

作者：陳 閔 駿
指導教師：倪 珮 瑛 老師

作品名稱：撐竿跳高的持竿助跑分析
撐竿跳指導：葉 健 銘 教練

壹、學習動機


「撐竿跳高」是一項動作技術難度相當高的運動項目，動作包括：持竿、助跑、插竿、起跳、弓身、擺體、捲體、伸展、轉身、倒立、推竿(過竿)及後仰等十二個動作。(葉健銘，2022)如圖 1。

我在國一時，遇見了葉健銘教練而開始學習撐竿跳高；四年後的高一下學期某次練習中，看到教練正指導著初入門的學弟基本動作，然而學弟的表情卻顯得一副茫然；那一幕極像當年懵懂的我，總在每一次的「感覺」中體會教練所指的「再如何一點、如何一點」，孰不知差之毫釐，失之千里！撐竿跳高的「技術」如同畫家在作畫時的「筆觸」般，都是很「抽象的感覺」。哪怕以詳細的文字描述，仍存在著每個人身體條件及個人理解力的不同，而需將這種抽象感累積而成。於是，當下的我便萌生撐竿跳高與科技結合的念頭，便開始上網、買書…自學程式設計。

以撐竿跳高的「持竿助跑」訂定明確的小目標，將自學程式語言 python 及利用數據分析，找出撐竿跳高動作中的助跑與成績的關聯性，促使自己真正如課題「自主學習」，在自發性的學習，觸及更多元的成長，一步步的蛻變，可以提供撐竿跳高選手有利的成果出來。

貳、作品介紹

一、資料庫的建立過程，網羅了蒐集、紀錄、分類、分析的學習

以屏東縣體育會田徑委員會撐竿跳訓練中心的選手資料為範疇(我亦其中華田徑協會)  https://www.athletics.org.tw/public/score_data.aspx 查詢葉健銘教練指導撐竿跳高選手自 108 年 1 月 1 日起至 108 年 4 月 30 日止的比賽成績(如圖 2)，一一複製到 Excel 中，並跟每一位選手取得比賽的影片，建立資料庫。

每一位選手的每一場賽事每一部影片檔案，一秒一格慢慢看、將選手助跑秒數算出來，並輸入資料集中，如同讓數字說話般，發現有三位選手的成績起伏相較其他選手比穩定，將此結論與教練報告，並得到確定是以林志成、江育安、吳育傑這三位選手為研究對象。

二、利用 python 之四種套件，分析撐竿跳高的助跑是否會影響成績 (如圖 3)

(一) 套件一：pandas (資料整理之相關作業)

先將收集好的資料庫 Excel 換成 csv 以便操作(如圖 4)，利用函式將資料整理成我需要的欄列，藉由程式語言的輸入，將所有數值轉換成浮點數(float) (如圖 6)。過程中，出現了錯誤，成績後

面則出現了字母「M」，這些錯誤依然透過網路不停的搜尋，找到是程式語法中何處寫錯？然後才能除錯、直到順利解決。

(二) 套件二：`numpy` (數據陣列化呈現)

將整理好的資料(DataFrame)，轉變成二維陣列(array)，就如同一大串的文字需要有章、節、段落、標題，乃至字裡行間也要有標點符號般，如此才能讓人看得懂，甚至對對比、做回歸。(如圖 5)

(三) 套件三：`scikit-learn` (以數據回歸找出關聯性)(圖 4)

下載 `scikit-learn` 的套件，過程中遇到主機系統的問題而無法繼續下載，幸而曾在屏東的資訊公司見習，所以排除系統維護的難度，便透過官網信箱求助、翻書…，最後重灌 python3！建立回歸模型、訓練出成績的模型(如圖 7)，再用速度預測，將得到的回歸係數 R^2 數記錄下來、這些都是有關聯性的數據回歸(如圖 8~10)。

(四) 套件四：`matplotlib` (資料視覺化)(圖 5)

將回歸後的資料使用視覺化的圖示更一目瞭然。如：設定 X 軸為成績、Y 軸為速度，便產生撐竿跳高與速度間迴歸係數值(如圖 11~14 螢幕中程式碼截圖所示)。



叁、歷程心得與反思

一、方向錯誤的停損與修正

在製作前面兩位選手的程式時，輸入的數據是「助跑的秒數」做為專題方向去進行演算，但視覺化呈現堪稱慘不忍睹，所以向老師請教數理觀念、並與教練討論，這幾個月從老師與教練身上體悟到「先知錯才知改」。

換言之，先確定好「這樣是對的」才下去實作，這樣才降低方向錯誤再重做的機率。

二、文字表達攸關對錯

我的製作過程是「持竿助跑」但卻將標題口語化的省略「持竿」二字；技術可分解成持竿、助跑為訓練，但賽程中，助跑是必須持竿，所幸及時發現此錯誤，否則從零到有的印證與結論將變得不專業。

持竿助跑過程，影響成績最大的是最後 10 公尺，因為這 10 公尺充滿了太多的技術與變數，應更具體的以步數為計算持竿助跑的起點，這個錯誤也呼應了前開所指「方向錯了」，就從頭再看一遍影片，才不枉資料庫蒐集的數據及影片。

三、應先更擬定「流程步驟」，有白紙黑紙的時程表，才能更理性的不延宕時間、控制期程、完成進度，尤其是逐一訪問蒐集影片以及觀看影片的過程皆不能省略。倘若沒有全部選手的每一項欄位資料，又如何能篩選出成績起伏穩定的三位成為本專題的對象呢？

可想而知，撐竿跳竿選手的資料庫會越來越多，正因如此，前置工作的資料庫更要耐煩的、詳細的建立。唯有資料庫內容足夠詳盡，才能做更多的分析與專題。

四、撐竿跳高成績與後 10 公尺的速度是「負相關」的關連性。速度越快，成績提升就比較盟顯，但未考慮到的因數還很多，如：插竿的角度，持竿助跑的衝力、捲體的……等，都會影響到成績。文末，必須強調「暖身」一事，這是很多研究者常忽略的環節，必須先考慮選手是否熱身完全？因為有足夠的暖身對於速度或及結果都是相當重要的。

五、由於這次專題是完全自學加上沒經驗，所以只做了撐竿跳高中的前面兩個動作，未來可以再繼續研究下個動作並與之結合。

圖示

A line drawing illustrating the sequence of a pole vault. It shows an athlete running, planting the pole, swinging over the bar, and finally landing on the mat.

圖 1 撐竿跳高流程圖

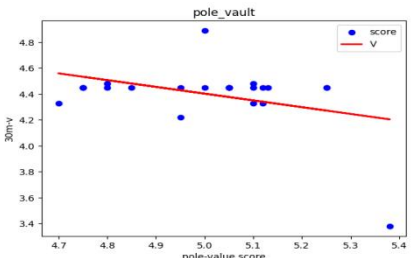
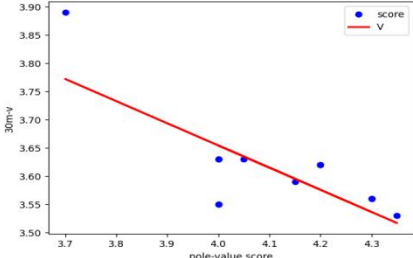
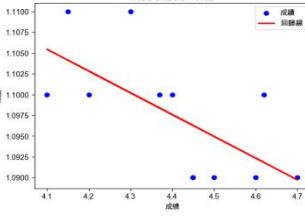
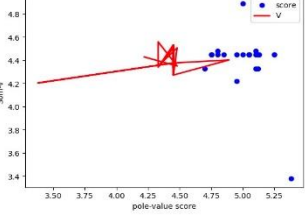
A screenshot of the Chinese Taipei Athletics Association website. The header shows the organization's name in Chinese and English. The main content area displays a search form for athlete performance data, including fields for name, date, and event.

圖 2 中華田徑成績查詢收集資料

```
import pandas as pd
import numpy as np
import sklearn.preprocessing
import matplotlib.pyplot as plt
```

圖 3 需要用到的四個套件

姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名	成績	速度	姓名
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

	<div>截距: 5.2242711287578 回歸係數: [-0.39251276] R²分數: 0.5735194922659457</div>		
圖 9 回歸後用畫成圖片	圖 10 迴歸係數、契合度第二位選手	圖 11 回歸後用畫成圖片	
<div>截距: [1.21294874] 回歸係數 [[-0.02621849]] R²: 0.43627563025209504</div>			$\hat{y}(w, x) = w_0 + w_1x_1 + \dots + w_px_p$
圖 12 迴歸係數契合度第三位選手	圖 13 回歸後用畫成圖片	圖 14 失敗	15 回歸公式

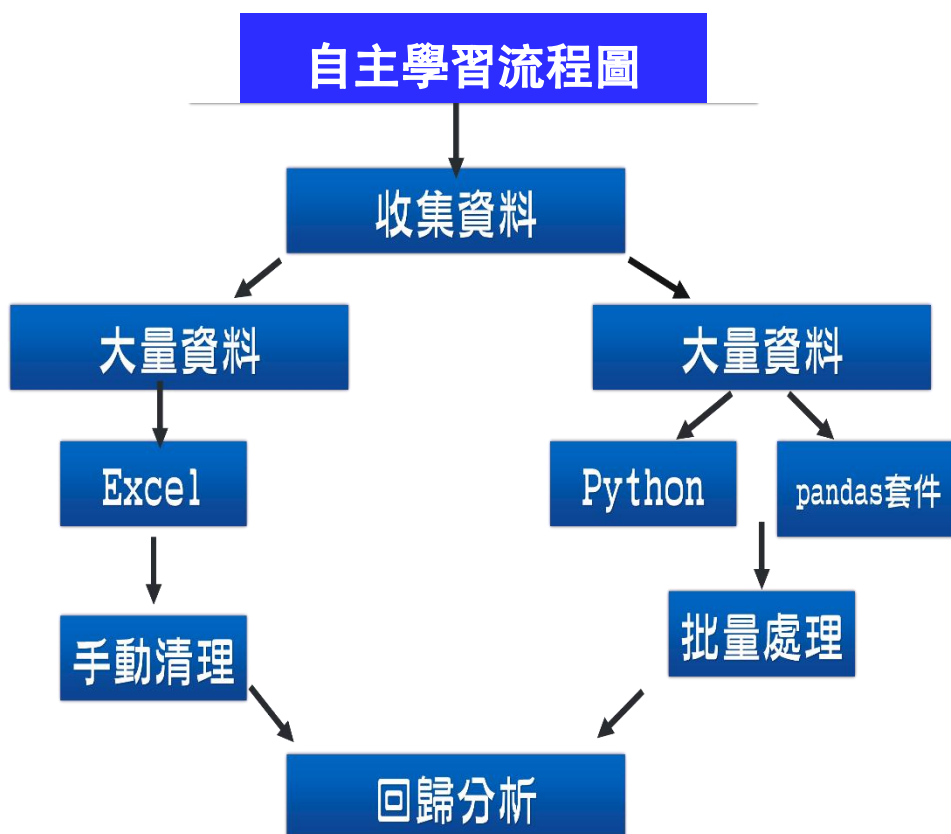


圖 16-自主學習流程圖

肆、 參考資料

葉健銘(2022) 撐竿跳高技術分析之撐竿跳高介紹 檢 [ttps://reurl.cc/XG3DjM](https://reurl.cc/XG3DjM) (2024.03.01)

徐聖訓(2019)。行指令學 Python 一用 Pada 掌握數析。新北市。全華圖書股份有限公司

作者施威銘研究室(2020)。跨領域學 Python：資料科學基礎養成。台北市。旗標科技股份有限公司。

王拓(2020)。 Python 商業數據分析之可視化繪圖-第 21 講： 鐵達尼號事故資料分析。檢自 <https://reurl.cc/3XydMj> (2024.03.10)。

Chris Kang(2019)。Cleaning Data in Python 如何簡單上手資料清洗。檢自 <https://reurl.cc/VznyY5>。(2024.04.05)。

開發小組 David Cournapeau (2010)。Google Summer of Code-scikit-learn：Python 中的機器學習。檢自 <https://reurl.cc/3Xyd60>。(2024.04.05)。