



粒子物理學의 展望

서울대학교 공과대학 교수 박 봉 열

1. 粒子 物理學의 概念

물질을 구성하고 있는 가장 기본적인 요소로서 “素粒子”라는 개념에 도달한 것은 1930년대 초부터 이었습니다. 그것은 더 이상 쪼갤 수 없다고 믿어 온 “原子”(Atom)가 原子核과 電子로 구성되었다고 하는 사실이 분명해졌고 또 “原子核”이 陽子와 中性子로 구성되었다는 사실이 밝혀지면서 부터입니다. 그 때까지 알려진 “素粒子”는 電子 光子 그리고 陽子, 中性子들 입니다. 1930년 중반부터 1940년대 말경까지 素粒子에 관한 “素粒子論”이 발전을 거듭하게 되었습니다. 素粒子論 가운데 “電子와 光子”와의 사이의 “量子電氣力學”은 가장 成功한 理論체계라고 인정되고 있습니다.

素粒子에 대한 연구가 거듭되면서 새로운 素粒子들의 발견을 보게 되었습니다.

1930년대 중반부터 1940년대 말경에 이르는 시기에 새로이 발견된 素粒子는 e^+ , μ 中間子, 中性微子 그리고 π 中間子 등 이었습니다. 1950년대에 들어와서는 Λ (람부다), Σ (시그마), Ξ (크사이) 및 K 中間子들이 발견되었습니다. 그리하여 이 때까지 알려진 素粒子의 총 수는 약 20개 쯤에 달했습니다. 1950년대의 素粒子論의 중요 과제는 이들 약 20개에 달하는 素粒子 전체를 어떻게 통일적으로 이해할 것인가? 하는 것이었습니다. 그러나 1950년대에는 부분적으로 밖에 이해하지 못한 채 1960년대로 넘어 오게 되었습니다. 1960년대에 들어 와서 실험기술의 진보와 더불어 약 80개의 새로운 입자들이 발견되었습니다. 이 새로이 발견된 입자들은 종래의 素粒子의 개념에 들어 맞지 않는 새로운 것이었습니다. 이 때까지 素粒子를 규정하는 데는 質量, 電荷, 그리고 素粒子의 自轉하는 性質을 나타내는

표 1. 소립자와 양자 수

MASS in Gev.	-e	CHARGE 0	+e	GROUPING STRANGENESS
14-	$Y^- \rightarrow \Lambda^0 + \pi^-$	$Y^0 \rightarrow \Lambda^0 + \pi^0$	$Y^+ \rightarrow \Lambda^0 + \pi^+$	S=2
13-	Ξ^- 1319	Ξ^0 1311	1395	S=2
12-	Σ^- 1196	Σ^0 1191	Σ^+ 1189	S=1
11-		Λ^0 1115		S=1
10-				S=0
9-		n 939	p 938	S=0
8-		$\omega^0 \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^-$		S=0
7-	$p^- \rightarrow \pi^+ \pi^-$	$p^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$	$p^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+$	S=0
6-				
5-	K- 494	K-K ⁰ 498	K+ 494	S=-1 +1
4-				
3-				
2-	π^- 1396	π^0 1350	π^+ 1396	S=0
1-	μ^- 1056			
0-	e^- 0.51	ν^0 0		

스핀(Spin)의 크기를 가지고 기준을 삼아 왔었습니다. 종래의 素粒子의 電荷는 陽子の 電荷를 基準으로 하여 +1, -1, 또는 0 이고 Spin의 크기는 0, $\frac{1}{2}$, 1 이었습니다. 그런데 이들 새 粒子들은 電荷가 +2, -2, +3, -3, ..., Spin의 크기는 $\frac{3}{2}$, 2, $\frac{5}{2}$, 3, $\frac{7}{2}$, ... 등이었습니다.

그리하여 이들 새 입자들을 종래의 “素粒子”와 구별하기 위해서 共鳴粒子(Resonant Particle)라고 부르게 되었습니다. 그러나 100개가 넘는

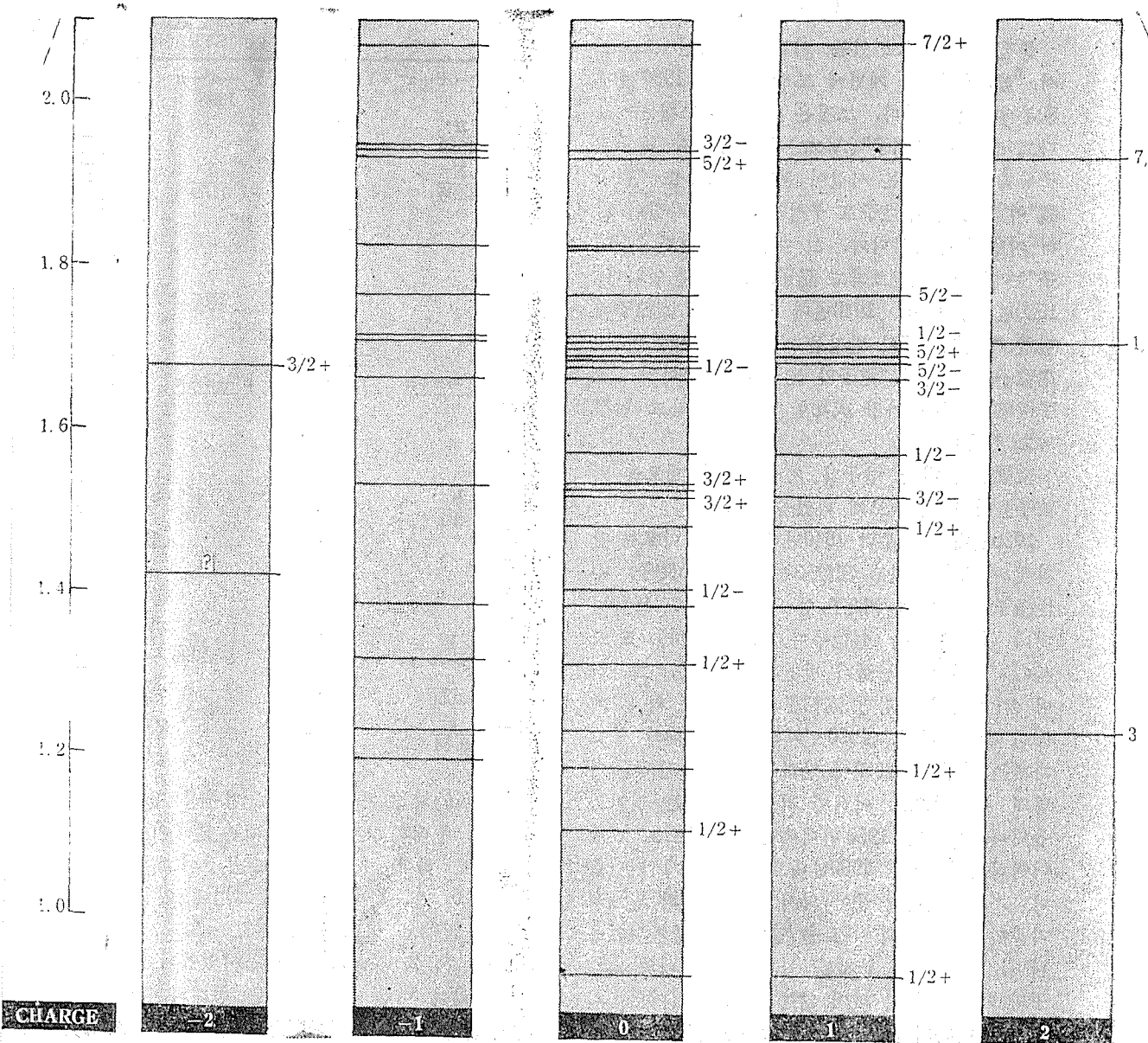
素粒子, 共鳴粒子의 존재는 종래의 素粒子의 개념에 대해 근본적으로 재검토를 가하지 않으면 안 되게 되었습니다. 그리하여 素粒子라는 개념이 무너지고 이 후로는 素粒子와 共鳴粒子를 모두 粒子라고만 부르게 되었습니다. 이런 粒子를 연구 대상으로 하는 분야를 粒子物理學이라고 부르게 되었습니다.

1950년대 부터 1960년대 까지 이 분야에서 가장 크게 활약하고 큰 업적을 남긴 사람은 지난

번 노벨상을 받은 캘리포니아 공과대학의 겔만 (Gell-Mann) 교수입니다.

2. 粒子物理學의 중심과제

1950년대에는 약 20개에 달하는 素粒子를 어떻게 하면 통일적으로 이해할 것인가 하는 과제를 안고 있었읍니다만 1960년대에 들어 와서는 粒子物理學은 약 100개에 달하는 입자를 어떻게 하면 통일적으로 이해할 수 있을까? 하는 것이



<그림 1> 반정수의 스핀을 가진 重粒子 質量 準位

중심과제가 되었습니다.

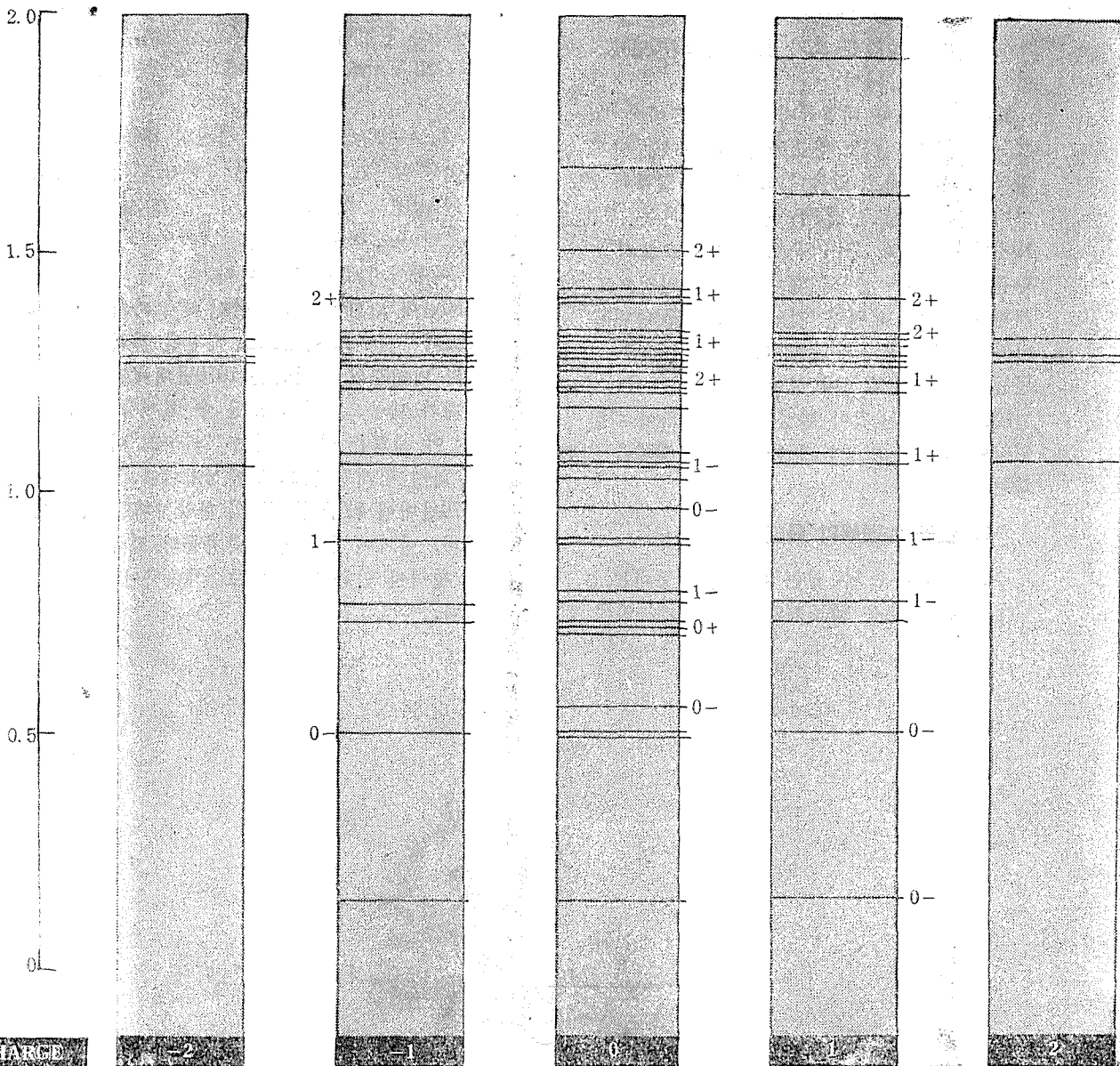
原子가 素粒子로 구성되고 있다는 생각은 또한 素粒子 자체도 보다 기본적인 어떤 기본 粒子로 구성된 것이 아닐까 하는 素朴한 생각을 가지게 합니다. 事實, 많은 사람들이 이러한 생각 밑에서 기본 粒子의 발견을 위해 노력했습니다. 이 가운데서 가장 성공적인 이론은 Gell-Mann의 “쿼크”(quark) 이론입니다.

이 理論에 의하면 물질의 궁극적인 구성요소

표 2. 3가지의 “쿼크”와 그 양자수

	ρ_1	ρ_2	ρ_3
n	1/3	1/3	1/3
I_3	1/2	-1/2	0
Y	1/3	1/3	-2/3
Q	2/3	-1/3	

는 3종류의 “쿼크”라는 기본 입자라고 했습니다. 陽子의 電荷를 1이라고 할 때 3종류의 “쿼



<그림 2> 정수 스핀의 中間子 質量 準位

“쿼크”의 電荷는 각각 $\frac{2}{3}$, $-\frac{1}{3}$, $-\frac{1}{3}$, 인 것입니다. 이 Gell-Mann의 이론을 가지고 1950년대의 설명할 수 없던 20개의 素粒子의 통일적 이해를 가능하게 하였고 새로운 粒子를, 즉 共鳴粒子들도 그 가운데 약 반에 해당되는 30개 정도까지 설명할 수 있게 되었습니다. 여기서 나온 “쿼크”의 명칭은 아일랜드의 소설가 “제임스 조이스”(James Joyce 1882—1941)의 “피니전스 웨이크”라는 소설에 나오는 환상적 동물의 이름에서 따온 것이라고 합니다. 이 빛나는 Gell-Mann의 “쿼크” 이론을 가지고서도 이 共鳴粒子의 문제는 완전한 해결을 보지 못한 채 1970년대로 넘어 오게 되었습니다.

1969년 시드니 대학에서 우주선 속에서 “쿼크”가 발견되었다고 발표하였읍니다라는 아직 인정되지 못한 채로 있습니다. 1960년말부터 1970년대 초에 이르는 粒子 物理學의 혼돈 상태는 19세기말 원소의 “주기율표”가 나옴으로서 이들 많은 원소들이 하나의 체계 속에 통일적으로 이해할 수 있게 되었던 것입니다. 1970년대에 있어서 粒子 物理學의 中心과제는 이들 100개가 넘는 粒子群에 대하여 현대적인 의미에서의 “주기율표”와 같은 것이 완성되어 粒子群에 대한 통일적인 이해를 가능하게 하는 이론 체계를 확립하는 것입니다.

3. 粒子 物理學의 展望

우리가 이용할 수 있는 에너지의 증대는,

- ① 더욱 새로운 粒子群의 발견을 가능하게 하고

- ② 粒子의 구조를 밝히는 일을 더욱 가능하게 하여 줍니다.

에너지가 크면 클수록 더욱 더 작은 極微의 세계에 도달하게 됩니다.

현재 우리가 이용할 수 있는 에너지는 가속기로서 약 30 Bev (Billion electron volts, 1 Billion = 10^9 , 30 Bev = 3×10^{10} ev)이고 이 에너지로서 10^{-13} cm 까지 탐색을 가능하게 하고 있습니다. 70년대 말까지는 100 Bev 를 넘는 에너지의 이용이 가능하게 될 것입니다.

1970년대 전반의 粒子 物理學의 中心과제는 기본 입자와 관련하여,

- ① Gell-Mann의 “쿼크”의 존재를 확인하는 일.

- ② “쿼크”에 관한 실험사실의 集積, 예를 들면 “쿼크”간의 힘 및 “쿼크”의 電磁的인 성질의 해명.

- ③ “쿼크”역학의 발전 등이 이루어지게 될 것입니다.

1950년대 말까지 미해결이던 重要과제가 Gell-Mann의 “쿼크”이론으로 해결된 것처럼 1960년대의 미해결의 문제들은 1970년대에 새로운 이론체계가 나옴으로서 해소될 수 있겠읍니다. 그러나 이 새로운 이론체계는 “쿼크”이론을 기초로 하여 전개될 것으로 예상됩니다.

1970년대에 粒子 物理學의 황금시대를 이룰 것입니다. 여기에 한국 물리학자들의 적극적인 참여와 활약이 있는 것을 믿고 기대하여 마지 않습니다.

