

## 物理科学特別研究 I・II・III (ラボ・ローテーション)

### Special Study on Physical Sciences I, II, III (Laboratory Rotation)

#### 2022 年度後期 指導プラン 2022 2nd semester Syllabus

##### 【重要なお知らせ】物理科学特別研究 I・II・III (ラボ・ローテーション) の廃止

物理科学コース別教育プログラムを廃止することに伴い、2022 年度をもって物理科学特別研究 I・II・III (ラボ・ローテーション) を廃止します。

##### 概要

5 年一貫制博士課程 1 年次から 2 年次の物理科学特別研究では、2 つ (高エネルギー加速器科学研究科) または 3 つ (物理科学研究科) の研究室でそれぞれ 1 ヶ月程度研究に参加するラボ・ローテーションを実施しています。学生はそれぞれの研究室で教員の指導の下研修を行い、レポートを提出します。2 つまたは 3 つの研究室のうちの 1 つは他専攻で実施することを推奨しています。これらを通して、物理科学に関する幅広い知識と高い専門性を身に付けられるよう教育します。

##### ラボ・ローテーション該当科目 (科目コード)

物理科学特別研究I (10PCCa01)

物理科学特別研究II (10PCCa02)

物理科学特別研究III (10PCCa03)

##### 各種提出様式及びラボ・ローテーション実施後の流れ

###### (様式9-1)ラボ・ローテーション履修願

物理科学特別研究 I ~ III の履修にあたり、履修前までに必ず専攻事務へ提出をすること。本様式は各専攻事務を通して学務課学務支援係に提出される。

###### (様式9-2)ラボ・ローテーション実施報告書

実施終了後 10 日以内に各専攻事務へ必ず提出すること。

##### ラボ・ローテーション実施後の流れ

- 1) 直近の物理科学コース別教育プログラム運営委員会にてラボ・ローテーションの実施を報告する
- 2) 各学期末に主任指導教員が成績を報告する

## **[ Important Notice ] Abolition of Special Study on Physical Sciences I,II,III(Lab Rotation)**

In accordance with the abolition of Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Science, we abolish Special Study on Physical Sciences I, II, and III (Lab Rotation) at the end of the FY2022.

### **Description on Laboratory Rotation**

In the first two years of 5-year course, the students are required to take "Special Studies on Physical Sciences" where students experience Laboratory Rotation to participate in researches in two (for School of High Energy Accelerator Science) or three (for School of Physical Sciences) different laboratories, for about one month in each lab. Students do the internships under instructions of the research staff of the labs, and are required to submit reports.

Among the two or three labs, students are encouraged to include one lab that is outside of the Department they belong to. With this experience, the students will get broad perspectives and deep professional knowledge on physical sciences simultaneously.

### **Classes offered by Lab Rotation (Subject code)**

Special Study on Physical Sciences I (10PCCa01)

Special Study on Physical Sciences II (10PCCa02)

Special Study on Physical Sciences III (10PCCa03)

### **Forms to be submitted and procedure after Laboratory Rotation**

#### **(Form9-1) Application for Special Study on Physical Sciences**

Make sure to submit to the Department office **before Lab Rotation starts** in order to register the class. This form will be sent to Program Administration Section via each Department office.

#### **(Form 9-2) Lab Rotation Report**

Make sure submit the form to the Department office **within 10 days after finishing Lab Rotation.**

### **Procedure after Laboratory Rotation classes**

- 1) Lab Rotation Report will be discussed in the nearest meeting for course steering committee.
- 2) Grading will be dealt by supervisor

## 指導プラン一覧 Course Syllabus List

<b>物理科学研究科</b>	<b>School of Physical Sciences..... p.4</b>
<u>構造分子科学専攻</u>	<u>Dept. Structural Molecular Science..... p.4</u>
電子構造学講座	Electronic Structure Course.....p.5
物質化学講座	Material Chemistry Course.....p.11
<u>機能分子科学専攻</u>	<u>Dept. Functional Molecular Science ..... p.16</u>
電子動力学講座	Excited State Dynamics Course ..... p.17
分子動力学講座	Molecular Dynamics Course ..... p.19
<u>天文科学専攻</u>	<u>Dept. Astronomical Science..... p.26</u>
光赤外線天文学系講座	Optical and Infrared Astronomy Course ..... p.27
電波天文学系講座	Radio Astronomy Course ..... p.37
共通基礎天文学系講座	General Astronomy and Astrophysics Course ..... p.44
<u>宇宙科学専攻</u>	<u>Dept. Space and Astronautical Science ..... p.57</u>
宇宙観測科学講座	Space Observation Science Course..... p.58
宇宙探査理工系講座	Space Exploration Science and Engineering Course ..... p.62
宇宙工学講座	Space Technology Course..... p.66
<b>高エネルギー加速器科学研究科</b>	<b>School of High Energy Accelerator Science..... p.68</b>
<u>加速器科学専攻</u>	<u>Dept. Accelerator Science ..... p.68</u>
加速器科学講座	Accelerator Science Course..... p.69
<u>物質構造科学専攻</u>	<u>Dept. Materials Structure Science ..... p.71</u>
物質構造科学講座	Materials Structure Science Course ..... p.72
<u>素粒子原子核専攻</u>	<u>Dept. Particle and Nuclear Physics ..... p.79</u>
素粒子原子核実験講座	Experimental Particle and Nuclear Physics Course ..... p.80
素粒子原子核理論講座	Theoretical Particle and Nuclear Physics Course ..... p.87

物理科学研究科

School of Physical Science

構造分子科学専攻

Department of Structural Molecular Science

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム

Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives

総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 凝縮相分子系における量子ダイナミクスの理論研究 Theme of Research : Theoretical investigations on quantum dynamics in condensed phase molecular systems		
教員名前 石崎 章仁 Supervisor : Akihito Ishizaki		
専攻名 構造分子科学専攻 Department of Structural Molecular Science	電子構造学 講座 Electronic Structure Course	職 教授 Status/Position: Professor
開講期間 4月～12月 Course Period : April - December	受け入れ可能学生数 2名 Number of students allowed : 2	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)  タンパク質・分子材料など凝縮相分子系におけるダイナミクスを解明し制御することを目指した基礎理論研究を行う。そのための手段として、量子力学・平衡／非平衡統計力学・量子光学・光学応答理論に基づいたダイナミクス理論の開発、新規分光スキームの提案に取り組む。  Our research group conducts theoretical investigations in an effort to elucidate and control chemical dynamics in condensed phase molecular systems such as proteins and molecular materials. More specifically, we tackle the development of advanced dynamic theories and the proposal of novel spectroscopic techniques on the basis of quantum mechanics, equilibrium/nonequilibrium statistical mechanics, quantum optics, and optical response theories.		
前提とする既習事項 量子力学、統計力学、分子分光学の基礎 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: quantum mechanics, statistical mechanics, and elementary molecular spectroscopy		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 光機能分子と不均一系触媒の理論研究 Theme of Research: Theoretical Studies on Photofunctional Molecules and Heterogeneous Catalysts		
教員名前 江原 正博 Supervisor: Masahiro Ehara		
専攻名 構造分子科学専攻 Department of Structural Molecular Science	電子構造学 講座 Electronic Structure Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 4月~12月 Course Period: April - December	受け入れ可能学生数 最大2名 Maximum number students allowed: 2	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research: (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)  ナノ・バイオ系機能材料や金属微粒子等の不均一系触媒の研究では、高速かつ高精度な理論による複雑・複合系の理論解析が必要である。光機能分子等のエネルギー変換、電子移動・励起エネルギー移動に基づく分子システムの設計を目指した基礎研究、担持金属微粒子触媒やバルク触媒における触媒作用、特に合金効果や微粒子-担体効果に注目した理論研究を行う。  Recent developments of nano-bio functional materials or metal nanoparticle heterogeneous catalysts demand theoretical approaches with highly accurate and high-throughput methodologies for complex systems. Students will join the following on-going researches using quantum chemical methodologies originally developed in our group: (1) photofunctional molecular systems for energy conversion with chemical transformation, electron transfer or excitation energy transfer, (2) catalytic activity based on alloy effects and anchor effects in heterogeneous nanocluster catalysts or bulk surface catalysts.		
前提とする既習事項 量子化学の基礎 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Basics of quantum chemistry		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ ナノ光学実験によるナノ構造体の励起状態研究法 Theme of Research: Excited-states of nanomaterials by nano-optical experiments		
教員名前 岡本 裕巳 Supervisor: Hiromi Okamoto		
専攻名 構造分子科学専攻 Department of Structural Molecular Science	電子構造学 講座 Electronic Structure Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 4月～12月 Course Period: April - December	受け入れ可能学生数 最大2名 Maximum number students allowed: 2	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research: (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)		
<p>ナノ構造物質の示す特徴的な光学的性質や動的挙動を、励起状態の空間構造及びその時間変化の観点から解明し制御することを目指した基礎研究を行う。そのための手段として、ナノスケールの空間分解能を実現する光学実験法の一つである近接場光学顕微鏡を用いた実験研究を中心に、研修を行う。</p> <p>当研究室では、近接場光学顕微鏡を基礎とした新測定法によって、ナノ構造体の励起状態（プラズモン）の波動関数の直接観測や超高速過程の追跡、局所的なキラリティの解明などに成功している。これを更に発展させて、ナノ構造体の新機能開拓に向けた研究を展開する。その一端を体験する。</p> <p>The research group performs fundamental studies on characteristic optical properties and dynamics of nanomaterials, aiming at full understanding of spatial structures of excited states and their time-dependent behaviors, and control of them as well. For this purpose, we adopt near-field optical microscopy to achieve optical measurements in nanometer spatial resolution. The students will experience mainly the experimental works with the near-field microscope in our laboratory.</p> <p>The research group has been successful in direct observation of excited-state (plasmon resonance) wavefunctions, ultrafast dynamics, and local chirality of nanomaterials based on newly developed experimental methods of near-field microscopy. Further development of the methodology will lead us to deeper understanding of excited-state dynamics and novel functions of nanomaterials. The students will participate in such studies.</p>		
前提とする既習事項 量子力学の基礎, 光学・分光学の基礎 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Elementary quantum mechanics, Elementary optics and/or spectroscopy		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 機能性分子材料の構造と電子状態 Theme of Research: Structure and electronic states of functional molecular materials		
教員名前 解良 聡 Supervisor: Satoshi Kera		
専攻名 構造分子科学専攻 Department of Structural Molecular Science	電子構造学 講座 Electronic Structure Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 4月～12月 Course Period: April - December	受け入れ可能学生数 最大1名 Maximum number students allowed: 1	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research: (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)  大型分子材料が示す特徴的な光・電子機能性の起源について、放射光施設利用実験をはじめとした、様々な表面分析法を駆使して研究をすすめている。特に光電子分光法を用いた、薄膜界面の電子状態評価による半導体特性の起源を理解することを目的に進めている。研修では、超高真空槽システムを用いた、大型分子の真空蒸着法による分子薄膜の成膜方法や、単分子層薄膜界面の電子状態測定について、その一端を体験する。  We investigate the electronic structure of functional organic molecules at surfaces and interfaces to unveil peculiar characteristics of molecular electric/optical devices. Understanding a semiconductor nature of large aromatic molecules by using various surface analysis methods, specifically photoelectron spectroscopy at synchrotron facility is of our central issue. The students will experience mainly the experimental works with the molecular vapor deposition in ultra-high vacuum and the measurements of electronic state for the monolayer interface in our laboratory.		
前提とする既習事項 基礎量子力学, 基礎分光学 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Elementary quantum mechanics, Spectroscopy		



広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 生体分子のシミュレーション Theme of Research: MD simulation of biomolecules		
教員名前 奥村 久士 Supervisor: Hisashi Okumura		
専攻名 構造分子科学専攻 Department of Structural Molecular Science	電子構造学 講座 Electronic Structure Course	職 准教授 Status/Position Associate Professor
開講期間 随時 Course Period: as needed	受け入れ可能学生数 1名 Number of student allowed: 1	
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research: (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)  生体分子、特にタンパク質の分子動力学シミュレーション手法を学ぶ。自らプログラムを書く必要があるため Fortran などによるプログラミングの知識は必須である。  Students study molecular dynamics simulations of biomolecules, in particular proteins. Programing knowledge by Fortran is necessary.		
前提とする既習事項 Fortran Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Fortran.		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 角度分解光電子分光法による強相関物質の電子状態の解明 Theme of Research : Electronic structure of strongly-correlated materials revealed by angle-resolved photoemission spectroscopy		
教員名前 田中 清尚 Supervisor : Kiyohisa Tanaka		
専攻名 構造分子科学専攻 Department of Structural Molecular Science	電子構造学 講座 Electronic Structure Course	職 准教授 Status/Position: Associate Professor
開講期間 4月~12月 Course Period : April - December	受け入れ可能学生数 2名 Number of students allowed :2	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)		
<p>強相関電子系と呼ばれる物質群は電子同士が互いに強く相互作用しあい、固体物理学の基本理論であるバンド理論では電子の運動を説明できない。近年は従来理論の予想を遥かに超えたきわめて多彩で面白い物性を示すことが知られており、次世代のエレクトロニクスを担う物質として期待されている。これらの物性は、物質のフェルミ準位のごく近傍の電子状態が担っており、その電子状態を観測することは物性発現機構の理解、そして新物性の発見には欠かせない。当研究室では強相関電子系の電子状態を解明することを目的として分子研内にあるシンクロトロン光施設 UVSOR において新しい角度分解光電子分光法の開発、実験研究を行っている。その一端を体験する。</p> <p>A strongly correlated electronic system attracted much interests because of its variety of new phenomena. To clarify the origin of those physical properties, it is important to know the electronic structure of those materials. Angle-resolved photoemission spectroscopy (ARPES) is one of the most powerful tools to probe the electronic structure of solids. We perform ARPES measurements on strongly correlated materials at synchrotron radiation facility UVSOR. The students will participate in such studies.</p>		
前提とする既習事項 量子力学の基礎、固体物理学の基礎 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Elementary quantum physics, Elementary condensed matter physics		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 新規な機能を有する金属タンパク質の構造機能相関の解明 Theme of Research: Structure and function of metalloproteins having novel functions		
教員名前 青野 重利 Supervisor: Shigetoshi Aono		
専攻名 構造分子科学専攻 Department of Structural Molecular Science	物質化学 講座 Material Chemistry Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 後期 Course Period: 2nd Semester	受け入れ可能学生数 3名 Number of students allowed: 3	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research: (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)		
<p>我々は、遺伝子工学, 分子生物学, および物理化学的な実験手法を駆使することにより, センサー機能あるいはシグナル伝達機能を有する金属タンパク質の構造機能相関の解明を目的とした研究を行っている。現在は, 酸素や一酸化炭素といった気体分子のセンサーとして機能するセンサータンパク質を主な研究対象とし, これらセンサータンパク質による気体分子センシング機構, 気体分子によるタンパク質機能制御機構の解明を目的とした研究に取り組んでいる。また, これら以外の新規な金属タンパク質, 金属酵素に関する研究も行っている。ラボローテーションにおいては, このような研究を実施する上で必要となる基本的実験操作 (遺伝子クローニング, 大腸菌の培養, タンパク質の精製など) の研修を行なう。</p> <p>We are working on several metalloproteins that are involved in biological sensing and signal transduction using genetic, molecular biological, and biophysical techniques to elucidate structure and function relationships of their proteins. Our research interests are now focused on the elucidation of structure and function relationships for gas sensor proteins that sense oxygen or carbon monoxide as a physiological effector and for other novel metalloproteins. In this program, you will learn and experience some basic experimental techniques such as gene cloning, bacterial cultivation, and protein purification which are required for doing the research described above.</p>		
前提とする既習事項 必須ではないが, 学部において生化学, 生物科学などの講義の受講経験があることが望ましい。 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: It is desirable that you have taken classes on biochemistry or/and biological science in under graduate course, though it is not a strict requirement.		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 有機トランジスタの作製と物性評価 Fabrication and physical property measurement of organic field-effect-transistor		
教員名前 山本 浩史 Supervisor: Hiroshi Yamamoto		
専攻名 構造分子科学専攻 Department of Structural Molecular Science	物質化学 講座 Material Chemistry Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 随時 Course Period: to be adjusted	受け入れ可能学生数 同時期に最大2名 Maximum number students allowed: 2 (at the same time)	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research: (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)  π共役系を持つ機能性分子は、近年有機エレクトロニクス材料として注目されており、電界効果トランジスタのチャンネル物質としても利用されるようになっている。我々は有機の化合物型半導体を用いたトランジスタに注目し、その性能評価や動作メカニズムの解明を行っている。ラボローテーションでは、分子の合成・電気化学反応による結晶成長・デバイスの微細加工・低温や磁場を使った電気測定などの項目の中から、研修の目的に応じた要素を選択して実施する。  Functional molecules with conjugated π-electron systems are attracting recent attention as a material for organic electronics, including field-effect-transistor applications. Our research is focused on a study of field-effect-transistors made of compound-type organic semiconductors, ranging from its fabrication and measurement to mechanism analysis. The experimental setup in our laboratory allows the students to experience organic synthesis, crystal growth by electrochemical method, fine patterning of the devices, and electrical measurements with low temperature and magnetic field. Depending on the expertise that he/she wants to acquire, a combination of appropriate experiments will be provided as a course.		
前提とする既習事項 特になし。Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: None		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム

Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives

総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ X線吸収分光概要		
Theme of Research: Introduction to x-ray absorption spectroscopy		
教員名前 横山 利彦		
Supervisor: Toshihiko Yokoyama		
専攻名 構造分子科学専攻	物質化学 講座	職 教授
Department of Structural Molecular Science	Material Chemistry Course	Status/Position Professor
開講期間 随時	受け入れ可能学生数 同時期に最大4名	
Course Period: as demands	Maximum number students allowed: 4 (at the same time)	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい)		
Outline of Research: (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)		
<p>X線吸収分光法は、主として結晶でない様々な試料の局所電子状態や局所幾何構造を解析する手段として、物質科学分野のみならず環境科学、生命科学等の分野にわたって極めて広く活用されている。本ローテーションではX線吸収分光法の基礎を学び実際の測定例についてデータ解析を実地に行う。</p> <p>X-ray absorption spectroscopy has extensively been applied to various kinds of scientific fields from materials science to environmental science and life science, as a sophisticated tool to analyze local electronic and geometry structures for non-crystalline as well as crystalline materials. In this laboratory rotation program, basic principles of x-ray absorption spectroscopy will be learned and the data analysis of some example materials will be practically performed.</p>		
前提とする既習事項 特になし。		
Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: None.		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 計算機および生化学実験を用いたタンパク質分子デザイン Theme of Research: Protein design using computational and biochemical methods		
教員名前 古賀 信康 Supervisor: Nobuyasu Koga		
専攻名 構造分子科学専攻 Department of Structural Molecular Science	物質化学 講座 Material Chemistry Course	職 准教授 Status/Position: Associate professor
開講期間 要相談 Course Period: Consultation required	受け入れ可能学生数 Number of student allowed: 1	
研究の概要 タンパク質分子はアミノ酸配列に従い、ほどけた紐のような状態から自発的に折りたたまり特異的な三次元立体構造を形成して機能を発現する。生命は何十億年という長い年月をかけてタンパク質を進化させ、それらを生命システムにおけるパーツとして巧みに利用し様々な生命現象を生み出している。しかし、我々が現在見ている自然界のタンパク質は個々の環境に応じて進化した結果であり、それらを解析するのみでは自然が創り上げたタンパク質分子の動作メカニズムの本質に辿りつくことは難しい。そこで、当研究室では立体構造形成や機能発現に関する様々な仮説を立てながらタンパク質分子を計算機上でデザインし、それらが実際にどのように動作するのか実験により調べるというアプローチにより研究を行う。 Protein molecules spontaneously fold into unique three-dimensional structures specified by their amino acid sequences from random coils to carry out their functions. Many of protein studies have been performed by analyzing naturally occurring proteins. However, it is difficult to reach general working principles of protein molecules only by analyzing naturally occurring proteins, since naturally occurring proteins have evolved in their specific environments. In our lab, we explore the principles for protein folding and function by computationally designing protein molecules from scratch and experimentally assessing how the designed proteins behave.		
前提とする既習事項 タンパク質の構造と機能 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Protein structure and function		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 機能性酸水素化物の合成、構造解析、物性評価 Theme of Research : Synthesis, crystal structure, and physical properties of functional oxyhydrides		
教員名前 小林 玄器 Supervisor : Genki Kobayashi		
専攻名 構造分子科学専攻 Department of Structural Molecular Science	講座 物質化学 Material Chemistry Course	職 准教授 Status/Position: Associate Professor
開講期間 随時 Course Period : as demands	受け入れ最大可能学生数 2 Maximum number students allowed : 2 (at the same time)	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.) 水素のアニオンであるヒドリド (H <sup>-</sup> ) が酸化物の結晶格子内に共存できることが見出され、ヒドリドを含有した酸化物“酸水素化物”を対象とした物質開発、機能開拓が物質科学の新たな研究領域として注目されている。我々の研究グループは、H <sup>-</sup> が固体内を電荷担体として拡散する H <sup>-</sup> 導電性酸水素化物を創出し、H <sup>-</sup> 導電現象を利用した新しい新規電気化学デバイスの開発を目指している。 ラボローテーションでは、酸水素化物の合成、結晶構造解析、電気化学測定を実施し、一連の実験から無機材料の組成、構造、物性の関連性について学ぶ。 Advances in material developments targeting “oxyhydrides” over the past decade have led to common recognition that appreciable H <sup>-</sup> can be introduced into the oxide framework structures. Oxyhydrides have recently begun to draw attention as a new family of substances because of their attractive physical properties. We aim to synthesize new oxyhydrides possessing H <sup>-</sup> conductivity, and to develop novel electrochemical devices system utilizing H <sup>-</sup> conduction phenomenon. In the laboratory rotation program, students will investigate the relationship between the composition, crystal structure, and physical properties through the syntheses of oxyhydrides, structural analyses, and electrochemical measurements.		
前提とする既習事項 特になし。 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: None		

物理科学研究科

School of Physical Science

機能分子科学専攻

Department of Functional Molecular Science



広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム

Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives

総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ アト秒量子エンジニアリング Theme of Research: Attosecond quantum engineering		
教員名前 大森 賢治 Supervisor: Kenji Ohmori		
専攻名 機能分子科学専攻 Department of Functional Molecular Science	電子動力学 講座 Excited State Dynamics Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 随時(要相談) Course Period:As demands(consultation required)	受け入れ可能学生数 1~2名 Number of students allowed: 1~2	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research: (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.) Coherent control is based on manipulation of quantum phases of wave functions. It is a basic scheme of controlling a variety of quantum systems from simple atoms to nanostructures with possible applications to novel quantum technologies such as bond-selective chemistry and quantum computation. Coherent control is thus currently one of the principal subjects of various fields of science and technology such as atomic and molecular physics, solid-state physics, quantum electronics, and information science and technology. One promising strategy to carry out coherent control is to use coherent light to modulate a matter wave with its optical phase. We have developed high-precision wave-packet interferometry by stabilizing the relative quantum phase of two molecular wave packets on the attosecond time scale. We have also succeeded in tailoring and visualizing spatiotemporal images of such wave-packet interference on the picometer and femtosecond scales. Our high-precision spatiotemporal coherent-control is applied to information processing with molecular wave functions, and is utilized for exploring the quantum/classical boundary in various quantum systems ranging from laser-cooled atoms to bulk solids.		
前提とする既習事項 なし Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: None		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム

Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives

総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 高度な量子力学・電磁気学・真空工学に立脚した固体表面物理過程の解明 Theme of Research : Unveiling physical processes on solid surfaces based on advanced quantum mechanics, electromagnetism and vacuum engineering.		
教員名前 杉本敏樹 Supervisor : Toshiki Sugimoto		
専攻名 機能分子科学専攻 Department of Functional Molecular Science	電子動力学 講座 Excited State Dynamics Course	職 准教授 Status/Position: Associate Professor
開講期間 前期 Course Period : 1 <sup>st</sup> semester	受け入れ最大可能学生数 2 Maximum number students allowed : 2	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.) 多体の相互作用によって発現する複雑な固体表面現象を素過程のレベルから微視的に明らかにするために、赤外光や可視光(連続光・パルスレーザー光)、電子線等を用いた発展的な表面分光研究を行う。本プログラムでは、 (1)表面物理学の研究に必要な超高真空装置の運用方法を身に着ける：気体の分子運動論や表面物理学[1]に習熟している事を前提として、真空工学[2]の素養を身に着ける。 (2)超高真空装置内での表面分光実験技術を身に着け、得られたスペクトルから表面素過程に関する知見を得る：スペクトルの微視的解釈に必要となる電磁気学や量子力学・量子化学の基礎知識を前提として、非線形光学[3]の素養や、エネルギー・位相緩和を記述する量子ダイナミクス[4]・統計力学[5]の素養を身に着ける。  受講者主体の輪読形式の講義・演習に加えてレポート提出を課し、実習を通して上記の内容を習得する。 <u>Text:</u> [1] Andrew Zangwill, <i>Physics at Surfaces</i> , Cambridge University Press. [2] Austin Chambers <i>Modern Vacuum Physics</i> , CRC Press. [3] Robert W. Boyd, <i>Nonlinear Optics</i> , Academic Press. [4] David J. Tannor, <i>Introduction to Quantum Mechanics</i> , University Science Books. [5] Abraham Nitzan, <i>Chemical Dynamics in Condensed Phases</i> , Oxford University Press.		
前提とする既習事項 量子力学・電磁気学について以下のテキストの内容を習得している事を前提とする。○猪木慶治&川合光共著,量子力学 1・2 (講談社), ○V.G.バーガー&M.G.オルソン共著, 電磁気学—新しい視点にたつて I・II (培風館)。また、気体の分子運動論について、以下のテキストの内容を習得している事を前提とする。○堀越源一著,真空技術,東京大学出版会。		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム

Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives

総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 生物時計タンパク質が 24 時間周期のリズムを奏でる仕組みの解明		
Design and Analysis of 24 h Period in Cyanobacterial Circadian Clock System		
教員名前 秋山 修志		
Supervisor Shuji Akiyama		
専攻名 機能分子科学専攻	分子動力学 講座	職 教授
Department of Functional Molecular Science	Molecular Dynamics Course	Status/Position Professor
開講期間 要相談	受け入れ可能学生数 1～2名	
Course Period: Further discussion needed	Number of students allowed :1~2	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい)		
Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)		
<p>シアノバクテリアは地球の自転周期 (24 時間) を時計タンパク質の内に取り込み, それを生物時計の発振周期とすることで細胞内に安定した 24 時間周期のリズムをつくりだしている. この生物時計は 3 種類の時計タンパク質 (KaiA, KaiB, KaiC) と ATP を混合することで再構成され, KaiC の ATPase/リン酸化活性が 24 時間周期で振動する様子を試験管内で観察することができる. 当研究グループでは, タンパク質分子が時を刻む仕組みの分子科学的理解を深めるため, 生物, 化学, 物理, 制御工学, 計算科学を巻き込んだ分野横断的研究を展開している. 具体的には, (1)Kai タンパク質時計の生化学, (2)X線結晶構造や溶液散乱を相補利用した動的構造解析, (3)分光学による分子動態計測, (4)計算機を用いたシミュレーション, などを行うことで分子時計の実態解明に取り組んでいる.</p> <p>ラボ・ローテーションで取り組む研修内容は, 本人, 指導教員, および当グループの教員で協議のうえ決定する.</p>		
Details of the project: KaiC, a core protein of the circadian clock in cyanobacteria, undergoes rhythmic structural changes with a period of approximately 24 h (circadian) in the presence of KaiA and KaiB (Kai oscillator). Slow dynamics of the Kai oscillator are central to a fundamental question: what determines the 24 h period in biological clocks? The Kai oscillator reconstitutable <i>in vitro</i> is advantageous for studying (1) clock activities using biochemical techniques, (2) dynamic structures using both X-ray crystallography and solution scattering, (3) transient responses using physicochemical techniques, (4) and molecular motions through a collaborative work with computational groups. <p>The research theme under Laboratory Rotation program will be determined through the discussion among an applicant, his/her mentor, and the supervising staff.</p>		
前提とする既習事項: 生化学および英語 (いずれも学部程度)		
Prerequisites for this Laboratory Rotation program: Biochemistry (undergraduate level) and an ability to communicate in English.		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 生体分子モーターの1分子機能解析 Single-molecule functional analysis of biological molecular motors		
教員名前 飯野 亮太 Supervisor: Ryota Iino		
専攻名 機能分子科学専攻 Department of Functional Molecular Science	分子動力学 講座 Molecular Dynamics Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 随時（要相談） Course Period: As demands (consultation required)	受け入れ可能学生数 1～2名 Number of students allowed: 1～2	
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research: (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)		
<p>生体分子モーターは化学エネルギーを力学的仕事に高い効率で変換して一方向に運動する分子機械である。我々のグループは、生体分子モーターの作動メカニズムの解明を目指している。具体的な研究手法は、(1) 光学顕微鏡法を用いた1分子機能計測、(2) 分光法を用いた多分子機能計測、(3) 遺伝子操作を用いた変異体の作製等である。</p> <p>実際の受入れ期間および研究内容は、指導教員と相談したうえで具体的に決定する。</p> <p>Biological molecular motors are highly efficient molecular machines which realize unidirectional movement by converting chemical energy into mechanical work. We aim at elucidating operation mechanisms of the biological molecular motors. Our approaches include (1) Single-molecule functional analysis based on optical microscopy, (2) Ensemble-molecule functional analysis based on spectroscopy, (3) Generation of mutants based on gene manipulation, and so on.</p> <p>The term and theme of this course will be determined through discussion with applicants and the supervisor.</p>		
前提とする既習事項：特になし Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: None		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 高効率分子変換工程の創製 Development of Efficient Molecular Transformation Processes		
教員名前 魚住 泰広 Supervisor Yasuhiro Uozumi		
専攻名 機能分子科学専攻 Department of Functional Molecular Science	分子動力学 講座 Molecular Dynamics Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 6～12月 Course Period: June-December	受け入れ可能学生数 1～2名 Number of students allowed : 1～2	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)  有機分子変換工程において従来にない高活性、高選択性、高機能を実現する遷移金属触媒開発を目指している。特に新規な不斉錯体触媒の開発、ナノ金属粒子触媒による新触媒現象、また高分子担体への遷移金属触媒種の固定化により高分子担体が有する機能特性と遷移金属触媒機能の複合的高機能化、などが主たる研究対象である。最終的アウトプットとして効率性、環境調和性、安全性などの要請に解を与える理想化学反応システムの構築を目指す。  実際の受入れ期間や研究内容は指導教員と連絡を取ったうえで具体的に確定する。  The research objective of this laboratory is the development of novel transition metal catalyses, which would realize high catalytic performance in activity, selectivity, etc. The typical subjects are asymmetric catalysis, novel catalysis of nano-metal particles, and novel catalysis by polymer-supported complexes being induced via synergistic interaction of the polymer-matrix/metals/substrates/reaction media, which would pave the way to the cleaner, safer, and greener chemical processes. Details (subject, term, etc.) of this course will be determined through discussion with the applicant and his/her mentor.		
前提とする既習事項: 有機化学 (学部程度); 英語 (高等学校程度) Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Organic Chemistry (undergraduate level); English (high-school level)		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 生命分子の動的構造解析による生体機能発現メカニズムの探究 Elucidation of dynamical structures of biomolecules toward understanding the mechanisms underlying their functions		
教員名前 加藤 晃一 Supervisor Koichi Kato		
専攻名 機能分子科学専攻 Department of Functional Molecular Science	分子動力学 講座 Molecular Dynamics Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 随時（要相談） Course Period:As demands(consultation required)	受け入れ可能学生数 1～2名 Number of students allowed:1～2	
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)		
<p>高磁場核磁気共鳴（NMR）を利用して、タンパク質・複合糖質あるいはそれらの超分子複合体の原子レベルの立体構造・ダイナミクスの精密解析を基盤とする生命分子科学研究に取り組んでいます。特に、糖鎖とタンパク質のダイナミックな構造と生物学的な機能発現メカニズムを分子科学の観点から統合的に理解することを目指しています。そのために、分子分光学に加えて、分子生物学、細胞生物学、ナノサイエンスによる多面的な生命分子へのアプローチを展開しています。</p> <p>ラボ・ローテーションでは、大腸菌や酵母を利用した生体分子の調製と、それらを用いたNMR解析を行い、生命分子研究の基礎的素養・知識等の習得を目指します。</p> <p>We conducted studies aimed at elucidating the dynamic structures of glycoconjugates and proteins for integrative understanding of the mechanisms underlying their biological functions. For this purpose, we use multidisciplinary approaches integrating the methodologies of molecular and cellular biology and nanoscience along with molecular spectroscopy.</p> <p>To learn basic methods for preparation and NMR analyses of biomolecules is included in this program.</p>		
前提とする既習事項 特になし。 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: None.		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 凝縮系におけるダイナミクスの理論・計算科学研究 Theoretical and Computational Studies on Condensed Phase Dynamics		
教員名前 齊藤 真司 Supervisor Shinji Saito		
専攻名 機能分子科学専攻 Department of Functional Molecular Science	分子動力学 講座 Molecular Dynamics Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 前期・後期 Course Period: 1st Semester/2nd Semester	受け入れ可能学生数 同時に最大2名 Max. number of allowed students : 2 (at the same time)	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)		
<p>我々は分子シミュレーションや電子状態理論などを用いて、凝縮系におけるダイナミクスの様相およびその起源を分子レベルから明らかにすることを目的に研究を進めている。具体的には、生体分子系や液体・過冷却状態などのダイナミクスの解析を行っている。</p> <p>ラボ・ローテーションでは、凝縮系ダイナミクスを理解するための量子力学や統計力学の基礎学習と論文紹介、分子シミュレーションの基礎および実習を通して、学生自身の所属する研究室（専攻）とは異なる分野の基礎的素養・知識等の習得を目指す。</p> <p>We have been investigating dynamics in condensed phases by using molecular simulations and electronic structure calculations. Examples are including analyses of dynamics of liquids, supercooled liquids and biological systems.</p> <p>In this program, we aim to learn basic theoretical backgrounds and computational methods for investigating condensed phase dynamics by studying fundamental mechanics, quantum mechanics, and statistical mechanics and also by reading papers.</p>		
前提とする既習事項：量子力学、統計力学を既に履修していることが望ましい Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program. Quantum mechanics and statistical mechanics		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 固体 NMR による生体分子および有機分子材料の解析 Analyses of biomolecules and organic molecular materials using solid state NMR		
教員名前 西村 勝之 Supervisor Katsuyuki Nishimura		
専攻名 機能分子科学専攻 Department of Functional Molecular Science	分子動力学 講座 Molecular Dynamics Course	職 准教授 Status/Position Associate Professor
開講期間 要相談 Course Period: By consultation	受け入れ可能学生数 1名 Number of student allowed : 1	
研究の概要 Outline of Research 核磁気共鳴法(NMR)は、測定対象にラジオ波領域の電磁波を照射することにより、非破壊で物質内部の分子の詳細な構造や運動性に関する情報を、原子分解能で得ることができます。我々のグループでは、脂質膜と相互作用する生体分子や機能性有機分子材料などを対象として、分子構造および運動性を解析するための固体 NMR 測定法、および解析手法の開発を行っています。また、開発した測定法を用いて、これら分子の構造、および機能発現機構の解析を行っています。 ラボ・ローテーションでは、固体 NMR 測定について体験して頂く。なお、受入期間は指導教員と連絡を取った上で具体的に確定することとする。  Nuclear magnetic resonance (NMR) enables to obtain precise information of local structure and dynamics of molecules at atomic resolution without damage of molecules. Many of important biomolecules, and advanced materials are insoluble and functional at amorphous state. Thus solid state NMR is essential for the characterization of those molecules. We are working on the methodology and hardware developments of solid state NMR in addition to the characterization of those molecules. In this program, we aim to learn basic principles of solid state NMR and experience solid state NMR measurements.		
前提とする既習事項 特になし。 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: None.		



広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ キラル分子の設計・合成・機能探索		
Theme of Research: Design, Synthesis, and Exploring Function of Chiral Molecules		
教員名前 榎山 儀恵		
Supervisor: Norie Momiyama		
専攻名 機能分子科学専攻	分子動力学 講座	職 准教授
Department of Functional Molecular Science	Molecular Dynamics Course	Status/Position: Associate Professor
開講期間 6～12月	受け入れ可能学生数 1～2名	
Course Period: June-December	Number of students allowed: 1-2	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい)		
Outline of Research: (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)		
<p>キラリティは、地球上に存在する生命を特徴付ける性質のひとつです。そのため、原子核、分子といったサブナノの世界さらには物質というマクロの世界において、キラリティとその科学の重要性が広く知られています。私たちは、合成化学の手法を駆使して、キラリな機能性有機分子の設計・合成ならびにその機能の探索に取り組んでいます。特に、新規なキラリ分子性触媒やキラリ機能性材料の開発、キラリ小分子を効率的に合成する有機分子変換反応の開発を推進しています。</p> <p>ラボ・ローテーションでは、キラリ分子の合成とその機能の探索を行い、合成化学研究の基礎的手法と知識等の習得を目指します。また、実際の受入れ期間や具体的な研究内容は指導教員と連絡を取ったうえで具体的に確定します。</p> <p>Chirality is one of the distinctive features in our life. Therefore, it has been well known that chirality and its science is very important research subject in the field of atomic nucleus, molecules, and materials. Research in our group has been initiated in the general area of the chemical synthetic method in chemistry with a focus on the design, the synthesis, exploring the function of chiral molecules and the development of new transformations for chiral small molecule syntheses.</p> <p>In this program, we aim to learn basic skills for the synthesis by chiral molecule syntheses and the exploring their function. Details will be determined through discussions with the applicant and his/her mentor.</p>		
前提とする既習事項: 有機化学 (学部程度); 英語 (高等学校程度)		
Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Organic Chemistry (undergraduate level); English (high-school level)		

物理科学研究科

School of Physical Science

天文科学専攻

Department of Astronomical Science

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム

Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives

総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ: 近赤外線分光及び撮像観測による、星間物質の物理状態の研究および、星生成領域及びスターバースト銀河の研究		
Theme of Research : Near-Infrared Imaging and Spectroscopic observations of Interstellar medium, Star & Planet Forming Regions & Starburst Galaxies		
教員名前 臼田 知史 Supervisor: Tomonori Usuda		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	光赤外線天文学系講座 Optical and Infrared Astronomy Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 前期・後期 (要相談) Course Period: 1st Semester/2nd Semester (consultation required)	受け入れ可能学生数 1名 Number of student allowed: 1	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research: (1) 星間物質の物理状態の研究 星間物質として最も組成の多い水素に着目した研究を遂行している。具体的には、星や惑星の生成母体となる高密度の星間分子ガス中、最も豊富な水素分子と二番目に多い一酸化炭素の線スペクトルを、近赤外線の波長帯で分光観測することにより、ガスの密度や温度、組成比といった、星・惑星の生成・進化にとって鍵となる基礎物理量を明らかにする。また、星間空間で発見されている様々な分子を作るための基となる $H_3^+$ イオンの線スペクトルを近赤外線の波長帯で分光観測することにより、星間空間における様々な化学反応を理解する。 (2) 近赤外線分光及び撮像観測による星生成領域及びスターバースト銀河の研究 近赤外線の波長帯の分光観測で観られる水素分子輝線は、星生成領域やスターバースト銀河といった活動性の高い場所で主に観測される。複数の水素分子輝線の強度比を調べることにより、水素分子輝線の励起機構や温度・密度と言った物理量を明らかにすることができる。また、水素原子やヘリウムの再結合線や一酸化炭素の吸収線の結果と併せることにより、その場所における星生成史を明らかにする。 本ラボ・ローテーションでは、すばる望遠鏡など最先端の望遠鏡で実際に得られた赤外線の観測データを用いて、解析方法の基礎を学ぶと共に、解析結果からどのような考察が可能かについて実習する。		
前提とする既習事項 なし Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: None		

<p>研究テーマ</p> <p>銀河の形成・進化の解析及び自己重力多体系の緩和過程やカオスの遍歴現象、銀河の力学構造の解析（特に、星の3次元的位置や運動情報から、銀河内の全重力物質がつくる重力ポテンシャル分布や位相分布関数を構築する手法の開発）を行っている。さらに、実際に銀河系のバルジ構造内の星の距離や運動を高精度で測定できる赤外線位置天文観測衛星(JASMINE)計画を推進中である。</p> <p>Theme of Research:</p> <p>Themes of research are given as follows; the analysis of galaxy formation and evolutions, study on relaxation process and phenomena of chaotic itinerancies in self-gravitating systems, and the analysis of dynamical structures of galaxies. Especially the present main scientific theme is the development of the method how the gravitational potential and phase distribution function for all gravitating matters are constructed by using observed data of 3-dimensional stellar positions and motions. Furthermore I am promoting infrared astrometry satellite missions (which are called JASMINE missions) which provide distances and velocities of stars in the Galactic bulge with high accuracies.</p>		
<p>教員名前 郷田 直輝</p> <p>Supervisor: Naoteru Gouda</p>		
<p>専攻名 天文学専攻</p> <p>Department of Astronomical Science</p>	<p>光赤外線天文学系講座</p> <p>Optical and Infrared Astronomy Course</p>	<p>職 教授</p> <p>Status/Position Professor</p>
<p>開講期間 前期・後期（要相談）</p> <p>Course Period: 1st Semester/2nd Semester (Negotiable)</p>	<p>受け入れ可能学生数 1名</p> <p>Number of student allowed: 1</p>	
<p>研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research:</p> <p>宇宙の階層構造形成の研究に密に関わる自己重力多体系の物理、位置天文観測と距離測定などに関して講義や演習などを行う。具体的には以下の項目を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 宇宙の階層構造と自己重力                     <ul style="list-style-type: none"> <li>*宇宙に存在する様々なスケールにわたる階層構造の概説、そして、“自己重力”がそのような構造が形成される最大の要因であることを説明する。</li> </ul> </li> <li>2. 自己重力多体系の物理（特異性など）                     <ul style="list-style-type: none"> <li>*自己の重力で束縛されている系を自己重力多体系とよぶが（銀河、星団、銀河団など）、重力が実際に長距離力であることに起因して他の日常的に知られた、短距離力からなる系とは異なった興味深い現象を示す。その現象の説明とともに、これらが天体の構造形成にも大きく関わっていることを概説する。</li> </ul> </li> <li>3. 位置天文観測と天体までの距離測定                     <ul style="list-style-type: none"> <li>*自己重力多体系の解明のためには、星の3次元的位置と3次元的速度の情報が不可欠である。星までの距離や天球上での位置、接線速度を測定するのが位置天文観測であり、その説明を行う。さらに、天体までの距離の決め方についても概説する。</li> </ul> </li> <li>4. 位置天文観測で探る自己重力多体系                     <ul style="list-style-type: none"> <li>*日本を含む世界で進められている位置天文観測衛星の紹介、衛星計画の進め方、これらの計画で今後、自己重力多体系などに関してどのようなことが分かっていくのかを概説する。さらに、JASMINE 計画で進めている開発、実験の一部現場の見学も行う。</li> </ul> </li> </ol>		
<p>前提とする既習事項 なし</p> <p>Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Nothing</p>		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン  
 School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 多様な星形成および惑星系形成の研究 Theme of Research: Star formation in various mode and planetary system formation		
教員名前 齋藤 正雄 Supervisor: Masao Saito		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	光赤外線天文学系講座 Optical and Infrared Astronomy Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 後期（要相談） Course Period: 2nd Semester (consultation required)		受け入れ可能学生数 1名 Number of student allowed: 1
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research:  I'm interested in why various star formation, such as a single, binary, low-mass, massive, and etc occurs under certain environment from observations with large telescopes. I'm also following low-metallicity clouds in the outer galaxy, interstellar chemistry with my collaborators.  Laboratory rotation course will be performed in Mitaka. You will learn how to plan a telescope/instrument project. Starting from science use cases, you define scientific requirements and flow down to system requirements. You set requirements for subsystems to comply with system requirements as well as independent system level requirements, and so on. In the end, you will make a concept of a future telescope/instrument. After the course is complete, you acquire capabilities to propose future astronomical instrument to match with your science interest.		
前提とする既習事項 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Not applicable.		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン  
 School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ Theme of Research: Astroinformatics		
教員名前 関口 和寛 Supervisor: Kazuhiro Sekiguchi		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	光赤外線天文学系講座 Optical and Infrared Astronomy Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 前期・後期（要相談） Course Period: 1st Semester/2nd Semester (consultation required)		受け入れ可能学生数 1名 Number of student allowed: 1
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research: 多波長大規模サーベイ観測による銀河および活動銀河核(AGN)生成と進化の研究。特に硬X線、赤外線、サブミリ波観測を用いた「隠された」星形成および超巨大ブラックホールの研究を進めている。さらに、激変星およびX線連星の高時間分解能での偏光・分光・測光による連星系の構造、降着円盤物理研究を行っている。		
前提とする既習事項 なし Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: None		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 赤外線天文学、赤外線観測装置開発、補償光学系開発 Theme of Research: Infrared Astronomy, Infrared Instrumentation, Adaptive Optics Development		
教員名前 高見 英樹 Supervisor: Hideki Takami		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	光赤外線天文学系講座 Optical and Infrared Astronomy Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 前期・後期（要相談） Course Period: 1st Semester/2nd Semester (consultation required)		受け入れ可能学生数 1名 Number of student allowed: 1
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい）  大気揺らぎを補正して回折限界像を得る補償光学装置を開発し、すばる望遠鏡に取り付け観測的研究を進める。近年は、すばる望遠鏡+補償光学装置を使って低温度星の大気の空間構造を研究。  Outline of Research: Takami has been working in development of adaptive optics systems for astronomy for Subaru Telescope. He has also conducted science on the outer atmosphere of low temperature stars with high spatial resolution capability using adaptive optics.		
前提とする既習事項 なし Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: None		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 彗星の物理進化、流星と彗星の母天体の関連の解明 Theme of Research: Physical Evolution of Comets, Relationship between meteor streams and parent comets		
教員名前 渡部 潤一 Supervisor: Junichi Watanabe		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	光赤外線天文学系講座 Optical and Infrared Astronomy Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 前期・後期（要相談） Course Period: 1st Semester/2nd Semester (Consultation required)		受け入れ可能学生数 1名 Number of students allowed: 1
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research: 太陽系小天体（彗星、流星、小惑星、太陽系外縁天体）の観測的研究。主に可視光・赤外線を用いた撮像分光観測によって、これらの天体の観測により、その起源と進化を追いかける。最近では、彗星の物理進化を流星群活動から解明していこうとしている。一方、最新の天文学の成果を講演、執筆、メディア出演などで社会に伝える活動を行いつつ、ニュースソースと報道の関係も研究しつつある。 Observational studies on small solar system bodies such as comets, asteroids, trans-Neptunian objects will be performed mainly by imaging and spectroscopic methods in optical and infrared wavelength region in order to know their origin and evolution. Recently we try to clarify the physical evolution of comets from the activity of meteor showers. We also try to study the relationship between media and scientific research community through the news releases and their covered articles.		
前提とする既習事項 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Basic physics and skill to use UNIX or WINDOWS programs		



広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン  
 School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 重力波検出器 KAGRA を用いた重力波天文学 Theme of Research: Gravitational wave astronomy with KAGRA		
教員名前 麻生洋一 Supervisor: Yoichi Aso		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	光赤外線天文学系講座 Optical and Infrared Astronomy Course	職 准教授 Status/Position: Associate Professor
開講期間 前期・後期 (要相談) Course Period: 1st Semester/2nd Semester (Negotiable)	受け入れ可能学生数 1 Number of student allowed: 1	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research: (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)		
<p>The first direct detection of gravitational waves from colliding black holes in September 2015 by LIGO detectors heralded the era of gravitational wave astronomy. Gravitational waves will offer us rich opportunities to explore secrets of the Universe otherwise unobtainable with conventional observation methods. Our group is playing a key role in the construction of Japanese next generation gravitational wave detector KAGRA. KAGRA is world's first cryogenic interferometer of 3km arm length being constructed at the underground site of Kamioka mine, Gifu prefecture.</p> <p>We can offer students a variety of research projects related to the development of KAGRA ranging from hands on experiments (vibration isolation systems, optical tests etc) to computer simulations and data analysis depending on the expertise and interest of individual student. The program can take place either in Mitaka or Kamioka.</p>		
前提とする既習事項 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: General laboratory experience is desirable, but not mandatory.		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム

Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives

総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ ・ TMT 主鏡セグメントの製造および関連する技術検討 ・ 大型光学系の反射性能およびコーティング技術の検討 ・ すばる望遠鏡や TMT のような光学赤外線望遠鏡に関する効果的な技術レポートや広報 環境や文化への配慮を含む Theme of Research: *Fabrication and technical study associated with the fabrication of the primary mirror segments of TMT *Performance of telescope optics and coating study *Effective press release and technical report of both science and engineering aspects about the optical-infrared telescopes such as the Subaru Telescope or Thirty Meter Telescope, with consideration on the environment and the culture.		
教員名前 林 左絵子 Supervisor: Saeko S. Hayashi		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	光赤外線天文学系講座 Optical and Infrared Astronomy Course	職 准教授 Status/Position Associate Professor
開講期間 前期・後期（応相談、直接対面ではなくオンラインでの通信に限る） Course Period: 1st Semester/2nd Semester (to be discussed, and interaction will be on-line)	一度に受け入れ可能な学生数 1名 Maximum number of students allowed at a time = 1 注：タイムゾーンとしてカリフォルニアから +/- 9 時間以内とする。 Note: the student has to be in a time zone within 9 hours (ahead/behind) of California.	
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） ラボローテーションについて2つのテーマを考えています。 テーマ1：望遠鏡基本光学系の性能評価と性能向上の検討。 望遠鏡の効率を左右する要素の検討。 設置場所による性能の違いの検討。 理想的な設置場所ではないがアクセスが良い場所に望遠鏡を設置する場合に必要な工夫。 理想的な設置場所だがアクセスが良くない場所に望遠鏡を設置する場合に必要な工夫。  テーマ2：TMT プロジェクトを家族、知り合いなどに説明する場合の効果的なアプローチの検討。 主に英語、加えて、できる場合は日本語での説明。 メディアへの説明文の練習。 社会における科学、科学者の認知度向上を目指す。  ラボ実習の方法： ● 週に一度はオンラインによりこちらからの解説、双方向議論、その議論に基づきミニレポート作成。 ● 可能な範囲での情報収集（図書館が利用できる場合は図書館、オンラインによる資料収集でもかまわない）。		

テーマ1の場合、自分が適切と思う望遠鏡の基本デザインと設置場所に関する考察を最終レポートとし、プロジェクト資金獲得のための説明という想定で発表を行う。レポートはできる限り英文とするが、発表は日本語でもかまわない。

テーマ2の場合、記者発表または研究機関／研究組織のニュースレターに投稿する想定で、最終レポートを作り、記者会見という想定で発表を行う。レポートは英文とするが、発表は日本語でもかまわない。

### **Outline of Research:**

I have two themes for graduate student's Lab-Rotation program:

1. Studying the performance of the large telescope optics.
  - a. Investigate factors that affect their performances.
  - b. Consideration of the environmental effect of the telescope site.
  - c. Technology that helps telescopes with good accessibility, but on not ideal site.
  - d. Technology that helps telescopes on a very good site with limited accessibility.
2. How to effectively explain TMT project to the family, friends, etc.
  - a. Explain in English, in addition in Japanese if possible.
  - b. Write up some press releases.
  - c. Aim to improve awareness of the science and scientists.

How to conduct this program:

- Interaction will be limited to online only, since it is highly unlikely that I can travel outside of my current work site (California, USA).
- Weekly meeting: explanation from this side, discussion, short report based on the discussion.
- Gather information as much as possible utilizing online tools.

For theme 1: The final report will be about the design and the location of the student's ideal telescope. Make presentation as if one is doing so to get funding for that project.

For theme 2: The final report will be a press release or an article for the school/institute's newsletter. Make presentation as if one is doing a press conference.

前提とする既習事項

\*すばる望遠鏡またはTMTの概要（少なくともそれぞれの元のウェブサイトにある情報を理解していること、英語サイトを必須とし日本語サイトはもし可能であればとする）

Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program:

\*Basics about the Subaru Telescope or TMT (at least, understand what is posted at its original English and if possible Japanese websites.)

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 干渉計 (ALMA) データの一次解析		
Theme of Research: ALMA data reduction		
教員名前 伊王野大介		
Supervisor: Daisuke Iono		
専攻名 天文科学専攻	光赤外線天文学系講座	職 准教授
Department of Astronomical Science	Optical Infrared Astronomy Course	Status/Position: Associate Professor
開講期間 要相談	受け入れ可能学生数 1名	
Course Period: negotiable	Number of student allowed: 1	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい)		
Outline of Research: (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)		
<p>ALMA データの一次解析と画像処理を習得してもらうことを目的とする。具体的には、ALMA で観測された銀河のアーカイブデータをダウンロードし、CASA Guide に記載されている手順に従って一次解析を行う。その後、一次解析後のデータを用いて CLEAN による画像合成 (deconvolution) を行う。最終的には、得られた画像を多波長データと比較し、科学的な考察を行う。</p> <p>The aim of this program is to learn how to reduce ALMA data. In particular, the student will download the archival ALMA data of a galaxy obtained using ALMA, follow the CASA guide, and reduce the data. Following data reduction, the student will image the data using the CLEAN deconvolution algorithm implemented in CASA. The final goal of this program is to analyze the data in the context of multi-wavelength data.</p>		
前提とする既習事項		
Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Basics of Linux/Unix, Fourier Transform		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム

Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives

総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 電波干渉計と開口合成の基礎		
Theme of Research: Basics of radio interferometry and aperture synthesis		
教員名前 井口 聖 Supervisor: Satoru Iguchi		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	講座 電波天文学系講座 Radio Astronomy Course	職 教授 Status/Position: Professor
開講期間 前期・後期（要相談） Course Period: 1st Semester/2nd Semester (Negotiable)	受け入れ可能学生数 1名 Number of students allowed: 1	
研究の概要： 基礎的な電波天文および電波干渉計について理解するとともに、電波望遠鏡の性能とその能力を理解し、ブラックホールやダークマターハローを含む銀河構造と運動学の研究について学ぶ。 Outline of Research: Students will learn about galactic structure and kinematics including black holes and dark matter halos while acquiring basic knowledge of radio astronomy and interferometry through practical experience with cutting-edge radio telescopes. 研修の内容： このラボ・ローテーションでは、次の事を学んでもらいます。それは、1. 電波望遠鏡の原理、2. 電波干渉計を理解するための開口合成による望遠鏡アレイ技術、そして3. 最先端の電波望遠鏡アレイのデータ解析による銀河の運動学です。これらは、ゼミ形式で実施し、他の学生や大学院生と一緒に進めさせていただきます。 一方、もし受講者からの依頼があれば、理解が難しい電波干渉計に関する講義だけに集中したラボ・ローテーションも対応します。基礎から応用編まで、個々人の能力と興味に合わせて研修内容を考えます。 これらどのケースにおいても、ラボ・ローテーションの成果として、研究レポートをまとめて頂きます。 Descriptions of Laboratory Rotation Program: Students will be required to learn the following items: 1. principle of radio telescope, 2. techniques of aperture synthesis telescope array in order to radio interferometer, and 3. data reduction and galactic kinematics with cutting-edge radio telescope arrays, through seminars with other graduate/postdoctoral students. In addition to this, upon request from a student, deep lectures of radio interferometry will also be given. Since many students find it difficult to understand radio interferometry, the lectures will be designed to meet each individual's level and interest from beginner to advanced levels. Students will be required to make reports of their presentation and the lectures they attended as part of the outcomes of the Laboratory Rotation Program.		
前提とする既習事項： 物理学・数学・確率統計の知識、及び銀河形成の基礎知識。 これらの基礎知識が無い場合には基礎的なレクチャーを行う。 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Applicants are expected to have knowledge of physics, mathematics, and probability statistics as well as basic knowledge of galaxy formation. If there is a lack of knowledge, basic lectures will be given.		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン  
 School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ ミリ波サブミリ波による遠方宇宙の研究 Theme of Research: Millimeter and sub-millimeter study of distant universe		
教員名前 川邊 良平、大島 泰 Supervisor: Ryohei Kawabe, Tai Oshima		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	電波天文学系講座 Radio Astronomy Course	職 教授、助教 Status/Position Professor, Assistant Professor
開講期間 前期・後期（要相談） Course Period: 1st Semester/2nd Semester (consultation required)		受け入れ可能学生数 1名 Number of student allowed: 1
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい）  遠方の銀河や銀河団の広域探査を可能とするミリ波サブミリ波観測のためのミリ波サブミリ波電波カメラ、および、これを用いた観測手法の開発を推進している。これらの装置の開発の研修を実施してもらおう。また、将来の観測のためのシミュレーションや、ALMA 望遠鏡の観測データ解析に関する研修も可能である。  Outline of Research: We are developing a new millimeter / sub-mm camera and new observation methods using the camera for extensively probing distant galaxies and galaxy clusters. One possible research will be joining the development team to experience measurements or developments of the camera. Other opportunities will be the simulation study of future observations using this camera or observational research using ALMA data.		
前提とする既習事項 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Basics of Mathematics, Physics, Astronomy, and Python		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ SKA におけるシステム設計と科学要求検討		
Theme of Research: Research for SKA science requirement and system design		
教員名前 小林 秀行		
Supervisor: Hideyuki Kobayashi		
専攻名 天文学専攻	電波天文学系講座	職 教授
Department of Astronomical Science	Radio Astronomy Course	Status/Position Professor
開講期間 前期・後期	受け入れ可能学生数 1名	
Course Period: 1st Semester/2nd Semester	Number of student allowed: 1	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい)		
Outline of Research:		
<p>2020 年から建設が開始される SKA1 計画において、研究を行う科学目標を設定し、それに向けたシステム要求と実現するためのシステム設計を行う。SKA は、南アフリカ、オーストラリアに建設される 50 MHz から 15GHz の大規模電波干渉計である。これを用いて、銀河の形成と進化、ダークエネルギーやダークマターの研究、ブラックホールなどによる重力波の研究、宇宙磁場の起源に関する研究、パルサー、FRB などの変動天体の研究、生命起源分子や宇宙文明の探査などの現代天文学の根幹となる研究が展開される。( <a href="https://www.skatelescope.org/science/">https://www.skatelescope.org/science/</a> ) これらについてテーマを設定し、研究に必要な性能要件を検討し、それを実現するための望遠鏡システムの要求要件を検討しレポートする。</p> <p>SKA1 will be started the construction from 2020, which is the largest radio interferometer from 50MHz to 15GHz. The science goals of SKA are formation and evolution of galaxies, origin of dark energy and dark matter, gravitational wave from massive black holes, origin and evolution of cosmic magnetism, strong-field tests of gravity using pulsars and black holes, and the cradle of life. The student will ask a research related to the SKA1 science and system requirements. The report for the SKA1 system requirement of a selected science goal is required.</p>		
前提とする既習事項 なし		
Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: None		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン  
 School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ VLBI 観測による銀河系または超巨大ブラックホールの研究、 Theme of Research: Observational studies of the Galaxy or super-massive black holes with VLBI		
教員名前 本間 希樹 Supervisor: Mareki Honma		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	電波天文学系講座 Radio Astronomy Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 前期・後期 (要相談) Course Period: 1st Semester/2nd Semester(negotiable)	受け入れ可能学生数 1名 Number of student allowed : 1	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research: 当研究室におけるラボ・ローテーションでは、国立天文台のVERAのデータを用いて銀河系内メーザーの位置計測を行い、それに基づいて銀河系の動力学構造について調べる。または、国際的なミリ波 VLBI ネットワークを用いた超巨大ブラックホールの観測研究に関連して、実際の観測データやシミュレーションデータなどを用いて VLBI のデータ解析やブラックホール研究について学ぶ。もし興味があれば VLBI 関連の装置開発あるいはソフト開発に関わってもらってもできる。  In this laboratory rotation program, the student will work on observational data of Galaxy-scale maser astrometry obtained with VERA, and investigate the three-dimensional structure and dynamics of the Galaxy. Alternatively, the student can work on data analysis and observational study of AGNs and super-massive black holes based on VLBI technique. If interested, the student can contribute to development of hardware/software related to VLBI/		
前提とする既習事項 なし Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: none		



広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム

Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives

総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ : ALMA アーカイブデータ利用術の習得、もしくは ALMA データ解析・イメージングの習得 Theme of Research: How to use ALMA Archive Data? / ALMA Data Reduction and Imaging		
教員名前 永井 洋 Supervisor: Hiroshi Nagai		
専攻名 天文学専攻 Department of Astronomical Science	講座 電波天文学 Radio Astronomy Course	職 准教授 Status/Position: Associate Professor
開講期間: 前期・後期 (要相談) Course Period : 1 <sup>st</sup> Semester/2 <sup>nd</sup> Semester (consultation required)	受け入れ最大可能学生数 1名 Maximum number students allowed : 1	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.) ALMA のデータを研究に取り入れたいと思っている方に、ALMA アーカイブデータの利用術を指導します。ご自身の興味があるサイエンスのテーマで、ALMA を使って新しく開拓できそうな研究を一緒に考え、ALMA アーカイブデータを用いて研究します。ALMA Archive Query の活用の仕方、データの中身のチェックの仕方を学び、画像から物理量を引き出す一連の過程を実践してもらいます。 すでに ALMA データを取り扱ったことがあるものの、データ解析やイメージングを深堀りしたい、あるいは自分の解析に自信がないという方も歓迎です。データ解析スクリプト (スタンダードな解析以外に、偏波観測、Bandwidth switching、Band-to-Band phase transfer などの複雑な解析でも OK) の各ステップを一つ一つ理解するお手伝いをします。パラメーターのいじりどころを学んだり、通常の解析ステップにはない工夫などを習得します。データ解析の背景にある電波干渉計原理やアルマの観測システムを深く理解することを目指します。 特にテーマにこだわらない場合は、銀河団中心銀河における AGN 質量降着・フィードバックに関する研究、もしくは AGN ジェットに関する研究を想定したデータを取り扱います (後者の場合、キャリアブレーターのフラックスモニターデータを用います)。 This program helps you to utilize ALMA archival data for your science. Novice students learn how to use the ALMA science archive, check the data contents in the archive package, and derive physical quantities from the images. For those who have an experience of ALMA data, advanced calibration and imaging will be lectured. The data used for this program can be customized according to the student's interest. If no preference, the students will work on the data which observed central galaxies in galaxy clusters and study the role of cold gas for the AGN feeding and feedback or use QSO flux monitoring data to study the physics of AGN jets. The final goal of this program is to obtain a deep understanding of interferometry and observing system though the ALMA data handling.		
前提とする既習事項 なし Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program:		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 光子の統計情報を用いた天体観測手法の研究 Theme of Research: Photon statistics as a tool for astronomical observations		
教員名前 松尾 宏 Supervisor: Hiroshi Matsuo		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	電波天文学系講座 Radio Astronomy Course	職 准教授 Status/Position Associate Professor
開講期間 前期・後期（要相談） Course Period: TBD (consultation required)	受け入れ可能学生数 1名 Number of student allowed: 1	
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research: 電波光子の統計に基づく新たな天体観測手法の研究を進めている。サブミリ波から遠赤外線領域（テラヘルツ領域）で期待される光子バンチの広帯域検出技術および光子計数型の干渉技術の開発研究を行う。検出器技術の開発として、SIS 光子検出器を用いたテラヘルツ光子計数技術の開発を行う。将来の干渉技術として、強度干渉計を応用した光子計数型干渉計の開発研究を進める。本研究テーマでは、極低温実験装置の取り扱い、超伝導検出器と極低温回路の評価、これらの測定機器を用いた光学実験などを行う。 将来計画として宇宙空間からのテラヘルツ強度干渉計の検討を行っており、高感度高解像度のテラヘルツ天体観測手法の研究を進める。本研究テーマでは、天体観測に必要な観測機器の性能などを理解し、テラヘルツ強度干渉計で期待される成果について検討を行う。 Research and Development will be made on photon counting technology and their application in terahertz frequencies. Evaluation of photon counting performance will be made using superconducting tunnel junction detectors. The intensity interferometer using the photon counting technology will be studied for future high angular resolution terahertz astronomy.		
前提とする既習事項 物理学 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Physics		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 小惑星探査機「はやぶさ2」軌道推定 Theme of Research: Trajectory estimation of asteroid explorer Hayabusa2.		
教員名前 松本 晃治 Supervisor: Koji Matsumoto		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	電波天文学系講座 Radio Astronomy Course	職 准教授 Status/Position Associate Professor
開講期間 前期・後期（要相談） Course Period: 1st Semester/2nd Semester (consultation required)		受け入れ可能学生数 1名 Number of student allowed: 1
小惑星探査機「はやぶさ2」のレーザ高度計データを用いて、リュウグウに対する探査機の軌道を推定する。実データ解析の実習を通して SPICE ライブラリの基礎も学ぶ。 Outline of Research: To estimate trajectory of asteroid explorer Hayabusa2 with respect to Ryugu using laser altimeter data. The student will also learn basics of SPICE library through the real data analysis.		
前提とする既習事項 UNIX に慣れていること。 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: The student is supposed to be familiar with UNIX system.		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 惑星系形成の理論的研究 Theme of Research: Theoretical Study on Formation of Planetary Systems		
教員名前 小久保 英一郎 Supervisor: Eiichiro Kokubo		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	共通基礎天文学系講座 General Astronomy and Astrophysics Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 前期・後期（要相談） Course Period: 1st Semester/2nd Semester (consultation required)		受け入れ可能学生数 1名 Number of student allowed: 1
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research: 惑星系形成過程の理論的研究。銀河系には太陽系をはじめとして様々な惑星系が存在する。理論とシミュレーションを駆使して惑星系形成の素過程を明らかにし、多様な惑星系の起源を描き出すことを目指す。 研修では、惑星系形成の素過程(軌道進化や集積進化)についての基礎理論の演習やコンピュータを用いての数値実験等を行う。 Theoretical study of formation of planetary systems. It is now recognized that in the Milky Way galaxy, there are various planetary systems, including our own solar system. Using basic astrophysics and computer simulations, I investigate elementary processes of planet formation and aim at constructing a general theory for formation of planetary systems. In this course we review elementary processes of planet formation such as orbital and accretionary evolution and try some basic numerical simulations.		
前提とする既習事項 力学、統計力学、熱力学 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Mechanics, Statistical Mechanics, Thermodynamics		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 巨大電波望遠鏡アルマを用いた惑星系形成の研究 Theme of Research : for the giant radio telescope ALMA		
教員名前 深川 美里 Supervisor : Misato Fukagawa		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	共通基礎天文学系講座 General Astronomy and Astrophysics Course	職 教授 Status/Position: Professor
開講期間 応相談 Course Period : negotiable	受け入れ最大可能学生数 1名 Maximum number students allowed : 1	
研究の概要 太陽系のような惑星系がどのように誕生したのかを理解することは、現代天文学の主要課題の一つです。惑星系は若い星をとり囲む円盤状の構造の中で誕生します。そのような円盤状構造を最も詳しく観測できるのが、チリの標高 5000 メートルの高地に設置された巨大な電波干渉計アルマです。このラボ・ローテーションでは、アルマ望遠鏡で得られた惑星系誕生現場のデータを実際に解析します。解析を通じて、天文データの処理方法や観測量の誤差について知るとともに、天体の明るさ（放射される電磁波の強度）から天体の性質を決める密度や温度といった物理量をどのように導くのかを学びます。最後に解析結果についての簡単なレポートを作成します。  Outline of Research Understanding how planetary systems like our own Solar system form in the Universe is one of the major challenges in the contemporary astronomy. To address this question, it is most straightforward to look into the birthplaces of planets around young stars, called protoplanetary disks. ALMA, the giant radio interferometer located at the high-altitude site (5000 m) in Chile, is the best telescope for the detailed observations of disks. In this Lab-rotation course, the student experiences analysis of the data for protoplanetary disks, understands the reduction process of astronomical data and uncertainties in the measurements, then learns how to extract the physical property of the target object from its electromagnetic intensity (brightness of the radiation). The student summarizes the reduction results in a short report.		
前提とする既習事項 力学・電磁気学の基礎、Linux が扱えること Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Basic mechanics and electromagnetism, experience with Linux		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム

Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives

総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ アストロバイオロジー：天文学と分光学と化学と生物学と・・・		
Research theme: collaborative research among astronomy, spectroscopy, chemistry, biology, informatics, and others		
教員名前 大石 雅寿 Supervisor: Masatoshi Ohishi		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	共通基礎天文学系講座 General Astronomy and Astrophysics Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 前期・後期（要相談） Course Period: 1st Semester/2nd Semester (on consultation)	受け入れ可能学生数 1名 Number of student allowed: 1	
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research: 宇宙空間における星間分子の検出やその化学の理解は、分光学や化学の成果を天文学に活かした好例である。また、宇宙空間が極低密度、かつ、極低温であるため、地上の実験室で得られない物理条件下における物質の振る舞いを天文観測から理解することも可能である。また、宇宙空間における大型星間分子（有機分子）として生命関連物質がどこまで進化するのかを研究することを通じて宇宙と生命との関連も探り始めている。 Discoveries of interstellar molecules and understanding on their chemistry can be regarded good examples of successful application of spectroscopy and chemistry to astronomy. Further it is known possible from astronomical observations to understand behaviors of matters under extreme conditions that cannot be achieved in laboratories, because of the extreme low temperatures and low densities in the interstellar space. Our group has started a new research theme in understanding lives in the Universe through studying evolution of prebiotic species (large organic molecules) in the interstellar space. 研修可能内容：Possible themes ● 分光学や化学の天文学における応用 Application of spectroscopy and/or chemistry in astronomy; 具体的テーマとして、ALMAによって取得した広帯域電波スペクトルに含まれる有機分子スペクトルの分析を行う。 ● その他 Others		
前提とする既習事項 なし Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: 前提知識は特に必要とはしないが、分光学の基礎知識があると取り組みやすいと思います。		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 初等中等教育における天文教育の進め方 本格的な研究観測画像を用いた実践的な天文教育カリキュラムの開発 4D2U 宇宙映像利用による科学文化形成と地域再生 日本の文化に適応したサイエンスコミュニケーション活動の研究 日本人が身に付けるべき科学技術の基礎的素養に関する研究 ほか Theme of Research		
教員名前 縣 秀彦 Supervisor: Hidehiko Agata		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	共通基礎天文学系講座 General Astronomy and Astrophysics Course	職 准教授 Status/Position Associate Professor
開講期間 前期・後期（要相談） Course Period: 1st Semester/2nd Semester (consultation required)		受け入れ可能学生数 1名 Number of student allowed: 1
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research:  国立天文台天文情報センターにおける広報・アウトリーチ・教育活動の体験。例えば、 質問電話対応、定例観望会や 4D2U ドームシアター公開事業のスタッフ体験、国立天文 台ガイドツアーのスタッフ体験など。		
前提とする既習事項 なし Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: None		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ Theme of Research		
教員名前 市川 伸一 Supervisor Shinichi Ichikawa		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	共通基礎天文学系講座 General Astronomy and Astrophysics Course	職 准教授 Status/Position Associate Professor
開講期間 前期・後期（要相談） Course Period: 1st Semester/2nd Semester (consultation required)	受け入れ可能学生数 1名 Number of student allowed: 1	
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research:  天文データベースの開発・構築・運用を行い、それを活用して銀河の統計的性質を調べる。		
前提とする既習事項 なし Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program:None		



広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 日震学、とくに局所的日震学および星震学 Research Themes: Helioseismology, local helioseismology and asteroseismology		
教員名前 関井 隆 Supervisor: Takashi Sekii		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	共通基礎天文学系講座 General Astronomy and Astrophysics Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 前期・後期（要相談） Course Period: 1st Semester/2nd Semester (consultation required)	受け入れ可能学生数 1名 Number of student allowed: 1	
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research: <p>太陽における振動・波動現象から内部構造を探る「日震学」を主な研究テーマにしている。太陽の音波モードの固有振動数スペクトルの逆問題による内部構造探査、太陽の微分回転が固有振動数に影響を及ぼす <b>rotational splitting</b> の逆問題解析による内部回転探査の他、局所的な波の伝播を解析することで、表面付近の磁場や流れを探る局所的日震学について理論的・観測的な研究を行なっている。また脈動星を対象に、原理的には同じ手法を展開する「星震学」や、非線型振動の数学的なモデルとして力学系の解析にも興味を持っている。</p> <p>ラボ・ローテーションでは日本の太陽観測衛星「ひので」や、NASA の科学衛星 SDO (Solar Dynamics Observatory) の日震学データ解析（パワースペクトルや走時曲線の計算から）や Kepler の星震学データ解析（時間間隔が不定な時系列の解析）の他、一般的な線型逆問題について簡単な例題から出発して実習形式で学ぶことも可能である。</p>		
前提とする既習事項 なし Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: None		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム

Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives

総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 多波長天文データベースに基づいたダストに隠された活動性と銀河形成・進化の研究		
Research Theme: Research of dust enshrouded activities, formation and evolution of galaxies based on large astronomical multi-wavelength database		
教員名前 高田 唯史 Supervisor: Tadafumi Takata		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	共通基礎天文学系講座 General Astronomy and Astrophysics Course	職 准教授 Status/Position Associate Professor
開講期間 前期・後期 (要相談) Course Period: 1st Semester/2nd Semester (consultation required)	受け入れ可能学生数 1名 Number of student allowed: 1	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research: すばる望遠鏡を中心とした可視近赤外線望遠鏡を用いた観測、及び多波長に渡る観測やデータアーカイブシステムから得られたデータを相補的に用いながら、早期宇宙における、ダストに隠された大規模星形成についての詳細な解析を行うことで、大質量銀河の形成・進化とその中心に存在する超巨大ブラックホールの共進化について研究を進めている。 研修の内容としては、天文データ解析に必要な計算機に関する知識や、データ処理方法の理解を深めるための、実データを用いたデータ解析の実習や、解析によって抽出された情報を蓄積・整理する上で必要なデータベースの基礎知識を習得するための実習を中心に行う予定である。		
前提とする既習事項 UNIX を OS とする計算機を利用したことがある。 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Require the experience of using UNIX based computers.		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 太陽地上光学における最先端の観測 Theme of Research: Cutting-Edge Ground-Based Solar Optical Observations		
教員名前 花岡 庸一郎 Supervisor: Yoichiro Hanaoka		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	共通基礎天文学系講座 General Astronomy and Astrophysics Course	職 准教授 Status/Position Associate Professor
開講期間 前期・後期（要相談） Course Period: 1st Semester/2nd Semester (negotiable)	受け入れ可能学生数 1名 Number of student allowed: 1	
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research: 太陽表面における活動現象の光学・赤外観測を利用した研究及びそのための装置開発を行っている。 I have been working on the observational research of the active phenomena occurring on the solar surface as well as the development of instruments. ラボ・ローテーションでは、太陽表面の活動領域や活動現象を実例として、分光・偏光観測手法とデータの扱い方の基本及び基本的な物理量導出の原理について、実験かデータ処理のいずれかに重点をおいて、実習する。 In this laboratory rotation program, students are asked to do exercises in spectroscopy and polarimetry of the solar active regions and solar active phenomena in visible or infrared wavelengths, or exercises in the reduction of the observational data and the derivation of physical quantities.		
前提とする既習事項 特になし Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: nothing in particular		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン  
 School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 太陽フレア中の超高温プラズマの研究 Theme of Research: Study of super-hot plasmas in solar flares		
教員名前 原 弘久 Supervisor: Hirohisa Hara		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	共通基礎天文学系講座 General Astronomy and Astrophysics Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 前期・後期（要相談） Course Period: 1st Semester/2nd Semester (consultation required)	受け入れ可能学生数 1名 Number of students allowed: 1	
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい）  ひので衛星の極端紫外線(EUV) Imaging Spectrometer の EUV 輝線分光観測データと SDO 衛星の EUV 撮像観測データを解析して、太陽面爆発フレアにより発生する超高温プラズマの運動とその発生場所について学ぶ。  Outline of Research:  The student will learn about characteristic motions of super-hot plasmas in solar flares and the sites of occurrence by analyzing the EUV emission-line spectra from the EUV Imaging Spectrometer on the Hinode satellite and the EUV images of the coronal imagers on the SDO satellite.		
前提とする既習事項：基礎物理学 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Knowledge of fundamental physics		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ アーカイブデータを用いた天文学		
Theme of Research Astronomy using archive data		
教員名前 山岡 均 Supervisor: Hitoshi Yamaoka		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	共通基礎天文学系講座 General Astronomy and Astrophysics Course	職 准教授 Status/Position Associate Professor
開講期間 前期・後期（要相談） Course Period: 1st Semester/2nd Semester (consultation required)	受け入れ可能学生数 1名 Number of student allowed: 1	
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） すばる HSC などのアーカイブデータを用いた天文学・ツール開発を実践する。  Outline of Research: Astronomy research and program development using archive data (including Subaru HSC)		
前提とする既習事項 なし Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: None		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム

Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives

総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 惑星形成円盤の観測予測計算		
Theme of Research: Synthetic observations of planet-forming disks		
教員名前 片岡章雅		
Supervisor : Akimasa Kataoka		
専攻名 天文科学専攻	共通基礎天文学系講座	職 助教
Department of Astronomical Science	General Astronomy and Astrophysics Course	Status/Position Assistant Professor
開講期間 前期・後期 (要相談)	受け入れ最大可能学生数 : 1	
Course Period : negotiable	Maximum number students allowed : 1	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい)		
Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)		
<p>近年、ALMA 望遠鏡やすばる望遠鏡を用いた天文観測によって、原始惑星系円盤と呼ばれるガス円盤の観測が可能となってきた。惑星は、このようなガス円盤の中で固体微粒子が付着成長することで形成されると考えられているため、原始惑星系円盤の研究は惑星形成環境を知るという点で重要である。しかし、天文観測で実際に分かるのは円盤の波長ごとの明るさである一方、理論的研究は円盤の温度や密度といった情報を与え、この隔たりは大きい。そこで本研究では、RADMC-3D という輻射輸送計算コードを用いて、観測と理論をつなぐための模擬観測シミュレーションを行い、観測結果の物理的解釈またはシミュレーション結果に基づいた観測予測を行う。本研究を通し、惑星形成研究の概要を学びつつ、理論と観測の双方への広い視野を持つことを狙いとする。</p> <p>Recent astronomical observations with ALMA and Subaru telescope reveal the structure of planet-forming disks. Since these disks are thought to be the birthplace of planets, physical modeling of protoplanetary disks provides the enormous information of the environment of planet formation. However, the theory, which provides the information of temperature and density, and the observations, which provide the information of flux densities at each wavelength, has a huge gap. On this project, to fill the gap to better understand the planet formation, the students will perform synthetic observations with a computational code RADMC-3D. The goal of the project is to have a overview on planet formation and to have a wide knowledge from theory to observaitons.</p>		
前提とする既習事項 物理学及び unix の基礎知識		
Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Basic knowledge of physics and unix.		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ Theme of Research: Basics of the modern cosmology		
教員名前 濱名 崇 Supervisor: Takashi Hamana		
専攻名 天文科学専攻 Department of Astronomical Science	共通基礎天文学系講座 General Astronomy and Astrophysics Course	職 助教 Assistant Professor
開講期間 通年 Course Period: anytime	受け入れ可能学生数 2名 Number of students allowed: 2	
研究の概要 銀河サーベイデータあるいは数値シミュレーションデータを利用して、現代的な観測的宇宙論研究を実習する。研究テーマは以下の通りである。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・重力レンズ効果を利用した銀河団検出</li> <li>・宇宙の大規模構造形成が引き起こす銀河分布の赤方偏移歪み</li> </ul> これらから研究課題を定め研究レポートとしてまとめる。		
Outline of Research: Participants are to do practice of a research on the modern observational cosmology using public galaxy survey data or numerical simulation data. Topics are as follows: <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Detection of clusters of galaxies using gravitational lensing effect</li> <li>・ Redshift distortion in galaxy distribution caused by large-scale structure formation in the universe</li> </ul> Participates are to select one research subject from the above list, and to write a research report.		
前提とする既習事項 物理学の学部程度の知識と宇宙論の基礎的知識、および Fortran プログラムに慣れていること。 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Knowledge of Undergraduate level physics, basic knowledge of cosmology,		

and good skill on Fortran programing



# 物理科学研究科

## School of Physical Science

宇宙科学専攻

### Department of Space and Astronautical Science

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ X線天文衛星のデータ解析		
Theme of Research: Analysis of X-ray data from the X-ray Astronomy satellites		
教員名前 堂谷 忠靖		
Supervisor: Tadayasu Dotani		
専攻名 宇宙科学専攻 Department of Space and Astronautical Science	講座 宇宙観測科学講座 Space Obs. Sci. Course	職 教授 Status/Position: Professor
開講期間 通年（要相談） Course Period: All year long (consultation required)	受け入れ可能学生数 1 Number of student allowed: 1	
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research: (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.) X線天体の観測データの解析手法を習得するとともに、解析結果からX線の放射過程や天体の物理状態、物理パラメータの推定方法を学習する。具体的には、「すざく」衛星等のアーカイブデータの中から、学生の興味に応じて適当なX線天体をひとつ選び、データに様々な補正を施しながら、X線イメージ、光度曲線、エネルギースペクトルの作製方法を学習する。また、エネルギースペクトルへのモデル関数の当てはめを行い、X線放射領域の物理状態やパラメータの推定方法を学習する。 Course Syllabus Learn the analysis method of X-ray data from the X-ray astronomy satellites, how to interpret the analysis results and how to infer the emission mechanisms and the physical parameters of the X-ray sources. Public archive data of the Suzaku satellite (and others) will be used depending on the student's interest. Analysis methods to make the energy spectra, light curves, and the images of the X-ray source are explained. Model fitting to the observed energy spectra is tried to infer the emission mechanisms and to estimate physical parameters of the source.		
前提とする既習事項 Unixに慣れていること、エディタが使えること。 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Should have experience in using the unix operating system and an editor.		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ スペース赤外線データを用いた遠方銀河の天体物理学研究もしくは次世代赤外線天文衛星を目指した技術開発体験学習 Theme of Research: Astrophysical Researches of distant galaxies based on space-borne infrared data, or technical development experience for future space IR observatory		
教員名前 松原英雄 Supervisor: Hideo Matsuhara		
専攻名 宇宙科学専攻 Department of Space and Astronautical Science	宇宙観測科学講座 Space Observation Science Course	職 教授 Status/Position: Professor
開講期間 随時 Course Period: Any time	受け入れ可能学生数 数人(年) Number of students allowed: a few/year	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research: (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)  「あかり」等のスペース赤外線観測データを中心とした多波長データに基づく遠方銀河の天体物理学的研究を行う。あるいは、次世代赤外線天文衛星を目指した技術開発(検出器技術、光学素子開発等)の体験学習を行う。具体的な研究テーマは、それぞれの学生に応じて相談の上決定する。なお、指導教員(松原)の専門は遠方赤外線銀河の諸現象である。 The students will carry out astrophysical researches based on the multi-wavelength data including space-borne infrared observation data taken by AKARI and others. Alternatively they will experience a piece of technical development activities undertaken in our laboratory for the next-generation space IR satellite. Note that the major research theme of the supervisor (Matsuhara) is IR galaxy evolution in the distant universe.		
前提とする既習事項 天体物理学もしくは天文観測技術に関する基本的な知識を持つことが望ましい Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: The students are expected to have basic knowledge in astrophysics, or astronomical observing technique.		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 宇宙観測科学衛星の基礎講座		
Theme of Research: Basics of the astronomical satellites		
教員名前 国分 紀秀 Supervisor: Motohide Kokubun		
専攻名 宇宙科学専攻 Department of Space and Astronautical Science	講座 宇宙観測科学講座 Space Obs. Sci. Course	職 准教授 Status/Position: Associate Professor
開講期間 通年（要相談） Course Period: All year long (consultation required)	受け入れ可能学生数 数人(/年) Number of student allowed: a few /year	
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research: (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.) 広義の宇宙物理学のために開発された、あるいは開発中の科学衛星(国内海外を問わない)のうち一つ以上を選び、科学的目標、衛星概要、搭載機器とその開発、軌道や地上運用といった「一通り」の知識を自分で論文などを読解により理解した上で、搭載機器のどれか一つについては、検出原理に基づいた詳細設計レベルで、ハードウェアの詳細までを理解することを目指す。具体的な手法については学生と相談の上実施するが、可能であれば簡単な実習や見学なども含めながら行いたい。 Course Syllabus Learn about one of the past astronomical satellites or those under development. The targets include scientific goals, an overview of spacecraft and mission instruments, procedure of the development, in-orbit operation and on-ground station facilities. The students are expected to read the papers, summarize the understandings, and discuss with the supervisor on those informations. In addition, more detailed study about the hardware description, detection principles, and actual design and performance on one of mission instruments will be carried out. The detail of the course will be determined based on the consultation with the supervisor, and simple practical work or site tours might be performed.		
前提とする既習事項 英語の論文を読みこなせること(またはその意欲があること)。 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Should read and summarize the technical papers written in English.		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ スペース赤外線データを用いた研究		
Theme of Research : Astronomical researches based on space-borne infrared data		
教員名前 山村 一誠		
Supervisor : Issei Yamamura		
専攻名 宇宙科学専攻	講座 宇宙観測科学講座	職 准教授
Department of Space and Astronautical Science	Space Observation Science Course	Status/Position: Associate Professor
開講期間 通年	受け入れ可能学生数 1名	
Course Period : All year long	Number of students allowed : 1	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)		
<p>「あかり」をはじめとするスペース赤外線観測データを用いた天文学的研究を行う。具体的な研究テーマは、それぞれの学生の興味と適性に応じて相談の上決定する。なお、指導教員(山村)の専門は恒星進化末期の諸現象である。</p> <p>The students will carry out astronomical data analysis and researches based on space-borne infrared observation data taken by AKARI and other missions. Note that the major research theme of the supervisor (Yamamura) is late stage of stellar evolution.</p>		
前提とする既習事項 天文学および天文データ解析に関する基本的な知識を持つことが望ましい Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: The students are expected to have basic knowledge in astronomy and data analysis.		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 静電浮遊法を用いた高温融体の研究 Theme of Research: Investigation on high temperature melts using electrostatic levitation method		
教員名前 石川 毅彦 Supervisor: Takehiko Ishikawa		
専攻名 宇宙科学専攻 Department of Space and Astronautical Science	宇宙探査理工学講座 Space Exploration Science and Engineering Course	職 教授 Status/Position: Professor
開講期間 随時 (要相談) Course Period: Any time (consultation required)		受け入れ可能学生数 1 Number of student allowed: 1
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research: (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.) 当研究室では、クーロン力によって試料を浮遊させる“静電浮遊法”の技術開発および、これを利用した高温融体の研究を進めています。本ローテーションでは、研究室に設置した地上用静電浮遊炉を用いて、高融点金属や合金、あるいは酸化物の浮遊溶融実験、熱物性測定実験を行います。なお、実施場所は宇宙航空研究開発機構筑波宇宙センターです。  Our laboratory is conducting technological development of “electrostatic levitation method”, which utilizes Coulomb forces between a charged sample and surrounding electrodes to levitate a sample against gravity. In this course, levitation of high temperature melts (refractory metals, alloys, or oxides) will be conducted using a ground based electrostatic levitation furnace and thermophysical properties of these materials will be obtained. The educational place is located at the Tsukuba Space Center of JAXA.		
前提とする既習事項 特になし Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Nothing.		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 小型月着陸探査機に関する実験・研究 Theme of Research : Study on Small Explorer for Landing on Lunar Surface		
教員名前 澤井 秀次郎 Supervisor : Shujiro Sawai		
専攻名 宇宙科学専攻 Department of Space and Astronautical Science	宇宙探査理工学講座 Space Exploration Science and Engineering Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 随時 Course Period : Consult the supervisor	受け入れ可能学生数 1 Number of student allowed :1	
<p>研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい）</p> <p>当研究室は小型月着陸実証機 SLIM の研究グループに参加しており，ラボ・ローテーションでは SLIM の開発に向けた実験・研究に従事して頂く．具体的な内容については，学生それぞれ相談の上決定する．</p> <p>Outline of Research:</p> <p>Our laboratory studies landing technologies as a part of SLIM (Smart Lander for Investigating Moon) WG activities. Students will carry out experiments or research related to SLIM in this laboratory rotation. Detail will be decided after consulting with each student.</p>		
前提とする既習事項 特になし Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Nothing in particular		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 圧力気球の開発 Theme of Research: Development of a super-pressure balloon		
教員名前 齋藤 芳隆 Supervisor: Yoshitaka Saito		
専攻名 宇宙科学専攻 Department of Space and Astronautical Science	宇宙探査理工学講座 Space Exploration Science and Engineering Course	職 准教授 Status/Position: Associate Prof.
開講期間 随時 Course Period: Anytime	受け入れ可能学生数 1 Number of student allowed: 1	
<p>研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい）</p> <p>気球実験を実施する際の基礎、気球開発の基礎を身につけることを目標とし、科学実験用大気球の現状について学ぶと共に、圧力気球の開発を行なう。</p> <p>Outline of Research: (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)</p> <p>Goals of the program is to know how to perform scientific experiments using balloons and to have fundamental skill for the development of scientific balloons. The current status of the scientific ballooning will be learned, and some elementary technologies for the super-pressure balloon will be studied.</p>		
前提とする既習事項 特になし Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Nothing in particular		



広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 太陽高エネルギー現象の観測的研究 Theme of Research : Observational investigation of high energy solar phenomena		
教員名前 坂尾太郎 Supervisor : Taro Sakao		
専攻名 宇宙科学専攻 Department of Space and Astronautical Science	宇宙探査理工学講座 Space Exploration Science and Engineering Course	職 准教授 Status/Position: Assoc. Professor
開講期間 応相談 Course Period : Negotiable		受け入れ可能学生数 2名 Number of student allowed : 2
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)		
<p>「ひので」・「ようこう」などの太陽観測衛星によるデータをもちいて、フレアやCME(コロナ質量放出)等、太陽高エネルギー現象の初歩的な解析研究をX線波長を中心に行ない、これら高エネルギー現象の観測方法や得られるデータの内容に対する理解を深める。フレアで生じる粒子加速のメカニズム解明をめざす、次世代の太陽X線望遠鏡に向けた斜入射X線ミラーや焦点面CMOS検出器の実験あるいは解析検討などの、開発研究に参加することも可能である。これらのどれに従事するかは、ラボ・ローテーション参加者の意向をふまえて決定する。</p> <p>Participants can conduct introductory analyses in X-ray wavelengths on high energy phenomena on the Sun such as flares and CMEs (coronal mass ejections) using data from solar physics satellites such as Hinode and Yohkoh. Participants are expected to gain good knowledge on the methods of observations and the contents of data through these analyses. Alternatively, participants can be engaged in experiments and/or analytical studies on grazing-incidence X-ray mirrors or focal-plane CMOS detectors for future solar X-ray telescopes aiming to understand particle acceleration processes in flares. Participants can choose their research topic from the above.</p>		
前提とする既習事項 特になし Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: None.		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム

Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives

総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ宇宙機用先端推進に関する実験・シミュレーション研究 Theme of Research : Experimental and Theoretical Research on Electric and Advanced Propulsion		
教員名前 船木一幸 Supervisor : Ikkoh Funaki		
専攻名 宇宙科学専攻 Department of Space and Astro. Sci.	講座 宇宙工学 Space Eng. Course	職 教授 Status/Position: Prof.
開講期間 随時 Course Period : consult the supervisor		受け入れ最大可能学生数 2 Maximum number students allowed :2
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.) 当研究室では、太陽系内を自由に航行可能な宇宙機の実現へ向けて、様々な将来型宇宙機システムならびに宇宙機推進システムの研究開発を進めています。 ラボローテーションでは、将来の太陽系探査機の効率化・高頻度化を目指して実施中の、磁気プラズマ力学アークジェット、ホールスラスタ、太陽風を利用した宇宙推進（磁気セイル）、無電極スラスタなどの宇宙機推進または推進システムの実験研究または数値シミュレーション研究から、一つを選んで参加していただきます。 In Funaki's laboratory, advanced spacecraft propulsion concepts and related fields for future deep space missions are studied. As a theme for Laboratory rotation, applicant can select one of experimental and/or numerical studies from the topics below: ・Hall Thruster ・Solar wind sail (Magnetic sail, Magnetoplasma sail) ・Magnetoplasma dynamic arcjet ・Helicon thruster ・High performance ion thruster ・Micro-thruster system (laser, cold jet, etc.) development for a drag-free mission ・Mission planning and system development for rapid solar system exploration, solar system escape ・New energy system for deep space exploration ・Drag-free system development for DECEGO mission (Japanese gravitational detection mission)		
前提とする既習事項 特に無し Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: N/A		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学物理科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of Physical Sciences Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ: 電気推進に関する実験的研究 Theme of Research: Experimental Research on Electric Propulsion		
教員名前 月崎 竜童 Supervisor : Ryudo Tsukizaki		
専攻名 宇宙科学専攻 Department of Space and Astro. Sci.	講座 宇宙工学 Space Eng. Course	職 准教授 Status/Position: Associate Prof.
開講期間 随時 Course Period : consult the supervisor	受け入れ最大可能学生数 2 Maximum number students allowed :2	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.) 当研究室ではプラズマによる宇宙推進技術の研究開発を行っています。マイクロ波イオンエンジンを世界で初めて実用化し「はやぶさ」による人類史上初となる小惑星サンプルリターンを実現しました。現在は後継機「はやぶさ2」の宇宙運用をはじめ、将来計画である小惑星探査機 DESTINY+、木星トロヤ群探査機 OKEANOS に向けた研究を行っています。関連するプラズマ物理やその計測技術、地上応用を始め、これらの研究開発を通じ、人類の宇宙進出に貢献します。 Our laboratory primarily focuses on the R&D of electric propulsion technologies and related plasma diagnostics techniques. Thrusters developed at the EP lab have been deployed in a wide variety of space missions, such as the Space Flyer Unit, and the asteroid sample returners “Hayabusa,” and “Hayabusa2”. The EP lab will continue to support future deep space missions, for instance, the asteroid probe “DESTINY+” and the Trojan asteroid probe “OKEANOS.” Research at the EP Lab is supported by the JAXA manufacturing and experimental facilities, which allows the lab to simultaneously take on multiple projects. Graduate students from the University of Tokyo and other selected institutes, such as “SOKENDAI,” the Graduate University for Advanced Studies, are involved in all of the EP Lab research, including the development of thrusters for deep space missions and its related physics.		
前提とする既習事項: 物理全般、特に電磁気・力学、設計(工学部卒業程度レベルを想定) Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Physics, Electromagnetism, Mechanics, Engineering Design (Bachelor of Engineering is recommended.)		

# 高エネルギー加速器科学研究科

School of High Energy Accelerator Science

加速器科学専攻

Department of Accelerator Science

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究所 ラボ・ローテーション 指導プラン  
 School of High Energy Accelerator Science Course Syllabus for Laboratory Rotation  
 program

研究テーマ： 小型電子加速器 LUCX における電子ビームの生成・加速実験 Theme of Research : Electron beam generation and acceleration by the LUCX accelerator		
教員名前 照沼 信浩 Supervisor : Nobuhiro Terunuma		
専攻名 Department of Accelerator Science	講座 Accelerator Science Course	職 教授 Status/Position: Professor
開講期間 応相談 Course Period : negotiable		受け入れ最大可能学生数 2 Maximum number students allowed : 2
研究の概要 小型電子加速器 LUCX (Laser Undulator Compact X-ray source) を用いた電子ビーム生成加速実験を行う。LUCX では生成した電子ビームを用いたテラヘルツ放射の研究、レーザーと電子ビームの逆コンプトン散乱による高輝度 X 線源の開発を行っている。 研修では光陰極高周波電子銃の原理を学び、電子ビームの生成を行う。さらにビームの位置を調整しながら高周波加速管によるビーム加速を行う。電磁石の調整、ビームの応答を評価する。  Outline of Research Research and development of a THz radiation source, and a high brightness X-ray source by the inverse-Compton scattering of laser and an electron beam, are conducted at the Compact accelerator, LUCX (Laser Undulator Compact X-ray source). In this curriculum, generation and acceleration of an electron beam will be done by using the photocathode RF gun and 1m-long S-band accelerating structure. Evaluation of an electron beam performance will be done through the tuning of magnets and the RF system.		
前提とする既習事項 電磁気学 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Electromagnetism		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究所 ラボ・ローテーション 指導プラン  
 School of High Energy Accelerator Science Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ	高周波加速器の製作とレーザーによる電子生成		
Theme of Research	RF-Accelerator		
教員名前	吉田 光宏		
Supervisor	Mitsuhiro Yoshida		
専攻名	加速器科学専攻	加速器科学講座	職 准教授
Department of Accelerator Science		Accelerator Science Course	Status/Position Associate prof.
開講期間	随時	受け入れ可能学生数 3名	
Course Period	At any time	Number of students allowed : 3	
<p>研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい）</p> <p>加速器を構成する高周波加速空洞や電子源の包括的なイメージを掴んでもらうため、高周波加速空洞と電子源で構成される簡易的な高周波電子銃を製作し、これによる電子ビームの発生・加速を観測します。</p> <p>実際のプログラムとしては、高周波空洞は3次元 CAD で高周波電子銃の空洞の図を描き、これを3DプリンターまたはNCフライスで即座に形成します。また電子源としてはレーザーによる光陰極またはカーボンナノチューブを用います。この電子源を製作した高周波空洞に取り付け、真空チェンバーに設置して、高周波を印加して、電子源をレーザーで打つと電子が出力され、蛍光板で観測できます。</p> <p>Outline of Research                  (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)</p> <p>In this curriculum, the RF electron gun is designed and fabricated to observe the electron beam and its acceleration. The gun consists of the RF cavity and the electron source and its design will make you to understand the comprehensive image of the RF accelerator.</p> <p>The RF cavity is designed using 3D-CAD and optimized using the electromagnetic wave simulation program. After that it will be fabricated using 3D-printer or NC milling machine. For the electron source, the photocathode driven by a laser or the carbon nano-tube will be used. Those are put into the vacuum chamber. The accelerated electron will be observed on the fluorescent screen by applying the high power microwave.</p>			
前提とする既習事項	電磁気学の基礎知識		
Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program : Fundamentals of electromagnetism.			

# 高エネルギー加速器科学研究科

School of High Energy Accelerator Science

物質構造科学専攻

Department of Materials Structure Science

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン  
 School of High Energy Accelerator Science Course Syllabus for Laboratory Rotation  
 program

研究テーマ 無酸素 Pd/Ti 成膜を利用した非蒸発型ゲッターコーティング Theme of Research : Non-evaporable getter coating using oxygen free Pd/Ti film deposition		
教員名前 間瀬一彦 Supervisor : Kazuhiko Mase		
専攻名 物質構造科学専攻 Department of Materials Structure Science	物質構造科学講座 Materials Structure Science Course	職 教授 Status/Position: Professor
開講期間 随時 Course Period : As demands	受け入れ最大可能学生数 2名 Maximum number students allowed : 2	
研究の概要 真空中で加熱すると蒸発を伴わずに反応性の高い清浄表面が生成し（活性化）、残留ガスを排気する材料を非蒸発型ゲッター（Non-Evaporable Getter, NEG）と呼ぶ。代表的な NEG は Ti、Zr、V、Hf、Nb、Ta およびそれらの合金である。NEG コーティングは真空容器内面に非蒸発型ゲッターを成膜する技術であり、NEG コートした真空容器は真空排気、ベーキングを行うと残留ガスを排気する。加速器分野では NEG コーティングが広く普及している。しかしながら、活性化温度が比較的高い、大気導入と排気、ベーキングを繰り返すと排気速度が低下する、などの欠点があるため、産業用真空装置では使われていない。こうした欠点を克服するため、無酸素 Pd/Ti 成膜を利用した新しい非蒸発型ゲッターコーティングの開発、改良、性能評価を行う。 Outline of Research Non-evaporable getter (NEG) is a material that evacuates residual gases under ultra-high vacuum (UHV) when it was heated without evaporation under UHV (activation). Popular NEG materials are Ti, Zr, V, Hf, Nb, Ta, and their alloys. NEG coating is a technique of depositing NEG materials on the inner surface of a vacuum vessel, and evacuate residual gases after baking of the NEG-coated vacuum vessel. NEG coating is widely used in the field of accelerator. However, it is scarcely used in industrial vacuum equipment because conventional NEG coating has disadvantages such as relatively high activation temperature, relatively low durability against venting-pumping-baking cycles. To overcome these disadvantages we develop, improve, and evaluate a new NEG getter coating using oxygen-free Pd/Ti film deposition.		
前提とする既習事項 真空工学 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Vacuum technology		



広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン  
 School of High Energy Accelerator Science Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ X線結晶構造解析による構造物性研究 Theme of Research: Materials structure science by x-ray crystal structure analysis		
教員名前 熊井玲児 Supervisor Reiji Kumai		
専攻名 物質構造科学専攻 Department of Materials Structure Science	物質構造科学講座 Materials Structure Science Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 通年（要相談） Course Period : All year (consultation required)	受け入れ可能学生数 2名 Number of students allowed : 2	
<p>研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい）          Outline of Research          (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)</p> <p>物質の物性は、結晶内における物質の構造によって大きく変化する。単結晶及び粉末構造解析の基礎を学び、X線回折の原理、構造解析の手法などを学ぶとともに、物質における物性発現機構を構造から明らかにするための考察について学ぶ。</p> <p>Physical properties of materials depend on their crystal structure. You can study an introduction to x-ray diffraction and crystal structure analysis. The origin of the physical properties in the materials revealed by the structure analysis will be discussed.</p>		
前提とする既習事項 なし Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: None		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究所 ラボ・ローテーション 指導プラン  
 School of High Energy Accelerator Science Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ XAFS 測定手法の習得と汎用実験機器による物質のキャラクタリゼーション Theme of Research: Introduction to XAFS measurements and characterization of materials with common machines		
教員名前 阿部 仁 Supervisor Hitoshi Abe		
専攻名 物質構造科学専攻 Department of Materials Structure Science	物質構造科学講座 Materials Structure Science Course	職 准教授 Status/Position Associate Professor
開講期間 通年（要相談） Course Period: All year (consultation required)		受け入れ可能学生数 最大 2 名 Maximum number students allowed: 2
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)  <p>放射光を用いた XAFS 測定の基礎を学ぶ。また、各種汎用実験機器を用いた物質のキャラクタリゼーションを通して、測定原理、データの読み方、自らの発想に基づいた考察の進め方、自身の考えを論理的に人に伝え議論する事、等を学ぶ。</p> <p>You can study an introduction to XAFS measurements. Several measurements with common machines would be performed to characterize materials. We would like you to learn fundamental principles and knowledge of measurements, how to read data, how to construct your discussion, and how to tell your idea to others.</p>		
前提とする既習事項 物理化学、量子化学、固体化学（固体物理） Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Physical Chemistry, Quantum Chemistry, Solid State Chemistry (Solid State Physics)		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン  
 School of High Energy Accelerator Science Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 位相型X線イメージングの研究 Theme of Research: Research of x-ray phase-contrast imaging		
教員名前 平野 馨一 Supervisor: Keiichi Hirano		
専攻名 物質構造科学専攻 Department of Materials Structure Science	物質構造科学講座 Materials Structure Science Course	職 准教授 Status/Position Associate Professor
開講期間 通年（要相談） Course Period: All year (consultation required)	受け入れ可能学生数 2名 Number of students allowed: 2	
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)  位相型X線イメージングはX線の位相情報を用いて試料像を得る撮像法であり、従来の吸収型イメージングと比べて遥かに高い感度を持つため、従来は観察出来なかった試料でも観察することができる。本研究グループではX線光学に基づいて、位相型X線イメージングのさらなる改良と応用に取り組んでいる。 ラボ・ローテーションでは、実験及びデータ解析を通して、位相型X線イメージングの基礎について学ぶ。  In the X-ray phase-contrast imaging (XPCI), x-ray phase information is used for observing various samples with much higher sensitivity than the conventional absorption-contrast imaging. Target of our group is the improvement and application of the XPCI based on the x-ray optics. In the Laboratory Rotation program, we aim to learn the basics of XPCI through experiments and data analyses.		
前提とする既習事項 古典電磁気学を既に履修していることが望ましい Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Classical electrodynamics		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン  
 School of High Energy Accelerator Science Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 中性子全散乱法による機能性物質の研究 Theme of Research: Materials Science using Neutron Total Scattering		
教員名前 大友季哉 Supervisor Toshiya Otomo		
専攻名 物質構造科学専攻 Department of Materials Structure Science	物質構造科学講座 Materials Structure Science Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 通年（要相談） Course Period: All year (consultation required)	受け入れ可能学生数 最大 3 名 Maximum number students allowed: 3	
<p>研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)</p> <p>物質を調べる手段として、中性子は水素やリチウム等の軽元素や磁気的相互作用の感度が高い。機能性物質を研究する手法として中性子全散乱法を学ぶ。特に、主に非結晶性物質について全散乱実験を行い、測定原理、解析方法、考察の進め方等を学ぶ。</p> <p>Neutron is sensitive to light atoms and magnetic interactions. In this lecture, neutron total scattering for the studies on functional materials will be described. Through neutron total scattering experiments of non-crystalline materials, you will learn the principle of neutron scattering and various structure analysis methods, and how to construct your discussion.</p>		
前提とする既習事項 物理化学、量子化学、固体化学（固体物理） Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Solid State Chemistry and Solid State Physics		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン  
 School of High Energy Accelerator Science Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 中性子反射率計による表面・界面の構造 Theme of Research: Materials Science using Neutron Reflectometry		
教員名前 瀬戸秀紀、青木裕之、遠藤仁、山田悟史、山田雅子 Supervisor Hideki Seto, Hiroyuki Aoki, Hitoshi Endo, Norifumi Yamada, Masako Yamada		
専攻名 物質構造科学専攻 Department of Materials Structure Science	物質構造科学講座 Materials Structure Science Course	職 教授/准教授 Status/Position Professor, Associate Prof., Assistant Prof.
開講期間 通年（要相談） Course Period: All year (consultation required)	受け入れ可能学生数 最大 3 名 Maximum number students allowed: 3	
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)  物質を調べる手段として、中性子は水素やリチウム等の軽元素の感度が高い。中性子反射率測定 の原理と解析方法の学習を通じて、表面・界面構造の研究方法について学び、機能性物質の機能発現 における表面・界面の役割について考察する。  Neutron is sensitive to light atoms. In this lecture, neutron reflectometry for the studies on surface and interfacial structured of functional materials will be described. Through neutron reflectometry experiments, you will learn the principle of neutron reflectometry and various structure analysis methods, and how to construct your discussion.		
前提とする既習事項 物理化学、量子化学、固体化学（固体物理） Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Solid State Chemistry and Solid State Physics		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究所 ラボ・ローテーション 指導プラン  
 School of High Energy Accelerator Science Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 放射光を利用した構造生物学研究 Theme of Research: Structural Biology by use of synchrotron light source		
教員名前 川崎政人 Supervisor: Masato Kawasaki		
専攻名 物質構造科学専攻 Department of Materials Structure Science	物質構造科学講座 Materials Structure Science Course	職 准教授 Status/Position: Associate Professor
開講期間 随時（要相談） Course Period: As demands(consultation required)	受け入れ可能学生数 1～2名 Number of students allowed: 1-2	
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)  放射光を用いた X 線結晶構造解析の実習を行う。高エネルギー加速器研究機構・構造生物学研究センターにおいてタンパク質の発現・精製・結晶化を行い、放射光科学実験施設フオンファクトリーを利用した X 線回折実験と構造解析を行う。  This program will cover fundamental protein X-ray crystallography techniques using synchrotron light source. Students will practice protein expression, purification and crystallization in Structural Biology Research Center at KEK. X-ray diffraction experiments and structural analysis will be performed using beamlines of Photon Factory, KEK.		
前提とする既習事項 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: 特になし None		

# 高エネルギー加速器科学研究科

School of High Energy Accelerator Science

素粒子原子核専攻

Department of Particle and Nuclear Physics

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン  
 School of High Energy Accelerator Science Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ ミューオン稀過程／精密測定研究		
Theme of Research Muon rare decay / precision measurement		
教員名前 三原智、三部勉、西口創		
Supervisor Satoshi Mihara, Tsutomu Mibe, Hajime Nishiguchi		
専攻名 素粒子原子核専攻	素粒子原子核実験講座	職 教授/准教授
Department of Particle and Nuclear Physics	Experimental Particle and Nuclear Physics Course	Status/Position prof./Associate prof.
開講期間 随時	受け入れ可能学生数	
Course Period At any time	Maximum number students allowed	
<p>研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい）</p> <p>ミューオン稀過程／精密測定研究には他の素粒子・原子核実験同様、高度な実験手法が必要とされるが、このコースではミューオン崩壊からの電子、ガンマ線を計測する手法に焦点を当てて実習中心の研究を行う。実際の実験で使用される測定器やそのプロトタイプを用いて、実験セットアップ構築、データ収集、データ解析の一連の流れを経験し、ミューオン稀過程／精密測定研究についての理解を深める。</p> <p>Outline of Research          (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)</p> <p>Advanced experimental techniques are required to conduct muon rare decay/ precise measurement as in the case of other elementary particle/nuclear physics experiments. In this course we focus on the experimental technique to detect electron and/or gamma-ray from muon decays. Students will construct a real or prototype detector that is used in experiments, and improve understanding of muon physics through data acquisition and data analysis.</p>		
前提とする既習事項 なし		
Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: None		



広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム

Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives

総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of High Energy Accelerator Science Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ B ファクトリー実験実習 (B-Lab 実習)		
Theme of Research: Practice on B factory experiment (B-Lab practice)		
教員名前: 西田 昌平、住澤 一高		
Supervisor: Shohei Nishida, Kazutaka Sumisawa		
専攻名 素粒子原子核専攻 Department of Particle and Nuclear Physics	講座 素粒子原子核実験講座 Course: Experimental Particle and Nuclear Physics Course	職 准教授、研究機関講師 Status/Position Assoc. Prof., Assis. Prof.
開講期間 随時 Course Period: At any time	受け入れ可能学生数 3名以上を希望 Number students allowed: 3 or more are preferred	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)		
3週間を目途とした実習を行う。		
• B-Lab 実習 Belle 実験で収集されたデータの一部を使って、測定された粒子を組み合わせることにより、親の粒子を再構成し、質量などを求める。		
This course will be held for 3 weeks.		
• B-Lab practice Using partial data accumulated by the Belle experiment, a student reconstruct parent particles combining particles in measured data and obtain mass etc.		
前提とする既習事項: 特になし		
Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Not particularly		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム

Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives

総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of High Energy Accelerator Science Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ B ファクトリー実験実習 (ワイヤーチェンバーの製作と粒子検出実習) Theme of Research: Practice on B factory experiment (Construction of test wire chamber and detection of particles)		
教員名前 宇野 彰二 Supervisor Shoji Uno		
専攻名 素粒子原子核専攻 Department of Particle and Nuclear Physics	講座 素粒子原子核実験講座 Course: Experimental Particle and Nuclear Physics Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 随時 Course Period: At any time	受け入れ可能学生数 若干名 Number students allowed: a few	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)  3週間を目途とした実習を行う。  ・ワイヤーチェンバーの製作と粒子検出実習 ワイヤーチェンバーを自分で製作し、それを使って放射線ソースまたは宇宙線の検出・測定を行う。  This course will be held for 3 weeks.  ・ Construction of test wire chamber and detection of particles A student constructs a small test wire chamber and operates it to detect particles (with either radioactive source or cosmic ray)		
前提とする既習事項: 特になし Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Not particularly		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム

Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives

総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of High Energy Accelerator Science Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ J-PARC におけるビーム実験またはその準備、解析 Theme of Research Beam Study and/or its preparation at J-PARC		
教員名前 澤田真也、野海博之、小沢恭一郎、高橋俊行、里嘉典、高橋仁、豊田晃久、 鶴養美冬 Supervisor Shinya Sawada et al.		
専攻名 素粒子原子核専攻 Department of Particle and Nuclear Physics	素粒子原子核実験講座 Experimental Particle and Nuclear Physics Course	職 教授/准教授/講師/ Status/Position prof. /Associate prof. /Lecturer /
開講期間 随時 Course Period At any time	受け入れ可能学生数 4名 Number of students allowed : 4	
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.) 原子核研究とビームダイナミクス研究グループが合同で実施する。  J-PARC 運転中はビームライン調整と実際のビームを用いた簡単なビーム測定器の使用訓練を行う。例として TOF による粒子識別、遅延同時計測法によるミューオンなどの短寿命粒子の寿命測定などを行う。J-PARC がビーム運転中でない場合は、各種測定器の組み立て、それらの線源や宇宙線での試験に従事する。もし時期があえば、大型磁石の磁場測定、磁石やスペクトロメータの設計などに参加する。  Some test experiments will be arranged for students if J-PARC is in operation. For example, TOF separation of kaons from pions, and lifetime measurements of muons with delayed coincidence method will be arranged. If J-PARC is not in operation, students will join the assembling and test works of detector system of high energy experiments, such as field measurements of a large scale spectrometer magnet and its design work.		
前提とする既習事項 電磁気学並びに量子力学の基礎。放射線計測学の基礎。 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Basic courses of Electromagnetism and Quantum mechanics. Basic course of radiation measurement.		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム

Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives

総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of High Energy Accelerator Science Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 実験のための計測システム用先端技術習得 Theme of Research Advanced electronics for detector systems		
教員名前 田中真伸 Supervisor Manobu Tanaka		
専攻名 素粒子原子核専攻 Department of Particle and Nuclear Physics	素粒子原子核実験講座 Experimental Particle and Nuclear Physics Course	職 教授 Status/Position Prof.
開講期間 随時 Course Period At any time	受け入れ可能学生数 5人未満 Maximum number students allowed : 4	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい)  センサーから信号を読み出すための必要知識を、アナログデジタル信号処理の観点から実習形式で行う。実習は下記の2点両方もしくは一方を選択する。 ・アナログ集積回路の設計 2週間 トランジスタの動作からアナログ信号処理に必要な回路要素の理解をシミュレーションで理解する。またセンサーを接続したときの測定限界と環境パラメータの関係もシミュレーションを通して学ぶ。要望があればシミュレーション後に集積回路を製作するための流れ(検証、レイアウト等)についても実習を行う。 ・デジタル集積回路の設計 2週間 デジタル回路開発の基礎を、設計、論理シミュレーション、動作検証などの講義と実習により習得する。実習では簡単な読み出し回路を設計する。各自設計した回路を実際に動作させて確認できるように書き換え可能な集積回路である Field Programmable Gate Array(FPGA)を用いる。 Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)  The students will study a basic knowledge of analog or digital circuits. There are two options: 1) design training of an analog circuit, 2) design training of a digital circuit.  Option 1, Analog circuit (Two weeks) You learn how to work transistors in analog circuits, and relationship between environmental parameters and a measurement limitation with detectors or sensors by using a circuit simulator.  Option 2, Digital circuit (Two weeks) You learn basics of digital circuits by using Field Programmable Gate Array (FPGA). You design a simple circuit, verify it with a simulator, and implement it on an FPGA.		
前提とする既習事項 電磁気学の教科書で解説されている基本的な電気回路についての知識 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program. Basic circuits appeared in electrodynamics texts.		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム

Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives

総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of High Energy Accelerator Science Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ	K 中間子稀崩壊実験の測定器	
Theme of Research	Detectors for the Kaon Rare Decay Experiment	
教員名前	野村 正	
Supervisor	Tadashi Nomura	
専攻名	素粒子原子核専攻	素粒子原子核実験講座
Department of Particle and Nuclear Physics	Experimental Particle and Nuclear Physics Course	職 准教授
		Status/Position
		Associate Professor
開講期間	要問い合わせ (測定器製作中 or J-PARC ハドロンホールのビームタイム中)	受け入れ可能学生数 2名まで
Course Period	confirmation required (when a detector construction is being made or when the beam for Hadron Hall is available.)	Maximum number students allowed two students at maximum
研究の概要	<p>J-PARC で中性 K 中間子の稀崩壊実験 (KOTO 実験) を行っている。実験のための測定器製作を行っている時期は、組み立て作業の一部に参加してもらおう。ハドロンホールのビームタイム中は、KOTO 実験のデータ収集 (24 時間シフト) に参加してもらおう。研修の大部分を KEK 東海キャンパスで実施する。J-PARC の放射線管理区域内での作業を伴う。</p> <p>Outline of Research</p> <p>We perform the neutral-kaon rare decay experiment (named the KOTO experiment) at J-PARC. When a detector construction for the experiment is being made, students will join a part of the fabrication work. When the beam for Hadron Hall is available, students will participate in the data acquisition (twenty-four hour shift).</p> <p>Most of the course activities will be held at KEK Tokai campus. The working places include the Radiation Control Area of J-PARC.</p>	
前提とする既習事項	<p>学部卒業レベルの量子力学と現代物理学 (原子物理学、素粒子原子核物理学) の知識。実験素粒子物理学や放射線計測学の知識は前提とせず、必要に応じて研修の中で教える。J-PARC の放射線作業従事者の教育訓練を受ける。</p> <p>Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program:</p> <p>Quantum Mechanics and Modern Physics (atomic physics, particle and nuclear physics) at the undergraduate level is needed as the background knowledge. Experience in Experimental Particle Physics and in Radiation Measurement is not pre-required; the knowledge will be taught during the course. The radiation worker training of J-PARC should be taken.</p>	

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン  
 School of High Energy Accelerator Science Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 宇宙マイクロ波背景放射観測の要素技術の開拓 Theme of Research Cosmic Microwave Background Measurements		
教員名前 羽澄昌史、長谷川雅也、デ ハーン タイメン Supervisor Masashi Hazumi, Masaya Hasegawa, Tijmen de Haan		
専攻名 素粒子原子核専攻 Department of Particle and Nuclear Physics	素粒子原子核実験講座 Experimental Particle and Nuclear Physics Course	職 教授、講師、助教 Status/Position Professor, Associate Professor, Assistant Professor
開講期間 通年（要相談） Course Period All year (consultation required)	受け入れ可能学生数 2名 Number of students allowed : 2	
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)  このコースでは、宇宙マイクロ波背景放射(CMB)の観測に必要な基礎技術について学ぶ。CMB 観測に必要な要素技術としては、超伝導検出器、低温装置、光学システム、変調装置、読み出しエレクトロニクス、データ解析ソフトウェアなどがある。それらの中から一つの要素を選び、関連する開発研究に携わる。基礎を習得するだけにとどまらず、小さな事でもこれまで誰も試していないことを試みる。  In this course, students will learn basic experimental technologies needed for measurements of Cosmic Microwave Background (CMB). Element technologies in CMB measurements include superconducting detectors, cryogenic systems, optical systems, modulation equipment, readout electronics, data analysis software and so on. Students will focus on one of the abovementioned technologies. They will learn its basics, and try something that has not been tested before.		
前提とする既習事項 総研大入試に必要なとされる物理学の知識 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Knowledge in physics at the level of the entrance examination of SOKENDAI		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン  
 School of High Energy Accelerator Science Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 格子ゲージ理論 Theme of Research Lattice Gauge Theory		
教員名前 橋本省二 Supervisor Shoji Hashimoto		
専攻名 素粒子原子核専攻 Department of Particle and Nuclear Physics	素粒子原子核理論講座 Theoretical Particle and Nuclear Physics Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 随時 Course Period At any time	受け入れ可能学生数 2名 Number of students allowed : 2	
<p>研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい）</p> <p>集中講義あるいは演習形式で格子ゲージ理論の基礎を学んだうえで、スカラー場の理論、あるいは（フェルミオンを含まない）ゲージ理論の数値的解析を体験する。具体的な問題については相談の上で決める。</p> <p>Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)</p> <p>After studying the fundamentals of lattice gauge theory through a series of lectures or exercises, we carry out numerical analysis of scalar field theory or pure-gauge theory. The specific problem is decided after negotiation.</p>		
<p>前提とする既習事項 場の量子論の基礎</p> <p>Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Basic quantum field theory</p>		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン  
 School of High Energy Accelerator Science Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ ダークマターの起源についての理論的研究 Theme of Research Theoretical study of the origin of the dark matter in the Universe		
教員名前 野尻美保子 Supervisor Mihoko Nojiri		
専攻名 素粒子原子核専攻 Department of Particle and Nuclear Physics	素粒子原子核理論講座 Theoretical Particle and Nuclear Physics Course	職 教授 Status/Position Professor
開講期間 随時 Course Period At any time	受け入れ可能学生数 2名 Number of students allowed : 2	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.) In our universe, we observe dark matter which is likely to be a stable or very long lived particles. It cannot be explained by the standard model particle in our Universe and standard model must be extended to account for the existence In this course, you get a lecture on why the dark matter can be in the Universe. We read some modern paper on this issue, choosing one or two particle models to study the detection possibility at on-going experiments.		
前提とする既習事項 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Kolb and Turner The Early Universe, up to Chaper 5. Psekin& Schroeder An Introduction To Quantum field Theory , up to section 5		



広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム

Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives

総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン

School of School of High Energy Accelerator Science Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ ハドロン多体系の物理 Theme of Research : Nuclear many-body system with hadrons		
教員名前 土手 昭伸 Supervisor : Akinobu Dote		
専攻名 素粒子原子核専攻 Department of Particle and Nuclear Physics	素粒子原子核理論講座 Theoretical Particle and Nuclear Physics Course	職 講師 Status/Position: Lecturer
開講期間 要相談 Course Period : consultation required	受け入れ可能学生数 1名 Number of student allowed : 1	
研究の概要 (研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい) Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)  強い相互作用をする粒子 (ハドロン=バリオン及び中間子) の性質は、基礎理論である量子色力学 (QCD) によって支配されている。各ハドロンの持つ性質が異なっているため、種々のハドロン間に働く相互作用は異なる。ハドロンの性質の違いを反映し、それらの多体系はバラエティに富んでいると期待される。 本コースでは、陽子・中性子 (総じて核子) からなる原子核に、核子以外のバリオン (ハイペロンなど) やまた種々の中間子が入った系、すなわち「ハドロン多体系」を考察する。一般的なハドロン多体系を調べる上で土台となるのは通常原子核である。まずは原子核物理学の初歩的なテキスト <sup>1)</sup> を読み、原子核の基本的性質を学ぶ。その後、ハドロン原子核分野において現在着目されているハドロン多体系に関して、代表的な論文を2, 3読み、最前線の研究に触れる。ハドロン多体系の理論的研究において、多体系の構造・性質を知るためには、数値計算が不可欠である。先に述べたテキスト・論文の精読と並行し、ハドロン多体系の数値的解法の習得を目指す。最も簡単なケースである二体系に関して、与えられた相互作用の下、エネルギー固有値及び波動関数を各自でコードを作成し数値的に求めて貰う。  1) 今年度は 基礎物理学選書13 「原子核」 野上茂吉郎著 裳華房 を使用する。		
前提とする既習事項 量子力学 Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: Quantum Mechanics		

広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム  
 Course-by-Course Education Program to Cultivate Researchers in Physical Sciences with Broad Perspectives  
 総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科 ラボ・ローテーション 指導プラン  
 School of High Energy Accelerator Science Course Syllabus for Laboratory Rotation program

研究テーマ 理論宇宙物理学 Theme of Research Theoretical Astrophysics		
教員名前 郡和範 Supervisor Kazunori Kohri		
専攻名 素粒子原子核専攻 Department of Particle and Nuclear Physics	素粒子原子核理論講座 Theoretical Particle and Nuclear Physics Course	職 准教授 Status/Position Associate professor
開講期間 1ヶ月間程度 Course Period Approx. 1 month	受け入れ可能学生数 3 Number students allowed: 3	
研究の概要（研究の概要もしくはラボ・ローテーションで行う研修内容をお書き下さい） Outline of Research (Please state outline of research or course syllabus in Laboratory Rotation program.)  素粒子的宇宙論・高エネルギー宇宙物理学についての理論的研究の中で一つのテーマを選び、講義により研究の現状の概要を把握した上で、特に興味のある項目について文献および実習によりさらに理解を深める。		
前提とする既習事項 なし Prerequisites that the student has to complete before taking this Lab-rotation program: None		