

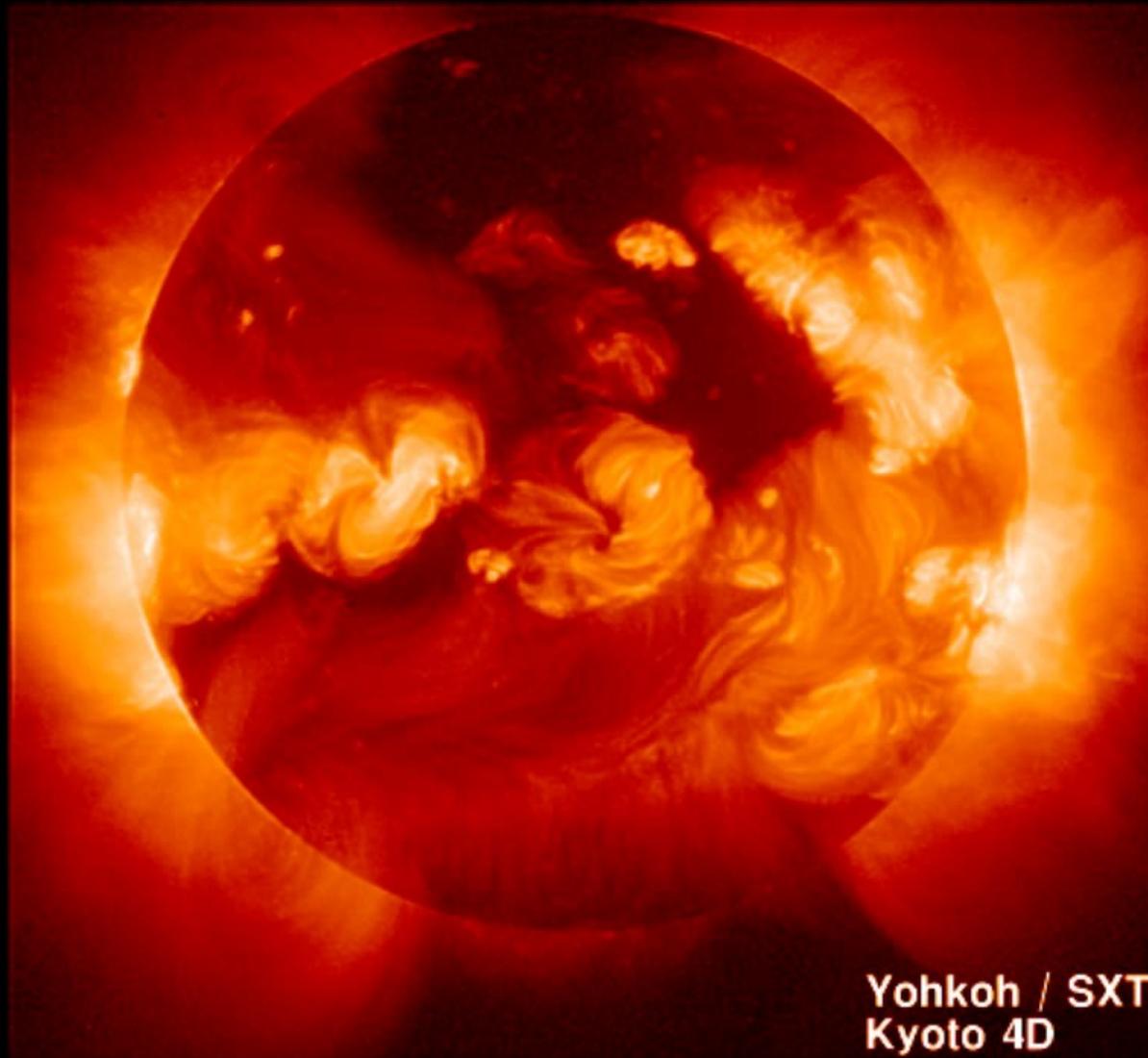
歴史文献から探る過去の太陽活動

磯部洋明

京都市立芸術大学美術学部

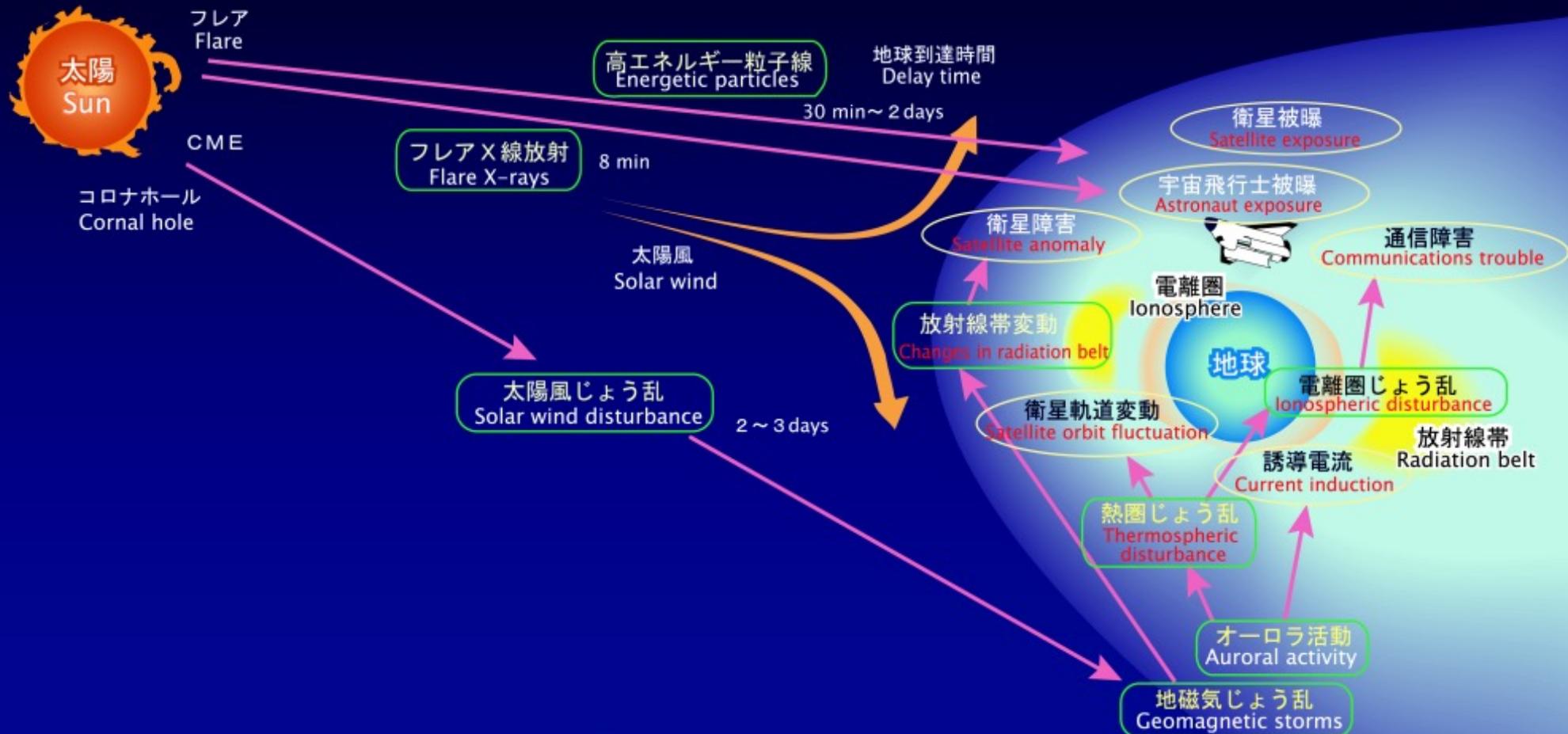
X線で見た太陽

1992/01/12



Space Weather as a newly emerging natural hazard

太陽フレアの地球環境・人類文明への影響＝宇宙天気



Space weather: cause and effect
宇宙環境擾乱の発生と障害

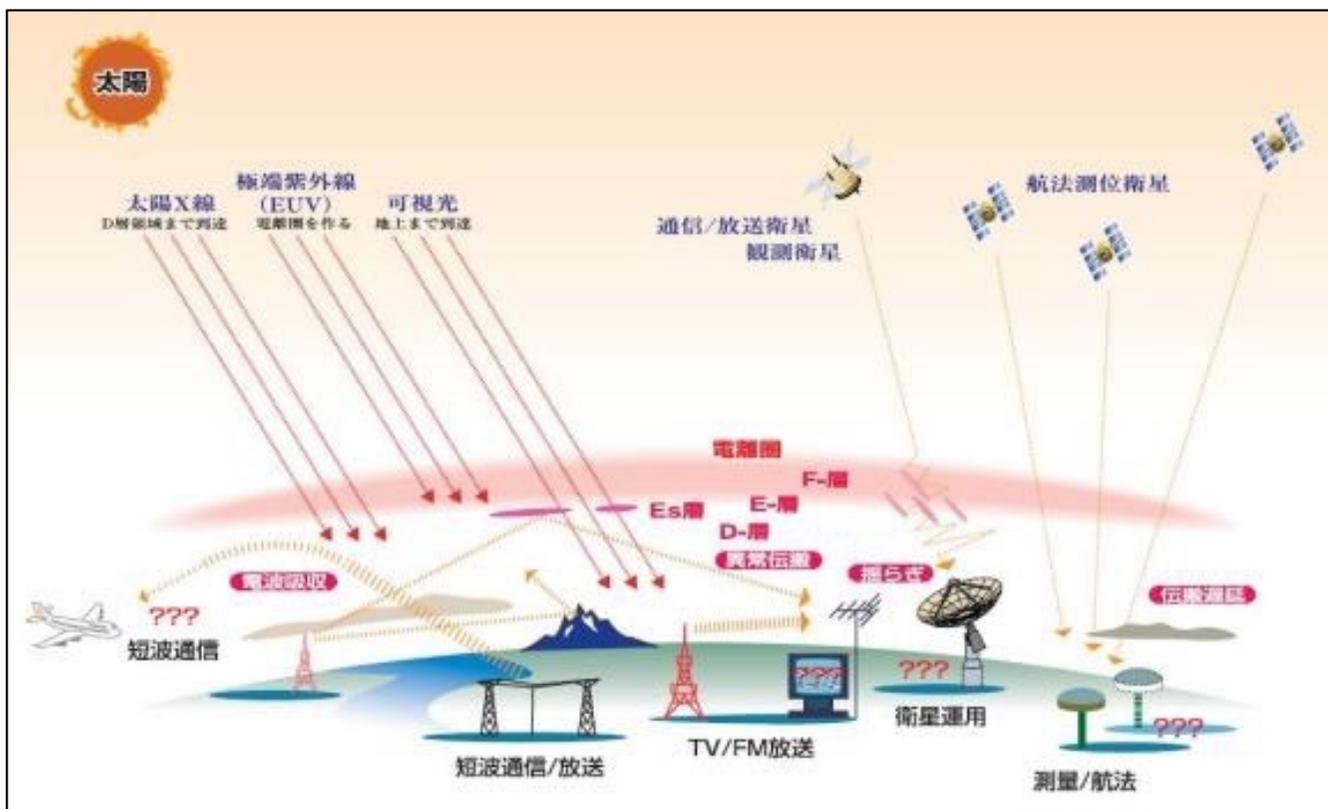
磁気圏
Magnetosphere

宇宙天気現象による被害

- 人工衛星の故障
 - 通信・放送、GPSの障害
- 宇宙飛行士、航空機被曝
- 発電所・送電線網の障害（停電）
- 1859年に起きた観測史上最大のフレアが現在の地球を直撃すれば、経済損失は2兆ドル



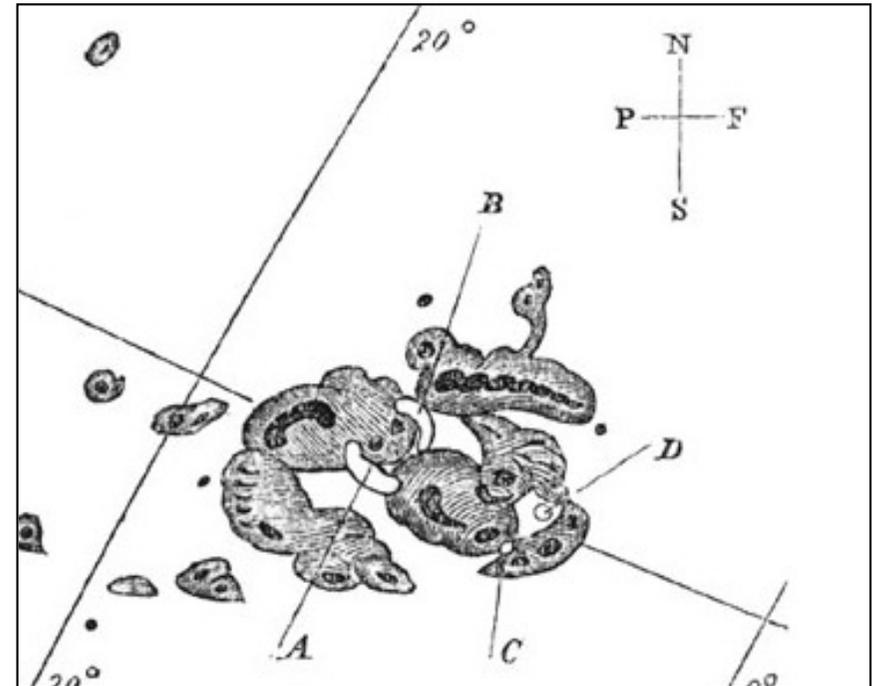
1989年のフレアで被害をうけた米NJ州の原発の変圧器



電離圏擾乱と通信、測位障害(NICT)

キャリントンフレア (1859年9月)

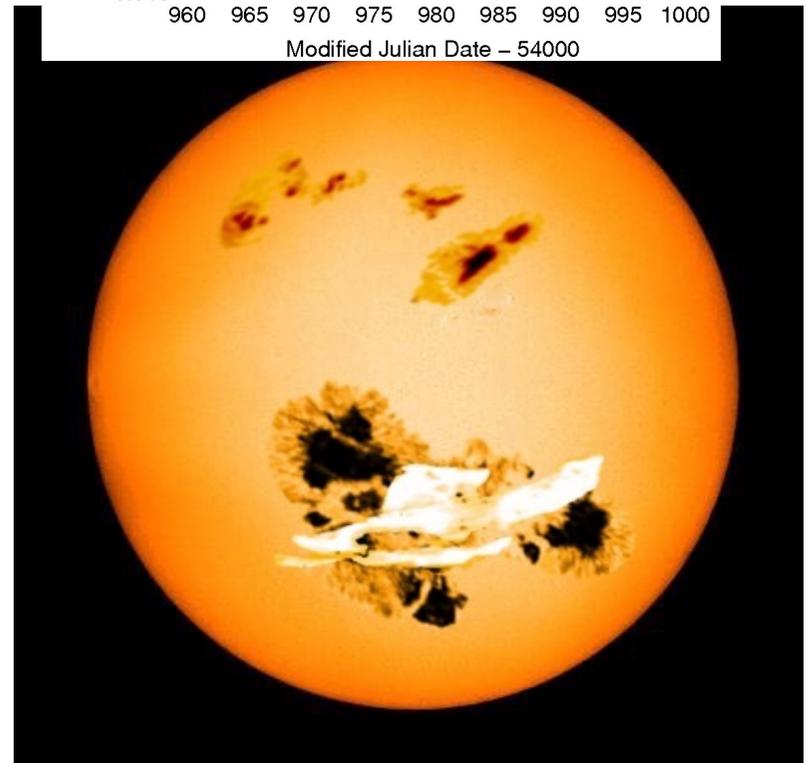
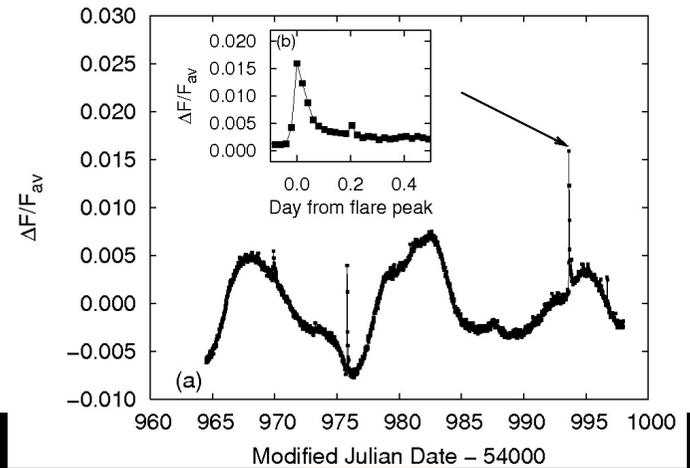
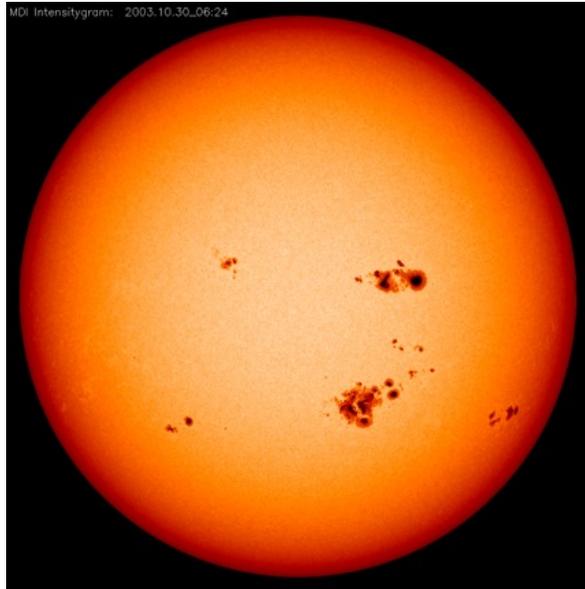
- 近代観測史上最大のフレア-宇宙天気現象
- キューバやバハナなど低緯度でもオーロラを観測
- 日本でも青森県や和歌山県見えたらしい (後述)



- 2012年7月23日、キャリントンフレアと同程度と思われるフレアが発生。地球から見て太陽の横側だったので被害はなかった

太陽型星でスーパーフレア Maehara+2012

太陽

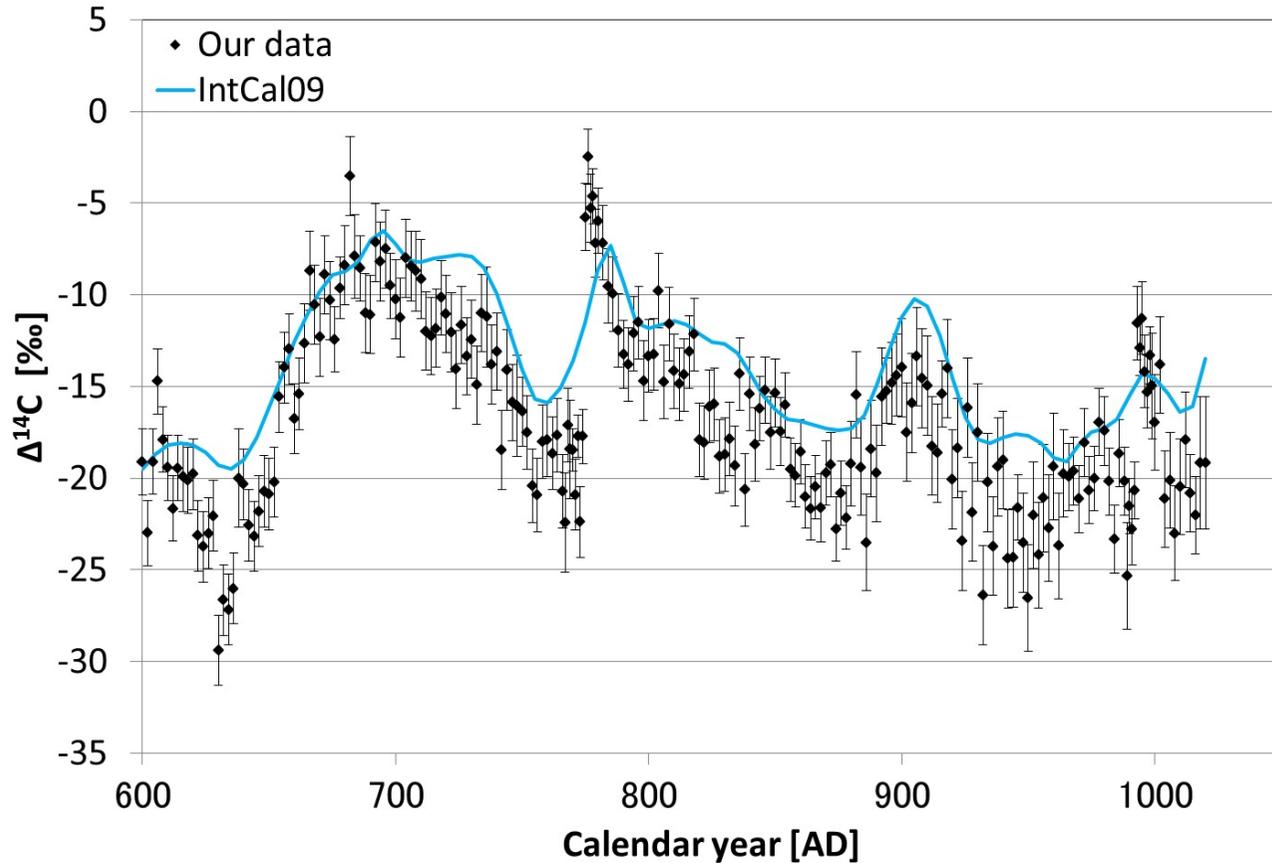


キャリントンフレアの100-1000倍もの
フレアが太陽型星であいついで発見。

もし太陽でおきれば大災害
(詳しくは2/12の金曜天文講話で)

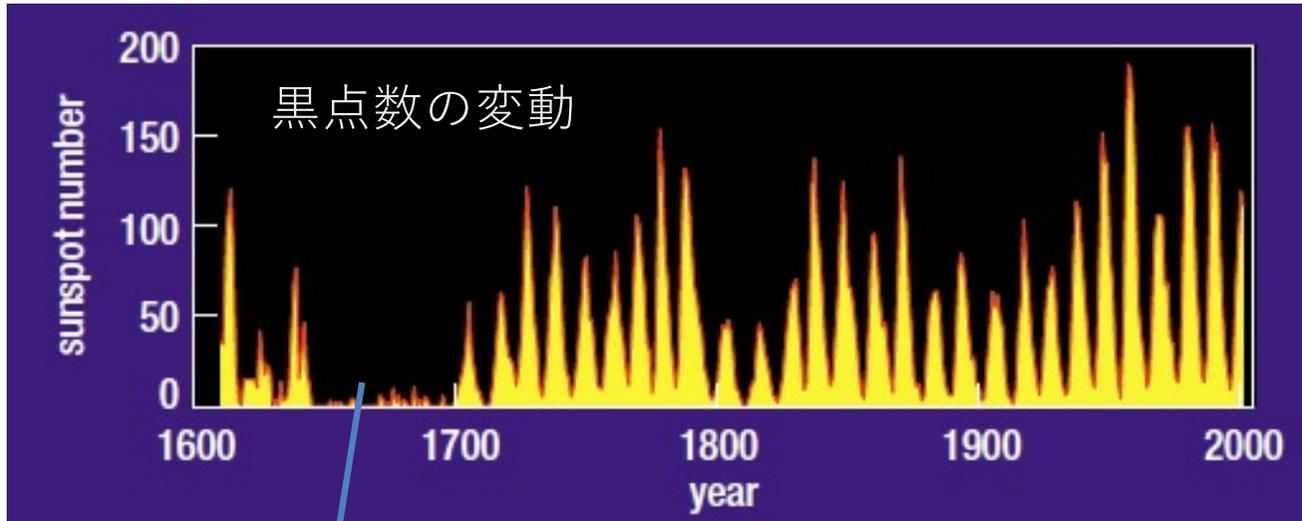
スーパーフレアを起こす太陽型星 (想像図)

太陽でもスーパーフレアは起きていた？



年輪中の放射性同位体 ^{14}C の変動。8世紀の末と10世紀の末に前年から不連続に増加がみられる (Miyake et al. 2012, 2013)。宇宙から地球大気に短期間に大量の放射線が降り注いだ証拠。太陽起源だとすればキャリントンフレアを超える規模のスーパーフレアのはず！？

太陽活動の地球気候への影響



太陽黒点数の変化

マウンダーミニмум



- 17世紀後半、黒点がほとんどなかった「マウンダーミニмум」の時、地球はミニ氷期だった。
- より長期的に見ても、太陽活動と地球気候の間に相関がある（最近の温暖化との関連は議論にはなっているが不明）

そのころのイギリスのテムズ川をかいた絵

ここまでのまとめ

- 太陽の黒点は磁場の強い領域であり、磁場のエネルギーでフレア（太陽面爆発）など様々な現象がおきる
- 太陽の磁気活動にともなう宇宙環境の変動 = 宇宙天気は、人工衛星や送電線網、GPSなど現代的なインフラに多大な影響を及ぼす新しい自然災害
- 観測史上最大と呼ばれていた1859年のキャリントンフレアを超えるスーパーフレアが起きうることを示唆する研究（太陽型星、放射性同位体の観測）
- 太陽活動は地球の気候にも影響がある
- 太陽活動の長期変動、そして太陽フレアはどこまで巨大なものができるのか、その頻度はどれくらいか、ということを知りたい。=>歴史文献

歴史文献から過去の天文現象を探る

SCIENTIFIC
AMERICAN

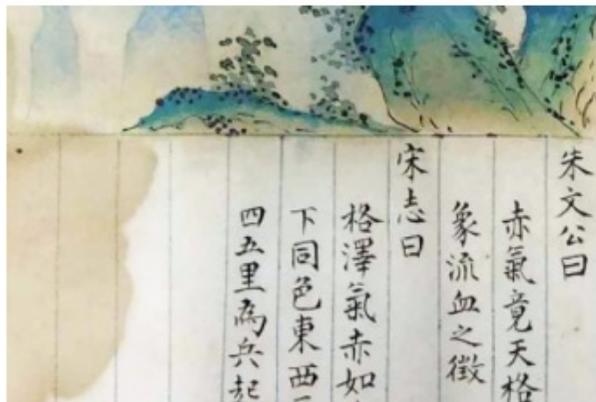
English ▼ Cart Sign In

SPACE

Ancient Documents Reveal Sunspots, Auroras and Other Solar Activity before Galileo

Some references to the phenomena date as early as the seventh century

By Rachel Nuwer on July 1, 2016 Select Language ▼



A premodern drawing of what may be an aurora in the Chinese manuscript "Tianyuán Yǔlì Xiàngyǐfú." Credit: COURTESY OF NATIONAL ARCHIVES OF JAPAN

Until Galileo kick-started modern astronomy in the early 1600s, the record of

京都新聞

都新聞社
11月25日
分 更新

予報

18時

21時

字報

市長と
の

聞
レコ
ン

都新聞
11月25日

京都コンピュータ学院 >> オープンキャンパス開催中

トマト倶楽部

マイハストロ

出版案内

福祉事業団

Kotoshirube

京都新聞AR

住まい 京都の病院 老舗案内 お取り寄せ こころのわ 京都サンガ Bリーグ 紅葉
トップ 滋賀ニュース 地域ニュース 政治・社会 スポーツ 経済 株・為替 教育・大学

歴史書で宇宙「観測」 京大、成果相次ぐ

印刷用画面を開く

観測手段が未発達だった頃の宇宙の状態を推測するため、歴史書や過去の記録を活用する手法が広がっている。数百年以上をかけて変化することもある自然現象に対し、蓄積された史料を生かして調べようという試みだ。京大では300年にわたる中国の歴史書や、半世紀前に違う目的で行った観測記録を洗い直して成果を出した。先人の遺産は、新たな科学の発見の宝庫となる可能性を秘めているようだ。

清朝（1616～1912年）の前史を含めた記録「清史稿」。全536巻で、太祖ヌルハチの時代から辛亥革命で政権が変わるまでを、皇帝の行いや政治制度、天変地異などさまざまな観点から記す。

中国では天体の変化が王朝の行く末に影響すると考えられ、専門の役人が夜空を観察する伝統がある。京大総合生学館の磯部洋明准教授や理学研究科大学院生の河村聡人さんらはこの点に着目。文学研究科の大学院生で東洋史を専攻する早川尚志さんと協力し、過去のオーロラの記録から太陽活動の推測を試みた。



京都大に残っていた印画紙による過去の地磁気の記録。奥にあるのは当時用いた観測機器（京都市左京区・京大）



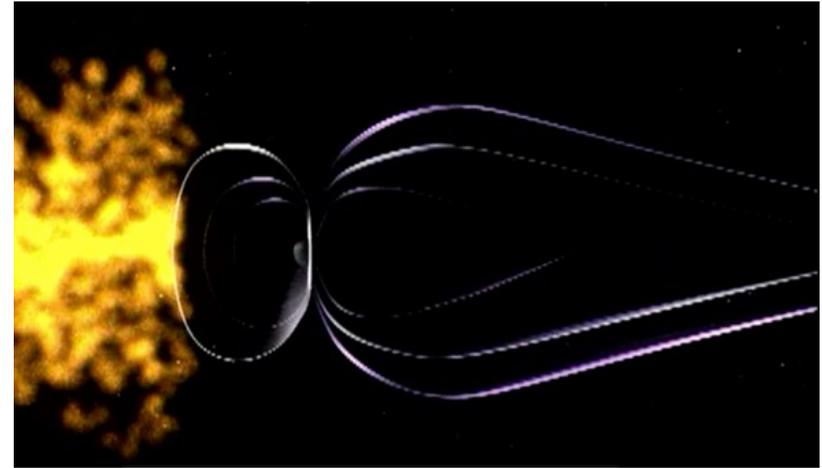
ADVERTISEMENT | REPORT A

LATEST NEWS



The Real Story
Plymouth Rock

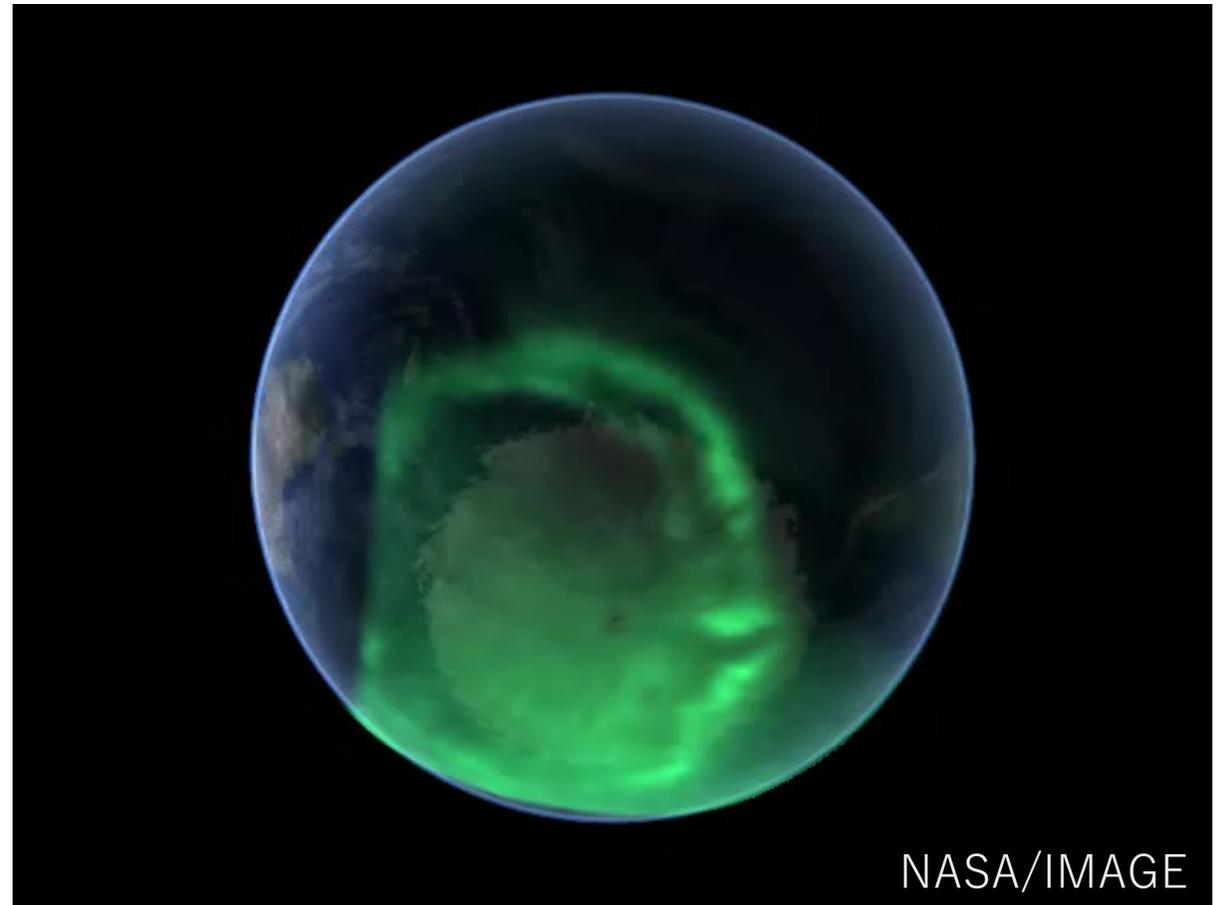
太陽活動 低緯度オーロラ



オーロラは磁極を囲むリング状に発生する

地磁気嵐が発達すると、
オーロラ帯が低緯度に広がる

低緯度でオーロラが見られた記録があれば、巨大な地磁気嵐が起きた証拠であり、従って巨大な太陽フレアが起きたことの関節的な証拠となる。



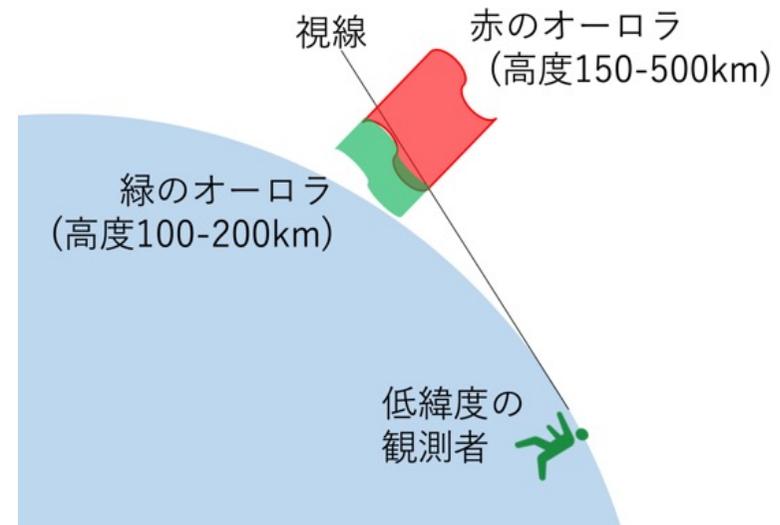
歴史文献中に記録された中低緯度オーロラ

漢字文化圏では「赤氣」や「白氣」といった言葉で記録されていた。



天元玉曆祥異賦， 国立国会図書館蔵

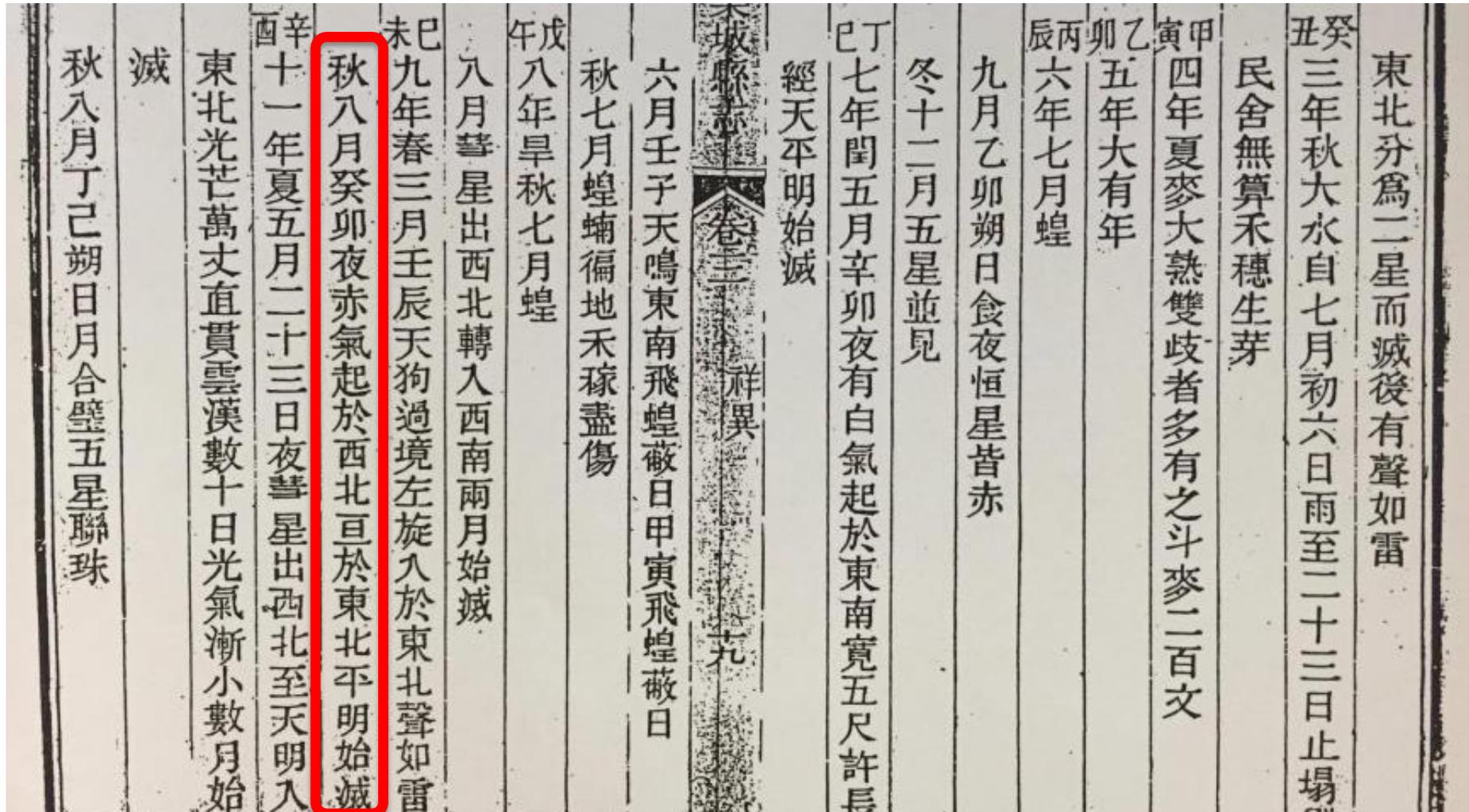
オーロラは高度により色が異なり、低緯度から見えるオーロラは赤い部分だけが見えることが多い。





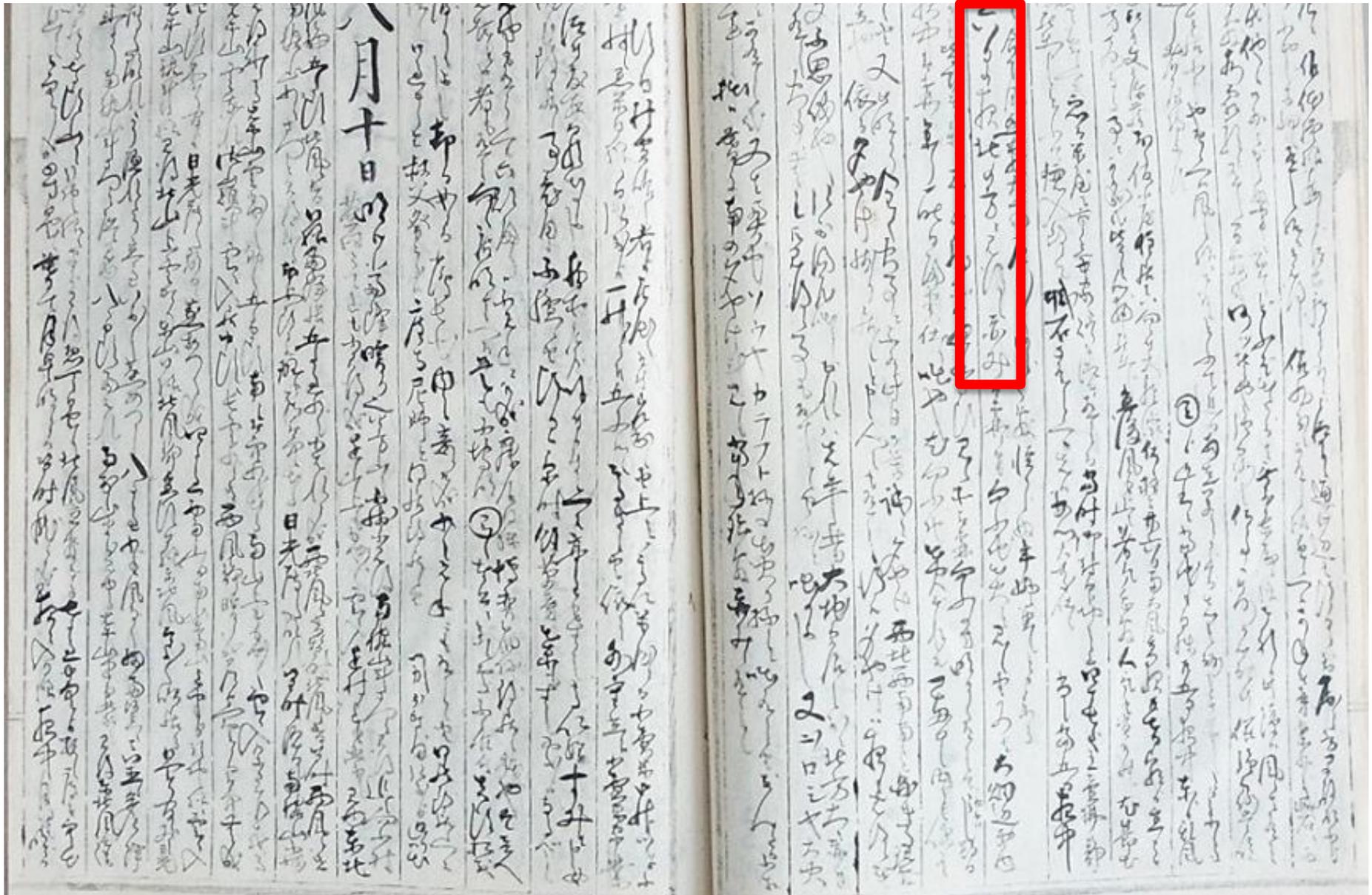
Aurora viewed from ISS (NASA)

オ一口ラの記録（中国）



同治欒城縣志III, 19b, 京大人文研提供

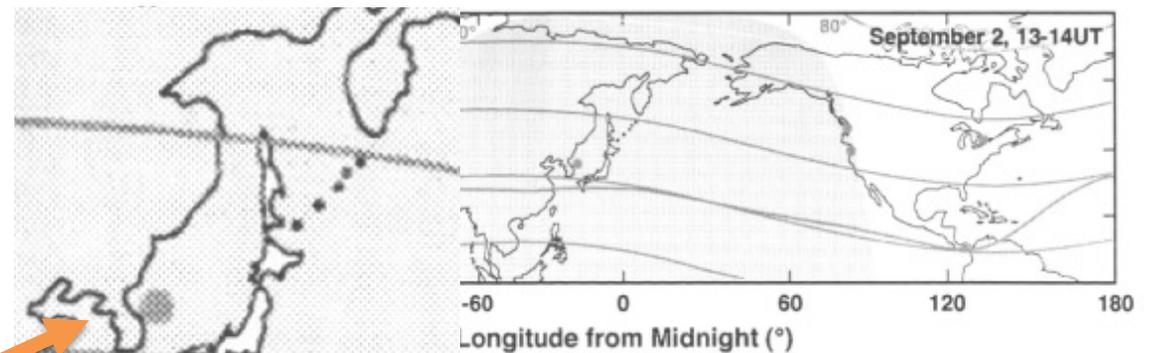
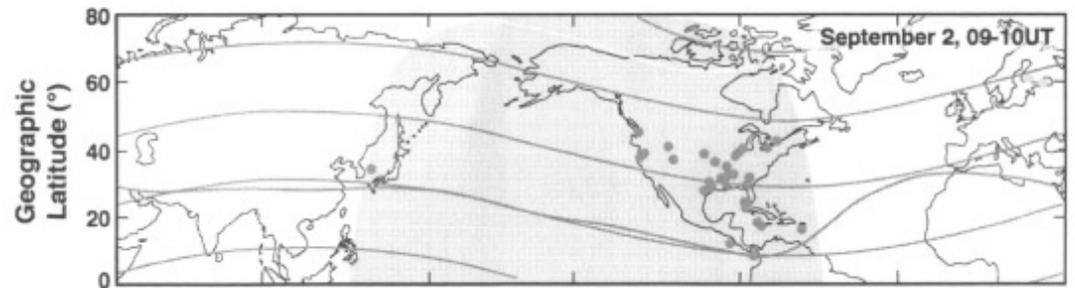
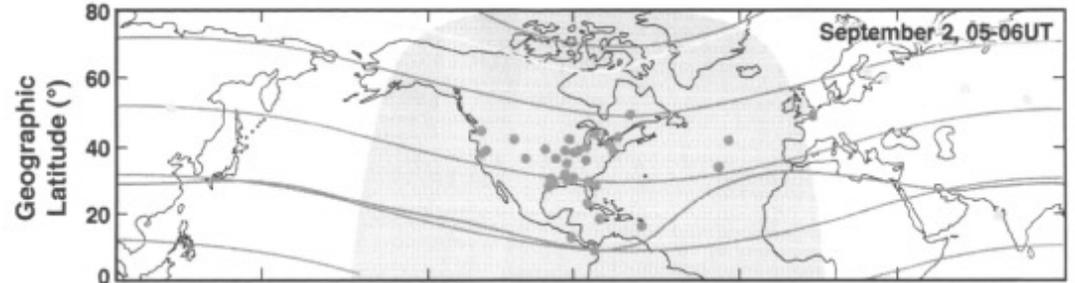
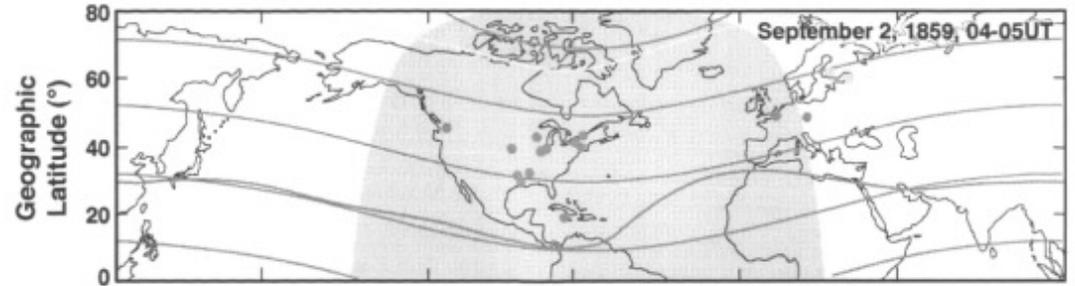
オーロラの記録（日本）



市立弘前図書館所蔵「山一金木屋又三郎日記」安政6年8月9日条，岩橋氏提供

キャリントンフレアで見られたオーロラ (1859, Sep 1-2)

- キューバ、バハナ、ジャマイカ、ハワイなどの低緯度を含む世界各地でオーロラが見られた。
- 東アジアでは”Wakayama“の1例だけ。しかも…



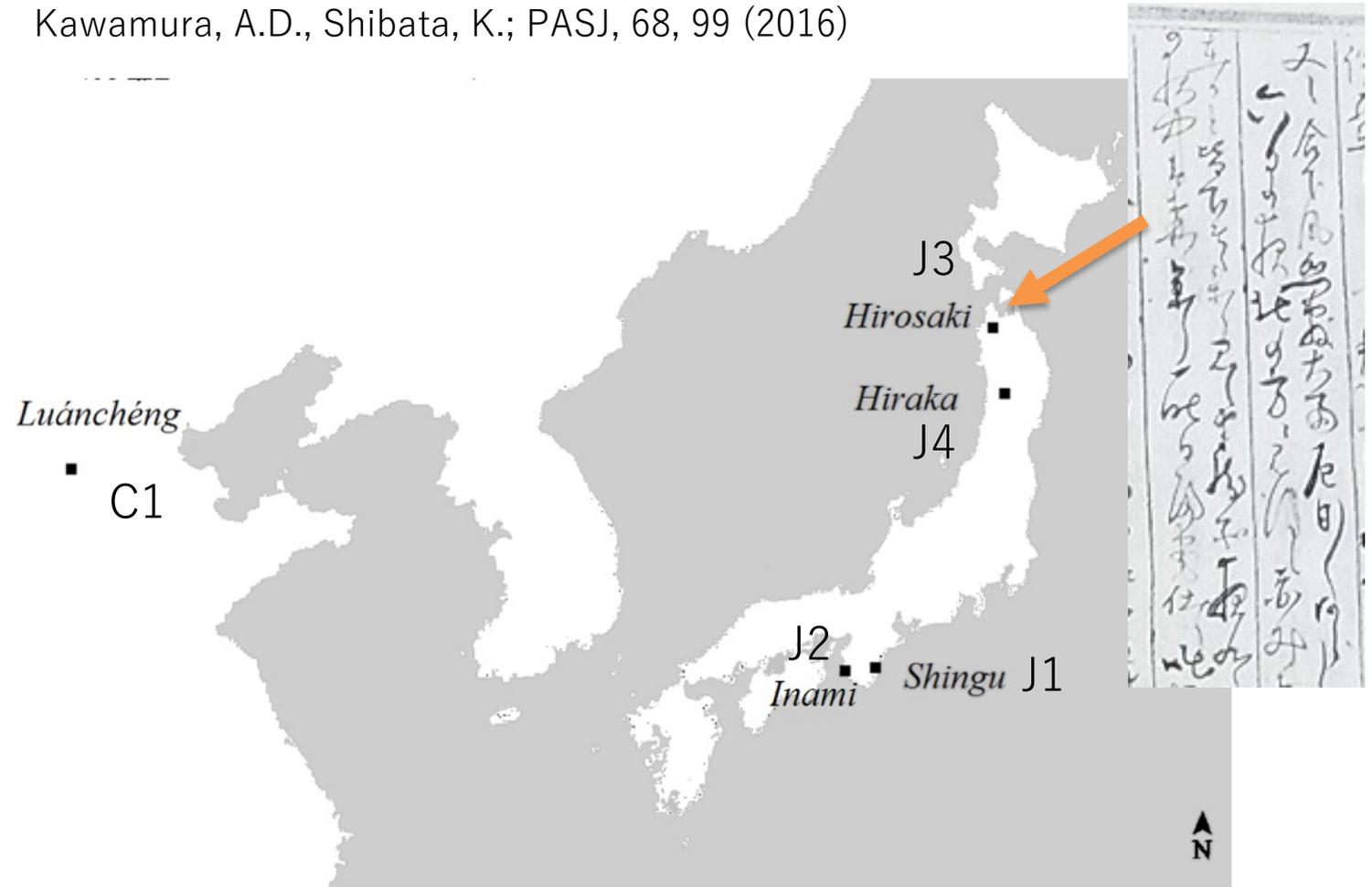
Wakayama?

cept for September 2-3, 1859 over the northern
entered on midnight.

キャリントンイベント時の東アジアにおけるオーロラ観測の発掘

Hayakawa, H., Iwahashi, K., Tamazawa, H., Isobe, H., Kataoka, R., Ebihara, Y., Miyahara, H., Kawamura, A.D., Shibata, K.; PASJ, 68, 99 (2016)

- 新宮 (= 既出の記録)、印南、弘前、平鹿、そして中国の観測例を発掘。
- 弘前の観測は、独立した3つの記録があった。

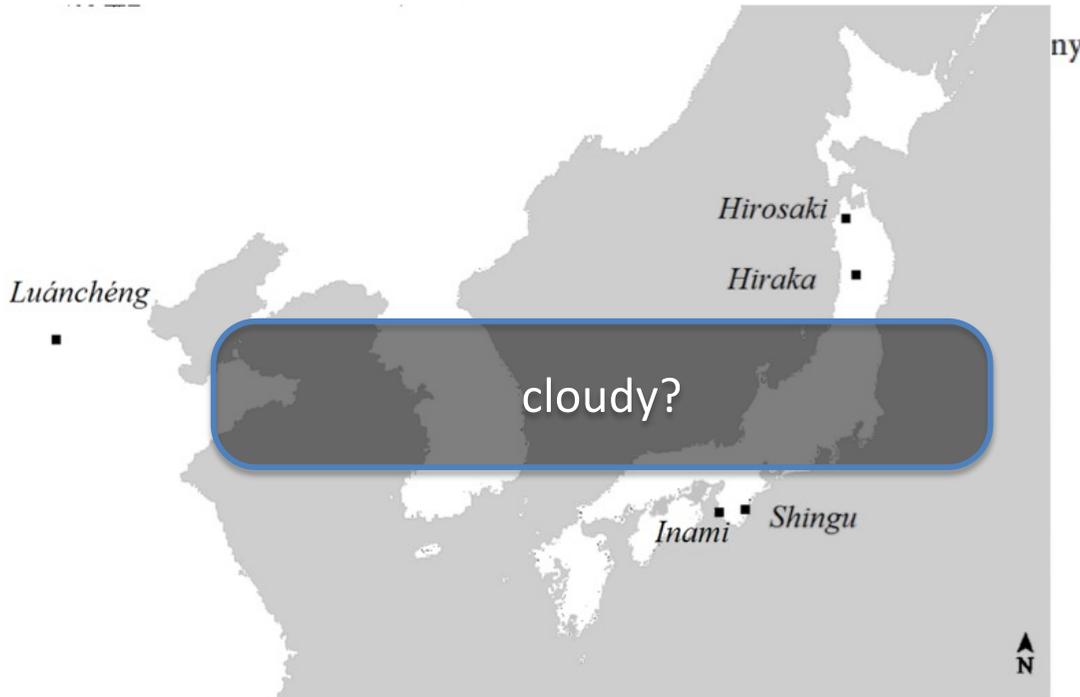


- 印南、平鹿、弘前のうち一つは、在野研究者の渡辺美和氏によるカタログに掲載されていたものを再調査。

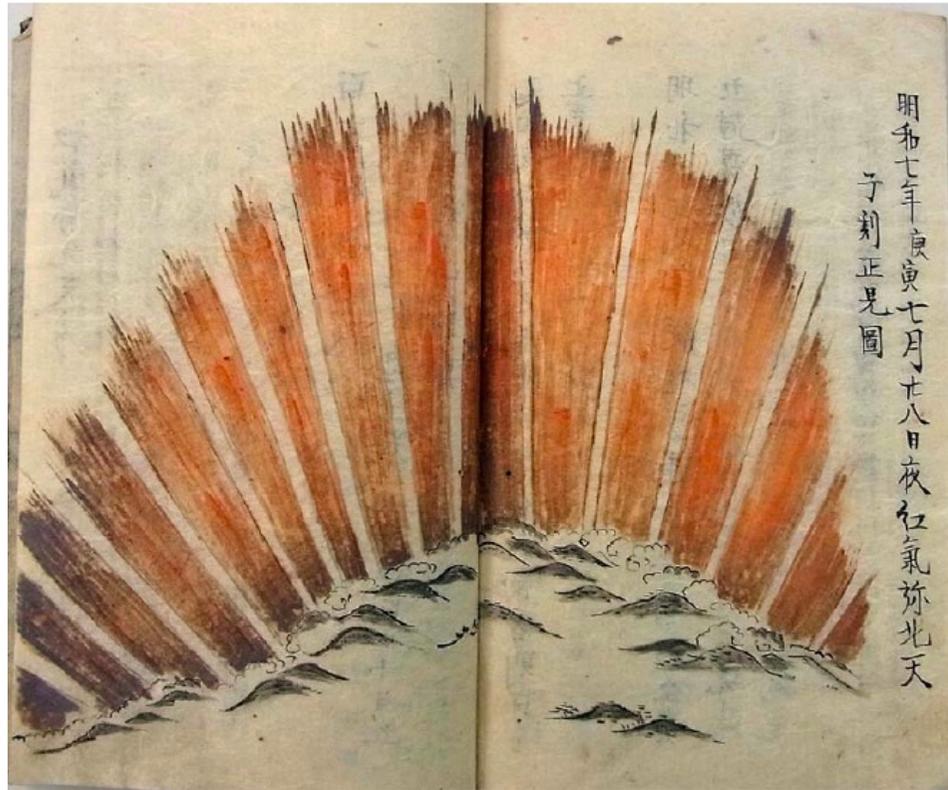
日記から天気も再現。
東アジアは部分的に天気が悪かったらしい

Table 2. Weather in East Asia from 1859/08/28 to 1859/09/02.*

Date	8/28	8/29	8/30	8/31	9/1	9/2	9/3	9/4	Reference
Hirosaki	clear	clear	clear	cloudy	cloudy rainy	sunny	sunny	sunny	JW03
Tama	clear	clear	clear	good	good	cloudy	rainy cloudy	good	JW04
						rainy	sunny	sunny	JW05
						sunny	rainy		JW06
						good	good	hot	JW07
						good	cloudy	good	JW08
						clear	sunny	sunny	JW09
						good	good	good	JW10
						cloudy	cloudy	sunny	JW11
						sunny	sunny	sunny	JW12
						hot	xx	hot	JW13
						cloudy	rainy	rainy	JW14
						sunny	sunny	windy	JW15
						cloudy	sunny	sunny	JW16
						good	rainy	good	JW17
						rainy			JW18
Kanazawa	sunny	sunny	sunny	sunny	clear	rainy	sunny	sunny	JW19
						cloudy			JW20
Seoul	xx	rainy	xx	rainy	rainy	xx	rainy	xx	ISN (pp.834–847)
Seoul	sunny	rainy	sunny	rainy	rainy	sunny	rainy	sunny	SCWIG (pp.397–408)

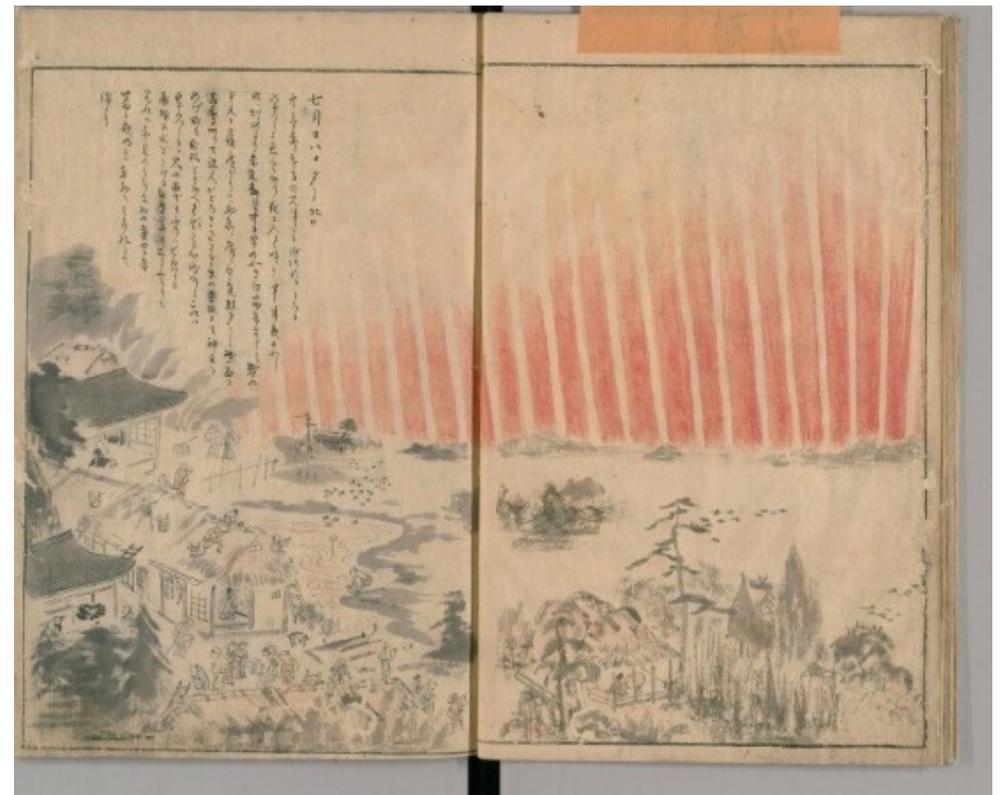


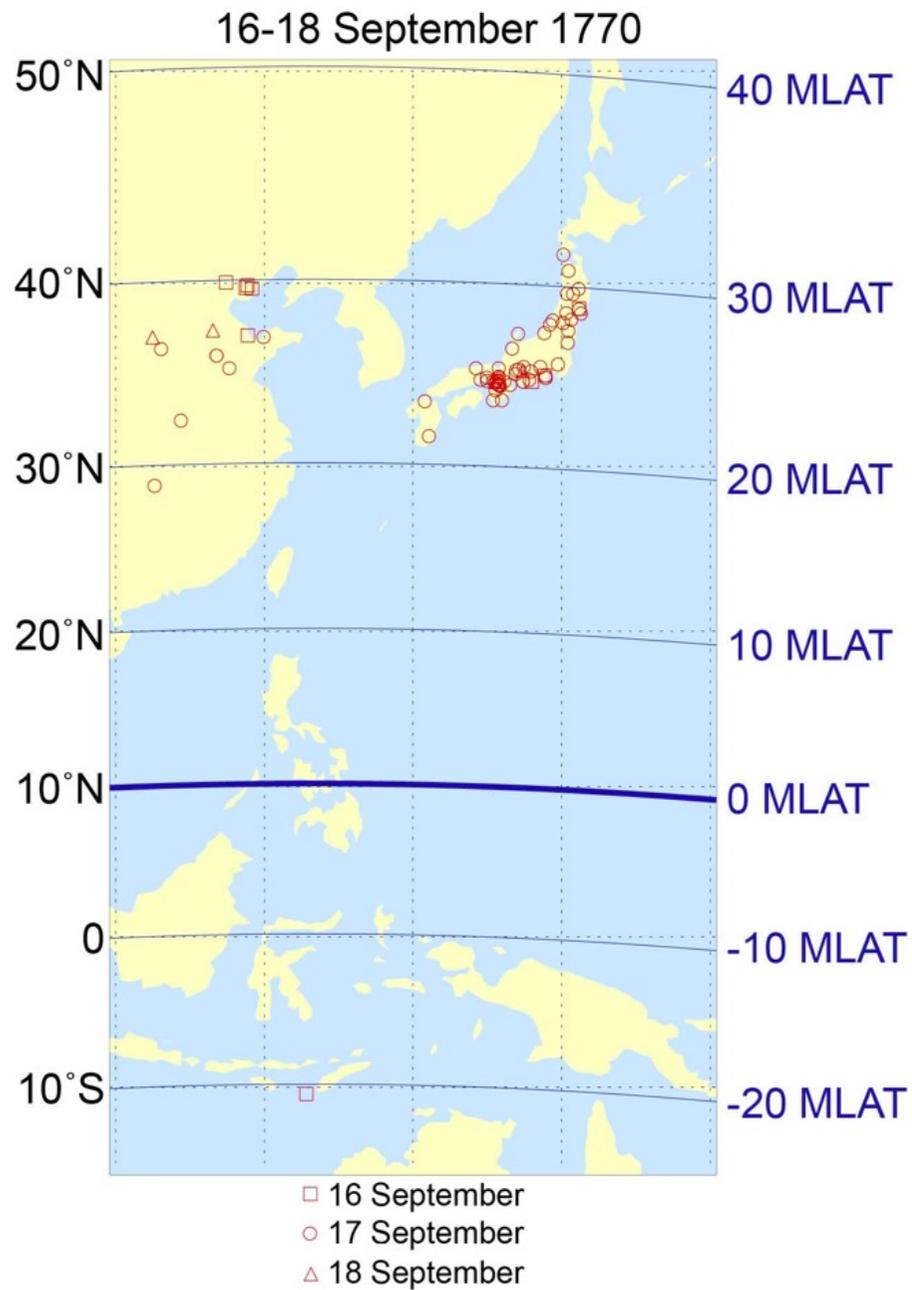
1770年（明和7年）にもキャリントン級のオーロラ？



星界/Seikai, Matsusaka-city

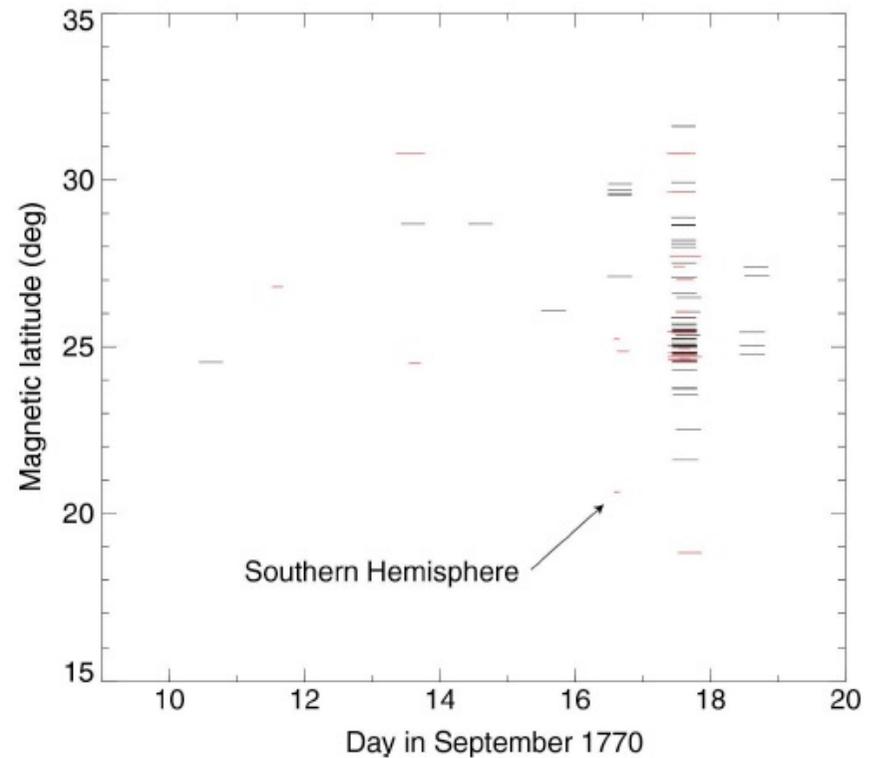
Hayakawa et al. 2017 ApJL,
Ebihara et al. 2017, GRL





日本全国および中国でオーロラが見られ、しかも1週間以上続いた。

オーロラ最南端は1859年の
キャリントンイベントより南

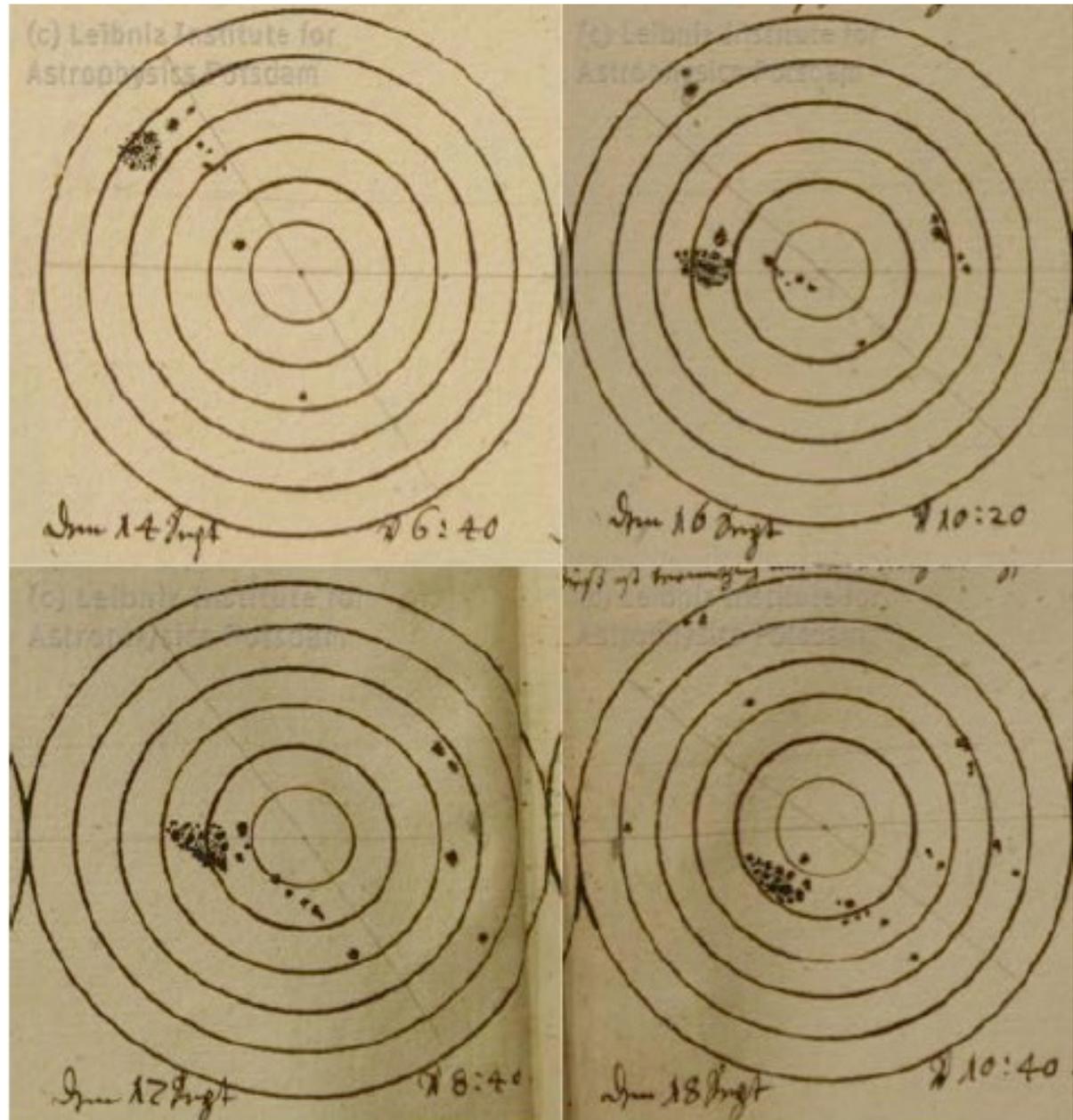


1770年9月に出ている黒点

史上最大級の黒点が出ていたようだ。

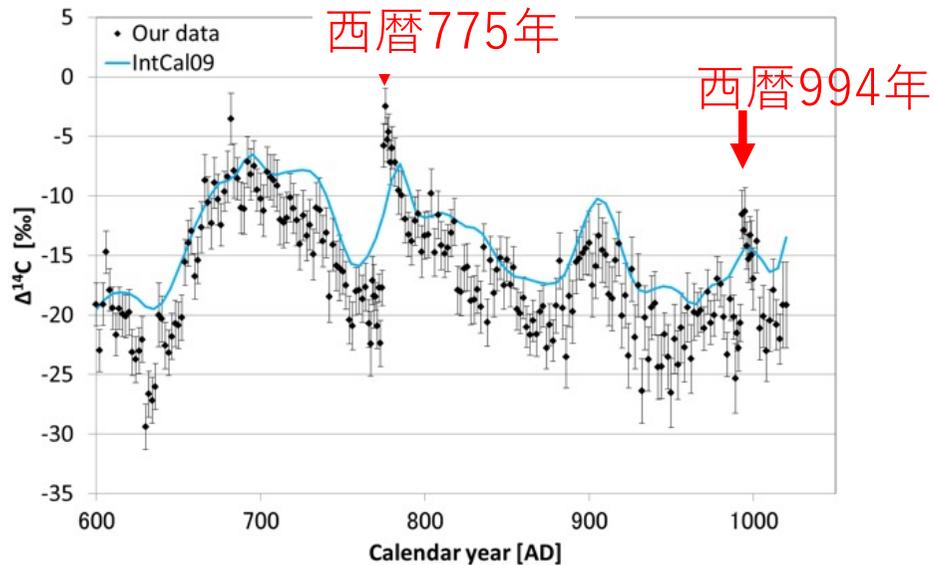
少なくともキャリントンイベントと同程度かそれ以上のイベントは、100年に一回程度は起きるらしい。

Sunspot drawings spanning 14-18 September 1770 by Johann Caspar Staudacher (courtesy: Leibniz-Institut für Astrophysik in Potsdam).



10世紀のスーパーフレアに伴うオーロラ？

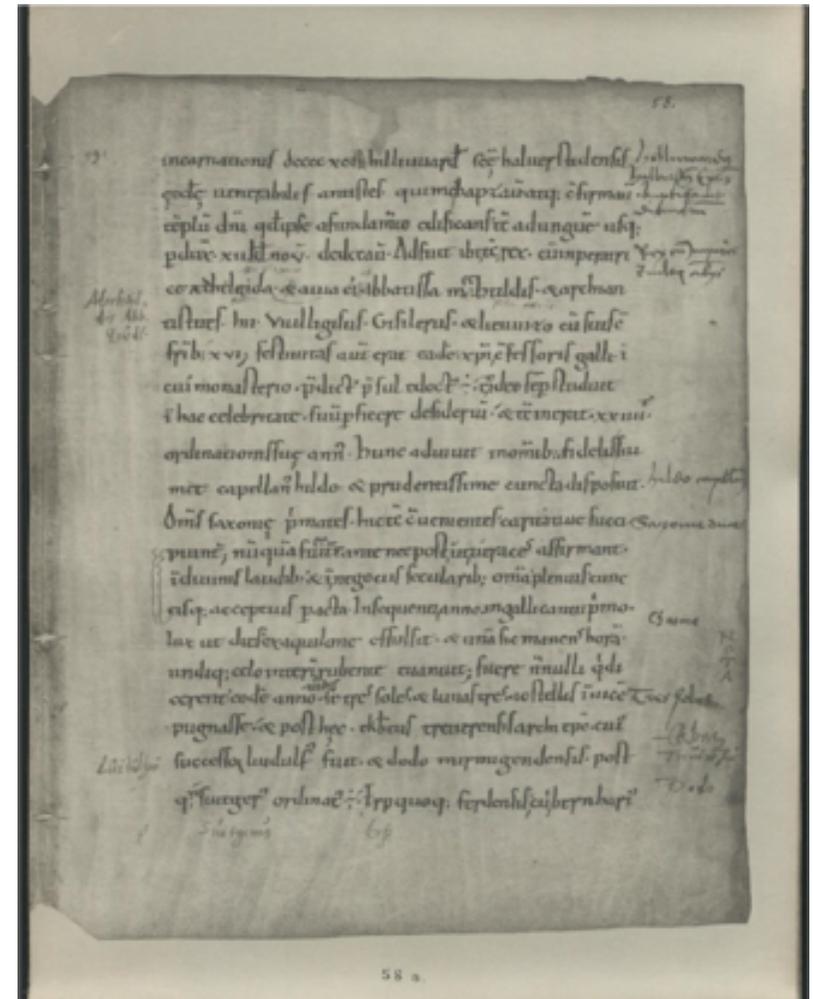
Hayakawa et al. Sol. Phys., 292:12 (2017)



Miyake et al 2012 Nature, 2013 Sci. Rep.

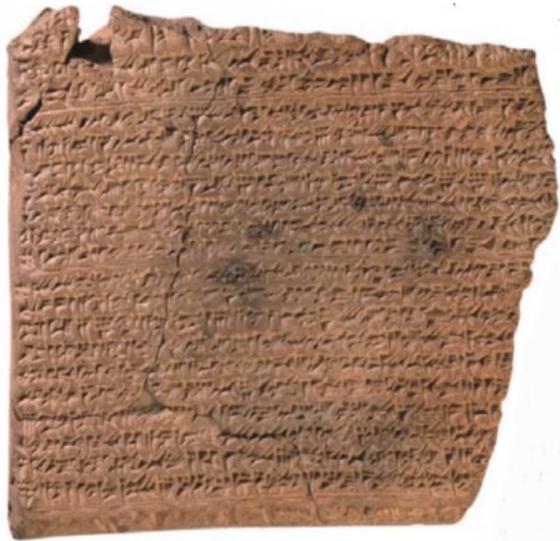
992年12月MI（～993年1月）にかけて、朝鮮半島、アイルランド、そして大陸ヨーロッパ（Saxonian city）でオーロラの同時観測を発見。

宇宙線で ^{14}C が作られてから木に取り込まれるまでの時間を考慮すると、994年の宇宙線イベントの原因となる太陽フレアだった可能性がある。



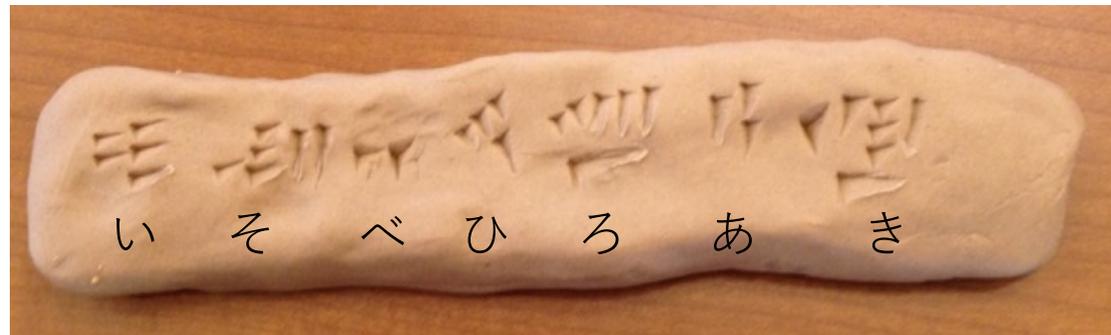
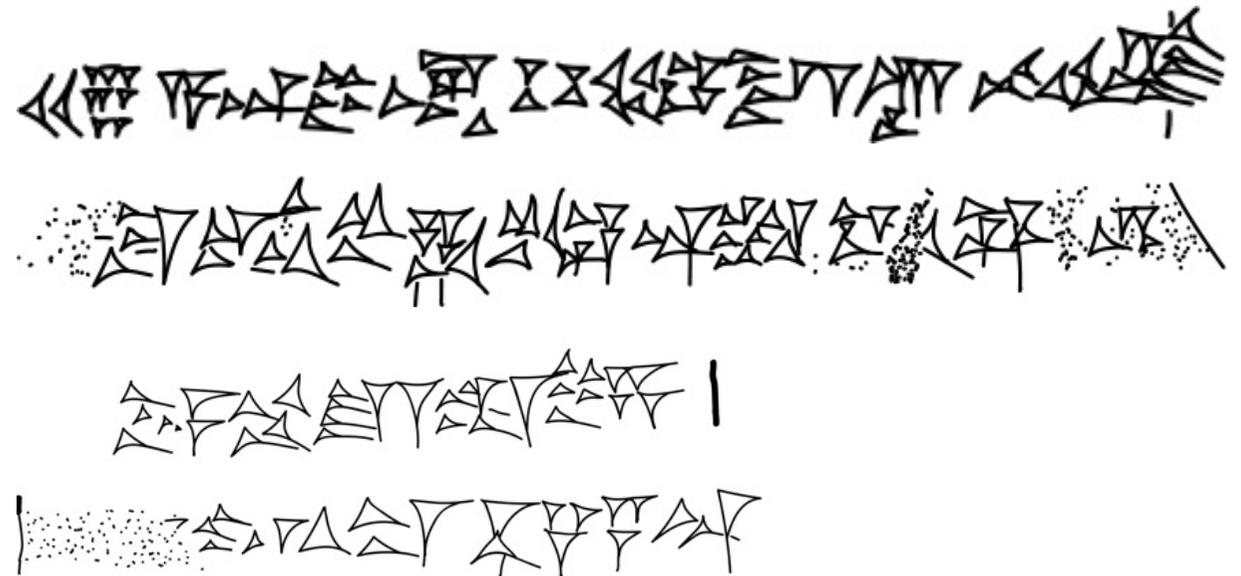
日付が分かっている最古のオーロラ記録

Hayakawa, Mitsuma, Kawamura, Miyahara, Ebihara, Tamazawa & Isobe, EPS, 68, 195
(2016)

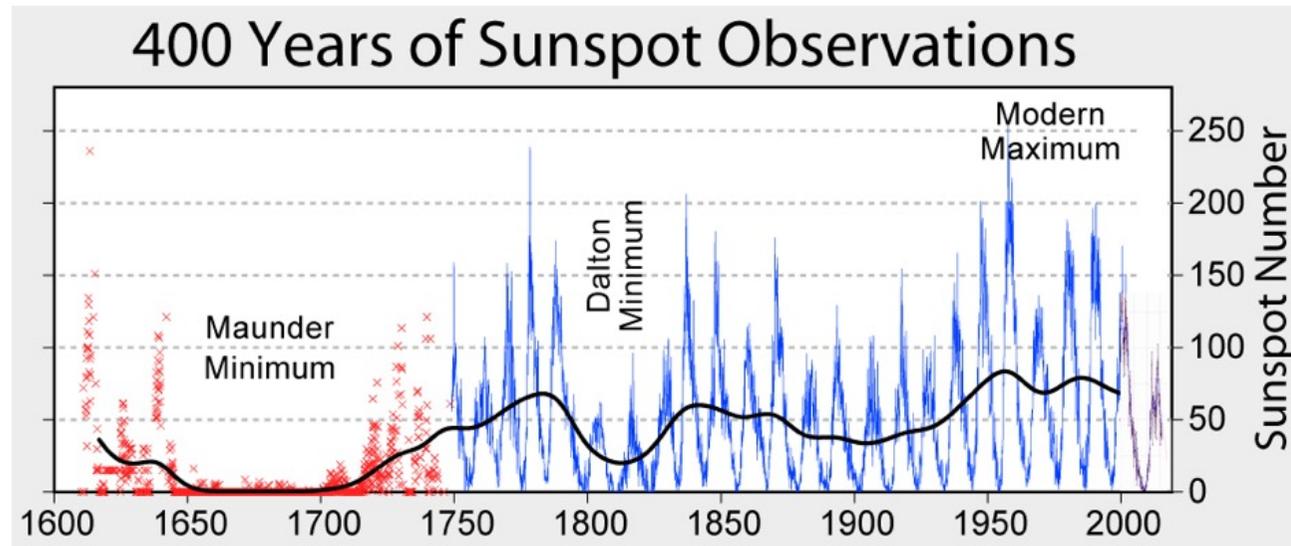


1: The reverse of the Babylonian tablet (VAT 4956) that contains the record of the aurora in 567 BC. (Staatliche Museen, Berlin/Olaf M Teßmer) Stephenson et al. 2004

バビロニア天文誌に、紀元前1～6世紀のオーロラ記録を発見



マウンダーミニマムにも低緯度オーロラ？



1653年（承応二年）

巖有院殿御實記

また近日下野国那須太田原の間に赤白の気を現ず。その様旗の如し。赤気は早く消えたりとぞ（尾張記、水戸記）

兗州府曹縣志

清順治（中略）十年癸巳二月三日夜四望火光燭天大小等時以為青燐云

無黒点の太陽でも起きうる静穏領域フィラメントが原因か？（Isobe et al. 2019）

歴史学と自然科学の協働について

- 歴史史料は自然現象・自然災害の記録の宝庫
- そもそも人々が正体を知らなかったオーロラの場合は、「オーロラである」という確定が難しい。一番重要なのは、遠く離れた2地点での同時観測（例：日本と中国、東洋と西洋）
- 史料から情報を読み取るには、史料の背景や文脈を熟知し、その信憑性を吟味できる歴史学者の知見が不可欠
- 史料に書かれた自然現象が実際にどのようなものであり得たのかの吟味には、自然科学者の知見が必要
- 歴史学と自然科学の互恵的な関係が重要



明月記に藤原定家が残したオーロラ記録 (Kataoka, Isobe et al. 2017, Space Weather)

定家の文学はその幻想性、虚構性の高さで知られていたが、意外に自然現象を丁寧かつ正確に記録していたことが分かった=>文学研究としての意義

天変地異に対する人々の反応



参考文献と連絡先

- 歴史文献を用いた太陽活動の研究については、天文月報2017年7月号の特集「歴史書から探る太陽活動」など。以下からDL可。
https://www.asj.or.jp/geppou/contents/2017_07.html
- 歴史学者との協働については「近世史料にみるオーロラと人々の認識」 磯部洋明, 岩橋清美, 玉澤春史, 書物・出版と社会変容 25 1 – 35 (2020)
<https://hermes-ir.lib.hit-u.ac.jp/hermes/ir/re/70118/>
- 質問やコメントシート？などはメール hi-isobe@kcua.ac.jp で送って下さい。その際、必ず件名に「立教大学 宇宙の科学」を入れて下さい。「立教大学」を忘れずにお願いします！メールが埋もれるので！

おまけ

- 先週の授業で中村先生が答えていた質問：「宇宙を研究することによって社会にどのような影響を与えることができますか？」に対する私の考えを書いております。
- 宇宙の研究が社会に与える一つの側面は、地球周辺の宇宙空間、そして将来的には月などの他の天体を、人間が利用できるようになることです。地球周辺の宇宙空間の利用は、既に人工衛星や国際宇宙ステーションなどで実現しています。工学的な研究だけでなく、宇宙空間で何がおきているのかを探求する理学的な研究もこの側面を持っています。
- この「利用」には、天気予報や環境・災害監視に使われる人工衛星のように明らかに社会的便益があるもの、軍事利用のように賛否がわかれるもの、そして将来的な宇宙への移住のように、それが人類社会にどのような影響を及ぼすのかわからないものがあります。

- その一方、銀河やブラックホールのような遠方の天体の研究のように、人間社会に直接的（物質的）な影響を与えることが（少なくとも近未来までには）考えにくい領域もあります。
- まず、そのような研究は必ずしも「社会にどのような影響をもたらすか」を第一に考えてなされているわけではない、ということは確認しておきましょう。宇宙の研究に取り組む多くの研究者にとって、研究の動機は、この宇宙がどういう場所で、そこで何がおきているのかを知りたい、という好奇心です。
- しかし、そのような研究もまた、その多くが大学や公的な研究所などで行われており、税金などの公的な資金が投入されている、広い意味での社会的な活動です。従って「その研究は社会にどのような影響をもたらすのか」という問いが向けられるのは当然であり、研究者はその問いに真摯に答えるべきだと私は考えます（それがこの「おまけ」を書いている理由です）

- ちなみに「その研究は社会にどのような影響をもたらしますか？」という問いは、より直接的には「その研究は何の役にたつのですか？」という形で、宇宙の研究に限らず、多くの基礎科学や人文学的研究に対して向けられる問いです。
- この種の問いに対して宇宙の研究をしている研究者は様々な答え方をしています。例えば以下のように。
 - 「宇宙を知ることは、自分がなぜここにいるのかという問いに答えること」
 - 「地球や生命、人間を相対化して見る視点を獲得すること」
 - 「自分の生きている世界を知ること」
 - 「未知への好奇心は人間にとって根元的な欲求」
 - 「人類の知のフロンティアを広げる」
 - 「何が役に立つかはすぐにはわからない。知的好奇心のおもむくままに研究をすることが大事だ」
 - 「いつかは太陽系を出ていったり、宇宙人に遭遇したりするかもしれない」
- 上の例のうち、最後の二つは「いつかは直接的に役に立つかもしれない」というパターンですが、それ以外は広い意味での精神的、文化的な価値をもたらすものだということができるでしょう。

- 研究者ではない人も、宇宙にふれることにある種の精神的、文化的価値を見いだしていることは、天体観望会や宇宙研究に関するニュースに触れた時に以下のような感想がよく聞かれることから推測できます。
 - 「夢やロマンを感じることができる」
 - 「自分を悩ませているものがちっぽけに感じられる」
 - 「子どもたちが科学への関心を育む」
- 今までの例を精神的、文化的「価値」と書いたことからわかるように、宇宙がもたらす精神的、文化的な影響として語られるものの多くは「良いもの」です。ただし実際には、必ずしも良いものばかりとは限りません。例えば政治哲学者のハンナ・アレントは、宇宙から地球やその上の人間活動を見る科学の視点は、人間の活動を何か自然法則にのっとった機械的なものとして見てしまう危険性を伴うものだとして批判的に論じています
 - ハンナ・アレント『人間の条件』ちくま学芸文庫(1994)
 - 磯部洋明『宇宙を生きる』小学館(2019)

- また、宇宙を研究することに精神的、文化的な「価値」があるとしても、それが公的なプロジェクトとして行われている時は、他の大事な価値と比較して、そこに割かれているリソース（お金、人員）が適切かどうかは、常に問われる必要があります。
- もちろんそこには、精神的、文化的価値を何かと比較可能なように数値化して測ることができるのか、という難しい問題が伴います。これは、例えば文化・芸術への公的な支援をどのように評価するのかということと共通の問題であり、安直な数値化による評価に様々な弊害があることも明らかでしょう。
- 何が最善なのかは私にもよくわかりませんが、宇宙の研究の推進にあたっては、それが社会によりよい影響をもたらすためにはどうしたらよいかということ、人文社会科学的な観点も含めて考えることがこれから益々重要になってくると思います。皆さんの中から、将来そのような方向性で宇宙研究に関わる人が出てきてくれると嬉しいです。