



www.nipponsteel.com



チタン建材の特長

チタン



日本製鉄株式会社

〒100-8071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
Tel: 03-6867-4111 Fax: 03-6867-5607

チタン建材の特長
T003_02_202308f

© 2019, 2023 NIPPON STEEL CORPORATION 無断複写転載禁止

日本製鉄株式会社

時代の最先端をゆくチタンは、 環境にやさしい金属です。

チタンは、1790年に、元素として発見されギリシャ神話のタイタン(巨人)の名にちなんで命名されました。

工業生産が開始されたのは、1946年頃。その『軽い』『強い』『錆びない』等の優れた特性から、航空宇宙・化学・電力等の分野で適用が始まり、建築・土木・医療・民生品にまで需要は広がっています。

建材への適用が始まったのは、1970年代からです。比類なき耐食性能を有する意匠材として、海浜地区等の厳しい腐食環境から恒久的建築物(博物館、神社仏閣等)へと適用範囲が広がり、最近では一般住宅にも普及し始めました。

海外では、1990年代にFrank O. Gehryが設計したGuggenheim Museum(スペイン)にチタンが大規模に使用されたことで、世界の多くの建築家が注目し、各国で適用が始まりました。今後、チタン建材の需要がますます広がるものと期待されます。

ご注意とお願い

本資料に記載された技術情報は、製品の代表的な特性や性能を説明するものであり、「規格」の規定事項として明記したもの以外は、保証を意味するものではありません。本資料に記載されている情報の誤った使用または不適切な使用等によって生じた損害につきましては責任を負いかねますので、ご了承ください。また、これらの情報は、今後予告なしに変更される場合がありますので、最新の情報については、担当部署にお問い合わせください。

本資料に記載された内容の無断転載や複製はご遠慮ください。

本資料に記載された製品または役務の名称は、当社および当社の関連会社の商標または登録商標、或いは、当社および当社の関連会社が使用を許諾された第三者の商標または登録商標です。

その他の製品または役務の名称は、それぞれ所有者の商標または登録商標です。

CONTENTS

チタン建材への取り組み	1
チタン建材の基本特性	2
多彩な商品メニュー(表面仕上)	6
チタンの発色について	9
変色しにくいチタン建材の開発	10
ロット間の色のバラツキ低減	13
豊富な応用技術	14
チタン建材の使用例	16
参考資料	21

チタン建材への取り組み

ステンレスや銅よりも耐食性能が優れた建材として世に出たチタン建材は、多くの建築家にその意匠性が注目されました。当社は、意匠材として必要な様々な技術開発に取り組んできました。

チタン建材の特長

意匠の選択から、加工後に建物に施工されてメンテナンスまで…。チタンがその意匠性を一貫して維持できるように不断の努力を続けています。

1. 2頁~ チタン建材の 基本特性

チタンは、建材として優れた特性を有しています。厳しい腐食環境では、最適な素材です。

2. 6頁~ 多彩な商品メニュー (表面仕上)

日本の神社仏閣に適する瓦風のものから、現代建築向けの光沢のある発色チタンまで多くの表面仕上メニューを開発しました。

3. 10頁~ 変色しにくい^(注) チタン建材の開発

経年変化による変色を抑制する変色しにくいチタン建材を開発しました。

(注)経年変化による変色の速度を遅くする製品であり、変色を止めるものではありません。なお、変色しないという保証はできません。

5. 豊富な応用技術

- 加工時の歪が少ない素材の開発 14頁
- 適切なクリーニング剤の開発 15頁

4. 13頁 ロット間の色の バラツキ低減

金属ではロット間の色のバラツキが意匠面から問題となることがありますが、これを低減して大面積を生産する制御技術を開発しました。

1. チタン建材の基本特性

1. 比類なき耐食性能

チタンは、常温で容易に**安定した酸化皮膜(不動態皮膜)**を形成し、優れた耐食性を示します。通常の建材使用環境で腐食する可能性は皆無です。

- (1) 海水に対して白金並の耐食性
 - 海岸地帯での使用に最適な金属です。
- (2) 腐食性ガスにも優れた耐食性能(亜硫酸ガス・硫化水素ガス等)
 - 大都市、工業地帯、温泉地帯等で最も優れた建築材料です。
 - 地球規模での環境汚染(酸性雨等)にも強い金属です。
- (3) ステンレス鋼で問題となる**応力腐食・孔食・隙間腐食**等の心配がありません。
- (4) 異種金属との接触腐食(21頁「海水での腐食電位」を参照)
 - ステンレスとほぼ同等の腐食電位です。
 - ステンレスを扱うのと同様の考えで使用してください。
 - 特に心配な場所では、結露防止や絶縁を考慮してください。

表1. 各種金属耐食性比較 (出典：日本チタン協会)

	チタン	ステンレス SUS 304	銅
耐海塩粒子性(孔食)	◎	△	○
耐紫外線性	◎	◎	◎
耐酸性雨性(孔食)	◎	△	△
耐酸性雰囲気性	◎	△	×
耐もらい錆性*	◎	×	△
耐錆ながれ性	◎	○	×
耐熱性	◎	◎	◎
耐工ロージョン性	◎	◎	○

評価：◎=優 ○=良 △=やや良 ×=不良
*もらい錆：付着物により、金属自体が腐食する現象

表2. 各種金属耐薬品性比較 (出典：日本チタン協会)

	チタン	ステンレス SUS 304	ステンレス SUS 316	銅
海水 常温	◎	◎*	◎*	○
塩酸 HCl 10% 常温	○	×	×	×
硫酸 H ₂ SO ₄ 10% 常温	○	○	○	○
硝酸 HNO ₃ 10% 常温	◎	◎	◎	×
苛性ソーダ NaOH 50% 常温	◎	◎	◎	◎
塩化ナトリウム NaCl 20% 常温	◎	○	○	◎
塩素ガス Cl ₂ 100% wet	◎	×	×	×
硫化水素ガス H ₂ S 100% wet	◎	○	◎	×
亜硫酸ガス SO ₂ 30~90℃	◎	○	○	×

評価 ◎:<0.05 ○:0.05~0.5 △:0.55~1.27 ×:>1.27mm/年
*孔食および隙間腐食が発生する。

2. 高い強度

鋼とほぼ同程度の強度を持ち、重量当りの強度、すなわち**比強度**が高い金属です。建材用としては、加工性の良い**JIS 1種**が主に使用されます。

表3. 工業用純チタンの規格(JIS製品)

	化学成分						機械的特性 (厚さ 0.5~15mm未満)			曲げ試験 (厚さ 0.5~5mm未満)	
	H	O	N	Fe	C	Ti	引張強さ N/mm ²	耐力 N/mm ²	伸び %	曲げ角度	内側半径
JIS 1種	≤0.013	≤0.15	≤0.03	≤0.20	≤0.08	残部	270-410	≥165	≥27	180°	厚さ2倍
JIS 2種	≤0.013	≤0.20	≤0.03	≤0.25	≤0.08	残部	340-510	≥215	≥23	180°	厚さ2倍
JIS 3種	≤0.013	≤0.30	≤0.05	≤0.30	≤0.08	残部	480-620	≥345	≥18	180°	厚さ3倍

3. 軽い

比重が4.51で、鋼の60%、銅の1/2、アルミの1.7倍です。軽い金属なので、構造に対する負担が小さく、施工作業も容易です。用途によっては、腐食代が不要となり軽量化が可能です。

4. 熱膨張が少ない

線膨張係数は、ステンレス、銅の1/2、アルミの1/3。ガラス・コンクリートに近い値なので、これらと共用できます。**気温変化による伸縮が少なく**、長尺施工に有利です。

5. 優れた意匠性

素地そのものも渋味のある落ち着いた銀色で、優れた質感を持っています。さらに陽極酸化法により、様々な発色が可能です。

6. 環境に優しい

無毒な金属です。また金属イオンの溶出が少ないため、人体および環境に優しい。

7. その他

- ①ヤング率(弾性係数)が小さい
 - ②熱伝導率が小さい
 - ③溶融点が高い
 - ④非磁性
- 等の特性があります。

表4. チタンとその他の金属との物性比較表

項目	金属材料	チタン	ステンレス SUS 304	ステンレス SUS 316	鉄	銅	アルミニウム
溶融点 °C		1,668	1,398~1,453	1,370~1,397	1,530	1,083	660
比重		4.51	7.93	8.0	7.9	8.9	2.7
線膨張係数 ×10 ⁻⁶ /°C(20~100)		8.4	17.3	16.0	12.0	17.0	23.0
熱伝導率 cal/cm ² /sec/°C/cm		0.041	0.039	0.039	0.150	0.920	0.490
電気抵抗 μΩ-cm		47	72	74	9.7	1.7	2.7
ヤング率 kg/mm ²		10,850	19,300	19,300	21,000	11,000	7,050

チタンは、不燃材料として認定されています。(国土交通大臣認定「NM-8596号」)

1. チタン建材の基本特性

8. 耐食性調査データ

(1) 温泉地区での金属材料の腐食試験データ

温泉地区での金属腐食は様々な問題を引き起こす原因となることがあり、使用する金属材料は慎重に選択する必要があります。ここに一つの例として、強酸性で有名な蔵王温泉での曝露試験結果を紹介します。

(出典：チタニウム・ジルコニウムVol.35 No.4 22頁 昭和62年10月号)

表5. 蔵王温泉代表成分 (単位：mg/kg)

	泉温(°C)	pH	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe ²⁺ +Fe ³⁺
源泉地	52.5	1.30	738.6	5,070	94.3
浴場	46.7	1.35	845.3	5,460	106.0

温泉の成分により腐食状況には差異がありますのでご注意ください。

表6. 蔵王温泉における各種金属材料の腐食度(曝露期間6ヵ月) (単位：mg/dm²/日)

	源泉地曝露	源泉地浸漬	浴場内壁曝露	浴場外壁曝露	浴場浸漬
純チタン	0	0	0	0	0
ステンレスSUS 304	-	溶解*1	1.99	-	溶解*1
SS 400鋼材	46.22	溶解*1	41.55	19.33	溶解*1
タフピッチ鋼	73.66	165.94	64.83	17.11	31.77
純亜鉛地金	0.66	溶解*2	2.39	0.55	溶解*2
アルミニウム5052	0	74.77	0	-	109.49
ニッケル	0.66	341.44	3.83	1.83	58.49

*1：2ヵ月以内に溶解

*2：浸漬後10日以内に溶解、一印は異常値

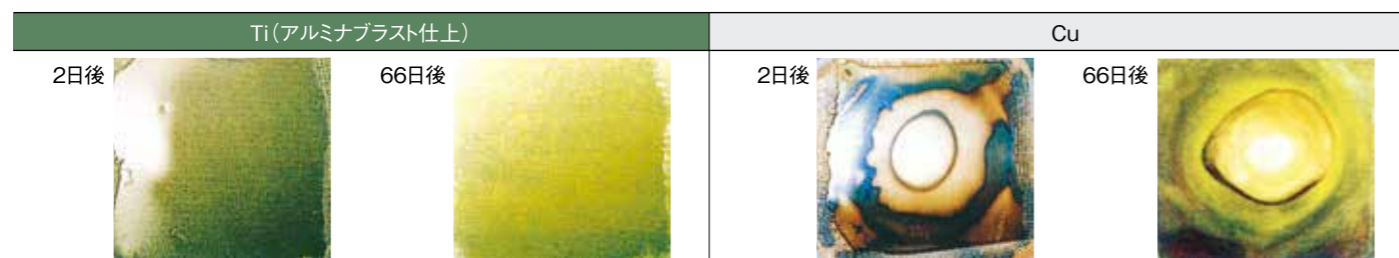
(2) 酸性雨に対する当社の調査結果(文化財保護に向けたチタン適用研究)

銅は表面に重厚な緑青が生成することから、神社、仏閣等の屋根材に好まれて使用されてきましたが、最近、酸性雨等の環境の悪化により、様々な問題が生じてきています。酸性雨による影響は、銅の表面に安定した塩基性炭酸銅(緑青)を生成することができず、不安定な塩基性硫酸銅を生成させることにあります。このことにより、景観上のみならず腐食問題も生じており、特に雨垂れの落ちる部分に穴開き腐食(雨垂れ腐食)が発生しています。その他、銅は漆喰やいぶし瓦からの浸出液にも腐食される可能性があります。これらは文化財保護の観点から大きな問題となっており、チタンへの期待が高まりつつあります。

(施工例 一休寺/庫裏、光悦寺、なり田屋、薬王院/茶室 等)

写真1は模擬酸性雨(H₂SO₄:HNO₃:HCl=1.4:1.4[モル比]、pH=4.6)滴下による雨垂れ腐食再現実験の結果を示したものです。

写真1. 模擬酸性雨による雨垂れ腐食再現実験後の金属表現



9. 加工性

(1) 成形性

鋼・ステンレスと大差ありません。

JIS 1種の場合、鋼・ステンレスとほぼ同一の道具、治具、機械で成形できます。

鋼・ステンレスに比べ、戻り(スプリングバック)が大きいことに留意してください。

(2) 溶接性

シーム・スポット溶接は、ステンレスと同様の方法で大気中でも可能です。一般の溶接(TIG溶接が主体)については、アルゴン・ガス・シールドの必要性等、ステンレスよりは、厳しい溶接管理が必要とされます。溶接部腐食および応力腐食割れの心配はありません。

当社は、定期的に溶接研修会を開き、溶接技術の指導を行っています。

(3) 接着性

粘着材およびシーリング材との接着性、塗膜の密着性は、ステンレス・アルミと同等です。

10. 施工・用途について

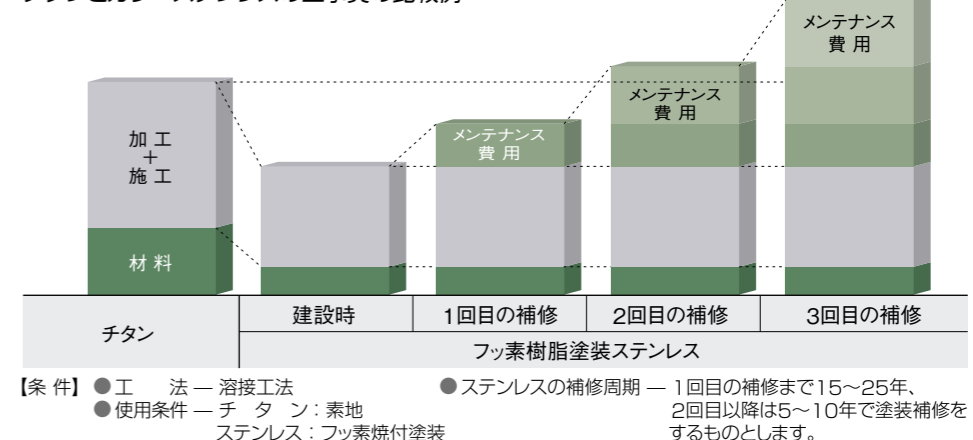
外装材(屋根、壁)の従来金属でのほとんどの工法に使用できます。

11. 経済性

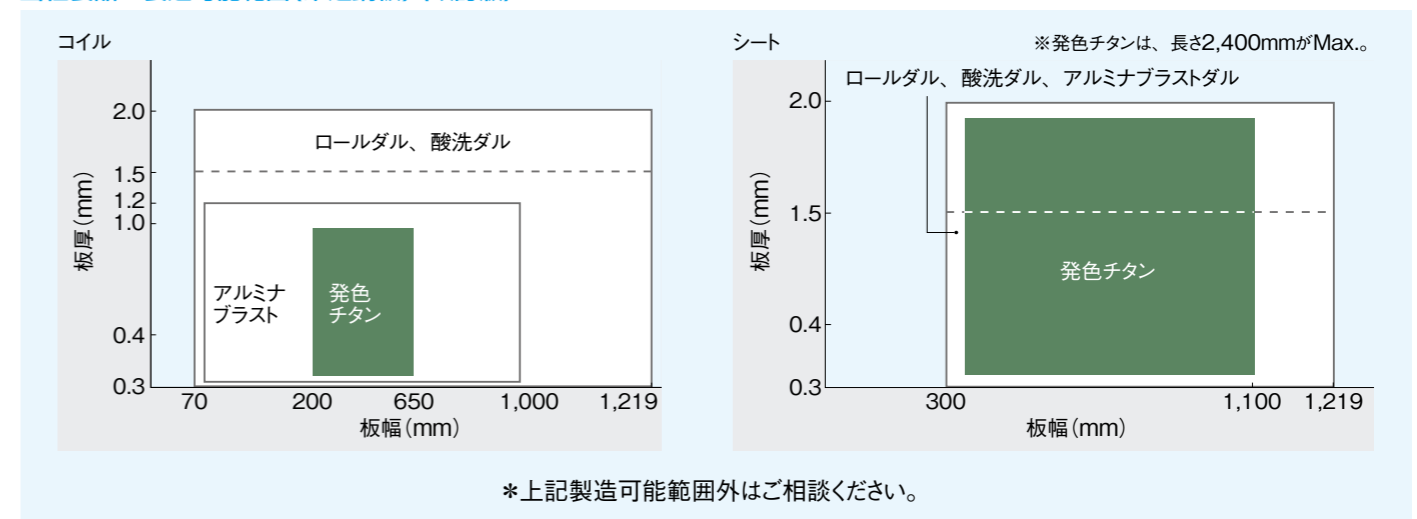
チタンは、屋根材や外装材として使用される時、素材ベースのイニシャルコストは、他素材に比べ高いものの、塗り替え、葺き替えが不要となる等、ランニングコストが極めて低くなり、20~30年以上で使用する場合には、ライフサイクルコストでは有利となります。

特に海岸地帯や工業地帯、都市等の腐食の激しいところでは、さらに有利となります。

チタンとカラーステンレスの工事費の比較例

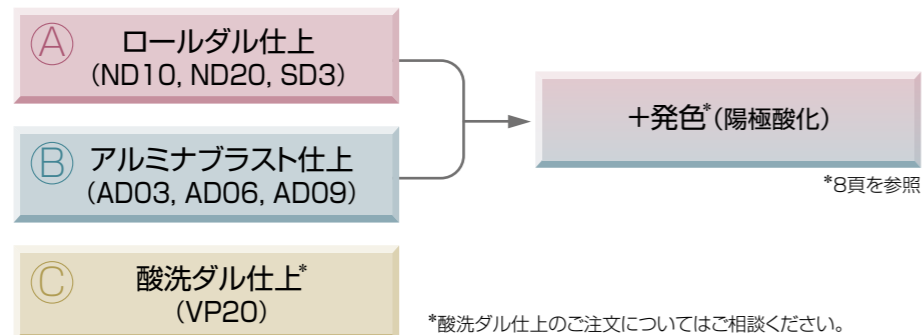


当社製品の製造可能範囲(冷延鋼板)〈改訂版〉



2-1. 多彩な商品メニュー(表面仕上) 【特許第3688762号、3406726号、3397927号、3117876号、3453257号、3655932号】

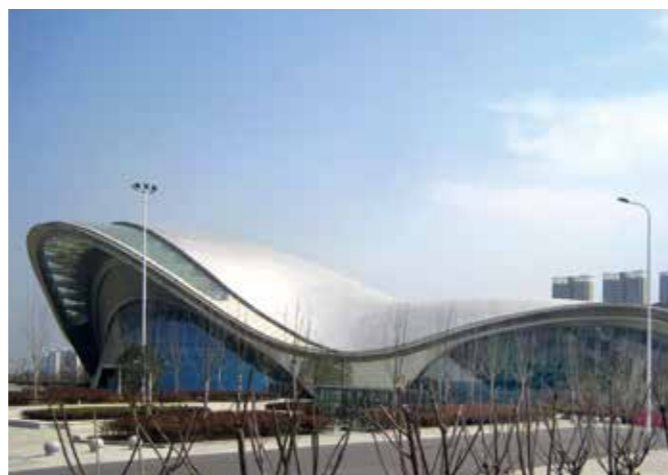
当社は、3種類の表面仕上と数十種類の発色との組み合わせで、近代建築から和風建築、さらにモニュメントまで、様々な要望に応えられる多彩なメニューを準備しています。



① **ロールダル仕上** 当社の主力商品であるロールダルは、最も多くの物件で使用されています。
真空焼鈍[VAF]後、スキンパスでダル処理を行います。



フジテレビ本社ビル/球体展望室
表面：ロールダル(ND10)
面積：2,800m²
重量：14tons
竣工：1996年



合肥滨湖国際会展中心
表面：ロールダル(ND20)
面積：13,000m²
重量：21tons
竣工：2011年



セマングム
エキシビション
センター
表面：ロールダル
(ND20)
面積：4,300m²
重量：10.4tons
竣工：2011年



② **アルミナブラスト仕上**
アルミナの粉を直接ブラストします。

「いぶし瓦」の風合いを目指したアルミナブラストは、主に神社仏閣をはじめとする日本建築で使用されています。



- 2003年 グッドデザイン賞
「お寺のチタン屋根 / 歴史的建造物を守るチタンプロジェクト」
- 平成16年度 大谷美術館賞
「伝統美・夢素材の屋根 アルミナブラスト仕上のチタン屋根・外装材」

昭和館
表面：アルミナブラスト (AD09)
面積：4,200m²
重量：56tons
竣工：1998年

光悦寺/本堂
表面：アルミナブラスト (AD03)
面積：700m²
重量：1.2tons
竣工：1997年



大中寺
表面：アルミナブラスト (AD03)
面積：660m²
重量：1.2tons
竣工：2006年



③ **酸洗ダル仕上**
酸洗およびスキンパスでダル処理を行います。

酸洗するとチタンは白っぽく見えます。大面積をロット間の色のバラツキを低減して製造できた代表的事例です。



島根県立美術館
表面：酸洗ダル(VP20)
面積：10,000m²
重量：60tons
竣工：1998年

2-2. 多彩な商品メニュー(表面仕上)

A ロールダグ+発色仕上



内灘町役場
表 面：ロールダグ(ND20)、(発色：緑色)
面 積：1,700m²
重 量：6tons
竣 工：1998年

B アルミナプラスト+発色仕上



北野天満宮／宝物殿
表 面：アルミナプラスト(AD09)、発色：緑青
面 積：1,000m²
重 量：4tons
竣 工：1998年



奈良国立博物館(第2新館)
表 面：アルミナプラスト(AD03)、発色：コルテン
面 積：6,000m²
重 量：12tons
竣 工：1998年



愛鷹神社
表 面：アルミナプラスト(AD09)、発色：緑青
面 積：440m²
重 量：0.4tons
竣 工：2006年



瀧光徳寺
表 面：アルミナプラスト(AD09)、発色：緑青
面 積：2,500m²
重 量：5.9tons
竣 工：2009年

チタンの発色について

発色チタンについて

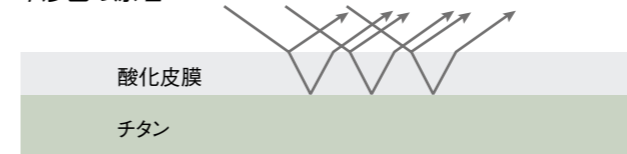
当社は、発色チタン建材を安定供給できる品質管理体制を構築しています。

- ①均一な発色
- ②皮膜の密着性確保技術
- ③新製品開発
- ④発色用保護フィルムの開発 等

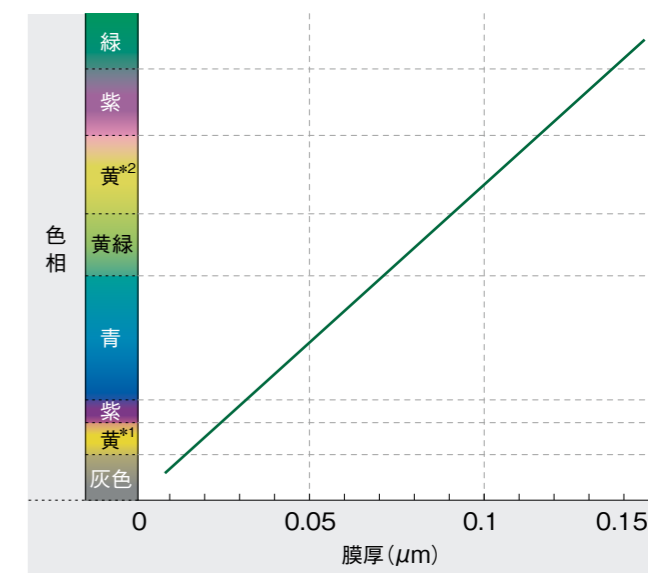
発色チタンの原理

発色(陽極酸化)
陽極酸化法により、チタン表面に薄い酸化皮膜(無色透明)を生成させると、光を干渉して色が見えてきます。この膜厚を変えることによって、多様な発色が可能となります。

干渉色の原理



膜厚と干渉色との関係(理論計算値)



発色チタンのご使用に当たっては、以下の点につきご理解いただきますようお願い申し上げます。

- ①チタン表面の酸化皮膜は非常に薄いため、その色調は素地の表面状態の影響を強く受けます。
表面仕上げが異なると、酸化皮膜の膜厚が同じであっても、違う色に見える場合があります。また、同じ仕上げであっても、コイルごとに素地の微妙な色差を反映します。
このため、当社ではサンプルでの色のご確認に加え、発色処理の前に実際にご使用になる素材の一部を発色してご確認いただいております。また、複数のコイルをご使用になる場合は、色むらが目立たないようファブリケーター殿と共同で施工管理することをお勧めしております。
- ②光の干渉による発色ですので、季節、天候、時間帯、見る角度等で違う色に見えることがあります。
色によっては、雨の時はまったく別の色に見える場合もあります。この点は、干渉色の特徴です。むしろ、色の変化をお楽しみいただければと考えております。

- ③酸化皮膜は気候条件によっては成長し、色が変化する可能性があります。
当社製品では、膜厚が薄い「黄*1」で納入した発色チタンの酸化皮膜が成長し、約10年で「紫」に変色した事例があります。これは、この色を出すための酸化皮膜が極めて薄いことと、その領域が狭いことが要因です。
当社では、黄色をご希望のお客さまには、酸化皮膜が比較的厚く色の領域も比較的広い「黄*2」をお薦めしております。しかしながら、ご使用になる環境によっては、発色チタンの色は変化する可能性があることをご承知おきください。
*色相は膜厚の変化に応じ、「灰色」から「黄」、「紫」、「青」、「黄緑」、「黄」、「紫」、「緑」と変化します。
- ④他の金属同様に汚れます。指紋もつきます。汚れによって変色したように見えることはありますが、洗浄剤で除去は可能です。ただし、汚れたまま放置すると、とれにくくなる場合があります。
洗浄の際には、中性洗剤あるいは当社推奨の洗剤の使用をお勧めします。強い酸を含む洗浄剤を使用すると、表面の酸化皮膜を溶かし、元の色に修復できなくなることがあります。(15頁を参照)

3-1. 変色しにくいチタン建材の開発

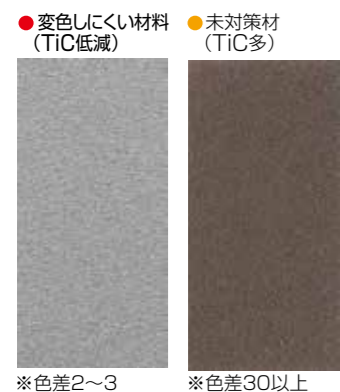
[平成16年度 日本金属学会 技術開発賞 特許第3566930号、3406898号]

当社は変色しにくいチタン建材を開発し、現在では発色も含めたすべての建材製品(表面仕上)に適用しています。沖縄での4年の曝露の結果、厳しい環境下でも、当社の変色しにくいチタン建材は僅かにしか変色していません。

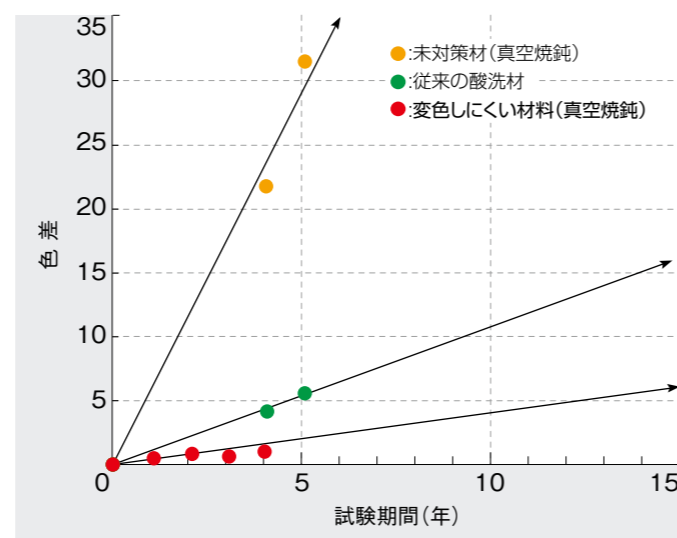
変色しにくいチタン建材の曝露試験

- 沖縄は酸性雨の値はほぼ平均値(pH4.8/2003年)ですが、高温多湿なため、国内では最も変色が促進する地域のひとつです。
- 酸性雨は、日本全国どこでもpH4.7程度(2003年データ)。(注) pH5.6以下が酸性雨です。中性が7.0です。

沖縄曝露試験



沖縄での4年曝露試験結果



当社は変色を再現する促進試験の方法を確立しました。

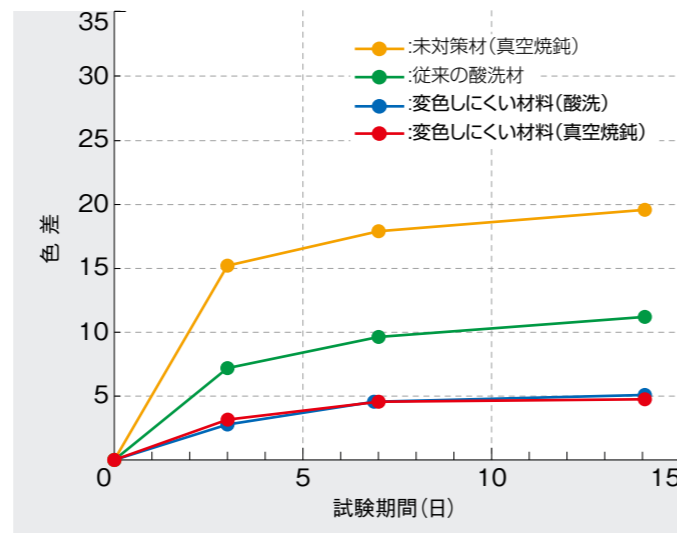
変色しにくいチタン建材は、未対策材に比べて色の変わり方が少ない結果となっています。

変色しにくいチタン建材の促進試験

促進試験の結果
(上部の1/5は、促進試験前の色です)



真空焼鈍および酸洗のチタン板の変色促進試験結果 (pH4硫酸、60℃)



変色しにくいチタン建材に発色を行うと、耐変色性能は著しく向上します。

変色しにくいチタン建材の発色への適用

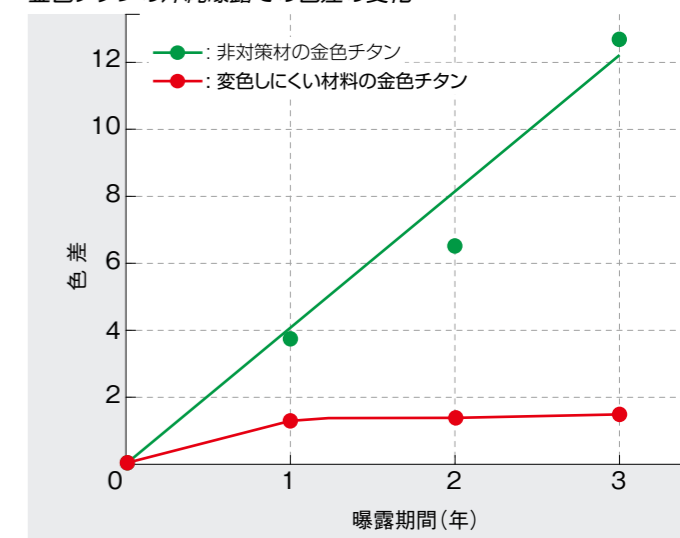
- 最も変色しやすい膜厚が薄い金色(黄)の沖縄での曝露結果を示します。3年曝露しても変色しにくい材料の色差の変化は僅かです。
- 沖縄で施工後2年半経過した座間味棧橋(変色しにくい材料)は今も金色を保っています。

沖縄県 座間味棧橋



2002年竣工(2004年撮影) [薄い膜厚の金色を維持(変色しにくい材料)]

従来材および変色しにくいチタン建材を基材にした金色チタンの沖縄曝露での色差の変化



(注) 上記の色差の範囲では、色差と酸化皮膜厚みは比例関係にあることから対策材の酸化皮膜成長は直線的でない。

変色しにくいチタン建材の留意点

- この技術は、自然環境の中での酸化皮膜の成長速度を遅くすることにより、変色の速度を遅くするもので、変色を止めるものではありません。
- 2000年以降に施工された変色しにくい材料、また曝露試験した材料は、現在のところ素地、発色双方とも色の変化は少なく良好な状態を保っています。
- 高温多湿の熱帯地域や厳しい酸性雨が降る地域等では、変色する可能性はあると考えています。
- チタンも他の金属同様に、汚れたり指紋で変色したように見えることはあります。適切な洗浄を行えば汚れを除去することは可能ですが、放置すれば除去は難しくなります。

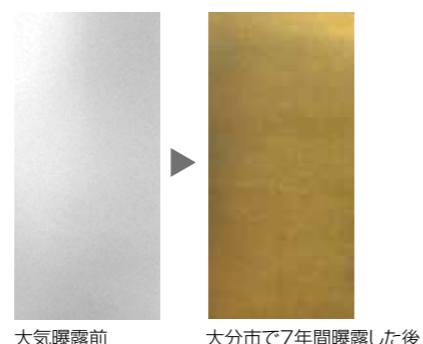
3-2. 変色しにくいチタン建材の開発

変色現象とは

1990年代に入り、それまでに建設された一部のチタン屋根で銀色から茶色に変色する現象が起きました。

チタンの表面には化学的に安定した酸化皮膜(不動態膜)が形成されており、その保護作用によって優れた耐食性を有しています。そのチタンの表面の酸化皮膜(厚さ約0.01 μm)が成長して0.03~0.05 μm程度に厚くなると、銀色だった表面の色が光の干渉色で茶色に見えるようになります。この現象がチタンの変色といわれるものです。(耐食性能には問題はありません)

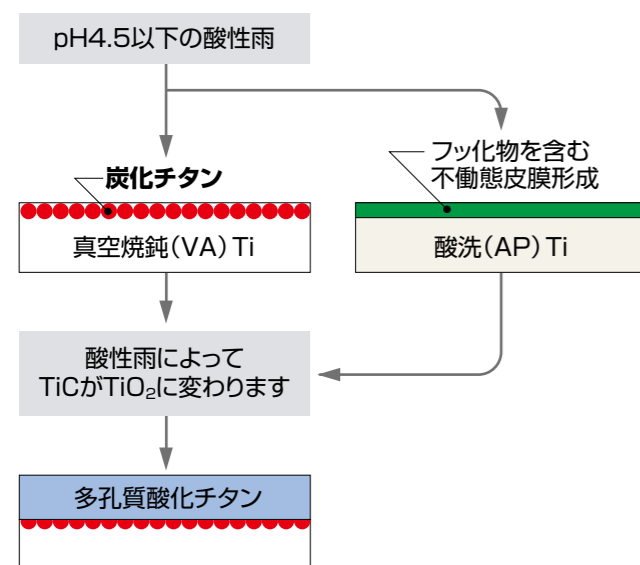
変色の例[試験片は従来の真空焼鈍材(VA)]



変色のメカニズムについて

変色部位を調査した結果、変色部分の酸化皮膜中およびチタン地金表面には微量の炭素、フッ化物が残存しており、種々の実験の結果、こうした物質が酸性雨と反応して酸化皮膜を成長させることがわかりました。気温が高いほどその傾向は顕著になります。

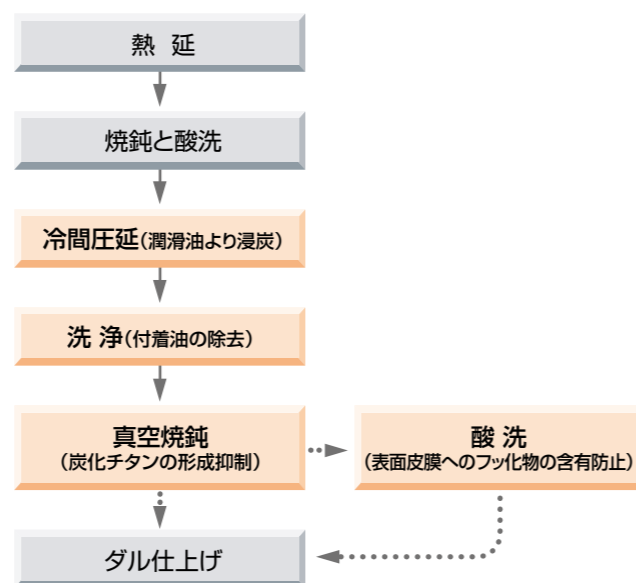
チタンの変色機構(模式図)



変色しにくいチタン建材の開発

変色の原因となる炭素は、チタンの製造工程中の冷間圧延で使用される圧延油に含まれたものが残存していること、また、フッ化物は冷間圧延後の酸洗時に、酸液中に含まれたものが残存していることがわかりました。そこで、当社は炭素やフッ化物の大部分をチタン表面から取り除く製造技術を開発しました。

チタン冷延板の製造方法(耐変色性向上のポイント)



こうして製造したチタンの変色に対する性能を評価するために、沖縄での曝露試験や変色メカニズムに基づく変色促進試験方法を開発し評価した結果、その有効性が確認されています。(10頁参照)

4. ロット間の色のバラツキ低減

当社は、数多くの大物件に素材を提供してきました。大面積をカバーする数量を、ロット(コイル)間の色のバラツキを低減して生産する制御技術のノウハウを蓄積しています。

加えて、屋根や外装の施工会社に対して、ロット管理*に必要な情報を提供することが可能です。

*ロット管理

金属素地(無塗装)を建築材料として使用する場合、製造ロットによって微妙に色が異なることがあるのはよく知られています。チタンも例外ではありません。このような要因で建物全体の品格を傷つけるようなことがないように、色の近いコイル(パネル)から順番に施工して、バラツキを目立たなくする作業が一般的に行われています。

色のバラツキを低減できた代表的事例です。

九州国立博物館(17,000m²)



大分スポーツ公園スタジアム(32,000m²)



杭州大劇院(10,000m²)



浅草寺宝蔵門(1,080m²)



本件では、瓦の風合いを出すために、意図的に光沢度を変えた2種類のアルミナプラスト仕上げで施工しました。

5. 豊富な応用技術

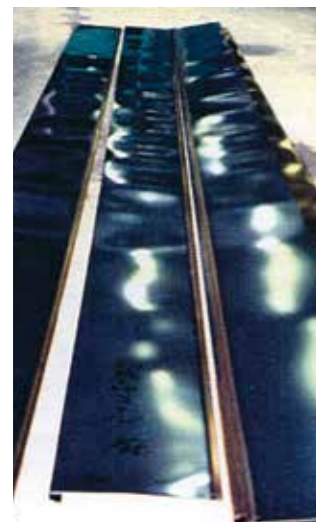
[特許第3369352号、3362326号、3358699号、3505036号]

ロール成形しても歪みが少なく、屋根としての意匠性を保ちます。

加工時の歪みが少ない素材の開発

- チタンは、ロール成形時にポケットウェーブ(ペコ付き)ができることがありますが、これを低減する技術を開発しています。
- 当社は真空焼鈍後に、
 - ①ダルロールを用いてスキンパス圧延を行う。
 - ②チタン板のエッジにあらかじめ耳波を付与する。
 ことで、ポケットウェーブを大幅に低減させることに成功しています。

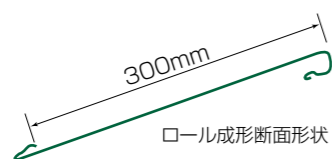
ロール成形後の形状(段書き)



耳波なし⇒ロール成形



耳波付与⇒ロール成形



ロール成形断面形状

九州国立博物館(三晃金属施工)



耳波付与⇒ロール成形(リップ付き)⇒シーム溶接

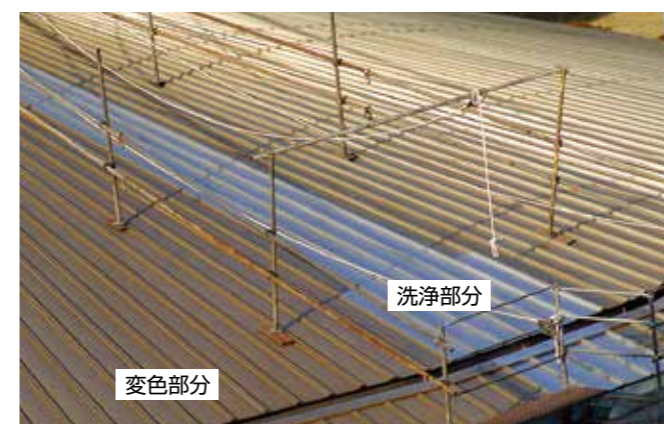


施工後の形状(溶接工法)

適切なクリーニング剤の開発

クリーニングについては、マニュアルに従って市販の洗浄剤で行うことをお勧めします。また、当社は独自に3種類のクリーニング剤を開発しており、製造会社をご紹介できます。変色を元に戻す目的の強いクリーニング剤[Type (B), Type (C)]も準備しています。ただし、これらを使用すると発色材は素地まで戻ってしまいますので、発色チタンには使用しないでください。

クリーニングの例



開発したクリーニング剤

	変色要因	素地	発色チタン
Type (A)	鉄錆、汚れ等	○	○
Type (B)	軽い変色(酸化皮膜の成長)	○	×
Type (C)	変色(酸化皮膜の成長)	○	×

※他の金属と同様に、屋根等で水がたまりやすい場所があると汚れます。そして、そのまま放置すると取れにくくなる場合があります。また、コーキング材が垂れて汚れると取れにくくなります。設計時から、このような点を配慮いただくことをお勧めします。

手入れ法

- ①保護フィルムの糊残りの除去
アルコール、ベンジン、シンナー、アルコールとトルエンまたはアセトンとの混合溶液(作用の弱い順)をスポンジか布に含ませて拭き取ります。この際これらの溶剤が乾かないうちに、新しいきれいな布で拭き取ることが大切です。
- ②指紋跡や手あかによる汚れ除去
ほとんどの場合は中性洗剤か石鹸水で拭き取れます。これで取れない場合は、有機溶剤(アルコール、ベンジン等)を用います。この場合には上述した注意が必要です。
- ③ルーフィング剤やコンクリートによる汚れ除去
塩酸の5%希釈液で拭き取ってください。
- ④足場材からの亜鉛分による汚れ除去
硝酸の15%希釈液で拭き取ってください。
- ⑤雨水、ほこりなどによる汚れ除去
ほとんどの場合は中性洗剤かアルカリ性洗剤で拭き取れます。これで取れない場合は、研磨剤入りのクレンザーを柔らかい布につけて軽く均一にこすると取れる場合があります。
以上、種々な手入れ法を説明しましたが、いずれの場合も最後に水洗いを入念に行い、薬液残りがないようにしてください。
- ⑥発色チタンの汚れ除去
上述した手入れ方法のうち、塩酸と硝酸あるいはクレンザーなどでの汚れ落としは行わないでください。この場合、発色皮膜に影響し元通りに修復することができなくなります。

手入れ上の注意事項

- ①チタン建材の汚れと変色の原因や状態は、個々のケースによってまちまちであり、それぞれの状況に応じた清掃が必要です。いきなり全面にわたる清掃に着手しないで、あらかじめ部分的に「ためし拭き」して、汚れや変色の落ち具合を見てください。テストで満足な結果が得られたら、その方法で全面にわたる清掃を行ってください。
- ②布、スポンジ、ヘチマ、タワシ、ブラシ、目の細かいナイロンパットなどの清掃用具を用いる場合は、必ずチタンの研磨目に沿って平行に、しかもできるだけ平均に力を入れて手を動かすようにしてください。円を描くようなやり方をすると汚れが落ちにくく、また表面の光沢のラインをくずしたり色むらができたりして表面が見苦しくなることがあります。
- ③かなりひどい汚れの場合でも、目の粗い研磨剤やサンドペーパー、スチールウールなどを使用するのは避けてください。チタンの光沢のラインをくずすばかりでなく表面を疵つけ、汚れの原因となることがあります。
- ④チタンの汚れを除去するために市販の清掃薬液を使用する場合は、汚れた部分だけでなくその周辺部も手入れしてください。部分的な清掃だけだと色むらが残り、見苦しくなることがあります。
- ⑤ビルのタイルや大理石、アルミなどの清掃の際、使用した清掃薬液がチタン面に飛散した場合は必ず水拭きしてきれいに拭き取ってください。そのまま放置しますと変色の原因となります。
- ⑥発色チタンの場合は清掃前に製造メーカーにご相談ください。

(出典：日本チタン協会)

チタン建材の使用例

ロールダル(ND20)が、三菱ケミカル殿のT.C.M.(Titanium Composite Material)に採用されました。

中国国家大劇院(中国)
 表面：ロールダル(ND20)
 面積：43,000m²
 重量：65tons
 竣工：2007年



©大西剛

Taipei Arenaは、台湾で初めて本格的にチタンが使用された物件です。

Taipei Arena(台湾)
 表面：ロールダル(ND20)
 面積：20,000m²
 重量：50tons
 竣工：2005年



杭州大劇院(中国)
 表面：ロールダル(ND20)
 面積：10,000m²
 重量：15tons
 竣工：2003年



当社は、Frank O. Gehryのプロジェクト用には特に光沢のある発色製品を提供しています。

Hotel Marques de Riscal(スペイン)
 表面：ロールダル(SD3)
 面積：2,400m²
 重量：12tons
 竣工：2004年



チタン建材の使用例

九州石油ドームが、変色しにくいチタン建材の最初の適用物件です。ロールダル(ND20)が採用されました。

大分スポーツ公園スタジアム

表面：ロールダル(ND20)
面積：32,000m²
重量：80tons
竣工：2001年



世界遺産である金閣寺の茶室には、アルミナプラストが採用されています。

金閣寺/茶室(常足亭)

表面：アルミナプラスト(AD003)
面積：100m²
重量：0.5tons
竣工：2003年



JR函館駅は、変色しにくいチタン建材が外装パネルに本格的に採用された初めての物件です。

JR函館駅

表面：ロールダル(ND20)
面積：1,000m²
重量：7tons
竣工：2003年



浅草寺宝蔵門の屋根で、初めてチタンの本瓦葺きが適用されました。また、当社の良加工性材料(Super-Pure Flex)が鬼瓦に使用されています。

浅草寺宝蔵門

表面：アルミナプラスト(AD03, AD06)
面積：1,000m²
重量：8tons
竣工：2007年

●平成18年度 大谷美術館賞
「チタン製段付き本瓦葺き屋根および鬼瓦」



チタン建材の使用例

滋賀県守山市「佐川美術館」の中に新たに開設された、楽吉左衛門館の茶室の屋根にアルミナブラストが採用されました。

佐川美術館／茶室(楽吉左衛門館)
 表面：アルミナブラスト(AD03)
 面積：400m²
 重量：1 tons
 竣工：2007年



宮地嶽神社本殿の屋根でゴールドチタンが採用されました。

宮地嶽神社
 表面：ロールダル(ND20)、発色：ゴールド
 面積：220m²
 重量：0.86tons
 竣工：2010年



参考資料

表1. 金属の安定順位

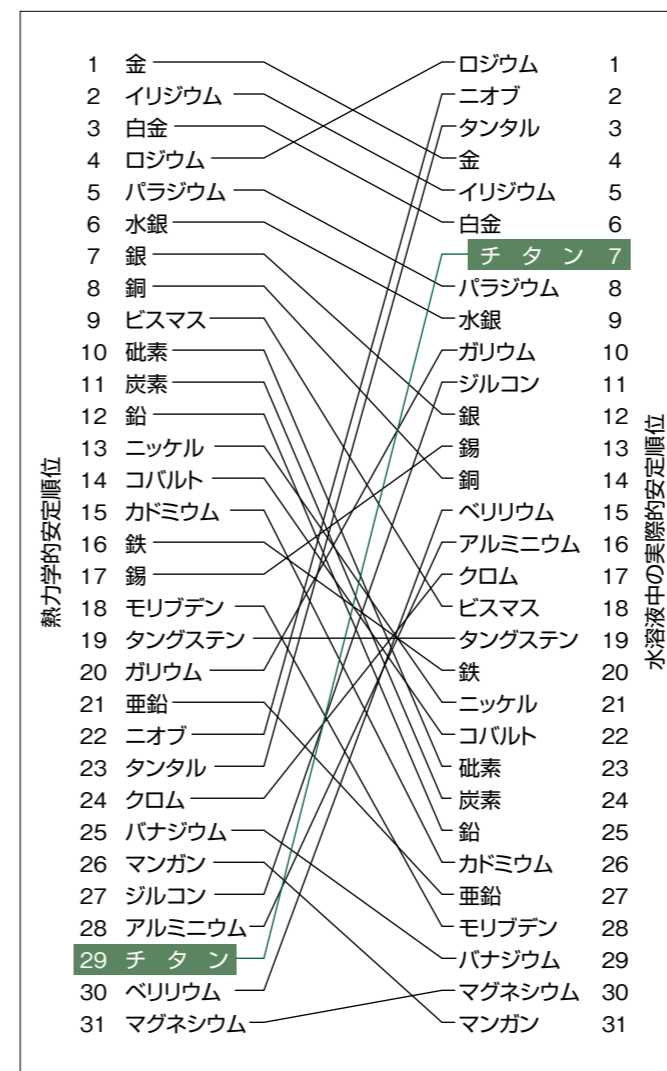


表2. クラーク数(注)

順位	元素	存在比率(%)	累計	
1	酸素	O	49.50	49.5
2	ケイ素	Si	25.80	75.3
3	アルミニウム	Al	7.56	82.9
4	鉄	Fe	4.70	87.6
5	カルシウム	Ca	3.39	91.0
6	ナトリウム	Na	2.63	93.6
7	カリウム	K	2.40	96.0
8	マグネシウム	Mg	1.93	97.9
9	水素	H	0.87	98.8
10	チタン	Ti	0.46	99.2
11	塩素	Cl	0.19	99.4
12	マンガン	Mn	0.09	99.5
13	リン	P	0.08	99.6
14	炭素	C	0.08	99.7
15	硫黄	S	0.06	99.7
16	窒素	N	0.03	99.8
17	フッ素	F	0.03	99.8
18	ルビジウム	Rb	0.03	99.8
19	バリウム	Ba	0.02	99.9
20	ジルコニウム	Zr	0.02	
21	クロム	Cr	0.02	
22	ストロンチウム	Sr	0.02	
23	バナジウム	V	0.015	
24	ニッケル	Ni	0.010	
25	銅	Cu	0.010	
26	タングステン	W	0.006	
27	リチウム	Li	0.006	
28	セリウム	Ce	0.005	
29	コバルト	Co	0.004	
30	スズ	Sn	0.004	

(注) クラーク数：地殻上部を構成する元素の比率。
 米の地球化学者F.W.クラークによる。(出典：化学大辞典)
 チタンは、地殻上部を構成する元素のうち10番目、
 実用金属ではアルミニウム、鉄、マグネシウムに次いで4番目。

表3. 海水中の腐食電位(流動)

