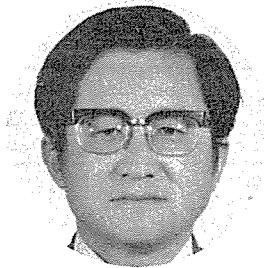


粒子加速器 건설경쟁



金 貞 欽
(고려대 이과대 교수)

◇ 파킨슨의 법칙

「파킨슨」(Parkinson)의 법칙이란 것이 있다. 戰鬪에서 생겨나는 死傷者의 수는 將軍의 수에 비례한다는 法則은 그 중의 하나이다. 經濟學者 「파킨슨」이 統計數字에 입각해서 비꼬아 만든 법칙이다. 將軍의 數가 많으면 작전이 하나로 수렴될 수가 없고 따라서 올바른 작전을 세울 수가 없어 罪 없는 部下將兵들만 死傷을 당한다는 것이다. 그래서 무엇이나 상식에 어긋나는 법칙을 파킨슨의 법칙이라 비꼬아 말하는 경우가 많다.

物理學에도 그런 상식을 벗어난 법칙 이랄까 경향이란 것이 있다. 그것은 物理學의 實驗器機는 대상이 작아질수록 그 實驗器機自體는 커지고 그 값도 비싸진다는 사실이다. 예컨대, 당구알의 충돌 문제라든가 돌덩이의 落下運動을 측정하는 기계란 그리 큰 것도 아니고 비싼 것도 아니다. 그래서 아무리 세밀한 측정장치라 해도 그 값은 數百弗에 不過하다. 그러나 원자나 분자의 성질을 연구하는 分光器가 되면 벌써 數千

弗에서 數萬弗이나 한다. 그러나 원자보다도 더 작은 原子核의 연구에서는 實驗器機의 값은 百萬弗 단위가 된다. 그 原子核을 구성하는 陽性자나 中性子 등의 性質 규명에는 더 많은 돈이 들고, 그 陽性자나 中性子の 구조를 연구하는 素粒子物理學의 實驗器機 값은 天文學的 數字가 된다.

實驗器機 한 대의 값이 1966年 당시의 돈으로 4億 7,000萬弗이나 되는 機械도 있다. 美國國會가 그 건설을 놓고 數年間이나 왈가왈부하다가 드디어 1966년에 可決한 문제거리의 기계였다. 크기는 직경이 정확히 2,000m인 원형의 진공 튜브로 되어 있다. 따라서 그 둘레의 길이는 6.3km나 된다. 현대기술이 가질 수 있는 가장 높은 眞空度를 유지하는 이 진공튜브 둘레에는 數百個의 강력한 磁石이 둘러싸여 있고, 주변 일대는 草原地帶로 대형트럭의 통행마저 제한되어 있다. 대형트럭이 통행하면 그 진동이 이 機械運行에 영향을 미치기 때문이다. 이 기계는 1971년에 완성되어 史上 최초로 陽性子を 2,000億 電子볼트의 높은 에너지로 가속시키는데 성공했다. 이 기계가 놓여 있는 研究所 이름을 페르미

연구소라 부른다. 史上最初로 原子爐를 만든 노벨 物理學賞受賞者인 「엔리코 페르미」의 이름을 따서 만들었다. 이 연구소의 理論物理部長을 맡았던 사람은 韓國人 物理學者인 李輝照博士, 그러나 그는 아깝게도 자동차 충돌사고로 몇년 전에 세상을 떠났다.

◇ 사이클로트론의 등장

原子核物理學은 다른 物理學分野에 비하면 그 歷史가 比較的 젊다. 도대체가 原子核이란 概念 自體가 생겨난 것이 1911년이었고, 더 소급해 올라가 放射能이 발견된 것을 原子核 物理學의 시작이라 보아도 1894년에 불과하다. 原子核에 알파粒자를 충돌시켜 窒素原子를 酸素原子로 바꾸어 놓은 現代的 鍊金術에 성공한 것은 1919년 「라더포드」에 의해서였고, 原子核이 陽性子和 中性子로 구성되어 있다는 것이 밝혀진 것은 1932년이였다. 따라서 原子核物理學이 제대로의 평가를 받기 시작한 것은 1932년경부터라고 말할 수가 있다.

그 1932년은 여러가지 면에서 原子核 物理學을 위해서는 큰 사건이 연달아 일어난 해이기도 했다. 우선 中性子が 「채드윅」에 의해 발견되었고, 「하이젠베르크」가 곧이어 이 中性子和 더불어 原子核의 구성 요소란 것을 밝혀 냈다. 거기에는 그럴 만할 강력한 理論的·實驗的 근거가 있기 때문이다.

그리고, 이 해에 「판 데 그라아프」(Van de Graaff)가 판 데 그라아프 裝置라는 荷電粒子 加速器를 만들어 내는 데 성공했다. 이 장치는 高校物理實驗室에서 쓰는 Wimshurst 靜電發生機와 그 원리가 같다. 단지 장치가 크고 또 絶緣性이 좋았기 때문에 약 100만 볼트의 高電壓을 만들어 낼 수가 있었다.

판 데 그라아프 장치와 거의 때를 같이 하여 이 해에는 또 하나의 加速裝置가 발명되었다. 美國의 「로오렌스」에 의해서 였다. 사이클로트론(cyclotron의 cycle은 돈다는 뜻)은 150萬 電子볼트로 陽性子나 電子를 가속시킬 수가 있었

다. 1電子볼트란 1볼트의 電壓에서 電子나 陽性子が 가속되었을 때 이 電子나 陽性子が마지막으로 가지게 되는 에너지를 뜻한다. 따라서 100 eV(電子볼트를 eV라 表記한다.)란 電子나 陽性子が 100만 V의 高電壓下에서 가속될 때 최종적으로 가지게 되는 에너지를 뜻한다. X線寫眞을 찍을 때의 電壓이 약 6만V, 國內最高 高壓線이 약 35만V, 家庭用 電氣가 100V 또는 220V란 것을 생각한다면 100만V가 얼마나 높은 電壓인가를 알 수 있다 100V의 電線을 젖은 손으로 만지면 感電되어 죽는 경우까지 있다는 사실에 유의해 주기 바란다.

實은 판 데 그라이프 裝置나 사이클로트론이 발명되기 전체인 1931년에도 또 하나의 加速器가 발명되어 있었다. 콕크로프트 월턴 裝置가 그것이다. 콕크로프트 월턴 장치는 우리가 흔히 쓰는 카메라 플래시 장치(스트로보)와 그 원리가 같다. 이 장치는 80만V의 電壓을 만들어 낼 수가 있었다.

이렇게 세 가지 加速裝置가 1년을 사이에 두고 거의 동시에 발명이 되자 原子核物理學은 갑자기 활발해졌다. 이 장치들이 발명되기 전까지는 物理學者들은 自然放射能物質에서 방출되는 알파粒자를 이용하는 수밖에 없었다. 그러나 알파線의 에너지는 대략 400만eV에서 1,000만eV로 에너지는 컸지만 물질에 따라 정해진 일정에너지만 가질 뿐 에너지 조절이 불가능했다. 그래서 불편하기 짝이 없었다. 放射能物質로부터 방출되는 알파粒자의 수는 너무도 적어서 한 가지 실험을 하는데 며칠이나 몇 달을 기다려야만 했다. 답답하기 짝이없는 실험이었다.

그러나, 판 데 그라아프 장치, 사이클로트론, 콕크로프트·월턴 장치는 이 불편을 해결해 주었던 것이다.

◇ 先頭走者 사이클로트론

세 가지 粒子加速器는 모두가 에너지를 마음대로 바꿀 수 있었고, 또 粒子線束의 세기(다시 말해 가속된 粒子의 수)도 조절이 가능하였

다. 특히 판 데 그라아프 장치는 에너지를 매우 정밀하게 희망하는 값으로 만들 수 있어 定量實驗에는 그만이었다. 그러나, 이 장치는 초기에는 기껏해야 600만~700만 eV 이상으로는 가속시킬 수가 없었다. 또 50년이 지난 오늘날에도 사정은 별로 바뀌지 않아 오늘날의 쌍둥이(tandem) 또는 세 쌍둥이 장치를 써도 3,000만 eV 정도 이상으로는 가속시킬 수가 없다는 약점도 가지고 있다.

한편 콕크로프트·윌턴 장치는 오늘날에 있어도 에너지를 100만 eV 이상으로 높일 수가 없어 특수목적의 제한된 실험이나 초기 이온 발생기로 사용되는 것 이상으로는 별로 사용되지 못하고 있다.

이 둘에 비하면 사이클로트론에는 에너지에 한계가 없어 보인다. 이미 1930년대 말에는 5,000만 eV (50 MeV, 1MeV는 100만 eV)의 사이클로트론이 활약을 하고 있었다. 이 당시 세계에 약 30여개 있었던 사이클로트론 중 30개는 미국이, 2개는 일본이, 1개는 유럽이 가지고 있었다. 처음부터 미국은 加速器分野에서 세계적 리더였다.

사이클로트론의 원리는 간단하다. D字처럼 생긴 진공으로 된 半圓筒型의 상자를 圓筒形이 되게 서로 나란히 세우고 수직방향으로 磁氣場을 걸어 주면 電子나 陽性子和 같은 荷電粒子는 圓運動을 하게 된다. 이 때 두 D字型 半圓筒 사이에는 $+$ 의 異符號의 電氣를 걸어 주어 荷電粒子가 두 D사이의 틈새에 왔을 때 電氣的인 가속을 받게 한 것이 사이클로트론의 원리이다. 荷電粒子가 圓周의 半(D의 한쪽)을 통과할 무렵에 두 D의 電氣를 交流電流로 바꾸어 주면 荷電粒子는 圓周를 한 바퀴 돌 때마다 두 번씩 두 D의 틈새에서 가속이 되게 된다. 1초 동안에도 수 10만회, 수백만회씩 회전하는 荷電粒子는 1회轉에 2번씩 가속되는 결과 눈깜박할 사이에 크게 가속이 된다는 이치이다.

◇ 싱크로트론의 등장과 強大國間의 加速器 경쟁

그런데 가속이 너무 지나치면, 특히 電子와 같이 가벼운 粒子는, 相對論的效果를 나타내어서 무게가 무거워진다. 그 결과 一周하는 데 걸리는 시간이 交流電壓의 周期와 맞지 않아 에너지 가속은 한계에 도달한다.

이것을 해결한 것이 同調사이클로트론(싱크로트론)이다. 交流電流의 周波數를 변화시켜 주거나, 磁氣場의 세기를 바꾸어 줌으로써 新型의 싱크로사이클로트론의 에너지는 갑자기 늘어나게 되었다. 그 결과 이미 1952년에는 美國의 부록헤븐 國立研究所에는 코스모트론이라 불리는 30억 eV (3BeV = 3 GeV, 1GeV는 10억 eV, 당시 에너지 단위로 10억 eV는 1BeV = 1 Billion eV를 썼었음. 그러나, 1962년이 되어 國際度量衡委員會는 1BeV 대신 1GeV = 1 Giga eV를 쓰기로 규약을 바꿈. 그래서 현재는 BeV 대신 GeV를 쓴다.)의 가속기를 만들어 냈다. 코스모트론이란 우주선이라 불리는 우주 저쪽에서 날아오는 荷電粒子가 가지는 에너지 만큼이나 큰 에너지를 낼 수 있다는데서 붙인 이름이다(Cosmos는 우주란 뜻).

곧 이어 1954년에는 美國 캘리포니아 대학에 베바트론(Bevatron)이라는 기계가 제작되었다. 베바트론은 數 BeV(수 10억 eV) 정도의 에너지를 자유자재로 낼 수 있다는 뜻이다. 실제로 이 기계는 64억 電子볼트(6.4BeV)의 에너지를 낼 수 있었다. 그리고, 이 때만 해도 美國은 加速器面에서 全世界의 리더였고, 전성기였다.

그러나, 1957년이 되자 美國은 뜻하지 않게도 소련으로부터 도전을 받았다. 소련이 베바트론보다 큰 78억 eV를 내는 싱크로파조트론이라 불리는 가속기를 세르푸코프(Serpukhov)에 만들었기 때문이다. 스푸트닉보다 몇 달 앞서서 말이다. 美國의 物理學界는 발칵 뒤집혀졌던 것이다. 최초로 맞본 고배였다. 세계제일이 아니고는 못 배기는 美國人의 코는 납작해진 것이다. 그래서 美國은 기계 건설에 박차를 가했다.

1959년이 되자 이번에는 CERN(유럽 原子核研究共同體, 13個國參加)가 28BeV(280億 電子볼트)의 「프로톤 싱크로트론」을 완성시켜 잠깐 세

계를 제압했다. 그러나 이듬해인 1960년에 美國은 다시 33BeV(330億電子볼트)의 AGS(Alternating Gradient Synchrotron)을 완성시켜 잃었던 영광을 다시 찾는 데 성공했다. 이리하여 加速器世界에도 세계의 패권을 놓고 美國과 소련과 유럽공동체 간에 치열한 3파전이 벌어졌던 것이다.

◇ 왜 高에너지 加速器냐 ?

그 후 여러나라가 여러 가속기를 만드는 가운데 美國은 1971년에 페르미 연구소에 200BeV(200GeV=2,000億電子볼트)의 가속기를 완성시켰고, 이 가속기는 해마다 개량이 되어 1976년에는 드디어 500GeV(5,000億電子볼트)를 돌파하는 데 성공했다.

그뿐만 아니다. 이 가속기는 지금 새로운 계획에 의해 강화되고 있다. 즉, 1억 5000만불의 돈을 들여 기존 진공튜브(길이 6.3km) 바로 밑에 또 하나의 진공 튜브를 만들고, 그 둘레에 1,000개의 超傳導磁石(하나에 4만불)을 새로 장치해서 에너지를 기존의 것이 2배인 1000GeV=1 TeV(1 TeV는 1조eV)로 올릴 계획을 세우고 있다.

이미 이 계획은 부분적 성공을 거두어 작년 7月初旬에는 512GeV로 에너지가 상승되었고, 작년 말까지는 800GeV, 금년내로는 1,000GeV=1 TeV로 에너지가 상승할 예정이다. 그래서 이 가속기는 벌써부터 Tevatron(TeV 단위의 에너지를 낼 수 있다는 뜻)이란 애칭으로 불리고 있다.

이 계획에 자극을 받아 소련도 다시 세르푸코프에 3TeV의 가속기를 세울 계획을 추진 중에

있다고 한다. 유럽도 이 계획에 지지 않으려고 그들 자신의 계획을 세우는가 하면, 미국은 미국대로 더 커다란 계획을 세우고 있다.

미국이 세우고 있는 이 계획에 의하면 이 가속기의 크기는 직경이 50km(위에서 언급한 Tevatron은 직경 2km)이고 에너지는 20TeV(테바트론의 20배, 소련의 7배)나 되고, 그 건설비는 15억불이라 한다. 이 기체는 미국의 남부인 텍사스 부근에 만들 계획이기에 物理學者들은 벌써부터 Desertron(사막의 desert를 땀)이라는 애칭으로 부르고 있다.

그렇다면 이들 가속기의 목적은 무엇인가? 그것은 물질의 가장 기본이 되는 素粒子的 구조가 무엇인가, 그리고 우주를 지배하는 4가지의 기본적인 힘인 강력(原子核을 存立시키는 힘), 약력(β붕괴를 일으키는 힘), 電磁氣(原子나 分子를 존립시키는 힘), 重力(宇宙를 존립시키는 힘)의 정체는 무엇인가, 그리고 우주는 어떻게 창생이 되었는가 등을 밝히는데 있다.

자연의 신비의 베일을 하나하나 벗겨 내다는 것은 고대 희랍시대 이래 科學者들이 꿈꾸어 온 꿈이었던 것이다. 哲學者들의 말을 빈다면 우리가 이 지구상에 태어난 것은 그와 같은 자연의 비밀과 신비를 밝혀 내고 관조하는 데 있다고도 할 수 있다. 인간의 인간다운 최고 경지가 자연의 한없는 신비를 한없이 찾아 헤매는 데 있다고 科學者들은 믿고 있는 것이다.

그리고, 이 加速器競爭에도 언젠가 UN의 손길이 뻗쳐 21세기의 어느날 우리는 달 둘레를 완전히 한 바퀴 둘러싸는 月面加速器를 완성시키게 될지도 모른다. 그 때 아마 세계에는 평화와 오고 세계 사람들은 하나가 되어 한 없이 신비스러운 自然世界의 비밀을 찾는데 온갖 노력을 다하게 될지도 모른다.

==정직앞에 불신없고 공정앞에 불평없다==

==믿는마음 지킨약속 다져지는 신뢰사회==