

各種材料と組合せによる相対摩耗

クロムメッキが実際に使用される状態を想定のもとに、いろいろな材料と組合せて実験室的に、耐摩耗性を調べた報告も少なくない。

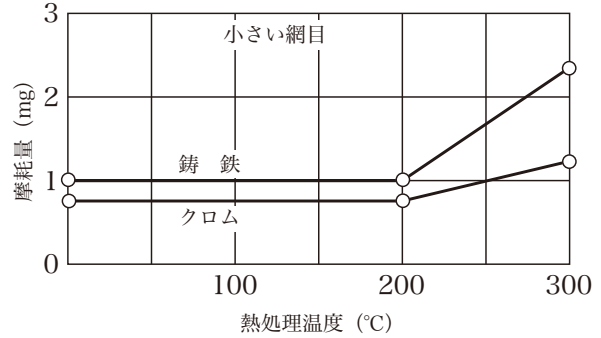
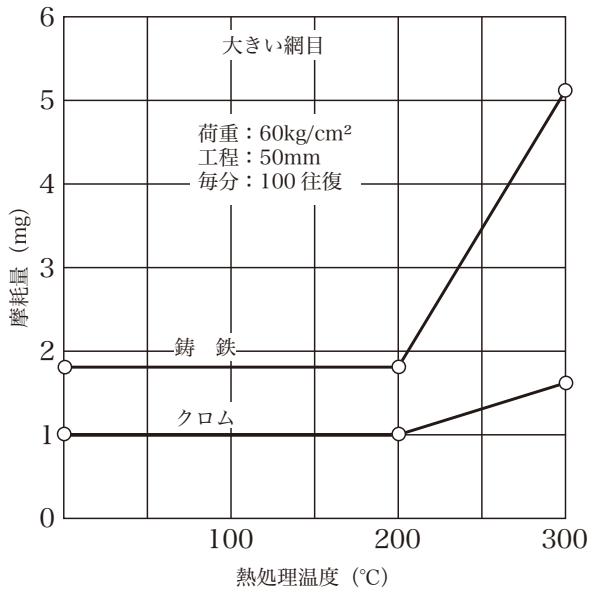
西原式摩耗試験機を用いて、クロムメッキ同志のころがり摩耗 (17.5%のすべりをもつ) 実験を行ったところ、次のような結果を得た。すなわち、乾燥状態では焼付きを生じ、摩耗量はかなり顕著であるが、水または機械油を潤滑剤に用いると、光沢のよいクロムの場合は摩耗量も少なく、表面もきわめて平滑であった。ただ乳白色クロム (60°C、30A/dm²) はやはり焼付を生じることを認めた。ソ連のある報告でも、これに類似する円周接触の摩耗試験が行なわれている。この場合は相手に鋼を用い、クロムメッキは光沢メッキ後 250°Cで 2 時間焼きなまししている。なおカタサは、焼きなまし前はそれぞれ、1,100 および 850 (Hv)、焼きなまし後は 980 および 800 (Hv) である。その結果、乳白色クロムは光沢クロムより耐摩耗性が優れており、また 250°Cで焼きなまししたものはいずれの場合も耐摩耗性にいく分かの向上がみられている。

鋳鉄とクロムメッキを組合せてすべり摩耗試験を行ったところ、厚さ約 0.03mm の軟質クロムと硬質クロム (電着条件は不明) を比較した結果では、前者は試験開始後 7 時間くらいまでは、ほとんど磨耗しないのに対し、後者は 5~6 時間後には摩耗の急増がみられている。また同様の方法で、熱処理による影響を調べているが、この場合、400°Cまではほとんどその影響が認められず、600°Cでわずかに摩耗量は増加し、700°Cになるとかなり摩耗量の増大が認められている。

ポーラスクロムについては、潤滑油の存在のもとで回転運動式および往復運動式で耐摩耗性を調べた報告がある。往復運動式における試料は、メッキを施したシリンダと鋳鉄製ピストンリングからそれぞれ適当の大きさに切りとっている。なお電着条件は以下の表のようで、その結果はグラフに示してある通りである。

ポーラスクロムメッキの条件

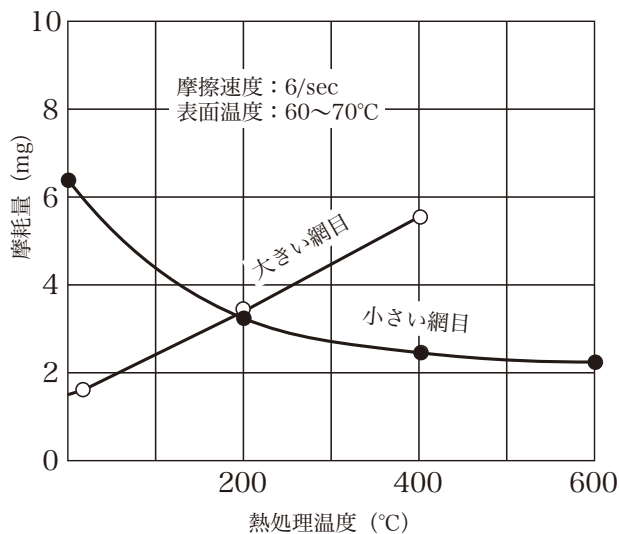
メッキの種類	電着条件	逆電	網目の数 (1mm ² 当たり)	みぞの幅 (mm)
大きい網目のポーラス	65°C, 50A/dm ²	40°C, 20A/dm ² 20mm	0.5~5	0.03~0.04
小さい網目のポーラス	55°C, 50A/dm ²	同上	50~100	0.03~0.04



ポーラスクロムメッキの熱処理温度と摩耗の関係 (往復運動式)

多孔度の相違による耐摩耗性への影響は、小さい網目のものがやや優れている。また 300°C に加熱すると、両者とも耐摩耗性は低下し、とくに大きい網目のものが著しい。

回転運動式は、カタサ 36~38 (Rc) 鋼製円筒がメッキした回転円板の表面で摩擦されるもので、以下のグラフはその結果である。



ポーラスクロムメッキの熱処理温度と摩耗の関係 (回転運動式)

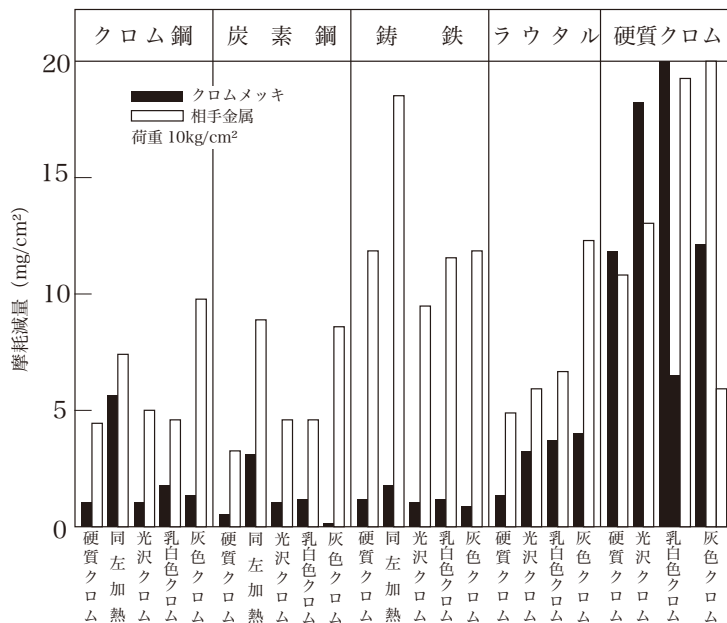
グラフのように、大きい網目の場合は熱処理温度が上昇すると、これにともなって摩耗量は増加する。ところが、小さい網目ではこれとまったく反対の現象が見られる。一方、相手の鋼製試料の摩耗はメッキと同様の傾向をたどり、メッキの摩耗量が増加すれば相手の鋼の摩耗量もまた増大する。

アムスラー式摩耗試験機を用い主要材料とクロムメッキを組合せて、乾燥すべり摩擦の状態ですべり相互の摩耗状態を調べたところ、実験はそれぞれの材料と、リングの外周にメッキした試料と組

合せ、回転数 330rpm（速度になおすと 0.69m/sec）とし、1,000 回ごとに重量変化を調べたものである。相手材料およびメッキの条件は以下の表のようである。

上試片の成分およびそのカタサ			クロムメッキの電着条件ならびにそのカタサ		
材 料	成 分 (%)	カタサ(Hv)	クロムメッキの種類	電 着 条 件	カタサ(Hv)
ク ロ ム 鋼	C 0.95 Mn 0.6 Si 0.35 Cr 1.2	920	硬 質 ク ロ ム	50°C, 50A/dm ²	1,050
炭 素 鋼	C 1.08 Mn 0.23 Si 0.32	570	同 上 熱 処 理	600°C, 30min 加熱	459
鋳 鉄	C 3.37 Mn 0.88 Si 2.09	290	光 沢 ク ロ ム	50°C, 15A/dm ²	821
ラ ウ タ ル	Cu 3 残 Al	59	乳 白 色 ク ロ ム	55°C, 15A/dm ²	680
ク ロ ム メ ッ キ	50°C, 50A/dm ² (メッキ条件)	1,050	灰 色 ク ロ ム	40°C, 100A/dm ²	821

以下のグラフは荷重 10kg/cm²のもとで行った結果である。



クロムメッキと各種材料を組合わせた場合のそれぞれの相互の摩耗

グラフのように、クロムメッキは組合わされる相手の材質により、摩耗抵抗がそれぞれ異なることがわかる。しかし、いずれの条件で得られたクロムでも相手の材料により摩耗量は少ない。とくに 600°Cで熱処理して熱処理して軟化されたクロムが Hv900 以上のカタサを有するクロム鋼より、摩耗の少ないことは注目すべきだろう。ここに気づくことは、電着条件がかなり異なるにもかかわらず、摩耗量に現れた差異の比較的少ないことである。いまこの結果から種々なる電着条件で得られたクロムを、相手材料による摩耗抵抗の序列をつければ以下の表のようになる。

摩耗抵抗からみた各種材料に対するクロムメッキの序列

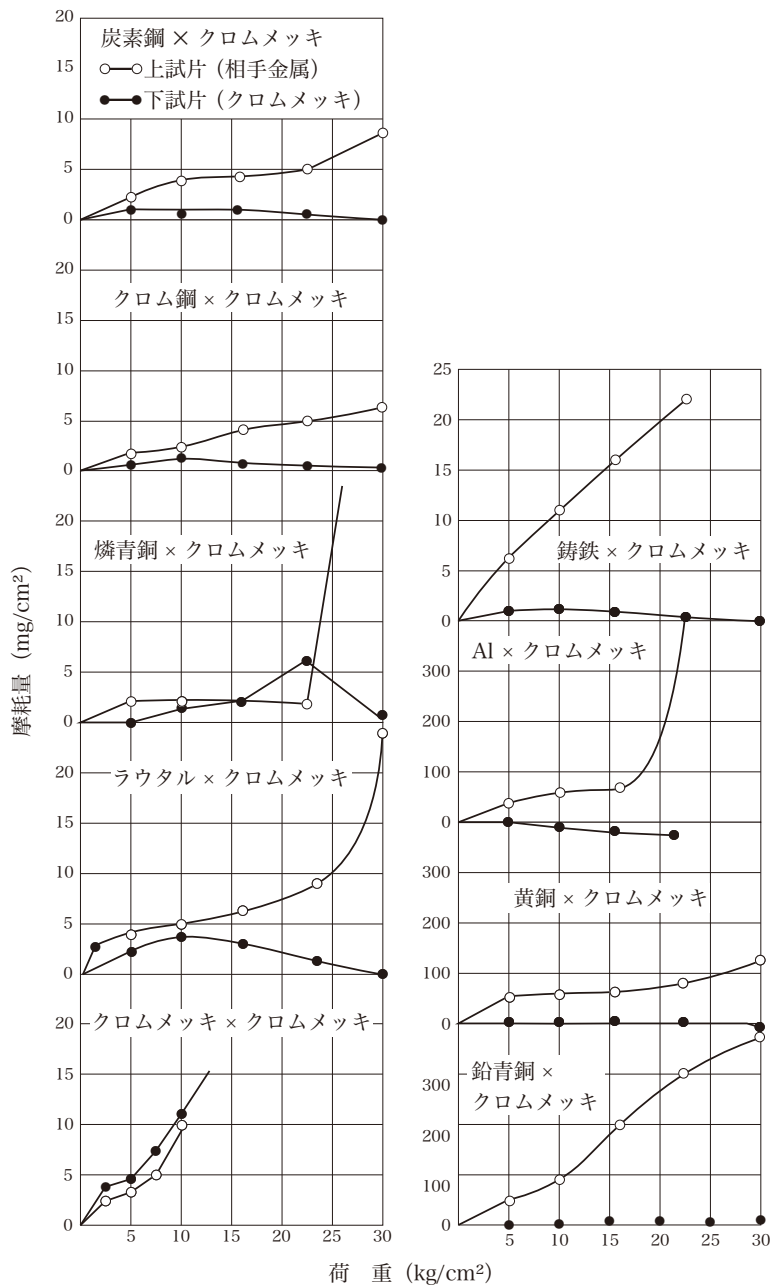
メッキ \ 相手材料	クロム鋼	炭素鋼	鋳鉄	ラウタル	硬質クロム
硬質クロム	1	1	1	1	1
同上 600℃熱処理	5	5	5	—	—
光沢クロム	2	3	3	2	3
乳白色クロム	4	4	4	3	4
灰色クロム	3	1	1	4	5

表でわかるように、硬いクロムメッキ (50℃,50A/dm²) は、いずれの材料と組み合わせた場合も、例外なしに優位で、以下光沢クロム、乳白色クロム、熱処理したものの順になっている。ここに特異の存在は灰色クロムである。このものの序列はまちまちで、炭素鋼との組合せでは、硬いクロムよりむしろ優れているが、ラウタルとのそれは最下位である。このものの電着条件は上記の表 (クロムメッキの電着条件ならびにそのカタサ) にも示してある通り、浴温度が低くて大電流密度で得られたもので、電着物の粒子があらく、従来はほとんど利用されなかったものである。しかし、この条件は電着がスピード化できる点で都合がよいから、相手の材料を選択すれば利用価値がある。ただし、このものは特に脆いことで、衝撃をうけるような環境には避けなければならない。

以上は比較的短時間の摩耗試験の結果であるが、摩擦時間との関係は、時間とともに次第に摩耗量を減じ、やがて定常状態に入るものようである。初期摩耗は、メッキ面および相手の金属の突起部の摩滅に依存するものようで、両者の接触面があらければそれだけ初期摩耗の期間が長くなる。すなわち、クロムメッキの摩耗は初期には機械的で、次第に酸化摩耗に移行する。この間に表面には変質層が形成されるものようである。しかし、試験の条件が異なれば、まったく逆の傾向を示すこともあり得る。たとえば、摩耗粉が摩滅材となって摩耗を促進する場合がそれである。

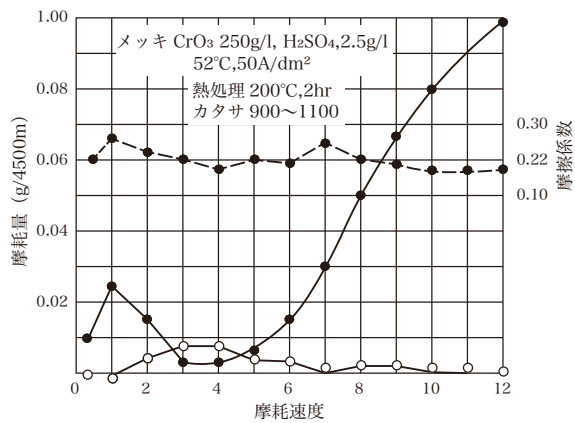
荷重が変わると摩耗の様相もまた変化する。別の実験で、いろいろの材質とクロムメッキを組み合わせた際の荷重と摩耗の関係を追求した。以下のグラフにその結果を示す。一般に、クロムメッキの摩耗は荷重とともに増加し、ある荷重で (ここでは 10kg/cm² 付近) 最高となり、以後再び摩耗は減少する。ここにアルミニウムおよび黄銅と合わせた場合に、クロムの摩耗が荷重の増加とともにマイナス値に示されているが、これはクロムの摩擦面に相手の金属が付着することを意味する。一方相手の材料は、低荷重ではクロムの摩耗と平行して徐々に増加し、クロムの摩耗が減少される付近の荷重より摩耗は急増する。この原因は、高荷重による局部過熱から熔融摩耗に移行するためである。ここに例外に属するものが、リン青銅およびクロムメッキ同志の組合せの場合である。すなわち、リン青銅との組合せの場合には、クロムの摩耗がある荷重で最高となり、逆にリン青銅の摩耗は減少する。この原因は、この付近の荷重 (この実験では 20~25kg/cm²) において、リン青銅の摩耗面にリン青銅およびクロムの摩耗粉がめり込んで特殊の変質層ができる。この変質層は非常にかたいので、クロムをかきむしるためクロムの摩耗が増加するものである。さらに荷重を上げると、変質層は破壊するのでリン青銅の摩耗が急増するにいたる。次にクロムメッキ同志の場合は、低荷重では酸化摩耗が主であるが、荷重が増すとともに破壊摩耗に移行し、

ついにはかみあいを生じてメッキ層は破壊される。したがって、この組合せはもっとも危険であることを意味しよう。



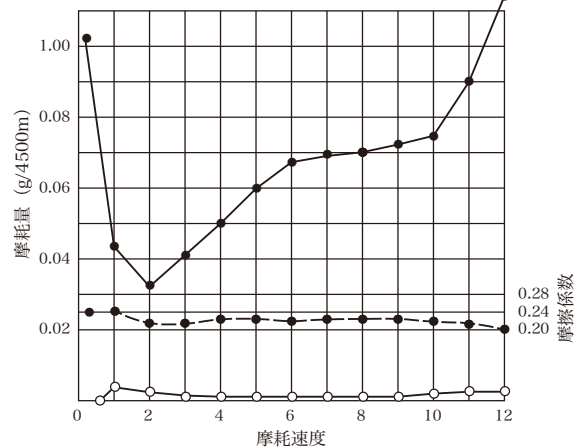
それぞれの組合せにおける荷重と摩耗の関係
 (CrO₃ 250g/l, CrO₃: H₂SO₄=100:1,
 50°C, 50A/dm²)

摩擦速度の影響も、荷重の場合とよく類似した傾向をたどることが、ソ連のある研究者から報告されている。一定荷重 (4.5kg/cm²) のもとで、潤滑油を使わずに、摩擦速度が摩耗におよぼす影響を調べたのが以下のグラフである。



1. 青銅円筒をクロムメッキ回転円板におつけた場合の青銅の摩耗
2. クロムメッキの円筒を青銅回転円板におつけた場合のクロム摩耗
3. 青銅円筒をクロムメッキ回転円板におつけた場合の摩擦係数

クロムメッキと鋳鉄を組合わせた場合の摩擦速度と摩擦の関係



1. クロムメッキ円筒を鋳鉄円板におつけた場合のクロム摩擦
2. 鋳鉄円筒をクロムメッキ円板におつけた場合の鋳鉄の摩耗
3. 鋳鉄円筒をクロムメッキ円板におつけた場合の摩擦係数

クロムメッキと青銅を組合わせた場合の摩擦速度と摩擦の関係

すなわち、青銅とクロムを組み合わせた場合はある速度（ここでは 3~4m/sec）で、クロムは青銅より摩耗量が増大し、以後荷重が増すにしたがいクロムの摩耗は減少する。一方、青銅の摩耗はクロムとまったく逆の傾向をたどっている。この摩耗現象は、前述の著者が調べた荷重の影響とよく一致している。鋳鉄と組み合わせた場合は、クロムの摩耗面にはある速度で特殊な変質層ができ、摩耗はほとんど零に等しくなる。この変質層は、黒色の拡散部分と灰色のやわらかい細片のほかに 13~30 μ の厚さの灰色層が存在する。この層はクロムの炭化物で、カタサは 1,500~1,800にも達することを指摘している。

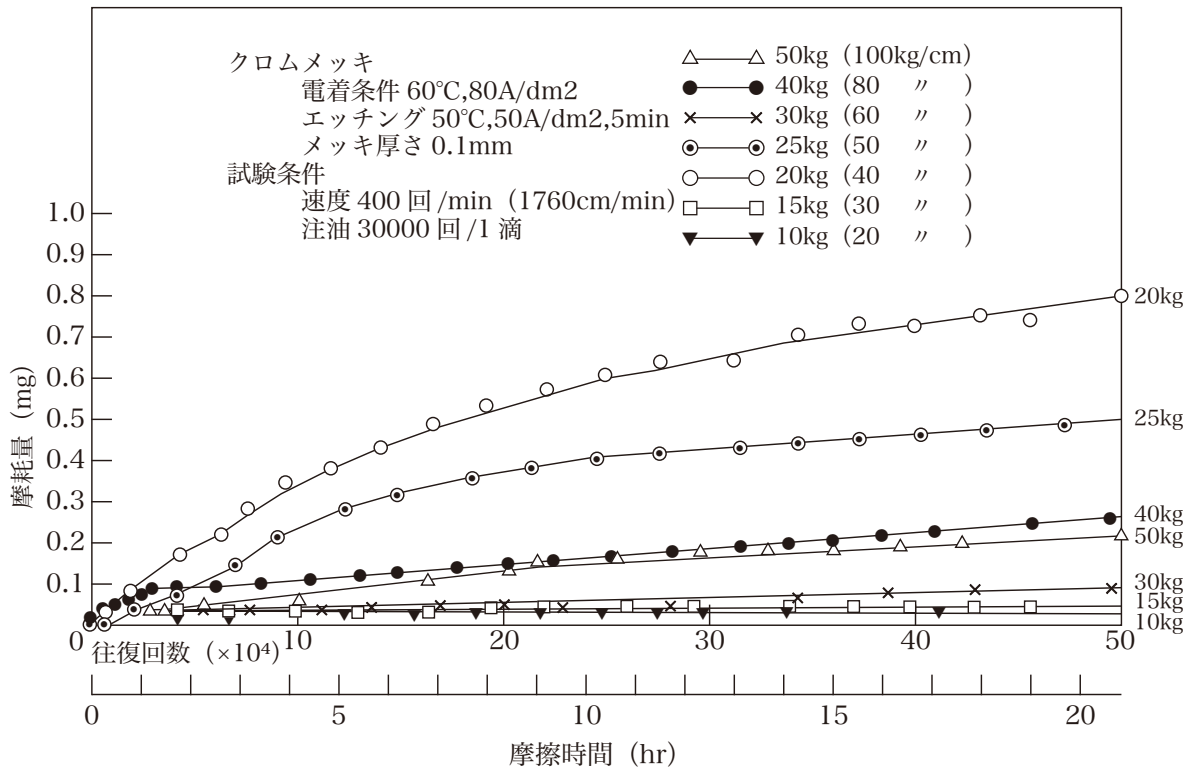
クロムメッキと各種材料との組合せによる相対的の摩耗は以上のように複雑であり、とくにメッキの摩擦面は相手の材質によりそれぞれ異なった現象を呈している。このメッキの摩擦面を観察し、組合せの適否を批判すれば次のようである。

「普通鋼」、「鋳鉄類」この種の材料の組合せは主として酸化摩耗を生じ、その結果に生じた摩耗は微粉であるから、一部はメッキ面に付着して変質層が期待できる。摩耗はこの表面層が関与するのでクロムの摩耗はきわめて微量であり、理想的な組合せといえよう。

「アルミ合金」、「銅合金類」溶融点の低い材料は局部的に加熱されると、クロムの面に溶着される。このような状態で運転を続行すれば、この種の材料の摩耗は加速的に増加する。したがって、高荷重で使用されたり、潤滑剤が欠乏すると問題が残される。

「クロムメッキ同志」、「リン青銅」組合せの原則に相反するもので、破壊摩耗を生じるからさなければならない。リン青銅は特殊の変質層が形成され、このものはきわめてカタサが大で、クロムメッキをも傷つけるものである。

最近、潤滑油の存在のもとに、往復運動状態におけるポーラスクロムの耐摩耗性の研究を行った。実験はあらかじめ試料に放射化させておき、試験後、相手試料に汚染された放射能を測定して摩耗量を算出したものである。なお相手の試料には共晶黒鉛鋳鉄を用いた。以下のグラフはそれぞれの荷重における運転時間と摩耗の関係を示したものである。



各荷重における摩擦時間と摩耗の関係

すなわち、荷重が比較的低いかまたは高い場合は初期摩耗の段階をすぎるとほとんど摩耗は認められなくなる。ただ高荷重の場合はこの段階においてやや不安定で、摩耗は認められたり認められなかったりする。40kg/cm²付近で、摩耗は極大値（絶対値はほんのわずかであるが）に達し、この荷重では定常摩耗期においても摩耗量は明確に探知できる。この結果の常摩耗を生じることである。したがって、たとえポーラスクロムといえどもある種の雰囲気では危険をとまなうことがあるともいえよう。