

ガルバニック腐食の腐食度に影響を与える因子

兵庫県立加古川東高等学校 課題研究 5班

目的

「ガルバニック腐食」・・・2種類の金属を接触させて放置すると、イオン化傾向の大きい金属がより腐食し、イオン化傾向の小さい金属はより防食される現象。

ガルバニック腐食の腐食度に影響する因子は調べられていないことが多い。

→基礎研究を行い、防食、工業的な応用へ！

予備知識

ガルバニック腐食の仕組み

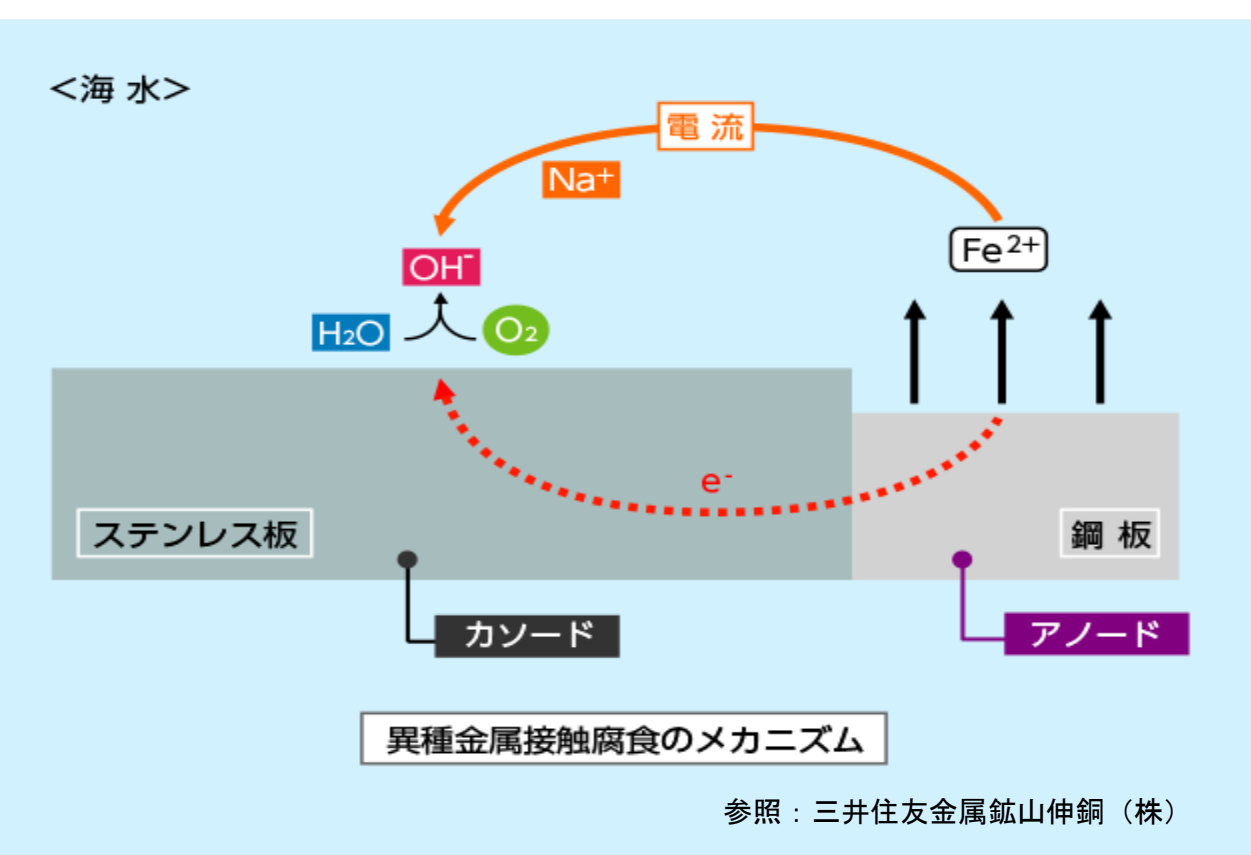


図1

溶存酸素量
大気中から水に溶け込んでいる酸素(O₂)の量のこと

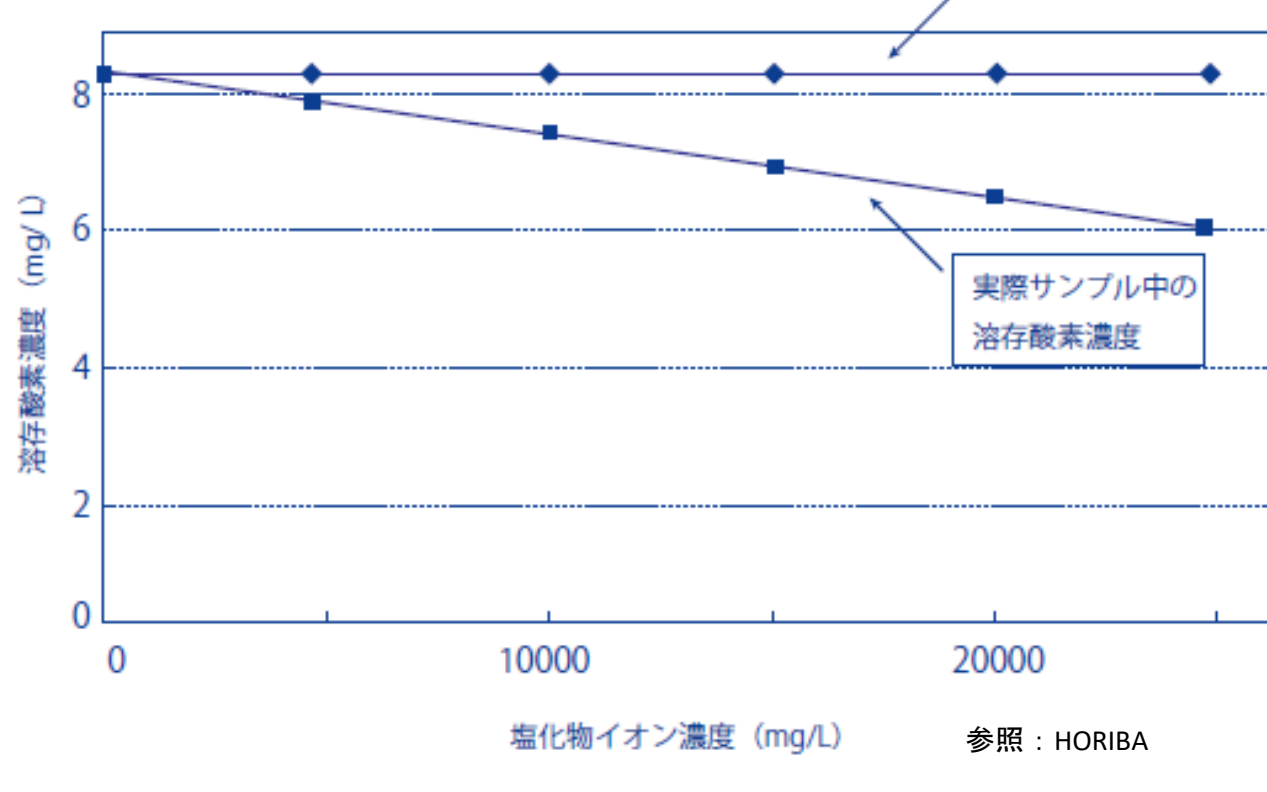
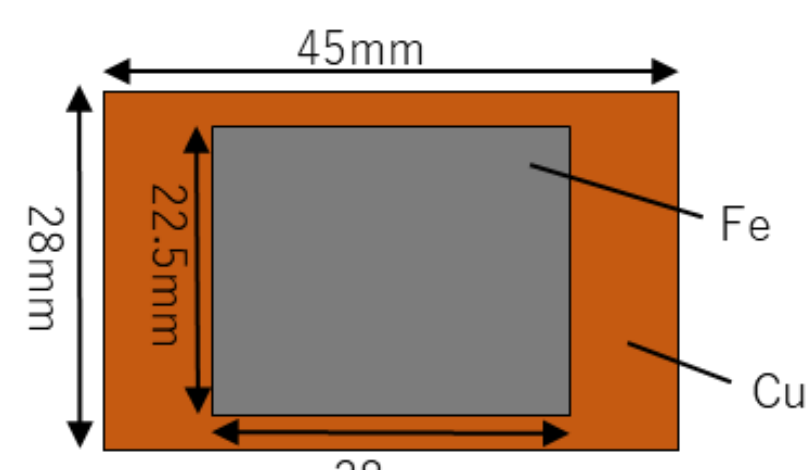


図2 塩化物イオン濃度による溶存酸素量の変遷

温度・濃度の影響

実験方法・仮説

- ①Fe板とCu板をHNO₃aq(実験Ⅰ・Ⅱ)またはCH₃COOHaq(実験Ⅲ)とNaOHaq(実験Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ)で前処理し、質量を測定する。(寸法は図3)
- ②ビーカーまたはプラスチック製容器内の下記の条件に設定した試験液にFe-Cuを図3のように接触させ、浸漬する。また、ラップをかけ、溶液の蒸発を防ぐ。
- ③温度を下記の条件にし、7日間静置する。
- ④取り出して、水洗し、質量を測定する。



条件・仮説

条件	温度	試験液	仮説
(Ⅰ)食塩水環境下での温度の影響	10℃, 30℃, 50℃, 80℃	NaClaq 1.20mol/L, 100ml	温度が高いほど腐食度は大きい。
(Ⅱ)淡水環境下での温度の影響	10℃, 30℃, 50℃, 80℃	蒸留水 100ml	温度が高いほど腐食度は大きい。
(Ⅲ)食塩水濃度の影響	10℃	NaClaq 0.50mol/L, 1.0mol/L, 2.0mol/L, 3.0mol/L, 飽和(4.7mol/L) 100ml	濃度が高いほど腐食度は大きい。

結果

表1 実験(Ⅰ)

濃度	浸漬前[mg]	浸漬後[mg]	変化量[mg]	腐食度[mdd]
0.5[mol/L]	2422.5	2412.8	-9.7	10.5738
	2404.0	2394.8	-9.2	10.0289
	2358.6	2349.0	-9.6	10.4649
1.0[mol/L]	2359.3	2352.6	-6.7	7.3266
	2423.7	2415.7	-8.0	8.7208
	2415.7	2407.1	-8.6	9.3748
2.0[mol/L]	2419.9	2413.1	-6.8	7.4127
	2395.5	2380.0	-5.5	5.9955
	2407.6	2401.8	-5.8	6.3226
3.0[mol/L]	2405.7	2401.6	-4.1	4.4684
	2251.5	2218.5	-3.0	3.4703
	2398.5	2393.8	-4.7	5.1235
飽和	2435.6	2433.4	-2.2	2.3882
	2354.6	2352.5	-2.1	2.2882
	2335.6	2333.5	-2.1	2.2882

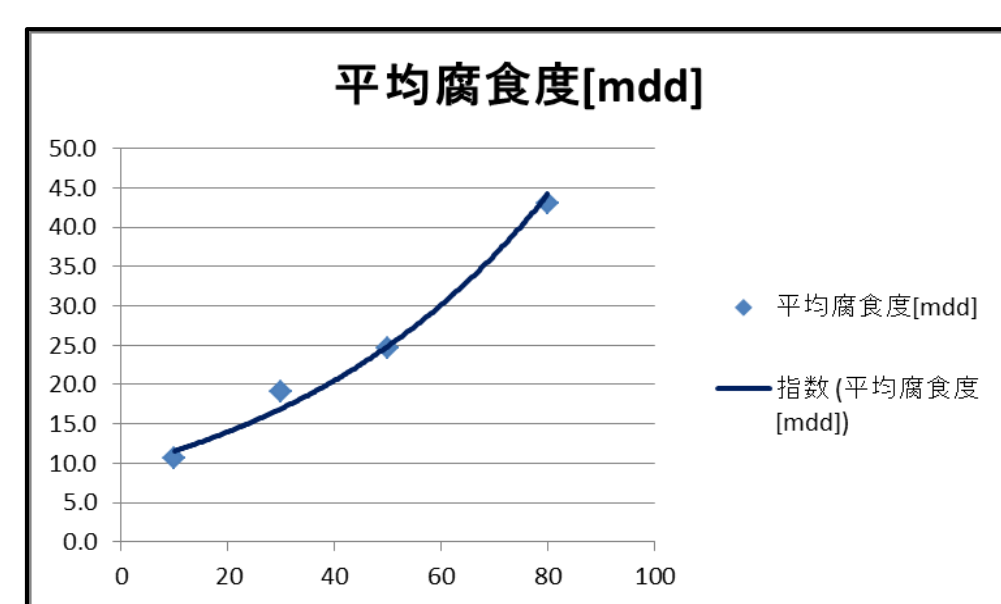


図4 実験(Ⅰ)

表2 実験(Ⅱ)

温度	浸漬前[mg]	浸漬後[mg]	変化量[mg]	腐食度[mdd]
10℃	2382.7	2373.2	-9.5	10.3559
	2323.4	2320.3	-3.1	9.3139
	2207.0	2196.2	-10.8	11.7730
30℃	2336.3	2319.5	-16.8	18.3136
	2372.7	2354.7	-18.0	19.6217
	2356.6	2339.0	-17.6	19.1857
50℃	2398.2	2380.6	-17.6	19.1857
	2398.0	2370.1	-27.9	30.4137
	2387.0	2364.9	-22.1	24.0911
80℃	2401.8	2369.3	-32.5	36.5132
	2431.9	2408.1	-23.8	25.3443
	2232.0	2170.9	-61.1	66.6049

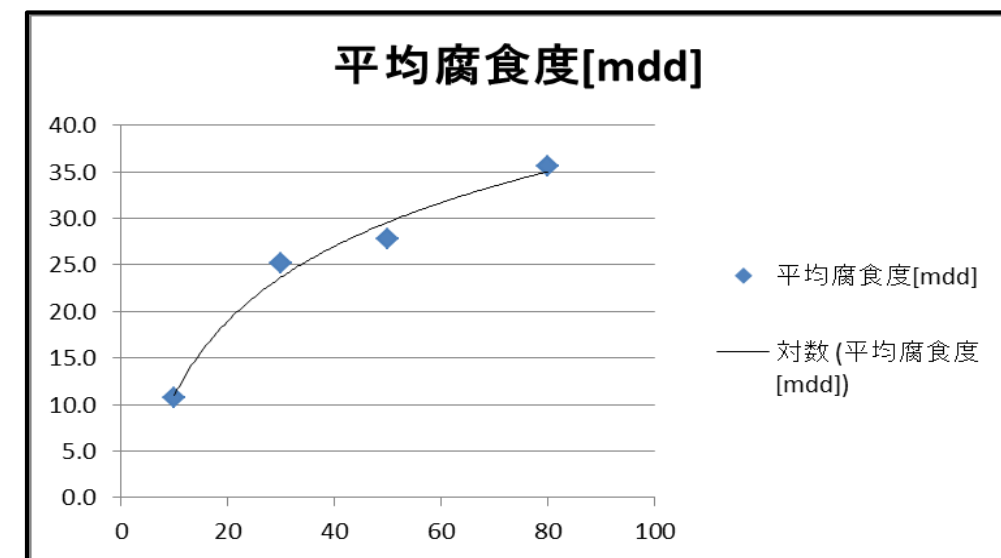


図5 実験(Ⅱ)

表3 実験(Ⅲ)

温度	浸漬前[mg]	浸漬後[mg]	変化量[mg]	腐食度[mdd]
10℃	2405.1	2395.9	-9.2	10.0289
	2403.9	2393.7	-10.2	11.1190
	2284.4	2274.4	-10.0	10.8010
30℃	2386.3	2361.6	-24.7	26.9254
	2377.6	2354.8	-22.8	24.8542
	2149.4	2127.8	-21.6	23.5461
50℃	2383.9	2355.9	-28.0	30.5227
	2316.7	2292.5	-24.2	26.3803
	2361.6	2337.3	-24.3	26.4893
80℃	2363.7	2331.2	-32.5	35.4281
	2347.9	2313.0	-34.9	38.0444
	2216.8	2186.2	-30.6	33.3570

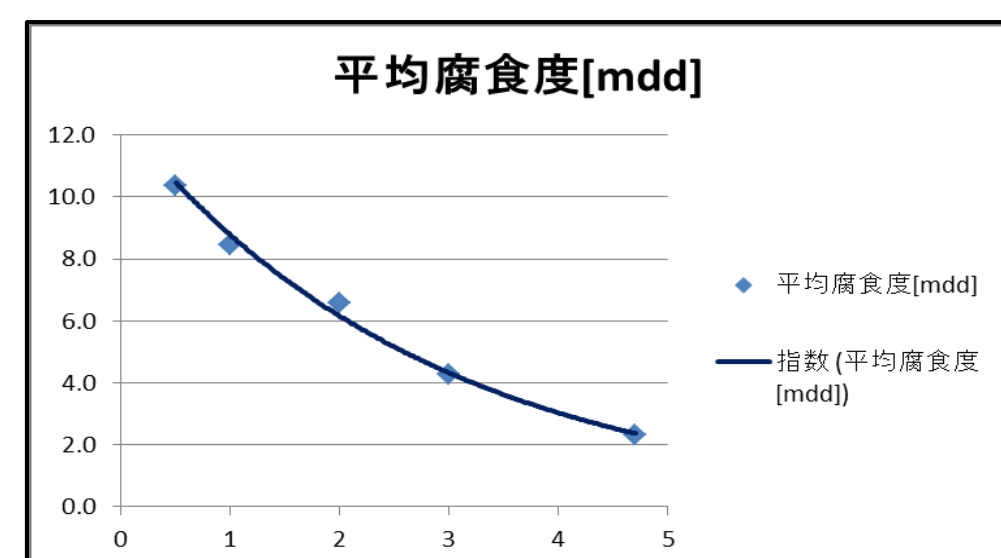


図6 実験(Ⅲ)

まとめ

- ①温度が高いほど
- ②濃度が海水濃度に近づくほど

ガルバニック腐食の腐食度は大きくなるのがわかった。

3種類での金属間でのガルバニック挙動に関しては、なぜ並び順にかかわらずFeが最も腐食したのかは未解明であり、電気化学試験を行って考察を行う必要がある。

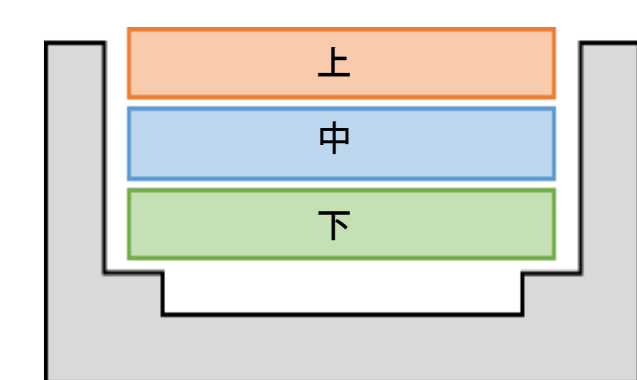
3種類の金属間での挙動

実験方法

- ①Al, Fe, Cu板(45mm×28mm)をCH₃COOHaqとNaOHaqで前処理し、質量を測定する。また、重ねる順番を変えて図7のように重ね、接触させる。
- ②①をプラスチック製容器内の海水の塩分濃度(3.5wt%)のNaClaq100mlに浸漬し、7日間静置する。
- ③取り出して、水洗し、質量を測定する。

表4(真ん中がAlの場合)

上	Cu	Cu	Fe
中	Al	Al	Al
下	Fe	Fe	Cu



仮説

イオン化傾向順に上から並べたときイオン化傾向の最も大きい金属が一番腐食する。

結果

表5 質量変化

サンプル	浸漬前[mg]	浸漬後[mg]	変化量[mg]	腐食度[mdd]
Cu-Al-Fe	2823.5	2820.8	-2.7	1.8532
	2403.9	2399.1	-4.8	5.2325
	872.8	872.7	-0.1	0.01060
Cu-Fe-Al	2823.2	2821.3	-1.9	2.0712
	2350.7	2347.3	-3.4	3.7063
	859.2	858.8	-0.4	0.4360
Fe-Cu-Al	2748.5	2747.4	-1.1	1.1881
	2324.1	2321.8	-2.3	2.6856
	869.0	867.4	-1.6	1.7442

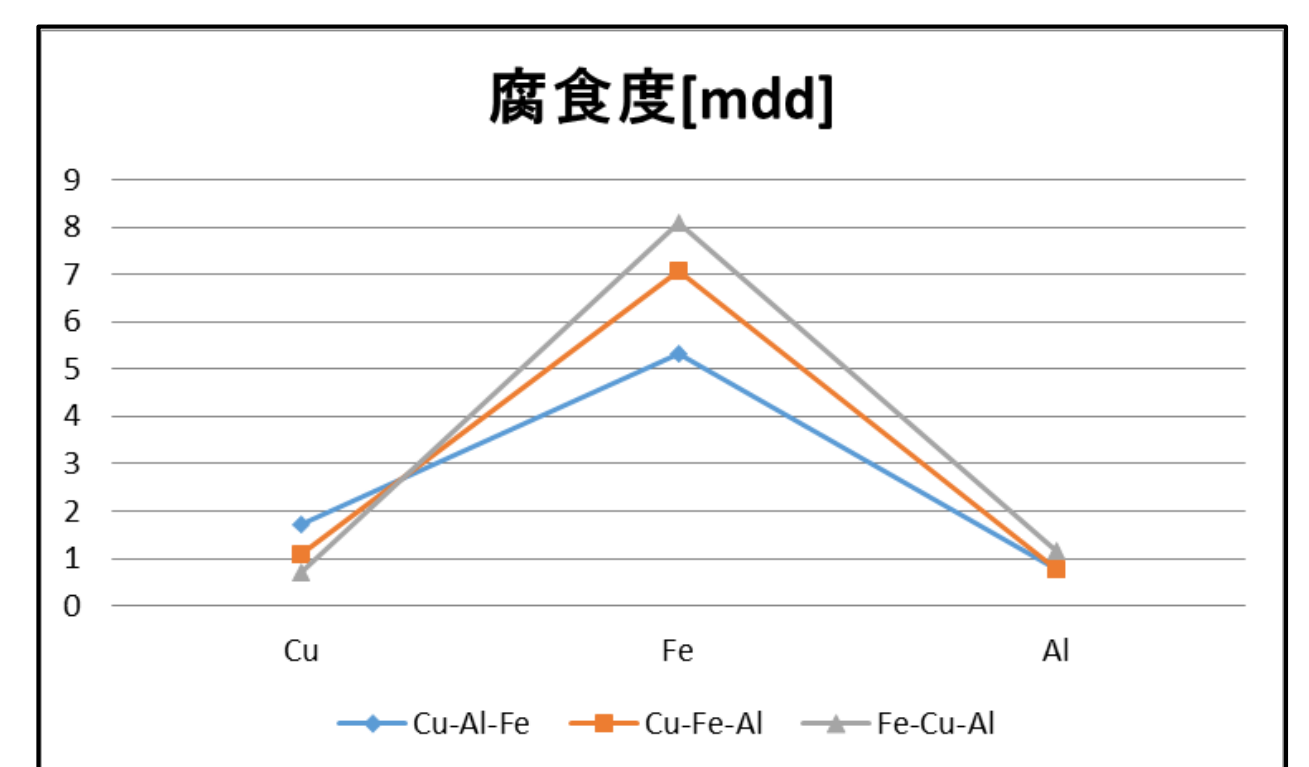


図8 腐食度

考察

温度・濃度の影響 化学反応式: $2Fe + O_2 + 2H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_2$

- (Ⅰ)(Ⅱ)より
 - ・腐食度 → (NaClaq下) > (淡水下) NaClの電離が影響
 - ・密閉環境下かつ温度が高いほど腐食度が大きい
 - ・溶存酸素の拡散速度の上昇が影響

- (Ⅲ)より
 - 塩化物イオン濃度上昇 → 溶存酸素量減少 → 腐食度が小さくなる！

3種類の金属間での挙動

Feが最も腐食した原因は未解明

- 電気化学試験を行う予定
- (川重テクノロジー(株)様からのアドバイス)

今後の展望

- 電気化学試験を依頼 → 分極曲線を描く
- 腐食速度、アノード・カソード反応がわかる
- ほかの条件についても調査

謝辞

今回の研究を進めるにあたりご指導をいただいた、
・室蘭工業大学 境昌弘 准教授
・川重テクノロジー株式会社 様に、この場をお借りして感謝申し上げます。

参考文献

- ・境昌宏, 坂本千波『NaCl溶液中における純アルミニウム1050とCFRPとのガルバニック腐食挙動』材料と環境, 64, 224-227 (2015)
- ・中津川勲・千野靖正『AZX611マグネシウム合金/A6N01アルミニウム合金接合材のガルバニック腐食に及ぼす面積比の影響』『異材接合部の腐食』特集 軽金属第71巻第2号82-88 (2021)
- ・岡本剛, 井上勝也『日本化学学会編産業化学シリーズ 三訂 腐食と防食』大日本図書 昭和62年5月10日
- ・長野博夫, 松村昌信『図解入門よくわかる最新さびの基本と仕組み[第2版]』秀和システム 2016年7月15日
- ・藤井哲雄, 『錆・腐食・防食のすべてがわかる事典』ナツメ社2017年6月1日
- ・水流徹, 『腐食の電気化学と測定法』丸善出版 平成29年12月30日