

技術を継承してきた人たち

そして、技術を継承するひとびと



2009年 12月 5日

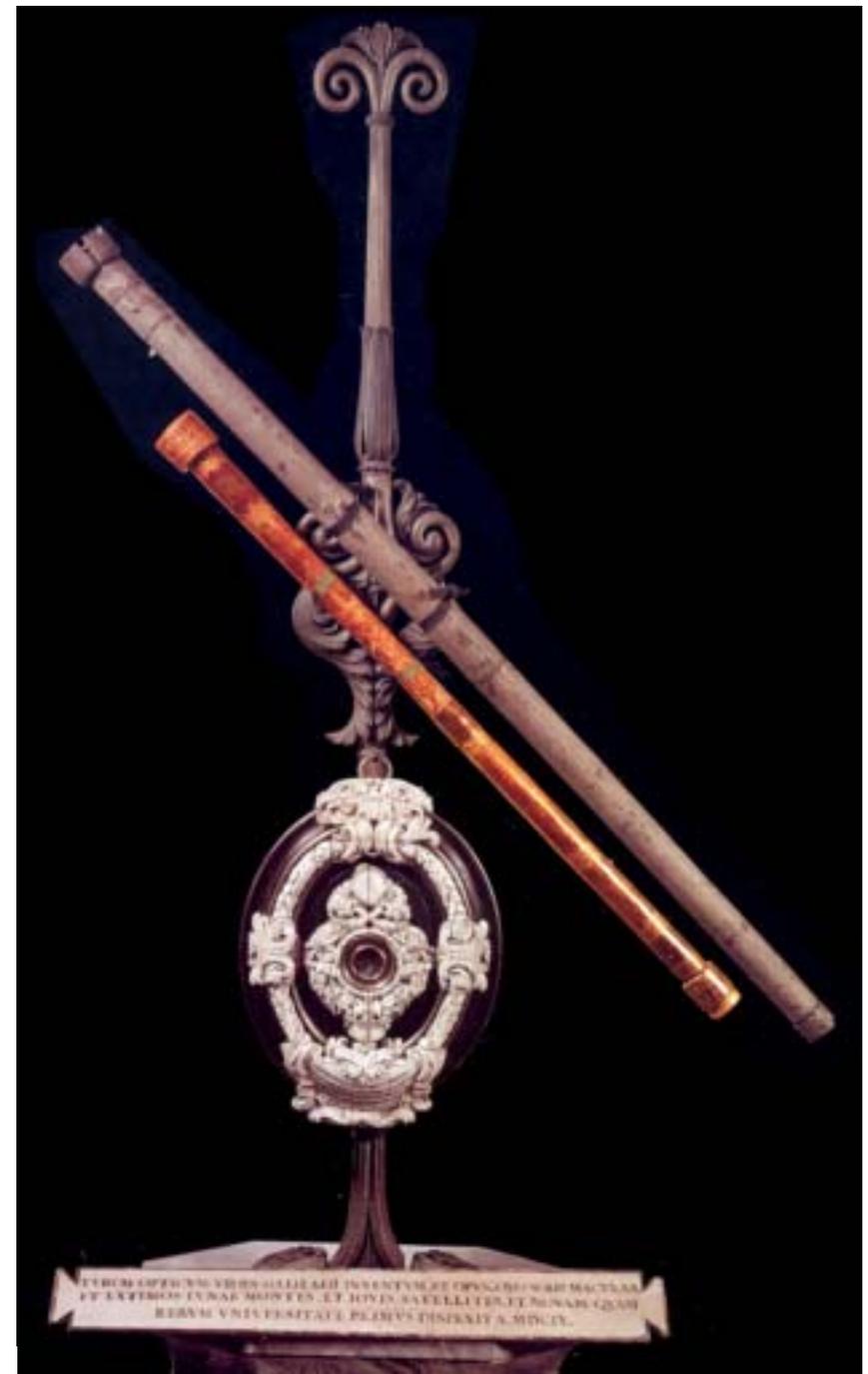
オークマ株式会社

長谷部研究室 長谷部 孝男

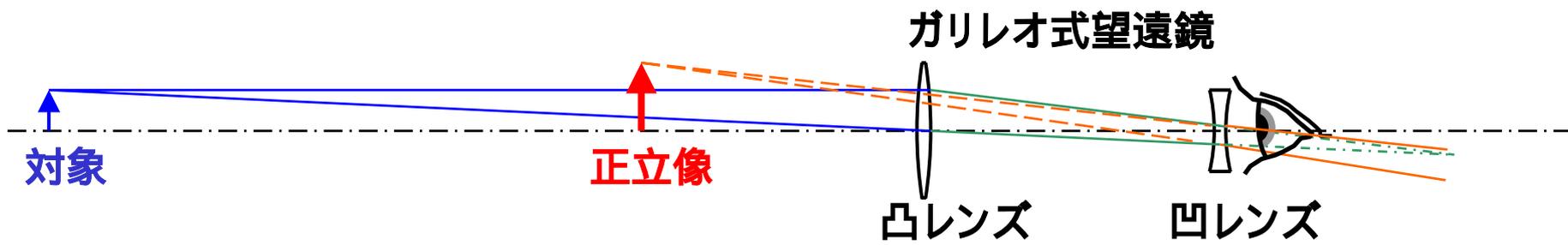
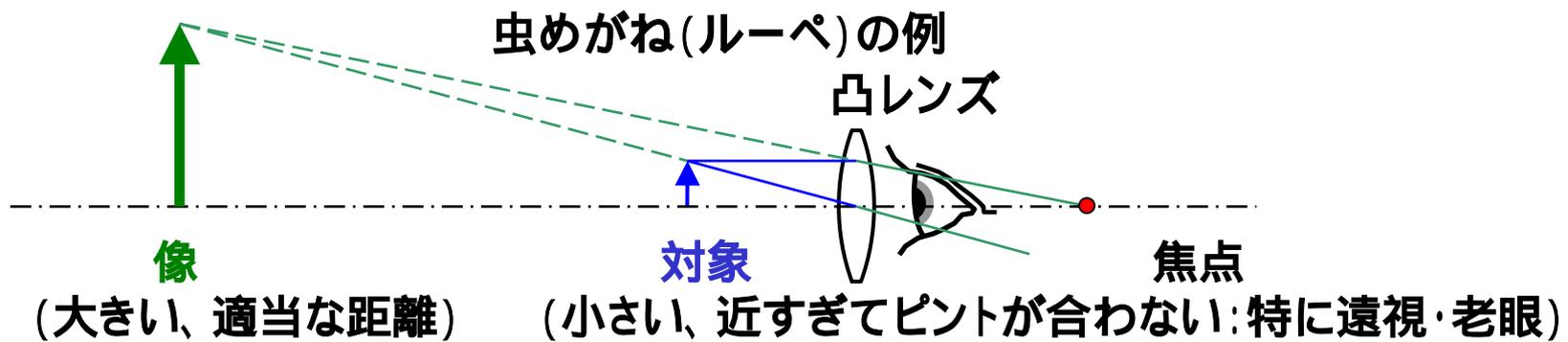


# ガリレオ式望遠鏡

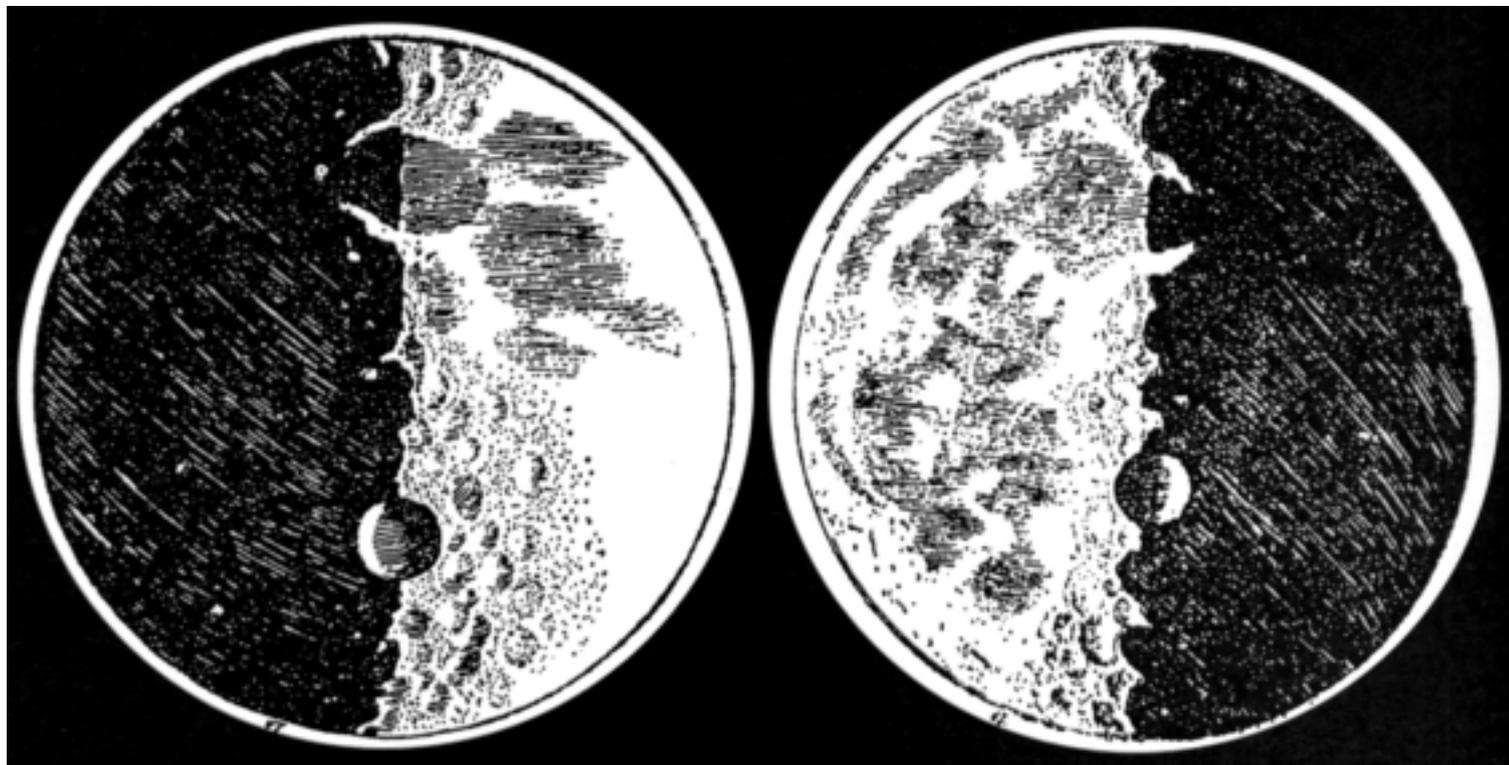
大きく見えることを科学的に説明し、  
自分で倍率の高い望遠鏡を製作。



# ガリレオ式望遠鏡



# ガリレオの観察と記録・そして考察



図は学研「大人の科学Vol.19 ガリレオの望遠鏡」より

月面には凹凸がある。

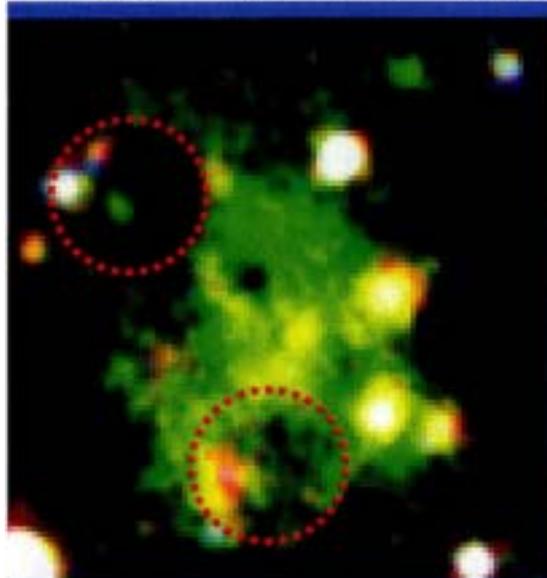
欠け際に注目すると、影の側にも一部明るく輝く部分が現れ、次第に全体の明るさに埋没していく。これは地上で経験する山に囲まれた盆地の情景と同じである。

月は天上界にある天体であるので、完全で、球形をしており、表面には模様がついているだけだと信じられていたことを否定している。

# 遠い星までの距離の測定について

## 120億光年彼方に予想外の大規模構造

協力 林野友紀 東北大学大学院理学研究科助教授

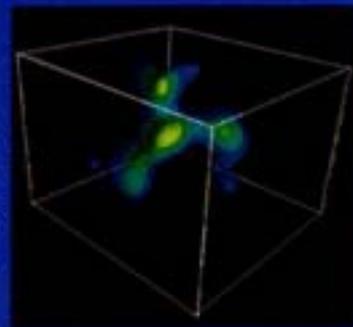


### 巨大ガス天体

下のフィラメント構造にそって存在する巨大ガス天体のうちの一つ。緑色がガスの部分。赤丸の中は、超新星爆発によってガスが吹き飛ばされつつあると考えられている。

### フィラメント構造

3本のひもが1か所で交わるような構造をしている。箱の1辺は約2億光年に相当する。



確認されたフィラメント構造（右下）と、それにそって存在する巨大ガス天体の一つ（左上）。

### 初期の宇宙でフィラメント構造を確認

東北大学などの研究グループはこのほど、120億光年の彼方、つまり誕生から20億年程度の初期の宇宙で、大規模な銀河密集領域を発見した。現在の宇宙で大規模構造をつくっている“泡”にも匹敵する、差し渡し2億光年にもおよぶ構造である。

実はこの領域に銀河が密集していることは、以前から知られていた。研究グループは、水素から強く発せられることがわかっている波長の光だけを通す特別なフィルターを開発した。このフィルターとすばる望遠鏡を使って観測したところ、これまで0.5億年程度の構造だと思われて

いた。雑誌「Newton」の記事から

# 光年って何？

英語でも「Light-Year」と言って、何か「時間の単位」のような感じだけど、  
実は「距離の単位」です。

秒速30万km(地球を7周半)の光が、1年間 つまり

$$= 365.2422(\text{日}) \times 24(\text{時間/日}) \times 3600(\text{秒/時間}) = 31556926 \text{秒}$$

かけて進む距離 つまり 約 9.46(10)兆 km です。

(10兆は 1のあとに「0」が13個)

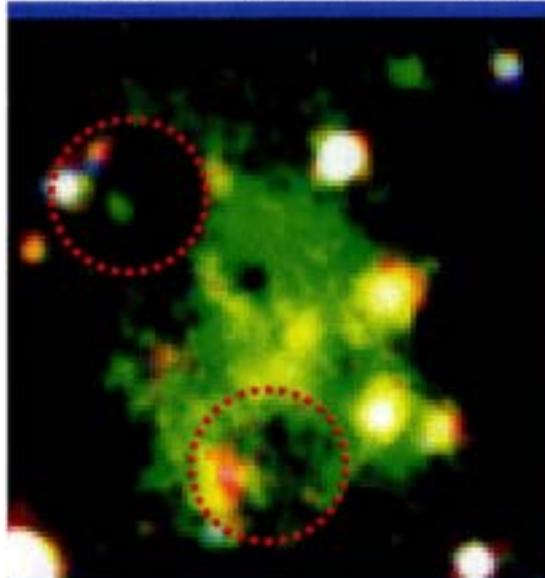
今様に言えば 10 テラ km = 10 pm(ピタメートル)かな？

# 遠い星までの距離の測定について

でも、120億光年って  
誰が、どうやって  
測ったの？

## 120億光年彼方に予想外の大規模構造

協力 林野友紀 東北大学大学院理学研究科助教授

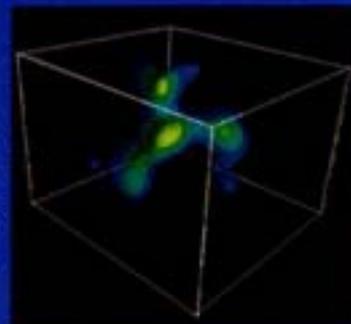


### 巨大ガス天体

下のフィラメント構造にそって存在する巨大ガス天体のうちの一つ。緑色がガスの部分。赤丸の中は、超新星爆発によってガスが吹き飛ばされつつあると考えられている。

### フィラメント構造

3本のひもが1か所で交わるような構造をしている。箱の1辺は約2億光年に相当する。



確認されたフィラメント構造（右下）と、それにそって存在する巨大ガス天体の一つ（左上）。

### 初期の宇宙でフィラメント構造を確認

東北大学などの研究グループはこのほど、120億光年の彼方、つまり誕生から20億年程度の初期の宇宙で、大規模な銀河密集領域を発見した。現在の宇宙で大規模構造をつくっている“泡”にも匹敵する、差し渡し2億光年にもおよぶ構造である。

実はこの領域に銀河が密集していることは、以前から知られていた。研究グループは、水素から強く発せられることがわかっている波長の光だけを通す特別なフィルターを開発した。このフィルターとすばる望遠鏡を使って観測したところ、これまで0.5億年程度の構造だと思われて

いた。雑誌「Newton」の記事から

# ものさしで測る



特別な器械を使わないで(肉眼で)、直接測れるのはどのくらいの大きさか？

小は、0.1mm程度から、大は100mくらい；

人間の指の大きさ15～20mmの1/100～身長1.5～2mの100倍くらいの範囲。

1/100は $10^{-2}$ 、100倍は $10^2$ のように表現します。

観測装置の発明で見える対象は大きく広がる。

小は顕微鏡、電子顕微鏡、・・・と、nmまで観測できるようになってきた。 :  $10^{-9}\text{m}$

大は望遠鏡で100億光年くらいまで観測できるようになった。 :  $10^{23}\text{m}$

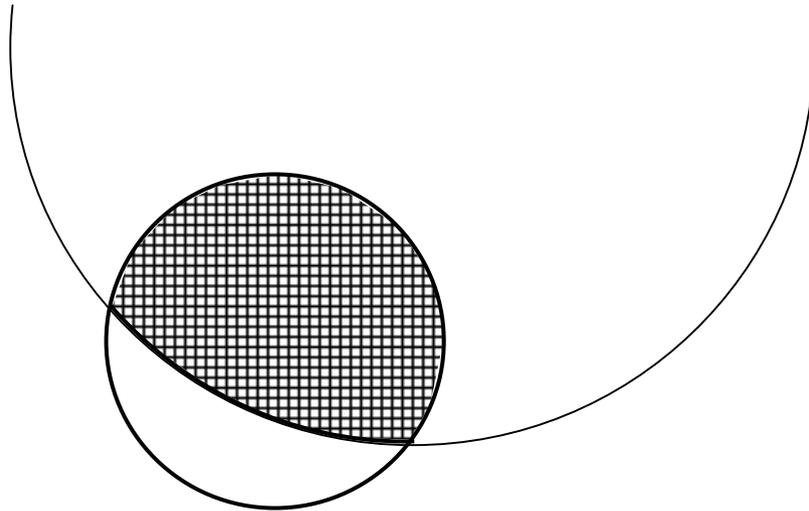
小さいほうは見える範囲なら測定可能。

では大きい(遠い)方の測定は？

# 月・太陽を測ったアリストアルコス( B.C.310 - 230)

1. 「月食」が、太陽の光を地球がさえぎる影で起こるとすれば、  
その影の大きさは地球の大きさを示す。

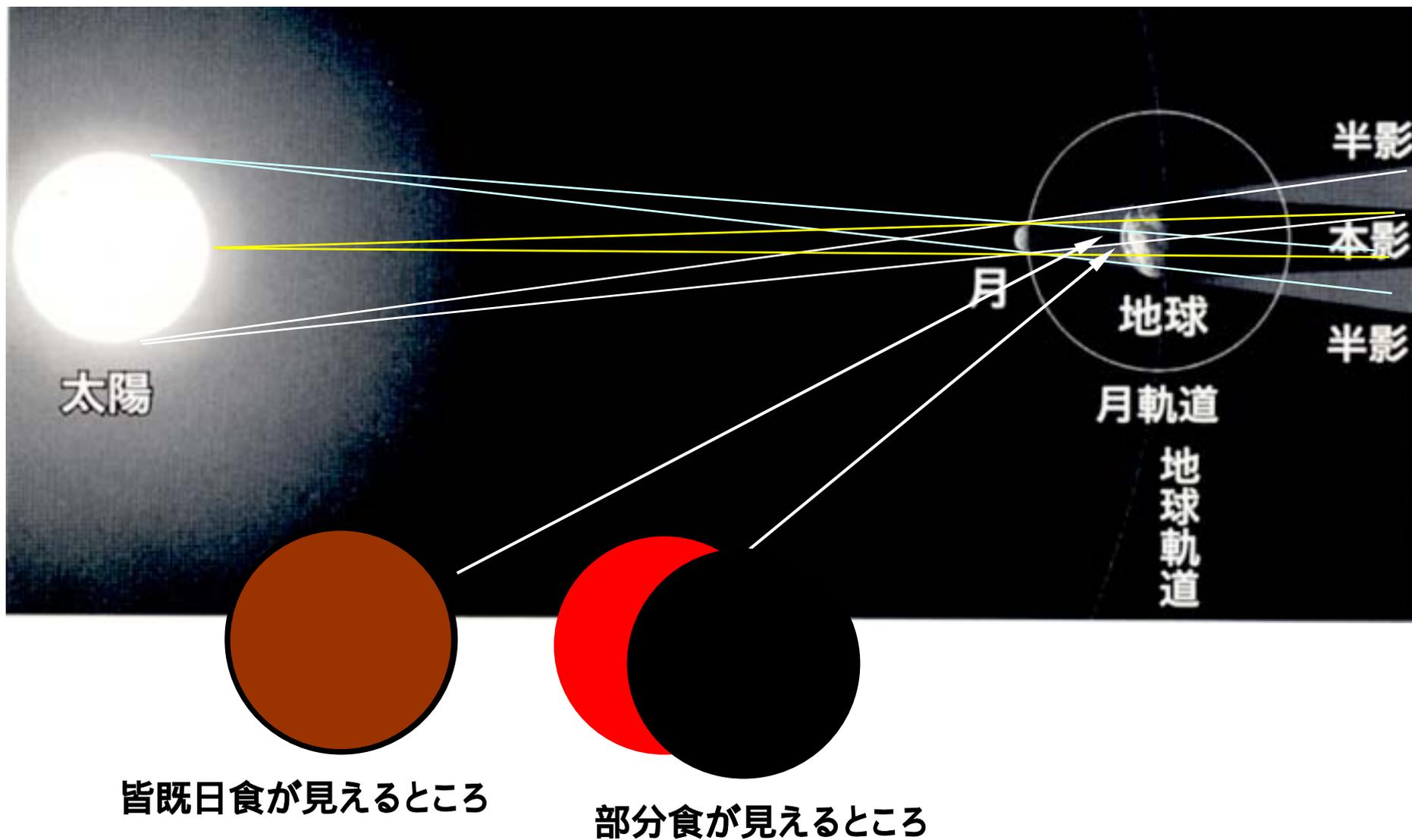
地球は月の3倍の大きさ



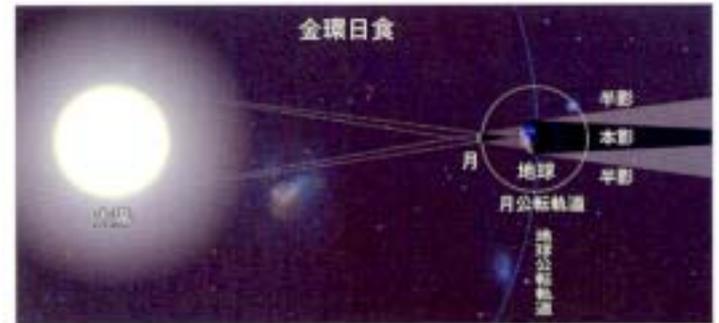
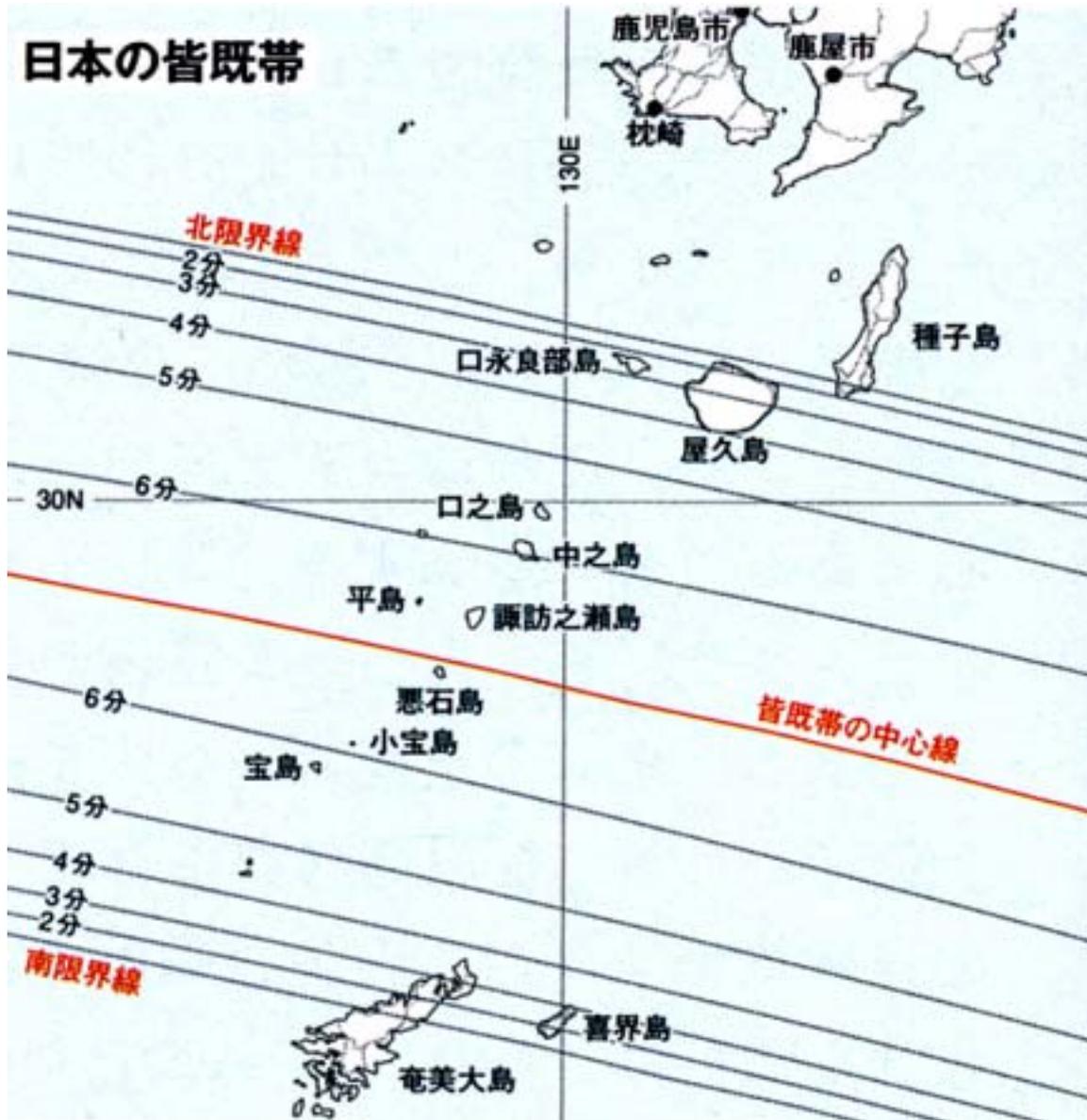
月食のおこる理由を、肉眼で見える現象からだけの知識から、正しく理解していた。

地球は丸い天体であるという認識もあった！

# 皆既日食



# 月食・日食



日食地図は「天文ガイド 2009年7月号」より

説明図は「ニュートンムック 38万キロかなたのフロンティア月世界への旅」より

私の友人はふじ丸に乗って、見て来ました。

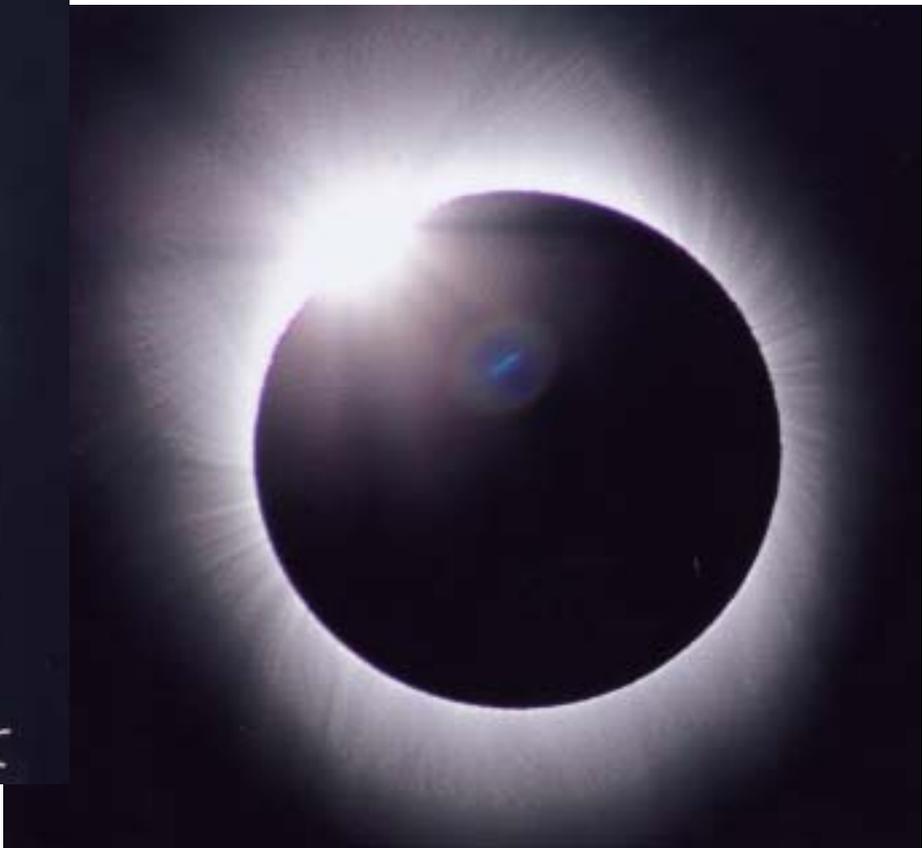


2009/07/22

皆既中コロナ 北硫黄島沖 ふじ丸船上にて

コロナ

ダイヤモンドリング

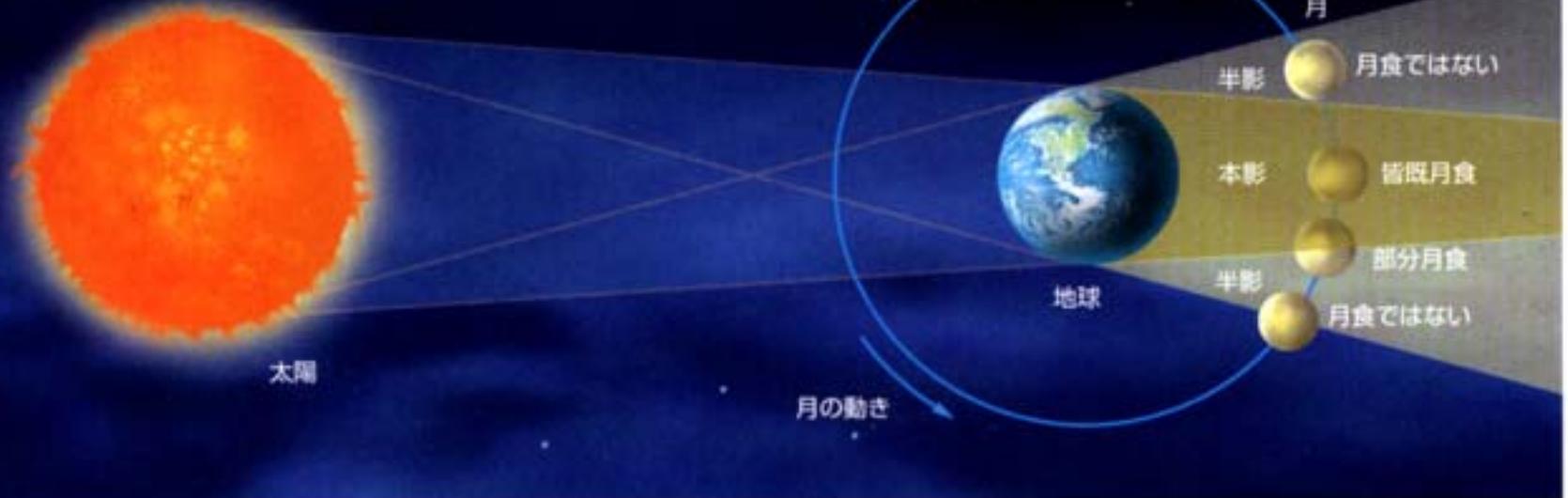


写真提供 可児市 水野義兼 氏

# 月食は？

## 月食がおこる理由

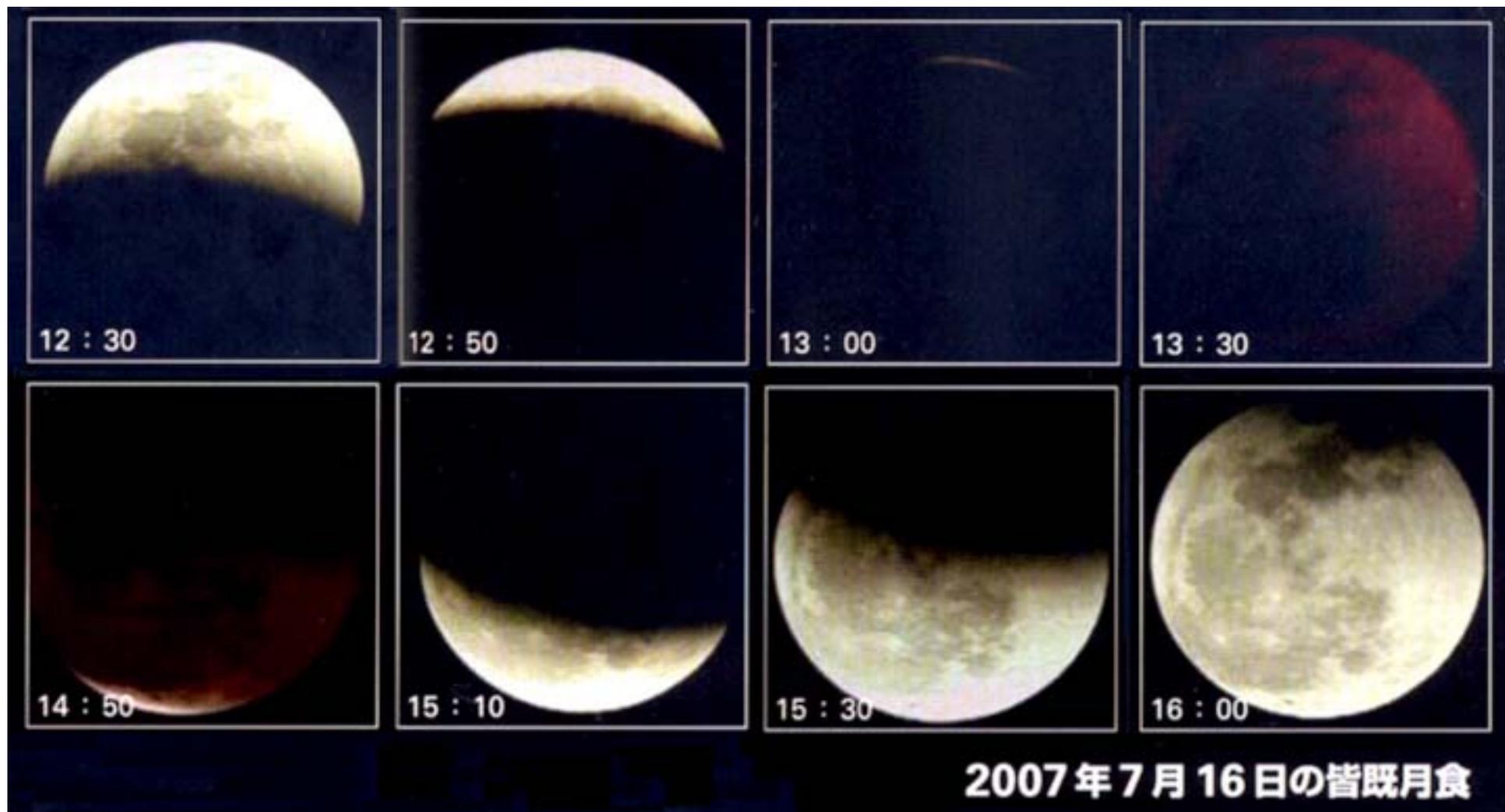
太陽、地球、月の順に、それらが一直線に並ぶときを望（満月）という。望のとき、とくに月が黄道面に近いと、地球の影に入って暗くなる。この現象を月食という。地球の影のうち、半影の中に入ってもほとんど暗くならない。本影の中に入ったときに月食となる。一部だけ入るときは部分月食、全部入るときは皆既月食となる。月食では、月は左（東）側から欠けはじめ、皆既月食になっても地球大気の影響で赤銅色に光る。



図は「ニュートンムック 38万キロかなたのフロンティア月世界への旅」より

狭い範囲でしか見られない皆既日食はメディアで騒がれるのに比べ、月食がそれ程でないのは、月食は夜の側であれば広い範囲で見られるから。

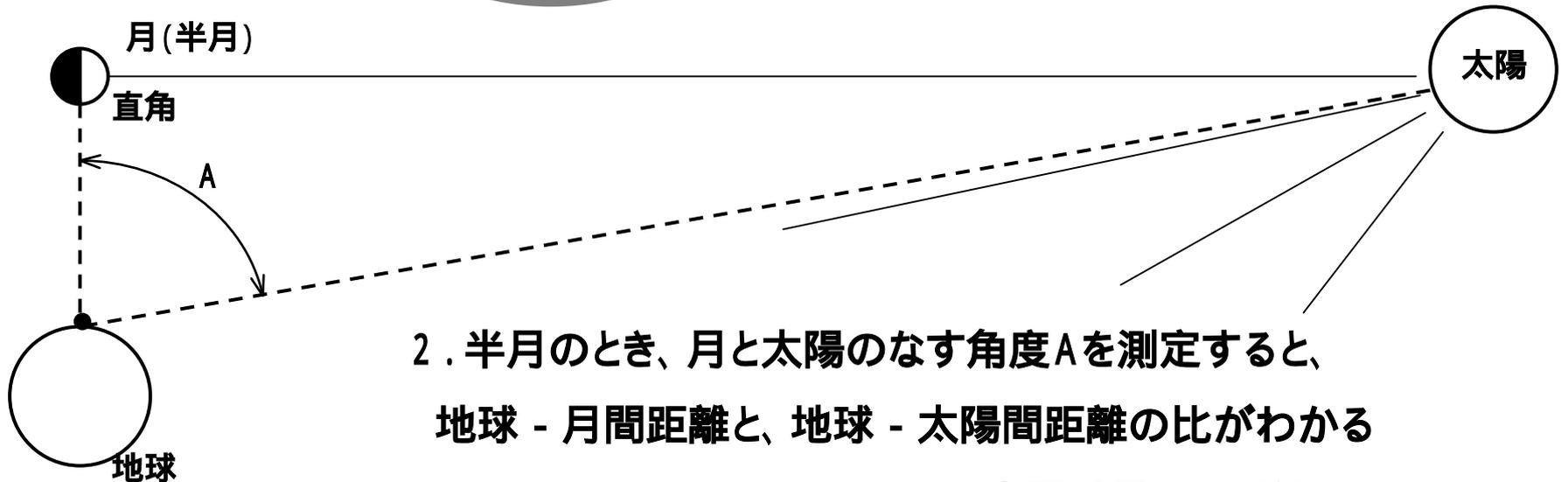
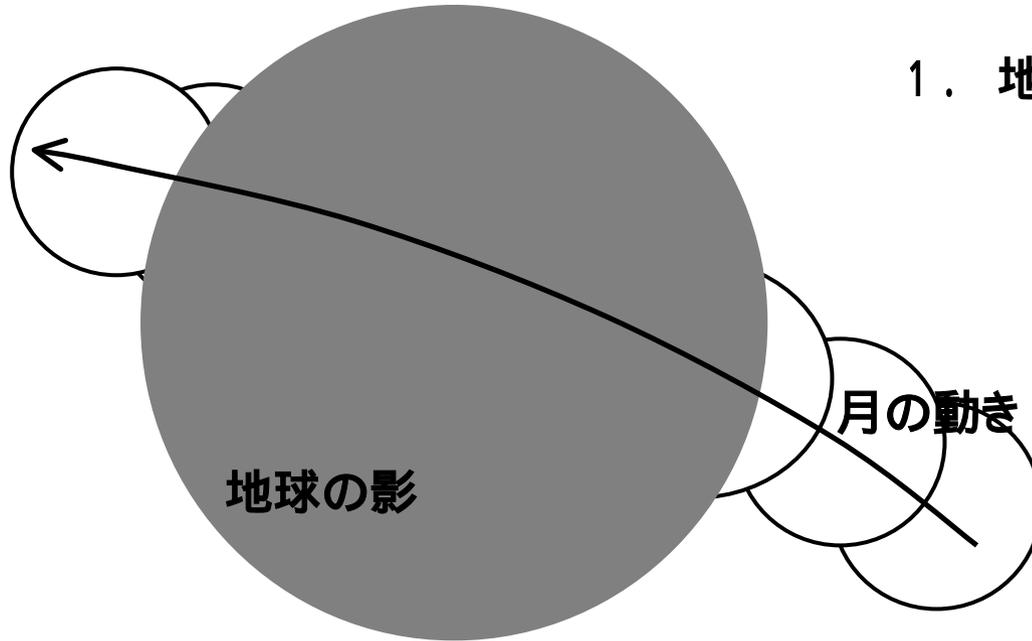
# 月食の様子



写真は「ニュートンムック 38万キロかなたのフロンティア月世界への旅」より

# 月・太陽を測ったアリストアルコス ( B.C.310 - 230)

1. 地球は月の3倍の大きさ



2. 半月のとき、月と太陽のなす角度Aを測定すると、  
地球 - 月間距離と、地球 - 太陽間距離の比がわかる

太陽は月の20倍遠い

# 地動説を唱えたアリスタルコス

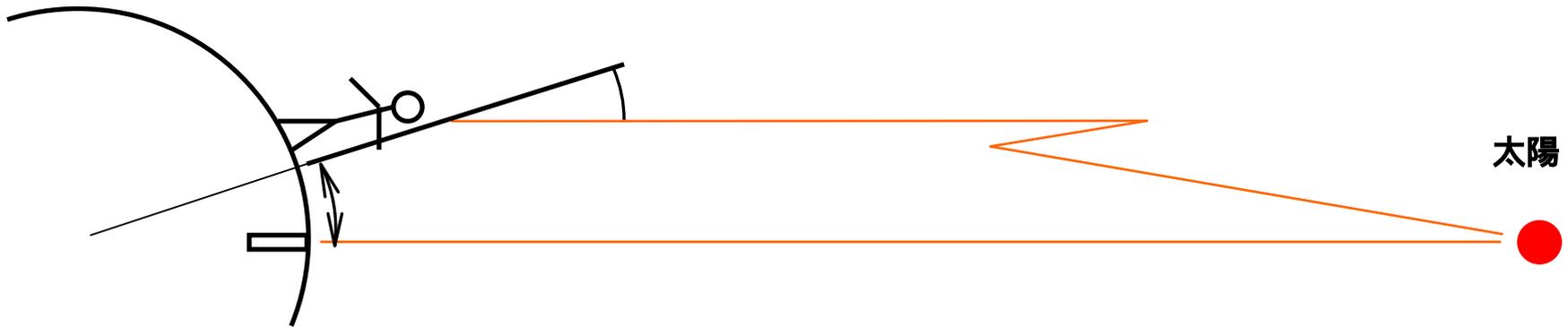
3. 月と太陽は見かけの大きさがほぼ同じ。

太陽までの距離が20倍であれば、実際の太陽は月の20倍の大きさである。

地球が月の3倍しかないことを考えると、太陽は地球よりはるかに大きく、地球の周りを太陽が廻る

と考えることは不自然である。太陽の周りを地球が、さらに月が廻っていると考えるべき。

# 地球の大きさを測定したエラステネス (B.C.275-194)



夏至に太陽光が底まで届く井戸があると聞き、同地からアレキサンドリアまでの距離と、その時のアレキサンドリアでの太陽高度を測定し、地球の大きさを現在の単位で「42000km」と計算した。(B.C.200頃)

( 4. 地球の大きさが判れば、月、太陽の大きさが判る。 )

# 地球の大きさを測定



アレクサンドリア

エラトステネスの  
住んでいたところ

エジプト付近

エジプト

北回帰線

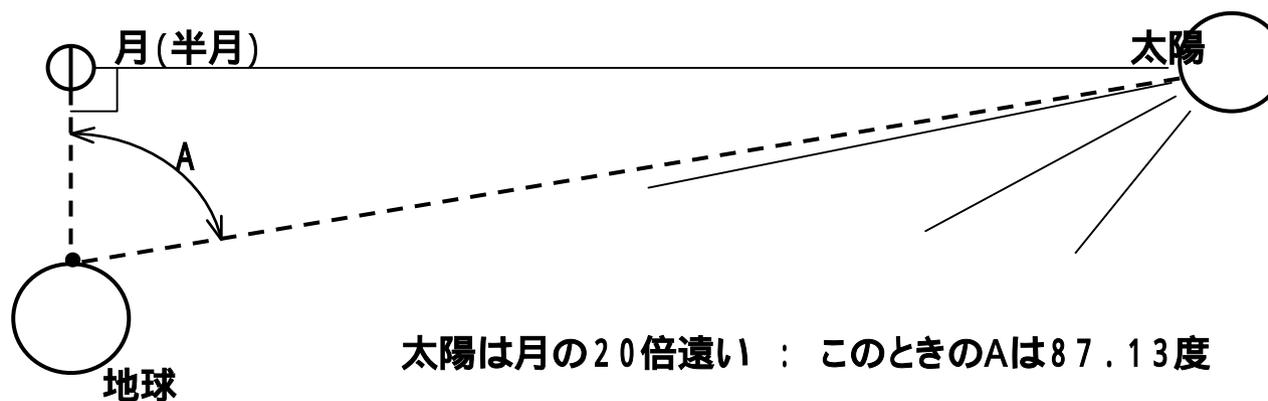
夏至の日に太陽の光が  
射す井戸のあったところ

# 当時の観測による結果と、現在の測定値

	B.C.200	現在の測定	誤差
地球の大きさ(外周)	42,000 km	40,000 km	5%
月の大きさ(外周)	14,000 km	10,920 km	22%
太陽の大きさ(外周)	280,000 km	4,400,000 km	

ちなみに 地球一月 間距離 : 約 38万km

地球一太陽 間距離 : 約 1億5000万km



# 地球の大きさは4万kmで、切りのよい数値

地球の大きさ(外周)が4万kmと切りのよい数値であるのには理由があります。

18世紀、科学がいよいよグローバル化し始めたとき、各国でバラバラだった長さ・重さの単位(いわゆる度量衡)を国際的に統一しようという機運になった。

10進法で、適当な長さとして、赤道から北極までの距離の1千万分の一を単位(1メートル)として採用することをフランスのパリにて決定し、これが普及した。

赤道から北極までが  $1\text{千万m} = 1\text{万km}$ 、一周まわると4倍の4万kmとなる。

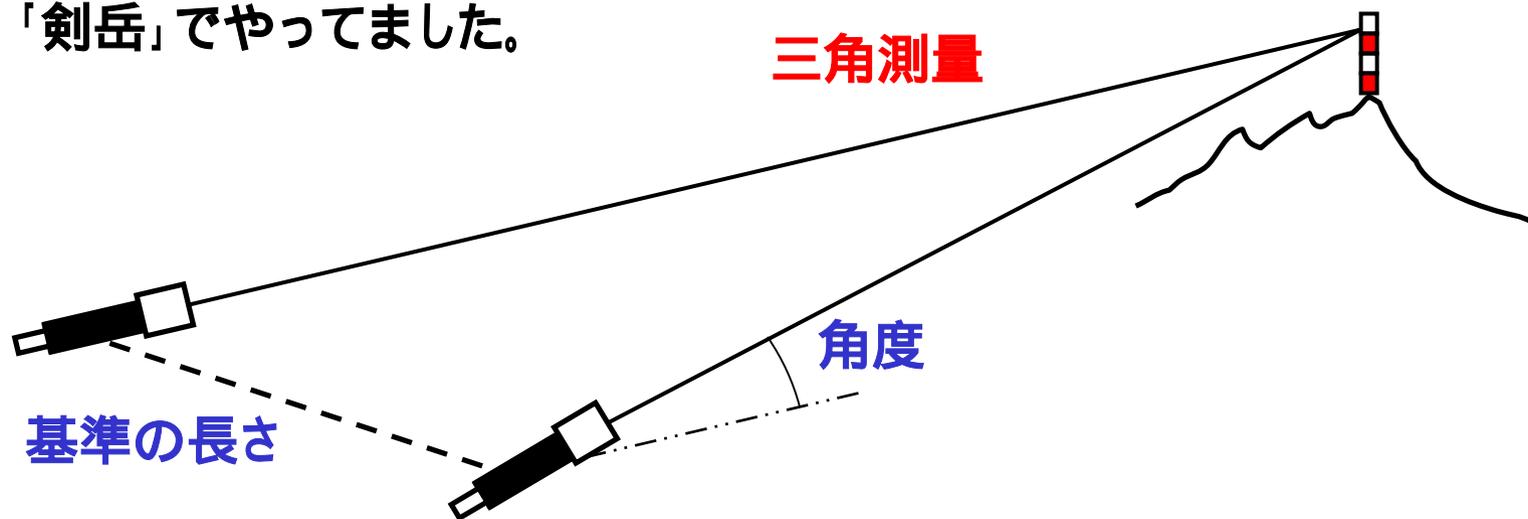
昔 習いました。

# 非常に近い距離は



直接計る

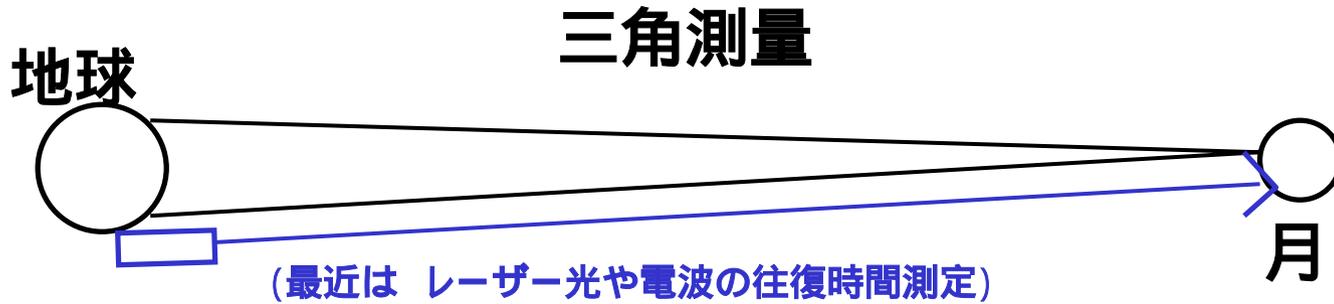
映画「剣岳」でやってみました。



三角測量

角度

基準の長さ



(地球の大きさが判っているという前提で)



三角測量ではもう少し遠くまで計ることができる、  
例えば地球に **非常に接近する小惑星**

—昨年「はやぶさ」が到達して  
撮影した小惑星「イトカワ」

「イトカワ」は日本のロケット開発の父と言われる  
東大系川英夫教授にちなんだ命名

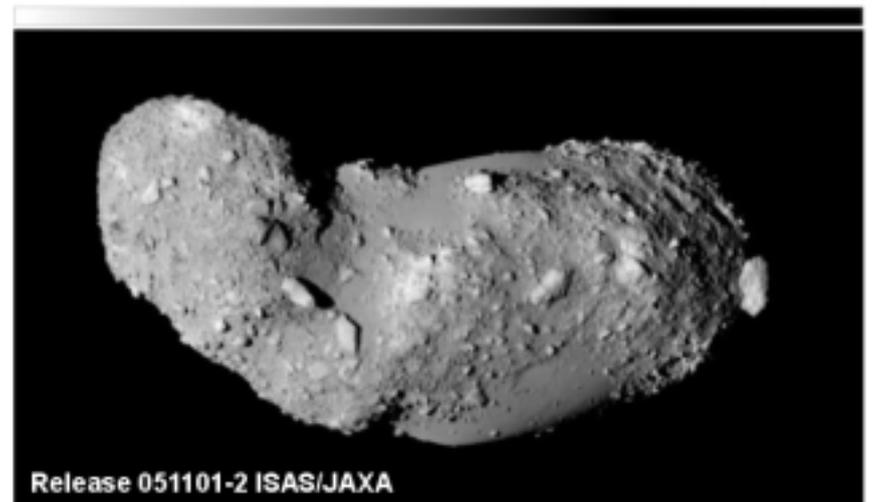
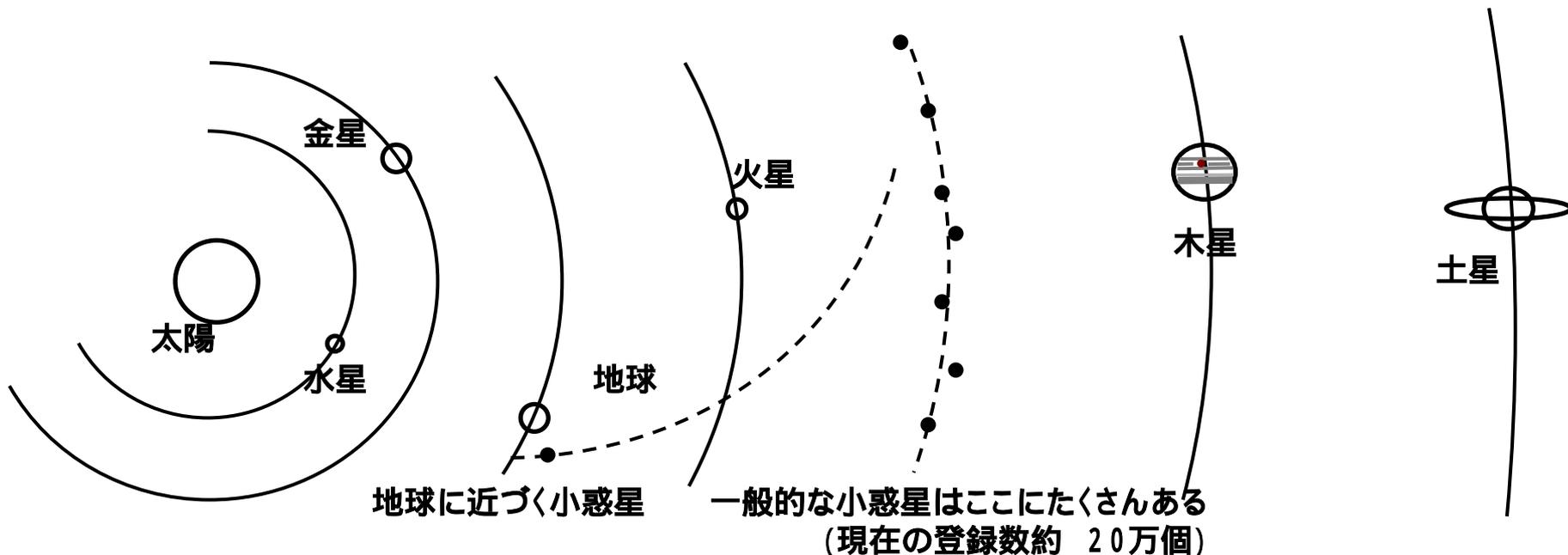


図4 イトカワの +270 度面

# 太陽系の大きさは？



ケプラーの法則(軌道の大きさと公転周期の関係)により、  
周期が決まると軌道の大きさ比率が決まる。



地球～小惑星間の距離がわかると、上記 比率の判った  
太陽系の縮尺が決まる。



地球～太陽間の距離も判る。太陽系全体も判る。

1619年 ケプラー  
第3法則；

公転周期の2乗と、軌道(長)半径の  
3乗は比例する。

長年の観測から導きだした法則。  
後年発見された、「万有引力の法則」  
からも導かれる。

# ちなみに 7240 HASEBE という小惑星があります

Element	Value	Uncertainty (1-sigma)	Units
e	0.1596692	n/a	
a	2.3540411	n/a	AU
q	1.9784086	n/a	AU
i	5.49684	n/a	deg
node	11.53063	n/a	deg
peri	36.36811	n/a	deg
M	175.30982	n/a	deg
$t_p$	2454358.0738334	n/a	JED
(2007-Sep-14 5:38:34.0)			
period	1319.2268407	n/a	d
	3.61	n/a	yr
n	0.27288711	n/a	deg/d
Q	2.7256736		

Orbit Determination Parameters:

# obs. used (total)	230
first obs. used	1989-07-27
last obs. used	2002-06-17
# oppositions	9
planetary ephem.	DE403
quality code	1
fit RMS	0.59
data source	MPC msn
producer	MPC

Additional Information:  $T_{sp} = 3.532$

Physical Parameter Table:

Parameter	Symbol	Value	Units
absolute magnitude	H	13.9	m

NASA ジェット推進研究所のサイト  
Solar System Dynamics  
Small Body Database Browser

7240 Hasebe (1989 YG)

ふじ丸 皆既日食写真を提供いただいた可児市在住の水野義兼氏が古田氏と共同発見、命名くださいました。

7240 Hasebe Discovered 1989 Dec. 19 by Y. Mizuno and T. Furuta at Kani.  
Takao Hasebe (b. 1947) is a Japanese amateur astronomer who taught astronomy to the first discoverer during his youth. Hasebe is also an observer of the lunar surface.

7240 Hasebe Discovered 1989 Dec. 19 by Y. Mizuno and T. Furuta at Kani.  
Takao Hasebe (b. 1947) is a Japanese amateur astronomer who taught astronomy to the first discoverer during his youth. Hasebe is also an observer of the lunar surface.

NOTE: some special characters may not display properly (any characters within  $\{ \}$  are an attempt to place the proper accent above a character)

Reference: 20090607/MPCPages.arc

Last Updated: 2009-06-08

月面地形には  
名前がつけ  
られている



# 月面地形には 名前がつけ られている

海の外、山脈には地球上有る山脈（アルプス、…）の名前が、クレーターには科学者や哲学者などの名前がつけられている。そのような名前のつけ方を提唱したのはリッチオーリ。科学でも天文学や数学、化学が多い。

一般的に有名な人では、…



# 月面地形には 名前がつけ られている

クレータの名前  
に隠された  
「天動説」と  
「地動説」との  
関係



# 天動説のリッチオーリは 地動説の科学者を海に落としこんだ

## 天動説

天体が、動かない地球の周りを回る  
天上界は完全；  
太陽・月は球体  
星は円運動をする。

### プトレマイオス

複雑な惑星の動きを円運動で説明し  
天動説を完成させた。

### ティコ ブラウエ

地球が動けば、星は揺れて見える、  
自分の精密観測では そう見えない。

### グリマルディ

命名に使った月面図の製作者。リッチ  
オーリの共同研究者、ともにイエズス  
会員であり、天動説派。

## 地動説

太陽を中心に惑星も地球も回る

### アリタルコス

公式に地動説を唱えたと記録される。

### エラトステネス

初めて地球の大きさを測定。

### コペルニクス

キリスト教圏で初めて地動説を唱える

### ケプラー

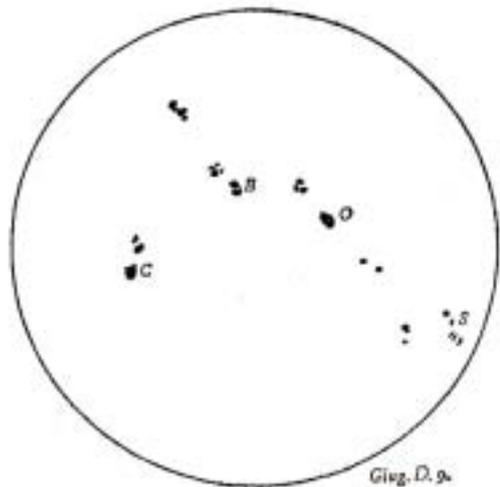
惑星の軌道は楕円、他3法則。  
ティコの精密観測データを活用。  
月面の「海」の命名。

### ガリレオ

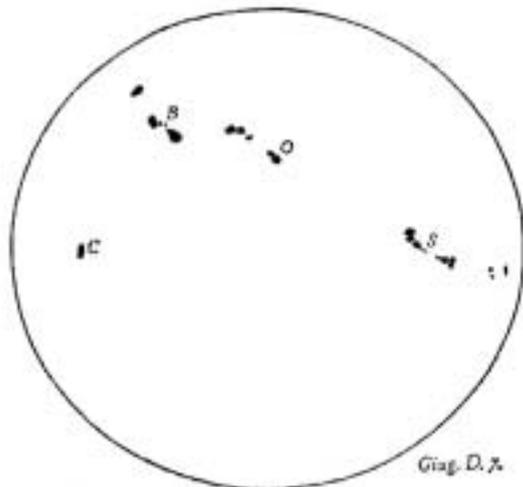
地動説を支持。



# ガリレオの観察と記録・そして考察



第7図 (6月9日)

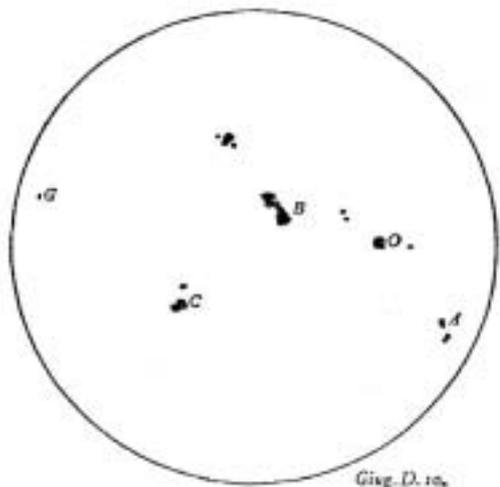


第5図 (6月7日)

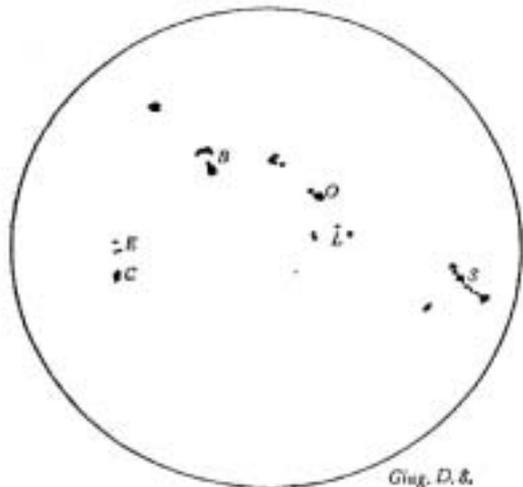
完全な球体で無傷と信じられていた太陽にシミのような黒点が観察され、時間を追って見ると、形は変えながらも移動し、ついには見えなくなる。

一方、大きなものはほぼ1ヶ月周期で回っているかのごとく、一旦隠れた側の反対側から現れた。

また黒点は、太陽の上空に浮いているの(惑星のようなもの)ではなく、太陽自体に付いている模様であると理解すべきである。



第8図 (6月10日)



第6図 (6月8日)

# ガリレオ式望遠鏡

大きく見えることを科学的に説明し、  
自分で倍率の高い望遠鏡を製作。

正立像が見える。

視野が狭い。

凸レンズと凹レンズ。

ガリレオ式

倒立像が見える。

視野比較的広い。

凸レンズと凸レンズ。

ケプラー式

横向き倒立像。

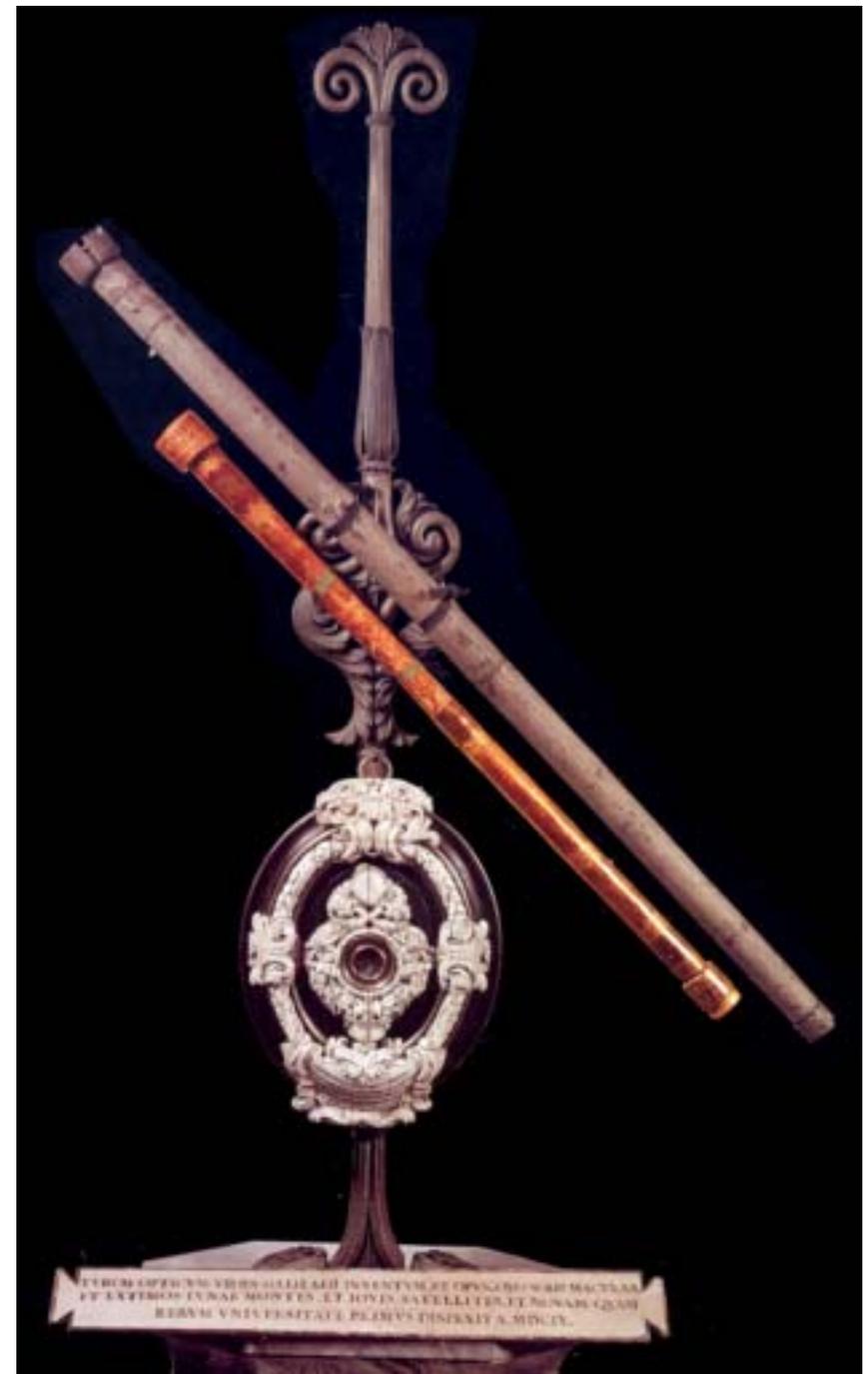
色収差がない。

凹面鏡と凸レンズ。

ニュートン式

色収差がない屈折

ホール  
(アクロマート)



# 望遠鏡いろいろ



肉眼でこんな感じに見える半月が



ガリレオ式

像は正立、視野狭い



ケプラー式

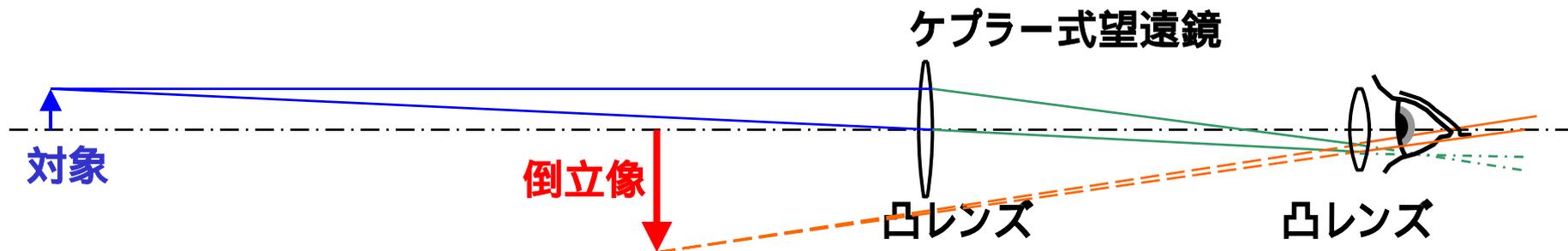
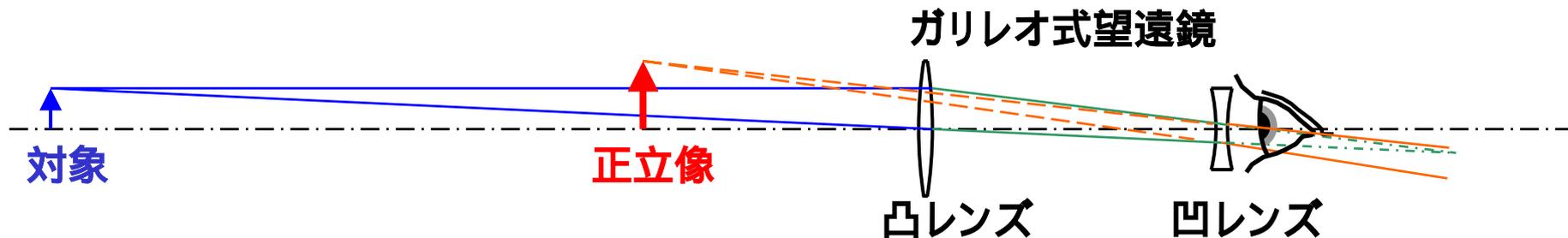
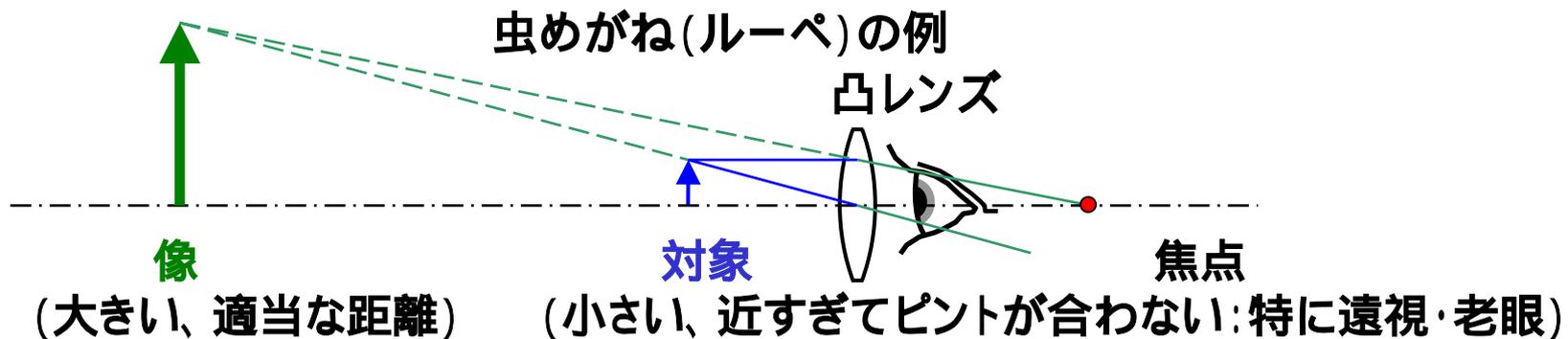
像は倒立、視野広くない



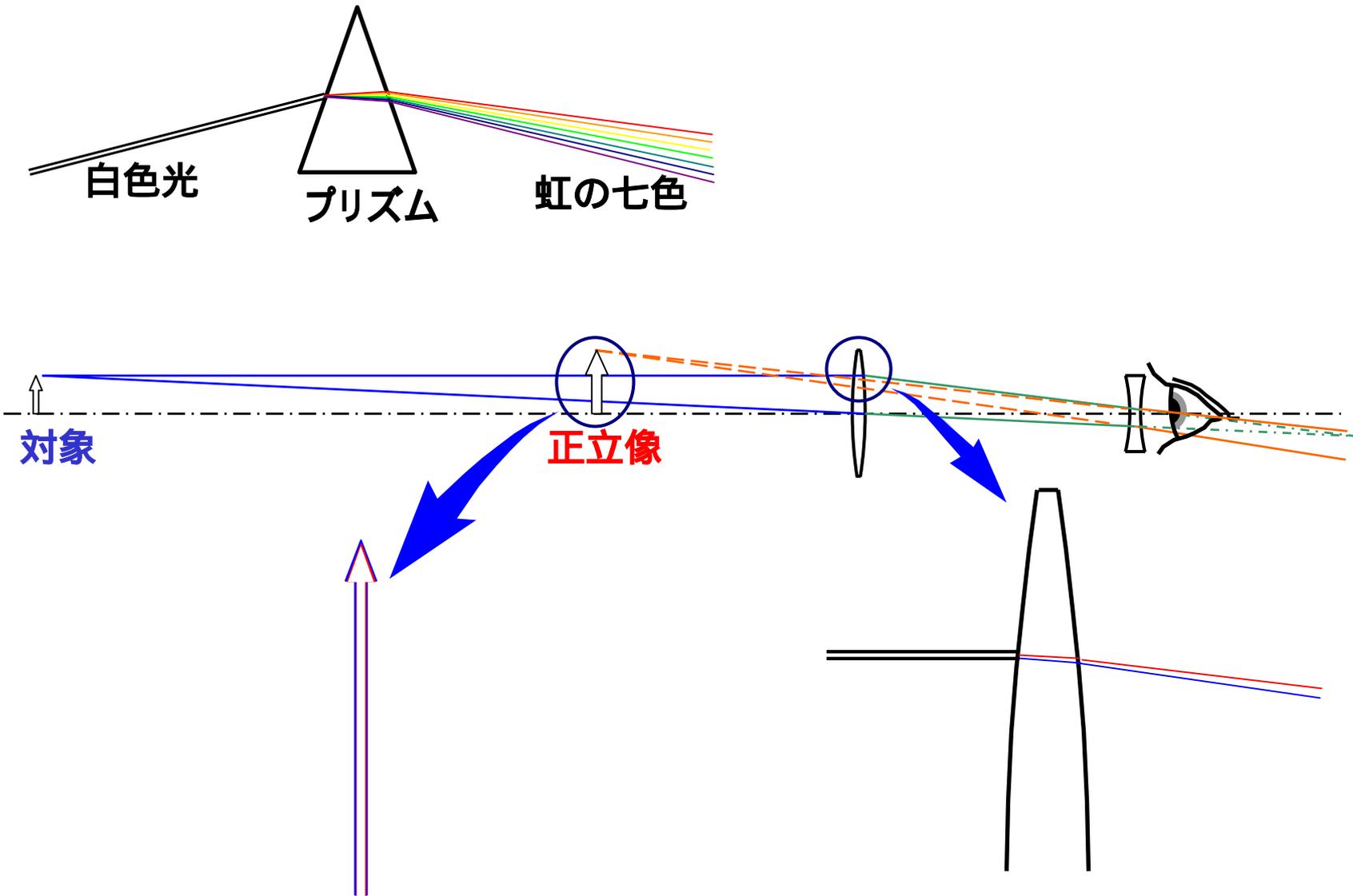
アポクロマトケプラー式・反射式

視野レンズ付き接眼レンズ

# ガリレオのこだわり??



# 色収差



色によって大きさ・位置が微妙にずれた(にじんだ)像になる

「わずか」だけれど、  
ここでも起きている

# 色収差への対応

アイザック ニュートンさん : レンズで解決する事は無理！

答 : 反射式にすべき。 ニュートン式反射望遠鏡を作る

チェスター ホールさん : 何とか ならないか？

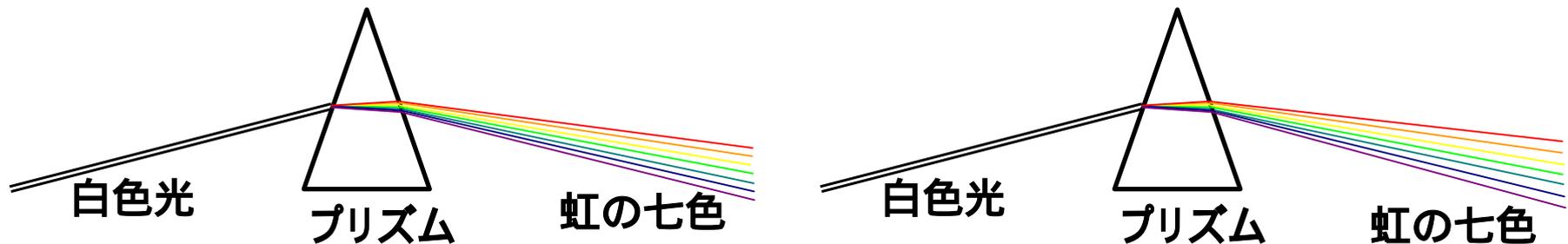
答 : 分散率の異なるガラスを組み合わせると色収差を消せる。

アクロマートレンズの発明



1729  
アクロマートレンズ発明

分散率(色のバラケ方)が異なるガラスがある



# 望遠鏡いろいろ



肉眼でこんな感じに見える半月が



単レンズ-ガリレオ式

像は正立、視野狭い、色収差



単レンズ-ケプラー式

像は倒立、視野広くない、色収差



アポクロマートケプラー式・反射式

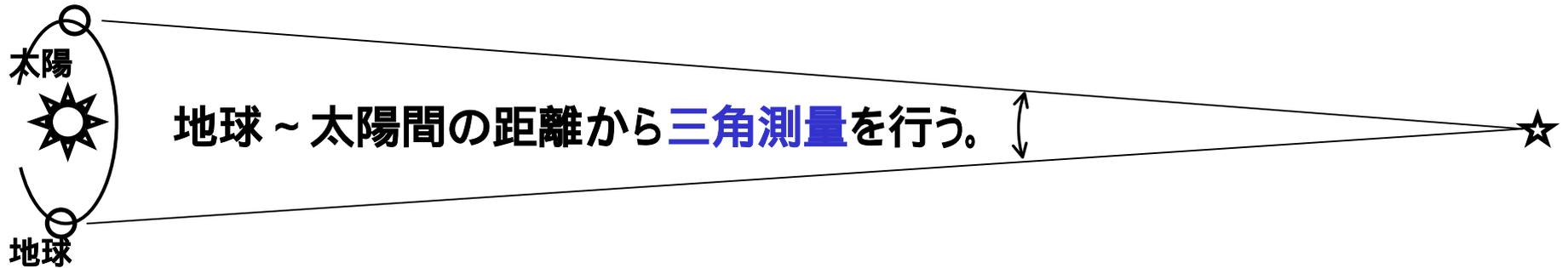
視野レンズ付き接眼レンズ

# ガリレオ式望遠鏡

この望遠鏡をまねしたもので、  
当時の望遠鏡の見栄えが  
どんなものだったかを  
試してください。



# 比較的近い星までの距離の測定



ティコ ブラーエさんは、自分の精密観測ではこの角度が見えないので「天動説」を主張した。 自分の観測に自信があって、初めて言えること。

眼視観測で確認できる角度の限界は1分といわれている。

(1分は1度の60分の1)

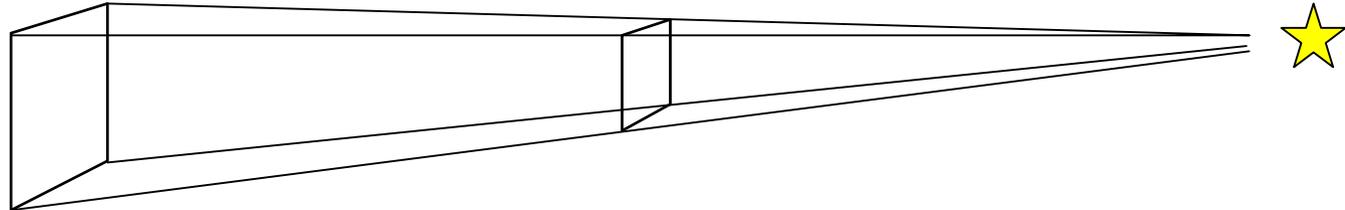
現在の望遠鏡を使った精密観測では約6000個(だいぶ昔の話)観測されている、最も大きなものでも たった 1.5秒 (秒は1分のさらに60分の1)

# 星の本当の明るさは？

見かけの明るさと、本当の明るさは違うはず。



遠い星ほど暗く見える。



距離が2倍になれば、同じ量の光が照らす面積は4倍になる。

普通、1等星というのは地球から見たときの明るさを表しています。  
本当の明るさは、一定距離に遠ざけたときの明るさ「絶対光度」で表す。

一定距離は太陽-地球間が 1(角度)秒に見える距離: 1パーセクの  
10倍 つまり10パーセク(約32.6光年 303兆km)  
(肉眼でよく見える星が、地球から見た星に近い明るさで見える距離)

# 変光星を使った本当の明るさの見積もり

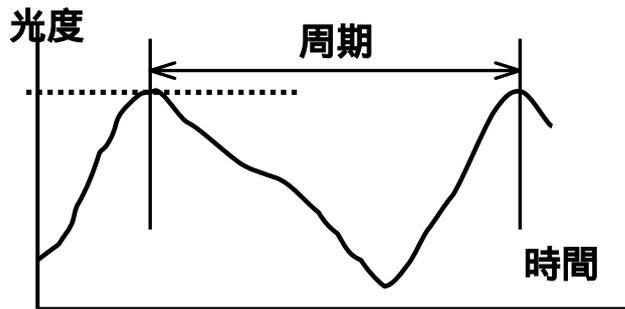
明るさが時々変わる星がある = 変光星  
(変化の仕方にいろいろとパターンがある)



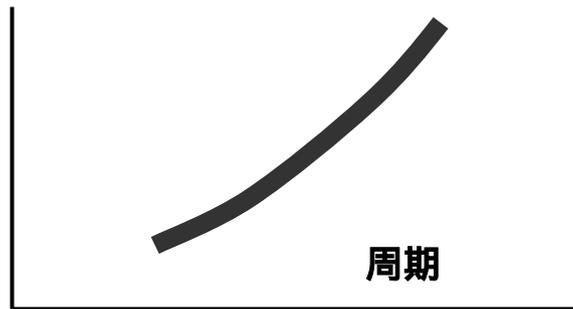
Henrietta Swan Leavitt(1868-1921)

写真は「<http://starlightcafe.jp/index.html>」「南天の星たち」より

変光星のうちケフェウス座デルタ型



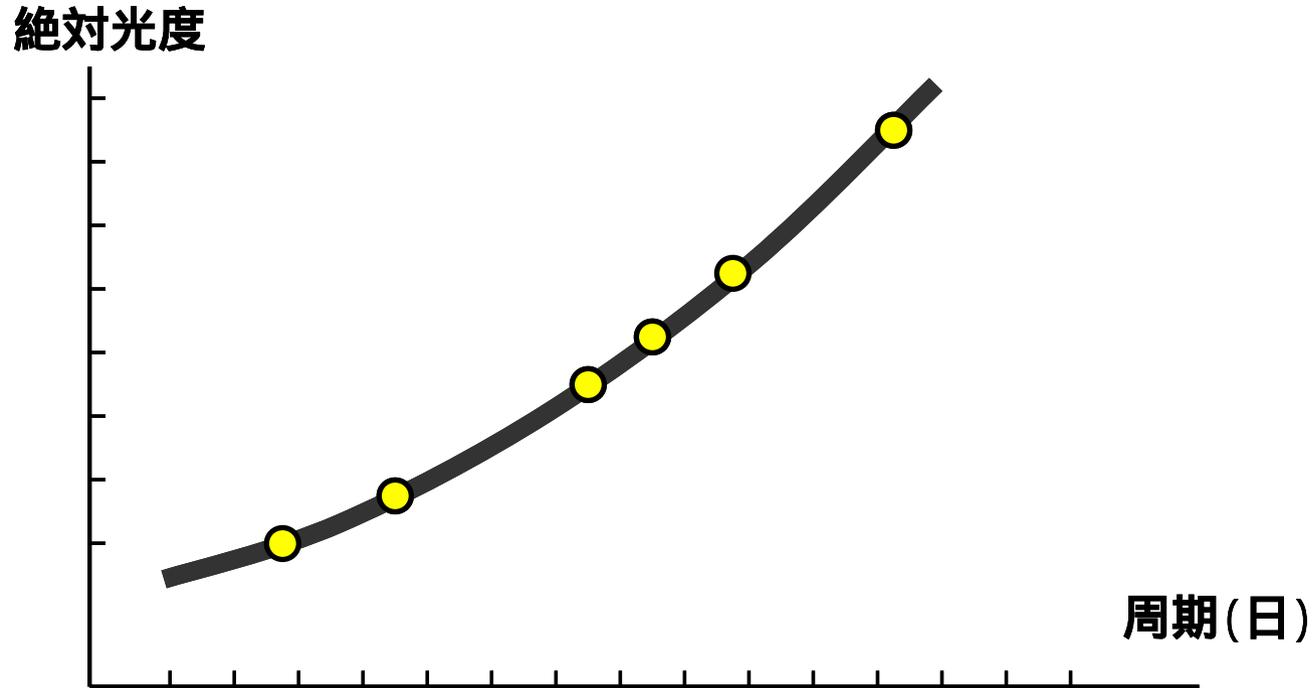
みかけの光度



写真はウィキペディア<http://ja.wikipedia.org/wiki/>より

1907年 リーヴィット。小マゼラン雲中の変光星に、明るさと変光の周期に関することを発見。  
地球から非常に遠方で どれもほぼ同距離であり、見かけの光度は本当の明るさとみなせる。

# 変光星を使った本当の明るさの見積もり



三角測量で距離のはっきりした「ケフェウス座デルタ型変光星」では絶対光度が判る。  
絶対光度と変光周期との関係がわかれば……。

# スペクトル型と絶対光度との関係

1911年 ヘルツシュプルング

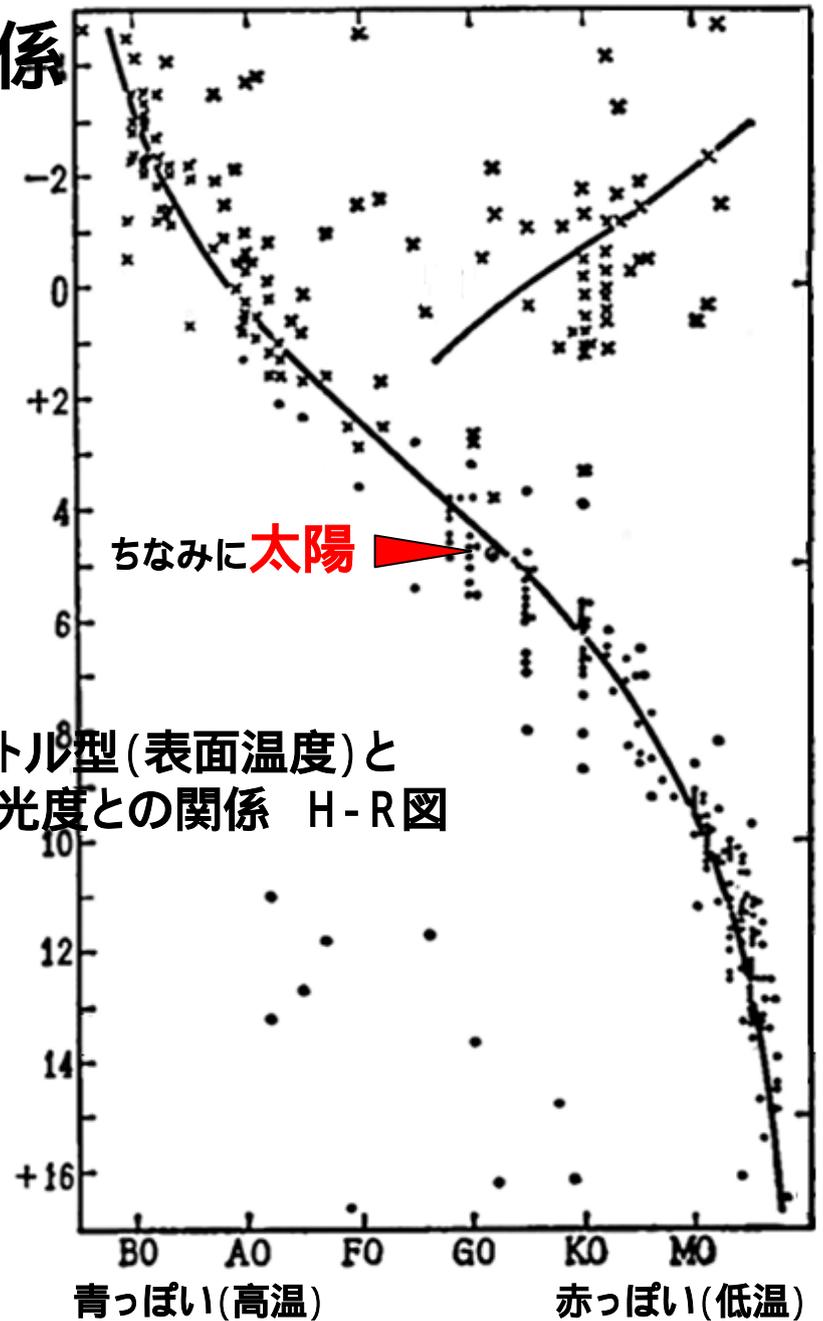
1913年 ラッセル

スペクトル型と絶対光度の関係を  
プロットすると並ぶと提唱

個別に星が見える場合は  
この方法で絶対光度が  
推定できる。



スペクトル型(表面温度)と  
絶対光度との関係 H-R図



ちなみに太陽

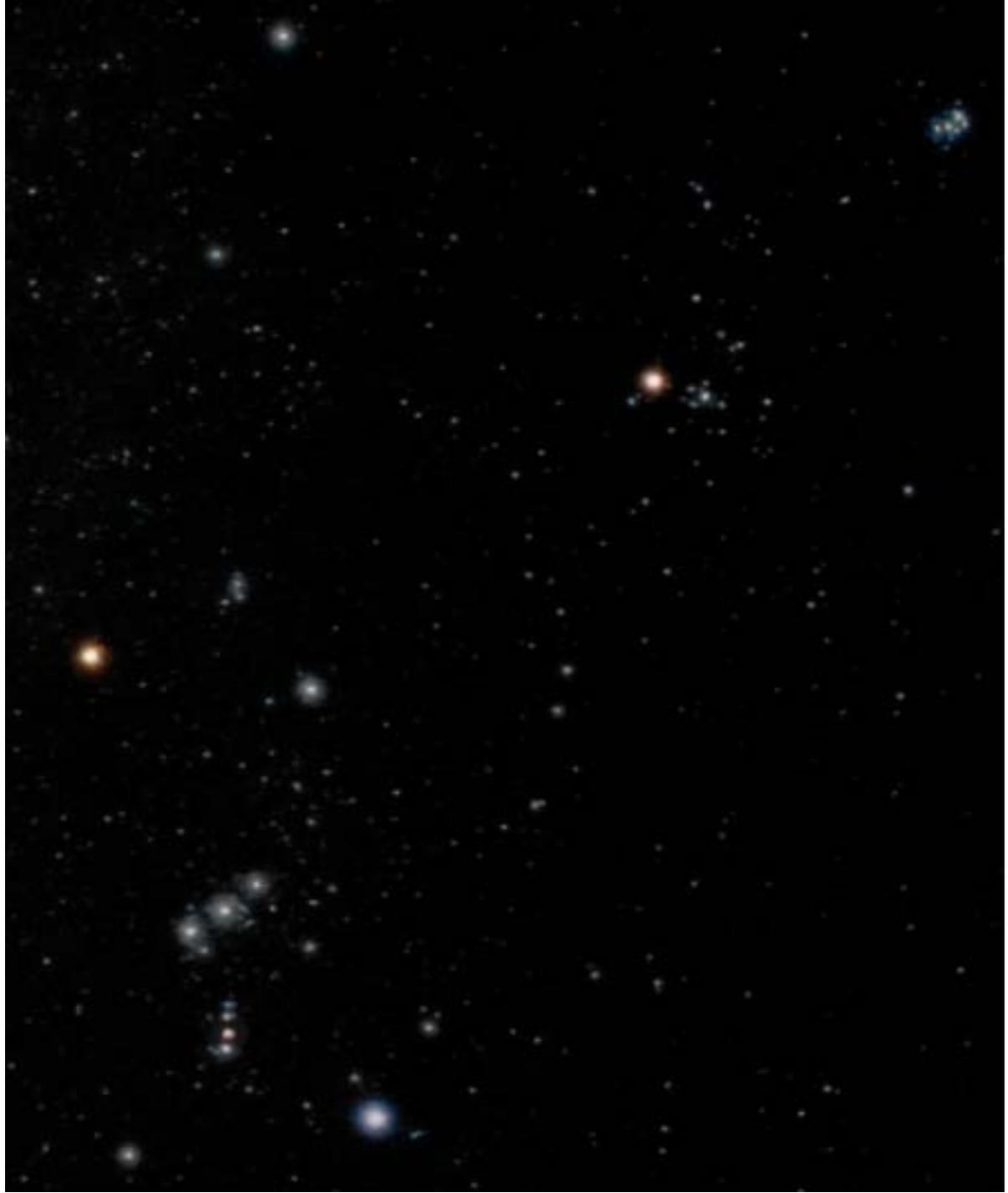
青っぽい(高温)

赤っぽい(低温)

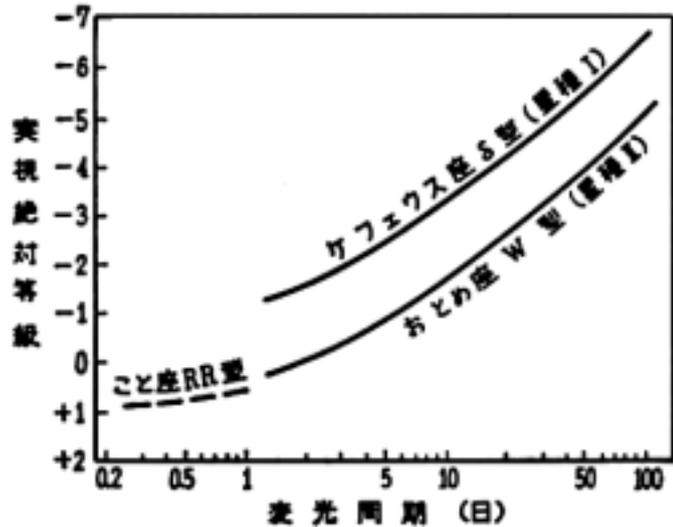
# スペクトル型

赤っぽい(低温)

青っぽい(高温)



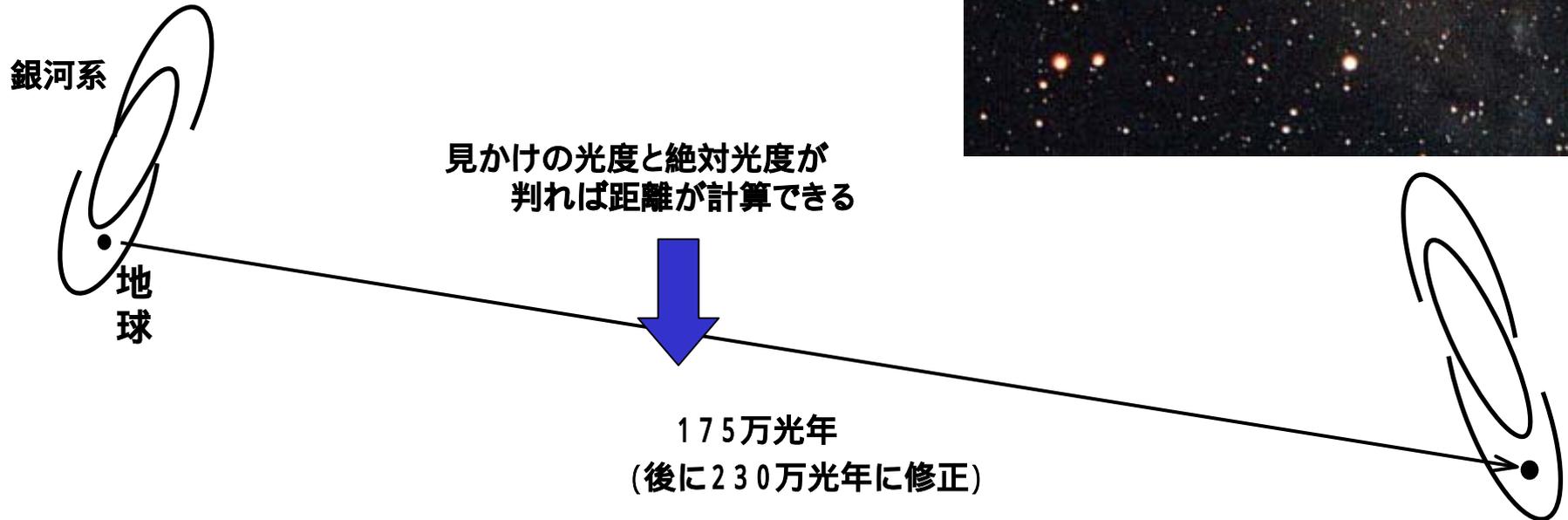
# 遠い星までの距離測定



1924年 ハッブル  
アンドロメダ大星雲で  
ケフェウス座デルタ型  
変光星を見つけ、  
周期を測る



図は地人書館「新天文学通論」鈴木敬信 著 より



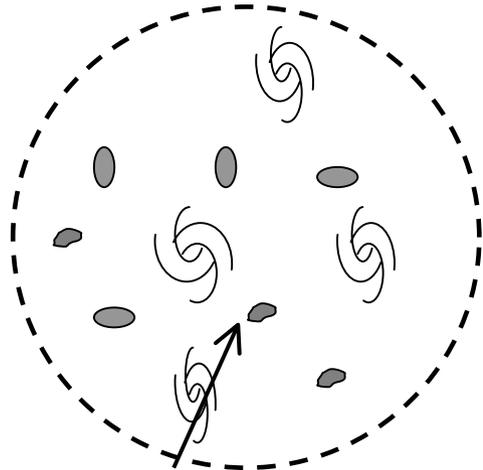
# 遠い星までの距離の測定

統計的手法によって  
絶対光度を推定する



見かけの光度と  
比較して距離を推定する

超銀河団中の最大銀河

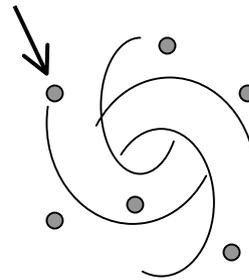


グループ中の最大銀河の  
絶対光度はほぼ同じと仮定する

銀河中の最輝星の明るさは  
同じと仮定する



渦巻き銀河中の  
球状星団



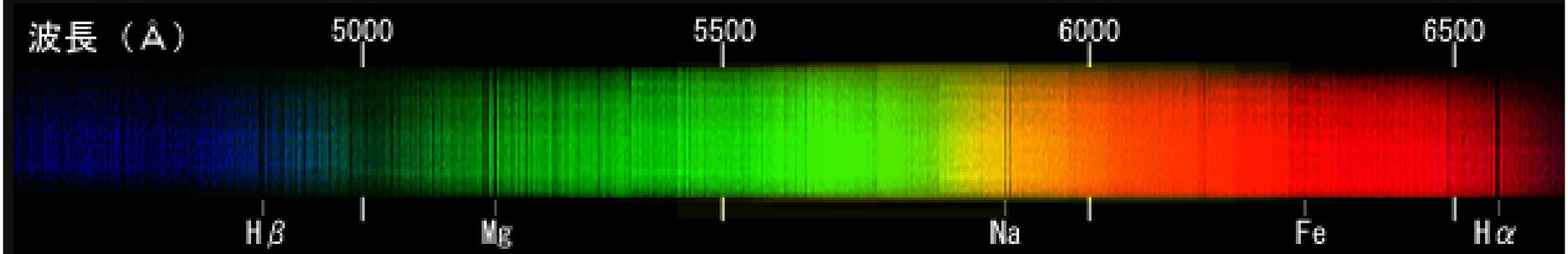
大きいものの絶対光度はほぼ同じと仮定する

# スペクトルとドップラー効果

## 太陽のスペクトル

太陽の光を分光器に通すと、七色のスペクトルに分かれます。このスペクトルをよく見ると、無数の黒い線が見えています。これは吸収線( Fraunhofer 線)と言います。太陽をとりまくガスによって吸収されたものです。

ガスは、その元素特有の波長の光を吸収するため、どの波長に吸収線があるかがわかると、太陽の周囲にどのようなガスが、どのような状態であるのかがわかります。



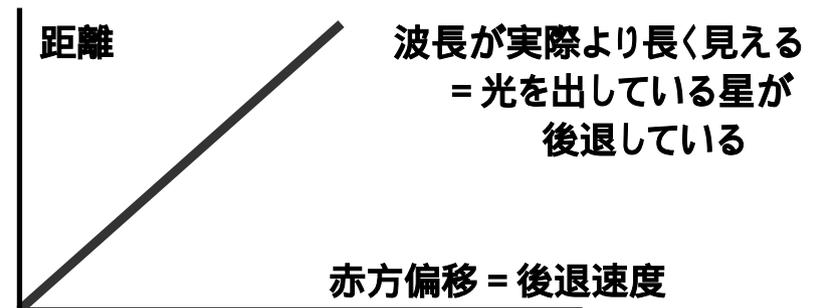
## ドップラー効果

救急車サイレンのピーポーピーポー  
(遠ざかっていくものの発する波の  
波長は長くなる)

吸収線の位置が赤色方向にずれていると、  
遠ざかっている証拠(赤方偏移)

図は「<http://www.city.katsushika.lg.jp/museum/lb-ks-sun.html>」より

1929年 ハッブル。遠方の銀河ほど後退速度が大きいと  
提唱  $V(\text{km/sec}) = 180 R(\text{Mpc})$



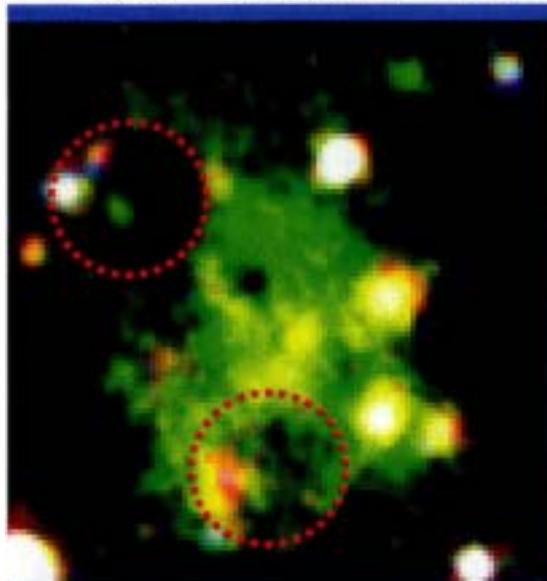
単純に宇宙が膨張していると考えると説明がつく

# 遠い星までの距離の測定について

でも、120億光年って  
誰が、どうやって  
測ったの？

## 120億光年彼方に予想外の大規模構造

協力 林野友紀 東北大学大学院理学研究科助教授

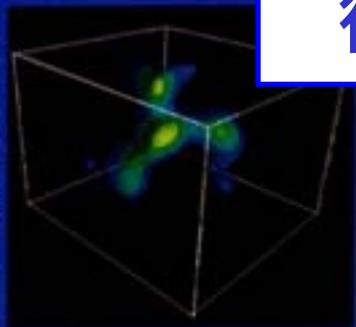


### 巨大ガス天体

下のフィラメント構造にそって存在する巨大ガス天体のうちの一つ。緑色がガスの部分。赤丸の中は、超新星爆発によってガスが吹き飛ばされつつあると考えられている。

### フィラメント構造

3本のひもが1か所で交わるような構造をしている。箱の1辺は約2億光年に相当する。



確認されたフィラメント構造（右下）と、それにそって存在する巨大ガス天体の一つ（左上）。

### 初期の宇宙でフィラメント構造を確認

東北大学などの研究グループはこのほど、120億光年の彼方、つまり誕生から20億年程度の初期の宇宙で、大規模な銀河密集領域を発見した。現在の宇宙で大規模構造をつくっている“泡”にも匹敵する、差し渡し2億光年にもおよぶ構造である。

天体のスペクトルを測定し、後退速度から推定している。

だけを通す特別なフィルターを開発した。このフィルターとすばる望遠鏡を使って観測したところ、これまで0.5億年程度の構造だと思われていた。雑誌「Newton」の記事から

# 120億光年に到達するまでのステップ まとめ

数10m	直接 巻尺をあてて測る
数~数十km	三角測量(地図作成)
1.3万km	地球の大きさ測定(星の方位・高度測定)
38万km	地球上2点からの三角測量(月までの距離)
1億5千万km 0.00016光年	太陽系惑星の軌道比率決定(ケプラーの法則) 尺度決定(接近小惑星) 地球-太陽間距離
数十光年	地球軌道を使った三角測量
数百万光年	変光星の変光周期をもとに絶対光度 距離推定
数千万光年	スペクトル型をもとに絶対光度 距離推定
数億光年	統計的手法(銀河内の最巨星・球状星団・ 超銀河団内最大銀河、...)で絶対光度 距離推定
100億光年	スペクトルの赤方偏移から距離推定

何をしたいか を はっきりさせて

しっかり考えると、見えてくるものがある。

いろいろと工夫をすることは楽しい。

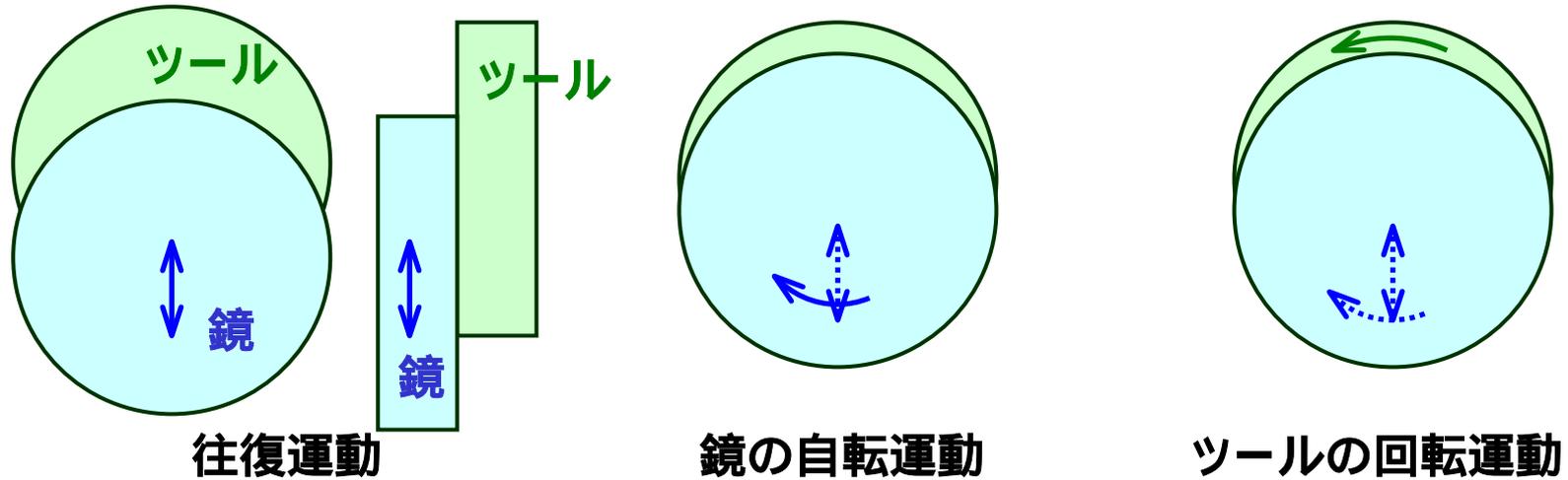
そして 工夫は現場にある。

# 天体観測・望遠鏡製作

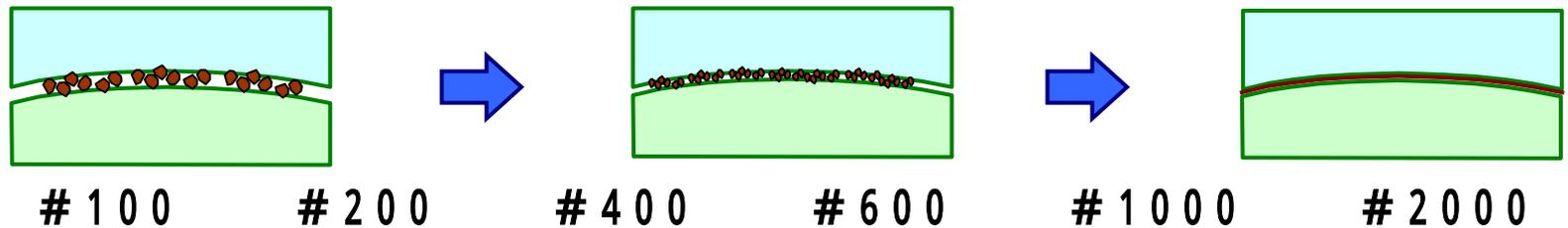
- |    |    |   |
|----|----|---|
| 10 | 58 | 八丈島で金環食、千葉県では80%位の食分、三日月型の <b>沢山の木漏れ日に感激</b><br><b>虫眼鏡レンズ</b> で作った望遠鏡で <b>プレセペ星団</b> を見て <b>望遠鏡で見る天体に感動</b> |
| 11 |    |   |
| 12 |    | 3cm40倍の望遠鏡買ってもらう、月・木星が意外に小さくしか見えないことに失望   |
| 13 |    | おもちゃのカメラで天体写真を撮影、思ったより <b>よく写り感激</b>  |
| 14 | 63 | 中学校で5cm望遠鏡借用、 <b>土星の輪</b> を見る。実際の見え方について認識  |
| 15 |    | 8cm反射を買ってもらう。月・木星・火星等観測開始   |
| 16 |    | 義兄(大工の息子)に木工の <b>初歩見習う</b>  |
| 17 |    | 高校の6cm屈折+自作カメラ(木+紙)で望遠鏡写真撮影開始   |
| 18 |    | 池谷・関彗星 観測失敗   |
| 19 | 66 | 15cm反射鏡の <b>研磨(磨いたのみ)</b> 、鏡筒・架台の製作に技術が必要と判る  |
| 20 |    | 近くの鉄工所で部品加工をして頂き、金属加工に興味  |
| 21 |    | 広島大学天文学会(サークル)で本格的に <b>写真撮影と現像技術</b> を学ぶ  |
| 22 |    | 大学先輩の <b>佐藤健氏</b> に師事し広島大学天文台25cm・15cm反射で <b>木星観測</b>   |
| 23 | 70 | 広島大学天文学会で <b>しし座流星群(レオニーズ)</b> 観測、1晩で約200個の流星を見る  |
| 24 |    | 東亜天文学会総会 広島にて開催、準備に参加。 <b>アポロ11号月面着陸生中継</b> を見る   |
|    |    | 東亜天文学会 <b>土星・木星課の年度報告</b> を佐藤健氏の指導で執筆   |
|    |    | 大隈鉄工所入社、 <b>西村製作所15cm反射経緯台</b> 購入   |
|    |    | 独身寮を退寮、木星の大赤斑の構造実験を目指すものの頓挫   |
|    |    | 20cm反射鏡の <b>研磨</b> 、友人の <b>コメットシーカ</b> に組み込み  |

# 反射鏡の製作

- (1) 2枚のガラス円盤を、丁寧に摺り合わせると球面ができる。  
一言では簡単だが、実際にやってみると結構大変、でも面白い。



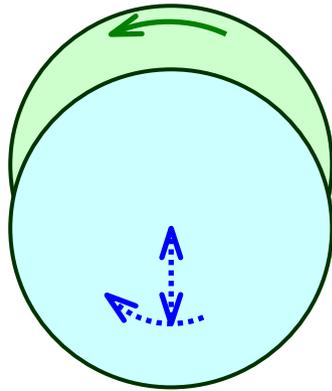
- (2) 砥粒を水で溶いてガラスを削る (だんだん目の細かい砥粒に)



新聞が読めるくらいの細かいスリガラス状

# 反射鏡の製作

## (3) 酸化セリウム粉(昔は弁柄)でつや出し



基本3運動

ピッチの層



ツールに硬さ調整したピッチの層を形成する。

水で溶いた酸化セリウム粉で基本3運動の研磨を繰り返す。



砂目がなくなると、つやが出て 鏡面になる。



精度測定。

繰り返し



凸部を集中して修正研磨。



球面鏡完成

# 反射鏡の検査

## (4) 放物面への修正 と 要求精度・検査法。

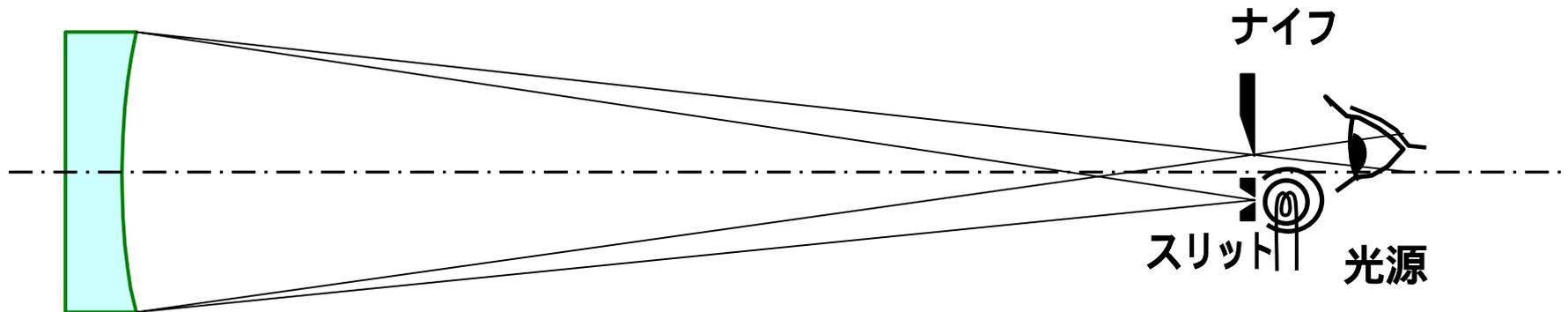
良鏡といわれるものは、光の波長の $1/8 \sim 1/16$ 位の形状精度。

可視光の波長は  $400\text{nm} \sim 800\text{nm}$ 程度、従って $50\text{nm}$ 程度が要求される。

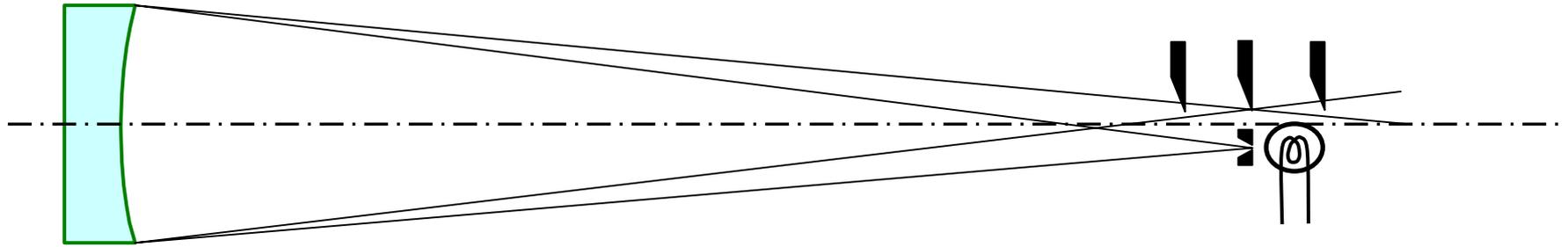
検査法があれば(誤差を測定できれば)、人間の手はナントカする力がある。

検査法としては簡単な装置としてフォーコーテスト(ナイフエッジテスト)がある。

フォーコー : 地球自転を証明する振り子・光速度の測定で有名



# 反射鏡の検査

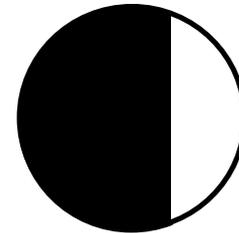
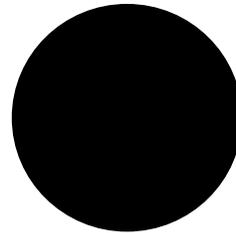
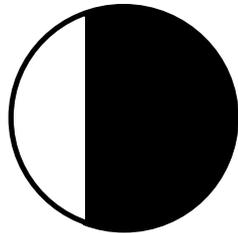
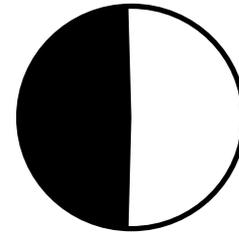
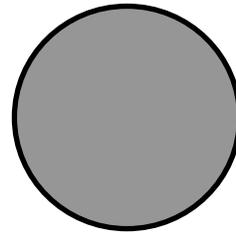
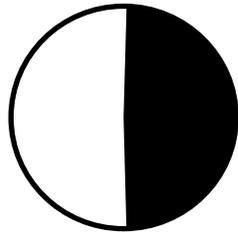
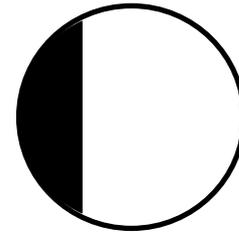
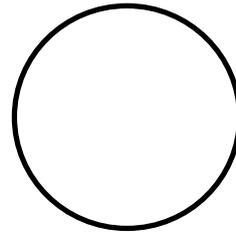
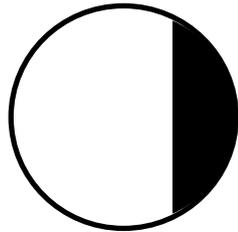


で光束を切る  
← (ナイフ移動方向)

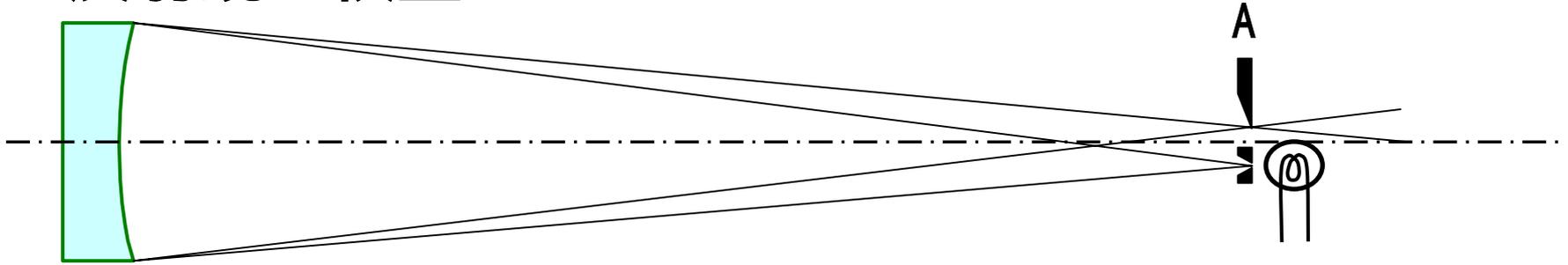
光束を切る  
焦点位置

で光束を切る

鏡面が完全な  
球面だと

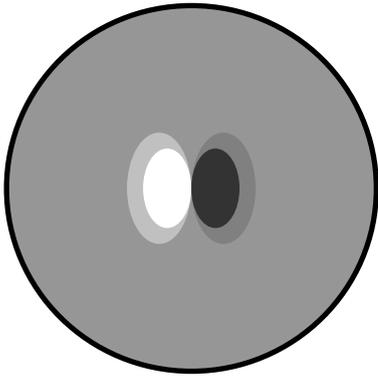


# 反射鏡の検査

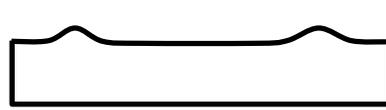
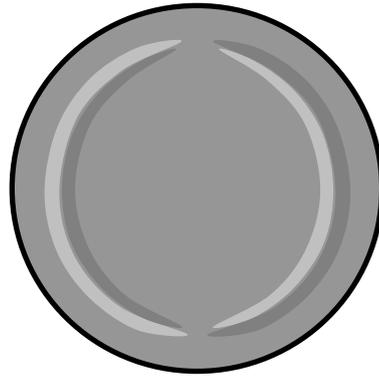


鏡面が球面でないと

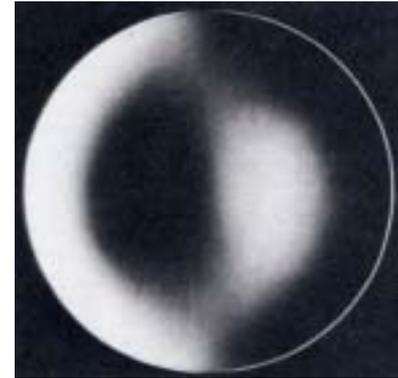
Aで光束を切る ← (ナイフ移動方向)



中央に山



リング状山



回転放物面

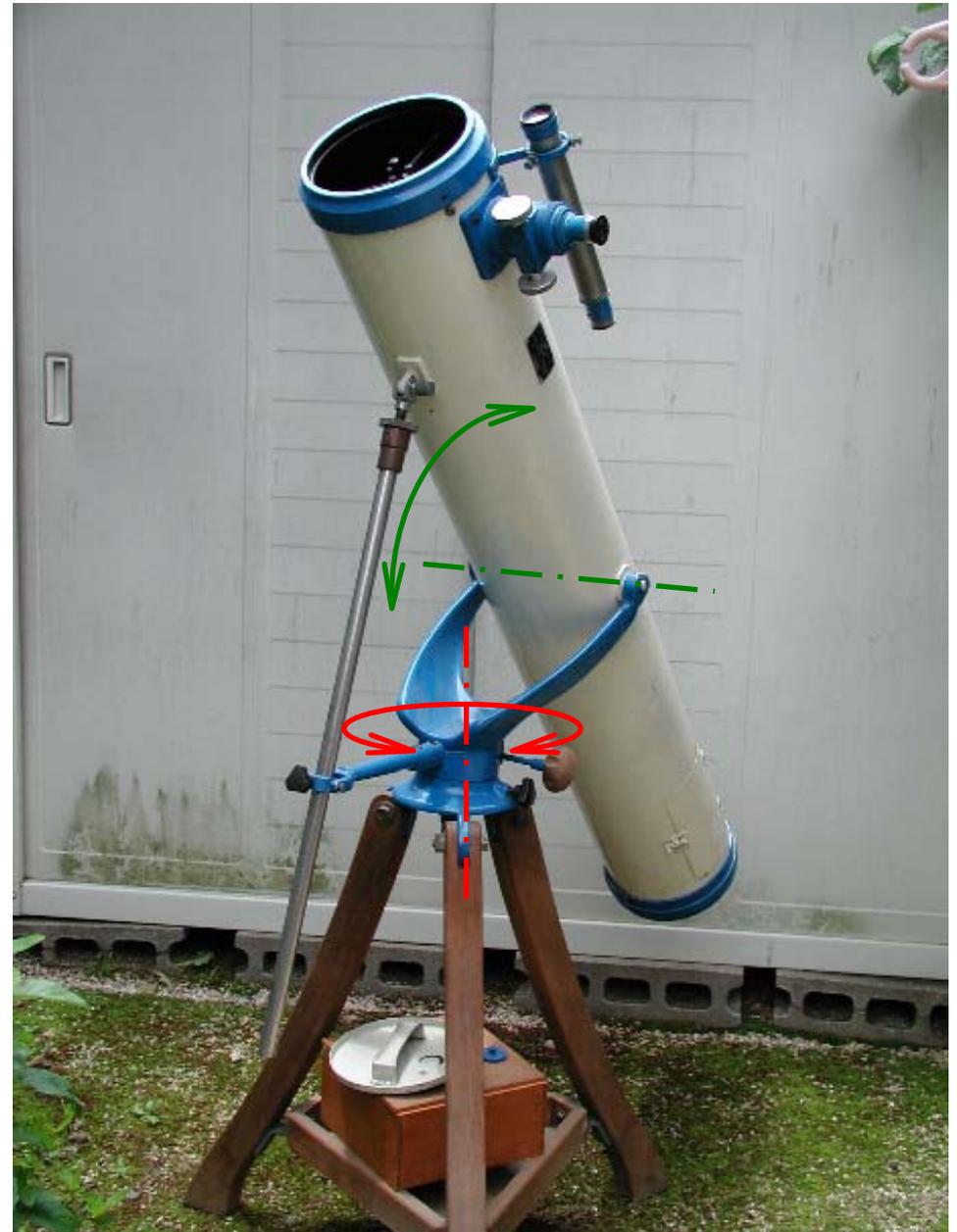
# ドブソニアン架台

鏡だけでは望遠鏡にならない  
筒や、乗せる台(架台)も必要。

簡単で安価な仕組みとして経緯台がある  
水平回転と垂直傾斜の、回転2軸で、  
右写真は 15cm 微動装置付きの例。  
高倍率を使つての本格的な眼視観測が  
できる。

暗い天体を 楽しんで見る程度の目的の

簡単で安価な大口径  
望遠鏡として、  
ドブソニアンがある。  
基本は経緯台。  
左写真。



# 30cmドブソニアンと工夫

## 設計指針

### 1. 目的：観望

#### 1) 移動性

- ・軽量・小形化：乗用車にて搬送可能
- ・分解・組立て容易性：工具不要、  
暗夜に一人で組立て可能
- ・移動時の鏡面の保護

#### 2) 操作性

- ・最小限度の機能：微動なしドブソニアン

#### 3) 機能

- ・9点支持主鏡セル、ファインダー

### 2. 条件：あるものと入手容易なもので構成

#### 1) 主鏡光学系はオデッセイ12"を分解流用

#### 2) 利用可能な工具の範囲

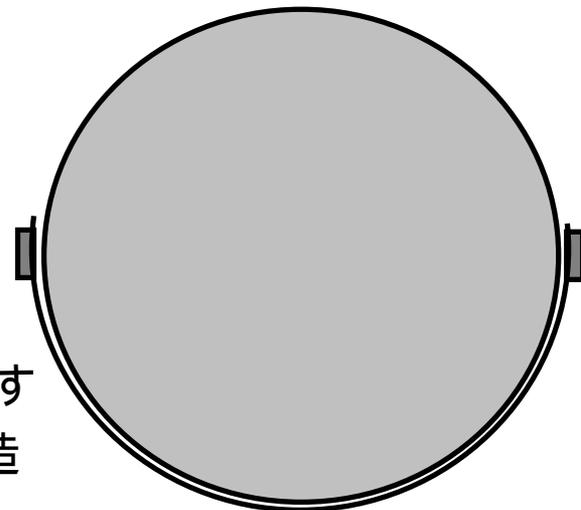
- ・木工用手工具
- ・金属加工は金鋸、ドリル程度

#### 3) 材料はホームセンターで入手可能なもの

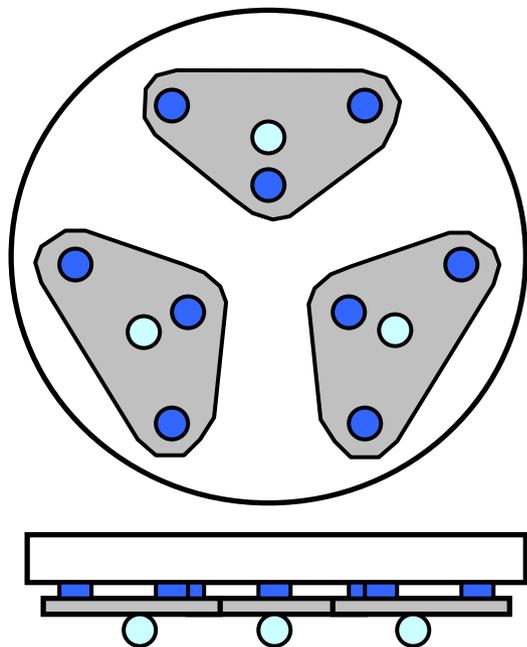


# 30cmドブソニアンと工夫

薄い鏡を歪ませない工夫



ベルトで吊るす  
側面支持構造



鏡の自重を  
9点で均等  
支持する  
背面構造



## 30cmドブソニアンと工夫

架台部は、可能な限り軽くする。

すべり戸用戸車の支持部と  
回転中心案内以外はすべて  
そぎ落とす。

上部回転台は合板を使った  
中空構造。



# 30cmドブソニアンと工夫



← 運搬時  
と  
組立時 →  
で

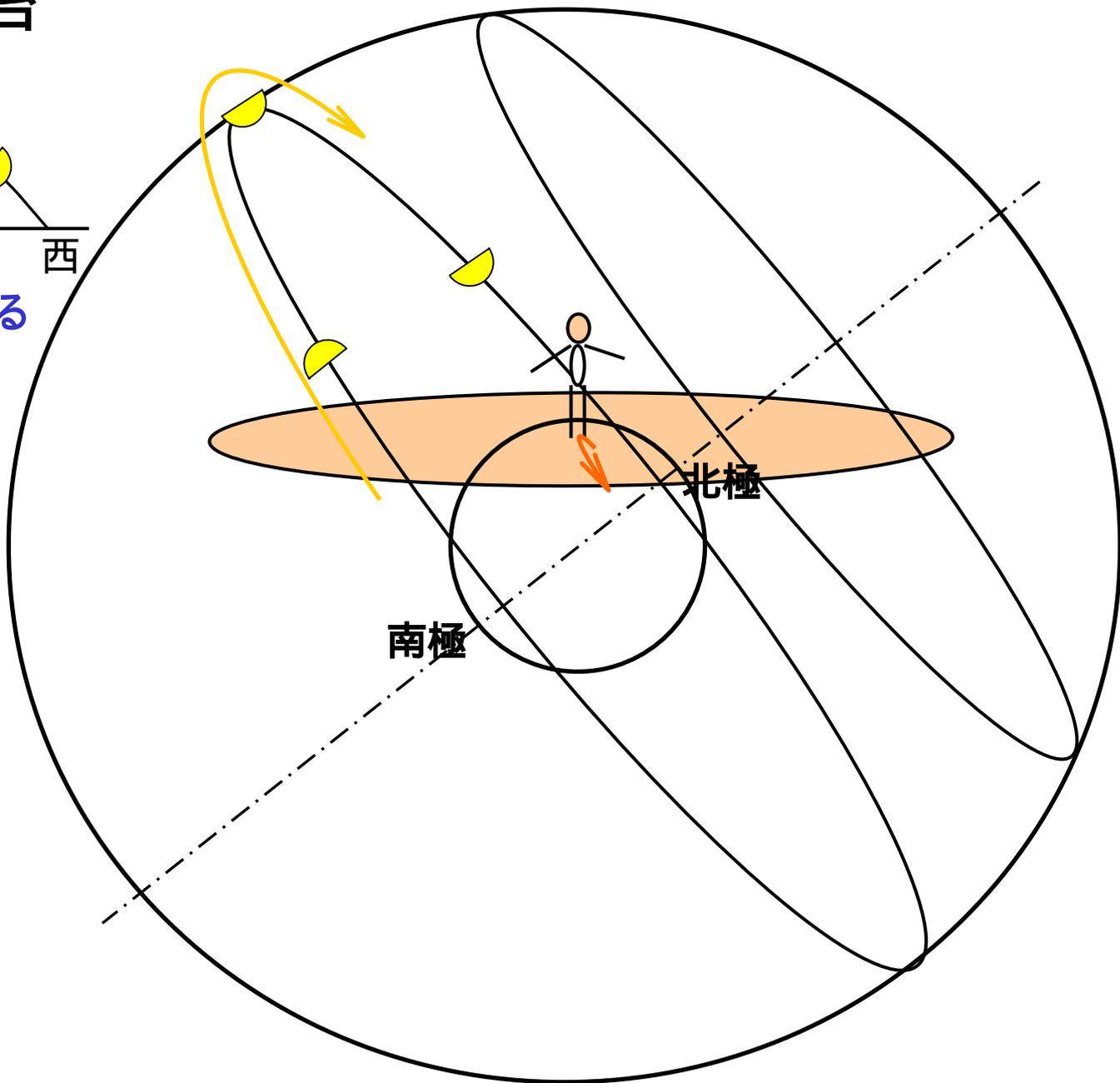
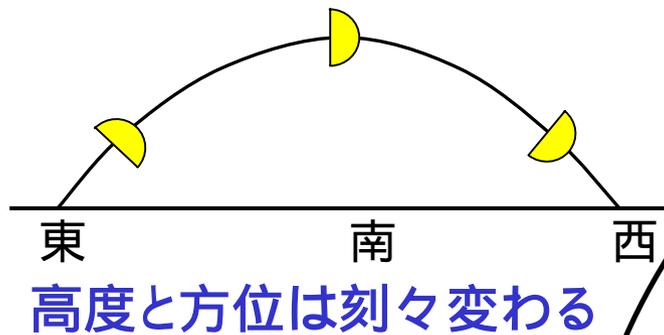
重要な光学系を  
同じ蝶ナットを  
用いて締め付け  
保護できる構造



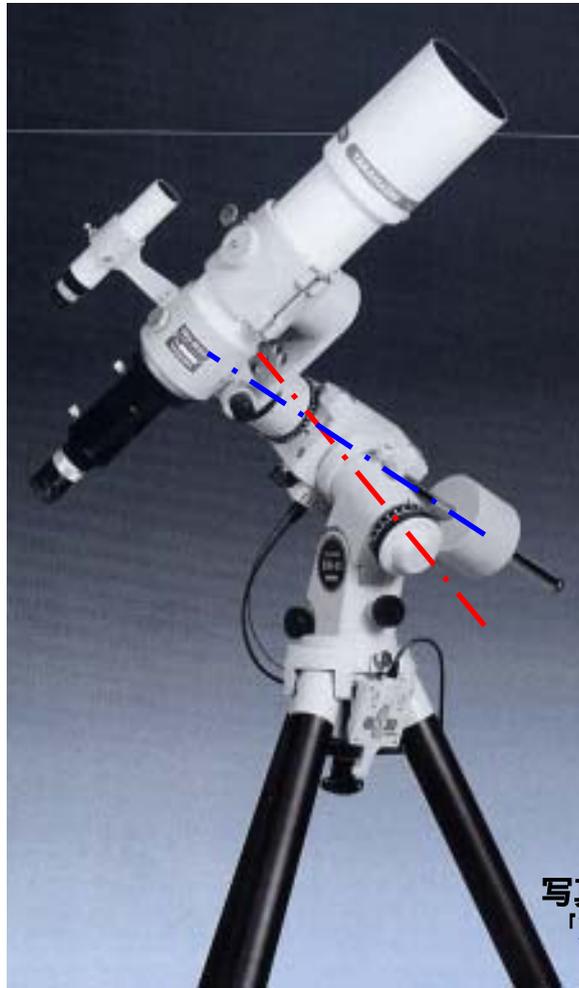
筒部はL型鋼と  
ターンバックルで  
締める筋交いと  
の組合せ。



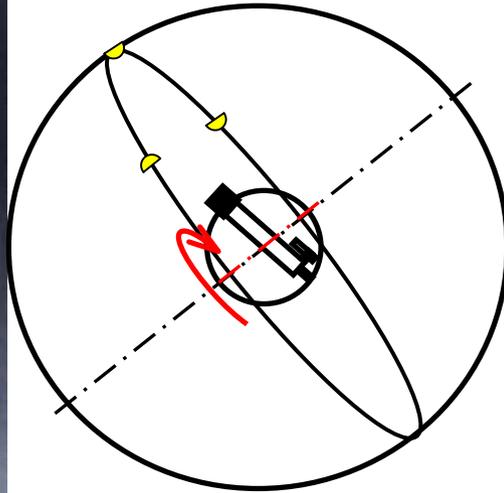
# 赤道儀と経緯台



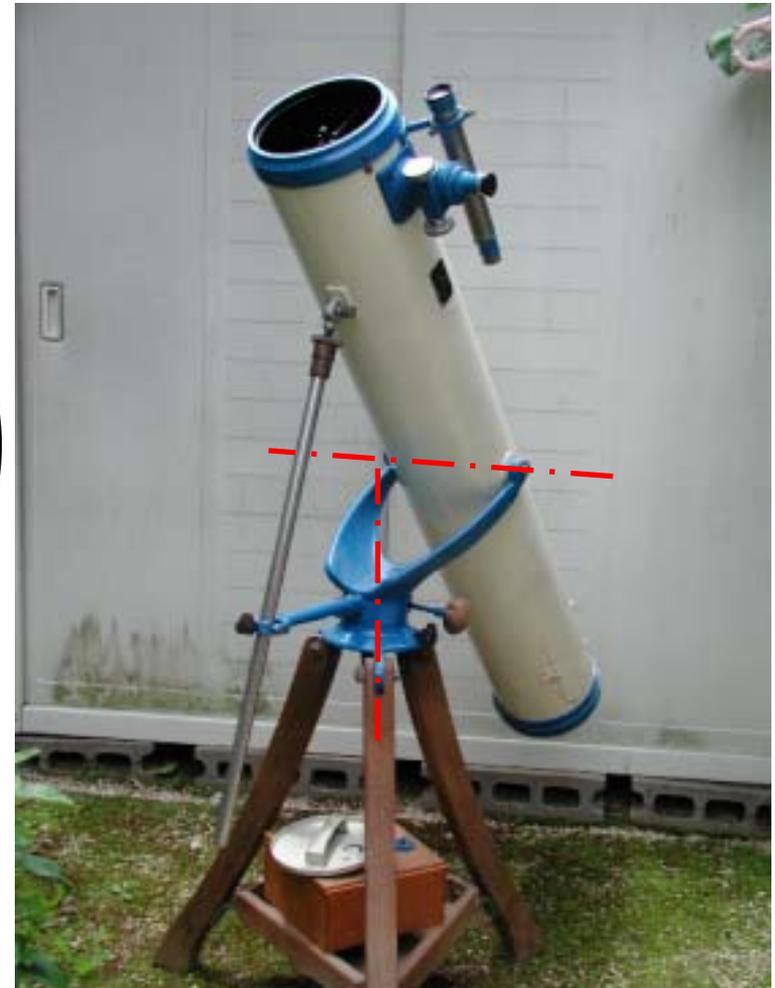
# 赤道儀 と 経緯台



写真は高橋製作所  
「FSQ-85ED」



地球の回転軸と平行な赤経軸を持つ赤道儀は、この軸1軸を回転させれば天体の日周運動を追跡できる。



水平回転軸と垂直回転軸の経緯台は、天体の日周運動を追跡するために2軸を動かす必要がある。

# 赤道儀と経緯台

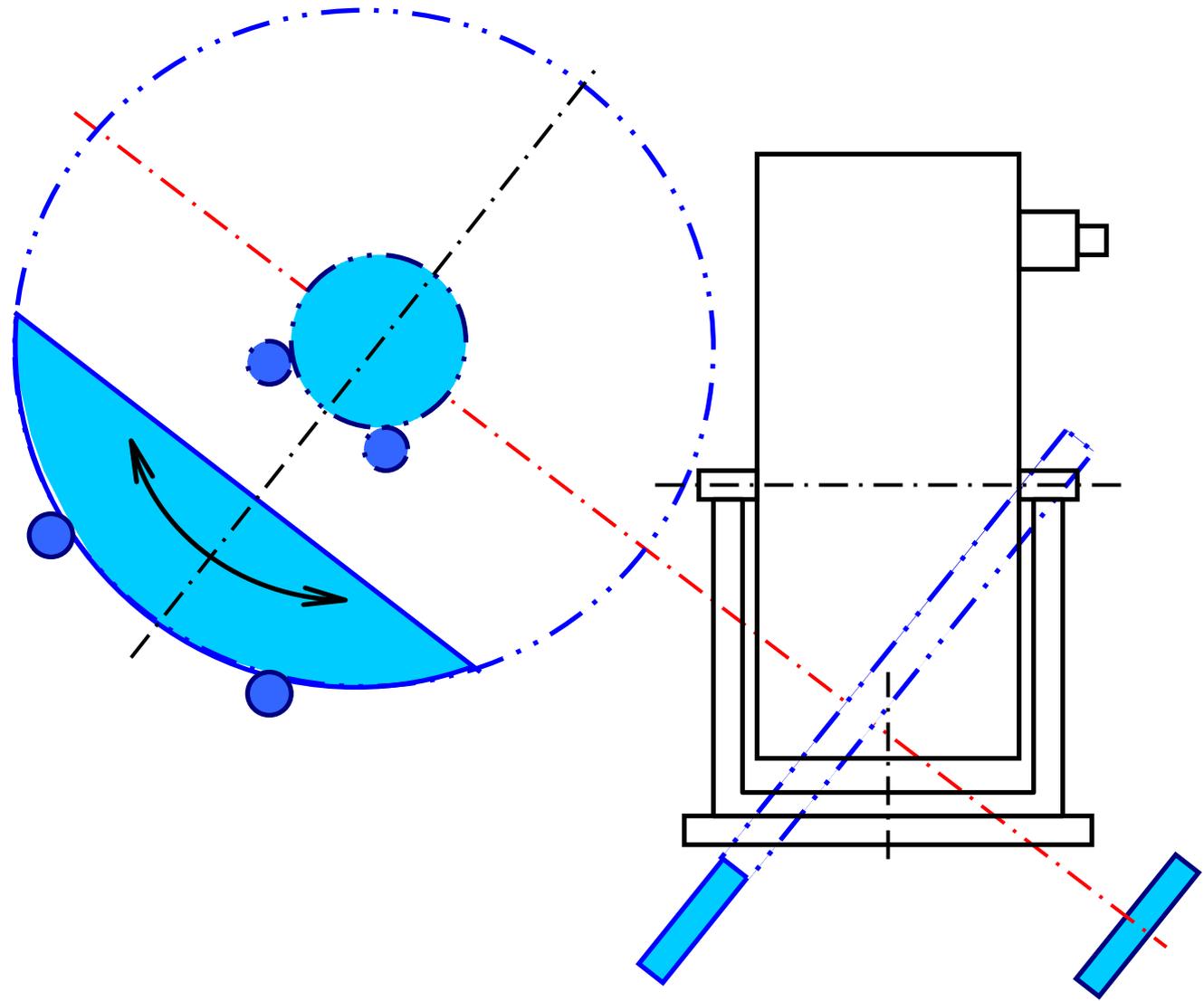
経緯台では、天体の日周運動を追尾するのに2軸動かす必要があるが、慣れた人が観測しながらであれば、視野に見えている間に位置修正するので、比較的簡単に行える。

これに対し、操作の出来ない多くの人に見せる観望会では、視野から外れてしまったからの改めての導入となり、時間が掛かる。

「世界天文年2009」で、5月に行った観望会(その1)では、ご近所・通行人およそ30名に月と土星を見ていただく。皆さん初めての体験という方が多くおおいに喜んでいただけたが、追尾の大変さを改めて実感する。

東亜天文学会 名古屋支部(アマチュア天文家の集まり)の月例会で、報告したら、ドブソニアンでも赤道儀化ができる、という情報をいただいた。

# ドブソニアンも工夫次第で赤道儀に



# ドブソニアン用赤道儀その後。

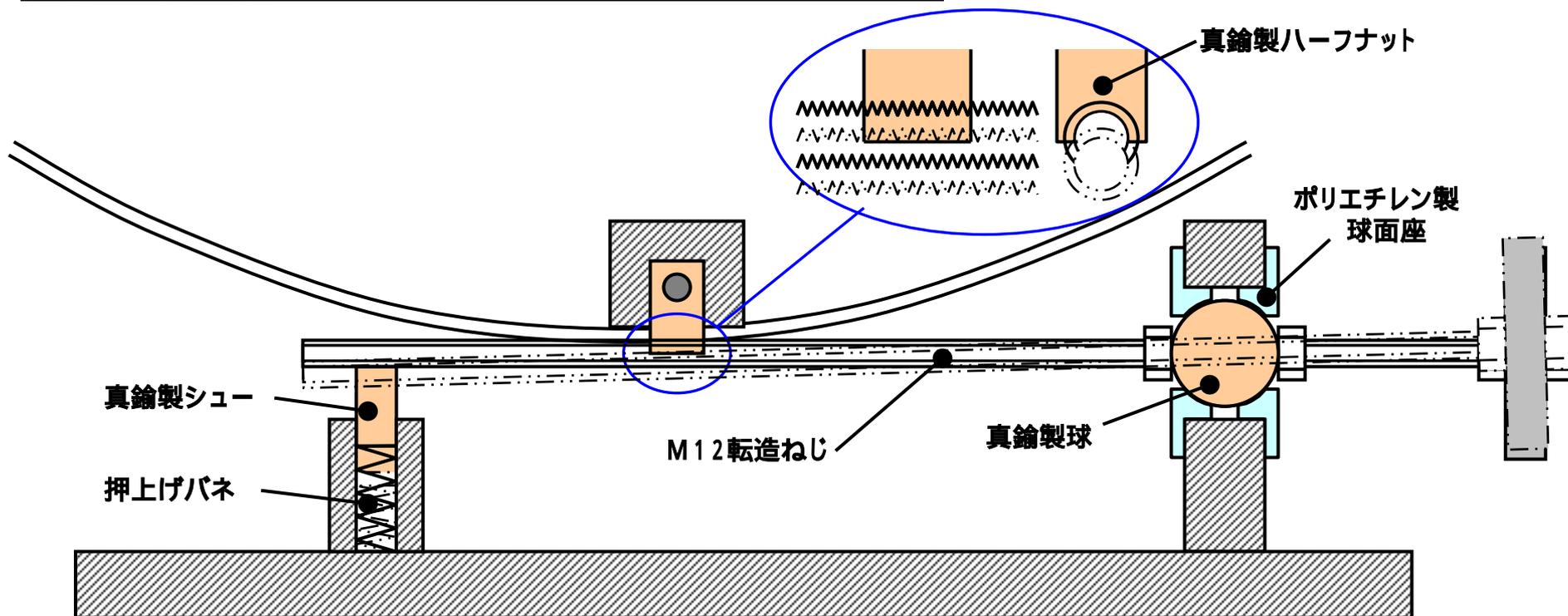


## 駆動部の改造

### タンジェントスクリュー・ハーフナット式

巻き戻し時はボルト端支持バネをを手で押し下げ、ナットを外す。

ボルトのスラスト支持部は球面座にして、ねじ傾きの変化を吸収。



# ドブソニアン用赤道儀



# 世界天文年 なので、

5月の連休に ご近所観望会を開催。

土星と月を見ました。

顔見知りの他、単なる通行人 他 約30名、

皆さん、初めて見た！と感激していただきました。

でも、大変だった。星はどんどん動いていく。(倍率32倍:動きも32倍)

追いかけるのに、てんてこ舞い。

## < 赤道儀架台製作 >

10月4日、仲秋の名月に ご近所観望会を再度 開催。

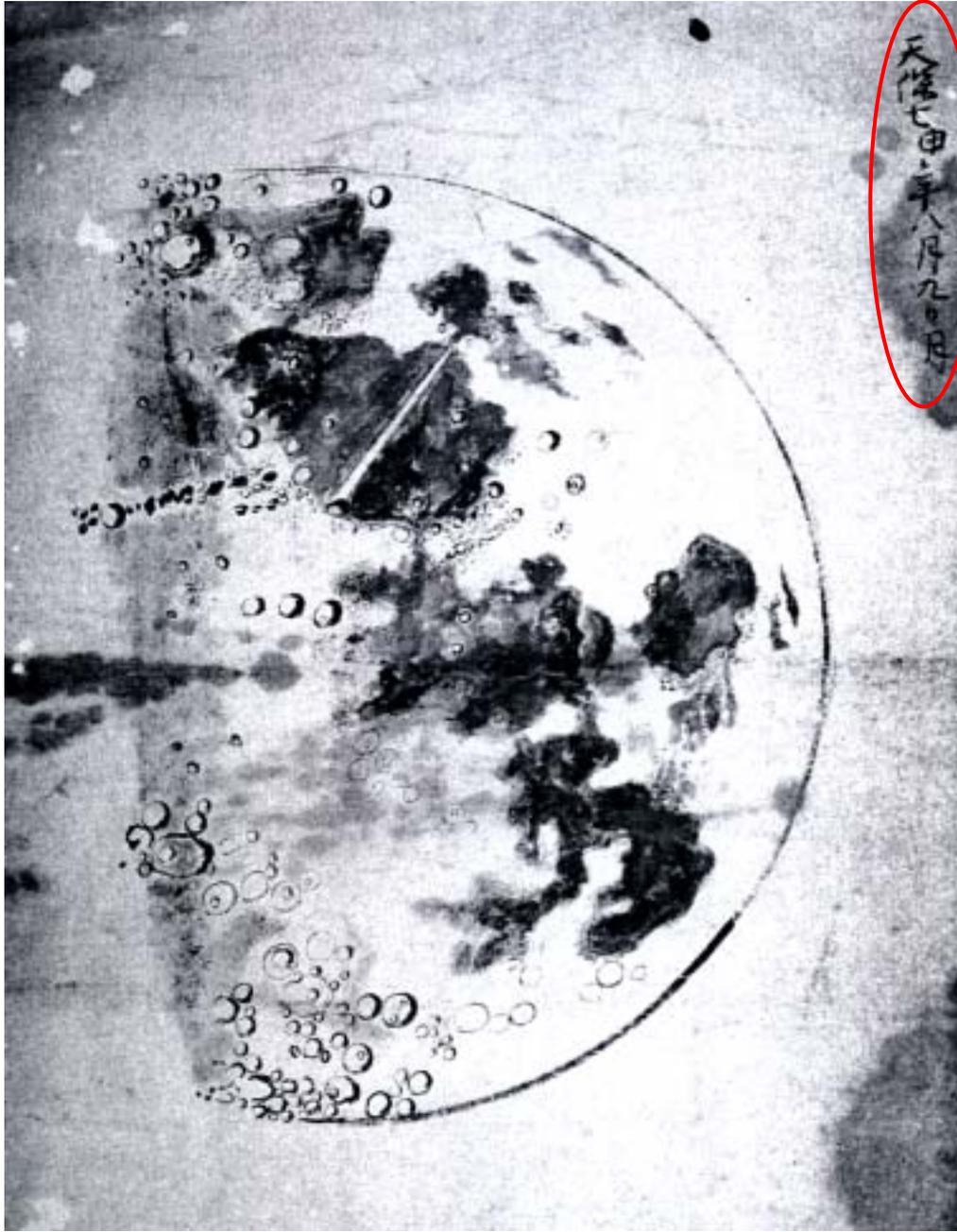
木星と月を見ました。

顔見知りの他、単なる通行人 やはり 約30名、

皆さん、感激していただきました。

今回は、倍率110倍でも赤道儀なので、比較的楽だった。

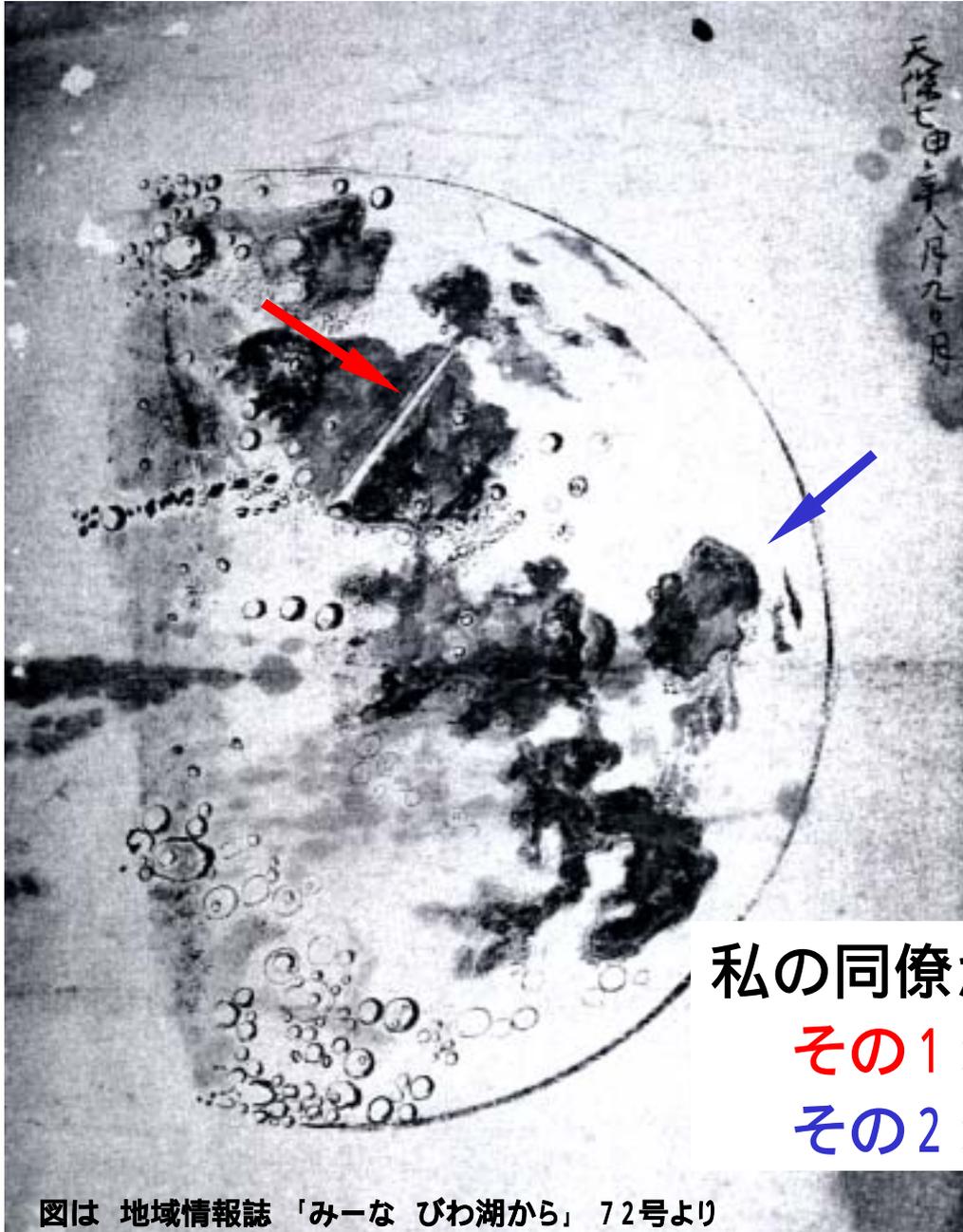
# 国友一貫斎の反射望遠鏡製作



国友一貫斎；  
近江国、国友村生まれ1778 - 1840

図はいずれも 地域情報誌「みーな びわ湖から」72号より

# 国友一貫斎の反射望遠鏡製作



私の同僚が指摘したこと、

**その1**: 線状の様子は本当なの？

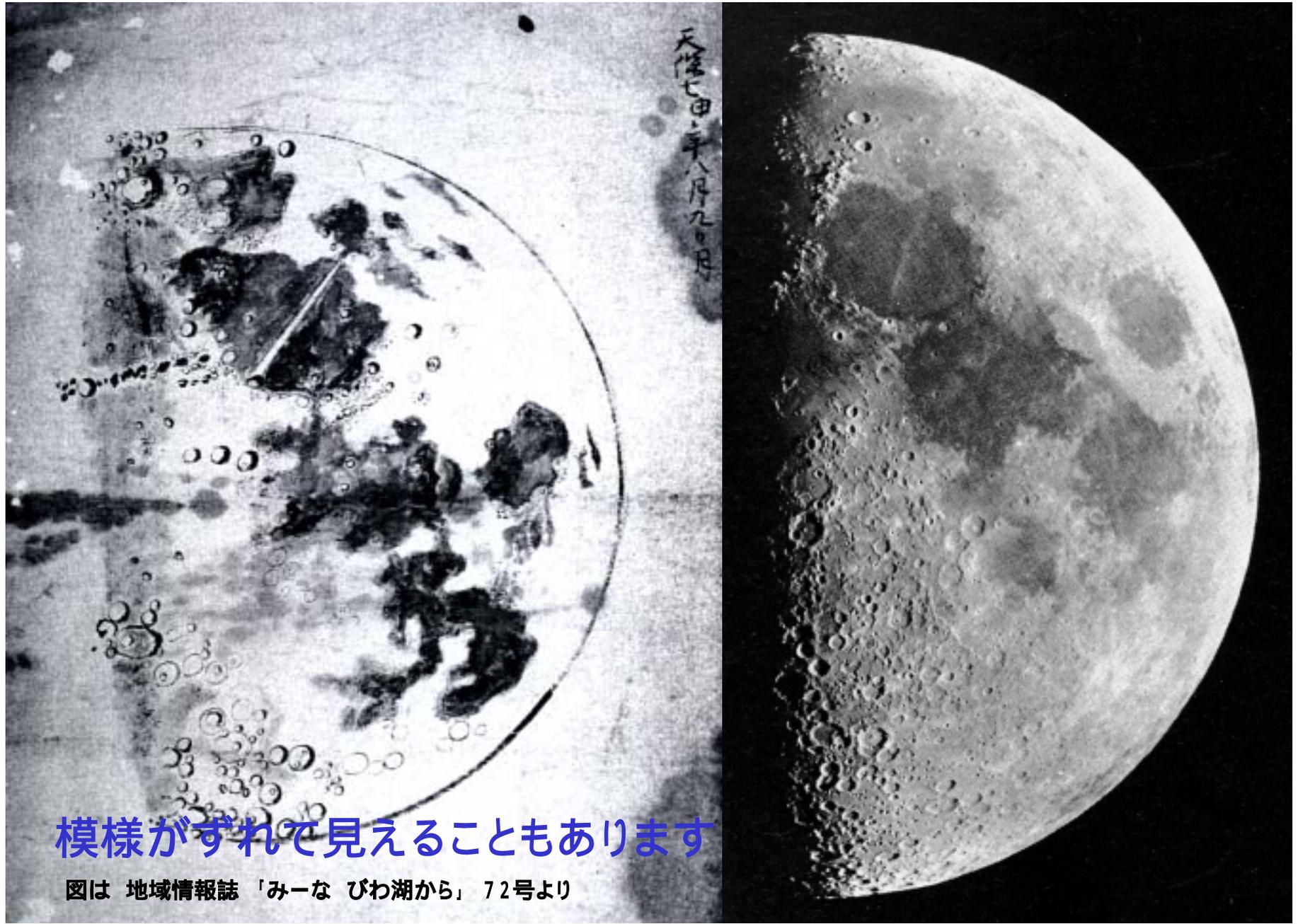
**その2**: 様子の位置がずれてない？

# 月の模様

線状の模様はあります



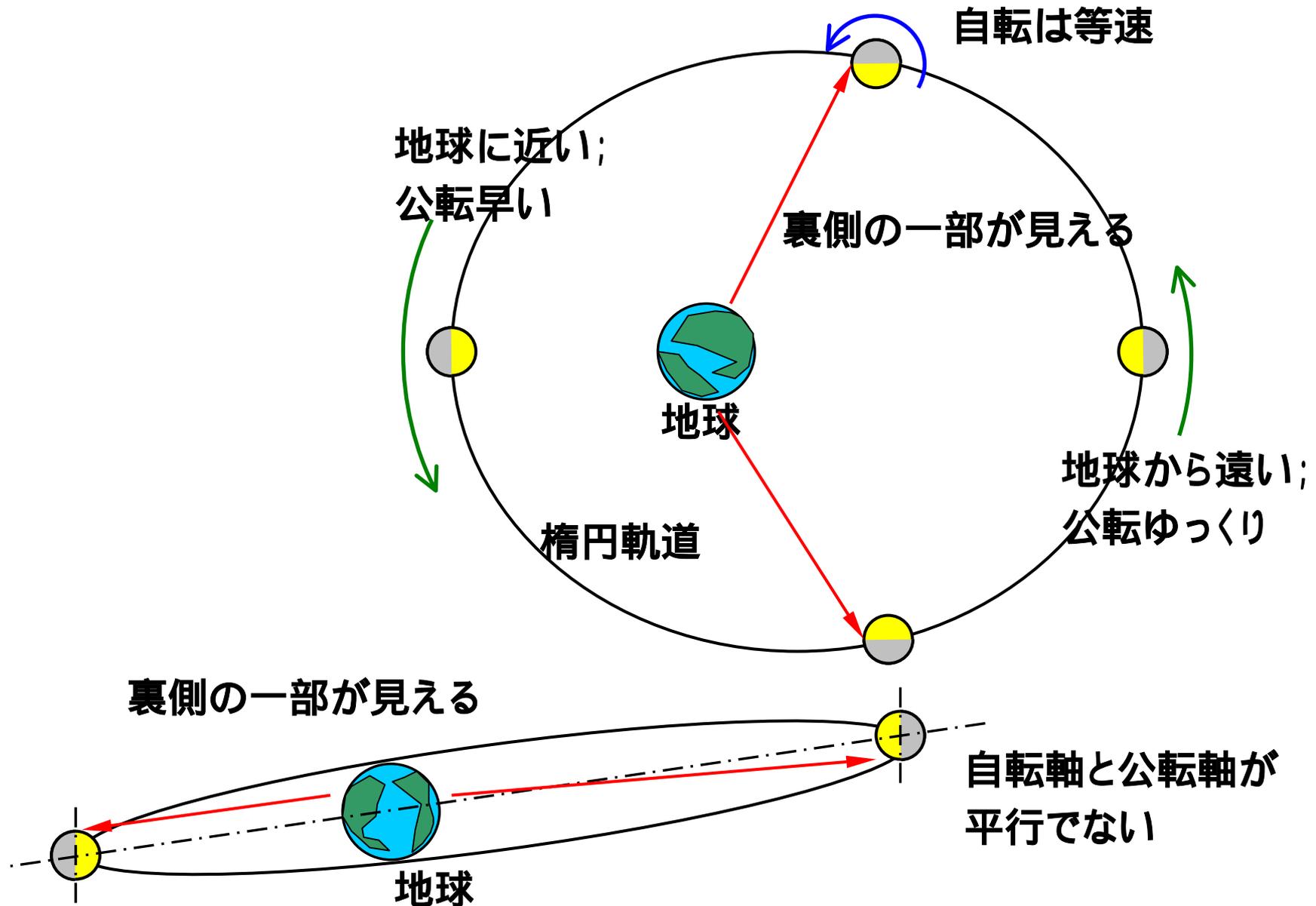
# 国友一貫斎の反射望遠鏡製作



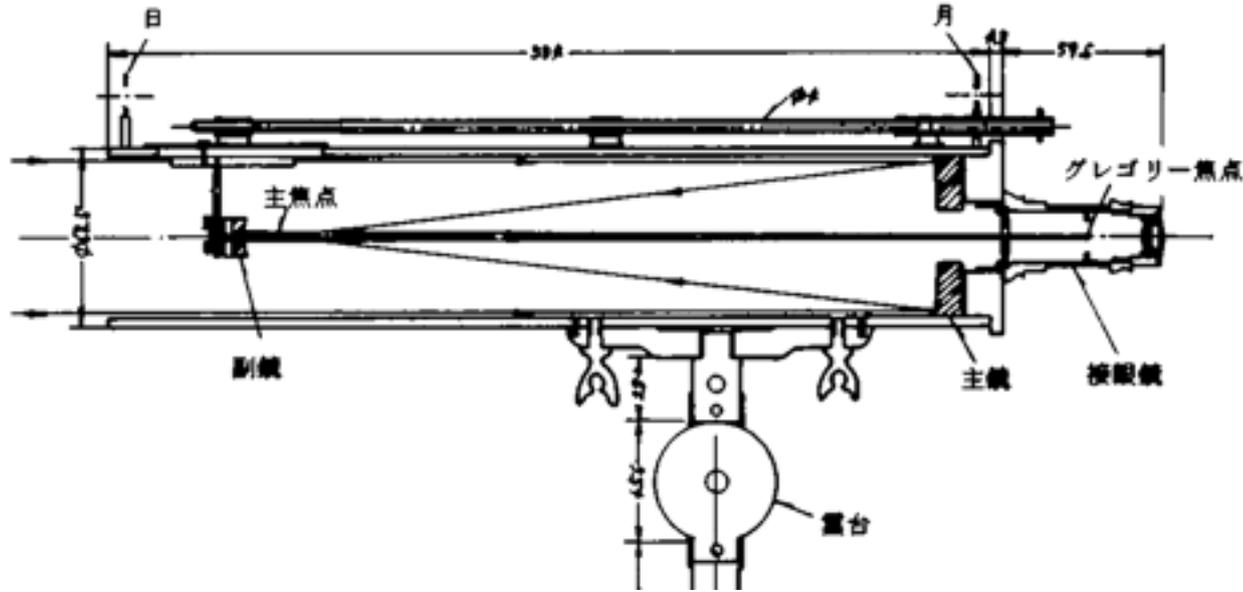
模様がずれて見えることもあります

図は 地域情報誌「みーな びわ湖から」72号より

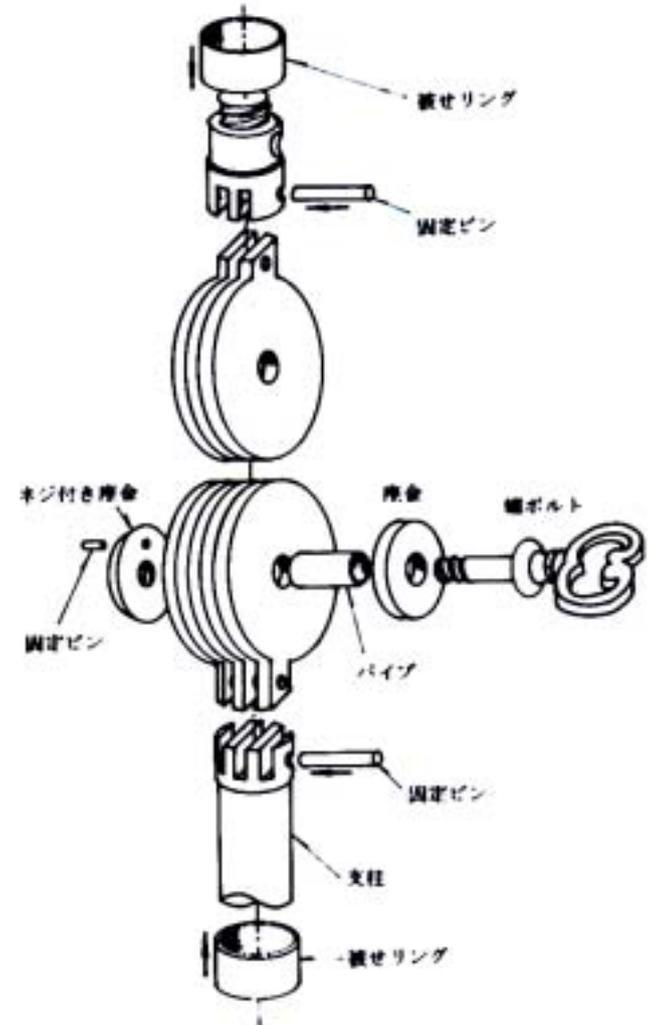
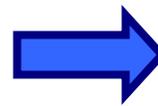
# 月は表側しか見せない。では見えるのは半分だけか？



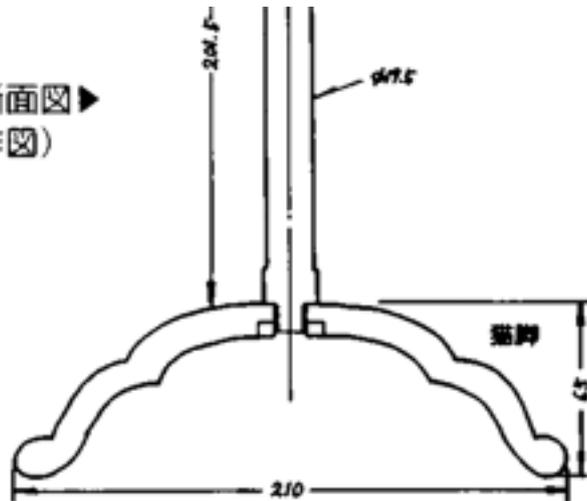
# 国友一貫斎の反射望遠鏡製作



多板クラッチみたいな構造が  
使われている！



一貫斎の反射望遠鏡の縦断面図▶  
(富田良雄氏作図)



図は 地域情報誌「みーな びわ湖から」 72号より

# 国友一貫斎の反射望遠鏡製作



**！ なぞ 1 ！**

国友一貫斎は元々 鉄砲鍛冶。

文政3～4年(1821 - 21)に江戸へ出向いたとき、尾張藩家老の成瀬隼人正宅(\*1)でグレゴリー式反射望遠鏡を見せてもらう。

\*1:犬山城主の成瀬家

天保3年(1832)から3年かけて反射率の高い鏡材を鑄造する。

通常、青銅は錫数%のものが多いが、湯流れの悪い等の欠点をどう克服したかわからないが、錫37%とすることで、現在でも光沢を失わない鏡材とした。

望遠鏡の完成は天保6年と思われる。

(天保7年の月面スケッチあり)

国友一貫斎は1778年生まれ、従って、

成瀬宅で望遠鏡を見たのが 43 - 4歳

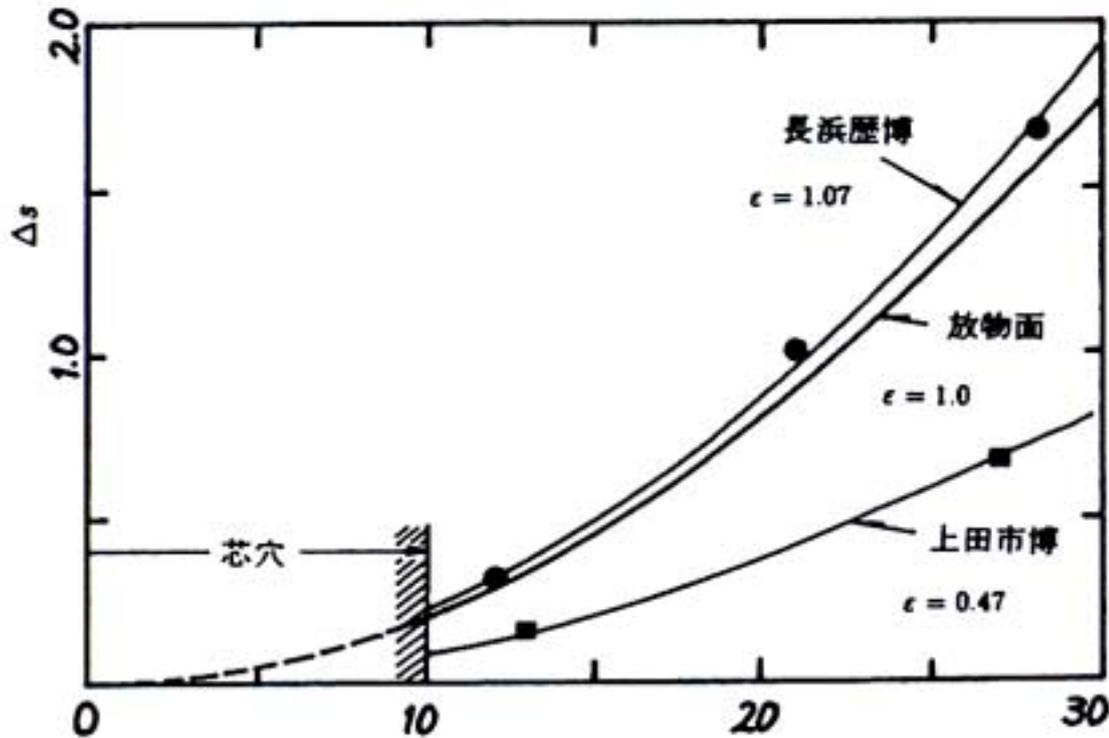
鏡材製作を始めたのは 54歳

望遠鏡完成は 57歳

▲(図2)長浜城歴史博物館蔵の反射望遠鏡の筒の奥にある主鏡は、160年間曇らずに輝きを保っている

図、上記内容は 地域情報誌「みーな びわ湖から」72号より

# 国友一貫斎の反射望遠鏡製作



！なぞ 2！

鏡面の精度は現在の市販品並み

国友一貫斎は天保6年(1835)に望遠鏡を完成。

フーコーがナイフエッジテストを開発したのは1859年。

▲ (図3) フーコーテストにより測られた理想的な鏡面(放物面)からのずれの量 $\Delta s$ 。横軸は鏡の中心からの距離(mm)である。●印は長浜城歴博の反射望遠鏡の測定データ。■印は上田市博の反射望遠鏡の測定データを示している

どうやって精度をだしたのか??

図は 地域情報誌「みーな びわ湖から」72号より

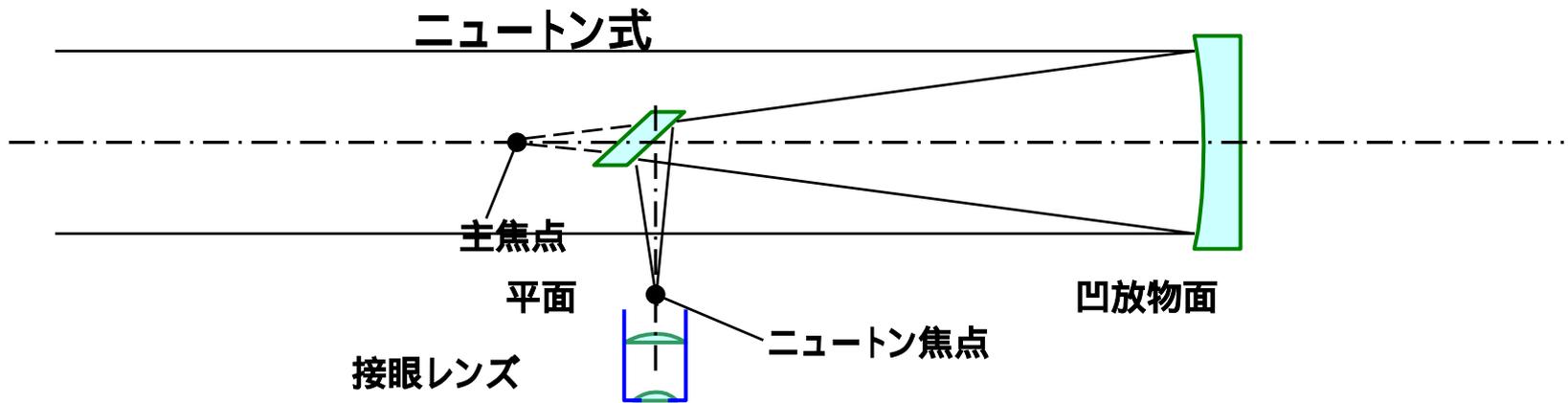
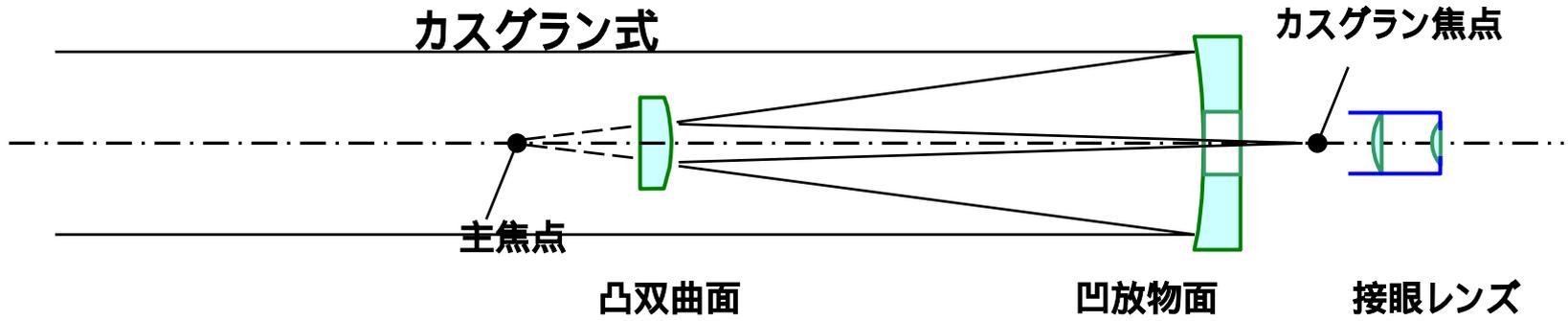
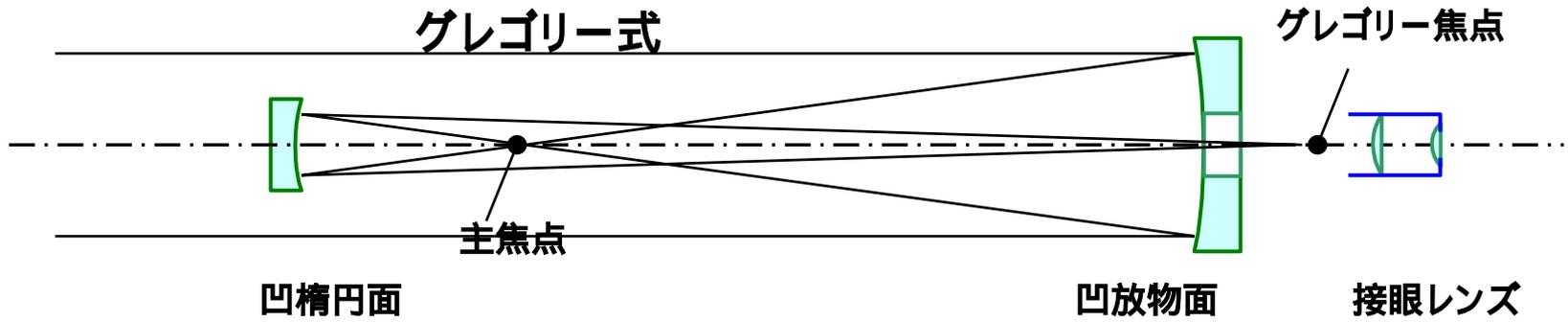
# 国友一貫斎の反射望遠鏡製作

鏡材を製作開始してから、ほぼ4年。多分 失敗を重ねながら完成にこぎつけたに違いありません。

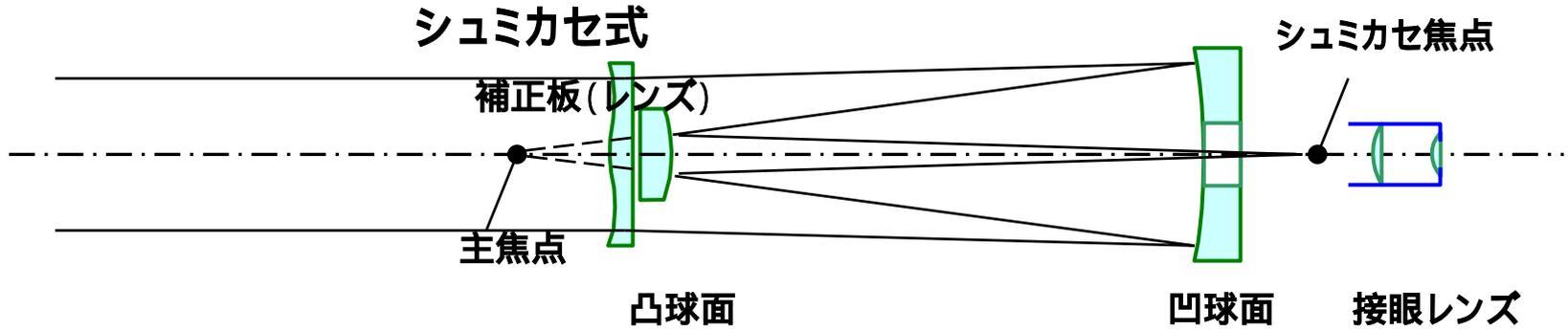
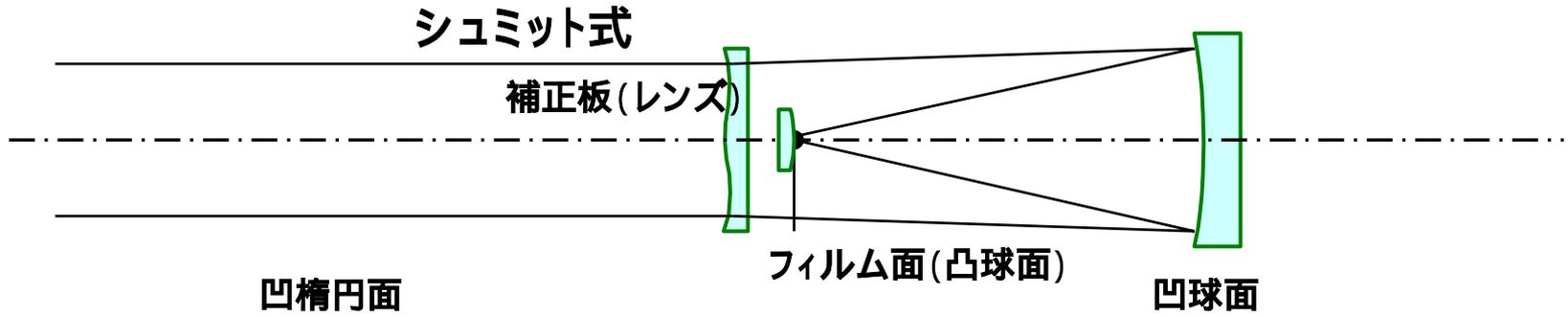
(失敗の記録は残っておらず、4台の望遠鏡が残っているだけ)

天保と言えば飢饉、国友村も困窮したが、藤兵衛(一貫斎)は大名家から望遠鏡を受注生産し、村を救ったと言われています。

# 反射望遠鏡のいろいろな形式



# 反射望遠鏡のいろいろな形式

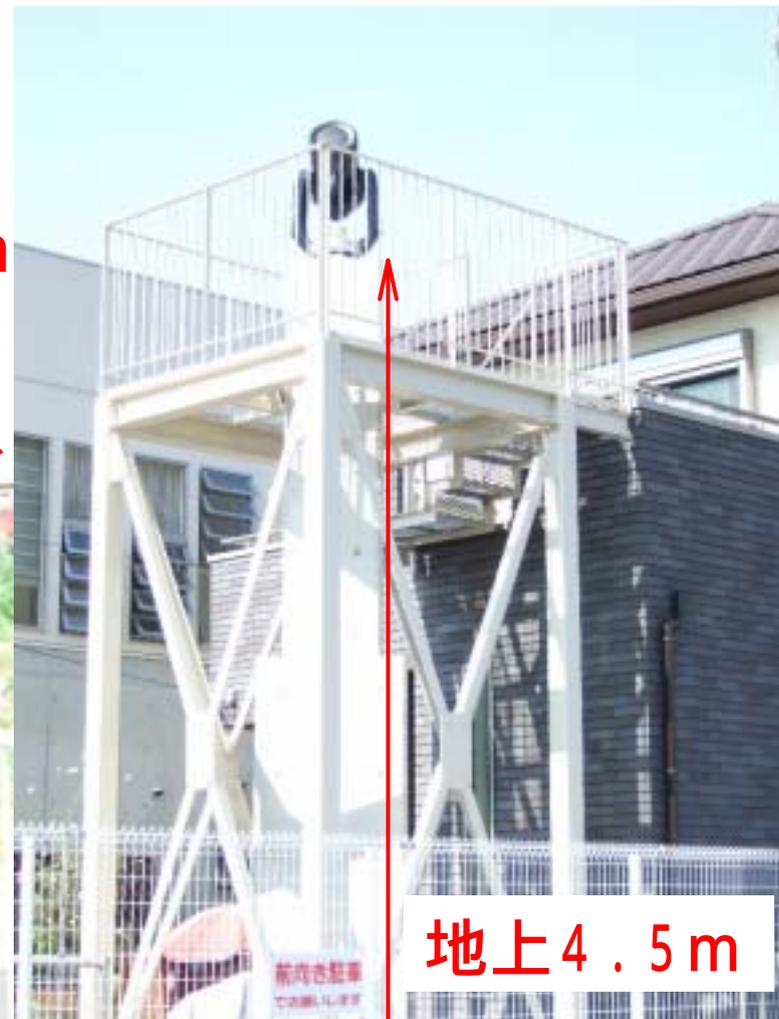


.....

# 私の現在の主力機



シュミカセ自動追尾式経緯台



高いところに据付たのがミソ

# 主力機の観測機材



像拡大用バーローレンズ

撮像用CCDカメラ DFK21AU04



# 大気による色収差キャンセル用プリズム



# 試用結果

ほぼ、目標の補正効果が得られ、下記の画像を得た



2009/09/07  
12:02:00(UT)  
CMI = 39.6  
CMII = 28.6  
E.Dia= 47.9"  
Seeing : 7/10  
Trans. : 1/5

Telescope ;  
280mm S.Cass.  
Ikemura-Prizm  
Camera ;  
DFK21AU04  
Image P. ;  
Registax V4.0  
Composit  
Fs.No. : 1056  
Obs. T.Hasebe

2009年9月7日 21h14m(JST)  
Ibn Battuta付近



# A.L.P.O. ジャーナル

## The Strolling Astronomer

### に掲載された木星スケッチ



「The Strolling Asyronomer」 1975年3月号より

Selected A.L.P.O. Drawings of Jupiter during its 1972 Apparition

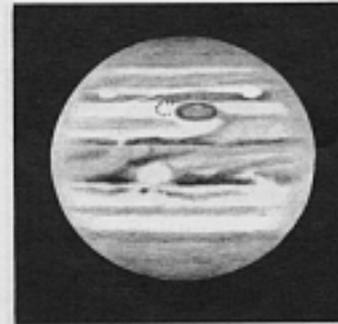


Fig. 53. Dick Wessling, August 16, 1972; 1:30 UT;  $47^{\circ}11'$ ,  $359^{\circ}11'$ ; 12.5-inch reflex., 211x & 340x; Seeing 4, Trans. 4.

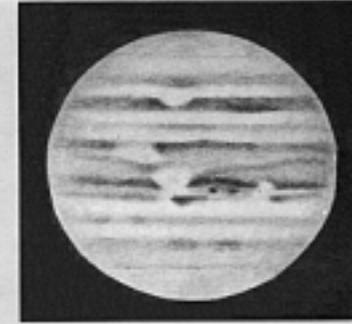


Fig. 54. Mr. Hasebe, August 17, 1972; 11:58 UT;  $228^{\circ}11'$ ,  $169^{\circ}11'$ ; 6-inch reflex., ----; Seeing 7, Trans. 2.

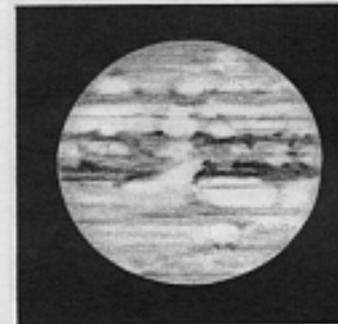


Fig. 55. Ron Doel, August 20, 1972; 0:20 UT;  $276^{\circ}11'$ ,  $196^{\circ}11'$ ; 8-inch reflex., 160x; Seeing 9, Trans. 5.

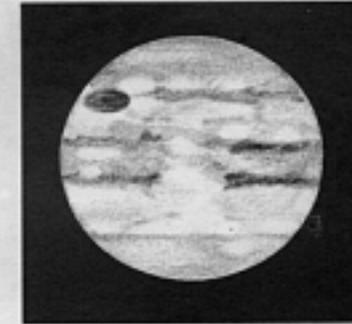


Fig. 56. Ron Doel, August 31, 1972; 0:30 UT;  $218^{\circ}11'$ ,  $56^{\circ}11'$ ; 8-inch reflex., 160x; Seeing 7, Trans. 4. BC in conjunction with RS.

white oval. A dusky SEB 2 appeared to follow the disturbed region. It looked to be very warm brown in color, such like the MB eruptions in appearance, intense (according to Heath a half step darker than the surrounding belt), and uniform, as if the two S.E.B.<sub>n</sub> components were merged together the way in which the two components of the N.E.B. finally merged. On July 10 Mackal caught an intensely dark S.E.B.<sub>n</sub> over the entire disc of Jupiter at  $265^{\circ}11'$  ( $31^{\circ}1'$ ). The S.E.B.<sub>n</sub> was also darker in the same longitude. There was no sign of an EB other than a barge-like extended portion already mentioned in this report. The same erupted region of the S.E.B.<sub>n</sub> was reobserved by Doel on July 14 at  $137^{\circ}11'$  ( $294^{\circ}1'$ ). This time it was flanked by two white ovals, slightly-elongated, with a dusky SEB 2 following the entire region. Vitous caught a dark p.e. of the S.E.B.<sub>n</sub> at  $96^{\circ}11'$  ( $202^{\circ}1'$ ) on July 16, thereby confirming Doel's observations. Madine observed activity in the S.E.B.<sub>n</sub> at  $359^{\circ}11'$  ( $184^{\circ}1'$ ) on July 18. This activity was also seen by Hasebe a little later at  $21^{\circ}11'$  ( $211^{\circ}1'$ ). An orange E.Z.<sub>s</sub> and SEB 2 were seen by Vitous on July 19 at  $140^{\circ}11'$  ( $335^{\circ}1'$ ). Two bright E.Z.<sub>s</sub> ovals were seen by Wessling on July 21 at  $93^{\circ}11'$  ( $305^{\circ}1'$ ) along with a dusky SEB 2. A great second eruption in the S.E.B.<sub>n</sub> was observed by Mackal on July 22 at  $285^{\circ}11'$  ( $143^{\circ}1'$ )--darker by far than anything else I have ever

1971. 5. 9 0<sup>h</sup>50<sup>m</sup> JST

快晴

Seeing 4.6 μm

9

Tran. 2

15 cm 口径

0.5 mm, 9 mm

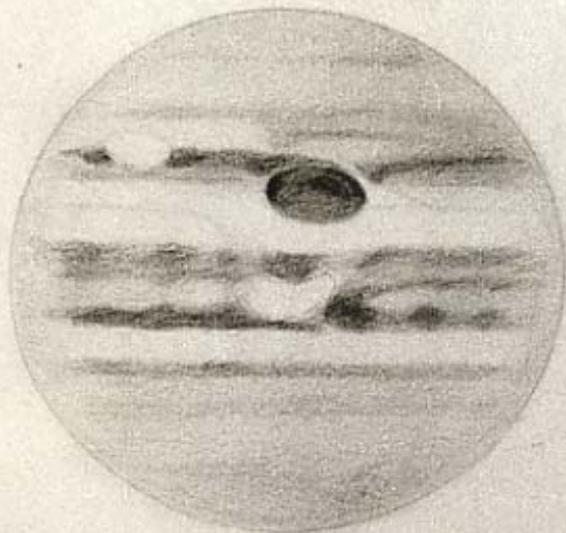
X 198, X 277

$\omega_1 = 96^\circ$

$\omega_2 = 359^\circ$

dia = 44.8"

Obs. T. Hasebe

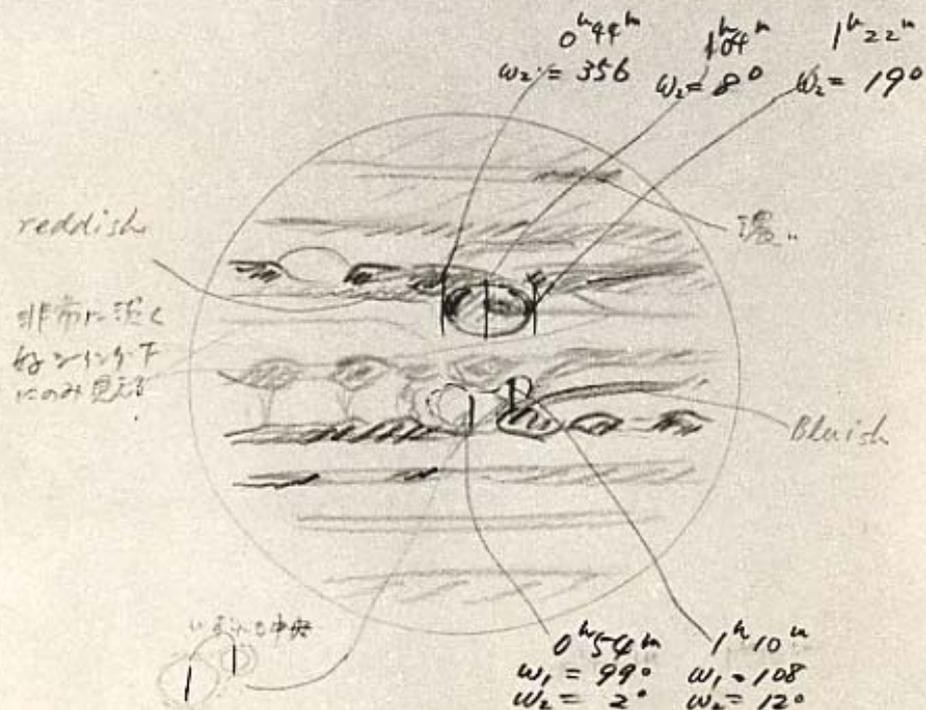
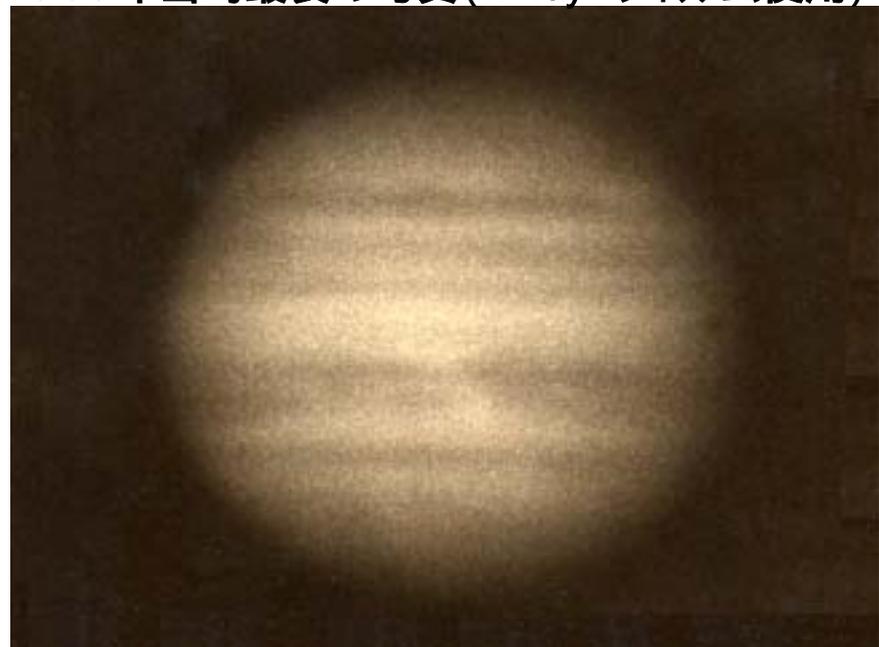


# 木星スケッチと写真

気流のゆらぎによる  
見え方の程度 10段階表記

透明度  
空の暗さ程度 5段階表記

25 cm 反射赤道儀による  
1969年当時最良の写真(X-ray フィルム使用)



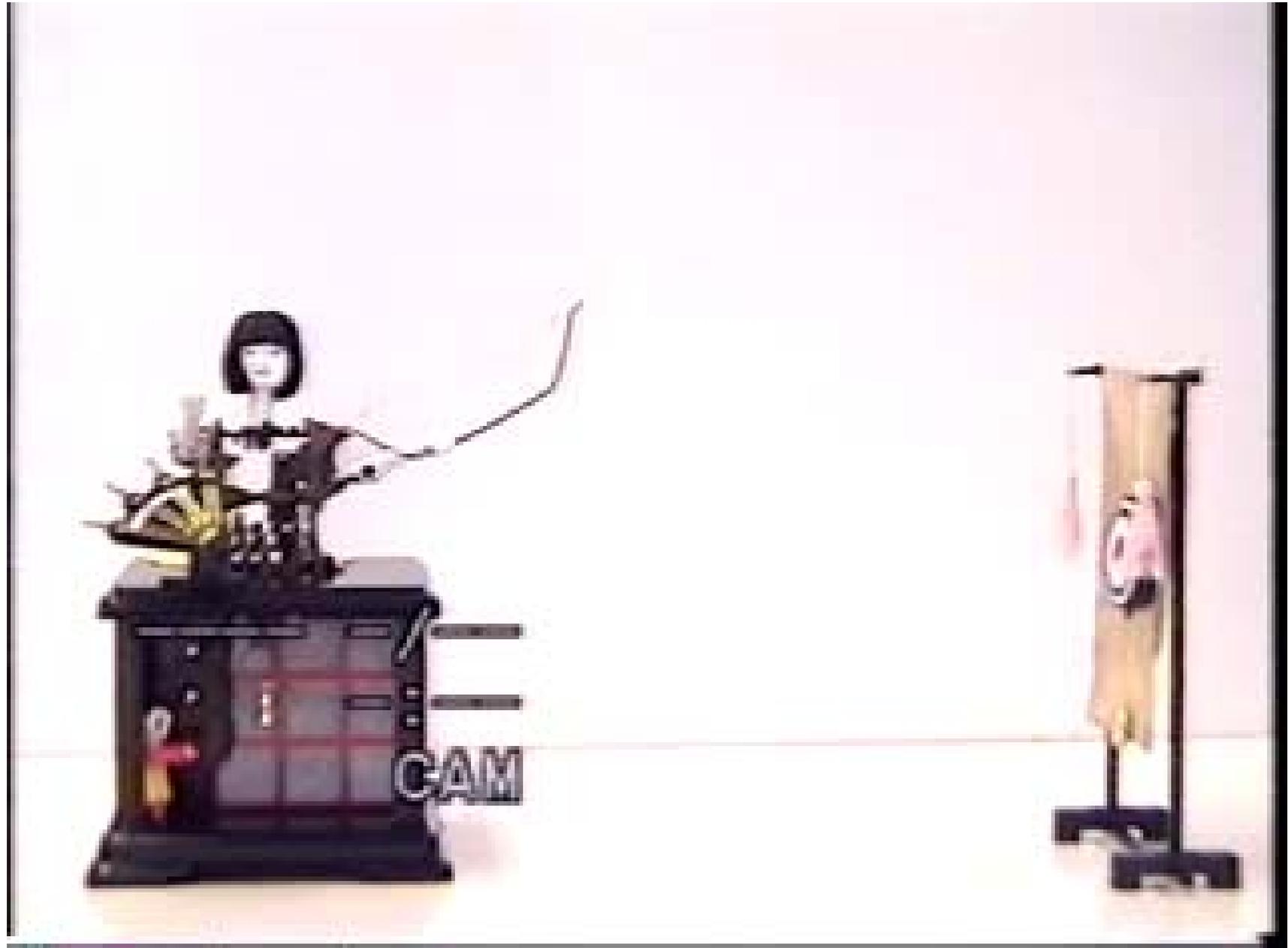
**話は変わりますが**

**「江戸からくり」について**

**工夫の一杯詰まった 技術・技能のかたまり**

# 弓曳き童子

学研「大人の科学」10 弓曳き童子、8茶運び人形



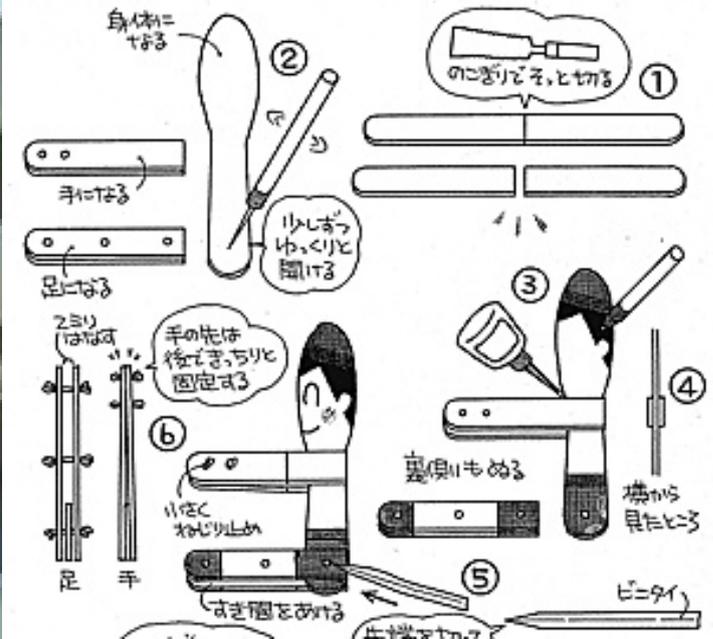
# 感動を何かで表したい



サントリー ソフトドリンク「アミノ式」CM

このCMを見た時の衝撃と感動！

でも、自分にはできんなあ、...



出典 不明

## 新聞の家庭欄切抜き

アイスクリームのスプーンとバーを使った 手づくりおもちゃ

私の答えは これ



# これは 職場でも結構人気

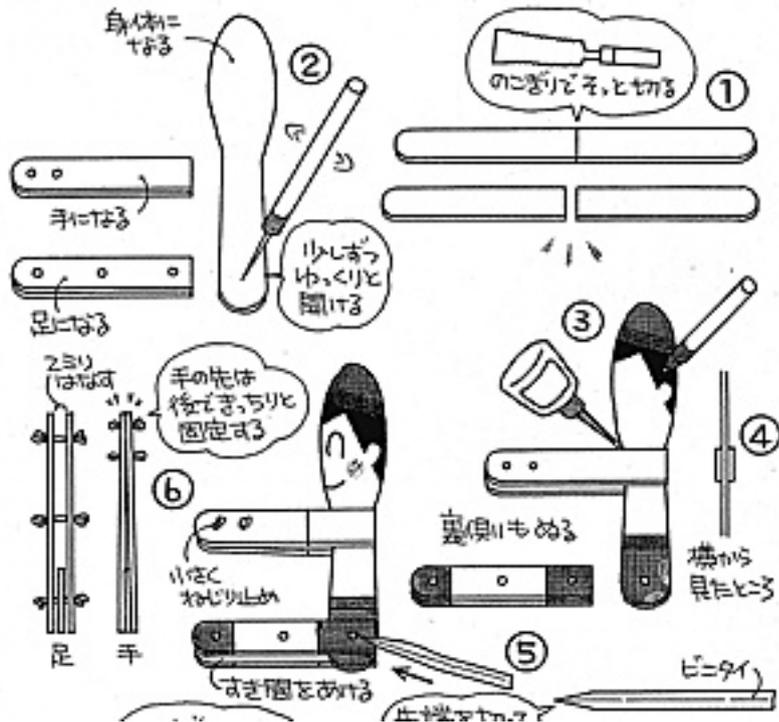
少子高齢化の時代、子供の頃からモノづくり体験をさせようという  
イベント企画があり、そのネタにならないか ? という 打診に繋がる。

# ものづくり体感スタジアム

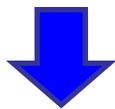
2009年 9月19 - 20日千葉県幕張メッセにて



# やってみると 失敗だらけ



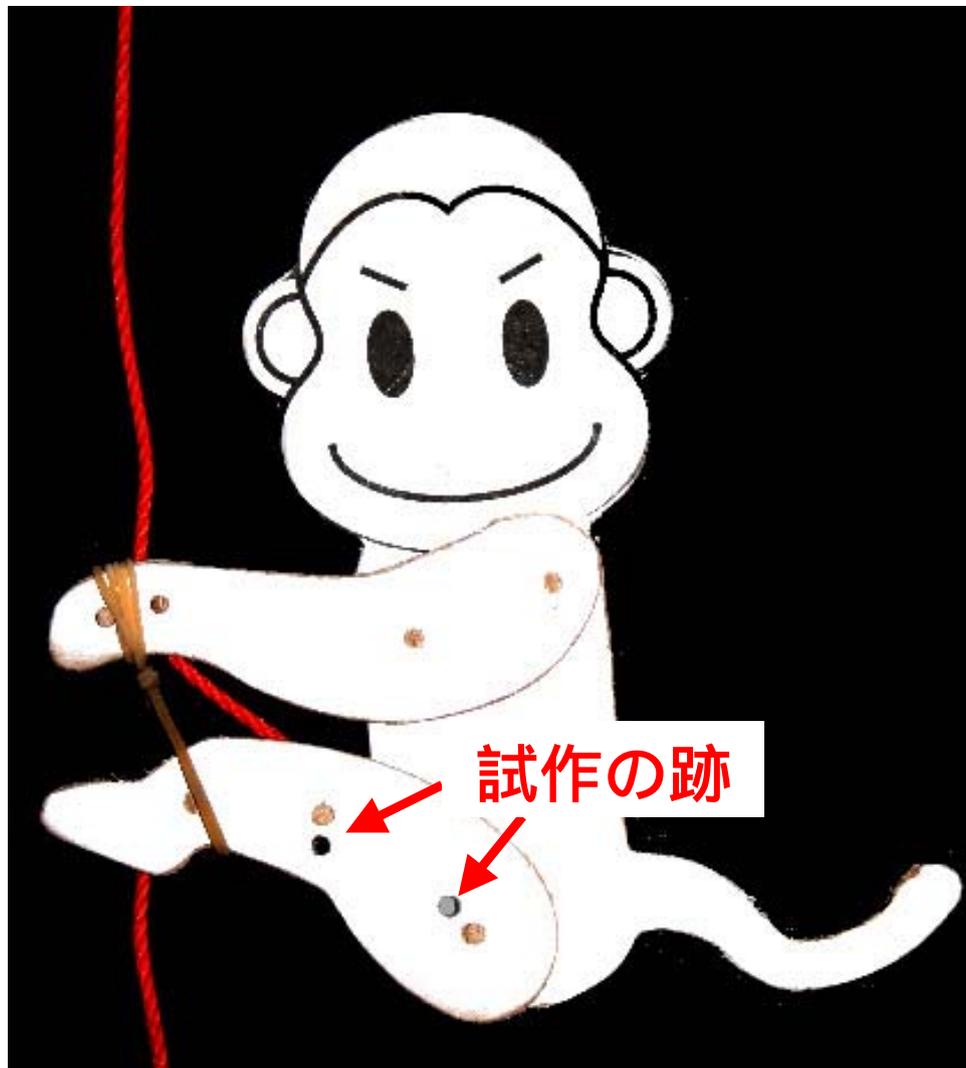
どんなものを作るか、イメージのわくサンプルを！  
と思って作ったのが、右の試作品 No.1



結果：機能はするが「カワイくない」



# 去年入社のデザイン科卒に頼もう！



試作品 No. 2で 完成、と思いきや、  
たくさんのクレーム

- ・ ヒモが重い、
- ・ 足が反対まで廻ってしまう、
- ・ 足のへこみ部にササクレが残り、
- ・ 動きが悪い、
- ・ 輪ゴムが外れやすい、 ……

修正箇所



# やってみないと判らないこと

単純な形で試作した段階では問題なく動作。

カワイく デザインされた形状に合わせ、

- ・ 材料の強度を考え、**穴位置**を足の中央付近に、
  - ・ 足が蹴った時の形を考え、**旋回中心の位置**を、ずらす
- みんな「良かれ」と思ってやったことが、

力学的には外れになってしまった。

「サルが登る理屈」は判っていたつもりだが、

- ・ きちんと計算して理解はしていなかった。
- ・ これまで難なくできていたので、微妙なところがあるという認識がなかった。

板を切り抜く**加工プログラム**は、木取りと 組み合わせた時の強度も多少考えて、微妙に傾けていたので、**修正するのが大変**だった。



# あいち技能プラザ ご紹介

2009年 11月14 - 15日吹上ホールにて



からくり 転じて

# トリックアートの世界との接点



1枚の絵ですが、見る方向によって、  
秀吉??、家康!!、信長?? ……

原画は渡辺健一氏「トリックアートミュージアム」より

ゴロ寝TVで見て、これにも感動してしまいました。

# 家族の写真でトライ

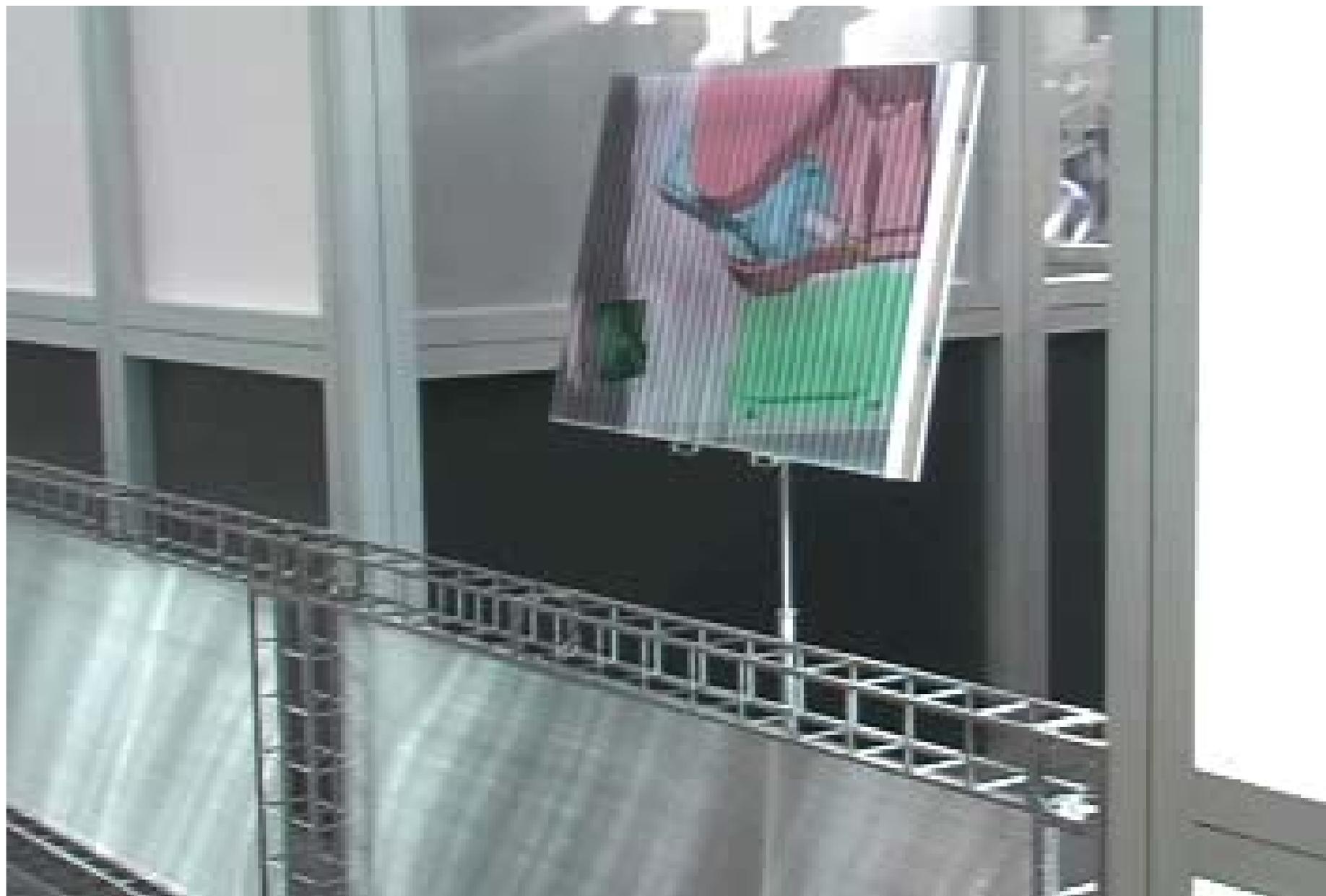


これを社内で見せたら、

折角だからJIMTOF展示会の説明パネルに利用しては、

ということになった。

やってみました。

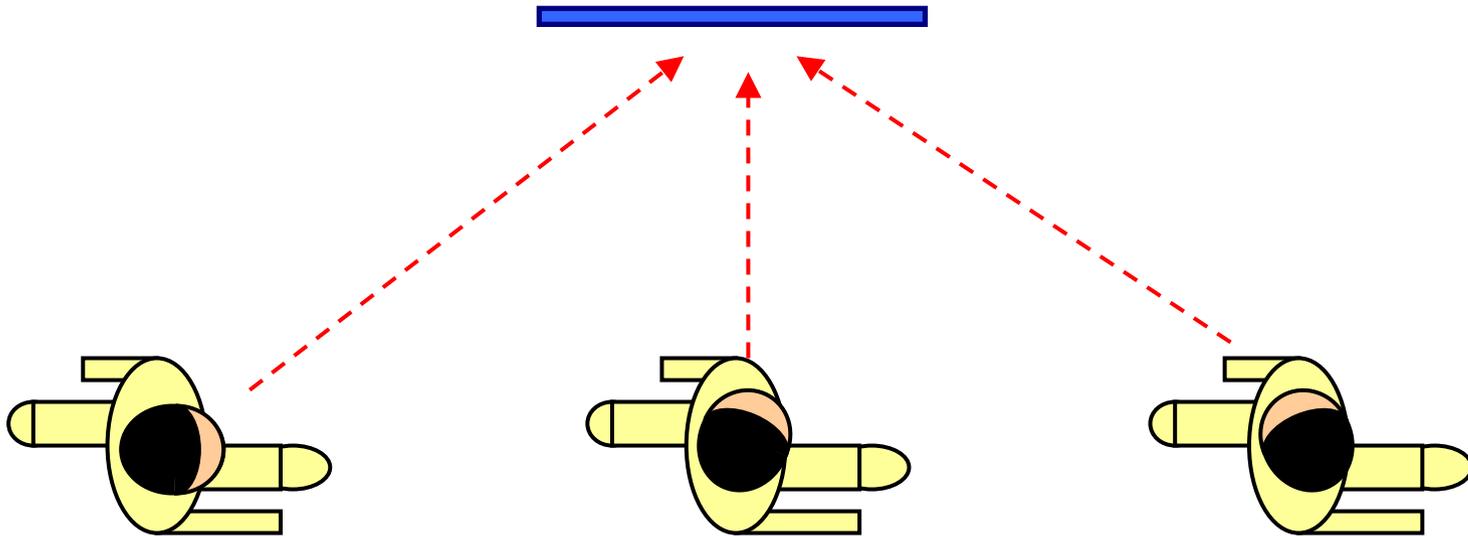


# 失敗の原因

これ、実は大失敗！

押し売りして見せた人は「にんまり」。でも大半は気付きもしない。

トリックパネル



パネルが大きければ目立つ訳ではない。

何メートルも 1枚のパネルに注目して歩く人はいない。

# 改良版でリベンジ



# じつは 展示する前に



原画は渡辺健一氏「トリックアートミュージアム」より

## オリジナルアイデアは、大事にしなくては！

この「三英傑の」作者に了解を得なければ、 ということは強く、テレビで紹介されたトリック絵画邸(犬山市)を訪問し、渡辺健一画伯とお会いする。

この作品以外にも、驚きの仕掛け満載にびっくり、・・・。

そんな中、画伯のお困りの課題がオークマで解決できそうなことに気付く。

# 円錐形の鏡の不思議



原画は渡辺健一氏「トリックアートミュージアム」より

# 円錐形の鏡の不思議



原画は渡辺健一氏「トリックアートミュージアム」より

# 円錐形アナモルフォーズの製作

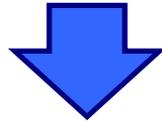


# 円錐鏡の問題は、

手作り(石膏に銀紙を貼る)のため、いびつになってしまうこと。

いびつな鏡で描いた絵は、その鏡と向きを合わせないと描いた時のアナモルフーズが完成しない。

幾つかの円錐鏡があるが、**絵と鏡の組合せが判らなくなる。**



**誤差の無い精密な円錐鏡が出来れば良いのだ**

||

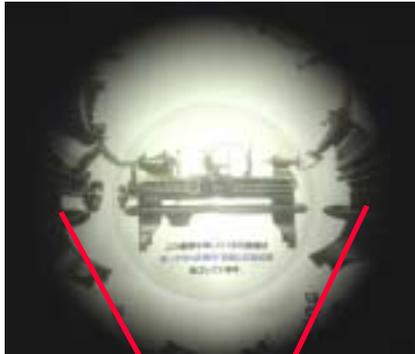
**オークマの出番**

作りました。(作ってもらいました)



# そして、作りました

上から覗くと・・・  
見える・みえる

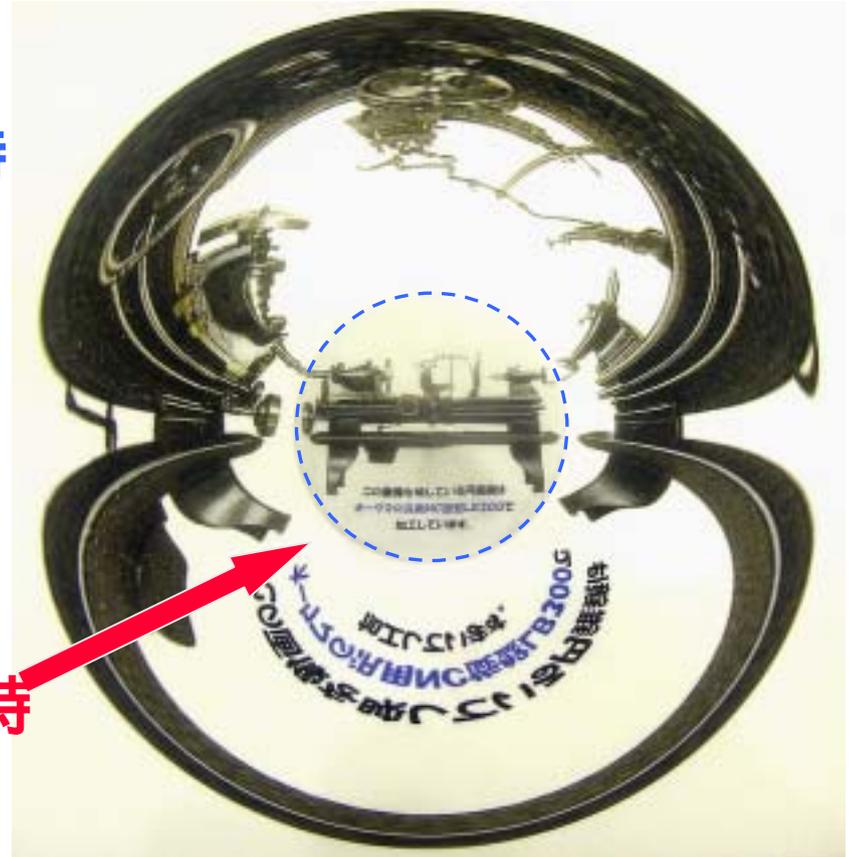


汎用NC旋盤による鏡面加工(ワーク:アルミ材)  
LB300の加工はここまで出来る！！

円錐ワーク無い時

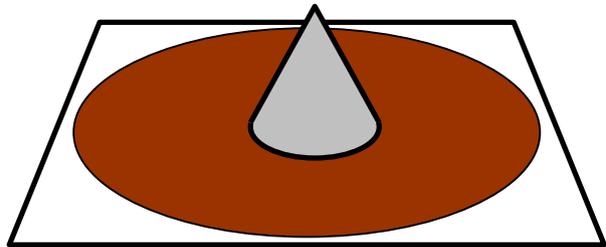


円錐ワーク有る時



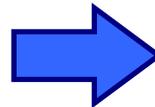
元アイデアは犬山市の渡辺健一画伯から頂きました

# 考え抜いている人は、次の手も考えている

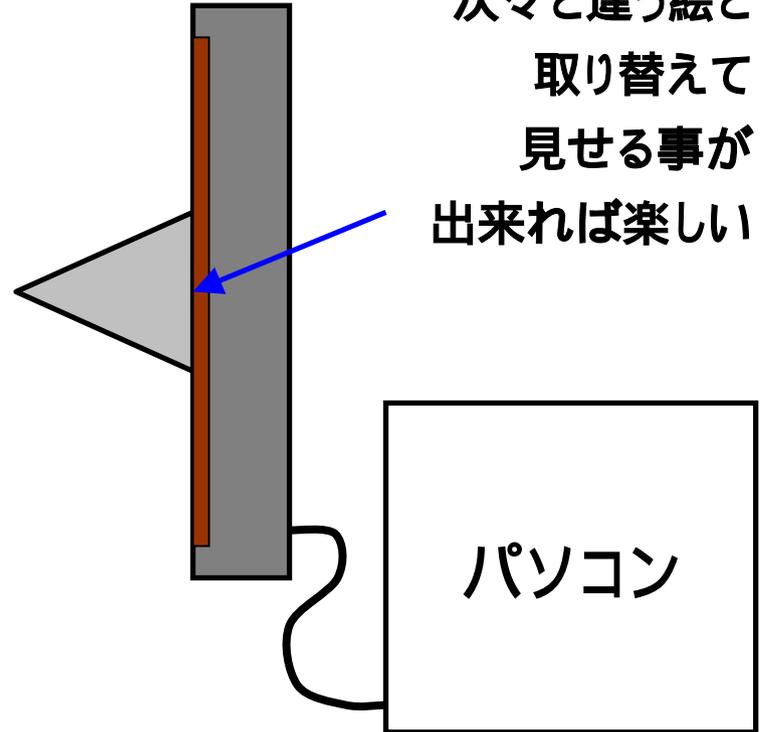


いつかはパソコンでやる人は出てくると思っていた。

作品の上に円錐の鏡をきちんと置くには手間が掛る。



液晶ディスプレイ



次々と違う絵と  
取り替えて  
見せる事が  
出来れば楽しい

パソコン

こんな事はできないですか？

# トリック絵画邸で展示することに

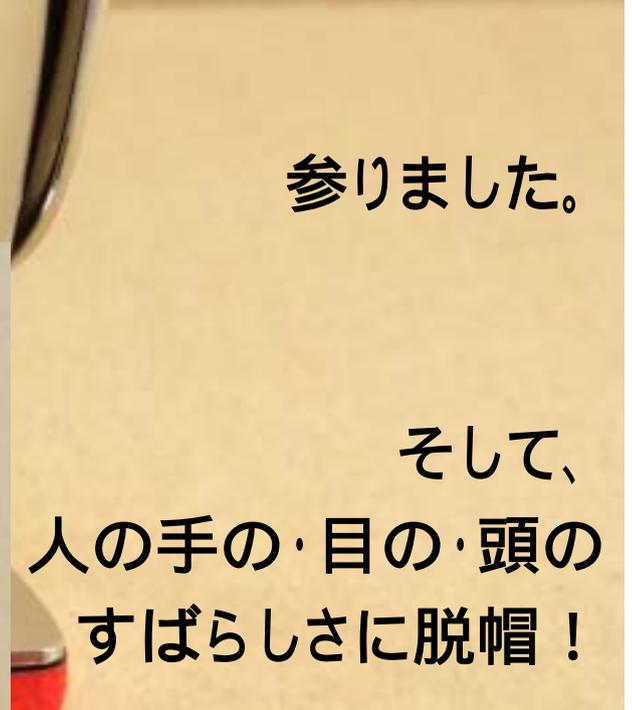


テレビ愛知2005年6月18日放送「遊びに行こっ！」犬山編より

# ひよんなことから愛・地球博に出展



# 一方 渡辺画伯の「次の一手」は



参りました。

そして、  
人の手の・目の・頭の  
すばらしさに脱帽！



# トリックアート美術館 の再開

## 営業のご案内

- 営業時間 10時～16時
- 定休日 毎週月曜日と火曜日  
(年末年始 12月30日～1月3日は休み)
- 入館料金 大人(高校生以上) ¥600  
小人(小・中学生) ¥300
- 駐車場 なし (近隣の駐車場をご利用下さい)
- アクセス

● 徒歩で利用の場合 - 作道地下鉄【10分駅】より徒歩5分  
 2分、名古屋駅からは、西線東口【東山駅】(西・東一方向  
 運行中)【10分駅】東横線→地下鉄(東山駅)【徒歩・乗換が楽  
 行可】【10分駅】下車→(2) 徒歩15分ほど徒歩5分、  
 ● 車【10分駅】の場合 - バス【10分】下車、徒歩5分ほど



● 当館は名古屋の文藝地区 - 秋中に位置し周辺には  
 ギャラリー、美術館が存在、ゆとりあるくつろぎ  
 の一時をお過ごし頂けます。

## トリックアート 渡辺健一 Museum

〒466-0826 名古屋市昭和区滝川1町40番地  
 TEL 090-5614-4801  
 ホームページ <http://www.h7.dion.ne.jp/~trickB>

### トリックアートを楽しむ

# 渡辺健一 ミュージアム

2009年、犬山から昭和区秋中に  
 移転しました。子供から大人まで  
 楽しめるトリックアート専門の  
 美術館です。

## トリックアート 美術館

Trick Art Museum

### 名古屋城

円すい筒状の見事な  
アナモルフォーズ

## トリックアート美術館

大人気!! テレビ、新聞、雑誌などで数多く  
 取りあげられた渡辺健一のトリックアート  
 約30点を展示。ダリのトリックアートに刺  
 激を受け、日本的な親しみやすいモチーフ  
 を元に制作した作品の数々。その不思議な  
 異空間をお楽しみ頂ければと思います。

ホウはホントは  
 シニエーカーだよ

円筒筒状の不思議な  
アナモルフォーズ

渡辺健一のトリック  
 トランプなどのグッズ  
 好評販売中!!

レース編みは本物でしょうか  
 それとも編いた紙でしょうか  
 作者代表作の1点

1枚の絵ですが見る角度により  
 3通りの絵に変化します

●新作を次々に制作中!! 年に1回程度一部作品の入れ替えを行います。★グッズはホームページからも購入できます。

ご家庭の事情で一旦休止していた美術館を

渡辺健一氏「トリックアートミュージアム」入館パンフレットより

画伯の地元 **名古屋**で**10月16日** から 再開。

# 新しいトリックアート美術館

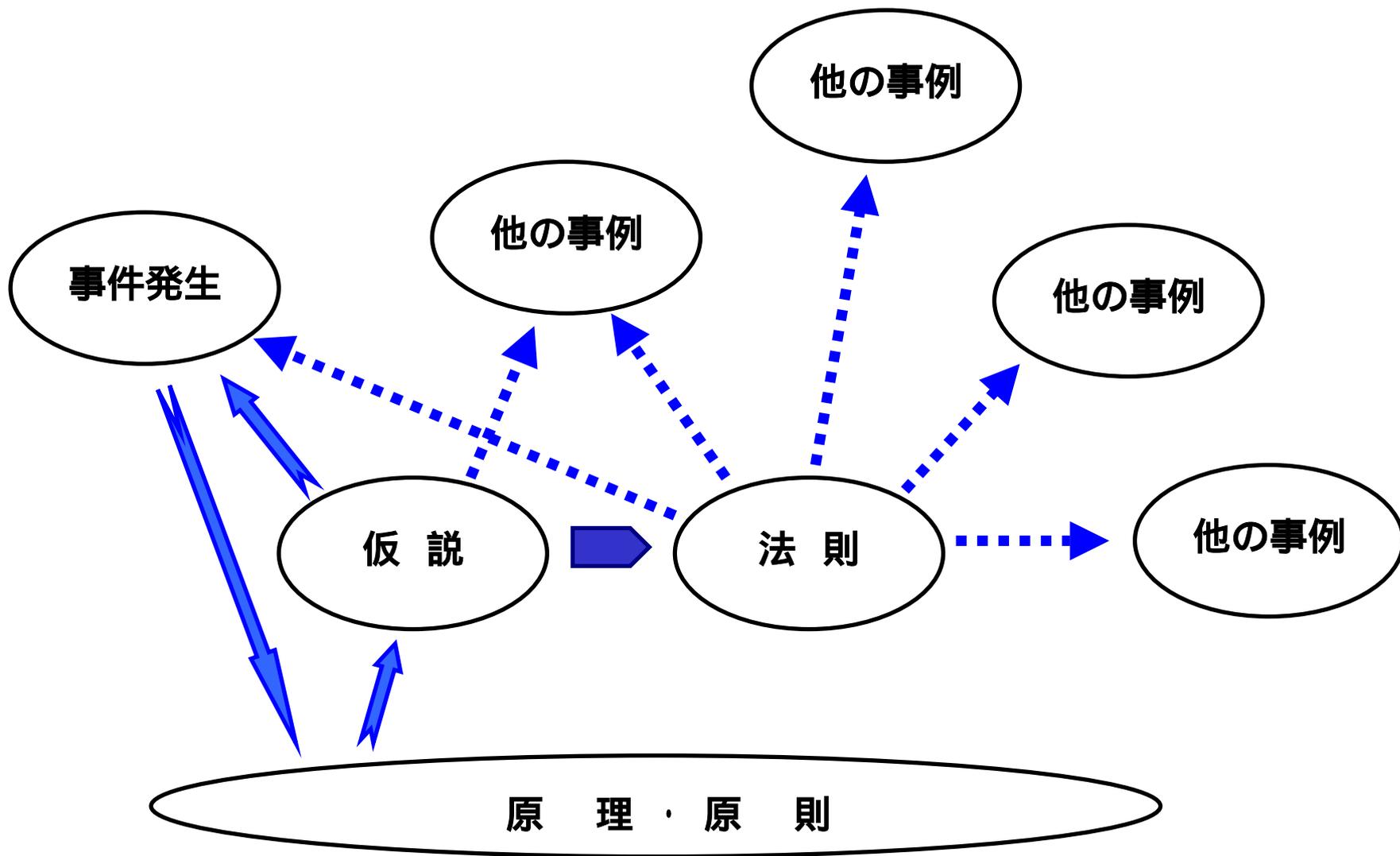


名古屋市 昭和区

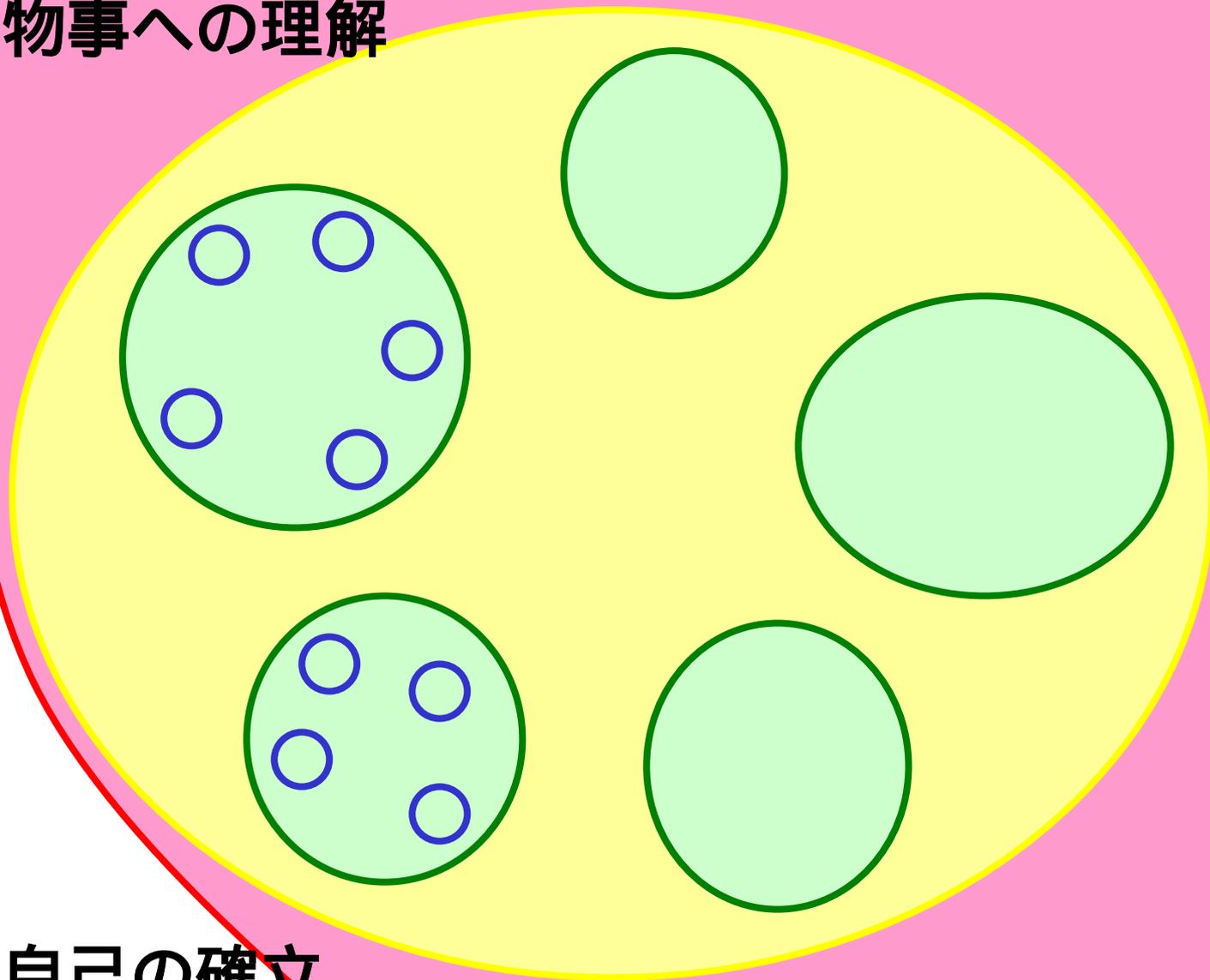
地下鉄鶴舞線

「いりなか」下車数分

# 仮説を立て、証明しておく



物事への理解



自己の確立

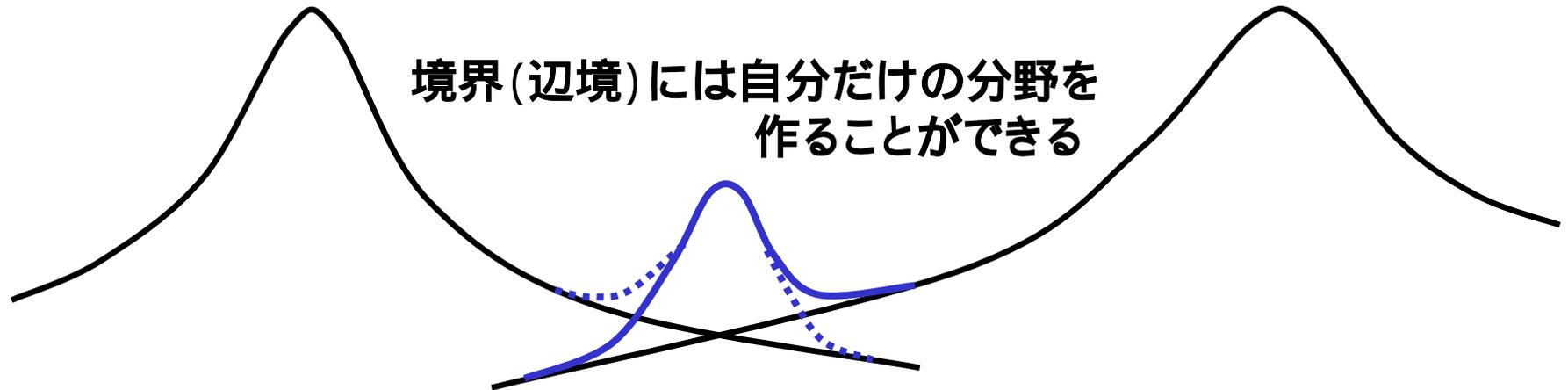
# 全員の幸福 : オンリーワン

## ヒルトップ Hill Top

全員がトップになるためには、それぞれの「土俵」が必要

きっと、その道のプロがいる

その道のプロがいる



境界(辺境)には自分だけの分野を作ることができる

「ここ」こそが、その人の居場所なのでは

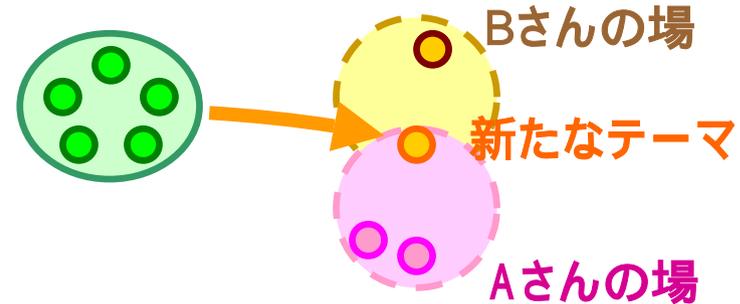
優れていると思われ、尊敬され得るものを、お互いに持ち合える

# 全員の幸福

ヒルトップになるためには、

## オリジナリティの重視

何をするにも、自分ならではの  
テーマを見つけて



## 「Give and Take」の実現

相手が「Take」できたと思えるだけの値打ちがなければ  
「Give」したことにならない。

まず「Give」から

「Give」出来るものを作り上げる努力をしよう

オリジナルな解釈があれば、感動したネタを集めての  
再構築でもよいのでは。(たとえば「星までの距離」……)

# 技術の蓄積には継続

継続できる条件 : 好きである

やって楽しい  
前よりうまくなったことが判る  
納得がいく結果がでる  
良い道具を持っている

...

ひとより、チョットうまい

- ・ そのための努力
- ・ 自分に向けた分野の発見
- ・ **ひとより先に**  
**一歩でよいから前へ出てみる**
- ・ **プレミアポテンシャルを**  
**利用できる環境をつくる**  
**意識する**

全体のトップになることは  
難しいが  
いろいろな分野が選べる

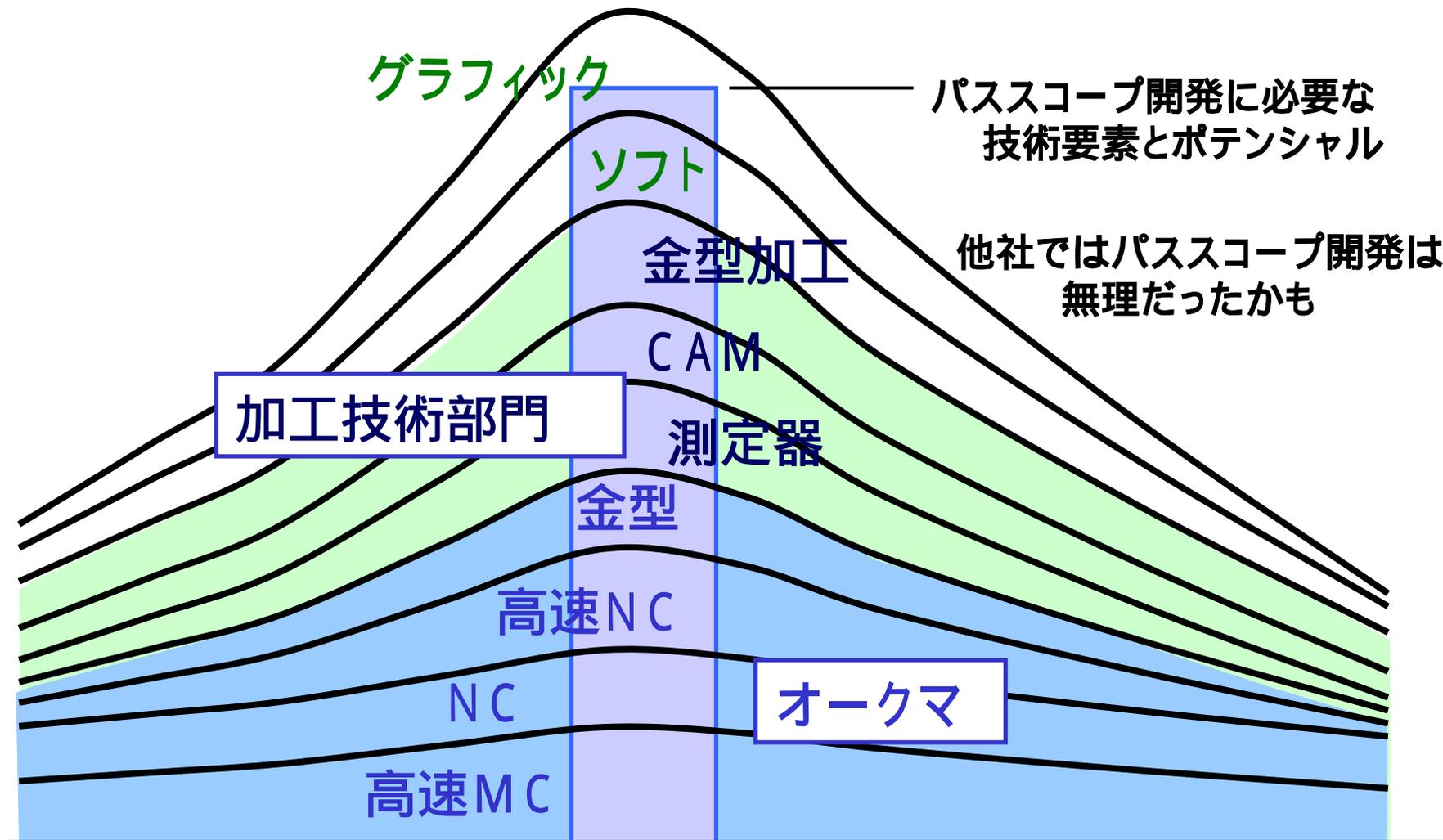
例えばプロ野球でも

投手部門  
勝数  
防御率  
セーブ . . . .

野手部門  
打率  
打点  
ホームラン  
盗塁  
ゴールデングラブ  
. . . .



# 所属するグループにあるプレミア ポテンシャル + 個人のポテンシャル



# ドラッカー博士の言葉から

## 強みをいかす

今後は高齢化社会で、より長く労働をしなければならないが、だからこそいきいきと働くことが必要になる。

いきいきと働くために強みを知る。

同じ努力をするのであれば、強いところを伸ばしたほうがより効率的だといえるからだ。

## 教えることで学ぶ

人に教えるという行為が自らの学習につながる場合がある。

訓練を行なおうするときに必ず自らの仕事を整理する。なぜならば、自分が実際に行うのではなく、人に伝えようとするときには、一度自分の仕事を体系立てて、第三者的に見つめ直さなければならないからだ。この時、今まで気付かなかった仕事の問題点などを見つけることができる。

いろいろと工夫をすることは楽しい。  
そして 工夫は現場にある。

強みを活かして 継続していけば  
何か得られる。

..... ご清聴ありがとうございました .....

