

総合天文講座

2019度

受講生の成果

ギャラクシティ

2019 年度の「ギャラクシティ総合天文講座」受講生の方々の成果をまとめた冊子です。

目 次

日食病について	明石真由子
天の川の黒い穴	浅野順一
オーロラに憧れて～フィンランドの旅	池田奈央
プラネタリウム投影機の今昔	
～二球式プラネタリウムの今	池田陽一
宇宙とのつながり	住本哲朗
星空予報士を目指して	廣田伸之
世界の七夕伝説と世界の七夕事情	光永佐知子
星座早見盤に見る天の川	武藤裕行
星の世界とかかわるようになって	伊藤ちか子
足立区のプラネタリウムの歴史	田部一志

はじめに

2019 年度はギャラクシティで総合天文講座（全 3 期）を始めて 2 年目にあたります。第 1 期では「星のソムリエ」資格取得のための講座、2 期ではさらに、その先の天文学を学びました。第 3 期では、プラネタリウムでの解説を目指して練習を重ねてきましたが、3 月以降のコロナ禍で、発表会が行えない状態で年度を終わってしまいました。この、エッセイ集は第 2 期で、自らテーマを設定して調べ・研究した結果をまとめたものです。読みごたえある力作揃いだと思います。修了生の方々の多くが、ギャラクシティの「星を見る会」や「ミニプラネタリウム」でボランティアとして活躍されるようになりました。さらに、ギャラクシティに限らず、広く近隣の科学館やプラネタリウムで活躍する人も増えています。今後の、みなさんの活躍を期待しています。

（まるちたいけんドーム：田部一志）（6 月 1 日）

日食病について

明石真由子

天文現象はたくさんあるが、天体が好きな人なら一度は見てみたいのは皆既日食ではないだろうか。皆既日食を一度見た人は、また見たいと思う人が多くいる。

私もツアー旅行を使い皆既日食を見に行ったことがあるがツアーに参加している方と話をしたが何度も行ってる人が多くて驚いた。中には皆既日食を見るためにお金をためて働いている方もいるぐらいだ。このように何度も行ってる人は日食病にかかっているのかもしれない。

なぜ日食病にかかってしまうのか。私が体験した皆既日食で説明しよう。

私は2回ほど皆既日食を見に行っている。初めは2007年の中国での皆既日食を見に行ったとても広い公園でみた初めてだったのでとてもドキドキしていた。だが、70%太陽が欠けたあたりから急に雲が増え始め、皆既になるころ土砂降りになってしまい見れなかった。それでも皆既中は、暗くなるのが分かった。日本に帰ってきてからもしばらくは悔しかった。どうしても見たかったのでもう一度見に行くことにした。

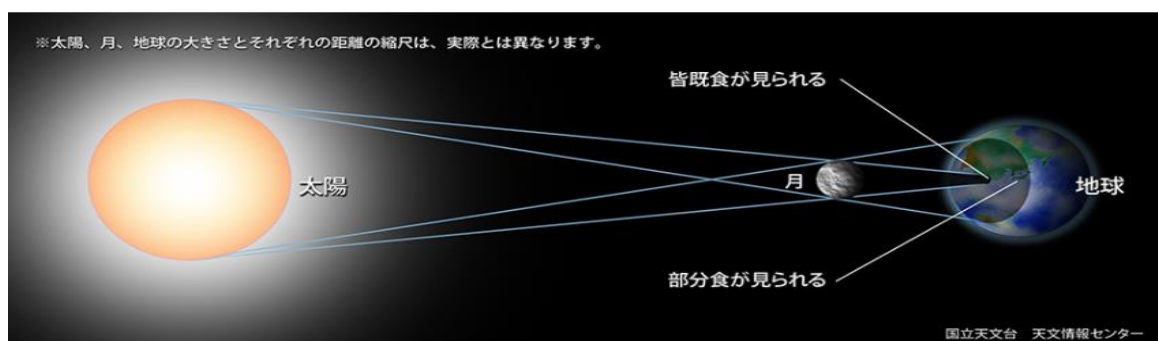
次に見に行くことを決めたのはオーストラリアだ。オーストラリアでは皆既日食を見ることができたので、体験し、感じたことを書いてみたいと思う。

私が見た皆既日食はオーストラリアのケアンズで、少し高台になった海辺にあり地平線もよく見えた。太陽が欠け始める前から待機をし、時間がきて月が太陽を少し隠し始めた。月と接触するまでまったく月が近くにあると気づけなかったのが太陽が欠け始めた時、存在を急に表したことに不思議な気分になった。時間が経ち太陽への月の侵略が進み、80%ぐらい太陽が見えなくなると当たりが少し薄暗くなっていくのが分かった。また気温も少しずつだか下がり、ひんやりしてきたように感じた。皆既日食はが見えるっという期待でワクワク感と緊張感と雲が近くに來たので太陽が隠れないかと少し不安感も感じた。そんなことを感じている間にも、太陽はどんどん隠れ小さくなりさらに暗さ、寒さは増していき、ほとんど見えなくなった瞬間に最初の大きな現象、ダイヤモンドリングが見えた、その瞬間に世界がガラッと変わったように真っ暗になった。太陽が本当に隠れた証拠だ。星がまわりに見え始め地平線は夕焼けになった。夕焼けもいつもみる夕焼けと違ったように感じた。

また太陽の周りに白い光が見え始めた。コロナだ。空は暗いがコロナが見えることで太陽の形がわかり不思議な気分になった。そうこうしている間に月が太陽との重なりを終え、少し

でもずれた瞬間、またダイヤモンドリングが見えると光が戻り、急速な朝を迎える。
実際朝は前に迎えていたのだが、二回目の朝だ。皆既中は世界が止まっていたような気持ちになっていたが急に世界が動き出すように感じた。終わった時、見れた感動と安堵感で涙が出た。見ていない方はわかりにくいところもあったと思うが、これが、私が感じた皆既日食だった。
次に皆既日食では実際何が起きていれるか確認してみたいとおもう。

1. 皆既日食の仕組み



図のように日食とは、月が太陽の前を横切るために、月によって太陽の一部（または全部）が隠される現象。全部隠れた場合のみ皆既日食となる。太陽は月の 400 倍大きく、月と地球よりも約 400 倍離れているため太陽と月が地球から見ると同じ大きさに見える。このため皆既日食時は太陽がぴったりと隠れみえる現象だ。太陽が隠れる領域は狭いため当日世界全部では見れず、一部地域のみとなる。

2. 接触名

接触には第1～第4接触がある第1接触では太陽が隠れ初め徐々に太陽が欠けていく月が太陽を覆い隠す瞬間を第2接触、太陽が再び姿を見せる瞬間を第3接触、太陽が徐々に現れ月が抜けていく瞬間を第4接触と呼ぶ。
次からは皆既中に起こる現象を説明する。

2-1. コロナ

太陽を取り巻く外層大気。普段はその姿は太陽の放つ強い光でかき消されているが皆既日食中は月で光が消されるため、真珠色に輝いてみえる。磁力線に沿った筋状の模様が肉眼でもみれ太陽の活動によって広がり方が違うので毎回見ても飽きない。

撮影：福島英雄、片山真人、渡辺康充 2006/3/29 トルコ シデ 国立天文台



2-2.彩層

太陽表面（光球）とコロナの間にある厚さ約 2000 km の薄い大気層、普段は光球からでるまぶしい光のため見ることはできないが、皆既日食の時は紅色の彩層を確認できる。

2-3.プロミネンス

皆既日食時に太陽の周りに赤い炎が観測できる。太陽表面から伸びているガス体。太陽の活動によって形や大きさが違う

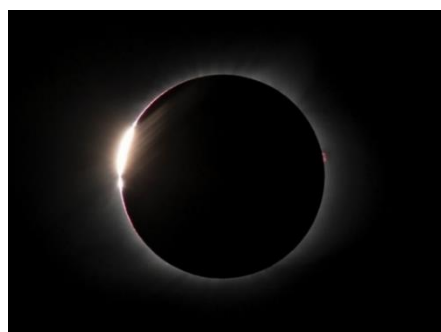


撮影：花山秀和、福島英雄 2017/8/21

アメリカ合衆国 セイラム 国立天文台、花山秀和、福島英雄

2-4.ダイヤモンドリングとベイリービーズ

地球から見た月は真ん丸に見えるが、実際は山や谷があり凸凹がある。皆既直前と直後、谷になっている所から光球のまぶしい光が漏れる瞬間がある。皆既直前のこの現象は日食の度に見え方が変化する。大きい光の粒が一個だけダイヤのように輝き、周りの輝くコロナの輪と合わせて指輪のように見えるときダイヤモンドリングと呼ばれる。また細かい光の粒が連なってビーズの首飾りみたいにみえる現象をベイリービーズと呼ぶ。



撮影：花山秀和、福島英雄 2017/8/21

アメリカ合衆国 オレゴン州セイラム 国立天文台、花山秀和、福島英雄

2-5.本影錘（ほんえいすい）

地球に落ちが月の影で、この下にいと皆既日食を見ることができる。日食を地球の外から見ると月の影が地球の上を移動する様子がわかる。地上でもよくみていると大気に映った影が日食の直前に走り寄るのがわかり、皆既が終わったあとも影が去っていくので見ることができる。

2-6.シャドーバンド

太陽が完全に月に隠れる第2接触と第3接触の直後の短い間にみれる現象。光の屈折によって、地表にさざ波のような帯状の影が走る様子がみれる。平な白い面でみると確認しやすい。

2-7.生物の反応や気温の変化

太陽が半分以上隠れた時に、周りの生物に反応がみられ、鳴き始めたり、ざわざわする。
(最も騒ぐのは人間である。) 人でも太陽が80～90%太陽が隠れると暗さを感じたり、気温が下がったことを感じる。太陽が隠れた時は夜行性の生き物が動き出す。太陽が出てくるとまた朝を迎える感じがし生物が動き出す。

以上が皆既日食中に見える・起きる現象だ。皆既中に起こる現象は本当に多くあり、同時に起きるものもありとても忙しい。とても一度見に行っただけでは全部見ることはできない。日食病にかかる人たちの理由は様々だが私が考えるに

- ・一度の体験ではすべての皆既中に起こる現象を確認できない。初めてなら興奮し、なおさらだ。現象を全部チェックしたい人
- ・皆既日食が起きる前の緊張感、また不安に思うような雰囲気に取りつかれる人。
- ・皆既中に見える普段ではみられないきれいな光景に取りつかれる人。
- ・自然の神秘や、生き物が生きているという感じに取りつかれる人。
- ・写真など撮影をしている方は、ダイヤモンドリングやコロナ・プロミネンスのような現象をうまく収めたいと思う人。また写真でしかできないが皆既中は月面を撮影することも可能だ。
- ・天気に左右されてしまい。みれないときもあり悔しくてみる人

うまく考察できたかわからないが、さまざまな思いをもってる人がいて日食病の方がいるとおもう。それほど皆既日食を見ることはすごく神秘的なものなのだ。

参考文献・出典

図版と写真は以下の Web Site から引用しました。撮影場所、撮影者の情報については、それぞれの画像にキャプションとして記載しました。

- 1 国立天文台・天文情報センター、日食の原理図
<https://www.nao.ac.jp/gallery/sun.html>
- 2 コロナの写真
<https://www.nao.ac.jp/contents/astro/gallery/SolSys/Sun/e60329zl.jpg>
- 3 プロミネンスの写真
<https://www.nao.ac.jp/contents/astro/gallery/SolSys/Sun/se20170821-03.jpg>
- 4 ダイヤモンドリングとベイリービーズの写真
<https://www.nao.ac.jp/contents/astro/gallery/SolSys/Sun/se20170821-01.jpg>

天の川の黒い穴

天の川の観測と写真技術／ 浅野 順一



(八ヶ岳／白駒池にかかる天の川) /ASANO, Junichi

天の川を見たことはありますか？

「子供の頃に」「田舎でみたことがある」という方もいれば、「見たことない。見えるものなの？」という方もいらっしゃるかもしれません。でもほとんどの方は、「天の川は『銀河』のひとつで渦巻きの形をしている」ということはご存知なのではないでしょうか。

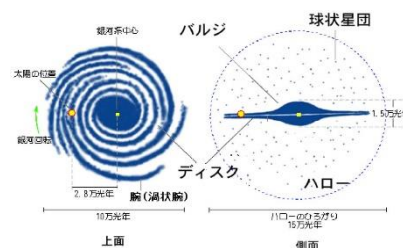
実は天の川が渦巻き銀河である、と観測で証明されたのは第二次大戦後なのです。20世紀の初め、アインシュタインが相対性理論を発表したころ、まだ天文学者の間では天の川銀河が宇宙で唯一の銀河なのか、また、その大きさについて決着がついていませんでした。ましてや渦巻銀河かどうかについては、一部の「渦巻きの腕」は観測されていましたが、渦巻銀河であると断定されるには至っていませんでした。これは、そもそも我々は天の川銀河の中にいて、しかもほぼ真横から見ていることが大きく影響しています。加えて、我々の目はいわゆる「可視光」という限られた波長の光しか見ることができず、「渦巻き」が観測的に確認されたのは「電波による観測」が第2次大戦後に用いられるようになってからでした。

本稿では、「それでも地球は回っている」で有名なガリレオ・ガリレイが17世紀初めに望遠鏡で天体観測を始めてから300年、天の川銀河の大きさやいくつもある銀河の一つで

ある、と理解されるようになる中で写真技術の果たした役割を追いかけながら、とくに天の川の暗黒星雲について地道な研究を続けた天文学者・バーナードに触れたいと思います。

我々の住む「天の川銀河」（銀河系）

まずは現代の天の川銀河（銀河系）の認識をおさらいしておきましょう。我々は地球上に暮らし、地球は太陽をまわり（太陽系）、太陽系は「天の川銀河」（銀河系とも呼ぶ）の中にあります。（右図1）

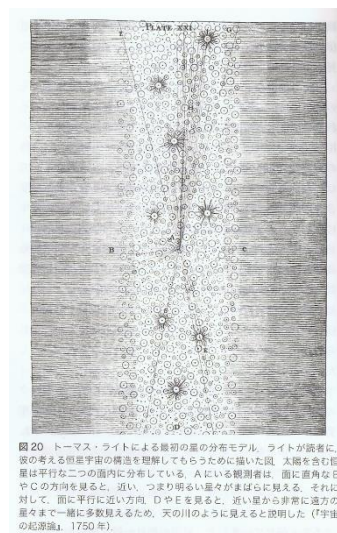


天の川観測の歴史

図1「銀河系の構造」（国立研究開発法

1610年 ガリレオ・ガリレイは、天の川を望遠鏡で観察し「天の川は星の集まり」である、と書いています。この認識は約70年後には日本にも伝わっており、江戸時代に天文学者、小林義信謙貞は「二儀略説」の中で天の川について二つの仮説（天の厚みが特に厚いところが白い、あるいは、肉眼で見えないような小さな星の集まり）を併記した上で「望遠鏡で見たら微星の集まりだった」と書いています。

1750年 トーマス・ライト（英）：「天の川は円盤状の星の集まりを横から見ているのではないか」（『宇宙の新理論新仮説』（An original theory or new hypothesis of the universe), 1750）という仮説を発表。（彼はアマチュアながら天文台を所有していました。18世紀から19世紀にかけて、天文観測は裕福なアマチュアが趣味で行うことが多かったようです。また、当時は望遠鏡も自作していたようです。）



1755年 カント（独）：（「純粋理性批判」で知られる）哲学者のカントは、ライトの仮説に触発され、円盤状の星の集まりは天の川の他にもあり「島宇宙」とも呼べるようなものではないか、と考えました。この島宇宙のアイデアは慧眼と言えましょう。

図2 トーマス・ライトによる天の川の構造、出典：「西洋天文学史」

1785年 ウィリアム・ハーシェルは、元々は音楽家でしたが、天文にも興味を持ち、自作の望遠鏡が人気となったことから、本格的に天体観測を行うようになりました。天の川の構造を探るため、星の明るさと数・方向（位置）を数える方法で観測を行いました（この方法は現在でも「星計数法」として観測に用いられることがあります）。ウィリアム・ハーシェルは、星は同じ明るさで輝いていて星の明るさの違いは距離が異なるためと仮定し数と位置を推定しました。その結果、天の川は「どら焼き」のような形で太陽系はそのほぼ真ん中にいる、という結果が導かれました。（当時は星までの距離を測る手段がなかったため、太陽が中心となってしまったが、太陽が中心という結論

には当人もさすがに違和感があったようです。) また、ウィリアム・ハーシェルは天の川に見られる星がない部分について「天空の穴」と呼んで興味を持っていました。息子のジョン・ハーシェルが南天の観測のために南アフリカ・喜望峰のケー

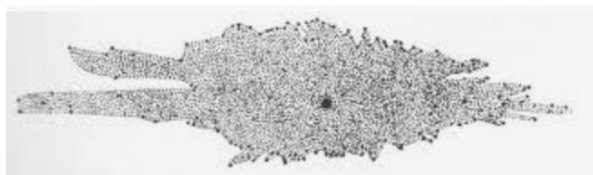


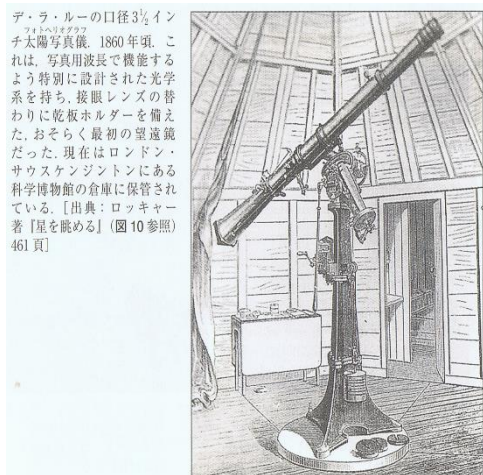
図 3 ウィリアム・ハーシェルによる天の川の形、出典：「ビクトリア時代のアマチュア天文学者」

プ天文台に 1833 年に赴任した際には、わざわざ父の望遠鏡を移設し、父が興味を持っていたこの「天空の穴」を南天でも観測を行っています。のちに父の観測結果（整理したのは叔母）に自らの南天の観測結果を加えてまとめあげて、General Catalogue を出版しました。ジョン・ハーシェルはその後、天文学協会長、大学学長、(ニュートンも務めた) 造幣局長官などの要職を歴任し、1871 年になくなりました。彼はウェストミンスター寺院のニュートンの脇に埋葬されました。(蛇足ですがニュートンの前の床には 2017 年に亡くなったホーキング博士が埋葬されています。その墓碑銘は彼の発見したホーキング放射の式が刻まれています。)

1850 年代には観測技術に革命が起こります。ウィリアム・ボンド (米／ハーバード大学天文台初代台長) やウォーレン・デ・ラ・ルー (英) などにより天体写真儀が開発され本格的に天体の写真撮影がはじまりました。

以降、天体観測において写真を撮影することで、正確で客観的な記録が素早くできるようになっていきます。また、長時間の露光により、星雲や暗い星といった人の目には見えないほど暗い天体についても正確に記録ができるようになりました。デ・ラ・ルーが最初に使用したのは湿式コロジオン法と言われる感光剤でしたが、1871 年に乾式写真乾板と言われる、製造も保管も扱いも簡単な方式が発明され、1878 年に乾板の大量生産が始まると一気に応用が広がりました。

また、この時期にもう一つ、1863 年に天文観測に光のスペクトルを調べる「分光観測」が始まります。この技術はのちに、星々についての様々な情報 (明るさ、重さ、星までの距離など) や宇宙の膨張の発見にもつながっていきます。19 世紀に開発されたこれらの技術は 20 世紀以降の天文学に大きな貢献をします。



デ・ラ・ルーの口径 3 1/2 インチ太陽写真儀。1860 年頃。これは、写真用波長で機能するよう特別に設計された光学系を持ち、接眼レンズの替わりに乾板ホルダーを備えた、おそらく最初の望遠鏡だった。現在はロンドン・サウスケンジントンにある科学博物館の倉庫に保管されている。[出典：ロッキヤー著『星を眺める』(図 10 参照) 461 頁]

図 4. デ・ラ・ルーの太陽写真儀、出典：「ビクトリア時代のアマチュア天文学者」

E. E. バーナード

写真技術の発展と普及により、天文観測に写真が欠かせないものになりました。天体の写真を撮り続け、様々な発見を成し遂げたバーナードを紹介したいと思います。

エドワード・アーネスト・バーナード (Edward Emerson Barnard) : 1857年12月16日、米国テネシー州ナッシュビルで生まれました。家は貧しく9歳で写真スタジオに働きに出ます。初めは太陽光をスタジオに取り込む鏡の操作を受け持ったが、のちにここで写真技術を身につけるとともに、天文にも興味を持つようになります。20歳の時に望遠鏡を購入、その価格は彼の年収の2/3に相当するものでした。彼はこの望遠鏡を使って、当時流行していた彗星探しを始めます。当時のアメリカでは天文台などが彗星発見者に賞金を出しており、1881年バーナードは初めての彗星の発見で200ドルを受け取ります。彼はその賞金で母親と妻が住む

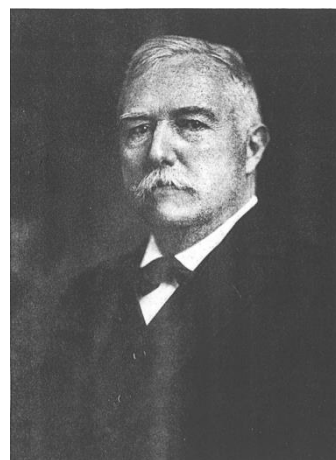


図 5. Edward Emerson Barnard, 出典 : *Astrophysical Journal*/NASA-ADS

小さな家を手に入れました。この家は「コメットハウス」と呼ばれました。この後の数年間で5つの彗星を発見します。1883年には彼の技術に目をつけたテネシー州ナッシュビルのバンダービルト大学に天文学実習インストラクターとしてスカウトされます。彼は助手を仕事をする傍ら、特別学生として講義を受講することも許され、1887年に30歳で学位を取得します。このころから天の川に見られる「暗黒領域」(星欠乏域)の撮影も始めます。この間に学会等で知り合った縁でその写真技術の知識と腕を買われ(当時は写真撮影は専門の知識と経験が必要で、写真を撮ることのできる天文学者はいませんでした)、1888年にカリフォルニアのリック天文台にジュニアスタッフとして転職します。写真技術を生かして長時間露光によりスィフト彗星の尾の形の詳細な形の観測を行うなど成果をあげました。また、ここでは彗星に加えて、天文台の望遠鏡で星雲・星団、銀河の観測と撮影を行いました。そして1895年にシカゴ大学のヤーキス天文台にシカゴ大学教授兼天文台専任研究員として招聘されます。1923年2月になくなるまで、ヤーキス天文台での観測を続けました。バーナードはヤーキス天文台で多くの写真を残しました。その中でも銀河、とくに「暗黒領域」(Dark Region 星欠乏域)についても観測、撮影を多く行いました。

バーナードと暗黒星雲：

ウィリアム・ハーシェルが18世紀に「天空の穴」と呼んだものが本当に「穴」なのか、何かが存在していて「遮光」したものか、19世紀の後半になっても決着がつかないでいました。

バーナードは1884年には、いて座の「暗黒領域」についての論文“Small Black Hall in the Milky Way”を書いています。この中で「すべての天体の中で最も奇妙で興味深い」とかいています。このあと30年以上にわたって、彼は暗黒領域について観測し続けます。彼は観測

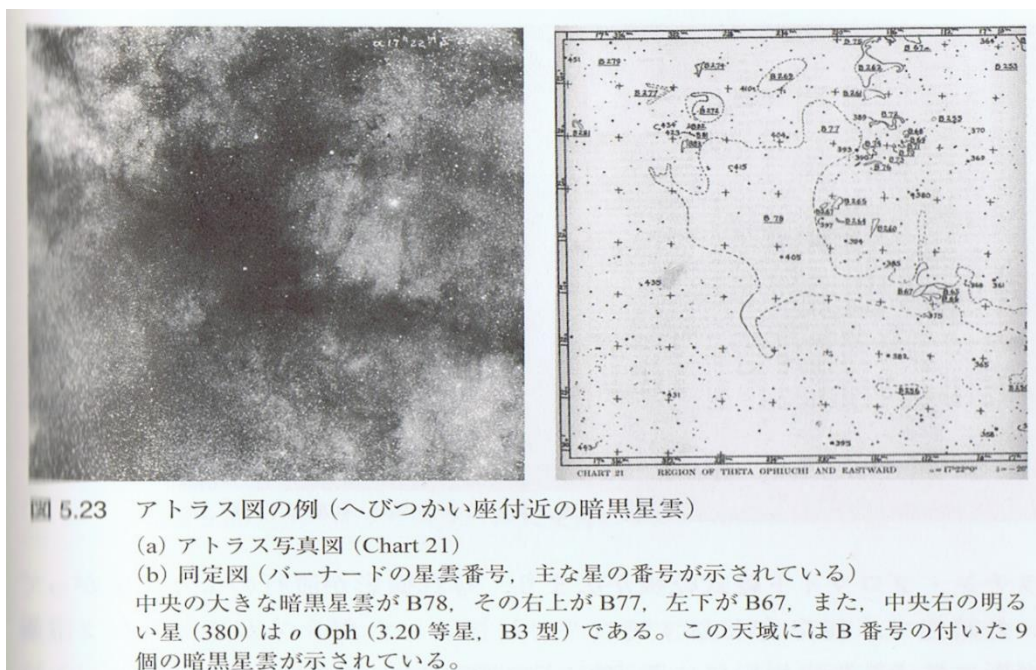
を始めた頃から、天の川の星雲を「穴」（星のない領域）であると考えていました。彼の認識が大きく変化するきっかけになったのは、20世紀に入ってまもない1905年、ケフェウス座の天の川についての論文とその議論でした。英国の写真家で天文学者のA.C. ランヤード（A.C.Ranyard）が自身が編集者を務める科学雑誌の中で提示した仮説「天の川の星雲と我々との間に物質があって光を遮っているのではないか」に対し、バーナードは「そういうケースもいくつかはあろうが、ほとんどは星がないと考えることで説明がつく」と書いています。

バーナードは5年後の1910年になってもまだ「不透明な星雲があるのか決め手がない」と結論が出ずにいました。特にさそり座 ν （ニュー）星近傍の星雲状の写真が引っかかっていました。背景の星が弱いながらも透けて見えていたからでした。「少なくともこの写真を見る限りその星雲状のものは我々と星々の間にあるように見える。これが一般的な状態なのかまたは全く別の原因によるものか判らない」

さらに3年後、1913年になると、のちにドイツの天文学者オルフによって開発された定量的な星計数法や星間物質、赤化という概念なしに、彼もなんとか自分自身を納得させたように書いています。「(1913年の)夏の月のない夜、天の川をブルース望遠鏡で撮影していて、(穴だと思っていたものが)天の川にインクを落としたように見えた。他にもいくつもそんなスポットがあった。これが何かぼんやりしたものが天の川と自分との間にあるのではないかと思うようになったきっかけだ」 また、「馬頭星雲はあきらかに暗黒体が連続的に明るい星雲に対してかぶさっている。多分これは明るい星雲と我々との間に暗くぼんやりしたものがあるのだ。またさらにいくつかの「穴」は空っぽではなくぼんやりした存在を示している。ヤーキス天文台の40インチ望遠鏡でいて座の暗黒部分を見ると片方は暗く星もまばらな一方でもう片方は暗いながらも輝いている。これは暗い物体があることは疑いようがない」と書いています。

その後も探求を続け、1916年、1919年の論文でようやく「何らかの物質で遮光されたもので、ただしそれは赤化が見られないことからガスではなかろう」と結論づけています。バーナードは写真だけでなく、当時最新の観測技法の分光観測も利用していたことが窺えます。暗黒領域（星欠乏域）に関心をもって観測・撮影を始めてから30年以上経っていました。第一次大戦のあと、カーネギー財団からの援助で、バーナードが撮影した天体の写真をアトラスとして出版することになりました。しかしバーナードは当時の印刷技術には満足できず写真をプリントしたものを使用することにします。これまで撮影した35700枚の写真乾板をチェックし約350枚絞り込み、それぞれを700部プリントして解説の図（同定図）とともに記載することになりました。シカゴ市内でプリントシトラックでヤーキス天文台のバーナードのもとに届けられ、バーナードは700枚のプリント一枚一枚の品質をチェックしました。時にはトラックがシカゴギャングに襲われることもあったようです。その時に銃弾によって穴の空いたプリントがヤーキス天文台には一時期展示されていました。結局、出版を待たずにバーナードは1923年2月に世を去り、ヤーキス天文台は「Ad Astra」という計

報をだしました。バーナードの助手を務めていた妻の姪によって 1927 年に Limited Edition として出版されました。そのクオリティの高さと部数の少なさからマニア垂涎のコレクターアイテムとなり、稀覯本となっています。このアトラスでバーナードが暗黒星雲につけた番号は今でも使われ、アトラス自体も 2011 年に再版されています。



（出典：「現代天文学史」小暮智一／京都大学学術出版会）

全く同じ時期に、ドイツのウォルフも写真を活用して様々な天体を発見し、とくに暗黒星雲については星計数法や分光観測も用いて、それが星間物質、主に塵によるものであること示しました（1923 年）。ちなみにウォルフは提案者、協力者として、プラネタリウムの第一号の開発に関わっていました。また後述のブリנקコンパレータも彼の発案です。

バーナードと写真がもたらしたもの：

バーナードの死後、ヤーキス天文台で彼の仕事を引き継いだフランク・エルモア・ロスがバーナードの残した写真乾板をブリנקコンパレータと呼ばれる装置を利用して詳細に調べ、400 を超える変光星、1000 以上の固有運動の大きい恒星を発見しました。

写真を天文観測に用いることで、このような再検証や分業が可能になり、また、天体の位置や明るさの変化を正確に長期間にわたって追いかけることもできるようになります。さらに、写真による天体観測は、ハーバート大学のリーヴィットによる変光星の詳細な検討から「周期～光度関係」と呼ばれる恒星までの距離を測る上で欠かせない理論につながります。この理論はハッブルがアンドロメダ銀河までの距離を決定づける際に用いられます。さらに、ここから天の川銀河（銀河系）の大きさと太陽系の位置の確定、銀河系が宇宙唯一の銀河でも宇宙の中心でもなく、銀河系の外にも銀河がいくつもあるという、現在我々が当たり前で考

える宇宙の構造が固まりました。このように写真は天文学の発展に大きく寄与したのです。

その後、写真は20世紀の末にデジタルの時代を迎えます。デジタルカメラを使えば冒頭のような写真が個人で簡単に撮影できるようになりました。現代の天文台での観測では天文学者が自分の目で天体を見ることはほぼないと聞きます。さらに、撮像素子の大型化(=撮像素子の増加)も進んでいます。例えば、ハワイ・マウナケア山山頂のすばる天文台に取り付けられたハイパーシュープリームカム(HSC)は116枚のCCD画像素子からなる直径約60センチの巨大なCCDセンサーを持ち、深宇宙の重力レンズを観測して暗黒物質の分布の研究などに使われています。

(ちなみにフルサイズ一眼レフカメラの撮像素子は36mm×24mmで対角線でも42mmほど…)

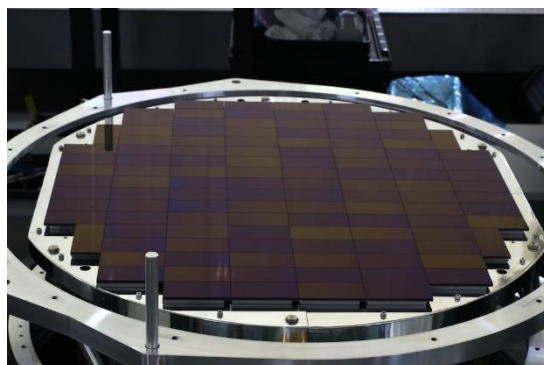


図 6. HSC の CCD センサー、出典：HSC Project HP

~~~~トピック~~~~

写真乾板



\* 東京大学木曾観測所のシュミット望遠鏡で撮影された、14 インチ (35.5 cm) 角の大型写真乾板 (撮影 岡村定矩) (天文学辞典>写真乾板より)



乾板の検査〜じごぼう氏のブログ  
「Minor Planets at 366」>木曾観測所より

ブリックコンパレーター

移動天体や変光天体を見つけるための測定装置。点滅比較計と呼ばれることもある。同じ天域を異なる時刻に撮った2枚の写真を、光路を切り替えることにより同じ視野に交互に導くこと(点滅比較)により、移動天体は位置がずれて見え、明るさの変わった天体は同じ位



置で点滅するように見える。移動も変光もしていない天体は、視野の切り替えによって見え方が変わらないので、移動天体や変光天体が容易に検出できる。(天文学辞典)

画像：「西尾泰和の Scrapbox」 ブログより

~~~~スクラップ~~~~



<https://shibamatax.exblog.jp/9646717/> 「秘密の世界～おうし座の方向に横たわる暗黒星雲 Barnard7」 Photo by NASA,



「パイプ星雲」は、へびつかい座の暗黒星雲。銀河系中心部の星々をバックに浮かび上がる。ヨーロッパ南天天文台（ESO）が運営するチリのラ・シヤ天文台が撮影、8月15日に公開された。 Image courtesy ESO／日経 BP National Geographic 2012/08/17 News



http://ryutao.main.jp/film_taurus.html
「天体写真の世界～おうし座の暗黒帯」
Astrophotography by T.Yoshida



千葉県・野島崎にかかる天の川
ASANO, Junichi

引用文献

- 1 Mumford, G.S (1987) "The Legacy of E. E. Barnard" Sky and Telescope, vol. 74, p. 30
- 2 Frost, E.B. (1923) "Edward Emerson Barnard" Astrophysical Journal, vol. 58, p.1
- 3 Barnard, E.E.(1919) "On the dark marking of the sky with a catalogue of 182 such objects" Astrophysical Journal, 49, 1-24
- 4 小暮智一 (2012) "星と銀河 その4 ～銀河と暗黒星雲～" 天文教育 vol.24No.3, 天文教育普及研究会
- 5 小暮智一 (2015) "現代天文学史" pp.642 京都大学学術出版会
- 6 谷口義明、岡村定矩、祖父江義明 (2007) 「銀河Ⅰ」 pp.340 シリーズ現代の天文学 4, 日本評論社
- 7 祖父江義明、有本信雄、家 正則 (2007) 「銀河Ⅱ」 pp.344 シリーズ現代の天文学 5, 日本評論社
- 8 福江純、沢武文 (2014) 「超・宇宙を解く」 pp.294 恒星社厚生閣
- 9 廣瀬匠 (2017) 「天文の世界史」 pp.256 集英社インターナショナル
- 10 アラン・チャップマン著 角田玉青・日本ハーシェル協会共訳(2006) 「ビクトリア時代のアマチュア天文学者」 pp.428, 音楽図書
- 11 渡部潤一監修 (2018) 「図解・眠れなくなるほど面白い宇宙の話, pp.127, 日本文芸社
- 12 中村 士 (2014) 「東洋天文学史」 pp.219, 丸善出版
- 13 Michael Hoskin 著, 中村 士 (訳) (2013) 「西洋天文学史」 pp.158, 丸善出版
- 14 山本一清(1959) 「バーナード先生のこと」 in 「48人の天文家」, 恒星社厚生閣
- 15 斉田 博(1981) 「バーナード～アマチュア時代の苦闘」 in おはなし天文学 4、地人書館

オーロラに憧れて～フィンランドの旅～

池田奈央

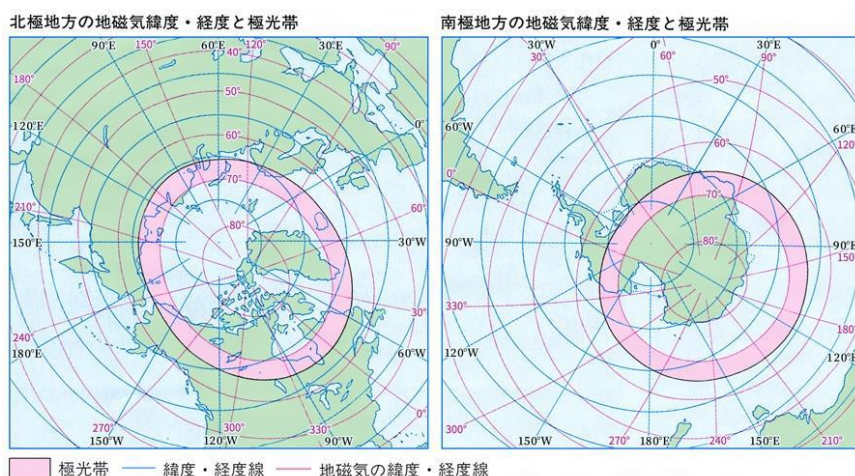
20年以上前のある日のこと。写真展に出かけた私は、一枚の写真の前から、しばらく動くことができなくなった。その写真があまりに美しかったから。

それは、写真家の星野道夫氏が撮影した“オーロラ”の写真。以前にも本やテレビ等でオーロラを見たことはあったが、星野氏の撮影したオーロラの美しさは、比較にならなかった。地球上でこんなに美しい現象がおこるということに感動し、いつか必ず本物のオーロラを見に行こう！と強く心に誓ったのである。

時は流れて大人になり、ついにその思いを実現する時がきた。

まず、どこでオーロラをどこで見るかを決めることが重要だ。星野氏がオーロラを撮影していたのがアラスカであるから、アラスカに魅力を感じたが……。この旅は、少し遅くなった新婚旅行もかねていたため、よい思い出になりそうな場所を夫と二人で検討した。

※オーロラというと、北極や南極に近づくほど、よく見えるのではないかと考えてしまいがちだが、実際は「磁極(地球の磁場の極)」をとりまくドーナツ状の地域がオーロラの発生率が高い場所である。この地域のことを「オーロラ帯(オーロラベルト・極光帯)」と呼び、具体的な地名としては、アラスカ(フェアバンクス)・カナダ(イエローナイフ)・スウェーデン(キーナル)・フィンランド(サーリセルカ)等が挙げられる。



<https://kotobank.jp/word/%E3%82%AA%E3%83%BC%E3%83%AD%E3%83%A9%28%E6%A5%B5%E5%85%89%29-1515295>(コトバンク「オーロラ」より)

あれこれ検討した結果、万が一オーロラを見ることができなかったとしても、その他の観光が充実していそうなフィンランドに決定した。こうして私たちはオーロラを求めフィンランドを旅することになったのである。

日本(成田空港)からヘルシンキ空港まで約9時間のフライト。空港に着くと、クリスマスシーズンであったこともあってか、サンタクロースのおじいさんに遭遇し、さすがフィンランド！とテンションが上がった。のんびりする間もなく国内線の乗り継ぎの時間となり、あせあせと飛行機に乗り込んでキッティラ空港へ。キッティラからは、バスに乗って目的地(宿泊先)であるユッラスに向かう。このバスの乗り換えの際に、初めてフィンランドの外気に触れ、思ったより寒くないかも？と感じたが、のちに撤回することになる……。走行するバスの中から外を眺めると、辺り一面が全て雪だということに気づいた。道路標識も雪に覆われて表示が全く見えなくなってしまうているが、運転手さんは慣れていらっしやるので、かなりのスピードで快走。スリル満点だ。

と、突然「オーロラが見えてる！」との大きな声があつ！バス中大騒ぎとなり、皆オーロラを見たい！と外を凝視……。すると、あちこちから「あーっ見えた！」の声。えーどこだろう？と必死に探していると、緑色のもわっとした光が見えた。窓越しだったので、大パノラマでは見えなかったけれど、ひとまず幸先のよいスタートである。この調子なら、すごいオーロラを見ることができると、期待が膨らんだ。

興奮冷めやらぬ中、バスは目的地であるユッラスのアカスロンボロ湖近くのホテルに到着。バスを降りると……恐ろしく寒い。某メーカーの寒さに強い！と有名なシャツ・パンツ・ダウンコートを着ていたけれど、フィンランドの寒さには勝てなかった。

ホテルに入ると、レンタルをお願いしていた“防寒服”の配布、薪ストーブ・サウナの使い方のご指導を受け、各々の部屋がある棟へ。

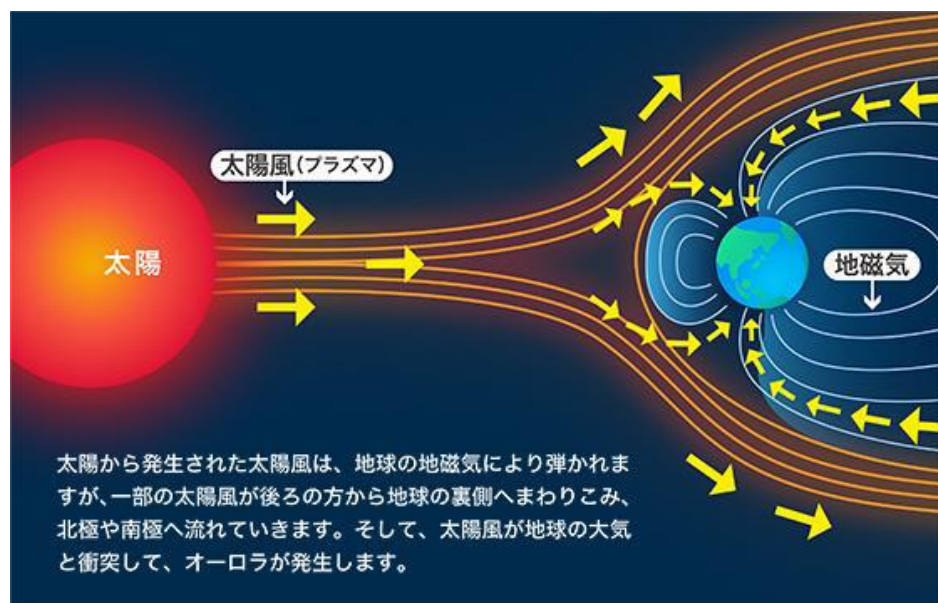
私たちが泊まったのは、ホテルといってもアパートメントタイプの部屋で、キッチン・サウナ・薪ストーブが各部屋にあり、プチ移住気分を味わえる。

さっそく防寒服に着替え、外へ出てみた。すごい。防寒服を着ていると、外にいても寒くない。これは、絶対に借りるべきものだと思う。外に出たついでに雪に触れて驚いた。雪が、さらっさらで、まったく雪玉が作れない。また、手すりに積もった雪をはらうと、ふぁ〜っとあたりに雪が舞う。これが本当のパウダースノーというものかと、また驚いた。そして、ふと夜空を見上げると……プラネタリウム？と見まごうばかりの星々。星座にあまり詳しくない私にもわかるくらい、星たちが存在感を発揮していた。こんなにクリアな夜空ならば、今夜はオーロラがきれいに見えるのではないかと胸が高まる。

簡単な夕食をとり、いよいよオーロラウォッチングタイム。ホテルからてくてく歩いて、アカスロンボロ湖へ向かう。湖といっても、全面凍っているの湖の上でオーロラを待つことになる。すでに何人もの人たちが立派なカメラをセットしてオーロラを待っていた。知らない人同士でも、目的が同じなので自然と会話がうまれる。どうやら今夜はまだオーロラの

出現はないらしい……。ひたすら待つ……。

※オーロラとは、簡単に言うと「太陽風と呼ばれる、太陽から放出されたプラズマ(電気を帯びた粒子)が、大気圏に突入し大気中の酸素や窒素ぶつかったときに起こる放電現象」である。私たちの身のまわりにある、ネオンサインや蛍光灯の放電現象と同じ原理で光っている。



<http://www.power-academy.jp/electronics/familiar/fam02400.html>(Power Academy 「地球とプラズマ」より)

オーロラの資料を読んでいると、「オーロラのふるさと(故郷)は、太陽である」とよく目にするように、オーロラ発生の要因は太陽活動によるものだ。主な太陽活動としては、①太陽フレア②コロナホールの2つが挙げられる。

① 太陽フレア……太陽表面で起こる爆発現象。太陽面にフレアが発生すると磁気嵐が起こり、その約3日後にオーロラの出現率が高いとされる。

② コロナホール……高速の太陽風が吹き出しているところ。この高速太陽風により、多くの磁気嵐が起こる。

よく、旅行会社のパンフレットやガイドブックなどに、オーロラがよく見えるピーク時期というのは、11年周期でやってくるというような記載がある。これは、太陽活動を黒点の増減で表すと、11年周期で黒点が多くなり太陽フレアが発生しやすい時期(極大期)がやってくるので、それに合わせてオーロラの出現も多くなるという考えからだ。

しかし、極大期の反対に、極小期になると黒点は減少するが、コロナホールの発生が多くなる。コロナホールの発生が多いということは、オーロラの発生頻度も高くなる。このことから、11年周期でオーロラ出現のピーク期と低迷期がやってくるというわけではないことが言えるだろう。

また、太陽フレアやコロナホールによっておこるオーロラというのは、出現するオーロラの全体のうち、なんと1割ほどに過ぎないらしい。オーロラが気まぐれな自然現象であると言われる所以がわかる。この気まぐれさが、人々を魅了するのか9割ほどのオーロラは、様々な偶然によるものなのだという。オーロラが気まぐれな自然現象であると言われる所以である。この気まぐれさが、人々を魅了するのかもしれない。

初日。いくら待っても、オーロラは現れなかった。しかし、あと3回オーロラウォッチングの機会が残されている。なんとか1回でもオーロラを見られますようにと、祈って就寝した。

オーロラウォッチング2日目。明らかに、空が曇っている。ちょこちょこと外に出て、空の様子をうかがうが、一向に雲は減らない。

今日も無理かもしれない……。と思いつつ、気分転換もかねて薪ストーブをつけたり、近くスーパーで購入した食材を調理したりして過ごす。

夜になったが、やはり雲は晴れない。今夜は潔く諦めることにして、防寒服を脱ぎ寝ることにした。

すっかり寝る準備もできて、のんびりとソファでテレビを見ていると……。ドンドンドンッ！とドアをたたく音が聞こえてきた。どうしたどうしたとドアを開けると、現地ガイドのKさんがいらっしゃり「よかった起きていて！オーロラ見えてますよ！急いで！」と、息を弾ませながらおっしゃった。

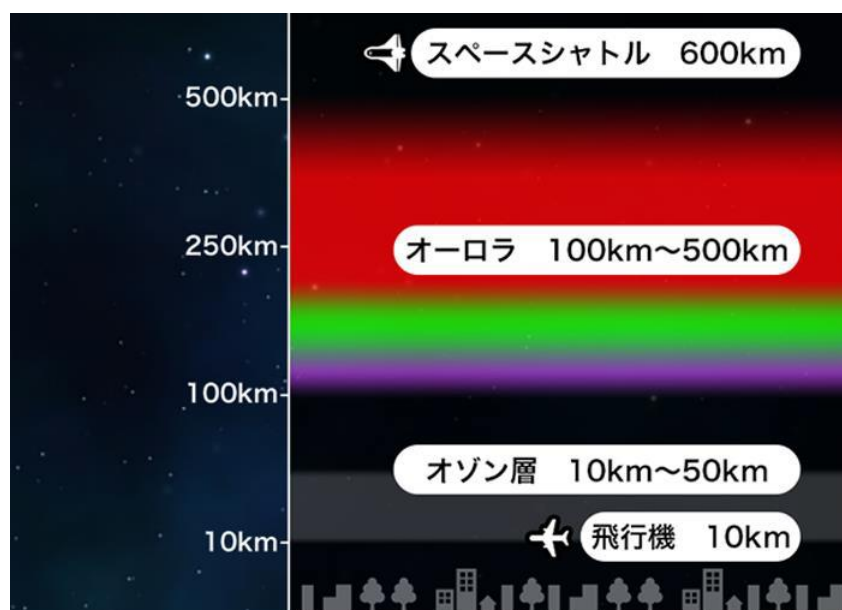
「えー！」と勢いあまって一歩外に出ると極寒。慌てて防寒服に着替え、Kさんと一緒にアカスロンポロ湖を目指して早歩き(積雪と重い防寒靴でうまく走れないため)。遠くの空には、緑色の光がほわりほわりと見えている。胸が高鳴り、歩みが速まる。

着いた！ずっと曇っていたため、湖にはほとんど人がおらず、辺りは一段とし〜んとしていた。

息を整えながら空を見上げる。

そこには、広い夜空にゆらめく緑色の光があった。20年以上憧れ続けてきた“オーロラ”。この感動は、言葉にできない。しっかりと宇宙からの贈り物を目に焼き付けた。

※私たちが見たオーロラは、大部分が緑色で、時折上部に赤い色がほわあと見えたが、オーロラの写真集などを見ると、赤色・緑色だけではなく、ピンク色なども見て取れる。これら色の違いは、オーロラが発光する高度とそこに存在している原子の違いによるものだ。上空約200km以上のところでは、酸素により赤い光を発し、上空約100km～200kmの間では、同じく酸素が緑色の光を発光する(酸素は、電子と弱く衝突すると赤色に、強く衝突すると緑色に発光する)。上空約100km以下になると、ピンク色が見られるが、ピンク色は窒素の発光によるものである。



<http://weathernews.jp/s/topics/201609/290155/>(weathernews 「いよいよオーロラシーズン！」より)

2日目以降の夜は、幸運なことに連日オーロラを見ることができた。持参したカメラがコンパクトデジタルカメラとスマートフォンのカメラだったので、あまりきれいに撮影できた写真はないけれど……。私の頭の中には、あの素晴らしい光景が今もしっかり記憶されている。



図版と写真は以下の Web Site から引用しました。クレジットについては、それぞれの画像にキャプションとして記載しました。

図1 「オーロラ帯の図」コトバンク「オーロラ」図のクレジット Shogakukan

<https://kotobank.jp/word/%E3%82%AA%E3%83%BC%E3%83%AD%E3%83%A9%28%E6%A5%B5%E5%85%89%29-1515295>

図2 「太陽、地球、プラズマの図」 Power Academy 「地球とプラズマ」図のクレジット Japan

Power Academy

<http://www.power-academy.jp/electronics/familiar/fam02400.html>

図3 「オーロラ高度の図」 weathernews 「いよいよオーロラシーズン！」図のクレジット

Weathernews Inc. All Right Reserved

<http://weathernews.jp/s/topics/201609/290155/>

プラネタリウム投映機の今昔

～二球式プラネタリウムの今～

池田陽一

——一世の中では一般に「ダンベル型」…とは言うものの、なにかアリが巨大化したような機械モノ、という思いを今でも持っている。

プラネタリウム投映機のことである。

子供のころ、よくプラネタリウムを見に行った。近くの児童館にあって、無料・生解説。かこさとしさんの絵本『ほしのほん』シリーズで育った私からすると、単純に星の並びや結びが楽しかった。何度も通ううちに、星を覚え、神話を覚えた。その中心には、二球式の投映機があった。

長じて地方から都内に住むようになり、またプラネタリウムにでかけてみると、案外と「ダンベル」に行き当たらないのである。スターボールと呼ばれる球1つのものだったり、どうかすると投映機自体が見当たらなかったりする。郷愁感(?)を覚えつつ、以下のようなことをふつふつと思い返していた。

- ① 投映機はどんな変遷を経ているのか、どういう形になってきているか
- ② そもそも二球式の投映機はなぜあの形なのか
- ③ 二球式の投映機は今どこで見られるか

①投映機はどんな変遷を経ているのか、どういう形になってきているか

プラネタリウム (Planetarium) とは、そもそも惑星運行儀を意味する。星空を映すのではなく、夜空の中で不思議な動きをする惑星をどうにか表現できないかというものがスタートであった。

代表的なプラネタリウム投映機の変遷を図 7 に示す¹⁾。プラネタリウムが産声を上げたのは、1923 年ドイツ・イエナ、カール・ツァイス社であった。ツァイス I 型と呼ばれる初期モデルを見ると、ダンベルとは似つかない形をしている。イボイボがついたように見える1つの球 (恒星投映球) と、腕のような形になっている惑星を投映するための惑星棚からなっている。惑星は恒星と異なる動きをすることからこのように独立した形になっている。けれ

¹⁾ 伊東昌市、(1998)、『地上に星空を一プラネタリウムの歴史と技術一』,裳華房

ども、I型は緯度変化をすることができず、設置場所の緯度の空のみの投映となる。この欠点を克服するために改良が行われ、緯度変化、歳差運動を加えて対応するために、2つの恒星投映球のあいだを惑星棚で結ぶ「ダンベル」がここで誕生した（ツァイス型）（図 8）。その後、カール・ツァイス社は回転性能や位置精度を高める改良を重ねて、III型、IV型…次々と更新していく。

カール・ツァイス社にとって災難だったのは、第二次世界大戦であったと思われる。この大戦でカール・ツァイス社が東西に二分され、しかも敗戦によって製作が難しい状態に置かれていた。この状態下、アメリカでなんとしてもプラネタリウムを作りたいという動きが生まれ、1952年カリフォルニア科学アカデミーの手により「モリソン・プラネタリウム」が誕生した。ツァイス型に比べ、恒星投映球が中心に寄った形になっている。恒星投映球は通常、重くなりやすく、回転軸付近に重いものをもってこられる点で安定することが期待できる。

国産メーカーでは、主として千代田光学・現コニカミノルタ（ツァイス型）と五藤光学（モリソン型）が1970-1980年代にかけてたくさんプラネタリウムを製作し、日本国内に配置された。1980年代後半に入ると、惑星を映すための機能をプラネタリウム本体から分離する動きがみられ、スペースシミュレーター投影機が1球になる（五藤光学：GSS, θ SS II, HELIOS, コニカミノルタ：INFINIUM）。

ここまでは、光学式といって恒星原板という小さな穴のあいた板に光をあてることによって星を映し出す方式であったが、Digistarをはじめとして1990年以降デジタル式のプラネタリウムが出てきた。いわゆる魚眼レンズ+プロジェクターによる投映である。近年は、デジタル式を採用するところ、および光学式・デジタル式を組み合わせる（ハイブリッド）ことを採用することが出てきている。

こうして見ると、いわゆる「ダンベル」「二球式」のピークは、1980年代までかと思われて、ちょうど私が小学生時代を過ごした時代とほぼ重なっていることがわかる。

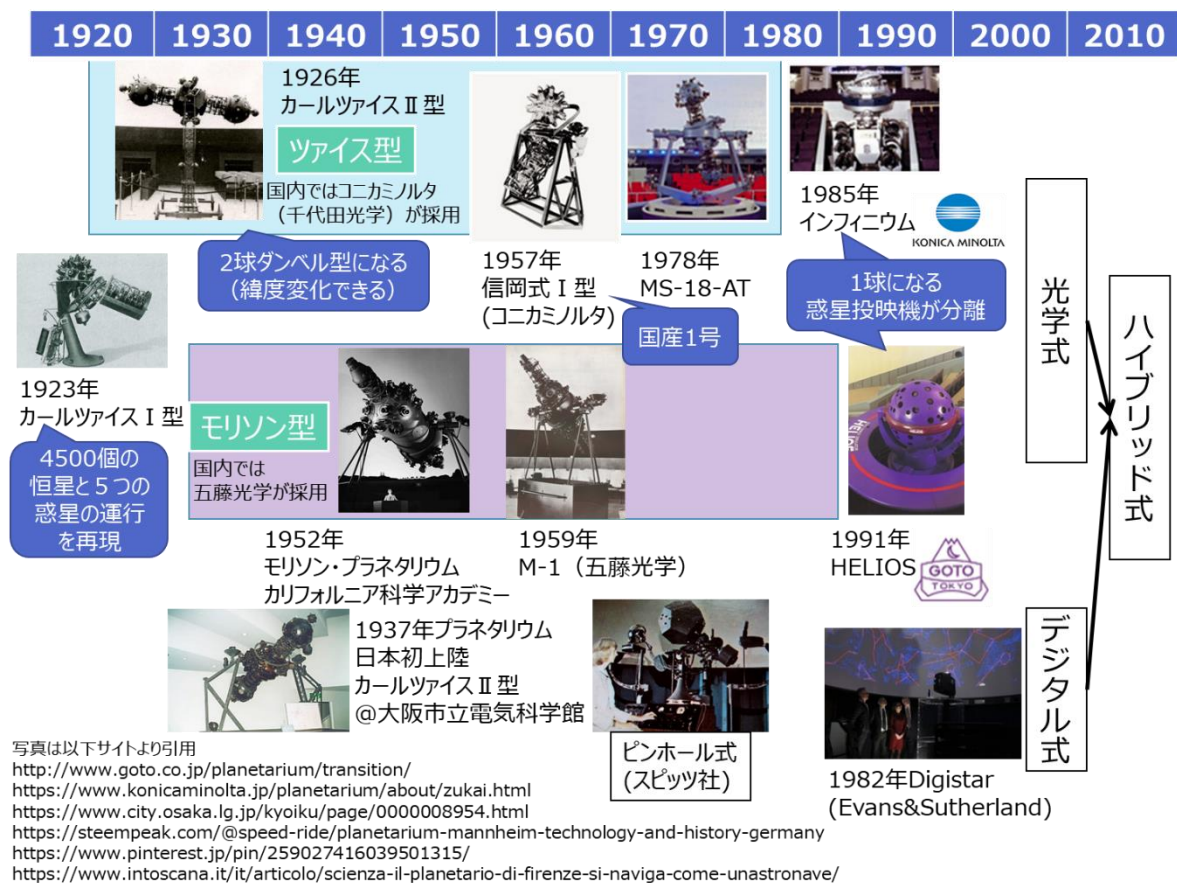


図 7 プラネタリウムの変遷

※図に掲げたもののほかスピッツ社のピンホールプラネタリウム、コルコス兄弟のプラネタリウム等がある。

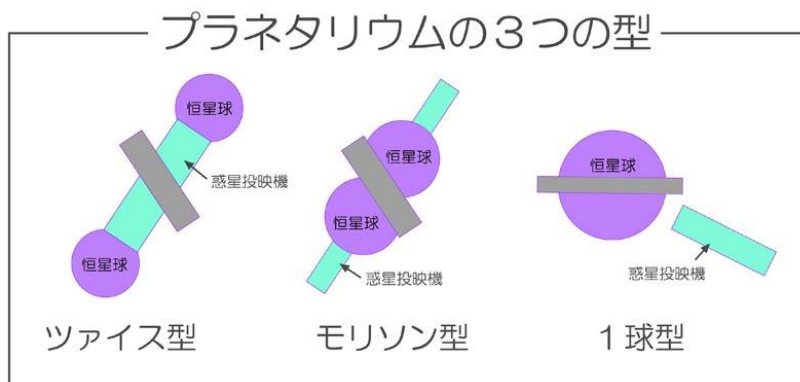


図 8 プラネタリウムの3つの型

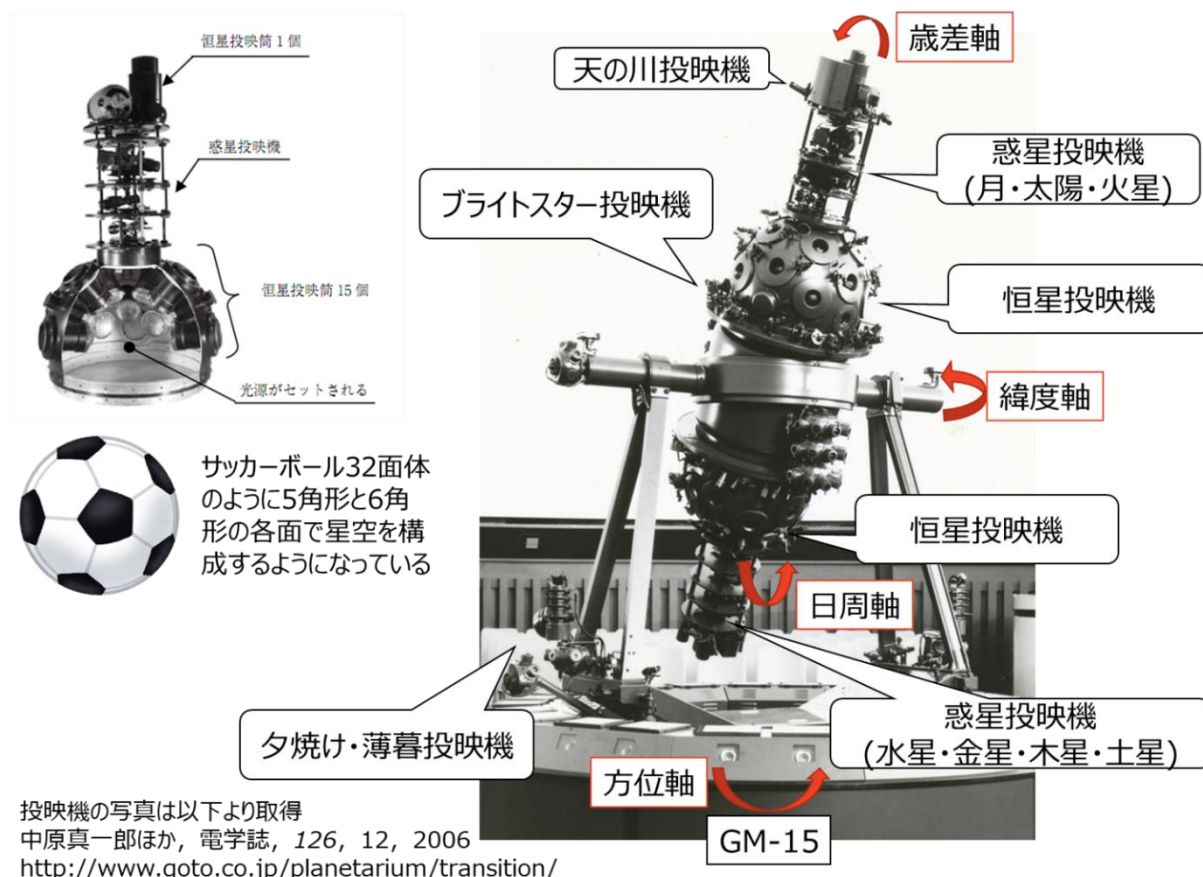
②そもそも二球式の投映機はなぜあの形なのか

私の小学校時代は、金沢市で過ごした。よく通ったのは犀川のほとりに立つ石川県立中央児童会館（現：いしかわ子ども交流センター）。ここで二球式のプラネタリウムが映す星空をよく見ていた。WEB サイトによると、GM-15T と呼ばれるモリソン型の機種を使っていたようである。30 年あまりの運用ののち時代の流れか、今はデジタル式に移行している。

表 1 石川県立中央児童会館プラネタリウムの変遷

| | |
|--------|-------------------------------|
| 1970 年 | 知事公舎の前の土地に M-2（五藤光学）を導入 |
| 1978 年 | 現在地に移転。GM-15T（五藤光学）を導入 |
| 2008 年 | 名称を「いしかわ子ども交流センター」に改称 |
| 2011 年 | GM-15T の運用終了。 |
| 2012 年 | デジタルスカイマックス II-R2（コニカミノルタ）を導入 |

GM-15 の写真にて、モリソン型プラネタリウムの基本構造をまとめると図 9 のようになる。



² <https://www.i-oyacom.net/i-kodomo/hoshi.php>

図 9 モリソン型プラネタリウムの基本構造

惑星は惑星投映機（惑星棚）で、恒星の中でも 1 等星など明るい星はブライトスター投映機（1 つずつ光源がある）で、それ以外の星は恒星投映機（恒星球）でそれぞれ映し出す。

恒星球は南北で 2 つ。中に明るい電球（光源）が入っていて、恒星原版と呼ばれる星の位置に穴のあいた原版を通り、ドームに点像が映る仕組みになっている。実際の星は、星自身の明るさと地球からの距離で見かけの明るさが変わるが、光学式のプラネタリウムでは恒星原版の穴の大きさで明るさに差をつけている。星空は、32 面体のように 5 角形と 6 角形を組み合わせて分け、それぞれ投映することで星空を構成するようになっている。

以前、板橋教育科学館で解説員の裏方操作の解説番組があった。投映中、優雅に解説しているようで、解説員は忙しい。特に忙しいのは日の入りや日の出。

“音響卓から CD や録音してあるテープなどをかけて音楽を流し、太陽をつけて、日周ダイヤルを回しながら、太陽を西へと動かします。部屋の照明を落としつつ、夕焼け投映機のボリュームを上げ、さらに惑星や月や恒星をゆっくりと点灯。そうしている間に太陽が沈む。夕焼けを消しながら恒星をめいっばいつけます。BGM を少し上げながら照明をすべて落として満点の星空へ。これらの操作をしながら、ずっと生でしゃべり続けるのです。”³

③二球式の投映機は今どこで見られるか

世代交代が進み、二球式のプラネタリウムがどんどん減っているのではないかと、このところ、思いがある。世の中の本によれば、日本は米国に次ぐ第 2 位のプラネタリウム大国で、300 とも 400 とも言われる数の機体がある。

ところで、プラネタリウムの機種を含めた一覧（それも稼働中の）を取得しようとする、意外にデータがない。そこで、以下のデータ文献を参考に、一覧を作成し、その機種のシェアや分布を確認することにした。

- ・恒星社恒星閣編集部（2015）『全国プラネタリウムガイド』
- ・WEB サイト「プラネタリウムガイド」

<https://www.planetarium-guide.net/index.html>

集計にあたっては、

- ・閉館したもの・休館したものを除いて集計を行なった。

³ 永田美絵、(2017)、『カリスマ解説員の楽しい星空入門』,ちくま新書

・光学式とデジタル式のハイブリッド形式のプラネタリウムについては、「プラネタリウムに行ったときに投映機が見られるか？」という点から、例えば一球式の HELIOS（五藤光学）とデジタルのハイブリッドの場合「一球」とみなして集計した。

表 2 全国のプラネタリウム内訳（2019 年 4 月現在）

| 機種
＼メーカー | 五藤
光学 | コニ
カミ
ノルタ | 大平
技研 | ツイ
ス | ペンタ
ックス | アスト
ロ
アーツ | リプ
ラ | サッポ
ロ
スター
ライ
トト
ーム | E&S | JSPF | 不明 | 総計 | |
|-------------|----------|-----------------|----------|---------|------------|-----------------|---------|-----------------------------------|------|------|----|-----|-----|
| デジタル | 4 | 20 | | 2 | | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 38 | 14% |
| 移動式 | 4 | 1 | | | | | | | | | 1 | 6 | 2% |
| 一球 | 54 | 35 | 11 | 2 | | | | | | | | 102 | 38% |
| 二球 | 68 | 47 | | 1 | 1 | | | | | | | 117 | 44% |
| 不明 | | 1 | | | | | | | | | 1 | 2 | 1% |
| 総計 | 130 | 104 | 11 | 5 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 5 | 265 | |
| | 49% | 39% | 4% | 2% | 0.4% | 1% | 1% | 0.4% | 0.4% | 1% | 2% | | |

表 3 東京のプラネタリウム内訳（2019 年 4 月現在）

| 機種
＼メーカー | 五藤
光学 | コニ
カミ
ノルタ | 大平
技研 | ツイ
ス | ペンタ
ックス | アスト
ロ
アーツ | リプ
ラ | サッポ
ロ
スター
ライ
トト
ーム | E&S | JSPF | 不明 | 総計 | |
|-------------|----------|-----------------|----------|---------|------------|-----------------|---------|-----------------------------------|-----|------|----|----|-----|
| デジタル | 1 | 3 | | | | 1 | | | | | | 6 | 26% |
| 移動式 | | | | | | | | | | | | | |
| 一球 | 5 | 5 | 2 | | | | | | | | | 12 | 52% |
| 二球 | 4 | | | | 1 | | | | | | | 5 | 22% |
| 不明 | | | | | | | | | | | | | |
| 総計 | 10 | 8 | 2 | | 1 | 1 | | | | 1 | | 23 | |
| | 43% | 35% | 9% | | 4% | 4% | | | | 4% | | | |

デジタル：MEDIAGLOBE など

一球：HELIOS（五藤光学），INFINIUM（コニカミノルタ）など

二球：GM シリーズ（五藤光学），MS シリーズ（コニカミノルタ）など

・合計数が 265

約 300-400 と言われていたものが少し数が足りないようにも感じられる。
原因としては、参考書籍のものには学校等保有はすべてをおさえきれていないものがある
と考えられる。また、震災や老朽化により残念ながら休止、閉館したものもあり、実際とし
て数が減っていることも考えられる。

・シェアは五藤光学とコニカミノルタ 2 社で 8 割

感覚的な思いとしてプラネタリウムといえばこの 2 社のイメージはデータとしても変わ
らなかった。

・全国と東京を比べると、二球式の割合が全国 44%に対し、東京 22%

全国に比べて、東京都では二球式の割合が少なく、その代わりデジタル式の割合が高くな
っている。東京のほうが機種の変更が進み、結果として東京近辺のプラネタリウムでは、
「二球式が減ったな」と感じやすくなっているのだろう。

一方整理してみると、デジタル式は半分にも満たない。今後、デジタル化によってさらな
る魅力的な映像が期待され、デジタル式プラネタリウムの割合も増えてくるだろうと思わ
れる。

老朽化に伴って少しずつ二球式のプラネタリウムが減るかもしれないが、思い入れのあ
るものを大事にこれからもプラネタリウム巡りをしていきたい。

参考文献

- 1 伊東昌市、(1998)、『地上に星空を一プラネタリウムの歴史と技術一』 pp.216,裳華房
- 2 永田美絵、(2017)、『カリスマ解説員の楽しい星空入門』 pp.200,ちくま新書
- 3 恒星社恒星閣編集部 (2015)『全国プラネタリウムガイド』

宇宙とのつながり

住本哲朗

今、私達が見ている世界、海や山や動植物、そして私達自身もですが、いったいどこから来たか、何からスタートしたか、考えたことがありますか？

それには星(恒星)の一生(進化)が大きく関わっています。
星は銀河の円盤部にある冷たくて密度の高い分子ガスの雲の中で生まれます。
そして中心部で熱核融合が始まりそのエネルギーで輝きます。
宇宙が生まれた時に生成されたのは水素とヘリウムだけですが、この星の熱核融合によって、炭素・酸素・窒素・マグネシウム・鉄等たくさんの元素が作り出されました。
そして、星が一生を終わる時、星の成分は銀河の中にまき散らされ、再び分子ガスとなり、また新しい星を生んで行くのです。

太陽は私達の最も身近にある星です。
誕生間もない太陽の周囲には太陽を形作った塵粒子(ダスト)や冷たいガスがまだ大量にあり、密度の高い部分が出来るとそこが中心となり周囲のダストを引き付けながら微惑星へ成長し、微惑星同志の衝突・合体が起こることにより大きな惑星となりました。
まさに地球の誕生です。

そう、星の進化が生み出した物質が地球を作っているのです。
私達が存在しているのは宇宙の恩恵だといっても過言ではないのです。

私達は今でも宇宙から様々な影響を受けていると考えられます。
中には、宇宙からの新たな飛来物が、新種のインフルエンザや伝染病等の原因になっているという話を聞く事さえあります。
真偽のほどはわかりませんが、いづれにしても、宇宙は全く違った別の世界ではなく、地球はその一部であり、つながっているのです。
そして、そこに住む私達も宇宙に暮らしている宇宙人なのです。

星空予報士を目指して！

廣田伸之



↑夏の天の川とさそり座@千葉県南房総市 『初めて写真に撮った天の川』



↑冬の大三角@東京都足立区『空気がきれいな日なら、東京 23 区でもこれだけの星が写る！』



↑渡良瀬遊水地（埼玉県、栃木県、群馬県の県境）



←オリオン大星雲の中心@東京都足立区

『ギャラクシティの望遠鏡をお借りして撮影しました！』

※星空予報士というのは筆者が作った言葉であって、実在しません。

1. 未来を予測する楽しみ！

自分で天気予報ができればどんなにステキだろう！なんて思ったことある人もいるのではないのでしょうか。私もその 1 人。私は学生時代に気象学を専門に勉強した。「気象学を勉強したのなら天気予報も自分でできるようになりたい」そう思って、学生時代に気象予報士の資格を取得した。ただ、普段の生活では、天気予報も充実しているので気象予報士の資格を役立てる機会はほとんどない（たまに天気予報を見ていて「それほんまか？そんなに天気悪いか。もっと良いだろう。」とか思うことはあるけど（笑）。）

普段の生活では直接役立てる機会のない気象予報士の資格だけど、星空の写真撮影や観望会に参加するようになって大いに役立っている！私は、和歌山県の南紀白浜空港で気象観測の仕事を 2 年半したことがある。空港の気象観測というのは普通の天気予報と少し違って特殊である。空港の気象観測は、飛行機が安全に飛ぶことができるように行っている。だから、空港の気象観測においては、飛行機の運行にとって重要な気象要素を観測しなくてはならない。例えば、飛行機の運行にとっては、同じ雲の観測で

も天気や雲の種類よりも、雲の高さが重要である。他には、風や視程等が重要な要素になる。日常生活においては、雲の高さや視程等あまり大して必要がなく、むしろ雨が降るかどうかは1番重要だ。つまり、目的によって重要になる気象要素も異なってくる。それは星空を見る時にも同じことが言える。

日常生活においては、空一面雲が覆っている日でも、曇りか雨かは決定的に違う。しかし、星を見る場合、空一面が曇で覆われていれば、もはや雨でも曇りでもどちらでもいい。星を見る時には天気ではなく雲の量が重要だ。同じ曇りでも、星空が期待できる曇りもあれば、絶対に見えそうにない曇りもある。反対に、同じ晴れでも快晴もあれば、雲が多い晴れもある。「天気」としては同じでも雲の量が違うこともあれば、雲の種類が違うこともある。それによって星の見え方も全然違う。快晴の日でも星の見え方は日によって違い、「今日はずいぶんきれいにたくさんの星が見えるなあ」と思う日がある。そんな時はきっと、空気が澄んでいるのだと思う。

雲の量や種類、空気の澄み具合、そういうのは天気予報だけじゃなかなかわからない。気象予報士の知識を生かして、天気予報じゃわからないけど、星を見る時に知りたい気象状況を予測できるようになれるといいなあと思っている。

2. とりあえず天気が良いところへ行きたい

2.1 日本一晴れる街ってどこ？

星を見るなら晴れるところに行きたい。日本で1番晴れが多い場所ってどこなんだろう？そんなこと考えたことないでしょうか。世の中には、「快晴が多い街」みたいないろんなランキングが公開されているけど、それを丸写しでは面白くないので、自分で調べてみたい。そこで、日本全国47都道府県の気象台がある都市（※1）の日照率（※2）を比較してみた。表1は過去10年間（2009年～2018年）の月毎の日照率が多い順番に並べたものである。これだけ見てもけっこう面白い！

まず、年間を通して最も日照率が高いのは、山梨県甲府市である。次いで、群馬県前橋市、埼玉県熊谷市と、上位は関東甲信地方の内陸が並ぶ。その次は、静岡市、愛知県名古屋市、三重県津市、高知市、岐阜市、徳島市のように東海地方や四国地方の太平洋側の都市となっている。これらの地域の特徴としては、冬季、西高東低の冬型の気圧配置になった時に晴れることがあげられる。

月毎に見ると、年間を通しては全国トップクラスの前橋市や熊谷市も、7月～9月は40位前後、10月は東京が全国一少ない。これはなぜだろう。この時期、高気圧の中心が東北地方や関東地方の東海上に位置するような気圧配置になることがよくある。こうなると、関東地方には高気圧から北東風や東風が吹き、曇ることが多い。この北東風（東風）が吹くと気温も下がり、猛暑の季節でも時々涼しい日がある。少し余談だが、私の故郷は兵庫県神戸市である。仕事の転勤で東京に引っ越してきて約6年になるが、東京に来て神戸との違いを1番強く感じたことは、エスカレーターを歩く人の少なさ（笑）と夏から秋の初め頃の涼しさである。東京は、夏でも涼しくて湿度も低く過ごし

やすい日も時々ある。神戸の夏にはそういう日はまずない！梅雨になれば蒸し暑い日の連続で、梅雨から夏に涼しいと感じる日はない。暦上は秋である 9 月の方が暑い年もある。と言うことは、晴れる日が多いということである。表を見ると、神戸市の 7 月～9 月の日照率は全国トップ 10 に入っている。暑さという点では東京より過ごしにくい、星を見るにはよさそうだ。

年間日照率上位の街を見てきたので、今度は少ない街を見てみよう。年間日照率の少ない方から数えて 10 位の街を見ると、そのうち 9 つは、北海道から山陰地方にかけての日本海側の地域である。これは、冬の天気が大きく影響している。冬は、西高東低の冬型の気圧配置が続くことが多く、日本海側の地域に雪を降らせ、太陽が出ることが少なくなる。これらの地域は、冬は星空を見るのは難しそうだが、年中そうではない。6 月を見てみると、日本海側の地域が軒並み上位にある。6 月は東日本、西日本の特に太平洋側の地域は梅雨のど真ん中であり、雨や曇りが多く、北陸や東北は梅雨前線の北上が遅い（梅雨入りが遅い）ためである。同じ東北でも盛岡や仙台、福島等の太平洋側の街はあまり日照が多くないのは、オホーツク海高気圧の影響を受けるためである。梅雨の季節は、北海道から北陸地方の日本海側が 1 番星空に巡り会える可能性が高いのかもしれない。

もう 1 つ紹介しよう。北海道釧路市だ。北海道と聞くとどんな天気をイメージするだろう。冬は雪が多いからあまり晴れない、夏は梅雨がないから晴れが多いのかな。なんとなくそんなイメージだろうか。釧路市の全国順位を見ると、雪の季節の 10 月～3 月は全国トップ 10、月によってはトップ 3 に入るくらい日照率が高い。反対に夏は 40 位以下の月が続き、7 月、8 月は全国で 1 番低い。イメージと全く正反対だ。太陽が出る時間は、雪の季節は多く、夏が少ないのはなぜだろう？実は、「北海道の冬=雪」というのが間違っているのだ。北海道の冬は、日本海側の札幌市等は雪が多いが、日高山脈を挟んで東側の釧路市等は雪が少ない。これは、冬型の気圧配置の時に、山の風下になる東京や神戸等、東西日本の太平洋側の地域で冬晴れになるのと同じ理由だ。日本海から吹いてくる北西の季節風は、山の風上側で雪を降らせ、風下側には乾いた風が吹いている。では、釧路市で夏の日照時間が少ないのはなぜだろう？それは、霧のためだ。釧路市は霧の街とも呼ばれるくらい霧が多い。夏場、南にある太平洋高気圧からは暖かく湿った南風が吹いている。この空気が釧路の沖の冷たい海上で冷やされ霧となり、釧路市内に流れてくるのである。

ここでは、ほんの一部しか紹介できなかったが、これだけ見ても地域や季節により天気の特徴が大きく違うことがわかると思う。自分の住んでいる街の天気の特徴を調べれば、いつの季節が星を見やすいのかわかるのかもしれない。街灯りを避けて満点の星空を求めて旅行を計画するときも、季節によって星が見やすい場所を探すのも楽しいかもしれない。

日照率の過去10年(2009年～2018年)の月別平均値(各月多い方から順に記載)

左:都市名 右:日照率

| 順位 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 熊谷 74.4 | 前橋 63.7 | 甲府 56.5 | 甲府 53.4 | 岐阜 52.5 | 新潟 44.2 |
| 2 | 宇都宮 72.5 | 熊谷 62.5 | 前橋 56.4 | 前橋 53.3 | 名古屋 52.5 | 金沢 43.4 |
| 3 | 静岡 72.3 | 釧路 62.5 | 名古屋 55.7 | 長野 52.4 | 広島 52.0 | 秋田 42.8 |
| 4 | 甲府 72.0 | 甲府 60.5 | 岐阜 55.7 | 熊谷 52.0 | 高松 51.8 | 青森 41.1 |
| 5 | 前橋 71.3 | 宇都宮 60.4 | 熊谷 55.4 | 徳島 51.5 | 甲府 51.1 | 長野 41.0 |
| 6 | 水戸 69.0 | 静岡 58.1 | 釧路 53.8 | 和歌山 51.2 | 徳島 51.1 | 富山 40.8 |
| 7 | 東京 66.5 | 水戸 55.5 | 津 53.2 | 岐阜 50.8 | 長野 51.0 | 山形 40.5 |
| 8 | 横浜 66.4 | 名古屋 55.3 | 高知 52.9 | 名古屋 50.7 | 岡山 51.0 | 那覇 39.9 |
| 9 | 釧路 65.9 | 高知 55.0 | 宇都宮 52.5 | 大阪 50.7 | 津 51.0 | 福井 39.7 |
| 10 | 高知 63.3 | 宮崎 53.2 | 静岡 52.0 | 高知 50.6 | 松山 51.0 | 札幌 39.0 |
| 11 | 宮崎 63.0 | 岐阜 52.6 | 宮崎 51.6 | 岡山 50.6 | 和歌山 50.9 | 岐阜 38.3 |
| 12 | 銚子 61.5 | 仙台 51.9 | 水戸 51.0 | 高松 50.4 | 大阪 50.9 | 鳥取 38.3 |
| 13 | 名古屋 59.5 | 津 51.1 | 和歌山 50.5 | 神戸 50.0 | 下関 50.9 | 彦根 37.9 |
| 14 | 徳島 55.8 | 東京 50.6 | 徳島 50.2 | 福岡 50.0 | 福岡 50.4 | 盛岡 37.6 |
| 15 | 津 54.9 | 横浜 49.5 | 岡山 50.2 | 津 49.8 | 大分 50.0 | 大阪 37.4 |
| 16 | 岐阜 54.7 | 福島 48.3 | 広島 49.8 | 広島 49.7 | 神戸 49.9 | 松江 37.3 |
| 17 | 大阪 51.5 | 銚子 48.0 | 大阪 49.6 | 仙台 49.6 | 熊谷 49.8 | 名古屋 37.0 |
| 18 | 岡山 51.5 | 徳島 48.0 | 大分 49.5 | 福島 49.4 | 金沢 49.8 | 神戸 37.0 |
| 19 | 仙台 51.4 | 長野 47.8 | 東京 49.2 | 宮崎 49.2 | 高知 49.7 | 和歌山 36.7 |
| 20 | 神戸 51.2 | 大阪 47.3 | 松山 49.1 | 銚子 49.2 | 前橋 49.6 | 甲府 36.5 |
| 21 | 高松 49.2 | 岡山 47.2 | 高松 48.9 | 松山 49.1 | 彦根 49.6 | 津 36.5 |
| 22 | 大分 49.2 | 和歌山 46.4 | 神戸 48.7 | 佐賀 49.0 | 松江 49.2 | 仙台 36.0 |
| 23 | 和歌山 47.4 | 高松 46.3 | 仙台 48.5 | 大分 48.8 | 佐賀 49.1 | 銚子 35.8 |
| 24 | 広島 46.7 | 神戸 46.2 | 熊本 48.2 | 水戸 48.6 | 横浜 49.0 | 高松 35.7 |
| 25 | 熊本 44.5 | 大分 45.2 | 横浜 48.1 | 下関 48.5 | 熊本 48.9 | 徳島 35.6 |
| 26 | 福島 44.4 | 松山 45.2 | 佐賀 48.1 | 松江 48.5 | 静岡 48.8 | 前橋 35.3 |
| 27 | 長野 43.3 | 広島 44.3 | 福島 48.0 | 金沢 48.4 | 銚子 48.5 | 岡山 35.2 |
| 28 | 鹿児島 42.6 | 熊本 43.7 | 銚子 47.3 | 静岡 48.3 | 鳥取 48.2 | 福島 35.1 |
| 29 | 京都 42.4 | 鹿児島 43.4 | 長野 47.0 | 横浜 48.3 | 水戸 48.0 | 広島 34.7 |
| 30 | 松山 42.3 | 盛岡 42.9 | 鹿児島 46.5 | 熊本 47.8 | 富山 47.7 | 水戸 34.7 |
| 31 | 佐賀 42.3 | 佐賀 41.6 | 下関 46.3 | 宇都宮 47.5 | 仙台 47.4 | 熊谷 34.6 |
| 32 | 盛岡 40.0 | 京都 39.9 | 福岡 45.9 | 彦根 47.5 | 福島 47.4 | 横浜 34.0 |
| 33 | 奈良 38.6 | 彦根 39.6 | 彦根 45.7 | 東京 47.3 | 長崎 47.4 | 奈良 33.4 |
| 34 | 長崎 34.6 | 奈良 39.0 | 長崎 45.0 | 鳥取 46.9 | 新潟 47.2 | 松山 33.0 |
| 35 | 福岡 34.3 | 福岡 38.2 | 奈良 44.3 | 釧路 46.7 | 奈良 47.1 | 静岡 32.8 |
| 36 | 彦根 34.1 | 長崎 37.9 | 京都 43.4 | 青森 46.3 | 福井 46.7 | 下関 32.5 |
| 37 | 札幌 33.5 | 札幌 36.1 | 盛岡 42.5 | 鹿児島 46.1 | 東京 46.6 | 福岡 31.9 |
| 38 | 下関 30.3 | 下関 36.0 | 松江 40.2 | 奈良 46.0 | 宮崎 46.2 | 東京 31.4 |
| 39 | 山形 26.5 | 山形 34.1 | 金沢 40.0 | 山形 46.0 | 山形 46.0 | 京都 31.0 |
| 40 | 那覇 26.2 | 那覇 29.6 | 札幌 39.5 | 長崎 45.9 | 宇都宮 45.7 | 高知 29.6 |
| 41 | 鳥取 23.1 | 福井 29.4 | 山形 38.1 | 札幌 45.9 | 札幌 45.7 | 宇都宮 29.6 |
| 42 | 松江 21.9 | 松江 29.2 | 福井 37.3 | 京都 45.7 | 青森 45.5 | 大分 28.0 |
| 43 | 富山 21.8 | 富山 29.2 | 鳥取 37.1 | 新潟 45.6 | 京都 45.4 | 佐賀 27.9 |
| 44 | 福井 21.7 | 金沢 29.2 | 新潟 37.0 | 富山 45.3 | 盛岡 44.1 | 釧路 27.0 |
| 45 | 金沢 20.1 | 鳥取 27.7 | 富山 36.8 | 福井 44.0 | 鹿児島 43.8 | 熊本 26.9 |
| 46 | 新潟 18.3 | 青森 26.2 | 青森 33.9 | 秋田 43.9 | 秋田 41.0 | 長崎 26.4 |
| 47 | 青森 17.4 | 新潟 25.3 | 那覇 32.7 | 盛岡 42.6 | 釧路 39.1 | 宮崎 23.6 |
| 48 | 秋田 12.9 | 秋田 22.7 | 秋田 32.1 | 那覇 33.3 | 那覇 33.7 | 鹿児島 22.6 |

日照率の過去10年(2009年～2018年)の月別平均値(各月多い方から順に記載)

左:都市名 右:日照率

| 順位 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 年間 |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 那覇 | 和歌山 | 那覇 | 釧路 | 前橋 | 熊谷 | 甲府 |
| 2 | 和歌山 | 徳島 | 和歌山 | 岐阜 | 甲府 | 前橋 | 前橋 |
| 3 | 銚子 | 神戸 | 鹿児島 | 熊本 | 静岡 | 甲府 | 熊谷 |
| 4 | 徳島 | 高松 | 熊本 | 佐賀 | 釧路 | 宇都宮 | 静岡 |
| 5 | 神戸 | 大阪 | 岐阜 | 高知 | 熊谷 | 静岡 | 名古屋 |
| 6 | 大阪 | 銚子 | 青森 | 名古屋 | 名古屋 | 水戸 | 津 |
| 7 | 高松 | 津 | 大阪 | 鹿児島 | 宇都宮 | 釧路 | 高知 |
| 8 | 横浜 | 松山 | 津 | 和歌山 | 高知 | 横浜 | 岐阜 |
| 9 | 津 | 下関 | 秋田 | 岡山 | 津 | 宮崎 | 徳島 |
| 10 | 金沢 | 金沢 | 彦根 | 大阪 | 岐阜 | 東京 | 和歌山 |
| 11 | 宮崎 | 長崎 | 神戸 | 神戸 | 水戸 | 高知 | 大阪 |
| 12 | 松山 | 彦根 | 名古屋 | 広島 | 宮崎 | 銚子 | 水戸 |
| 13 | 鹿児島 | 福岡 | 徳島 | 下関 | 岡山 | 名古屋 | 横浜 |
| 14 | 彦根 | 宮崎 | 静岡 | 松山 | 広島 | 津 | 神戸 |
| 15 | 甲府 | 広島 | 札幌 | 宮崎 | 大阪 | 徳島 | 宮崎 |
| 16 | 福岡 | 鹿児島 | 広島 | 長崎 | 横浜 | 岐阜 | 銚子 |
| 17 | 鳥取 | 熊本 | 新潟 | 甲府 | 東京 | 岡山 | 高松 |
| 18 | 大分 | 横浜 | 長崎 | 彦根 | 神戸 | 大阪 | 岡山 |
| 19 | 松江 | 佐賀 | 佐賀 | 福岡 | 仙台 | 神戸 | 宇都宮 |
| 20 | 福井 | 那覇 | 銚子 | 高松 | 鹿児島 | 仙台 | 広島 |
| 21 | 下関 | 高知 | 金沢 | 津 | 佐賀 | 大分 | 長野 |
| 22 | 長野 | 福井 | 福岡 | 福井 | 熊本 | 高松 | 松山 |
| 23 | 名古屋 | 岡山 | 高知 | 徳島 | 徳島 | 京都 | 東京 |
| 24 | 長崎 | 大分 | 高松 | 静岡 | 和歌山 | 広島 | 熊本 |
| 25 | 静岡 | 鳥取 | 甲府 | 前橋 | 大分 | 長野 | 大分 |
| 26 | 新潟 | 松江 | 福井 | 金沢 | 高松 | 鹿児島 | 釧路 |
| 27 | 富山 | 新潟 | 岡山 | 長野 | 銚子 | 和歌山 | 佐賀 |
| 28 | 熊本 | 奈良 | 松山 | 仙台 | 松山 | 熊本 | 彦根 |
| 29 | 岡山 | 岐阜 | 長野 | 京都 | 長野 | 佐賀 | 仙台 |
| 30 | 高知 | 静岡 | 下関 | 奈良 | 京都 | 松山 | 鹿児島 |
| 31 | 岐阜 | 名古屋 | 宮崎 | 大分 | 彦根 | 奈良 | 福岡 |
| 32 | 広島 | 富山 | 富山 | 熊谷 | 福岡 | 福島 | 奈良 |
| 33 | 水戸 | 甲府 | 奈良 | 秋田 | 奈良 | 盛岡 | 下関 |
| 34 | 東京 | 長野 | 横浜 | 水戸 | 長崎 | 彦根 | 長崎 |
| 35 | 奈良 | 秋田 | 鳥取 | 盛岡 | 下関 | 福岡 | 京都 |
| 36 | 佐賀 | 水戸 | 水戸 | 松江 | 福島 | 長崎 | 福島 |
| 37 | 熊谷 | 京都 | 松江 | 富山 | 盛岡 | 下関 | 金沢 |
| 38 | 札幌 | 熊谷 | 京都 | 札幌 | 福井 | 那覇 | 盛岡 |
| 39 | 前橋 | 東京 | 熊谷 | 青森 | 那覇 | 札幌 | 札幌 |
| 40 | 青森 | 青森 | 前橋 | 鳥取 | 鳥取 | 鳥取 | 鳥取 |
| 41 | 秋田 | 前橋 | 大分 | 宇都宮 | 金沢 | 山形 | 松江 |
| 42 | 山形 | 山形 | 山形 | 那覇 | 松江 | 松江 | 福井 |
| 43 | 京都 | 札幌 | 釧路 | 新潟 | 札幌 | 富山 | 那覇 |
| 44 | 盛岡 | 盛岡 | 仙台 | 銚子 | 富山 | 金沢 | 富山 |
| 45 | 仙台 | 福島 | 盛岡 | 福島 | 山形 | 新井 | 新潟 |
| 46 | 福島 | 仙台 | 東京 | 横浜 | 新潟 | 新潟 | 山形 |
| 47 | 宇都宮 | 宇都宮 | 福島 | 山形 | 秋田 | 青森 | 青森 |
| 48 | 釧路 | 釧路 | 宇都宮 | 東京 | 青森 | 秋田 | 秋田 |

表1 気象台がある都市(※1)における、過去10年間(2009年～2018年)の月毎の日照率(※2)が多い順番

※1: 次の場所を除いては県庁所在地である。千葉県銚子市、埼玉県熊谷市、滋賀県彦根市、山口県下関市。沖縄県には気象台がある都市が複数あるが、県庁所在地のみとした。北海道にも気象台がある都市が複数あり、札幌市の他に釧路市を追加している。以上で、合計48都市とした。

※2: 日照率とは「日照時間/可照時間」で求め、単位は%である。日照時間とは1日に太陽が出ていた時間、可照時間とは1日中太陽が出ていた場合の時間(日の出から日の入りまでの時間)である。ここで、統計を日照時間にしなかった理由は、日照時間は地域や季節によって異なるため、地域間・季節間での比較が難しい。このため、比率に直して比較している。また、日照時間はあくまで太陽が出ている時間であり、天気(曇り、晴れ)とは必ずしも結びつかないこともある。

2.2 快晴が多いのは何月？

星を見るなら、やっぱり快晴の日に見たい！快晴はいつの季節が多いのだろう。図1は、神戸市における月別の快晴日数を示している。神戸市では、3月と4月に快晴日が多い。次いで、11月から2月の冬の時期に多い。反対に6月から10月の梅雨から夏、秋の初め頃は少ない。

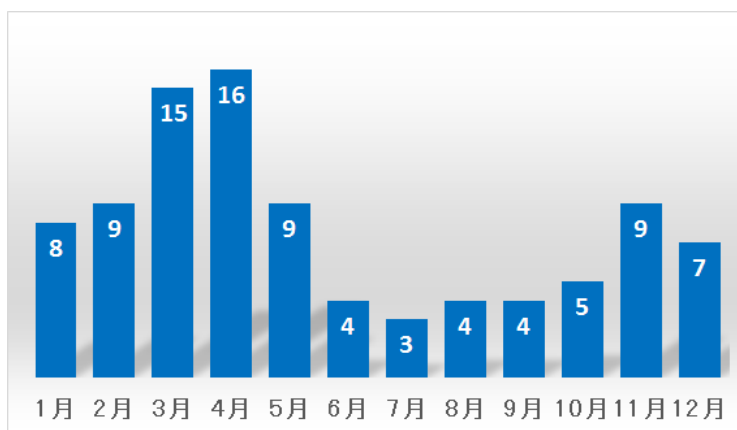


図1 2017年4月～2019年3月の神戸市における快晴日数の月別合計

神戸地方気象台の天気概況において、昼、夜のどちらか片方以上で快晴だった日の合計日数

◇寄り道◇ 「天気」はどうやって決める？

晴れと曇りの違いってなんだろう？天気は「雲の量」で決まっている。太陽が出ているかどうか、日照時間がどれだけあるかではなく、雲の量で決まる。

【快晴】空全体の雲の量が1割以下

【晴れ】空全体の雲の量が2割から8割

【曇り】空全体の雲の量が9割以上

晴れと曇りの境は、雲の量が8割以下かそれ以上かだ。ちょっと意外かもしれないが、空全体の8割が雲に覆われていて、太陽が出ていなくても、天気は晴れだ。8割も雲があれば、きれいな星空はちょっと期待できないだろう。同じ晴れでも2割と8割じゃ、星空観察には全然違う。星を見る時には、同じ晴れでも雲の量も知りたいところだ。

3. 天気や雲の量を自分で観測、予測しちゃおう！

3.1 自分で天気を予測して星が見える場所へ！

満点の星空を撮りたい！そう思っても、東京や神戸の市街地では無理だから、満点の星空を求めて街灯りが少ないところへ旅行に行くこともある。天気は運次第と言えどそれまでだが、気象予報士の知識を生かして旅行計画を立て星空に巡り会えたことがある！ある年の5月のこと。旅行ついでに星空も見たかったので、晴れる場所に行きたかった。ただ、宿も新幹線も予約しないといけないし、仕事の休暇も出さないといけ

ない。明日の天気予報を待つなんてできない。事前準備としては、休暇申請→宿→交通手段の順番だろう。行く日を取りあえず決めて休暇申請をした。さあ、ここから気象予報士の腕の見せ所！？いつか行きたいと思っていた場所で、地域的に全く異なる場所を3つピックアップしておいた。それぞれの場所で、空いている宿を探しておいて、1週間前まで予約せずに待った。1週間前になると、週間天気予報用の「7日先までの天気図」を見ることができるのだ！ここで、ポイントは週間天気予報ではなく「天気図」を見るところ。週間天気予報は1日を通しての概況しかわからない。「晴れ時々曇り」という感じだ。「晴れ時々曇り」でも、「晴れ後曇り」のような日もあれば、「曇りのち晴れ」のような日もある。「晴れ時々曇り」だけではどの地域がより雲が少なそうか、どんなタイプの雲が出そうか、夜に天気が良いのはどの地域なのか、そういうことがわからない。気象予報士の知識があれば、そういう細かいことも天気図を見れば（ある程度）わかる。例えば、図2のAとBの天気図を見てみよう。これは、実際のある日の天気図なのだが、東京の天気はどちらの方が良いだろう。一見両方とも高気圧に覆われていて、両方とも天気は良さそうだ。でも、これらの日の東京の天気は、Aは快晴（雲量0）、Bは曇り（雲量10）だった。移動性高気圧に覆われる場合、一般的に、高気圧の中心より東側は天気が良く、中心より西側では段々と雲が多くなってくる。AもBも東京では雨が降るような天気ではないが、雲の量は全く違う。日常生活の上では大きな違いはないけど、星を見るなら断然Aだ！天気図を見ると、こういうこともわかる。さて、旅行の話に戻ると、宿の空状況と天気図を見ながら、旅行に行く日ぎりぎりまで粘って1番星を見ることができる確率が高そうな場所を選んだ。結果、見事星空を写真に撮ることができた！図3はその時の写真だ。もっとも、いつもこんなに上手くいくわけではないが、「天気予報という特技(?)」を星空を見ることにどんどん活用できたらと思う。

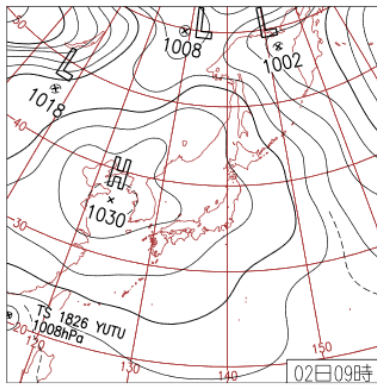


図2 天気図A

東京の天気は快晴（雲量 0）

※天気図は気象庁の HP より

◇寄り道◇ 好きな天気図

星が好きな人でも、天の川が好きな人もいれば、惑星が好きな人もいる。同じ星座でもオリオン座が好きな人もいれば、さそり座が好きな人もいる。ちなみに私が1番好きな星座ははくちょう座だ。両方の翼を大きく広げた白鳥の形、くちばしにアルビレオ、尻尾にデネブと星座の形も星もとっても美しい。星にも好みがあるように、私には好きな天気図もある。私は冬の天気図が好きだ。天気の詳細も、雪の予測をする時が1番好きだ。例えば東京で雪が降るかどうかを予測するのは、1年間の天気の詳細の中でも1番好きなくらいだ。

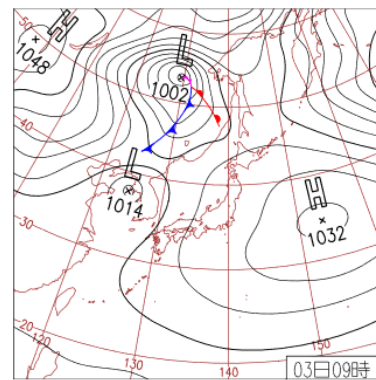


図2 天気図B

東京の天気は曇り（雲量 10）



図3 田沢湖畔（秋田県）からの夏の星空と秋田駒ヶ岳（2018年5月20日撮影：筆者）

3.2 観望会の必須アイテム“ひまわり”

ギャラクシティで、毎月ボランティアで観望会のスタッフをさせていただいている。ボランティアというより、純粹に自分自身の趣味でもあり、参加者と同じくらい自分が楽しんでいる（笑）。私には観望会に参加する時の必須アイテムがある。気象衛星の「ひまわり」だ！ひまわりは、雲の画像を撮影するための衛星だ。ひまわりには、いろんなカメラがついており、夜間でも雲が撮影できるカメラもついている。星と関係ないが、現在のひまわりのカメラでは、霧、積雪、紅葉の状況を撮影することもできる。たまに月や惑星が写ることもあるし、皆既日食の時には月の影が映った地球を撮影することもできる。それはさておき、雲が多い日の観望会では、「雲がこれからどうなるのか」が気になる。こういう時に、私はひまわりをフル活用している！地上からは自分のいる場所の雲しかわからないけど、ひまわりは今の雲の状況を広範囲に見ることができる。しかも現在ひまわりの雲画像は2分30秒ごとに更新される！たとえ頭の真上が曇っていても周囲に雲の隙間があれば雲の動きから星が見えそうな時間帯がだいたい推測もできる。

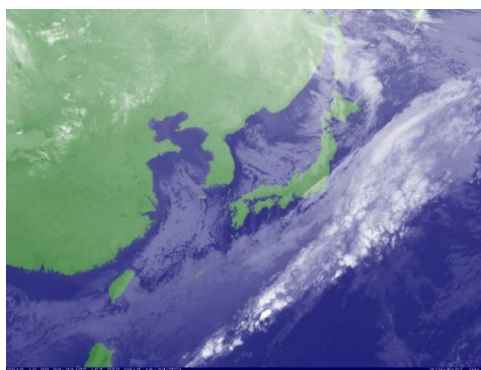


図4 ひまわりの雲画像

2019年12月9日00時00分の赤外画像。赤外画像は夜間でも雲を撮影できる。画像は気象庁のHPより。

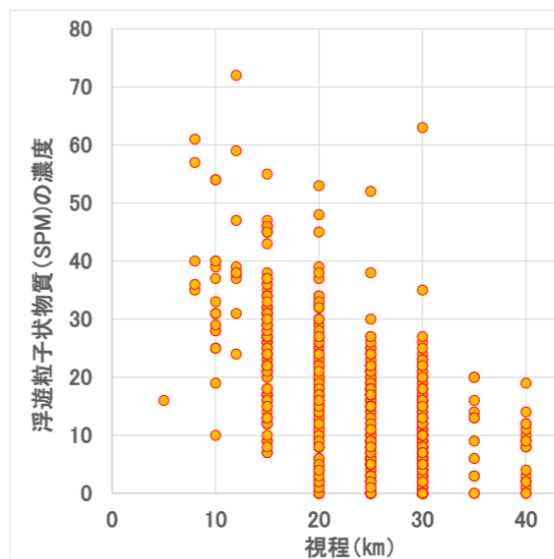
例えば図4の雲画像を見ると、関東地方は雲に覆われている。しかし、この雲は時間とともに東へ移動していた。今は曇っていても、もう少しで晴れることがわかる。反対に、今晴れていてもこれから雲が広がってくる場合もあり、そういう時は早めに星を見ておきたい。地上からはわからなくても衛星でわかることもある。

ひまわりでの宇宙からの雲の観測、肉眼での地上からの雲の観測、天気図を全部まとめて活用すると、雲の厚さや高さもわかる。一面曇っていても、実は雲がその一層（その高さ）しかないこともよくある。そういう時は、その雲さえなくなってくれば、後は快晴なので星空も期待できる。反対に、色んな高さに雲があるときは、1つなくなって他の高さの雲が邪魔をして星空はなかなか期待できない。こうして、観望会の時に少しでも星が見えそうな時間を探すことができる。

4. 富士山が良く見える日は星もきれい!?

雲が少ないと星空はきれいに見えるか。必ずしもそうでもない。快晴でもあまりきれいに見えないこともある。星空がきれいかどうかは、空気が澄んでいるかも大切だ。空気が澄んでいない時は、空気中に塵や水蒸気が多い。塵や水蒸気が多いと、弱い星の光が届かないだけでなく、地上の街灯りを反射して夜空が明るくなってしまい、星が見えにくくなる。「空気が澄んでいる時は星がきれいに見える」のはまず間違いない。でも、空気のきれいさってどうやったらわかるのだろうか？私たちが簡単に得ることができるデータで空気のきれいさを知ることができれば、今夜の星空の見え方の目安にできたりしないだろうか。

環境省や全国の地方自治体では、空気中の塵の量を直接観測しており、それらはほぼリアルタイムでウェブ上に公開されている。このデータと星空の見え方を比べたいところだが、星空の見え方を同じ条件で継続的に観測しているデータを得ることは難しい。そこで、毎日観測されており、データが公開されている「視程」を使う。視程とは、水平方向に見通すことができる距離のことだ。視程は、全国の气象台で毎日観測している。視程が良いということは、遠くまで見通せるということなので、星もきれいに見えるだろう。もちろん、視程は水平方向の観測、星空は鉛直方向の観測であり、必ずしも同じではないが、目安にはなるだろう。空気がきれいな日は、視程が良いはずである。図5は、天気の観測結果が快晴だった時間帯の「視程」と「浮遊粒子状物質（※4）の量」をプロットしたものである。神戸市と東京23区のデータを描いてみた。視程と天気は気象庁の観測値、浮遊粒子状物質は神戸市と東京都の観測結果を使わせて頂いた。これを見ると、視程が良い日、つまり遠くまで見通せる時は、空気中の塵（浮遊粒子状物質）の量が少ない。反対に、空気中の塵が多い時は、視程が悪いことがわかる。

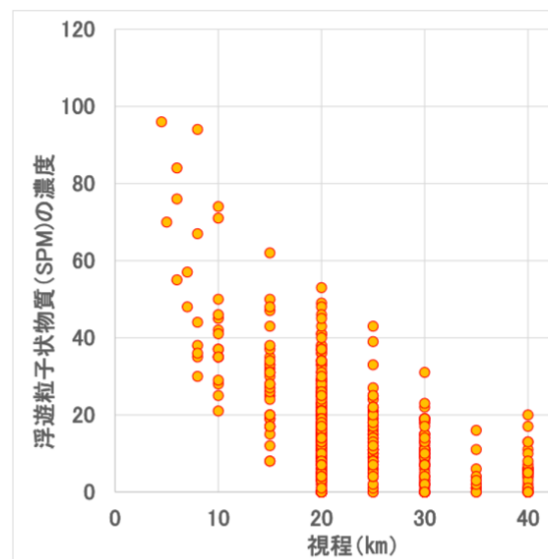


神戸

視程、天気：神戸地方気象台（神戸市中央区）の観測データ（時間値）（※5）

浮遊粒子状物質の濃度：神戸市灘区の観測データ（時間値）（※6）

期間：2017 年 4 月～2019 年 3 月



東京

視程、天気：気象庁（東京都千代田区）の観測データ（時間値）（※5）

浮遊粒子状物質の濃度：東京都足立区西新井の観測データ（時間値）（※7）

期間：2018 年 1 月～2018 年 12 月

図 5（上） 天気の観測結果が快晴だった時間帯における「視程」と「浮遊粒子状物質（※4）の濃度（0.001mg/m³）」

※4：浮遊粒子状物質とは、大気中に浮遊する粒子状物質のうち、粒径が 10 μ m（1 μ m は 1 m の 100 万分の 1）以下のもの。

※5 気象庁における天気と視程の観測データ

<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>

※6 神戸市環境常時監視システム [http://kobe-](http://kobe-taikikanshi.jp/environmental/baseline_survey/index.html)

[taikikanshi.jp/environmental/baseline_survey/index.html](http://kobe-taikikanshi.jp/environmental/baseline_survey/index.html)

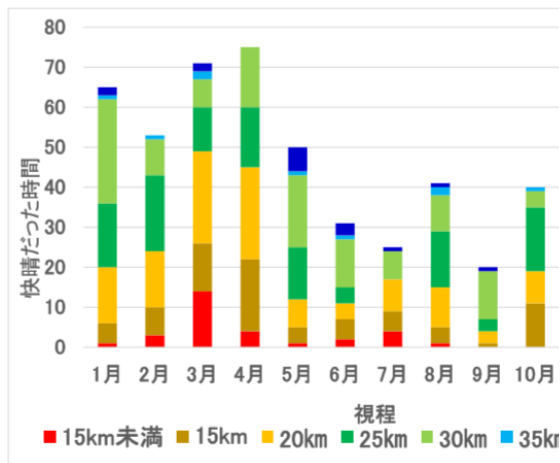
※7 東京都環境局

http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/air/air_pollution/torikumi/result_measurement.html

図 6 は、月別の快晴の時間帯における視程を色分けで示している。先ほど述べたように、神戸市は 3 月と 4 月は快晴の日が多いので、3 月、4 月は星がきれいに見えるということだろうか。しかし、3 月と 4 月は快晴の時間こそ多いものの、視程が良い時（＝空気が澄んでいる時）が少ない。快晴時で視程の良い時は、12 月と 1 月が多い。過去 10 年間の浮遊粒子状物質濃度の月別平均値（図 6）を見ても、春から夏は多く、冬は少ないことがわかる。これらを見る

と、神戸では、12月～1月は快晴の日も多く、空気もきれいな日が多いことがわかるので、きれいな星空を見るには12月～1月が良さそうだ。東京の特徴はさらに顕著だ。快晴の時間は12月から4月が多いが、1月が頭ひとつ抜けている。視程が40 km以上と最も良い時は、神戸の場合はどの月にも満遍なくあるが、東京は12月から2月だけであり、特に1月が多い。神戸に比べて夏と冬の差がかなりはっきりとしている。もう言うまでもなく、東京では星をきれいに見るなら冬だろう。

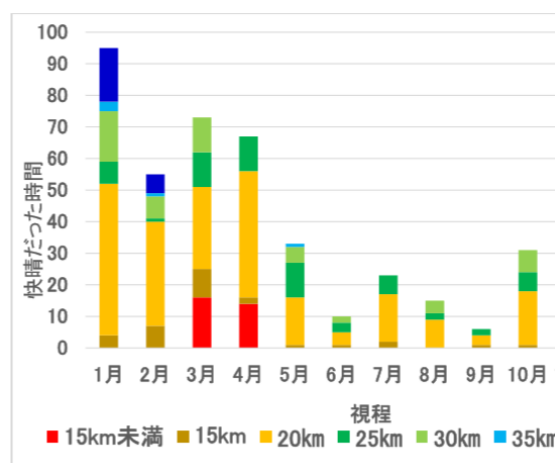
「空気中の塵が少ないと、空気が澄んでいて、見通しも良い。東京や神戸のように冬に天気の良い地域では、冬は空気もきれいで、年間で1番空がきれい。」というのは、感覚的にわかることなので、図5～7の結果は当たり前と言え当たり前であり、調べなくても結果はわかっている。でも、「なんとなく感覚的に」を「数値で示す」ことで、理解も深まるし自信を持って人に話すこともできる。また、どれくらいの数値なら空気が澄んでいるのかということが定量的にもわかる。環境省の「そらまめ君(※7)」というWEBページには、全国の大気汚染物質の観測結果がほぼリアルタイムで公開されている。この中に、先ほどの浮遊粒子状物質の量もある。例えば、この値が $0.010\text{mg}/\text{m}^3$ だということがわかったとしても、この数値が多いのか少ないのか(空気が澄んでいるのかそうでないのか)わからない。私は今東京都足立区に住んでいる。東京の東の端でも、空気がきれいな日には富士山をきれいにみることができる。私の体感ではあるが、浮遊粒子状物質の量が $0.010\text{mg}/\text{m}^3$ 以下の時は、富士山がきれいに見える。星もきれいに見え、夜空が暗い(空気が澄んでいて、街灯りの反射等が少ない)ことが多い。 $0.020\text{mg}/\text{m}^3$ 以下でも見通しは良いことが多いように思う。反対に、 $0.030\text{mg}/\text{m}^3$ 以上になる時は、体感でも昼間の空は白っぽく、夜空は明るいように感じる。おそらく、昼間は太陽の光を散乱して白っぽくなり、夜間は街灯りを反射して明るくなっているのだろう。星空がきれいに見える時という観点では、例えば、私の住んでいる場所では、浮遊粒子状物質の量が $0.010\text{mg}/\text{m}^3$ 以下というのは1つの目安になっている。もちろん、これだけで見通しが決まるわけでもないし、地域によっても異なるかもしれない。ちなみに、2019年11月30日の朝、仕事で静岡に行く用事があり、早朝東京駅から新幹線に乗ったのだが、品川駅を出たあたりから前方に富士山が(かなり)きれいに見えた。その時の東京都内の浮遊粒子状物質の量は多くの場所で $0.010\text{mg}/\text{m}^3$ 以下だった。



神戸

視程、天気：神戸地方気象台の観測データ

期間：2017年4月～2019年3月



東京

視程、天気：気象庁の観測データ

期間：2018年1月～2018年12月

図6(上) 天気の観測結果が快晴だった時間帯における視程の月別合計

※天気と視程は毎時観測しているわけではなく、神戸は3時、9時、15時、21時の1日4回、東京は3時、6時、9時、12時、15時、18時、21時の1日7回観測している。



図7(左) 神戸市灘区における2009年から2018年の10年間の浮遊粒子状物質濃度の月別平均値

(0.001 mg/m³)

同じ快晴でも、空気中の塵の量によって星の見え方や見通しが違うことは体感でもわかるし、それを数値で示すこともできた。気象予報士としては、今度はそれを予測したい！天気は予測できるので、大気中の塵の量と気象現象の関係が分かれば、予測できる。実は、そういうことはもう多くの研究がされており、いろんなサイトで1週間の予測も見ることができる。例えば、寒冷前線が通過した後や移動性高気圧に覆われるような日は空気中の塵が多くなるそうだ。実際、経験的にもこういう気圧配置の時は見通しが悪いことが多い。この辺りは、私自身もまだまだ勉強不足なので、これから勉強して、天気と一緒にその日の「空気のきれいさ」も自分で予測できるようになりたい！

※6 環境省大気汚染物質広域監視システム：そらまめ君

<http://soramame.taiki.go.jp/Index.php>

5. 星空予報士を目指して！

このエッセイを書くにあたって、空気中の塵について少しだけ勉強してみた。自分で予測するにはまだまだ勉強が必要だ。勉強だけでなく、自分の体感も大切だ。この勉強を初めてから、これまで以上に空を見ることが多くなったし、空がきれいな日や富士山が見える日は、「なんで今日は空気がきれいなのか」を考えている。

星を見る時に必要になる気象現象について、もっともっと勉強して、いつか、今夜の天気じゃなくて「今夜の星空の見え方」が予測できるとどんなにステキだろう。

「今夜は空気が澄んでいるから、いつもより星がいっぱい見えるでしょう。東京の市街地でもはくちょう座のくちばしのアルビレオも肉眼で見えるでしょう。」

「今夜の天気は曇りの予想で雲が多いですが、今夜の雲は隙間も多いので、雲の隙間から月明かりが見える時間もあるでしょう。」

「今日も明日も天気は快晴だけど、空気は今日の方がきれいだろうから、よりきれいに星空見るなら今日がおすすめです」

なんて言えたらステキだろうな。気象予報士の次は「星空予報士」を目指して！

引用・参考文献：

データの入手については下記サイトから行いました。

- 1 気象庁における天気と視程の観測データ

<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>

- 2 神戸市環境常時監視システム

http://kobetaikikanshi.jp/environmental/baseline_survey/index.html

- 3 東京都環境局,

http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/air/air_pollution/torikumi/result_measurement.html

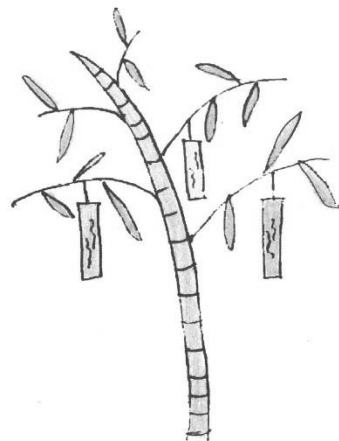
- 4 環境省大気汚染物質広域監視システム:そらまめ君

<http://soramame.taiki.go.jp/Index.php>

世界の七夕伝説と世界の七夕事情



光永佐知子



中国の七夕伝説

登場人物：天女・若者・牛・七人姉妹・兄夫婦・上帝・上程の妹 西王母

▼伝説

天上の東方に映した美しい天女の七人姉妹が住んでいました。彼女達が織る布は美しい雲の様でその布からできた天衣（てんい）と呼ばれ羽織れば天地の間を思うままに行き来できるというものでした。地上で水浴びをしましょうよ。と天女達は言いました。一方地上では一人の若者が年老いた牛と共に貧しい暮らしをしていました。兄夫婦に追い出された若者は牛と一緒に細々と暮らしていました。ある日突然年老いた牛が言葉を話してこう言いました。「今日は天上の美しい天女達が地上に降りてきて川で水浴

びをするはずで。その間にそっと天衣を盗んでしまえば天女は天に戻れずあなたの妻になるでしょう」それを聞いた若者は、待ち伏せをして天衣を一枚奪い取りました。末の妹が天に戻れず若者の妻となりました。その後息子と娘の二人の子供が生まれ四人は幸せに暮らしていました。ところがある日、若者が家に帰ってみると二人の子供が泣きじゃくっています。何時まで経っても戻ってこない天女に天の上帝が怒り、神兵を送って天女を連れ帰ってしまったのです。牛が私を殺して皮を剥ぎ、其の皮を纏っていきなさいと言いました。若者はその通りに牛を殺して其の皮を纏い、二人の子供をかごに入れ担ぐと天に昇っていきました。やっとのことで追いつき、子供たちが手を伸ばして母親のたもとを引っ張ろうとした時、天の一角から巨大な手が伸びてきて天女と若者達の間にさっと一本の筋を引きました。それは、上帝の妹である西王母の手で頭に付けていた金のかんざしを抜いて、それで天に筋を引いたのです。するとたちまちそこから水があふれだして大河となり、若者と天女の間はとても大きく広がってしまいました。それを見た小さな娘が言いました。「そうだ、川の水をひしゃくで掬い取ろうよ」すぐに若者と二人の子供は流れる銀河の水を一杯一杯掬いはじめました。これを見た上帝は妻に対する若者の愛情と母を慕う子供たちの健気さに心を打たれ毎年七月七日の夜だけ、夫婦親子が川を渡って会うことを許したのです。

韓国の七夕伝説

登場人物：織女・牽牛・父王・鵲（かささぎ）・日官・地上の王

▼伝説 1-1

ある星の国（天上界）のこと王には大変美しい姫がおり、王はその姫をととてもかわいがっていた。才能に優れていた姫は、特に織物が上手で自分の仕事として毎日機を織っていたので、織女と呼ばれた。父王は年頃になった織女に牧童の牽牛を婿として迎えることにした。夫婦となった牽牛と織女は、お互いに愛しあいひと時も離れない仲の良い夫婦となりました。そして織女は機織りを忘れ、牽牛は牛の世話をすることを忘れてしまった。二人が仕事をなおざりにしたので父王は怒り二人を呼んで「今後お前たちは一年に一度だけ会うことを許す。織女は天の川の東方に行き機を織り、牽牛は天の川の製法に行って牛に草を食ませなさい。ただし一年に一回七月七日には会うことを許す」と厳しい命令を下した。そして、二人をそれぞれ天の川の東西の遠くに追放した。やがて一年が経ち、牽牛と織女は西と東から天の川に向かって旅を始めて、やっとの思いで天の川の東岸と西岸に七月六日にたどり着いた。そして対岸にお互いの姿を見つけたが天の川を渡る方法が見つからず涙を落した。さて、下界では、七月七日の朝から雨が降り始めた。牽牛と織女の涙が地上で未曾有の大雨となり、降り続く雨で大洪水となり田畑も穀物も家も家畜も押し流されてしまった。それで天上界に通じている日官が占う

と牽牛と織女が天の川のほとりで泣いているのが分かったので、地上の王に伝えた、地上の王は二人を哀れに思い二人を会わせて地上の天災を食い止めようとした。王は地上の鵲を集め牽牛を渡らせる為に天の川に橋を架けるよう命じた。鵲はこの国に住んでいる恩返しにいっせいに天上に向かってと織女は美たち天の川に橋を架けた。牽牛は鵲の橋に驚き、また感謝しつつ、鵲の頭を踏んで織女のいる向こう岸に渡った。やっと再会できた二人は喜び、地上でも雨がやみ首尾よくいったことを地上の人々も喜び二人の幸福を祈った。そして天上も地上も元のように収まり立派な役目を果たした鵲は大事にされるようになった。また七月七日には一羽の鵲も見ることが出来ないが、それは天の川に橋を架けに行くからで翌日帰ってきた鵲は牽牛の足に踏まれて頭が白くなっているといわれている。七月七日の朝の雨は牽牛と織女とが天の川のほとりで泣く雨、日理ごろの雨は再会を喜ぶ雨、夜の雨は別離の雨だといわれている。

▼伝説 1-2・諸説

牽牛は隣の星の王子説。

銀河の対岸に住む牧童であり織女が一目ぼれして父の許しを得て夫婦となる説。

地上の王が憐れんで鵲を使わすという話ではなく、二人を憐れんで鵲が飛んでいく説。鵲の橋については、鳥と鵲とが橋を作るのでその橋の名を「鳥鵲橋」という話があり、その場合七月七日に地上で姿を見ることができなくなるのは鳥と鵲となり、七夕が過ぎて頭が全部禿て地上に戻ってくるのも鳥と鵲である。

七夕の日の雨については二人が再会を喜んだり、翌朝になって別れたりする時の涙が地上に降ってくるものであり雨が降ると二人が会えたと考えられているようである。そして七夕の日には雨が降るのを待っていたという説もある。

ベトナムの七夕伝説₂

登場人物： 天女・若者・息子・仙女・玉皇・天人・カラス

▼伝説

昔、天上界の天女は下界の天女の泉でよく水浴びをした。ある日、働き者の若者が山道に迷って偶然山奥の天女の泉に行きついた。丁度その時三人の天女が水浴びをしているところだった。若者は天女達の楽しそうな姿を見ていたが泉の傍に三着の真っ白な羽衣があるのを見つけそっと近づいて一着の羽衣をつかむとすぐそばの木の陰に隠れた。やがて水浴びを終えた天女達は岸に上がり二人の天女は自分の羽衣をまとめてさっと空高く飛び上がっていった。でももう一人の天女は自分の羽衣を探したがどこにも見当たらない。その様子をじっと見た若者は木の陰から出てきて天女に何を探しているのが尋ねた。天女はこの若者が自分の羽衣を盗んだことが分かったので羽衣を返してくれるよう強く言った。すると若者は笑いながらこの羽衣はもう自分のものだから自分と一緒に家に行き妻になってくだ

さい。と言った。何度も羽衣を返してくれるように頼んだが若者は返してくれずやがて夕方になった。どうしていいかわからない天女は若者と一緒に男の家に行くことにした。家に着くと若者はまずこっそり羽衣を隠しそれから天女の世話をした。そして天女は人間界でその若者の妻となった。二人が夫婦になってしばらくして男の子が生まれた。やがてその子は3歳になり、親を大切にするようになった。ある日男は用事でしばらく家を離れることになり妻に「米が無くなったら黄色の粃かごの方から出して食べるように黒い粃かごには中に蜂がいて刺すから黒い方は開けないように。」と言い残しました。ところが妻は夫の言うとおりにせず、黒い粃かごの米を食べた。しかし蜂は一匹もいなかった。それで妻は夫が黒い粃かごに何かを隠していると思い中を探してみると天女の羽衣が出てきた。天女は羽衣を見つけると親や姉妹に会いたくなって羽衣を着た。しかし長い間羽衣を着ていなかったのうまく飛べない。それで幾日か羽衣を着て練習しているうちに飛べるようになったが息子を置いて天上界に帰ることはなかなかできなかった。もうすぐ夫が帰ってくるというある日の午後、天上界に帰ると決心した天女は子供の為にお菓子を作った。そして、お腹が空いたらそのお菓子を食べるように、また、お父さんが帰ってきたら渡すようにと言い息子に櫛を預けて羽衣を纏って天上界に帰っていった。やがて家に戻ってきた男は妻の姿がなく息子の着物の中に櫛があるのを見て事情を悟った。天女の泉を探し舞っていると空から年を取った仙女が水くみに降りてきた。天女のことを話し天女を探してくれるよう頼んだ。次の日の昼過ぎ男と息子が泉の傍で待っていると袋と縄を持って二人の天人が天から降りてきた。天人は男と息子を袋に入れると天上界の織女の家へ連れて行ってくれた。そして互いに会えたことをたいそう喜んだ。二日過ぎた。天上界では下界の者は天上界に来てはならないという玉皇の命令があったので別れの時、織女は男に太鼓とおにぎりを渡して縄をつたって下界におり地面に着いたらその太鼓を叩いて知らせるようにと言った。男と息子は縄をつたって下界に降りて行った。その途中、お腹が空いた息子に食べさせるためにおにぎりを太鼓の上に置いた。すると運悪くカラスの群れがそのおにぎりを見つけてつつきに來た。カラスはおにぎりをつつくときに太鼓を鳴らしたので、その音を聞いた織女は、夫と息子が地面に着いたと思って縄を切ってしまった。そして二人は海に落ちてしまった。それを見たカラス達は驚き恐ろしくなって天上界に知らせに行った。そして玉皇は織女が罪を犯したものの事情を知ると夫と子供を哀れに思い、二人に天上界で牛（水牛）の世話をする仕事をさせてやることにした。再び天上界に戻った男は、牛の世話をすることから牛郎と呼ばれるようになった。牛郎は毎日牛に草を食べさせるために銀河の向こう側で暮らし、一方織女は銀河のこちら側で絹織りを織った。そして毎年七月七日だけ、玉皇は二人が会うのをゆるした。太鼓を叩いてしまったカラス達は二人が会う日になると罪滅ぼしに頭で石を運んでいき二人が通るための橋を架けた。

それ以来毎年七月七日によく雨が降るようになった。それは、毎年その日だけ会える牛郎と織女の夫婦の涙だと言われている。そして二人が会うための橋を架けるために頭の上に石を載せて運んだカラスはその日には頭が白くなると言われている。

▼伝説 1-2・諸説

登場人物：織女・牛郎・玉皇

昔、天上界で暮らしていた織女が天上界のパーティーでコップをこぼしてしまったので、そのことで罰を受けて織女は地上界で一年間生活をするようになった。地上では暮らす間に織女は貧しい牛飼いの男、牛郎と出会った。牛郎は貧しかったが心はとても良い男で二人は恋に落ちた。しかし天上界の玉皇が二人の恋愛を知ると怒って織女を天上界に帰らせてしまった。なぜなら天上界の者と地上界の者との恋愛は禁止されていたからだった。天上界に戻り牛郎と離れ離れになった織女は大変に嘆き悲しんだ。その様子は玉皇の心を動かし織女を哀れんだ玉皇は、一年に一度旧暦の七月七日に二人を会わせてくれるようになった。そして七月七日になると地上と天上を虹が結んで二人は虹を渡って会うことができた。二人が会えたその時織女と牛郎は再会を喜んで涙を流すので地上には雨が降るという。

フィンランド

登場人物：ラミス・サラミ

▼七夕伝説

ある所にラミスとサラミという仲睦まじい夫婦が暮らしていました。いつも緒の二人でしたが死ぬ時だけは一緒とはいきません。二人は死んだあとそれぞれ別々にのぼり星となりました。二人の星はかなり離れていてもう会うことさえもできませんでした。しかし、二人はとても愛し合っていたので死んだ後も一緒にいたいと思っていました。そこで二人は空に漂う星屑を集めて二人の星の間に光の橋を作って会おうと決めたのです。それから毎日毎日一生懸命星を集めては集め集めては集め…と橋を作りました。一年経ち二年経ち…どれだけ時が流れようとも二人は諦めることなく橋を作り続けました。やがて千年もの時が経ち二人の星の間に立派な橋ができあがりました。キラキラとまばゆい光を放ち輝く星の橋。そうこれが天の川です。ラミスとサラミは光の橋を渡りシリウスの星のところで再び会うことができました。二人は喜びの涙を流しながらしっかりと抱き合いました。こうして二人は今も夜空でキラキラ輝きながら仲良く暮らしていると言われています。

ギリシャ

登場人物：オルフェウス・ニンフ（妖精）・エウリディケ・大王ブルトーン・川の番人・大王の後・トラキアの女たち・音楽の女神ムサイ・大神ゼウス

▼七夕伝説

昔、ギリシャにたて琴がとても上手な「オルフェウス」という青年がいました。オルフェウスがたて琴を奏でるとそのあまりの美しい音色に人々はもちろん森の動物達や木々達もうっとり聴き惚れてしまうのでした。ある日オルフェウスがいつものように川のほとりでたて琴を弾いているとその音色に合わせてとても美しい少女が踊っています。その少女はニ

ソフで名前を「エウリディケ」といいました。オルフェウスとエウリディケの二人はすぐに恋に落ちました。やがて二人は結婚して仲睦まじく暮らしていましたが、ある日エウリディケが川岸を散歩していた時に誤って、草に隠れていた毒蛇を踏んでしまいました。すると毒蛇は勢いよくエウリディケに噛み付きエウリディケはあっという間に死んでしまったのです。それから毎日泣き暮らしたオルフェウスでしたが、どうしてもエウリディケのことを諦めることができません。「そうだあの世に行って大王プルトーンにエウリディケを生き返らせてもらおう。」オルフェウスはあの世へと続く険しい地下道をどんどん下って行き三途の川にたどり着きました。しかしそこで川の番人達が立ちはだかり言いました。「お前を川の向こうへは渡すことは出来ない。」オルフェウスはたて琴を取り出し妻を亡くした悲しみの音色を奏でました。すると番人は黙って彼を船に乗せました。その後もあらゆるあの世の番人が彼の行く手を阻もうとしましたが、たて琴の音を聴くと黙って通してくれるのでした。やがて延々と続く長く暗い地下道を抜けたオルフェウスはついにあの世の大王プルトーンの所にたどり着きました。オルフェウスは心を込めて悲しみの音色を奏でながらプルトーンに妻を生き返らせて欲しいと頼みました。しかしプルトーンは「それだけではできない」と断るばかり。すると大王の后がオルフェウスの琴の音のあまりの悲しさに「どうかオルフェウスの願いをお聞きください。」と涙を流して言いました。プルトーンはしばらく考えた後、「仕方がない、一度だけ許そう。しかし、地上に出るまで決して妻の方を振り返ってはならぬぞ。」と言ってエウリディケをオルフェウスの元に返しました。「ああ、ありがとうございます。」オルフェウスはもう二度と妻の手を放すまいとしっかりと握りしめて険しい坂道を上っていきました。やがて薄暗い地下道にこの世の懐かしい光が差し込みあと少しという所に来た時オルフェウスはあまりの嬉しさに思わず後ろを振り返ってしまいました。するとその瞬間エウリディケはものすごい力で元の道に吸い込まれていきその姿は一瞬で見えなくなりました。オルフェウスは全力で妻の後を追いましたが、その姿はもうどこにもありません。やがてまた三途の川の入り口にたどり着きました。オルフェウスはもう一度船に乗せてもらいたいとたて琴を弾きましたが今度ばかりは番人も通してくれません。オルフェウスは悲しみのあまり山矢野をさまよっていましたが、酒に酔ったトラキアの女達にたて琴を弾けと言われて断ったためその場で八つ裂きにされて殺されてしまいました。オルフェウスの首と琴は死んでもなお悲しい音色を奏でながら川を下っていきました。やがて音楽の女神ムサイに拾われたオルフェウスの遺体はリベトラの森に葬られました。そして大神ゼウスはオルフェウスの琴を拾って星空に上げ琴座としました。

今でも静かな夜にはその悲しげな音色が星空の彼方から聞こえてくるのだと言います。

※トラキア…バルカン半島東部の歴史的な地域名

日本

登場人物：若者・天女（たなばた）・たなばたの父

▼七夕伝説 1-1

昔ある村にいた若者が田畑の仕事の帰りに美しい衣を見つけて持って帰ろうとした。実はその衣は天女の羽衣で下界に水浴びに来ていた天女の者だった。天女・たなばたは若者に羽衣を返してくれるよう頼むが若者は知らんぷりをして天へ帰れなくなったたなばたはどうも若者の家に行くことになった。若者とたなばたは夫婦になり、仲良く暮らすようになった。ある日若者が畑仕事に出ているとき、たなばたは天井の梁の隙間を鳩がつついて羽衣を引っ張り出しているのを見た。そして羽衣を見つけたたなばたはそれを纏い若者に「もし私を恋しいと思うならわらじを千足編んで竹の周りに埋めてください。きっとまた会うことができます。」と言って天上界に帰って行った。そこで若者は昼も夜もわらじを編み続け、ある日千足のわらじを編み終え竹の周りに埋めることができた。わらじを埋めたとたん竹はぐんぐん空高く伸び、若者はその竹を上りま秘めた。ところがもう少しという所まで来たところでどうしても天に手が届かない。というのは、わらじは九百九十九足しかなかったからだ。そこで若者がたなばたを呼ぶとその声がたになばたに届き、たなばたは若者の手を引いて天上界に引き上げた。二人が再会を喜んでいるとたなばたの父がそれを見て若者に種まきを言いつけた。言いつけ通りに種まきをするとなばたの父は畑が違うから蒔き直せという。そこでたなばたの助けを借りて若者が種を蒔き直すと次は三日間瓜畑の番をしろと命じた。若者は畑の瓜を食べたはいけないとなばたから言われたが酷く喉が渇いて瓜を食べてしまった。すると瓜の中から水があふれ出し、川となりたなばたと若者の間を引き離してしまった。そして皮を挟んで向かい合う二人は牽牛星と織女星になり年に一度七月七日の夜だけたなばたの父の許しを得て会うことができるようになった。

▼伝説 1-2 諸説

「まんが日本昔ばなし」の話では、竹が天上に伸びることになっているが、日本各地に伝わる昔話では竹の代わりにへちまの木、夕顔であったりする。また、わらじの数も一足足りない点では共通するものの九百九十九ではなく九十九である話もある。

1-3

星めぐり歳時記 海部宣男 著

星合ひや 影どる水に 人の老い 可都里

「星合ひ」は星逢い。つまり星の逢引で、これは江戸の七夕の句である。七夕の星の恋物語はわが王朝で大人気を博し星逢ひという日本らしい言葉も生まれた。でもなぜ七夕に水が登場するのだろう。

話は変わるが昔の家には縁側や濡れ縁というよいものがあつた。屋内と屋外をつなぐ中間領域だ。私が子供のころに住んだ家でも濡れ縁に腰掛けたり下駄をつっかけて庭に降りて遊んだり、天気良ければ本を読んだ。そんな縁側や濡れ縁は江戸のころは大活躍だった。庶民にとっては七夕の舞台だったのである。江戸の七夕はもちろん旧暦である。日本全国ほぼ梅雨の中にある今の七月七日とは違って梅雨も明けさわやかに晴天が続く八月。家は星

の逢瀬を祝い競って屋根高く笹飾りを立てた。江戸市中には笹売りの声がこだましたというから広重の「江戸百景」や風俗画が描く笹飾りの林立も決して誇張ではなさそうだ。笹飾りには願い事や短冊や色紙で折った吹き流しをつける。寺子屋では子供たちが一斉に短冊を書いた。

1-4

丸森の七夕さま 4

宮城県南部の丸森町に「七夕」という地名がある。田園が広がるのどかな場所だ。国道113号線沿いの七夕バス停の待合所に入ると七夕の由来が書いてあった。この地域は昔から養蚕や機織りが盛んなところで機織り姫（七重）を祀ったと伝えられる七夕明神の祠もあるそうだ。丸森町大内公民館から頂いた資料には、次のような伝説が書いてあった。

昔々、七重という美しい娘が住んでいました。娘は機織りがはいへん上手だったので大勢の人々が機織りを習いに来ていました。この七重には密かに慕う人がいました。その相手は天王川の向かいに住む牛飼いの若者でした。二人は年に一度この川辺で会っていましたが生涯結ばれることなくこの世を去りました。これを知った村人は七重を機織りの神として祀りその神社を七夕神社と呼ぶようになりました。

先日テレビで七夕の伝説を受け継ぐ丸森の女性たちを見て、目が釘付けになった。百年以上も前の機織り機械でカランパタンと丁寧に着物を織る人々が映し出されていた。七夕のころは蚕が繭を作る時期だったそうで、機織りの神様である七重さんを祀り、良い繭が出来ましたよとお祝いするのだそうだ。

機織りの糸を表す小さな吹き流しが小さな竹にそっと飾られていた。地域の歴史や人のつながりを大事にする女性たちの優しさに思えて、私も優しさのお裾分けをいただいた気分になりました。

世界の七夕事情

▼中国の七夕事情

・中国の伝説では二人を会わせるために、「七夕の夜にカササギが二人の為に羽を連ねて橋をつくる」という伝説があります。祝う時は、町や村を鮮やかに飾り立て、日本の獅子舞の様な作り物の大きな龍を人の手で操って見事な舞を披露します。農耕や自給自足で生活しているような農村部ではお香を焚いて花や果物をお供えし機織りや刺繍の腕が上達するよう織女星に祈る風習があります。

・七夕は、七祖（織女）を祀り手先の器用さを得て良縁を得ることを願う行事でした。乞巧奠（きこうでん）と呼ばれ、日本にも伝わっているものです。ただ現在では「愛情節」と呼ばれ、中国のバレンタインデー、として扱われています。中国において七夕はバレンタインデーのような嫁ぎ時になっているそうです。

▼韓国の七夕事情

・韓国において七夕は「チルオルチルソッ」と言い、韓国で七夕の日に雨が降ると、二人が再会を喜んで流した涙と考えるそうです。もしその翌日に雨が降ったら今度は別れを惜しむ涙と解釈するそうです。

・女の子たちは牽牛星・織女（織姫）星を見ながら「縫製の腕が上手になりますように」と祈りました。

・男の子は両方の星を題にして詩を作ると文章力が良くなるという事で、詩を作った。

・農事が一休み出来るという季節的な影響もあり、ホミゴリ（仕事に使った鍬を綺麗に洗ってロープやフックなどにぶら下げておくこと）などをしながら軽い祭りを楽しんだ。

・地域によっては梅雨の雨で汚れた井戸を、綺麗にし村の民たちが飲む井戸が清潔でよく湧いて出ますようにと牛の頭を捧げながら祭祀を行う所もある。

・お母さんたちは赤ちゃんの長寿を祈願しながらベクソルギ（白い餅）など白色の食べ物を用意して「七星祭」というものを捧げました。

・ジョンビョンといわれる小麦粉の煎餅とかミルジョンビョンと呼ばれる小麦粉の煎餅を食べることがあるそうです。そのほかヘツグクイル（季節の果物）を供えます。理由としては旧暦の七夕は夏の終わりごろでこの日を過ぎると秋に近づくことから小麦料理を食べるのが風習として根付いたようです。農作に関わるという意味では日本でいう半夏生の考え方に近いかもしれません。女性らはチャントツテ（醤油がめやみそがめを置く高台）の上に水（井戸水）を供え家族の長寿と家族の平和を祈願します。

▼ベトナムの七夕事情

たなばたの元となった「星伝説」が伝わっているベトナムはアジアの中で「七夕」を祝う国としては最も西にある国。中国と同じように「七夕の夜になると二人の為に鳥が橋を作る」とされています、鳥は国によって違います。ベトナムは二人の為に橋を作る鳥はカラスになっています。七月の満月を「カップルの月」と呼びます。特に派手な祭りなどは行いませんが離れ離れになった恋人達にちなんで一部の地域では昔の恋人と語り合うといったイベントが行われているそうです。

▼台湾の七夕事情

台湾の七夕は旧暦の七月七日に行われることが多く織姫と彦星のラブロマンスにあやかって「七夕情人節」（チャイニーズバレンタイン）と呼ばれた恋人の日として盛り上がるそう

です。日本でのバレンタインデーやホワイトデーのようにプレゼント交換をするのが一般的になりつつあります。特に人気のプレゼントはバラの花束でこの日のバラは定価の二、三倍でも売れると言われています。

▼ブラジルの七夕事情

日系移民の多いブラジルでは、サンパウロ市で「七夕まつり」が開催されています。呼び方も Tanabata。南半球なので七月は冬。冬の風物詩として知られています。メインストリートでは屋台が並び焼きそばや春巻きなどの料理を振舞っているようです。

▼アメリカの七夕事

南加宮城県人会が協賛し二〇〇九年から「ロサンゼルス七夕まつり」が開催されています。時期は日本と異なり八月中旬頃、ロサンゼルス内のリトルトーキョーにて二週間日本祭（二世ウィーク）に合わせて開催されます。

▼日本の七夕事情

大勢で 硯をつかふ 天の川 「武玉川より」

今の保育園や学校と変わらない楽しい風景だ。違うのはそこからで子供が家に帰るとお父さんが屋根に笹飾りを立て子供たちはキュウリやナスに竹の足をつける。お母さんが作ったご馳走と一緒に縁側に並べて星にお供えをした。あとは夜が更けるまで縁側で星と天の川を眺めご馳走を食べて一家だんらんの時を過ごしたのである。年一回の星祭り。庶民の楽しい行事だった。

縁側に並べたのは食べ物だけではない。裁縫や手習いの音楽の上達を願い、色とりどりの糸や筆、琴、などを星に供えた。その傍らには、大きな水盤を置くことになっていた。織姫と彦星の出会いを水に映そうという平安時代からの優しき習いである。そんな毎年の星祭り。いつの間には歳を取ったおばあさんや、子供もみんな大きくなった。水盤の水が映し出すのは変わらぬ星の世界だけではない。この句を詠んだ可都里は江戸後期甲州の人、俳名高かった高桑簡更の弟子として蕉風に連なる。

あとがき

私は七月七日生まれなので、七夕をいつも意識しながら生きてきました。

今回七夕の事を調べて、世界にはいろいろな七夕があり、人々は願ったり、楽しんだりして七夕を迎えているのがよくわかりました。これからも天の川を見上げて、こと座のベガ、わし座・彦星のアルタイルを眺めたいと思います。

参考文献

- 1 京都地主神社、世界の七夕行事 Web Site (2020 年 1 月閲覧)
<https://www.jishujinja.or.jp/tanabata/world/>
- 2 杉本妙子(2006)、「七夕伝説の比較文化 中国日本韓国朝鮮ベトナムの比較」, (2006)
茨城大学人文学部紀要. コミュニケーション学科論集 19 巻 pp.101 - 118
- 3 海部宣男 (2009)「星めぐり歳時記」 pp127,じゃこめてい出版
- 4 高橋博子(2015)、「ようこそ星めぐり せんだい天文台だより」 pp184, 河北新報出版センター
- 5 七夕のすべて,ベトナム・中国・韓国の七夕 Web Site (2020 年 1 月閲覧)
<https://tanabata777.com/kaigai/vietnam.html>

星座早見盤に見る天の川

武藤 裕行

1. はじめに

星のソムリエの講習会に参加したときに星座早見盤をいただいた。半世紀あまり前、子供の頃に科学雑誌の付録ではじめて手にした時のような小さな高揚感が懐かしく蘇った。

くるくる回して季節の星空を見てみる。すると自分にとってちょっと意外な夜空が現れた。春分の日の中夜の夜空に天の川が見えない、地平線にぐると張り付いている。光であふれる東京の夜空に実際の天の川を見なくなってから久しいが、季節と時間によっては天の川は地平線の周りに張り付き夜空にほとんど見えない時があるんだ！そんなことに初めて気づいた。

星座早見盤から想像を廻らすと銀河や太陽系の立体的な構造やその動きが見えてくる。シンプルだが意外に奥深い星座早見盤、宇宙を覗く面白さがそこにあった。

2. 星座早見盤から見えてくる天の川銀河の構造

星座早見盤で天の川はドーナツ状になっている。実際の天の川銀河は目玉焼きのように黄身の膨らみ（バルジ bulge：回転楕円体の膨らみ部分）と薄い白身の円盤（ディスク disk）状の構造をしている。その大きさを図 1 に示す。しかし遠く離れたたくさんの星の集まりのため、近くはスカスカで透けて天の川はドーナツ型に地球を取り囲むように見える。星座早見盤でその角度は天の川のバルジ幅は 30° くらいに、ディスクの先の幅は $5^\circ \sim 10^\circ$ くらいに描かれている。

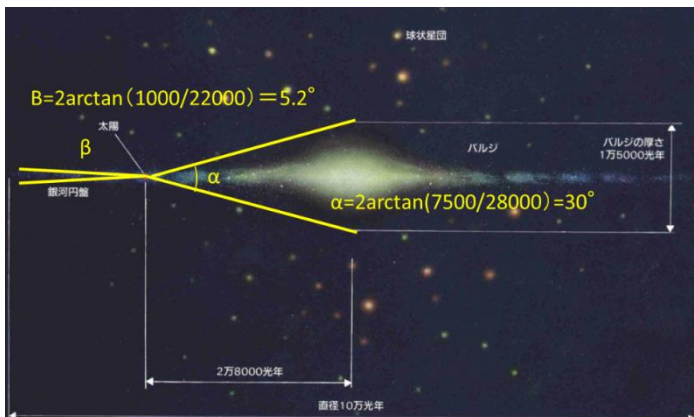


図 1. 天の川銀河と太陽の位置

星座早見盤で春分、夏至、秋分、冬至の夜中の空の天の川を見ると図2のようになった。
 どうしてこのように見え方が変わるのか考えてみよう。

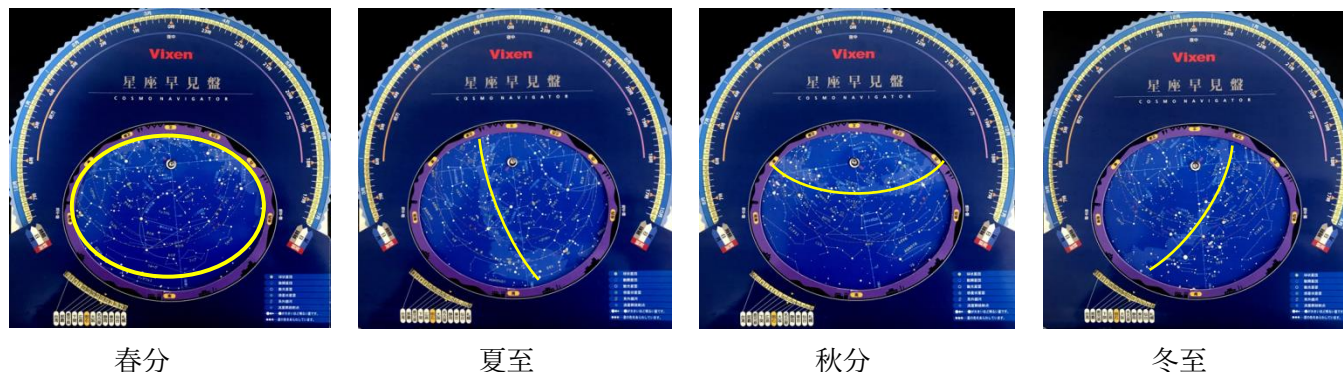


図2. 東京（北緯35°）の季節ごとの夜空

夏至と冬至では天の川は地軸の南北を中心に左右対象に見える。銀河系の円盤部（銀河面 the galactic plane）の断面をほぼ真横から見ているからだろうと思う。春分と秋分の見え方が大きく違うのは東京の緯度が関係しているに違いない、赤道上なら対象な形になるはずだ。銀河系の中で太陽系がどのような公転をしているのか調べてみた。

太陽系は天の川銀河系の中で銀河系中心から 26,000 光年程離れた薄いディスクの銀河面（the galactic plane）上の軌道を 240km/s の猛烈なスピードで回転（銀河北極に対して右回転 clockwise）している。太陽系の惑星の公転面である黄道面（the plane of ecliptic）は銀河円に対して大きく 60° 程傾いてらしい。さらに太陽は太陽系を引き連れて銀河面上を右巻き螺旋軌道（right-handed helical orbit）で回転しているようだ。

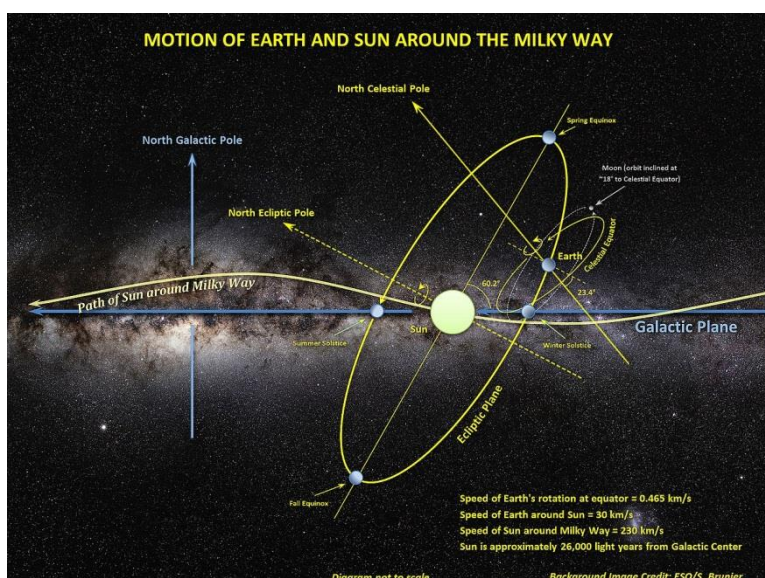
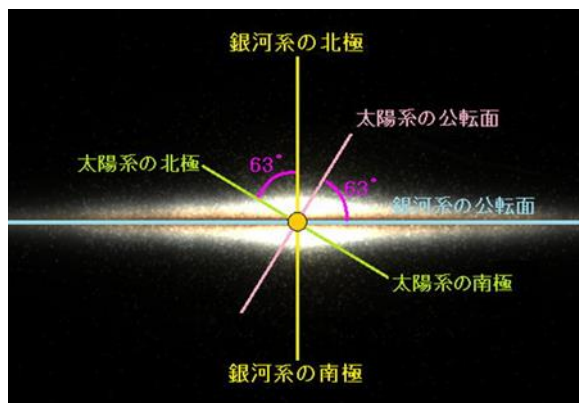


図3. 銀河系の中での太陽系の動き

NGP：銀河北極 north galactic pole
 NEP：黄道面北極 north ecliptic pole
 NCP：天の北極 north celestial pole

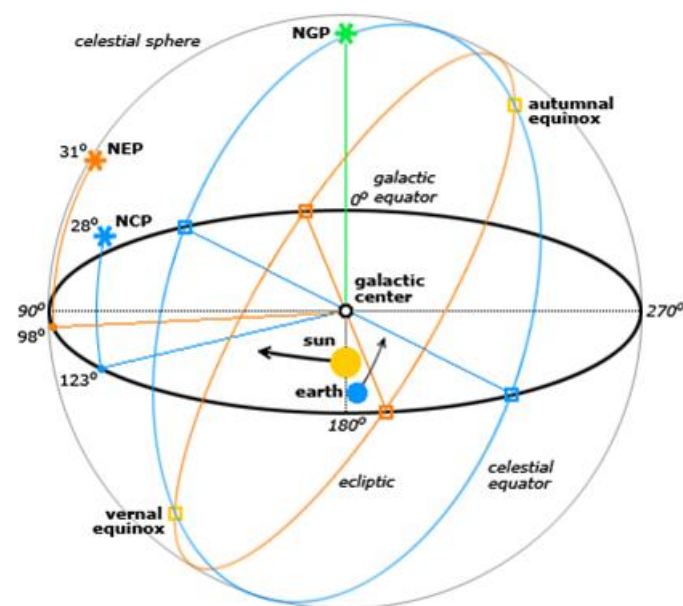
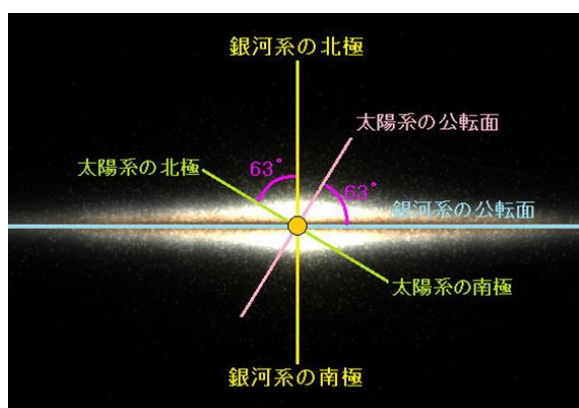


図4 銀河座標での太陽と地球

地軸の傾きは 23.4° だが黄道面の北極 (North Ecliptic Pole) と天の北極 (North Celestial Pole) は銀河緯度で 3° ($31 - 28 = 3^\circ$) しか差がない。(図4 参照) つまり夏至と冬至の時はほぼ銀河面の断面を真横から見ている格好になる。もちろん冬至は夏至とは反対の銀河の中心から反対側の外側を眺めており星の数は少なく密度は低い。

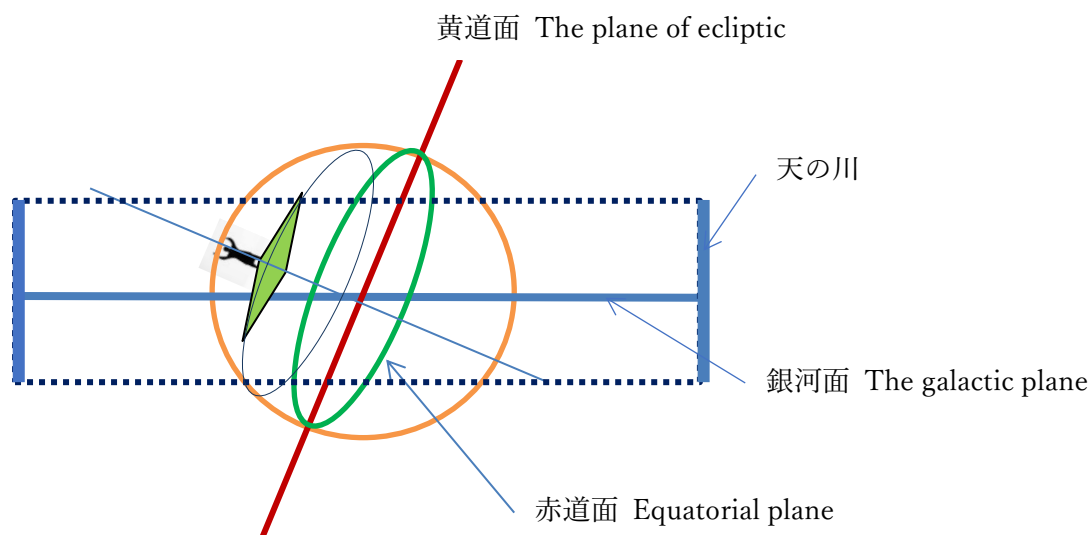


図5. 銀河面に対する夏至の位置

春分の夜中は銀河面と黄道面の傾き 60° に東京の緯度北緯 35° が加算して 95° となる。銀河面に対し垂直近い銀河北極方向を向いて夜空を見上げることになる。よって天の川は

地平線を囲むように見える。秋分点の夜中は銀河面と黄道面の傾き -60° に北緯 35° が可算して -25° となる。よって下から見上げる天の川は東西を横切る形で見えることになる。これで天の川の見え方の説明がつきそうだ。

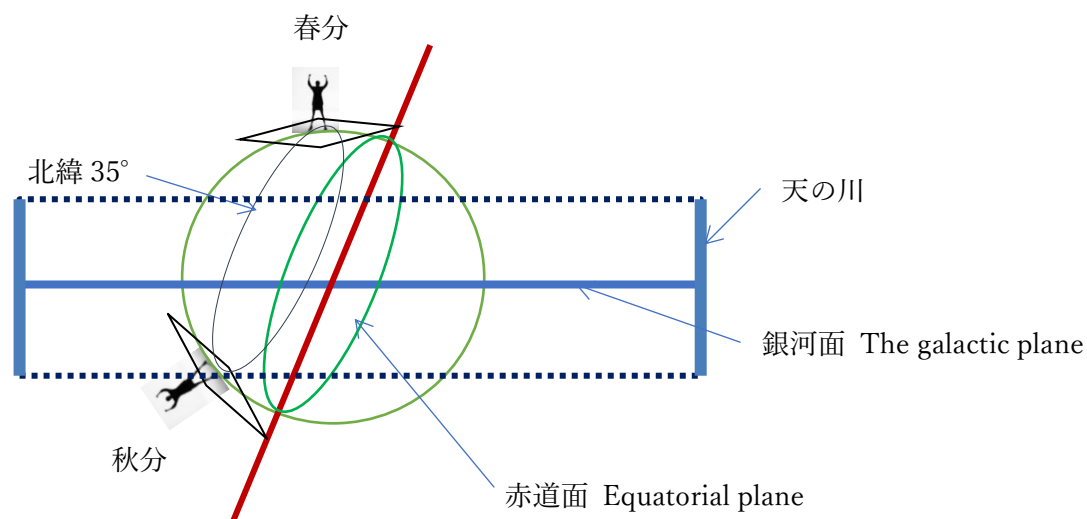


図 6. 銀河面に対する春分と秋分の位置

《Chapter 1 まとめ》

星座盤上の天の川の見え方から、天の川銀河の中の我々の太陽系の位置関係と地球の公転と自転の動きが見えてきた。ダイナミックだなあ。

2. 場所が変われば天の川の見え方も違ってくる

南半球ではどう見えるのか、オーストラリアのシドニー（南緯 34° ）での天の川の見え方を前記の考え方で想像してみる。地球の反対側なので当然ながら星は北極ではなく南極を中心に日周運動となる。

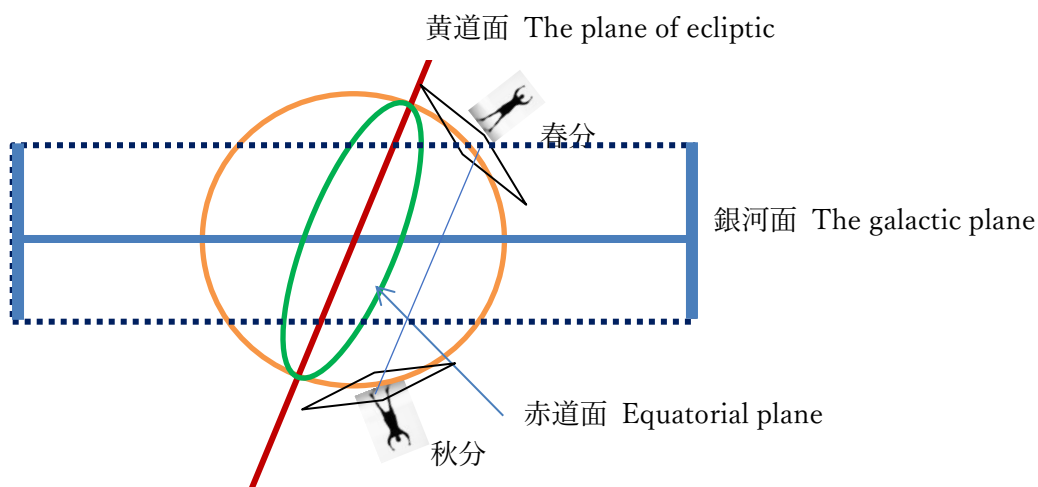
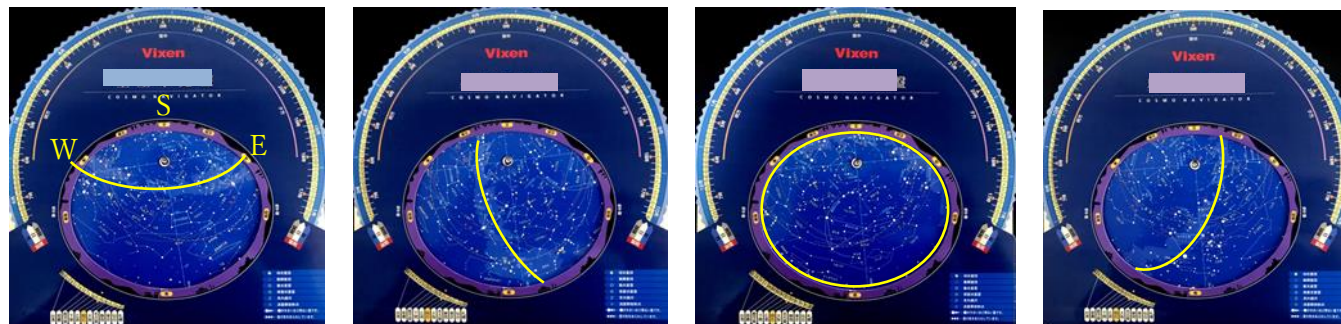


図 6 南半球での銀河面に対する春分と秋分の位置

南半球では季節が逆になる。天の川の見え方は冬至と夏至が入れ替わり、春分と秋分では東と西が入れ替わった形になるだろう。南半球の星座早見盤では南 S が上で上下左右が入れ替わり図 7 のようになると推定できる。南極に近い明るい星はないので南極星という基準は見当たらない。星座も北半球では緯度が高い馴染みの星座は見え逆にな半球では見えない星座が現れて様変わりする。見える天の川の形も少し変わると推定する。



春分

夏至

秋分

冬至

図 7. シドニー（南緯 34°）の季節ごとの夜空

北半球と南半球での天の川の見え方を模式図で比較してみた。（図 8.）北極と南極がひっくりかえり、東と西が入れ替わる。天の川の形は夏と冬が入れ替わる形で見えることになった。なかなか面白い。

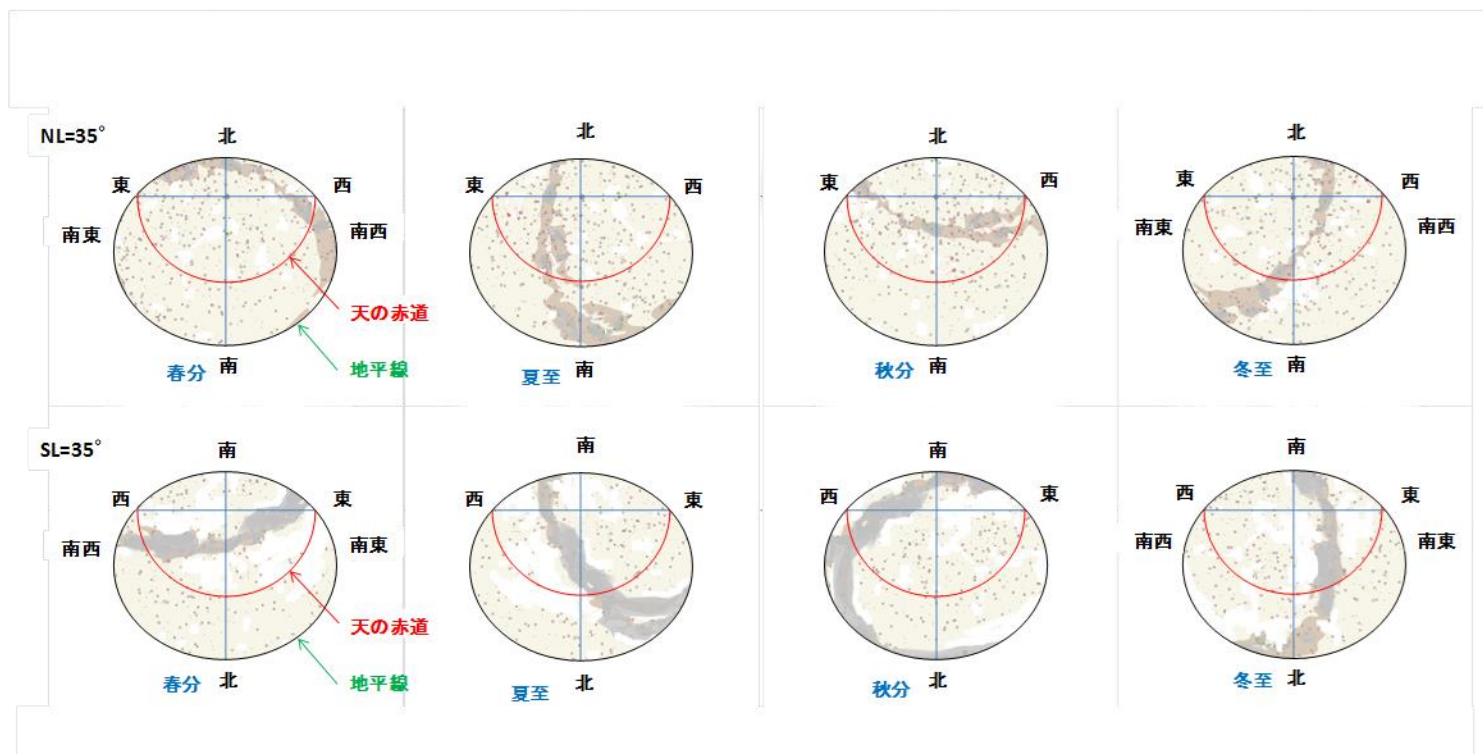


図 8. 北半球と南半球での天の川の見え方の比較

さらにすすめて、地球上の緯度の違う地域では天の川の見え方が少し異なることも容易に推定できる。北半球の北極（北緯 0° ）ではどんな天の川が見えるのか想像してみた。図 8 北極星は天頂になり天の赤道が地平線となる。天の川は天の北極から 30° 離れて天球を横切り季節により回転して見える。北極星中心の星図盤をそのまま活用して地平線の窓を少し工夫すると北緯の緯度が変わっても星座早見盤として使える範囲が広がる。緯度 90° の北極では地平線は天の赤道と重なる円形の窓で表せて都合がいい。



《改良点》
北半球の星図表の上に地平線の
円で窓を切り抜いた星座早見盤
をつけた

図 8. 北極（北緯 90° ）での星座早見盤（改良工作）

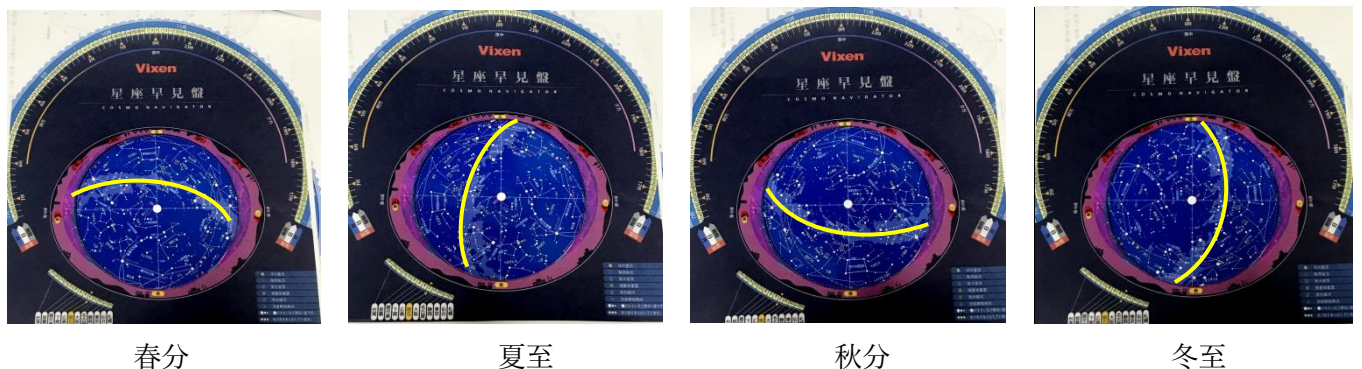


図 9. 北極（北緯 0° ）の季節ごとの夜空

（緯度の違い）×（季節の違い）での天の川の見え方を模式図で比較して描いてみた。北半球の天の川の見え方を図 10 に示す。北緯 90° (NL= 90°) 北緯 60° (NL= 60°) 北緯 35° (NL= 35°) 北緯 0° (NL= 0°) における春分・夏至・秋分・冬至の夜中の天の川を表してみた。

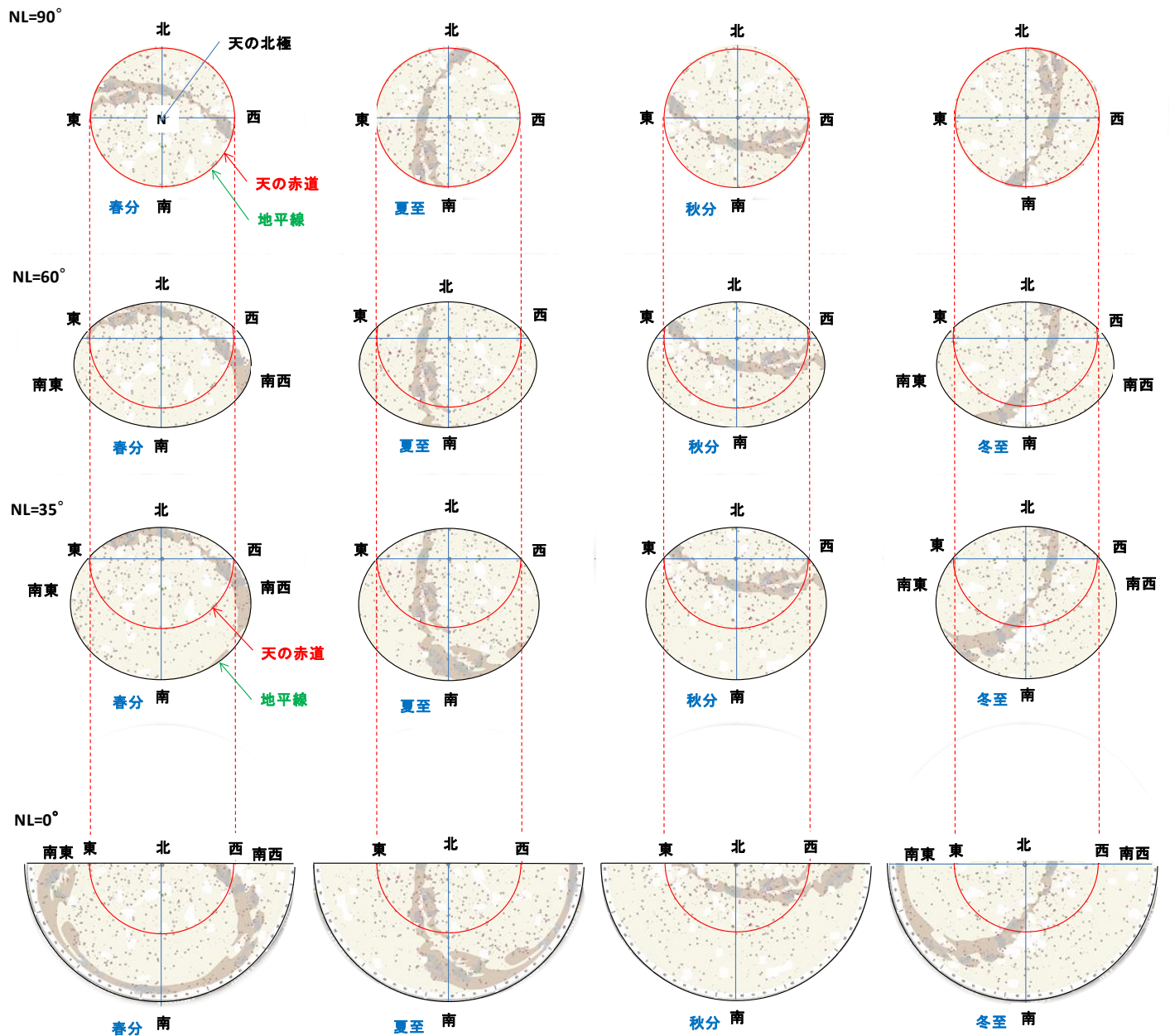


図 10. 北半球における緯度の違いで見える天の川

同様にして南半球における天の川の見え方を図 11 に示す。南緯 90 度 (SL=90°) 南緯 60 度 (SL=60°) 南緯 35 度 (SL=35°) 南緯 0 度 (SL=0°) における春分・夏至・秋分・冬至の夜中の天の川を表してみた。南半球では星座は天の南極を中心に回転するので南を上を描いている。このため北半球に対して東西が入れ替わる。緯度 35° で比較すれば天の川は夏と冬が入れ替わった形で見えている。

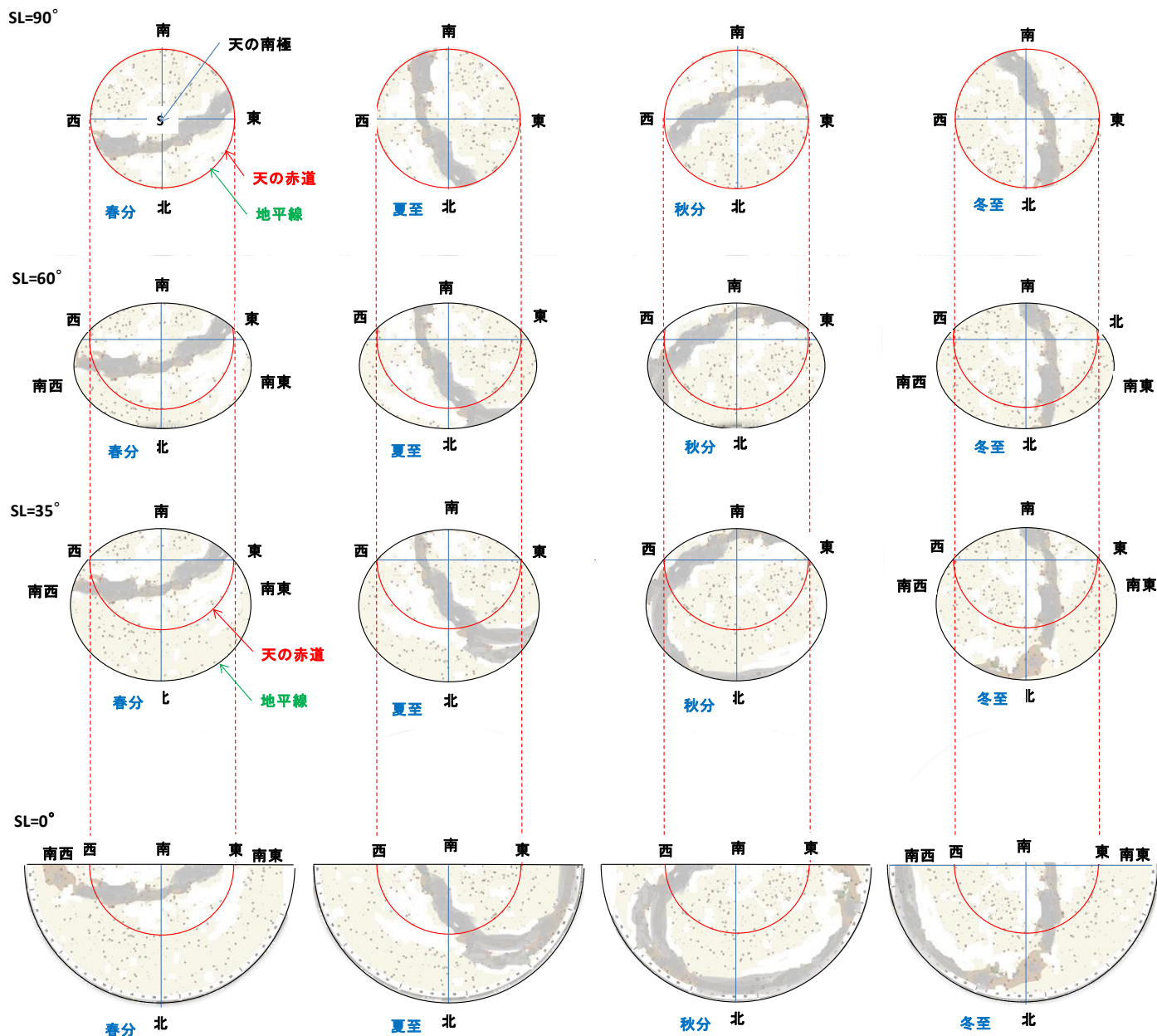


図 10. 南半球における緯度の違いで見える天の川

星座盤は三次元の世界を二次元で表す為、すべての緯度で天の川を実際に見たように表すのは無理がある。低緯度では地平線が半円となり天の川は大きく歪んで実際の天の川の形とは見た目がかなり異なってくる。

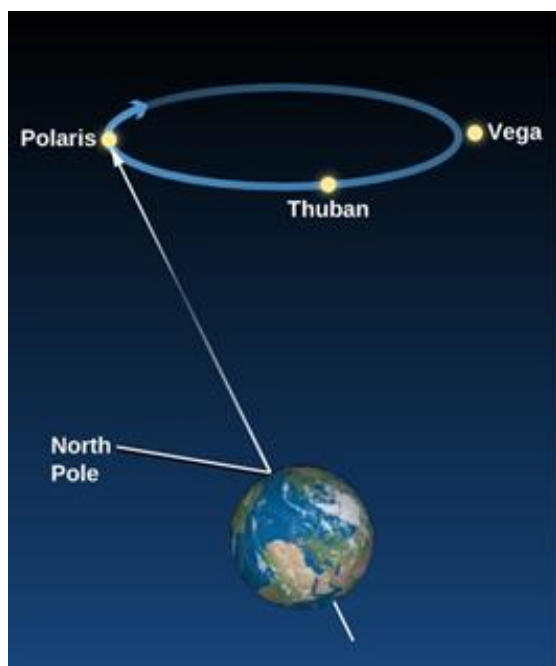
《Chapter 2 まとめ》

星座盤の窓を少し工夫すると緯度の違う場所での天の川の見える形の違いが見えてくる。

3. 時が変われば天の川の見え方も異なるが・・・

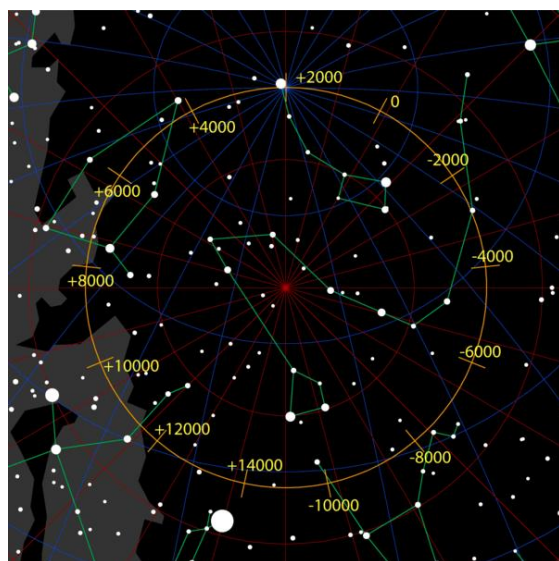
今度は時間を超えて何千年も何万年も先の天の川の見える形を考えてみよう。天の北極は極めてゆっくりではあるが天球上を移動している。地球の公転面が変わるわけではなくが 23.4 度傾いている地球の自転軸が円を描いて回転しているためである。これを地球の歳差運動 precession（首振り運動、スリコギ運動）という。その周期は約 25,800 年である。このため長い時間でみれば春分点は固定ではなく黄道上を西向きに少しずつ移動している。

歳差運動は月と太陽の及ぼす潮汐力（重力の影響）で引き起こされる。今は北極星（こぐま座ポラリス）の近傍が天の北極だが、歳差運動により 12,400 年後は緯度で $23.4^{\circ} \times 2 = 46.8^{\circ}$ 離れたこと座のベガ近傍が天の北極の星になる。



（注意）《歳差運動》

地球の自転軸が約 25,800 年周期で回転すること。これは地球が完全球体ではなく赤道が膨らんだ回転楕円体であり、月と太陽の及ぼす潮汐力で引き起こされる。地球の自転軸は黄道面に対して 23.4° 傾いている。歳差運動により春分点は黄道上を東から西に移動する。今から 12,400 年後（西暦 14,400 年）はこと座のベガが天の北極にいちばん近い北極星となる。



（注意）《歳差と周期》

恒星年 365.25636302 日

太陽年 365.24218944 日

歳差 0.01417358 日

(20min24.6sec/year)

$= 0.011417 (^{\circ} / \text{day})$

太陽年 ÷ 歳差 = 25,769 年 (周期)

$0.01395 (^{\circ} / \text{年}) =$

$0.000038226 (^{\circ} / \text{day})$

$= 0.1376'' / \text{day}$

図 11. 歳差による北極星の変遷

歳差運動で春分点が変わっていくと 12,400 年後やがて夏至は 12 月に冬至は 6 月となり春と夏が逆転して入れ変わるようになるのだろうか？実はそうはならない。一年とは太陽年 solar year の事で、太陽が分点（春分・秋分）と至点（夏至・冬至）から出て再び各点に戻ってくるまでの周期の事と定義されている。太陽年は地球が太陽の周りを一周する恒星年 sidereal year より少しだけ短い。つまりこの差が歳差なのだ。

現在の暦である太陽暦は太陽年基準として作られている為、歳差運動で地軸が回転してもいちばん日が短いのが冬至で、いちばん日が長いのが夏至である。太陽暦では歳差は既に織り込まれていて冬至や夏至の日付が大きくずれることはない。歳差による地軸の回転で動くのは全天星座の方、動かないはずの恒星や天の川ということになる。何か地球中心に天体が動くという天動説 geocentric に戻ったような気分になるだろう。

12,400 年後の天の川が星座早見盤でどう見えるのか想像してみる。今の北極星の位置にこと座のベガが位置し星座の見える範囲は 46.8° 度北にシフトする。歳差運動により春分点は 180° 近く回転し春分・夏至・秋分・冬至の天の川は今の季節の反対の季節の姿で見えるはずだ。

検証の為、星座早見盤を 12,400 年後の星空に少し改造してみた。(図 10) 予想通りの天の川が見えたのだが、はたしてこれで正しいだろうか。もし人類の子孫がこの地球に残っていれば、その時見上げる夜空の天の川になっているのだろうか。

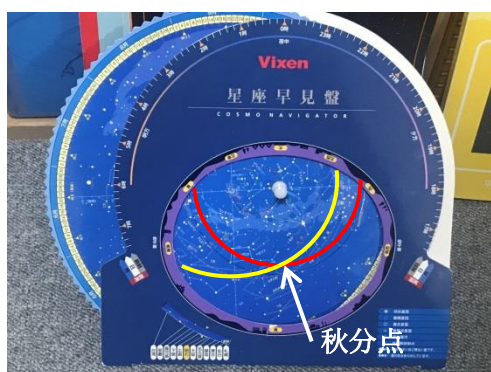


図 12. 星座早見表改良 (12,000 年後)

《改良点》

天の北極を南に 46.8° 下げこと座ベガ付近を北極とする。(星座早見盤の回転軸) さらに天の赤道を南に 46.8° 下げ、春分点を黄道に沿って 180° 移動させた。

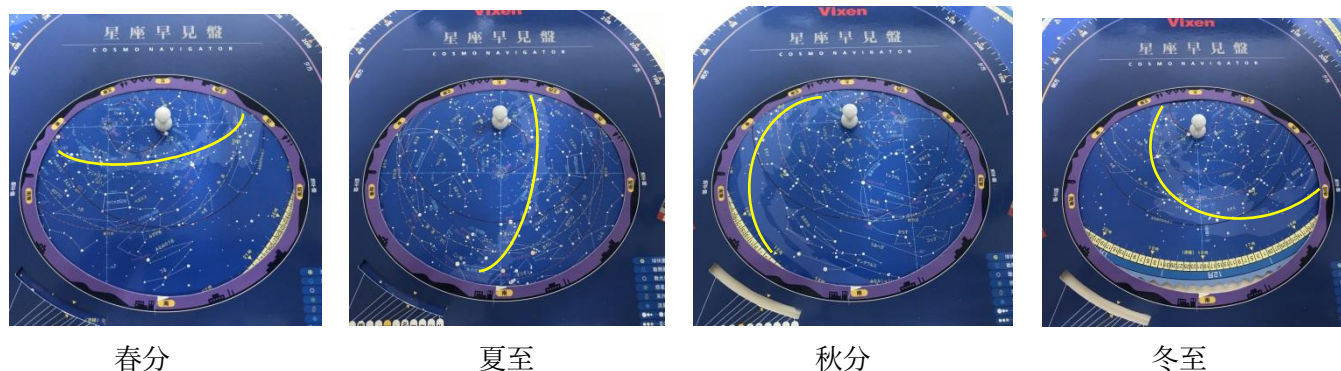


図 13. 12,000 年後の東京 (南緯 34°) の季節ごとの夜空

12,000 年後、星座を構成する太陽系近傍の多くの恒星は太陽系と同じように動いてはいない。その動きはランダムなため大きく形が変わっている星座もあるだろう。アンタレスは1万年後に超新星爆発するらしいのでその時には既に見えないかもしれない。プラネタリウムでシミュレーションできるなら見てみたいものだ。

《Chapter 3 まとめ》

歳動を考慮した未来の星座盤を簡単な工作で作れた。遠い未来の人々が見る天の川の形が想像できた。

4. おわりに

星座早見盤 cosmo navigation というシンプルな道具 1 つからでも宇宙の姿をいろいろ想像できるものだ。星座は早見盤での天の川の見え方から銀河系の中での太陽系・地球の位置や動きを考えてみた。新しい発見もありそれはそれで楽しいが、天の川はやはり生でみたい。今度は天の川がきれいに見える場所に行って実物を観察したい！

引用・参考文献

- 1 西村洋一、(2019),「星座早見の地平線の軌跡を描く資料」, 理科教育学研究,Vol.59,No.3,2019
- 2 DJ Sadhu (2013) “The helical model - our Galaxy is a vortex“ 5min54sec

HD video

<https://www.youtube.com/watch?v=C4V-ooITrws> (2020 年 1 月閲覧)

星の世界とかかわるようになって

伊藤ちか子

私が、星座や宇宙のことを好きになったきっかけは、近所の児童館にプラネタリウムがあったからでした。1回に15名程度しか見られない小さな小さなプラネタリウムでした。毎週土曜日に投影が行われていて、小学生の頃に毎週のように通っていました。その頃、星座の本を買ってもらいボロボロになるまで読んでいました。

中学生になってからは、兄に連れられ渋谷にあった五島プラネタリウムに毎月のように通っていました。児童館のプラネタリウムとは大きさも迫力も桁違いで、初めて見たときの衝撃は、いまだに覚えているくらいです。カールツァイスのこれぞプラネタリウム！の雄姿は忘れられません。

高校生になり、天文部に入部したところ、なんと、小学生の頃に通っていた児童館のプラネタリウムの運営をしていたのです。こんな巡り合わせもあるんだなと驚きました。そして、毎週土曜日は、児童館に通い小学生相手に星座の話をしていました。その活動の様子が取材され、新聞やティーン向けの雑誌に掲載されたのはいい思い出です。

働き始めてからは忙しく、プラネタリウムとのかかわりは薄くなり、年に1回プラネタリウムに行く程度でした。そんな中、地元ギャラクシティができて、手軽にプラネタリウムを見られるようになり、私にとって最高の癒しスポットになりました。

ギャラクシティで観望会ボランティアの募集があり、それに応募して、観望会にかかわるようになりました。私も天体望遠鏡で星を見たかったのですが、対象が親子だったため、参加できず残念に思っていたところだったので、ボランティアで行けば望遠鏡で星を見られる！と小躍りしてボランティアになったのでした。

少し前にギャラクシティで開講した「星のソムリエ」の資格をとり、小学生の頃から蓄積していた知識や経験を観望会や星空講座のボランティアとして、現在ではフル活用しています。

自分だけで楽しむ狭い世界から、部活やボランティア活動へとつながり、いろいろな人と出会い、子どもたちと出会い、人生を豊かにしてくれた星の世界。これからも関わっていきたいと思います。

足立区のプラネタリウムの歴史

田部一志

1974 年 2 月竹ノ塚に教育センターが始動した。最上階には直径 15m のドームが建設され、当時まだ珍しかった国産のプラネタリウム（五藤光学研究所製 GM-15-T）が設置された。そして、あの懐かしい名物解説者・福村治雄先生が着任され、万丈の気を吐いておられた。「プラネタリウムでの学習は教員が自ら話すべし」という方針で、機械操作はセンターのスタッフが行っても、解説は担任が行うスタイルが守られていた。また、週に数回は一般公開もされ、多くの天文好きを輩出した。その中には、JAXA 宇宙科学研究所に勤務する大川拓也氏や現在まるちたいけんドームで解説を行っている廣瀬理恵氏などがいる。

1987 年、開館から 14 年を経て老朽化した機械は、GMII-Space（五藤光学製）という、コンピュータ制御の機種に更新された。生解説主体のスタイルは徐々に薄れ、福村先生も 2 年後引退された。

機器更新から 7 年、栗原にギャラクシティ（足立区こども科学館）ができ、直径 23m 27 度傾斜のドームに最新式の GSS-Helios（五藤光学）と 70 mm フィルムによる全天全周映画映写機 OMNIMAX（カナダ IMAX 社製）が設置された。当然のなりゆきとして、学習投影も一般投影もギャラクシティに引き継がれ、教育センターのプラネタリウムは閉鎖された。機材は中国に売却されたとか、某倉庫に眠っているとか噂されたが、いずれの真偽も定かではない。

2013 年 4 月、ギャラクシティがリニューアルされると、プラネタリウムは「まるちたいけんドーム」と改称して、足立区こども未来創造館の一部となった。ドームの中心にあった光学式プラネタリウムも全天映画の映写機も撤去され、コニカミノルタプラネタリウム社製のスーパーメディアグローブ II-7k（デジタルプラネタリウム）が導入された。

教育センター開設から 45 年間、時代とともにプラネタリウム機器は変遷してきた。しかし、根幹となる幼稚園・保育園向けの投影や小学校向けの学習投影は変わっていない。星座の話、天体の運行、月の満ち欠けの原理などはプラネタリウムでの学習の基本である。一方、デジタルプラネタリウムは映像を映すという意味では無限の可能性を秘めている。今では、従来の概念とは違う価値観を持つ人々の新たな試みも積極的に受け入れている。

さらに今年 10 月 21 日から、休館して機材の更新工事が行われる。プロジェクターがこれまでよりも明るく鮮明になるとともに、スペースエンジン機能が充実すると聞いている。こうして、足立のプラネタリウムは名実ともに「まるちたいけんドーム」と呼ぶに相応しいものになってきている。

今後の進展が楽しみである。（2019 年 8 月記）

PS 福村治雄先生は松戸で余生過ごされており、手製の望遠鏡は白井市文化センタープラネタリウム館に展示されています。



教育センターの屋上からの景色（手前のドームがプラネタリウム）



教育センターで 1987-1994 年に使われた GMII-Space （五藤光学研究所製）

総合天文講座受講生の成果(2019 年版)

2020年6月〇日発行

著者：ギャラクシティ総合天文講座2019年度受講生

発行：ギャラクシティ（東京都足立区栗原1-3-1）

100部

乱丁落丁はお諦めください。