【各学科の研究の特徴と今後の研究動向】

応用分子化学科における研究の特徴と今後の研究動向

日大生産工 ○津野 孝

1. はじめに

平成21年度のカリキュラム変更の際、本学科に物質デザインコース、生命化学コース、国際化学技術者コースの3つのコースが設置された¹⁾。その後、これらコースカリキュラムをより充実した内容とするため、学部教育目標、教育方針に基づいてアドミッションポリシー、カリキュラムポリシー、ディプロマポリシーが見直され、次年度より改訂されたポリシーに基づく新カリキュラムが施行される。学部のカリキュラム変更と並行して専攻カリキュラムも文部科学省の「第2次大学院教育振興策要綱」より平成25年度カリキュラム改訂の基本方針が出され、これに即して変更される。特にこれまでの博士後期課程の研究指導科目は、物理化学、有機工業化学、高分子工学、化学工学、無機工業化学の5つであったが、これらを応用生化学、有機応用化学、高分子工学、化学工学、無機応用化学¹⁾へと変更する。この様に応用分子化学専攻は時代に即した指導体制に向け舵を切る。以降、5つの各研究指導科目について説明する。

2. 5つの研究分野の特徴

①生物化学分野では、「生体内反応の制御を目指したものづくり」と「生体関連物質を基礎としたものづくり」に主眼をおいて、教育・研究に取り組んでいる。和泉研究室では天然タンパク質やそのモデル高分子の物性評価をもとにタンパク質の会合や変性メカニズムを分子論的に追及している。このような研究はタンパク質の会合が原因となる疾患メカニズムの分子論的に解明につながる。野呂研究室では細胞分化や細胞再生機構を生化学・分子生物学的手法から明らかにしようと研究に取り組んでいる。種々の細胞への分化機構や影響する化学因子について系統的研究を行うことで、再生医療やがん治療への応用にもつながる。柏田研究室では生体膜モデルとしてのリポソームと人工ポリペプチドを組み合わせた標的指向型薬物送達系の構築に取り組

んでいる。生体関連物質の組み合わせによる超分子構築は細胞レベルでの医療に貢献でき、医工学分野の新しい領域開発につながる。吉宗研究室ではタンパク質工学と遺伝子工学の組み合わせにより、機能性人工酵素の開発に取り組んでいる。新機能を有する酵素は医薬のみならず、食品や環境分野への展開とともに、新規な「ものづくり」においても貢献が期待できる。

②有機応用化学分野では、将来の大型予算(科学研究費や学内プロジェクトなど)獲得を視野に入れ、各教員が有機的に結びつくことにより新たな研究領域が創造できることを期待し、その第一歩として「硫黄の特性を最大限に活用した高機能性分子の創製」を主テーマとした研究を立ち上げることとした。このテーマの主な目的は「元素の有効活用」である。資源の少ない日本では、資源問題解決の決定打となる希少資源・不足資源代替材料革新技術の研究開発が社会的に求められている。その中で硫黄は、火山の多い日本において、その火口付近から容易に採掘できる鉱物資源であり、古くから高純度硫黄の生産が行われ経済活動に寄与してきた元素である。現在では、石油の脱硫法により取り出されているが、その用途としてはゴム系原材料の加硫剤、殺菌剤や殺虫剤などの農薬、セメントの代替品としたコンクリートなど、幅広い産業で利用されている。また、硫黄を含む化合物の中には人間の生命活動に必須のものも多く、生体中のタンパク質を構成するアミノ酸であるシステインやメチオニンあるいは、生体反応の重要な酵素活性部位や生理活性物質などが数多く知られている。本研究では、このような硫黄原子の特徴を最大限に活用し、以下の研究テーマに取り組む。

1) 有価金属を用いない有機硫黄触媒の開発、
2) 硫黄原子を有する新規包接化合物の開発とナノ材料創製への応用、
3) キラル硫黄イリドを求核試薬として利用した医薬品合成、

4) 生体内反応を模倣した触媒の開発, 5) キラルスルホキンドを有する多孔性材料の創製と機能開発。本研究テーマでは、化学の視点である元素の活用にスポットを当てているが、物質・材料を構成する元となるのは、文字通りの「元素」である。「元素の活用」という科学共通の言語を通じれば、多くの研究部会と有機的に結びつき、これまでにない研究領域が構築できると確信している。

③高分子化学分野では、学科が掲げる「ものづくり」の考えを基本に高分子材料がもつ独自の性質や機能を応用・利用することに主眼をおいている。2年次後期から3年次後期にかけ専門工学科目に複数の科目を設置し、さらに発展的な研究内容ができるように設計されている。平松研究室では、生物内で見られる構成体の自己集合（組織）化を利用し、自己集合化法による超分子の一つであるデンドリマーやナノファイバーなどに、エネルギー変換機能や電子伝達機能を持たせたデバイスの開発に向け、「分子配向制御した光電子デバイスの構築」、「マイクロ波加熱反応を利用したナノ材料の合成」、「バイオマスからのナノハイブリッド材料の開発」などの研究に取り組んでいる。また、山田(和)研究室では、汎用高分子材料への新しい特性や性質の付加による機能性高分子材料の開発や高分子材料の特性と生体触媒機能の複合的利用を考えており、「高分子材料の接着特性の改善」、「資源物質の分離・濃縮膜の開発」、「生体触媒機能との複合的利用による水質浄化」などの研究に取り組んでいる。また、他大学、公的研究機関、民間企業研究機関などとの共同研究に積極的に携わっている。

④化学工学分野では、グリーンプロセス研究室（日秋・岡田・佐藤研）、流体物理化学工学研究室（日秋・保科研）、クリーンエネルギー利用工学研究室（辻研）の3研究室が設置されている。グリーンプロセス研究室では超臨界流体やプラズマを用いた反応プロセスの創成、マイクロリアクターやナノバブルなど装置・手法開発と反応制御、流体物理化学工学研究室では誘電特性から溶液極性の制御と反応場の設計、クリーンエネルギー利用工学研究室では水素、バイオ燃料、メタンハイドレートなど新エネルギーのマクロ物性測定と実用プロセスへの応用設計に取り組んでいる。いずれも極低温～高温、常圧～高圧、低分子～高分子、無機・有機、電解質・電解質などのあらゆる条件下において精密な平衡および輸送物性値に立脚している。これに加えて近年では地球全体の環境を考えたEco-Friendlyなプロセスの構築が新しくかつ必須の目標となり、近年のコンピュータの計

算能力を最大限に生かしながら分離、反応、環境に関する化学プロセスへの応用を目指して総合的にかつ多面的なアプローチを行っている。

⑤無機応用化学分野では、「次世代社会、科学と人類の発展に役立つ機能性無機材料や分析システムの開発」に取り組んでいる。山田(康)・山根研究室では、「シリコンに代わる新しい太陽電池の材料として注目されている化合物半導体の開発」に取り組んでいる。その1つの候補として、ペロブスカイト型ハロゲン化物 $ASnX_3$ ($A=Cs$ or CH_3NH_3 , $X=Cl, Br$ or I)がある。これらの化合物は安価で合成も簡単であり、ハロゲンの置換により連続的な固溶体を合成できる。そのため化合物半導体として重要なバンドギャップが連続的に制御できる材料として興味もたれている。田中研究室では、「グリーンサステナブルケミストリーの考えに基づき、省資源で最大の反応効率を示す触媒や選択的微小反応場の開発」に取り組んでいる。具体的には、微少な空間をもつ層間化合物やナノ～メソ多孔質無機化合物がもつ微細空間の構造制御、使用用途に応じて、微細空間の構造設計や化学修飾を行っている。中釜・齊藤研究室では、「次世代社会、科学と人類の発展および教育に役立つ分析システム・分析手法の開発」を目標に、微小液滴を抽出媒体としたマイクロ液-液抽出法、酸化還元化学種変換を利用した高選択的分離システム、高温高圧水を利用した小型分離システムおよびマイクロプラズマを利用した原子発光検出デバイスなどの研究・開発を行っている。

3. おわりに

以上、5つの研究指導分野の研究内容について説明した。その他、研究を遂行する上で欠かせない超伝導核磁気共鳴装置、粉末X線回折装置、蛍光X線分析装置、ワイゼンベルグ単結晶自動X線構造解析装置、X線光電子分光分析装置、原子間力顕微鏡、タンパク質自動分精製装置など充実した大型研究設備が整備されている。研究内容は、各専門分野の学会に公表され、更にImpact Factorの高い国内外の学術雑誌に掲載されるとともに、その一部は特許出願に至っている。学科の教員は相互に協力し、他学科、他学部、公的研究機関ならびに企業と協働し、学科一丸となって研究・教育に日々邁進している。

「参考文献」

- 1) 日本大学生産工学部編、「日本大学生産工学部創設60周年記念誌」、東工、(2012) p. 50-55, 94-95.