

膜タンパク質研究センター設立のお知らせ

膜タンパク質は、生体内タンパク質の30%を占め、物質輸送やシグナル伝達、生体エネルギー産生・変換などの細胞機能において重要な役割を果たしています。このため医薬品や農薬の大半が膜タンパク質に作用することにより効果を示すことが知られています。しかし、膜タンパク質の多くは安定性(耐熱性)が低いため精製することが難しく、医薬品や農薬開発のボトルネックになっていました。当研究室では、長年にわたり膜タンパク質に焦点を当てた基礎研究を推進し、膜タンパク質研究を加速するための革新的な基盤技術(Key1: 耐熱化予測法; Key2: オンカラム精製技術; Key3: 化合物探索技術; Key4: 機能性抗体作製技

術; Key5: 立体構造解析技術)を開発してきました。これらの開発基盤技術をさらに改良・拡充し、得られた独自技術を用いた医薬品・診断薬・農薬・新エネルギーの開発を目標に、産学官共創を推進する研究拠点として、理学研究院に「膜タンパク質研究センター」を設立する運びとなりました(図1)。



膜タンパク質
研究センター長
村田 武士
(化学研究部門 教授)

本センターは、基盤技術(Key1-5)を高度化すると同時にアカデミア創業の基盤となる新規技術を導入するため、理学研究院の化学・生物・物理研究部門から有機合成(反応)化学、生物物理学、細胞生物学、非平衡物理学分野の先鋭的な研究を推進する先生にご参加いただきました(図2)。産業界からは製薬企業、農薬・食品企業などに参加を求め、学際的研究と産学連携の融合による医薬品分野、アグリバイオ分野、クリーンエネルギー分野等の研究開発を促進いたします。学術研究・イノベーション推進機構(IMO)による支援のもと「膜タンパク質研究」に特化した世界的な研究センターを構築し、企業や国からの研究資金を獲得することで持続的な研究・運営を目指します。本センターは研究開発のみならず、産学官の研究者のネットワーク構築や若手人材育成、本学の国際連携やグローバル化にも貢献していきたいと考えています(図3)。

図1 膜タンパク質研究センター(MPRC)の設立

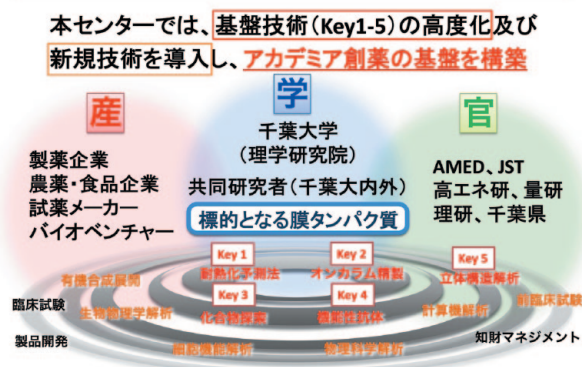


図2 MPRCで開発すべき技術と当初構成メンバー

理学研究院 化学・生物・物理分野からなる横断型連携体制を構築			
基盤技術	高度化内容	担当者氏名・所属・役職	
Key 1 耐熱化予測法	プログラム化	安田 賢司 理学・化学 特任助教	
Key 2 オンカラム精製	手法の最適化	小笠原 諭 理学・化学 特任准教授	
Key 3 化合物探索	設備導入・拡充	村田 武士 理学・化学 教授	
Key 4 機能性抗体	手法の最適化	小笠原 諭 理学・化学 特任准教授	
Key 5 立体構造解析	解析の高速化	村田 武士 理学・化学 教授	
新規技術	担当者氏名・所属・役職	専門分野	
有機合成展開	森山 克彦 理学・化学 准教授	有機反応化学	
	吉田 和弘 理学・化学 准教授	有機合成化学	
生物物理学解析	伊藤 光二 理学・生物 教授	生物物理学	
細胞機能解析	板倉 英祐 理学・生物 准教授	細胞生物学	
物理科学解析	北畑 裕之 理学・物理 教授	非平衡物理学	
	伊藤 弘明 理学・物理 助教	生物物理学	

図3 ネットワーク構築と人材育成

- 1. ネットワーク形成**
 - 研究会、懇親会
 - メーリングリスト、情報交換会
- 2. 人材育成**
 - 勉強会、技術支援セミナー
 - リサーチアシスタント制度



- 3. 国際連携、グローバル化**
 - 国際会議
 - 米国テキサス工科大センターとの連携
 - 英国オックスフォード大グループとの連携





プログラムの線形代数

数学・情報数理学研究部門 准教授 塚田 武志

コンピュータに向けて書かれた計算手順の指示書をプログラムといいます。図は McCarthy 91 として知られる整数上の関数を定義するプログラムです。プログラムは書くのも読むのも中々難しいもので、例えば McCarthy 91 関数は 101 以下の任意の入力に 91 を返すのですが、この振る舞いを図のプログラムから読み取るのは容易ではありません。

難しい関数に出会ったときに、数学では手始めに線形近似を考えてみるのがよく行われます。複雑なプログラムも線形近似ができれば分析の助けになることが期待できます。プログラミング言語理論における線形代数は、1987年にフランスの論理学者 Girard によって発見されました。

線形なプログラムとはプログラム中の各命令が一度しか使われないものを言います。図のプログラムは線形ではありません。例えば $f(100)$ を計算するのに f が何度も呼び出されます。この「何度も呼び出される」というのが非線形性で、図のプログラムの理解が困難な理由です。

最近ではプログラムを線形近似するための微分の理論や、高次の微分まで使ったテイラー展開も整備され、プログラムの理論的解析の数学的道具として利用されています。

```
f(x) =
  if x > 100 then
    x - 10
  else
    f(f(x + 11))
```

図 McCarthy 91 関数という名前の有名な関数を定義するプログラム。f の定義式に再び f が(しかも二度も!)現れており、理解するのが大変。

相関電子系における 非平衡・非線形ダイナミクスの理論

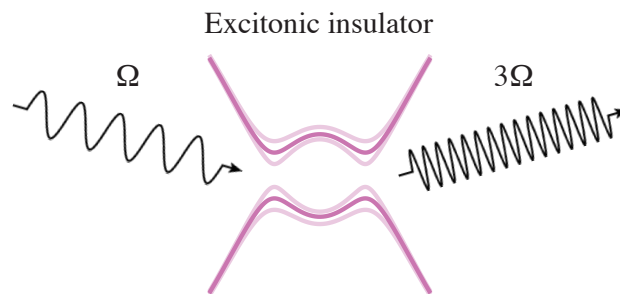
物理学研究部門 教授 太田 幸則

従来の量子物性物理学は、もっぱら熱平衡状態において、外場に対して線形応答の領域で展開されてきましたが、近年の実験技術の進展により、外場印加によって作り出される非平衡状態が量子物性物理学の研究対象として浮上し、さらには外場に対して非線形応答領域の研究が実現可能となってきました。前者の例として、光誘起の金属絶縁体転移や超伝導転移の観測、電荷・スピン秩序の制御、さらには周期外場下の非平衡定常状態におけるフロケ理論を応用した物質設計が注目を集めています。後者の例としては、固体における高次高調波発生やバルク光起電力効果が注目されていますが、一体近似での理論体系は整備されているものの、電子相関効果については十分研究がなされておらず、未開拓の課題が数多く残されています。

こうした背景のもと、私たちはここ数年、強相関電子系を対

象に、光誘起による非平衡状態での量子ダイナミクス、特にフェルミオン対凝縮状態の創生や制御、周期外場印加による超伝導状態と電荷密度波状態の制御や磁気秩序のスイッチングなどを研究してきました。さらに最近では、電子と正孔の対凝縮状態である励起子絶縁体と呼ばれる秩序状態に対し、非線形光学応答、特に3次高調波発生などの理論的研究を展開しました(図)。

物性理論物理学の将来を展望するとき、こうした非平衡・非線形領域における量子ダイナミクス理論の開拓は、今後ますます重要となるに違いありません。



励起子絶縁体における3次高調波発生モード図

CO₂を安価に光燃料化する

化学研究部門 教授 泉 康雄

CO₂を再生可能エネルギーのみを用いて燃料に戻すことができれば、新たなカーボン・ニュートラル・サイクルを形成することができます(図1)。ここで、使用する材料も安価であることが必要です。

表面化学研究室では、紫外可視光照射によりCO₂を高速にメタンに変換するニッケル-酸化ジルコニウム(Ni-ZrO₂)光触媒を

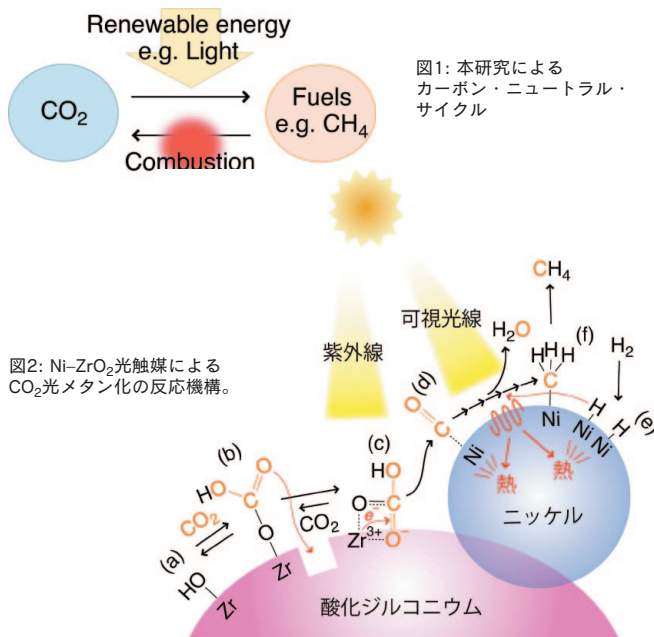


図2: Ni-ZrO₂光触媒によるCO₂光メタン化の反応機構。

見出しました。光触媒の原料は比較的安価であり、外部から電位をかける必要がないためシンプルな設備で光燃料化が可能で

す。
ZrO₂に紫外光を照射すると、試料内部で電子とホール(+1)の電荷をもつ仮想粒子が生じ、これらがZrO₂表面に到達することでそれぞれ還元および酸化反応に寄与します。C原子核中の中性子数が異なる標識¹³CO₂ガスと表面¹²CO₂との交換反応、および赤外吸収により、ZrO₂表面に吸着したCO₂がCOへ光還元されることが分かりました(図2(a)~(c))。

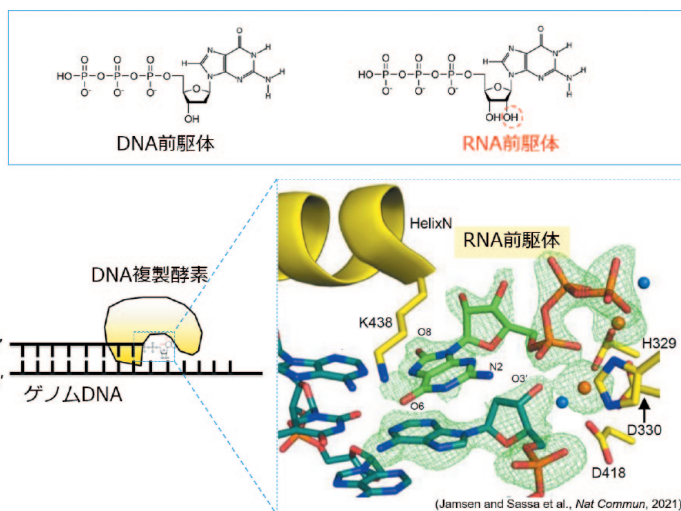
一方、Niに可視光を照射すると、平均径1.7 nmのNi粒子内で光エネルギーが熱に変わることによって394 Kに加熱されることが、透過型電子顕微鏡および広域X線吸収微細構造により分かりました(図2右)。さらに、加熱によりH₂またはH₂OがNi表面で解離され、ZrO₂表面から移行してきたCOをCH₄にまで還元する(図2(d)~(f))ことが赤外吸収およびガスクロマトグラフィー質量分析により分かりました。

類似光触媒作用の理解に役立つ他、地上のみならず、成層圏や火星での適用が期待されます。

DNA複製の曖昧さが 引き起こすゲノム不安定性

生物学研究部門 特任助教 佐々 彰

ゲノムDNAの複製は、細胞分裂に先立って“正確に”行われるとされていますが、実は細胞内では想像以上に曖昧な反応として進行します。DNA複製酵素はゲノムを合成する際に、DNA前駆体と構造が似ているRNA前駆体(リボヌクレオチド)を基質としてゲノムに取り込んでしまうことがあります。ヒトのゲノムには、一回の複製で100万分子以上もの取り込みが起きると見積もられています。ある種の癌細胞や自己炎症性疾患患者のゲノムにはリボヌクレオチドが異常に蓄積していることが分かっ



DNA複製酵素がRNA前駆体を基質としてゲノムに取り込む様子

てきましたが、その生物学的な意味は未だ謎に包まれています。

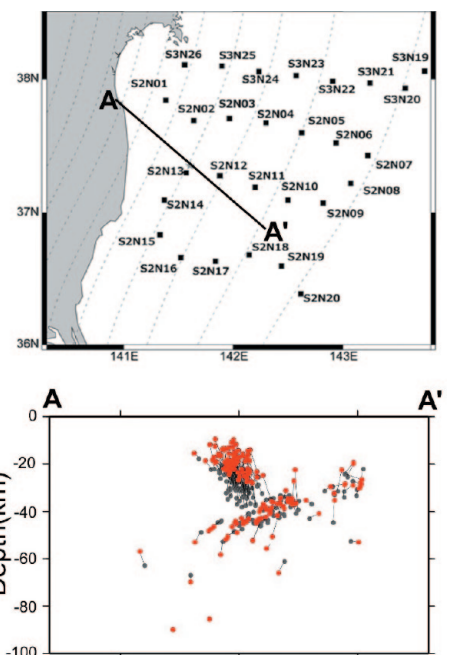
私たちはこの奇妙なゲノム上の“異物”に着目して、ゲノムへの「取り込み」と「除去」に関わる酵素の存在をそれぞれ突き止め、その反応機構を生化学・構造・細胞生物学の視点から多角的に解き明かしてきました。さらに疾患の発症メカニズム解明のために、リボヌクレオチドの蓄積が引き起こすゲノム配列の変異、クロマチン修飾変化、そして染色体の立体配座まで次元横断的にゲノム不安定性を調べています。そもそも、ゲノム複製という重要なイベントで何故あえてこの様な基質選択の曖昧さが伴うのか、その裏には生命の根幹に関わる秘密が隠されているかもしれません。

海底地震観測網と 沖合の地震活動

地球科学研究部門 准教授 津村 紀子

東日本の下には東側の日本海溝および千島海溝から太平洋プレートが沈み込み、陸側プレートとの境界や沈み込むプレート内部で多数の地震を発生させています。これまでは地震観測点が震源から離れた陸上に偏って分布していたので、太平洋側の沖合部で発生する地震は、その地震がどこで発生したかの決定精度が、十分ではありませんでした。

2016年から運用が開始された防災科学技術研究所の海底地震観測網S-netはそんな問題を解決する救世主です。S-netのデータは研究者が自由にダウンロードして解析に使うことができます。図は福島県沖のS-net観測点の配置(■)と2016年福島県沖地震の震源域近傍で起こった地震の震源を、陸域観測点だけで決めた場合(灰色の点)と陸域観測点にS-net観測点のデータを加えて決めた場合(赤点)の比較したものです。陸域のみで決定されたときは福島沖地震余震の震源は沈み込むプレート近傍で発生したように決定されていましたが、新しく求められた震源分布から、福島沖地震が陸側プレート浅部で発生したことが明瞭になりました。



ガスハイドレートができる海底環境を実験室で再現する

地球科学研究部門 准教授 戸丸 仁

ガス(メタン)ハイドレートは、メタンなどのガスと水が十分に低温・高圧環境で生成します。そのため、日本周辺の深海底に広く分布していることがわかっています。ガス-水-ハイドレートの相平衡条件は実験で丁寧に求められていますが、実際の海底では、海水(間隙水)やガスの化学組成のほか、堆積物に含まれる鉱物の種類や空隙の大きさ・形状など、さまざまな要因がガスハイドレートの生成環境を決めています。これらの影響を評価することは、ガスハイドレートの分布や地球上での全体量を知るための基本的な情報となります。

実験室でのガスハイドレートの合成実験は、天然では複雑に絡み合っているこれらの要因を、一つ一つ検証することができ

ます。現在は、鉱物の種類と粒径を変えながら、二酸化炭素を使ってハイドレートを合成し、これらの物理的・化学的な性質がハイドレートの安定性にどのようにどのくらい寄与しているのかを検証しています。実験から明らかになる小さな情報を積み重ねて、天然環境で起きている大きな現象の、全体像の理解を目指しています。

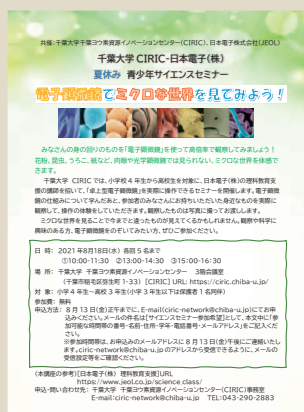


実験で生成した
二酸化炭素ハイドレート

「CIRIC 夏休み青少年サイエンスセミナー」開催報告

CIRIC長 荒井 孝義(化学研究部門 教授)

千葉ヨウ素資源イノベーションセンター(Chiba Iodine Resource Innovation Center: CIRIC)では、令和3年8月18日に「夏休み青少年サイエンスセミナー」を開催致しました。『電子顕微鏡でミクロな世界を見てみよう』をテーマに、卓上型走査電子顕微鏡を使って身近なものを高倍率で観察する企画です。



(図1) 開催のポスター

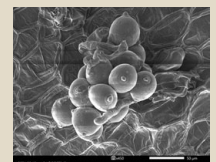
日本電子株式会社の理科教育支援グループより3名の講師をお招きし、小学1年生から中学3年生まで15名に参加頂きました。長さの単位から光学顕微鏡と走査電子顕微鏡の仕組みについて学んだ後、皆さんに持参して頂いた植物や食品など身近なものを観察しました。スパッタ法による試料作製の後、走査電子顕微鏡の測定は1人ずつ、講師に教わりながら実際にタッチ

パネルを触って拡大操作をしてもらいました。

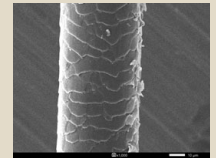
参加した児童・生徒のみならず並びに保護者の皆様からは、「ミクロの世界を見ることができ、実際に電子顕微鏡の操作をさせてもらえて、貴重な体験をすることができました」、「夏休みの貴重なサイエンス体験になり感謝しています」、「万全なコロナ対策の中で有意義な時間を過ごすことができました」などの感想をお寄せ頂き、不自由な夏休みのなかでの企画を喜んで頂きました。



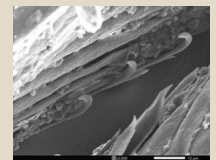
(図2) 測定の様子



(図3) キュウリの雄しべ

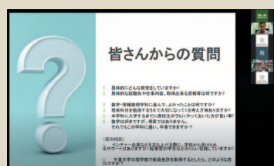


犬の毛



インコの羽根

理学部夏季オンラインオープンキャンパス



皆さんからの質問

令和3年8月8日(日)、9日(月・祝)におきまして、令和3年度理学部夏季オンラインオープンキャンパスが実施されました。今年は、全学科Zoomを使つてのオンライン形式での実施体制で臨み、学科説明会や個別相談会、学生交流会を行いました。

8月8日(日)は、数学・情報数学科、化学科、生物学科が実施、8月9日(月・祝)は物理学科、地球科学科が実施しました。全学科合わせて、高校生及びその家族等、約380人の方にご参加いただきました。

学科説明終了後、参加者達が拍手をしながら退出する場面や、個別相談会では本学の在学生と和気藹々と懇談する場面も見受けられ、いずれも来年の入学希望者獲得につながったと思います。

幸い、大きなトラブルなしにプログラムを進めることができました。各学科・コースの先生方並びに学生の皆様、事務職員の皆様の多大なご協力のおかげと感謝しております。改めまして御礼申し上げます。



学事報告

- 令和3年9月28日(火)
千葉大学卒業式、大学院修了式が行われ、理学部8名が卒業。
融合理工学府博士前期課程 4名が修了、融合理工学府博士後期課程 1名が修了しました。
- 令和3年10月1日(金)
融合理工学府博士前期課程 7名が入学しました。融合理工学府博士後期課程 4名が入学しました。

学生・若手研究者のチャレンジを支え、未来を育てる

千葉大学 SEEDS 基金

千葉大学SEEDS基金は、ご寄付をもちに、学生の生活環境の整備、教育研究環境の整備、学生への奨学金の支援、国際交流事業の推進などを行っています。

次世代を担う若者がより良いキャンパスライフを送れるよう、ご支援・ご協力をお願いいたします。

ホームページから寄付のお申し込みができます。

