

C021-160-010-010  
[Z06010 T68-1]

Z06010 T68

©2022 YHAL, YITP, Kyoto University  
京都大学基礎物理学研究所 湯川記念館史料室

今回一べん来て話をしろということ、ひさしぶりでここへま  
いったんですが、皆さん隣にある建物を見ておられると思います、  
あれはまさに陸軍にあって崩壊寸前みたいな感じで、化物体教み  
たいな感じです。あれがかったの理学部です。阪大ができました  
総合大学として出発したのは昭和六、七年ごろでしょうか。その  
時の理学部の建物ができまして、私は昭和八年から十四年まで  
阪大にやりましたあの建物の一部にやりました、あの建物の中  
には数学科と物理学科それから化学（ケミストリです）の三つの  
教室がありました先生方も学生諸君も非常に自由にあの理学部の  
中でゆききをしてたへんふん開気が解放的で良かった。  
そのころ私はこれから話を内容と関係のある中間子の研究を  
やりました、その後、今名古屋大学にやられる坂田昌一さんと  
立教大学にやられる武谷三男さん、京都大学にやられる小林美さ  
ん、その三人に協力をしてもらい中間子論というものに一心のか  
つこうをつけました。あの陸軍にやっていた建物は非常につかしい  
なつかしい感じになって、かかって我々の研究の根拠であった。当  
時から非常にやかましかったです。どういふふうにやかましか

松

ったかという学生諸君がさわいでやかましかったんではなくて、  
当時から前の頃は梅田の方へ行く貨物のトラックがしょっちゅう  
通ってやりましたやかましかったです。私は京都大学にやりました、  
京都大学は非常に静かなところで今は大分やかましくなりました  
が、かかっては非常に静かなところでありました。それからこのや  
かましい町中へ参りまして、それが非常によかったですね、ま  
じまじとしておられん、河ぞんといかん、理学部、理学部、理学部  
えていただけでなしに自分の研究にちんせんするといふんでなく  
てエネルギーを外に向けて出すといふ、とにかく仕事をして世界  
中に存在をせしめてやれと私は思ってたのでまだ二十代でした  
ので大いにそういう元氣を出しまして仕事をやってという時代だ  
ったわけです。当時、学生の数は非常に少なくて、物理がまよ二  
十名ぐらいだったでしょうかね、理学部、理学部、理学部、理学部  
の方がやられるわけでしょうかね、まあ理学部の学生諸君がまよ  
比較的多いでしょうけども、あなの方の理学部の学生諸君の習う  
先生方の中には私が教えた人が大分あるといふことをこの際宣伝  
しておきたいと思えます。理論物理学の内山先生、

龍崎

2

内山さんは私達が中間子論をいっしょうけん命やっていた頃、  
頃(ころ)に学生としてはいってこられました。このころは師弟関係が大  
分(ぶん)変わったということで、いろいろあるでしょうけれど、一べん  
先生になっておしえておくと、向うは一生懸命が上(う)がらんらしい、  
これは非常にぐあいがよいんであります。いつまでたっても内  
山(やま)さんは、湯川(たかやま)先生、湯川(たかやま)先生といってくれる、ちよっとうれし  
いですね。(笑)

今日の題目は素粒子の現状と将来という非常にむずかしい題で  
す。で、そういうことを中心に話をしたいと思います。私がいま  
申しましたお話は、素粒子論の現状にも将来にも非常に関係の  
あること(こと)であります。一体この素粒子論という学問(がくもん)はいつごろ  
からはじまったのかということですが、少し古いことを申します  
と、まだ定義(ていぎ)をいろいろお聞きになつてご存知のことと思いま  
す。そも素粒子とは何かということですね、素粒子の概念(がい  
念)というものは、すなわち始め(はじめ)ころはけっきりしなかった、ま  
電子(でんし)というものがあ  
りますね、およそ自然科学(自然科学)をやめる人は、電子(でんし)とい  
うものは一  
番(ばん)ありふれたもので、工学部(こうがくぶ)の人(ひと)はエレクトロニクス(エ  
レクトロニクス)とい  
う電子工学(でんしこうがく)という、これはまあ工学部(こうがくぶ)であつて又理  
工学部(りこうがくぶ)関係(かんけい)なそ  
うですね、例えば化学(かがく)でも生物学(びんがく)でもせんじつめま  
すと結局(けつぎ)電子(でんし)がど  
ういうことをしてゐるか、分子(ぶんし)の中(なか)なり原子(げんし)の中(なか)なりで、  
あるいは金属(きんぞく)の中(なか)で電子(でんし)がどうい  
うことをしてゐるかということ  
が、いん(いん)とこるへひびいてきてゐるわけですね。この電子(でんし)とい

ハロにケル。

ものが最初に確認(かくにん)されて今日の素粒子(そりゅうし)といわれているもの第一の  
メンバー、一番(ばん)古いメンバーです。そんな古い話をここでそうく  
わしく話すつもりはないんで、後(あと)でまた話はもどりますが、それ  
から二番目(にばんめ)です、二番目(にばんめ)は何(なに)かという光子(こうし)です、ひかりです。  
これは、マクスウェル(マクスウェル)です英語(えいご)では、ロマン(ロマン)といふ光子(こうし)です、これが二  
番目(にばんめ)のメンバーです。二十世紀(にじゅうせいき)の始め(はじめ)にプランク(プランク)の量子論(りょうしろん)とい  
うのができて、それから、それ(それ)からアインシュ  
タイン(アインシュタイン)の光量子論(こうりょうしろん)ができて、光(ひかり)も素粒子(そりゅうし)からできてゐる、それ  
が、その素粒子(そりゅうし)が光子(こうし)とよばれる。そして三番目(さんばんめ)は何(なに)かといふと、  
これは水素(すいそ)の原子核(げんしかく)の(陽)陽子(やうし)ですね。陽子(やうし)です。そういうものが  
結合(くわつごう)早く素粒子(そりゅうし)の仲間(仲間)であつた。しかし、素粒子論(そりゅうしろん)あるいは素  
粒子(そりゅうし)といふ一統(いつとう)的な概念(がい念)が重要(じゆうよう)になつてきたのは大体(たいたい)一九  
三〇年代(さんじゅうねんだい)ですね、今(いま)から約(やく)四〇年前(ねんぜん)ですね。先(まづ)ほどからも申して  
あります光子(こうし)とか電子(でんし)とかそういうものについての研究(けんきゅう)どころも  
ありふれたものでありますから、光(ひかり)といふものは扱(あつか)は太陽(たいやう)の光(ひかり)  
の中でくらしでゐるわけ(わけ)で又人工的(じんこうてき)にいろいろんな光(ひかり)を作り出して、  
夜(よ)はそういう中で暮(く)らしてゐる、電子(でんし)はいたるところにあって人間(にんげん)  
はいたるところにそれを利用(りよう)してあります。ごく日常(にちじょう)ありふれた  
ものですが、そういうものは一体(いつたい)どういふものであるか、電子(でんし)と  
は何(なに)であるか光子(こうし)とは何(なに)か光(ひかり)とは何(なに)かという問題(もんだい)が二十世  
紀(き)の始め(はじめ)の二十周年(にじゅうしゅうねん)の問題(もんだい)でありまして、そういうものを相手  
にしてあります。例えば電子(でんし)とは小さな粒子(りゅうし)であります。とい

何と云ふ





方で見えておられる人にはそれがありありと見えておるが、前の方で見ている人は、それが途中でちょっと切れたように見えるだけです、すべて連続的に起ると考えるわけです。連続的に起らないと非常におかしい、連続的でないという考え方は途中で落着いてパッとなくなつて現われるのは奇術なんか催眠術が手品、あるいは何か神秘的なものでして、自然界にはそういう神秘的なことは無いもので、どこからどこへ行ったということも連続的に通つて行ったと考へ、人間についてもそうだし、ずっと小さなものでもそうだと考へ、そのゆゑがある何かの法則に従つて、それが因果的な法則に従つていて、そういうふうに世界はなつていてと考へられてきたわけです。そしてそれは、うけいられやすい考え方でありまして十九世紀の終りまでそう考へておつた、そういうすと光というものは波で電磁波の變化としてあらわれてくる、電磁波という連続的な波だということになつたんですが、それと同時に光が何かある単位のエネルギーを持つておりました、ある単位以上に分割できない。光子、光量子という言葉はそれを反映しておりました、その振動数に比例するある単位のエネルギーしか持たない、あるいはその二倍、三倍となるんで、半端なエネルギーは持てないということがわかつてきました、それは不連続です、不連続というものは非常に考えにくく、しかも光というようなものはある物理的対象ですね、そうとうよく回つてゐるつよりのものが、相矛盾する性格を持つてゐることがわかつた、こ

れが二十世紀になつてわかり、物理学者を困らせた、まず最初のジレンマだったので。どうすればよいかということ、そういう変なものを考えるにけどうしたらよいかという時、しかたがないから月曜日には光は波、火曜日には光は粒子と考へる、~~ま~~これは冗談ですが、そんなふうには考へられて、そのジレンマもだいぶ長く続きました。本當の解決が何であるかわからなかつたんですが、その後大分たつて一九二〇年代になりましたと、ド・ブローイというフランスの学者が、電子も又そのよりの妙なものであると言いました、電子は先程から言つていきますように非常に小さな粒子であり、粒子であることで、當時は今日と異なり磁箱、ウイルソンの磁箱といふものがあり、電子がその中を通りますとその跡がスコープとつきます、水筒がで、電場や磁場をかけると、それがまがるわけです、それで電子の通つた跡だとわかります。波でもあるといひ出し、波だったら跡がけつりてゐる理屈はむずかしくなつてきます。昔十七世紀に、ニュートンとホイヘンスの光に対する違つた考へ方があります、ホイヘンスは光がエーテルの波動だといひ、ニュートンは光は粒子だ、本質的に粒子だといひます。どうしてかといひますと、~~光は直進する~~波の波動説では説明できないので、光は粒子だといひたわけです。ほんとに光の直進を光の波動説から説明するのは容易ではなかつたんです。二十世紀になりまして新しい形で整理して見ましたが、今度は電子の場合に逆の話ができました。電子は粒子であるがそれには矛盾する波動

光の波の  
連続性

た。  
ほどさういふわけ

おかしな話

を

これは

性も持っていることを言っています。おかしいけれど実験でその通りになったんです。干渉の現象を起こすんです。波であれば干渉や回折を起こすんです。粒子という考えでは干渉や回折が起こせないわけです。電子を結晶中に通すとそういう干渉の縞が現われるということがわかったわけです。だからそれが正しいわけですが、そうすると先程のジレンマはどちらにも、物質についても又、光のようなエネルギーについても、ジレンマが出てきます。それを解決したのが、量子力学というものです。一九二五〜六年にできました。量子力学をくわしく話すと、それだけで何時間もの誤差みたいなものになりますからやめますが、どのようにして解決したのかといいますと、電子とか光とかいうものは非常に小さいミクロのものであって我々の見ているものとは本質的に異っているわけで、我々の日常に見ているものから類推すると、何か矛盾する性格を持っているのであって、矛盾する性格を持っているが、それはそういうふうな性格を持ったものの、ミクロのものはそのようなものだという事です。論理的におかしいんではないんです、普通論理というのはいくらでもあります、いちばんはっきりしているのは数学者の使う論理で、これは命題の論理です。おそろく自然科学関係の方はあまり興味を持たないでしょう、しかし人文社会の人の方が興味を持たれると思います。数学はむしろ、数学は完全に論理的に構成されていて、その論理は命題の論理で、それはある一つの命題、例えばソクラテスは人間である

がわかってきたんです。

電子の波動説も

どちらか一方は捨てる。

る、そういう一つのステートメント、そういうものの論理で、それを肯定するか、否定するか、その間に論理的な過程があるわけなんです。ない場合もありません。例えばユークリッド幾何学というのはいろんな命題が集まっておるんです。そういうたくさん命題は、まずいくつかの公理を認めますと、それから肯定、否定のどちらかを選べばならないようになっていて、で、それは何々は何々であるとその間には論理的関係は非常に単純でありまして、少なくとも、ユークリッド幾何学の場合には、はっきりしておるんです。そこで問題が出てくるのですが、非ユークリッド幾何学の問題が出てきますが、ま、統括はやめて、それは命題の論理でありまして、せまい意味の論理は、命題の論理です。ところが今の電子は、電子は粒子である、電子は波であると、これは何々命題の論理というのと、具合が悪いのでありまして、これは何ともいえず、矛盾してるとも、矛盾してないとも言えず、何か概念の論理、あるいは、存在する物理的対象を基にした何かの意味で客観的存在してゐるものについての論理ですね。ですからそこでは、必ずしも非証法とばかり言えませんが、何かその論理というのは、狭い意味の形式論理とはちがう論理というものがあろうわけですが、しかし、物理学の理論というのには、たい数学的に表現されておるんで、法則というものを数式として表わす、すると数式の間の関係というものが、先程の命題の論理と関係あるんです。そうすると、つまり、概念の論理で、実際

論理の後は、

が

この二つは、



しい事は言いません。確率そのものは測れる物理量とは誰も思っ  
ていません。しかし、それを結びつけたんです。あまり物理らし  
くないものを物理の中にもちこんだといっているでしょう。我々  
が学問をしている時に、その学問ならその学問にもちこむ概念を  
このようにもんだと決めこんでしまうが、学問の究極の中で最大の  
ものは、それらしくないものが、その中にはいつてくるというこ  
と。大きな豊かなものになることです。もう一つ例を上げると、  
アインシュタインですが、彼の一般相対性原理は、初めに言った  
内山先生の専門ですから、聞きたかったら内山さんに聞いたら私  
より研かです。一般相対性原理は他の物理の法則と大変違ったも  
ので、その最大の違いは、ニュートンの発見した万有引力があり  
ますが、この万有引力が、アインシュタインは、  
時間、空間世界の、まがり方の現われ方と同じ  
ものだと、曲率空間という数学的表現が、  
時間、空間が曲がっている、その曲がり方が  
万有引力を言うんです。しかし、最近の若い物理学者は、そり  
いうことに印象づけられなく、他の物理の方面と異なる概念だか  
ら、そんなものは勉強する必要はない。例えば素粒子を勉強す  
るには素粒子を勉強する必要がある。小さすぎで、万有引力な  
んか問題にならんから、どうでもいいと思う人が非常に多いんで  
す。思う人は思うでいいんですが、時間、空間世界がまがって  
る、それは幾何学ですね、広げられた幾何学です。時間もはいつ

物理量と

で、広がった幾何学です。物理量と、まがっている  
というのはいくつかの幾何学です。それと万有引力という、明らかに  
物理的な量とが同じものであるという関係を発見しました。これ  
は二十世紀の奇蹟です。一つのヨーロッパです。そういうふうな  
ことを考えたって成功したんです。いろいろ面白い高次元な事が考  
えられますが、それは、高次元なら高次元ほど、成  
功は難しい、しかし、いま言ったようなことで、アインシュタイ  
ンは成功したんです。これは驚くべきことです、これを驚くよう  
でないと困るんです。(笑)

このごろは驚かない人が多々あります。驚かないようならやめた  
らいいですよ。私など驚くような事を語りけれど、驚いてくれ  
ないんですよ。もうとっくに、驚いてしまったのなっていないです  
けど、一度も驚かない人はいません(笑)。物理学の歴史  
の中で、驚くべきことがたくさんあります。だから、前の人がや  
ったことを驚かないといけません。追体験というよりよいことぐら  
いは、できてほしいですね。自分でこれだけの事をできるかでき  
ないかは、ま、別として、だれでも驚くべき事、これはどうい  
うか、せめて人の事を理解してほしい、大学に入って、勉強する  
理由の一つだと思います。驚くためには少し自分で考えないといけ  
ません、いかに重要な事を理解していただかないと、学問をす  
る価値がありません。今の量子力学が成立したことも、そういう  
驚くべきことなんです。先程の、昔から言ってきた波が、水の波

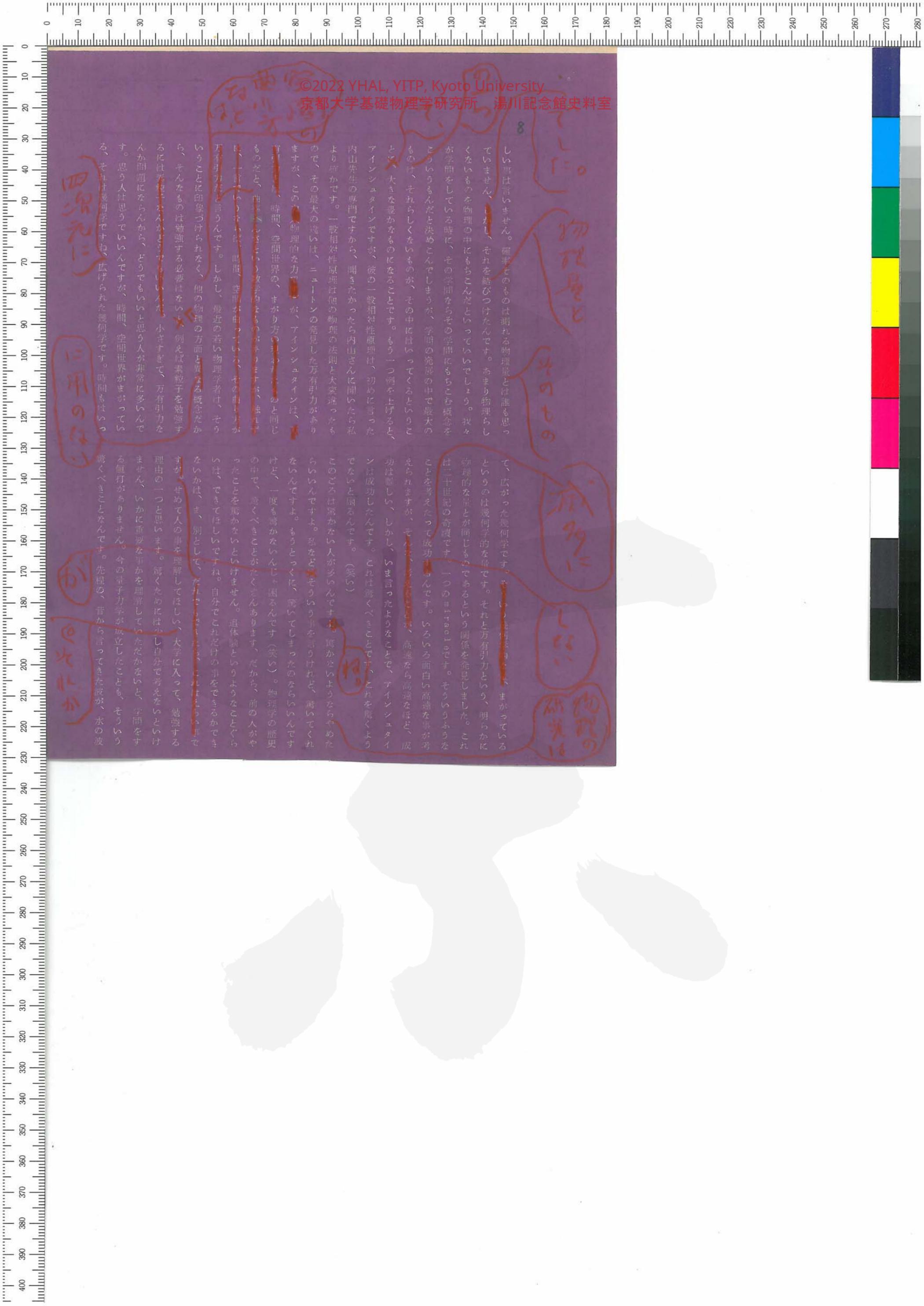
減りに  
物理の  
研究は

四次元に

に用い

が

の波はか



や音の波ではなく、確率の波であるという妙なことになったけど、それが注目すべきことです。そんなふうで一九二〇年代に量子力学という新しい学問ができてきたんです。物理にはあまり関係ありませんが、化学の話で、私は化学に非常に弱くて、亀の甲が並んだり、化学方程式があると畏れをなして、亀の甲が並んだにゆけななんです。亀の甲を恐れる人はやむを得ず物理をやらんで、亀の甲を恐れぬ人は、化学の専門家として頭張っておられるんです。物理と化学とは、非常に違うもんだという考えがあったわけなんです。例えば、化学では化学結合という *chemical bond* という原子同志の間に何か結びつける力がありまして、*potential* の両方腕を出して握手をする。例えば、水素の原子と酸素の原子とが両方腕を出し握手すると、くっつくというんですが水素は腕が一本で酸素は二本なので、酸素が一つに水素が二つで腕がいっぱいになり、 $H_2O$  ができるということなんです。しかし、電子からは、腕のようなものは出ていないと、誰かが言っていました。しかし、どうして結びつくんだということになります。これが量子力学に *quantum mechanics*、一九二七年の、私が学生であったころ、ハイトラーとロンドンの化学結合の理論というのがあります。簡単な場合の化学結合、共有結合という場合について、両方から  $\psi$  がでて、それがひびくというの、量子力学から見ると、両方の電子が入れ替わるといふ効果があらわれて、そこに強い引力がでるという説明があったのです。もしなら、

計算してでるのです。これは化学結合の本質を理解するのに非常によいんです。だから交換積分という、いれかわることによる力、交換することが力になるを考えた  $\psi$  だったんです。そういう所から化学結合の本質がだんだんと判ってきたんです。ところが、大事なことを、それは、非常に精密な計算をやってピタリと定量的に一致させたものと違うんです。これは非常に大事なことです。皆さんが、今後どんなことをされるにしても、非常に大事なことです。つまり、自然科学でいいますと、基本的な理論体系があり、方程式があった時、これをさっさと解いた場合、解を出した時、式をひねくり回してもできない時は、それは *quantum mechanics* にかけると、それで必ず解はでてくるんです。 *quantum mechanics* を理解するというのはそういう仕方もありますが、それだけでは足りないです、むしろ、そうでない方が重要なんです。今のあやしい計算ハイトラー、ロンドンの計算は、決して非常に正確な計算ではないんです。ピタリと数値がでるわけじゃないんです。しかしながら、そういう水素原子と酸素原子が寄って水素分子になるというメカニズムは何であるかという、その本質を非常によくつかんでいるんです。そして、それは他の例にもあてはめられるし、それに対する直観的なイメージを持つことができるんです。字面はむしろそういうことになって大きく進むんです。ところが非常に正確にピタリと合わさなければならぬんです。どうしても定量的にピタリと合わさなければならぬ、それはもちろんなんです。

従って原子全体から腕は出せない。そんなら腕は

握ります

計算してでるのです。これは化学結合の本質を理解するのに非常によいんです。だから交換積分という、いれかわることによる力、交換することが力になるを考えた  $\psi$  だったんです。そういう所から化学結合の本質がだんだんと判ってきたんです。ところが、大事なことを、それは、非常に精密な計算をやってピタリと定量的に一致させたものと違うんです。これは非常に大事なことです。皆さんが、今後どんなことをされるにしても、非常に大事なことです。つまり、自然科学でいいますと、基本的な理論体系があり、方程式があった時、これをさっさと解いた場合、解を出した時、式をひねくり回してもできない時は、それは *quantum mechanics* にかけると、それで必ず解はでてくるんです。 *quantum mechanics* を理解するというのはそういう仕方もありますが、それだけでは足りないです、むしろ、そうでない方が重要なんです。今のあやしい計算ハイトラー、ロンドンの計算は、決して非常に正確な計算ではないんです。ピタリと数値がでるわけじゃないんです。しかしながら、そういう水素原子と酸素原子が寄って水素分子になるというメカニズムは何であるかという、その本質を非常によくつかんでいるんです。そして、それは他の例にもあてはめられるし、それに対する直観的なイメージを持つことができるんです。字面はむしろそういうことになって大きく進むんです。ところが非常に正確にピタリと合わさなければならぬんです。どうしても定量的にピタリと合わさなければならぬ、それはもちろんなんです。

物理や化学や、精密科学というものは、そうなんです、生物もそ  
うなると思いますが、しかしそういうことを願っているだけでは  
ダメなんです。定性的、仮定量的、概念的、或いはイメージを持  
つだけでは、何か把握している、それは非常に精密な問題を問  
題にしているんじゃないんです、何か、事柄の本質をつかんで、そ  
れでいろんな違った場合も理解できるようになる、これは、空間  
の進歩に於て、極めて重要なことです。電子計算機を使って計算  
をするということの中にも、そんなことがあるんです。そんなこ  
とで原子力学も大方できあがって、非常に広い適応範囲を持って  
いる、非常に役に立つ学問であります、先程申しました電子と  
光子と陽子だけがこの自然界を造っている素材としますと、何か  
欠けていると明白に感じられるんです。いくらやってもそれら  
だけで、物質世界を組み立てられないんです。ラザフォードは原  
子核の存在を発見しました。原子核が一体何からできているかを  
考えますと、三つの量子ではどうしても足らないわけです。ラザ  
フォードは先見の明のある大学者ですが、彼は、どうも陽子とよ  
く似た中性の粒子があると考え、これは電子と陽子が非常に強く  
結合したもので、中性に見えると言っていました。この考えは間  
違いますが、中性子といえるものが存在すると言ったんです。そ  
して一九三二年、実際、中性子が見つかったんです。誰が見つけ  
たかと言いますと、ラザフォードの門弟であるチャド・ウィック  
という人です。その前に中性子を見つけたはずの人が、たぐさ

んあるんです。ドイツにボーテという人がいまして、この人が実  
験をやってまして、それが、中性子の関係するものだったんです  
が、それを中性子の仕事とは思わなかったんです。次にキューリ  
夫妻がそれを受け継ぎ、それをやりました。もう中性子発見の  
すれすれまで来たんですが、中性子だということまでいかをい  
んです。そのころは、ラザフォードは、早くからそういうことを  
言っておるんです。中性子がありそうだから捜せと言っておった  
んです。ところが当時は世界に偉い理論物理学者が大勢いました  
が、唯一人理論家の中からは中性子がありそうだというようなこ  
とは言わなかったのです。ラザフォードは純粋の理論家ではな  
く、むしろ、面白いな実験をやってきたんです、そういう人が中性  
子を捜せというわけです、という命を受けていましたから、チャ  
ド・ウィックが発見したわけです。世の中は非常に皮肉なもので  
して、理論家はかえって自分の枠組み、理論体系、概念体系、  
数式にとらわれすぎておって、違うことが考えられなかったんで  
す。実験の人の方がかえって物にとらわれずに考えるということ  
があるんです。しかし又、逆もありまして、いくら理論の人が言  
っても実験の人が信じないため、当然あると決まっているものの、  
実験的証拠がずっと遅れたりすることがあるわけです。その例で  
は、中性子はチャド・ウィックが一九三二年に発見したんですが  
そのすぐ直前に、パウリという若い偉い学者がいたんです。物理  
学界が現在とどのくらい異っていたかと言うと、まず、パウリが

半  
な把握  
一致



御高説を拝聴して、同時にこちらも物理の話をするんです、向こうはひきそりなんです、雅用があまりないようなんです。私などのかげだしが行っても話ができませんでした。ところが、この長岡先生は、ロード・ケルビンではないですが、非常に偉い先生で、話はずらに昔になります、私が京都大学にいらした頃、学術協会というものがあり、その公開講演の中で長岡先生が、「物理学の今昔」という話をされて、量子論ができた、物理学は変わりつつあるとわかったんです。六十を少し越したぐらいで今の私と同じぐらいです。そこで私は非常にその話を聞いて感激したんです。私もうすうすは知っていましたが、その話に別敬されて、奥に角、勉強せよならんという事で、よく勉強したわけなんです。本筋に話をとすとパウリという学者が、一九三一年、中性子が発見される前、人工放射能のβ崩壊でエネルギー保存の法則は成り立っていないかという疑問がエネルギー保存の法則で、見かけ上エネルギーの保存則が成立していないのは、何かエネルギーを運んでいる、それが何であるかということを行いました。それは今日、中性微子ニュートリノとよばれるものです。これは言ったもので、学会に発表したものでないから後になるまで私は知らなかったんです。ところが翌年、中性子が見つかったんです。誰も予想していませんでしたが、パウリは、中性子が見つかったのでよることなんです、検討してみると全く違ったものだったので、これはおかしなことだったんです。予想外の物

が発見され、予想した物が発見されなかったのです。最もこの予想したものに後には発見されますけれど、こんな事がたまにはあるんです。私の事を言わせてもらえば、私はこの右側の理学部の建物を使っていた頃、中間子があると行って、質量では電子の約二〇〇倍だと言ったのです、ま、理由は言わないでおきましょう。そのうち宇宙線の中にそれらしいものが発見され、自他とも一応そう思ったんですが、大変くわしく研究してみると、質量は大体同じだが、他が違ふということで大変困りました。後の言葉でいいますと、その時発見されたのはミューン中間子と呼ばれるものです。私がねらっていたのは核力と関係していた中間子なのです。先ほど化学結合では、両方の電子が入れ替わることにより力が働くという場合ですが、簡単に、例えば水素原子が二つある場合、接近すると、となりの空いた空間との間を行ったり来たりすることで結合力がでてることもあるんです。中間子をそういうものと見ると、原子核の中でいったり来たりして、中間子の交換の力などもとになっているという量子力学の一部理論を発展させたものです。その中間子は今日でフェイ中間子と主に呼ばれているのですが、それではなかったんです。一九四二年、私は京都大学に移って来ましたが、坂田昌一さんが名古屋大学に移られようとする時、坂田さんが、中間子は、一種類では実験との矛盾がうまく解消できないから、思い切って、両方ともみとめて、核力の中間子、それが変化した中間子、それが、宇宙線の中でよく見

られるものだという二中間子論を、神戸大学の谷川さんと坂田さんが出されました。中間子論ができました。私はというと、素粒子の種類が増えてきてやるが、その基本になっている理論構成には、矛盾がある、その矛盾とは、物理量は測れる有限の値であるべきだという、収束する理論となるべきものが、そうならないことであつたのです。その頃は、黒板にいつも丸を書いてました。それは、時間、空間の非常に小さい素領域というもので、それは当時としては、難し過ぎる問題だったので。今日までやってきました。いつも研究会が一緒の朝永さん、坂田さん、武谷さん等が、私は丸を書くばかりでラチがあかない、勇み足ではなにか、丸ではなくて、人間の目のような、同じ空間的を面が二つで、丸でなく目みたいものに制限してはどうかと言って、それが、長多時間理論、それから「くりこみ理論」になってゆくんです。それは量子電力学というもので非常に成功したわけです。この頃、道が三つに分かれたんです。日本の話なんですけども、素粒子論の最前線の話でもあったのです。素粒子論はどこから始まったか、一九三〇年代の初めに中性微子論の話があり、又中間子論があつて本格的になってきて、世界でそれに就いて研究が盛んになり、日本は日本で、極端に言って道が三つに分かれたと言えらるんです。(笑)

ました。その年の終り、宇宙線の中に全然予想しない新粒子が見つかり出したんです。宇宙線がなぜできるかという話ははつきりませんが、宇宙線はものすごく大きなエネルギーを持った(主にプロトンですが)ものが地球の大気の子核と衝突して、バラバラいろいろなものを作るんです。その中から、とんでもない変なものがあるように見出されるんです。天然の加速器であるというものは今日でも正しく、人工の加速器よりもっと大きなエネルギーを持つたものがよくあるんです。しかし数が少ないので、見つかるのが難しいんです。ある時期までは宇宙線は非常に決定的な役割を果たしてきました。とにかく一九四七年、新粒子が数年間でたくさん見つかり、高エネルギーにもどつたのです。原子論とは何か、ものを分類していくと、どこかで限界がありまして、それ以上分別できないものがいくつかわるんでして、その数を少なくしたいわけです。その数を減らせばへらすほどいいんです。二、五種類な方がいいけど三十種類、五十種類となると、もう一つ又先に進まなければならぬんです。素粒子は最も基本のもので、種類も初めは少ないんです。電子、光子、陽子、中性子、中性微子、中間子(二種)それでもまあ、しかたがないと思つてましたが、一九五〇年前後に一卒に三十種類ほど増えたので、どうしようかということ、まず分類をやろうということになりました。宇間とかおおよそ分類から始まるんで、そこで、きちんと整理すると、新しいものを予言もできるかも知れないということなんです。

メンデレーエフの周期律もそういう性格でしょうね。なぜ、あんな  
るのかわからなかったけど、整理をしてみると、見つかった物と  
か、性質の不明なものでも、おおよそ推測できるということにな  
るんです。一九五三年、大阪市大の若い先生は設備その他多くの  
事情で、自宅研修していたらしいのです。(笑い) 時々研究室  
に来て、話しあり理屈だったのです。この条件の悪いのが逆に幸  
いして、今、東京大学にいた西島君と、今も大阪市大に残ってい  
る中野君が、非常に見事な分類法を考えられました。当時、アメ  
リカのゲルマンという偉い学者が同じ分類法を考えていました。  
今日でも、第一に考えられる分類法はそれです。それに理論を付  
け加えるとか、新しい粒子を加えるとかしても、この分類法は動  
いてないのです。極めて設備の貧弱な、確度のあまりなかったと  
ころから、そんな立派な理論がでてくることもままあります。確  
感するところはダメということではありません、逆は真ならずで  
すから。分類学の次は模型です、模型による理解です。ラザフ・  
ードの原子核模型という太陽系のようなものがあります。それで  
はダメだからボーアの模型ということになりました。未解決のも  
のを解決しようとする時、一般には順推ですが、原子物理学では  
大体直観というものがきかないところなんです。ところが、ある  
程度直観をきかしてやると、うまくいくこともあるんです。そこ  
で多くの素粒子が見つかったので、その構造や、何と何からでき  
ているようなことを考えます。それについては坂田さんの複合模

型という有名なものがあります。これがいろいろこの十年程の間  
に変遷しまして、初めは素粒子の中の三種類を持つてくると後は  
皆よせあつめてできるだろうと思っただんですが、そう、うまく行  
かなくて、一番の素材となる三種類は、大変奇妙なことに、普通  
の電子がもつ電気量の $\frac{2}{3}$ とか $\frac{1}{3}$ をなすんです。大変おかしなことです。  
昨年ハイゼンベルクがきまして、なにとはつきり言っていました  
がね。ところが、これも見つかってしまえばしまいいいなんです  
(笑い)。百日の説法もへ一つといいますが、まあ見つからんで  
しょう。素粒子の模型がだんだん変な方向へ走ってるようなんで  
すがね、ま、学問の進歩も抽象化、一般化の方向へ走らざるを得  
んようになるんですがね。ことにミクロの素粒子の世界などは、  
見えてきたようなことを言っても実際見えないんですからね。しか  
し、そこをいろいろやってみると、だんだんに、抽象化、一般化  
をしないといけなくなるんです。初めは模型とか言っていました  
が、だんだん対象性、対象性とかへ話が難しい方へ進むわけです。  
それがさらに一九六〇年代になりますと、急にまた素粒子の仲間  
がふえたんです。素粒子というのは、存在する時間がどんなに少  
なくても一定時間存在しないといかんのです。素粒子の  
世界では、新粒子が生まれるとすぐ動き出すので、その動きを一  
応光速の $3 \times 10^{10} \text{ cm} / \text{s}$ で $10^{-15} \text{ cm}$ 。これは原子核の大きさなのです。  
つまり原子核の外へ出ないうちにつぶれたら新粒子ができたとは  
言えないということです。時間はというと、 $10^{-22}$ 秒といつても

ない数字になります。それまでに見つかっていたものはかなり長く<sup>10<sup>-11</sup></sup>秒ぐらい存在していたものが多かったのです。これは全くものすごい進みです。<sup>10<sup>-23</sup></sup>に比べれば<sup>10<sup>-10</sup></sup>はものすごく、べらぼうに長いのです。人間においてはおそろしく長いですね。(笑)(笑)  
私自身も少々長生きし過ぎて、退屈しかかっているぐらいです。(笑)(笑) 生きてるかぎり、勉強も研究もやらねばなりません。いつまでもやるのなら、これには根を上げますね。そんなものすごく短かく存在するものは素粒子らしくないので、共鳴単位といえます。それをいれると何百種になるかわかりません。私もおぼろげに覚えています。新しいものを憶えても、もう前のものを忘れていくし、名前の付け方が支離滅裂なんです。昔は何か読めないような漢字をあてたり、むずかしい名前がありました。今でもそうですが。(笑)(笑) これも、命名法がきちんとしてないので、各発見者が思い思いの名前を付けるからです。昔から見つけられている古い素粒子から比較的新しい素粒子、それにごく最近、十数年前に発見された共鳴単位に、統一して理解するための理論は三種類ぐらいに分けられます。一つは昨年日本へきて皆さんも話を聞かれたハイゼンベルグの理論です。原物質—パウリのニュートリノによく似ています—そういうもの—場ともいえる—がもとであるという理論です。もっともらしいんですが、数学的にはあまりうまく行きそうではないようです。いんげんなものにまであてはまらないようです。次にチューという人

の考えを述べますと、多くの素粒子がありますが、これは皆同列だということです。ハイゼンベルグでもそうなんです。チューはS行列でそういう何かあるものになるものがあった、同列であるんではなくして、同列のものが多くあって、その在り方がいろいろあって全体として合理的に英語でいうと *more or less* なような存在のしかたをしているということです。そういう理論を「何とかデモクラシー」といいます。デモクラシーとは我々の世界では、個人が単位です。個人が何からできているかというのはい、別問題です。チューはそこでやめとこりというんです、素粒子などというものは、非常に近寄ったら衝突するんだが、誰も現場検証といえるものを持ってないので、そこは何も考えるなというんです。その前後を考えようというんです。おぼろげにばかりかかしているんです。そういうものがないというのかはかかっている。現場検証はできないかも知れませんが、しかし、そういうものがあって、途中がないというのには反対ですね。しかし、ま、ブラグマティックに考えれば、そんなところには余り立ち入らずに、話がすっきりと行くならよいんです。熱力学はそんな学問ですね。熱力学と統計力学と二つあります。こまかい気体があって、それは多くの分子からなっていて、分子がどう動いたら全体の性質としてどんなになるかということをやチャゴチャ追求するのが統計力学です。熱力学は、エントロピーやエネルギーとかそんな量

を考えて、法則性を追求する、それだけだと、いらぬ所へは立  
ち入れないという考えです。しかし立入禁止というものが原理的  
にどこかあるならば、それは立派な理論をなすんですが、今の  
ところは、そういうた、現に熱力学と統計力学の場合には熱力学  
は統計力学に基礎づけられている、これは明確なことです。ボル  
ツマンは、そのため悪戦苦闘して、自殺はしたけれども、嵐石に  
何かささみつけた、だから私はS行列一本やりという、S行列は  
悪いと聞いてませんが、それだけで話を進めるのはよくないと思  
っています。第三番目は私達がやっていることで、今日では高橋  
城とか申していますが、こういう時間空間世界の中に素粒子は存  
在しているのだから、それ以外の世界のものではない。あのより  
なものでなく、このよりなものとして考えてゆこうというのが私  
の立場です。私は時間空間世界がこんなだと思っただけでも、  
ま、我々が日常世界で思っている、時間、空間と違うかも知れ  
ません。どのくらい違うか非常に難しい。それは、しかし、違っ  
ているかもしれないが、何らかの意味に於ける、時間空間世界の  
中にエネルギーや物質がある形をとっている、それが物質のあり  
方だと思っただけです。世の中に往々々の意志でどうにもならんところ  
のものがあるわけです。それが時間空間的に存在してゐる。そ  
れをとって数学的存在ですね、数学的存在は、時間空間的存在  
でなくともいいですね。数学は空間です。しかし、物理学では  
それを離したらどうなるかというと、私が抽象論になってゆく

を喜ばないのは、そういう性格が失われてしまふと困るからです。  
「単にあのようなもの」では困るのだと、このようにというのが  
どのようにか、非常に小さな時空世界がどのようになっているか  
はまだよくわからぬ。先程アインシュタインの一般相対論を述べ  
ましたが、彼の一般相対論では非常に大きな世界、太陽系或いは  
宇宙全体というものの、時間空間構造は何であるかということ  
問題にしたわけですが、私はそれをずっと素粒子のよりな小さな  
世界で時空構造は、どのようになっているか。それと物質エネル  
ギーの在り方とは、どのような関係になっているかを追求して  
るわけです。さしあたりは、時空構造を、今までのものと非常に  
違うものに變えるところまでふみ切ってやらぬので、その点保  
守的なものが残っております。見ようによっては私の立場が一番  
保守的かも知れない。しかし単に保守的な立場に留っておろすと  
は思いません。かつてアインシュタインが統一場の理論というも  
のを作りました。詳しいことは内田先生にお聞きになるとよろし  
い。彼は、重力場万有引力を、時間空間の曲率という話に大成功  
して、そうすると、もう一つの電磁場という力の場があるのでも  
れもいっしょにしようとして、晩年の三十年ぐらいはそれにかかりま  
ったのです。統一場の理論は一つにするわけです。彼は統一場の  
理論をたくさん考え、いっしょの研究者と考えて、検討しました  
が、それが彼もよいかわからず、そのままになってしまいました。  
統一場の理論の評価については我々はそう大きくできないんです。

材料が貧弱ですし、それにあうような幾何学が適当なものとして

なかったのです。しかし、彼の達成しようと思っていたことは

非常に我々にもよくわかるんです。重力場、電磁場といっているた

さまさまの素粒子の場の統一理論というものを目指しているんで

すが、アインシュタインが材料の不足でできなかったことを、少

なくともある程度の数の学者はやっておるんです。素粒子の現状

と将来という題なのに、大方過去の話をしたのですが、将来を言

います。将来は、あまり言わない方がいいです。(笑い)

私の将来というのは、どういものができてきて、どうなるとわか

っているなら何も研究なんかやりませんよ。(笑い) ただ私は

なんとなく、こんなふうになってほしいという理想を持っている

んです。素粒子は広がっている、この広がっているというのは、

いろいろ意味がありますが、時空的存在であって広がりを持って

いるので、それをいろいろ改良し、変えていってなんとか素粒子

の統一理論を達成したいと思っています。私に将来を聞かれ

たら、私は達成したいと考えてるだけです。

それは素粒子の将来がどうかわかりません。それは私にとってそ

うなんです。他の学者はまた別の将来を考えているでしょう。例

えば、チューという人とその一派は、そんな時空的なイメージと

いうよきを古くさいものはやめてしまっ立入禁止で行けと主張

してやるんです。しかし私は、自分の方が正しいと思っています。

私の方が正しいと思うからやっているんです。(笑い) ま、そ

れ以上は、自分で結果を出して、これこの通りというより他にし

ゃりがない。ま、将来のことはこの程度で終りに致します。