

8-2 分子スケールナノサイエンスセンター

自然科学研究機構・分子科学研究所・分子スケールナノサイエンスセンター規則第2条に、ナノセンターの設置目的として「センターは、原子・分子レベルでの物質の構造及び機能の解明と制御、新しい機能を備えたナノ構造体の開発及びその電子物性の解明を行い、これらが示す物理的・化学的性質を体系化した新しい科学を展開するとともに、ナノサイエンス研究に必要な研究設備の管理を行い、これらを研究所内外の研究者の利用に供し緊密な連携協力の下で共同研究等を推進することを目的とする」との記載がある。即ち、ナノセンターは「ナノサイエンス研究を行う」機能と「ナノサイエンス研究に必要な研究設備の管理と共同研究の推進」という機能が要求されている。

平成19年度からは、分子研の組織改編に伴いこれまでのナノセンターの機能が（新）分子スケールナノサイエンスセンターと（新）機器センターに分かれた。ヘリウムや窒素の液化機・供給装置を含め汎用的な装置類およびそれらの装置の責任者であった技術職員は機器センターに所属替えとなった。平成19年度から、センター長は物質分子科学研究領域・電子構造研究部門の横山利彦教授が併任で務め、現在の専任教員は、平本昌宏教授、鈴木敏泰准教授、永田央准教授、櫻井英博准教授の4名である。

共同研究支援に関しては、分子科学研究所が、平成19年度から文部科学省・先端研究施設共用イノベーション創出事業の一環であるナノテクノロジー・ネットワークプロジェクトを受託しており、ナノセンターが業務としてこれを運営している。本プロジェクトを遂行するため、併任教員を配置している。ナノ計測研究部門には、横山利彦教授、西信之教授、岡本裕己教授、永山國昭教授（岡崎統合バイオサイエンスセンター）、ナノ構造研究部門には、加藤晃一教授（岡崎統合バイオサイエンスセンター）、永瀬茂教授、唯美津木准教授が併任し、ナノネットプロジェクト業務を実施している。また、920MHz NMRでの温度可変固体プローブ開発を目的として、西村勝之准教授が併任している。ナノセンターが管理する共通機器には、920MHz NMR、300kV分析透過電子顕微鏡、走査電子顕微鏡、集束イオンビーム加工機、クリーンルームがあり、クリーンルームを除いてはナノネットを通して共同利用（協力研究と施設利用）に供されている。また、UVSOR-IIに設置された超伝導磁石高磁場極低温X線磁気円二色性測定装置（電子構造研究部門所有）は利用者が多く、昨年度からUVSORとの連携（BL4Bを一定時間ナノセンターのビームタイムとして配分）により、ナノネットを通して共通機器的に運用している。ナノネットの内容や成果に関しては5-5に記述する。

センター運営委員会は、センター長を委員長とし、専任教員・准教授全員、センター以外の教授・准教授若干名（併任のセンター教員を含む）ならびに外部委員からなる。平成22年度の外部委員は、夢田博一大阪大学大学院基礎工学研究科教授、山口芳樹理化学研究所チームリーダー、馬場嘉信名古屋大学大学院工学研究科教授、日原岳彦名古屋工業大学大学院工学研究科准教授、神谷格豊田工業大学教授であった。超高磁場NMRに関する現状と将来、ナノネットプロジェクトに関して評価や提言をいただいている。

超高磁場NMRは、平成18年度まで実施されていたナノサイエンス支援において設置された。溶液から固体試料のナノ構造精密研究を実現する世界最高かつ唯一の装置である。本機の機能を縦横に活用して、タンパク（中でも膜タンパク糖タンパクのような難結晶性複合タンパク）、固体ナノ触媒、有機-無機複合コンポジット、CNT及びフラレン類縁体の精密構造研究、海洋性巨大天然分子などのナノサイズ分子構造体の高次構造や動的挙動の精密解析などに対して、ナノネットを通して共同利用に供されている。所内でも、岡崎統合バイオサイエンスセンターの加藤晃一教授のグループが精力的に本装置を活用したタンパク質構造解析研究を遂行しており、さらに、岡崎統合バイオサイエンスセンターの桑島邦博教授のグループもパワーユーザーであり、所内外とも充実した先端利用がなされている。また、安定な共同

利用運用に加えて、本年度は、新たに西村准教授が温度可変固体プローブを開発し、共同利用供与を行える段階である。920MHz NMR と同じ環境で作動する予備装置として 600MHz 溶液固体 NMR 装置が機器センターに納入され、来年度から公開される。これにより 920MHz NMR がさらに有効に利用できると期待できる。

やや中期・長期的な事業展開として、第一に NMR 高度化をさらに推進する。予備測定を実施するための 600MHz 溶液固体 NMR 装置の導入が実現できた。920MHz NMR を最大限有効に活用するには、同じ環境で作動する予備装置を利用できることが極めて重要である。また、現状では ^1H と ^{15}N の 2 核種しか測定できないので、核種の拡張を目的としてプローブを開発する。これらの高度化を実現するため、また、分子研 NMR をコアとした全国研究ネットワークを形成して、外部資金獲得を目指す。

平成 22 年度には協力研究 32 件、施設利用 22 件（1 月 13 日現在）を採択し、うち協力研究 14 件、施設利用 12 件は実施した（来所予定確定分を含む）。所内利用も 51 件に上っている（1 月 13 日現在）。代表的な成果を以下に挙げる。

1) 最高周期の鉛を骨格にもつ芳香族化合物の初めての合成

この研究成果は埼玉大学の斎藤雅一教授らによって国際誌 *Science* (2010) に発表されたもので、ジリチオプルンボールを合成し、分子研・永瀬教授らとの大規模量子化学計算支援を受けて、炭素 電子系骨格に鉛を有する初めての芳香族化合物であることを明らかにした。*Nature* 誌、*Chemistry World*、*Chemistry&Industry* でも紹介され、国内でも数社による新聞報道があった。

2) 有機物宇宙微粒子（ダスト）類似物の再現合成

東北大学の木村勇氣助教らは、有機物宇宙微粒子（ダスト）の類似物の再現合成に初めて成功し、未知であったグラファイトウィスカーと空洞炭素質粒子の生成過程を提案した。前者は金属フリーのグラファイトが触媒となるガスとの反応、後者は宇宙線の照射による原子空孔の生成、拡散、集合過程が鍵となるものである。ナノセンターの透過分析電子顕微鏡が利用された。本成果は国際誌 *Nanoscience and Nanotechnology Letters* (2010) と *Astrophysical Journal Letters* (2件、2009、2010) に発表され、NASA の *News & Features* でも紹介された。

3) 高平面性高共役ポルフィリン 5 量体の合成

愛媛大学の宇野英満教授らは、分子研・永田准教授らとの共同研究を通し、光電変換材料や分子ワイヤー、分子ドットなどの有機ナノ電子材料として注目されている、高度に共役拡張したオリゴポルフィリンのうち、平面性の高い高共役ポルフィリン 5 量体を高純度で得ることに成功し、この物質の電子状態を解明した。この成果は国際誌 *Chem. -Eur. J.* (2010) に報告された。

4) 先天的血液凝固因子合併欠乏症の原因の MCFD-2 と ERGIC-53 複合体の立体構造

名古屋市立大学の水島恒裕准教授らは、先天的な血液凝固因子合併欠乏症の原因遺伝子産物である MCFD-2 および ERGIC-53 の両者の複合体の立体構造を明らかにすることにより、両者が協調して血液凝固因子を運ぶモデルを提唱した。この研究では超高磁場 NMR が利用され、成果は国際誌 *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* (2010) に発表された。