

Title	20面体対称をもつAl-Mn合金の構造と成長機構(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)	鈴木, 秀次
Citation	物性研究 (1987), 48(2): A29-A31
Issue Date	1987-05-20
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2433/92507">http://hdl.handle.net/2433/92507</a>
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

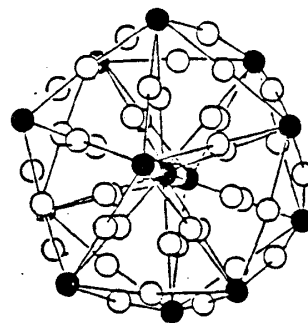
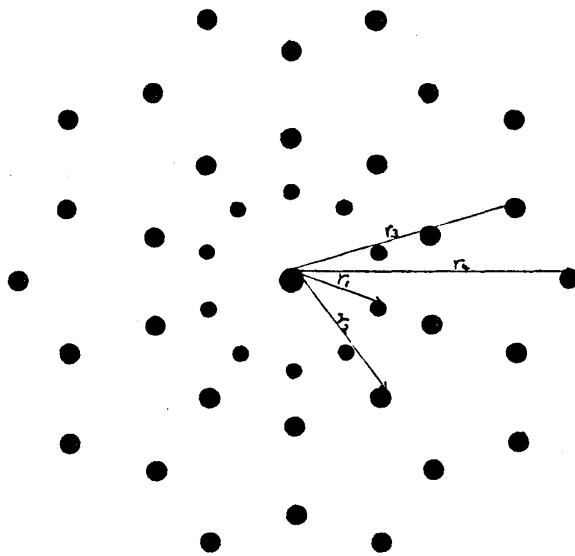
20面体対称をもつ Al-Mn 合金の構造と成長機構  
 東北大学 鈴木秀次

1. まえがき

Shechtman<sup>1)</sup>によって発見された Al-Mn 合金の 20 面体対称が発見されて以来、その構造については多くの模型が提案されている。しかし、平賀<sup>2)</sup>の電子顕微鏡写真は、これらの模型とは異なる構造をもつことを示しているように思われる。一般に電子顕微鏡像の解釈は複雑であり、非周期的な原子配列を正攻法で解析することはほとんど不可能なように思われる。しかし、平賀<sup>2)</sup>の分解能の低い写真には特別な事情から、準結晶の構造を説明可能な手掛りを与えている。以下平賀<sup>2)</sup>の写真の解析から 20 面体対称をもつ稠密な構造単位を見出したこと、それに基いて Al-Mn 合金準結晶の成長機構を考察した結果などを報告する。

2. 平賀<sup>2)</sup>の電子顕微鏡写真の解析

平賀<sup>2)</sup>が Al-Mn 準結晶の 5 回対称軸方向に電子線を入射して得た電子顕微鏡写真は極めて特徴的で、数種類の明暗の長が 5 回対称的な線上に非周期的に並んでいる。この明暗の長は原子集団に対応するが、その原子集団が 20 面体配列をもっていること、この像を説明することができる。また明暗の長はオ/1 回の配列をもつものが一部重なり合った全視野を埋めていると解釈することができる。そこでオ/1 回の黒丸は 20 面体であると仮定すると、それはオ/2 回の構造をもつものであるとすると、 $r_1, r_2, r_3, r_4$



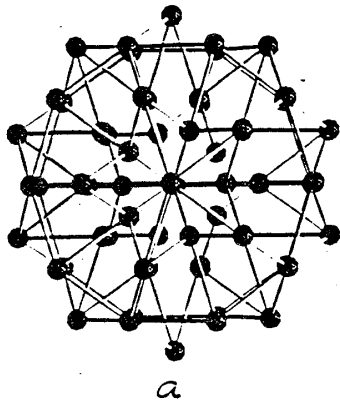
● Mn ○ Al

$$\begin{aligned}
 r_1 &= 2.362b = 6.77\text{\AA} & p &= 6.9\text{\AA}, 6.6\text{\AA} \\
 r_2 &= 3.822b = 10.95\text{\AA} & q &= 1.13\text{\AA}, 11.0\text{\AA} \\
 r_3 &= 6.185b = 17.71\text{\AA} & r &= 18.3\text{\AA} \\
 r_4 &= 7.271b = 20.82\text{\AA}
 \end{aligned}$$

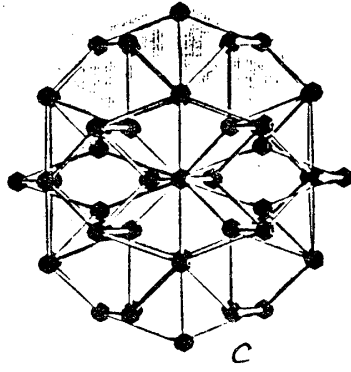
オ/2 回 1 つの明暗の長を占める原子集団。

オ/1 回 平賀<sup>2)</sup>の写真の明暗の長の基本母配列。  $r_1, r_2, r_3, r_4$  は計算値、 $p, q, r$  は平賀<sup>2)</sup>の測定値。

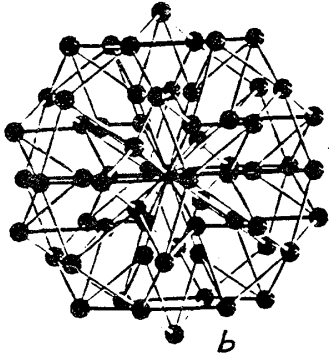
の計算値が得られ、平賀<sup>2)</sup>の測定とよく一致する。このとき、20 面体の中心はオ/3 回  $a, b, c, d$  のように立方



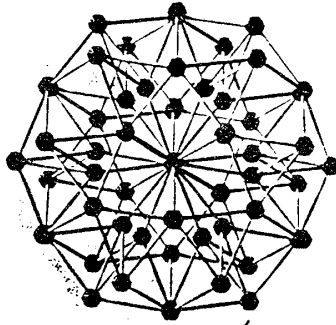
a



c



b



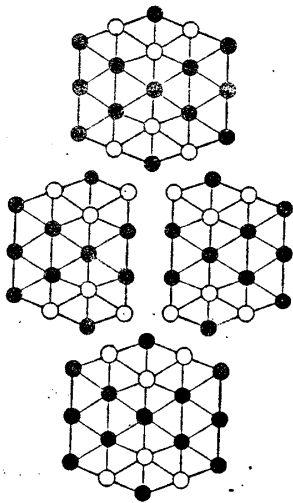
d

オ3図 20面体の稠密球, aは5回対称軸を向かう, bは5回対称軸から10°ほど離れた方向を向かう, cは2回対称軸を向かう, dは3回対称軸を向かう見取図形. 玉は20面体の中心をあらわす.

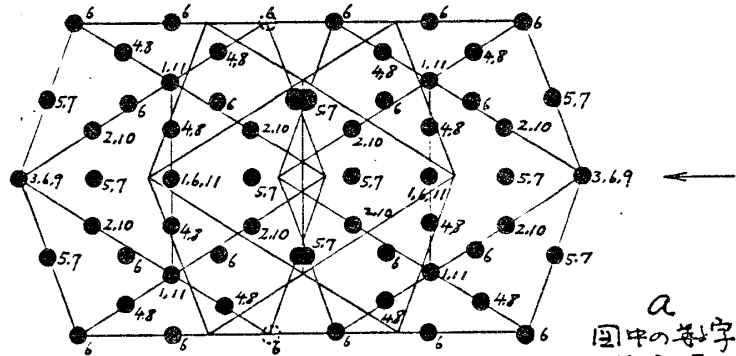
的に配置している。

この配置は、オ2図の20面体の各面上に同じ方位の20面体があるが、隣接する20面体が重なり合う部分を削って、21個の20面体のクラスターを作り、その外側に同じ大きさの同じ方位の20面体が42個並ぶことにより形成される。外形は殆ど球状となるので、これを20面体の稠密球と呼ぶことにする。

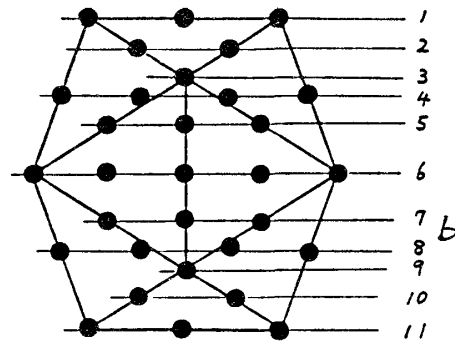
中心の20面体と2回軸方向の表面の20面体の接続方法をオ4図に示す。これは2回軸に垂直で20面体の



オ4図 中心の20面体と表面の2回軸方向の20面の結びつき。



a  
図中の数字はbの数字の層に対応

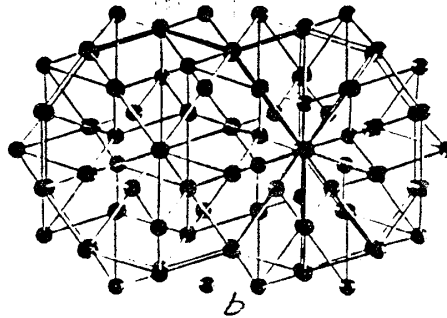
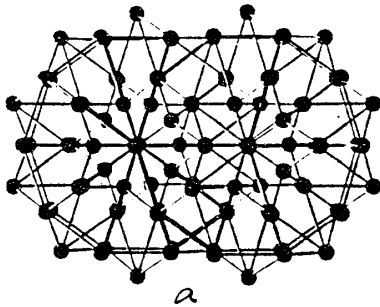


オ5図 オ2層の20面体の重なり部分の削り方. aは稠密球の半径方向にみた2個の20面体中の原子位置, bは切線方向にaの矢印の方向を向かう見取図。

中心を通る断面上の原子位置を示す。黒丸は丁度その断面にある原子、白丸は半層の距離上及び下にある原子位置を示す。オ2層の20面体は隣接するもの同士重なるので、削り取らなければならぬ。オ5回は前りと原子列の向にみた原子配列である。黒丸の数は紙面に垂直な方向の高さを示し、その数は矢印の向からみたbの各層に対応している。

### 3. 準結晶の成長

オ4図から判るように中心の20面体と表面の20面体は同形である。一つの相長群が完成すると、その表面の20面体が中心と成ってコブ状に成長する。オ6回は5回軸方向、



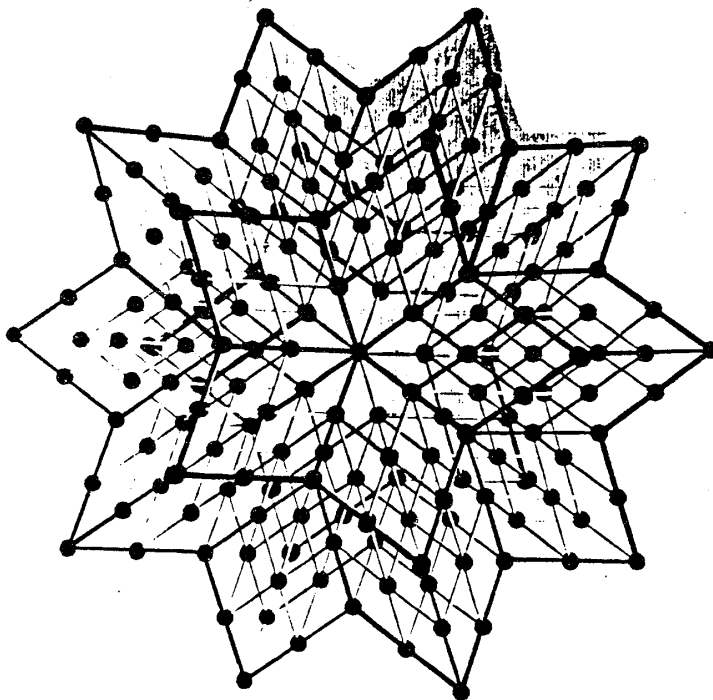
オ6回 20面体相長群からの成長、(a)では5回軸方向の表面の20面体が新しい中心になり、(b)では2回軸方向に新しい中心ができていく。

2回軸方向にコブができた状態を示す。

5回軸方向のうが2回軸よりコブの安定性がよいので、コブの成長は大体5回軸方向

に起こると考

えうれる。オ7回は5回軸方向にだけコブができるとし、最も安定な方向だけが選ばれ、としたときのコブの成長を示す。これは西谷<sup>3)</sup>が過飽和固溶体から成長させた準結晶と同等の形状をもっている。



オ7回をみると部分的に20面体の相長群の中心は並進対称をもっているように見える。実際平面的な原子から推定される環の中心は規則的に並ぶ傾向があるが、数値精度しか続かない。

このため非常に大きな単位胞の結晶とはなり得ないよである。

オ7回準結晶をゆつくり成長させたときの外形。

- 1) D.S. Shechtman, I. Blech, D. Gratias, and J.W. Cahn; *Phys. Rev. Lett.* **53**(1984)1951.
- 2) K. Hiraga, M. Hirabayashi, A. Inoue and T. Masumoto; *Sci. Rep. Res. Inst. Tohoku Univ.* **A.32** (1985) 309; *J. Phys. Soc. Japan* **54** (1985) 4077.
- 3) 西谷清人, 川浦浩之, 小林孝二郎, 新宮秀夫; 日本合金学会誌, 1986年4月号