

日本電化工業株式会社の装飾アルマイトの技術史を語る

日本電化工業株式会社 藤 倉 一 郎

1. はじめに

アルマイトの加工技能において製品を美しく仕上げて商品の付加価値を高めるアルマイトを装飾アルマイトと考えている。器物、建材、硬質アルマイト等、あらゆるアルマイト加工で美しい外観、装飾性を考慮しないアルマイト処理はない。最近のビルの外装、内装のデザイン、配色には以前とは比較できない配慮がされている。

しかし、一般的には化粧品、筆記具等の小物製品に施すアルマイトを装飾アルマイトと呼んでいる。装飾アルマイトと言えども基本はアルマイトの原理原則であり、基本を無視したアルマイトは必ず問題を起こす。しかし実際の現場では加工製品は多種多様であり、処理工程、設備も多岐に渡っている。従ってアルマイトの基本をベースにして、各社のノウハウを駆使して加工している。その意味で当社の装飾アルマイトは限定されるが、それでも小物アルマイト技術の大半はカバーしていると思っている。

当社の創立者、藤倉兵一郎は創生期のアルマイトに係わり、(財)理化学研究所のアルマイト実験工場で宮田 聡博士の指導を受け、アルマイトの基本を習得した。

戦後の昭和 25 年頃、外国製のシガレットケースの金色アルマイトを見て、その美しさに感動した。勤務していた器物アルマイト会社に進言したが受容されず、独立を決意して金色アルマイト志向会社を創立した。

長男であった私は昭和 47 年、父の創立した日本電化工業㈱に入社した。それ以前、約 8 年間広告代理店でカラーの広告を担当した。TBS、フジテレビ等の音楽番組の制作スタッフ或はテレビの CM、雑誌の撮影カメラマン達の情熱、真剣さを肌と感じ、クリエイティブな感覚を身に付けた。又、外資系の広告代理店であったのでアメリカ式ビジネス手法を身に付けた。

父、兵一郎は現場を実践した職人ないしは技術者であったが、私は仕事に、合理性、収益性を重視した。そのため、親子の対立はよくあったが、美しいアルマイトを加工するという観点は二人に共通していた。私はアルマイトの業界に 40 年近く係わり、その間に経験した事柄や知りえた事柄を後世に残すことを切望し、この度、昭和の装飾アルマイトから、切削加工品のアルマイトを含む平成の装飾アルマイトについて、凡そ 60 年間に渡る弊社の技術社史を取り纏めました。皆様方の何らかの御参考になれば幸いです。

このような趣旨で 近畿アルミニウム表面処理研究会誌の貴重な紙面をお借りし、掲載ページの許される限り、概要を記載させていただきます。

2. 装飾アルマイトの技術史概要

第 1 部 昭和の装飾アルマイト

金色から始まった装飾アルマイト 装飾アルマイトの発展 化粧品 筆記具 ライター 腕時計ケース
オートバイ 航空機銘板 アルミタッシュケース

第 2 部 平成の装飾アルマイト

化粧品メーカー海外進出 筆記具需要減少 アルミライターケース消滅 カシオ時計のベゼル ドア握手の
電解着色 オートバイのアルマイト スタジオ証明機器

デジタルカメラのレンズリング 釣具のアルマイト 携帯電話のアルマイト

3. 昭和の装飾アルマイト

(1) 金色から始まった装飾アルマイト 昭和 25 年～昭和 64 年

昭和 25 年に世に出た金色アルマイトはモルダントイエロー、モルダントブラック、アリザリンレッド（黄、黒、赤）の 3 色混合のため、色調の安定が難しかったが、その後、安定した金色染料が入手出来るようになった。昭和 30 年代には材質 99.85% に微量の Mg を添加した強度のある光輝合金が開発され、化学研磨処理で電解研磨と変らない光沢が得られるようになった。染料も金色だけでなく国内外の各色の染料が揃い色調は豊かになった。装飾アルマイトに欠かせない光沢と多彩な色調のアルマイト処理が可能となった。

(2) 装飾アルマイトの発展

金色から始まったアルマイトは、昭和 45 年までに基本技術は略確立した。マスキング法によるダブルアルマイト、カーインクの浸透印刷、染色とカーインク印刷を組み合わせた技法が普及した。昭和 46 年には限定製品であったが、トリプルアルマイト加工も実施された。また製品の机上に対応した自動バフ研磨機の開発、サントブラスト処理、ヘアライン加工、シルクスクリーン印刷の諸設備が充実した。

当社の場合、アルマイトの装飾性の価値を早くから認めた化粧品資生堂、筆記具のパイロット社の仕事によって技術の多様性、技術の向上、品質の難しさ、アルマイト設備、機器の充実につながった。資生堂からはダブルアルマイト、トリプルアルマイト、油性のカー印刷及びマスキングとカー印刷を組み合わせた当時としては難度の高い技術を要求された。パイロット社の筆記具は金色の皮膜は μm 、黒色皮膜は $15\mu\text{m}$ 以上と決められ、所謂、ナス紺と言われる膜厚不足の黒色は嫌われた。

又、傷の限度も厳しく、小傷でも殆ど許可されなかった。

(2) - 1 装飾アルマイトの分野

金色アルマイトは当初、ネックレス、ブローチ、鎖、ネクタイピン、時計バンドの装身具に使われた。しかし、先述した化粧品、筆記具業界の大手メーカーがアルマイト採用することによって本格的な装飾アルマイトが発展した。

(2) - 2 主な装飾アルマイトの分野別製品の代表例を表に示す。

表 1

分 野	具 体 例
化粧品	基礎化粧品、メイクアップ製品
筆記具	万年筆、ボールペン、水性ペン、シャープペンシル
喫煙具	ライター、シガレットケース、禁煙パイプ
腕時計	側ケース（ベゼル）、美錠、ピン、文字盤
オーディオ	ウォークマン、カセット蓋、オーディオ摘み
メデイカル	眼鏡ケース、検眼眼鏡枠、補聴器、レントゲン枠、目薬キャップ
その他	ロール、食品キャップ、銘板、アルミアタッシュケース

(3) 化粧品

昭和 40 年代は真鍮、金めっきからアルミニウム、アルマイトの転換期であり、私が入社した 47 年は 2 次アルマイト処理も加工していたが、口紅ケースの蓋、中蓋、胴、クリーム、乳液のキャップに金色アルマイト処理が圧倒的に多かった。

(3) - 1 半光沢アルマイト

資生堂の基礎化粧品でクインテスシリーズは6種類あったが、中でもSQSLのキャップが圧倒的に多かった。SQSLのSは資生堂、Qはフランス語で精粹を意味し、SLはスクリーンションの略で、数種類のキャップに使用され、1日、30,000個ベースで加工していた。製品はスコッチブライトの横ヘアラインで、サイズはφ40×40mmサイズであった。資生堂が翌年の春のキャンペーンで、昭和48年12月中旬から49年2月中旬の期間で600万個の注文が入った。計算すると1日に10万個のベースで納品しなければならなかった。SQSL単体であれば可能であったが、他製品の加工を合わせると、日産20万個を超えていた。早出、残業出勤だけで処理できないと、この仕事が終わるまで、日曜、休日操業をして凌いだ。SQSLに限らず半光沢のアルマイト素材は5052Sが使われた。概略工程は表の通りであった。

表 2

SQSL の工程	備 考
バフ研磨	極力バフ粉を付着させない
トリクレン洗浄	バフ粉除去
スコッチヘアライン	ヘアラインの食い込みが浅いと化研で光沢が出過ぎる
治具差し	16個付け
硝酸脱脂	70℃、 2分
苛性脱脂	70℃、 10秒
硝酸中和	常温、 10秒
化学研磨	100℃、 10～15秒
硝酸洗浄	常温、 5～10秒
陽極酸化	16V、20℃、15分、 膜厚4μm
染色(金色染料)	60℃、10～20秒、 pH6.0～7.0 【染料】 オールト・ゴールド No.2 : 2.5g/l ゴールド・オンレンジ RLW201 : 2.0g/l の混合染料
封孔	90℃以上、 10分

化学研磨（以下化研と略す）と電解時間は短時間なので工程は簡素に処理できた。問題はバフ、ヘアライン工程でバフ粉が付着しているとヘアラインが飛んで化研するとバフ粉が取れて光ってしまう。そのためトリクレン洗浄を追加した。納品完了近くなって資生堂から品質クレームの連絡があった。資生堂工場への輸送中、品物が擦れて傷が付き、中には素地が露出しているものもあった。皮膜を6μmに上げたが解決しなかった。電解液を更新して解決を計った。その当時は原因がわからなかったが、電解液中に溶存アルミが過多に成り、皮膜が軟質になっていたことを後日知った。

(3) - 2 2次アルマイト

昭和47年以前、資生堂のコンパクトケースに2次アルマイト加工をしていた。上蓋と下蓋は唐草模様が金色で、全体は中間色のグリーン染色で、上下の色調を合わせねばならなかった。又、枠付けはケースの深さが浅いため、ホルダーが使えず、カル部分をアルミ線で絡げながら枠付けした。工程は次の17工程である。

①バフ研磨→②枠付け→③酸脱脂→④苛性脱脂→⑤中和→⑥化研→⑦陽極酸化→⑧染色（金色）→⑨封孔→⑩マスキング→⑪枠付け→⑫脱膜→⑬化学梨地→⑭陽極酸化→⑮染色（中間色グリーン）→⑯封孔→⑰インク剥離

(3) - 3 漆調アルマイト — トリプルアルマイト —

昭和 46 年に資生堂の上得意客に贈る記念品として、漆調アルマイト加工を行った。口径 115mm、高さ 40mm の 2 段重ねの容器にリングが 2 本入り、上蓋が付いていた。2 つの容器と上蓋は 3 次アルマイト加工で、リングは光沢の黒染色アルマイトであった。

3 次アルマイトに至る 1 次、2 次、3 次の各工程を表 3 に示す。

表 3

1 次アルマイト工程	2 次アルマイト工程	3 次アルマイト工程
①下地研磨	①脱膜	①脱膜
②化研光沢	②化学梨地	②陽極酸化 (15 μ m)
③陽極酸化 (6 μ m)	③陽極酸化 (6 μ m)	③黒染色
④金色染色	④金色染色	④封孔
⑤封孔	⑤封孔	⑤インク剥離
⑥マスキング	⑥マスキング	⑥仕上げ研磨

マスキングインクはナツダ社のレジストインクを使用した。インク剥離はシンナーに浸漬し、たわしで擦り落とした。マスキングインクを使用したトリプルアルマイト処理は他社では手がけた例がないと記憶している。

(3) - 4 油性インクの浸透印刷

資生堂の SHシリーズという製品でピンク、若草色、グリーンの 3 色を油性インクで浸透させた。各色の境界が滲むので黒色で区別してから各色を印刷した。図 2 はアルミ板に印刷した事例であるが横に 3 個、縦に 7 個の多数個処理をしたが、印刷ではトボで合わせて、版ずれを防止した。このときの工程を次に示す。素材は鏡面ロール仕上げ材を用いた。

【工程】①保護シート剥がし→②中性脱脂→③陽極酸化 (6 μ m)→④ゴールド染色→⑤封孔→⑥脱膜→⑦化学梨地→⑧陽極酸化→⑨油性インク印刷 (黒部から印刷)→⑩封孔→⑪インク剥離→⑫仕上げ研磨→⑬プレス打ち抜きとなる。

昭和 40 年後半から 50 年にかけて、ダブルアルマイト、油性インクを使用したカラー印刷アルマイト或は 2 次皮膜に染色し、未封孔でカラー印刷を浸透させる方法が盛んに行われた。しかし、これらの手法は昭和 40 年前半に実用化された手法のバリエーションと考えられる。次にその 1 例を示す。

【工程】①1 次化研光沢、シルバーアルマイト→②マスキング→③2 次化学梨地、オレンジ染色→④ブラウン及びオレンジ染色の 2 色カラー印刷→⑤封孔→⑥インク剥離となる。

(3) - 5 エッチングの深い 2 次アルマイト

昭和 49 年の新製品、FETL (胴) はミルキローション、モイスターローションのパーツであった。通常の 2 次アルマイトでは 1 次皮膜が 6 μ m 程度であり、2 次アルマイト加工では 1 次の皮膜を脱膜すればよかった。しかしこの製品ではエッチング 10 μ m を要求され、2 次の色調もブラウン系であったが染色はブラクトイエローブラウンの 2 段階染色で色調の安定が難しかった。この製品に限り、標準限度と赤みの限度、黒味の限度を認めてもらった。【工程】①1 次アルマイト(化研光沢、皮膜 9 μ m、染色無し、封孔、マスキング)→2 次アルマイト(アルサテン梨地 70℃、20 秒、2 回浸漬、皮膜は 200A、60 分、18 μ m、染色は A. ブラック 0.5g/l、10 秒、B. イエローブラウン 702 2g/l、30 秒の 2 段階染色を行った。

尚、アルサテンはアルカリ系の梨地剤で深いエッチングと梨地目も粗く、光沢のある梨地になる。時間が長いと文字や印刷パターンが細くなる危険がある。そのため、アルサテン処理を 20 秒ずつ、2 回浸漬処理として反応を抑えた。

(3) - 6 フィルム転写アルマイト

昭和 57 年、化粧品化粧品のマスカラ、アイライナーのフィルム転写加工を行った。紙転写法は昭和 48 年にパイロット社で経験済みであったので原理的には同一と考えて引き受けた。転写のデザインは両端が濃く、中心に向かって淡くなるグラデーション仕様になっていた。2 部分で 180 万セット加工したが特に問題はなかった。フィルム転写の利点は全周を転写しても合わせ目が見分けられないことであった。後に資生堂の転写印刷もしたが合わせ目はわからなかった。

次にフィルム転写のポイントを示す。①工程は化学梨地→18 μ m アルマイト→未封孔→乾燥を十分に行うこと。しみ無き事が重要。②フィルム印刷、カー印刷（蓋、底蓋にはカー印刷を浸透させた）、粹外し、検査に關与するスタッフはマスクを着用した。③フィルム転写後、160℃で 8 分加熱する。④その後、封孔 90℃以上、60 分→インク剥離→仕上げ研磨→トリクル洗浄を行う。⑤その他、細長い深絞り加工品なので、研磨の研ぎ残り、内部のエア、ガス溜まりに注意する。

(3) - 7 アルマイトと静電塗装

昭和 50 年代からアルマイトと静電塗装を組み合わせた技術が普及してきた。方法として、2 通りあった。1 つ目の方法は全面塗装した後、ダイヤバイトで切削し、切削面の光沢を維持して、主として金色アルマイト処理をした。この方法では殆ど問題は発生しなかった。2 つ目はアルマイト処理後、静電のクリヤー塗装をする方法で、この方法には色々問題が生じた。塗膜のゆず肌、塗装時のゴミ付着、ブツブツ、塗膜のはじき、或はアルマイトでは許容される微傷が塗膜のレンズ効果で拡大され品質不良になる問題が常に付きまとった。

昭和 61 年の新製品 SRR25 は蓋、胴、底蓋の 3 点がアルマイトとクリヤー塗装の複合皮膜であり、かつ天蓋にはダブルアルマイトの飾りリング付きであった。【2 次アルマイト工程】①化学梨地 45℃、10 秒、2 回、比重 1.04→②陽極酸化 22℃、60 分、18 μ m→③染色 : ボルト 307 : 10g/l、TACブラック : 8g/l の 2 色混合で 5 分～7 分処理→④封孔 90℃、10 分である。

アルマイト処理後、速やかにクリヤー塗装した。ところが 3 部品の内、胴が鉛筆硬度試験で不合格となった。クリヤー塗装の温度条件は 180℃、時間 10 分であった。温度を高めると塗膜が脆くなり、低くすると塗膜に傷が付いた。テストする担当者の力の入れ方に問題があると感じたが、別の業者にクリヤー塗装を依頼すると問題は解決した。原因は指定業者の熱乾燥炉の温度分布が不均一とも考えられた。当社の熱乾燥炉は 6 段の内、上下段は使用せず、4 段にして温度分布を均一化した。化粧品業界における密着テスト（碁盤目テスト）と鉛筆引掻きテストの基準は次の通りである。

①密着テスト

塗膜に片刃のカシリで 1mm 間隔の碁盤目を引き、セロハンテープを圧着し、1 分間放置後、引き剥がす。簡易的には単にセロハンテープ圧着、引き剥がし法も認められている。

②鉛筆硬度テスト

三菱の 4H を使用し、芯を 3mm 露出させ、先端を平らで鋭利にする。45 度の角度で塗膜面を引っ掻き剥離があるか調べる。

(3) - 8 アルマイトと電着塗装

電着塗装との組み合わせは静電塗装と同様に、①電着塗装後にダイヤバイトで切削して、切削面にアルマイト処理する。②アルマイト処理後に電着塗装する方法があった。電着塗装は電着性が良好で、静電不良の大半は解決でき、しかもアルマイトと電着塗装の複合皮膜処理で新しい装飾性を創出できると考えた。①の方法については昭和 60 年頃、電着塗装後の一部をダイヤカットして、カット面に主に金色アルマイト

処理をしたが、電着塗装はベージュ色のコンパクトケースであった。

1日のアルマイト加工数は1万～2万個の処理が暫らく続いた。

②の方法の工程は、アルマイト→マスキング印刷→脱膜→インク剥離→電着塗装であった。この工程で従来と違ったデザイン性が出来ると考えた。しかし電着塗装は欠点として、硬度が若干軟質であること、塗料のBOD（生化学的酸素要求量）が高く、異臭も有り当社では断念した。

(4) 筆記用具

私の記憶では神奈川県国体が開催された昭和34年、パイロット社から万年筆のキャップに金色アルマイトが使用されたと記憶している。当社はパイロット以外にもプラチナ、ペンテル、セラー万年筆等の筆記具も処理したがパイロット社の製品を重点的に記述する。

(4)-1 クリップ

当時の筆記具は上着の胸ポケットに差すクリップが重視されていた。クリップの素材は光輝合金の鍛造品であった。クリップの形状からして、手磨きで研磨したが、研磨は電解研磨の取りしを考慮して、寸法規格内に入れなければならなかった。鍛造の小傷を落とすため磨きすぎると角が丸を起し、磨きを緩めると粗い小傷が取れないバツ磨き不足となり、工程は単純であったが難しい面があった。クリップの工程は、①枠付け→②脱脂→③電解研磨→④陽極酸化→⑤金色染色→⑥封孔であった。枠付けはクリップの凸部をアルミ線でからげた。電解研磨液はリン酸を主体とにして硫酸及び少量のクロム酸溶液であった。電圧は20～30V、温度80～90℃、時間は5～6分が標準であった。電解研磨で薄膜が生成されるので素早く剥離して陽極酸化した。

昭和49年頃、クロム酸公害が問題となった。クロム酸無しの処理をテストしたが上手くいかなかった。パイロット社と話し合い、化学研磨で条件出しのテストを行い、最終的には化学研磨で承認を得た。

(4)-2 ボディ及びキャップ

パイロットの筆記具は紳士用と婦人用では工程及び色調が異なっていた。表に工程を示す。

表4

工 程	紳士用	婦人用
前処理	化学研磨、一部電解研磨	化学研磨
陽極酸化	13V、30分、9μm	左に同じ
色調	ゴールド	ゴールド、白金色
封孔	10分	左に同じ
前処理	脱膜	脱膜、化学梨地
陽極酸化	16V、50分、15μm	13V、35分、10μm
色調	ブラック	ゴールド
封孔	30分	左に同じ

両製品ともアルマイト後、仕上げ研磨処理した。スマツ除去、艶出しを目的にしたが皮膜上層の脆弱部を壊し、傷つき難くする効果があった。

(4)-3 紙転写アルマイト

パイロット社の婦人用筆記具はデザインが地味であった。白鳥工場時代に試作した花柄の紙転写アルマイトはスクリーン印刷では表現できない華やかさがあった。昇華性インクで印刷された絵柄は加熱するとガス状になって皮膜の孔に浸透していく。数点サンプルを作製し、パイロット社に提案したら直ぐに採用が決定した。紙転写工程のポイントは、①化学梨地→②陽極酸化→③染色→④転写→⑤封孔→⑥仕上げ研

磨である。①の化学梨地は化学研磨後、化学梨地処理を施した。バフ焼けを化研で消去し、化学梨地を均一にして仕上げ研磨を美しくするためであった。②の陽極酸化は15V、40分で $12\mu\text{m}$ とした。③の転写は $215^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ で行い、転写紙は深絞りのテーパーのあるボディ、キャップに巻き付けるが、転写紙を良く密着させないと鮮明な絵柄にならない。事務用の金属製のバネの効いたクリップで挟んだ。⑥の仕上げ研磨では全体の色調が淡色のため、研磨を強くすると色が飛ぶ。そのため軟らかいバフを使い、研磨をゆっくりと回転させて磨いた。

(4) - 4 モル模様のデザイン

昭和 48 年に採用された紙転写アルマイトは安定した注文があったが、よりランク上の婦人用に新しいデザインの新品を考えた。デザインの特徴は黒網点の浸透印刷によってモル模様になるデザインであった。万年筆、ボールペン、シャープペンシルの 3 製品のボディ、キャップを単体でも色調を合わせ、6 部品全体の色調を合わせ、違和感のない色調にする難易度の高い技術を要した。

全体の色調はボルドー色に染色して、黒の網点印刷をした。立ち上がり当初はボディ、キャップを別々に枠付けしたが、電流管理が原因か染色で色調が合わず、網点印刷で調整して同一色調にしてみたが、上手くいかなかった。ホルダーにボディ、キャップを交互に差して枠付けしたら色調が安定した。網点印刷は 3 製品のボディ及びキャップ全体とボディの底部、キャップの上部の 12 箇所と各製品の切り口をボルドー色のインクにどぶ付けする 6 箇所との計 18 箇所の浸透印刷を行った。当社で加工した製品で最も難度が高く、手間のかかる加工であった。

(4) - 5 国勢調査用筆記具

5 年ごとに実施される国勢調査に係わる調査員に配布される筆記用具はパイロット社がデザインを国と折衝して決めていた。色調は試作から当社が担当した。私が入社した頃は万年筆であったが、ボールペン、水性ボールペンと推移した。万年筆では 1 次金色、2 次ブラックのアルマイトであったが、ボールペンになってから 2 回目の国勢調査用は 1 次金色で、日本列島をマスキング、2 次化学梨地のブルーアルマイト処理をした。ところが国から北方領土が欠落していると指摘があり、版を作り変え試作品をやり直したこともある。

平成 7 年 1 月 7 日、阪神・淡路大震災が勃発した。平成 7 年秋は国勢調査が予定されていた。パイロット社からプレス製の金型が完成したので近い内にアルマイトの試作を行うと連絡を受けたばかりであった。しかし、災害復旧費用捻出のため、予算が削減されて樹脂のボールペンに取って代わられた。以降の国勢調査ではアルミ及びアルマイトの筆記具が使われることはなかった。

(4) - 6 ファンシー調アルマイト

昭和 60 年、価格、¥700 円の低価格万年筆が企画されたが、アルマイト仕様であった。2 次アルマイトでは採算が取れないため、1 次アルマイト処理をした。全体の色調は中間色に染色、ワンプイントの印刷は水性のカラーインクを使用して、インク剥離工程を省いた。

アルマイトは 170A、45 分、 $13\mu\text{m}$ 、染色はピンク、グリーン、ブルー、イエロー、バイオレット、ブラック、レッド、シルバーの 8 色。カラーインクは同系統の水溶性インクを使用し、仕上げ研磨は省略した。

(4) - 7 ペンテル社の消しゴムホルダー

昭和 60 年にペンテル社の製図用消しゴムホルダーのアルマイト処理をした。ペンテル社の条件は硬い砂ゴムを挿入し、指で押し出すため、硬さと摺動性が求められた。

電解槽は上方給電で枠と陰極板のカーボンとを平行にした。電解は温度 17°C で 70 分処理した。染色はチタン色とブラック色で染色し、封孔を 20 分行った。

(5)ライター

(5) - 1 マルマンライター

現在は一部の高級ライターは別にして、¥100ライターの時代になったが、昭和 40 年代から 50 年にかけては、アルマイト仕上げのメーカーが数多くあった。マルマンライターはアルミ素材の軽さと加工性及びアルマイトが評価され、1 番早く採用された。仕様は、①化学梨地と仕上げ研磨の組み合わせと、②全面ダイカットして電解研磨し、金色アルマイト処理する二方法があった。昭和 54 年、カラー印刷によるデザインしたライターケースをマルマンに提出し採用された。15 μ m の皮膜にオレンジ染色してカラー印刷を 3 色浸透させたが、封孔してインク剥離したところ、カラーインクが全く浸透していなかった。試作段階では問題なかったが量産でつまづいた。原因について考えたが、未封孔の皮膜は吸湿性があり、皮膜表面に水分が拡散していて、油性のカラーインクの浸透を妨げたと思われる。印刷の直前に加熱して水分を飛ばし、印刷すると綺麗に浸透した。時期が高温多湿の梅雨期であった。

(5) - 2 ジュラルミンアルマイト

煙草のニコチン、タールを除去するパイプのアルマイト処理をした。素材は切削性の良い 2014S であったが、合金成分として銅が多い金属で、ジュラルミンとも言われていた。工程は、①脱脂→②化学梨地→③陽極酸化→④ゴールド染色→⑤封孔であった。ジュラルミン系のアルマイトは経験がなく苦戦した。特に腐食対策に追われたが、各工程を素早く行い、水洗槽、溜槽に放置しないで腐食反応を抑えた。

(5) - 3 その他のライター

クラウンライターはケース自体はシルバー、金色アルマイト処理し、未封孔皮膜に、両面に 2 色ないしは 3 色のカラー印刷をした。ウイントミルライターは 1 次金、2 次黒染色のダブルアルマイトを処理した。タニタのケースは、1 次化学梨地、2 次も化学梨地のダブルアルマイト処理したが色調は 1 次、2 次も地味なグレイ色を要求された。

(6) 腕時計ケース

(6) - 1 セイコー社系の腕時計

昭和 56 年、スライム社とセイコー社の時計ケースのアルミ、アルマイトを進め、最初はスライムの光輝合金 BG6 を使用して金色アルマイトから始まった。腕時計ケースはベゼルとも称されたが、セイコー社傘下の有力な部品メーカーから鍛造加工と研磨済みで支給された。加工品はバフスで洗浄され、10 個入りのプラスチックケースに入っていたが、ウルトンケースで仕切られ、加工品がぶつかって傷つかないように配慮されていた。ベゼルの金色アルマイト品質基準を表に示す。

表 5

項 目	備 考
膜厚	20 \pm 5 μ m
皮膜硬度	HV300
外観	キズ、色ムラ、ケリ、シミ、クラック、ピンホール等ないこと
色調	標準サンプル、限度見本による
耐食品質	食塩、塩化ナトリウム、尿素を成分とした人口汗テストにおいて、24Hr 浸漬後、40℃、湿度 90%状態で腐食、変色、剥離のないこと
耐候品質	カーボンアークフェードメーターにて、100 時間照射後、変色、脱色のないこと
摩耗品質	荷重 500g、摩擦ストローク 40～50mm で 牛革の裏面で 3 万回摩耗して素地露出無いこと
耐熱品質	加熱温度 60℃、時間 30 分でクラックのないこと

皮膜硬度 HV300 は BG6 素材から難しいと判断、HV240 で了解を得た。皮膜は $18\mu\text{m}$ に設定、光沢を維持するために高品質の化研浴にして、ベゼル専用槽にした。陽極酸化はソフトスタートと定電圧処理した。耐光性については蔦酸第二鉄アンモニウムをベースにして、サトウ社のサリダールレッドを混合して着色した。フットメーターテストで 200Hr 以上でも変色はなかった。牛革 3 万回の摩耗品質もクリアした。金色の色調は赤金であったが、輸出国によって金色の好みが異なるという理由で濃い金色、青金、燻し金、シャンパンゴールド等の金色アルマイト加工した。

品質的には安定していたが、量産化の過程で時折、問題が起きた。鍛造メーカーは数社から供給があったが、メーカーによって多少生産方法が違い、又当社サイトにも問題がないとは言えず、どちらの責任か判定しかねる問題もあった。

その一例を次に示す。

1. ブランクの問題：①ガラスの入る径のコーナー形状が直角でラウンドがきつい。アルマイトクラックと見られたが鍛造の肉寄せ現象であった。

②ブランクのバフ研磨のバラツキによる肌荒れ

③鍛造性が良いとかん股にしわが寄り、化研の白斑と見られた。

2. 当社サイトの問題：①化研液とブランクの関係で液反応が強すぎるために起きる問題

②化研液と肉寄せ部分の汚れが反応し、ピット状になる。

③肉寄せ部に残留している電解液が除去できず、染色の色抜けや酸吹きが起こる。

(6) - 2 ベゼルの 2 色アルマイト

ベゼルの金色アルマイトから、よりデザイン性のある外装ベゼルが出来ないか考えた。A 案として、着目したのは化粧品品のパーツで流行していた技法で、製品全体を塗装し、ダイヤモンドで塗膜の一部を切削し、切削面にアルマイト及び着色する方法であった。問題は 1 次の陽極酸化膜が皮膜保護しないで 2 回目のアルマイトに耐えられるか否かであった。電解方法、電解時間、皮膜厚さ、封孔温度、時間等、テストの結果、危険性はあるが可能であると判断した。さらにあと一案、B 案として、切削でなく、カラー印刷による色分けも考えた。表にこれら A, B 案の概要を示す。

尚, A, B 案の引掛けはチタン治具を用いた。

表 6

A 案 (ダイヤモンド 2 色わけ)		B 案 (カラー印刷による 2 色わけ)	
化研	95℃、30~60 秒	化研	105℃、2 分 30 秒
陽極酸化	100A、60 分、 $18\mu\text{m}$ 50A、50 分、 $15\sim 18\mu\text{m}$	陽極酸化	100A、60 分、 $18\mu\text{m}$ 35A、50 分、 $15\sim 18\mu\text{m}$
染色	TAC ブラック、7~8g/l	染色	金色
封孔	90℃、90 分	カラー印刷	①ブラック、②ブラウン
切削	ダイヤモンド (外注)	封孔	90℃、20 分
脱脂	リボノクス、30 秒	インク剥離	トリクレソ
陽極酸化	8A、50 分		
染色	金色		
封孔	90℃、20 分		

2 色ダイヤモンドによる色分けの初めは色々と苦戦した。1 次皮膜が 2 次皮膜処理中に膨らんだり、ダイヤモンドがシャープではなく、ギザギザのバリがあると、2 次電解処理後、バリが欠けて白くなる等の問

題が起きた。ダイヤバットに付ける油のつけ方不足でカットが曇り、金色が冴えない色調になったりしたが、その都度対策を取って安定生産に努めた。

(6) - 3 アルミ時計バンド

セイコー社ではベゼルのみならず、アルミ時計バンドにも意欲を示した。テストとしてセイコー社のバンド、香港製バンドの3点の比較を行った。その結果を表に示す。

表 7

比較項目	アルミ試作バンド	セイコーバンド	香港バンド
外観	良好 ○	良好 ○	筋目荒れ ○
皮膜厚さ	平均 10. μ m △	平均 2.5 μ m	平均 2.5 μ m
耐摩耗性			
300 回摩耗	異常無し ○	異常無し ○	やや摩耗 △
500 回摩耗	異常無し ○	異常無し ○	色調変化 △
700 回摩耗	異常無し ○	やや摩耗 △	摩耗 △
1,000 回摩耗	異常無し ○	やや摩耗 △	摩耗 △
1,500 回摩耗	異常無し ○	やや摩耗 △	素地露出 ×
モミ試験		テスト無し	テスト無し
500 回	バンド側素地露出△		
1,000 回	当りカス発生×		
1,500 回	当りカス発生×		
2,000 回	当りカス発生×		
耐食性	24 時間 ○	8 時間 ○ 24 時間 △	4 時間 錆発生
耐候性	未使用 200 時間○ モミテスト品 2 時間○ 4 時間白錆発生×	テスト無し	テスト無し

耐摩耗試験はバンド表面をスローク74cm、荷重 20kg、摩耗材は不織布使用。

耐食性は 5%NaCl 溶液、40℃にて評価した。

耐候性はカーボンフエルトメーターにて紫外線照射し、表面の退色、変色を確認した。

この検討で致命的であったのはアルミバンドは折り曲げるとクラックが入り割れてしまうことであった。アルミとチタンを組み合わせたバンドを作り、テストしたら強度的に問題なかった。しかし、¥5,000 売りの普及品では使いきれないとの理由で採用されなかった。

(6) - 4 時計の文字盤

シズン系の部品メーカーから品質トラブルの解決を求められた。香港で生産していたらしいが、凹凸の円形状の文字盤にパッドによる焼付け印刷をしていた。品質トラブルは焼付け印刷の文字が欠けたり剥がれ等あり、密着が悪かった。コストは高くなるが 2 次アルマイトを薦めた。工程は、①1 次アルマイト→②パッド印刷→③化学梨地→④陽極酸化→⑤染色→⑥封孔→⑦インク剥離で処理した。パッド印刷のマスキングはシルクスクリーンのマスキングよりインクの厚みが薄いが 2 次アルマイトに十分耐えた。又パッド印刷は予想以上に精度が高く、細かい文字、数字の印刷が出来た。しかし、カラーインクはパッドが耐えられずできなかった。

(6) - 5 美錠・ピン

腕時計の皮バンドの留め金、美錠・ピンのアルマイト加工をマルマン系列のメーカーから依頼された。素材は5052S でバリ研磨済み支給された。仕様は $6 \pm 2 \mu\text{m}$ 荷設定され、化研処理、金色アルマイト処理した。光沢は鈍く、冴えた金色は望めなかった。美錠はホルダー差し、ピンはアルミのより線をピンのカールした箇所に通した。

(6) - 6 リエント時計ケース

昭和 61 年、リエント時計のベセルのアルマイト処理を行った。検査項目として、膜厚 $10 \mu\text{m}$ 、硬度 HV200、磨耗性一年、人工汗テスト 50 時間、紫外線照射 16 時間、湿度試験、 65°C 、24 時間となっていた。金色アルマイトは膜厚 $10 \mu\text{m}$ と有機染色のため、フェルトメーターで 16 時間照射すると退色した。アルマイト処理中、白粉状に変色する問題が生じた。プレス成型時の重ね打ち、もしくはバリ打ち込みによる打痕と推定した。トリクル洗浄工程を入れて除去した。

(7) オークマン

(7) - 1 ケットの蓋、帳番

ソニーの録音機にケットを挿入する箇所の蓋と帳番のアルマイト処理を昭和 46 年から加工していた。処理工程は次の通りであった。①サンドブラスト→②低温、短時間化研→③黒アルマイトであった。蓋は板状のためホルダーが使えず、アルミの撚り線でからげた。帳番は穴を利用してホルダー差しをした。蓋はサンドブラストでの反りを防ぐため両面打ちをした。蓋の裏側に帳番を差し込む穴付近のタッチ跡が外側から見えないにもかかわらず不可であった。数回交渉したが認められず、不合理のため撤退した。

(7) - 2 ソニーのウォークマン

昭和 54 年頃、ソニーのウォークマンがヒットして、ソニーは飛弾製作所がプレスから表面処理、組み立てまでの能力があることに注目した。ソニーのアルマイトの相談役であった林氏が当社の会長とは顔見知りであり、飛弾との仲介を頼まれた。飛弾社長の了解を取り付け、ウォークマンの生産が決定した。ウォークマンの生産上、一番のネックはアルマイトであり、飛弾から何回も打診があったが、私は断っていた。理由はウォークマンの蓋のサイズが大きく、当社の枠で 48 個しか差せず、5000 ベースでも大きな負荷となり、しかも収益性は良くなかった。アルマイトの工程は、①サンドブラスト→②軽い化研→③黒アルマイトであった。しかしケースには側面に数箇所の穴があり、化研で穴の周りが広がるおそれがあった。又、ダイヤカット、焼付け印刷を行わねばならなかった。

私は技術担当役員に会って、当社の設備でウォークマンの加工をすると工場が混乱し、生産性が低下します。その上でどうしてもやる必要があればウォークマンの専用の自動化ラインを設備するから仕事を 3 年間保証して欲しいと迫った。無理ならソニーで設備を検討してはどうかと提案した。私の考えではウォークマンの自動化は可能であり、また自動化でないと採算が取れないと判断した。飛弾のウォークマンの製造方法にも問題があった。

工程は、①プレス成型（飛弾掛川工場でプレス）→②柏工場へ搬送→③サンドブラスト（八潮と柏のサンドブラスト業者に外注）→④柏工場納品→⑤アルマイト（柏自社工場）→⑥スクリーン印刷（社内及び外注工場）→⑦ダイヤカット（埼玉県の業者に外注）→⑧柏工場に納品→⑨組み立て（本社組み立て）の順に行われた。

私は掛川工場でプレス、サンドブラスト、アルマイト、印刷、ダイヤカット、組み立てまでを一貫生産すれば流通経費の削減、納期短縮、品質の安定がはかれると提案したが決断を下せる人がいなかった。

(7) - 3 補聴器

ソニーサウンドテック(株)から補聴器ケースのアルマイト依頼があった。現在の補聴器と比較すると、胸ポケットに収

め、ヤホンで聞くため、ポケットの中で雑音を拾わないため、滑らかなアルマイトが要求された。数量は小ロットであったが、工程数は多く手間がかかった。アルマイトは A.ダブルアルマイトと B.トリプルアルマイト加工をした。表に両者の工程を示す。

表 8

A ダブルアルマイト	B トリプルアルマイト
1 次アルマイト ①脱脂 硝酸、苛性	1 次アルマイト ①脱脂
②化研 110℃,2.5 分×2 回	②化研
③陽極酸化 150A,20 分,6 μ m	③陽極酸化 6 μ m
④染色 シルバー	④染色 コー尔特 [®]
⑤印刷 マスキング [®]	⑤封孔
2 次アルマイト ①脱膜 苛性	⑥マスキング [®]
②化学梨地 50℃,10 秒×2 回	2 次アルマイト ①脱膜
③陽極酸化 150A35 分 10 μ m	②化学梨地
④染色 アルミナールオレンジ [®] 数秒	③陽極酸化 15 μ m
⑤印刷 ブラックカラー印刷	④染色 ハイエレット
⑥封孔	⑤封孔
⑦インク剥離	⑥仕上げ研磨
⑧仕上げ研磨	⑦洗浄
⑨洗浄	3 次アルマイト ①ダイヤモンド [*]
	②脱脂 リボノクス
	③陽極酸化 6 μ m
	④染色 コー尔特 [®]
	⑤封孔

*ダイヤモンドは C 面カットで天面 4 箇所、側面 8 箇所をカットした。

(8) 航空機銘板

昭和 62 年に航空機銘板アルマイトの試作を行った。通常の銘板焼付け印刷のため、字体や識別番号が消えたり、剥がれたり等の問題があった。顧客はアルマイトで銘板作製を希望した。銘板は 0.1mm のアルミ箔で、アルマイトは可能であるが、ダブルアルマイト処理と枠付け方法に苦心した。工程は次の通りであった。アルマイトは JISH8601 の 2 級以上と定められていた。

①箔取り付け (材質 5052S の 1.5mmアルミ線使用)→②リード[®]付け (材質は①に同じ)→③脱脂 (硝酸、苛性使用、温度、時間、比重管理)→④化学梨地 (酸性弗化アンモニウム、温度、時間、比重管理)→⑤1 次陽極酸化 (13±2 μ m、1A/dm² 定電流)→⑥染色アック及びレット[®]、温度濃度、時間、pH 管理)→⑦封孔 (酢酸 Ni 添加、15g/l、3 分、封孔後、洗浄工程を入れる)→⑧マスキング (90℃、20 分)→⑨箔取り付け、リード[®]付け→⑩脱膜→⑪2 次陽極酸化 (6 μ m)→⑫封孔 (3 分)→⑬インク剥離 (トリクレン、純水洗浄) であった。試作サンプルは (財) 化学検査協会の耐摩耗性、耐光性、耐候性、促進酸素エージング、温度限界テストに合格した。しかし、2 次アルマイト銘板はコストが高くなったため受注には結びつかなかった。

(9) アルミアタッシュケース

昭和 63 年、サイアル社がアルミのアタッシュケースを企画した。商品名はマクセギイと決定し、ゼロハリバートン社のアル

ミクスに対抗できるケースを目指していた。アルミ素材は自動車のボデーのウター。インナーに使われる材料で熱処理をして強度を高めてあった。アルミ性をテストしたが問題が無く、6000 系合金がベースになっていた。色調はブラウン、グレイ、シルバーの 3 色が予定されていた。シルバー色は別として、他の 2 色は耐光性に問題があったが、色揃え上、必要であった。ゼロハリのケースは塗装されていたが、当社の知る範囲ではアタッシュケースのサイズを塗装可能な業者は無く、アルミ仕後、仕上げ研磨で艶出しすることにした。

プレス成型は新潟県燕三条市のプレス会社がビニールコーティング板にプレスしてもらった。下地研磨省略、プレス傷、輸送中の傷防止のためであった。

平成元年 4 月、試作サンプルの試験結果が報告された。

それによると、①光沢・・・当社品はゼロハリに対して光沢度が低い。②色調・・・マセギイ、ゼロハリともに退色が著しいが、特にマセギイのブラウンが良くない。③硬度・・・ゼロハリよりマセギイの硬度は高い。

耐光性に問題があったが、スライ社の判断で商品化が決定した。量産のため、4 号電解槽を改造し、50V、2000A の整流器、冷凍機も購入した。研磨機はケースの形状に合わせた自動仕上げ研磨機を特注した。

マセギイは蓋と本体をセットしてアルミ処理したが、蓋と本体の色調が微妙にずれるる感があった。蓋と本体にアルミサッシをかまして目立たなくした。

マセギイの工程を表に示す。

表 9

工 程	備 考
ビニール剥がし	
リード付け	1 枠に 2 セット付ける
脱脂	硝酸脱脂 30 秒、苛性脱脂 数秒
化学梨地	35℃、20 秒、比重 1.150～1.160
陽極酸化	15～17℃、70 分
染色	グレイ色:オリエント 804 1g/l+花見 SD ブラック 0.3g/l ブラウン色: 702 0.12g/l、2 色とも 60℃、3 分
封孔	90℃以上、30 分
仕上げ研磨	研磨ほうに注意

マセギイは JAL の機内販売と渋谷の西武ロフトの限定販売であった。マセギイは日本よりもアメリカのマーケットに向いていると思い、スライ社に進言した。マセギイは重量が 2kg 以上有り、電車通勤の日本のビジネスマンよりも車社会で体格の大きなアメリカに売り込むべきだと思った。しかし、スライ自体は素材メーカーであり、そこまでは考えていなかった。平成に入っても生産したが古河スライ社になってからはマセギイは生産中止となった。

因みにマセギイのサイズと価格を表に示す。

表 10

サイズ	重 量	価 格
S 9T×46W×33H	2.25kg	¥46,000
M 11T×46W×33H	2.30kg	¥52,000
L 13T×46W×33H	2.35kg	¥56,000

昭和の装飾アルマイトの例



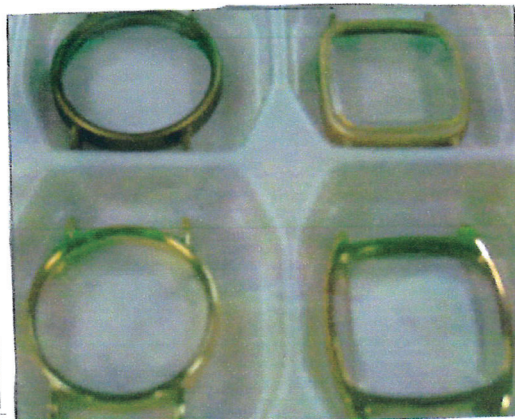
万年筆



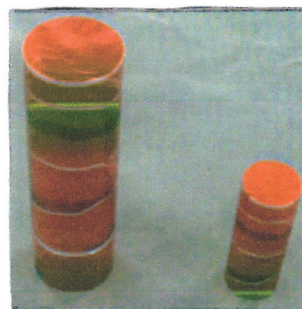
ファンシー調アルマイト万年筆



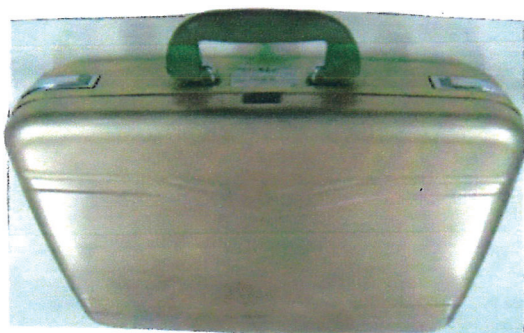
時計ベゼル



漆調アルマイト



口紅キャップ



アタッシュケース



航空機名盤

4. 平成の装飾アルマイト

平成年代に入っても昭和の流れは変わらず、従来の製品のアルマイト処理が続いたが、年が経つにつれ、製品の種類、新たな分野の業種の仕事を加工するようになった。当社の装飾アルマイトで比重の高かった化粧品は従来の2次アルマイトに加えて、口紅の中蓋が繰り出し機構と一体化し、細身で長くなり、紅の出口は斜めにカットされた。ブルーやブラックに着色したアルマイトにクリア塗装する意匠が盛んに行われたが、逆に2次アルマイトは減少傾向の兆しが見られた。

(1) 化粧品容器メーカー海外進出

平成5年頃、主だった化粧品容器メーカーの海外進出が活発となった。飛弾は中国江蘇省の昆山市、竹内工業は天津市特区分区、カシカはタイ国のフーバー社と合併した。関西の刷毛、ブラシを専門に扱うタイ社は天津市の韓国企業に投資した。これらの動向は化粧品アルマイトを主力とする当社にとって脅威であった。平成6年、化粧品のバブルがはじけた。デザインよりもコストの安さが重視された。アルマイトは2次アルマイトが極端に少なくなり、シルバー、ゴールド、ブラック着色のシンプルなアルマイトが多くなった。印刷も焼付け印刷が箔押しとなった。

(2) 筆記具需要減少

パイロットは万年筆の需要が無くなり、ボールペン、水性ペンが主力となった。モルモ様の水性ペン、ブルーを基調としたアルマイト加工をしたが、一過性で長続きしなかった。パイロット社の協力工場であった島田プレス(株)のアルマイト加工をすることになった。本社は高崎市にあり、セラー万年筆、ペンテル社等を顧客としていた。取引の契機は島田プレスの外注アルマイト業者が廃業のため、当社で引き受けることとなった。取引当初はある程度の売り上げがあったが、正常になるにつれ漸次減少して行った。

(3) ライター、時計ケース消滅

ライターは ¥100 の樹脂になり、セイコー社のベゼルも硬質アルマイトは残ったが、当社加工品はプラスチックに切り替わった。

(4) カシオ時計のベゼル

平成7年、カシオ時計のベゼルアルマイトを行うことになった。カシオ社から次の条件が提示された。

- ①膜厚：10, 15, 20 μm の鏡面仕上げ ②色調：ゴールド、ステンレス、シルバー色
- ③封孔：ニッケルス封孔、④数量：月産20万個、⑤価格：目標価格 ¥20

¥20 の価格は鏡面仕様では10 μm でも厳しく、サンドブラスト半光沢処理にすることと、耐光性ではステンレス色は電解着色しないと保てないので、有機染色で了解を得た。

(4) - 1 ニッケルス封孔について

ニッケルス封孔についてカシオ技術部に詳しい説明を求めたが、カシオにも明確な基準がなかった。純水封孔、加圧蒸気処理封孔を試みたが、色落ち、かぶりが生じ、上手くいかなかった。次にニッケル封孔と加圧蒸気処理の2段階封孔を次の手順でテストした。

- ①ニッケル封孔、1分→②水洗・純水洗→③乾燥→④蒸気処理、4気圧、20分

試作品は外観上問題なかったが、カシオ技術部のテストではNi反応が出た。Ni反応テスト方法を示す。

- ① 10% 水酸化アンモニウム：29%アンモニア水 25ml に純水 47.5ml を加える。
- ② 1%ジメチルグリキシド 0.8g を別途溶かす。
- ③ 綿棒に各液を2滴浸し、一定の動きで製品の表面を30秒間擦る。
- ④ 綿棒がピンクに染るとNi反応が検出されたことになる。

カシオ技術部の見解でベゼルは肌に触れることが少ないという理由で当社の2段階封孔が認められ

た。蒸気処理装置は自社のボイラーから熱源を取ったが、小規模でも高圧蒸気処理である以上、高圧に耐え、爆発しないよう厳重に作製した。

(4) - 2 ベゼルのアルマイト

半年近い試作を経て量産開始となった。素材はサンドブラスト済みで支給され、色調はチタン色とステン色に変更された。皮膜厚は軽金属製品協会取手センターに依頼した。10 μ mの目標は達成していた。

第1回の量産に続き別のメーカーから配材されたベゼルのアルマイト加工を行った。前社と後社では光沢と色調の差が発生した。原因はサンドブラストの番手が前社では150番手であったが、後社では180番手であった。そのため後者のベゼルは光沢が出すぎ、染色の色あわせが困難となった。加オ技術部として、化研、染色条件はいじらず、前社と同条件でアルマイトして、結果として色調変化しても承認することになった。但し、チタン色については限度見本を作製した。チタン色の染料はグレイ5g/1、ブラウン2g/1を混合したが、ブラウン色のみ変化させて作製した。

色調段階見本は染色時間で10秒、15秒、20秒、25秒、30秒の淡色側から濃色側まで5段階とし、20秒が標準で合格範囲は15秒から25秒までとし。加オのアルマイトベゼルは加工機種も多くなったが大別すると角型と馬蹄形に分けられた。角型時計はデジタル表示で秒針はなかった。角型は次第に減少し、最終的には樹脂に切り替わった。馬蹄形のベゼルはシルバー、グレイ、ブラック色と当初の色調から変化した。それに伴いアルマイト工程も変更した。

変更後の工程は ①枠付け→②脱脂→③化研(90℃、30秒以内)→④陽極酸化(15 μ m)→⑤染色→⑥2段封孔で、素材はサンドブラスト処理済の5052S材であった。

加オから時計バントのアルマイトの要望があったがセイコー社の試作品を示し、使えないことを説明した。

(5) 2次電解着色ドア握手

平成5年、草加市にあった川口技研のドア握手のアルマイト加工をした。ドアの握手に対するアルマイトの条件は、色調はグレイとゴールドで光沢が要求され、2色とも耐光性が必須であった。

ゴールド色は蔞酸第二鉄アンモニウムをベースとして染色すればよいが、耐光性のグレイ色は電解着色するしかなかった。電解着色設備は当社に設置されてなかったため、外注したが、化研の光沢不足と色調ムラがあり、使えるアルマイトではなかったため、止む得ず社内に設置した。握手は重量があり、確りとした治具に付けたが、取り付け数も少な目にしてワーカーに負荷のかからないようにした。電解着色設備は後にオリンパスカメラの部品の加工にも使用した。

(6) オーディオのアルマイト

オリンパスカメラのシャッターボタンにグレイの電解着色をしていたが、発注先は板橋にあった。この会社が高級音響メーカーのスピーカーを受注した。部品はピラーであったが、柱を意味し、スピーカー単体に4本必要であった。ユーザー指定のアルマイト業者に委託したが、25%しか良品が取れなかった。当社に持ち込まれた不良サンプルを見て、アルマイトより素材の欠陥の影響が大きいと判断した。

素材から成型、アルマイトに至る流れは次の通りであった。

- ① 素材：6063Sの押出し材、長さ10m、重量30kg/本。
- ② 加工：切断、熱処理後、フライ盤加工で切断する。
- ③ ブラスト：表面をセラミックビーズショットする。
- ④ アルマイト：苛性脱脂→6 μ m陽極酸化→着色無で封孔。

原因は押出しの過程で付けられたダイマークがセラミックビーズショットで隠し切れず、アルマイトで浮き上がっていた。私はセラミックショット前にバフ研磨でダイマークを消すことをアドバイスした。しかし新しく素材手配す

ると納期遅れになるため、当社で何とか不良品の再生処理をやってもらいたいと申し出があった。

まず、不良品を脱膜して、手磨きでセラミックビーズ落とししたが、高さ 30cm、縦、横 10cm のアルミ塊で重量があった。手磨きは 1 回目は硬いサゲルバフと研磨力のある青棒を使い、2 回目は比較的軟らかいバフと光沢の出る白棒で仕上げ研磨した。1 個研磨するのに 30 分以上の時間を要した。研磨品を再度セラミックビーズショットしてアルマイト処理したが綺麗に仕上がった。以降、新規加工品も研磨工程を追加してこの問題は決着した。

(7) スタジオ照明機のアルマイト

平成 16 年、ある照明電機会社の特殊な照明機のパーツのアルマイト加工をした。テレビ東京のスタジオ用の照明機の部品で 2 種類あり、1 つは 30cm の円盤状のディスクで、凹状の形状であった。2 つ目は 1050S のアルミ箔で 0.1mm の厚さであった。

(7)-1 ディスクのアルマイト

素材はイタリアのアルミ材としか分からなかったが、ビニールコーティングされていて、剥がすと鏡に使用できるほどの光沢があった。発注社からレッド、イエロー、ブルーの 3 色の色分けを要請された。テスト的にレッドに染色したが着色しなかった。テスターで導通テストしたら導通しなかった。

ディスクの表面に薄膜処理されていると思い、苛性で脱膜してアルマイトしたら着色した。今まで経験したことのないアルミ素材であった。

ビニールコーティングを 3 回剥がし、アルマイトを 3 回行ったが、3 回目のアルマイト加工をしても光沢は 1 回目と同じ鏡面光沢であった。3 色着色したディスクを太陽光に反射させると 3 色が綺麗に拡散した。ディスクを回転させると回転の速度に応じて変化に富んだ模様になった。

(7)-2 アルミ箔のアルマイト

アルミ箔はアルマイト後、くしゃくしゃにして回転ドラムに巻き付け、反射させ、屈折した光の効果を狙っていた。普通皮膜では折り曲げると破れるので交流アルマイト処理をした。色調はシルバー、レッド、イエロー、ブルーの 4 色加工をした。このディスクとドラムを組み合わせた照明機器は平成 16 年の包装機器展示会において照明部門賞を獲得した。テレビ東京の音楽番組の舞台でこの照明機器は使われた。色の多彩さ、シャープできれいの良い照明効果は他局の照明よりも勝っていた。装飾アルマイトとして非常にエグくあり、各地のホール、ステージで使われることを期待した。しかし照明機会社の方針で生産中止となった。

ディスク及びアルミ箔のアルマイトが成功したのは当社の蓄積された技術実績があったからと思っている。3 色の色分けアルマイトの前処理では光沢を失わない脱脂方法、着色技術、アルミ箔のアルマイトでは可とう性のある交流アルマイト処理を経験していた。

(8) 切削加工品のアルマイト(切削性アルマイト)

平成 9 年、ソニーのデジタルカメラのレンズリングのアルマイトを処理することになった。アルミ素材として切削加工しやすい合金が使われたがアルマイト性には必ずしも適していなかった。マシニング、NC 旋盤、ローレット製作機等の工作機で加工された。切削による成型はカメラ以外にも釣具、モバイル、精密加工品と広い分野にわたっていた。化粧品、筆記具を主力としてきた当社にとっては新しい分野であったが、以前からオデコのスピン加工品、時計ケースのベゼルで切削面のアルマイト処理をしており、技術対応できると確信した。しかし、プレス製品と比較して工作機械による成型品は材料費、加工費が高く。成型に時間がかかった。従ってアルマイトで不良にすると得意先に迷惑をかけ、高額な弁償を要求される恐れがあった。各種のアルミ合金の材質特性を理解した上でアルマイト加工することが重要となった。私はこの分野のアルマイトを切削性アルマイトと名付けた。

(8) - 1 デジタカメラのレンズリング

レンズリングと総称したがフィルターリング、飾りリング、レンズフード、化粧リング等、名称は色々あった。素材として 5056S のパイプ又は丸棒、5052S の平板が主として使用された。メーカー、機種が違ってもローレット加工、スピンドル加工、サントブラスト処理と大体同じであった。アルマイトは一次黒色、ダークグレイ色アルマイト、二次は光沢のシルバーアルマイト処理が圧倒的に多かった。

アルマイトの工程を表に示すが、従来の光輝性素材のアルマイトを A 型とし、レンズリングのアルマイトを B 型として比較した。

表 1 1

A 型アルマイト	B 型アルマイト
主としてプレス成型(配材)	主としてマシニング、旋盤加工、サントブラスト、スピンドル加工(配材)
① バブ研磨	① 苛性脱脂
② 酸脱脂	② 化研(10~30 秒)
③ 苛性脱脂	③ 1 次電解(10~15 μ m)
④ 化研(180 秒)	④ 染色 (ブラック、グレイ)
⑤ 1 次電解(6 μ m)	⑤ 封孔(30 分)
⑥ 染色(金色、シルバー)	⑥ *切削
⑦ 封孔(6 分)	⑦ リボノクス脱脂(中性)
⑧ マスキング	⑧ 2 次電解(3 μ m)
⑨ 脱脂	⑨ 染色 (シルバー)
⑩ 化学梨地	⑩ 封孔 (6 分)
⑪ 2 次電解	⑪ *焼付け、印刷
⑫ 染色(ブラック、シルバー色)	註：*切削、焼付け、印刷は顧客担当
⑬ 封孔(20 分)	
⑭ インク剥離	

レンズリングのアルマイトは工程が単純で処理時間も短時間処理であったが、機能上の問題からタッチの取り方と取る箇所に制約があった。

レンズリングはコンパクトカメラから一眼タイプが普及しはじめレンズリングも大きくなり重量に耐える強度のある材料で取り付けるようにした。

(8) - 2 他業社の色調不良解決

平成 13 年、ソニーの品質担当者とパートナーメーカーの社長が来社した。他業者が立ち上げた新製品のアルマイトが量産でつまずき、ソニーの生産上の大問題となっていた。色調はダークグレイであったが、標準色は 3 色混合していた。しかもレンズリングはサントブラストとスピンドル加工してあったが、表面が肌荒れの状態であった。原因は化研液がリン酸、硫酸系で処理していることにあった。肌荒れは当社の化研液であるリン酸、硝酸系で処理すれば解決するが、問題は標準色であった。私はソニーの品質管理者に染料と染色のメカニズムを説明した。特にグレイ色は染色の中でも難度の高い染色であり、色調不良の原因が 3 色混合にあることを説明し、2 色染色混合で標準サンプルに近づけることの了解を得た。

一般的に染色は単色で染色するケースもあるが、混合することが多く、2 色混合が限界であるというのが当社の考え方であった。グレイ色の難しさはベースとなるグレイ染料に色調に応じて赤味グレイ、

黄味グレイ等にするため染料を混合するが、多くても少なくとも目標とする色調は得られない。染色作業では濃度、温度、時間、pH 調整を管理する。さらに色調は封孔前と後とでは変化する。ここまでの段階になると染色作業者の経験とセンスに任せるしかない。半日かけてサンプルに近い色調になった。他業社のアルマイトの工程、使用染料、条件が分からず標準色を作製することは至難の業であった。

標準的なレスリングの処理工程を表に示す。

表 1 2

1 次工程： 薬品、濃度、時間、温度	2 次工程：薬品、濃度、時間、温度
①脱脂： 苛性ソーダ 15%、20 秒、50℃	①脱脂： リポノクス 15%、10 秒、常温
②化研： ラサブライト 70%、10 秒、120℃以下	②電解： 10 分
③デスマット： トップデスマット 10%、10 秒、常温	③封孔： 3~6 分
④電解： 硫酸 15%、40 分、20℃	④水洗：
⑤染色： サノダールブラック 10g/l 15 分 50℃	
⑥封孔： 10g/l 30 分 90℃以上	
⑦純水洗：	

(8) - 4 新意匠、デザインを提案

レスリングのアルマイトは工程が比較的単純で競合社が多かった。他業者の技術レベルが向上するのは時間の問題であり、競争によって価格が安くなる恐れもあった。メーカーもコストダウンのためアルミに変る素材に変えていくことが考えられたので、当社が培った技術を応用して2案件を提案した。

A. 提案 1 漆調アルマイト

5052S のローレット加工品で次の工程を試作した。

①苛性脱脂→②化学梨地→③陽極酸化→④染色（ブラック）→⑤封孔→⑥仕上げ研磨→⑦切削（外縁部）→⑧リポノクス脱脂→⑨陽極酸化→⑩シルバー色→⑪封孔 この工程で漆調になったが外縁部 1 周の切削面の鏡面輝度が物足りなく感じた。素材を 5N01 に変え、ダイヤモンドカットした結果は意図した光沢通りになり、ブラックとシルバーのコントラストが鮮明であった。メーカーとして採用の意欲があった。しかし 5N01 は特注品でまとまった容量を発注する必要があるがあった。技術的価値は認められたが採用は見送られた。

B. 提案 2 トリプルアルマイト

切削法によるトリプルアルマイトを表の工程で試作した。

表 1 3

1 次アルマイト （ローレット）	2 次アルマイト （スピン）	3 次アルマイト （ダイヤモンドカット）
①硝酸脱脂	①リポノクス脱脂	①リポノクス脱脂
②苛性脱脂	②陽極酸化	②陽極酸化
③化学梨地	③グレイ染色	③中間色染色（淡いブルー、ピンク、オレンジ）
④硝酸洗浄	④封孔	
⑤陽極酸化		④封孔
⑥黒染色		
⑦封孔		

試作は成功してソニーに提案したがコスト高という理由で採用されなかった。平成 17 年であったがデジタルのコンパクトカメラを樹脂に素材変更の検討をしていたのが理由の 1 つであった。

(8) - 5 5056S の皮膜剥離

ソニー以外にもパナソニック、三洋、JVC（ビクター）等のレンズリングの仕事を広げて行った。平成 18 年 2 月末に三洋部品保証課からレンズリングの皮膜剥離が多発しているとの連絡があった。材質は 5056S で皮膜厚さは $13\mu\text{m}$ に設定し、下記工程で処理していた。

1 次工程：①脱脂→②軽い化研→③陽極酸化→④黒染色→⑤封孔

2 次工程：①ボッソックス脱脂→②陽極酸化→③グレイ染色→④封孔

皮膜剥離はリングの内側の黒染色面に発生していた。

この製品は平成 17 年の秋に立ち上げ、今まで問題は発生していなかった。同時期に加工した他社のレンズリングにも問題がなかった。安定していた品質が突然品質トラブルが発生したことに疑問を感じた。問題解決のため、当社の製造記録、検査データを調査した。

記録から判断すると平成 18 年 11 月の 1 次加工は前半に集中し、顧客に納品していた。平成 18 年 12 月に 1 ロットを 2 次処理したが、2 次アルマイトの加工が平成 19 年 1 月 22 日から行った。顧客側の都合で 2 次用の切削加工が行われず、1 次と 2 次の間隔が空き過ぎていた。そのために 1 次処理品の皮膜孔中に残留した電解液が皮膜に作用して剥離や剥離しやすい状態になったと考えた。技術士事務所に不良サンプルと検査記録を送り、原因解明と対策を依頼した。技術士の見解は皮膜と素地の境界に発生した結合不良（残留電解液による電食、Mg 元素のマイグレーションによる合金組織の経時変化）が原因と考えていた。これらの経時変化を起こさせない保管期間は長くて 3 日位と記されていた。当社のデータと技術士のレポートを提出し、顧客も了解した。以降剥離問題は発生しなかった。

5056S 材の剥離は平成 4 年、パイロット社のボールペンでも経験していた。胴のローレット加工部分の皮膜が剥離した。アルマイトは化学梨地→電解 $18\mu\text{m}$ →パイロット染色した。この部分も順調に処理していたが突然皮膜剥離が発生した。この時の原因は素材は 5052S を使用していたが、パイロット社の在庫切れで、5056S を混入させたのが原因であった。いずれにしても 5056S のアルマイトは細心の注意が必要であった。

(8) - 6 ビデオカメラのアルマイト

ビデオカメラにマイクカバーとかプレートトップという部品がある。材質は 1050S、1070S、5052S などが使用された。アルマイトは半光沢処理し、色調はシルバー、チタン、グレイ、黒色が多かった。

部品はプレス絞りで板厚が 0.5mm と薄く、しかも湾曲していた。機種によってはヘヤイン、ダイヤカット加工された製品もあった。アルマイト処理上、苦心したのは 0.5mm 厚しかない軟質製品に治具差しすることであった。

(8) - 7 釣具のアルマイト

平成 11 年、ダイワ精工社技術開発担当者がスプール（リール）の 2 色アルマイトの件で来社した。試作品はマスキング印刷、パット印刷と手塗りの印刷で試作していた。外観はお世辞にも美しいとは言えなかった。私は切削加工で 2 色アルマイトを試作して試作品と工程表を渡した。当時は当社の都合で量産はしなかった。

(8) - 8 シノ社の釣具

平成 15 年 3 月、シノ社の釣具を扱っている部品メーカーの社長が来社した。シノ社の新製品の 2 色アル

仆の品質トラブルが收拾着かずその解決を望まれた。サプ^ルは切削加工による 2 色わけで、以前ダ^イワ精工社に提出した切削アル^ミがサ^ノ製品にも使われていた。サ^ノ社のスプ^{ール}は 6063S 材を中国江蘇省のサ^ノ工場で大体の成型加工し、国内の谷和原（茨城県）の外注工場で仕上げ加工後、アル^ミ処理していた。製品を 50 個預かりアル^ミしてサ^ノ社に提出したら初回の試作品で承認された。仕様は次の A,B 案であった。

A 案：1 次・グ^{レイ}色、2 次・ゴ^{ールド}色、 B 案：1 次・ゴ^{ールド}、2 次・グ^{レイ}色

サイズ・55φ×55H

サ^ノ社の釣具はスプ^{ール}の他には竿のキャ^{ップ}、グ^{リップ}部のアル^ミ加工があった。サ^ノのアル^ミ素材は 6061S 以外にも 5052S、2000 番のアル^ミ材も使われた。念のためサ^ノの 6061S について簡易分析を行った。分析試料は ①日本の標準試験片の 6061S、②日本の標準試験片の 6063S 及び③中国の加工品スプ^{ール} 6061S とした。試験方法は水酸化ナトリ^{ウム}に各試験品を入れ、溶解、濾過、乾燥して残渣秤量を観察した。結果は中国のスプ^{ール}材質は JIS 規格の 6063S に近い 6061 であった。アル^ミ処理中の素材のバラツキによるトラブル防止のためテストした。

サ^ノ社のアル^ミ加工で一度だけ品質問題を起こした。平成 18 年に納入した竿キャ^{ップ}がロ^{ット}アウトになった。素材は 2011S 材であったが材料を 6061S に変更するのが根本対策と考えて対策書を提出した。

【対策書】

①発生原因 素材 2011GT09 は合金成分に銅が多く、アル^ミで溶解するが、表面斑点が発生したり、白っぽくなることがあります。 2011S はこれらの不良が発生しやすい材料であるが、何時発生するか特定は困難です。当社のアル^ミ処理でも良好なロ^{ット}と発生するロ^{ット}があり、素材に起因するケースが多いと考えます。

②対策 素材を 2011 から 5000 系又は 6000 系に変更することを推奨します。

2011 は快削合金ですので切削性に優れ強度は高いがアル^ミ処理条件の検討を要します。同時に防食性は良くありません。

【結果】この問題は 6061S に素材を変更することで解決した。

(8) - 9 ダ^イワ精工社の釣具

平成 16 年 8 月、ダ^イワ精工社の技術部と購買担当者が再来社した。他社でアル^ミ加工したスプ^{ール}に剥離不良が多発し、解決が長引いていた。スプ^{ール}素材は剥離を起こし易い 5056S で、外径 82φ、高さ 82mm でスプ^{ール}としては大きなサイズであった。2 色分けは 1 次ブ^{ラック}、2 次レ^{ッド}ともに同じ皮膜が必要であった。しかも 2 次の赤色の面積があり、問題発生しないか危惧したが、試作は成功した。ダ^イワ社のスプ^{ール}は 5056S、5052S が主力であったが、1070S を使用したスプ^{ール}(1 次黒色、2 次レ^{ンヅ}色)の光沢が、色の鮮やかさは抜群に良かった。ダ^イワ精工のスタッフは新製品の立ち上がり、品質トラブルが発生すると必ず立会い、問題解決に当たった。又、アル^ミの標準色が製品ごとに決められていて、色調見本と染料名が指定されていた。数多くの顧客の仕事をしてきたがこれほど具体的にデ^ーター処理している顧客はなかった。

(8) - 10 スプ^{ール}のトリ^{プル}アル^ミ

平成 17 年、ダ^イワの新製品でスプ^{ール}のトリ^{プル}アル^ミ加工をした。以前にニ^ーの補聴器の試作で終わったが、カメラのレンズリングでトリ^{プル}アル^ミの実績はあった。しかし、スプ^{ール}はサイズが大きく、切削面も幅広い。1 次アル^ミの皮膜が 3 次アル^ミまで耐えられるか試作した。素材は 6061S を指定し、3 色の色

分けは 1 次アルマイトは濃いグレイ色を基調にして 2 次及び 3 次の色調を変化させた。試作は成功し、量産も開始したが、スプールは多品種小ロットであり、量産は初回のみで終わった。

(8) - 11 7075 材のダブルアルマイト

ダイヤのアルマイト加工で最も苦戦したのは 7075S のダブルアルマイトであった。ブラックバス用のスプールで強度が重視され、7075S が選定された。7075S のアルマイト経験はあったが、ダブルアルマイトの経験はなく、しかも加工の都合からスプールの中心部にステンス軸が挿入されていた。

問題はステンスシャフトが電解液の硫酸で溶解する。特殊防具でステンス軸をカバーし、1.5mm 厚のアルミホルダー外タッチで押さえた。ダイヤ技術部の考案したノウハウであり、開示できない。JIS 規格では 7075S は防食、染色とも適当となっているが、試作では一次アルマイトの段階で色抜け、黒斑点、剥離、曇りなどの品質トラブルが起こり、解決に手間取った。このスプールは成型加工費が ¥3,000 と高価であり、不良試作を続けるわけにはいかず、早急に解決しなければならなかった。しかし数回の試作でも確たる結果は得られなかった。

軽金属製品協会取手センターに依頼し電顕写真を撮り、技術士に原因と対策を依頼した。技術士から考えられる原因と対策が示された。

【原因推定】 光学顕微鏡で観察結果、不良箇所はランダムな小さな白点や円形状ピットが観察され、このピットの中に残留した硫酸が染色時に流れ出したことによる染色不良（色抜け）と判断される。このピット及びその周辺の EDS 分析から、ピット付近に Fe 及び Si が高濃度に検出され、これらは金属間化合物を生成し、金属間化合物の一部は陽極酸化電解時に酸化・溶解され、皮膜に空洞を発生する。その隙間に電解液が残留すると後工程の染色不良になると考えられる。

【対策】 白点不良の予防には素地表面に露出したこれらの粗大金属間化合物を予め溶解除去することが有効である。

私はこの意見に加えて外タッチのホルダーで押さえているが、ホルダーが弱くなるとタッチが動く、電流の流れが不安定になることも原因と考えた。ホルダーの強化、工程を素早く処理することで、何とか軌道に乗った。

(8) - 12 携帯電話のアルマイト

(8) - 12 - 1 方向キー 及び 確定キー

平成 17 年 5 月、方向キー及び確定キーのアルマイト加工が決まった。素材は 1100S 及び 1050S のプレス加工で、表面はプレス加工して、サトブラスト及びダイヤカットの 2 工程加工されていた。製品は NEC 社向けの製品で 6 月に試作の立会いがあった。色調、輝度に対する評価は次の通りであった。

- 01 : ダークワイン、 輝度 OK、 色調やや淡い
- 02 : ミステイラベンダー、 輝度 OK、 色調 OK
- 03 : シャンパンオレンジ、 輝度 OK、 色調 OK
- 04 : インディゴブルー、 輝度 OK、 色調 黒味強い

ダークワイン、インディゴブルーの試作は再トライして 4 色の量産が決定した。4 色同時の着色は無理なので、1 日、2 色に限定した。染色ではダークワインが手間取った。35 分電解、8 μ m の皮膜でダークワイン長の色調にするため、染料濃度、温度、時間を工夫し、着色した。色調はグレイ、シルバー色等、色数も増加した。

品質会議で斑点、汚れ、色抜けが問題にされた。肉眼では識別できず、ルーペで拡大するとわかったが過剰品質であると思った。不良品は当社の原因だけでなく、顧客側のサトブラスト、ダイヤ切削に

起因するものが多かった。特にサトブラストが均一でなく、まだらな部分があった。製品の出来栄の当初は色調、輝度も良く美しかった。しかし消費者が使い込んでいくうちに、サトブラストとスピンが指の摩擦で汚れると内心では思っていた。

この問題の客観的な検証を技術士に依頼した。技術士の見解は次の通りであった。

【見解】 判定し難い問題ですが、肉眼観察、皮膜剥離、光学顕微鏡観察等、念入りに行った結果を御報告いたします。

- ① 斑点状曇り白点は既にブラスト処理時点にある。
- ② 5056S の材質が関与した問題であり、5056S 以外のブラスト処理だけではこのような問題は発生しない。
- ③ ブラスト処理により 5056S の組織異常の感受性 (Mg の偏析部等) が増大し、アルマイト処理時、選択的に電流が集中し、局部的溶解から斑点状曇り白点が発生したものと推測される。

この調査結果を部品メーカーに送付したが先方の見解は当社と異なり、発注が止められた。我々が常々不満に思っていたことは、顧客がアルマイトの表面状態を見て欠陥を全てアルマイト不良にすることであった。素材の問題、成型の仕上がり、バフ研磨、サトブラスト加工等は 精々寸法精度程度しかチェックしないことであった。確かにアルマイト以前に欠陥を見つけ難いが方法はあるはずだ。

(8) - 12 - 2 カムリング

カオの携帯でカムリングにグレイ色アルマイト処理したが光沢と硬度を要求された。大手の宅急便会社のドライバーに持たせるため、ドライバーが乱暴に取り扱うため、どうしても硬度と耐摩耗性が必要との説明があった。カオの開発技術担当者に光沢と硬度、耐摩耗性は相反する関係があり、2 つの要素を完全に満足させることは無理であると説明した結果、カオ側も光沢を優先することで決着した。

(8) - 12 - 3 携帯フレーム

平成 18 年、長野県のアルテクノ社の依頼でフレームのアルマイト処理した。ソニー、シャープ、キヤノン、フジ写真等、各社のフレームがあったが、受注はシャープが圧倒的に多かった。アルテクノからはヘアライン、1 次アルマイト、ダイヤカット済みで、2 次アルマイトのみ当社で引き受けた。工程は次の通りであった。

①脱脂 (リボノクス)→②陽極酸化→③染色 (*シルバー、ピンク、ブルー、レッド、ブラウン、ブラックの 6 色)→④封孔である。

次の注文としてシャープのフレームがあったが、6 色染色済みの 1 次アルマイトのダイヤカットの切削済みの配材であった。当社は 2 次アルマイトで光沢を生かしたシルバーアルマイト加工中、着色されているものが発見された。ダイヤカット面の幅が広く、多少テーパーがあったため、2 次アルマイト後のダイヤカットが完全に切削されずに残っていたのが原因であった。

5. まとめ

昭和 25 年頃から平成 20 年頃までの凡そ 60 年間に渡り、日本の各種産業界で実用された装飾アルマイト加工に貢献してきた日本電化工業㈱の開発・製造技術史の一端をご紹介しました。皆様のご参考になれば幸甚です。

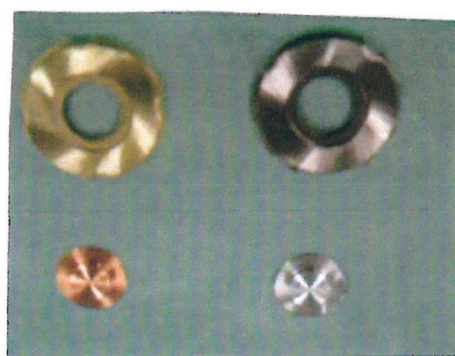
6. 参考文献

1) 藤倉一郎; 装飾アルマイトについて、表面技術協会ライトメタル表面技術部会【第 35 回セミナー: 2015 年 7 月 3 日、工学院大】テキスト、p. 17 ~ p. 27

平成の装飾アルマイトの例



レンズリング



携帯電話 方向キー、確定キー