

XRISMニュース (5): 国際相互較正 —IACHEC年次集会2025開催記録—



鈴木 寛 大

〈宮崎大学工学教育研究部 〒889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西 1-1〉

e-mail: hiromasa050701@gmail.com

1. X線天文衛星の相互較正

2024年の記事 [1] で紹介したように、X線天文学の業界ではIACHEC（アイエイチェック）というグループ^{*1}が存在し、装置間、衛星ミッション間の相互較正の活動をしている。IACHECは年1回の集会を開催し、およそ60名が集って議論をする。開催場所は北米、ヨーロッパ、アジアで持ち回りをしており、今年の年次集会（17th IACHEC meeting^{*2}）は日本での開催となった。本記事はその開催記録を記す。

日本での開催はこれが3回目である。2009年と2019年に使用した湘南国際村センター（神奈川）と新規で提案するホテルクラシア大阪ベイ（大阪）とで検討をし、大阪での開催に決定した。余談だが、IACHECの年次集会は通例として会議室と食事会場を提供してくれる、そして繁華街から離れた宿泊施設を利用している。これは参加者を散らばらせずにギュッと集めた効率良い議論と親睦のためで、好き嫌いがあるだろうが、個人的には気に入っている。思いついたタイミングで研究の相談ができる、さまざまな分野の相談相手が増えてその後の研究が捗ようになる、というような効果が明らかに実感される。ただし、小さくはない規模の国際会議を、この形式で開催できる宿泊会場はかなり限られる。今回、開催実行委員長志達氏が苦心して探し出した新会場がホテルフ

クラシア大阪ベイであった。ちなみに筆者は湘南の会場にも2019年に一度だけ訪れたことがある。葉山のリゾート地に位置し、自然に囲まれつつも綺麗で整った素晴らしい会場であった。湘南と大阪とでアンケートを取ったところ惜敗したのだが、IACHECメンバーからは根強い人気の声もあった。

会場の最寄駅はOsaka Metroのコスモスクエアという。これだけで気づく読者は猛者であるが、実はここは大阪万博会場の隣駅である。開催実行委員会としては交通の不便を危惧したものの、時期がよかったのか、ほとんど問題はなかったように思う。会議場のホテルから見える、万博会場のドローンショーが綺麗だったことをよく覚えている。

2. 2025年IACHEC年次集会

今回の会議には74名の現地参加、オンラインを含めると108名の参加があり、現地参加の学生は17名を数えた（図1）。大雑把に言えば参加者数は年々増加しており、今回は過去最多の参加者を集めた（図2）。参加者数の増加は、相互較正に興味を持つ人が増え、新しい計画が増え、また長寿命な衛星も増えていることを示しているのであろう。当然喜ばしいことであるものの、IACHEC特有の側面としては、「昔ながらのスタイル」とも言うべき、時刻較正、分光精度較正、検出感度較正などのサブグループの面々がパソコンを持ってそれ

^{*1} <https://iachec.org/>

^{*2} <https://indico.heal.phy.saitama-u.ac.jp/event/8/>



図1 2025年IACHEC年次集会の記念写真.

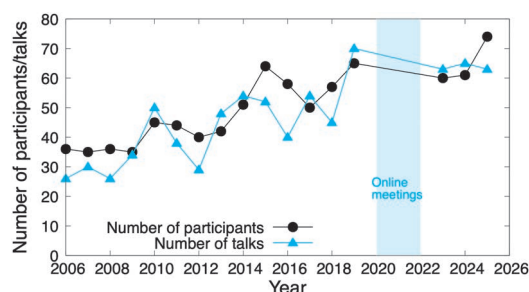


図2 IACHEC年次集会の参加者数・口頭講演数の遷移.

ぞれ小部屋に集まり、その場でデータを受け渡しして解析をしながら議論をする、という場面がなくなりつつもある。これはサブグループの人数が多くなり、持ち寄る報告内容が増え、そのためサブグループの議論も講演形式が多くを占めるようになったためである。おそらく人の増加に合わせて会議のスタイルを再考していく必要があり、その方法が会議内でも議論されている。さて、今回の年次集会を個人的に振り返ってみたい。XRISMチームメンバーとしての視点から重要なのはXRISM搭載の2つの検出器Resolve（リゾルブ）とXtend（エクステンド）、そして他のミッションとの整合性である。Resolveは精密分光を得意とするX線マイクロカロリメータであり、Xtendは広視野が特徴のX線CCDカメラである。ResolveとXtendは観測天体によっては $\pm 5\%$ で一致しているが、その範囲を逸脱する天体があったりもする。このような一致／不一致は天体の見かけのサイズ

や明るさに依存すると考えられるが、いまだ十分な理解にはほど遠い。また、データのノイズ除去・有効な観測時間帯の選別（スクリーニング）、除去しきれない検出器由来ノイズの見積もりや天体放射の空間分布の仮定など、妥当性を担保すべきポイントがいくつもある。他のミッションとの比較結果もそれほど悪くはないものの、例えばXRISM/Xtendと欧州のXMM-Newton衛星の回折格子分光装置（RGS）との間では ~ 1.5 keVに大きな不一致が見られた。一方で、長らく観測装置間の大きな矛盾の存在が知られている銀河団の観測データの比較結果がむしろ良好であったことは嬉しいサプライズであった。相互較正についての膨大な情報が蓄積されつつある今、一気呵成に多数のミッション・多数の天体のデータを俯瞰して頭を働かせる努力が必要かもしれない。

精密な分光解析は可視光や赤外線、電波の観測では古くから常識であったが、X線帯域ではXRISM/Resolveが開拓した領域が大いにある。分光性能が格段に上がりデータの情報量が段違いに増えた今、データをモデリングし、科学成果を導くプロセスが複雑化している。特に、最尤法で最適解を見つけようとすると、局所解（ローカルミニマム）にハマってしまう、ということが頻繁に起こる。平たくいえば、あるデータを説明できる最適モデルに近いものがたくさん存在し、見分けるのが難しいということである。最尤法を行う実践的手法に見直しが必要であることを個人的

にも常々感じている。打開策となりうる手法の一つがNested samplingというマルコフ連鎖モンテカルロ法の一つであり、ベイズ統計に基づく乱数を用いたパラメータサーチにより効率的に最適解を探し当てる方法である。この手法をX線天文解析に当てはめたBayesian X-ray Analysis: BXAを提唱した第一人者の講演があり、タイムリーかつ刺激的であった。

今回は特別セッションとして、可視光（トモエゴゼン）とガンマ線（チェレンコフ望遠鏡アレイ等）観測における装置較正についての招待講演もいただいた。個人的にはガンマ線望遠鏡に使われる無数の鏡のセグメント一つ一つを較正する様子が興味深かった。聴衆にとってもよい刺激となったと思う。そのほか、個人的に面白かったのは国際宇宙ステーションに搭載されたX線検出器NICERの修理作業であった。衛星ミッションと違って修理が可能であることはとてつもないメリットであり、100%の性能を出しきれていない現状であるXRISM衛星の運用者の一人としては羨ましい限りであるが、修理に漕ぎ着けるまでのプロセスの大変さは想像に難くない。彼らは遮光フィルムの破損に気づいてから約8ヵ月かけて修理の許可を得たのち、宇宙ステーションで実際に修理作業にあたる宇宙飛行士の水中訓練などを経て2年弱後の2025年1月によりやく無事に修理を完了したとのことである。ちなみにX線観測機器を宇宙で修理したのはこれが史上初であったらしい。

本会議の最後にはIACHECの将来に向け、衛星運用・科学運用と地上較正試験に関するサブグループの新設や、サブグループそれぞれで若手の主/副リーダーを選出するなどの動きがあった。XRISMの日本メンバーも選出され、今後の国際連携を担っていく体制ができつつある。

蛇足だが、懇親会では遊び心のある、なかなか見ないであろう企画を実施した。たこ焼き・お好み焼きコーナー、日本酒飲み比べブース、射的

コーナーの3つを設置した。日本酒飲み比べブースでは日本酒ソムリエの方をお呼びして全国から選りすぐりの日本酒を用意した。7種類を用意したが、全種類を制覇して2週目に入る猛者が何人か現れたのには驚かされた。射的コーナーでは開催実行委員それぞれが各地域から名産品を持ち寄り、景品とした。筆者が宮崎空港で購入した「標準の日本語 ↔ 英語 ↔ 宮崎の方言」の対応を17つの単語やフレーズについて記したTシャツが一番人気だったことは自慢である。柔軟に対応していただいたホテルの方々に感謝したい。

3. はてしなき相互較正

一般の科学活動で言うところの再現性の検証を我々のように衛星観測をする業界に当てはめると、同じ観測データを同じ手法で解析したら同じ結果になるか、という考え方がまずある。しかし科学成果を検証するためにはもう一段階必要であり、それが天文衛星同士・観測装置同士の相互比較だと言えるだろう。不一致があると気が重いが、真摯に受け止めてどこに誤りがあるのかを考えなければならない。我々の業界ではIACHECがそれを引き受けている。…というより、好き好んで自主的に行っている。複雑な衛星システムと解析ソフトウェア、検出器較正データベースのどこに問題があるかを判別するのは非常に難しく、10年以上経っても解決しない問題すらある。はてしない物語である。

今回、会議を開催した大阪には住吉神社の総本社である住吉大社がある。住吉大社といえば奈良時代から続く20年ごとの式年遷宮（社殿の建て替え）が行われる由緒正しい神社である（戦国時代など遷宮が行われなかった期間もある）。遷宮の意味には諸説あるが、心新たに神様を迎え入れることに加え、宮大工の技術継承という説もあるようだ。1年ごとに「遷宮」を繰り返すIACHECはパンデミック期の中断を経て復活を遂げ、現在まで20年弱、ノウハウを伝承している。今後も

若手研究者の持続的な貢献に期待したい。本記事が何らかの効果を持つとは思えないが、もしこれを読んで興味が湧く方がおられたら幸甚である。

謝 辞

17th IACHEC meeting の開催実行委員は志達めぐみ氏（委員長；愛媛大）、寺田幸功氏、櫻井征子氏、大沼育子氏（埼玉大）、信川正順氏（奈良教育大）、高木利紘氏（愛媛大）、馬場彩氏、浅野勝晃氏（東京大）、筆者に加え、学生アルバイトとして康哲洙氏、中本太一氏（愛媛大）、青木悠馬氏、高山昂大氏（近畿大）、本上侑吾氏（埼玉大）です。特に志達さんは膨大な仕事量を驚異的なスピードでこなしてくださり、本当に感

謝しています。月報編集委員としてもお世話になりました。招待講演を引き受けてくださった酒向重行氏、齋藤隆之氏にも感謝いたします。懇親会を盛り上げてくださった日本酒ソムリエの田代智也氏にも感謝いたします。本会議は独立行政法人日本学術振興会の「研究拠点形成事業」（課題番号：JPJSCCA20220002）、公益財団法人井上科学振興財団、公益財団法人宇宙科学振興会、University of Tokyo Next-generation Neutrino Science and Multi-messenger Astronomy Organization の助成を得ています。

参考文献

- [1] 鈴木寛大, 2024, 天文月報, 117, 592