

Title	Al-Mn-Si準結晶の高分解能電子顕微鏡観察(クエイサイクリスタルの構造と物性,科研費研究会報告)
Author(s)	平賀, 賢二; 服部, 康志; 平林, 真
Citation	物性研究 (1987), 48(2): A6-A7
Issue Date	1987-05-20
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2433/92515">http://hdl.handle.net/2433/92515</a>
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

準結晶の理論的概念はこの2年間でほぼ確立された。しかし、実際の正20面体対称の合金相の構造がどこまで理論的な準結晶構造と対応するのか、また理論的構造からどのような“乱れ”が生じているかは、これからの実験研究にかかっている。これに対して高分解能電子顕微鏡法は最も有力な手段であり、回折実験との併用により、今後、準結晶の構造解析が進むものと考えられる。ここでは、Al-Mn-Si準結晶中に欠陥として見いだされた凍結フェイゾン、転位の高分解能観察結果を述べる。

準結晶中の欠陥は、6方向（正20面体の中心と頂点を結ぶ方向）の密度波の合成で正20面体対称の構造を理解しようとする方法で理論的に議論されている。密度波の位相の場所による変化を考慮することにより、準結晶中のフォノン、フェイゾン、転位の性質が提示されている<sup>(1,2)</sup>。

#### 凍結したフェイゾン

インコメンシュレート構造内に動的な変調波として現れるフェイゾンは、準結晶内では緩和時間が長く急冷により凍結されることが理論的に予想されている<sup>(2)</sup>。我々は、準結晶の成長方向と凍結フェイゾンの方向性の関連を明らかにすることを目的とし高分解能観察を行い、以下の結果を得た。

(1) フェイゾンの存在は、高分解能像において格子縞（明るい点の並び）の“ずれ”として現れる。そのずれは、準結晶の成長方向に平行な格子縞には見られず、直角に近い2方向の格子縞に頻りに現れることが見いだされた。この結果は、成長方向に垂直な1次元的なフェイゾン歪みが凍結されていることを示している。

(2) この1次元的なフェイゾン歪みは成長した準結晶の端では緩和され消えているのが見いだされた。

(3) この異方的な歪みにより5回対称性はくずれ、電子回折パターンの反射点は1方向のずれをもたらす<sup>(3)</sup>。

(4) 格子縞のずれは、図1のひし形30面体（(a)の線で結んだ10角形）の72°の回転（ひし形30面体は5回対称をもつためこの回転によってかわらないが、内部のひし形6面体の配列は異なる）によってできると理解される。

#### 転位

6方向の密度波の位相が場所によって変化する（フェイゾンとは位相関係が異なる）ことを考慮することにより、準結晶内に現れる転位の性質が議論されている<sup>(1)</sup>。我々は、5回対称軸に平行に電子線を入射して撮影した高分解能電子顕微鏡像において、歪みコントラストを伴い部分的に像がゆがんだ領域を見いだした。

その部分をかこむ "Burgers" 回路を作ると余分な格子面が現れ、刃状成分をもった2種類の転位が存在することを確認し、その性質を明らかにした。

(1) 1つは、理論的に予想されているものと同じ性質をもつ。転位の左右において5方向(A,B,C,D,Eの5回対称の方向)の格子縞の数の差を2種類の格子間隔  $d_s$ 、 $d_l$  ( $d_l = \tau d_s$ ) で数えると、次のようになる。

$$\Delta_a = \Delta_b = (5 - 3\tau) d_s = \tau^{-4} d_s$$

$$\Delta_c = \Delta_e = (5\tau - 8) d_s = \tau^{-1} \Delta_a$$

$$\Delta_d = 0$$

(2) もう1つは新しい形の転位で、その格子縞の数の差は次ぎの値をとる。

$$\Delta_a = (10 - 6\tau) d_s$$

$$\Delta_b = \Delta_e = (2\tau - 3) d_s = \tau^{-3} d_s$$

$$\Delta_a \cos 36^\circ = \Delta_b$$

$$\Delta_c = \Delta_d = (5\tau - 8) d_s$$

$$\Delta_a \cos 72^\circ = \Delta_c$$

(3) 転位に現れる余分な格子面は、5回軸方向から投影した3次元のペンローズタイリングでは図2(a)のようになる。 $\tau^{-4} d_s$ の格子縞の差が観察されるという事実は、準結晶の原子配列のモデル(b)が妥当であることを示している。詳細は文献(4)を参照。

#### 文献

- 1) D. Levine, T. C. Lubensky, S. Ostlund, S. Ramaswamy, P. J. Steinhardt and J. Tonor: Phys. Rev. Lett., 54 (1985) 1520.
- 2) J. E. S. Socolar, T. C. Lubensky and P. J. Steinhardt: Phys. Rev. B34 (1986) 3345.
- 3) M. Tanaka, M. Terauchi, K. Hiraga and M. Hirabayashi: Ultramicroscopy 17 (1985) 279.
- 4) K. Hiraga and M. Hirabayashi: Submitted to Jpn. J. Appl. Phys.

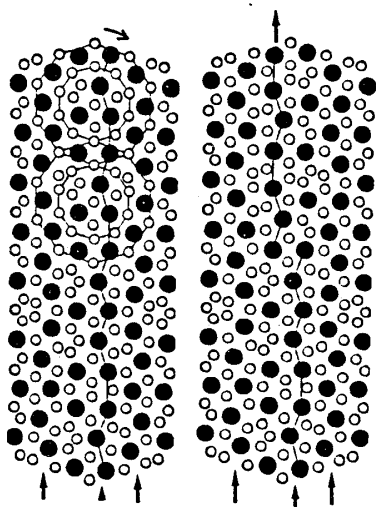


図1: 3次元ペンローズタイリングの投影図(石原による)。

白丸は6面体の頂点、黒丸は高分解能像の明るい点に対応。

