



太陽地球系物理学における 観測データメタデータシステムと サイエンス



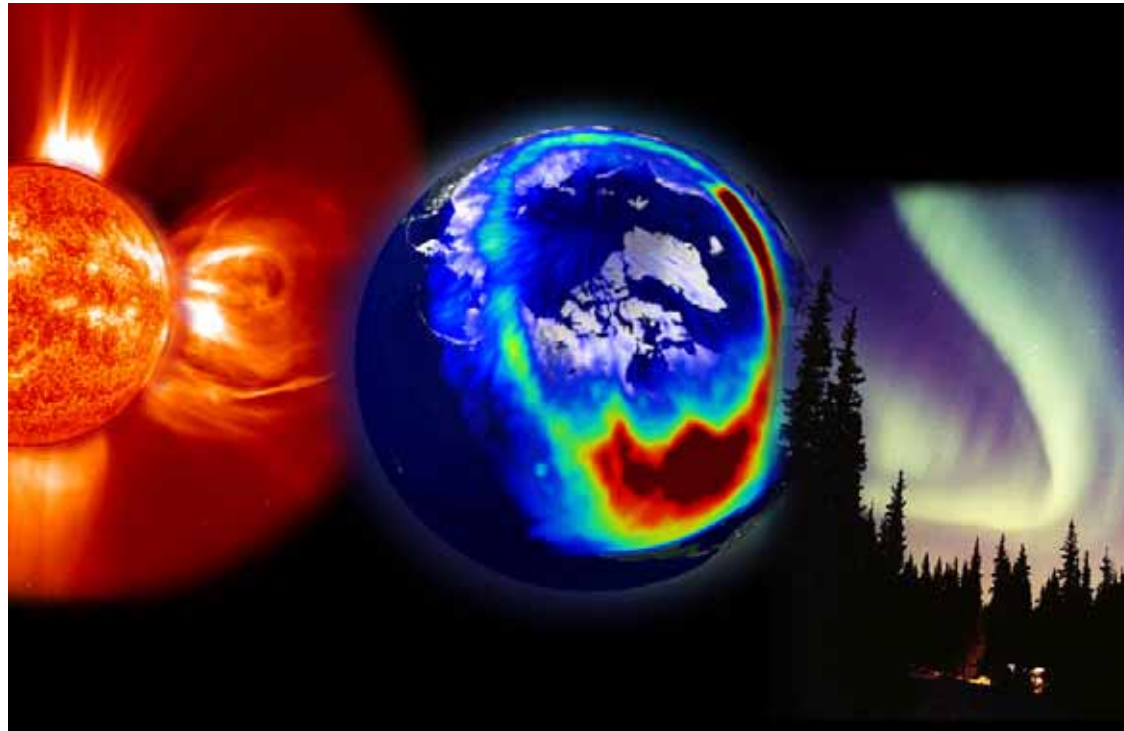
2018/06/18

田中良昌^{1,2}, 梅村宜生³, 新堀淳樹³, 阿部修司⁴, 能勢正仁⁵,
上野悟⁶, IUGONETプロジェクトチーム

1. 極域環境データサイエンスセンター, 2. 極地研・総研大,
3. 名大ISEE, 4. 九州大ICSWSE,
5. 京大地磁気センター, 6. 京大附属天文台

JOSS2018, 地球惑星科学のオープンデータ、オープンサイエンス





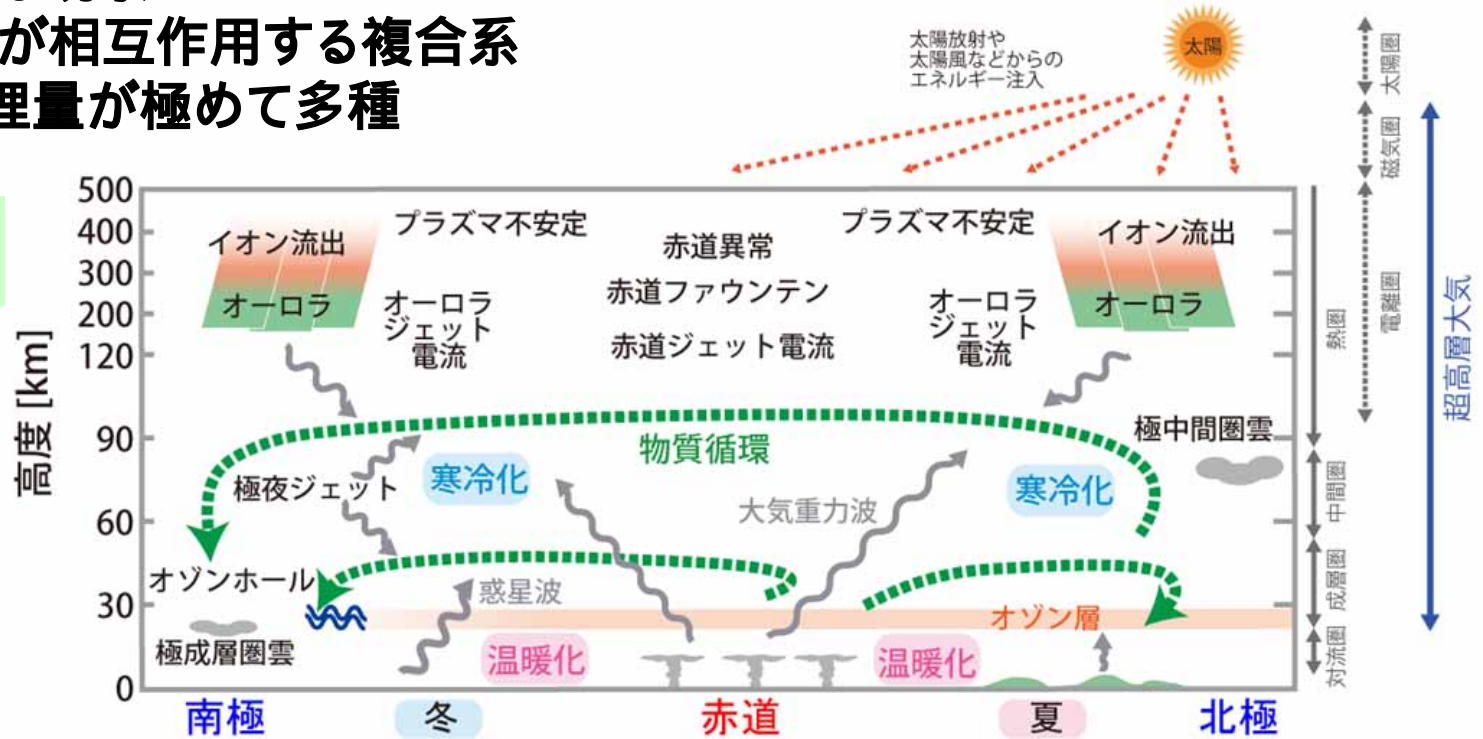
Courtesy of SOHO
(ESA & NASA)

- 太陽～地球(惑星)表面までの広い範囲を含む。
- 研究には、以下のようなものがある。
 - オゾンホールや地球温暖化等の地球環境変動。
 - 直接観測できる天然のプラズマ実験室として、宇宙プラズマや大気の普遍的な物理素過程の研究。
 - 宇宙天気予報等の実用科学。

研究ターゲットの特徴

- グローバルな現象
- 異なる領域が相互作用する複合系
- 取り扱う物理量が極めて多種

太陽・太陽風からのエネルギー注入
 +
 地球的規模の物質とエネルギーの循環
 +
 下層大気からのエネルギーの注入

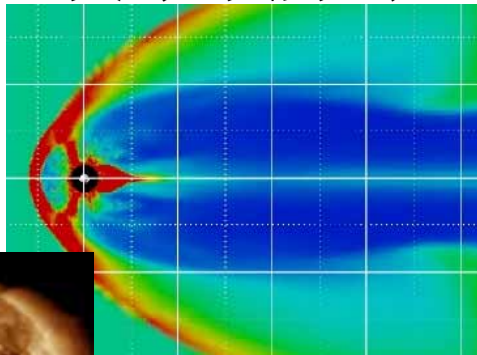


複数の研究機関が取得した観測データを公開、共有する文化が根付いている。

オープンデータ、オープンサイエンスを進めやすい！

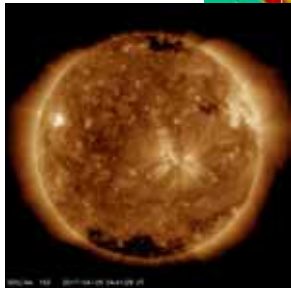
グローバルな状況

シミュレーションデータ

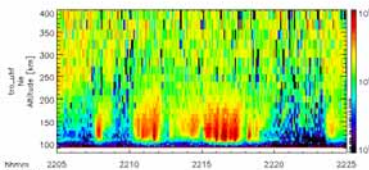
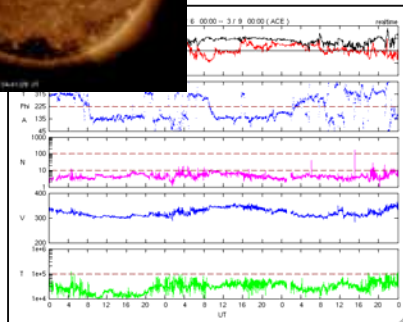


鉛直方向(領域間)の カップリング

太陽データ

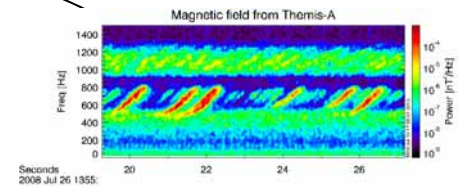


太陽風データ

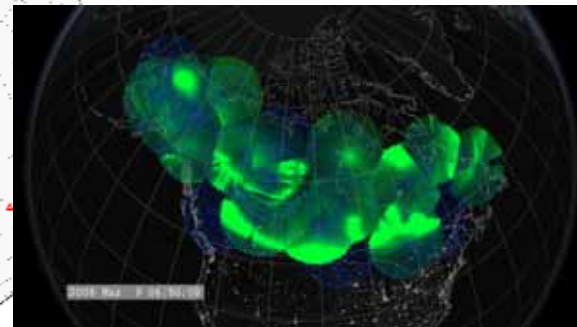


レーダーデータ

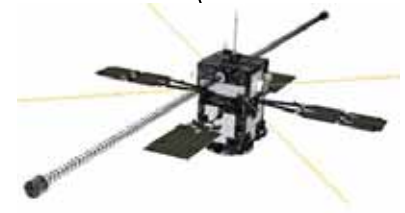
人工衛星直接観測データ



地上多点ネットワークデータ



水平方向のカップリング



でも、時間
も労力もか
かるし、..

一つのイベントに対して、多地点、多種のデータを収集し、総合的に解析・解釈することが重要。

IUGONET (Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETWORK)
「超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究」



目的：全国の大学・研究機関に分散している超高層大気データの公開、及び、効率的に解析するためのインフラ(メタデータデータベースや統合解析ソフトウェア)を開発する。

多種多様な観測データ

- 東北大学
- 京都大学
- 九州大学
- 国立極地研究所
- 名古屋大学
- メタデータ提供協力機関



- 様々な装置で観測された多種多様な物理量データ
- 太陽～地球表面にある複数の領域で取得されたデータ

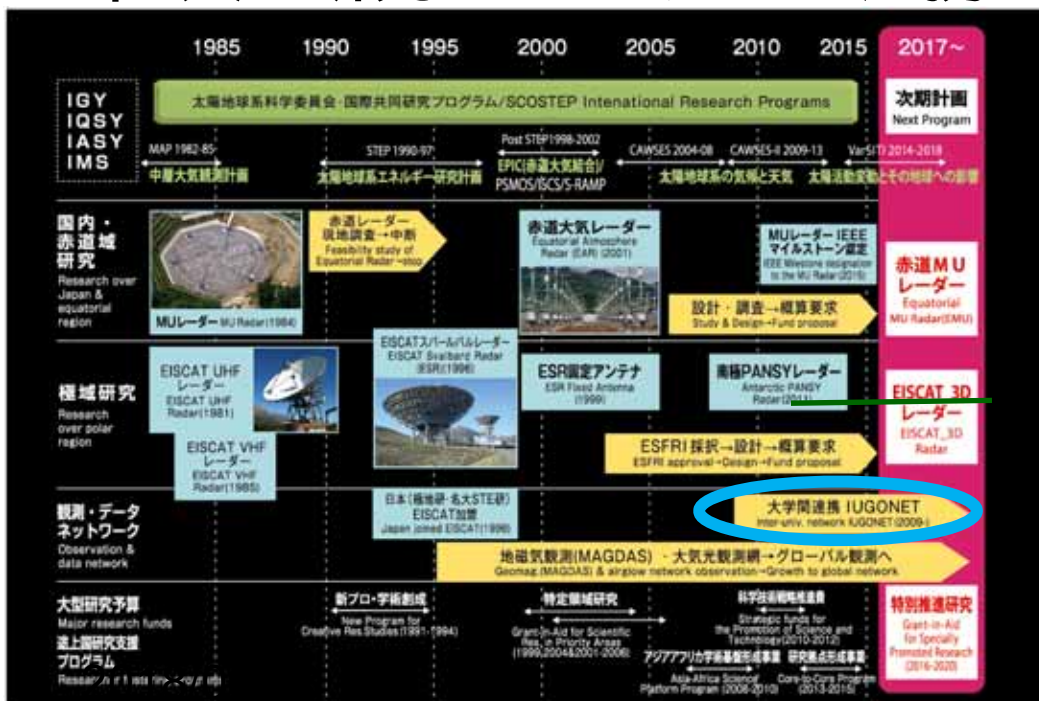


IUGONETの業界内での位置づけ



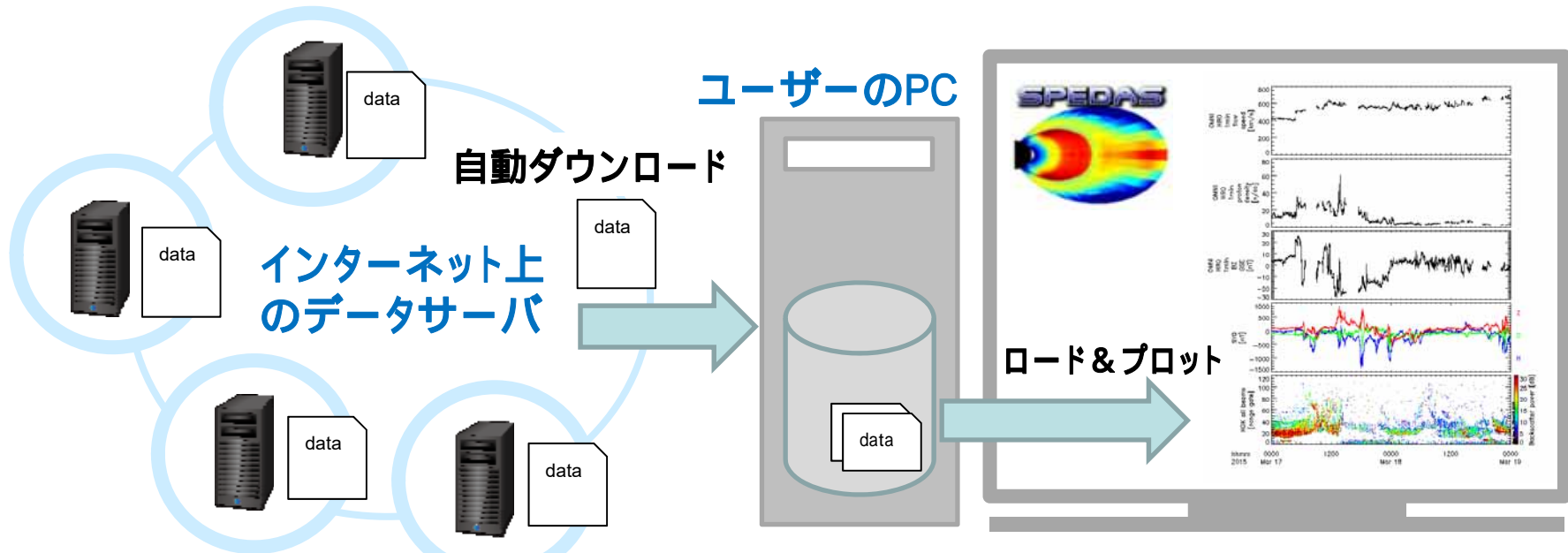
➤ 国内外の様々なプロジェクトと連携し、観測データの公開や、解析ツールの開発に貢献。

➤ 中-大型研究プロジェクトとの連携



太陽地球系結合過程の研究基盤形成「マスタープラン2014/2017, 文科省ロードマップ2014」

- 観測データの共有
- 機関連携
- 若手研究者の育成
- 国際ネットワーク形成に貢献に貢献



多くの地球科学データをオープンにすることで、研究が飛躍的に進む。

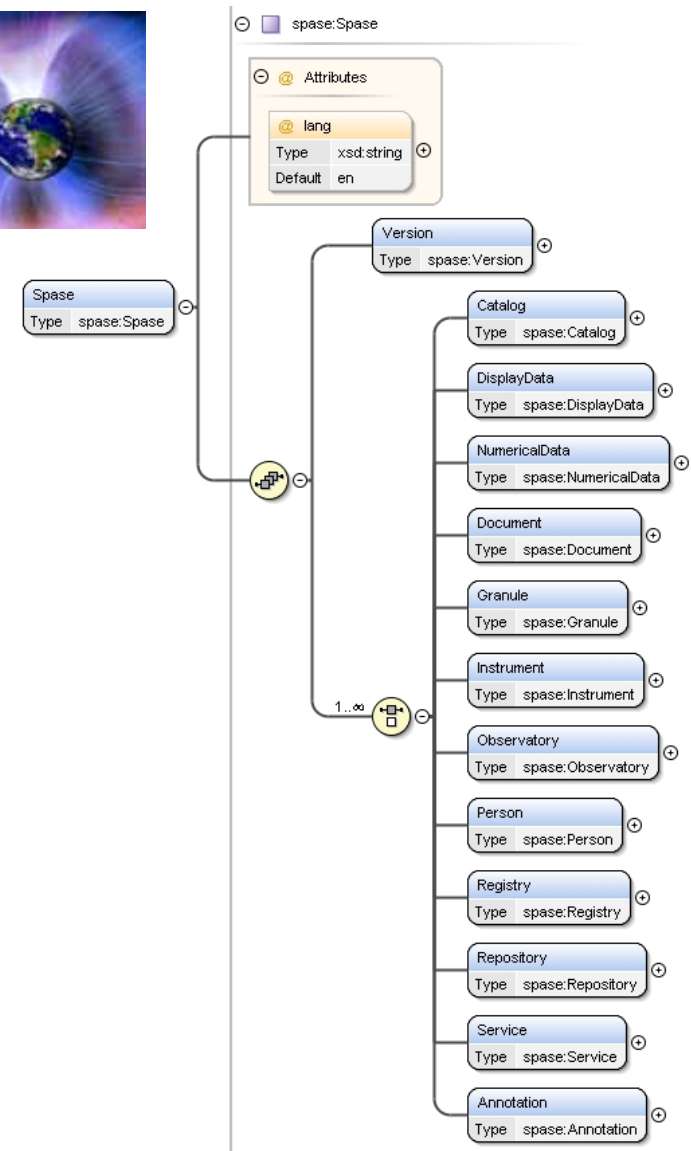
3つぐらいのコマンドで、簡単にデータを収集・ロード・プロットすることができる。

- 米国のUCLA/UCBのグループがベースを開発。
- オープンソース。
- 言語はIDL (Interactive Data Language)。近い将来、Python等に移っていく可能性あり。
- 国内外の多様な衛星・地上観測ミッションがプラグインを提供 (多国籍の草の根的活動)。IUGONETをはじめ、多様な観測データを利用できる。
- 太陽、惑星間空間、磁気圏、電離圏、中層大気等のデータが利用可能なので、宇宙天気のような分野横断型研究に適している。



メタデータ...データについてのデータ

- NASA、NOAA、ESA、JAXAなどの宇宙・太陽・地球物理の研究者らで構成されている「**SPASE (The Space Physics Data Search and Extract) コンソーシアム**」で策定されたSPASEメタデータフォーマット。(IUGONETもコンソーシアムメンバー。)
- SPASEメタデータモデルは、**太陽地球系物理分野の衛星・地上データを記述**するのに適している。この分野の**国際標準フォーマット**。
- IUGONETは、SPASEメタデータモデルをベースに、必要な要素を追加して利用。
- 海外の同様のグループとメタデータの交換が容易。



IUGONET Type-A <http://search.iugonet.org>



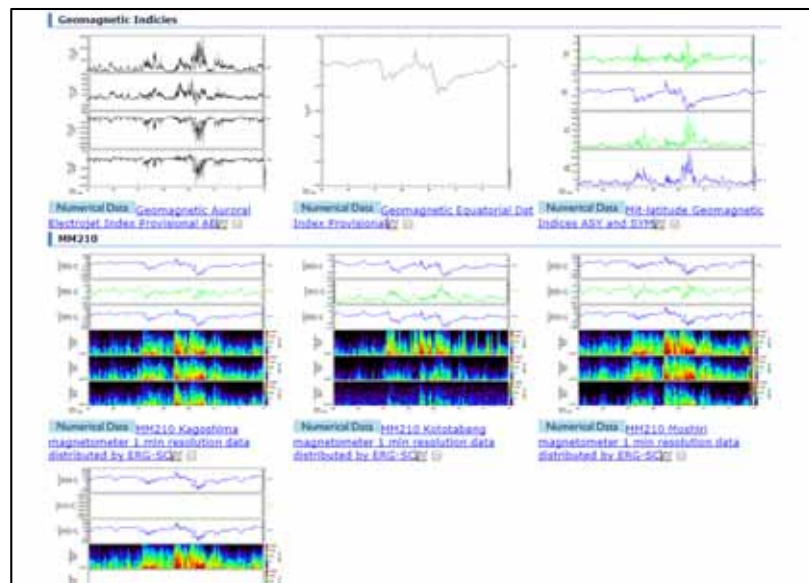
UDAS web

解析ソフト SPEDAS

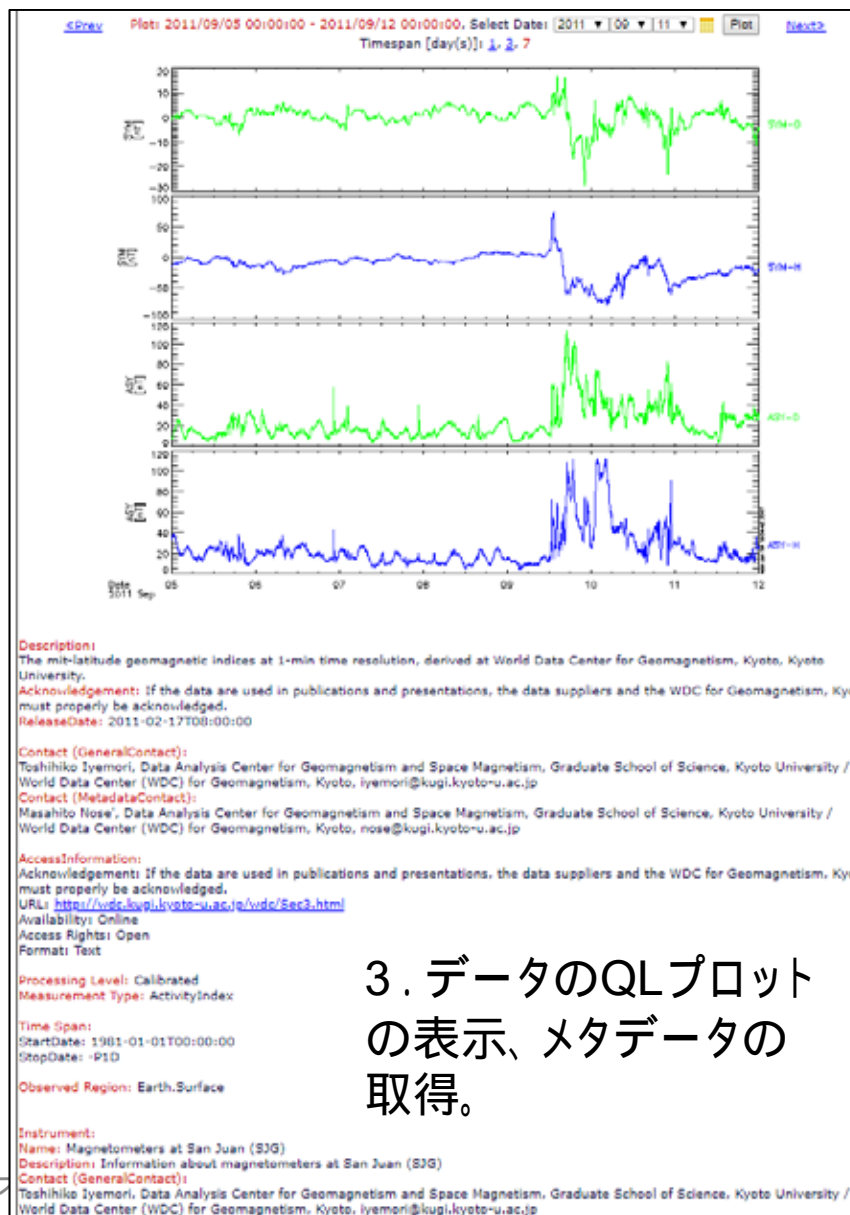
データの特性、現象の把握



↓ 1. データ検索



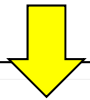
2. データ、イベントの発見



3. データのQLプロットの表示、メタデータの取得。



IUGONETメタデータの利用方法(2)



4. 専用解析ツール「SPEDAS」による解析方法を表示

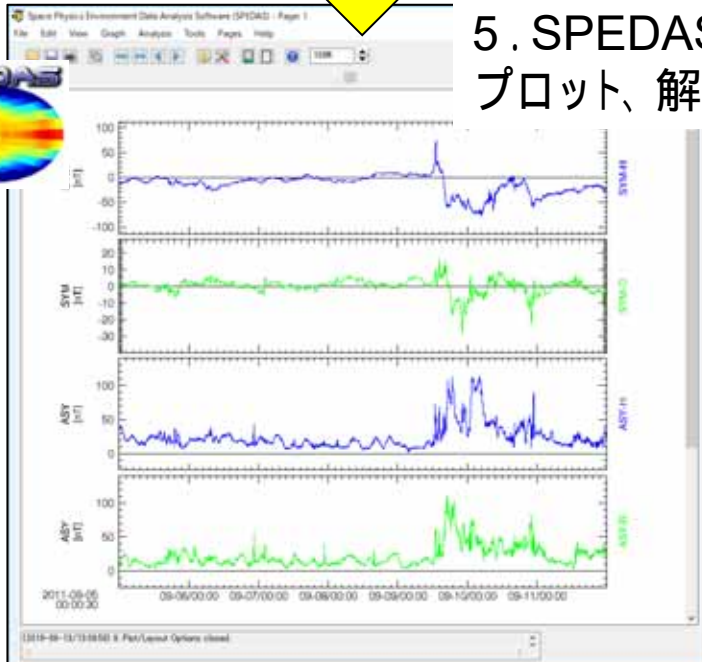
How to Plot (SPEDAS-CUI #Basic):
 IDL> thm_init
 THEMIS> timespan, ['2012-03-05 00:00:00', '2012-03-12 00:00:00']
 THEMIS> iug_load_gmag_wdc, site='sym asy'
 THEMIS> tplot, ['wdc_mag_sym', 'wdc_mag_asy']

How to Plot (SPEDAS-CUI #Advanced [*Quick-Look was created]):
 IDL> thm_init
 THEMIS> timespan, ['2012-03-05 00:00:00', '2012-03-12 00:00:00']
 THEMIS> iug_load_gmag_wdc, site='sym asy'
 THEMIS> split_vec, 'wdc_mag_sym'
 THEMIS> split_vec, 'wdc_mag_asy'
 THEMIS> tplot, ['wdc_mag_sym_0', 'wdc_mag_sym_1', 'wdc_mag_asy_0', 'wdc_mag_asy_1']

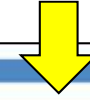
How to Plot (SPEDAS-GUI):
 Step 1: Start SPEDAS GUI Program.
 Step 2: Choose [FILE] -> [Load Data].
 Step 3: Choose [IUGONET] Tab.
 Step 4: Uncheck 'Use Single Day'.
 Step 5: Set Start Time: '2012-03-05 00:00:00' and Stop Time: '2012-03-12 00:00:00'.
 Step 6: Choose Instrument Type: 'geomagnetic_field_index'.
 Step 7: Choose Data Type: 'ASY_index', Site or parameter(s)-1: 'WDC_kyoto' and parameter(s)-2: 'asy', 'sym'.
 Step 8: Push [->] button. (Please wait a few minutes).
 Step 9: Push [Done] button.
 Step 10: Choose [Graph] -> [Plot Layout Options].
 Step 11: Choose 'wdc_mag_asy', 'wdc_mag_sym' and [Line->] button.
 Step 12: Push [OK] button.



5. SPEDASで、プロット、解析



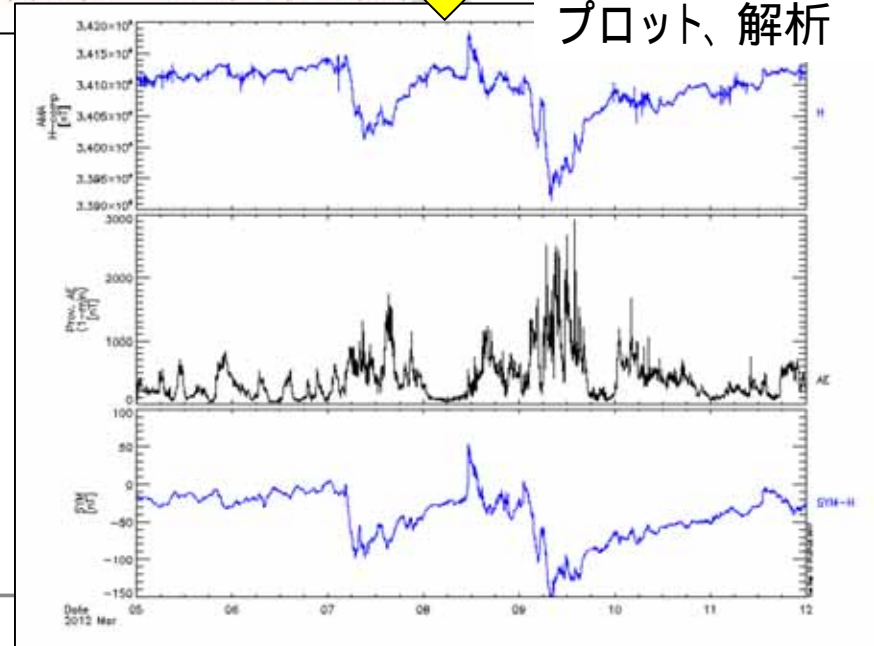
星科学のオ



4'. ウェブサイトでインタラクティブにデータをプロット



5'. ウェブ上で、プロット、解析





at Covenant Univ. in Nigeria (Sep. 2017)

- ツールやデータの普及のため、年に数回、国内外でデータ解析講習会を開催。
- 特に、インドネシアやナイジェリア等、アジア・アフリカ地域での講習会も実施し、研究者の育成、共同研究促進に貢献。



2018/06/18



in Bandung, Indonesia (Mar. 2018)

- 2016～2018年の学術論文[査読あり]30編以上(そのうち学生が主著論文12本)
- データを取得後、極めて**短期間**で研究成果が出るようになった。(例:2017年3月以降の**あらせ衛星と地上同時観測**の研究成果が数多く出ており、そのほとんどがSPEDASを利用して解析を行っている。8月に国際誌GRLで特集号。)
- 30年以上の**長期変動**に関する研究や、人工衛星や**グローバル**に分布した多種多様な地上観測装置のデータを利用した**総合解析研究**が容易になった。[e.g., Shinbori et al., 2017; Takahashi et al., 2017]
- 便利なツールが整備されたことによって、大学院生、留学生を含む**若手研究者**や、退職された**シニア研究者**による成果が数多く出ている。[e.g., Sato et al., 2015; 2017; Noersomadi et al., 2017]

学位論文(代表的なもの)

2017年度：

- 杉山俊樹、全球 GPS 受信機観測網を用いた磁気嵐に伴う中・高緯度電離圏不規則構造の時間・空間変動とその発生機構に関する研究、名古屋大学大学院理学研究科素粒子宇宙物理学専攻、修士論文、2017.
- 伊津井ひかる、低緯度コロナホールと太陽黒点出現領域の相関について、茨城大学理学部地球環境科学コース、学士論文、2017.

2016年度：

- 塩野佑貴、EAR-RASS観測における音速補正精度に関する研究、京都大学工学部電気電子工学科学士論文、2016.
- 田畑啓、EAR-RASSによる赤道域の気温プロファイルの観測に関する研究、京都大学大学院情報学研究科通信情報システム専攻修士論文、2016.
- Dao, T., Study of post-midnight field-aligned irregularities at low-latitudes using the Equatorial Atmosphere Radar, 名古屋大学理学研究科素粒子宇宙物理学専攻博士論文、2016.



- 太陽地球系物理学分野では、データ公開・データ共有が本質的であり、オープンデータを進めることで、研究が飛躍的に進むことが期待される。
- IUGONETツール(統合解析ソフトウェア、メタデータデータベース)は、米国や欧州の機関と国際的に連携しながら開発が進めてられており、高いインターオペラビリティを備えている。また、アジアやアフリカとの国際ネットワークの構築に特に力を入れている。
- IUGONETが開発してきたツールは、研究効率を高め成果創出に貢献するだけでなく、新たな分野横断型研究を促進する。