

物性研だより

第6巻

第6号

1967年2月

目 次

特別研究集会報告

- シンクロトロン放射による物性研究 1
- | | |
|---------|---------|
| 大阪市大原子力 | 小 塩 高 文 |
| 京大教養 | 中 井 祥 夫 |
| 都立大理 | 山 口 重 雄 |
| 教育大光研 | 中 村 正 年 |
| 東北大工 | 清 野 節 男 |
| 東北大教養 | 佐 川 敬 |
| 教育大光研 | 井 口 裕 夫 |

短期研究会報告

- 強誘電的相転移における臨界現象 19
- | | |
|-------|---------|
| 北 大 理 | 三 井 利 夫 |
|-------|---------|

サ ロ ン

- 物性研の半年 大阪市大理 渡 辺 宏 22
- ニュージーランドの学会にのぞんで 大 野 和 郎 27
- カナダの印象 中 嶋 貞 雄 33

物性研ニュース

- 人事異動 36
- テクニカルレポート新刊リスト 36

シンクロトロン放射による物性研究

小 塩 高 文 (大阪市大原子力)
 中 井 祥 夫 (京大, 教養)
 山 口 重 雄 (都立大, 理)
 中 村 正 年 (教育大, 光研)
 清 野 節 男 (東北大, 工)
 佐 川 敬 (東北大, 教養)
 井 口 裕 夫 (教育大, 光研)

§ 1. はじめに

適当な連続光源が得られないということが、長年にわたって、極端紫外線、軟X線分光学研究の障害になっていた。シンクロトロン放射が、この困難を打破する有力な手段であることが認識され始めたのは、1950年代のことであるから、さ程古いことではない。ここ数年間に世界の数ヶ所(アメリカ、ソ連、ドイツ、日本、イタリア)で行なわれた若干の実験の成功によって、シンクロトロン放射の光源としての重要性は急速に強まり、我が国においても、益々多くの関心を集めつつある。1962年頃よりINS-SORの名で呼ばれる研究グループを作り、シンクロトロン放射を利用する実験研究を進めてきた我々としては、この段階で、今までの成果をまとめ、今後何ができるか、当面何をすべきか等の問題について討論する必要を痛感したので、11月25日物性研で、シンクロトロン放射を利用する物性研究に関する勉強会を行なった。当日のプログラムは次の通りであった。

- | | |
|-----------------|--------------|
| 1. Introduction | 小塩高文 (大阪市大) |
| 2. 1) プラズマ物理 | 大塚正元 (名大プラ研) |
| 2) X線分光 | 清野節男 (東北大) |
| 3) 極紫外物理 | 中井祥夫 (京大) |
| 4) 固体プラズマ | 山口重雄 (都立大) |
| 5) 気体分光 | 中村正年 (教育大) |
| 6) 軟X線分光 | 佐川敬 (東北大) |
| 7) 最近の実験結果 | 井口裕夫 (教育大) |
| 3. 現状の限界 | 山口重雄 (都立大) |
| 4. 現在までの経緯と将来計画 | 小塩高文 (大阪市大) |

5. 座 談 会

ここでは、上記プログラム中、物性に関する問題に限定して報告する。各分野の問題に関して述べた § 3 は、当日の演者の方の執筆によるもので、場合によっては重複する部分もあるがお許し願いたい。

§ 2. シンクロトロン放射の特徴

一様な磁場の中で円運動をする電子は、いつも円軌道の中心に向かって加速度を受けるので、制動放射として軌道接線方向に光子を放出する。低速の場合は、軌道運動の角振動数と等しい角振動数を持ち、加速度方向に零、それに直角の方向には極大となる強度分布をもった放射を出す。電子の速度が光速に近づき、相対論的効果が入るようになると、電子とそれが放出した電磁波の相互作用によって、前述の角振動数の整数倍をもった高調波があらわれ、放射エネルギーは次数の高い高調波成分に集中するようになる。高調波の次数の高い光領域では、放射は事実上連続スペクトルとなる。それと共に放射の強度分布は電子の速度方向に集中したものになる。以下にこの連続スペクトルの特徴を列挙する。

1) 電子の円運動の一回転毎に放射される全エネルギーは

$$P(\text{KeV}) = 88.5 \frac{E^4(\text{GeV})}{R(\text{m})} \quad (1)$$

で電子エネルギーの4乗に比例している。したがってシンクロトロン放射は円形加速器のエネルギーの上限をきめる最も深刻な要因になるわけである。軌道半径は電子エネルギーと磁場の強さによってきまる。

$$R(\text{m}) = 3.33 \times 10^{-2} \frac{E(\text{MeV})}{H(\text{Koe})} \quad (2)$$

2) シンクロトロン放射のスペクトル強度分布は軌道半径と電子エネルギーによってきまる。その最大強度の波長は

$$\lambda_p(\text{\AA}) = 2.35 \times \frac{R(\text{m})}{E^3(\text{GeV})} \quad (3)$$

で与えられ、例えば、 $E = 1 \text{ GeV}$ 、 $R = 4 \text{ m}$ では $\lambda_p \doteq 10 \text{ \AA}$ となり、これより短波長側で急激に減少し、長波長側においてはゆるやかに減少して紫外、可視、赤外領域に及んでいる。

3) 極端紫外、軟X線領域における放射強度は従来の光源より圧倒的に強い。電子ビーム強度の大きい光源専用の加速器では従来の光源の $10^7 \sim 10^8$ 倍の強度を得ることも可能である。核研シンクロトロンの場合、全加速期間にわたる平均の放射エネルギーは各波長について次のようになる。

$$\bar{P}(\lambda) = 6.22 \times 10^2 \cdot [x^4 G(x)] \text{ MeV/sec} \cdot \text{\AA} \cdot \text{electron} \quad (4)$$

$$x = \lambda_p / \lambda$$

$$G(x) = x^3 \int_x^\infty K_{5/3}(\eta) / \eta^3 d\eta$$

光子数になおすと

$$N(\lambda) = \bar{P}(\lambda) \cdot \lambda / hc \quad (5)$$

4) 放射の角度分布は電子エネルギーの増加と共に鋭くなり、最大強度の波長付近で、1 GeV では約2分の広がりしかもたない。半角 φ は次式で与えられる。

$$\varphi(\text{degree}) \doteq \frac{30}{E(\text{MeV})} \quad (6)$$

したがって放射はほとんど平行光線とみなされるので、軌道に接する方向からこの放射を観測する時、接点から距離 ℓ の所に幅 d のスリットがあるものとすれば、このスリットに放射を送りうる電子線の軌道方向の幅は Rd / ℓ になる。

5) 磁場の方向に電気ベクトルをもつ直線偏光成分を π 、これと垂直に偏った成分を σ とすると、 σ 成分は軌道面上で最大強度を示すのに対して、 π 成分は軌道面で0となり、その上下で小さいピークを示す。したがって軌道面上で放射を観測すれば、この放射は完全な直線偏光であって、軌道面から傾いた面上で観測すれば、軌道面の上下で回転方向が反対の楕円偏光を見ることがになる。

6) 1)~5) で述べた諸性質はすべて相対論的電気力学によって理論的かつ定量的に導かれるものである。また、この結果が実験ともよく一致することは過去いくつかの実験によって

して
許

、制
角振
す。
磁波
は次
連続
下に

)エネ
磁場の

きまる。

徹底的に調べられている。このことはシンクロトロン放射が短波長領域において黒体放射に代る標準光源として利用できる可能性を示すものである。

7) シンクロトロン放射は高真空中を運動する電子が放出するものであるから、従来の光源のように気体を放電させるのと異なり、清浄な真空中で試料を汚染せずに測定することが可能である。

§ 3. シンクロトロン放射による物性研究

1. 固体の極紫外分光

すでに前項でも述べられているように、SOR光源の特質としては、

- (1) 強力な連続スペクトルがえられる。
- (2) ガス放電による光源と違って、光源そのものが高真空である。
- (3) 偏光性がよく、電子軌道面と平行に偏った直線偏光がえられる。
- (4) 光源としての輝度が高く、かつ殆ど平行な光束がえられる。

等の極めてすぐれた点をあげることが出来るが、このうち特に固体分光学的な立場からは(2)と(3)に注目したい。

もちろんSORのように非常にひろい波長範囲にわたる連続スペクトルというのは、未だかつて真空紫外領域では得られたことはないが、それでも最近では種々の稀ガスの濃縮放電によって出るいわゆるHopfield continuum光源にいろいろと改良が加えられた結果、かなり安定度の良い、いかえれば光電測定の可能な連続スペクトルが開発されている[1]。しかしながら、この波長領域での適当な窓材料が見出されていないので、放電に使った気体を分光器や試料室へ流れ込ませないためには、入口スリットの所で差圧排気(differential pumping)という非常にやっかいな処置をほどこさなければならない。差圧排気といっても限度がある為、低温での光学測定を必要とする場合にはサンプル表面に残留ガスが凝縮する。この点は従来の光源の致命的な欠点である。SOR光源にはこのような難点が全く存在しないことは特筆すべきである。

次に(3)の偏光性であるが、これも大いに注目してよい特性である。従来の光源で偏光実験をするためには、当然のことながら偏光子(polarizer)によって直線偏光にしてやる必要がある。偏光子としてはLiFを使用したものが考えられるが実行された例は大変少く、やっと二三年前から初められたにすぎない[2]。したがって波長1000Å以下の領域では、今後新しい光学材料が見つからないかぎり従来の光源を使った普通の意味の偏光実験はまず不可能である。

唯一の手段はもっと基本的に光学定数をフレネルの公式によって求めてから [3] その次の段階として偏光実験を試みるしか仕方がない。SORで期待される偏光度はかなり良い [4] ので偏光子を使う必要がない為、上に述べたような理由で従来不可能であった実験がすべて可能になるといっても過言でない。但し、検光子 (analyser) をも必要とする実験をするためには、それに相当する光学材料を見つけることが先決であって、今後の重要な課題となるであろう。

以上、固体分光学の立場から、従来の光源に対する不満を述べることにばかり重点を置いたようになってきたが、ここでもう一つ強調したい事は別に 1000 \AA 以下の領域に限らず、可視部をはじめ近紫外から、軟X線に至る、すべての分光測定が、パラメーターさえ適当に選ばれば一つの装置で可能となる点である。この点に留意すれば、いわゆる慣用領域での各種の測定についても、もっと精度の良い結果を期待することが出来、光学測定法全般について、極めて重要な意義を持つといわざるを得ない。

(中 井 祥 夫)

(1) 例えば

R. E. Huffman, J. C. Lavabee and D. Chambers: Appl. Opt. 4, 1145, '65.

(2) M. Cardona, Solid State Commun., 1, 109, '63.

W. C. Walker ; Appl. Opt. 3, 1457, '64.

H. Metcalf and J. C. Baird ; Appl. Opt. 5, 1407, '66.

(3) 例えば

T. Sasaki and K. Ishiguro ;

Japanese J. of Appl. Phys. 2, 289, '64.

(4) A. A. Sokolov and I. M. Ternov ;

Sov. Phys. J. E. T. P. 43, 1653, '62

2. 固体プラズマ

固体内プラズマの問題は十数年を経過して最近ではすっかりポピュラーなものとなった。初めの頃はおそらく電子線エネルギー損失の測定がおこなわれたが最近では極端紫外領域の技術の進歩に伴って光学的な測定が数多くおこなわれている。光学的な測定は電子線実験よりも精度において優れているので運動量交換の過程を除いて固体プラズマについて詳しい情報を得ることがで

きる。しかしながら固体プラズマの光学的方法による測定は普通まず光学定数を測定して、それから損失関数 $\text{Im}(1/\epsilon)$ に換算するだけであるから、固体プラズマのみを目的として光学測定をおこなうことはなく、固体分光一般の目的のうちの一つとして固体プラズマに関する解析をおこなうのである。この例としては Philipp のグラフアイトに関する報告が挙げられる。

固体プラズマの光学的研究というとき、上と別の立場がある。固体の電磁応答には横波である光に対する横波誘電率と、クーロン場に対する縦波誘電率とがある。光学的に測定されるのは横波誘電率であり、電子線実験に関係のあるのは縦波誘電率である。理論的にはこの2つの誘電率はやや異なった形式を持つが、適当な近似をおこなうと一致してしまうので実際には区別なく用いられている。固体プラズマの光学的方法による研究に関する前述の方法は、この近似を採用した結果である。しかし、実際にこの近似が成立するかどうかを検定した実験はない。原理的には光学的測定から得られた横波誘電率と電子線エネルギー損失の実験結果とを比較すればよいのであるが、横波誘電率と縦波誘電率との差を見出せる程実験精度が十分でなく、この試みはまだ成功していない。そのため光学的方法のみによって、同一の試料について横波誘電率と縦波誘電率とを決定する実験が企画されている。光はプラズモンを直接励起できないので、この実験をどのように推進するかが問題である。光のプラズモン励起の過程については理論的にいろいろ検討されてはいるが実際にどんな形であらわれるか不明である。したがって、この目的の研究には光のプラズモン励起過程の研究も含まれる。

上記の目的をもつ固体プラズマの光学的研究には単に光学定数を決定することが目的ではないから、物質内におきる分極状況、力学的条件に注意を払う必要がある。我々は薄膜に P 偏光、S 偏光を斜入射で入射させることによって膜に垂直な分極に関係する光吸収と、膜に平行な分極に関係する光吸収とを比較する方式をとる。定量的には後者から横波誘電率を決定し、マックスウェル理論にしたがって前者に換算し、実測値とどのように差異が認められるかをしらべる。今までに銀、カリウム、アルミニウム等について、この方式でしらべられている。この研究はまだ完成したわけではないが、固体プラズマの光学的研究のはじめの立場のみから云っても、プラズマの位置、寿命を決定するのに、この方式は大変感度が良い。

大部分の物質のプラズマ振動数は極端紫外にあり、この領域で上述の測定は SOR の利用によって始めて可能になる。

(山口重雄)

3. 気体分光

1.) はじめに

極端紫外(以下X. U. Vと省略)領域での気体の分光学的研究は、その領域が、光とX線との境界領域にあって、光源や検出器に対する技術的な困難があったために、従来は余り著しい進歩はみられなかったが、最近、特にロケットによる上層大気物理の研究が進むにつれて、上層大気中の原子分子と、太陽X. U. V光との相互作用に関する問題が重要な課題となり、X. U. V領域における気体の分光学的研究も著しく進展しつつある。

原子や分子のX. U. V領域における吸収係数は非常に高い(吸収断面積にして $10^{-16} \sim 10^{-15} \text{ cm}^2$ の程度)ので、その領域の光によって、上層大気中の殆んどすべての原子分子は、電離されるか或は高いエネルギー状態に励起され、それによって生じた光電子、イオン、そして励起状態の原子分子は、他の中性原子、分子といろいろな反応を起し、エネルギーの輸送が行なわれる。従って上層大気中での物理的現象を理解するためには、そのような高い励起状態にある原子分子の準位の様子や、そのような準位への遷移確率などが十分知られねばならない。

また一方、電子の衝突による原子分子の励起についても、最近は実験技術の進歩により、非常に良い精度で電子の非弾性散乱の測定が行なわれるようになり[1]いろいろな励起状態が測定されるようになってきた。電子衝突で得られる励起は、光学的には禁止された遷移でも可能であることから、光学的に得られるものより更に広い知識が得られる点で、この方法は有利である。然しこのような励起状態は、光学的に観測される励起状態に対する知識によって、より良く理解されるので、光学的測定はそのような場合に対しても、理解を援ける有効な手段と言えよう。

気体の吸収断面積を求めるためには、一般に原子分子が不連続的な選択吸収を示すことから、光源としては連続光源であることが望ましい。600 Å以上の波長範囲では、稀ガスを搬体とした放電による連続光源が、近年開発され[2]、それを利用して種々の気体の吸収が測定され、多くの詳しい資料が得られるようになってきた[3]。然し600 Å以下の領域では、まだ簡便に使える連続光源は無いと言って良く、僅かに昔より使われているライマンスパークが有るが、これも光源自身に含まれている吸収線や、輝線に邪魔されて、精密な吸収測定的光源としては使えない。最近発表されたVodar[4]によるスパーク放電による方法も、まだその技術的困難さのために広く使われるに至っていない。このような実状にあるX. U. V領域の気体分光にとって、SORは誠に有効な、価値の大きい連続光源と言わざるを得ない。後に述べる米国、N. B. Sのシンクロトロンを使ったMadden等による酸素、窒素分子の自動的電離による吸収帯の発見も、従来のライマンスパークを光源とした方法では見落されていたものであることを考え

るとき、優れた連続光源の使用が、如何に気体分光にとって重要なものであるかの一つの大ききな証拠と言えよう。

2) 自動的電離 (auto-ionization)

多くの原子分子は $10 \sim 20$ eV 以上のエネルギーの光に対しては、連続的な電離化吸収を起すのであるが、その連続的エネルギー状態の中にも、中性原子分子の不連続的な準位が存在し、その中にあるものは、連続エネルギー状態との相互作用の結果、いわゆる自動的電離準位を形作る。光の吸収によって原子分子がそのような準位に励起されると、短い時間の後 (普通は $10^{-12} \sim 10^{-14}$ sec の程度) 原子分子内の電子は再配列を起して、その中の一つの電子を離してイオン状態になる。これが自動的電離現象である。

このような自動的電離準位の出来方は、大別して次の三つの場合が考えられる。第1は古くから Beutler [5] によって発見された稀ガス元素の場合のように、イオンの基底状態が多重項である場合である。つまり多重項の中のエネルギーの高い方の状態に収斂するリードベルグ系列の一部は、電離化エネルギー状態の中にあり、自動的電離準位を形作る。第2は内殻電子の励起によるものであり、第3は He 原子の場合のように2電子が同時に励起される場合で、いずれもその励起状態は電離化連続状態の中にあつて、自動的電離準位を形作ることが出来る。このような自動的電離についての実験は、1935年から1937年にかけて前にあげた Beutler による組織的を一連の仕事によって大きな進歩を遂げたが、いずれも 600 \AA よりも長い波長領域であつて、X. U. V 領域での研究は、Madden, Codling 等による SOR を使つての吸収測定が、電子ビームによる実験は別として、光学的には始めてである。

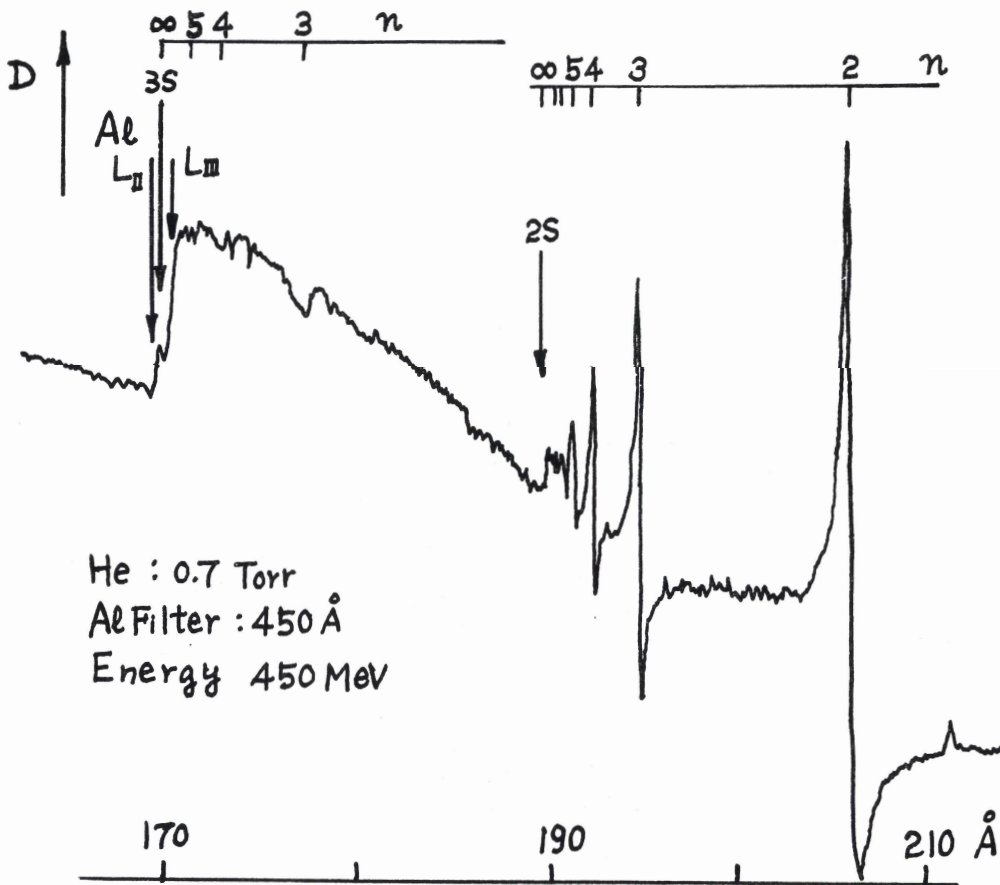
自動的電離についての理論的研究は Fano [6]、Cooper [7] 等によって詳しく取扱われ、自動的電離による吸収断面積は一種の共鳴の形になつていて左右非対称になること、吸収の幅は原子が不連続状態に励起されてから、電子を離して自動的電離を起すまでの寿命の逆数の形であらわされること等が示された。

3) 外国における研究状況

SOR を光源とした物性研究は、各国で急速に進展しつつあるが、気体の吸収を精力的に実験しているのは、目下の所米国 NBS に於ける Madden と Codling 等である。彼等は 180 MeV のシンクロトロンよりの軌道放射を利用して、He, Ne, Ar, Kr, Xe などの自動的電離による吸収を 600 \AA 以下の領域で見出し [8]、それらの吸収曲線が、Fano による理論的な吸収断面積の形とよく一致することを確かめた。またさらに分子に就いても吸収を測定し、前に述べたように、酸素及び窒素分子の新しい自動的電離状態への遷移を見出した [9]。

4) 国内における研究

日本に於ては、いわゆるINS-SORグループによって研究が進められているわけであるが、昨年までは、INS-SOR専用の実験装置は皆無に等しく、殆んどが、各自の所属機関からの器械を借出して実験にあてていたため、使用の範囲も限られていて余り大きな成果は得られなかった。第1図は昭和40年度に於てシンクロトロンの使用が許された5月と7月の2回のマシンタイムに於て得られたHeの自動的電離吸収のスペクトルのマイクロホトメーター記録である。Heの2s np状態への吸収、及び3s np状態への吸収(この言い方は正確ではないけれども、ここでは簡単のために省略して用いている)が良く認められる。その他Ne, Arに就ても同様の吸収が測定された。幸いに、40年度に於ては原子核研究所高エネルギー部及び素粒子研準備委員会よりの研究費を受けて、一台の専用分光器を購入することができ、現在調整中であるので、



な
 起
 作
 12
 して
 か
 多重
 グ系
 の筋
 づれ
 のよ
 er
 長領
 の吸
 扱わ
 及収の
 故の形
 実験
 は
 eなど
 ano
 も吸収
 した(9)

これから新しい実験結果が得られるものと期待している。特に内殻電子の励起や多電子励起による高い励起状態が、多くの原子分子に存在するはずで、そのような状態の有様や、それへの遷移確率などの資料が得られるものと思われる。

5) SORの上層大気物理への応用

最後に上層大気物理の問題に関連して、もう一つのSORの有効な応用が考えられる。上層大気中では、原子分子が太陽光を吸収しているいろいろな物理現象が起きているわけであるが、太陽光の絶対強度を測定するには、ロケット搭載分光器のX、U、V領域での効率、検出器の波長感度などが知られなければならない。この問題は現在、技術的に非常に困難なものの一つになっている。ところがSORは良く知られているように、シンクロトロン内を運動している電子のエネルギーから、軌道放射の絶対強度及びその派長分布が、計算によって求められるので、可視光に対する黒体放射と同様に、X、U、V領域に於ける標準光源として使用出来る可能性がある。これによって、検出器まで含めた分光器の効率が、正確に求められれば、現在大体10の係数の誤差で測定されている太陽光のX、U、V領域での絶対強度が大幅に改善されると思われる。

(中村正年)

(1) 例えば

Lassetre, E. N.; Suppl. Radiation Res. 1, 530, '59.
Silverman, S. M., and E. N. Lassetre;
J. Chem. Phys. 40, 1265, '64.
Simpson, J. A. et al.; J. Opt. Soc. Am. 54, 269, '64.

(2) 例えば

Huffman, R. E. et al.; Appl. Opt. 2, 617, '63.

(3) 例えば

Huffman, R. E. et al.; J. Chem. Phys. 39, 910, '63.

(4) Vodar, B.; Proc. of Conference on Photo.

and Spect. Optics, Tokyo and Kyoto. '64.

(5) Beutler H.; Z. Phys. 93, 177, '35.

(6) Fano, U.; Phys. Rev. 124, 1866, '61/
ibid. 140, A67, '65.

(7) Cooper, J. et al.; Phys. Rev. Letters. 10, 518, '63.

(8) Madden, R. P., and K. Codling;
Phys. Rev. Letters. 10, 516, '63
J. Opt. Soc. Am. 54, 268, '64.
Astrophys. J. 141, 364, '65.

(9) Codling, K., and R. P. Madden.,
J. Chem. Phys. 42, 3935, '65.

4. X 線 分 光

Synchrotron Orbital Radiation の分光用光源としての特長はX線、軟X線、超軟X線の領域に於いて、強度、連続性、偏光性が、従来の光源に較べて桁違いに優れていることである。核研のElectron Synchrotronは1.3 BeV へのenergy up の結果4 Å付近に強度分布の最大があり、広範囲の波長領域にわたって連続なRadiation を放射する。SORのこの特徴を利用して次の実験を行なう計画である。

1) 金属Na及び化合物中のNaのK-吸収スペクトル。

実験目的。金属ナトリウム、ナトリウムの多数のハロゲン化物及び Na_2O 等々中のNaのK-吸収スペクトルは測定すべき波長域が比較的長い領域(11 Å~12 Å)にあり、スペクトルを写真法によって記録する場合には、普通の場合はおよそ100時間もかかるなど実験上の困難等もあって殆んど測定されていない。僅かにRule 及び我々の測定があるのみである。SORはこの波長領域で強度が大きいので、これを光源として測定する。

実験方法。我々は曲率半径50 cmのJohann型曲撓結晶真空分光器(分光結晶はgypsum)を用いてNaCl中のNaの吸収スペクトルを撮った。X線入射角は約 45° としdetectorにはFuji Al. plate を用いた。吸収膜は非常に薄いコロジオン膜上に、蒸着して作成しその厚さはおよそ2 μであった。この吸収膜をX線窓と分光結晶との間に置いた。これと同様な方法によって上記イオン結晶及び酸化物の研究をする予定である。但しSORのX線ビームは非常に細くて平行なので羽型結晶分光器を用いる予備実験を行なう必要がある。

物理的意義。KCl中のカリウムと塩素のK-吸収スペクトルの微細構造のうち吸収端近くの鋭い吸収構造はX-ray exciton によるものと考えられる。また金属カリウムのK-吸収スペクトルの微細構造によるデータとelectron energy loss からのデータの間にはよい対応が見出される。イオン結晶中のNaのK-吸収スペクトルにもX-ray exciton による吸収があると考えられるが、実際に存在するかどうかを研究する。また

金属ナトリウムのK-吸収スペクトルの微細構造を electron energy loss のデータと比較検討する。イオン結晶及び金属の band structure も合わせて研究する。偏光X線を用いた吸収スペクトルの研究はほとんどないので、SORの偏光特性を利用すれば物性物理学上有用なデータが得られると信ずる。

2) 金属及び化合物の発輝スペクトル

我々はSORを用いて、イオン結晶中のNa及びその他の物質の発輝スペクトルを secondary emission で精密測定しなおしたい。従来種々の元素や化合物について得られている膨大な量の発輝X線スペクトルのデータは通常電子衝撃によって得られていた。しかしながら電子衝撃によると局部的な試料の発熱その他によってこれを破壊する恐れがあり、測定結果は信頼度が低いのでSORによる再実験研究が必要であろう。X線の発輝吸収スペクトルには種々の物理的条件が影響を及ぼす。温度の影響も顕著であり、吸収スペクトルの温度効果は従来も研究されている。然し発輝スペクトルの温度効果は2次X線によらねばならず、今まで研究されていないから、SOR利用の大きな分野であろう。

3) Channel Electron Multiplier の較正

SORのスペクトル分布は理論より導かれる結果と定量的によく一致するので、これを標準光源として、光電式X線検出装置の開発をしたい。例えばChannel Electron Multiplier の較正をし、軟X線、超軟X線領域に於ける絶対測定を可能にしたい。

4) その他

コンプトン効果、ラマン効果、レーレー散乱等のX線物理学的研究、ならびに結晶物理学的研究に用いたい。

(清野節男)

5. 軟X線分光

軟X線スペクトルは比較的結合の弱い内殻電子(結合エネルギー約10 eV~1 keV)が関与し、 $10 \sim 10^3 \text{ \AA}$ の波長領域にある。この領域は物質との相互作用が非常に大きく吸収にあづかる全振動子強度の大半が集中すると見られ、物質の光学的性質の研究に欠かせない分野であるが、物理研究の手段としても幾つかの優れた特徴を持っている。例えば内殻電子は固体に於いても自由原子的で対称性の明瞭な波動函数が格子点近傍に局在する。その為電子遷移の選択則の議論が単純となり、局在性は不純物等に妨げられない物質固有の電子構造を見るのに適している。又内殻励起状態につきものの寿命幅は励起エネルギーの低いもの程狭い傾向を示すので、通常のX線スペクトルに較べスペクトル分解能が高いし、光学的吸収の始状態である価電子帯が一般に

広いエネルギー帯を形成するのとも対照的である。その他励起エネルギーがさ程大きくないので分解能を余り犠牲にしないで電子構造の全貌を見易い事や、光学的な吸収が価電子帯と非充填帯の組合った状態密度を示すのに対し、軟X線スペクトルはこれを別々に見る事になるのも有利な点である。

軟X線分光学の以上の如き有用性に拘らずこれ迄空白に近い状態に置かれたのは、何と云っても強力安定な連続軟X線源が得られなかったことによる。勿論分光検出法にも問題は山積しており、それ自体重要な研究課題ではあるが、今日では実用上致命的な程ではない。この点SORは軟X線領域で従来望み得なかつた多くの優れた性質を具えており、従来の人口光源では考えも及ばなかつた様々の軟X線測定が可能となって来た。今すぐに考えられる主なものだけでも次の如きものが挙げられる。

1) 軟X線吸収スペクトル

この測定は従来真空又は気体放電に伴う多線スペクトルによって辛うじて行なわれて来た。その為線間隔以下の分解能は望めないし、放電強度の安定度も悪く、電極物質が飛散して試料や分光系を汚す等の重大な欠点があった。SORはこれ等の欠点を完全に解決し、始めて理論結果との対比が微細な点迄可能となった。この事は我々の最近の data [1] が示す通りである。この測定によって非充填帯の構造がわかり、電子遷移の諸過程に興味ある知見が得られる。特に極紫外領域に於ける光学常数の測定や電子線エネルギー損失の測定結果と密接な関係があり、その対比は固体物性に貴重な情報をもたらすものである。試料としては金属、半金属、半導体、イオン結晶、分子性結晶等多岐にわたるが、金属に於ける吸収端幅と吸収構造、半金属に於ける antibonding state の様相、半導体の donor, acceptor 及び伝導帯構造、イオン結晶に於ける X-ray exciton とそれに引続く帯構造及びこれらすべての温度依存性等々の測定が直ちに考えられる。

2) 軟X線発輝スペクトル

充填帯の全貌を見る方法として知られているが、従来はすべて電子線励起に頼るものであった。その為不安定な物質は測定中に試料自体が変化するし、絶縁物の測定は困難であった。又たとえ安定な金属でも試料表面が急速に汚れることがわかっている。その為一方では試料を良質な超高真空中に置く事が不可欠な条件となって来たし、他方では蛍光励起が望ましかった。蛍光励起には対応する吸収端より少々短波長の軟X線照射が効果的であり、SORは殆んどすべての物質に対してこの条件を満たしている。この測定によって物質の物理化学的状态の差異によるスペクトルの変化を忠実に知る事が出来る。発輝帯の温度従属や化学結合

の影響は殆んど知られておらず、この方面で興味ある結果が得られる事は疑いない。蛍光励起はその他制動放射の背景を全く伴わないので発輝帯の幅特に低エネルギー tail の長さ、遷移金属に於ける d+s 電子状態密度にも明確な情報をもたらす事となるであろう。

3) 軟X線光電子の測定

入射光子エネルギーをパラメーターとして、内殻電子を励起する光電効果に伴う光電子エネルギーを解析するのだが、この測定は前述せる内殻励起状態の特徴により、一方では非充滿帯の知見を与え、又一方では内殻電子の結合エネルギーの決定に役立つ。固体の価電子帯からの放出光電子や、通常のX線による内殻からのそれは数年来さかんに行なわれ、新しい分光分野となりつつあるが、軟X線によるこの測定は1)の項に述べたと同様の利点を具え、SORによって比較的容易に実行し得るであろう。その結果は例えばKの非保存遷移等にも新しい知見を提供する可能性が充分にある。

4) 高分解能軟X線分光学

軟X線分光系としては現在斜入射型の凹面、回折回子によるものが殆んど唯一の実用的型式と云って良い。この分光系の分解能はスリット幅による装置的な窓函数で規定され、この傾向は短波長スペクトル程大きく、光電測光で一層大きい。従って現在我々が見ている特に約 100 \AA 以下の1次スペクトルは窓函数による smearing effect が障害となっている。SORが Storage Ring によって飛躍的に強力になれば従来より遙かに高分散の分光系を用いる事が許される。その結果スペクトルの微細な部分迄理論との対比が容易となる。例えばB、C、O、N、FのKスペクトル、重元素のL、M、Nスペクトルは直ちにその恩恵にあづかるし、金属のFermi端幅の測定にも有用である。

5) 偏光軟X線の利用

通常のX線領域の偏光は Bragg 反射 (Borrmann 効果を含む) によって強度的には非常に弱いながらも原理的には得られる事になっている。しかし軟X線領域で偏光を作る事は諦めざるを得なかった。SORはそれ自体強い偏光であるから、偏光を利用する実験も実現出来る事になった。例えば対称性の低い固体試料の単結晶方位と偏光方位の相関が軟X線スペクトルに及ぼす影響も一つの課題となるであろう。但し、偏光電気ベクトルは加速器軌道面内にあるので分光系は光軸のまわりに回転出来る様にすることが必要となるであろう。

6) SORの平行性の利用

現在核研のSORは軟X線領域で極めて平行性が良い。この特徴は分光系の焦点深度を深くし、発散光に対する従来の分光系の概念は全く通用しない。その為SOR用分光系としてか

[1

6.

4

ーテ

取付

ライ

測定

転中

い、

では

その

理

度

を

め、

極

から

で

定

行

き

と

す

の

ル

カ

リ

4 14

4 0 年

ベ

ク

ト

収

ス

ペ

ク

なり簡単なものが考えられ、実験手段は非常に単純化される。又軟X線回折用の光源としても有利となり、スリットは単なるdiaphragmですむ可能性がある。軟X線回折は長格子の高分子物質の構造解析や、表面状態の研究に有望と思われる。(佐川 敬)

- [1] Sagawa, T. et al.; J. Phys. Soc. Japan. 21, 2602, '66; ibid. 21, 2587, '66.

6. 核研シンクロトン放射による軟X線吸収測定 of 最近の成果

41年9月に専用分光器(日本分光製斜入射型真空分光器、写真、光電測光兼用、ガラスグレーティング使用、曲率半径2m、1152 lines/mm、入射角 87°)をSxビームダクトに取付けた。この時期までに専用エリア周辺の放射線シールド、ビーム・シャッター、液体窒素クライオスタットと蒸着装置を具えた試料チェンバー、ビームダクト排気系のインター・ロック、測定室、暗室等が完成して一応最低限の測定手段が整った。9月一杯はローランド円の中心を回転中心とするアームを用いる方法と光学的方法を使用して、分光器の再調整と光軸合わせを行ない、その結果を確認する意味でSORを用いて若干の吸収測定を行なった。その結果900 MeVでは $C1^{-}$ の $L_{2,3}$ 吸収スペクトルが写真法で非常に容易にしかも鮮明に得られることが分った。その理由は900 MeVではSORの分光強度分布に回折格子の効率、SWRフィルムの分光感度を加味した総合的な分光強度分布が $C1^{-}L_{2,3}$ 吸収端のある 60Å 付近に最大強度を示すため、極めて能率良く測定できるばかりでなく、高次光の重なりもこの付近ではそれ程深刻でないからであると考えた。アルカリ・クロライド中KCl、NaClについては40年度に常温で測定を行なった実績があり、その実験の継続である点、波長領域が光源の強度を最も有効に利用できる点、高次光分離の手段をもたない現状ではその心配を必要としない領域で実験するのが都合が良い事等を考慮して、10月の学会終了後パラサイターとして行なう実験ではアルカリ・クロライドの常温及び液体窒素温度における吸収測定を集中的に行なうことになった。専用分光器の完成はパラサイト実験の可能性を増加させた点で実験の自由度に大きく寄与した。

41年12月末までにはLiCl、NaCl、KCl、CsClについて一応の結果が得られた。40年に行なった実験と比較して前進した点は、エネルギー増強の結果前述のように背景連続スペクトルの最大強度付近で測定ができるため、せまい波長範囲で考えると平坦な背景を使って吸収スペクトル写真を取るようになった点、液体窒素温度での測定が可能になった点、試料を真空蒸着した後空気にさらさないで測定することが可能になった点、ヒンテレガー・ランプから放射

されるHeの共鳴線を波長標準として、4次のスペクトルで第1ピークの波長を決定することができた点、分光器が大型になり分散が大きくなった点、フィルムの日中装填が可能になり、測定エリアの放射線シールドや床面が整備された結果、放射線の心配やほこりによるスリットのよごれが少なくなった点等があげられる。

KClについては、 Γ 点の励起子による吸収と考えられている第1ピークは温度に強く依存し、液体窒素温度での幅は常温の場合と比較して64%になる。一方第2ピークは94%であった。第1ピークでは低温で吸収強度も増加した。準安定励起子に対応すると考えられる短波長側のピークも鋭く構造が鮮明になった。その他若干の小さなピークが低温で確認され、紫外のデータとの比較が容易になった。

NaClでも第1ピークについては同様なことがいえる。より短波長側のピークについては低温で吸収強度が増大するものと変化しないものが明瞭に区別でき、それぞれのピークの起源が異なることが明らかになった。第2ピークの低温での分裂は顕著な現象であった。

LiClでは第1ピークは前二者と同様の傾向を示し、低温でそれに続く3つのピークが認められた。

C₆₀Clでは吸収のはじまりから約10 eVの間に9個のピークを確認した。全体的な吸収曲線の形とピークの位置は最近の電子エネルギー損失の実験値と可成り良い対応を示している。

蒸着材料としてはKCl、NaClでは単結晶、LiCl、C₆₀Clでは粉末を用いた。KCl、NaClでは容易にコントラストの良い写真が得られたのに対して、LiCl、C₆₀Clではそれが困難であった原因が、蒸着材料にあったか否かは明らかでない。蒸発源としてはMoポートをを用い、真空度は 10^{-6} Torrであった。

アルカリ金属のちがいでによる第1ピークの位置の変化や、ピークの位置の温度依存性についてはカセットのマスク移動機構の不備などの為に決定的なことがいえる段階ではない。ピークの幅の絶対値を求め、理論と比較してその温度依存性等を定量的に論ずるためには吸収係数を実験的に決定する必要がある。今回は光源の強度のふらつきが大きく、強度モニターが完備していなかったことや、試料の膜厚モニターがなかったこと、フィルムを使用したためスペクトル線のまがりを生じたこと等によって求めるに至らなかった。精密な強度測定のためには、やはり光電測光法を使用する必要がある。

今後の方向はピークの波長決定、吸収係数の決定、温度依存性の定量化を行ない、紫外のデータ、電子エネルギー損失のデータとの比較によって電子帯構造についてできるだけ多くの情報を得ることである。

μ
—
—
200
62

μ
—
—
200
62

とが
則定
よご

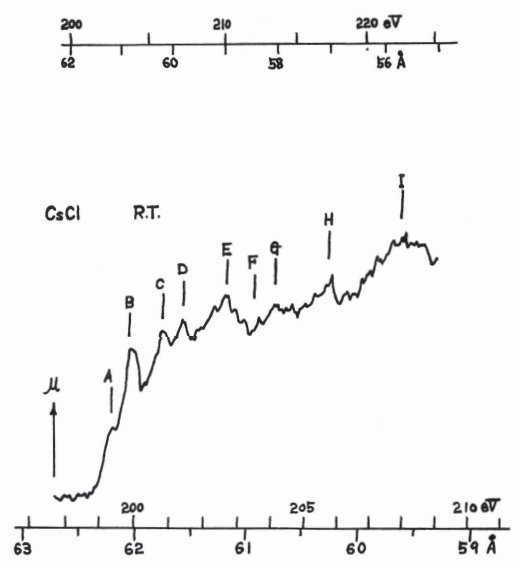
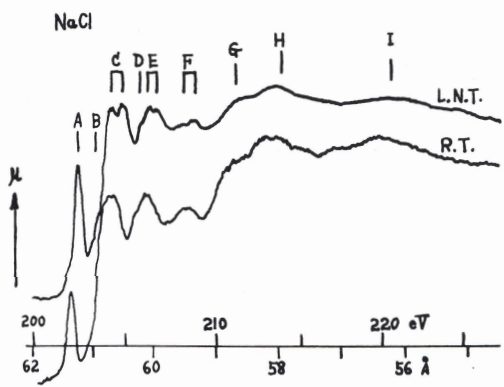
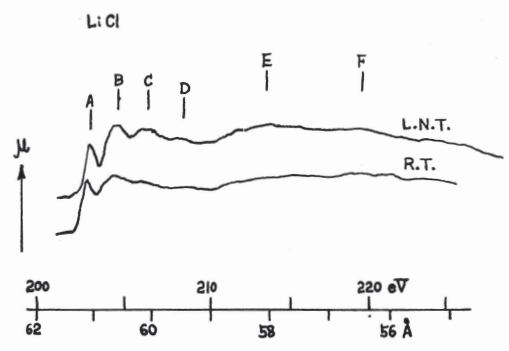
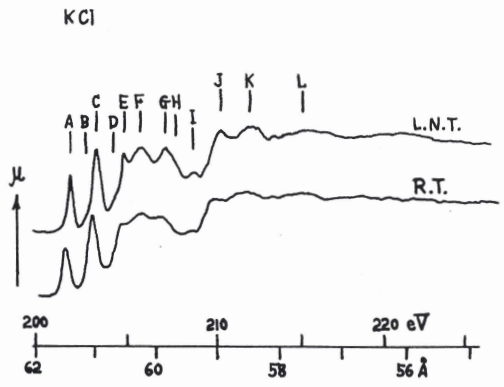
存し、
た。
のピ
タと
は低
が異

認め

収曲
。C1、
それ
トを

ついで
の幅
実験的
な加
リまが
電測光

のデー
情報を



アルカリ・クロライドの実験を推進することだけに限って考えても、液体He用クライオスタット、光源強度モニター、膜厚モニター、超薄軟X線用乾板、光電測光用諸設備等実験手段を整備したい気持は切実である。

この実験には流動研究員、在京メンバーの外に東北大、京大、大阪市大の若手メンバーが参加した。
(井口裕夫)

§ 4. お わ り に

以上いろいろな角度から述べたようにシンクロトン放射は、極端紫外・軟X線分光と関連した分野において極めて有望な光源であって、この光源なしに研究を前進させることは不可能といっても過言ではない。現在シンクロトン放射を利用する分光研究は、INS-SORグループという非公式団体によって進められており、具体的な実験に関しては、核研の中の実験グループとして公式に認められているSXグループにINS-SORのメンバーの一部が参加して、ささやかに行なわれている状態である。したがって財政及び研究組織について安定した場をもたないことが、研究を進める上で大きな障害になっている。

一方海外では、最近光源用加速器の建設、それをういた実験が着々と進められている。中でもアメリカのMURAの場合、光源用ストレージリングの建設が国家的見地から取上げられ、アメリカ各地の代表的研究者を集めた委員会の答申に基づいて、強力な装置が作られていることは注目値する。またドイツのDESYでも10名のPermanent staffと年間予算4000万円をもって研究を進めている。ソ連、イタリア、フランスでも、詳細は不明であるが、積極的な活動を行なっているようである。このような情勢を見る時、我が国でも高い視点に立って、早急に対策を講じなければ時期を失うのではないかという恐れを感じないではいられない。この報告によって関係各位の御理解が得られ、我が国に於ける研究の前進の一助ともなれば幸いである。今回の勉強会を開くに当って御世話になった物性研の柿内、豊沢、神前、小林の諸氏に心から感謝致します。末尾に記名のない項についての文責は佐川、井口にあります。

短期研究会

「強誘電的相転移における臨界現象」報告

北大 理 三 井 利 夫

この研究会は森嶺、松原武生、高木豊、久保亮五、星埜禎男、野村昭一郎、三井利夫によって立案され、1967年1月23日と24日の両日にわたって物性研で開催された。

今迄も年に一度位は物性研もしくは京大原子炉で強誘電体関係の研究会が開かれてきたが、これらは大体強誘電体総合研究班内で企画され、参加者も誘電体分科会に出席するような研究者が主体となっていた。しかし強誘電体の研究も現象論的な段階から次第に精密物性論的な色彩を濃くしてきており、理論家と実験家の相互理解を深めた上で今後の研究計画をたてる時期がきたように思われた。従って今回の研究会は誘電体総合研究班のわくに必ずしもとらわれずに企画された。

表題の臨界現象という言葉は臨界誘電緩和現象 (critical slowing-down) と X線及び中性子の臨界散乱 (critical scattering) を総括したものとし、この両題目について講演と討論が行なわれた。周知のように、前者は強誘電体の Curie 点附近で誘電緩和時間が極めて長くなる現象であり、後者は高温から Curie 点に近づくにつれ双極子分子配向の相関が大きくなること等のため X線や中性子線の散漫散乱強度が増大する現象である。誘電緩和現象は印加された電場に対しどのような経過をたどって双極子配向が平衡状態に近づくかという問題に帰着し、従って非可逆過程の統計力学の問題となり、Kubo の linear response theory によれば時間を含む対相関に基づいて議論される問題となる。臨界散乱の問題は与えられた温度で対相関がどのような平衡値をもつかという問題に帰着するが、この平衡値は秩序伝播の速度に依存する筈であり、この意味ではやはり時間を含む因子に依存している筈である。又二次の相転移点のごく近傍では結晶が誘電的に非常にやわらかくなる結果、分極揺動の非線形効果が顕著に現われる可能性があり、二次の強誘電的相転移の研究は非線形効果を考慮した非可逆過程の統計理論の結論と比較できるような実験データを提供することとなる可能性もある。この研究会では強誘電体研究に於ける種々の問題点を関連分野の理論家に理解していただき、一方強誘電体の研究者が臨界現象に関連した諸問題についての基礎理論を勉強し、理論家実験家の相互理解の上に今後の研究方針を考えることを目的としたので、その具体的内容は下記の如くなった。

第 1 日目 午 前 の 部

- | | |
|-----------------------|---------|
| (1) Introductory talk | 高 木 豊 |
| (2) 実験の展望 | 松 原 武 生 |

午 後 の 部

- | | |
|----------------|---------|
| (3) 非可逆過程の統計力学 | 久 保 亮 五 |
| (4) 臨界現象一般論 | 森 肇 |

第 2 日目 午 前 の 部

- | | |
|--------------------------------|---------|
| (5) 実験家の感じている疑問 | 山 田 安 定 |
| (6) Time dependent Ising model | 鈴 木 増 雄 |
| (7) 転移点近傍での非線形効果 | 西 川 恭 治 |
| (8) BaTiO ₃ 系の理論的問題 | 黒 沢 達 美 |

午 後 の 部

討 論 会

講演(1)では臨界現象研究のもつ意義や強誘電体研究者の持っている問題意識について一般的な解説が行われ、(2)では表題に関係した最近の実験研究についての総合的な展望が行われた。(3)では linear response theory の解説と、その誘電体への応用例として Cole その他の誘電分散理論の紹介とその批判等がのべられ、(4)では臨界現象の一般論の解説があった。2日目の午前には種々の問題提起や新しい理論的進展についての講演が行われた。なお実験家側の要望もあり、星埜氏の御努力でこれら1日半の講演の基礎となった文献を含む立派な予稿集が研究会の3週間程前に参加者に配布され、一応の予習をしてから研究会にのぞめるようになっていたのがこの研究会の趣旨を生かす上に大いに貢献したように思われる。研究会の上記1日半は参加者が150名にも達し盛会であったが、2日目午後の討論会では理論家と表題に関係した研究計画を実際に持つ実験家との実質的な討論を目的としたため出席者数を制限するような処置をとらざるを得なかった。これは研究会の趣旨の一つが今後の研究をどうするかとの討論にあり、やむを得なかった処置として不便をおかけした方々の諒承をお願いしたい。この討論会では実験家が疑問に思っていた点について理論家からいろいろの教示や suggestion があり、理論家は実験データの信頼度や実験家の直面している困難について理解を深めたかと思われる。

この研究会、特に2日目の講演と討論によって大方の意見が一致した点をあげると次のようになるかと思われる：強誘電的相転移が強磁性相転移とかなり違う点は、二次の相転移でも Curie

点の非常に近いところまでWeiss 近似やRandom phase 近似の結論が実験とよく一致する
場合が多いことであり、これはおそらく long range force である静電的雙極子相互
作用が雙極子分子間力のかなり大きな部分をしめているためではないかということ。又Curie
点のごく近傍でも Weiss 近似やRandom phase 近似への補正項の主要部分は強磁性の
場合とはかなり異なる形をとる可能性もあること等。

なお、この研究会が大体に於いて所期の目的を達したのは、上記講演(2)で実験データの広
範な整理が行なわれたことと、実験家がむずかしい理論を多少とも消化できるよう理論家の多くの
方々が講演の際等にいろいろ配慮されたことによるところが大きいように思われる。実験家側の
一人として、この機会に参加された理論の方々に謝意を表し、理論家と実験家の相互理解と協力が
今後益々増大することを念願してペンをおくこととする。

註. 従来あとになって予稿集を欲しいという方があるので、今回はそれを見込んで200部
印刷した。しかし現在までに多くの希望者があったため、残部がほとんど無くなってし
まった。悪しからず御了承をお願いする。(世話人)

物 性 研 の 半 年

渡 辺 宏

海外からの長期滞在者や、国内からの初の長期滞在者である北大の宮原教授が物性研滞在を終るに当って、サロン欄に報告とか感想といったものを書いておられる。私も長期の滞在をさせて頂いたものとして、長倉図書委員長のおすすりもあり、報告と感想を書かせて頂くことにする。

§ 1. い き さ つ

1965年夏に菅野さんから、客員研究員として長期(1年とか半年)物性研で研究することをすすりられて、北大の物理学教室と物性研の共同利用の委員会の承認を頂き、1966年6月から半年間滞在することになった。ある方から「北大はよく出してくれますね」と言われた。私の場合、週に3つの講義を計9時間集中的に行って4月5月で前期の分を終って出て来た次第である。又他の方から「暑い夏にかけて東京に来るのは逆じゃないか」とも言われた。しかし北大は特急でも20時間以上かかる遠隔の地にあり、東京からjet機で行くことのできる海外の主要都市よりも遠い感じさえするところにある。又研究者の密度も稀薄で、私個人としては共通の興味をもつ研究者が殆んどいないとなると、暑いといっても摂氏50度にもなるSudanに行く訳でなし、雑用からある時期解放されて共通の興味をもつ研究者が近くにおられたり、集って来られる物性研に滞在できることは大変に貴重な機会である。私に直接ついて研究していたDC1年の飯田武君には留学研究員という制度を利用して頂いた。飯田君と私の2人は旧棟のQ206という部屋に机や椅子そして来客のための椅子なども用意して貰い半年を過ごすことになった。

§ 2. 研 究 計 画

比較的イオ的な結晶中の不純物イオの電子状態をとりあげ、も少し一般的には所謂Ligand Field Theory と Band Theory の関連などを考えることにした。後者は具体的には簡単にまとまらないと思っていたが、折角雑用から解放されるならもっと基礎的な何時完成するとも予定の立たないことを考える方により魅力があるような気もしたけれど、これはexplicitに表明すべきことではない。比較的イオ的な結晶といえばアルカリハライドやII-VI化合物などを念頭に置き、不純物イオンとしては遷移金属イオンなどを考えた。

§ 2.1. 飯田君には D_{4h} という点対称性をもった錯化合物中の鉄族イオン (d^1 から d^9) の二色性について調べて貰った。この仕事は vibronic transition に対する選択則や強度の温度変化 (coth 法則)、更に $(1\sim 3) \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$ の偏光の電場が D_{4h} の軸と平行又は垂直の場合に二色性吸収が観測されるかどうか、いくつかの特定の例についてかなり定量的に、他のものについては大体的見通しを得た。このような実験は今迄主として化学の方々によって進められて来た。目的とする試料作成が化学の方々の中にあるからであろう。しかし電場や stress をかけたり温度を変えたりという仕事に物理の方々が入って来られるとこれからなすべきことは沢山あると思われるので、この機会に光物性の実験の方々に是非お願いしたいと考えている。必要とあればいつでも説明申し上げたい。

§ 2.2. この飯田君の計算を独立にチェックするために、例えば d^1 と d^4 とか d^2 と d^3 といった電子配置の電子状態に関するある種の symmetry に気付いた。このような一對の電子配置から生ずる最大スピンの軌道状態は (Russell-Saunders 結合で) 同一のものが現れる。その更に最大スピン磁気量子数の対応する同一の軌道状態を相互に変換する機能を含んだ変換演算子 (電子数を変える) を合目的に定義することによって上述のある種の Symmetry に関する考察が大変見通しよくなることが判った。この演算子を仮りに Spin conjugation と命名しようと考えている。私の妙な趣味が頭をもたげたと苦笑しているが、seniority と結びつけても面白い性質をもった演算子である。

§ 2.3. アルカリハライド中の不純物イオン。

1例として NaCl 中の Cr^{+} イオンの常磁性共鳴の実験データを説明するモデルを考えた。このモデルは分子軌道法に基づくのであるが、例えば g 値を都合よく説明する。このモデルを更に検討するために各種の実験をお願いしたいと考えている。この他にもアルカリハライド中の鉄族イオンに関係した electron transfer スペクトルの機構や、 Ca^{++} や Sr^{++} といった2価の不純物イオンを X線などで1価の Ca^{+} 、 Cr^{+} にできるかどうか、又附随している筈の vacancy がどのように離れてゆくかなどの問題を常磁性共鳴の実験によって調べたら面白いと思う。このようなイオンの g 値の理論式もできているので役に立てて頂けると考えている。専ら実験して頂くのを待つ次第である。

終
て
。

こ

と

3月

私

育で

七

の

主

通の

行

って

DC

Q

な

iga-

具

体

時

完

:ex-

II-

§ 2.4. 借り物のスピン軌道相互作用

II-VI 化合物例えば ZnS 中の Si^{3+} 、 Ge^{3+} 、 Sn^{3+} 、 Pb^{3+} などそれぞれ $3s$ 、 $4s$ 、 $5s$ 、 $6s$ 電子を 1 個閉殻の外にもっている。本来ならば軌道運動に伴う磁気能率をもたない筈であるが、実験によると、もつことが知られている。この軌道運動は、簡単化して言うと、 S イオンの上の $3p$ 軌道に穴ができて、上記イオンの s 電子が 2 個になる電子配置混合があって、その穴の軌道運動であるとする実験をうまく説明する。その際混合に役割をするのが S イオンのスピン軌道相互作用である。上記のイオンは S イオンのこの相互作用を借りて、軌道運動を磁気能率に取り入れている訳である。このように自分自身でなく周りのイオンのスピン軌道相互作用を借用する例としては、 $CsBr$ の F Band の分離をあげることができる。この場合は Br^- イオンのスピン軌道相互作用が最も効いているとの報告がある。他の例としては、II-VI 化合物 (MX) 中の Fe^{3+} イオンに伴う磁気能率をあげることができそうである。この例でも X が重くなると X のスピン軌道相互作用が Fe^{3+} のそれよりも軌道磁気能率に大きく寄与するようになると考えてよいようである。われわれは不純物イオンそのものの上に局在している磁気能率を観測しているのではなくて、周囲のイオンにも局在している磁気能率も区別できずに一諸に観測しているのである。

§ 2.5. 不純物準位を表わす横線。

Ligand Field Theory と Band Theory との関係を知りたいという考えは実は不純物準位と伝導及び価電子帯との関係を調べるのに役立つと思っていることである。ところで屢々論文の図に見かける、不純物準位を表わす横線の意味している物理的内容が実験の種類や著者の考えなどによってマチマチで、これらを統一された考えを通して読み直す必要のあることに気付いた。こんなことは衆知のことかも知れないけれど、不純物準位なるものへの反省に逆戻りした段階から再出発しなければならぬと考えている。

§ 3. 印象

私としては物性研の一部の方に接したのみであり重要な実験設備も殆んど見ていないので印象といっても単なる思いつきに過ぎない。

Institute for Solid State Physics という物性研の英訳はヨーロッパに於ける所謂 institute system がここで採用されていることを意味しないようだ。(ここにいう institute system は少数の教授がその下に多数の staff を率いて、伝統ある

研究課題に正面から取り組んで量的にも質的にも世界の中心を形成しているものと理解して頂きたい)。

各研究室は国内の大学の講座単位よりも少数の staff から成っているようであり、このような構成になって来たのもこの国に於けるこのような研究所のあり方に対する一つの stable な解なのだろうと思われる。他の研究機関や大学にみられないことは外部の研究者と共同で研究を進めてゆくための制度的裏付けがあることである。この制度は東京及び近郊の研究者にとっては所属している機関と物性研に通うことが出来るので大変に好都合であり又よく運営されているようである。

通勤できない地方在住者が長期にこの制度を利用することは余りなかったようである。(宮原将平氏の物性研だより第 6 巻第 2 号 16 頁)。宮原教授も指摘しておられるように、地方在住者がこの制度に参加しにくいのは物性研の側でなく、それぞれの機関の側にネックがあるようである。私自身も半年間滞在の承諾を得ることは容易なことではなかった。私は常日頃 Sabbatical Year のような習慣又は制度ができるとこの点はもっとうまくゆくのではないかと思っていた。宮原教授もそのように述べておられる。私の考えている Sabbatical Year というのは例えば 5 年に 1 年とか 2 年半に半年とか大学のいろいろの仕事から解放されて研究に専念するための期間ということである。この期間は同じ大学にいても、外国に出張しても、国内に出張してもよいと考えている。このようなことをしたら他の人の負担が重くなって大変という向きもあると思われる。しかしそろそろこの国の大学人もこのような期間をもつことを習慣か制度の中に定着させて来つつあり、又その方向に進んでゆくことが望ましいと思われる。

物性研だより第 6 巻第 3 号に H. L. Stadler が長期の滞在を終えて帰国するに当り次のように述べている。

U. S. A. に於いて何十年も Boston を支えて来た工業が 1946 年には衰亡し又は他の地方に流出しかけていたが、その際 Boston 地方の起死回生に Science と Electronics が大きな寄与をして今日の隆盛に導いたが、今の日本は世界に於ける立場について上述の Boston に類似している。日本の将来の発展のためにこの国の政財界の指導者達は Scientific Research をこそ現在よりももっともっと優遇することが大切である。」この Stadler の言葉を借りるまでもなくよく知られたことであるが、私の印象ではこの国で最も恵まれている筈の物性研でもそのような状態から遙かに遠いように思われてならない。

率
て
合
ら
の
軌
スピ
こ
ては、
うで
より
オン
てい

は実
るで
と著
とに
戻り

印象

に於
(ここ
充ある

§ 4. お礼の言葉

物性研に滞在して菅野研と豊沢研のセミナーには毎週参加させて頂いた。所外の方々も多く参加されてそれぞれの分野の興味深い話を聞かせて頂いたり、飯田君や私の話を聞いて貰ったりして大いに勉強させて頂いた。有益な討論をして頂いた方々に厚く御礼申しあげる。又随時開かれる研究会や、何かのついでにQ206の私室を訪ねられて種々興味ある話を聞かせて下さった数多くの方々にも謝意を表したい。

私の興味の赴くままに、阿部英太郎さん、神前さん、塩谷さん、森垣さん、斉藤さん、長倉さんなどには私の勝手な考えを聞いて頂いたり有益な討論をして頂いた。今後も宣敷く素人の考えに適切な助言をお願いしたい。

しばしばタイプをお願いした日高さん、郵便物でお世話になった中野さん、共同利用掛としてあれこれお願いした宮重さん、益子さんにも半年間の滞在中スムーズに研究生活のできたことを深く感謝しています。

最後に三宅所長、滞在中のお世話を引き受けて下さった菅野さん、阿部英太郎さんに厚くお礼を申し上げます。

ニュージーランドへのぞんで

大野和郎

一昨年の終りか、昨年の始めかはっきりおぼえていないが頂度同じ頃、2通の案内状をうけとった。一通はニュージーランドで超微細構造に関する国際学会を、一通はユーゴで磁気共鳴と緩和に関する国際学会を開くというものであった。ユーゴは共産圏(?)の国とゆう点で一度は国情を見ておきたいし、一方ニュージーランドは南の楽園で特に10月末は春たけなわだと考えてくると、どちらも行ってみたい。しかし開催時期も殆んど同じでしかも旅費の事は……となると、頭がいたくなる。考えた末「南の楽園」をえらんだ。幸いに旅費はニュージーランドとイリノイ大学が半々持ってくれたので、自分の腹はいためずにすんだ。ニュージーランドはシドニーから飛行機で3時間、日本、アメリカ等文明国からは実にまる一昼夜ほどの道程である。北島と南島から出来ていて面積は日本の約2/3、人口は250万、そのうち原住民のポリネシア人は約15万ということである。ウエリントン(首都)、オークランド、クライストチャーチという共に人口30万前後の町がある。その他めぼしい10コ位の町を合わせるとざっと150万以上、従って残り100万程度が本州程度の面積にばらまかれて牧畜、農業にたずさわっているといった国である。ウエリントンに着くとすぐに新聞社の写真班がまちかまえているといった風で頂度10数年前の日本で戦後初めて開いた国際学会に似ている。空港には若干の研究者が迎えてくれて、すぐ自動車でホテルに送ってくれた。自動車の大半が日本と同じような小さな車で、しかも左側通行とチヨツトなつかしかったが、なんとこの自動車も自分のものだという。後で話合っ
てわかったことだが、ここには10個の大学があり、大学のstaffはProfessor, Senior Lecturer, Junior Lecturerに分れている。例えば後で訪問したクライストチャーチのカンタベリ大学(ラザホードの出身大学)では物理学科は毎年学生が約10名、Professorが2名、Senior Lecturer, Junior Lecturerが共に約10名前後ということで、Senior LecturerはDoctorをとって数年といった所らしいが年俸はProfessorが約400万円以上、Senior Lecturerが約250万円以上、Junior Lecturerが約150万円以上ということであった。アメリカ、ニュージーランド、日本と教授等の月給をくらべてみて、絶対額が低いことは仕方がないとしても、他の職業と比較して、相対的にも日本の教授等の月給は低いように思われる。昨年アメリカの新聞で欧米での職業のprestigeの順が各国別についていたことを思い出すが、ヨーロッパ、ギリシヤではたしか教授が最高であったのにくらべて、アメリカでは、高い位の僧侶、社長等の下になっていた。日本でも大分前にあ

る週刊誌で職業の人気の順が出ていてやはり教授が一番目にいたのではなかったかと思う。教授等の比較的社会的地位の評価の低いアメリカですら、教授の月給の他の職業に比べて相対的に高いことは注目して備する。勿論教授の月給でも日本のように一律でなく、私の知っているのでも一万ドル余りから4万5千ドルまであったが……。話をもとにもどして、ホテルの室1泊3,000円程度、しかも3食つき)におちついて、ニュージーランドに来てよかったと思った。空は真青でひばりがさえずり、八重の椿の盛りの後で木蓮や桜が今を盛りと咲いている。孤立している故か、人々は人なつこくて、例えばウエリントンのテレビ塔をさして、あれは日本製だというように、日本は先進国と認識してくれているようで誠に居心地はよい。主要な貿易の相手国としても考えているようである。物価はむしろ日本などより少し高く、特に、テレビ、洗たく機、冷蔵庫、自動車等は高い。クライストチャーチで晩飯をごちそうになったSenior Lecturerのジョンズ君の家では奥さんが冷蔵庫がないといてこぼしていた。勿論彼は自動車をもっていて、それがバス路線の多くない此処ではかなり必需品であることはわかるが……。

ニュージーランドのポンドは弱いらしく、一度ポンドに変えると我々が外に持出すとき5ポンドまでしかドルにかえてくれないから注意が必要である。但し、牛乳、魚等はむやみに安い。大きな伊勢エビのゆでたのを買ってきて、無税で持ちこんだスコッチで学会中に数人集ってホテルで酒もりを開いたこともある。勿論ホテルには内密で後でエビの殻等は新聞紙につつんで外の紙屑カゴまで捨てていった。酒もりのついでに、ニュージーランドでお酒を飲む最もpopularな所は大衆酒場のような所で、ビールはあまりうまくなかった。しかも6時以後は店でお酒のめをいらしく、従ってほとんどの娯楽施設は店を閉じてしまう。しかし映画館だけは開いていた。映画館が人口にくらべて非常に多かったのも上記の理由だと独り合点をした。

超微細構造の学会は10月17日から21日までウエリントンのビクトリア大学で開かれた。海外からの出席者が26名、ニュージーランドからの出席者は約30名である。出席者の内わけは、N. M. R.、E. S. R., Mossbauer 効果をやっている人及び理論屋さんと、特に主催者の有力者J. F. Dunan が化学教室の人なので、化学的色彩の強い人がかなり多かった。人数としてはこじんまりとまとまっているが、出席者の興味がかなりわれているので、大きなもりあがりとはならず、その点ではつまらなかった。Mossbauer屋さんが一番多かったが、それにしても、その直接対象としている原子核が種々雑多で、しかも、そのねらっていることが、磁性であり、化学的なことであり、はたまた原子核それ自体のことであると云った風で、わずかに共通の話題となり得たのは、National Bureau of StandardのSpijkermanによるMossbauer 効果測定装置の改良といったもののように思われた。10月17

日、開会式の後の最初はH. Frauenfelder(Univ. of Ill) の Mossbauer 効果の review であった。此処で彼は、現時点では、Coulomb excitation 等によるもの、散乱方法を採用するもの(S/Nがよくなるので100 keV 以上の state からの γ 線も測定できる)、微粒子の Mossbauer 効果等が注目される旨述べた。その後ニュージーランドの研究者の発表が数篇あったがあまり印象に残らなかった。

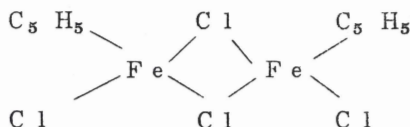
18日はブラジルのJ. Danonが Mossbauer 効果に於ける hyperfine interaction と化学結合パラメーター(例えばElectronegativity等)を論じ、例えば鉄錯塩では配位子の空の π 軌道等の役目について述べた。次にRudy(Argonne National Lab)が Sb^{121} の Q と $\delta r/r$ を Sn^{119} のと平行して述べた。R. Street(Monash Univ. Australia)はCr又はCrMn合金中に Sn^{119} を入れその内部場を測定した。Neel点以下で、Cr中では、broad lineを、Cr-Mn中では6本のlineを観測し、Cr中の Sn^{119} の内部磁場は $0^\circ K$ で95 koeと報告した。此処で注目されるのは Sn^{119} も Fe^{57} と並んで他の金属、合金中の内部場の探りの核として、可成り使いうるということである。R. J. Kurland(Carnegie Inst. of Tech)は $K_3Fe(CN)_6$ の単結晶の ^{13}C のNMRを測定し、 ^{13}C の hyperfine structure の角度依存性を出して ^{13}C のsと2p π 軌道の unpaired spin density の割合を推定した。その後で数篇の化学色の強い論文が話された。Wertz(Univ. of Minnesota)がMgO中の V^{2+} の non-consecutive level 間の double quantum transition について述べた。その後Wilson(Clarendon Lab.)が ^{54}Mn 、 ^{60}Co の極低温での γ 線の異方性を測定することによってこれらの原子核が銅、銀、金、パラジウム中で感じる内部磁場を符号も含めて報告した。金属、合金等の内部磁場の研究には γ 線の異方性によるもの、 $\gamma-\gamma$ 角度相関によるもの等これからもかなりな量の論文が期待される。Herber(Rutgers Univ. U. S. A.)がイスラエルのWeizman Inst. でなされた ^{184}W 、 ^{186}W 、 ^{148}Nd の Coulomb excitation で出る γ 線の異方性の結果を報告した。例えば ^{184}W を鉄の上に蒸着して high energy の重粒子でたたくと ^{184}W はrecoilして鉄中に入り、 γ 線を出す。この異方性から、鉄中のW原子核の内部場が測定される。外部から弱い磁場を加えて magnetization の方向を反転することにより内部磁場の符号もわかる。Spijkerman(National Bureau of Standard)が2種類の Mossbauer Spectrometer について述べた。一つは routine に使うもので $v=0\sim 1cm/sec$ ($\pm 0.05\%$ linearity)、他のは Michelson interferometer を使った速度の絶対測定の出来る装置で、これを用いて $25^\circ C$ に於ける

sodium nitroprusside の doublet splitting を 0.1726 ± 0.002 cm/sec と測定し、これを標準にしてほしい旨述べた。その他 Perlow (Argonne Nat. Lab) の ^{133}Cs の 81 keV の Mossbauer 効果 (10^{-4} の absorption のため吸収線をとるのに 3 週間かかった由)。Gibb (Univ. of Newcastle-upon-Tyne, England) の ^{125}Te で $\text{Na}_3\text{H}_2^{125}\text{IO}_6$ が Mossbauer 効果放射源線として使用出来る旨の話があった。続いて Herber (Rutgers Univ. U. S. A.) が SnI_4 の Mossbauer 効果を ^{119}Sn と ^{129}I でとり、recoilless absorption に異方性があること、Sn-I 結合方向に大きいことを報告した。Spijkerman は ^{119}Sn の Mossbauer 放射線源として Pd_3Sn がすぐれていると述べた。

20 日は Fluck (Univ. of Heidelberg, Germany) が ^{31}P , ^{19}F , ^{59}Co 等による N. M. R. の総合報告を ClF_3 , $(\text{NO}_2\text{F})_3$ 等を例にとって述べた。ついで Ono が FeCl_2 , NiCl_2 , CoCl_2 中の Fe の Mossbauer 効果について述べ更に最近得られた Neel 点 (1°K) 以下での $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ の Mossbauer 効果と簡単に解析でかたむいた 2 つのスピンの軸のなす角度が約 50° である旨報告した。 1°K 以下の Mossbauer 効果の実験ははじめてなので、ニュージーランドに行く前 (8 月) に日本にたちよった Ruby から断熱消磁温度での実験の成功を祝福された他、数人からよい実験だとお世辞を云われた。

Spijkerman が鉄を含む E. D. T. A の化合物の Mossbauer spectrum を測定し、これがアルカリ金属イオンの影響を強く受ける旨報告した。Ono が Fe_2TiO_4 の e^2qQ の温度変化から Fe^{2+} の level scheme を計算し、低温での σ の変化をこれで説明した。更に天然 MgAl_2O_4 中の Fe^{2+} の level scheme について述べた。

Kanekar (Tata Inst. India) が RSn_3 の Mossbauer 効果の e^2qQ の R 依存から希土類 R の 4f 電子の影響について述べた。Goldanski (Inst. of Chemical Physics, U. S. S. R.) は Mossbauer 効果の化学への応用について述べ、例えば $[\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]^+[\text{FeCl}_4]^-$ であって



でない等具体的な数値をあげた。最後の 1 日は風邪で出席しなかったがイスラエルのグループによるモルモットの中耳の振動の Phase と振巾の関係を Mossbauer 効果で定めた結果はおもしろそうであった。

以上、小生が開いた範囲でその概略をのべたが、簡単な abstract があるので必要な方は

General Secretary
Royal Society of New Zealand
P. O. Box 196, Wellington

に請求されると送ってくれる。学会をふり返っての感想は過去 4 回開かれた Mossbauer の国際会議が hyperfine Intaactive と名前を変えざるを得なくなった経緯からみても明らかかなように、Mossbauer 効果も N. M. R や E. S. R とならんで有力な測定手段の一つとして定着したことである。特に画期的な論文もないかわりに各方面で着実に新事実を出しているように思われた。

学会のとき頂度 ジョンソンがニュージーランドにやってきた。私と同じホテルにいたクライストチャーチから学会に出席していた若い某君は、ジョンソン政策反対のデモに飛びまわっていて学会のときは殆んど会わず、しかも夜の歓迎会等のときは不思議と一語になった。ソ連からやって来た Goldanski は陽気な男で、チヨツとヤンキーに似ていて、ジョンソンがやってきた日、学会をぬけ出して彼を見に行ったのは学会出席者中 Goldanski たゞ一人であった。これは Goldanski の個性によるのか、最近のソ連の環境の故なのかと考えて一度ソ連に行ってみたく思った。

学会の後、クライストチャーチえ Wybourne 教授がまねいてくれたので 4 日ばかり、カンタタベリー大学の寄宿舎に滞在して、大学とその周辺を見る機会にめぐまれた。北島のウエリントンを経て南島のクライストチャーチに来た。海側から飛行場に着陸したが、飛行場のはてには白雪をかぶった山々が我々をとりまいて、直射日光がまぶしい位である。その日から 3 日間、頂度 National holiday であったのを幸、あちこち案内してもらった。人口が少ないので草原には何処でも羊が群れあそんでいて、時には犬に追われてゆく羊の群れに自動車をとめられたこともあった。全島 gorse とゆうかん木の黄色の花（遠くからは山ぶきの花に似ている）におおわれて、時には白雪の嶺が、ときには南の海が、その背景を作って、実に美しい。山は日本アルプスに似て、火山もあり、海岸はリアス式で入り組んでいて、川は例えば富士川のように流れを見せ、狭軌の汽車がのろのろと走っており、日本とすべての点で非常によく似ている。

50 マイル位離れた所に温泉があると聞いて、早速足をのびしたが、温泉といっても日本で云えば温泉プールである、シトシトと春雨の降る中で、温泉につかっていると、たくさんの子供があつまってきた。日本から来たというと submarine できたのかという。柔道を知っているか男がなげるものは何というか等々どうもすべてテレビの故らしい。テレビに出たことがあるかと

さくから、そうだと云ったら、感心したような風であった。ちょっと湯がぬるく思ったが、あがって暖房のきいた室で紅茶を飲んだら気持ちがよかった。翌日は、南に100マイル程下った所で山の中の氷河で出来た湖を見に行った。Wybourne 教授がアメリカから帰ったばかりで、Buick の SkyLark で迎えに来てくれた。ハイウェイは大部分が2本線ではあるが車が少く道巾もかなりゆったりしている。ちょっとアクセルをふむと70~80マイル/hが出るので小さな車を次から次に追いついて実に気持ちがよかった。東京で外車が我々歩行者をしり目にすうっと走っているのを見ると実に腹が立つのに人間とは実に勝手なものだと思ふ。カンタベリー大学の天体観測所は山の上であってそこから見た景色は実によかった。white blue にすみとおった湖は白雪をいただいたクツク山(ニュージーランド第一の山、4000米位と思われる)以下の山々をうつし、観測所のあるなだらかな山腹はゆるやかに湖に下ってついている。

次の日、カンタベリー大学で論講のあと、構内を見せてもらった。10年前の日本を想像していたが、light も、もうすぐ出るというからおどろいた。ただし、何を注文しても忘れた頃の数ヶ月たってからでないかと手に入らないとゆう。

シドニーにたつ空港ロビーに又新聞記者がきているのには驚いた。こちらの大学の設備その他をどう思ふか、貴方の研究所の様子は等々たずねられるが、何しろ下手な英語でしか答えられない。果してどんな記事が出来たことやら……。幸いにしてその日をもってニュージーランドを後にしたのでわからない。

カナダの印象

物性研 中 嶋 貞 雄

昨年4月下旬からカナダのUniversity of Alberta で約6ヶ月を過した。豊沢編集委員の御註文で、その印象を漠然と書くことにしたが、あの広い国の一部を、無精な旅行者として歩いたのにすぎないのであるから、これはきわめて主観的な印象記である。客観的なデータの欲しい若い方があったら、遠藤、西川、松平、堀江の諸氏にお訊ねになるとよい。私自身は、招待状を受けとったとき、Alberta 州やその大学がどこにあるかも知らなかった。地図を開いてみて、Canadian Rocky の東方200マイルにある州都Edmonton というのが、大学の所在地であると知った。

この程度の貧しい予備知識と、“Canadian Rocky はすばらしいですよ”という久保先生や守谷さんの言葉を頼りに出かけたのであるが、モダンではあるが人影まばらなEdmonton 空港から市街にむけてリムジーンが走り出したとき、私の用意してきたスケールが、北米大陸には全くあてはまらないものであることを発見した。地平線まではるばると続く小麦畑のなかを一すじのhigh way がつらぬいているだけで、期待したRocky は、どちらをむいてもその頂きすらみえなかった。

Edmonton は人口約35万、総人口200万のカナダでは相当な都会である。都市計画のゆきとどいた清潔な街で、ビルの建設が進行中であるが、西部劇のセットのような低い家並みも残っていた。もともとAlberta 州は農業中心であったのが、約20年前にEdmonton 付近で石油が発見され、一躍近代化が進行しはじめたらしい。Oil sand に埋蔵される原油は、今後1000年間州の財政をまかなってあまりあるといわれ、現在は産出量を抑えている。したがって街の周辺に汚い石油工業があるわけではなく、空はじつに青く透明であった。いわば、Edmonton は今年建国百年祭を迎えるカナダの象徴であった。広大な国土、ゆたかな天然資源、少ない人口—日本と対蹠的な条件のもとで、準アメリカ的生活水準をのんびり享受してきたカナダ人には、激しい生存競争からくるストレスも、人種的偏見も皆無といってよいが、しかしそこに悩みがないわけではない。自動車や家庭電器はもちろんのこと、スーパーマーケットから週間誌まで、カナダ人の経済生活は90%ぐらいまでアメリカ資本に支配されている。小麦の対共産圏輸出とか、国連における中共問題でカナダが独自の外交政策をとっていることは日本でも知られているが、それはアメリカ資本からの経済的独立、カナダ固有の文化の育成という問題につながるというとおもわれる。カナダはいま原料供給国から工業国家へ変貌しつつあるのだが、その

場合にも、アメリカ資本をどしどし導入したらよいという意見と、アメリカ資本にむざむざ利益を稼がせる必要はないという意見とがある。ある物理屋は私にこう語った。“それだけとり出してみれば、経済的独立に反対する理由はないですよ。しかし、そのためには、何十年間にわたって、いまよりずっと低い生活水準でがまんしなければならないでしょう。少くとも私は、それにたえる自信がありませんね”。

いずれの道をたどるにしても、これからのカナダにとって大学における教育と研究が基本的に重要であることはまちがいないので、各地で大学の増設や新設が進行している。戦後日本の大学ブームとちがっ点は、少くも教育面に関する限り、定員の増加に施設やスタッフの増強がバランスしている、というよりむしろ先行していることであろう。U of A の場合も、その直接の原因は石油ブームではあるが、その例外ではない。この大学が急速に膨張しはじめたのは最近10年間のことであり、現在も建物の増設、土地の買収が盛んにおこなわれ、講義室、リクリエーション施設、学生会館など完備していた。学生数は近く18,000人に達するということだった。

教育にくらべて、研究の方はさ程問題が単純でない。物理教室も現在のところ教学および計算機科学と6階建てのビルを共用しているが、スペース不足であり、近く教学教室が別のビルに移転し、物理教室自身も増築の予定ということだった。原子核実験(フアンデグラフ)、宇宙線低温実験、電子線、理論物理に地球物理グループを加えた教室の構成も、総合的な物理学を旨としているわけではなく、建設期における未分化状態というべきか。私を招待したのは Theoretical Physics Institute であるが、これも現在のところ独立した部局になっているわけではない。head の Prof. Bhatia は、昔Frohlich のもとで電子・フォノン相互作用を研究していたことがあり、その名を記憶しておられる方もあろう。現在は音響物性が専門であるが、残留抵抗の温度変化というような問題にもなほ関心をもっていた。低温実験のテーマが固体ヘリウムにおける超音波吸収や合金の電気抵抗であるのも、たぶんこの人の影響であり、理論と実験との協力もある程度進んでいた。Bhatia は鋭い物理的直観にめぐまれており、この人との討論はいつもたのしかった。あとの理論家はみな若い人達で、素粒子論、固体物理、統計力学(相転移とプラズマ)の三グループがあったが、こちらが吸いとられることの方が多かったように思う。もっともスタッフと大学院学生を相手に6回ほどセミナーをやったのが、formal duty で、あとは完全に自由であったのだから、6ヶ月の滞在中あまりプラスがなかったとすれば、それはAlberta の澄みきった空や、Rocky の美しい山をみにうつつをぬかしていたこちらの責任ということになる。

研究の organization という点では、むしろ新設の大学の方が単純明快のようにみえた。

Toronto から約70マイル西方にあるUniversity of Waterlooは10年前に新設されたばかりであるが、その物理学教室は、一部の古いスタッフをのぞけば、理論も実験も固体物理に集中していた。この地方に近年電子工業が急速に発展しはじめたことに関連しているのであるが、研究テーマは直接応用を旨とするのではなく、中性子非弾性散乱、超電導のトンネル効果、レーザー利用の物性研究などであった。U of Aの場合、スタッフの年齢が30~40代であるのに対し、この大学ではもう5年ぐらい若い感じで、とくに研究の推進力であるassociate professorはほとんど30そこそこの若い人たちであった。経験の深さはないかわりに、何でも喰いついてやろうという若い情熱が、tea timeの討論にもあふれていて気持ちよかった。もうひとつ、この大学で面白く感じた点は、数学を独立した学部にし、純粋数学科、応用数学科、計算数学科etcという形に構成しようとしていることであった。

カナダにも、もちろんTorontoはじめ、伝統を誇る古い大学がいくつかある。しかし、工業国家としてこれから発展しようとするカナダの国情からすれば、むしろこのUniversity of Waterlooのような新しい大学の新しい試みに、将来が期待できるのではあるまいか？もちろん、こうした試みが成功するかどうか、あるいはもっと大きくいって、カナダの物理が将来どんなふうに進化するかは、この印象記のはじめに記した一般的課題、つまり経済的な独立や固有文化の育成、と無関係ではありえない。そのことは、実験用部品をアメリカに発注して数ヶ月待たねばならないとか、若い優秀な研究者がアメリカに吸い上げられるとか、そういった現状の中にも端的にあらわれているのである。

ざ
出
た
れ

に
学
ス
因
年
ヨ

算
移
線
目

て
ノ
性
の
で
こ
物
が
は、
はな
つを

えた。

人 事 異 動

豊 富 誠 三 4 2.1.1 付 半導体部門助手に採用。

Technical Report of ISSP 新刊リスト

- No. 228. Nob Tsuda and Taira Suzuki: Longitudinal Ultrasonic Attenuation in Superconducting Niobium.
- No. 229. Atsuo Fukuda, Shozi Makishima, Teruhiko Mabuchi and Ryumyo Onaka: Polarization of Luminescence in KBr : Tl Type Crystals Due to the Jahn-Teller Effect.
- No. 230. Suehiro Iwata, Jiro Tanaka and Saburo Nagakura: Absorption and Emission Spectra of 1, 2, 4, 5-Tetracyanobenzene-Naphthalene Complex Crystal.
- No. 231. Fumiko Nakazawa and Hiroshi Kanazaki: Low Temperature Photoconductivity of F Center in KCl.
- No. 232. Hiroshi Kanazaki: Calculation of Lattice Distortion around Point Defects by Lattice Statics.
- No. 233. Yutaka Toyozawa, Masaharu Inoue, Teturo Inui, Makoto Okazaki and Eiichi Hanamura: Coexistence of Local and Band Characters in the Absorption Spectra of Solids. I. Formulation.
- No. 234. Yoshikazu Ishikawa, Sadao Hoshino and Yasuo Endoh: Antiferromagnetism in Dilute Iron Chromium Alloys.
- No. 235. Kazuo Ono, Louis Chandler and Atsuko Ito: A Mossbauer Study of Natural Spinel Crystals.

編 集 後 記

今回はサロンにたくさん面白い原稿を頂き編集委員は大いに喜びました。そのほかシンクロトロンからの放射による高エネルギー分光学も特色ある記事だと自負しています。これは研究集会の報告なのですが、新しい分野の研究なので解説的に書いて頂きました。

物性研も発足以来10年目を迎えようとしています、いよいよ本格的な活動期に入ったものと思います。それだけに所外の皆さんからの御意見をなお一層期待します。最近所外からの積極的な意見の投稿があまりないようですが、どうか御気軽に御意見をお寄せ下さい。この物性研だよりの編集方針についてもどうぞ。

原稿送り先 御連絡先は次の通りです。

東京都港区麻布新竜土町10

東京大学物性研究所

図書委員長 長 倉 三 郎

投稿〆切りは

奇 数 月 10日

偶 数 月 20日