

初心者のための

やさしいレーザー講座

はじめに

LASER「レーザー」は様々な分野、シーンで耳にする時代になりました。

最近では、レーザーについて多くの専門書が出版されたり、ホームページ：でも開設されておりますが、説明をするうえでどうしても物理専門用語が多用され、初心者にとって難解なようです。本講座では、ものづくりに使われているレーザー加工機について、初心者を対象にして、その原理から、加工法、レーザー加工機の種類まで、そして特別講座として CO2 レーザー加工機を導入して加工ビジネスを始めようとするビギナーのために「レーザー加工ビジネス―成功の秘訣」と「素材別加工の秘訣」を設け、本講座の受講だけでレーザーの全体像を見渡せるようにしました。

小職が会長をしております一般社団法人ファブデザインアソシエーション（拓殖大学との共同研究プロジェクト）では同大学八王子国際キャンパスでレーザー初心者を対象として「FDA アカデミーレーザー教室」を開催し、原理から、応用、ビジネス活用迄、浅く、広く学んでいただいておりますが、本講座の内容の一部はレーザー教室の教材としても使用しております。

レーザー加工機の中でも特に CO2 レーザー彫刻機は価格も手頃になり、最近では「レーザーカッター」と呼ばれ、趣味から実益まで多くの方々が購入されるようになりました。本講座をきっかけに、レーザーワールドに足を踏み入れていただき、わたくしたちの仲間になっていただければと思いますー

One Step Ahead with LASER!

一般社団法人ファブデザインアソシエーション 夏山 一彦

目 次

はじめに・・・3

第1章 レーザーとは

1-1 そもそもレーザーとは.....3

1-2 レーザー光はどのように作られるか.....4

第2章 レーザー加工

2-1 レーザー加工の原理.....5

2-2 レーザー加工のプロセス.....6

2-3 レーザー加工機でできること、できないこと.....7

2-4 レーザー加工の種類.....8

2-5 レーザー加工の4つの基本要素.....10

2-6 レーザー加工品質を決定する諸要因.....11

第3章 レーザー加工機

3-1 レーザー加工機の種類.....12

特別講座 『レーザー彫刻ビジネス』

第1章 レーザー彫刻ビジネスとは

1-1 レーザー彫刻ビジネスの生い立ち.....20

レーザー彫刻ビジネスの発達.....21

レーザー彫刻ビジネスの魅力.....21

付加価値創造ビジネス.....22

今まさに時代のトレンド.....23

第2章 レーザー彫刻ビジネス成功の秘訣

2-1 成功の最低必要条件	26
2-2 決して甘いビジネスでない	27
2-3 なぜ売れないのか	28
2-4 購入のプロセスと消費者心理	29
2-5 どう見せる/魅せる	32
2-6 ネット販売の可能性と難しさ	33
2-7 効果的なネット販売のサイトにするためには？	34
2-8 地域オープン工房の勧め	36

第3章 レーザー彫刻機の正しい機種選択

	40
--	----

第4章 CO2 レーザー 素材別加工の秘訣

	46
--	----

第1章 レーザーとは

1-1 そもそもレーザーとは

「LASER」とは、Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (放射の誘導放出による光増幅) からとった造語で、レーザー光はある原子や分子にショックを与えて発光させ、その光を増幅させて生じた人工光です。太陽光が自然光であるのに対して、レーザー光はハイテク光と言えます。

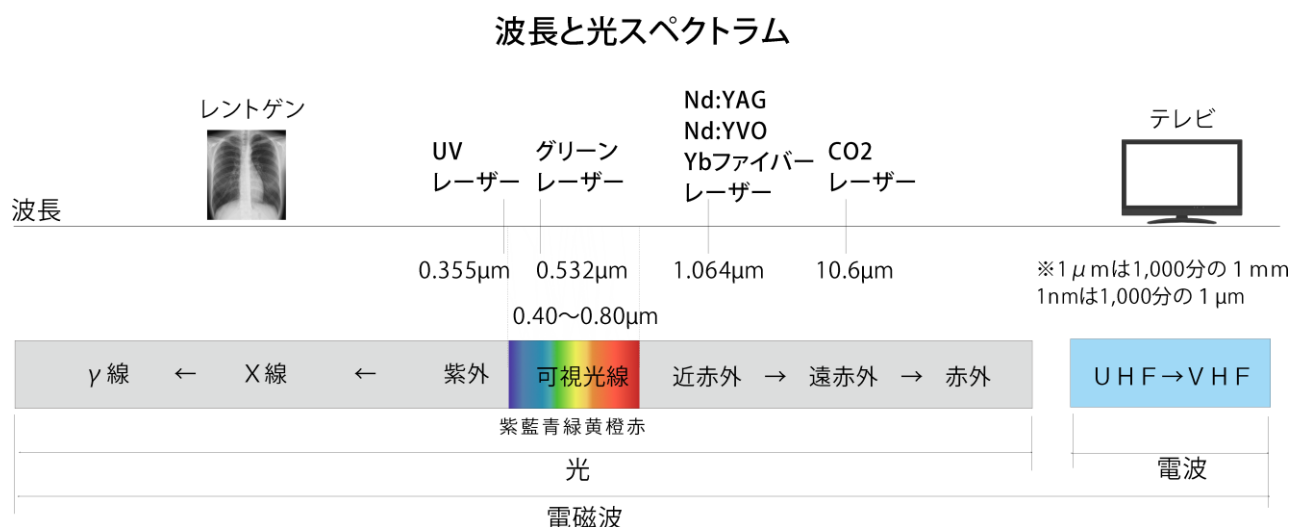
レーザーは、かのアインシュタインが光の性質を理論付け、この理論を基にして1960年(まだ半世紀余り!)にメイマンがルビーを励起させて発振した赤色レーザー光でカミソリの刃に穴を開けて以来、次々と様々な発振波長のレーザーが開発されるようになりました。

レーザーは比較的新しい技術と言えますが、今日では、加工用のみならず、分析科学、医療・生科学、計測、民生機器等様々な分野で利用されるようになりました。

レーザー光はX線や電波と同じ電磁波の仲間ですが、レーザー光は、太陽光や電球、蛍光灯等と違い、どこまで進んでもばらけることなく一方向にまっすぐ進む形の揃った規則正しい光です。それ故に、レーザー光は集光レンズを使うことにより、波長の数倍近くまでレーザー光を絞りこみことができ、単位面積当たり大きなエネルギーを得ることができ、大出力レーザー加工機を使用すれば数センチの厚みの鋼板もレーザー切断できるのです。

下の図は現在多く使用されているレーザー光が電磁波の中でどのような位置にあるのかを表しています。

※現在、50 種類以上のレーザーが検証されています。



上図からもわかるように、レントゲンもテレビの電波も、そしてレーザーも電磁波の一種なのです。可視光線、すなわち人間が目で見ることができる光の波長は凡そ0.4 μ m~0.8 μ mで、それ以外の波長の光は目では見えませんが、波長 0.532 μ mのグリーンレーザーは可視光領域なので緑紫に見えます。

《参考情報》

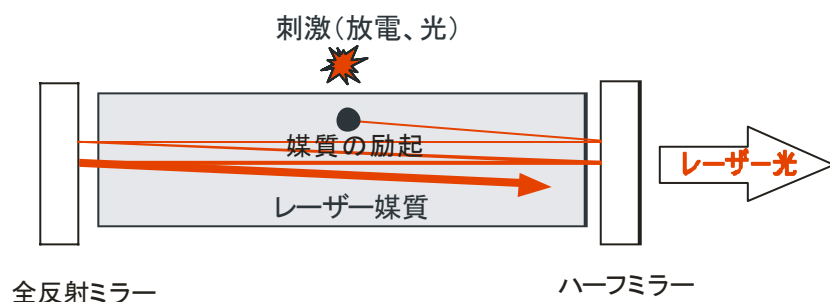
「レーザー」と書くのか、「レーザ」と書くのか、紛らわしいところですが、一般的には「レーザー」と書くことが多く、形式ばって書くときには「レーザ」と書くことが多いようです。どちらを使っても正しいのですが、最近はレーザーメーカーの殆どが「レーザ」を使っています。「モーター」と「モータ」、「センサー」と「センサ」も同じです。

本講座では一般的な「レーザー」を使用することにします。

1-2 レーザー光はどのようにつくられるか

ごく簡単に言えば、「レーザーを取り出すことができる物質(レーザー媒質)に光や電氣的な強い刺激を与えるとその物質の原子や分子が固有の微量の単色光を発生させます。その光は両端にミラー(光の出射側はハーフミラー)を配した共振器

の中で往復しながら次々と発生する光とぶつかりながら増幅され、しきい値に達するとハーフミラーを通じてレーザービームとして出射される」ということです。レーザー発振器の種類によって相違しますが、レーザー発振の基本的原理は概ね下図の通りです。



第2章 レーザー加工

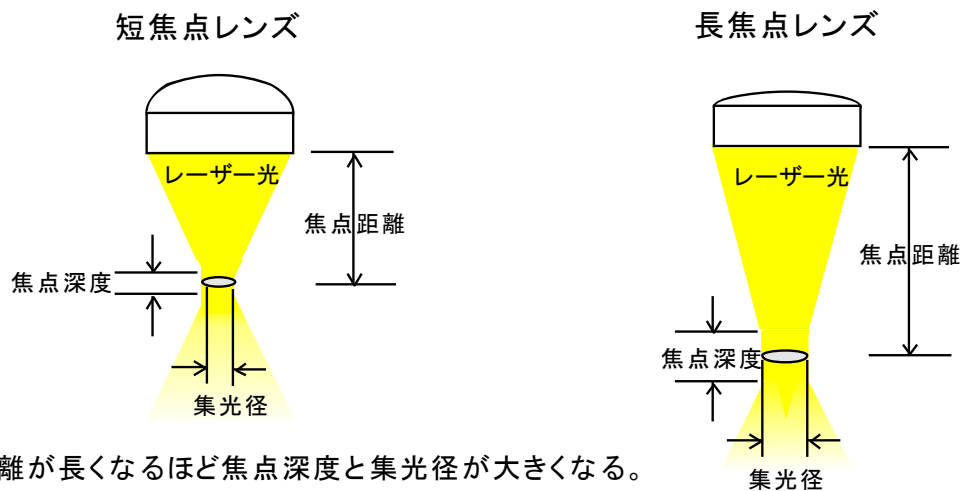
2-1 レーザー加工の原理

レーザー発振器から出射されたレーザー光はどのように物を加工するのでしょうか？小学生の頃に、理科の時間に校庭で、黒く色を塗った紙に虫メガネで焦点を合わせて太陽光を集光させて文字の形に焦がしたりしたことがありますね。

レーザー加工といっても原理はこれと同じです。太陽光ではなくハイテク光で、レーザー光を手を動かすのではなくコンピュータで制御し、機械的にレーザー光を動かして加工するということです。

レーザー加工機の場合は、レーザー発振器から出射されたレーザー光を光路の最後に配されている集光レンズで絞り込んで加工物表面でビームのエネルギーを高めて加工します。レーザービームの絞り込みの最大値(ビームスポット径)は理論的にはレーザー光の波長(CO2レーザーの場合は10.6ミクロン)近くまで絞り込むことができますが現実的には、光学設計にもよりますが、CO2 ガスレーザーの場合で40 ミクロン程度が限度でしょう。そのビームスポット径は概ね焦点距離に比例してい

るので、加工の目的に合わせて集光レンズを選定します。



- ・焦点距離が長くなるほど焦点深度と集光径が大きくなる。
- ・焦点距離が短くなるほど焦点深度と集光径が小さくなる。

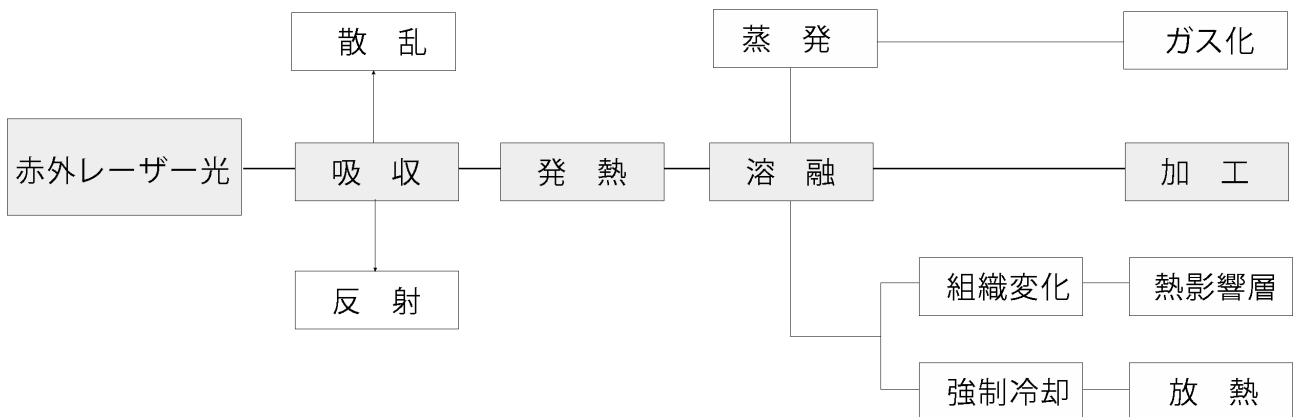
以上から、次のことが言えます。

- ・焦点距離が短くなればなるほど
→レーザービームの集光径が小さくなる→より微細な加工ができる
- ・焦点距離が長くなればなるほど
→レーザービームの集光径が大きくなる→微細な加工はできないが焦点深度が長くなる分、焦点が合う位置が長くなり焦点合わせがしやすくなる。

2-2 レーザー加工のプロセス

集光レンズで絞られたレーザー光が材料に照射されてから、最終的に加工するまでの赤外レーザー光(CO₂ レーザーや、YAG レーザー、ファイバーレーザー等)での加工プロセスは以下の通りとなります。

レーザー加工プロセス



レーザー加工機から出射されたレーザー光は、材料に吸収され、吸収されない残りの一部は反射又は散乱してしまいます(吸収は加工の絶対条件であり、吸収率が高いということは加工されやすいということになります)。材料表面の反射率が高い場合は反射され、表面がザラザラした素材の場合は散乱しやすくなります。

レーザー光が吸収されると材料が発熱、溶融され最後に加工されるというプロセスになります。

《参考情報》

「レーザー光の温度は？」とよく質問を受けますが、レーザー光そのものには、アイロンや半田ごてのように、温度はありません。レーザー光の波長が素材の表面に吸収された時に瞬時に熱が発生するのです。発生した熱の温度は加工材料によって相違します。

2-3 レーザー加工機でできること、できないこと

そもそもレーザー加工機でできること、できないことは何でしょうか？

確かにレーザー加工機は他の専用加工機と違って様々なものづくりに使用されてい

ますが、万能ではありません。

加工材料や求められる加工品質によっては、レーザーでなくて電動ドリルで穴を開けるだけで用が足りたり、厚さ 2 mmの亚克力板をカットするのに、レーザーでなくても、200 円の亚克力カッターで用が足りたりすることもしばしばあります。

以下、できないこと、できないことはないが現実的でない例を挙げてみましょう。

●できないこと

- ・紙を数十枚重ねてカットしたい>紙と紙の間の空気層に引火して発火してしまう。
- ・石をカットしたい>カットはできませんが、彫刻することはできます。

●できないことはないが現実的でない

- ・ガラスをカットしたい>カットすることはできるが装置の価格が数千万円する。
- ・鋳物の型を彫刻したい>NC 工作機械で製作するのが一般的。
- ・ガラスを深く彫刻したい>一般的なレーザー彫刻機では浅くしか彫刻できません。深く彫刻したい場合は、サンドブラスターで彫刻するのは一般的。
- ・厚さ10cmの木材をカットしたい>できないことはないが、木工機械でカットするのが一般的。

2-4 レーザー加工の種類

レーザー加工技術は、メイマンがカミソリの刃にレーザー光で穴を開けて以来、切断、穴開け、彫刻、マーキングや溶接等の「熱加工」を中心に発展してきましたが、

近年、短波長や短パルスのレーザーが開発され、微細加工、超微細加工のアプリケーションに利用される「非熱加工」が精密部品、電子部品に多用されるようになりました。

下図の熱加工は CO2 レーザーや YAG レーザーレンジの赤外波長のレーザー

で加工されますが、熱加工については、切断、穴開け、マーキング用として産業界で古くから行われ技術的にも確立しています。素材への熱影響を極限に抑え、瞬時に加工をおこなう非熱加工については、レーザー技術の発展にともなってグリーンレーザーや UV レーザー等の短波長レーザー、エキシマレーザーやチタンサファイアレーザー等の短パルスレーザーが研究開発され、近年、装置価格が下がるにしたがって主要精密・電子・半導体業界を中心に多く使用されるようになっていきます。

レーザー加工



2-5 レーザー加工の4つの基本要素

レーザー加工をするときには、レーザー光の波長、エネルギー密度、加工素材の物性、照射時間の4つの要素が関わってきます。

(1)レーザー光の波長

加工素材によってレーザー光の波長の吸収率が相違します。例えば、CO₂ レーザーでガラスをマーキングしようとする、ガラスはCO₂レーザーの10.6ミクロンの波長を吸収しますのでマーキングできますが、YAG レーザーでマーキングしようするとYAGレーザーの1.064ミクロンの波長を吸収せずに透過してしまい、何もマーキングすることができません。このように素材がレーザー加工できるということは、その素材がレーザー光を吸収できているということなのです。

(2)素材加工点でのレーザー光の単位当たりエネルギー密度

特定の素材が吸収できる波長を有するレーザー光を照射したとき、単位面積当たりのエネルギー(パワー)密度によって、素材がレーザー光を吸収する度合い、すなわち、加工結果も大きく相違してきます。単位当たりエネルギー密度を高くするためには、レーザー発振器から出射されたレーザービームを素材に照射する直前に集光レンズを通すことにより絞り込みます。

(3)素材の物性

素材の持つ独自の融点や熱伝導率等の物理的物性によって加工結果に相違します。

(4)レーザー照射時間

素材へのレーザー光の照射時間の長短によって加工結果に影響を与えます。例えば、レーザーマーキングするときに、長くレーザー光を照射すればするほど深くマーキングすることができます。照射時間が短いとほとんどマーキングできなかつたりします。

ただ、物理的に加工できたとしても、その加工品質が加工目的に合うかどうかは別問題になります。たとえば、CO₂ レーザー加工機で塩化ビニールシートをカットすると、カットはできますが、塩ビに含有されているダイオキシン等の影響でカット断面周辺が茶色になってしまい使用できる域に達しないことが多くあります。

2-6 レーザー加工品質を決定する諸要因

レーザー加工の品質は様々な要因によって影響を受けます。レーザー加工の品質に影響を与える要因を十分に考慮してレーザー加工機の選定やパラメータの設定、調整等をおこなうことにより最大の加工品質を得ることができます。以下、その要因を列举してみます。

影響要因	要因の内訳
レーザー光特性	・波長 ・連続発振/パルス発振 ・ビームモード(シングルモード/マルチモード) ・最大/平均出力 ・ピークパルス ・パルス幅 ・パルス周波数
光学部品	・レンズの透過率 ・ミラーの反射率 ・焦点距離 ・集光径 ・焦点距離
加工条件	・出力 ・速度 ・周波数
機械的要素	・光軸調整 ・振動 ・機械剛性 ・繰り返し精度 ・熱影響 ・駆動部品の摩耗
アシストガス	・ガスの種類 ・ガス流量 ・ガス圧力 ・ノズル形状
加工素材	・吸収率 ・熱変形 ・表面処理 ・材質
その他	駆動系及び光学系の保守

第3章 レーザー加工機

3-1 レーザー加工機の種類

レーザー加工とは、レーザー光を集光レンズで絞り込んだ高エネルギー光を材料の表面に照射して、その物質を溶かしたり、蒸発させたりして切断、彫刻、マーキング、表面改質、溶接等をおこなうことをいいます。

レーザー加工をおこなうためには、レーザー発振器を基軸として、光学系、制御系、駆動系をインテグレートして装置化していかなければなりません。

レーザー加工機は次のカテゴリで大別することができます。

- レーザー発振の種類
- 媒質別レーザー加工機の種類
- レーザー加工機の駆動方式

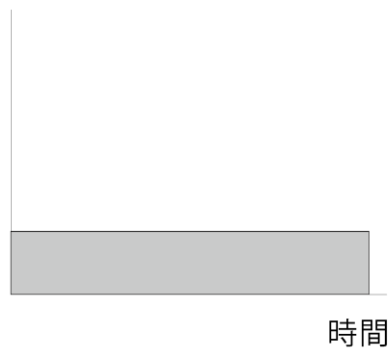
3-1-1 レーザー発振の種類

レーザー発振は電氣的に ON のときは発振され、OFF の時には遮断されます。ON の状態で連続して発振させるレーザーを連続発振 CW (Continuous Wave) 発振と遮断を繰り返すレーザーをパルス発振といいます。

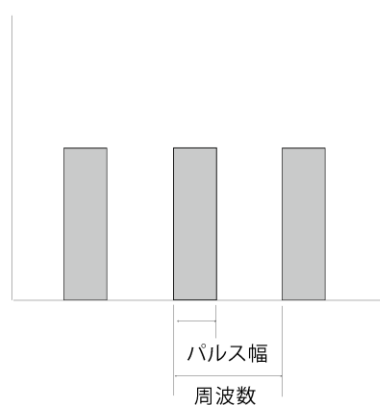
発振エネルギーは同じでも、一定間隔でパルス発振させることにより、パルス発振のときだけ大きなエネルギーを生じさせることができます。これは、水道の蛇口につないだホースから出る水の量は同じですが、ホースの口をしばらく手で塞いでからパッと離すと水は勢いよく出るのと同じ原理です。

パルス発振をさせるには、連続発振をパルス化する方法と、元からパルス発振させる方法がありますが、よく使われのがレーザーを発生させながら Q スイッチでレーザー発振を ON/OFF させる Q スイッチレーザー発振です。

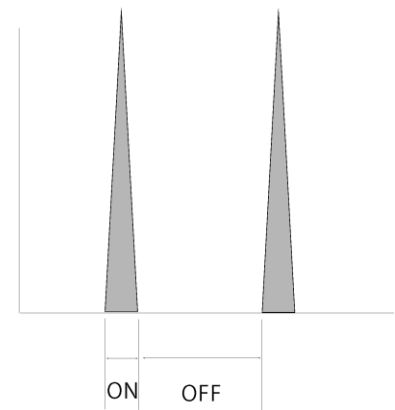
出力



連続発振



パルス発振



Qスイッチパルス発振

3-1-2 媒質別レーザー加工機の種類

レーザー加工に使用されるレーザーにはCO₂ レーザー、YAGレーザーが多く使用されていますが、近年は発振効率が高く、ランニングコストを低く抑えられるファイバーレーザーや、半導体関連デバイスや樹脂微細加工にグリーンレーザーやUVレーザーも多く使用されるようになってきました。主なレーザー加工機としては：

CO₂ レーザー

KWの大出力レーザー加工機は鋼板やステンレスの切断や穴開けに使用され、数百ワットレベル以下の中小出力機では、木材、ゴム、アクリル等の素材の切断、穴開け、彫刻、マーキング等に使用されています。

KW級の大出力機では、CO₂、ヘリウム、窒素ガスをガスボンベから供給するガスフロータイプですが、中小出力機では、これの混合ガスを封じ込めた「封じ切り」レーザー発振器を使用しています。封じ切りの場合はメタルチューブの場合は1万から2万時間程度、ガラスチューブ数千時間で封入ガスが劣化及び遺漏するので再充填をする必要があります。

参考までに、「炭酸ガスレーザーは炭酸ガスを排出して公害になるのでは」と心配

する方もたまにいらっしゃいますが、全くの誤解です。

●YAGレーザー

YAGレーザーは、レーザー加工機の中でも比較的早い時期に開発され、CO₂レーザーと並んでレーザー加工の担い手として数十年に渡り、産業界に貢献してきました。波長はCO₂レーザーのそれと較べて約10分の1程度(1,064nm)で、金属素材に対する吸収率が高いのに加えてレーザー光を細く絞り込むことができるので、精密部品や電子部品のマーキングに多く利用されています。この 1,064nm の基本波に高調波結晶素子を通すことにより短波長を取り出すグリーンレーザーやUVレーザーは、YAG/YVO₄ では難しい銅への加工や半導体や電子部品への超微細加工や新素材への非熱加工も可能になりました。

YAG レーザーの正式名称は Nd:YAG(ネオジウム:イットリウムアルミニウムガーネット)で、YAG 結晶にネオジウムイオンを添加させ、これに半導体レーザー(LD)を照射させて 1.064μm の光を取り出します。因みに、YAG(Yttrium Aluminum Garnet)レーザーでは、宝石のガーネットの一種を励起用結晶として使用していますが、何か面白い感じもあります。

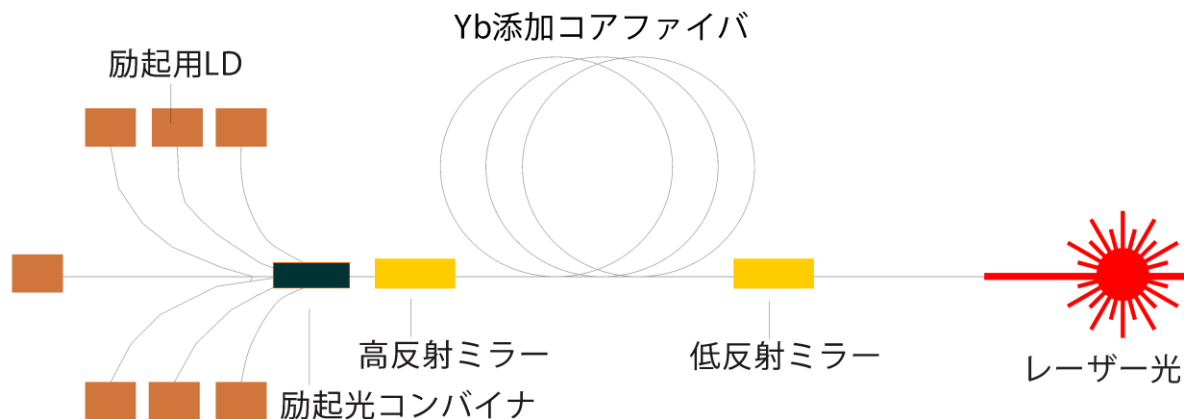
●YVO₄レーザー

YVO₄ レーザーは、YAG レーザーほど多く使用されていませんが、YVO₄(イットリウム・バナデート)の結晶に Nd(ネオジウム)を添加し半導体レーザー(LD)で励起させてYAGレーザーと同じ1.064μmの波長を取り出したもので、高調波結晶を配置して波長変換技術が確立して短波長のレーザーが取り出せるようになるまでは、金属や樹脂への微細加工に利用されておりました。

●ファイバーレーザー

ファイバーレーザーはファイバーそのものに共振器の働きを持たせたもので、励起用半導体レーザー(LD)を Yb イオンを添加した増幅用ファイバーに照射することにより波長 $1.064\mu\text{m}$ のレーザー光を取り出します。

ファイバーレーザー基本構成



ファイバーレーザーには次の特徴があります。

- ・励起用半導体の技術的進化により高出力、長寿命の双方を実現。
- ・ファイバーから出されるため高ビーム品質で集光性に優れ微細加工が可能。
- ・光ファイバが共振器になっているのでメンテナンスフリーで低ランニングコスト。
- ・光ファイバーで効率よく増幅できるので電気-光変換効率が高く、小型でも大きな出力が可能。

以上の多くの長所を有するファイバーレーザーは、2010 年頃よりマーキングや金属切断、溶接等、多くの用途で利用されるようになり、今では、金属部品や板金業界では YAG レーザーや CO₂ レーザーに置き換わっていています。

●グリーンレーザー・UVレーザー(高調波レーザー)

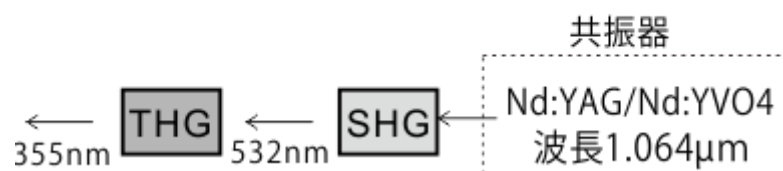
グリーンレーザーはその発振波長(532nm)が可視光のグリーンであることから、そして UV レーザーはその発振波長(355nm)が紫外光であることから UV レーザーと呼

ばれており、「高調波レーザー」に属します。

高調波レーザーは、YAG レーザーや YVO4 レーザーの基本波である 1.064μm の後に第 2 高調波 (SHG) の波長変換素子を通してグリーンレーザー光 532nm を、次に 532nm の後に第 3 高調波 (THG) の波長変換素子を通して UV レーザー光 355nm を得ることができます。ただ、波長変換素子を通すことにより、波長が短くなればなるほど出力は落ちてきます。

これらのレーザーは波長が短くなることで集光性が上がり単位当たりエネルギー効率が高くなりますので微細加工に適しており、精密部品、半導体関連産業等で使われるようになってきました。

高調波の取り出し



レーザー媒質	発振波長	レーザー発振器のタイプ・特徴		主な用途
CO2 CO2+N2+He	10.6μm	封じ切り型	スラブ型メタルチューブ	低出力加工
			ガラスチューブ	
		軸流型	CO2,N2,He ガスを外部ガスボンベから供給	中、高出力加工
Yb:ファイバー	1.064μm	ファイバー		マーキングから金属切断まで幅広い用途
Nd:YVO4	1.064μm	YVO4基本波	シングルモード	金属・樹脂への微細加工
Nd:YAG	1.064μm	YAG 基本波	マルチモード	主に金属加工
Nd:YAG 第 2 高調波	532nm	基本波→SHG	基本波を SHG 波長変換素子に通す	金属・樹脂への微細加工
Nd:YAG	355nm	基本波→THG	基本波を SHG 波長変換素子に通す	樹脂への超微細加工

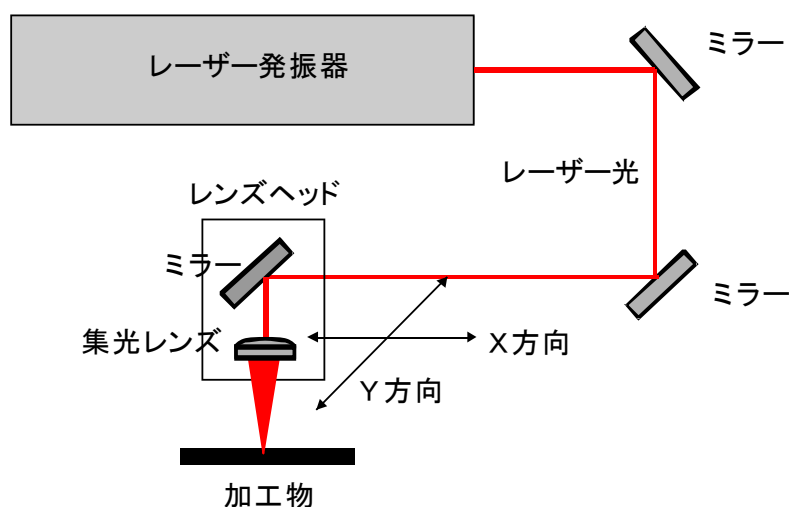
第3高調波			子に通した後、THG 波長 変換素子に通す	
-------	--	--	--------------------------	--

※エキシマーレーザー等、上表記載のレーザー以外のレーザー発振器もありますがここでは割愛します。

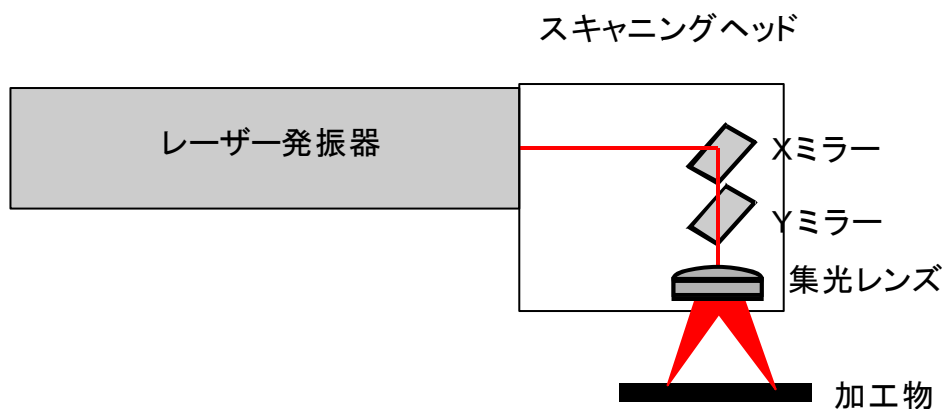
3-1-3 レーザー光駆動方式

レーザー光を走査させる方式には、大別するとXYプロッタ方式とガルバノスキャニング方式の2種類があります。

●XYプロッタ方式(フラットベッド方式や光移動方式ともいわれます)



●ガルバノスキャニング方式



ガルバノスキャニング方式のレーザー加工機

R M I レーザーマーカ



プロッタ方式のレーザー加工機

Epilog C02レーザー彫刻機



XYプロッタ方式では、加工テーブルいっぱいにX軸及びY軸方向にレーザー光を走査できますが、ガルバノスキャニングの場合は、スキャニングヘッドに収められたガルバノスキャニングのX軸ミラー及びY軸ミラーで振られた加工データを集光レンズ($f\theta$ レンズ)で絞って加工するので、大きいサイズの加工には適していませんが、加工スピードは圧倒的にガルバノスキャニングの方が速くなります(加工データにもよりますが約3～10倍)。ただ、ガルバノスキャニングの場合は彫刻やカットというよりも、マーキングが主なアプリケーションになります。

レーザー光の走査方式には、上記の方式以外に次のようなものがあります。

- ・ プロッタ方式とガルバノ方式との複合駆動
- ・ 加工テーブル(加工ステージ) 駆動
- ・ レーザー発振器ユニットそのものを駆動

- ・ 加工物の底面(下面)を除く、5 面を加工できる多軸駆動

ちなみに、ガラスクリスタルの中に 3 次元造形してあるものを良く見かけると思いますが、これは、グリーンレーザー光(532nm)等の短波長光をガラスクリスタルに照射すると、焦点を結ぶところが白く微小クラック(ひび)が入ります。造形したい立体形状を 3 次元ソフトを使用して、連続して「クラック」を入れることにより立体造形させます(インナーマーキング inner marking と呼ばれています)。

■特別講座 I ■

レーザー彫刻ビジネス

第1章 レーザー彫刻ビジネスとは

1-1 レーザー彫刻ビジネスの生い立ち

「レーザー加工ビジネス」は読んで字のごとく、レーザー加工を生業とするビジネス形態のことをいいます。本来は 1980 年台から大型 CO2 レーザーや YAG レーザを設置して、レーザー加工受託加工を専業として、金属加工や板金加工の注文を受けていた加工ビジネスで「ジョブショップ」と呼ばれていました（当時は、1kw 出力 CO2 レーザー加工機で 1 億円ほどしていた高額設備で、それほど多くは設置されていませんでした）。

このジョブショップのほとんどの取引先は産業界でしたが、1980 年台後半に米国で Windows 対応のプリンタドライバで制御する「レーザー彫刻機」が開発されました。日本でも印章業界を中心に導入されるようになり、当時は 25W 機で 700 万円ほどの高額でした。なぜ印章業界から普及し始めたのでしょうか？それは、そもそもハンコを作って販売するという印章業界において「氏名印一個でもその場で作成できる」という気軽さと、バブルの崩壊という日本経済の構造不況とあいまって、企業から個人に至るまでパソコンの普及によるペーパーレス時代の到来により「ハンコ」の需要が落ち込むのではないかという危機感から、培ってきた文字関連技術を名入彫刻ビジネスに活かしていこうということからでした。

今振り返ってみると確かにこの二十数年でパソコンの価格は当時の五分の一以下に、企業や家庭では一人一台（以上）に、企業ではエクセルやワードを使った計

算業務や文書作成だけでなく、イントラネット、インターネットというIT環境を利用して企業間及び社内で高度で迅速な業務処理もパソコンを利用しておこなわれるようになり日々の企業活動ではなくてはならない存在になり、レーザー彫刻機も性能や機能を気にしなければ1台数十万円から購入できるようになりました。

それでは、この間、レーザー彫刻機は印章業界の救世主になり得たのでしょうか？

1-2 レーザー彫刻ビジネスの発達

レーザー彫刻機は、文字関連業界において文字やイラスト、写真等をレーザー加工する時代の寵児として生まれましたが、2000年台にはいって米国のマサチューセッツ工科大学(MIT)のメディアラボで3Dプリンタやレーザー加工機を活用した市民工房 Fabrication Laboratory(FAB LABO)での「ものづくり革命」が提唱され、日本でも2010年頃よりFAB LABOに代表される「ファブスペース」が開設され始め、レーザー彫刻機の活用も単に文字彫刻だけでなく、レーザーで加工したパーツを使って思い思いの作品を作っていくというプロダクト性のあるクリエイティブな加工に使われるようになりました。

ちなみに、現在ではレーザー彫刻機は日本国内で数千台が稼働されており、ファブスペースを利用する若い世代を中心に「レーザーカッター」と呼ばれるようになり、「手軽で身近な道具」と定着しつつあります(もっとも、機能、性能がプロ向けのは最低でも百万円以上はしていますが)。

1-3 レーザー彫刻ビジネスの魅力

一般的に機械というものは、そもそも機械を開発する段階でその用途や目的が明

確である。例えば、プレス機であれば、鉄板等を打ち抜く専用機であり、そのプレス機で「打ち抜く」こと以外の用途は考えられません。

レーザー彫刻機について言えば、光で非接触で素材を加工するという特殊性から、様々な加工素材に合わせてパソコンを使用してレーザー光の出力や、駆動スピード、解像度等を選択することにより、「彫ったり」、「切ったり」して様々な半製品や完成品をオンデマンドで作り出すことが可能で、他の機械にはないVersatility(多用途性)を有しています。それではレーザー彫刻機はどのような魅力があるのでしょうか。まとめると次のようなことが言えます。

- ・「光で加工する」という理屈抜きの「不思議さ」と「おもしろさ」
- ・様々な素材を切ったり、彫ったりと色々な加工ができる。
- ・型もマスクも不要でオンデマンドで短時間で加工ができる。
- ・少量多品種加工が可能。
- ・アイデア次第で無限の可能性。
- ・プリンタ感覚で使用でき初心者でも操作可能。
- ・手ごろな価格(昔は高価だったのですが)
- ・ホームページを活用すればレーザー彫刻機が 1 台あれば、起業することも可能。

1-4 付加価値創造ビジネス

レーザー彫刻ビジネスには無限の可能性が秘められていますが、底流にあるビジネスコンセプトは、右から左への商品販売ではなく、加工材料に名前、マーク、写真等を彫刻したりマーキングしたりすることにより価値を付加する「付加価値創造」ビジネスと言えます。商品の価格は、完成された商品のみを販売する場合はその商品そのものの価格ですが、商品に付加価値をつけて販売する場合は、

「商品価値」+「付加価値」になります。

例えば、今流行の木製や革製のスマートフォンケースは一つ 2,000 円～3,000 円程度のものですが、レーザーで好みの模様やマーク等を彫刻すると、4,000 円、5,000 円で購入いただけます。それでは、その 2,000 円の付加価値はどこから出てくるのでしょうか？それは、ちょっと自分を表現する小物であり、周りの人と差別化できる「世界で唯一のオリジナルグッズ」だからです。スマートフォンケースに限らず、様々なお気に入りのグッズに自分だけの文字、マーク、写真等を彫刻したりすることによって得られる「感動」ビジネス故と言えます。この「感動」のツボにピタッとはまると、そのレーザー彫刻商品は価格を超越した顧客満足を得ることができます。

もちろん、単純に名入れをしたり、写真を彫刻すれば何でも売れるというものではありません。商品の素材やコンテンツ、ひいてはレイアウトやデザインにも配慮しなければなりませんが、特に「コンテンツの切り方」次第で彫刻商品の販売の成否が決まってしまうと言っても過言ではないでしょう。

例えば、ある著名ブランドのバイクの愛好家は、他のものは節約しても、ブランドをあしらったキーホルダーや、ラリーでの踏破記念メダル、バイクパーツへのマーキング、ツーリングの時に仲間と撮った記念写真フォトフレーム等々、惜しみなくお金をかけるライダーがたくさんいます。

1-5 今まさに時代のトレンドーオリジナルグッズ

趣味・嗜好品や雑貨は、その時代の経済や文化的環境によって変遷します。近年の趣味・嗜好品や雑貨の消費志向を次の通りに分けてみました。

●100円ショップに代表される低価格志向

100円ショップといえは、一昔前迄は大手スーパーの家庭用品売り場の隅っこで申し訳なさそうに雑貨を山積みし、立ち寄るお客さんといえは、いわば「貧乏な家庭

の主婦層」という感がありました。ところが、今や周知のごとく、かつてのイメージでは考えられない程、食品から雑貨ひいては業務用品まで取り扱い、今まさにコンビニチェーンを呑み込むかの勢いで全国展開をし、お金持ちから若者まで、日常消費生活になくてはならないものになっています。

何故でしょうか？ それは中国を始めとするアジア諸国からの超低価格商品の流入により「価格破壊」が当たり前のように定着したことで、消費財に対する価値観が変わってきたからだと言えます。特に日用雑貨については、お金持ちであっても「使えればいい」と割り切り(というよりも、その雑貨そのものに何のこだわりも持たなくなったということでしょうか)、モノに対する価値を違うところに見つけようと自然に考えるようになってきたからだと思われます。

●ブランド志向

これは、バブルを謳歌したときに「しっかりと」根付いた消費志向で、定着した感があります。収入の如何を問わず、数十万円もするブランドバックを買いあさり、「一流のモノを身につけているんだ」という意識を持つことにより、己と周りの他人とのギャップを縮めたり、優越感に浸ったりするということでしょうか、又は、お洒落をブランドで表現しようとしているのでしょうか。流行りのブランドバッグであれば、電車に乗っていて隣の女性が同じものを持っていたとしても照れくさくも何ともないようです。その女性にとってはそれを持っているということ自体に価値があるのです。

●オリジナル志向

いよいよ、レーザー彫刻ビジネスの出番です。少なくとも、100円ショップに代表される低価格志向が生活に定着するまでは、本当の意味で、レーザー彫刻ビジネスの出番はありませんでした。何故なら、低価格消費財が世に溢れれば溢れるほど、消費者は自分のモノに対する価値観を違うところに見出そうとします。行き着くところは「ブランド」か「オリジナル」です。ブランドではオリジナルが実現できません。何故

なら、ブランドメーカーやその販売店は自分のブランド商品に「キズ」をつけて欲しくないからで、「自分たちのブランドは何もしなくても価値がある」と自信を持っているのです。「オリジナル(Original)」を辞書で索いて見ると、「最初の、独創的な、風変わりな、etc.」という意味であるように、世の中で唯一の「マイブランド」がオリジナルなのです。そのマイブランドは、何もレーザーやその他の加工機で業者に頼んで加工してもらっただけのものだけではありません。手作りで、セーターを編んだり、ブックカバーをこしらえたり、又、表札を彫ったりするのもマイブランドです。

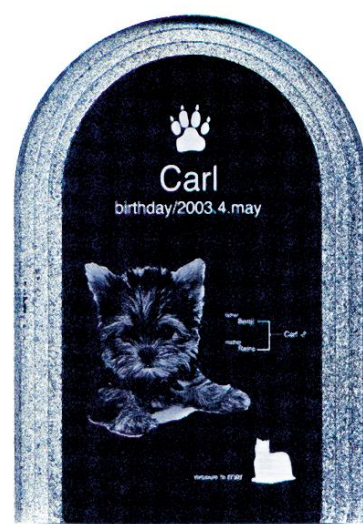
マイブランドは、自分が納得するだけでなく、「いやし」であり、「もてなし」であり、又、「感動」なのです。レーザー彫刻機は確かにマイブランド商品を制作するにはもってこいのツールですが、何でもかんでもオリジナルを作れば良いということではありません。そこには、明確な「コンテンツ」、言い換えれば「魂」が入っていないければ、感動も何もないです。いずれにしても、取り組み方次第では、目前に宝の山があるのです。



カードケース



象嵌オルゴール
(結婚式引出物)



ペット位牌

第2章 レーザー彫刻ビジネス成功の秘訣

2-1 成功の最低必要条件

何のビジネスでもそうですが、同じビジネスをしても儲かる会社と儲からない会社があります。その理由は、優秀なスタッフに恵まれているかどうか、資金が有るか無いか、営業方針がしっかりしているかどうか、経営の才覚が有るか無いか、強運かどうか等々、挙げれば際限がありません。少なくとも、レーザー彫刻ビジネスについて言えば、「工夫ができるかどうか」が最も重要なポイントといえます。

レーザー彫刻機のユーザーの多くは中小の会社や、工房、店舗です。担当者一人が、加工商品のチラシ制作から、販売促進、商品コンテンツの考案、加工、納品に至るまで全てを行わなければならないこともあり、様々な能力が要求されます。特に、レーザー加工においては、お客様のニーズに合った様々な加工をしなければならず、まさに「工夫の産物」と言えます。ところが、世の中にはお喋りは得意だけれど考えたり工夫が苦手という人も多くいるでしょう。そういう人は、レーザー彫刻ビジネスで成功することができないのでしょうか？そうではありません。工夫が苦手な人は、「工夫ができる人から教わる」という手があります。とはいっても大切なノウハウです。それほど親しくもないのにそう簡単には教えてくれないでしょう。そのためには、工夫ができる人と良い人間関係を持つことができるように普段から相手に喜んでいただいたり、仲良くなることも必要です。多くのレーザーユーザーとの交流により、加工技術や商品開発、また、販売マーケット等の関連情報をお互いに得ることができます。一般的には、レーザー彫刻機メーカーは「包丁は売るけれども使い方まで教えてくれない」と思っておいた方が良いでしょう。具体的なサポート体制やポリシーも

ないのに「先々、ビジネスがうまく行くまでずっとサポートします。信頼して任せてください」という営業マンの言葉は前唾と言えます。

それでは、工夫さえすれば誰でも儲かるのかと言えば、答えはNOでしょう。ただ、工夫ができなければ絶対にうまくいかないということは確かです。

ビジネス一般の成功条件ではなく、レーザー彫刻ビジネスに焦点を絞った成功のための成功条件としては次の4つが挙げられます。

- ・パソコンいじりや、ものづくりが好き。
- ・文字や写真関連の店舗を持っている。
- ・店舗の有無は別として、レーザー彫刻商品の販売チャンネルを持っている。
- ・レーザー彫刻ビジネスに効果的なWebサイトを持っている。

この4つの最低条件のいずれにも当てはまらなければ、例え興味があったとしてもレーザー彫刻ビジネスで成功することは先ず難しいと言えるでしょう。もっとも、大きな組織に強力なコネがあったり、人脈、政治力を駆使できる場合は別ですが。

2-2 決して甘いビジネスではない

店舗や工房を構えれば黙っていてもお客さんが来てくれるのかといえばそうではありません。やはり工夫が必要です。結論から言えば、店舗の立地条件が良かったり工夫に思い切ったものがない限り、加工ビジネスとして新規に独立店を開業しても、期待通りの収益は思ったよりも上がらないと思っておいた方が良いでしょう。

開業当初から巷の成功例はありますが、それは、それなりの店舗立地条件や商品加工ノウハウ等を有していたからであり、その経営者自身、直接、間接に時間や金の投資をしてきています。ただ、よほど大きな問題がない限り、店舗や工房を構えていれば年を重ねるにつれて通りがかりの顧客や口コミの顧客が増え、固定顧客も増えてくるでしょう。

それでは、レーザー彫刻ビジネスはそんなに妙味のないビジネスなのか？ いいえ、そんなことはありません。店舗とレーザー彫刻システムさえあれば楽に成功するというビジネスでは決してないということですが、近年はインターネットを活用した成功例や時代背景をうまく活用して地方団体や大手企業から大量のレーザー加工を受注して数台のレーザー彫刻機をフルかつようさせている例もあります。

反面、収益や顧客獲得において業態改革が急務とされている印章、文具、写真ラボ等の文字や写真関連の店舗を既に運営している場合は、レーザー彫刻ビジネスとの複合ビジネスにより、収益、既存顧客の囲い込み、新規顧客の獲得等において既存ビジネスとの大きな相乗効果が期待できるでしょう。

2-3 なぜ売れないのか？－ある実例

商品やサービスを販売する人は当然のことながらその販売商品の専門知識を有している同時に、その商品は「良い商品」だと思っており、店頭やチラシ、ホームページ上で露出することによりその商品の良さを顧客にわかってもらおうとします。

レーザー彫刻商品について言えば、レーザー彫刻機を導入してレーザー彫刻ビジネスを展開しようとするくらい「良い商品だから買って欲しい」という経営者やスタッフの熱意があり、「お客様もその良さをわかってくれるはず」という気持ちが強いと言えます。

ところが、「なかなか売れない。数ヶ月店頭に陳列していても売れずに埃りをかぶってしまう。仕方がないから店頭から下げよう」また、「ネットでの掲載からがずそう」というケースが多々あります。

なぜ売れないのでしょうか？ レーザー彫刻機のユーザーであればそのような経験がある方も読者の中には少なからずいると思われます。

数年前のことであるが実際にこういうケースがありました。10年程前にレーザー彫刻機を導入した地方都市の某印章店を久しぶりに訪問しました。その店は駅近くの商店街にあり店舗スペースで10坪程度で、店頭が一番良い場所にレーザー彫刻コーナーを設け、記念品を中心としたレーザー彫刻商品を陳列していました。

その店に入った瞬間、私は「ああ、レーザー彫刻商品売れていないな」と感じました。そこで私は開口一番「どうですか、レーザー商品、売れていないでしょう？」と聞いてみたところ「そうなんです。なかなか売れないんですよ。どうしてでしょうかね」と苦笑していた。私は別に店舗企画の専門家でもなければ店舗アドバイザーでもありません。ただ、永年に亘り、「印章ビジネスを活性化させる」レーザー彫刻機のメーカーの営業統括責任者兼営業マンとして数百の全国の印章店を訪問しながら、どのようにすれば売れるようになるだろうかと印章店と一緒に考えてきた経験が「こんな商品、店は売れる」という直感と売れる仕組みづくりがわかるようになったのだと思います。

某印章店のケースについての売れない原因は後程じっくりと考察してみましよう。

因みに、この印章店は、その時の私のアドバイスを多少なりとも参考にして頂いたのか、それから数ヶ月ほど後に訪問した時にはまさに来店客を魅了する素晴らしい店になっていました。

2-4 購入プロセスと消費者心理

商品売る方は、最初は「これは売れる商品」と自信をもって店頭に陳列します。言い換えれば「良さをわかってくれるはずだ」という先入観をもって陳列しているのです。ところが来店するお客様は、デパートやホームセンターでないかぎり、多くの専門小売店(特に印章店)の場合は、「○×△を買いたい」というはっきりとした購入目

的商品を頭に描いて来店します。

つまり、自分が買いたいと思う商品以外の商品については殆ど頭が真っ白な状態、すなわち、目には入っても頭には入らない状態で来店するのです。ここで売方と買う方の第1番目のギャップが出てきます。

この段階(お店に来店した瞬間)で大事なことは、お客様が「あれっ？」と思うような商品の強力な引きなのです。

例えば、お客様に買っていただきたいのが可愛いワンちゃんの写真やメッセージを彫刻した記念額としましょう。来店したお客様はハンコ屋さんでこのような商品売っているとはつゆにも思わないでしゅう(印章店からすれば文字関連商品という立派な必然性があるのですが・・・)。

第2段階として来店顧客にこのワンちゃん商品に興味を持ってもらわなければなりません。「可愛いね」とか「これ何で彫刻してるの」とか「いくらくらいするものなの」という具合です。

第3段階は、「持ってみたいな」とか「贈ってあげたら喜ぶかな」という欲求のプロセスです。これら3つのプロセスを経て最後に「これ下さい」という購入のプロセスに入るのです。

これら4つのプロセスは、会社や家庭での生活必需品を除いて殆どの趣味嗜好商品や通常購入しているワンランク上の商品の購入プロセスとして必ず経由するものですが、最初の第1、第2又は第3のプロセスを無視して、又は気づかないで一気に第4プロセスのためだけの販売環境しか考えていないことが意外と多いのが現実です。

あなたのお店はどうでしょうか？先ほどの某印章店の場合の問題点は次の通りです。

第1プロセスー注意を引く

商品が一目瞭然で何なのかをわかってもらえるだけの目立つポスター、バナー等のアイキャッチが何もなかった。

第2プロセスー興味を持つ

興味をもってもらえるようなワンポイントポップやコピーが何もなかった。

第3プロセスー欲求

レーザー彫刻商品のコンテンツが陳腐で、欲しくなるような彫刻サンプルでなかった。

第4プロセスー購入

売れていない

これら、商品購入のための4つのプロセスを米国では

注意を引くーAttention の A

興味ーInterest の I

欲求ーDesire の D

行動(購入)ーAction の A

上記4つのプロセスの頭文字をとって **AIDA アイダ**とされています(これは、私が大学時代の米国経営学の講義で学んだことでした)。

更に、この店の一例を挙げると、この店では原価率も低く、スピード製作できる自動回転スタンプ Trodat を自社でレーザー彫刻して売りたいのだがなかなか売れませんでした。これらの買って頂きたい商品のメリットを来店顧客に気づいてもらったり、関心を持ってもらうための第1、第2、第3のプロセスが全く出来ていませんでした。

「スタンプ台のいないゴム印」、「S(業界最大手のブランド)」をくださいと顧客が来店された時に、せいぜい「これどうですか」とカウンターの隅から遠慮がちに見本を出して一言勧めるだけでした。なぜ自信を持って売りたいと思う商品を勧められなかったのでしょうか？

カウンターの隅に見本を1個置いておくだけでなく、お客様の注意や興味を引くようなバナーやチラシ、キャッチコピーがあったらどうだったでしょうか？

そういう販売支援ツールがなかったのも、ある種の薬屋で利益率の高い風邪薬をお客様に薦めるような後ろめたい気持ちが潜在的にあったのです。

2-5 どう見せる／魅せる

上述の4つのプロセスを経てお客様にレーザー彫刻商品を買って頂くためには、「どのように見せればお客様を魅き付けられるか」という工夫が必要になってきます。具体例については割愛しますが、重要なことは次のことが言えます。

◎常に新鮮で飽きさせない

ある程度の間隔で、商品のディスプレイ方法を変える。

◎商品をテーマ別に見せる

例えば、「携帯関連グッズコーナー」、「ワンちゃんグッズコーナー」のように商品カテゴリーや「成人式関連グッズ」、「七五三関連グッズ」のような記念日やシーズン別のディスプレイをする。現に、印章店や文具店等でこれらテーマ及びシーズン別の見せ方をしているのは、成人の日や、入学、入社シーズンくらいではないでしょうか。

◎魅せたい商品を見せる

コンビニや大手フランチャイズ店は、限られた売場面積でどのような商品をどの場所に陳列するかに最大の注意を払い、消費心理学をも取り入れた商品ディスプレイをおこなっていますが、一般の零細商店においては、旧来の因習に囚われた商品陳列を行っていることが多くあります。

印章店の例を挙げてみましょう。前述の通り、一般的な印章店は「目的買い」のお

お客様が殆どであり、例えば「印箱や朱肉は印章店(及び文具店)で売っているもの」ということは誰でも知っている。それでは、何故、売り場のショーケースに様々な印箱や朱肉を所狭しと陳列しているのでしょうか。そこまでして陳列しなくともお客様の方から「どんな朱肉があるのか」と聞いてくるので、ショーケースの下のストック棚から出してお見せしても遅くはないと思うのですが。

ショーケースの中や、お客様の導線上の商品棚の中には、「是非お客様にお見せしたい商品」、もっと言えば「衝動買いして頂きたい商品」を陳列した方が良いでしょう。売り場の活性化のためには、商品の魅せ方も考えなければなりません。

2-6 ネット販売の可能性と難しさ

レーザー彫刻商品の販売方法としては、店舗や工房で販売する以外に、メーカーや商社等と契約する B to B ビジネス、テーマパークや大規模店舗での催事加工販売等がありますが、今日のようなネット社会では、インターネットを利用したネット販売には大きな可能性があります・・・決して甘くはありません。

ネット販売には次の 2 通りがあります。

- ① 自店(自社)のホームページを立ち上げて自社ドメインでの販売
- ② A 社や R 社のようなメジャーなモールでの販売
- ③ オンライン上の販売システムやスマートフォンのフリーマーケットアプリでの販売

言うまでもなく、①の場合は、あなたがサイトを制作すれば広告宣伝費をかけることなくレンタルサーバ費用だけでレーザー彫刻商品販売用のホームページをアップすることができ、趣味と実益を兼ねたワークライフ balanサーや主婦にとっては気軽にレーザー彫刻ビジネスを始めることができます。

②の場合は、加入モールに売上金額の数パーセントの販売手数料を支払わなけ

ればなりません、モールとしての知名度やシステムインフラは出来上がっており、消費者からすると実際の店舗(リアル店)で購入するよりも格安で購入できることも多いということもあり、メジャーなモールの年間取扱高も数千億円レベルまでに達しています。販売商品のコンセプトや見せ方が間違っていない限り、ある程度、またはそれ以上の売上が期待できるでしょう。

③に関しては、もっとも始めやすい方法と言えるでしょう。近年、フリーマーケットアプリやオンライン上の EC システムが台頭してきており、一部上場企業も出てきたほどです。こちらはあくまで販売システムの提供であり、モールとしての集客力は多少劣ってしまいます。①と②の間をイメージすると分かりやすいかもしれません。サービスの利用料として、売り上げから販売手数料が引かれますが、個人情報の絡む決済手続きや web サイトの構築等で手を煩うことはありません。

最も手軽に始められるため、副業ではじめたい方におすすめの方法です。

それでは、ホームページを活用すればあなたの商品は思うように売れるのでしょうか？「店の売上が悪いからホームページで売ってみよう」という考えは余りにもイージーと思うのは私だけでしょうか？

2-7 効果的なネット販売のサイトにするには？

この数年、ペット位牌や、記念楯等、様々なレーザー彫刻商品がさネット販売されていますが、「イージー」に期待通りのビジネスになっているのでしょうか？

「ネット販売の成功の秘訣」のようなものではありませんが、少なくとも、レーザー彫刻商品をネット販売をおこなう上での留意点をあげてみましょう。

●商品写真の出来栄

ネットで販売されている商品には、その商品の特徴やコンテンツが見るまでもなく明らかな商品(入場券等)、どのような商品かはわかるが見てみないと詳細な特徴ま

ではわからない商品(家電等)があります。このような家電等の場合は、ネットで購入する前にリアル店で実際の商品の特徴等や特性を確認することができますが(リアル店からすると利用されるだけで何の得にもならないのですが)、レーザー彫刻商品の場合は、一般的な消費耐久財と違い、その素材感や、彫り具合、質感等は、写真や動画で確認するしかありません。もっとも、彫ってあれば何でも良いというような

価格重視のレーザー彫刻商品であれば写真の出来栄はさほど問題ではないかもしれませんが、レーザー彫刻商品の写真や動画で素材感や質感等をしっかりと訴えていかなければなりません。

結論を言うと、よほどのブランド力があるか、リピーターでもない限り、しっかりとした商品力のあるレーザー彫刻商品は、ホームページ上の画像だけでは、その感動を伝えるのが難しいかも知れません。やはり、お客様にそのレーザー彫刻商品を手にとって頂き、その商品の魅力を感じとって頂いた上で、「付加価値価格」で喜んで買って頂くのが理想的です。

ネット販売を行う場合は、実際にレーザー彫刻商品サンプルを手にとって見て頂けるショールーム的なものが欲しいところです。ショールームがなければ、サンプル現物を郵送してでも見て頂くぐらいでも良いかも知れません。

●見せ方、魅せ方－AIDA

明確なテーマを決めずに独りよがりの思いで彫刻した商品をホームページに載せれば、見る人は見るだけで疲れてしまい、問い合わせや注文に行く前に数秒でページを閉じてしまうでしょう。自分のホームページでは何を見て欲しいのか、何を訴えたいのかを明確にした上で、先ず、関心をもってもらい、次に興味をもってもらい、そして最後に注文していただく。まさに前に述べたAIDAであり、リアル店舗もホー
仮想店舗も同じです。「お客様が引き込まれていく魅力のあるコンセプトと見せ方」が重要なのです。

●ネットコンサルタントの選択

ホームページの制作業者は五万とあり、「無料で制作します」と甘い言葉をかけられることもあると思いますが、大事なことはその制作業者が同様の業種での制作実績があるかどうか、そして実際に制作したホームページが魅力あるサイトであるかどうか、そしてどの程度のアクセスがあるのかを事前に確認しておく必要があります。

④どの程度経費をかけるか

ホームページをメジャーなモールにアップさせるかどうか、スポンサーとしてリスティングさせるかどうかということがありますが、一般的なレーザー彫刻商品の場合、手堅く収益を上げたいのであればある程度の「広告宣伝費」をかけた方がいいでしょう。この広告宣伝費には独自のホームページをアップしてスポンサー広告に対して支払う場合と、サイトで掲載し、売り上げ実績に応じて手数料を支払う場合とがあります。

2-8 地域オープン工房の勧め

お店や工房に多少のスペースの余裕があれば、地域オープン工房の開催をお勧めしたい。例えば、月に2回程度、1日に2、3時間を割いて、地域の青少年や大学、非営利法人や団体にレーザー彫刻機を無償で解放するが、よくある〇△教室とは違い、その時間は一切お金を受け取らない（材料代の実費は頂いても可）。

ただし、通常日に買うとお金を払わなければオープン工房日に行って無償で作ってもらおうという不逞のお客さんのためのものではない。例えば、地域の小中学生の技術家庭や図工の社会学習の一環として、子供達にもものづくりツールの一つとしてのレーザー彫刻機やパソコンを触ってもらい、ものづくりの楽しさを体験してもらいます。その体験の過程で子供達は自分の両親

や親戚達と違う社会の人達、すなわち皆さんや工房のスタッフとの関わり合いを通して社会勉強もできるでしょう。又、子供達が加工・制作した作品を例えば地域のお年寄りや身障者の方々の役に立ってもらえれば、この世知辛い世の中で、人への思いやりの大切さを知るきっかけにもなり情操教育の役にも立つでしょう。

近頃は、ほとんどの大学の建築、デザイン、木工等の学部、学科だけでなく、文科系の学部、学科にもレーザー彫刻機が使われるようになりましたが、卒業制作の時期の10月～翌年1月頃になると多くの学生がレーザー彫刻機に殺到し、なかなか使える機会がないというのが現状です。これらの学生に決められた日時であってもレーザー彫刻機を無償で貸してあげればどんなに喜ぶでしょう。もう10年以上も前の話しですが、東京都の八王子市にある某美大の学生が作品のパーツ制作を業者に注文すると30数万円もかかるし、はたはた困り果てて「何とか半額で」と会社に電話をしてきたことがありました。この学生は前年にそのた大学とのスポット産学連携で会社に一度レーザーを使いに来たこともあり、会社の就業時間帯を避けることことを条件に1週間程度無償で使わせたことがあります（「タダほど高くつくものはないぞ」とおどけて脅しておいたが）。もっとも、彼はその後「献身的に無償奉仕」とまでは行かなきうとも、彼の仲間の他大学のデザイン系の学生と共に会社にしばしば来るようになり、おもしろい加工素材の存在をおしえてくれたり、発想のヒントを与えてくれたりしました。彼はこれで貸しを返してくれたのです。もっと現実的に言えば、学生さんにレーザーを貸す対価として、商品開発やデザインの発想を得ることができたと言えます。全てのgiveに対して対価を受ける必要はないと思います。むしろ、そのgiveに対して「どう活かすか」ということではないでしょうか。



学生によるビジネスモデル研究発表



学生のレーザー加工作品

このように対価を考えない営業活動「オープン工房」は、時間はかかるが、徐々に地域から「売り込むだけのお店や工房ではない地域に密着したお店」として親しまれるようになり、「こんな工房がある」と口コミで広がっていくでしょう。

もう一つ事例を挙げてみましょう。私がレーザー彫刻機をものづくりツールの一つとして広く社会に広めていく活動の一つとして3年間おこなった「小中学生創造ものづくり教育」への支援の例です。

これは、ある時、旧レーザーユーザーの紹介で茨城県教育庁の指導主事にお会いした時、この主事は、地元の中学校で技術家庭の担当をされていたことがあり、レーザー彫刻機の可能性に大変興味をお持ちになっており「ぜひ、子供達にレーザー彫刻機を使ったものづくりを経験させてあげたい」という熱い思いに応えるかたちで始めました。当初は、つくば国際会議場で毎年開催されていた「中学生創造ものづくり教育フェア」の体験コーナーにレーザー彫刻機を持ち込んでレーザーの原理や応用をプロジェクタを使って説明した後、実際に子供達の前で参加型のレーザー加工体験をさせるものでしたが、徐々に県内中学校の技術家庭の先生方にも興味を持って頂くようになり、翌年のフェアの会場では、子供達の参加人数を同じくらいの先生方が「まる

で生徒」のように目を輝かせながら興味津々で体験されていました」。

その後、茨城県つくば市内の某小学校の5年生（21名参加）とは、フェア会場の体験セミナーだけで終わらせることなく、学校にレーザー彫刻機を持ち込んで総合学習の時間を活用した「ものづくり教室」を開催した。子供達には、ものづくりツールの一つとしてのレーザー彫刻機の可能性については先ず知ってもらうが、こちらからは一切、何を作りなさいとは言いませんでした。5年生とはいっても、流石、つくばの研究所の学者や博士を親に持つ土地柄、毛並みがいい。いざ、蓋を開けてみると「つくばは研究都市としては有名だけれど、文化遺跡もあります。自分達が移籍の携帯サイトを作るので、QRコードをレーザー彫刻し、つくばをPRしたい」というのが子供達が学級で話し合って決めた内容でした。これに近いことは、この2年程前に京都の某国立大学との産学連携でゼミ生が研究発表したことがあるが、まさしく「大学生レベル」である。早速、総合学習の時間に皆でレーザー加工し、つくば駅の構内で乗降客に無償で配りましたが、毎日新聞の記者の目にとまりこの活動が記事で紹介され、子供達だけでなく、先生方や教育庁の方々もとても感動されていました。これが本当のものづくり教育なんでしょうね。





つくば駅にて

小学校教室にて



子供達の活動を報じた毎日新聞記事



子供達の寄せ書きをレーザー彫刻

第3章 レーザー彫刻機の正しい機種選択

一口にレーザー彫刻機といってもレーザー出力、最大加工サイズ、性能、機能、価格等は様々で、用途、目的に合った機種を選択しなりません。ここでは炭酸ガスレーザー彫刻機を選択する上で重要なチェックポイントを挙げてみましょう。

●レーザー出力

プロッタタイプのレーザー彫刻機に搭載されているレーザー発振器の出力は12Wから百数十ワットW程度が一般的ですが、ショップや工房の主流は25Wから50W程度。同じ素材であれば、レーザー出力が高ければ高い程、より早く、又、より深く彫刻することができますが、どんなに出力が高くても、XYプロッタの最大スピードが低ければ、そのハイパワーのメリットは活かすことができません。

言い換えれば、アクリル素材の表層をレーザーで取り除くことにより、裏層のアクリルのカラーで文字を表現するアクリル2層板の彫刻を主におこなう場合は、最大プロッタスピードが速い40W程度の機種を選べば充分ということになります。

25W、30W、45W 等の数値はレーザーの定格出力の値で、レーザー発振器を出た直後に測定される出力のことです(ミラーや集光レンズを通った後の出力ではありません)。このレーザー定格出力は、モーターの回転数等と違って、25Wなら、25W定格出力ピッタリの値で製造することができないので、当該定格出力より5%～15%程度高く設定したレーザー発振器を搭載して出荷されるが、レーザー発振器メーカーの保証出力はあくまでも25Wになります。この5%～15%高く設定された「実効出力」を「レーザー出力」としてカタログに記載しているレーザー彫刻機メーカーやあるので要注意です。

また、封じ切り炭酸ガスレーザー発振器は、いわば家庭用のガスコンロのカセットボンベのようなもので、長く使っているうちに、混合ガスが徐々に劣化し、出力が低下し、最後にはレーザー発振しなくなります。でも安心してください。ガスが減ったり劣化して発振しなくなった発振器も再充填することにより、新品の発振器のように勢いよくレーザー光を出してくれます(ただし、カセットコンロのように安価ではない)。

●最大加工サイズ

彫刻及びカットできる最大加工範囲のことですが、A4サイズ程度からメーターサ

イズまで千差万別です。必要に応じて将来大きい加工サイズのレーザー彫刻機を追加導入する予定がない限り、設置スペースが許せば当初考えていたよりもワンクラス大きいサイズを選択する方が賢明でしょう。

レーザー彫刻機はメンテナンスをきちっとおこなえば10年、15年と使用できます。今は小さくても問題がないとしても、先々、もっと大きな加工サイズの注文が入ってくることも充分考えられます。もっとも、車と同じで、ボディが大きくなれば大きくなるほど価格も高くなりますが・・・。

●最大収容材料寸法

レーザー彫刻機に収容できる材料の最大寸法のことですが、同じなら少しでも大きい加工材料が入れば何かと便利でしょう。メーカーや機種によっては、本体側面又は背面に開口を設け、装置を串刺しのようなかたちで、長尺材料を収容できるようにしたものもありますが、JISの安全規格では、開口部を設けたレーザー装置はクラス4[最も危険なレーザー装置]に分類され、安全管理者や耐火壁の設置が義務付けられています。

●加工精度

基本的な彫刻、カットが出来ても、加工製品によっては高い彫刻品質や位置精度を要求される場合が多々あります。例えば、「サイズの小さい細明朝体を鮮明に彫刻したい」、「写真を鮮明に彫刻したい」、「寸法精度の高いカットをしたい」、「一度加工を終了させた後、もう一度元の位置で精確に加工をしたい」等々あります。

これらの精度は駆動系及び光学系の精度や品質によりところが大きく、本当に高い精度や品質を実現しようとする構成部品の仕様一つ一つから吟味しなければなりません。現実的には、駆動系については、トラック走査方式のプロッタよりもリニ

アプロッタ、ステッピングモータよりもサーボモータ、光学系については、ビームエキスパンダ及びコリメータレンズを組み込んでいる光学系の方がベターということが言えます。

●ハードウェアの耐久性・信頼性

一般的な空冷レーザー彫刻機は、導入してから平均7、8年間程度稼働させていますが、その稼働期間中の平均的なメンテナンスコストは年間10万円程度、稼働期間合計で80万円から100万円程度要しています(レーザー機購入金額の0.5台から1台分程度)。

そのメンテナンスコストの多くは、レーザー発振器やベルト、ベアリング、モーター等の駆動系消耗性部品及び電気系部品ですが、実際のメンテナンスでは部品代の他に、基本技術料、時間工費、移動拘束費等々の請求書がメーカーからあがってきて「えーっ、こんなにかかるの」と肝を冷やすこともあります。

導入時には初期コストだけを気にしがちですが、メンテナンスコストを多く要するレーザー彫刻機かどうかは非常に重要なポイントです。特に、レーザー彫刻機の場合は、加工素材をレーザー光で溶融、除去して、彫刻や、切断をするので多量の加工粉塵を発生させますが、この加工粉塵が基盤等の電気系部品にコンタミとなって付着することに起因するトラブルが多くあります(ゴムや木を長時間、加工するユーザーの場合は最悪の結果になります)。このトラブルの発生を無くしたり少なくするには、レーザー彫刻機の大きさや出力に見合った風量や静圧の高い集塵装置を使用し、加工中は加工粉塵が加工スペース内に滞留しないようにしなければなりません。

現に、某レーザーメーカーの大手レーザーユーザーでは、1日に14時間程度連続してゴム版を彫刻しているが、導入2年目頃からこの加工粉塵のコンタミに起因

する故障が多発し、頭を痛めています。

●レーザー彫刻機の保証条件(無償保証期間、技術料、出張費等)

レーザー彫刻機のパンフレットに記載してある「無償保証期間」の記載方法はメーカーによって大きく相違することがあるので要注意です(私達が見ても意味不明で難解な表現をしていることがあります)。

例えば、「1年保証」といえば一般的な解釈だと、ユーザーの使用上の過失や消耗品を除いて購入後1年間の不具合は無償で保証をしてくれると思いますが、「1年保証」の言葉を使うのが恥ずかしいくらいの適用除外条項が多くついていることもあります。例えば、駆動部品は3ヶ月のみ保証、修理部品代は1年間無償だけど、技術料や時間工費は3ヶ月のみ保証、等々です。購入契約前に保証条件や保証適用除外時の技術料等の詳細をはっきりと確認しておいた方がいいでしょう。

また、保証期間終了後は、法外と言ってもいいほど高額なレーザー発振器の修理代金や部品代金を請求されるようなこともあります。レーザー彫刻機を安く購入したつもりでも、購入後の修理に法外な費用を請求されたので何にもなりません。

●メーカーや販社の技術サービスに対する姿勢及び能力

高額な産業用レーザー加工機のユーザーは中大企業が大半を占めており、これらの販売会社の営業マンや技術者は営業や技術サービスに必要な高度な専門知識や経験を有しています。

反面、炭酸ガスレーザー彫刻機の場合は、ユーザーの大半が零細のショップや工房及び中小企業ということもあり、販売会社の営業、技術スタッフの知識、経験は産業用レーザーメーカーの代理店のそれと比べて著しく低く、営業が顧客に正確な説明が出来なかったり、技術者が十分なメンテナンスができなかったりすることが多く

あり、トラブルの原因になることが度々あるようです。

この理由としては、印章業界を中心とする「民生業界」で育ったレーザー彫刻機の輸入代理店や販売会社はレーザー販売を専業でなく技術的知識や経験が浅い問屋や兼業商社が多く、顧客とのコミュニケーションも専門的知識がなくても普段からの御用聞き営業でまがりなりにも通用してきたということが言えます。これは輸入代理店や販社の経営姿勢の問題にもなりますが、「売りっ放し」で機械が故障してもなかなかサービスに来てくれないという場合も少なからず見られるようです。皆さんの中には「機械を買う迄は、毎日のように来ていたのに買ってしまったらピタリと来なくなった」という経験がある方も多いでしょう。ただ、決してその「機械」の営業マンだけを責めるわけにはいきません。その営業マンは常に新しい顧客を見つけて注文をもらわなければならない、注文をもらう迄は、真剣にそして真摯に「お客様に満足して頂きたい」と思っているのですが、注文をもらってしまうと、その真摯なお客様への熱情は「次のお客様」に注がれ、月日が過ぎるにつれて、「以前のお客様」への思いは序所に薄れていってしまうのです。

最も重要なことは、その販売会社の、軸のぶれないお客様に対する経営姿勢、すなわち顧客満足に対する経営ポリシーに行き着くところです。

●販売支援能力

レーザー彫刻機の利用者がショップや工房である場合、その販社が、レーザー彫刻機や加工商材を売るだけでなく、導入したレーザー彫刻機を駆使して本来の導入目的である「レーザー彫刻商品で収益を伸ばしたり新しい顧客やニーズを創る」ために必要な活用・販売支援や情報交流支援等をおこなっているかどうかということはレーザー彫刻機選択のポイントになります。

というのは、このようなショップや工房においては、レーザー彫刻機はあくまでもそ

の目的達成のためのツールであり、導入そのものが決して目的でないということです。反面、部品の加工等で導入する産業用途の多くの場合、いつ、何を、どのように、どのくらい加工したいという計画が既にたてられています。

数十人もの社員を抱えている業界大手を除き、レーザー彫刻ビジネスを展開しようとしても店舗企画や営業企画などのスタッフがいない印章店や文具店が殆どで、レーザー彫刻機を導入した後、「商品ディスプレイはどうするの」、「チラシはどうするの」、「どのようにコーナーづくりをすればいいの」とハタと立ち止まってしまうのです。

そのまま中途半端に進めていってしまうと、レーザー彫刻商品は売れない、売れないからレーザー彫刻機の稼動時間も少なくなってくる、売れないものを陳列しても仕方がない、結局、稼動させるのは週に1、2回で急ぎのゴム印やネームプレートを彫っている程度になり、導入時の夢や期待は徐々に薄れていってしまうのです。

「レーザー彫刻機を買ったけれど、そんなに売れないよ」という噂をきいたことがないでしょうか？ 宝の持ち腐れです。

第4章 CO2 レーザー素材別加工の秘訣

素材をレーザー加工ができるかどうかは、波長や、照射エネルギー、照射時間の他に加工素材の物性や加工目的によっても相違します。25W～100W程度のCO2 レーザー加工機は、多くの分野で様々な素材の加工に使用されていますが、主な加工素材を挙げてみましょう。

◎非常に良く加工できる ○加工できる △なんとか加工できる ×加工できない

素材名	彫刻・マーキング	カット
-----	----------	-----

木	◎	◎
アクリル	◎	◎
紙	◎	◎
ゴム(天然ゴム・合成ゴム)	◎	◎
ゴム(シリコンゴム)	◎	○
天然石(大理石、御影石、めのう他)	○	×
ガラス	○	×
MDF	◎	○
塩化ビニール、ポリカーボネイト、PET他 樹脂素材	△	△
皮革	◎	○
ポリアミド	△	△
セラミックス	△	×
* ステンレス、鉄	△	×
アルマイト	○	×
布	○	◎

* 基本的に、CO2 レーザーでステンレス、鉄等を加工するには数百ワット以上のレーザー出力がほしいところですが、50W～100W程度のレーザー出力でも、焦点距離が短い(1～1.5 インチ程度)集光レンズを使用して走査スピードを落とすことにより、深度は浅いですがマーキングをすることは可能です。

以下、実際に様々な素材を CO2 レーザーで加工するときの秘訣を挙げてみます。

■アクリル

アクリルにはキャスト材と押し出し材の2種類があります。キャストは彫刻すると彫刻部分が白っぽくなりますが押し出しは白っぽくなりません。彫刻部分に後から色入れをする場合は押し出し材を使用し、色入れをしない場合はキャスト材を使用します。

キャスト材を彫刻する場合はマスキングをしない方がきれいに仕上がりますが、深く彫刻したいときにはマスキングをした方がアクリルの表面にスモークが付かないでしょう。

ただ、深く彫刻しようとするとうまくも熱の影響で彫刻輪郭部がきれいに仕上がりにくくなります。マスキングをしないで浅めに彫刻することがきれいに仕上げコツです。

カットだけをするのであれば、押し出し材が適しており、また材料価格も安くなります。押し出し材のレーザーカット断面はキャスト板に比較して研磨をしたようにピカピカで、より透明になります。押し出しアクリル板をカットする場合に炎が出るようでしたら、カットをする前に保護用シートを剥がしマスキングテープを貼っておいた方が良いでしょう。

厚いアクリル板（5mm程度以上）をカットする場合には、両面にマスキングテープを施しておいてからその上から両面を霧吹きで湿らせてください。アクリル板を加工テーブルから1cm～1.5cm浮かしてカットをしてください。材料を浮かせることにより、レーザー光がアクリルを貫通した時に発生する、スモークや熱を下の隙間から逃がします。アクリル板を加工テーブルの上に直接置いてカットすると熱が逃げられないのでカット裏面がきれいに仕上がりにけません。霧吹きで湿らせる場合

には、水溜りができないように注意してください。水溜りにレーザー光があたるとその部分だけ浅く彫れてしまいます。一つの材料に彫刻とカット両方を上手におこなう秘訣は

次の順序でおこなうことです。

- ①マスキングしないで浅めに彫刻
- ②両面に透明マスキングテープを施す
- ③両面を霧吹きで湿らせる
- ④材料を浮かせる
- ⑤材料表面に焦点を合わせる
- ⑥カットする。

彫刻部に後から色入れをする場合は、アクリル板にマスキングをしてから（保護用マスキングのままでもいいでしょう）彫刻してください。彫刻後、マスキングを剥がす前に彫刻部全体に筆またはスプレーでアクリル系または水性の塗料を塗布してください。塗料が乾く前にマスキングテープを剥がすと彫刻部分に色がついてしまいます。色入れをする場合は必ず押し出し材を使用し、彫刻だけの場合はキャスト材を使用するという事は忘れないで下さい。

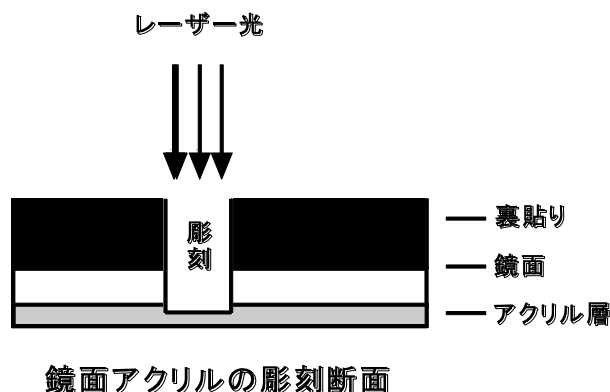
アクリルをカットする場合は、できるだけスピードを落とし、パワーを上げた方が、エッジが適度に溶けてきれいに仕上がります。



アクリルをカットすると発火することがあります。レーザー加工時はレーザー装置から離れないで下さい。

■鏡面アクリル

鏡面アクリルの彫刻は普通のアクリルと似ています。考え方としては、下図のように鏡面の裏貼りを通じて前面のアクリル層に彫刻をすることです。



深く彫ると非鏡面アクリルの彫刻の場合と同じで彫刻部がガサガサしてしまいます。アクリル層を彫刻すると彫刻したものが二重に見えます。鏡面には裏貼りがしてありアクリルに直接スモークがつくことがないので彫刻する場合は裏面をマスキングする必要はありません。鏡面アクリルをカットする場合には、先ず保護シートを剥がし、マスキングテープを貼り霧吹きで湿らします。次に、鏡面を上にして材料を加工テーブルから1.5cmほど浮かせて置きます（レーザー光は先ずアクリル層に吸収されるので鏡面で反射することはありません）。裏貼りを上にしてカットするとレーザー光の熱により裏貼りが歪んだりひびが入ったりすることがあるので注意してください。彫刻とカット両方をおこなうときは、次の順序でおこなってください。

1. マスキングしないで裏側から彫刻する。
2. 両面をマスキングする。
3. 材料をひっくり返す。
4. 霧吹きで湿らせる。

5. 材料を浮かして置く。
6. 焦点を合わせ直す。
7. 鏡面を上にしてカットする。

彫刻部に色入れをする場合はアクリル系塗料かアセトンやアルコールを含んでいない塗料を使用してください(アセトンやアルコールが入っているとアクリルにひびが入ります)。裏張りがマスキングの代わりになって彫刻前に裏側をマスキングする必要がないので水性塗料もお奨めできます。



鏡面アクリルを彫刻・カットすると発火することがあります。レーザー加工時はレーザー装置から離れないで下さい。

レーザーで加工できる樹脂 2 層板は様々な色、厚み、コーティングがあります。広い面積で深く彫刻しようとするとう樹脂 2 層板は反ってしまうので、彫刻中に反らないようにテープで素材を押さえておく必要があります。樹脂 2 層板は融点が高いので溶けにくくするため dpi 値及び Hz 値を低く抑えた方が良いでしょう。

厚い樹脂 2 層板をカットする場合は、スピードを下げても無理やり 1 回で切ろうとせずに、2 度切りするくらいの方が良いでしょう。

マスキングして霧吹きで湿らせると溶けにくくなるしスモークも付着しません。素材に貼ってある保護シートはレーザー加工のためには良くないので加工前に必ず剥がしておいてください。

表面が厚くトップコートされている樹脂 2 層板はトップコート層をレ

レーザーで除去するのに出力を要し、又スモークが多く出て材料表面を汚してしまうのでお奨めできません。特に、スピンドル彫刻機用の樹脂2層板は表面のトップコート層が厚く製造されていますので、レーザー専用の樹脂2層板のご使用をお奨めします。また、同じメーカーで同シリーズの樹脂2層板でも、トップコート層のカラーによって加工パラメータが違ふことがありますので要注意です。

彫刻しようとするプラスチックに合ったスピードとパワーを設定した後、フォーカス位置よりも1.5mmほどフォーカスをずらすと（加工テーブルを下げる）と適度に熔融し、プラスチックを彫刻するときに見られる細い線を出づらくすることができます。



プラスチックを彫刻・カットすると発火することがあります。レーザー加工時はレーザー装置から離れないで下さい。

■ガラス・クリスタル

ガラスの彫刻は他の素材の彫刻とは異なります。炭酸ガスレーザーはガラスやクリスタルを彫り込んだり切断したりできません。レーザー光を照射するとすりガラス状になります。きれいに仕上げるには、加工したい部分に湿らした新聞紙をあてがったり、マスキングテープをガラスにあてがい、霧吹きで湿らしたりする方法があります（新聞紙等のしわは伸ばしてください）。湿らした透明テープはレーザー照射時のガラスからの熱を逃がす役目をし、ガラスが欠けたり、ひびが入ったりするのを防ぎます。

鉛クリスタルを彫刻する場合は特に注意が必要です。クリスタルに含まれている鉛はレーザー照射をすると熱を発生させるので、クリスタルが欠けたり、ひびが入りやすくなります。これを避けるためにはレーザー出力を低く設定します。特に今までクリスタルを加工したことがないユーザーは試し彫りをおこなった方が良いでしょう。



ガラスやクリスタルを彫刻すると研磨剤が発生します。レーザー装置の駆動部品や光学部品の磨耗を早めるのを防ぐために装置のクリーニングをまめにおこなってください。

■革

革はレーザー彫刻には非常に多く使用される素材です。合成革も彫刻できますが、仕上がりは本革の方がきれいです。革を彫刻するとこげ茶色になり、彫刻していない部分との濃淡コントラストが得られます。初めての革を彫刻する場合には少し低めの出力でレーザー照射し、彫刻の深さを確認してから必要に応じてもう一度同じ場所を適度な出力でレーザー照射をすることをお奨めします。

革のカットも可能ですが、カットをする時に特有の強い加工臭が発生しますので、あまり厚い素材のカットはお奨めできません。

■大理石

ほとんどの大理石や研磨天然石はレーザー彫刻部分が白っぽくなりま

す。大理石への加工は「彫る」ことが目的ではなく、レーザー照射された部分を白濁化させ彫刻部との濃淡コントラストを出すことにあります。あまり出力を上げ過ぎると焼けたような茶色に変色してしまいきれいに仕上がりにません。

写真を濃い色の大理石に彫刻すると彫刻部分が白く浮き上がり、非常にきれいに仕上がります。

同じ大理石でも表面の色が均一な大理石等が良いでしょう。縞模様があったりするとレーザー彫刻によるディテールが表現しづらくなります。大理石は油脂塗料を使用して色入れをすることも出来ます。彫刻部に指で塗料をすり込んでから、乾かし、その後柔らかい布で余分な塗料を除去します。

■木

レーザー加工でよく使われる木は、サクラ、カエデ、オーク、アルダー等があります。コクタンは固く、3mm程度の厚みでも60W以上の出力のレーザーでないとカットができません。

サクラは彫刻した後に年輪もほとんど出ないので、彫刻に非常に向いています。

木をレーザーで加工するとヤニが出ますが、出力やパワーの設定値を変えてもヤニが出るのを防ぐことはできません。深く彫刻したりスピードを下げたりするとヤニが多く出ます。ヤニは水を含ませたスポンジで

拭くと除去できます。(キッチン用のナイロンメッシュで包んであるスポンジやセーム革をお奨めします。) ペーパータオルや通常のスポンジを使用するとヤニを拭き取るときに彫刻部分にペーパータオル等のちぎれかすが入り込んでしまっていてきれいに取り除けません。ヤニを材料表面に付着させないためには、マスキングテープを貼り、彫刻した後で剥がしてください。彫刻後に色入れをする場合は、マスキングテープを貼って彫刻した後、塗料が彫刻部のキワ（際）に染み出さないように、カシュー等の透明の目止め塗料を塗布してください。十分に目止め塗料が乾かわせてから、アクリル塗料（チューブに入ったものが良いでしょう）で色入れをし、十分に塗料が乾いてからマスキングを剥がします。

彫刻部分の模様が細かく、マスキングを剥がしづらい場合は、彫刻した後、表面を水でビショビショに濡らすとテープの接着力が落ちるので剥がしやすくなります。

木を切り抜くときは、煙と熱を逃がしやすくするため、材料を加工テーブルから浮かした方が良いでしょう。浮かす場合は、材料裏面が燃えたり炭化したりするのを防ぐためマスキングをしたり裏面を軽く水で湿らせてください。また、材料を浮かせると、木が完全に切り抜かれているかどうかを確認できます（浮かせる場合は、データを作成するときに、内側のデータから先にカットするようにしてください。さもないと、外側のデータが切り抜かれた後に、内側のデータをカットするようになってしまいます）。

木の仕上げ方法には色々あるので木を注文するときにはレーザー加工に向いているかどうか確認した方が良いでしょう。仕上げによってはレーザー加工をするとあぶくが出たり白っぽくなったりします。松やバル

サ等の柔らかい木は出力を低くした方が良く、木の種類によって出力値はまちまちです。レーザー彫刻には仕上げされている木（ポリエチレンやラッカーで表面処理されている）を使用するのが良いでしょう。仕上げされていない木をマスキングしないで彫刻するとスモークが付着しやすく、一度付着するとサンドペーパーをかけない限り除去することができません。仕上げしていない木にレーザー彫刻するときには必ずマスキングしてからおこなってください。



木を彫刻・カットすると発火することがあります。レーザー加工時はレーザー装置から離れないで下さい。

■コルク

コルクは非常にきれいに彫刻できますが、厚いコルクをカットしようとするときカット面が炭化しやすいので注意が必要です。コルクのカットはガスケットの製作に使用されたりします。



コルクを彫刻・カットすると発火することがあります。レーザー加工時はレーザー装置からはなれないでください。

■カッティングシート

カッティングシートには様々な色、模様、厚み、仕上げがあります。

レーザーでの加工の仕方として2つほど挙げてみます。

一つ目の方法は、表面のビニールだけをカットし、裏紙を残す方法です。

(カッティングマシンと同じ)

- ① ビニールをカット
- ② 余分なビニールを取り除く
- ③ トランスファーテープをビニールに当てがい、スクイージを使って空気を取り除く
(カットされたビニールの文字や絵柄は正しい位置でトランスファーテープに貼り付いています。)
- ④ ビニールを下にしてトランスファーテープを貼りたい場所に合わせ、強く押しつけながら貼っていきます。
- ⑤ ビニールの上のトランスファーテープを取り除いて完了です。

二つ目の方法は

- ① ビニールの裏紙を剥がす。
- ② ビニールを貼りたい素材に貼る。
- ③ スクイージで空気穴を取り除く。
- ④ トランスファーテープ(マスキングテープ)を上から貼る(スモークが付着するのを防ぐため)。
- ⑤ 素材を傷つけずにビニールだけをレーザーカットできるように出力値を設定。
- ⑥ レーザーカット
- ⑦ 余分なマスキング及びビニールを取り除いて完了です。



ほとんどのカッティングシートは PVC です。PVC ビニールを使用しないでください。PVC はダイオキシンを発生させ、環境、健康、レーザー

装置に有害です。

■塗装真鍮板

塗装真鍮板には研磨してから塗装してあるものと研磨をせずに塗装してあるものがあります。この程度の出力の炭酸ガスレーザー彫刻機では塗装の下真鍮まで彫刻できないので、研磨済の塗装真鍮板を使用します（そうでないと真鍮の色がくすんでいてピカピカ光りません）。機械彫刻機では真鍮に彫刻しただけでピカピカ光るので研磨していない塗装真鍮板を使用します。レーザー彫刻用の塗装真鍮板は研磨した後でクリアコーティングをし、その上から塗装をしているので、使用する場合には、レーザー光が塗装面だけを除去し、その下のクリアコーティング層は除去しない程度にレーザーの出力設定してください。そうすれば彫刻後磨く必要はありません。レーザー出力が強すぎるとクリアコート層も除去され真鍮の地肌が出てしまうので彫刻した文字や図形がくすんでしまいます。もしレーザー用塗装真鍮版を彫刻してから磨くときは、研磨剤を含んでいない柔らかい布や紙（ペーパータオルはだめ）と高品質真鍮磨きを使用してください。



塗装真鍮板を高出力、低スピードで彫刻やカットしようとしないでください。レーザー光が真鍮板で反射し、レーザー装置を損傷させたり、健康に障害を与えたりすることがあります。

■アルマイト

アルマイトにマーキングするには次の2通りの方法があります。

(1) アルマイトに直接彫刻

最近は様々なカラーのアルマイトがありますが、CO₂レーザーで簡単に彫刻することができます。特に、ブラックアルマイトは、彫刻をするときれいに白くなります。レッドアルマイトの場合は、彫刻すると少し赤みがかかってしまい、くっきりとした白にはなりません(2度程度彫刻すると赤みは少しなくなりますが、充分ではありません)。

加工パラメータは、スピードは速めで、パワーは低めがいいでしょう。

(2) アルマイトに色入れ

アルマイトに色入れをするには次の方法でおこないます。

- ① アクリルクリアを筆塗りまたはスプレーする。
- ② アクリルクリアが完全に乾いてからアルマイト材料にレーザー彫刻をする(彫刻部分だけ白っぽくなる)。
- ③ 文具店や画材店で売っている市販の水性マーカーで彫刻部分を塗りつぶす。

ー レーザー彫刻されたところだけマーカーのインクが染み込みます。

レーザー彫刻した部分が白っぽくなっている影響で染み込んだインクは実際より明るく見えます。すこし濃い色合いのマーカーを使用してください。

- ④ 余分なインクを拭い取ってください。
- ⑤ アクリルクリアでトップコート。



アルマイトを高出力、低スピードで彫刻やカットしようとししないでください。

レーザー光がアルマイトで反射し、レーザー装置を損傷させたり、健康に障害を与えたりすることがあります。アルマイトを彫刻すると研磨剤が発

生します。レー

ザー装置の駆動部品や光学部品の磨耗を早めるのを防ぐために装置のクリーニングをまめにおこなってください。

■マットボード（厚紙）

マットボードは建築模型やピクチャーフレーム用としてレーザー加工に適しており、きれいに彫刻したりカットしたりできます。マットボードを彫刻する場合は、レーザー光で表面層だけ文字や模様をハッチングして下層の色を出します。下部層の色がレーザーで変色してしまわないように周波数（Hz）は低めに設定します。彫刻の場合は表面にマスキングは不要ですが、カットの場合は両面をマスキングし、少し浮かせてカットした方が良いでしょう。