

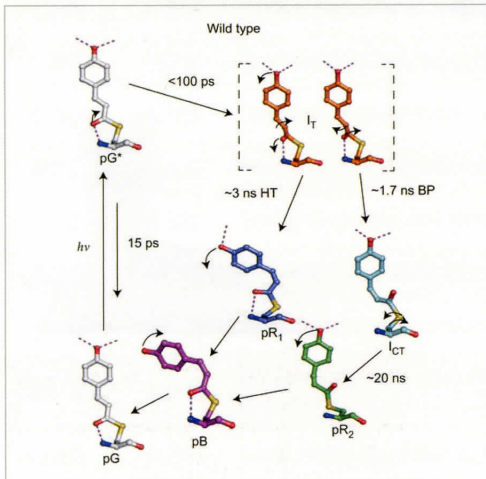


이효철 교수 나노-바이오 구조 다이내믹스 실험실



이효철 교수와 연구실 학생들

분자의 정확한 구조와 그 구조의 변화를 정확하게 측정하는 일은 반응을 이해하고 응용하는 데 있어서 필수적인 요소이다. 작은 유기 분자간의 반응에서 거대한 단백질의 반응에 이르기까지 반응 중간체의 3차원 구조를 규명하는 일은 반응 메커니즘을 이해하고 반응을 조절하기 위한 핵심적인 정보를 제공한다. 기초과학연구원(Institute for Basic Science, IBS) 소속인 나노물질 및 화학반응 연구단(Center for Nanomaterials and Chemical Reactions)의 그룹 리더를 맡고 있는 이효철 교수는 이러한 분자의 움직임을 관측하기 위한 '반응동역학' 연구를 수행하고 있다.



시간 분해 엑스선 회절법을 이용해 밝혀진 광활성황단백질 내부 흡광단의 구조 변화 메커니즘. 반응중간체 pG, IT, ICT, pR1, pR2 의 탄소 원자는 각각 회색, 주황색, 청록색, 남색, 녹색으로 나타내었고, 산소, 황, 질소 원자는 각각 빨강, 노랑, 파랑색으로 나타내었다. 100 피코초 이내에 생기는 첫 번째 IT 반응중간체의 트랜스-시스 이성질화 반응은 'hula-twist (HT)', bicycle-pedal (BP) 의 두 가지 경로를 통해 진행됨이 밝혀졌고, 각 반응중간체 사이의 전이에 대한 시간 상수를 결정해냈다 (Nat. Chem. 2013, 5, 212).

분자의 움직임을 보기 위해서는 수 옹스트롬($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$) 정도의 미세한 원자의 재배열을 관측해야 하고, 그 움직임은 빠르게는 펨토초 (10^{-15} s) 영역의 시간대에서 일어나기 때문에 특별한 실험적 방법이 필요하다. 그 중 하나가 엑스선 펄스의 회절 현상을 이용하는 것이다. 엑스선을 이용하면 파장이 원자 결합 거리 수준이기 때문에 원자 수준의 분자 구조를 볼 수 있게 된다. 더 나아가 방사광 가속기에서 만들어지는 100 펨토초 수준의 매우 짧은 엑스선 펄스를 이용하게 되면, 원자의 순간적인 움직임을 볼 수 있게 된다. 외부 자극에 의해 반응을 시작시키고, 이 엑스선 펄스를 이용해 시간에 따른 엑스선 회절 모양을 얻게 되면, 시간에 따라 분자가 어떻게 움직이는지 볼 수 있게 된다. 이효철 교수 실험실에서는 이와 같은 '시간 분해 엑스선 회절법'을 이용하여 작은 유기분자에서부터 유기금속촉매, 그리고 거대한 단백질 및 나노-바이오 복합체 시스템에 이르기까지 다양한 분자 반응 시스템의 반응 경로를 밝히고 반응 중간체들의 3차원 분자구조를 실시간으로 관측하는 것을 목표로 연구를 진행하고 있다. 한편, 펨토초 레이저 분광학 실험도 병행하여 엑스선 회절법과 포괄적인 반응동역학 연구를 진행중이다. 구조 변화에 대한 직접적인 정보를 제공하는 '엑스선 회절법'과 비교해서 '분광학' 적 방법은 흡광단의 에너지 준위 변화에 대한 상호보완적인 정보를 제공한다. 또한, '이차원 분광학' 실험도 진행하여 흡수된 에너지의 전이와 관련된 동력학적 정보를 얻기 위한 실험도 진행하고 있다.

이효철 교수는 실험실 구성원간의 '소통'을 무엇보다 중요하게 생각한다고 말한다. 이 실험실에서는 매주 자기의 연구 성과를 동료들 앞에서 발표하고 문제점과 추후 연구 방향을 함께 고민해보는 시간을 갖는데, 격식 없이 빙 둘러앉아 편안한 분위기에서 진행되는 토론의 시간은 자유로운 정보 교류의 장이 된다. "한 사람보다는 항상 여러 사람이 낫다"며 공동 연구의 중요성을 강조하는 이효철 교수는 창의적인 연구를 위한 핵심으로 '소통'과 '교류'를 강조했다. 스스로 맡기고 나서서 함께 실험에 참여하는 열의를 보이고, 때로는 학생들과 농담을 주고 받는 이효철 교수의 모습에서 열정적이고 자유로운 연구 분위기를 엿볼 수 있었다. 그래서인지 실험실 구성원들은 수직적인 선후배 관계가 아닌 친한 형, 동생처럼 자유롭게 의사소통하며 연구를 진행하고 있는 모습이었다.