

古典籍から学ぶ極端な宇宙天気

片岡龍峰

国立極地研究所

2017.7.5

オーロラは稀に日本でも見られ、古典籍には「赤気」と書かれています。

現代→江戸時代→鎌倉時代→平安時代→飛鳥時代

オーロラ4D研究組織



立川

- 片岡龍峰 国立極地研究所・准教授（宇宙空間物理学、オーロラの研究）
- 藤原康德 総合研究大学院大学 複合科学研究科極域科学専攻・博士後期課程（流星の研究）
- 中村卓司 総合研究大学院大学 複合科学研究科極域科学専攻・教授（超高層大気の研究）

立川

- 寺島恒世 総合研究大学院大学 文化科学研究科日本文学専攻・教授（和歌文学の研究）
- 山本和明 国文学研究資料館古典籍共同研究事業センター・特任教授（19世紀日本文学の研究）
- 岩橋清美 国文学研究資料館古典籍共同研究事業センター・特任准教授（日本近世史（文化史））
- 武居雅子 総合研究大学院大学 文化科学研究科日本文学専攻・博士後期課程（香道の研究）

京都

- 磯部洋明 京都大学大学院総合生存学館・准教授（太陽物理学、太陽活動現象の理論的研究）
- 早川尚志 京都大学大学院文学研究科・博士前期課程（東西交渉史）
- 玉澤春史 京都大学大学院理学研究科・博士後期課程（太陽物理学及び科学コミュニケーション）
- 河村聡人 京都大学大学院理学研究科・博士後期課程（太陽圏物理学）

東京

- 宮原ひろ子 武蔵野美術大学・准教授（樹木年輪を用いた太陽活動復元の研究）
- 鈴木秀彦 明治大学理工学部・講師（地球惑星大気物理学、主に大気発光現象を研究）

「オーロラと人間社会の過去・現在・未来」→長いので通称、オーロラ4Dプロジェクト



第1回キックオフ会議@立川 (2015.7.17)

2016.10 「書物学」の記事に



2016.11~ 本・新聞



2017年1月4日(水) 高知新聞(朝刊 4面)



オーロラ関係日本史料（近世） からわかったこと

【オーロラ記述のある史料】

○藩日記 藩史

○町人・農民の日記 村方旧記（村の由緒や歴史を記したもの）

【オーロラ史料からわかったこと】

○江戸時代の人には「オーロラ」・「極光」という認識は持っていないため、その表現は、作者（作成者）の教養によって大きく異なる。

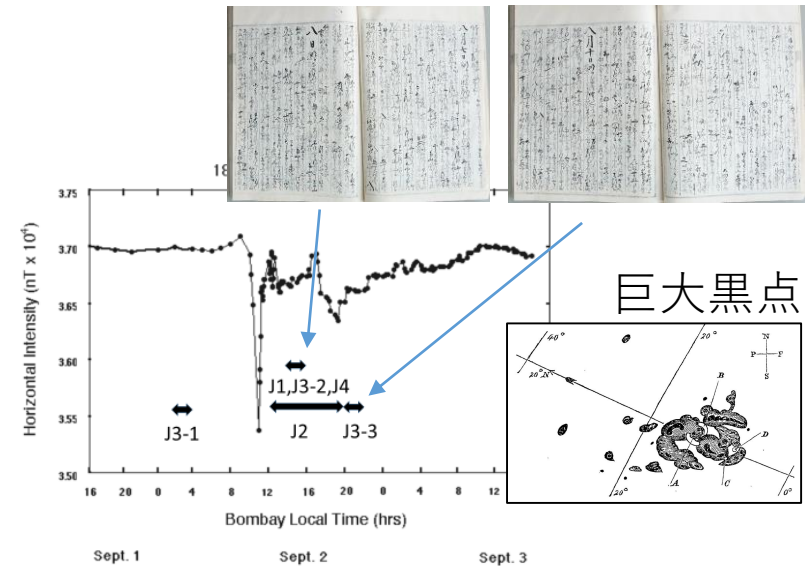
○先行研究では「赤気」・「白気」と記されると言われているが、「赤い」、「白い」といった単純な表現から「白虹」など、様々な表現が使われている。

○武士層や在村知識人は、書物（漢籍等）によって「オーロラ現象」を学問的に位置づけようとする傾向がある。

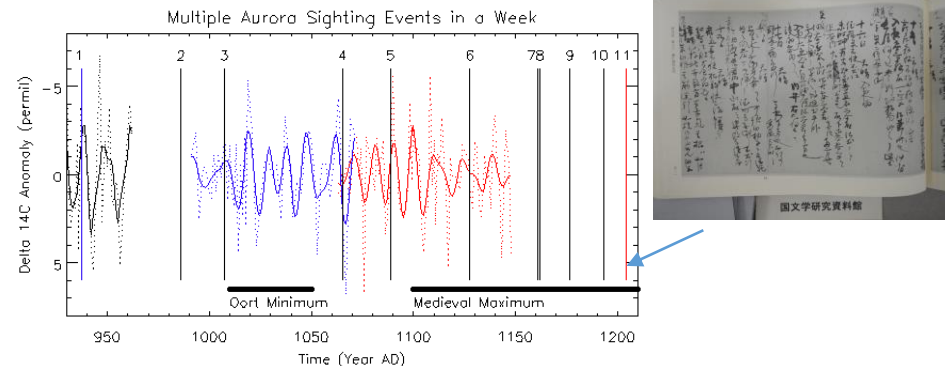
○庶民層は、ほとんどの場合、「オーロラ」を「凶兆」とみているが、一部には「吉兆」ととらえたり、うっかり寝てしまい「千載一遇」の機会を逃してしまったと悔やむ者もあり、とても興味深い。

科学論文成果多数！

- 金木屋日記に書かれたオーロラ目撃例の発見
 - Hayakawa+2016 PASJ
 - ・ 巨大磁気嵐の発達の解明に貢献

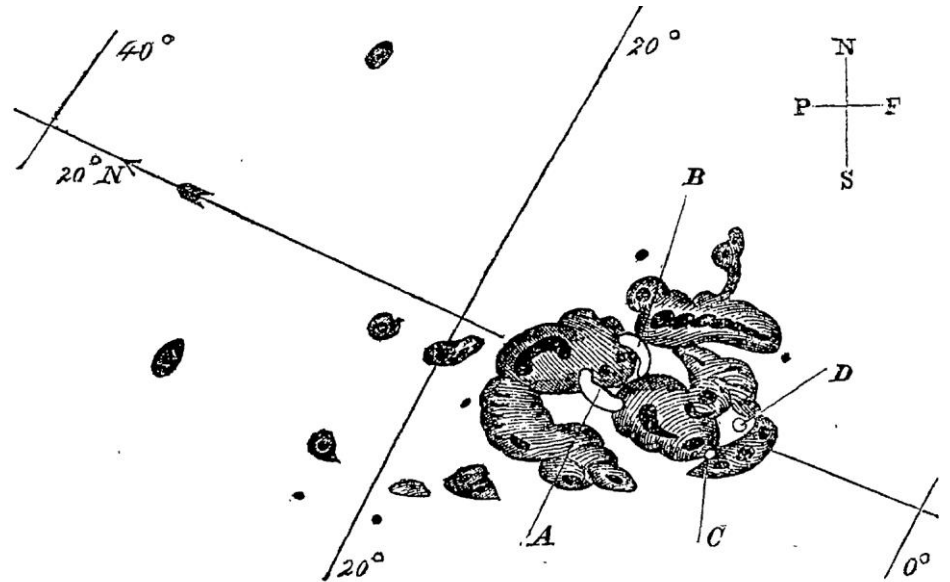


- 明月記の連続赤気
 - Kataoka+2017 Space Weather
 - ・ 太陽の爆発性の解明に貢献



「キャリントン・イベント」

- 1859年9月1日の英国キャリントンが黒点スケッチ中（右図）に「フレア」を発見
- 9月2日「世界中で」オーロラが発生。
- 過去200年間で最大の磁気嵐。
- 欧米の電信局で火花放電が起こった。



Carrington (1859)



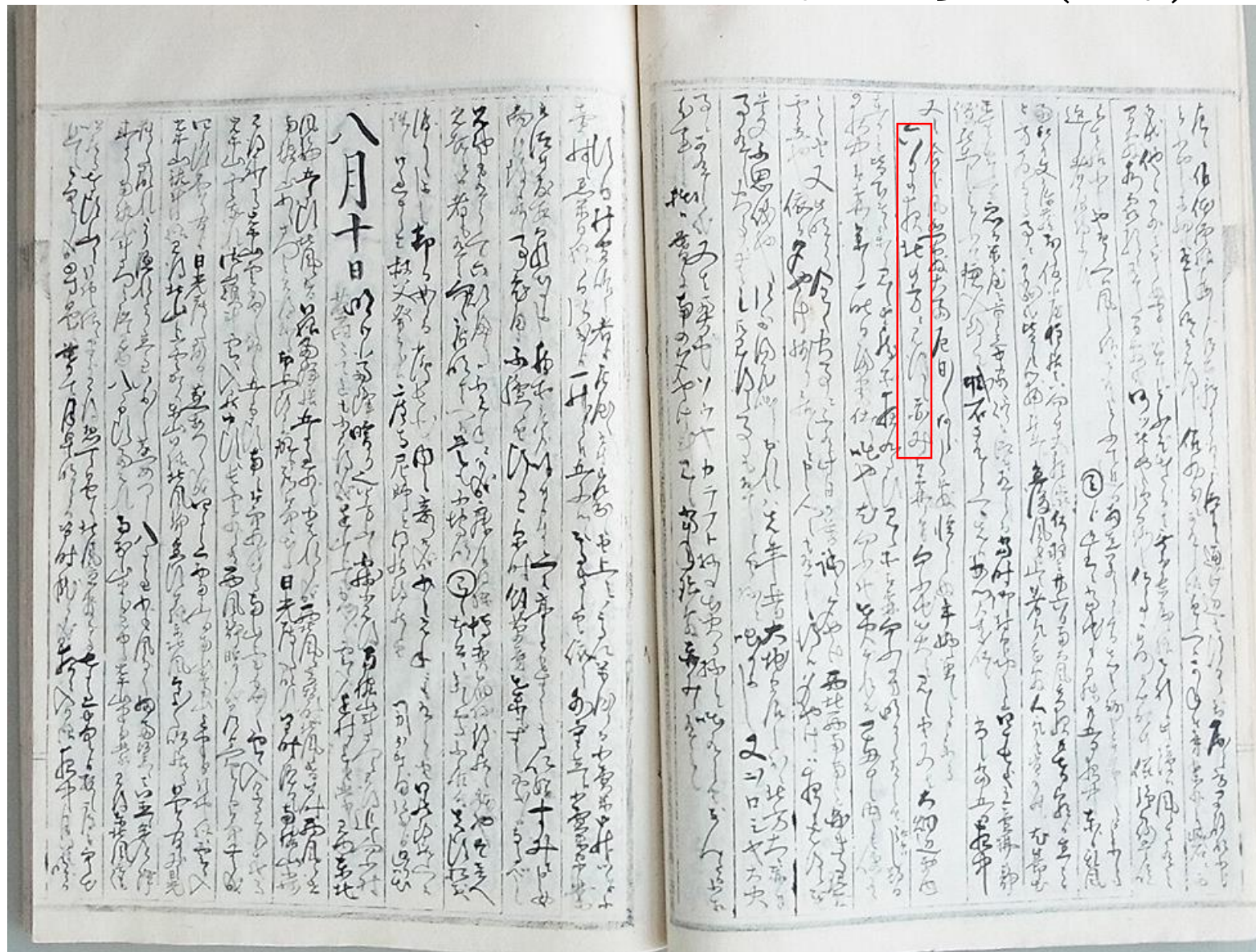
アジアは目撃例が少ない。なぜか？先行研究では天気が悪いというが、実は悪くない。

1859.9.2のオーロラ目撃場所



Hayakawa et al. (2016, PASJ)

1859.9.2の日本での記録（新）



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

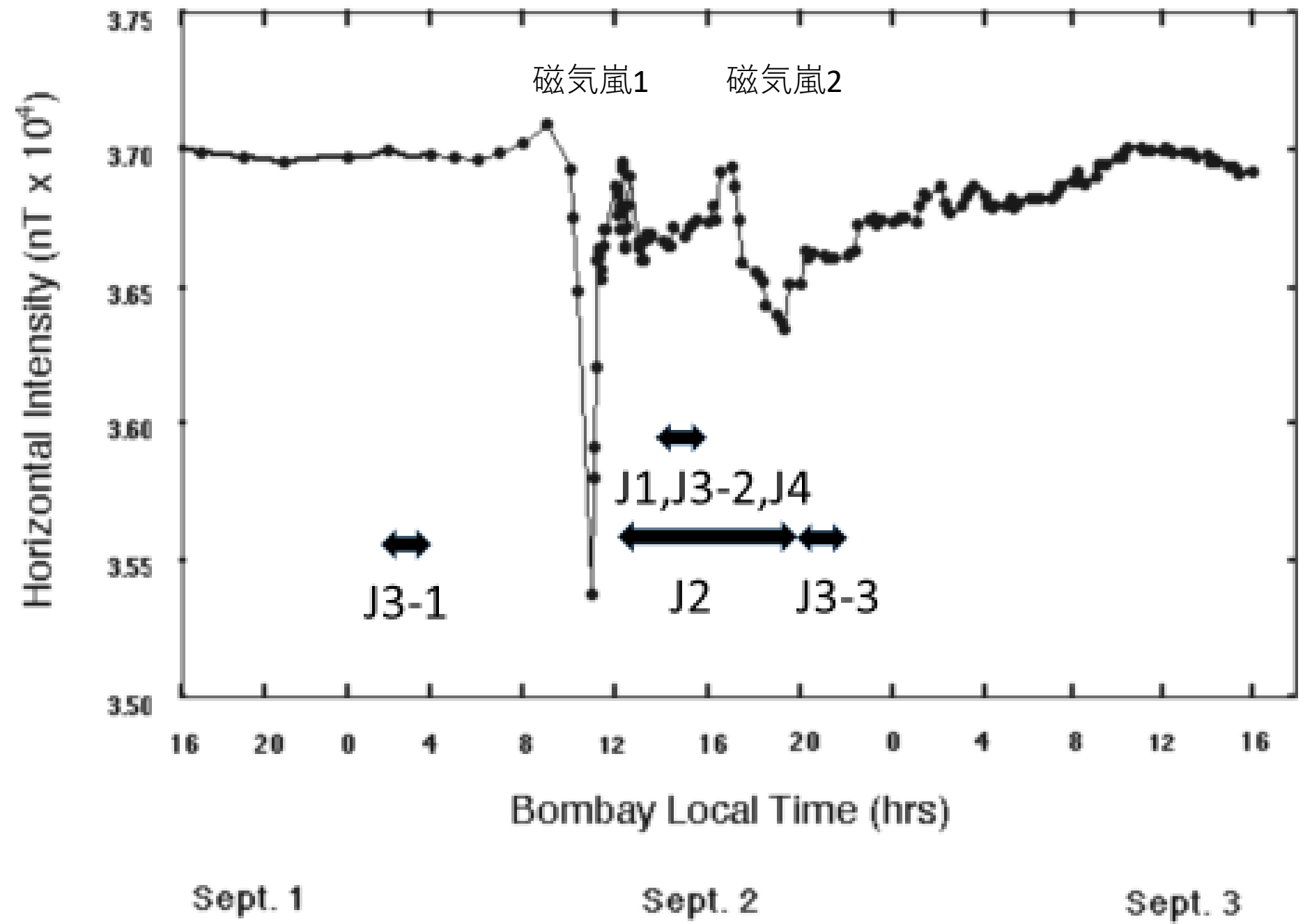
「金木屋日記」の読み下し文

- J3-3: YKM, 安政 6 年 8 月 9 日条

火候方り、一にし候、き、力相当
出見の参ば事珍りり赤し・か
地りうへれ火事有なによだ候、
う参こ森なくきも議いノウん見
こへ向青火全赤人思大候ソなり
向、下森中出り迄す不方り地、か
も皆青夜地か南申た北有奥しは
てとろのう明南とまに事はよけ
にかこ日この西候れ前候又候焼
森在と朔向こ・居このえ、り夕
青内候しもた北残義震見や有の
み、平見う尤ま西け候地相き話南
赤辺時茂りし、誠夕見昔無るどれ
候畑ツ、なよれて迄年に有な暮
え大九し話候暮っ夜先事にかは候
見は夜よ候りの依はば火事火拙り
に又処候り便日、けれ、火出、有
方、るし仕ものり焼な候大の事み
之しかり宅にこな夕話りやどる赤
北よし有帰内、ち、や有シなざき
夜候、く日のず立も藩れ口トらし
日見しる昨日ら雲ど前こオフか珍
六とよ明一両有きへ弘事又ラ分年

インドでは現代的観測が開始

1859 Bombay Magnetic Storm

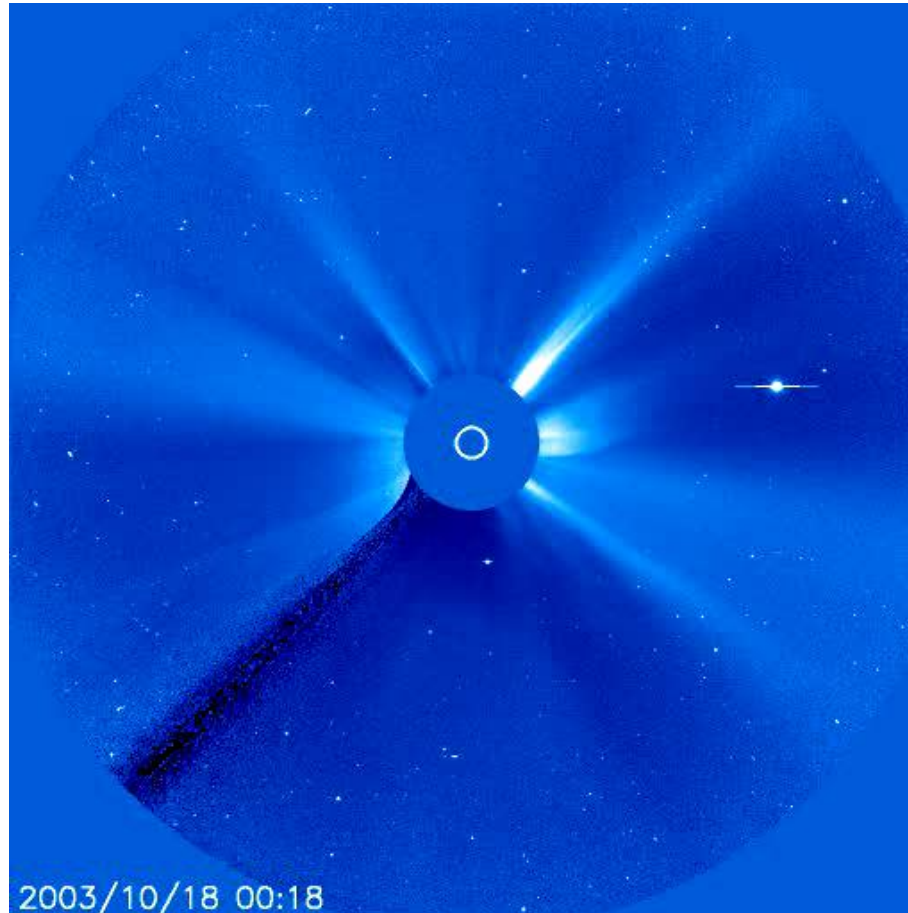


磁気嵐のピークは日中だった

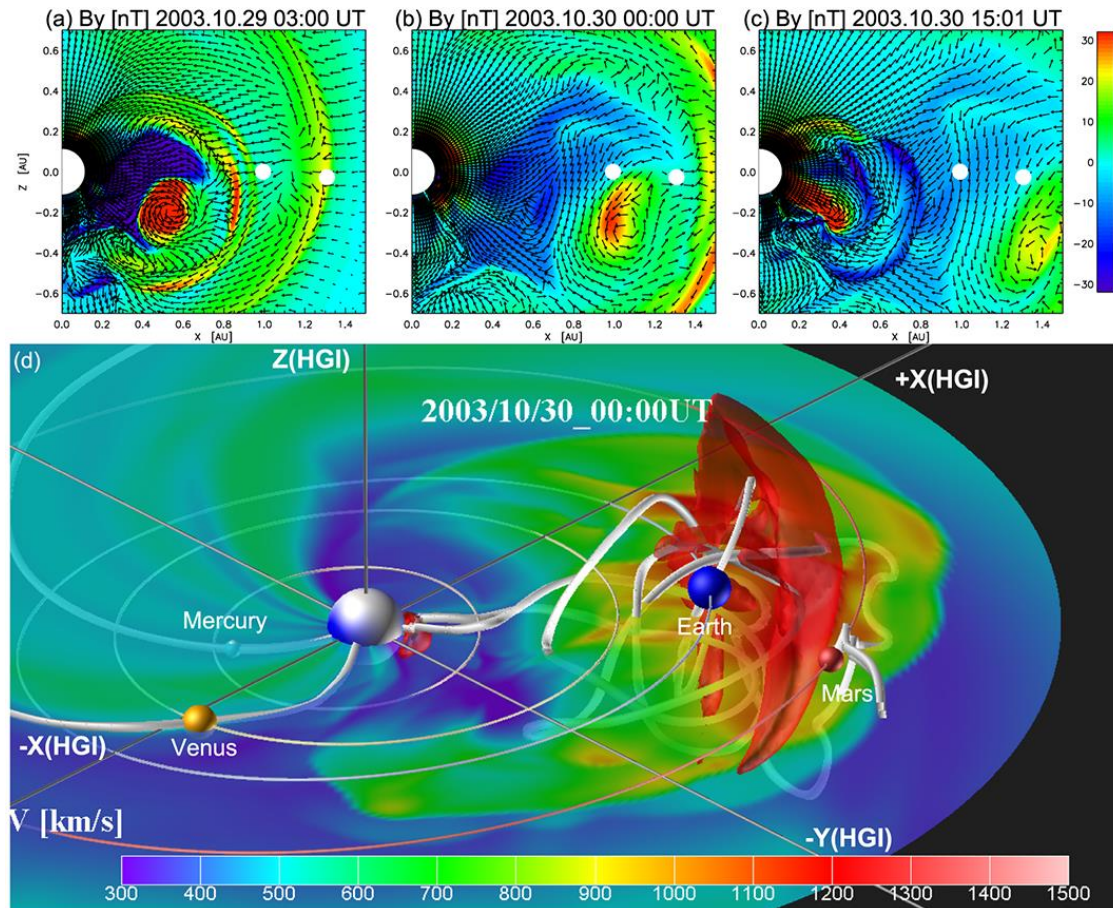
- 日本・中国では目撃例が少ない、なぜか？
 - 先行研究では、**アジアは天気が悪かったのだろう、**と考えられてきた。
 - Green and Boardsen (2006)
- 本研究で明らかになったこと
 - キャリントン・イベントのときの**天気は、それほど悪くなかった。天気も古典籍に書いてあった。**
 - 第1の巨大磁気嵐はアジアは日中でオーロラが見えない時間帯。**日本・中国が夜なのは第2第3の磁気嵐のほうだったため、少数しか目撃されなかった。**
 - Hayakawa et al. (2016, PASJ)

最悪の宇宙環境では、何度も磁気嵐が起こるのは当たり前。
連発するコロナ質量放出で、宇宙空間はお祭り騒ぎに。

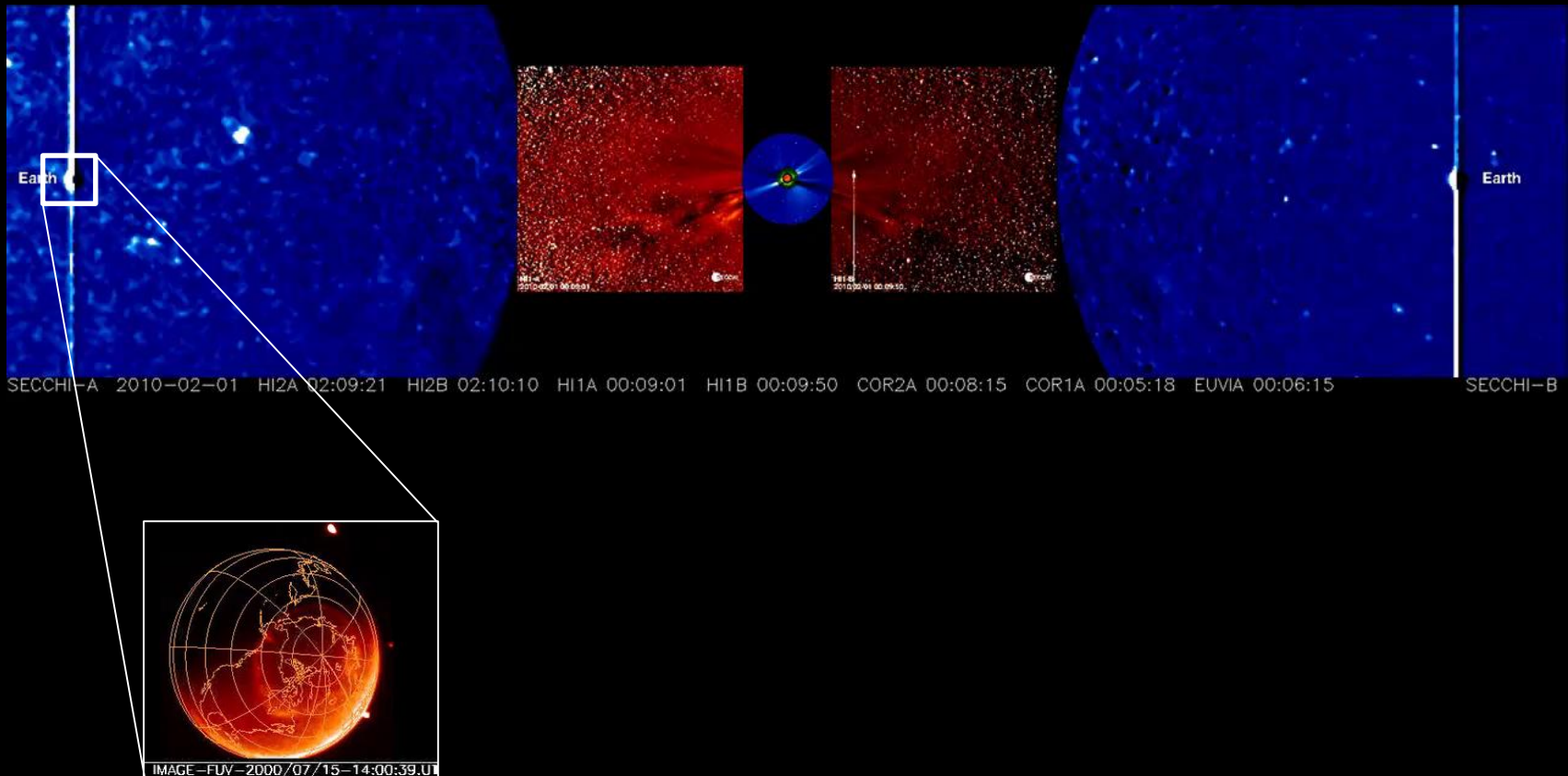
「ハロウィン・イベント」



Magnetohydrodynamic simulation of interplanetary propagation of multiple coronal mass ejections with internal magnetic flux rope (SUSANOO-CME)

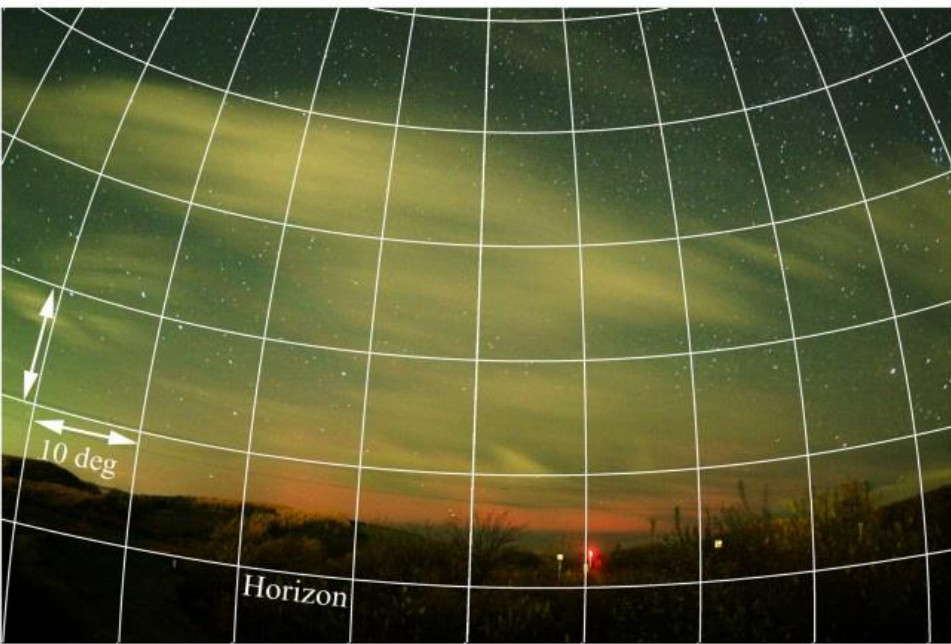


コロナ質量放出の地球直撃で、 オーロラが低緯度へ広がっていく

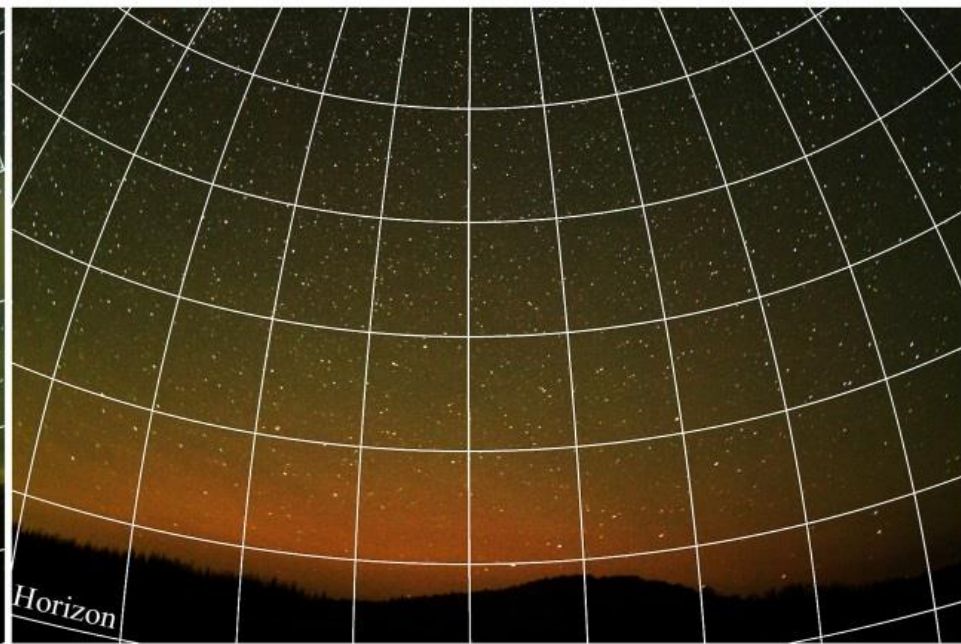


数日連続で磁気嵐が発生→ 日本最古の記録が『明月記』

(a) 9:24 UT October 29, 2003



(b) 13:42 UT October 31, 2003



Geographical north

北海道・名寄市で撮影された赤いオーロラ

『明月記』 建仁4年(1204)正月19日条

十九日 天晴

(中略)

乗燭以後、北并艮方有赤氣、其根ハ如月出方、色白明、其筋遙引、如燒亡遠光、白色四五所、赤筋三四筋、非雲、非雲間、星宿歟、光聊不陰之中、如此白光、赤光相交、奇而尚可奇、可恐々々

廿一日 天晴 風烈

(中略)

乗燭以後、北艮方又有赤氣、如隔山燒亡、重疊尤可恐、

『明月記』 現代語訳

十九日 晴れ
(中略)

燭台に燈をともし頃（日が暮れてから）、北及び東北の方向に赤気が
出た。その赤気の根元にほうきは月が出たよ。うな形で、色は白く明
るかった。その筋は遠くに続き、遠くの火事の煙のようだった。それ
（白いところ）が4・5箇所あり、赤い筋が3・4筋出た。それ星入
は雲でもなく、雲の間光は少しも不思議なことだ。恐るべ
座でもな（それは雲でか）とある。

二十一日 晴れ 風が強い
(中略)

燭台に燈をともし頃（日が暮れてから）北・東北の方向に赤気が現
れた。それは山を焼くかのようなだった。とても恐ろしかった。

『御室相承記』 建仁4年(1204)正月19～21日

『御室相承記』六 後高野御室（奈良国立文化財研究所
編 奈良相承記 文化財研究所、1964年、pp118）

【原文】建仁四年正月十九日、戌刻、赤氣、白雲交、自
戌方寅見之、又同、孝重云、希代變也云々、御高野詣延
引

【現代語訳】建仁4年正月19日、午前8時頃、赤氣が白日雲
雲もがたに同無の、語じ事つた。高野山にいた。1の空北に
北か。東北と同じ。午前8時頃、赤氣が白日雲

中国で肉眼黒点

- 宋史寧宗本紀二735,嘉泰四年春正月...癸未, 日中有黒子。
 - On 1204/02/21, there was black spot in the sun. (*Sòngshǐ*, *Níngzōng* II: p735)
- 宋史天文五1088,嘉泰四年正月癸未...日中皆有黒子大如棗。
 - On 1204/02/21, there was black spot as big as a jujube as well. (*Sòngshǐ*, Astronomy V: p1088)
- **Reference:**
 - *Sòngshǐ*: Tuōtuō (脱脱), *Sòngshǐ* (宋史), Beijing, 1977.

文理融合的な一側面

- 当時は迷信に頼っていた時代＝流言飛語の時代
 - 「赤気」は見間違いではなく、確かに、日本の空にオーロラが出ていたのだと科学的に明らかになった。
 - ありふれた単純な現象ではなくて、当時の社会においても、本当に滅多にない空の異変に、定家を含めた当時の人が非常に驚いていたことが確定された。
- 前近世の史実を確定したことになる。
 - **1204年2月21日～2月23日**は、本当に、オーロラが京都に出ていた。見間違いではない。
 - 天変地異に関する意識の遷移なども研究できる。

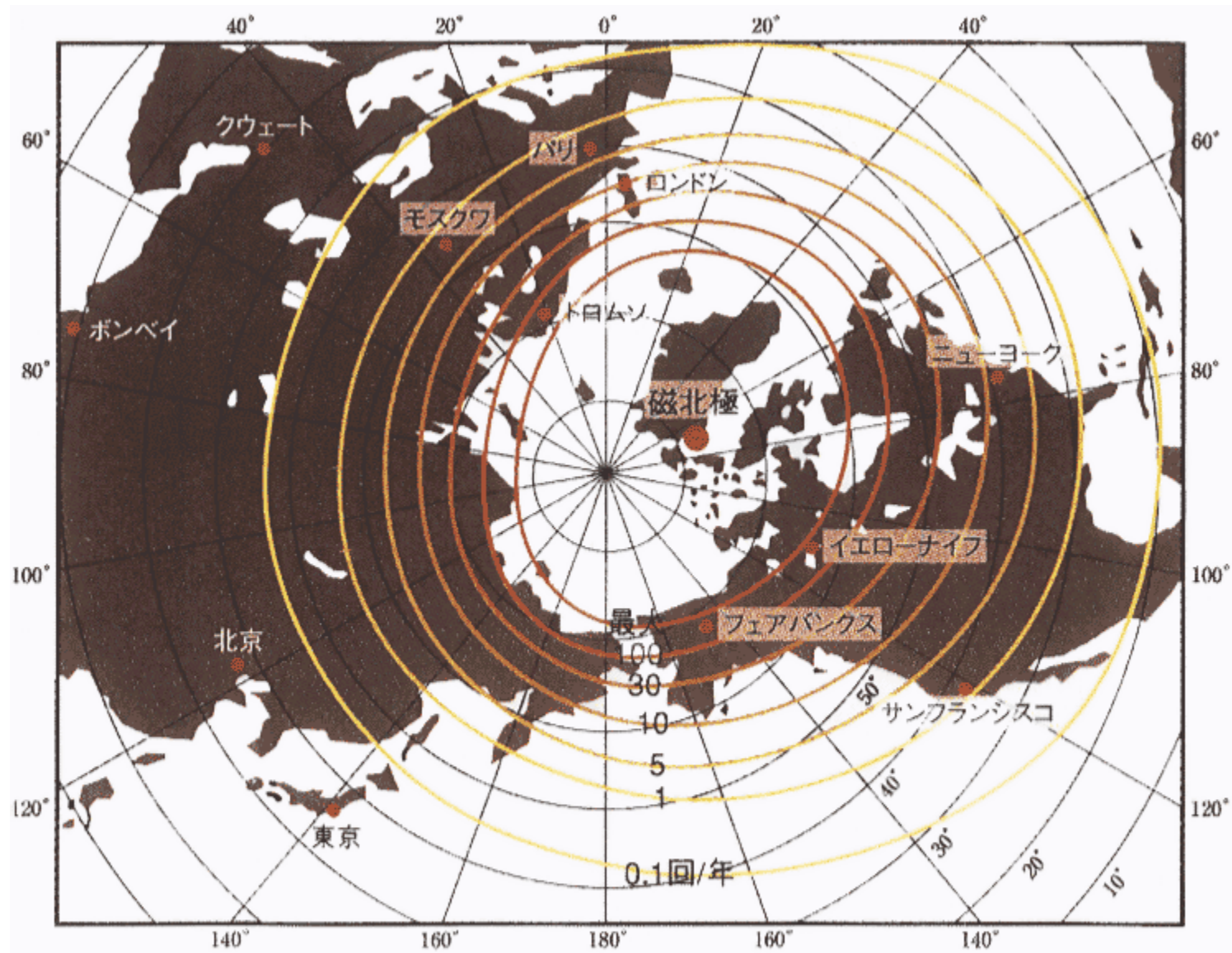
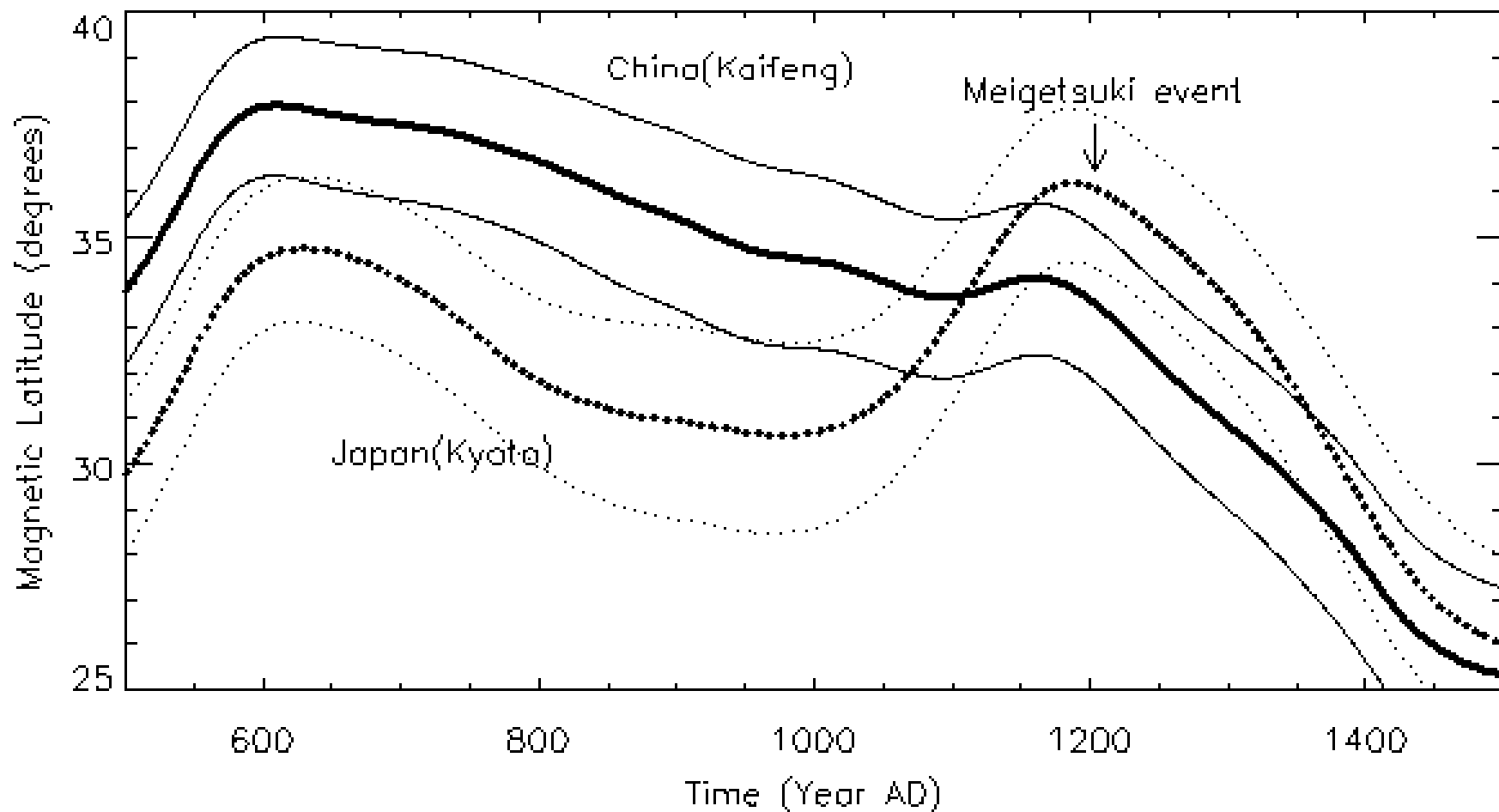
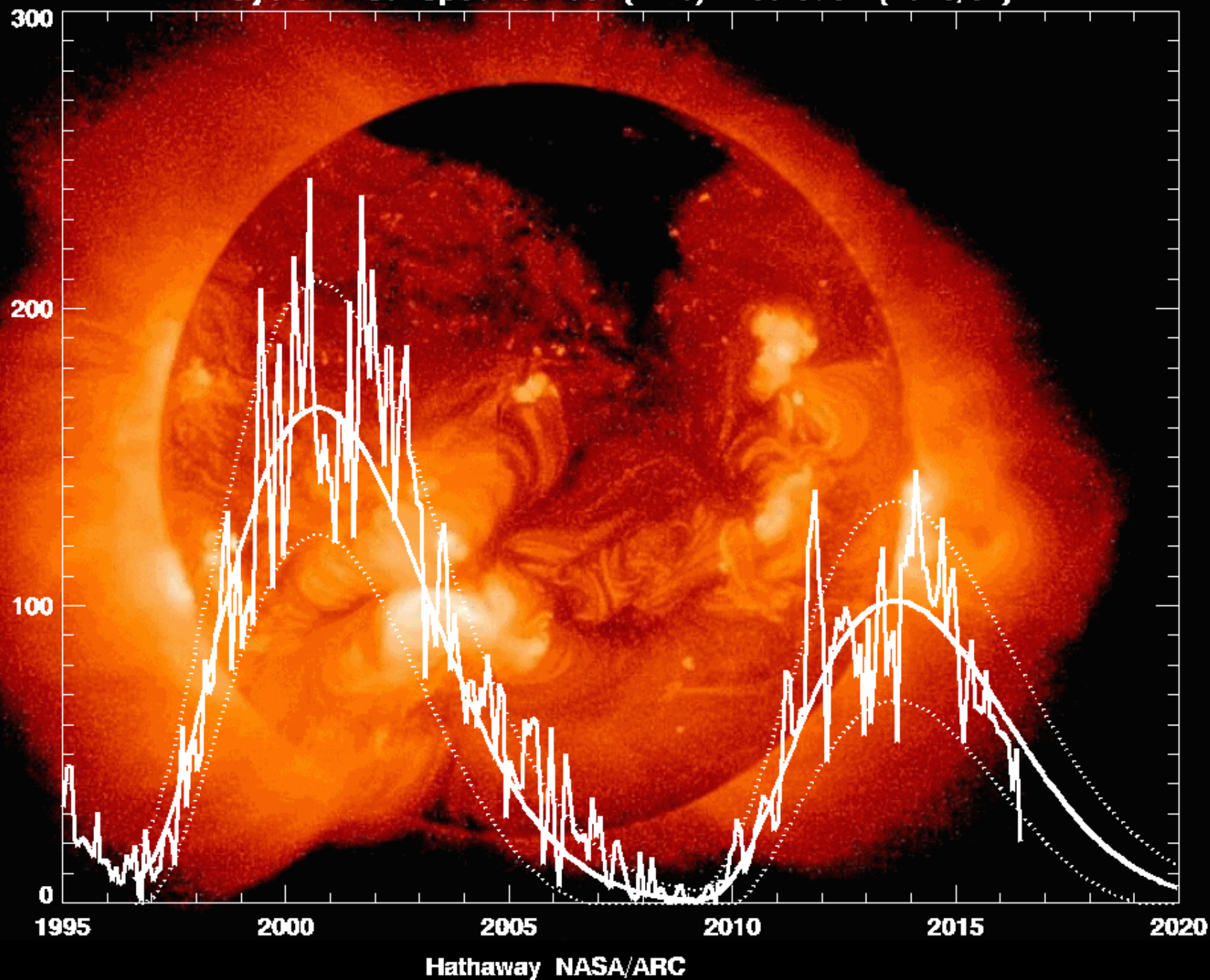


図 1 オーロラ出現確率の世界分布図。M = 100という線は、この地点では1年に100晩オーロラが見えることを示している。北海道あたりのM = 0.1という線は統計上10年に1度見えることを示している。

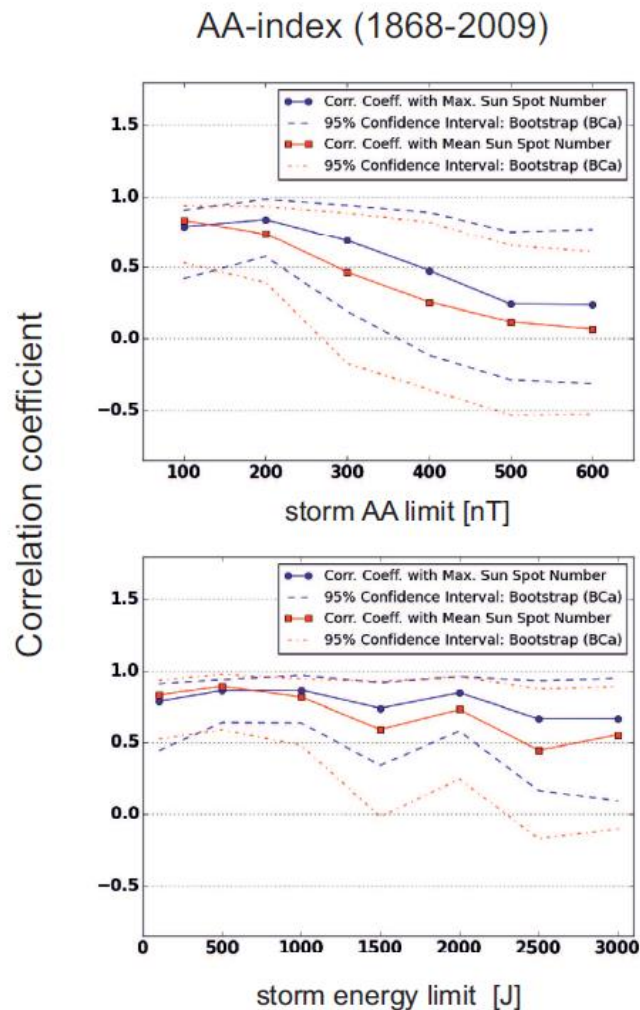
「オーロラに近かった」京都



Cycle 24 Sunspot Number (V2.0) Prediction (2016/07)



連続赤気はランダムか？



21,604

MCCRACKEN ET AL.: SOLAR COSMIC RAY GLEISSBERG PERIODICITY

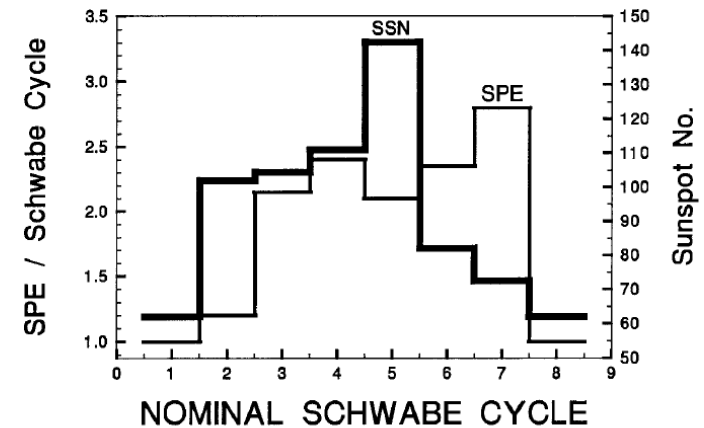
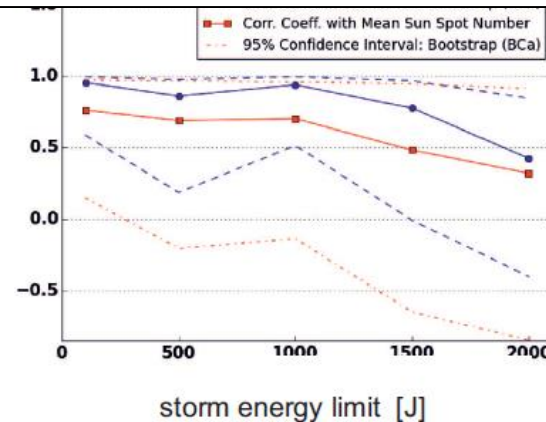


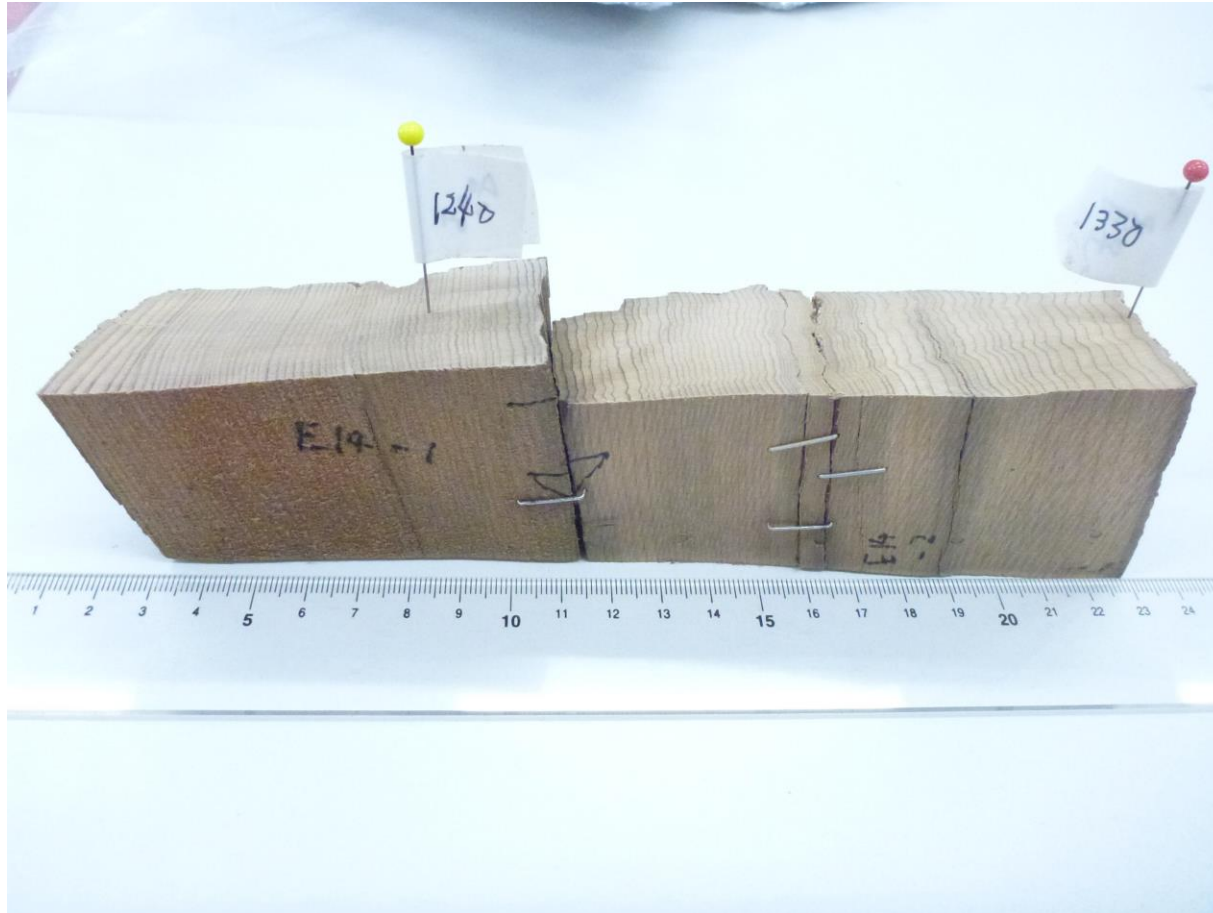
Figure 4. The variation in solar proton event frequency and peak sunspot number (SSN) throughout the sunspot Gleissberg cycle. The data are averaged over the two sunspot Gleissberg cycles 1750–1830 and 1830–1910. Each data point corresponds to the average of the two Schwabe cycles at that phase in the Gleissberg cycle. A linear detrend has been applied.

McCracken2001JGR



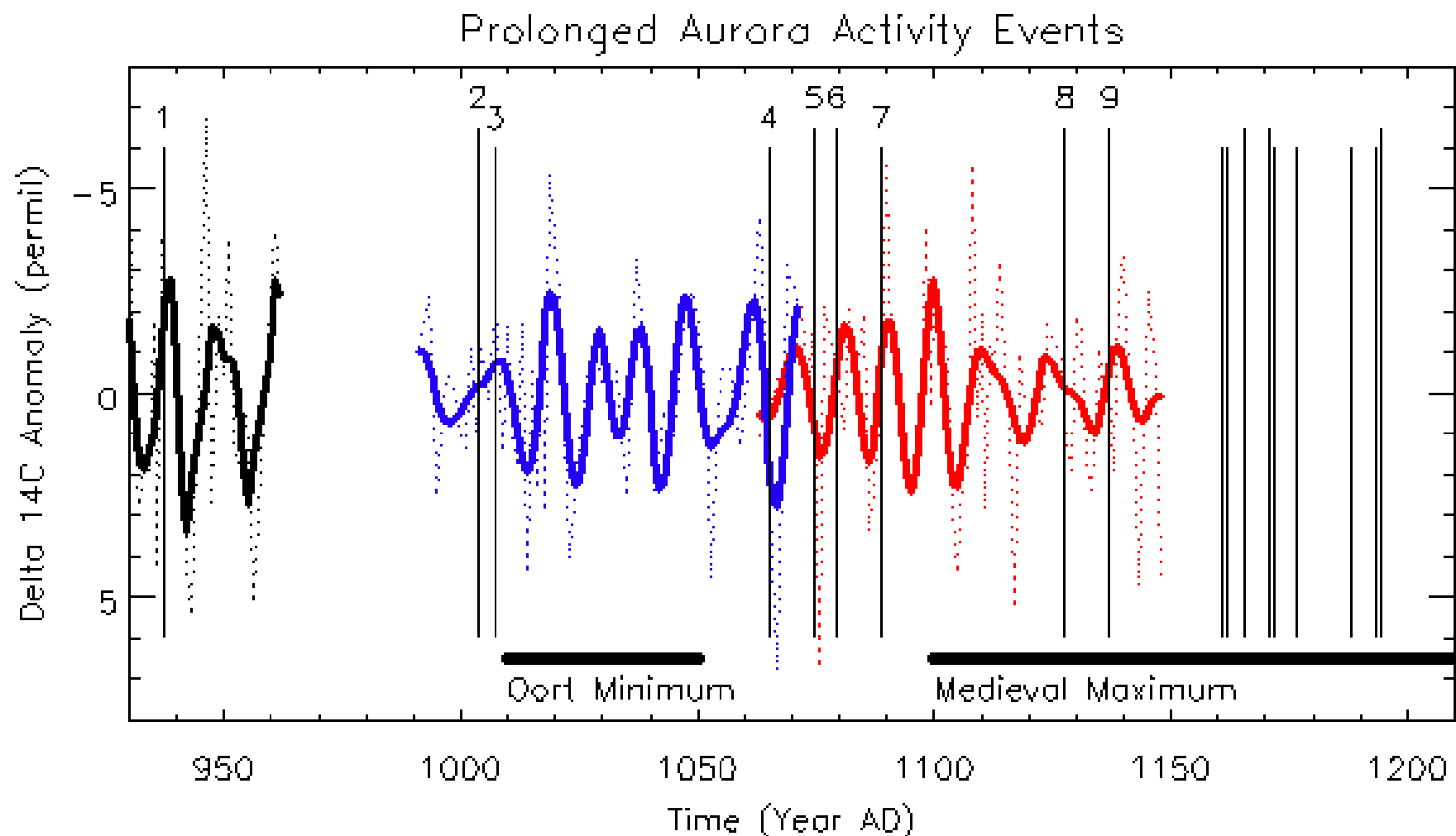
Kilpua+2015ApJ

『明月記』のときの年輪、測定中。



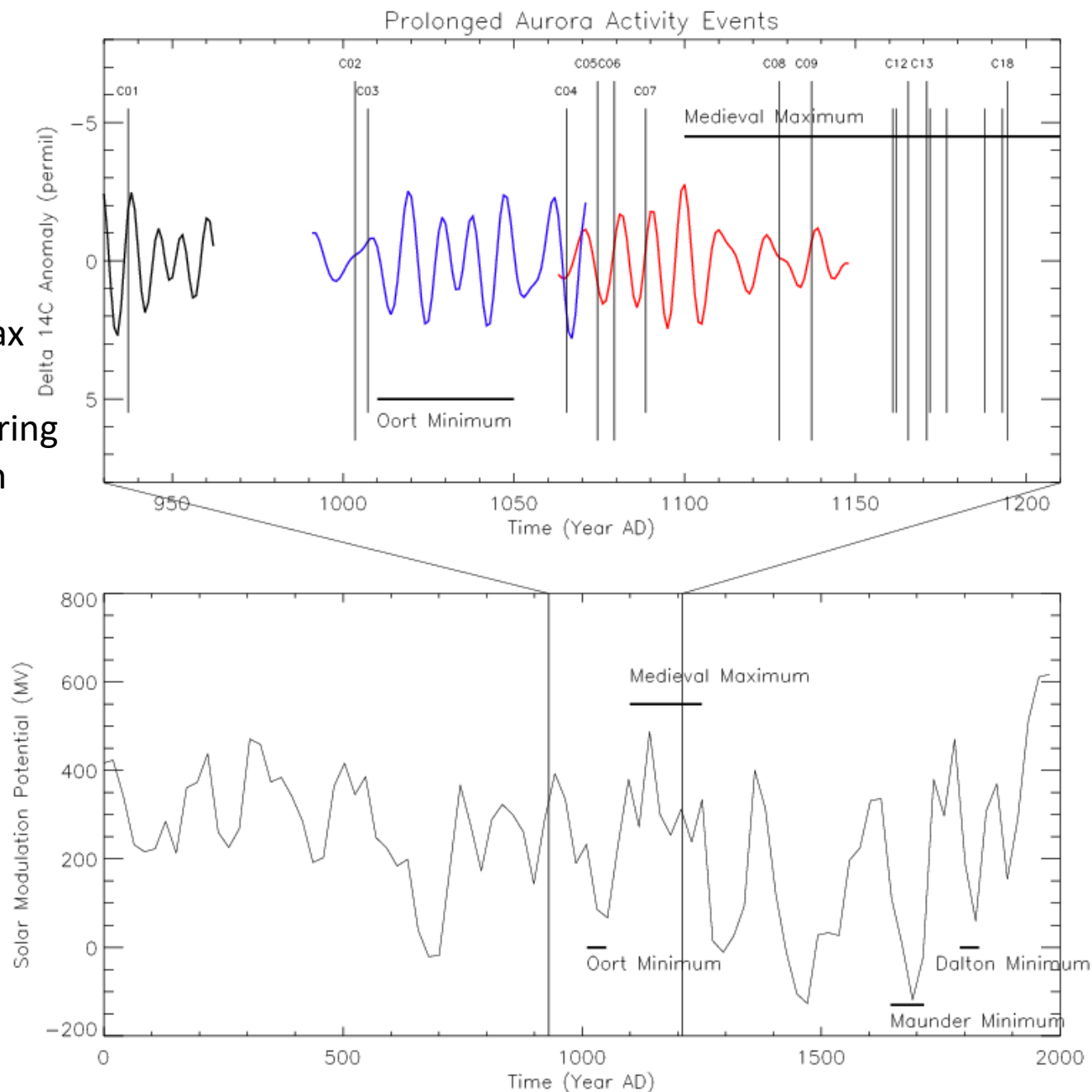
アスナロの木：武蔵野美大・東北大学との共同研究

太陽周期と宋代の連続赤気



最悪の宇宙環境の発生パターンが明らかになった。

1. Many events around solar max
2. No events during Grand minimum
3. One event at solar minimum



極小期の巨大磁気嵐？

Tsurutani et al.: Great Magnetic Storms

75

Table 1. A summary of the interplanetary magnetic field properties causing great magnetic storms. The columns are, from left to right: the peak solar wind velocity, the peak interplanetary magnetic field magnitude, peak B_z , peak D_{ST} , the cause of the large southward fields, and the associated solar event. The intensity of the solar event and the date and time are given.

DATE	V_{SW} km s ⁻¹	PEAK $ B $ nT	B_z nT	PEAK D_{ST} nT	INTERPLANETARY CAUSES	Solar Event
February 7, 1986	> 800	25-30	-10 to -20	-312	Shock Compression/ field draping	3/X1.7 (0630 UT 2/6/86)
September 5, 1982	750	25	-15 to -20	-289	Shock Compression/ field draping	3/M4 (0200 UT 9/4/82)
July 13, 1982	1360	60	-50	-325	Shock Compression/ field draping	2/X7.1 (0955 UT 7/12/82)
April 13, 1981	600	30	-30	-311	Driver Gas/ Magnetic Cloud	1/X1.1 or 3/X2.5 (1117 UT or 1655 UT, 4/10/81)
December 19, 1980	550	35	-35	-249	Driver Gas/ Magnetic Cloud	2/M5.1 or 1/M4.7 (1200 UT or 1500 UT, 12/16/80)

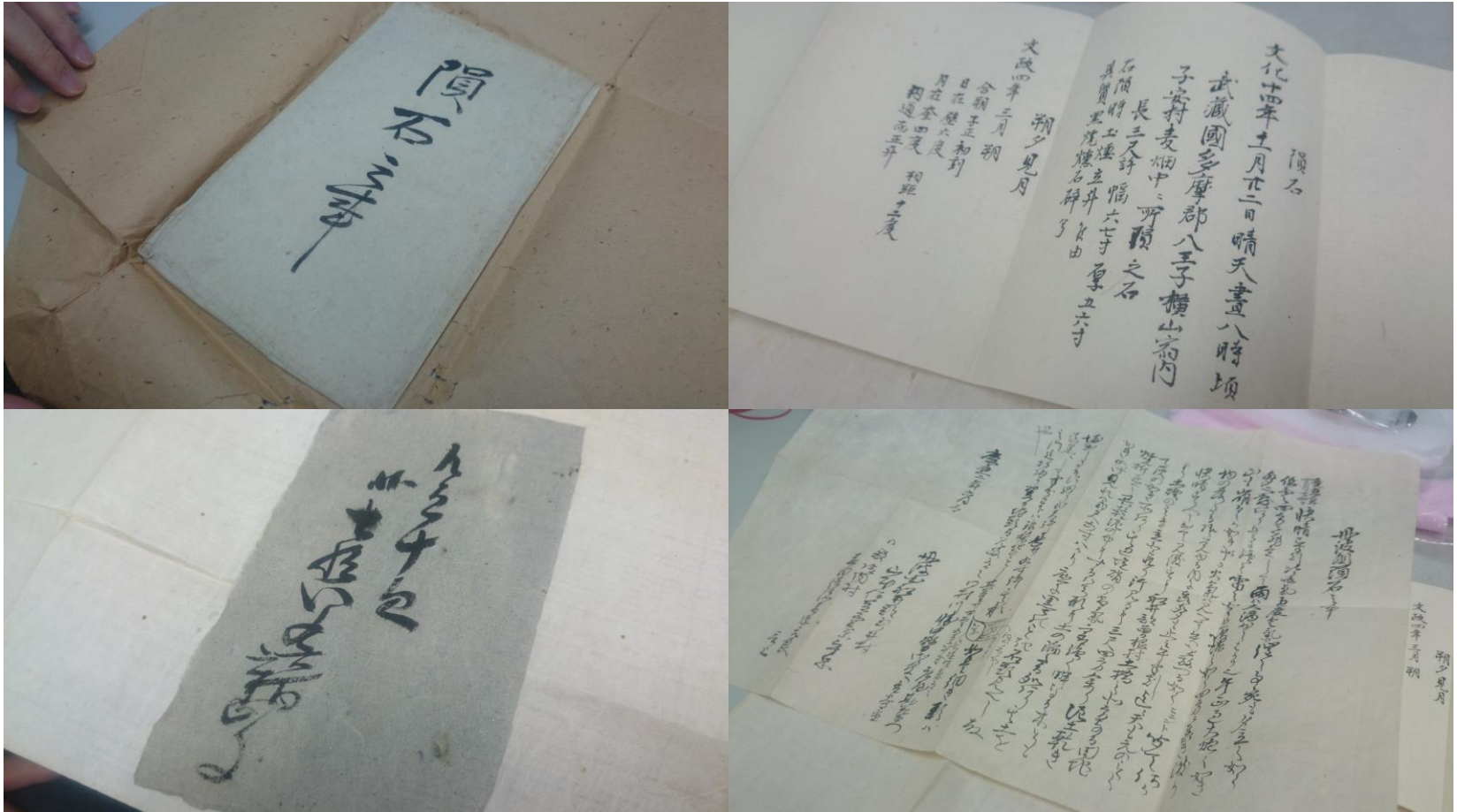


オーロラ4Dプロジェクト2年

- 文献から得られたデータの科学的解析による新たな知見を得られた
 - 磁気緯度マップ、同位体プロキシ解析
- 天変地異への人々の反応を通して、自然観・科学観の変遷を探る、という新たなアプローチを開拓した
 - 特に日本の近世以降、歴史の研究も
- 研究とアウトリーチの両方の側面を持った市民参加型研究の一つの形を作ることができた
 - 古典オーロラハンター、オーロラ4D.jp

八王子隕石をSNSで募集

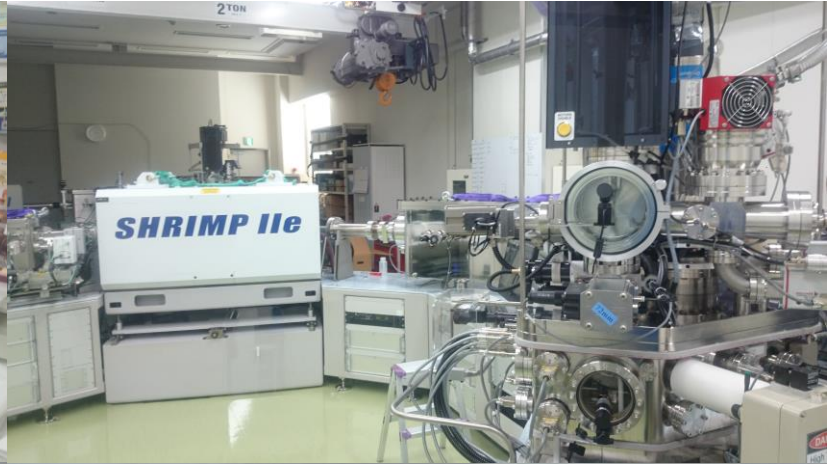
(切れ端のようなのは紙が貴重だから)



(黒っぽいのは当時の「再生紙」だから)

八王子隕石の分析へ

→愛着を持って研究すると新発見が必ずついてくる



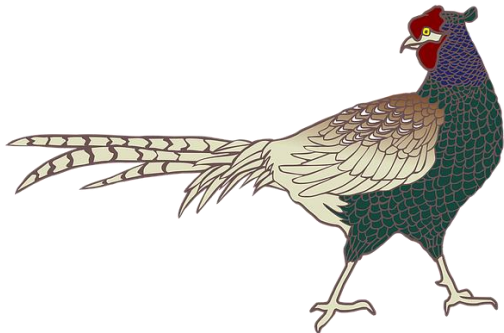
「知道楽」国文研・極地研 合同ランチセミナーの開催



第1回：「江戸料理とクックパッド：担当者が語る」
→建物を共有する大きなメリット活かし、今後の更なる共同研究の窓口に

日本書紀卷第二十二推古天皇紀

- 廿八年秋八月、掖玖人二口、流來於伊豆嶋。冬十月、以砂礫、葺檜隈陵上。則域外積土成山。仍每氏科之、建大柱於土山上。時、倭漢坂上直樹柱勝之太高、故時人號之曰大柱直也。十二月庚寅朔、天有赤氣、長一丈餘、形似雉尾。是歲、皇太子・嶋大臣共議之、錄天皇記及國記、臣連伴造國造百八十部并公民等本記。



おわりに：将棋にたえて

- 将棋は、名局という作品を生み出す
 - 研究は、論文という作品を生み出す
- 直観から、新戦法を編み出す対局者
 - 直観から、文理融合を開拓する研究者
- コンピュータ補助による類似戦局の検索
 - 古典籍データベースによるタグ・くずし字検索
- 人工知能による新手から、直観を超えた学びへ
 - 対局数を増やし、直観を研ぎ澄ませておく必要あり