

1-5 物理・物理生命システム科学科研究活動報告

●学 科 物理・物理生命システム科学科

●学科専任教員 石川 晃(教授)
久保康則(教授)
鈴木俊夫(教授)
高橋博樹(教授)
滝沢武男(教授)
千葉 剛(教授)
平本 尚(教授)
水野伸夫(教授)
望月章介(教授)
石田 浩(教授)
金子寛生(教授)
斎藤 稔(教授)
里子允敏(教授)
茶圓 茂(教授)
中里勝芳(教授)
橋本拓也(教授)
村山和郎(教授)
松下祥子(准教授)
岡田宏成(助教)
藤代 史(助教)
東條 正(助教)
奥村彰規(助手)

【研究の概要および結果】

物性物理学における理論研究

化合物 $\text{YbT}_2\text{Zn}_{20}$ ($T=\text{Fe, Co, Ru, Os, Ir}$) の電子状態を第一原理計算で調べ、実験結果との対応を行った。そして、重い電子の担い手としてのf-電子状態の生成にはT原子に依存した参照系の電子状態が重要であることを明らかにした。

遷移金属クラスターについて、磁性、光物性、触媒機能などを明らかにするため、局在したd軌道電子状態についてLDF法により電子状態を調べた。

準周期的構造を持つ固体における準周期ポテンシャルが電子の量子力学的緩和過程に及ぼす影響を数値実験により調べ、電子緩和過程に対する準周期的ポテンシャルの効果と温度の効果の競合状態についての新しい知見を得た。

ヘテロ界面の電子構造を系統的に理解するために、ヘテロ構造の電子構造計算を行った。隣接する原子層間の電子相関効果を取り入れたクラスターDMFT計算を行い、金属-絶縁体移転の新メカニズムを見出した。

(石田, 久保, 里子, 平本)

物性科学の実験による研究

EBSPを装備した走査電子顕微鏡を用いて、ナノ結晶の結晶方位の変化を、生体分子へのダメージなしに高速時分割計測する技術を開発し、金結晶からのEBSDパターンの変化から、結晶の動きを解析できることを確認した。

高圧下での電気抵抗、帯磁率測定により、電氣的、磁氣的性質を調べ、それらの電子物性を明らかにするためにX線回折実験により結晶構造を調べた。圧力によるTcの増加や減少等を観測した。

金属酸化物の物性を単色性の高いレーザー光でコヒーレント励起により特性を調べ、機能向上を試みた。NiO、CeO₂およびCeO₂系酸化物、ZrO₂およびZrO₂系酸化物について、フォトルミネッセンス特性を明らかにし、フォトルミネッセンス機能のレーザー光による向上を示した。

酸化物ならびに酸化物蛍光体を作製し、その蛍光特性を調べた。その結果、イオンによる赤色発光の増感がf-d電子軌道の重なりと交差緩和によることをはば明らかにした。

固体酸化物型燃料電池の材料を均質に合成する方法の開発を行い、結晶構造、構造相転移を調べた。そして、Sr_{1-x}Ba_xZrO₃系やBaCeO₃系について液相法による合成の開発に成功した。また、Ce_{1-x}Zr_xO₂固溶体の液相法による合成法の有効性を明らかにした。

ダイヤモンドの高密度電子正孔状態について調べ、室温ではプラズマ状態として理解できることを明らかにした。また、アモルファスシリコンの電気伝導はホッピングによって理解できることを明らかにした。

省エネルギーな自己集積プロセスにより作製された太陽電池の電気化学特性や光閉じ込め効率の測定を行った。また自己集積プロセスで作製されたデバイスの単細胞分析への応用を行った。

(石川, 高橋, 滝沢, 望月, 橋本, 村山, 松下, 岡田, 藤代)

原子核物理, 宇宙物理に関する研究

原子核を構成する陽子や中性子の間に働く核力の新しい性質を明らかにし、中性子や陽子を通常より過剰に含むエキゾチックな原子核にも一般的に適用可能な核力を構築した。そして、中性子過剰なエキゾチック核における魔法数の変化などの殻構造の進化をよく説明することを可能にした。

インフレーション宇宙論における理論モデルを一般化し、種々の観測量を計算や特定を行い、多成分スカラー場モデルについて、密度揺らぎのスペクトルや重力波のスペクトルのコンパクトな公式を導出した。

核融合装置におけるダイバータ板のスパッタリングによる損耗を数値シミュレーションにより調べた。そして、損耗の温度依存性を求め、入射エネルギー流速と熱伝導係数が支配的であることをしめした。

(鈴木, 千葉, 水野)

生命科学に関する研究

計算機を用いた予測法による蛋白質の立体構造の研究を行い、予測精度の検証と酸素耐熱化への応用を行った。そして、ホモロジーモデリングによる蛋白質の立体構造予測手法の精度に関する詳細な検証を行った。また、TIMバレル構造の安定化に基づく酸素耐熱化のための新規の設計法を考えた。

軟体動物のナメクジを用いて臭覚中枢である前頭葉の集合電位を測定し、匂いに対する細胞群の応答を調べた。そして、興奮性細胞体モデルと抑制性細胞体モデルを対結合することによって興奮抑制ニューロン対モデルを構築し、それを梯子状にN個相互結合させてナメクジ臭覚神経系モデルを構築した。

ミオシンフィラメント上アクチンフィラメントの滑り速度の活性化エネルギーを測定し、一般的に中央から端に向かう場合の活性化エネルギーが逆の場合よりも大きいことがわかった。

干渉作用の少ない蛍光タンパク質を探索し、生細胞内でのタンパク質動態のより詳細な解析を行った。

過飽和度制御装置を用いて過飽和度を適度に制御しながら作製した卵白リゾチーム結晶と従来法で作製した結晶の、X線結晶解析データから温度因子を求め、結晶の質の評価を行った。

(金子, 斎藤, 茶園, 中里, 東條, 奥村)