

# 望遠鏡が発明されたころ

科学の歴史博物館 (フィレンツェ)、  
初期の望遠鏡カタログの序文より\*

アルベルト・ファン・ヘルデン

ライス大学

1999年

望遠鏡によって、人間の五感ははじめて身体器官の外へと延びていきました。ですから、望遠鏡は十七世紀のいわゆる「科学革命」の中心的な装置であったと言っていいでしょう。ずっと以前、十三世紀頃には、何人かの科学者が、遙か遠くにいる敵を見ることのできる夢のような装置が作れるかもしれないということを論じていましたが、そういう目的を念頭に置いてレンズや鏡を研究するということが実際におこなわれるには、十六世紀の半ばまで待たなければなりません。最近の研究によれば、1570年ぐらいに、対物凸レンズと接眼凹面鏡からなる望遠鏡が英国で製作されていた可能性があります。そのような事実が実際にあったとしても、それについての記録はほとんど残っていませんし、実際に広く使用されたり作られたという証拠はありません。

遠くのをまるですぐ近くにあるように見せてくれる装置が現に存在したということの疑いの余地ない証拠をもとめるなら、オランダまで行かなければなりません。1608年、十月、オランダ国会<sup>1</sup>は、ハンス・リップルヘイ (Hans Lipperhey) という名の眼鏡製造業者がおこなった特許申請を議論したという記録があるのです。

二、三週間の間、同じような申請がさらに2件出されました。そのため、国会は、この装置はあまりにも簡単に複製できるという理由で、リップルヘイに特許権を認めませんでした。

望遠鏡発明のニュースはまたたくまにヨーロッパ中に広がりました。十一月末までには、ベネチアのフラ・パオロ・サルピ (Fra Paolo Sarpi) の耳にも、このニュースは届きました。1609年の夏には、倍率3~4倍の小型「スパイグラス」がパリで売り出され、イタリアでも出まわっています。ベネチア共和国のパド

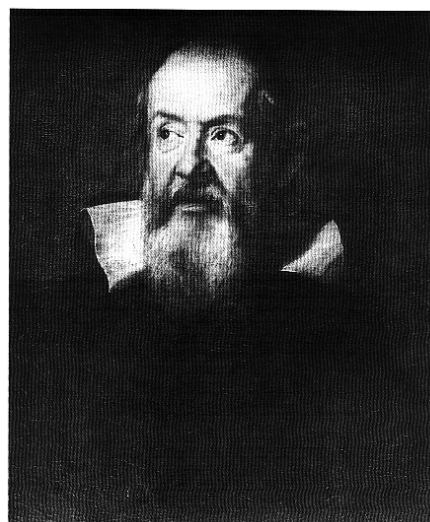


図 1: ガリレオ・ガリレイ (Galileo Galilei) の肖像 (Justus Sustermans による) 1635年 Uffizi Gallery, Florence

ヴァ大学 (University of Padua) の数理科学の教授であったガリレオ・ガリレイ (Galileo Galilei, 1564-1642) は、1609年の五月頃に、サルピから、望遠鏡の話を知りました。サルピがパリに派遣した人物によって、ニュースに間違いがないことが確認されると、ガリレオは自分で「スパイグラス」を作ってみました。最初のもは、眼鏡屋で手に入る対物凸レンズと接眼凹レンズを用いて作られていて、3倍の倍率がありました。

この道具は、複製はたやすかったとしても、改良はそれほど簡単ではありませんでした。2つのレンズの強さがどのような関係になっているのか説明できる人は、当時のヨーロッパにはほとんどいませんでした。もっと高倍率のものが欲しければレンズをあつらえなければなりませんし、眼鏡職人はそのようなレンズを作ることがはじめてできませんでした。イギリスのトー

\*同博物館の翻訳許可をいただき、小さな天文学者の会の講習会テキストとしてこの資料を皆様に提供いたします。

<sup>1</sup>オランダ各州の代表会議: 全国会議とも呼ばれる

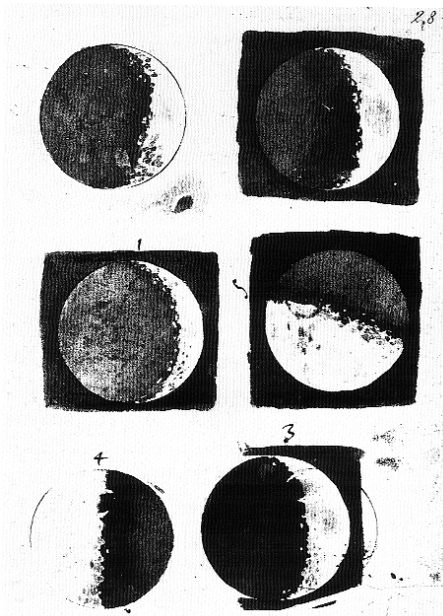


図 2: ガリレオによる月のスケッチ。1609 年

マス・ハリオット (Thomas Hrrriot) と、イタリアのガリレオが倍率のより高い望遠鏡の作製に最初に成功し、それを空に向けました。ガリレオは 1609 年の八月に 8 倍の望遠鏡を作り、ベネチア総督府議会<sup>2</sup> に献上しました。この献上によってガリレオは永年職を得、給料が倍になりました。そのあとガリレオはさらに改良を加え、1609 年の秋には天空の観測をはじめました。十一月の末には 12 倍の望遠鏡を作って月の表面の研究をしました。さらなる改良のおかげで木星のまわりに 4 つの衛星を見つけています。1610 年の一月のことです。この年の四月には「天界の報告」<sup>3</sup> と題する小さな本を出版しました。その本には彼の発見がたくさん書かれています。たとえば、月の表面は、アリストテレスの考えたようにつるつるしたものでなく、起伏のあること、木星は 4 つの衛星をともなって公転していること、などが書かれています。

この本の出版は望遠鏡を用いた天文学のはじまりを告げるものです。実際、当時問題となっていた天動説か地動説かの議論に重大なインパクトを与えました。そして望遠鏡は新しい科学の象徴になり、改良がすすむたびに科学の発展への確信が深まってゆきました。ついに十七世紀の終りには人類の宇宙に関する考え方を大きく変化させるに至ります。1687 年にニュートン (Isaac Newton, 1642-1727) が数量的に解明した太陽

系の姿は 1543 年にニコラス・コペルニクス (Nicolaus Copernicus, 1473-1543) が提案したもの<sup>4</sup>とたいへん異なるものでした。

十七世紀、望遠鏡それ自身は光学の研究課題になりました。1610 年にはどういう仕組みで大きく見えるのか全く理解されませんでした。十七世紀の末には徐々に発展した光学の理論から望遠鏡を通して見えているのはどういうものなのかが理解できるようになりました。望遠鏡自体にも、改良が重ねられたことは言うまでもありません。ガリレイの望遠鏡は 20 倍まで倍率を上げることができましたが、それ以上の倍率はいわゆる「ガリレオ式望遠鏡」(凸レンズと凹レンズを組み合わせる)では無理でした。この方式では視野が極端に狭くなってしまふのが原因です。

博物館に展示されている 2 つのガリレオ式望遠鏡 (No.1, No.2) は 14 倍と 20 倍で、視野はおよそ 15 分角 (月の直径の半分) です。さらに高倍率にすると視野がさらに小さくなり実用にはなりません。1630 年代から 1640 年代にかけて新しい方式が「ガリレオ式」にとっかわりました。

この別の方式というのはいわゆる「ケプラー式」<sup>5</sup>と呼ばれるもので、対物レンズ、接眼レンズともに凸レンズを使って作ります (図 4)。この方式の利点は視野が広く明るいことで、欠点は上下逆さに見えることですが、これは天体の観測にとっては大きな欠点とはなりません。視野が広いために倍率はかなりのものになりました。1660 年代までにもっとも強力な「ケプラー式」望遠鏡は 100 倍を越えていました。しかし、再び視野の狭さが壁になっていました。ここで複合レンズ系を用いた接眼レンズがドイツで使われ始め (1640 年代)、その後、普及しました。この複合レンズ方式では凸レンズ一枚の接眼部が 3 枚の凸レンズによって置き換えられています (それぞれ、正立レンズ (erector lens), 視野レンズ (field lens), 接眼レンズ (ocular lens) の 3 つです)。このタイプの装置は単純な「ケプラー式望遠鏡」よりも視野が広く、レンズを組み合わせたというやりかたは光学的な問題も軽減してくれました。つまり、像のゆがみがなく、色によって屈折率が違うために生じる虹色の縞が出にくくなりました。その結果、倍率はさらに高くなりました。倍率は対物レンズの焦点距離 ÷ 接眼レンズの (合成) 焦点距離で求まるので対物レンズの焦点距離が長いほど倍率は高く、また、球面収差や色収差を最小に押えるためにレ

<sup>2</sup>Senate

<sup>3</sup>Sidereus Nunciu(英語の題名), SIDEREVS NVNCIVS(ラテン語原題)

<sup>4</sup>当時信じられていた天動説ではなく、「地球が回っている」という地動説を唱えた。

<sup>5</sup>英語では astronomical telescope 天体用望遠鏡となっていて、ケプラー式とは言わないようです

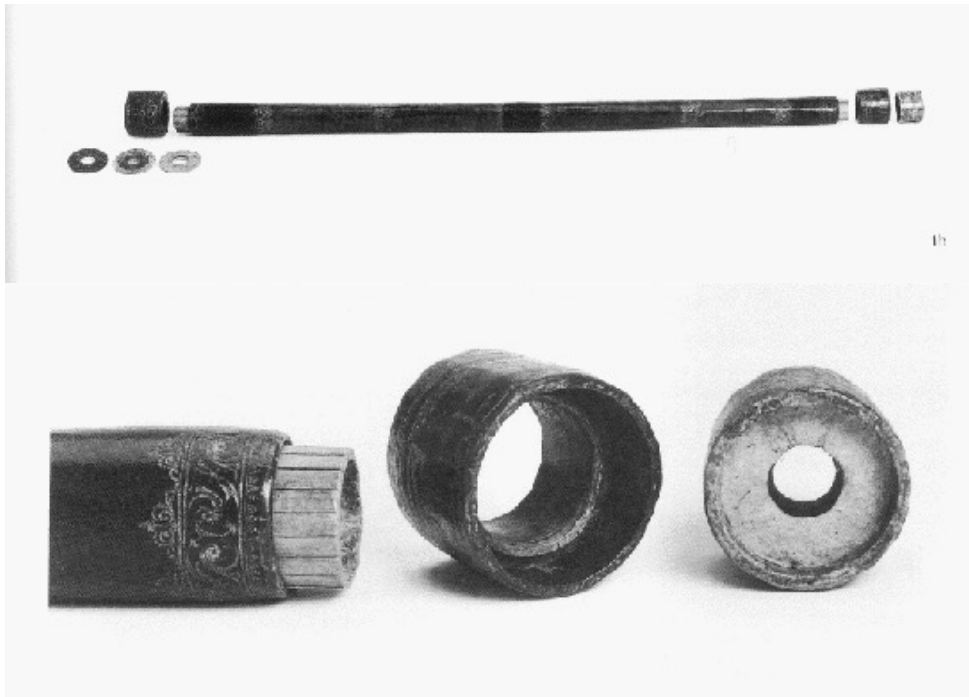


図 3: ガリレオの作った望遠鏡

レンズの曲率を小さくしたいので、結局、望遠鏡はたいへん長いものとなってしまいました。46メートルもの長さをもつものも作られ、ついには筒は省略されることになってしまいました。展示 No. 59 と 60 はフィレンツェの人々の長い対物レンズを作ろうとする努力を示しています。

しかし、これらは研究用の天文台の望遠鏡であって、そのような望遠鏡は常に改造や変更が行なわれ、保管も容易でないので、現在では部品のレンズの一部が現存するのみです。それでも、本館にはトスカナ公爵に贈られたために保存されていたいくつかの望遠鏡が集蔵されています。その中には、1660年代その技術の優秀さで競いあったローマの二人の望遠鏡職人、エウスタキオ・デーヴィニ (Eustachio Divini, 1610-1685) とジュゼッペ・カンパーニ (Giuseppe Campani, 1635-1715) の制作のものもあります。(第 III および 第 IV 展示場)

ガリレオの初期の望遠鏡から十八世紀末のものに至るまで、レンズの段階的な改良のあとがうかがえます。初期のレンズには気泡がいっぱいありました。ガラスには色がついていました(普通、みどりでときには赤っぽいものもありました)。レンズの表面はよく磨かれていませんでした。レンズの曲がり具合はよくできていましたが、レンズ削り職人は完成したときにレンズ

の曲率半径がいくらに仕上がるのか正確に予測することができませんでした。(たとえば、No. 2の対物レンズを参照ください)。しかし、レンズの中にある気泡は徐々になくなってゆきました。ガラスも徐々に透明に近付き、レンズ削りや表面研磨の技術も向上しました。十七世紀の後半には、もっとも優秀な望遠鏡職人は直径 10cm に達する対物レンズを完全に球面にそして両面を全く同じ焦点距離に磨き上げることができました。この時期の一般的な地上用望遠鏡の複合レンズ型の接眼レンズは全く同じ焦点距離に仕上がっています。これらのレンズは、また、精度良く磨き上げられています。明らかに、専門家の腕にかかることで、レンズ磨きは完成度の高い技術となったのです。レンズの質が製作年代の推定の唯一の方法であることがしばしばありますが、それはこのような歴史があるためです。

完全に、あるいは、ほとんど完全な形で所蔵されている望遠鏡のほとんどはいわゆる地上用望遠鏡です。このタイプのもは、同じ焦点距離の3枚のレンズが同じ間隔でおかれた複合型の接眼部を持ち、正立像が見えるようになっています。この接眼部はジュゼッペ・カンパーニが1664年に発明したもので十八世紀後半

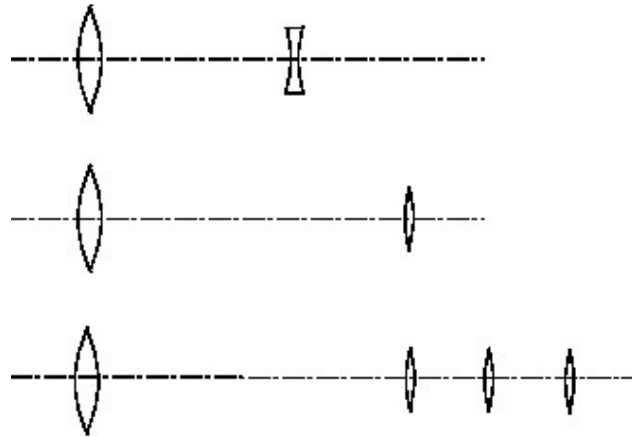


図 4: 望遠鏡のレンズの配置。上から、「ガリレオ式」、「ケプラー式」、「地上望遠鏡式」。

まで標準的なものとして使われました。現代の双眼鏡の祖先であるこの地上望遠鏡は軽くて、ピントも合わせやすく、視野も広くて、周辺の像のゆがみもほとんどないものでした。倍率は 10 から 15 倍くらいありました。十八世紀おわりころには、これらは、色消し対物レンズを使った真ちゅう製の筒と駆体をもった小型望遠鏡にとってかわられました。これらはイギリスあるいはフランスで製作されました。このカタログでは、博物館所蔵の望遠鏡の内、初期のものを扱っています。それらの望遠鏡の筒は木製あるいは紙製です。イタリアの望遠鏡あるいはスパイグラスでは真ちゅうへの移行はイギリスやフランスからやや遅れていて、博物館の展示ではイタリア製のものが真ちゅうがみられるようになるのは十八世紀の終りで、強化リングや埃よけのカバースライドに使われています (No. 44, 47, 48, 50, 51)。

望遠鏡の歴史に関する文献はたくさんあり詳細な記述がされています。文献リストに多くの重要な文献が上げられています。中でも以下の 3 冊の本を挙げることができます。これらは数世代に渡って各言語においてよりどころになってきた本です。Rolf Riekher の *Fernrohre und Ihre Meister*: これは 1955 年に初版が出てその後大幅な改訂が行なわれています (Berlin, 1990)。A. Danjon と A. Couder の *Lunettes et Télescopes* (Paris, 1935) は技術書ですが歴史的な基本的ことがらが書かれています。Henry C. King の *The History of the Telescope* は最近ドーバーから復刻されました (London, 1955)。また、望遠鏡の歴史について章

が割かれている本で M.A. Hoskin 編の『天文学全史』*General History of Astronomy*] (Cambridge University Press, 1984) が挙げられます。このカタログの最後に簡単な文献リストを載せました。<sup>6</sup>

本文は  
 ISTITUTO E MUSEO DI STORIA DELLA SCIENZA  
 FIRENZE  
*Catalogue of early telescopes*  
 の序文の「小さな天文学者の会」<sup>7</sup> 体験学習会  
 のために翻訳したものです。  
 柴田 晋平、阿部 宏慈 共訳

<sup>6</sup>この翻訳では 1 ページほどの文献リストは省略します。

<sup>7</sup>〒 990-8560 山形市小白川町 1-4-12 山形大学理学部  
 物理学科内 「小さな天文学者の会」 e-mail: astro-  
 jim@ksirius.kj.yamagata-u.ac.jp HomePage: [http://astr-  
 www.kj.yamagata-u.ac.jp/newastronomer/](http://astr-www.kj.yamagata-u.ac.jp/newastronomer/)