

PART1

研磨した塗面のツヤを測色する

P.5

1 「研磨後のきれいさの評価方法」としての測色	6
ツヤが測色できたと言えるための判断基準	7
どのような時にツヤやボケを感じるか	9
2 研磨処理と観察・測色	11
それぞれの箇所と視認結果について	12
3 測色値の正しさを判断する基準	15
4 各研磨工程と仕上げ工程における測色と光沢の測定	18
5 色差について	19
「ツヤが色として測色できる」証明として、 色差を調べる理由の再説	20
測色結果に基づいて、2カ所の色ツヤを比較する	21
色差結果と感覚との相関性	22
光沢度（鏡面光沢度）について	25
色ツヤの測色の可否とそれを数値化する実益	26

PART2

塗膜研磨の体系的考察

P.29

1 きれいについて	30
きれいの限界	31
自動車塗膜研磨作業の意味と方法	32
きれいの定義・条件を研磨作業の意味からとらえる	35
現実の研磨作業において、「傷の置き換え」が できているか否かを判断する方法	41
実験の注意点	42
実験する	44
きれいに研磨処理するための パフ、コンパウンド、ポリッシャー選択の指針	51
2 太陽光で浮き立つ模様の謎	56
オーロラマーク（ホログラム模様）の発生原因と消し方	56
オーロラマークが発生する要因	56
光の条件	57
傷の条件=どのような模様の傷（パフ目）が付いているのか?の考察	57
オーロラマークが発生する要因である光と傷（パフ目）の関係	59
オーロラマークの消し方のアプローチ	61
ポリッシャーの運動方法と塗膜面に残す模様	62
きれいでオーロラマークの発生しない研磨作業の構造	74
3 きれいさの評価基準	76
実体的きれいさと形式的きれいさの意味と関係	76
きれいさの評価方法	77
形式的きれいさの判断方法（手順1）	78
実体的きれいさを評価する前に考えておくこと	79
形式的きれいさをクリアした上で 実体的きれいさを判断する方法（手順2）	81
超微粒子コンパウンドのツヤ出し剤としての性能について	83
4 塗膜研磨の体系的考察の必要性	89

科学的アプローチ
塗膜研磨の
磨き作業の哲学的思考

PART3

塗膜研磨の
実践に関する考察

P.91



1 実践に関する考察の指針と対象	92
考察の対象について	93
2 実践方法の正しさの検証方法	94
「きれいになる」こと	94
「速い」こと	94
研磨力の幅の大きい手段は「速さ」を推定させる	96
バフ研磨における「研磨力の幅」の意味と特徴	102
「研磨方法の正しさを判断する」その他の要請	107
3 研磨作業の実践 ポリッシャー編	108
回転ポリッシャーの使いこなし	108
作業者は摩擦感や抵抗感をリアルタイムで感じている	111
回転ポリッシャーの回転数について	112
回転数が問題になる理由	112
回転数を決定する条件の分類	113
バフの当て方と運び方（移動方向とスピード）の考察	117
バフの当て方について	119
バフと塗面との接触角度	121
回転ポリッシャーの移動方向	122
回転ポリッシャーの塗膜面上の移動スピード	124
ダブルアクション（ランダムアクション）ポリッシャーの例外	125
正しい当て方と移動方法へのアプローチ	126
ダブルアクションポリッシャーの当て方・移動の仕方と研磨力の関係	129
回転ポリッシャーの負荷による研磨時の塗膜面の温度と研磨力・色ツヤ	132
回転ポリッシャーの平面以外の場所の当て方と移動方法	135
ダウンカットが回転ポリッシャーの使いこなしで問題となる場面	137
ペーパーによるブツ取りから仕上げ研磨までの工程の見直し	144
4 研磨作業の実践 バフ、コンパウンド編	146
バフ、コンパウンド研磨	146
バフ、コンパウンド研磨の荒業	150
粉碎型（式）コンパウンドについて	152
雨染みやコインなどで引っかいた傷を消す	154
バフ、コンパウンド研磨の本質	157
5 研磨作業の実践 メンテナンス編	159
電動ポリッシャーの修理の多い故障症状と そうならないための方策、メンテナンスの心得など	159
バフの清掃と交換のタイミング	163
バフを洗う	164
バフの洗い方	165
用語索引	168

研磨した塗面のツヤを測色する

1 「研磨後のきれいさの評価方法」 としての測色

色の測定は、光沢の測定と同様に「塗膜、金属、プラスチックなどのあらゆる材料製品の表面の外観的特性として、(中略)品質管理に欠くことができない重要な要素^(※1)」とされています。そのため、商品の品質(色)の同一性判断や耐候(光)性の有無、大小による変退色と老劣化による「色彩」の違いと変化は、多くの産業や人々の関心を集め、研究、規格化されるに至っています。

一般的に、商品の色の同一性(特に調色から塗装まで)やその表面品質の不変性は、測色の対象としての関心事象でした。同一種類の商品が、生産ラインや工場を異にすることで違う色になってしまうのを避けなければならないですし、耐候(光)性が悪い商品は、表面素材が老劣化して変色してしまうからです。これら工業、産業界での必要性が測色の技術を発達させたのでしよう^(※2)。

これに対して、鍍金塗装後の研磨作業によるツヤは、測色の対象ではありませんでした。バフによる研磨作業は、ブツやタレ、ミカン(ゆず)肌などの塗装不具合を修正するために当てた研磨布紙のペーパー目を消し直すために不可欠です。しかし、それは素材の性質を変化させない上、作業価値が塗装の失敗を直すだけの消極的なものであるため、十分な評価をされてこなかったのかもしれませんが。そもそも、ツヤが色として定量的に測れるほど、研磨後に変化することを想像できていなかったのではないのでしょうか。

ところが昨今、塗膜研磨にかかわる液剤・機材であるバフ、コンパウンド、ポリッシャーの技術が進歩し、補修跡がほとんどそれと判別できない程度に仕上げられるようになってきています。限界^(※3)はありま

※1 「耐候光と色彩(改訂版)」(須賀長市著、スガ試験機刊) P197、P291、P305 要約

※2 同書P197 引用
「測色の問題は、工業、産業界で広範囲に論じられるようになった。これは、裏を返せば、産業の必要性が測色の技術を発達させたこととなる

※3 研磨作業は自由に色を変えることができない。どれだけきれいに仕上げても、手を触れていない塗装の色以上のツヤにはならない。つまり、塗布された色に制限される

すが、可能であるならば、塗膜と同一の基準で管理できることが理想です。

従来、研磨後の評価、すなわち「きれいか否か」、「ツヤがあるかどうか」は人が目視で判断するしかありませんでした^(※4)が、測色が可能になれば、研磨後のツヤを色と色差で評価・管理することができます。むしろ、ツヤを除いた抽象的な色よりも、ツヤを含んだ色のほうが実在性があると言えます。通常の測色は「その素材の表面が持っていた自然のツヤを含んだ色を測っていた（積分球を用いない場合）」だけで、研磨後の測色はいわば「研磨作業が作り出した人造のツヤを含んだ色を測ること」と言っても誤りではないでしょう。

ツヤが測色できたと言えるための判断基準

どのような証拠をもって「ツヤが測色できた^(※5)」とするかについては、困難な問題があります。第一に、研磨後の「見た色（ツヤを含んだ）と測った色」とが一致しているかどうかを判別できないことです。

私たちは、一部の人の持つ音感（音程を音名・階名で判断できる能力）と同様に、厳密に「この色は何色か^(※6)」を判別・同定することができないため、測色したツヤと知覚^(※7)との一致を判断できないこととなります。研磨前と後との測色値が変わったとしても、それが何色から何色に変化したかを言い当てることができない。すなわち、変化した測色結果と知覚との一致が証明できないため、ツヤが測色できたとはいえないのです。

もう1つの問題点は、「視覚がやっと同定し得るようなかすかな色の違いを測色計が測れるのか？」ということです。研磨仕上げをしたところで、色が白から黒へ、赤から緑へ、青から黄へといったように劇的に変わることはあり得ません。磨く対象が決められているので、研磨仕上げをすることで「わずかに黒くなった」程度の変化しか期待できず、そのためそのわずかな差が測色できるかどうかの問題となります。

以上の点を踏まえた上で、視覚と測色結果との一致を確かめる方法、判断基準を考えなければなりません。つまり、ツヤが測色でき、視覚と一致すると言えるためには、「2つの研磨結果を比較し、よりツヤがあるものを程度の違いをもって言い当てた結果が測色結果（色差）と一致すれば、ツヤが測色できたと行って良いのではないか」と考えます。

※4 「噛み込んだ傷があるか否か」や「オーロラマークが見えるか否か」は、目視で判別するしかないだろう

※5 もちろん、ツヤを色で表示するためには、積分球を利用した正反射光を含まないタイプ（物体そのものが持つ色を測定する）でなく、ツヤを含めて測る正反射光を考慮した測色計が必要となる

※6 「絶対音感」に対する「絶対色感」が存在しないのは、知覚の本質にかかわる問題かも知れない

※7 「感覚や知覚」という言葉は世界観、研究分野、立場、学説によって、定義が難しい言葉である。様々な文献でも、著者によって「感覚」の意味は随分異なる。ちなみに私は、知覚は人が判断した同定結果、視感や感覚はその程度に至らない漠然とした認知結果を言うこととして使用する

塗膜研磨の体系的考察

1 きれいについて

ある結果を実現しようとする、その結果を招来できる方法に沿って行動しなければなりません。同様に、研磨作業で塗膜をきれいに磨くためには、目標である「きれい」の状態を理解し、「きれい」に磨ける方法を発見して、その通りに実行する必要があります。

そこでまず、目標となる塗膜が「きれい」とはどのような状態を指すのかを明らかにする必要があります。私たちは、塗装の不具合（ブツやタレ、肌の不一致）を研磨布紙で整えてできたペーパー目を消すためにバフ研磨します。ペーパー目を研磨処理して消し、何工程か磨き終わって仕上げ研磨した後に、「きれいになった」と感じます。この心の中で起こった感情は、塗膜のどのような変化によってもたらされたのか、「きれいとは何か？」を考察して到達点を示し、それがどのようにしたら実現できるかを考えなければなりません。

講習会などで作業者に「バフ研磨処理の後、どのような状態に仕上がった時にきれいと感じますか？」と質問すると、多くの人が「ツヤが良くなった時＝白ボケしていない状態」、「オーロラマークが発生していない時」、「噛み込んだ傷がない状態」、「肌の質感が新車塗膜とそろっていること」などと答えます。

PART1は、「きれい」の実体である「ツヤ」を定量的に表そうとする試みの1つでした。しかし、このような「きれい」の定義が、研磨作業の目標としての「きれいさ」を導き出す方法を提供するものでないことは明らかです。この定義は実体を説明し、研磨結果を評価するものではありませんが、「色ツヤを良好にするために、明度を低くする磨き方」はどのようにしたら良いか？ には答えてくれません。

ところで、私たちの身の周りのものは、すべて名前と意味を持っており、すべてのものが接し方から意味付けられていること^(※1)に気がきます。たとえば郵便ポストは、物理的実体的には「赤く塗られた金属の箱」に間違いはありませんが、普通は「郵便物を投函するための箱」と説明します^(※2)。また、リンゴは「バラ科の落葉高木、およびその果実^(※3)」という意味で、果物は食べ物の1つであり、人がそれに対して何をすべきかは、「食べろ」と誘われているのですから食べた方が良いのです。投函するための箱は投函するように、果物は食べるように働きかけるものなのです。

そこで、研磨処理の目標としての「きれい」も実体としてのきれいではなく、作業者が接し、磨かれる塗膜にどのように働きかけるかという見方から定義し直さなくてはなりません。この観点から定義することで、初めてどのように実行したらそれ（実体としてのきれい）が実現できるかが明確になります。

このように、塗膜研磨にかかわるすべての言葉を「作業者が塗膜に対してどのように働きかけるか」という視点から説明し直し、それを利用して事実や概念を分析していきます。このような分析により、想像やフィクションを排除し、科学的であることを目指しながら、その理論が現実の作業で利用できるものとなります。

塗膜研磨はきれいを目指すものです。目標であるきれいについて考えます。

きれいの限界

1) なぜ研磨処理するのか？

私たちは、自動車の塗膜を磨きます。钣金塗装業や製造ラインにおいては、塗装後の塗膜の補修処理として、塗装の不具合（ブツやタレ、肌の不一致）を研磨布紙で整えた跡のペーパー目を消すために研磨します。カーディテリング業においては、コーティング加工の前処理や中古車の商品化^(※4)、納車時の外観の不具合の補修のため研磨します。

これらの磨く理由は、傷やくすみを消してツヤを出す＝塗膜をきれいにするためですが、「際限なくきれいになるわけではなく、どこまできれいになるか？」を理解しておくことで、きれいの目標や到達点を定めることができます。

※1 「生態学的視覚論」(J.J.ギブソン著、小崎敬他訳、サイエンス社刊、1985年) P151

「エコロジカルな心の哲学—ギブソンの実在論から」(河野哲也著、勁草書房刊、2003年) P71 「対象はそれが何を為すかwhat it doesを提供する。なぜなら、それが、何を為すかということこそが、それが何であるかwhat it isに他ならないからである」参照

※2 「エコロジカルな心の哲学—ギブソンの実在論から」 P88～「6人工物のアフォーダンス」要約

※3 広辞苑(第7版)参照

※4 中古車を店頭に並べる前に、ボデー外観とエンジンルーム、室内をきれいにするのを「中古車の商品化」と呼ぶらしい

塗膜研磨の実践に関する考察

1 実践に関する 考察の指針と対象

PART2において、きれいに研磨処理するためには「研磨処理を作業者が塗膜に対していかに働きかけるか」の側面からとらえ直し、「きれいの条件」と「オーロラマークが発生しない条件」を実験に考察を加えて解明しました。その結果、私たちは2つの条件を理解できたわけです。

しかし、きれいを実際に塗面で実現するには、ポリッシャー、バフ、コンパウンドをどのように使用するのか、または操るのかが問題となり、具体的な磨きの方法（言わばやり方の共通的な問題）について知った上で作業しなければなりません。そのため、ここでは塗膜研磨の実践に関する考察を行います。

解説の便宜上、ポリッシャー、バフ、コンパウンドを順番に取り上げて個別に説明しますが、問題はどの項目で議論するのが最適か判断に悩むケースです。

たとえば、これから解説するポリッシャーの適正な回転数においてはバフの回転数と考えるのか、ポリッシャーの回転と考えるのか判断が難しいところです。バフの回転数であれば、バフの項目で説明すべきかもしれませんが、移動方向や押圧力の話に及ぶと結局、バフやコンパウンドに駆動力を与え、実際に操作して直接的にコントロールするポリッシャーで説明したほうが都合が良いと考えます。

このように、どのアイテムの問題なのか迷うこともありますが、あらかじめご容赦いただきたいと思います。

考察の対象について

方法や使いこなしが問題になる場面は、作業者が自由に選択できる範囲に限られています。

たとえば、ポリッシャーを毎分何回転で使用するかは、作業者がポリッシャーの仕様回転数の範囲で任意に決定できる要素の1つです。一定の固定式回転数のもの場合は、塗膜やコンパウンド、バフによって回転が選べません^(※1)。これに対して「どのポリッシャーを使用するか」、「バフやコンパウンドに何を利用するか」は同一種類から選択できますが、選択の範囲は市場に流通している商品に限定され、一度決めたら取り替えない限りは変更できません。

そもそも、種類を選択する自由がない作業者もいるでしょう。このことから、自由に道具や材料が選択できるパターンは数多く存在しますが、任意という枠の中でのみ使いこなしが問題になることが分かります。

それは研磨処理時に限らず、バフの清掃やメンテナンス、保守管理においても同様で、いつ、どのように清掃、メンテナンスするかは作業者の自由です。したがって、これらは考察の対象になります。

たとえば、バフを清掃する目的は、きれいに速く研磨処理できること、清掃することによってきれいに研磨できることが確認できれば正しいと言え、バフを清掃することなく、汚れた状態で使用し続けることによって噛み込んだ傷が入りやすくなり、研磨処理した結果がきれいでなくなるのならば正しくないと言えます。

次に、どのようなタイミング、方法で清掃するべきかを考える必要があります。そこで、この内容を取り上げて、調査・実験・考察します。PART3では、道具や材（剤）料の使いこなしだけでなく、メンテナンスに関しても少し解説いたします。

※1 近年は可変式のものが増え、圧倒的に多い。約25年前には、一定回転式が主流で、軟らかい塗膜が多かったため、使いこなしは押さえるか、浮かすか、インチェンクによって磨くかに限られていた

5 研磨作業の実践 メンテナンス編

私は業としてポリッシャーの修理もしますので、「この使用方法をほんの少し気を付ければ修理しなくて済む」や「メンテナンスはこうしたほうが良い」と思われる点を解説します。合わせて、バフのメンテナンスや清掃についても説明します。

電動ポリッシャーの修理の多い故障症状と そうならないための方策、 メンテナンスの心得など

1) ポリッシャーのトリガースイッチの接点の摩耗、欠損、溶着

回転ポリッシャーの使用時に流れる電流は強い負荷を加えると、大きい場合には27～30Aを超えます。これはアマチュアが焼損する可能性がある電流値です。整流子(=コミュテーター^(※1)、コンミテーター、コンミなど)部などが焼けて白くなり、コイルを補強固定している樹脂などが緩くなり壊れます。これはバフと塗膜との摩擦が大きくなり、モーターに強い負荷が掛かってポリッシャーの温度が上がり、ケーブル類への抵抗が増え、電流値が上がった状態で起こります。

トリガーロックを利用せずに使用すると、人の指はロック機構よりも当てになりませんから、知らず知らずのうちに握りが弱くなって、点いたり切ったりを繰り返すこととなります。この瞬間に、高くなった電流値のためスパークが起こり、接点が溶解・溶着し、離れなくなったり、点かなくなったりします。

トリガーロックをして^(※2) 使用すれば、スイッチは常に通電した状態となり、スパークすることがなくなるので、ロックせずに使用する場合と比較して、接点が数倍長持ちします。この場合、ポリッシャーの回転数は研磨作業中にダイヤル^(※3) でリアルタイムに操作することとなります。

※1 「なるほどナットク!モーターがわかる本」(内田隆裕著、オーム社刊、2000年) P20 参照

※2 ダイヤルを操作して回転数を決める時、そもそもトリガーロックを使用しなければ好みの回転数を選択できない。最近のポリッシャーの電子制御はフィードバック機構付きで、回転数を測っているため1秒ほど遅れて回転数が落ち着く

※3 ほとんどのポリッシャーが変速のためのダイヤルを持っている。変速する際、メイングリップを握った手が開かないために飛ばされる危険がないよう、その位置を工夫してあるものもある。磨きながら回転数を変えるのは危険なため、充分に注意してほしい

※4 当社製品による実験では、4kgの錘を吊り下げ、コードの屈曲を15万回繰り返すことで、断線する程度の保護力を持っていた

2) コードの断線について

①電源コードの根元近くの断線

これはよく見られる症状です。屈曲による断線から保護するためにコードホルダーが取り付けられていますが、これにも何度も強い屈曲を与える^(※4)と損傷してしまいます。

片付ける時にはボデー本体に巻かずに、コードと別に巻くのが一番です。しかし、ボデーに巻かなくてはならない場合には、強く引っ張って巻き始めず、巻き始めを少し弛ませてボデーに巻くと、メイングリップの出口に強いテンションが掛からなくなり、断線しにくくなります。

②スピンドルへの巻き込みについて

スピンドルシャフトにコードを巻き込む事故も多く見られます。

作業時、コードが垂れてポリッシャーの回転部に接触しないように肩にかけてください。

③その他の断線

コンセントからプラグを抜く時、ポリッシャーを地面に置く時のやさしさ、置いたままコードを引っ張って移動させないなど、基本的にはいいない取り扱いがポリッシャーを長持ちさせる秘訣になります。

3) カーボンブラシの摩耗と交換に関して

①ブラシが高速で回転する整流子（コンミ）との接触で減摩し、正しく接触しなくなると、テールカバーの辺りからバリバリと音がする

これはブラシが少しずつ欠け、火花となって焼ける音がするためです。そのほか、ポリッシャーの力が弱くなったと感じたり、動いたり動かなかったりする場合には、ブラシキャップを外して、カーボンブラシを点検してください。

ブラシホルダーが汚れている場合には、ホルダーの中を自由にブラシが動かないことがありますので、ホルダーの内側を綿棒などで清掃してください。また、カーボンブラシが減っている場合は交換してください。カーボンブラシの交換は作業者自身で行えます。