

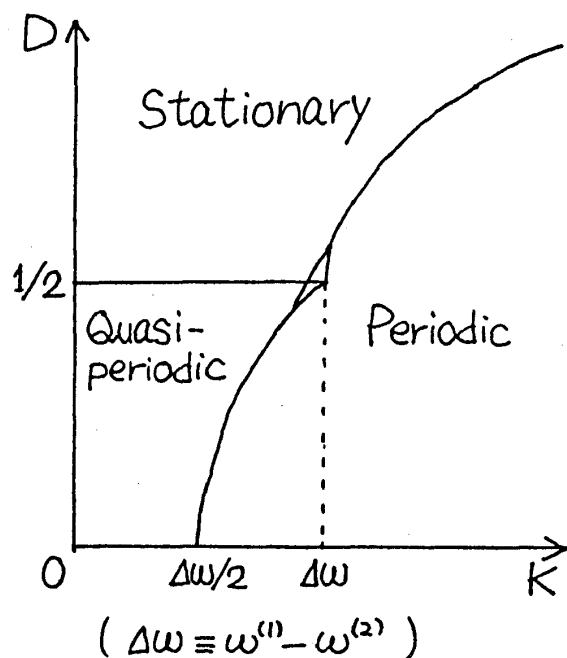


図 1

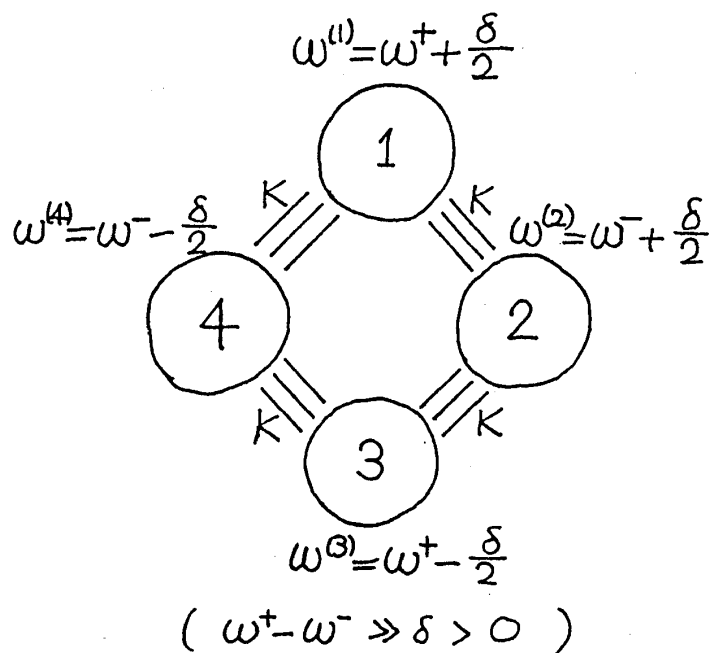


図 2

7. 高導電性ポリアセチレンの金属性伝導

金子 浩

ポリアセチレンは最も単純で基本的な構造を持つ一次元共役高分子であり、ドーピングによって電気伝導度を広範に変化させることができる。ドーピングレベルが低い場合にはポリアセチレンの分子鎖が結合交代をしてエネルギー的に縮退していることに起因する、ソリトンと呼ばれる励起が存在することが知られており、その存在及び性質はよく調べられていて、ドーピング濃度の低いときの多くの実験結果を説明するのに成功している。ドーピング量を多くすると金属的電気伝導を示すようになるが、ソリトンは互いに近接して格子を組むなどして強く相互作用するため新たな検討を必要としている。

従来、ポリアセチレンについては白川により開発された、フィブリルと呼ばれる、分子鎖が束になったひも状の結晶が絡み合う構造をし、密度も理論値の $1/3$ 程度となるフィルムを使って研究が進められていたため、電気伝導度を高めることが困難で、また電氣的性質についても、ポリアセチレン固有の一次元共役高分子鎖よりは

フィブリル間の特性が強調され、金属的電気伝導に関してポリアセチレン固有の性質を調べるのは困難であった。

しかし、最近になって、ポリアセチレンの合成の方法が改良され、塚本、高橋等により、 $\nu-(CH)_x$ と呼ばれる高い電気伝導度が得られ、また密度も理論値にほぼ等しくなる新しいポリアセチレンが合成された。 $\nu-(CH)_x$ はドーピングすることにより室温での電気伝導度が従来のポリアセチレンより約1桁以上大きい $10^5 (S/cm)$ に達する。

本研究では、 $\nu-(CH)_x$ にほぼ飽和するまでヨウ素をドーピングして、金属的電気伝導を実現したものについて、電気伝導度、磁化率、熱起電力を測定し、 $\nu-(CH)_x$ の金属状態について調べた。電気伝導度を測定したところ、温度低下によって徐々にしか減少せず、1 K以下60 mKまでほぼ一定で金属的な伝導をしていることが明らかになった。その1 Kまでの温度依存性は金属的な領域間に介在する障壁部をトンネルにより結合していると考えるShengモデルにより説明できる。SQUID法により得られた静磁化率については温度に依存するCurie磁化率と温度に依存しないPauli磁化率から成ることが見いだされ、ドーピング濃度4%から飽和するまでの測定範囲においては、Pauli磁化率がドーピング濃度と共に次第に大きくなる傾向があり、その大きさも従来報告された値に較べて大きい。熱起電力も温度に比例して増大しており、金属に特徴的な温度依存性を示している。以上の結果は高い濃度のドーピングによって金属的な電子状態が実現していることを示している。

また、ある試料を室温に保つことにより次第に非金属的になることを見いだしたので、この手法によって段階的に試料を非金属状態に近づけて、熱起電力及び電気伝導度の温度依存性を測定し、ポリアセチレンにおける金属・非金属転移について調べた。電気伝導度はバリアブルレンジホッピング型の依存性を示し、ポテンシャルの乱れにより局在化が生じている事を示している。