

【乗員の健康管理サーキュラー】

昭和61年 第3号

操縦業務と視機能

視機能は、パイロットにとって、最も重要な身体機能の一つであり、航空身体検査においても視機能に関する多くの検査項目があります。過去においては、パイロットの視機能は非常に優秀であることが求められていた時代もありましたが、近年は機器の進歩により外界を視認する能力が常人より極めて優秀である必要性は薄れてきましたが、一方では航空機内の計器は複雑化、多様化してきましたので、近距離視力の重要性はかえって高まっており、操縦業務にとって視機能が重要であることには変わりありません。

今回（第3号）と次回（第4号）は、航空身体検査の視機能に関する検査項目について、その意義と検査対象となる視機能を解説していくことにします。

遠距離視力

パイロットにとって遠距離視力が重要であることは言うまでもないでしょう。飛行中早期に他機を視認するため、あるいは着陸時に滑走路を正しく視認するためなど、飛行中のほとんどすべての局面で十分な遠距離視力が求められます。

航空身体検査証明においては、第1種（定期運送用操縦士、事業用操縦士、航空機関士など）は、各眼について、1.0以上の遠距離視力（眼鏡をかける場合は、各眼の矯正視力1.0以上に加え、裸眼視力も0.2以上）が求められ、第2種（自家用操縦士など）は0.7以上（眼鏡をかける場合は、各眼の矯正視力0.7以上に加え、裸眼視力も0.1以上）の遠距離視力が求められています。ただし、眼鏡をかけなければこの視力基準に達しない場合には、眼鏡の屈折度が一定範囲内（第1種で -3ジオプトリー～ +3ジオプトリー、第2種で -5ジオプトリー～ +5ジオプトリー）にあることも要求されます。また、現在のところ、コンタクトレンズの使用は、通常の場合認められておりません。コンタクトレンズの使用の可否については色々議論のあるところですが、使用に反対する意見は、コンタクトレンズのはずれやずれや、減圧時の気泡の発生を問題にしているようです。なお、運輸大臣の判定により、例外的に、コンタクトレンズの使用が認められた事例もあるようです。

このように、航空身体検査では、遠距離視力や眼鏡の屈折度について一定の

基準が定められていますが、次に視力と眼鏡屈折度について若干ご説明しましょう。

視力とは、2つの点や2つの線を分離して視認できる能力を表します。図1のようなランドルト環を用いて視力を測定する場合、環の切れ巾が1.5mmの指標を5mの距離から見て判別できれば、視力は1.0となります。この切れ巾の視角は1分なので、1分の視角の切れ巾を視認できる視力が1.0と定義されるのです。また、この2倍の大きさの指標しか視認できない場合は視力が0.5とされます。このように視力は分離して視認できる視角の逆数で定義されています。

通常、視力を測定する場合は、視標を注視する場合、即ち、視野の中心で物を見た場合の視力を測定しているのですが、視力は目標物が視野のどの部分にあるかによって異なってきます。一般に視力は視野の中心で最良となり、中心視線から少しずれても視力は大巾に低下します。例えば、中心視線での視力が1.0の人でも、視線の中心から5度離れたところの視力は0.25程度となり、20度以上離れば0.1以下に低下します。(図2参照)ただし、これは昼間など明るい場合のことであり、夜間など光が少ない時には、視野の中心よりむしろ視野の周辺の方が物を見る能力が高くなります。これは、眼の網膜には光に対して異なる反応をする錐体と桿体という二種類の細胞が異なった分布をしており(図3参照)夜間など光が少ない場合は、中心に分布する錐体は働かず、周辺に分布する桿体が働くためです。(錐体と桿体については、第4号の色覚のところでもう少し詳しく説明します。)夜間飛行においては、視野の周辺が良く見えることを認識し、目標物からややはずれたところを見ることによって暗いところでの目標物を早目に視認することも必要でしょう。

次に、眼鏡の屈折度について御説明しましょう。眼鏡は、眼に屈折異常がある場合に、眼自体の屈折力を補正してやるためにかけるものです。眼の屈折異常には、近視、遠視、乱視があり、これらの屈折異常では、眼が無調節時に無限遠点からくる平行光線が網膜に正しく結像しません。(近視は網膜前方に結像、遠視は網膜後方に結像、乱視は網膜上の一点に結像しない。)矯正用のレンズには、近視には凹の球面レンズ、遠視には凸の球面レンズ、乱視には円柱レンズが用いられます。これらのレンズの屈折力は D (ジオプター、ダイオプター、又はジオプトリーと言う。) という単位で表されますが、D は屈折力を長さ (m) の逆数で示したものです。例えば、眼が調節できる最遠の点が、眼から 0.5 m (これを D 単位にすると $1 / 0.5 = +2 D$) にある近眼を矯正するには、非常に大ざっぱに言えば、眼鏡で無限遠点 ($m = 1 / \infty = OD$) から出た光を 0.5 m ($+2 D$) から出たように補正してやれば、無限遠点のものの像が網膜に結像することができます。このためには $-2 D$ の凹の球面レンズをかければよいこととなります。($+2 D - 2 D = OD$) (これは眼鏡と眼の間隔などを無視しているので、実際の眼鏡は少し異なったものになります。) また、遠点が見えなくなる距離が眼の後方 33 cm ($1 / -0.33 = -3 D$) にある遠視には $+3 D$ の凸の球面レンズを用いればよいこととなります。

航空身体検査では、このような眼鏡の屈折度も一定範囲内にあることが求められ、第 1 種では $-3 D \sim +3 D$ 、第 2 種では $-5 D \sim +5 D$ の眼鏡のみの使用が認められています。このように、眼鏡の屈折度を一定範囲内に制限する一つの理由は、屈折度が過度になると、周辺の像のゆがみ、色のにじみなどの不都合なことがおこるためであると言われています。

なお、乱視に用いる円柱レンズの屈折度は方向によって異なるため、球面レンズのように一律には屈折度を確定できませんので、国際的には円柱レンズの屈折度を等価球面屈折度に換算して屈折度の制限値を適用することが行われていますが、我が国の航空身体検査では、国際的な方法をやや簡略化した換算方法を用いているようです。

近距離視力

近い物を見る視力は、遠距離視力と同様パイロットにとって重要な視機能の一つです。航空機内には各種の計器、警報装置、操作装置などがあり、パイロットは常にこれらを正しく視認できなければならないことは言うまでもありません。

せん。

航空身体検査では、裸眼、矯正を問わず、30 cm ~ 50 cm までの任意の距離で、近距離視力表（30 cm 視力用）の 0.5 の指標が判読できなければならないことになっています。

近距離視力で問題なことは、年齢とともに、眼の調節力が劣化し近くの物が見えにくくなることです。図4は、年齢と眼の調節力の関係を示したグラフですが、横軸は年齢、縦軸は眼の調節が可能な最近点と最遠点を D 単位（遠距離視力のところで説明したように、m の逆数です。OD は無限遠、5 D は 0.2 m に相当します。）であらわしたものです。10代では、近点が 10 D、即ち 10 cm（0.1 m）、遠点が無限遠にあり、調節力は 10 D の巾があるのに対し、40 歳の頃は、はっきり物が見える最も近い点が 5 D（20 cm）ほどになりそれに従って調節できる巾も小さくなってきます。このため、中高年齢の方は老眼鏡が必要となってくる訳ですが、パイロットは近距離と遠距離が同時にはっきり見えなければならないので、必要に応じて、二重焦点、あるいは三重焦点の眼鏡をかけなければならないこともあるでしょう。

深 視 力

物の遠近の視認も、パイロットにとって重要な視機能の一つです。飛行中の他機や着陸時の滑走路までの距離感が大切であることは言うまでもないでしょう。人間が物の遠近を視認するための視覚的な手掛かりは、大別して、片眼のみでも視認できるものと、両眼で見なければ視認できないものの二種類があります。片眼のみでも視認できる手掛かりには、視差の移動量（例：列車の窓から外を見ると近くの物は後ろに移動する速度が速いが、遠くの物は移動速度が遅く見かけ上自分と同方向に進んでいるように見える。）網膜上の像の大きさ（例：パイロットが上空から自動車を見ると、あらかじめ自動車の大きさを知っているの、像の大きさから距離感を得る。）物の重なり、光線の空気中の透過による散乱（遠くのもの青味がかかり、ぼんやり見える）などがあります。

一方、両眼による遠近視認の手掛かりとなるもののうち最も重要なものは立体視（両眼が離れていることにより、同一物を見ていても、左右の眼球に写る像は異なりますが、この像の差により物を立体的に見ることができる。）ですが、両眼の離れている距離は短いので、立体視により遠近を知覚できるのは、せいぜい数十 m 程度までとされています。また、ある特殊な視機能異常者では、ある特定の範囲だけの立体視が正常で、その範囲をこえると立体視が異常になる場合もあります。

物の遠近を視認する能力を検査するための方法としては深視力検査がありますが、航空身体検査においては、第一種では深視力が正常でなければならないとされており、二杆法による測定では測定値の平均が 30 mm 以内、三杆法では 20 mm 以内であることと定められています。