

双晶境界面の運動のエイジング：待機温度効果

北海道大学大学院理学研究科、北海道情報大学^a

松田健太、三本木孝^a、根本幸児、川端和重

有機結晶(TMTSF)₂X に生じた双晶境界面は、せん断応力下において、a 軸方向に沿って一次元的に運動する。これまでの研究から境界面の運動速度は、印加応力や温度以外に、運動開始前の待機時間に依存することが明らかになっている(図 1)。この境界面の運動に対する待機時間効果について、我々は、次のようなモデルを提案してきた。

境界面が運動終点から運動開始点に押戻される際、結晶格子内に"乱れ"が生じる。生じた"乱れ"は(待機)時間とともに、消滅し、その密度は減少する。生じた"乱れ"が多く残っているほど、その領域の運動速度は上昇する。

ここで、上記のモデルに対して温度効果を考えた場合、以下の2つの温度効果が予想される。

- ・ 境界面が結晶中を移動する過程に対する温度効果 (運動温度: T_m)
- ・ モデルより、結晶格子内に生じた"乱れ"が、待機時間中に緩和していく過程に対する温度効果 (待機温度: T_w)

本報告では、これらの温度効果を調べるため、以下3つの実験を行った。

- 1) 実験毎の温度を変える(運動温度と待機温度の各温度効果を区別しない)
- 2) 運動温度: T_m を固定した状態で、待機温度: T_w だけを変える(待機時間中の温度のみを変える事で"乱れ"の緩和に対する温度効果を境界面の速度を通して観測)
- 3) 待機温度: T_w を固定した状態で、運動温度: T_m だけを変える(待機時間後に残っている"乱れ"の数を一定にした状態での境界面の運動速度に対する温度効果)

1) 実験毎の温度を変える(温度依存性)

結果を図2に示す。この結果から、待機温度と運動温度を区別しない($T_w = T_m$)場合、境界面の運動速度は、温度とともに熱活性型で上昇するという傾向がみられた。

2) 運動温度を固定した状態で、待機温度だけを変える(待機温度依存性)

この実験では、実験1)の結果とは大きく異なり、 T_w の上昇とともに運動速度が低下した(図3)。待機温度が比較的高い領域では運動速度は熱活性型で低下し、待機温度が低い領域では速度は一定値に飽和してゆく。この結果は、生じた"乱れ"の緩和が熱によって起こることを意味している。すなわち、待機温度が低い状態では、"乱れ"の緩和速度が遅いため、待機時間後にはより多くの"乱れ"が残り、運動速度は上昇する。逆に待機温度が高い場合には、"乱れ"の緩和が促進されるために、少ない数の"乱れ"しか残らず、速度は低下する。このように考えれば、待機温度を低くしていくと運動速度が一定値に飽和してゆくのは、"乱れ"の緩和速度がゼロに近づいていく為、と解釈できる。

3) 待機温度を固定した状態で、運動温度だけを変える(運動温度依存性)

この実験結果は図4のようになり、運動速度は T_m とともに熱活性化型で上昇した。ただし、その活性化エネルギーは、実験1)に比べて大きい(図5)。これは、本実験では運動速度に対する"乱れ"の影響が制限されている為と考えられる。言い換えれば、モデル中の"乱れ"のような活性化エネルギーを下げる何かが存在していることを示しているともいえる。さらに固定している待機温度の値を変えて同様の実験を行うと、待機温度(≡"乱れ"の数量)によらず、活性化エネルギーが変化しない。よってこれは、境界面が"乱れ"無関係な完全な結晶中を運動する際の活性化エネルギーと考えられる。

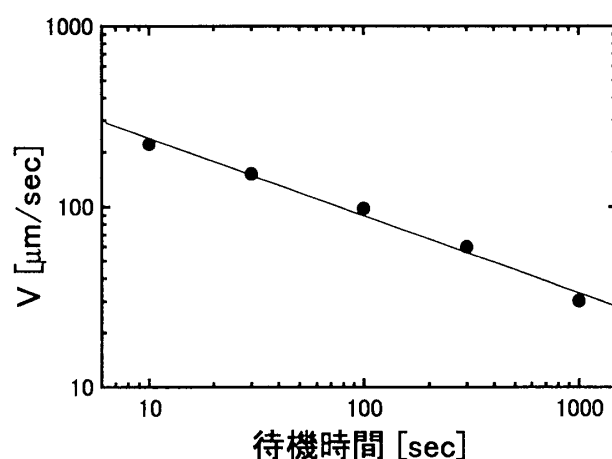


図1 境界面の運動速度の待機時間効果；境界面の運動速度は待機時間のべき乗で低下していく。

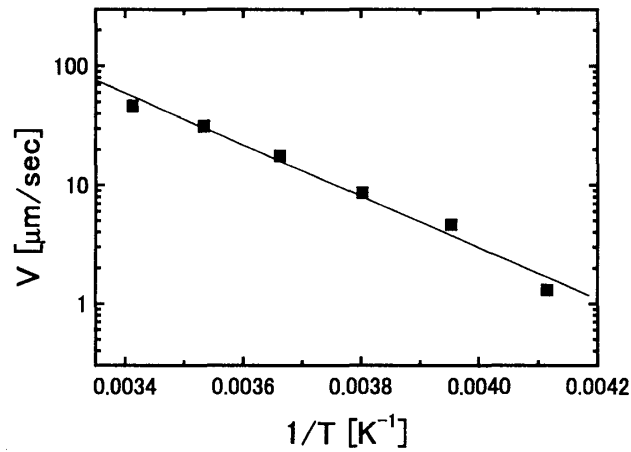


図2 境界面の運動速度の温度依存性；運動速度は温度とともに熱活性型で上昇。

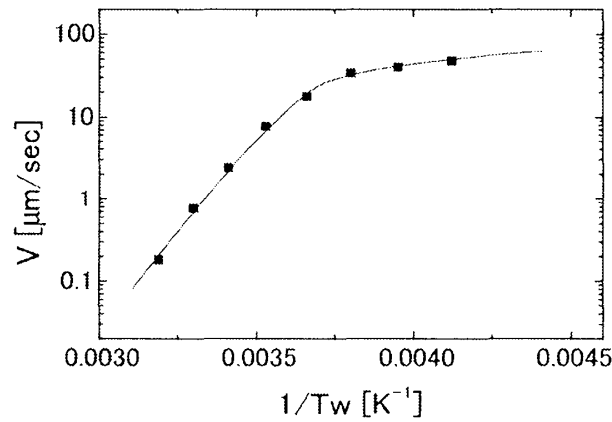


図3 運動速度の待機温度依存性；待機温度が高い領域では熱活性型で運動速度が低下している。一方待機温度が低い領域では運動速度は一定値に近づく。

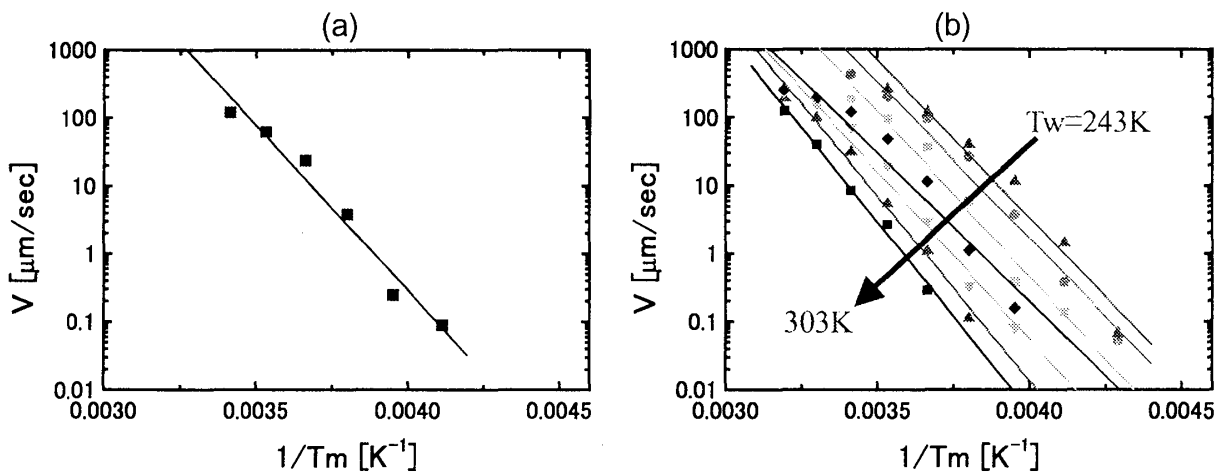


図4 運動速度の運動温度依存性(a)；運動速度は運動温度の熱活性型。その活性化エネルギーは待機温度(≡"乱れ"の数量)によらない(b)。

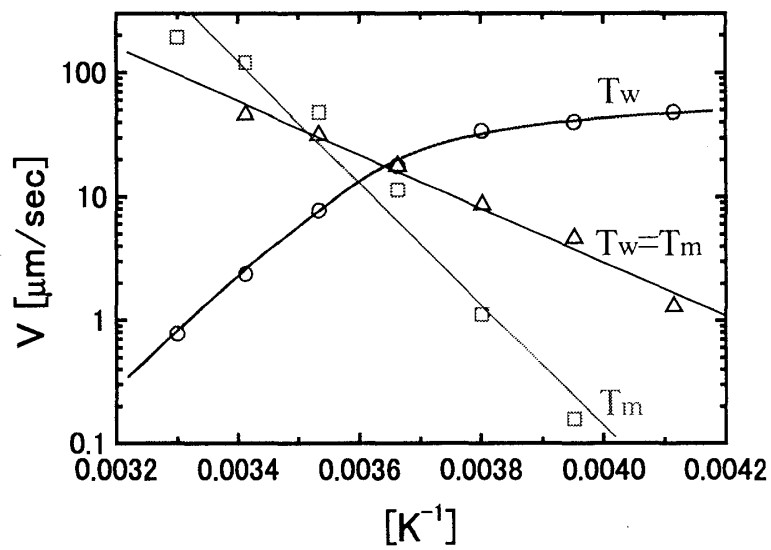


図5 実験1)~3)の結果を重ね合わせたグラフ；○待機温度効果，□運動温度効果，△待機温度と運動温度が等しいときの温度依存性

References

- [1] Mukoujima M. *et al.*, *Solid State Commun.*, **98**(1996) 283.
- [2] Mukoujima M. *et al.*, *Eur. Phys. J. B*, **7**(1999) 365.
- [3] K.Kawabata *et al.*, *EuroPhys. Lett.*, **64**(2003) 118-123.