

物性若手「夏の学校」サブゼミの報告

物性若手グループ事務局

今夏の「夏の学校」サブゼミの報告を、「物性研究」編集部の御好意により、本紙上を借りて致します。報告者はそれぞれのサブゼミの世話人です。事前に報告書提出の依頼をすることを怠ったために、簡略に過ぎたものとなった誤ちの責任は、総べて事務局にあります。

磁性サブゼミ M

- 1 「金属-非金属転移の実験的研究」をテーマとした。
- 2 講師は、京都大学理学部化学教室小菅皓二氏で、「バナジウム酸化物及び硫化物の電氣的磁氣的性質」の講義がなされた。その内容は、多体効果としての電子相関が重要な役割をもつ現象として注目を浴びている、金属-非金属転移の実験的研究をされている小菅氏の現在までの成果の発表であった。主としてマグネリ相 V_nO_{2n-1} ($n=3\sim 9$) 及び V_2O_3 , VO_2 の電氣的、磁氣的振舞いを、磁化率、NMR, Mössbauer, 電氣伝導度、等の方法を駆使して明らかにしていく過程の詳細な報告を受けた。Carrier-Gas を用いた封管化学輸送法による単結晶の作り方から、NMRの解析までのていねいな説明はバラエティに満ちた、マグネリ相の振舞の大要を理解するのに必要かつ充分なものであった。

回折サブゼミ L

- 1 主題：中性子の非弾性散乱とその応用
- 2 講義：大半は、中性子の非弾性散乱の基礎理論で、のこりはその実験結果について。

低温サブゼミ J

物性若手グループ事務局

- 1 主題：超低温の生成と温度測定。講師は、東北大学、佐藤武生氏
- 2 講義内容
 - 1) 断熱消磁
 - 2) ^3He - circulating D. R.
 - 3) ^4He - circulating D. R.
 - 4) Pomeranchuk Cooling
 - 5) その他のCooling法
 - 6) 熱力学的温度および温度計

光物性サブゼミ O

- 1 主題：「電子-格子相互作用」

動的ヤーン・テラー効果

2 講師は福田敦夫氏で、「 $T\ell^{+}$ 型中心の緩和励起状態における動的ヤーン・テラー効果」の講義であり、残されている問題点等が指摘された。ヤーン・テラー効果について、初歩的段階から平易に講義が行なわれたので、十分に理解がいきとどいたと思われる。しかし考えれば、サマースクールとして、サブゼミ「光物性」をかかっているのに、この一時期に、スポット的に「動的ヤーン・テラー効果」のみのゼミを行なったことは反省の余地があるように思われる。

高分子サブゼミ

- 1 主題：生体高分子（アロステリック効果）
- 2 講師は大久保紀雄氏で、J. Mond, J. Changeux, and F. Jacob, J. Mol. Biol, 6 306(1963) 等の読み合せ。

誘電体サブゼミ K

- 1 講師 阪大 山田安定氏

Ferroelasticity のミクロな起源

固体の ferroelastic な相転移をミクロな立場から "スピン変数" を導入して議論する方法についての解説がなされた。(C₆H₅NH₃)Br は 300K で斜方晶系から単斜晶系に相転

移す際、自発歪が表われ、歪テンソルの e_{zx} が Order - Parameter と考えられている。この相転移は、 NH_3 基が Tc 以下で Ordering することに対応しているが、これを Jahn - Teller 相転移との、アナロジーを考えながら議論された。 NH_3 の配向の異なる 2 つの状態に対する " スピン変数 " σ_z (パウリスピンと同じもの) を導入すると、静電エネルギーは $\left(\frac{\partial U}{\partial \mathbf{r}}\right)_{\mathbf{r}=0} \Delta\rho \cdot \mathbf{u} \cdot \sigma_z$ とかけ、ミクロなハミルトニアンを次のように導ける。

$$H = H_{\text{phonon}} + \sum_i g e_{zx} \cdot \sigma_{Ai} + \frac{1}{2} c_{55} e_{zx}^2$$

これから出発して、この結晶のいろいろな性質 (具体的には、 $\langle e_{zx} \rangle$, $\langle \sigma \rangle$, の温度依存性、 c'_{55} のソフト化など) が導けることを示された。尚、この場合 e_{zx} と σ が Linear に couple していることが本質的であることが強調された。

講師からの設問として、ランダウ流に「固体の相転移とは対称性の変化である」とすると、金属 Ce の fcc \rightarrow fcc 転移の Order - Parameter とは何であろうかという問がなされ、答はうんとミクロな量 $\langle n \rangle$ (4f 軌道にある電子の数) を Order - Parameter と考えればよい。電子分布の対称性は変化が起きているから。

2 講師 名大 沢田昭勝氏

結晶相転移への群論の応用

GMO についての Dvorak 理論が出てから、相転移への群論の応用が注目されているが、それは群論が実験結果の統一的記述や、結晶の性質を対称性のみから予測できるという面で有力だからである。という前置きが続いて、まず点群の既約表現について D_2 を例にとって説明があった。

次に Symmorphic な空間群 (例は D_2^1) の $\mathbf{k} = 0$ と $\mathbf{k} = \left(\frac{\pi}{a}, 0, 0\right)$ での既約表現, nonsymmorphic な空間群 (例は D_2^3) の $\mathbf{k} = 0$ と $\mathbf{k} = \left(\frac{\pi}{a}, 0, 0\right)$ の既約表現についての説明で拡大群の方法の解説があった。ランダウ理論を使ってどのような相転移が可能かを D_2^1 と D_2^3 の場合についてみ、水晶の α - β 転移の場合の例も引用された。RS 型、硫安型の強誘電体について、最近注目されている事に解れられた。

物性若手グループ事務局

サブゼミ Q の主題は、ここ二年程、動的臨界現象と非平衡統計力学であって、本年もその線に従うことにした。

世話役は京都大学理学部富田研究室であったことから、京大の若手三名と、福井大学工学部の原田助手に、自己の仕事の紹介を含めたそれぞれの分野のレビューをしていただいた。以下はその概略である。

(1) 7月28日 戸谷隆雄

。非平衡状態で問題になっている事の一つに、Dissipative Structure という概念がある。この考え方で非平衡状態で現われる、種々の現象が統一的に理解できる。

1 Bénard 問題

狭い平板間の流体を重力場中で加熱、対流を起させる時に、規則的な pattern が現われる現象で、平衡系での相転移とよく似た性質を持っている。

2 化学反応

物質 エネルギー流を保持し、非平衡定常状態を維持すると、ある条件下では、空間的な pattern (秩序)、と時間的な秩序 (振動) が現われる。例えば、ザボチンスキー反応。

3 レーザーの非減衰振動

2 の、時間的な秩序の出現が、例えばレーザーの発振に際しても見られる。

以下は、この、3、の詳しい話しがされた。同時に、この問題を取扱う数学的手段として Ω 展開の理論が解説された。

(2) 7月29日 福井大 原田義文

液体の動的臨界現象、例えば液体、気体相転移、二成分臨界溶液、の光散乱によるアプローチの紹介を、主として実験的側面から行なった。他方、水の構造の研究の一環として始められた、超音波吸収の問題の紹介と、現在原田氏が研究している、臨界溶液ではない水-アルコール系で観測される超音波吸収の異常性についての紹介がなされた。さらに詳しい報告が本誌に掲載される予定である。

(3) 7月30日 太田隆夫

モード結合の理論についての簡単な紹介。

- 1 Conventional theory とその実験から得られる結果との不一致について。
- 2 動的スケーリング則。動的臨界指数の、導入。及びこのスケーリング則の仮定から得られる結果について。
- 3 モード・モード結合理論。その内容を、簡略化した非線型連立方程式で説明した。

$$\dot{x} = -\gamma_x x + v_x xy$$

$$\dot{y} = -\gamma_y y + v_y xx$$

また、この理論で現在まで使われた、種々の仮定を強調し、その改良への展望を示唆した。この点については近々論文発表の予定。

- 4 動的なくり繰み群の簡単な紹介。

(4) 7月31日 水島二郎

乱流理論の一典形であるモーメント法、その最新の改良理論を中心として、乱流理論の紹介を行なった。

- 1 乱流と層流

Reynolds の実験に始まる乱流の研究の歴史と、乱流の特長、i) 主流の変化、ii) 抵抗の増加、iii) 流量の変化、の種々の例でデータも使いながら説明した。

- 2 臨界 Reynolds 数の決定。

流体的安定性理論ともいうべきもので、流体が層流から乱流へ移行する点の解析である。重力方向と、直角方向に厚みを持つ平板間の熱対流の安定性問題が例にとられた。

- 3 Burgers 乱流

乱流的な振舞いを示す解を持つ Burgers 方程式の紹介

$$\frac{\partial}{\partial t} u + u \frac{\partial}{\partial x} u = \nu \frac{\partial^2}{\partial x^2} u$$

この厳密解と $R \gg 1$, $t \gg 1$ の漸近解は

$$u(x, t) = -\frac{2}{R} \frac{\partial}{\partial x} \log \left\{ \int_{-\infty}^{\infty} \exp \left[-\frac{R}{2} \left(\frac{(x-x')^2}{2t} - \int_0^{x'} u(x'', 0) dx'' \right) \right] dx' \right\}$$

$$u(x, t) = \frac{1}{t} \left[x - \frac{1}{2} (\eta_i - \eta_{i+1}) \right]$$

$$-\frac{1}{2t}(\eta_{i+1}-\eta_i) \tanh \left[\frac{R}{4t}(\eta_{i+1}-\eta_i)(x-\xi_i) \right]$$

であり、この方程式で支配される乱流の減衰法則には初期条件で決まる特徴的な二つの型 $\bar{\varepsilon}(t) \propto t^{-\frac{2}{3}}$, $\varepsilon(t) \propto t^{-1}$ がある。

4 乱流理論の構成

分布関数の方法。空間 Ω 中の乱流場を記述する分布関数の存在を仮定し、そのモーメントを求めることを目的とした理論。特に、その二次モーメントは直接エネルギースペクトラムに関係する。この二次モーメントを種々の近似を使って求める努力が成されてきた。その例としては、0-4次モーメント法、多時間キュムラント展開法が挙げられた。

5 Kolmogorov 理論

有名な Kolmogorov 理論の解説と、特にこの理論が立脚している大きな仮定の説明。最後に、多時間キュムラント展開によれば、Kolmogorov のスペクトラムが得られるという講師自身の研究の報告があった。この話しは物理学会誌十一月号に投稿される予定である。

以上が本サブゼミでの講義の概略である。それぞれに対し、二、三の質問があったが、議論に発展するものではなかったので省略する。

各サブゼミの報告者

M. 京大 理 化	清水正文
L. 名大 工 応	成田万紀
J. 東教大 理	大島俊夫
	富中利治
O. 東教大 光	金野茂男
K. 名大 工 応	柴田典義
Q. 京大 理 物	木立英行