“積み上げ法”による高温超伝導超格子の設計と合成

川 合 知 二*

1. は じ め に

Cu を含む高温超伝導物質は，“積層 CuO_2 平面間に様々な種類の層が周期的に挟まった超格子”と考えることができる⁽¹⁾⁻⁽³⁾。図1に示してあるとおり、今まで見いだされたすべての高温超伝導物質は、無限に積層した CuO_2 平面間に、 $\text{BaO}/\text{Tl}_2\text{O}_2/\text{BaO}$ (Tl 系)、 $\text{SrO}/\text{Bi}_2\text{O}_2/\text{SrO}$ (Bi 系)、 $\text{SrO}/\text{PbO}-\text{Cu}-\text{PbO}/\text{SrO}$ (Pb 系) や Ca, Y などがある決まった周期で順次挿入されたものである。Y 系や La 系も例外ではなく、 BaO/CuO 鎖/ BaO と Y (Y 系) や La_2O_2 (La 系) などが交互に挟まったものである。良く見慣れた結晶化学的なユニットセル単位の表現⁽⁴⁾から一步はなれるとこの様な周期的な超格子の構造ですべての高温超伝導物質が整理できる。ちなみに、母体となる無限層 CuO_2 の物質は、

図1 今まで見いだされたすべての高温超伝導物質 (La 系, Y 系, Bi 系, Tl 系, Pb 系) が積層 CuO_2 平面と様々な層との周期的な積み重ねの超格子構造で表現される。

* 大阪大学助教授；産業科学研究所
Design and Synthesis of High T_c Superconducting Superlattice by Successive Deposition Method; Tomoji Kawai (Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University, Ibaraki)

Keywords: superlattice, high critical-temperature superconductor, successive deposition method, tailored superconductor, laser ablation

1990年6月8日受理

$\text{Ca}(\text{Sr})\text{CuO}_2$ として実在することが良く知られている⁽⁵⁾。

図1からわかることは、①様々な高温超伝導物質が、図に示されたいくつかの層を順次規則的に積み上げていく操作で実際合成できるであろうこと、② CuO_2 平面間に挟まれる物質を選べば異なった超伝導特性を持つ物質が得られるだろうこと、さらに、③挿入の周期や組み合わせを新たに選べばさらに新しい今までにない物質が創製できることが想像できる。本稿では、原子層や適当なユニット層単位で様々な組み合わせの層を“積み上げ”ながら高温超伝導物質を設計および合成する方法について解説する。

2. CuO_2 平面間に挟まれる層の役割

図1の La_2O_2 層や Bi_2O_2 , Tl_2O_2 層, Y, Ca 層などの役割としては⁽⁴⁾, ①ペロブスカイト A サイトや中間層とし

て“構造のフレームワークを作る”こと、②陽イオン置換、酸素量調節によるチャージバランスのズレで“ CuO_2 平面にキャリアを供給する”こと、③ CuO_2 平面直上直下の層が岩塩型であるか $\text{Ca}(\text{Y})$ やフルオライト型であるかによって、“Cu 原子上下の頂点酸素の有無とキャリアの種類を決定する”ことなどの役割があると考えられている⁽⁴⁾。それでは、同じ頂点酸素がない構造を形作る Ca 層やフル

オライト層である Nd_2O_3 などの働きは同じであろうか？ 私達は、 CuO_2 平面間を仕切っている図 1 の層群は、異なった働きを示す 2 種類に分けられると考えている。 Bi_2O_2 や Nd_2O_3 の様に厚い層は CuO_2 面間の相互作用を遮蔽しており (Blocking Layer と呼ぶ)、また Ca や Y の様に薄い層は相互作用を仲介して T_c を高めていると考えている (Mediating Layer と呼ぶ)⁽²⁾⁽⁶⁾。図 2 に示したように、高温超伝導物質の CuO_2 平面間の最近接 Cu-Cu 距離を横軸にして T_c をプロットすると、最近接面間距離が長く 0.6 nm 以上になると T_c が 50 K 以下と低く、また 0.4 nm 以下と短くなると 50 K から 125 K の高い T_c に分布することがわかった⁽⁶⁾。面間距離が 0.6 nm 以上の物質はいわゆる 1 層系と呼ばれるもので、最近接 CuO_2 面に La_2O_3 、 Nd_2O_3 、 $\text{SrO}/\text{Bi}_2\text{O}_3/\text{SrO}$ などの厚い層が挟まっている。一方、0.4 nm 以下の面間の層は Ca や Y によって形成されている。この図より、①面間距離の調節が相互作用を調節するという意味で T_c にとって重要であろうこと、②その距離は CuO_2 面に挟まれる物質を適当に選びさえすれば、色々な値がとれそうであることが分かる。

以上のことから、様々な高温超伝導物質を作り上げていくには、まず第 1 に Mediating Layer である無限層の CaCuO_2 を作り上げる技術を確立し、次にそれを積み上げていく途中で望む周期で Bi_2O_2 、 Tl_2O_2 、 PbO 、 Cu-O 鎖などの Blocking Layer を挿入していけば良いことがわかる。図 3 にその模式図が示されているが、実際無限層の

$\text{Ca}(\text{Sr})\text{CuO}_2$ はレーザーアブレーション法で SrTiO_3 上に形成することができる。これを積み上げる途中で所定の Blocking Layer を CaCuO_2 の 1 ユニット、2 ユニットまたは 3 ユニットおきに適宜周期的に挿入していけば、 CuO_2 面間相互作用の調節ができ、異なった T_c の物質が合成できる。高温超伝導物質の層構造の制御であり、それはすなわち、人工的な超格子構造の構築である。

3. 無限層 CaCuO_2 をもとにした人工超格子構造を持つ超伝導物質の形成

(1) Blocking Layer に挟まれた CuO_2 平面数の制御

無限層 CaCuO_2 に周期的に Blocking Layer を挟み、その間の CuO_2 平面数を調節する試みは、主に $\text{SrO}/\text{Bi}_2\text{O}_3/\text{SrO}$ を Blocking Layer とした Bi 系で試みられている (以前の実験が本稿の様な考え方に基づいていたかどうかは分からないが)。スパッタ法⁽⁷⁾⁽⁸⁾、レーザーアブレーション法⁽⁹⁾、IBS 法⁽¹⁰⁾、MBE 法⁽¹¹⁾⁽¹²⁾等の手法で、 $\text{Ca}(\text{Sr})\text{CuO}_2$ の層数を調節しながらある厚さ毎に Bi_2O_2 層を挟み込むことにより、いわゆる Bi-Sr-Ca-Cu-O 系の 1~5 層構造を作り分けられることが明らかになった。図 4 にレーザーアブレーション法を例として、 CaCuO_2 ターゲットを中心とし Bi_2O_2 、 SrCuO ターゲットを交互に用いながら CuO_2 層数 $n=1\sim 5$ の $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{2n+4}$ 超伝導体を作る装置と実験のスキームを示す。この様な方法で、 CuO_2 平面の数を調節した結果、 CuO_2 3 層の 110 K を最も高い T_c として半導体 ($n=1$ および 5) や 80 K ($n=2$)、90 K ($n=4$) の T_c が得られることが分かった⁽⁷⁾⁽¹³⁾。最近我々のグループでは 7 層、8 層構造の物質まで得られている。

(2) CuO_2 平面基本構造の調節: Tailored Superconductor

この様な積み上げ法を用いれば、無限層 CaCuO_2 の間に周期的に Blocking Layer を挟みながら、同時に Mediating Layer である Ca 層にも大きさ、価数の異なるイオンを挿入して、 CuO_2 平面間距離などのパラメータを調節して超伝導特性との関連を調べることができる。この場合、Ca 層を積み上げる時に、大きさの異なる Sr, Ba などを組み込んだり、価数の異なる Y などを組み込んだりする⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾ (図 5)。Sr サイトにも選択的に他のイオンの組み込みを行うことができる (図 5)。すなわち、図 4(b) でいえば、 CaCuO 層を形成するときに他の元素も混ぜて Ca サイトに組み込んだり、 SrCuO 層を形成するときに他の元素を選択的に組み込んだりできる。この様にして Ca サイトや Sr サイトに選択的に異なるイオンを組み込み CuO_2 平面基本構造である面間距離、Cu-O 結合距離、Cu-O (apex) 距離を変えると T_c は変化することが分かってきた⁽¹⁴⁾。この場合キャリア濃度は同じになるように同じ価数のイオンで置き換える。図 5 に $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$ 構造の

図2 高温超伝導物質の最近接 CuO_2 面間距離 (Cu-Cu 間距離) と臨界温度の関係。面間距離が 0.6 nm 以上では 50 K より低い T_c を示し、0.4 nm 以下では 0~125 K と高い。面間にある層の種類によって 2 つに分かれる。

図3 無限層の CaCuO_2 を基本として周期的に Blocking Layer を挟み込んで積層し高温超伝導物質を創る方法. 1層, 2層, 3層周期と変えることにより, Mediating Layer の数を変化させて T_c を変えることができる.

Ca および Sr それぞれのサイトに選択的な異元素組み込みをおこなった結果と T_c との関連をまとめて示してある. この様に, Blocking Layer に挟まれた内部では近接する CuO_2 平面間距離が T_c に影響を与えることが分かった. すなわち, 図2とも対応して面間の相互作用が T_c に与える影響を示唆した.

(3) 超伝導超格子の作成: Superconducting superlattice

はじめに述べたように高温超伝導物質とは, 無限層 CaCuO_2 の層間に様々な種類の Blocking Layer が周期的に挟まれたものであるから, 自然が創った超格子であるといえる. この見方に基づけば, Layer-by-layer に CaCuO_2 や Blocking Layer を順次積層していく時に望む組み合わせを選べると人工的に構築された新しい超伝導物質が合成できるわけである. この考え方にたてば, 図6に示してある

ように, 結晶化学的な1ユニットセルの概念にとらわれない様々な原子層の組み合わせが可能となる. 例えば, $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{2n+4}$ で表される一連の Bi 系超伝導体は図6左端に示したように $\text{SrO}/\text{Bi}_2\text{O}_2/\text{SrO}$ 層と Ca 層の積層周期を変化させただけである⁽³⁾⁽⁹⁾. だから, もし $\text{SrO}/\text{Bi}_2\text{O}_2/\text{SrO}$ と PbO-Cu-PbO 層がある周期で交互に挟めば, Bi/Pb 系とでも呼べる新物質が合成可能となる(図6の2

図4 レーザーアブレーションによるマルチターゲットを用いた積み上げ法の装置(a)と CaCuO , SrCuO および BiO の3ターゲットを用いた $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{2n+4}$ 構造の作成法(b).

図 5 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$ 超伝導体の Ca サイト, Sr サイトに大きさの異なるイオンを組み込み CuO_2 面間距離や面内 Cu-O 結合距離などの基本構造のパラメータを変える, または, 価数の異なるイオンを選択的に組み込みキャリア数を変え超伝導特性を制御できる. T_c は CuO_2 面間にいるイオンの大きさに依存する.

図 6 様々な組み合わせの超伝導超格子. 周期的に新しい組み合わせの Blocking Layer と Ca などの Mediating Layer を挟んでいくと新しい超伝導物質ができる (Ca 層は Y や Sr に変えることが可).

列目). 同様に, Bi/Tl 系や Bi/Y 系など様々な組み合わせができる. この様にして得られる組み合わせは単にユニットセルどうしの組み合わせではないことに注意したい. 例えば, $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CuO}_6$ と $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ の組み合わせでは, その 2 層の境界では Y 層と Bi_2O_2 層は直接つながれないために SrCuO のようなつながりが必要となり, これは新しい組み合わせの物質の誕生を意味する.

図 7(a) には例として, La_2O_2 と Sm_2O_2 を 3 層ずつ交互に CuO_2 層間に挿入した物質 (図 6 の右端) の X 線回折パターンを示してある⁽¹⁶⁾. これは, K_2NiF_4 型の La_2CuO_4 層と平面 CuO_2 構造を持つ Sm_2CuO_4 を 3 層ずつ交互に積層した物質とみなせるが, また一方で, 8 面体が 2 層, ピラミッドが 1 層, 平面が 2 層連なった新構造と見ること

もできる (図 7(a) 左図を見よ). もう 1 つの例として, Bi 系の Blocking Layer を共通としながら, その間の構造, 組成に変調をかけて超格子構造を持つ新物質を作ることができる. 図 7(b) には, $\text{SrO}/\text{Bi}_2\text{O}_2/\text{SrO}$ を Blocking Layer としながら挟まれる CuO_2 層数を 1 層と 2 層の交互に変調した $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CuO}_6(2201)/\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8(2212)$ 超格子の X 線回折パターンが示されている. 超格子周期により, サテライトが生じたりピークに構造を持つようになる. また, 同じ $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$ の繰返ししながらも Ca サイトを Y に 50% 置き換え半導体層にしたり, または 15% 置き換えて超伝導性を保たせ, 層毎にホール濃度の変調をかけた超格子を創ることでもできる⁽¹⁷⁾ (図 8). この様な超格子の作成は現在盛んにされており, 様々な組み合わせの

図 7 (a) La_2CuO_4 (3 ユニット)/ Sm_2CuO_4 (3 ユニット) の超格子構造 X 線回折の実測と計算パターン。8 面体 2 層, ピラミッド 1 層, 平面 2 層の連なり構造となる。(b) Bi 系 2212/2201 超格子の X 線回折の実測と計算パターン。周期は, $2212:2201=1:2$ でその厚さを変化させた。サテライトやピーク構造を示す。

(a)

(b)

図 8 (a) $\text{Bi}_2\text{Sr}_2(\text{Ca}_{1-x}\text{Y}_x)\text{Cu}_2\text{O}_8$ 系超伝導超格子. $x=0.15$ (超伝導層)と $x=0.5$ (半導体層)を周期的に積み上げて作る. それぞれの層の周期を 2 層と 1 層にまで減らし超伝導層を半導体層で挟んでも挙動は $x=0.15$ だけでできた超伝導薄膜と同じで隣の層の影響を受けない. (b) Bi-Sr-Ca-Cu-O 超伝導体では, $(\text{Bi}_2\text{O}_2, \text{SrO})$ 層に挟まれた内がわでは CuO_2 平面構造の変化に敏感に T_c が依存するが, この厚い層を越えて次のユニットセル層には影響を及ぼさない. 2 次元の性質と 3 次元の性質がうまく組み合わさって高温超伝導が発現する構造になっている.

例が出されている. 今までは, $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7/\text{PrBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$, $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7/\text{Nd}_2\text{CuO}_4$, $\text{La}_2\text{CuO}_4/\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ などユニットセルどうしの組み合わせという考え方が強かった⁽¹⁸⁾⁻⁽²¹⁾. しかし, 前述してきたように, 高温超伝導物質とは無限層 CaCuO_2 の CuO_2 平面間に様々な Blocking Layer が周期的に挿入されたものであると考えれば, ユニットセルの概念に縛られることはない. 図 6 に示すように様々な組み合わせが可能である. 今後の新物質合成の大きな方向となるであろう.

4. 無限層 CaCuO_2 に基づく超格子構造新物質から何が期待されるか?

現在までの超格子の実験では, 主に近接 CuO_2 面間相互

作用やユニットセル間の相互作用の大きさについて研究されている. Bi 系 2212 構造で Y 濃度の変調をかけた超格子 (図 8), 2212(超伝導体)/2201(半導体)超格子 (図 7(b)) の実験では, 隣のユニットセル層のキャリア濃度が大きく変わって半導体になっても隣接する超伝導層の特性は影響されず, $\text{SrO}/\text{Bi}_2\text{O}_2/\text{SrO}$ の様な厚い Blocking Layer を越える相互作用は極めて小さいことが示唆された⁽¹⁷⁾ (図 8). 一方, 3(2)章の Tailored Superconductor の実験で示したように, Blocking Layer 内での近接 CuO_2 面間距離などの構造変化は超伝導特性に極めて大きな影響を持つことが分かった. この意味で Bi-Sr-Ca-Cu-O 系超伝導体では, ①厚い $\text{SrO}/\text{Bi}_2\text{O}_2/\text{SrO}$ を越える相互作用は小さい, 一方, その内部での近接 CuO_2 平面間の相互作用は T_c の値の向上に効いているらしい⁽¹⁴⁾, ② $\text{SrO}/\text{Bi}_2\text{O}_2/\text{SrO}$ に挟まれたまさに 1 ユニットセルの厚さ内で超伝導が発現する⁽¹⁷⁾, などが示唆された. この意味で, 酸化物高温超伝導体は Blocking Layer によって生じた 2 次元性と Blocking Layer 内での Ca 層を仲介とする 3 次元的な CuO_2 面間相互作用が Higher T_c にとって本質的であると考えている. 中性子散乱の実験でも, 最近接面間相互作用 (J) は, 思ったより大きいこと, 一方, 離れた距離にある面間の相互作用は小さいことが $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ 系で示されている⁽²²⁾. $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ 系では Bi 系に比べると少し 3 次元性が強く, ユニットセル間の相互作用があることが言われている. しかし, $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ 系でも結局 1 ユニットセルで超伝導が発現することが $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7/\text{PrBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ 超格子の実験で示された⁽¹⁹⁾.

超格子物質のもう一つの特徴として, それぞれの層の格子定数の不整合により物質に歪をかけられる効果が挙げられる⁽²¹⁾. この歪は高温超伝導体への圧力効果にまさに対応するため, T_c の変化など面白い効果が見いだされつつある.

5. 結晶成長過程と超格子作成の問題点

無限層 CaCuO_2 に Blocking Layer を挿入していく操作は, Mediating Layer としてのある周期の CaCuO_2 層の積み上げと Blocking Layer の積み上げの組み合わせによって行われる. 図 1 では, 無限層 CaCuO_2 と Blocking Layer との単純な組み合わせですべての場合を考えたが, 実際の積層ではユニットセル単位で積んだり, いくつかに分割したり, 逆に 1 原子層単位で順次積み上げることが行われている. 酸化物高温超伝導体は本質的にイオン性の強い物質であるため, 積み上げは電荷の中性を保った単位で行う必要がある. 例えば, $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ ではこのユニットの単位で Layer 成長をすることが分かっている⁽²³⁾, また, $\text{Ca}(\text{Sr})\text{CuO}_2$ の積み上げ単位としてはペロブスカイト単位が適している. 従って, Layer-by-layer の積み上げという表現にも, (1)原子層単位, (2)ブロック層単

位, (3)ユニットセル層単位があることを注意する必要がある(文献(3)を見よ)。この様な基本的な注意に基づいて, Mediating Layer である CaCuO_2 を母体として, 適当なユニットで様々な Blocking Layer を挿入していくこの“積み上げ法”は, 新しい超伝導物質を作り上げメカニズムの解明につながる一つの有力な道を切り開きつつある。

文 献

- (1) 川合知二: ISTEC ジャーナル, **2** (No. 3) (1989), 19.
- (2) 川合知二, 清水一治, 信 正均: 日本の科学と技術, **31** (No. 257) (1990), 60.
- (3) 川合知二, 川合真紀: 応用物理, **59** (No. 5) (1990), 610.
- (4) 川合知二: 固体物理, **24** (1989), 102; 十倉好紀: 固体物理, **23** (1988), 802; 北沢宏一: 応用物理, **58** (1989), 690. および本特集号などを参照.
- (5) T. Siegrist, S. M. Zahurak, D. W. Murphy and R. S. Roth: Nature, **334** (1988), 231.
- (6) H. Nobumasa, K. Shimizu and T. Kawai: Physica C, **167** (1990), 515.
- (7) H. Adachi, S. Kohiki, K. Setsune, T. Mitsuyu and K. Wasa: Jpn. J. Appl. Phys., **27** (1988), L1883.
- (8) K. Nakamura, J. Sato, M. Kaise and K. Ogawa: Jpn. J. Appl. Phys., **28** (1989), L437; **29** (1990), L77.
- (9) M. Kanai, T. Kawai, S. Kawai and H. Tabata: Appl. Phys. Lett., **54** (1989), 1802.
- (10) J. Fujita, T. Tatsumi, T. Yoshitake and H. Igarashi: Appl. Phys. Lett., **54** (1989), 2364.
- (11) Y. Nakayama, I. Tsukada, A. Maeda and K. Uchinokura: Jpn. J. Appl. Phys., **28** (1989), L1809.
- (12) D. G. Schlom, A. F. Marshall, J. T. Sizemore, Z. J. Chen, J. N. Eckstein, I. Bozovic, K. vonDessonneck, J. S. Harris, Jr and J. C. Bravman: J. Cryst. Growth., in press (1990).
- (13) K. Ogawa, K. Nakamura, H. Hayakawa, H. Hattori, J. Sato and S. Ikeda; Proc. 2nd. Int. Symp. Superconductivity, Springer-Verlag, (1989).
- (14) H. Tabata, T. Kawai, M. Kanai, O. Murata and S. Kawai: Jpn. J. Appl. Phys., **28** (1989), L823 and Appl. Phys. Lett., **56** (1990), 1576.
- (15) M. Kanai, T. Kawai and S. Kawai: Vacuum, in press (1990).
- (16) H. Tabata, T. Kawai and S. Kawai: to be published (1990).
- (17) K. Kanai, T. Kawai and S. Kawai: Appl. Phys. Lett., **57** (1990), 198.
- (18) J. M. Triscone, M. Karkut, L. Antognazza, O. Brunner and O. Fischer: Phys. Rev. Lett., **63** (1989), 1016.
- (19) X. D. Wu: Mat. Res. Soc. Proc., Boston, M3.2. (1989).
- (20) T. Kawai: Mat. Res. Soc. Proc. Boston, M. 3.4. (1989).
- (21) A. Gupta: Mat. Res. Soc. Proc., Boston, M3.13 (1989); T. Geballe: Mat. Res. Soc. Proc., Boston, M5.7 (1989).
- (22) J. M. Tranquada, G. Shirane, B. Keimer, S. Shamoto and M. Sato: Phys. Rev. B, **40** (1989), 4503.
- (23) T. Terashima, K. Iijima, K. Yamamoto, K. Hirata, Y. Bando and T. Takada: Jpn. J. Appl. Phys., **28** (1989), L987.

<新 刊 案 内>

金属腐食の現地試験と評価

日本材料学会腐食防食部門委員会 編

腐食による経済的損失は GNP の 4~5 % にも達し, ときには人身事故になる恐れもある。調査と対策に, 広い知識と経験をもった科学者・技術者が当たれば, 切り抜けられる事故は多い。しかし, 腐食損傷のような直接製品を生み出さない問題のために, 専門家を配置できる企業はそう多くない。このために, それぞれの部署でも, ある程度対処できるような手引書として, 日本材料学会腐食防食部門委員会の作業部会が, 2 年を費やしてまとめたのがこの書である。したがって, 2 人の大学人を除いて, 25 人の執筆者の内 23 人までが, 企業におけるその道の専門家として良く知られる人たちであって, その内容もきわめて実務的である。

第 1 章「緒論」には, 材料学会の上記委員会が作製した腐食事例の現地調査のためのきわめて詳細な調査票が記載されている。第 2 章「現地調査」では, 材料, 環境, 運転実績などについて具体例をあげ, 得られた情報の解析について説明している。第 3 章「金属材料の熱処理と腐食挙動」では, 材料別に熱処理と

腐食の関係を述べている。第 4 章「試験方法とその選択」では, 目的に応じた方法の選択について述べたのち, 各種の規格を記載している。第 5 章「実験室試験の基礎と解析」では, 試料, 溶液, 条件, 方法など選び方のほか, 規格および解析法を述べている。第 6 章「金属材料の耐食性評価法」では, 腐食形態に応じた実際的方法を紹介している。第 7 章は, 「有機質被覆鋼材の耐食性評価」に特に頁を割いている。第 8 章「環境の腐食性評価法」では, 工業的实际環境に適した材料選定のための実験室における試験の基本を述べている。第 9 章では, 「現地試験」を腐食形態や試験法に応じて如何に行うかを述べている。第 10 章「実績と試験の比較例」では, 実際の装置の腐食現象とその要因, これを実験室で再現する方法などについて, 約 2 割の紙数を割いて詳細に述べている。

このように, この本は, あくまでも実務的であるため, 多少とも腐食と関係のある人には, 手元においておくとも便利なおものである。

(K.H.)

[A5 判 280 頁 1990 年 7,500 円 さんえい出版]