

이론 물리학자 이휘소

강 주 삼 | 고려대 물리학과 교수

이휘소 선생은 1935년 서울 출생으로 경기 고등학교 재학중 검정고시에 합격, 서울공대 화공학과에 입학하였다. 그러나 6.25 전쟁이 끝난 직후 도미하여 미국에서 학부를 졸업, 피츠버그 대학에서 석사, 펜실바니아 대학에서 박사학위를 취득하였다. 그 후 프린스턴의 고등 연구원, 펜실바니아 대학, 뉴욕 주립대 교수를 거쳐 페르미 국립가속기 연구소의 이론물리학 부장에 취임하였다. 곧 시카고 대학의 교수도 겸임하였다. 소립자 물리학자로서 우수한 논문을 많이 발표했고 연구활동이 절정기에 이르러서 세계의 주목을 크게 받고 있던 1977년 6월 16일, 향년 42세로 뜻밖의 교통사고를 당하여 타계하였다.

그 후 25년 가까운 지금까지도 그는 한국이 배출할 가장 유명한 이론 물리학자로 평가된다. 미국 이름이 Benjamin W. Lee로 알려진 그는 소립자 물리학의 새로 전개되는 이론 선두에서 고에너지 물리학을 끊임없이 개척해 나아간 세계 정상급의 이론가였다.

이휘소 선생의 가장 큰 학문적 업적은 '게이지 양자장론에서 재규격화 문제의 해결과 참 입자의 탐색에 관한 연구'이다. 핵의 베타붕괴 같은 소립자의 약상호작용에 관한 이론은 1950년대에 공간반전 대칭의 깨짐이 알려져 큰 변혁을 가져왔다. 그 후 전자기작용과 약상호작용을 통일장 원리에서 추구하는 이론들이 생겨났지만 약작

용의 재규격화가 큰 걸림돌이 되었다. 이 문제는 1970년대 초기에 이론적으로 해결되었는데 지금은 표준이론이 되어서 전기와 자기 현상을 통합설명하는 맥스웰 이론에 버금가는 이론으로 자리를 굳히고 있다. 선생은 이 방면에서 세계적으로 다섯 손가락 안에 드는 물리학자로 볼 수 있다.

1970년대 초에는 K-중간자의 희귀붕괴 과정연구에서 새로운 참 쿼크가 예견되었는데, 이휘소 선생은 참 쿼크의 탐색방도를 여러방면으로 제시하는 연구 결과를 발표하였다. J/ψ 소립자의 발견으로 그는 단순히 유명한 이론 물리학자에서 더욱 유명한 현상론 물리학자가 되었다. 이 논문에서 제시한 입자탐색 방법은 지금까지도 고에너지 물리 현상 연구에 관한 정통적인 연구방향을 제시해 주고 있다. 재규격화 이론에 관한 그의 업적도 세계 정상급이었지만 참 입자 탐색에 관한 논문으로 그는 흔히 노벨상 수상자 후보였다는 평을 받고 있다.

이휘소 선생은 학문적 업적 이외에도 한국의 과학기술 발전에 많은 관심을 가지고 실제로 큰 기여를 하였다. 1974년 미국 AID 차관자금에 의한 서울대학의 이공계 교육 증진 계획을 적극 지원하였고, 이같은 외국 차관에 의한 국내 대학교육 기자재 구입, 확충은 1980년대 한국의 대학원 수준 향상에 큰 영향을 주었다.

선생을 소재로 한 허구적인 소설 『무궁화 꽃이 피었습니다』로 많은 한국인들에게 알려졌는데, 소설에서 묘사된 것과는 정반대로 한국의 핵무장을 반대하는 것이 지론이었다. 선생에 관한 우리 사회의 인식은 아무리 미화하려는 의도라 해도 당신의 철학과는 거리가 있어 오히려 고인에 대한 명예훼손이었다. 선생의 학문적인 업적에 관해 이해를 돕고자 물리학 발달의 큰 맥락에서 몇 가지 기술하고자 한다.

우선 재규격화 이론에서의 업적을 들 수 있다. 양자역학의 틀이 완성된 후 전자기장을 양자화하려는 이론에 문제가 많았다. 일반적으로 섭동이론을 쓰는데, 사용하는 매개변수인 미세구조 상수(=1/137)가 작아서 언뜻 보기에는 체계적인 급수전개에서 고차항을 포함할수록 예측정밀도가 높아질 것 같았다. 그러나 실제로는 그에 수반한 계수가 무한대가 되어 의미 없는 이론이 되었다. 해결책으로 전자기장을 다시 규격화함으로써 양자 전자기 이론이 비로소 예측가능한 이론이 되었다. 이는 우리가 알고 있는 진공에서 가상적인 입자들이 창생되어 원래의 입자 주위에 구름을 만들어 전하나 질량이 다시 새로운 규격에 맞게 되는 것이다. 재규격화된 양자 전자기 이론은 놀랍게도 그 성능이 엄청나게 좋아서 음전자의 자기 모멘트처럼 10~12의 정밀도 이내에서 실험값과 이론 예측이 일치하는 사례도 알려져 있다. 이는 서울-부산간의 거리를 종이 한장 두께의 100분의 1 정도까지 예측하는 것에 견줄 정도이다.

한편 약상호작용의 현상론적 이론은 양자전자기 이론과는 달리 재규격화가 어려웠고 대칭성이나 상대론적 변환에 따른 특성도 분명하지 않았었다. 1950년대에 발견된 공간반전 대칭의 파괴현상으로 약상호작용의 구조가 알려지면서 게이지 이론의 입장에서 본 비가환성의 게이지 이론으로 발전되었다. 이 관점에서는 전자기 이론이 가환 게이지 양자장론이다. 게이지 대칭과 연관된 입자는 무질량이어야 하는데 전자기에서는 광자가 바로 무질량이어서 괜찮다. 그러나 약작용을 매개하는 게이지 입

자는 지극히 큰 질량을 보유하고 있어야 하며 재규격화 문제와 맞물려 게이지 대칭도 깨져야 하므로 심각한 문제로 등장했다. 더욱이 고에너지로 갈수록 양자역학적 확률이 보존되지 않는 심각한 문제까지 겹쳤다. 게이지 대칭이 자발적으로 깨지는 현재 표준모델의 모체가 되는 전자기-약작용의 매력적인 통일이론이 있지만 예측 가능한 경지에는 이르지 못했다.

1960년대 후반 벨트만은 네덜란드에서 수치를 계산하는 대신 수학기호를 조작하여 대수적 연산을 하는 컴퓨터 프로그램을 개발했다. 그는 비가환성 게이지 이론을 섭동전개할 때 상당수의 파인만 도식에서 무한대들이 서로 상쇄되어 유한해임을 알게 되었다. 당시 그의 학생이었던 트후프트는 비상한 수학지식을 활용하여 학위논문에서 이를 입증했다. 곧 이어 이휘소 선생도 논문을 발표하여 비가환 게이지 이론의 재규격화 틀을 굳건히 만들었다. 선생의 수학적 분석 방법은 그 후 25년이 지난 지금까지 이론 물리학자들의 정통적인 연구도구로 활용되고 있다. 재규격화에 관한 업적으로 벨트만과 트후프트는 1999년 노벨상을 수상하였다. 이휘소 선생이 생존하셨더라면 노벨상 공동 수상이 확실하였다는 것이 필자의 견해이다.

이 같이 선생은 물리학 발전과정에서 큰 획을 긋는 커다란 업적을 남기셨다. 그 밖에도 K-중간자의 희귀붕괴, 천체 물리학 등에 많은 관심을 가지고 훌륭한 업적을 많이 남기셨으며, 이 모든 것이 향년 42세까지의 업적임을 감안할 때 선생같은 세계적 석학이 일찍 타계하시지 않았더라면 한국의 물리학계 발전에 얼마나 큰 원동력이 되었을까 하는 아쉬움이 크다.

다음으로는 참(cham) 입자의 탐색 연구이다. 1973년 이휘소 선생께서는 페르비 국립가속기 연구소로 자리를 옮기시어 이론물리학부의 초대 전임부장에 취임하셨다. 선생 정도의 학문업적과 사회명성을 가진 학자라면 대개 좀더 자유스런 분위기의 대학 연구환경을 선호하는 것이 보통이겠으나 그는 연구소에서 새로운 도전을 느끼



신 것이었다. 당시 이 연구소에는 세계 최고의 에너지로 입자를 가속시킬 수 있는 장치가 건설되었다. 당연히 학계의 비상한 관심을 끌면서 미지의 세계에 대한 인간의 도전이 시작되었다. 대학과는 연구환경이 약간 다른 정부출연 연구소에서 선생은 눈에 보이지 않는 압력과 시선을 느꼈다. 대학의 이론가들은 관련학계의 추세 변화에 따라서 비교적 쉽게 연구주제를 바꿀 수 있다. 연구소에서든 원칙적으로는 마찬가지이지만 엄청난 국고지원을 받는 거대 연구시설이 있기에 이 시설을 최대한 활용할 수 있도록 이론적 근거를 제시하는 연구가 더욱 환영받는 분위기였다.

앞서 기술한 재규격화 이론이 정립된 후 커다란 학문적 진전이 있었는데 그 중의 하나는 '점근적 자유론'이었다. 입자의 에너지가 높아져서 이들이 서로 가까이 갈수록 입자간의 작용력이 약해지고 마치 자유로운 입자처럼 행동한다는 것이다. 점근자유 이론에 의하면 양전자-음전자가 소멸하여 모든 에너지가 강입자로 변환하는 빈도를 묶은입자 쌍생성 빈도와 비교할 때 충돌 에너지가 높

을수록 자연에 존재하는 쿼크의 종류로 결정되는 특정한 값에 접근해야 함이 알려졌다. 그런데 당시 이 값이 상승하는 것이 밝혀지면서 여러가지 이론적 예측이 나돌았다.

1974년 여름, 선생은 이 문제를 몇 년 전 제안된 참 쿼크의 존재와 연계하여 참 입자의 탐색이라는 획기적인 논문을 완성하였다. K-중간자의 회귀붕괴 과정을 분석하면 기묘도가 바뀌는 중성흐름은 없어야 하는데 이에 앞서 수년 전에 기존 쿼크 이외에 질량이 훨씬 큰 c 쿼크가 추가로 존재하면 가능하다는 이론이 발표된 바 있었다. 그런데 곧 이어 혁명이라 불리울 정도로 역사적인 J/ψ 입자가 미국의 두 연구소에서 동시에 발견되었다. 새 입자는 곧 c 쿼크의 결합상태임이 분명해졌고 선생의 논문은 실험 물리학자들간에 필독의 지침서가 되었다. 이 현상론적 논문은 실험물리 학자들에게 좋은 지침서가 되었다.

교육자로서도 선생은 뛰어나셨다. 1967년 필자가 유학했을 때 처음으로 선생을 뵈고 격려를 받던 일을 잊을 수 없다. 당시 스토니브룩은 한창 일어나는 대학이었고 특히 소립자 이론물리 분야에서는 양진녕 교수를 중심으로 쟁쟁한 소장학자들이 모여들어 명성을 떨치고 있었다. 선생은 교육자로서도 모범이 되어 물리학에서 강의가 명료하기로 학생들에게 잘 알려졌고 교수평가에서 우수한 교육자로 선출되시곤 했다. 페르미 연구소의 이론물리 부장으로 자리를 옮기신 후 시카고 대학에서 강의를 하시면서도 연구소에서는 항상 주위에 젊은 물리학도들이 운집할 정도로 인재양성에 주력하셨다.

선생께서는 어울리기 힘든 특이한 성격의 소유자인양 한국인 사회에 알려져 있기도 하지만 사실은 정반대임을 평소애 가까이 지내던 동료, 후배들이 모두 잘 알고 있다. 오히려 사려 깊으시고 온후하시며 단지 당신의 연구에 바쁘시어 선생을 이해하지 못하는 사람들 사이에서 생긴 오해가 아닌가 싶다. 선생께서는 항상 상대방에게 공정하셨고 우리에게도 이 점을 늘 강조하셨다.

선생에 대하여 잘 알려지지 않은 점은 가족적인 성품이다. 부인과 슬하에 두 남매를 두신 선생께서는 항상

평화롭고 단란한 가정을 이루셨고 연구차 여행을 떠날 때에는 늘 가족을 동반하셨다. 불의의 운화를 당하신 이 유도 웬만하면 당신 혼자 비행기 여행을 하셨을 텐데 출장중 가족과 휴가를 겹치기 위하여 손수 운전을 하셨기 때문이었다. 부인이 중국계 싱가포르 출신이기에 가정에서 영어를 사용하였지만 자녀지도에 특별한 관심을 가지고 기회가 생길 때마다 그들에게 한국을 생각하는 마음을 심어 주는데 각고의 노력을 하셨다. 대학교에서 외국학생 전시회가 열리면 꼭 자녀들에게 한국전시회를 보여주시곤 했다.

일반인에게 이휘소 선생은 그의 학문적 업적이나 철학과는 무관하게 왜곡되어 알려져 있다. 주한미군 철수정책에 불안을 느낀 박정희 정부가 핵무기 개발을 추진한 것은 공공연한 비밀인데 마치 선생께서 이 사업에 깊숙이 관여한 중심인물이어서 미국 정보기관이 교통사고를 가장하여 암살했을 가능성을 사고 당시 언론이 제기한 적이 있었다. 1989년에는 『핵 물리학자 이휘소』라는 책이 출판되어 이를 기정사실화하였다. 필자는 미망인 마리안 여사에게 사실 무근임을 확인한 후, 책의 저자를 만나 조용히 책의 수거를 다짐받았는데, 1993년, 『무궁화꽃이 피었습니다』가 베스트 셀러로 등장하면서 사회의 시선이 집중되었다. 비록 픽션이라는 단서를 달았어도 뼈대는 사실이고 주인공은 가명을 썼어도 이휘소라는 등 그럴듯하게 꾸며대었다.

선생께서 한때 프린스톤의 고등연구소에 재직했었는데 맨하탄 프로젝트 책임자였던 오펜하이머가 소장이었고, 최초로 핵 반응로를 건설한 페르미를 기념한 페르미 연구소에 재직했다. 필자는 추모사에서 자녀들이 박정희 대통령께 편지하여 한국우표를 받아 학교 전시에 사용했다고 기술한 것과 그의 사후 선생에게 국민훈장 동백장이 추서되었다는 사실을 마치 대통령의 친서가 오가는 등 청와대와 특별한 관계에 있었던 것처럼 각색하였다. 널리 알려진 바처럼 핵무기 개발은 소립자물리 이론과는 전혀 무관한 것이다. 핵무기 개발 초기단계에서는 핵반

응 산란단면적 등 과학적 데이터가 중요하였기에 핵 물리학자들이 참여했으나 이는 이미 공개된 과학정보이고 핵무기 개발의 핵심은 핵연료 농축 등 제작공정과 관련된 기술이기에 선생과는 더욱 무관한 것이다.

실제로 선생은 한국의 핵무기 개발에 반대하고 박정희 정부에 대하여도 비판적이었다. 1970년 전후로 인도와 중국이 핵무기를 개발하여 과학자간에 화제가 되었는데, 필자는 당시 선생께서 핵무기 확산에 대해 큰 우려와 함께 개발도상국, 특히 독재 체제하에서 개도국의 핵무기 개발을 매우 비판적으로 언급한 것이 기억난다.

선생의 유품 중 연구일지, 연구노트, 개인장서 등 귀중한 자료는 마리안 여사가 고려대학 도서관에 기증하여 소중히 보관되고 있다. 필자는 기증 자료들을 인계하기 전에 세밀하게 검사하였으나 한국정부와의 접촉사실을 입증할 수 있는 내용을 발견하지 못했다.


선생은 우리 나라에서 노벨상과 관련하여 가장 많이 거론된다 할 수 있다. 그 동안의 과학기술 투자에도 불구하고 아직 노벨과학상 수상자 한 명도 배출하지 못하는 가 하는 사회의 아쉬움이 크다. 노벨과학상 시상규정에는 최대 3명까지, 또 2개 분야 이내에서 시상하는 제한 조건이 있고 한 번 수상된 분야는 다시 시상되지 않는다. 물론 죽은 사람은 수상할 수 없다. 흔히 이휘소는 가장 노벨상에 접근한 한국인이라고 알려져 있는데 사실이다.

만일 선생께서 노벨상을 수상한다면 그 업적은 비가환 게이지 이론의 재규격화와 참 입자의 탐색에 관한 업적 중의 하나일 것이 분명하다. 그런데 후자에 관하여는 J/ψ 입자의 발견으로 이미 1976년 리히터와 텅이 수상했다. 이 때가 선생께서 수상하기 좋은 기회였으리라. 그러나 참쿼크에 관한 아이디어를 먼저 제공하고 십분 활용한 다른 물리학자들을 고려할 때 최대 3명의 제한 때문에 노벨상 위원회로서는 선생만 포함시키기는 어려웠으리라 필자는 생각한다. 한번 기회를 놓치면 다시 똑 같은 업적으로 수상할 수는 없다. 그러므로 참입자와 관련된 수상기회는 1976년에 사라졌고 남은 것은 '재규격

회로 수상하는 것인데 원래 이론물리 분야는 실험물리 분야보다 수상하기 힘들며 또한 재규격화에 관한 한 일차적 공로는 트후프트에게 돌아가기에 상당히 어렵다고 생각했었다.

그러나 트후프트와 그의 지도교수였던 벨트만이 노벨물리학상 수상자임을 볼 때 선생께서 생존하셨더라면 이들과 함께 수상하는 것은 지극히 당연하다고 믿는다. 노벨상 위원회는 물리학에서 전자기-약작용에 관한 양자구조를 밝힌 공로로 시상한다 했는데 이들 세 사람은 지극히 자연스러운 수상자가 될 것이다. 그러므로 이휘소 선생은 가장 노벨상에 접근한 한국인이라기보다 생존했더라면 1999년 노벨상을 확실히 수상했을 한국인이라고 표현하는 것이 옳다고 본다.

이휘소 선생께서 타계하신 1977년 이후 우리나라의 과학계는 엄청난 발전을 하였다. 그러나 과학자 인력층이 넓어지고 다양해졌을 뿐 최소한 물리학 분야에서는 선생의 학문적 경지와 수준에 이른 사람은 아직 없다고 본다. 우리 나라는 언제쯤 노벨상 수상자가 나오겠는가 하는 국민적 갈망을 가끔 듣는다. 이휘소 선생께서 생존해 계시어 금년도 수상자 대열에 포함된다면 선생은 30

대 후반 나이에 이론 업적으로 25년 이상 지난 60대 초반에 수상하게 되는 것이다. 주위를 볼 때 앞으로 과연 20년 정도 후에 노벨상을 기대해 볼 수 있는 세계적 수준에 이미 도달한 과학자가 얼마나 될지 궁금하다. 

강주상

서울대 물리학과를 졸업하고 New York 주립대(Stony Brook) 대학원(물리학전공)에서 이학 석·박사학위를 받았다. 고려대 전자계산소부소장, 이과대학 물리학과장, 과학정책연구위원장, ACFA Workshop on Physics/Detectors at Linear Colliders, Local Organizing Committee, Chairman., International Committee for Future Accelerators, member., 포항가속기연구소 자문위원, 대통령 자문 21세기위원회 과학기술분과 위원을 역임하였다. 현재 한국 노벨과학상 수상지원본부 이사, APCTP 한국위원회 위원장, 국제교류위원회 한미교류분과위원장 등으로 활동중이며, 고려대 물리학과 교수로 재직중이다. 각종 학술지와 학술회의에서 441편의 학술논문을 발표했고, 관련 저서도 24권이 있다.