

第1回

西宮湯川記念事業

1987

西宮湯川記念事業運営委員会
西宮市教育委員会

記念事業によせて



京都大学基礎物理学研究所長
西島 和彦

第1回西宮湯川記念事業の小冊子を皆様のお手許にお届けするに際し、一言ご挨拶申し上げます。

西宮市は故湯川博士とゆかりが深く、昭和60年11月2日西宮市立苦楽園小学校に「中間子論誕生記念碑」を建立されたのを機会に、「西宮湯川記念事業」を発足したいとの提案が西宮市からありました。

博士のノーベル賞受賞を記念して創設された京都大学基礎物理学研究所としても、この記念事業に対し全面的に協力させていただくことになり、研究所関連分野の研究者で構成する運営委員会を設置し、その企画及び運営にあたって参りました。

この事業の一環であります「西宮湯川記念理論物理学シンポジウム」は、若手の研究者を中心とした実行委員会が計画し、昨年11月7日・8日の両日、西宮市において開催されました。理論物理学各分野の最先端を進む研究者10名を講師としてお招きし、研究成果の発表と議論が展開され、大変実りあるシンポジウムであったと評価されております。

その記録は、英文で世界に向けて刊行されることとなっておりますが、同時に、どのような問題が議論されたか、その内容を専門家以外の方にも知っていただけるようこの冊子に解説しました。

また、理論物理学の分野で顕著な業績をあげた若手研究者に贈られる「西宮湯川記念賞」には、全国の専門家から推薦を受けた多数の候補者の中から、理論物理学の各分野の研究者で構成する選考委員会の審議を経て、東京大学教養学部助教授の米谷民明氏が選ばれました。

11月9日、湯川博士の旧居に近い夙川公民館でこの受賞式とともに、帝塚山大学学長内山龍雄氏を講師にお迎えし、相対性理論とはどのようなものかをテーマとして市民の方々を対象とした「西宮湯川記念講演会」を開催したところ、多数の方々が聴講され、西宮市民の科学に対する関心の高さを改めて認識しました。

私どもの専門であります理論物理学のような地味な基礎科学分野においてこのような事業を行うについては、種々困難が伴います。

この事業の第1回目は、大変好評裡に終了致しました。ひとえに八木市長、小林教育長のお力添えと市民の皆様のご理解の賜物と厚くお礼申し上げます。

このような特徴ある文化事業を始められた西宮市が文教都市として今後とも益々発展されることを心より念願します。

ごあいさつ



西宮市長
八木 米次

湯川秀樹博士が、日本人として初めてノーベル賞をお受けになられた「中間子論」を発見されたのは、ここ西宮市の苦楽園にお住まいの時でした。

当時博士は、大阪大学に通って素粒子の研究に没頭されており、その合間には、風光明眉な苦楽園のあたりを散策され、大阪湾をはるかに見はるかす眺望を楽しまれながら構想を練られたようです。このことは、博士の著書「旅人」に詳しく書かれています。まさに、中間子論は西宮で誕生したのであります。

それから50年を経た昭和60年に博士の門下生の方々が中心となって、「中間子論誕生記念碑」を苦楽園の地に建立されました。その碑文には、「旅人」の中から「未知の世界を探究する人は、地図を持たない旅人である」という言葉が、実弟小川環樹博士(京都大学名誉教授)のおだやかで気品のある文字で刻まれております。

西宮市では、これを契機に中間子論が本市で誕生したことを42万市民をはじめ内外に広く知っていただくとともに、文教都市西宮の誇りとしたいと考え、湯川家のお許しを得て、この「西宮湯川記念事業」を実施する運びとなったものです。

この事業は、理論物理分野で顕著な業績を修められた若手研究者に贈呈する「西宮湯川記念賞」、市民に理論物理学を平易に解説する「西宮湯川記念講演会」と研究者達による「西宮湯川記念理論物理学シンポジウム」で構成されています。

シンポジウムには、世界の第一線で活躍されている方々を研究発表講師として招聘したのを始め、大学院で研究されている方々まで130名の研究者が一堂に会し、白熱した討議が展開されました。

この事業が理論物理学研究のために少しでもお役に立ち、市民の基礎科学に対する認識を深めることになるならば大変幸せに存じます。また、このような基礎物理学研究奨励のための優れた場としても西宮市を発展させていくよう努めてまいりたいと存じます。

最後に、この事業の推進にあたり絶大なご協力、ご援助を賜りました京都大学基礎物理学研究所、日本物理学会など関係者の方々に厚く感謝いたします。

ごあいさつ



西宮市教育長
小林 久盛

科学とその成果は、現代に生き、次の世紀を担う人類の幸福と平和と繁栄にとって非常に大きな力をもっているといえる時代になってきました。

このようなときに、わが国が世界に誇り得る偉大な物理学者であり、「ラッセル・アインシュタイン」宣言に署名し、同時に世界平和アピール七人委員会（昭和30年）を結成した、湯川秀樹博士のノーベル物理学賞受賞の対象となった「中間子論」誕生の地西宮市に「西宮湯川記念事業」を発足させることができました。

博士ゆかりの地に近く、風光明眉な苦楽園小学校という教育の場に建てられた「中間子論誕生記念碑」が機縁となって、文教都市西宮にふさわしい「事業」が生み出されました。

毎年行われるこの「事業」が、基礎物理学研究の振興と奨励の場として発展し、日本はもとより、世界の中でいよいよ重要な位置を得ることを願い、この企画をいたしました。そうすることにより、博士の偉大な精神を西宮の教育に根づかせることになると確信したからです。

この「事業」を通じて、市民の基礎科学に対する正しい認識と学生、生徒の「科学する心」を育てることができるならば、湯川博士の精神に少しでも通じることができると考えております。

また、「シンポジウム」と「記念賞」は、次の理論物理学を担われる若手研究者の研究奨励を目的としております。この事業が、その方々の「未知の世界を探究する地図」となり灯となって世界の基礎物理学の進歩に寄与できることを期待しております。

世界に一つしかない「中間子論誕生記念碑」と世界に一つしかない「西宮湯川記念事業」、それらが西宮市にあるということを知り、42万市民の方々と共に誇りに感じ、湯川秀樹博士の「真理を探究する心」と「平和への願い」が一層市民生活と教育実践の中に強く継承されることを念願しております。

西宮湯川記念理論物理学シンポジウム

会期 昭和61年11月7日(金)・8日(土)

会場 西宮市民会館1階 大会議室

シンポジウムの 概要

- 1** 第1回目の本年は、理論物理学の全分野—素粒子、物性、原子核、天体核—から研究発表講師10名を招待し、単に最先端の研究成果の紹介にとどまらず、専門化が進んだ今日、各分野間の相互認識を図るとともに、境界領域の問題を探ることも目的として、オムニバス形式で開催されました。
- 2** 講師のうち日本人講師は9名で、いずれも各分野の最先端を進んでいる研究者ばかりであり、仁科記念賞受賞者、ノーベル物理学賞の候補にあげられた方、海外で研究に励まれている方も含まれています。また、外国人講師は、素粒子と物性の両分野で次々と重要な研究をされている国際的に著名な研究者であり、理想的な講師陣となりました。
- 3** シンポジウムには、北海道から九州に至る全国の関係大学、研究機関から各分野の研究者130名が参加し、活発な討議が展開され、極めて有意義な会議であったと好評を博しました。



研究発表
要旨

11月7日 午前9時～午後5時40分

◇ Very Early Universe 初期宇宙

高エネルギー物理学研究所
教授 吉村 太彦

日常生活の時間のスケールでは、私たちの宇宙は静的に見えます。しかし実際にはこの宇宙は膨張しているのです。風船の上にくっつか印をつけて脹らましてみましょう。風船が大きくなるにつれてそれぞれの点の間の距離が大きくなっていきます。風船の表面を宇宙空間、その上の点を銀河と考えるとそれぞれの銀河はお互いの間の距離に比例する速度で遠ざかっていくことになります。実際、観測により私たちの銀河に対して他の銀河が距離に比例する速度で遠ざかっていることが示されているのです。



宇宙が膨張しているということは、時間を逆に溯れば宇宙は小さくなり高温になることを意味します。つまり宇宙はかつて輻射に満たされた非常に熱い火の玉だったのです。この頃のなごりとして現在の宇宙が絶対温度で2.7度の輻射に満たされていることが観測されています。

現在の宇宙は、星・銀河・銀河集団とさまざまな階層で豊かな構造をもっています。しかしかつての宇宙は、そのような構造をもたない単純な火の玉だったのです。ただしその火の玉は非常に高温・高密度で私たちの想像をはるかに超えた極限的状態でした。ここで巨視的世界を扱う宇宙論と微視的世界を扱い物質の究極の姿を探る素粒子論が密接に関係する様になったのです。

この両極の理論の出会いにより実り多い成果が得られています。宇宙のほとんどすべてのヘリウムが宇宙が10°度の頃に陽子と中性子から生成されたことが示され、この成功と前に述べた2.7度の輻射の観測により“火の玉宇宙論”が確立されたといえます。さらに強い相互作用・電磁相互作用・弱い相互作用を統一する大統一理論を用いると、現在の宇宙において物質に比べ反物質が非常に少ない事実をうまく説明できることが高エネルギー研究所の吉村氏によって示されたのです。

◇ 太陽ニュートリノ

ミュンヘン工科大学
教授 森永 晴彦

太陽は、約50億年前の誕生以来、莫大なエネルギーを宇宙空間に放射し輝き続けている。このエネルギーは一体何によってまかなわれているのだろうか。それは、軽い原子核を融合させて重い原子核を作るときに出るエネルギーである。すなわち、太陽はその光り輝くエネルギーを内部での核融合反応によってまかなう一種の巨大な原子炉であると考えられている。核反応の際にニュートリノと呼ばれる粒子が発生する。

ニュートリノは物質とほとんど相互作用しないので太陽内部の物質中を素通りして直接地球まで飛んでくる。太陽から来るニュートリノを観測すれば、太陽内部の核融合反応を直接“見る”ことができる。このような考えに基づいてアメリカのブルックヘーブン国立研究所のデーヴィスによって20年近く太陽から来るニュートリノの観測が続けられてきた。ところが、観測の結果、ニュートリノの測定値が標準太陽モデルに基づく理論値にくらべて、ずっと少ないという困った結果になった。これが有名な“太陽ニュートリノ問題”と呼ばれるもので、数多くの解決案が提出されたが未だに決着はついていない。デーヴィスの実験では $^{37}\text{Cl} + \text{Ve} \rightarrow ^{37}\text{Ar} + \text{e}^-$ という反応を使う。(Veはベータ崩壊のときに放出される電子ニュートリノ。)この反応では、ニュートリノのエネルギーにしきい値があり、ある値以上のエネルギーをもったニュートリノでないと反応が起こらない。太陽から放出されるニュートリノの大部分は、エネルギーが小さいためこの実験の測定にかからないことになる。そこで、しきい値の小さい反応を用いてやれば、エネルギーの低いニュートリノを観測できるので、最近 $^{71}\text{Ga} + \text{Ve} \rightarrow ^{71}\text{Ge} + \text{e}^-$ の反応を用いた実験が計画されている。($^{205}\text{Tl} + \text{Ve} \rightarrow ^{205}\text{Pb} + \text{e}^-$ の反応も有望視されている。) こうした実験によって、太陽の内部がより明らかにされていくことだろう。



◇ 格子ゲージ理論

筑波大学物理系

助教授 宇川 彰

古代ギリシャ以来、人類は自然界の多様な物質を構成するより根源的な“素”を追い求めて来た。物質をどんどん分割して行くと、分子、原子、そして原子核に行き当たる。原子核は、陽子、中性子が湯川中間子によって媒介される核力で結合された複合体である。これらの構成粒子はハドロンと呼ばれ、数百種が発見されている。ハドロンはさらに、クォークと呼ばれる基本粒子がグルーオンによって媒介される強い相互作用で結合された複合体である。クォーク、グルーオンの従う基本理論、それが量子色力学である。クォークの存在を仮定すると、ハドロンの性質が実に見事に説明できる一方で、現在までのところ、クォークを直接実験によって発見できていない。そこで、クォークはハドロンの外に単独で存在することができない、という仮説が出された。これを「クォークの閉じ込め」仮説と言う。量子色力学における重大な研究課題の一つは、この仮説が正しいかどうかを調べることである。さらにまた、量子色力学によって、理論的に、クォーク、グルーオンからハドロンを定量的に再現できなけれ

ばならない。例えば、数個のクォークの質量をインプットして量子色力学に基づく理論計算によって数百種のハドロンの質量を算出できるはずである。その際、現在最も強力な道具立てを与えるのが格子上の量子色力学である。一旦、時空間を離散的な格子に切断し、その上に量子色力学を構成し、計算の最後に連続極限という操作をして物理量を求める。格子に切断することによって、まず、数学的にきっちりした理論の定式化が可能で、さらに、計算機を用いた数値計算が可能になる。この時特筆すべきは、現象論的モデルを介在せずに、量子色力学という第一原理から直接に物理量を算出できる点で、今日までに、上述した問題について数々の成果を上げている。現在、スーパー・コンピューターによる精力的な数値シミュレーションが進行中である。

◇ 原子核は何からできているのか

東京大学理学部

教授 矢崎 紘一

原子核は、原子の中心に位置し原子の質量の大部分を担っている。通常、原子核は核子（陽子と中性子）の複合系として理解されているが、この描像は比較的低エネルギーの現象に対してのみ有効であり、例えば中間子やアイソバーを実際に生成するに十分な高エネルギーの現象に対しては原子核を核子に中間子、アイソバー等の自由度を含めたハドロン多体系として考えられることが必要となる。更に高エネルギーあるいは非常に短距離の現象に対しては核子自身が構造を持つことが重要になると考えられる。従って「原子核は何からできているか」の問いに対する答えは、我々が原子核のどのような様相を知りたいかによることになる。この問いはまた「我々が対象とする現象を記述するに最も有効な変数は何か」「最も基本的な変数は何か」と言いかえることもできる。



例えば核力に関しては、湯川博士による核力の中間子論、「核力は中間子の交換によって生じる」としてほぼ理解できることが知られており、核子以外のハドロンが原子核物理学において重要な役割を果たすことは明らかである。一方、素粒子論によれば核子は更にクォークから構成され、クォーク間に働く力はグルオンを介して生じる。クォークは閉じ込めという特異な性質を有する為、直接観測されないが、非常に高エネルギーの現象に対しては、クォーク・グルオンによる記述が自然かつ平易なものとなると期待される。では低エネルギーの現象で、クォークを変数とすることより、平