

나는 생각한다, 고로 高爐 연구를.

글 • POSTECH 화학공학과
석·박 통합과정 김진수
지도교수 • 윤용주
mail • jinsukim1102@postech.ac.kr
소속 • 나노 표면 과학 연구실(NSSL Lab)



한국화학공학회 참여모습

1. 여는 글



그림 1. 포스코제철소 야경

나는 학부에서 화학공학을 전공하고, 2017년도에 포스텍에 입학한 뒤로 특이하게도 졸업 4년 동안 철강 산업과 관련된 연구 과제에 참여하였다. 그 배경에는 학교 인근에 위치한 꽤나 큰 규모의 제철소가 있었다는 점 (그림 1)과 모델링에 흥미를 느꼈었던 나의 개인적인 성향이 겹쳐진 결과였다. 입학하기 전부터 나는 수학적으로 무언가를 표현할 수 있다는 사실에 매력을 느꼈었다. 학위 과정을 걷는 과정에서 애증이 섞인 작은 코딩 결과물들을 종종 얻을 수 있었고, 이런 과정이 쌓여서 자연스럽게 여기까지 이끌어 왔다. 아직 공학 박사 학위를 받은 것은 아니지만, 4년 동안 졸업 이어졌던 시행 착오의 역사를 되돌아보며 내 이야기를 꺼내볼까 한다.

2. 생각의 도구, 모델링



〈생각의 탄생〉이라는 책은 다양한 시대에 존재했던 천재들의 공통점을 정리해서 13가지 생각의 도구를 소개한 책이다. 〈생각의 탄생〉은 수학뿐만 아니라, 이학과 공학을 넘어 예술, 심지어 인문학까지 분야를 넓혀 생각의 도구를 정리하였다는 것이 특징이다 (그림 2). 이 책에서는 13가지 생각의 도구를 소개하였는데, 그 중 한 가지가 바로 모형화 (modelling)이다. 모형화를 한 마디로 잘 표현하였던 책의 한 구절을 인용해보자면,

“모형은 해당 대상의 구조와 기능에서 가장 중요하고 결정적인 요소만을 추출한 것이다.”



그림 2. 생각의탄생(책)

개인적으로 나는 단순한 원리를 좋아한다. 모형화는 바로 어떻게 단순하게 표현할 것인가를 응축시켜놓은 철학이라고 생각한다. 우리가 살고 있는 복잡계 속에는 자연 현상이던 인공적인 현상이던 간에 인과관계를 통해 쉽게 설명될 수 없는 일들이 많고, 여러 가지 일들이 동시에 벌어진다. 그렇기 때문에 그 중에서 핵심과 결가지를 구분하고 그 안에서 가장 중요한 본질을 뽑아내는 것은 그만큼 가치를 진다. 물론, 통찰과 관찰 없이는 이러한 일을 해내기가 쉽지 않다. 복잡한 것을 단순하게 만들고 그 과정에서 실체가 규명된다면, 마치 안개가 걷히듯이 조금 더 뚜렷하게 내가 원하는 것을 볼 수 있게 된다.

모델링 중 특히 수학적 모델링은, 모형화 된 결과를 수학적으로 표현했다는 것을 말한다. 우리는 이미 수학적 모델링에 대한 개념을 중·고등학생 때부터 접해왔었다. 가장 대표적인 예시로서 물리학에서 배운 뉴턴의 고전 역학을 들 수 있는데, 이는 17세기에 정립되었지만 21세기가 된 지금까지 이·공학 분야를 막론하고 가장 중요한 근본 원리 중 하나로써 가르쳐지고 있다.

그렇다고 해서 꼭 수학을 잘해야만 수학적 모델링을 할 수 있는 것은 아닌 것 같다. 실제로, 고전 역학의 패러다임을 깬 아인슈타인은 수학을 잘하지 못 했고, 동료 수학자들의 도움을 받아서 상대성 이론을 공식화 할 수 있었다고 알려진다. 가장 중요한 것은 본질을 파악하는 능력이 아닐까? 라는 생각이 든다. 과거의 짧은 경험을 돌이켜보면, 수학적식을 풀 지 못해 고전했던 경우 보다 모형화에 대한 개념을 이해하고 핵심을 뽑아내는 작업이 훨씬 어렵고 시간이 오래 걸렸던 것 같다. 이런 현상은 연차가 쌓일 수록 양극화가 심해져서, 계산하는 것은 숙달이 어느 정도 된 것 같지만 반대로 본질을 파악해 핵심을 뽑아내는 것은 늘 호락호락하지 않았던 것 같다.



MIT단기연수 모습

3. 나는 생각한다, 고로(高爐) 연구를

“나는 생각한다 고로 존재한다.”

철학자 데카르트가 탄생시킨 꽤 유명한 말이다. 나는 여기에 영감을 받아서, 내 연구주제를 표현해보았다. 그렇다. 내가 연구하는 것은 고로(therefore)가 아니라, 고로(高爐)이다. 고로는 높이가 꽤 높아서 그렇게 불려지는데, 이것은 쉽게 말해서 딸감을 넣고 광석을 녹여 쇳물을 만드는 커다란 반응기이다 (그림 3). 뜨겁게 녹은 쇳물로부터 가공을 시작하여 제품을 만들기 때문에 용광로를 흔히 제철소의 심장이라고도 부른다.

조금 더 자세히 말하자면, 내가 연구 주제로 골랐던 것은 바로 이 용광로를 모델링 하는 것이었다. 일반적으로 고로에는 잘게 빻은 석탄을 하부로 주입해서 보조 연료로써 활용하고, 이를 통해 가격이 비싼 주 연료인 코크스를 일부 대체한다. 나의 주제는 용광로를 기존의 방식보다 더 값싸게 운전할 수 있게 다른 형태의 연료를 주입하면 어떻게 될까라는 호기심에서 출발하였다.

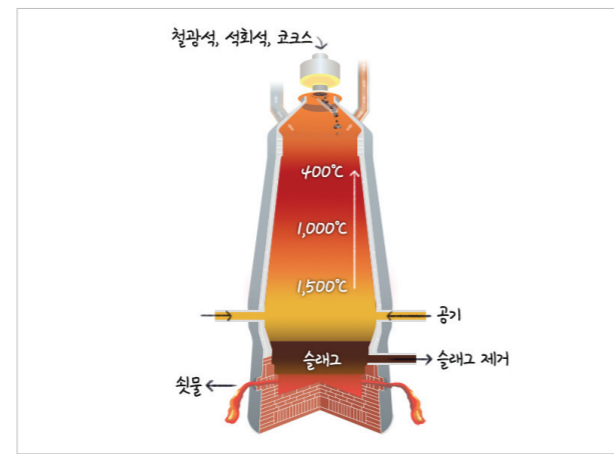


그림 3. 고로

연구 주제를 고를 때만 해도 정말 패기 있게 스케일이 큰 장치를 골랐지만, 막상 시작된 연구는 늘 도돌이표였던 것 같다. 주제를 연구한지 여러 해가 흘러가는 동안, 피상적으로만 용광로를 이해했던 것 같다. 그도 그럴 것이, 이 안에는 화학공학도라면 잘 알만한 화학 지식들이 거의 전부 다 포함되어있어 마치 종합선물 세트 같은 느낌이었다. 물질과 에너지 그리고 운동량 수지를 포함한 전달현상, 반응 역학에 더불어 삼상계가 총출동하여 지금도 가끔은 이 주제를 고른 것을 후회할 때가 있다.

아직도 많은 것을 전부 다 이해한다고 말할 수는 없지만, 이제는 비로소 용광로의 거동 정도를 파악할 수 있게 된 것 같다. 이 복잡한 장치를 다루면서, 큰 진척을 보였을 때는 바로 가장 중요한 원리가 무엇인지를 파악했을 때였던 것 같다. 핵심적이고, 단순하지만 필수적인 숨은 원리를 파악하고 나서야, 단추가 하나 둘씩 맞춰져 가는 것을 알 수가 있었다. 물론 아직도 그 속에 숨은 디테일을 파악하는 중이다. 어떤 현상이나 실험도 안 그렇겠냐 만, 들여다볼 수록 처음에는 몰랐던 오묘한 세계가 숨겨져 있어서, 그런 것들을 하나 둘씩 캐내어 발견하는 중이다.

4. 모델링으로 얻은 교훈

핵심을 볼 수 있는 눈을 키우고 나서야, 문제를 단순화시킬 수 있었다. 이것이 내가 모델링을 통해 얻게 된 가장 큰 교훈이자 가치였다.

내 주제로 예를 들어 설명하자면, 나는 용광로 내부의 거동을 정확하게 이해하고 나서야, 그 속에 존재하는 평형 상태를 발견할 수 있었다. 화학학도에게 평형이라는 개념은 역학 보다 훨씬 친숙한 개념일 것이다. 그리고 평형 상태를 통해 문제를 파격적으로 간단하게 만들 수 있었는데, 문제의 차원이 2차원에서 1차원으로 한 차원 낮아지는 효과였다. 이 과정에서도 평형이라는 조건을 만족할 수 있는 증거가 필요 했었지만, 이것은 처음에 생각했던 커다란 문제 안에 들어있는 또 다른 작은 문제에 불과했다. 결국 내가 원래 이루고자 했던 연구 질문, “용광로 속에 다른 형태의 연료를 주입하면 어떻게 될까”에 대한 답을 얻는 과정에 거의 다다른게 되었다. 도착한 것이 아니라 “거의”라고 표현한 것은 이것을 내 연구실 환경에서 실험적으로 보여줄 수는 없기 때문이다.

5. 마치는 글

대부분의 연구실에서는 실험을 통해 어떤 현상을 규명하고, 그것을 발견한다. 실험은 가장 직관적인 증명이자, 보여줄 수 있는 확실한 증거이다. 하지만, 그것이 유일한 문제 풀이의 수단은 아닐 뿐더러 실험을 통해 보여줄 수 없는 경우도 흔하게 존재한다. 이럴 때 모델링은 빛을 발할 수 있다.

모델링은 이·공학에서 실험만큼 흔하게 사용되는 도구이자 연구의 표현 방법이다. 문제를 해결하는 과정에서 모델링이라는 도구가 어떻게 사용되는지 올바르게 이해한 뒤에는 비로소 남들의 모델링 도구도 들여다볼 줄 아는 안목이 생긴 것 같다. 거꾸로 말하자면, 이러한 도구를 통해 그 사람이 무엇을 얘기하고 싶은지 조금 더 잘 이해할 수 있게 되었다. 어떻게 보면 뻔하고 당연한 이야기겠지만, 나는 이것을 깨닫는 데 수년의 시간이 걸렸다. 내 경험을 통해 누군가는 나와 같은 시행착오를 줄일 수 있었으면 한다.