



ICEHAP

NEWS

International Center
for Hadron Astrophysics

July. 2025 no. 14

重ねて拓く宇宙

——見えない粒子と見える光

南極点で実験を行う「IceCube」が捉えた“見えない粒子”ニュートリノと、米カリフォルニア州のパロマー天文台に設置された「Zwicky Transient Facility(ZTF)」が記録した“見える光”。このふたつの観測が重なったとき、マルチメッセンジャー天文学という新たな視野が拓かれ、私たちは宇宙の謎に一步近づくことができました。今回のICEHAPニュースでは、IceCubeがとらえた複数のニュートリノ「マルチレット」の研究と、それに基づく東北大学の天文学研究を特集します。これは千葉大学と東北大学、物理学と天文学という異分野の研究者が協力し、天文学に物理的手法を取り入れた新しい試みとして注目されています。





Why And How We Started

文：吉田滋（ハドロン宇宙国際研究センター長）

始まりはハワイでした。すばる望遠鏡20周年記念の国際会議に呼ばれていました。2019年秋のことです。いわゆる「望遠鏡」で宇宙を探索している伝統的な「純粋天文学」研究者の集まりに、私のような素粒子・宇宙線研究の人間が招待されることは、皆無とは言えないまでもめったにありません。呼ばれたのはもちろん、IceCube実験がキャッチした宇宙ニュートリノ事象‘IC170922A’の到来方向を、ガンマ線から可視光、果ては電波まで、多くの波長帯で追観測したことで、ニュートリノ放射天体候補を銀河系外で初めて同定したという有名な成果のおかげでした。ですが正直、アウェイ感がありました。自分の講演が多くの参加者に届いている手応えがありません。受けた質問は多かったのですが、我々のことをある程度分かっているいつもの人たちからのものでした。つまり、ここにいる天文研究者の大多数に、サイエンスの面白さが浸透していない。この壁は、物理と天文の学問的価値観の違いに起因しているかもしれませんが、相互理解には時間がかかります（現在進行中の科研費マルチメッセンジャー宇宙物理学領域研究の主要議題の一つです）。もっと手っ取り早く、この人たちに分かってもらうには、どうしたらいいだろう。とにかく、何でもいから、天体なり銀河なりをもっと見つけるべきなんだろうな、とプールサイドでマイタイを飲みながら考えていました。

しかし、‘IC170922A’の追観測をしてくれた「かなた望遠鏡」の観測結果を思い返してみても、可視光観測では、簡単に天体が沢山検出されてしまい、どの天体がニュートリノを放射している本星か分からない。‘IC170922A’でうまくいったのは、（天体の数が少ない）ガンマ線の波長域で、フレアを起こしている天体が見つかったという幸運があったからでした。可視光観測だけではピンゴを出すのは難しいな、と思っていると、たまたま近くにいた田中雅臣氏（東北大学教授）が、「小さい口径の望遠鏡で観測すると、自動的に天体までの距離を制限することになります」と言うのです。遠いと、望遠鏡に入射する光量が足りないからです。普段、1個1個のニュートリノを苦労して検出している身からすると考えもしなかった視点でした。天体からの信号を邪魔する雑音も（ニュートリノ実験に比べれば）遥かに少なく、光が潤沢に届く可

視光観測では、流束の量は距離の二乗に反比例する、という高校生でも知ってそうな事実がそのまま綺麗に成り立つのだと知りました。望遠鏡の口径が小さければ、近い奴らしか検出されないから、天体数が多すぎるという問題点は一応回避できる。でもニュートリノは遠くからやってくるわけだから、放射天体は遠いものが大多数だ。うまくいかないなあ、と考えあぐねていたら、ふと思いついたのです。ニュートリノだって、同じ方向から複数個くるような事象をつくる天体は近い距離にある。IceCube実験と言えども、感度はまだまだ低いから、近い天体でないと、2個、3個と、ニュートリノを検出できるような明るさにはならない。そう言えば村瀬孔大氏（ペンシルベニア州立大学教授）がその観点で論文書いていた気がするな、と考えていると、田中さんが「村瀬さんと一緒に観測戦略の論文を書くプロジェクトが前からあったのだけど、ずっとペンディングなんです」と言うではないですか。よし、それなら僕が手がけてみよう。もしかして将来花開く可能性があるかもしれない。まずは、IceCubeくらいの実験で、どの程度感度が出せるのか、物理はどの程度出せそうか数値計算してみよう。そう決心してハワイから戻ってきたのでした。

帰国して、田中さんと村瀬さんに「僕がやって論文にするけど一緒にどうですか」と仁義をきり、発表したのが2022年の論文でした。ニュートリノ事象が複数受かる*ような場合は、放射元の天体は確かに近くにあり、可視光観測と相性が抜群だという結論です。ちょうど新型コロナの“Stay Home”の時期にあたり、“python”という若者に人気のコンピュータ言語の習得を兼ねて、家に引きこもって始めた仕事として思い出深いものになりました。*受かる=検出される

この仕事を元に、実際のIceCubeの現場で、膨大なデータ処理をしながら解析したり、その結果を真に受けて、可視光望遠鏡データ解析に取り組んだのは、次ページから登場する、活きのいい若手達です。“Stay Home”でできるような楽な仕事じゃないんですね。僕は上流の綺麗な水で泳いでいだけで、現場の実験・観測は汚れ仕事もたくさんあります。こんな思い出話を書けるのは皆さんのおかげです。





ニュートリノ天文学

ニュートリノ マルチプレット信号の探索

ハドロン宇宙国際研究センター

清水信宏

本研究成果の詳細は、以下の論文をご参照ください：
IceCube Collaboration, Search for Neutrino
Doublets and Triplets Using 11.4 yr of
IceCube Data, Astrophysical
Journal 981 159
DOI: 10.3847/1538-4357/adb312
(2025)



ニュートリノマルチプレット

今回私が挑戦したのは、ニュートリノマルチプレットの探索です。マルチプレットとは、同じ方向、決められた時間内に、二つ以上のニュートリノが観測される事象を指します。複数検出することの何が嬉しいのかというと、一つには、大気ニュートリノのような空間・時間に関して偏りがなく、一様に来る背景事象^[1] (不必要な事象) を減らすことができます。しかし、もっとオイシイのはニュートリノ放射天体の実効的距離を近いもののみに限定できることです。限られた感度を持つIceCube検出器では、天体が遠くにあるとマルチプレットとして観測できなくなることを利用しています。逆に、マルチプレットを積極的に選択し、(例えば)可視光望遠鏡に追観測してもらうことができれば、ニュートリノ放射源を同定する成功率をぐんとあげることが期待されます。

「郷に入っては郷に従え」～良いこと悪いこと～

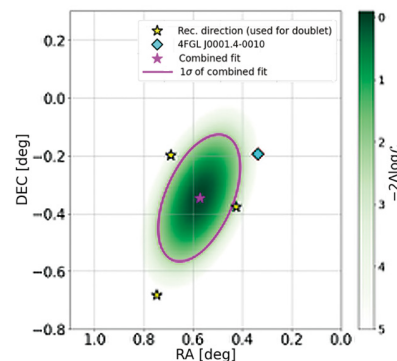
IceCubeには多くの研究があり、内容によって議論すべき場が分けられています。その中でも私が飛び込んだのはNeutrino Source(起源探索チーム^[2]、以下NS)でした。千葉大のグループにとっても、積極的にNSという場に入って解析を進めるのは初めてのことでした。このNSですが、私にとって大きなカルチャーショックだったのは、自分で事象選別をやらない解析がたくさんあることです。私は素粒子実験の比較的小さいグループからやってきた人間でしたから、検出器で取得した波形から始まり、事象選別、粒子の再構成まで、全部自分でやるのがアタリマエでした。しかし、NSではニュートリノの純度を高めたデータが「○×サンプル」という形で準備されており、解析を行う人の多くは誰かが既に再構成したニュートリノの方向、エネルギー、時間、といった高級変数を前提にして料理を始めるのです。さらに驚くべきことに、背景事象に比べて有意な信号を抽出するソフトウェアまでご丁寧に準備されているではありませんか!! 解析する人は何をするかというと、適当な○×を選び、例えば既存のガンマ線バーストのカatalogを持ってきて、その方向・時間におけるニュートリノの有意度を調べる。中でどんなふうに材料が混ぜられているのかわからなくても、何かしらの料理になって出てくるようなものです。そうはいつでも、さすがはIceCube。解析の手法はよく練られていて、簡単にはその性能を出し抜くことはできないのもまた事実でした。

そのような「お手軽」な調理機が存在することを知らな

かった私は、基本的に一から解析を始めました。その努力の多くは、車輪の再発明であったり、性能面で劣っていたり、結果的に徒労に終わるものがほとんどでしたが、意義もありました。それは、既存の解析フレームワークを用いなかったからこそ、ニュートリノマルチプレットを捉え効率的なアルゴリズムを開発できたことです。従来の方は背景事象から突出した事象をフィッティングを用いて信号抽出します。一方、私が採用した方法は、2,3個のニュートリノの組み合わせを総当たりして一番信号らしいものを使う、というものです。現実的な感度では2,3個ニュートリノが放射天体から到来すれば御の字の世界ですから、フィッティングのような、ある程度統計があって初めて意味を成すような手法を使うメリットがないと考えたのです。結果的に、この手法によってマルチプレットの検出性能を20～30%程度向上することができました。

11年間のデータの解析

新しく作った手法を用いて、11年間かけてIceCubeが取得したデータの中から、背景事象の統計的揺らぎを越えるニュートリノマルチプレットがないかを探索しました。論文では、その中でも特に信号強度が大きかった上位11個を公表しています。残念ながら、解析全体としては背景事象の揺らぎと無矛盾という結果になりました。しかし、背景事象と無矛盾とはいっても、これら11個が天体由来のマルチプレットであることを否定しているわけではありません。実際、興味深い二重事象(ニュートリノ2個が検出)、三重事象(同3個)も見つかりました。下図はこの解析で発見した三重事象の様子を示しています。このマルチプレットの起源天体候補を可視光観測データで探索した話が敏蔭君の研究です。ところで、強い信号が見つからなかったという事実は、一件不毛なようで重要な結果でもあります。というのも、この解析の結果を逆に言えば、どのような性質の天体はニュートリノ放射天体に「なり得ない」のかを予言することができるからです。



11年間のデータを解析して発見された三重事象の方向。黄色い星がそれぞれのニュートリノの方向。マゼンタの星が、フィットによって得られたニュートリノ起源天体の候補の方向。背景事象のみ存在したとすると、13年に1度しか起こらない程度の信号強度であった。

[1] 背景事象：観測対象ではないが検出器に記録されてしまう不要な事象のこと。

[2] 起源探索チーム：ニュートリノがどういった天体から来ているかを探索IceCubeの解析グループ。他には、天体を区別せず、到来するニュートリノの流量などを精密測定するDiffuse(ディフュース)グループなどがある。



マルチメッセンジャー天文学

マルチプレット信号の起源を探る「眼」

東北大学大学院理学研究科天文学専攻博士1年
敏蔭星治

本研究成果の詳細は、以下の論文をご参照ください：
Seiji Toshikage et al.,
The First Search for Optical Transient as a
Counterpart of a Month-timescale IceCube
Neutrino Multiplet Event,
Submitted to Astrophysical Journal,
DOI : 10.48550/arXiv.2504.04741
(2025)



ニュートリノ到来方向を可視光で視ると？

IceCubeによって捉えられる高エネルギー宇宙ニュートリノはどこで作られているのでしょうか？これまでニュートリノと電磁波を組み合わせた「マルチメッセンジャー観測」によって、高エネルギー宇宙ニュートリノの起源を探る取り組みがさかんに進められてきました。その中でも、可視光観測は、高エネルギーニュートリノ源の有力な候補である超新星爆発や潮汐破壊現象^[1]などの「爆発的天体」に高い感度を持ちます。さらに、持ち前の高い空間分解能でニュートリノ到来方向の天体をつぶさに観測できるため、起源天体を同定するという目的にもってこいです。一方でIceCubeにより検出される単一のニュートリノ信号は非常に遠方から到来するため、可視光追観測ではニュートリノとは無関係の天体も同時に数多く見つかってしまうことが悩みの種でもありました(図1)。

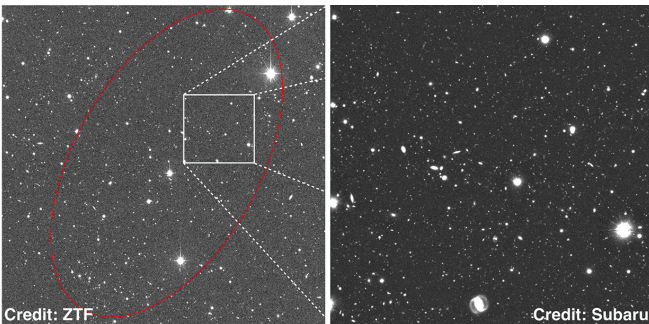


図1：ニュートリノ到来方向を異なる大きさの可視光望遠鏡で観測した様子。左図は口径1mの望遠鏡で観測した場合であり、赤い楕円はニュートリノマルチプレット信号がどの方向から来たかを予測した範囲(1 σ の誤差範囲)を示している。右図はそのうちの一部(白い四角で囲まれた領域)を口径8mの望遠鏡で観測した場合の図。大口径の望遠鏡で観測した場合、遠方宇宙まで観測できる感度のために観測される無関係な天体の数が劇的に増加している。

ブラインド解析で マルチプレットの起源に迫る！

そこで、今回私たちは清水さんらの探索で見つかったマルチプレット信号に注目しました。マルチプレット信号の起源天体は比較的近距离に存在することが予想されます。幸いなことに、清水さんらが発見したうちのひとつ、2020年6月のマルチプレット信号の到来方向はZwicky Transient Facility(ZTF)という可視光突発天体サーベイによって約1ヶ月後から複数回に渡り観測されていました。

「何か検出されているかも！とりあえず到来方向のデータを開いて……」と行きたいところですが、今回はそんなはやる気持ちを抑えて「ブラインド解析」という手法を取

り入れました。これは、データを開く前にあらかじめ検出基準を設定し、恣意的な判断を避けるための解析戦略です。素粒子実験などの分野では一般的ですが、天文分野ではまだ導入例の少ない手法です。ブラインド解析のゴールは「いかに爆発的天体を見逃すことなく、無関係の天体だけを除外することができるか」。共同研究者の胸を借り、叱咤激励を浴びながら、到来方向以外の観測データを用いて検出基準の精査を行いました。ブラインド解析を始めてから約半年、計10回のミーティングを経て、ついにマルチプレット信号の到来時刻・方向の観測データを開く水準に到達することができました。

可視光で輝く爆発的天体は ニュートリノの起源になり得るか？

待ちに待ったデータを開く瞬間、費やした時間の重みが、緊張と高揚に変わります。しかし、到来方向の解析は呆気なく終了し、マルチプレット信号の到来時刻・方向で爆発的天体は検出されませんでした。この観測結果と明るさ・時間スケールをパラメタにした爆発的天体のモデルを比較することによって、マルチプレット信号の起源天体の観測的特徴に制限を与えることができます。この1つのマルチプレット信号に基づく解析で、これまで行われてきた多数の追観測よりも強い制限を与えることができました(図2)。

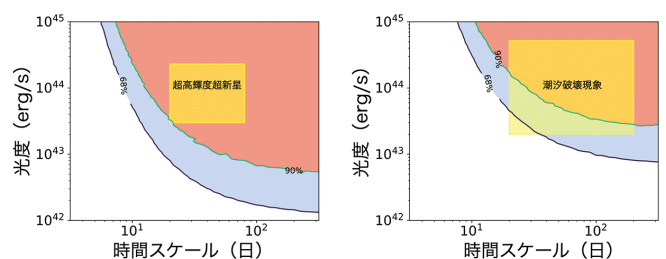


図2：今回の観測に基づく、高エネルギーニュートリノの起源となり得る爆発的天体の明るさと時間スケールに対する制限。赤色・青色で塗られた部分は、それぞれ90%・68%の確率で高エネルギーニュートリノの起源として除外された領域を示している。黄色の枠で囲まれた領域は、対象とする爆発的天体の典型的な明るさと時間スケールを表している。

今回の結果は、爆発的天体が高エネルギーニュートリノの起源になり得るかを検証する上で、マルチプレット信号と可視光を組み合わせたマルチメッセンジャー観測が強力なツールとなることを示す結果となりました。今後は、本研究で確立した手法を活かし、ニュートリノマルチプレット信号のリアルタイムアラートに対して即時の追観測を行うことで、高エネルギー宇宙ニュートリノの起源の理解が大きく進むことが期待されます。

[1] 潮汐破壊現象：主に銀河中心に存在する超大質量ブラックホールに近づいた星が、強い重力に起因する潮汐力によって引き裂かれる現象のこと。引き裂かれた星の一部がブラックホールに降り積もることによって生じる可視光やX線のフレアが観測される。

天文学と物理学の間にある文化の違いを越えて

～マルチメッセンジャー天文学のこれから～

東北大学を中心とした天文学者のグループが、IceCube 実験で検出されたニュートリノ事象の追観測を行った研究は、千葉大学IceCube 実験グループの協力を得て、従来の天文学的アプローチではなく、素粒子物理学的な視点を取り入れて進められたものです。共同研究に携わったメンバーが座談会の形で集まり、異なるアプローチから生まれた気づきや、今後の課題について率直に語り合いました。



「観測から始める天文」vs「仮説から始める物理」

木村: 物理学、とくに素粒子物理学はいろんな現象を統一して理解しようという傾向が強いんです。それに対して天文学は、いろんなものを分類していくっていうのが考え方のベースにあって。そこら辺は根っここの考え方も結構違いますね。

吉田: こういう物理現象とか起源を探りたいとなったときに、それに関する、可能であれば統一的な、仮説とか理論とかがあるわけじゃないですか？ それを測定可能なパラメーターに落とし込んでいて、



木村成生さん

そのパラメータースペースに対していかに 実験でものを言うかっていうのが、物理実験のアプローチですね。測定でなめたい*パラメーターをちゃんと考えた上で、その感度を事前に計算しておく、何も信号が見つからなくても物理が言える。

その考えで、マルチメッセンジャー観測をやろうと思っていて。天文学では少なくとも標準的な考え方じゃないですね。

*なめる＝調べつくす

田中: 可視光観測では、基本たくさん天体を受けられちゃう**ので、「動物園」がすぐ出来上がるんだけど、何も信号がないことの意味とかを深く考えるのは天文の感覚から言うと結構違いますし（木村 うなずく）。ああ、すごいなと思いますね。面白かったですよね。 **受けられる＝検出できる

吉田: 「動物園」ができるような潤沢なデータでもね、統一的な理解ができれば、物理学的にはハッピーなんです。こういうメカニズムが物事を決めているのだけど、その実際の現れ方が違ってから、こういう多様性になっているんだと。

石原: 多様性があっても、予測ができる、これを見といたら、あちらの星がこうなるというのを予測できるってなったらいいと思う。

田中: 天文でも仮説はあるけど、数式にはなってないよね。ストーリーとしてAかBかみたいな話はするけど、ぼやっとしててさ。検定にかけてないもんね。そこはだいぶ違うなと思いましたね、今回。天文のほとんどのモデル検証って数学になっ

(注1)「ブラインド解析」とは、測定データを事前に一切見ずに、信号探索手法(今回の場合は天体探索手法)を細かなところまで定量的に策定しておいてから、測定データを「開けて」探索を実行する手法。データを「開ける」ことをアンブライディングと呼び、

解析提案を全共同研究者に説明して審議してもらうことをアンブライディングリクエストと呼ぶ。ここで承認されないとアンブライディングはできない。この審議を突破することとは、IceCube実験においては必須であり、審議も公式な手続きを踏んで行われる。



岩切 渉さん

てないので、「こうなりました。こうだと思います。」みたいなが多いよね。

木村: 結局ストーリーを書くのが大事みたいな雰囲気になっているところがあって、定量化しなくてもこう解釈できるんじゃないか？みたいな感じで。

吉田: その絵図が面白ければ評価される印象は確かに天文学に感じますね。それは単なる小説だと言っ

て全く評価しないという物理学研究者もいますね。博物的過ぎると。

敏蔭: 天文学専攻の学生として結構やってることは、めっちゃ分類っていう仕事をしてたんですけど、それがちょっと道を誤ると、その分類の方に気を取られすぎてしまってゴールを見失うみたいなのは、陥りかねないところなので、そこは気をつけないといけないなと。

岩切: X線天文学の場合は、ちゃんと検出器応答も入れたシミュレーションして、この統計でこんだけの性能でデータがあれば、このモデルを検証します、っていう書き方をプロポーザルに書く部分もあるし。やっぱり博物学的にいっぱい見に行つて、あったらこういうの言えますっていう書き方もするし。だからX線天文学業界は物理と天文のセンスが半々ですね。

天文学者が挑戦した「素粒子物理的」解析手法

素粒子物理学でよく使われる「ブラインド解析」^(注1)という手法を、今回採用しました。天文学者にとっては初体験の出来事でした。

敏蔭: やっぱり緊張感が普段とは桁違いでした。普段だったらそれこそ偶然になんか出てきても、それを 楽しむような部分もちょっとあったので。絶対事前の予想から漏れるようなものがないようにっていうことでしっかり調べて。やっと皆さんの承認をもらってデータを開けるときなんか、緊張感はハンパなかったです。

石原: 緊張するよね、あれはね(笑)。

田中: データを開ける瞬間は静かだったよね。ワーとかじゃないんですよね。皆さんどんな感じなんですか？ 開ける瞬間。

石原: ワーは、Ice Cubeでもならないね。なんにもなかったってのが殆どだからね。見つからなかったから、じゃ上限値でもつけるかって。

吉田: IceCube の場合も、アンブライディングリクエストを認めてもらうまでの道のりがね、厳しいし。まあ最近、解析によっては緩くなってきてるんですけど。最初の頃なんかめっちゃめっちゃ厳しかったですもんね。

田中: どれぐらいかかるんですか？典型的に？

石原: そうね、スムーズにいけば半年ぐらいかな。

敏蔭: あれぐらい真剣になると、なんか結果が出てきても、その後自信が持てますね。

吉田: 木村さんは理論家として、IceCube から出した論文とか普通に読んでますよね。でも実際にはこういう緊張感でやってたっていうのはわからなかったんですよね？

木村: 論文読んでてもまあなんかやってるんだなということはもちろんわかりますけど、緊張感とかどれだけ大変なのかといった部分の想像力が足りなかったですね。

敏蔭: バーンサンプル^(注2) って名前がいいな、と思って。その



「あの瞬間、静かだったよね」。座談会では、敏蔭さんがブラインド解析のデータを開封する瞬間を記録した映像をみんなで鑑賞。緊張感がありつつも、穏やかな様子に思わず笑いがこぼれた。

燃やし尽くすぐらいちゃんと見るっていう意味合いですよ。ブラインド解析じゃなければ、あそこまでこう全ての解析ステップと向き合って細かに検討することはなかったと思うので、そこは本当にいい経験になりましたね。アンブライディングを認めてもらうために、感度や不定性を数学に落とし込むっていう部分がブラインド解析の意義なんじゃないかなと思いますね。

田中: IceCube 実験で受かったニュートリノを追観測した天文研究者の論文もブラインド解析でやってないものもあるじゃないですか。あれを吉田さんがいつも信用しないって言うてる理由もだいたいわかってきました。

吉田: 最初からデータ見ちゃってるから結果はわかっていて、その結果が際立つように後付けで理由を作ってしまうっていうのは、大体において間違いの元なんですよ。やりすぎて。人間は欲があるから、つい過大評価をしてしまって、観測結果を偏見や先入観で料理しちゃうから。

木村: 先入観なしのブラインド解析をすると、怪しい主張がちゃんと弱くなると、よく分かりました。こういうのを自分でやってみないと感覚がわかんないですね。

田中: やってみたいとわかんないよね。多分デモンストレーションしてみないとわかってもらえないと思います。でないと思想論みたいになってしまうから。色々な天文の論文読んだり研究発表を聞くときに、これをブラインドでやったらどうなるかとかいうのを考えると面白い。この手法を天文学分野に広げるために良いかもしれない。ニュートリノ放射天体だと主張している論文のデータを、結果を知らないフリをして、ねちねちと(笑)ブラインド解析してみると実はこうなると。

木村: IceCube の公開データを使って、実際に、あなたの主張をブラインド解析でやったらどうなるかデモンストレーションできる気がしますね。

石原: お宝の探索ものじゃなくて単なる測定だったらブラインド解析じゃなくてもいい。それでもやる場合は解析手法が間違っていないかを十分に精査するっていう部分、レビューだと思うんですよ。



敏蔭星治さん

(注2) 「バーンサンプル」とは、ブラインド解析において、解析手法の検討のために事前に見ることが許される部分的なデータ。データの選定基準は実験や解析テーマごとに異なるが、IceCube では全データの10%が一般的。

(注3) 「KM3NeTで見つかったイベント」 KM3NeT実験は、地中海の深海で220 PeVの超高エネルギーニュートリノを検出したと発表したが、IceCubeでは確認できず、両者の整合には不自然な仮定が必要とされる。

吉田: 実験が始まってすぐの時は、自分たちの検出器をまだ理解できていない。だからシミュレーションデータを参考にしますって言っても絵にかいた餅なんですよ、実際の測定データを再現できていないから。そのときは、ブラインド解析せずに、たくさんデータをみる解析手法にすべき。

石原: 実験始めのころはデータが全てバーンサンプルだと思ってなめつくして、次に備えるっていうのが正しいと私は

思ってます。それこそ、あのKM3NeTで見つかったイベント^(注3)はまさにそういうことになってるわけだから。あれはバーンサンプルで見つかったイベントだと私は理解していて、統計量はこれから決まるというのが正しい見方なんじゃないかと。



石原安野さん

時間的に限られた状況で、どうするかが今後の課題

今回はアーカイブされた過去の観測データを使ったので、ブラインド解析を準備する十分な時間がありました。しかしニュートリノ検出速報をもらってから観測が始まる場合はそんな時間はありません。時間的に限られた状況で、どうするか問われます。

田中: そもそもニュートリノがまだくる前に、事前にどのくらいの準備をしていないと、ものが言えないかっていうのが今回わかってきて、多分まだ僕らそのレベルに達してないんだよね。今後マルチプレットが来た時がまさにそうですね。ニュートリノと無関係の天体を誤って拾ってしまう確率を推定するための「バーンサンプル」がないんだよね。そこで苦しむよね、多分。

木村: 同定した天体がニュートリノ由来なのかどうかを評価

するには、事前観測データがあまりに足りない。

吉田: マルチプレットが検出されたら速報を出す運用を始めるので、そうしたら、まあ年に一度ぐらいいは追観測の価値のあるものは出てくると思うんですよね。その時に放射天体の距離の情報も出せるんで、無関係な天体を誤同定する頻度を、事前に計算できるはずですよ。そのためのレシピはもう決まっているわけだから。

田中: そうだね。じゃあ例のTDEだって言われてるやつ^(注4)で練習してみるか。

敏蔭: それまでにしっかり準備して、いざマルチプレットが来た時に、ブラインド解析なしでパッと観測データ開けちゃう人にクレジットを持っていかれないように、そこはなんか頑張りたいですね。

マルチメッセンジャー天文学を広げていくために

非電磁波観測と伝統的な天文観測を融合させるマルチメッセンジャー天文学は可視・近赤外天文学の研究コミュニティで完全な市民権を得ているとまでは言えません。

ニュートリノ追観測プロポーザルもしばしば審査で落とされます。この現状を参加者が語り合います。

石原: マルチメッセンジャーを天文コミュニティに広げていく解がみえない。今回のように身近な天文学者に訴えていくのもいいけれど、もうちょっとフォーマルな方法がないかな。



吉田 滋さん

大規模な観測を行う仕組みがあります。これはボトムアップの形で、でもマルチメッセンジャーは装置じゃなくて、望遠鏡の使い方の新たな「仕組み」を導入したいわけです。しかも、やっている人間の数は現時点ではマイノリティです。ニュートリノや重力波も、すばる2の大目標の一つなのに、扱いは変

ずばる望遠鏡にしても、すばる2の大目標^(注5)を据えても、その達成度を定量的な評価として取り入れられていない。レビュー体系がサイエンスの価値ではなく、ユーザーの数で決まっている気がする。

吉田: サイエンスの価値とユーザーの数は別物だよ。サイエンスの良し悪しが正義です。

田中: 新しい装置が開発されたときは、戦略枠として



田中雅臣さん

わらなくて優先的に認められることはない。プロポーザルの評価軸も大目標とはリンクがない状態です。

吉田: マルチメッセンジャーを含め科学として将来性があるから大目標をたたはずですよ。

石原: それらのテーマに対して戦略的に結果をだせるんですかと。

田中: でもプロポーザルの可否はユーザーの数分布

で決まる側面が大きいですね。しかも採択されたプロポーザルが最後どうなったかも最近ではレビューしていないんじゃないかな。

吉田: やると言ったからには、トップダウンでもちゃんとやり、その達成の評価もきちんとやるシステムにして欲しいですね。

石原: 評価者も、天文学コミュニティからランダムに選ばずに。

吉田: 外部の人も戦略的に入れると。

田中: 天文もプロジェクトが大きくなっているのだから、物理分野の人と話せる人が必要なのは間違いないんですが。

石原: そうですね。現状分断を感じていて。例えば、高エネルギー実験出身の私とも議論したいと思ってくれる天文学者とそうでない人の両方がいますよね。話せない人は、自分の波長や分野の細かいことしか気にしない感じがして。自分の手の届く範囲だけ知りたいたい。将来10年後、30年後の天文学全体について考えてる人とは共通言語で理解し合えると思う。

※本記事は、4月28日に開催された座談会の内容をもとに構成しました。

(注4)「TDEだといわれているやつ」TDE（潮汐破壊現象）とは、超大ブラックホールが近くの星を強力な重力で引き裂く現象を指す。可視光またはX線観測データに基づき、天文学者の複数のグループがIceCube実験で検出したニュートリノ信号の幾つかはTDE由来と主張している。

(注5)「すばる2の大目標」すばる望遠鏡は観測機能を強化した「すばる2」の運用を2022年より開始している。その学術的意義として4つの科学目標が設定され、「マルチメッセンジャー天文学の展開」がその1つを占める。

今回は清水信宏助教の研究、宇宙ニュートリノの多重事象(multiplet)のおはなし。

さく 秋本祐希(ひっぐすたん)

#003

01 「未読の宇宙」 —未来館に新常設展示が登場



2025年4月、日本科学未来館に、宇宙をテーマにした新しい常設展示「未読の宇宙」がオープンしました！本センターの石原安野教授や、今回のニュースレターでの座談会にも登場する田中雅臣教授(東北大学)らが監修し、研究者がいかにかに宇宙を読み解こうとしているかが、リアルに感じられる体験型展示です。ぜひお立ち寄りください！

02 7年ぶりに復活！コズミックカフェ開催

2024年10月27日、「コズミックカフェ」が開催されました！前半の講演会では、マルチメッセンジャー天文学について野田浩司准教授と岩切渉助教がわかりやすく解説。後半のカフェタイムでは、お茶とお菓子を片手に、実験ワークショップやゲーム、クイズなど様々な催しで盛り上がりました！研究者と参加者の方々が、サイエンスを通して、楽しいひと時を共有できました。



03 D-Egg、ついに南極へ！



@C.Hill, IceCube/NSF

2024年8月に私たちの研究室から送り出された新型検出器D-Eggが、数か月の旅を経て南極点に無事到着！そして同年11月、南極に渡ったコルトン特任研究員が現地でD-Eggたちと感動の再会を果たしました。この冬(=南極の夏)には、いよいよ氷河下への埋設が予定されています。

最近のセンター長



歳月人を待たず、やれるだけの事は全てやろう、と自分に言い聞かせていましたが、このことわざ、元は「時間をむだにしないで楽しみなさい」という意味だったとか。ええ、そうさせてもらいます(と言えたらなあ)。

マルチプレットで探す 新しいマルチメッセンジャー



<higgstan.com

作者 秋本祐希(ひっぐすたん)

アイスクューブさんなど素粒子にまつわるかわいいイラストの4コマ漫画は、サイト「Higgstan(ひっぐすたん)」で公開しています。

