

## イギリス・ドイツにおける高分子物性研究動向の一端

Polymer-Physics Research Activities in Great Britain and Germany

田中 肇\*

Hajime TANAKA

1992年秋、欧州へ渡航するチャンスを与えられ、イギリス・ドイツにおける高分子物性研究の一端に触れることができた。この小文では、訪欧中に興味を持った高分子物性研究のいくつかのトピックスと、訪れた大学・研究所などの雰囲気・個人的印象等を中心に書かせて頂く。今回の訪欧で一番最初に訪れたのは、英国ケンブリッジ大学のキャベンディッシュ研究所であった。ケンブリッジ大学は、周知のように世界的にも最も歴史の長い大学の一つであり、建物はほとんどが16・17世紀に建てられたものである。建物には、それぞれそれが建てられた年が大きく表示してあるので、その建物がいつできたかは一目瞭然であった。大学は、数多くのカレッジの集合体であり、たとえば、ホーキング博士で有名なトリニティ・カレッジやセントジョーンズ・カレッジ等により構成されている。我々の宿舎となったのは、セントジョーンズ・カレッジで、建物はやはり17世紀に建てられたもので、非常に風格のある建物であった。外壁は煉瓦作りでまさに歴史を感じさせる建物であるが、内部はこぎれいで、給湯設備なども完備され近代化された快適なものであった。ケンブリッジの町は、完全な大学町で、人口のほとんどが大学関係者であり、町自身が非常にアカデミックな雰囲気につつまれ、誰でも自然に研究に没頭してしまいそうな感じであった。日本ではまず体験できない環境で、大学・研究の歴史の差を感じさせられた。ケンブリッジは、ロンドン郊外の単なる田舎町であるが、外国からの訪問者の多い求心力のある町であるのはすべてケンブリッジ大学の存在によるのであろう。

私の訪れたキャベンディッシュ研究所は、ケンブリッジの町中心から少しはなれたところに位置し、モット、ブラッグ、ラザフォードなどの著名な物理学者の名前のついたいくつかのビルからなっていた。そこで、ポリジアセチレンと関連する高分子の光学的性質に関する日英ワークショップに参加した。参加者は、日本側からは私を含めて10名、英国側からフレンド教授ら10名の講演者、そしてケンブリッジ大のスタッフ・大学院生等であり、スモールサイズで、活発な討論が行われた。主題は擬一

次元系特有の励起子状態、色の変化を伴う構造相転移現象、擬一次元系の非線形光学などで3日間にわたって活発な討論が行われた。ポリジアセチレンの色相転移のメカニズムに関しては、長年さまざまな議論がなされてきたが、固体高分解能NMR、赤外・ラマン分光による研究の結果、色の変化が次のような機構によっているという共通の認識が形成された。すなわち、色相転移は、側鎖のコンフォメーション変化により主鎖構造へ歪が生じ、その結果主鎖共役電子の非局在化の度合いが変化したことによる可能性が高い。また、今回、熱誘起色相転移のみならず、レーザー光照射によっても主鎖の電子構造の変化による色相転移を可逆的に起こすことが可能なことが示された。この事実は、光誘起相転移のメカニズムとダイナミクスという基礎的観点からばかりでなく、高速かつ高密度な記憶材料の新しい可能性を示すものとしても注目を集めた。また、 $\pi$ 電子の擬一元的な広がりの大きさを利用した非線形光学材料の基礎となるデータとして、 $\pi$ 電子の非局在化の度合いと非線形光学定数の関係、3次の非線形感受率の波長依存性等を示すデータが示された。これらは、今後の非線形光学材料の設計指針となるべき重要な基礎データである。擬一次元系のバンド構造・励起子準位、特に禁制準位の研究手段として、2光



図1 ケンブリッジ大学 St. Jones Colledge の宿舎の前で

\*東京大学生産技術研究所 第1部

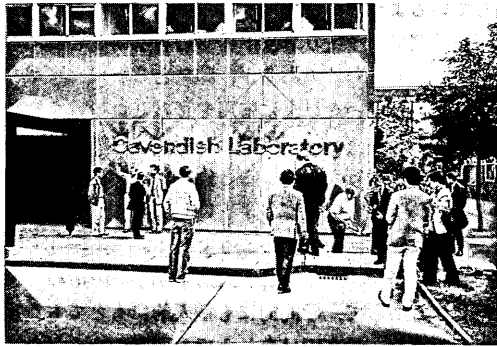


図2 ケンブリッジ大学キャベンディッシュ研究所の前で

子吸収法の他に電場変調分光の有用性が示され、ポリシランにおけるその振る舞いが、1次元系のACシタルク効果により説明できることが示された。非線形光学材料はバルクの材料にとどまらず、LB膜法による配向高分子膜の可能性も示され、同時に、液体表面膜中における表面圧増大に伴う高分子鎖の配向のメカニズムについても興味深い発表があった。また、化学者のグループからは、新しい $\pi$ 電子共役系の分子設計指針とその指針により合成されたいくつかの新しい高分子が示され、この分野の一層の広がりを感じられた。今回の討論を通じて、この分野では、物理学者、化学者の連携はもちろん、異なった研究スタイルを持ち、異なった切り口で研究を進めている日英両国の科学者の連携の重要性が改めて認識され、今後も活発に情報の交換を行いながらこの分野を発展させていくことで互いに合意し、次回の会合は日本で行うことを決定した。こうした討論の間には、コーヒブレイクが午前午後一回づつは入り、おいしいクッキーと紅茶、コーヒーがでてくるところがいかにもイギリスらしいと感じた。ただ、お茶を飲みながらも活発な議論だけは続けられたが…。

ケンブリッジでの会議を終えた後、ロンドンへ戻り、インペリアル・カレッジを訪れ、会議中に知り合ったランブル博士の研究室を訪れ、高速時間分解分光システム、コヒーレント・アンチストークス・ラマン分光システム等の見学をし、ポリジアセチレンの励起ダイナミクスなどについて議論をした。その後、同じくインペリアル・カレッジの以前からの知り合いであるヒギンス教授の研究室を訪れ相分離に伴う秩序化過程のダイナミクスとスケリング則の妥当性、高分子混合系の流動場下の相分離現象等について議論を交わした。インペリアル・カレッジはロンドンの中心部に位置し、いかにも都会の中の大学といった感じでキャンパスも狭いという印象を受けた。雰囲気は、いろんな意味でケンブリッジとは対称的であった。

その後、イギリスを後にし、次の主な目的地であるドイツのマインツへ向かった。マインツではマインツ大学

で行われていた機能性高分子に関する国際会議への参加とマックス・プランク高分子 (MPI) 研究所の訪問が主な目的であったが、私が感銘を受けたのは MPI の方であった。MPI は、330人の職員、30人の訪問研究員、90人の PhD コースの大学院生などからなり、規模は生研とさほど変わらないが、研究所全体が高分子物理・高分子化学の研究を指向している点で、研究所の性格は大きく異なっている。最も驚いたのは、この研究所には、教授が4人しかいない点で、ドイツにおける教授の地位の高さは、教授室を訪問するとその瞬間に体感できた。ただし、地位が高い分だけ責任も重いようで、マックス・プランク財団が研究業績を厳格に評価し、研究成果があがらないとその地位を追われるとのことであった。紹介してもらった研究はどれも第一戦級の独創的なものであったが、特に興味深かったのは、エーヴェン博士らの準弾性中性子散乱、特に中性子スピン・エコー法を用いた高分子のダイナミクス研究、クレマー博士らの非常に広周波数帯域 (1 mHz~10GHz) の誘電緩和とスペクトスコピーによる相転移現象の研究、ラーベ博士らによる STM による高分子鎖のコンフォメーション等の分子レベルでの動的な研究等であった。中性子スピン・エコー法は、最近注目を集めている古くて新しい問題の一つであるガラス転移点近傍のゆらぎのスローダイナミクスの研究な威力を発揮すると考えられ、ゲツェらのモード結合理論の実験的検証も含め大きな可能性を秘めた手法である。また、スピース教授の率いる NMR グループは、次々に新しい固体 NMR の手法を開発しており、2次元重水素 NMR による高分子のスローダイナミクスとその運動様式の直接決定、2次元固体 NMR を用いたガラス転移点近傍におけるエルゴディシティの実験的検証、外場変調を利用した2次元相関 NMR スペクトロスコーピーなど、どの研究も独創性豊かな世界最先端の研究であった。研究スタッフもみないきいきと研究をしており、彼らとの議論は非常に面白かった。彼らの研究に共通しているのは、アイデアの斬新さはもちろんであるが、装置がきわめてがっちりとして緻密に設計・製作され



図3 マックス・プランク高分子研究所の前で

ている点で、まさにドイツらしいという印象を受けた。この研究所を歩いている最中にもベル研時代の知り合いや日本人の知り合いに偶然出会い、この研究所の求心力の大きさを肌で体験した。ここの科学者は皆議論好きで、我々が少人数で議論を始めるといつのまにか人数が増えているという感じで、皆非常にアクティブな印象を受けた。また、研究所を探しているときに道を訪ねて知り合いになったヘンシュケ博士とは、年が若いもの同士だったせいか、すぐに友達になり彼自身の高分子鎖のダイナミクスに関する理論的研究や、彼の友人らの行っている高分子の非平衡パターン形成の研究、それに関連した私自身の行っている研究のことなどでいろいろと議論でき、とても有意義な一時を過ごすことができた。彼を含め彼の友人達も皆非常に気さくな楽しい人たちで、自分の研究のことを目を輝かせながら話しているのが印象的であった。彼らスタッフは、研究以外のいわゆる雑用から殆ど解放されているようで、理想的な研究環境で研究に

没頭しているようであった。

今回の訪問で、イギリス、ドイツの科学研究のほんの一端をかいま見たわけであるが、印象としては、イギリスが私が想像していた以上に応用を意識した研究をしていたのに対し、ドイツ、特に MPI では、純粋な学問的興味で基礎研究が行われているという印象を受けた。この一因は、科学研究費をどのようにしてどこから得ているかという点に起因しているようである。

短い期間であったが、欧州を訪問したのが始めてであったせいもあって、学問的にも個人的にもとても貴重な体験ができた。論文ではなじみでも面識のなかったイギリス人・ドイツ人の友人もたくさんでき、彼らとの自由な議論も含め、私にとってとても収穫が大きかったと思う。最後に、このような貴重な機会を与えてくださった生産技術研究奨励会に感謝して、この小文を終わりたいと思います。(三好研究助成報告書 1992年6月19日受理)