

특별연재

現代를 變化시킨

20대 發明 · 發見 <3>

멋진해

아인슈타인의

티모디 페리스

1905년 그는 상대성을
공식화했고 양자론의
창조를 도왔으며
원자의 본체와
맞붙었다.

차례

<1900 - 1919>

- <1> 플라스틱이 바꾼 세계
- <2> IQ 테스트와 함정
- <3> 아인슈타인의 멋진해
- <4> 혈액형발견이 구제할 못한 인명
- <5> 수의 재판
- <6> 휴지통에서 나온 진공관
- <7> 식량증산의 길을 튼 잡종옥수수
- <8> 진공소제기에서 揚力을 얻은 현대 항공술

<1920 - 1939>

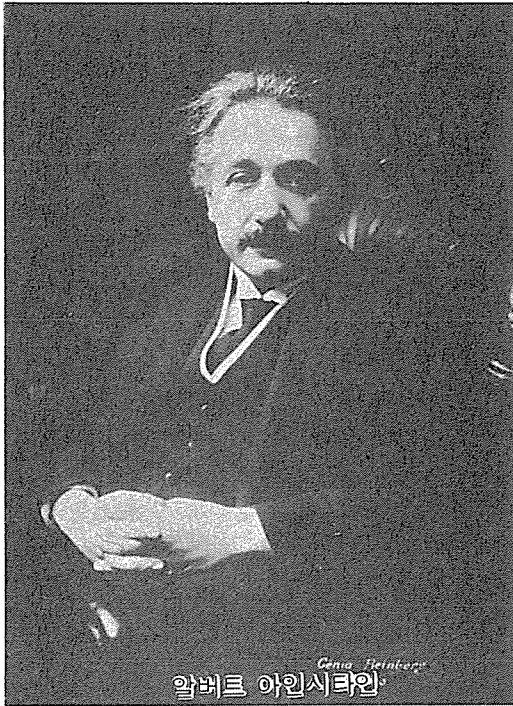
- <9> 醫學의 第2 革命을 가져온 抗生劑
- <10> 人類의 뿌리를 밝힌 塔翁의 어린이 頭蓋骨
- <11> 核融合과 두개의 날
- <12> 밝혀진 宇宙開關의 수수께끼
- <13> 短命의 DDT와 環境運動
- <14> 20世紀의 얼굴, TV가 나오기 까지

<1940 - 1959>

- <15> 人口의 均衡을 잡은 避妊藥
- <16> 나치스의 暗號풀기로 출발한 컴퓨터
- <17> 精神疾患을 구제한 클로르프로마진
- <18> 20世紀 産業의 쌀, 半導體
- <19> 2 重나사선이 펼친 新世界
- <20> 레이저가 연 光産業

1905년 3월 14일에 스물여섯번째의 생일을 축하하는 「아인슈타인」(Albert Einstein, 1879 - 1955)이란 인물은 저명인물의 후보자와는 거리가 먼 사람이었다. 고등학교 중퇴자인 그는 대학에 진학해서도 수업을 빼먹기 일쑤였다.

친구의 강의 노트의 도움을 받아 벼락공부로 최종시험을 치렀으며 평균 B의 성적으로 간신히 졸업했다. 그는 이 어려웠던 시절에 누이에게 보낸 편지에서 『정말로 태어나지 않았으면 더 좋았을 것』이라고 적은 일이 있다. 스위스 취리히의 공예대학을 졸업한 뒤 5년의 세월이 흘렀는데도 그를 채용할 대학은 아무데도 없었다. 그래서 그는 베른에 있는 스위스 특허국의 3급 기사로 일했다.



그러나 「아인슈타인」은 1905년 이전에 6 편의 획기적인 논문을 썼으며 이것은 과학의 판도를 깡그리 바꿔 놓았다. 이 중 2편은 물리학의 새로운 영역인 상대성을 창조했다. 세번째 것은 양자물리학의 탄생을 도왔다. 나머지 3편은 원자론과 통계역학의 방향을 바꿨다. 1665년과 1666년, 흑사병이 번지던 시절에 23세의 「아이작 뉴턴」(Issac Newton, 1642-1727) 이 미적분학을 발명하고 중력론을 발전시킨 이래 과학이 이처럼 풍성한 창의성의 폭발시대를 맞은 일은 없었다.

26세가 된 3일 후 완성한 「아인슈타인」의 1905년 논문들중 첫번째 것은 빛이 「다시 쪼개지지 않고 움직이며 오직 단위로서만 흡수 및 방출되는」 분리된 뭉치 또는 quanta(양자)로 구성되어 있다는 것을 입증했다. 오늘날 양자론의 원리는 거의 모든 물리학분야를 포용하고 있다. 이것은 자연의 연속체의 기본적인 입자상태를 규정하고 있으며 이 입자로부터 우리의 물리적인 현실상이 구성된다. 따라서 이것없이는 원자구

성입자라는 현상에 대해서는 정확한 예측은 할 수 없게 된다. 그러나 1905년 이전에는 양자가 지식층의 호기심의 태두리를 벗어나지 못했다. 심지어는 그 발견자인 「막스 플랑크」(Max Planck, 1858~1947)¹⁾까지도 빛이 양자로 구성되었다는 개념을 무시했다. 아인슈타인은 양자론의 원리를 추상의 세계로부터 실질적인 과학의 도구로 옮기는데 도왔다. 그 과정에서 「아인슈타인」은 양자역학, 통계학 그리고 열역학간의 연속적인 연결을 굳혔다. 아인슈타인은 말년에 자연의 사건을 필연성이 아니라 蓋然性에 근거를 둔다는 양자론적인 견해를 불완전한 것이라고 거부하면서 자주 『하나님은 주사위놀음은 않는다²⁾』고 말했다.

빛의 양자론은 대부분의 물리학자들에게는 설사 평생의 업적은 못된다고 해도 1년간의 업적으로서서는 충분할진대 「아인슈타인」의 경우로는 그로부터 불과 두달 뒤에 또다시 그의 특수상대성이론에 관한 첫번째 해설을 발표했다.

20세기의 전반은 물리학에 대해 비상한 자극을 준 세월로 기록되었으며 과학사의 가장 빛나는 장의 하나로 남을 것이다. 이 몇해동안 인간의 과학은 앞으로 오랜 세기를 두고 우뚝 솟을 2개의 기념비를 세웠다. 그것은 상대성이론과 양자론이다. 첫번째 것은 「알버트 아인슈타인」의 창조적인 두뇌에서 나왔다. 「막스 플랑크」가 기반을 닦은 두번째 기념비는 「아인슈타인」의 지성의 덕택으로 가장 두드러진 발전을 하게 된 것이다.

〈루이 빅토르, 1949〉

이 사고방식의 타당성이 일단 인정되면 최종결과는 거의 단순하게 나타나기 때문에 총명한 대학생 이라면 누구든지 크게 애를 먹지 않고도 이해할 수 있다. 그러나 명쾌하게 이해하는 경지에 이르기까지는 감은 잡돼 표현할 수 없는 하나의 진리를暗中摸索하며 격렬한 욕망, 그리고 자신과 실망이 엇갈리는 불안한 세월이 있으며, 그것은 스스로 체험한 사람이 아니면 알 수 없다.

〈알버트 아인슈타인, 1933〉

이것은 1905년 발표한 2편의 상대성 논문중 첫번째 것이었다. 과학과 같은 비중을 두고 철학적으로 쓰여진 이특유한 논문의 가치는 당대의 전부는 아닐지라도 상당수의 일류물리학자들의 즉각적인 인정을 받았다.

그런데 상대성원리는 광대한 공간과 빠른 속도의 우주무대에서 폐색이 완전했던 당시의 물리학을 구제했다. 고전물리학은 지구에 얽매인 물리학이었다. 이 학문은 지상의 연구소가 뉴턴이 표현한대로 '쉬고 있다'는 옳지 않은 가정에 근거를 둔 것이었다. 그러나 실제로 우주에는 쉬고 있는 것은 하나도 없다. 영국의 가장 평화스런 구석에 있는 참나무판자로 지은 가장 고요한 연구소도 기울인 지구를 타고 우주속을 무서운속도로 움직이고 있는 것이다. 만약에 다른 행성들의 과학자들이 서로의 실험을 관찰할 수 있다면 빛의 유한한 속도와 행성의 상대속도의 영향때문에 관찰결과는 일치하지 않을 것이다. 상대성원리는 이 차이를 풀어주는 방법을 제공했으므로 움직이는 우주 속의 모든 관측자들은 한세트르된 물리법칙에 합의할 수 있다.

「아인슈타인」은 물리학의 기본법칙의 보편타당성을 보존하기 위해 시간과 공간을 塑性을가

진 플라스틱으로 비유하지 않을 수 없었으나 이 작전은 신문의 표제보다 훨씬 온건한 방법이었던 것 같다. 특수상대성이론은 혁명적이라는 표현을 흔히 하고 있으나 오히려 보수적인 업적이다. 「아인슈타인」은 이것을 불변론(Invarianten-theorie)이라고 불렀으나 상대성(relativity)이라는 자극적인 이름은 「플랑크」가 만들어낸 것이다. 그는 상대성원리를 연구한 것 보다 훨씬 많은 시간을 「플랑크」의 더 혁명적인 양자론연구에 보냈다.

「아인슈타인」은 1905년 발표한 3편의 다른 논문에서 분자크기를 측정하는 새로운 방법을 제시하고 액체 속의 미립자가 보여주는 연속적인 불규칙운동인 브라운 운동은 훨씬 적은 규모에서 부산하게 돌아다니는 원자의 존재를 드러낸다는 사실을 확증했다. 이 논문들은 지도급 과학자들에게 당시 격렬한 논쟁의 주제였던 원자의 실재를 납득시키는데 도움이 되었다. 또 광양자론의 논문과 마찬가지로 원자의 영역을 조사하는 통계적 방법이 유효하다는 것을 과시하는데 도움을 주었다. 오늘날 과학사자들은 「아인슈타인」을 양자물리학과 통계역학을 통한 극미의 연구와 상대성이론을 통한 광대한 우주영역의 연구등 20세기 물리학의 2대 주류의 源流로 얹혀 놓는다.

「아인슈타인」은 물리학사에서 위대한 통합자의 한사람이었다. 과학은 대개 뿔뿔히 하는 작업이다. 그 특징은 포괄적인 보편성이 아니라 특수한 물체를 다루는 것이다. 그래서 보다 넓은 광경을 볼 수 있게 이 조각들을 하나로 묶는 직관적인 예술가의 봉사가 필요하다. 이런 면에서 「아인슈타인」은 名人이었다. 그는 우주의 통일에 대해 확고한 신념을 갖고 있었고 서로 어긋나는 생각을 함께 수렴하려는 노력에서 결코 용기를 잃지 않았다. 그가 초기에 물리학의 주류로부터 고립된 것은 흡사 「베토벤」이 상류사회로부터 소외되었던 것과 같이 스스로 그렇게 하고 싶어서 한 것이었다. 그러나 이것은 오히려 그의 상상력을 인습에서 해방시켰다. 그에 게 공간과 시간 또는 물질과 에너지의 개념은

筆者 소개

티모디 페리스(Timothy Ferris)는 사이언스 84 (Science 84), 뉴욕타임스 잡지(New York Times Magazine), 에스콰이어(Esquire), 롤링 스톤(Rolling Stone) 등 여러 잡지와 단행본(The Red Limit and Galaxies)을 통해 물리의 세계를 일반지식층독자에게 해설하는 일로 평생을 보내 왔다. 그는 뉴욕타임스북 리뷰(Book Review)의 정기기고가이며 공영방송(National Public Radio)에서 과학논평을 하고 있다.

그는 미과학진흥협회 및 웨스팅하우스 과학저술상을 받았고 물리학과 천문학 기사로 미국물리협회상을 받았다.

뉴욕시립대학 부루클린대학의 영어 교수인 그는 현재 남가주대학의 객원교수로 있다.

통일할 수 없을 것이라고 타이를 논문지도자가 없었기 때문에 「아인슈타인」은 거리낌없이 이론을 밀고 나가 성공한 것이다.

그는 뒷날 중력과 電磁氣를 통합하는 통일이론을 모색하면서 이것을 「지상에 닿는 방법도 모르면서 하늘 높이 비행기로 날고 있는 것」과 비교했다. 그래서 그의 동료들에게는 마땅히 돈키호테식의 가망없는 것이라는 인상을 주었으나 「아인슈타인」은 이들의 권유에 귀를 기울여 보다 그럴싸한 프로젝트를 하기 위해 그의 연구를 포기할 수는 없었다. 그는 홀로 저 높은 곳에 존재하는 일에 익숙해 있었다.

통일이론에 관한 문제에서 그를 선도한 사람은 「제임즈 클러크 맥스웰」(James Clerk Maxwell, 1831~1879)이 있으며 「맥스웰」의 초상화는 언제나 그의 사무실 벽에 걸려 있었다. 「맥스웰」은 겉보기에는 별개의 힘인 전기와 자기는 단 하나의 힘의 양상이라는 사실을 발견하여 이것을 전자기라고 불렀다. 「아인슈타인」의 연구는 대부분 「맥스웰」의 우아함과 뛰어난 안목을 담은 통일이론을 창조하려는 욕망을 반영하고 있다.

양자광논문은 첫 문장에서 「맥스웰」을 언급하고 있다. 「아인슈타인」은 이렇게 적고 있다. 『기체와 그밖의 무게가 있는 물체에 관해 물리학자들이 구상한 이론적인 아이디어들과 이른바 엠프티 스페이스(empty Space)내의 전자기 과정에 관한 맥스웰의 이론간에는 형식적이고 심각한 차이가 있다. 그는 또 물질은 어떤 종류의 입자로 구성되어 있다고 널리 알려져 있는 한편 빛은 連續體내의 파동으로 이루어진다고 설명하고 있다는 사실을 지적하고 있다. 이 단순한 '형식적'인 차이는 미처 세련되지 못했기 때문이라고 깨달은 「아인슈타인」은 빛의 파동이 양자라는 입자로 구성되었다는 사실을 확증함으로써 이 미흡한 점을 제거했다. 이 결과는 그 뒤 상대성이론에 등장하게 될 물질과 에너지의 통일적인 관점으로 지향하는 첫 발자국을 구획하는 것으로 해석할 수 있다.

이 첫번째의 상대성이론도 「맥스웰」에 대한

인사로 시작한다. 「아인슈타인」은 『맥스웰의 전기역학은 그 현상에서 고유의 것으로는 보이지 않는 비대칭성으로 이끌어 가고 있다』고 적고 있다. 「아인슈타인」은 16세때 광속으로 광선을 쫓는다면 과연 빛을 볼 수 있을 것인가 생각했을 때 이런 비대칭성과 직면했었다. 그는 몇 십년 뒤 그의 자서전적인 기록에서 『나는 정지하고 있는 공간적인 진동전자기장으로서 그런 광선을 관찰할 것』으로 생각했다고 회상하면서 『그러나 경험에 입각하건 또는 「맥스웰」의 방정식에 따르건 그런 일은 존재하지 않을 것 같다』고 말하고 있다. 「아인슈타인」은 광속이 기본적인 불변수이며 관찰자의 상대적인 속도와는 관계가 없다고 주장함으로써 이 역설을 해결했다. 「맥스웰」에 대한 존경은 결국 그가 상대성이론으로 이끄는 길을 출발하는데 도움이 되었다.

그러나 「리어왕」(Lear)은 「셰크스피어」(Shakespeare)가 생각할 수 있는 것 보다 더 많은 함축성을 내포하고 있다. 특수상대성이론은 통일론의 씨를 너무나 깊숙히 간직하고 있었기 때문에 「아인슈타인」 스스로도 처음에는 그것을 얼핏 감지하지 못했다. 그것은 획기적인 방정식 $E=mc^2$ 으로 표현되는 물질과 에너지는 같다는 것이었다. 「아인슈타인」은 몇달을 두고 질량인 m , 에너지인 E , 그리고 광속인 C 의 기호를 가지고 요술을 부리는 가운데 무심코 이 방정식이 머리에 떠올랐다.

이 계시적이며 놀라운 방정식은 천국과 지옥의 문을 열어 주게 되었다. 아인슈타인은 생존하는동안 수소폭탄을 제조하고 별이 빛나는 수수께끼를 밝히는데 이 방정식을 사용하는 것을 보았다. 평화주의자인 아인슈타인이 수소폭탄의 열쇠를 발견한 '아이러니'에 관해서는 과장해서 이야기들을 하고 있으나 $E=mc^2$ 은 보편적인 사실이며 숙명처럼 중립적이다. 핵무기의 탓으로 이 방정식을 비난한다는 것은 난파선의 책임을 바다에 돌리는 것과 다름없는 것이다.

그러나 최근에 와서 다행히도 $E=mc^2$ 은 우주의 근원을 조사하는 방향을 가르쳐 주었다. 「아인슈타인」이 살아 있었다면 그를 몹시 즐겁

게 해주었을 것으로 생각되는 이 우주연구는 말년의 「아인슈타인」의 꿈이었던 궁극적인 통일장이론의 실현을 약속하고 있다.

$E=mc^2$ 은 우리에게 물질이란 다름아닌 얼어붙은 에너지라고 가르쳐 주고 있다. 과학자들은 오늘날 우주는 실질적으로 다름 아닌 에너지로 출발했다고 믿고 있다. 그런데 우주가 팽창하고 있었기 때문에 이윽고 이 에너지는 우리가 물질이라고 부르는 형태로 얼어붙은 것이다.

우주가 팽창하고 있다는 것은 바꾸어 말해서 수십억년 한때는 우주의 모든 것이 극단적으로 높은 에너지와 밀도를 가진 상태에서 함께 응고했다는 것을 뜻한다. 오늘날 물질의 특성을 이루고 있는 원자나 또는 분자와 같은 것은 우주가 바로 탄생하던 초기의 지옥과 같은 상태에서는 존재할 수 없었다. 따라서 짧은 우주라는 것은 틀림없이 에너지의 수프같은 것이 있고 그 뒤 이것이 식어서 오늘날 우리가 말하는 물질의

상태로 응결했던 것이다.

최근 이론물리학자들은 자연의 4가지의 기본적인 힘은 우주의 대폭발의 최초의 순간 우주를 덮은 엄청난 열 속에서 하나의 근본적인 힘으로써 생길 수 있다는 사실을 발견했다. 이 기본적인 힘의 성격을 밝히는 ‘초통일’ 이론은 「아인슈타인」의 중력의 묘사인 일반상대성 이론과 양자물리학의 결합을 필요로 할 것이다.

세계에서 가장 우수한 이론물리학자들중의 많은 사람들이 그런 이론을 모색하는 작업을 하고 있다. 어떤 사람들은 이 해답을 찾으려면 또 다른 「아인슈타인」과 같은 비범한 천재의 봉사가 필요하다고 말하고 있다. 그러나 보다 낙관적인 사람들은 서기 2000년 이전에 이 문제 해결에 성공할 것이라고 내다보고 있다. 바라건대 그 가장 적절한 시기는 「아인슈타인」의 ‘멋진 해’의 1백주년인 되는 서기 2005년이었으면 한다.

(玄源福譯)

바로잡음 3월호 p56 우단 下3행 만들수는 없다를 있다로 바로잡음.

註 解

1) 플랑크(Max Plank, 1858-1947): 독일-미국의 물리학자. Hamburg 태생. Berlin, Heidelberg대학에서 배운 뒤 Berlin대학(1915)과 이어 Göttingen대학(1920)의 교수가되어 1933년 사직. Kobenhavn에 옮긴 뒤 1938년부터 시카고대학교수. 1912년 G. Hertz와 함께 처음으로 전기충돌에 관한 실험을 했으며 1920년에는 다시 Hertz와 함께 수은 증기의 공명 포텐셜 및 이에 자극된 스펙터선의 진동수간에 양자관계가 성립된다는 것을 실측하고(플랑크-헤르츠의 실험) 또 1922년 헬륨의 공명포텐셜에 관한 실험을 했다. 1925년 G. Hertz와 함께 노벨물리학상을 받았다.

2) 아인슈타인의 “God does not play dice with the universe.”라고 주장하고 또 “God may be subtle, but he is not malicious”라고도 말했다. 그는 생애를 다할 때까지 우주는 본

질적으로 무질서한 힘으로 묶여 있다는 양자론적 견해를 배격했다.

3) 맥스웰(James Clark Maxwell, 1831-1879): 영국의 물리학자. Edinburgh 태생으로 Edinburgh 대학과 Cambridge 대학에서 배웠다. 1856~60년 Aberdeen 대학 자연과학교수, 1860-65년 London의 King's college 교수. 1869년 병으로 사직하고 그의 소유령인 Grainshire에서 요양했다. 1874년 Cambridge 대학의 실험물리학 교수가 되었고, 여기서 Cavendish Laboratory 설립에 참여, 뒤에 소장이 되어 별세할 때까지 재직했다. M. Farady의 전자장의 고찰을 토대로 유체역학적 유추를 사용하여 수학적이론을 완성하고 전자량의 기초방정식을 도출, 이 식에서 전자파의 존재를 증명하고 그 전송속도가 빛의 속도와 같다는 것과 횡파인 것을 보여주어 빛의 전자이론의 기초를 세웠다. 이밖에도 기체분자의 속도분포법칙을 이론적으로 도출하고 기체의 점성율에서 기체분자의 평균자유행로를 산출, 기체론발전에 크게 이바지했다.