

・学術発表その1

## 謎の天体「高速電波バースト」の正体

会見発表者: 橋本哲也 (国立清華大学)、後藤友嗣 (国立清華大学)

共同研究者: Alvina Y. L. On (UCL), Ting-Yi Lu, Daryl Joe D. Santos, Simon C.-C. Ho, Seong Jin Kim, Ting-Wen Wang, Tiger Y.-Y. Hsiao (国立清華大学)

**概要:** 電波で天体が突然明るくなる「高速電波バースト」は毎日何千回も起こっているにも関わらず、その正体がわかっていない天文学上の未解決問題である。バーストがミリ秒で消えてしまうため他波長で追観測することが難しいことが一因である。現在提案されている候補モデルは50以上も混在する有り体である。我々は一石を投ずるべく、その発生頻度の歴史を紐解くことにより、その正体を白色矮星(単発型)、マグネター(リピート型)等へと限定することに初めて成功した。特に、単発型とリピート型の起源が違うことを統計的に示した点、また単発型バーストの起源を限定したのは本研究が初めてである。本結果は発生頻度歴史というユニークな視点から、これまで暗中模索であった「高速電波バースト」の起源に迫った画期的な一歩である。

本文: 「高速電波バースト」(図 1 左)は遠くの銀河起源であることが知られており、宇宙人説を含む 50 以上もの理論モデルが提唱されている。しかしながら、その正体は明らかになっておらず、高速電波バーストの正体を明らかにする事は天文学の大きな課題となっている(図 1 右)。昨年、マグネターと呼ばれる強力な磁場を持った中性子星が高速電波バーストを生み出している一例が報告されている。しかし、現在見つかっている残り 100 以上の高速電波バーストについては、その正体は全く明らかになっていない。この問題を解決するために、我々は独自の統計的手法を用いて高速電波バーストの起源を強く制限した。



図 1. (左)高速電波バーストの想像図。遠くの銀河から来る謎の電波信号を地上の電波望遠鏡で観測している様子。(右)高速電波バーストの正体として考えられている候補天体。候補天体は白色矮星をはじめとする年齢の古い天体種族(茶色で囲まれた天体)とマグネターをはじめとする若い天体種族(青色で囲まれた天体)に分けられる。

我々は、一度しかバーストを起こさない「単発型」とバーストを繰り返す「リピート型」に分けて、これらが宇宙の歴史上いつ頃、どのくらい発生したか、その発生頻度の歴史を初めて計算した (図 2)。

単発型は過去およそ 100 億年にわたってほぼ一定の割合で起こっており、この傾向は宇宙の古い天体(白色矮星他)の平均密度の進化とよく一致している事が明らかになった(図 2 左)。

これに対し、リピート型の発生頻度は約 100 億年前には現在の値に比べ、およそ 10 倍も大きかった事がわかった。これは単発型とは全く異なった振る舞いであり、単発型とリピート型が別起源であることを示唆している。また、リピート型の発生頻度史は宇宙の若い天体(マグネター他)の平均密度進化とよく一致している(図 2 右)。

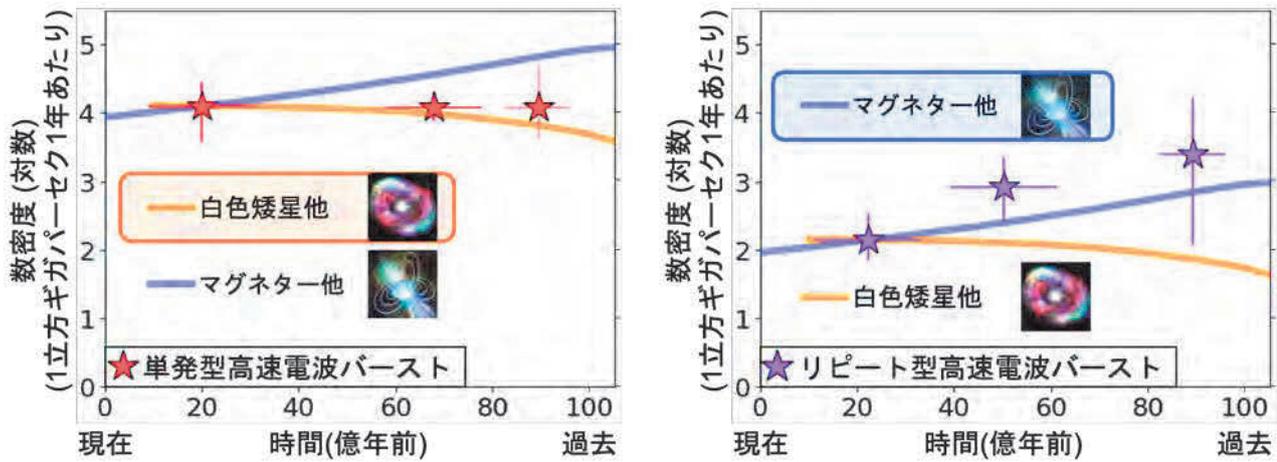


図 2. 高速電波バーストの数密度と宇宙年齢の関係。(左)「単発型」高速電波バーストの数密度が赤色の星印で示されている。赤色の星印は白色矮星をはじめとする年齢の古い天体種族の数密度(茶色の線)とよく一致している。(右)「リピート型」高速電波バーストの数密度が紫色の星印で示されている。紫色の星印はマグネターをはじめとする年齢の若い天体種族の数密度(青色の線)とよく一致している。ギガパーセクは約 30 億光年の距離。

これらの結果は、単発型が白色矮星等の年齢の古い天体種族を起源としており、一方、リピート型はマグネター等の年齢の若い天体種族を起源としている事を示している (図 3)。単発型とリピート型の起源が別であることを統計的に示したのは本研究が初めてである。我々のこの結果は、銀河系内で発見されたマグネター由来のリピート型高速電波バーストの一例とも一致する。統計的に高速電波バーストの正体を強く制限したのはこの研究が初めてである。またこの研究によって初めて単発型の正体に迫る有力な証拠が発見された。

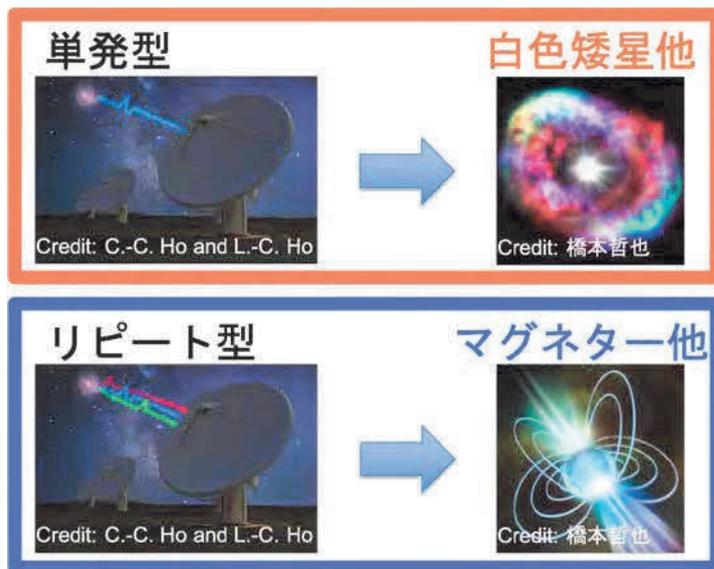
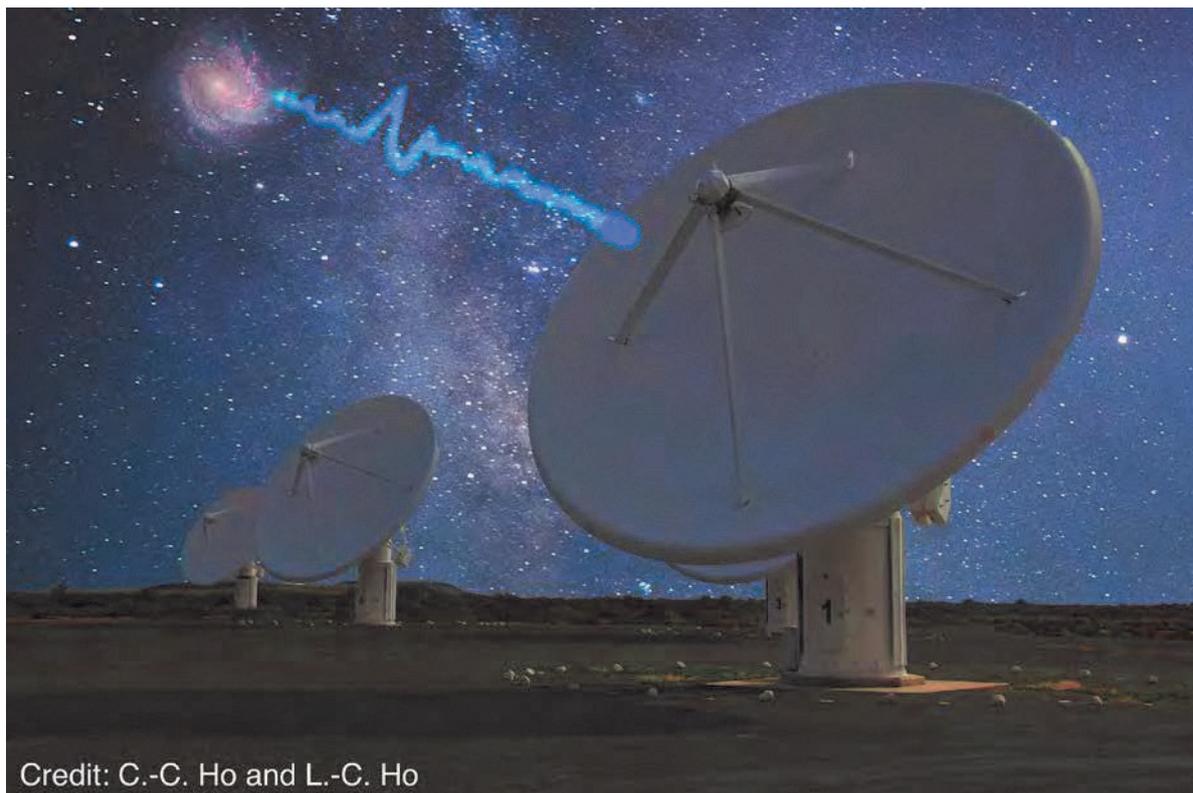
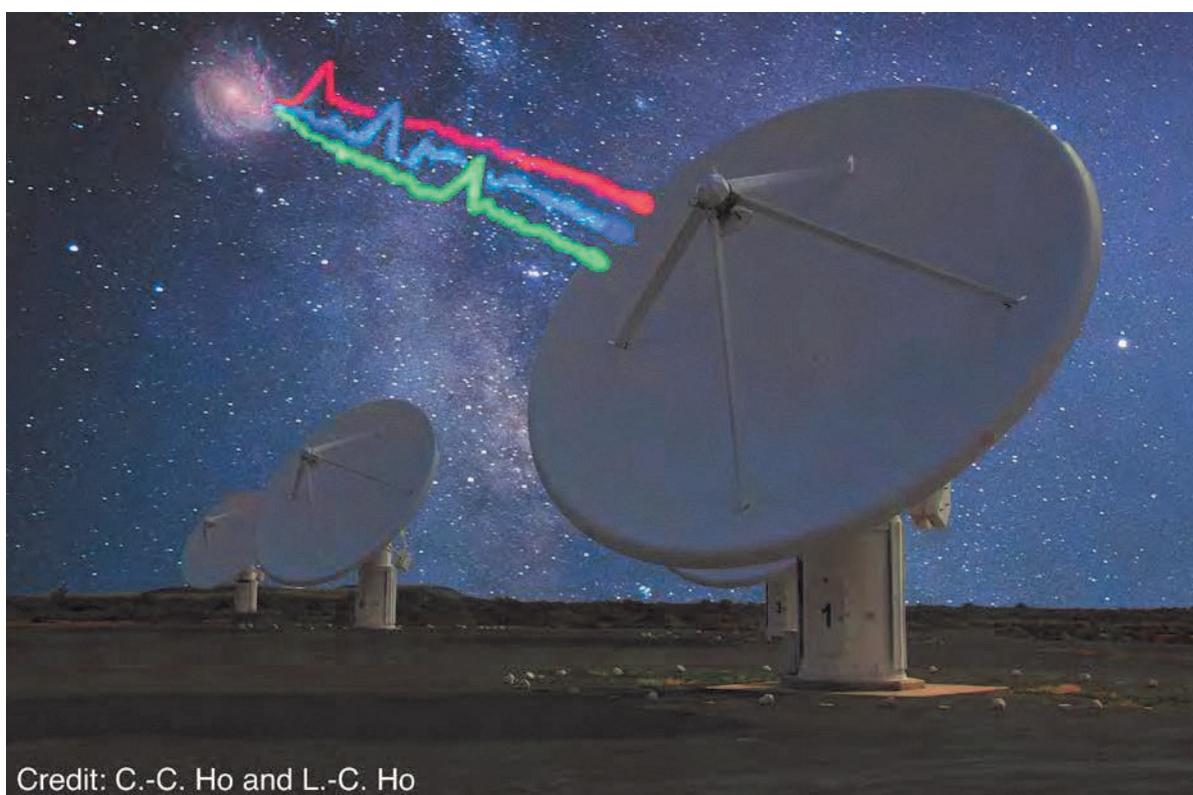


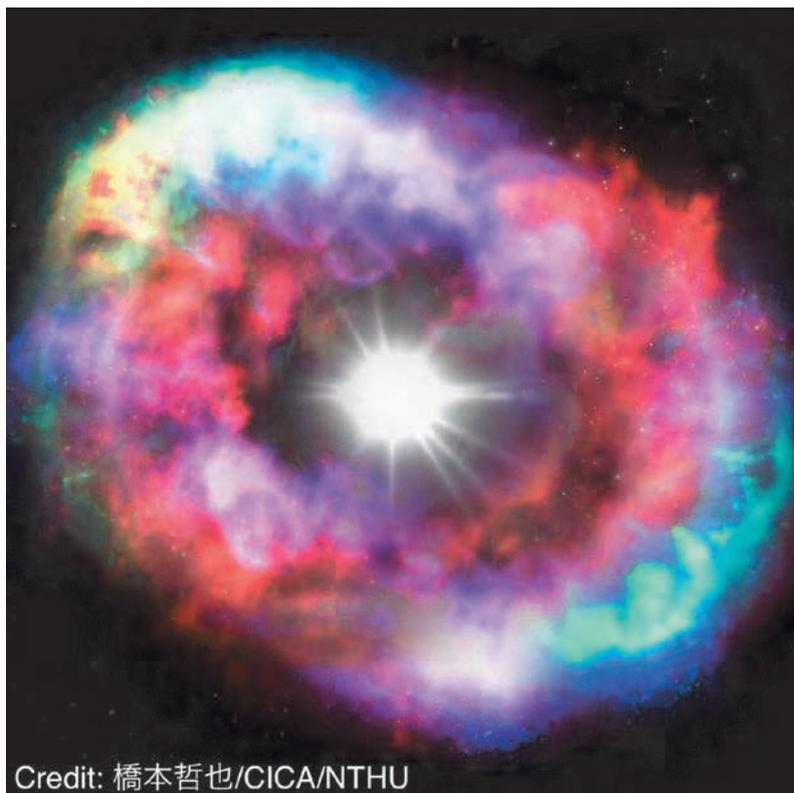
図 3. 本研究で明らかになった高速電波バーストの正体。「単発型」高速電波バーストは白色矮星をはじめとする年齢の古い天体種族を起源としており、一方「リピート型」高速電波バーストはマグネターをはじめとする年齢の若い天体種族を起源としていることがわかった。補足高解像度画像 (併記 URL からダウンロードできます): 単発型高速電波バースト ([http://www.phys.nthu.edu.tw/~tetsuya/FRB\\_LFz/nonrepeatFRB\\_Ho.png](http://www.phys.nthu.edu.tw/~tetsuya/FRB_LFz/nonrepeatFRB_Ho.png))



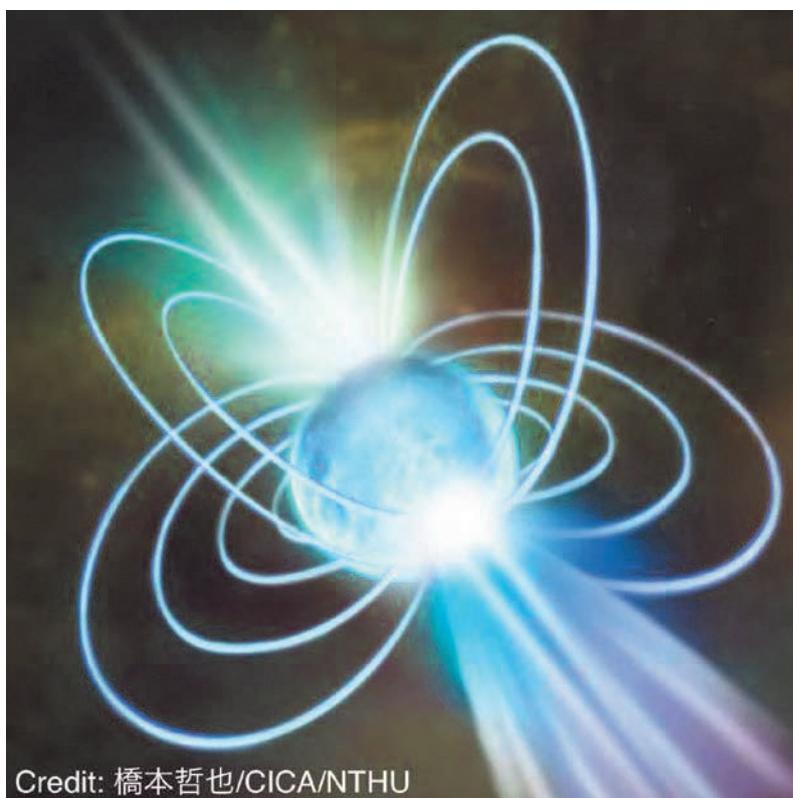
リピート型高速電波バースト ([http://www.phys.nthu.edu.tw/~tetsuya/FRB\\_LFz/repeatingFRB\\_Ho.png](http://www.phys.nthu.edu.tw/~tetsuya/FRB_LFz/repeatingFRB_Ho.png))



白色矮星 ([http://www.phys.nthu.edu.edu.tw/~tetsuya/FRB\\_LFz/white\\_dwarf-0202-3.jpg](http://www.phys.nthu.edu.tw/~tetsuya/FRB_LFz/white_dwarf-0202-3.jpg))



マグネター ([http://www.phys.nthu.edu.tw/~tetsuya/FRB\\_LFz/Magnetar0205-1.jpg](http://www.phys.nthu.edu.tw/~tetsuya/FRB_LFz/Magnetar0205-1.jpg))



・学術発表その2

## 激変する超巨大ブラックホール周辺環境—ALMA がとらえた星間分子破壊の現場

発表者：泉 拓磨（国立天文台/総合研究大学院大学）、馬場 俊介（国立天文台/日本学術振興会）、川室 太希（ディエゴ・ポルタレス大学）

### 概要

宇宙史における超巨大ブラックホールの成長を解き明かすことは現代天文学の最重要課題の一つである。しかし、特に急激な成長を遂げているブラックホールは、成長材料となる星間物質に深く埋もれてしまっているため、従来の可視光線による探査では見落としてしまうという原理的な問題があった。本研究では、その「ブラックホールを隠す物質そのもの」の物理化学的性質に着目し、ブラックホール由来の X 線がもたらす特異な現象（星間分子の破壊と加熱）を、最新の電波望遠鏡アルマによる星間物質の直接高解像度観測で捉えることに世界で初めて成功した。星間化学の知見に基づく本手法を適用することで、今後はブラックホール研究のミッシングピースであった「埋もれたブラックホール」も多数発掘可能となり、その性質の包括的理解につながることを期待される。

### 【背景】

現在の宇宙の大質量銀河の中心には、太陽の数百万倍から数十億倍の質量をもつ「超巨大ブラックホール」が普遍的に存在すると考えられている。ところでブラックホールは、そもそもは、大質量星がその一生の最後に自重で崩壊することで誕生する天体なので、その質量はせいぜい太陽の 100 倍程度と考えるのが妥当だ。つまり、そうした「恒星級ブラックホール」と銀河中心の「超巨大ブラックホール」には、質量において著しい隔りがある。然るになんらかの「ブラックホールの成長機構」を考える必要がある。ここで、過去の研究で判明している重要な機構の一つが「質量降着」である。これは宇宙空間、特に銀河中心部に豊富に存在する「星間物質 = ガスと固体微粒子の混合物」を飲み込むことによりブラックホールが巨大化する機構である。大量の星間物質を飲み込んで成長するブラックホールを詳細に観測する...それが宇宙史におけるブラックホール進化の包括的理解に必須なのである。

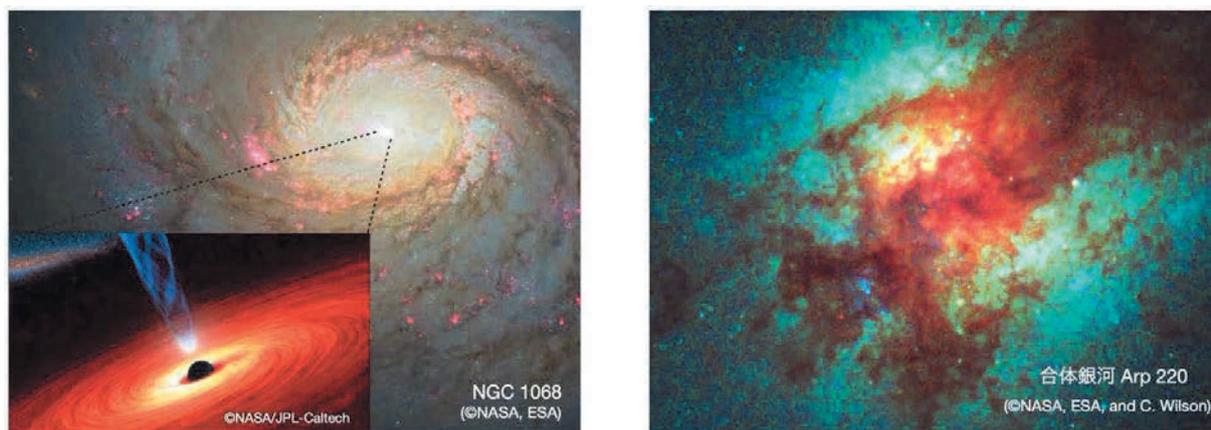


図 1. (左) 近傍宇宙の代表的な活動銀河 NGC 1068 の可視光写真。中心に「活動銀河中心核」（質量降着を伴う超巨大ブラックホール）が存在する。(右) 合体銀河 Arp 220 の可視光写真。中心部には大量の星間物質が存在して可視光線を吸収するため影のように見える。このため、その背後に潜むエネルギー源（例：活動銀河中心核）を可視光観測で特定することは困難を極める。

## 【問題点】

上述の星間物質を飲み込み成長中のブラックホールは「活動銀河中心核」として観測され、時には銀河を凌駕するほど明るく輝く。もちろんブラックホール自体は光らないが、ブラックホール周辺に集まった物質が、超高速運動に起因する高い摩擦熱を元に明るく輝き、活動銀河中心核として認識される（図1左）。こうした活動銀河中心核はこれまで、主に紫外線や可視光線帯における観測により宇宙の古今にわたり数多く発見されてきた。

では、そうした「紫外線/可視光線で見える活動銀河中心核」を調べるだけで、我々はブラックホール進化の全容に迫ることができるのだろうか？**答えは否**。ここでブラックホールがその生涯で最も急激に成長している（＝最も勢いよく星間物質を飲み込んでいる）段階を考えると、それはすなわちブラックホール自身が、餌となる大量の星間物質にごっそり埋もれている段階だろう。このような状況は実は宇宙では頻繁に生じる。たとえば星間物質に富む銀河同士が合体すると、星間物質は一気に合体後の銀河中心に流入し、容易に中心ブラックホールを覆い尽くしてしまう（図1右）。ここで厄介なことに、この星間物質中の固体微粒子は、紫外線や可視光線を吸収してしまう。つまり、従来の紫外線や可視光線の観測（例：すばる望遠鏡による観測）では、こうした「急成長期のブラックホール」はごっそり見落としてしまうのだ。

## 【我々の着眼点】

そうした「星間物質に埋もれた活動銀河中心核の発掘」を可能にするために、我々はブラックホール周辺（銀河中心部の数百光年程度の領域）の星間物質自体、すなわちブラックホールを隠す物質そのものの性質変化に着目した。この空間スケールでの星間物質（ここではガスに注目）の主たる存在形態は、通常の星形成銀河の場合は「分子」であることが知られている。

さて、本研究で鍵となるのは、活動銀河中心核は一般論として、星形成活動に比べて遥かに強力にX線を放つという物理的事実である。X線は銀河中心部の星間ガス（分子ガス）に極めて効率よく作用し、ガスの温度を上昇させ、分子を原子やイオンに分解・電離する。星形成活動の場合はこうした影響は遥かに弱い。つまり、活動銀河中心核が存在することにより、銀河中心部の星間ガスの物理化学的性質が、星形成活動のみを伴う銀河に比べて劇的に変化するので（X線による星間分子破壊）。具体的には、「分子ガス量に比べて、相対的に原子ガスや電離ガス（イオン）の量が激増した環境」が、活動銀河中心核周りには形成されるはずだ。我々は、そうした「環境変化」を観測的に捉えることができれば、翻って「埋もれた活動銀河中心核」の存在を示すことができると考えた。

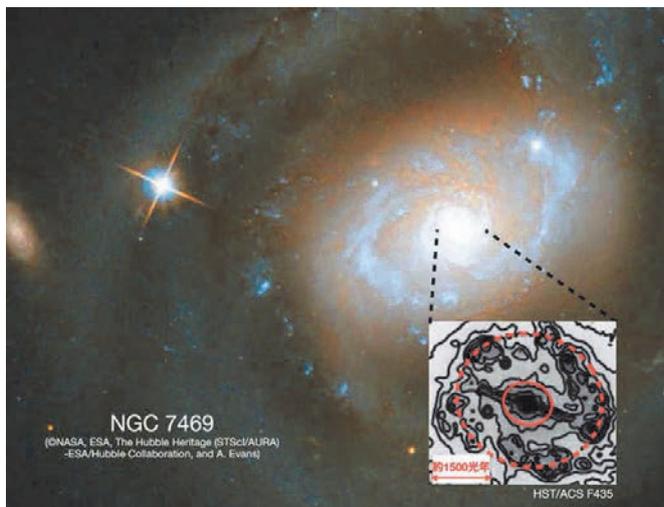


図2. 本研究での観測対象、活動銀河 NGC 7469 の可視光写真。中心をズームした写真も掲載した。真ん中には活動銀河中心核が存在し、その周囲を半径 1500 光年程度の円環状の星形成領域が取り囲んでいる。

### 【ALMA 高解像度観測による検証】

上述の仮説を検証するため、我々は NGC 7469（距離：約 2 億光年）という銀河に対し、最新の電波望遠鏡であるアルマ望遠鏡（ALMA）でガス分布の高解像度観測（解像度 300 光年程度）を実施した。この天体は中心に活動銀河中心核を持ち、同時にその周囲が円環状の星形成領域に取り囲まれたユニークな形状をしている（図 2）。したがって一度の観測で、活動銀河中心核 vs 星形成領域でのガスの物理化学的性質の違いを調査可能な「おトク」な天体である。本研究では、分子ガスの分布の指標として一酸化炭素分子 CO の放射を、原子ガス分布の指標として炭素原子 C の放射を観測した（図 3）。

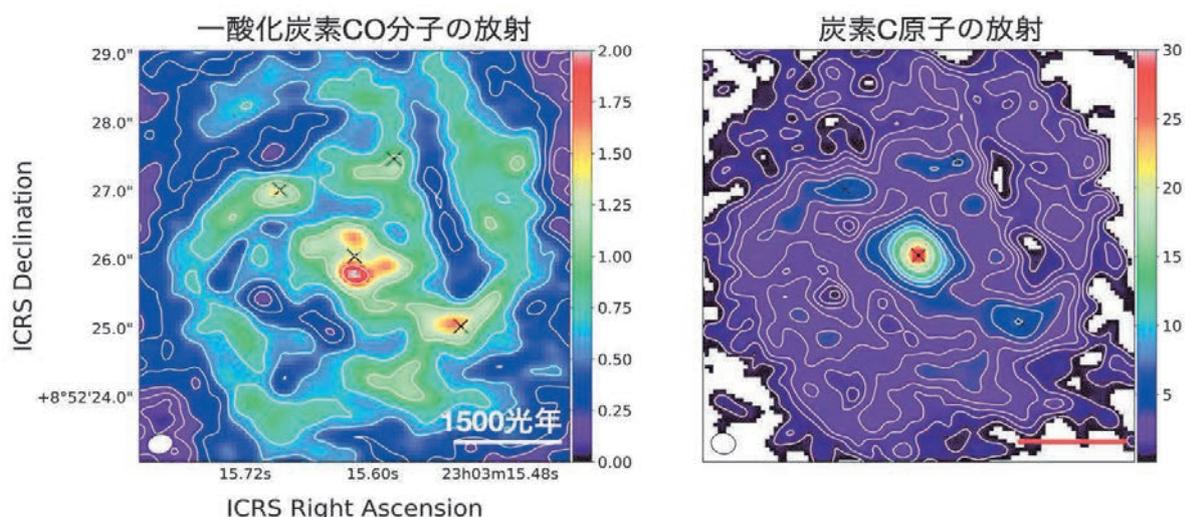


図 3. アルマ望遠鏡による NGC 7469 の観測画像。（左）一酸化炭素分子 CO、（右）炭素原子 C、それぞれの空間分布を示した。左右とも、色が赤くなるほど強度が高いことを意味する（右端のカラーバーを参照）。画像中心に活動銀河中心核があり、その周囲を円環状の星形成領域が取り囲んでいる（図 2 も参照）。明らかに炭素原子 C の放射が、中心核周りに集中していることが見て取れる。このような分布は星形成銀河では観測されていない特異なものだ。

結果、中心核周りでは C 原子放射が著しく強くなっていることを世界で初めて発見した。事実、中心核周りでの C 原子放射/CO 分子放射の強度比は、同銀河の星形成領域や他の星形成銀河に比べて 10 倍以上、我々の銀河系内の静的環境に比べると 100 倍以上にも達する（図 4）。また、中心核周りのガスの温度も、星形成領域の値に比べて数倍以上に増加していることが判明した。詳細なモデル解析の結果、これらの観測結果は明確に、X 線により分子ガスが破壊されて原子ガスに変換され、かつ、X 線加熱によりガスが高温状態になっていることの帰結だと判明した。すなわち、仮説通りに、活動銀河中心核がその X 線放射をもって、周辺環境の物理化学的性質を激変させている様を捉えることに成功したのである（図 5）

### 【本研究を可能にした日本の技術】

本研究の成功の鍵は、アルマ望遠鏡の誇る高解像度と、高周波数観測を可能にした「Band 8 受信機」の存在にある。まず、X 線による分子破壊の現場を適切に捉えるには、銀河中心部の数百光年程度のコンパクトな領域を選択的に観測するための高解像度が必須であり、世界最高性能の電波望遠鏡であるアルマの威力がいかに発揮された。一方で、観測した天体放射のうち、C 原子放射はその発生周波数が高くて（492 GHz）技術的な扱いが難しく、その高感度

観測は長らく困難であった。それを可能にしたのが「アルマ Band 8 受信機」で、これは日本が開発を担当したものである。したがって本研究成果は日本発の技術とアイデアが活かされたものだと自負している。

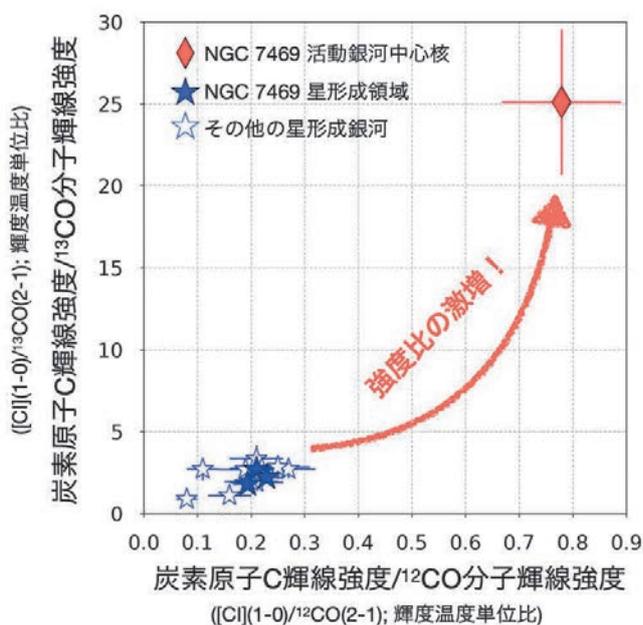


図 4. アルマ望遠鏡により観測された、炭素原子 C の放射と一酸化炭素分子 CO の放射の強度比。横軸は  $^{12}\text{CO}$  を、縦軸はその同位体の  $^{13}\text{CO}$  を分母に用いた強度比をそれぞれ示している。赤ダイヤが NGC 7469 の活動銀河中心核周辺での測定値、青星が同銀河の星形成領域での測定値。参考に、他の星形成銀河での測定値を白抜きの星で示した。明らかに活動銀河中心核において、輝線比が大幅に増加している。これは活動銀河中心核の X 線放射により CO 分子が破壊され、C 原子の量が相対的に増えたことが原因である（激変するブラックホール周辺環境）。

【今後の展望】

X 線を起点とする普遍的な化学反応に基づく本研究成果は非常に手堅く、他天体にも容易に適用可能である。また、CO 分子や C 原子の放射（輝線放射）からは、ガスの「質量」や「運動状態」の情報も同時に得られる。たとえばガスの高速運動が検出されれば、その運動を引き起こす重力源、すなわち中心ブラックホールの質量も推定可能となる。つまり、我々の研究手法は、埋もれた活動銀河中心核の発掘にとどまらず、同時にブラックホール質量や、ブラックホールの餌となるガスの質量という、天体物理学的に基本的かつ重要な情報をもたらす非常に高効率なものとなっている。今後は数多くの天体に本手法を適用し、宇宙史におけるブラックホール進化のミッシングピースであった「埋もれた活動銀河中心核」の詳細な性質を明らかにし、超巨大ブラックホール進化の包括的理解につなげることを計画している。

発表者：

- 泉 拓磨 (国立天文台)
- 馬場 俊介 (国立天文台/日本学術振興会)
- 川室 太希 (ディエゴ・ポルタレス大)

関連する学会講演：

- 講演番号 R01a (3月17日 09:30)
- 活動銀河 NGC 7469 における高解像度 CO 分子・C 原子輝線観測 I. X-ray Dominated Region の特性に基づくサブミリ波帯熱源診断
- 泉拓磨、今西昌俊、中西康一郎、Dieu Nguyen、馬場俊介、原田ななせ、中野すずか、川室太希、河野孝太郎、松下聡樹

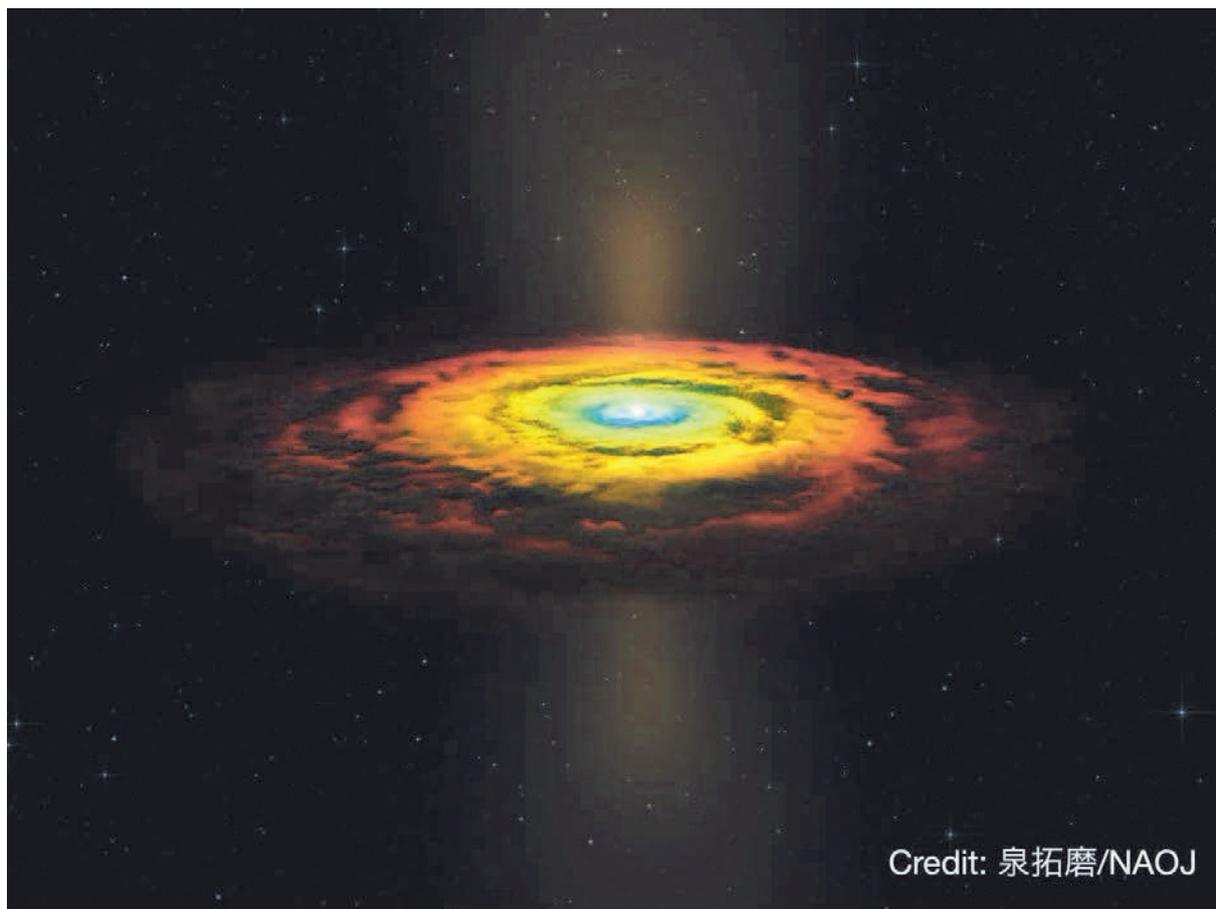


図 5. 我々の観測結果に基づく活動銀河中心核周辺の星間物質（ガス）分布の想像図。茶色部分が分子ガスを、真ん中の青白い部分が活動銀河中心核ごく近傍の電離ガスを示す。両者の間の黄色い領域が、原子ガスが大量に存在する部分に対応。この原子ガスは、活動銀河中心核の X 線放射によって分子ガスが効率良く破壊されたことで生成されている。(クレジットなしのイラストは [https://www.dropbox.com/s/rou0otkqfkcm7/lzumi\\_SMBH\\_illustration.png?dl=0](https://www.dropbox.com/s/rou0otkqfkcm7/lzumi_SMBH_illustration.png?dl=0) で入手可能)

## 行方不明だった 1887 年の内務省回収分の日食観測記録の発見

～日本初の「一般市民参加型天文イベント」の全体像～

- 発表者： 福島 薫（川崎天文同好会）
- 発表補助者： 渡部 潤一（自然科学研究機構 国立天文台天文情報センター 教授・副台長）
- 年会講演： 3月17日（水）13:24～13:36 「天文教育・広報普及・その他」（H会場）

Y14a：「行方不明だった 1887 年の内務省回収分の日食観測記録の発見」

### 概要

1887年8月19日、我が国で皆既日食が観測され、アメリカから日食観測遠征隊が来日した。その際、隊長 D. P. トッド教授と明治政府との協力により、一般市民による日食観測が実施された。参加者より提出された観測記録は、文部省、内務省により回収され、文部省回収分は現在国立天文台三鷹図書室に保存されている。しかし、内務省回収分は長い間行方不明のままであった。

2019年、アメリカ・エール大学図書館に所蔵されている「D. P. トッド文書」のデータを入手し、1887年のトッド教授日本遠征に関する膨大な未公開資料を調べたところ、その中に内務省回収分の一般市民による日食観測記録が含まれていることを発見した。その他別ルートからの回収分数点も含め、10県より合計165グループから提出された、83点のコロナスケッチ、105点の皆既時間観測記録が見つかった。中でも、十代前半の少年による観測記録が2点確認できたことは特筆すべきである。

これで文部省、内務省回収分が揃ったこととなった。回収された記録は、我が国の近代黎明期において、未体験の天文現象の記録作成に真摯に取り組んだ人々の生の声が聞こえる、貴重な資料である。

本発表では、入手した資料の分析から明らかになった、日本初の『一般市民参加型天文イベント』の全体像を紹介する。

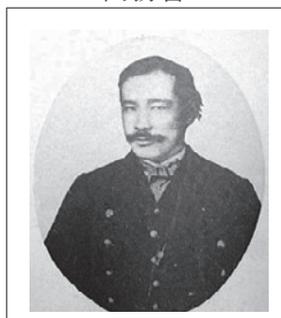
### I. イベント開催のキーパーソン

米国日食観測日本遠征隊長



デビッド P. トッド教授  
David Peck Todd (1855-1939)  
アマースト大学附属天文台長  
(1882-1917)

内務省



荒井郁之助  
地理局観象台長  
中央気象台長

文部省



菊池大麓  
帝国大学  
理科大学学長

Wikipedia

## II. 主な観測地及び接触時刻



### 各省より派遣された観測隊 ② ~ ⑥

- ③ 帝国大学理科大学 寺尾寿隊  
(栃木県那須郡高久村愛宕山)
- ④ 海軍省 水路部測量班長 少佐 磯野健  
(石川県珠洲郡石ヶ峯)
- ⑤ 内務省地理局 属 三浦清俊  
(栃木県河内郡宇都宮町八幡山)

Eclipse Predictions by Fred Espenak, NASA GSFC Emeritus, NASA Eclipse Website

②	①	⑥
内務省地理局 荒井郁之助隊	米国観測遠征 D.P. トッド隊	内務省地理局 小林一知隊
新潟県南蒲原郡東大崎村永明寺山	福島県西白河郡白河城址	千葉県海上郡高神村愛宕山
第1接触 14:13:21	第1接触 14:15:47	第1接触 14:19:02
第2接触 15:23:33	第2接触 15:25:25	第2接触 15:28:55
第3接触 15:26:47	第3接触 15:28:34	第3接触 15:30:59
第4接触 16:30:03	第4接触 16:31:17	第4接触 16:33:50

## III. 1887年8月19日一般市民による日食観測の概要

企画・提案	デビッド P. トッド教授	日本遠征隊隊長	
観測目的	コロナスケッチ	①外部コロナ調査 (当時の写真技術では撮影困難) ②黒点の減少とコロナ形状との相関関係調査	
	皆既時間観測	計算上の月の軌道の補正 (航海暦の精度向上)	
主催者	文部省 (担当: 菊池大麓 帝国大学理科大学学長)		
	内務省 (担当: 荒井郁之助二等技師 (地理局観測課 観象台長・中央気象台長))		
費用負担	主に文部省と思われる。	金額不明	
役割分担	総合監修	菊池大麓	
	日食観測手引書原案	トッド教授	
	翻訳原案、印刷その他手配	芦野敬三郎	帝国大学理科大学星学科学生
	観測指定地域選定	文部省が原案作成	
手引書	手引書配布	文部省、内務省	
	「白光写図心得」	皆既中心線より 23 里以内の指定地域に配布	150 部
	「皆既時間観測ノ心得」	南北皆既限界線内 6 里半以内の指定地域に配布	100 部
配布先	文部省より (各県経由)	小・中学校中心	
	内務省より (各県経由)	郡役所、戸長役場、警察署中心	
公告	官報	8月5日	第1231号
回収と分配	郡、県⇒内務省⇒地理局観測課⇒駐日米国公使館⇒トッド教授	159グループ	1888年7月23日アマースト大学着(現在)エール大学図書館所蔵
	その他のルート⇒トッド教授	7グループ*	(現在)エール大学図書館所蔵
	郡、県⇒文部省⇒帝国大学理科大学天象台	95グループ	帝国大学理科大学天象台保管(現在)国立天文台三鷹図書室

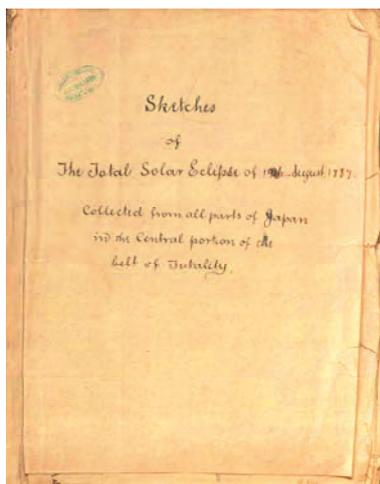
\*内務省回収分と1グループ重複

#### IV. 内務省回収分 日食観測記録

##### 1. コロナスケッチ綴り (75枚)

内務省地理局観測課 (記録の整理。1888年5月~6月初旬頃発送) ➡ 米国公使館(英文追記。1888年6月29日発送) ➡ トッド教授 (1888年7月23日受領)

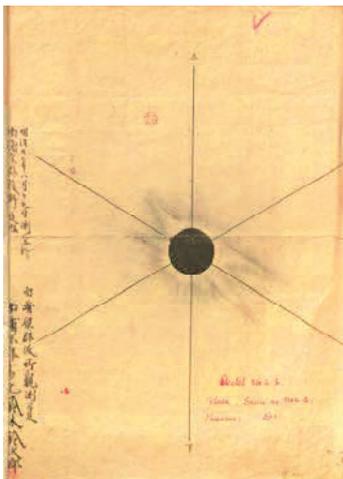
The David Peck Todd Papers, MS 496B, Manuscripts & Archives, Yale University Library



##### 内務省回収分

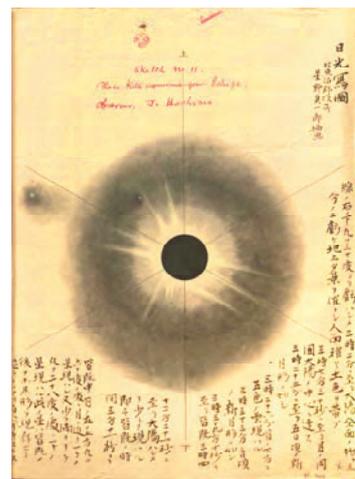
##### コロナスケッチ綴りの表紙

タイトルは荒井郁之助直筆。左上に1888年7月23日アマースト大学天文台の受領印が見える。



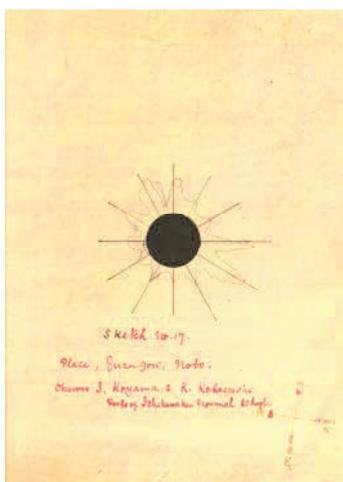
##### 観測者：鈴木鈴次郎 (新潟県南蒲原郡書記)

観測地：南蒲原郡役所  
内務省の公式観測報告書に紹介されている。



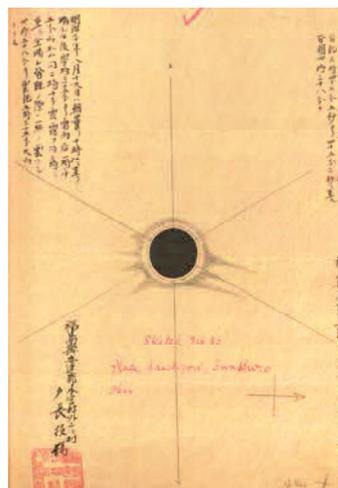
##### 観測者：星野貞一郎

観測地：新潟県北魚沼郡役所  
皆既時間、景況、皆既時に見えた星等が詳しく報告されている。



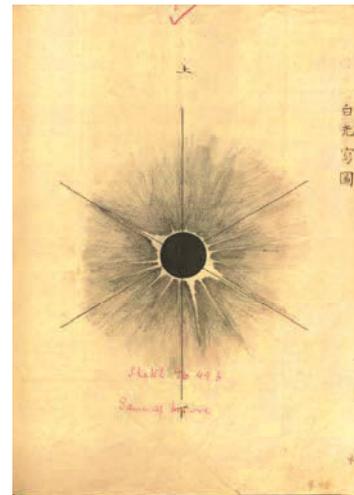
##### 観測者：コヤマ、コバヤシ (石川県師範学校教授)

観測地：石川県珠洲郡



##### 観測者：福島県安達郡本宮村 外二ヶ村 戸長役場

観測地：福島県安達郡本宮村字館越  
皆既時間他、当日の目まぐるしく変わる空模様が書かれている。皆既の際は晴れ渡った。

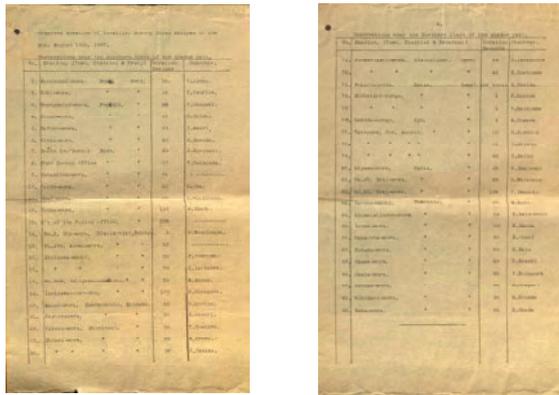


##### 観測者：飯島徳助

観測地：千葉県香取郡佐原町  
戸長役場  
原画を基にした仕上げ図

## 2. 皆既時間観測記録リスト (4枚) (86件)

The David Peck Todd Papers, MS 496B, Manuscripts & Archives, Yale University Library



皆既南限界線側

皆既北限界線側

左より：連番、観測地、既時間、観測者名

内務省地理局観測課 (記録のリスト化。  
1888年5月~6月初旬頃発送)



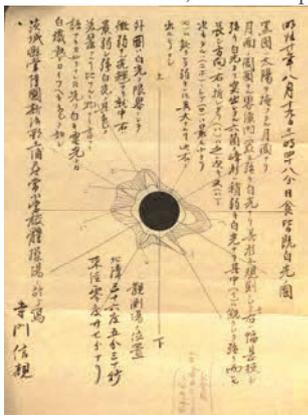
米国公使館 (英文でタイプ。1888年  
6月29日発送)



トッド教授 (1888年7月23日受領)

## V. 別ルートで回収された観測記録 (7件)

The David Peck Todd Papers,  
MS 496B, Manuscripts & Archives, Yale University Library



観測者 (郵送) (6件)



米国公使館  
(1887年9月15日発送)



トッド教授受領 (到着日不明)

観測者 (手渡し) (1件)

(1887年9月12日)



トッド教授

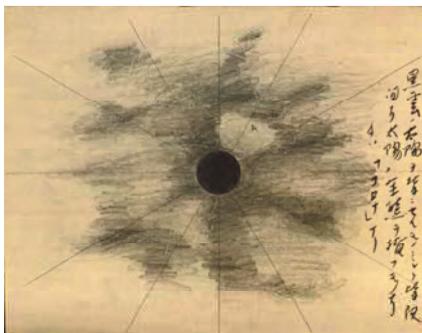
観測者：寺門信親

観測地：茨城県新治郡土浦尋常小学校体操場

コロナの形状、色なども詳細に記録。裏面には、空模様、コロナ出現の様子などが詳しく描写されている。

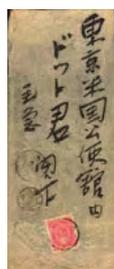
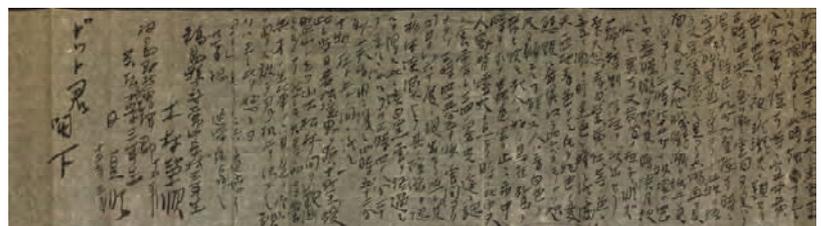
## VI. 小学生、中学生による観測記録 (2件)

The David Peck Todd Papers,  
MS 496B, Manuscripts & Archives, Yale University Library



木村榮順 (福島県尋常中学校3年生  
15歳)

貞時 (若松高等小学校3年生  
12歳)



観測地：福島県北会津郡 飯盛山の麓

当日早朝からの天候、蝕の進行状況と周囲の景況、皆既時の様子等が詳細に記されている。兄は、夏休みの為、郡山から実家に帰省中だったと思われる。

VII. エール大学図書館所蔵記録と国立天文台三鷹図書室所蔵記録の統合

報告数	エール大学 図書館 (内務省回収分 + 別ルート回収分)				国立天文台 三鷹図書室			
	コロナスケッチ		皆既時間観測		コロナスケッチ		皆既時間観測	
	スケッチ用紙	皆既時間報告書中	スケッチ用紙上	皆既時間リスト/報告書	スケッチ用紙	皆既時間報告書中	スケッチ用紙上	皆既時間報告書
	81	2	16	89	71	16	35	15
観測地不明	0		0		7	0	1	0
観測記録合計	83		105		94		51	
観測グループ数	165*				95*			

\* 同一グループからの報告が5件あり。

VIII. 観測地点全図



コロナスケッチ指定地		皆既時間観測指定地		皆既帯外	
エール大学	国立天文台	エール大学	国立天文台	エール大学	国立天文台

(以上)