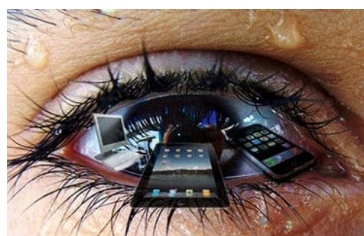


デジタル機器により生じる視機能の弊害



digital
eye
strain



国際医療福祉大学保健医療学部
視機能療法学科
原 直人



1

本日の内容

1. VDT症候群について
2. デジタル機器による視覚機能への影響
～現時点での問題点～
 - A) 調節; スマホ老眼
 - B) 輻湊; スマホ内斜視
3. デジタル機器の予防策

2

2

1. VDT症候群について

3

3

VDT(Visual Display Terminals) 症候群とは

↓

ICT社会における疲労の最大原因である
ディスプレイ作業（画面の注視）

視覚負担
眼の乾き、眼の痛み、ぼやけ、頭痛など
眼精疲労
(目の**病的な疲労**)

筋骨格系負担
頸や肩のこり、背中のだるさ、肩から腕の痛み、足や腰のだるさなど、慢性的になると背中の痛み、手指のしびれなどに進展

精神神経負担
腰痛、めまい、だるさ、食欲不振、過食、イライラ感、不安感、抑うつ状態
→ Karoshi

4

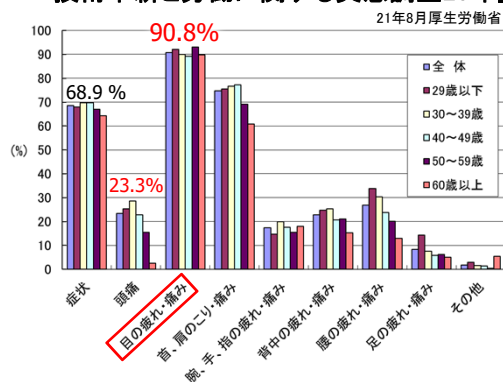
4

VDT作業における身体的な疲労や症状をもつ労働者の割合 および内容別労働者の割合

実施年度	身体的な疲労や症状がある労働者計	身体的な疲労や症状の内容(複数回答)				身体的な疲労や症状がない労働者
		頭痛	目の疲れ・痛み	首・肩のこり・痛み	腰の疲れ・痛み	
H20年	[68.9%]	23.3%	90.8%	74.8%	26.9%	[31.1%]
H15年	[78%]	23%	91.6%	70.4%	26.6%	[22.0%]
H10年	[77.6%]	18.7%	90.4%	69.3%	22.0%	[22.4%]

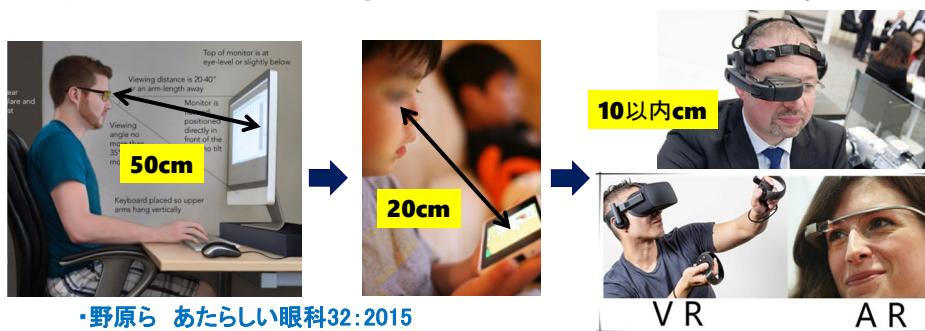
[]内は、PC機器を使用している労働者のうち、身体的な疲労や症状がある労働者と症状がない労働者の割合。
斜体数字は、ある労働者を100%としたときの割合。

「技術革新と労働に関する実態調査20年」



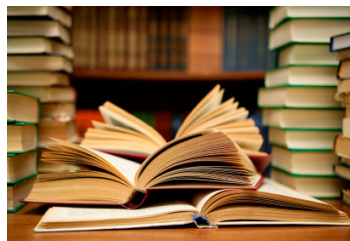
5

第4次産業革命によるVDT作業の変化

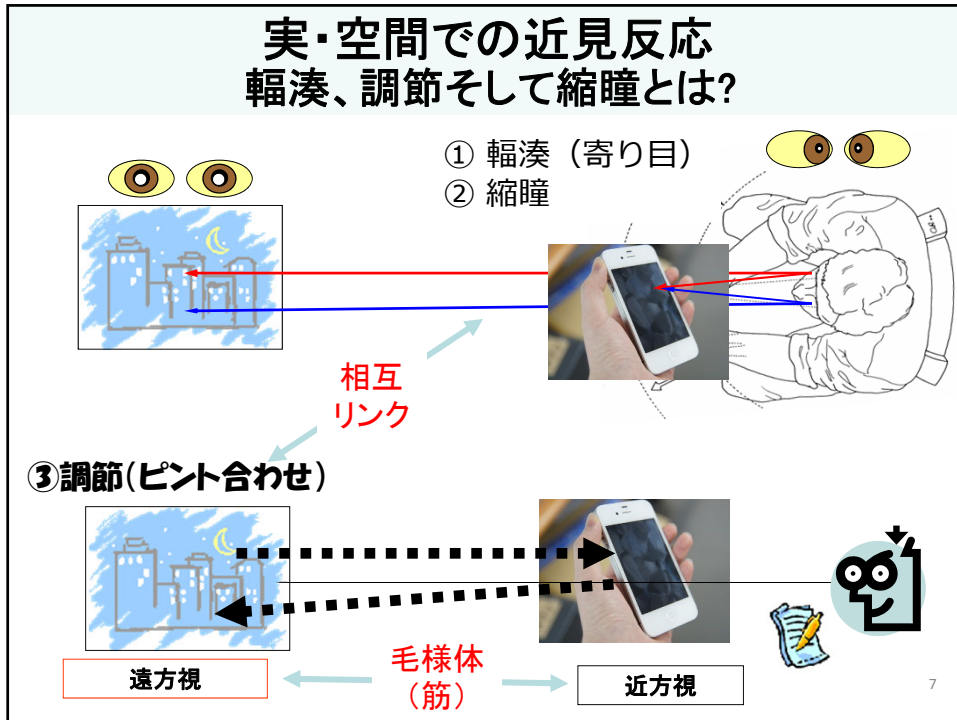


・野原 あたらしい眼科32:2015

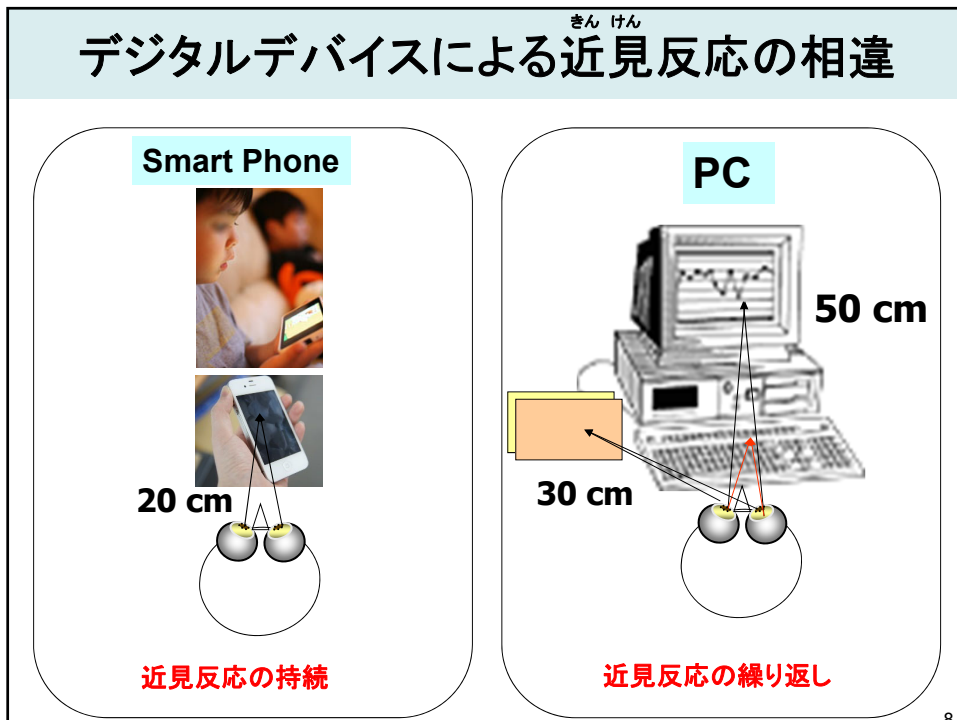
・Bababekova Y et al, Optom Vis Sci ;88, 2011.



6



7



8

視機能に与える影響について紙書籍と電子書籍を比較

【紙書籍(文庫本)】

- ・サイズ:
高さ17.2cm
幅12.4cm
- ・輝度: 60lx



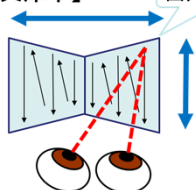
【電子書籍(スマホ)】

- ・サイズ:
高さ約14.6cm
幅約7.2cm
- ・輝度: 40lx



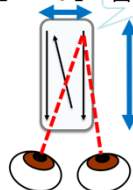
【文庫本】

画角が大きい



【スマホ】

画角が小さい



- ・端まで眼を動かして読むため視線の動きが多い
- ・ページをめくる動作時に視線を外すため調節が解除

- ・視線の動きが少なくすむ
- ・ページめくりは画面を指でスライドするため画面を凝視したまま調節緊張

37

9

9

実・視空間と3DおよびVR環境の相違



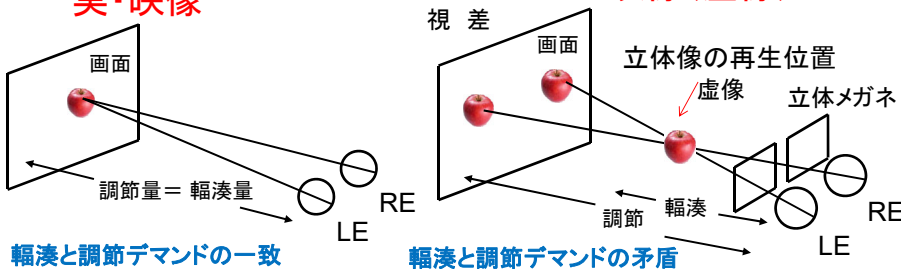
ディタマスステレオテスト



引っ込み; 約138cm

実・映像

3D映像(虚像)



輻湊と調節デマンドの一致

輻湊と調節デマンドの矛盾

10

10

VR環境・VRのメカニズム

立体像の再生位置

拡大レンズ(凸レンズ)

画面

RE

LE

2画面呈示

Head Mounted Display(HMD)

虚像

視角

250mm

11

11

奥行き感を作る脳

右の頭頂連合野

視差(左右眼での見え方の差)・**運び**に選択的に応じて活動するニューロン V5

接近ニューロン	approaching cells
離反ニューロン	recessing cells

松井康樹、小野弓絵、原 直人: 自律神経 48: ;214, 2011

Cynader, M. and Regan, D. (1978) Neurons in cat parastriate cortex sensitive to the direction of motion in three-dimensional space, *J. Physiol.*, 274: 549-569.
Regan, D. and Cynader, M. (1982) Neurons in cat visual cortex tuned to the direction of motion in depth: effect of stimulus speed¹² *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 22: 535-550.

12

12

デジタルデバイスの生活への変化



コンピューター、携帯・スマートフォン・電子書籍などの生活スタイルの変化
ICT (Information and Communication Technology) 環境、IoT (Internet of Things) 環境の変化

1. 長時間の作業

6時間以上のVDT作業時間別労働者割合 25%以上(平成20年)

2. 常時接続

いつでもどこでもubiquitous環境

3. 強烈な視覚刺激

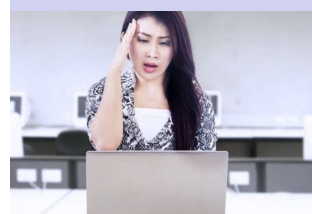
3D映像など様々なコンテンツが多くなった

4. 高輝度環境

LED照明の普及(睡眠不足、羞明)

5. 近見視(小型化した携帯画面/HMD)

圧倒的な近見反応の酷使



13

2. デジタル機器による視覚機能への影響

デジタル機器による視覚機能への影響～現時点での問題点

- A) 調節; スマホ老眼
- B) 輻湊; スマホ内斜視

14

調節機能に与える影響

紙書籍－電子書籍

携帯ゲーム機

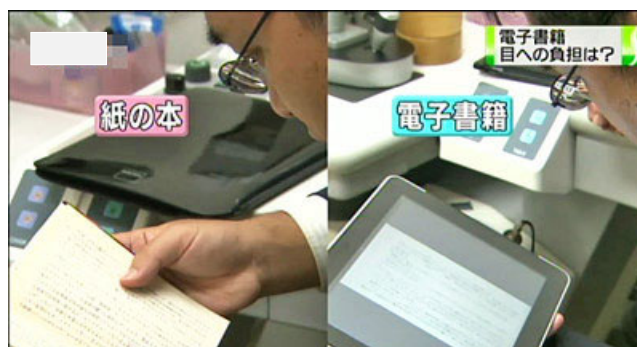
15

15

電子書籍と紙書籍の読書の違い

2012年9月

35歳・男



距離: 30cm 程度 (紙の本と電子書籍での視距離変わらず)

姿勢: 文庫本……好きな姿勢でリラックス

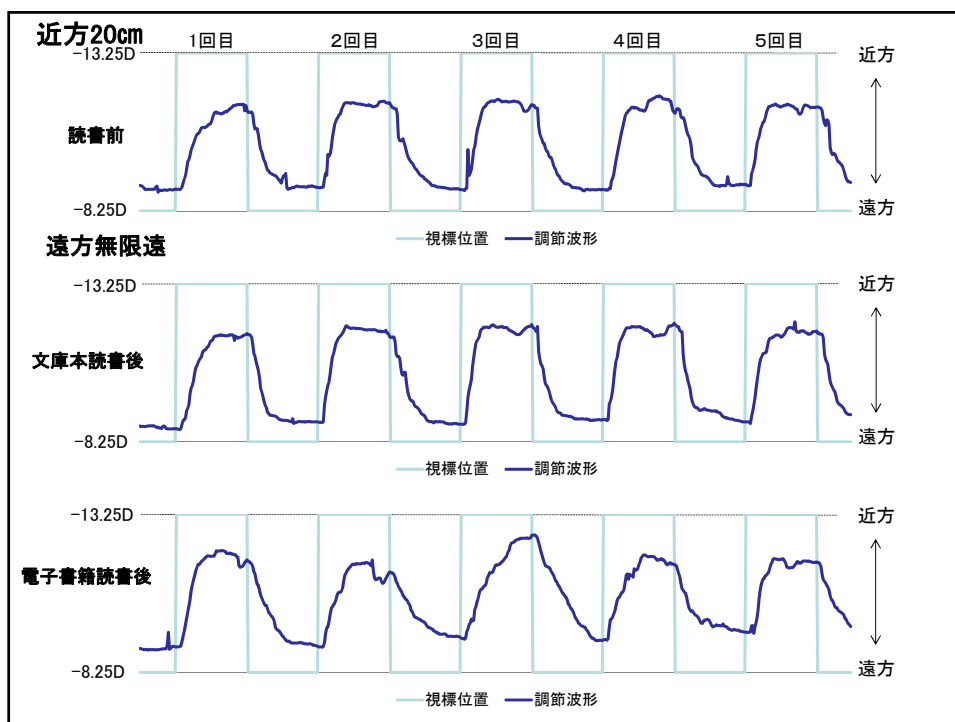
電子書籍…じつと同じ姿勢

読み進んだページ数: 文庫本 : 45ページ

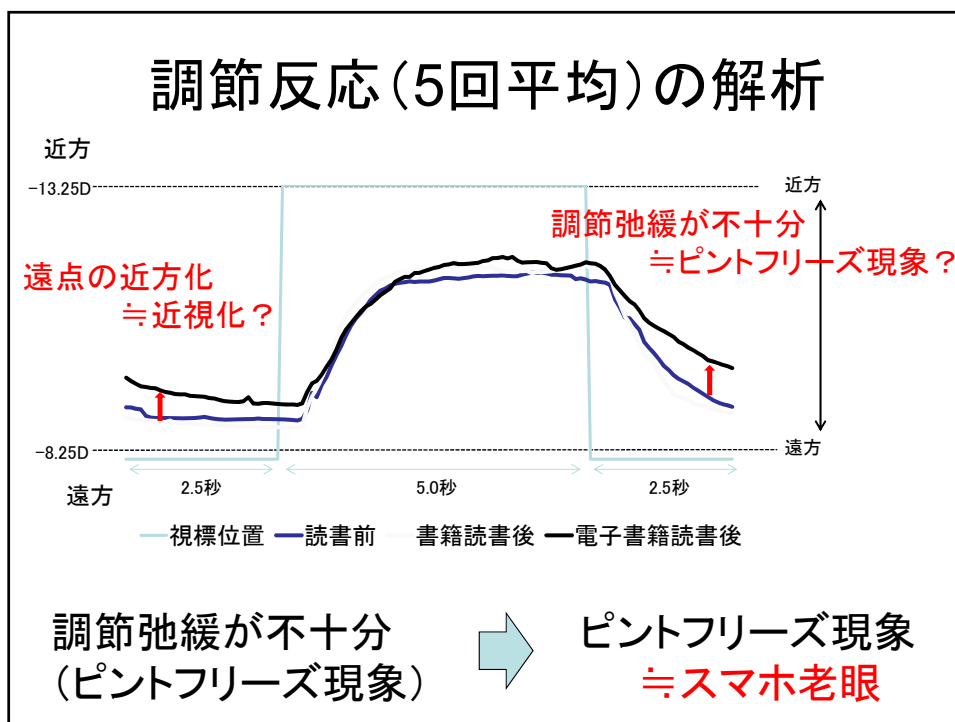
電子書籍: 60ページ

(「ダビンチ・コード」: 上中下巻の中巻の途中から、前日の夜から読んでいた)

16



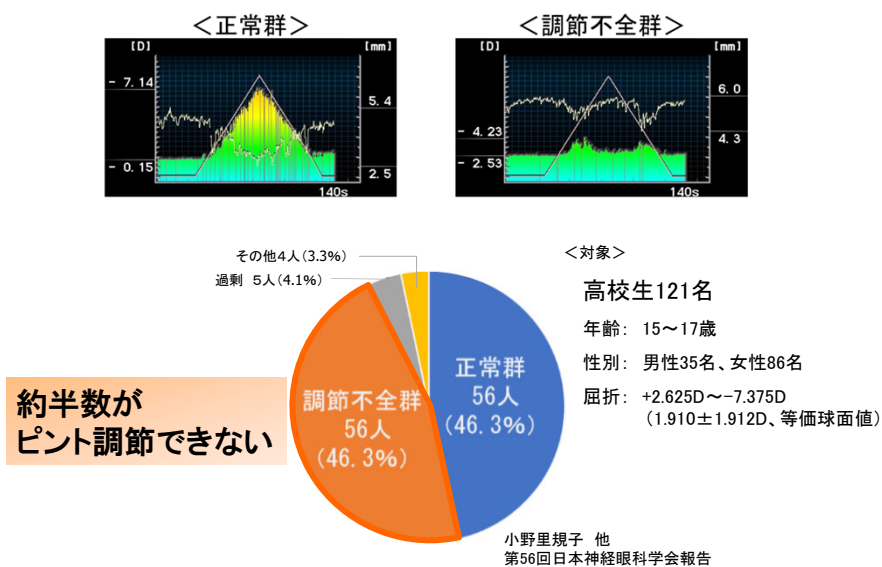
17



18

高校生121名の半数が調節不全

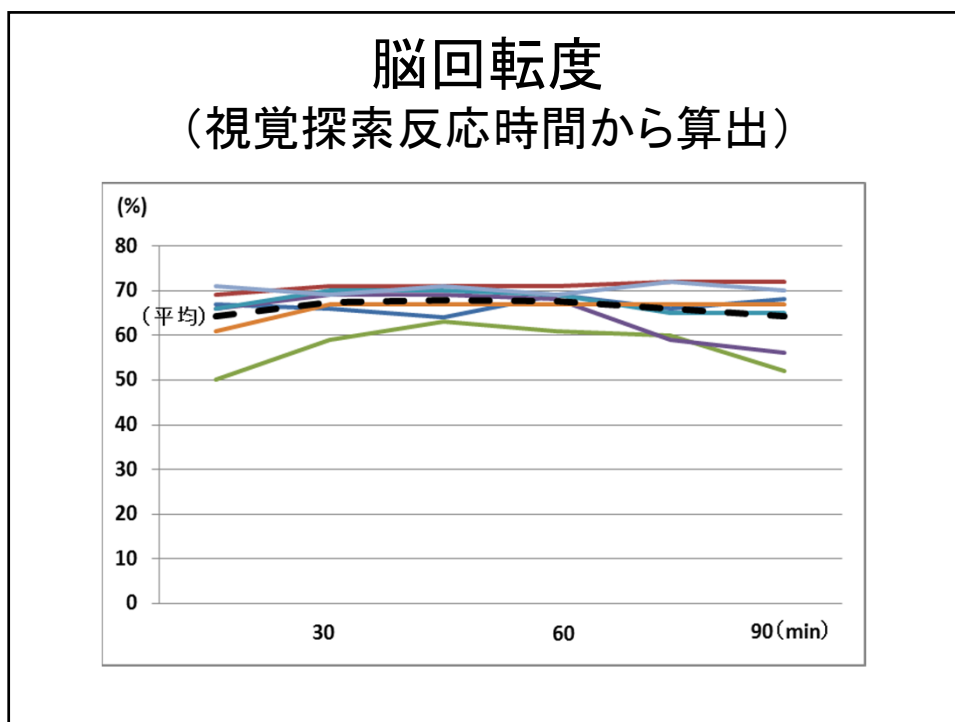
調節波形の分類と割合



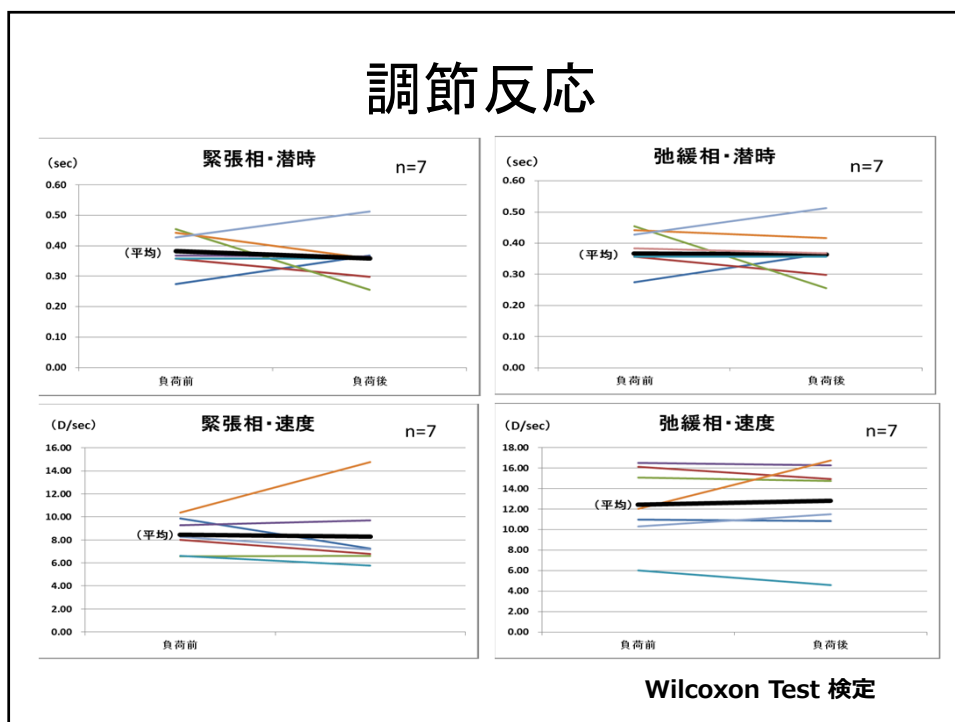
19

ゲーム機器使用による
若年者の**疲労**と**近見反応**に
与える影響を検討

20



23



24

疲労を感じるが近見反応への多大な影響はなかった

90分間連続のゲーム機器操作でも、
疲労は増えるが、近見反応への影響は
強くはなかった。

太田 陸他. 眼臨紀10: 2017

25

ただし3名が内斜化した

1名が極端な内斜化

2△内斜位 → 14△内斜位

長時間・繰り返し・長期間のゲーム機器操作

スマホ内斜のメカニズムにつながる?

26

26

2. デジタル機器による視覚機能への影響

デジタル機器による視覚機能への影響～現時点での問題点

- A) 調節; スマホ老眼
- B) 輻湊; スマホ内斜視

27



Virtual Realityが眼位に与える影響 ～経時的変化の検討～



Head Mounted Display (HMD) を用いた映画長時間視聴により、一過性に近視化、内斜化
(原 直人ら, 日眼会誌, 1996)

28

28

映像によるリスク、人工環境への適応変化

特殊な環境の繰り返し・長時間曝露により
人工環境に適応



デジタル映像を
見る状態が
長時間 続く



→ 映像依存？

- 毛様体の緊張
- 輻湊眼位の持続
- 交感神経の賦活

近見反応
への負担

近見反応の
適応変化
(3D/2D)

眼位変化
調節変化
(近視化)

頭痛

眼精疲労

29

4. デジタル機器の予防策

30

30

デジタル機器の影響を防ぐには

デジタル機器使用の注意喚起

3D映像

両眼視機能の発達期；7歳まで続く

VR

右頭頂葉の優位性確立；12-13歳まで続く

31

31

両眼視の発達期は、3D映像の視聴に注意が必要

内斜視の感受性期

乳児内斜視
片眼が内側に向く

相対的感受性の大きさ

Years

$\tau_1 = 0.3$
 $\tau_2 = 0.1$
d (onset) = 0.20 years
k = 1
peak = 0.36 years
r = 0.54, p < .001

調節性内斜視
調節(ピント合わせ)時に眼が内側に寄る

Relative Weight

Years

$\tau_1 = 0.8$
 $\tau_2 = 0.7$
d (onset) = 0.90 years
k = 1
peak = 1.67 years
r = 0.64, p < .001

7歳までは要注意

Fawcett SL, Wang YZ, Birch EE: The critical period for susceptibility of human stereopsis . Invest Ophthalmol Vis Sci 46:521-525, 2005.

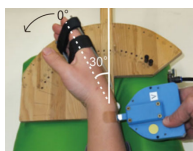
32

32

頭頂連合野 (IPL) で自己受容性感覚の脳内表現が変わる (可塑性による)

右頭頂葉の優性性の確立は、12歳まで続く

Naito E et al: Development of Right-hemispheric Dominance of inferior parietal Lobule in Proprioceptive illusion task. Cerebral Cortex. 27:5386-5397, 2017



自己受容器からの情報として振動覚を与える

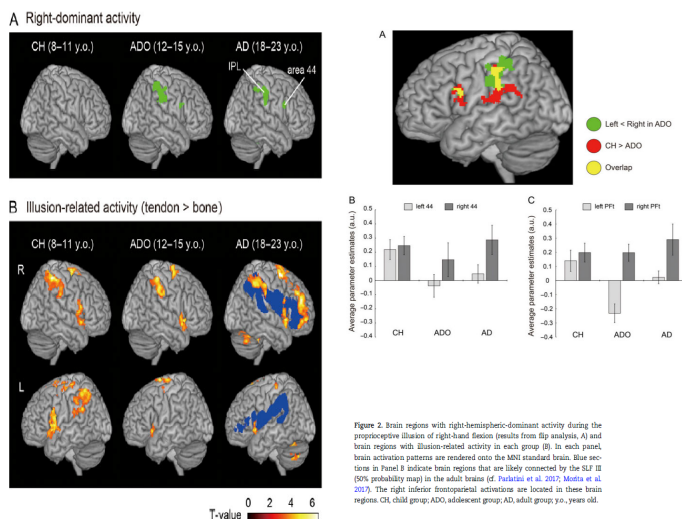


Figure 2. Brain regions with right-hemispheric-dominant activity during the proprioceptive illusion of right-hand flexion (results from flip analysis, A) and brain regions with illusion-related activity in each group (B). In each panel, brain activation patterns are rendered onto the MNI standard brain. Blue sectors in Panel B indicate brain regions that are likely connected by the SLF II (50% probability map) in the adult brains (cf. Pauluzzi et al. 2017; Motta et al. 2017). The right inferior frontoparietal activations are located in these brain regions. CH, child group; ADO, adolescent group; AD, adult group; y.o., years old.

33

VDT作業における労働衛生管理

VDT作業における労働衛生管理のためのガイドライン (厚生労働省)

3. 作業管理 (1) 作業時間管理等


一日の作業時間	一連続作業時間	作業休止時間	小休止
他の作業を組み込むこと又は他の作業とのローテーションを実施することなどにより、一日の連続VDT作業時間が短くなるように配慮すること。	1時間を超えないようにすること。	連続作業と連続作業の間に10~15分の作業休止時間を設けること。	一連続作業時間内において1~2回程度の小休止を設けること。

Computer Vision Syndrome



適度な休憩

34



デジタル機器の影響を防ぐには

デジタル機器による視作業中は・・・

- ① 適切な度数の眼鏡を使用する
- ② 画面を離してみる (3D映像 ; 3Hルール、デスクトップ PC ; 50cm、スマホ ; 30cm以上)
- ③ 休憩を取る (1時間で10分程度)
- ④ 遠方を見る (5-6m先)
- ⑤ 画面は低輝度で (紙面の明るさより低く)

35