

マックスプランク高分子研究所 (MPIP) —マインツ便り—

マインツ (Mainz) はドイツの西中央の2つの大きな川, ライン川とメイン川とが交わるところに位置しています。川に囲まれて豊かな水源があったためか, この街には古代ローマ時代の都市の遺跡もあり, 古くから栄えていたようです。現在は Rheinland-Pfalz の州都でもあるこのマインツを代表するものといえば, まずはライン川沿いに残る古城を船に乗って眺めるいわゆる「ライン川下り」でしょうか。これは, ドイツ観光の中でも特に人気のあるコースのひとつであり, マインツはその川下り船の始発の港となっています。そのほかにもグーテンベルグ, 大聖堂 (Dom), ライン川沿いで栽培されたブドウからつくられるワイン等々がマインツを代表するものだと思います (図1)。

マインツにはヨハネス・グーテンベルグ大学 (マインツ大学) に隣接して, マックスプランク高分子研究所 (MPIP: Max-Planck-Institute for Polymer Research [<http://www.mpip-mainz.mpg.de>]) やマックスプランク化学研究所があります。筆者は MPIP の W. Knoll 教授のところで2000年12月よりフンボルト財団研究奨学生として1年間研究する機会を得ることができました。Max-Planck Society [<http://www.mpg.de/english/index.html>] は1948年に発足し, 発足当初は25研究所で構成されていました。現在では The Chemistry, Physics and Technology Section, The Biology and Medicine Section, The Arts and Humanities Section の3分野で, 自然科学

にとどまらない広い学問領域にわたる81の研究所から構成されており, その研究費の95%が公的資金によってまかなわれています。またこれらの研究所はドイツ国内に点在しています。

MPIPの発足はグーテンベルグ大学における高分子科学の歴史と密接な関係があり, 1983年に Fischer, Wegner 両教授のもと始まりました。現在は6人のディレクターによって, 高分子の合成・重合から高分子物理まで, 高分子に関する幅広い分野でアクティビティーの高い研究がなされています。Knoll 教授はスタッフ, ポスドク, 学生を合わせて総勢約70名の Material Science グループを率いています。外国との共同研究も盛んに行われており, ポスドクや学生の入れ替わりは激しく, ドイツ人の学生とほぼ同じ人数の外国人の学生がいることも特徴的だと思います。Knoll 教授は表面プラズモン分光法 (surface plasmon spectroscopy) を利用した超薄膜の研究で著名ですが, Knoll 研究室では, 分子レベルでの機能性高分子の構造制御, 表面での有機超分子の構築, 自己組織化膜・LB膜を含む超薄膜, 界面および薄膜の物理, 線形・非線形光学高分子材料などを主な研究分野としています。最近では生化学分野にも研究対象が広げられ, DNA やタンパク質をターゲットにした研究も盛んに行われています (図2)。

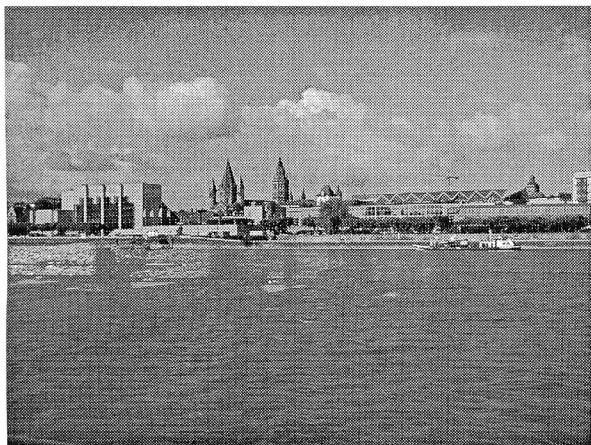


図1 ライン川からみたマインツ市内。写真中央のとんがった建物がマインツの大聖堂。ケルン, トリアーにならぶドイツ3大聖堂のひとつといわれている。



図2 MPIP 正面からの写真。MPIP に所属するスタッフや学生は皆, 電子キーをもち, 中に入るときはどの扉もこのキーでのみ開けることができる。またキーは研究所内の安全講習を受けたものでないと受け取るできない。建物の壁はほとんどがガラス張りになっている。曇って太陽のあまり見えない冬でも少しでも明るい状態にするためかと思われる。

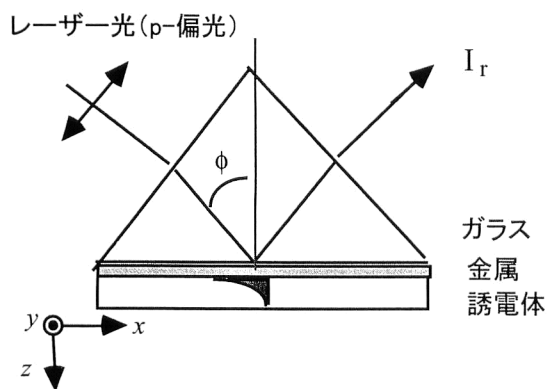


図3 表面プラズモン励起を利用したKretschmann型のATR法(表面プラズモン分光法)誘電体中には、エバネセント波のしみ出しの様子を示す。

表面プラズモン励起を利用した全反射減衰(ATR)法についてはすでによくご存じの方が多いかと思しますので、ここではごく簡単に原理をご紹介します。表面プラズモン分光法を用いた薄膜の研究において、プリズムを用いたKretschmann型(図3)がよくみられる一般的な光学配置かと思われます。プリズム底面に金属薄膜を蒸着し、その金属薄膜上に誘電体層をコートします。このような配置では、臨界角以上で光を入射させると、金属中の z 方向に振幅が指数関数的に減衰し、 x 方向に伝搬する電磁波(エバネセント波)が存在します。金属薄膜が十分に薄いと(40~50 nm程度)、このエバネセント波は金属薄膜上をコートしている誘電体層にまで浸み出します。 x 方向の波数が表面プラズモンの波数と等しくなると、表面プラズモンがエバネセント波と結合して共鳴励起されますが、このときエバネセント波のエネルギーが励起エネルギーとして奪われるために反射光強度(I_r)が減衰します。この表面プラズモンモードの共鳴励起を利用して、誘電体層のナ

ノメートルオーダーの膜厚変化、あるいは複素誘電率変化を感度よく測定することができます(図3)。

そこで最後に、筆者がMPIPで参加している、この表面プラズモン分光法を利用した研究プロジェクトのひとつをご紹介します。Surface-plasmon-field-enhanced fluorescence spectroscopy(表面プラズモン励起増強蛍光分光法)によるDNAのハイブリダイゼーション過程の観測が筆者の研究テーマのひとつとなっています。ここでハイブリダイゼーションとは、2本のDNA鎖においてそれぞれ対応する塩基ペアが水素結合を利用して分子認識し、2重らせんを形成することです。基板に固定したプローブDNAと水溶液中のターゲットDNA(蛍光色素でラベルされている)を混合したとき、ターゲットDNAがハイブリッド化してはじめて、蛍光色素も基板表面近傍に固定されるので、表面プラズモン励起によって蛍光が観測されます。よって、この蛍光強度からハイブリダイゼーション過程が観測できるというわけです。ターゲットDNAとプローブDNAとの間で塩基ペアが対応しない配列ユニットを含むと、ハイブリダイゼーションのキネティクスが大きく変わるという結果も得られています。筆者自身はまだこのプロジェクトについては装置等を準備中であり、データを得ていませんが、この方法を用いてDNAの水素結合による分子認識過程を明らかにしていきたいと考えています。

以上、簡単ですが、マインツ、MPIPからKnoll研究室での研究テーマまでご紹介させていただきました。読者の方々にはいろいろな点でマインツに興味をもっていただければ幸いです。この記事に対するご意見は、omatsu@image.tp.chiba-u.ac.jpあるいはtanida@mls.eng.osaka-u.ac.jpまでお願いします。(田和 圭子)