# README: Solar Zenith Angle vs. Altitude Regression Analysis

## 🧭 概要

このスクリプトは、Solar Zenith Angle（SZA）とピーク高度の関係性を調べるために、観測データに基づいた 加重線形回帰（weighted linear regression）を行い、回帰直線とその信頼区間を描画します。さらに、指定された SZA 値（Ingress / Egress）におけるピーク高度の推定値とその誤差範囲を計算・可視化します。

## 📂 入力データ

- /work1/rikutoyasuda/tools/python\_Titan\_ionsphere/derive\_peak\_altitude/wpd\_datasets.csv  
 - 3行 × (2×N列) 形式のデータ：  
 - 各3行：SZA, Peak Altitude, 上限, 下限のデータ  
 - 各2列：SZAとそれに対応するAltitude情報（1組）

## 🧪 主要な処理内容

1. データの読み込みと整形

* ・各観測点の SZA を3行の平均で算出  
  ・対応するピーク高度、およびその上下エラー（上限・下限）を取得

2. エラーバー付き散布図の描画

* ・plt.errorbar() を用いて、SZA vs. Altitude のプロットを表示（エラーバーつき）

3. 加重最小二乗法（WLS）による回帰

* ・np.polyfit(..., w=w, cov=True) を使用  
  ・回帰係数（傾き・切片）とその標準誤差を算出

4. 回帰直線と信頼区間の描画

* ・赤線：回帰直線  
  ・赤い塗り：±1σ の信頼区間

5. Ingress / Egress SZA における高度予測

* ・指定された SZA 値に対して、高度を推定  
  ・回帰係数の不確かさを伝播し、予測区間を算出  
  ・オレンジ（Ingress）・緑（Egress）で誤差つきプロット

## 🧾 出力内容

- sza\_vs\_altitude.png: 入力データと回帰直線、Ingress/Egress予測点をまとめた図  
- 標準出力（print）:  
 - 回帰係数（傾き・切片）とその誤差  
 - Ingress / Egress の予測高度（中央値・上下限）

## 📌 注意事項

・np.polyfit の w は「標準偏差の逆数」（分散ではない）です。  
・エラーが非対称の場合は、平均して扱っています。  
・観測誤差以外の自然変動は重みに含まれていません（必要に応じて調整可能）。

## 🔧 依存ライブラリ

・numpy  
・pandas  
・matplotlib  
・statsmodels