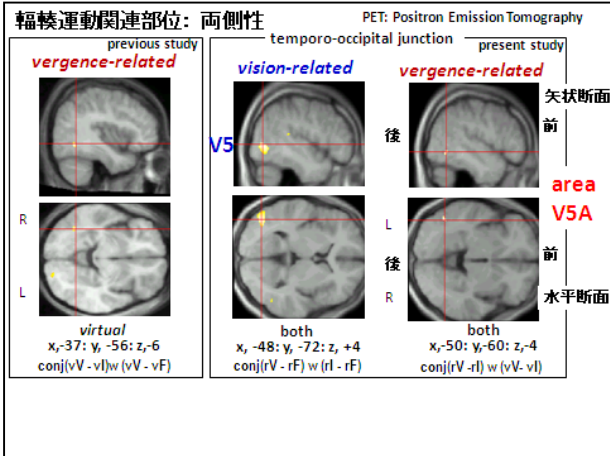
両眼視差を与えると仮想的にスクリーンから映像が飛び出したり引っ込んだりします。

仮想的に映像が飛び出しても輻湊は起こるが、ピントが近い方に動き、結果的に像がぼけます。像がぼけると誤差をゼロにするように元のスクリーン面へピントを戻そうとします。そうすると、今度は輻湊がピント調節に引っ張られて変化します。通常は被写界深度が深いので輻湊デマンドが優先され、少しぼけた状態で妥協が成立します。この「ぼけ」は被写界深度の中ですから被験者自身は感じません。



- リスクを避けながらいかに3D環境を楽しむか
- これまで知られていたリスクの防止(生体リスク)
    1. 映像酔い防止…感覚情報の“矛盾”を少なく
    2. 光感受性発作…フリッカー(点滅刺激)
    3. VDT症候群…環境整備、視聴時間、視距離
  - 3Dとしての新しい課題= 何が2Dと異なるのか
    1. 3D刺激による脳活動の相違は？
    2. 近見反応(立体視)の手がかり間の“矛盾”を抑える
    3. 輻湊/調節系クロスリンク(近見反応)の適応

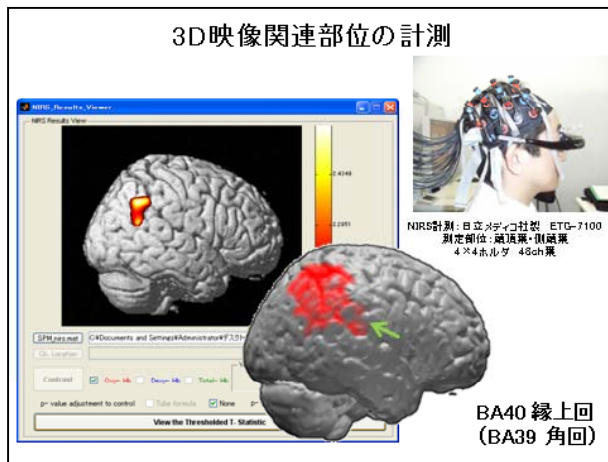
- リスクを避けながらいかに3D環境を楽しむか
- これまで知られていたリスクの防止(生体リスク)
    1. 映像酔い防止…感覚情報の“矛盾”を少なく
    2. 光感受性発作…フリッカー(点滅刺激)
    3. VDT症候群…環境整備、視聴時間、視距離
  - 3Dとしての新しい課題= 何が2Dと異なるのか
    1. 3D刺激による脳活動の相違は？
    2. 近見反応(立体視)の手がかり間の“矛盾”を抑える
    3. 輻湊/調節系クロスリンク(近見反応)の適応



この立体視、両眼視にかかわる輻湊運動や焦点調節に大脳の第5次視覚領が関与することは動物実験で知られています。

また新潟大 板東先生の研究グループはPET法で、運動視覚の中枢であるV5のすぐ近くに輻湊運動に関連する領域を見出します。

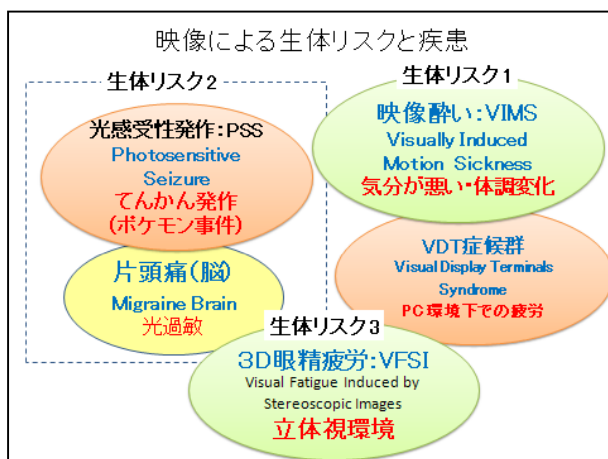
焦点調節に関わる領域もこの近傍にあることが報告されています。



我々も、赤外線トポにより脳血流を測定しました。

3D映像を見ることにより、脳血流の有意な増加が、ブロードマン40野と39野に認められました。

- リスクを避けながらいかに3D環境を楽しむか
- これまで知られていたリスクの防止(生体リスク)
    1. 映像酔い防止…感覚情報の“矛盾”を少なく
    2. 光感受性発作…フリッカー(点滅刺激)
    3. VDT症候群…環境整備、視聴時間、視距離
  - 3Dとしての新しい課題= 何が2Dと異なるのか
    1. 3D刺激による脳活動の相違は？
    2. 近見反応(立体視)の手がかり間の“矛盾”を抑える
    3. 輻湊/調節系クロスリンク(近見反応)の適応



生体リスク1

映像酔い Visually-Induced Motion Sickness (VIMS)

酔い・気分が悪い・体調変化

症例:31歳・女性

200×年6月40型テレビを購入

200×年9月TVゲーム機器の導入

症状: 眼の奥の痛み、身体のだらつき感・めまい感(乗り物酔い状態)・強い羞明感、眼を開けているのが辛い

視機能: 視力正常、眼位・眼球運動に異常なし 瞳孔反応: 異常なし

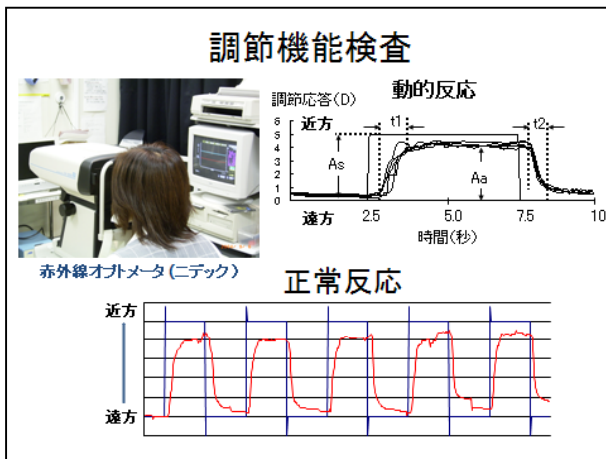
調節反応: 拙劣(供覧)

平行機能検査: 半視管機能・正常、視運動性眼振の解発良好・視標追跡検査異常なし 純音聴力検査: 正常

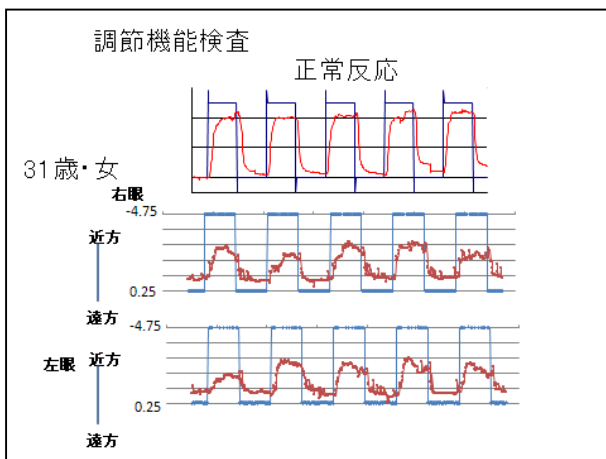
31歳女性の場合を紹介します。

●PC画面、携帯電話画面を見ると前述の症状が出現する

●自動車、電車から移動する風景を見れない 等

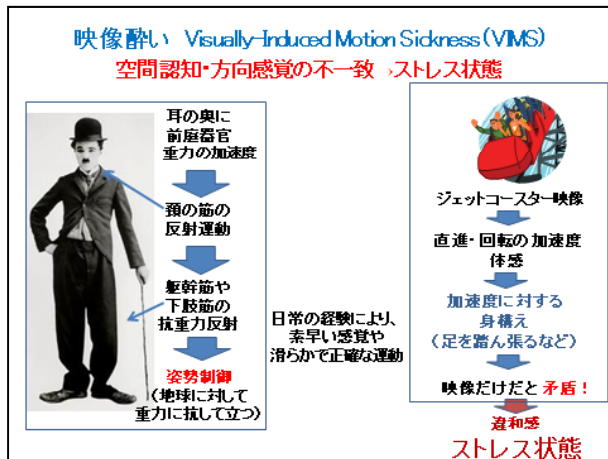


他覚的調節機能検査は、その状態を記録します。



上段: 正常反応です。

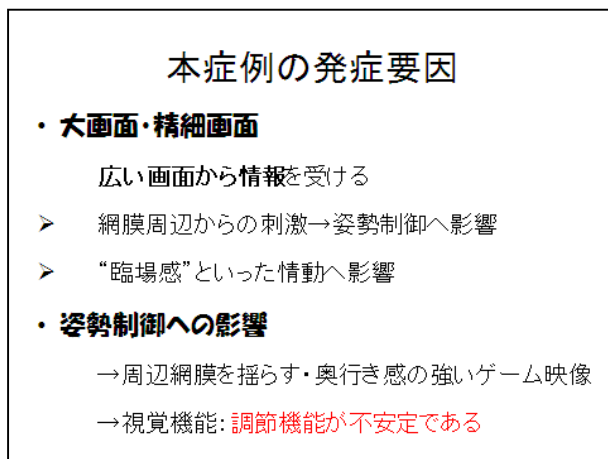
遠方⇒近方⇒遠方と5回刺激を与えて、その刺激に対する反応を他覚的に記録します。



重力の加速度や自分の運動の加速度を検知するセンサーとして前庭器官があります。

姿勢制御はまず、頭の位置が重力に対して決まり、次に頸の筋肉の反射が働いて、頭に対して体の位置が決まります。そのあとで、身体や足にある抗重力筋が働いて床に垂直に立つことができます。

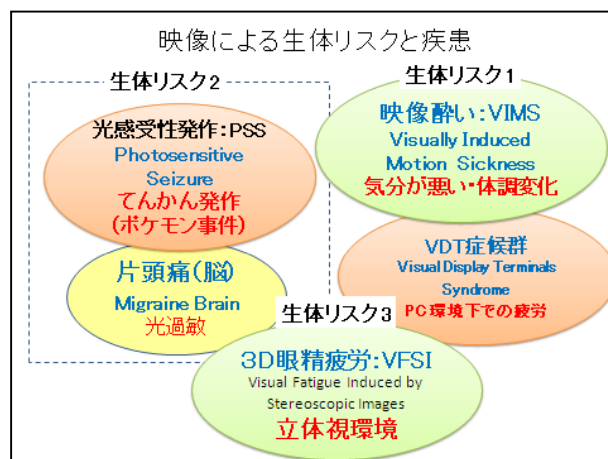
つまり、私たちの空間という認識の基本は重力の方向にあります。このような空間認識を基本として、脳内プログラムが構築され視覚刺激が前庭系に影響を与えます。



この症例からの考察です。

本症例の発症要因としては、高精細な大画面化により、広い画面から情報を受け取ったことが最初の要因です。

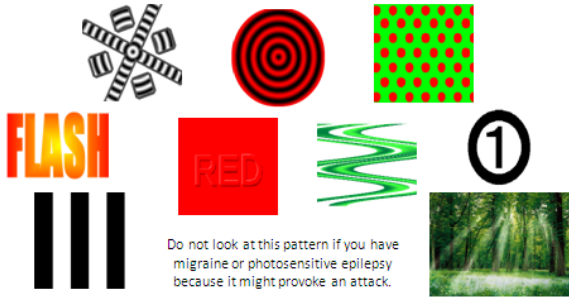
映像酔いは、3D映像へ大きく影響すると考えます。



生体リスク 2

● 光感受性発作 Photosensitive Seizure (PSS)

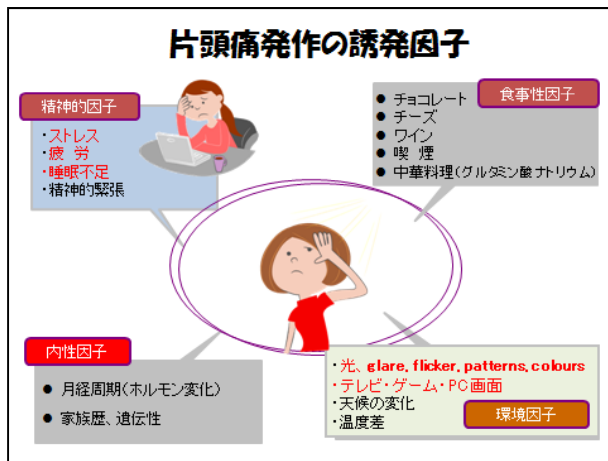
Pokemon 事件 **はいれん発作** 素因を持つ人: 4000~6000人に1人  
フリッカー、規則的空間パターンの動きが危険、液晶シャッター・蛍光灯やLEDなど照明の電源変動と干渉、フリッカーの周波数によっては危険



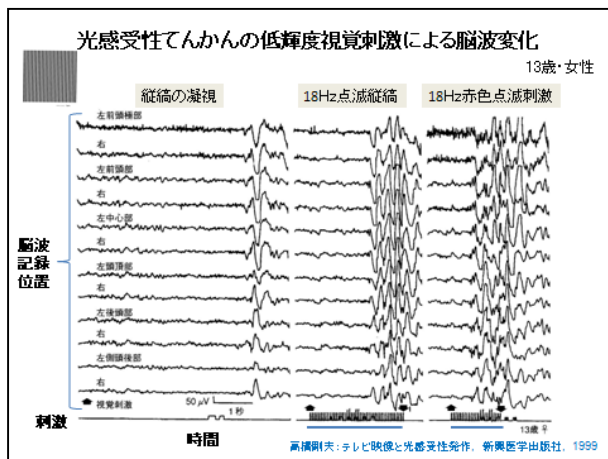
素因の頻度が高い上に発作が激しいので、大きなリスクファクターと考えられています。

電源変動の影響を受ける環境照明が使われている場合には、液晶シャッターがこれと干渉して環境光にフリッカーを起こすような場合があります。周波数によっては光感受性発作のリスクがあります。

これらの視覚刺激が入り混じったテレビ画面、木漏れ日、ヘリコプターの回転翼やらせん階段などでも発作を起こす場合があります。素因の頻度が高い上に発作が激しいので、大きなリスクファクターと考えられます。



片頭痛を誘発させる誘発環境因子として、光、glare, flicker, patterns, colours、そしてテレビ・ゲームあるいはPC画面・映像があります。



13歳、女性の場合です。

仙台の八乙女クリニックの高橋剛夫先生のデータです。

正方形型ストロボフィルターを用い、縦縞の凝視、18Hz点滅縦縞、18Hz赤色点滅刺激によって全般的な突発波と光突発反応が誘発されました。

バルプロ酸(200mg/mg)を服用していました。

## まとめ: 光感受性発作

★コンテンツの問題・・・点滅、規則的空間パターン刺激の抑制

高橋剛夫: テレビ映像と光感受性発作  
新薬医学出版社, 1999

★光感受性発作・片頭痛患者への啓発

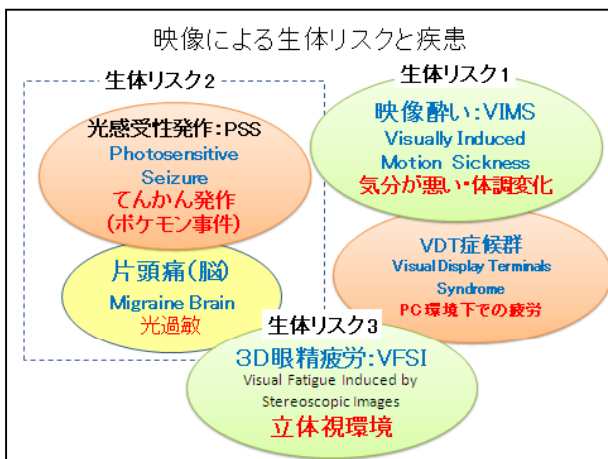
- 1) リスクのある刺激を指摘
- 2) 規則正しい睡眠や食事
- 3) ゲーム機器・テレビ画面など長時間の視聴を避ける

○ただしPSS素因の有無は簡単には分からず、脳波の変化で診断される

発作はテレビやコンピュータ画面の視覚刺激で誘発されることが多いです。テレビの映像は次々に変化する複雑な要素から構成されています。

光突発反応の誘因として関与する基礎的要因は、①点滅(10~30Hz)、②幾何学的図形(1~4c/deg)③色(波長620~710nmの深赤色)の3つが大きな刺激となる。

光感受性てんかんや片頭痛といった特定の素因をもつことがわかっている方は注意が必要です。素因の有無は簡単には分からず、脳波の変化で診断します。



### 生体リスク 3

#### 3D眼精疲労

Visual Fatigue caused by Stereoscopic Images (VFSI)

1. 近見反応あるいは脳活動の相違は?  
・・・2Dと重なる部分と独自の部分
2. 輻湊/調節量の矛盾  
・・・強い不快感・疲労
3. 強い刺激の繰り返し・長時間曝露  
・・・人工環境への適応  
→近見反応のクロスリンクや眼位の適応的变化  
場合により自然環境に戻った時に不具合

3について、繰り返し、強い刺激を与えることにより、強い不快感や人工環境に対する眼球運動の適応が起こる可能性もあります。

自然環境に戻った時に困るような適応を起こすことのないように注意を払うべきです。



3D映像により複視を訴える小児片頭痛の症例  
輻湊/調節系クロスリンクに変化をきたした症例？

症例1:8歳・女児

主訴: 複視(水平にずれる)

臨床経過: 一月から3D画像の書籍で遊んでいたところ、2月上旬から複視を訴えだした。200×年11月にも同様の訴えがあり、脳神経外科にてMRI検査を受けるも、頭蓋内には異常なし。

<眼科的所見> 視力: 右眼=0.3(1.2×-1.25D) 左眼=0.3(1.2×-1.50D)。

眼位はHirschberg 正位、眼球運動制限に制限なし。PCT: Far best Near 20x(T) Far 14x、両眼視機能: 立体視正常、両)下斜筋過動症(+)。Hess赤緑試験: 外斜位を認める(供覧)。調節機能: 拙劣(供覧) 既往歴: なし。

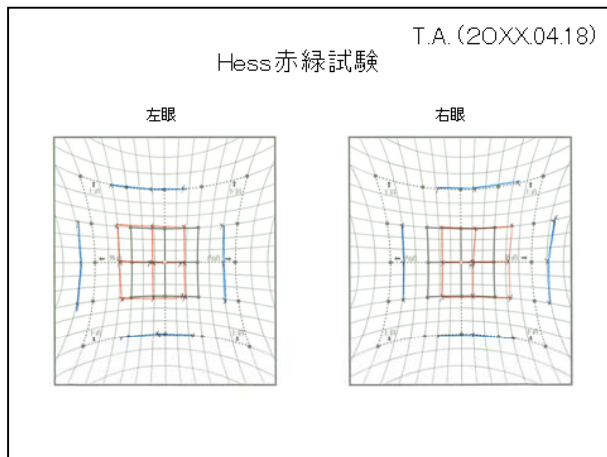
既往歴: 片頭痛。光過敏(+)

家族歴: 母・片頭痛

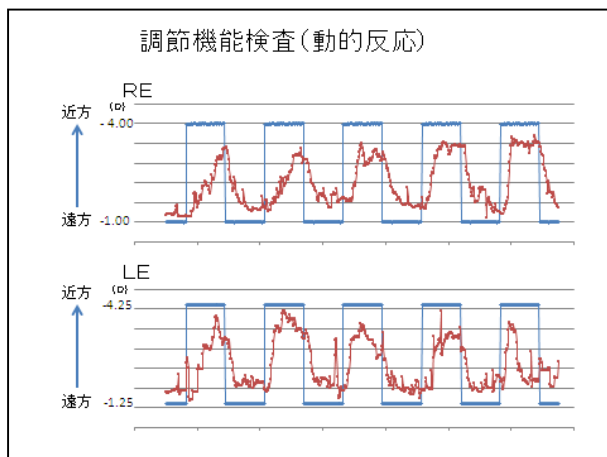
実際の患者で説明します。

外斜位があって、調節機能障害がある場合に、3D映像は負担となる場合があります。

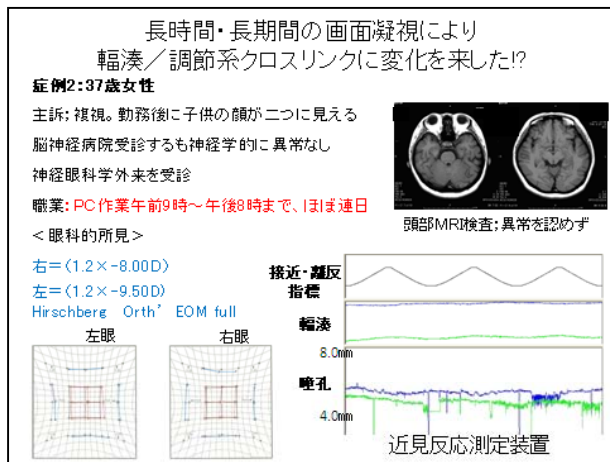
近見反応のクロスリンクや眼位の適応的变化が起きていく可能性があります。



試験結果では、外斜位が認められます。



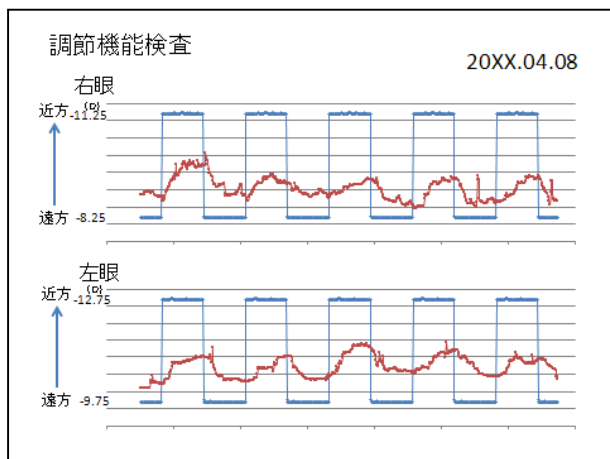
また、調節機能の低下と不安定さが認められます。



2番目の症例です。

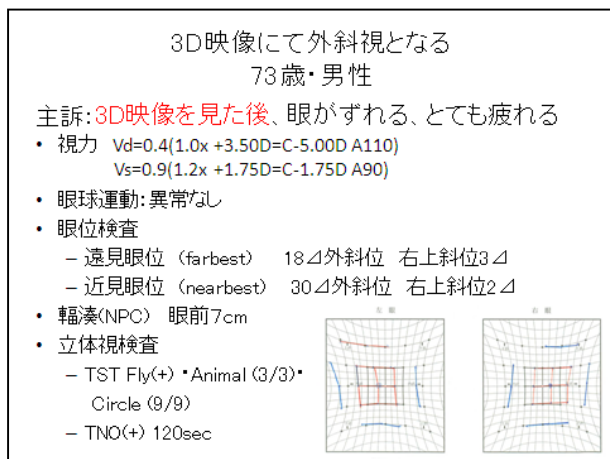
●37歳女性

●強度近視 眼位は、やや内斜位 眼球運動の異常としては、輻湊運動が不全、近見反応測定装置でも瞳孔近見反射(縮瞳)がみられませんでした。



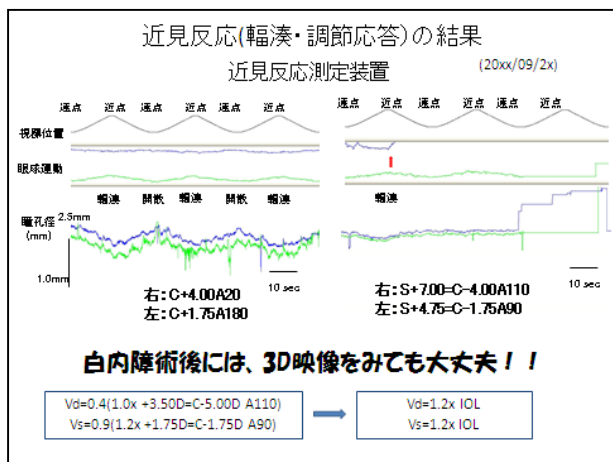
調節検査では、調節反応が極めて悪い。

長時間・長期間の画面凝視により終業時輻湊／調節系クロスリンクに変化を来した状態となっていると思われます。



3番目の症例です。

●73歳男性



- リスクを避けながらいかに3D環境を楽しむか
- これまで知られていたリスクの防止(生体リスク)
    1. 映像酔い防止…感覚情報の“矛盾”を少なく
    2. 光感受性発作…フリッカー(点滅刺激)
    3. VDT症候群…環境整備、視聴時間、視距離
  - 3Dとしての新しい課題
    1. 近見反応(立体視)の手がかり間の“矛盾”を抑える
    2. 輻湊/調節系クロスリンク(近見反応)の適応

以下、まとめです。

リスクを避けながらいかに3D映像を楽しむか。

視覚系の立体視情報の矛盾が関与。映像酔いと共通点として、両者とも自然な状態では矛盾が生じません。

対策として、単純でかつ効果的なものは、両眼視差の操作量をできるだけ抑えること 眼科を受診して、視力屈折検査そして斜視検査などで両眼視機能異常などを確認すること、近見反応を確認することが必要である。

- 最後に
- 3D映像で症状が出た場合
  - 3D映像が楽しめない場合
  - 映像をみるに当たって不安がある場合
- ↓
- 眼科を受診して…
- 視力・屈折検査
  - 斜視・両眼視機能検査
- 近見反応の異常を確認することが大切

- ・3D映像で症状が出た場合
- ・3D映像が楽しめない場合
- ・映像を見るにあたって不安がある場合

眼科を受診し、近見反応の異常を確認することが大切です。

こちらの資料には、今回の講演においてのみ利用が許諾されているスライド画像を含んでおります。無断利用によるトラブル等については当会は責任を負いかねます。第三者の著作物等を利用される場合は貴社の責任で必要な権利処理等をおこなってください。また、お顔等の写真を掲載する場合は人物の特定ができないようご配慮下さい。尚、不明な場合は、日本眼科啓発会議 記者発表会事務局(TEL:03-3261-7715 株式会社トークス 枚田くひらた・岡田)までお問い合わせください。

## 3D映像は小児に危険か？ 背景因子と事前チェックの重要性

大阪大学大学院医学系研究科  
感覚機能形成学  
不二門 尚

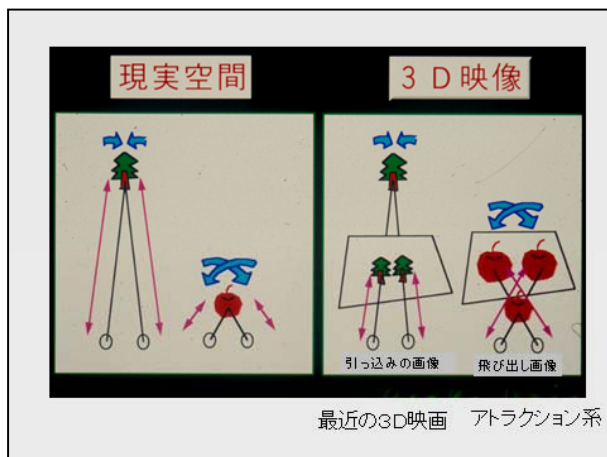


## 立体映像の普及

- 1900年 Anagrif (red-blue) @ Paris Expo
- 1939年 Polarized color @ NY Expo
- 1970年 IMAX @ Osaka Expo
- 2009年 3D映画の普及
- 2010年 3DTVの発売
- 2011年 眼鏡不要の3Dゲーム機の販売



3D映像は、当初はアトラクション系の飛び出し画像が中心でしたが、最近は画面より奥行き方向に展開する引っ込み画像のものが増えてきました。

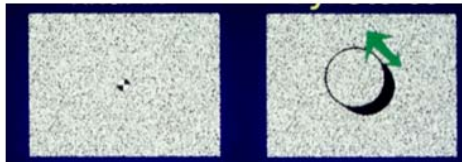


3Dの飛び出し画像は、右目の画像は画面の左、左目の画像は画面の右に投影されるため、これを見るとき目は2D映像を見るときより内に寄せた状態(寄り眼)になります。

これに対して引っ込みの画像は逆に目は2D映像を見るときより外よりになります。

つまり、3D映像を見るときは、2D映像を見る時と眼の寄せ方が異なることになります。

### 立体視の検査:ランダムドットステレオグラム



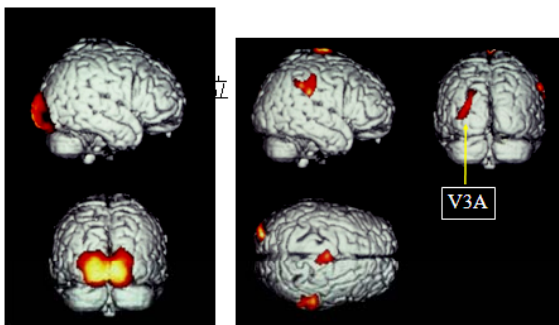
片目で見るとランダムドットのみ見える

両眼で見ると、前後に図形が動く

立体視の機能を厳密に計るためには、ランダムドットステレオグラムが使われます。

片目ではドットしか見えませんが、両目で見ると前後方向に図形が飛び出して見えます。

### ポジトロンCTで見た脳の賦活部位



ランダムドットでの賦活部位

立体映像での賦活部位

ポジトロンCTを使って脳の興奮する部位を調べたものです。

ランダムドットを見ると、脳の視覚領が興奮します。これに対して立体視をすると、脳の高次の視覚領が興奮します。

つまり立体視をすると、通常より脳への負荷が大きくなると言えます。

- 小児と3D映像
  - 立体視の発達と3D映像
  - 立体視の弱い小児と3D映像
- 3D映像に対する個人差
  - 3D映像視聴時の調節-輻湊の関係
  - 3Dと眼精疲労
  - 3Dと複視

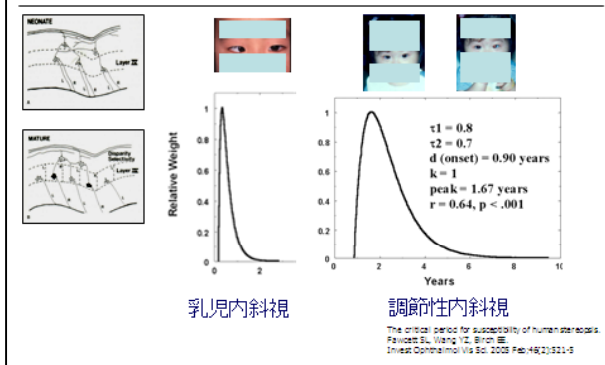
本日は、3D映像の生体への問題点として、小児と3D映像、3D映像と個人差について述べます。

## 小児と3D映像

- 立体視の発達と3D映像
- 立体視の弱い小児と3D映像

こちらでは、立体視の発達と3D映像について述べます。

## 立体視の感受性期間



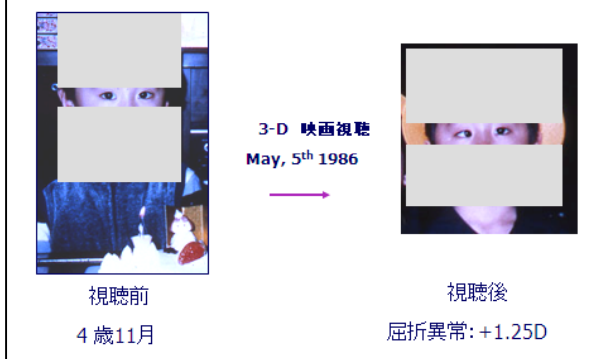
立体的に物を見る力(立体視)は、生後両眼で物を見ているうちに発達します。

立体視が発達する時期を立体視の感受性期と言います。両眼の位置が生後すぐから内に寄っている内斜視の子は、生後2歳までの間が感受性期で遠視があって1歳頃より斜視になる調節性内斜視では、感受性期は6歳位まで続きます。

従って、6歳位までは両眼視機能(立体視を含む両方の目で見える機能、眼の位置をまっすぐに保つ機能も含まれる)が発達する時期と言え、この時期に調節と輻湊(ふくそう)の関係が通常と異なる3D映像を視聴すると、素因のある小児で斜視が出現する可能性があることに注意が必要と思われます。

3D映像視聴が、正常の小児の立体視の発達を阻害するわけではないと思われます。

## 3-D 映像視聴後の急性内斜視



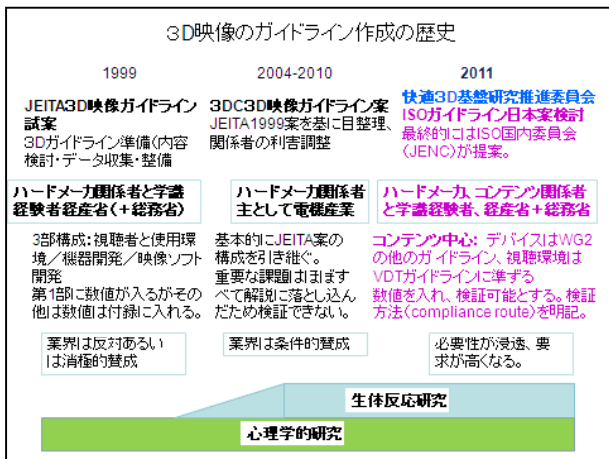
25年前の3Dブームの時、4歳11か月の小児で3D映画視聴後に急に内斜視になった症例がありました。





3か月たっても戻らなかったのが斜視の手術を受けました。術後立体視機能は正常に戻りました。

このように斜視になりやすい素因がある症例では3D視聴後まれに斜視になる場合もあることは注意する必要があります。



このような症例があることから、3Dのガイドラインには、6歳以下の3D視聴には注意を要するという文言が入りました。

**Eye Specialists Question Nintendo's Warning on 3-D Technology and Children, *New York Times* Jan 9<sup>th</sup> 2011**

- 任天堂の3DSへの警告に専門家は困惑の声
- 任天堂は、3DSを6歳以下の子どもには使用させないことや、その為のペアレンタルコントロールをアナウンスしていますが、この強い警告に対して目の専門家からは困惑の声が上がっているとニューヨークタイムズが伝えました。

ワシントン大学の小児眼科学教授のLawrence Tychsen教授は「映画館やゲームでの3D立体視は目に悪影響をもたらさないうえです」とコメント。教授はアカゲザルを用いて、3Dグラスを着けたサルに3ヶ月間映像を見せ続けるという実験を行い、その結果、対照のサルとの間に違いは見られなかったそうです。

ハーバード大学で眼科学を教えるDavid Hanter博士もこれに同意します。同氏は現在までに3D立体視が目の成長を妨げるといった証拠は見つかっていないそうです。

New York Times誌に、Nintendo 3DSが発売されたときに、仕様書に6歳以下の使用には注意を要するという文言が入ったことに対して、アメリカの小児眼科の専門家から、3D映像は小児の見る機能の発達に影響しないはずだというコメントが載りました。

われわれの主張は、正常の小児には3D映像視聴はおそらく問題はないが、斜視になりやすい素因のある小児は注意を要するというもので、この記事と矛盾するものではありません。

## 小児の3-D映像視聴に対する注意点

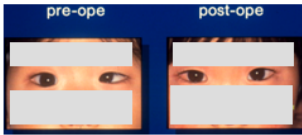

- 3D映像視聴は、正常の小児には問題はない。
- しかし、立体視の発達期にある小児の中には、斜視になりやすい素因を持った者がいるので、両眼を分離して見る3D映像視聴は注意する必要がある。
- 心配な場合は、眼科医を受診して、素因がないかチェックを受けることが薦められる。

- 3D映像視聴は、正常の小児には問題はない。
- しかし、立体視の発達期にある小児の中には、斜視になりやすい素因を持った者がいるので、両眼を分離して見る3D映像視聴は注意する必要がある。
- 心配な場合は、眼科医を受診して、素因がないかチェックを受けることが薦められる。

## 小児と3D映像

- 立体視の発達と3D映像
- 立体視の弱い小児と3D映像

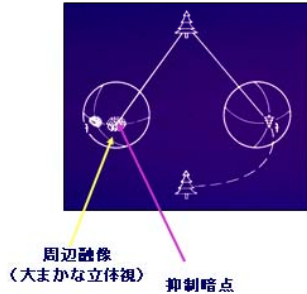
立体視の弱い小児と3D映像について述べます。

乳児内斜視術後の両眼視機能	後期発症の内斜視
<b>発症:</b> 生後4カ月 <b>術前斜視角:</b> 30° Base out (Krimsky法) <b>術前両眼視機能:</b> 左眼抑制 S-G test  <b>前後転術:</b> 3歳時 <b>術後斜視角:</b> 10° Base out (Krimsky法) <b>術後両眼視機能:</b> 周辺融像 (Worth 4灯) Titmus fly (-)	<b>発症:</b> 3歳 <b>術前両眼視機能:</b> 右眼抑制: (W4灯 test) prism負荷: 融像 (W4灯 test) <b>両内直筋後転:</b> 4歳 <b>術後両眼視機能:</b> 2週後: 融像 (W4灯 test) 2月後: 立体視 (TST circle 6/9)
pre-ope      post-ope 	pre-ope      post-ope 

立体視と斜視の発症年齢の関係を示す例です。左の小児と右の小児は、ともに内斜視で来院しましたが、左の小児は生後4か月の発症、右の小児は3歳時発症です。

手術後眼の位置はともにほぼまっすぐになりましたが、左の子は立体感がありません。右の子は正常の立体感があります。

## 内斜視と周辺融像・立体視



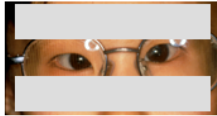
左の子のような、乳児内斜視(生後早期からの斜視)は斜視手術をしてもごくわずかの斜視が残り、両方の目の中心で物を見ることができません。

この場合斜視の目の中心には抑制暗点が生じ、脳に中心部分の情報は伝わりません(片目で見ている状態)。

目の周辺の情報は入っていくため、両方の目でみることができます。これを周辺融像といいます。このような子は両眼視機能が弱い状態で、100人に1人くらいいます。

## 3D映像と立体視

- ・ 6歳女兒
- ・ 部分調節性内斜視
- ・ 1歳半頃よりフレネル眼鏡により眼位矯正
- ・ 通常の検査では立体視(-)だが立体映画は立体的に見える
- ・ →従来の立体視検査で検出できない弱い立体視でも3D映像は立体的に見えるのでは？

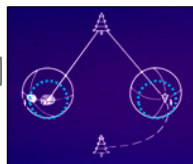
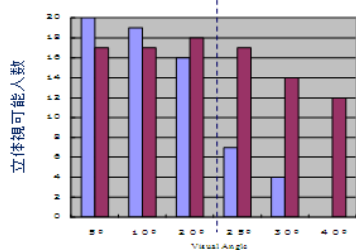


この子も、目の位置は矯正されていますが、立体視の弱い状態です。

しかしながら3D映画は立体的に見えたといっています。

従来の立体視検査で検出できない弱い立体視でも3D映像は立体的に見えるのでは？という仮説を立てました。

## 周辺部網膜(視野)での立体視



大きな視標大きな視差の3D映像は、網膜の広い範囲で立体視できる

これは成人の周辺視野における立体視を見たものです。

中心から20度の部分でも、立体感が得られています。

## 立体視検査法

### チトマスステレオテスト



フライテスト

偏光眼鏡着用  
視角: 10° (±5°)  
視差: 最大1'



大型スクリーンによる  
立体視検査装置

偏光眼鏡着用  
視角: 最大40°  
視差: 最大3'  
視標サイズ: 最大5.7'

大型のスクリーンを使った立体視検査装置を作りました(右)。

左は通常眼科の外来で立体視検査に用いているチトマスステレオテストのフライテスト(はえ)です。

## 立体視の弱い症例の大画面立体視

- 対象: 2002～2003年 大阪大学眼科受診
- 手術による治療後の内斜視でフライテスト(-)の17症例
- 検査時年齢: 7歳～20歳 (9.5 ± 3.8歳)
- 内斜視発症年齢: 生直後～42月 (9.2 ± 10.6月)

はえテストが(-)の内斜視の17症例について検討しました。

大画面立体視: 17例中7例で(+), 10例で(-)

斜視の発症年齢は、大画面立体視[+]群が高い

→ 潜在的な立体視能力の高い小児は、通常の立体視検査で立体視が証明できなくても、大画面3D映像は立体的に見える可能性がある

はえテストができなくても7症例では、大画面の映像による立体視はできることが分かりました。

この子たちは、斜視になった年齢が高い。つまり基礎的な立体視の機能がある程度確立しているので、3D映像が見れたということになります。

### 斜視手術後症例(現在20歳)と3D映像

- 1歳半時発症の内斜視 (#06760615)
- 4歳時初診
- 5歳時 両内直筋後転 5mm
- フライテスト(-)
- アトラクションの 3D映像(飛び出し系)は飛び出して見える
- 引っ込み系の3D映画は立体感(-)



1歳半発症の内斜視症例で、手術後弱い立体視が得られました。

現在18歳ですが、飛び出しが強調されているUSJの3D映画は飛び出して見えるが、引っ込み主体の3D映画は立体的に見えなかったと言っています。

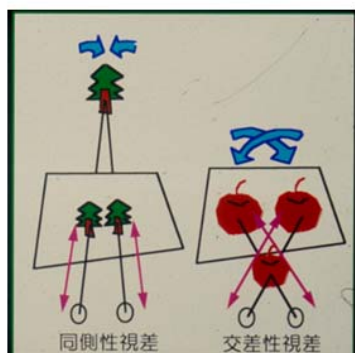
立体視の弱い人には、視差の大きな飛び出し画像の方が立体感が得られるのかも知れません。

### 幼小児期内斜視→手術→正位となった症例と3D

- 10例(9-22歳)
  - フライテスト(+) 4例, (-) 6例
  - 3D視聴で立体視(+)となったコンテンツ
    - アトラクション系(飛び出しの視差大): 6例
    - 時々飛び出し系の3D映画: 4例
    - 主として引っ込み系の3D映画: 1例
  - 飛び出し系の3D映像は分かるが、引っ込み系の3D映像は分からない: 4例
- 立体視の弱い小児は飛び出しの3D映像の方が分かりやすい

このような幼少児期に内斜視の手術を受けた10例について、3D映像の見え方について検討しました。

このうち4例では、飛び出し系の3D映像は分かるが、引っ込み系の3D映像は分からないということでした。立体視の弱い人にとっては、引っ込み系より飛び出し系の方が、立体的に見えやすいようです。

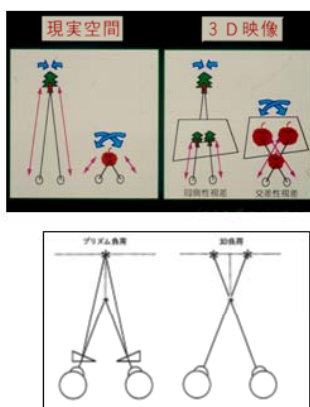


引っ込み系の3D映像 飛び出し系の3D映像

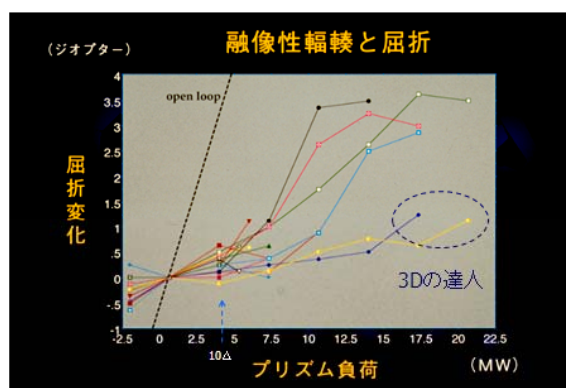
## 3D映像に対する個人差

- 3D映像視聴時の調節-輻湊の関係
- 3Dと眼精疲労
- 3Dと複視

こちらでは、3D映像視聴時の調節-輻湊の関係を述べます。



プリズムを、底辺を外側に置くと、飛び出しの3D映像を見たときと類似の状態になります。



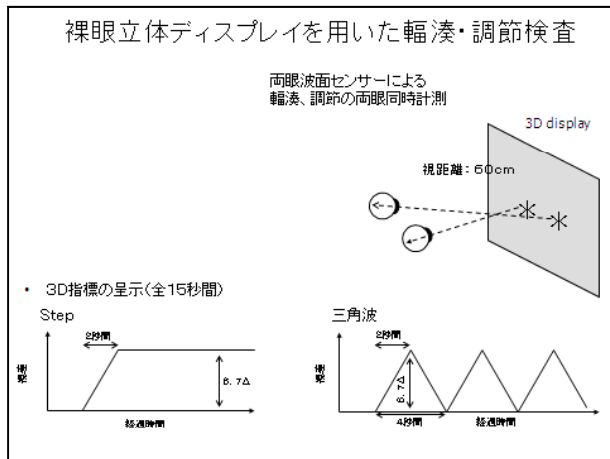
松下、不二門他 視覚の科学 1996

正常者に対して、プリズム度数(輻湊)と屈折の関係を見ました。

プリズム度数を上げると(3D映像の飛び出しが大きくなると)、近視化して像がボケる場合が多いですが、3Dの達人は近視化しませんでした。

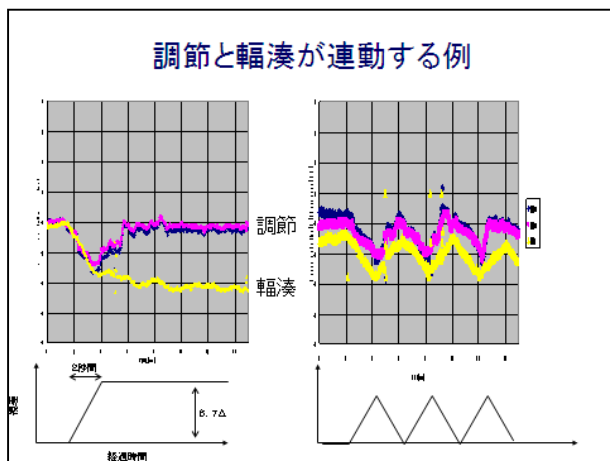
このように、3D映像に対する反応は人によりさまざまである点に留意する必要があります。



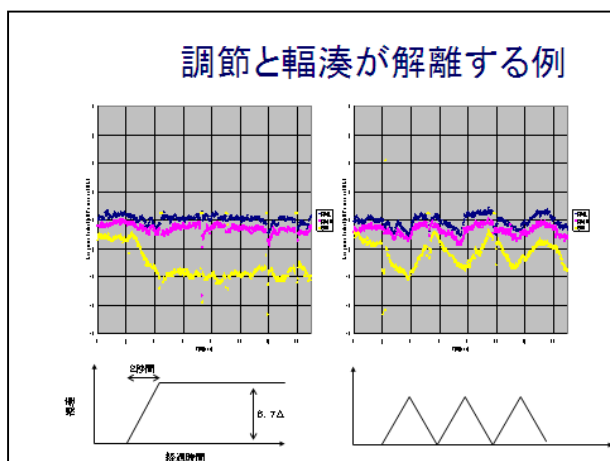


最近3D映像を見ているときに、両目の輻湊と屈折度をリアルタイムで測定できる装置を開発しました。

3D映像が飛び出して止まっている場合(左)と、周期的に飛び出す場合(右)について検討しました。



通常は、このように映像の飛び出しに応じて輻湊し、屈折は飛び出しが一時的な場合は一過的に近視化し、周期的な場合は周期的に近視化することが分かりました。



ところが正常者の中にはこのように、輻湊は正しくおこなわれても、屈折はほとんど影響を受けない場合もあり、個人差が大きいことが分かります。

## 3D映像に対する個人差

- 3D映像視聴時の調節-輻湊の関係
- 3Dと眼精疲労
- 3Dと複視

こちらでは、3Dと眼精疲労について述べます。

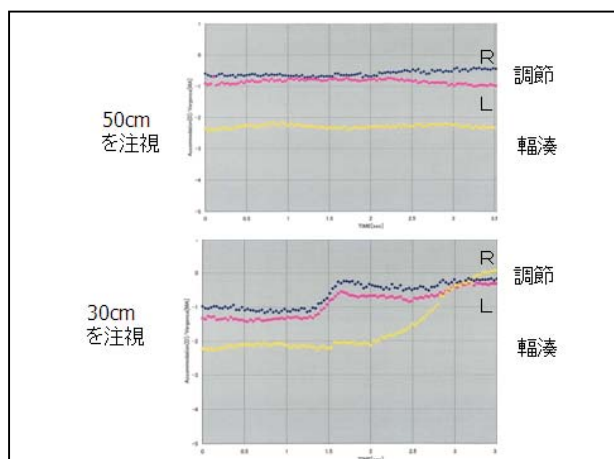
## 飛び出しの3Dがづらい例 (1)

- 30代後半女性、軽度遠視
- 輻湊近点: 30cm (正常: 10cm以下)
- 立体視: 正常 (Titmus circle: 8/9)
- 引っ込み系の3D映画を計7回視聴・特に問題なかった
- アトラクション系(飛び出し系)の3Dはすぐ疲労する

輻湊不全があると、引っ込み中心の3Dは問題ないが、飛び出し映像が多い3Dは、眼精疲労を来しやすい。

正常成人で、3Dで眼精疲労が起きた例を示します。

輻湊(より目)が十分にできない人で、飛び出し系の3Dが疲れるといっています。



50cmに置かれた対象を見るときは、反応は正常ですが、30cmに置かれたものを見る時には、長時間輻湊が維持できないことが示されました。

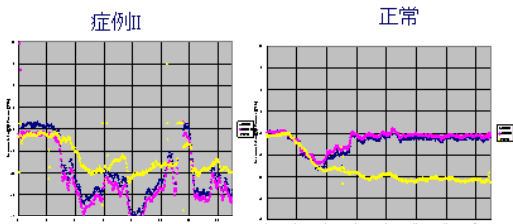
## 飛び出しの3Dがつらい例(2)

- 31歳女性 不同視(右-2.5D, 左-1.0D)
- 輻湊近点: 正常 (5cm)
- I Max theaterで 飛び出し系の3D映画を見たが、15分でしんどくなり視聴中止

別の症例で、この方も飛び出しの3Dがつらいといっています。

輻湊は検査上正常です。

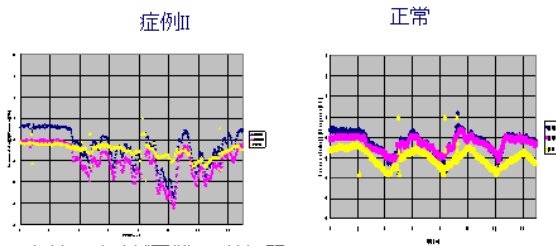
## 飛び出して停止する3D映像



輻湊の維持が困難、調節過緊張

飛び出して止まる3D映像に対して、輻湊が維持できず、調節が過緊張(近視化して揺らぐ)ことが示されています。

## 周期的に飛び出す3D映像



輻湊の追従が困難、調節過緊張

不同視があり、融像性輻湊の維持が困難。頑張るって融像しようとするとう精疲労を来す

周期的な飛び出し画像では、輻湊がついて行かず、調節は過緊張状態です。

この方は検査翌日まで、目の疲れが残っていました。

このように輻湊を維持できない人は飛び出しの3D視聴はしんどいことになります。

### 3Dで眼精疲労を来しやすい人

- 輻湊不全。  
調節視標近づけた場合、10cm以上先で2つに見えるか、1つに見えても、維持するのがしんどい



家庭で3Dの適性を調べる簡単な方法です。より目をして指が鼻根部から10cm以内まで1つに見えれば正常です。

10cmを超えた位置で2つに分かれる場合は輻湊不全で、3D映像を見ると疲れる可能性があります。

### 3D映像に対する個人差

- 3D映像視聴時の調節-輻湊の関係
- 3Dと眼精疲労
- 3Dと複視

こちらでは、3Dと複視について述べます。

### 3D映像視聴後の複視

- 消費者センターの例
  - 60代女性、3D映像視聴後の上下複視
  - 数日後自然寛解
- 北里大学の例
  - 50代男性 円錐角膜の症例
  - 3D映像視聴後一時的な複視

両眼で融像を維持する力の弱い人は、両眼で分離して像を見る3Dは、斜視を生じて複視が出る可能性がある。  
→ 素因のある人は注意

3D映像視聴後、ものが2つに見えた(複視が出た)報告です。

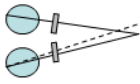
ふだんでも時々物が2つに見えた経験がある人は要注意です。

3D映像は右目の像と左目の像を分離してみるの  
で、斜視がでやすくなります。

### 3D映像で複視をきたす素因のある人(1)

斜位のある人

- 起床時や疲れた時に、物が2つに見えた経験のある人(特に上下方向の複視)は注意。



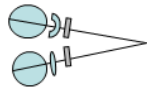
素因がある場合でも、3Dを見て問題になるのは一部。

3Dを見て複視が出る可能性のある人のチェック方法です。時々物が2つに見えた経験のある人は要注意です。

### 3D映像で複視をきたす素因のある人(2)

左右の目のバランスの悪い場合

不同視(左右眼で屈折度が2D以上違う)など



不同視:両眼の入力のバランスが悪い  
→両眼分離した状態で、融像を保ちにくい

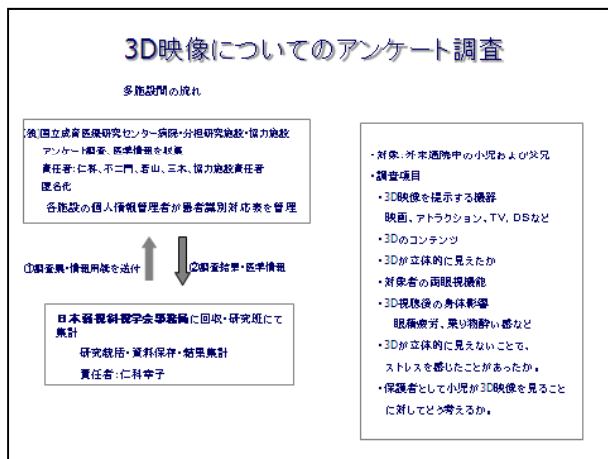
3Dを見て複視が出る可能性のある人のチェック方法(2)です。左右の視力に差がある(近視の度合いが異なる)人は注意が必要です。

両眼を分離する3Dでは、複視がでる可能性があります。

眼鏡やコンタクトの調整を眼科で行い、左右の目のバランスを良くした後に3D映像を見ましょう。

- 日常生活で、目が疲れやすかったり、時々複視を感じる人、左右の目のバランスの悪い人は、3D映像視聴前に眼科を受診しましょう。

日常生活で、目が疲れやすかったり、時々複視を感じる人、左右の目のバランスの悪い人は、3D映像視聴前に眼科を受診しましょう。



日本弱視斜視学会では3D映像についてのアンケート調査を行っています。

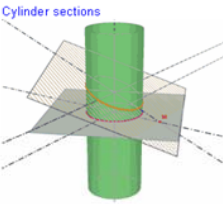
斜視の治療を受けた小児とその保護者、正常の小児と成人に対して、両眼視機能、3D映像が立体的に見えたか、3D映像視聴後の感想などについて調査しています。

結果が出たらまた報告します。

- ### Preliminaryな結果(近視の小児とその保護者)
- ・対象: 小児(11-12歳): 6名、成人(39-48歳): 4名
  - ・視聴した3Dの媒体  
映画: 6名、アトラクション: 7名、3D-TV: 4名  
(3D-TVを購入したのは1家族)
  - ・両眼視の状態: 不同視1名、上斜位1名
  - ・3Dを見た感想  
特に問題なし 5名、軽度の目の疲労 5名  
一時的な複視 1名(上斜位)
  - ・3Dについて  
面白い・又見たい 6名(小児全員)、  
子供の眼の健康にやや不安 3名(保護者)  
非日常的3Dはよいが、教育の現場には3Dは使って欲しくない

Preliminaryな結果です。  
正常の小児とその保護者の感想です。  
小児は皆3Dが好きですが、保護者には慎重な意見を持つ人もいます。

### 教育の現場への3D映像の導入



3次元の幾何学は3D映像を用いると理解しやすい。

1クラスに1人くらいは輻湊不全、不同視、内斜視治療後などで3D映像が苦手な学童が居る可能性がある。  
→HANDICAPにならないように配慮が必要

特に教育の現場に3Dが用いられる場合には、3Dが苦手な小児がハンディキャップにならないような配慮が必要と思われます。



## まとめ

- 小児の3D映像視聴に対する考え方と、成人の3D映像視聴における個人差について報告した。
- 就学前の小児は、両眼視機能が発達過程にあるので、素因のある子は、3D視聴により眼位異常を来たす場合があることに注意が必要である。
- 立体視の弱い小児は、引っ込みの映像より飛び出しの映像の方が立体的に見やすいことが示唆された。
- 輻湊不全の症例では飛び出しの3D映像視聴で眼精疲労をきたす可能性がある。
- 小児の3D映像視聴に不安を感じる場合、日常生活で眼精疲労や複視を感じた経験のある場合は、3D映像視聴前に眼科医を受診することが薦められる。

- 小児の3D映像視聴に対する考え方と、成人の3D映像視聴における個人差について報告した。
- 就学前の小児は、両眼視機能が発達過程にあるので、素因のある子は、3D視聴により眼位異常を来たす場合があることに注意が必要である。
- 立体視の弱い小児は、引っ込みの映像より飛び出しの映像の方が立体的に見やすいことが示唆された。
- 輻湊不全の症例では飛び出しの3D映像視聴で眼精疲労をきたす可能性がある。
- 小児の3D映像視聴に不安を感じる場合、日常生活で眼精疲労や複視を感じた経験のある場合は、3D映像視聴前に眼科医を受診することが薦められる。

こちらの資料には、今回の講演においてのみ利用が許諾されているスライド画像を含んでおります。無断利用によるトラブル等については当会は責任を負いかねます。第三者の著作物等を利用される場合は貴社の責任で必要な権利処理等をおこなってください。また、お顔等の写真を掲載する場合は人物の特定ができないようご配慮下さい。尚、不明な場合は、日本眼科啓発会議 記者発表会事務局 (TEL:03-3261-7715 株式会社トークス 枚田<ひらた>・岡田)までお問い合わせください。