



'원자력' 과 '핵력' 을 엄히 구분해 쓰자!

주 승 환

고려공업검사(주) 연구소장 · 한국기술사회 홍보위원

자연에 있는 4가지 힘들

물리학자들은 4가지 힘들(자연(自然)에 있다고 한다. 그것들은 '중력', '전자기력', '약한 상호 작용(약력)' 그리고 '강한 상호 작용(강력)' 들로 나뉜다.

지구 위에 있는 물체, 그리고 물질들 대부분은 이런 힘들(力)이 서로가 견제하고 균형을 이뤄야 안정된 상태를 유지할 수 있다.

물체들의 안정된 상태란, 거기에 미칠 중력이나 전자기력의 균형이다. 하지만 물체의 기본 단위를 이룬 원자나 소립자의 세계에는 위의 두 개 힘들과는 전혀 다른 '상호 작용' 이란 다른 형태의 힘들로 균형을 유지한다.

첫째로, 중력은 거대한 지구 중심에 집중된 힘으로써 지구 위에 있는 모든 물체들을 끌어 당기는 인력

이다. 중력은 우리가 생활하면서 쉽게 느낄 수 있다. 높은 산에 오른다든가 아파트 고층에서 가끔씩 현기증을 느끼는 것은 인체의 균형을 유지시킬 조직 기능이 중력의 영향을 예민하게 받기 때문이다.

뉴턴은 자기 집 뜰 사과나무에서 사과가 중력 때문에 땅으로 떨어지는 것을 보고 만류 인력을 발견한 것으로 알려졌다. 하지만 후에 알려진 사실은 뉴턴의 정원에는 사과나무는 없었다고 전해진다.

둘째로, 전자기력은 영국 케임브리지 맥스웰 경이 발견했다. 케임브리지는 그의 공로를 기릴 연구소를 세웠다. 캐번디시 경이 자금을 지원하여 설립된 <캐번디시연구소>가 바로 거기다. 잘 알려졌듯이 원자핵을 발견한 러더퍼드 경이 일생 동안 11명의 노벨상 수상자들을 길러내고 지도했던 곳이다. 지난 연말 경,

우리도 거기와 기술 협력을 맺은 것으로 알고 있다.

전자기력은 전자를 발견하기 훨씬 이전, 자석이 금붙이를 끌어 당기는 자력 현상에 바탕을 둔 것이었다. 그 후에 캐번디시 J. J. 톰슨 경은 전자를 발견했고, 전자들의 활동이 전기력으로 밝혀져, 자기력과 전자기력을 합쳐 '전자기력' 이란 용어를 쓴다.

남은 두 힘들은 원자핵 속에 들어 있다. 잘 알려져 있듯이, 한 개의 원자는 원자핵이 원자의 중심에 자리 잡고, 그 주위를 돌고 있는 전자들은 원자핵과 전기적으로나 운동에너지로 서로 균형을 유지할 때, 가장 안정된 상태임이 알려져 있다. 원자핵이나 전자들은 물질을 이룬 개체들임은 분명하다. 다만 그들은 특수하게 한 원자를 이룬 관계일 뿐이다.

**'약력' 과 '강력' , 둘은
원자핵에 있다**

원자핵에 있는 고유한 힘들은 뉴턴의 역학으로부터 중력을 알고 나서 약 200백여 년 후에야 도입됐다. 원자가 형이상의 관념론에서 형이하의 실체로 밝혀지면서 원자를 새롭게 인식하게 됐고, 거기서 새롭게 발견된 '약' 그리고 '강' 이란 상호 작용들은 20세기 과학을 원자시대로 변혁시켜 달궈 놓은 주제가 되었다. 여기서 한 가지 주의할 점이 있다.

우리 원자력 가족들은 자주, '원자력' 아니면 '핵력' 을 구별 없이 답론의 표제로 삼는다. 그들 중, 대부분은 '원자력 전문가' 임을 자칭하면서도 두 낱말들이 서로 다른 뜻임을 미처 깨닫지 못한 듯, 습관적으로 둘을 구별 없이 써온 것은 아니었을까?

그런 표현들은 언제나 같은 뜻으로 혼동해서 답론에 수용되기도 한다. 하지만 왜 그런지는 어느 누구도 눈여겨 대들지 않았던 것이다. 차별화 논리 개발에는 관심이 없었던지? 아니면, 여기서 주창하는 필자의 구분 외는 마땅한 표현이 없었기 때문이었을지도 모른다.

한 원자에는 '약력' 과 '강력' 이 서로 공존한다는 점은 특이하다. 약력도 원자핵에서 나오기는 강력과 다를 바 없을 터다. 하지만 물리학

자들은 오래 전부터 '원자력' 그리고 '핵력' 인 둘을 확실히 다른 메커니즘으로 보는 기본 개념을 설정해 놓았다.

**'원자력' 과 '핵력' 을
엄히 구별해 쓰자!**

원자핵에서 나오는 방사선들은 모두가 약력 그룹에 묶인다. 하지만 한 원자핵은 그의 핵자들인 양성자들과 중성자들이 한 덩이로 묶여져야 하고, 개별 양성자의 플러스 척력을 무력하게 만들 엄청난-방사선의 방출과는 전혀 다른 -힘을 강력이라 구분한다.

예외적인 경우가 있다. 원자로란 도구 안에서 규제될 수 있는 원자핵의 강력을 필요에 따라 분산시켜 이용하는 경우, 유한한 에너지로서 '원자력' 으로 구분해야 할 것이다.

핵물질이란 원자 집단들로 된 한 덩어리에서 개별 원자핵 모두가 찰나에 절반으로 쪼개지면서 소멸해 없어질 질량 결손 몫이 에너지로 바뀌면서 생겨날, 엄청난 세기의 힘은 물론 강력이다. 사람의 기술과 머리로서는 그 힘을 쉽게 다룰 수도, 가늠할 수도 없을 가공할 파괴력을 갖는 힘이다.

4가지 기본 힘들 중 두 개가 원자에 들어 있으므로, 둘 중에서 어느 한 쪽을 이용하느냐에 따라 원자로부터 얻어질 에너지를 일컫는 용어

를 달리 써야 할 것이다. '원자력' 아니면, '핵력' 으로 구분해서 쓰자는 제안이다. 물론 그 논리의 바탕에는 각각 '약력' 그리고 '강력' 들이 뒷받침된다.

'원자력' 은 대체로 약력이 주가 된다. 약력은 힘의 세기에 한계가 있는 유한한 에너지로 정의될 수 있다. 인간이 마음대로 그 힘을 규제할 수 있어야 하고, 필요에 따라 평화적인 목적으로 그의 에너지를 분산시켜 활용할 수 있어야 하므로 '평화 에너지' 의 하나로 상징된다.

다른 한편으로, '핵폭탄' 인 '핵력' 은 강력의 한 표상이다. 인간이 마음대로 규제하지 못할 천재지변처럼 가공할 힘이다. 그것은 파괴적이고 살상을 목적으로 쓰이기에 전쟁을 상징한다. 북핵 문제는 그래서 평화를 바라는 세계인들의 비난 대상이다. 가공할 파괴력이 주된 이용 목적이므로 평화와는 거리가 멀다.

지금까지 필자는 '원자력' 그리고 '핵력' 구분, 원천적으로 구분될 약력 그리고 강력을 바탕삼아 해야 한다는 어떤 제안이나 구체적인 주창을 들은 적도 읽은 적도 없다.

물리학자들은 강력과 약력이 서로 아주 다른 힘들임을 오래 전부터 분명하게 선을 그어놓았다. 하지만 원자력 가족들은 내 일이 아닌, 하나의 물리 현상으로만 받아들였을 뿐이다. 마치 독도의 영유권 문제로 온 나라가 시끄러워진 지금의 사회



분위기처럼, 반핵의 목소리가 온 강토를 뒤덮었을 때 강 건너 불구경하듯 침묵하면서 이런 얘기를 꺼내지 못했다. 왜일까?

‘원자력’이 ‘핵력’과는 원천적으로 달리 구분될 약력인 점을 ‘반핵’ 쪽에 설득시키지 못했던 아쉬움이 있다. 저들이 ‘원자력’을 ‘격물치지(格物致知)’해야 될 논리가 바로 여기에 있다. ‘핵’을 반대할 ‘반핵 논리’는 ‘원자력’과는 다르다는 사실을 인식할 필요가 있다.

동양 고전인 「대학」에서 전하는 ‘혈구지도(燃炬之道)의 원리’ (주승환, 2005)는 그런 모순된 답론을 바로잡는 한 톨로 쓰일 수도 있을

것이다. 거기서 필자는 ‘혈구지도’를 ‘기술사 주의(Pro-Engineers Doctrine)’란 새로운 신념으로 삼자고 제안했다.

약력은 강력보다도 몇 년 앞선 1933년에 도입됐다. 그 배경에는 엔리코 페르미 박사가 있었다. 그는 실험 물리학자이며, 원자의 에너지를 평화적으로 이용할 수 있는 한 도구인 ‘원자로’를 처음 만든 사람이다.

약력을 정의한 엔리코 페르미

그는 이탈리아 로마에서 태어나 1923년 겨울 피사대학에서 박사 학

위를 받았다. 독일의 괴팅겐 대학과 네덜란드의 라이덴 대학 두 곳에서 6개월 동안 ‘박사 후 연수’를 받은 적도 있었다. 괴팅겐 대학에서는 막스 보른 밑에서 연수를 받는 동안, 당시의 내로라 하던 물리학자들과 만나게 된다.

파울리, 하이젠베르크, 파스쿨 요르단(Pascual Jordan) 등이 거기에 있었지만 명석한 페르미의 두뇌를 인정해주지 않았다. 2~3 개월이 지나자 성과 없을 것을 눈치 챈 그는 라이덴 대학으로 옮겨 에렌페스트(Ehrenfest) 밑에서 3개월 연수를 받는 동안 자기 자신을 재발견하게 된다.

1926년, 25세의 나이로 로마대학교 이론물리학 교수에 선임된다. 그는 강력한 새 후원자인 코르비노(Corbino)의 지원을 받아 로마 대학 물리학과를 세계에 알리게 된다. 그때 코르비노는 물리학연구 소장 이면서 상원 의원이므로 정부로부터 연구비를 더 많이 지원받을 수 있었다. 로마 대학 물리학과와의 연간 연구비는 다른 학과들보다 10배나 더 많은 2천 달러를 넘었다고 페르미 자서전은 전한다.

인류 최초의 인공 방사성 동위원소 발견

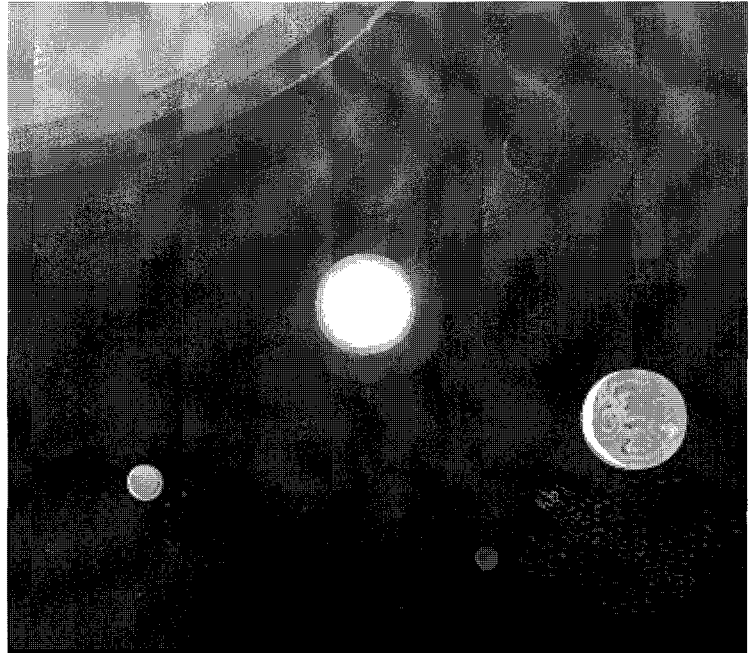
1933년 10월 브뤼셀에서 제7회 솔베이 학술 회의가 있었다. 거기서

줄리오-퀴리 부부의 연구 발표는 참가자들로부터 부정적인 평가를 받게 된다. 그들은 가슴속에 심한 상처를 받았다. 타고난 승부사처럼 그들의 연구에 관한 집념은 그럴수록 다져졌다. 발표했던 연구 내용들을 다시 돌아보고 미진했던 부분을 보강하였고, 철저히 주의를 기울여 알루미늄에 폴로늄의 알파선을 쬐이는 실험을 하던 중 뜻밖에도 인의 한 동위원소인 ‘P-30’ 이란 방사성 동위원소를 처음으로 만들어냈다. 그 공로를 인정받아 1935년 노벨 화학상을 받았다. 그것은 사람이 만든 최초의 인공 방사성 동위원소였다.

그 동위원소에 얽힌 사연들은 기회 있을 때로 미룬다. 약력의 한 대표적인 사례인 점, 그리고 페르미의 약력 도입 시기외도 비슷하게 발견된 점 등 독자들이 당시의 연구 분위기를 그려보는 데 도움이 될 것이다.

약력 도입에 바탕이 된 페르미 베타선 이론

그 학술 회의가 있고 난 두 달 후에 페르미는 당시로는 새로운 자연의 힘인 ‘약력’을 도입해야 할 아주 중요한 한 논문을 완결시켰다. 원자핵에서 튀겨내는 베타 알갱이에 대한 이론 연구였다. 베타선은 베크렐이 오래 전에 발견한 것이었지만 그런 원자핵으로부터 전자의 물성을



지닌 베타선이 튀겨나는 그 이론은 알려진 바도 입증된 바도 없었다.

미국의 저명한 물리학자이던 빅터 바이스코프는 “놀라운 논문이다. 페르미의 직관적 통찰력의 기념비적인 것이다.”라고 그의 논문을 극찬했다. 바이스코프는 오스트리아 출신이고, 소립자 연구를 주도하는 스위스 CERN 연구소(세계 최대 양성자가속기를 보유)의 소장도 역임했다. 하지만 아쉽게도 런던에서 발행되는 국제 학술지인 <네이처> 편집인은 그 논문을 실어주지 않았다. 거부된 까닭은 논문 내용이 물리적 현실에서 너무나 동떨어진 것이란 코멘트가 붙었다.

페르미는 화가 났다. 그 논문은 이탈리아에서 발간되는 <과학연구 (Ricerca Scientifica)>란 한 주간지에 실렸다. 나중에 그 논문은 좀더 손질돼 물리학 정기 간행물인 <Zeitschrift fur Physik>에 실린다. 약력의 탄생은 임산부의 산고로 겪는 고통처럼 장래가 촉망되던 한 과학자의 가슴에 앙금을 남겼다.

“‘원자력’은 ‘약력’이다.” ‘강력’인 ‘핵력’과 혼동하는 저들(반핵단체)은 물리학이 말해주는 힘의 기본 개념부터 다시 시작해야 한다. 원자력 가족들도 남의 탓으로 돌리지 말자! ☹