

# 実用版ステルス・ソフトのガイドライン

・これは、現場の建築家たちにとって実用面で「使える」ソフトを作成するためのガイドラインである。

まず、彼らは基本的に物理学の専門家ではないので、反射がどの波長がどのと言われても、言葉ではわかってもらってもそれを使いこなすということにはできない。そこで、これらのことはむしろ背後にひっこめて、ただ画面のガイドにしたがって操作を行っていけば、途中の概念を飛ばしても最終的にステルス効率の数字にたどり着けるものにする必要がある。

しかしその一方で、理論的整合性にはあまりこだわる必要はなくなるので、近似で簡略化できるところは思い切って簡略化していくことにする。

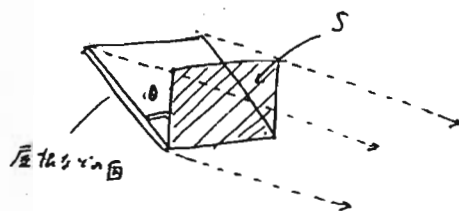
・まず実用面から考えると、いくらスペクトルのグラフなどが出たところで、ユーザーはそれを使いこなすどころか、その意味を汲み取ることもできないであろう。そのため具体的に、建物の形状による反射の値などの最終的な数値を計算できねばならない。

ところがこれを理論的に正攻法で攻めていって実用レベルに達することは極めて難しく、今までほとんどお手上げの状態だった。そこで、これを思い切って次のように簡略化する。

・すなわち、建造物を正面、真横、真後ろの四面から見たときの反射率を別々に計算できればそれで良いことにする。正面だけしか見えない建物については、正面写真を1枚だけ入力して結果を求めてもらっても良いだろう。

そして建物が切妻屋根のように斜めに傾いた部分をもっていた場合、その部分については単純に反射率がその傾きの $\cos \theta$ に比例すると考えてしまう。(実際に表面の凹凸による乱反射を考えると、こうしても良い場合がある。)

このようにすると、扱いは劇的に簡単にできる。すなわち建物を正面から撮影した写真を入力してやり、その上をマウスでなぞって輪郭線を描いてもらうわけだが、ここで壁や屋根などのいくつかの面に区切ってしまおう。そしてそれら各面の角度をそれぞれ求めるのである。(この場合、脇に小画面を出してその中で大雑把な断面図を描いてもらうと良い。どうせ角度はそれほど正確である必要はない。)



$$\text{反射. } S \times \cos \theta$$

そのようにしてやれば、各面の面積(これは屋根などの実際の表面積のことではなく、視野の中の立体角、つまり画面の上に描いた多角形の面積そのものである)に $\cos \theta$ をかけるだけで、一応形状による反射はわかることになる。そしてこれは基本的に全波長

で共通である。

なおこの場合、黒い壁と白い壁では反射率が違うと考えるべきなので、明度を5段階ぐらいいにわけ、各面ごとにその数字を入力してもらう。例えば、単純に白い順から反射効率を100%、90%・・・60%、としてその数字を先ほどのものにかけてやれば良いだろう。

(注・反射効率の数字は、最も黒っぽい壁面でもせいぜい60ないし70%ぐらいにしておく必要がある。なぜなら20%ぐらいまで行けるとした場合、建物を黒く塗るだけでそれだけのステルス効率を確保できてしまうからである。)

そのため画面の上での具体的な手順は次のようになる。

### 手順1

まず、入力した写真の上にマウスで各面の輪郭を描いてもらう。画面は

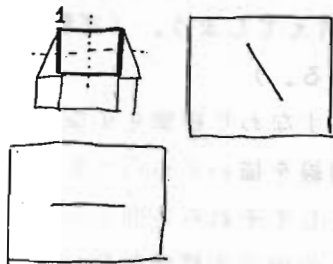
「建物を構成するそれぞれの面の輪郭をマウスで画面の上に描いて、

最後にクリック(あるいは改行キー)してください」



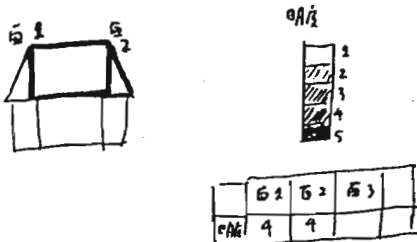
で面の輪郭を一つづつ描いてクリックすると、それが「面1」などと番号がつくと同時に、脇に小画面が現われて断面図が現われる。そこで次に、線をマウスでドラッグして屋根などの大まかな角度を入力してもらう。

「小画面に示された断面図の線をドラッグして、面の大まかな角度を入力してください」



(角度ゼロなら改行キーなどでそのまま次へ進む。)そして次に、その面の明度を入力してもらう。横に、明度見本の表などを出すといよい。

「この面の明度を1~5の数字で入力してください」



なおこの明度入力については、その都度やる方法と後で表にまとめて入力する方法の二種類が考えられるが、やり易い方を選んでよいだろう。

★  
お気づきの  
お気づきの

そして面一つ当たりの入力が終わると「次の面の入力を行なってください」などの表示が出て繰り返してもらい、最後に「終了、次の手順へ」で次の手順2に進む。

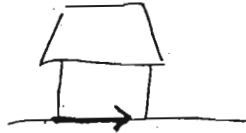
注) なお、どの手順においても画面に「入力例」というヘルプに相当する表示があり、そこをクリックすると(フォトショップなどであらかじめこちらで作った)入力例の写真が出てくるようにするとよい。(写真は長沼が用意してもよい。)

### 手順2.

次にコーナー・リフレクターをどうするかだが、これは使用者に、写真を見て直角のラインが露出されている部分を探してもらい、その上をマウスでなぞって線を引いてもらうやり方で解決する。そして計算に際しては、その長さに関係する係数をかけてやって、先ほどの反射率の数字に加算してやればそれでよい。

そのため画面は

「四角に直角の線が露出している部分を探して、そこをマウスでなぞってください。」



### 手順3.

次に共鳴効果についてである。基本的には入力はバージョン1.0のやり方を踏襲するが、もう少し素人にもわかりやすいように、次のように改良するとよい。まず「周期的に並んでいるものを探して、それが何個並んでいるかの数字を入力してください」と表示し、例えば5と入力すると、画面に矩形が5個現われる。

そして画面の上でそれを移動およびドラッグし、そのうちのひとつの上で矩形の形を大体重ねてもらい、形が重なったら今度は間隔を調整してもらい、入力を終える。(なお、形が複雑な場合、目分量で矩形に近似してもらえばよいだろう。)

また、ここでも白い列柱と灰色い列柱では効果が違うので、(手順1の時と同様に)明度も入力してもらう。

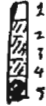
「周期的に並んでいるものを探して、それが何個並んでいるかを入力してください。」

(5YAA)



「図形をドラッグして写真の上を重ねてください」

「この部分の明度を入力してください」



そして次のステップとして、列柱の間の開口部が、一種「周期的に並んでいる黒っぽい物体」として認識される場合があるため、ここでその扱いもついでにやってしまう。つまり先ほどの明度入力が終わった時点で、次の図形（要するに先ほどの並んだ矩形図形の間隙部分をピックアップしたもの）が画面に出てきて、次の質問が表示される。

「この部分の明度は一様ですか？ Y/N」



この質問の意味は、もし列柱の間の部分がランダムな風景で明度もランダムだったら、それは「周期的物体」とは言えないが、逆にこの部分の明度が一様であったなら、あたかも周期的物体のように見えるということである。つまりここでイエスならば

「この部分の明度を入力してください」

として、この部分も共鳴効果を生じると見なす。（なお、このデータと先ほどのデータの差をとると、列柱部分のコントラストを求めることに使える。）そして画面は

「他にも周期的に並んでいるものがあつたら、同様のことを繰り返してください」

繰り返す

終了、次のステップへ

ここでストックしておく情報は、矩形図形の横幅、いくつ並んでいるかの個数、明度であり、それを全部の場合についてストックしておく。最初はとりあえず横方向の共鳴効果だけで良いと思うが、バージョンが上がっていくごとに、縦方向の共鳴なども扱えるようになっていくと良いだろう。

手順4.

次に、単独で存在する張り出し部や開口部の入力である。

これはドラッグして描いてもらってもよいし、四点の座標だけで四角形に近似して入力してもらってもよい。まず張り出し部について。

これは、大きく分けて①出窓のようにある程度の面積をもった張り出し、②ひさしのような板状の張り出し、そして③角材を横に貼り付けたような棒状の張り出し、の三種類が考えられる。そこで画面でそれを最初に選んでもらう。

「各所に張り出しの部分があれば、それ一つずつ入力していきます。張り出しの形状を選んでください。」



面積をもった張り出し

ひさしのような板状の張り出し

角材を横に貼り付けたような棒状の張り出し

以下、3つのケースに分けて画面の表示を示す。

選択が①であった場合

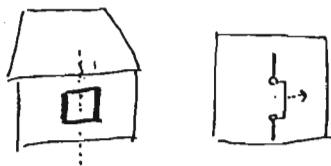
この場合には、その張り出し部を正面から見た形状をマウスで入力してもらおう。

「張り出しの部分の形状をマウスで入力してください」



そしてこの形状が入力された時点で、手順1のときと同様に次に画面の中に小画面が現われて断面を示せるようにする。すなわち小画面の中で断面図のラインを横にドラッグしてもらおうことで、張り出し部の厚さを入力する。

「小画面の断面図の横のラインをドラッグして、張り出しの厚さを入力してください」



なお、この張り出し部分を正面から見たときの明度も入力してもらおう

「この張り出し部分の明度を入力してください」

また張り出し部が直方体だった場合、コーナー・リフレクターが生じる可能性があり、凹みの直角部分を手順2のときと同様に入力してもらおう。

「張り出し部分が直角の凹みを作っている場合、マウスで線を引いてください」



選択が②の「ひさしのような板状」であった場合

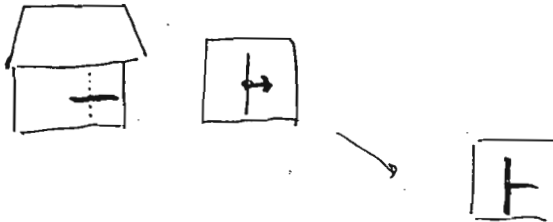
この場合、板の厚さが十分に薄いと考えると、先ほどと違って形状入力には線を引いてもらうだけでよい。つまり

「板状部分の基部にマウスで線を引いてください」



次に、先ほどと同様に小画面に断面図が出て、基部の点を横にドラッグしてもらう。

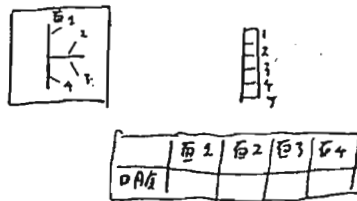
「小画面の断面図で、点を横にドラッグしてひさしの張り出しの長さを入力してください」



この場合、ひさしが直角に突き出ていたらそこもコーナー・リフレクターを生じる。それゆえ本来、先ほどと同様に後で直角部分のラインをドラッグしてもらうべきだが、ただこの場合は先ほど引いてもらった線で代行させることは可能であろう。（ひさしが直角でない場合、手順1で入力ずみの可能性があるので、このあたりをどうするかも、考えておかねばなるまい。）

ただ、ひさしの裏側が暗く塗られていた場合などは、同じ直角部分でも若干の反射率の違いが出ると考える必要がある。そこで、小画面の断面図で、明度入力をやってみよう。つまり

「小画面の断面図で、1から4の部分の明度を入力してください」



として、このデータをもとに反射率に修正を加える。（なお、この断面図による明度入力は、本来なら①の場合にもやっておくべきことだったかもしれない。）

③の「角材を貼り付けたような棒状」が選択された場合

この場合も板状の場合と同様、マウスで線を引いて入力してもらう。

「棒状の張り出しの上にマウスで線を引いて入力してください」



そしてこの場合には前の二つと違って、断面を示す小画面は必要ない。むしろ線の幅とその角材部分の明度のデータがあればそれでよい。つまり



「枠状部分の線の幅を入力してください」

次に

「枠状部分の明度を入力してください」

で、次々に入力してもらい、全部入力を終えて表示は「終了、次の手順へ」となる。

手順 5.

次は開口部の入力である。まず形状の入力は先ほどと同様である。

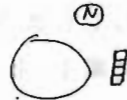
「四みや穴の深さはわかりますか？ Y/N」



次に、開口部の穴の深さを入力してもらおうが、それがわからない場合には開口部の暗さでその代用をする、一種の選択性をとる。つまり

「四みや穴の深さはわかりますか？ Y/N」

で、イエスなら張り出し部の時と同様に、断面図の小画面を出してそれを入力してもらおう。ノーなら



「開口部の中の明度を入力してください」

そして続いて

「開口部の外側、異逆の壁面の明度を入力してください」

として、前者と後者の差額をコントラストとみなして、適当な穴の深さに対応づける。そしてこれを繰り返してもらい、最後に

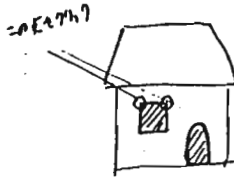
「開口部、入力終了」

となる。

そしてここで次の作業を行ってもらおう。それは、この開口部がアーチ状か直角かに関することである。

すなわち、これらの開口部の上部にもし直角部分があった場合、その開口部の中に立って見るとコーナー・リフレクターが生じることになる。そのため、その反射の増分をつけ加える必要が出てくる。

この場合、直角部分の線の長さは穴の深さに比例すると考えてよく、そのデータは入力済みであるから、ただ上部に直角部分があるかを入力するだけでよい。つまり



「入力した開口部の上部（下部にあるものは考えません）に直角部分があれば、そこをマウスでプロットしてクリックしてください。」

とやってもらって、この部分を終了する。（なおこの手順は、開口部を一通り全部入力してもらってからまとめてプロットするか、あるいは開口部一つの入力ごとにそれを行ってもらおうかの二通りがあるが、それはプログラムの組み易さで選んでよい。ただ、この入力は、手順3で入力したの周期的に並んだ物体についても行う必要があるため、そこの兼ね合いで決めるのがよいだろう。）

以上で、一通り入力は完了する。つまり手順5で「終了」がクリックされた時点で、「これでデータ入力は完了です。お疲れ様でした」の表示が出る。

その次からは、このデータをもとに結果の数値やグラフを出していくことになるが、ここから先はちょっと以下の話をしてからにしたい。

#### スタート時点でやっておいてもらう選択

実は話が前後するが、もともとこのステルス効率を求める話というのは、二種類の建造物の比較においてはじめて意味をもつのであって、単に一つの建造物について「ステルス効率値1.3」などと言われたところで、もともと意味があまりなく、特に建築家はそんなことを言われると、わけがわからず混乱を来してしまうであろう。

むしろ「敷地に建造物Aを建てた場合にはステルス効率1.1、建造物Bを建てた場合にはステルス効率1.4、ゆえ建造物BはAに比べて1.27倍のステルス効率をもつ。そのため最終的に、建造物の形状をAからBに変えると、いくらいくらの得になる。」というのが「結論」なのであって、あくまでもそのストーリーに沿って全体の流れを作る必要がある。

・そのため、あくまでも最初から比較モードを設定して話を進める必要がある。つまりここで、AモードとBモードの二種類を設定しておくといいたい。それぞれについて述べる

#### Aモード



これは、別々の二種類の建造物を比較したい場合で、例えば同程度の体積をもつ現代の建造物と伝統建築を比較する場合などに使うものである。当然ながらこのモードではデジタルカメラによる映像も建造物1と建造物2についてそれぞれ用意してもらい、最初に両方とも入力してもらう。

そして入力に際しては、建造物1の入力が終わったら自動的に建造物2の入力画面に移行するようにして、それぞれの情報を別々に保存し、両方の入力が終わった時点でその比較処理を行なう。

#### Bモード

これは、一種類の建造物について試行錯誤を行なってみる際のモードである。つまり例えばある建造物について、バルコニーを除去してしまったりどのぐらいステルス効率が変化するかを見たい場合などには、こちらを用いる。そのためこのモードでは、デジタルカメラの映像も一種類を入力するだけでよい。

そして映像の上に輪郭を描いていろいろ入力してやる際、第1回目の入力ではバルコニーの部分をちゃんと入力してやったのに、同様のことをもう一度行なう際、今度はその部分の入力を省いてしまったとすれば、バルコニーを除去した場合の値がわかることになる。

つまりこのBモードは、同じ写真をベースに違うやり方で二度の入力を行ない、それに基づいたステルス効率値の変化を調べるモードである。

つまりこのソフトでは、一番最初のスタートの時点でA、Bどちらのモードにするかを決めてもらう。こうすると、ステルス理論をどう扱うかをユーザーにスムーズに納得してもらうことができるだろう。

つまり起動させてスタートした時点で、画面に「このソフトにはA、B二つのモードがあります。Aモードは二種類の異なる建造物の写真を入力してその比較を行なうモードです。Bモードは1種類の建造物の写真を入力して、その上でデザインの変更による変化を調べるモードです。A、Bどちらかのモードを選んでください」などの表示を出しておくといいだろう。

#### 結論の表示

では話を元へ戻して、先ほどのデータ入力を全部終えてもらった後に結果をどう表示するかに関しては、次のようなものが考えられる。

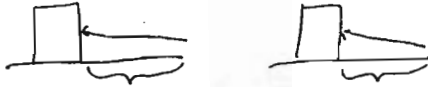
例えば手順5までの入力が全部（つまり2ターン分）終って、最終的に改行キーを押してもらった時点で、まず一応は、

「建造物1のステルス効率・1.00、建造物2のステルス効率・1.00。つまり建造物1は建造物2に比べて圧迫感が0.00倍に減少しています。逆に建造物2の圧迫

感は建築物1に比べて1.00倍大きくなっています。」のように結果が表示される。  
(モードAの場合は、入力写真もここで再び並べて表示するとよいだろう。)

続いて、いくつかの計算結果を説明と共に並べる。例えば先ほどの表示で「もう少し詳しく」をクリックしてやると、

「ステルス効率の違いによって、建築物1は建築物2よりも1.00倍遠くに感じられます。そのため、建物の前の敷地面積も、見かけ上1.00倍広く感じられます」



などの表示を、イラストと並べて出す。(イラストは単に表示の意味を説明するための参考なので、固定式でも可)。

続いて同様に

「ステルス効率の違いにより、建築物1の外観は建築物2の外観に比べて、体積が1.00倍大きく感じられることとなります。」

という結果を表示して、例えば次に建築物1の建設費、あるいは敷地の地価の値を入力してもらう。

そして続いて「建物の物理的な広さと精神的な広さの価値を、何対何の比率で評価しますか」との問を出し、工場や休息所など、いくつかの場合について数字の例を並べたうえで、それを入力してもらう。

そうすると、これらから計算して

「建築物1はステルス効率によって、建築物2に比べて00円得をしています、または逆に建築物2は建築物1に比べて00円損をしています」

などの、計算結果が出る。

そして最後に「両者のスペクトル分布グラフの比較」をクリックしてもらうと、二つのグラフが並べて表示されるようにすると、恐らく説得力は倍加するだろう。

なお、スペクトル・グラフが表示された時には、「スペクトルについての解説」をクリックすると、その簡単な解説も写真つきで出てくるようにすると、さらに使いよい。

これだけやれば、たとえ途中の数値の計算過程に少しぐらいの曖昧さがあつたとしても、もう実用ソフトとして十分に通用するだろう。そして計算そのものは、簡略化版だとそれほど難しくないのである。

## いくつかの補正

・手順3で共鳴効果の部分を入力する場合、ここで示した表示例は横方向の共鳴効果のみを考えたバージョンのものとなっていたが、余裕があれば縦方向の共鳴効果も扱えるソフトにすることが望ましい。

縦方向のものも扱えるようにした場合、ここでの表示は次のように変更される。すなわち先ほど

「同様に並んでいるものを選んで、それが何個並んでいるかを入力してください」

となっていた部分が次のように変わる。つまり

「同様に並んでいるものを選んで、その並び方のパターンを次の3つの中から選んでください」

パターン1・列状のような並び

パターン2・階段のような並び

パターン3・縦目のような並び

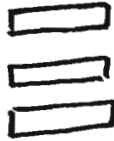
となる。

そして番号が入力されると

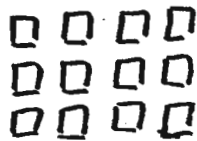
「それが何個並んでいるかの数字を入力してください」

となって、次からの手順自体は先ほどとほぼ同様となる。

では3つの選択で、そこから先の細部がどう変わるかということ、まずパターン1を選択した場合、画面の表示は先ほどと全く同じである。次にパターン2が選択された場合、画面に表示される矩形図形は



のようになる。また、パターン3が選択された場合、画面の表示は

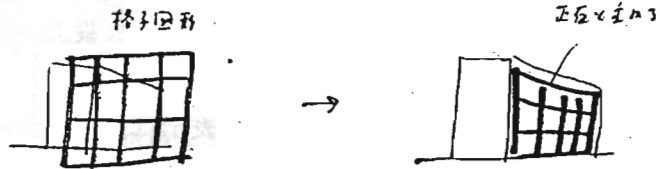


となる。このパターン3の場合には、縦横の共鳴の干渉（以前別稿で論じたもの）を考慮して計算を行なわねばならず少々面倒だが、実際に都会の建物を見てみると窓の配置がこのパターンになっていることが多く、この機能の有無はやはりかなりの差となる。

・他にも、次のような機能がついていると望ましい。

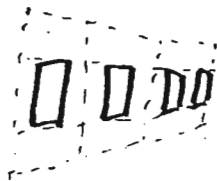
それは、入力してもらった「建造物の正面写真」が、完全に正面から撮ったものではなく、10度ぐらい横から撮ったものであった場合の補正機能である。

この場合、写真の側を補正するのではなく、例えば最初に画面に図のような格子状の図形が表示され、それを画面の中で左右に回転させて、建物の写真の正面と角度を重ねてもらおう。



そしてその後の入力の場合には、全部この格子状の面に投影した格好で行なわれることになり、例えば矩形図形などはすべてパースがついて画面上に表示される。

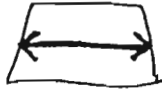
難しいようなら今回はとりあえず見送って、次のバージョンで実現させてもよいが、やはりこの機能があると、何かと便利である。



- ・各手順で採集すべきデータ

### 手順 1

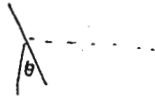
- ここでとっておくデータは、
- ・各面の平均横幅（波長を求める際に必要）。



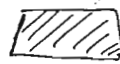
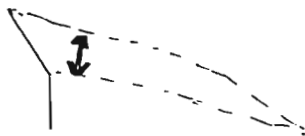
- ・同じく平均縦幅（こちらは、横方向共鳴しか考えないバージョンなら必要ない）。



- ・各面の（正面に対しての）角度。（これは、縦横の傾きを合成して計算を終えた角度だけを保存すれば良いだろう。）



- ・各面の（立体角としての）面積。



- ・各面の明度。
- 以上を、各面ごとに保存する。

### 手順 2

- ・マウスで引いてもらった線の長さ
- ・もう一つ、先ほどの画面表示説明からは省いてしまったが、直角部分を構成する二つの面の明度もデータとして採用すべきかもしれない。

手順3 (ここでは横方向の場合のみについて記す)

- ・ 矩形図形の面積
  - ・ それが並んでいる個数
  - ・ 矩形図形の横幅 (これが波長になる)
  - ・ その部分の明度
- ・ また、矩形図形の間隙部分に生まれた図形について、同様のデータを保存する。

手順4

①の普通の張り出し部の場合。

- ・ 張り出し部を正面から見た場合の縦横幅、面積、および明度。(横方向の波長しか考えない場合、縦の幅は必要ない。)

- ・ 張り出しの厚さ、およびコーナーの有無 (コーナーを有する場合、その長さ)

- ・ できれば、側面の明度も。

②の板状の張り出しの場合。

- ・ 板の横幅、および小画面から得た縦幅

- ・ 板の取り付けが直角かどうか。

- ・ 小画面から得た、各面の明度。

③の棒状の張り出しの場合。

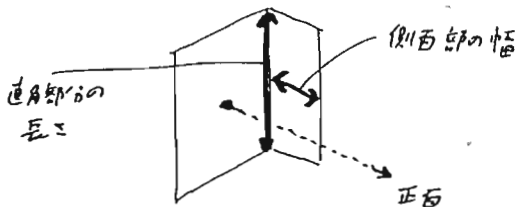
- ・ 棒状部分の長さ、幅、および明度。

## 手順 5

- ・ 開口部を正面から見た縦横幅および面積。
- ・ 開口部の深さあるいは明度（後者の場合、コントラストの値は適当な深さに対応づけてしまう。）
- ・ 開口部の上部が直角か否か。（これは先ほどの深さの値と組み合わせて使う。）

ほぼ以上が、入力してもらったデータから採集・保存すべきデータということになる。ステルス効率値は、これらのデータの組合せによって（近似的に）求めることが可能ではなくである。

例えばコーナー・リフレクターなどの場合、直角部分の長さ、壁面の側面部の幅のデータがあれば、やや不正確ながらもそれらしい近似値は出せるものと考えても、そうは間違いではないのである。



いずれにせよ、プログラミングの手間にせよユーザー側の入力の手間にせよ、まともにやったのでは大変すぎる。このような簡略化はどうしてもやむを得ないものであろう。

もっとも、簡単になったとは言いながらも、このデータを全部組み合わせてステルス効率を計算するのはやはり骨であり、それは一休みしてからあらためて述べたいので、コンセプトだけを示すとして、とりあえず今はここまで。

# ステルス・ソフトの計算内容

ここでは、以前に橋（南フランスの「ガール水道橋」）について行なったステルス値の計算の具体的内容と、新しい修正案による具体的な計算法について述べる。

## ・スペクトル分布グラフの出し方

まず最初に、以前の計算によるスペクトル分布グラフの求め方を簡単に紹介しておこう。それらはアーチ型と長方形型の橋の二種類について行なわれたが、後者の長方形型の方がわかりやすいので、ここではそちらを例にとって説明する。

最初に求めるのはスペクトル分布である。それを求めるため、ここでは橋をいくつかの基本パーツ（開口部も一応「パーツ」に含める）に分けて、まず方眼紙の図上でそれぞれの面積を求めることから始めている。（これに関してはチャートA-1を参照されたい。）

長方形型の橋の場合、上下の開口部がそれぞれaとc、柱がbとdである。そして「パーツ」a、b、c、dはそれぞれ4個ずつある。また残りの壁の部分がfである。（なお柱の途中にあるほんの小さな突起物がeであるが、こちらはどのみち値が小さいので、以下の説明では省略する。）

これらの面積の単位は平方ミリであり、このチャートでは、例えば $a = 1564 \text{ mm}^2$ などという値が求められている。

またこの建造物の図（A-1）上でのそれぞれのパーツの横方向のサイズは、aとcが共に幅46ミリ、bとdが共に幅10ミリである。そして残りの壁つまりfが、一応（方眼紙の幅一杯に近い）224ミリである。（なお小さな突起物eも一応幅2ミリであるが、このeはほとんど無視できる）

それが次のチャートB-1でグラフの形にまとめられており、これらが3つの大きな波長の山を作っている。このグラフの横軸の単位はミリであり、それら3つの山は横軸上でそれぞれ10ミリ、46ミリ、224ミリの位置にある。（ただしこのサイズは作図のスケールで違ってきってしまうので、単位をつけること自体、本来あまり意味はない。強いて言えば、視野の中での角度、ラジアンないしミリラジアンなどがその単位であろうか。またこの計算の場合、建造物の特徴上、波長を求める作業は横方向に関するものだけで、縦方向については行なわれていない。）

そしてこの山の高さの値が、次のチャートCで計算されている。（アーチ型の場合の計算がチャートの左側に、この長方形型の計算は右側に、それぞれ示されている。）

この場合、a、b、c、dそれぞれが4個あって共鳴効果が発生させているので、視



野の中でのそれぞれの感覚的な占有面積は、パーツ1個あたりの面積に4の自乗をかけたものとして計算されている。

そしてチャートCではその下に、それをパーセンテージに直した値が記してあり、チャートB-1のグラフ上に山の高さとして表現されているのはその値である。(つまりこのスペクトル分布グラフの縦軸の単位は%である。)

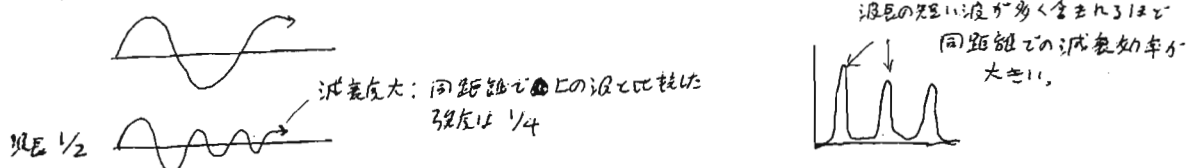
#### ・スペクトル分布から求められるステルス性

以前にこれらの水道橋についてステルス性を求めた際には、アーチ型で開口部が多い特殊な構造物であったため、求めたこのスペクトル値を最終的な反射値に反映させる際にも、非常に手の込んだ、ある意味で少々無理のある手法を使わねばならなかった。

しかし普通の町中の建物を対象とする、もっと汎用性の高いソフトを作る場合、そんなややこしいことはこのさい捨てて、もっと単純なもので置き換えた方が良く思う。そこで以下に、そのようにスペクトル値をもっと簡単に直接的に結果に反映させる、新しい方法とその内容について述べたい。

その方法の基本思想について言えば、それは要するに一般にいろいろな波長の波が同じ距離を通過する場合、波長の短い波ほど減衰が大きいという単純な原理を基本に置くということである。

具体的な計算に関しては「減衰の度合いが波長の2乗に反比例する」ということを基本原理として要請し、それに基づいて行なう。つまりこれに従うと、例えば波長が1/2の波をもとの波と比較すると、前者は後者の4倍激しく減衰し、同距離で比較した場合には強度は1:1/4になっているわけである。



実を言うところの振る舞いは、必ずしも現実の光や音波の減衰をモデルにして決められたものではなく、むしろこのステルス理論独自のものである。(例えば光の場合をモデルにするならば、通常は「レイリー散乱」——これは光の大気による散乱で夕日が赤くなるメカニズムとして知られる——の振る舞いがモデルに採用されることになると思われるが、これは「波長の4乗に比例する」というものであり、どうも実用に即したものとはいえない。また音波の海水による吸収モデルも、あまり適していない。)

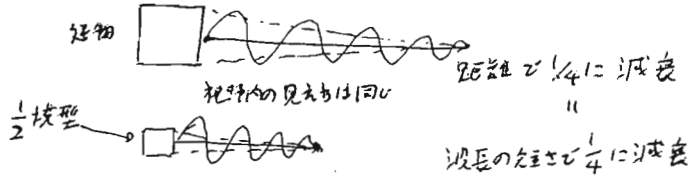
ではどのような理由でそのように光とも音波とも異なる独自の振る舞いを決めたのかというと、実はそれは視直径と距離の問題に矛盾が生じないようにするためには、そうになっている必要があるからである。

ここで、ある建物を完全に1/2に縮小したものを作ってそれを半分の地点から眺めることを考えよう。この場合、当然ながら視野の中では(少なくとも片目で見る限り)完全に同じ映像になっている以上、その反射値や圧迫感も同一でなければならない。

ところが光にせよ音波にせよ一般に波というものは、最も単純には距離の2乗に反比例して弱まる。そして1/2模型では距離自体が半分になっている以上、その点で波のエコーが4倍になってしまう理屈である。

そのためエコーの強度が同一になるためには、視直径の小ささでそれが相殺されることが必要となる。そしてもしここで、視直径つまり波長が1/2になっていることで減衰度が4倍になっていれば、それがきちんと相殺される。

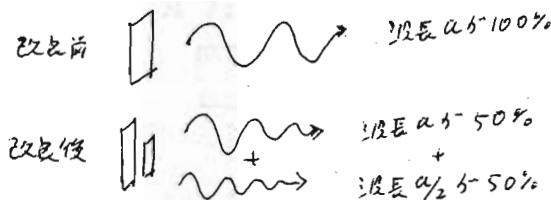
つまり「減衰の度合いは波長の2乗に反比例する」というメカニズムが存在していたとすれば、その辻褄が合うわけである。



それはともかく、この減衰特性を前面に押し出した場合、このスペクトル分布グラフだけからでも大まかなステルス値の計算はできることになる。

つまりとにかく同じ距離を進む間に、波長の短い波ほど減衰してしまうというのだから、ややこしいことを考えず、波長の2乗で割った強度の波を、パーセンテージの重みをつけて単純に合計してしまえば良いのである。

例えばある建物を改良前と改良後で比較したとき、それぞれのスペクトル分布が、前者は波長aのもの一種類だけで100%が占められていたが、後者は二種類でスペクトルが構成され、波長aのものが50%、波長a/2のものが50%という分布になっていたとしよう。



この場合、波長a/2のものは減衰度が高いので、同じ距離で波長aの波の1/4の強度になっている。

つまり後者の建物の場合の合計強度は、

$$1 \times 50\% + 1/4 \times 50\% = 0.625$$

で、反射の強さは前者の場合の62.5%に弱まっていることになる。

このようにして、最も単純に考えれば、もうこれだけでも十分にステルス値の計算はできるわけである。

そしてこのスペクトル分布から求まる減衰メカニズムは、建物の細かい反射状況にかかわらず、単純に波の(往路と復路の)通過距離だけで定まる減衰なのだから、計算においては、この後にいろいろ述べる手法での建物自体の反射計算が全部終わった後に、最後にその全体にこの値をかけてしまえばよい。(その意味では、説明の順序はちょっと逆だったかもしれない。)

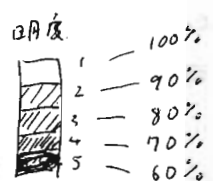
$$\left[ \text{これ以後に述べる反射計算} \right] \times \left[ \text{このスペクトル分布の値} \right] = \text{反射値 (ステルス効果)}$$

リ、これはスペクトルにも影響する。

なお実際の建物の各部の反射強度は、その壁面の明度にも左右されることにな~~る~~。  
(以前のガイドラインでも、その明度データは、建物データ入力の際に明度見本をクリックすることで入力されるようになっていた。)

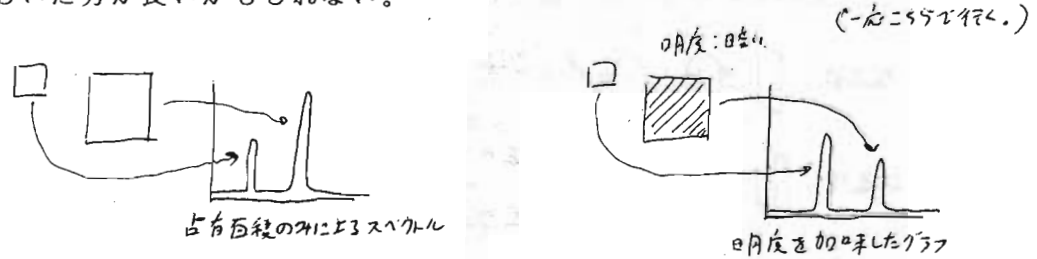
例えばその壁面が黒っぽければ、反射強度は白っぽい場合の60%ぐらいに弱まっているだろう。つまり先ほどの~~強度~~強度計算の中に、さらにその60%という数字がかかってくることになる。

それぞれの具体的な数値は次の通りである。つまりガイドラインの「手順1」のところでは、壁面の明度を5段階で入力してもらうようになっていたが、そこにつけるウエイトは、上からそれぞれ100%、90%、80%、70%、60%である。



ただしスペクトル分布グラフ自体を、先ほどのようにとりあえず占有面積だけから求めた値で表現するか、あるいは最初から明度をかけた形で表現してしまうか、今のところまだ決めていない。

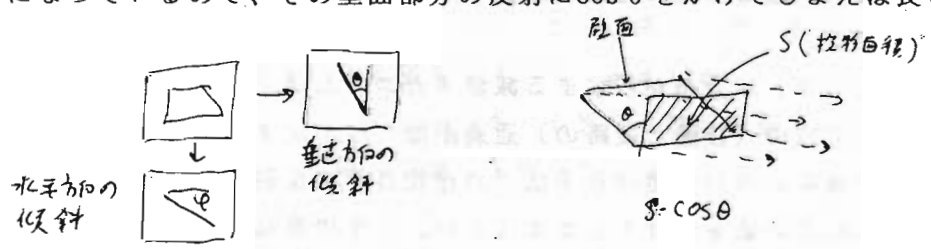
強いて言えば後者が望ましいと思うが、もしできれば後で前者にも変更できるようにしておいた方が良くもしいない。



### 建物自体の反射計算 (1) — 壁面の傾斜の影響

では次にその建物自体の反射計算であるが、まず最初に重要になるのは、壁面に傾斜角がついている場合である。しかしこれに関しては、以前のガイドラインにも書いたので、ほぼそれをそのまま用いればよい。

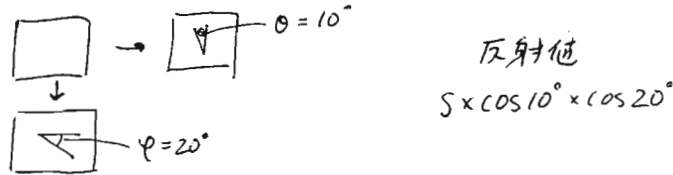
つまり壁面の傾斜角は、ユーザーに(マウス入力か数値入力かで)入力してもらっていることになっているので、その壁面部分の反射に $\cos \theta$ をかけてしまえば良いわけである。



なお、入力してもらう角度データは垂直方向の傾斜と水平方向の傾斜の両方であるが、通常の建物だと、壁面の傾斜はどちらか一方である場合がほとんどであるから、垂直方向の角度 $\phi$ と水平方向の角度 $\theta$ のどちらか一方の $\cos$ 値をかければ、大抵の場合はOK

である。

ただしどちらにも傾斜がある場合には、面倒だから合成角度を出すなどということはせず、単純に両方の値、すなわち  $\cos \theta \cdot \cos \phi$  をかけてしまえばよい。つまり壁面が垂直方向に10度、水平方向に20度傾いていた場合、面積  $S$  に  $\cos 10^\circ \times \cos 20^\circ$  をかけてしまうわけである。(なお面積  $S$  は、建物のその壁面の実面積ではなく、平面画面上に投影された面積である。念のため。)



こうすると、本当を言えば実際の値よりも傾斜の影響値は大きく出てしまうのだが、まあ大して大きな誤差ではなく、ソフトの簡略化という点でのメリットが大きい。

### 建物自体の反射計算(2) --- コーナー・リフレクターの計算

そして建物自体の反射でもう一つ重要な役割を果たすのは、やはり何と言ってもコーナー・リフレクターの計算である。

以前のガイドラインでは(その「手順2」) <sup>壁の</sup>下の隅のラインの上に線を1本だけ引くというやり方をとっていたが、ここではそれを改め、次のような思想のもとに少々修正を加えることにする。

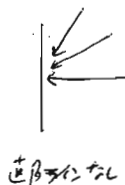
まず基本的な考え方としては、ある面にいろいろな角度からビームが入射した時、それぞれどれだけの強度で反射が返ってくるかを合計した平均値を採用するという考えで臨む。(ビームの入射角は0度から90度まで。)

この場合、まずコーナー・リフレクターがない単純な一枚の壁だと、それに角度  $\theta$  でビームを当てたときの各ビームの反射強度は、先ほどと同様に  $\cos \theta$  をかけたものになる。そのため0度から90度までのビームを当てた場合の反射平均値は、 $\cos \theta$  を0から  $\pi/2$  まで積分することで求められる。

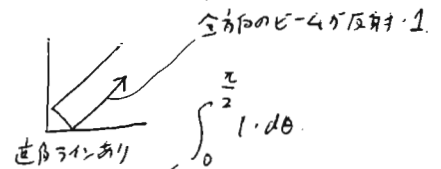
一方壁が直角の隅をもっている場合、どの角度からのビームも全反射されると考えられるわけだから、「1」を0から  $\pi/2$  まで積分したものとして考えてしまうことができる。

したがって後者は前者の1.57倍、まあ約1.6倍になると考えてよい。

角の隅にビームが入射したとき



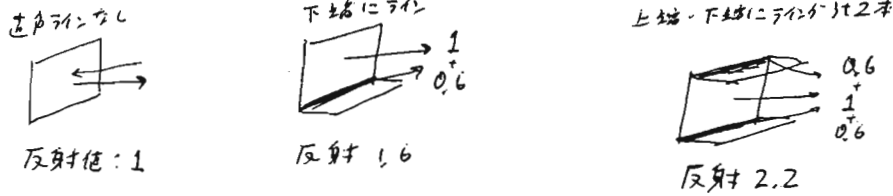
$$\int_0^{\pi/2} \cos \theta d\theta$$



$$1 : \frac{\pi}{2} (\approx 1.6)$$

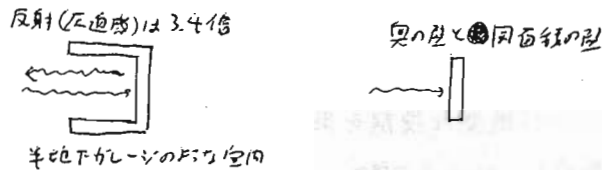
つまり言い替えば、ある壁面がその下端に直角の隅のラインをもっていると、それがない場合の反射値の0.6倍に相当する反射が、余計に加算されてしまうことになる。

そしてこの発想をもう一步進めると、下端ばかりでなく上端にも直角の隅のラインがあった場合、その0.6をもう一回足せば良いことになる。



さらに言えば、左右の両方向にも直角の隅のラインがあった場合、やはり0.6をそれぞれ加算すれば良い。

そのようにすると、例えば半地下ガレージのような、上下左右が全部直角のコンクリート壁で固められた空間の場合、奥の正面の壁はちょうど上下左右に直角の隅をもっているものとして考えることができる。すなわちその反射は、同じ面積の壁の場合に比べて  $1 + 0.6 \times 4 = 3.4$ 、つまりこの空間の奥にあると3.4倍の強い圧迫感をもっていることになり、何となく感覚的にも合点がいく。



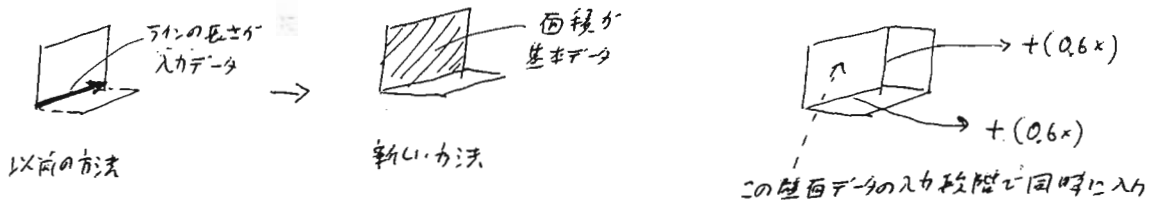
#### コーナー・リフレクターに関するデータ入力方法の変更

以上の思想に従うと、データ入力方法にも多少の変更が必要であることが理解できるだろう。具体的にはそれは次の二点である。

まず第一に、以前のガイドラインでは直角部分の反射に関しては、直角のライン部分の「長さ」に単純に比例する形で、何らかの量を加算するという考え方をとっていた。

しかし新しい方法の場合、むしろそのラインを下端にもつ面の「面積」が基本になる。つまりその面の面積（および明度）に0.6をかけたものが、下端部分から発生して反射に加算されるわけである。

そして第二は、その面が下端だけでなく上端や左右の端などにも直角の隅のラインをもっていたとき、それらが同じ手順で一緒に加算されるということである。



後者は以前のガイドラインでは、面のデータの入力が全部終わった後で「手順2」に移行して、直角のライン部分だけを単独でばらばらに入力していた。

しかし新しい方法では、「手順1」の個々の面のデータ入力の際にその都度、直角のラインの有無の情報も一緒に入力していくことになる。そして無論入力するのは下端のラインだけでなく、最大4つのラインの有無の情報である。

(ただしこの場合、ラインに関する情報はその定性的な有無に関するもののみで、当面

はラインの長さのデータは必要ない。)

そのため具体的には「手順1」で各面を入力する際に「この長方形の面の縁のラインは直角の凹みをなしていますか」という問いもその都度表示し、

- 「0・直角の凹みのラインはない」 — 1倍
- 「1・辺の一つが直角の凹みのライン」 — 1.6倍
- 「2・辺の二つが直角の凹みのライン」 — 2.2倍
- 「3・辺の三つが直角の凹みのライン」 — 2.8倍
- 「4・辺の四つが直角の凹みのライン」 — 3.4倍

をクリックしてもらうのが、一番てっとり早い。

そして計算の際には、上からそれぞれ1倍、1.6倍、2.2倍、<sup>2</sup>2.8倍、3.4倍という具合に数をかけてしまえばよい。

### 建物自体の反射計算(3) — 開口部などの処理

以前のガイドラインでは、窓などの開口部やひさしなどの張り出しがあった場合の処理について、「手順4」以下の部分で示されていた。

だがあらためて見てみると、どうもこの方法では計算がかなり面倒なので、「手順4」の部分は全体を次のような簡略化されたものに差し替えることとする。

つまりこの場合、基本的にソフトの側では凹部分、すなわち窓などの開口部だけに関してのみ、完全に対応できるようにしておき、凸部分、つまり出窓やひさしなどについては、反射にさほどの影響を与えないものとして、とりあえずは計算から除外する。

そしてひさしなどがあつた場合には、当面はユーザー側の工夫、例えばひさしの上下で壁面自体を分割して入力してもらうなどの方法で対処してもらうことにする。(実際問題、とにかくプロトタイプのソフトをまず作り上げて、それを実際に使用してある程度テストを行なわないことには、適切な計算方法それ自体がわからないのである。)

ただしスペクトル計算に関してだけは、そのような壁面の凸部分の影響も出てくると考えられるので、一応インターフェースの側はその双方に対処できるようにしておく。そういった事を総合的に考慮すると、入力作業は次のようになる。

### 凹凸部分の入力法

すなわち壁面のデータ入力(手順3まで)がひととおり終わり、とりあえず全部の壁面の入力が終わったなら次に、

「今まで入力した壁面の中に、単独で存在する窓、開口部、出窓などがあれば、マウスでなぞってすべて入力してください」

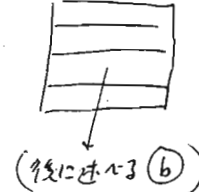
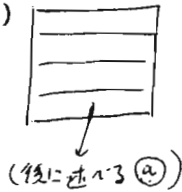
の表示を出し、それぞれを独立にばらばらに入力してもらう。そしてマウスで開口部などの形状入力一つ終わるごとに

「その部分が次のどのようなものか、ボックスをクリックして入力してください。」

出窓などの凸部分

凹部分、窓、開口部など

(周囲の壁面とのコントラスト)



のような表示が出る。

#### 凹凸部分のデータ処理

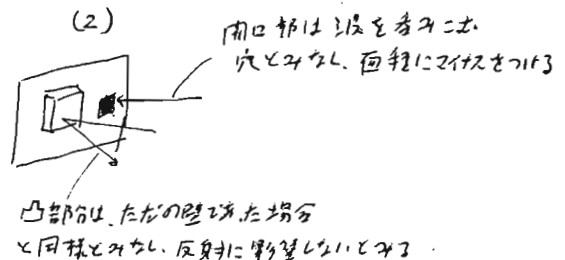
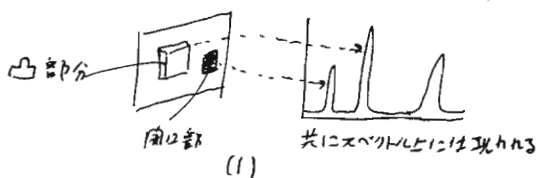
それでは次に、そうやって入力したデータの処理である。その基本思想は次のようなものである。すなわち

(1) まず第一に、そのサイズのデータは凹部、凸部ともに無条件でスペクトル分布グラフに反映されると考える。

つまりそれが窓であろうと凸部分であろうと、その影響はちょうど同面積の壁面の場合と全く同様の形でスペクトル分布グラフの中に現われる。(なおこの場合、窓などの面積が結果的に二重勘定される格好になっても差し支えない。つまり窓をもつ壁面に関しては、以前の段階で壁面全体の面積が単純な一枚の長方形として入力されているため、そこにさらに窓の面積を入力すると、その分が二重勘定されてしまうことになるのだが、スペクトル計算の場合にはそれは事実上差し支えないものと考えられる。)

(2) 次にそれらが反射そのものに及ぼす影響であるが、まず入力されたものが出窓などの凸部分であった場合、それらに関しては、スペクトルに影響するだけで、形状自体が反射に影響を与えることは<sup>ほとんど</sup>ないとして、それ以上のデータ活用は行なわない。

一方入力されたものが凹み部分や窓、開口部などであった場合、それらは基本的に波を呑みこんでしまう穴であると考え、その面積にマイナスをつける形で、壁面の反射値からそれを引く。(もともと、壁をプラス、開口部をマイナスで入力するので、入力の際にはいちいちその窓がどの壁にあったのかなどは考えず、全部ごちゃ混ぜにまとめて合計してしまえばよい。)



#### 凹凸部分のコントラストの入力

ところでこの場合、少々問題になってくるのが明度入力の問題である。つまり以前に壁面のデータを入力する際には、面積と同時に明度も入力してもらっていたが、それと

同じ要領で入力を行なう場合、その凹凸部分の「明度」そのものを入力するか、それとも「周囲の壁面とのコントラスト」を入力するかということである。

この場合、総合的に判断すると後者、すなわちコントラストを入力した方が良い。つまり例えば出窓などの凸部分は、本来なら明度の高い方が目立つが、白い壁の中に白い出窓があるとそれは全然目立たず、スペクトル分布などにも影響しにくい。この場合、本来なら目立たないはずの黒っぽい出窓の方が遥かに目立って、スペクトル分布にも強く影響する。

そこで、出窓などの凸部分に関しては、周囲との壁面のコントラストを入力してもらう格好になり、具体的には、

	周囲の壁より非常に明るい	— 70%
	周囲の壁よりやや明るい	— 40%
① →	周囲の壁と同一色	— 10%
	周囲の壁よりやや暗い	— 20%
	周囲の壁より非常に暗い	— 50%

(スペクトルへのウエイト)

の5段階のクリックで、面積にそれぞれ上から70%、40%、10%、20%、50%をかけて、スペクトル分布グラフのデータに混ぜる。(三番目に関しては、一応同一色でも10%ぐらいの影響はあると考えてこうした。また先ほど述べたように、これらは凸部分のデータなので、スペクトル分布グラフを作る時にそのデータに混ぜるだけで、反射値計算などには用いない。)

一方凹み部分や開口部に関しては、ほぼ同様の手順だが少し違えて

	周囲の壁よりやや明るい	— 10%
	周囲の壁と同一色	— 5%
② →	周囲の壁よりやや暗い	— 20%
	周囲の壁より非常に暗い	— 40%
	完全な穴ないし開口部	— 100%

(スペクトルへのウエイト)

とし、スペクトルの方には上から10%、5%、20%、40%、100%をかけて、スペクトル分布グラフのデータに混ぜる。

#### 凹部分の反射値への影響

次は<sup>凹部の</sup>反射値そのものへの影響だが、以前にも述べたとおりここは凸部分の場合と異なり、「穴」と見なして反射値計算の中からこれを引いていくことになる。(ただし周囲の壁より明るい場合には、「穴」とはみなせないの、凸部分と同様にこれを無視



する。)

そして重みの値は先ほどのスペクトル計算の場合と違い、上からそれぞれ0%、0%、-30%、-60%、-100%をかけて、他の壁面入力に混ぜて合計することになる。(最初の二つが「穴」と見なせない場合に相当するので、0%としてある。)つまり

周囲の壁よりやや明るい	→ 0%
周囲の壁と同一色	→ 0%
周囲の壁よりやや暗い	→ -30%
周囲の壁より非常に暗い	→ -60%
完全な穴ないし開口部	→ -100%

(反射のロス)

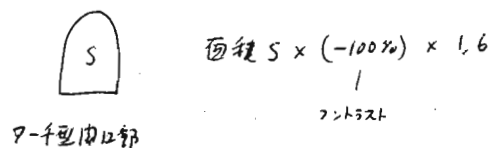
#### 上部の直角部分が除去されている場合

また窓のような開口部の場合、その上部がアーチ型かどうか(あるいは少なくとも直角部分が除去されているか否か)が重要になってくる。そこでそのような場合には、計算値に関して次のような処理を行なう。

結論を言うと、アーチ型などの窓や開口部の場合、先ほどのように面積とコントラストから求めた値に、さらに1.6をかけることで解決する。

つまり1.6という数字自体は、以前のコーナー・リフレクターの場合と同じであり、今回はこれを少々無理矢理に穴の場合にも、同様に適用してしまったわけである。(ただし窓のような開口部の場合、上部の直角部分の有無は非常に大きく感覚に影響するのに対して、なぜか下部の直角部分の有無はあまり影響しないらしく思われるため、上部の状態のみを入力してもらえばそれで良い。)

要するにアーチ型開口部の場合、面積とコントラストの積にさらに 1.6をかけて、他のものと同様に反射値に加算するわけである。



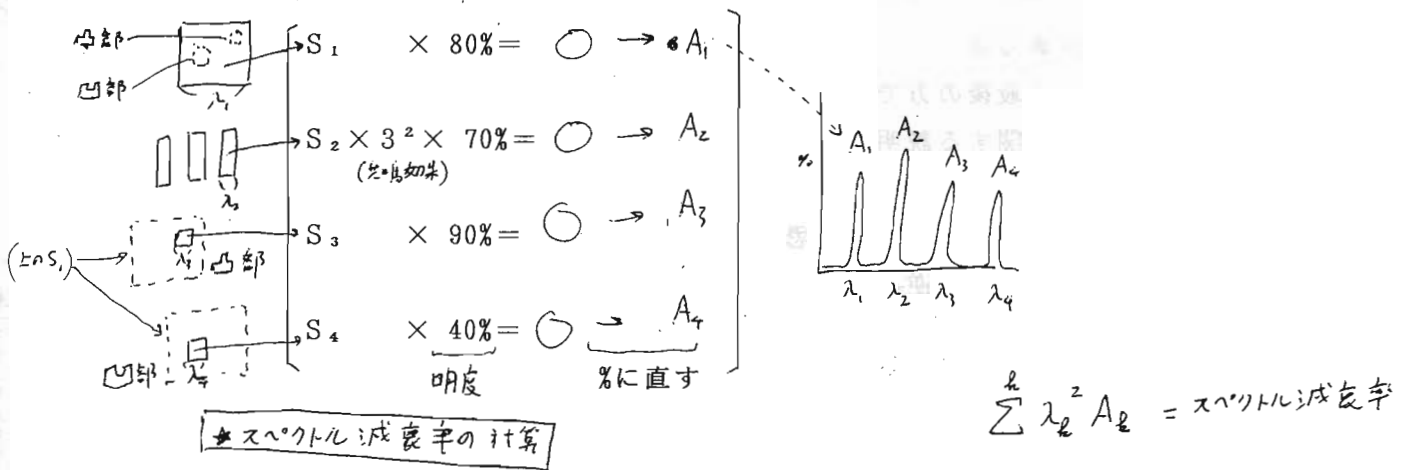
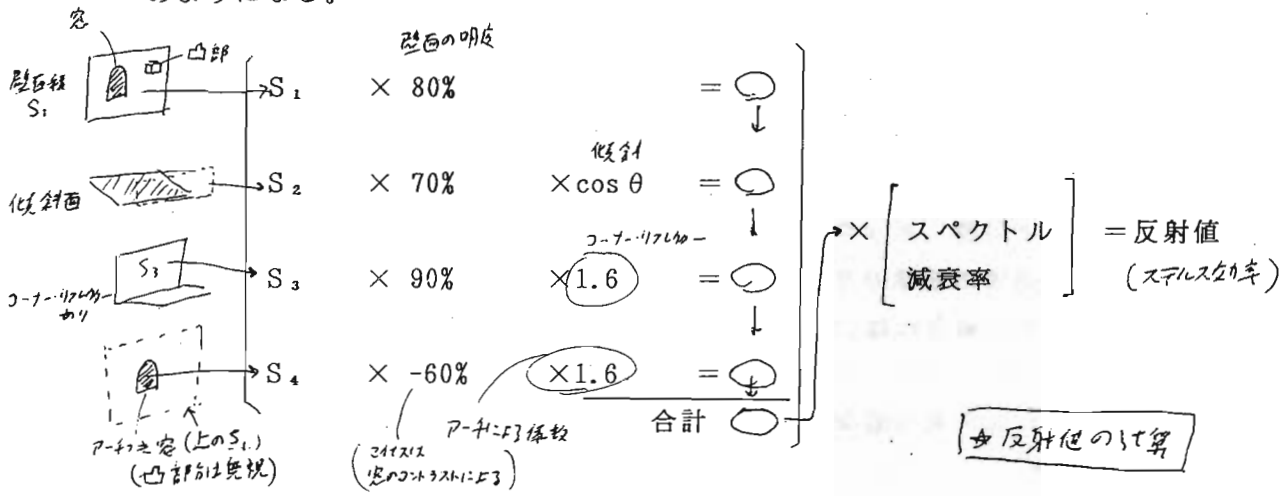
そして入力画面では、凹凸部分のデータ入力段階で、「凹部分、窓、開口部など」の部分でのコントラスト入力のクリックを終えると、それに続いて

「窓や開口部の形状は直角ですか、それともアーチなどのように上部に直角部分をもたない形状ですか」

の表示が出て、イエスなら特に何もかけず、ノーなら 1.6をかけるわけである。

### 計算の例

ではここまでの計算全体がどのようなものになるかの一例を示しておこう。それは次のようになる。



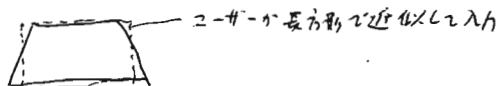
### いくつかの注意事項

#### ・面の形状入力について

「手順1」のところで、マウスで面の形状を入力する際に、輪郭の線を引いていくという方法をとっていたため、台形やもっといびつな多角形のような図形でも入力できる格好になっていた。

#### 入力方法

しかし最初の段階では、あるいはむしろ全部 ~~を~~ を長方形に統一してしまい、長方形以外の形状の場合は、ユーザー側が画面上で大まかにその形や面積に似せて長方形で入力を行ってしまうという形にした方が良くもしい。



無論、後で必要に応じて改良を行なうが、最初のプロトタイプではどうもこちらの方が

単純・簡単に優れているようである。

このようにした場合、横方向ばかりでなく縦方向のサイズ採集も容易である。そのためその気になれば、横方向のスペクトル分布グラフだけでなく、縦方向のスペクトル分布グラフも容易に描けてしまうことになる。

しかしもしそれができる場合でも、横方向のデータと縦方向のデータを混ぜることは行なうべきではなく、スペクトル分布グラフはあくまでも2枚を別々に描かねばならない。

それというのも現実問題、どうやら人間の感覚の中では（特に共鳴効果などはそうだが）、横方向の波長効果の影響の方が、縦方向のそれより強く現われてくるらしく、もし両者の効果を合計する場合には、縦と横の混合比率に関して何かウエイトをつけてやる必要があるだろう。

いずれにせよ、それは将来の話なので、現在は横方向のグラフだけでよい。

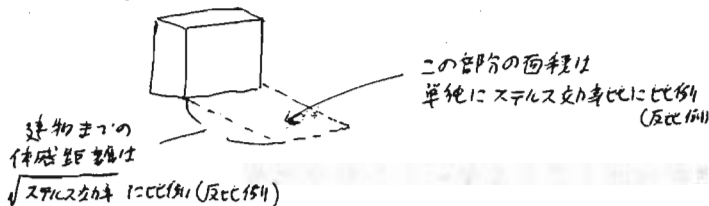
#### ・地価の換算などの計算方法

以前のガイドラインの最後の方で、地所価格を入力するといくら損をしているかがわかるというおまけ機能に関する説明があった。その計算法も簡単に説明すると、次のようになる。

これに関しては以前に何度か述べたと思うが、基本的な思想としては「波の強度が距離の2乗で減衰する」ということを逆手にとって、目標までの感覚的な距離変化を求めるということを基本に置く。

つまりもしある建造物を改良してステルス効率を良くしたことで、その反射値が1/4になったとすれば、その閉塞感は改良前の建物を2倍の距離から見た時と同じ、つまり感覚的には、2倍の大きさの建物を2倍遠くから見ているのと同じことになると思なし、その距離計算を行なう。

つまりこの場合、距離とサイズは共にステルス効率比（二つの建物の反射値の比）の平方根に反比例する。また、建物の前の敷地面積は単純にステルス効率比そのものに反比例する。（本来比例・反比例はどっちもどっちで同じか？逆になった）



そのため例えばステルス効率比が0.8:1であったとしたならば、平方根の逆数で改良後の建物は1.1倍遠くに見えることになる。

また建物の前の敷地面積は単なる逆数で1.25倍に広がる。そのためその敷地部分の地価を入力してもらい、その地価に0.25をかけた額が、ステルス性を向上させた場合に体感面積の観点から単純に得する金額である。

ただし現実の「有効面積」は体感面積と実面積の平均だと考えるべきであり、住宅の

場合には大体前者と後者を6:4ぐらいで平均するのが妥当だろう。

そのため先ほどの場合には、地価 $\times 0.25 \times 60\%$ というのが、最終的に得をする金額だということになる。

(~~地価~~が比率)  
6:4

#### 参考・以前のアーチ型の計算

ここで一応参考までに、以前アーチ型のものを求める際に用いたが、結果的に放棄されることになった計算法についても、簡単に思想を示しておこう。(といっても、今や参考になるような部分はほとんどないので、今さら目を通す必要もないのだが。)

チャートD-2がアーチ型に関する計算だが、上半分に記載されているのが開口部、下半分に記載されているものが柱の部分の反射値である。

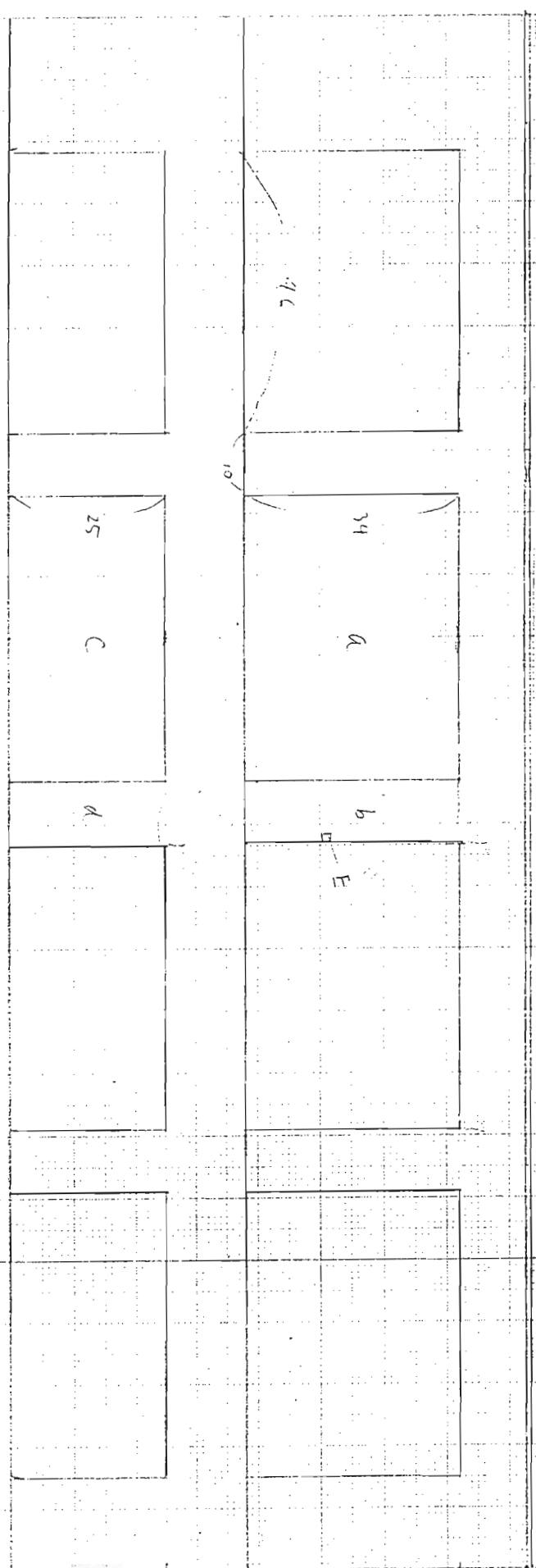
ここで係数ガンマとしてあるものが、アーチと直角に関する反射比率で、当時は少し違う値が想定されていた。また、正面から見た開口部面積を $S_1$ 、アーチの内壁面積を $S_2$ として、穴を通過する波の比率:穴の内壁で反射される波の比率を $S_1:S_2$ として、内壁からの反射を求めている。(こうしないと、開口部の上部がアーチであることの影響を数字で出しにくかったのである。)

また下半分では、いろいろな波長の波が柱に当たった時の反射が求められており、(そしてここで少しややこしい理屈を展開しているのだが)、サイズが波長より小さい場合にはそれに比例した形で干渉に似た減衰が生じると考え、これが $D/\lambda$ という量で示されている。(これが少々不自然で扱いにくいため、今回全面的にもっとクリヤーな方法に改めることになったわけである。)

上田様。ニ九五才以前の計算のコピーです。

b: 912  
d: 410

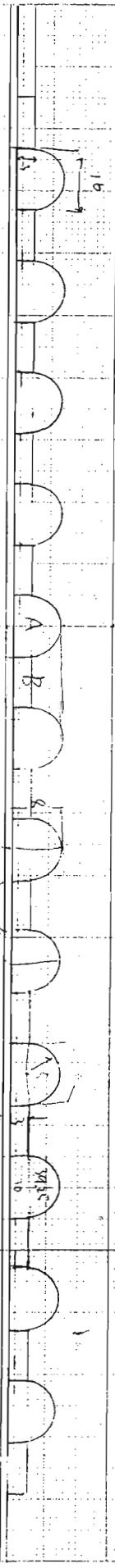
a = 1564 mm<sup>2</sup>  
 b = 340 mm<sup>2</sup>  
 c = 1150 mm<sup>2</sup>  
 d = 150 mm<sup>2</sup>  
 e = 322 x 1013



開口部面積 6256 + 4600 = 10856 mm<sup>2</sup> (48.5%)  
 S<sub>w</sub> = 11544

224 x 11  
 f = 41 x 102 L mm<sup>2</sup>  
 L = 224 mm  
 f = 9184 mm<sup>2</sup>

15) 上の各部分の面積 (mm<sup>2</sup>)



A = 69.25 ≈ 70 mm<sup>2</sup>

B = 74 mm<sup>2</sup>

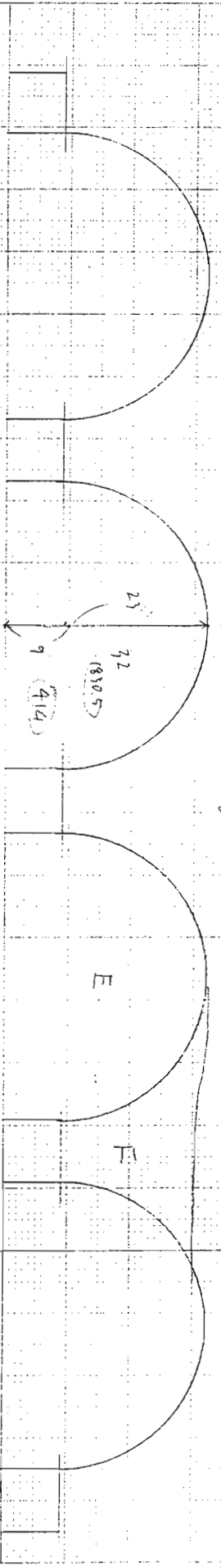
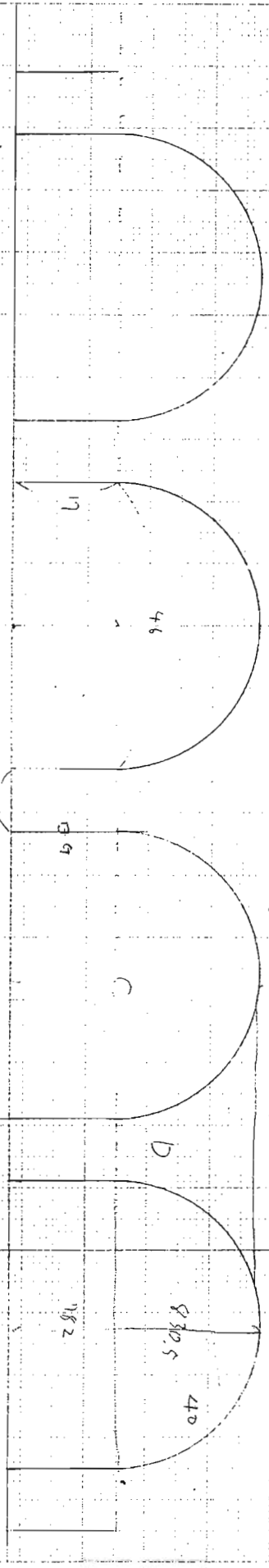
C = 16.12 mm<sup>2</sup>

D = 62.8 mm<sup>2</sup>

E = 54.9 mm<sup>2</sup>

F = 124.5 mm<sup>2</sup>

G = 3π ≈ 9.42

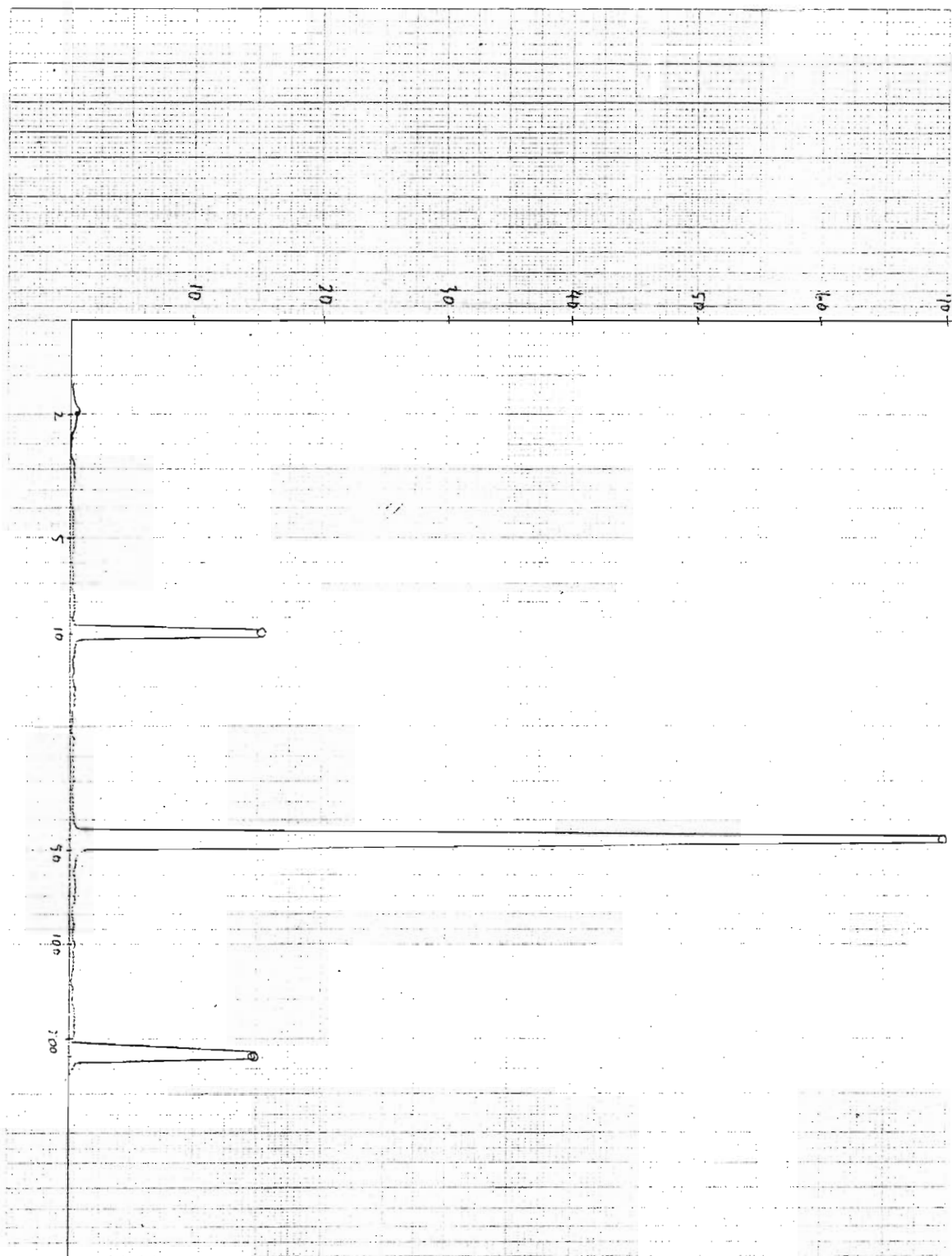


型面積 S<sub>w</sub> 10132 mm<sup>2</sup>  
 開口部面積 840 + 6498 + 4980 = 12268 mm<sup>2</sup> (54.8%)  
 全面積 22400 mm<sup>2</sup>

2H 21 × 45 L mm<sup>2</sup> L = 224 mm  
 H = 4904 mm<sup>2</sup>

B-1

MS. B5 150% x 200% 4 cycle



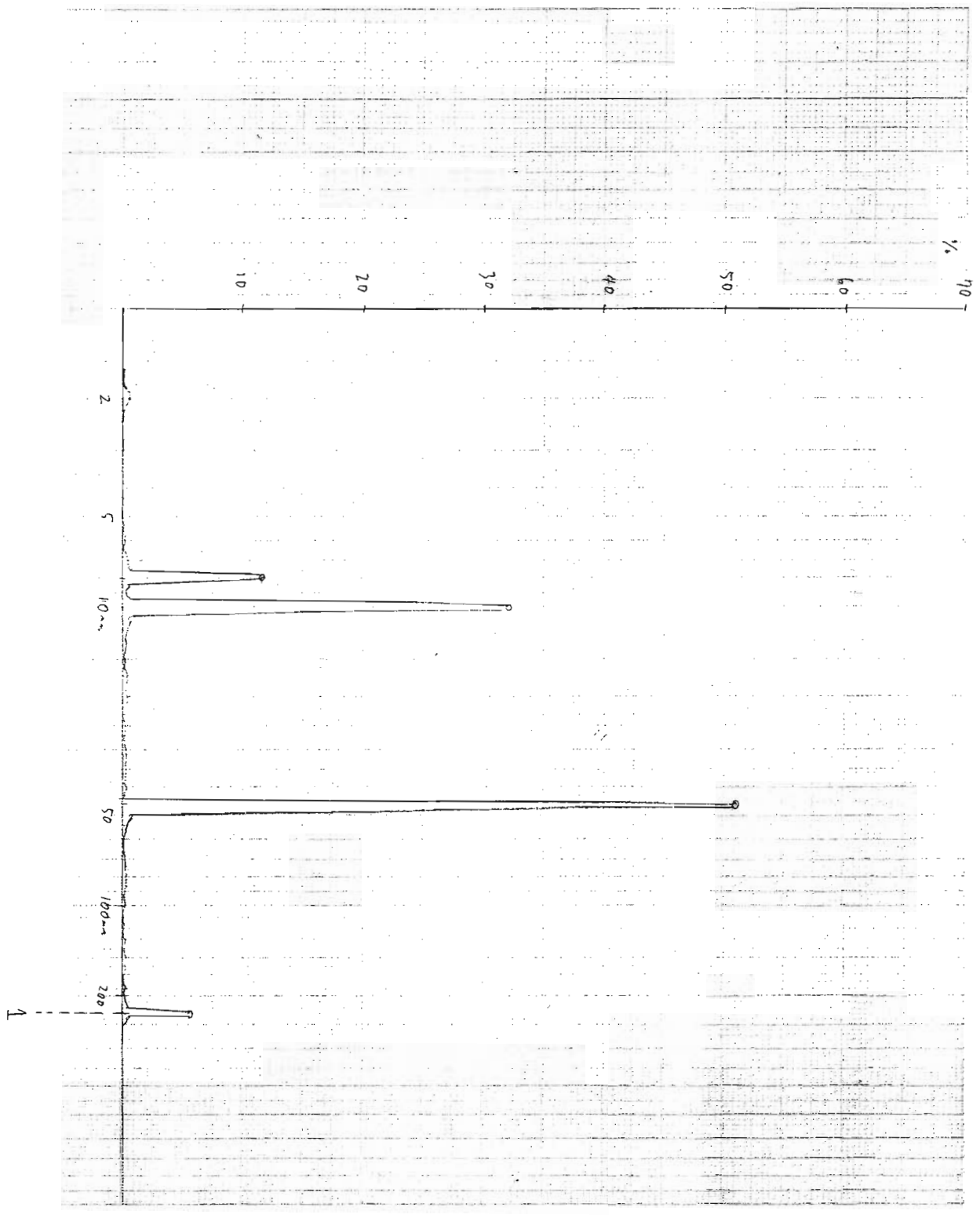
長波長域の強度分布  $A(\lambda)$

Semi Log

B-2

7-4 型の 200V 50Hz A (λ)

MS HS 150% X2000  
8-10  
ヤマト



Send Log

MS HS



	a	$\lambda$
A $\rightarrow 12^2 \times 90 = 144 \times 90 = 10080$	10080	10mm
B $\rightarrow 12^2 \times 74 = 144 \times 74 = 10656$	10656	8mm
C $\rightarrow 4^2 \times 1612 = 25792$	25792	46mm
D $\rightarrow 4^2 \times 628 = 10048$	10048	10mm
E $\rightarrow 4^2 \times 1245 = 19920$	19920	46mm
F $\rightarrow 4^2 \times 549 = 8952$	8952	10mm
G $\rightarrow 3 \times 30(48) = 90$	90	2mm
H	4904	224mm
$\lambda$	a(total) 90042	
2mm	90	0.1%
8mm	10656	11.8%
10mm	28880	32%
46mm	45712	51%
224mm	4904	5.2%

	a	$\lambda$
a $4^2 \times 1564 = 25024$	25024	46mm
b $4^2 \times 340 = 5440$	5440	10mm
c $4^2 \times 1150 = 18400$	18400	46mm
d $4^2 \times 250 = 4000$	4000	10mm
e $3 \times 30(48) = 90$	90	2mm
f	9184	224mm
total	62138	
$\lambda$		
2mm	90	0.15%
10mm	9440	15.2%
46mm	43724	70%
224mm	9184	14.6%

D-1

長方形

a 自体  $\sum S_a \times \frac{S_2}{S_1+S_2} = 2628$

$\sum S_a = 6256 \quad \frac{S_2}{S_1+S_2} = 0.42$

c 自体

$\sum S_c \times \frac{S_2}{S_1+S_2} = 3082$

$\sum S_c = 4600 \quad \frac{S_2}{S_1+S_2} = 0.67$

f

= 9184

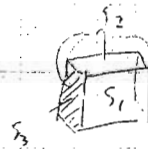
b(xa)

$\sum_{\lambda} \left( \sum S_b - \sum S_a \times \frac{S_2}{S_1+S_2} \times \frac{D}{\lambda} \times 0.6 \right) A_{\lambda}$

$D=46 \quad \sum S_b = 1360 \quad \frac{S_2}{S_1+S_2} = 0.125$

$\sum S_a \times \frac{S_2}{S_1+S_2} \times D \times 0.6 \approx 21580$

$(\lambda < 0)$	$\lambda = 10$	$A_{\lambda} = 0.15$	$1360 \times 0.15 = 204$	
$(\lambda > 0)$	$\lambda = 46$	$A_{\lambda} = 0.7$	$(1360 - 21580/46) \times 0.7 = 623$	$204 + 623 + 190 = 1017 //$
	$\lambda = 224$	$A_{\lambda} = 0.15$	$(1360 - 21580/224) \times 0.15 = 190$	



d(xc)

$\sum_{\lambda} \left( \sum S_d - \sum S_c \times \frac{S_2}{S_1+S_2} \times \frac{D}{\lambda} \times 0.6 \right) A_{\lambda}$

$D=46 \quad \sum S_d = 1000 \quad \frac{S_2}{S_1+S_2} = 0.176$

$\sum S_c \times \frac{S_2}{S_1+S_2} \times D \times 0.6 = 22340$

$\lambda = 10$	$A_{\lambda} = 0.15$	$1000 \times 0.15 = 150$	
$\lambda = 46$	$A_{\lambda} = 0.7$	$(1000 - 22340/46) \times 0.7 = 360$	$150 + 360 + 135 = 645 //$
$\lambda = 224$	$A_{\lambda} = 0.15$	$(1000 - 22340/224) \times 0.15 = 135$	

$16556 \times 0.99 =$

$16390 //$

A 自体  
( $\sigma_A$ ) 
$$\sum S_A \times \frac{S_2}{S_1+S_2} \times r = 2774 //$$

( $\sum S_A = 840$   $\frac{S_2}{S_1+S_2} = 0.68$   $r = 0.98$ )  $\times$  投資体数  $\times$  6

C 自体  
( $\sigma_C$ ) 
$$\sum S_C \times \frac{S_2}{S_1+S_2} \times r = 1238 //$$

( $\sum S_C = 6448$   $\frac{S_2}{S_1+S_2} = 0.4$   $r = 0.98$ )

E 自体  
( $\sigma_E$ ) 
$$\sum S_E \times \frac{S_2}{S_1+S_2} \times r = 1530 //$$

( $\sum S_E = 4980$   $\frac{S_2}{S_1+S_2} = 0.64$   $r = 0.98$ )

H  
( $\sigma_H$ ) 
$$= 4704 //$$

( $\sigma_B$ ) 
$$\sum (\sum S_B - \sum S_A \times \frac{S_2}{S_1+S_2} \times \frac{D}{\lambda} \times 0.6) A_\lambda$$
  $\lambda < D < \lambda \times 1.17$   
 $D > \lambda \times 1.17 \Rightarrow \sum S_B A_\lambda \approx 2.2E5$

$D=10$   $\sum S_B = 888$   $\sum S_A \times \frac{S_2}{S_1+S_2} \times D \times 0.6 = 3427$

$\lambda=10$	$A_\lambda = 0.438$	$3427 \times \frac{1}{10} \times 0.438 = 150$	$888 - (150 + 38 + 0.8) = 699 //$
$\lambda=46$	$A_\lambda = 0.51$	$3427 \times \frac{1}{46} \times 0.51 = 38$	
$\lambda=224$	$A_\lambda = 0.052$	$3427 \times \frac{1}{224} \times 0.052 = 0.8$	

( $\sigma_D$ ) 
$$\sum (\sum S_D - \sum S_C \times \frac{S_2}{S_1+S_2} \times \frac{D}{\lambda} \times 0.6) A_\lambda$$

$D=46$   $\sum S_D = 2512$   $\sum S_C \times \frac{S_2}{S_1+S_2} \times D \times 0.6 = 71200$

( $\lambda < D$ )	$\lambda=10$	$A_\lambda = 0.438$	$2512 \times 0.438 = 1100$	$1100 + 491 + 114 = 1705 //$
( $\lambda > D$ )	$\lambda=46$	$A_\lambda = 0.51$	$(2512 - 71200/46) \times 0.51 = 491$	
	$\lambda=224$	$A_\lambda = 0.052$	$(2512 - 71200/224) \times 0.052 = 114$	

( $\sigma_F$ ) 
$$\sum (\sum S_F - \sum S_E \times \frac{S_2}{S_1+S_2} \times \frac{D}{\lambda} \times 0.6) A_\lambda$$

$D=224$   $\sum S_F = 2188$   $\sum S_E \times \frac{S_2}{S_1+S_2} \times D \times 0.6 = 98000$

$\lambda=10$	$A_\lambda = 0.438$	$2188 \times 0.438 = 958$	$958 + 140 + 93 = 1191 //$
$\lambda=46$	$A_\lambda = 0.51$	$(2188 - 98000/46) \times 0.51 = 140$	
$\lambda=224$	$A_\lambda = 0.052$	$(2188 - 98000/224) \times 0.052 = 93$	

$\sigma_A + \sum \sigma_B A_\lambda + \sigma_C + \sum \sigma_D A_\lambda + \sigma_E + \sum \sigma_F A_\lambda + \sigma_H$   $11341 \times 0.98 =$

$2774 + 699 + 1238 + 1705 + 1530 + 1191 + 4704 = 11348$   $\approx 11114 //$