

投稿

君は実視等級を知っているか？

～絶対等級の対義語は？～

西浦慎悟（東京学芸大学・教育・地学）

1. はじめに

太宰治の代表作の一つ『人間失格』に、主人公と友人の堀木が言葉遊びをする一場面がある。二人は、名詞に男性名詞・女性名詞・中性名詞があるのだから、喜劇名詞と悲劇名詞の区別もあって然るべきだ、として名詞をそのどちらかに分類し、また、ある言葉の対義語（アントニム）を、駄洒落を交えて当てっこして遊ぶのだ。では、この対義語の当てっこを太宰氏に倣って天文用語で行ってみよう。

「恒星のアント（対義語）は？」

「惑星」

「じゃあ、地動説のアントは？」

「天動説」

「それなら絶対等級のアントは？」

この問いに対して、みなさんは何とお答えになるだろうか？

ちなみに『人間失格』によると、「花」のアントは「女」、「臓物」のアントは「牛乳」とのことだ。文庫本であれば、お近くの書店で簡単に入手可能なので、興味を持たれた方は御一読されたい。また、青空文庫にてインターネット上でも閲覧可能である[1]。

閑話休題。

さて「絶対等級」の対義語は何であろうか？説明の前に答えを言ってしまう。「見かけ等級」である。ここで「実視等級」と答えた方は、残念ながら不正解である。もしかすると、中学校の理科や高校の地学で、見かけ等級のことを実視等級という習った、という方がいるかも知れない。まさしく、それが本稿の重要なテーマである。

2. 太陽の「実視絶対」等級

じつは筆者自身、大学生の頃は「見かけ等級」イコール「実視等級」だと思っていた。ところが、大学院へ進学して本格的に天文学を学び始めたある日、『理科年表』で調べ物をしていて驚いた。何と天文部の「太陽の諸定数」の項に「実視絶対等級 +4.82」という記述があるではないか[2]。この「実視絶対等級」とは何だ？！「実視」なのに「絶対」とは？しかし、このときには、答えはすぐに判明した。同じところに「実視等級 -26.75」という数字があったからだ。この凄まじいまでの明るさは、どのように考えても、地球から肉眼で観測した太陽の明るさを示したものであろう。そしてこの値と、太陽までの距離 1AU（ $=4.85 \times 10^{-6}$ pc）を使えば、実視絶対等級の+4.82とは、見かけ上、-26.75等級である太陽を、我々から 10 パーセク離れた場所に置いたときの明るさ、つまり、何のことはない、我々が中学や高校で習った「絶対等級」の値であることが分かる。問題はこの「実視」という部分である。

3. 見かけ等級と実視等級

見かけ等級イコール実視等級ではない。両者の違いは英語で表現すれば見えてくる。見かけ等級の英語訳は *apparent magnitude*、実視等級は *visual magnitude* である。英和辞典をひも解けば、*apparent* の意味として「明白な」「見かけ上の」といった記述が見受けられる。もちろん、ここでは「見かけ上の」等級、という意味で使われている。一方、*visual* は「視覚の」「視覚による」「目に見える」「光学上の」といった意味があり、ここで

は「視覚の」「視覚による」等級という意味で使われている。

両者のニュアンスの違いを理解して頂けるだろうか？

見かけ等級は、見かけの明るさであって、本当の明るさ（つまり絶対的な光度）では無い、という言葉であり、それに対して、実視等級は「X線や紫外線や赤外線で見ただけではなく人間が視覚で感じる波長帯での明るさ、という意味を込めた言葉なのだ。

したがって、「実視等級」には「見かけの実視等級」と「絶対的な実視等級」があることになる。『理科年表』に記述された「太陽の実視絶対等級」とは、「太陽を10pc離れた位置に置いて、X線や紫外線や赤外線ではなく、人間が視覚で感じる波長帯で観測した場合の明るさ」という意味になる。

ちなみに、星間吸収を無視した場合、我々から距離 d (pc)に位置する天体の、波長帯 λ における見かけ等級を m_λ 、絶対等級を M_λ とすると、

$$M_\lambda = m_\lambda + 5 - 5 \log d$$

となる。前節で掲げた太陽のデータで、見かけの実視等級と実視絶対等級との関係を確認されたい。

4. 見かけ等級・実視等級の扱われ方

4.1 『理科年表』の場合

さて、筆者が何故、今回こんな話題を取り上げたかということ、以前から、天文関係書籍において、見かけ等級と実視等級を混同して記述しているケースをしばしば目にするように感じていたからである。しかも、これらの中には、中学理科や高校地学の参考書も含まれているのだ。

まずは『理科年表』から見てみよう。とは言え、毎年『理科年表』を確認するのは大仕事なので、平成8年版と平成21年版を簡

単に確認してみた[3]。索引には「実視等級」という言葉が出ているが、さすがに理科年表では「実視等級イコール見かけ等級」という記述は無いようだ。しかし、実視等級そのものの説明は無く、各所で恒星の明るさを実視等級で載せているため、読者が見かけ等級イコール実視等級と思い込んでしまう可能性が十分にあると感じる。

4.2 一般向け解説書・普及書の場合

続いて、著者の手元にあった計93冊の一般向け解説書や普及書を確認した。これらの多くは、筆者がこの7~8年の間に入手したものであるが、もちろん、統計サンプルとしては、決して完全でも均質でもないことを強調しておく。あくまでも参考の値と思って頂きたい。

この93冊のうち「等級」という用語を記した書籍は39冊あった（半分以下にしか等級に関する記述が無いことも、結構驚きではある）。この中で、見かけ等級イコール実視等級であると明言しているもの、すなわち誤った用語の説明を記した書籍は7冊あった。ただし、反対に見かけ等級と実視等級が別のものであるとして両者を説明した書籍は一冊も無かった。さらに見かけの明るさを「見かけ等級」という用語で説明しつつ、これが実視等級のことであると記述していないもの、つまり現状で考え得る限り最も正しく記述した書籍は18冊、また、見かけ等級という言葉を用いずに「見かけの明るさ」「見かけの光度」といった表現で解説を行ったものが14冊だった(図1)。

こうしてみると、一般解説書や普及書の中で、見かけ等級イコール実視等級であると誤って説明している書籍は、1割に満たないことが分かる。しかし問題なのは、これら書籍の著者の中には、本職の天文学研究者が少な

からず含まれているということだ。つまり、研究者であっても見かけ等級イコール実視等級であると思っている人が複数いることになる。

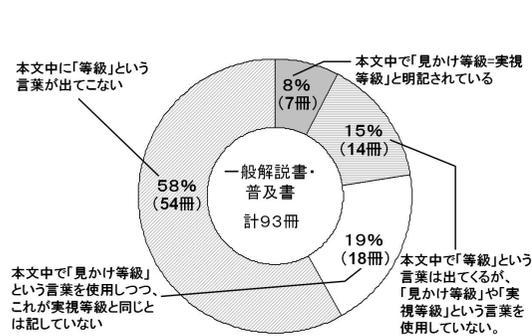


図1 一般解説書・普及書における「見かけ等級」の取り扱い分布

4.3 中学理科・高校地学の参考書の場合

次に、中学理科と高校地学の参考書を確認した。中学理科の参考書は僅か8冊で、しかも、このうちの2冊は10~20年前に出版されたものである。高校地学の参考書は、さらに少なく、ここ5年くらいの間に購入した4冊しかない。どちらもサンプルとしては数が少なすぎるので、やはり参考データである。

しかしながら、この8冊の中学理科の参考書のうち5冊までもが見かけ等級イコール実視等級であると誤って説明している。特に古くに出版された2冊については、どちらにも誤った記述が見られた。これは、この誤解が既に数十年にわたって中学理科の世界に浸透している可能性を示唆している。

高校地学の参考書については、半分の2冊に誤った説明が見られた。この2冊はともに地学IB用の参考書である。残りの2冊では、見かけ等級という言葉は用いられていたが、実視等級という言葉は記述されていなかった。これらはどちらも地学Iの大学入試センター試験対策用の参考書であった。つまり、より詳しい内容を扱うはずの参考書の方に、揃っ

て誤った記述が見つかった訳である。図2に中学理科および高校地学の参考書における見かけ等級の取り扱い分布を示した。

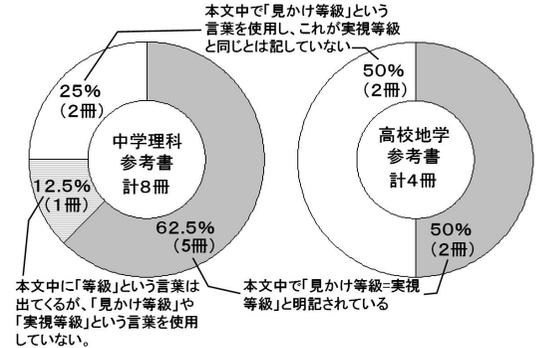


図2 中学理科（左）、高校地学（右）の参考書における「見かけ等級」の取り扱い分布

4.4 中学理科・高校地学の教科書の場合

天文教育の要である中学理科や高校地学の教科書では、どのように記述されているのだろうか。現行の中学理科2分野の教科書5冊と高校地学Iの教科書5冊、そして高校地学IIの教科書2冊を確認した。

中学理科2分野では、等級についての詳しい説明がなされた教科書は5冊のうちの1冊のみであった。とは言え、天体の明るさを「等級」で表す、天体の明るさはその天体までの距離によって変わる、という説明程度であり、「見かけ等級」や「絶対等級」という用語についてはまったく言及していない。

さらに別の2冊には「等級」という言葉は出てくるものの、付録の星座早見盤の説明の中や、章と章の間の天体のカラー画像紹介で簡単に触れる程度である。

残りの2冊については、「等級」という言葉そのものがまったく登場していない。ただし、中学理科2分野における等級の扱いについては、現行の学習指導要領において、天体の明るさに関する規定が無いため[4]、その記述が無いのも当然のことと言えよう。

高校地学については、IおよびIIの7冊の教科書すべてにおいて「見かけ等級イコール実視等級」という、誤った記述は一切見られなかった。

つまり、教科書の記述を見る限り、中学理科および高校地学については何の問題も見出されなかった。

4.5 天文学の専門書における傾向

最後に、天文学の専門書についても調べようと考えたが、さすがに手持ちでも数が多いため、定量的に調査することは諦め、天文学全般や観測天文学についての専門書を、ランダムに手にとって調べてみた。その結果、専門書であっても見かけ等級イコール実視等級、もしくはそのように誤解を与える説明がなされているケースが複数見出された。やはり天文学研究者であっても間違えて理解している人が少なからずいるようだ。また、このような専門書は、ここ10年の間に出版された比較的新しいものであった。

これらとは対照的に、1980年代以前に出版された比較的古い専門書では、「肉眼に感度のある波長帯で測定した明るさを実視等級という」という実視等級の正しい説明がなされているケースが多く見られた。1980年代に何らかの変化があったことが伺える。

5. ウィキペディア (Wikipedia) に御注意

最近、調べ物をする際には、つつい楽をして、yahooの辞書やウィキペディア (Wikipedia) などインターネット上のサービスや情報に飛びついてしまう。しかし、よく言われるように、ネット上の記述を鵜呑みにするのは危ない。日本語版ウィキペディアの「等級 (天文)」の項には、まさしく見かけ等級と実視等級の説明が混同 (と言うか混乱) して記述されているのだ [5] (2010年7月2

日現在)。まず、実視等級とは、肉眼に感度がある波長帯で観測された明るさであるとして、visual magnitudeの英訳を添え、正しい説明がなされている。ところがその直後で、今度は見かけ等級の別名であるとして apparent magnitudeの英訳を付し、誤った説明が記されている。見事な混乱ぶりと言えよう。ただし、さすがにこの問題に気付く人はいたようで、このウィキペディアの「等級 (天文)」の項の「ノート」には、見かけ等級イコール実視等級ではない、という投稿が見られる。

なお、このウィキペディアの「ノート」には、眼視等級という言葉も登場しているが、これも実視等級と同じ visual magnitudeの意味で用いられるべき言葉である。1970年前後に出版された比較的古い専門書には、visual magnitudeの意味でこれらの言葉が使われている例を複数見出すことができた。

最近では、大学生が提出するレポートにも頻繁に現れるくらい、ウィキペディアは多くの人に使用されている。「見かけ等級イコール実視等級」という誤解は、中学・高校用参考書の誤った記述と共に、瞬く間に広がり、しっかりと根付いていくのかも知れない。

6. どうなる実視等級？

何故このような「見かけ等級イコール実視等級」という誤解が生まれたのだろうか？ここからはあくまで筆者の私見 (と言うか独断と偏見?) であるが、まず最大の原因は、やはり「実視等級」という「実際に目で見た『見かけの』明るさ」と思い込んでしまい易い漢字の使用にあると言えよう。ただ、他にも幾つかの要因と思しき事情が見受けられる。

また、「実視等級」と「見かけ等級」が同じものであると誤解させてしまうような記述や説明が少なくないことも一因であろう。例えば、今回の調査 (?) で新旧の文献に目を通

したところ、どうやら慣例的に、「見かけの実視等級」を単に「実視等級」と表現するようだ（例えば『理科年表』などを見る限り、筆者はそのような傾向を強く感じるのだ）。

前述したような比較的古い専門書では、『肉眼で天体の明るさを測定した場合と、写真撮影によって測定した場合とでは、波長感度が異なるため、前者を「実視等級」、後者を「写真等級 (photographic magnitude)」と呼ぶ』という説明がしばしば見られた。ある意味、写真等級は実視等級の対義語と言えよう。しかし、現在では写真観測は CCD 観測に取って代わられてしまった。それに伴って、専門書からは写真等級という言葉とその説明がどんどん消えていき、実視等級という言葉のみが残されたのではないだろうか？そして CCD 観測が盛んになり始めたのはまさしく 1980 年代なのだ。

筆者は特に、教科書には誤った説明が皆無であるにも関わらず、中学・高校用の参考書には、それが見られることに注目したい。少なくとも 20 年ほど前から、教科書には記されてもいない、しかも誤った記述をわざわざ参考書が掲載しているのである。これは、参考書に載せる情報量をいたずらに増やし続けた結果ではなからうか？ 筆者の勝手な想像で話を進めるが、一旦、どこかの参考書が「見かけ等級イコール実視等級」という誤った概念を紹介したところ、他の参考書もそれにならって、その誤った情報を掲載し続けてしまったのではないだろうか。この参考書の誤った記述の掲載が、時間的にどこまで遡れるのかは未確認であるが、これが 30 年ほど前からのことであれば、丁度、専門書から「写真等級」の記述が消え、「実視等級」の説明だけが残された時期と一致する（筆者には今回、そこまで調べる気がなかった）。

なお、佐藤（1990）は、改めるべき天文用語の一つとして、「実視等級」を挙げており、

写真等級の対語であるが故に「眼視等級」と表すべきとしている[6]。「眼視等級」が適当か否かは議論が必要であるが、「実視等級」という用語を改めるべき、という意見には賛成したい。

この「見かけ等級≠実視等級」という話を、本学 2 年生対象の教養科目の授業(出席者 24 名)で話したところ、講義直後の感想文で、この話題に驚いた、という学生が 8 名(3 分の 1)もいた。この中には実際に、「見かけ等級イコール実視等級」を高校で習い、またその前提の下で受験勉強をしたという学生も複数見られた。

筆者は高校時代、現代文の先生から「言葉は生きており、長い時間をかけて変わっていく。古文で習う平安時代の言葉は、今の言葉とは全然違う。今、我々が使っている言葉も、時間が経てば、大きく変わって行くだろう」と教えられた。「実視等級」という言葉も、いつしか「見かけ等級」と同じ言葉として定着して行くのだろうか？

7. 最後まで残った謎？

じつは本稿を執筆するにあたり、筆者にとって最後まで疑問に残ったことがある。それは、見かけの実視等級とは何か？という謎である。ここまで読まれて、何を今更と思う方もいらっしゃるだろう。しかし、以前、天文教育普及研究会のメーリングリスト *tenkyo* や、芝田・福江（2009）で言及されたプルキニエ現象を思い出して頂きたい[7]。肉眼の波長感度は、昼間と夜間、つまり目に入射する光量で変わるのだ。

図 3 に大脇ほか（1989）に掲載された肉眼の波長感度[8]と、撮像観測で用いる測光標準システム (Johnson-Cousins システム) の B 、 V 、 R_c バンドのフィルター関数[9]を示そう。大雑把に言うと、これら B 、 V 、 R_c バンドは、肉眼でそれぞれ青色 (Blue)、緑色から黄色

(Visual)、赤色 (Red) と感じる波長帯の光のみを透過する働きをする。こうしてみると、昼間の肉眼の波長感度は Vバンドよりは僅かに長波長側、夜間では僅かに短波長側にシフトするようだ。

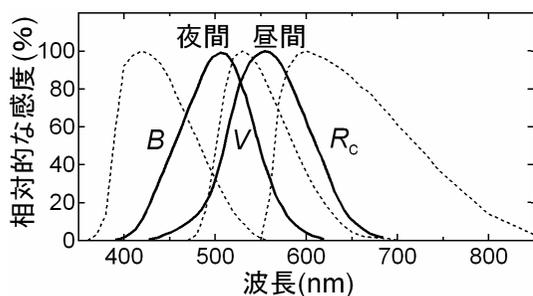


図3 肉眼の波長感度の変化(実線)と測光標準システムのフィルター関数(点線)

実視等級を正しく説明している専門書には、肉眼に感度がある波長帯(550nm)で観測した時の明るさ、という説明がよく見られる。しかし、実際に肉眼で夜空の天体を観察した場合、その波長感度のピークは 550nm にはなく、実際には少し青い 500nm あたりに来る。すると、実視等級とは、500nm にピークのある波長感度での明るさを「そのまま」550nm にピークのある波長感度で観測したものとした値と言うことになる。なんとも面倒だ。

まあ、波長感度のシフトによる等級の変化よりは、肉眼で観測するが故の、測定誤差や、肉眼の波長感度の個人差の方が大きいことは容易に想像できる。その意味では、このようなことは気にしても仕方がない事なのかも知れない。しかし筆者は、少し居心地の悪さのようなものを感じてしまうのだ。

本稿は、福江純氏(大阪教育大学)を中心とした天文領域の学校教員研修用テキストの製作途中で、松村雅文氏(香川大学教育学部)

より、その執筆を勧められたことで完成した。本稿執筆の機会を与えて下さった両氏に感謝したい。

また、本稿執筆にあたり、様々な文献に目を通し、誤解のないよう尽くしたつもりではあるが、それでも間違った情報などを記していたならば、それはすべて私の不勉強・未熟さによるものである。御容赦願いたい。

文 献

- [1] 青空文庫, <http://www.aozora.gr.jp/>
- [2] 国立天文台編(1994)『理科年表 平成 7 年』, 丸善株式会社, p. 108.
- [3] 国立天文台編(2008)『理科年表 平成 21 年』, 丸善株式会社.
- [4] 文部省(1998)『中学校学習指導要領(平成 10 年 12 月)』.
- [5] ウィキペディア, <http://ja.wikipedia.org/>
- [6] 佐藤明達(1990)「天文用語について」, 天文教育普及研究会回報 No. 3, p.13.
- [7] 芝田たける・福江純(2009), 天文教育, **21**, No.3, pp.34-39.
- [8] 大脇直明・磯部瑠三・斎藤馨児・堀源一郎(1989), 『天文資料集』, 東京大学出版会, p.130.
- [9] Bessell, M. S.(1990) 'UBVRI passbands', PASP, 102, pp.1181-1199.

西浦慎悟