Igor の使い方

京都大学大学院理学研究科 光物性研究室 草場 哲 2019 年 9 月 25 日版

目次

- 0. Igor Pro の概要
- 1. Igor を立ち上げる
- 2. Wave を作る
- 3. 既存の Wave を確認する
- 4. Wave の名前を変更する
- 5. 外部ファイルを読み込む
- 6. Wave の計算
- 7. グラフを描画する
- 8. グラフのレイアウト等の調整
- 9. グラフの拡大・縮小
- 10. (グラフ) カーソル
- 11. (グラフ) ツールバー
- 12. フィッティング

0. Igor Pro の概要

Igor Pro は WaveMetrics 社のグラフ処理ソフトです。グラフの描画をはじめ、データの処理、フーリ エ変換やフィッティングの解析などを行うことができます。また、プログラミングを行ってデータを処 理することもできます。

Igor において、配列データは「**Wave (ウェーブ)**」と呼ばれます。1 次元配列~4 次元配列までの Wave を作成することができます (なお、1 要素の1 次元 Wave と 1 要素の2 次元 Wave は区別されることに注意)。

1. Igor を立ち上げる

Igor を立ち上げると、以下のようなウィンドウが立ち上がります。

| Igor Pro 6.37 | Apalysis Masro | Windows Table Miss | | -)(- | | | — ť |) × |
|---------------|------------------------|---------------------------|-----|------|---------------|-----------|-----|-----|
| Table0: | Analysis <u>M</u> acro | <u>windows Table Misc</u> | Нер | | × | | | |
| Unuse | d | | | | • | | | |
| Point | T | | | | · — | | | |
| (| | | | | ^ | | | |
| | | | | | _ | | | |
| | | | | | - 1 | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | _ | | | |
| | | | | | - 1 | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | ~ | | | |
| < | | | | | <u>ار</u> | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | コマンドウィンドウ | | _ |
| 📇 Untitled | | | | | | | ۵ ۵ | 3 |
| | | | | | | | | ~ |
| | | | | | | | | ×1 |
| Ready | | | | | _ | | _ | |

上部のメニューバーから、様々な操作を行うことができます。

File … ファイル保存、グラフの画像データ出力など

Data … データのロード、Wave の作成、データ点の追加や削除、データブラウザの表示など Analysis … フィッティング、フーリエ変換、スムーシングなど

Windows … 新しいグラフや表の作成、

各種ウィンドウ(コマンドウィンドウ、プロシージャウィンドウ)の表示など Misc … パスの作成、グラフブラウザの表示など

また、コマンドウィンドウ(Command Window)に直接コマンドを打ち込むことでも操作を行うことが できます。「Table 0」というウィンドウが中央の領域に開かれていますが、作業をしていくとこの領域に グラフや表が表示されていきます。

2. Wave を作る

まず、新しい Wave を作ってみましょう。新しい Wave を作るにはメニューバーから

Data>Make Waves...

を選びます。

| Kake Waves | ? × |
|-----------------------------------|-------------------|
| Names newwave | |
| Overwrite existing waves Dimensio | ns: 1 (vectors) ~ |
| Type: Double Float 64 bit V F | tows: 128 |
| Make/D newwave | ^ ~ |
| Do It To Cmd Line To Clip | Help Cancel |

新しい Wave の名前、Wave の次元、行数を入力して、「Do it」を押すと、コマンドが入力され、新しい Wave が作られます (新しい Wave を作ってもただちに何か新しいウィンドウが表示されるということは ありません)。すでに同じ名前の Wave があって上書きして新しい Wave を作りたいときは「Overwrite existing waves」にチェックをいれます。Type からは別のデータ型や複素数を選択することもできます。

ウィンドウ下部には現在入力している操作に対するコマンド(上図の場合は「Make/D newwave」)が 表示されています。このコマンドをコマンドウィンドウに入力して Enter キーを押しても同様の処理を 行うことができます。

| Untitled | |
|------------------------|--|
| | |
| | |
| | |
| Make/D/O/N=200 newwave | |

このコマンドの場合、「newwave」という名前の行数 200 の1 次元配列を上書き作成します。

3. 既存の Wave を確認する

メニューバーの

Data>Browse Waves...

からすでにある Wave を確認することができます。

| Browse Waves | | ? × |
|---------------------------------------|--------------------------|------------|
| In memory 🗸 | | |
| root 🗸 | Type: DPDimensions: 1 | .ocked: No |
| - | Points: 200 | |
| <mark>⊛ newwa∨e3</mark> ∰ newwa∨e4 | Scale: X: 0, 200, "" | |
| - | _D Scale: 0, 0, "" | |
| ~ | Mod: Yes 2019/07/2416:20 | |
| < > | Data Folder: root: | |
| ¥ | | |
| Symbolic Path: _none_ | File Name: | |
| Path: | | |
| | | |
| Wave Note | | |
| | | ^ |
| | | ~ |
| < | | > |
| Relocate to File Save and | Kill Path: default 🗸 | Done |
| Save a Copy Adopt | | Borio |

ただ、Wave の操作をするたびに Browse Waves…を表示するのはめんどくさいです。これよりも便利な ものとして Data Browser があります。草場はこちらをおすすめします。

Data>Data Browser

から以下のようなウィンドウを開くことができます。

| <u>ne</u> | <u>L</u> uit | Δαια | <u> ก</u> าตเรอเอ | IVICIUS | <u>vv</u> indows | INITEC | <u>. 1</u> 6 |
|-----------|---------------|----------------------|---------------------------------|-----------------|------------------|--------|--------------|
| | _ | | | | | | |
| | Data | a Brow | ser | | | × | |
| | Curren | t Data Fo | lder: | | | | |
| | root | : | | | | | |
| | • | | | | | | |
| | Displ | ay | root | | | ~ | |
| | | Waves Variablee | | e . | | | |
| | | Strings | + | Newwa | ive | | |
| | | Info | 1 | linewwa | ive2 ive3 | | |
| | \checkmark | Plot | | newwa | 1764 | | |
| | N | ew Folder | | | | | |
| | | | | | | | |
| | S | ave Copy | | | | | |
| | Br | owse Exp | t | | | | |
| | | Help | | | | | |
| | | Delete | | | | | L |
| | p, | afarancas | | | | | |
| | | ererences | • | | | | н |
| | E | xec. Cmd. | | | | | 1 |
| | | | | | | | -1 |
| | Wave | : newwav | re2 | | | | |
| | Type: Rows | FP64 Si :200 Unit | ize: 1920 byte s:None Start: | s 0 Delta: 1 | | | |
| | Note: | None | | | | | |
| | | | | | | | -1 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | - |
| | | | | | | | |

4. Wave の名前を変更する

Wave の名前は後からでも、

Data>Rename...

から変更することができます。

| Rename Objects | | | | | ? | \times |
|---|------|-----------------------|------|----------|----|----------|
| Waves 🗸 | | Current Name | Туре | New Name | | |
| root ~ | | ywave | Wave | ywave2 | | ~ |
| Image: Second | ٩ | xwa ve | Wave | xwave2 | | |
| ~ | | | | | | ~ |
| Rename ywave,ywave2; Rename xwave,xwave2; | | | | | | ^ |
| Do It To Cmd Line To | Clip | -0.7568 dY: -1.7564 | | Help | Ca | ncel |

また、Data Browser からも名前を変更することができます(Windows の場合、Wave の名前を選択して 少し待つ)。

| T | 💷 Data Browser | |
|----|----------------------------|----|
| | Current Data Folder: | |
| _ | root: | |
| _ | | |
| - | Display root ~ | |
| - | Waves | |
| - | Strings | |
| - | Info i wave1 | |
| - | Plot | |
| - | New Folder | |
| - | Save Copy | |
| | Browse Evot | |
| | | |
| | Help UnumNaNs | |
| | Delete | |
| | Preferences | |
| | Exec. Cmd | ľ |
| | | ľ |
| - | Water weara | |
| | Type: FP32 Size: 720 bytes | |
| · | Note: None | |
| .\ | | B |
| Q | | |
| 2 | | 1 |
| Ę | | e. |
| đ | | ľ |
| | | |
| | | 1 |

5. 外部ファイルを読み込む

Data>Load Waves

から対応した形式でファイルを読み込みます。NanoFinder(当研究室の発光・ラマン分光器)のデータ などはヘッダ情報があるため、General Text を選択することで、ヘッダを無視してデータを読み取るこ とができます。Windows の場合ファイルをドラッグ&ドロップするか、

6. Wave の計算

Wave は数値を代入したり、お互いに加減乗除したりすることができます。操作はコマンドウィンドウから行います。

| 数値の代入: | wave1=1 | … wavel のすべての値が1になる |
|------------|-------------------|---------------------------|
| Index の代入: | wave1=x | … wave1 の値が 0,1,2,3,…となる。 |
| 加算: | wave2=wave1+1 | |
| 加算: | wave3=wave1+wave2 | |
| 減算: | wave3=wave1-wave2 | |
| 乗算: | wave3=wave1*wave2 | |
| 除算: | wave3=wave1/wave2 | |
| 累乗: | wave2=wave1^2 | |
| 三角関数: | wave2=sin(wave1) | |
| 指数関数: | wave2=exp(wave1) | |
| 自然対数: | wave2=ln(wave1) | |
| 常用対数: | wave2=log(wave1) | |

7. グラフを描画する

Windows>New Graph...

を開きます。Y Wave(s)と X Wave を選択し、Do it を押すとグラフが作成されます。Axis からはどの軸 を用いるか指定することができます。複数のグラフを描画したり、複数の軸を使いたいときなどは More Choices を選択するとよいです。

| ြို့ New Graph | | | ? × |
|------------------------|-----------------------|-----------------------------|----------|
| Y Wave(s) | More Choices | XWave | |
| | | root | ~ |
| | From Target | ଲା <u>kwave</u> ଲୁ ywave | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| ~ | | * | ~ |
| × | | × | 7 |
| Axis: left 🗸 |]Swap Trace X & Y Axe | s Axis: bottom | × |
| Title: | | Style: _none_ | ~ |
| Display ywave vs xwave | | | $\hat{}$ |
| Do It To Cmd Line To C | lip | Help | Cancel |



また、一度グラフを描画した後で、同じグラフに別のデータを追加したいときは、

Graph>Append Traces to Graph...

を選択すると最初と同様のウィンドウが表示され、グラフを追加することができます。

8. グラフのレイアウト等の調整

描画したグラフの軸をダブルクリックすると、軸の設定を行うことができます。設定を決めておいてい つも同じフォーマットで描画するようにするとよいです。

| | Modify Axis ? × | | | | | | | |
|---|--|--|---|--|--|--|--|--|
| - | Axis: left | \checkmark | ✓ Live Update | | | | | |
| | Axis Auto/Man Ticks Ticks a | and Grids Tick Options Axis Label Label Option | is Axis Range | | | | | |
| | Mode Category Linear Log Log2 Log2 Date/Time Will change wave's units. | Axis Axis standoff Mirror Axis:Off Axis Thick: 1.00 Axis offset: 0 Draw between 0 and | Font default Bold Italic Size: Auto Outline Shadow | | | | | |
| | Free Position: | 100 % of . | Color | | | | | |
| | Distance from Margin V | Draw on Top of Traces Category gap: % | Axis: Set All to Axis Color | | | | | |
| | | Bar gap: % | Axis Label: 📕 🗸 Tick Label: 📕 🗸 | | | | | |
| | | | ~ | | | | | |
| | Do It To Cmd Line | To Clip | Help Cancel | | | | | |

各タブでは以下のようなことを設定することができます。

| Mode…リニア軸・対数軸の設定 |
|---|
| Axis…軸の太さや長さの設定、鏡軸の設定 |
| Free Position…軸の位置の設定。複数のグラフを 1 つにまとめるときなどに |
| 使用します。 |
| Font…軸ラベル等のフォント・文字の大きさの設定 |
| Color…軸の色の設定 |
| 目盛りの間隔の設定 |
| Tick Dimensions…目盛りの向きや大きさ等 |
| Grid…グリッドの設定 |
| Zero line…ゼロを示す線(原点を通る x 軸・y 軸)の設定 |
| (草場は使ったことがない) |
| |

| ・Axis Label タブ | ラベルの設定 |
|-------------------|-----------------|
| ・Label Options タブ | ラベルの ON・OFF |
| ・Axis Range タブ | 軸の向きの反転、描画範囲の設定 |

例えば、草場がよく使っている設定は以下のようになります。

| Axis > Axis standoff : off |
|--|
| Axis > Axis Thick : 1.50 |
| Axis > Font : Arial |
| Axis > Font Size : 16 |
| Axis > Free Position : Fraction of Plot Area, % of Plot Area = 0 |
| Tick Dimensions > Location : Inside |

また、グラフの線をダブルクリックすると、線の色や太さ、プロットの仕方を変更することができま す。

| Modify Trace Appearance | | ? × |
|-------------------------|----------------------|---------------------------|
| Trace | Mode | |
| WWQVe | Lines between points | Color: Color: Set as f(z) |
| Line Size: 1.00 | Grouping: None | ✓ Hide Trace |
| Style: 0 V | Error bars 🔽 Gaps | |
| | | ^ ~ |
| Do It To Cmd Line | To Clip | Help Cancel |

グラフの余白の部分をダブルクリックすると、グラフのサイズや余白のサイズを変更することができ ます。

| Modify Graph | ? × |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Margins: Left: Auto Bottom: Auto | Right: Auto Top: Auto |
| Width mode: Auto ~ | |
| Height mode: Auto ~ | |
| Units: cm 🗸 | Magnification: None |
| Swap X and Y Axes | Marker size: Auto |
| Graph font: default | Font size: Auto |
| | ^ ~ |
| Do It To Cmd Line To Clip | Help Cancel |

グラフにコメントや凡例を追加する場合は、グラフウィンドウのグラフが描画されているエリアを右 クリックして、Add Annotations...を選択します。上部の Annotation から TextBox を選択するとテキスト ボックスを、Legend を選択すると凡例を、Colorscale を選択するとカラースケール(イメージプロット 時)を作成することができます。

| Real Add Annotation | ? × | (|
|--|--|---|
| Annotation: TextBox Name: text0 Text Frame Position Symbols Tag Arrow ColorScale Main ColorScale Axis LabelsColorScale | e Ticks | |
| Edit Text | | |
| Insert: Dynamic Font Font Font Size Rel. Font Size Adj. Line Spacing: 0.00 | > | |
| Hello world! | Preview Do It To Clip To Cmd Line Help Cancel | |

9. グラフの拡大・縮小

軸設定から描画範囲を設定することができるほか、グラフ中で左クリック長押しでグラフの領域を選 択することができます。



この状態で選択している領域を右クリックし、Expandを押すと選択した領域を拡大することができます。 また、Horiz Expand は横軸のみ拡大、Vert Expand は縦軸のみ拡大を行います。Shrink、Horiz Shrink、 Vert Shrink は逆に縮小を行います。



拡大した後で、再び全体を描画する状態に戻りたい場合は、グラフエリアを右クリックして、Autoscale Axes を押すとグラフ全体が表示されるようになります。

10. (グラフ) カーソル

グラフの値を読み取ったり、後で扱うフィッティングの範囲の指定などにはグラフカーソルを使用し ます。対象となるグラフウィンドウを選択した状態で、

Graph>Show info

を押すとグラフウィンドウの下部にカーソルバーが現れます。 〇〇本 の〇またはロをクリックしてつか み、クリックしたまま移動させて、グラフの上で放すとカーソルをグラフ上に置くことができます。Wave の Index の値や、X, Y の値はカーソルバーに表示されます。キーボードの矢印ボタンでカーソル位置の 微調が可能です。



11. (グラフ) ツールバー

対象となるグラフウィンドウを選択した状態で、

Graph>Show Tools

を選択すると、グラフウィンドウの左側にツールバーが表示されます。



各ボタンから、線や多角形の描画などを行うことができます。矢印モードを選ぶと、描画した図形を選択 して移動させたり、ダブルクリックして詳細設定を行うことができます。ツールバーモードから元の状 態に戻すときは一番上のボタンを押します。



12. フィッティング

Analysis>Curve Fitting...

を選択します。

| Curve Fitting | | | | | | ? | \times |
|-----------------------------|----------------------------------|--------------|-----------------|------|---|------------|----------|
| Function and Data | Data Options | Coefficients | Output Options | | | | |
| Function | line | ~ | Y Data ywave | ~ | X Data If you have only a Y wa _calculated_ | ve, select | ~ |
| New Fit Fit Edit Fit Fit | unction unction Processors | | From Target | | | | |
| Show: Equation Comma | on Inds | | | a+bx | | | |
| Do It T | o Cmd Line | To Clip | No Error | | Help | С | ancel |

Function からフィッティング関数を選択します。

| line | 1次関数 |
|------------------------|------------|
| poly, poly_XOffset | 多項式 |
| gauss | ガウス関数 |
| lor | ローレンツ関数 |
| exp, exp_XOffset | 指数関数 |
| dblexp, dblexp_XOffset | 2 つの指数関数の和 |
| sin | 三角関数 |
| HillEquation | ヒルの式 |
| Sigmoid | シグモイド関数 |
| Power | x の実数乗 |
| LogNormal | 対数正規分布 |
| | |

リストの中に使いたいフィッティング関数が存在しない場合はユーザー定義することも可能です。Y Data からは Y 軸のデータを、X Data からは X 軸のデータを選択します。

| Curve Fitting | | | ? × |
|--|---|------------------|--------|
| Function and Data Data Options Coeffi | cients Output Options | | |
| Range Start End pcsr(A) pcsr(B) Cursors Clear | Weighting _none_ Wave Contains ③ Standard Dev. ① 1/Standard Dev. □ Show Waves from T | ata Masknone | ~ |
| Show: | a+bx | | |
| Do It To Cmd Line | No Error To Clip | Help | Cancel |

Fitting の範囲は Data Options から指定できます。あらかじめグラフを作成しておいて、カーソルで範囲の両端を選択しておけば、カーソルで指定することも可能です。

| Curve Fitting | | | | | | | ? | × |
|----------------------|-----------------|-----------|------------|-----------|--------------|----------------|---|--------|
| Function and Data Da | ata Options Coe | fficients | Output Opf | ions | | | | |
| Coefficient Wave: | _default_ | | | Graph Now | Auto |) guess 🗸 🗸 | | |
| Coef Name | Initial Guess | Hold? | Epsilon | | Constraints: | _none_ | | |
| A b Show: | | | | | a+bx | < a < < b < | | |
| Do It To C | md Line | To Clip | No Erro |)r | | Help | | Cancel |

特にユーザー定義関数の場合は、Coefficients からフィッティングパラメータの初期値を指定する必要があります。

設定を行ったうえで、Doitを押すとフィッティングが開始されます。コマンドウィンドウにフィッティング結果が表示されます。「7」と表示されるのは「±」のことです。コピペでグラフにコメントとして 書き加える場合は、フォントを Arial にすると正しく「±」で表示されます。

すでにグラフが作成されている場合は、フィッティング関数が表示されます。フィッティング関数はY Data の wave の名前の先頭に"fit_"が付いた名前をしています。同じものがすでに存在している場合は上書きされるので注意してください。

