

金濟琬

〈서울대 명예교수·물리학/과학문화진흥회장〉

상대론이로 「宇宙의 탄생」 설명

한가한 어느 공휴일 오후 김변호사는 새로운 과학 '양자역학'을 알고자 「알기 쉬운 양자역학」이란 물리학 서적을 읽어보기로 했다. 골치아픈 소송을 맡은 김변호사는 머리도 식힐 겸 실 사회와는 동떨어진 생각을 많이 하는 과학자들이 그렇게 오묘하다고 하는 '양자역학'이란 자연관이 어떤 것인지 알아보면 혹 자기가 맡은 소송사건에 도움이 될 수도 있다는 생각에서 「알기 쉬운 양자역학」을 읽어보기로 마음먹은 것이었다. 책을 들고 처음에는 흥미롭게 읽다가 '여기'와 '저기'에 동시에 있을 수 있고 여기에 몇 %, 저기에 몇 % 있을 수 있는 확률이 파동함수라는 어려운 방정식의 해답으로 주어진다는 대목에 이르렀을 때 복잡한 수식이 이해도 되지 않으려니와 논리적으로도 말이 되지 않는 것 같아서 골치만 아프고 지루해지면서 어느새 깊은 낮잠에 빠져 들어갔다.

꿈나라에 빠진 어느 변호사

김변호사는 자기 자신이 감옥에 들어있는 것을 발견했다. 아무런 잘못을 저지른 일도 없는 자신이 감방에 갇혀있다는 것이 너무나 화가 나서

제 5의 물질이 입증되는 순간이었다.
 15 초동안 유지했다. 기체나 액체, 고체, 플라스마상태가 아닌
 이들이 3만 5천개의 루비듐원자가 응축돼 하나의 거대원자가 되는 것을
 자기장과 레이저냉각을 이용, 「보스·아인슈타인」 응축을 관측했다.
 1995년 7월 콜로라도대학의 위만 & 코넬 박사팀이

큰 소리로 간수를 불렀다. 억울하게 감방살이를 하는 자기 자신이 이해도 되지 않고 화도 나서 담당검사를 만나면 모든 일이 해결될 뿐 아니라 행정착오를 범한 검찰청도 혼을 내주어야겠다고 마음먹었다. 아무리 외쳐도 아무런 대답이 없어 점점 화가 치밀어 오른 김변호사는 두꺼운 콘크리트 벽에 몸을 부딪쳐보고 튕겨나오면 또 부딪치는 행동을 되풀이했다. 얼마동안이나 그랬는지 또 어떻게 했는지 기억도 나지 않는데 자기 자신이 감방이 아니라 검찰청 검사실에 앉아 있는 것을 발견했다. 어리둥절해진 김변호사였지만 감방에 갇혀있던 기억이 되살아나 화가 머리 끝까지 치밀어올라 이검사에게, 검찰이 무슨 이유로 어떤 근거에서 자신을 체포하고 감방에 가두었느냐고 거세게 항의했다. 평소 잘 알고 있는 이검사는 이상한 표정을 지으면서 “여보, 김변호사, 당신 지금 무슨 말을 하는 거요? 나와 같이 여기서 줄곧 범리논쟁을 하면서 커피를 마시고 있었는데 감방이라니 도대체 무슨 말을 하는 거요! 우리는 11시부터 12시까지 줄곧 이곳에서 같이 있지 않았소?” 그러나 자기가 감방에 있을 때 벽에 몸을 부딪치면서 언뜻 본 시계가 11시 20분을 가리키고 있었음을 기억하는 김변호사는 어이가 없다는 표정으로 “여보, 이검사. 나는 분명히 11시 20분에는 감방에 있었는데 당신과 있었다니 도대체 말도 안되오. 나를 정신병자로 만들 작정이요?” 그러나 이검사는 더 어이가 없다는 표정으로 “김변호사! 우리 비서가 11시 20분경에 차를 가지고 왔으니 비서를 불러 확인해 봅시다.” 벨을 누르니 미스 박

이 들어오면서 웃는 얼굴로 “김변호사님, 오늘은 11시부터 지금까지 거의 한시간을 계시니 우리 검사님과 아무런 중요한 일을 논의하시는 모양이지요?” “검사님, 왜 부르셨는지요?” 라고 말하는 순간 김변호사는 너무 어이가 없고 아찔해지면서 잠을 깨고 보니 「알기 쉬운 양자역학」이란 책으로 얼굴을 가리고 깊은 잠이 들었었다는 것을 깨달았다.

김변호사가 꿈에서 본 상황은 실제로 일어나고 있다. 우리의 법원이나 감방이 아니라 극미(極微)의 세계인 원자핵과 전자 그리고 소립자의 세계에서 항상 일어나고 있다. 방사선이 그 한 예이다. α입자 같은 핵자는 원자핵이란 감방 속에 갇혀있지만 항상 그 속에서 움직이며 원자핵의 벽에 부딪치고 있다. 화가 난 김변호사가 감방의 벽에 몸을 부딪치던 것과 같은 행동을 한다. 실제로 김변호사의 경우, 감방 벽을 10^{60} 번 즉 1,000조의 1,000조의 1,000조번 부딪치면 한번은 벽의 저쪽에 나타날 수 있다. 확률이 $1/10^{60}$ 인 것이다. 두꺼운 벽을 뚫지도, 지나지도 않고 홀연히 유령처럼 나타나는 현상을 터넬링(tunnelling)이라고 하며 미시(微視)의 세계에서는 흔히 일어나고 있는 일이다. 우리 눈에 보이는 거시(巨視)의 세계에서는 이런 일이 일어나는 확률이 김변호사의 경우처럼 10^{60} 번 시도하면 한번 정도 가능한데 10^{60} 번 벽에 부딪쳐보는 것은 도저히 가능한 것이 아니기 때문에 그런 일이 일어나지 않는다. 그러나 미시의 세계인 원자핵의 세상은 이와 사정이 판이하게 다르다. 원자핵의 벽은 감방과 비교하면 훨씬 얇다. 따라서 터

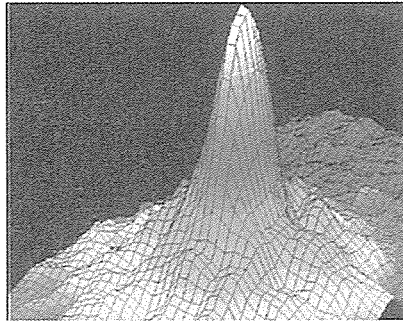
넬링이 일어날 확률이 특수한 원자핵에서는 $1/10^{60}$ 에서 $1/10^{25}$ 정도로 크게 될 수 있다. 이런 원자핵은 반감기가 짧은 방사선 동위원소의 경우가 되겠다. 원자핵의 크기는 그 반경이 10^{-13} cm(1,000조분의 1cm) 정도이다. 그 속에서 알파입자는 빛의 속도에 가까운 10^{10} cm/sec(초속 1조cm)로 움직이고 있는 까닭에 초당 10^{23} 번 원자핵의 벽에 부딪치게 되고 100초만 지나면 핵 속의 알파입자가 원자핵 밖으로 유령처럼 원자핵의 벽을 뚫지도 않고 나타난다. 이럴 때 우리들은 방사선 동위원소에서 알파선이 나왔다고 하며 이는 우리들이 병원에서 암치료에도 쓰고 있는 현실이다. 이렇게 김변호사의 꿈은 미시의 세계에서는 현실인 것이고 또한 상식인 것이다. 미시의 세상에서는 ‘여기’와 ‘저기’에 같은 시각에 존재하는 것도 상식이다. 원자 속의 전자가 그렇고 사실상 모든 양자역학적인 입자웨이클(wacle)은 그렇게 ‘여기’와 ‘저기’에서 동시에 존재하는 것이 상식인 것이다. (10^{60} 은 10을 60번 곱한 즉 10의 60제곱인 큰 수이다.)

현대물리의 응용

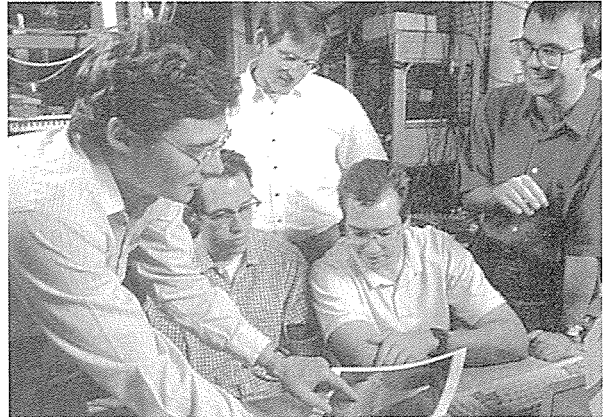
20세기에 들어서면서 생겨난 물리의 핵심인 상대론과 양자론은 상대론이 우리들의 시공(時空)의 개념을 송두리째 바꾸어 놓는가 하면 후자는 새로운 존재의 모습을 파헤쳤다. 우선 상대론은 우리들이 살고 있는 이 우주의 모습을 좀더 구체적으로 우리들에게 알려주었고 그 진화과정도 우리들에게 일깨워주고 있다.

다른 한편으로 양자론은 반도체, 레이저 등 미시(微視)의 세계에서

나타나는 새로운 존재의 속성인 파자(wacle)의 성질을 십분 응용한 결과인 것이다. 물리학의 현주소를 짧은 글에서 균형있게 소개하는 것은 불가능한 일이기애 상대론의 근거를 둔 우



▲ 보스-아인슈타인 응집 (Bose-Einstein Condensate)을 만든 콜로라도대학의 과학자들



주론과 양자론에 근거를 둔 제5의 물질상태를 그 응용의 예로서 제시해 보겠다. 더 좋은 예가 있는 것도 무시하고 필자의 편견을 주장하는 것처럼 보이지만 어차피 공평한 현주소의 소개는 불가능하기에 많은 물리학자들은 나의 편견을 이해해 주리라 생각한다. 우선 우주론을 살펴보자.

3차원의 공간서 宇宙진화

밤 하늘을 수 놓고 있는 저 수 없이 많은 별들이 어떻게 생길 수 있었으며, 그 사이의 어두운 허공들은 어디서 어떻게 생기게 되었는지?, 아무 것도 없는 듯한 저 허공은 어떻게 진화해서 오늘날에 이르렀는지? 이런 것들에 대한 해답을 아인슈타인은 그 유명한 '일반상대론'을 통하여 우리들에게 일깨워 주고 있다. 아인슈타인의 이론에 의하면 공간은 휘어져 있다고 한다. 그렇지만 휘어진 공간을 상상하기는 쉬운 일이 아니기에 물리학자들은 곧잘 평면을 예를 들어 설명하곤 한다. 우주공간에 펼쳐져 있는 별들과 다른 모든 삼라만상이 이 평면들 위에 있다고 상상해 보자. 이 평면을 찢지

않으면서 부드럽게 휘게하면 휘어진 면이 생기며 이 곡면 위에 있는 삼라만상도 같이 휘어진 곡면에 있게 된다. 한걸음 더 나아가서 이번이 휘어진 곡면을 어떤 법칙에 따라서 흔들어서 그 곡면의 모양이 변하고 수축이나 팽창, 혹은 변화과정을 겪는다고 하면 이러한 과정을 통틀어 물리학자들은 2차원 공간의 진화라고 하며 실제로 이러한 진화가 3차원 공간에서 일어날 때 우리들은 우주의 진화라고 부른다. 그렇다. 공간은 진화하고 있다. 이를 우리들은 우주의 진화라고 부르고 있다. 다시 2차원 공간의 예를 들어보면 이 곡면을 벗어나지 못하는 만물은 마치 펼쳐진 종이 위의 모래가 움직이듯 곡면의 변화에 따라 그 위치를 자동적으로 조절하며 그 상대적 위치를 바꾸어 나가게 된다. 이러한 상대적 운동을 지배하는 이론이 아인슈타인박사의 일반상대론이며 이 이론에 의하면 별들이나 태양 같은 무거운 물체 주위의 공간은 휘어지게 되며 모든 물체는 이 휘어진 공간을 따라서 움직이게 된다. 무거운 쇠못치든 무게조차 없는 빛이든 모두가 이 휘어진 공간을 따라서 움직

이게 된다. 이렇듯 빛이 태양 근방에서 휘어져 나가는 것은 영국의 천문학자 에딩턴경이 관측하게 되므로써 일반상대론이 맞는 이론임이 확고해졌다. 이로 인하여 아인슈타인은 가정부조차 알고 있는 유명인사가 되었던 것이다. 공간의 변화는 변화무쌍하다. 블랙홀 근방에서는 너무나 휘어져서 빛조차 빠져나가지 못할 만큼 험한 계곡처럼 휘어져 있고 그 무거운 중성자 별들이 서로를 맴돌고 있는 근방의 공간에서 시작된 변화는 마치 잔잔한 연못에 떨어진 돌이 중심으로 퍼져나가는 물결의 파동처럼 공간의 파동을 일으킨다. 이런 공간 자체의 물결을 물리학자들은 중력과(重力波)라고 부르고 있으며 지나가는 물결에 떠 있는 종이배가 흔들리듯 별이나 태양 그리고 우리 모두가 이 중력파를 타고 흔들린다. 그렇지만 이 공간의 흔들림은 극히 미세하여 그 숨결을 느낄 수조차 없을 정도이다. 1백50억년 전 티끌보다 작은 우주가 탄생하던 그 순간에는 우리들의 우주는 지극히 휘어진 작은 공간을 갖고 있었다. 탄생하던 그 순간에는 빛조차 존재하지 않았던 캄캄한 세상이었지

만 공간은 압축된 스프링처럼 팽창을 약속하면서 그 휘어짐을 풀려고 응크리고 있었다. 이 순간, 우주탄생의 이 순간 또는 시간의 0인 이 순간에 일어난 그 공간의 숨결이 지금은 중력파가 되어 이 세상을 뒤덮고 있으리라 생각된다. 고요한 밤하늘과는 달리 격렬한 탄생을 했던 우주는 중력의 충격파를 발생하였을 것이고 그 공간의 물결은 이 세상에 존재하는 만물이 이를 따라 움직일 뿐 가로막을 수는 없을 것이다. 그렇다. 중력파는 절대시간 0의 순간, 우주가 탄생하는 그 순간의 정보를 지닌 채 이 세상 곳곳에 퍼져있는 것이다. 미국 항공우주국에서 쏘아 올린 코비(C.O.B.E.) 위성은 태초의 빛을 관측하고 그 영상을 우리에게 전달한 바 있다. 그 태초의 빛에 얽혀있는 영상에서 우리들은 태동하는 은하계의 흔적을 보았다. 그렇게 퍼져있는 빛은 생겨나던 우주탄생 후 30만년 뒤의 영상을 말해주고 있으며 그 미세한 명암 속에서 과학자들은 태동하는 은하계를 확인한 것이다. 그렇지만 우주공간의 물결 즉 우주배경 중력파는 태어나는 순간, 절대시간 0인 우주의 영상을 우리들에게 전달하려고 하고 있다. 끝없는 호기심을 가진 물리학자들은 이 중력파를 탐지하려고 오래 전부터 계획하고 노력하고 있다. 10만분의 1의 변동을 탐지하는 코비위성이 우주탄생 후 30만년의 정보를 얻는데는 인공위성을 포함한 온갖 현대 기기가 총동원되었다. 공간의 숨결인 중력파는 이 보다는 비교할 수 없을 정도로 미세하다.

감을 잡기 위하여 예를 들어보기

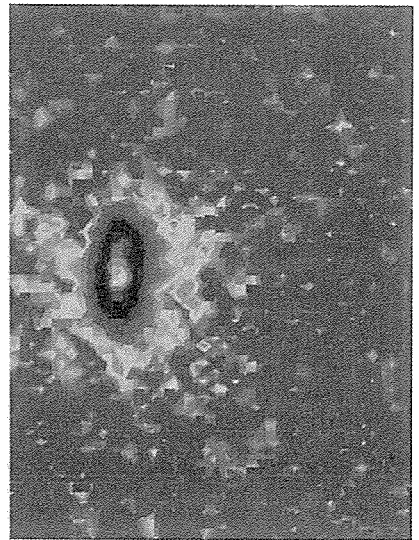
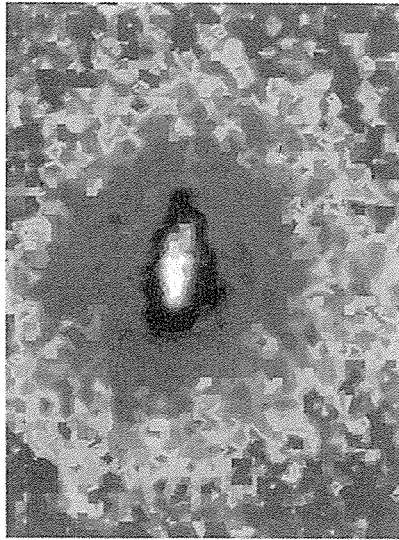
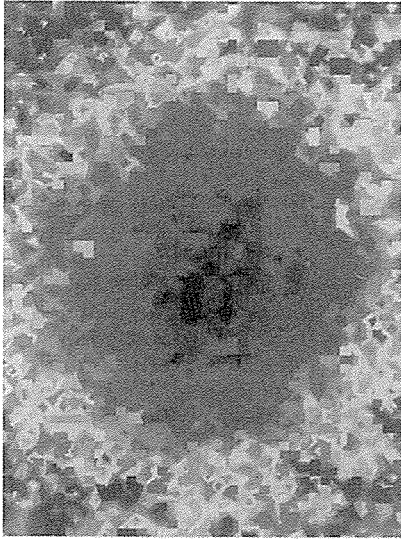
로 하면 1km 길이의 물체가 10^{20} cm 만큼 공간의 물결에 의하여 수축하는 것을 측정하여야 한다. 다시 말하면 1km 길이의 막대가 0점이 하 0이 20개 붙는 10억분의 100분의 1cm의 수축을 관측할 수 있어야 한다. 지칠 줄 모르는 물리학자들은 레이저를 이용한 LIGO(Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory)라는 장치를 이미 미국에 건설중에 있으며 이를 이용하여 태초의 0시에 일어난 공간용동을 포착하지 못하더라도 우주속의 무거운 물체(예를 들면 두개의 블랙홀)들이 서로 충돌하는 과정에서 발생하는 중력파는 볼 수 있으리라 기대하고 있다. 부드러운 여인의 숨결처럼 이 우주에 퍼져있는 공간의 숨결을 느낄 수 있는 날도 그렇게 멀지 않으리라는 기대를 가져본다. 그 숨결 속에서 우리들은 창조주인 하나님의 체취를 느낄 수 있으리라는 기대에 새삼 소스라치게 놀라기도 한다. 이렇게 요즈음 물리학자들은 당돌하게도 신의 얼굴을 보려는 건방진 생각조차 하고 있는 것이다.

제5의 물질상태 발견

1995년 7월14일자 「사이언스」란 학술지에는 ‘희박한 원자가스 속에서 보스-아인슈타인 상태의 관측’이란 논문이 실렸다. 곧이어 시사주간지 「타임」을 비롯하여 일간지인 「뉴욕타임즈」 그리고 우리나라 국내신문에도 ‘새로운 물질상태’가 발견되었다고 대대적으로 보도한 바 있다. 무엇 때문에 이 논문이 매스컴을 탔을까? 이야기는 1920년대로 돌아간

다. 저 유명한 ‘아인슈타인’과 인도 태생 물리학자인 ‘보스(Nath Bose)’는 기체, 액체, 고체처럼 우리들 주위에서 흔히 볼 수 있는 상태도 아니고 태양의 내부처럼 극히 고온일 때 생기는 ‘플라스마’ 상태도 아닌 제5의 상태가 가능하다는 이론을 내놓았다. 이 이론의 배경을 설명하기 위하여 물질을 이루고 있는 기본입자들에 대한 설명이 필요하겠다. 양자론에서 그 새로운 존재의 모습을 보인 이 세상의 기본입자들은 그 성질이 판이하게 다른 두 부류의 파자(wacle)로 되어 있다.

한 부류를 페르미-디락(Fermi-Dirac)입자라고 하며 또 다른 부류를 보스-아인슈타인(Bose-Einstein)입자라고 한다. 이들은 판이하게 다른 성질을 가지고 있다. 양자론에 따르면 페르미-디락입자는 서로가 서로를 밀어내는 성질을 가지고 있는데 반하여 ‘보스-아인슈타인’형 입자는 얼마든지 한자리에 모여서 서로를 용납하는 성질을 가지고 있다. 얼핏 보기엔 그렇게 중요하지도 않고 크게 내세울만한 구별이라 말할 수 없을 정도의 미미한 차이같지만 그렇지 않다. 예를 들어서 이 세상의 물질들이 ‘보스-아인슈타인’형 기본입자로 이루어져 있다면 이 세상은 온통 ‘블랙홀’이 될 것이다. 왜 그런가는 태양의 예를 들면 쉽게 알 수 있다. 현재 태양은 그 무게가 10^{30} kg(약 1,000조의 또 1조배에 해당한다)이므로 그 중심부의 압력은 대단하다. 태양은 다른 대부분의 별들과 같이 우주공간에 있는 수소가 만유인력에 의하여 뭉치면서 탄생된다. 별의 중심부는 그



▲ 왼쪽의 녹색부분이 응축전이고 중간사진의 흰색부분이 보스-아인슈타인 응축이 된 제5의 물질 상태이며 오른쪽은 15초 뒤에 그 상태가 없어지고 있는 장면이다.

외부에 쌓인 무게의 압력을 받아 수축하고 보일-샤를의 법칙에 따라 내부온도가 높아진다.

태양의 경우 중력에 의한 압력 때문에 수축만도가 되어 핵융합반응이 일어나게 되는 것이다. 수소폭탄이 터지는 것에 해당하는 이 핵융합반응은 태양이 붉게 탈 수 있는 에너지를 공급하고 무거운 중력에 의한 수축하려는 힘과 맞비기면서 현재 태양의 크기를 유지하고 있는 것이다. 그러나 언젠가는 중심부의 핵연료는 소진될 것이고(태양의 경우 약 50억년 뒤면 핵연료가 모두 소진한다) 짓누르는 중력의 압력을 감당하지 못하고 태양은 수축할 수 밖에 없다. 만약에 물질을 이루고 있는 원자핵의 구성요소인 중성자와 양성자(모든 원자핵은 전기를 띠고 있지 않은 중성자라는 소립자와 양성자 수소의 핵라는 전기를 지닌 기본입자로 되어있다)가 '보스-아인슈타인' 입자라면 무거운 압력을 이기지

못하여 한자리에 모이게 되고 그 질량밀도가 아주 커지면서 '블랙홀'이 되어 버리고 만다(블랙홀은 그 중력이 너무 강해서 모든 것을 집어 삼키는 까닭에 빛조차 빠져나올 수 없다. 따라서 블랙홀(Black Hole)이란 이름이 붙은 천체이다). 그런데 실제로는 중성자와 양성자는 '페르미-디랙' 입자이므로 가까워지면 서로 밀어내는 그 힘 때문에 압축하는 데는 한계가 있어서 70만km의 반경을 가진 태양은 10km의 뭉치로 압축되면 이 '페르미-디랙'의 힘 때문에 더 압축되지 않고 양성자와 중성자 그리고 전자가 섞여있는 거대한 원자핵이 된다. (사실은 태양보다 10배 정도 큰 별일 경우에 해당된다) 보통 우리가 알고 있는 지구상의 원자핵은 그 반경이 10^{13} cm인데 하늘에 떠 있는 이 거대한 원자핵(이를 중성자별이라고 부른다. 그 구성요소중 양성자와 전자는 거의 무시할 수 있을 정도로 적게 섞여

있고 대부분이 중성자이므로 붙여진 이름이다)인 중성자별은 반경이 10km나 되고 빠른 속도로 회전하면서 우리들에게 규칙적인 전파를 보내는 '펄사'(pulsar)로 변하는 경우가 많다. 벨과 휴잇슈(Bell & Hewish)에 의하여 처음으로 발견된 펄사는 그 뒤에 수백개 이상이 발견되었고 이제는 잘 알려진 천체의 한 종류이기도 하다. '보스-아인슈타인' 입자였더라면 얼마든지 수축되어 한자리에 얼마든지 많은 입자가 모이는 것이 가능하다. 이것이 '보스-아인슈타인'의 이론이었다. '페르미-디랙' 입자는 서로 밀어내는 배타원리(exclusion principle)때문에 한자리에 모여서 응축(condensate)되는 것이 불가능하다는 이야기이고 이것이 '보스-아인슈타인' 입자와 '페르미-디랙' 입자가 근본적으로 달리 분류되는 이유이다. 마치 중성자별이 거대한 원자핵인 것처럼 많은 숫자의 '보스-아인슈타

인' 입자가 응축된 '보스-아인슈타인' 응축(Bose-Einstein Condensate) 현상은 이 때까지 관측된 적이 없다. 다시 말해서 양자론에 의한 '보스-아인슈타인' 응축을 예상한 논문이 보스와 아인슈타인에 의하여 1924년에 발표되었는데도 불구하고 아직 실험에 의하여 검증된 바가 없었다. 그런데 1995년 7월에 콜로라도대학(University of Colorado)의 위만과 코넬(Wieman & Cornell) 박사팀이 '보스-아인슈타인' 응축을 만들어 내는데 성공한 것이다. 이들은 자기장과 레이저 냉각을 쓴 교묘한 수법으로 루비듐(Rubidium) 원자들을 절대온도 0° (-273°C 를 절대온도 0° 라고 함)에 가깝게 냉동하므로써 원자들의 진동을 제거하여 이들이 함께 응축되는 '보스-아인슈타인' 응축을 관측하게 된 것이다. 이들은 3만5천개의 루비듐 원자가 응축되어 하나의 거대원자가 되는 것을 15초동안 유지할 수 있었다. 미국의 신문과 방송들은 그들의 실험장치를 '성스러운 잔'(Holy Grail: 예수께서 최후의 만찬에서 쓰신 잔)이라고 대대적인 보도를 한 바 있다.

이제 막 태어난 기체, 액체, 고체 그리고 '플라스마'도 아닌 이 제5의 물질은 어떻게 이용될 것인가? 초대형 기억장치에 쓰여질 것이 벌써 짐쳐지고 있지만 아무도 그 응용범위는 모른다. 1백50년 전에 전기를 발명한 '페러데이'의 말이 생각난다. 당시 영국수상이 페러데이에게 "당신의 발명은 좋아보이지만 도대체 '전기'라는 것을 무엇에 쓸거요?"라 물었을 때 그는 이렇게 대답

했다고 한다. "수상각하! 갓 태어난 아기가 자라나서 어떤 인물이 될지는 저도 모릅니다. 그러나 그 장래는 무한한 것이 아닐까요?" 그렇다. 전기가 그랬듯이 새로운 물질상태 역시 무한한 가능성을 지니고 있는 것이다.

관심고는 21세기의 과학세계

양자론과 상대론을 접목한 상대론적 양자이론은 반 정도의 성공을 이미 거두었다. 특수상대론과 양자역학을 접목한 전기양자역학은 인류과학사상 가장 정확한 과학으로 자리매김되어 있고 일반상대론과 양자론을 통합하려는 노력도 많이 이루어지고 있다.

그 하나의 출발점으로서 초대칭이론이란 것이 있다. 공간의 성질을 더 확대한 초대칭이론(Super-symmetry)에 의하면 페르미-디랙입자와 보스-아인슈타인입자는 1대1 대응이 꼭 있어야 한다는 예언을 하고 있다. 예를 들면 스핀이 $1/2$ 로서 페르미-디랙입자인 전자가 있기에 이에 대응하는 스핀이 0인 보스-아인슈타인형 전자도 있어야 한다는 결론이다. 이런 초대칭성이론을 받아들여서 모든 기본입자는 초대칭성을 가진 작은 끈으로 되어 있다는 초끈이론이 일반상대론과 양자론을 통합하고 이 세상에 있는 네가지 힘(중력, 전자기력, 약한 핵력, 강한 핵력)도 초끈들의 상호작용으로써 이해하려고 하고 있다. 물리학자들은 이 이론이 성공하면 왜 이 세상에는 질량이 0.5Mev인 전자가 있고 또한 양성자의 질량이 935Mev인지 그리고 그 많은 기본 입자들이 왜

있게 되는지를 설명할 수 있으리라 믿고 있다. 어떤 물리학자들은 이를 궁극적인 이론이라고 믿고 있다. 우리나라에서도 초대칭성을 확인해 보려는 하늘(HANUL); High-energy Astrophysical Neutrino Laboratory) 실험이 추진되고 있다. 이 세계적인 연구장치인 '중성미자 망원경'이 최초의 초대칭입자를 발견하여 노벨상을 탈 행운을 빌어 마지 않는다. 양자론의 실질적 응용도 눈부시게 일어나고 있다. 제5의 물질상태를 가능케한 기본적인 토대가 된 '레이저냉각법'을 개발한 스티븐 추(Steven Chu), 코헨 타누지(Cohen-Tanuji) 및 필립스(Phillips) 박사들은 1997년도 노벨상을 수상했고 이들이 개발한 초저온장치인 물질파로서 지질조사의 획기적인 발전도 기대되고 있다. 양자론을 이용한 초미세물리학(Nano-Physics)은 양자상자 속에 전자를 가두어 두려고 한다. 지극히 작은 상자 속에 가두어진 전자는 원자의 세계와 같으며 원자처럼 띠엄띠엄한 특정 에너지만 주고 받을 수 있도록 조정이 가능할 것이다. 이렇게 물리학자들은 인공원자를 만드는 꿈에 부풀어 있기도 하다.

우주의 깊은 곳을 바라보는 허블망원경이 매 90분마다 지구를 돌고있고 지상에서는 '제3의 빛'을 이용한 중성미자 망원경이 천체의 내부를 관측하고 있다. 뿐만 아니라 인공원자를 조작하며 제5의 물질을 이용한 원자 레이저(Atomic Laser)가 상식화되는 21세기에는 어떤 과학이 판을 칠 지 꼭 궁금하기도 하다. ㉟