

⑦ LHC 성공가능성에 대한 다른 입장

# '신의 입자' 힉스 보손의 신화

글 | 김용진\_ 미국 푸에르토리코 대학 물리학과 교수 yongjih.kim@gmail.com

지금 많은 물리학자들과 뉴스미디어들의 관심은 스위스 제네바에 있는 둘레 23km에 달하는 거대강입자가속기(LHC)에 쏠려 있다. 지난 9월 10일 가동에 들어가서 2~3개월 내로 첫 충돌 실험을 시작하기 때문이다. 이를 위해 34개국의 2천 명 이상의 물리학자들이 참여하고 3조 원 이상의 경비가 소모되고 있다. 이 가속기실험의 주된 목적은 입자물리학의 표준모형이 예측하는 '신의 입자'라 불리는 힉스 보손을 찾는 것이다. 그렇지만 이 장비로 힉스 보손을 발견할 확률은 0에 가깝다고 할 수 있다. 그 이유는 무엇일까?

## 틀린 이론 바탕으로 실험장비 만들어

힉스 보손은 영국의 물리학자 힉스가 1964년 제창한 힉스 메커니즘에 의하여 매우 큰 질량을 가지는 현재로서는 가상적인 입자이다. 이 메커니즘은 또한 앤더슨-힉스 메커니즘이라고 불린다. 이는 앤더슨이 지적한 초전도의 BCS 이론이 전자기의 게이지 대칭성을 깬다는 가정을 바탕으로 하기 때문이다. 힉스 메커니즘은 전기약력의 게이지 대칭성이 저절로 깨짐으로 해서 힉스 보손이 질량을 갖는다는 것이다.

BCS 이론은 초전도현상의 기본적인 미시적 이론으로 1957년 바딘, 쿠퍼, 슈리퍼가 만들었고 1972년 노벨상이 수여되었다. 그런데 이 이론에 따르면 자기장에 대한 초전도체의 반응이 임의적인 게이지 의존성을 갖게 되어 심각한 이론적 문제점으로 지적되었다. 이에 앤더슨은 전자 간 전기력을 고려하면 이 문제점을 근사적으로 해결할 수 있다고 합리화하였다. 그리고 이를 바탕으로 BCS 이론

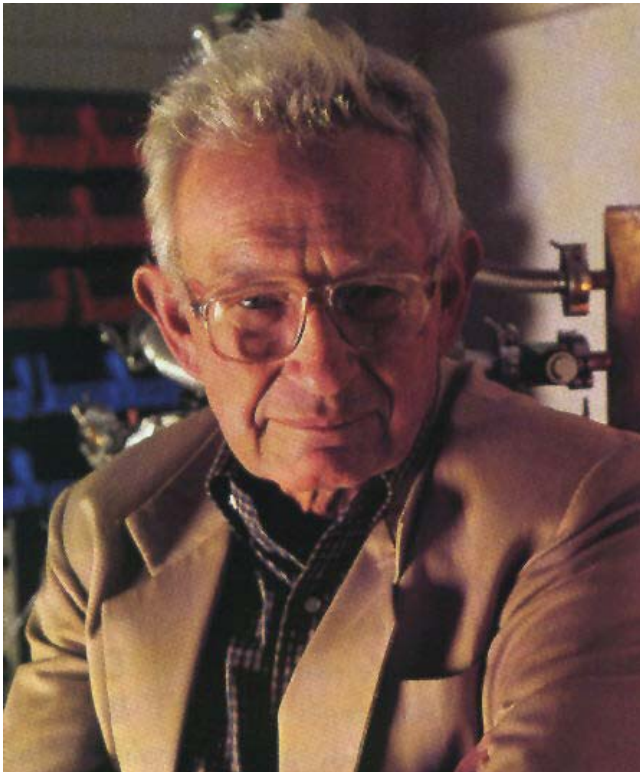
의 게이지 대칭이 깨어짐이 상대론적 이론에서 입자가 질량을 가지는데 연관될 수 있음을 주장하였다.

그러나 BCS 이론의 게이지 의존성 문제는 근사적인 합리화로 해결될 성질의 문제가 아닌 매우 근본적인 문제로 정확한 해결을 요구한다. 최근 이에 대한 한 해결책을 필자가 제공하였는데, 문제는 기존의 수학적 섭동방법의 부적격성에 있고 이를 극복하기 위해 비섭동적 섭동이론을 사용하면 된다는 것이다. 바꿔 말하면 올바른 섭동이론을 사용하면 BCS 이론이 게이지 불변이어서 게이지 대칭성이 깨지지 않는다는 것이다.

LHC 구축의 기본 이론인 앤더슨-힉스 메커니즘이 앤더슨의 오류를 근거로 했기 때문에 힉스 보손도 나올 가능성이 거의 없다. 이제 왜 힉스 보손이 신화이고 전설이 아님을 이해할 것이다. 오류를 바탕으로 진리가 발견될 확률은 0에 가깝다.

## 과연 힉스 보손이 발견될 것인가

신의 입자라는 별칭은 노벨상 수상자인 레더만과 과학저술가 테레시가 일반인을 대상으로 저술한 1993년의 인기 있는 과학서 '신의 입자 : 만약 우주가 답이라면, 무엇이 질문인가?' 에 처음 등장했다. 표준 모델은 자연에 존재하는 4개의 힘 중 전자기력과 약력의 통합이론인 전기약력이론과 강력의 이론인 양자색소역학의 통합이론을 말한다. 이 이론은 많은 실험결과들을 성공적으로 예측·설명하였다. 그러나 최근 발견된, 서울대 김수봉 교수가 큰 역할을 한, 뉴트리노 진동과 불합치하며 중력을 포함할 수 없는 한계를 내



1977년 노벨물리학상을 수상한 앤더슨교수

포하고 있다. 게다가 입자들의 질량을 정해주는 힉스 보손이 오랫동안 실험에도 불구하고 발견되지 않고 있다. LHC는 7TeV( $10^{12}$ eV)의 엄청난 에너지를 갖는 양성자들의 충돌을 일으켜 아직까지 발견하지 못한 힉스 보손의 존재를 규명하려는 것이다.

2002년 9월 힉스는 기자들과 저녁식사 중 스티븐 호킹이 그의 유명세 때문에 다른 사람들이 그를 과신하고 그와 다른 분야의 물리학자 간 의사전달이 힘들다고 비판하였다. 루게릭병으로 온몸이 거의 마비상태인 호킹은 이에 대해 힉스 보손이 유럽입자물리연구소(CERN)의 거대 전자 양전자 충돌기 실험에서 발견되지 않을 것이라며 내기를 걸기도 했다. 어쨌거나 힉스 보손의 존재 유무는 학문적으로도 매우 중요하며 많은 사람들의 관심사다.

### 앤더슨의 또 다른 실수들

앤더슨은 이것 말고도 다른 실수도 하였다. 그는 프린스턴 대학의 명예교수로 1977년 자기적 및 비자기적 불순물들이 금속에 미치는 영향을 연구하여 노벨물리학상을 수상하였으며 40여 년간 세계 응집물리학계를 이끌어 온 매우 뛰어난 물리학자이다. 2006

년의 한 통계적 연구에 의하면 그가 세계에서 가장 창조적인 물리학자로 선정되었다. 2위와 3위는 스티븐 와인버그와 에드워드 위튼이 차지하였다. 이 연구는 논문들을 쓸 때 인용한 논문들의 숫자와 자기 논문들의 피인용 횟수로 창조성 지수를 결정하여 순위를 결정한 것이었다.

그러나 사람들이 그를 맹신하여 그가 초전도에서 여러 번 실수를 범했음을 필자와 동료들이 증명해 보였다. 예를 들면 비자기적 불순물이 초전도의 전이온도에 전혀 영향을 끼치지 않는다는 앤더슨의 정리는 불순물의 농도가 적을 때만 적용되고 불순물의 양이 많아서 금속이 절연체로 전이라는 앤더슨 국소화가 생기면 적용이 불가능했다. 바꿔 말하면 앤더슨 정리는 앤더슨 국소화 때문에 잘못되었다는 것이다. 그리고 이에 따른 하나의 새로운 현상을 예측 설명하고, 이를 ‘Testardi correlation’이라 명명하였는데, 이 용어는 한 종설논문의 한 장 제목으로 나오고, 전문서적에도 나온다. 그리고 최근에는(2008년 5월) 조셉슨 효과에서 1964년 앤더슨이 계산한 절대온도 0도에서 초전류의 크기가 올바른 값이 아님을 확인하고 올바른 결과를 얻었으며, 조셉슨 소자에 문턱 저항이 존재함을 예견하고 실험적으로도 존재함을 밝혔다.

### 잘못된 이론을 바로 잡는 것의 의미

잘못된 이론을 바로 잡는다는 것의 의미는 앤더슨이 서울대 오세정 교수와의 인터뷰에서 잘 설명한다. 수년 전 오세정 교수는 노벨물리학상 수상자인 앤더슨 교수를 인터뷰할 기회가 있었는데, 당시 “과학적 진실이 신뢰받는 이유는 무엇인가”라는 질문을 했다. 앤더슨 교수는 이에 대한 대답으로 “과학자들이 일반 시민보다 특별히 정직한 사람이라서 과학이 객관적 진실을 밝혀낼 수 있는 것은 아니다. 과학계에서는 남이 틀린 것을 지적하는 것만으로도 인정받기 때문에, 거짓이 살아남을 수 없기 때문이다”라고 말하였다.

앤더슨 교수가 그의 말처럼 자신의 실수들을 인정할 수 있기를 기대해 본다. 자신의 이론의 영향으로 천문학적인 예산이 들어간 LHC가 만들어졌고, 자칫 힉스를 찾으려는 노력이 헛수고로 끝날 지도 모르는 것에 대한 학문적인 책임이 있다는 것을 알아야 하기 때문이다. ㉞



글쓴이는 서울대학교 물리학과에서 박사학위를 받은 후 미국으로 건너가 지금까지 20년 가까이 초전도 현상을 연구하고 있다.