ANACONDAによるPythonプログラム 実行環境の構築と簡単な統計分析の演習

はじめに

◆ Pythonとは

オープンソースのプログラミング言語であり,少ないコードで簡単にプロ グラムが書ける,専門的なライブラリが豊富にあるなどの特徴があります.

◆ ANACONDAとは

Pythonによるプログラミングに必要な統合開発環境Spyderや、データ分析,数値解析等に必要なライブラリが含まれているプログラミング環境です.無料でダウンロードして使用することができます.

◆ 簡単な統計分析について

この教材の演習として行う統計分析では,溶接構造用熱間圧延鋼材SM400の降伏応力,引張強度と破断伸びについて,平均値や最大値などの統計値を求めますが,データはそのJIS規格値に基づいて作成した架空のものです.

はじめに

◆ この教材の目的

- (1) プログラミング言語Pythonを使用したデータの分析や、データサイエ ンスに関するプログラミングができる環境を構築するため、プログラミ ング環境ANACONDAのインストールができるようにします
- (2) ANACONDAに含まれている統合開発環境Spyderの基本的な使用方法 を身に着けるため、サンプルプログラムとサンプルデータを用いた簡単 な統計分析ができるようにします
- (3) 統計分析に関する基本的な用語を式や例を挙げて説明することにより, サンプルプログラムとデータを用いた統計分析の内容が理解できるよう にします.



- 1. ANACONDAを用いたPythonプログラム実行環境の構築
- 2. 簡単な統計分析に関する用語の説明
- 3. 統計分析に関するPythonプログラムを用いた演習

- ◆ Pythonで記述したプログラムの実行環境を構築するため, ANACONDA をインストールします
- ◆ Google等のブラウザで"ANACONDA"をキーワードに検索します



◆ ProductsメニューからIndividual Editionをクリックします



◆ Individual Editionのページに進んだら, ページの一番下までスクロー ルします



Individual Editionのページ

▶ ANACONDAをインストールするパソコンのOSの種類を選択します



※以下では、OSがWindows10 64-bit版の場合について説明します

◆ セットアップ画面が出てくるので、Nextをクリックします



◆ 同意書が表示されるので、同意するのであれば、I Agreeをクリックします

O Anaconda Individual Edition × +				Ø	\times
\leftarrow \rightarrow \circlearrowright \textcircled{a} $\textcircled{https://www.anaconda}$.com/products/individual	ir ði Jai	☆ ☆ @		
	Anaconda 2020.07 (64-bit) Setup Anaconda 2020.07 (64-bit) Setup Anaconda 2020.07 (64-bit) Setup License Agreement Please review the license terms before installing Anaconda 2020.07 (64-bit). Press Page Down to see the rest of the agreement.				*
Windows The Second Sec	End User License Agreement - Anaconda Individual Edition Copyright 2015-2020, Anaconda, Inc. All rights reserved under the 3-clause BSD License: This End User License Agreement (the "Agreement") is a legal agreement between you and Anaconda, Inc. ("Anaconda") and governs your use of Anaconda Individual Edition (which was formerly known as Anaconda Distribution). If you accept the terms of the agreement, click I Agree to continue. You must accept the agreement to install Anaconda3 2020.07 (64-bit).	ux 🐼 on 3.8 Bit (x86) Installer (550 Bit (Power8 and Powe	MB) er9) Installer (2	90	
	Anaconda, Inc. 				
This website uses cookies to ensure you get t	he best experience on our website. <u>Privacy Policy</u>			Accept	
■ 👂 ここに入力して検索	o 🗄 💽 🖬 📻 🕿 🚺 📘 o	88%	■ 🦟 <a>A 20	9:52 20/11/11	

Just Me にチェックを入れます Nextをクリックします



Anacondaをインストールしたいフォルダのパスを入力します Nextをクリックします

0	Anaconda Individual Edition × +			Ø	×
\leftarrow	→ ひ ⋒ A https://www.anaconda	com/products/individual 5출 것	存 回		
	Windows 🕊	Anaconda Josef Install Location Anaconda 2020.07 (64-bit) Setup – – × Choose Install Location Choose the folder in which to install Anaconda 3 2020.07 (64-bit). Setup will install Anaconda 3 2020.07 (64-bit) in the following folder. To install in a different folder, click Browse and select another folder. Click Next to continue. UX			
	Python 3.8 64-Bit Graphical Installer (466 MB) 32-Bit Graphical Installer (397 MB)	Destination Folder C:\Users\U	nstaller (2	90	
Th	iis website uses cookies to ensure you get t	ne best experience on our website. <u>Privacy Policy</u>	A	ccept	
	♀ ここに入力して検索	O 🛱 💽 💼 🐂 😭 🥼 📘 O 🛛 🛐 📶 ^ 🗠 📼 🖉	∉ d× A 202	9:58	-

① 環境変数とAnaconda 3の登録のオプションに関するチェックが外れていることを確認します(チェックが入っていれば外します)

② Installをクリックします



◆ インストールが終わるのを待って,終了後にNextをクリックします



Nextをクリックします



チュートリアル等に関するチェックが外れていることを確認します (チェックが入っていれば外します)

② Finishをクリックします



◆ Nextをクリックすると, インストールが完了します



Windowsボタンをクリックします Anaconda関係のアプリケーションが最近追加されていることを確認します



(1) 基本的な統計分析に関する演習で取り扱う統計量

◆ 鋼材の降伏応力(Y.S.),引張強度(T.S.),破断伸び(Elong.)に関するサンプ ルデータ(架空のデータ)を使用します.

◆ このデータから,以下の統計量と相関行列をpythonプログラムを用いて求めます ◆ 以下では統計量の意味について説明します

Pythonプログラムの記号	統計量の名称(記号の意味)
count	データの総数
mean	平均值
std	標準偏差
min	最小値
25%	第一四分位数
50%	第二四分位数(中央値)
75%	第三四分位数
max	最大値

◆ 一足先に,簡単な統計分析に関するpythonプログラムを実行して,サンプルデータ を分析した後の画面を示します.

統計量

◆ 統計量と相関行列は以下のように表示されます.

File Ealt Search Source File Delay Concoles Regets Tools Wew Refp □ ▷ ▷ □ □ □ □ ▷ □ □ ● □ ● ○ ● ○ ● □ □ □ □ ■ ■ ■ ■ □ ↓ ● ● ● ○ \Landracoles tournatDestep#77110/01 □ Delay = 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0		Y.S. (MPa)	T.S. (MPa)	Elong. (%)
	count	399.000000	399.000000	399.000000
Created on Sun Nov 1 06:52:07 2020 @uthor: 三好代文書 ************************************	mean	272.185464	469.964912	27.857143
1 appert Subjects as net 2 appert Subject	std	16.289797	29.211132	3.104890
15 tit 4 f-dercrite() 15 econ+Bit Bit U, アーク・コークのしばな あたけ NU、 文化 cへなけ 15 econ+Bit U, アーク・コークのしばな あたけ NU、 文化 con+Bit U, アーク・ロークのしばな Ait U () 15 econ+Bit U, アーク・コークのしばな Ait U () 15 econ+Bit U, アーク・コークのしばな Ait U () 15 econ+Bit U, アーク・コークのしばな Ait U () 15 econ+Bit U, アーク・ロークのしばな Ait U () 15 econ+Bit U, Ret U () 15 econ+Bit U, Ret U, Ret U, Ret U () 15 econ+Bit U, Ret U, Ret U () 15 econ+Bit U, Ret U, Ret U () 15 econ+Bit U, Ret U, Ret U, Ret U () 15 econ+Bit U, Ret U,	min	245.000000	402.000000	24.000000
11 mit projekt, society(17, 55, 0990); at (17, 55	25%	258.000000	450.000000	25.000000
27 27 27 27 27 27 27 27 27 27	50%	272.000000	472.000000	28.000000
Y.5. (PP) 1.5. (PD) 1.5. (PD) 1.5. (F) Y.5. (PP) 1.5. (PD) 1.5. (PD) 1.5. (F) 1.5. (PP) 0.53301 4.6. (55) 1.5. (PD) 0.53301 4.6. (55)	75%	288.000000	496.500000	30.000000
1 Elling, (A) = 42-323 (A) = 42	max	300.000000	510.000000	35.000000
プログラム実行画面		7	相関行列	
	Y.S. (M T.S. (M Elong.	Y.S. (MPa IPa) 1.00000 IPa) 0.93520 (%) -0.93519	a) T.S. (MPa) 00 0.935201 01 1.000000 00 -0.977241	Elong. (%) -0.935190 -0.977241 1.000000

(2) 演習で取り扱う統計量に関する説明

統計量について説明するため、一例として、以下の表に示す、架空の成人男性12人の身 長に関するデータを用います。

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
身長 (cm)	158	184	163	168	180	175	179	164	166	170	182	162

①データの総数(count): n = 12

②平均値(mean):以下の式で求められます

$$\overline{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

身長の平均値は

$$\bar{x} = \frac{158 + 184 + 163 + 168 + 80 + 175 + 179 + 164 + 166 + 170 + 182 + 162}{12} = 170.9(cm)$$

③**標準偏差(std):**データのばらつき具合を表す指標で, 大きいほどばらつきも大きく なります



身長の標準偏差は

 $\sigma = \sqrt{\frac{1}{12} \left\{ \frac{(158 - 170.9)^2 + (184 - 170.9)^2 + (163 - 170.9)^2 + (168 - 170.9)^2 + (180 - 170.9)^2 + (175 - 170.9)^2 + (162 - 170.9)^2 + (164 - 170.9)^2 + (166 - 170.9)^2 + (170 - 170.9)^2 + (182 - 170.9)^2 + (162 - 170.9)^2 \right\}}$

 $\sigma = 8.41$ cm

④最小値・最大値(min, max):文字通り, データを小さい(大きい)順に並び変えたとき, その最初もしくは最後の値です。身長に関するデータの場合には以下のように求められます。



⑤**四分位数(25%,50%,75%):**データを小さい順に並び変えたとき,4等分した 時の区切り値を表します.身長に関するデータの場合には以下のように求められます.

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
身長 (cm)	158	184	163	168	180	175	179	164	166	170	182	162



158	162	163	164	166	168	170	175	179	180	182	184
		16	3.5		16	8.5		179	9.5		
	第−	-四分	位数	第	三四	分位	数	第三	四分位	立数	
					(中央	·値)					

(3) 散布図

- ◆ 本演習では, 鋼材の**降伏応力(Y.S.)**をx軸, **引張強度(T.S.)**をy軸で散布図を作成します。
- **散布図:**縦軸、横軸に2項目の量や大きさ等を対応させ、データを点でプロットした もの

♦例題

英語と数学の試験の得点のデー タを散布図に表しています。

英語の得点に対応する数学の得 点が図にプロットされているこ とが分かります.





(4) 相関行列

- ◆ 本演習では, 鋼材の降伏応力(Y.S.), 引張強度(T.S.), 破断伸び(Elong.)に 関するデータ間の関係も, pythonプログラムを用いて調べます.
- ◆ 3つのデータ間の関係を表すのに相関行列を使用します
- ◆ 相関行列の説明の前に相関係数について説明します

①相関係数:2つのデータxとyの間の線形関係の強さを図る指標で,一1以上1以下の値をとります.1に近づくほど正の相関,一1に近づくほど負の相関があるといいます.



- ②相関行列: 複数のデータ(以下の例ではx, yとz)間の相関係数を表(マトリクス) 形式表示したもの
- XとYの相関係数=A
- YとZの相関係数=B
- ZとXの相関係数=C
- とすると,相関行列は

	X	Y	Z
X	1	А	В
Y	А	1	С
Z	В	С	1

相関行列の特徴

- ◆ 対角要素(同じ文字のところ)の相関係数は1
- ◆ 対称性をもつ(XとYの相関係数も,YとXの相関係数も同じ)

- ◆ 演習には、以下のpythonによるサンプルプログラムとサンプルデータを使用します
 ① SM400data.csv (サンプルデータ)
- ② sta_fndmtls.py (サンプルプログラム)
- ◆ ホームページからダウンロードし、以下のように、例えばデスクトップ上に作成した フォルダ「Python」に保存してください.
- ◆ このとき、プログラムを実行するためには、以下のように同じフォルダ内にサンプル プログラムとサンプルデータを保存する必要がありますので、注意してください.



引張強度

破断伸び

(1) サンプルデータを見てみよう(SM400data.csv)

- ◆ SM400data.csvファイルは, Excelで開くこと ができます.
- ◆ 降伏応力(Y.S.),引張強度(T.S.)と破断伸び(Elong.)に関する合計400個のデータが含まれています.
- ◆ いずれも溶接構造用熱間圧延鋼材SM400の降 伏応力等のJIS規格値の範囲内で値を人工的に変 動させた架空のデータです. <u>降伏応力</u>



(2) サンプルプログラムを見てみよう(sta_fndmtls.py)

- ◆ sta_fndmtls.pyは, Windowsのメモ帳などで開くことができます.
- ◆ #で始まるコードは説明(コメント)です.(Fortran 90/95の!や, C++の//と同 じです)

🧐 sta_fndmtls.py - 义モ帳 \times ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H) #__*- coding: utf-8 -*-|# pandasモジュール(csvファイルからデータフレームを作成するのに使用)を呼び出して,pdと略記してプログラム中では使用 import pandas as pd # matplotlibモジュール(Anaconda上での散布図等の作成に使用)を呼び出して,matと略記してプログラム中では使用 import matplotlib as mat #csvファイルを読み込んで, データフレーム(変数名df)を作成 df = pd.read csv('SM400data.csv') |#describe関数を使用して,データフレームを分析し,データ数,平均値,標準偏差,最大値,最小値,第1[~]3四分位数を変数statへ保存| stat = df.describe() #corr関数を使用して、データ間の相関係数を計算し、変数ccへ保存 lcc = df.corr() print(stat) 計算結果を表示するプログラム print() print(cc) 散布図を描き、表示するプログラム mat.pyplot.scatter(df['Y.S. (MPa)'].df['T.S. (MPa)']) mat.pyplot.show() stat.to csv('stat result SM400.csv') 計算結果をcsvファイルに保存するプログラム cc.to csv('cc result SM400.csv')

- (3) サンプルプログラムを動かしてみよう
- ① Windowsボタンをクリックしてアプリケーションの一覧を表示します
- ② Anaconda3 (64-bit)を探してクリックします
- ③ さらにSpyder (Anaconda3)をクリックします
- ④ spyderが起動します(起動まで少し待ちます)





◆ Spyderが起動すると、以下のような画面が開きます.

😵 Spyd	er (Python 3.8)				-	- 🗆 X
File Edit	Search Source Run Debug Consoles Pr	ojects Tools View Help				
🗅 🗁	🖪 🔓 🔳 @ 🕨 🗖 🛃 💵	• 😋 州 📽 🖙 (≡)) 🖸 🖸 🚺	ہ 🔶 🍦 ک	¥Users¥	* 🗲 🛧
C:¥Users¥	4 ¥untitled0.py			Source Console	- Object	=
🕒 untitl	ed0.py*					
1 2	# -*- coding: utf-8 -*- "				Usage	
3					Here you can get help of any object by pressing Ctrl+I in front of it, either on the Editor or the Console.	
					Help can also be shown automatically after writing a left parenthesis next to an object. You can activate this behavior in <i>Preferences > Help</i> .	
					New to Spyder? Read our <u>tutorial</u>	
					Help Variable explorer Plots Files	
				Console 1/A 🗙		∎ Ø ≡
				Python 3.8.3 (c (AMD64)] Type "copyright IPython 7.16.1	default, Jul 2 2020, 17:30:36) [MSC v.1916 t", "credits" or "license" for more informat An enhanced Interactive Python.	64 bit
				In [1]:		

① Open fileボタンをクリックします

② Open fileウインドウが開くので、サンプルプログラム(sta_fndmtls.py)を保存したフォルダへ移動(フォルダのパスを指定)し、 sta_fndmtls.pyを選択します
 ③ 「開く」ボタンをクリックします

	😵 Spyder (Python 3.8)		- 🗆 X
	File Edit Search Source Run Debug Consoles Projects Tools View Help		
1	🗅 🖕 🖺 📲 🥘 🕨 🖪 🛃 📭 🧲 州 端 🚝 🚝 💓	🕨 📄 🖸 💈 / 🎤 🍦 🧲 🄶 C.¥Users¥;	- 📥
-	C:¥Users¥ ¥ ¥untitled0.py Intitled0.py* ×	Source Console Object	
	1 # -*- coding: utf-8 -*-	Open file	×
	3	← → • ↑ 🖡 « デスクトップ > Python • ひ 🔎	⁾ Pythonの検索
		整理▼ 新しいフォルダー	:= - 🔳 ?
		 ▲ 名前 ▲ クイック アクヤス 	更新日時 種類
		■ デスクトップ 🖈 🏧 SM400data.csv	2020/11/11 11:59 Micro
		↓ ダウンロード ★ ダウンロード ★	2020/11/18 10:06 PY ファ
		الالاב+	
		ビクチャ	
		Python 🖈 🗸 <	>
		ファイル名(N): sta_fndmtls.py v Su	pported text files (*.py;*.R;*.jl; ~
		(3)	開く(O) ▼ キャンセル

◆ 以下のようにエディタ画面にサンプルプログラムが表示されます

Spyder (Python 3.8)	- D X
File Edit Search Source Run Debug Consoles Projects Tools View Help	
🗅 늘 🖺 🐂 🗮 @ 🕨 📮 📮 🐠 🧲 州 端 🚝 🐡 🔳 🖼 🔀	l 🎤 🍦 🗲 🗲 C:¥Users¥
C:¥Users¥¥Desktop¥Python¥sta_fndmtls.py	Source Editor Object 🔄 🖬 🚍
untitled2.py × sta_fndmtls.py* ×	
1 # -*- coding: utf-8 -*- 2 """	
3 Created on Wed Nov 18 11:14:07 2020 4	
5 @outhor: 7 """ 8 9 10 # pandasモジュール(csvファイルからデータフレームを作成するのに使用)を呼び出して、pdと略記してプログラム中では使用 11 import pandas as pd	Retrieving documentation
12 # matplotlibモジュール(Anaconda上での散布図等の作成に使用)を呼び出して,matと略記してプログラム中では使用 13 import matplotlib as mat 14	
15 #csvファイルを読み込んで、データフレーム(変数名df)を作成 16 df = pd.read_csv('SM400data.csv') 17 #describe開設を使用して、データフレームを分析し、データ数、平均値、標準偏差、最大値、最小値、第1~3四分位数を変数	tetat<保存 Help Variable explorer Plots Files
18 stat = df.describe() 19 #corr関数を使用して、データ間の相関係数を計算し、変数ccへ保存 20 cc = df.corr()	Console 1/A 🗶
<pre>21 print(stat) 22 print() 23 print(cc) 24 mat.pyplot.scatter(df['Y.S. (MPa)'], df['T.S. (MPa)']) 25 mat.pyplot.show()</pre>	Python 3.8.3 (default, Jul 2 2020, 17:30:36) [MSC v.1916 64 bit (AMD64)] Type "copyright", "credits" or "license" for more information.
26 27 stat.to_csv('stat_result_SM400.csv') 28 cc.to_csv('rc_result_SM400.csv')	IPython 7.16.1 An enhanced Interactive Python.
	In [1]:
エディタ画面	
	IPython console History
\$	LSP Python: ready 🗢 conda: base (Python 3.8.3) Line 6, Col 1 UTF-8 CRLF RW Mem 82%

Run Fileボタンをクリックして、サンプルプログラムを実行します 分析(プログラムの実行)結果は右下のコンソール画面に表示されます



①plotをクリックし実行結果のグラフを表示します ②画面の右上に散布図が表示されます

File Edit Search Source Run Debug Consoles Projects Tools View Help	
	実行結果の散布図 ほう
C ¥Users Desktop¥PYTHON¥1 ¥sta findmtls.py	
<pre># -*- coding: utf-8 -*- """ Created on Sun Nov 1 08:52:20 2020 @author: """ # pandastジュール(csvファイルからデータフレームを作成するのに使用)を呼び出して, pdと略記してプログラム中では使用 import pandas as pd # matplotlibEジュール(Anaconda上での散布図等の作成に使用)を呼び出して, matと略記してプログラム中では使用 import matplotlib as mat #csvファイルを読み込んで, データフレーム(変数名df)を作成 df = pd.read_csv('SM400data.csv') #describel関数を使用して, データフレームを分析し, データ数, 平均値, 標準偏差, 最大値, 最小値, 第1~3四分位数を変数 stat = df.describe() #corr間数を使用して, データ同の相関係数を計算し, 変数ccへ保存</pre>	
17 cc = df.corr() 18 print(stat)	Help Variable explorer Plots Files
<pre>print() print(cc) mat.pyplot.scatter(df['Y.S. (MPa)'], df['T.S. (MPa)']) mat.pyplot.show() stat.to_csv('stat_result_SM400.csv') cc.to_csv('cc_result_SM400.csv') 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2</pre>	<pre>Console 1/A Type "copyright", "credits" or "license" for more information. IPython 7.16.1 An enhanced Interactive Python. In [1]: runfile('C:/Users, Desktop/PYTHON/1/sta_fndmtls.py', wdir='C:/Users, /Desktop/PYTHON/1') Y.S. (MPa) T.S. (MPa) Elong. (%) count 399.000000 399.000000 25.000000 mean 272.185464 469.964912 27.857143 std 16.289797 29.21112 23.104890 min 245.000000 450.000000 25.000000 25% 258.000000 450.000000 25.000000 S6% 272.000000 472.000000 25.000000 Y.S. (MPa) T.S. (MPa) Elong. (%) Y.S. (MPa) T.S. (MPa) Elong. (%) Y.S. (MPa) T.S. (MPa) Elong. (%) Y.S. (MPa) 1.000000 0.935190 T.S. (MPa) 0.935201 1.000000 -0.977241 Elong. (%) -0.935190 -0.977241 1.000000</pre>
	uryon console insury S LSP Python: ready 6 conda: base (Python 383) Line 12, Col 18 UTF-8 <u>CRLF</u> RW Mem 71%

◆ 以下のように実行結果の散布図を表示することができます



- ◆ サンプルプログラムとサンプルデータを保存したフォルダ(この場合はデスクトップのpython)には、以下のように、分析結果が書き出された2つのファイルが自動的に作成されます
- ① stat_result_SM400.csv(平均値や標準偏差などが書き出されたcsvファイル)
- ② cc_ result_SM400.csv(相関行列が書き出されたcsvファイル)

📙 🛃 📜 = Python						—	1 >			
ファイル ホーム 共有	表示						^			
クイック アクセス コピー 貼り付け にピン留めする	★ 切り取り SUPE 1000000000000000000000000000000000000		名前の 変更	し 新しい フォルダー	レンチャンプロパティ プロパティ シアロのです。 レンチャンプロパティ	➡ すべて運 器 選択解 器 選択の ³	髪択 除 切り替え			
クリップボード 整理				新規	開く	選択				
$\leftarrow \rightarrow \checkmark \uparrow$] > Python \checkmark O										
EPSON E-Photo ▼ ⁶ 写真印刷										
	^ 名前			*	種類	サイズ	サイズ			
★ クイック アクセム SM400data csv				/11 11:59	Microsoft Excel CS		5 KB			
🔜 デスクトップ 🖈		2020/11/	/10 11:00	שע די אין ארט אין ארט אין ארט אין ארט אין ארט אין ארט אין אין ארט אין ארט אין ארט אין אין ארט אין אין אין אין א		2 4 5				
🖊 ダウンロード 🛛 🖈		2020/11/16 11.25		PT 77/170						
🗐 ドキュメント 🔹	CC_result_SIVI400.csv		2020/11/18 11:29		MICROSOTT EXCELCS.		TKB			
	■ stat_result_SM400.csv			/18 11:29	Microsoft Excel CS.		1 KB			
▶ ビジナヤ										

(4) 分析結果を見てみよう

- ◆ 基本的な統計量の分析結果(stat_result_SM400.csv)はExcelで開くことができます
- ◆ データの総数は399となっていますが, pythonでは特に処理をしない限り, データの カウントは1ではなく, 0から始まることに注意してください. つまり, データの総数 は400個です.



- ◆ 分析から得られた相関行列(cc_result_SM400.csv)はExcelで開くことができます
- ◆ 既に説明したように,相関行列は対角要素が1で対称なマトリクスです
- ◆ マトリクスの各要素は2つのデータ間の相関係数を表しています
- ◆ 相関係数は-1に近いほど負の相関が強く、1に近いほど正の相関が強いことを示しています
- ◆ 降伏応力(Y.S.)と引張強度(T.S.)の間の相関係数は0.935,降伏応力(Y.S.)と破 断伸び(Elong.)の間の相関係数は−0.935,引張強度(T.S.)と破断伸び(Elong.) の間の相関係数は−0.977であることを示しています

→例えば,降伏応力が増加すると,引張強度も増加することを意味しています.

	А	В	С	D	Е	F	
1		Y.S. (MPa)	T.S. (MPa)	Elong. (%)			
2	Y.S. (MPa)	1	0.935200609	-0.935190006			
3	T.S. (MPa)	0.935200609	1	-0.977240818			
4	Elong. (%)	-0.935190006	-0.977240818	1	相関行	〒列门	
5	L						
~							