

# インターネット望遠鏡の紹介

## 表 實

- 1) 慶應義塾大学インターネット望遠鏡ネットワークの紹介
- 2) インターネット望遠鏡を利用した天体観測テーマの例
- 3) インターネット望遠鏡による観測体験

# 天文学における天体観測の意義

天文学は、**天**からの**文**を読む**学**

文の種類

光・・・電磁波・ニュートリノ・重力波

文の種類が多様化と読み解く能力の向上

→天文学の飛躍的な発展

天体観測は天文学の研究・教育の両面で重要な役割を果たす



電磁波の種類と波長

# プロジェクトの目的

天体観測を行う天文教育の実践とその普及



天体観測を行う上でのハードル  
時間的な制約・天候上の制約・望遠鏡操作の不慣れからの制約



ハードルの克服  
インターネット望遠鏡ネットワークの構築

# 慶應義塾大学 インターネット望遠鏡プロジェクト

プロジェクトの立ち上げ:2003年1月

インターネット望遠鏡プロジェクトは、国内外の数ヶ所にインターネット経由で操作可能な望遠鏡を設置し、それを結ぶネットワークを無料で公開することにより、世界各地の教育現場に天体観測を実践する天文教育の普及を図ることを目的とする。「いつでも(時差を利用して24時間)・どこでも(教室・自宅から)・だれでも(望遠鏡の初心者でも)」天体観測な環境を実現する

観測を重視した天文  
教育の実践を目指す

天体観測を行う上での  
障害を取り除く

# 慶應義塾大学インターネット望遠鏡ネットワークの現状

Internet Telescope: Login - Windows Internet Explorer  
http://arcadia.koeki-u.ac.jp/itp/telescope/html/start.html

インターネット望遠鏡  
Select Language

ログイン 予約 トレーニング

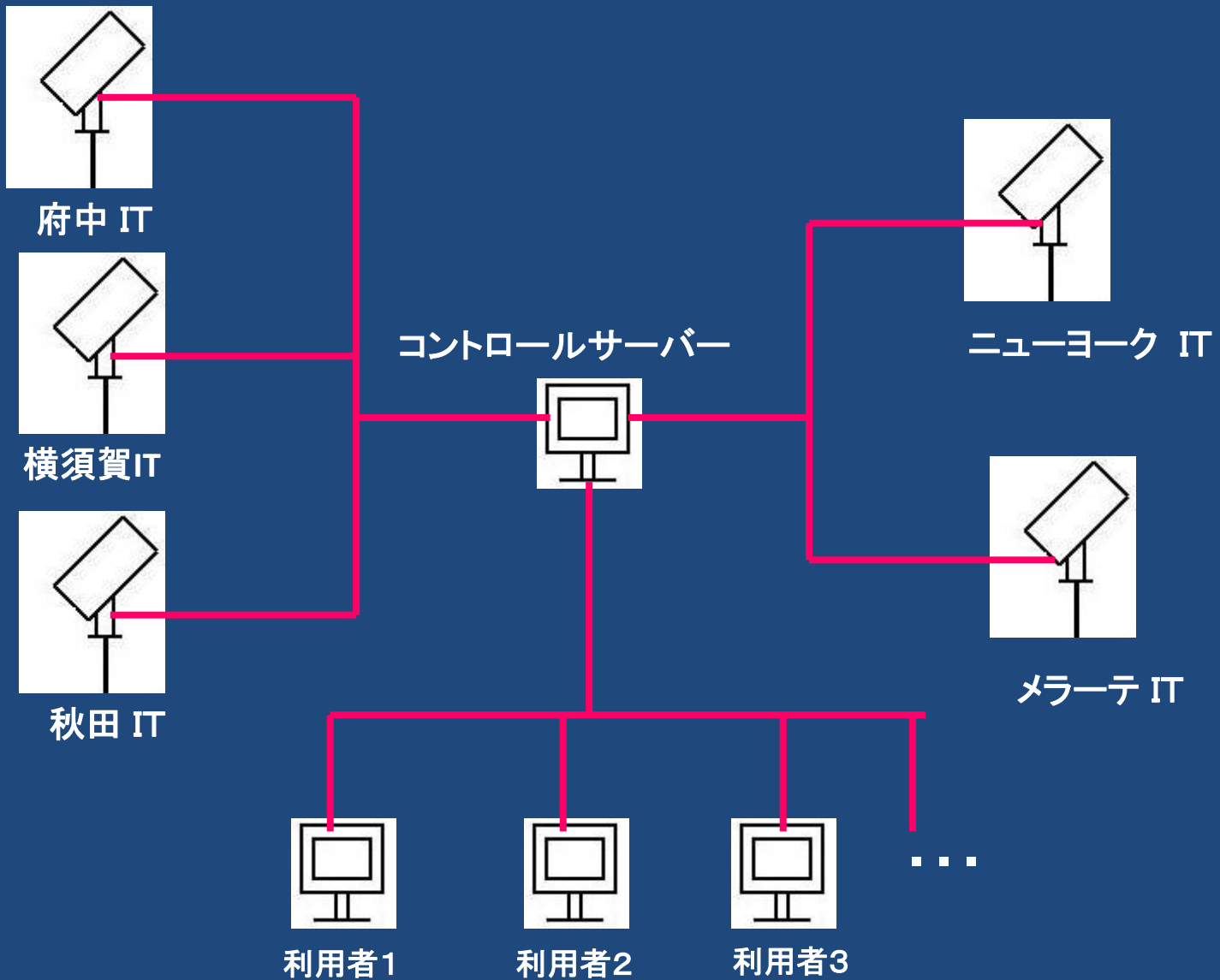
世界地図

ログイン方法  
観測したい場所の丸いアイコンをクリックしてください。  
アイコンの意味は以下の通りです。  
○: 利用可能 / ●: 利用中 / ●: 予約中 / ●: 利用不可(休止中) / ●: 利用不可(休止中)  
ご意見は[掲示板](#)にどうぞ。

ページが表示されました  
インターネット | 保護モード: 有効  
100%

天文学入門... 天文学入門... 慶應義塾大... Internet Tel... 20:08

望遠鏡の設置地域: 東京都府中市、神奈川県横須賀市 米国ニューヨーク市郊外、イタリアミラノ市郊外、秋田市



利用者はコントロールサーバー経由で利用したいITに接続



# 地球の自転による時差



いつでも



インターネット望遠鏡ネットワーク



どこでも

PC利用



だれでも



# 慶應義塾大学:インターネット望遠鏡プロジェクト

## FrontPage

[ トップ ] [ 編集 | 凍結 | 差分 | バックアップ | 添付 | リロード ] [ 新規 | 一覧 | 単語検索 | 最終更新 | ヘルプ ]

### コンテンツ

トップ
プロジェクトについて
インターネット望遠鏡
ギャラリー
マニュアル
天体に関する資料
天文基礎講座
カリキュラム
論文・発表等
データベース
総合教育セミナー
掲示板
ソフトウェア
世界天文年2009
シンポジウム
その他
リンク
連絡先
Copyright

## インターネット望遠鏡プロジェクト Internet Telescope Project <sup>↑</sup>

インターネット望遠鏡プロジェクト  
のホームページへようこそ!

Welcome to the Internet Telescope Project!

☺ [インターネット望遠鏡のログインページはこちら](#) ☺

ご感想を[ゲスト掲示板](#)までご自由に書き込んでください

☺ [Click here to login to the Internet Telescope.](#) ☺



福澤諭吉著「窮理図解」より

### ニュース <sup>↑</sup>

最新の10件



天文学...

天文学...

天文学...

2 Mic...

FrontP...

A 般

?

CAPS  
KANJI

<

>

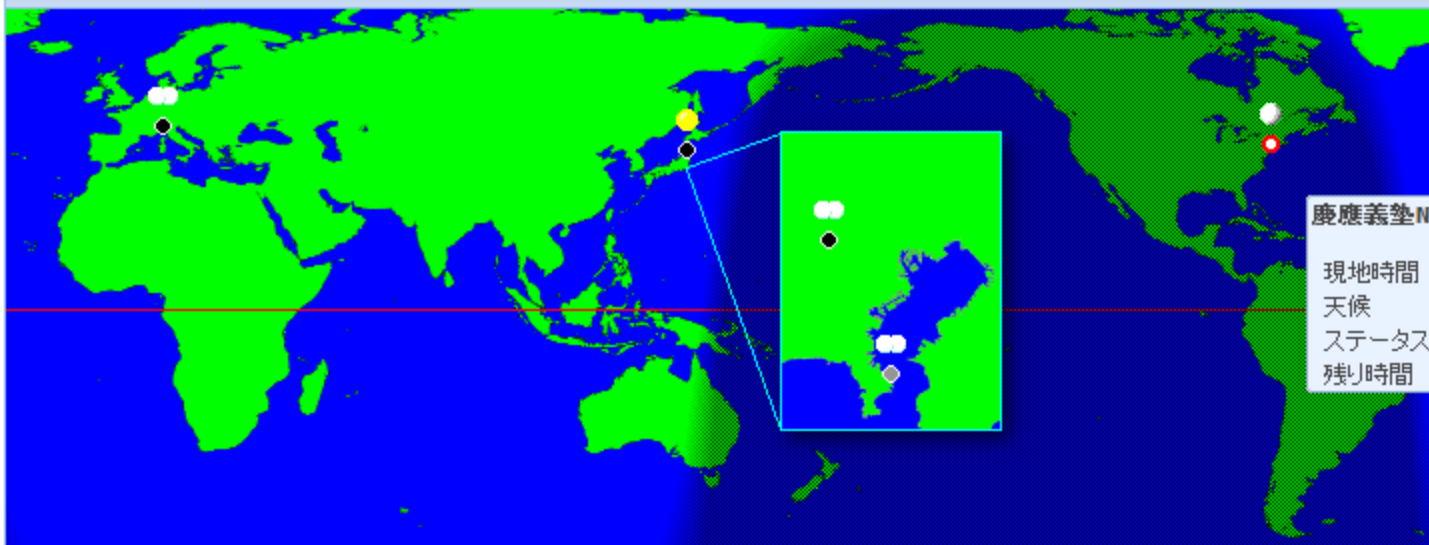
15:40

15:40

15:40



## 世界地図



## 鹿鷹義塾NY学院 (NY,アメリカ)

現地時間	04:25
天候	晴
ステータス	利用可能
残り時間	0分

## ログイン方法

観測したい場所の丸いアイコンをクリックしてください。

アイコンの意味は以下の通りです。

○: 利用可能 / ●: 利用中 / ◆: 予約中 / ●: 利用不可(休止中) / ●: 利用不可(停止中)

ご意見は[掲示板](#)どうぞ。

このページで検出されたフィードなし (Alt+J)  
 フィードによって Web サイトで更新された内容が提供

## スライド [サブスコープ / 0.995x0.759]



Keio Academy of New York



2015/5/3 00:35:07

## 星図 [サブスコープ / 0.995x0.759] [等級&lt;10]



2015年05月03日 01:33:36 EDT

赤経(RA): 14:00:49

赤緯(Dec): -11:00:27



等級  スコープ 太陽系 銀河・星雲 恒星 星座 

## 動画 [広角スコープ / 10.5x7.9]



## セレクト

スライド 動画 

## ログアウト



残り時間: 1664

## コントロール



## メインスコープ

感度[9] 露出時間[8] フォーカス  1秒

## サブスコープ

感度[0] 露出時間[0] 

## ステータス



慶應義塾NY学院 (NY,アメリカ)

赤経(RA): 13:59:26

赤緯(Dec): -10:47:47

方位(Az): 25:19:55

高度(Alt): +34:41:55

6&gt;要再実行(他の動作中)

6&gt;move\_equ:-0:4:9,-0:1:53

5&gt;送信成功

5&gt;move\_equ:-0:27:46,+0:12:41

4&gt;送信成功

4&gt;exptime:SUBSCOPE,0

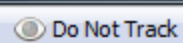
2&gt;送信成功



検索



安全



Do Not Track



天気



Facebook



慶應義塾大学インターネット望遠鏡プロジェクト



検索

共有 詳細 &gt;&gt;

ログイン



Internet Telescope: ... x

Google

Google



ページ(P)



ツール

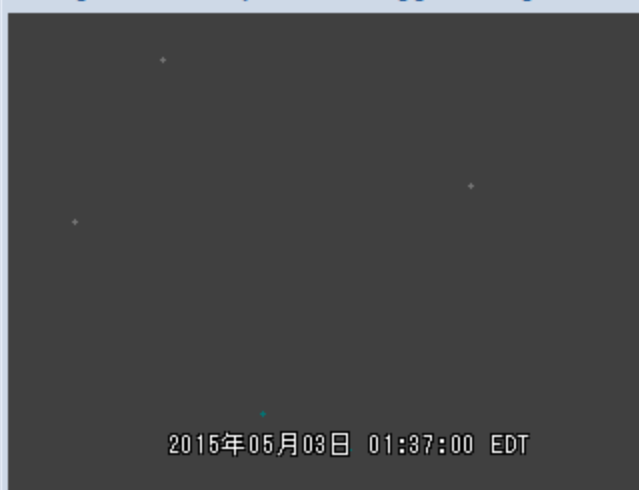
## スライド [サブスコープ / 0.995x0.759]



Keio Academy of New York

2015/5/3 00:37:09

## 星図 [サブスコープ / 0.995x0.759] [等級&lt;10]



2015年05月03日 01:37:00 EDT

赤経(RA): 0:43:31

赤緯(Dec): +41:20:50

描画 同期 導入

等級

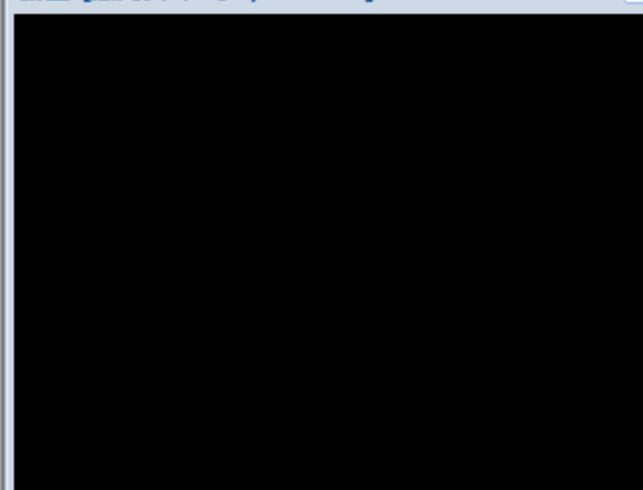
スコープ

太陽系

恒星

星座

## 動画 [広角スコープ / 10.5x7.9]



## セレクト

スライド  
動画

## ログアウト



残り時間: 1542

ログアウト

## コントロール



## メインスコープ

感度[9]

露出時間[8]

フォーカス 1秒

## サブスコープ

感度[8]

露出時間[8]

## ステータス



慶應義塾NY学院 (NY,アメリカ)

赤経(RA): 9:05:15

赤緯(Dec): +17:38:45

方位(Az): 106:39:19

高度(Alt): +7:53:23

9>送信成功  
 9>exptime:SUBSCOPE,8  
 8>送信成功  
 8>gain:SUBSCOPE,8  
 7>送信成功  
 7>goto:9:05:00,+17:38:55  
 6>西田 幸行 (0h/0分/0秒)

## スライド [メインスコープ / 0.0535x0.0408]



## 星図 [サブスコープ / 0.995x0.759] [等級&lt;10]



赤経(RA): 16:05:53

赤緯(Dec): -18:37:19

描画 同期 導入

等級 スコープ

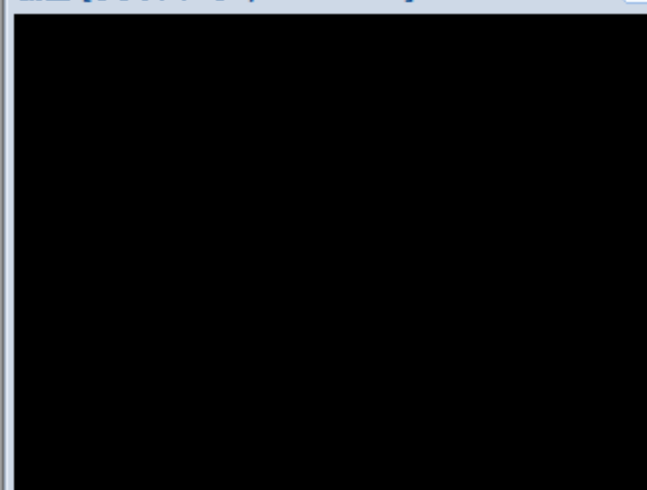
太陽系

銀河・星雲

恒星

星座

## 動画 [サブスコープ / 0.995x0.759]



## セレクト

スライド

動画

## ログアウト

残り時間: 1054

ログアウト

## コントロール

## メインスコープ

感度[6]

露出時間[5]

内側 - 低速 1秒

## サブスコープ

感度[7]

露出時間[7]

## ステータス

慶應義塾NY学院 (NY,アメリカ)

赤経(RA): 16:04:14

赤緯(Dec): -18:29:16

方位(Az): 351:36:52

高度(Alt): +30:05:31

```

30>送信成功
30>select:video,SUBSCOPE
29>送信成功
29>gain:MAINSCOPE,6
28>送信成功
28>exptime:MAINSCOPE,5
27>送信成功

```

Internet Telescope: Interface - Windows Internet Explorer

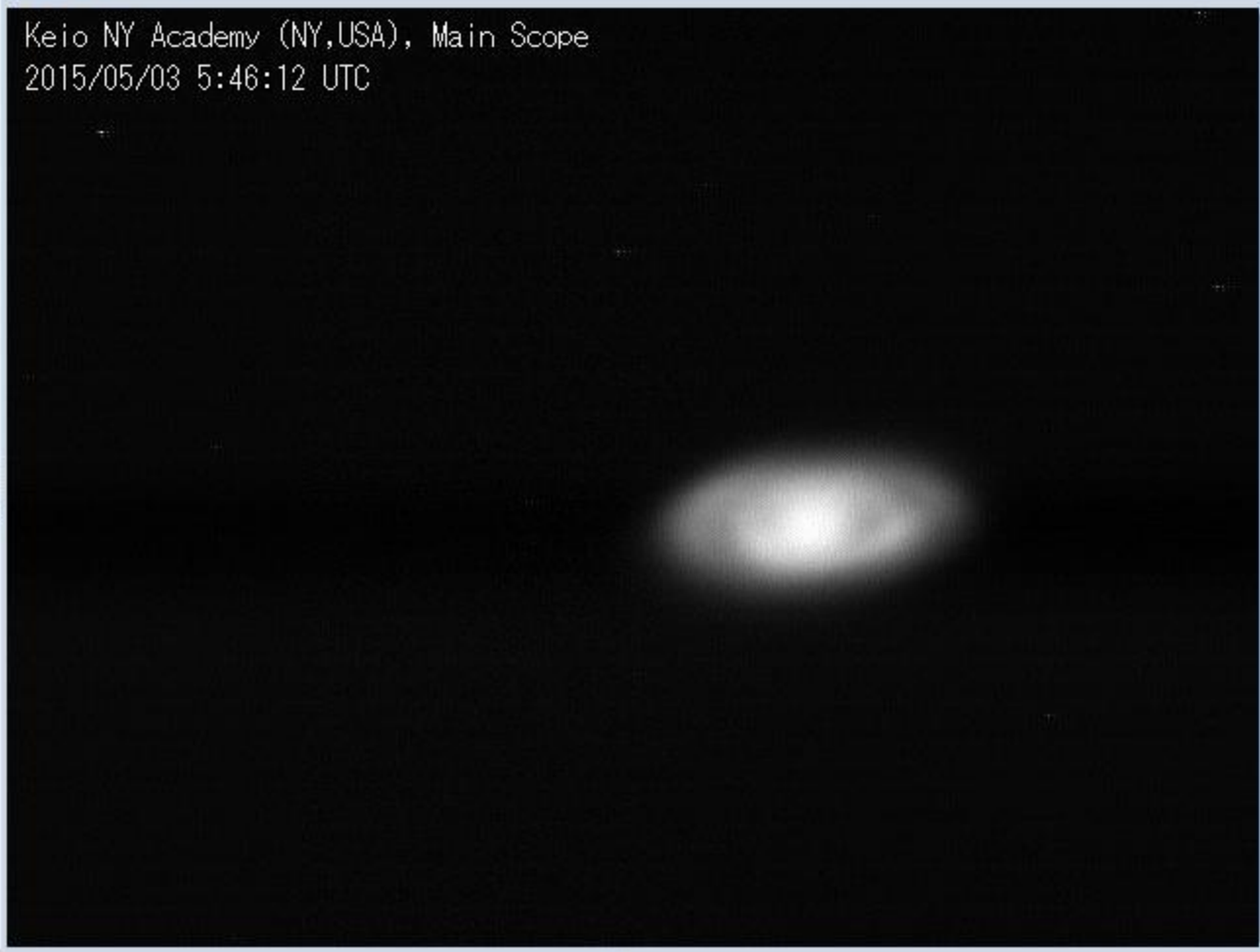
http://arcadia.koeki-u.ac.jp/itp/telescope/html/interface.html?mode=login&site=NY&lang=ja\_JP

AVG 検索 安全 Do Not Track 天気 Facebook

Google 慶應義塾大学インターネット望遠鏡プロジェクト 検索 共有 詳細 >>

Internet Telescope: ... x Google Google ページ(P) ツール

スナップショット



スコープ:

日付(UTC):

時間(UTC):

画角:

距離(度):

タイプ:

28>exptime:MAINSCOPE,5  
フムムムムム

# インターネット望遠鏡で撮った天体画像例



木星とガリレオ衛星



土星とタイタン

主望遠鏡



木星とガリレオ衛星



土星とタイタン(土星の衛星)

副望遠鏡

# 太陽系外天体：銀河・星雲



アンドロメダ銀河M31

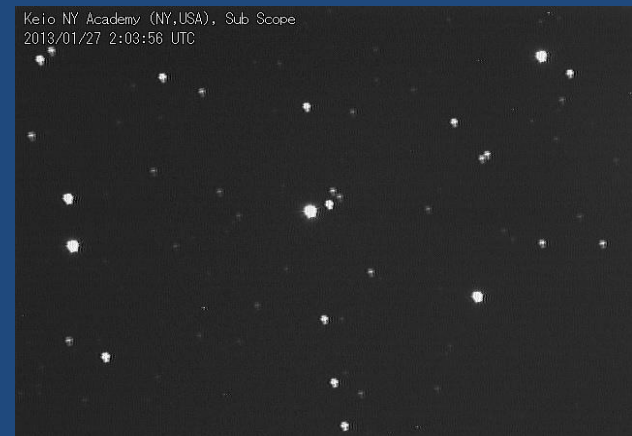


オリオン大星雲M42



M31 (49枚コンポジット)

画像処理すると



プレアデス星団(昴)



木星とガリレオ衛星

主望遠鏡



土星とタイタン



木星とガリレオ衛星

副望遠鏡



土星とタイタン(土星の衛星)



# 銀河と銀河団



NGC4565



M104ソムブレロ銀河 (4600万光年)



M51 (2100万光年)



Virgo Galaxy

# インターネット望遠鏡を利用した 天体観測のテーマ例

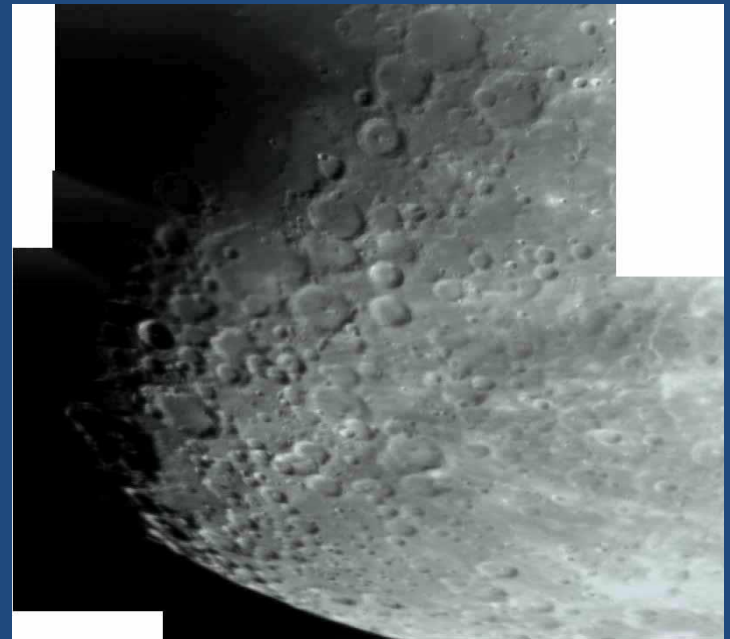
- 1) 月面の観測
- 2) 月の公転周期と公転軌道の離心率測定
- 3) 彗星の光度測定
- 4) ガリレオ衛星の観測
- 5) 太陽の活動測定
- 6) 変光星の光度測定
- 7) 超新星の光度測定
- 8) 月までの距離測定

# 月の観測

04B (メラーテ, イタリア)  
2009年08月06日 01時18分10秒 UTC



サブ望遠鏡で撮った  
ミラノの満月

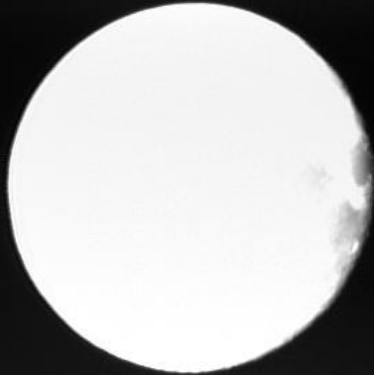


主望遠鏡で撮った月面  
(4枚張り合わせ)

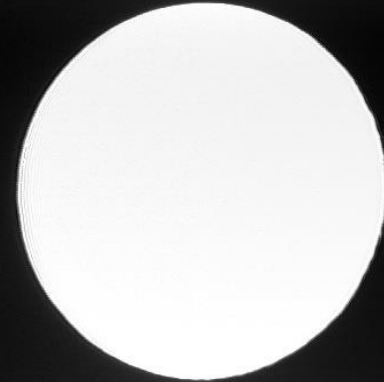
張り合わせて全月面を作成  
課題の一つ

ニューヨーク2011年11月12日 UTC10:57:51  
NY時間12日5:57:51(西の空)

Goto Inc. (Fuchu, Japan), Sub Scope  
2011/11/12 10:56:58 UTC



Keio NY Academy (NY, USA), Sub Scope  
2011/11/12 10:57:51 UTC

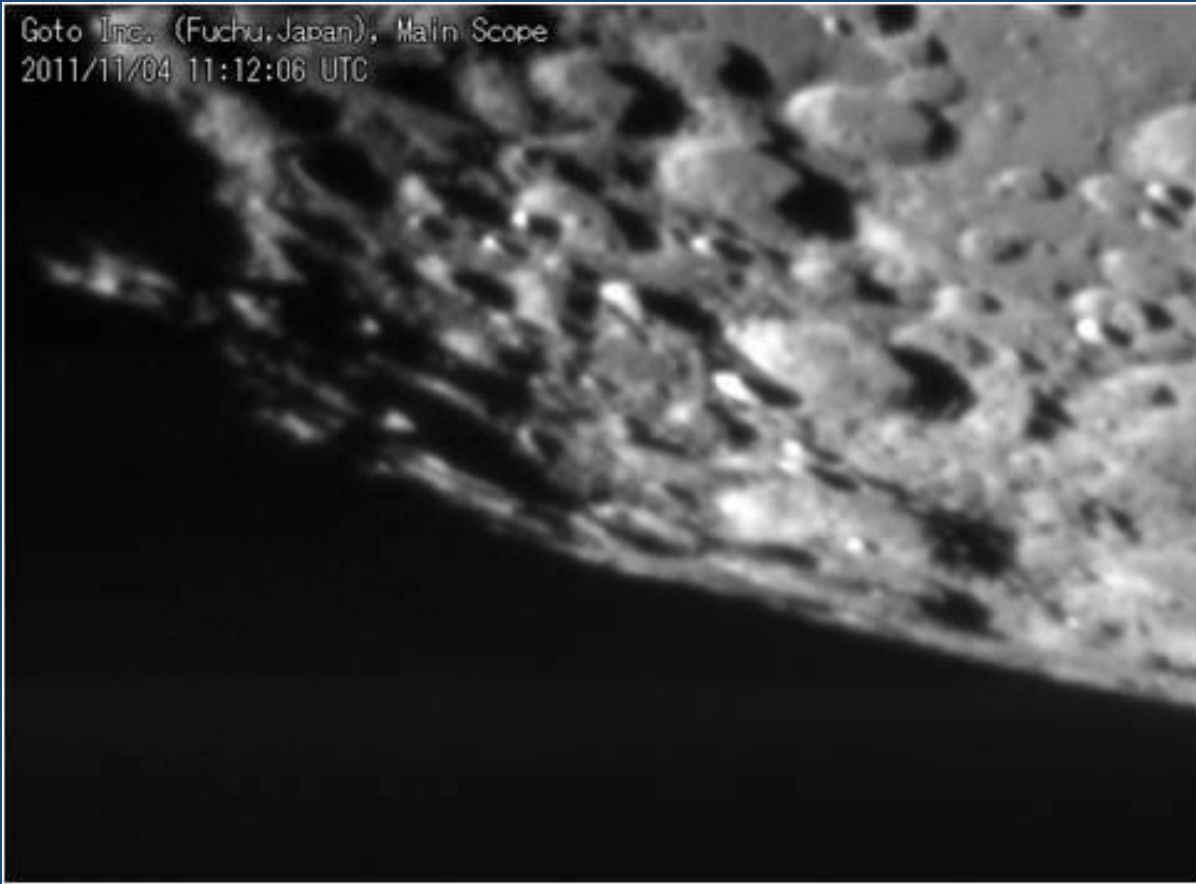


東京2011年11月12日 UTC10:56:58  
日本時間12日19:56:58(東の空)

インターネット望遠鏡がネットワークを作ることを活かして撮った画像  
1万キロメートルほど離れた地球の2点から同じ天体を同時に撮影

贅沢な月見

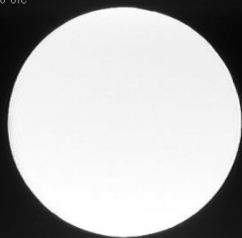
Goto Inc. (Fuchu, Japan), Main Scope  
2011/11/04 11:12:06 UTC



主望遠鏡で撮ったクレーターの画像  
影の長さからクレーターの高さを測定

課題の一つ

Keio NY Academy (NY,USA), Sub Scope  
2013/04/26 1:29:10 UTC



Keio NY Academy (NY,USA), Sub Scope  
2013/05/01 5:56:49 UTC



Keio NY Academy (NY,USA), Sub Scope  
2013/05/03 8:38:24 UTC



Keio NY Academy (NY,USA), Sub Scope  
2013/05/04 8:05:04 UTC



Keio NY Academy (NY,USA), Sub Scope  
2013/05/13 0:43:44 UTC



Keio NY Academy (NY,USA), Sub Scope  
2013/05/17 0:46:32 UTC



Keio NY Academy (NY,USA), Sub Scope  
2013/05/21 1:43:25 UTC



Keio NY Academy (NY,USA), Sub Scope  
2013/05/23 1:43:32 UTC



# 月の満ち欠け

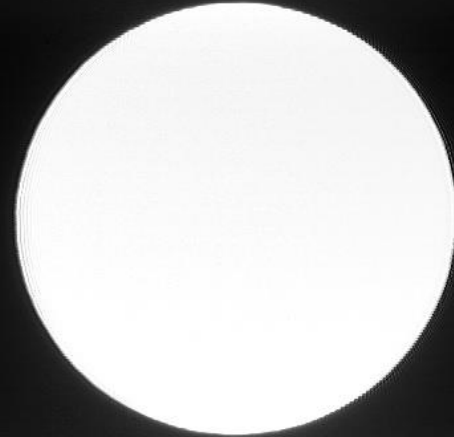
# 月の見かけの大きさの変化

Keio NY Academy (NY,USA), Sub Scope  
2012/12/28 2:29:36 UTC



2012/ 12/ 28 2:29:36 UTC

Keio NY Academy (NY,USA), Sub Scope  
2013/01/27 0:04:23 UTC



2013/01/27 0:04:23 UTC

月の大きさの変化から、月の公転周期等を解析する方法は  
1) インターネット望遠鏡で観測—現代天文学入門—(観測B)  
2) 物理教育学会誌(2019)Vol67 pp151~158  
を参照

# 月の大きさの変化

Keio NY Academy (NY,USA), Sub Scope  
2012/12/28 2:29:36 UTC

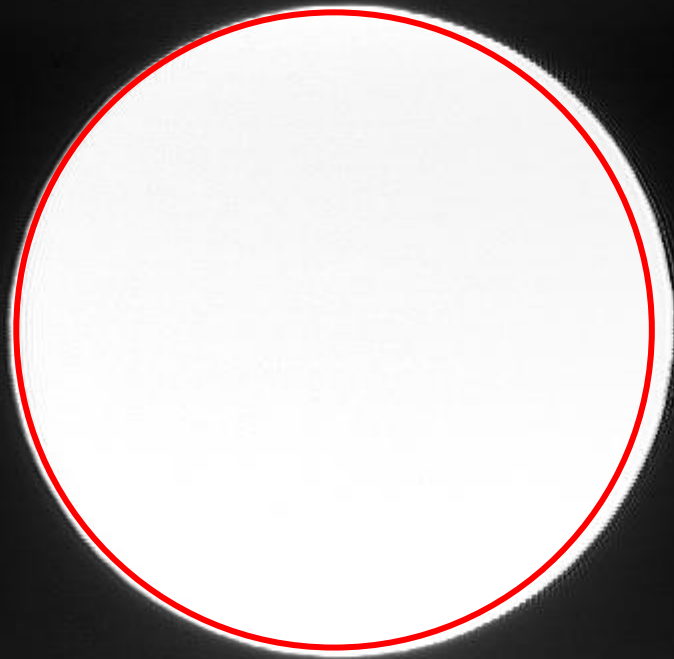


2012/ 12/ 28 2:29:36 UTC



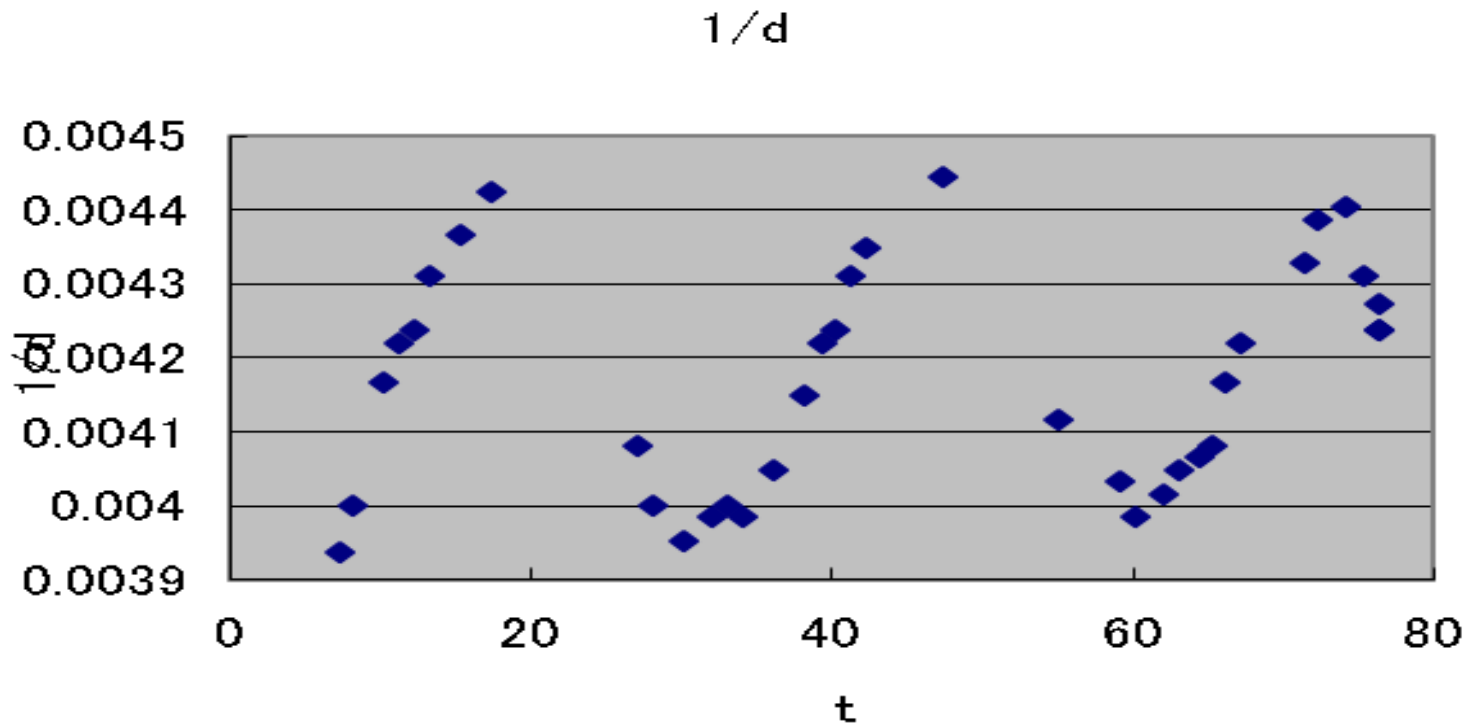
# 月の大きさの変化

Keio NY Academy (NY,USA), Sub Scope  
2013/01/27 0:04:23 UTC



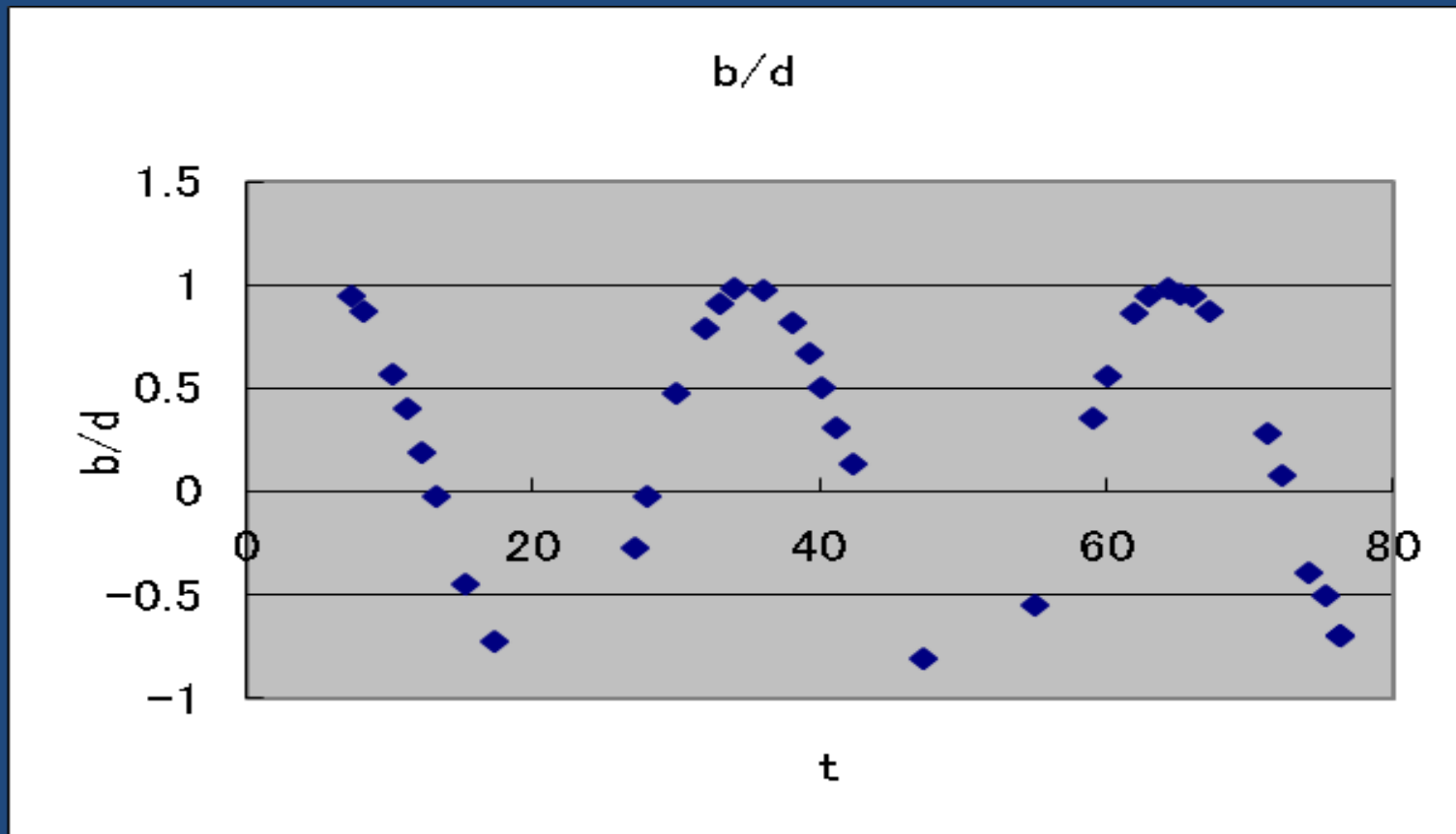
**2013/01/27 0:04:23 UTC**

1ヶ月前の満月よりも見かけの大きさが大きくなっている

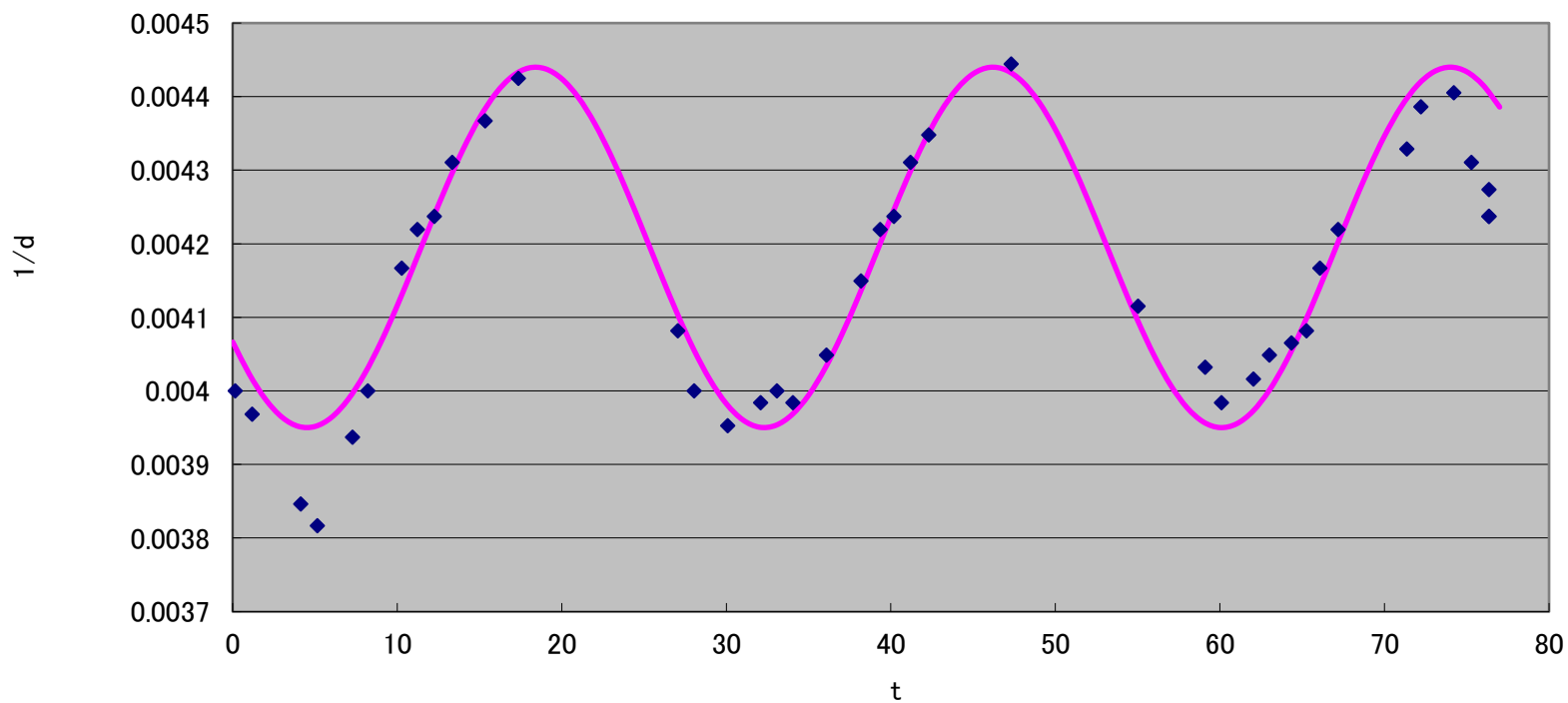


月の見た目の大きさの時間変化のデータ

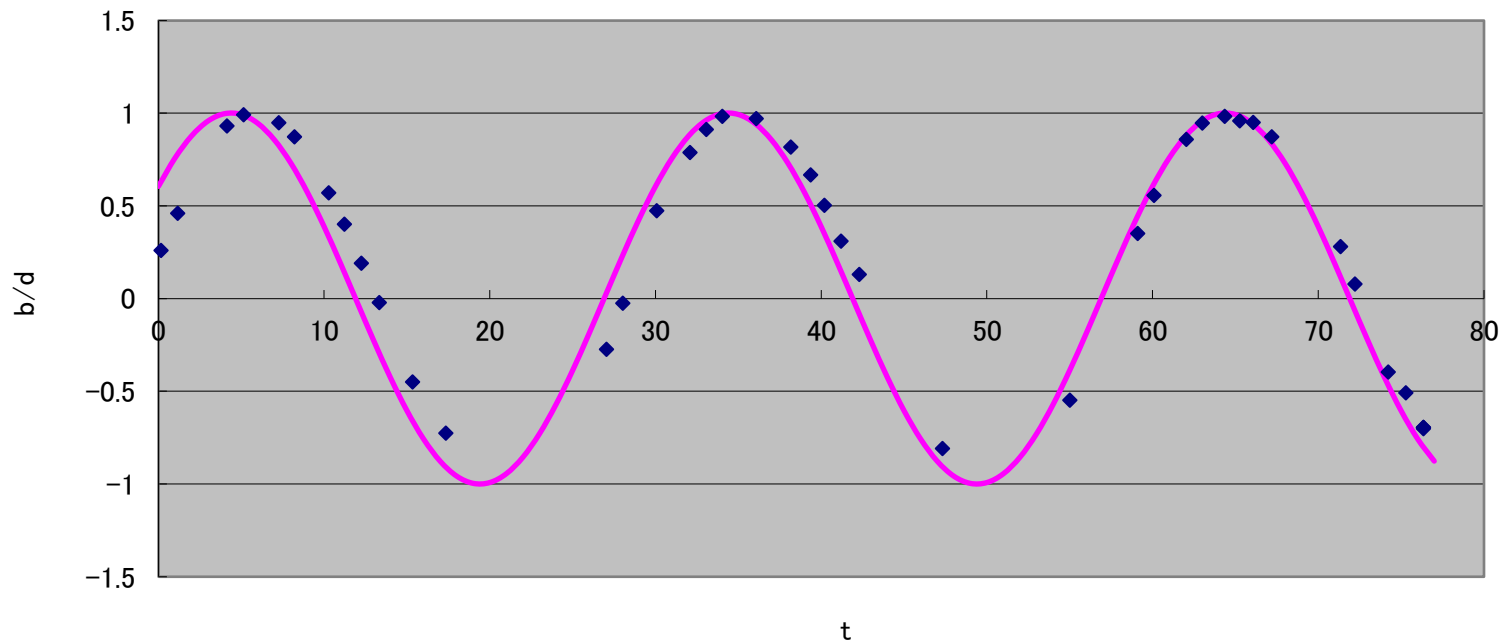
月の見かけの大きさが、観測日時によって変化する理由は



月面の全体に対する明るい部分の割合(輝面比)の時間変化のデータ  
このデータから朔望月が測定できる

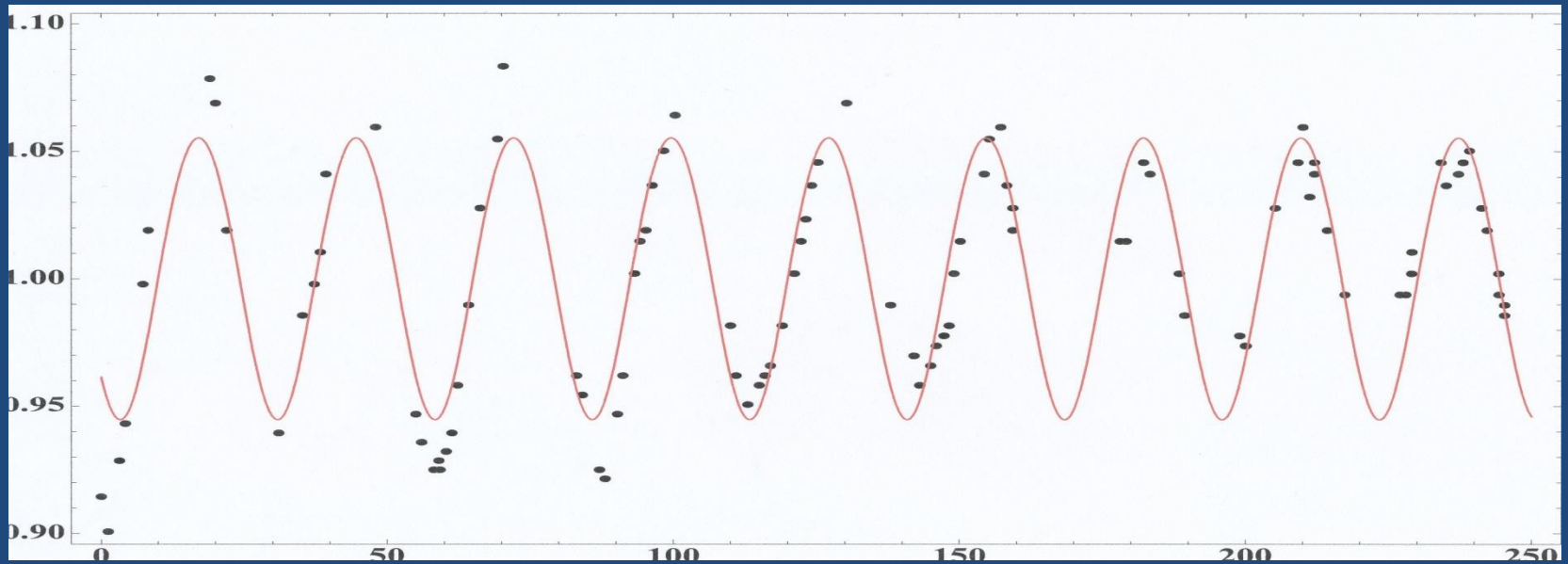


見た目の月面の大きさの時間変化に  
関するデータと曲線



明るい部分の割合の時間変化の  
データと曲線

# 月の見かけの大きさの変化



月の公転周期と公転軌道の離心率が測定できる

公転周期 27.55日 ← 新月から新月まで 29.53日  
月の離心率 0.0549

近地点までの距離 363.304 km  
遠地点までの距離 405.495 km

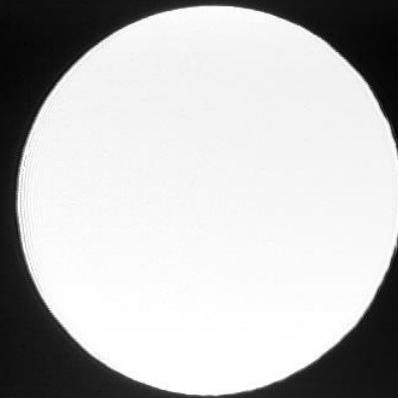
差が出る理由は？地球の公転が原因

ニューヨーク2011年11月12日 UTC10:57:51  
NY時間12日5:57:51(西の空)

Goto Inc. (Fuchu, Japan), Sub Scope  
2011/11/12 10:56:58 UTC



Keio NY Academy (NY, USA), Sub Scope  
2011/11/12 10:57:51 UTC



東京2011年11月12日 UTC10:56:58  
日本時間12日19:56:58(東の空)

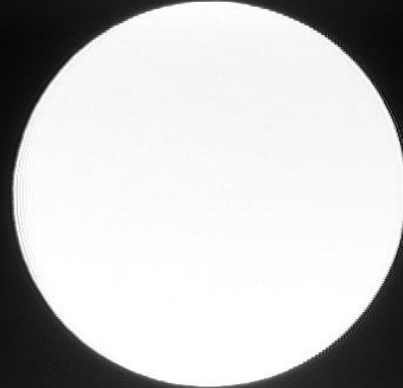
インターネット望遠鏡がネットワークを作る利点を活かして撮った画像  
1万キロメートルほど離れた地球の2点から同じ天体を同時に撮影

贅沢な月見

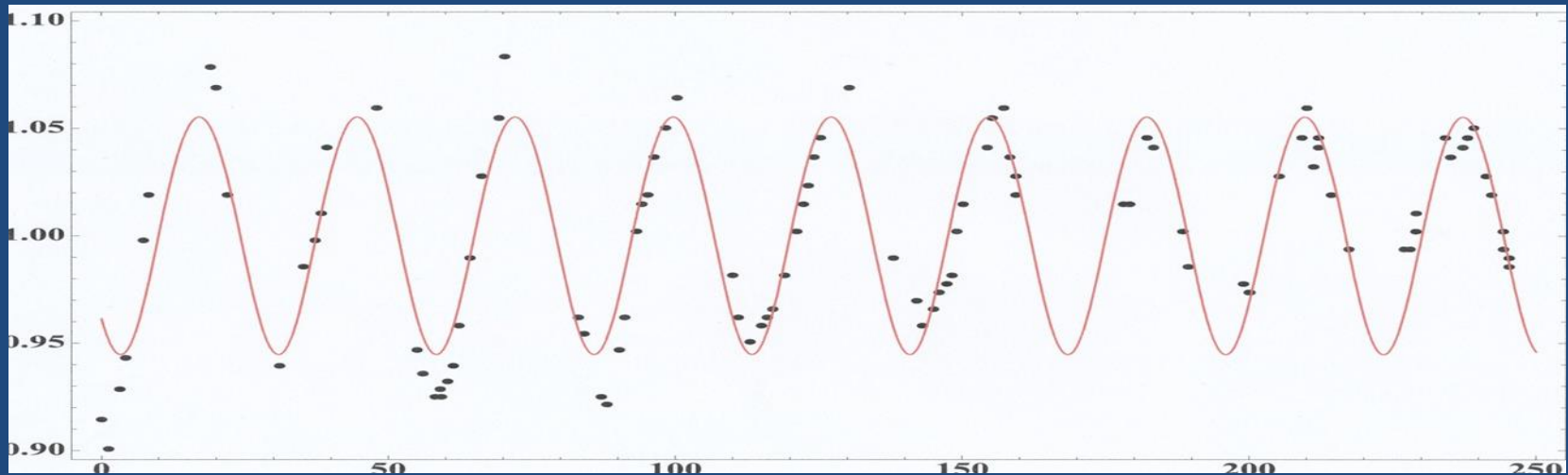
Keio NY Academy (NY,USA), Sub Scope  
2012/12/28 2:29:36 UTC



Keio NY Academy (NY,USA), Sub Scope  
2013/01/27 0:04:23 UTC



**2013/01/27 0:04:23 UTC**



**2013/0**

**UTC**



# 月の見かけの大きさの継続観測

- 1) 月の公転に関する3つの周期(恒星月・近点月・朔望月)
  - 2) 月の公転軌道の離心率
  - 3) 地球の公転軌道の離心率
- が求められる

月の観測から、月の運動だけでなく地球の運動に関する情報まで求められることは興味深い

## 参考文献

- 1) インターネット望遠鏡で観測！現代天文学入門(森北出版)
- 2) 物理今日行く学会(2019) Vol 67 pp151~159
- 3) 力学がわかる (技術評論社)