

# 自然視と立体視の年齢別評価 ～水晶体調節距離と輻輳焦点距離の同時計測～

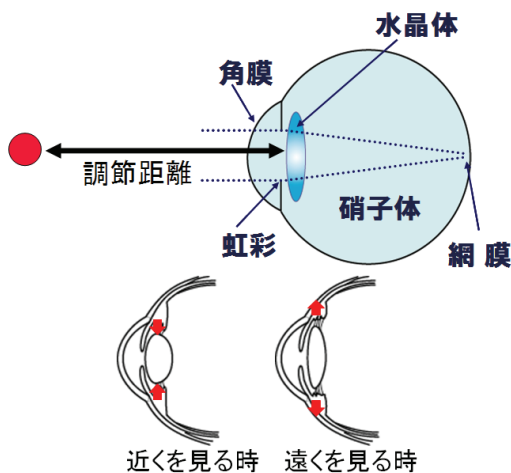
## 概要

近年、3D映像が身近に感じられるようになってきた。しかし、今回の3Dブームは実は3度目であり、過去2度のブームは、3D映像視聴時の身体影響（眼精疲労、映像酔いなど）が原因で廃れていってしまった。今回のブームを継続し、3D映像技術を世に広めるためには、身体影響という課題を解決することが重要となってくる。

一般的に、3D映像視聴時の身体影響の主な原因として、「水晶体調節距離と輻輳焦点距離の不整合」が挙げられる。しかし、我々の先行研究で、若年被験者を対象とした場合、水晶体調節距離と輻輳焦点距離は、自然視と同様に、3D映像視聴時でも同期して変化していることが分かった。しかしながら、この結果は未だに認められていないのが現状である。本研究では、若年被験者のみでなく、中高年被験者も対象に3D映像視聴時の眼機能測定をした。今回は信頼性のある結果を示すため、立体像の飛び出し距離を正しく認知していることを確認した後に水晶体調節距離と輻輳焦点距離を同時に計測し、同期して変化していることを明らかにした。また、比較のため、実物体視聴時（自然視）の同時測定も行った。

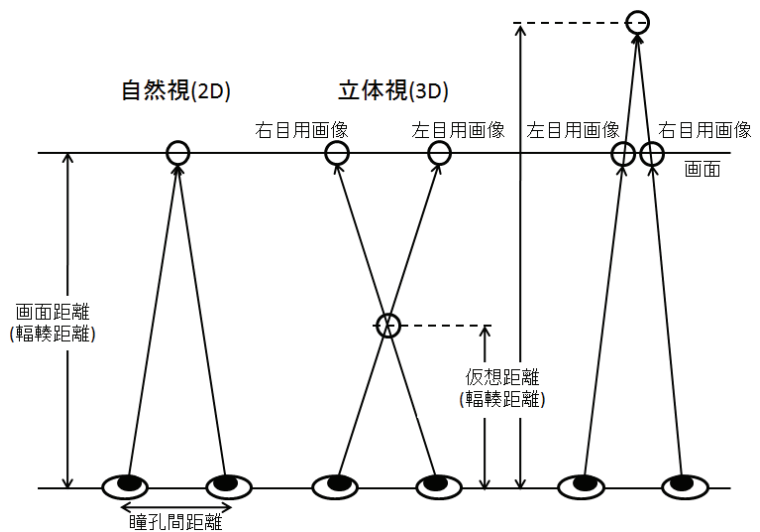
## 水晶体調節

物体の遠近に合わせ、水晶体の厚みを変えて対象物体にピントを合わせる目の働き。そのときの距離を**水晶体調節距離**と言う。近くを見るときは水晶体を厚くし、遠くを見るときは水晶体を薄くしてピントを合わせる。



## 両眼輻輳

両眼でものを見るときに寄り目の運動。自然視の状態では両眼の視線が対象物体で重なる。3D映像視聴時は、視線を交叉させた場合、その交叉位置に飛び出ているように認知し、視線を並行にした場合、その交叉位置に引っ込んでいるように認知する。そのときの**視線の交叉位置までの距離を輻輳焦点距離**と言う。

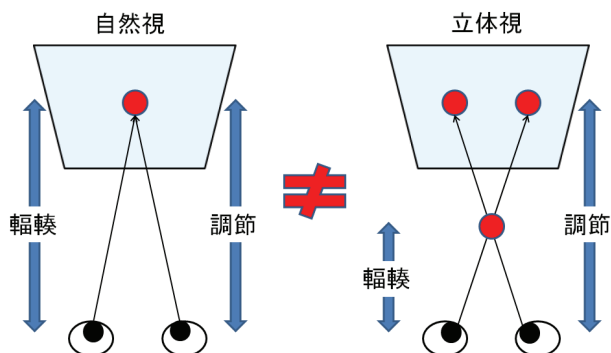


## 立体映像視聴時の諸症状の主な原因(間違い)

立体映像視聴時における諸症状の主な原因の定説として、『自然視では調節と輻輳が一致しているが、立体映像では、輻輳が立体像の仮想位置で交叉するのに対し、調節は画像が提示されているディスプレイ面に固定され、**調節と輻輳の不整合**が起きるため』であると、一般に言われ続けている。

## 測定装置

グランド精工(株)社製『WAM-5500』(左)で水晶体調節距離を測定した。両眼の視線の位置から輻輳焦点距離を算出することが可能な(株)ナックイメージテクノロジー製『アイマークレコーダーEMR-9』(右) 組み合わせて、水晶体調節距離と輻輳焦点距離の同時計測に成功した。



## 実験方法

本研究では、立体視と自然視における眼の状態を定量的に評価するため、以下の二つの実験を行った。

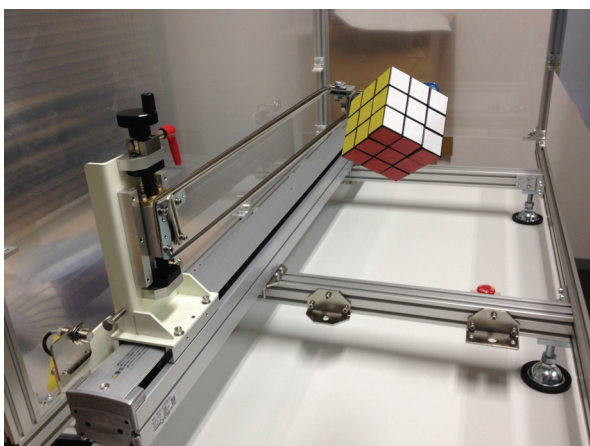
**実験①:** 若年から高年の被験者107名を対象に、3D映像の認知度合を年齢別に調査し、瞳孔間距離と視差量に基づいた理論的な飛び出し距離と被験者の飛び出し認知距離とを比較した。

**実験②:** 実験①で立体を正しく認知した被験者を対象に(若年5名、中年1名、高年1名)、3D映像と実物体視聴時の水晶体調節距離と輻輳焦点距離の同時計測を行った。

### 実験①: 立体認知と飛び出し距離

- ①被験者ごとの瞳孔間距離を測定した。
- ②被験者の40cm眼前にLCDモニタを設置し、最大で球体が約11cm飛び出す3D映像を提示した。
- ③被験者ごとに、球体が最も飛び出している時の球体の位置を指で差してもらい、その距離を測定した。

### 実物体



### 実験②: 調節輻輳同時計測

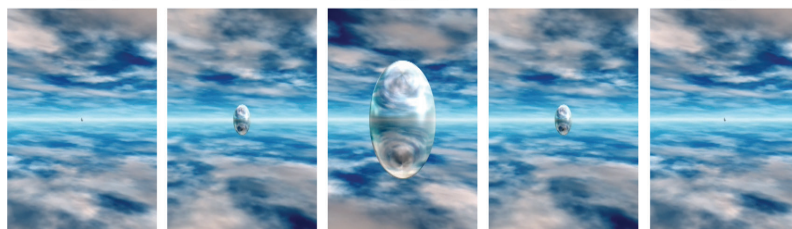
・**3D映像:** 被験者の眼前60cmにLCDモニタを設置し、実験①とほぼ同様の球体が飛び出す立体映像を提示した。立体映像は液晶シャッター方式であり、最大で40cm飛び出し、10秒周期で遠近を繰り返す。

・**実物体:** 被験者の眼前70cmの位置に、『球体が単振動で動く装置』を設置した。最大で50cm飛び出し、10秒周期で遠近を繰り返す様に装置を動かした。

3D・実物体共に、被験者には40秒球体の中心を凝視するように教示し、視聴時の調節と輻輳を同時に計測した。

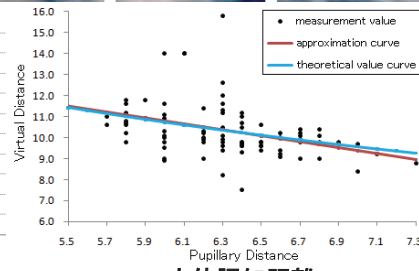
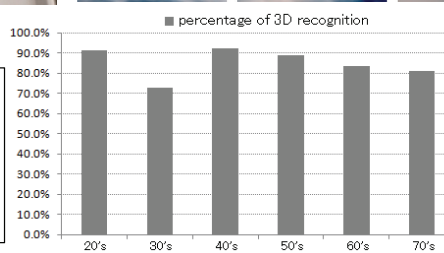
### 3D映像 (Power3D™)

遠方 ← 近方 → 遠方



### 実験結果①

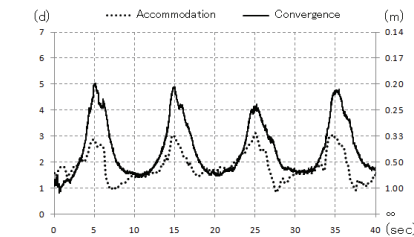
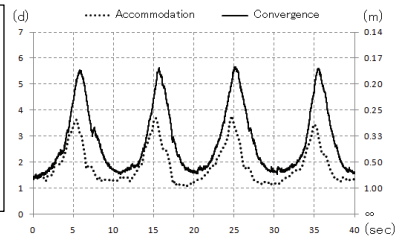
全体の**87.2%**が立体像を正しく認知し、年齢による傾向はあまり見られなかった(左図) 立体認知距離(近似曲線)は、瞳孔間距離に基づく理論距離とほぼ等しく、年齢に依存しなかった(右図)



### 実験結果②

若年被験者においては、自然視、立体視共に調節・輻輳が同期して変化していた(図上)

中高年被験者においては、自然視・立体視共に、調節が輻輳よりも弱い値を示す結果となった。特に高年被験者は、調節がディスプレイ面よりもさらに遠くに合わせられていた(図中下)



### 考察・まとめ

本研究では自然視と立体視における年齢別眼機能測定を行った。

実験①において、立体認知には年齢による差はないことが判明した。しかし実験②において、中高年被験者は実験①で正しく立体を認知しているにもかかわらず、自然視・立体視共に水晶体調節距離が輻輳焦点距離よりも遠くに合わせられていた。これは老眼の影響により水晶体が固くなり、代わりに瞳孔を収縮させることで、ピンホール効果により物体を認知しているためであると考えられる。

上記より、各年齢層において、自然視と立体視における眼機能はほぼ同様の働きをしていることが分かった。つまり、立体視における身体影響の原因は、調節と輻輳の不整合ではなく、別の原因があることが考えられる結果となった。

