

VDT 作業が調節機能に及ぼす影響について

西山 文子

東京医科歯科大学医学部眼科学教室

要 約

VDT 作業後の調節状態を知る為、作業負荷前後で、前面開放型オプトメーター (TAR-7 NIDEK 社) を用い、調節反応潜時、調節反応速度、調節反応量及び調節緊張時・弛緩時屈折値について比較検討した。5名の被験者について、ファミコンゲーム、ワープロ作業、事務作業前後の調節状態を比較したところ、ワープロ作業後に、調節異常が強く認められたが、ファミコンゲームではほとんど変化がなく、事務作業でも軽度の調節異常がみられたのみだった。そこで22名についてワープロ作業前後の調節状態について比較検討した結果、調節潜時には有意の変化はみられなかったが、調節緊張速度、調節弛緩速度、調節緊張量や調節弛緩量などには有意の低下が認められた。また調節緊張時屈折値には有意差はなかったが、調節弛緩時屈折値は有意に近視化し、調節緊張型のパターンを示すものが多かった。以上の結果より、ワープロ作業は調節機能に影響を及ぼすと思われる。(日眼会誌 96:209-216, 1992)

キーワード: VDT 作業, 調節反応速度, 調節反応量, 屈折値, 調節緊張状態

The Influence of VDT Work on Accommodation

Ayami Nisiyama

Department of Ophthalmology, Tokyo Medical and Dental University School of Medicine

Abstract

In order to evaluate the influence of visual display terminal (VDT) work on accommodation, accommodation responses, such as accommodation latency, accommodation velocity, amount of accommodation and refractive power, were measured with an infra-red optometer (TER-7 NIDEK). Comparisons were also made between parameter before VDT work and after VDT work. At first, comparison of the accommodation responses of playing with a video game, being engaged in VDT work and paper work, was made in 5 subjects. There was no significant difference after playing with the video game, slight accommodative dysfunction occurred after being engaged in paper work, but the accommodative dysfunction was most remarkable after being engaged in VDT work. In the next study, the accommodation responses of 22 subjects engaged in VDT work were measured. It was found that there was no significant change in accommodation latency, but a decrease of contraction velocity and relaxation velocity for accommodation was observed, and also a decrease in the amount of contraction response and relaxation response for accommodation was observed. Myopic change during relaxation also occurred. These results suggested that VDT work induced accommodation dysfunction. (Acta Soc Ophthalmol Jpn 96: 209-216, 1992)

Key words: VDT work, Accommodation velocity, Amount of accommodative response, Refractive power, Accommodative tonic pattern

別刷請求先: 113 文京区湯島 1-5-45 東京医科歯科大学医学部眼科学教室 西山 文子
(平成2年12月21日受付, 平成3年6月17日改訂受理)

Reprint requests to: Ayami Nisiyama, M.D. Department of Ophthalmology, Tokyo Medical and Dental University School of Medicine.

1-5-45 Yushima, Bunkyo-ku 113, Japan

(Received December 21, 1990 and accepted in revised form June 17, 1991)

I 緒 言

近年ビデオゲームやワープロなどのVDT機器(Visual Display Terminal)の普及に伴い目の疲れや視蒙感等眼症状の訴えが増加し^{1)~3)}, VDT作業による眼障害の原因追求が重要となっている。これら眼症状の主因として調節機能への影響が考えられている。従来その測定にさいし、アコモドポリレコーダーを用いた報告^{1)~5)}が多いが、これは自覚的検査法のため精度に問題があった。また、他覚的検査法としてオプトメーターを使用した報告^{6)~8)}もあるが、従来のものは内部視標を用いているため自然視に近い状態での調節反応をとらえることは困難であった。そこで外部視標を用い自然視に近い状態で調節反応を測定することが重要と考え、今回前面開放型オプトメーター⁹⁾¹⁰⁾を使用し外部視標で実験を行った。また、従来のVDT作業に関する報告は、ビデオゲームやワープロ作業などを別々に報告したもの^{1)~8)}が多い。しかし、同じVDT画面を使用しても、ビデオゲームとワープロ作業では視線移動の多少等視機能への影響が異なると思われる。そこで今回は、ビデオゲームの代表としてファミコンゲーム、VDT作業の代表としてワープロ作業を、またVDT画面を用いない負荷作業として事務作業を選び、この3種の作業の調節機能への影響を同一被験者で比較検討した。その結果、ワープロ作業が最も調節機能へ与える影響の大きいことが判ったので、ワープロ作業の症例数をふやして更に詳細に調節機能異常について検討したところ興味ある結果が得られたので報告する。

II 方 法

実験1: ファミコンゲーム, ワープロ作業, 事務作業の調節機能への影響について

1. 対象 18歳から23歳までの正視, +0.5 D以下の軽度遠視または軽度遠視性乱視の計5名(男性4名女性1名)である。いずれの被験者も調節力は7 D以上あった。また、ワープロ作業及び英文タイプライターの経験者はいない。

2. 作業内容 ファミコンゲームは、スーパーマリオブラザーズ(任天堂)を用い、TV画面は14インチテレビ(RCB TH 1491 National)で画面平均輝度約50 cd/m²を使用した。ワープロ作業は、NEC 9801(ワープロソフト一太郎)で画面は10インチ(NEC PC-KD 854, 画面平均輝度約20 cd/m²)を用い、英文(8

ポイント活字)を打ち込んだ(画面上の字の大きさ5.0×6.0 mm)。また、事務作業は、同様の英文をノートに書き写させた。事務作業では、英文及びノートまでの視距離約25 cmとし、ファミコンゲーム及びワープロ作業のTV画面は約60 cm、キーボードは約35 cm、英文までは約25 cmの視距離とした。これらの作業は、環境条件を同じにするため照度約300 luxの同一室内で行われた。同一被験者でこの3作業を一日に種類ずつ2時間おこない、その作業直前及び直後の調節反応を測定した。

3. 測定方法 前面開放型赤外線オプトメーター(TAR-7 NIDEK 社)⁹⁾¹⁰⁾を用い、約50 luxの室内で、左眼遮蔽状態で右眼を測定した。測定装置は図1に示した。視標は外部視標を用い、長さ30 mm×30 mmの乳白ガラスに黒*印(長さ17.5 mm 幅1.25 mm)を焼き付けたもので背面照明とし、視標輝度は16 cd/m²であった。調節刺激は3 Dのステップ刺激とし遠近視標の呈示時間は予測を避けるため5秒から9秒の間で不定とした。また測定による疲労を避けるため50秒間測定、2分休憩をくりかえしステップ刺激を合計で約20回行った。調節刺激と調節反応の記録はペンレコーダー(WR 3101 グラフテック社)を用い記録速度は50 mm/secとした。

4. 解析方法 記録された調節緊張反応及び弛緩反応を図2、図3に示した。調節速度を求めるにあたり

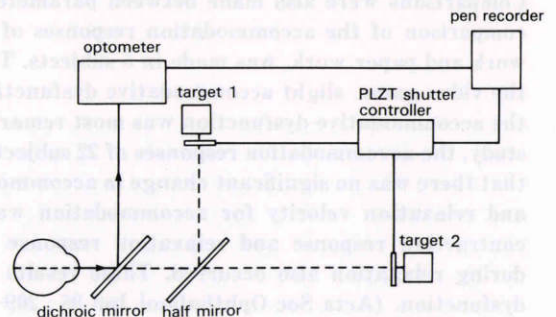


図1 測定装置のブロックダイアグラム。右眼視線は眼前25cmに近方視標(target 1)を、眼前1mに遠方視標(target 2)を置きそれらを half mirror で分離し PLZT shutter (MOTOROLA 社 B20CEXXBA, 遠近視標の交代に要する時間は5msec) で交互に呈示した。視標は遠近同一で、長さ30×30mmの乳白ガラスに黒*印(長さ17.5mm 幅1.25mm)を焼き付けたもので、背面照明、視標輝度は16cd/m²であった。調節反応を前面開放型赤外線オプトメーターで測定し、ペンレコーダーで記録した。

調節反応の終了時点の特定が難しいことと、反応開始後初期 200 msec までの反応がほぼ直線的で、比較的安定した値が得られることから、反応開始直後より 200 msec 間の勾配を求め調節緊張速度及び弛緩速度とした。また、反応が終了する反応開始後約 2 秒後より次の反応開始前までの屈折値を、0.5 秒ごとにデジタル表示しその平均値を近方屈折値または遠方屈折値とした。そしてその値より調節緊張量、調節弛緩量を求めた。

ファミコンゲーム、ワープロ作業、事務作業において作業直前及び 2 時間作業直後の調節緊張反応及び弛緩反応について、調節反応潜時、調節反応速度、調節反応量、調節緊張時及び弛緩時屈折値の平均値と標準偏差を求め比較検討した。なお平均値の検定には t 検定を用いた。

実験 2：ワープロ作業が調節機能に及ぼす影響について

1. 対象 18 歳から 24 歳の 22 名（男性 18 名女性 4 名）で、屈折度は球面度数で +1.0 から -0.75 D、円柱度数は -0.25 D 以下で、いずれの被験者も調節力は 7

D 以上あり遠近視標は明視可能であった。また、どの被験者もワープロ作業及び英文タイプの経験はなかった。

2. 作業内容 実験 1 と同様のワープロ作業を 2 時間施行した。

3. 測定方法及び解析方法 実験 1 と同様の方法でワープロ作業直前と 2 時間作業直後の調節反応を記録し、実験 1 と同様に調節反応潜時、調節反応速度、調節反応量、調節緊張時及び弛緩時屈折値の平均値と標準偏差を求め t 検定を用い比較検討した。

III 結 果

実験 1：ファミコンゲーム、ワープロ作業、事務作業の調節機能への影響について

1. 調節反応潜時について

各 3 作業を行った 5 名の調節緊張潜時は作業前でも 280 msec から 390 msec と個人差がみられたが、同一被験者で作業前後の緊張潜時を比較するといずれの作業においても作業前後で有意差はみられなかった。調節弛緩潜時も、作業前に 240 msec から 320 msec と個人差がみられ、同一被験者では作業前後の値に有意差はなかった。

2. 調節反応速度について

各 3 作業前後の調節反応速度を表 1 に示した。ファミコンゲーム前後では、緊張速度、弛緩速度共にどの被験者でも有意差はなかった。ワープロ作業前後では、緊張速度は 3 名で弛緩速度は 2 名で低下していた。事務作業では、1 名で作業後緊張速度の増加がみられたのみであった。

3. 調節反応量について

各 3 作業前後の調節反応量を表 2 に示した。1 名でどの作業後にも緊張量及び弛緩量の低下がみられた。他の 4 名では、ワープロ作業後にのみ反応量の低下がみられた。

4. 調節緊張時及び弛緩時屈折値について

各 3 作業前後の屈折値を表 3 に示した。ファミコンゲーム後は、2 名で緊張時屈折値が遠視化し、調節衰弱様であった。ワープロ作業後は、4 名で弛緩時屈折値が近視化し、調節座彎様であった。事務作業後は被験者によりばらばらで一定の傾向がみられなかった。

以上の結果より、調節反応潜時はどの作業負荷でも影響をうけないことがわかった。ファミコンゲームでは調節機能への影響は少なく、2 例で調節緊張時屈折値が遠視化したのみであった。事務作業では 5 名全例

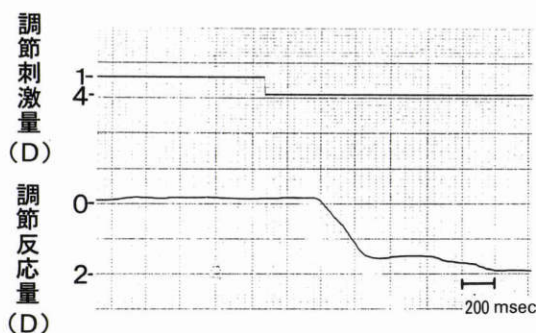


図2 被験者 N.A. (18歳男性) の調節緊張反応。

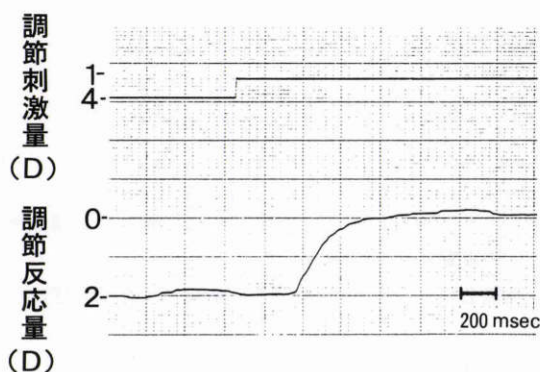


図3 被験者 N.A. (18歳男性) の調節弛緩反応。

表1 ファミコンゲーム, ワープロ作業, 事務作業前後の調節反応速度

被験者		調節緊張速度(D/sec)		調節弛緩速度(D/sec)	
		作業前	作業後	作業前	作業後
T. A.	ファミコン	2.2±1.1	2.4±0.9	3.7±1.1	3.9±1.8
	ワープロ	4.4±1.1	2.8±1.4***	5.1±1.6	5.3±1.5
	事務作業	3.0±1.1	4.1±1.4***	5.4±1.5	5.7±1.3
N. O.	ファミコン	5.0±0.7	5.3±0.8	5.5±0.6	5.7±0.7
	ワープロ	3.5±1.2	3.4±1.1	4.6±1.2	4.2±0.9
	事務作業	5.5±1.9	5.7±1.5	5.6±0.9	5.6±0.9
N. I.	ファミコン	3.5±0.6	3.5±0.8	4.8±1.3	4.5±1.1
	ワープロ	3.8±1.0	3.0±0.9***	6.1±0.9	5.1±1.5**
	事務作業	5.0±1.1	4.5±1.3	5.6±0.9	5.4±1.2
C. I.	ファミコン	3.0±0.8	3.3±0.7	4.1±1.0	4.1±1.0
	ワープロ	4.4±0.7	3.2±0.7***	4.8±0.8	4.0±0.9***
	事務作業	4.6±1.4	4.4±1.8	5.2±0.7	5.0±1.1
N. A.	ファミコン	6.8±0.9	6.7±0.9	5.8±1.4	5.9±1.4
	ワープロ	5.7±0.8	5.4±0.9	5.9±1.4	5.2±1.1
	事務作業	4.5±0.9	4.1±1.0	4.6±0.7	4.2±0.9

*P<0.05, **P<0.02, ***P<0.01

表2 ファミコンゲーム, ワープロ作業, 事務作業前後の調節反応量

被験者		調節緊張量(D)		調節弛緩量(D)	
		作業前	作業後	作業前	作業後
T. A.	ファミコン	1.68±0.39	1.61±0.16	1.74±0.36	1.66±0.30
	ワープロ	1.85±0.29	1.71±0.21	1.84±0.26	1.71±0.21
	事務作業	1.76±0.22	1.82±0.25	1.72±0.36	1.83±0.29
N. O.	ファミコン	1.71±0.10	1.75±0.13	1.75±0.14	1.77±0.12
	ワープロ	1.56±0.16	1.48±0.19	1.60±0.15	1.47±0.20*
	事務作業	1.84±0.17	1.85±0.19	1.84±0.09	1.84±0.10
N. I.	ファミコン	1.93±0.29	1.92±0.37	1.96±0.30	1.95±0.38
	ワープロ	1.96±0.24	1.91±0.27	1.97±0.27	1.86±0.28
	事務作業	2.35±0.61	2.30±0.59	1.87±0.72	2.06±0.78
C. I.	ファミコン	1.60±0.21	1.62±0.17	1.66±0.19	1.62±0.20
	ワープロ	1.66±0.18	1.47±0.22***	1.73±0.14	1.55±0.33*
	事務作業	1.72±0.30	1.89±0.57	1.88±0.59	1.85±0.53
N. A.	ファミコン	2.41±0.14	2.30±0.10***	2.41±0.17	2.28±0.08***
	ワープロ	2.37±0.12	2.21±0.10***	2.36±0.13	2.20±0.12***
	事務作業	1.53±0.10	1.43±0.09***	1.53±0.10	1.44±0.12***

*P<0.05, **P<0.02, ***P<0.01

で, 調節反応速度, 反応量, 屈折値のいずれかの異常が出現したが, いずれも変化したのは1項目か2項目であった。また被験者 T.A.では調節緊張速度の増加が認められたが, 過調節を起こした後適正な反応量にもどるというパターンであった。ワープロ作業後では5名全例に調節機能異常が出現し, しかもどの被験者に

おいても2項目以上で, 事務作業に比較しても調節機能への影響がより大きかった。

実験2: ワープロ作業が調節機能に及ぼす影響について

1. 調節反応潜時について

ワープロ作業前後の調節反応潜時を図4に示した。

表3 ファミコンゲーム, ワープロ作業, 事務作業前後の屈折値

被験者		調節緊張時屈折値(D)		調節弛緩時屈折値(D)	
		作業前	作業後	作業前	作業後
T. A.	ファミコン	-0.70±0.31	-0.51±0.23*	+1.02±0.13	+1.09±0.26
	ワープロ	-1.62±0.63	-1.79±0.24	+0.22±0.45	-0.07±0.21***
	事務作業	-2.09±0.47	-1.85±0.62	-0.33±0.41	-0.18±0.46
N. O.	ファミコン	-1.81±0.22	-1.91±0.18	-0.15±0.10	-0.20±0.07
	ワープロ	-1.82±0.13	-1.83±0.19	-0.22±0.06	-0.33±0.08***
	事務作業	-2.20±0.17	-2.24±0.10	-0.35±0.08	-0.41±0.05***
N. I.	ファミコン	-1.90±0.35	-1.94±0.37	+0.04±0.33	0.00±0.19
	ワープロ	-1.73±0.32	-1.78±0.42	+0.21±0.31	+0.09±0.24
	事務作業	-3.23±0.57	-2.03±1.34***	-0.81±0.24	+0.06±1.19***
C. I.	ファミコン	-0.49±0.52	-0.70±0.31	+1.11±0.49	+0.95±0.28
	ワープロ	-1.61±0.30	-1.60±0.21	+1.00±0.24	-0.09±0.30***
	事務作業	-0.78±0.95	-0.61±1.33	+0.97±0.82	+1.34±1.01*
N. A.	ファミコン	-2.59±0.19	-2.47±0.08**	-0.15±0.12	-0.17±0.06
	ワープロ	-2.47±0.12	-2.37±0.08***	-0.11±0.07	-0.16±0.09*
	事務作業	-2.21±0.10	-2.17±0.12	-0.69±0.08	-0.73±0.09

*P<0.05, **P<0.02, ***P<0.01

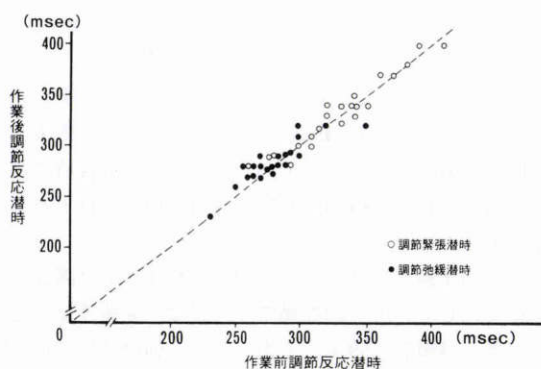


図4 ワープロ作業前後の調節反応潜時。

表4 ワープロ作業前後の調節状態

		作業前	作業後	有意差
調節潜時 (msec)	緊張	330±37	333±35	—
	弛緩	280±25	284±20	—
調節速度 (D/sec)	緊張	4.5±1.5	3.8±1.4	P<0.01
	弛緩	5.0±0.7	4.4±0.6	P<0.01
調節量 (D)	緊張	1.72±0.28	1.59±0.28	P<0.01
	弛緩	1.75±0.26	1.58±0.30	P<0.01
屈折値 (D)	緊張	-2.19±0.69	-2.18±0.64	—
	弛緩	-0.42±0.81	-0.62±0.76	P<0.05

0.01)に低下していた(表4)。

3. 調節反応量について

ワープロ作業前後の調節反応量を図7に示した。22名中緊張量, 弛緩量共に低下した者は8名(36%)であった(図6)。また緊張量のみ低下した者は1名(5%), 弛緩量のみ低下した者2名(9%)であった。いずれも変化しなかった者は9名(41%)であった。22名の平均値は緊張量の作業前1.72±0.28 D, 作業後1.59±0.28 D, 弛緩量の作業前1.75±0.26 D, 作業後1.58±0.30 Dといずれも作業後有意(p<0.01)に低下していた(表4)。

4. 調節緊張時及び弛緩時屈折値について

ワープロ作業前後の調節緊張時, 弛緩時屈折値を図8に示した。まず緊張時屈折値についてみると(表5),

22名の緊張潜時の平均値は作業前330±37 msec, 作業後333±35 msec, 弛緩潜時の平均値は作業前280±25 msec, 作業後284±20 msecで、いずれも作業前後で有意差はなかった(表4)。

2. 調節反応速度について

ワープロ作業前後の調節反応速度を図5に示した。22名中緊張速度のみ低下した者は5名(23%), 弛緩速度のみ低下した者は3名(14%), 緊張速度, 弛緩速度共に低下したのは8名(36%)であった(図6)。22名の平均値は緊張速度は作業前4.5±1.5 D/sec, 作業後3.8±1.4 D/sec, 弛緩速度は作業前5.0±0.7 D/sec, 作業後4.4±0.6 D/secといずれも作業後有意(p<

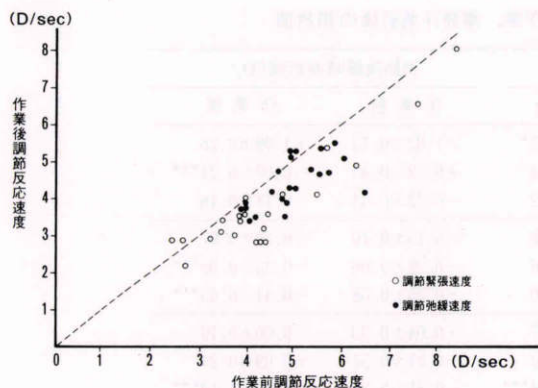


図5 ワープロ作業前後の調節反応速度.

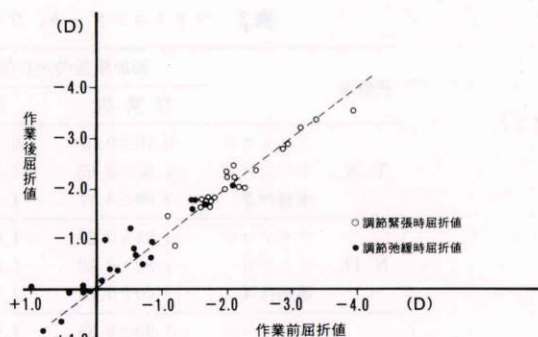


図8 ワープロ作業前後の屈折値.

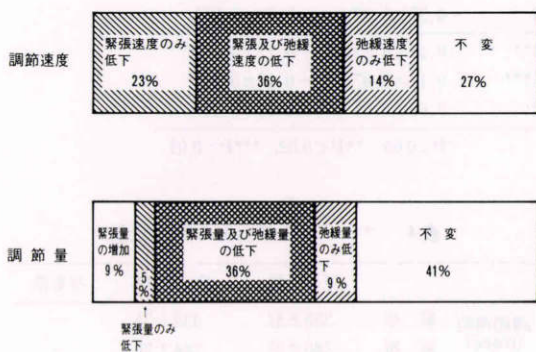


図6 ワープロ作業後の調節状態.

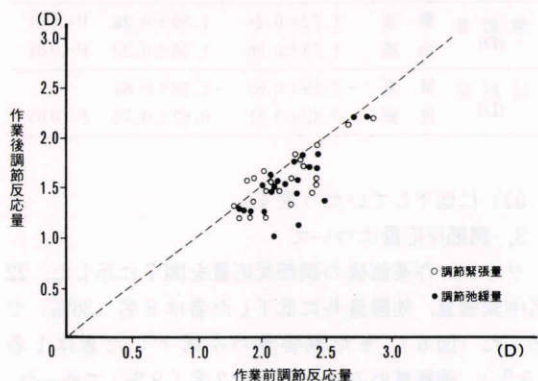


図7 ワープロ作業前後の調節反応量.

作業前に比べ作業後に有意に近視化した者は22名中5名(23%), 不変10名(45%), 遠視化した者7名(32%)であった。次いで弛緩時屈折値をみると作業後有意に近視化した者12名(55%), 不変6名(27%), 遠視化した者4名(18%)であった。また作業前後で緊張時屈折値には有意な変化がなく弛緩時のみに有意

表5 ワープロ作業後の屈折値の変化

	緊張時近視化	緊張時不変	緊張時遠視化	計
弛緩時近視化	3(14)	7(32)	2(9)	12(55)
弛緩時不変	2(9)	2(9)	2(9)	6(27)
弛緩時遠視化	0(0)	1(4)	3(14)	4(18)
計	5(23)	10(45)	7(32)	22(100)

名(%)

な近視化がみられたものが32%と多かった。22名の平均値は緊張時の作業前 -2.19 ± 0.69 D, 作業後 -2.18 ± 0.64 Dで有意な変化はなかったが, 弛緩時には作業前 -0.42 ± 0.81 D, 作業後 -0.62 ± 0.76 Dと有意($p < 0.05$)に近視化していた(表4)。

今回の実験では22名全例で作業後何らかの調節異常をきたしていた。調節異常の内訳は, 緊張速度の低下が最も高頻度(59%)であったが, 弛緩速度の低下(50%)や緊張量の低下(41%)弛緩量の低下(45%)も多く認められた。また, 調節速度の低下と反応量の低下との間には相関はなかった。また, 調節弛緩時に屈折値が近視化している型が55%と最も多く, 次に調節緊張時に屈折値が遠視化する型が32%にみられ, このうち両者の混合型9%であった。

IV 考 按

VDT作業の調節機能への影響を他覚的に測定したのものとしては, オプトメーターを用い調節反応を準静的にとらえた蒲山ら⁶⁾⁷⁾の報告がある。これは内部視標を使用しており, 内部視標の場合には大きな調節刺激をうることができるため, 調節機能全体の変化, 例えば調節近点から調節遠点までの調節幅等が捉えられる等の利点がある反面, 欠点として調節しにくい¹¹⁾とか,

機械近視の問題もあり、実際にものを見ている場合と異なる状態のことがある。今回は、内部視標ではなく外部視標を選択したことにより従来の各種報告より自然視に近い状態¹²⁾¹³⁾での調節反応をみることができたと考えている。

実験1で、ファミコンゲームでは調節障害が少なかったが、これは他の2作業と異なり精神的なストレスがないことやピントをあわせる対象が大きいこと、視距離が60 cmと長いことなどが関係していたと考えている。事務作業で調節障害があらわれた原因は視距離が約25 cmと短く、対象となる字も小さいため調節機能への負担が大きかったため⁹⁾と思う。また、同じ大きさの字でしかも視距離60 cmのワープロ作業での調節障害が事務作業より大きかったことは今回の被験者がキーボードや画面をいちいち見る必要のある者であったことを考えると事務作業でおこる焦点の近方固定よりVDT画面、キーボード、英文雑誌と視距離の異なる対象へのピントあわせ¹⁴⁾、及びそれらの輝度等の違い¹⁵⁾が調節障害をおこす大きな原因と思われた。また、事務作業後1名の被験者で一過性に過調節がおきるパターンがみられたが、事務作業で輻輳眼位になるとの報告もあり、そのために過調節になったのかもしれない。この点については症例数を増やしての検討が必要である。

オプトメーターを用いた従来の報告は準静的測定の為、調節時には調節潜時¹⁶⁾や調節速度等の複数の要素が含まれていた。今回の実験ではペンレコーダーで50 mm/secの高速で記録したため調節潜時について測定でき、潜時は作業負荷の影響をうけないことがわかった。これより視覚情報入力より毛様体筋の反応開始までに関与する中枢神経、末梢神経の神経系の疲労の関与は少ないと考えた。また、従来から調節反応時間の延長が報告されているが今回の測定で初期200 msecの反応速度が低下することがわかり、疲労によって反応の後半部のみでなく初期から影響のすることがわかった。また、準静的測定で負荷作業後、調節緊張時と弛緩時で異なった軌跡(履歴曲線)⁶⁾⁷⁾になると報告されているが、今回の測定では、緊張速度のみの低下した者23%、弛緩速度のみの低下した者14%、両者が低下した者36%と個人により様々なタイプがあることがわかった。また、調節速度の低下と調節量の低下には特に相関が無かったことから速度の低下を反応時間の延長で補う作用があると思われた。また、調節量と屈折値の関係をみると緊張量、弛緩量共に低

下したものでは弛緩時は近視化が75%、緊張時には遠視化50%、近視化13%、不変37%であった。緊張量のみ低下した1名では緊張時屈折値の遠視化のみがみられ、また、弛緩量のみ低下した2名のうち1名では弛緩時の近視化が、1名では緊張時、弛緩時ともに近視化がみられた。短時間の実験であることを考慮にいくと、これら調節速度や調節量の低下は水晶体の弾性の変化が原因とは考えにくく、毛様体筋の疲労を表わしていると推察できる。また、この毛様体筋の疲労のため調節障害が起きているとすると、それを補おうとして、より多くの刺激が必要となり、毛様体筋を支配する副交感神経の興奮が増加¹⁷⁾¹⁸⁾し、そのために近視化現象が起こったと考えられる。また副交感神経の刺激増大により交感神経の刺激も生じ屈折値の近視化、特に近方視での近視化を緩和しようとする働き¹⁹⁾が起こり、その結果緊張時屈折値は有意な変化がなく弛緩屈折値の近視化が認められたと考えている。

また従来の報告では、VDT作業後の調節機能の指標として調節緊張速度の低下が重視されているが、今回も調節緊張速度の低下は59%と高頻度であったものの、残り41%にも弛緩速度のみの低下や調節量のみの減少等何らかの異常がみられたことより、VDT作業の調節機能への影響を知るには調節緊張速度のみでなく多角的なチェックが必要と考えた。

稿を終えるにあたり御指導、御校閲を賜りました東京医科歯科大学眼科学教室所 敬教授に深謝いたします。なお本研究は文部省科学研究費補助金、試験研究2(課題番号63870071、研究代表者所敬)の補助をうけたことを記し感謝の意を表します。

文 献

- 1) 若林憲章：ビデオゲーム流行の実態と調節機能に及ぼす影響。眼科 29：1301—1312, 1987。
- 2) 鈴木昭弘：Visual Display Unit (VDU) と眼精疲労。鈴木昭弘編：眼科 Mook 23 眼精疲労。東京、金原出版、179—188, 1985。
- 3) 岩崎常人、栗本晋二、野村恒民、他：Visual display terminal 使用者の調節機能に関する研究。眼紀 33：90—95, 1982。
- 4) 栗本晋二、岩崎常人、野村恒民、他：VDT 作業と paper 作業における眼精疲労の比較検討。臨眼 37：1099—1104, 1983。
- 5) 古賀市郎：調節速度の研究。第1報。正常者と VDT 作業者との比較。眼紀 38：1447—1451, 1987。
- 6) 蒲山俊夫、伏屋陽子、宮崎仁志：VDT 作業負荷が調節機能に及ぼす影響。眼科 29：145—149, 1987。
- 7) 蒲山俊夫：VDT 作業と調節機能。眼科 29：217

- 224, 1987.
- 8) Kintz RT, Bowker DO: Accommodation response during a prolonged visual search task. *Applied Ergonomics* 13: 55—59, 1982.
 - 9) 所 敬, 奥山文雄, 西山文子, 他: 前面開放型オプトメーターの試作. *眼光学* 4: 14—19, 1983.
 - 10) 奥山文雄, 西山文子, 吉野幸夫, 他: 試作赤外線オプトメーターの特性. *眼光学* 4: 20—24, 1983.
 - 11) 小澤哲麿, 東 正徳, 岡本新生郎: 空間に作った実像を視標とした場合の調節について. *日眼会誌* 83: 18—21, 1979.
 - 12) 八木沼康之, 斉藤 進, 金田一男, 他: 調節に影響を与える諸因子の検討. 第2報. 視標の大きさ. *日眼会誌* 92: 1573—1576, 1988.
 - 13) 石田友規子, 内海 隆, 野辺由美子, 他: 調節検査に用いる視標の検討. *眼臨* 78: 1890—1894, 1984.
 - 14) 岩崎和佳子: VDT作業の視機能に及ぼす影響. *眼科* 29: 209—216, 1987.
 - 15) 成定康平: コンピューターを使用する視作業環境の照明. *あたらしい眼科* 2: 203—208, 1985.
 - 16) Phillips S, Shirachi D, Stark L: Analysis of accommodative response times using histogram information. *Am J Optom Arch Am Acad Optom* 49: 385—401, 1972.
 - 17) 近江源次郎, 木下 茂, 大路正人, 他: 調節弛緩状態における屈折値の変動. *日眼会誌* 92: 1854—1858, 1988.
 - 18) 種本泰之, 鶴飼一彦, 石川 哲: 調節無刺激状態での異常緊張. *眼光学* 5: 67—74, 1984.
 - 19) Gilmartin B, Bullimore AM: Sustained near-vision augments inhibitory sympathetic innervation of the ciliary muscle. *Clin Vision Sci* 1: 197—208, 1987.

文 献

- 1) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査の自動化と視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1581—1584, 1988.
- 2) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1585—1588, 1988.
- 3) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1589—1592, 1988.
- 4) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1593—1596, 1988.
- 5) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1597—1600, 1988.
- 6) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1601—1604, 1988.
- 7) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1605—1608, 1988.
- 8) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1609—1612, 1988.
- 9) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1613—1616, 1988.
- 10) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1617—1620, 1988.
- 11) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1621—1624, 1988.
- 12) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1625—1628, 1988.
- 13) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1629—1632, 1988.
- 14) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1633—1636, 1988.
- 15) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1637—1640, 1988.
- 16) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1641—1644, 1988.
- 17) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1645—1648, 1988.
- 18) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1649—1652, 1988.
- 19) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1653—1656, 1988.
- 20) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1657—1660, 1988.

- 21) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1661—1664, 1988.
- 22) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1665—1668, 1988.
- 23) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1669—1672, 1988.
- 24) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1673—1676, 1988.
- 25) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1677—1680, 1988.
- 26) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1681—1684, 1988.
- 27) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1685—1688, 1988.
- 28) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1689—1692, 1988.
- 29) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1693—1696, 1988.
- 30) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1697—1700, 1988.
- 31) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1701—1704, 1988.
- 32) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1705—1708, 1988.
- 33) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1709—1712, 1988.
- 34) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1713—1716, 1988.
- 35) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1717—1720, 1988.
- 36) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1721—1724, 1988.
- 37) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1725—1728, 1988.
- 38) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1729—1732, 1988.
- 39) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1733—1736, 1988.
- 40) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1737—1740, 1988.
- 41) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1741—1744, 1988.
- 42) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1745—1748, 1988.
- 43) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1749—1752, 1988.
- 44) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1753—1756, 1988.
- 45) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1757—1760, 1988.
- 46) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1761—1764, 1988.
- 47) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1765—1768, 1988.
- 48) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1769—1772, 1988.
- 49) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1773—1776, 1988.
- 50) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1777—1780, 1988.
- 51) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1781—1784, 1988.
- 52) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1785—1788, 1988.
- 53) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1789—1792, 1988.
- 54) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1793—1796, 1988.
- 55) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1797—1800, 1988.
- 56) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1801—1804, 1988.
- 57) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1805—1808, 1988.
- 58) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1809—1812, 1988.
- 59) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1813—1816, 1988.
- 60) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1817—1820, 1988.
- 61) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1821—1824, 1988.
- 62) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1825—1828, 1988.
- 63) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1829—1832, 1988.
- 64) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1833—1836, 1988.
- 65) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1837—1840, 1988.
- 66) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1841—1844, 1988.
- 67) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1845—1848, 1988.
- 68) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1849—1852, 1988.
- 69) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1853—1856, 1988.
- 70) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1857—1860, 1988.
- 71) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1861—1864, 1988.
- 72) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1865—1868, 1988.
- 73) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1869—1872, 1988.
- 74) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1873—1876, 1988.
- 75) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1877—1880, 1988.
- 76) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1881—1884, 1988.
- 77) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1885—1888, 1988.
- 78) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1889—1892, 1988.
- 79) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1893—1896, 1988.
- 80) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1897—1900, 1988.
- 81) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1901—1904, 1988.
- 82) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1905—1908, 1988.
- 83) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1909—1912, 1988.
- 84) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1913—1916, 1988.
- 85) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1917—1920, 1988.
- 86) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1921—1924, 1988.
- 87) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1925—1928, 1988.
- 88) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1929—1932, 1988.
- 89) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1933—1936, 1988.
- 90) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1937—1940, 1988.
- 91) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1941—1944, 1988.
- 92) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1945—1948, 1988.
- 93) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1949—1952, 1988.
- 94) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1953—1956, 1988.
- 95) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1957—1960, 1988.
- 96) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1961—1964, 1988.
- 97) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1965—1968, 1988.
- 98) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1969—1972, 1988.
- 99) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1973—1976, 1988.
- 100) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1977—1980, 1988.
- 101) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1981—1984, 1988.
- 102) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1985—1988, 1988.
- 103) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1989—1992, 1988.
- 104) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1993—1996, 1988.
- 105) 西岡信雄・山崎 隆夫・藤沢TGV: 視覚検査装置の開発. *日眼会誌* 92: 1997—2000, 1988.