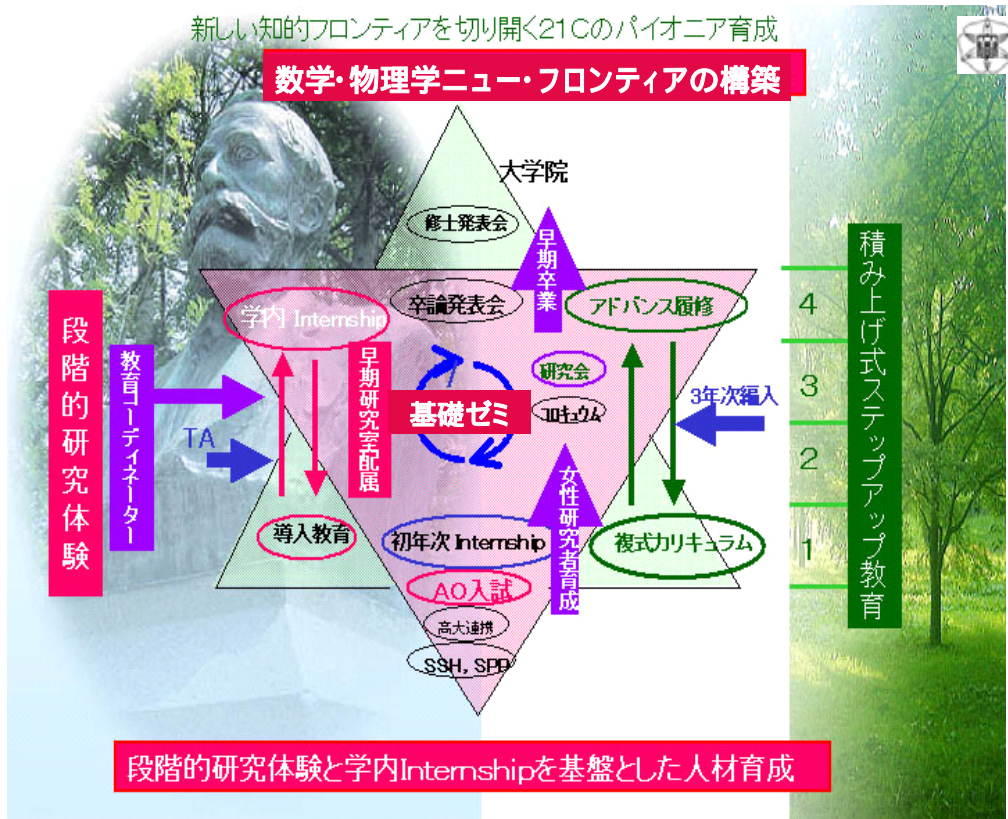


参考資料 1: 「理数応援ニューフロンティア・プロジェクト - 段階的研究体験と学内インターンシップを基盤とした人材育成 - 」(文部科学省科学技術人材養成等委託事業)概念図



01

総合入試

入学後に決める 自由な入試

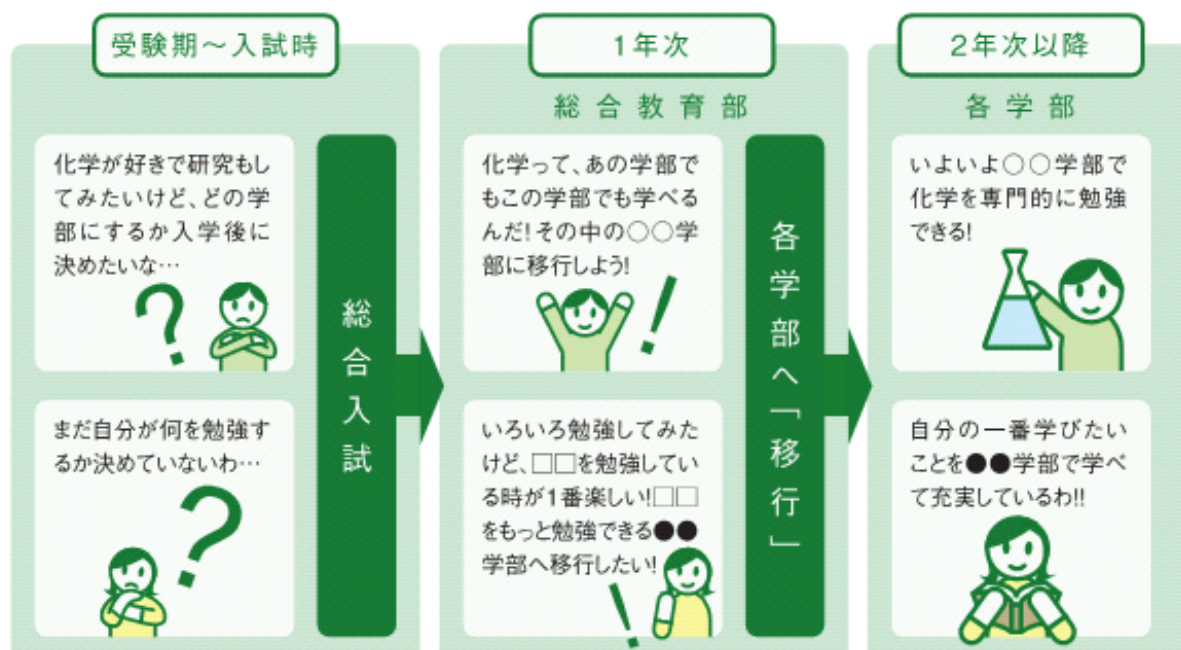
「あなたはどの学部で何を学びたいですか？」

この問いに対する明確な答えを持ち、勉学に励んでいる学生は、そう多くはないのではないのでしょうか。

今までの北大の入試は、受験時に「学部を決める」方式でした。しかし、現実的には、特定の学部こだわらず北大に入ることを優先させ、入学後も「本当に自分が学びたいこと」を見出せなかったり、「本当に自分が学びたいこと」と「所属する学部で学べる内容」が合わず、悩んだりする学生も少なくありません。

そこで北大は、「入学後に学ぶ内容や所属したい学部を決めたい学生」のために、入学してからの1年間、自分が本当に学びたいことは何なのか、将来どのようなことをしたいのか、を十分考えた上で学部・学科へ移行することができる、【総合入試】を導入しました。時間をかけてとことん考え、納得した上で学部を決めることができるため、充実した学生生活をおくることができ、そしてその先にある将来の選択に関しても、きっと満足のいくものとなるでしょう。

あなたもぜひ、総合入試にチャレンジしてください！



02

総合入試の魅力

総合入試では、学部への直接の入学ではなく、「文系」「理系」という2つの大きな募集枠で学生を受入れ、1年次の成績確定後、本人の希望と取得した単位の評価により、学部・学科へ移行します。

全ての学部が総合入試を実施しますので、文系・理系ごとにあらゆる学部・学科への移行が可能です（ただし、文系から理系、理系から文系といった、他系の学部・学科へ移行する場合には、一定の人数制限があります）。

また、同じ学部でも学科によって学ぶ内容が大きく異なったり、異なる学部でも同じような内容が学べたりすることを、入学後の1年間、じっくりと確認した上で、移行先を検討することができます。

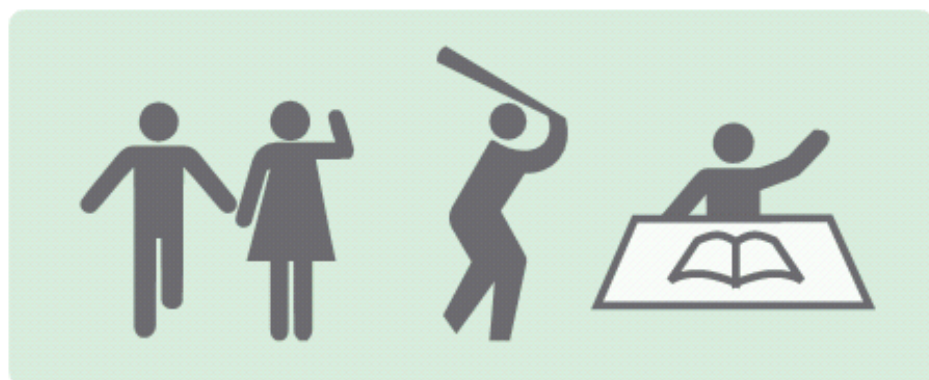
今、学問の最先端の世界では、細分化と融合化が急速に進んでいます。1つの分野が細かく分かれたり、複数の分野が混ざり合って新しい分野が創られたりしているのです。例えば、「生物」を大学で学びたいと思った学生は、まずは理学部への進学を考えるとします。しかし、北大の学部の中で生物を究めることができる学部を細かく調べると、医・歯・薬系の学部や、農学部、獣医学部や水産学部でも関連した教育研究が行われています。また、物理などの他の科目との融合を考えると、工学部でも生物を学ぶことが可能です。

このような、学問の最新事情に対応することも、総合入試を導入する理由の一つです。

総合入試で入学した学生は、1年間の学習や学生生活を通じて、「本当に自分が学びたいこと」をはっきりとさせ、自分にふさわしい学部・学科を選ぶことができます。

さらに、学ぶ目的がはっきりすれば、意欲的に学業や、サークル活動といった課外活動に取り組み、充実した学生生活をおくることができます。

また、理系の総合入試では、受験生の選択肢を増やすために、5つの選抜群を設けています。選抜群ごとに、理科の科目と数学の配点に特色をもたせていますので、得意とする科目を活かした受験が可能です。選抜群は入試時の区分にすぎないので、選択科目やどの選抜群で受験したかということは、入学後の学業や、学部移行には影響しません（5ページで詳しく説明しています）。



03

北大の募集単位の概念図



※AO入試の高学部のうち、高学系、保健学系看護学専攻及び保健学系作業療法学専攻のみ実施します。

※後期日程の高学部保健学系のうち、放射線技術科学専攻、検査技術科学専攻及び理学療法学専攻のみ実施します。

北大の募集単位は総合入試だけではありません。学部別入試やAO入試といった、入学前に将来学びたい学部が決まっている学生のための入試もあります（詳細は別に発行されている「入学者選抜要項」でご確認ください）。

総合入試は、文系・理系ともに「前期日程のみ」で募集します。後期日程では募集しません。また、理学部、薬学部、工学部及び農学部では、前期日程は総合入試でのみ募集します。

総合入試と学部別入試に、大学入試センター試験と個別学力検査等を課します。

04

学部・学科等の定員と募集人員・ 総合入試入学者の移行人数

学部・系	学科(学科目等)・課程	学科等の定員	募集人員				総合入試(前期のみ)	総合入試入学者の移行人数	
			学部別入試			AO入試			
			前期	後期	AO入試				
文学部	人文科学科	185	118	37	0	文系 100	30		
教育学部	教育学科	50	20	10	0		20		
法学部	法学課程	200	140	40	0		20		
経済学部	経済学科	190	140	20	0	理系	30		
	経営学科								
理学部	数学科	50	0	13	0		37		
	物理学科	35		5	5	25			
	化学科	75		15	8	52			
	生物科学科	80		10	5	65			
	(生物学)	(40)		(5)	(5)	(30)			
	(高分子機能学)	(40)		(5)	(0)	(35)			
	地球惑星科学科	60		5	5	50			
医学部	医学系	医学科	107	97	0	5	5		
	保健学系	保健学科	180	142	18	11	9		
		(看護学専攻)	(70)	(60)	(0)	(7)	(3)		
		(放射線技術科学専攻)	(37)	(28)	(7)	(0)	(2)		
		(検査技術科学専攻)	(37)	(28)	(7)	(0)	(2)		
		(理学療法専攻)	(18)	(13)	(4)	(0)	(1)		
(作業療法専攻)	(18)	(13)	(0)	(4)	(1)				
歯学部	歯学科	53	30	8	5	10			
薬学部	薬科学科	50	0	24	0	理系	35		
	薬学科	30						21	
工学部	応用理工系学科	160	0	34	4		1,027	122	
	(応用物理学コース)	(50)			(0)	(39)			
	(応用化学コース)	(70)			(0)	(55)			
	(応用マテリアル工学コース)	(40)			(4)	(28)			
	情報エレクトロニクス学科	180		38	0	0	選抜群	数学重点	
	(情報工学コース)	(25)						(130)	(20)
	(コンピュータサイエンスコース)	(25)						物理重点	
	(電子情報コース)	(40)						(235)	(31)
	(生体情報コース)	(33)						化学重点	
	(メディアネットワークコース)	(30)						(235)	(24)
	(システム情報コース)	(27)						生物重点	
	機械知能工学科	120		30	0	0	総合科学	(177)	
	(機械情報コース)	(60)						(45)	
	(機械システムコース)	(60)						(45)	
	環境社会工学科	210		53	0	0	0	157	
	(社会基盤学コース)	(40)						(30)	
	(国土政策学コース)	(40)						(30)	
(建築都市コース)	(45)	(34)							
(衛生環境工学コース)	(50)	(37)							
(資源循環システムコース)	(35)	(26)							
農学部	生物資源科学科	36	0	53	0	0	27		
	応用生命科学科	30					23		
	生物機能化学科	35					26		
	森林科学科	36					27		
	畜産科学科	23					17		
	生物環境工学科	30					23		
農業経済学科	25	19							
獣医学部	共同獣医学課程	40	20	15	0	5			
水産学部	海洋生物科学科	54	105	50	20	0	10		
	海洋資源科学科	53					10		
	増殖生命科学科	54					10		
	資源機能化学科	54					10		
合計		2,485	812	478	68	1,127	1,127		

05

総合入試の試験科目と配点

大学入試センター試験科目

本学個別学力検査等

文系

5(6)教科7科目 (300点)
 国語 (60点)
 地理歴史・公民 (80点)
 数学 2科目 (60点)
 理科 (40点)
 外国語 (60点)

合計 450点
 国語 (150点)
 地理歴史又は数学 (150点)
 外国語 (150点)

理系

5教科7科目 (300点)
 国語 (80点)
 地理歴史又は公民(40点)
 数学 2科目 (60点)
 理科 2科目 (60点)
 外国語 (60点)

合計 450点

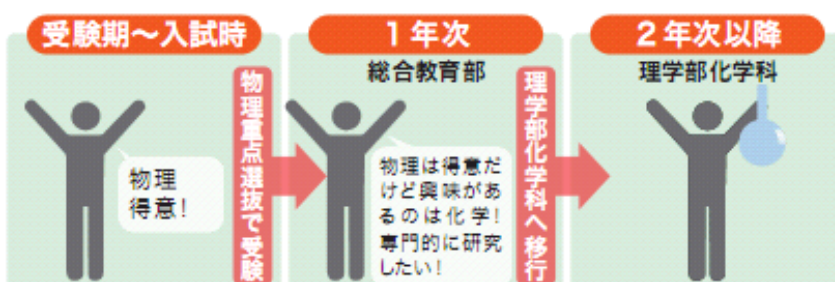
科目 選抜群	数学	主要理科	その他の理科	外国語
数学重点	200点	(2科目)100点 (50点, 50点)		150点
物理重点	150点	物理 100点	50点	150点
化学重点	150点	化学 100点	50点	150点
生物重点	150点	生物 100点	50点	150点
総合科学	150点	(2科目)150点 (75点, 75点)		150点

理系の総合入試の選抜群について

特定の科目に、より高い配点を行うことで得意科目を活かす入試方式です。

数学重点選抜群は、数学の配点を他の科目よりも高くする選抜群で、物理・化学・生物の重点選抜群は、理科のそれぞれの主要科目の配点を他の理科の科目よりも高くする選抜群です。総合科学選抜群は、各教科の配点を均等にする選抜群です。

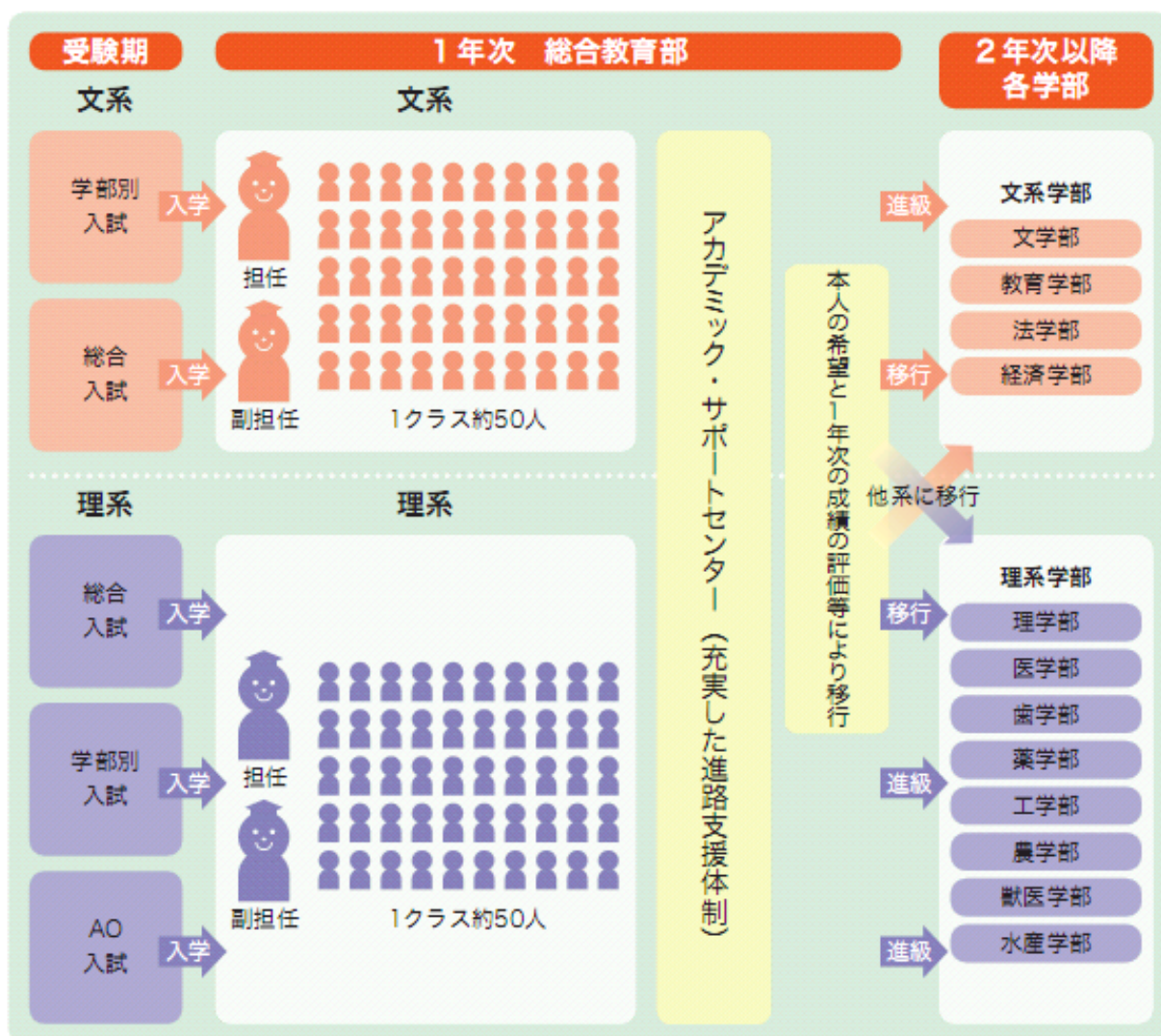
選抜群は入試時の区分です。選択科目やどの選抜群で受験したかは、入学後の学部移行には影響しません。



06

総合教育部について

北大に入学すると、全ての学生は、1年次の間、「総合教育部」に所属することになります。総合教育部では、入試の形態にかかわらず、文系・理系ごとにそれぞれ共通したカリキュラムに基づいて、充実した教養教育・基礎教育を受けます。



※学部別入試、及びAO入試による入学者は、2年次進級時に学部を変更することはできません。

①クラス編成

入学時にクラス編成が行われます。文系は、学部別入試による入学者の方が多いため、「総合入試（文系）入学者のみ」で構成されるクラスと、「各学部別入試入学者のみ」で構成されるクラス編成となります。

一方、理系は、総合入試（理系）入学者が多数を占めるため、各学部別入学者と区別しないクラス編成となります。

1クラスの人数は約50名で、担任の教員と副担任の教員が1人ずつつきます。

②充実した教養教育・基礎教育

1年次の間は、学部専門科目は開講されません。大学全体として企画し、実施する「全学教育科目」を履修します。

コアカリキュラム 教養科目	一般教育演習 (フレッシュマンセミナー)	・学生参加型授業(ゼミナール形式) ・フィールド学習型授業(合宿形式)《論文指導科目を含む》	約140科目
	総合科目	・環境と人間・健康と社会・人間と文化・特別講義 ・学問の世界	約70科目
	主題別科目	・思索と言語・歴史の視座・芸術と文学・社会の認識 ・科学・技術の世界《論文指導科目を含む》	約170科目
	外国語科目	・英語・ドイツ語・フランス語・ロシア語・スペイン語 ・中国語・韓国語	約350科目
	外国語演習	・英語演習・ドイツ語演習・フランス語演習・ロシア語演習 ・スペイン語演習・中国語演習・韓国語演習・外国語特別演習	
	共通科目	・体育学・情報学・統計学 ・インターンシップ(キャリアに関連した就業体験)	約30科目
基礎科目	・文系基礎科目・数学・物理学・化学・生物学・地球惑星科学 ・心理学実験・基礎自然科学実験・自然科学実験	約40科目	

全学教育科目は、上図のように構成されていて、その中でも、どの学問分野にも必要なコアとなる教養科目群のことを「コアカリキュラム」と呼んでいます。

コアカリキュラムは、北海道大学という「世界」の歩き方を示す案内板のようなものです。1年次にこの案内板に触れることで、これから先自分が進みたい道を探し、歩き始めることができます。

全学教育の科目数は全部で約800科目！この中から、文系・理系ごとに一定の基準に基づいて自分の学びたい科目を選び、自分で時間割を作ります。

一般教育演習はフレッシュマンセミナーともいい、少人数のゼミナール式の授業であり、牧場、練習船、火山観測所などを利用した合宿形式の演習も含まれています。総合科目は複数の学問分野を融合した統合講義で、1つのテーマで何人もの教員が交代で授業を行うこともあります。主題別科目は、最良の専門家による最良の教養教育で、それぞれ単一の学問分野を基礎にしています。外国語科目・外国語演習では、英語に限らず、多くの外国語をいつでも学べるようになっています。共通科目は体育学、情報学、インターンシップなど、共通性の高い基礎分野です。基礎科目は専門教育の基礎となる科目で、高等学校で履修していない人のための科目も開講されています。

総合入試で入学した学生は、このような充実した教育を受けながら、じっくりと移行したい学部・学科、そして自分の将来について考えることができます。

08

学部・学科への移行について

入学後の1年間、総合教育部で所定の単位数を修得したら、2年次へ進級するとともに、いよいよ学部・学科へ移行することとなります。

総合入試（文系・理系）で入学した学生は、本人の希望と1年次に修得した単位の評価（成績）により、移行する学部・学科（一部の学部では専攻、コースまで）が決定されます。

○移行の大原則

全ての手続きを通じて、学生が希望しない学部・学科等へ移行することはありません。

移行先の決定においては成績上位者が優先され、同位の者は同等に扱います。

○学部・学科移行の基本的な流れ



参考資料 3：早期研究室配属テーマ・活動一覧(平成 20 - 23 年度)

H20 年度早期研究室配属

物理学科 3 年 (H20-21)	
研究テーマ	カー顕微鏡による NdFeB 永久磁石の磁区観察
<p>【研究計画】</p> <p>NdFeB 永久磁石の保磁力機構の解明のため、カー顕微鏡を使用し、磁石表面の磁区観察を行う。カー顕微鏡での磁区観察には小型の磁場印加装置が必要となるが、その磁場印加装置の設計、製作し、磁区観察できるようにシステムを立ち上げる。NdFeB の磁区観察を行なう。</p>	
<p>【成果報告】</p> <p>カー顕微鏡用磁場印加装置の設計を行い、組図から部品図まで全て自分で作成した。設計した部品類を機械工作室で製作し、装置を組み立てた。また、装置を制御するためのプログラムも自分で作成した。この磁場印加装置により必要な磁場の値を PC に入力すると装置の制御が可能になった。この装置を使用し、NdFeB 永久磁石の磁区観察を行い、その減磁過程の磁化の振舞を解析した。この結果は物理学会で発表を行った。</p>	
<p>【学生の感想】</p> <p>理数応援プロジェクトの早期研究室配属において何よりも良かったことは、実験をするにせよ、物事を考えるにせよ、研究活動における生活のスタイルを実際に 4 年生で研究室配属する前に知れたことであった。これは自分にとって貴重な体験であった。</p>	

物理学科 3 年 (H20-21)	
研究テーマ	1 級アルコールと脂肪酸の広帯域誘電分光
<p>【研究計画】</p> <p>アルキル基にヒドロキシ基(-OH)がついたアルコールとカルボキシル基(-COOH)がついた飽和脂肪酸は似た分子構造をもつ。メチル基に対する-OH と-COOH の電気双極子モーメントはともに ~1.7D であり、アルコール分子と飽和脂肪酸分子は似た極性を持つと考えられるが、純粋液体の誘電率は大きく異なり、メタノールと酢酸の静的誘電率は 33 と 6.2 である。液体中の局所的分子配置や分子ダイナミクスを、同じ長さのアルキル基を持つ脂肪酸とアルコールで比較検討できれば、アルコールの緩和過程の解釈も深まると思われる。</p>	
<p>【成果報告】</p> <p>広帯域誘電分光法(1MHz ~ 10GHz)を用い、アルキル基を持つアルコールと飽和脂肪酸の複素誘電率測定を行った。実験の結果、世界で初めて飽和脂肪酸の誘電分散を観測することに成功した。脂肪酸の誘電緩和周波数は、対応するアルコールの副分散と同じ値を持つことが分かり、アルコール副分散の誘電緩和素過程は、分子 1 つの回転拡散に起因することが強く示唆された。本研究成果は、日本物理学会で口頭発表した。</p>	
<p>【学生の感想】</p> <p>「講義を受けて勉強をする」というスタイルの毎日を過ごして来た私にとって、「研究して学会発表をする」という生活は全く違った世界だった。自分の研究テーマを、一日一日温めて学会発表を目標に望むというのは、過酷であり達成感を存分に味わえる世界だった。また、自分の研究に愛着を持ってくると、他の研究がどのように自分の研究と違うのかを見比べることによって、周りの分野を鮮明に見ることができた。これは学会に行ったからこそ、自分の研究のポジションを把握できた事に他ならない。ぼんやりとした研究者への憧れが現実味を帯びて早い段階で体現できたことは良い経験であった。</p>	

物理学科 3 年生 (H20-21)	
研究テーマ	テラヘルツ分光による カロチンの分子振動ダイナミクスの研究
<p>【研究計画】</p> <p>テラヘルツ領域には有機分子の大振幅運動や分子間振動，誘電体のソフトモード，半導体のキャリアダイナミクスや格子振動のモードが現れる。有機分子の場合，テラヘルツ分光測定は，物質に固有のスペクトルだけでなく，分子構造および機能に関連した多くの情報が得られる。本研究では，有機分子である カロチンとその単量体あるレチナールに注目し，テラヘルツ分光測定から，その分子振動ダイナミクスを調べる。</p>	
<p>【成果報告】</p> <p>テラヘルツ時間分光法により カロチンとレチナールの吸収スペクトルの測定に成功した。カロチンの吸収係数はレチナールに比べおよそ 1 桁小さいが，ピーク位置には高い関連性があることが確かめられた。二量体と単量体の分子構造の違いからこの差を直接説明することは現状では困難である。一方，レチナールサンプルに対して，新鮮なサンプルと空气中に長時間放置したものの吸収係数の比較を行なった所，スペクトル全体の特性は保たれているものの空气中における経時変化によりピーク構造が消失していることが明らかになった。</p>	
<p>【学生の感想】</p> <p>研究を進める上で，測定や解析に手間取ることも多かった。研究に限らず，今後仕事をしていく上で重要であろう作業をどういった順序で進められるか，限られた時間でどれだけ成果をあげるか，どの作業を優先して行うべきかなどのことを学ぶことができた。理数応援プロジェクトを通して研究活動の一端を垣間見ることができ，研究者志望である自分にとっては，これらの活動全てが非常に良い体験であった。</p>	

物理学科 3 年 (H20-21)	
研究テーマ	ピン止め効果の影響をあまり受けない超伝導体の作成
<p>【研究計画】</p> <p>超伝導は 20 世紀を代表する発見と言われる。超伝導リニアモーター，超伝導 MRI といった 21 世紀の技術としても注目を集めている。超伝導マイスナー効果や超伝導の応用上で重要な磁束ピン止め現象を身近に感じてもらう実験として，磁石レール上での超伝導磁気浮上が知られている。本研究では超伝導体の空隙部分を制御して磁束のピン止め効果を調整し，磁石レール上の磁気浮上体のカーブでの運動に与える影響を調べた。</p>	
<p>【成果報告】</p> <p>高温超伝導体 YBCO を作成した。焼結条件を調整することで，磁束をピン止めする試料内の空隙量を制御した。空隙部が完全に無い試料作成のため，YBCO と反応が弱いイットリア坩堝を用いた。顕微鏡下での試料観察と磁気浮上実験から空隙量が焼成温度の上昇と共に減少することを確認した。また，酸素中焼成でも温度を融点近くまで上げると試料の酸素が抜け出し超伝導が消失してしまうが，温度を少し下げると酸素が試料内に戻って超伝導が回復する不思議さも体験した。</p>	
<p>【学生の感想】</p> <p>地道に実験を繰り返しているうちに研究が進まない時の焦り，変化が現れた時の嬉しさを体験でき，研究室で実験することで研究に対する姿勢や考え方の一部でも吸収できたと感じました。実際に当初の目的としていた結果は成し遂げられなかったがその経過で悩み，相談し，工夫するために思考を巡らせる機会を早くに得られたことに感謝しています。</p>	

H21 年度早期研究室配属

物理学科 3 年 (H21-22)	
研究テーマ	擬一次元有機導体における電荷秩序とアニオン配向秩序の研究
<p>【研究計画】</p> <p>擬一次元有機導体(TMTTF)₂X の電荷秩序とアニオン配向秩序による相転移を複素伝導率の測定より研究する。非対称分子を含む分子性結晶を作製し、直流電気抵抗の測定しエネルギーギャップ等の物理を決定する。複素伝導率の測定より電荷秩序とアニオン配向秩序 による誘電率異常を観測する。</p>	
<p>【成果報告】</p> <p>3 種類の試料の合成を試み、複素誘電率の報告のある試料、ない試料を合成することに成功した。輸送現象の測定には試料の形状や表面状態が重要で、実際に試料を測定して、試料合成の重要性を十分に実感できた。有機導体の試料はもろく、試料のセットアップに大変苦労したが、直流電気抵抗、複素伝導率が測定できた。電荷秩序とアニオン配向秩序相転移による輸送現象の異常の観測に成功し、電荷秩序転移後のエネルギーギャップの報告に間違いがあることが分かった。</p>	
<p>【学生の感想】</p> <p>配属された 2 年後期当初は物性分野に関心を持っていなかったが、ゼミや実験結果の解析等を通して考えるようになり、この分野にも興味を持つようになった。また発表の仕方、アブストラクトの書き方を手取り足取り教わったことで、それ以降、どのように内容を組み立てると人に分かりやすい説明になるのかといったことを考えるようになった。早い段階でこのような意識を持つようになり良かった。</p>	

物理学科 3 年 (H21-22)	
研究テーマ	重い電子系強磁性体 U ₄ Ru ₇ Ge ₆ の圧力効果
<p>【研究計画】</p> <p>希土類元素やアクチナイド元素を含む金属化合物では、4f 電子や 5f 電子が「重い電子」状態を形成する物質が多く存在し、重い電子系と呼ばれる。重い電子系で注目されている現象に、BCS 理論では説明できない異方的超伝導がある。f 電子系の場合には、強磁性と共存する超伝導が発見されている。本研究では、8 K で強磁性転移する U₄Ru₇Ge₆ に圧力をかけて強磁性状態がどのように変化するかを調べる</p>	
<p>【成果報告】</p> <p>アーク熔解によって U₄Ru₇Ge₆ の多結晶試料を作成し、X 線回折実験で同定した。次に試料をインデンター型高圧セルに封入し、電気抵抗測定を温度範囲 0.2 K ~ 300 K、圧力範囲 0 ~ 4.5 GPa で行なった。その結果、この系の強磁性は静水圧を加えると抑制され、P_c ~ 2.8 GPa で消失する(量子臨界点をもつ)こと、P_c 近傍で測定温度範囲内では超伝導転移をしないことがわかった。</p>	
<p>【学生の感想】</p> <p>超伝導について調べる良いきっかけになりました。低温物性実験の方法や、研究室の様子がわかり有意義でした。研究室の行事で先輩と自転車旅行に行った事も良い思い出になりました。</p>	

数学科 2 年 (H21-22)	
研究テーマ	BaTiO ₃ の誘電特性 驚異のチタバリ
【研究計画】	
チタン酸バリウム(BaTiO ₃)の研究。チタン酸バリウムは他の強誘電体に比べ、大きな誘電異常を示し、機能性材料として興味深い物質である。デバイスとして使用した場合、誤って 120 を越えてしまうと相転移が起こり、その性質が大きく変わるため誤作動の原因となる。本研究ではチタン酸バリウムに添加物を加え、その相転移温度を室温から遠ざけ、よりデバイスに応用しやすい材料の可能性を探索する。	
【成果報告】	
チタン酸バリウムのセラミックス試料を固相反応法により作製し、誘電率の測定から相転移点のドーパント依存性を調べた。相転移点はピュアな試料では 132 であったが、不純物を添加により 110 まで約 20K 低下することが明らかになった。チタン酸バリウムのセラミックス作製法や誘電測定の原理など必要な技能を学んだ。	
【学生の感想】	
数学科の所属であったので物理実験は良い経験になりました。実験の方法や、セラミックス試料の作製法、色々工夫しないと良い試料ができなく、そのような試料では良い結果も出ないことが経験できました。物理の面白さがわかり有意義でした。	

H22 年度早期研究室配属

物理学科 3 年 (H22-23)	
研究テーマ	CaCu ₃ Ti ₄ O ₁₂ の Mn ドープ試料の作製および誘電率の測定
【研究計画】	
AA' ₃ Ti ₄ O ₁₂ 物質, 特に CaCu ₃ Ti ₄ O ₁₂ は絶縁性が良く, その新奇な巨大誘電応答に興味を持たれている。A サイトを Cd や La で置換すると誘電率は約 400, A' サイトを Mn で置換すると約 100 となり 2 桁小さい。このことから巨大誘電応答と A, A' サイト原子の役割について興味もたれている。A' サイトの Cu イオンを Mn で一部置換し, 誘電性を調べる。	
【成果報告】	
固相反応法により, Mn イオンを A' サイト(Cu サイト)にそれぞれ 1, 3, 5%ドープした 3 種類のセラミックス試料を作製した。X 線回折実験から, 良質のセラミックス試料であることが分った。格子定数の Mn ドープ量依存性を調べた結果, ドープ量の増加に伴って a, b 軸方向の格子定数の増加が観測された。今後, 誘電率の温度依存性が明らかにされることで, 巨大誘電応答での A' サイトの役割が明らかになっていくと期待される。	
【学生の感想】	
早期研究室配属で最先端の研究に触れて, 研究には今まで学んだこと以上の専門知識が必要で, その基盤の重要さを痛感しました。自分で新しい物質を合成し, その物性を調べるといのはとても地道で大変な作業でした。今まで誰も知らなかったことを調べることができ, 大変興味深く, 充足感のある体験ができたと思っています。学部年では経験できない事を色々勉強することができ, 貴重な経験ができました。	

物理学科 3 年 (H22-23)	
研究テーマ	巨大誘電率ペロフスカイト結晶 $\text{CaCu}_3\text{TiO}_{12}$ の Cd 置換効果
<p>【研究計画】</p> <p>A-site 秩序型ペロフスカイト $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ は、広い温度領域で誘電率が 10000 を超え、基礎と応用の両視点で興味もたれている。$\text{ACu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ 物質群を見ると Ca を Cd や La で置換した場合に誘電率は急減する。このことから $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ の巨大誘電応答は A サイト原子と何らかの関係があるのではと推測される。本研究では誘電測定から、Cd ドープ効果を調べた。</p>	
<p>【成果報告】</p> <p>Cd をドープした 6 種のセラミクス試料を作製し、50 K から 850 K までの温度領域で誘電率を測定した。誘電率は 23000 となり、巨大な値を示した。x=1 の $\text{CdCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ 試料においても誘電率が 6000 という大きな値を示し Ca-Cd 混晶系、Cd 結晶において 2 桁におよぶ誘電率の減少はみられず、大きな誘電率を示す事が明らかになった。本研究の成果は日本物理学会で発表した。</p>	
<p>【学生の感想】</p> <p>早期研究室配属に参加して大変でしたが、楽しいことや嬉しいこと、いろいろな経験が出来て、参加してよかったと思います。はじめは学部の授業に加え、研究室で勉強するのが大変でした。文献やインターネットに答えが出ている訳ではなく、自分の出したデータは正しいのかわろ不安でした。ですが、データがとれたときはとても嬉しかったです。理数応援プロジェクトでさまざまな経験をさせていただくことができました。勉強面だけでなく、院生や四年生の方々との交流の中で進路についてもじっくりと考えることが出来たと思います。</p>	

物理学科 3 年 (H22-23)	
研究テーマ	フラックス法によるウラン化合物の育成
<p>【研究計画】</p> <p>新しい物質を作り、新たな物性を見出すことは、物理学の最も重要な目的の一つである。新物質を作り同定する作業を経験することで、未知な世界へ手探りで進んでいく過程の楽しさと難しさを体感する。最近注目されているカゴ状構造 $\text{CeCr}_2\text{Al}_{20}$ 型の物質で、未だ作成されていない $\text{URu}_2\text{Zn}_{20}$ を Zn 自己フラックス法での作成を試み、電気抵抗等の測定を実施する。</p>	
<p>【成果報告】</p> <p>アルミナるつぼ内に元素を仕込み、2 重石英管内に Ar ガスを少量入れて封入、900 まで昇温した後、約 1 週間の徐冷を行って結晶作成した。取り出した試料について X 線で同定したところ目的の立法晶物質ではなく、何らかの多結晶体が出来ていることが判明した。また、室温より 2K までの電気抵抗測定の結果、局在性の強い重い電子系化合物特有の興味深い振舞が観測された。結果は、プロジェクトの発表会並びに研究室での成果報告会で報告された。</p>	
<p>【学生の感想】</p> <p>慣れない作業も多く、また暑い日も続いて実験は大変でした。ですが研究室の先生方や院生たちには大変よくしていただき成果発表を迎えることができました。時には失敗し、迷惑をかけてしまったこともありましたがそれも含めよい経験になりました。何より日々研究に打ち込む学生、先生方の姿を目の当たりにして、大変刺激になりました。</p>	

物理学科 3 年 (H22-23)	
研究テーマ	nCB 液晶分子を添加した一級アルコールのマイクロ波誘電緩和
<p>【研究計画】</p> <p>一級アルコールにはマイクロ波域に主緩和過程と副緩和過程の 2 つの誘電緩和過程が観測される。主過程の誘電緩和強度は単純な有極性液体よりかなり大きく、分子集団が形成する局所構造に起因するのではとされているが明確になっていない。溶媒依存性が研究されたが、溶媒分子サイズはアルコール分子サイズ以下であった。本研究では、存在するかもしれないクラスターのサイズに匹敵する液晶分子を溶媒に用い、主緩和過程への影響を検討する。</p>	
<p>【成果報告】</p> <p>研究に用いた液晶は 4-cyano-4'-n-alkylbiphen(nCB, n=1~9) で、n によって液晶の長さを制御できる。試料を入れた同軸カップリング型円形並行平板電極の複素反射係数をネットワークアナライザーを用いて測定し、100MHz~10GHz で複素誘電率を求めた。ブタノールの主過程は 3CB 添加により高周波側へシフトしている。様々な長さの液晶分子で実験を行い、主過程の起源になるモデルを議論した。研究成果は日本物理学会で発表し高い評価を受けた。</p>	
<p>【学生の感想】</p> <p>早期配属に参加し、経験できないことをする機会をいただいたことに大変感謝しています。液体の領域の研究や実験は初めてみるものばかりで、通常の授業だけではできない新たな視点で取り組むことができたと思います。また、この早期配属の実験の成果として、物理学会に参加できました。大変でしたが、最先端の研究と研究者と交流できた貴重な体験でした。</p>	

物理学科 3 年 (H22-23)	
研究テーマ	(TMTTF) ₂ ReO ₄ の誘電率の測定
<p>【研究計画】</p> <p>擬一次元有機導体(TMTTF)₂ReO₄ の電荷秩序とアニオン配向秩序による相転移を複素伝導率の測定より研究する。複素誘電率測定のプロプログラムを開発し、温度コントローラの PID 制御のパラメータを決定する。(TMTTF)₂X の電荷秩序とアニオン配向秩序に関する論文を 4 年生および大学院生と一緒に読む。</p>	
<p>【成果報告】</p> <p>当初、物性に関する知識はほとんどなかったので半年間基本的な教科書を 4 年生と一緒に勉強した。理解が進んだので、3 年生前期に(TMTTF)₂ReO₄ の電荷秩序とアニオン配向秩序に関する論文を読んだ。その後、誘電率測定のため温度計コントローラを用いた精密な温度制御プログラムを開発し、0.01K の精度で装置を安定させることに成功し複素誘電率測定が可能になった。試料セットアップの困難さもあり、あまりうまくいかなかったが、電荷秩序とアニオン配向秩序による誘電率異常を観測することに成功した。</p>	
<p>【学生の感想】</p> <p>扱った試料は非常に脆く、軽い衝撃で破壊するので作業は慎重を要し、もはや運の要素もそれなりにないと、望ましい試料はできないとすら思われた。実験家に求められる知識、経験の多さも実感した。データを集めてからも膨大なデータの山を整理するのが大変であった。それでも秩序立ってデータ点が整列している様を見ると、やはり物理は面白いなと思った。この整列の規則は何なのか、その起源は何なのか、そのような不思議を提供するものとして物理実験というのは重要だと再認識した。研究の大変さと面白さを少し垣間見る事ができた。</p>	

物理学科 3 年 (H22-23)	
研究テーマ	磁区観察用 Kerr 顕微鏡の絞り制御機構の開発
<p>【研究計画】</p> <p>磁性体試料の磁区構造を観察する Kerr 顕微鏡において、磁化方向を定量的に決定可能な絞り制御機構を開発し、評価、実験をする。この開発は絞り機構本体の製作ばかりでなく、ステップモーターを制御するための制御系の設計・製作、さらに制御用プログラム等の製作等も含まれる。また、実際に顕微鏡観察を行うまでの評価実験を行う。</p>	
<p>【成果報告】</p> <p>絞り機構をシステムとして完成することまでやりとげ、それを利用した Kerr 顕微鏡観察での研究成果を日本物理学会で発表した。</p>	
<p>【学生の感想】</p> <p>実験について基本的な事や、注意を払わなければならないところを学ぶことができた。現在は、物性とも実験とも関係ない研究室に配属したが、これから先研究を始めていく中での心構え等は同じではなくとも近いはずであるのでここでの経験は意味があったと思うのでそれを役立てていきたい。</p>	

物理学科 3 年 (H22-23)	
研究テーマ	ブチルスズ エステルのカップリング法による BEDT-TTF の合成
<p>【研究計画】</p> <p>BEDT-TTF は陰イオン X^- と化合し擬二次元有機伝導体となる。1982 年に超伝導が発見された。この $(BEDT-TTF)_2X$ の電子状態を調べる手段として ^{13}C-NMR があるが、測定には BEDT-TTF の中心炭素原子の片側 ^{13}C 置換体が必要になる。従来法では 100%純粋な片側 ^{13}C 置換体だけを合成することはできないので、TMTf の片側 ^{13}C 置換体の合成方法であるブチルスズ エステルのカップリング法によって BEDT-TTF の 100%純粋な片側 ^{13}C 置換体の合成を検討する。</p>	
<p>【成果報告】</p> <p>4 段階の合成により出来た試料は不純物が含まれた BEDT-TTF であることが分かった。不純物を除くためにカラム分離を行って、最終的に収率約 0.02% の 100%純粋な BEDT-TTF を合成できた。^{13}C-NMR での測定には、片側 ^{13}C 置換体を合成する必要があるが、これを ^{13}C に置換するためには、合成過程でジクロロ酢酸メチルの ^{13}C 置換体を用いればよいので、100%純粋な BEDT-TTF の片側 ^{13}C 置換体も合成可能であることが判明した。</p>	
<p>【学生の感想】</p> <p>研究を行うためにはこれまで学んできた教養を超えた専門的な知識が必要で、大変であった。また、過去の研究との比較、検証が新たな方法を生み出すきっかけになることを知り、その重要性を学んだ。さらに、机上では知ることができない実験装置、トラブルの対処法といった実践的な技術も学ぶことができた。On the Job Training を通じて貴重な経験をすることができ、大変有意義な時間であったと感じている。</p>	

物理学科 3 年 (H22-23)	
研究テーマ	テラヘルツ時間領域分光法による油-水混合系の分子ダイナミクス
<p>【研究計画】</p> <p>本研究では、長い炭素鎖を持ちながら水素結合に影響を与えうる液体として脂肪酸のひとつであるオレイン酸に着目し、その水との混合溶液のテラヘルツ誘電測定を行った。研究では、まず、テラヘルツ測定装置に関連して電子回路の動作評価、光学素子の光透過率測定、半導体結晶のラマン散乱測定などを行い、さらに液体のテラヘルツ測定が簡単化できる液体セルを工夫して測定を行った。</p>	
<p>【成果報告】</p> <p>水とオレイン酸の混合比を変えたときの、テラヘルツ帯の誘電測定をした。アルコールの場合と同様にオレイン酸の混合により誘電率に急激な変化が起こり、水の水素結合ネットワークが崩れていることが確かめられた。現在、水とオレイン酸の混合が完全でなく部分的な遊離が認められることから、定量性に問題があり、実際のオレイン酸の比率はこの値よりかなり小さいことが考えられる。今後、表面活性剤を利用するなどして定量性に改善を加えたい。</p>	
<p>【学生の感想】</p> <p>研究室に配属されて外からは見えない所を体験させて頂きました。実際の研究では、学生実験の場合なら既に用意されているような実験器具を、自ら作ったり調整したりする作業があるということがわかりとても興味深かったです。</p>	

物理学科 3 年 (H22-23)	
研究テーマ	STM/STS を用いた高温超伝導体 Bi ₂ 212 の電子状態の研究
<p>【研究計画】</p> <p>STM(走査型トンネル顕微鏡)は、試料表面の各点と探針との間に流れるトンネル電流を計測し、画像化する装置である。また STS(走査型トンネル分光法)によって、探針直下の電子の状態密度を測定することができる。Bi₂212 は層状の結晶構造をもつ高温超伝導体である。超伝導が発現する Cu-0 面と Cu-0 面にホールをドーピングするブロック層からなるが、結合力の弱い Bi-0 面が表面で劈開される。STM 及び STS を用いて Bi₂212 の表面状態の観察、ならびに Cu-0 面における電子状態密度の測定を行う。</p>	
<p>【成果報告】</p> <p>STM 実験によって、Bi₂212 の Bi-0 面に発達するとされている超格子の観察に成功した。また、劈開以前にはその存在が報告されていない Missing atom row(非周期的な格子欠陥)を観察することにも成功した。STM 像は針先を試料面に近づけるにつれ、表面の Bi-0 面の像とは異なることがわかり、電子状態密度を測定したところ、銅酸化物の高温超伝導体を示す典型的な超伝導ギャップが観察できた。</p>	
<p>【学生の感想】</p> <p>私はもともとどちらかというと理論系を志望していたので実験系の早期配属の募集があった時は少しためらいましたが、実験系の研究がどのようなものかを知ることができる貴重な機会だと思い応募しました。実際に早期配属され、ゼミや実験を通して先生や先輩方から学んだことは予想していたよりも遥かに多く、今振り返ってみると、とても充実した時間を過ごすことができましたと思います。「本当の」実験ができたこと、それも未熟な 3 年生の私にも何とかできるように、先生や先輩方が丁寧にサポートして下さったためです。足りない知識はその都度勉強させてもらえました。早期配属は学生実験(前期)の単位振替とすることが可能だったので、私の場合、早期配属による時間的な負担を大きく感じることはありませんでした。むしろ、真に代えがたい時間を過ごすことができましたと確信します。このような機会を与えてくださった方々に感謝したいと思います。</p>	

H23 年度早期研究室配属

物理学科 3 年 (H23-24)	
研究テーマ	過冷却液体のガラス転移の研究
<p>【研究計画】</p> <p>液体を冷却すると通常は結晶になるが、急冷すると粘性の高い過冷却液体を経てガラスになる。これをガラス転移現象という。今回は、糖アルコールを使ってガラス転移を目視、熱測定、誘電測定によって研究した。糖アルコールは炭素鎖に-OH 基がついた多価アルコールで、水素結合ネットワークガラス形成物質として知られ、比較的簡単に過冷却液体になる。炭素数を変化させるとフラジリティインデックスを制御でき、系統的観測に適した物質である。</p>	
<p>【成果報告】</p> <p>炭素数が 3 のグリセロール、4 のエリトリール、スレイトール、5 のキシリトール、6 のソルビトールを使った。示差走査熱量測定に 10K/min の昇温過程でガラス転移温度 T_g を測定した。T_g はグリセロール 194K、キシリトール 251K、ソルビトール 271K だった。誘電測定から緩和時間を求めた。アレニウスプロットから推測された協同的分子運動凍結温度はキシリトールで 230K、ソルビトールで 250K であり、示差走査熱量測定で得られた T_g より系統的に約 20K 低くなることが分かった。</p>	
<p>【学生の感想】</p> <p>ガラス転移を熱測定や誘電測定から研究できて、ガラス転移についての理解が深まりました。学生実験で様々なテーマでの実験をするよりも、一つのことをじっくり学ぶことができ楽しかったです。以前からガラスのような非晶の複雑な物体について興味があり、今回学んでいくうちに興味が深まりました。また、研究室の雰囲気を知ることができ参考にもなりました。</p>	

物理学科 3 年 (H23-24)	
研究テーマ	磁気 Kerr 効果を利用したマイクロ磁性評価装置 (μ MOKE 装置) の開発
<p>【研究計画】</p> <p>磁気 Kerr 効果を利用した光学顕微鏡において、磁化の 3 成分を検出可能とする改良を進めており、Co 単結晶、NdFeB 磁石を用い、評価実験をした。また、研究室でレーザー光を使用した磁性評価装置の開発も進めている。これは磁性体試料の磁化の面内の 1 成分を計測することができるが、面内 2 成分、面直 1 成分を検出可能とすることを計画している。</p>	
<p>【成果報告】</p> <p>磁化の 3 成分を検出可能とする Kerr 顕微鏡について、2012 年物理学会秋季大会でポスター発表をした。また、レーザー光を利用した磁性評価装置も組み立てが終了し、その結果を報告会で発表を行った。</p>	
<p>【学生の感想】</p> <p>研究室配属全体を通しては、自身の無知ゆえに、一線の研究の一端を担わせて頂いたという自覚はあまり沸かなかったが、研究者としてどのように生活していくかという事について知ることができて良かった。成果発表会はとても緊張したが、おおむね満足のいく発表だったのでないかと思う。文章の書き方や発表用資料の作成も指導して頂き、そこから色々学ばせて頂いた。学生実験ではあまり得られなかった達成感を味わう事ができた。</p>	

物理学科 3 年 (H23-24)	
研究テーマ	テルルにおけるコヒーレントフォノンの強励起効果の研究
<p>【研究計画】</p> <p>ビスマス、アンチモンなどの半金属を超短時間光パルスで高密度励起すると、格子振動の周波数が瞬時的に低下する、いわゆるコヒーレントフォノンのソフト化現象が報告されている。その原因として、これまでに、格子ポテンシャルの非調和項の影響、キャリア・フォノン相互作用などが提案されているものの、十分な解明にはいたっていない。本研究では、コヒーレントフォノンのソフト化現象の解明を目指し、半金属テルルの単結晶において高密度励起ポンプ・プローブ分光の精密測定を行った。</p>	
<p>【成果報告】</p> <p>励起光パルスの強度に対するコヒーレントフォノンのフーリエパワースペクトラムの変化を観測した。励起強度の増加に伴って格子振動数が低下し、低周波数側に裾野をひいていく様子が確かめられた。また、時間軸上データでの振動周期の時間変化の解析では、初期周期の励起強度依存性が明らかな飽和傾向を示すことが分かった。</p>	
<p>【学生の感想】</p> <p>「授業でやる実験は測定ありき」という先生の言葉を何度も感じる数か月間でした。今回、テルルでもコヒーレントフォノンのソフト化が見られるはずという先生の話から始まり、最初の実験で失敗。原因がわかったかと思えば、試料を劈開して目的の面を割出し研磨する作業と、はっきりと言って地道な作業が続きました。しかし、そういった細かい所を理で詰めて、やっと測定に入れるという感覚を味わえたことはとても良い経験となりました。勿論、授業の実験を受けられないことに不安は覚えました。ですが、こういった“初めての実験”といった意味では、とても有意義な日々となりました。参加して良かったと思っています。今後もこういった理系教育に力を注いで欲しいと願っています。</p>	

物理学科 3 年 (H23-24)	
研究テーマ	κ -(BEDT-TTF) ₂ Cu(NCS) ₂ における放射線照射の研究
<p>【研究計画】</p> <p>κ-(BEDT-TTF)₂Cu(NCS)₂ は、$T_c=10.4\text{K}$ と有機物としては初めて 10K を超える超伝導物質である。反強磁性相と超伝導相が隣接し、超伝導のメカニズムとして反強磁性揺らぎの寄与が指摘されている。κ-(BEDT-TTF)₂Cu(NCS)₂ は半導体な挙動を示し、ある温度で抵抗率が極大を持つ。この抵抗極大は放射線照射により抑制されることが、以前から指摘されている。この考えを確かめるために、NMR を行うための試料作製を行うことを目的として、X 線装置で抵抗極大抑制照射量の見積もりを行う。</p>	
<p>【成果報告】</p> <p>封入型 X 線装置の Cu K 特性 X 線で試料に完全に X 線を照射するため $\phi=5\text{mm}$ 程度の大口径コリメータを作成し、40kV、20mA の条件下で抵抗極大が抑制するための時間の見積もりを行った。X 線照射は、結晶を 180° 回転させることにより、均一に試料に照射されるよう工夫した。その結果、片側 300 時間、全体で 600 時間の照射で抵抗極大が抑制されることが分かった。これは、Sasaki らにより見積もられた照射量と矛盾しない。現在、NMR の測定を行っている。</p>	

【学生の感想】

早期研究室配属のプログラムを通して、とても多くのことを学ぶことができたと感じている。今回は先生の指導の下での作業がメインとなったが、実験それ自体や、実験のバックグラウンドを学ぶことで、現役の研究者の仕事の一端に触れることができた。研究者としての姿勢や、研究における論理展開などは、教科書に沿った学生実験よりも効率的に学ぶことができたと考えている。これまでよく知らなかった分野に関わったことで、研究分野を選択する際に必要な視野も広がるだろう。今後ともこのようなプログラムは続けるべきである。

物理学科 3 年 (H23-24)	
研究テーマ	Bi 層状ペロフスカイト $\text{PbBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ のラマン散乱
【研究計画】	
<p>層状ペロフスカイトは理想的な強誘電体薄膜モデルの 1 つと提案されている。強誘電体薄膜の研究では臨界膜厚の有無に関して広く研究が行われ、最近の理論では 6 層 (~24) と予想され、実験的な検証が期待されている。臨界膜厚の観点から Bi 層状ペロフスカイトをみると、擬ペロフスカイト層が臨界膜厚になる $m=5$ の層数以下では、2 次元性に由来した物性の発現が期待される。今回取り扱うのは層数 $m=4$ の $\text{PbBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ 多結晶で、ラマン散乱実験を行ない相転移の動的機構を調べる。</p>	
【成果報告】	
<p>固相反応法により $\text{PbBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ セラミクス試料を作製した。X 線回折実験と誘電率測定で評価を行った試料を用いてラマン散乱実験を行い、ラマンスペクトルの温度依存性に強誘電性相転移に伴うフォノン異常を測定することに成功した。今後、転移点近傍のさらに詳細なスペクトルの温度依存性が得られれば学会発表に十分値する研究成果であると考えられる。成果は学会で発表予定である。</p>	
【学生の感想】	
<p>今回、研究室に早期配属し思ったことは、物理は議論が面白い。そして、研究というのはなんて難しいのだろうかということです。測定をするにも実験装置をただ使うだけでなく、その仕組みを把握してないと、測定が失敗したときにその原因の究明が難しくなります。したがって、単に装置をセットするだけでなく、意味を考えながらやるのが重要だということを実感しました。今後は良い研究者になれるように 1 学期を振り返るとともに、もっと経験を積んでいきたいと思います。</p>	

物理学科 3 年 (H23-24)	
研究テーマ	擬 2 次元導体の電子物性におけるトポロジ効果の研究
【研究計画】	
<p>擬 1・2 次元導体は電荷・スピン密度波、超伝導など多彩な基底状態が現れ、大変興味深い。では層間・鎖間相互作用のない単層・単鎖結晶の場合、その基底状態はどうなるだろう？本研究では、擬 2 次元導体 NbSe_2 (超伝導転移温度 $T_c=7.2\text{K}$) と擬 1 次元導体 $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$ ($T_c=1.1\text{K}$) に注目し、単層・単鎖結晶の作製とその電気抵抗測定を行う。例えば Kosterlitz-Thouless 転移のようなトポロジカルな現象の観測が期待される。</p>	

【成果報告】

$\mu\text{m}\cdot\text{nm}$ サイズの 1 次元・2 次元性の強い $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$, NbSe_2 をそれぞれ SiO_2 基板上に取り出すことに成功した。走査型電子顕微鏡で観察したところ、基板上的 NbSe_2 には層毎に分かれているステップ構造や”しわ”による曲率をもった構造があることを発見した。この観察結果をもとにして同一面内や層間の電気抵抗を測定してみることにした。 NbSe_2 ($20\mu\text{m}\times 8\mu\text{m}\times 0.02\mu\text{m}$) に合計 10 本の電極を設計し、電子ビームリソグラフィにより電極作製を行った。残念ながら冷却の途中で導通がなくなり、低温での測定結果を得るには至らなかった。一方、バルク結晶では、電荷密度波転移 ($T=38\text{K}$) 及び超伝導転移 ($T=7.2\text{K}$) の観測に成功した。

【学生の感想】

研究の一端に触れることができ、得るものが大きいプロジェクトでした。出てきたデータの意味するところをある程度把握しながら進めていくこと。そして、検討を進めていくときにはデータが先にありきであることなどです。また、薄膜の測定については、はっきりとしたデータが得られなかったのは残念ではありますが、測定に至るまでの準備は、忍耐力を試されるような作業もありましたが、非常に面白いものでありました。最後に、作業が遅く、また時間にルーズな私に辛抱強く、丁寧なご指導を下さった延兼先生に深く感謝いたします。

物理学科 3 年 (H23-24)

研究テーマ

粉末 X 線回折による URu_2Si_2 および UPd_2Si_2 の構造解析**【研究計画】**

結晶構造を理解すること、また、その観測手法である回折実験原理を学ぶことは、物理学の研究において最も基本的で重要な事である。本課題では、強相関電子系分野の研究の最前線で話題になっている物質を対象とした X 線回折で、結晶構造解析の基礎を修得するとともに、得られた情報が実際に先端研究の問題とどのように結びついているのか、実験の意義を学ぶことを目的とする。具体的には、 URu_2Si_2 , UPd_2Si_2 の X 線粉末回折実験を行い、構造相転移や電荷秩序の有無、また結晶構造の内部変数の温度変化を調べる。

【成果報告】

研究対象物質の X 線構造解析は、これまで室温での報告しか無かった。したがって、低温領域での実験は初めてである。解析によって、両物質の格子定数および Si 原子位置の広い温度領域における変化の傾向を知ることができた。特に、Si の原子の相対座標が温度変化していることは予想外の結果であり、過去に報告されている ^{29}Si -NMR の結果の解釈などに影響を及ぼす可能性もあって非常に興味深い。現在、さらに再現性のチェックを進めている。

【学生の感想】

学生実験より進んだことができるのでやっていて楽しかったです。また、先生・先輩方には非常に仲良くしていただき、それによって実際の研究室の雰囲気も感じることができ、研究の話などを伺うこともできて非常に有難かったです。また、今回の早期配属には成果発表という自分のやったことを同期以外の方々の前で発表する場を持たせていただきました。これは 3 年生にとっては貴重なもので良い経験となりました。全体を通してやっていてとても楽しかったので、もしあるのならば、次の 3 年生の為にぜひ来年も続いて欲しいと思います。

研究テーマ	銅酸化物高温超伝導体 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ の転移温度に関する研究
<p>【研究計画】</p> <p>超伝導は、転移温度以下で電気抵抗が突然ゼロになることや、マイスナー効果による磁気浮上現象を示すことで知られている。高温超伝導体の T_c は液体窒素の沸点より高いため、液体窒素を用いて試料を冷却することにより容易に磁気浮上を起すことができる。高温超伝導体 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (YBCO) を用いて、リニアモーターカーに似せた模型を使って磁気浮上のデモンストラーションを行っている。磁気浮上時間を長くするため、転移温度の高い試料が必要となる。今回の実験では、YBCO で最高の T_c の試料を得るために、その作製条件の検討を行った。</p>	
<p>【成果報告】</p> <p>銅酸化物高温超伝導体 YBCO は CuO, Y_2O_3, BaCO_3 の紛体を 965 で焼くことで作成するが、その際に多くの酸素が原子欠損として結晶から抜けてしまう。この酸素欠損は試料を酸素雰囲気中の冷却過程で減少するが、混晶結晶である $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ は温度が低下すると、必ず結晶の一部が分解し超伝導が起きなくなる問題が生じる。そのため、試料を高温で焼結させた後の冷却プロセスを工夫し、出来るだけ転移温度の高い超伝導体を作成した。作成試料の転移温度を SQUID で測定し、91K であることがわかった。その結果、浮上時間を従来に比べて 30% 程度長くすることに成功した。</p>	
<p>【学生の感想】</p> <p>興味があった高温超伝導体を作成する過程を通じて、超伝導の発現機構や、試料作成の工程における注意点や、なぜ超伝導体の転移温度を上げるのに試料をできるだけゆっくり冷やさなければならないかというような事を、私が納得できるまで非常に丁寧に分かりやすく教えていただきました。研究室での生活を通して、本当の意味で物事を「理解する」とはどういうことかを考えるきっかけにもなったと思います。早期研究室配属では、短い期間で多くの実験をこなさなければならない学生実験とは異なり、一つのテーマについてじっくりと学習、考察をすることができたことは貴重な経験でした。さらに、大学の研究室で行われる研究の最前線に触れてみることは、勉強に対する刺激にもなり、研究をする上での最も基本的なことや自分なりの自然観を確実に身に付けていきたいと思いました。</p>	