

〈一般研究課題〉 カラーステンレスを用いた彫刻作品の制作研究
—進化する都市空間のための新たなアート作品提案のために—
助成研究者 愛知県立芸術大学 村尾 里奈



カラーステンレスを用いた彫刻作品の制作研究
—進化する都市空間のための新たなアート作品提案のために—
村尾 里奈
(愛知県立芸術大学)

Study of making Colored Stainless Steel Sculpture
- For proposing new art works for emerging city spaces
Rina Murao
(Aichi University of the Arts)

Abstract :

This is an experimental study of making colored stainless steel sculpture for the purpose of proposing new types of sculptures for public spaces emerging in recent city redevelopment in Japan. Colored stainless has increasingly been used for industrial products such as mobile phone cases and thermo cups, as well as interior walls of shops and elevator doors. As for sculptures in public spaces, there have only been a few made so far which were made by means of bending and bolting stainless steel sheets that were colored before fabrication. This means working without adding heat, thus leaving no marks of artist's hand. On the contrary, this study explores oxidation coloring of stainless steel after they are fabricated into objects. Test pieces were made in 1.5t SUS 3042B, SUS 304BA, and SUS 316L 2B to see how formation of color depends on different materials, surface textures made by electric hand tools, and types of welding mark. Basic forms suited for coloring stainless steel were designed as proto-types, and actual sculpture work was made based on the results of tests in this study.

All tests of oxidation coloring treatment and technical advices in this study were made by Nakano & Co. Labs, a company located in Tsubame City, Niigata, Japan.

1. はじめに

公共の場の金属の彫刻と言えば、鏡面か表面を曇らせたステンレスの抽象彫刻を思い浮かべるのではないと思う。我が国では1960年代から90年代にかけて、公共の場に彫刻を設置する「パブリックアート」が盛んに作られたが、バブル崩壊やアートシーンの変化とともに、そのような動きは沈静化した。しかし、近年、老朽化した建物の建て替えに伴う都市の再開発が各地で進み、建築分野の技術革新に伴って建てられた大型複合施設には、半屋外のアトリウムなど新たな公共空間が生まれている。そのように都市が生まれ変わる中、公共の場のアート作品についても、従来のものではないと思わせるアート作品を提案することが求められている。そこで、本研究では、彫刻の分野では新しく、事例が非常に少ないカラーステンレスを用いた彫刻作品の制作研究を行った。カラーステンレスは扱いが難しく、これまでの事例では、予め発色した板材を曲げるなど、主に熱を加えない方法によって制作がされてきた。しかしその方法で作られたものは、概して平面的で造形的に限界を感じさせるものだった。そのため本研究では、立体的に溶接したステンレスを発色させる方法を用いた。熱加工した金属の酸化発色を行っている新潟県燕市の(株)中野科学と制作研究を行い、溶接跡や表面処理がどのように発色に影響するか、発色処理に適した形状や加工法が如何なるものであるかを実験・検証し、カラーステンレスを用いた新たなアート作品を提案するためのプロトタイプおよび実作品を制作した。

本稿では実験結果に基づき、以下の点について明らかにする。尚、本稿で「発色」という場合は、いずれも酸化発色を言うものとする。

1. 表面処理と色との関係性について
2. 溶接箇所が発色に及ぼす影響について
3. 発色処理のための基本形状について

2. 試料および実験方法について

まず、本研究で用いた実験の材料は、1.5t のSUS304 2B、SUS304 BA、SUS316L 2Bのステンレス板である。これらをシャーリングあるいはレーザー加工にて切断し、穴あけ、開先加工、溶接加工を目的に応じて行った。表面処理については、電動工具のグラインダー、ランダムサンダー、ポリッシャーを用いて手動で行った。加工後は酸洗処理を行い、溶接の焼け跡を除去した後、酸化発色処理を行った。

形状の種類

本研究では、以下の5種類の形状について実験を行った。

1. 立方体(底面開口型) (100x100x100)
2. プレート (560×560x1.5)
3. 山形形状 (560x560x200)
4. 半円柱 (450x450x225)
5. 直方体 (490x490x307)

※hwd 寸法単位はmmとする。

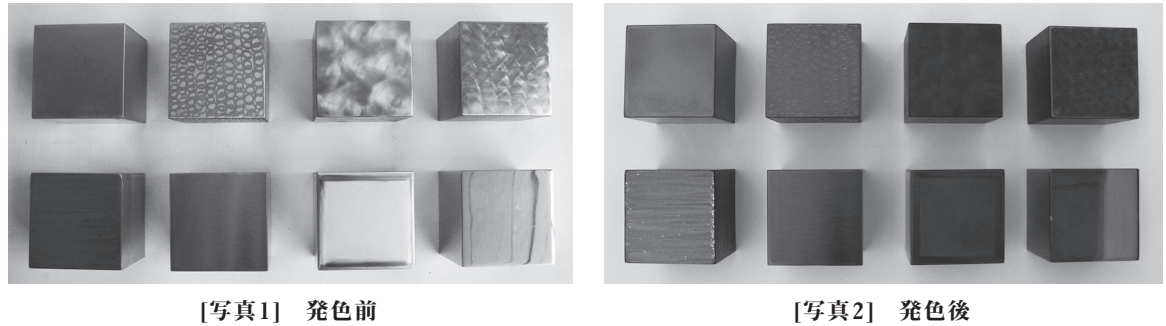
色について

酸化発色で得られる色は、塗装のように色見本があり、番数によって指定できるものではない。

色を直接見てコントロールすることはできず、ステンレスの表面状態に対応する酸化皮膜の生成速度をモニターしてデータで処理される。本研究の実験で行った酸化発色処理は、全て膜厚と色調の基本値に基づいてデータとして処理が行われた。実作品にのみ目視調整が加えられた。従って、本稿の表中に色名が記載されている場合は、データとしてその色が出る値で処理を行ったという意味である。この色のことを、狙い色という。

3. 表面処理と色との関係性について

上段左から立方体(1)～(4)、下段左から(5)～(8)



実験1

まず始めに、8個の立方体[底面開口型(100x100x100) SUS3042B]を作成し、酸洗後に発色処理を行った。狙い色と表面加工の仕様は以下の通りである。

(1)	マゼンタ	ランダムサンダー＋スーパータック 80 番を使用
(2)	グリーン	2B 肌、グラインダー＋スーパーグリーン 46 番を使用
(3)	ブラック	カップワイヤーを使用
(4)	マゼンタ	2B 肌、グラインダー＋PGA ディスク A 80 番を使用
(5)	マゼンタ	2B 肌、グラインダー＋PGA ディスク A 80 番を使用
(6)	ゴールド	2B 肌、グラインダー＋PGA ディスク A 80 番を使用
(7)	ゴールド	2B 肌、グラインダー＋PGA ディスク A 80 番を使用
(8)	ブルー	ポリッシャー＋スーパータック 600 番までと青棒を使用

発色後に得られた色について考察する。全体的に暗い色調が現れた。これは光の反射が均一でないことに起因する。実験結果で色が最もはっきりと出たのは鏡面の(8)であったが、これは予想どおりであった。(2)と(7)については、マットで鮮やかな色が得られたが、これはステンレスの素地の2Bを酸洗した状態のもの(以下「2B肌」という。)が、2Bそのものよりも均質になったためと考えられる。(2)には、2B肌に鮮やかなグリーンが得られ、(7)にはマゼンタの混じったオレンジ系のゴールドが得られた。グラインダーで削った箇所は暗い色で、黒っぽく見えるが、よく見ると濃いマゼンタやシルバーが混在していた。

鏡面は、鮮やかな色が出る表面処理だが、現存の屋外彫刻では普及率が高いこともあり、真新しさが感じられなかった。そのため本研究では2B肌のマットな色調を主な研究の対象とした。立方体(7)[写真4]では、手作業の痕跡であるグラインダーの跡と2B肌とのぼやけた境界線が、硬質な金属にソフトな印象を与えていて、これに新しさが感じられた。このぼやけた境界線は、マーク・ロスコの絵画の境界線を想起させるもので、彫刻の要素として可能性があると考えた。



[写真3] プレート(14)



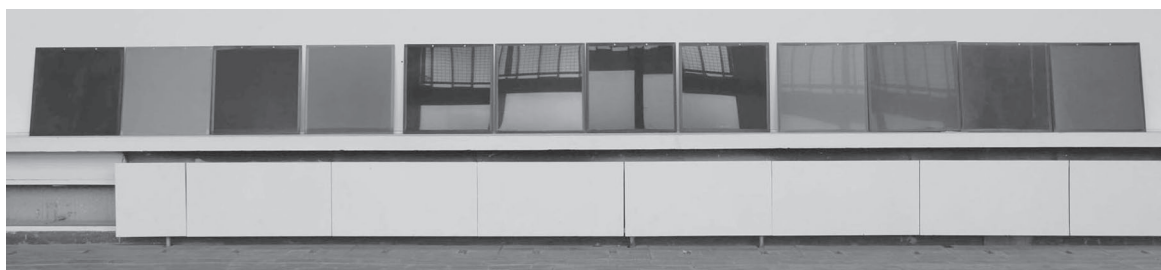
[写真4] 立方体(7)



[写真5] 立方体(2)

(7)に見られたぼやけた境界線をより大きな面で確認するため、また2B肌の色を広い面積で確認するため、560×560x1.5のプレートを作成し、発色させた。[写真3,6]

実験2



[写真6] プレート(560×560x1.5) 左から(12)～(23)

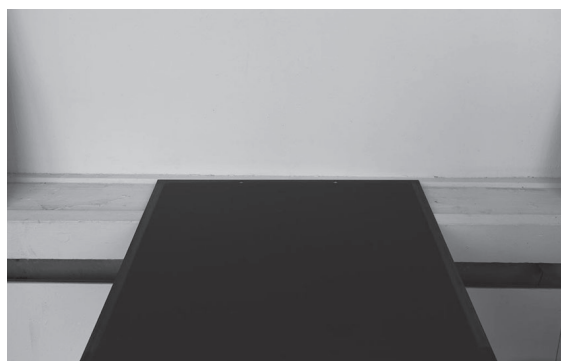
316L		304BA		3042B	
(12)	ブルー	(16)	マゼンタ	(21)	マゼンタ
(13)	ゴールド	(17)	マゼンタ	(22)	マゼンタ
(14)	マゼンタ	(18)	グリーン	(23)	グリーン
(15)	グリーン	(19)	グリーン	(24)	グリーン

実験2では、12枚の560×560x1.5のプレートを発色させ、広い面積での色の見え方を検証した。今回は、3種類の異なるステンレス材料を発色させ、色の違いを検証した。

実験の結果、316Lと3042Bとは明らかに異なる色調になった。316Lには、より突出した鮮やかな色が見られた。特にグリーンとマゼンタにその特徴が見られた。グリーンについては、見る角度によって、黄緑に近い色から深いブルーまで色調に幅があることが分かった。[写真7,8]



[写真7] プレート(15) 黄緑に近いグリーン



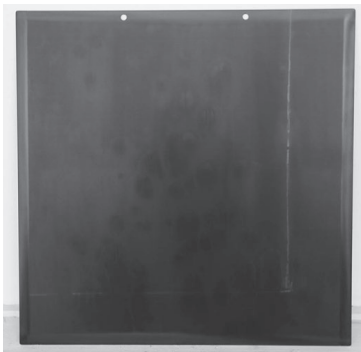
[写真8] 傾けたプレート(15) ブルーに近いグリーン

また、304BA(鏡面)については、カラーセロハンのような、はっきりとした鮮やかな色が得られた。(19)のグリーンは、正面からはブルーに見えたが、傾けるとマゼンタに見えた。このように見る角度によって色が大きく異なって見える性質があることについては、大きなプレートで実験して初めて分かった。プレート(12)については、原因不明の青紫色の斑が出てしまい、均一なブルーは得られなかった。[写真9]

実験3



[写真9] プレート(12)



[写真10] プレート(23)

実験3では、プレート(12)の斑の原因が、酸洗処理に起因するかどうかを確かめるため、酸洗前の脱脂の有無と、酸洗時間の長短が発色にどう影響するかを実験した。(16)から(24)のプレートについては、それぞれ以下の2つの異なる処理を行った。

- a. トリクロロールエチレンで脱脂し、酸洗時間が30分：プレート(16),(19),(21),(24)
- b. 脱脂なしで、酸洗時間が60分：プレート(17),(18),(22),(23)

つまり、304BAと3042Bの板をそれぞれマゼンタとグリーンに発色させるための板を2セット作成し、a.とb.の方法を適用した。色については、a.とb.では異なる結果が得られた。3042Bグリーンの(23)と(24)では、酸洗時間の長い(23)のほうで黄緑色に近い緑で、酸洗時間の短い(24)のほうで深緑色になった。マゼンタの(21)(22)については、酸洗時間の短い(21)のほうで、グレーに近い色となり、(22)にマゼンタが得られた。304BAに関しては、マゼンタの(16)と(17)は、ほぼ同じ色だったが、グリーンの(18)(19)については大きく異なり、酸洗時間の短い(19)は、正面から見た状態で深いブルーが得られ、(18)についてはマゼンタが得られた。(18)(19)ともにグリーンを狙っているが、グリーンが見えたのは(18)のプレートを水平にしたときだけだった。

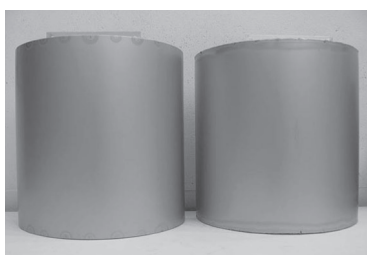
本実験は、斑と酸洗処理方法に関係性が有るか否かを見極めることを目的としていた。結果、(23)のプレートにのみ原因不明の斑が大きく出た[写真10]。従って、実験2のプレート(12)にも見られたこの種の斑は、酸洗処理の時間や脱脂の有無には拠らないことが分かった。考えられる斑の原因としては、加工過程において付着した汚れによるものである可能性が大きい。プレートが制作された工房は半屋外で、風雨や埃が制作中にかかりやすい環境にある。板を重ねて置いていたために、一番上の板に汚れが付着したのではないかと考えている。その他に手袋の痕跡もあった。2Bでは付着した汚れを拭いても、表面に物質レベルで痕跡が残る可能性が高く、一見きれいに見えても発色を行うと汚れが浮き出てしまうことがある。2Bに斑が生じないようにすることは難しいが、扱い方に気をつけることで、ある程度は汚れの定着を回避できる。実験4で制作した半円柱について

は、ステンレス板が納品されてすぐに紙に包んで保管した上に、加工を1日の内に終わらせたため、扱い時間が大変短かった。そのためか斑は全く出ず、手跡も全くなかった。それでも2Bで均質な色を確実に得ることは難しく、2Bのマットな表面処理に代わるものとしては、BA材をビーズブラストして電解研磨するという方法があることが分かった。これについては今後の研究課題としたい。

4. 溶接箇所が発色に及ぼす影響について



[写真11] 半円柱 酸洗前



[写真12] 酸洗後



[写真13] 発色後

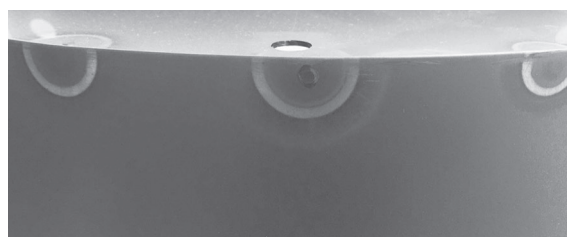
実験4

実験4では、半円柱[(450x450x225) SUS3042B, グリーン]を発色させた。これは、曲面に沿って様々な色が見え隠れする色のグラデーションが得られると考えたからだ。結果は、予想以上にきれいな仕上がりとなり、見る角度によってマゼンタの赤系の色と、深みのあるグリーン、そして黄緑色とゴールドが見え隠れする玉虫色のような色が得られた。

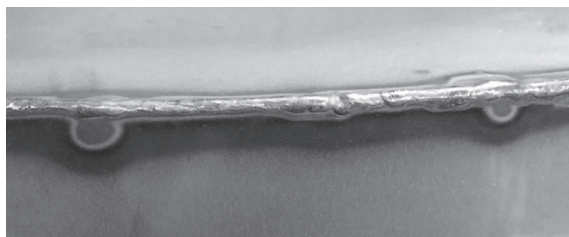
この実験のもう一つの目的は、溶接箇所がどのように発色に影響するかを検証することだった。そのため2つの半円柱のうち1つは全溶接し、もう一つは点付けで溶接した。その結果、双方とも溶接の焼け跡の周りにくっきりとした白い線が生じた。これは発色されなかったステンレスの素地だと考えられる。[写真14]



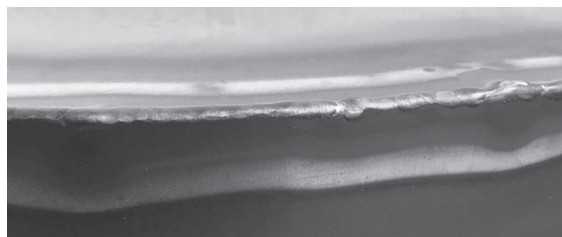
点付け 発色前



点付け 発色後



全溶接 発色前



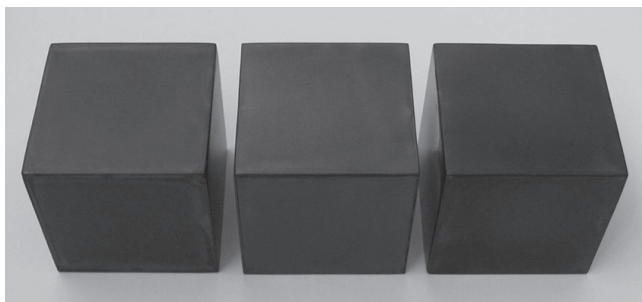
全溶接 発色後

[写真14]

実験5

実験5では、3つの立方体[(100x100x100) SUS3042B,マゼンタ]に次のような処理を施した。

(9)	ランダムサンダー＋スーパータック 80 番、酸洗	溶接経験の長い制作者 A
(10)	ランダムサンダー＋スーパータック 400 番まで、酸洗	溶接経験の長い制作者 A
(11)	ランダムサンダー＋スーパータック 400 番まで、酸洗	溶接経験の浅い制作者 B



[写真15] 左から 立方体 (9), (10), (11)



[写真16] 立方体(10)の裏 (右) (11)の裏

(9)と(10)との比較は、低い番数と高い番数による色の違いを検証するためだった。

実験の結果、(9)は若干赤紫寄り、(10)は若干オレンジ寄りの色になった。(9)と(10)の色の違いは僅かなもので、くすんだ茶色のような色になった。400番で磨いた(10)は輝きのある面が見え隠れしたが、酸洗による斑とランダムサンダーによる斑が重なり、マットな面と光沢面とが入り混じった仕上がりになった。

また(10)と(11)については、処理は同じだが、制作者を別とした。(10)は溶接の経験の長い者によるもので、(11)は浅い者が制作を行った。(10)と(11)の色については、違いがはっきりと出た。上記で述べたように、(10)はオレンジ寄りのくすんだ茶色だったが、溶接

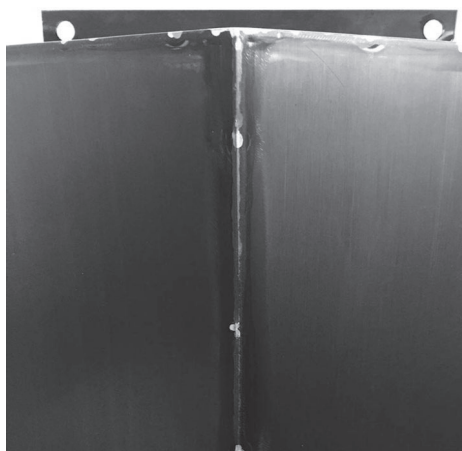
経験の浅い者による(11)には赤紫色が見られた。(11)の斑の出方については、先ほど述べた(10)と同様だった。この2つを裏返して見ると、溶接経験の浅い者によるもののほうが、焼け跡が大きく残っていることが分かる[写真16]。これは、溶接時間が長いことに拠る。これにより、制作者の溶接時間の違いによっても、色の出方が異なってくることが分かった。

大型の彫刻制作では、異なる制作者が同一作品のパーツを制作することがあるため、発色させる場合には注意が必要であるということが分かった。複数の制作者が制作を行う場合には、1人の制作者が全ての溶接を行うなど、作業毎に担当を決めるか、溶接する者同士の溶接時間を揃えるかなどの工夫が必要であることが分かった。

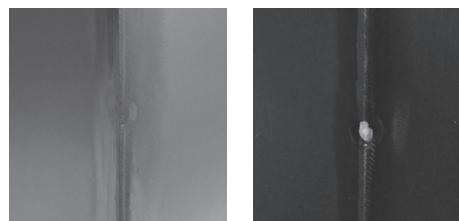
実験6

実験6の山形状[(560x560x200) SUS316L,ブルー]については、溶接した箇所は全てグラインダーで削った。結果、色についてはグラインダーで削った箇所にブルーが得られ、広い面積の2B肌については暗い青紫が得られた。しかしグラインダーで削った箇所に、所々白い箇所が残った。これは、形状を制作してから1週間以上経過した後に、アンダーカットや溶接されなかった箇所に溶接棒を入れて修復を行った箇所である。この箇所に見られる白はマットな白ではなく、少し輝き

を帯びたゴールドに近い白だった。この斑である白は、ある意味では美しく、偶然に出たこの痕跡を活かした作品も考えられるのではないかと思った。[写真17]



[写真17] 山形形状の溶接跡



拡大図(左)発色前 (右)発色後

5. 発色処理のための基本形状について

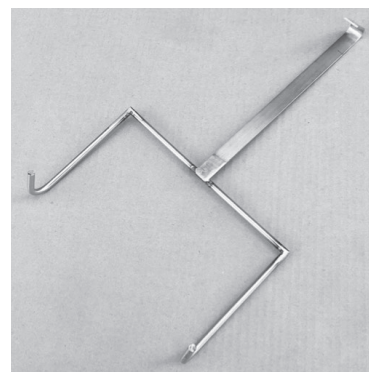
次に、上記実験4の半円柱や実験6の山形形状を発色させるために満たさなければならなかった形状の条件について述べる。

発色は、対象物を反応液に浸けて処理を行うものであるため、立体物の大きさや形状は、必然的に水槽の大きさの制限を受ける。そして反応液には吊り具で吊って入れるため、吊った状態で立体物が完全に液体に浸るよう形状の寸法を考えなければならない。更に、立体物を吊り上げたときに、反応液がきれいに抜けるよう、底に穴が空いていなければならない。立体物を傾けた状態で吊る場合には、一番低い所に穴が空いていることが必要となる。また、液中でガス溜まりができないよう一番高い箇所に空気を逃がすための穴を空けることも必要である。こうした条件は、メッキを行う場合と同じである。

本研究では、立体物を吊り下げて傾いた状態を確かめるため、発色処理時に用いられる吊り具に倣って、芯-芯が200mmとなる2つの爪が付いた吊り具を作成した。吊り下げる立体物の吊り箇所には10mmの穴をあけた。実験2および3のプレートには直接この穴をあけたが、立体物には穴を空けた細長い板を別に作り、2カ所を点付けで溶接して取り付け[写真19]。この細長い板はあくまでも吊り下げのためのもので、発色処理が終わったら削って取り除くものである。細長い板については、始めは立体物の外側に取り付けていたが、後に制作した直方体では、吊り箇所を内蔵型にする方法を考案した[写真21]。この方法では、後から板を削って外す手間が省ける他、酸洗後の加工も行いやすい。けれども複雑な形状を吊る場合には、傾きを見ながら吊り位置をずらしていく必要があるため、一概に全てを内蔵型にすればいいというものでもない。

実験7 プロトタイプ1

実験7では、上記で述べた反応液に浸けるための条件をクリアした基本型をいくつか考案した。[写真19] の山形形状は立体



[写真18] 吊り具

物の片側が開放型のもので、これをプロトタイプ1とした。このように傾いた状態で吊り下げる場合には、立体物の上面の板に空気を逃がすための穴を空けることが必要なので、山形の一番高い所に10mmの穴を空けた。プロトタイプ1は、発色後、吊り下げた状態の底面を上面にすることを目的としていた。そのため、吊り下げた状態での上面には穴の空いた細長い板を溶接したが、これを発色後に削って取り除いてもその面は底面になり、削り跡は見えない。そして後に上面になる底面には穴を空けなくてよいよう、底面を傾斜させて反応液を逃がす方法を考えた。

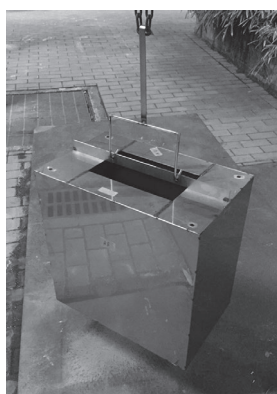
結果については、反応液はきれいに抜け、ガス抜きのための穴の位置や大きさについても問題なかった。しかし、処理を行った技術者によれば、立体物が上下するとき反応液が片側から大きく流れ出て、立体物が左右に大きく揺れて怖いほどだったという。発色処理では、かなりの速さで立体物を上下させるようで、立体物を揺らさずに反応液を逃がすには、底面にも穴が空いている必要があるということが分かった。



[写真19] 山形状(側面、裏面、正面)

実験8 プロトタイプ2

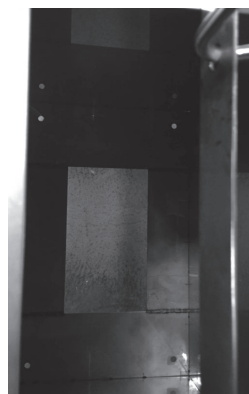
実験7の結果を踏まえて考案したのが、上下面に大きな穴の空いたプロトタイプ2である。この立体物は水平に持ち上がり、液体を抜けやすくするために、中央に大きな穴と4隅に10mmの穴が空いている[写真22]。発色処理を行った結果、きれいに反応液が抜けた。吊り箇所細長い板については、立体物の外側に取り付けたものをプロトタイプ2-1とし、内蔵型のものをプロトタイプ2-2とした。[写真20,21]



[写真20] プロトタイプ2-1



[写真21] プロトタイプ2-2



[写真22] 底面の穴



上面の穴

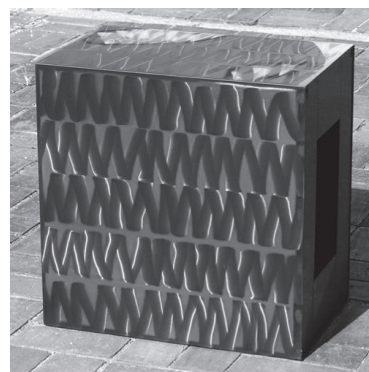
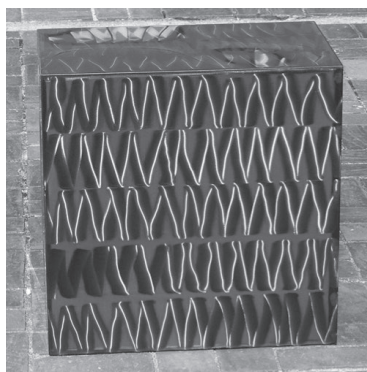
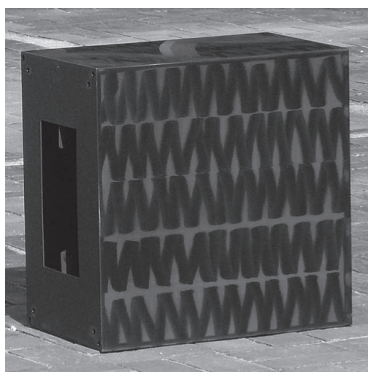
6. 実作品の制作

これまでの実験結果を踏まえ、実作品の制作を行った。プロトタイプ2-2を1つの単位として、全て同じ寸法の立体物を連結して彫刻作品を制作した。連結のための穴は、反応液を逃がすための穴を兼用した。立体物の側面に張るための板は、別で作って発色させた[写真23]。



[写真23] 制作途中 側面に蓋をしていない状態

色については、最も鮮やかな色であった316Lのグリーンを用いた。斑が出るリスクもあったが、斑が目立たないようにするため、グラインダーでギザギザの模様をつけ、見る角度によって錯視が生じるようにした。[写真24] は、直射日光の下で、見る角度によって生じる錯視の様子を表している。



[写真24] 錯視の見え方

実作品の内容について

作品名《あなたはペツェッティーノですか》の「ペツェッティーノ」とは、幼少期に読んだレオ・レオニの絵本に登場する主人公のことである。この絵本の話は、ブロック体の形をした部分品であるペツェッティーノが、様々な部分品で構成される動物たちと出会い、「ぼくはあなたの部分品ですか」と訪ねて旅をする話である。作品名で「あなたはペツェッティーノですか」と問いかけることにより、作品を目の前にしている人自身がペツェッティーノであるかもしれないことを示唆させ、作品の一部になったように感じさせる場を作ることを目指している。

『ペツェッティーノ』は、子供が読む絵本であることから、クレヨンによる筆跡のようなものとして、グラインダーの痕跡を考えた。また、このグラインダーによるギザギザの模様は、身体に共鳴する振動の表現でもある。『ペツェッティーノ』では、クレヨンで描かれたブロック体の生き物たちは、小刻みに動く動画のように描かれているためである。このフリーハンドによるグラインダーの痕跡によって、形体や素材の硬質感を和らげることができた。また、マットな質感のグリーンを背景に、光が見え隠れする不思議な効果を生み出すことができた。

色については、全てのパーツが完全に同じ色にはならなかったが、同系色の色にはなった。元々各パーツが異なる色になってもよいことを念頭にテーマを設定している。『ペツェッティーノ』に登場するブロック体の生き物たちは、異なる色の部分品で構成されているのである。発色やプロトタイプの特徴を活かすことを考え、「ペツェッティーノ」という主題を選んだ。

7. まとめ

本研究では、カラーステンレスを用いた彫刻作品の制作研究として、立体的に溶接したステンレスを発色させた。異なるステンレス材料の種類、溶接跡、表面処理がどのように発色に影響するかを実験・検証し、発色処理に適した形状の基本型をプロトタイプ1~2としてデザインした。最終的には実験結果を踏まえて、プロトタイプ2-2を使用した実作品を制作した。色の実験結果からは、予想通りだった鮮やかな鏡面の見え方の他、2B肌によるマットな色調や、見る角度によって異なる見え方をする発色の性質について確認できた。本研究によって得られた様々な実験結果により、彫刻制作の可能性は大いに広がった。執筆者には、銀色のステンレスの色は、もはや下地の色にしか見えなくなった。これは革新的なことである。そして、色と光の反射を彫刻の要素として考えることができるようになった。本研究で制作した実作品は、カラーステンレスを使った実験的な第一作目である。今後も更に研究を続け、より良い作品を作り、公共の場に新鮮さをもたらす新たなアート作品を提案していきたいと考えている。

完成作品



[写真25] 作品名 《あなたはペツェッティーノですか》

謝辞

本研究の遂行にあたっては、株式会社中野科学の技術者の方に惜しみないご協力をいただきました。この場を借りて感謝申し上げます。また、本研究助成について教えてくださった愛知県立芸術大学名誉教授の細川修先生に心より感謝、御礼申し上げます。