

均平作業を支援する「均平作業用高低差マップ.xlsm」の使い方

本マクロは、緯度・経度・高さのデータが入った CSV ファイルを入力すると、圃場の高低差を平均値からの差として複数の階級に色分けしてマップ化した画像（高低差マップ **図 1**）および高低差分布のグラフ（**図 2**）を出力するものである。

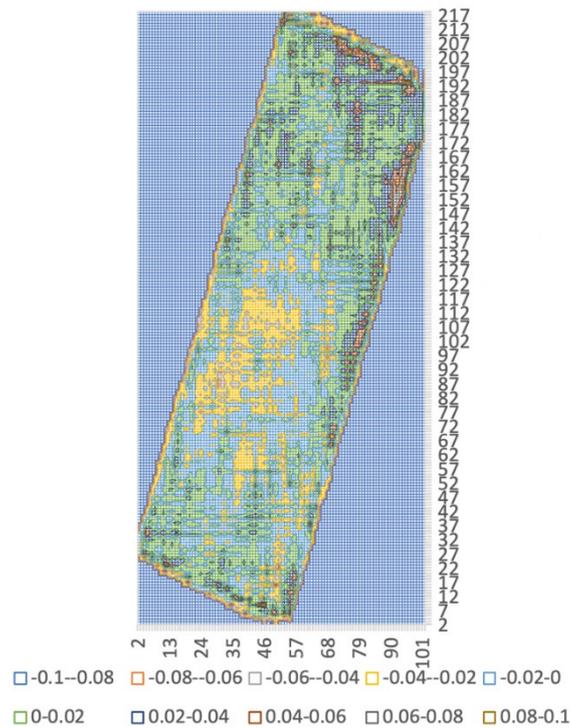


図 1 出力されるマップの例

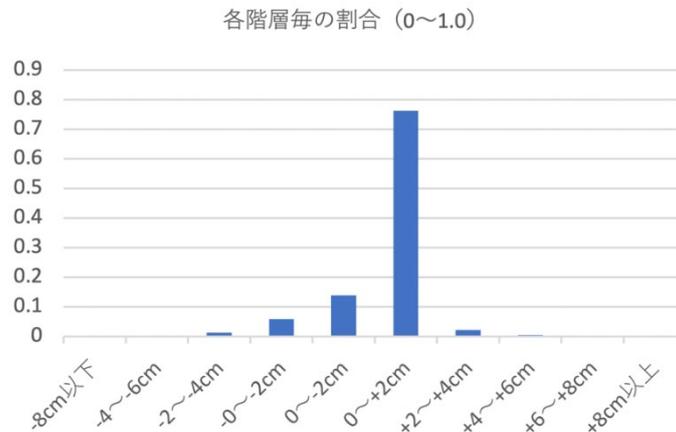
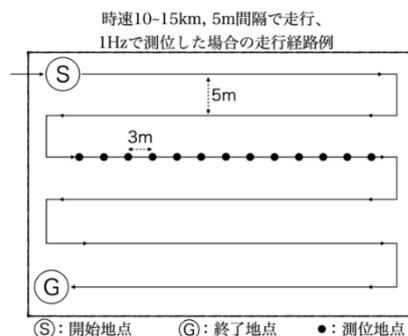


図 2 出力されるグラフの例

処理の流れ



1 データの取得

RTK GNSS 受信機を搭載したトラクタ等の車両で圃場を走行。
データの取得は PC 等の通信ソフトウェア (TeraTerm) 等を利用する



2 データの編集 (CSV ファイルの調製)

圃場の測位で得られた位置情報データを変換

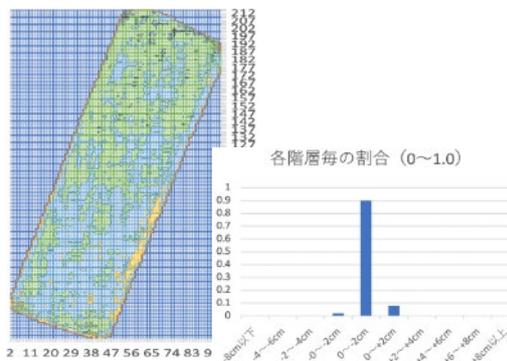
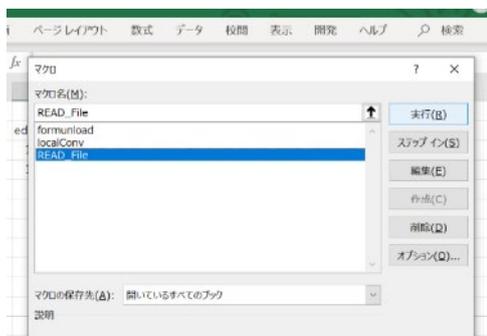
- ・緯度 ddmm.mmm...
- ・経度 dddmm.mmm...
- ・海拔高さ(アンテナ位置) メートル

GPGGA 行を抽出後、上記 3 列のみ抜き出し n 行 3 列の CSV ファイルを作成、保存する (n : 取得データ数)

	A	B	C
1	4301.2498	14127.7455	64.1812
2	4301.24958	14127.7452	64.2203
3	4301.24936	14127.7451	64.2103
4	4301.24914	14127.7449	64.2101
5	4301.24892	14127.7447	64.2047
6	4301.24869	14127.7446	64.2083
7	4301.24846	14127.7444	64.2056
8	4301.24824	14127.7442	64.2087
9	4301.24802	14127.7441	64.2097
10	4301.2478	14127.7439	64.2115
11	4301.24757	14127.7437	64.2115



3 Excel マクロの実行と結果の保存



利用に当たっての留意点

- ・ RTK 測位に使用する GNSS(注 1)受信機の設定はそれぞれの取扱説明書に従うこと。
- ・ 本マクロに必要な GNSS のデータは NMEA0183 (以下 NMEA と表記) フォーマット(注 2)の GGA というデータタイプの情報(\$GPGGA から始まる 1 行のセンテンス)である。GGA はメジャーなデータタイプであるため、初期設定のままで受信可能な場合が多い。

GGA センテンスの例: \$GPGGA, 061546, 4300.5173, N, 14124.7222, E, 1, 9, ...

- ・ **【重要】** GGA センテンスの中で、「E」の右の数字が位置特定品質 (ステータス) (注 3)を表す (図 9 G 列に相当)。この数値は RTK 測位ができていないかどうかの情報で、「4」を示しているときは、RTK 測位ができていない。「4」になっていないときは RTK で測位できておらず精度が低いデータで本マクロには利用できない。精度を保つ為には圃場での測定開始時から「4」になっていることに気をつけること。また、CSV ファイル作成時に Excel のフィルター機能またはソート機能等を利用して 4 以外の行を削除すること(注 4)。
- ・ GNSS 受信機の設定によっては GGA 以外にも数多くのセンテンスが流れてくることがある(図 17)、CSV ファイルを調整するとき A 列でフィルター機能またはソート機能等を使って \$GPGGA 以外の行を全て削除すればよい(注 4)。
- ・ エクスプローラーで拡張子が表示されないときは [表示] タブの「ファイル名拡張子」のチェックボックスにチェックを入れれば表示される(注 5)。
- ・ **【重要】** CSV ファイルは必ず A 列が「緯度」B 列が「経度」C 列が「海拔高さ」の 3 列だけとし、最後の行まで連続したデータとし空欄等作らないこと。また他の列は何も入力しないこと。エラーの原因となる (図 10)。
- ・ Excel で開発タブが見当たらない場合は、[ファイル] > [オプション] > [リボンのユーザー設定] から、「開発」にチェックを入れて [OK] をクリックする(注 6)。
- ・ マクロが途中で 1 分以上止まってしまう場合は CSV ファイルの形式がおかしいか、行数が多すぎる場合が考えられる。その場合は右上の×印をクリックして一旦 Excel を終了させる。やり直すときは CSV ファイルの形式が正しいか確認、又は CSV ファイルのデータ数を 2000~3000 行ほどになるように間引くこと。
- ・ Excel マクロの操作画面は開発中のものであり、変更されることがある。
- ・ この Excel マクロは Windows 上の Excel でのみ動作する。macOS、Linux 等の OS では動作しない。
- ・ 動作確認できている PC のスペックは以下の通りである (2020 年 12 月時点)。

OS : Windows10 Pro

CPU : Intel Core i5 (第 7 世代、1.2GHz)

メモリ : 4GB

Excel のバージョン : Office365 の最新バージョン

1 データの取得

本マクロは水田の均平に cm 単位の精度が重要であるため RTK GNSS (注 1) 測位が必須である。

RTK GNSS の補正情報の受信には、ローカル基準局として GNSS 受信機をもう一つ用意し、車両に搭載した GNSS 受信機と無線機で繋いで利用する方法や、スマートフォン等を経由してネットワーク上から受信する方法などがある(図 3)。

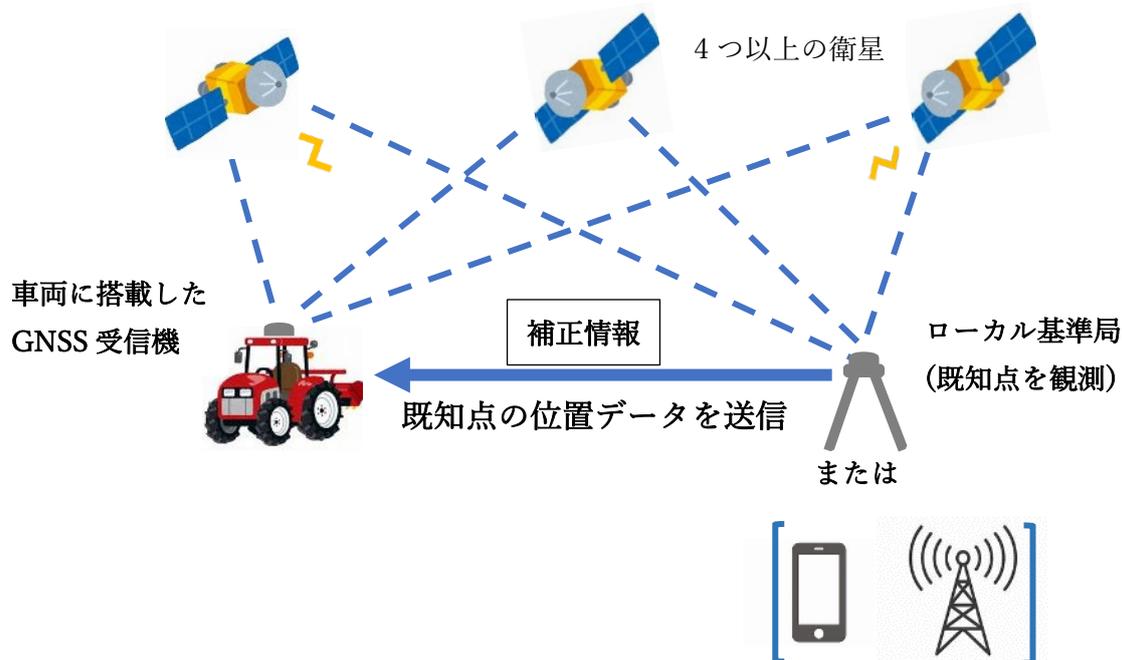


図 3 RTK GNSS 情報の取得イメージ

GNSS 受信機からのデータの取得には PC やタブレット等と通信ソフトウェアを利用する。通信ソフトウェアを利用することで、GNSS 受信機から流れてくる電気信号を文字情報として PC に保存することが可能である(図 4)。

本説明書では Windows 搭載 PC とオープンソースの通信ソフトウェア「Tera Term^{※1}」を用いた場合を例にとって説明する。

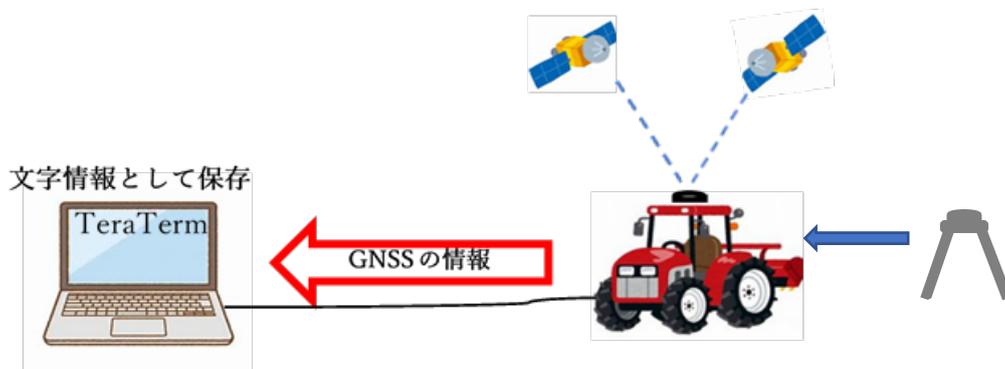


図 4 通信ソフトウェアのイメージ

Tera Term の接続は GNSS と PC やタブレットを接続後、Tera Term を起動、表示される接続ウィンドウで GNSS 受信機を接続したシリアルポート（USB ケーブル等の差込口のこと）を選択する（**図 5**）。ポート番号や通信速度は利用している GNSS 受信機の仕様書等で確認する。

流れてくる情報が文字化け（不規則で意味不明な記号や文字の連なり）しているようであれば、[設定(S)] > [シリアルポート(E)…] から「スピード(E):」の数字を変更する（**図 6**）。**図 17** の例のようなアルファベットと数字からなるセンテンス（一連の文字情報）が流れてくれば接続成功である。

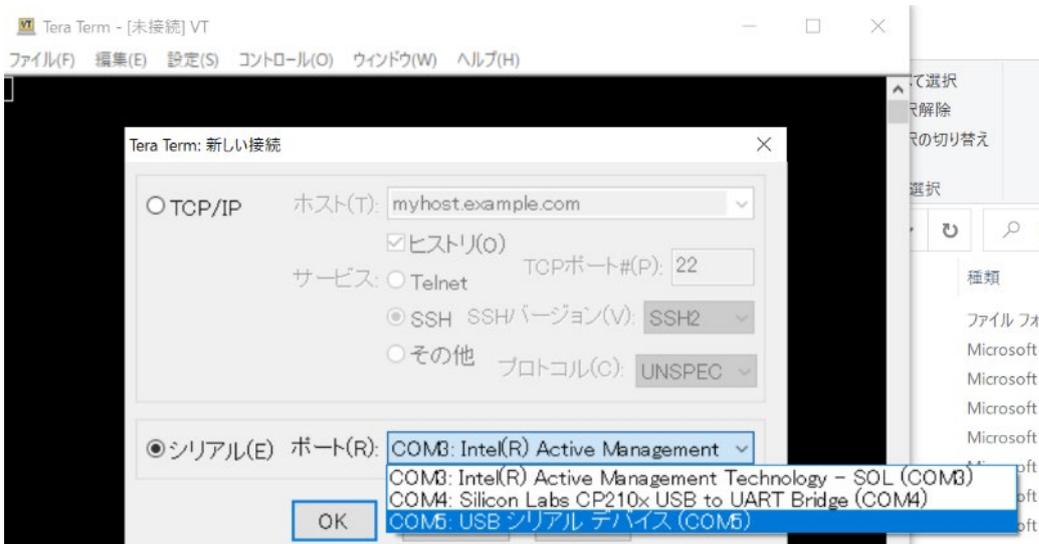


図 5 Tera Term 接続ウィンドウの例

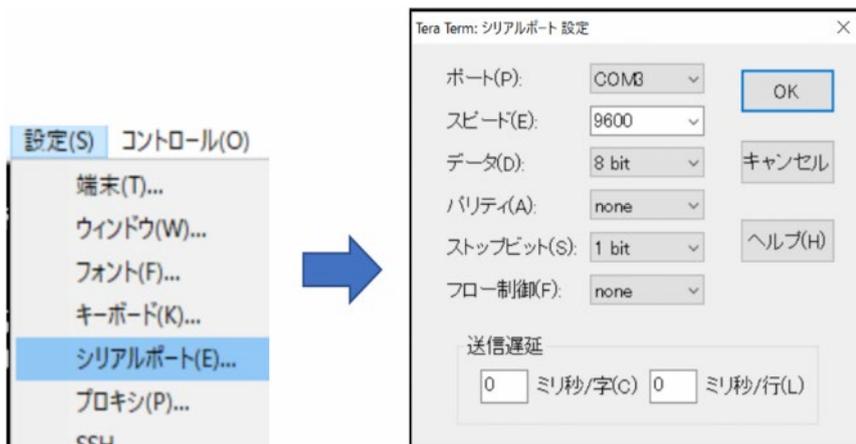


図 6 Tera Term シリアルポートの設定ウィンドウの例

接続が成功したらマップ作成に使用するデータ(ログ)の記録を実施するが、記録を開始する前に位置特定品質（ステータス）が RTK を示す「4」になっている事を確認する（注

3)。

位置特定品質(ステータス)が4になったのを確認したら log の記録を開始する。保存先はあらかじめ専用のフォルダー等を作成しておくとの便利である。

圃場内の走行を始める直前に [ファイル(F)] > [ログ(L)…] をクリックし、次に表示される画面で保存先として作成済みのフォルダー等を選択、ファイル名を決めて保存をクリックする (図 7)。「保存」をクリックするとその時点からの GNSS の情報の記録が開始される。このとき決めたファイル名は最後に作成されるマップのファイル名に反映される。圃場名や作業の前後が容易に判別可能なファイル名を付けておくとの整理等が容易になる。

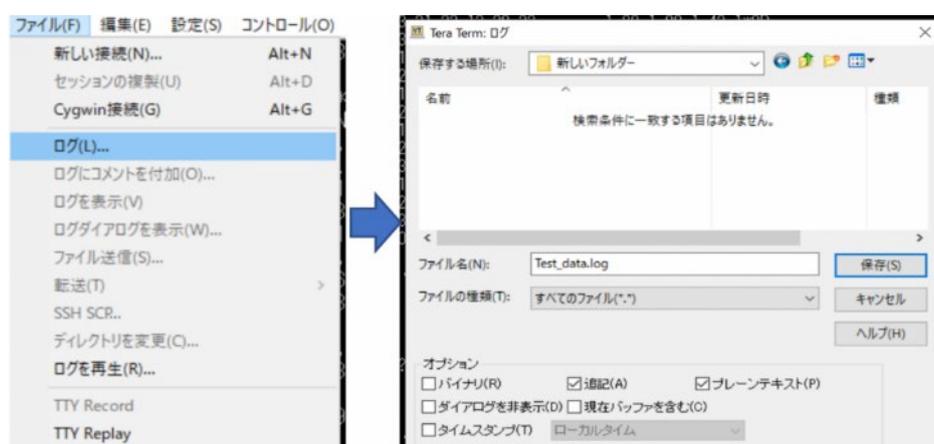


図 7 Tera Term ログの開始と保存ファイルの設定ウィンドウの例

データ収集は走行経路の間隔をおよそ 5m 間隔、車速は 10~15km/h ほどで実施することが望ましい。GNSS 受信機の測位頻度を設定可能である場合は 1Hz 程度とする(設定方法はメーカー仕様書参照)。Hz が大きいほど細かく測位可能だが、データサイズが大きくなり、後述の Excel マクロの処理に負担がかかりエラーの原因となる。総データ数は 2000~3000 程度が望ましい。

これ以降の Tera Term に流れてくるデータは、全て先ほど設定した.log ファイルに保存される。圃場内の走行が終了したら、[ファイル(F)] > [終了(X)] をクリックする (図 8)。

これで圃場での作業は終了である。ファイルがきちんと保存されているか確認する。なお、Tera Term で作成した LOG ファイルは「メモ帳」で開くことが可能である。

※ 1 Tera Term は「窓の杜」等のインターネットサイトから無料でダウンロードすることが可能



図 8 Tera Term - 終了操作

2. データの編集

続いて、先ほど保存したファイルの拡張子（ファイル名の末尾にあるドット（.）以下の部分）を「.log」から「.csv」に書き換える。

エクスプローラーで拡張子が表示されないときは [表示] タブの「ファイル名拡張子」のチェックボックスにチェックすればよい（注5）。

CSV ファイルは Excel で開くことが可能である。Excel で開いたら、GPGGA 行(機種によって表記は異なることがある)のみ抽出し（注4、図9）、「緯度」・「経度」・「海拔高さ」の3列だけ残して他の列は削除する。通常は緯度がC列、経度がE列、海拔高さがJ列になる。形を調整後の CSV ファイルの例を図10に示す。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	\$GPGGA	6154	4300.5173 N		14124.7222 E		4	9	1.22	64.9		33.1	M			*6E
2	\$GPGGA	6154	4300.5173 N		14124.7222 E		4	9	1.22	65		33.1	M			*67
3	\$GPGGA	6154	4300.5174 N		14124.7221 E		4	9	1.22	65.2		33.1	M			*6E
4	\$GPGGA	6154	4300.5175 N		14124.7221 E		4	9	1.22	65.4		33.1	M			*68
5	\$GPGGA	6155	4300.5175 N		14124.7221 E		4	10	1.22	65.5		33.1	M			*59
6	\$GPGGA	6155	4300.5176 N		14124.7221 E		4	10	1.11	65.6		33.1	M			*58
7	\$GPGGA	6155	4300.5175 N		14124.7221 E		4	10	1.11	65.6		33.1	M			*58
8	\$GPGGA	6155	4300.5176 N		14124.7221 E		4	10	1.11	65.6		33.1	M			*5A
9	\$GPGGA	6155	4300.5176 N		14124.7221 E		4	10	1.22	65.7		33.1	M			*5C
10	\$GPGGA	6155	4300.5176 N		14124.7221 E		4	10	1.11	65.8		33.1	M			*52
11	\$GPGGA	6155	4300.5177 N		14124.7221 E		4	10	1.22	65.8		33.1	M			*50
12	\$GPGGA	6155	4300.5178 N		14124.7222 E		4	10	1.11	66.1		33.1	M			*55

図9 Excel 調整前の CSV ファイルの例

	A	B	C	D	E	F
1	4300.5173	14124.7222	64.9			
2	4300.5173	14124.7222	65			
3	4300.5174	14124.7221	65.2			
4	4300.5175	14124.7221	65.4			
5	4300.5175	14124.7221	65.5			
6	4300.5176	14124.7221	65.6			
7	4300.5175	14124.7221	65.6			
8	4300.5176	14124.7221	65.6			
9	4300.5176	14124.7221	65.7			
10	4300.5176	14124.7221	65.8			

CSV ファイルは必ず A 列が「緯度」 B 列が「経度」 C 列が「海拔高さ」の3列だけとし、最後の行まで空欄等作らないこと。また他の列は何も入力しない（エラーの原因となるため）

図10 Excel 調整後の CSV ファイルの例

このとき、緯度と経度は「処理の流れ」の図にあるような 緯度 ddmm.mmm・・・、経度 dddmm.mmm・・・にすること。

dd.dddddd や、ddmss.sss などの形式から変換するときは、60 進法と 10 進法の違いに留意すること。この変換に関しては以下に示すように Excel の関数を用いた計算で変換可能である。

なお、d は度、m は分、s は秒を示す。

Excel 関数を用いた計算式

- ・ dd.dddddd（緯度）、ddd.ddddd（経度）のデータが A1 セルに入っているとき

$$=INT(A1)*100+MOD(A1,1)*60$$

- ddmss.sss (緯度)、dddmmss.ss (経度) のデータが A1 セルに入っているとき
=ROUNDDOWN(A1,-2)/100+MOD(A1,100)/60

※他のセルのデータを変換するときは「A1」の部分該当セルの名前に書き換えること。

3. Excel マクロの実行と結果の保存

次に、先ほど作成した CSV ファイルを元に、Excel マクロで高低差マップを作成する。Excel マクロファイル「均平作業用高低差マップ」を開き、マクロを有効にする。[開発] タブから [マクロ] ボタンをクリックする (図 11)。

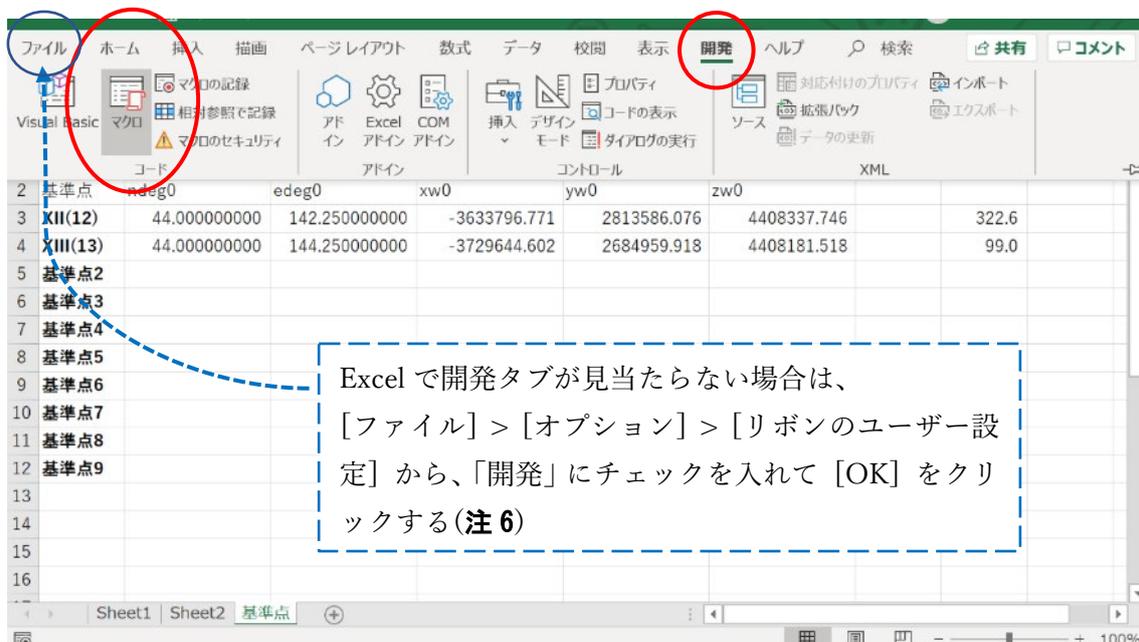


図 11 Excel マクロ マクロの開始

続いて表示されるウィンドウで [Read_File] を選択、[実行(R)] をクリックする (図 12)。

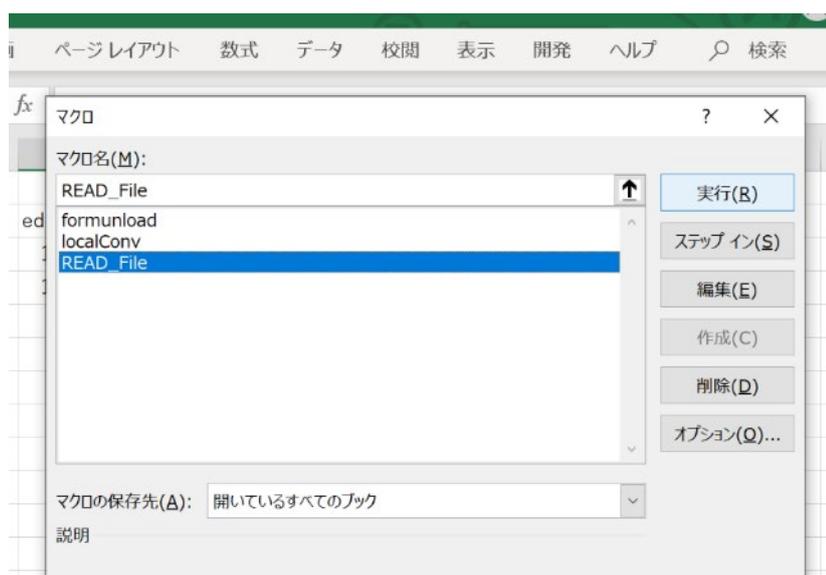


図 12 Excel マクロ マクロ選択画面

次に、緯度経度を距離に換算するための基準点を選択する（図 13）。

はじめに UserForm の[①基準点をシートから選択] をクリック

次にシート上の基準点のセルにカーソルを置く(図の場合は A3 セルを選択している)。

選択したい基準点の同じ行 (XIIであれば A3・B3・C3・・・と 3 行目のどこか) にカーソルを置けばその基準点を選択されるので A 列にはこだわらなくて良い。

北海道の主要な稲作地帯はXII(12)に該当するためXIIを選択する。

選択したい基準点にカーソルを置いたら②をクリックする。

UserForm の空欄に選択した基準点の数値が入っていることを確認したら③をクリックする。

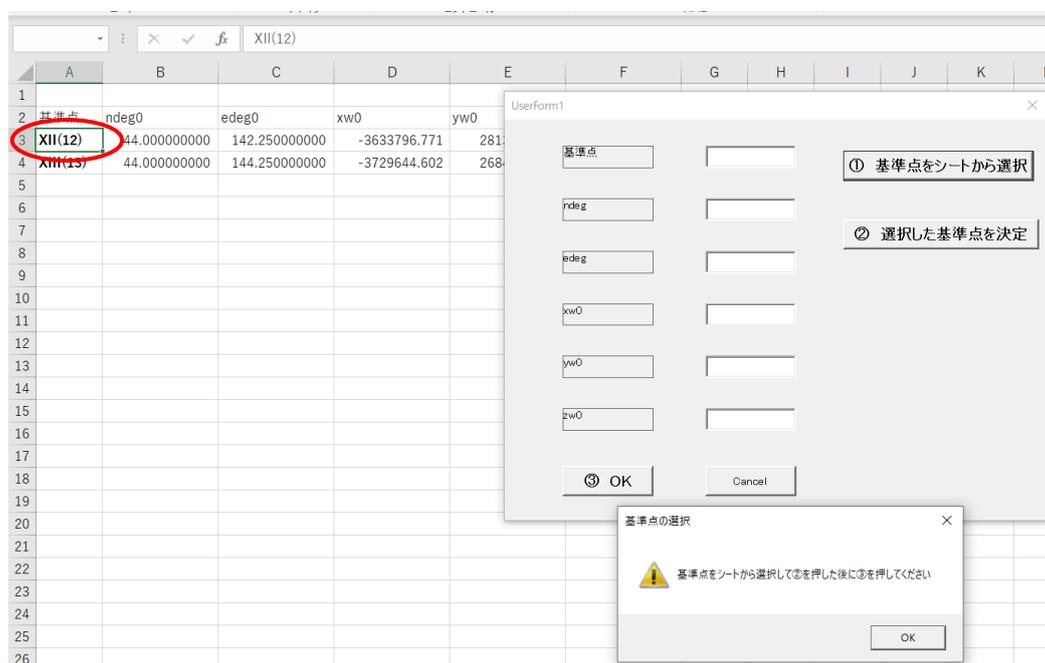


図 13 Excel マクロ - 基準点の選択

表示されるウィンドウに沿って操作を進めると、ファイル選択画面になる。ここで、先ほど作成した CSV ファイルをダブルクリックで選択する（図 14）。

データの読み込みが終了すると読み込んだデータ数が表示されるので OK をクリックする。

結果の表示まで 1~2 分かかかるが、この段階で次へ進まずいつまでも処理をしている場合は 3p の利用に当たっての留意点に記載の通り CSV ファイルの形式がおかしいか、行数が多すぎる場合が考えられる。その場合は右上の×印をクリックして一旦 Excel を終了させる。やり直すときは CSV ファイルの形式が正しいか確認、又は CSV ファイルのデータ数を 2000~3000 行ほどになるように間引くこと。

以上で操作は終了で、正常な処理がなされれば約 1 分程度の処理時間の後「次の機能はマクロなしのブックに保存しません・・・」というウィンドウが表示された場合は [はい(Y)]

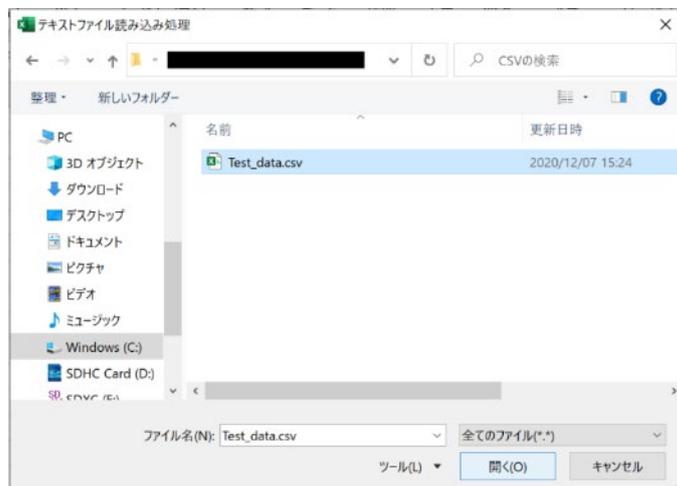


図 14 Excel マクロ CSV ファイルの読み込み画面の例

をクリックする(図 15)。

保存されたファイルに高低差マップが含まれるシートと、圃場内の高さのヒストグラムが含まれるシートが作成される(図 16)。

マクロで表示されたマップは必要に応じ拡大等すると使いやすい。

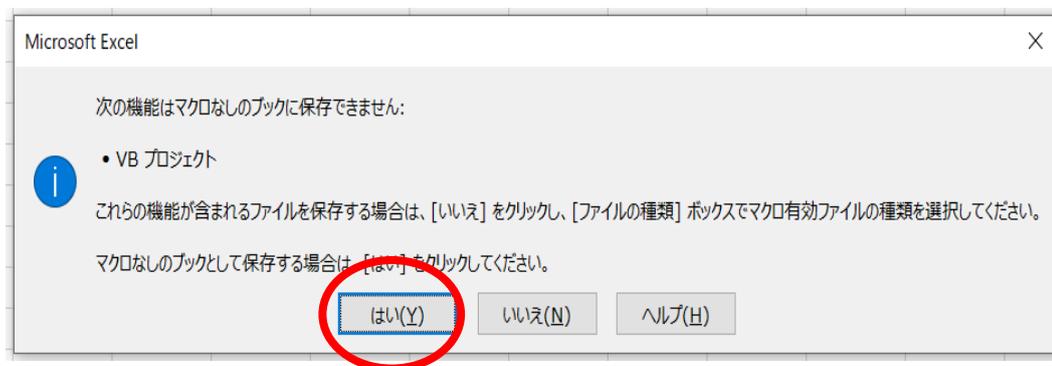


図 15 Excel マクロ 結果の保存

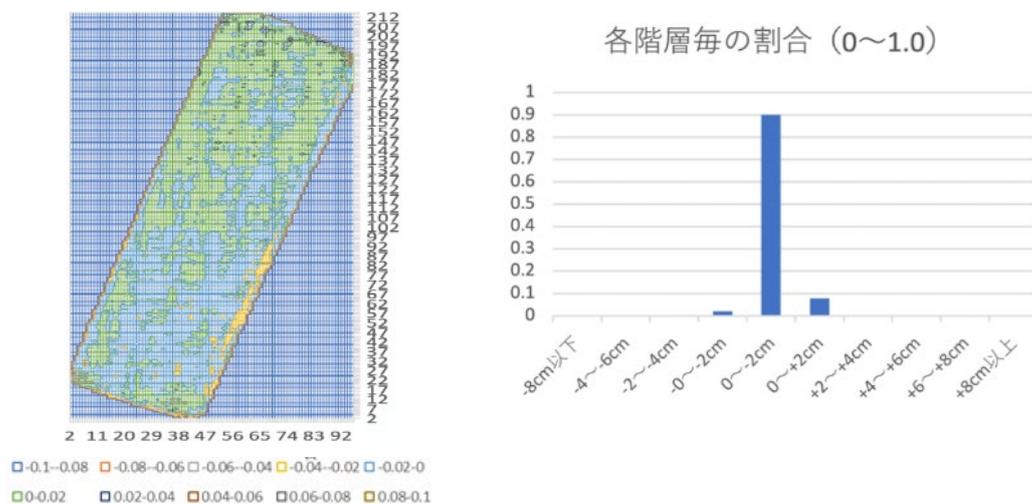


図 16 Excel マクロ 結果のグラフとヒストグラムの例

注) ヒストグラムの高低差表示は±8cm までの表示となっているため、それ以上の高低差については全て+8 cmと-8 cmに合算されて表示される。

例 +10cm と+15 cmはどちらも+8 cm以上とカウントされる。

注 1) GNSS

GNSS(Global Navigation Satellite System / 全球測位衛星システム)は、米国の GPS、日本の準天頂衛星 (QZSS)、ロシアの GLONASS、欧州連合の Galileo 等の衛星測位システムの総称。

(国土地理院 Web サイト https://www.gsi.go.jp/denshi/denshi_aboutGNSS.html より)。

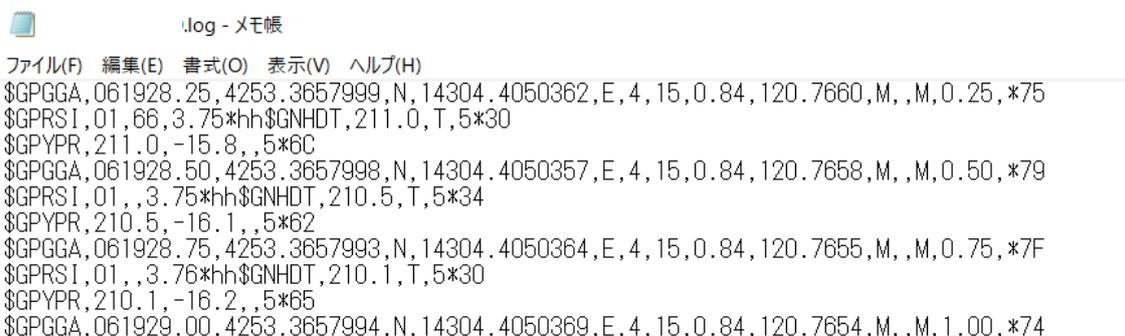
一般的には GPS という名称で知られているが、現在利用する衛星は GPS だけではないため正確に表現すると GNSS となる。

RTK とは「リアルタイムキネマティック (Real Time Kinematic)」の省略形で、「相対測位」と呼ばれる測定方法のひとつである。固定局と移動局の 2 つの受信機で 4 つ以上の衛星から信号を受信する技術で、2 つの受信機の間で情報をやりとりしてズレを補正することで、単独測位(従来の GNSS)よりも精度の高い位置情報を得ることができる。

注 2) NMEA0183

NMEA0183 (本文中では NMEA と表記) は自動操舵装置(オートパイロット)、GPS 受信機等様々な機器の電氣的データを合わせたフォーマット (仕様) のことである。米国海洋電子機器協会により規定され管理されている。

NMEA のフォーマットに準じた GNSS のデータ(メモ帳で読み込み)の例を示す(図 17)。センテンス (NMEA で表示される文字列) は機種により異なることがあるためメーカー仕様書を参照すること。図 18 にセンテンスの意味の例を示す。



```
.log - メモ帳
ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)
$GPGGA,061928.25,4253.3657999,N,14304.4050362,E,4,15,0.84,120.7660,M,,M,0.25,*75
$GPRSI,01,66,3.75*hh$GNHDT,211.0,T,5*30
$GPYPR,211.0,-15.8,,5*6C
$GPGGA,061928.50,4253.3657998,N,14304.4050357,E,4,15,0.84,120.7658,M,,M,0.50,*79
$GPRSI,01,,3.75*hh$GNHDT,210.5,T,5*34
$GPYPR,210.5,-16.1,,5*62
$GPGGA,061928.75,4253.3657993,N,14304.4050364,E,4,15,0.84,120.7655,M,,M,0.75,*7F
$GPRSI,01,,3.76*hh$GNHDT,210.1,T,5*30
$GPYPR,210.1,-16.2,,5*65
$GPGGA,061929.00,4253.3657994,N,14304.4050369,E,4,15,0.84,120.7654,M,,M,1.00,*74
```

図 17 NMEA フォーマットのデータ例

単語例	説明	意味
92403	協定世界時(UTC) 。 hhmmss.sss	UTC時刻:09:24:03
4307.328	緯度。 dddmm.mmmm (10進)	緯度:43.073280
N	北緯か南緯か。 N = 北緯、South = 南緯	北緯
14127.098	経度。 dddmm.mmmm (10進)	経度:141.270980
E	東経か西経か。 E = 東経、West = 西経	東経
1	位置特定品質。 0 = 位置特定できない、 1 = 単独測位、 4 = FIX (RTK測位)、 5 = float(推測解)等 各メーカー仕様書を参照する事	位置特定品質:SPSモード
8	使用衛星数	使用衛星数:8個
1.96	水平精度低下率	水平精度低下率:1.96
13	アンテナの海拔高さ	アンテナの海拔高さ : 13[m]
M	[m]	メートル
32	ジオイド高さ	ジオイド高さ:32[m]
M	[m]	メートル
	DGPSデータの最後の有効なRTCM通信からの時間。 空 = DGPS不使用	DGPS不使用
	差動基準地点ID	差動基準地点ID:
	チェックサム	チェックサム値:ナシ

図 18 GPGGA のセンテンスの例

例 : \$GPGGA,092403,4307.328,N,14127.098,E,1,08,01.96,0013,M,0032,M,,

注 3) 位置特定品質 (ステータス)

簡単に言うと RTK 測位が出来ているかどうかの目安。「4」だと RTK 測位ができている状態である。

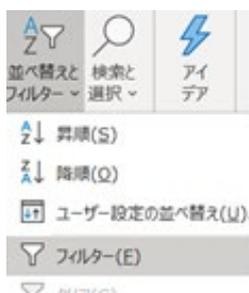
- 1 単独測位：カーナビゲーションシステムなどで採用されている最も基本的な測位方法。 位置精度は 3m 程度
- 4 FIX：RTK 測位の FIX 解が得られている状態。 位置精度は数cm程度
- 5 float：RTK 測位の FIX 解に収束している過程の推測解の状態。 位置精度は数十cm程度

注4) Excel のソート（フィルター）等の機能

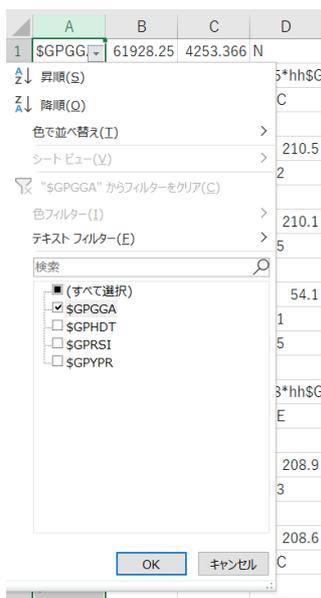
フィルター機能を利用して GPGGA を抽出する方法を説明する。

	A	B	C	D	E
	A1				\$GPGGA
1	\$GPGGA	61928.25	4253.366	N	14304.41 E
2	\$GPRSI	1	66	3.75*hh\$G	211 T
3	\$GPYPR	211	-15.8	5*6C	
4	\$GPGGA	61928.5	4253.366	N	14304.41 E
5	\$GPRSI	1	3.75*hh\$G	210.5 T	5*

① 抽出したいセルの入っている列を選択する。



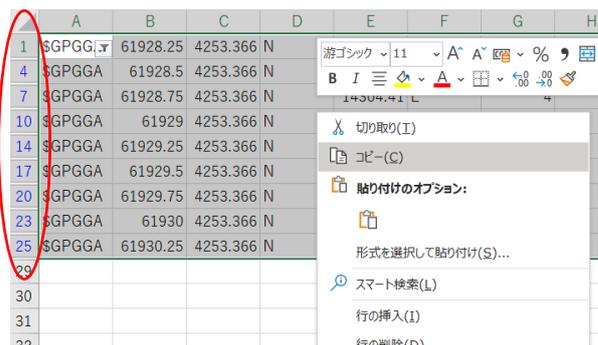
② ホーム>並べ替えとフィルター>フィルターを選択



③ A 列の 1 行目に出現する▼をクリックし、GPGGA のみチェックを残して、OK をクリックする。

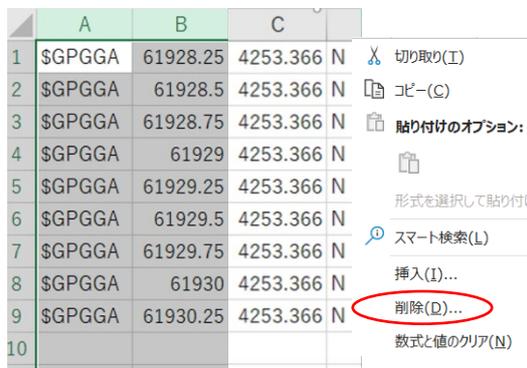
	A	B	C	D	E	F
1	\$GPGGA	61928.25	4253.366	N	14304.41	E
4	\$GPGGA	61928.5	4253.366	N	14304.41	E
7	\$GPGGA	61928.75	4253.366	N	14304.41	E
10	\$GPGGA	61929	4253.366	N	14304.41	E
14	\$GPGGA	61929.25	4253.366	N	14304.41	E
17	\$GPGGA	61929.5	4253.366	N	14304.41	E
20	\$GPGGA	61929.75	4253.366	N	14304.41	E
23	\$GPGGA	61930	4253.366	N	14304.41	E
25	\$GPGGA	61930.25	4253.366	N	14304.41	E
29						
30						

④ ソートされた結果



⑤ 行番号を見るとわかるように、他の行は表示されていない状態なので、フィルターの結果を残す為にコピーし適当なシートにペーストする。
元のシート（いろいろなデータの入った最初のシート）は削除する。シート名のタブを右クリックして削除を選択すると削除される。これで図9の状態となる。

同様の操作で位置特定品質（ステータス）が「4」の情報も選択可能である。

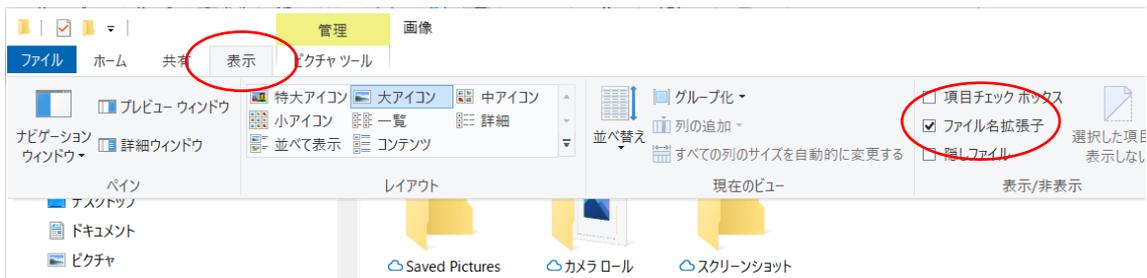


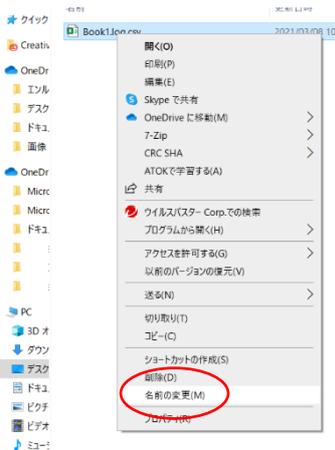
⑥ 不要な行を選択後、右クリック、削除を選択して図10のような「緯度・経度・海拔高さ」の3行を除いて削除を実施する。

注5) エクスプローラーでの拡張子の表示と書き換え

・拡張子の表示

拡張子が見えないときは表示タブのファイル名拡張子のチェックボックスにチェックを入れる。

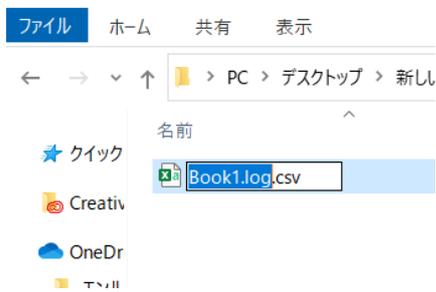




・拡張子の書き換え

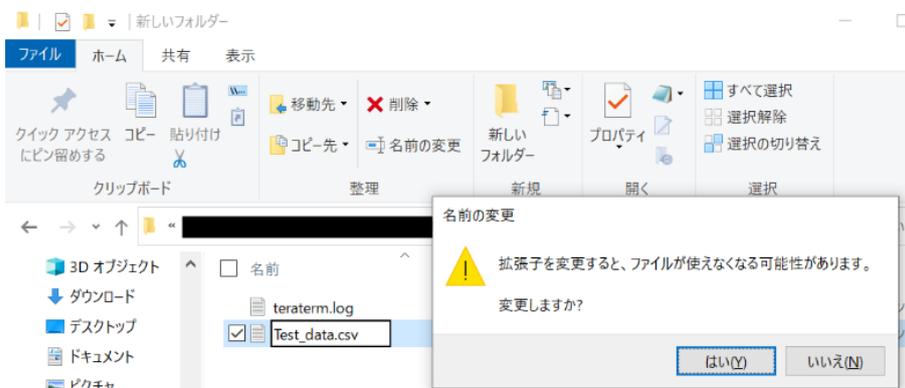
拡張子が表示されたら「log」から「csv」へ書き換える。

右クリックで「名前の変更 (M)」を選択する



左図のように反転表示されるのでカーソルを移動させて「log」を削除し「csv」と書き換える。

「拡張子を変更すると、ファイルが使えなくなる可能性があります。変更しますか?」と確認された場合は「はい」を選択する。



以上で拡張子の変更は完了する。

注6) 開発タブ

Excel で開発タブが見当たらない場合は、[ファイル] > [オプション] > [リボンのユーザー設定] から、「開発」にチェックを入れて [OK] をクリックする(図 19)

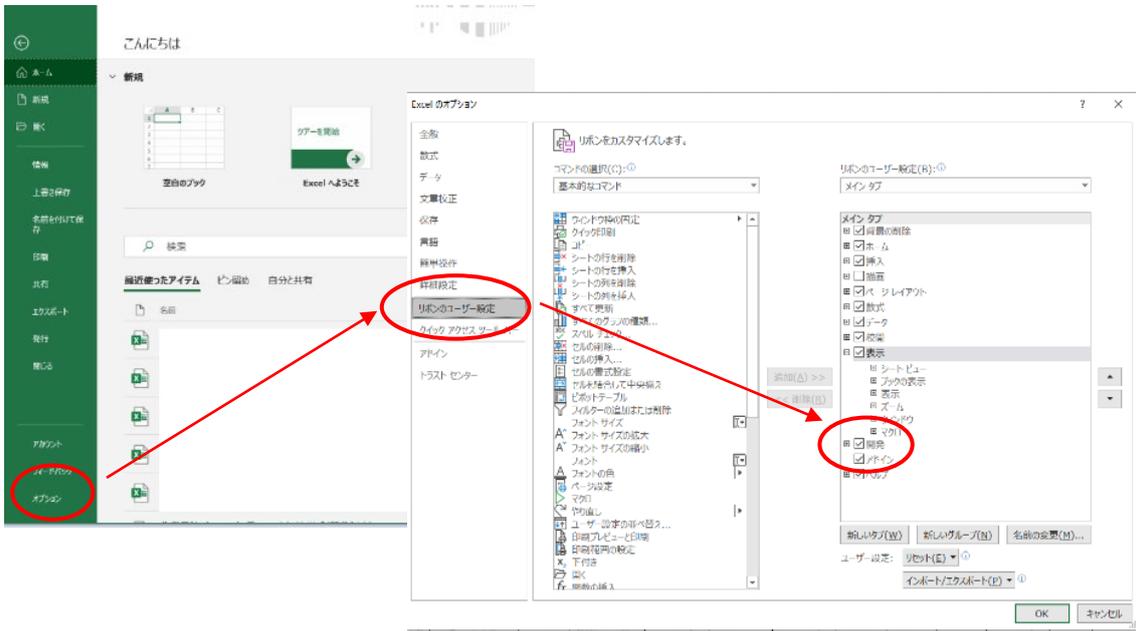


図 19 開発タブの設定

農研機構 北海道農業研究センター

本所 北海道札幌市豊平区羊ヶ丘1番地 寒地野菜水田作研究領域

芽室研究拠点 北海道河西郡芽室町新生南9-4 寒地畑作研究領域

本マクロについてのお問い合わせ

E-mail : gmap@ml.affrc.go.jp

本マクロのバグを発見した時にご連絡下さい。

Ver.1.3 : 2021/05/10 改訂