

科学研究費新学術領域研究（領域提案型）

「背景放射で拓く宇宙創成の物理」 ニュースレター

ゆらぎ

2012年
春号



POLARBEAR（ポーラーベア）望遠鏡

photo taken by H. Nishino
(UC Berkeley)

・インタビュー

宇宙最初の姿に迫る 二人の研究者の素顔

郡 和範（高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所 助教）

松村 知岳（高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所 特任助教）

・お知らせ

第6回日本物理学会若手奨励賞受賞

石徹白 晃治（元 高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所 研究員

現 東北大学 助教）

お花見開催！

戦略会議報告

Vol.1 2012年5月発行

宇宙最初の姿に迫る！二人の研究者の素顔



今回は、宇宙の始まりの謎に挑んでいる理論と実験の二人の研究者にお話をお聞きしました。二人とも研究を通しての海外経験もあることから、その点も交えてお話をいただきました。

今月の研究者

郡 和範 (高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所 助教)

松村 知岳 (高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所 特任助教)

聞き手

小森真里奈 (高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所 広報コーディネーター)

撮影協力

小林敦子 (高エネルギー加速器研究機構 広報室)

小森：ざっくばらんにいろんなお話をお聞かせいただければと思いますが、お二人の交流は？

松村：一緒に花見をしたりですかね。あとはシンポジウムで一緒になったりします。

郡：夏に会議もありますね。

松村：でも、普段は同じ KEK にいてもあまり交流がなくて (笑)。実験と理論の違いもあります。

小森：研究分野はかぶってないんですか？

郡：私はかぶってると思うんだけど。

小森：普段どのような研究をされてるんですか？郡さんは宇宙が出来たばかりの頃の軽い元素ができるまでだったような。

郡：そうですね。それなりに広い視野を持ってやっているつもりです。インフレーション理論とか CMB (シーエムビー：宇宙背景放射) の理論にも興味があります。でも実験の方から先に話をした方が分かりやすいかもしれませんから、松村さん先にどうぞ。

松村：僕が観測してるのは CMB です。それが何かとざっくり言うと、宇宙が始まった時のビッグバンの光を観測しよう。僕らは実験装置を作って観測して解析した結果を物理的に意味付けをしないとイケないんですが、その裏付けとなる理論っていうのがありまして。そもそも CMB がどこから来てなんでこういう感じになっているのかというのを理論的に研究されているのが郡さんであり理論グループの方です。だから研究トピックとしては同じですね。



松村：僕らは宇宙の初期にインフレーションがあったと仮定してシグナルの検出を目指していますが、より大きいシグナルがあれば実験としては嬉しいわけです。そこで、そんな理論はないですか？と理論の方に尋ねたり。

郡：CMB 実験って非常に重要で日本に今までなかったのが不思議なくらいで、日本は後進国といってもいいくらい。

松村：まあそうですね。

郡：CMB 実験はめずらしく、天文実験だけど物理の基礎を検証できる実験なんです。WMAP 衛星を上げたりですとかアメリカが先行していて。ようやくヨーロッパも Planck 衛星を上げてやり始めています。日本でもこうやって CMB グループが立ち上がって誇りに思います。

松村：確かにいままでなかったですよ。

小森：まだ新しいんですね。ここ数年？

松村：3年くらいですかね。

小森：では、郡さん。

郡：私の専門は宇宙の始まりの時期の元素合成理論、バリオン数生成、インフレーション理論などです。

こおりかずのり

郡 和範 (素粒子原子核研究所 助教)

兵庫県出身。KEK 素粒子原子核研究所の宇宙物理グループに所属。インフレーション理論をはじめ、宇宙初期の理論を幅広く研究する。東京大学にて博士号を取得。博士号取得後は国内各地でポスドクを経験、アメリカとイギリスへも渡り研究を行う。好きなことはサクソフォーン演奏と週末の料理。昨年、KEK 内で行われた音楽祭ではサクソフォーン演奏の見事な腕前を披露した。

郡：インフレーション理論は、宇宙がなぜこんなに大きくなったのか、なぜ一様等方になったのかとか、そういうことを説明する理論で、私の先生の先生になる佐藤勝彦さんが最初に提唱したと言われてます。インフレーション理論にはたくさんのモデルがあって、それぞれが特徴的な CMB の揺らぎのスペクトルを予言するので、それらを検証する一番の実験は CMB 実験なんです。その CMB 実験が日本ではじまると聞いたのはイギリスにいた時なんです、非常に興奮しました。

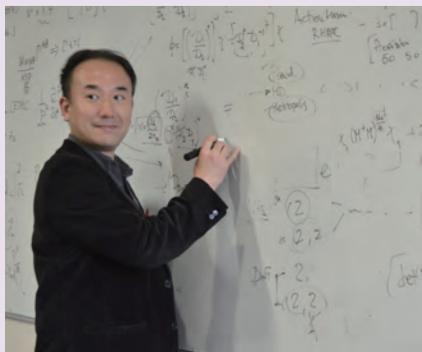
小森：じゃあ、それがきっかけで日本に？

郡：今のポジションにはちょっと関係してますね。CMB 実験グループと同時に理論グループが発足して。それまでは KEK に宇宙物理はなかったんです。

小森：実験グループが出来て、理論もやろうよってみんな集まってきたんですか？

松村：KEK のサポートもあったんでしょうね。あとは、高エネルギーのコミュニティでもコスミックフロンティアがあるということで注目され始めたという世界の流れもあったと思います。

郡：アメリカの WMAP がこれまでに分からなかったパラメーターに対してすごい精度で出し始めてインフレーション理論の区別が出来るくらいになったんです。それを受けて、素粒子のコミュニティでも、宇宙の始まりの実験が基礎物理に影響を与えることを認識したんでしょうね。



大学院生と議論中！板書には数式がいっぱい

(撮影 KEK 素粒子原子核研究所 入江敦子)

松村: ちなみに郡さんが宇宙に入ってきたのは何がきっかけだったんですか？

郡: 実は私、最初数学科卒業してるんですよ。

小森: え、物理じゃないんですか？

郡: 弟は物理をやってたんですが、私は数学で。大学院に進む時に週末でも研究したいテーマと思うかって考えて。物理進んだ連中は週末関係なくやってるんですよ。そのエネルギーを感じたいと思って。それで大学院に進まずに物理学科に編入しました。だから大学を2回卒業してるんです。

松村・小森: へー。

郡: それで、宇宙は数学が生かせるかなと思って宇宙に進んだんです。一般相対性理論とか数学でも議論になることあるんですよ。

小森: 大学院卒業後海外へ行かれたんですか？

郡: 4年くらい国内にいて、その後ハーバード大学に雇われて海外に行きました。ハーバードに2年いて、イギリスのランカスターに3年。

松村: アメリカとイギリスで違うんじゃないですか？物理は一緒だと思いますけど。

郡: そうですね。アメリカはCMB実験に代表されるようにインフラ的なお金をかけた大きいプロジェクトに従事している構図です。それに対して、イギリスとかヨーロッパは日本と似てるんですが、理論家は実験に左右されずに第一原理からやるという雰囲気です。松村さんはどういうご興味で？

松村: 僕は親戚のおじさんに望遠鏡をもらって星に興味を持っていくなかで「宇宙の始めは何だろう？」ってなってしまう。雑誌とかを読んで宇宙論って面白いな、相対論って凄そうだなとか、そういう流れで入ってきました。あと、NHKスペシャルを見て感化されたのかな。ああいう番組で、海外の研究者が英語で出てくるのがかっこいいなと思って、海外にも行きたいと思いました。それで、大学院から海外に行きました。

小森: そこから修士、ドクター、研究員とやられたんですか？

松村: ミネソタ大学にトータル7年いました。6年間大学院行って、1年だけポスドク。その後、カリフォルニアに来て3年ほどポスドクをして。結局全部CMBの実験をしていました。



イギリスに居た際に訪ねたスコットランドのネス湖で、念願の「〇ッシー」に遭遇！？



小森: あっちの人に刺激を受けて価値観が変わったことはありますか？

郡: 刺激ばかりです。毎日が戦い。

あまりに価値観が違うせいで失敗を恐れなくなりました。失敗しても、「だからどうした」みたいな。あと時間の感覚。時間は破るものらしい(笑)

松村: ものをはっきり言う文化があったので勉強になりました。サイエンスをやる上で非常に助かりましたね。あと衝撃的だったのが、指導教官になる人と初めて会った時に、そこの学生が部屋に入って来るなり、下の名前を僕を呼び捨てして指差して「今日飯行くけど一緒に行くか？」って言われたこととか。

小森: また海外に出たいですか？

松村: CMBに限って言うと、はじまったばかりなのでキャッチアップしなきゃなとは思いますが。研究環境として海外が良いから移るのか、日本の研究環境を良くしてやろうと思うのか、食事が美味しいから日本にいるのかとか(笑)、いろんなバランスを考えて果たしてどこが良いんだろうなと思うことはありますね。日本みたいにちょっと行けば食べ物屋さんがあるというのは夢の世界ですよ。

郡: 食事は良いですね、日本は。

松村: とところで、郡さんはCMBに限らず宇宙の研究をされてますけど、これから10年先宇宙論は栄えるからやっていくと思われるのか？それとも別のこともと思っておられるのか？

郡: 理論家の立場で勝手な事を言うと、CMBは金字塔だと思いますが、次に来るのは21センチ線観測とか。CMBよりは信号が弱いんですけど。

松村: 21センチ線観測って変な名前ですよ。

郡: 長さしか言ってないもんね(笑) これぐらいの波長の電波が水素原子から

まつむらともたけ

松村 知岳 (素粒子原子核研究所 特任助教)

神奈川県出身。KEK素粒子原子核研究所のCMB実験グループに所属。実験の面からCMBの研究を行っており、現在はCMB実験プロジェクトの一つPOLARBEAR(ポーラーベア)に携わる。

大学院進学を機にアメリカへ渡りUniversity of Minnesota, Twin Cities(ミネソタ大学)で学位を取得。趣味はサッカー、Jazzを聴く、ベースを弾くことなど。最近はスペイン語会話にも興味を持っている。



← 南米チリのアタカマに設置されたPOLARBEAR望遠鏡へエレクトロニクスをインストールしているところ

ちょっと出るんです、宇宙全体で。宇宙初期を探るなら、次は21センチ線観測とか重力波ですね。

重力波はほとんど何も見つからないことが予想されているんだけど、CMBの時期よりもっと昔の宇宙が分かる可能性があるんですよ。宇宙が最初にぐちゃぐちゃってなった時の時空のゆらぎみたいなのが本当に見えるかもしれない。

小森: 重力波ってブラックホールから出るっていう話を聞いた事あるんですが。

郡: 両方あります。ブラックホールになる時の中性子星と中性子星が連星になってぶつかる時に重力波が激しく出るとか、ブラックホールにものが落ちる時とか。そういう天体起源の重力波もあるわけですよ。一方で、CMB実験とも関係してるんだけど、宇宙初期に時空間がぐちゃぐちゃになった様子が重力波として今ここに満ち満ちているんですよ。それを見つけれられるかどうか。で、一つの方法は重力波を直接見つける、そしてもう一つはCMBのゆらぎにちょっと重力波の痕跡があるはずで、それを見つければいい。

小森: 松村さんがやられているのは、CMBの中の重力波の痕跡を探そうという方ですね。

松村: そうですね。CMBの中に重力波の痕跡がちょっと残っているんじゃないかっていうのを探そうというプロジェクトです。

小森: じゃあ、その先はまた実験グループが別になる？

松村: それは非常に良い質問で、CMBで重力波起源のゆらぎが見つかるかもしれないし、これ以上探してもどうしようもないという時はたぶん来ると思うんです。それが来た時に、何をやるかというのは分野全体として大きな疑問で、なかには21センチ線をやる人もいるかもしれないし、重力波の直接観測をやる人もいるかもしれない。

郡：我々がインフレーション理論を作るとほとんど今の実験では重力波の痕跡は見つからないんですよ。CMBのゆらぎに重力波がまざるかどうかですが、混ざり具合がすごく小さくなってしまって。でも LiteBIRD (ライトバード) 衛星なら見えるかもしれない。

松村：実験の立場から言うと、重力波があるってということが分かるか、それとも提唱されている理論はすべて棄却されてしまうのか。そういう意味では、理論と実験のwinwinの関係だと思いたいところですけど。まあ、あるということが保証されているものではないので、やってみないと分からないというのが心をくすぐるところではありますね。実験をやる人間としては。

小森：実験の方はまだ地上からでも重力波の痕跡が捉えられそうっていうのを信じてやってみるわけですよね？

松村：半分半分あって、半分の本音は理論の人が何と言おうとやってみなきゃ分からないじゃんって言うのと、どっちにしろ今調べておかないと最終的な到達点に行けない。技術的な革新があるかもしれないので、いずれにしろ調べておきたいわけです。

小森：調べられるだけ調べてみようという感じ？

松村：何が出てくるか分からないですからね。あと、理論的目標があるのは大きいし、目標に到達する途中で何かサプライズがあるのではないかという期待もありますね。無いかもしれないところに信号が有るかもしれないという面白みがあるかなって言う。いろんな人がいるんなモチベーションで探してると思うんですが、僕は宇宙が始まって10のマイナス38乗とか10のマイナス40乗後とかそういうオーダーの宇宙初期のことを生きている人生の間に机上の空論ではなく語れるかもしれないというのが面白いかと思います。

小森：理論の方と実験の方で相互に連携し合っている感じに見えるんですが、例えば理論の方から「こんな装置作って調べてよ」っていうような要請はしたりしないんですか？

郡：アメリカはあるんですよ。21センチ線観測の将来観測とかは理論家に尋ねてどんな仕様にするかを考えています。



2007年南極点の“点”にあるミラーボールにて

松村：LiteBIRD衛星をデザインする上で、そういう理論の方の助言は非常に大きいと思います。それに今進めているPOLARBEAR (ポーラーベア) 実験のデータも出始めるので、何か上手い形で連携できたらと思います。

郡：私も一応、その用意はありますね。日本でも専任できる優秀な方をつけて緊密にやると良いと思います。CMB実験はどこまで見れば必ず分かるっていうのがある実験なんですよ。精度良く実験をしてパラメーターのエラーバーを小さくしていくような実験も重要だとは思いますが、どこまで小さくすれば終わりでいいと言われてもらえるか分からないし、終わりが無い可能性があるんですよ。その点、CMB実験は重力波の痕跡を発見するという大発見へのゴールがある。

小森：あと何年したら痕跡を捉えられそうっていうのはあるんですか？

松村：見込みですか？例えばチリの望遠鏡で観測してデータ解析すると何かしら結果が出てくると思うんですが、そのタイムスケールが1、2年ですよ。もちろんその時点で発見できるかは分からないんですけど。今チリでしているPOLARBEAR I 実験っていうのはアメリカのバークレー校が主導していて、僕らはそれに参加していますがこのPOLARBEAR Iの実験が終わった後にPOLARBEAR II 実験用に組み立てておいたものを現地に持って行って観測して、データが出てくるのが4年後とか。だから2年ごとくらいのタイムスケールで何かしらのアップデートが出来ればと思っています。発見できるっていう保証はないですけど。あと、世界中で人手が足りないくらいCMBの実験があつて競い合っているの、他の実験からもちょっとヒントが出たりすればLiteBIRDとか衛星を打ち上げて出来る限り調べようというモチベーションにもなるでしょうし。長生きすれば何かしら出て来る可能性はあるかなと(笑)。

小森真里奈 (素粒子原子核研究所 広報コーディネーター)

物理屋ではなく広報屋、元は海洋の物質循環に関わる研究に従事。KEKに就職して現在2年目。実は、物質循環をやろうと思ったきっかけは、大学の一般教養の物理の授業で元素合成の話聞いていた感動したこと。宇宙で出来た元素が生物の体を作り地球上を循環しているなんて、なんて素敵な話なのかしら！と本人は思っている。好きなもの：楽器演奏、天体観測、海を漂う、散歩、生き物全般

郡：松村さんが言われたPOLARBEAR IIの時点でニュートリノの質量に対してかなり制限がかけられることが期待されているんです。今ニュートリノの上限を厳しく与えているのは宇宙論なんです。素粒子実験ではなくて。POLARBEAR IIでCMBの細かいところを追っていくと地上のニュートリノ振動実験と同じぐらいの精度が出て、もしかするとニュートリノの質量を決められる精度までいくかもしれない。

小森：へー、そうなんだ。

郡：そういう意味でもCMB実験が基礎物理に与える影響は計り知れないです。

小森：研究をしてきて辛かったことや良かったはありますか？

松村：常にまわりに自分より賢い人がたくさん居ることですかね。悲しいですけども多いです。それと、CMB実験の良いところは大きな実験になりつつもありますが、まだ小規模なので自分のアイデアを試せて上手く行けば採用されてというのが日常的にあり得ることです。そういうのは面白いですね。

郡：理論家はポジションをとるのが難しいと言われてます。ポジションを繋いでいく為に家族には迷惑をかけました。楽しいことは、研究のために転勤族になることです。各地をものすごく飛び回って。いろんな場所に移ることで刺激を受けるし、様々な文化を知る事が出来ました。

松村：結局、気合いを入れて休日も仕事するっていうところに戻ってきますかね。

郡：良いか悪かは別としてね。

小森：半分趣味みたいな。

郡：うん。土日に仕事させてくれて言ったら家族に驚かれますね。

松村：私は最近出張が多いので土日のどちらかは家に居るようにはしています。

郡：まあ、私も怒られるんで土日は家にいるようにはしていますけど(笑)

小森：どんだけ仕事好きなのよって。

郡：まあ我々の業界はありがちですよ。

松村：自分の中で「よし、仕事終わり」っていうの無いじゃないですか。手は動いてなくても考えてるとか。いずれにしろ、僕ら家族のバックアップあってこそですよ。

郡：ほんとに

小森：ご家族に感謝しないとですね。

今日はいろいろなお話をありがとうございました。



お知らせ

第6回日本物理学会若手奨励賞受賞

いしどしろ こうじ
石徹白 晃治 (元 素粒子原子核研究所 研究員, 現 東北大学 助教)

石徹白 晃治 素粒子原子核研究所 元研究員が第6回 (2012年) 日本物理学会若手奨励賞 (宇宙線・宇宙物理領域) を受賞しました。3月24日から27日にかけて行われた日本物理学会第67回年次大会では若手奨励賞受賞者の記念講演が行われ、石徹白さんも受賞者の一人として講演を行いました。

受賞対象となった研究は博士課程在学中に行った研究です。世界に先駆けて新しいタイプの重力波検出器 (ねじれ型アンテナ) を開発、検出器の感度の向上が難しく従来は調査されてこなかった低い周波数領域での重力波検出の可能性を拓きました。研究成果は国内外で注目され、米国物理学会の発行する Physical Review Letters の注目論文にも選ばれました。

石徹白さんは、博士課程卒業後から今年3月までは、素粒子原子核研究所のCMBグループに所属、CMBに現れるとされる重力波の痕跡を捉えるべく、QUIET (クワイエット) 実験で使用する検出器の性能向上の研究に従事していました。4月からは東北大学に移り、KamLAND-Zen (カムランドゼン) というニュートリノ実験に携わります。



京都府出身。2012年3月まで KEK 素粒子原子核研究所の CMB 実験グループに所属、CMB 実験プロジェクトの一つ QUIET に携わっていた。
東京大学大学院理学系研究科物理学専攻で学位を取得。今回の受賞は当時の研究成果が高く評価されたことによる。趣味は山登り。また「コーヒー無しには研究出来ません。」と言うほどのコーヒー好き。

石徹白さんが開発した重力波検出器

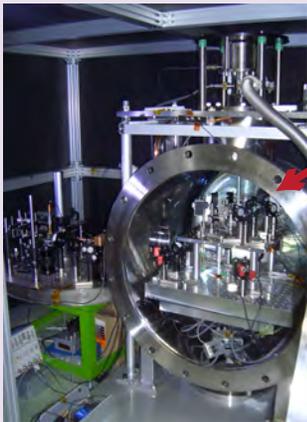


写真1. 重力波検出器の全体像

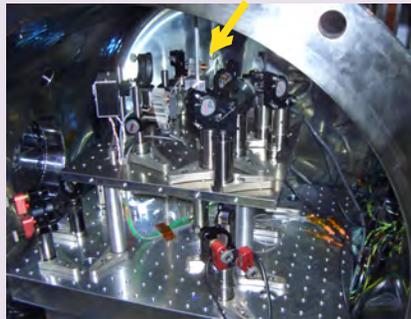


写真2. 左写真の矢印 (赤) 部分を拡大した写真

ねじれ天秤 (黄色い矢印で示す部分) で重力波をとらえることができる。ねじれ天秤が超伝導による「ピン止め効果」で支えられていることも大きな特徴である。

お花見開催!

4月6日 (金)、KEKのCMB実験グループと宇宙論グループ合同のお花見が開催されました。合同花見は今年で4回目になります。まだ咲き始めたばかりの可愛い桜の花を眺めながら美味しいお弁当を食べ、実験と理論のメンバーが分け隔てなく交流を図りました。



お花見の様子: KEKの敷地内で行いました



集合写真: 良い天気で良かったですね

戦略会議報告

本新学術領域の総括班では、ほぼ3カ月に一度「戦略会議」を開催し、領域全体の研究の進め方を討議しています。これまでに11回の会議を開催しました。5年間のプロジェクト期間では、当初予期しなかった変化が必ず訪れるものです。総括班では、変化を先取りした積極的なプロジェクトマネジメントを目指して活動しています。一例として、最近の会議 (2012年3月12日) の内容を以下に紹介します。

- 10:00 領域総会・国際会議に関する議論
- 11:00 研究計画 A01 (羽澄)
CMB 偏光観測 (POLARBEAR, LiteBIRD)
- 12:00 昼食
- 13:00 研究計画 A01 (田島)
CMB 偏光観測 (QUIET, GroundBIRD)
- 13:30 研究計画 A02 (大谷) 超伝導検出器アレイ開発
- 14:30 研究計画 A03 (松浦) 赤外背景放射観測 (CIBER など)
- 15:30 休憩
- 16:00 研究計画 A05 (小玉) 究極理論探索
- 17:00 研究計画 A04 (服部) 前景放射除去の研究
- 18:00 解散

★ もっと詳しく知りたい方へ ★

- ・宇宙のはじまりを見る! 背景放射で拓く宇宙創成の物理 (インフレーションからダークエイジまで)
<http://cbr.kek.jp/outreach/>
- ・POLARBEAR 実験
<http://cmb.kek.jp/polarbear/>
- ・LiteBIRD 実験
<http://cmb.kek.jp/litebird/>
- ・KEK CMB 実験グループ
<http://cmb.kek.jp>
- ・KEK 宇宙物理グループ
<http://cosmophysics.kek.jp/people.html>
- ・高エネルギー加速器研究機構 (KEK)
<http://www.kek.jp>

編集を終えて

今回は、実験と理論のお二人の研究者のインタビューを中心に送りました。皆様いかがでしたでしょうか? 私実は小学校の頃は天文少女でして、宇宙のはじまりには昔から興味がありました。大人になってこういう話を改めてお聞きする事ができて、非常に光栄です。とはいえ、広報誌の企画を提案された時はどうなることかと思いましたが皆様のご協力でなんとかまとめることが出来ました。ありがとうございます。諸事情により作業がなかなか進まないなか私もCMBの方からお花見に誘っていただきまして美味しいお弁当を食べました。こんなに美味しいお弁当を食べてしまったからには頑張らねばと再度思った次第です (笑)。KEKに来てまだ2年目ですが若いから (若いのをいいことに) なのか、いろいろな仕事を任される日々ですが、それだけ成長できる環境にいると思って今年も楽しく仕事を進めていきたいです。