

報告

三角格子上的スピンの

新しい無秩序量子状態の発見

国際融合創造センター 前野悦輝

フラストレーションを感じて悩むのは、何も人に限ったことではない。磁石を構成する電子の持つスピンと呼ばれる微小な磁石も、フラストレーションを感じることもある。今回、京都大学理学研究科を代表とする研究チームは、スピンの強いフラストレーションを与えることで、本来なら現れるべき磁気秩序が起こらない状況を作り、これまでの磁性体に見られなかった全く新しいタイプの無秩序な状態を実現させることに成功した。この状態は量子力学を用いて始めて理解できる「量子スピン状態」の一種で、これまで磁性体で知られてきた磁性現象、即ち、強磁性・反強磁性と言った規則的磁気秩序、スピンのガラスのように不規則に凍結したスピングラスのいずれとも異なる。この発見は、磁性分野に新たな局面を開くと同時に、伝導電子をドーピングした量子スピン系で現れる高温超伝導の理解や、磁気秩序・無秩序転移を利用した磁気スイッチデバイスへの応用等へもつながるものと期待される。

結晶格子上的のスピンは、熱運動の小さな低温では隣り合わせの関係から最も安定な規則的配列をとる。しかし、三角格子だけは例外で、その上に並べられたスピンは、本来の磁気秩序の温度よりも低い温度まで、秩序化できないことが知られている。実は 30 年以上も前に、この三角格子でのフラストレーションを使えば、磁石が通常示す磁気秩序が完全に抑えられ、スピンの液体のように振舞う無秩序な量子状態を実現できるのではないかと、という理論的な提案がアメリカのノーベル賞物理学者アンダーソンによりなされていた。

今回、中辻知 (京都大学理学研究科 講師)、南部雄亮 (京都大学理学研究科 大学院生)、前野悦輝 (京都大学理学研究科、京都大学国際融合創造センター 教授)、常次宏一 (京都大学基礎物理学研究所 教授)、コリン・プロホルム (米・ジョージア・インSTITUTE OF TECHNOLOGY 教授) らは、ニッケル・ガリウム・硫黄からなる磁性体のニッケル (Ni) の作る三角格子で、スピンの無秩序な量子状態を初めて実験的に実現・確認した。Ni のスピンは、秩序を完全に抑えられたことで、量子液体として知られるヘリウムに対応するようなスピンの量子液体を形成している可能性が高い。今後、新たな量子現象として、この新しいタイプの磁性現象の解明が期待される。本研究は、日本学術振興会・科学研究費補助金、文部科学省 21 世紀 COE “物理学の多様性と普遍性の探求拠点” の支援を受け実施された。本研究成果は、Science 誌 9 月 9 日号に掲載されている。

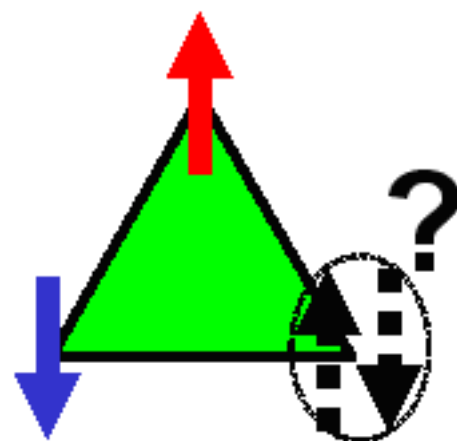


図 1 正三角形の頂点上にある矢印が電子スピンを表す。矢印は上下の向きを取れるとして、隣り合うスピンは必ず反強磁性的に反対の向きしかとれないとすると、どうしても配列がひとつにさだまらず、スピンはフラストレーションを感じる。

第 12 号の内容

1. 報告

三角格子上的のスピンの新しい無秩序量子状態の発見

2. COE ポスドク紹介

3. 短報

新技術が切り開く天文学の未来

一口径 3m 級光学赤外線望遠鏡が解き明かす宇宙の謎

■発行■

京都大学 21COE 物理学の多様性と普遍性の探求拠点編集委員会

〒606-8502 京都市左京区北白川追分町 京都大学大学院理学研究科 物理学教室内

TEL: 075-753-3758

FAX: 075-753-3886

e-mail:

21COE@scphys.kyoto-u.ac.jp

どんな液体もゆっくりと冷やせば、原子が周期的に並び、固体になる。唯一つの例外は、量子液体と呼ばれるヘリウムである。低温まで無秩序な液体状態を保ち、絶対零度（摂氏 -273 度）近傍で量子力学的な効果により超流動という神秘的な現象を示す。一方、磁石を構成する原子の電子スピンの場合、高温ではばらばらな方向を向いていたのが、冷やすと周期的にならんで、ちょうど固体に対応するような強磁性・反強磁性と言った磁気秩序を示す。それでは、ヘリウムのような例外に対応する、“スピンの量子液体状態”は可能かというのが長年の謎であった。ところで、磁石の中のスピンは、人と同じように、フラストレーションを感じることもある。最も単純な例は正三角格子の頂点上のスピン（図1中の矢印）である。上向きか下向きを取るスピンは、隣合うもの同士がお互いに逆向きな方が安定な場合が多い。すると、どうしても同じ方向の矢印が隣り合って並んでしまい、配列がひとつに定まらなくなる。実は30年以上もまえに、この正三角格子を無限に敷き詰めてスピンの正三角格子を作れば、フラストレーションのためスピン秩序が完全に抑えられ、低温で液体的な無秩序状態が形成できるのではないかという理論的提

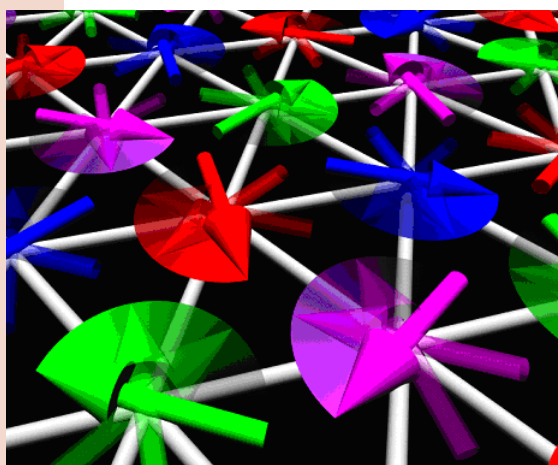


図3 今回明らかになった量子スピン状態の概念図。矢印はスピンを、白いラインは三角格子を表す。NiGa₂S₄中の三角格子上的スピンは、量子液体として図のようにひとつの巨視的にコヒーレントな状態（集団運動）をとっている可能性が高い。

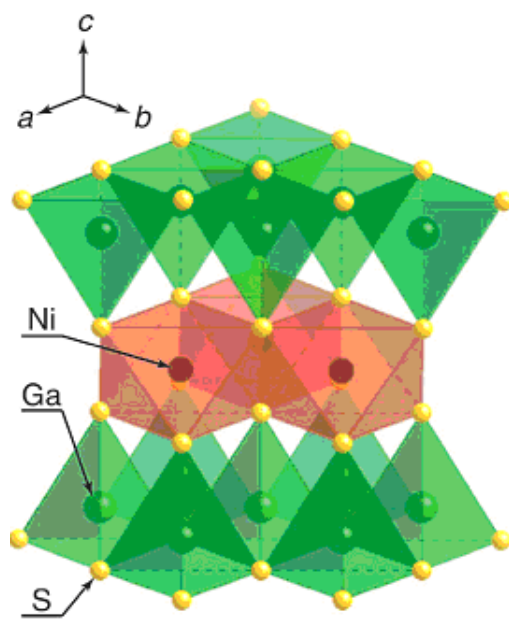


図2 今回、スピンの新しい無秩序量子状態が初めて実現していることを確認されたNiGa₂S₄の構造。真ん中のNi原子の持つ電子スピンの正三角格子を組む。

案が出されていた。その期待のもと多くの世界的研究があり、ヘリウム原子の同位体 (³He) を用いた薄膜での研究や、歪んだ三角格子を持つ有機物質でスピンの液体状態が示唆されていた。しかし、バルクの磁性体の正規の三角格子上で磁気的な無秩序状態を実験的に実現・確認したものはこれまでなかった。

今回、中辻知、南部雄亮（京都大学理学研究科）、前野悦輝（京都大学理学研究科、京都大学国際融合創造センター）、常次宏一（京都大学基礎物理学研究所）、コリン・プロホルム（米・ジョーンズ・ホプキンス大学）らは、NiGa₂S₄という磁性体（図2）で実験的に作製したNiスピンの正三角格子上で、磁気秩序を完全に抑えることで、全く新しいタイプの無秩序な量子状態を実現させることに世界に先駆けて成功した。スピン同士の相関は低温でも3ナノメートル程度にしか伸びないにもかかわらず、量子力学的な効果でなんらかのコヒーレントな状態を形成しており（図3）、スピンの量子液体状態になっている可能性がある。この新しいスピンの量子状態は、これまで磁性体で知られてきた磁性現象、即ち、強磁性・反強磁性と言った規則的磁気秩序、スピンのガラスのように不規則に凍結

したスピングラスのいずれとも異なる。この発見は、磁性分野に新たな局面を開くと同時に、伝導電子をドープした量子スピン系で現れる高温超伝導の理解や、磁気秩序・無秩序転移を利用した磁気スイッチデバイスへの応用等へもつながるものと期待される。

本研究は、日本学術振興会・科学研究費補助金、文部科学省21世紀COE“物理学の多様性と普遍性の探求拠点”の支援を受け実施された。本研究結果は、Science誌9月9日号に掲載されている。

用語について

○磁性体

物質の中の一つ。物質を構成する原子が電子の微小な磁石（スピン）を持ったもの。冷やすと通常必ず、以下の磁気秩序を示す。

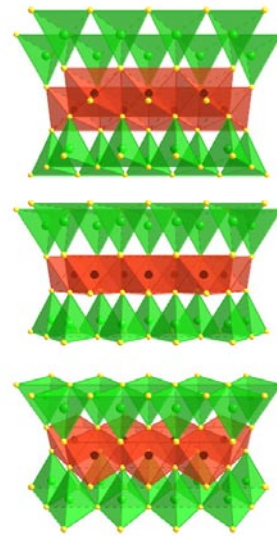
○磁気秩序状態

磁性体の中では原子上の電子のスピンが磁性を担っているが、そのスピンが規則的な空間パターンを作って凍結した状態。通常の磁性体は、冷却していくとある温度以下で磁気秩序状態となり、その温度と秩序状態のスピン配列の空間パターンは物質の組成によって決まっている。スピンが同じ方向に揃って配列した状態を「強磁性状態」、隣合せのスピンが互いに反対方向を向いて配列した状態を「反強磁性状態」という。

○量子スピン液体

スピンの向きが時間的にも空間的にも一定の方向に留まらず揺らいでいる状態。非常に遠く離れたスピン同士も、それらの量子力学的運動を表す波動関数が互いに干渉していること（コヒーレンスがあること）が大きな特徴である。1973年に米国のノーベル賞物理学者アンダーソンによって初めて理論的に三角格子上で予言されたが、依然として決定的な実験系は存在しなかった。高温の「常磁性

状態」においてもスピンの向きはバラバラになっているが、スピンはお互いに無関係で量子力学的な可干渉性（コヒーレンス）がない。



付録図 NiGa₂S₄ の3次元図

発表論文

“*Spin Disorder on a Triangular Lattice*”,
Satoru Nakatsuji, Yusuke Nambu, Hiroshi Tonomura, Osamu Sakai, Seth Jonas, Collin Broholm, Hirokazu Tsunetsugu, Yiming Qiu, and Yoshiteru Maeno,
Science **309**, 1697 (2005).

青木 貴稔

所属： 物理学第一教室

takatoshi.aoki@scphys.kyoto-u.ac.jp



専門分野

量子エレクトロニクス、原子光学、ボース・アインシュタイン凝縮

ができ、嬉しい気持ちの方が強いです。また、先生方やポストク仲間、そして学生達みんなのお陰で、楽しくすごしています。この素晴らしい環境の中で、切磋琢磨して「state of the arts」な成果が出せるようがんばりたいと思います。趣味は、ドライブ、食事などです。まだ京大に来たばかりで右も左もわかりませんが、よろしくお願いします。

自己紹介

私はこれまで千葉県野田市の東京理科大学で、原子干渉計の研究を行ってきました。原子波の干渉を利用すると超精密計測が可能となり、例えば波動関数の位相のずれから摂動を高感度に検出することができます。私の研究は光の多重干渉のように、原子波の多重干渉の検証とその応用実験を行い、原子波の干渉としては世界で最も高いフィネスを実現しました。また、量子位相として次の2つの幾何学的位相の研究を行いました。スカラー・アハラノフ・ボーム効果の非分散性を実証し、部分回転におけるベリー位相の測定とg因子依存性を観測しました。

本年度から京都大学理学部物理第1教室の量子光学研究室に所属し、実験的に気体原子ボース・アインシュタイン凝縮 (BEC) を研究しています。BECはアインシュタインによって予言されたもので、極低温で全ての粒子が最低エネルギー状態に集まる現象です。これは、多数の原子が一つの巨視的波動関数で記述できる巨視的量子気体です。我々は光が原子に誘起する電気双極子と光電場との相互作用によるポテンシャル中でルビジウム原子のBECを生成し、スピン自由度のあるBECを研究しています。京都での生活は、休みの日に観光に行くこともでき、また都会にも行くことができ充実しています。研究は徹夜したり深夜遅くまで行うため大変ですが、世界トップレベルの研究

略歴：

平成 6 年 4 月～平成 10 年 3 月
東京理科大学理工学部物理学科
平成 10 年 4 月～平成 12 年 3 月
東京理科大学大学院理工学研究科
物理学専攻 修士課程
平成 12 年 4 月～平成 17 年 3 月
東京理科大学理工学部物理学科 助手
平成 15 年 9 月
学位 博士 (理学) 取得
学位論文「冷却ナトリウム原子を用いた誘導ラマン原子波多重干渉計」
平成 17 年 4 月～
京都大学大学院理学研究科
物理学宇宙物理学専攻 COE 研究員

藤村 寿子

所属： 物理学第二教室 原子核ハドロン

fujimura@nh.scphys.kyoto-u.ac.jp



研究内容

高エネルギー γ 線ビームを用いてハドロン物理の研究を行っています。高輝度光科学研究センターのビームライン BL33LEP では、レーザー電子光と蓄積電

子ビームの逆コンプトン散乱により生成された高偏極のレーザー電子光ビームを標的に照射することで、さまざまな光核反応の実験を行ってきました。特にストレンジ・クォークを含む粒子、ハイペロンを生成することができ、また、レーザー電子光が空間的に非常によく局所化しているために、短寿命で崩壊するハイペロンの崩壊様式を研究するのに大変適しています。ペンタクォークと言えば記憶に新しい方も多いと思いますが、この新しい粒子も同じ実験施設で発見されました。現在はこのレーザー電子光と原子核標的を用いて Λ (1405) 粒子を生成し、その崩壊粒子から普遍質量を測定する実験を行っています。この研究を通して、 Λ (1405) 粒子の内部構造を明らかにし、原子核中での Λ (1405) 粒子の振る舞いを調べて行きたいと思っています。

ペンタクォークの発見が報告されて以来、その存在を確かめるために様々な研究グループがペンタクォークを探してきましたが、未だに決着がついていません。最近の CLAS の結果はペンタクォークの存在を否定しています。存在自体の興味もつきませんが、高エネルギー加速器研究機構の SKS スペクトロメーターを使用して、幅、及びスピン・パリティを測定する実験が行われています。これらの情報は、ペンタクォークを理解す

る上で、重要なデータを提供することになるでしょう。今後は、これらの研究を通して、クォーク多体系としてのハドロン物理を研究していきたいと思っています。

略歴

2002年3月
大阪大学 理学博士取得
2002年5月
ソウル大学非常勤講師
2004年6月
京都大学大学院 教務補佐
2005年4月
京都大学大学院 21世紀 COE 研究員

松田 有一

所属：宇宙物理学教室

matsdayi@kusastro.kyoto-u.ac.jp



研究内容

私は宇宙初期における銀河形成（銀河はいつ頃、どのような場所で、どのように作られてきたのか）についての観測的な研究

を行っています。現在は特に赤方偏移が3（宇宙の年齢が現在の約15%）の水素のライマン α 輝線を強く発する、空間的に大きくひろがった天体（巨大水素輝線ガス天体）を研究対象としています。この巨大水素輝線ガス天体は宇宙初期において銀河の形成過程におけるガスの物理状態を直接観測的に調べることができる重要な天体と考えられています。巨大水素輝線ガス天体を詳しく調べることにより、銀河のなかでガスはどのように収縮したのか、星や活動銀河核によってガスはどのように電離あるいは励起されたのか、さらに多数の超新星爆発によってガスはどのように銀河間空間まで吹き飛ばされたのかを観測的に解明していくことができます。私は日本の大型可視近赤外線望遠鏡である「すばる」をはじめ、世界中の最先端の望遠鏡と観測装置を用いて研究を行っています。

ひとこと

私は下鴨神社のそばの古いアパートに住んでいるのですが、この前、夜中に部屋に蛍が迷い込んできました。近くの小川に行ってみるとそこでは蛍がたくさん飛んでいました（もちろんヤブ蚊もたくさん飛んでいましたが…）。京都の自然のきれいさにとても感激しました。

略歴

1996年3月
私立茗溪学園高等学校卒業
2000年3月
東北大学理学部宇宙地球物理学科卒業
2002年3月
東北大学大学院理学研究科
物理学専攻博士前期課程修了
2002年9月～2005年3月
国立天文台特別共同利用研究員
2005年3月
東北大学大学院理学研究科
博士後期課程修了 理学博士
2005年4月～
京都大学理学研究科 21世紀COE研究員

岡田 隆典

所属： 物理学第一教室



研究内容

テラヘルツ波は分子振動の周波数と同じ領域にあり、DNA、タンパク質、酵素など生体高分子の研究や検査方法、あ

るいは物質科学、情報通信、医療、バイオ、環境など、いろいろな分野で注目されています。近赤外光より短い波長やミリ波より長い波長は、通信、医療などに大きく利用されてきましたが、両領域の間

杉本 聡

所属： 物理学第2教室



自己紹介

専門は原子核物理の理論的研究です。現在は原子核構造におけるテンソル力の役割の解明を目指して研究

を行っています。

原子核は陽子と中性子が核力によって相互作用しながら結合している量子多体系です。核子間の相互作用である核力はテンソル力の部分が強いのが大きな特徴のひとつで、テンソル力は原子核の結合機構に重要な働きをしていると考えられています。しかしながら、テンソル力が現実の原子核の構造において実際どのような働きをしているのかについては、いまだに

を占める遠赤外光であるテラヘルツ帯は近年により強力的な発生・検出法が開発され、この領域のさまざまな基礎物理を理解する手段となっています。なかでも、高温超伝導体のジョセフソンプラズマの振る舞いを調べる簡単で有効な手段です。そのための測定系開発を含め超伝導体ギャップの研究に携わりたいと考えています。

略歴

1999年3月
東北大学工学部応用物理学科卒業
2001年3月
大阪大学大学院
基礎工学研究科博士課程前期修了
2005年3月
大阪大学大学院
基礎工学研究科博士課程後期修了
2005年4月～
京都大学大学院理学研究科
21世紀COE 研究員

よく分からないことが多いのが現状です。そこで、私は原子核構造におけるテンソル力の役割を平均場の手法、殻模型的手法等を用いて調べています。そして、テンソル力の影響が直接分かる実験可能な物理量を提案していきたいと考えています。

また、最近通常の原子核にストレンジネスが入ったハイパー核においてもテンソル力の役割の重要性が示唆されています。ハイパー核に対しても通常の原子核と基本的には同じ手法が適用可能なので、今後はハイパー核も研究対象に含めたいと考えています。

略歴

1997年3月
大阪大学理学部物理学科 卒業
1999年3月
大阪大学大学院理学研究科博士前期課程
物理学専攻 修了
2002年3月
大阪大学大学院理学研究科博士後期課程
物理学専攻 修了
2002年4月～2005年3月
理化学研究所基礎科学特別研究員
2005年4月～
京都大学大学院理学研究科 COE 研究員

田中 秀和

所属： 物理第二教室

thide@scphys.kyoto-u.ac.jp



自己紹介

私は、これまでドイツにある DESY 研究所の HERMES 実験で核子スピン構造の研究を行ってきました。

HERMES は、(陽)電子ビームと偏極内部気体標的を用いた深非弾性散乱実験で

す。HERMES 実験では、特に、海クォークの核子スピンへの寄与に注目して実験を行いました。Ring Imaging Cherenkov 検出器の導入により、陽子、 π 、K 中間子の粒子識別が可能になり、海クォークのスピン核子スピンへの寄与を各クォーク別 (\bar{u}, \bar{d}, s) の直接測定を行いました。

その結果、海クォークのスピン寄与は非常に小さいことが明らかになりました。

核子スピンの担い手の一つとして、クォークやグルーオンの軌道角運動量の寄与が考えられています。軌道角運動量についての実験的研究は今のところ存在しないため、その存在の有無についてさえも未知のものです。近年、クォーク軌道角運動量に関連した物理量として、Sivers 関数と呼ばれる「クォークの横運動量」に依存した形で関数化されるクォーク分布関数が注目を集めています。そこで、HERMES 実験において、非偏極陽電子ビームと横偏極陽子標的を用いて single-spin asymmetry を測定することで Sivers 関数の抽出を行いました。核子スピンへのクォーク軌道角運動量の寄与の可能性を示唆した実験的結果を与えられたと考えると考えています。

このたび、高エネルギー物理学研究室でニュートリノ物理と言う自分

にとって新たな分野に挑戦することになりました。現在は、K2K 実験で用いられていた SciBar 検出器のデータ解析を中心に行っています。この経験を活かして、東海村に現在建設中の次世代ニュートリノ振動実験「T2K 実験」での前置検出器の開発を行っていきたく思っております。

物理の分野が変わったことで、あらゆるものが新鮮で、勉強の毎日ですが、T2K 実験の成功へ向けて貢献していきたいと考えています。皆様のご指導、どうぞよろしくお願いいたします。

略歴

2002 年
東京工業大学 理工学研究科
基礎物理学専攻 修士課程修了
2005 年
東京工業大学 理工学研究科
基礎物理学専攻 博士課程修了
理学博士
2005 年
京都大学 理学研究科
COE 研究員

新技術が切り開く天文学の未来

—口径 3m 級光学赤外線望遠鏡が解き明かす宇宙の謎—



「暗い夜空の一角に突然明るく輝く星が出現し、その明るさは木星と同じ程であった」と歌人藤原定家は記している。かに星雲を生み出した 1054 年の超新星爆発についての貴重な記録である。超新星爆発や γ 線バーストなどの突発的に起こる現象は、いつどこで起こるかを誰も予測出来ない。それ故に、観測が難しく、これまで天文学のブラックゾーンとなっていた。しかし、これらの高エネルギー現象の解明は現代の天文学や物理学にとって重要な課題であり、それらを観測する為の集光力があり解像度の良い大口径の望遠鏡を建設することが求められている。京都大学の宇宙物理学教室が中心となり、日本の高い技術力を生かした口径 3.5m の光学赤外線望遠鏡を作る計画がスタートした。今回の短訪では、この計画を推進されている宇宙物理学教室の長田哲也教授にお話を伺い、宇宙の彼方を見つめその謎を解き明かすことの面白さを紹介する。

写真 天文台にて作業中の長田先生

短報： 新技術が切り開く天文学の未来

反射型望遠鏡は、反射鏡と呼ばれる巨大な鏡によって宇宙から来る光を 1 点に集めている。口径が大きいほど、遠くの銀河や星々の出す微弱な光を集めることが出来るし、像の空間分解能も良くなる。図 1 は、岡山に建設が計画されている口径 3.5m の光学赤外線望遠鏡の完成イメージ図である。この望遠鏡の特徴はすばる望遠鏡などのこれまでの大口径望遠鏡とは違って、反射鏡として、小さな鏡を何枚も組み合わせて 1 枚の鏡の役割をもたせた合わせ鏡方式を採用している点にある。「鏡が大きくなるとどうしてもそれ自身の重さによって歪みが生じてしまいます。少しでも歪みがあると正しい像を得ることが出来ません。」「1 枚の鏡では、すばる望遠鏡に用いられている 8m の鏡より大きな物を作ることは難しいのです。そこでそれより口径の大きな望遠鏡を作ろうとするならば、1m くらいの小さな鏡を何枚も重ねて作った方が良いのです。」と長田教授は合わせ鏡方式のメリットを説明する。小さくて精度の良い鏡を多数組み合わせれば歪みは減るとも考えられるが、1 枚

の鏡の大きさは 1m 前後が最も良いのだという。「もっと小さい鏡を多数組み合わせようとする、今度はそれらを精度良く制御して並べることが難しくなるのです。」と長田教授は問題点を指摘する。実際に、世界で最も大きな口径を持つハワイの KECK 望遠鏡（口径 10m）にもこの方式が採用されており、1m 程度の直径の鏡を組み合わせる望遠鏡の巨大化を図ろうとする試みが世界の流れとなっている。岡山の望遠鏡では直

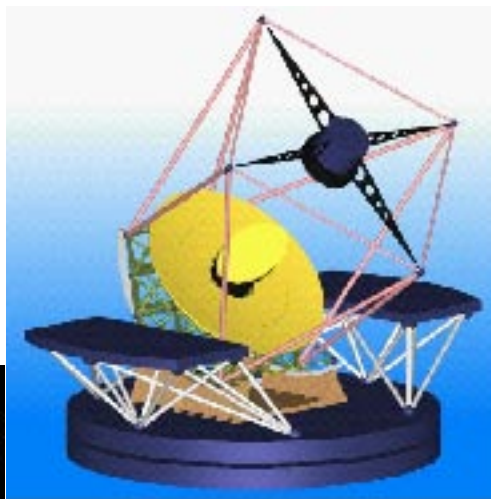
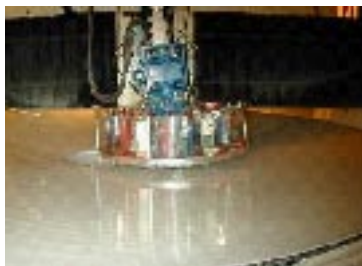


図 1 岡山に計画されている 3m 級光学赤外線望遠鏡のイメージ図

径 80cm 程の鏡を 18 枚組み合わせること
で口径 3.5m の望遠鏡を実現する予定
である。

しかし、合わせ鏡方式にもデメリット
がないわけでない。「1m 程度の鏡と
はいえ 1 枚の鏡を精度良く磨くには 1
年程度かかります。組み合わせ方式で
すと沢山の鏡が必要ですから、望遠鏡
の建設に大変な時間がかかってしまう
のです。」そこで、日本の高い技術力
の出番となる。「鏡を磨くのではなく
研削という方法を用います。レーザー
を用いた干渉計を用いて高い面精度が
保たれている事を確認しながら、鏡を
材料から直接削りだすわけです。この
方法により 1 枚の鏡を作る時間を大幅
に短縮できます。」と長田教授は続ける。
(図 2) この方法は、面精度の
測定にレーザー干渉計を用いるという
大学の研究者のアイデアと、その面精
度に従って材料から鏡を切り出すこと
が出来る日本企業の高い研削技術が合
わさることにより実現出来る新技術で
ある。この方法を用いると、数週間で
1 枚の鏡を作り出すことが可能になり、
望遠鏡完成までの期間は大幅に短縮さ
れる。今後、より多くの鏡を組み合わ
せて口径 10m を越える巨大望遠鏡を作
成する際にもこの技術が生かされるこ
とだろう。岡山の計画はこうした将来
の大口徑望遠鏡作成へ向けてのテスト
ケースとしても重要な位置づけを占め
ることになる。

それでは、こうした大口徑望遠鏡に
よってどの様な現象を観測しようとし



従来方式

研磨：一定の
力でこすって
鏡を作ります。

新方式

研削：精密に
位置制御した
やすりで削り
取ります。

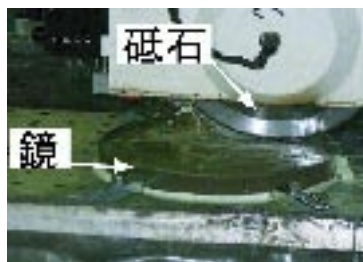


図 2 研削による分割鏡の作成技術



図 3 3m 以上の大口徑望遠鏡（白丸）の空白地域
を埋める新望遠鏡。

ているのだろうか？「岡山の望遠鏡が
ターゲットにしている現象は大きく分け
て 2 つあります。1 つは γ 線バーストな
どの突発現象の観測で、もう 1 つは星生
成領域における水素分子雲の観測をす
ることが目的です。」と長田教授は言う。

γ 線バーストとは、宇宙のある方向から
強い γ 線が数秒間突然来る現象だ。こ
うした強い γ 線の放射は、非常に遠い銀
河で起こった巨大な超新星爆発や中性
子星やブラックホール同士の衝突など
によって引き起こされると考えられて
いるが詳しいことは良くわかってい
ない。今年に入っても新しい発見が
続いており、その起源を巡る議論は
尽きない。 γ 線バーストの観測は、 γ
線望遠鏡のみでは正確な位置を特定
することは難しいこともあり、数時
間から 1 日程度以上残る残光を可
視光や赤外線、X 線などによって同
時に観測する必要がある。しかし、
地球が自転しているため 1 つの望
遠鏡だけでは残光を連続測定し続
けることは不可能である。「最近
ではハワイやチリなど世界各地に
大口徑望遠鏡が建設されています
が、これまで東アジアには可視光
から近赤外線の領域を観測出来
る大口徑望遠鏡がなかったのです。
(図 3 参照) 岡山の望遠鏡が完成
すると、その空白域が埋まり、世
界中の望遠鏡によってこの現象
を連続して観測出来るようになります。」
京大グループを初めとして国内
グループ中心で運用する予定の
ため機動性が高いのも魅力とな
る。突発現象が起こった時に、
瞬時にその目標へ望遠鏡を向け

とで多くの新事実をつかむことも期待されている。

新しい望遠鏡は、こうした突發現象だけでなく、星生成などと深く関わっている星間物質の解明にも威力を発揮すると考えられている。(図4は星生成領域の写真)「岡山の望遠鏡は可視光から近赤外光(0.4 μm から2.5 μm の領域の電磁波)の領域が観測出来ます。特に赤外領域では、水素分子の振動準位が吸収線として見えます。そのスペクトル強度などから水素分子雲の密度などを決めることが可能となるのです。」星間ガスが集まり密度が濃くなって行くと、水素がプラズマ・原子から分子となって巨大分子雲が誕生する。分子雲が自己重力により収縮してある密度を超えると、放射によって熱が逃げるのが不可能になり中心部に分子雲コアが出来ると考えられている。つまり、水素分子密度を決めることは星生成のメカニズムを明らかにすることと直結している。

最後に、新しい望遠鏡には隠れた魅力があると言う事を長田教授は教えてくれた。「年間運営費が30億にも上るすばる望遠鏡などの他の大口径望遠鏡を共同利用する場合、失敗は許されないのです。どうしてもリスクの多い観測をすることは難しくなってしまう。すばるなどより口径は小さくても、自分達で自由に動かせる望遠鏡を持つことは研究する上で非常に大きなメリットになります。すばるなどでは出

来ない研究にチャレンジ出来る点が新しい望遠鏡の魅力です。」研究の世界では、失敗から新しい発見が生まれることも多い。今、世界各地で大口径望遠鏡の建設計画が進んでいる。その中で、岡山に建設されるこの望遠鏡で他の望遠鏡には出来ないような特色ある研究が展開されると期待したい。望遠鏡は2009年の完成を目指している。

(物理学第一教室 毛利真一郎)



図4 近赤外線でとらえた銀河系内の星形成領域 M17

(名古屋大学・国立天文台提供、1.4m望遠鏡 IRSFにて)

記者紹介

毛利 真一郎 (もうり しんいちろう) 物理学第一教室 D 2

専攻: 光物性

編集後記

早いもので 2005 年もそろそろ終わろうとしています。今年は我々の COE 拠点としても一区切りの年であり、中間評価では無事 A 評価を頂くことができました。これも小山リーダーを始めとする構成員全員の努力の賜であり、末端構成員の私としてもほっと胸をなで下ろしながらも誇らしくもあり、また自らを省みてより頑張らねばと決意を新たにしています。

さてこの News Letter もこれで 12 号、少しずつ予定に遅れながらも着実に号を積み重ねてきました。今号は、少し変則ですが、前野さんの投稿による新しい量子状態の発見についての報告を巻頭に持ってきました。読売新聞や京都新聞にも取り上げられた注目の研究です。他にもこれぞという研究について皆様の投稿を歓迎します。どしどし広報委員会までお寄せ下さい。本探求拠点からの輝かしい成果として、どんどんこの News Letter で発信していきたいと思えます。

(編集委員 国友 浩)

■発行■

京都大学 21COE 物理学の
多様性と普遍性の探求拠点
編集委員会

〒606-8502 京都市左京区
北白川追分町 京都大学
大学院理学研究科 物理学
教室内

TEL: 075-753-3758

FAX: 075-753-3886

e-mail:

21COE@scphys.kyoto-
u.ac.jp

21COE 物理学の多様性と普遍性の探求拠点
CDUP NEWS LETTER 編集委員会

柴田一成

鶴 剛

国友浩

太田耕司

野村正

田中耕一郎 (編集長)

shibata@kwasan.kyoto-u.ac.jp

tsuru@cr.scphys.kyoto-u.ac.jp

kunitomo@yukawa.kyoto-u.ac.jp

ohta@kustastro.kyoto-u.ac.jp

nomurat@scphys.kyoto-u.ac.jp

kochan@scphys.kyoto-u.ac.jp

CDUP News Letter
No. 12

第 12 号
平成 17 年 12 月 1 日発行