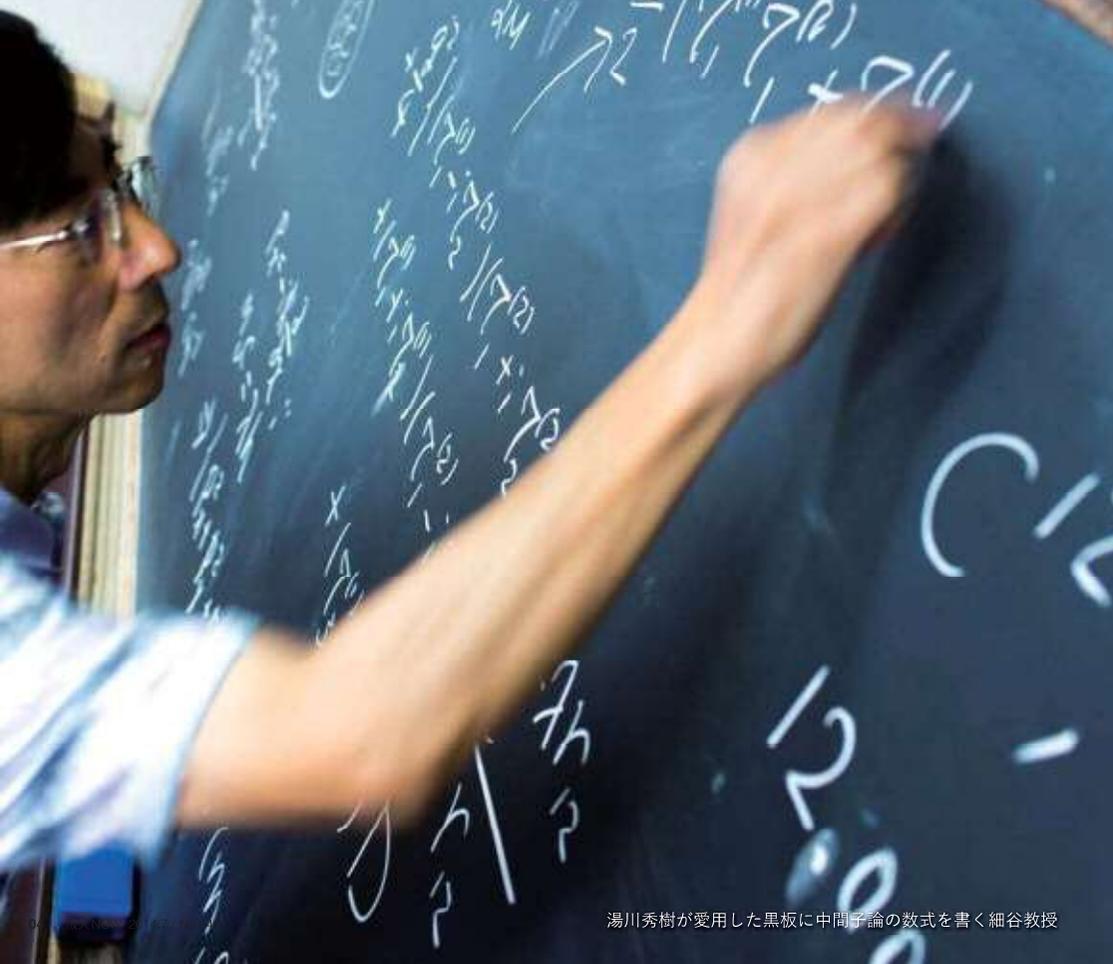


阪大が育てた 湯川秀樹の中間子論



湯川秀樹が愛用した黒板に中間子論の数式を書く細谷教授

大阪大学と湯川秀樹

理学研究科教授

総合学術博物館湯川記念室委員長 細谷 裕

日本人として最初のノーベル賞に輝いた湯川秀樹の中間子論の論文は、当時、大阪中之島にあった大阪大学(旧大阪帝国大学)理学部で誕生し、この論文により湯川秀樹は大阪大学より理学博士の学位を取得したことを、皆さんはご存知だろうか。1934年秋、物理学における大変革、現代の素粒子物理学の幕が大阪大学で切って落とされたのである。

大阪大学は長岡半太郎を初代総長として1931年大阪中之島に設立され、理学部物理学科主任の八木秀次は、1933年当時26歳の湯川秀樹を講師として迎え入れた。湯川は原子物理学実験の巨匠、菊池正士のグループで自由闊達に研究に勤しんだ。後に湯川は「ここにいると、何か仕事をせざるおられないような気持ちになる」(『旅人-湯川秀樹自伝』より)と振り返っている。1934年10月、湯川は「 γ ray」(後のパイ中間子)の考えを芽生えさせる。同僚との議論と野球の練習が織りなす中、ひらめいたアイデアは、物質の基本単位である原子、その原子の中心にある原子核を原子核たらしめる核力の謎を解き明かす理論へと発展する。一月半のうちに湯川は、自身にとって最初の論文を仕上げる。これぞ、1949年のノーベル物理学賞の対象になった論文である。

しかし、中間子の理論が認められるには紆余曲折を経た。湯川が1934年秋から1938年春までに大阪大学でやり遂げた研究は凄まじい。この間、湯川は9編の論文を執筆している。湯川のもとに加わった坂田昌一と共に、原子核実験や宇宙線観測の解明に取り組むが、しばらく中間子論は表にはでない。9編目の論文で、当時、宇宙線観測で見つかった新粒子(ミューオン)が湯川が予言した中間子である可能性を吟味すると、湯川理論は世界の潮流として着目されることになる。湯川も自分の理論に自信を持ったに違いない。



湯川秀樹

1934年の論文を主論文、その後の9編の論文を参考論文として、1938年4月、湯川は大阪大学より理学博士の学位を取得する。

1933年から1939年の大阪大学時代は、湯川秀樹の素粒子論研究の極みであった。理論と実験観測が絡み合い、新しい概念、自然観が築かれた物理研究の黄金期であった。それを育んだ大阪大学の自由な研究環境を我々は誇りに思う。我々の財産であり、かつ、将来への指針である。この度、湯川がコロンビア大学で愛用した黒板が、湯川理論誕生の地、大阪大学に移設された。この黒板の上で議論を深め、我々は、湯川に続こうと思う。

細谷裕 (ほそたに ゆたか)

1951年生まれ。79年東京大学理学博士。シカゴ大学、ペンシルベニア大学、ミネソタ大学を経て、2000年から現職。専門は理論物理学素粒子論。「細谷機構の発見」により07年仁科記念賞受賞。ヒッグス粒子、暗黒物質、時空の謎に挑む。

1 阪大が育てた湯川秀樹の中間子論

湯川秀樹が赴任した当時の阪大理学部

湯川秀樹 略歴

1907年	1月23日	東京に生まれる	1943年	文化勲章受章
1929年		京都帝国大学理学部物理学科卒業	1948年	プリンストン高等研究所に招かれ渡米
1932年		京都帝国大学理学部講師	1949年	コロンビア大学客員教授
1933年		大阪帝国大学理学部講師(兼任)		ノーベル物理学賞受賞
1934年		大阪帝国大学理学部講師(専任)	1950年	大阪大学名誉教授
		中間子論に関する論文発表	1953年	大阪大学湯川記念室発足
1936年		大阪帝国大学理学部助教授		京都大学基礎物理学研究所を新設、所長
1938年		大阪帝国大学より理学博士の学位を取得	1970年	京都大学を定年退官
1939年		京都帝国大学理学部教授	1981年	9月8日 永眠

大阪大学は、大阪府、大阪医科大学、地元の産業界の熱心な運動で、1931年に医学・理学の2学部で設立され、理学部は、数学・物理学・化学の3学科で構成されました。自身も物理学者である長岡半太郎初代総長は、理と工の間を行く理学部を目指し、物理学科には塩見理化学研究所の浅田常三郎や理化学研究所の菊池正土らを教授として招き入れました。その中でも、東北大学工学部出身の八木秀次教授を理学部物理学科主任としました。

八木教授は、多くの若手研究者を招き入れ、湯川秀樹はその中の一人でした。八木教授は、理化学研究所から招いた菊池教授のグループに講座の壁を気にかけずに若手研究者を集中させ、新しい学問である「量子力学」の研究を推進しました。湯川は別の研究室の所属でしたが、菊池研究室の理論部として参加しました。

中之島に理学部本館が完成する直前、湯川は八木教授室に呼ばれ、「論文がなかなか出ないのはどういふわけか、もっと勉強しろ」と叱責を受けたといわれます。当時は、湯川が「それまであった、静かな京都帝大の雰囲気と比べると・・(中略)・・博士は、少なくとも最初のうちは、当時の阪大の空気には、なじめなかった」(内山龍雄「湯川博士と大阪大学」



1934年4月に中之島に大阪帝国大学理学部本館(写真上)が竣工するまでは、理学部の教員は医学部、塩見理化学研究所(写真下)等の建物の一部を使用しており、湯川も同所に仮設された理学部物理教室の一室を使用していた。

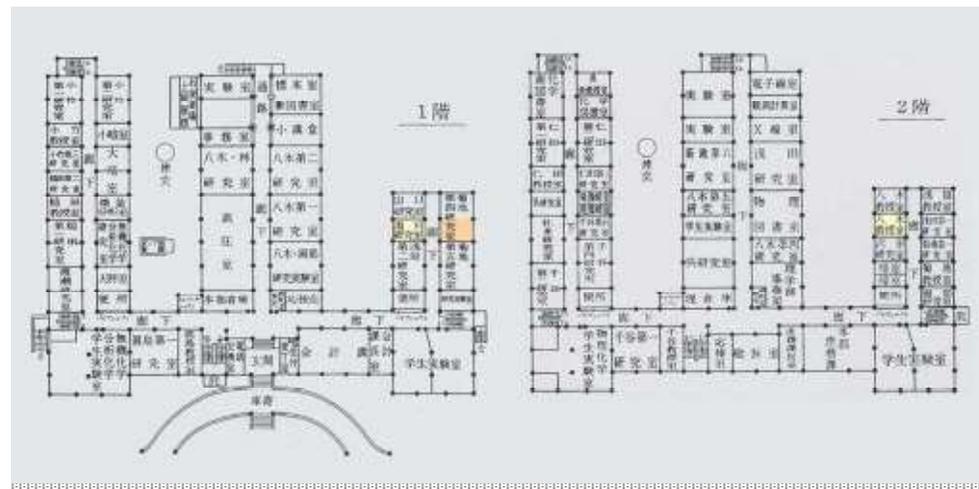
『適塾』No15,1982,19-26)ことが想像されます。しかし、八木教授のこの痛烈な激励が、湯川の大膽な新粒子(中間子)の仮説へと踏み切らせる後押しとなり、後にノーベル賞の対象となる仕事を仕上げることになりました。

湯川は、「私が菊池博士と一緒に阪大におったのは1939年までの数年間に過ぎないが、その間に受けた影響が非常に大きかったことを、今にしてつくづく思い知らされるのである。坂田・武谷・小林の諸氏と一緒に、中間子論に関する共同研究をやったのも、一つには菊池研究室の生き生きとした雰囲気があったからである。」と後に書き残しています。



大阪帝国大学理学部(中之島)の屋上で1934~37年頃。前列左から山口太三郎・菊池・岡小天、後列左から湯川・渡瀬謙・熊谷(青木)寛夫・伏見康治・坂田昌一。

(提供: 京都大学基礎物理学研究所湯川記念館史料室)



菊池食堂(菊池第4研究室)

湯川の部屋のすぐ前の部屋は実験室だったが、実際には菊池研究室の食堂という形で使われていた。昼時には菊池、山口、青木、伏見の他に、湯川、坂田の2人がこの食堂に集まって食事をとり、終わると囲碁や将棋を楽しんでいたそうだ。こうした交遊を端緒として、湯川は菊池研究室に溶け込んでいった。

1 阪大が育てた湯川秀樹の中間子論

中間子論のひらめき

湯川生誕 100 年を機に公開された日記には、アイディアに到達する直前の様子が克明に記されています。10月9日から12日までの4日間に、 γ' ray という言葉が現れていますが、この γ' は新粒子（中間子）のことで、湯川が電気や磁気の力を担うとされる光子 (γ) をヒントに、核力にも同様な粒子を想定し理論を組み立てたことが明確に示されています。また、中間子論を、次男誕生や学内野球で気ぜわしい中、ごく短時間でまとめた状況がわかります。

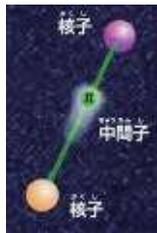
湯川秀樹が唱えた「中間子論」とは

物質は原子から成り立っている。その原子の中心部には原子核があり、そのまわりを電子がまわっている。原子の大きさは 10^{-10} m ぐらい、原子核の大きさは 10^{-15} m ぐらいである。その原子核の中では、陽子と中性子が「核力」で結ばれてひしめいている。核力の正体は何か、これが湯川が解き明かそうとした謎である。

正と負の電荷を持つ2粒子は、クーロン力によって引き合う。量子論の言葉を使うと、荷電粒子は光子（光の粒子）をやり取りして力を及ぼし合う。湯川は、核力は陽子や中性子が「パイ中間子」をやり取りして生まれると提唱した。力のポテンシャルは、陽子・中性子間の距離を r として

$$-g^2 \frac{e^{-r/a}}{r} \quad (\text{湯川ポテンシャル})$$

となる。 a は力の到達距離を表し、中間子の質量 m と $a = \hbar/mc$ の関係で結ばれている。核力の到達距離から、湯川は中間子の質量が、電子の質量の 200 倍から 300 倍程度であると見積もった。湯川が予言した中間子は、1947 年パウエルによって発見された。



～公開された日記から～

1934 年
10月9日 火曜

六時半起床。
浅田さんのコロキウム、
東出さん七時頃になる。
 γ' ray について考へる。

10月10日 水曜

六時半起床。
 γ' ray の考へを坂田君に
話す。
午後四時半頃から堂島
空地で野球練習。

10月11日 木曜

六時半起床。登校。午後演習、談話会、池原、山口。
 γ' ray の話、菊池さん等と話合ふ。

10月12日 金曜

昨夕食、阪急食堂で支那そばを食べた所、生やけてかたく、夜から腹痛む、朝下痢する。行きがけに、阪急で春ちゃんの靴、運動靴買ふ。登校、相変わらず γ' ray のことを坂田君と議論する。

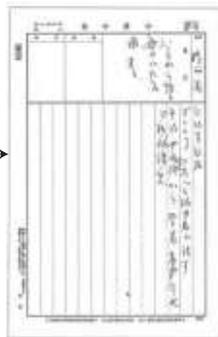
10月27日 土曜

六時三十分起床。
九時登校、講義終つて午後の雑誌会の準備、笠井さんより電話。午後二時より三階小会議室で charged quantum の理論の話する。
帰宅六時。

11月17日 土曜

朝六時四十分起床。講演準備。
十一時半ホテルを出て、駅に荷物を預け、丸ビルで昼食。数物は一時半開会。五時前、小生講演。六時に終る。仁科さんの激励あり。(以下略)

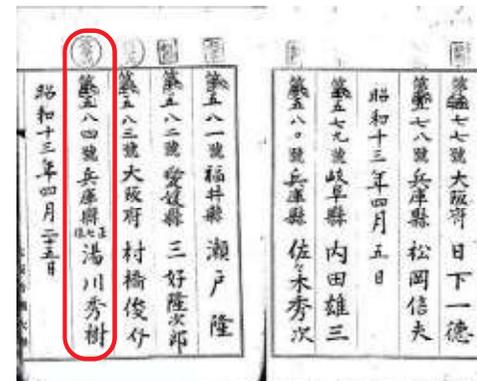
出典：湯川秀樹著、小沼通二編『湯川秀樹日記昭和九年：中間子論への道』朝日新聞社、2007



阪大物理学研究の発展 ～脈々と受け継がれる湯川精神～

1934 年 11 月 30 日、湯川は論文「素粒子の相互作用について (On the Interaction of Elementary Particles)」(表紙写真) を日本数学物理学会の欧文誌に投稿しました。この論文は、のちのノーベル賞受賞対象となったもので、4年後の 1938 年には、この論文を主論文として、全 9 編からなる論文を博士論文として阪大に提出しました。当時の博士学位授与台帳には「昭和 13 年 4 月 5 日 第 584 号 湯川秀樹 理学部」と記載されています(写真右)。今年 4 月に、提出論文が総合図書館に保管されていることが分かりました(写真下)。学会で発表されてから今年でちょうど 80 年。この節目の年に湯川の学位論文の業績が改めて確認されました。

この博士論文が提出される前後から、武谷、小林、谷川らの優秀な研究者が全国から湯川のもとに集まってきました。湯川は、世界で初めて新しい素粒子である中間子の存在を予言し、「素粒子物理学」



という分野を作り上げました。当時は、物理学の世界で新しい概念ができたということが非常に画期的なことでした。その理論は、湯川が阪大在籍時の 6 年間に仕上げたものです。

湯川は阪大在籍時に、物理学における基礎科学研究を極めました。湯川が阪大を離れてからも、その時の流れは脈々と受け継がれ、阪大物理学の分野は発展を続けました。湯川と親交のあった内山龍雄は 1956 年ゲージ理論の基礎を作り上げました。基礎的な研究を推進するための設備として、1971 年に核物理研究センターが、1976 年にレーザー核融合研究センターがそれぞれ建設されました。コロンビア大学の研究室で湯川が愛用していた黒板が阪大に移設されたのは、中間子論が阪大在籍時で大成されたという経緯もありますが、創立から 80 余年の間、湯川に続けと言わんばかりにその精神が現在まで受け継がれてきたことが評価されたとと言えます。



1 阪大が育てた湯川秀樹の中間子論

湯川秀樹が愛用した黒板



「この黒板から湯川先生のオーラを感じます」

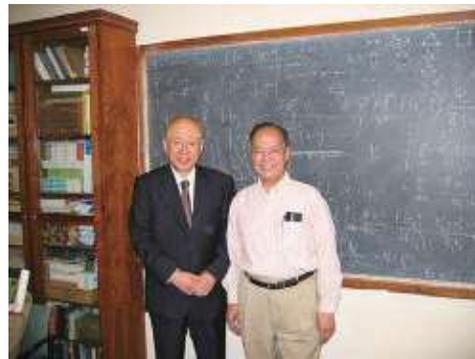
これは、初めて湯川秀樹博士愛用の黒板にチョークで書いてみた、理学研究科の大学院生の言葉で、テレビニュースでも放映されたものである。実際、黒板の設置に関わった私も、黒板の現物がはるばるアメリカから日本に到着したとき、同じ感想を持った。しかし、いま、湯川博士の愛用の黒板は、完全に理学研究科の日常にとけ込んでしまった。毎日の大学院生のディスカッションや自主ゼミに使われ、まさしく、研究と教育のための黒板として、第2の黒板人生をスタートさせている。

湯川博士は、1949年にノーベル物理学賞受賞の報を受けたとき、アメリカのコロンビア大学で客員教授をしていた。帰国となって空いた教授室を引き続き使ったのが、その後ノーベル物理学賞を受賞するT.D.Lee教授である。彼は湯川博士の使用した机や黒板などをそのまま敬意を持って使い続けたという。その黒板が、半世紀を経て、大阪大学にこの3月に移設されることとなったのであった。理化学研究所のセンター長も務めたLee教授の口添えと理化学研究所のご厚意で、湯川黒板は阪大へやって来た。阪大平野俊夫総長、湯川博士のご子息や南部

陽一郎阪大特別栄誉教授が列席した黒板披露式典では、「黒板フェチの橋本さん」と何度も呼ばれた私だが、黒板好きが高じてここまで人をつなげることが出来たことを幸運に思っている。

黒板は、学生が自由に使える、理学研究科物理学専攻H棟の7階コミュニケーションスペースに設置されている。しかし、この頃の大学生は、LINEだのtwitterだのと忙しい。定められたメディア形式の中で泳がされ、自分の表現手段を制限してしまっていることに気付いていない。黒板は、自分のアイデアや考え方を、全く自由にしてくれるキャンパスである。まずは湯川博士のオーラを感じてみるだけで良いので、ぜひ使ってみてほしい。使ってみればすぐに、湯川黒板は自分の日常となり、そして自分が次のステップに立っていることに気付かされる。

(理学研究科教授 橋本 幸士)



Lee教授の研究室に掛けられていた黒板。理研の野依良治理事長(左)とLee教授

橋本幸士 (はしもと こうじ)

1973年生まれ、大阪育ち。2000年京都大学博士(理学)。12年から現職。理化学研究所橋本数理論理学研究室主宰、兼務。専門は超弦理論、理論物理学、素粒子物理学。「バリティ」編集委員。物理学とその芸術的表現に幅広く興味を持つ。黒板好き。Twitter: @hashimotostring

黒板の披露式典が
理学研究科で行われました

5月13日に理学研究科で行われた「湯川秀樹先生愛用の黒板披露式典」では、南部陽一郎特別栄誉教授、湯川先生のご子息の湯川春洋(はるみ)氏、平野俊夫総長らが出席し、除幕を行いました。



参列者による黒板除幕式



湯川博士との思い出を語る南部特別栄誉教授

もっと詳しく知りたい人はこちらへ

湯川記念室

大阪大学湯川記念室は1953年11月、当時の今村寛男第5代総長のもと、湯川秀樹の大阪大学での研究を顕彰するために設立されました。湯川記念室では、湯川博士の専門分野である物理学や関連分野の研究成果を広く知っていただくために、湯川記念講演会(10月頃)、高校生を対象とした「最先端の物理学を高校生にSaturday Afternoon Physics(SAP)」(10~11月頃)、いちよ祭(5月)での一般公開パネル展示などを行っています。



総合学術博物館

総合学術博物館では、大阪帝国大学時代に在籍した、日本の科学の中心を担う新進気鋭の研究者の業績を常設展示として紹介しています。当時は自由な研究環境のもと、数々のユニークな研究が行われました。湯川秀樹をはじめ、土星型原子模型で知られる長岡半太郎初代総長、八木アンテナで知られる通信工学の八木秀次、サイクロトロン建設に尽力した原子核物理学の菊池正士、漆の分析を行い日本の有機化学研究を牽引した真島利行などが、パネル展示で紹介されています。

