

お客様の声

建設・防災分野

製造分野

情報・通信分野

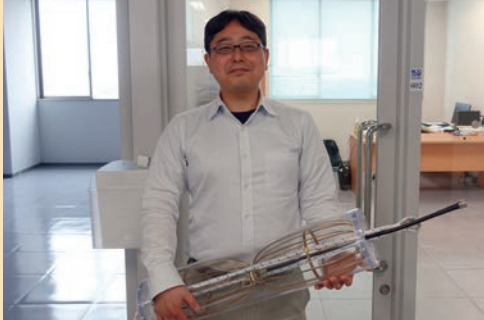
意思決定・合意形成分野

解析コンサルティングおよび電磁界解析ソフト「XFdtd」活用事例



千葉大学大学院理学研究科

ハドロン宇宙国際研究センター 粒子線研究室 様



「南極でニュートリノを捕らえる国際プロジェクトに参画。 KKE のサポートにより設計したアンテナで、世界初の観測を目指します」

千葉大学大学院理学研究科 ハドロン宇宙国際研究センター 粒子線研究室 間瀬圭一 助教

ニュートリノの観測を行う国際プロジェクトが、今、南極で進行中だ。ここに我が国から唯一参加する千葉大学大学院理学研究科の間瀬圭一助教が目指すのは、「最高エネルギー宇宙線由来のニュートリノ」を見つけること。先頃その実験に欠かせないアンテナを開発し、2016 年の冬（南極では夏）に南極で試験する運びとなっている。

高エネルギーニュートリノを捕まえ、 宇宙の謎にせまる

— 「ニュートリノ」と聞くと、ノーベル物理学賞が思い浮かびます。

私たちが狙っているのは、ニュートリノの中でも、従来の施設では観測が困難な「最高エネルギー宇宙線由来のニュートリノ」です。ブラックホールのような高エネルギー現象によって発生するニュートリノの観測は容易ではありません。電荷を帯びていない中性の物質のため、他の物質とほとんど反応せず、人体はおろか地球も突き抜けてしまいます。

しかし、何ものにも邪魔されずに、宇宙のはるか遠くからまっすぐ我々のもとに届いてくれるため、宇宙の成り立ちや起源に関する情報も運んできてくれるというわけです。

南極で始まったプロジェクト 「IceCube コラボレーション」

10 年以上前にスタートしたプロジェクト、「IceCube コラボレーション」には、現在 12 カ国、48 機関、計 300 名ほどの科学者が参画し、観測施設 IceCube を利用しています。観測の方法を簡単

に言うと、南極の氷に穴を開け、高感度の光検出器などからなるデジタル光モジュールを埋め込み、ニュートリノを検出しようというものです。

ニュートリノの直接観測は難しいのですが、ニュートリノが反応した際に出来る二次粒子は、何らかの「媒質」を通過するときに、わずかながら発光する性質があります。チェレンコフ光という、このごく微弱な光を観測するため、IceCube では巨大な南極の氷を媒質として利用しています。

IceCube の媒質の容積は 1km^3 で、あのスーパーカミオカンデの約 2 万倍。宇宙の暗黒物質の研究やニュートリノ自体の特性の解明など、各研究機関がそれぞれのテーマを持って集まっています。

“氷” の大きさが足りない！ 次世代設備「ARA」の建設

宇宙からは 10^{20}eV （エレクトロンボルト）という、素粒子 1 個でプロテニスプレーヤーが放つサーブ約 1 球分の高い運動エネルギーを持った放射線が降り注いでいます。我々千葉大学のグループは、IceCube で 10^{15}eV のニュートリノの観測に成功し、2012 年の国際会議で発表しました。理論的に予言されていた高エネルギー・ニュートリノの実在を示したのは、世界初。ノーベル賞級の成果といっていいいでしょう。

しかし、我々が見つけたいのは、さらにエネルギーの高い粒子で、他のニュートリノに比べ、地球に飛んでくる量が非常に少ないのです。この粒子を IceCube が検出できるのは、確率的にせいぜい 1 年に 1 個。

この制約を解決するために、5 年ほど前からいくつかの研究機関で協力して進めているのが、IceCube の次世代検出設備「ARA (Askaryan Radio Array)」の建設です。



基地付近のパノラマ風景

— IceCube との違いを教えてください。

ARA は検出装置の実効容積がIceCube の10 倍になり、目的の粒子を検出する確率も10 倍になります。光は氷の中で減衰し、100m で消えてしまうため、IceCube では100m 間隔で検出器を埋める必要がありました。一方ARA では、アスカリアン効果という電波の“干渉”を利用することで、検出器の設置は1km 間隔でよくなり、コストダウンも図れます。これだけ巨大な設備になると、コストの問題は避けて通れません。KKE に今回解析をお願いしたアンテナの形状検討も、もともとは建設コスト削減の必要性が始まりでした。

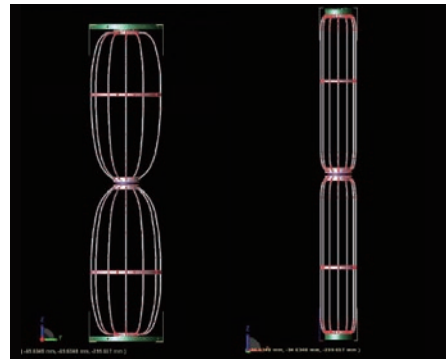
アンテナの直径を細くして、コスト削減を目指す

検出器を設置するため、大量の熱湯を使って南極の氷を掘削します。IceCube では深さ2.5km の穴を多数掘っており、穴を1 本開けるのに5000 万円もかかりました。

このコストを下げるために浮上したのが、「穴の直径を小さくする」というアイデア。ARA は、当初直径15cm の穴にアンテナを入れてスタートしていましたが、それを10cm に、と。そのアンテナの最適化などを導き出すための解析を、KKE にほぼ全面的にやっていただきました。

実際にニュートリノを捕まえたときの挙動を把握するため、以前からアンテナ性能評価に電磁界シミュレーションソフト「XFtdt」を導入し、その結果とデータの比較などを行っていました。そして今回、アンテナを細くするにあたって詳しい人間に相談したところ、「それならKKE に相談してみたらどうか」とアドバイスされました。

KKE にアンテナの小型化解析を依頼したのが、2016 年1 月。南極は夏場しか屋外作業ができないため、10 月には製品を現地に送りたい。逆算すると、3 月までに形状デザインが出来上がっていないと難しい。結果は、無事スケジュールに乗りました。報連相も丁寧で、「今どうなっているのか」を正確に知ることができましたし、安心して任せられた、というのが率直な感想です。



最適化前のVpol アンテナ(左)と最適化後の形状イメージ(右)

* アンテナ制作：古河C&B 株式会社 様

宇宙の進化の研究進展に期待

現在、シミュレーションを重ねた3次元CAD データを基に、メーカーが新しいアンテナを製作中で、2016 年秋には完成の予定。それを私たちがキャリブレーション(感度校正)したうえで、南極に送ります。今年は、私も初めて現地に行くので、実験が楽しみです。

— 本プロジェクトに日本から参加しているのは、千葉大学だけです。大学からの期待も大きいのではないですか？

千葉大学は「宇宙」の研究に本腰を入れていて、2012 年には、大学院理学研究科の附属機関として「ハドロン宇宙国際研究センター」を開設しました。南極での成果などを通じて、本センターの世界での存在感も徐々に高まってきていると感じています。できるだけ早く、最高エネルギー宇宙線由来のニュートリノを発見して、さらに世界をあとと言わせたいですね。

— 最後に、当社への期待などがありましたらお聞かせください

サポートには十分満足です。初めてアンテナを扱って見て、全体的に手間やコストのかかる領域だという感想も持ちましたが、今後も解析ソフトは使い続けようと思っていますし、研究の進展によってまた依頼が発生するかもしれません。そのときはまた、完璧なフォローを期待しています。

取材日：2016 年6 月

ハドロン宇宙国際研究センターについて

■ 設立：2012 年1 月 ■ 所在地：千葉市稲毛区 ■ ホームページ：www.icehap.chiba-u.jp/

フルインタビューの内容は Web からご覧いただけます ▶ www.kke.co.jp/solution/casestudy/chiba_univ_ppgroup.html

※本インタビュー内容は全て取材日時点の情報に基づくものであり、最新の情報とは異なる場合がございます。あらかじめご了承ください。

この事例に関するお問い合わせ



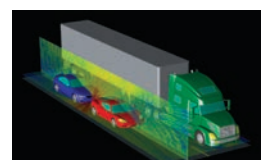
株式会社構造計画研究所
マーケティング本部

TEL 03-5342-1102
FAX 03-5342-1103
E-Mail xfdtd@kke.co.jp

Web
network.kke.co.jp/products/xfdttd/

・この事例で使われているソリューション・

3次元電磁界
解析ソフトウェア
XFdttd



※記載されている製品名および会社名は各社の商標又は登録商標です。