研 究

塩酸酸性塩化金酸浴による電析金膜板状晶 の微細構造

田 辺 良 美*・釜 崎 清 治*

Microstructures of Au Plate Crystals Electrodeposited from Hydrochloric Auric Chloride Baths

Yoshimi TANABE and Seiji KAMASAKI

The microstructures of Au plate crystals electrodeposited on Fe substrate from hydrochloric auric chloride baths were examined by electron diffraction and observation under an transmission electron microscope.

The results obtained were as follows :

(1) Rotation moiré patterns were observed in the Au plate crystals, which showed that some of the crystals grew in an orientation at a certain angle to the main plate crystals in their growing process. The angle of rotation was $1\sim 4^\circ$ and the rotation process of crystals was in three dimensions,

(2) The number of the rotation moiré patterns was larger in the Au film prepared from a bath of lower pH than that from a bath of higher pH ; in addition, the patterns were more remarkable in a film of high indices than that of low indices.

(3) The nucleation sites of new crystals, forming the rotation moiré patterns with Au plate crystals in the electron micrograph, showed strained fields such as sub-grain boundaries and dislocations in the Au plate crystals. The rotation of the crystals in their growing process contributed to the relaxation of strains in the Au film.

(4) The dislocation density in the Au plate crystals electrodeposited from the bath of $\text{pH} \ll 0.3$ (far less than 0.3) was about $1 \times 10^{11} \text{cm}^{-2}$.

(5) Hydrochloric acid added to the auric chloride bath had little effects on the width and length of the twin, which had been introduced for the relaxation of strains in the Au film.

1. 緒 言

塩化金酸浴への塩酸の添加が、鉄面上への初期析出金膜の単結晶性向上に効果的であること、また塩酸酸性塩化金酸浴からの電析金膜板状晶は数 $100\sim$ 数 1000Å 大の亜結晶粒から構成され、その成長初期段階から板状晶中にはヒズミ緩和のため微小双晶が形成されたことを先に報告した^{1), 2)}。

本報では塩酸酸性塩化金酸浴から鉄面上に電析して得た金膜の電子線回折と電子顕微鏡直接透過観察を行ない、金板状晶の微細構造について検討を行なった。

2. 実験方法

実験方法は前報^{1), 2)}と同様で、素地鉄には純鉄単結晶(001)および多結晶板を使用し、メッキ前処理としてJacquet液で電解研磨を行なった。メッキ液組成ならびにメッキ条件を第1表に示した。メッキ後、金膜上にカーボンの真空蒸着を行ない、 $2\sim 10\%$ ナイタルで素地鉄からハク離した。ハク離した金膜は、電子顕微鏡の高分解能観察に適した穴径(約 $2\sim 10 \mu$ 径)のマイクロメッシュ上にすくいあげ、電子顕微鏡試料とした。このfishingのさいには、金膜の素地面側がシートメッシュと接するようにした。電子顕微鏡による微細構造の研究には電子線の回折コントラストの正確な解釈が要求されるため、本実験においては明視野法、暗視野法の併用および適切

* 東京都立大学工学部(東京都世田谷区深沢2-1-1)
Fac. of Tech., Tokyo Metropolitan Univ.

なコントラストが得られるように種々の方向に $\sim 10^\circ$ の試料傾斜を行なった。また電子線照射による試料損傷をなるべくおさえるため、同一視野への長時間の電子線照射を避け、さらに電子線密度をさげて観察を行なった。電子顕微鏡は加速電圧100kV および 1000kV のものを使用した。

3. 実験結果および考察

3-1 板状晶中のモアレ像について

前報²⁾で報告したように、塩酸性塩化金酸浴からの電析の場合、塩酸添加による素地鉄面上の酸化皮膜などの除去により、初期電析金膜の単結晶性が向上し、しかも成長速度が大となった。この現象は一般的には両立しがたいものである。また塩酸性浴の場合、pH の低下にしがって電析時の陰極面での水素ガス発生量が増加した。これらのことは、金膜の成長とともに金板状晶に種々の影響をおよぼし、素地鉄面上に存在していた種々の格子欠陥ならびに素地鉄と金膜との結晶学的ミスフィットなどとあいまって微細構造に影響を与えることが予想される。

写真1はメッキ液Eから鉄多結晶上に4 s 電析した金膜で、写真2はメッキ液Fで同じく鉄多結晶上に5 s 電析して得た金膜の透過電子顕微鏡像と回折像である。この2つの回折像は、個々の回折ハン点の強度は異なっているが同じパターンを与えており、写真1、写真2の電顕像に観察される金膜が同一方位に成長したものであることを示している。第1図にこれら回折パターンの解析結果を示した。この図からわかるように、これらの回折像には晶帯軸 $[111]$ のNパターン(図中の○印)と晶帯軸 $[332]$ のNパターン(図中の⊗印)がそれぞれの $[220]$ 方位をほぼ一致させて重ねた形で存在し、晶帯軸 $[111]$ のNパターンの各回折ハン点の周囲に晶

写真1 純鉄多結晶上にメッキ液Eで4 s 電析して得た金膜の透過電子顕微鏡像と電子線回折像

写真2 純鉄多結晶上にメッキ液Fで5 s 電析して得た金膜の透過電子顕微鏡像と電子線回折像

第1表 メッキ浴組成およびメッキ条件

メッキ液名	HAuCl ₄ (wt%)	HCl(cc/100cc)	pH
A	0.15	0	2.2
B	〃	0.2	1.6
C	〃	0.8	1.1
D	〃	2	0.7
E	〃	5	0.3
F	〃	10	<0.3
G	〃	20	<<0.3

陽 極; 炭素板

浴 電 圧; 3V

浴 温; 室温

カタハン; 50r.p.m (マグネット・スターラー)

帯軸 $[332]$ のNパターンと同形のNパターン(・印)が生じている。この第3のNパターンは晶帯軸 $[111]$ の金膜に入射した電子線の回折波が晶帯軸 $[332]$ の金膜にふたたび入射して2回回折を起こしたために生じたもので、このことは晶帯軸 $[111]$ 金膜と晶帯軸 $[332]$ 金膜が重なっている領域が金膜板状晶中に存在することを示している。また各回折ハン点は円周方向、あるいはこれに近い方向に約 7° の伸びをもっている。

写真1, 2の電顕像には亜結晶粒界近傍にモアレ像($D_1, D_2, \dots$)が観察され、そのシマ間隔は写真1では $21 \sim 53 \text{ \AA}$ 、写真2では $21 \sim 50 \text{ \AA}$ となっている。モアレとしては平行モアレ、回転モアレ、混合モアレなどが考えられる。そこで (111) 面、 (332) 面結晶による平行モアレとして、モアレ・ジマ(縞)の間隔 D を計算すると $D \approx 1 (\text{ \AA})$ 、また回折ハン点が約 7° の伸びをも

第1図 写真2の回折像の解析模式図

(ただし、各回折ハン点の伸びは考慮せず、概略を示したものである)

っていることから、これに回転角 $\sim 7^\circ$ という条件を加え、混合モアーレとして計算すると $D < 1(\text{\AA})$ が得られる。この値は先のモアーレ・ジマの間隔と一致せず、しかも電子顕微鏡の分解能以下の値であるので実際には観察できない。したがって電顕像中のモアーレ像は回転モアーレと考えられる。回折像に晶帯軸 [111] のNパターンと晶帯軸 [332] のNパターンが、おのおのの [220] 方向をほぼ一致させて現われていることから、(220)面による回転モアーレとして、電顕像中のモアーレ・ジマ間隔から回転角を求めると、回転角 α は $1.7^\circ \sim 4.0^\circ$ となる。この回転角の大きさは回折ハン点が約 7° の伸びをもっていることを考えると無理のない値である。

ところで回転モアーレ像は電子線の direct beam と結晶の回転による double diffraction beam で形成される一種の格子像とみることができる。[111] および [332] 晶帯軸金膜中の (220) 面の回転モアーレの場合、OP (Pは [111] Nパターン中の (220) ハン点、Oは中心spot) に対して回転角 α に相当して (220) ハン点P' ([332] Nパターンの (220) ハン点) が生じ、これと逆に PO に対して同じ α に対応して中心ハン点近傍に2回折ハン点Qが生じる(第2図)。回転モアーレ像はこのO、Qのbeamによって形成され、回転モアーレ像のシマはOQの方向にほぼ直角に現われる。写真2の場合で、電顕像、回折像撮影のさいの像の回転による補正を行ない、電顕像に観察されるべきモアーレ・ジマの方向を求めると、この方向は電顕像中の [220] 方向に対して約 $1^\circ \sim 4^\circ$ 反時計方向に回転した方向となる。この方向は写真2の電顕像中のモアーレ像のシマ方向とよく一致

第2図 写真2の回折像の各回折ハン点の伸びを考慮に入れた中心ハン点付近の模式図

(写真2の回折像では、P、P'は分離せずに伸びとして観察されている)

している。したがって $D_1, D_2, \dots$ のモアーレ像は回転モアーレ像であり、金膜成長過程で板状晶成長方位から数度回転した方位をもつ結晶の成長があることを示している。また回折像には2回折ハン点Qが存在しているわけだが、このハン点は中心ハン点に近く、写真1, 2の回折像には明らかに分離されては観察されていない。

ここで回転モアーレ像形成に寄与する結晶の成長機構について考えてみよう。先に述べたように、回転モアーレ像は初期に析出成長した板状晶(以後これをマトリックス結晶と呼ぶ)上に、このマトリックス結晶方位から数度回転した結晶の生成があることを示している。金板状晶成長過程での板状晶成長に寄与する核の生成およびその成長過程に注目する必要がある。写真1, 2で観察されたように、回転モアーレ像は金板状晶中の亜結晶粒界付近に現われており、こうした亜結晶粒界は格子欠陥の1つと考えられ、一般にこのような場所には新たな成長核が生成しやすいことから、回転モアーレ像形成に寄与する新たな結晶の成長核発生場所となりうる。また実験結果もこのことを支持している。このような欠陥部に核発生が起こった場合、核の成長とその方位配列を規定するおもなものとして、(1)成長核の表面エネルギー、(2)マトリックス結晶の格子エネルギー、(3)欠陥部のヒズミエネルギーがあげられる。核生成初期段階には前報¹⁾で述べたメッキ初期段階における初期析出核と同様に、核の体積が表面積に比べて小さいので(2)のマトリックス

結晶の格子エネルギーの影響は小さく、表面エネルギーの影響を強くうけ、マトリックス結晶方位とは異なった方位をもって存在するものと思われる。しかし核の成長がすすんで次第にその体積を増すとマトリックス結晶の格子エネルギーの影響をうけるようになり、マトリックス結晶方位配列への再配列が期待される。しかしまた、この段階に達すると(3)の欠陥部のヒズミの影響も無視できない。そこでこの成長核の再配列は欠陥部のヒズミに制限され、マトリックス結晶方位とは多少異なった方位配列で成長する。そして再配列を期待できない大きさに成長する段階まで、マトリックス結晶の格子エネルギーおよび欠陥のヒズミが影響をおよぼし、両者のバランスの保たれた結晶方位で安定化する。この方位がマトリックス結晶方位から数度回転した方位であろう。すなわちモアレー像形成に寄与する結晶の成長機構としては、

モアレー像形成に寄与する新たな結晶核生成（成長核の表面エネルギー支配過程）→成長核の再配列（マトリックス結晶の格子エネルギーおよび欠陥部のヒズミ支配過程）→マトリックス結晶方位から数度回転した方位で安定化（マトリックス結晶の格子エネルギーおよび欠陥部のヒズミ支配、回転モアレー像形成）をとるものと考えられる。

写真3に写真2の電顕像の拡大像を示した。電顕像中の回転モアレー像の M_1 , M_2 で示した個所に、Pashley³⁾, Basset⁴⁾らが蒸着膜で得たとまったく同様の転位像を観察した。したがって写真3中の M_1 , M_2 のモアレー像観察個所に転位が存在していることがわかる。またこの転位は転位像観察個所が亜結晶粒内であることから、亜結晶粒界を形成している転位ではなく、粒内に存在しているものである。このことは、回転モアレー像形成に寄与する新たな核発生個所として、亜結晶粒中に存在する転位部分すなわちヒズミ場が核発生個所となりうることを

写真3 写真2の透過電顕像の拡大像

示唆している。また写真1, 2の電顕像を比較すると、写真2すなわち塩酸添加量の多い浴からの金膜中に回転モアレー像は顕著に観察され、低指数方位金膜と高指数方位金膜では後者に顕著に観察された。先に述べたように、塩酸添加量が増加するにつれて陰極面での水素ガス発生が激しくなり、さらに金膜の成長速度すなわち陰極面上での adatom 生成速度も速くなった。このことは水素ガスのメッキ膜中への残留の機会を増加し、こうしたガスの包埋はメッキ膜中のヒズミ場を増して、こうしたヒズミによる転位の2次的導入も期待される。また低指数方位金膜と高指数方位金膜では、素地鉄とのミスフィットは高指数方位のほうが大きく、したがってこのミスフィットの差により、高指数方位金膜中にはより多くの格子欠陥が導入されるであろう。このようにヒズミ場の形成と欠陥部の増加は、モアレー像形成に寄与する結晶の新たな核生成個所の増加を意味し、そのため塩酸添加量の増加した浴からの金膜、あるいは高指数方位金膜中には顕著にモアレー像が観察されることになる。このようなモアレー像形成に寄与する結晶の回転は、その形成機構と観察諸事実から考えて、金膜成長過程に生ずるヒ

(a) 明視野像と回折像

(b) 回折像中の(200)ハン点近傍(○印)からの暗視野像

写真4 純鉄単結晶(001)上にメッキ液Gで20s電析して得た金膜の透過電子顕微鏡像と電子線回折像

写真5 写真4(a)の電顕像中の結晶Sの部分の拡大像

ズミの緩和に寄与するものと思われる。

ところで(111)面と(332)面のなす角は約 9.6° で、したがってマトリックス結晶(晶帯軸[332]の金膜)中の(332)面と晶帯軸[111]結晶中の(332)面も約 9.6° の角度をなしている。このことは、回転モアレー像形成に寄与する結晶の回転が電子線入射ビームに対して垂直な面上での回転のみでなく、入射ビームに平行な面上での回転も含んでいることを示している。すなわちマトリックス結晶に対するモアレー像形成粒子の回転は、単に平面的な回転ではなく三次元的な回転現象である。こうした結晶の回転はメッキの進行にしたがって単結晶性の低下が生じることを示している。また第1図に示したとおり、入射ビームは初め板状晶成長面側に位置した晶帯軸[111]結晶中に入射し、ついで素地側の晶帯軸[332]結晶に入射している。このことは高指数方位に成長した場合、成長過程でマトリックス結晶方位に近い、より低指数方位に移行する領域の存在することを示している。

3-2 板状晶中の双晶および転位について

写真4(a)はメッキ液Gで鉄単結晶(001)上に20 s電析して得た金膜の明視野像と回折像で、回折像には晶帯軸[001]のNパターンが観察され、板状晶が(001) orientation^{1),2)}をもって成長していることを示している。写真4(b)は回折像中の(200)マトリックス・ハン点とその近傍の $\frac{1}{2}\{510\}$ 双晶ハン点からの暗視野像である。明視野像中のS、S'と暗視野像中のS、S'がそれぞれ対応している。明視野像には板状晶の比較的厚い部分を形成する亜結晶粒が黒く強いコントラストで観察されるが、これらの形状は一定でなく複雑な多角形外形をとるものが多い。そしてこうした亜結晶粒以外の板状晶は比較的均一なコントラストで観察されるが、これは亜結晶粒の回折条件が似ているため、回折コントラストとして明確な差を生じなかったためである。回折像には晶帯軸[001]のNパターンおよび双晶ハン点のみで回折

環は存在せず、しかも晶帯軸[001]のNパターンを構成する各回折ハン点の円周方向への伸びもほとんどみられず、低pH浴から低指数方位に成長した初期の金板状晶の単結晶性がすぐれていることを裏づけている。しかし写真4(a)の明視野像中矢印で指したように、点状あるいは線状に転位周辺のヒズミによる回折コントラストが多数観察され、金膜中に転位が存在していることを示している。こうした転位像は塩酸添加の少ない浴からの金膜中にはこれほど顕著に観察されなかったもので、塩酸添加によって単結晶性が改良されるとはいうものの、メッキの進行とともに低指数方位の金膜にも多くの転位が導入されることがわかる。また高指数方位金膜と同様に、電析時間が経過すると低指数方位の金膜中にもモアレー像が観察されるようになり、転位の存在とともに単結晶性もおちてくることが確認された。写真4(a)の明視野像から求めた転位密度は、約 $1 \times 10^{11} \text{cm}^2/\text{cm}^3$ であった。

写真5は写真4(a)のSの部分の高分解能写真である。写真4(a)の明視野像中S'には等間隔の干渉ジマ(縞)が観察されるが、Sのコントラストは写真5で明らかのようにすべて等間隔とはなっていない。ところで写真4(b)の暗視野像で、これらS、S'の結晶はBragg反射して白いコントラストを生じている。一般に面心立方金属膜中に双晶が存在すると、逆格子空間には特徴的な双晶ハン点を生じ、双晶の幅が狭い場合にはstreakをもともなって現われる。また積層欠陥を含む場合には $\langle 111 \rangle$ 方向にstreakを生じる。こうした逆格子空間モデルを(001)面でカットすると、写真4(a)のような回折パターンが得られ、 $\langle 111 \rangle$ 方向へのstreakは回折像中の{200}ハン点から $\langle 110 \rangle$ 方向へのstreakとして観察される。写真4(b)の暗視野像が、回折像中の(200)ハン点とその近傍からのものであることから、これらS、S'は双晶あるいは積層欠陥によるものと思われる。S'は等間隔にならんだ干渉ジマを与えているので、単純な積層欠陥であろう。しかしSの干渉ジマはこれと異なり特異なコントラストを呈しており、単純な積層欠陥ではない。

ところで面心立方格子の双晶面は{111}面であるが、積層欠陥も最チェウ密面{111}に沿って生成する。{111}面の原子面の積み重ねはABCABCABC……であり、双晶はこの原子面から何枚かの原子面をとり去ったり、挿入したりすることによってつくることができる。したがって双晶とはこうした積層欠陥の重なりとみることもできる。この考えのもとにSを双晶によるコントラストとして構造解析を行なったモデルが第3図である。すなわちマトリックス結晶面は(001)面であるから電子ビームは[001]方位から入射し、 $\langle 111 \rangle$ 方向はこれと 54.7° をなしている。図中a, b, cは積層欠陥で、a, b, c間

第3図 写真5中の双晶の構造と電子顕微鏡像の関係

の間隔は狭く、双晶 $ABDC$ には入射ビームに対して積層欠陥が1枚の場所と2枚または3枚重複する部分がある。いまこの3枚の欠陥として intrinsic 型の積層欠陥を考える。電子線が結晶に入射すると、積層欠陥1枚の場合には extinction distance にみあって等間隔の消衰ジマを生ずるが、一般に $N=3n, 3n+1, 3n+2$ ($n=0, 1, 2, \dots$) の N で積層欠陥の数を表示すると、 $N=3n$ 枚の積層欠陥が重なり合った部分では干涉ジマは消滅して現われない^{6,7)}。したがって第3図で、 BB' 、 AA' 間および $D'D$ 、 $C'C$ 間の $N=3n+1, 3n+2$ の重複に相当する領域にはコントラスト 1, 2, 2', 1' が image 中に観察され、 AA' 、 $D'D$ 間の $N=3n$ の場合にはコントラストは消滅する。この解析結果は写真5のコントラストの様子をよく説明している。また膜厚が600~700 Åであったこともこの結果と一致している。しかしこの3N則が成立するのは、3枚の intrinsic 型の積層欠陥の重複する場合で、intrinsic-extrinsic 型混合、または extrinsic 型だけの場合にはあてはまらない。

以上のことから、結晶Sの双晶は intrinsic 型積層欠陥3枚が狭い間隔で重なったのと同様の構造をもったものであると考えられる。なおSとS'の干涉ジマの間隔が若干異なっているが、これは各々の結晶が Bragg 条件からわずかにずれているため消衰距離が変化したのであろう。

写真6はメッキ液Eで純鉄多結晶上に5 s 電析して得た金膜の電顕像と回折像である。電顕像には T_1 、 T_2 で示したように、 70.5° の角度をなして双晶コントラストが観察されている。回折像には晶帯軸 $[110]$ のNパターンと強度のきわめて弱い回折環が存在し、金

膜が (110) orientation⁵⁾ をもって成長していることを示している。この $[110]$ 晶帯軸の板状晶中に (110) 面と 35.3° の角度をなす (111) 面および $(1\bar{1}\bar{1})$ 面、そしてこれと等価な $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ 面および $(\bar{1}\bar{1}1)$ 面を双晶面とする双晶が存在すると、これらの双晶は膜厚が消衰距離以上である場合には干涉ジマを与えたり、あるいはマトリックス・コントラストと異なったコントラストをもった平行コントラストとして観察される。また (110) 面と直交する $(\bar{1}\bar{1}1)$ 面、 $(1\bar{1}\bar{1})$ 面および (111) 面、 $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ 面を双晶面とする双晶が存在すると、これらの双晶は電顕像中で 70.5° の角度をなす帯状の黒あるいは白の双晶コントラストとして観察される。この場合には双晶面とマトリックス結晶表面とが直交していることから、電顕像中の双晶コントラストの幅は、実際の双晶の $\langle 111 \rangle$ 方位に関して測定した幅を与えていることになる。写真6の電顕像中の双晶は互に 70.5° の角度をなすものが多く、大部分が後者の $\{111\}$ 面を双晶面とするものであることがわかる。そこで、この 70.5° で交叉する双晶コントラストの幅を電顕像から求めると約 $30 \sim 100 \text{ \AA}$ 、また双晶の長さは約 $300 \text{ \AA}$ のものまで観察される。しかしこの値は前報¹⁾での塩酸添加量の少ない金膜中での双晶に関する値と大きな差はなく、双晶を含む結晶が他の結晶と結合した部分で双晶の長さ方向の成長は終了し、双晶の成長に関しては、幅、長さともに塩酸添加量によって大きな影響はうけなかった。

以上のように、塩酸性塩化金酸浴からの電析では、塩酸添加による単結晶性への効果もメッキの進行とともに期待できなくなり、メッキ液Gでは電析時間1~1.5 min という短時間の電析で、板状晶上に樹枝状晶⁵⁾の成長がはじまり、厚い板状晶を得ることはできなかった。

写真6 純鉄多結晶上にメッキ液Eで5 s 電析して得た金膜の透過電子顕微鏡像と電子線回折像

4. 結 論

塩酸性塩化金酸浴から鉄面上に電析して得た金膜の電子線回折と電子顕微鏡直接透過観察を行ない、金板状晶の微細構造について調べた結果を得た。

(1) 塩酸性塩化金酸浴からの金板状晶中には回転モアーレ像が観察され、板状晶成長過程で板状晶成長方位から数度回転した結晶の成長があることがわかった。回転角は $1 \sim 4^\circ$ であった。またこの結晶の回転は2次元的なものではなく、3次元的なものであった。

(2) 回転モアーレ像は、より低 pH 浴からの金板状晶中に顕著に観察され、高指数方位金膜と低指数方位金膜では前者に顕著であった。

(3) 板状晶方位から数度回転した結晶の新しい核生成場所は、板状晶の亜結晶粒界あるいは転位などのヒズミ場であり、結晶の回転は金膜のヒズミの緩和に寄与している。

(4) $\text{pH} \leq 0.3$ 塩酸性塩化金酸浴からの金膜中の転位密度は、約 $1 \times 10^{11} \text{cm}^2/\text{cm}^3$ であった。

(5) $[332]$ 方位のような高指数方位に成長した金膜

は、成長過程に $[111]$ 方位などのようなこれに近い、より低指数方位に成長方位を変えることが期待される。

(6) 金板状晶中にヒズミ緩和のために形成される双晶の幅および長さに対して、塩酸の添加は大きな影響を与えなかった。

(1972—3—23 受理)

(昭和45年5月、本協会第41回学術講演大会にて一部発表)

文 献

- 1) 田辺良美, 釜崎清治, 本誌, **22**, 54 (1971)
- 2) 田辺良美, 釜崎清治, 本誌, **23**, 521 (1972)
- 3) D. W. Pashley, J. W. Menter and G. A. Bassett, *Nature*, **179**, 752 (1957)
- 4) G. A. Bassett, J. W. Menter and D. W. Pashley, *Proc. Roy. Soc., A* **246**, 345 (1958)
- 5) 田辺良美, 釜崎清治, 本誌, **21**, 280 (1970)
- 6) M. J. Whelan and P. B. Hirsch, *Phil. Mag.*, **2**, 1121 (1957 a)
- 7) M. J. Whelan and P. B. Hirsch, *Phil. Mag.*, **2**, 1303 (1957 b)

Biological Aspects of Electrochemistry

電気化学の生物学的観点

編者 G. Milazzo

この本は1971年4月にイタリアのローマで行なわれた電気化学および生物学の国際シンポジウムにおいて提出された論文をまとめたもので、イタリアの Milazzoらが中心となって編集している。これはまた ISE (旧 CITCE 電気化学、熱力学および動力学に関する国際委員会) の援助のもとによって発行されることになった。内容は総合講演7件と一般講演約60件より成り、さらに同大会に出席した全員のリストもあがっている。それによると参加者は約150名、そのうち日本人一人の名前も載っている。

巻頭言には Milazzo が最近の電気化学は昔の Galvani の実験以来の、2回目の生物学との結びつきが出てきたことをとりあげて、今後の電気化学と生物学の研究にはいっそう緊密な情報交換が必要であることを力説している。

本の用語は大部分が英語であるが、ところどころにドイツ語およびフランス語が出てくる。

内容について大別してみると、

1. 生物体内の酸化還元反応、代謝とその反応過程の考察に関するもの
2. 生物膜の膜電位および隔膜現象に関するもの
3. ポーラログラフィーおよびサイクリックボルタメトリーなどの電気化学的分析法の生体現象への応用

4. 非可逆過程の熱力学を基礎とした生体現象の理論的解析
5. 神経伝導、筋肉の収縮のような生体現象の電気化学的解析

執筆者の中には、H. Berg (東ドイツ), E. Buve (フランス), M. Gignitti (イタリア), P. J. Elving (アメリカ), I. Prigogine (ベルギー) などの世界の高名な学者がずらりと並んでいる。しかし本書の目的が現在行なわれている研究の最尖端を紹介するものであるため、一般的な解説や講義と言ったものではなく、まったく専門的な立場で書かれているので、特殊な目的の人達に有用であろう。すなわち、現在燃料電池の性能を向上させるための研究をしている人達とか、生物化学工業(醸造など)、隔膜を用いる電解、さらに最近話題になってきた微生物を用いる廃水処理などの研究に携わる人達は一読することをおすすめする。

本書はB4版、約690ページ、良質の紙に鮮明な活字で印刷されており、ミスプリントもきわめて少ない。一般の店頭には並んでいないようであるが、本協会の図書室には一冊寄贈されてあるので関心のある人は一読することができる。出版社 Birkhäuser Verlag, バーゼル, スイス, 価格 128 スイスフラン, 邦価約10,000円

(馬場宣良)