

腐食と電気防食

本資料は当社独自の技術情報を含みますが、公開できる範囲としています。
より詳細な内容をご希望される場合は、「お問い合わせ」よりご連絡願います。

腐食とは何か？

金属材料は金や白金などの一部の貴金属を除き、自然界にそのままの状態が存在するものではありません。多くは酸化物や硫化物の形で存在する鉱石から製造して得られるものです。鉄の場合は鉄鉱石を原料として精錬することにより製造されます。これは化学的には、鉱石中から酸素を取り除き金属を分離する作業であり、それにはかなりのエネルギーを必要とします。製造の際に使用したエネルギーの一部は、そのまま金属材料自身の中に蓄えられます。そのため、一般に金属材料は常にエネルギーが高い状態で存在することになります。

自然界ではエネルギーの高い状態から低い状態へと変化します。鉄鋼材料はその内部エネルギーを放出し、再び元の鉄鉱石へと戻る変化を起こします。これが金属の腐食反応です(図1)。人の手によって精錬された鉄鋼が、自然にあるべき安定した酸化鉄＝“さび”に戻ろうとする反応は、金属側からすれば当然の成り行きなのです。



写真1 赤鉄鉱(Fe_2O_3)

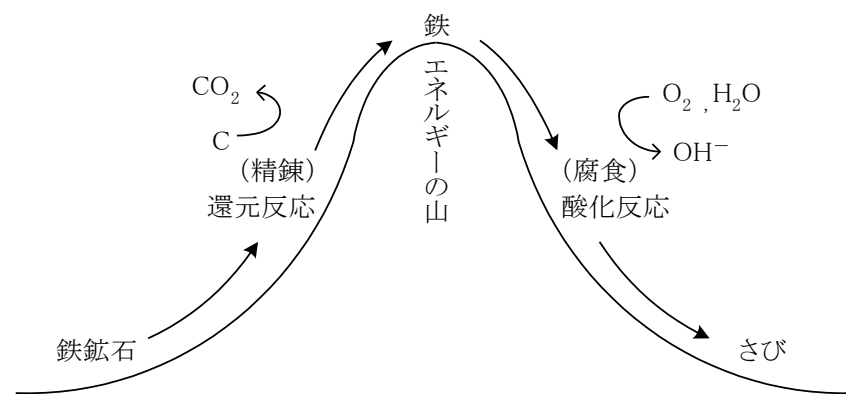
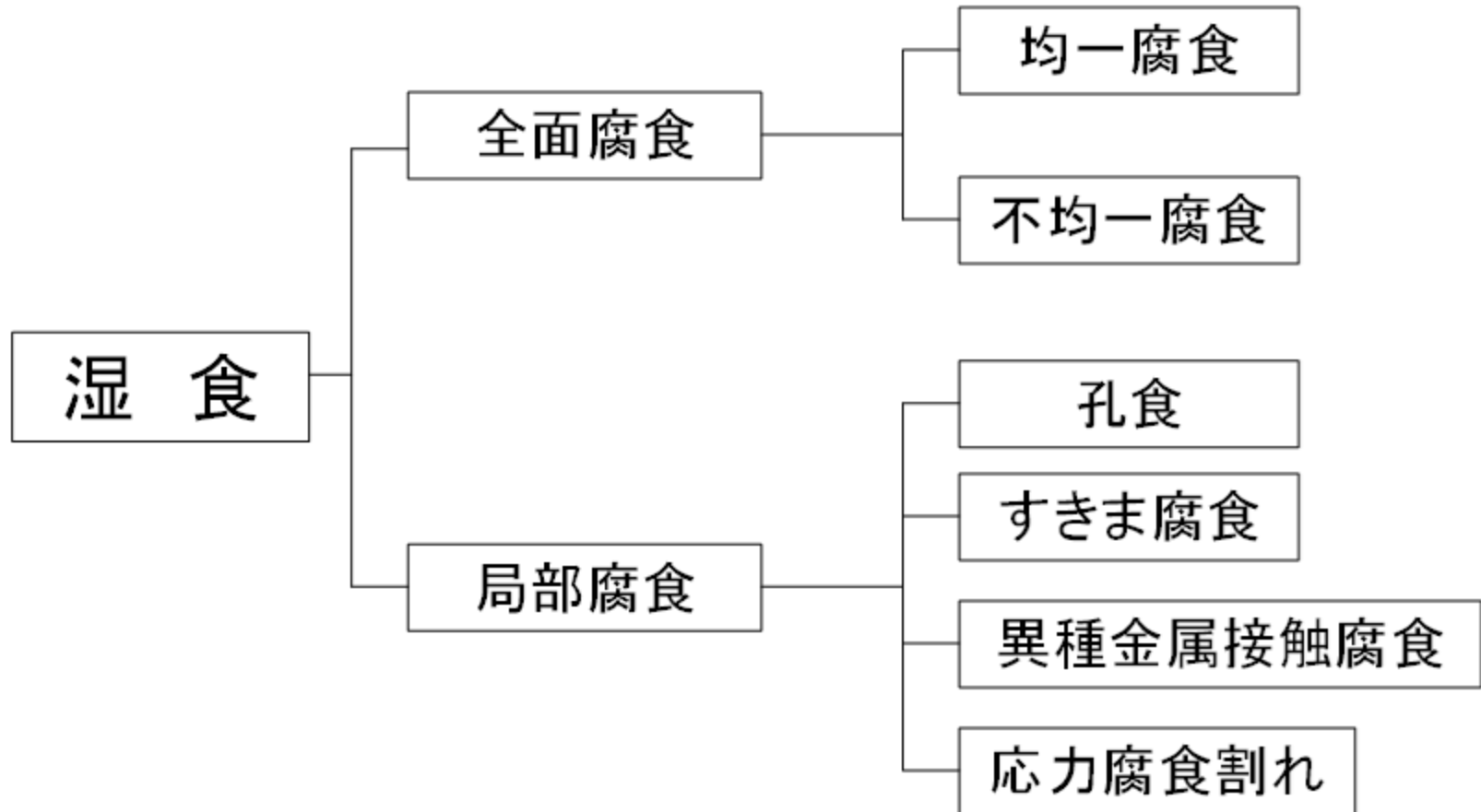
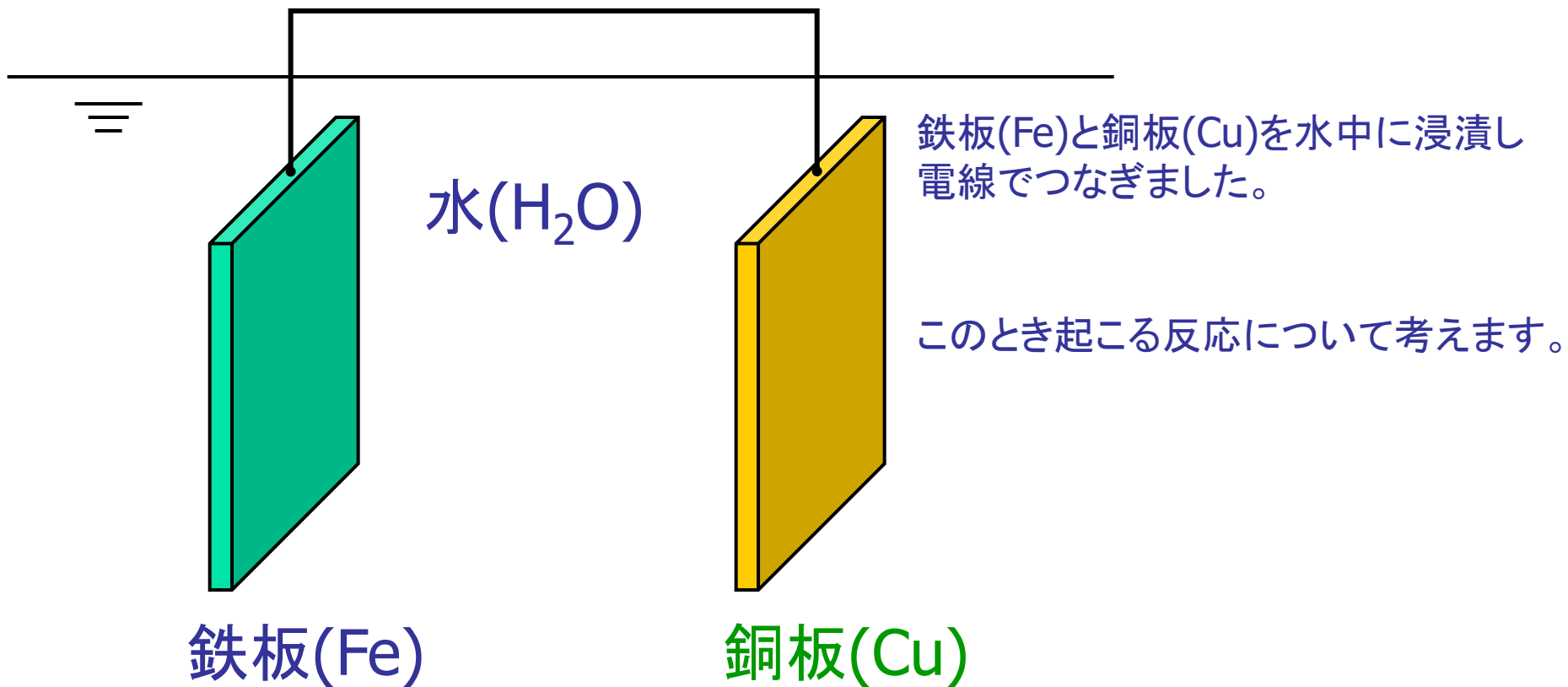


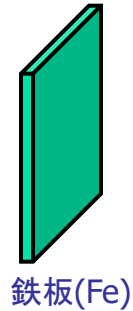
図1 鉄鉱石からさびへの変化



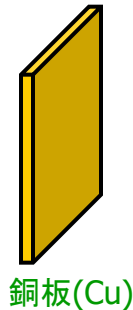
腐食のしくみ① ～異種金属腐食～



腐食のしくみ② ～イオン化傾向～



Cuに比べて
イオン化しやすい

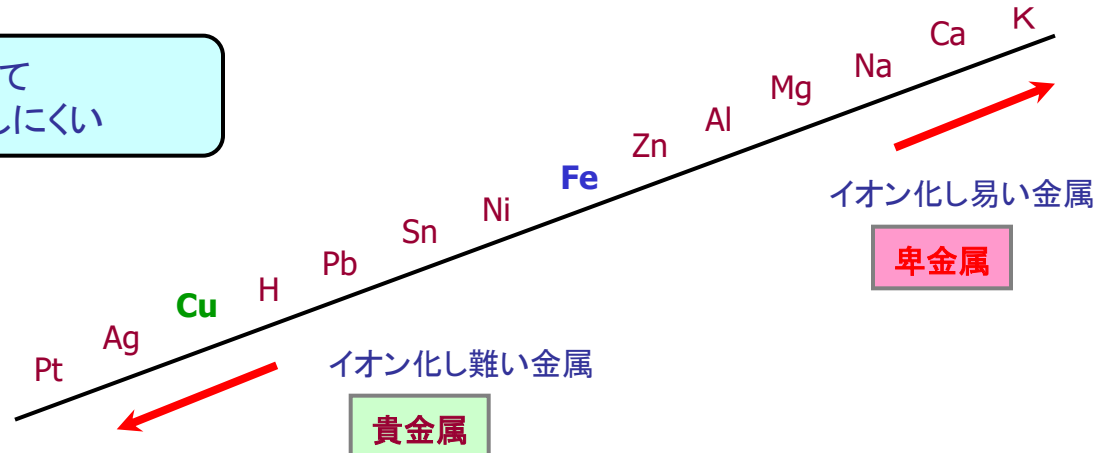


Feに比べて
イオン化しにくい

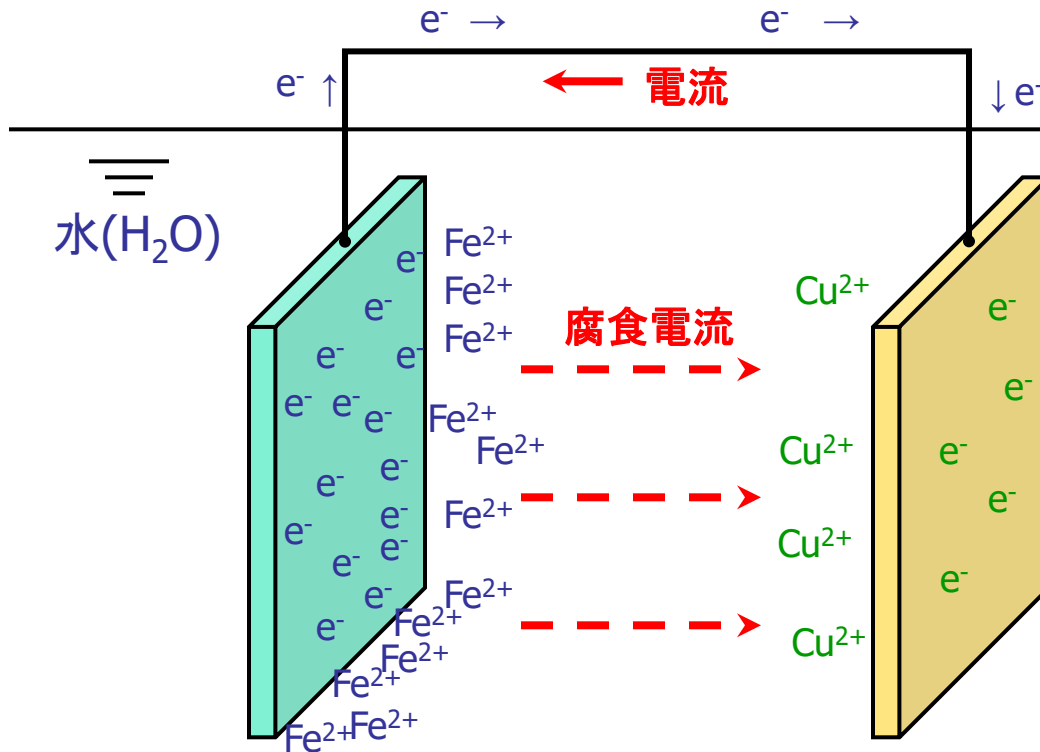
どちらも、金属イオン(M^{n+})と電子(ne^{-})に分かれる反応が起こりますが、金属の種類の違いにより、反応の起こりやすさが異なります。

II

イオン化傾向



腐食のしくみ③ ～腐食電流の発生～



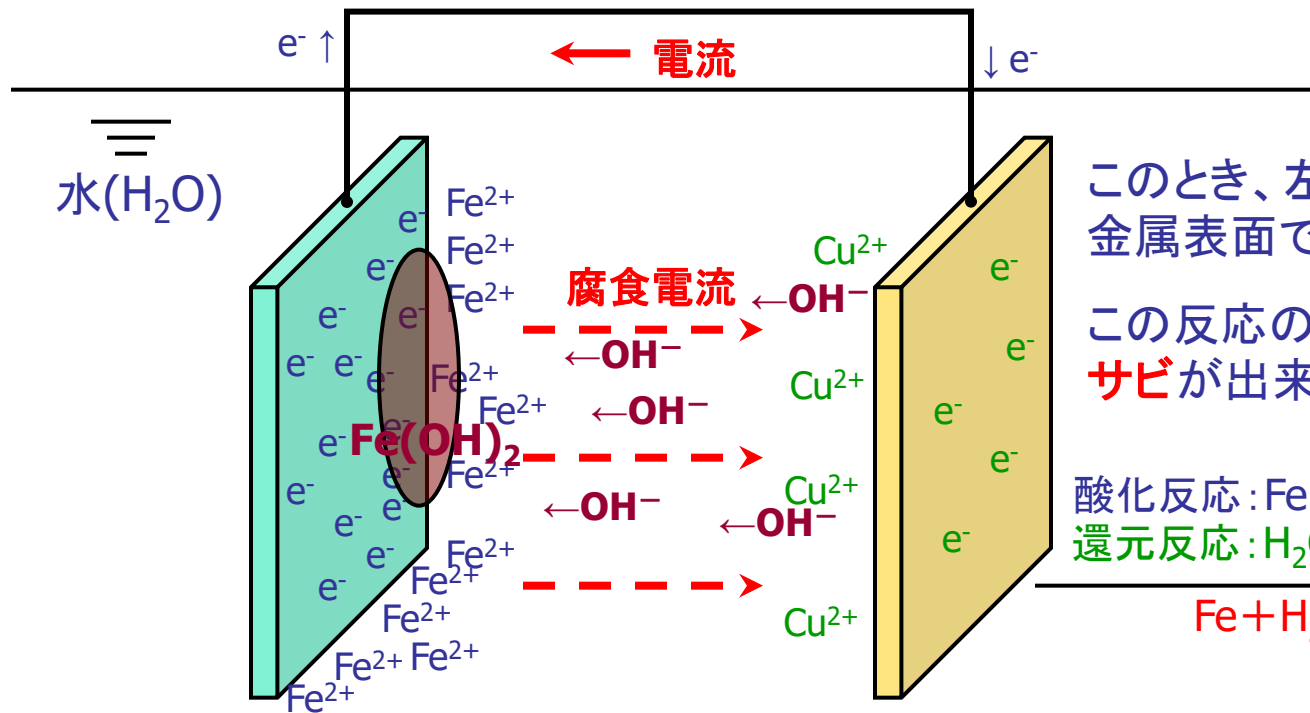
Feの方が金属内のエネルギーが大きいため、自然に電子(e⁻)は電線を通してCuの方に流れ出します。

その結果、腐食電流が発生します。

Fe: 金属内部のエネルギーが高い
 $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$

Cu: 金属内部のエネルギーが低い
 $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$

腐食のしくみ④ ～腐食反応～



このとき、左記の反応がそれぞれの金属表面で起こります。

この反応の総和が腐食反応となりサビが出来ます。

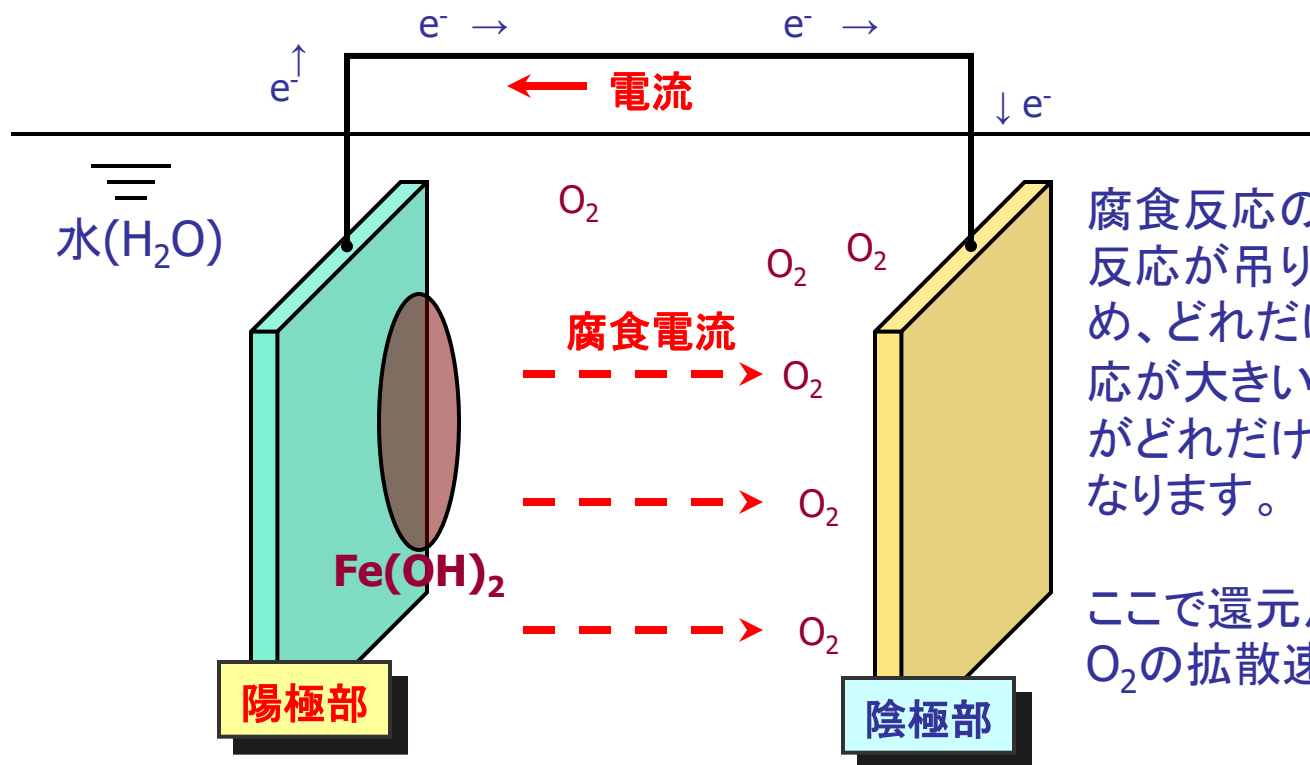


サビ

酸化反応/アノード反応: $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$
(金属がイオンとなって溶解し電子を作り出す反応)

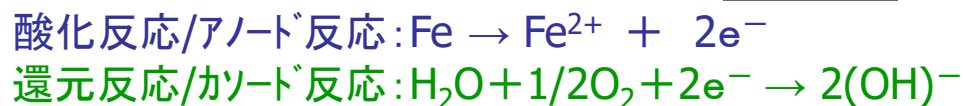
還元反応/カソード反応: $\text{H}_2\text{O} + 1/2\text{O}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2(\text{OH})^-$
(流れてきた電子を消費する反応)

腐食のしくみ⑤ ～腐食の大きさ～



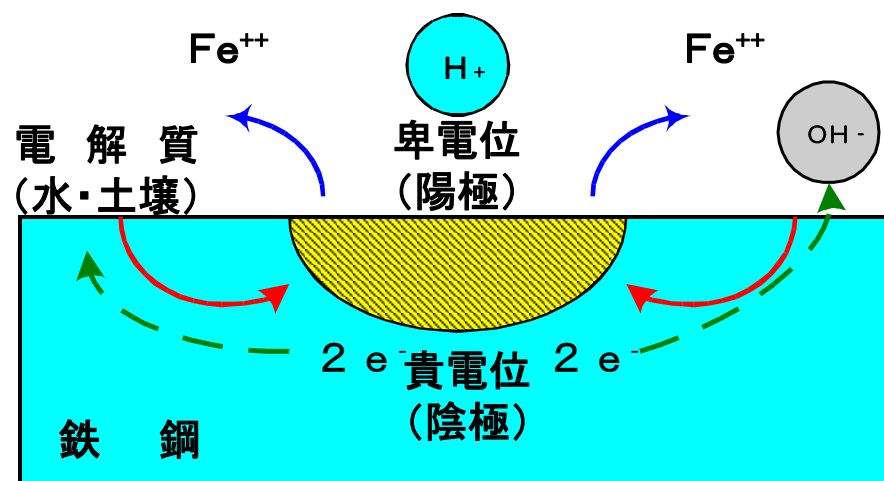
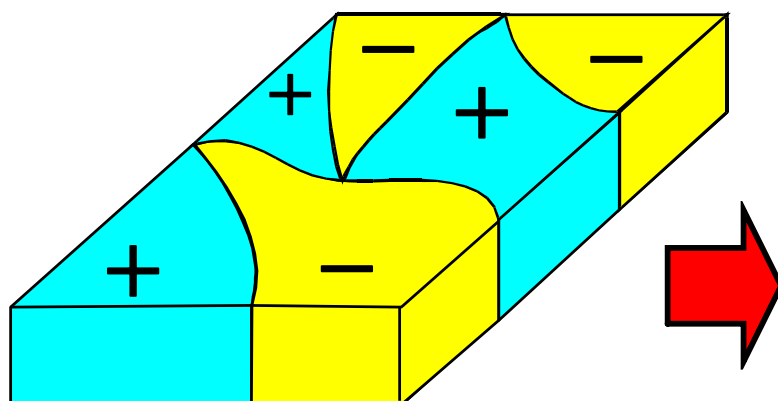
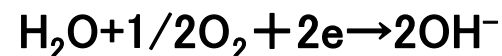
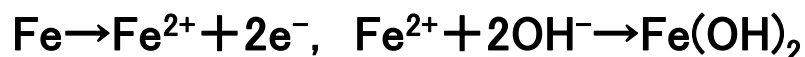
腐食反応の大きさは酸化反応と還元反応が釣り合った速度で進行するため、どれだけ、Feが溶解する酸化反応が大きいか？ではなく、還元反応がどれだけ進行するか？が支配的となります。

ここで還元反応の速度を律するのはO₂の拡散速度になります。



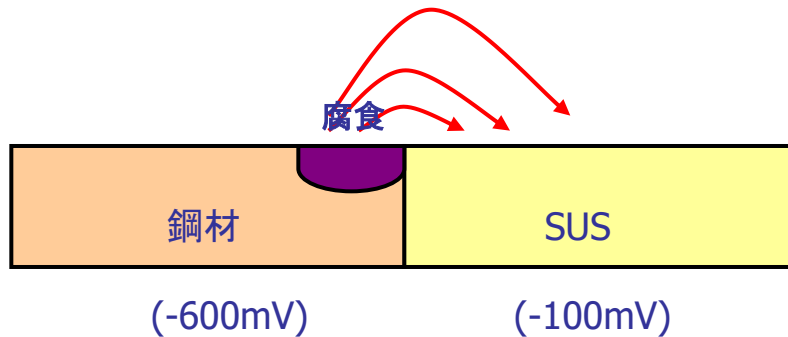
O₂の拡散速度に律速される
陰極支配型の腐食

鉄(SS)の表面は通常、結晶構造や組織の不均一、表面の傷や付着物、内部の歪みなどによって一側の卑電位(陽極部)と+側の貴電位(陰極部)が生じます。これに酸素(O_2)と水(H_2O)が供給されて腐食(自然腐食)を起こします。



《異種金属接触腐食》

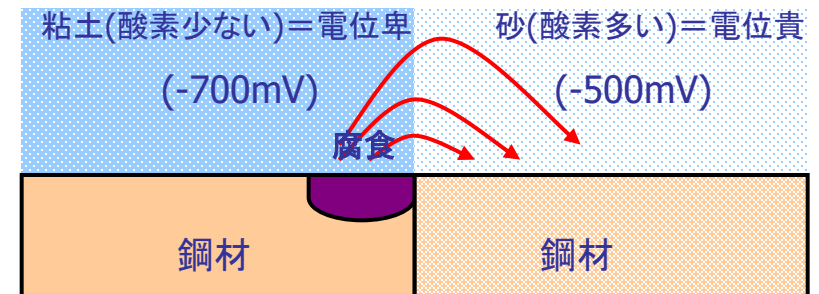
電解質中



* 金属材料の材質の違いによる電位差を起電力として腐食電池が形成

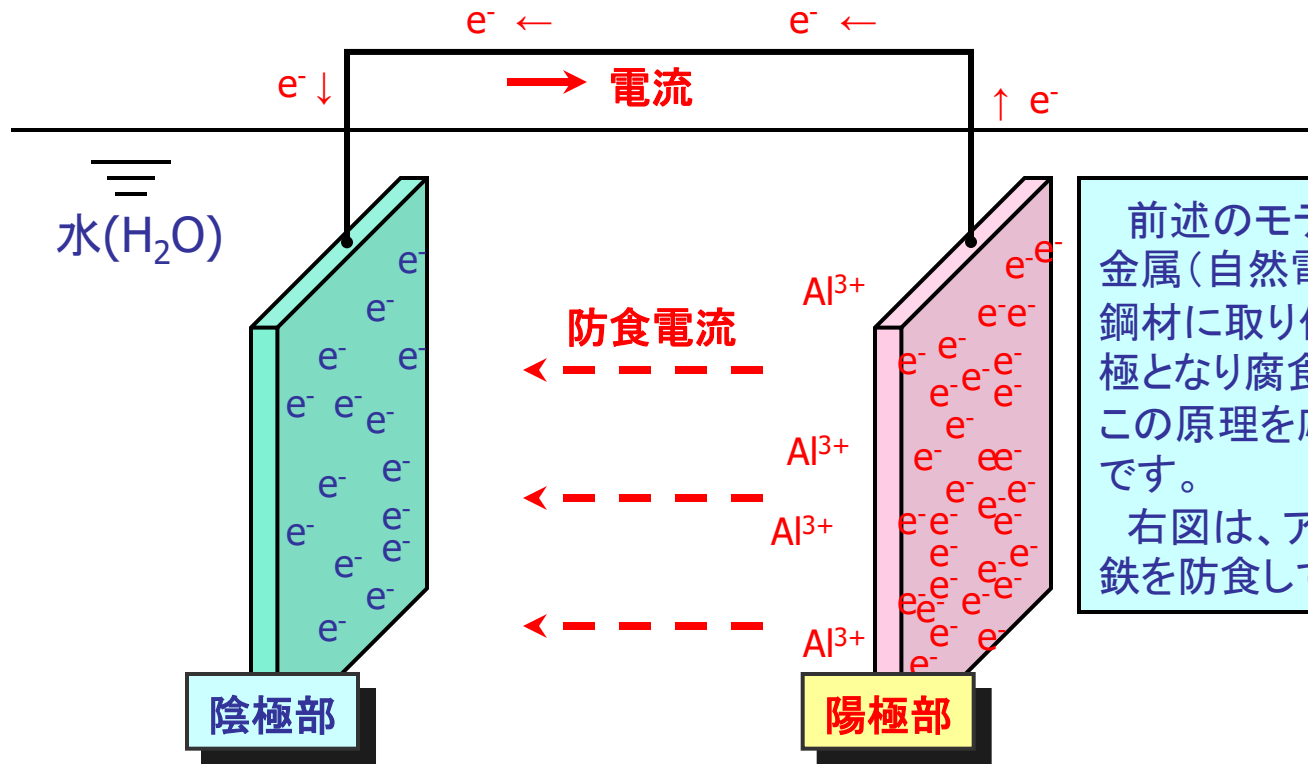
《通気差腐食》

土中



* 酸素の濃淡による電位差を起電力として腐食電池が形成

電気防食の原理 ～流電陽極法～



前述のモデルにおいて、鉄よりも卑な金属(自然電位がマイナスに大きい金属)を鋼材に取り付けることにより、鋼材が陰極となり腐食が防止されます。この原理を応用したものが『電気防食法』です。

右図は、アルミニウム合金陽極により鉄を防食しているモデルです。

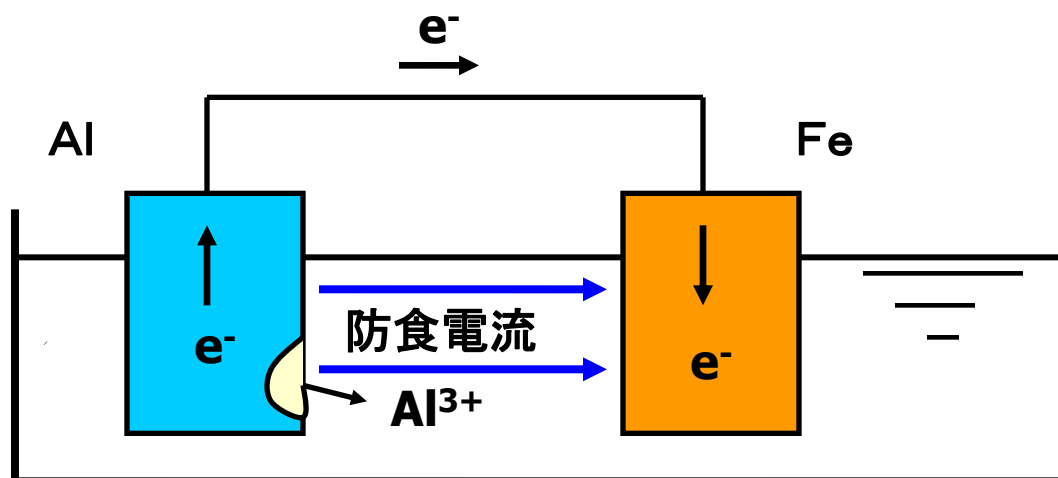
Fe: 腐食が抑制される

Al: 防食電流を供給しながら溶解する

流電陽極(鋼材の犠牲になることから犠牲陽極ともいう)

①流電陽極方式

防食対象にアルミニウム合金、亜鉛合金またはマグネシウム合金等の陽極を接続し、電位差を利用して防食する方法。



②外部電源方式

不溶性電極と直流電源装置を設け、受電した交流入力を防食に有効な直流電流に変換して、電極から防食電流を供給する方法。

