

VOC の発生を抑える環境対応型洗浄方法

望月 徳三*

ドライアイスブラストによる洗浄の活用法

都市ガスの原料 LNG（液化天然ガス）。東京ガスグループは LNG の冷熱（ -162°C ）を利用して「クリーンエコガス®」を製造しており、その製造工程でドライアイスが生まれる。

ドライアイスを使って汚れを見事に落とす環境に優しいドライアイスブラストは、これまで各産業の洗浄に用いられてきたが、導入に当たり毎回問題になるのが、ブラスト機からドライアイスペレットを噴出する際に必要な空気圧と空気量である。

一般的な洗浄に必要な空気圧は $0.5 \sim 0.7 \text{ MPa}$ 程度、空気量は $4 \text{ m}^3/\text{分}$ 程度で、これは 22 kW （ 30 馬力）クラスのエアコンプレッサーに匹敵する。この点、多くの塗装会社は塗装用の工業エアを装備しているため、上記の問題をクリアしている。

本稿では、塗装業界に最適なドライアイスブラスト洗浄について紹介する。

1. ドライアイスブラストとは

写真1にドライアイスペレットを、写真2にドライアイスブラスト機を、それぞれ示す。

ドライアイスブラストでは、ショットブラスト工法で通常使用される鉄球や砂の代わりに、ドライアイスペレットを使用する。ペレット発射時の衝撃と低温脆性効果により、汚れの表面に隙間を作り、そこから



写真1 直径3mmのドライアイスペレット



写真2 ドライアイスブラスト機

母材と汚れの間にペレットが入り込み、気化時の体積膨張（約 700 倍）により汚れを母材から剥がす工法である。

1.1 ドライアイスブラストの洗浄原理

図1の原理により、頑固な汚れ等を除去する。

- ①ペレットを圧縮空気により加速、噴射する。
- ②ペレットの衝突により剥離（はくり）のきっかけが生じ、ペレットが汚れや被覆物内に入り込む。
- ③「摩擦力」、「昇華：体積膨張」、「低温脆性」で汚れを除去する。
また、その効果は以下の通り。
 - 1) 表面の汚れだけを素早く除去し、母材表面を傷めず洗浄できる。
 - 2) ドライアイスは昇華し、ショット材の残留なし（洗浄現場にショット材が残留せず、洗浄後の清掃がラク）
 - 3) 水分を嫌う設備にも適合（電気設備や配線などの洗浄にも使える）
 - 4) 環境に優しい（工場排出 CO_2 を有効利用しており、シンナー洗浄と比較して人体への負荷が低減される）

2. ドライアイスブラスト洗浄の適用例

2.1 塗装用ハンガーの洗浄

焼き付け塗装などによる付着物を、ハンガーを取り外すことなく手動または自動にて洗浄することができる（写真3、4参照）。

手動洗浄の際は洗浄対象から 30 cm 以内の噴射が望ましいため、高所であれば足場等の上に乗って洗浄作業を行う。その際エホースは 40 m 程度以内、ブラストホースは 5 m 程度以内となるため、エア接続位置により洗浄位置を決定する必要がある。

一方自動洗浄の場合は、固定治具を洗浄環境に合わせ設置する。その際、洗浄機へのペレット供給は人力にて行う必要がある。

2.2 大型ハンガーの洗浄

- ・自動車のボディを塗装する際の大型吊り治具の洗浄（写真5参照）
- ・反力が小さいため、女性でも洗浄可能。

2.3 乾燥ブースの扉洗浄

乾燥室の扉は、やにが厚く付着していない場合が多く、ドライアイス吹き付け直後から気化ガスが扉と汚れの間に容易に侵入し、剥離が起こる。そのため、短時間での洗浄が可能（写真6参照）。

* 東京ガスケミカル（株） ソリューション営業部

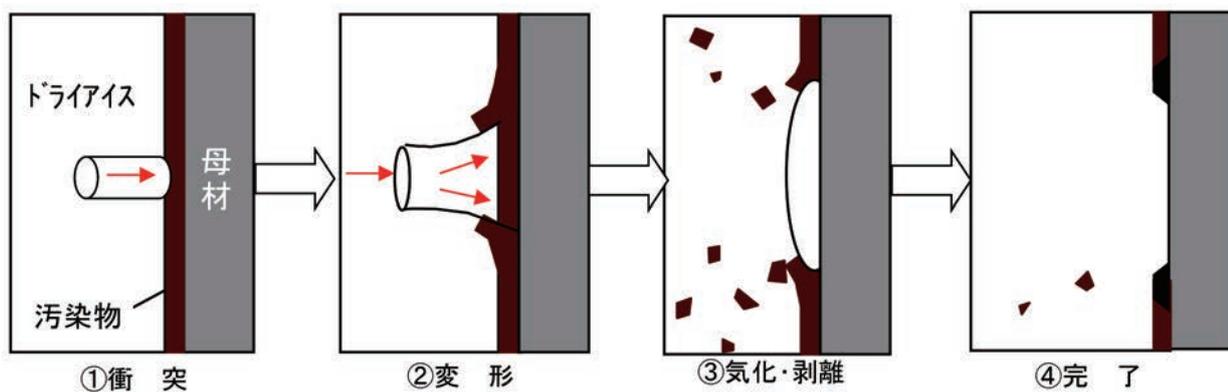


図1 ドライアイスブラストの原理



写真3 手動（注：治具を移動させながら行う）



写真4 自動（注：ブラストガン用のラックを制作して行う）



写真5



写真6

2.4 ツリー型吊(つ)り治具の洗浄(写真7参照)

ドライアイスブラスト工法では、ペレットの気化による体積膨張で汚れを剥離するため、母材表面に与える衝撃は非常に少ない。そのため、吊りフックを傷めずに洗浄できる。

3. ドライアイスブラストシステムの導入

システムは非常にシンプルといえる。ブラスト機に電気とエアをつなぎペレットを入れガンで吹き付けるだけでよい(図2参照)。

ドライアイスは固体状の炭酸ガスで、温度は約-78℃である。洗浄に使用するドライアイスは、ペレタイザー(ペレット製造機)で製造した直径1mm、3mm、6mmのペレット状のドライアイスを使用する。

3.1 ドライアイス洗浄システムの導入方法

①専門業者に発注する。

乾燥炉の洗浄のように天井部分の作業が有る場合には、落ちた汚れが飛び散ってしまうので、マスキングの方法や作業者の服装がやや特殊になる。そのため、専門会社への発注が適している。

②自社で洗浄する。

洗浄が日常的で軽度の場合は、普段洗浄を行っている作業員の方が、道具としてドライアイスブラスト機を利用して頂くのがよく、機器について

は購入が適している。

一方、洗浄が日常的ではない場合は、ドライアイスブラスト機器のレンタルが適している。ただし、都度運搬費がかかるので、洗浄頻度により方法を選択する必要がある。

3.2 ペレットの入手方法

ドライアイスブラストに不可欠なペレット入手方法には、既製品購入または自社製造がある。(図3、4参照)

①既製品の購入

メリットとして以下が挙げられる。

- 1) ドライアイスの入手に設備投資が不要。
- 2) ドライアイスの使用量が少量の場合は自社製造より、比較的安価で購入できる。

②使用会社での製造

液化炭酸ガスを購入し、自社にてドライアイスペレットを製造する場合、以下のメリットがある

- 1) ドライアイスペレットを必要な時に入手できる。
- 2) ドライアイスペレットを必要量入手できる。
- 3) 新鮮な品質の良いドライアイスペレットを入手できる。
- 4) 大量にドライアイスペレットを使用する場合は、既製品を購入するより、比較的安価で入手できる。



写真7 塗装治具の塗膜剥離

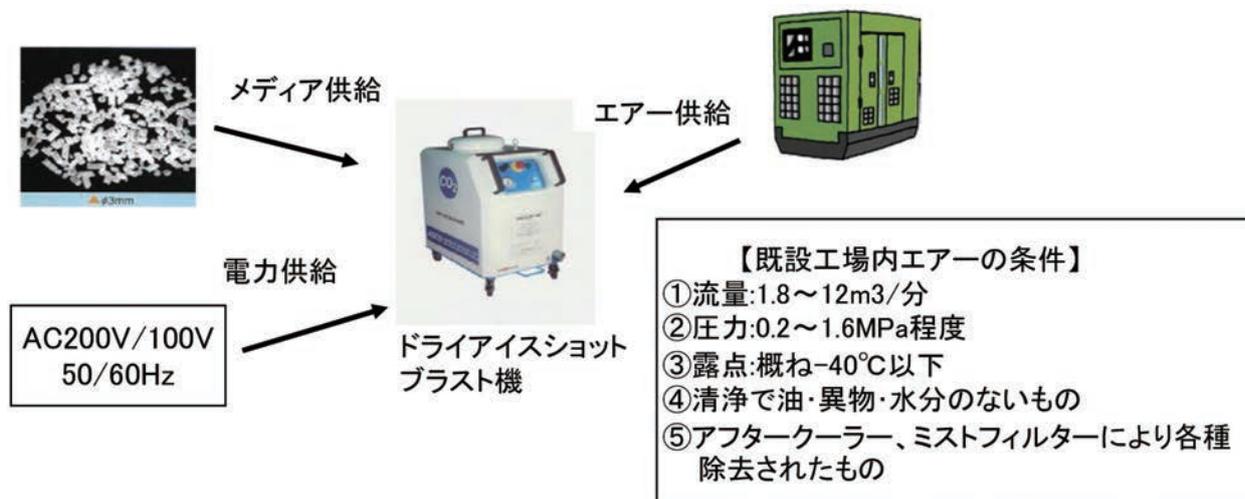


図2 ドライアイスシステム概要

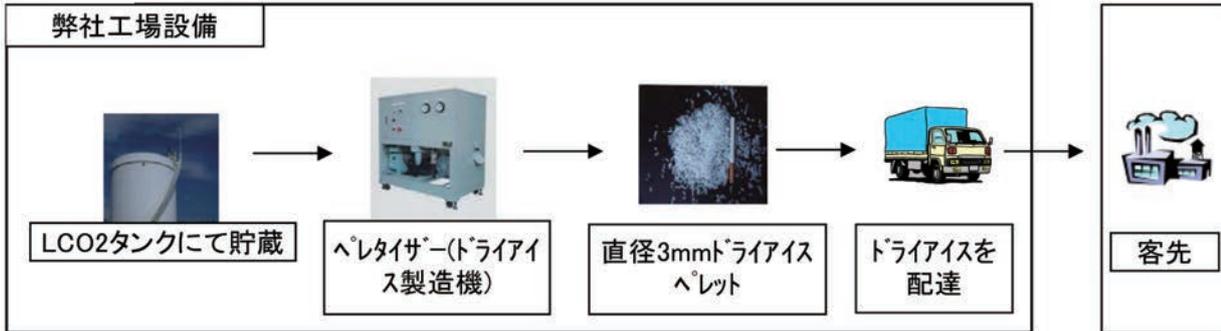


図3 ドライアイスペレット供給フロー（既製品購入）

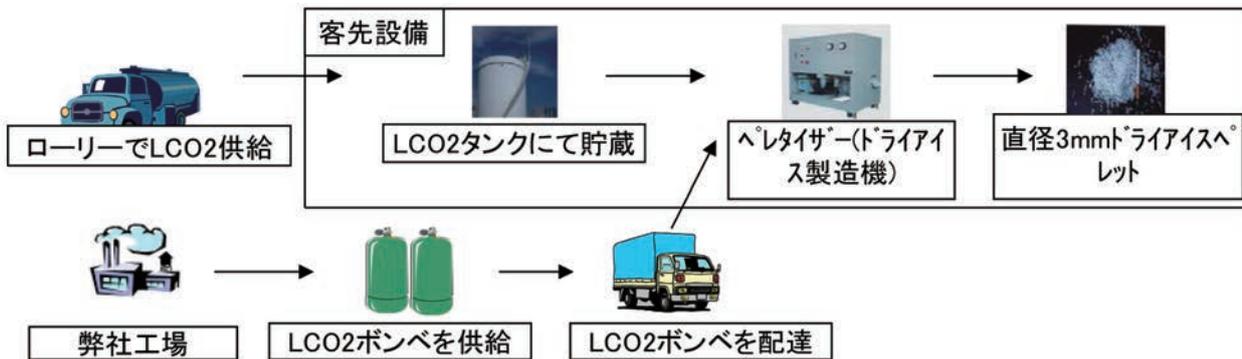


図4 ドライアイスペレット供給フロー（自社製造）

4. ドライアイスブラスト工法の使用分野と洗浄対象

表1に、ドライアイスブラスト工法の使用分野・洗浄対象を示す。幅広く採用されている工法であるが、中でも近年特に塗装分野での活用が期待されている。ドライアイスブラスト工法と他洗浄工法との比較を図5及び表2に示す。

前述したように、塗装用の工業エアが装備されている塗装会社は、ドライアイスペレットの噴出に必要な

空気圧と空気量を有している。従来、シンナー等の有機化合物によって洗浄されていた汚れを、自然に優しいドライアイスブラスト洗浄に変えていただくことにより、従業員にも、環境にも、良い結果が得られると信じている。

なお当社は、洗浄されるお客様へのペレット供給はもとより、機器販売、レンタル、リースに対応し、一括請負洗浄も行っているワンストップ企業である。ぜひ、安心、安全、便利な当社へご用命ください。

表1 ドライアイスブラストの使用分野と洗浄対象

(1) 使用分野	(2) 洗浄対象物
既存 ・大型モーターのブレード洗浄 ・鉄道車両・造船所での外装、機械 ・鋳物工場等の金型 ・食品工場等の生産ライン ・ゴム・樹脂等の金型 ・成型品のバリ取り ・印刷機械・複写機の洗浄 ・炭化物の処理 ・タンクの洗浄 ・配線・制御機器の洗浄	既存 ・カーボン ・インク ・ホットメルト ・離型材 ・炭化したゴム ・ウレタン ・糸くず、毛羽 ・埃・粉 ・アスファルト ・グリス ・樹脂のバリ ・シリコン ・アルミナ ・潤滑剤 ・レジスト ・炭化物
新規 ・塗装ラインの洗浄	新規 ・塗料 ・ヤニ

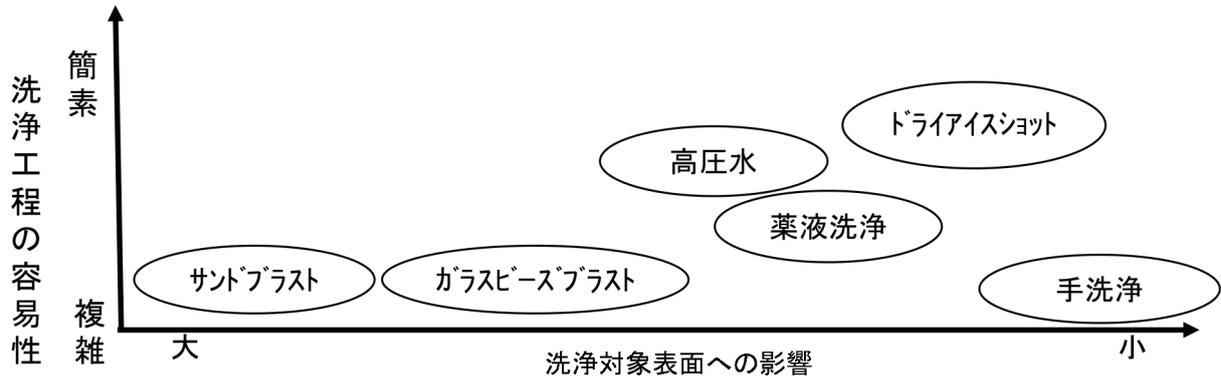


図5 ドライアイスブラスト工法の位置づけ

表2 ドライアイスブラスト工法と従来の洗淨方法との比較

項目	サンド・プラスチック球ブラスト	高圧水洗淨	ドライアイスショットブラスト洗淨
対象物への影響	大 (研磨力が強い)	中 (対象物による)	小 (研磨力が弱い)
メディアの回収	有 (ショット材が残る)	有 (排水処理が必要)	無 (ショット材が昇華する)
その他	ショット材の回収作業が必要	禁水箇所に使用不可	洗淨工程の削減、設備が安価

思いのままに
(What Comes to My Mind These Days)

『錆と人間』(1)

ごきた
五木田 功*

1. はじめに

今号のエッセイは、日本語名を『錆と人間』、原題名(英語)を『RUST・The Longest War』という書籍が発刊されておりますので、ご紹介させていただきます。

私のように、金属の腐食・錆およびそれを防止する防食技術、表面処理技術、等の分野で約半世紀にわたり携わって来た者にとって、この著書を知ったとき、実に感動的でした。

この著書の原作者は、アメリカの環境・科学ジャーナリストであるジョナサン・ウォルドマン (Jonathan Waldman) 氏で、本書は彼の処女作とのことですが、ウォールストリート・ジャーナルのベストブック・オブ・ザ・イヤーを受賞しています。

そして、日本語への翻訳者は三木直子氏で、彼女は、外資系広告代理店のプロデューサーを経て1997年に独立後、海外のアーティストと日本の企業を結ぶコーディネーターその他で活躍する一方、多数の翻訳書があります。

上記のように、このお二人は、腐食・錆および防食技術、表面処理技術、等の分野とは直接関係のない世界の方々です。そのお二人が、日本語題名:『錆と人間』、原題名(英語):『RUST・The Longest War (錆・最長の戦い)』という名の著書が発刊されたのです。

私としましては、大変感動させられたわけです。

この本を極く簡単に表現しますと、錆・腐食およびそれを防止する防食技術に関わる“人”について書かれています。その“人”とは、必ずしも技術者や研究者のような専門家ばかりではなく事務系職の人も記述されています。まさしく、『錆と人間』です。

私の知るところでは、腐食・錆および防食技術、表面処理技術、等々の分野で活躍されている学校関係の研究者の先生方、国・公立の研究機関や企業の研究機関、等でこの分野の研究に携わっておられる方々、そして、この分野の実務的な面(設計、工事、品質管理、調達、営業、その他の分野)で活躍されている方々の中で、私と同様に好感或いは驚きをもってこの著書を読まれた方々が少なくありません。

そこで、この著書の中から一般的に興味・関心を持っていただけそうな部分をご紹介させていただこうと思います。

一般的に、と申しますのは、本パウダーコーティング誌は、技術系の方々だけでなく営業系や事務系の方々、経営層の方々、等々、幅広くお読みいただいておりますので、そのような意味で広く興味・関心を持っていただけそうな箇所を抜粋してご紹介させていただこうと思います。

なお、詳細につきましては、どうぞ書籍を手にとってお読みになってみてください。

因みに、翻訳版『錆と人間』は、A5判・約350ページです。発行所:築地書館(株)。

2. 中身のご紹介

2.1 まずは「訳者あとがき」から

この本のエキス、訳者のインテンション(intention)、等が興味深い表現で「訳者あとがき」に書かれておりますので、まずは、その部分を抜粋してみましょう。

< p. 350 ~ 353 より抜粋 >

…略…専門的、ではあるが専門書というわけでもない。「オタク的」と言っているかもしれない。

そもそも、オタクと専門家の違いとは何なのだろう?何か或る一つのことについて、一般人の平均的な知識や理解を大きく上回る深い理解と豊富な知識を持っている人のことを専門家と呼ぶのだとすれば、オタクも立派な専門家である。

違うのは、専門家が持っている知識は世の中の役に立つ(とされる)ことであるのに対し、「オタク」という言葉は、その知識の対象が、「知っているも知らなくても世の中の大半の人にとってはどうでもいいし、別に何の役にも立たない」ことを「不必要なまでに」詳しく知っている人、というニュアンスを含んでいるという点ではないだろうか。(ただし、ここでオタクとは何かについて論じるつもりはないし、私がここで「オタク」と呼ぶのはあくまでも私個人の勝手な認識である、と断っておく)

どうしてこんなことを書いているかということ、本書を訳している間ずっと私の頭の中にこの「オタク」という言葉が浮かんで離れなかったからなのだ。「オタク」と訳されることの多い英単語には

* インタースペース(エンジニアリング事務所)・主宰

geek (ギーク) と nerd (ナード) というのがあって、この二つも微妙に違うし、またどちらも「オタク」とも若干違う気がする。やはりこの本には「オタクな」という言葉が一番ぴったりくる。

この本に書かれている内容が「どうでもいいこと」だと言っているのではない。この本がひととき「オタク」な様相を呈しているのは、本書に登場する人物たちの「のめり込み」体質が顕著だからだ。

…略…錆びた構造物の写真を撮るのが大好きなグラフィックアーティストである知り合いの彼に言わせると、錆びた構造物というのは、もちろん自然の物ではないし、かと言って人工物でもなく、その中間にある。人間が造った反自然的なもの、それを無に帰そうとする力——それはつまり酸化という自然現象なのだが——の両方がなければ存在しないものであって、そこに独特の美しさがあるのだという。

…略…物が錆びる、という、ごく普通に日常生活の中で見かける現象が、実はどれほどの威力をもって私たちの生活を脅かすことがあるか、いや、実際に脅かしているか、そしてそれに対抗するために昔も今も人間がどれほど知恵を絞り、その「自然の脅威」に対抗しようとしているのかを、さまざまな立場の人間を通して教えてくれるのが本書である。

原書のタイトル『RUST・The Longest War (錆・最長の戦い)』が示す通り、人間が「非」自然な人工建造物を造り続ける限り、それを「無」に帰そうとする酸化という自然の力との戦いが止むことは決してない。

だけど、「錆」とは「金属原子が環境中の酸素や水分などと酸化還元反応を起こすことで生成される腐食物」のことだなんてわかっている人はどれくらいいるのだろうか。

高校で一番苦手な科目が化学で、高校卒業以降、化学のかの字にも縁がなかった私が本書を訳すことになったのは、私同様、「酸化現象」とか「カソード防食」^{※筆者注1}とか言われてもピンと来ない人が読んでわかる本にしたいという出版社の意向があったからだ。

…略…「錆」というタイトルがついたこの本を手にとろうと思う理由とは？

誰もが見たことがあり———というか迷惑に思っ

たことのある、錆という「イヤなもの」についての本なんか読んで面白いのだろうか？

それが面白いのである。

この本は、化学的な知識が豊富な人が読めばもちろんだろうが、化学なんてまったく興味のない私が読んで面白かった。そんなことを自分が知ることになるとは、期待もしていなかった予想もしていなかった驚愕の事実が、これでもかこれでもかと展開する。

錆、というあまりにも身近な、一見些細な事象の裏にある広大かつ深遠な世界。

…略…そしてその読書体験が退屈でなく、愉快なものであるのは、やはりそこに、「オタク」ぶりを意識している著者の、「こいつらオタクだ」というジャーナリスト的「メタ」な視線があるからなのだ。

だから、化学なんて、工学なんてわからない、というそのあなたも安心して、子供のような好奇心でこの本を読んでほしい。

思わず人に披露したくなる、びっくりするような知識が詰まっていることはお約束する。

2016年6月 三木直子 記

2.2 序章 蔓延する脅威 --- 錆という敵

< p. 16 ~ 17 より抜粋 >

…略…錆による被害の総額は、錆以外のあらゆる自然災害による被害を足し合わせたよりも大きく、その年額はアメリカの国内総生産の3%にあたる4,370億(ドル)にのぼる。スウェーデンの国内総生産を上回る金額だ。

アメリカ国民の一人あたりに直せば、年間約1,500(ドル)の被害である。

< p. 20 より抜粋 >

…略…錆の存在しない世界とはすなわち、金属が存在しない世界のことだ。アラン・ワイズマンは『人類が消えた世界』という本の中で、金属製品の短命さを巧みに描いている。

人類がいなくなってたった20年で、野放しになった腐食は、マンハッタンのイーストサイドに架かる列車用の橋の多くを破壊するだろう、と彼は言う。数百年後にはニューヨークの橋はすべて壊れ、今から数千年後には、残っている建造物と言えは地下深いところにあるものだけだろう。

2.3 第6章 国防総省の錆大使 --- 防食の帝王

< p. 169 ~ 170 より抜粋 >

…略…ダンマイアの正式な肩書は、米国防総省の管轄下にある「防食政策および監督局」局長、彼は自分のことを「防食の帝王」とあだ名した。

産・学・軍を相手に、何百種類におよぶ防食のための方策を実施する彼の役割を表現するのにふさわしい名前だ。

※筆者注1 カソード防食: 英語ではCathodic protection。電気エネルギーを利用した腐食の防止技術である「電気防食法」の一つで、水中、土中の金属(特に、鉄鋼構造物)の腐食を防止する方法。

…略…彼の仕事の中に、防食について、一般の人々を啓蒙し、教育する、という仕事がある。2009年以来、ペンタゴンの資金で製作されたコロージョン コンプリヘンション『Corrosion Comprehension (防食に関する知識)』というビデオシリーズを製作した。

この中で、国防総省が、そして、アメリカ全体が直面している問題を明らかにしている。その中で錆のことを「挑戦的で危険な敵」「物言わず蔓延する、容赦のない災禍」と呼び、警鐘を鳴らす。

<軍隊を襲う錆…p. 175 ~ 183 より抜粋>

1998年、運輸省の要請により、ネイス インターナショナル (NACE International: National Association of Corrosion Engineers International: 国際腐食技術者協会) が、腐食コストの推定に着手した。

2001年には、軍関係の損害額だけでも200億ドルに達すると算定された。

…略…ネイス インターナショナル (NACE International) の考えでは、すでにわかっている対応策を講じるだけでも、200億 (ドル) のうちの60億ドルは損害を減らせるはずだった。

…略…2011年、ダンマイアー^{※筆者注2}らは、腐食がアメリカ軍に直接引き起こしている損害の額を210億ドルと特定した。

つまり、アメリカ軍の保守に要する費用全体の五分の一から四分の一は錆に関係するものなのである。

…略…毎年、腐食によってアメリカにもたらされる損害額は、国内総生産の31 (%)に相当。2011年にはその金額は4,800億 (ドル)。

この国の国民全員が、一人あたり1,500 (ドル) 以上、四人家族なら6,000 (ドル) を超える損失。

<ダンマイアーの戦い…p. 182 ~ 183 より抜粋>

ダンマイアーが公式に錆との戦いを開始して以来、彼は、ある最終的な目的のため、唯一の課題に取り組んで来た。

つまり軍部に、問題が起こってからそれに対処するという現在のやり方から、積極的な、先を見越した管理体制へと進化してもらいたかったのだ——それがアメリカ戦士たちのためになったからである。

…略…ダンマイアーには、防食に対するこの新しい考え方が、技術的な変化よりもむしろ文化的な変容を意味するものであることがわかっていた。

…略…ダンマイアーは言った、「ここはアメリカだ。資本主義社会だよ。だが、国防総省を防食ビ

ジネスで儲けさせるわけにはいかないんだ。悪循環を断ち切らないと」。

「金を出して何か買うのはいいが、何度も何度も同じものに金を払うのはご免だ。最初にしっかりしたものをよこせ、それがちゃんと機能すること、長持ちすることを確認してくれ、ってことさ」。

彼は、国を挙げて予防に焦点を当てた防食志向を育て、より多くの技術者や科学者を教育するのだと言った。

…略…「錆は油断ならないし、そこら中にある。でも避けられないものじゃない。発生を予測したり、防いだり、早い段階で検出して処理したりすることだってできるんだ。」

「見つけて直すから、予測して管理する、に移行しなくちゃならん…」

2.4 第8章 錆と戦う男たち --- 防食技術者という仕事

< p.229 ~ 230 より抜粋 >

…略…アメリカには1万5千人の防食技術者がいるが、そのほとんどは、缶、空軍のジェット機、海軍の軍艦とは無縁なところで働いている。

ネイス インターナショナル (NACE International) によれば、協会員の4分の1はパイプラインの保全に従事している。

10 (%) が天然ガスの公益事業関連の仕事をし、9 (%) は石油とガスの採掘所で働いているし、精製所で働く人もいる。

つまり、防食技術者の約半数は、石油業界と天然ガス業界で働いているのだ。

石油・ガス業界でなければ、輸送に関連した分野、例えば、飛行機 (と宇宙船)、船、自動車、または、道路、橋、船渠関連の仕事をしている可能性が最も高い。採鉱、製紙製造業界で働く人もいる。水道、電気、下水事業の設備で働く人も多い。

ネイス インターナショナル (NACE International) の会員には、化学製品、高温に耐える金属、或いは、バイオメディカル・インプラントを製造する会社も多い。

金属性のインプラントはほとんどの場合、ステンレス鋼、プラチナ、チタン、等、生体適合性のある素材で作られるが、或る知人は、第二次世界大戦で負傷した後、頭の中にタンタル^{※筆者注3}製のプレートを埋め込んでいた。生体内安定性のないインプラントは腐食して関節炎を引き起こす。

狭まった動脈を広げるのに使われる最新のステント^{※筆者注4}には、ニッケル合金、プラチナクロム合金、それに、コバルトクロム合金が使われ、現在、ニオブ^{※筆者注5}製のものも開発されている。

※筆者注2 ダンマイアーは、大学でコミュニケーションを学び、行政学の修士。技術者ではない。

※筆者注3 タンタル: Tantal. 金属元素の一つ。元素記号 Ta。

防食技術者の中には教育機関で研究活動を行っている人が多く、彼らは教鞭も執る。

防食技術者の大部分は、化学会社、その他約 1,500 社にのぼるさまざまな企業に勤めている。ロスアラモス国立研究所とサンディア国立研究所、或いは、海軍研究試験所や原子力規制委員会、NASA、など政府の研究機関に勤める人も少なくない。

民間の防食研究所で、自前の防食技術者を持たない組織の錆問題を解決している人もいる。

< p. 236 ~ 240 より抜粋 >

ネイス (NACE) は 1943 年、石油とガスの採掘業者 11 人によって、パイプラインの腐食防止について研究するために設立された組織である。

…略…ネイス (NACE) は、最初の 5 年間で 1,000 人以上、続く 5 年間で更に 3,000 人の会員を集めて急速に大きくなった。

…略…年間活動費 2,500 万 (ドル) の非営利団体であるネイス (NACE) の収入源はいくつかある。

収入の八分の一は、個人会員と法人会員からの会費だ。法人会員には、エネルギー企業、防食技術関連企業、国防総省内の局、等が含まれる。

こうした企業が、鉄筋だの、塗料だの、蛍光 X 線分析装置だのを売るために、毎年開かれる防食カンファレンスにブースを出展すると、ブース一平方フィートあたり 25 (ドル) 支払うことになっており、それがネイス (NACE) 収入の六分の一になる。収入の半分は防食に関する講座の受講料だ。

ネイス (NACE) の講座は、大体三つのカテゴリーに分かれている。

基礎講座、塗装または検査に関する講座、そして、カソード防食に関する講座だ。

パイプラインをテーマにしたものもあるし、海洋、廃水、或いは、原子炉がテーマのものもある。

包括的な五日間の講座の受講料は約 1,000 (ドル)、或る業種に特化した講座はその二倍近くする。

ネイス (NACE) はまた、業種別に専門化したテキストブックも販売している。そのほとんどは、防食科学の特定の分野、さまざまな金属の特性、石油・ガス業界、或いは、塗料などについて書かれたものである。

ネイス (NACE) のさまざまな出版物の売り上げが、収入の六分の一を占めている。

2.5 第 11 章 防食工学の未来

< 学問としての防食 p. 326 ~ 331 より抜粋 >

…略…コロラド大学で長いこと土木工学を教えているベルナルド・アマディは、全米技術アカデミーの会員であり、フーバー・メダルとハインツ・アワードの両方を受賞。2012 年には国務長官ヒラリー・クリントンの「科学特使」に任命されている。

アマディは、アメリカ人が持つ創意工夫の力を強く信じてはいるものの、僕たち (人類、という意味) には根本的な欠陥があり、工学教育の現状が問題を大きくしている、と言う。

例えば、「コロラド大学ボルダー校では、生徒は『コンクリート 1』『コンクリート 2』『コンクリート 3』という講義を取って社会に出ても、コンクリートの混ぜ方も知らないんだ！ひどいもんだよ！いわば、ヴァーチャル技術者だ、現実を見失っているよ」

彼はさらに続けた。「同僚はいまだに 1950 年代みたいな教え方をする。従来の工学というのは力ずくの工学だ。あの川をダムで堰き止めよう。運河を掘れ。土木技師は大きなものを作ればいいと思っている。」

アメリカのインフラストラクチャー (infrastructure) の状態に米国土木学会が落第点をつけたことを考えると、こういうやり方は「技術的な意味での不毛の地である」と彼は言う。

工学を学ぶ学生たちに再び現実を思い出してもらい、良心を持ってもらうため、アマディは「国境なきエンジニア (Engineers Without Borders)」という組織を創設した。

現在、1 万 2 千 (人) の会員が、45 か国で 400 以上のプロジェクトに携わっている。

…略…アマディは、工学を教える学校についても再考中だ。

彼がこれまで見てきた中で一番優れた工学教育課程を持っているのは、自分が教えるコロラド大学でも、スタンフォード大学でも、マサチューセッツ工科大学でもなく、ルワンダの KIT、つまり、ガリ・インスティテュート・オヴ・サイエンス & テクノロジー (訳注：現在は、ルワンダ国立大学) である、と彼は言う。

KIT には、2004 年に始まった次のような教程がある。

そこで学ぶ工学生は全員、先ず、どこかの村に 3 か月間滞在する。滞在を終えて大学の授業に出ると、その村が抱える問題を解決するために彼らには何が出来るか、と問われる。

続く 3 年間、夏になるとそれを繰り返す。そして、そのコミュニティの状況を改善するために何をしたらかを示さなければ卒業資格はもらえない。

こういうアプローチにアマディは感嘆し、「今ま

※筆者注 4 ステント：Stent。血管、気管、その他を内側から広げるために用いられる金属製の網状の筒。内視鏡、その他を使って目的の場所まで挿入し、留置する。

※筆者注 5 ニオブ：Niob。金属元素の一つ。元素記号 Nb。

でと違う選手たちが競い合う新しい競技には、これまでとは別のマインドセットが必要なんだ」と言った。

そのためにはまず、工学の学生がもっと広い分野の講義を取るよう主張することから始めるつもりだ。なぜなら、アメリカの工学教育はその基礎が狭過ぎ、専門家ばかりを輩出することが問題だと思うからである。

工学を学ぶ学生を増やして、現在アメリカの人口の0.5(%)に過ぎない技術者、特に、女性技術者の数を増やす努力も支援したい、と彼は言う。

<錆と国家 p.332～334より抜粋>

現時点での腐食への対応策として、2011年の全米科学アカデミー報告書の著者らはいくつかの提案をしている。

彼らの見るところ、腐食対策に関わっている数々の政府機関のうち、包括的かつ潤沢な予算のある計画を持っているのは国防総省とNASAだけである。

更に報告書は、各政府機関は「防食に関する四大課題」に取り組む対策のロードマップを示すべきである、としている。

四大課題とは、①防錆性のある素材およびコーティング技術の開発、②腐食の予想、③実験室試験によって腐食をモデル化すること、④腐食の進行予測（言い換えれば、腐食が起こっている物体について、どの時点で修繕、点検、或いは、交換が必要か）を明らかにすること、である。

報告書はこれを「国家としての防食戦略」と呼んだ。

報告書の著者らは、米国防科学委員会のタスクフォースによる「1オンス（訳注：約28(g)分の錆を防ぐことは、1ポンド（訳注：約450(g)分の錆を処理することに等しい）」という結論に賛同し、「調査委員会としては、政府全体が、また、社会、業界の全体が、腐食問題の深刻さを認識し、しっかりとした定義と協力態勢、安定した資金に支えられた防食対策を講じることが、将来的に国家に大きな報いをもたらすものと確信する」と書いている。

国家の資産を保存することの必要性について、誰も本当には理解していない、と報告書は言う。「腐食は社会のあらゆる面、中でも、連邦政府が投資している分野、つまり、教育、インフラストラク

チャー、健康、公衆安全、エネルギー、環境、国家安全保障、等に影響を与える」

…略…環境保護に関連する話もそうだが、錆と向き合うことで僕たちは、僕たちみんなのものをもっと尊重し、もっとこの世界の未来を大切にすべきだと思う。

またそこから必要なのは、ものごとを勘で決めることではなくて、工学的な分析の結果であることを学ぶべきだ。

ピカピカの新品だけを大事にするのは、甘やかされた赤ん坊のすることだ。

実務的で効果的なことを大事に思うのが成熟した大人というものなのである。

3. おわりに

よく目にする表現ではありますが、「腐食・錆」と戦う、というような表現については、筆者としてはムカシから抵抗感を持っております。

本書の中にも、「錆という敵」或いは「錆と戦う」というような表現が見られます。

また、国内で、1960年代に『錆との戦い』という専門書が出版されたこともあります。

実用金属中で、鉄(Fe)の使用量は約95(%)と言われておりますので、鉄を例にして一言申し上げます；

鉄(Fe)は、地球上の自然界に存在しているときは鉄鉱石という状態で存在しています。つまり、鉄(Fe)は、酸素(O₂)、水(H₂O)、その他の物質と反応して「化合物(酸化物)」という化学的に安定な状態で存在しているわけです。

それを、人間が発明した冶金という技術によって、化合物という安定な状態から鉄(Fe)だけを引き離してしまうため(還元)、鉄(Fe)は元に戻ろうとします。その元に戻ろうとする現象が、腐食する・錆びる、ということなのです。

この基本は、鉄(Fe)に限らず他の金属でも同様です。

その、錆びる・腐食する、ということに対して、我々人間が、戦うとか、敵視するというのは、筆者としては頷けないのです。

読者のあなた様はどう思われますか？

参考文献

- (1) ジョナサン・ウォルドマン(著)、三木直子(訳)、錆と人間、築地書館、2016年9月、ISBN978-4-8067-1521-4



FineShine

Premium 70%PVDF Fluoropolymer Powder Coatings

Fluorofine®

PVDF70%フッ素樹脂系粉体塗料

米国 AAMA2605 適合
欧州 Qualicoat Class3 認証取得



Shanghai Yuyuan Hotel



Dubai International Airport U.A.E.



Kaixin Luxury Garden, Shanghai



Florida State Piping Project U.S.A

プレミアムライセンス認証システム

Fluorofine (フロロファイン) は、一定水準以上の塗装によりその塗膜性能を発揮いたします。そのためプレミアムライセンス認証を受けた塗装工場のみ提供させていただきます。

日本総代理店



株式会社 三王 粉体事業所

〒340-0004 埼玉県草加市弁天4-17-18

TEL:048-931-2001 FAX:048-931-2151

www.san-oh-web.co.jp

快適と信頼が
私たちの商品です。

表面処理の総合商社…



株式会社 **板通**

<http://www.itatsu.co.jp>

本社 〒326-0802 栃木県足利市旭町 553 TEL 0284(41)8181 FAX 0284(41)1250

本部 〒373-0015 群馬県太田市東新町 330 TEL 0276(25)8131 FAX 0276(25)8179

両毛支店/埼玉支店/高崎支店/小山支店/宇都宮支店/水戸支店/東北営業所
フィリピン/タイ/インドネシア/中国

横浜化成株式会社

本 社 ☎108-8388 東京都港区高輪2丁目21番43号 ☎03(5421)8266(大代)
大 阪 支 店 ☎530-0047 大阪市北区西天満5丁目1番9号 ☎06(6364)4981 (代)
千 葉 支 店 ☎263-0001 千葉市稲毛区長沼原町804番地 ☎043(259)2311 (代)
静 岡 営 業 所 ☎422-8067 静岡駿河区南町13番3号(TKビル) ☎054(282)5366 (代)

地球に優しい環境型塗装技術はこれからの優先課題です！！

地球環境に優しい次世代の塗装法 Powder Coating (粉体塗装)

「長さ 17.5m」「重量2.0t」最先端の生産環境におまかせください。

妥協を許さない信念で、高品質を保ち保ち続けます。

株式会社 明希

代表取締役会長 新井 かおる (薫) 代表取締役社長 新井 裕喜

〒675-1202 兵庫県加古川市八幡町野村字蟹草 616-44

TEL 079-438-2737 (代) FAX 079-438-2771 (代)

HP:<http://www.e-orca.net/~meiki/> Email:meiki_qa@e-orca.net



 城南コーティング株式会社

樹脂からマグネシウムまでをラインシステム化した多量生産方式を採用

新素材をコーティングする

粉体塗装

電着塗装

溶剤塗装

本 社 〒142-0063 東京都品川区荏原 6-17-16 ☎03(3787)0711(代)
上里工場 〒369-0315 埼玉県児玉郡上里町大字大御堂字長久保1450の37 ☎0495(34)0801(代)
児玉工場 〒367-0206 埼玉県本庄市児玉町共栄 800-9 ☎0495(72)6191(代)

ISO 9001・14001 登録企業

アックでは、塗料・塗装方法・設備・機器の提供はもちろん、塗料専門商社としての経験と知識を活かして、皆様が抱える問題に対し、環境時代に最適な「アイデア」を提案します。

環境時代が求める
エコロジカル・
ペインティングへ

お客様に「信頼と満足」を
 株式会社アック
www.a-c-c.co.jp

本社/名古屋市港区十一屋2-12 〒455-0831 TEL(052)381-5599
名古屋・小牧・三河・豊川・弥富・浜松・いわき・山口・東京

静電粉体塗装装置
GX8500αβシリーズ



よく塗れる塗装条件を4つの種類から選べる

- スーパーパルスパワー搭載
従来モデルにくらべ約15%ガン軽量化に成功
- ガン重量480グラム！

新規粉体搬送用装置
DFP1000シリーズ



コンパクトで高濃度
低速搬送の為、粉末を痛めない
少量エアで大量搬送可能

粉詰まり検知器Ⅱ



ライン自動化に最適な
検知器のラインナップ



マルチレベルセンサー



パーカーエンジニアリング株式会社 アイオニクス部

東日本営業チーム TEL : 047-434-3745 西日本営業チーム TEL : 06-6386-3584 海外営業グループ TEL : 047-434-5381

ビル外装建材に高耐久性粉体塗装を

優れた耐久性を有し、環境に優しい粉体塗装がビル外装建材に施されています。
素材に合わせた最適な前処理と管理体制で粉体塗装の長所を最大限に引き出します。



渋谷駅東口渡り廊下
スチール窓枠
フッ素樹脂粉体塗装



クロスコートタワー(名古屋駅前)
スチールブラケット
ポリエステル樹脂粉体塗装



中部国際空港
天井スチールパネル
ポリエステル樹脂粉体塗装

粉体塗装のパイオニア

 筒井工業株式会社



LIACA-022



CM017

〒475-0021 愛知県半田市州の崎町2-112

TEL 0569-28-4225 FAX 0569-29-0870

E-mail: tsutsuik@citrus.ocn.ne.jp

http://www.tsutsuik.co.jp

建築・装飾金物の焼付塗装



MARUSHIN

株式会社 マルシン

<http://www.kk-marusin.com>

アルミニウム合金材料工場塗装工業会(ABA)加盟

【取扱製品】アルミ、スチール、ステンレス製品の焼付塗装及びグライツ吹付

【取扱塗料】フッ素・ウレタン・アクリル等溶剤系塗料、光触媒塗料、粉体塗料

【粉体認定工場】AkzoNobel社、FineShine社、JOTUN社、TIGERDrylac社

草加工場【スチール製品】

〒340-0002
埼玉県草加市青柳 2-11-39
TEL048-931-5200/FAX048-931-5888

松伏工場【アルミ/ステンレス製品】

〒343-0104
埼玉県北葛飾郡松伏町田島東 1-1
TEL048-993-1116/FAX048-991-2002



素材の付加価値を向上する

地球にやさしい粉体塗料

V-PET Series

高意匠性シリーズ 特殊模様粉体塗料

エポキシ/ポリエステル系

V-PET 特殊模様 サテン

落ち着いた高級感あるサテン調仕上げ

エポキシ/ポリエステル系

V-PET 特殊模様 リンクル

立体的な3分つやからグロス凸凹模様仕上げ

パウダーフロンシリーズ ふっ素粉体塗料

ふっ素樹脂系

パウダーフロンCW

3分つや〜フルグロスまで光沢調整が可能

ふっ素樹脂系

パウダーフロンSELA

ふっ素樹脂とポリエステル樹脂の二層分離形

・・・彩りに優しさをそえて・・・
未来へつなぐ

大日本塗料株式会社

DNT
DAI NIPPON TORIYO

お問い合わせは
●大阪 ☎06-6466-6703 ●東京 ☎03-5710-4505
●小牧 ☎0568-76-5578 <http://www.dnt.co.jp/>
いーないう
塗料相談室フリーダイヤル 0120-98-1716