

瞳孔の近見反応に関する研究

朝長, 昌三

<https://doi.org/10.15017/2328642>

出版情報 : 哲學年報. 37, pp.71-83, 1978-03-31. 九州大学文学部
バージョン :
権利関係 :

瞳孔の近見反応に関する研究

朝 長 昌 三

近くの物体を見ようとするとき、眼球の輻輳と調節が起るが、同時に両側瞳孔に強い収縮が起る。この縮瞳には、輻輳反応、調節反応、調節輻輳反応などという名称が与えられている。

縮瞳反応は輻輳または調節の結果として起るのではなく、これらの随意運動と同じ目的をもって同時に起る不随意運動であると考えられている。したがって、この縮瞳は真の意味の反射ではなく、一種の随伴運動あるいは連合運動であると理解されるようになった。

解剖学的に見た場合も、これら3つの運動はいずれも動眼神経によって支配されており、近位の対象を見るために3つの運動は協同の目的に役立っている。すなわち、内直筋の収縮は対象の像を中心窩に投じるようにし、毛様体筋の収縮は中心窩に像を結ばせる。そしてさらに、縮瞳によって焦点深度を深くして対象を鮮明に見ることに役立っているという合目的な解釈が成り立つ。このために、近くの物体を見るための瞳孔反応という意味から、近見反応という名称が広く用いられるようになった。

瞳孔の近見反応に関する研究は19世紀の終りから今世年の初めにかけて、調節あるいは輻輳のいずれに主に関与しているかについていろいろと論議された。Vervoot, Eidelberg U. Kestenbaum, 須田らは主として瞳孔の近見反応は輻輳に随伴するとした。それに対して、Stöltsing U. Bruns, Heineらは異論を唱えている。

そこでわれわれは、まず瞳孔の近見反応に関する概説を述べ、次に最近の研究を検討する。そして最後に、われわれが現在行っている研究について述べる。

近見反応は、輻輳あるいは調節が一定の強度に達してはじめて現われる。この反応の現われる近見距離は、年齢によって異なり、年少者では 40cm、高年齢者では 30cm で始まるといわれている。瞳孔が最大収縮に達する近見距離は 15~20cm で初めは徐々に起るが、この距離に達すると急激に強い縮瞳が両側に同時に起り、近見の続かぎりこの状態が持続する。

近見反応の強度は対光反応の強度にはほぼ等しいが、一般に若年者では対光反応の強度の方が強く、高齢者では近見反応の方がより強く現われる傾向がある。

近見反応が内直筋または毛様体筋の収縮から起る 1つの反射であると考えられた時期には、この反応を誘発する衝撃が輻輳によるか調節によるかは重大な問題であった。

臨床的にジフテリーの後に起った調節麻痺例で、輻輳能力は保たれているにもかかわらず瞳孔収縮の起らない例のあること、一眼の人や内直筋麻痺のある人でも近見反応は残存しているといった事実は、近見反応が調節と密接な関係があるように考えられる。

凸レンズを用いて調節を除外し、輻輳のみを行わせると、強い縮瞳が起り、さらにプリズムを用いて輻輳のみの努力をさせると縮瞳が起る。このことから、近見反応が輻輳とより密接な関係にあるということを示唆している。

これら 2つの全く相反する見解に対して、近見反応の中樞支配という立場から理解しようとする研究者もいる。すなわち、近見反応は調節との随伴運動でもなく、輻輳との随伴運動でもなく、両者との随伴運動でもないという立場である。近見に関係する 3つの運動のすべてが、近くに置かれた対象を両側の網膜の対応部位に可能なかぎり鮮明に像を結ばせるという目的のために、大脳皮質から同時にくる衝撃によって起される。したがって 3つの運動のすべては独自の、そしてお互いにただそれらを同時に起す近見の衝撃にのみ結びつけられる。そしてそれは随伴運動として縮瞳を起すのではなく、独自の目的運動として起る。

以上のように、瞳孔の近見反応については一応の説明がついている。そこで次に、最近の研究について検討する。

橋崎嗣郎と清水春一（1972,「瞳孔の近見反応に関する研究——瞳孔の近見反応の生理学的研究」）は、彼等の考案した輻輳刺激装置を用いて、(1) 視標の移動に眼球の輻輳運動と瞳孔の近見反応がどの程度追従しうるか、(2) 眼球の輻輳の強さと、その際に生じる瞳孔の近見反応の強さととの関係、(3) 非対称性輻輳の場合、特に視標が調節近点内に入った場合は左右、いずれの側の眼で視標を固視しているか、(4) 瞳孔の近見反応が輻輳に主に随伴して起るのか、あるいは調節に随伴して生じるのか、という目的で実験を行った。

(1)において、視標速度 4.0cm/sec, ならびに 2.55cm/sec, で視標が被験者の眼前 3.6cm より 50cm の間を移動したとき、視標の移動に眼球の輻輳運動はよく追従しており、瞳孔の近見反応も眼球の輻輳ほどではないにしろ比較的よく追従していた。視標速度 1.4cm/sec のとき、視標が被験者の眼前約 10cm より瞳孔の近見反応は視標の角速度に追従しえなかった。

(2)において、視標速度 4.0cm/sec で眼前 47cm より 3.6cm に接近したとき、縮瞳し終る点は輻輳近点よりも約 1 秒遅れていた。視標の停止距離が眼前より 5cm, 7cm, 10cm と遠ざかるにつれて縮瞳し終る点は漸次遅れてくることがわかり、その関係はほぼ直線となった。

(3)において、眼前 4.5cm より 51cm の間を視標を移動させ、両眼視の下で、移動視標は右眼正中線上を移動させた場合と、左眼を遮閉し、左眼のみで視標を固視した場合、両者の間に瞳孔近見反応の大きさに差があるかどうかを検討した。両者間での瞳孔の面積には差はなかった。両眼視で視標を固視したときに（視標は右眼正中線とを移動する）視標が右眼の調節近点内に入った場合に、左右いずれの眼で視標を固視しているかに検討した。両眼視の下であっても、視標を固視している眼は、視標が正中線上を移動している右眼であることがわかった。したがって、瞳孔の近見反応も固視標である右眼のものであることが推定されるとした。

(4)において、被験者は両眼無水晶体者であった。視標は眼前 5.0cm より 45cm までの間を移動し、視標速度は 4.0cm/sec であった。本実験では、正常例と両眼無水晶体の瞳孔の近見反応はほとんど同じであった。

以上の実験結果より、彼らは次のようは結論した。すなわち、

(1) 瞳孔の近見反応は主として輻輳に随伴する。

(2) 瞳孔の近見反応のうち、急激に縮瞳の起る現象は、移動視標の眼に対する角速度に追従して起ったものであって、瞳孔近見反応特有の現象ではない。

(3) 瞳孔の近見反応は、眼球運動のように制御機構が発達していない。

(4) 瞳孔の近見反応のうち、急激に縮瞳し終ってからもなお数秒間徐々に縮瞳する現象がみられるが、これはおそらく瞳孔括約筋の粘性のためと思われる。

清水春一（1972、「瞳孔の近見反応の研究——瞳孔の病的近見反応に関する研究」）は、病的な瞳孔の近見反応について輻輳との関係、および連続的に輻輳負荷を加えたときの瞳孔の近見反応の変化について検討し、輻輳と瞳孔の近見反応との中枢の独立を示し、次のように結論した。すなわち、

(1) 瞳孔の近見反応は一般には輻輳に随伴して生じるが、しかし輻輳とは独立した中枢があると思われる。

(2) 瞳孔の近見反応の求心路は両内直筋を通り、Edinger-Westphal 核に達する末梢中枢のみを考えるよりも、むしろ Buchanan の仮説の方が理解し易いと思う。

(3) 鞭打ち損傷により輻輳のみならず、瞳孔の近見反応も輻輳とは別個に障害されることがわかった。

清水春一（1974、「瞳孔の近見反応に関する研究——瞳孔の病的近見反応に関する研究、頭頸部外傷症候群の眼障害の治療、半月神経遮断の効果について」）は、半月神経節 Block を浸潤麻醉で行い、不定愁訴の軽快と輻輳および輻輳に伴う近見反応の改善を行って次のように結論した。すなわち、

(1) 頭頸部外傷症候群の眼障害と不定愁訴に半月神経節の Block が著効を示すことがわかった。

(2) 清水の半月神経節 Block が有効である機転は、三叉神経中に含まれる交感神経を Block することによって、瞳孔の近見反応および輻輳の中間中枢の抑制を除去し、同時に末梢受容器からの feed back への影響もとれてくると思われる。

(3) Block による効果が永続的な症例はおそらく受傷による機能的な変化が主なものであって、効果の一時的なものは器質的な変化を伴っているためと考えられる。

以上のように、瞳孔の近見反応に関する最近の研究を述べた。そこでわれわれは、清水らの一連の研究について議論する前に、まず視覚における輻輳と調節について述べる。

遠くにある対象も近くにある対象も、それらの像は眼の網膜の表面に投影されているにもかかわらず、われわれは対象の遠近を明確に見分けることができる。この遠近の見分けの手掛りとして、まず眼の水晶体の調節、両眼の輻輳、両眼視差があげられる。もちろん、これらの手掛りが欠けていても、刺激布置によって遠近感は起る。

われわれの眼は、その透光体（角膜、水晶体、硝子体）に異常のない限り、外界からの光が、これらの組織を通過して生体の唯一の感光部である網膜に達し、何らかの映像がこれに写るようになっている。しかしながら、われわれがこの眼によって外界の物体を明確に認知するためには、その網膜上の映像もできるだけ鮮明なものとしなければならない。こうした外界の物体の網膜像を鮮明化させる作用を調節という。

この調節機能は通常、毛様体筋と水晶体との働きに負うところが多最く、瞳孔（虹彩）、硝子体、外眼筋、角膜、眼瞼などもなんらかの形でこれに関与していると考えられている。眼を1個の光学的機械として調節を説明すると、ある1点に眼を調節した場合、その1点以外はすべて不鮮明な像として網膜上に写り、これを明視することはできない。しかし実際には、われわれは遠近の2つ以上の物体を同時にかなり鮮明に見ることができる。こういった寛容度に最も大きな影響を与えているのは瞳孔径で、この大きさにより焦点深度すなわち寛容度がかなり変化するとされている。

調節を全く休止させたときに、網膜の中心窩に結像している外界の1点を遠点、調節を最大限に働かせたときに、同じく明視できる点をいう。また两点間の空間を調節域という。この空間内のすべての点が明視可能で、この調節域値

をレンズの度で表わしたもの、つまりその逆数を調節幅または調節力といい、調節機能の強さを表わす数値として扱われている。

われわれの眼は、固視点がちょうど網膜の中央部に投影するように反射的に位置づけられる。したがって、ごく遠い対象を眺めた場合には両眼の視線はほとんど平行になり、近い対象を見るときは両眼の視線をそれ集めるために眼球は内側に回転する。これを両眼の輻輳という。

極度に注視点を近づけて輻輳を強め、もはやこれ以上強めることのできない限界にたつたときこの点を輻輳近点、両眼視線を極度に散開してそれ以上散開し得ない点に達したときを輻輳遠点という。

輻輳遠点から輻輳近点まで両眼視線が輻輳運動した量を輻輳力という。健全輻輳力の大きさは、測定方法や測定者により差異はあるが、だいたい13M.W.～16M.W.の大きさである。

Swenson (1932) は、網膜像を変えずに輻輳だけを変化できるように、Carr が考案した一種の反射式ステレオスコープを用いて輻輳の効果をみた。このステレオスコープには乳色ガラスがはめ込まれていて、背面から光を当てる。乳色ガラスの距離を変化させることによって、水晶体の調節の効果をみることができる。彼は実験によって、輻輳距離に伴う調整距離の増加と、乳色ガラスの距離の増加に伴う調整距離の増加もまた、わずかながら認められるという結果を得た。この結果より、奥行き知覚に対する水晶体調節の効果は、輻輳の効果の約1/3だとしている。したがって、輻輳が奥行き効果をもつことは明白とされている。

調節と輻輳は、常に相伴って増減する。したがって、お互いに不可分な関連をもつものとして考えられる。しかし実は、調節を一定に保ちながら輻輳を増減させたり、輻輳を一定に保ち調節をある程度まで変化させることができる。例えば、正視かつ正位の若い人が、眼前正中線上の比較的近いところにある視標に両眼注視しているとき、両眼前に同度の弱凹レンズを装用すれば、この目標は瞬間もうろうとなるが、たちまちまた明瞭にもどる。この現象は輻輳にはなんらの変化もなく、調節のみが増加して、装用レンズを打消したことを示す

もので、明らかに調節が輻輳から分離して行動したことを示している。

眼の位置の差によって生じる対象に対する視線の方向の差を視差という。両眼は左右違った位置にあるため、奥行きのある対象を見るときには、その両眼視差によって左右の眼にうつる映像にくい違いが起る。このくい違いが1つに融合するときに遠近感が生じるのではないかと考えられている。

固視点は左右それぞれの眼の網膜の中心に投影し単一像に見えるが、固視点より遠い対象や近い対象は二重像に見える。固視点より近い対象の二重像は左眼を閉じれば右側の像が消えるように交叉しているので交叉二重像といい、固視点より遠い対象の二重像は同側二重像という。これらの二重像は網膜の中心からの距離または方向の違った場所に投影している。したがって、両眼の網膜に、中心からの同方向同距離の点にそれぞれ像が落ちたときには二重像にならずに単一像になるのではないかと考えられる。この両眼視差による二重像が1つに融合されると明瞭な遠近感が生じる。

以上述べたように、奥行き知覚における水晶体の調節、両眼の輻輳、両眼視差ならびに融合の概念から、清水らの一連の研究に対していくつかの問題点があげられる。

清水らは、彼らが考案した輻輳刺激装置を用いて、瞳孔の近見反応は主として輻輳に随伴すると結論した。われわれはこの結論に対して、2つの問題点を考えた。1つは彼らの輻輳刺激装置の問題であり、他は瞳孔の近見反応が主として輻輳に随伴するという点である。すなわち、彼らは調節作用が瞳孔の近見反応に関与していないといわないまま、主に輻輳に随伴しているとしている。もちろん、この点についても彼らの輻輳刺激装置に起因していると考えられる。そこで、この点について清水らの報告をもう少し具体的に示す。

すなわち、清水らは次のようにも報告した。Bach は瞳孔の近見反応の認められる距離は年少者で約 30cm, 中高年者で 30cm であるとしている。またこの距離からさらに視標を近づけ、15~20cm になると、ますます縮瞳の度を強めるが、これより近見の距離を縮めても縮瞳は徐々に行われるにすぎないといわれている。また、縮瞳は必ずしも平滑に行われるのではなく、視標を徐々に

眼に近づけたときは、最初きわめてゆるやかに縮瞳し、かなり高度の輻輳にいたって突然強い縮瞳を起すといっている。しかし清水らの実験に用いた22~24歳の被験者においては視標速度が4.0cm/secでは眼前40cm、2.55cm/secでは25cm、1.4cm/secで42cmで、視標速度2.55cm/secの場合を除いては清水らの成績とほぼ一致している。

次に急激な縮瞳の開始する時点は視標速度4.0cm/secの場合は、視標がスタートしてから約8秒後、すなわち眼前約18cmのところであり、視標速度が2.55cm/secの場合は眼前約12cm、視標速度1.4cm/secの場合は約22cmであり、いずれも眼に対する視標の角速度に追従していることがわかる。しかし急激な縮瞳が終了する時点については視標の停止、あるいは輻輳近点に必ずしも一致していないことがわかる。すなわち、視標速度が2.55cm/secでは輻輳近点にはほぼ一致しているが、視標速度1.4cm/secの場合には輻輳近点の手前約7秒(7.3cm)で、視標速度4.0cm/secのときには輻輳近点よりも約1秒遅れて終了していることがわかる。

以上のことからわかるように、この報告は輻輳について述べているのである。しかしながら、視標は被験者の眼前を連続的に前後に移動しているのである。このことは眼球の調節作用も働いていると考えなければならない。したがって、瞳孔の近見反応は輻輳に主に随伴しているという清水らの実験結果は、調節と輻輳を分離していない実験手続きのものということがいえる。

われわれは次のような実験を考えた。

- (1) 瞳孔の近見反応は、どのように調節に随伴しているか
- (2) 瞳孔の近見反応は、どのように輻輳に随伴しているか
- (3) 調節と輻輳を同時に変化させた場合、瞳孔の近見反応はどのように変化するか
- (4) AmesのDistorted Roomにおいて、瞳孔運動はどのような変化を示すか。

われわれは現在、(1) 瞳孔の近見反応は、どのように調節に随伴しているか、という問題に対して予備実験の段階までしか達していない。そこでわれわれは予備実験の段階までの報告を行う。

目 的

瞳孔の近見反応に関する研究に19世紀末から20世紀の初めにかけて、主として瞳孔の近見反応が調節あるいは輻輳のいずれに主に関与しているかについていろいろと論議された。Vervoot, Eidelberg u. Kestenbaum, 須田, 清水らは主として瞳孔の近見反応は輻輳に随伴するとした。これに対して, Stöltsing u. Bruns, Heine らは異論を唱えたが, 現在のところ輻輳に随伴するという説が有力とされている。

清水らは、彼らが考案した輻輳刺激装置を用いて実験を行い、瞳孔の近見反応は主に輻輳に関与していると結論した。前述したように、彼らの実験装置から輻輳を問題にするのは難点があると考えられる。したがって、彼らの唱える瞳孔の近見反応が輻輳に随伴するという説には問題があると考えられる。

われわれは、輻輳を一定にし、調節だけを変化させる装置を考案した。この装置を用いて、瞳孔の近見反応に調節がどのように関与しているかを検討した。

装 置

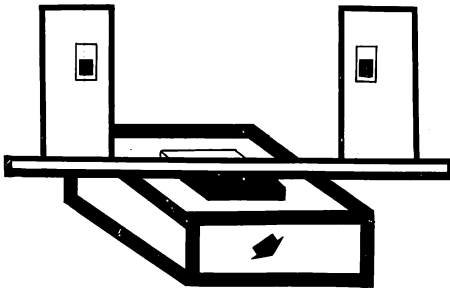


図 1



図 2

図1は視標で、この視標は図2に示した衝立のついたレール上を移動する。

視標は発光ダイオードで、対光反応を起させない明るさのものである。またこの視標は○字型のもので、視標が移動しても、これが明瞭に見えることによって、被験者は調節がうまく働いていることがわかる。左右2つの視標の距離は、無限点を見たときの両眼間の距離に合わせる。右眼を右側の視標に、左眼を左側の視標に固視できるように、2つの視標を分離するため、レールの真中に衝立を置いている。これによって輻輳は一定になり、調節だけが働くことになる。両視標は同時に、被験者の眼前100cmから10cmの間を円滑にかつ連続的に移動できるようになっている。

2つの視標は融合して1つに見えるはずである。しかし被験者の中には、移動の途中から融合させることができない被験者もいる。こういった被験者のためにスイッチを用意し、このスイッチを押すことによって、眼前何cmから融合できなくなったかがわかる。このスイッチは、瞳孔計の記録計と連結させている。

なぜ融合できなくなるかということについてはいくつかの原因があると考えられる。

物が見えるということは、少なくとも調節と輻輳が協同して働いているためだとされている。われわれの実験条件では、輻輳を一定にし、調節だけを働かせて置いているという、いわば視覚の異常な条件のために融合しないのだと考えられる。しかしながら、こういったいわば異常な条件下でも融合できる被験者もいる。したがって、人間の眼のメカニズムに個人差があって、これによって差がでてくるのではないかとも考えられる。しかしながら、初めは融合できなくても、練習によって、融合できるようになった被験者もいる。

われわれの実験において、以上のような問題点も起ってきたが、これらについての検討も必要であろう。

方 法

被験者を暗室に20分間暗順応させる。被験者に無限点を固視させた状態で、

両眼間の距離を測定し、その距離と視標の距離を一致させる。2つの視標が融合するかどうかを確認する。融合できた被験者に対して、瞳孔の近見反応の実験を行う。

上昇系列，下降系列は各10回で，各試行における瞳孔径は，瞳孔計を通して，記録計に記録される。

以上が，現在までわれわれが行った予備実験の段階までの報告である。

あ と が き

本研究の実験装置製作については，心理学教室の宮崎氏にお世話になった。最後に，ご指導いただきました船津教授，熊本大学教養部心理学教室の松永助教，福岡教育大学心理学教室の中溝助教，ならびに平石氏に感謝いたします。

参 考 文 献

- (1) 阿部敏子：調節力と年齢との再検討，眼臨 51, 389 (抄) 1957.
- (2) Adrian, E.D. & Matthews, R. 1927-28. The action of light on the eye. Part I, Part II. J. Physiol., '63, 378-414; 64, 279-301.
- (3) Bach, L.: Z. Augenheik. 12. p. 725, 1904.
- (4) Bach, L.; Pupillenslehre. 1908.
- (5) Behr, C.; Die Lehre vor den Pupiller bewegung. GraefeSaemisches der gesamten Augen heilkunde 3, Aufl. Berlin, 1942.
- (6) Buchanan, A.R.: Functional Neuro-anatomy Henry Kimpton Co. London 1948.
- (7) Carr, H. 1935. An introduction to space perception. New York: Longmans.
- (8) Clarke: Der Einfluss des Alters auf die Akkommodation. K.M. Aug. 51, 422, 1913.
- (9) Cogan, D.G.: Accommodation and the autonomic nervous system. Arch. Opthal. N.Y. 18, 738, 1937.
- (10) Donders, F.C.: Refraction and Accommodation of the eye. London, 1864.
- (11) Duene, A.: Studies in monocular and binocular accomodation with their clinical application. Am. J. Opthal. 5, 865, 1922.

- (12) Duane: Accommodation. Arch. Ophthal. 5, 1, 1931.
- (13) Duke-Elder: System of Ophthalmology Vol. XIII. Neuro-Ophthalmology, p. 691, London Henry Kimpton, 1971.
- (14) Eiderberg, L. & Kestenbaum, A.: Graefes Arch. 121. p. 166, 1929.
- (15) 福田雅俊, 浜田陽子, 丸尾敏夫, 本邦人に於ける調節力と年齢との関係について, 日眼 66, 181, 1962.
- (16) Fliering & van der Hoeve: Arbeiten aus dem Gebiete der Akkommodation. v. Graefes Arch. Ophthal. 114, 1, 1924.
- (17) 袴田裕治, 奥沢幸雄: イリスコーダー (赤外線電子瞳孔計) とその応用, 保健通信, 第181号 8 2, 昭46年.
- (18) 萩原 朗: 瞳孔一近見反応, 臨床眼科全書, 6巻, 各論, IV. p. 235, 金原出版社, 昭45.
- (19) Heine, L.: Graefes Arch. 46, p. 243, 1898.
- (20) Hensen u. Voelckers: Ueber die Akkommodations-bewegung der Chorioidea im Auge des Menschen, des Affen und der Katze, v. Graefes Arch. Ophthal, 19, 156, 1873.
- (21) Hess, C.: Die Refraktion und Akkommodation des menschlichen Auges und ihre Anomalien. Graefe-Saemisch Handbuch der gesamten Augenheilkunde, 1910.
- (22) Hess, C.: 1) Die Refraction und Akkommodation des menschlichen Auges und ihre Anomalien. Graefe-Saemisch Handbuch. 8. Kap. 12. 3. Aufl. 1910., 2) Pupille. handbuch d. normal. und pathol. Physiol. Receptionsorgane Photoreceptoren. 1, 1 76, 1929.
- (23) Hess, W.R.: Klin. Mbl. Augenheilk. 103:407, 1939.
- (24) 池田一三, 川端義雄, 古味敏彦: 極度調節時水晶体転位の屈折系に及ぼす影響, 日眼 54, 192, 1950.
- (25) 石川 哲: 眼筋及びその中枢, 臨床眼科全書, 6巻, 各論, IV, p. 344, 金原出版社, 昭45.
- (26) Jampel, R.S.: Convergence, divergence, pupillary reactions and Accommodation of the eye from foradic stimulation of macaquebrain, j. Comp. Neural 115, 371, 1960.
- (27) 小泉屹: 1) 調節性輻湊に就て. 眼臨46, 771, 1952., 2) 照度の調節性輻湊に及ぼす影響. 眼紀 4. 39, 1953.
- (28) 水川孝, 中林正雄, 真鍋礼三, 片野隆生: 調節機能の研究 (4), 臨眼 16, 199, 1 962.
- (29) 茂木茂: 輻湊の研究. 日眼 59, 609, 1955.
- (30) 中林正雄, 片野隆生: 調節機能の研究, (調節における粘性について), 日眼 65, 2086, 1961.

- 31) 中林正雄, 真鍋礼三, 片野隆生: 調節機能の研究 (6), 調節機転についてのレオロジー的考察, 日眼 **67**, 985, 1963.
- 32) 中林正雄, 真鍋礼三, 片野隆生: 調節機能の研究 (7) フリースタート法の簡易化について, 眼紀, **14**, 257, 1963.
- 33) 檜崎, 清水: 瞳孔の近見反応に関する研究, 第1報, 瞳孔の近見反応の生理学的研究, 日眼, 76巻4号, 昭和47年掲載予定.
- 34) 西徳道 1933. 奥行知覚の限界. 心理学論文集 IV, 東京: 岩波書店. 160-165.
- 35) 大島祐之: 調節近点, 焦点深度並近点視標に就て, 日眼 **59**, 6 (増), 1955.
- 36) 大島祐之: 眼の焦点深度について, 日眼 **61**, 1957.
- 37) Peterson and Simonaon: The effect of glare on the accommodation near point. Am. J.
- 38) Rasgorsek: Residual accommdation, Am. J. Ophthal. 36, 1086, 1953.
- 39) 佐藤清松: 調節時間 (Akkomodation szeit) に関する研究. 日眼 **36**, 987, 1932.
- 40) 鹿野信一, 藤谷茶子, 西田静江: 調節作用に交感神経支配の有無について, 臨眼, 増刊号 II, 66, 1949.
- 41) 清水春一: 瞳孔の近見反応に関する研究. 第2報 (その2) 臨眼, 27: 325, 1973.
- 42) Stölting & Bruns: Graefes Arch. 34, p. 92, 1888.
- 43) 須田信濃夫: 瞳孔の調節及輻湊反応の研究第1篇. 日眼 **35**, 539, 1931.
- 44) 鈴木勇雄: 1) 比較輻湊力(1). 臨眼 47, 585, 1953; 2) 比較輻湊力(Ⅱ) 臨眼 47, 677, 1953; 3) 調節性輻湊に関する研究. 日眼 **59**, 213, 1955.
- 45) 田川精三郎: 予のいわゆる遠方近方調節力 (1), (2), (3), 臨眼 43, 69, 233, 275, 1949.
- 46) 高尾佐朋: 1) 比較分散及び輻湊力について日眼 **38**, 175, 1934.
- 47) Vervoot, H.: Graefes Arch. 49: p. 348, 1899.
- 48) Walsh, F.B.: Clinical Neuro-Ophthalmology Vol. 1, p. 524, 1969. The William & Willhins Company, Baltimore.
- 49) 山田扇: 視線距離と瞳孔條離との関係について, 日眼 **54**, 158, 1950.
- 50) 山本知彦: 内眼筋の生理学的研究 2, 日眼, **74**: 8号, 870, 昭45.
- 51) 属将夫: 単眼調節力と両眼調節力との差について, 日眼 **54**, 465, 1950