

易かつ自然な記述ができるものはないのであろうか。

著者は、核子が三つのクォークからなるとし、これを非相対論的クォーククラスタ一模型で記述する。この模型は核子の静的性質および励起スペクトルを良く記述できることが知られているが、著者は更にこの模型を二核子問題に適用することにより核力の短距離斥力を説明できることを示し、また原子核の応答関数においてクォーク交換の効果が観測できることを示唆する。

このようにクォークレベルから原子核を研究することは、原子核物理学をより基本的レベルから統一的に理解していく上で重要である。

◇ 金属中の重い荷電粒子の拡散現象

電子技術総合研究所

特別研究官 近藤 淳

鉄や銅などの金属は電気を良く流します。電気を運ぶものは電子という粒子であり、金属とはこの電子を数多く持っている物質です。この多数の電子達はお互いに異なった状態で金属中を動き廻らねばなりません。このために電子達はゼロ・エネルギーからフェルミ・エネルギーと呼ばれるエネルギー状態までをぬかりなく占めた状態をとることになるのです。このようにフェルミ・エネルギーまできっちり詰った電子達の特徴は、わずかのエネルギーを加えることによってフェルミ・エネルギーの近くに電子と正孔の対（正孔とは電子の抜けた穴）を多数作ることができるということです。

このような電子達の特徴は金属中に不純物が侵入した時に顕著に現われます。不純物が侵入すると電子達に影響を与え、電子達の状態はもとの状態と異なってしまいます。この時前述した電子達の性質のために、電子達のもとの状態と不純物によって影響されたあとの状態との間には重なりがないことが示され、これはアンダーソンの直交定理と呼ばれています。

それではこのアンダーソンの直交定理はどのような物理現象に反映されるのでしょうか。最近、湯川博士と関係の深い中間子を金属中に浸入させて、その中間子の拡散係数の温度依存性を調べる実験が行なわれました。中間子は金属中に入ると電子達に影響を与え、あたかも電子達の雲を伴っているかのように運動するのです。拡散係数は異なる場所にいる、電子雲をまとった中間子の状態の重なりで決まるので、電子雲の重なり具合を決めるアンダーソンの直交定理が重要な役割を果たすのです。

私はアンダーソンの直交定理に現われるある指数が、金属中の中間子の拡散係数の温度依存性のベキの指数として直接現われることを理論的に示しました。

研究発表 要旨

11月8日 午前9時～午後4時30分

◇ スピングラス

ローマ大学

教授 Giorgio Parisi

テレビやモーターなどに幅広く用いられている磁石は強磁性体と呼ばれる物質でできており、微視的にみると原子の持つ永久磁石（スピン）がN極の向きを整然と揃えた秩序状態に「凍結」している。これはスピン間に互いに平行になろうとする力（正の相互作用）が働いているためであり、結果としてスピンの協力的な一つの大きな磁石を形成している。しかし温度を高くしていくと、熱擾乱がスピンの相互作用に打ち勝って秩序を乱し、ある温度で無秩序状態となり磁石という巨視的性質を失ってしまう。このような状態の変化は相転移と呼ばれる。

さて上の例とは対照的に、スピン間に互いに反平行（N-S極が逆向き）になろうとする力（負の相互作用）が働く場合もある。それでは、正と負の相互作用が不規則（ランダム）に存在するスピンの集まりを考えたとき、それは相転移を起こし、凍結状態をつくることができるだろうか。このような系をスピングラスといい、実際の物質にも存在する。スピングラスでは平行になろうとする力と反平行になろうとする力が競合しているので秩序状態を作りにくいですが、直感的には互いにバラバラの方向を向きながらも旨く折衷しあって（ちょうどガラスのように）凍結すると想像できる。しかしこの微妙な凍結状態は幾通りもあって、強磁性体ほど単純ではない。最近このようなランダム系の相転移現象の研究が盛んになってきており、スピングラスはそほ典型的な系の一つとなっている。強磁性体では揺らぎを無視する平均場理論は簡潔で重



要な意義を持つが、スピングラスでは上述の微妙さを反映して理論が予想以上に複雑なものになり、その確立は数年来の懸案であった。近年、この問題が筆者を含む研究者によって解決され、ランダム系を取り扱う一つの手段が提供された。今後この理論を礎にしてさらにランダム系の研究が進むと予想される。

◇ Superstrings スーパースtring

大阪大学理学部

教授 吉川 圭二

物理学において「物質の起源は何か、物質の最も根本的な構造は何か、また、そもそも物質を存在せしめている空間・時間とは何か」という問いに答えることは一つの大きな課題である。

地球上に存在する物質の概は原子からできている。さらに原子は電子と原子核、

原子核は核子と中間子、核子と中間子はクォークから構成されている。現在このような分割を行っていった時、地球上のみならず宇宙全体の物質は電子やクォークなど45種類の構成子から作られていると考えられている。そして、それらの構成子を互いに結び付けている力はゲージ粒子と呼ばれるものが担っている。ゲージ粒子には電磁力を司る光子、 β 崩壊等を司るW、Z粒子、クォーク間の力を司るグルーオンの3種類がある。これらの3つの力及び45種の物質の関係は大統一理論によって大枠は理解されている。

一方、上述した様に物質構造に注目して考える以外に、物質の入れものとしての時空を考えることも必要である。現在、時空の幾何学を最もすっきりと説明しているのはアインシュタインの一般相対性理論である。この理論は重力の理論でもある。では、先程の3つの力とこの重力を合わせた4つの力を自然に理解するにはどうすればよいのか？最近その答えの候補として String Theory（絃理論）が注目されている。

String Theory では最も基本的な要素として点状の粒子を考えるのではなく、紐状のものを考えるのである。今までにも湯川博士の様に広がりを持ったものを基本要素と考える理論はいくつかあったが、どれも理論的な困難にぶつかっていた。しかし、String Theory だけはこの困難を回避でき、4つの力を自然に説明できるのである。さらに、この理論の中でも特に、Superstring Theory（超絃理論）及び、Heterotic string theory（混成絃理論）が有望視されている。現在、より現実的な理論をめざして研究が続けられている。

◇ 秩序形成とパターン

九州大学理学部
教授 川崎 恭治

初めに混沌とした状態があって、そこに何か動きが始まり次第にはっきりとした形が見えてきて、それらが幾多の変貌の後、ある秩序を持った状態に落ち着くといった何か宇宙創世の神話に似た現象は、より小さいスケールで自然界に非常にしばしば見出される。そしてその秩序形成過程には実に多様なパターンが現れる。例えば混濁した水と油の分離、雪の結晶成長など、秩序形成過程に現れる多様なパターンは見ているだけでも楽しいものである。水と油の場合、最初油の分子が比較的多い場所を核としてそれが成長し、また他の成長した核と融合しながら油滴となり水との境界が目



見えるほどになってくる。そしてついには完全に分離した状態が形成される。物理学においてこの様な現象を理解しようとする、単なる線形（比例）関係の範囲（例えば加えた力に比例してバネが伸びるというような）を越えた、本質的に非線形の問題を扱わなければならない。確かに状態が安定である場合は外からの力に対して復元力が働くので線形理論は大きな威力を発揮する。しかし秩序形成の問題では、不安定な状態（混濁した無秩序状態）から安定な状態（秩序状態）への変化を議論しなければならず、そこでは非線形性が重要な役割を果たす。不安定という意味は、例えば秩序形成の初期段階では、僅かな熱的揺らぎによって偶然核ができると消滅せずに成長を始めていくということから理解できよう。この秩序形成を理論的に取り扱うには、非線形場の理論と呼ばれる方法が有力である。場の理論では秩序の度合を示す指標（秩序変数）を空間の各点に割り当てることにより状態を数理的に統括して記述することができる。これまでに蓄積された秩序形成についての多くの実験事実は、この方法を用いた研究によってかなりの部分が理解できるようになった。またパターン構造の理解にも迫りつつある。

◇ Gravitational Collapse 重力崩壊

京大物理学部

助手 中村 卓史

宇宙は私たちに様々な姿を見せてくれます。小さなスケールではまず中性子星（1 km）があります。スケールを大きくしていくと、恒星、球状星団、銀河、銀河集団と続き、最も大きいものとして超銀河集団（1億光年）が存在します。

自然界には強い相互作用、電磁相互作用、弱い相互作用そして重力と4種類の力が存在することが知られています。重力はこの中で最も弱く日常生活のスケールでは無視することができます。しかし到達距離が一番長いので宇宙のよう大きなスケールでは重力が主役を演じます。さらに重力はすべての物質に対して引力として働くという際立った性質をもっています。そのため物質の集まっているところは周囲の物質を引きつけますますます大きくなっていきます。この重力の内包する不安定性が、宇宙の豊かな構造をつくりだすのです。

この様な重力のもつ不安定性により生じる現象として星の重力崩壊があります。これは水素、ヘリウムなどの燃料を使い果たし自分自身の重さを支えきれなくなった星がつぶれていき最終的に中性子星あるいはブラックホールになる現象です。コンピューターのめざましい進歩により重力崩壊の複雑な過程を数値的に追いかけることが可能になり、“数値的相対論”という分野が確立され特に重力崩壊に伴う重力波の放出の研究が精力的に行なわれています。この分野に対する日本の寄与は非常に大きく、京大グループは世界で最も進んだ研究を行なっています。

一方、観測の方でも技術革進のおかげで今世紀中にレーザー干渉計により重力波が検出されると予想されています。このように種々のテクノロジーの進歩に支えられ、重力波天文学が花開くことになると思われます。

◇ 量子ホール効果

東京大学物性研究所

助教授 安藤 恒也

シリコンやゲルマニウムなどの半導体はテレビ、ラジオからコンピュータまで幅広く利用され、現代はまさに半導体産業全盛の感があります。高度に発達した半導体加工技術は昔では想像もつかなかった精密な試料を提供し、基礎物理の分野でも画期的発見の立役者となりました。その代表例が、ふたつの半導体表面にサンドウィッチ状にはさまれた二次元電子系の量子ホール効果の発見と言えましょう。

電気を運ぶものは電子と呼ばれる粒子であり、半導体表面にこの電子が多数集まり表面に沿ってのみ動くことがこの試料の特徴です。

さてこのような電子達に表面に垂直に磁石を置いてみることにします。すると電子達は表面内でそれぞれ回転運動を始めます。次に表面に沿って電圧をある方向にかけてみましょう。すると電子の回転運動の中心はかけた電圧と直角の方向に動き始め、この方向に電気を流します。これはホール電流と呼ばれ、ホール電導度はこの電流の流れ易さを示す係数です。

以上の話では電子の波動性という量子力学的特徴を無視しました。それでは量子力学に従う本当の現象はどうなるのでしょうか。答はホール電導度がある基本物理定数の整数倍というとびとびの値に限定されるのです。このことを発見したクリツィング博士は湯川博士と関係の深いノーベル物理学賞を受賞したのです。

なぜこのようなとびとびの値しか許されないのでしょうか。私達の先駆的な理論研究によって、不純物などによる乱れが電子波動関数の局在を引き起こし、この効果が本質的に効くことが理解されました。乱れが電子の伝導を引き起こし、かつその精密な量子化の起源となっていることはまことに驚くべき事実と言えましょう。

西宮湯川記念賞

受賞者 米谷 民明 氏

昭和22年 北海道生まれ。
昭和40年 北海道大学理学部入学。
昭和49年 北海道大学大学院理学研究科
博士課程（物理学専攻）修了。
日本学術振興会奨励研究員。
昭和50年 北海道大学理学部助手。
昭和55年 東京大学教養学部助教授。



受賞研究 「弦理論に基づく量子重力の研究」

受賞理由 湯川博士の中間子論導入によって開かれた素粒子物理学は、今世紀後半に至って大きく進歩した。すなわち原子核を構成する陽子、中性子及びその間の力を媒介する湯川中間子などハドロンとよばれる素粒子は、より基本的要素クォークとそれらの間に介在するゲージ場とから構成され、かつ、これらハドロンの衝突などにおいては、上記要素があたかも弦によって相互に連結されているように振る舞うことが分かってきた。それと同時にこのような対象を取り扱う理論的枠組み＝双対弦模型というものが見出されていたが、米谷氏の研究は、氏が北海道大学大学院生のときに行ったもので、双対弦模型がアインシュタインの重力理論をも含むことを示し、従来の理論の持つ意義を大きく転換したものである。現在、すべての素粒子を統一して理解するための大変有望な理論として、超弦理論という研究が世界中で精力的に進められているが、米谷氏の業績は、このような研究動向の端緒を拓いたもので、国際的にも高く評価されている。

その後も米谷氏は、素粒子物理学の中心的課題にとりくみ、着々と成果をあげ、氏の今後の活躍についても大きな期待がもてる。

選考経過 国内の関係大学、研究機関から優れた研究業績21件、22名の研究者の推薦があり、「西宮湯川記念賞選考委員会」で慎重な審議の結果、氏が受賞候補者として選考され、「西宮湯川記念事業運営委員会」に報告、決定されました。

贈呈式 昭和61年11月9日(日)午後1時30分から、夙川公民館ホールで市民の方々多数が参加され、盛大に開催されました。

西宮湯川記念賞

理論物理学の分野で、顕著な成果をあげ、将来を嘱望される若手研究者の極めて優秀な研究1件に対し、賞状、盾及び賞金50万円を贈呈する。



西宮湯川記念講演会

日時 昭和61年11月9日(日)
午後2時～4時

講 師 内山 龍雄 氏

大正5年 静岡県生まれ。
昭和15年 旧大阪帝国大学理学部物理学科卒。
昭和26年 理学博士。
昭和30年 大阪大学理学部教授。
昭和53年 同大学理学部長。
昭和55年 同大学退官、名誉教授、帝塚山大学教授。
昭和57年 同大学学長



テ ー マ 「相対性理論とはどんなものか」

アインシュタインが創りあげた相対性理論は、その構想の壮大なこと、その理論的に明快・華麗な点で他に類をみないもので、人間が創造した最も素晴らしい宇宙像といえます。この理論がどんなものか、アインシュタインの人格やエピソードを交えながら分かり易く解説していただきました。

市民の方々260名が熱心に聴講され、果てしない宇宙を貫く壮大な理論の世界にひたって秋のひとときを過ごされました。

西宮湯川記念事業関係委員名簿

■ 西宮湯川記念事業運営委員会

西島和彦	京都大学基礎物理学研究所所長
牧二郎	京都大学基礎物理学研究所教授
位田正邦	神戸大学理学部教授
玉垣良三	京都大学理学部教授
森田正人	大阪大学理学部教授
佐藤文隆	京都大学理学部教授
金森順次郎	大阪大学理学部教授

■ 西宮湯川記念理論物理学シンポジウム実行委員会

高山一	京都大学基礎物理学研究所教授
福来正孝	京都大学基礎物理学研究所助教授
小林誠	高エネルギー物理学研究所教授
市村宗武	東京大学教養学部助教授
吉森昭夫	大阪大学基礎工学部教授
富松彰	名古屋大学理学部教授

■ 西宮湯川記念賞選考委員会

小川修三	名古屋大学理学部長
宮澤弘成	東京大学理学部教授
矢崎紘一	東京大学理学部教授
川崎恭治	九州大学理学部教授
長岡洋介	名古屋大学理学部教授
杉本大一郎	東京大学教養学部教授

後援 京都大学基礎物理学研究所

協賛 日本物理学会

第1回西宮湯川記念事業

発行日 昭和62年8月20日
編集発行 西宮湯川記念事業運営委員会
西宮市教育委員会総務部
〒662 西宮市六湛寺町8番26号
TEL 0798 (35) 3833
印刷 (株)小西印刷所
