

教育講演 7

テクノストレス眼症と眼調節

伊比 健児

産業医科大学眼科学教室

(平成 15 年 1 月 31 日受付)

要約：テクノストレス眼症と眼調節について、以下の講演を行った。

- 1) VDT 作業導入 1 年後に右眼の 5m 視力は 1 年後に有意に低下し、調節力も右眼のみ 1 年後に有意に低下した。
- 2) 調節のステップ応答が右眼のみ不可能な VDT 作業者がみられた。
- 3) 優位眼は非優位眼に比べて調節位置が常にわずかに近方視している。このわずかな近方視の現象が、素早い調節緊張反応を生み出すためのスタンバイ現象である。
- 4) 調節力の著しい低下を認めたが、退職後すぐに調節機能が正常化した VDT 作業者が存在した。
- 5) わずか 15 分の立体映像負荷が調節機能を低下させる。

(日職災医誌, 50 : 121—125, 2003)

—キーワード—

テクノストレス, 調節, 優位眼

はじめに

これまでの paper 作業と異なる VDT 機器を用いた作業（以下 VDT 作業）によって生じるストレスを Brod¹⁾ はテクノストレスと称し、VDT 作業に対する不適応から生じるテクノ不安症と、テクノ依存症の存在を報告した。社団法人日本眼科医会の VDT 研究班は、VDT 作業による健康障害をテクノストレス眼症と命名し²⁾、その診断基準として①眼精疲労があること、②頸肩腕手指などに痛み、しびれなどの異常があること、③精神神経系に異常があることなど 3 つの項目をあげた。近年では、ノートパソコンの普及、マウス等入力機器の多様化、インターネットの普及、携帯情報端末の普及など労働形態が大きく変化し、労働省は平成 14 年に「VDT 作業における労働衛生管理のためのガイドライン」を新たに作成した。また、立体映像を利用した遊技施設の増加や手術手技の訓練への応用などバーチャルリアリティを駆使した機器の普及が見込まれている。

こうした背景のなかで、VDT 作業者を対象にした調節機能調査、テクノストレス眼症による調節異常患者の治療、VDT 作業者の調節異常と優位眼調節との関連の研究、立体映像が調節機能に及ぼす影響についての研究などを行ってきた。今回、調節のしくみや測定機器につ

いて概説し、これらの研究成果について報告する。

1) 調節のしくみ

毛様体筋の収縮によってチン小帯の張力が減少し、水晶体自身の弾性力によって水晶体前面の曲率半径が減少して屈折力が増加するといった、Helmholz の弛緩説が支持されている。この毛様体筋の神経支配は従来副交感神経の一元支配とされてきたが、今日では交感神経との二元支配³⁾が定説となっている。視覚目標のない、暗黒視野もしくは empty field のなかでは、調節位置は遠点にあるのではなく、遠点より近方約 1.5D の位置にあるとされ、これを調節安静位 (resting position of accommodation⁴⁾ もしくは tonic accommodation³⁾) という。調節安静位より近方への調節 (positive accommodation) は副交感神経が、遠方への調節 (negative accommodation) は交感神経が関与³⁾しているとされている。

2) 調節機能の測定機器

調節機能を測定する機器としては、石原式近点計、アコモドポリレコーダー HS-9E (コーワ)、赤外線オプトメーター (NIDEK) などがある。アコモドポリレコーダーは、近点と遠点付近に視標を置き、近視標と遠視標を交互に観察して調節緊張時間、調節弛緩時間が測定でき、その反復測定での記録から、鈴木は⁵⁾ 8 つのアコモドグラムパターンを提唱した。7, 8 型が毛様体筋の単純疲労、軽度疲労とされ、1～6 型は病的疲労に分類される。赤外線オプトメーターは被験者の屈折値をリアル

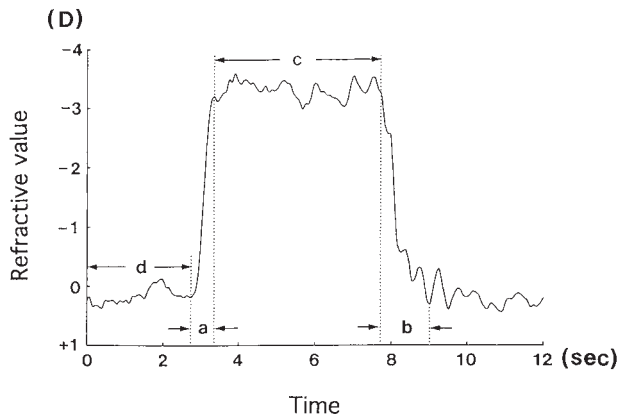


図1 ステップ刺激による調節検査の応答例

a: 調節緊張時間, b: 調節弛緩時間, c: 調節近方位置の測定区間, d: 調節遠方位置の測定区間 調節緊張速度はa区間の屈折値の差をaで除して求める. 調節弛緩速度はb区間の屈折値の差をbで除して求める.

タイムで測定できる機器で, 調節緊張時間や調節弛緩時間を他覚的に測定できる (図1).

3) VDT作業導入前後の健康診断結果⁶⁾

VDT作業導入前と導入1年後にVDT眼科健診を行い, 視力と調節機能の変化について調査した. 対象は某新聞社のVDT作業員61名で, 平均年齢 39.9 ± 8.9 歳 (21~54歳) であった.

5m視力, 50cm視力の測定と, アコモドポリレコーダーによる調節力とアコモドグラムの測定を行った.

裸眼視力と自己の眼鏡による視力のうち, 最良値を採用した視力を最良視力としてVDT作業員の視力の評価として用いた. 表1のように, 5m視力は裸眼視力も最良視力も右眼において有意に低下した. 調節力も右眼に導入後有意な低下を認め (表2), 当日VDT作業を行って健診を受けた作業群では, 両眼とも有意な調節力の低下がみられた. アコモドグラムは, 1~6型の病的な疲労パターンが導入後に作業群において52.8%と増加する現象がみられた (表3).

4) VDT作業員の動的調節検査結果⁷⁾

VDT作業員の動的調節機能を他覚的に評価するために, 某新聞社の40歳以下のVDT作業員21名を対象にして調査した.

赤外線オプトメーター (AR-1100改良型, NIDEK) を用いて内部視標を走査することにより調節の準静的測定ならびにステップ刺激による動的調節測定を行った. 調節の準静的測定は, 視標を対象者の屈折値より3D遠方にて10秒間静止させた後, 0.2D/secの速度⁸⁾で遠方から近方, 近方から遠方と1往復させる調節負荷を行い, 再び対象者の屈折値より3D遠方の位置にて, 視標を10秒間静止させた. この測定によって, 調節遠点, 調節近点, 調節力, 調節安静位が求められる. ステップ刺激における調節刺激の幅は最高で4D, 調節力が3D以下の時

表1 VDT導入前後の5m 視力の平均値

		N = 61		導入前	導入後
5m	裸眼視力	右眼		0.47	0.38*
		左眼		0.43	0.43
	最良視力	右眼		0.86	0.74*
		左眼		0.85	0.88

*p < 0.05

表2 VDT導入前後の調節力の平均値 (D)

		導入前		導入後
全対象者 (N = 61)	右眼	4.15 ± 2.60		3.34 ± 2.06**
	左眼	4.08 ± 2.68		3.63 ± 2.53
非作業群 (N = 19)	右眼	3.88 ± 1.87		3.31 ± 1.96
	左眼	4.44 ± 2.68		3.55 ± 2.16
作業群 (N = 22)	右眼	4.10 ± 2.67		2.91 ± 1.90*
	左眼	3.69 ± 2.18		3.07 ± 2.35*

単位 (D) *p < 0.05 **p < 0.01

表3 VDT導入前後のアコモドパターン別頻度 (%)

		導入前	導入後
全対象者 (N = 122 眼)	0・7・8 型	57.3%	44.5%
	1~6 型	42.7%	55.5%
非作業群 (N = 38 眼)	0・7・8 型	47.5%	50%
	1~6 型	52.5%	50%
作業群 (N = 44 眼)	0・7・8 型	63.9%	47.2%
	1~6 型	36.1%	52.8%

は有効な調節刺激を維持するために2Dで行った.

図2は, ある対象者の右眼の結果である. 準静的調節検査では, 調節負荷後の調節安静位の近方化がみられ, ステップ刺激による調節検査では, 調節弛緩反応がみられず, 遠方調節が不可能になる現象がみられた. 一方, 同対象者の左眼 (図3) では調節負荷後の調節安静位の近方化はみられず, ステップ応答は正常に行われ, 動的調節機能に左右差がみられる現象が捉えられた.

5) ヒトの優位眼調節

VDT作業導入1年後に右眼の視力低下と調節力低下がみられたこと, さらに右眼の動的調節機能異常の症例がみられたことなどからVDT作業員の調節機能異常は右眼に生じやすい可能性が考えられ, 成人の優位眼は約70%が右眼である⁹⁾ ことに着目して成人の優位眼の調節機能の精査を行ってみた.

屈折異常が ± 0.5 D以内の被験者18例 (19~21歳: 平均30.1歳) を対象に調査を行った¹⁰⁾. 優位眼は, hole-in-card法¹¹⁾を用いて決定した. 外部視標を眼前0.25mと4.0mに設置し, 単眼視と両眼視の状態, ステップ刺激による動的調節検査を行った.

表4のように, 両眼視状態において優位眼は非優位眼に比べて有意に調節緊張速度が増加する現象がみられ

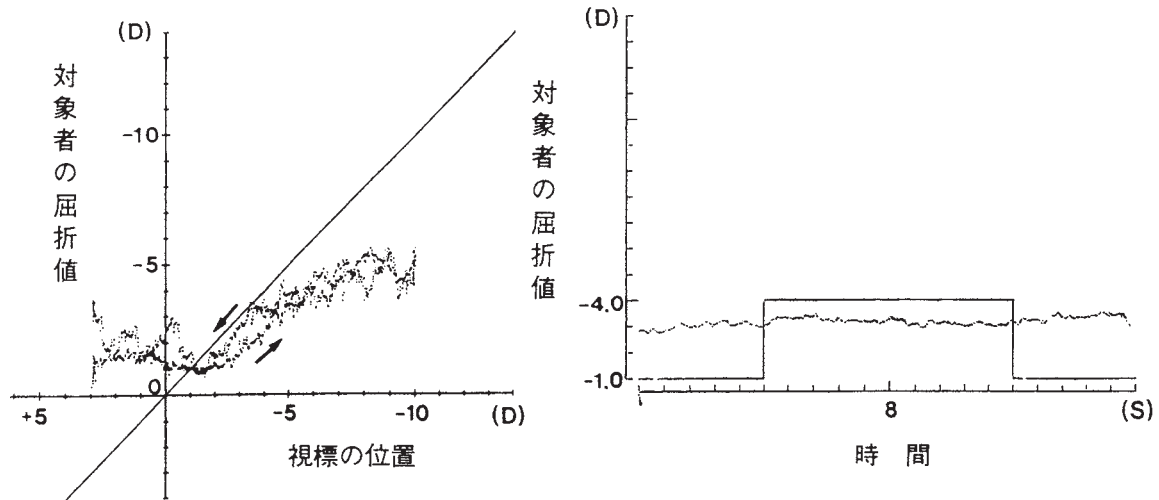


図2 準静的調節検査とステップ応答検査結果（代表例：右眼）
矢印は対象者の視標への追従方向を示す。ステップ刺激では、調節弛緩反応がみられない。

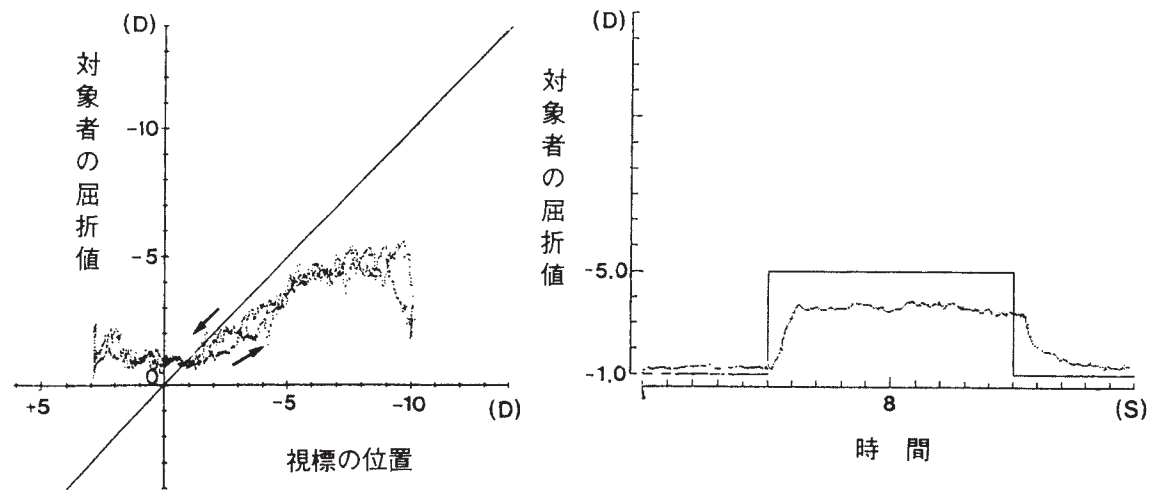


図3 図2と同一対象者の左眼の結果
ステップ刺激で、正常なステップ応答がみられる。

表4 単眼視と両眼視における調節緊張速度

	調節緊張速度 (D/S)	
	単眼視	両眼視
優位眼	3.17 ± 1.17	5.31 ± 2.14
非優位眼	3.13 ± 1.02	4.83 ± 1.79

* $p < 0.01$

表5 単眼視と両眼視における調節近方位置

	調節近方位置 (D)	
	単眼視	両眼視
優位眼	-2.79 ± 0.42	-2.93 ± 0.50
非優位眼	-2.63 ± 0.45	-2.79 ± 0.52

* $P < 0.1$ ** $P < 0.01$

た。また、視標を見つめている位置（調節近方位置、調節遠方位置）は、優位眼は非優位眼よりも常に近方をみつめている状態が捉えられた（表5, 6）。

これらの結果から、ヒトは優位眼を非優位眼に比べて常にわずかに緊張させておき、近方への調節が行われる時には、非優位眼より素早く近方調節を行い、非優位眼をリードする役割を持たせていると結論付けた。

6) テクノストレス眼症の1例¹²⁾

表6 単眼視と両眼視における調節遠方位置

	調節遠方位置 (D)	
	単眼視	両眼視
優位眼	-0.40 ± 0.63	-0.17 ± 0.54
非優位眼	-0.21 ± 0.65	-0.03 ± 0.70

* $P < 0.1$ ** $P < 0.05$

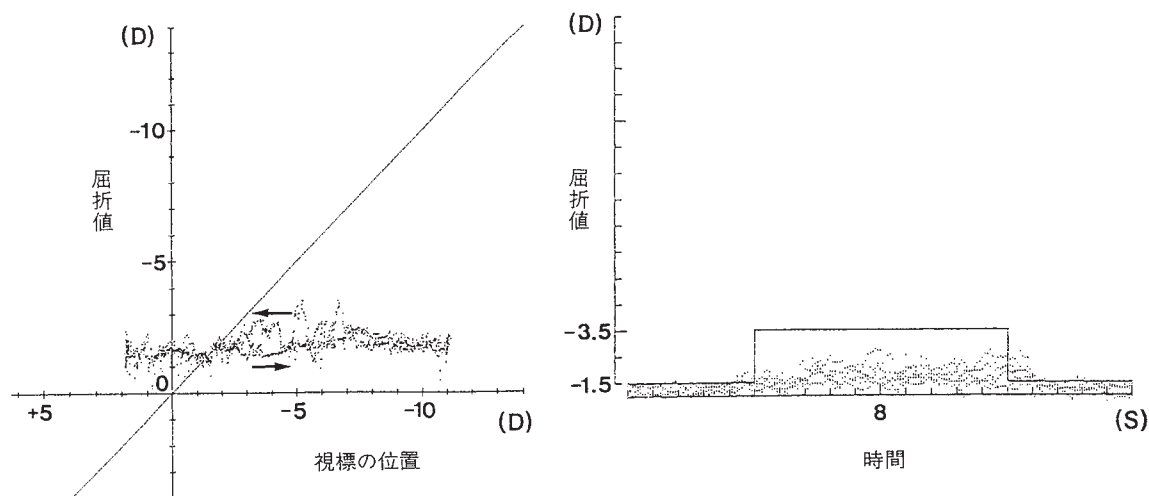


図4 初診時の左眼調節検査結果

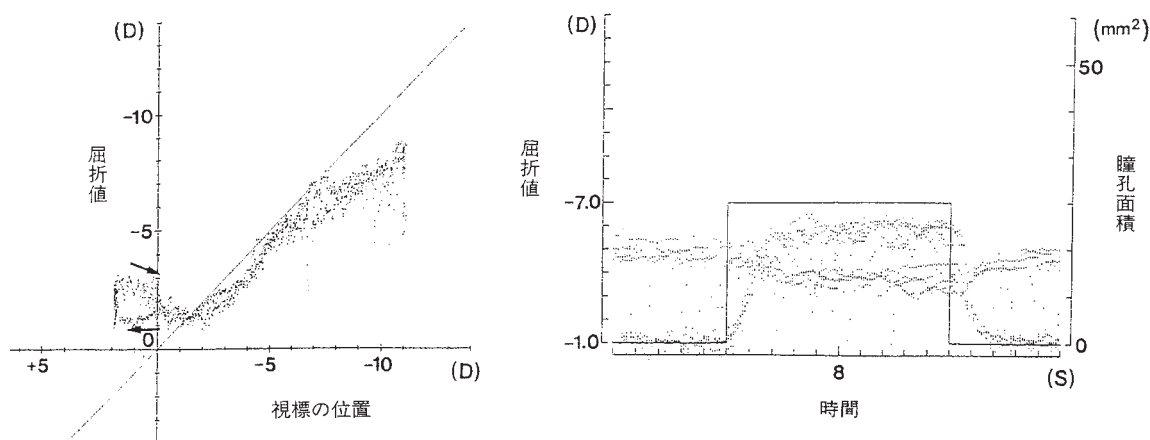


図5 転職して約1ヵ月後の左眼調節検査結果

症例は20歳女性。主訴は近視障害。商業高校入学後より、土曜日以外毎日平均3時間のVDT作業を始め、税理士事務所に就職してからは、データ入力を主とした1日平均7時間のVDT作業を行うようになった。しかし、就職してまもなく同僚が退職したため、仕事量が増え、VDT作業は1日8～10時間になり、ほとんど毎日残業することになった。仕事中心の毎日が続き、就職して1年3ヵ月頃から近視障害を訴えるようになり来院した。

初診時の5m視力は右0.2 ($1.0 \times -1.5D$)、左0.2 ($1.0 \times -1.5D$)であった。30cm視力は右0.3 ($0.6 \times +1.5D \times -1.5D$)、左0.3 ($0.7 \times +0.5D \times -0.5D$)で、裸眼では両眼とも0.3であったが、トリックを用いた視力検査で裸眼視力は改善した。初診時の赤外線オプトメーターによる検査結果(図4)では、調節力は2Dと低下し、ステップ応答は認められなかった。VDT作業のない職場に転職して1ヵ月後では、調節力は7.5Dと大幅に改善し、ステップ応答も正常になった(図5)。

30cm視力がトリックで改善することや、転職によって急に調節機能が改善することなどから、本症例の近視

障害はVDT作業を起因とする心理的要因が主因であると判断された。

7) 立体映像と調節¹³⁾

立体映像が視覚負荷として与えられた時の、調節機能への影響について、アコモドポリレコーダーを用いて検討した。立体映像を15分間負荷し、負荷前、負荷直後、15分後、30分後において、近点距離、調節緊張時間、調節弛緩時間を測定した。測定は、すべて優位眼で行われた。負荷直後に近点距離の有意な延長、調節緊張時間の有意な増加、調節弛緩時間の有意な増加がみられたが、15分後にはすべて改善した結果が得られた。

おわりに

テクノストレス眼症と眼調節について、優位眼との関連、精神神経症状としての調節異常、立体映像負荷による影響について述べた。VDT作業による調節障害は、優位眼に影響しやすい可能性があること、テクノストレスの関与があり得ること、立体映像負荷は短時間で影響を受けることなどを強調して、本稿を終えることとする。

文 献

- 1) Brod C : テクノストレス [池 央耿・高見 浩 (訳)]. 121—140, 東京, 新潮社, 1984.
- 2) 石川 哲 : VDTによる健康障害 (テクノストレス眼症) の診断に関して. 日本眼科医会 VDT 研究班業績集 (1986. 10—1989. 10). 7—9, 1989.
- 3) Toates FM : Accommodation function of the human eye. *Physiological Reviews* 52, 828—863, 1972.
- 4) Gilmartin B : A review of the role of sympathetic innervation of the ciliary muscle in ocular accommodation. *Ophthal Physiol Opt* 6, 23—37, 1986.
- 5) 鈴木昭弘 : 調節検査. *眼科* 19(10) : 861—871, 1977.
- 6) 伊比健児, 中村孝一, 岩崎常人, 他 : VDT眼科検診その3 VDT 就業前後の眼所見の比較. *眼紀* 39 : 1214—1221, 1988.
- 7) 伊比健児, 鈴木 亨, 廣瀬直文, 他 : VDT作業者の調節機能の特徴について. *眼紀* 45 : 1224—1228, 1994.
- 8) 鵜飼一彦, 石川 哲 : 調節の準静的測定. *日眼会誌* 87 : 1428—1434, 1983.
- 9) 市場尚文 : 小児における手・足・目の利き側に関する研究. *脳と発達* 14 : 370—378, 1982.
- 10) Kenji Ibi : Characteristics of dynamic accommodation responses : comparison between the dominant and non-dominant eyes. *Ophthal Physiol Opt* 17 : 44—54, 1997.
- 11) Walls GL : A theory of ocular dominance. *Arch Ophthalmol* 45 : 387—412, 1951.
- 12) 伊比健児, 鈴木 亨, 廣瀬直文, 他 : テクノストレス眼症の1例. *臨眼* 49 : 1034—1038, 1995.
- 13) 岩崎常人, 田原昭彦 : パララックス・バリア方式3Dディスプレイによる眼精疲労. *あたらしい眼科* 17 : 1719—1725, 2000.

(原稿受付 平成15. 1. 31)

別刷請求先 〒807-8555 北九州市八幡西区医生ヶ丘1-1
産業医科大学眼科学教室
伊比 健児

Reprint request:

Kenji Ibi
Department of Ophthalmology, School of medicine, University of Occupational and Environmental Health, Japan

ACCOMMODATION IN TECHNOSTRESS OPHTHALMOPATHY

Kenji IBI, M.D., Ph.D.

Department of Ophthalmology, School of medicine, University of Occupational and Environmental Health, Japan

The lectures concerning the relation between technostress ophthalmopathy and ocular accommodation were given as follows:

- 1) One year after the VDT introduction, the visual acuity at 5m and the amplitude of accommodation were significantly decreased only in the right eye.
- 2) Some VDT workers could not perform step response of accommodation only in the right eye.
- 3) As compared to the non-dominant eye, the myopic shifts of the near position after far-to-near accommodation and the far position after near-to-far accommodation were always observed in the dominant eye. This myopic shifts phenomenon allows it to perform quick far-to-near accommodation response of the dominant eye, as a standby mechanism for the accommodation of the binocular viewing.
- 4) There was a VDT worker whose accommodative paresis was normalized one after changing her occupation.
- 5) Fifteen minutes sustained stereoscopic visual load made the accommodation function decreased.