

□ 韓國科學史學會 세미나 □

토머스·쿤
 革命의
 背景과
 展開(上)

金永植 (理博·서울大教授)

□...韓國科學史學會창립 20주년 기념 학술세미나가 「쿤의 科學史 서술과 인접과학」을 주제로 9월 12일 國立科學館에서 열렸다.

이날 세미나에서는 物理學者이며 科學史, 科學哲學者인 Thomas. S. Kuhn(MIT 言語學 및 哲學科 교수)의 理論과 科學史의 背景등을 다룬 5편의 논문이 발표되었는데 그중 金永植(서울大化學科)교수의 「쿤(Kuhn)革命의 背景과 展開」를 두번에 나누어 실는다. (편집자 주)...□

1. 머릿말

1962년 Thomas S. Kuhn은 『科學革命의 構造(The Structure of Scientific Revolutions)』를 발표하고 “科學革命”, “正常科學(normal science)”, “패러다임(paradigm)” 등의 개념들을 사용해서 과학지식의 발전 및 변천에 관한 획기적인 새로운 모델을 제시했다. 그리고 이 책에 담긴 Kuhn의 새로운 科學觀은 이내 科學史와 科學哲學을 중심으로 한 歷史學 및 哲學부문을 물론 거의 대부분의 社會科學부문과 심지어는 文學, 藝術부문에 이르기까지 큰 관심과 물의를 불러 일으켰다. 많은 사람들이 Kuhn의 과학관에 반기를 들거나 수정을 가했지만, 그들까지를 포함한 모두에게 과학의 지식과 과학활동에 관한 Kuhn의 예리한 통찰력이 준 새로운 깨달음의 깊이는 “Kuhn혁명”이라는 얼핏들어 생소한 단어까지를 만들어내게 했고, 그러한 단어를 타당화 시켜줄만큼 과학만이 아닌 인간의 다른 지식이나 문화활동에 대해서까지 많은 새로운 照明을 시도하게 했다. 이 글에서는 이러한 “쿤혁명”을 시작시킨 『과학혁명의 구조』의 내용과 그 배경을 살펴 보려고 한다.

2. 『과학혁명의 구조』와 새로운 과학관

『과학혁명의 구조』는 근본적으로 과학의 변화에 관해 다루고 있고 특히 과학상의 변화, 혹은 발전이 蓄積의이지 않고 革命的이라는 생각을 바탕으로 하고 있다. 그리고 Kuhn의 주장은 “과학혁명은... 하나의 paradigm이 이와 兩立할 수 없는 다른 새로운 paradigm에 의해 전체적으로 혹은 부분적으로 대체되는 非蓄積인 변화의 에피소드들을 가리킨다”는 그 자신의 문장으로 요약될 수가 있다.

과학상의 변화가 이처럼 혁명적이라면 그러한 “과학혁명”들 사이에는 非革命的이고 안정된 기간이 있어야 하고, 이것이 Kuhn이 말하는 “正常科學”이다. 그리고 과학혁명은 이러한 정상과학이 “危機(crisis)”를 맞아 무너졌을 때 일어나는 현상이며 따라서 그러한 과학혁명의

결과는 새로운 정상과학이 되는 것이다. 『과학 혁명의 구조』는 이러한 정상과학의 본질을 살피는 것으로 시작되며, Kuhn에 의해서 이런 뜻으로 처음 사용돼서 이제는 널리 통용되고 있는 “paradigm”이란 바로 이 정상과학을 특징지어 준다.

그러면 구체적으로 말해서 paradigm이란 무엇인가? 물론 이를 한마디로 定義하기는 힘들다. 다만 과학자들로 이루어진 어느 “科学者社会(scientific community)”에 다음과 같은 것들이 共通된 前提로서 받아들여져 있고 주어진 시기에 주어진 과학자사회의 “底邊(basis)”을 이루는 이것들이 바로 paradigm이라고 말할 수 있다. 먼저 어느 과학분야에 기본이 되는 이론과 법칙들, 이들의 내용을 이루는 과학지식들, 그리고 그들에 사용된 개념들은 paradigm에 포함된다. 그러나 과학자들이 과학의 이론, 법칙, 개념등을 섭취하는 것은 단순히 明示된 규정이나 定義로부터 보다는 위의 개념과 과학지식들을 포함하고 위의 이론과 법칙들을 이용한 구체적인 例題들로부터이며 이 예제들도 paradigm의 중요한 부분이다. 그리고 그와 아울러 어떤 유형의 문제를 푸는데에 일반적으로 어떤 유형의 방법을 사용하는가 하는데 대해서도 한 과학사회에 공통된 생각이 있으며 따라서 이것도 paradigm에 포함된다. 그 뿐만이 아니다. 과학이론을 평가하는데 사용되는 “간결성”, “정확도”, “체계” 같은 가치척도들에 대해서도 한 과학자사회는 어느정도 공통된 의견을 가지게 되고 이것도 paradigm에 포함되는 것이다. 이 외에도 한 이론이, 그리고 한 과학분야가 취급 가능하다고 생각하는 문제들의 범위, 더 크게 보아서는 외부 자연현상의 얼마만큼을 인간이 설명할 수 있나 하는데 대해서도 한 과학자사회는 대개 공통된 관념을 가지고 있고 이것도 paradigm의 일부가 되겠다. 다시 말해서 어느 과학자사회 구성원 전체에 共有된 이론, 법칙, 지식, 方法, 價值 심지어는 習慣같은 것들을 통틀어서 paradigm이라고 부르는 것이다.

한편 正常科学에 있어서 이러한 paradigm은 아주 정착되고 안정된 위치에 있다. 즉 그 과학

자사회의 과학자 전원이 이를 共有하고 이를 의심하지 않는 것이다. 따라서 정상과학에서는 이처럼 안정된 paradigm 자체에 대한 질문은 일어나지 않는다. 특히 paradigm의 중요한 부분인 기본이론이 성립한다는 것은 완전히 받아들여져 있어서 이것이 성립하는가 않는가와 같은 批判的 질문은 전혀 제기되지 않는다. 대부분의 경우 과학자들은 paradigm의 범위안에 安住해서 과학활동을 하며 그들이 종사하게 되는 연구는 주로 다음의 세 종류이다. 첫째 주어진 paradigm 내에서 자연 세계의 본질에 관한 이해를 위해 의미가 있는 사실들의 탐구, 둘째는 paradigm에 속하는 기본이론들로부터의 예측(prediction)과 이러한 사실들과의 비교 및 설명, 셋째로는 paradigm의 기본이론들의 보완 및 개선을 위한 연구가 이에 속한다. 즉 이들의 연구는 더 많은 새로운 예제와 기왕에 있던 것들의 조정을 통한 paradigm의 확장 및 보완을 행하는 일이며 이는 결국 paradigm에 의해 주어진 기본우주관을 토대로 해서 더욱 더 광범위한 자연현상을 이에 포함시키려는 노력이 되는 셈이다.

Kuhn은 이들의 과학활동을 “puzzle-solving”과 같다고 얘기한다. 즉 답이 있다는 것도 알고 이 답을 얻기 위해 어떤 규칙을 쫓아야 한다는 것도 아는 상태에서 문제를 푼다는 것이다. 이런 의미에서 볼 때 정상과학에 있어서 과학자가 어떤 과학적 문제를 푸는 경우 진짜로 테스트 되어지는 것은 주어진 현상이 기본이론과 부합되는가 않는가 하는 것이 아니라 기본이론을 사용해서 과학자의 능력이 그 현상을 설명해 줄 수 있나 없나 하는 것이다. 따라서 풀지 못했을 때 실패한 것으로 간주되는 것은 기본이론이 아니라 과학자의 능력이다. 그만큼 기본이론의 성립여부는 전혀 문제 밖이 되는 것이다. 가끔씩 문제가 발생해서 paradigm의 기본이론과 相馳되는 현상이 생기거나 모순이 관측 되기도 하지만 과학자들은 그것때문에 paradigm을 의심하기 보다는 오히려 paradigm을 수정하거나 보완해서 이를 설명해 내거나 혹은 그런 문제를 아주 무시해 버리거나 한다.

그러나 이러한 정상과학의 상태가 무한히 계속되는 것은 아니다. 위에서 본 것처럼 paradigm의 기본이론과 모순되는 문제들이 계속 생기고 그것들을 해결하려는 과학자사회의 노력이 계속해서 수포로 돌아가거나 그 문제들의 해결을 위해 그때 그때 택한 조정, 보완들이 일관성이 없고 임의적일 뿐 아니라 과학자사회가 그 細部에 대해 합의에 이르지도 못했을 때, 그 과학자사회는 危機에 도달했다고 말할 수 있다. 그리고 그 위기가 더 진행돼서 새로운 이론체계가 출현하고 그들중 어느 것이 위의 문제들을 더 잘 해결해주었다고 믿고 과학자들이 그것을 받아들였을 때 과학혁명이 일어난 것이다.

한편 이 새로운 이론체계는 먼저의 이론체계와는 다른 개념, 다른 自然觀, 다른 태도 등을 동반한다. 즉 이 새로운 체론체계를 중심으로 새로운 paradigm이 성립되는 것이다. 그리고 Kuhn은 과학혁명을 사이에 둔 이 두 이론체계는 서로 비교불능(incommensurable)이라고 얘기한다. 어떤 이론체계를 받아들이는 것은 그 이론체계의 법칙, 개념, 가정들을 하나 하나 따로 받아들이는 것이 아니라 그 이론체계 전체와 이를 중심한 paradigm 전체를 받아들이는 것이기 때문에 개념이나 가정, 법칙들을 하나하나 떼어서 비교하거나, 새로운 이론체계의 개념, 법칙들을 가지고 전의 이론체계를 분석할 수는 없는 것이다. 이처럼 전의 이론체계를 받아들이는 과학자와 새로운 이론체계를 받아들이는 과학자는 둘 사이에 비교할 근거가 없기 때문에 각각 자신의 견해의 옳음을 믿으면서도 이를 논리적인 토론에 의해 상대방에게 증명할 수는 없다. 이런 의미에서 쿤은 이 두 과학자는 두 개의 전혀 다른 세계에 살고 있는 것이라고 얘기하며, 이처럼 한 이론체계에서 다른 이론체계로 바꾸는 것을 “gestalt Switch”나 심지어는 “宗教의 改宗” 같은 것에 비유한다.

이와 같은 Kuhn의 견해에서 끝으로 주목할 점은 paradigm의 습득과정에 대해서이다. 위에서 본대로 paradigm은 정확하게 정의할 수 없는 개념이고, 따라서 과학자들은 paradigm을 그에 대해 명확히 成文化된 규정에서 條項들을

공부함으로써 배우는 것이 아니라 어떤 분야의 과학을 공부하는 교육과정에서 은연중 얻게 된다. 이때 중요한 부분이 “例(exemplar)” 들이다. 과학을 공부하는 학생들은 과학교과서 내에서 기본이론이나 법칙들이 외부현상에 적용되는 구체적 예들을 보게 되며, 이런 교과서나 또는 실험실에서부터 이들 이론과 법칙들이 자연 세계와 어떤 연관을 가지나를 배우게 된다. 그 후로도 점점 연륜이 쌓여서 실제 연구에 종사하는 때까지 그들은 學術誌의 論文, 연구report 등으로 부터 계속해서 더 많은 예들에 접하게 된다.

이러한 예들은 통상 어떤 문제를 제시하고 그것을 어떻게 푸는가를 보인다. 이 예들을 공부함으로써 과학도들은 과학에서 어떤 종류의 질문을 하는가, 그리고 과학이 받아들이는 해답은 어떤 종류인가를 배운다. 그 외에도 실험방법과 조작에 대해, 실험의 설계, 특히 주어진 실험에 있어 어떤 요인들이 의미가 있는 것이고 실험과정에서 조절되어야 할 것인가에 대한 지식을 얻게 된다. 그리고 그러는 가운데에서 그들은 과학의 연구와 그 결과를 평가하는데 있어서 자신들이 속하게 될 과학자사회가 사용하는 여러가지 가치척도에 대해서도 알게 된다. 이처럼 paradigm이 습득되어지는 과정은 다분히 사회학적 의미를 갖는 과정이고 따라서 쿤은 정상과학과 paradigm에 대해 제대로 이해하기 위해 “과학자사회”에 대한 이해— 과학자사회의 구조, 구성원의 상호작용, 그들의 규범, 평가기준등에 관한 이해—의 중요성을 역설한다.

3. 『과학혁명의 구조』의 배경

그러면 위와 같은 새로운 과학관은 어떻게 해서 얻어졌는가? 이를 위해서는 먼저 『과학혁명의 구조』의 집필이 있기까지의 Kuhn의 생애와 활동을 살펴 볼 필요가 있다.

1922년에 Ohio주의 Cincinnati에서 태어난 Kuhn은 1943년에 Harvard대학 物理学科를 졸업하고, 졸업과 함께 당시 미국내의 武器관계 연구의 주요기구였던 OSRD (office of Scientific Research and Development)에서 2년간

근무했다. 종전후 그는 Havard 대학의 물리학과 대학원과정에 다시 복귀했는데 学部과정서부터 그의 능력이 크게 인정받아 당시 Harvard 대학의 총장이었고 化学者이면서 科学史에 조예가 깊었던 James Conant에 의해 발탁되어서 Conant가 개설한 非自然科学系 학생을 위한 自然科学概論의 강의를 거들게 됐다. 이 과목은 상당히 역사적 측면을 중요시했던 것 같고 Kuhn은 이 과목에서 17세기 力学의 근원에 관한 강의를 준비하면서 처음으로 과학사에 흥미를 느끼게 됐다.

이러한 흥미로부터 시작한 과학사 공부는 곧 그에게 중요한 깨달음을 주었다. 그동안 물리학을 전공하면서 그가 취미로 읽었던 科学哲學의 저술에 나타난 과학의 본질에 대한 몇개의 기본관념들이 과학사 공부에 의해 그에게 들어난 실제 “과학”이라는 것과 전혀 부합되지 않는 것을 느끼게 된 것이다. 결국 이 깨달음이 그로 하여금 과학사, 특히 철학적인 의미를 지닌 科学史的 문제들에 깊은 흥미를 갖게 만들었다.

이런 면에서의 그의 흥미는 1948년 그가 Harvard대학의 junior fellow에 지명되면서 더욱 더 깊이 추구할 수가 있게 됐고 이후 3년간의 다른 의무에 속박받지 않는 자유스러운 기간 동안에 그는 과학사만이 아니라 나중 그의 사상의 발전에 큰 영향을 준 철학, 사회학, 심리학, 언어학 등 광범위에 걸친 독서와 토론으로 보냈다. 이 기간을 통해 그는 Arthur O. Lovejoy의名著 『Great Chain of Being』을 비롯해서 Alexandre Koyré, Emile Meyerson, Hélène Metzger, Anneliese Maier 등의 과학사 저술에 접했고, 이들은 과학사에 있어서 그의 학문적 기초가 되었다. 이와 아울러 Kuhn은 Jean Piaget의 아동심리학, gestalt심리학, B. L. Whorf의 언어학, Quine의 인식론등에 심취했으며 특히 여태껏 잘 알려지지 않은 Ludwik Fleck의 저서로부터 후에 『과학혁명의 구조』의 내용에 큰 의의를 갖게될 “科学者社会 (scientific community)”의 사회학적 고찰의 중요성을

깨닫게 되었다.

junior fellow 기간이 끝나던 해인 1951년 봄 그는 그간 얻어진 그의 견해를 “The Quest for Physical Theory”라는 제목으로 여덟차례의 Lowell 공개강좌를 통해 발표했다. 그해 가을부터는 Harvard 대학의 교양과정 및 과학사의 講師, 助教授를 거치며 광범위에 걸친 과학사 강의를 담당하게 됐는데 이것은 정식으로 과학사교육을 받지 않은 그로서, 특히 강의에 신경을 쓴 그로서, 꽤 벅찬 일이었다. 따라서 그는 그의 시간의 대부분을 과학사의 강의준비와 그로부터 파생된 과학사연구에 바쳤다.

1954년에는 安息休暇年을 때맞춰 그는 Guggenheim Fellow로 지명되었고 이 기간을 이용해서 그의 처녀작 『Copernican Revolution』을 집필했다. 물론 과학혁명에 관해 전부터 그가 지니고 있던, 그리고 후에 『과학혁명의 구조』에서 더욱 명확해질 그의 생각이 함축성있게 자주 개진돼지기는 하지만 Copernicus에서 Galileo와 Kepler를 거쳐 Newton에 이르는 동안의 우주관의 변혁을 思想史的 측면에서 주의깊게 그리고 설득력있게 서술한 이 책은 어디까지나 西洋史上 극히 중요하기는 하지만 特殊한 역사적 현상을 다룬 역사학적 저서였다.

이렇게 그가 한동안을 과학과 과학활동의 본질에 관한 일반적이고 철학적인 탐구를 거의 중지하고 과학사의 연구에만 종사한 데에는 물론 완벽주의자인 그의 취향 탓도 있었다. 아직 Lowell 공개강좌에 담겨진 그의 견해를 제대로 개진하기에는 그가 과학의 실제 역사를 충분히 알고 있지 못하다는 생각이 이에 작용을 한 것이다. 또한 Boyle, Newton, Carnot 등에 관한 몇 편의 짧은 과학사논문 외에는 출판된 저술이 여태 없고 아직도 永久職이 못되는 助教授의 신분에서 일반적이고 거창한 의미를 가진 연구에 마음놓고 시간을 쏟기에는 불안했을 수도 있다. 어쨌든 이처럼 과학사의 연구에 정진하면서, 특히 科学史상의 몇몇 혁신적인 변화들의 설명에 흥미를 쏟으면서, 과학혁명에 관한 그의 이해는 깊어졌다. <다음호에 계속>