

확보 정책도 많은 수의 연구생들이 원자력 분야와는 관련없는 과학분야를 전공하거나 귀국하지 않아 두뇌유출을 유발하는 등 초기 원자력 정책은 체계 없이 진행되었다.

원자력기구의 설립은 위와 같은 문제점을 지니고 있으나 그것이 한국 과학기술의 발전에 몇 가지 긍정적인 역할을 한 것도 사실이다. 우선 원자력연구생 해외파견 정책이 원자력 사업에는 커다란 역할을 하지 못했으나 이때 양성된 인력들이 이후 한국의 과학기술 발전에 지대한 역할을 담당했다는 것은 부인하기 힘들다. 그리고 원자력 예산으로 대학에 연구보조금을 지급하고 원자력 학술대회를 개최해 한국의 과학기술 발전을 촉진시킨 것도 하나의 기여라 할 수 있다.

Max Born을 통해 본 Bohr 원자모형 수용의 한 측면

서울대 임 경 순

1931년 Niels Bohr(1885—1962)가 Ernest Rutherford(1871—1937)의 원자모형과 Max Planck(1858—1947), Albert Einstein(1879—1955)의 광양자 가설 그리고 Balmer 계열의 식을 이용하여 제안한 반고전적인 원자모형은 원래 영국 빅토리아 시대의 학문적 전통 내에서 성장한 것이었다. 즉 Bohr가 비록 1913년 논문에서 J.J. Thomson(1856—1940)의 원자모형을 부정하였지만, 그의 원자모형은 기본적으로 화학원소의 주기적 성질을 원자모형에 의해서 설명하고자 했던 Thomson의 계획과 밀접한 연관을 가지고 있었다. 따라서 1913년에 나온 Bohr의 원자모형은 양자가설의 수용이라는 측면에서의 혁명적인 측면과 아울러 고전역학적인 형식적 모형을 사용하였다는 점에서 영국적 전통 내에서 성장한 보수적인 측면을 동시에 지니고 있었다. 이러한 두 측면의 복합적인 성격을 지니고

있었고 형성했던 초기의 Bohr의 원자모형은 많은 문제를 내포하고 있었는데, 후에 이러한 문제로 인하여 Bohr의 고전양자론은 결정적인 위기를 맞게 되었고, 이를 해결하기 위해서 노력하는 과정에서 완전히 새로운 양자역학의 체계가 완성되었던 것이다.

Bohr의 원자모형에 대한 독일 괴팅겐 학자들을 포함한 대륙의 물리학자들의 초기 반응은 무척 회의적이었다. 그것에 대해서 1913년 가을 괴팅겐에서 수학을 공부하고 있던 Niels Bohr의 동생 Harald Bohr(1887—1951)는 다음과 같이 전하고 있다. “사람들은 너의 논문에 대해서 무척 대단한 흥미를 가지고 있으나 나는—Hilbert는 예외로 하더라도—Born, Madelung을 비롯한 젊은 학자들이 그 객관적인 진실성에 대해서 믿으려 하지 않는다는 인상을 받았다. 즉 그들은 그 가정이 너무 ‘편편스럽고’ ‘환상적’이라고 생각하는 것 같다.” 1913년 9월 Arnold Sommerfeld(1868—1951)는 Bohr가 보내준 1913년의 논문의 별쇄본에 대한 감사의 엽서에서 마찬가지로 회의적인 입장을 전했다.

1907년 Cambridge의 Thomson 밑에서 공부한 적이 있는 Max Born(1882—1970)은 1909년 자신의 Privatdozent 취임 강연에서 이미 Thomson의 원자모형에 있어서 안정성 문제를 수학적으로 해결하는 것이 신비에 싸인 원자의 구성을 이해하는 데 긴요하다는 것을 역설한 적이 있었다. Bohr의 1913년 논문이 나온 후인 1914년 12월 14일 Born이 David Hilbert(1862—1943)에게 제출했던 한 세미나 보고서에서 그는 Bohr의 원자모형에 있어서의 안정성의 문제를 고려할 때 여전히 어려움이 있다는 것을 지적하였다.

Bohr는 1913년 자신의 논문에서 원소의 주기율적 성질을 설명하기 위해서, 단일한 전자 고리를 가지고 있는 중성원자의 경우에 고리 내의 전자수가 7개까지는 안정하지만 7개 이상의 경우에는 불안정하다는 것을 지적하였다. 그에 대해서 Würzburg에 있던 Ludwig

Föpl(1887-1976)은 1914년 6월 Bohr의 원자모형에 따른 중성원자 내의 전자고리가 임의의 무한히 작은 섭동에 대해서 전자의 수가 5개일 때까지만 안정하다고 하는 의의를 제기하였다. Born은 Föpl의 논문을 재검토하는 위에 언급한 세미나 보고서에서 고리평면상의 임의의 섭동에 대한 전자고리의 안정성의 문제를 조사한 후 “중성원자의 고리는 [전자의 갯수] $n=1, 2, 3, 4$ 일 때는 분명히 안정하나 $n=5$ 일 때는 더 이상 (평면상의 섭동에 대해서) 안정하지 않는다. 그 때문에 아마 고리평면에 수직인 섭동일 때 나타나는 수인 $n=7$ 일 경우도 그럴 것이고 따라서 원소들의 주기적 체계는 그 의미를 빼앗긴다”라고 주장하면서 Bohr의 원자모형에 대한 회의를 표명하였다.

초기의 이러한 회의적 반응에도 불구하고 Bohr의 이론이 최소한 수소 스펙트럼선 이론에서 가져 온 현저한 승리로 인하여 스펙트럼 이론 이상으로 계속적인 응용이 시도되었다. 1915년 초 Peter Debye(1884-1966)는 Bohr의 수소분자모형을 이용하여 수소의 분산현상을 설명하는 데 성공하였다.

1904년 Paul Drude(1863-1906)가 제안했던 금속의 분산이론은 금속 내에 공간적으로 균일하게 결합되어 있는 전자의 배치를 가정했었다. 이러한 가정을 바탕으로 해서 Drude는 다양한 금속들의 분산에 대해서 고찰한 후 하나의 원자가규칙을 세웠다. 즉 금속 내에 진동 가능한 전자(분산전자)의 수는 수소의 진동 가능한 전자수에 비례한다는 것이다. 이러한 규칙에 의해서 Drude는 여러가지 분자들의 e/m (e : 전자의 전하, m : 전자의 질량)의 관계를 계산해 보았다. 그러나 이 값이 음극선 현상이나 제만효과 때 계산한 e/m 과 일치하지 않는다는 문제가 있었다.

한편, 1912년 Debye는 Curie-Langevin의 자화율법칙과의 유비를 바탕으로, 일정한 고정된 전기모멘트를 가진 전기쌍극자의 존재를 가정함으로써, Clausius-Mosotti 관계에서 벗

어난 유전상수와 온도와의 관계를 설명하는데 성공했었다. Bohr의 모형에서는 전자들이 한 평면상에 배치되어 있어서 전자들이 공간상에 불균등하게 배열되는 셈이 되기 때문에, Debye는 Bohr의 모형에 의해서 음극선 실험이나 제만효과 실험에서 얻은 값과 일치되는 분자의 분산식에서 유도되는 e/m 값을 얻을 수 있는지를 확인해 보기 위하여, Bohr 모형에 입각한 수소분자의 분산치를 계산해 보았다. 그 결과 두 값은 만족할 만큼 일치하였고 따라서 Debye는 Bohr 모형의 유효성을 확인할 수 있었다.

Debye가 Bohr의 원자모형을 이용해서 분산 공식에서 유도되는 수소분자의 e/m 을 성공적으로 유도한 후 Sommerfeld는 이 문제를 수소, 질소, 산소분자에까지 확대하여 수학적으로 다루었다.

Born은 1916년 Debye가 유전체 내에 일정한 고정된 전기모멘트를 가진 전기쌍극자를 가정하여 유전율의 전기 의존성을 설명한 것에 영향을 받아서, 액체성 결정의 설명을 위해서 제안되었던 비등방성액체를 액체 내에 고정 전기쌍극자를 가정하여 설명하려는 시도를 하였다. 이렇게 비등방성분자의 성질에 관심을 가지게 된 Born은 그 다음에는 액체뿐만이 아니라 기체까지 확대하여 비등방성 분자들로 구성되어 있는 물질에서의 빛의 산란현상이라는 구체적인 문제로 접근하였다.

19세기 말 영국의 Rayleigh경(J. W. Strutt, 1842-1919)은 미립자에 의한 빛의 산란현상에 대한 이론적 설명을 시도하였는데, 그는 이 이론에 의해서 하늘이 푸른 이유를 설명하였다. 빛의 파장보다도 더욱 더 작은 반경의 미립자에 의해서 산란된 빛의 세기는 입사된 빛의 세기에 대해서 입사된 빛의 파장의 4제곱에 반비례한다는 Rayleigh의 이론은 당시에 밀도동요에 의한 빛의 산란현상만을 고려한 것이었다.

이에 대해서 Born은 비등방성 분자의 산란에 관한 논문에서 또 다른 종류의 산란현상,

즉 비등방성 분자들 내에 고정된 전기모멘트를 가진 전기쌍극자의 방향성의 동요에 의해서 발생하는 산란의 경우를 다루었다. Rayleigh 식의 밀도동요에 의한 산란과 Born의 방향동요에 의한 산란의 가장 큰 차이는 방향동요에 의한 산란의 경우는 편광되지 않는 부분이 있어서 완전히 편광이 되는 Rayleigh 식의 산란에 비해서 약하게 편광된 빛이 산란된다는 것이다.

그런데 비등방성의 고리모형의 분자들에 의해서 산란된 빛은 완전히 편광되지 않는다고 하는 消極效果(Depolarisationseffekt)를 가지는 데에도 불구하고, 1916년 Marian Smoluchowski(1872-1917)가 하늘이 푸른 것을 실험실에서 재현하기 위해서 행한 실험에서는 이런 효과가 발견되지 않았다. 이에 이론과 관찰의 모순을 제거하고, 또한 Bohr의 분자모형의 신빙성 여부를 확인해 보기 위해서, Born은 Sommerfeld의 도움을 받아서 Sommerfeld 분자모형에 의한 질소, 산소, 수소의 산란효과를 아주 자세하고 엄밀하게 계산하였다. 그 결과 Born은 Smoluchowski의 관찰에서도 측정되지 않을 만큼의 아주 작은 양의 消極效果를 얻었다.

1918년에서 1921년 사이에 이 消極效果는 영국의 Robert John Strutt(1875-1947)와 Richard Martin Gans(1880-1954)에 의해서 실험적으로 확인되었다. 그러나 이때 Born은 실험치와 이론치를 비교한 후, Sommerfeld의 분산공식으로부터 구한 消極效果와 Debye에 의해서 계산된 수소분자의 분산치가 새로이 발견된 관찰사실과 일치하지 않는다는 것을 지적하였다. 그리고 더 이상 이 문제에 관심을 가지지 않았다. 그것은 그 때에는 이미 Born이 고전양자론에 있어서 평면에 국한된 고리모형을 포기하고, 전자가 공간적으로 배치되어야 한다는—자신이 Lande와 함께 다른 문제 때문에 제안하였던—다른 모형을 선택했기 때문이다.

Bohr의 원자모형의 초기 수용과정에 대한

설득력있는 연구결과는 아직 나오지 않고 있다. 또한 Bohr의 논문이 전혀 인용되어 있지 않은 James Franck(1882-1964)와 Gustav Hertz(1887-1975)의 1914년 실험결과가 어떻게 하여 1918년 12월에 와서는 Bohr의 원자모형에 관한 이론을 입증하는 실험으로 과학자들 사이에서 인식되었는가에 대해서도 아직 확실한 연구가 나오지 않고 있다. 따라서 괴팅겐 학자들을 포함한 대륙의 과학자들이 초기 Bohr 모형에 대해서 회의적인 반응을 보였다는 위의 언급은 앞으로의 좀 더 체계적인 연구를 위한 좋은 시사점이라 할 수 있다. 또한 지금까지의 Bohr 모형에 관한 연구는 주로 X-선 분광학을 중심으로 진행되었고 따라서 분산이론에서의 Bohr 모형의 역할은 종래의 논의와는 다른 차원의 설명을 제공하고 있다.

世宗朝의 自擊漏에 관한 재고찰

덕성여대 박 成 桓

고대부터 생활, 종교, 농사 등에서 과학적인 성격 뿐 아니라 종교 철학 예술 등의 성격을 띠우고 중요한 비중을 차지하는 시간의 측정 방법에 관한 연구는 매우 중요한 성격을 띠운 것이며 동서양의 주요 국가에서의 고대 시간측정에 관한 연구는 상당한 정도로 행해졌으나, 우리의 경우는 이제 시작단계라고 보는 견해가 많으며 특히 17세기의 서양 선교사를 통하여 중국을 거쳐 들어 온 서양 과학의 영향을 적지 않게 받기 이전의 朝鮮朝 초기까지의 기록, 즉 역사적인 측면에서의 기록은 상당히 남아 있는 반면 상세한 mechanism적인 기록은 영세한 편이다.

世宗朝의 自擊漏에 관한 기록은 「世宗莊憲大王實錄」 卷第六十五의 一~三에 수록된 “是日始用新漏…播水龍壺四大小有差受水龍