

# IPMU NEWS

**Special Contribution**  
Spiraling Academia – A Memorandum for the Design of the  
New IPMU Research Building  
Sky and Galaxy – Roof Garden Lighting Design Concept  
**Interview with** David J. Gross

## SPECIAL ISSUE: INAUGURATION OF THE IPMU RESEARCH BUILDING



# IPMU NEWS CONTENTS

## English

- 3 **Director's Corner** Hitoshi Murayama  
Dreams Come True
- 4 **Special Contribution**  
Spiraling Academia – A Memorandum for the Design of  
the New IPMU Research Building  
Hidetoshi Ohno
- 10 **Special Contribution**  
Sky and Galaxy – Roof Garden Lighting Design Concept  
Akari Lisa Ishii
- 13 **Our Team** Andrei Mikhailov  
John Silverman  
Tathagata Basak  
Jing Liu  
Masayuki Tanaka
- 16 **IPMU Interview** with David J. Gross
- 20 **Workshop Report**  
Focus Week on the Epoch of Reionization
- 21 **Workshop Report**  
Focus week on Indirect Dark Matter Search
- 22 **News**
- 28 **D-brane** Shigeki Sugimoto

## Japanese

- 29 **Director's Corner** 村山 斉  
夢がかなう
- 30 **Special Contribution**  
螺旋運動するアカデミア – IPMU研究棟設計覚え書き  
大野秀敏
- 36 **Special Contribution**  
天空と銀河 ～ 研究棟屋上照明のコンセプト  
石井 リーサ 明理
- 39 **Our Team** アンドレイ・ミハイロフ  
ジョン・シルバーマン  
タタガタ・バサク  
刘 晶  
田中賢幸
- 42 **IPMU Interview** デイビッド・グロス教授に聞く
- 46 **Workshop Report**  
フォーカスウィーク：宇宙再電離期を探る
- 47 **Workshop Report**  
暗黒物質の間接探索に関するフォーカスウィーク
- 48 **News**
- 52 **Dブレーン** 杉本 茂樹



**IPMU Research Building** : Architect /  
Hidetoshi Ohno. Technical Architect /  
Facilities Management Department, the  
University of Tokyo, KUHARA Architects,  
Watanabe Safumi Architects Co., Ltd.,  
Hiroyuki Aoshima Architects. Construction  
/ Sato-Asakawa Joint Venture

**数物連携宇宙研究機構研究棟** : デザイン総括  
/ 大野秀敏、建築設計 / 東京大学本部 (施設・  
資産系)、クハラ・アーキテクト、(株)渡辺佐  
文建築設計事務所、(株)青島裕之建築設計室、  
建築工事 / 佐藤・浅川特定建設工事共同企業  
体

## Dreams Come True

Director of IPMU

Hitoshi Murayama

IPMU is an ambitious project of its own. We are trying to build a first-rate research institution from scratch in a very short time. We need scientists from different disciplines –astronomy, physics, and mathematics– to work together towards the common goal of solving cosmic mysteries. We want to make the place truly international in a way not happened before in Japan. All of these ambitions need one important common ingredient: an attractive and carefully designed place to work.

Now IPMU research building is complete and we have our home. Not only that, we believe that this building will help us greatly in achieving our ambitions. As Prof. Ohno, the architect of the building, describes in his article, it has many unique aspects for this purpose.

First, all the offices are lined up in a spiral from the 3rd to 5th floor, making the three floors effectively a single floor. This arrangement avoids the traditional problem that people on different floors rarely see each other. We intentionally mix people from different disciplines in the office allocation. It also makes everybody *equal* along the same spiral. This flat organization is important for us because we'd like to promote young minds to solve big mysteries.

Second, there is a big interaction area inside the spiral covered with skylight. It is filled with natural light that feels surprisingly soft and warm. This is where scientists from different disciplines, cultures, languages, and expertise share problems and solutions. It is

furnished in a very casual and informal fashion for spontaneous discussions. And this is where *everybody* gets together for daily teas at 3pm. It of course has Espresso machines, making this place like a plaza in a European city with cafés. It even has an *obelisk!* The only missing piece may be a fountain.

Third, we paid careful attention to make sure people coming from different cultures, languages, and of different physical sizes feel comfortable. All the signage comes with English first. The ceilings are much higher than most buildings in Japan to make tall people feel comfortable. The lighting is partially indirect not to distract people sensitive to light. Air conditioning can be controlled in each office.

Finally, despite the bare concrete look from the outside to match other buildings on the campus, it uses light-color wood everywhere to give the interior very cozy, warm, and comfortable atmosphere. It has many places for small gatherings, seminars, and a big lecture hall. People can work *everywhere* in this building.

Dreams have come true. With such an attractive place to work, I believe people from around the world would want to come to IPMU. We are one big step closer to become one of the leading research centers in the world.



# Spiraling Academia

— A Memorandum for the Design of the New IPMU Research Building

## Hidetoshi Ohno

Architect of the IPMU Research Building

Professor at the Graduate School of Frontier Sciences, the University of Tokyo

As the design of this building progressed, it eventually became apparent that it was associated with Italy in various ways. When you enter a big Hall, the central space in this building, and look back towards the north side, your eye will be caught by a glass box the size of a room hanging from the ceiling. This is a hanging courtyard, named “the Patio.” The purpose of this unfamiliar architectural element is to bring light into the Hall, as it has little direct connection to the outside. Sunlight reflected from the walls of the Patio fills the Hall; together with light from the other windows that open to the sky, the Hall is illuminated in sunlight. A traditional patio is often decorated with flowerpots and covered in picture tiles. Likewise, the IPMU Patio will be covered in mosaic tiles – a motif related to astronomy was discussed with Prof. Aihara, Deputy Director of IPMU. From the various options suggested by Prof. Aihara, we chose the sketch of the constellations depicted in the book, *Sidereus Nuncius* (published in 1610) by the father of modern

astronomy, Galileo Galilei (1564-1642). With the courtesy of Kanazawa Institute of Technology, we have been able to transpose Galileo’s sketch of Orion Nebula and Praesepe in blue ceramic paint (the circle on this sketch is my intervention) on the tiles of the Patio. I also learned during the selection of this work that the construction year of this building – 2009 – was coincidentally the 400-year anniversary of Galileo’s astronomical observations by telescope. I thus decided to engrave Galileo’s quote, “The universe is written in the language of mathematics” on the entrance side of the central pillar in the Hall (which I call “the Obelisk”). The quote was suggested to me for its straightforward representation of the philosophy behind the integration of physics and mathematics at IPMU.

## IPMU in the context of Kashiwa campus

It is probably best to begin by starting with an explanation of where this building is located on



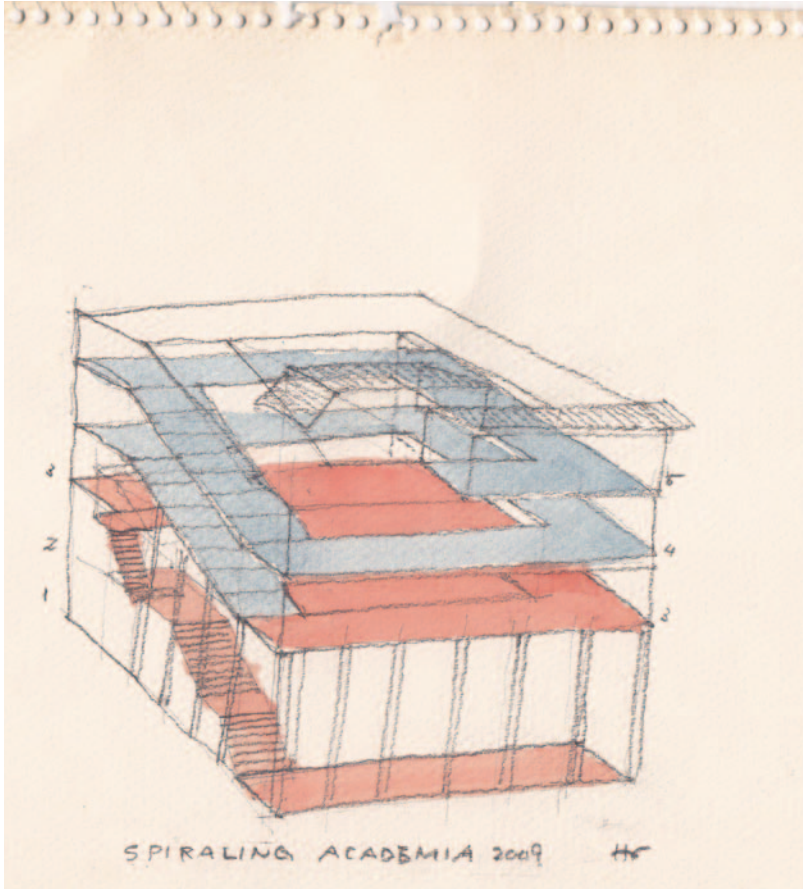
A courtyard “the Patio” is hanging over the Central Hall  
 Photo: Toshiharu Kitajima

the Kashiwa campus. IPMU stands facing “the Promenade” running East-West through the campus, in line with the other department buildings. Although it has not been clearly stipulated, there is a rule concerning the buildings facing the Promenade. First of all, the south wall of all the buildings must be lined up along the Promenade and a colonnade must be provided underneath. The roofline is also set to a uniform height of approximately 31m. Exposed concrete is the main architectural material used for the exterior walls. With the abovementioned conditions, it would have been impossible to provide the gathering space encircled by individual offices (as requested by the IMPU researchers) if the roofline

was to be set at the height of 31m. So I may have broken the rules just a bit here. However, a steel pergola was set on top of the roof in order to try to make up for this shortage of height.

Although it may seem to be just one building among a row of buildings, it should be clearly stated that the IPMU building holds a special place on the Kashiwa campus. The road stretching from the Tsukuba Express line Kashiwa-no-ha campus station to Kashiwa station, bordered by rows of Zelkova trees, is one of the main streets in the Kashiwa-no-ha area. A little after this road passes the Customs Training Institute and reaches the T-shaped crossing in front of the campus, the road curves a little to the

Special  
 Contribution



A schematic sketch of SPIRALING ACADEMIA  
Illustration: Hidetoshi Ohno

west. Here, you will see the pergola straight in front of you on the road, beyond the forest of the campus (see a picture on p. 9). This building thus lies on axis with the scenery of the district, and establishes one of the representative views of Kashiwa campus. The pergola is a necessary element for this purpose as well.

## A space for dialogue

The ideal institute as conceived by the IPMU researchers involved individual offices encircling a central hall where the researchers could gather together and an exchange of academic ideas could occur at any time. I was deeply impressed by this ideal. This ideal claims that the university should be an *academia* that holds dialogue at its foundation. However, the universities we work at today have somehow come to be *academic factories*, composed of lecture halls, individual rooms, and laboratories where only unidirectional communication in the

form of lectures are given from the professor to the students. I felt as though the IPMU researchers' passion towards a space of dialogue was a clear objection against the contemporary idea of a university's facilities. We made various studies with this concept for a new university building, and concluded that a "house," rather than the current trend of a "factory," was the ideal solution. The final structure of the building resulted in research support facilities on the first and second floors and individual offices atop, encircling the Hall.

I have defined the space as a "Hall," however, I could perhaps call it an "urban plaza" as well – for, most traditional "urban plazas" of the world have been places where people of various backgrounds gather to exchange things and knowledge. With this concept established, we can now move to how the literal metaphor of the "urban plaza" can be transformed into an architectural form. The solution we came up with was a "spiral space" combined with a "crossing of diverse views."



Left: Aizu Sazae-do in Aizu-Wakamatsu City  
 Photo: Akihiro Yoshida  
 Right: Guggenheim Museum in New York  
 Photo: Hidetoshi Ohno



## Spiral space

The individual offices encircling the “urban plaza” of the Central Hall is arranged in a spiral fashion. To describe this in more detail, the rooms are arranged around the circumference of the square building, with one row of rooms on one side of the square lifted up diagonally one floor. In other words, by going up the gentle slope of stairs from one side of the building to the other, you can move up or down one floor. Thus, by looping around the building three times you can spiral up and pass along all three floors of offices. This structure spatially realizes the equality of all the members of the research institute, and because your awareness is constantly drawn towards the central Hall, it reinforces the centrality of the Hall. This spiral structure actually begins with the colonnade along the Promenade. From the colonnade you go up the grand staircase to the second floor entrance, following the stairs curving up the exterior wall to the third floor, which

connects to the rows of individual offices and finally reaches the pergola on top of the roof.

Spirals periodically appear in architectural history as well. To begin with – to mention an Italian example once again – the name of the all-around genius Leonardo da Vinci (1453-1519) first comes to mind. He is said to have found an enormous possibility in spirals, and is thought to have invented the idea for a helicopter with a spiral rotary vane, the screw-pump (also said to have been Archimedes’ idea), and, in terms of architecture, he is said to have been involved in the design of the double spiral staircase in France’s Chateau de Chambord. Spirals also appear in pre-modern Japan, in an architectural style called the *Sazae-do*, or turban shell hall. Because one of the characteristics of Japanese traditional architecture is that it did not develop vertically, this is an unusual example. During the Edo period, many buildings in the Kanto and Tohoku regions were built using the *Sazae-do* style. The most famous and still existent



A spiral structure of the IPMU building can be clearly seen from this side.  
Photo: Toshiharu Kitajima

Sazae-do style can be found in Aizu Wakamatsu City, Fukushima Prefecture, in a building nicknamed “Aizu Sazae-do” (officially named “Entsu Sanso-do”). Thirty-three Kannon (Buddhist deity of mercy) sculptures are set along the double spiral corridor (where you can go up and down through different routes), and the worshipper can make their rounds to all thirty-three sculptures in turn. In other words, it provides an instant pilgrimage. There are many more examples in the twentieth century, one of the most representative being Frank Lloyd Wright’s (1867-1959) Guggenheim Museum (1959). Spirals likely hold the power to create the experience of unfolding space as it reaches infinitely upward, and have thus continued to capture the hearts of many an architect and craftsman across the world.

### Architecture as a chain of places

The “urban plaza” at IPMU is characterized by its spiraling line of movement, complemented by a

“crossing of diverse views.” I believe architecture is a device that offers a framework for human-human relationships. Through the group of windows opening out towards the Hall pierced by the spiraling corridor, through the hanging Patio, through the seminar rooms set in the eastern corner of the hall (the fourth and fifth floors, which have been named “the Balconies”), the multitudes of researchers’ activities in the various places located in diverse directions and heights will become visible to each other. The residents of IPMU will thus become involved in each other’s activities, and will learn to realize themselves as members of their academia. I also believe architecture is a device that provides a framework for human-nature relationships. Those who come to visit this building will be met with new and unfamiliar views of the Kashiwa campus and the landscape surrounding it. From the Loggia, you are met with a view of a series of treetops lining the road, from the grand staircase you see the pavement of the Promenade stretching out below, from the





The IPMU building as seen from one of the main streets in the Kashiwa-no-ha area.  
Photo: Toshiharu Kitajima

Amphitheater on the rooftop you get a panoramic view of Kashiwa-no-ha Park, from the stairwell between the second and third floors you can see the massive void of the Institute for Solid State Physics building – looking at these familiar landscapes from different heights and directions will make these views appear in different contexts and meanings.

Views give character to a place. In a respect, this building is composed of a chain of characteristic places. This kind of spatial structure is something that cannot be found in the Italian Renaissance and is instead a characteristic component of Japanese architecture and gardens.

It may be an unmerited anticipation – or rather, a wishful fancy of an architect – but I am secretly hoping that when the researchers at IPMU construct their conception of the universe, and when they tackle its mysteries, this building would have given some sort of clue to their thinking.



Hidetoshi Ohno is Professor of Spatial Planning and Design at Department of Socio-Cultural Environmental Studies, Graduate School of Frontier Sciences, the University of Tokyo. He also holds a Professorship at Department of Architecture, Faculty of Engineering, the University of Tokyo. His many publications include *Miegakuresuru Toshi* (in Japanese, coauthored with Fumihiko Maki et al.), Kajima Institute Publishing Co., Ltd., Tokyo, July 1980, and *Shrinking Nippon* (in Japanese), Kajima Institute Publishing Co., Ltd., Tokyo, August 2008.

Special  
Contribution

# Sky and Galaxy

## – Roof Garden Lighting Design Concept

Akari Lisa Ishii

Lighting designer · Graphic designer

In designing lighting, the objective is always to create a good ambience. Depending on the lighting, one space or building can be grandiose, calm, festive, or even intimate. Architects traditionally present their architecture in a beautiful perspective image, bathed in sunshine. It is our aim as lighting designers to create another face at night. How to emphasize the great character of the architecture, to satisfy all functions, offer convenience to users, and, if possible, add a little surprise only after sunset?

This project involved lighting a very unique rooftop terrace. This terrace is more than just a place to take a break; it features an amphitheater that brings together researchers in a real center of scholarship. This made it essential to create a lighting scheme that could accommodate diverse needs, including conferences and receptions. Given this, it was an obvious step to highlight the characteristic pergola and stair design, and symbolize IPMU's philosophy with light.

### Lighting Design Concepts

As a site for researching the universe, the rooftop

lighting of the new institute facility was designed with the themes of "sky and galaxy." Details are as follows:

1. The lighting fixtures were positioned low, in consideration of the dark-sky and environment: To avoid presenting an obstacle when looking up into the night sky, and to minimize light escaping from the surroundings, all lighting fixtures are positioned at a low height or recessed in the wall.
2. Luminous feeling integrated in architecture: By dissimulating lighting fixtures in the structures, a neat appearance is guaranteed during the day. Those hidden above the diagonal wall brighten the amphitheater space indirectly. This creates a comfortable lighting ambience and shows up people's expressions better.
3. A welcoming, eye-catching feeling: The symbolic pergola, visible when approaching from the station, is floodlit in discreet blue, representing the sky. Bollard lighting is reminiscent of the galaxy, and is deployed next to the stairs, creating a cheerful and welcoming atmosphere.

A night view of IPMU research building's rooftop with "nebula pattern" lighting. Lighting design and photo: Akari Lisa Ishii I.C.O.N.



A night view of IPMU research building's rooftop with "aurora pattern" lighting. Lighting design and photo: Akari Lisa Ishii I.C.O.N.



4. Light where it is needed, for friendly operation: Punctual lighting is installed, such as footlights at the stairs and spotlights at the entrances for better function and minimum installation. All lighting sources used—such as LED and compact fluorescent lamp—are low-energy consuming. They are controlled by a timer that is switched on automatically at sunset and off at a certain time, to help protect the environment.

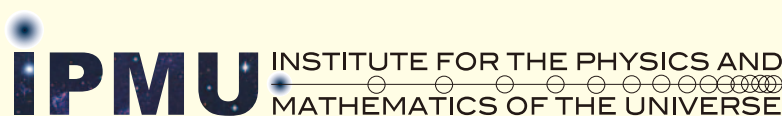
The pergola lighting has eight different programs, which were defined after onsite trials. The “daily pattern” is white when it is turned on, gradually turning into light blue, and then finally into deep blue as the time passes. “One-color patterns” in colors such as fresh white or vivid turquoise blue are for conferences. At special events, a “nebula pattern” with randomly changing different nuances of blue, or an “aurora pattern” with mild pastel colors are

also preset. I imagine that the Institute will take advantage of these lights by choosing lighting that suits the activity.

It is my hope that all users of the facility are able to take a break on the rooftop at sunset, and relax with the lighting. I hope they can refresh their thoughts about the universe in this floodlit ambience, and

enjoy receptions under cheerful lights.

Finally, I would like to express my deepest appreciation to all associated with this wonderful project: IPMU's directors and staff, especially Dr. Hiroaki Aihara, Deputy Director; Prof. Hidetoshi Ohno, the architect and his staff, as well as the contractors and technicians on site.



## IPMU Windows to Look Up the Universe – Logo Graphic Design Concept

Akari Lisa Ishii

When I was asked by Deputy Director Dr. Hiroaki Aihara to design a logo for this new institute, which specializes in studies of the universe, a diverse array of the vast, mysterious and beautiful images of the night sky came to mind. Some were obvious, some ambiguous, and others were unclear — like looking for a star at an unfathomable distance through a telescope. These images encouraged me to create seven options with different graphic expressions.

One option symbolized the collaboration between physics and mathematics with a combination of green of the earth and the blue of the universe. Another represented the orbit of planets and atomic movements with several ovals. One idea consisted of letters in dots

to represent a three-dimensional image of energy and molecules. Another consisted of a circle with black and white contrast in liaison with dark energy... Graphic design-wise, many experiments were made by modifying typography to express dynamism, by using negatives to give a shining impression, and by selecting different colors to suggest academic development.

The final version is the one above, selected by IPMU. It actually consists of two options submitted previously: the idea to look up at the universe through a window forming "IPMU" and a concept clearly indicating the title with many small circles representing planets and speed. In addition, to give the impression of breaking up the regularity, a gradated light point is used in lieu of the dot of the "i" at the top. This was the embodiment of the very first instinct to look up into the starry sky through a telescope, and its strong symbolism may have attracted the decision makers.

*Akari Lisa Ishii  
also designed  
the IPMU logo.*

It was a great honor to contribute to IPMU by graphic design. I hope this new logo together with the new facility will help the Institute continue its development.



Akari Lisa Ishii is a lighting and graphic designer. As President of I.C.O.N. Inc. (<http://www.icon-lighting.com/>), she is involved in lighting design projects around the world. She is also active in photography and painting, giving lectures, and writing books. She has published *My Work, Fascinated by Lights – Lighting Project of Notre Dame de Paris* (in Japanese), Kodansha, Tokyo, November 2004 and *City and Light -Enlightened Paris* (in Japanese), Suiyosha, Tokyo, January 2005.

# Our Team

## Andrei Mikhailov

Research Area: **Theoretical Physics**

IPMU Assistant Professor

String theory has a very beautiful and rich mathematical structure. And yet the common feeling is that the theory in its current formulation is unsatisfactory and perhaps even misleading. What are the fundamental degrees of freedom? Is the string perturbation theory the right approach to quantizing gravity? And if it is, what is the correct definition of the quantum theory living on the string worldsheet?

In the last several years new exciting results were obtained in the theory on the string worldsheet. One important achievement is the discovery of the pure spinor formalism by N.J. Berkovits. It gives an effective method of calculations of the string theory amplitudes at higher genus. Another important achievement is the use of integrability in AdS/CFT correspondence.



My work is directed towards the fusion of these new approaches. Most importantly, the application of the pure spinor formalism to the study of the AdS/CFT correspondence may be crucial for understanding the very foundations of string theory.

Our Team



IPMU Chamber Orchestra

## John Silverman

Research Area: **Astronomy**

IPMU Assistant Professor



Ever since being swept into the field of astronomy back in the spring of 1995 at the Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, I have been heavily involved in the study of Active Galactic Nuclei (AGN), a population of galaxies undergoing substantial growth of their central black holes. This includes the completion of a thesis from the University of Virginia that addressed the evolution of AGN using ground-based optical telescopes to identify X-ray sources detected by the Chandra Observatory.

From there, my path has led to central Europe as a postdoctoral scientist to work with leading research groups at Max Planck Institute in Garching and ETH-Zurich to elucidate the broader role of supermassive black holes in the evolution of galaxies. As a member of the zCOSMOS survey, we have mapped

the three-dimensional distribution of galaxies with the Very Large Telescope and those that host AGN to determine the connection between black hole accretion and star formation, and the influence of environment.

Now as an IPMU researcher, I plan to use the Subaru telescope, loaded with new near-infrared capabilities, to answer questions regarding the growth of supermassive black holes in the early Universe. Furthermore, AGN science will be an active area at IPMU especially with respect to SDSS-III and wide-area surveys with HyperSuprimeCam.

## Tathagata Basak

Research Field: **Mathematics**

Postdoc

My research lies in the crossroads of representation theory, geometry and number theory. Following early work of Allcock, I found evidences for a new connection between a complex hyperbolic orbifold and the largest sporadic simple group, the monster. One of my major project has been trying to understand this connection by studying this exceptional thirteen dimensional orbifold. This leads



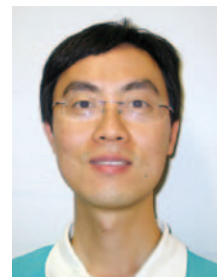
into the study of fundamental groups of hyperplane complements and uniformization of locally symmetric varieties.

## Jing Liu

Research Area: **Experimental Physics**

Postdoc

I am an experimental physicist. I am hunting for new phenomena such as neutrinoless double beta decay, dark matter scattering with heavy nucleus, etc. The discovery of any of them would improve dramatically our understanding of the universe. They are extremely rare if ever happen. The studies are hence carried out in underground laboratories providing better shielding of cosmic rays. I am currently working on the XMASS experiment. It was designed as a general purpose detector aiming at



the direct search of dark matter, neutrinoless double beta decays and further study of solar neutrinos, etc. It is currently under construction in the Kamioka Underground Observatory. The construction is finishing very soon. Many exciting studies are ahead.

## Masayuki Tanaka

Research Area: **Astronomy**

Postdoc

The Universe hosts a multitude of galaxies. Some have red colors, while others have blue colors. Some galaxies have beautiful spiral arms, while others do not. Properties such as colors and shapes are closely linked to where the galaxies are located. A galaxy cluster, in which many galaxies lie close to each other, is dominated by red galaxies without any clear arms. In contrast, isolated galaxies are typically blue with beautiful arms. Astronomers have yet to understand



why galaxies have their own favorite places in the Universe. I am observing the Universe using telescopes all over the world in a bid to find a clue to this long-standing question.

Our Team



## IPMU Interview with David J. Gross

Interviewer: Hirosi Ooguri

Elementary particle physics was a goldmine in the 1960's but theorists were powerless

**Ooguri:** You have established the current paradigm of elementary particle physics by discovering asymptotic freedom, for which you were awarded the Nobel Prize, and you have also made great contributions to more prospective areas of particle physics such as string theory. In addition to your scientific achievements, over the past 10 years or so as the Director of KITP, you have transformed this place into the center of theoretical physics in the world. So, we have many things to learn from you, especially as we try to establish this new institute in Japan. It is an honor to talk to you today. I would like to start out by asking when you became

David J. Gross is Frederick W. Gluck Professor of Theoretical Physics and Director of Kavli Institute for Theoretical Physics (KITP) at the University of California, Santa Barbara. He was awarded the 2004 Nobel Prize in Physics with David Politzer and Frank Wilczek for "the discovery of asymptotic freedom in the theory of the strong interaction." Among many other distinguished awards, he received the Dirac Medal in 1988 and France's highest scientific honor, the Grande Médaille D'Or from the French Academy of Sciences in 2004.

interested in science in general, in particular in such an esoteric subject as elementary particle physics. When did you decide you want to be a physicist?

**Gross:** Long before I knew what it really meant. I decided I wanted to be a theoretical physicist roughly at the age of 13 or 14.

**Ooguri:** That is pretty early. Not many people at that age know such a subject even exists.

**Gross:** I did not really know what it meant to be a theoretical physicist, but I was inspired mostly by reading popular science books, such as the ones by George Gamov. What excited me was that you could figure out how the real world works and solve the puzzles of the universe just using your mind. That seemed so exciting that I decided to become a theorist and try to calculate the properties of the world. I was very lucky since so many people are unsure exactly what they want to do until later in life.

**Ooguri:** Then, you went to Berkeley as a graduate student, which at that time was "the place" in particle physics.

**Gross:** There were some great theorists in Berkeley at that time, and it was certainly the



center of the experimental particle physics. At that time, elementary particle physics was a true goldmine, a host of new particles were being discovered every month and it was not hard to discover new particles and new phenomena. It was a very exciting time experimentally, and experimentalists were the masters of the field. The theorists were pretty powerless.

**Ooguri:** But your enthusiasm towards theoretical physics was not diminished.

**Gross:** No, because there were so many problems. It was clear that almost everything was not understood, and the little understanding one had seemed ad hoc and paradoxical. It was exciting that constantly new things were discovered that changed the way people looked at elementary particle physics.

**Ooguri:** After graduating from Berkeley, you went to Harvard and then to Princeton, where you had great success with graduate students also.

**Gross:** Well, it is easy to have great success with graduate students when you are at a place which has many great students. Frank Wilczek (Nobel Prize winner) was my first graduate student, and I think Ed Witten (Fields medalist) must have been my third or fourth. I thought that was the norm. One of the interesting things about science and mathematics is that we still have a very old-

Hiroshi Ooguri is a principal investigator of IPMU. He is also Fred Kavli Professor of Theoretical Physics at the California Institute of Technology.

fashioned way of teaching. We teach our students the same way a master artist will teach an apprentice by bringing him into his workshop and having him participate in his creation of works of art. Not all students are able to engage in research immediately, but the best students from a place like Princeton or other great research universities are certainly able to start doing science from an early stage.

**Ooguri:** When you moved from Berkeley to the East Coast, you also changed the direction of your research.

**Gross:** Berkeley was dominated by my advisor, Geoffrey Chew, who had this idea of the bootstrap – a theory without a theory. This was a very anti- “field theory” approach, which said that fields cannot be measured, are unphysical, and one should not construct a dynamical theory in terms of unobservable fields. Rather one should only postulate the general principles that constrain the S-matrix, which was observable. The hypothesis was that there was only one unique S-Matrix consistent with these general principles. I got quite tired of this approach even before I left Berkeley because you could not do very much with it. Moving to the East coast was good because there field theory was still tolerated.

**Ooguri:** But, even in the East, field theory was not yet the mainstream.



**Planned to prove field theory useless, but discovered a theory that works**

**Gross:** It was certainly not the mainstream, largely because of its impotence. It is essential for physicists to be able to calculate, to probe the limits of their theories and to make predictions that could falsify or confirm their ideas. Field theory at that time was quite insufficient for the strong interactions, since only perturbative techniques – Feynman diagrams – were available for calculation.

**Ooguri:** Then you discovered asymptotic freedom and changed the people's perception about the usefulness of quantum field theory as the language of elementary particle physics.

**Gross:** The phenomenon of asymptotic freedom was the answer to the search for a theory that could explain why the strong interactions seemed to behave as if they were free at short distances. It led to QCD, the theory of the strong force. But more generally, having a theory that was totally well behaved and under control in the ultraviolet gave enormous calculation ability and resolved a lot of the lingering doubts about quantum field due to its ultraviolet singularities. People's attitude totally changed, including my attitude, because I had been convinced that field theory was not going to provide the answer for a theory of the strong interactions. In fact, my original research plan was to prove that

there was no quantum field theory that would describe asymptotic scaling.

**Ooguri:** So, you set out to prove that field theory was useless and then instead you discovered a theory that works.

**Gross:** There were really three parts of the program. The first was to show that you needed asymptotic freedom to get the observed scaling. The next thing was to prove that there were no asymptotically free field theories, which with Coleman I did, with the exception of non-Abelian gauge theories. The last part of the program, which I did with Frank Wilczek, was to look at non-Abelian gauge theories, which much to my surprise turned out to be asymptotically free. It was almost one, two, three, QCD. There was no choice. If you wanted to explain the scaling, you had to have a non-Abelian gauge theory.

**Ooguri:** After that, most of the community moved to quantum field theory.

**Gross:** Well, because you could calculate and furthermore, even better, the calculations worked. And then there were some spectacular experimental confirmations over the years. But for me the major problem was not so much continuing with calculating tests of asymptotic freedom or QCD, but rather understanding confinement, which turned out to be a lot harder.

**Ooguri:** Fast-forwarding to the mid 80's, you went back to string theory again but in a different context.

**Gross:** In 1968 when string theory was born, that was a period where I was just beginning to think about strong interactions and short distances and deep inelastic scattering. At that time I was convinced that what one really needed for to describe the strong interaction was something totally revolutionary. String theory was directly along that line of thought.

I got involved in string theory quite early, but I also realized that this was not going to explain hadrons. I was focused on trying to understand what was going on in short distances inside the proton. One of the nicest features of string theory was the soft interactions, but those gave rise to very strong falloff at large momentum, which was very different than what was seen in the experiment – exponential as opposed to power falloff. So, string theory was not a good place to try to understand the simple scaling behavior at short distances, and I stopped doing string theory at that point. But I continued to follow it even through its darkest days. It was always fascinating.

In 1983, I went off for a sabbatical to Paris and decided that this was a good time to get back and learn more about string theory.

**Ooguri:** Did you smell anything when you decided in 1983 that you want to get back and study string theory? That sounds like such a good timing, just a year before the superstring revolution.

**I was ready when the superstring revolution happened in 1984**

**Gross:** Well, to some extent, but not totally. Remember that during those years there was a lot of development of supersymmetric theory, which came out of string theory originally. Everyone in the field was interested in supersymmetric theories by that time. At Princeton, Ed Witten and I always had a continued interest in string theory. John Schwartz used to visit Princeton once or twice a year because his mother lived there, and he would always come and tell us what was happening or give a seminar.

So I was ready when the superstring revolution happened a year later, when the Green-Schwarz anomaly cancellation was discovered. Suddenly, a lot of interest was generated.

**Ooguri:** That led to your construction of the heterotic string theory.

**Gross:** Well, it was the unexpected answer to an obvious question – how to realize  $E_8 \times E_8$ . And the answer was not so hard, once one realizes that one could treat right and left moving waves on the string differently. It was a very exciting time because suddenly all of these beautiful ideas fed together and you could have a reasonable unified gauge group and chiral matter.

**Ooguri:** I remember I was a graduate student when this happened. One of the things that impressed me was the fact

that the families of elementary particles emerge very naturally from the geometric structure of a Calabi-Yau manifold.

**Gross:** Most of the previous explanations for the number of families, or for the hierarchies of Yukawa couplings, or for the chirality of fermionic matter, all of these were ad hoc or based on rather uninteresting symmetries. For the explanation to emerge from geometry was incredibly beautiful.

**Ooguri:** Since then, string theory not only made progress toward the unification of elementary particles, but its connections with many other areas of physics have also emerged. For example, right now at KITP, you are having the workshop connecting string theory to condensed matter physics. Condensed matter physicists attending the workshop seem very excited about this development.

**Gross:** String theory has turned out to be intimately related to quantum field theory, which is the language not just of particle physics but also of quantum many body theory, which is of great interest to condensed matter theorists. String theory is rich and big and contains a lot within it.

One of the great developments in the last few years has been the realization of that old dream of understanding the strong interactions in terms of string theory. So, the circle closes. But still my ultimate goal is the unification of the forces, namely the ultimate particle

physics goal as well as the newer cosmology goal.

**Ooguri:** Some of the future experiments in cosmology and astrophysics may have direct relevance to the unification goal. For example, measurements of the polarization of CMB or gravitational waves from the inflation era could teach us about Planck scale physics.

#### Right problem and right people needed for successful interdisciplinary collaborations

**Gross:** We have so few handles on Planck scale physics that any conceivable way of learning about what happened at very short times or length scales must be followed up. The dreams of astrophysicists and cosmologists and of experimental particle physicists are really heroic. What I am impressed is just the unbelievable difficulty of doing these experiments or observations. We need such heroic efforts since it really is essential for our field to get some clues, not just from the beauty and power of our mathematical descriptions that we are perfecting, but also from nature itself. Your institute includes all of these attempts – experimental as well as theoretical.

**Ooguri:** Yes, it is inspiring to meet and talk to people who are working on experimental projects such as detection of dark matter in the universe. It gives us a focus on what theorists should be doing. Sometime, a new connection

can arise. For example, we are planning a focus week where statisticians and astrophysicists will come together to try to develop new statistical methods. That can point toward a new interdisciplinary way for mathematicians and experimenters to collaborate.

**Gross:** I think one of the most important roles that an institute like the KITP or IPMU can play is to bring in together scientists from different communities to collaborate with each other on common problems. That is one thing that universities do not do very well. They create departments which are closed and largely ignore other departments. Some of that is for good reasons, because people have to concentrate and focus in order to push science forward. But institutes like ours have the ability and the responsibility to try to encourage interdisciplinary efforts.

**Ooguri:** KITP, especially under your leadership, became a role model of interdisciplinary collaborations. What do you think you did particularly right?

**Gross:** There are a few important points. One is to identify the right problem. You cannot force people to get interested in other people's problems. They have to be interested in the problem themselves.

You also need the right people. You need the willingness to explain to other scientists in ways that they can understand. All of that is possible if you have the

right questions and the right atmosphere because in the end scientists are focused on the question, on the science. It is necessary to establish an atmosphere in which people are willing to ask stupid questions, explain obvious things, take the time and approach science as an exciting adventure together.

**Ooguri:** These are great lessons for us at IPMU.

**Gross:** I think you have started off very well. During the summer, I met some of your young postdocs, and I heard very good things about how your institute is going. That is the best review you can get. It is an excellent effort.

**Ooguri:** It is time for my last question. Do you have any message to our friends in Japan?

**Gross:** I am delighted with this new institute and everything I have seen so far. I am impressed with the fact that you have brought all these groups together, that range from mathematics to experimental cosmology. This is a remarkable collection of entities and remarkable collection of people involved.

I think it is really a very wise move of the Japanese Government to support this high quality science at the level of support that is really necessary to make something happen. The enthusiasm that you all have translates into a lot of work and effort. I have a feeling it will pay off, and it will contribute greatly to science. So, you are off to a great start.

# Focus Week on the Epoch of Reionization

Naoshi Sugiyama

Principal Investigator

Naoki Yoshida

IPMU Associate Professor

Rajat Mani Thomas

IPMU Postdoctoral Fellow

“Focus Week on the Epoch of Reionization” was held at IPMU on November 30 - December 3, 2009. The first one billion years after the Big Bang remains the final frontier in astronomy and cosmology. Observations using large ground-based telescopes and radio telescope arrays are just beginning to detect light from the mysterious cosmic Dark Ages. During this focus week, researchers from more than ten countries gathered together to discuss the prospects for ongoing and future observations.

There were more than forty attendants, including graduate students. The morning review talks were often followed by lively discussion. On the last day of the meeting, astronomers from the Low-Frequency Arrays Project met those working on the high redshift galaxy search using the Subaru Telescope, to exchange information on their plans for the near future. The combination of the two observations will be a powerful probe in the reionization epoch.



# Focus Week on Indirect Dark Matter Search

Fuminobu Takahashi

IPMU Assistant Professor

The presence of dark matter has been firmly established by numerous observations, but its composition is unknown. Of the many possibilities proposed to date, it seems plausible to assume that dark matter consists of unknown particles, which may be related to new physics at the electroweak scale. The topic of the focus week held on December 7 - December 11, 2009 was the indirect search for dark matter; the dark matter signature may be found as an excess with characteristic features in the cosmic-ray spectra. To claim excess due to dark matter, one has to understand the astrophysical background of the cosmic rays. It is therefore very important to provide an opportunity for astrophysicists and particle physicists to discuss the current understanding of cosmic-ray physics and dark matter, especially after the discovery of the steep rise in the positron fraction by the PAMELA satellite, which attracted great attention particularly from the particle physics community. We invited experts on cosmic-ray propagation and acceleration,



electron-positron production in the pulsar magnetosphere, cosmic-ray electron, gamma-ray and neutrino experiments, and dark matter models. The total number of participants was 61 (with 18 from outside Japan). After each presentation we had a long discussion session. I believe that, through the presentations and discussions, the participants were able to update their knowledge about cosmic-ray observation and theory, and I hope that this focus week will be useful for future activities in the dark matter search.

## News

### IPMU's Research Building Completed

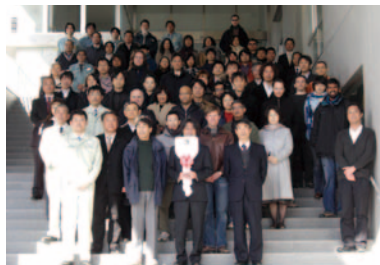
To celebrate the completion of IPMU's Research Building, construction of which began at the University of Tokyo's Kashiwa Campus in February 2009, a tape-cutting ceremony was held on December 22, 2009, attended by IPMU researchers and administrative staff as well as engineers from the University of Tokyo's Facilities Management Department and the construction company. After the tape-cutting, the construction company handed the key to the Director's Office (actually an enlarged plastic copy) to IPMU Director Hitoshi Murayama.

The five-story building with a floor area of slightly less than 6,000 m<sup>2</sup> has a unique design, called "Spiraling Academia" by Professor Hidetoshi Ohno of the University of Tokyo, the architect who designed the building (see page 4). The building features a large and comfortable space for interaction on the third floor, giving an impression of cafés surrounding a town square in Europe. It represents an ideal environment for researchers; everywhere inside the building as well as on the rooftop, researchers feel a comfortable atmosphere that is conducive to interaction and discussion. The building represents a dream come true for IPMU researchers.

On January 18, 2010, the IPMU

Administration Office, previously housed in the basement of Kashiwa Campus's General Research Building, moved to the new IPMU building. IPMU researchers also began relocating, and a tea time at 3:00 pm was also held on the same day in the interaction space.

The Inauguration Ceremony of the IPMU Research Building will be held on February 23 with its interaction space as a venue.



A group photo taken after the ceremony.

### At 3rd Site Visit, UT President Junichi Hamada to Make IPMU a Permanent Entity

The third site visit by observers from JSPS and MEXT was conducted on January 21 and 22 at the new IPMU Research Building, to follow up on IPMU's progress toward the formation of a World Premier International (WPI) Research Center. Members of the delegation included WPI Program Director Toshio Kuroki, Program Officer in charge of IPMU Ichiro Sanda, five Working Group members (Tuneyoshi Kamae, Hikaru Kawai, Tetsuji Miwa, John Peacock, and Matthias Staudacher), and officers from the S&T Policy Bureau of MEXT, Itaru Watanabe (Senior Deputy Director-General), Shigeo Okaya (Director, Strategic Programs Division), and Ei Takeuchi (Director, Office of S&T for a Safe and Secure Society). The observers heard progress reports from the IPMU Director, some of the principal investigators and researchers. They also interviewed a number of young researchers. From the University

of Tokyo Directorate, Managing Director and Executive Vice President Yoichiro Matsumoto attended on the first day, and President Junichi Hamada on the second.

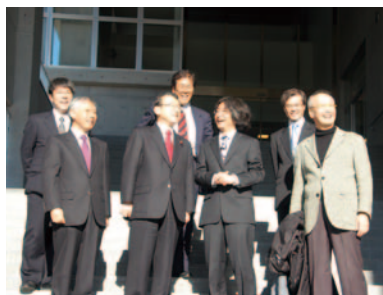
Of particular note this time was a statement by President Hamada to the delegates that he is committed to making IPMU one of the University of Tokyo's "Institutes for Advanced Study," the creation of which is being discussed by the University's Board. This would integrate IPMU into the University of Tokyo as a permanent entity, and a subset of the IPMU faculty would effectively be given tenure. To date, it has not been clear how IPMU would continue after the ten years (plus an additional 5 years for high-performing WPI centers) of support from MEXT. Moreover, IPMU does not have tenured faculty positions. To some extent, these issues did influence the hiring of the highest caliber scientists. The WPI Program Committee had pointed out that IPMU needs to improve in this area, and consequently President Hamada's statement had a strong impression on the delegation and was very welcome.



### Senior Vice Minister of MEXT Visits IPMU

Senior Vice Minister of Education, Culture, Sports, Science and Technology Masaharu Nakagawa, visited IPMU on January 8, 2010. Mr. Nakagawa was accompanied by MEXT officers Shinichiro Izumi (Director General, S&T Policy Bureau) and Shigeo Okaya (Director, Strategic Programs Division, S&T Policy Bureau). IPMU Director Hitoshi

Murayama explained IPMU's research programs and the progress it has made in its efforts to become an internationally visible research center. After discussion, Mr. Nakagawa and MEXT officers visited the new IPMU Research Building, guided by its architect, Prof. Ohno. They also joined IPMU researchers for tea and particularly enjoyed a relaxed conversation with foreign researchers.



#### Government Revitalization Unit Reevaluates Government-Funded Research Programs

The cabinet of Japanese Prime Minister Yukio Hatoyama, inaugurated in September, 2009, has proposed drastic budget cuts and created a Government Revitalization Unit. Working groups re-evaluated government-funded programs in public hearings in November. Most S&T programs, including the WPI, were no exceptions, and faced deep proposed cuts in their budget. WPI Program Director, Toshio Kuroki, was very concerned about this critical situation and urgently conveyed a message "Crisis of Science in Japan" (<http://www.ipmu.jp/node/559>). IPMU also released a statement "Funding Cuts Threaten Globalization of Japanese Science, Scientists Fear" (<http://www.ipmu.jp/node/555>). IPMU also appealed to the public to respond to the MEXT's call for public comments about the Government Revitalization Unit's recommendations for the WPI Program, in particular (<http://www.ipmu.jp/node/566>). In addition, IPMU asked prominent scientists such

as Nobel laureates and Fields Medal recipients to write a letter to Mr. Hatoyama, providing international praise for the WPI Program and requesting continued support for it. Four other WPI institutes also made similar efforts. As a result of these efforts, although the WPI Program will receive a budget cut next Japanese fiscal year (the average budget for each WPI institute will be reduced by 50 million yen from the current budget of 1.4 billion yen), it would not cause significant damage to the Program. IPMU is grateful to those who supported it in this matter.

#### University of Tokyo and UC Berkeley Sign Comprehensive Academic Exchange Agreement

The University of Tokyo (UT) and the University of California, Berkeley (UCB), have signed a comprehensive academic exchange agreement on December 17, 2009. The two universities will encourage more research and educational exchanges between their campuses. At UT, the Division for International Relations in the Office



President Junichi Hamada, signing the agreement at UT



Chancellor Robert J. Birgeneau, signing the agreement at UCB

of the President directly pursued this agreement, in cooperation with IPMU and School of Science. IPMU Director Hitoshi Murayama is also affiliated with UCB, and acted as an intermediary to make the agreement possible. The photographs show the UT's President and UCB's Chancellor signing the agreement. Actually, Murayama brought two original copies of the agreement signed in advance by the UT's President Junichi Hamada to Berkeley, and the UCB's Chancellor Robert J. Birgeneau signed the agreement with Murayama's computer sitting next to him showing the picture of President Hamada signing.

#### IPMU Establishes Satellite on UC Berkeley Campus

IPMU signed an agreement with University of California, Berkeley on December 17, 2009 to establish an IPMU satellite on the Berkeley campus. This agreement became possible following a broader agreement between The University of Tokyo and UCB. IPMU is conducting a joint project using the satellite with Department of Physics of UCB, involving particle physics, cosmology, and mathematics. The joint project will be managed by the two Research Directors, under the supervision of IPMU Director Hitoshi Murayama. From IPMU, Principal Investigator Tsutomu Yanagida has been nominated Research Director. From UCB, Director of Berkeley Center for Theoretical Physics, Lawrence Hall, who is also Visiting Senior Scientist of IPMU, has been nominated Research Director. Initial activity at the satellite focuses on theoretical particle physics, both string theory and phenomenology. The establishment of the satellite enables IPMU not only to support collaborative research on the Berkeley campus, but also to make the recruitment of scientists easier in the United States.

### Hirosi Ooguri Awarded 2009 Nishina Memorial Prize

On November 9, the Nishina Memorial Foundation announced that Hirosi Ooguri, IPMU Principal Investigator and Fred Kavli Professor of California Institute of Technology, won the 2009 Nishina Memorial Prize. Ooguri has been awarded the Prize for his work on topological string theory. With his collaborators, Ooguri established the foundations of topological string theory and developed its computational techniques. This made it possible for them to carry out superstring computation that had been regarded as impossibly difficult using existing techniques. The awards ceremony was held on December 4, 2009.

### XMASS Anticipates Launch in April

Given the physics we know, astronomical observations of the motion of stars and distribution of galaxies only make sense if we postulate the existence of matter that we cannot see - Dark Matter (DM). The XMASS experiment in the Kamioka mine will use liquid Xenon to clarify the nature of DM. If DM is made of a certain type of particles, XMASS is designed to yield a direct measurement of their interactions. The experiment is led by Yoichiro Suzuki, Professor at ICRR and Deputy Director of IPMU, the University of Tokyo. At IPMU Kai Martens (Associate Prof.) and Jing Liu (postdoc) are also actively involved in XMASS.



The heart of the experiment can be seen in the picture: The two half spheres will soon be combined so that the scintillation light sensors mounted in the copper matrix can watch a little over 800kg of liquid xenon that the sphere will be filled with. The experiment will start taking data in April this year.

### IPMU-ICRR Joint Public Lecture: "Probing the Universe"

On October 10, 2009, the second IPMU-ICRR (Institute for Cosmic Ray Research, The University of Tokyo) joint public lecture entitled "Probing the Universe" was held at the Hitotsubashi Hall of Japan Education Center, near Jinbocho, Tokyo. More than 300 people attended. IPMU Director Hitoshi Murayama gave a lecture on "Beyond the Observed Universe," and Prof. Masayuki Nakahata of ICRR spoke about "The Universe Probed from Underground at Kamioka." Nakahata, also IPMU Principal Investigator, referred to how the experiments conducted in the Kamioka mine are related to IPMU's research program. After the lecture, each speaker stepped down into the audience for a lively Q&A session.



IPMU Director Hitoshi Murayama answering questions from the audience

### IPMU Takes Part in Open House at UT Kashiwa Campus

An open house of the Kashiwa Campus of The University of Tokyo was held on October 30-31. On the 6th floor of the campus's General Research Building, IPMU displayed a computer

simulation "The Growth of the Large-Scale Structure of the Universe" and a large block of crystal glass with "a large structure of the universe" engraved inside, a video of Director Hitoshi Murayama introducing IPMU, a computer demonstration offering visitors a virtual experience of gravitational lensing effects, and panels detailing IPMU activities. On the second day, IPMU Associate Prof. Masahiro Takada gave a lecture titled "Looking the Dark Side of the Universe by Means of Gravitational Lensing." After the lecture, the audience enjoyed a relaxed Q&A session with the lecturer.



IPMU Associate Prof. Masahiro Takada giving a lecture

### JSPS Fellow at IPMU Participates in JSPS Science Dialogue

JSPS Fellow Marcos Valdes, who is currently at IPMU, took part in a JSPS Science Dialogue held on October 30, 2009 at Seishin High School in Kashima City, Ibaraki Prefecture. Valdes gave a talk on the history of the Universe and his own research.

The JSPS Science Dialogue is a program to invite young foreign researchers who are in Japan with the support of a JSPS Fellowship, and to give them an opportunity to talk about their research at nearby high schools. This program aims at giving high-school students the chance to hear scientific talks in English, thereby stimulating their interest in both science and international communications. At the same time, the program seeks to provide JSPS Fellows



with opportunity to meet with local communities and strengthen their ties to Japan.



Marcos Valdes giving a lecture with the aid of interpreter Hiroyuki Furuya, a staff member of the IPMU International Relations Section of the Administration Office

### IPMU Participates in SpaceExpo "SORAHAKU 2009"

One of the official events recognized by the International Year of Astronomy 2009 Japan Committee, SpaceExpo "SORAHAKU 2009" was held on December 3-6, 2009 at the Tokyo International Forum in Marunouchi, Tokyo. IPMU had a booth at this event, while IPMU Director Hitoshi Murayama gave a public lecture titled "Will the Universe Ever End?" on the last day.

The aim of SORAHAKU 2009 is to convey to the audience in an easy-to-understand manner the cutting-edge science that is being developed to solve the mysteries of the Universe, and the spin-off revolution in environmental energy engineering. A total of 26,372 people visited SORAHAKU 2009 over four days, and actively engaged with the scientists.



IPMU Director Hitoshi Murayama talking with visitors at SORAHASKU 2009

### Santa Claus is Coming to Donguri from IPMU!!

Professor Mark Vagins at IPMU turned into Santa Claus and visited Donguri Nursery School in Kashiwa campus on December 18th, handing a present to each child. The children were very excited to see a Santa Claus who seemed to have popped out from a picture book.



### Focus Week: Statistical Frontiers of Astrophysics

A workshop titled "Statistical Frontiers of Astrophysics" was held at IPMU for five days, from September 28 to October 2, 2009. The workshop focused on several astrophysics topics (including cosmology, exoplanet studies, and large-scale galaxy surveys) plus state-of-the-art statistical techniques (such as Bayes' theorem and Markov Chain Monte Carlo methods) most relevant to them. The workshop successfully encouraged intensive and stimulating interactions between the participating astrophysicists and statisticians.

### Workshop on Quantizations, Integrable Systems and Representation Theory

Quantizations are fundamental concepts in quantum mechanics. At this workshop participants discussed the evolution of these concepts in the context of the relationship between mathematics and physics, in particular, from the point of view of integrable systems and representation theory. Weyl quantizations based on representations

of Heisenberg groups, geometric quantizations in Gromov-Witten theory and deformation quantizations were dealt with, and stimulating discussions between mathematicians and physicists were held.

### Workshop on Recent Advances in Mathematics at IPMU

A mini-workshop was held to introduce new mathematics in IPMU from November 16 to November 18, 2009. The subject covered various areas of mathematics such as Schroedinger equations, Fano varieties, Teichmueller spaces, Mapping class groups, and various discontinuous and hyperbolic groups and their associated geometry. The workshop was a success with active and fruitful discussions.

### Focus Week on the Epoch of Reionization

See p. 20.

### Focus week on Indirect Dark Matter Search

See p. 21.

### IPMU Seminars

Information on IPMU seminars is posted on IPMU website ([http://db.ipmu.jp/seminar/?mode=seminar\\_recent](http://db.ipmu.jp/seminar/?mode=seminar_recent)). You will find detailed information and request form (when needed) there.

1. "Fractional calculus of Weyl algebra and its application to ordinary differential equations on the Riemann sphere"  
Speaker: Toshi Oshima (Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo)  
Date: Sep 08, 2009
2. "1st lecture: Deep inelastic scattering, parton distributions and parton showering"

- Speaker: Bryan Webber (Cambridge)  
Date: Sep 08, 2009
3. "Oscillating Neutrinos and Oscillating Decay Probabilities"  
Speaker: Stuart Freedman (University of California, Berkeley, Lawrence Berkeley National Laboratory, and IPMU)  
Date: Sep 09, 2009
  4. "2nd lecture: Jet fragmentation, hadronization and hadron-hadron processes"  
Speaker: Bryan Webber (Cambridge)  
Date: Sep 14, 2009
  5. "Topological strings, black holes and matrix models"  
Speaker: Minxin Huang (IPMU)  
Date: Sep 15, 2009
  6. "Quantization in semi-infinite Hodge theory"  
Speaker: Hiroshi Iritani (Kyushu University)  
Date: Sep 17, 2009
  7. "Volumes of moduli spaces of algebraic curves"  
Speaker: Peter Zograf (PDMI)  
Date: Sep 18, 2009
  8. "Fast Reionization Simulations for LOFAR"  
Speaker: Rajat Mani Thomas (IPMU)  
Date: Sep 24, 2009
  9. "p-adic strings"  
Speaker: Paul H. Frampton (UNC and IPMU)  
Date: Sep 25, 2009
  10. "The Evolution of Giant Molecular Clouds in Global Disk Galaxy Simulations"  
Speaker: Elizabeth Tasker (University of Florida/NAOJ)  
Date: Oct 02, 2009
  11. "Heterotic Orbifold Phenomenology: Status and Prospects"  
Speaker: Saul Ramos-Sanchez (DESY)  
Date: Oct 07, 2009
  12. "The MICE simulations: Abundance of Massive Clusters and Large Scale Clustering"  
Speaker: Martin Crocce (Institute of Space Sciences, Barcelona)  
Date: Oct 09, 2009
  13. "2d Liouville correlators from 4d gauge theories"  
Speaker: Yuji Tachikawa (IAS)  
Date: Oct 09, 2009
  14. "1st lecture: Neutrino Masses and Mixings"  
Speaker: Paul Frampton (UNC, IPMU)  
Date: Oct 14, 2009
  15. (No title)  
Speaker: Maxim Kontsevich (IHES)  
Date: Oct 15, 2009
  16. "Higgs Exempt No-Scale Supersymmetry"  
Speaker: Jason Evans (IPMU)  
Date: Oct 15, 2009
  17. (No title)  
Speaker: Maxim Kontsevich (IHES)  
Date: Oct 16, 2009
  18. "Finite size effects in integrable models: planar AdS/CFT"  
Speaker: Zoltan Bajnok (Hungarian Academy of Sciences)  
Date: Oct 20, 2009
  19. "2nd lecture: Studies of T Flavor Symmetry"  
Speaker: Paul Frampton (UNC, IPMU)  
Date: Oct 21, 2009
  20. "General Gauge Mediation with Gauge Messengers"  
Speaker: Matt Sudano (IPMU)  
Date: Oct 21, 2009
  21. "A model independent method to measure velocity dispersion of galaxies"  
Speaker: Issha Kayo (IPMU)  
Date: Oct 22, 2009
  22. "Perturbative gauge theory results from strings in AdS<sub>5</sub>xS<sup>5</sup>"  
Speaker: Romuald Janik (Jagiellonian University)  
Date: Oct 22, 2009
  23. "Supersymmetric deformations, gauged supergravities"  
Speaker: Bernard de Wit (Utrecht University)  
Date: Oct 27, 2009
  24. "Brownian motion in AdS/CFT"  
Speaker: Masaki Shigemori (Amsterdam)  
Date: Nov 02, 2009
  25. "3rd lecture: Cyclic Cosmology and Infinite Past"  
Speaker: Paul Frampton (UNC, IPMU)  
Date: Nov 04, 2009
  26. "Horizon Thermodynamics and Einstein Equations"  
Speaker: Rong-Gen Cai (Institute of Theoretical Physics, Chinese Academy of Sciences, and College of Mathematics and Physics, Chongqing University of Posts and Telecommunications)  
Date: Nov 5, 2009
  27. "Fuzzy spheres and M2-M5 systems in ABJM"  
Speaker: Horatiu Nastase (Tokyo Institute of Technology)  
Date: Nov 10, 2009
  28. "4th lecture: Identifying Dark Matter as Black Holes"  
Speaker: Paul Frampton (UNC, IPMU)  
Date: Nov 18, 2009
  29. "Towards a Quantum Theory of Leptogenesis"  
Speaker: Marco Drewes (Lausanne)  
Date: Nov 19, 2009
  30. "Chiral Algebras of (0,2) Models: Beyond Perturbation Theory"  
Speaker: Junya Yagi (Rutgers University)  
Date: Nov 24, 2009
  31. "To the local beginning of inflation and beyond"  
Speaker: Alexei A. Starobinsky (Landau Institute, Resceu)  
Date: Nov 24, 2009
  32. "Scalar field in the anisotropic Universe"  
Speaker: Masato Minamitsuji (Sogang University)  
Date: Nov 24, 2009
  33. "Apparent cosmological acceleration,

- dark energy and inhomogeneities”  
 Speaker: Antonio Enea Romano (YITP)  
 Date: Nov 24, 2009
34. “5th lecture: Conformality from AdS/CFT at TeV Scale; Axigluon as Explanation of Top Asymmetry in p-pbar Collisions”  
 Speaker: Paul Frampton (UNC, IPMU)  
 Date: Nov 25, 2009
35. “Next-to-Leading Order Jet Physics with BlackHat”  
 Speaker: David Koswer  
 Date: Nov 26, 2009
36. “Microlocal condition for non-displaceability of Lagrangian submanifolds”  
 Speaker: Dmitry Tamarkin (Northwestern University)  
 Date: Nov 27, 2009
37. “System of uniformization equations and hyperelliptic integrals”  
 Speaker: Jiro Sekiguchi (Tokyo University of Agriculture and Technology)  
 Date: Dec 01, 2009
38. “Signature of primordial non-Gaussianity on large scale structure”  
 Speaker: Tsz Yan Lam (IPMU)  
 Date: Dec 03, 2009
39. “Discrete R Symmetries and Low Energy Supersymmetry”  
 Speaker: Michael Dine  
 Date: Dec 04, 2009
40. “Shaving the black hole”  
 Speaker: Yogesh Srivastava (IPMU)  
 Date: Dec 04, 2009
41. “Periodic cyclic homology in deformation quantization”  
 Speaker: Giovanni Felder (ETH Zurich)  
 Date: Dec 04, 2009
42. “Holographic quantum liquids in 1+1d”  
 Speaker: Janet Hung (Perimeter Institute)  
 Date: Dec 07, 2009
43. “Modified supergravity and

- dynamical dark energy”  
 Speaker: Sergey Ketov (Tokyo Metropolitan University)  
 Date: Dec 08, 2009
44. “Flavor Mixing, Neutrino Masses and Neutrino Oscillations”  
 Speaker: Harald Fritzsch (Universitaet Muenchen)  
 Date: Dec 10, 2009
45. “Deformation quantization and branes”  
 Speaker: Giovanni Felder (ETH Zurich)  
 Date: Dec 10 and 11, 2009
46. “Gravitational Wave Detection with Atom Interferometry”  
 Speaker: Surjeet Ragendran (MIT)  
 Date: Dec 14, 2009
47. “Non-linear SUSY and Hidden Gravity”  
 Speaker: Ryuichiro Kitano (Tohoku University)  
 Date: Dec 17, 2009
48. “Remarks on pavings of the Siegel modular varieties”  
 Speaker: Shushi Harashita (Kobe University)  
 Date: Dec 28, 2009

#### IPMU Komaba Seminars

Mathematics seminars are also held at the University of Tokyo Komaba Campus (<http://info.ms.u-tokyo.ac.jp/seminar/ipmusem/>).

1. Differential Graded Categories and heterotic string theory”  
 Speaker: Makoto Sakurai (The University of Tokyo)  
 Date: Nov 09, 2009
2. Chiral Algebras of (0,2) Models: Beyond Perturbation Theory”  
 Speaker: Junya Yagi (Rutgers University)  
 Date: Nov 30, 2009
3. “Geometric quantization on noncompact manifolds”

- Speaker: Weiping Zhang (Chern Institute of Mathematics, Nankai University)  
 Date: Dec 07, 2009
4. “Gaudin subalgebras and stable rational curves”  
 Speaker: Giovanni Felder (ETH Zurich/IPMU)  
 Date: Dec 08, 2009

#### Personnel Changes

IPMU Professor José M. Figueroa-O’Farrill, who was at IPMU on sabbatical, has returned to the University of Edinburgh following the expiration of the contract with The University of Tokyo. Figueroa-O’Farrill was with IPMU from May 1 to December 31, 2009.

Also, the following four IPMU postdoctoral fellows have left IPMU to work at other institutes. Their time at IPMU is shown in the parentheses.

Shushi Harashita has taken a position as assistant professor at the Department of Mathematics, Graduate School of Science, Kobe University (April 1, 2008 – September 30, 2009).

Brian Powell has taken a position as staff scientist at the Institute for Defense Analyses, USA (September 1, 2008 – October 4, 2009).

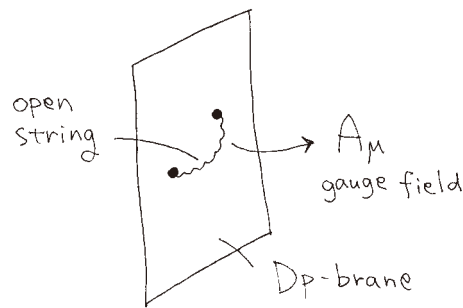
Simon Dedeo moved to the Santa Fe Institute as a postdoctoral fellow (April 16, 2009 – December 31, 2009).

Rajat Mani Thomas moved to the Canadian Institute for Theoretical Astrophysics (CITA) at the University of Toronto as a CITA postdoctoral fellow (May 16, 2009 – January 18, 2010).

## D-brane

Shigeki Sugimoto IPMU Professor

A  $Dp$ -brane is defined as a  $(p+1)$  dimensional object on which open strings can end. D-branes played a crucial role in the second revolution of string theory started in mid 90's. In particular, the relation between string theory and gauge theory has been completely renewed due to the fact that the low energy effective theory of the open strings on the  $Dp$ -brane is a  $(p+1)$  dimensional gauge theory.



$$S_{Dp} = -T_{Dp} \int d^{p+1}x e^{-\phi} \sqrt{-\det(g_{\mu\nu} + B_{\mu\nu} + 2\pi\alpha' F_{\mu\nu})}$$

## 夢がかなう

IPMU 機構長

村山 斉 むらやま・ひとし

IPMUはそれ自身とても野心的なプロジェクトです。とても短期間にゼロから出発して一流の研究所を作ろうとしています。宇宙の深い謎を解くという共通のゴールに向かって違った分野 — 天文、物理、そして数学 — の研究者と一緒に仕事をしないとイケません。日本で今までなかったような真に国際的な研究所を目指しています。この野心的な試み全てに共通した必要なものが一つあります。注意深く目的に即してデザインされた、魅力的な仕事場です。

ついにIPMUの研究棟が完成し、私たちの「家」ができました。それだけでなく、この建物は私たちの野心を実現するために大きな役割を果たすと思っています。建物のデザインを担当された大野先生が今号で述べられているように、この建物には私たちの目的のためにとってもユニークなアイデアが数多く取り入れられています。

まず、全てのオフィスが3階から5階まで螺旋状に並べられており、三つの階を実質上一つの階のようにしています。この配置は、違う階の住人に滅多に会うことがないという、普通の建物にありがちな問題を解決しています。オフィスの配分では違う分野の人を意識的にごちゃ混ぜにします。そしてこの螺旋配置は研究者全員を「横並び」にします。この「フラットな」組織には、若い研究者が大きな謎に取り組めるようにできるだけもり立てるという目的があります。

二つ目に、螺旋状に並ぶオフィスの真ん中に天窓に覆われた大きな交流スペースがあります。自然光に満たされ、驚く程柔らかく暖かい感じがします。違う分野、文化、言語、そして専門知識を持つ研究者が問題と答を共有する場所がここなのです。家具もとてもカ

ジュアルでインフォーマルな雰囲気を作り、自然に議論が始められるように工夫して選ばれました。そして研究所の全員がここで毎日3時にお茶の時間に集まります。勿論エスプレッソ・マシーンが置かれ、ヨーロッパの街の広場に並ぶカフェのような感じです。そしてなんとオベリスクまであるのです！足りないものといえば噴水くらいでしょうか。

三つ目に、異なる文化、言語、そして体のサイズの人たちが心地よく暮らせるようにできるだけ工夫しました。全ての表示は英語が日本語の先に来ます。天井は普通の日本の建物より高くして背の高い人にも圧迫感のないようになっています。部分的に間接照明を使い、光に敏感な人に配慮しました。そして冷暖房は各部屋別々に操作できます。

最後に、キャンパスの他の建物とマッチするように外側は打ちっぱなしのコンクリートですが、内側は明るい色の木をそこら中に使って、くつろいだ暖かい心地よい雰囲気を作り出しています。あちこちに小さなミーティングやセミナーができる空間があり、大ホールもあります。この研究棟ではいたるところで仕事ができるのです。

夢がついにかないました。こんなに魅力的な仕事場があれば、世界中の人たちがIPMUに来てみたいと思うことでしょう。こうして世界で一流の研究所になるための大きな一歩を踏み出すことができました。



# 螺旋運動するアカデミア

— IPMU研究棟設計覚え書き

## 大野秀敏

IPMU研究棟設計者  
東京大学大学院新領域創成科学研究科教授

この建物の設計を進めるに従って、この建物は、いろいろな意味でイタリアと深い縁があります。この建物の中心的な空間である中央ホールに入って北側を見返すと、一部屋大のガラス張りの箱が天井から宙づりになっているのに目が行くでしょう。これは空中の中庭でスペイン風に「パティオ」と名付けています。目的は外部に直接面することの無いホールに光を取り入れるためです。パティオの壁に反射した外光がホールを満たし、他の空に開く開口から入って来た光とともにホールを光りで満たしています。伝統的なパティオは鉢植えの花で飾られ、美しい絵タイルで覆われます。IPMUのパティオも絵タイルで覆うことを考え、絵のモチーフとして天文に関係のある主題を相原副機構長にご相談しました。いくつか挙げていただいた候補のなかから、近代天文学の基礎を築いたガリレオ・ガリレイ(1564-1642)の『星界からの報告』(1610年発刊)に掲載された星座のスケッチを使うことにしました。金沢工大のご好意もあり、「オリオン星雲」と「プレゼペ星雲」のガリレオのスケッチが青い絵付けで転写

されています(私は、そのスケッチの上に円を重ねました)。工事が行なわれた2009年が、偶然ガリレオが望遠鏡で天体観測をしてから400年目の記念すべき年だということも知りました。そこで、ホールの真ん中に建つ柱(これに私はオペリスクという名前を付けました)の入り口側の面にもガリレオの「宇宙は数学という言葉で語られる」という一節を刻みました。この文章は、数物連携の思想を端的に表現しているということで推薦を受けました。

## 柏キャンパスのなかのIPMU

最初に、この建物のキャンパスのなかでの位置づけを説明した方が良さそうです。IPMUは、キャンパスを東西に貫通する「带状広場」に面して、他の研究棟と並んで建っています。明文化はされていませんが、「带状広場」に面した建物には形態上のルールがあります。まず、南面の壁面は带状広場に沿って揃って並ぶようにし、足下には吹き放しの歩廊を設けます。ま



中央ホールと空中の中庭「パティオ」  
写真：北嶋俊治

た、軒線も高さ31mくらいで揃えます。建物の外壁材料として打ち放しコンクリートを主に使います。これらの条件のなかで、軒線を揃えようとする、後述の研究個室で共通の広間を囲みたいというIPMUの先生方の希望が叶えられませんので、この点に関してはルール違反かも知れません。ただ、その差を少しでも埋める様に屋上に、巨大な鋼製のパーゴラを設けました。

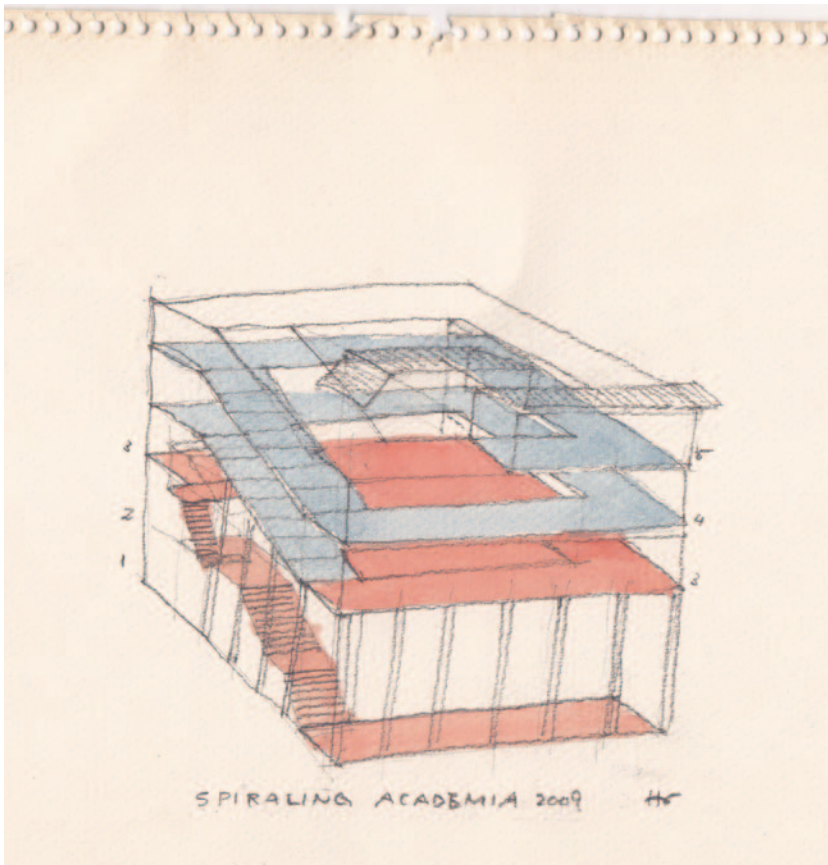
この建物はキャンパスの中では特別の位置を占めていますが、このことは、キャンパスのなかでは、横一列に並んだ研究棟の一つにすぎず気付けません。TX線柏の葉キャンパス駅方面から柏キャンパスに向かうケヤキ並木に縁取られた道路は柏地区のいわば目

抜き通りですが、これは、税関研修所を過ぎてキャンパス前のT字の交差点直前で少し西に振れます。すると、このパーゴラが道路の真正面にキャンパスの緑越しに現れます（35ページの写真参照）。この位置は、キャンパスの外に向かった顔となる景観の一つを形成しているのです。パーゴラはそのためにも必要です。

### 対話の空間

IPMUの先生方が思い描く理想的な研究所の姿は、研究個室に囲まれた中心に広間があり、そこで研究者達が集い、いつでも学術的な意見を交換ができるというものでした。私はこの理想像に大変強い感銘を受け

Special  
Contribution



螺旋運動するアカデミアー IPMU研究棟一  
の概念スケッチ  
イラスト：大野秀敏

ました。この理想は、我々が働く大学は対話を基礎とするアカデミアであるべきことだと主張しています。ところが、現実の大学の建物は、いつの間にか教師が学生に一方的に話す講義室と教師の個室と実験室だけになってしまい、いわば学問工場を目指すようになっていました。IPMUの先生方が抱かれた対話の空間への情熱は、大学の施設に対する根本的な意義を突きつけていると感じました。これを受けて、様々な案を検討した上で、私たちが到達した構成案は、1階と2階に研究支援機能を納め、その上部に研究個室とそれを囲むように大広間を設け、そのまわりに約80室の研究個室を配するという案でした。

今「大広間」と書きましたが、それは「都市広場」というべきかも知れません。世界の都市の伝統的な「都

市広場」はいずれも、多様な背景を持つ人々が集い、モノと情報を交換する場所だったからです。そうすると、次に、言葉の比喩に過ぎない「都市広場」をどのように建築として形態化するかということになります。この問に対する私たちの回答は、「螺旋空間」と「多様な視線の交錯」です。

### 螺旋空間

「都市広場」としての中央ホールを取り囲む研究個室は螺旋状に配されています。もう少し具体的に言うと、四角形の建物の外周に部屋を配し、四辺のうち一辺だけを一階分傾斜させています。つまり、緩傾斜の階段状廊下を端まで進むと一階分移動できるので、廊





左：会津さざえ堂（会津若松市）  
 写真：吉田明弘  
 右：グッゲンハイム美術館（ニューヨーク）  
 写真：大野秀敏



下伝いに三周すれば、三階に渡って並ぶ研究室の全てを巡ることになるという空間構成です。この構成は研究所のメンバー全員の平等を具現化し、廊下をめぐる時常に中心に意識が向かうことになり広間の求心性を補強します。この螺旋構造は、実は、帯状広場に沿ったコロネードから始まっています。大階段を経て、二階エントランス、外壁に絡んだ階段とうねりながら三階まで上がって来て、これが渦巻く研究個室の列に繋がり、最後は屋上のパーゴラに至ります。

螺旋は建築史にとときどき現れます。最初は、またイタリアですが、螺旋という万能の天才レオナルド・ダ・ビンチ（1453-1519）の名前が真っ先に思い浮かびます。彼は螺旋に大きな可能性を見いだしたらしく、螺旋の回転翼をもつヘリコプターの構想、

スクリーポンプ（これはアルキメデスの考案といわれる）、そして建築ではフランスのシャンボール城の二重螺旋の階段の設計に関与したと言う伝聞もあります。螺旋は、日本の近世にもあります。垂直の建物を発展させなかったのが日本の伝統的建築特徴なので、これは例外的建築です。それは、サザエ堂と呼ばれる建築形式で、江戸時代に関東、東北に多数建てられました。現存するサザエ堂で一番有名なものは福島県会津若松市の「会津さざえ堂」と通称される「円通三匠堂」（えんつうさんそうどう）です。昇りと下りを別ルートにできる二重螺旋構造の通路沿いには三十三観音像が安置され、善男善女はそれを順に御参りします。つまりインスタントお札所参りです。20世紀になると例が増えますが、代表格はアメリカの建築家フランク・

Special  
 Contribution



西側（物性研究所側）から見たIPMU研究棟。螺旋構造がはっきりわかる。  
写真：北嶋俊治

ロイド・ライト（1867-1959）設計のニューヨークにあるグッゲンハイム美術館（1959）です。螺旋は、めくるめくような空間体験とともに無限に上昇する力をもち、世界中の建築家や工匠の関心を引いて止まなかったようです。

## 場所の連鎖としての建築

IPMUの「都市広場」は螺旋的動線によって性格付けられていますが、それと相補う様に、「多様な視線の交錯」が図られています。私は、建築は人間と人間の関係の枠組みを提供する装置であると思っています。螺旋状の廊下に穿たれたホールに開かれた開口群、宙ぶりのパティオ、ホールの東角に立ち上がるセミナー

室（4階と5階はバルコニーと名付けられています）など様々な高さや方角にある場所で繰り広げられる研究者の活動の全部や断片が、お互いに目に入ってくるはずで、このことによって居住者はIPMUの活動に知らず知らずに巻き込まれ、アカデミアの一員であることを深く理解することでしょう。

私は、建築は自然と人間の関係の枠組みを提供する装置でもなっていると思っています。この建築を訪れた方はきっと柏キャンパスのなかや周辺の風景を眺める全く新しい視点に気づかれるでしょう。ロジアから眺める道沿いの樹々の樹冠の連なり、大階段から見下ろす帯状広場の舗装、屋上のアンフィシアターから眺める柏の葉公園のパノラマ、2階玄関から3階玄関に向かう階段から眺める物性研の大きな空洞など、見慣れた風



つくばエクスプレス柏の葉キャンパス駅方面より東大柏キャンパスに向かう大通りから見えるIPMU研究棟  
写真：北嶋俊治

景を違った高さから、違った角度で眺めると、また違った意味を帯びて立ち現れるはずです。

眺めは場所に個性を与えます。ある意味では、この建物は、個性的な場所の連鎖として出来ています。こうした空間の構成は、イタリアルネッサンスには無い特質であり、むしろ、日本建築や日本庭園の空間構成法の特質です。

過分な期待というか妄想に近いのですが、IPMUの先生方が宇宙空間を構想され、その謎を解明されるときに、この建物が何かのきっかけになればと密かに願っています。



著者の大野秀敏さんは、東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学  
研究系社会文化環境学専攻教授で工学部建築学科教授を兼務しています。  
多くの著作がありますが、代表的なものに『見え隠れする都市』  
(横文彦他との共著、鹿島出版会、1980年7月)、『シュリンキング・  
ニッポンー縮小する都市の未来戦略』(大野秀敏編著、アバンアソシ  
エイツ協力、鹿島出版会、2008年8月)があります。

Special  
Contribution

# 天空と銀河

## ～ 研究棟屋上照明のコンセプト

石井リーサ明理 いしい・リーサあかり

照明デザイナー・グラフィックデザイナー

光のデザインをするときは、いつも「雰囲気作り」を心がけています。光によって、同じ場所や建物でも華やかにもなれば、落ち着いた感じにもなり、祝祭的になれば、親しみやすい印象を与えることもできるからです。建築家によって考案された空間は、太陽の下で美しく見える完成予想図でプレゼンテーションされることがほとんどですが、その「夜の顔」をつくるのが、私たち照明デザイナーの仕事だと考えています。建築デザインの良さを更に引き出し、建物の機能に即し、使う人たちの利便性に応え、欲を言えば昼間にはない表情でちょっとしたサプライズができれば、いつも知恵を絞っているわけです。

今回のプロジェクトは、ユニークな形態を負った屋上のライトアップです。ただの「ビルの屋上=休憩スペース」を遙かに逸脱した、学問の集合、研究者の集う「アカデミア」たるべくアンフィシアターが考案されていました。そこで開催されるはずの講演会を初めとする、様々なオペレーションがなされるための機能をまず満足させる照明であること。そして更に研究棟のシンボルでもある特徴ある屋上のパーゴラと、階段

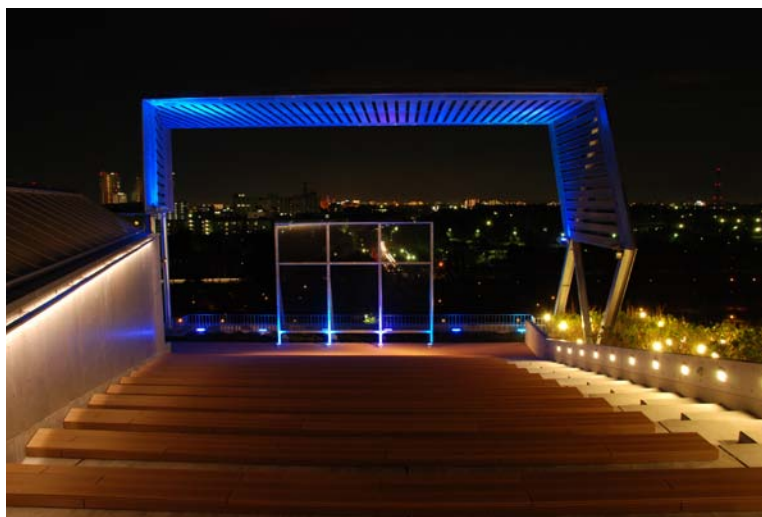
客席空間を中心とする意匠を生かして、IPMUの研究理念をも象徴する照明デザインをすること、が自ずと目標となりました。

### 照明デザイン・コンセプト

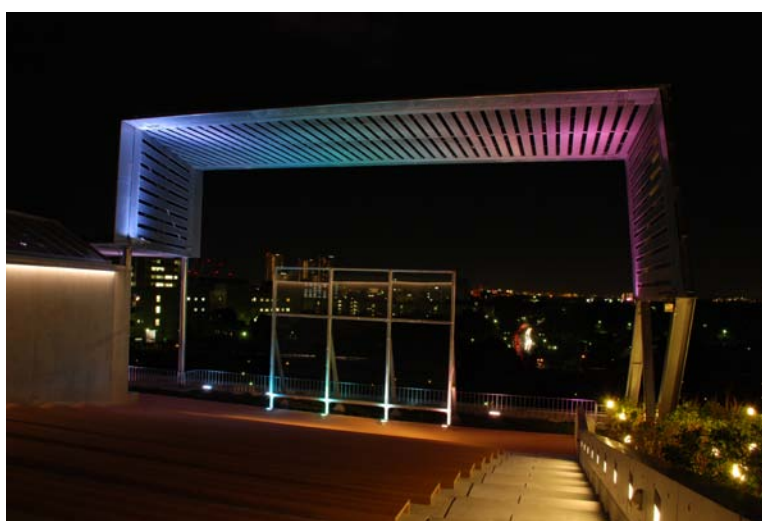
IPMUの研究対象である宇宙に思いを馳せる場として、新棟の屋上照明をデザインするに当たっては、「天空」と「銀河」を象徴する光をモチーフに、下記のようなコンセプトを採用しました。

1. 夜空と環境に配慮した低位置照明配置：星空を眺めるための妨げにならず、周囲への光漏れを最低限に抑えるため、照明器具は壁に埋め込んだり低い高さに配置したりします。
2. 建築と一体となった明るさ感の創出：壁等建築の中に照明器具を埋め込むことにより、すっきりとした外観を確保します。更に、シアター階段には特別な華やかさを加えるため、斜めの壁面のみライトアップを施し、その反射光で間接的に空間を明るく

「星雲パターン」でライトアップ  
された研究棟屋上の夜景。  
照明デザイン・写真：  
I.C.O.N. 石井リーサ明理



「オーロラパターン」でライトアップ  
された研究棟屋上の夜景。  
照明デザイン・写真：  
I.C.O.N. 石井リーサ明理



します。人の表情を美しく見せる光源を採用して、快適な雰囲気をつります。

- アイキャッチとウェルカム感：柏の葉キャンパス駅方面からの見え方を配慮して、パーゴラにブルーを基調とした控えめなライトアップを行い、「天空」を表現します。また、シアター階段脇の植栽には、「銀河」を彷彿とさせるミニライトを点在させ、明るさと楽しさを演出し、ウェルカム感を創出します。
- 適光適所と、オペレーション・フレンドリー：階段や入口などには、足下や扉周りを明るくする照明

器具を配備し、機能性に配慮します。光源は省エネに配慮したLEDやコンパクト蛍光灯などを使用し、全ての照明は日没時に自動点灯し、定時に自動消灯させるタイマー制御を伴う、環境配慮型設計とします。

パーゴラの照明は現場での最終点灯実験を経て8つのプログラムが作られました。夕方のホワイトから夜が更けるにつれて次第にライトブルー～ブルー～ダークブルーに時間とともにゆっくりと変化していく「通

常パターン」に加えて、講演会用に爽やかなホワイトや華やかなターコイズブルーなどの「単色パターン」、さらには特別な催事に様々なニュアンスのブルーがランダムに色変化する「星雲プログラム」や、優しいパステルカラーが緩やかに継続変化する「オーロラ・パターン」が、プリセットされました。機構の多様なアクティビティーに合わせて、活用して頂けることを期待しています。

新研究棟を利用する方々に、研究の合間の夕暮れ

時に屋上の照明を眺めながら心安らぐ一時を過ごしたり、ライトアップを目にして宇宙に想いをはせたり、時には華やかな光の下でレセプションを楽しんだりして頂ければ本望です。

この場を借りて、IPMU副機講長・相原博昭先生をはじめとする先生方、スタッフの皆様、建築の大野秀敏先生、設計スタッフ、そして現場関係者の皆様に、心からお礼を申し上げます。

## IPMU INSTITUTE FOR THE PHYSICS AND MATHEMATICS OF THE UNIVERSE

### 宇宙を眺めるIPMUの窓 ～新ロゴ・デザインのコンセプト

石井リーサ明理

「宇宙を研究する新しい機構のシンボルをデザインして欲しい」というご依頼を頂いたとき、私の頭の中には、宇宙を見渡すような壮大で神秘的で、しかも美しいイメージが次々と浮かびました。ある程度形のあるもの、まだ漠然とふわふわしたもの、遠いようで近いようなピントの合わせられないぼんやりしたもの、などいろいろでした。それはまるで、天体望遠鏡で、距離さえ測れない遠い星を探しているような感じでした。これらのイメージに触発されて、私は早速7候補を考案しました。

その中には、大地のグリーンと宇宙のブルーを組み合わせ、数物2分野の協力を象徴した案や、楕円を組み合わせる惑星の軌道や分子の様子を表した案、球の集合で文字を表現しエネルギーや分子をイメージした立体的な案、白黒のコントラストで暗黒エネルギー

をテーマにした案など、様々なシンボルが折り込まれていました。また視覚効果という面でも文字を変形させて躍動感を出したり、白抜きにして光を感じさせたり、色遣いで学問的発展を暗示させたりと、工夫を凝らしたのを覚えています。

その中から、副機講長の相原博昭先生を通じてIPMUのご意向を伺い、最終的にまとめられたのがこのロゴです。実は、先に提出したアイデアのうち、2つを合体させたバージョンです。宇宙の様子をIPMUの窓を通して見るというイメージを形にした案と、機構名をわかりやすく明記した上に、小さな円を多用して天体や速度を暗示した案が融合されています。更に、長方形に入りきらないダイナミックさを付加するために、最初の「アイ」の点は故意にフワとした軽さを思わせる形状にしてあります。結局、最初にインスピレーションを喚起された天体望遠鏡から星を見るというイメージが形になり、そのメッセージ性の強さが、お気に入って頂けたのではないかと考えています。

このような機会を与えてくださったこ

IPMUのロゴも  
石井さんが  
デザインしました。

とに感謝するとともに、新ロゴが新研究棟とともに貴機構のご発展に少しでも寄与すればと願う次第です。



著者の石井リーサ明理さんは、照明デザイナー・グラフィックデザイナーです。(株)I.C.O.N.代表 (<http://www.icon-lighting.com/>) としてパリと東京を拠点に世界各地で照明デザイン・プロジェクトに従事する傍ら、写真・絵画製作、講演、執筆活動も行っています。著書に、『光に魅せられた私の仕事～ノートル・ダム ライトアップ プロジェクト』（講談社、2004年11月）、『都市と光～照らされたパリ』（水曜社、2005年1月）があります。

# Our Team

## アンドレイ・ミハイロフ Andrei Mikhailov 専門分野: 理論物理学

IPMU 助教

弦理論は非常に美しく、豊かな数学的構造をもっています。しかし、現在の弦理論の定式化はまだ不十分であり、このアプローチでは正しい定式化を得ることはできないのではないかとすら思えます。弦理論の基本的な自由度は何でしょうか？弦理論の摂動論は重力を量子化するための正しいアプローチでしょうか？仮にそうであるとして、弦の世界面上の量子論を正しく定式化するにはどのようにしたら良いでしょうか？

最近、弦の世界面の理論において著しい発展がありました。重要な成果の一つはN.J. Berkovitsによる純スピノルを用いた定式化の発見です。これを用いることで、種数の高い場合にも有効な弦の散乱振幅の計算法が得られます。もう一つの重要な成果はAdS/CFT対応（AdS時空における弦理論と共形場理論の間の対応）における可積分性の応用です。

私は、これらの新しいアプローチを融合する方向へ



向けた研究を進めています。特に、純スピノル定式化のAdS/CFT対応への応用は、弦理論の最も基礎的な部分を理解するために決定的な役割を果たす可能性があります。非常に重要であると考えています。

Our Team



IPMU室内管弦楽団

**ジョン・シルバーマン** John Silverman 専門分野: **天文学**

IPMU 助教

私は1995年春にハーバード・スミソニアン天体物理学センターで天文学に夢中になって以来、活動銀河中心核（AGN）の研究に熱中してきました。ある種の銀河には中心に激しく成長するブラックホールが存在しますが、その中心部がAGNです。バージニア大学において、チャンドラX線天文台が観測したX線源を地上の光学望遠鏡を用いて観測し、AGNの進化を論じて学位論文を完成させたのもその研究の一環です。

その後、博士研究員として中央ヨーロッパに赴き、ガルヒンクのマックス・プランク研究所およびスイス連邦工科大学チューリッヒ校の先導的な研究グループに加わり、銀河の進化に対して超巨大ブラックホールが果たす広い役割について解明する研究を行いました。この研究グループは、zCOSMOS探査の一員としてブラックホールへの降着流と星形成の関係、および



周辺環境の影響を決定するため、ヨーロッパ南天文台（ESO）の巨大望遠鏡VLTを用いて銀河の3次元マップおよびAGNを擁する銀河の3次元マップをつくりました。

現在、私はIPMUの研究者として、近赤外観測装置を搭載したすばる望遠鏡により、初期宇宙における超巨大ブラックホールの成長に関する問題に答を出すことを計画しています。なお、IPMUにおいては、特にSDSS-IIIやハイパー・スプリーム・カム（HSC）による広域探査に関して、AGNの研究はこれから活発な分野となってゆきます。



## タタガタ・バサク Tathagata Basak 専門分野: 数学

博士研究員

私は、表現論と幾何学と数論の交差するところで研究を進めています。Allcockの初期の研究成果からスタートして、ある複素双曲オービフォルドと最大の散在的単純群であるモンスター群との新しい関係についての証拠を発見しました。主な研究計画の一つは、この特別な13次元のオービフォルドを研究することにより、その関係を理解することです。その過程で、超

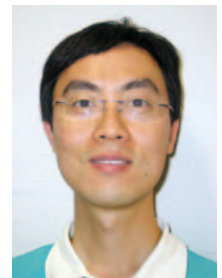


平面の補空間の基本群および局所対称多様体の一意化の研究へと進んでおります。

## 刘 晶 リュウ・ジン 専門分野: 実験物理学

博士研究員

私の専門は実験物理学で、ニュートリノを出さない二重ベータ崩壊や重い原子核によるダークマターの散乱などの新現象を追究しています。そのような新現象の発見は、私たちの宇宙に関する理解を飛躍的に改善するであろうと考えられます。しかし、それらは、起きるとしても著しく希な現象であり、宇宙線を遮蔽できる地下の実験室で研究が行われます。私は、現在、ダークマターの直接探索、ニュートリノを出さない二



重ベータ崩壊、太陽ニュートリノの観測などを旨とする多目的の実験、XMASSに携わっています。XMASSは、神岡地下観測所で建設が進められている検出器が間もなく完成し、エキサイティングな研究が開始されます。

## 田中賢幸 たなか・まさゆき 専門分野: 天文学

博士研究員

宇宙には様々な銀河があります。赤い色をした銀河がいれば、青い色をした銀河もあります。きれいな渦巻き腕を持った銀河もいれば、腕を持たない銀河もあります。実は、色・形といった銀河の性質は、銀河のいる場所によって大きく変わることが知られています。多くの銀河が集まっている銀河団では、赤い、腕のはっきりしない銀河が多く見られます。一方、ひとりぼっちな銀河はしばしば、青い渦巻銀河です。なぜ銀河がこの



ようにそれぞれの好みの住みかがあるのか、という問題は長い間天文学者を悩ませています。私は、世界中の望遠鏡を用いて宇宙を観測することで、この問題に手掛かりを得ようとしています。

Our Team



IPMU Interview

## デイビッド・グロス教授に

### 聞く

聞き手：大栗博司

素粒子物理が金の鉱脈だった  
1960年代、理論家は無力でした

**大栗** あなたは漸近的自由性の発見で現在の素粒子物理学のパラダイムを確立され、ノーベル賞を受賞されました。また、弦理論のような、素粒子物理の野心的な分野にも大きな貢献をされました。これらの科学的な成果に加えて、過去10年ほどに渡り所長としてカブリ理論物理学研究所 (KITP) を理論物理学の世界的中心地に成長させました。私たちは日本でIPMUという新しい研究所を確立しようとしていますので、とりわけあなたから教えていただくことが多いと思います。今日はお話を伺って光栄です。最初に伺いたいことですが、科学一般、また特に素粒子物理学のような難解な学問に興味を持たれたのはいつ頃でしょうか。物理学者になりたいとお決めになったのはいつですか。

デイビッド・グロスさんはカリフォルニア大学サンタバーバラ校でW. Gluck理論物理学冠教授およびKavli理論物理学研究所長を務めています。グロスさんは2004年にデイビッド・ポリツァー、フランク・ウィルチェックと共に「素粒子の強い相互作用の理論における漸近自由性の発見」によりノーベル物理学賞を受賞しました。このほか、1988年にディラック・メダル、2004年にフランス科学アカデミーからフランスで科学上の最高の栄誉である最高金章を受賞するなど、多くの輝かしい受賞歴があります。

**グロス** 物理学がどんな学問かを知るよりずっと前のことです。13か14歳の頃に理論物理学者を志しました。

**大栗** それはかなり早いですね。ほとんどの人は、その年頃ではそんな学問があることさえ知らないでしょう。

**グロス** 理論物理学者になるとはどういうことなのか知らなかったのですが、ガモフらの書いた一般向けの科学書を読んで刺激を受けました。思考の力で現実の世界の仕組みを理解したり、宇宙の謎を解いたりできるかもしれないということに感動して、理論家になろうと決めたのです。私は幸運だったと思います。たいていの人はずっと後にならないと何を本当にやりたいのかははっきりしないものだから。

**大栗** そして当時素粒子物理で超一流だったパークレーの大学院に行かれたのですね。

**グロス** あの頃、パークレーは素粒子実験の中心でしたし、理論の大家もいました。当時、素粒子物理は本当に金の鉱脈でした。毎月のように多くの新粒子が発見されており、新粒子や新現象の発見は難しいことではありませんでした。実験的にはすぐエキサイティングな時代で、実験家がこの分野の支配者でした。理論家はまったく無力でした。

**大栗** それでもあなたの理論物

理学への情熱は衰えなかったのですね。

**グロス** 解くべき多くの問題があったからです。ほとんど何も理解できていないこと、ほんの僅か理解していたことはその場しのぎで矛盾に満ちていたことが明らかでした。素粒子物理学に対する見方を変える新しい発見が相次いで、刺激的でした。

**大栗** パークレーで大学院修了後、あなたはハーバード、続いてプリンストンに行き、大学院生の指導もうまくいきました。

**グロス** 多くの優秀な学生がいれば、大学院生を指導するのは簡単です。フランク・ウィルチェック（ノーベル賞受賞者）が私の最初の大学院学生で、エド・ウィッテン（フィールズ賞受賞者）が3番目か4番目だったと思います。それが普通だと思っていました。科学と数学では、未だに非常に古風な教育方法を保っています。私たちは学生を教えるのに、まるで絵描きの親方が弟子を教育のため工房に連れて行き、作品の制作に参加させるのと同じやり方をします。学生が誰でもいきなり研究に携われる訳ではありませんが、プリンストンのような優れた研究大学の最も優秀な学生は早い時期から研究を開始できます。

大栗博司さんはIPMUの主任研究員の一人で、またカリフォルニア工科大学Fred Kahl理論物理学冠教授を務めています。

**大栗** パークレーから東海岸に移ったとき、研究の方向も変わりました。

**グロス** パークレーでは私の指導者だったジョフリー・チューが仕切っていました。

彼は、いわば理論の無い理論とも言えるブートストラップ（靴紐）の提唱者でした。それは場の理論と真っ向から対立するアプローチで、「場」は測定できないもの、物理的ではないものである。観測できない「場」を用いて理論を構成するべきではなく、観測できるS行列（散乱行列）を規定する一般の原理のみを考えるべきであるという考え方でした。そして、一般の原理と矛盾しないS行列が唯一存在するという仮説でした。この方法からは大した成果を得ることができなかったため、私はパークレーを離れる前に飽き飽きしてしまいました。東海岸に移って良かったのは、まだ場の理論に対して寛大だったことです。

**大栗** しかし東海岸でも場の理論はまだ主流ではありませんでした。

場の理論は役立たずを証明しようとしてうまくゆく理論を発見

**グロス** 確かに場の理論は主流



ではありませんでした。場の理論は無効だったからです。物理学者にとって、計算できること、理論の限界を探れること、アイディアの正否を判定可能な予言ができることは必須です。当時の場の理論では、摂動論的な手法であるファインマン図形でしか計算ができなかったのが、強い相互作用には全く不十分でした。

**大栗** そこであなたが漸近自由性を発見し、素粒子物理学を記述する言葉としての量子場の理論の有用性について認識を一変させました。

**グロス** 漸近自由性という現象は、強い相互作用が近距離で弱くなる理由を説明できる理論を探して得られた答でした。そこから強い相互作用の理論であるQCD（量子色力学）が導かれました。しかし、もっと一般的に言えば、紫外領域で振る舞いが十分に良く制御可能な理論を手に入れたことで、非常に高い計算能力が得られ、また紫外領域での発散のために量子場に付きまっていた疑念が解消されました。そこで私自身も含め、皆の考え方が全く変わってしまったのです。それ以前には、私自身も場の理論は強い相互作用の理論にはならないと確信していたのです。実際、私の最初の研究計画は、漸近的スケール則を記述する量子場の理論は存在しないことを証明しようというものでした。

**大栗** すると場の理論は役立たずなことを証明しようと取りかかったのに、逆にうまくいく理論を発見してしまった訳ですね。

**グロス** 実際は3段階のプログラムでした。最初は観測されたスケール則を説明するには漸近自由性が必要なことを示すこと

でした。次は漸近自由性をもつ場の理論は存在しないことの証明で、非可換ゲージ理論を除けばそれが成り立つことをコールマンと共に示しました。最後はフランク・ウィルチェックと一緒にの仕事で非可換ゲージ理論について調べたのですが、驚いたことに漸近自由性を持つことがわかったのです。まるで、一、二、三、QCDでした。選択の余地はありませんでした。スケール則を説明しようとして、必然的に非可換ゲージ理論にたどり着いたのです。

**大栗** その後、素粒子の理論家はほとんど量子場の理論に転向しました。

**グロス** 計算が可能になったから、もっと良いことにはその計算が正しかったからです。そして、すばらしい実験的検証がありました。しかし、私にとって主要な問題は、もはや漸近自由性あるいはQCDを調べる計算ではなく、もっとずっと難しいクォークの閉じ込めを理解することでした。

**大栗** 話を一気に80年代半ばに進めましょう。あなたは弦理論に戻ってきましたが、以前とは違う目的のためでした。

**グロス** 弦理論は1968年に誕生しました。その頃私は強い相互作用と近距離と深非弾性散乱についてちょうど考え始めていました。当時、強い相互作用を記述するには何か全く革命的なものが必要だと確信しており、弦理論がそれにちょうどはまったのです。

私は早い時期に弦理論に関わったのですが、ハドロンを説明するものではないことにも、すぐに気づいてしまいました。私は陽子内部の近距離で起きていることを理解しようという試みに集中していました。弦理論の

良い点の一つは相互作用がソフトなことでした。しかし、これは運動量が大きくなると断面積が指数関数的に小さくなることを意味するので、実験で観測されるべき乗則的に小さくなる振る舞いとは全く違います。ですから、弦理論は近距離での簡単なスケール則的振る舞いを理解するには向いていなかったのです。そこで私は弦理論を用いる研究は中止したのですが、その後の弦理論の暗黒時代さえ関心は持ち続けたのです。いつでも魅力的に見えましたよ。

1983年に私はサバティカル（研究休暇）でパリに出かけ、弦理論に立ち返りさらに研究する好機であると決心したのでした。

**大栗** その1983年に何か感づいたのですか？ 超弦理論革命のちょうど1年前で、絶妙のタイミングのように思えます。

1984年に超弦理論革命が起きたときは準備済み

**グロス** 多少は気づいていたかもしれませんが、そのためばかりではありません。当時、弦理論から生まれた超対称を持つ理論に大きな進展がありました。その頃には素粒子理論分野では誰でも超対称理論に興味を持ったのです。プリンストンではエド・ウィッテンと私が弦理論に興味を持ち続けていました。ジョン・シュワルツは母親が住んでいたのに年に1回か2回プリンストンを訪れたものですが、その度に私たちの所に来て進展を話してくれたりセミナーをしてくれました。

ですから1年後にグリーンとシュワルツのアノマリー相殺が発見され、超弦理論革命が起きて、突然みんなが関心を

持ち始めたときには、私には準備ができていたのです。

**大栗** そこであなたはヘテロティックな弦理論を構築しました。

**グロス** E8×E8群をどうやって実現するかという、すぐに思いつく問題に対する、意表をついた答えでした。弦の上を右と左に伝わる波を別々に扱ってよいことに気がついてしまえば、答えを得るのはさほど難しいことではありませんでした。あの頃は実に興奮する時代でした。突然素晴らしいアイディアが一つにまとまり、合理的な統一ゲージ群とカイラルな（弱い相互作用で見られるように右と左を区別する）物質場が得られたのです。

**大栗** そのとき私は大学院生で、カラビ-ヤウ多様体の幾何学的構造から実に自然に3世代の素粒子が現れるという事実に感銘をうけたことを憶えています。

**グロス** それ以前は、素粒子の世代数や湯川結合の階層性やフェルミオンの物質場のカイラル性などの説明は、ほとんどその場しのぎか大して意味のない対称性に基づくものでした。それが空間の幾何学的性質から説明できるとは、信じがたいほど美しいものでした。

**大栗** それ以来、弦理論は素粒子の統一理論に向けて進歩をもたらしただけでなく、物理学の他の多くの分野にもつながりを持つことが明らかになってきました。例えば、KITPでは今まさに弦理論を物性物理学に結びつける研究会を開催中です。研究会に参加している物性物理学者はこの進展に大変興奮しているよう

に見えます。

**グロス** 弦理論は量子場の理論と密接に関連していることがはっきりしました。量子場の理論は単に素粒子物理だけではなく、物性物理の理論に重要な量子多体系の理論を記述する言語でもあります。弦理論は豊かで大きく、実に多くのものを含んでいます。

最近数年間の大きな進展の一つは、弦理論によって強い相互作用を理解しようという昔の夢が実現したことです。大きな円を描いてもとに戻ったわけです。しかし私にとっては、究極の目標は力の統一です。それは素粒子物理の究極的な目標であるとともに宇宙物理の新たな目標でもあります。

**大栗** 将来の宇宙論や天体物理学の実験の幾つかは、力の統一という目標に直接関係があるかもしれません。例えば、マイクロ波宇宙背景放射の偏極やインフレーション時代からの重力波の観測は、プランクスケールの物理について情報をもたらしてくれるかもしれません。

学際的共同研究の成功には適切な問題と適切な研究者が必要

**グロス** プランクスケールの物理についてはほとんど手がかりがないので、このように極端に短い時間または長さのスケールで起きたことについてあらゆる方法で追究すべきです。天体物理学と宇宙論、素粒子実験の研究者たちの夢は実に壮大で、そのため信じられない程困難な実験や観測を実行しようとするに私は強い感銘を覚えます。このような英雄的努力はどうしても必要なのです。というのも、

私たちの分野にとっては、美しく強力な数学的理論を作り上げようとするだけでなく、自然自身からも手がかりを得ることが重要であるからです。IPMUの研究は、そうした実験と理論の両面での試みを全て含んでいますね。

**大栗** おっしゃる通りです。宇宙の暗黒物質の検出のような実験に関わっている研究者と会って話をする事で啓発されます。理論家が何をするべきか、道筋を指し示してくれるのです。また、時には新しい関係を生み出すこともあります。例えば、統計学者と天体物理学者が集まって新しい統計的解析法を開発しようというフォーカスウィーク（村山機構長の発案によるIPMUに独特の研究会）を計画していますが、数学者と実験家の協力という新しい学際的方法が生まれるかもしれません。また、物性物理学と弦理論との交流を目指したフォーカスウィークも企画しています。

**グロス** KITPやIPMUのような研究機関が果たすことのできる最も重要な役割の一つは、異なる分野の研究者を結集して、共通の問題を解く手助けをすることです。大学はこういうことは余り得意ではありません。大学の学科は閉鎖的で、他の学科のことはほとんど無視しています。そうすることに意味がないわけではありません。例えば、科学を前進させるためには、時には一つのことに集中することも必要です。しかし、我々の研究機関には学際的な協力を促進する能力と責任があるので。

**大栗** KITPは学際的な協力の手本となりましたが、これにはあなたのリーダーシップが

特に際だっています。何がよかったとお考えですか

**グロス** 重要な点が幾つかあります。一つは適切な問題を見出すことです。他の人の問題に無理やり興味を持たせることはできません。まず、問題に興味を持ってもらうことが必要です。

また、適切な人を選ぶ必要があります。他の分野の研究者に、理解できるように説明する意欲が必要です。研究者は問題に集中し、研究に集中するので、適切な問題とそれに適した雰囲気があれば、全てが可能となります。はずかしい質問も気後れせずに行き、当たり前のことを説明し、時間をかけ、わくわくする冒険として一緒に科学に対して取り組む、そういう雰囲気を作り上げることが必要です。

**大栗** それは私たちIPMUの研究者にとって大きな教訓です。

**グロス** IPMUの出発は極めて順調だったと思います。この夏、あなたの研究所の数人の博士研究員に会い、とてもよ

い評判を聞きました。若手研究者がうまくいっていることが一番です。素晴らしい努力をしていますね。

**大栗** 最後に、日本にいるIPMUの友人たちにメッセージをいただけますか。

**グロス** 私は新しく発足したIPMUと、今までIPMUについて知ったこと全てについて嬉しく思っています。数学から実験的な宇宙論に至る研究グループを一つ屋根の下に集結させたという事実に感銘を受けました。素晴らしい研究組織と素晴らしい人たちが集まっています。

日本政府が、このような高水準の科学を、成果を上げるために本当に必要なレベルで支援したことは、実に賢明な措置であると思います。あなたたち全員の熱意は多くの成果を生み出すでしょう。私は、この構想は成功し、科学に対して大きく貢献するであろうと感じています。あなたたちは素晴らしいスタートを切ったのです。



グロス教授は2008年3月11日、12日に行われた数物連携宇宙研究機構発足記念シンポジウムに出席し、講演されました。

## フォーカスウィーク：宇宙再電離期を探る

杉山 直 すぎやま・なおし

IPMU 主任研究員

吉田直紀 よしだ・なおき

IPMU 准教授

ラジャット-マニ・トーマス Rajat Mani Thomas

IPMU 博士研究員

2009年11月30日から4日間、東京大学柏キャンパス総合研究棟にて「フォーカスウィーク：宇宙再電離期を探る」が開催されました。宇宙年齢が数億年という早期に星や銀河が生まれ、それらから発せられる光によって宇宙空間を満たすガスが電離され、プラズマ状態になることを宇宙再電離と呼びます。この過程の詳細を解明することが遠方宇宙観測のフロンティアとなっています。研究会には、電波観測によって初期宇宙の水素ガスの分布を探る計画をすすめる研究者と、すばる望遠鏡を用いて遠方銀河を探索する天文学者、それに理論天文学の研究者が集まり、宇宙再電離期の

観測へ向けた議論を集中的に行いました。

特に、電波観測と銀河観測のデータを組み合わせて初期宇宙の進化についての情報を得る方法が議論されました。大学院生も含めて40人以上の参加者があり、基調講演の後では議論が白熱する場面もありました。研究会最終日には、実際に観測計画を進める、いわば実働部隊の研究者が集結し、来年以降の計画について意見交換を行いました。この研究会で始まったコラボレーションが近い将来に実を結ぶと、大きく期待されます。



# 暗黒物質の間接探索に関するフォーカスウィーク

高橋史宜 たかはし・ふみのぶ

IPMU 助教

暗黒物質の存在は観測的に確立しています。一方で暗黒物質の正体については、ほとんど分かっていません。有力な説明の一つとして、電弱スケールで現れる標準理論を超える物理に付随した粒子が暗黒物質の役割を担っているのではないか、という考えがあります。この場合、加速器による探索、直接探索、そして今回のフォーカスウィークのトピックである宇宙線を用いた間接探索が暗黒物質探索の有用な手段です。2008年にPAMELA衛星が、陽電子比がエネルギーに対し急激に増加していることを発見して以降、それが暗黒物質の痕跡ではないかという期待から、多くの暗黒物質モデルが提唱されました。更に2009年夏にはFermi衛星によるガンマ線に関する一年分のデータが公開され、暗黒物質モデルに対する検証が様々な観点から行われています。2009年12月7日から5日間行われた今回のフォーカスウィークの目的は、最近の宇宙線観測及び暗黒物質モデルの進展について、宇宙線の加速・伝搬、パルサー、電子・陽電子観測実験、暗黒物質モデル、ガンマ線、ニュートリノ観測実験と様々な分野から専門家を招き、講演・議論を通じて現状に対する理解を深め、間接暗黒物質探索における将来展望を共有することに

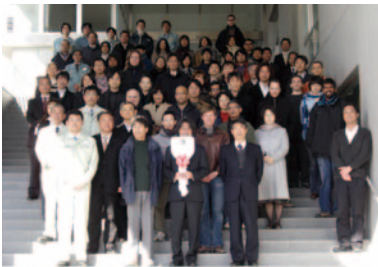


あります。海外から13名、国内から2名を講師として招待し、参加者は61人（海外18人、国内43人）に上り、国内外の関心の高さを伺わせました。また各講演の後には議論をする時間を多くとり、活発な議論が参加者の間で連日交わされました。今回のフォーカスウィークで交わされた議論・交流が将来の暗黒物質探索における研究に少しでも生かされれば有り難いと思います。

## IPMU研究棟の完成

2009年2月から東京大学柏キャンパスで建設が進められていたIPMUの新研究棟の完成に伴い、2009年12月22日にテープカットのセレモニーが行われ、IPMUの研究者と事務職員、東京大学施設部職員、建設を担当した会社からも技術者が参列しました。テープカットの後で、建設会社からIPMUの村山機構長に機構長室の鍵（実際はプラスチック製の大きな模型）が引き渡されました。

研究棟は5階建て、延べ床面積6,000平方メートル弱で、設計者の大野秀敏東京大学新領域創成科学研究科教授が「螺旋運動するアカデミア」と呼ぶ斬新なデザインの建物です（30ページ参照）。3階にあるヨーロッパの街の広場に並ぶカフェのようなイメージの広く快適な交流スペースに代表されるように、内部や屋上は研究者同士の交流を促進し、いたる所で議論が始まるようになっていきます。研究者にとって理想的な環境がついに現実のものとなりました。



鍵の引き渡し後、記念撮影

2010年1月18日には柏キャンパスの総合研究棟地階から事務部門が新研究棟に移転し、同日より研究者も入居を開始、早速交流スペースで午後3時のティータイムも開催されました。

なお、2月23日に交流スペースを会場として研究棟完成記念式典が予定されています。

## WPIの第3回現地視察で濱田東大総長がIPMU恒久化を表明

2010年1月21日、22日に新研究棟を会場として、黒木WPIプログラムディレクター、IPMU担当の三田プログラムオフィサーとワーキンググループ5名、及び文部科学省科学技術・学術政策局から渡辺 格次長、岡谷重雄科学技術・学術戦略官、竹内 英安全・安心科学技術企画室長の視察団による第3回現地視察が行われました。ワーキンググループのメンバーは、前回数学を担当された広中平祐氏が三輪哲二氏に交代されましたが、他は前回と同じ釜江常好、河合光、John Peacock、Matthias Staudacherの諸氏でした。視察団は村山機構長、主任研究員、外国人研究者、若手研究者らの報告、面談等を通じ、世界トップレベル研究拠点の形成に向けての進捗状況を調査しました。ホスト機関である東京大学からは、初日に松本洋一郎理事・副学長、2日目に濱田純一総長が出席されました。

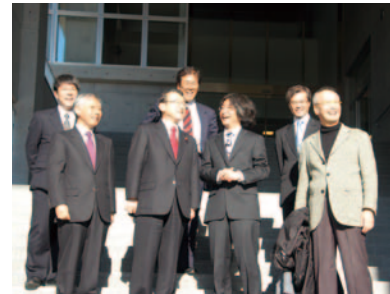


今回、特に注目された点は、濱田総長が視察団に対して、東京大学が設立を検討中の「高等研究所」の一つにIPMUを位置づけ、学内における恒久化と一部の教員ポストの実質的テニューア化を図ると決意を表明されたことです。WPI拠点に対しては文部科学省か

らの補助金が5年目の中間評価を経て10年間約束され、更に評価によって5年間延長の可能性もあります。しかし、今までIPMUにはその後の継続の保障が（WPI拠点として採択された際の拠点構想に触れられてはいましたが）明確ではなく、また教員ポストも期限付きのため、優れた外国人研究者の採用にも影響が出ている事実がありました。WPIプログラム委員会からは、これらの改善を指摘されていたところで、今回の濱田総長による決意表明は視察団から歓迎され、強い感銘を受けた旨の発言が相次ぎました。

## 中川文部科学副大臣、IPMUを視察

2010年1月8日、中川正春文部科学副大臣がIPMUを視察されました。文部科学省からは泉紳一郎科学技術・学術政策局長、岡谷重雄科学技術・学術戦略官らが同行されました。村山機構長からIPMUの世界に見える拠点形成の進捗状況と研究内容の説明を受け、質疑応答の後、中川副大臣一行は完成したばかりの研究棟を設計者の大野新領域創成科学研究科教授の案内で視察されました。さらに、IPMU研究者のティータイムに参加され、多くの外国籍研究者らと和やかな雰囲気の中でしばしの懇談を楽しまれ、視察を終了しました。



## 行政刷新会議による事業仕分けについて

国民的な観点から、国の予算、制度、その他国の行政全般の在り方を刷新す



るとともに、国、地方公共団体及び民間の役割の在り方の見直しを行う（平成21年9月18日閣議決定）とされている鳩山内閣の行政刷新会議は、11月に公開ヒアリングによる事業仕分けを実施し、多くの科学技術予算が対象となりました。IPMUを含むWPIプログラムについても予算縮減が提言され、この危機的状況を懸念した黒木PDにより、緊急メッセージ「我が国の科学の危機的状況を訴える」(<http://www.ipmu.jp/ja/node/558>) が発せられ、IPMUも声明“Funding Cuts Threaten Globalization of Japanese Science, Scientists Fear” (<http://www.ipmu.jp/node/555>)を公表しました。また、文部科学省からの事業仕分け対象事業についての意見募集に積極的に応じるように「日頃IPMUを支えていただいている皆さまへ」(<http://www.ipmu.jp/ja/node/566>) との呼びかけを行うとともに、ノーベル賞やフィールズ賞受賞者等の著名研究者に、鳩山首相に宛ててWPIプログラムの高い国際的評価について説明し、支援の継続を願う手紙を書いていただきました。他のWPI拠点も同様の努力を行い、結果として、従来拠点あたり平均14億円の補助金が来年度は13.5億円と、減額されるが深刻な影響は及ばさないレベルにとどまることとなりました。ご支援いただいた皆様に感謝いたします。

#### 東京大学とカリフォルニア大学バークレー校、全学国際学術交流協定締結

2009年12月17日、東京大学と米カリフォルニア大学バークレー校（以下UCB）の大学間学術交流協定が結ばれました。両大学は今後、従来以上に教育、研究で積極的に人材を交流していくことになります。東京大学では今回の協定は本部が推進し、関係部局として理学系研究科、それにIPMUが協力しました。両大学間の実際の交渉や連絡の橋渡し役としては、IPMUとUCB双方に籍を置く村山機構長が尽力しました。写真は協定書に署名する両大学

の総長です。東京大学の濱田総長が前もって署名した協定書を村山機構長がUCBに持込み、濱田総長が署名をしている写真を横にUCBのバージュノー総長が署名しました。



東京大学で署名する濱田総長



UCBで署名するバージュノー総長

#### IPMUパークレーサテライト発足

東京大学とUCBの大学間学術交流協定が締結された2009年12月17日、IPMUは米カリフォルニア大学バークレー校（以下UCB）物理学科と合意書を交わし、UCBキャンパスの物理学科にIPMUのサテライトを設置し、IPMUとUCB物理学科が素粒子物理、宇宙論、数学の共同研究を進めることを決めました。村山機構長の下に、IPMU側では柳田勉主任研究員、UCB物理学科側ではバークレー理論物理学センター長でIPMUの客員上級科学研究員を兼ねるローレンス・ホール教授が、それぞれサーチ・ディレクターとしてサテライトにおける共同研究の運営に当たります。まずは弦理論と現象論両方を含む素粒子理論の共同研究に焦点を当てます。IPMUにとってこのサテライ

トはアメリカでの人材発掘・リクルートや研究交流を容易にします。

#### IPMU大栗博司主任研究員、仁科記念賞を受賞

2009年11月9日、仁科記念財団からIPMUの大栗博司主任研究員を2009年度仁科記念賞受賞者に決定したことが発表されました。受賞理由は、超弦理論を単純化したトポロジカルな弦理論の基礎を築き上げ、これを応用してそれまで困難であった超弦理論の量子効果の計算を可能にした功績「トポロジカルな弦理論の研究」です。授賞式は2009年12月4日に行われました。

#### XMASS実験、4月にデータ取得開始を予定

私達の知っている物理学によれば、天文学的に観測される星の運動や銀河の分布は、目に見えないダークマターの存在を仮定しないと説明ができません。神岡鉱山の地下で準備中のXMASS（エックスマス）実験は、液体キセノンを用いてダークマターの性質解明を目指します。XMASS実験は、ある種の素粒子がダークマターの場合、その相互作用を直接測定できるように考案されています。実験リーダーはIPMU副機構長を兼ねる東京大学宇宙線研究所の鈴木洋一郎教授で、IPMUからはカイ・マルテンス特任准教授と刘晶（Jing Liu）博士研究員がXMASS実験に専念し活躍しています。



写真は実験装置の中心部を示しています。2つの「半球」は近く合体され、

内部に800kg強の液体キセノンが満たされます。その中で発生するシンチレーション光を、銅のホルダーに取り付けられた光電子増倍管によって検出します。XMASS実験は、今年の4月にデータを取り始める予定です。

### IPMUと宇宙線研究所の合同一般講演会

2009年10月10日に東京都千代田区の日本教育会館一ツ橋ホールにおいて、IPMUと東京大学宇宙線研究所(ICRR)の2回目の合同一般講演会「宇宙を探る」が開催され、約300名が来場しました。IPMUからは村山斉機構長が「宇宙の果ての向こう」、ICRRからは中畑雅行教授が「神岡の地下から探る宇宙」と題して講演を行いました。中畑教授はIPMUの主任研究者も兼ねており、神岡鉱山の地下で行われている実験とIPMUの研究の関わりにも触れました。各講演後には講演者が壇上から下りて聴衆の間を歩き回り、活発な質疑応答が交わされました。



聴衆の質問に答える村山機構長

### 東京大学柏キャンパス一般公開

2009年10月30日-31日に東京大学柏キャンパス一般公開が行われました。IPMUは総合研究棟6階で、初期宇宙シミュレーションの模型と宇宙の大構造を示すクリスタルの展示、機構長による機構紹介ビデオ、重力レンズの効果を実験できる映像などを展示しました。31日には高田昌広IPMU准教授

による講演「重力レンズで宇宙の暗黒面を見る!」を行い、講演後に質疑応答を含む参加者との懇談の時間を設けました。IPMUの展示と講演会には延べ495名が訪れました。



講演する高田昌広特任准教授

### JSPSサイエンス・ダイアログに協力

2009年10月30日、茨城県鹿島市の清真学園において、JSPSサイエンス・ダイアログが開催されました。IPMUからはマルコ・バルデス博士研究員が参加協力し、宇宙の始まりから現在の姿に至るまでと、自身の研究について講演を行いました。この事業は、JSPSのフェローシップ制度により来日している優秀な若手外国人研究者から有志を募り、近隣の高等学校等において、研究に関するレクチャーを行う機会を提供するプログラムです。英語で研究の話を書くという経験が生徒たちに大きな刺激を与え、研究への関心・国際理解を深めるとともに、研究者自身にとっても、地域社会と交流し、日本とのつながりを深めることを狙っています。



マルコ・バルデス研究員と通訳する古谷博行IPMU国際交流係員

### 宙博(そらはく)2009に協力

2009年12月3日-6日の4日間、東京都千代田区の東京国際フォーラムにおいて、世界天文年2009日本委員会公認イベント「宙博(そらはく)2009」が開催されました。IPMUからは展示ブースを出展し、最終日には村山機構長が「宇宙に終わりはあるか」の講演を行いました。

宙博2009は宇宙の謎に挑む科学技術の最先端と、そこから誕生する環境エネルギー革命にスポットを当て、参加者に分かりやすく伝えることをコンセプトとしており、4日間で計26,372人の参加者が訪れ、研究者との活発な交流が行われました。



宙博2009で来場者と語り合うIPMU村山機構長

### サンタクロースがIPMUからやってきた!

2009年12月18日、柏キャンパス内のどんぐり保育園のクリスマス会にIPMUのマーク・ヴェイギンス特任教授が夫人と共にサンタクロースになって現れ、子ども達にプレゼントを手渡しました。まるで絵本から飛び出てきたようなサンタさんに子ども達は大喜びでした。



### 女子中高生理系進路選択支援事業「見えないものを見よう」

2009年12月13日、東京大学本郷キャンパス安田講堂において、女子中高生理系進路選択支援事業「見えないものを見よう！あなたも未来の女性研究者に」が開催されました。JST（科学技術振興機構）の支援を受けて、2009年度にIPMUを含む東京大学の7つの研究組織が女子中高生の理系進路選択支援事業を行いました。今回は女子中高生とその保護者、教員に向けて、事業の総括イベントとして開催されたものです。各研究組織におけるイベントを振り返り、先輩研究者によるさまざまなアドバイスや事例紹介がなされました。

### フォーカスウィーク： 宇宙物理における統計学手法

2009年9月28日—10月2日の5日間、IPMUにおいて「ワークショップ：宇宙物理における統計学手法」が開催されました。このワークショップでは、宇宙物理学の様々な分野（宇宙論、系外惑星研究、大規模銀河サーベイ）とそれでは有効になる最先端の統計解析の手法（ベイズ統計、マルコフ連鎖モンテカルロ法など）に焦点をあてました。研究会では、天文学者と統計学者の間で、活発かつ有意義な議論の場を持つことができました。

### ワークショップ： 量子化と可積分系、および表現論

2009年11月5日-6日の2日間、IPMUにおいて「ワークショップ：量子化と可積分系、および表現論」が開催されました。

量子化は量子力学における基本的な概念です。このワークショップでは、数学と物理学の関係におけるこの概念の発展を、特に可積分系と表現論から議論しました。ハイゼンベルグ群の表現によるワイル量子化、グロモフ・ウ

イッテン理論における幾何学的量子化、変形量子化などを扱い、数学者と物理学者の間で活発な議論が交わされました。

### フォーカスウィーク： 強い相互作用とLHCにおける新発見

2009年11月10日-13日の4日間、東京大学柏キャンパス図書館メディアホールにおいて「フォーカスウィーク：強い相互作用とLHCにおける新発見」が開催されました。この会議ではLHC実験を理解する上で特に重要である高次効果、すなわち、QCDのmulti leg補正、loop補正、initial state radiationなどについて議論されました。

### ワークショップ： IPMUにおける数学の最近の進展

2009年11月16日—18日の3日間、IPMUにおいて「ワークショップ：IPMUにおける数学の最近の進展」が開催されました。新たに加わった数学を紹介するミニワークショップで、シュレディンガー方程式、ファノ多様体、タイヒミュラー空間、写像類群や各種の不連続群の幾何やモジュライ問題など多様な話題を含み、活発な議論が行われました。

### フォーカスウィーク： 宇宙再電離期を探る

2009年11月30日—12月3日の4日間、IPMUにおいて「フォーカスウィーク：宇宙再電離期を探る」が開催されました。詳しくは46ページをご覧ください。

### フォーカスウィーク： 暗黒物質の間接探索

2009年12月7日—11日の5日間、IPMUにおいて「暗黒物質の間接探索に関するフォーカスウィーク」が開催

されました。詳しくは47ページをご覧ください。

### 人事異動

#### 転出

英国エディンバラ大学からのサバティカルで東京大学IPMUの特任教授として滞在されていたJosé M. Figueroa-O'Farrillさんが任期満了で戻られました。在任期間は2009年5月1日から2009年12月31日でした。

また、次の4名のIPMU博士研究員が転出しました。括弧内はIPMU在任期間です。

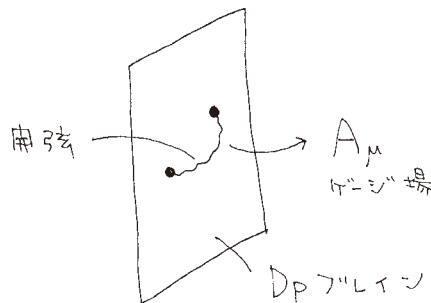
原下秀士さんが神戸大学理学研究科数学専攻の助教に（2008年4月1日—2009年9月30日）、Brian Powellさんが米国のInstitute for Defense Analysesのスタッフ研究員に（2008年9月1日—2009年10月4日）、Simon Dedeoさんがサンタフェ研究所の博士研究員に（2009年4月16日—2009年12月31日）、Rajat Mani Thomasさんがトロント大学のカナダ理論天体物理学研究所(CITA)の博士研究員に（2009年5月16日—2010年1月18日）、それぞれ転出されました。



## Dブレーン

杉本茂樹 IPMU教授

D<sub>p</sub>ブレーンは開弦の端が乗ることができる (p+1) 次元の物体として定義されます。このDブレーンは90年代中頃に始まった弦理論の第二革命において決定的な役割を果たしました。特に、D<sub>p</sub>ブレーンの上の開弦の低エネルギー有効理論が (p+1) 次元のゲージ理論になることから、弦理論とゲージ理論の関係が一新されました。



$$S_{Dp} = -T_{Dp} \int d^{p+1}x e^{-\phi} \sqrt{-\det(g_{\mu\nu} + B_{\mu\nu} + 2\pi\alpha' F_{\mu\nu})}$$