

기초과학연구원(IBS) 나노물질 및 화학반응 연구단 그룹 리더 / KAIST 화학과 이효철 교수

화학 천재, 대한민국 과학 이끄는 주역으로 발돋움하다

실패 가능성 있지만, 파급효과가 큰 연구 도전

최근 대한민국의 한 과학자가 그동안 기술적인 제약으로 관측이 힘들었던 화학 결합 과정에서 원자끼리 만나 분자를 이루는 순간을 세계최초로 관측에 성공해 화제가 되고 있다. 10년 전, 새로운 화학기술을 개발해 전 세계를 놀라게 했던 화학 천재에서 과학 강국 대한민국을 이끄는 주역으로 발돋움한 기초과학연구원(IBS) 나노물질 및 화학반응 연구단의 이효철 그룹 리더(KAIST 화학과 교수)가 그 주인공이다. 취재/김남근 기자

분자 이루는 화학결합의 순간 세계최초 관측 성공

지난 2005년 5월, 시간 분해 엑스선 결정법으로 움직이는 단백질의 동영상을 촬영해 세계적인 주목을 받았던 이효철 교수. 같은 해 용액 상에서의 엑스선 회절을 통해 분자 반응 동역학을 연구하기 힘들다는 기존의 상식을 깨고 사이언스誌(Science)에 논문을 게재했던 이 교수는, 이후 10년 만에 분자의 결합이 이뤄지는 과정까지 관측함으로써 화학반응의 시작과 끝을 모두 밝혀내며 다시 한 번 전 세계를 놀라게 했다. 이는 학계는 물론 연구자로서도 매우 의미가 깊은 일로 많은 연구자들은 그의 인내와 끈기, 도전 정신을 높이 사고 있다.

이 교수는 이번 '펨토초 엑스선 회절법을 이용한 용액상 화학결합 형성의 관측' (Direct observation of bond formation in solution with femtosecond X-ray scattering) 연구를 통해 세계 최초로 원자들이 만나 펨토초(1천 초분의 1초) 단위로 진행되는 화학결합을 거쳐 분자가 만들어지는 과정을 실시간으로 관측하는 데 성공해냈다. 기존의 연구에서는 높은 시간 분해능을 통해 화학결합이 분해되는 과정을 볼 수 있었지만, 화학결합이 형성되는 과정을 높은 시간 분해능으로 보기는 기술적인 제약이 많았다. 또한, 원자의 지름은 1옹스트롬(1억 분의 1센티미터)이고 화학결합의 순간은 1조 분의 1초 정도여서 원자를 감지하려면 빛의 파장이 원자 수준으로 짧아야 하고, 빛의 시간 길이는 원자간 결합의 순간보다 짧아야 한다. 때문에 이 교수는 이를 만족하는 광원인 엑스선 자유전자 레이저에서 얻어지는 펨토초 엑스선 펄스를 이용해 이 문제를 해결했다. 이를 통해 화학결합 형성 과정을 높은 시간·공간 분해능으로 볼 수 있었다는데 상당한 의의를 두고 있다. 더불어 이번에 개발된 펨토초 엑스선 회절법을 이용하면 그동안 엑스선 회절법으로 관측하지 못했던 펨토



초 시간대에 일어나는 분자의 진동, 회전운동을 관측할 수 있을 것으로 예상되며, 바이오 분야에서 단백질 구조 변화의 시발점까지 밝혀낼 수 있을 것으로 기대된다.

이효철 교수는 "이번 연구는 여기서 그치지 않고 지속적으로 발전시켜 나갈 계획입니다. 일본에서 진행된 이번 실험은

우리나라에 곧 완공될 엑스선자유전자레이저를 바탕으로 더욱 양질의 실험을 계획하고 있습니다"라며 "엑스선 대신 전자 펄스를 사용한 전자회절 실험은 물론 기체 상태나 표면, 그리고 필름 형태로 존재하는 시료에 대해서 빠른 시간대에 일어나는 구조동역학을 연구할 수 있을 것입니다"라고 힘주어 말했다.

열정과 도전 정신이 바탕 된 진일보한 연구 생태계 필요

시간분해회절 분야에서 세계적인 명성을 얻고 있는 이효철 교수. 그는 작은 분자부터 단백질 분자까지 다양한 분자들의 화학반응 과정에서 일어나는 다양한 일들을 보다 직접적인 방법들을 통해 추적하고 또 궁극적으로는 반응을 제어하려는 연구를 꾸준히 펼쳐오고 있다. 2005년부터 지금까지 사이언스誌를 비롯한 저명 국제 학술지에 최우수 논문을 여러 편 발표하며 연구력을 인정받았고, 지난 3년간 ChemPhysChem 지의 편집위원으로 활동하며 국제적 감각과 영향

력을 인정받았다. 또한, 카이스트 학생들 중 상위 3% 학생들에게만 수여되는 KPF(KAIST Presidential Fellowship) 장학생들을 지도하는 책임교수로 **활동**하며 인재 배출에도 최선의 노력을 기울이고 있다.

이렇듯 국내·외에서 활발한 **활동**을 펼치고 있는 이 교수의 행보가 처음부터 순탄하지는 않았다고 한다. 그는 한국으로 돌아온 뒤 연구비는 물론 도전적이고 창의적인 연구원을 **확보**하기가 쉽지 않았다고 회상했다. 특히, 한국에서 박사학위 취득한 우수 재원들이 다들 외국으로 나가려고 하기 때문에 박사후연구원(Post-Doctor)을 확보하기가 가장 힘들었다고 전했다. 하지만 이 교수 특유의 도전 정신, 즉 기존의 상식으로는 접근하지 못했던 주제들과 생각지 못했던 개념들을 만들어내고자 하는 열정이 바탕 되어 어려움을 이겨내 왔다. 실제로 그는 펩토초 엑스선 회절법에 대한 노하우가 없던 상태에서부터 실험을 시작했기 때문에 실패도 많이 겪었지만, 이 교수를 거울삼아 따라온 모든 학생에게 열정과 목표라는 정확한 동기를 부여했으며 지금의 위치까지 오게 된 것이다.

이호철 교수는 "실패를 두려워해서 쉬운 연구 주제를 선택하기보다는 실패의 가능성은 있지만, 파급효과가 큰 연구에 도전하고자 합니다"라며 "이번 연구에서는 화학결합 형성 과정을 보기 위해 특수한 상황에 처한 분자의 경우를 골라서 실험을 하였지만, 앞으로 화학결합 형성 과정을 보다 일반적으로 볼 수 있는 단계에까지 획기적으로 진보할 수 있는 연구를 펼쳐나갈 계획입니다"라고 포부를 내비쳤다.

이 교수는 비교적 젊은 나이에 우수한 연구결과로 세계적인 주목을 받으며 오직 연구자라는 한길을 걸어왔기에 젊은 연구자들만이 가질 수 있는 열정과 도전 정신을 누구보다 잘 알고 있다. 때문에 대한민국이 더 큰 과학 강국으로 도약하기 위해선 이들에 대한 지원 시스템이 더욱 견고하게 구축되어야 한다고 목소리를 높였다. 이러한 그의 바람처럼 많은 신진 연구자들이 활발하게 연구를 펼칠 수 있는 생태계가 조성돼 대한민국 과학 경쟁력이 진일보할 수 있는 계기가 마련되기를 희망해 본다. **i**

1994. KAIST 화학 학사
2001. Caltech 화학 박사
2002-2003. 시카고 대학교 Darnon Runyon Cancer 박사후 연구원
2003-현재. KAIST 화학과 교수
2012-현재. 기초과학연구원(IBS) 나노물질 및 화학반응 연구단 그룹리더
2013. 동아일보 명예의 전당. 10년 뒤 한국을 빛낼 100인에 선정