

研究室訪問記 2024 年度 奨励研究助成（材料）

訪問日 2025 年 10 月 24 日

京都大学 大学院工学研究科合成生物化学専攻 助教

研究題名：剛直なようで柔らかい立体π共役骨格の高分子化

京都大学 加藤研一先生の研究室に訪問して、これまでの研究や助成研究についてお伺いしました。
(図 1)

プロフィール

広く有機分子、超分子、高分子の物質合成に取り組んでいる研究室になります。特定の用途、例えばデバイスや繊維、に向けたものというよりも、一步引いた視点で新しい化合物を作って、ある性質が上がるのか下がるのか、どんな特徴があるのかを調べています。材料開発していらっしゃる方々の土台となるようなところをやりたいと思って取り組んでいます。

大学に入った時は数学から地学まで、学科が分かれていませんでした。その頃は、超電導が面白いかなと思っていたのですが、物性物理のようなところから徐々に有機化学へ興味がシフトしていき、授業や研究室を見学した中で今の分野に辿り着いた感じです。作ったモノの違いを感じ取り、変化したことがパッと見てわかるのが実験系の面白さかと思います。やりがいとしては、何か試みたときの違いが、ただ単に数値やグラフに表れるだけではなくて、ちょっと柔らかくなったとか、色が変わったとか、粉末をよく見ると角張った結晶が見えるとか、より実感をもって受け取れるところに楽しさを感じてやっています。

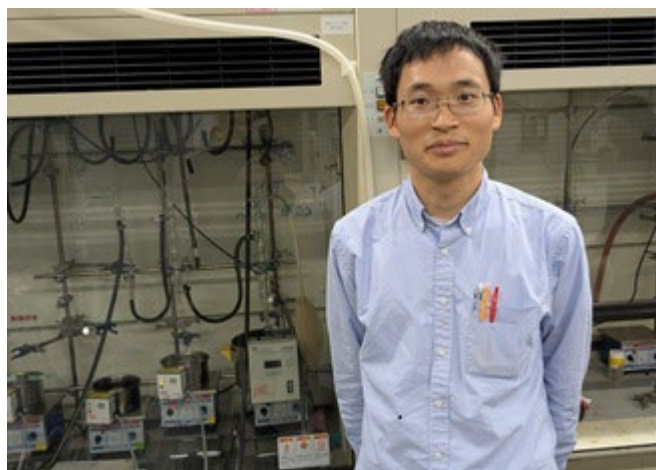


図 1 加藤先生

助成研究の概要

今回の助成の前の知見として、3 方向に「板」が伸びた形のもので、フィルム状になりやすいということがありました。図 2 で C_nH_{2n+1} と書いてあるのが、柔らかい「ひげ」のような部分です。これが短すぎると、結晶粉末になってしまうのですが、 n が 4 以上と、ある程度長くとフィルム状になります。このときの境目の長さが、他の分子に比べると大分短いということで、「ひげ」部分にあたるアルキル鎖が短く、「板」にあたるベンゼン環の部分がより高い割

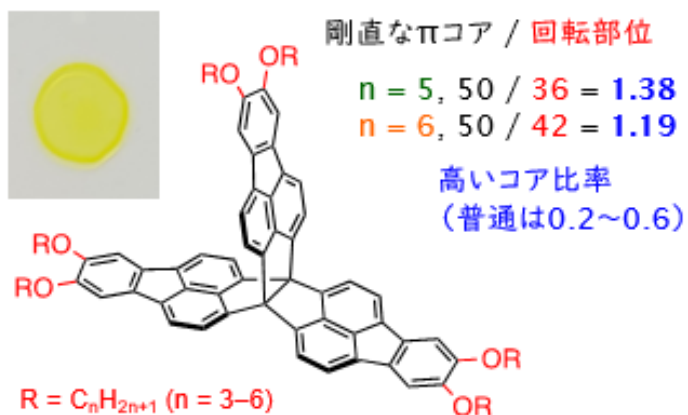


図 2 基本となる立体骨格を含む有機分子

合で入ったような材料を作ることが可能になると考えました。

助成いただいている内容としましては、このような知見を高分子の形に展開した場合に、従来のものに比べて溶けやすい、フィルムを作りやすいといった性質が出てくるかどうか、こういったところを調べたいということで申請をさせていただきました。

少し前ですが、ホルミル化反応を起点とした高分子化を試みていました（図3）。ホルミル基をうまく付けて、これを使って骨格を順につなげていくというような検討をしました。ただ、この場合、結合が上手く伸びなくて、8個とか10個ぐらいの高分子と呼んでよいのか分からない、短いものになってしまいました。高分子は世の中で多く使われていますが、本当にうまくいく反応でないと長い「紐」ができません。我々の持つ骨格と高分子に向かって伸ばしてゆく反応がうまく両立可能な、できるだけシンプルな系を探しているところです。この検討と、骨格を変えた際に物性がどうなるのか比較をしたいということで、これらの合成と測定を今年度させていただきます。

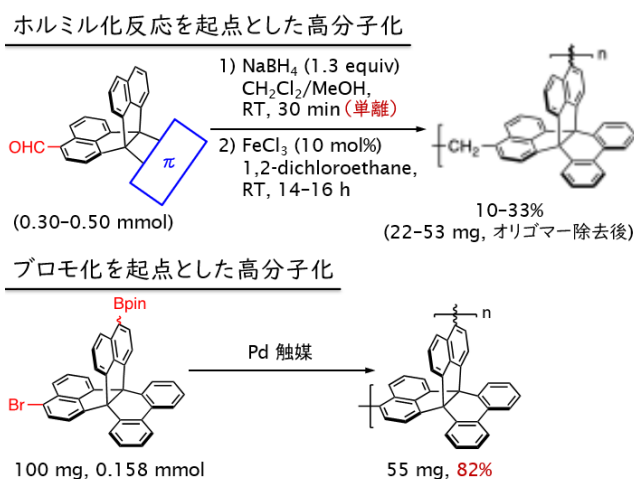


図3 高分子化に向けた試み

難しさ

この分野は実験時間が長く、いろいろなことを実際に人間の手で試していけないといけません。粉だったり、液体だったり、ドロツとしていたりとか、化合物は好き勝手に振る舞いがちなので、機械化も難しいというのがあります。面白さもありつつ、楽ではないところかと思えます。

また、高分子化を進めていくには、量が取れることも大事です。例えば、反応で2種類を均等に混ぜようとすると、それなりに多量で反応させないと誤差がでてしまい1対1になりません。物性の面でも量は重要で、少量でもできる、付加価値の高いところに集中するという考え方もありますが、量が取れるほど、いろんなところに使えるという選択肢が広がります。なので、これは地味ですけど大事なことで捉えて、スケールアップには継続的に取り組んでいます。

将来性

例えば、ポリイミドはかなり硬い材料として知られています。通常のポリイミドは溶液加工の面で課題があると言われていて、この点を改良した溶けるポリイミドというものも市販されています。これらは通常、アルキル鎖やフルオロアルキル基などの溶解性を稼ぐ部分を含みますが、この部分なるべく使わないようにすると、硬いまのポリイミドを溶液で扱えるようになる。そういったところが一番有効かなと思っていて、ベンゼン環の部分がなくて硬い、さほど溶ける高分子というところにゴールがないかなと思ってチャレンジしています。