

# 堀場国際会議 COSMO/CosPA 2010

向山信治 むこうやま・しんじ

IPMU 准教授

横山順一 よこやま・じゅんいち

東京大学ビッグバン宇宙国際研究センター 教授、IPMU上級科学研究員

宇宙論・素粒子天体物理学の国際会議が、IPMUとビッグバン宇宙国際研究センターの共催により、去る9月27日から10月1日までの5日間に亘って、東京大学農学部弥生講堂一条ホールを主会場、小柴ホールおよび理学系研究科各教室を分科会会場として開催された。<sup>\*</sup> これは、欧州と米国でほぼ交互に毎年開かれてきたCOSMOと、台湾・韓国・豪州とアジア太平洋地区を巡回するCosPAという、二つの国際会議シリーズを一体的にホストした会議で、30ヶ国より290余名の出席を得た。以下では、29あった招待講演を宇宙史の順に紹介しよう。

宇宙は、過去にさかのぼると高温・高密度になり、分子はおろか原子も原子核もバラバラになる。さらにさかのぼれば、古典物理学では記述できない、量子揺らぎが支配的な世界となる。そこではアインシュタインの相対性理論も破綻し、量子論と相対性理論を融合する夢の理論、量子重力が必要になる。この会議は、新しい量子重力理論を提唱した、Horava氏の講演で始まった。

<sup>\*</sup> <http://www.resceu.s.u-tokyo.ac.jp/symposium/cosmocospa2010/index.php>

ここから現在に向かって時間を進めよう。量子揺らぎの世界を出た宇宙は、インフレーションと呼ばれる加速膨張によって急激に引き延ばされ、熱い火の玉宇宙に転じたと考えられる。インフレーションは、理論として美しいだけでなく宇宙背景輻射の観測結果を正しく説明するため、現代宇宙論の一大要素となっている。本会議でもインフレーションは主なテーマの一つだった。Silverstein氏の弦理論に基づく模型、高橋氏やStewart氏の超対称理論に基づく模型から、Kaloper氏による大きな場の模型についての議論、Senatore氏の有効理論に基づく観測量の議論まで、多くの講演があった。インフレーション直後の火の玉宇宙の温度については、浜口氏の講演があった。

インフレーション直後は、粒子と反粒子が同程度あった。私たちの体や地球などは主にバリオン粒子で作られているので、そこからバリオン粒子を余分に作る必要がある。バリオン生成と呼ばれるこの問題については、Buchmueller氏が講演した。その後の高温の宇宙では、ほとんどのバリオンは陽子と中性子であった。そこからどのように軽元素が形成されたか？ ビッグバン宇宙論は、この疑問に答えてくれる。元素合成と呼



ばれるこの題材については、Steigman氏の講演があった。

宇宙はさらに膨張し、その主な重力源は、輻射から物質に変わる。実は、宇宙の物質のほとんどは正体不明で、暗黒物質と呼ばれる。本会議でも暗黒物質について多くの講演があった。Mahapatra氏と小川氏は、暗黒物質の直接検出を目指す実験の現状と将来展望を報告した。梅津氏からは、銀河団中の暗黒物質の空間分布測定について報告があった。理論面では、加速器での検出についてRoszkowski氏、宇宙線による間接検出についてMarfatia氏、アクシオンについてSikivie氏、グラビティーノについてCovi氏、重力不安定性についてBernardeau氏が講演した。

物質優勢になったすぐ後、宇宙が十分冷えることで、陽子と電子が結合して水素原子を形成する。すると、それまでプラズマ中で散乱されてばかりいた光子が、真っ直ぐ進めるようになる。この時に解放された光子は、宇宙背景輻射として実際に観測されている。異なる方向からの光子の相関をとることで、宇宙を記述するパラメータをかなりの精度で決定できる。Dunkley氏や羽澄氏の講演にあったように、近い将来、宇宙についてのさらに詳細な情報が得られるだろう。インフレーションモデルを絞り込めるだけでなく、Brandenberger氏が講演したように、宇宙初期に形成された宇宙ひもの痕跡が見つかる可能性もある。

ここまでの宇宙は、自身の重力による減速を受けながら膨張してきた。驚くことに、宇宙背景輻射や超新星の観測は、現在の宇宙の加速膨張を示唆する。アインシュタインの相対性理論が正しいならば、反重力を生じる正体不明のエネルギーが宇宙を満たしていることになる。暗黒エネルギーと呼ばれる、この謎のエネルギーは存在するのか？ その正体は？ 相対性理論を修正するのならどうやって？ これは、宇宙論における最も重大な謎の一つである。宮崎氏とIPMUの村山機構長が講演したように、暗黒エネルギーの謎に挑むべく、日本でも強力な観測プロジェクトが立ち上がっている。理論面では、Chen氏が宇宙項問題について、Starobinsky氏が  $f(R)$  重力理論について講演した。

宇宙の歴史は、これで現在にたどりついた。現在は、新たな観測・実験データが次々に期待される、宇宙論研究にとって幸運な時期である。上述の観測・実験以外にも、大型加速器LHCについて浅井氏から、超高エネルギー宇宙線の観測についてRoulet氏から報告があった。関連する理論としてはそれぞれ、Kim氏の弦理論に基づく素粒子模型、Xing氏の宇宙からのニュートリノ振動についての講演があった。他の観測としては、Murphy氏からクエーサー観測の報告があった。宇宙規模の距離で物理定数が空間変化していることを示唆しており、もしも将来確立されれば歴史的発見となるだろう。

このように、宇宙論は、挑戦すべき謎や問題で満ちている。上述の招待講演だけでなく、約100あった一般講演や同じく約100あったポスターにも、様々な興味深い題材があった。参加者間の議論も活発で、新たな研究も芽生えたようである。本会議での交流・議論が、宇宙論研究の新たな進展につながることを願う。最後に、堀場国際会議制度により多額のご支援を下された堀場雅夫氏、そして日本学術振興会先端拠点事業暗黒エネルギー研究国際ネットワーク、アジア太平洋理論物理学センターの資金援助、日本物理学会とグローバルCOEの協賛に、組織委員一同、感謝の意を表したい。