

物性研だより

第3卷
第4号

1963年10月

目 次

研究室だより

○ 川村研究室	川村 竜	1
○ 日本原子力研究所・固体物理研究室	藤田 英一	4
○ 理化学研究所	岩柳 茂夫	8

研究会報告

○ 「エネルギー変換と物性」	高橋 秀俊	13
	向坊 隆	
	岡田 利弘	
	関口 忠	
	押田 勇雄	
○ 「結晶成長」	山下美喜雄	19
	野崎 弘	
	鈴木 平	
	中村輝太郎	
	中田 一郎	

研究会予告

○ 「結晶転位」研究会	38
○ 「金属合金の内部磁場」研究会	39

サロン

○ Education and Research in Australia	John.A.Milledge	40
○ Technical Report of Isspについて	46	

物性研ニュース

○ 人事について	53
○ 電話番号変更のお知らせ	53

研究室だより

川村研究室

川村 肇

この前最初に研究室紹介を書いたのが1962年1月のことですから、それからもう1年半以上たつてしまいました。ふり返つて見て、当時計画していたこともある程度遂行出来、又多少色々のことも分りましたが、将来面白く発展しそうな芽を見付けることは仲々むつかしいことだと痛感しています。はじめ面白いと思つてとりかかつても、段々分つて来ると何だそれだけのことかということになるのはこちらの精魂の入れ方が足りないせいなのでしょうか。

サイクロトロン共鳴のスペクトルから band structure を知ることは Si, Ge についてはすでによく行なわれているから それはやめてこの線の幅と形を解析すれば carrier の transport behavior が分つて面白いだろうというのは、E. S. R. と半導体を多少かじつている者の持つ当然の発想ですが、これは又あまりに当然すぎて stimulating でないという欠点がありました。しかし新しく事をはじめるに当つてあまり大きいバクチを打つのも私の性分に合いませんので、この辺からはじめることにしたわけです。それに日本のマイクロ波の技術はアメリカについて英、仏と肩を並べる程度で、他をはるかに引きはなしていませんし、又トランジスター王国として純粹な Ge, Si を手に入れることにこと欠きません。

測定をはじめて見てまず幅がマイクロ波電力の増加とともに著しく増大することに気づきました。すでに第一回の研究室だよりで述べましたように、幅 \propto (電力) $^{5/2}$ という関係を見出しています、これをマイクロ波を吸収して電子が hot になるために lattice 散乱が増すのであるということで説明いたしました。次に carrier を作るための光の量の増加とともに幅の増すことが分りました。これはしばらく理由がよく分らないので、試料が温まるためであろうくらいに考えて出来るだけ弱い光で測定するように注意しました。勿論十分弱い光、弱い電力で測ると幅は一定値に収束して行くので、heat bails と熱平衡にある carrier のサイクロトロン共鳴の幅としてはこの値を採用しました。このようにしてまず多少不純物のはいつた試料では幅が $T^{3/2}$ 法則に従う格子散乱によるものと、温度によらない中性不純物による幅との和になることが分りました。ところが我々の試料は少くとも 10%くらいの、あるいは物によつてはそれ以上の compensation があつて、イオン化された不純物が存在すると思わ

れるのにもかかわらず、これによる散乱が認められません。これについては二つの説明が考えられました。一つは低温で光で電子一正孔対を作つてゐるためイオン化した不純物に、それぞれ電子と正孔が捕えられて中性化しているのではないかということです。この捕えられた電子や正孔が更にそれぞれ動いている正孔や電子と再結合する割合は trapping の割合に比べておそいためにこれ等が再びイオン化する傾向は小さいと考えられるわけです。第2の説明としては 4°K で波長 6 mm の電波に対してサイクロトロン軌道の半径は数百オングストロームになるのに対し、イオン化中心の作用半径は密度 10^{12} cm^{-3} として 10^{-4} cm となり、Conwell-Weiskopf や Brooks-Herring の公式で与えられるものより、はるかに小さい幅しか与えないのではないかと考えました。そこでこれをたしかめるためにエネルギーギャップの光ではなく、ドナーの電子だけを刺戟するような遠赤外を加えて carrier を作ることを試みましたが、これは trapping の rate が早い上に強い遠赤外を作ることがむつかしく見事失敗しました。

この頃丁度 Philips の H. J. G. Meyer がやつて来て、光を強くすると幅のひろがるのは carrier-carrier interaction ではないかという示唆を与えてくれました。これに従つて実験を行い色々検討を加えましたが、これは正孔一電子相互作用によつて生じたもので相手の正孔の数の平方根に比例することが分りました。即ち電子のサイクロトロン運動の周期が正孔のクーロン場のために局所的な変動を受け、そのランダムな変動の重ね合せとして自乗平均の平方根が幅になると解釈することができました。このような幅が測定にかかるならば、このさい出来ている正孔数 10^{13} cm^{-3} と同程度に存在すると思われるイオン化中心が影響を及ぼさないはずはないと考えられるので、再び搜索を開始しました。今度は方針を少し変えて 10^{14} cm^{-3} くらい dope した n 型 Ge を Cu でほとんど 100% compensate して、温度を 11°K まで上げて光を弱くして行きました。こうすれば段々イオン化中心を carrier が満さなくなつて行つて、幅が増大するだろうと予想しました。結果はこの予想が今度は見事に適中して光を強くして行くと幅ははじめ減少して極小を通り、 carrier-carrier 相互作用で再び増加しました。そしてイオン化中心の作用による幅と他の carrier による幅とは同じ濃度に対して同程度の大きさとなり、 11°K では Brooks-Herring の式とおおむね一致した結果が得られました。

carrier-carrier 相互作用は 4°K くらいの低温になりますと電子同志はさけ合つてサイクロトロン半径の 10 倍くらいの距離以内には近づかなくなります。従つてこのよう

低温では主として正孔-電子相互作用だけがきいて来ます。これに対して 10°K では電子同志が近づき得る最近距離がサイクロトロン半径と同程度になります。しかし果して電子同志の相互作用が電子-正孔作用を同じように幅に寄与し得るかどうかに疑問が生じます。サイクロトロン共鳴は色々の異なる valley の電子を分離して測っていますから、直流電気伝導の場合と異なつて異なる valley の電子間の相互作用は幅に大きくと考えられます。しかし同じ valley の電子はどうでしょうか、これについては諸説紛々として一定しません。これは内力だから幅にはならないと簡単に割切る説があります。しかし一方から考えると、マイクロ波は十分弱く電子の状態はおおむね熱平衡に近いと考えられますから、お互にばらばらの位相で又色々の大きさの半径でサイクロトロン運動をしてしまつから、その相互作用で周波数の変動が起つてもよいと考えられます。そこでいつそこれを実験的に定めてみようと思つて現在計画しています。方法は簡単で uniaxial stress を加えて電子を一つの valley に集めてしまつた場合と均等に分布している場合について幅が變るかどうかをしらべればよいわけです。この場合電子は多少 hot にしてお互に十分近づき得るようにしなければならないでしょう。hot electrons のサイクロトロン共鳴については試料に直流の大きい電圧パルスを加えて同時に共鳴を測りました。その結果線の幅は加えた電場の 1.25 乗に比例して増加することが分りました。これはマイクロ波で電子を熱したときにその電力の 2.5 乗に比例するという以前の結果に一致し、又数値的にも理論計算に大体合いました。マイクロ波で温めるときは吸収される電力が分らないのに反してこの場合は加わつた直流電場と電流が測定出来ますから吸収された電力が分ります。又 100°K くらいになると電場方向の質量の小さい熱い valley の peak に対して質量の大きい冷たい valley の peak が比較的大きくなります。これは phonon assisted intervalley scattering で熱い valley から冷い valley へ電子が移つて行く証拠ではないかと思います。この現象をもつと直接に観測するため次のような実験を計画しました。試料に強い 6 mm と弱い 4 mm とを同時に加えます。そして磁場の方向を適当にして、異なる valley が同じ磁場の強さで同時にそれぞれのマイクロ波に対して共鳴するようにしてやります。そうして 6 mm の強さを変化させてこれに共鳴した valley の電子温度を上げてやりますと intervalley scattering で 4 mm に共鳴した valley の電子温度が上昇してその幅が増加するでしょう。このようにして純粋な試料について phonon assisted intervalley transition の割合を測定しました。結果は Weinreich が acousto-electric effect より出して

いる値の $1/100$ 程度にしかなりません。これは Weinreich の実験では電子が Boltzmann 分布をしているのに對して、我々のものは hot electron の分布をしていて、同じ温度ではエネルギーの高い tail の部分が小さく、 inter valley transition に必要なエネルギーの高い phonon ($k_{\text{B}} \sim 320^{\circ}\text{K}$) を発生し得る電子の数が少ないことを示しているものと思われます。

現在私達の研究室で動いているサイクロトロン共鳴装置は 6 mm のものと 4 mm と 6 mm に使えるものとがあります。どちらも今の所は直接検波方式ですが、前者はスーパー・ヘテロダイオニクス方式に改造して、低温で弱い電力のもとで、純粹な試料の測定を行つて電子の散乱の異方性や正孔の量子効果などをしらべたいと思つております。この他に常温から He 温度までの Hall 係数測定装置があります。

研究室のスタッフは有給の人が助手の今井さん、技術員の小松さん、新羅さんで嘱託研究員は深井さん（松下）、真隅さん（理研）、留学研究員には中間さん（安川電機）、伊藤さん（日立）がおられます。今までに留学研究員として、我々の研究室で過ごされた方は、橋村保（セコニツク）、林良一（沖電気）、富島一成（三菱）、関戸健爾（日本電気）、佐治晴夫（松下東研）、深井正一（松下）の諸君であります。

日本原子力研究所・固体物理研究室

阪大基礎工・原研固体物理 藤田英一

物性研だよりといよいよ小雑誌があるのを知つたのは最近ですが、高木農研究室長から「今度、私達のことを研究室だよりに載せることになつたのですが、一つ代りに書いて頂けませんか？」と、いとも丁重に頼まれた時には、この小雑誌の存在意義をすら疑いかけました。「先生、私は長く留守にしていましたし、もう原研はやめたのですから。」といつた所で、どうせ「その方が再び新鮮な目で故郷の我が家を見直すのによいでしよう。」とかなんとか、おつしやれば、長年の恩義で断わるわけにも参りません。その代り、無責任なことも、あれこれ、勝手に書いてやろうという次第です。それに、もう暫らくすると、阪大基礎工学部・物理教室と

いうのが研究室だよりに載せられることになりましょうから、その時には、何の義務も負わされないですむわけです。「私は前に原研・固体物理というのに書きましたから。」と。

さて、原研の崩芽は1955年あたり、それから暫らくしてから、東海の白砂青松の中に建設が始まつたわけです。我々の固体物理研究室が、緑の松林の中の、赤い煉瓦をはめこんだ、白いコンクリートの研究棟で10人余の小人数で入居したのが1958年頃だつたでしょうか。「もう5年も経つたのだから、国民の血税で、もう一寸、よい研究成果が出たらよさそうなものだ。」などとあちこちで声がするらしいのですが。いくら固体物理だけが頑張つても、原研全体の建設や研究の歩みと関連する本質的な問題もあり、「もう暫らく、見ていて下さいませんか。」と代弁せざるを得ません。尤も、もう暫らくすると、代弁者自身が居なくなるので、これは、無責任な放言の第一号です。まあこんな小文をお読みになるよりは、ひとつ、お天気のよい日に、東海村をお訪ねになつて、あれこれと、固体物理、諸兄諸姉の仕事ぶりを御覧下さい。大変な苦心、苦労もやつているのですから。それとも、原研銀座と称する、坦々たる道路に沿う4つ5つの原子炉をはじめ、 2.2×10^{10} 円程の施設を御覧になつて、固体物理以外の日本の科学や技術の発展に莫然と感嘆されるのも、気分転換、ひいては健康のためによろしいかと存じます。但し「これらの原子炉は基礎研究にどのようにうまく利用され得るだろうか?」とか、原子力の開発の上で、日本独自の科学や技術は如何に成果を挙げつつあるだろうか?」などと要らぬことは余りお考えにならない方がよろしいようです。

所で、原研の物性関係では、固体物理研究室が中心で、約17～18人の研究者、6人の技術者、それから常時5～6人の外来研究者がおります。この他に、核関係、化学関係、金属関係等に外廓団体のような研究者達がおりますが、向うから見れば、固体物理の誰彼が自分達の院外団であると思っているかも知れません。設備の方も、固体物理独自の装置がある他に、私達の利用できるものが、原子炉・加速器・コバルト線源等、外廓的なものが多くあります。

原研は金がある、金がある、といわれているようですから（もつと口の悪いのは、金があるのに……といつてゐるらしい）、まず財布をあけて 設備の方から、金目のものから、説明いたしましょう。

「低温設備」 物性関係では既に不可欠ともいえる液体ヘリウムの設備として、コリンズの液化機が4年前から動いています。しかし、全金属製の多種多様のクライオスタット（例えば、比熱、蓄積エネルギー、熱伝導、電気抵抗、分光、X線・中性子回折等々、あるいは照射損傷とこのような測定を組合せたもの等）の開発に相当の苦労があり、定期的に実験が行われ

るようになつたのは、ここ2年程です。液体ヘリウムについては、この他に液化室から、100~1000mも離れた加速器や原子炉までの運搬、そこからのガス回収等の問題もあり、年々増加する使用量とともに、担当者の頭をなやませています。液体空気・液体窒素は空気液化室といふ工務課に属する共通設備があり（フィリップスの小型4台、大型1台），研究者の必要量を配達してくれます。

「照射装置」 低温の話について申しますと、JRR-2原子炉に、窒素温度照射装置というのがあり、原子炉内で-100°C程度で、試料の中性子照射のできる装置があります。これを足場にして、更に液体ヘリウムの照射装置をJRR-3に設置するという大計画があり、照射損傷の研究グループ一同がネジリ鉢巻で大騒ぎをやつています。これが完成すると（1965年？），極低温で照射した試料をその温度附近で各種測定装置（電気抵抗・比熱・熱伝導・塑性・X線・光学・熱膨脹など）に取付けて、すぐに測定を開始できるという私達の夢が実現します。このためにはコリンズよりも大きな液化機がさらに2台必要となります。照射実験では原子炉の他に2MeVのヴァン・デ・グラーフ、20MeVのリニアック 10^4 キューリーのコバルト線源があり、ヘリウム温度や窒素温度で照射実験をしています。

「中性子回折」 既にいろいろの紹介で御存じのように、JRR-2には、極めて精密、大型の中性子回折装置があり、中性子回折研究グループのたゆまぬ努力によつてデータを出しつつあります。自動化という点でも、非常に進んでいるようで、ブルックヘンのフレーザーの個人的感想では「非常に精密で自動化も素晴らしい。そうなると今度は巧く動くかどうか心配だと2年前から密かに洩らしていたのが、同グループによつて見事に動いているのですから、大へん鼻が高いわけです。唯一つの難点は、原子炉の方が、なかなかフル運転になつてくれないことで、照射実験のグループ、物性研・通研の回折グループとともに全く地団駄ふんでいるというのが現状です。しかし、これは時間の問題で、いくら日本の原子力研究が歪んでいるからといって、遂にこの原子炉が運転されなかつたということもないでしようから、もう一寸、長い目で見て下さいというのはこの点のことです。

回折装置の他に、中性子分光器のかなり大型のものが、既に計画され、1964年には完成する筈です。これらを武器として、磁気構造を中心とした研究（例えばUF₄、MnTe、Mn-Cr等々）が進展しようとしています。磁気に関しては、帶磁率測定、メスパワード等も盛んに測られ、理論グループ（今は一騎当千の人人が一人ですが、もうじき二人になります。）の活躍と相俟つて、大きな成果が期待されます。熱中性子利用に関しては、TiH₂など、水素化

物の透過断面積の測定から光学的振動の様子を探ろうという面白い仕事があり、JRR-1という小さな原子炉が活用されています。この仕事はむしろ水素化物グループという、相変態を中心とした研究グループに属するものです。

回折については、勿論、X線室があり、4台の装置が常時、使えるようよく保持されています。

「光学測定」 照射によつて出来るイオン結晶の色中心の研究も盛んで、線源は原子炉、リニヤック、コバルト60、X線等、前述のものが、低温・高温、いろいろに使われ、キャリーの分光光度計をこのグループの人達がよつて、たかつて、使つております。最近、心配なのは、当事者達が「うちの可愛いキャリーも大分ばげてきたらしい。」などと申していることです。その他に赤外のよい装置もありますし、顕微分光光度計や高温とか干渉とかの小さな顕微鏡があれこれあります。前者は、強誘電体のグループで、 NaNO_2 の相変態などで、成果をあげつつあります。

「その他」 といつてしまふのは、あまり大雑把ですが、大きなものとしては、N.M.R.の装置（仲の好いカップルによつて動かされています）、超高压（ 10^4 気圧程ですがいろいろの物性測定を自論んでいます）。電子顕微鏡（この小文を書き了るまでに分解能7Åの写真が撮れることになつてゐるのですが……？），低温・極低温の塑性変形の装置、一寸、変つた所では、マイクロ・カロリメーターというのがあり、近い中に相変態や照射効果の研究に活躍する筈です。また、当室にはないのですが、他の設備を借りてE.S.R.をやつている人達もあります。

金属・イオン結晶・誘電体・磁気化合物等々の試料を作るのも大切な仕事で、それぞれの研究者達が、いろいろの炉を動かして、いろいろの結晶をつくっています。室長などのお偉方がいつも「もう少し炉室を整理して下さいよ。」といわれても、なかなか、足の踏み場もないのは、仕事熱心の故でしょう。

設備としては以上のような所が主ですが、研究の上では工作工場・エレクトロショップ・前述の液化室など、所謂、外廓の力が大きな助けになつています。

さて、これだけの設備をフルに活用すれば、ずい分、面白い研究が次々に生れそうなのですが、如何せん、人手の少ないのでなやみの種です。従つて、前述の院外団みたいな人達を、当方の興味に引張りこんで一緒に仕事をやるとか、外来研究員を集めようとかの努力が必要なのです。誰方でも、生活の快適なこの東海村に来て、上のあれこれの設備で暫らく仕事をしてや

ろうと考える方はありませんか？

設備の次に研究者の横顔とか、興味の話題をと思ったのですが、紙数も尽きたし、上の話の中に研究グループなども折り込んだつもりですから、この辺で止めておきましょう。この研究室には、どんな人がいるというようなことは、むしろ、学会や論文で、おのずから知るべきものでしかう。大変、仕事熱心な、優秀な、そしてこわい人などもあります。

「固体物理は鬼よりこわい、小幡・小沢の声がする。」などという文句は、その、ほんの一例にすぎません。

理 化 学 研 究 所

理 研 岩 柳 茂 夫

御依頼の趣きは理化学研究所の物性関係の研究室を紹介をするようにとのことであつたと思います。しかしその前に研究所全般の情況も少しはお話ししておく必要があるかと思います。御承知かとも思いますが、戦前の「財團法人」理化学研究所が戦後「株式会社」科学研究所に、これが更に5年前「特殊法人」理化学研究所に変転したものであります。研究を売物にする株式会社というのは、一部の人には注目に値することであつたかも知れませんが、当の研究者、とくに物性関係の研究者にとっては全く暗い思い出以外の何物でもありません。現在の組織になつてからは長岡理事長も自讃される通り研究所はたしかに明かるくなりました。

研究の面では「基礎から応用まで」というのがいつの時代でも当所の運営の基調ではあります。このところ著しく「基礎」に重点を置く方針がとられ、株式会社時代にはほとんど不可能であつた基礎的な研究もやれるようなふん興気がよみがえつて参りました。所員の給与も飛躍的に改善されました。といつても現状は大雑把にいつて国立大学と原子力研との中間程度のようで、以前が特別に低給与だつたというに過ぎないかも知れません。若い優れた研究者が入所を希望される人もかなり増えて来たようです。

長岡理事長着任以来の懸案であつた研究所移転がこの程最終的に決定して、朝霞地区（正確には大和町）に約7万坪の国有地を与えられ、約3年後には移転を完了することになりました。創立以来約50年で駒込に別れを告げる訳であります。昨年から核研の熊谷教授を主任研究員としてむかえて核研と同型の60インチサイクロotronの建設に取りかかっています。これは

移転先に設置される訳ですが、完成すれば物性関係の研究にも大いに利用される予定です。OKITAK 5090H を主体とする電子計算機は来年当初に運転を始める予定です。ヘリウム液化器の設置も物性関係の研究室が主となつて強く要望しているのですが、移転後でないと実現に至らなそうです。実験施設の面からいと国内諸研究所にくらべて大変おくれているようで、このおくれを取りもどすべく努力中という所です。

研究費に関しては新らしい理研になつて急激に増えたように感じた時期がありました。しかしこれは私共の楽観に過ぎなかつたようで、現在ではかなりきびしい壁につき当つている感じです。当所は大部分の経費を出資金の名のもとに科学技術庁を通して国家予算からもらつていますが、他方自分で経済活動を行つて経費の一部を獲得することも許されまたそうすることを要請されています。この方の収益が官庁の希望する額に達しないと、それはたちまち赤字となつて一般経費にひびくといつた事情があります。法的地位では原子力研と並列的であります、経済的には全然及びもつかない状態です。

現在研究関係では約300人の所員が43の研究室に分れて宇宙線から動物生理に至るまでの広範囲の研究に従事しています。最近これら研究室を7グループに分類してみる機会がありました。幸にその一つに物性物理というグループがありますので、それに属する研究室名と主宰者（主任研究員）とを列挙してみます。

1. 原子物理（篠原 健一）
2. 結晶物理（蘿原 仁）
3. 高分子物理（岩柳茂夫）
4. 半導体（菅 義夫）
5. 金属物理（橋口 隆吉）
6. 磁性（渡辺 浩）

これらの研究室の研究テーマなど個別に紹介しながら、研究所全般にも通じる諸事情を申し述べることにします。理研は現在でも特定の課題を与えられた研究所ではありません。主任研究員が決つてからその人によつて研究の方向づけが行なわれるという戦前の特色がかなり残つています。またある研究室では所属室員に研究テーマの選択の自由がゆだねられている場合もあります。こんなことから、上記6研究室に理研の物性関係の研究者が全部集つている訳でもないし、その中に物性でないことをやつている人も所属しています。物理関係では他に核物理、

応用物理などのグループがあります。研究室を東大においているマイクロ波物理研究室（霜田光一）などはこの応用物理の仲間入りをしています。

原子物理研究室は歴史的といえどかの高名な西川研究室を篠原現主任が後継されたものです。
「原子物理」 というと完全に一時代前のボルンの同名の著書を思い起させるかも知れませんが、この研究室の目下の研究テーマがこの本の内容と直接に関係している訳ではありません。磁性薄膜の物性（森田信義），プラズマに関する分光学的測定（森一夫），放射線化学など多方面の仕事をしておられて、他に適當な名称がないからであります。放射線化学の研究室は所内に別にありますが、ここでもその基礎と高分子物質に対する照射効果などが研究されています。なお、永らく小林理研に居られた深田栄一さんが今年度当初からこの研究室に移られました。研究室は益々多様性を増すことと存じます。

結晶物理研究室は先年小林理研から入所された庵原さんがドイツ留学から帰られて、昨年1月全然新たに設けられたものです。ここには物性研に前にいた桜井敏雄さんがいます。当分構造解析のお仕事に専念されるとのことです。研究室新設の際の研究費もそう沢山ある訳でもないので取りあえずX線装置を設けられたようです。

金属物理研究室は東大の橋口教授の兼任です。木村宏君ほか若い人が金属の格子欠陥の研究のかなり基礎的な面を大きな計画の下に進められているようです。

上記物性関係の6研究室の半数、理研全体でも半数近くの研究室の主任は大学と兼任されています。これは他所とくらべて一寸異なることも知れません。新らしい主任を選ぶときにはなるべく専任の方をという希望の強い反面に広く全国の各大学と研究上の連絡があるようによい理事者の一般的な方針があるようです。

先年停年（満60才）になられた武井教授がその後も引き続きフェライト研究室の杉本光男君、関沢尚君などの研究を主宰されて来ましたが、本年3月退職され、後任として東北大金研の渡辺浩教授が兼任でおいでになりました。それと同時に磁性研究室という名称に改められたものであります。

主任研究員退職の際にはその研究室は一応消滅したものと考えるというのが研究所の「公式」です。したがつて「後任として」といつたのはフェライトの研究を磁性一般の研究に含めて今

後も進めて行くことを研究所が再確認したからであります。ここにお話した「公式」は、それがどんな風に実施にうつされているか実情をもつとくわしくお話ししないと一寸どぎつく聞えるかも知れません。若い研究者から不満の出る所もあります。しかし研究テーマの陳腐化を防止するために必要なことと思われます。

半導体研究室では東大工学部から本年3月上智大学に移られた菅義夫教授の指導の下に難波進君が中心になつて仕事を進めています。ZnS けい光体の電場発光、蒸着薄膜回路、電子ビームによる加工、レーザーの瞬間写真への応用など最新のトピックスを実用化することを目的とした研究を多数手がけています。物性グループの6研究室中では最も応用の面に比重をかけた研究室といえるかも知れません。この眞隅泰三君はイオン結晶の研究で物性研のお世話になつているはずです。

高分子物理研究室は菅研究室から数年前分離したものですが、この方は高分子という最も実用的な物質に関して最も実用とはなれた研究をやつています。溶液中の高分子の形態（和田英一）とか高分子結晶の分子運動（秀島光夫）とかです。ここを例にして個々の研究室に配分される研究費についてお話ししてみましょう。大体独力で研究を推進できる程度の人、具体的には博士課程を修了した程度の人を研究員といつていますが、この研究室には目下筆者を含めて研究員が5名います。それに対して配分される予算は120万円程です。この額はこの数年あまり変つていません。これは大学の講座費と比較すべきものと考えられます。この金の使途が全く研究者の自由にまかされている点はいいのですが、研究上の補助員は主としてこの金で働わなければならぬのです。この研究室では補助員を1名だけ研究所の一般経費から出してもらい、3名を上記の金額から出しています。これで上記の金額の大半は消えます。こんなことから研究室の小施設はなかなか整いません。それは重点研究とか応用化研、原子力に関する研究などと特別に名前のついた研究費が必要なことは大学と同様です。

話しが表面的なことに終始してしまつたようで残念ですが、これで終りといたします。良きにつけ悪しきにつけ理研は50年という比較的長い歴史を背負っています。国内の人材の過半が集まつた時代があつたとも聞かされています。大きな優れた研究所が多数できた現在では、想像もつかないような話です。それが戦火にあい、戦後の経済的混乱にもまれてゐるうちに

弱小研究所になつてしましました。これは特に物性部門に限つて見れば一層明らかのように思われます。現在復興の途についた所ですが、どこまで復興できるかは結局若い優秀な研究者がどのくらい入つて来るかにかかつているといつてよいと思います。現在いるわれわれは将来に對してある程度の期待をいだいて努力しています。各研究室の志向する所はまちまちで、外から見られると雑然としているかも知れませんが、それでいいと思います。何でもいいけれど他所とちがつた何か特色のある仕事をというのがわれわれの目標です。

研 究 会 報 告

「エネルギー変換と物性」研究会

押 田 勇 雄

会 期：昭和38年7月15日より17日まで3日間

世話人：高橋 秀俊，向坊 隆，岡田 利弘，関口 忠，押田 勇雄

物性研としては異色の、このような題目の短期研究会を開催されたことに敬意を表する。これを機会に、物性研究の日本のすぐれた研究者を多数擁している物性研が媒体となつて、ブラックティカルな問題を取りくんで日夜肝胆をくだいている実際家へ、直接・間接にアドバイスが流れ出るようになつたら、すばらしいことと思う。

※

実際のところ、世話人一同も、ふたを開けるまではひやひやしていた。第1日の最初の講演の、会場にあふれた聴衆を見て、やつと安心することができた。世話人の1人としていいうのはおかしいが、まず成功だつたと思う。少くとも、多くの方がこの重要問題に关心を持つていられるることを知つて、うれしく思つた。

※

第1日 午 前 総 論

○ エネルギー変換論

高 橋 秀 俊

「物理学汎論」で展開された、結合係数を使つての美しい一般論で、すでに「明日のエネルギー」誌創刊号（1963年4月号）でその大要を御存知の方もあると思うので、詳細は省略する。

エネルギー変換に使用される動作媒体の自由エネルギーを $\hat{F}(\hat{x}, \hat{y})$ と書く。 x, y はその媒体の物理的状態を示す変数である。エネルギー変換が生じるためには、 $\partial^2 F / \partial x \partial y$ が零であつてはならない。 $\hat{F}(\hat{x}, \hat{y})$ を $\hat{x}=\hat{y}=0$ の附近で Taylor 展開し、

$$\widehat{F}(\widehat{x}, \widehat{y}) = \widehat{F}(\widehat{0}, \widehat{0}) + \frac{1}{2} (\widehat{a_{11}}x^2 + 2\widehat{a_{12}}xy + \widehat{a_{22}}y^2) + \dots$$

と書くとき、

$$k = \frac{a_{12}}{\sqrt{a_{11}a_{22}}}$$

を物理量 \widehat{x} , \widehat{y} の間の結合定数とよぶ。 k がエネルギー変換の程度を表わす重要な量である。

これを出発点としていろいろな変換の実例を話され、最後に光のエネルギーの変換（量子的変換）に言及され、上のシエーマにのらず、別に考えなくてはならないと結ばれた。

○結合定数(Nernst数)の物理的意味と熱電変換などへの応用

太田時男

前項の一般論の一つの場合として、熱電変換系を論じた。とくに、性能指数が無限大となるとき、効率がカルノー効率に近づくはずであるという高橋氏の推測を、いろいろな場合について検討した。また高橋氏の一般論を、物理変数の種類が n 個ある場合に拡張した。Monti (J. Aero/Space Sci. 29, 881, 1962) も一般論を出しているがそれには誤りが含まれていることを指摘した。

○エネルギーの貯蔵と物性

押田勇雄

エネルギー貯蔵の問題についての試論で、まずエネルギーを静的エネルギー（ポテンシャル、エネルギー、内部エネルギーまたは熱エネルギー、化学エネルギー、原子核エネルギー）と動的エネルギー（運動エネルギー、電流エネルギー、電磁波のエネルギー）に分けて考えるのが適当であること、またエネルギーの貯蔵形態としては前者が一般にはるかにすぐれていることを実例（単位質量、または単位体積にたくわえられるエネルギーの表）によつて示した。静的エネルギーのどれがすぐれているかは一般にはいえないが、単位質量または単位体積にたくわえられるエネルギーの大小のほか、出入の際の変換効率、貯蔵中の損失の大小なども重要な因子である。

第1日 午後 主として低温における熱電変換

○金属の熱電能

辻幹男

金属の熱電能を、MacDonald の著 Thermo-electricity の記述を中心に話をすすめる。絶対熱電能は自由電子近似が成立するような場合には本質的に電子比熱であるといつてよい。貴金属ではしばしば絶対熱電導の符号が逆に出るのは、state density のエ

エネルギー依存性が自由電子の場合の parabolic law からズレるとして説明がつく。遷移金属での異常性は、局在化した virtual level の spin-splitting による非弾性散乱を考えることにより理解される。

○ 半導体におけるフォノンとキャリヤーの相互作用を中心として 黒沢 達美
Ge, Siを中心とした詳しい、しかもよく整頓された話で、まず phonon のみならず一般に格子のひずみをとりあげ、これとキャリヤーとの相互作用の面から考察をすすめていく、 piezo resistance $d \ln \rho / d \ln V$ はふつうの金属ではほぼ 1 であるが、Ge や Si ではずつと大きく、かつ方向性がいちじるしい。その理由について、変形によりボテンシャルの谷の部分の電子の population が変ると説明された。超音波にのせられてキャリヤーに移動する a consto-electric effect, hot electron の anisotropy, 最後に phonon-drag の話があつて、ユーモアを交えながら聴衆を引きつけた熱演が終つた。

○ Oscillatory Thermoelectricity と 4°K 以下における Peltier 冷却
への応用 太田 時男

4°K 以下における Peltier 冷却は、低温工業の観点からも大いに期待されていて、すでに磁界を用いない MacDonald のアイデア (Phil. Mag. 3, 657, 1958) や、振動性熱電諸量を利用する Blatt のアイデア (High Mag-Field, M.I.T. p. 518, 1962) などが出されている。ここでは講演者自身も独立に想到していたといわれる後者の方法を詳細に検討し、新しいアイデアとして超電導体の中間状態における有限熱電能と極小熱伝導率とを積局的に用いる方法を提唱した (近く Japan. J. Appl. Phys. に速報される予定)。低温における有効な方法が期待される今日、注目される考え方である。

○ イオン結晶、溶液の熱起電力 羽賀 栄次郎

イオン結晶内の可動イオンによる熱起電力について、従来の測定結果、およびその説明があつた。 $\text{AgCl}(\text{Br}) + \text{CdCl}_2(\text{Br}_2)$, Ag_2X ($\text{X} = \text{S}, \text{Se}, \text{Te}$), $\text{NaCl} + \text{CdCl}_2$ および電解質溶液について述べられた。この方面的研究者は海外にも少く、貴重な研究として興味深く聞かれた。

第2日 午前 主として高温における熱電変換

○ 高温における熱電物質 岡田 利弘

熱電材料としての良否は第一に性能指数と絶対温度との積で判断される。したがつて高温で

はたらく熱電材料に期待される所が大きい。性能指数と絶対温度の積を大きくするためには、散乱指数と、物質定数 β （低温度キヤリヤーに対する易動度に比例し、格子熱伝導度に逆比例する量）とを大きくすればよいが、現在具体的に β を大きくする方法は知られていず、ただ経験的に重金属原子を含む金属間化合物の β が大きい傾向が知られている程度である。そこで、熱電物質の性能指数を飛躍的に向上させるためには、化合物半導体（とくに3元素）の組織的研究を強力にすすめることと、単純な半導体理論の適用から外れる例外的な物質をさがすことが必要であろうと結ばれた。

○遷移金属および遷移金属を含む合金および化合物

鈴木 孝

平原 栄治

遷移金属、ならびにその合金は熱起電力が非常に大きい。これは主として電子がdバンドに散乱されるためである。Ni, Fe, Co, Pd およびそれらの合金の熱起電力はこれで説明できる。とくにPd-Ag合金(Ag 40%), Ni-Cu合金(Cu, 50%)では熱起電力が $30\mu V/\text{deg}$ と大きく、性能指数もそれぞれ $1.1 \times 10^{-4} \text{ deg}^{-1}$, $2.3 \times 10^{-4} \text{ deg}^{-1}$ とかなり大きい。合金はまだ十分に調べられていないが、MnTe, MnP, MnAs, CoO などについてのデータを紹介した。Baをドープした $\text{Ce}_{2.1}\text{Ba}_{0.7}\text{S}_4$ や、BaまたはSrを入れた Ce_2S_3 はとくに性能指数が高く、しかも高温での安定性がすぐれているので注目される。

○遷移金属珪化物の熱電気的性質

朝鍋 静生

篠田 大三郎

遷移金属珪化物中とくに有望と思われる $n\text{-CoSi}$, $p\text{-CrSi}_2$, $p\text{-MnSi}_2$ の単結晶について調べた。比抵抗、ホール係数、熱起電力などの温度特性から、CoSiはバンドの重なりが約0.02eVの半金属、CrSi₂はギャップが約0.3eVの半導体であることがわかつた。珪化物についてのデータがだんだんくわしく発表されるようになつたのはよいことと思う。

第2日 午後 热電子発電燃料電池

○热電子発電の操作について

向坊 隆

熱電子発電の理論的説明や電圧、電流の式の、通常行われている形について疑義を提出した。講演者は電気化学のフォーマリズムから出発して、Hanquist, Houston, Hatosopoulos らによる説明に鋭い疑義をなげかけ、これに対して今井氏(通研), 高橋氏(東大理), 牧島氏(物性研)など多くの方々がそれぞれの立場からの意見を出された。時間

の関係もあつて、参会者全部が完全に納得する解決が得られなかつたが、これについては向坊氏が雑誌「物性」誌上に近く書かれると思うので、ここでは省く。

松野四郎

○低温燃料電池

講演者は、長い研究経験にもとづいて、常温の燃料電池についての含蓄に富んだ包括的な話をされた。とくに、自ら手がけられた積層式の水素燃料電池（今年1kWの出力のものを作成）についてやや詳しい話があり、最後に生物体を1個の燃料電池と見るとき、理想に近いすぐれた性能を持つているという興味ある観点を披露された。

高橋武彦

○高温燃料電池

高温燃料電池は一種の酸素極濃淡電池であるという原理の話がまずあつて、電解質として用いられる炭酸塩、フリカ化物、焼結酸化物について検討し、電極として銀、半導体（陽極）、ニッケル、炭素（陰極）について得失をしらべ、また燃料について、水素以外のC、CO、CH₄、C₂H₆、CH₃OH、ガソリン、灯油なども水蒸気を混入して電池内でホーミング反応を行わせることによつて使用できると述べられた。最後に見通しとして、大規模な電力源としては、電圧が低い点、寿命および効率の点についてまだ問題が残つていると結ばれた。

第3日 午前 MHD発電

関口忠

○MHD発電概観

MHD（電磁流体）発電についての予備知識を持たない非専門家のため、アウトラインを述べ概念を与える主旨のもので、短い時間であつたが、要領よくMHDのまとめを話された。

山本充義

○MHD発電の実験

東芝で行つている1kWプラントについてデータや経験を話された。現在、日本ではまだ実験をやつているところが少ないので、貴重な資料として熱心に聞かれた。

矢野淑郎

○非熱平衡電離とMHD発電

MHD発電で対象となるガスは中性原子（または分子）、イオンおよび電子から成つており、一般にこれらのそれぞれは同じ温度にはない、すなわち非平衡である。積極的に非平衡電離を使うことにより、低い温度領域で電気伝導度を何ケタも高めることが可能である。非平衡電離を発生させる方法としては、ガス中に電場をかける、ノズルから急速に噴出させる、輻射や荷電粒子をあてることがある。これらの方法につき検討した。

○低エネルギー電子による電離解離

鹿又一郎

低エネルギー電子の数少ない研究者の1人である講演者は、豊富なデータを駆使して、電離断面積、threshold付近の電離能率、分子の電離過程の分類、電離電圧、陰イオン、多原子分子の電離解離の速度論的取扱い、電子-イオン反応、イオン-分子反応について述べられた。MHD研究者にとってなかなか有益な話であつたと思われます。

○原子衝突における二、三の問題

渡辺力

弾性衝突、非弾性衝突、電荷移動および励起移動、イオン-分子反応、再結合反応について、問題点を述べた。とくに、衝突断面積を中心として、どのような反応を優先的に考えるべきかという点は、MHD発電の実際家にとっても、役に立つのではないかと思う。

第3日 午後 MHD発電機構成材料の基礎

○結晶の耐熱性についての考察

山下次郎

固体論の専門家である講演者から、結晶の耐熱性についての興味ある観点を聞くことができたのは、今度の短期研究会の一つの収穫であつた。耐熱性に関連すると思われる融点、凝集力を中心として、イオン結晶、金属結晶、共有結晶を検討した。

○高温材料の二、三の物性

沢田正三

高温材料として現在用いられているものを(1)金属および合金、(2)炭化物、窒化物、硼化物、珪化物、硫化物、(3)炭素、(4)酸化物に大別し、得失を検討した。高温材料としての炭素の重要性は、今後さらに増大すると思われ、また、炭化物などいわゆる金属間化合物なども研究の価値があろう。

○数種の耐熱物質について

阿刀田徹三

硼化物、とくに $M\bar{B}_6$ 型、 $M\bar{B}_4$ 型、 $M\bar{B}_2$ 型について、講演者自身の研究も含めた詳細な話であつた。豊富なデータを集成された努力を多とするとともに、十分な時間がなくその全部を話せなかつたことは講演者も残念であつたと思われる。

○耐熱絶縁物について

貴田勝蔵

講演者は日本碍子KK研究所における金属ベリリウム及びベリリウム酸化物等の研究の専門家である。金属ベリリウムの製法や物性ならびに、耐熱性絶縁物質として注目されている酸化ベリリウム、酸化ジルコニア及び酸化アルミニウムの諸物性について興味ある講演があつた。

○ MHD発電と電子放射

一 宮 虎 雄

高温度になると電極から電子放射が行われる。この点について従来のMHD発電理論は検討がたりないようだ。吸着や表面電位の問題があつて複雑であるが、グラファイト電極における熱電子流 i_e と、イオンの熱運動による電流 i_f とを、ある仮定の下に計算すると下表のようになる。 θ はグラファイト表面のカリウム原子の吸着による被覆度である。

$T^{\circ}\text{K}$	2000	2500	3000
$i_f \text{ A/cm}^2$	2.05×10^{-2}	1.07	1.16×10^2
$i_e \text{ A/cm}^2$	1.52×10^{-4}	5.20×10^{-2}	3.34
θ	0.93	0.79	0.30

東大物性短期研究会「結晶成長」

世話人

東北大金研 山本 美喜雄
東大生研 野崎 弘
東大物性研 鈴木 平
" 中村 輝太郎
" 中田 一郎

「結晶成長」に関する物性研短期研究会は7月11日から13日までの3日間にわたって開催され、多数の有志の参加を得て活発な討論が行われた。

結晶成長は育成技術の面からも、また成長論の面からも物性研究にたずさわっているものには何らかの形で関連した問題であるが、未だに学問体系ができ上っていない。今回の研究会は各分野の意見を出しあつて新しい方向を確認することを目的としたものであつたが、限られた日程に広い分野にまたがる話題を十分に盛り込むことは困難であり、結局技術的な問題と結晶組織学に関する討論に集中されることになつた。

技術の面ではアークやプラズマによる高温炉の可能性、高温高圧装置とダイヤモンド育成の問題点、水熱合成装置、金属単結晶引上炉としての高周波炉についての紹介と討論が行われた。また特殊な結晶として超微粒子、高分子結晶、whisker、氷などについて興味ある実例が紹介された。また熔融金属よりの結晶成長に関する研究が成長の kinetics に関する学問体系をつくるために積極的に進められていることが述べられた。ほかに結晶の自然面や蝕像の観察と結晶成長、組織との関連性や、酸化鉄の相変化の詳しい報告などが行われた。一方物理関係のものが見落しがちな工業における結晶化の問題やメツキに伴う被膜組織の問題などもとりあげられた。とにかく、参加者が多方面にわたつており、かつ各分野のメンバーがそれぞれ豊富な経験を積極的に発表したため、内容的に広い範囲にわたつて収穫の多い研究会であった。討論の各々については以下に要約したとおりである。

今回の研究会を通じて受けとつた印象であるが、結晶成長に関する経験もかなり豊富になつておあり、そろそろ、結晶形態の問題や、kinetics を集中的にとりあげて学問体系を作る努力をするべき時期であると考えられる。

Introductory talks (東芝中研 犬塚 英夫)

これまでにわれわれの研究室で経験したことを二、三述べて参考に供したい。Ge はよく知られているように、Reader 用として単結晶が開発されたが、その後結晶としては変りだねであるが、Ge-dendrite, Ge 系、鍍金による Ge 薄膜などをつくることができるようになつた。結晶作りは常に根気よくやることが最も大切である。ある時期には技術的に実現不能のものでも、それを暫くねかしておくと、そのうちに別の方面から技術が発達して実現可能になることがある。たとえば Ge の糸についてみるとこれは fieldister としての用途の考えられるものであるが、最初はうまく行かなかつたが、そのうちに軟化温度が Ge の融点に近いガラスが作り出されたので、Ge をガラスにくるんで引張り直径 20 μ 程度の糸を作ることができるようになつた。また結晶をいじつてみると面白いことにぶつかることもある。Si-diode のリーク電流を小さくするために、Si の表面に酸化膜を作ることはよくやられるが、その代りに $SiCl_3$, CH_4 を Si の表面に送つて SiC の膜を作ることも試みられている。ところがその膜を調べてみると膜の下の方は SiC であるが、上の方は粒の細かい diamond 構造になつている。これは興味ある現象である。結晶を作つていて感ずることは、不

純物の化学分析が速かにできることである。忘れた頃に、分析の結果がわかるのではあまり有難くない。

Arc Imaging Furnance (物性研 神 前 潤)

Arc Imaging Furnance による melt からの結晶成長の主な特徴は次の3点であろう。

- 1) 4000°Kまでの高融点物質と melt 出来る可能性がある。
- 2) melt 及び結晶成長中の雰囲気を広範囲に制御することが出来る。
- 3) arc の radiation を local に集中することにより hot spot を得ることが出来るので、heater, container による contamination がない。このことは特に高融点物質について重要なことである。実際に応用された例¹⁾ はシリコン、アルミナ、シリコニア及び transition metal oxide などの結晶成長である。物性研の Arc Imaging Furnance は double source 用い Verneuil 法による結晶成長を行う設計である。現在重点をおいているのは軽い元素の化合物である BeO (mp. 2570°C), BN (mp. 3000°C 高圧下) であるが Al₂O₃ (mp. 2000°C), ZrO₂ (mp. 2700°C), TiO₂ (mp. 1640°C) などの経験をもあわせて Arc Imaging Furnance による結晶成長の今後とについて述べた。

1) R.F.Poplawsky : R.S.I. 31 1303 (1960): (Si の floating
zone)

R.E.De La Rue and F.A.Halden :
R.S.I. 31 35(1960): (refractory compounds)

プラズマジエットボタン溶解炉

(物性研 近角聰信, 脇山徳雄)

金属および合金等の試料をボタン溶解するのに、これまで主として電子ビーム溶解炉、アーチ炉あるいはアーク・イメージング・フォーカス炉等が用いられてきた。しかし電子ビーム

溶解炉は、真空中での溶解に限られるために、例えれば稀土類金属のようにアルゴンガス雰囲気中で溶解したい場合には、不適当である。また、アーク炉あるいはアーク・イメージ・フォーカス炉等は、取扱いが比較的面倒であるように思われる。そこで雰囲気中でボタン溶解を簡単に行うために、プラズマ・フレームを用いることを試みた。プラズマ・ジェット・ボタン溶解炉では試料を、水冷した銅の凹面形るつぼの上にのせ、プラズマ・トーチで、アルゴンガスを(約6 l/min)送りこみながら融かす。試料の溶融状態を観察しながら溶解することが出来る。試料の出し入れは、3本の蝶ねじをはずして、炉体を案内溝に沿って持上げるだけで、極めて簡単である。また、溶解終了でプラズマ・フレームを止めたときに起る空気の逆流入を防ぐ工夫もなされている。1回の溶解操作は、大体数分である。これまでに、溶解を試みたものは、Cr, Fe, Co, Ni, Fe_{0.001}Pt_{0.999}, Mo, W, Ta, Fe-Mn, Fe-Mn-Rh, NiCr₂O₄, Mg₂SiO₄, Ni₂SiO₄, アルミナ, ジルコニアなどである。未だ単結晶を製作するまでには至っていないが、銅のるつぼの底に単結晶の種をセットして、その上にのせた試料の結晶成長を試みたいと思っている。

高温高圧下の結晶成長 (若 梶 雅 男)

主としてダイヤモンド合成について述べる。グラファイト→ダイヤモンドの転換を起させるには、高温高圧下で第VII族及びCr, Mn, Taからなる触媒金属を炭素と共に存させて熔融する。ダイヤモンド結晶生成のメカニズムに関して、Bovenkerk¹⁾らは触媒が厚さ約0.1 mmのfilmとなつてグラファイト中をsweepし、その後にダイヤモンド結晶ができるしていく、film状の触媒が多分carbideとなつて特殊な触媒作用を行っていると言つている。一方Giardini²⁾らは、ダイヤモンド結晶の生成は、単なる過飽和状態からの析出であり、触媒金属のcarbide(Ni-C_x, Cr₂C₂, etc.)は分解し易いので過飽和状態を作るのに役立つているだけだと言つている。我々(高須、若松、若槻ら)はNi-Cr合金を触媒として、65,000 atm, 1500~2000°Cで合成し結晶のでき方を観察した。結果は後者の考え方で理解できる。しかし中にはCr₃C₂から直接固相反応でダイヤモンドになつたと思われる場合があつた。中心に触媒、周囲に円筒状にグラファイトをおき、65,000 atm下で約1700°Cに加熱した後とり出すと、中心から外へ、①silicate類、②触媒金属、③ダイヤモンド層、④残留グラファイトの順に同軸円筒状にならんでいた。ダイヤモンドは細長く不規則な

形(dendrite 0.3~0.5 mm)で温度分布と同じく放射状に並ぶ。最も内側の結晶度は透明度よく、(111)面がよく出していた。ダイヤモンドと残留グラファイトの間には、金属のfilmは認められなかつた。この場合加熱によつてグラファイトが溶解し、冷却の際にダイヤモンドが外から内へ向つて成長したと考えられる。一方高い(1700~2000°C)温度では、 Cr_3C_2 が針状に晶出した。同時にその半ばがとうもろこし状に、ダイヤモンドの微粒子(10 μ以下)となり、全体としては元の Cr_2C_2 の針状を保つてゐるもの、あるいは全部ダイヤモンドになつてゐるものがあつた。これは Cr_3C_2 を経て、しかも直接固相反応で(微粒子であることから考えて)ダイヤモンドに転換する場合があることを示すものであらう。ダイヤモンドの成長は单一のメカニズムでは説明できない。触媒のfilmを介する場合も一つのcaseであつて、filmは晶癖や成長速度に影響するがダイヤモンド結晶の生成の本質的な条件ではないのであるまい。

- 1) H.P. Bovenkerk, et al., Nature 184 1094 (1959)
- 2) A.A. Giardini, et al., American Mineralogist 47 1393 (1962)

Test-tube Type Bomb 及び Simple Anvilを
用いた鉱物の合成 (大阪大学 小泉光恵)

近年水熱合成乃至高圧合成法による各種物質の合成が盛んとなり、乾式法では得られない物質も作り得るようになつた。標題に掲げた2種の装置は、大型単結晶の育成には適しないが装置の製作が比較的容易で、操作も簡単であり、しかもこの2つを併用すれば最高圧力50,000気圧、最高温度700°Cまでの圧力、温度下での合成実験が可能である。本講義では各装置の特徴と実験結果を紹介した。

I Test-tube Type Bomb

800°C, 4,000気圧までの実験に最適である。

- a) $\text{CaO}\text{-}\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ ゲルからの粘土鉱物の結晶成長……300°C, 1,000気圧においてゲルと結晶化させ電顕により追跡したところ、最初は短針状微細結晶の集合体が生成し、それが次第に成長して $0.7 \times 3 \mu$ 大の短冊状単結晶となるのが認められた。
- b) Pollucite鉄置換体の合成……pollucite $\text{Cs}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 4\text{SiO}_2\cdot\text{Ag}$

とは連結混晶を形成することが明かとなつた。従来報告された合成による鉄置換体単結晶はほぼ中間組成のものようである。

II Simple Anvil

試料に加わる圧力に勾配のあることが問題となる以外は 50,000 気圧, 700°Cまでの実験が可能である。 SiO_2 の高圧変態である Coesite 結晶は六角板状又は lath 様形態を示すが、晶癖と生成条件との間には今の所一定の関連性が見出されない。Simple Anvil を用いると、圧力勾配のある故に結晶粒の放射状又は同心円的配列が認められる。生成した結晶が小さいので電顕による観察や制限回折による検討を併せ行なつた。

放電法によるダイヤモンドの生成

(資源技術研究所

真田 雄三, 小杯 和夫, 本田 英昌)

ダイヤモンドを合成するには、Epitaxial growth 法の例外を除いて、熱力学的にみて、高温高圧の雰囲気を必要とする。高温、高圧を発生せしめるには、プレスを用いる静的方法、火薬爆発による動的方法がすでに発表されている。資源技術研究所において 1962 年に設置されたのは放電エネルギーを利用したものである。即ち誘電体油中に、予め荷電された極を対向せしめ、陰極を機械的に陽極に向つて接近せしめ、一定間隙まで達すると絶縁破壊がおきて火花放電が発生する。この時の温度は数万度、衝撃圧力はほぼ 2,000 K bar と推定される。このような高温高圧の条件下で、黒鉛をダイヤモンドに転換した。

電源入力は 3 相 200V, 50kVA, 蓄電器出力 100,000 joule/2sec, 容量 200,000 μF , 端子電圧 600V にて操作される。放電による生成物は油の分離、熱ならびに酸処理、比重分離の順序でダイヤモンドを単離した。このようにしてえらんだダイヤモンドの X 線回折像は、天然ダイヤ、man-made diamond のそれと一致する。又チタンカーバイド鏡面を引搔くことが可能であつた本方法によるダイヤモンド結晶は $10^{-6} \sim 10^{-3}$ sec の非常に短い時間において急速に成長したと考えられるので形態、構造は従来のものに比べて特異なものと考えられる。温度、圧力の測定とともに今後の問題であろう。

無機塩類の結晶析出 (旭ガラス 八幡屋正)

われわれ化学肥料を扱っているもの間に結晶成長の問題があると聞いて驚く人があるかも
しれない。それは高尚な学問的なものではないかも知れないが、実際には大切なことである。
肥料として使う硫酸、塩酸などは、結晶となるが形としては、仁丹くらいの大きさの球形のもの
のがよい。この程度の大きさのものになると、農作物の上からまいた時に、葉にたまらないで、
下の方まで落ちてくれるか、貯蔵のときに固結しないという利点がある。従つてこれらのものを
濃溶液から沈澱法で作るときに、こうした形のものになるようにいろいろと条件を探していく
を過飽和度に重要な要素となつている。過飽和度が低いときには、flatな結晶
ができる、高いときには厚みのあるものが得られる。これは成長速度によつて結晶のhabitが
変るためと考えられる。

金属超微粒子 (物性研 菅原忠)

金属超微粒子の興味ある物性と製法について総合的な報告をする。ここで超微粒子といふのは
は 10^{-7} cm ~ 10^{-5} cm の大きさのものを指す。

1. 物性

1.1 サイズ効果

- (a) 電気伝導度、熱伝導度が試料の大きさに依存し、又温度依存性は bulk のものと違
つてくる。
- (b) 超伝導体の penetration depth より試料の大きさが小さくなると H_c が高く
なる。又反磁性帶磁率が減少する。

1.2 極低温又は強磁場では伝導電子の挙動に種々異常が期待される。

1.3 強磁性については单一 domain の粒子系の磁性となることが期待される。

1.4 伝導電子や domain の問題のほかにも多体問題効果と系の粒子数との関係が極低温
で問題となつてくるものである。

2. 製法

製法上問題となることは bulk のものを分散させるか、小さな方から出発して適当な大

きまで成長を止めるかの方法の選択、得られたものを安定に保存すること、粒度や形を揃えることである。

- 2.1 機械的方法：破碎、超音波分散、小孔より噴出させる方法
- 2.2 物理的方法：火花放電、無声放電、蒸着法
- 2.3 化学分析法：還元法、分解法
- 2.4 粒度を揃えるためには、超遠心分離器、または、超微孔フィルターによる方法が考えられる。

以上の諸事項について、具体例を挙げて、いろいろと説明を加えた。

蒸発法による金属微粒子の製作

(名大理 上田良二)

真空蒸発で金属薄膜を作り得ることはよく知られていますが、不活性ガス中で金属を蒸発すると金属微粒子（径1μ以下）が得られることは、あまり知られていないようです。蒸発して金属の蒸気がガスの中で冷えるので、金属の霧になつて附近の壁に着くのです。我々は20年ばかり前に電子回折でこの種の実験をして、大体の見通しは得ていましたが未発表でした。最近、久保さんの理論などに刺激されて、今度は電子顕微鏡でこの微粒子を調べてみました。

蒸発した金属は15種類：Mg, Al, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ag, Cd, Sn, Au, Pb, Bi。不活性ガスはアルゴンのみに限りました。実験の結果を大ざっぱに述べると、粒子の大きさは、金属の種類や他の実験条件にはほとんどよらないで、アルゴンの圧力のみでできる。その大きさは1mmHgで100Å, 30mmHgで1000Åの程度である。これらの粒子は空气中に出してもひどく酸化されず（Pbは例外）、例えば500Åの鉄の粒子と半年もデシケーターに入れておきましたが、変化は認められませんでした。またある金属は美しい晶癖を示しました。例えばMgは六角板、Crは立方体。

元来、粒子の大きさや晶癖は、不純物に影響され易いものですから、上に述べた結果も一般性があるとは言えませんが、このようにして作つた粒子を使つていろいろな実験が出来ますから役に立ちます。例えば強磁性金属の粒子は单一磁区であろうと思われる所以、それに関連していくいろいろ面白いことがあります。我々はマグネには素人ですが、その方面の実験をすでに開始しています。また我々の作つたAlの粒子を物性研の菅原さんに提供して、実験していただ

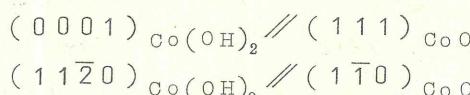
く計画も進めています。また我々の実験は、結晶成長という面からみても面白いと思います。マグネシウムには六角板の他に柱状の結晶もできますが、その大きさを約 10^3 倍すると、雪の六角板や柱状結晶と見違えるほど似ています。この実験は大変面白いと思いますので、皆様の御指導、御忠告、御協力を願いいたします。なお、この実験の報告は近く J. J. A. P. に投稿いたします。

微粒子の生成と結晶成長 (京大理化 高田利夫)

微粒子の製法には種々の方法があるが、本稿では固体塩の熱分解による金属や酸化物微粒子の生成と成長について報告する。

金属の塩を空气中加熱分解して得る酸化物や水素中加熱還元して得る金属の粒子は、分解に伴つて生成する核が引きつづいて起る分解による生成物原子の拡散によつて生成し、微細な単一粒子(Unit Particle)となるが、母塩外形中に生じた多数の单一粒子は加熱によつて互に隣接する单一粒子間に焼結が起つて互に neck で連結し、母塩結晶外形を保つ形骸粒子(Skeleton Particle)をなす。单一粒子は、加熱時間が長い程、また温度が高い程大きく成長するが、これは隣接する单一粒子を触つて成長したものである。单一粒子の大きさは電顕で測定した値と、X線回折環の Broadning の幅より計算した値がほぼ一致することより単結晶と考えてよい。高温、長時間の加熱によつて单一粒子を成長させると、母塩外形を保てる形骸粒子の外形は崩れ、单一粒子自身がその物質結晶の自形を示すに至る。加熱分解条件によつて单一粒子は 20 \AA ~数ミクロンの大きさのものが得られる。また分解を低温で徐々に行なうと高温で急激に分解して得る場合に比し大きな单一粒子を得ることがある。

1個の形骸粒子が電子回折によつて単結晶状の回折を示すことがあるが、これは1個の形骸粒子中の多数の单一粒子がすべて結晶方位を一定方向に向けているためである。例えば
 $\text{Co(OH)}_2 \rightarrow \text{CoO} + \text{H}_2\text{O}$ の反応の場合、母塩と生成形骸粒子の結晶学的方位関係は次の如くである。



このような現象はこの他多くの場合に認められたが母塩より生成物への原子の移動が少ない場合に起るようである。単結晶状の形骸粒子中で单一粒子の成長する場合は結晶方位は崩れな

い。このように、固体塩の分解によつて生成した粒子は複雑な形をしていて、その物性には单一粒子の形態が効く場合、形骸粒子の形態の効く場合、その両者が効く場合と、物性の如何によつて種々異なる。例えば $r\text{-FeOOH}$ より得た $r\text{-Fe}_2\text{O}_3$ の磁性には形骸粒子の形態が主として効き、反強磁性物質の微粒子では单一粒子の大きさが主としてその磁性に効く。

高分子の結晶成長 (京大理 小林 恵之助)

分子の長さが数 μ にも達する高分子の集合に結晶のあることは、古くより知られていたが、これは最初は房状ミセル説で説明され、各分子鎖がお互に部分的に side by side に配列していると考えられていた。しかし最近になつて電子顕微鏡での観察によつて多くの spiral growth による板状結晶が見出され、また電子線回折の結果、分子鎖は、この板に垂直であることが明らかになつた。従つて分子鎖がじぐざぐに折りたたまれながら、spiral に成長したものと考えなくてはならなくなつた。

ここでは、ナイロン、デリレン (polyoxymethylene)、polyethyleneoxide, polyethyleneについて電子顕微鏡写真、電子回折写真を用いて種々説明を行つた。

Zincblende 型結晶の Etching

(松下電子工業研究所 井上 森雄, 寺本 嶽, 高柳 重政)

Zincblende 型結晶は極性を有しており、{111}面には等価でない(111)と $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ があり、互に異つた物理化学的性質を示す。結晶を Etching するとこれら二種の{111}面のうち、化学的に反応性の大きい方の面では溶解速度が大で chemical polish され、反応性の低い方の面に etch pit ができるやすい。

CdTe 結晶を $\text{HNO}_3 - \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{AgNO}_3$ 系の溶液で、etching すると各結晶面に特有な etch pit pattern があらわれる。 Ag^+ イオンの濃度を変えることにより、同じ {111} 面に方位及び形状の異なる 2 種類の etch pit が観察された。これらの 2 種の etch pit は 60° 刃状転位の α 転位および β 転位に対応することを bending により導入した転位と対比して確認した。気相からの結晶成長の場合にはこの 2 種の etch pit

に対応する2種の成長錐が、 α および β 転位を中心 \mid に発達することが観察された。

CdSb エッチング (京大工 河 崎 達 夫)

筆者はII-V化合物半導体の一つである CdSb の物性的研究を続けているが、その一環として、この物質の単結晶の成長および結晶性の追求を行つてゐる。CdSb($m.p.=456^{\circ}\text{C}$) の ingot は、Cd および Sb(99.999%) を stoichiometric に秤量し、それらを真空、石英 ampoule 中で融解(約 500°C) して得た。均質な結晶を得るために、 200°C 、50時間の焼鈍を行い、その後、zone melting あるいは directional freezing により単結晶を成長させた。

zone melting 時に seeding を行い、意図する方向に単結晶を成長させることもできた。

この結晶を劈開してえた面(100)を化学腐蝕し(エッチ液 $\text{HNO}_3 : \text{HCl} : \text{H}_2\text{O} = 1 : 1 : 4$)、光学顕微鏡下で観察した結果、エッチ前には見られなかつた平行線状の像(線の長いものは、1mm にも達し、その方向は[010]、線間距離は約 $10\text{ }\mu$) がえられた。劈開によつてえた matched faces に現われた etch pit (エッチ液は同上、ただし液作製後1ヵ月余り経過したもの) は互いに mirror image を形成しており、それが結晶内部の転位に対応するものと考えられるが、線状の etch 像は matched faces において、mirror image を形成しない。劈開した面を etch 前に軽く(#1600 アランダム) lap した後鏡面仕上した場合、etch 像は不規則な短い線となる。以上の現象は、劈開時に結晶表面に形成された欠陥(おそらくは、slip)によるものと考えられるが、更に原因を調べる必要があろう。

氷の結晶成長 (北大理 東 晃)

氷の物性研究のためには、純度が高く欠陥の少い氷の単結晶を必要とする。ここでは、気相液相及び固相からの成長にわけて、今までに行われたいくつかの試みについて述べ、また、現在筆者が行つてゐる固相からの成長の実験について述べた。

気相からの成長は、物性研究の試料を作る方法としては、平板結晶ができ易いこと、成長速

度がおそいこと等の理由によつて、不適当である。しかし、この場合の結晶習癖即ち人工雪の生成条件として中谷により詳細に調べられた問題は、最近光伝導物質の結晶成長、微結晶の製作（本研究会：上田良二の講演）等の場合のそれと密接な関係をもつていて、その機構を探ることは興味があろう。液相からの成長について、Criggs-Coles や、若浜によるBridgeman 法の変形と、Landauer や荒川による引上げ法があり、一応の成功を収めているが、收率はあまりよくなくて、種々技術的な改良の余地がある。更に、zone melting を併用して純度を上げる必要がある。

固相からの成長を実験的に行うことを思つたのは 温暖氷河における巨大結晶の生成が割合短い時間の間におこるらしいこと、即ち融点直下に多結晶氷を放置することにより、結晶粒粗大化が早く進行することが氷河における色々の観察や、Riggsby の実験で予測されるようになつたからである。目下精度のよい annealing tank を準備中で、その中にうすい板にした氷の多結晶を入れ、結晶粒の粗大化に伴う結晶軸方向の変化を経過を追つて調べ、表面エネルギーの方向依存性を求めるなどを計画中である。

真空蒸着法によるイオン結晶薄膜の成長

（日大、第二工 小 倉 品）

イオン結晶については普通水溶液あるいは融液から結晶を成長させて種々の試料が作られており、蒸着によつて薄膜結晶を製作した例は極めて少く、Schultz (1951) が電子回折法によつてエピタクシーを調べた報告以降、数例の報告が見られるのみである。小倉 (1961) はマイカ劈開面に NaCl を蒸着する際の結晶成長を電子顕微鏡によつて調べ、結晶表面が、三角台形に成長する機構その他をマイカ劈開面における K 原子の劈開階段によつて説明し、下地表面における原子列の対称性が、平行成長に主な影響を与えることを示した。また、蒸着によつて作つた結晶の表面に太さ 1000 Å 程度の角柱状のホイスカーや厚さ 1000 Å 程度の板状のエクストージョンが見られることも報告している。この報告では、蒸着によつて作つた上記の薄板を真空中で加熱することによつて表面を熱腐蝕すると、成長とは逆に三角台状のエッヂピットが作られること、および場合によつては角柱状エッヂピット即ちエッヂトンネルが生じることを示し、また、カーボン膜上に NaCl を蒸着することによつて、(111) 方位あるいは(001) 方位などの単結晶薄板を成長させることができることを電子顕微鏡写真によ

つて示した。

カーボン膜上に作つた単結晶薄膜は、直接透過写真を撮影することができたので、今後この研究の成果は見るべきものが多いと思われる。

参考文献

- L. G. Schulz : Acta Cryst. 4 (1951) 483 5 (1952) 130,
5 (1952) 264 5 (1952) 266
- H. Ludemann : Z. Naturforsch. 9a (1954) 252
11a (1956) 936
- E. Bauer : Z. Kristallogr. 107 (1956) 265.
- W. Wilkens : Z. Naturforsch. 14a (1959) 275.
- I. Ogura : J. Sci. Hiroshima Univ. 25 (1961) 55.
- J. Sunada, I. Ogura & T. Hirokawa :
J. 2nd Coll. Nihon Univ.
3 (1962) 54. (in Japanese)
- D. S. Campbell, D. I. Stirland & H. Blakburn : Phil. Mag.
7 (1962) 1099.
- Y. Fukano : J. Phys. Soc. Japan 10 (1955) 420.

溶融金属からの結晶成長

(京大理 高木 秀夫, 京大化研 前田 繁男)

融液からの結晶成長の問題は、成長機構の研究と成長過程において発生する下部組織の研究とに大別されるが、本研究会では前者の近年の理論と実験の発展について紹介した。

結晶成長の機構としては、凝固面のどの原子位置も同じ確率で成長にあずかり、従つて凝固面がそれに垂直方向に成長する場合(normal growth)と、凝固面が原子層から形成され、成長が原子層の階段部分でのみ行われる場合(lateral growth)とが考えられる。

前者の場合に簡単な速度論を適用した理論、さらに原子位置における原子の移行確率と詳細に検討した Jackson-Chalmers の統計的な取扱い、また後者に關して特にラセン転位

の成長機構を問題とした Hillig-Tunbull の理論があり、ともに凝固面における過冷却度と成長速度との関係が求められている。

Jackson は凝固面の自由エネルギーを、その原子面の完成度の関数として求め、その結果、両機構がどのような物質において優先するかを決定した。

また凝固面が不連続な界面でなく、diffused surface からできている場合での成長機構について研究した Chan の結果についても紹介した。

過冷却度の関数としての成長速度の測定は諸種の困難を伴うためまだ二、三の試験的な実験がなされているに過ぎない。本研究会では、Rosenberg-Tiller の熔融錫の表面に現われる樹枝状成長の高速度写真による観察、Colligan-Bayers によるニッケル融液内の二点に挿入された optical fiber による凝固時間の測定とともに著者が行つた方法、即ち径 100μ 程度の硝子製毛細管中に封入した錫または鉛融液の凝固時に生ずる電気抵抗の経時変化を利用して成長速度の測定法について述べた。これらの方法はいずれも過冷却度として融液の値を用いているが、Borisov-Duklin は融液を通じて固路を形成する特殊な熱電対の使用により、凝固面の温度の直接測定が可能なことを報告しており、この方法は特に有用と思われる所以併せて紹介した。

以上的方法で得られた成長速度の実験値はいずれの場合も理論値に比して遙かに大であり、この差異を説明する研究がさらに必要である。

単結晶錫箔の下部組織

(京都大学化学研究所 小山昌重)

melt から成長させた金属単結晶には、一般に不純物に起因する皺組織 (corrugation) と、刃状転位の配列よりなると考えられる筋組織 (striation) とが、熱流の逆方向に平行に発生する。前者は高純度、高温度勾配、低成長速度の条件により、その発生を抑制することのできる下部組織である。後者の発生の原因としては、結晶中に過飽和に存在する空孔に基づく vacancy disc collapsing mechanism が提唱されているが不明の点が多い。Elbaum は、前述の mechanism により発生する転位輪と試料の厚さとの関連性に着目し、carrot 状の高純度 Al 結晶についての試料の径と転位数との関係を X 線的に検討した。

筆者は Bridgeman 法による錫単結晶箔について vacancy disc collapsing

mechanismの立場から、成長速度、試料の厚さ、純度と変えて、その下部組織との関係をX線的に調べた。

金属単結晶の引上 (物性研 鈴木 平)

Ge 単結晶の引上に用いられると同型の高周波誘導加熱式引上炉によつて、Al, Cu, Ag, Ni などの金属及び合金単結晶の引上を試みた。得られた結晶の完全性を調べるために育成した単結晶を化学的に切断及び研磨し、etching 法及びX線法によつて比較検討を行つた。その結果を下の表に示した。なお Bridgeman 法によつて育成した結晶も同様に処理して比較検討した。

	転位密度	I/I_0 (%)	半値幅(秒)	
Ge	—	63.8	19	
Cu-1※	2.1×10^6	46.5	45	
Cu-2	1.1×10^6	56.3	54	引上法
Cu-3	—	48.5	17	
Cu-4	8.2×10^5	40.6	—	
Cu	2.6×10^6	43.2	78	Bridgeman
Cu	2.6×10^6	—	—	Bridgeman & Annealing
Cu-Mn	2.2×10^5	51.5	35	引上法
Cu-Si	7×10^5	41.8	42	Bridgeman & Annealing
Ni	—	55.4	56	引上法
Ag	4.0×10^5	61.5	35	Bridgeman

※ Cu-1, 2, 3, 4 は引上げた ingot を引上方向に垂直に 4 等分し、上から順番に番号をつけたもの

I/I_0 : X線の反射線と入射線の強度比

使用 X線は Cu-K α_1 , 反射面 (111)

表面構造からみた結晶成長

(地質調査所 砂川一郎)

結晶の成長とか溶解の現象は、すべて結晶の表面を通して行われる。従つて結晶面上に残されている表面構造を詳しく観察、測定することによつて、結晶成長等のメカニズムや、成長条件などを明らかにすることができます、また転位その他の不完全性の挙動を研究することができる。表面構造の観察、測定に、位相差顕微鏡とか繰り返し干渉法などの近代的な武器を使うと、数 \AA 程度の極端に薄い成長層までも観察測定することができ、従つて結晶成長等のメカニズムと、原子論的な尺度で議論することが可能である。演者はこれらの方針を駆使して、赤鉄鉱、水晶、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱、ダイヤモンド、SiC、Ge、エメラルド、雲母、UO₂などの結晶を研究してきた。

今回はこれらの研究結果の中から、主として赤鉄鉱についての観察結果を中心として、結晶成長、エッティングのメカニズム、成長の最小単位、成長中のダイナミックな動き特にスリップ、成長条件と表面構造との関係などについて述べた。

結晶成長のプロセスは、単純なものではなく、特に、内因的外因的なストレスに原因してつくられた転位群の存在が、成長にとって重要な要因になつてゐること、典型的な渦巻成長の最終段階でつくられること、成長の最小単位は一結晶格子ではなく、格子と構成する最小の化学単位であること、成長中にすべりやfaultがしばしば起り、これが双晶とか複雑なドメインをつくる原因になつてゐること、表面構造は成長条件の相違を非常に敏感に反映していること、etchingの機構に、単純な二次元的も三次元的でもないetchingがあり、これが結晶中の飽和層と不飽和層との存在をあらわしていること、などについて観察結果を示しながら議論を進めた。

NaCl whisker の水溶液中における結晶成長

(名大工 加藤範夫)

結晶の成長及び溶解と結晶完全度との関係を明らかにするために従来完全結晶に近いと考えられているNaCl whisker を種結晶として水溶液からの結晶成長及び溶解の様子を観察した。

種結晶：whisker は Z. Gyulai⁽¹⁾ の方法、即ち適当な多孔度をもつ素焼を飽和食塩水に浸し、空気中で乾燥して作つた。乾燥の条件によつて得られた whisker は (Type I) 曲りくねり、時にはらせん状に成長し、その太さが一般に太い ($\sim 50 \mu$) もの、(Type II) 真直で比較的太く ($\geq 10 \mu$) かつ長い ($> \text{数} 100 \mu$) もの、および (Type III) 真直で比較的細く ($5 \sim 1 \mu$ 以下) かつ短い ($\sim 100 \mu$) もの（中には稀に長さ 2 mm 以上のあるものがある）に分類され、以下の実験における種結晶としては、主として Type II 及び Type III を用いた。

実験： $\pm 0.01^\circ\text{C}$ の精度で制御されている恒温槽の中に内容積約 10 cc のガラス容器を入れ、その中に結晶を成長させた。この装置で蒸発に伴う濃度増加は 0.01% / day 以下と見積られる。NaCl の過飽和溶液は、NaCl 水溶液の飽和温度 T_S より ΔT_S だけ下げて作られ、この中に as grown 及び機械的加工を加えた whisker を入れて結晶成長を観察した。一方同じ試料を恒温槽の温度を上げて不飽和溶液として試料の溶解を観察した。

実験結果：得られた実験結果を次の表に示す。

加工の種類	T_S	ΔT_S	成長期間	成長の様子	溶解の最初に起る場所
加工を加えず (as grown)	40°C	3.0°C 127	17日 4	変化なし	先端
加工を加えず (as grown) (試料として Type I を用う)	40	0.5 5.0	2 3	不規則成長 成長核散在	不定
弹性変形	41	20.5 3.0	2 12	変化なし 角状成長	不定
Tw in 状塑性変形	42	22.0	15	角状成長	折れ曲り点
先端溶解※	40	19.5	6.5	変化なし	先端

※ 先端溶解とはほとんど完全と思われる whisker をまず水溶液中で途中まで溶かし再び成長を行わせる実験を意味する。

考察：1) as grown の whisker (Type II, III) は結晶の成長が認められないこと、更に先端溶解後の結晶成長も観察されないことは、whisker の軸方向に screw 転位は入っていないことを示している。

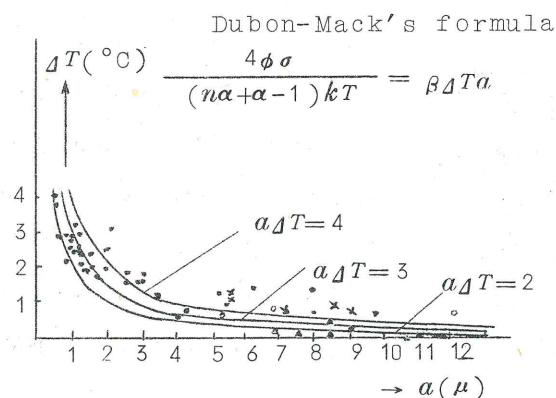
2) 十分長い whisker に弹性変形を与えた場合 (歪み: $\epsilon = 8 \times 10^{-3}$, 理想結晶の破弾歪み: $\epsilon_0 \sim 10^{-2}$) 表に示す如く弹性歪みは結晶成長及び溶解にほとんど影響を与えない。

3) 上記弹性歪みの実験を行う際に、時に tw in 状の塑性変形を起すことがある。このような結晶では必ず結晶成長が促進され、また変形点から溶解する。

4) 太さ数 μ 以下の as-grown 結晶の飽和温度は bulk のそれと較べて低く、この差 ΔT と結晶の太さ a の関係は実験的に右図のようである。この図の曲線から飽和溶液に接した NaCl 結晶の表面エネルギーは約 $160 \pm 50 \text{ erg/cm}^2$ (真空 中での Born の理論値 1502 erg/cm^2) と計算される。

(1) Z. Gyulai : Z. f.

Phys. 138 317 (1954)



電解析出による銅の結晶成長

(静岡工業試験所 丸山謙次)

一般に工業における電解は、一定の強さの直流によって行われるが、ほかに交流、または交流直流を重ねた電流によるものも古くからある。最近はこのほかに、パルス電流、断続電流、矩形波電流、単相半波整流電流によるものも報告されている。電解の応用である電気鍍金においては、主に析出する金属結晶の微細化、樹枝状結晶の発達の抑制など重要な問題である。ところで一般の電気鍍金においては、電流密度は凸型の部分に大きく、凹部の部分に小さい。その結果として、電着層の厚みは先端及び凸型の部分には厚く凹型の部分では薄くなつて、工程中の厚みの管理が困難になる。耐蝕試験では凹型の部分に錆を生じやすくなる。しかしそれを防ぐために凹型部分の鍍金の厚みを大きくすると、凸型の部分は必要以上に厚くなつて研磨や電力、諸資材、時間の浪費となる。このような欠点を補うために実際には補助陰極ならびに補助陽極を使用するが、電力、諸資材、時間の点ではやはり無駄がある。

われわれは漸減型の鋸歯状波電流を通電して均一電着性のよい鍍金膜をつくることに成功した。電流波形は急激に最大値に達し、5~30秒で徐々に減少しまた急激に上昇するものである。これらによる工程の詳細について説明を加えた。

酸化物および珪酸塩の安定度と酸素の分圧

(東京工業大学理工学部 桂 敬)

一定温度で酸素分圧を変化させ (1 atm から約 10^{-14} atm , 1300°C), 設定された条件下での化学平衡を決定する方法を概観し, この方法を用いて行われた, $\text{Fe}-\text{O}$, $\text{Fe}-\text{Cr}-\text{O}$, $\text{Fe}-\text{Si}-\text{O}$ 系についての結果を報告した。

$\text{Fe}-\text{O}$ 系では 1100°C から 1400°C までの温度範囲で iron-wustite と wustite-magnetite の平衡酸素分圧を総括した。

$\text{Fe}-\text{Cr}-\text{O}$ 系では, 1300°C での相平衡を報告し化学量漏比の FeCr_2O_4 が $1.5 \sim 2.1 \times 10^{-11} \text{ atm}$ の PO_2 下に生成され, さらにこれを $10^{-13.55} \text{ atm}$. PO_2 まで下げると金属の多い iron chromite ができると報告した。

$\text{Fe}-\text{Si}-\text{O}$ 系では, Fe_2SiO_4 (fayalite) の $1100^\circ\text{C} \sim 1170^\circ\text{C}$ での安定度を明らかにし, Fe_2SiO_4 の生成の自由エネルギーを 1156°C で $-81.7 \text{ Kcal} \pm 0.3 \text{ Kcal/mole}$ と決定した。 Fe_2SiO_4 の固溶領域は非常に小さく, 現在の方法では認めることが困難である。

研 究 会 予 告

「結晶転位」研究会

結晶転位について、現在、最も注目されている問題、特に、我が国の研究者が先頭に立つて研究を進めているような特色ある問題について討論をすることを目的とします。

今後の問題についても、自由な雰囲気で語り合えるような研究会にし度いと思います。

世話人が、一応、予定したテーマは

1. 積層欠陥 セキゾウ
2. 降伏と加工硬化
3. 超高圧顕微鏡

その他、転位芯の構造とこれに密着した現象、あるいは、転位と電子、格子振動との相互作用に関する問題。

日 時 昭和39年1月下旬 3日間

場 所 物 性 研

一般からの話題の提案（希望する講演者名を附記）及び講演申込（題目と簡単な内容附記）を募集します。締切は11月下旬。

世 話 人 鈴 木 平
 伸 前 燐

「金属合金の内部磁場」研究会

日 時 昭和38年11月28日，29日

昨年「強磁性体の内部磁場」と題する短期研究会を開催したが、その後 NMR, Mössbauer 効果による内部磁場の研究は依然として精力的に行われて居り、多くの興味ある話題を生んでいる。しかし金属合金の内部磁場の起源については未だ充分に理解されない点が多いようである。幸いにも我国では金属合金の NMR, Mössbauer 効果の測定が多くの人によつて行われているので、この問題に直接関心を持つ人達にお集り頂いて研究会を開き、徹底的な討論を行い、できれば今後の研究の方向づけを行いたい。

世 話 人 伊 藤 順 吉
伴 野 雄 三

Education and Research in Australia

John A. Milledge*

As an academic visitor to Japan and more particularly to The Institute of Solid State Physics, I have been anxious to learn as much as possible about education as well as physics in your country. In what follows I shall endeavour to describe briefly the corresponding things in my country, together with some comparisons. I feel that my knowledge of the Japanese education system is still so small, that some of my conclusions and comments may be quite wrong and at best should only be described as impressions.

In Australia, education is the responsibility of the State Governments as distinct from the Commonwealth (or Federal) Government, and therefore, the system varies a little from one state to another. Thus, my discussion refers specifically to New South Wales (N.S.W.).

Children usually begin attending school at the age of five years, and by law, not later than six. (Younger children are sometimes sent to nursery schools and pre-school kindergartens run by private organizations, but not in the majority of cases). The first three years are spent at an Infant's School consisting of kindergarten, first class, and second class with ex-

* School of Physics, The University of New South Wales, N.S.W.
Australia

Milledge 氏は本月2月から6月まで主として物性研に滞在し、物性研の他、京大、東大理学部、日大、原研、ソニー研究所などを訪問した。

本誌編集委員の求めに応じ、帰国後本稿を寄稿されたものである。

clusively women teachers. Primary school (third to sixth class) follows, with boys and girls separated, and with respectively men and women teachers, but in N.S.W. there are signs of a trend towards co-education in the primary schools. At the end of the primary school course the pupils sit for an examination to determine their aptitudes, and whether in high (secondary) school they should enter classes taking a more academic course including, for example, one or two foreign languages, or classes taking a less academic course including say manual work and technical drawing.

As from 1962 six years of education are available in the high school. Formerly this was five years and the law permitted pupils to leave school at the age of fifteen, usually having passed an external government "Intermediate Certificate" examination at the end of third year. At the end of the fifth year another government ("Leaving Certificate") examination was taken by those pupils who remained at school until they were sixteen or seventeen. A pass in this examination was accepted by the universities for matriculation or entrance purposes. In future there will be corresponding examinations at the end of fourth and sixth years respectively. The sixth year will be intended to prepare particularly, those pupils who hope to enter an university. Country high schools are co-educational but most city high schools are not.

Most children attend the government ("state" or "public") schools, but a number of private schools exist, for example those of the various teaching orders of the Catholic Church. Private schools must satisfy government standards and satisfactorily prepare pupils for the public examinations referred to above.

Tertiary education is available at universities, technical

colleges, and teachers' colleges. The technical colleges offer a wide variety of trade and vocational courses of varying length and standards. Both the technical and teachers' colleges are government institutions and the latter provide mainly a two year course of training for primary school teachers.

The universities are not government institutions, but are nevertheless quite dependent on the state government for finance. Also, although the universities are "private", the government controls the establishment of new universities and their right to award degrees.

In the case of a science degree (B. Sc.), the university course involves three years for a pass degree and four years for an honours degree. At least one year's research and a thesis following upon an honours B. Sc. degree are required for a master's degree (M. Sc.), while for a Ph.D. degree, about three years are required. A master's degree is not an essential pre-requisite for beginning a Ph.D. course and some students proceed directly to the doctor's degree. There is a Doctor of Science degree (D. Sc.) conferred occasionally on graduates who have made distinguished contributions to their subject over a period of years.

Generally speaking, the Australian universities closely resemble those in Britain, but with occasional noteworthy differences. For example, in the University of New South Wales all science and engineering students are compelled to take additional humanities courses such as philosophy, psychology, history and English expression. In this respect there is a resemblance to American universities.

At each stage (or "year") in their course, undergraduate students receive lectures in their several subjects from the appropriate departments e.g. Physics Department, Mathematics

Department, Chemistry Department etc., and normally their instruction would not be confined to one department before third year. In this regard I believe there is a difference in Japanese universities where students may receive all of their undergraduate course within one department, and thus, students who major in Physics learn their mathematics within the Physics Department and not from the Mathematics Department. Also, I understand that school pupils would sit for an entrance examination for, say, the Physics Department in particular, at a given university. This suggests that the Japanese student must commit himself as regards his subject of specialization at university, while still at school. To a person of my background this seems rather early to make such a decision. If this had been so in Australia, I would have become a chemist, since I did not recognize the superiority of physics, (a fact with which you will all agree), until the end of my second year at university!

As compared with that in my own country, a characteristic of the Japanese education system, which strikes me, is the great emphasis on entrance examinations. I am told that, once a student passes the very difficult entrance examination for a university, he is practically certain to receive his degree in due course. In N.S.W. almost any student who passes the above mentioned Leaving Certificate examination is eligible to enter the universities, but he will meet final examinations at the end of each year of his course, and he may fail in any of these, and have to repeat the year or leave. The fraction of entrants who "survive" their chosen course is rather small. This failure and wastage of students in our undergraduate courses is a matter of great concern to us. We feel that our Leaving Certificate or matriculation examinations are not

sufficiently satisfactory instruments for predicting the future success of students at the university. We do not believe that making these "entrance examinations" more difficult is necessarily the remedy, because we occasionally meet students who were barely satisfactory up to the university entrance stage, but perform quite well once they begin a professional or tertiary course. Thus my first reaction to the Japanese system, in which so much depends on performance in university entrance examinations, is a little critical.

I believe that some formal lecture courses are given even to post-graduate master's and doctor's degree students in Japanese universities. This is something lacking in British universities, and I feel our post-graduate students would benefit a great deal from further lectures in addition to carrying out their research projects.

I have gained the impression that Japanese school and university students are much more diligent than their Australian counterparts. As a university teacher, I think that it must be a pleasure to lecture to a class of such studious and respectful young people.

In Australia, research in physics is confined almost entirely to the (ten) universities and to government laboratories.

In the universities lecturers must carry out teaching duties (including first and second year classes) and are not free to spend as much time as they would like on research. As yet, we have no separate "colleges" to instruct junior undergraduate students.

Although many of the famous companies of Europe and United States have large branch factories in Australia, the latter usually depend on their "mother companies" for research

and development. There are, however, signs of this situation changing.

About thirty years ago the Commonwealth Government established what is now known as the Commonwealth Scientific Industrial Research Organization (C.S.I.R.O.), which has set up "divisions" and laboratories in all states e.g. Wool Research, Coal Research, Food Preservation, Industrial Chemistry etc., with some emphasis on research to assist primary (agricultural) industries. However, C.S.I.R.O. does carry on pure research also, and the Divisions of Physics and of Radiophysics are to be found in the National Standards Laboratory (together with Metrology and Electrotechnology) situated in Sydney. One section of the Physics Division is devoted to pure solid state research and the staff includes Dr. E.K.White of "low temperature techniques" textbook fame.

Generally speaking C.S.I.R.O. laboratories are well equipped and endowed with money by the comparatively rich Commonwealth Government, in contrast with the universities who depend on the State Governments. My impressions of The Institute of Solid State Physics in Tokyo, and of the C.S.I.R.O. Division of Physics in Sydney are such that I believe a physicist from one would feel quite at home in the other. Perhaps a similar remark could be made about the ordinary university physics departments of the two countries.

An exchange of scientists and educators between Japan and Australia, such as these last remarks imply, is something I sincerely hope to see develop in the years to come.

Technical Report of ISSPについて

Technical Report は本研究所の研究成果を発表するもので，Ser. A と Ser. B を刊行しています。Ser. A は学会誌などに発表する前のプレプリントであることを原則として不定期に刊行しており，Ser. B は最終報告的なものとし，それには実験結果資料，実験装置説明書や特殊数表などの多頁を要するものも含まれる予定で，将来は季刊に近づける傾向です。

本年の 8月末までに刊行したものは，次のリストの通りですが，別刷御希望の方は原著者または当研究所図書室宛御申込下さい。今後は最新刊のものの表を毎号掲載致します。

Ser. A:

No. 1. Toshinosuke Muto: Exciton Problem and a New Approach to its Electronic Structure.

No. 2. Tatsumi Kurosawa and Jiro Yamashita: Heitler-London Approach to Electrical Conductivity and Application to d-electron Conductions.

No. 3. Haruo Hosoya, Jiro Tanaka and Saburo Nagakura: Ultra-violet Absorption Spectra of Aqueous Solutions and Single Crystals of Thioacetamide and Thiourea.

No. 4. Hiroshi Kanzaki and Keishiro Kido: Purification of Alkali Halide Crystals through Fractional Distillation and Normal Freezing.

No. 5. Jiro Yamashita: Electron-Electron Interaction in Hot Electron Problems.

No. 6. Tosiyuki Ninomiya: Association of Vacancies with Calcium Impurities in Potassium Chloride Crystals.

No. 7. Hiroshi Yada, Jiro Tanaka and Saburo Nagakura: Charge-transfer Complexes between Iodine and Various Aliphatic Amines.

No. 8. Hidetaro Abe and Hiroko Shirai: Electron Spin Resonance of Manganese in Ammonium Chloride.

No. 9. Katsumi Kimura and Saburo Nagakura: n->n* Absorption Spectra of Saturated Organic Compounds Containing Bromine and Iodine.

- No. 10. Katsumi Kimura, Jiro Tanaka and Saburo Nagakura.
Crystal Spectrum of Iodoform.
- No. 11. Haruo Hosoya and Saburo Nagakura: Spectroscopic Studies
on Reactive Intermediates of Esterification of Aromatic
Carboxylic Acids.
- No. 12. Toshinosuke Muto, Mitsukuni Watanabe and Shoiti Kobayashi:
Temperature Effect of Knight Shift in Alkali-Metals,
Part I; Derivation of Fermi-interaction in Rigid Lat-
tice and the Corresponding Knight Shift.
- No. 13. Hidetaro Abe and Hiroko Shirai: Paramagnetic Resonance
Study in Some Copper Salts.
- No. 14. Kei Yosida and Hirosi Miwa: Magnetic Ordering in the
Ferromagnetic Rare Earth Metals.
- No. 15. Jiro Yamashita: Low-temperature Electrical Breakdown
in Germanium.
- No. 16. Yutaka Toyozawa: Self-trapping of an Electron by the
Acoustical Mode of Lattice Vibration.
- No. 17. Shoji Makishima, Katsue Hasegawa and Shigeo Shionoya:
Luminescence of Sm^{+3} in BaTiO_3 Matrix.
- No. 18. Tatsumi Kurosawa: Polarization Waves in Solids.
- No. 19. Koichi Kobayashi and Tetsuhiko Tomiki: Temperature
Dependences of the Fundamental Absorption Tail of KCl
and the Absorption due to Bromines in KCl.
- No. 20. Haruo Hosoya, Jiro Tanaka and Saburo Nagakura: Ultra-
violet Absorption Spectra of Monomer and Dimer of
Benzoic Acid.
- No. 21. Hirosi Miwa and Kei Yosida: Magnetic Ordering in the
Rare-earth Metals with more than Half-filled 4f Shells
- No. 22. Toshinosuke Muto, Shoiti Kobayashi, Mitsukuni Watanabe
and Hideo Kozima: Temperature Effect of Knight Shift
in Alkali Metals, Part II; Temperature Coefficients of
Knight Shift.

- No. 23. Shoji Makishima, Takeshi Tomotsu, Shohatsiro Hayakawa and Shigeo Shionoya: Luminescence of NO₂-Containing Systems.
- No. 24. Takeo Matsubara and Yutaka Toyozawa: Theory of Impurity Band Conduction in Semiconductors. An Approach to Random Lattice Problem.
- No. 25. Shigeo Shionoya, Takao Koda, Koh Era and Hiroko Fujiwara: Some Studies on the Luminescent Centers in Zinc Sulfide Type Phosphors.
- No. 26. Yutaka Toyozawa: Further Contribution to the Theory of the Line-shape of the Exciton Absorption Band.
- No. 27. Ichiro Miyagawa: Electron Spin Resonance of an X-irradiated Single Crystal of 1, 4-Diketopiperazine.
- No. 28. Atsuko Ito and Kazuo Ôno: Multipolarity of Coulomb Excitation of As⁷⁵ and Pt¹⁹⁵.
- No. 29. Ichiro Miyagawa and Koichi Itoh: Electron Spin Resonance of γ -irradiated Single Crystals of Alanines: Hindered Rotation of the Methyl Group in a Free Radical.
- No. 30. Hiroshi Kanzaki, Toshiyuki Ninomiya and Keiichi Kido: Photoconductivity in Zone-refined KCl.
- No. 31. Hiroshi Kanzaki, Keiichi Kido and Toshiyuki Ninomiya: Ionic Conduction in Zone-refined KCl.
- No. 32. Hiromichi Kamitsubo: Coulomb Excitation of As .
- No. 33. Eiichi Hanamura, Tetsuro Inui and Yutaka Toyozawa: Cyclotron Resonance of Hot Electrons in Pure Germanium.
- No. 34. Masao Kuriyama and Sukeaki Hosoya: X-ray Measurement of Scattering Factors of Manganese and Oxygen Atoms in Manganous Oxide.
- No. 35. Saburo Nagakura: Charge Transfer Mechanism of Heterolytic Aromatic Substitution.
- No. 36. Haruo Hosoya, Jiro Tanaka and Saburo Nagakura: Ultraviolet Absorption Spectra of Tropone, Troponium Ion, Tropolone and 2, 4, 6-Octatrienal.

- No. 37. Yutaka Toyozawa: Theory of Localized Spins and Negative Magnetoresistance in the Metallic Impurity Conduction.
- No. 38. Kazuo Ôno and Atsuko Ito: A Mössbauer Study of the Internal Field at Fe⁵⁷ in α -Fe₂O₃.
- No. 39. Masaharu Inoue: Landau Levels and Cyclotron Resonance in Graphite.
- No. 40. Hajimu Kawamura: Electron Effect in Cyclotron Resonance of Germanium.
- No. 41. Kei Yosida and Atsuko Watabe: Fermi Surfaces and Spin Structures in Rare-earth Metals.
- No. 42. Tôru Moriya: Nuclear Magnetic Relaxation near the Curie Temperature.
- No. 43. Hiroshi Yada, Jiro Tanaka and Saburo Nagakura: Infrared Absorption Spectrum of Charge-transfer Complex between Trimethylamine and Iodine.
- No. 44. Yoshikazu Ishikawa and Soshin Chikazumi: Design of High Power Electromagnet.
- No. 45. Jun Kondo: g-Shift and Anomalous Hall Effect in Gadolinium Metals.
- No. 46. Kazuo Ôno, Atsuko Ito and Eiji Hirahara: Mössbauer Study of Hyperfine Field, Quadrupole Interaction, and Isomer Shift of Fe⁵⁷ in FeS_{1.00}, FeS_{1.05} and FeS_{1.07}.
- No. 47. Toshihiko Tsuneto: On Dirty Superconductors.
- No. 48. Yoshikazu Ishikawa and Yasuhiko Syono: Order-disorder Transformation and Reverse Thermo-remanent Magnetism in the FeTiO₃-Fe₂O₃ System.
- No. 49. Yoshikazu Ishikawa: Magnetic Properties of Ilmenite-Hematite System at Low Temperature.
- No. 50. Jun Kondo: Spin-lattice Interaction of a Mn⁺⁺ Ion in MgO.

- No. 51. Kazuo Ôno, Yoshikazu Ishikawa and Atsuko Ito: Internal Magnetic Field in Ordered Fe_3Al .
- No. 52. Jun Kondo: Superconductivity in Transition Metals.
- No. 53. Yoshikazu Ishikawa: Superparamagnetism in the ZnFe_2O_4 - NiFe_2O_4 System.
- No. 54. Akira Hasegawa and Jiro Yamashita: Electron-electron Interaction in Warm Electrons.
- No. 55. Ryuzo Abe: Spin Paramagnetism of an Electron Gas in a Lattice of Positive Charges.
- No. 56. Fumie Hashimoto, Jiro Tanaka and Sabro Nagakura: Dissociation Constants of Some Pseudo-acids and Ultraviolet Absorption Spectra of Their Anions.
- No. 57. Richard M. Bozorth and Tokuo Wakiyama: Magnetostriiction and Anomalous Thermal Expansion of Single Crystals of Gadolinium.
- No. 58. Hiroshi Kanzaki, Keishiro Kido and Sumie Ohzora: Equilibrium of Vacancies with Dislocations in Alkali Halides.
- No. 59. Toshiyuki Ninomiya and Hiroshi Kanzaki: Photoconductivity in Thallous Chloride at Low Temperature.
- No. 60. Yoshio Hiki, Taira Suzuki and Katsuya Yajima: On the Scattering of Electrons by Stacking Faults in Copper and Copper Alloys.
- No. 61. Toru Imura, Taira Suzuki, Akira Ikushima and Kenzaburo Marukawa: Effects of Solute Atoms on the Stacking-fault Energies in Copper Alloys.
- No. 62. Taira Suzuki and Hideo Kojima: Brittle Fracture and Plastic Yielding of Nonmetallic Single Crystals.
- No. 63. Akira Ikushima and Taira Suzuki: Problems Relating to the Bordoni Peak.
- No. 64. Hidetaro Abe and Kei-ichi Koga: Resonance Study of Paramagnetic Ions Coexisting within Ordered Spin System in Copper Sulfate.

- No. 65. Mitsuo Watabe: The Influence of Coulomb Correlation on Various Metallic Properties.
- No. 66. Covalency Effects in KNiF₃.
I : NMR Studies, by Robert G. Shulman and Satoru Sugano.
II: Optical Studies, by K. Knox, Robert G. Shulman and Satoru Sugano.
III: Theoretical Studies, by Satoru Sugano and Robert G. Shulman.
- No. 67. Tôru Moriya: The Effect of Electron-Interaction on the Nuclear Spin Relaxation in Metals.
- No. 68. Sadao Nakajima and Mitsuo Watabe: On the Electron-Phonon Interaction in Normal Metals, I.
- No. 69. Hirosi Miwa: Energy Gaps and Electrical Resistivity Associated with Screw-type Spin Arrangements.
- No. 70. Minoru Tanaka: Non-local Correlation Effect on Periodic Field, Antiscreening.
- No. 71. Satoru Sugano and Yukito Tanabe: Optical Spectra in Magnetically Ordered Materials.
- No. 72. Saburo Nagakura, Koji Kaya and Hiroshi Tsubomura: Vacuum Ultraviolet Absorption Spectra and Electronic Structures of Formic Acid, Acetic Acid and Ethyl Acetate.
- No. 73. Ryuzo Abe: Nonlinear Theory of Esaki Effect in Bismuth.
- No. 74. Saburo Nagakura, Maomi Kojima and Y. Maruyama: Electronic Absorption Spectra and Electronic Structures of Nitrobenzene and Nitromesilylene.
- No. 75. Jiro Yamashita, Mituru Fukuchi and Shinya Wakoh: Energy Band Structure of Nickel.
- No. 76. Jiro Yamashita: Electronic Structure of TiO and NiO.
- No. 77. Jiro Tanaka: Electronic Spectra of Aromatic Molecular Crystals, I: Substituted Benzene Molecules.
- No. 78. Jiro Tanaka: Electronic Spectra of Aromatic Molecular Crystals, II: The Crystal Structure and Spectra of Perylene.

- No. 79. Yutaka Toyozawa: Interband Effect of Lattice Vibrations in the Exciton Spectra.
- No. 80. Kiyoshi Aoyagi, Akira Misu, and Satoru Sugano: Optical Absorption Lines of Ruby in a Strong Magnetic Field.
- No. 81. Akira Ishitani, Keiji Kuwata, Hiroshi Tsubomura and Saburo Nagakura: Electronic Spectra and Electronic Structures of the Nitrobenzene and Nitrotoluene Anions.
- No. 82. Yoshiya Harada: Electronic Structure of p-Benzosemiquinone Ion.
- No. 83. Yoshiya Harada and Hiroo Inokuchi: Electronic Spectra of p-Benzosemiquinone Ions.
- No. 84. Atsuko Ito, Kazuo Ono and Yoshikazu Ishikawa: A Study of the Low Temperature Transition in Magnetite.

Ser. B:

- No. 1. Kiyoshi Kume: Sensitivity of Twin-T Bridge System as a Nuclear Magnetic Resonance Detector.
Kiyoshi Kume: Method of Measurement in Samples Showing Longer T_1 .
- No. 2. Hideo Kozima: Electronic Wave Functions in Metallic Sodium.
- No. 3. Katsunari Kikuchi, Hiroshi Nagano, Eiichi Kishi and Keiichi Oshima: Measurements of Paramagnetic Susceptibility by Hartshorn Bridge at Low Temperature.
- No. 4. Yoshiya Harada and Hiroo Inokuchi: Formulas for Energy Integrals, Transition Moment Integrals and the Electron Spin Densities of Mononegative Ion of π -Electronic System.

物性研ニュース

○人事について

復職

38. 8.27 助手 二宮 敏行 (格子欠陥部門)

休職

38. 8.27 助手 菊池 一成 (極低温部門)

○電話番号変更のお知らせ

11月16日(土)午後10時より物性研究所の電話番号が次の通り変更になりますのでお知らせいたします。

(402)-~~6324~~⁶²³¹ (代表)

時間外直通電話

所長	(402) 6251
事務長	" 6252
会計	" 6253
管理棟宿直室	" 6254
庶務	" 6255
液化室	" 6256
門衛所	" 6257
施設(変電室)	" 6258
研究所宿直室 棟	" 6259

編 集 後 記

- 本号から、Technical Reports of ISSP の新刊目録を掲載いたします。別刷御希望の方は原著者または図書室へお申込下さい。
- Letters の投稿を募ります。400字詰原稿用紙2枚以内、2、3行の簡単な御意見でも結構です。横書、所属機関を明記して下さい。
- 原稿送り先 御連絡は次の通りです。
東京都港区麻布新龍土町十番地
東京大学物性研究所図書委員長 斎藤喜彦
- 投稿原稿の〆切 奇数月10日
- 発行予定 偶数月20日

