

# 天体観測と視覚(1)

藤江 龍登

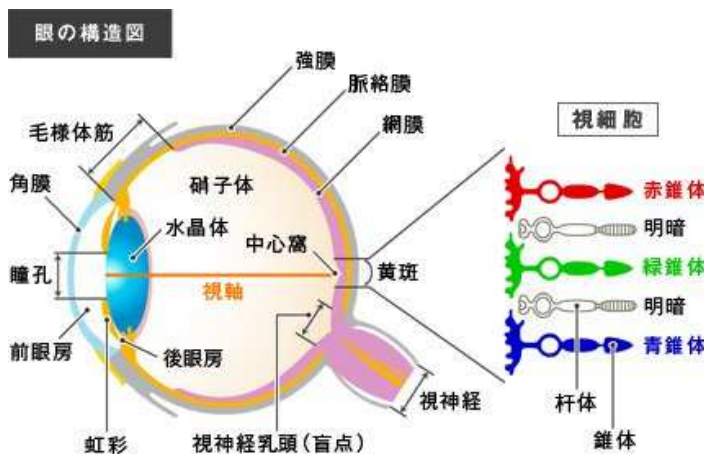
## 1. はじめに

少年期、青年期の頃はよく星が見えていたのに、齢を重ねた最近になると、望遠鏡を覗いていても、すっかり星が見えにくくなったと感じることはありませんか？

大気中の水蒸気、気流のみならず大気汚染や黄砂など、星が見難くなる要素はたくさんありますが、やはり眼視による観望の場合は、自らの視覚の問題、視覚のアビリティが最も重要な要素であることは、どなたも異論は無いことと思います。

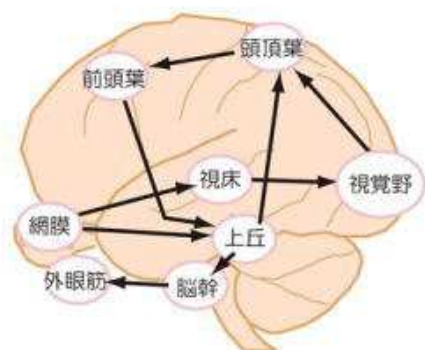
では、加齢に伴い視覚が変化することで、天体観測に際してどのような問題が出てくるようになるのか、また、その対処法について、今回、少し簡単にお話しさせていただきます。

## 2. 視覚の基礎



外界の光は「角膜」「前眼房の房水」「水晶体」「硝子体」を経て網膜上で結像します。そして、網膜上の視細胞により光→電気信号への変換(光電変換)が行われることにより、電気信号として脳に伝えられます。網膜上には赤色の光に反応する「赤錐体」緑の光に反応する「緑錐体」、同じく青い光に反応する「青錐体」、明暗のみを感じる「桿体(かんたい)細胞」等が並んでいます。

視細胞間の間隔は概ね  $3\sim 5\mu\text{m}$  で、この視細胞間で分離、弁別される輪郭境界が標準視力 1.0 です。次に、視細胞によって電気信号に変換された光刺激は、脳の中で次のように処理されます。



出典画像：自然科学研究所・生理学研究所

網膜から入った信号は「視神経交叉」(視神経は視床下部で X 状に交叉する)のある「視床下部」を経て、後頭葉の「大脳視覚野」(第一視覚野)に伝達されます。

この時、右視野で見たものは左脳へ、左視野で見たものは右脳に伝達され、ここで外界のモノや風景が知覚されます。次に、第一視覚野からの信号は大脳の「頭頂葉」を経て「前頭葉」に送られ、この経路の中で、記憶との照合などが行われ、今、目で見ているものは何なのかといった認識が行われます。

このように、人は「脳」でも物を見えています。

特に、色に関する照合は、記憶に依存するところが大きく、実際に見えている色はくすんだ黄色っぽいものに変化(色覚は加齢とともに変化しますが、その理由は後述)しているにもかかわらず、認識される色が鮮やかな色に補正されているのは、この記憶によるバイアスが大きいためとも言われています。

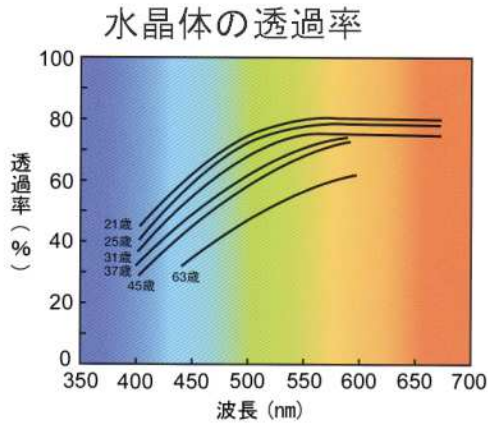
ざっくりとではありますが、概ね以上のようなプロセスで「視覚」は成り立っています。

### 3. 加齢による眼の変化

視覚は病気(糖尿病性網膜症、緑内障、加齢黄斑変性など)でも低下していきますが、ここでは健常眼でも、加齢により万人に起こる変化についてご説明します。

先の図でもお判り頂けるように、眼には各種の透光体がありますが、前眼房の房水は循環していますので、緑内障の場合を除きあまり濁ることはありません。

しかし、水晶体は高分子のタンパク質で出来ておりほぼ代謝しませんから、一生同じ組織を使い続けることになり、これは加齢とともに黄変(透明だったものが黄色くくすんだ色に変化)していきます。

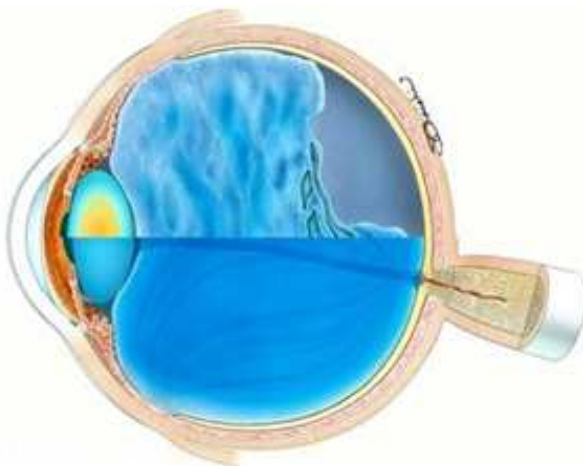


左の図は各年齢における水晶体の分光透過率ですが、加齢により水晶体の黄変が進むと、短波長側の透過率が著しく低下していくのがお判り頂けると思います。光学設計でよく用いられるフラウンホーファーのG線(波長436nmの水銀スペクトル)あたりでは、60代の眼は20代の眼に比べて透過率が半分以下に低下しています。つまり、これは「高齢者の眼は若い人の眼と比べて、短波長側の成分が透過しにくくなっている」ということを表わしており、これを星見に言い換えれば「年齢とともに淡い青い星は見難くなる」ということにもなります。

この黄変が進み、さらに水晶体が白濁した状態が「白内障」ですが、85才位になると、その罹患率はほぼ100%になりますので、病気というより体の組織の経年劣化と言った方がよいでしょう。

そして、「白内障」は点眼薬を用いて多少進行を遅らせることは出来るものの、進行は一方向ですので、いずれは視覚に悪影響をもたらすようになります。

次に、水晶体の奥にある硝子体(透明のゲル状の物質)ですが、これも年齢とともに体積が縮小し、網膜との間に空間が出来ていきます。



左の図は、下半分が若い時の眼の状態、上半分が高齢になった時の眼の状態を表していますが、ご覧のように高齢者の眼では硝子体が縮んでしまっています。

この状態を「後部硝子体剥離」といいますが、硝子体が縮んで出来た空間には前眼房から房水が回ってきて満たされますので、眼球そのものが縮んでしまうわけではありません。

しかし、この房水と縮んだ硝子体の間に境界面が出来ること、縮んだ硝子体の組織が固まってウロのようなものが出てくること、そしてそもそも硝子体の中に濁りが出来ることなどにより「飛蚊症」が現れます。

このような「生理的飛蚊症」や「後部硝子体剥離」は体の組織の経年劣化ですから、特に眼科的治療を施す必要はありません。

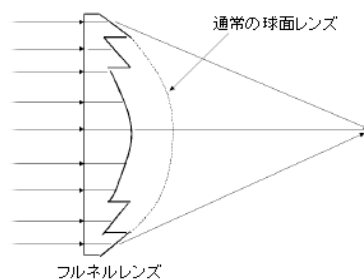
ただ、硝子体剥離は最悪の場合、硝子体が委縮する際に網膜を引っ張ることで、網膜が裂けたり、網膜に穴を開けたりする(網膜剥離や網膜裂孔)場合もありますので、注意が必要です。

いずれにしても、「飛蚊症」は若い時にはあまり感じることはありませんが、加齢により強く感じるようになり、それも、普段の生活ではあまり気にならなくても、顕微鏡や望遠鏡のアイピースを覗いて明るい被写体を見ると時などに顕著に現れる傾向があり、これにはちょっと嫌気がさす時もあります。

## 4. 眼科的治療法

### ① 水晶体の黄変と白内障手術

近年の眼科医療では、白内障初期以降、長期間見難い状態を続けるよりも、早期に濁った水晶体を取り除き、人工水晶体(眼内レンズ=IOL)に置き換える「白内障手術」を薦めるようになりました。



左の図は眼内レンズの形状および断面を簡易的に表したものです。その断面は小径で高い屈折力を得るためにフレネルレンズのような形状をしており、これは灯台で使われるレンズと原理は同じです。この眼内レンズの登場により、近年の白内障手術ごく一般的なものになりました。

ただ、眼内レンズはその特性上、光学素子の水平方向断面や各エッジの部分に当たる光が散乱光となり、それが網膜のあらゆる部分を照らします。羞明感(まぶしさ)を強く感じるようになります。

また、白内障の手術後には「青視症」(ものが全て青みを帯びたように見える)が現れます。

これは長年の水晶体の黄変で黄色いサングラスをかけている状態だったのが、ある日突然クリアになるにもかかわらず、脳には色覚を青方向にバイアスをかけていた影響が残りこのような症状が現れます。

ただ、この「青視症」は2週間~1ヶ月以内に脳の色覚補正機能が働き元のように見えるようになります。

### ② 飛蚊症の治療

前述のように「生理的飛蚊症」は眼科的な治療を施す必要はありません。

症状がひどい場合、以前は強膜(白目)から注射針を入れて治療するような方法も採られていましたが、これは非常に痛い上に効果があまり期待できないことから、現在はあまり行われなくなりました。今では特殊なレーザー光を使って硝子体の中の混濁を蒸散、破砕する方法もありますが、「生理的飛蚊症」は加齢による生理的変化ですから、この治療は保険の対象外となります。

このように「飛蚊症」は特に治療を必要としない生理的なものと、治療を必要とする病理的なものに分かれていますが、前述のように網膜裂孔や硝子体出血、ぶどう膜炎の場合は早期に治療が必要です。

では、その病理的な前兆を確かめる一つの方法ですが、硝子体と網膜に強い癒着があり、その剥離が起こる際には、目を動かさず硝子体が揺れて、網膜を引っ張ります。

この時、網膜が刺激されて実際には無い光を感じるようになり、これを「光視症」といいます。

このような症状が現れた場合には注意して日常生活を送ってください。

## 5. 考察

以上のようなご説明でも判り頂けるように、生理的変化により加齢とともに星は眼視では見難くなります。従って、若い時にクリアな眼を使って眼視で綺麗な星を眺め、その色を記憶し、楽しみ、年齢とともに直接的な眼視から、高感度のセンサーを用いた電子観望や撮影などへ移行していくことをお勧めします。ただ、電子デバイスへの適応力は、一般的には若い人の方が高く、高齢になるに従って低下していきますので、このジレンマも克服していく必要があるようです。

また、皆さん天体撮影の際には各種の光学フィルターを検討されると思いますが、機器側の補正だけでなく、生身の人間の加齢によって変性していく視覚を、光学的に補正していく方法もあります。

そのあたりはまた、機会がありましたらお話をさせていただきます。