

II. 物理學關係

1. スペクトルの研究

原子、分子等の構造を究め又固体の状態を明かにするには、それ等が種々の状況に於て發輝並に吸収する光を、分光學的に檢べることが有力な手段である。當研究所に於ても創立以來此種の研究の行はれたことは夥しいものであるが、今その中數例を擧げると次の通りである。

極端紫外部スペクトルの研究

原子、分子の生ずるスペクトル線は、これを分光器で檢べると様々な構造を有することが知れる。これは原子核を包圍して居る電子が色の状態にある爲であつて、これを研究することによつて原子や分子の核外電子の構成状況を明かにすることができる。

人の眼に感ずる位な波長の光線、乃至は波長が短くて肉眼には見えない所謂紫外線の中でも、餘り波長の短くないものを研究するには、分光器としてプリズム及び廻折格子を使用する。然し更に短い波長の紫外線はプリズムやレンズの材質によつても、又空氣によつても吸收せられ、その上スペクトルを寫眞に撮影する場合、普通の寫眞感光材料には感光しない。

それ故波長 1800 オングストローム (1800×10^{-8} cm) 以下の所謂極端紫外部スペクトルの研究には、凹面廻折格子を真空中に裝備し、シューマン乾板と稱する特殊感光乾板を使用し、真空中でスペクトルの寫眞撮影を行ふ所謂真空分光器が用ひられる。此種の分光器が用ひられ始めたのは、分光學上比較的近年の事であるが、高嶺俊夫博士は夙くよりシーグバーン型真空分光器を用ひて此方面の研究に着手し、爾來十年今日迄幾多の貴重な業績を擧げて來た。現在は高嶺研究室に大小併せて5臺の真空分光器が備へ付けられ、この方面の研究に貢献して居る状態である。

これ等の研究により原子、分子を構成する核外電子の、主に高いエネルギー状態が明かにせられるのである。

スペクトル線の超微細構造

プリズムや廻折格子分光器を用ひて分解すると單一なスペクトルと見える線も、階段格子、ファブリー・ペロー干渉計、ルンマー・ゲールケ干渉計等を用ひて更にこれを分解して見ると、所謂超微細構造と稱する複雑な構造をもつて居ることが知れる。これは原子核の構造が核外電子の状態に反映したものであつて、これを研究することによつて、原子核の有する角運動量又は磁氣能率などを求めることができる。最近原子核の研究が旺んになつてスペクトルの超微細構造が注目せられるやうになつたのであるが、此研究に最初の歩を進めたのは長岡半太郎博士であつて、水銀や蒼鉛のスペクトルは既に廿數年前研究に着手せられたのであつた。その後原子核の構造と關聯して各國に於ても同様の研究が進められた。

尙長岡博士は此研究に引續きネオン原子の生ずるスペクトル線の超微細構造を檢べ、これがネオンの二つの同位元素に基因することを明かにした。同位元素とは核外電子の構造は同じ

であつて、原子核の質量だけ異つてゐる原子より成る元素を云ふのである。

スペクトル發輝方法の研究

同じ原子の生ずるスペクトルも、その發輝方法によつて異なるものである。長岡半太郎博士は諸種の方法により生ずるスペクトルを研究した。例へば放電管内に電極を有せず管外に電線を捲いた無極放電、蓄電器の瞬間放電により生ずる爆發放電、超短波電氣振動による放電等の際生ずる光を分析した。その結果は星の發光状態を推論するに役立つたのである。

又孤光燈のスペクトル的研究は光源の問題に尠からず寄與する所があつた。

シュタルク効果の研究

光源を強い電場内に置くと、發輝せられるスペクトル線は各何本かの線に分岐する。この現象を發見者の名に因んでシュタルク効果と云ひ、原子又は分子構造を研究するに有力な手段の一つである。石田義雄博士及びその共同研究者等は、ロスルドの考案した方法を用ひて、極めて高い電場を得ることに成功したので、これにより諸種の元素の原子の生ずるスペクトルのシュタルク効果を研究した。

原子番號の低い元素のシュタルク効果は理論的に計算し得るので、これと實驗結果との比較をするため、最初に水素、次いでヘリウムに就いて研究した。その結果水素、イオン化ヘリウム及びヘリウムに関する實驗値は、波動力學による計算とよく一致することを證明し得た。

この他リチウム、炭素、イオン化炭素、酸素、イオン化酸素、ネオン、イオン化ネオン、アルミニウム、イオン化アルミニウム、水銀及びイオン化水銀等のシュタルク効果を研究して興味ある結果を得た。

2. 感光電導層の研究

二三の重金属の硫化物又はセレン化物、例へば蒼鉛硫化物 (Bi-S)、タリウム硫化物 (Tl-S)、アンチモンセレン化物 (Sb-Se)、カドミウムセレン化物 (Cd-Se) 等を、真空蒸發により絶縁物、例へば雲母の上に皮膜として凝着せしめると、それ等の皮膜は孰れも半導體であり、且光電傳導効果、即ち光の照射により電氣傳導度を増加する性質を示すものである。

浅居ちか博士は木村正路博士の下で多年此感光電導層の研究に携はり、その性質が皮膜の製法により著しい差異を示すことを認め、如何にして光電傳導効果を大ならしめ得るかを究明した。即ち皮膜の製法を適當にすること、換言すれば真空蒸發の際に於ける物理的條件を特定にすることにより、感光電導度を増大することを發見し、又熱處理及び増感劑處理等の後處理を適當に施すことによりても、著しく感度を増進させ得ることを明かにした。

Bi-S、Tl-S、Sb-Se Cd-Se 等の感光電導層は、斯る研究結果に基き製作したものであるが、中でも Bi-S は感度が最大であつて、數十乃至數百 mA/lumen 程度の電流感度を示すものもある。

これ等の感光電導層の特性を略述すれば、孰れも光の無い時 10^8 乃至 10^{10} オーム程度の暗抵抗を有して居るから、増幅器と組合せて光電流を擴大するに便利で、實用價値が大きい。又可視、近赤外兩域に互り感度を有し、殊に近赤外領域 ($\lambda 7500 \text{ \AA} \sim \lambda 10000 \text{ \AA}$ 附近) に於け

る感度が高いから、輻射測定装置として利用されるであらう。

3. 燐光竝に螢光に関する研究

種々の物質を外部より光で照射すると、その物質特有の光を發する。その中で照射が止れば殆ど同時に發光の止むものを螢光と云ひ、照射を停止しても尙發光が比較的長く續くものを燐光と云ふのである。

燐光體に関する研究

最近になつて燐光體は放電管照明、テレビジョン受影、燈火管制下の危険防止等に應用せられ世人の注意を惹くやうになつた。

而してこれ等の應用に於ては、目的に従つて殘光時間の長短、發光色の種別等が問題となるわけである。従つて燐光體の性質、發光の機構を明かにすることは、純學術的見地からも又良好な燐光體を作るといふ應用の立場からも大切なことである。

内田洋一博士は昭和 12 年頃より、木村正路博士の下で分光學の一部門として燐光體の研究を行つて來た。燐光體は基體と稱する純粹物質の中に、微量の不純物を含むことを必要とする。此不純物を活性化體と唱へる。内田博士の研究は若干の燐光體に於ける活性化體の作用を明かにしたもので、Au, Ag, Cu, Mn 等の金屬を活性化體とし、CaO 又は MgO を基體とした燐光體の、發輝竝に吸收スペクトル及び光電傳導性を調べ、これ等を比較對照することにより、各活性化體が各基體中に存在する様式竝に發輝と吸收とに於ける電子の状態轉移を明かにした。

螢光物質の基礎的研究竝に其の測光への應用

固體の燐光及び螢光は、量子力學に於ける固體論の立場から理論的に説明せられるものである。加藤薺雄學士は此見地より木村正路博士の下で螢光竝に燐光の基礎的機構の研究を行つて居る。而して從來の研究は主として微粉末狀の螢光物質を材料とした爲、定量的研究が困難であつたことに鑑み、實驗材料として特に均質な螢光物質を撰んだ。即ち人工的に製作した NaCl, KCl 等の結晶を基體とするアルカリハライド燐光體及び螢光性色素溶液が主要な研究對象である。

研究結果の一として、多數の光學的に均質な螢光物質にあつては、その螢光強度は、刺戟光の波長が或る範圍内で變化するも、常に刺戟光中に含まれる光子の數に比例するといふ法則を確かめた。

此結果の應用として可視又は紫外線中に含まれた光子の數を測定する新輻射測定法を考案した。この方法は從來の熱電堆等による輻射エネルギーの測定法に比べて精密度高く、且つ感度が 100 乃至 10000 倍も大きい。

更に此の新輻射測定法を基礎として、肉眼の視感度曲線に極めて近似したスペクトル感度を再現する光電測光器、所謂人工眼を製作し照明學會に提案した。最近螢光放電燈を始め從來の電燈とは光の色を異にする光源が現はれ、それ等の測光が重要問題となつて居るが、本研究はこれに對する一つの回答を與へたものである。

4. 不知火の研究

宮西通可博士は九州有明海に於ける不知火の原因を現地に於て研究し、これが漁火の異状屈折に基因することを明かにした。

5. 油滴法に依る電子荷電量の精密測定

一國の科學及び技術の水準は、各領域に於て到達し得る最高の精密度によつても判定し得ると謂はれて居る。

1916年石田義雄博士は當時米國シカゴ大學の教授であつたミリカン博士の下に於て、親しく油滴法による電子荷電量の測定に従事したのであつた。その結果として發表せられた値は其後結晶-X線法による測定値が發表せられる迄の15年間、最も精確なものとして學界の認められた所である。

而して結晶-X線法の結果も、ミリカンの用ひた數式に於て、空氣の粘性係數を含む一項の補正を要求したのみであつて、實驗それ自體に關しては依然として何等疑の餘地は無いものとせられた。

然るに石田博士はその當時より既にこの測定の確實さに疑を抱き、歸朝後當所に於て共同研究者と共にこれを追試した結果、ミリカンの實驗それ自體に存する本質的缺陷を發見した。即ちこの方法は油滴に對する膠質學的考慮を拂はなければ、正當な測定値を求め得ぬことを實證した。

尙茲に述ぶべきは、斯る基礎研究に關聯して全く豫想外の衣服原料たる鯨纖維の發明が誘導せられたことである。これは何等應用を目的とせざる基礎研究が、重要な應用の結果を齎した一例であつて、應用的見地よりするも基礎研究の大切なことを示すものである。

6. 絶對溫度零度は攝氏溫度目盛りで零下何度であるかを決定した研究

溫度には理論上最低限があつて、これが絶對零度である。氷の融點を零度、水の沸點を100度とする攝氏溫度目盛りでは、此絶對零度は零下約273度であるが、これを出来るだけ精密に測定したのが木下正雄博士と大石二郎學士との研究である。

絶對溫度は理論上吾人の到達し得ない溫度ではあるが、氣體例へば空氣、水素、炭酸瓦斯などが、氷點から水の沸點までの間で如何程膨脹するか、又膨脹を許さなかつたならば如何程壓力を増すかを測定し、これと同時にこれ等氣體がボイル・シャルの法則で定義される所謂理想氣體から、氷點ではどれだけ、水の沸點ではどれだけ狂ひがあるかをも測定すれば、理想氣體の膨脹率が計算できる。此逆數が絶對零度の溫度値であつて、今日までに世界各地で得られた信頼できる數値は、

-273°.14	和蘭	ライデン低溫研究所
-273°.15	日本	理化學研究所
-273°.16	獨逸	ベルリン國立研究所

の三つであり、此平均値 -273.15 を以て萬國標準値とすることを、萬國度量衡會議で決定しやうとして居る時、今次の世界戦争が始まつてしまった。

7. 瞬間寫眞法の研究

極めて短時間に終了する現象を撮影するには、自動的に最適の露出時刻を捕捉して撮影を實行する何等かの機構を必要とする。この問題は造兵學上最も重要なもので、古來諸種の方式が案出されて居るが、未だ 100 萬分の 1 秒の精度を以て、何回でも狂ひのない撮影を行ひ得る装置は無かつた。清水武雄博士並に平田森三博士は、從來と全く異つた一つの新しい方法を研究して右の精度に到達することに成功した。それは有窓真空管とも名づくべき一つの新装置による火花誘發法である。この方法は既に銃丸の飛行状態、銃丸の甲鈹破貫状態等の研究に利用されてゐるが、最近に於て兩博士は從來この種の超高速寫眞では殆ど望まれなかつた反射光線による撮影に成功した。これによると飛行中の彈丸の回轉運動までも正確に測定することが出来る。將來この方法の利用の途は次第に廣くなるものと考へられる。

8. 精密な定電壓を供給するエリミネーター電源

多くの實驗には、極めて精密な定電壓の電源を必要とするものであるが、電池では大電力又は高電壓に適せず、又取扱ひに不便を感じる場合が屢屢である。加藤壽雄學士は既述の螢光物質に關する基礎的研究に際し、螢光、燐光を測定する光電子計數管に加へる直流電壓を、電源電壓に大きな變動があつても、常に精密に一定に保持する自働電壓調整回路を考案した。

此方式は精密度が大きいのみならず、電源電壓の變化による出力電壓の變動と、負荷電流の變化による出力電壓の變動とを、同時に除去し得る特徴がある。換言すれば電壓が實用上全く變動せざるのみならず、内部抵抗が零のエリミネーター電源が實現せられた譯であつて、その出力電壓の變動は通常 0.01% 程度である。

此の電源を應用して電磁オシログラフ用三段直流増幅器を試作した所、其感度が 10 amp/volt 程度に達する迄満足な結果が得られた。從來多段の直流増幅器は其の利點を認められ乍らも、電池を多數必要とし且つ不安定となり易いため、餘り利用されない傾向があつた。此の電源を利用すれば、交流電源のみで動作する、取扱ひの簡単な高利得の増幅器を製作することができる。

9. 電波傳播に關する研究

長岡半太郎博士の電波傳播に關する研究は夙に斯界に知られた所であるが、比較的近年の研究としては流星の電波傳播に及ぼす影響がある。即ち流星はその走路に沿ひイオンを作るものと考へられるから、流星が多數出現する場合には電波の傳播に影響あるべきことを指摘した。その後の實驗結果はこの説を支持するやうである。

又電離層に關する諸種の問題を研究し、殊に電波傳播に對してフェルマ定理を應用し、光

の場合と同様の取扱ひを示したことは注目すべきである。

10. 地球物理學並に天體物理學に關する研究

長岡半太郎博士により地球物理學及び天體物理學の諸問題に、多くの新しい考察が加へられたことは周知の通りである。例へば地殻の平等性を論じて、金屬材料の破壊試験に際して生ずる三線の概念を導入し、大陸又は島嶼の海岸線が對數螺旋の曲線をなして居ることを指摘した。

又同博士の考案に成る熔融水晶で作られた振子は、各地の重力測定に大きな貢獻をなし、地殻の構造、地震の研究に寄與する所尠からざるものがあつた。

最近同博士は極めて敏感な誘導磁力變動計を案出し、僅かな磁力の變化をも檢出し得ることとなつた。これを火山の近傍に据付けて置けば、噴火に際して生ずる地磁氣の變動を明瞭に記録することが出來て、火山の研究に一新要素を加へることになつた。

尙附記すべきは、此磁力變動計はその有する高感度のため、他の多くの方面に重要な應用を見んとして居ることである。

最後に長岡博士の業績として忘るべからざるものは、諸テータ函數の數値表計算である。これは初め天體觀測上重要問題となる望遠鏡の對物レンズの廻折を解明する目的で作られたものであるが、今日はこれが物理學乃至電氣工學に於て、圓囀コイルの自己並に相互誘導係數を計算する上に缺くべからざるものとなつて居る。

11. 超音波に關する研究

超音波の問題は近年多方面に應用を見つつあるが、當研究所に於ては木下正雄博士、吉岡勝哉學士その他の共同研究者によつて、夙くよりその基礎的並に應用的研究が積まれて行つた。

即ち「空氣中の濕度と音速度との關係」、「通常水と重水中の音速度」、「氣體中の速度分散」「海水中の音速度」等の基礎研究を行ふ一方、超音波の應用部門の開拓に力が注がれて居る。

應用發展の基礎たるべき「強力にして信頼性を有する發生方法」に關しては、夙に反射板を利用する新水晶板支持裝置を提唱したが、此の裝置は既に我が國の 100 に近い個所に於て、日日研究進展の推進力たる役目を果しつつある。現在木下博士、吉岡學士の有する超音波發生裝置は、幾多の研究考案を経て、強度に於ては世界最高水準の 5 倍以上に、信頼性に於ては無線通信機と同程度の域に到達した。

超音波の應用可能の分野は頗る廣汎であり、我が國に於ては各方面の専門家の撓まざる努力に依つて躍進的研究的發展を見つつある。その結果として既に研究時代を脱して實用の域に達せる分野としては、結核を含む各種傳染性疾患に對する豫防醫學、寫眞工業、その他種種の化學工業等を擧げることが出来る。これ等諸部門の幾つかは、その初期の研究が木下博士指導の下に誕生せるものであるが、尙新領域の開拓を目指して熱心な研究が續けられて居る。

12. 潤滑機構の研究

軸受等に於て薄い油膜の潤滑作用を説明するために、「オイリネス」なる言葉が従来用ひられて来たが、この言葉は曖昧で且つ潤滑機構の内容には一向觸れて居ない。そこで木下正雄博士指導の下に菅義夫~~夫~~學士等は、昭和5年頃より油の高壓粘度等の潤滑の基礎的諸問題に就て研究して来たが、近年は電子廻折法を用ひて、金屬表面に於ける油脂分子の規則正しい配列の有無を検することにより、大體所期の目的に必要な基本的的成果を得つつある。

13. 電氣火花の研究

従來此の種の研究は短い電氣火花に就て行はれ、長いものに就ては餘り研究せられなかつたものであるが、故寺田寅彦博士は中谷宇吉郎、湯本清比古兩博士等と共にこれに着手した。即ちこの研究は、主として電極間の距離が電極の大きさに比べて大きな場合、即ち不均整電場に於ける電氣火花の形狀及びその生成機構を調べたものである。

長い電氣火花は短いものと異り、電極間の最短距離を進まず、恰も空間に障害物があるかのやうに屈曲を重ねて進むものである。その形はアルミニウム粉末を塗附した膜面上の沿面火花に似て居る。又回路に電氣漏洩のある場合、例へば陽極に針を附けて置くと、火花は陽極部、中間部及び陰極部に明瞭に區別し得る所謂「三部火花」を生ずる。而して火花の形は電極周囲の瓦斯の種類によつて變化するものである。

此のやうな不均整電場で發生する火花は、^{フラッシュ}刷子放電をその先驅として伴ふものであるが、故寺田博士等の研究では、その先驅放電を水晶螢石レンズによつて撮影することに成功し、種種の瓦斯内に於ける、そして又種種の形の電場下に於ける先驅放電の性質を明かにした。その結果として長い電氣火花の特異な形の生成機構を判明させ、電光の長さの問題に就て一示唆を與へた。その推定は後にショーランドの電光の研究によつて確められた。

その後中谷博士は山崎文男學士の協力によつて、此の先驅放電の更に以前に、イオン化分子の配置より成る放電路が存在することを、ウエルスン霧函寫眞の方法によつて撮影して上記の研究を補足した。火花前放電の霧函寫眞が得られたのは此の研究が最初である。

14. 雪の結晶の研究

中谷宇吉郎博士はその共同研究者等と雪の結晶に關する立ち入つた研究を行つた。

この研究の前半は、我が國に於て觀測し得る天然雪の結晶の顯微鏡寫眞多數をとり、その一般分類を行ひ、且つその各型に就て、質量、落下速度、電氣的性質などを測定するにあつた。これがため札幌及び十勝岳に於て約 4000 枚の顯微鏡寫眞を撮影し、大體所期の目的を果し得たのである。

次にこの研究の後半では、これ等各種の雪の結晶を實驗室内に於て人工的に製作し、その生成條件を調べたのである。雪の結晶の人工製作は最初の試みであつたが、低温室内に於て暖い水蒸氣を自然對流によつて上昇させ、寒冷な所に置いた兎毛上の一點に凝縮せしめる方法に

よつて成功した。研究の結果、雪の結晶の形は主として氣温と水蒸氣の過飽和度とによつて決定されることを知り、結晶の形と外的條件との關係が調べられた。

15. X-線に関する研究

X-線に関する物理學的研究は、主として西川正治博士及びその共同研究者等によつて行はれた。その大要は次の通りである。

結晶構造の研究

X-線は結晶構造を研究するに最も有力な方法であるが、西川博士は最初斜方晶系に屬する結晶構造を決定する方法を研究し、其例として輝安鑛、硫黃、アルカリ及びアルカリ土金屬の硫酸鹽等の結晶を取扱つた。更に仁田勇博士は西川博士の下に有機化合物の X-線解析に着手し、メタン誘導體及びこれに準ずる簡単な脂肪族化合物、ヨードホルム、ペンタエリスリット、蟻酸鹽、硫尿素等の結晶構造を決定した。殊にペンタエリスリットに就ては、仁田博士は渡邊得之助博士と共に、獨自の方法により精細な研究を行ひ、議論となつて居た此問題に解決を與へた。

結晶の完全度と X-線反射力

向坂義太郎博士は西川博士指導の下に、結晶の X-線反射力に及ぼす諸種の影響を研究し、結晶面を磨き又は腐蝕した場合の X-線反射力の變化を調べることにより、結晶の完全度を分類する一手段を發見した。この研究により完全な結晶に態と不均一な歪を與へると、X-線反射力の増加することが豫想されるが、西川博士、向坂博士、數元伊之助、福島榮之助諸氏は、實際完全結晶に溫度傾斜又は器械的歪により不均一な歪を生ぜしめると、反射力の増加することを認め、又この現象を利用して水晶振動子の振動の實相を明かにすることができた。

X-線スペクトル分析

吉田早苗博士は金屬、合金及び化合物の、波長の長い發輝及び吸收 X-線スペクトルの微細構造を研究して、化合状態がその構造に及ぼす影響を求め、更にこれ等固体のエネルギー準位に関する興味ある結果を得た。

16. 陰極線の廻折に関する研究

陰極線の廻折現象は、電子といふ物質が波動性を有することを端的に示すものであるが、西川研究室に於ては 1 乃至 9 萬ボルト程度で加速した均一速度の電子を、種種の單結晶に當てて生ずる廻折現象が研究せられた。即ち菊池正士博士は雲母の薄膜に速い電子の細い線束をあて、これを透して寫真乾板上に生じた廻折模様を見ると、數多の黒點と、幾組もの平行な黒線と白線との對が縦横に走つて居る。方解石、岩鹽などの單結晶の劈開面に斜に陰極線をあてても同様であることが西川、菊池兩博士によつて明かにせられた。

此廻折模様中には X-線の場合と類似の現象によるものもあるが、特に黒線及び白線の群は陰極線に特有なもので菊池線と呼ばれてゐる。此線の示す色色の性質は篠原健一、菊池正士兩博士が更に詳しく調べて理論的解説を與へた。

電子の廻折は結晶の表面で行はれるから、逆にこれを利用して結晶表面の研究が菊池博士及び中川重雄學士等によつて始められた。

次に電子の偏りに就ても實驗が行はれた。即ち速い電子を重い金屬例へば金で二度散亂させると、光の場合の偏光と同様に、方向によつて散亂強度の差異を生ずるか否かを檢べたが、鳩山道夫、木村一治兩學士の結果によると、電子に加へる加速電壓 19 萬ボルト迄は何等の差異が認められなかつた。

菊池博士の陰極線の結晶による廻折の研究に對しては帝國學士院メンデンホール賞及び服部報公賞を授與せられた。

17. 原子核に關する研究

原子核に關する研究は、現在物理學界注目目的の一つであつて、當研究所に於ても西川研究室、菊池研究室、仁科研究室及び長岡研究室の杉浦義勝博士及びその共同研究者によつて研究が進められて居る。孰れも高速度イオンを發生させて、これを以て原子核を衝擊し、一つの元素を他の元素に變換させる。而してその場合に生ずる中性子、ガンマ線等の研究を行ひ、又は人工放射性元素を生成させてその特性を研究するのである。

高速イオン發生設備

現在高速イオンを作るに、高電壓加速の方法とサイクロトロンによるものとの二通りある。前者は西川研究室、菊池研究室及び杉浦博士等によつて用ひられ、後者は仁科研究室、菊池研究室に於て使はれて居る。此中、西川研究室と仁科研究室とは協力して昭和 10 年原子核實驗室を建設し、原子核物理學、生物學及びこれ等に關聯した廣汎な研究に着手したのである。これは日本學術振興會、三井報恩會、東京電燈株式會社、日本無線電信株式會社、株式會社服部時計店の多大なる援助によつてできたものであつて、實驗室は 6 棟より成り、總坪數約 405 坪である。

此内部の設備としては、約 100 萬ボルトの Cockroft 型高壓電源を有する加速裝置、28 廳のマグネットを有する小サイクロトロン、210 廳のマグネットを有する大サイクロトロン及びこれ等の附屬裝置がある。小サイクロトロンは重水素イオンに 300 萬ボルトで加速したと同等の速度を與へ、これにより後述の通り、種種の研究が行はれて來た。大サイクロトロンは重水素イオンに 1500 萬乃至 2000 萬ボルトで加速したと同等の速度を與へ得るもので、間もなく完成の豫定である。

菊池研究室には約 60 萬ボルトの Cockroft 型高壓電源を有する加速裝置と約 25 廳のマグネットを有するサイクロトロンがある。後者は重水素イオンに 500 萬ボルトで加速したと略略同等の速度を與へるもので、此兩者を用ひて色々の重要な研究が行はれてゐる。又最近高氣壓の銑槽に密閉したバン・ド・グラフ型靜電發電機を有する加速裝置が建設せられつつある。

杉浦博士の實驗室には 80 萬ボルトの Cockroft 型高壓電源を有する加速裝置があり、西川研究室には別に 30 萬ボルトの加速裝置がある。

これを要するに當研究所に於ける原子核研究装置は、我國隨一のものとして云つて好いであらう。次にこれを用ひて得られた研究成果を述べよう。

中性子に関する研究

中性子は電氣的に中性で、電子、陽子（水素原子核）と共に物質を構成する根源的粒子の一である。即ち原子核は中性子と陽子とから構成せられて居る。従つて中性子の性質を研究することは、原子核物理学の主要な問題の一となつてゐる。

菊池研究室に於ては、中性子を發生させるに、重水素イオンを約 40 萬ボルトの電壓で加速し、これを以て重水素原子核を衝撃する。さうすると重水素原子核が變つてヘリウム原子核と中性子とになるのである。

菊池研究室で行はれたのは、種々の速度の中性子を色々の物質にあてた場合に發生するガンマ線の研究と、速い中性子が物質により散亂される具合とである。特に重要と考へられる結果は、中性子の陽子による散亂の問題である。現在一般に信じられて居る理論の結論としては、中性子が陽子によつて散亂される場合には、此兩者の重心に對して靜止した座標系から見ると、孰れの方向にも一樣に亂らされる筈であるが、菊池研究室ではこれに反するやうな結果が得られた。此問題は目下尙追索中である。

又西川研究室では緩い速度の中性子の諸種物質による散亂並に緩い中性子が種々の原子核に捕捉される時の速度の問題が研究せられた。仁科研究室ではかやうな捕捉が元素により如何に異なるかが調べられ、又中性子によつて起される種々の原子核反應の頻度の比が色々の元素について求められた。

人工放射性物質の研究

種々の元素を速竝に緩い中性子で照射したり、高速イオンで衝撃すると、その元素は變換して放射能を帯びる場合がある。これを人工放射性元素或は俗に人工ラジウムといふ。仁科研究室、菊池研究室、西川研究室ではかやうな元素の生成反應、壽命、放射線の種類、そのエネルギースペクトル、その他かかる原子核の重要な特性が詳細に研究せられた。

ウラン及びトリウム原子核の分裂

ウラン及びトリウムを中性子で衝撃すると、これ等の原子核は二つに分裂して、その破片は大きなエネルギーを以て飛び出し、且つそれ等は多くの場合放射性を示すものである。原子核實驗室では速い中性子を用ひて分裂させた場合、どんな原子核ができるかを研究して興味ある結果を得た。

ガンマ線による陰陽電子創生の研究

波長の短いガンマ線を物質に照射すると、陰陽電子對を發生することが理論上知られて居る。西川研究室に於ては、弗素に高速陽子を衝撃させて元素變換を行はせる際に得られるガンマ線を用ひて、此現象を詳細に研究した。結果は大體理論と一致するが、ガンマ線のエネルギーが二つの電子に分配され方に於て多少の不一致を見せて居る。

18. 原子核反應に關聯した生物學的竝に金屬學的研究

原子核反應の際生ずる中性子、放射性物質等は今日生物學、醫學、化學、工學等の領域に應用せられて、劃期的な進歩が齎されつつある。原子核實驗室に於ても多數此の種の研究が行はれた。

中性子の動植物に對する影響

中性子を動植物に照射した場合、その臟器、血液等に對し、又植物の成育に對し如何なる影響があるかが明かにせられ、又蠶卵に於てはその孵化率の變化が詳細に研究せられた。次に蠶、猩猩蠅、植物等に生ぜしめる突然變異が具さに調べられた。更に中性子が植物の光合成に極めて顯著な影響を及ぼす事、而かもその際呼吸は殆ど影響を受けぬことが解つた。又中性子がソラマメの細胞の染色體竝に細胞質を破壊する狀況につき研究せられ、次いでインフルエンザ濾過病菌に作用してその能力を喪失せしめることも認められた。

ナトリウム竝に磷の動植物に於ける循環の研究

放射性物質はこれを指示劑として用ふることにより、それ等の物質が動植物に攝取せられて排出せられる迄の、循環過程竝にその速度を明かに求めることが出来る。人工放射性ナトリウム竝に磷を用ひて種種の動植物につきかやうな研究を行はれた。又此方法により鼠の腎臟の生理的機能を明かにし得た。

バクテリアによる C_4 -ヂカルボン酸の合成

放射性炭素を指示劑として用ひ、大腸菌が炭酸瓦斯を吸収して種種の化合物より、林檎酸、フマル酸、アスパラギン酸等を合成する過程を究明した。

人工放射性元素の動植物に對する影響

人工放射性ナトリウム竝に磷を動植物に注射或は攝取させ、その生理的影響を研究した。又放射性磷を兎に注射して血液像の變化を調べ、白血球の減少を防止すべき方法を研究中である。

放射性炭素による植物の同化作用の研究

放射性炭素を指示劑として用ひ植物の同化作用を研究してゐる。

窒素瓦斯と窒化物中の窒素との交換作用

放射性窒素を指示劑として用ひて、窒素瓦斯と亞硝酸とを接觸せしめた際、¹⁵ 窒素状態の窒素と亞硝酸の窒素とが入れ換ることを認めた。他の窒化物溶液ではこの交換は殆ど行はれない。

放射性窒素による植物の窒素固定作用の研究

放射性窒素を指示劑として用ひ、植物の窒素固定作用を研究してゐる。

金屬の研究への應用

放射性金屬を指示劑として用ひ、金屬の擴散の研究を行つた。

19. 宇宙線の研究

宇宙線とは四季晝夜の別なく、地球の外から飛來する電氣を帯びた粒子で、今日はそれが水素原子核であると云はれて居る。これが大氣に入ると二次的に色々の放射線を發生するのであるが、エネルギーが大きいために、物質に對して驚くべき透過力をもつて居る。こんなものが宇宙の何處でどうして出來たかは、今日全く不明の謎である。この研究は専ら仁科研究室に於て行はれ、今日迄に數多くの成果を得たが、その概略を示せば次の通りである。

富士山に於ける宇宙線の觀測

昭和 10 年に於て行つた此の觀測の結果、鉛 5 糎を通過するやうな宇宙線の強度は、富士山頂では東京の約 2.7 倍である。

日食と宇宙線

昭和 11 年北海道に於ける皆既日食に際して、斜里岳に於て行つた觀測によれば、日食は宇宙線に對し何の影響をも及ぼさない。

清水隧道に於ける研究

昭和 11 年以來鐵道省の援助によつて行はれた研究であるが、これにより宇宙線には 1200 米の岩石を貫くものもあることが知れた。但しそれは地上に來るものの約 10 萬分の 1 に過ぎない。

緯度效果の研究

日本郵船株式會社の汽船に、宇宙線記錄器を托載して觀測した結果、宇宙線の強度は地磁氣緯度によつて異ることが示された。これが緯度效果である。赤道地方の強度は南北地磁氣緯度 35° 以上の地點に比べて約 12% 低いことが知れた。此結果より宇宙線のエネルギーが求められる。

地磁氣嵐と宇宙線

磁氣嵐と稱して地磁氣の變動することがあるが、此場合宇宙線の強度は地磁氣の水平分力と平行に減少することが知れた。

宇宙線の溫度效果

地上に於て、夏は冬に比べて宇宙線硬成分の強度が 1~2% 少い。東京灣汽船株式會社の汽船に托載した宇宙線計によると、軟成分も類似の變化を示してゐる。これは宇宙線粒子の壽命が短いためで、逆に此現象を高層氣象の觀測に利用し得る可能性がある。

中間子の質量の測定

上述の壽命の短い粒子は中間子と呼ばれるもので、地球外から水素原子核が、大氣に入つ

て作ったものと考へられる。ウキルスン霧函で研究の結果、この粒子の質量は電子の約 180 倍従つて陽子の約 10 分の 1 であることが解つた。中間子の名はこれに由來する。此粒子の存在は湯川秀樹博士が原子核の研究に於て理論的に結論したものであつた。

20. 量子理論の研究

仁科研究室に於ては、從來量子論の研究が行はれ、宇宙線竝に原子核の理論の諸問題に種の貢獻がなされて來た。そして現在は湯川秀樹、朝永振一郎兩博士を始めとして、多くの有爲な理論物理學者が明日の量子理論の建設に努めて居る。

殊に湯川博士の提唱した中間子の理論の發展に伴ひ、種種の困難な問題が前面に立ち塞がつて來たので、これを如何にして打開するかが毎日論議の的となつて居る。

更に最近に至つて、地球外より來る宇宙線は陽子であるといふアメリカの研究者達の實驗結果は、理論家と實驗家との緊密一體なる協力を要請し、此兩面より熱心な研究が進めれつつある。