

## 전공특성별 교수 방법 강좌 개발

‘전공특성별 교수 방법 강좌 개발 연구’는 교수학습개발센터 학습지원부의 연구 과제로, 이 과제에 참여했던 교수자들이 전공 특성에 적합한 교수 방법을 개발하면서 시도하였던 다양한 교수 전략과 아이디어를 소개하며 연재되고 있다. 이번 호에서는 황농문 교수(공과대학 재료공학부)의 ‘재료 상변태’ 강좌에 관하여 소개한다.

● ● ●  
황 농 문

서울대학교 공과대학 재료공학부 교수

### 1. “재료 상변태” 교과목 개요

재료 상변태는 재료공학을 전공하는 3·4학년 학부생을 염두에 둔 과목으로 기본적인 재료 열역학과 상평형도의 원리를 정리하고 재료에서 일어나는 반응속도론을 구체적으로 공부하게 된다. 또한 상 혹은 결정 계면에서 일어나는 현상과 응고 원리를 공부하게 되며, 확산을 통한 상변태 및 확산 과정 없이 일어나는 재료의 상변태 현상을 다루게 된다. 재료의 성질은 결정상과 미세구조에 의해 결정된다. 본 강의는 재료의 상변태 현상을 열역학적으로 고찰하고 결정계면의 구조와 계면 반응, 핵 생성론과 성장기구, 변태이론과 반응속도론에 대한 강의를 통해서 공정에 있어서의 상변화와 미세구조 형성에 대한 기본개념을 이해하는데 도움을 주고 공정에 따른 재료의 성질을 파악하고 공정 과정을 이해하는데 도움을 준다.

## 2. 사고력 함양을 위한 「질문식 수업」 도입

본 강좌에서 제안하고 개발하고자 하는 강의는 수업할 내용을 학생들에게 가르쳐 주기 전에 미리 학생들에게 적절한 질문을 함으로써 학생 스스로 수업할 내용을 터득하게 하는 일종의 질문식 수업이다. 질문식 수업을 통하여 학생들은 앞으로 배울 지식을 스스로 사고를 하면서 깨우치게 되므로 지식을 습득함과 동시에 사고력을 훈련하게 되는 것이다. 질문식 수업이 효과적으로 적용되기 위해서는 난이도가 적절하고, 앞으로 학습할 핵심적인 내용의 습득에 도움이 되는 질문이 마련되어야 한다. 이를 위해서는 해당분야의 전문성이 요구된다.

과워포인트로 수업자료를 준비하여 강의를 하면 칠판에 판서하면서 하는 강의보다 진도가 3배 정도 빨리 나간다. 이러한 빠른 진도 때문에 학생들은 수업내용을 대부분 소화하지 못한다. 이러한 이유로 칠판에 판서하는 강의를 선호하는 학생들도 있다. 질문식 수업에서는 과워포인트로 수업자료는 모두 준비하되 진도는 종전과 같이 나간다. 즉, 75분 수업에서 실제로 배울 내용을 설명하는 시간은 25분이고 학생들이 앞으로 배울 내용을 미리 생각하는 데 보내는 시간이 50분이다.

칙센미하이 교수는 몰입의 즐거움에 쉽게 빠져 들기 위한 3대 요소가 명확한 목표, 문제의 난이도와 실력의 균형 그리고 빠른 피드백이라고 하였다. 질문식 수업에서는 이러한 3대 요소를 비교적 쉽게 만족시킬 수 있다. 첫째, 질문의 대상이 조만간 앞으로 배울 내용이므로 목표가 명확하다. 둘째, 난이도와 실력의 균형은 교수가 질문의 난이도를 조절하면 최적화 할 수 있다. 그리고 불과 몇 분 후면 문제에 대한 답이 공개되므로 피드백이 빠르다. 마치 지적인 게임을 하듯이 수업을 진행할 수 있는 것이다.

### 1) 가벼운 질문으로 시작하자

경험에 의하면 수업을 시작할 때는 그 수업시간에 배울 내용에 필요한 사전 지식의 점검을 위하여 가벼운 질문을 하는 것이 좋다. 처음 수업을 시작할 때에는 학생들이 산만한 상태에 있기 때문에 집중적인 사고활동을 시작하기에 앞서 어느 정도의 위밍업이 필요하다. 이를 위해

서는 수강생 1/3 이상이 대답할 수 있고, 나머지 학생들도 답을 듣고 난 후 부담 없이 소화할 수 있는 질문들을 준비한다. 그리고 수업진행 중에 5분이나 10분 이내에 학생들이 풀 수 없는 난이도의 질문을 할 때는 앞으로 곧 배울 내용이라는 점을 상기시킴으로써 학생들의 도전심과 관심을 불러일으키는 것도 필요하고, 미리 난이도의 정도를 언급해줄 필요도 있다. 무엇보다도 학생들이 주어진 질문에 대한 답을 구하기 위하여 열심히 생각하도록 유도하는 분위기를 조성하는 것이 필요하다.

## 2) 생각할 시간을 주자

한편, 질문의 난이도가 너무 높아서 대부분 학생들이 주어진 시간 이내에 해결을 못한다고 하더라도 학생들이 그 내용을 배우기 전에 충분히 생각하는 것만으로도 교육효과가 큰 경우가 많다. 난이도는 높지만 학생들이 충분한 시간을 가지고 생각해야 할 필요가 있는 문제에 대해서는 그 내용을 배우기 1~2 주일 전에 미리 과제로 내주면 좋다. 그리고 그 문제를 장시간 생각하도록 격려하고 학생들이 그 문제를 장시간 생각하는 것이 중요하다는 것을 인식할 수 있도록 보충설명을 충분히 해준다.

## 3) 난이도가 높은 문제로 사고력을 훈련하자

질문식 수업을 통하여 학생들은 난이도가 낮은 문제에서부터 높은 문제를 골고루 접하게 된다. 난이도가 낮은 문제는 학생들의 학습에 대한 거부감을 줄여주고, 작은 흥미를 자극하는 효과가 있고, 난이도가 높은 문제는 학생들의 도전심을 자극하고, 깊고 지속적인 사고의 필요성을 인식하게 한다. 이러한 질문식 수업에서 궁극적으로 추구하는 것은 학생들이 문제해결을 위한 사고활동의 흥미를 체험하고 동시에 난이도가 높은 문제를 공략하는 방식을 터득하게 하는 것이다. 난이도가 높은 문제를 내주면 사고 훈련이 부족한 학생의 경우는 차분하고 체계적으로 생각하여 문제를 공략하지 못하고 스트레스만 많이 받는 경향이 있다. 그러나 사고 훈련이 충분히 된 학생은 스트레스를 만들지 않고 편안한 상태를 유지하면서 마음의 산책을 하듯이 천천히 생각하면서도 문제의

핵심에 집중하여 문제해결에 효율적으로 접근한다.

이는 마치 수영의 초보자는 빨리 나아가지도 못하면서 필요 없는 근육을 격렬하게 사용하여 금방 지쳐버려 수영이 재미없다고 하는 반면, 수영을 능숙하게 하는 사람은 수영에 필요한 최소한의 몸놀림만으로써 빠른 속도를 내고 장시간 수영을 해도 지치지 않고 수영을 즐기는 것과 비슷하다. 즉, 사고를 못하는 초보자라도 질문식 수업을 통하여 효율적으로 사고하는 법을 터득하면 지치지 않고 장시간 주어진 문제를 생각하면서도 효율적으로 문제의 핵심만을 뽑아서 단순하게 생각하여 문제를 해결할 수 있게 되고 문제 푸는 활동을 즐길 수 있는 것이다.

### 3. 강좌 운영

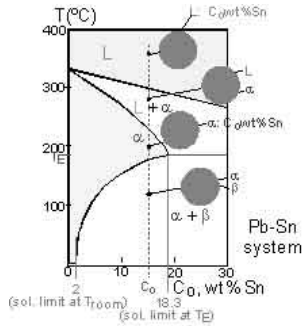
첫 시간에는 질문식 강의에 대한 취지와 방법을 설명하였다. 주된 내용은 사고력의 향상, 학습내용의 효율적인 습득, 흥미유발을 위하여 앞으로 배울 내용을 간단히 문제화하여 학생들에게 질문을 한다는 것이다. 또한 이러한 질문식 수업에 적극적으로 참여하고, 사고를 잘하는 학생에게는 가산점을 준다는 것이다. 학생들이 유의해야 할 사항은 수업에서 학생들에게 주어지는 질문에 대한 답이 대부분 교재에 있는 내용이므로 학생들은 교재를 지참하지 않아야 한다는 점과 강의 내용은 수업이 끝난 후 인터넷으로 다운로드 받을 수 있으므로 필기를 하는 대신 주어진 질문에 대하여 생각을 해야한다는 점이다.

모든 강의 자료는 파워포인트로 준비하여 강의는 빔프로젝트를 사용하여 진행하였다. 질문의 종류는 크게 네 가지를 사용하였다. 첫째는 강의 자료에 빨간색이나 파란색 글씨로 질문을 포함시키는 경우이다. 둘째는 파워포인트의 애니메이션 기능을 사용하여 다음에 나올 내용에 대하여 질문하는 경우이다. 셋째는 질문에 대하여 학생의 대답이 완전하지 못하거나 잘못된 방향으로 나아갈 때, 즉흥적으로 보충질문을 하는 경우이다. 넷째는 수업이 끝날 무렵에 다음 시간에 배울 중요한 내용을 문제화시켜 미리 생각해보도록 하는 경우이다. 이 경우는 종종 숙제와 연계시키기도 하였다. 학생들에게 질문하는 방식도 달리 하였는데, 학생들 전체에게 질문을 던지는 경우, 출석부의 이름을 순차적 혹은 무작

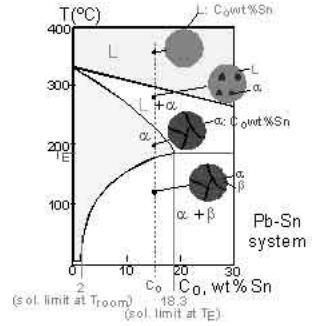
위로 부르면서 질문을 하는 경우, 구체적으로 한 학생을 지칭하여 질문하는 경우이다.

질문의 성격도 다양하다. 첫째는 그날 수업할 내용을 이해하기 위해서 필요한 사전 지식을 점검하는 질문이다. 의외로 이러한 질문에 대해서도 답을 못하는 학생들이 많았고 이로부터 많은 학생들이 이미 배운 학습 내용을 충분히 이해하지 못하거나 기억하지 못하고 있음을 알게 되었다. 둘째는 다음에 나올 내용에 대하여 먼저 질문을 함으로써 학생들의 관심과 집중을 모은 후에 클릭을 하여 보여주는 경우이다. 그리고 그 날 배울 내용 중에 학생들이 그 내용 자체는 배우지는 않았지만, 사전 지식을 활용하여 스스로 생각해낼 수 있는 문제를 질문하였다. 이러한 경우 학생들이 가장 어려워하였으며, 종종 전체 학생들이 대답을 하지 못한 경우가 많았다. 이러한 경우는 힌트 등을 주어 난이도를 조절하였다.

상태도를 가르칠 경우의 간단한 예를 들면 다음과 같다. 그림 1의 Pb-Sn 상태도에서 C0 조성에서 온도에 따른 미세조직의 변화를 가르친다고 할 때, 그림 1(a)와 녹색의 원 안의 미세조직을 공란으로 만들고 학생들이 스스로 해당 미세조직을 예측하여 각자의 노트에 그리도록 한다. 그리고 돌아다니면서 진행사항을 점검한다. 맞은 학생은 칭찬을 하고, 틀린 학생은 틀렸으니 다시 생각해보라고 하거나 적당한 힌트를 준다. 주어진 시간이 지나면 파워포인트를 클릭을 하여 이 질문의 정답인 그림 1(b)를 보여주는 것이다. 종래의 수업 방식에서는 그림 1(b)를 바로 보여주면서 설명을 하는데 비하여, 질문식 수업에서는 그림 1(a)를 추가로 만들어 미리 보여주면서 문제화 하는 것이다. 학생들은 자신의 생각이 맞았는지 틀렸는지를 그림 1(b)를 통해 확인하면서 이 지식을 습득하게 되는 것이다.

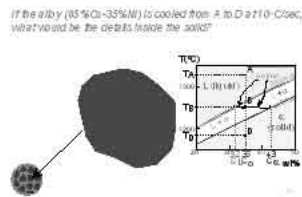


[그림 1] 첫 번째 클릭한 그림

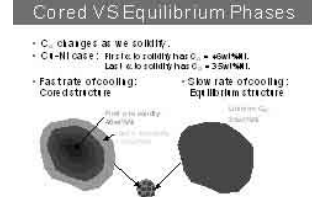


[그림 2] 두 번째 클릭한 그림

그림 2의 경우 그림 2(a)에 나타난 상태도에서 냉각을 빨리할 때의 65%Cu-35%Ni 합금의 미세조직을 예측하는 것이다. 학생들은 미세조직이 어떻게 될 것인가를 이제까지 배운 원리를 응용하여 그리게 된다. 클릭을 하면 정답인 그림 2(b)가 나타난다. 그래서 학생들 자신이 한 것과 비교하게 된다. 그리고 냉각속도가 빠른 경우와 느린 경우가 미세조직이 다르게 나타나는 이유를 설명하고, 냉각이 빠른 경우는 평형조직이 나타나지만 냉각이 느린 경우는 coring 구조가 나타는 것을 설명한다. 종래의 강의에서는 그림 2(a) 없이 바로 그림 2(b)를 보여준다.



[그림 3] 첫 번째 클릭한 그림



[그림 4] 두 번째 클릭한 그림

#### 4. 교육적 효과

질문식 강의의 목적은 수업을 통하여 학생들에게 지식을 전달함과 동시에 학습의 흥미를 유발시키고 학생들에게 생각할 기회를 주어 사고력 향상을 꾀하고자 하는 것이다. 질문식 강의는 현재 의과대학에서 많이

사용되고 있는 문제중심학습(Problem-Based Learning)과 종전의 교과서 위주의 강의를 합성한 형태이다. 따라서 질문식 강의는 PBL과 같이 본격적인 사고력 중심의 교육이 되지 못한다는 단점을 가지고 있으나, 종전의 강의 중심 교육의 틀을 살리면서 학생들에게 사고하도록 유도할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 즉, 서로 극단적으로 다른 두 가지 교육 형태의 중간을 취함으로써 양쪽의 장점을 살릴 수 있고, 현재 교육의 틀에서 바로 적용시킬 수 있다는 장점이 있다.

결론적으로 질문식 수업은 종래의 강의방법과 PBL 방법의 중간 형태이다. 그리고 두개의 장단점을 모두 가지고 있고, 경우에 따라서는 두개의 단점을 모두 보완한 형태라고도 할 수 있다. 끝으로 2005년 2학기부터 이러한 질문식 수업에 대한 학생들의 강의소감을 가감 없이 소개한다.

#### 2006년 2학기 445.302 001 재료상변태 기타 강의소감

[질의 1] 이 강의에서 특별히 좋았던 점은 무엇인가?

- .
- ..
- 상변태에 대해서 호기심 있게 바라 볼 수 있는 시각을 주었습니다. 단순히 괴로운 지적 대상이 아닌, 생각의 대상. 감사합니다.
- 생각하기
- 생각해볼 수 있도록 도와주신 점

[질의 2] 이 강의에서 개선하기를 바라는 점은 무엇입니까?

- .
- ..
- 수업의 방향과 시험의 내용이 편이하게 다른 점
- 적절한 진도 속도 조절이요
- 좀더 feedback이 있었으면...