

RI・放射線利用研究経過 報告書

平成17年度

首都大学東京 RI 研究施設運営委員会

ま え が き

放射線業務従事者として登録されている研究グループより平成 17 年度の研究経過報告書の提出をいただき、ここに研究経過報告書としてまとめました。特に、理系共通施設である RI 研究施設を利用されているグループには必ず提出して下さるようお願いしました。

17 年度は、17 年 4 月 1 日からの公立大学法人への移行した初年度にあたり、新しいシステムにおける戸惑いの中にありながら、研究を推進してこられたグループの研究成果報告書で、首都大学東京としては最初の報告書となります。

東京都立大学から公立大学法人への移行にあたっての、放射線事業所の廃止、新設（施設検査）等の手続きも関係諸機関・諸氏のご協力により無事終了し、平成 17 年 4 月 1 日より「首都大学東京南大沢キャンパス」事業所の RI 研究施設として生まれ変わることができました。皆様のご協力を改めて感謝いたします。

また、理・工両学部からは RI 研究施設運営のための経費として厳しい予算の中でご支援をいただいておりますが、これらの学部を継承した都市教養学部理工学系、都市環境学部から引き続いてご支援をいただくことができました。心より感謝の意を表します。RI 研究施設が設置されて 15 年が経ち、多くの教職員や学生さんに利用されてきましたが、老朽化も進行しております。定期的な点検やオーバーホールを行なうことで常に安全で、利用しやすい施設となるよう心がけておりますが、抜本的な補修、改修を必要とする設備もしくなからずあります。今後とも関係各位のご理解、ご協力を賜りますようよろしくお願い申し上げます。

終わりに、利用者の皆様には対費用効果に見合う施設として、これまで以上にご努力をいただき、より優れた研究成果を挙げられますようお願い申し上げます。

平成 18 年 7 月

首都大学東京 RI 研究施設運営委員会

委員長 片田 元己

目 次

I	平成17年度 利用状況の概要	
	1. 平成17年度 放射線業務従事者数	1
	2. RI研究施設利用者	1
	3. 利用時間	1
	4. 放射性物質の出入り	1
	5. 教育訓練の実施	2
	6. 健康診断	2
	7. 個人被ばく管理	3
	8. 業務委託関連	3
	9. 放射線管理室委員会	3
	10. 「放射線管理状況報告書」の提出	3
	11. 学外での利用	4
	12. その他	4
II	平成17年度研究課題一覧	5
III	RI研究施設を利用して行われた研究	
	1. 物理学コース： 高エネルギー実験研究室	7
	2. 物理学コース（千葉）・化学コース（藤井）・電気電子コース（上條）共同研究 ： X線照射による岩塩中の自由電子の寿命測定	8
	3. 化学コース： 宇宙化学研究室	11
	4. 化学コース： 有機化学研究室	13
	5. 化学コース： 生物化学研究室	15
	6. 化学コース： 同位体化学研究室	16
	7. 生命科学コース： 神経分子機能研究室	17
	8. 生命科学コース： 発生プログラム研究室	20
	9. 生命科学コース： ホルモン細胞機構研究室	21
	10. 生命科学コース： 細胞遺伝学研究室	22
	11. 生命科学コース： 分子遺伝学研究室	23
	12. 生命科学コース： 微生物生態学研究室	24
	13. 生命科学コース： 細胞エネルギー研究室	25
	14. 生命科学コース： 発生制御研究室	26
	15. 都市環境学部 地理環境コース： 環境変遷学	26

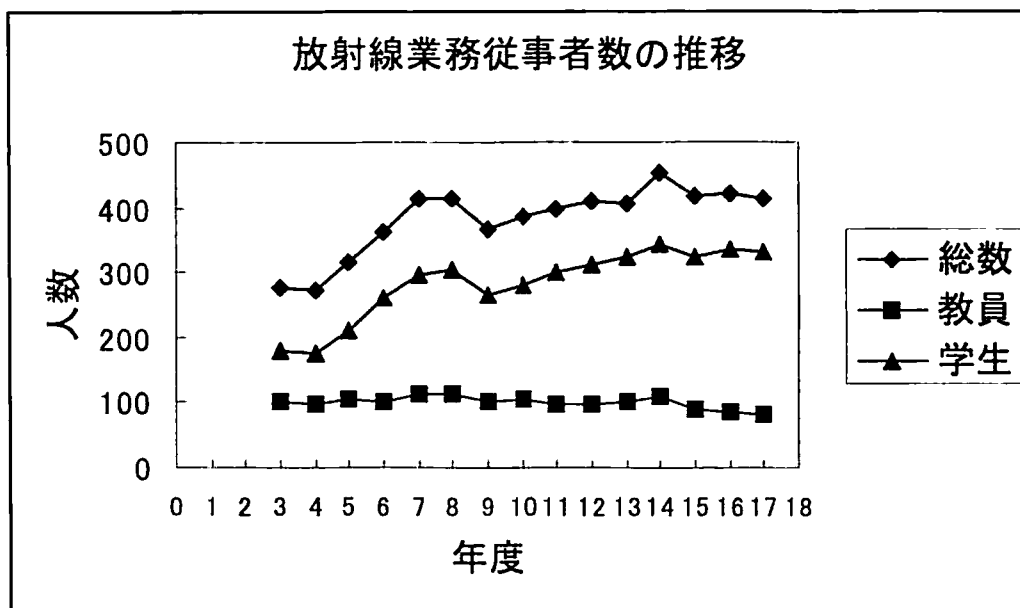
IV	学外共同利用研究機関あるいは学内のX線装置を利用して行われた研究	
1.	物理学コース： 光物性研究室	28
2.	物理学コース： ナノ物性研究室	29
3.	物理学コース： ESR物性解明研究室	31
4.	物理学コース： 電子物性研究室	32
5.	化学コース： 分子集合系物理化学研究室	36
6.	化学コース： 有機合成化学研究室	37
7.	都市環境学部 材料化学コース： 材料設計化学（金村研究室）	39
8.	都市環境学部 材料化学コース： 分子物性化学（吉田研究室）	40
V	研究成果など	43

I 平成 17 年度 利用状況の概要

1. 放射線業務従事者数 414名(422名)(X線のみ取り扱う者も含む)

教職員： 都市教養 66名、都市環境 16名 システムデザイン 1名

学 生： 都市教養 255名、都市環境 66名 システムデザイン 10名



2. RI 研究施設利用者 ~30名/日

出入りの延べ人数では平均数十名

3. 利用時間

- 9時～17時(月～金曜日)、それ以外の時間に使用する場合には、時間外届が必要となる。 通常の利用時間：9時～23時(月～日曜日)
- 施設利用のできなかつた日：平成17年12月31日～平成18年1月3日(年末年始)及び電気設備法定点検日(平成18年2月5日、2月19日但し18時半以降は利用可能)、電力計量器交換(3月18日)、その他清掃日(年4回)排気設備の定期点検、貯留槽の清掃などのため数回程度利用できない日がある。

4. 放射性物質の出入り(平成17年度)

RI 購入件数 29件 主な核種 ^{14}C 、 ^{32}P 、 ^{35}S など

RI 譲受件数 39件 主な核種 ^{24}Na 、 ^{57}Co 、 ^{59}Fe 、 ^{198}Au など

RI 譲渡件数 なし

5. 教育訓練の実施

第1回：平成17年4月7日（木）（理・工講義棟204）対象：継続者のみ

午前：10時30分～12時 [130名]

第2回：平成17年4月13日（水）（理・工講義棟204）対象：新規及び継続者

[206名（206名）：内新規146名]

午前：10時30分～12時（新規及び継続者）

午後：13時～17時30分（新規者のみ）

第3回：平成16年4月20日（水）（理・工講義棟204）対象：X線継続者のみ

午前：10時30分～12時 [10名]

特別：平成16年4月15日（金）（理・工講義棟204）対象：生物学科関連継続者のみ

午後：16時20分～17時50分 [60名]

その他：追加 平成16年5月7日（土）（理・工講義棟103）対象：継続者

午前：10時30分～12時（継続者のみ） [12名]

○随時対応：未受講の継続者など（RI管理室）5/30日（教員1名）、6/7（学生1名）、6/22（教員1名）、7/7（教員1名）、7/20（教員1名、客員研究員1名）、8/5（客員研究員1名）、9/16（教員1名）、11/25（教員1名）、11/29（教員1名）、12/22（教員1名）、2/8（非常勤職員1名）

○学外教育訓練講習会：（社）日本アイソトープ協会 5月13日（2名）

○免除者：予防規定第28条第4項に従い、11名について教育訓練の受講を免除した。（免除の基準：放射線取扱主任免許所持者及び管理室委員会委員）

6. 健康診断

学生：4月に実施（放射線障害防止法に基づき年1回） [都立大実施分 338名]

日時：平成17年4月25、26日 9:30～11:30 13:30～16:30

場所：理学部大会議室（相模原協同病院に委託）

○以後、7月末まで相模原協同病院にて随時受診。16名（再検査は除く。）

教職員：放射線障害防止法及び電離放射線障害防止規則に基づいて実施、ただし、電離放射線障害防止規則の適用により年2回。

1 回目（平成 17 年 9 月 26 日～30 日）定期健康診断時に実施

2 回目（平成 18 年 2 月 20 日、21 日）

○健康診断の未受診者は、放射線業務従事者として認定されない。

7. 個人被ばく管理

放射線業務従事者として認定された人に対して、毎月ガラスバッジを配布して行っている。測定は業者委託（（株）千代田テクノル）：今年度から教職員についても首都大学東京として委託（契約は荒川キャンパスも一緒、前年度大学管理本部で契約）。

8. 業務委託関連

1) 測定・清掃関連（（株）イング）

○放射線作業の場の測定（法令に定められた頻度（1 回/月）で実施）

○清掃（床、ドラフト；4 回/年）：6 月（6/8, 9 実施）、9 月（9/7, 8）1
2 月（12/7, 8）、3 月（3/8, 9）に実施

○放射線管理業務の一部

形態：月～金曜日（8：30～17：00）放射線管理業務等のため 1 名常駐

2) 設備保守関連（富士電機システムズ（株））

排気・給気設備、排水設備、実験冷却水設備等については

5 月（5 月 16 日～20 日）、11 月（11 月 14 日～18 日）

排気フィルターの交換（8/25）、貯溜槽の清掃、モニタリング機器の点検等については、12 月（12 月 12 日～16 日）に集中的に実施。その他種々の定期点検あり。

3) 放射性廃棄物の集荷（1 回/年）

（社）日本アイソトープ協会に集荷委託 平成 18 年 1 月 30 日実施

9. 放射線管理室委員会

管理の実務は、専任教員及び業務委託で行っているが、管理上の問題点、方法などの検討、協力のために管理室委員会が設置されている。

委員：汲田（物理）、市村（化学）、大浦（化学）、古屋（生物）、浅田/斎藤（生物）、岡本（生物）、山崎（土木）

開催：年数回及び教育訓練時の受付など

10. 学外での利用

1) 原子力研究所（東海研究所） 2) 高エネルギー加速器研究機構 3) 理化学研究所

- 4) (財) 高輝度光科学研究センター
- 5) 京都大学原子炉実験所
- 6) 東北大学大学院理学研究科附属原子核理学研究施設
- 7) 東北大学サイクロترونラジオアイソトープセンター
- 8) (独) 放射線医学総合研究所
- 9) 東京都医学研究機構 東京都臨床医学総合研究所
- 10) 国外施設 Hahn-Meitner-Institute Berlin

11. その他

- 大学等放射線施設協議会、放射線安全講習会（主催：放射線障害防止中央協議会、
（財）原子安全安全技術センター）、放射線取扱主任者年次大会（主任者研修）
などに参加。

II 平成 17 年度研究課題一覧

放射線業務従事者として登録されている教職員・学生による研究活動は、R I 研究施設、理工学研究施設やコース、研究室に設置されている X 線装置の利用、学外の共同利用施設での利用など多岐にわたっている。以下の表にそれぞれの研究課題を示す。

平成 17 年度放射線関連研究課題一覧

都市教養学部 理工学系

コース・研究室	課 題
数理科学／計算システム	CMOS トランジスタの γ 線吸収蓄積による特性変化の研究
物理学／原子物理実験	高エネルギー加速器を用いた原子物理実験
ナノ物性	磁気共鳴を用いた物性研究
E S R 物性解明	磁気共鳴測定に用いる試料の X 線解析
高エネルギー実験	ポジトロニウムの生成および消滅過程の研究 高エネルギー加速器を用いた素粒子実験
高エネルギー実験・ 千葉グループ	X 線照射による岩塩中の自由電子の寿命測定ポジトロニウムの生成および消滅過程の研究
光物性	放射光を用いた光物性および量子光学の研究
電子物性研究	強相関電子系物質の電子状態の研究 微細構造を持つ物質の研究
宇宙物理実験	宇宙観測用 X 線検出器の開発
化学／物性物理化学	分子性伝導体、フラーレンの構造と物性
分子集合系物理化学	中性子線・X 線散乱を用いた分子集合体の構造研究
無機化学	遷移金属体を活用した新しい集合系の設計・構築・物性
宇宙化学	核・放射化学的手法を用いた宇宙物質の研究
有機化学	新規共役系有機化合物の構造と性質
反応物理化学	単層ナノチューブの電子顕微鏡による研究
有機合成化学	光学活性カルコゲニン酸及びその誘導体の単離と絶対配置に関する研究
生物化学	タンパク質・核酸の構造および生物活性に関する研究
同位体化学	メスbauer分光法による分子間・分子内結合状態の研究 鉄錯体における $Co-60 \gamma$ 線による放射線分解過程の研究 放射線管理に関する研究

都市教養学部 理工学系

コース・研究室	課 題
生物科学／神経分子機能	Cdk5 の活性と脳機能に関する研究
発生プログラム	発生における遺伝子発現制御
ホルモン細胞機構	植物ホルモン生合成の調節機構
形態形成	植物の形態形成に関する研究
細胞遺伝学	ショウジョウバエを用いた遺伝子機能の解析
分子遺伝学	細菌の遺伝子発現に関する研究
微生物生態学	水界微生物の代謝と生態学的研究
生化学	昆虫細胞機能の発現調節機構
植物生態	植物集団内個体間の血縁度の推定
細胞エネルギー	光合成細菌のエネルギー代謝に関する研究
発生制御	免疫電子顕微鏡法による各種抗原の局在
機械工学／精密機械材料学	材料強度に関する研究
電気電子／電子物性	超伝導材料のX線による評価

都市環境学部

都市基盤環境／衛生工学	γ 線照射による難分解性高濃度有機性廃水の処理
材料化学／機能システム化学 (長岡研)	芳香族ポリイミドの合成と物性に関する研究
材料設計化学 (金村研)	高機能セラミックス材料の構造解析
分子計測化学 (山田研)	金属水素化物に関する研究
有機合成化学 (山岸研)	X線結晶解析による錯体触媒の研究
分子物性化学 (吉田研)	機能性有機材料の構造解析
機能システム化学 (木村研)	磁場を利用した高分子構造制御の研究
分子変換化学 (井上研)	遷移金属錯体をルイス酸触媒とした不斉ボ核反応
分子物性化学 (益田研)	アルミニウムの構造解析の研究
材料設計化学 (春田研)	めっき膜の構造及び物性制御に関する研究
地理環境／環境変遷学	堆積物のルミネッセンス年代測定

システムデザイン学部

ヒューマンカトロニクス／精密加工	X線回析法による材料の結晶学的解析
------------------	-------------------

Ⅲ RI 研究施設を利用して行われた研究

RI 研究施設を主として利用して行われた研究の経過報告書（研究課題・研究概要）などを示す。成果については、後段にまとめて掲載した。

1. 物理学コース： 高エネルギー実験研究室

○研究課題

- (1) ポジトロニウムの生成および消滅過程の研究
- (2) 高エネルギー加速器を用いた素粒子実験

○研究概要

(1) ポジトロニウムの生成および消滅過程の研究

未だ検証されていない α^7 と α^8 の高次 QED 過程の検証を目的とした、ポジトロニウムの稀崩壊現象の研究を行ってきた。検出効率を上げるため、大立体角化した検出器の材質・幾何学的構造を考慮したコンピュータ・シミュレーションを GEANT4 を用いて行なった。大立体角化以前の検出器では、シミュレーションに EGS4 を用いていた。確認のために、以前の検出器を GEANT4 でシミュレートしたところ、EGS4 の結果と比較して、検出効率は概ね一致していることが確認できた。

今後は、シミュレーションで求めたエネルギー、運動量分布等を取得したデータと比較して、消滅過程速度を求める予定である。

(2) 高エネルギー加速器を用いた素粒子実験

高エネルギー加速器研究機構 (KEK) の非対称エネルギー電子・陽電子衝突型加速器 (Bファクトリー) を用いた素粒子実験グループ (Belle) に参加し、B 中間子系における CP 対称性の破れの研究を行っている。

今年度の物理解析で得られた成果として、第 3 世代の b クォークが第 1 世代の d クォークに遷移する新しいタイプの素粒子反応を世界で初めて確認することに成功した。

具体的には、データの中に、B 中間子が 2 個の K 中間子に崩壊する事象 30 例と、 γ 線を放出して ρ や ω などの軽い中間子に崩壊する事象 35 例を確認した。

また $B \rightarrow c\bar{c}$ 崩壊過程の解析では、昨年度に引き続き、これまでには見つかっていなかった新しい共鳴状態が発見された。これはエキゾチックなクォークの組み合わせとも考えられ、注目を浴びている。

ドイツ電子シンクロトロン研究所 (DESY) の電子-陽子衝突型加速器 HERA で行なわれている素粒子実験グループ ZEUS に参加して研究を行なっている。

HERA 加速器は HERA-II への大幅改造後、電子または陽電子ビームを縦偏極させて陽子ビームと衝突させることができるようになった。この偏極電子ビームを用いて、電子と陽子の深非弾性散乱のうち、

荷電ウィークボソン W が交換される荷電流深非弾性散乱の測定を行なった。

平均偏極度+33%と-26%の電子ビームで実験を行ない、従来の無偏極ビームで得られた偏極度 0%の結果を含めて外挿したところ、偏極度 100%の電子ビームに対する荷電流深非弾性散乱の全断面積として、 $0.7 \pm 3.2(\text{stat}) \pm 1.7(\text{sys})$ pb が得られた。この結果は 0 とコンシステントであり、右巻き W ボソンが弱い相互作用に関与しないという標準模型の予言を立証することができた。

高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 物質構造科学研究所の放射光施設の AR-NE5A ビームラインを利用して X 線照射による岩塩中の自由電子の寿命測定 (2005G121) 実験を行った。X 線照射による岩塩試料への照射中のマイクロ波の反射を測定したところ、マイクロ波の反射強度の時間変化を測定した。その時間変化は岩塩試料の温度変化と矛盾しない結果が得られた。

○博士・修士論文、卒業研究

【博士論文】

- (1) 神谷 好郎：「非線形領域におけるレーザー・トムソン散乱の実験的研究 (英文)」
- (2) 梶 裕志：「HERA における偏極電子と陽子衝突による荷電流深非弾性散乱の測定(英文)」

【修士論文】

- (1) 中川 尊：「新型高性能光検出器(HAPD)読み出しのための ASIC の開発」
- (2) 鶴崎 一磨：「ZEUS 検出器における散乱電子の検出性能の評価」
- (3) 佐久間清美：「原子炉ニュートリノ振動実験における宇宙線バックグラウンドの考察」
- (4) 渡邊 勇介：「超高エネルギーニュートリノ検出実験における電磁シャワーからの電波発生
の研究」

【卒業研究】

- (1) 中村 豪人：「Capillary Plate を用いた GAS Chamber による X 線の検出」
- (2) 今野 宗史：「ポジトロニウムの 4, 5 光子崩壊過程の研究」
- (3) 春名 毅：「KEK-B Linac 陽電子生成用単結晶標的の共同開発」
- (4) 金丸 雄亮：「8GeV 電子ビームによるダイヤモンド単結晶からの陽電子生成の研究」
- (5) 三角こず恵：「ニュートリノ検出に用いる、二種類の液体シンチレータの光量比較と、宇宙線ベトカウンターの光量一様性」
- (6) 岸 秀憲：「レーザー航跡場加速のためのプラズマ導波路内の電子密度測定」

2. 物理学コース (千葉) ・ 化学コース (藤井) ・ 電気電子コース (上條) 共同研究

理工学系

物理学コース 千葉雅美 高山泰弘 矢吹文昭 渡邊勇介 柴崎祐治

化学コース 藤井政俊

電気電子工学コース 上條敏生

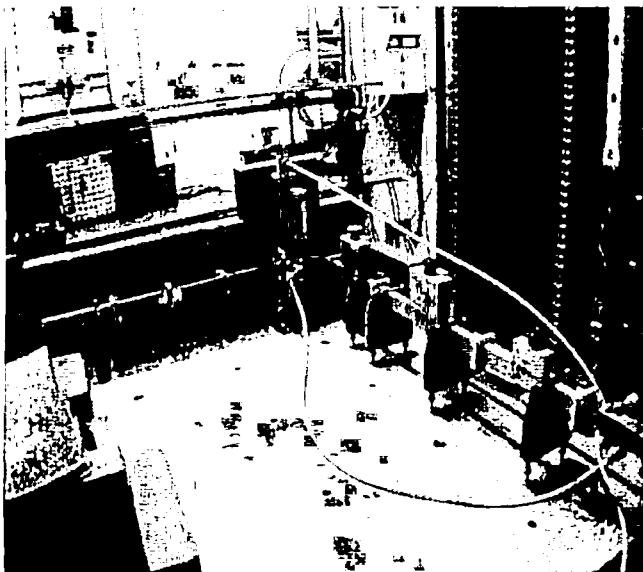


図2

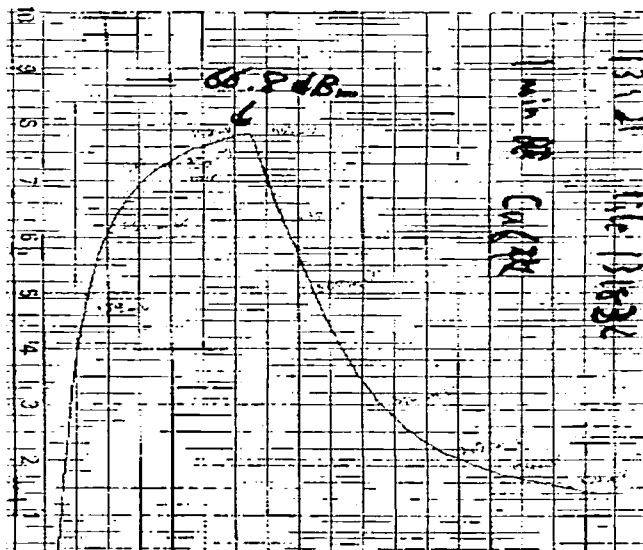


図3

受信機の感度がまだ十分ではなく1マイクロ秒毎の自由電子は検出されていない。X線照射開始と終了後の岩塩試料における多数のX線パルスの積算によるマイクロ波反射変化は時定数140秒と測定された。この時定数は岩塩試料の温度変化に相当し、温度変化が原因であることを示唆する。

X線照射によるマイクロ波反射の変化が色中心によるものでないことは岩塩試料のレーザー透過率がX線照射直後から直ちに減少することから判明した。さらにRI棟のコバルト60照射施設での8kGy照射で黒化した岩塩試料の照射前後の複素誘電率を図4の1GHz空洞共振器により測定した。照射前後で誘電率実部、誘電率複素部共に測定誤差範囲内で変化のないことが判明した。誘電率実部の平方根は屈折率で、複素部は電波の吸収を表す。即ち色中心の生成は複素誘電率に影響を与えないことが判明した。

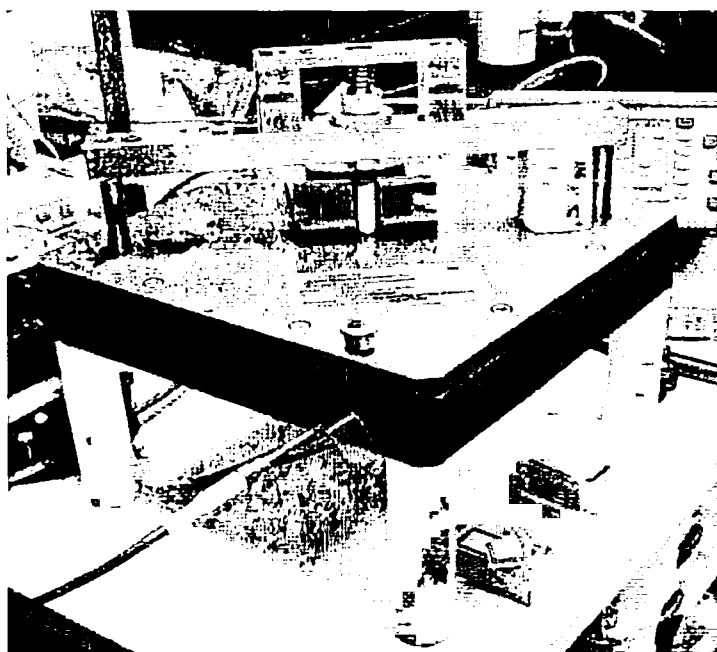


図4

○博士・修士論文、卒業研究

【修士論文】

- (1) 渡邊 勇介：「超高エネルギーニュートリノ検出実験における電磁シャワーからの電波発生の研究」

3. 化学コース： 宇宙化学研究室

○研究課題

核・放射化学的手法を用いた宇宙物質の研究

○研究概要

種々の宇宙化学的、地球化学的試料を用いて、その元素や同位体組成を調べ、太陽系の形成や惑星の進化過程から現在の地球表層での物質循環に至る幅広い研究を行っている。元素組成定量のために主に放射化分析法を利用している。既存の方法を利用するだけでなく、新たな試料に適用するための開発も同時に行っている。

放射化分析法とは、核反応により安定核種を不安定核種に変え、その不安定核種が核壊変する際に放出する放射線を測定することにより、はじめの安定核種を定量する分析法である。一般に分析感度が高く、また、多元素を同時に非破壊で分析可能である。一般的である中性子捕獲反応を利用する中性子放射化分析法(NAA)に加え、中性子誘導即発 γ 線分析法(PGA)や光量子放射化分析法(PAA)を用いてより多くの元素の定量値が得られるよう努めている。NAAは日本原子力研究開発機構 JRR-3 または JRR-4 を利用して、試料に中性子照射を行い、その誘導放射能を首都大 RI 研究施設にて測定した。PGAはJRR-3の実験ホールに設置されている即発 γ 線分析装置を利用した。PAAは東北大学原子核理学研究施設の電子線型加速器を利用して制動放射線を照射し、その誘導放射能をRI研究施設にて測定した。

また、日本原子力研究開発機構核化学的手法による超重元素の価電子状態の解明グループと共同で日本原子力研究所タンデム加速器を利用して、超アクチノイド元素の化学的性質の研究も行った。

以下に17年度に得られた成果の一部を紹介する。

放射化分析法による HED 隕石の化学組成

ホワルダイト、ユークライト、ダイオジェナイトは化学的、鉱物学的特徴の類似から、まとめて HED 隕石と呼ばれている。この HED 隕石は同一の母天体(おそらく 4Vesta)を起源とすると考えられている火成岩である。ユークライトは輝石と斜長石を、ダイオジェナイトは輝石を主成分とし、ホワルダイトはこれらが混合した角礫岩である。ホワルダイトは 4Vesta の表面のレゴリスに類似しており、ホワルダイトの研究は小惑星母天体の地殻の歴史を理解する上で重要である。そこで、本研究では 11 個の南極産 HED 隕石について、即発ガンマ線分析、中性子放射化分析、光量子放射化分析、さらに、ICP 質量分析法により主要・微量元素組成を明かにした。

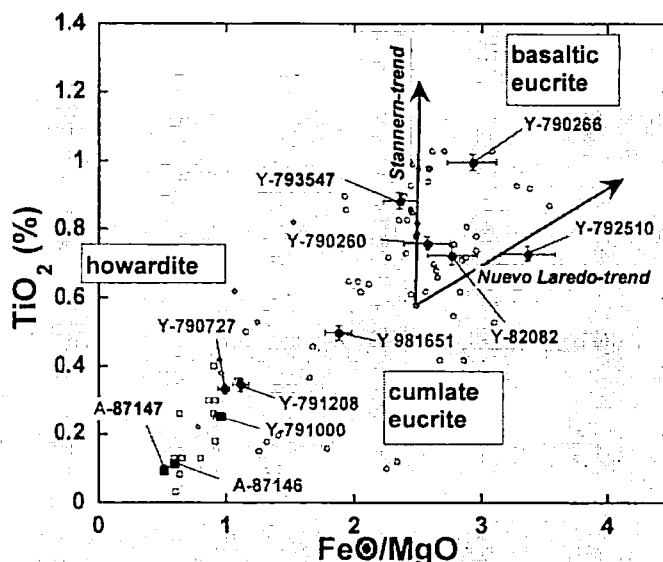


図 1 HED 隕石の Ti 濃度と Fe/Mg 比の相関

例として、各隕石中の Fe/Mg 比と Ti 含有量の関係を図 1 に示す。このグラフからユークライト種を分類することができた。しかし、希土類元素(REE)存在度を基にした分類とは必ずしも一致しなかった。例えば、同様な REE 存在度をもつユークライトの一部が、図 1 上では、異なる領域に位置した。また、本研究で分析した隕石の REE 存在度から、ホルダイトの構成要素とその比率を推定した。その結果、それぞれのホルダイトに対して、特定のユークライトとダイオジェナイトの組み合わせで、REE 存在度パターンを再現できることがわかった。

多重 γ 線分析法を用いた放射化分析

多重 γ 線分析法は、複数の Ge 検出器、及び BGO 検出器を用い、 γ 線を同時計数することによって飛躍的に γ 線スペクトルの S/N 比を改善する方法である。中性子放射化分析法では、岩石試料中の Na や生体試料中の Br など、特異的に誘導放射能を生成しやすい元素が存在し、これらの放射能が減衰するまでは、共存する微量元素からの γ 線の検出が困難なことがある。従来このような場合、目的微量元素のみを化学分離する放射化学的方法が行われてきた。しかし、最近、多重ガンマ分析法を利用すれば、放射化学分離操作をすることなく、非破壊で微量元素の定量が可能であることが示され、いろいろな試料への適用が報告されている。そこで、本研究では ^{24}Na や ^{82}Br の妨害がある海水試料中の微量元素の非破壊放射化分析に多重 γ 線分析法の適用を試みた。海水を凍結乾燥または加熱蒸発乾固した試料に中性子を照射して、日本原子力開発研究機構のタンデム加速器に設置されてる GEMINI-II にて多重 γ 線測定を行った。 ^{46}Sc と ^{134}Cs からのガンマ線を検出し、各元素を定量することができた。非破壊で 1ppt 以下の検出限界が得られ、また従来の海水試料の INAA 法では冷却時間が 1 ヶ月以上必要であったものが、GEMINI-II を用いた INAA 法では 2 週間程度の冷却で有意な γ 線測定が可能であることが分かった。照射時間を長くすることによって、Sc と Cs の定量値がより精度よく得られる可能性があるほか、従来の海水試料の INAA 法では定量が事実上不可能であった半減期の短い核種 (^{99}Mo など) を利用する元素の定量ができる可能性がある。

○博士・修士論文、卒業研究

【修士論文】

- (1) 桑山 仁：「多重 γ 線測定を用いた放射化分析」
- (2) 竹田 光世：「放射化学的中性子放射化分析による岩石・隕石中の極微量親鉄性元素および希土類元素の定量」
- (3) 能村 美穂：「天然水中の極微量スカンジウムの定量法の確立とその海洋地球化学的研究への応用」

【学士論文】

- (1) 斎藤 耕治：「八王子と酒田市で採集した大気浮遊粒子(PM10)の化学組成 IIIー統計的解析ー」

- (2) 佐々木 愛：「放射化分析法による酸化ガトリニウム中の微量カリウムの定量」
- (3) 高田雄一郎：「多重 γ 線検出器を用いた海水中の微量元素定量法の検討」
- (4) 田中奈津子：「濃縮中性子放射化分析法による岩石試料中の微量親鉄性元素の定量」
- (5) 宝積 俊和：「HED 隕石の化学組成」

4. 化学コース： 有機化学研究室

○研究課題

新規共役系有機化合物の構造と性質

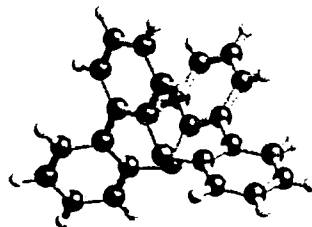
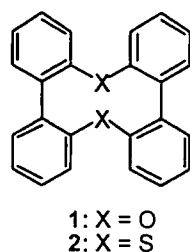
○研究概要

有機化合物とは炭素を含む化合物の総称であり、その他の原子との組み合わせ、結合の種類や立体環境を変えることで多様な構造を持つ化合物が構築できる。その構造などを制御することで、光物性、電気伝導性、生理活性などを持つ新しい化合物の合成や、複数の分子を組み合わせた超分子構造の形成なども可能であり、その成果をナノマテリアル、電子・光学材料、医薬品など様々な分野へ応用することが期待されている。本研究室ではこのような新しい物性と機能を持つ有機化合物を設計・合成し、その性質を調べている。また、これまでにない化合物を合成するためには、今まで用いていた方法では合成できないこともあり、それらを解消するため効率的で選択性の高い新しい合成反応(例えば有機金属化合物を触媒とする反応や電子移動反応で発生させたラジカル反応試剤の利用)の開発を行っている。

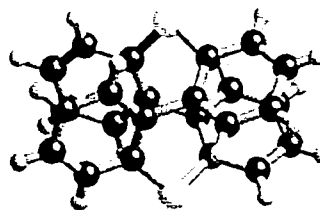
ここで作り出された膨大で多種多様な化合物群の分子構造を決定するために X 線結晶回折装置が使用される。現在、X 線結晶構造解析は、分子構造や結晶構造を議論する上で必要不可欠なものとなっており、他の分光学的方法だけでは得られない構造情報を高い精度で得ることが出来る。

例えば、下に示すヘテロ原子を含んだシクロファン類はヘテロ原子の種類によりその構造が異なり、酸素を含んだ化合物 1 では C_2 対称型の構造をしているのに対し、硫黄を含んだ化合物 2 では D_2 型のコンフォメーションをしていることが X 線結晶構造解析により明らかになった。

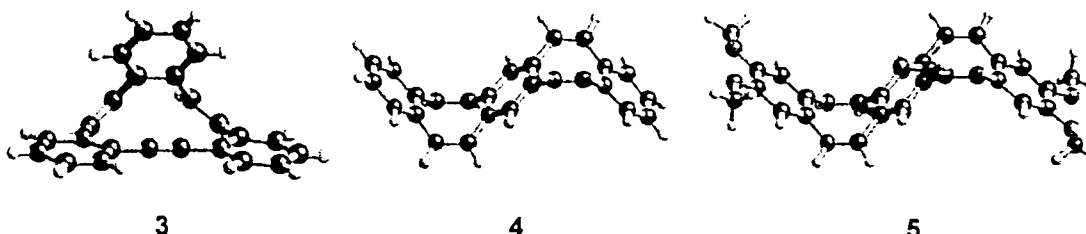
このようなシクロファン型化合物は、分子内にゲスト分子を取り込んだ包接錯体を形成する可能性が



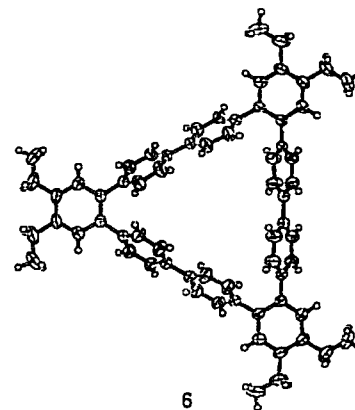
化合物 1 の構造



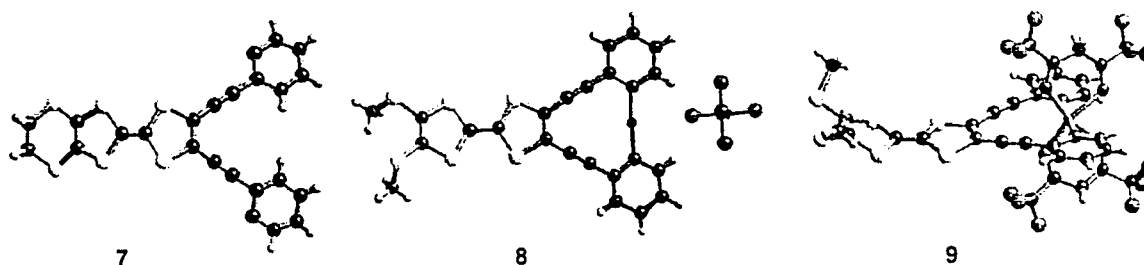
化合物 2 の構造



あり、分子認識や分子センサー、触媒機能などへの応用が期待されている化合物群である。我々のグループではこれらシクロファン型化合物の機能性について検討しているが、その際にも X 線結晶構造解析による分子構造決定が重要な役割を担っている。例えば、不飽和シクロファン類(3-4)や大環状オリゴフェニレン誘導体(6)などについてその構造を明らかにし、それらのホスト・ゲスト錯体形成に利用できる分子内空孔に関する知見を得た。実際には、これらのうち 3 および 6 で銀イオンと錯形成し、4 や 5 では電子不足の共役系分子と錯形成することがわかっており、それらの錯体の構造についても X 線結晶構造解析によって明らかに出来ることを期待している。



また、TTF 骨格を含んだ共役系についてもいくつかの化合物を合成し、その構造を決定している。TTF 誘導体は有機物伝導体における重要なドナー分子であり、酸化還元活性を有しているので、種々の機能性物質への応用が期待されている。TTF 誘導体研究では、分子間相互作用による結晶構造の構築という観点から X 線結晶構造解析は必要不可欠なものとなっている。実際にはピリジン環を含んだ TTF 誘導体(7)とその類縁体の銅錯体 8 および 9 について結晶構造を明らかにした。現在、これらの化合物を用いて伝導性や磁性などの機能を併せ持つ多機能性物質構築についてさらに検討している。



○博士・修士論文、卒業研究

【修士論文】

- (1) 新井 晋也：「複数のチオフェン環を有する共役 π 電子系化合物の合成的研究」2006 年、東京都立大学
- (2) 徳山 賢一：「4, 5-ビス(ピリジルエチニル)テトラチアフルバレンおよびその金属錯体の合成と性質に関する研究」2006 年、東京都立大学

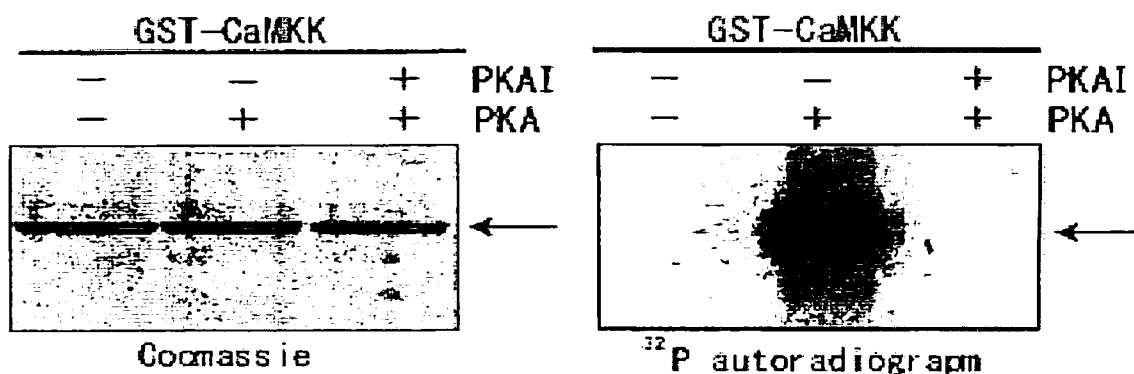
5. 化学コース： 生物化学研究室

○研究課題

タンパク質・核酸の構造と生物活性に関する研究

○研究概要

タンパク質リン酸化反応は、酵素であるタンパク質キナーゼが基質となるタンパク質のセリン、トレオニン、或いはチロシン残基の側鎖 OH 基に、ATP の γ 位のリン酸 (P) を酵素的に転位させる反応である。この反応は細胞の分化・増殖・代謝・細胞死などの多彩な細胞機能を調節する最も重要な細胞内タンパク質翻訳後修飾の一つとして知られている。タンパク質リン酸化反応を解析するための最も一般的な方法は、 ^{32}P で γ 位を標識した [γ - ^{32}P]ATP を使用し、 ^{32}P の転位を受けたタンパク質の放射能をオートラジオグラフィーやシンチレーションカウンターで測定するものである。本年度の研究では、この方法を利用して、cAMP 依存性タンパク質キナーゼ (以下 PKA) によるカルモデュリン依存性キナーゼキナーゼ (以下 CaMKK) とフォスファチジルイノシトール 4-キナーゼ (以下 PI4K) のリン酸化を解析した。



その結果、CaMKK (上図) は、PKA によってリン酸化されることが分かった。このリン酸化は PKA の阻害剤 (PKAI) を添加することにより完全に抑制されたことから、PKA を介するものであることが確認できた。次いで、リン酸化により CaMKK の酵素活性が変動するかを、酵素の基質 GST-CaMKI を用いて解析した。その結果、14-3-3 の存在下でのみ、リン酸化された酵素ではリン酸化されない酵素に比べてその活性が 20%以下にまで低下していることが分かった。これらの結果は、CaMKK は PKA の基質であり、PKA によるリン酸化と、リン酸化反応に依存した 14-3-3 タンパク質の結合によって活性調節を受けていることを明らかにした。

○博士・修士論文、卒業研究

【修士論文】

- (1) 山田信太郎：「cAMP 刺激にともなう細胞内 14-3-3 結合タンパク質の変動解析」

- (2) 内藤 厚子：「LC-MS 法による脱アミド化タンパク質の解析」
- (3) 小林 由香：「アクチン重合タンパク質 CIPH の機能」
- (4) 土岐満里奈：「アクチン重合調節タンパク質 CapZ と CD2 抗原結合タンパク質の相互作用」

【卒業研究】

- (1) 清水 祐亮：「HCVcore タンパク質存在下におけるユビキチンリガーゼ E6AP の相互作用」
- (2) 村上 和也：「HCV タンパク質を発現する DNA ウイルスの作成」
- (3) 田沼 亮一：「CapZ 相互作用タンパク質 CIPH と細胞移動」
- (4) 唐渡 遼：「アクチン修飾タンパク質 CapZ と CD2 抗原結合タンパク質 CD2AP の相互作用解析」

6. 化学コース： 同位体化学研究室

○研究課題

- (1) メスバウアー分光法による分子間・分子内結合状態の研究
- (2) 金属錯体の放射線分解過程の研究

○研究概要

メスバウアー分光法は、1958 年に西ドイツの R. L. Mössbauer によって発見された無反跳核 γ 線共鳴分光法のこと、原子核が放出する γ 線が同種の原子核によって共鳴吸収される現象を利用した分光法である。メスバウアー分光法は鉄やスズなど限られた元素（およそ 40 元素）にしか適用できないが、その元素の周りの化学状態や磁気性質、相転移など多くの情報が得られる。本研究室では、以下のテーマを中心に主としてメスバウアー分光法を用いて研究を進めている。

(a) 混合原子価鉄錯体における原子価平均化の研究

一般式 $[\text{Fe}_3\text{O}(\text{RCOO})_6(\text{L})_3]\text{S}$ (RCOO=カルボン酸、L=水、ピリジンなどの配位子、S=溶媒分子) で表される三核モノカルボン酸鉄(II, III, III) 錯体では、異なる原子価間で電子の移動が起こり、その移動速度は温度の上昇とともに速くなる。これまで、種々のカルボン酸鉄錯体についてメスバウアー分光法を用いて研究してきたが、17 年度には、新規のクロトン酸鉄錯体を合成して、メスバウアー分光法の温度変化測定を行った。その結果、クロトン酸の場合には、室温においても 2 価と 3 価に明確に区別されるメスバウアー分光スペクトルが観測され、異なる原子価間で電子の交換が行われていないことが分かった。

(b) 鉄錯体の電子状態と格子力学的挙動の研究

固体中でも原子は熱により振動しており、その振幅の程度は分子内や分子間の結合の強さに依存しています。メスバウアー分光法のピークの大きさは、メスバウアー原子である鉄やスズの格子振動（熱振動）と関係しており、スペクトル強度の温度変化から、特に分子間結合の強さについ

て情報が得られる。ヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸イオンと希土類錯イオンやアルキルアンモニウムイオンとの錯体合成し、その構造や電子状態について考察し、アルキルアンモニウム錯体については、アルキル基の長さや本数により構造の変化や格子力学的挙動について、メスバウアー分光法を用いて検討した。アルキル基が長さや本数の違いにより、メスバウアースペクトルの温度依存性や四極分裂の大きさが異なり、分子運動の程度やヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸イオンの構造が異なることを明らかにした。

(c) ガラスへの応用

ガラスは古くからある材料であるが、最近ではニューガラスと呼ばれ、種々の機能を有したガラスが開発されている。ガラスの構成成分としてメスバウアー元素を含んでいなくても鉄などのメスバウアー元素をドーピングして、メスバウアースペクトル測定することでガラスの局所構造を調べることが出来る。当研究室では、 V_2O_5 - B_2O_3 、 TeO_2 - B_2O_3 系ガラスについて、ガラス形成領域の決定を行い、メスバウアー分光法、IR、XRDなどを用いて、その局所構造を明らかにした。 TeO_2 - B_2O_3 - K_2O 系ガラスでは、 TeO_2 に対して B_2O_3 の量が増加するにつれて、異性体シフトの値が減少し、Feは BO_4 によるガラス骨格に置換されていることが分かった。

(d) 金属錯体の放射線分解過程の研究

RI研究施設に設置されている ^{60}Co ガンマ線源(ガンマセル:444 TBq)を利用して、シュウ酸鉄錯体について、その放射線分解過程について検討した。カリウム塩やアンモニウム塩では、ガンマ線の照射により新たな2価高スピン鉄に由来するピークが観測されたが、長鎖のアルキルアンモニウム塩ではほとんど変化せず、シュウ酸基の放射線分解によって生成される電子はアルキル基によって消費されることが示唆された。

○博士・修士論文、卒業研究

【修士論文】

- (1) 中島由美子:「アルキルアンモニウム鉄錯体の合成とメスバウアー分光学的研究」
- (2) 渡邊 千里:「新規な V_2O_5 - B_2O_3 、 TeO_2 - B_2O_3 系ガラスの合成と物性」

【卒業研究】

- (1) 中村 海太:「シュウ酸鉄錯体の ^{60}Co - γ 線照射による放射線分解過程の研究」
- (2) 森 大輔:「混合原子価三核鉄錯体の合成とメスバウアー分光法による研究」

7. 生命科学コース: 神経分子機能研究室

○研究課題

Cdk5の活性と脳機能に関する研究

○研究概要

サイクリン依存性キナーゼ(cyclin-dependent kinases:Cdks)はサイクリンにより細胞周期特異的に活性化されるセリン/スレオニンキナーゼで、細胞周期の進行に最も重要な役割を果たしている因子である。しかし、Cdk5 は最終分化し、分裂しなくなった神経細胞で主に活性が検出される細胞周期との関わりがない特異な Cdk である。それは Cdk5 の活性化サブユニット p35 が神経細胞特異的に発現しているからである。Cdk5 は p35 との結合により活性化され、p35 の量はプロテアソームによる分解で制御されている。しかし、p35 の量以外による Cdk5 の活性制御については全く判っていない。ここでは、Cdk5 の活性制御の解明を目的とし、ラット脳 Cdk5/p35 が細胞膜に結合していることに注目し、膜による活性制御機構について解析した結果を報告する。

p35 の N 末端にはミリスチル化シグナルがあり、膜に結合していると推測されている。成体ラット脳ホモジュネートを超遠心した時、Cdk5/p35 の殆どは沈殿分画に回収され、実際に膜に結合していると考えられた。ラット脳抽出液に界面活性剤を入れて、Cdk5/p35 が可溶化される条件で活性を測定したところ、p35 のリン酸化が促進されることを見つけた。p35 のリン酸化は Cdk5 による自己リン酸化で、Cdk5 の活性を反映していた。脳抽出液の Cdk5/p35 は Sepharose CL-4B のゲルろ過で void volume 分画に溶出されるが、高塩濃度存在下では void volume に加え、膜から離れた低分子量領域にも溶出ピークが現れた。Void volume の Cdk5/p35 は脂質アンカー型で、低分子量領域の Cdk5/p35 はイオン結合型と考えられた。Void volume 画分の Cdk5/p35 はそのままでは p35 の自己リン酸化を示さなかったが、Nonidet P-40(NP40)の処理で活性化されるようになった(図1)。

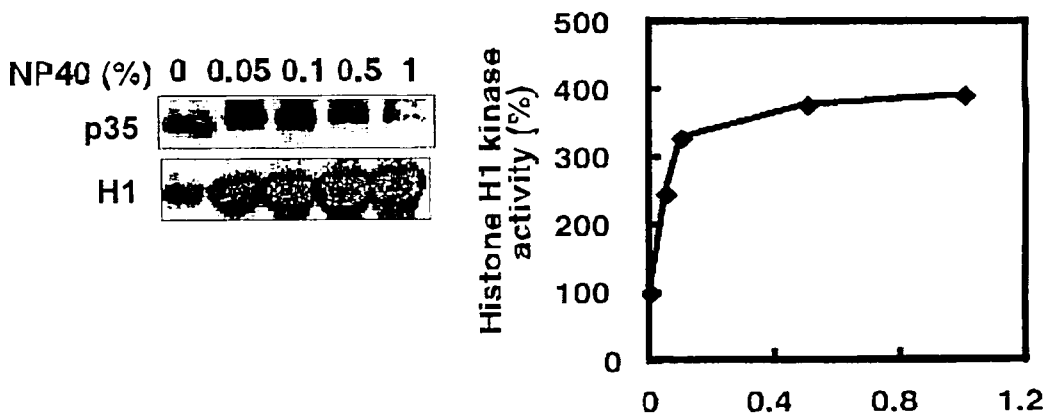


図1 界面活性剤 (Nonidet P-40) による Cdk5/p35 の活性化。左は各濃度の NP-40 存在下で p35 の自己リン酸化を電気泳動後の Western blotting で (上)、histone H1 キナーゼ活性を [γ-32P]ATP を用いてリン酸化したもの (下)。右は histone H1 リン酸化を NP-40 非存在下の値を 100 とした時の活性化率を求めたもの。

コール酸やオクチルグルコシドなど生体内に存在する界面活性剤によっても活性化が見られ、生理的な活性化と考えられた。イオン結合型 Cdk5/p35 は NP40 で処理しなくても、高塩溶液で膜から離すだけで強いキナーゼ活性を示した。細胞膜から遊離されたフリーの Cdk5/p35 を脳や肝臓から分離した膜

に再結合させると、再び不活性化になり、可逆的であることが示された (図 2)。

一方、胎児ラット脳では p35 の自己リン酸化が見られ、Cdk5/p35 は活性型であることが予想された。そこで、胎児脳 Cdk5/p35 についても細胞膜結合性を調べた。胎児脳抽出液を Sepharose CL-4B でゲルろ過したところ、Cdk5/p35 は void volume 分画に加え、低分子量領域にも溶出されてきた。

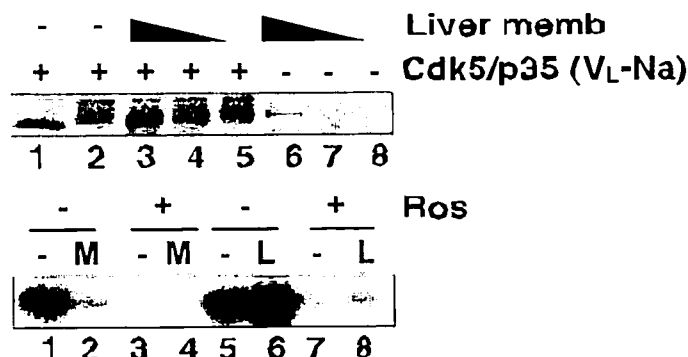


図 2 Cdk5/p35 キナーゼ活性の膜分画による抑制。上段、膜分画として、Cdk5/p35 を含まないラット肝臓の膜分画 (ゲル濾過により調製) を用いた。Cdk5/p35 としては、0.75 M NaCl 存在下でラット脳抽出液をゲル濾過した低分子量分画の活性型 Cdk5/p35 を用いた。ATP を加えて加温すると p35 の上方へのシフトが見られる。そこへ、肝膜分画を加えていくと、加える濃度に依存して (レーン 3-5) 移動度のシフトが抑制された。レーン 6-8 は肝膜分画のみのコントロール。下段、膜分画として、肝膜分画を pH11 で処理したもの (レーン 1-4)、調製したリポソーム (レーン 5-8) を用いて Cdk5/p35 活性に対する影響を調べた。pH11 で処理した膜分画を加えると Cdk5/p35 活性 (histone H1 への [γ-32P]ATP の取り込み) は抑制されたが (レーン 2)、リポソームでは逆に活性化が見られた (レーン 6)。Ros は Cdk5 阻害剤であり、ここで見られたキナーゼ活性が Cdk5 のものであることを示している。

低分子量領域の Cdk5/p35 は界面活性剤を加えなくても自己リン酸化が見られ、活性型と考えられた。胎児脳抽出液を 35°C で 1 時間インキュベーションし、p35 を脱リン酸化させた後ゲルろ過すると、全ての Cdk5/p35 が void volume に溶出されるようになった。どのプロテインフォスファターゼが関与しているかを調べるために、プロテインフォスファターゼが活性を示さない条件下でインキュベーションしたが、用いたいずれの条件下でも Cdk5/p35 は脱リン酸化され、void volume 分画に溶出してきた。PP1、PP2A、PP2B、PP2C 以外の他のプロテインフォスファターゼの関与が考えられた。以上の結果から、Cdk5/p35 は細胞膜に結合した状態では不活性化型であり、細胞膜から遊離すると活性化されるという新しい活性制御機構が存在することが明らかとなった。さらに、膜との結合による活性制御は脳の発達により変化し、胎児では一部分の Cdk5/p35 は膜から離れたリン酸化型であるのに対して、成体ラット脳では膜に結合した低活性化型として存在していることが判明した。

○博士・修士論文、卒業研究

【博士論文】

(1) 朱 英善：「ラット脳 Cdk5/p35 の細胞膜による活性制御機構の解析。」

【修士論文】

(1) 高橋 淳也：「The expression analysis of septin5 isoform.」

(2) 亀井 大嗣：「Regulation of the calpain-dependent cleavage of a p35 Cdk5 activator.」

8. 生命化学コース： 発生プログラム研究室

○研究課題

発生における遺伝子発現制御

○研究概要

発生プログラム研究室では、ニワトリ胚を用いた消化管の形成機構に関する研究とホヤ胚を用いた発生遺伝子の機能・発現制御機構に関する研究が行われている。

鳥類消化管の分化機構の解析

孵卵開始後3日目のニワトリ胚消化管は、内胚葉性の上皮（食べ物が通過する管の内側表面）を中胚葉性の間充織が取り巻いた単純な管である。ところがさらに3日を経ると、外見上も明瞭な区別ができるようになり、食道、前胃、砂嚢、小腸というように 場所毎に特徴的な分化が起こる。それぞれの場所には、それぞれに特徴を持つ構造が形成され、遺伝子の発現パターンも異なっている。このような消化管の分化の過程で、組織間にどのような相互作用があるのか、そのような相互作用にはどのような遺伝子が関わっているのか、などの点を中心に、消化管の分化の全貌を解明しようとしている。

ホヤをモデルにした脊索動物の基本的な発生プログラムの解析

原索動物のホヤは、我々ヒトをはじめとする脊椎動物と、系統学上同じ門に属する。脊椎動物の進化の過程で、もっとも早く、脊椎動物へ至る進化の道筋から分岐した動物群であるが、分子系統学的解析からホヤの幼生は脊索動物の始原生物に近いと想定されている。ホヤの幼生は単純ではあるが脊索動物の体制、形態形成の特徴をよく保持している。また、ホヤのゲノム（遺伝子セットの総体）は、脊椎動物に至る過程で起きたとされるゲノムの重複がなく、単純なゲノム構成であるとされている。このようなホヤで、発生を直接的に司る遺伝子のホヤの発生における機能と発現制御機構を調べ、脊索動物の基本的な発生の分子基盤はどのようなものであるか、理解することを目指している。

両研究では、いずれも分子生物学的な技術から、実験発生学的手法まで、さまざまなテクニックを駆使して実験が行われている。RIを用いる実験としては、調べようとする遺伝子、マーカーとし

て利用する遺伝子等を単離する時に、ライブラリーをスクリーニングするが、その時スクリーニングのためのプローブ作成に RI を用いて、オートラジオグラフィーを行っている。また、転写因子などのタンパク質の DNA への結合能を調べる、あるいは、遺伝子上流域の DNA 断片に転写因子が結合するかどうかを知るため、その DNA 断片を RI で標識して、プローブとして用いる等が主な RI 実験法である。ほとんどの場合、³²P を用いている。

○博士・修士論文、卒業研究

【修士論文】

- (1) 伊田健一郎：「ニワトリ胚胃上皮における領域特異的遺伝子発現の解析（英文）」2006 年
- (2) 藤木 真：「鳥類胚における内胚葉分化とその分子機構の解析（英文）」2006 年

9. 生命科学コース： ホルモン細胞機構研究室

○研究課題

植物ホルモン生合成調節および胚発生機構

○研究概要

植物ホルモン（主に、オーキシシン（IAA）とアブシジン酸（ABA））の生合成経路と関与する酵素の特定、また、それら植物ホルモンの作用機構を植物の胚発生や形態形成との関連で明らかにするため、分子生物学・分子遺伝学・生化学的研究手法を用いて研究を進めた。オーキシシンに関しては、トウモロコシ幼葉鞘における分布と移動、微量組織からの抽出と定量に関して一定の成果を得た。アブシジン酸に関しては、ABA 合成経路の最終段階を触媒する AA03 タンパク質の組織分布、および ABA の植物体での移動に関して新たな知見を得た。さらに AA03 遺伝子上流域に結合する核タンパク質を同定した。その成果の一部は、国際会議を含む学会及び論文等に発表した。オーキシシンに関しては、未だに生合成経路、関連遺伝子が特定されていないことから、これに関連するテーマをさらに発展させる方向で取り組みを進めている。また、アブシジン酸の気孔閉鎖の作用に関して、孔辺細胞自体がこのホルモンを合成する可能性を示す結果を得ており、これはこれまでの教科書を変える知見であり今後の研究進展が期待される。植物の初期胚形成に関しては、胚形成機構の分子基盤を逆遺伝学的に解析するための研究手法を確立した。

RI は、遺伝子／タンパク質関連の様々な分析（ノーザン・サザン解析、ゲルシフト分析など）、および低分子のトレーサー等で使用された。

○博士・修士論文、卒業研究

【博士論文】

- (1) 遠藤 亮：「シロイヌナズナにおける乾燥応答時のアブシジン酸合成調節機構」（18年3月修了）

10. 生命化学コース： 細胞遺伝学研究室

○研究課題

ショウジョウバエを用いた遺伝子機能解析

○研究概要

高等真核生物における遺伝子発現とその制御機構を解明することを目的として、主にショウジョウバエの変異体を研究材料として用い、神経系の発生、細胞死、ストレス応答、発生、及び行動に関する遺伝子を体系的に同定し、それらの発現制御機構を明らかにするいくつかの研究プロジェクトを進めている。今年度、RI 施設を利用して行った主な実験は、細胞死制御経路に関わる 2 つの遺伝子、Apoptosis-linked gene 2 (ALG-2) および ALG-2 interacting protein X (ALIX) の機能解析に関するものである。

われわれの体は、細胞を作り出すメカニズムと共に、必要に応じて細胞を抹殺するメカニズムもっている。後者はプログラム細胞死（アポトーシス）とよばれ、アポトーシスは様々な文脈の中で起こる。たとえば、我々の指が形成される過程では、細胞増殖によって円形状に広がった細胞集団に一定の間隔で細胞死を引き起こし、指の間隙をつくりだす。また、形をつくる過程で、細胞増殖のタイミングがおくれたり、早すぎたりして周りの細胞集団と協調的に行動できない細胞がでてくることがある。このような細胞は異質な細胞としてアポトーシスが実行される。このような仕組みは、形作りの失敗やがんの発生を未然に抑えており、われわれの体をまもる重要なメカニズムである。さまざまな状況で細胞死が起こりうるので、そのメカニズムは多様であるが、共通した要素も存在する。その一つが Jun N-terminal kinase (JNK) というタンパク質リン酸化酵素の活性化である。細胞死を誘導する何らかのシグナル（細胞外あるいは細胞内の要因）が発生すると、細胞内の複数のタンパク質が連携して、最終的に JNK をリン酸化し、活性化する。しかし、その詳細な仕組みは不明な点が多い。本研究では、JNK 経路を活性化するために必要な複数のタンパク質を近接させるために必要なスキャフォールドタンパク質 Plenty of SH3s (POSH) と相互作用するタンパク質の探索を行なった。

POSH には4つの SH3 ドメインがあり、これを介して他のタンパク質と相互作用しているものと推定される。まず、酵母の2ハイブリッド法をもちいて、POSH と相互作用するタンパク質の候補を探索した。その結果、ヒトの ALG-2 遺伝子に相同なショウジョウバエ遺伝子とその候補として同定された。ALG-2 は免疫系の細胞である T 細胞の細胞死にかかわっていることが報告されている。そこで、POSH と ALG-2 の相互作用を生化学的に検証する実験を行なった。しかしながら、POSH と ALG-2 の間に直接の相互作用（生化学的結合性）は認められなかった。他の分子を介してこれらの分子が複合体を形成している可能性があり、その候補として、ほ乳類で同定されている ALIX に注目した。このタンパク質

は ALG-2 と結合することが知られているが、同時に POSH がもっている SH3 ドメインに対しても親和性をもつことが報告されている。このことを検証するために、ALG-2、ALIX、および POSH の3種類の分子の相互作用を調べた。その結果、POSH と ALG-2 の相互作用は ALIX を介していることが示された。また、これらの分子をそれぞれ高いレベルで発現させると、細胞死を誘導することがわかった。一連の研究の中で、RI 施設を利用したのは、POSH、ALG-2、あるいは ALIX タンパク質の標識である。35S で標識したメチオニンを含む培地で短時間培養し、新たに合成されたタンパク質を放射性標識する。これらを他のタンパク質と試験管内でインキュベーションして、GST pulldown あるいは免疫沈殿法を用いて、複合体を回収し、Western blotting により、これらのタンパク質が複合体を形成することを明らかにした。

11. 生命科学コース： 分子遺伝学研究室

○研究課題

細菌の遺伝子発現に関する研究

○研究概要

『大腸菌の生育に必要な tRNA 修飾酵素 MesJ の解析』

大腸菌などの真正細菌には、イソロイシンのマイナーコドン AUA を解読するために必要な、アンチコドン UAU を持つ tRNA は存在しない。この AUA コドンの解読には Ile-tRNA のライシジン修飾、すなわち Ile-tRNA のアンチコドン CAU の C にリジンが付加されたシチジン派生物であるライシジンが合成されることが必要である。修飾されるとコドン AUA を認識できるようになると同時に、tRNA のアミノ酸特異性もメチオニンからイソロイシンに変わり、イソロイシンのコドン AUA が解読できるようになる。このライシジン合成酵素の遺伝子は長い間同定されていなかったが、近年大腸菌や枯草菌を用いた実験により、生育に必須な遺伝子 *mesJ* でコードされていることが、当研究室を含む共同研究グループにより明らかにされた。*mesJ* 遺伝子の高温感受性変異を持つ大腸菌は、低温では生育可能であるが高温では MesJ の機能不全により致死となる。*mesJ* 高温感受性変異を抑圧する新たな変異として、リボソームタンパク質の1つである S1 をコードする *rpsA* 遺伝子の変異が分離された。*rpsA* 変異は発現を制御するプロモーター領域にトランスポゾンが挿入されており、*rpsA* 遺伝子の発現に異常が生じていた。*rpsA* 変異により細胞内の S1 タンパク質が減少するため、*mesJ* の高温感受性変異は S1 の減少により部分的に回復すると考えられた。また精製した S1 と MesJ の結合が認められたため、S1 と MesJ は直接相互作用していると考えられた。¹⁴C 放射性標識したリジンを基質として MesJ のライシジン修飾活性を調べた結果、S1 の存在下において MesJ のライシジン修飾活性が部分的に阻害されることが明らかとなり、S1 が MesJ の活性を調節している事が示唆された。一方、³⁵S 放射性標識したアミノ酸を用いた試験管内翻訳実験では、MesJ の翻訳への影響は検出されなかった。

mesJ 遺伝子の高温感受性変異株のプロテオーム解析から、発現パターンに変化が見られた 21 種の

タンパク質の遺伝子を解析した結果、その多くが高温で発現量が増加する熱ショックタンパク質をコードしている事が明らかとなった。熱ショックタンパク質の発現を抑制する *dnaK* 遺伝子は AUA コドンを含んでおり、*mesJ* 高温感受性変異において高温での発現が低下するため、*mesJ* 高温感受性変異株では熱ショックタンパク質の発現量が増加すると考えられる。

○博士・修士論文、卒業研究

【修士論文】

(1) 林 和之：「大腸菌ライシジン合成酵素 Tils (MesJ) の遺伝学的解析」

12. 生命科学コース： 微生物生態学研究室

○研究課題

水界微生物の代謝と生態学的研究

○研究概要

1) 温泉中の微生物群集と硫黄サイクルとの関係

温泉中 (70C 以上) の微生物群集における硫黄サイクル解析した。長野県中房温泉は、硫化水素や硫酸イオンをふくむ弱アルカリ泉であり、70C 以上にも微生物の集合構造がよく発達している。そこでの微生物による硫黄サイクルの特徴を明らかにするために、硫酸還元過程においてアデノシンホスホ硫酸 (APS) から亜硫酸塩 (SO₃²⁻) への還元を触媒する APS 還元酵素遺伝子 (*apsA*) および亜硫酸塩から硫酸塩 (SO₄²⁻) への酸化を触媒する硫酸化酵素遺伝子 (*soxB*) に基づく系統学的解析を行った。その結果、それらの機能遺伝子は、太古代から存在する細菌群によることが明らかとなった。

微生物群集の構造が硫黄サイクルに果たす役割を明らかにするために種々の培養条件で硫化水素濃度をモニターし、硫黄化合物の酸化還元活性を測定した。その結果、微生物群集内に嫌気部位と微好気部位が存在し、両者の存在が硫黄サイクルにとって重要であることが示唆された。

硫黄化合物の代謝について、³⁵S によるトレーサー実験を計画していたが、本年度は実施には至らなかった。

2) 原油分解に関与する微生物群集の解析

原油による環境汚染を浄化するためには、微生物による原油分解が重要であるが、微生物による原油分解の詳細は不明であり、特に嫌気条件での原油分解に関する知見は乏しい。そこで嫌気条件を中心に、原油分解に関わる微生物群集の分子生態学的解析を行った。北海道石狩油田及び厚田油田の土壌、豊富温泉の炭化水素を含む温泉水に対して解析を行った結果、石狩サンプルから得られ増幅 DNA のほとんどが嫌気性細菌に近縁であることが示された。この結果から、石狩油田の現場において嫌気条件が形成され、原油の嫌気分解が行われている可能性が示唆された。単環芳香族化合物の分解に関わる微生物群を特異的に調べるために、DGGE 解析を行ったサンプルに対して単環芳香族代謝遺伝子を

指標とした解析を行った。それにより、地点ごとに異なる代謝遺伝子を持つ微生物が存在することが示された。

芳香族化合物の分解過程を明らかにするために ^{14}C によるトレーサー実験を計画していたが、本年度は実施には至らなかった。

○博士・修士論文、卒業研究

【修士論文】

- (1) 長谷祐美子：「温泉水中の微生物群集における太古代からの硫黄循環」
- (2) 東岡由里子：「好気及び嫌氣的原油分解に関与する微生物群集の分子生態学的解析」

13. 生命科学コース：細胞エネルギー研究室

○研究課題

光合成細菌のエネルギー代謝に関する研究

○研究概要

光合成によるエネルギー獲得過程では多様な電子伝達タンパクが複雑なネットワークを形成し、呼吸など他のエネルギー代謝経路とリンクしていることが知られている。しかし、個々の経路やそこに働く電子伝達タンパクの同定は未だ不十分である。しかもこれらのタンパクは酸素濃度や光強度など環境要因の変化に応じて合成量が巧みに調節されており、変動する環境に合わせて電子伝達経路を最適化している。本研究では光合成色素タンパク質・電子伝達タンパク質の構造遺伝子およびその発現調節に働く遺伝子をクローニングし、光合成エネルギー変換の全容を解明することを目指している。ラジオアイソトープを用いたトレーサー実験によりこれまで我々が得た代表的な知見として、紅色イオウ細菌 *Allochrochromatium vinosum* における光捕集タンパク LHI をコードする遺伝子 *pufA* および *pufB* の重複の発見や、それぞれの RNA への転写量が DNA の局所構造の違いにより制御されていることを明らかにしたことが挙げられる。また、紅色光合成細菌 *Rhodovulum sulfidophilum* においては、光合成遺伝子の発現制御に *regA* および *regB* 遺伝子産物による二成分制御系が重要な働きをすることを明らかにした。現在、別の紅色光合成細菌 *Rubrivivax gelatinosus* や光合成細菌の中で系統分類学上最も古く分岐したと考えられている緑色糸状細菌 *Roseiflexus castenholzii* の光合成電子伝達タンパクの同定を進めている。

○博士・修士論文、卒業研究

【博士論文】

- (1) 増田 真二：「紅色細菌における光合成遺伝子の構造と酸素による発現調節」

【修士論文】

- (1) 永島 咲子：「紅色光合成細菌 *Allochrochromatium vinosum* における光捕集タンパクの遺伝子重

複と発現機構」

- (2) 高見 明子：「紅色細菌様の緑色糸状細菌における光合成遺伝子群の同定および転写様式解析」

14. 生命科学コース： 発生制御研究室

○研究課題

免疫電子顕微鏡による各種抗原の局在

○研究概要

従来、オスミウム固定試料は免疫電子顕微鏡法には向いていないとされていたが、最近 Na metaperiodate による還元処理法が発表された。これを応用し、急速凍結後にオスミウムに凍結置換したウニ胚における syndecan の局在を免疫電子顕微鏡法により調べた。その結果、遺伝子配列から期待された細胞膜への syndecan の局在が確かめられた。

15. 都市環境学部・地理環境コース： 環境変遷学研究室

○研究課題

堆積物のルミネッセンス年代測定

○研究概要

・火山起源石英のルミネッセンス特性と年代測定

火山岩起源の石英（以下、火山石英）の光ルミネッセンス（OSL）信号は、深成岩起源の石英からなる堆積物中の石英とは大きく異なる特徴をもつ。OSL の励起光としてもちいる青色発光ダイオードの強度を一定の割合で増加させながら測定する linear modulated (LM) OSL を用いると、OSL 信号の成分を、異なる光イオン化断面積の信号に分離することができる。この方法で、火山岩起源の石英の OSL と堆積物中に普遍的にみられる石英の OSL を比較したところ、火山石英の OSL には、堆積物の年代測定にもちいられる、fast および medium 成分は存在せず、まったく異なる成分から構成されることがわかった。また火山石英の OSL 信号の寿命は 1700 年程度と短いため、年代測定に用いることが難しいこともわかった。一方で、火山石英は明るい赤色の熱ルミネッセンス（TL）をしめす。この赤色 TL（以下 RTL）は、非常に安定で、測定の再現性もよいが、加熱する際に生じる黒体輻射と RTL の分離が難しいという問題があった。この問題は、TL の測定の際にヒーター温度を一定速度で昇温するのではなく、一定温度（約 380℃）に保ちながら測定し（アイソサーマル TL）、黒体輻射を一定のバックグラウンドとして差し引くことで解決した。また、測定ディスクを従来のステンレス製ではなく、熱伝導にすぐれた銀製のものもちいることにより、さらに S/N 比を向上することができた。図 1 に火山石英の RTL（昇温速度 2℃/秒）と異なる温度（300℃～400℃）でのアイソサーマル TL をしめす。

RTL 法により、始良丹沢テフラ、支笏第一テフラ、鬼界葛原テフラ、沼沢芝原テフラ、阿多鳥浜テフラ、大町 A1Pm テフラ、樋脇テフラの年代を測定し、それぞれ、約 30ka, 42ka, 97ka, 120ka, 210ka, 390k, 570ka という年代がもとめられた。

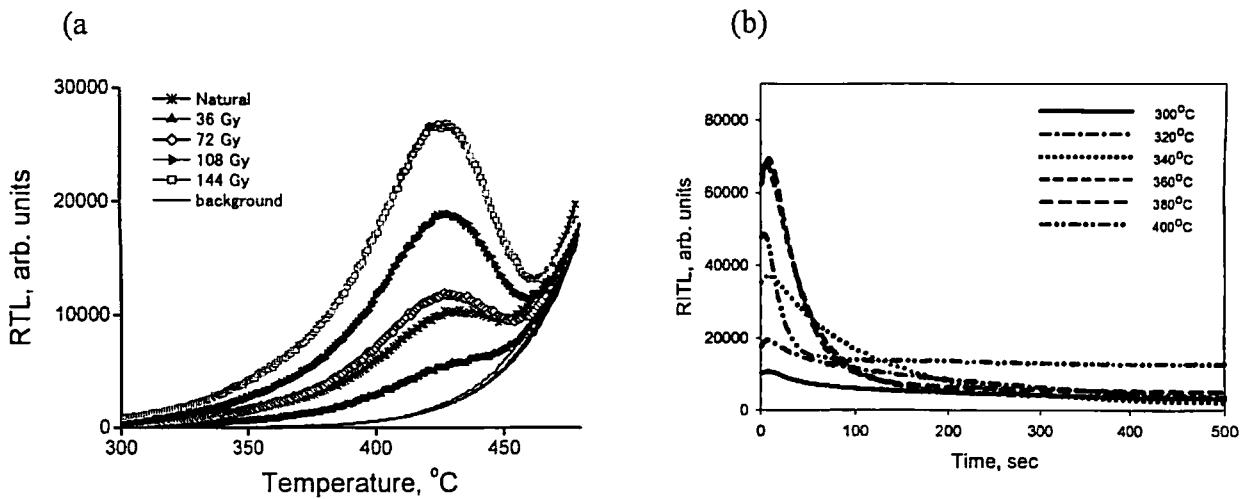


図 1 : (a)火山石英の RTL と (b)アイソサーマル RTL

・氷河・周氷河地形に関連する堆積物の OSL 年代測定

利尻島および北海道北部に存在する氷河地形・周氷河地形の調査を行い、堆積物中の微細石英を用いて OSL 年代の推定をおこなった。これらの微細石英はアジア大陸より飛来したレスであると推定される。利尻島では、氷河地形から最終氷期に 3 回の氷河前進のあったことが推定され、古いものからヤムナイ I 期, II 期, III 期と呼ばれる。このうちのヤムナイ II 期のモレーンおよびこれを覆うレスの OSL 年代より、ヤムナイ II 期の氷河は 15-24ka の間に拡大したことがわかった。また、北海道北部では、永久凍土現象の名残であるアイスウェッジが確認され、アイスウェッジ活動前のレス、およびアイスウェッジを覆うレスの OSL 年代より、活動時期が 18-24ka であったことがわかった。

また、中央アジアのキルギス共和国の、テルスケイ・アラトー山脈に分布する氷河地形および堆積物からも石英の OSL 年代測定をおこなった。4 回の氷河前進期のうち、もっとも古いステージと 2 番目に古いステージの年代は約 76ka および 21~29ka と推定された。

IV 学外共同研究機関あるいは学内のX線装置を利用した研究

原子炉や放射光など学外の共同利用施設や学内のX線装置を利用しているグループの研究経過報告を以下に示す。

1. 物理学コース： 光物性研究室

○研究課題

放射光を用いた光物性および量子光学の研究

○研究概要

内殻励起磁気円二色性(MCD)を用いた局所帯磁率の温度依存性

PrFe₄Sb₁₂を試料として、Prの3d-4f励起、およびFeの2p-3d励起にともなうMCDから磁気モーメントを見積もり、その温度変化をSQUIDの結果と比較した。MCDの測定は、SPring-8の軟X線円偏光ビームラインBL23SUにおいて行った。「局所帯磁率」の逆数をCurie-Weissプロットすると、それはほぼ原点をよぎる直線に乗るから、それぞれ局在常磁性的振る舞いに近いと言える。ところがわれわれの結果では、PrとFeの磁気モーメントの向きは逆であることが見いだされ、従来のバルク帯磁率から予想される、両者とも外部磁場方向に分極するという描像が成立しないことが明らかになった。スクッテルダイトでは通常希土類金属の4f電子状態と遷移金属のd状態はほぼ独立に振る舞うとされているが、今回の結果はそのような描像が成立しない例があることを示している。なお、SQUIDの結果からFeが磁気モーメントを持つという主張は、実験的にはこれまで憶測に過ぎなかったが、元素選択的なMCD測定によって初めて、スクッテルダイト中の遷移金属の磁気モーメントが測定されたといえる。

C60 ピーポッドおよびC60 薄膜の光電子分光

C60を内包した単層カーボンナノチューブ(SWNT)はC60フラーレンピーポッド(PPD)と呼ばれ、特異な物性が期待される。昨年、内包されたC60の電子状態は、報告されている固体のC60のそれとほとんど変わらないという報告をした。しかし、参照物質であるC60薄膜の光電子スペクトルは、実験者によって異なっているので、C60薄膜の光電子スペクトルの実験条件依存性を調べた。その結果、C60薄膜の最高占有状態(HOMO)ピーク位置は、蒸着基板の種類によって著しく異なることが分かった。SWNT内包C60の参照物質としてSWNT上に蒸着されたC60薄膜を採用すると、内包C60スペクトルは理論予想と同様に構造の沈み込みがあることから、SWNTの自由電子的状態C60の・状態間混成は極端に弱いとはいえないことが分かった。

軟X線領域での二次高調波発生

自由電子レーザー(FEL)やエネルギー回収型ライナック(ERL)等の高輝度X線光源の出現により、これ

までは実験が困難であった X 線領域での非線形光学研究が可能になると期待されている。将来の非線形光学研究の予備的実験として、放射光のみによる二次高調波発生を検出する装置を開発した。微弱な信号を検出するために、集光用のトロイダル鏡をピエゾ素子で微小振動することで二次高調波信号強度を変調し、これをデジタルロックインアンプで検出する方法を採用した。この装置を用いて、GaAs 薄膜試料に約 140 eV の軟 X 線 (As の 3p 吸収端付近) を入射し二次高調波の検出を試みた。実験は、高エネルギー加速器機構放射光科学研究施設 BL-16B において行った。今年度は、ミラーからのノイズ除去、検出器位置の微調整などの改良を行ったところ、二次高調波が生成されていることと、無矛盾な実験結果が得られた。

2. 物理学コース： ナノ物性研究室

○研究課題

磁気共鳴を用いた物性研究

○研究概要

ナノ構造物質系や遍歴電子反強磁性体について、X 線回折、中性子散乱、核磁気共鳴 (NMR)、磁化測定等の方法を用いた基礎物性の研究、およびナノ領域の微細試料を研究する新しい手法としての NMR 法などの研究を行っている。

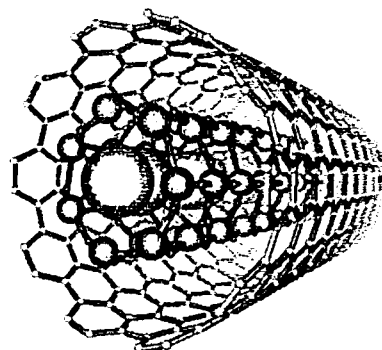
(a) 分子を吸蔵した単層カーボンナノチューブ

カーボンナノチューブは、炭素が筒状に連なった構造をしている。炭素一層で出来た単層カーボンナノチューブは数十から数百本が集まって、チューブと垂直方向に三角形配置を持つ結晶構造をとるが、それぞれのカーボンナノチューブ内部に様々な分子 (酸素分子、窒素分子、水分子 等) を吸蔵することが可能である。このカーボンナノチューブ内部の 1 次元ナノ空洞内に閉じ込められた分子の挙動を調べるために、X 線回折、中性子散乱、核磁気共鳴を行っている。

X 線回折実験により、カーボンナノチューブに吸蔵した水分子は構造相転移を起こし、低温でアイスナノチューブを形成することを発見し、このアイスナノチューブは、整数個の水分子が水素結合により環を形成し、それが積み重なった筒状構造であることを明らかにしている。

このカーボンナノチューブ 内の水分子は低温 (150 ケルビン程度) まで、通常のパルク氷よりもはるかによく動く状態を保ったままであるという性質がある。この水の運動状態を調べるために、中性子非弾性散乱実験をラザフォード・アプレトン研究所で行った。水素の大きな非干渉性散乱断面積を利用して、水素の運動状態を調べ、確かに水がアイスナノチューブを形成し始めると思われる温度 230K 以下でも水素の運動は部分的にしか止まらず、完全に運動が止まるのは 150K 付近であることを明らかにした。

核磁気共鳴法 (NMR) は、中性子非弾性散乱実験同様に SWNT 内の水の運動状態を調べる有効な方法である。軽水 (H_2O) と重水 (D_2O) について 1H 核と 2H 核の NMR を行って、直径 13.5 \AA の単層カーボンナノチューブにおいてアイスナノチューブの形成に伴い水素の運動が凍結すること、アイスナノチューブの形成温度以上の高温では、水分子は 10^{-6} 秒の時間スケールで回転運動と並進運動を行い、水は液体的であることを明らかにした。さらに、単層カーボンナノチューブ内部の液体状態では、水分子の回転運動は僅かに等方的回転からずれていることも明らかになった。



また、水を吸蔵した単層カーボンナノチューブへのガス吸蔵を調べるために、X線回折、NMR 実験を行い、ガス貯蔵およびナノ分子バルブ機構について重要な結果が得られ、2 件の特許出願を行った。

図) ガス分子を吸蔵したアイスナノチューブ (最外殻からカーボンナノチューブ、アイスナノチューブ、吸蔵ガス分子の順)

(b) 幾何学的フラストレーションを示す磁性体の磁気揺動

結晶格子の幾何学的な形によりフラストレーションを示す磁性体は、正三角形や正四面体を基本単位となる結晶格子を持つ物質に見られる。磁気的な相互作用の条件により、通常の長距離秩序を示すもの、磁気的相転移を絶対零度まで起こさないもの、有限温度でスピン凍結を起こすもの、スピン液体状態などの量子的基底状態を持つものなどがある。本年度はパイロクロア型酸化物 $Dy_2Ti_2O_7$ に $[111]$ 方向の磁場をかけた場合に出現する、カゴメアイス状態のスピン相関を詳しく研究した。スピン相関に関する中性子回折実験結果を、モンテカルロシミュレーションを用いて解析し、最近接相互作用に基づくカゴメアイスモデルが、双極子相互作用が大きい $Dy_2Ti_2O_7$ でも実現していることを明らかにした。

(c) 遍歴電子反強磁性体の量子臨界現象

反強磁性-非磁性境界の近傍に位置する遍歴電子反強磁性体の量子臨界点 (QCP) はどの臨界固定点により支配されているのか? という問題提起がされてから約 10 年が経った。この量子臨界点の前後で、従来いわれているようにフェルミ面が連続的に変わるスピン密度波 (SDW) タイプの QCP なのか? それともいくつかの実験が示すようにフェルミ面が不連続に変化するのか? ということに論点がある。前者は nearly antiferromagnetic (弱い反強磁性) SCR 理論 (renormalization theory も上部臨界次元 $d=2$ 以上の場合は同じ結論を得る) の考え方と一致する。我々はこの問題を実験的に解明するために、重い電子系磁性体 $Ce(Ru_{1-x}Rh_x)_2Si_2$ ($x_c \sim 0.04$) におけるスピン揺動の詳細な中性子非弾性散乱実験を行った。その結果、相関時間の臨界指数が、 $d=3$ の SDW-type の QCP の理論値 $3/2$ と一致したので、SDW QCP を明確に結論することができた。

(d) ゼオライトの空隙内に形成された電子系の研究

ゼオライト結晶ではナノメートルサイズの空隙が周期的に配列している。これらの空隙内に、多数の原子・分子を挿入すると周期的に配列したクラスター凝縮体を作ることができる。良く乾燥させたゼオライトにアルカリ金属を吸蔵させると、その最外殻 s 電子は空隙内に広がり、“空隙原子（超原子）”の結晶ができることが示唆されている。アルカリ金属を吸着したゼオライトの物性を調べる研究を行った。

3. 物理学コース： ESR物性解明研究室

○研究課題

磁気共鳴測定試料の X 線構造解析

○研究概要

今年度は金属をドーピングした DNA の放射光を利用した内殻吸収スペクトルの測定を行った。RI 研究施設の装置を利用させていただいた polyTEMPOLpropyolate の熱重量示差熱分析 (TG-DTA) を含めて報告する。

(1) 金属をドーピングした DNA

DNA は生物の遺伝情報を司る有機高分子であり、有名な二重螺旋構造をもっている。近年は、優れた自己組織化力、構造設計の柔軟性、塩基対間の π 軌道の重なりによる π -band 形成の可能性等の特性により、ナノエレクトロニクスの新素材としての期待が高まっている。我々は、DNA にキャリアを注入し導電性を持たせることを目指して、金属イオンをドーピングし、その電子状態を調べている。まず、2 価金属 Mn、Zn、Mg、Ca 等をサケの DNA にドーピングしたところ、金属イオンは 1 塩基対間に 1 つの割合で 1 次元的に配列する事がわかった。しかしこの時、2 価金属イオンは骨格上の 2 つの Na^+ に代わるだけで、キャリアを注入することは無い。一方、2 価の Fe をドーピングした場合、ESR、SQUID による磁化率の測定より、Fe は 3 価イオンとなって DNA に配位すること、さらに・キャリアの存在が示唆された。また、Co、Ni ドーピングの場合も、20K 付近で電子状態の変化の可能性を示す現象が観測されている。これらの電子状態を解明するために、DNA 内での金属イオンの価数を明らかにする必要がある。そこで、イオン価数の違いが、内殻吸収スペクトルの位置や構造の変化に現れることを利用して価数を見積もるために、軟 X 線吸収実験を行った。測定は広島大学 HiSOR、BL14 を利用した。図 1 に Mn ドーピング DNA の測定結果を示す。640eV、655eV 付近の構造が Mn 2p 内殻の吸収に対応しているが、価数を決定するための解析には S/N が悪すぎる。いくつかの測定の結果、試料中の各構成原子及び金属原子の X 線に対する吸収断面積を考慮して、フィルム試料の厚さ、DNA 濃度を最適にすることが非常に重要であることがわかった。これらは今後の課題である。

(2) polyTEMPOLpropyolate

TEMPOL は ESR 標準試料として使われる安定なフリーラジカルである。これを導電性高分子ポリアセチレンの側鎖につけた polyTEMPOLpropyolate は、フリーラジカルと伝導鎖を組合せた、秒オーダーの充電が可能なラジカル 2 次電池の材料として期待される。しかし骨格は電気伝導度の低いシス型である。ポリアセチレンは熱処理によってシス型から電気伝導度の高いトランス型へ熱異性化する事が知られているので、この系でも骨格の熱異性化の可能性を調べた。熱重量示差熱分析 (TG-DTA) の結果を図 2 に示す。これからわかるように、180°C 付近から重量 (TG) が急激に減少し、230°C を中心に発熱ピーク (DTA) が観測された。これらは TEMPOL がポリアセチレン骨格から外れることを示す。すなわち熱異性化をする前に TEMPOL が離脱してしまうことがわかった。この結果は 180°C の熱処理後の磁化が処理時間とともに減少するという ESR, SQUID の結果とも矛盾しない。TG-DTA の実験では RI 研究施設の片田先生にお世話になりました。ありがとうございました。

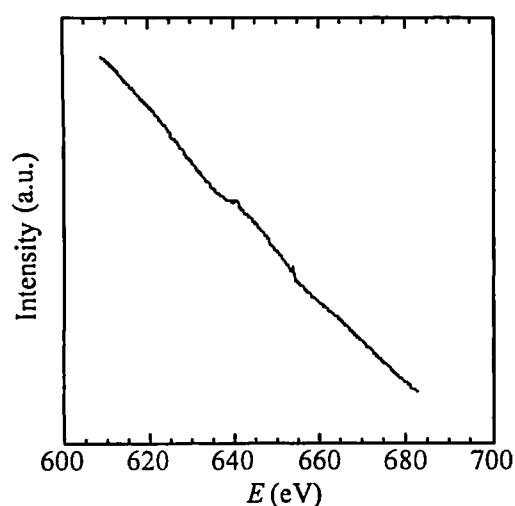


図 1

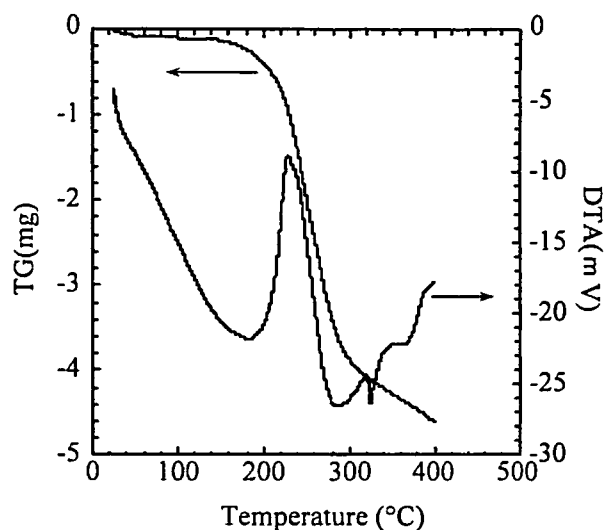


図 2

4. 物理学コース： 電子物性研究室

○研究課題

強相関電子系物質の電子状態の研究

微細構造を持つ物質の研究

○研究概要

1. 研究活動の概要

本サブグループが研究対象としている物質系は、希土類などの f-電子を含む強相関電子系物質とナノ構造を持つ磁性体/非磁性体複合系との二つに大きく分類される。前者については、フラックス法、

引き上げ法、超高真空ゾーンメルト法、高圧結晶育成法などを用いて自ら純良単結晶を育成し、磁気特性、電子輸送測定、熱測定などの基本特性を測定するとともに、多くの研究者との共同研究を行っている。後者については、企業等の先端技術で作製されたサンプルを、時間依存伝導現象に着目した特殊な測定技術を用いて研究している。

1) f-電子系強相関伝導物質

本研究室では、これまで f-電子と伝導電子の強い相関効果に起因する新奇現象の探索し、その機構を解明することを目的として、希土類やアクチナイド元素を含む典型的化合物や新化合物の純良単結晶を育成し物性探索を行ってきた。最近、特に充填スクッテルダイト構造を持つ化合物 RE_4X_{12} (RE: 希土類、T: 遷移金属、X: P, As, Sb) に注目して純良単結晶の育成を行い、研究を進めている。平成 17 年度には、多くの充填スクッテルダイト化合物の育成と物性探索を進めたが、ここでは探索したもののうち、幾つかの例を取り上げて説明する。注目物質である Pr 系 (重い電子超伝導体 $PrOs_4Sb_{12}$ 、非磁性秩序と磁場誘起重い電子状態を示す $PrFe_4P_{12}$ 、金属・非金属相転移を示す $PrRu_4P_{12}$) の興味深い特性の更なる解明を進めながら、特に Sm 系スクッテルダイト ($SmOs_4Sb_{12}$ 、 $SmRu_4P_{12}$ 、 $SmFe_4P_{12}$) の良質単結晶の育成とその基礎物性の評価を重点的に進めた。

b) 高圧下での充填スクッテルダイト化合物の良質結晶育成。

充填スクッテルダイト化合物は、その構成要素 (遷移金属 T、プニクトゲン X) の組み合わせにより純良結晶の育成条件が大きく異なる。興味深い物性が期待される軽希土類に限れば、(T=Fe, Ru, X=P)、(T=Ru, Os, X=Sb) の組み合わせでは、フラックス法で純良単結晶の育成が可能であるのに対し、その他の組み合わせでは単結晶育成が困難であるため、高圧合成法により新しい組み合わせでの試料育成が進められている。しかし、高圧合成された焼結体試料では、育成時間の制限があることから純良性に問題が残されている。我々は、この二つの手法の利点を組み合わせ、高圧合成法による長時間合成に挑んできた。ようやく、特定領域研究費で導入した高圧炉による合成が軌道にのり、これまで希土類サイト完全充填の試料育成が不可能であった $PrFe_4Sb_{12}$ の純良試料の育成に初めて成功した。この物質は、これまで 3 つのグループが、単結晶または多結晶を育成し、全て、低温で磁気秩序することを報告しているが、磁気構造が異なっている。また、希土類サイトの充填率が精々 80% であり、そのことを反映して試料の純良性を表す RRR も最高でも 4 と小さい。注目物質を多く含む Pr 系スクッテルダイトを統一的に理解するためにも、良質結晶での物性測定が不可欠であった。我々は、EPMA 測定・中性子散乱実験により充填率の評価を行い、実験誤差内で Pr サイトの完全充填を確認し、基礎物性測定を行った。純良性は、抵抗測定から RRR が 4 倍以上に向上した。純良試料で得られた重要な情報は、基底状態が“非磁性”というこれまでとは全く異なる結果である。この結果は、これまでの Pr スクッテルダイトに共通する性質であり、統一的理解という観点からも重要である。希土類サイトの非充填による、磁気秩序状態の安定化については、Fe の 3d バンドがフェルミエネルギー近傍に大きな状態密度を持つというバンド計算を元に理解された。また、単結晶化の試みを行い、微細ながらも

物性測定が可能な単結晶の育成にも成功し、詳細な実験と解析が行われている。更に、この実績を元に、期待されている As 系スクッテルダイトの純良結晶育成の計画が進行している。(佐藤、桑原、徳島大:菅原)。

e) 「磁場に鈍感な重い電子」 $\text{SmO}_4\text{Sb}_{12}$ の機構の探索

昨年報告した $\text{SmO}_4\text{Sb}_{12}$ は多くの研究者の興味を集めている。この物質の特徴をまとめると、比熱測定から見積もられた電子質量は、(1) 真空中での値の千倍に近く、しかも、(2) これまでの重い電子は磁場を加えると軽くなるのが常識とされてきたに対し、8 テスラの磁場を加えてもほとんど変わらない。そのくせ、(3) 低温で強磁性を示すという、極めて変わった物質でといえる。これまでの Ce 系“重い電子系”と異なる質量増強機構が期待されることから、多くの共同研究が進められている。NMR の実験から、低温の強磁性状態がバルクのものである確認が補強され、緩和時間の温度依存性は通常の近藤格子系と変わらないことが分かった。更に、近藤温度は圧力の増加とともに増加するという、Ce 系の重い電子系と逆の振舞いを示すことを見出した(岡山大:小林グループとの共同研究)。また、X 線吸収 (XAS) 測定により、Sm の価数は、他の Sm 系充填スクッテルダイトが 3 価であるのに対し、室温で約 2.83 と、2 価成分が存在すること、さらに NMR の測定等で異常な振舞いが見出されている⁻150K 以下で、急激な減少が見出される。同じ重い電子的振舞いを示す $\text{SmFe}_4\text{P}_{12}$ ではこのような振舞いは観測されず、 $\text{SmO}_4\text{Sb}_{12}$ の不思議な振舞いを理解する一歩となることを期待している。(JASRI 水牧仁一朗・筒井智嗣氏との共同研究)

e) $\text{PrO}_4\text{Sb}_{12}$

$\text{PrO}_4\text{Sb}_{12}$ は Pr 化合物としては初めての重い電子系超伝導体 ($T_c = 1.85$ K) である。この系は従来の重い電子系超伝導体で議論されている磁気揺らぎを媒介とした超伝導ではなく非磁性の四極子揺らぎを媒介としたものである可能性があり、その超伝導発現機構に興味を持たれている。この物質の単結晶試料による非弾性中性子散乱実験を ILL の冷中性子 3 軸分光器を用いて行い、その低エネルギー磁気励起の波数依存性、温度依存性を詳しく調べた。その結果、この系の低エネルギーの揺らぎが主に非磁性四極子相互作用によるものであることを示す直接的な証拠を得た。更に、磁気励起の幅の温度依存性から、この“四極子”励起は超伝導と密接な関係があることがわかった。

(以上のテーマに加え、多くの充填スクッテルダイトに関する研究が、本学:神木正史客員教授、徳島大学:菅原仁助教授、東北大学:岩佐和晃助教授ほか、特定領域研究「充填スクッテルダイト構造に創出する新しい量子多電子状態の展開」のメンバーの方々、更には国内外の多くの方々との共同研究として進められた。)

2. ナノ磁性体の電気伝導

電子は電荷とスピン(磁気モーメント)の二つの特性を持つが、通常物質中では、電荷は伝導現

象にのみ、スピンは磁性にのみ現れ、伝導にスピンが直接顔を出すことはなかった。近年の微細加工技術を利用すると、電子がスピンの記憶を保持する長さ（スピン拡散長）に比較して微細な磁性体と非磁性体（通常金属、超伝導体、絶縁体など）を組み合わせたナノ構造の作製が可能になり、スピンと電荷が共に主役を務める舞台が用意された。最近、特に、スピンの方向を揃えた電流（スピン分極電流）をナノ強磁性体に流すことにより、その磁気モーメントの向きを変える“スピントランスファー効果”が、注目されている。これは、電流を運ぶ電子が同時にスピン磁気モーメントを運び、その量が大きくなると磁石同士の相互作用でナノ磁性体全体の磁化をも反転することによる。これが可能になると、外から磁場を加えなくとも、近年の微細化が著しいハードディスクの記録領域の磁気モーメントの向きを制御できることから、応用の観点からの研究が進められている。これを実現するには、スピン拡散長より微細なナノ強磁性体と、それと磁気的には独立したスピン分極電流源からなるナノ回路が必要になるが、これは基礎物理学的観点からも興味深い振舞い可能にする舞台ともいえる。本年度は、ナノサイズの二つの強磁性体で、スピン拡散長より薄い通常金属を挟んだスピバルブ型 CPP (Current Perpendicular to Plane) 素子を用いて、磁気抵抗の磁場の角度と強度依存性、および時間依存伝導現象に着目して研究を進めた。二つの強磁性層の一方は隣に置かれた反強磁性層との磁気結合で磁化の向きを固定され（ピンド層と呼ばれ、スピン分極電流源となる）、他方は磁化は自由に向きを変えられる（フリー層）。また、この素子は磁化の向きで電気抵抗が大きく変わる素子であるため、磁化の向きの相互変化を極めて敏感に検出できる都合のよい特性を持っている。我々は、その断面寸法が $100\text{nm} \times 100\text{nm}$ のサンプルで、電気抵抗の電流密度と磁場への依存性を詳しく測定したところ、電流の増加に伴い抵抗が大きく変化するスピントランスファーによる磁化反転の観測に成功した。また、判定する電流値近傍で、抵抗値が時間的に二つの値を飛び移る 2 値間ノイズを観測し、解析を進めている。ハードディスクの磁気記録の高密度化進み、これ以上は現在の読み取りヘッドでは対応が困難であり、CPP スピバルブ素子は次世代素子としても期待されている。従って、スピントランスファー効果の理解に挑むことは、物理的な興味だけではなく、応用の観点からも必要であろう。（このテーマは、SRC からの試料提供と支援を受けて研究が進められた）。

このサブグループの本年特有の活動として、国際会議” Joint Workshop on NQP-skutterudites and NPM in multi-approach “を開催した。これは、佐藤が領域代表者を務める特定領域研究「充填スクッテルダイト構造に創出する新しい量子多電子状態の展開」として 2005 年度がちょうど中間評価の年にあたり、申請の当初より計画されていたものである。より有効な会議とするため、阪大・北岡教授が代表の学術創成研究「多元融合領域の新物質相」との合同会議として、2005.11.21~24 に本学小講堂にて開催した。参加者の合計は、未登録の本学学生を除いて 143 名（うち国外からの参加者は 22 名、他に国内滞在者 5 名）と、予想を超える参加者をえて成功裏に終えることができた。会場の不備に対する対応、国際交流会館の学内外の多くの方にご協力をいただいたことに感謝したい。

5. 化学専攻： 分子集合系物理化学研究室

○研究課題

中性子線・X線散乱を用いた分子集合体の構造研究

○研究概要

X線小角散乱/ずり応力同時測定による界面活性剤ラメラ相のずり流動場誘起構造転移の研究

界面活性剤やブロック共重合体を作る集合体は、一般に nm スケールの構成単位を持つため構造変動のタイムスケールは分子運動のそれと比較してはるかに遅く、ずり流動場により大きな構造変化を受ける。近年、界面活性剤が作る集合体、特にラメラ相の構造に対するずり流動場の効果が注目されている。これまでに当研究室では、従来よりも遅いずり速度領域に注目し、静止状態の構造がわかっている非イオン界面活性剤 $C_{16}H_{33}(OC_2H_4)_7OH$ ($C_{16}E_7$) / 水 2 成分系ラメラ相において小角中性子散乱 (SANS) の測定を行ってきた。その結果、特定のずり速度において、ラメラ繰返距離が著しく減少することが見出され、膜間の水が排除されたラメラ構造を持つ微小領域が分離することが示唆された。このような結果はこれまで報告がなく、新しいタイプのずり流動場効果と考えられる。

SANS 測定においては1つの散乱パターンを得るためには少なくとも数分間の露光が必要であるため、これよりも早い時間変化を追うことができない。一方放射光と CCD 検出器を用いた X 線小角散乱 (SAXS) では、数秒間でより分解能の高い散乱パターンを得ることができる。そこで本研究では、X 線小角散乱/ずり応力同時測定用試料セルの製作と予備実験を行った。

図1に試料セルの模式図と高エネルギー加速器研究機構放射光科学研究施設の BL-15A に設置したときの写真を示す。また図2に $C_{16}E_7$ /水系ラメラ相からの SAXS パターンの例を示す。

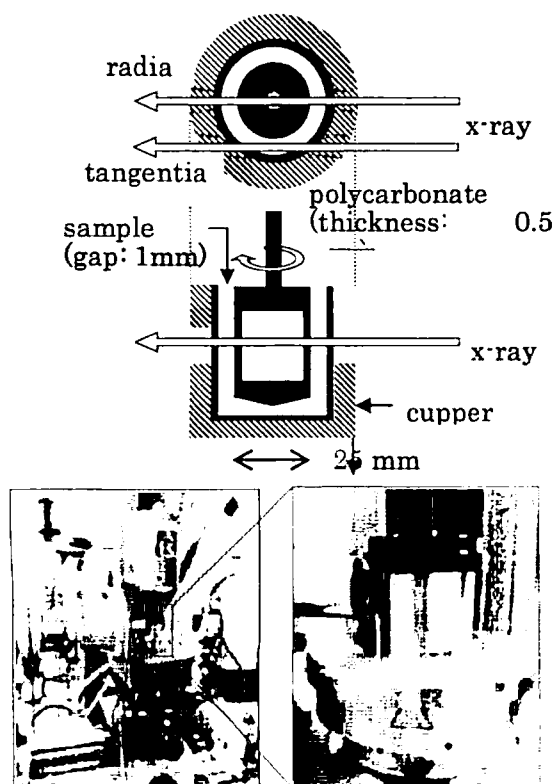


図1 X線小角散乱/ずり応力同時測定用試料セル

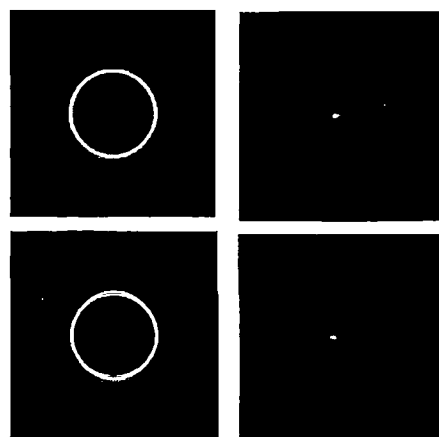


図2 $C_{16}E_7$ /水系ラメラ相からの SAXS パターン (48 wt%, 70°C)。上段：静止状態
下段：ずり速度 $1s^{-1}$ 左：radial configuration 右：tangential configuration
流動方向は左右

○博士・修士論文、卒業研究

【修士論文】

- (1) 儀保 香：「リオトロピック液晶相の膨潤構造と膜の曲げ弾性率」

【卒業研究】

- (1) 植田 裕作：「時分割小角光散乱による非イオン界面活性剤-水系におけるミセル/ラメラ相分離過程の研究」
(2) 松野 晶水：「非イオン性界面活性剤水溶液におけるゲル/希薄共存相の相分離過程」

6. 化学コース： 有機合成化学研究室

○研究課題

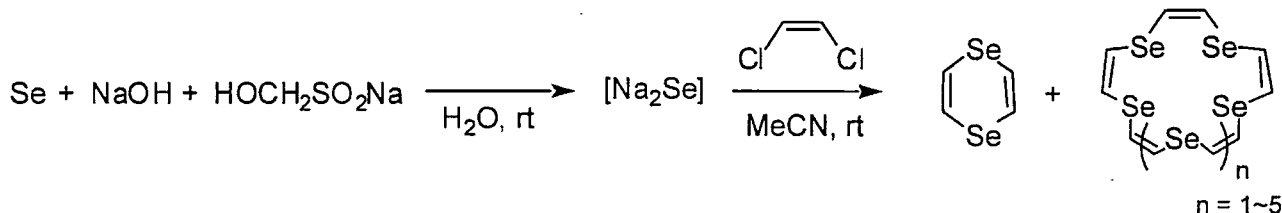
X線を用いた有機化合物の構造決定

○研究概要

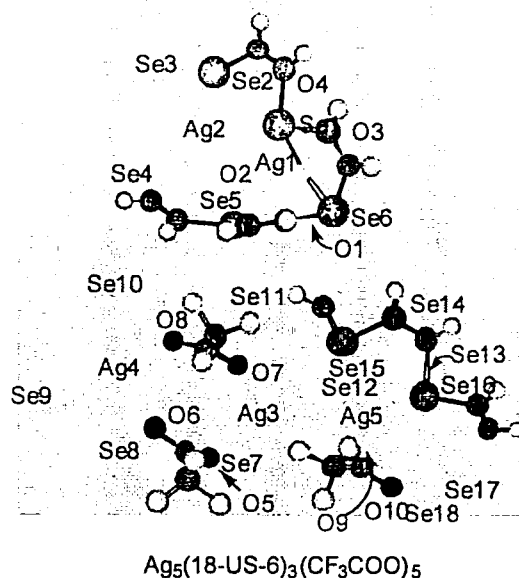
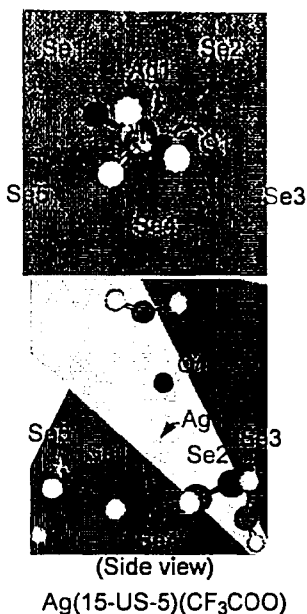
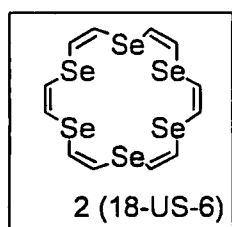
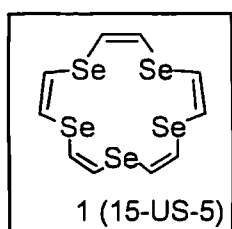
1) 不飽和セテナクラウンエーテルの合成と性質

以前、我々はチアクラウンエーテルの炭素-炭素単結合を二重結合に置き換えた不飽和チアクラウンエーテルの合成に成功し、分子内に空孔を有する構造であることを明らかにした。不飽和チアクラウンエーテルの硫黄をセレン原子に置き換えた不飽和セテナクラウンエーテルは、硫黄とセレンとの電気陰性度や炭素-セレン結合距離の違いにより、不飽和チアクラウンエーテルとは異なった構造や性質が期待される。そこで、不飽和セテナクラウンエーテルを合成し、その錯形成反応について検討した。

セレン、ロンガリット、水酸化ナトリウムから調整したセレン化ナトリウムとシス-ジクロロエチレンとの反応により、1,4-ジセレンとセレンを5個から9個含む不飽和セテナクラウンエーテルを得ることができた。



得られた不飽和セテナクラウンエーテルとトリフルオロ酢酸銀との錯形成反応について検討した。その結果、不飽和セテナクラウンエーテルとトリフルオロ酢酸銀が錯形成した化合物をそれぞれを結晶として得ることができ、X線結晶構造解析によりそれぞれの構造を決定した。下に15員環化合物1および18員環化合物2とトリフルオロ酢酸銀との錯体の結晶構造を示す。

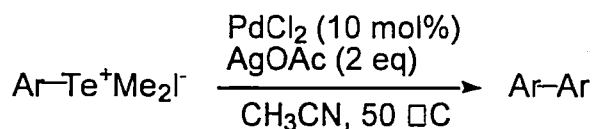


1 および 2 とトリフルオロ酢酸銀との錯体の結晶構造

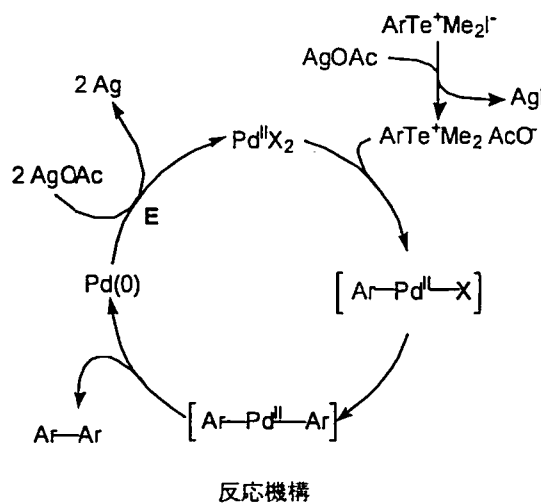
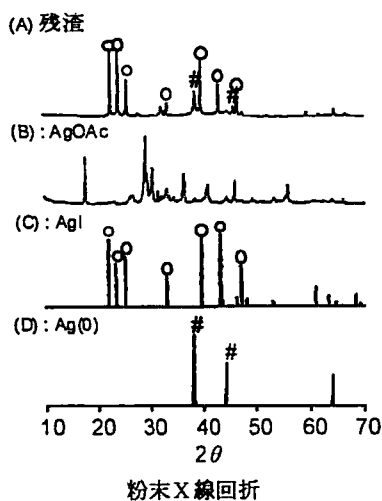
その結果、1では、1とトリフルオロ酢酸銀 1:1 の錯体を得られ、2では、2とトリフルオロ酢酸銀 3:5 の錯体であることが明らかになった。

2) テルロニウム塩を用いたホモカップリング反応

我々はこれまでに、パラジウム触媒存在下、アリールテルロニウム塩のアセトニトリル溶液を加熱すると、アリール基のホモカップリング反応が進行することを見出している。



この反応において、酢酸銀の添加が必須であることがわかっている。そこで、酢酸銀の役割を明らかにするために、粉末X線回折法により反応後の残渣を調べた。その結果、反応後、酢酸銀は銀(0)とヨウ化銀に変化していることがわかった。以上より、下記のようなテルロニウム塩を用いたホモカップリング反応の反応機構を推定することができた。



7. 都市環境学部・材料化学コース： 金村研究室（材料設計化学）

○研究課題

高機能セラミックス材料の構造解析

○研究概要

現在、 LiFePO_4 はリチウム二次電池用新規正極材料として期待されている。 LiFePO_4 は、酸素が強い共有結合により結晶中に固定化されている。そのため、従来の正極材料に比べ熱安定性に優れる。また、鉄を原料としているので安価であり、電気自動車用電源などの大型電池への応用が期待されている。我々は LiFePO_4 の水熱合成について検討してきた。水熱法を用いることにより、固相法に比べて低温での合成が可能となる。本研究では、出発物質、濃度、混合比、および pH が生成物に与える影響を検討した。

Fe 源には $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ を用いた。Li 源には Li_2SO_4 、 $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ を用い、リン源には $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 、 H_3PO_4 を用いた。前駆体溶液中の Fe^{2+} の濃度は 1.0 mol dm^{-3} とし、出発物質のモル比は $\text{Li}^+ : \text{Fe}^{2+} : \text{PO}_4^{3-} = 3 : 1 : 1$ とした。各出発物質を組み合わせることにより前駆体溶液の pH を変化させ、 LiFePO_4 の水熱合成を行った。

Ar ガスで満たしたグローブボックスの中で、各出発物質を秤量した。その後、窒素雰囲気下で各出発物質を脱気した超純水に溶解させ、テフロン内筒で Li^+ 水溶液、 $(\text{PO}_4)^{3-}$ 水溶液、 Fe^{2+} 水溶液の順に投入し、5 分間攪拌した。テフロン内筒をステンレス製容器に入れ、 170°C で 12 h 水熱処理を行った。反応装置を冷却させた後、ろ過により生成物を採取し、超純水とアセトンで洗浄した。最後に 110°C で 1 時間真空乾燥を行い、試料とした。合成された生成物の結晶構造を、粉末 X 線回折測定により解析した。粒子形状を走査型電子顕微鏡により観察した。電気化学特性は、定電流充放電測定により評価した。充放電レートを 0.1 C (17 mA g^{-1}) として測定を行った。

Fig. 1 にそれぞれ作製した試料の XRD パターンを示す。前駆体溶液の pH を 5.82、6.56、7.70 に調整して得られた試料の XRD では、 Li_3PO_4 が生成していることが確認された。これは pH が高くなるにつれて Li_3PO_4 の溶解度が小さくなるためと考えられる。また、pH を 5.15、3.93、3.47 に調整して得られた試料では、 LiFePO_4 の単相であることが確認された。前駆体溶液の pH 変化に伴い、作製した LiFePO_4 の結晶配向性が大きく変化することが分かった。pH を 5.15 に調整して作製された LiFePO_4 は (020) 面に強く配向しており、pH が下がると LiFePO_4 は (200) 面に配向していく傾向がみられた。また、 LiFePO_4 の収率は、pH = 5.15 では 94.45 %、pH = 3.93 では 79.43 %、pH = 3.47 では 45.36 % であった。pH が低い場合には Fe^{2+} イオンの溶解度が大きいため、収率が低下したと考えられる。

次に、それぞれの前駆体溶液の pH において作製された LiFePO_4 の粒子形状を、走査型電子顕微鏡を用いて観察した。得られた LiFePO_4 の SEM 像を Fig. 2 に示す。前駆体溶液の pH 変化に伴い、粒子形状および粒径が大きく異なることが観察された。pH = 5.15 で作製された LiFePO_4 は長さが 2~3 μm で、厚さが 1 μm 程度の板状粒子であり、pH が低くなると針状粒子となることが分かった。

作製した LiFePO_4 の電気化学特性を、定電流充放電試験により評価した。pH を 3.93 および 3.47 に

調整して合成した LiFePO_4 の初期放電容量は、 120 mA h g^{-1} 程度であった。理論容量 170 mA h g^{-1} と比較して小さく、粒径や配向性が大きな影響をおよぼしていると考えられる。pH を 5.15 に調整して合成された LiFePO_4 の初期放電容量は、理論容量の約 95 % にあたる 163 mA h g^{-1} であった。以上の結果より、前駆体溶液の pH は得られた生成物の粒子形状および電気化学特性に大きな影響を及ぼすことが分かった。

Fig. 1 XRD patterns of LiFePO_4 hydrothermally synthesized from the solutions of pH = 3.47 (a), pH = 3.93 (b), pH = 5.15 (c), pH = 5.82 (d), pH = 6.56 (e), and pH = 7.70 (f).



Fig. 2 SEM images of LiFePO_4 hydrothermally synthesized from the solutions of pH = 3.47 (a), pH = 3.93 (b), and pH = 5.15 (c).

8. 都市環境学部・材料化学コース：吉田研究室（分子物性化学）

○研究課題

機能性有機材料の構造解析

○研究概要

有機・高分子材料の構造解析ならびに秩序化過程の解析を、熱測定と X 線散乱（回折）（DSC-XRD）同時測定を用いて行っている。構造形成過程のダイナミクス解析を行うためには、時間分解能の高い X 線測定を必要とするため、高エネルギー加速器研究機構放射光施設（つくば）ならびに学内理工研究施設 X 線システムを利用している。平成 17 年度は次の三テーマを行った。

- 1) 両親媒性二元ブロック共重合体のナノ構造解析
- 2) 単分子膜ならびに LB 膜の構造解析

【両親媒性二元ブロック共重合体のナノ構造解析】

お互いに反発する成分を成分とするブロック共重合体は、マイクロ相分離に伴うナノオーダーの規則構造を形成する。この規則構造は共重合体の組成と温度によって変化し、放射光を利用した小角 X 線散乱光学系を利用することで、DSC-XRD 同時測定による相転移挙動を動的な変化として測定することが可能である。我々の研究室では、親水性のポリエチレンオキシドと疎水性のアゾベンゼンをメソゲンとするメタクリル酸誘導体から構成される液晶型両親媒性二元ブロック共重合体 $\text{PEO-}b\text{-PMA(Az)}$

を合成し、その相転移を詳細に検討し、相図を明らかにした。PEO-*b*-PMA(Az)/PEO-*b*-PMA(Az)ブレンド系ならびにPEO-*b*-PMA(Az)/PEOブレンド系のナノ規則構造変化を小角X線散乱法で解析し、ナノ規則構造の大きさは共重合体のPEO成分の慣性半径が支配していることを明らかにした。

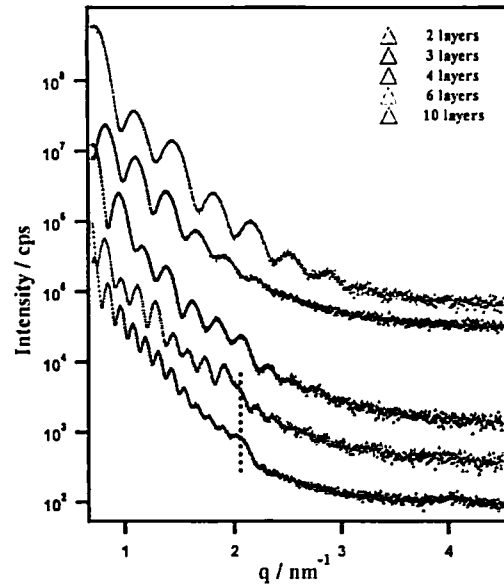


Fig.1 SAXS profiles of amphiphilic di-block copolymer PEO₄₀-*b*-PMA(Az)₃₉ Langmuir-Blodgett films with various layers.

【単分子膜ならびにLB膜の構造解析】

PEO-*b*-PMA(Az)ブロック共重合体は両親媒性であるため、水面に展開すると単分子状のラングミュア膜を形成する。二次元固体圧力でシリコン基板にすくい上げると単分子膜あるいは多層膜のLB膜を得ることができる。これらの膜を全反射X線散乱法ならびに斜入射X線回折法を用いて解析した。その結果、単分子膜の表面構造は1分子の集合体が規則配列していること、液晶メソゲンであるアゾベンゼン分子が基板面に対してほぼ垂直に配列してその面間隔が0.4nmであることが明らかになった。積層数の異なるLB膜の全X線反射率測定をFig.1に示す。ラメラの長周期構造は積層数が6層以上で測定できること、反射率測定の一変換から得られた層密度から、シリコン基板に近い層ほど基板からの影響を受けて高密度になっていることが明らかになった。

この単分子膜の規則構造を利用したブロック共重合体の規則構造の配列制御を行い、分子間相互作用に基づく親水性ナノシリンダーを基板に対して垂直配向制御することに成功した。さらにこの規則的なナノ空間を利用して、金ナノ粒子の配列制御を試みている。

○博士・修士論文、卒業研究

【修士論文】

- (1) 石川 大輔：「クラウンエーテル型脂質分子集合体の構造と物性」
- (2) 椎名 敦子：「長鎖アルキル基を持つ両親媒性モノマーの自己組織化構造とその構造制御高分子の機能」

V 研究成果

高エネルギー実験研究室

- 1) Search for Lepton and Baryon Number Violating τ^- Decays into $\bar{\Lambda}\pi^-$ and $\Lambda\pi^-$
Y. Miyazaki, S. Eidelman *et al.*, (Belle Collaboration), Phys. Lett. B 632, 51, (2006)
- 2) Measurement of Charm Fragmentation Ratios and Fractions in Photoproduction at HERA: S.
Chekanov *et al.*, (ZEUS Collaboration), Euro. Phys. J. C44 (2005) 351-366
- 3) First measurement of the $\pi^+\pi^-$ atom lifetime
B. Adeva, M. Chiba *et al.*, Phys. Lett. B 619 (2005) 50-60.
- 4) Observation of the Second Harmonic in Thomson Scattering from Relativistic Electrons: M.
Babzien, Y. Kamiya, T. Kumita *et al.*, Phys. Rev. Lett. 96 (2006) 054802

物理学コース（千葉）・化学コース（藤井）・電気電子コース（上條）共同研究

- 5) M. Chiba *et al.*, SALT NEUTRINO DETECTOR FOR ULTRA-HIGH-ENERGY NEUTRINOS, Physics of Atomic
Nuclei 67, 2050-2053(2004).

宇宙化学研究室

- 6) "Chemical characteristics of a Martian meteorite, Yamato 980459", N. Shirai and M. Ebihara,
Antarctic Meteorites Res., 17, 55-67 (2004).
- 7) "Boron and chlorine abundances in Antarctic chondrites: A PGA study", Y. Oura, C. Takahashi
and M. Ebihara, Antarctic Meteorites Res., 17, 172-184 (2004).
- 8) "Chemical characterization of the extraterrestrial material returned by future space mission:
An application of nuclear activation methods", M. Ebihara and Y. Oura, Space Sci. Rev., 34,
2305-2310 (2004).
- 9) "Glass veins in the unequilibrated eucrite Yamato 82202"; P. C. Buchanan, T. Noguchi, D. D.
Bogard, M. Ebihara, I. Katayama, Geochim. Cosmochim. Acta 69, 1883-1898(2005).
- 10) "Precise determination of Sc in natural water by neutron activation analysis coupled with
preconcentration of Sc", M. Nomura, M. Sato, H. Amakawa, Y. Oura and M. Ebihara, Anal. Chim.
Acta 553, 58-63(2005).
- 11) "Fluoride complexation of element 104, Rutherfordium", H. Haba, K. Tsukada, M. Asai, A.
Toyoshima, K. Akiyama, I. Nishinaka, M. Hirata, T. Yaita, S. Ichikawa, Y. Nagame, K. Yasuda,
Y. Miyamoto, T. Kaneko, S. Goto, S. Ono, T. Hirai, H. Kudo, M. Shigekawa, A. Shinohara, Y.
Oura, H. Nakahara, K. Sueki, H. Kikunaga, N. Kinoshita, N. Tsuruga, A. Yokoyama, M. Sakama,
S. Enomoto, M. Schädel, W. Bröchle, and J. V. Kratz, J. Am. Chem. Soc. 126, 5219-5224 (2004).
- 12) "Chemical Studies on Rutherfordium (Rf) at JAERI"; Y. Nagame, K. Tsukada, M. Asai, A.
Toyoshima, K. Akiyama, T. Kaneko-Sato, M. Hirata, I. Nishinaka, S. Ichikawa, H. Haba, S.

Enomoto, K. Matsuo, D. Sakai, Y. Kitamoto, H. Hasegawa, Y. Tani, W. Sato, A. Shinohara, M. Ito, J. Saito, S. Goto, H. Kudo, H. Kikunaga, N. Kinoshita, A. Yokoyama, K. Sueki, Y. Oura, H. Nakahara, M. Sakama, M. Schädel, W. Büchle, J. V. Kratz, *Radiochim. Acta* 93, 519-526 (2005).

有機化学研究室

- 13) T. Enoki, H. Yamazaki, K. Okabe, K. Enomoto, T. Kato, A. Miyazaki, E. Ogura, Y. Kuwatani, and M. Iyoda
Unconventional TTF-Based Molecular Magnets
Synth. Met., 133-134, 501-503 (2003).
- 14) J. Nishijo, E. Ogura, J. Yamaura, A. Miyazaki, T. Enoki, T. Takano, Y. Kuwatani, and M. Iyoda
Ferromagnetic Interaction and Metallic Conductivity of Radical Ion Salts (DIEDO)₂M(mnt)₂ (M = Ni, Pt)
Synth. Met., 133-134, 539-541 (2003).
- 15) T. Enoki, H. Yamazaaki, J. Nishijo, A. Miyazaki, K. Ugawa, E. Ogura, Y. Kuwatani, M. Iyoda, and Y. V. Sushko
Novel Magnetism of EDO-TTFX₂ Salts (X = Br, I)
Synth. Met., 137, 1173-1174 (2003).
- 16) Y. Kuwatani, G. Yamamoto, and M. Iyoda
A twin-rotor system created on a [4]radialene frame
Org. Lett., 5, 3371-3374 (2003).
- 17) M. Ohkoshi, T. Horino, M. Yoshida, and M. Iyoda
Synthesis and Inclusion Properties of a Novel macrocyclic hexaone Monohydrate with a Hemiacetal Structure
Chem. Commun., 2003, 2586-2587.
- 18) Y. Kuwatani, J. Igarashi, and M. Iyoda
All-Z-Hexabenz[24]annulene with a triangular benzene cluster substructure
Tetrahedron Lett., 45, 359-362 (2004)
- 19) M. Iyoda, R. Watanabe, and Y. Miyake,
Anomalous Ring Cleavage of 1,3-Dithiole- and 1,3-Diselenole-2-thiones under the Cross-coupling Conditions Using Triethyl Phosphite
Chem. Lett., 2004, 570-571.
- 20) M. Iyoda, R. Watanabe, and Y. Miyake,
Anomalous Ring Cleavage of 1,3-Dithiole- and 1,3-Diselenole-2-thiones under the Cross-coupling Conditions Using Triethyl Phosphite
Chem. Lett., 2004, 570-571.
- 21) M. Hasegawa, J. Takano, H. Enozawa, Y. Kuwatani, and M. Iyoda

Aggregation of Star-Shaped Tris(tetrathiafulvalenylethynyl)benzene in Solution and in the Solid State

Tetrahedron Lett., 45, 4109-4112 (2004).

- 22) M. Iyoda, S. Sirinintasak, Y. Nishiyama, A. Vorasingha, F. Sultana, K. Nakao, Y. Kuwatani, H. Matsuyama, M. Yoshida, and Y. Miyake

Copper-Mediated Simple and Efficient Synthesis of Tribenzohexadehydro[12]annulene and Its Derivatives

Synthesis, 2004, 1527-1531.

- 23) K. Hara, M. Hasegawa, Y. Kuwatani, H. Enozawa, M. Iyoda,
Mono- and bis(tetrathiafulvaleno)hexadehydro[12]annulenes.

Chem. Commun., 2004, 2042-2043.

- 24) M. Iyoda, M. Hasegawa, Y. Miyake,
Bi-TTF, Bis-TTF, and Related TTF Oligomers.

Chem. Rev., 104, 5085-5113 (2004).

- 25) M. Iyoda, H. Enozawa, Y. Miyake,
Bis(tetrathiafulvaleno)octadehydro[20]annulene with multi-functionality.

Chem. Lett., 33, 1098-1099 (2004).

- 26) M. Iyoda, Y. Kuwatani, S. Yamagata, N. Nakamura, M. Todaka, G. Yamamoto,
Novel π -Expanded Radialene Macrocycles with Inner Cavity.

Org. Lett., 6, 4667-4670 (2004).

- 27) Y. Miyake, M. Wu, J. M. Rahman, M. Iyoda,
Novel electron-transfer oxidation of Lipshutz cuprates with 1,4-benzoquinones: an efficient homo-coupling reaction of aryl halides and its application to the construction of macrocyclic systems.

Chem. Commun. 2005, 411-413.

- 28) R. Watanabe, Y. Miyake, Y. Kuwatani, M. Iyoda,
Bis(ethylenedioxy)-1,4,5,8-tetraselenanaphthalene: The first example of tetraselenanaphthalene.

Chem. Lett., 34, 68-69 (2005).

- 29) J. Nishijo, A. Miyazaki, T. Enoki, R. Watanabe, Y. Kuwatani, M. Iyoda,
d-Electron-Induced Negative Magnetoresistance of a π -d Interaction System Based on a Brominated-TTF Donor.

Inorg. Chem., 44, 2493-2506 (2005).

- 30) M. Iyoda, J. M. Rahman, A. Matsumoto, M. Wu, Y. Kuwatani, K. Nakao, Y. Miyake,
Synthesis of nonaphenylenes and dodecaphenylenes using electron-transfer oxidation of

Lipshutz cuprate intermediates.

Chem. Lett., 34, 1474-1475 (2005).

- 31) Y. Kuwatani, G. Yamamoto, M. Oda, M. Iyoda, Nickel-catalyzed dimerization of [5]cumulenes (hexapentaenes).

Bull. Chem. Soc. Jpn., 78, 2188-2208 (2005).

- 32) H. Enozawa, M. Hasegawa, D. Takamatsu, K. Fukui, M. Iyoda, Synthesis of Tris(tetrathiafulvaleno)dodecadehydro- [18]annulenes and Their Self-Assembly. *Org. Lett.*, 8, 1917-1920 (2006).

生物化学研究室

- 33) Nagaki K, Yamamura H, Shimada S, Saito T, Hisanaga SI, Taoka M, Isobe T, Ichimura T.

14-3-3 Mediates Phosphorylation-Dependent Inhibition of the Interaction between the Ubiquitin E3 Ligase Nedd4-2 and Epithelial Na(+) Channels.

Biochemistry. 2006 May 30;45(21):6733-6740.

- 34) Shinkawa T, Taoka M, Yamauchi Y, Ichimura T, Kaji H, Takahashi N, Isobe T.

STEM: a software tool for large-scale proteomic data analyses.

J Proteome Res. 2005 Sep-Oct;4(5):1826-31.

- 35) Nunomura K, Nagano K, Itagaki C, Taoka M, Okamura N, Yamauchi Y, Sugano S, Takahashi N, Izumi T, Isobe T.

Cell surface labeling and mass spectrometry reveal diversity of cell surface markers and signaling molecules expressed in undifferentiated mouse embryonic stem cells.

Mol Cell Proteomics. 2005 Dec;4(12):1968-76. Epub 2005 Sep 20.

- 36) Higashino F, Aoyagi M, Takahashi A, Ishino M, Taoka M, Isobe T, Kobayashi M, Totsuka Y, Kohgo T, Shindoh M.

Adenovirus E4orf6 targets pp32/LANP to control the fate of ARE-containing mRNAs by perturbing the CRM1-dependent mechanism.

J Cell Biol. 2005 Jul 4;170(1):15-20. Epub 2005 Jun 27.

- 37) Kitazawa M, Yamakuni T, Song SY, Kato C, Tsuchiya R, Ishida M, Suzuki N, Adachi E, Iwashita S, Ueno S, Yanagihara N, Taoka M, Isobe T, Ohizumi Y.

Intracellular cAMP controls a physical association of V-1 with CapZ in cultured mammalian endocrine cells.

Biochem Biophys Res Commun. 2005 May 27;331(1):181-6.

- 38) Nagano K, Taoka M, Yamauchi Y, Itagaki C, Shinkawa T, Nunomura K, Okamura N, Takahashi N, Izumi T, Isobe T.

Large-scale identification of proteins expressed in mouse embryonic stem cells.

Proteomics. 2005 Apr;5(5):1346-61.

- 39) Ichimura T, Yamamura H, Sasamoto K, Tominaga Y, Taoka M, Kakiuchi K, Shinkawa T, Takahashi N, Shimada S, Isobe T.
14-3-3 proteins modulate the expression of epithelial Na⁺ channels by phosphorylation-dependent interaction with Nedd4-2 ubiquitin ligase.
J Biol Chem. 2005 Apr 1;280(13):13187-94. Epub 2005 Jan 26.

同位体化学研究室

- 40) A steep one-step [HS-LS] to [LS-LS] spin transition in a 4, 4'-bipyridine linked one-dimensional coordination polymer constructed from pyrazolate bridged Fe(II) dimer
Ko Yoneda, Keiichi Adachi, Shinya Hayami, Yonezo Maeda, Motomi Katada, Akira Fuyuhiko, Satoshi Kawata, And Sumio Kaizaki, *Chem. Comm*, 2006, 45-47.
- 41) Synthesis and Characterization of New Borate-Vanadate Mixed-Glasses
H. Tachibana and M. Katada, *J. Radioanal. Nucl. Chem*, 268, 125-128 (2006).
- 42) Pyrogenic Iron(III)-Doped TiO₂ Nanopowders Synthesized in RF Thermal Plasma: Phase Formation, Defect Structure, Band Gap, and Magnetic Properties
X. H. Wang, J. G. Li, H. Kamiyama, M. Katada, N. Ohashi, Y. Moriyoshi, and T. Ishigaki, *J. Am. Chem. Soc.*, 127, 10982-10990.
- 43) Characterization of novel cation-ordered compounds with fluorite and \cdot -PbO₂ related structures prepared by oxidation of Sn-Nb-O pyrochlore
Takahisa Omata, Masao Kita, Shinya Otsuka-Yao-Matsumoto, Motomi Katada, *J. Phys. Chem. Solids*, 66, 53-62 (2005).
- 44) Synthesis of novel compounds with cation-ordered fluorite and \cdot -PbO₂ related structures by oxidation of Sn₂Nb₂O₇ pyrochlore
Takahisa Omata, Masao Kita, Shinya Otsuka-Yao-Matsumoto, Motomi Katada, *J. Alloys Compd.*, 370, 80-89 (2004).
- 45) 「(社) 日本アイソトープ協会編、放射線・アイソトープを取扱う前に —教育訓練テキスト—」、丸善、2005年。
- 46) 「(社) 日本アイソトープ協会編、放射線安全管理の実際」、丸善、2006年。

神経分子機能研究室

- 47) Hosokawa, T., Saito, S., Asada, A., Ohshima, T., Itakura, M., Takahashi, M., Fukunaga, K., and Hisanaga, S. Enhanced activation of Ca²⁺/calmodulin-dependent protein kinase II upon downregulation of Cyclin-dependent kinase 5-p35. *J. Neurosci. Res.*, in press, 2006
- 48) Nagaki, K., Yamamura, H., Shimada, S., Saito, T., Hisanaga, S., Taoka, M., Isobe, T., &

- Ichimura, T. 14-3-3 mediates phosphorylation-dependent inhibition of the interaction between the ubiquitin E3 ligase Nedd4-2 and epithelium Na⁺ channels. *Biochemistry* 45, 6733-6740 (2006).
- 49) Masuda, M., Suzuki, N., Taniguchi, S., Oikawa, T., Nonaka, T., Iwatsubo, T., Hisanaga, S., Goedert, M., & Hasegawa, M. Small molecule inhibitors of α -synuclein filament assembly. *Biochemistry*, 45, 6085-6094, (2006)
- 50) Masuda, M., Dohmae, N., Nonaka, T., Oikawa, T., Hisanaga, S., Goedert, M., & Hasegawa, M. Cysteine misincorporation in bacterially expressed human alpha-synuclein. *FEBS letter*, 580, 1175-1179, (2006)
- 51) Sasaki, T., Gotow, T., Shiozaki, M., Sakaue, F., Saito, T., Julien, J-P., Uchiyama, Y., and Hisanaga, S. Aggregate formation and phosphorylation of neurofilament-L Pro22 Charcot-Marie-Tooth disease mutants. *Human Mol. Gen.* 15, 943-952, 2006.
- 52) Sakaue, F., Saito, T., Sato, Y., Asada, A., Ishiguro, K., Hasegawa, M., and Hisanaga, S. Phosphorylation of FTDP-17 mutant tau by Cyclin-dependent kinase 5 complexed with p35, p25, or p39. *J. Biol. Chem.* 280, 31522-31529, 2005.
- 53) Zhu, Y-S., Saito, T., Asada, A., Maekawa, S., and Hisanaga, S. Activation of latent cyclin-dependent kinase 5 (Cdk5)-p35 complexes by membrane dissociation. *J. Neurochem.* 94, 1535-1545, 2005.
- 54) Ohshima, T., Ogura, H., Tomizawa, K., Hayashi, K., Suzuki, H., Saito, T., Kamei, H., Nishi, A., Bibb, J. A., Hisanaga, S., Matsui, H., and Mikoshiba, K. Impairment of Hippocampal Long-Term Depression and Defective Spatial Learning and Memory in p35^{-/-} Mice. *J. Neurochem.* 94, 917-925, 2005.
- 55) Taniguchi, S., Suzuki, N., Masuda, M., Hisanaga, S., Iwatsubo, T., Goedert, M., and Hasegawa, M. Inhibition of heparin-induced tau filament formation by phenothiazine, polyphenols and porphyrins. *J. Biol. Chem.* 280, 7614-7623, 2005.
- 56) Permana, S., Hisanaga, S., Nagatomo, Y., Iida, J., Hotani, H., and Itoh, T. J. Truncation of the projection domain of MAP4 (Microtubule-associated protein 4) leads to the attenuation of dynamic instability of microtubules. *Cell Str. Funct.* 29, 147-157, 2005.
- 57) Wei, F-Y., Tomizawa, K., Ohshima, T., Asada, A., Saito, T., Nguyen, C., Bibb, J. A., Ishiguro, K., Kulkarni, A. B., Pant, H. C., Mikoshiba, K., Matsui, H., and Hisanaga, S. Control of Cyclin-dependent kinase 5 (Cdk5) activity by glutamatergic regulation of p35 stability. *J. Neurochem.* 93, 502-512, 2005.
- 58) Hisanaga, S., and Sasaki, T. Neurofilament assembly. *Cell Biology Protocol*, Harris, R., Graham, J., and Rickwood, D. eds. pp337-341. 2005.
- 59) Ueda, K., and Hisanaga, S. α -synuclein fibril formation induced by tubulin. *Cell Biology*

Protocol, Harris, R., Graham, J., and Rickwood, D. eds, pp342-344, 2005.

- 60) 谷口小百合、鈴木伸之、増田雅美、久永眞市、岩坪 威、Goedert, M., 長谷川成人、タウの線維化阻害とその機構。Dementia Japan, 19, 21-32, 2005.

発生プログラム研究室

- 61) Kimura, W., Yasugi, S., Stern, C. and Fukuda, K. (2006) Fate and plasticity of the endoderm in the early chick embryo. *Dev. Biol.* 289, 283-295.
- 62) Oda-Ishii, I., Bertrand, V., Matsuo, I., Lemaire, P. and Saiga, H. (2005) Making very similar embryos with divergent genomes: conservation of regulatory mechanisms of Otx between the ascidians *Halocynthia roretzi* and *Ciona intestinalis*. *Development* 132, 1663-1674.
- 63) Ikuta T. and Saiga, H. (2005) Organization of Hox genes in ascidians: present, past and future. *Dev. Dyn.* 233, 382-389.
- 64) Keys, D. N., Lee, B., Di Gregorio, A., Harafuji, N., Detter, J. C., Wang, M., Khsai, O., Ahn, S., Zhang, C., Doyle, S. A., Satoh, N., Satou, Y., Saiga, H., Christian, A. T., Rokhsar, D. S., Hawkins, T. L., Levine, M. and Richardson, P. M. (2005) A saturation screen for cis-acting regulatory DNA in the Hox genes of *Ciona intestinalis*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 102, 679-683.
- 65) Hoshino, A., Koide, M., Ono, t. and Yasugi, S. (2005) Sex-specific and left-right asymmetric expression pattern of Bmp7 in the gonad of normal and sex-reversed chicken embryos. *Dev. Growth Differ.* 47, 65-74.
- 66) Matsuda, Y., Wakamatsu, Y., Kohyama, J., Okano, H., Fikuda, K. and Yasugi, S. (2005) Notch signaling functions as a binary switch for the determination of glandular and luminal fates of endodermal epithelium during chicken stomach development. *Development* 132, 2783-2793.
- 67) Ikuta, T., Yoshida, N., Satoh, N. and Saiga, H. (2004) *Ciona intestinalis* Hox gene cluster: its dispersed structure and residual colinear expression in development. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 101, 15118-15123.
- 68) Utsumi, N., Shimojima, Y. and Saiga, H. (2004) Analysis of ascidian Not genes highlights their evolutionarily conserved and derived features of the structure and expression in the development. *Dev. Genes Evol.* 214, 460-465.
- 69) Wada, S., Sudou, N. and Saiga, H. (2004) Roles of Hroth, the ascidian otx gene, in the differentiation of the brain (sensory vesicle) and anterior trunk epidermis in the larval development of *Halocynthia roretzi*. *Mech. Dev.* 121, 463-474.
- 70) Shoguchi, E., Ikuta, T., Yoshizaki, F., Satou, Y., Satoh, N., Asano, K., Saiga, H. and Nishikata, T. (2004) Fluorescent in situ hybridization to ascidian chromosomes. *Zool. Sci.* 21, 153-157.

- 71) Toyoda, R., Kasai, A., Sato, S., Wada, S., Saiga, H., Ikeo, K., Gojobori, T., Numakunai, T., and Yamamoto, H. (2004) Pigment cell lineage-specific expression activity of the ascidian tyrosinase-related gene. *Gene* 332, 61-69.
- 72) Hiramatsu, H. and Yasugi, S. (2004) Molecular analysis of the determination of developmental fate in the small Intestinal epithelium in the chicken embryo. *Int. J. Dev. Biol.* 48: 1141-1148.

ホルモン細胞機構研究室

- 73) Nishimura, T., Mori, Y., Furukawa, T., Kadota, A., Koshiha, T. (2006) Red light causes a reduction in IAA levels at the apical tip by inhibiting de novo biosynthesis from tryptophan in maize coleoptiles. *Planta* (in press)
- 74) Saito, S., Okamoto, M., Shinoda, S., Kushiro, T., Koshiha, T., Kamiya, Y., Hirai, N., Todoroki, Y., Sakata, K., Nambara, E., Mizutani, M. (2006) Uniconazole is a potent inhibitor of ABA 8'-hydroxylase in *Arabidopsis*. *Biosci. Biotech. Biochem.* (in press)
- 75) Okamoto, M., Kuwahara, A., Seo, M., Kushiro, T., Asami, T., Hirai, N., Kamiya, Y., Koshiha, T., Nambara, E. (2006) CYP707A1 and CYP707A2, which encode ABA 8'-hydroxylases, are indispensable for a proper control of seed dormancy and germination in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* (in press)
- 76) Uchiumi, T., Komatsu, S., Koshiha, T., Okamoto, T. (2006) Isolation of gametes and central cells from *Oryza sativa* L. *Sex. Plant Reprod.* 19: 37-45.
- 77) Umezawa, T., Okamoto, M., Kushiro, T., Nambara, E., Oono, Y., Seki, M., Kobayashi, M., Koshiha, T., Kamiya, Y., Shinozaki, K. (2006) CYP707A3, a major ABA 8'-hydroxylase involved in dehydration and rehydration response in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.* 46:171-182.
- 78) Kikuchi, A., Sanuki, N., Higashi, K., Koshiha, T., Kamada, H. (2006) Abscisic acid and stress treatment are essential for the acquisition of embryogenic competence by carrot somatic cells. *Planta*, in press.
- 79) Nagira, Y., Ikegami, K., Koshiha, T., Ozeki, Y. (2006) Effect of ABA upon anthocyanin synthesis in regenerated torenia shoots. *J. Plant Res.*, 119: 137-144.
- 80) Lefebvre, V., North, H., Frey, A., Sotta, B., Seo, M., Okamoto, M., Nambara, E., Marion-Poll, A. (2006) Functional analysis of *Arabidopsis NCED6* and *NCED9* genes indicates that ABA synthesised in the endosperm is involved in the induction of seed dormancy. *Plant J.*, 45: 309-319.
- 81) Woodward, C., Bemis, S., Hill, E. J., Sawa, S., Koshiha, T., Torii, K. U. (2005) Interaction of auxin and ERECTA in elaborating *Arabidopsis* inflorescence architecture revealed by the activation tagging of a new member of the YUCCA family putative flavin monooxygenases. *Plant*

Physiol., 139:192-203.

- 82) Fedorova, E., Redondo, F. J., Koshiba, T., Pueyo, J.J., de Felipe, M.R., Lucas, M.M. (2005) Aldehyde oxidase (AO) in the root nodules of *Lupinus albus* and *Medicago truncatula*: Identification of AO in meristematic and infection zones. *Mol. Plant Microbe Interact.*, 18:405-413.
- 83) Okamoto, T., Scholten, S., Lörz H., Kranz, E. (2005) Identification of genes that are up- or down-regulated in the apical or basal cell of maize two-celled embryos and monitoring their expressions during zygote development by a cell manipulation- and PCR-based approach. *Plant Cell Physiol.*, 46:332-338.
- 84) Nakabayashi, K., Okamoto, M., Koshiba, T., Kamiya, Y., Nambara, E. (2005) Genome-wide profiling of stored mRNA in *Arabidopsis thaliana* seed germination: epigenetic and genetic regulation of transcription in seed. *Plant J.*, 41: 697-709.
- 85) Ogata, Y., Iizuka, M., Nakayama, D., Ikeda, M., Kamada, H., Koshiba, T. (2005) Possible involvement of abscisic acid in the induction of secondary somatic embryogenesis on seed coat-derived carrot somatic embryos. *Planta*, 221: 417-423.
- 86) Mori, Y., Nishimura, T., Koshiba, T. (2005) Vigorous synthesis of indole-3-acetic acid in the apical very tip leads to a constant basipetal flow of the hormone in maize coleoptiles. *Plant Sci.*, 168: 467-473.
- 87) Minami, A., Nagao, M., Ikegami, K., Koshiba, T., Arakawa, K., Fujikawa, S., Takezawa, D. (2005) Cold acclimation in bryophytes: Low temperature-induced freezing tolerance accompanied by increases in expression of stress-related genes but not those in endogenous abscisic acid. *Planta*, 220: 414-423.
- 88) Furukawa, T., Ushiyama, K., Kishi, K. (2005) Botrytis Blight of Taiwanese Toad Lily caused by *Botrytis elliptica* (Berkeley) Cooke. *J. Gen. Plant Pathol.*, 71:95-97.

細胞遺伝学研究室

- 89) Horiuchi, T. and Aigaki, T. (2006) Alternative trans-splicing: a novel mode of pre-mRNA processing. *Biol. Cell*, 98, 135-140
- 90) Katsuyama, T., Sugawara, T., Tatsumi, M., Oshima, Y., Gehring, W., Aigaki, T. and Kurata, S. (2005) Involvement of winged eye encoding a chromatin-associated bromo-adjacent homology domain protein in disc specification. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 102, 15918-15923
- 91) Kanuka, H, Hiratou, T, Igaki, T, Kanda, H, Kuranaga, E, Sawamoto, K, Aigaki, T, Okano, H, and Miura, M. (2005) Gain-of-function screen identifies a role of the Sec61alpha translocon in *Drosophila* postmitotic neurotoxicity. *Biochim. Biophys. Acta* 1726, 225-237
- 92) Tsuda, M., Langmann, C., Harden, N. and Aigaki, T. (2005) The RING finger-scaffold protein

- POSH targets TAK1 to control immunity signaling in *Drosophila*. *EMBO reports* 6, 1082-1087
- 93) Takeo, S., Akiyama, T., Firkus, C., Aigaki, T. and Nakato, H. (2005) Expression of a secreted form of Dally, a *Drosophila* glypican, induces overgrowth phenotype by affecting action range of Hedgehog. *Dev. Biol.* 284, 204-218
- 94) Laviolette, M. J., Nunes, N., Peyre, J. B., Aigaki, T. and Stewart, B. A. (2005) A Genetic screen for suppressors of *Drosophila* NSF2 neuromuscular junction overgrowth. *Genetics* 170, 779-792
- 95) Orihara-Ono, M., Suzuki, M., Saito, M., Yoda, Y., Aigaki, T. and Hama, C. (2005) The slender lobes gene, identified by retarded mushroom body development, is required for proper nucleolar organization in *Drosophila*. *Dev. Biol.* 281, 121-133
- 96) Kotani, N., Kitazume, S., Kamimura, K., Takeo, S., Aigaki, T., Nakato, H. and Hashimoto, Y. (2005). *Drosophila* orthologues of human b-secretase induce the secretion of a Golgi-resident transferase, heparan sulfate 6-O-sulfotransferase. *J. Biochem.* 137, 315-22
- 97) 相垣敏郎 (2006) ショウジョウバエを用いた抗老化遺伝子の探索 医学のあゆみ (印刷中)
- 98) 相垣敏郎、上田龍 (2005) ショウジョウバエゲノムの体系的機能解析 -発生・分化の遺伝子システム解明に向けて タンパク質・核酸・酵素 50, 2146-2152
- 99) 梅田祐美、津田学、大倉千明、J. B. Peyre、難波吉雄、大内尉義、相垣敏郎 (2005) ショウジョウバエ PD モデルの神経毒性を緩和するチオレドキシンの効果 分子精神医学 5, 109-110

分子遺伝学研究室

- 100) Analysis of *fruE*, a novel developmental gene of *Myxococcus xanthus*. (2004) Akiyama, T, and Komano, T. *Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology* 6: 164-173
- 101) Structure and function of the shufflon in plasmid R64. (2004) Gyohda, A., Furuya, N., Ishiwa, A., Zhu, S., and Komano, T. *Advances in Biophysics.* 38: 183-213.
- 102) PilV adhesins of the plasmid R64 thin pili specifically bind to the lipopolysaccharides of recipient cells. (2004) Ishiwa, A., and Komano, T. *Journal of Molecular Biology.* 343: 615-625.
- 103) Cell size and nucleoid organization of engineered *Escherichia coli* cells with a reduced genome. (2005) Hashimoto, M. Ichikawa, T., Mizoguchi, H. Tanaka, K. Fujimitsu, K., Keyamura, K., Ote, T., Yamakawa, T., Yamazaki, Y., Mori, H., Katayama, T. and Kato, J. *Molecular Microbiology.* 55: 137-149.

細胞エネルギー研究室

- 104) Yamada M, Zhang H, Hanada S, Nagashima KVP, Shimada K and Matsuura K (2005) Structural and spectroscopic properties of a reaction center complex from the chlorosome-lacking filamentous

- anoxygenic phototrophic bacterium *Roseiflexus castenholozii*. *J. Bacteriol.* 187, 1702-1709
- 105) Kimura Y, Matsuura K, Alric J, Vermeglio A, Masuda S, Shimada K and Nagashima KVP (2005) Membrane-bound cytochrome c (100 kDa) working as an electron donor to the reaction center in the purple bacterium, *Rhodovulum sulfidophilum*. in *Photosynthesis: Fundamental Aspects to Global Perspectives* (Bruce D and van der Est A, eds), Alliance Communications Group, Lawrence, Kansas, pp323-325
- 106) Alric J, Lavergne J, Rappaport F, Vermeglio A, Matsuura K, Shimada K and Nagashima KVP (2006) Kinetic performance and energy profile in a roller coaster electron transfer chain: A study of modified tetraheme-reaction center constructs. *J. Am. Chem. Soc.* 128, 4136-4145

発生制御研究室

- 107) " PPAR γ ligands stimulate myeloid differentiation and lipogenesis in the human leukemia NB4 cells. ", Etsuko Yasugi, Akiko Horiuchi, Isao Uemura, Emiko Okuma, Masami Nakatsu, Kumiko Saeki, Yasushi Kamisaka, Hiroyuki Kagechika⁵, Kazuki Yasuda and Akira You. *Development, Growth, and Differentiation*, Vol. 48, 199-208 (2006)

環境変遷学研究室

- 108) Tsukamoto, S., Denby, P. M., Murray, A. S., and Bøtter-Jensen, L., in press. Time-resolved luminescence from feldspars: new insight into fading, *Radiation Measurements*.
- 109) Toyoda, S., Tsukamoto, S., Usui, H., Hameau, S., and Suzuki, T., in press, Dating of Japanese Quaternary tephras by ESR and Luminescence methods. *Quaternary Geochronology*.
- 110) Kondo, R., Tsukamoto, S., Tachibana, H., Miyairi, Y., and Yokoyama, Y., in press, Age of glacial and periglacial landforms in northern Hokkaido, Japan, using OSL dating of fine grain quartz. *Quaternary Geochronology*.
- 111) Narama, C., Kondo, R., Tsukamoto, S., Kajiura, T., Ormukov, C, and Abdrakhmatov, K. in press, OSL dating of Glacier deposits during the Last Glacial in the Terskey-Alatoo Range, Kyrgyz Republic. *Quaternary Geochronology*.
- 112) Bøtter-Jensen, L., Thomsen, K. J., Denby, P. M., Moska, P., Murray, A. S., Tsukamoto, S., and Ankjærgaard, C., in press, Development in luminescence measurement techniques. *Radiation Measurements*.
- 113) 塚本すみ子・岩田修二, 2005. ルミネッセンス年代測定法の最近の進歩—適用年代の拡大と石英の OSL 成分について—. *地質学雑誌*, 111, 643-653.
- 114) Watanuki, T, Murray, A. S. and Tsukamoto, S. 2005. Quartz and polymineral luminescence dating of Japanese loess over the last 0.6 Ma: comparison with an independent chronology. *Earth and Planetary Science Letters*, 240, 774-789.

- 115) Jain, M., Bøtter-Jensen, L., Murray, A. S., Denby, P.M., Tsukamoto, S., and Gibling, M.R. 2005, Revisiting TL: Dose measurements beyond the OSL range using SAR. *Ancient TL*, 23, 9-24.

光物性研究室

- 116) Photoemission and inverse photoemission study of the electronic structure of C60 fullerenes encapsulated in single-wall carbon nanotubes,
H. Shiozawa, H. Ishii, H. Kihara, N. Sasaki, S. Nakamura, T. Yoshida, Y. Takayama, T. Miyahara, S. Suzuki, Y. Achiba, T. Kodama, M. Higashiguchi, X. Y. Chi, M. Nakatake, *Phys. Rev. B* 73 (2006) 075406.
- 117) Resonant photoemission study of CeRu₄Sb₁₂,
H. Ishii, T. Miyahara, Y. Takayama, H. Shiozawa, K. Obu, T. D. Matsuda, Y. Aoki, H. Sugawara and H. Sato, *J. Electron Spectroscopy and Related Phenomena* 144-147 (2005) 643-645.
- 118) Resonant inverse photoemission of Pr compounds,
Y. Takayama, H. Ohtsubo, N. Sasaki, T. Okamura, H. Shiozawa, H. Ishii, T. Miyahara, H. Sugawara and H. Sato, *J. Electron Spectroscopy and Related Phenomena* 144-147 (2005) 647-650.
- 119) Temperature dependence of magnetic circular dichroism of X-ray emission for rare-earth compounds,
Y. Takayama, T. Yoshida, N. Nakamura, N. Sasaki, H. Ohtsubo, H. Shiozawa, H. Ishii, T. Miyahara, H. Sugawara *J. Electron Spectroscopy and Related Phenomena* 144-147 (2005) 731-735.

ナノ物性研究室

- 116) 真庭豊、片浦弘道、「単層カーボンナノチューブに閉じ込められた水の構造」*日本物理学会誌* 60 (2005) pp736-740.
- 117) H. Kadowaki, Y. Tabata, M. Sato, N. Aso, S. Raymond, S. Kawarazaki: Quantum Critical Point of an Itinerant Antiferromagnet in a Heavy Fermion, *Phys. Rev. Lett.* 96 (2006) 016401-(1-4).
- 118) K. Umeo, K. Motoya, H. Kadowaki, N. Aso, T. Tayama, T. Sakakibara, N. Kurita, M. Hedo, Y. Uwatoko, T. Takeuchi, and T. Takabatake: Pressure- and Field-Induced Magnetic Instabilities in a Heavy-Fermion Antiferromagnet Ce₇Ni₃, *Journal of Alloys and Compounds* 408-412 (2006) 43-46.
- 119) H. Kadowaki, A. Nishiyama, K. Matsuda, Y. Maniwa, S. Suzuki, Y. Achiba, H. Kataura: Rietveld analysis and maximum entropy method of powder diffraction for bundles of single-walled carbon nanotubes, *J. Phys. Soc. Jpn.* 74 (2005) 2990-2995.
- 120) K. Kakurai, K. Nukui, N. Aso, M. Nishi, H. Kadowaki, H. Kageyama, Y. Ueda, L.-P. Regnault, and O. Cepas: Neutron Scattering Investigation on Quantum Spin System SrCu₂(BO₃)₂, *Progress*

of Theoretical Physics Supplement 159 (2005) 22-32.

- 121) N. Aso, H. Kageyama, K. Nukui, M. Nishi, H. Kadowaki, Y. Ueda and K. Kakurai: High Energy-Resolution Inelastic Neutron Scattering Experiments on Triplet Bound State Excitations in SrCu₂(BO₃)₂, J. Phys. Soc. Jpn. 74 (2005) 2189-2192.
- 122) H. Miyata, Y. Maniwa and H. Kataura: Selective oxidation of semiconducting single-wall carbon nanotubes by hydrogen peroxide, J. Phys. Chem. B, 110(2006) pp25-29.
- 123) 片浦弘道、真庭豊、「世界で初めて室温のアイスナノチューブを発見」、AIST Today 2005年3月号 (AIST Today 5 (2005) pp18-21)
- 124) 真庭豊、片浦弘道、「ナノサイズインクジェットにつながる室温アイスナノチューブ」OHM、2005年3月号 pp10-11
- 125) Yutaka Maniwa, Hiromichi Kataura, Masatoshi Abe, Akiko Uda, Shinzo Suzuki, Yohji Achiba, Hiroshi Kira, Kazuyuki Matsuda, Hiroaki Kadowaki and Yutaka Okabe: Ordered water inside carbon nanotubes: Formation of pentagonal to octagonal ice-nanotubes: Chem. Phys. Lett. 401 (2005) pp. 534-538
- 126) M. Sato, Y. Koike, S. Katano, N. Metoki, H. Kadowaki and S. Kawarazaki: Field-induced Ferromagnetic Correlation in the Metamagnetic Crossover in CeRu₂Si₂ as Studied by Neutron Scattering, J. Phys. Soc. Jpn. 73 (2004) 3418-3421.
- 127) T. Nagata, M. Urata, H. Kawano-Furukawa, H. Yoshizawa, H. Kadowaki, P. Dai: Anisotropy in the incommensurate spin fluctuations of Sr₂RuO₄, Phys. Rev. B 69 (2004) 174501-(1-6).
- 128) C70 molecular stumbling inside single-walled carbon nanotubes, Y. Maniwa, H. Kataura, M. Abe, A. Fujiwara, R. Fujiwara, H. Kira, H. Tou, S. Suzuki, Y. Achiba, E. Nishibori, M. Takata, M. Sakata and Hiroyoshi Suematsu, J. Phys. Soc. Jpn., 72 (2003) 45-48.
- 129) Superconducting characteristics in electron-doped layered hafnium nitride: 15N isotope effect studies, H. Tou, Y. Maniwa and S. Yamanaka, Phys. Rev. B67 (2003) 100509(R)1-4.

E S R 物性解明研究室

- 130) K. Mizoguchi, S. Tanaka, and H. Sakamoto: Comment on "Intrinsic Low Temperature Paramagnetism in B-DNA", Phys. Rev. Lett. 96, 089801 (2006).
- 131) K. Mizoguchi, M. Takei, H. Sakamoto, T. Kawamoto, M. Tokumoto, A. Omerzu, and D. Mihailovic: Uniaxial Strain Study in Purely Organic Ferromagnet α -TDAE-C₆₀- Mechanism and Structure -, Polyhedron 24, 2373-5 (2005).
- 132) K. Mizoguchi, S. Tanaka, T. Ogawa, N. Shiobara, and H. Sakamoto: Magnetic study of the electronic states in B-DNA and M-DNA doped with metal ions, Phys. Rev.

- B72, 033106, (1-4) (2005).
- 133) Sitaram, A. Sharma, S. V. Bhat, K. Mizoguchi, and R. Menon:
 Electron spin resonance studies in the doped polyaniline PANI-AMPSA: Evidence for local ordering from linewidth features, Phys. Rev. B72, 035209 (1-7) (2005).
- 134) H. Sakamoto, K. Mizoguchi, and T. Hasegawa:
 Magnetic Properties of (BEDT-TTF)(ClMeTCNQ) Studied by ESR under Pressure: a Neutral-Ionic Crossover and Thermoinduced Mesophase
 Phys. Rev. Lett. 93, 186401(1-4) (2004)
- 153) K. Mizoguchi, M. Takei, M. Machino, H. Sakamoto, M. Tokumoto, T. Kawamoto, A. Omerzu, and D. Mihailovic:
 Magnetism of α - and β -TDAE-C₆₀
 J. Mag. And Mag. Mat. 272, E215 (2004)
- 135) M. Hiraoka, H. Sakamoto, K. Mizoguchi, T. Kato, K. Furukawa, R. Kato, K. Hiraki, and T. Takahashi:
 Spin Soliton Dynamics and Pressure effects in the spin-Peierls System
 J. Mag. And Mag. Mat. 272, 1077 (2004)
- 136) M. Hiraoka, H. Sakamoto, K. Mizoguchi, T. Kato, and R. Kato:
 Charge transport in the insulating state of (DMe-DCNQI)₂Li above T_P : a possibility of the fractional charged soliton conduction with $\pm e/2$
 Phys. Rev. Lett. 91, 056604 (2003).
- 137) D. W. Breiby, S. Sato, E. J. Samuelsen, and K. Mizoguchi:
 Electron Spin Resonance Studies of Anisotropy in Semiconducting Polymeric Films,
 J. Polym. Sci.: Part B: Polym. 41, 3011-3025 (2003).
- 138) S. Sato, H. Sakamoto, K. Mizoguchi, H. Morioka, and T. Kimura:
 Orientational distribution of PPy rings analysed with g-shift anisotropy of ESR,
 Synth. Met. 135-136, 421-422 (2003).
- 139) H. Sakamoto, K. Mizoguchi, and T. Hasegawa:
 ESR studies of mixed-stack charge-transfer compounds of (BEDT-TTF) analogs under pressure,
 Synth. Met. 135-136, 611-612 (2003).
- 140) K. Mizoguchi, T. Yamabe, H. Sakamoto, L. Damjanovic, and V. I. Srdanov:
 Pressure tuning of the exchange interactions between s-electrons in a b.c.c. lattice of sodalite cages,
 Physica B 329-333, 1255-1256 (2003).
- 141) M. Hiraoka, H. Sakamoto, K. Mizoguchi, and R. Kato: Quasi-one dimensional diffusive motion of spin solitons in the spin-Peierls state of (DMe-DCNQI)₂Li,

Physica B 329-333, 1201-1202 (2003).

- 142) K. Mizoguchi, T. Yamabe, H. Sakamoto, L. Damjanovic, and V. I. Srdanov:
Electronic states of alkali-electro-sodalite under pressure,
Synth. Met. 137, 909-910 (2003).
- 143) M. Hiraoka, H. Sakamoto, K. Mizoguchi, and R. Kato:
Evidence for spin solitons in spin-Peierls system (DMe-DCNQI)₂Li,
Synth. Met. 135-136, 649-650 (2003).
- 144) M. Hiraoka, H. Sakamoto, K. Mizoguchi, and R. Kato
Spin soliton dynamics and magnetic susceptibility of (DMe-DCNQI)₂ Li by ESR under pressure
Synth. Met. 133-134, 417-418 (2003).
- 145) K. Mizoguchi, S. Kobayashi, M. Machino, H. Sakamoto, T. Kawamoto, M. Tokumoto, M.
Kosaka, K. Tanigaki, A. Omerzu, and D. Mihailovic
Electronic states in magnetic fullerenes studied by ESR under pressure
Synth. Met. 133-134, 695-696 (2003).
- 146) H. Sakamoto, K. Mizoguchi, and T. Hasegawa
ESR studies of (BEDT-TTF)(ClMeTCNQ) under pressure
Synth. Met. 133-134, 627-628 (2003).

電子物性研究室

- 147) Multiband Superconductivity in the Heavy Fermion Compound PrOs₄Sb₁₂, G. Seyfarth, J. P. Brison, M.-A. Measson, J. Flouquet, K. Izawa, Y. Matsuda, H. Sugawara, H. Sato, Phys. Rev. Lett. 95 (2005) 107004 (4pages).
- 148) Direct Observation of Quadrupolar Excitons in the Heavy-Fermion Superconductor PrOs₄Sb₁₂, K. Kuwahara, K. Iwasa, M. Kohgi, K. Kaneko, N. Metoki, S. Raymond, M.-A. Measson, J. Flouquet, H. Sugawara, Y. Aoki, H. Sato, Phys. Rev. Lett. 95 (2005) 107003 (4pages).
- 149) Transport properties of the heavy-fermion superconductor PrOs₄Sb₁₂, H. Sugawara, M. Kobayashi, S. Osaki, S. R. Saha, T. Namiki, Y. Aoki, and H. Sato, Phys. Rev. B 72 (2005) 014519.
- 150) Evolution of 4f electron states in the metal-insulator transition of PrRu₄P₁₂, K. Iwasa, L. Hao, K. Kuwahara, M. Kohgi, S. R. Saha, H. Sugawara, Y. Aoki, H. Sato, T. Tayama and T. Sakakibara, Phys. Rev. B 72 (2005) 024414 (5 pages).
- 151) Fermi surface of LaRu₄P₁₂: A clue to the origin of the metal-insulator transition in PrRu₄P₁₂, S. R. Saha, H. Sugawara, Y. Aoki, H. Sato, Y. Inada, H. Shishido, R. Settai, Y. Onuki, and H. Harima, Phys. Rev. B 71 (2005) 132502_1-4. April.
- 152) High-Field Magnetization in Pr-based Filled Skutterudite Compounds PrFe₄P₁₂ and PrOs₄Sb₁₂, K. Sugiyama, N. Nakamura, T. Yamamoto, D. Honda, Y. Aoki, H. Sugawara, H. Sato, T. Takeuchi,

- R. Settai, K. Kindo and Y. Onuki, *J. Phys. Soc. Jpn.* 74 (2005) 1557–1560.
- 153) Novel Features in the Flux-Flow Resistivity of the Heavy Fermion Superconductor PrOs₄Sb₁₂, M. Kobayashi, H. Sato, H. Sugawara, H. Fujiwara and Y. Aoki *J. Phys. Soc. Jpn.* 74 (2005) 1690–1693. June.
- 154) Role of p-f Hybridization in the Metal-Nonmetal Transition of PrRu₄P₁₂, K. Iwasa, L. Hao, T. Hasegawa, T. Takagi, K. Horiuchi, Y. Mori, Y. Murakami, K. Kuwahara, M. Kohgi, H. Sugawara, S.R. Saha, Y. Aoki and H. Sato, *J. Phys. Soc. Jpn.* 74 (2005) 1930–1933.
- 155) Impurity Effect as a Probe for the Gap Function in the Filled Skutterudite Compound Superconductor PrOs₄Sb₁₂: Sb-NQR Study, M. Nishiyama, T. Kato, H. Sugawara, D. Kikuchi, H. Sato, H. Harima and G-q. Zheng, *J. Phys. Soc. Jpn.* 74 (2005) 1938–1941.
- 156) Novel Phase Transition Near the Quantum Critical Point in the Filled-Skutterudite Compound CeOs₄Sb₁₂: An Sb-NQR Study, M. Yogi, H. Kotegawa, G-q. Zheng, Y. Kitaoka, S. Ohsaki, H. Sugawara and H. Sato, *J. Phys. Soc. Jpn.* 74 (2005) 1950–1953.
- 157) Bulk-Sensitive Photoemission Spectroscopy for Heavy-Fermion Pr Compounds Using Hard X-Ray, A. Yamasaki, S. Imada, A. Sekiyama, M. Tsunekawa, C. Dallera, L. Braicovich, T-L. Lee, H. Sugawara, H. Sato, R. Settai, Y. Onuki and S. Suga, *J. Phys. Soc. Jpn.* 74 (2005) 2045–2051.
- 158) Possible Octupole Ordering in Phase II of SmRu₄P₁₂ Suggested from Elastic Constants, M. Yoshizawa, Y. Nakanishi, M. Oikawa, C. Sekine, I. Shirotni, S.R. Saha, H. Sugawara and H. Sato, *J. Phys. Soc. Jpn.* 74 (2005) 2141–2144.
- 159) Heavy Fermion Compound SmOs₄Sb₁₂ in Vicinity of Ferromagnetic Critical Point, H. Kotegawa, H. Hidaka, Y. Shimaoka, T. Miki, T.C. Kobayashi, D. Kikuchi, H. Sugawara and H. Sato *J. Phys. Soc. Jpn.* 74 (2005) 2173–2176.
- 160) Inelastic Neutron Scattering from CeOs₄Sb₁₂, C. Yang, M. Kohgi, K. Iwasa, H. Sugawara and H. Sato, *J. Phys. Soc. Jpn.* 74 (2005) 2862–2863.
- 161) Sb-NQR Probe for Multipole Degree of Freedom in the First Pr-Based Heavy-Fermion Superconductor PrOs₄Sb₁₂, H. Tou, M. Doi, M. Sera, M. Yogi, H. Sugawara, R. Shiina and H. Sato, *J. Phys. Soc. Jpn.* 74 (2005) 2695–2698.
- 162) The magnetic instability of Yb₂Pd₂(In, Sn) in a non-Fermi liquid environment, E Bauer, G. Hilscher, H. Michor, Ch. Paul, Y. Aoki, H Sato, D. T. Adroja, J-G. Park, P. Bonville, C. Godart, J. Sereni, M. Giovannini and A. Saccone, *J. Phys. : Condens. Matter* 17 (2005) S999–S1009. Mar.
- 163) Evolution of superconducting order in Pr(Os_{1-x}Ru_x)₄Sb₁₂, E. E. M. Chia, D. Vandervelde, M. B. Salamon, D. Kikuchi, H. Sugawara and H. Sato, *J. Phys. : Condens. Matter* 17 (2005) L303–L310.
- 164) Bulk-sensitive photoemission spectroscopy of Pr-based filled skutterudites, A. Yamasaki, S. Imada, A. Sekiyama, M. Tsunekawa, T. Nanba, C. Dallera, L. Braicovich, T.-L. Lee, H. Sugawara, H. Sato, C. Sekine, I. Shirotni, R. Settai, Y. Onuki, H. Harima and S. Suga, *J.*

- Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 144-147 (2005) 621-623.
- 165) Resonant photoemission study of CeRu₄Sb₁₂, H. Ishii, T. Miyahara, Y. Takayama, H. Shiozawa, K. Obu, T.D. Matsuda, Y. Aoki, H. Sugawara and H. Sato, J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 144-147 (2005) 643-645.
- 166) Resonant inverse photoemission of Pr compounds, Y. Takayama, H. Ohtsubo, N. Sasaki, T. Okamura, H. Shiozawa, H. Ishii, T. Miyahara, H. Sugawara and H. Sato, J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 144-147 (2005) 647-650.
- 167) Photoemission of heavy fermion superconductor PrOs₂Sb₂ and other Pr compounds, S. Imada, Y. Fukuda, A. Yamasaki, A. Sekiyama, H. Sugawara, H. Sato, A. Ochiai and S. Suga, J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 144-147 (2005) 651-653.
- 168) Temperature dependence of magnetic circular dichroism of X-ray emission for rare-earth compounds, Y. Takayama, T. Yoshida, S. Nakamura, N. Sasaki, H. Ohtsubo, H. Shiozawa, H. Ishii, T. Miyahara and H. Sugawara, J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 144-147 (2005) 731-735.
- 169) Anomalous phase transitions in the heavy fermion compound Ce₃Ir₄Sn₁₃, C. Nagoshi, H. Sugawara, Y. Aoki, S. Sakai, M. Kohgi, H. Sato, T. Onimaru and T. Sakakibara, Physica B 359-361 (2005) 248-250.
- 170) Quadrupole fluctuation and off-center rattling motion in heavy fermion superconductor PrOs₄Sb₁₂, T. Goto, Y. Nemoto, K. Sakai, K. Onuki, T. Yamaguchi, M. Akatsu, T. Yanagisawa, H. Sugawara and H. Sato, Physica B 359-361 (2005) 822-826.
- 171) Superconductivity of the filled skutterudite PrOs₄Sb₁₂: Phase diagram and characterizations, M.-A. Measson, J.P. Brison, G. Seyfarth, D. Braithwaite, G. Lapertot, B. Salce, J. Flouquet, E. Lhotel, C. Paulsen, H. Sugawara, H. Sato, P.C. Canfield, K. Izawa and Y. Matsuda, Physica B 359-361 (2005) 827-829.
- 172) Drastic evolution of 4f-electron states in the metal-insulator transition of PrRu₄P₁₂, K. Iwasa, L. Hao, K. Kuwahara, M. Kohgi, S.R. Saha, H. Sugawara, Y. Aoki and H. Sato, Physica B 359-361 (2005) 833-835.
- 173) Phase diagrams and ground-state magnetic properties of Pr-based filled skutterudites, T. Sakakibara, T. Tayama, J. Custers, H. Sato, T. Onimaru, H. Sugawara, Y. Aoki, H. Sato and S.R. Saha, Physica B 359-361 (2005) 836-843.
- 174) Raman scattering study of filled skutterudite PrRu₄P₁₂, N. Ogita, K. Yamamoto, S.R. Saha, H. Sugawara, H. Sato, C. Sekine, I. Shirotnani and M. Udagawa, Physica B 359-361 (2005) 847-849.
- 175) μ SR study on filled skutterudite PrRu₄P₁₂, S.R. Saha, W. Higemoto, A. Koda, K. Ohishi, R. Kadono, Y. Aoki, H. Sugawara and H. Sato, Physica B 359-361 (2005) 850-852.
- 176) Elastic anomalies of single crystalline SmRu₄P₁₂ near metal-insulator transition, Masahito Yoshizawa, Yoshiki Nakanishi, Tomoyuki Kumagai, Masafumi Oikawa, Shanta R. Saha, Hitoshi

- Sugawara and Hideyuki Sato, *Physica B* 359-361 (2005) 862-864.
- 177) Neutron scattering studies of order parameters and excitations in antiferro-quadrupolar phase of PrFe₄P₁₂, L. Hao, K. Iwasa, K. Kuwahara, M. Kohgi, H. Sugawara, Y. Aoki, H. Sato, T.D. Matsuda, J.-M. Mignot, A. Gukasov and M. Nishi, *Physica B* 359-361 (2005) 871-873.
- 178) De Haas-van Alphen effect in the filled skutterudite SmFe₄P₁₂, D. Kikuchi, M. Kobayashi, H. Sugawara, Y. Aoki, H. Sato, H. Shishido, R. Settai and Y. Onuki, *Physica B* 359-361 (2005) 874-876.
- 179) Quadrupole order and field-induced heavy-fermion state in the filled skutterudite PrFe₄P₁₂ via ³¹P NMR
J. Kikuchi, M. Takigawa, H. Sugawara and H. Sato, *Physica B* 359-361 (2005) 877-879.
De Haas-van Alphen effect in PrFe₄P₁₂ under high pressure, H Sugawara, D. Kikuchi, M. Kobayashi, Y. Aoki, H. Sato, H. Shishido, R. Settai and Y. Onuki, *Physica B* 359-361 (2005) 880-882.
- 180) Metal-insulator transition under high pressure in PrFe₄P₁₂, H. Hidaka, I. Ando, H. Kotegawa, T.C. Kobayashi, H. Harima, M. Kobayashi, H. Sugawara and H. Sato, *Physica B* 359-361 (2005) 886-888.
- 181) ¹²¹Sb-NMR studies of single-crystal PrOs₄Sb₁₂, H. Tou, M. Doi, M. Sera, M. Yogi, Y. Kitaoka, H. Kotegawa, G.-q. Zheng, H. Harima, H. Sugawara and H. Sato, *Physica B* 359-361 (2005) 892-894.
- 182) μ SR studies on LaOs₄Sb₁₂ in comparison with the time-reversal-symmetry-broken superconductor PrOs₄Sb₁₂, Y. Aoki, W. Higemoto, S. Sanada, K. Ohishi, S.R. Saha, A. Koda, K. Nishiyama, R. Kadono, H. Sugawara and H. Sato, *Physica B* 359-361 (2005) 895-897.
- 183) Magnetic excitations in the heavy-fermion superconductor PrOs₄Sb₁₂, S. Raymond, J. Flouquet, K. Kuwahara, K. Iwasa, M. Kohgi, K. Kaneko, N. Metoki, H. Sugawara, Y. Aoki and H. Sato, *Physica B* 359-361 (2005) 898-900.
- 184) Phonon Raman scattering of RFe₄P₁₂ and ROs₄Sb₁₂, T. Kondo, K. Yamamoto, N. Ogita, M. Udagawa, H. Sugawara and H. Sato, *Physica B* 359-361 (2005) 904-906.
- 185) Elastic property of Kondo semiconductor CeOs₄Sb₁₂, Y. Nakanishi, M. Oikawa, T. Kumagai, M. Yoshizawa, T. Namiki, H. Sugawara and H. Sato, *Physica B* 359-361 (2005) 907-909.
- 186) Coupling between conduction electrons and elastic waves in PrOs₄Sb₁₂, Y. Nakanishi, M. Oikawa, T. Kumagai, H. Sugawara, H. Sato and M. Yoshizawa, *Physica B* 359-361 (2005) 910-912.
- 187) Multiple Superconducting Phases in Heavy Fermion Superconductors, Y. Matsuda, K. Izawa, T. Watanabe, Y. Kasahara, Y. Nakajima, T. Sakakibara, C. J. van der Beek, M. Nohara, T. Hanaguri, H. Takagi, J. Goryo, K. Maki, P. Thalmeier, S. Osaki, H. Sugawara, H. Sato, H. Shishido, R. Settai, Y. Onuki *J. Phys. Chem. Solids* 66 MAY (2005) 1365-1369.
- 188) Heavy fermion behaviors in the Pr-based filled skutterudites, Y. Aoki, H. Sugawara, H. Sato, *Journal of Alloys and Compounds* 408-412 (2006) 21-26

- 189) Elastic behaviour around metal-insulator transition in PrRu₄P₁₂, Y. Nakanishi, T. Kumagai, S. R. Saha, H. Sugawara, H. Sato and M. Yoshizawa, *J. Magn. Magn. Mater.* 298 (2006) 132-134.

分子集合系物理化学研究室

- 190) T. Kato, K. Miyazaki, Y. Kawabata, S. Komura, M. Fujii, and M. Imai
“Shear-Induced Structural Transition in a Lyotropic Lamellar Phase Studied by Small-Angle Neutron and Light Scattering”
J. Phys.: Condens. Matter, 17(31), S2923-S2928 (2005).
- 191) H. Kawasaki, A. Sasaki, T. Kawashima, S. Sasaki, R. Kakehashi, I. Yamashita, K. Fukada, T. Kato, and H. Maeda
“Protonation-Induced Structural Change of Lyotropic Liquid Crystals in Oley- and Alkyldimethylamine Oxides/Water Systems”
Langmuir, 21, 5731-5737 (2005).
- 192) T. Kato, K. Minewaki, Y. Kawabata, M. Imai, and Y. Takahashi
“Anomalous Decrease in Lamellar Spacing by Shear Flow in Nonionic Surfactant / Water System”
Langmuir, 20(9), 3504-3508 (2004).
- 193) Y. Kawabata, M. Nagao, H. Seto, S. Komura, T. Takeda, D. Schwahn, N. L. Yamada and H. Nobutou
“Temperature and Pressure Effects on the Bending Modulus of Monolayers in a Ternary Microemulsion”
Phys. Rev. Lett., 92, 056103 (2004).
- 194) T. Kato, K. Minewaki, K. Miyazaki, Y. Kawabata, T. Shikata, S. Komura, and M. Fujii
“Effects of Shear Flow on Structures of Lamellar Phase in Nonionic Surfactant / Water System.”
Prog. Colloid Polym. Sci., 129, 9-15 (2004).
- 195) I. Yamashita, Y. Kawabata, T. Kato, M. Hato, and H. Minamikawa
“Small Angle X-ray Scattering from Lamellar Phase for β -3,7-Dimethyloctylglucoside/Water System. Comparison with β -n-Alkylglucosides.”
Colloids Surfaces A, 485-490 (2004).
- 196) M. Hato, I. Yamashita, T. Kato, and Y. Abe
“Aqueous Phase Behavior of a 1-*O*-phytanyl- β -D-xyloside/Water System.”
Langmuir, 20, 11366-11373 (2004).

有機合成化学研究室

- 197) "Unsaturated Selenacrown Ethers: Synthesis, Structure, and Formation of Silver Complexes." Shimizu, T.; Kawaguchi, M.; Tsuchiya, T.; Hirabayashi, K.; Kamigata, N. *J. Org. Chem.* 2005, 70, 5036-5044.
- 198) "Homocoupling Reactions Using Telluronium Salts" Hirabayashi, K.; Takeda, Y.; Shimizu, T.; Kamigata, N. *Synlett.* 2005, 2230-2232.

材料設計化学 (金村研究室)

- 199) "Formation of impurities on phospho-olivine LiFePO_4 during hydrothermal synthesis", K. Shiraishi, K. Dokko, K. Kanamura, *J. Power Sources*, 146, 555-558 (2005).
- 200) "Identification of Surface Impurities on LiFePO_4 Particles Prepared by a Hydrothermal Process", K. Dokko, K. Shiraishi, K. Kanamura, *J. Electrochem. Soc.*, 152, A2199-A2202 (2005).
- 201) "Electrochemical Reactivity of LiFePO_4 Prepared by Hydrothermal Method", K. Dokko, S. Koizumi, K. Kanamura, *Chem. Lett.*, 35, 338-339 (2006).

分子物性化学 (吉田研究室)

- 202) Molecular alignment and thermal stability of liquid-crystalline phases in binary mixtures of electron donor and acceptor, S-H. Han, H. Yoshida, Y. Nobe, M. Fujiwara, J. Kamizori, A. Kikuchi, F. Iwahori, J. Abe, *J. Molecular Structure*, Vol. 735-736, 375-382 (2005)
- 203) Phase transition behaviors of crown ether derivative and its sodium ion complex, Yoshikazu Nishikawa, Takafumi Watanabe, Hirohisa Yoshida, Mitsuru Ikeda, *Thermochimica Acta.*, Vol 431/1-2, 81-86 (2005)
- 204) Effect of Structural Relaxation of Glassy PET on Crystallization Process Observed by The Simultaneous DSC-XRD and DSC-FTIR, Tomoko Yoshii, Hirohisa Yoshida, Tadashi Kawai, *Thermochimica Acta.*, Vol 431/1-2, 177-181 (2005)
- 205) Mixing state of amphiphilic block copolymer / homopolymer blends, Sunyoung Jung, Takeshi Yamada, Hirohisa Yoshida, Tomokazu Iyoda, *J. Thermal Analysis and Calorimetry*, Vol. 81, 563-567 (2005)
- 206) DSC studies on thermal induced structural transformation of hydrogen-bonded amphoteric molecular assemblage, D. Ishii, T. Yamada, M. Nakagawa, T. Iyoda, and H. Yoshida, *J. Thermal Analysis and Calorimetry*, Vol. 81, 569 - 573 (2005)
- 207) Bilayer structure fluctuation of amphiphilic compounds during self-assemble polymerization in two dimensional anisotropic field, T. Yamada, T. Yoshii, N. Ozawa, Y. Kawabata, T. Kato, H. Yoshida, *Trans. Materials Research Society Japan*, Vol. 30, No. 3, 675-678 (2005)