

世界科學技術史 (西洋篇)

科學革命

宋 相 庸

<韓國科學史學會 幹事>

科學革命이 일어난 16, 17세기는 서양과학사상 특별한 시기를 낳는다. 이 기간중 기존體制안에서의 점진적인 발전은 찾아볼수 없다. 낡은 과학이 완전히 다른 새로운 구조의 과학으로 대체되는 것이다. 역사가들은 과학혁명이란 말을 남용하는 경향이 있는데, 이런 뜻에서 과학혁명의 경우는 정당화된다고 하겠다.

아리스토텔레스의 破綻

고대 및 중세과학은 아리스토텔레스의 테두리안에서 발전해 왔다. 아리스토텔레스의 체계는 論理的 整合性을 특색으로 갖는다. 그것은 잡다한 것의 집합이 아니라 하나의 이론을 이루고 있다. 이런 체계는 동시에 強點과 약점을 지닌다. 즉 전체로서의 정합성때문에 세부적인 것에 의문을 품기가 어렵다. 어느 한 부분을 뜯어삼으면 전체가 떨어져 나온다. 그러나 이것은 곧 약점이 되기도 한다. 한 요소가 틀린 것이 판명되면 온체계가 무너진다. 전체적 脈絡에서 개별적 의미를 분리할수 없는 까닭이다.

과학혁명은 천문학에서 시작된다. 코페르니쿠스의 「天球들의 回轉에 관하여」(1543)는 아리스토텔레스 宇宙論의 한 요소를 의심한게 지나지 않는다. 다른 것은 모두 그대로 두고 그 부분만 분리해서 공격하려 했으므로 수월한 싸움이 아니었다.

그러나 그의 후계자들에 의해 이 공격이 요행 성공하자 아리스토텔레스科學의 전체구조에 결정적인 영향을 주었다. 코페르니쿠스가 준 충격은 마치 잔잔한 호수에 떨어진 돌의 파문이 전수면에 번져가듯 역학, 광

학, 생리학등 각부문에 건잡을 수 없이 파급되었다. 이렇게 해서 滿身瘡痍가 된 아리스토텔레스의 과학체계는 전혀 새로운 체제로 대체되어 19세기까지 과학의 틀을 이룬다.

근대유럽문명은 8, 9세기의 격심한 혼돈을 겪은 뒤 10세기에 출현했다. 끊임 없는 蠻族의 침입과 전쟁으로 폐허가 된 곳에 홀로 살아 남은 것이 그리스도교 교회였다.

이때부터 유럽문명은 교회를 중심으로 조직되었다.

교회는 신앙생활뿐 아니라 국가, 경제를 포함한 생활의 모든 측면을 그 강력한 통제아래 두었다. 16세기에 이 문명의 성공은 그 근원에 대한 도전으로 바뀌었다.

그 결과 유럽문명은 世俗化의 길을 걸었다. 종교개혁과 종교전쟁은 아이러니컬하게도 세속화를 촉진했다. 또한 이때는 근대자본주의가 대두된 중요한 시기이기도 했다.

거대한 경제적 팽창이 진행되었다. 신흥 부르주아지는 莊園에 바탕을 둔 봉건경제체제를 무너뜨리고 실권을 탈취했다. 무력했던 국왕들은 敎皇으로부터 정치권력을 되찾았다.

이런 움직임과 병행해서 일어난 근대과학은 세속화의 지적 측면이었다. 17세기 말까지는 과학이 유럽문명의 求心點으로서의 그리스도교 회회를 대체했다. 코페르니쿠스의 책이 聖書 몇 구절이 인용되어 반박될 만큼 과학은 처량한 신세였는데, 뉴턴에 이르서는 성서가 과학에 의해 정당화될 정도로 과학과 그리스도교의 역할은 완전히 顛倒되었다. 이것이 불과 1세기반동안에 일어난 변화임을 볼때 과학혁명이 얼마나 충격적이었던가를 알수 있다.

새로운 知識觀

중세에 있어 지식의 목표는 영원한 진리를 명상하는 것이었다. 지식은 신에 의해 啓示되는 것으로서 인간은 이를 수동적으로 받아들이면 그만이었다. 따라서 지식은 고정된 것이며 확장의 개념은 없었다. 그러나 프랜시스 베이컨에서 우리는 지식개념의 뚜렷한 변화를 본다. 그는 지식의 목표는 명상이 아니라 행동이라고 함으로써 과학의 새로운 목표를 제시했다. 즉 지식은 소극적으로 받아들이는 것이 아니라 행동을 통해 戰取하는 것으로 되었다. 그가 강조한 「힘으로서의 지식은 물질적 便益과 인류의 복지에 기여하는 지식을 가리키는 것이다. 이로써 인간은 구경꾼으로부터 자연의 주인으로 탈바꿈하는 계기가 마련되었다.」 이와 같은 지식관, 자연관의 변화는 과학혁명의 주요한 배경을 이루고 있다.

과학혁명의 기간을 어떻게 잡을 것인가에 대해서는 과학사자들의 의견이 일치된 것은 아니지만 대개 16, 17세기로 보는 것이 타당한 듯하다. 이 기간중에도 과학혁명의 시작과 끝을 상징하는 두 해를 부각시키는 것이 좋겠다. 1543년은 코페르니쿠스의 「天球들이 回轉에 관하여」와 베잘리우스의 「人體의 構造에 관하여」가 발견해 해이다. 이 두 책은 그 자체로는 별로 혁명적인 내용을 담지 못했으나 각각 물리과학과 생물과학에서 뒤따른 혁명의 불씨가 된 책으로서 주목할만하다. 1687년은 프린키피아(Principia)로 흔히 불리는 뉴턴의 「自然哲學의 數學原理」가 나온 해이다. 이 책에서 뉴턴은 갈릴레오, 데카르트, 케플러등의 산발적, 업적을 종합하여 과학혁명을 일단 매듭지은 것이다. 이 144년 동안에 과학은 근본적인 변혁을 치렀으나 주요한 진전은 17세기중엽에 이루어졌다.

르네상스의 反動性

과학혁명을 그에 앞선 르네상스, 종교 개혁과 비교해볼 필요가 있다. 르네상스가 결정에 이른 16세기초 유럽이 세계사의 주도권을 잡기 시작한 것은 사실이다. 그러나 그것은 잃어버린 그리스, 로마의 古典을 회복하려는 운동이었으므로 근대보다는 낡은 세계 즉 중세에 속한다고 보아야겠다. 더우기 르네상스 휴머니스트들은 레오나르도 다 빈치를 빼놓고는 과학에 대해 관심을 갖지 않았다. 비슷하게 宗教改革도 종교제의 큰 변화임이 틀림없으나 새로운 종교의 탄생은 아니며 잊혀졌던 원시그리스도교로 돌아가자는 것이었다. 중



베잘리우스의 「人體의 構造에 관하여」(1543)의 타이틀 페이지

교개혁의 主役들은 모두 코페르니쿠스에 반대했으며 과학에 대한 이해는 프로테스탄트가 가톨릭보다 더 약했다. 따라서 버터필드(Herbert Butterfield)의 말처럼 과학혁명은 그리스도가 일어난 이래 모든 것의 빛을 잃게 했으며 르네상스와 종교개혁을 중세 그리스도교 체제안에서의 한 에피소드, 內的變位에 지나지 않는 지위로 떨어뜨렸다고 하겠다. 이렇게 르네상스와 종교개혁이 과거지향적인데 비해 과학혁명은 과감히 전통과 결별하고 전진적인 자세를 취했으므로 근대는 과학혁명과 함께 시작되었다고 보아야 한다.

플라톤, 原子論의 勝利

웨스트폴(Richard S. Westfall)에 따르면, 과학혁명의 특징은 다음과 같은 다섯가지로 요약된다.

- 1) 感覺經驗에 의거한 常識을 거부하고 추상적인 理性을 채택했다. 이것은 상식적인 아리스토텔레스과학이 이성적인 플라톤에게 자리를 내주었음을 뜻한다.
- 2) 質的인 것을 量的인 것으로 매치했다. 다시 말하면 과학이 수학화 되었다는 것인데, 역시 질적인 아리

스토텔레스과학이 양적인 플라톤과학에 늘었다는 얘기다.

3) 기계적인 자연개념이 발전되었다. 즉 목적론적·有機體의 사고가 물러가고 기계적·因果論의 사고가 지배하게 되었다. 이것은 오랫동안 망각되었던 그리스의 原子論이 부활한 것이며, 모든 현상을 물질과 그 운동에 의해 설명하려는 「機械的哲學」(Mechanical Philosophy)의 결과로 나타났고 뉴턴에서 그 절정을 볼수 있다.

4) 새로운 과학적 방법이 발달했다. 베이컨은 사실수집에서 시작해 일반화에 도달하는 歸納的 方法을 내놓았고, 데카르트는 明哲하고도 判明한 진리로부터 수학적연역에 의해 결론을 얻으려 했다. 한편, 갈릴레오는수학과 실험을 교묘하게 결합시킨 근대적인 과학적 방법을 안출해서 자연연구를 위한 가장 효과적인 무기를 제공했다.

5) 窮極的 說明을 버리고 即刻的 記述을 택했다. 즉 왜(why)가 어떻게(how)로 바뀐 것이다. 아리스토텔레스는 돌이 땅으로 떨어지는 이유는 그 속에 있는 신비한 것이 그 고향인 땅으로 가고 싶어하기 때문이라고 했었다. 그러나 갈릴레오는 무거운 물체가 왜 떨어지는지는 모르며 알 필요도 없다고 했다. 그의 관심은 落體가 떨어지되 어떻게 떨어지는가를 알아 보는데, 즉 가속도측정에 있었다.

실제로 과학혁명의 旗手들 코페르니쿠스, 갈릴레오, 케플러, 데카르트, 뉴턴등은 예외 없이 플라톤주의자들었으며 갈릴레오, 데카르트, 뉴턴은 모두 기계적 철학의 철저한 신봉자들이었던 것이다. 결국 과학혁명은 아리스토텔레스에 대한 플라톤과 원자론자들의 승리라고 말할 수 있다.

天才나 大衆이나

과학혁명이 어떻게 해서 일어날수 있었던가는 매우 중요한 역사적문제이다. 과학혁명에 관한 해석은 外的 및 內的接近으로 나누어진다. 외적접근은 미국의 社會學者 머튼(R.K. Merton)이 「17世紀 英國의 科學, 技術, 社會」(1938)에서 (17세기) 영국의 과학의 발전은 퓨리터니즘의 價値觀과 기술, 항해, 전쟁등 당시의 사회적요구에 말미암은 것이라고 주장함으로써 제기되었다. 이에 앞서 일본의 오후라 진노스케(小倉金之助)는 수학의 발전과 계급투쟁을 연결시켰으며(1929), 소련의 게슨(Boris Gessen)은 뉴턴의 「프링키피아」가 당시

의 항해술이 제기한 문제들을 해결하기 위해 씌어졌다는 충격적인 주장을 한바 있다(1931). 갈릴레오가 대포의 彈道문제를 해결하려고 投射體運動을 연구했다든지 토리첼리(E. Torricelli)가 산골의 물의 흐름을 조정하기 위해 水力學에 손댔다는 것도 비슷한 주장이다. 이 접근은 극단적 決定論의 입장에서 서는 마르크스주의자들과 필연적 인과관계의 수립은 주저하는 온건론자들 사이에 견해차이가 있으나 1930년대의 학계를 휩쓸었던 것이다.

한편, 내적 접근은 소르본의 철학교수 파레(Alexandre Koyré)에 의해 시작되는 바 그는 획기적인 저서 「갈릴레오研究」(1939)에서 과학혁명은 외적인 조건과는 무관하게 근대과학자들의 지적 태도의 변화의 결과 일어난 것이라고 단정했다. 그것은 공간의 幾何學化와 中世의 우주(cosmos)의 解體이다. 우주가 기하학적으로 이루어졌다는 것을 확신하게 되고 증세적인 유한한 階層的 우주가 무한한 우주로 바뀐결과 과학이 근본적으로 변했다는 것이다. 이 책은 외적 접근에 기울었던 학계의 태세를 逆轉시키는 계기를 만들었다. 이렇게 해서 1740~50년대는 내적 접근이 외적접근을 완전히 앞도했다.

외적 접근에 따르면 과학혁명은 종교개혁과 자본주의의 부산물로서 科學史家의 역할은 사소한 지엽적 문제의 해결로 전락하고 만다. 그러나 내적 접근에서는 과학혁명을 근세에 일어난 가장 중요한 사건으로 보므로 과학사의 비중이 매우 크게되는 것이다. 과학사자들이 외적접근에 흥미를 잃게된 것은 그것이 과학자체에 대해서는 거의 아무 것도 말해주지 않기 때문이다. 과학사의 학문으로서의 獨自性이 위협받는 점도 간과될수 없음은 물론이다. 그러나 60년대에 들어와 사회적관심이 높은 젊은 과학사자들에게 의한 외적 접근이 다시 요개를 들기 시작했으며, 역사학계에서는 해묵은 머튼命題를 뒤싸고 치열한 논쟁이 계속되고 있다.

내적 접근은 과학혁명에 있어 소수의 천재들의 역할에 대해 결정적인 중요성을 부여한다. 즉 사회로부터 독립된 과학의 自律性이 강조된다. 반면, 외적 접근에서는 자본주의가 일어나면서 형성된 부르주아가 주도적인 역할을 해서 과학혁명이 일어난 것으로 본다. 이 경우 몇몇 개인이 담당한 몫은 전적으로 볼때 대수로운 것이 아니다. 지난 30당동안 과학사회가 이룩한 찬란한 성취는 내적 접근이 기본적으로 타당함을 증명한 듯이 보인다. 그러나 최근 부쩍 활발해진 技術史와 과학혁명의 사회적 측면의 연구는 내적 접근이 불충분함을 드러내주고 있다. 결국 어느 한 접근을 극단으로 밀고 갈때 불가피하게 독단을 범하게 되는 것이다. 〇