

# 南極の夜空の明るさ

海城高等学校2年 廣木 颯太郎

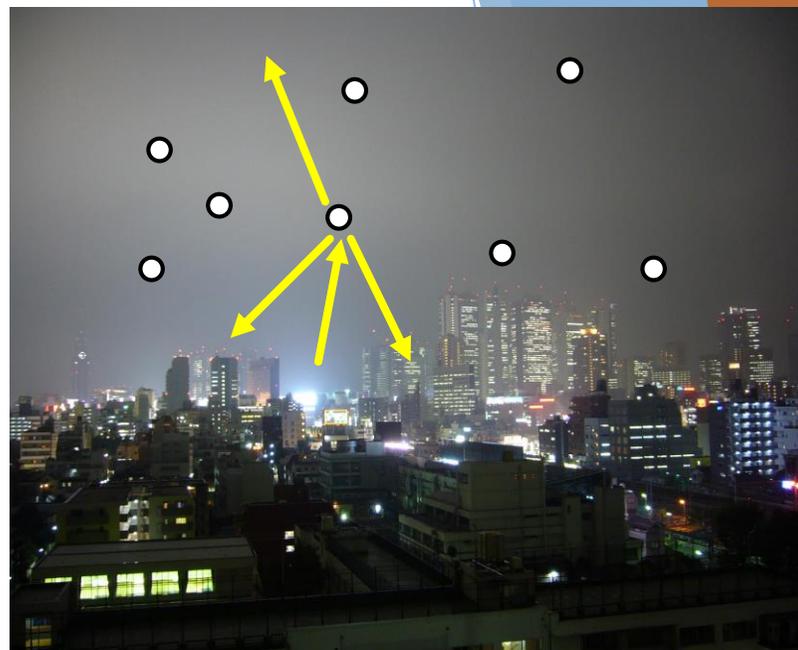
# 研究の経緯

以前より

**新宿**での夜空の明るさを研究。

夜空の明るさ:

余分な人工光が散乱し、夜空が明るくなる現象。



夜空の明るさの仕組み  
(本校より撮影した夜の新宿の様子)

**人工光の少ない地域と比較したい!!**

国立極地研究所主催のコンテストに応募  
**南極での夜空の明るさ観測が決定**

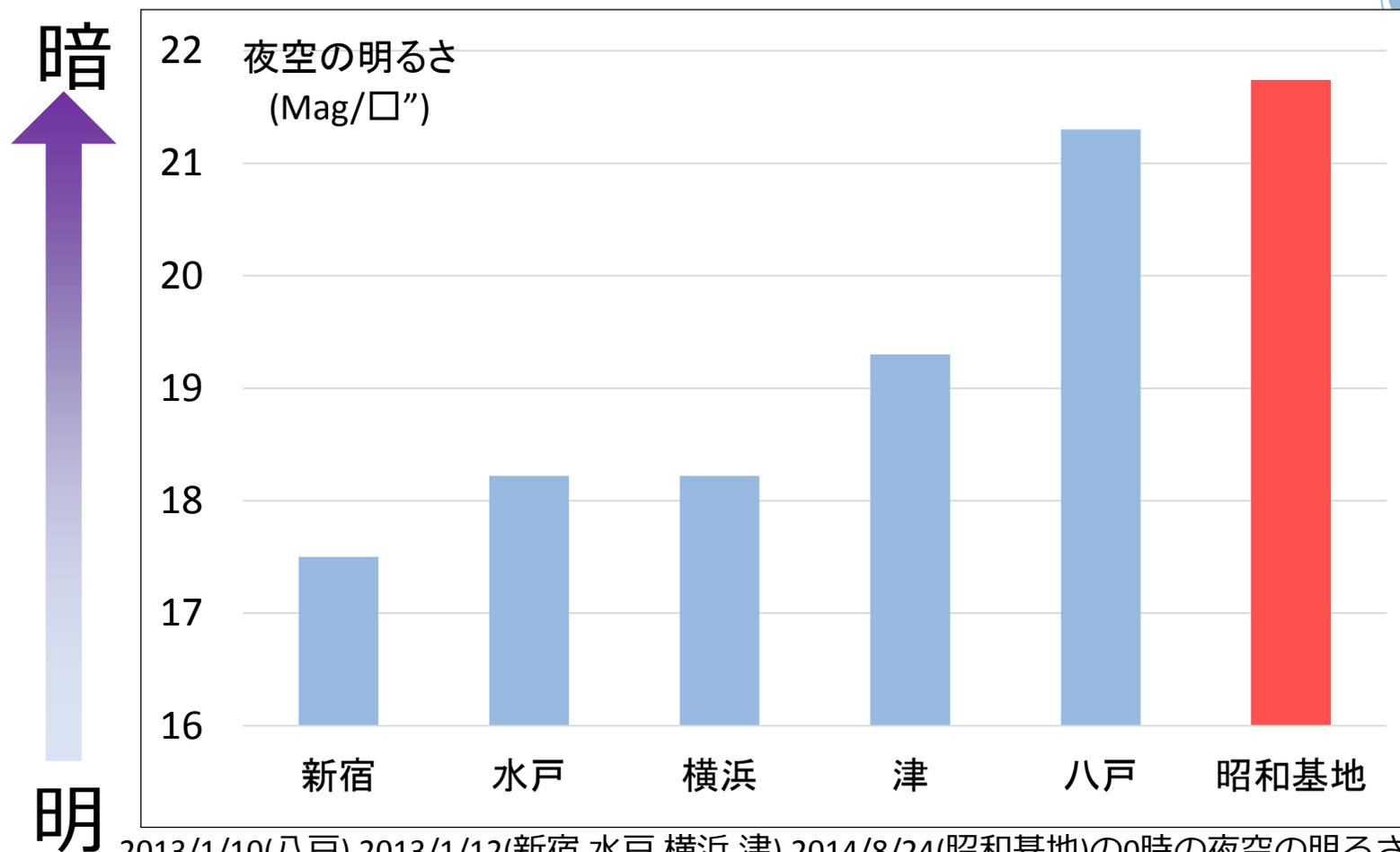
# 観測の概要

## 新宿と昭和基地の位置関係



(※)画像はNASA EARTH OBSERVATORY  
(<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/NightLights/page3.php>) より引用

# 1. 日本各地との比較



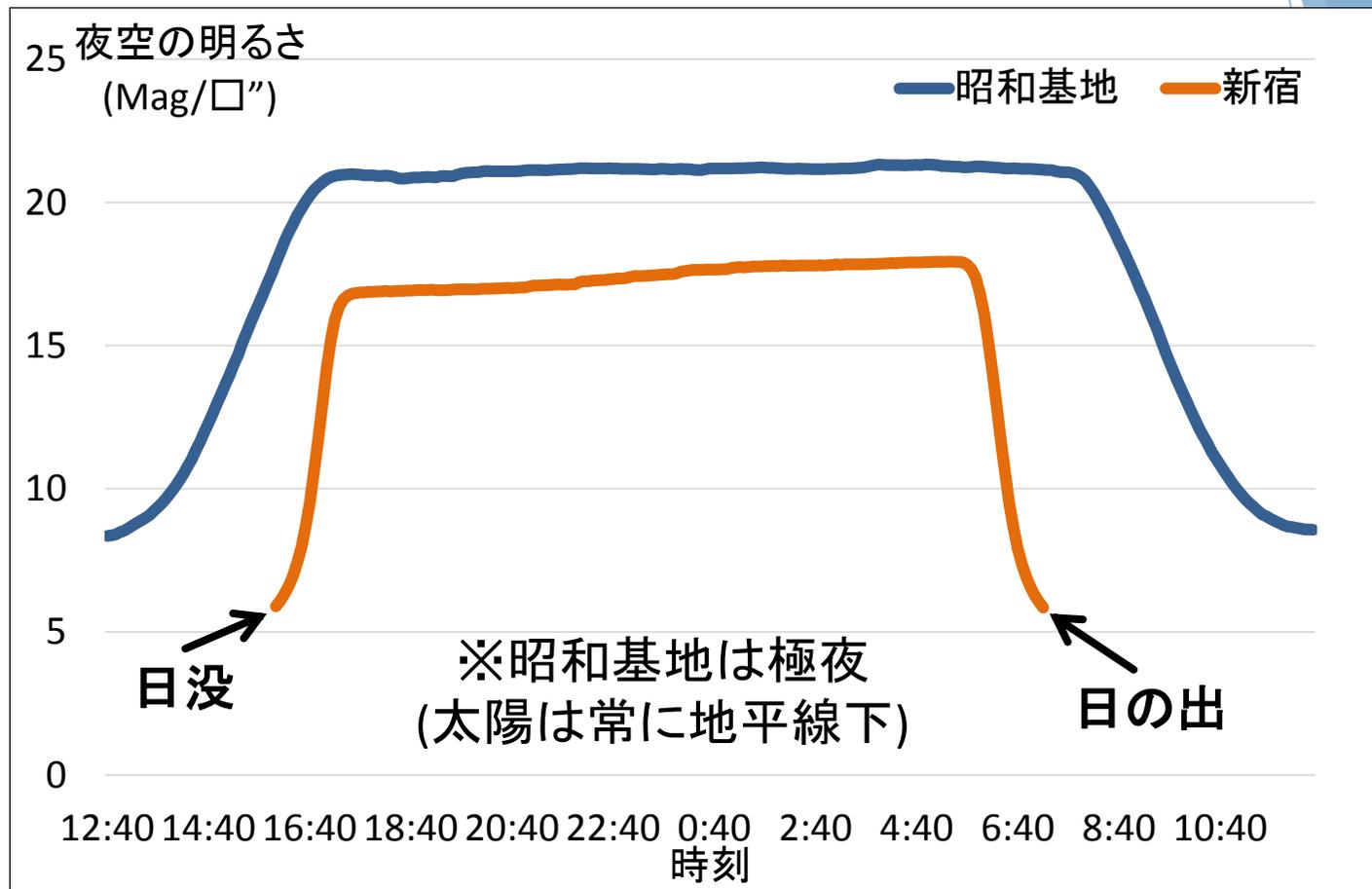
2013/1/10(八戸), 2013/1/12(新宿, 水戸, 横浜, 津), 2014/8/24(昭和基地)の0時の夜空の明るさ

※水戸、横浜、津、八戸は全国一斉夜空の明るさ調査の参加校の提供

昭和基地は日本よりも**暗い** (新宿の約 $\frac{1}{50}$ の明るさ)

←人工光の量が原因?

# 1. 一晩の夜空の明るさの比較



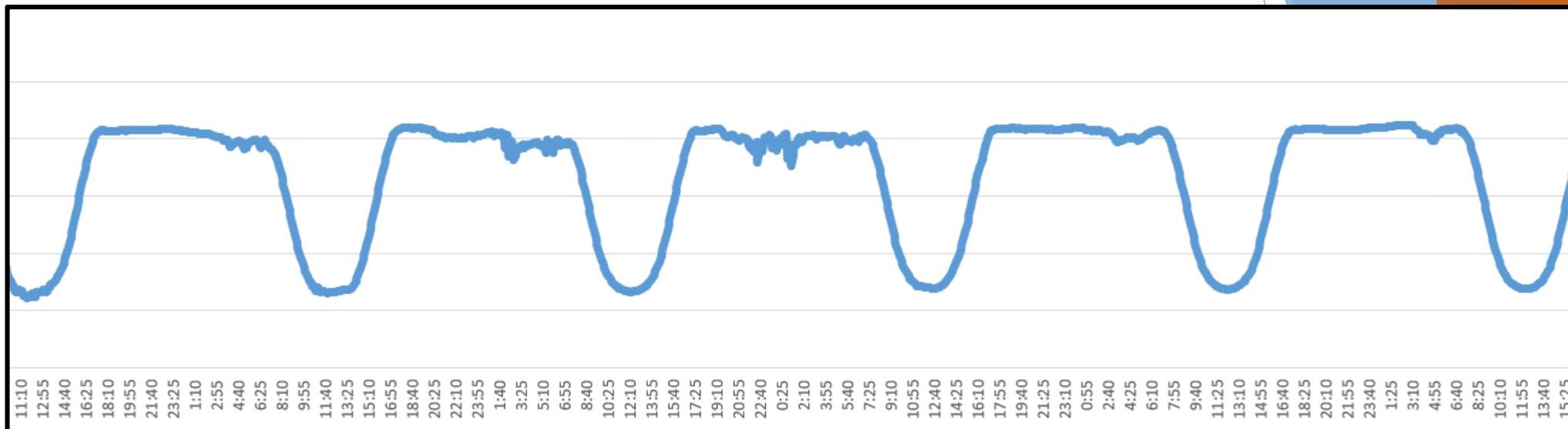
2014/6/26(昭和基地)と2013/12/13(新宿)の一晩の夜空の明るさ変化

新宿：明け方にかけて暗くなる

昭和基地：夜空の明るさが一定

# 考察

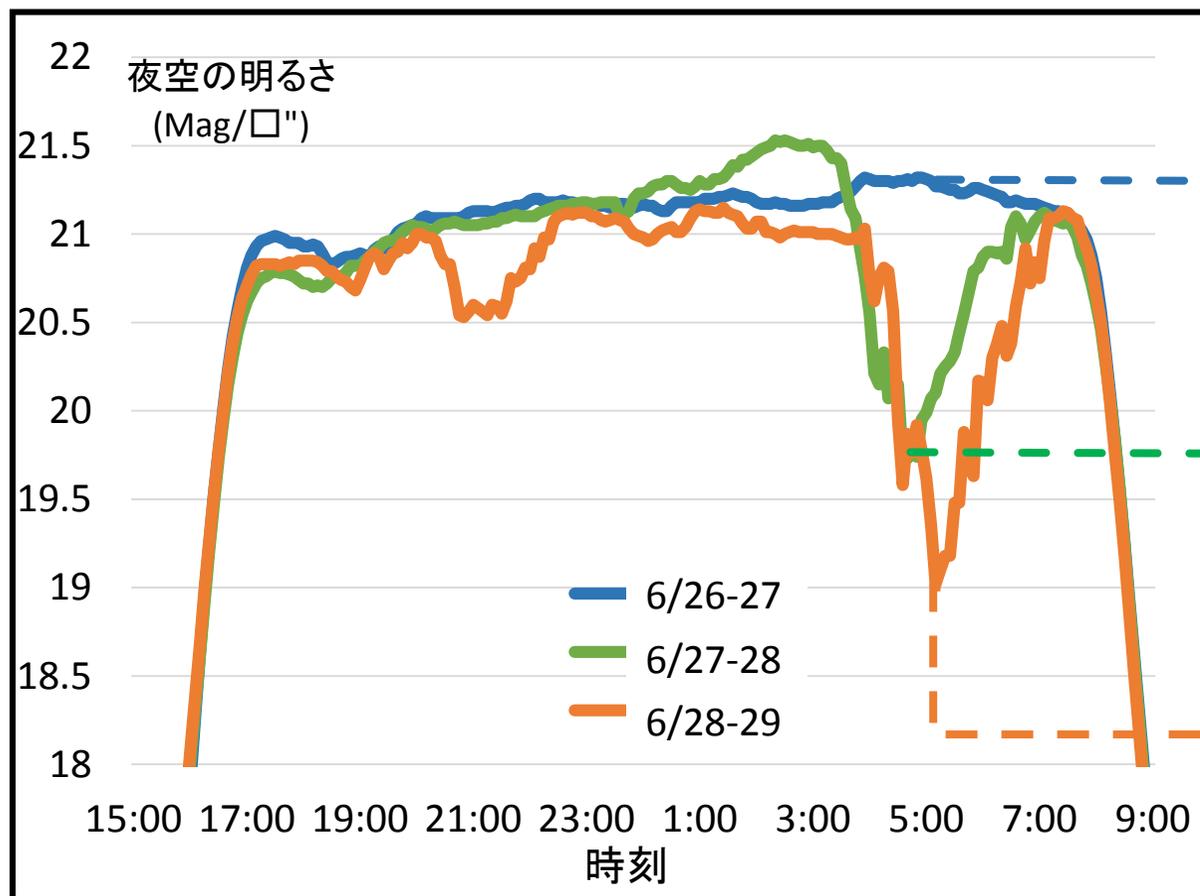
## 南極の夜空の明るさの要因



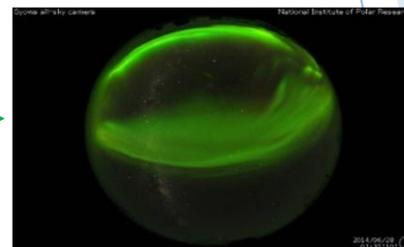
2014/5下旬の5日分の夜空の明るさデータ

- ①大気中の浮遊物質(エアロゾル) → 影響しない
- ②月の明るさ → 影響する
- ③オーロラの明るさ → 影響する

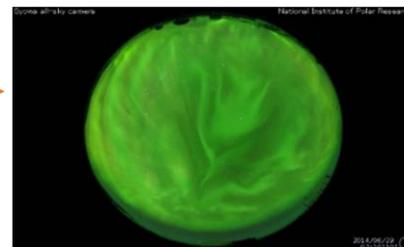
## 2. オーロラの明るさの影響



'14/6/27 オーロラなし



'14/6/28 オーロラあり(弱)



'14/6/29 オーロラあり(強)

2014/6/26-27,27-28,28-29 の夜空の明るさ変化(昭和基地)

オーロラが発生すると、**急激に夜空が明るくなる**

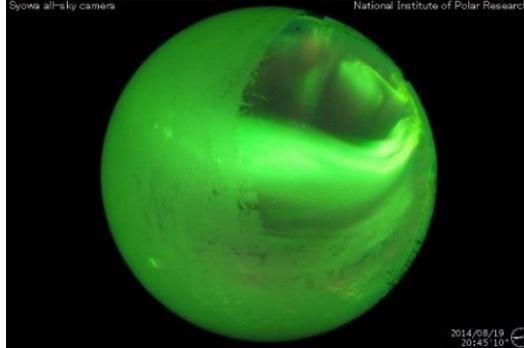
**約7倍**明るくなる

# 2. オーロラの形状による違い

## オーロラの形状

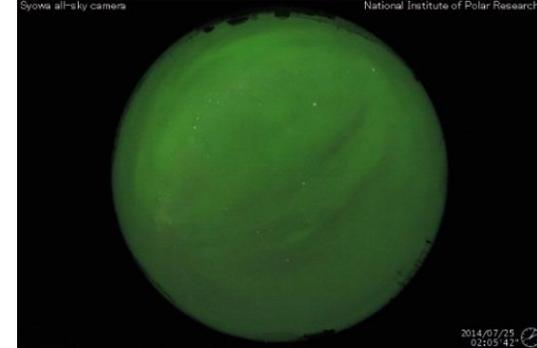
### はっきりした オーロラ

(ディスクリートオーロラ)  
カーテン状、アーク状など

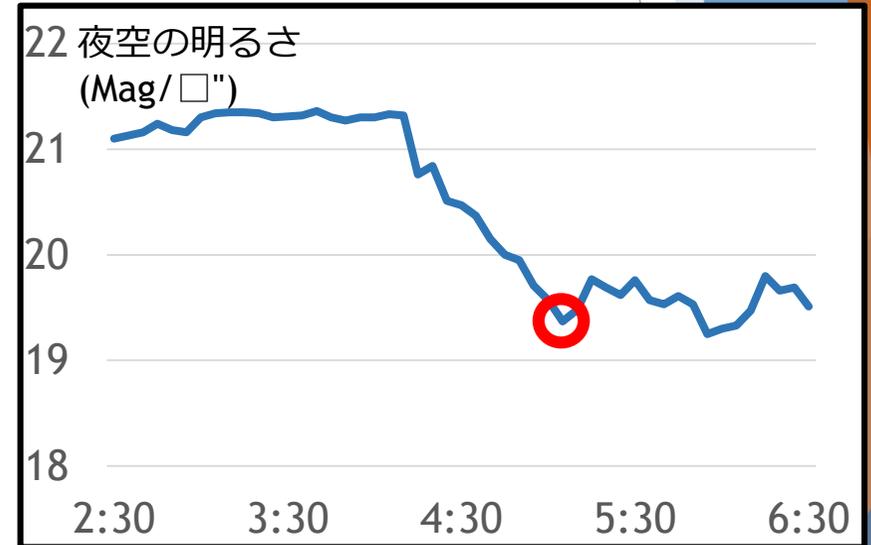
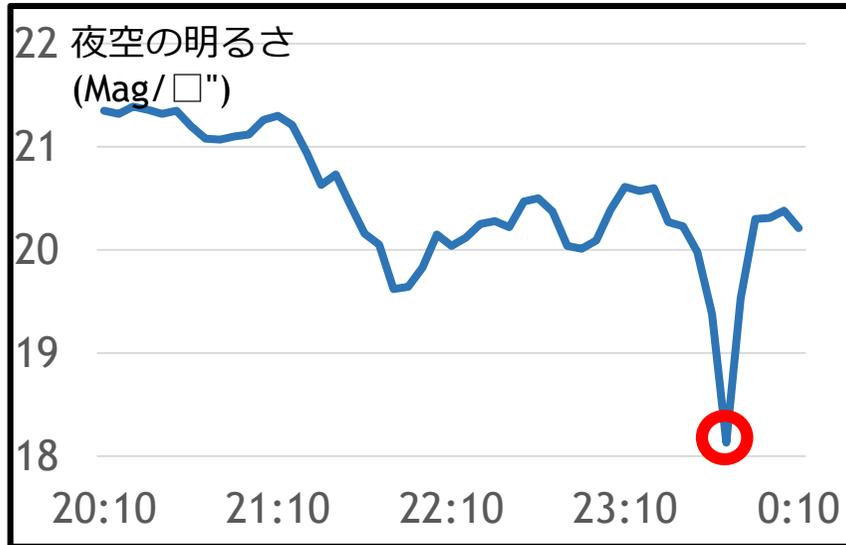


### ぼんやりした オーロラ

(ディフューズオーロラ)  
空全体に広がる。



(※)オーロラ画像はData Center for Aurora in NIPR(<http://polaris.nipr.ac.jp/~aurora/>)より引用



2014/8/19(左)と2014/7/25(右)のオーロラ発生時4時間の夜空の明るさの変化

“はっきり”は**急激に**変化

“ぼんやり”は**徐々に**変化

# 月とオーロラの明るさの比較

夜空が一番暗い時に比べて…

満月に近い時：最大**15.20倍** (※)

オーロラが発生した時：最大**18.60倍** (※)

明るくなる

(※)基準を新月かつオーロラなし(6/26)とした時の満月の2日後(7/14)とオーロラ爆発が発生した日(8/19)の明るさを倍率で表記

オーロラは月と同程度  
夜空の明るさに影響する

# まとめ

## 1.日本との比較

- ・日本各地より昭和基地の夜空は**暗い**
- ・明るさが**一定**(経時変化がない)

## 2.オーロラの影響

- ・オーロラが発生すると夜空が**明るくなる**
- ・オーロラの規模・形状により夜空の明るさは変化する
- ・月と同程度の明るさである

## 本研究の成果

**南極の夜空の明るさやオーロラの明るさを  
定量化できた**

# 謝辞

本研究は公益財団法人日本科学協会のサイエンスメンター制度 及び JST(科学技術振興機構)の「中高生の科学部活動振興プログラム」のご支援を頂きました。

本研究を進めるにあたり、以下の方々に御協力を賜りました。  
御礼申し上げます。

渡部潤一先生(国立天文台副台長)

日本科学協会の皆様

牛尾収輝先生(国立極地研究所第55次 南極地域観測隊(第55次越冬隊長))

宮道光平氏(名古屋大学大学院理学研究科,  
第55次南極地域観測隊 研究観測員)

全国一斉夜空の明るさ調査の参加校の皆様

上村剛史先生(海城地学部顧問)

山田直樹先生(海城地学部顧問)

分析に協力してくださった海城中高地学部員に感謝申し上げます。

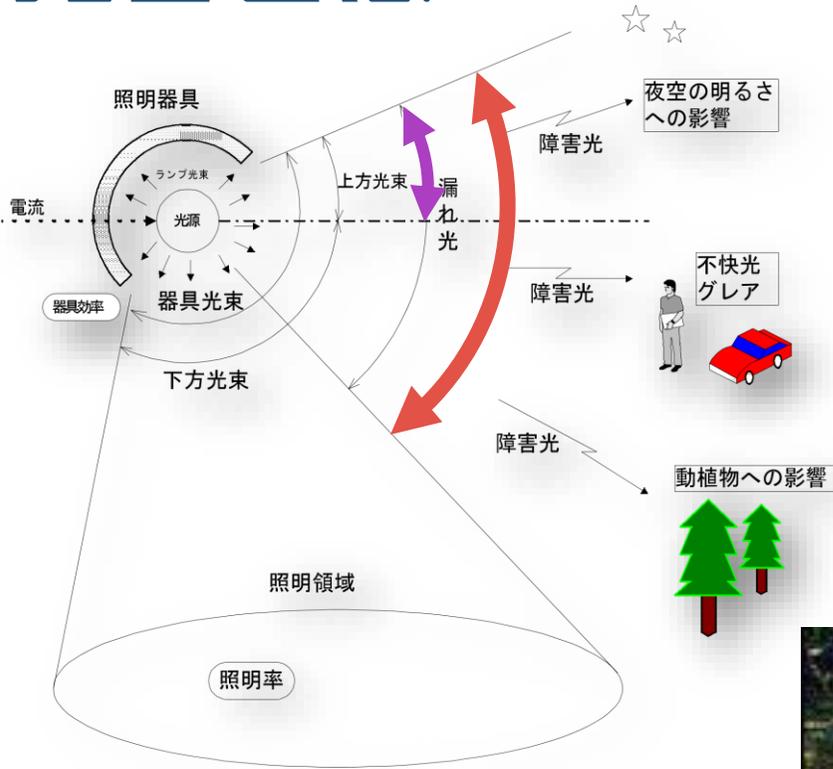
# 参考文献

- [1] 環境省：光害対策ガイドライン～良好な照明環境のために～
- [2] Kudo,R.A.Uchiyama,A.Yamazaki,and E.Kobayashi:Seasonal characteristics of aerosol radiative effect estimated from ground-based solar radiation measurements in Tsukuba,Japan,2010a
- [3] Kevin Krisciunas , Bradley E. Schaefer:A MODEL OF THE BRIGHTNESS OF MOONLIGHT,1991
- [4] 気象庁 過去の気象データ検索 <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>
- [5] Data Center for Aurora in NIPR,<http://polaris.nipr.ac.jp/~aurora/>
- [6] 南極におけるオーロラ研究  
[http://polaris.nipr.ac.jp/~aurora/aboutAurora/aboutAurora\\_frame.html](http://polaris.nipr.ac.jp/~aurora/aboutAurora/aboutAurora_frame.html)
- [7] Syowa all-sky camera,<http://polaris.nipr.ac.jp/~acauroara/aurora/Syowa/>
- [8] NASA EARTH OBSERVATORY  
<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/NightLights/page3.php>
- [9] 南極サイエンス基地  
<http://polaris.nipr.ac.jp/~academy/science/aurora/>
- [10] 株式会社AstroArts 天文シュミレーションソフトウェア『ステラナビゲータ Ver.9』
- [11] ソフトウェア『Mitaka』
- [12] 「全国一斉夜空の明るさ調査」参加校の夜空の明るさデータ

**ご清聴**

**ありがとうございました。**

# ～補足資料～ 光害とは



## 光害

良好な照明環境の形成が、漏れ光によって阻害されている状況またはそれによる悪影響 (例：夜空が明るくなる、健康に影響を与えるなど)

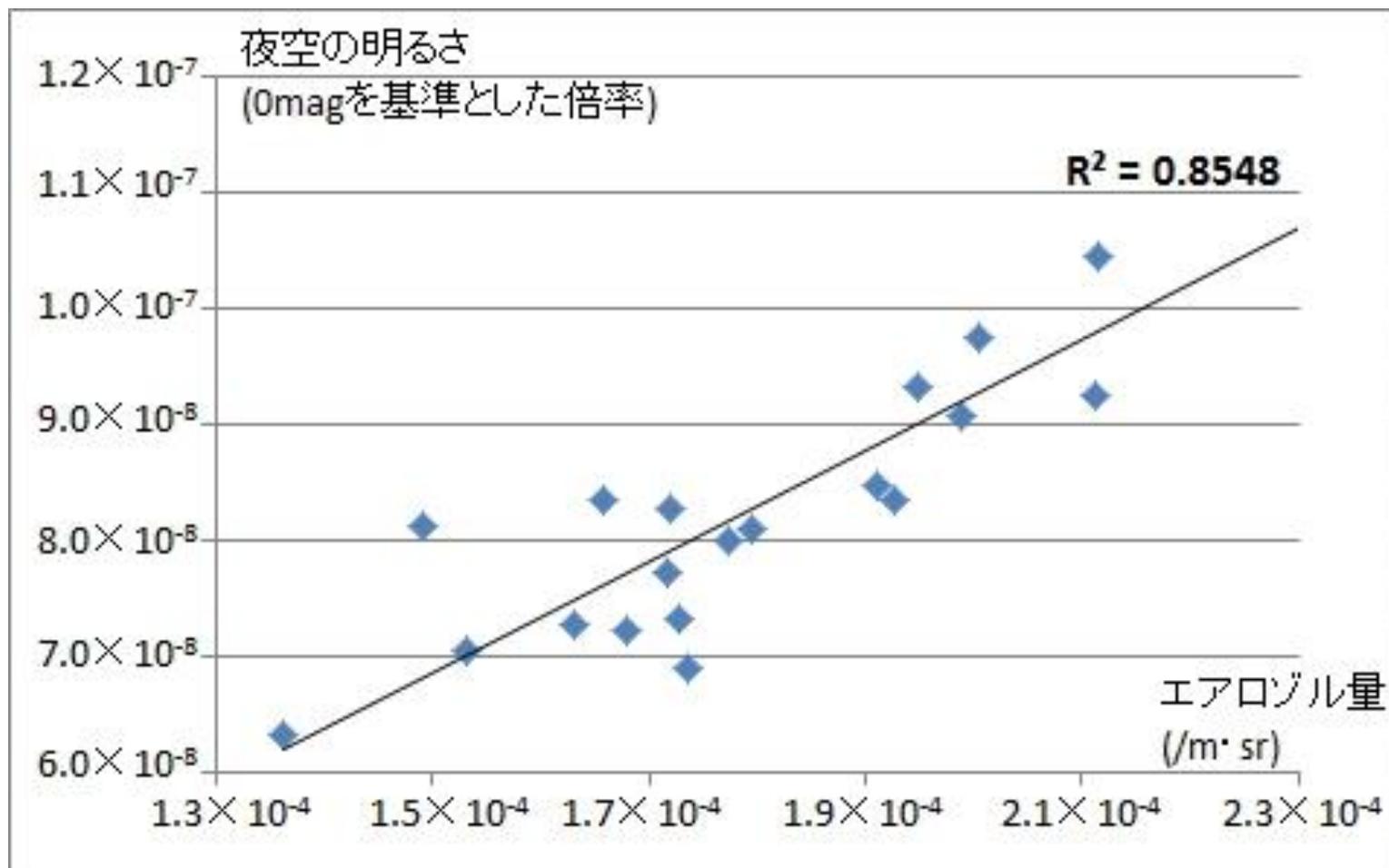
## 夜空の明るさ

漏れ光の中の上向きの光(上方光束)が、大気中の物質に反射して空が明るくなること。光害の一部。



～補足資料～

# 新宿の夜空の明るさの仕組み



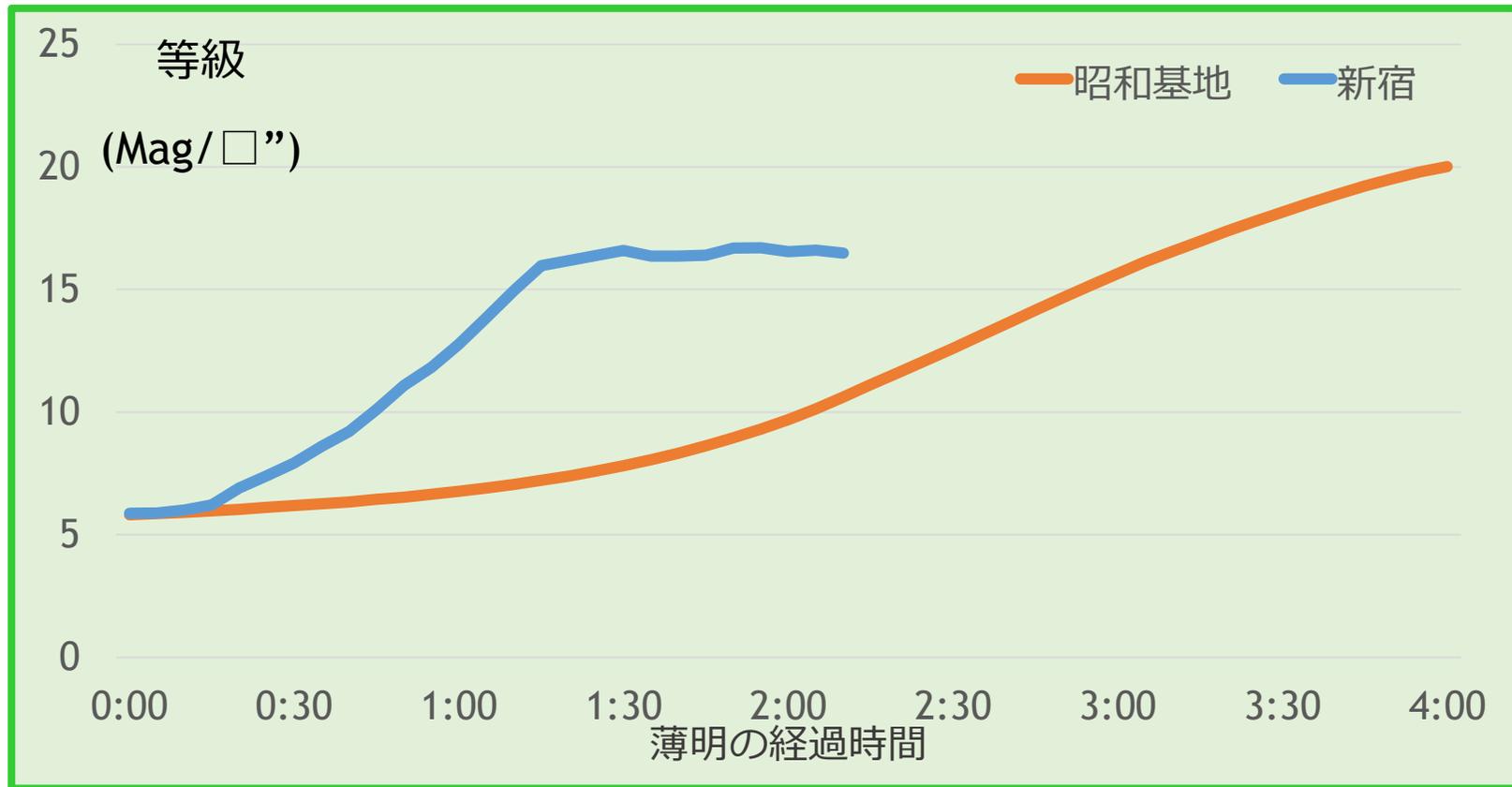
強い正の相関(他の時間帯でもRは0.71~0.92)

**エアロゾルが増えると夜空は明るくなる**

～補足資料～

# 薄明時間の変化

薄明：地平線下の太陽が空を明るくする現象  
(夕焼けなど)



2014/5/6(昭和基地,新宿)の夕方の薄明時間の夜空の明るさ変化

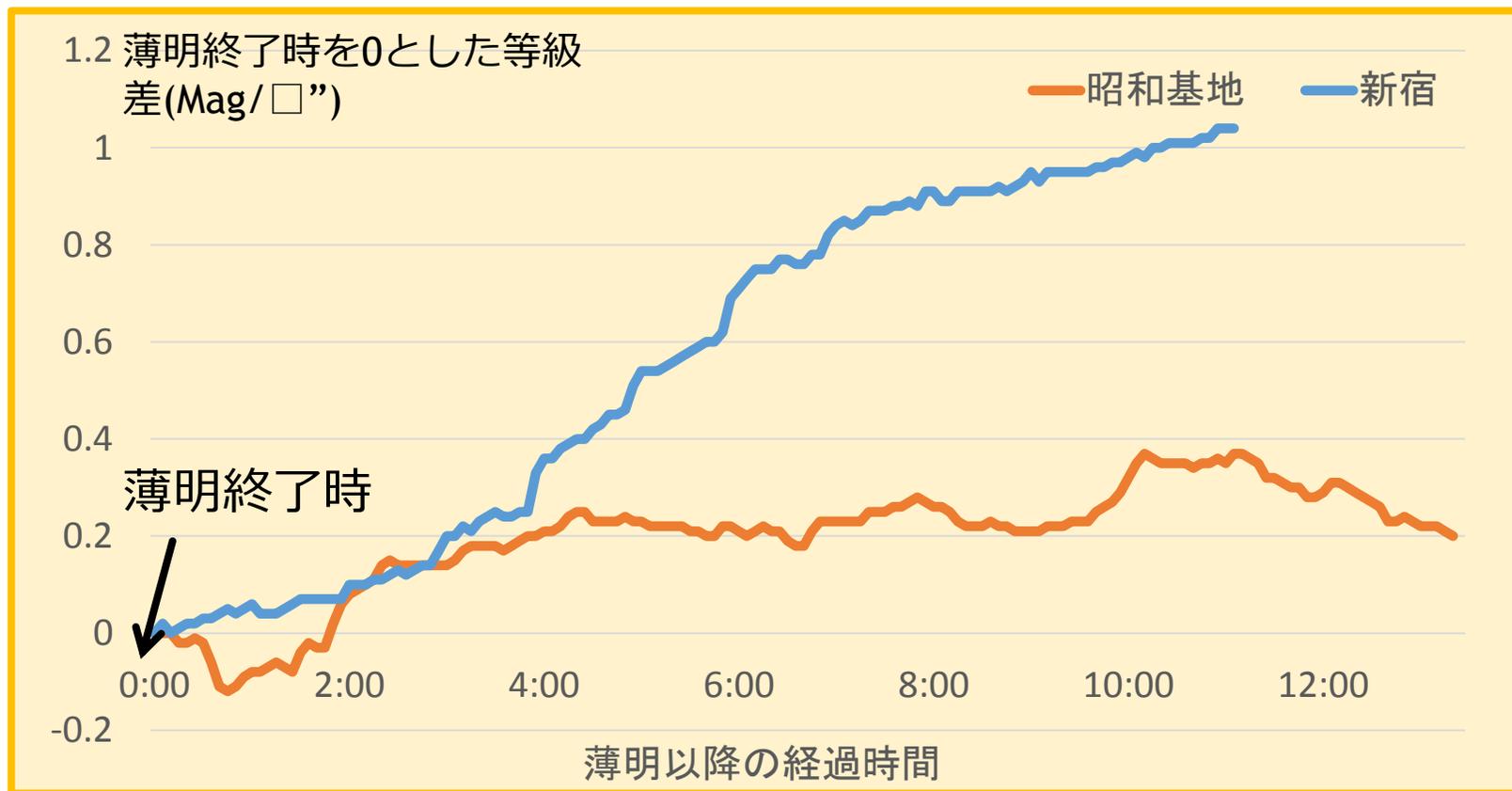
✓ 昭和基地の方が薄明が長い

← 太陽の入射角度が小さい

緯度： 昭和基地 南緯**69度**

～補足資料～

# 薄明終了後の変化



2014/6/26(昭和基地)と2013/12/13(新宿)の薄明終了からの等級変化

✓ 昭和基地は変化が小さい

新宿：「エアロゾル×人工光」

南極：人工光はないが、微弱に変化

～補足資料～

# オーロラ

## オーロラの発生

太陽風が地磁気内のバンアレン帯に一旦捕獲され、磁力線に沿って地球大気に侵入する際に発光したものの。高度が100～200kmの酸素原子が発光すると、緑色になる。

## オーロラの種類による違い

**はっきりしたオーロラ(ディスクリートオーロラ) :**

強いオーロラで、プラズマの勢いが大きく、速度が速い。

**ぼんやりとしたオーロラ(ディフューズオーロラ) :**

弱いオーロラで、プラズマの勢いが小さく、速度が遅い。

～補足資料～

## 南極のエアロゾル

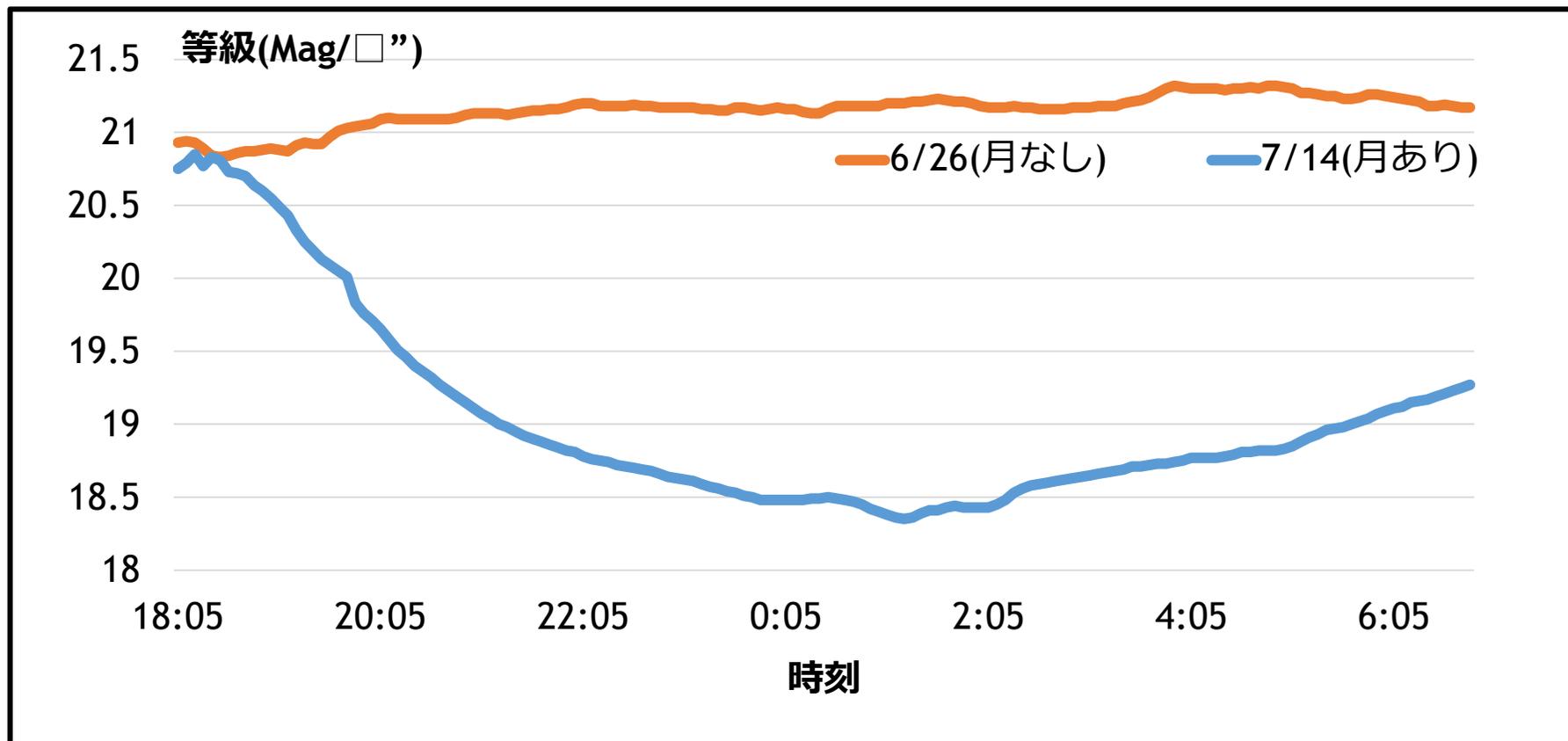
昭和基地と新宿(東京)の光学的厚さの比較

昭和基地	新宿(東京)
<b>0.02</b>	0.20～0.45

昭和基地：大気混濁度(気象庁,2013)の年間平均 日本：Kudo et al. 2010 (観測波長:500nm)

- ✓ 南極では、エアロゾルが非常に少ない
- ✓ エアロゾルとの関係がほとんどないと推定

# ～補足資料～ 月の明るさ



# ～補足資料～ 月の補正

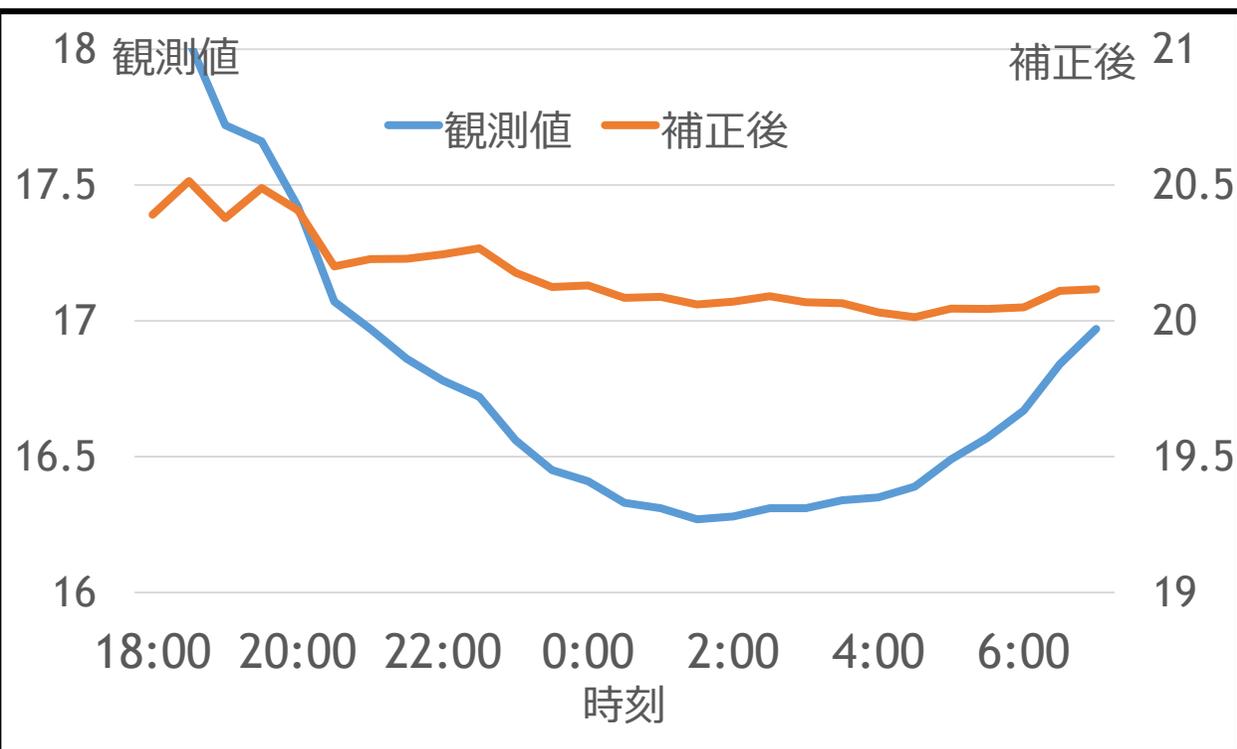
人工光がない南極のデータから月の影響を調べられないか?

目標：月が夜空の明るさに及ぼす影響を明らかにする

## 方法

- ①位相角/天頂高度から月の影響を計算
- ②観測値より月の影響を差し引く

Kevin Krisciunas, Bradley E. Schaefer 著『A MODEL OF THE BRIGHTNESS OF MOONLIGHT』(1991)参考



←満月の翌日の月の影響補正  
(2014/6/14)

～補足資料～

# それぞれの要因

	エアロゾル	月	オーロラ	人工光
南極	無し	あり	あり	無し
新宿	あり	あり	発生しない	あり
起源	自然由来			人工
役割	光の反射 (影響小・大気)	光源 (影響大・大気外)		光源 (影響大・地上)

## 夜空の明るさのメカニズム

人工光(または月・オーロラ)が**おおよその夜空の明るさを決定**

↑

そこにエアロゾル量の変動が**多少影響**(付加要素)