



## 研究室紹介

UDC 061.62 : 539.31.4

鈴木(敬)研究室

第1部鈴木研究室は、昭和44年の発足以来、固体材料の強度に関して物性論的立場からの研究を行っている。現在の研究室構成員は、助教授・鈴木敬愛、技官・中村和夫と研究生・金鉉奎の3人で、小人数ながら仲良く頑張っている。また、大井研究室より種々の御助力をいただきつつ研究を行っている。

研究室における現在の主要な研究テーマは、結晶の塑性変形様構と、その主たる担い手である結晶転位の諸性質に関する研究である。結晶中には線状に伸びた原子配列の狂い目、すなわち転位が存在し、それらが迂り運動することによって巨視的な塑性変形を生ずる。例えば、普通の金属材料中には、1 CC当り10万km以上の転位線が絡み合いながら畳み込まれていて、普通の変形実験ではそれらの一部ないし大部分が1秒間に数 $\mu$ から音速の間の速さで運動すると考えられている。結晶中には転位の他にも、点欠陥、不純物、結晶粒界、転位網等、種々の欠陥が存在し、これが複雑に絡み合いながら実際の強度が決っている。そこで、できるだけ単純化したところから出発して理解を深めてゆこうとの立場から、以下のような実験や計算を行っている。

### 1. イオン結晶の低温塑性と転位速度

不純物が少なく、転位密度も低い、すなわち完全度の高い結晶を絶対0度で塑性変形させるにはどれだけの力が必要であろうか。それは結晶の周期構造に基いて決る固有の大きさの力でパイエルス力と呼ばれ、結晶の塑性変形抵抗として最も原始的なものと考えられる。このような変形機構を調べるためには、イオン結晶が適している。NaCl型イオン結晶で実際にこの機構が働くかどうかを確かめて、パイエルス力を測定するために、低温での変形実験と転位速度の測定が系統的に繰返されている。純度のよい単結晶を、液体ヘリウム温度(4.2K)付近の極低温で塑性変形して、降状応力の温度依存性や歪速度依存性を測定して、パイエルス機構が働いているかどうかを判定し、もしそうなら絶対0度まで外挿してパイエルス応力が決められる。転位速度の測定は、パルス状の応力を加えている間に1本1本の転位が運動する速さを窩触孔で追跡する。転位速度の応力、温度依存を測って巨視的な変形との対応を調べる。このような実験をLiF, NaCl, KCl等で行い、パイエル

ス力が結晶の種類によってどう変化するかを調べている。

また、イオン結晶の降状強度はMg, Ca等の2価の不純物の存在に敏感なことが知られているが、その硬化機構として従来考えられているモデルには疑問の点が多い。そこで、この問題に関する実験と計算も行っている。

### 2. 転位の原子配列とパイエルス力の計算

転位のまわりの原子の配列、その安定構造、エネルギー等は結晶の構造と原子間相互作用によって決るはずのものであるから、電子計算機の中でそれらをシミュレートすることができる。とくに、上記1の実験とも関連して、絶対0度で転位を動かすのに必要な力(パイエルス力)を求める計算を行っている。この種の計算では、転位のまわりの歪が遠距離にまで及んでいるために多数(1,000個以上)の原子の位置や相互作用を計算に入れねばならないこと、また、安定配列を求めるために多くの反復計算を繰返さねばならない上に、非線型性もあって、精度のよい計算はなかなか難しい。さいわい本所の電子計算機は記憶容量も大きく計算速度も速いので満足すべき結果が得られつつある。

### 3. 転位を含む結晶の熱的性質

結晶が転位を含むと、熱振動の波(フォノン)がそれらによって散乱されるために熱伝導度が減少する。これはとくに低温で顕著な効果を現わす。そこで、単結晶を塑性変形して転位を導入し、熱伝導度の変化、温度依存性を測定することによって結晶転位の様々な性質を調べることができる。主として、半導体やイオン結晶等の絶縁体の結晶について、 $0.3\sim 300$  Kの温度範囲で実験を行い、フォノンの散乱機構の結晶による違いや、転位配列の影響、点欠陥による転位の振動状態の変化等を調べている。

また、転位を含む結晶中ではフォノンのスペクトル分布が完全結晶のそれと比べて変化すると考えられる、その変化は比熱の変化として測定される可能性がある、この方面の実験が目下準備中である。

以上は、当研究室においてほぼ定常的に行われている研究で、材料強度に関する基礎的研究としての性格が強いが、より実用的な方向、例えば破壊と転位の関係、高速変形時の塑性変形の進行、アコースティック・エミッション等へも研究の方向を向けて行きたいと希望している。

研究室発足以来既に6年余、当初は実験室の床の張り替え工事から始めて、少しずつ測定装置も増え、ようやく1人前の研究室として歩けるようになって来ました。その間、物心両面に亘って御支援下さいました第1部の諸先生、とりわけ大井光四郎教授に感謝いたします。また、選定研究費に負うところ極めて大でありました。(鈴木敬愛記)