

## 大阪市立大学大学院理学研究科数物系専攻 基礎物理学講座宇宙物理重力分野

中野寛之

<http://www.osaka-cu.ac.jp/> (大阪市立大学)

<http://www.phys.sci.osaka-cu.ac.jp/astrophys/> (宇宙物理(重力))

### 1. 大阪にマニアック(?)研究室あり!

「天文月報に研究室紹介の記事をお願いできませんでしょうか?」との依頼が舞い込んできました。「天文?」確かに、私たちは宇宙に関する研究をしていますが、一般相対性理論(一般相対論と略します)分野のさらにマニアックな部分の研究を行っているため、紹介してもいいのだろうかといへん動揺しましたが、でも、少しでもおもしろそうだな! ということを知ってほしいので、紹介させていただきます。

大阪市立大学は、大阪市の南端・住吉区にあります。前身は今から120年前の明治13年に創設された「大阪商業講習所」で、大阪商人にも学問が必要ということで発足しました(実学ですね!). いまや8学部・大学院8研究科・1研究所からなる日本最大の公立総合大学です。研究室の正式名称は長いので、大阪市大宇宙物理(重力)と覚えて下さい。近くには銭湯が多くあり、銭湯内の設備もとても充実しています。出張の際は是非ご利用下さい。

さて、本研究室の発足は、1999年10月に中尾憲一助教授(以下、中尾さん)が着任されたときに遡ります。もともとは素粒子(重力)として生まれました。その後、2001年4月に石原秀樹教授(以下、石原さん)が着任、その次の2002年4月に現在の体制の宇宙物理(重力)が確立しました。学内には宇宙物理(流体プラズマ・浜端広充助教授)の研究室もあります。

現在、研究室にはスタッフ・院生・PDを合わせて10名います。個性的な人ばかりで、まさに十人十色です。人口が増えてきたので、2003年度は「一般相対論と重力」研究会を行うことができました。相対論業界では少しだけ知名度が上がったと思います。

### 2. ノーベル賞が欲しい!?

私たちの研究室が目指すものは何か? と聞かれると、ずばり「ノーベル賞」を取りたいということです。現在は、一般相対論を基礎として宇宙の本質を解明す

ることを目標としています。特に強い重力場を伴う物理的現象を重点的に研究しており、相対論業界の中でもディープな研究を行っている石原さん、中尾さんを筆頭に院生も「研究は楽しく、でも真剣に」をモットーに、日々研究を行っています。

今の主なテーマは、宇宙における位相欠陥、時空特異点の形成、重力のゲージ理論および遠隔平行性理論、相対論的宇宙論、宇宙の非一様性と観測量、ブラックホール物理学、重力波の生成と検出、今一般相対論で流行っている? プレーン宇宙などです。ほとんどの研究テーマに「色(電磁波)」のないところが、マニアックさを表しています。本研究室の周りには超弦理論や有限温度の場の量子論の研究室があり、研究生活を共にしています。これらの研究室をまとめて、私たちは「ここらへん」(大阪弁:「この辺り」の意)と呼んでおり、他の研究室との交流が多い本研究室の特色を反映しています。また、低温物性の研究室とも交流があります。

私たちは理論系ですので、道具としては文房具と計算用紙があれば十分ですが、うれしいことに院生は一人1台ノート型パソコンが使えます。院生は、一般相対論のゼミの洗礼を必ず受けます。個々のテーマに関するゼミや、「ここらへん」の院生同士での自主ゼミも数多く行われています。週に一度、コロキウムがあり、研究室内に限らず宇宙に関するさまざまな分野の研究者を学外から招待して、普段得られない知識を提供していただいています。さらに、1カ月に一度、京都大学・大阪大学と共同で相対論ゼミを行っており、議論がヒートアップします。でも、それ以上にその後の飲み会の方がすごいかも……。

### 3. どんな研究をしている?

少し、研究の詳細に触れてみましょう。

私たちを率いている石原さんは、一般相対論を用いて初期宇宙の理論的研究をしています。特に、近年話



写真 研究室から見える風景. とても綺麗です.

題沸騰のブレーン宇宙モデル（5次元時空の中にわれわれの住んでいる「4次元時空の膜」がある）、位相欠陥と重力波などを研究しています。この「宇宙における位相欠陥」は、宇宙初期に非常に高温だった宇宙が冷えていく際に作られると考えられています。最近では、宇宙ひもやブラックホールの物理と低温での物性物理との類似性にも興味もっていて、低温の研究室とともに超流動状態の中の宇宙を見いだそうとしています。

本研究室で行われているブレーン宇宙に関する研究は「相対論的宇宙論」の分野に相当します。この宇宙では、宇宙の温度が  $\text{TeV}$ （10の12乗電子ボルト）スケール程度において量子論的な効果が大きな影響を及ぼす可能性があり、このような5次元宇宙での量子効果や、5次元の重力波が普通（4次元）の重力波とどのように違うのかなどについての議論が行われています。

釣りの大好きな中尾さんが中心となって進めている研究の一つとして、「時空の特異点の形成」があります。一般相対論が正しいならば、巨大質量星はその進化の最終段階で、自ら生み出す重力場によって限りなく収縮していき、最終的に時空に裂け目のようなものを形成します。この時空の裂け目が、時空特異点と呼ばれています。これが一体どのような性質をもったものなのかを研究しています。

次に、「重力のゲージ理論および遠隔平行性理論」に

ついて紹介しましょう。自然界には四つの力が存在します。そのうち電磁気力・強い力・弱い力は、ゲージ理論という枠組みでうまく説明できているようです。とすれば、重力をゲージ理論で記述しようと考えたくなるのが人間です。重力のゲージ理論は一般相対論と完全に同等ではないので、不思議な世界がすぐそこに広がっています。一般に、重力のゲージ理論における時空は曲率だけでなく振率（ねじれ具合を表す量）も存在しますが、曲率をゼロとして振率だけでも重力を記述することができます。これが遠隔平行性理論と呼ばれるもので、興味を「グッ」とひき付けるマニアックで素敵で理論です。

少しテンションを戻しましょう。「宇宙の非一様性と観測量」の研究は次のようなことを目標としています。宇宙は大雑把に見ると宇宙背景放射が教えてくれるようにかなりの精度で一様に見えますが、実際は細かく見ると私たちの地球や銀河があるように非一様性が存在します。この非一様性は宇宙論的に見た場合に重要なのか？ 宇宙論的な距離にある天体の観測結果を取り扱いやすいという理由で一様宇宙のものと同様に比較してよいのか？ ということを、重力の観点から明らかにすることが目的です。

「重力波の生成と検出」は、今まさに始まりつつある重力波天文学に必要な研究です。重力波が検出されると、宇宙で生じるさまざまな現象に対する電磁波の観測では得られなかった情報（強い重力場中の物体の運動など）を知ったり、ブラックホールを直接観測する可能性を秘めているなど、天文学に革命が起こるでしょう！ 実はこれは筆者の研究テーマなのですが、物体の運動の取り扱いが曲者でかなり計算がややこしいです。学内にある宇宙・素粒子実験物理学（重力波・神田展行教授）研究室の協力により、重力波観測の最新情報を知ることができます。

ここに紹介した研究は私たちのすべてではありません。研究室には、さらに強力な若手が増殖中です。大阪にマニアックな相対論集団がいることを是非、頭の片隅にでも留めておいて下さい。これから、大阪市大宇宙物理(重力)の名前が新聞・雑誌などに載りましたら、チェックをお願いします。