

Timing Analysis

2008/04/17

時間系統

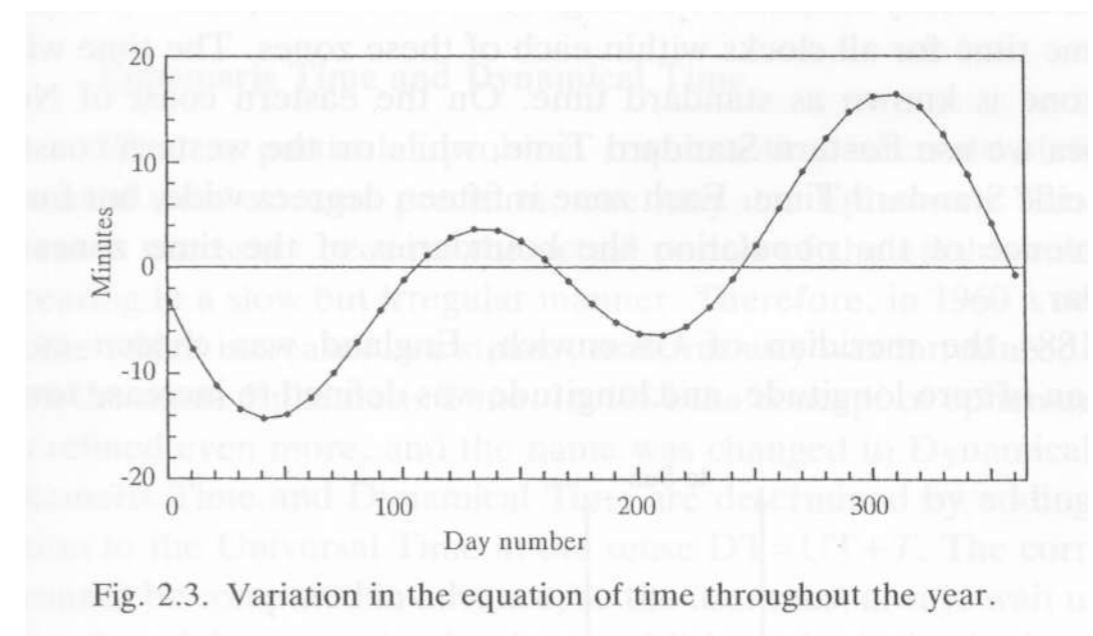
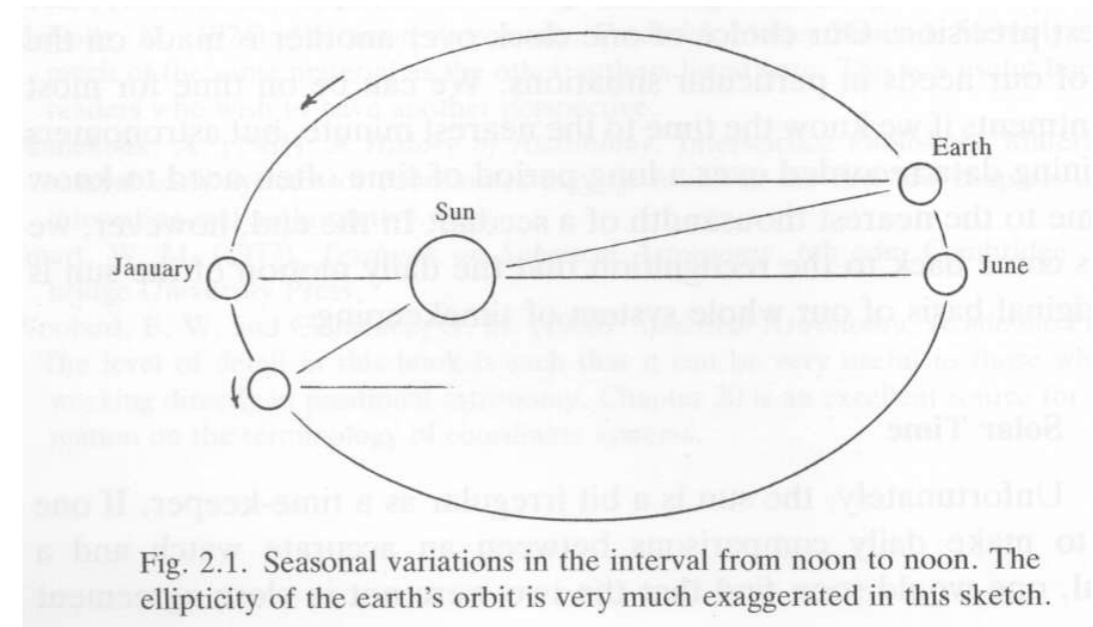
- 時間是天文觀測參數中最重要的一部份
 - 何時發生
 - 持續多久
- 一般的來說，在光度記錄上，如果能到達1%的誤差量，就可以稱之為「Excellent!」，但是時間的量測上，即使一般的電子表都可以輕易的到達一天僅誤差一秒以內(0.001%)!
- 基本上來說，天文學的歷史也可以說是一部時間量測演進的歷史。

時間系統

- 由於天文觀測是世界性的，而且也持續了數個世紀，因此必須定義一套通用的時間系統，使得不同觀測者的資料可以比較與互相應用。
- 在後面我們將介紹以下的幾個與時間相關的量：
 - Solar Time
 - Universal Time (UT)
 - Julian Date (JD) ea Modified Julian Date

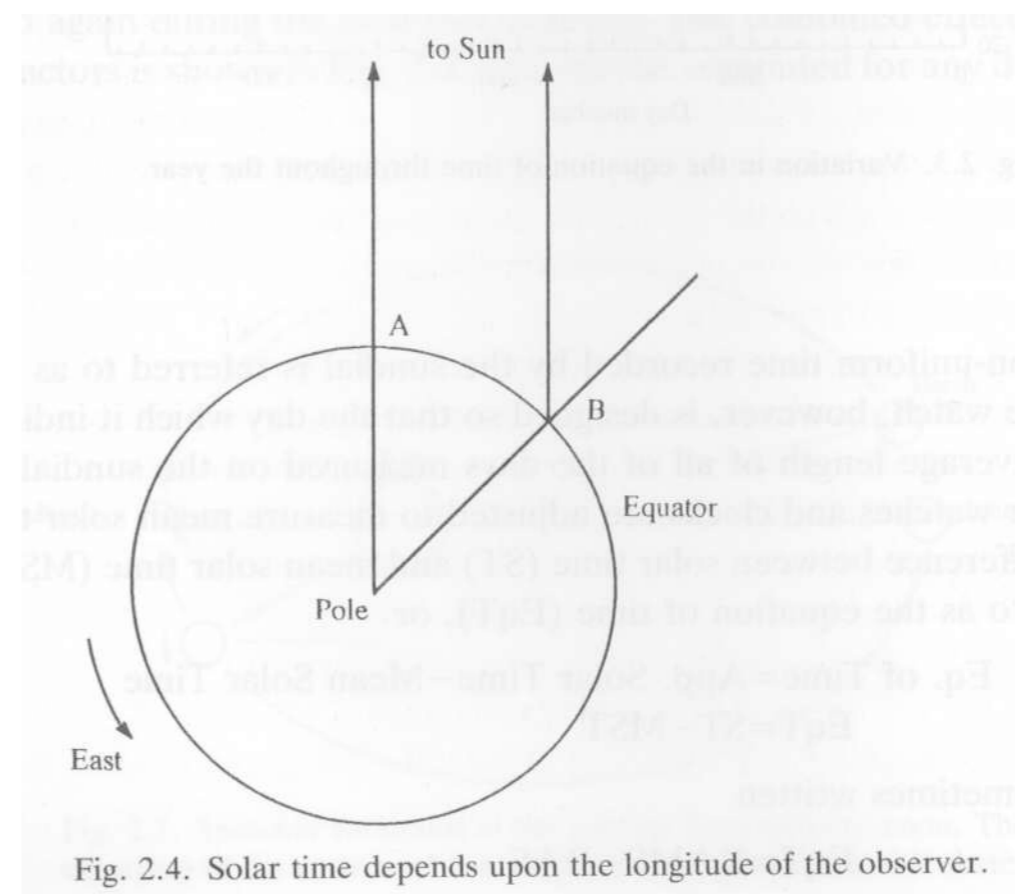
Solar Time

- 定義：兩次太陽通過子午線的時間間隔稱為一個太陽日。
- 與地球自轉、黃道傾角與地球公轉速度有關
- 並不是常數
- 實際上運用的是「平均太陽時」



Solar Time

- 但是每個地方的正午時間都不相同，因此有了時區(Time Zone)的定義
- 原則上，每15度一個時區，英國格林威治(Greenwich)定義為原點



Universal Time (UT)

- UT= local mean time in Greenwich, England
- UT不帶有時區的資訊！
- 太空與天文上的時間記錄絕大多數使用UT，以方便不同地方觀測資料的比較。例如 GPS Time
- Taiwan local time = UT + 8:00

Julian Date

- 日期的紀錄也一直困擾著天文學家，使用西元紀元有以下的幾項問題：
 - 需要同時用年月日三項變數來記錄日期，缺一不可
 - 不容易計算兩個日期之間的差異性
 - 由於原點離現在相當近，因此在某些計算上，很容易有負值
- Julian Date 是 1582年由J.J. Scaliger提出，將日期的原點選擇一個早到足夠記錄目前天文事件的日期
- Julian Date 0= 12h UT on January 1, 4713 B.C.
- 儒略日一天的開始是在中午，不是午夜，因為當時大部分的天文學家都是在歐洲，這樣的選擇使得他們在晚上的觀測不會出現跨日的情形。

Julian Date

- 儒略日的計算有以下兩種方法：
- 查表法：查閱天文曆書或是天文年鑑
- 有許多網站也有提供日期、時間的轉換。
- 如NASA高能天文中心的 [Date/Time converter](#)。
- 美國海軍天文台的 [Julian Date Converter](#)。
- [Modified Julian Date Converter](#)。
- ...

Julian Date

- 計算法：
- $JD(0hUT) = 2415020 + 365 \times (\text{year} - 1900) + (\text{days from start of year}) + (\# \text{ of leap years since 1900}) - 0.5$
- The sequence of 1st day of every month (non-leap year)
- Jan.: 1 Feb.:32 Mar.:60 Apr.:91
- May:121 Jun.:152 Jul.:182 Aug.:213
- Sep.:244 Oct.:274 Nov.:305 Dec:335
- 為了方便，天文上常使用約化儒略日(MJD)代替儒略日，其定義為 $MJD = JD - 2400000.5$

為什麼要量週期？

- 不同的週期性都有其物理意義。
 - 伴星軌道週期
 - 主星自轉週期
 - 吸積盤進動週期
 - 恆星振盪週期

測量週期的方法

- Fourier Transform (☆)
- Lomb-Scargle periodogram
- Epoch Folding Period Search
-

Fourier Transform

- For a function of time $h(t)$, the Fourier Transformation is:

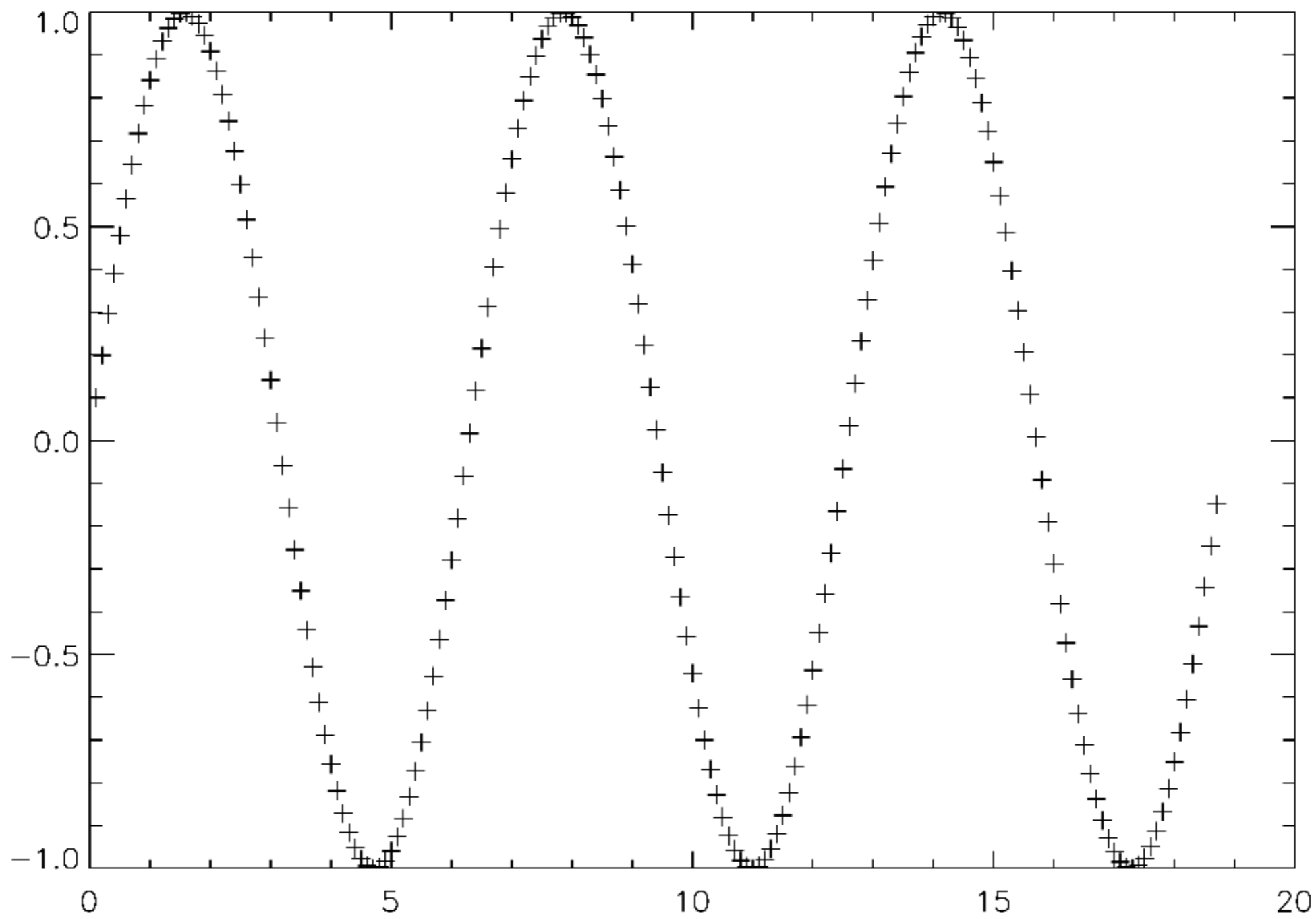
$$H(f) = \int_{-\infty}^{\infty} h(t) e^{2\pi i f t} dt, i = \sqrt{-1}$$

- Inverse Fourier Transform:

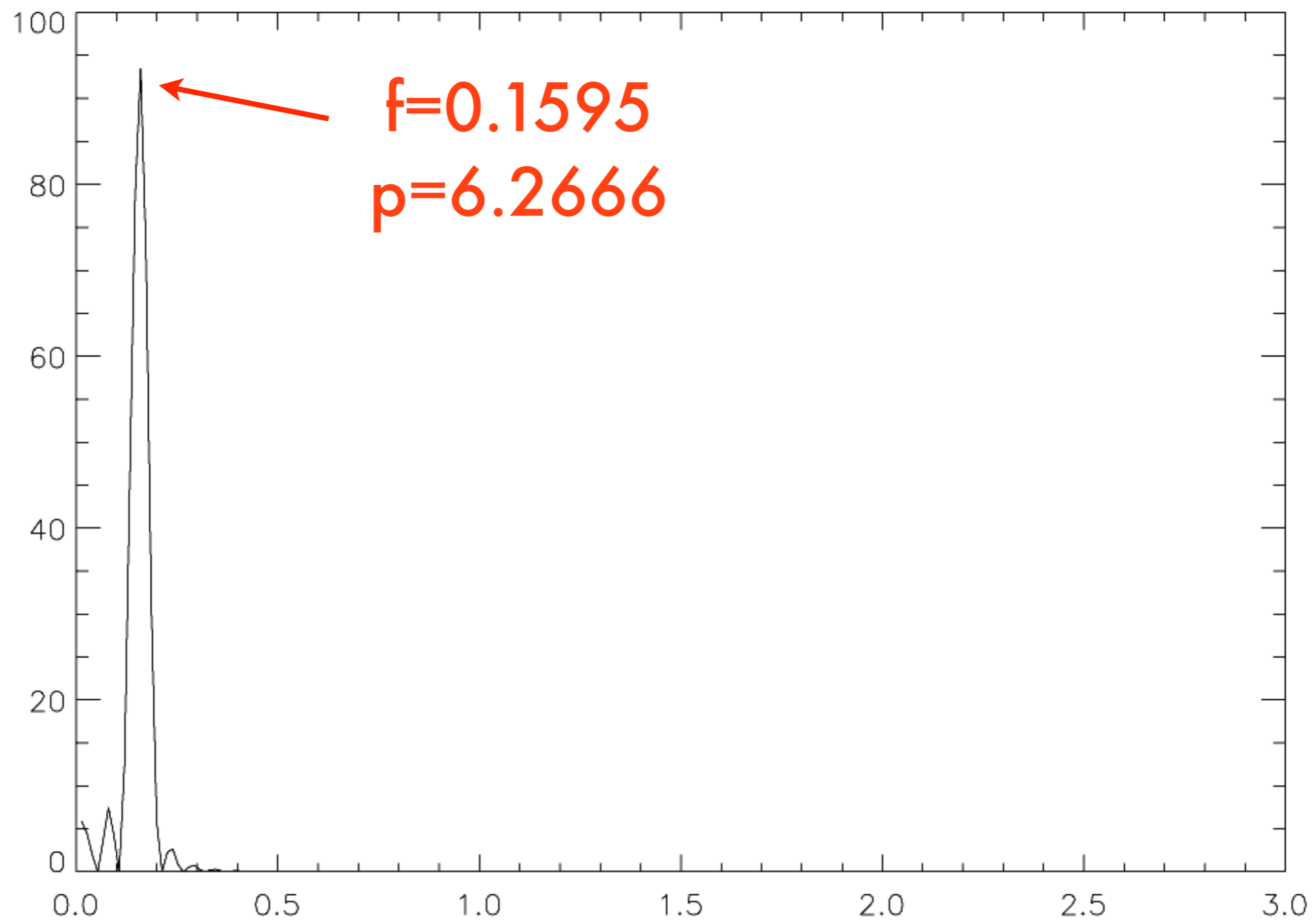
$$h(t) = \int_{-\infty}^{\infty} H(f) e^{-2\pi i f t} df$$

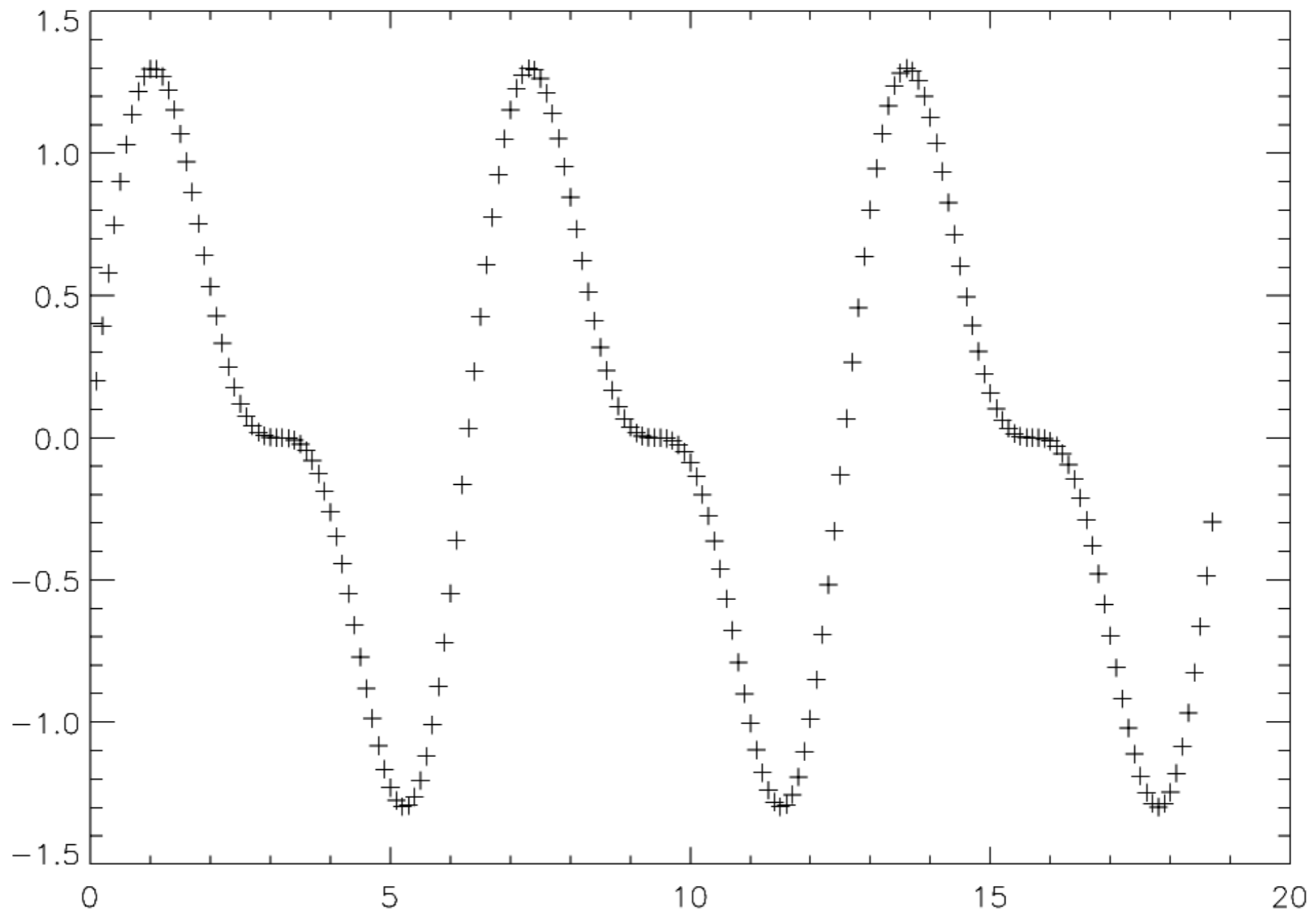
- Discrete Fourier Transform:

$$H(f_n) = \sum_{k=0}^{N-1} h_k \cdot e^{-2\pi i \cdot \frac{k}{N} \cdot n}$$

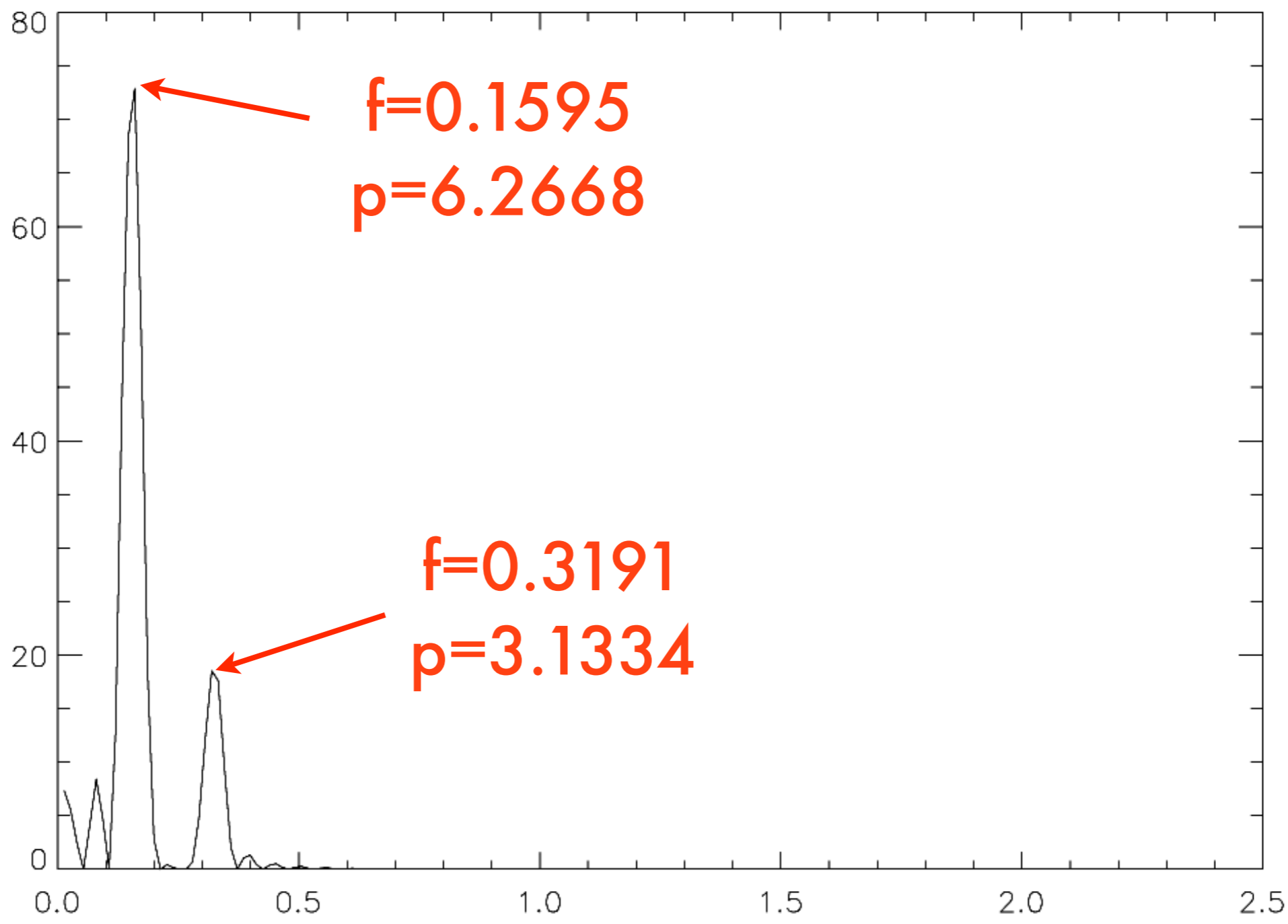


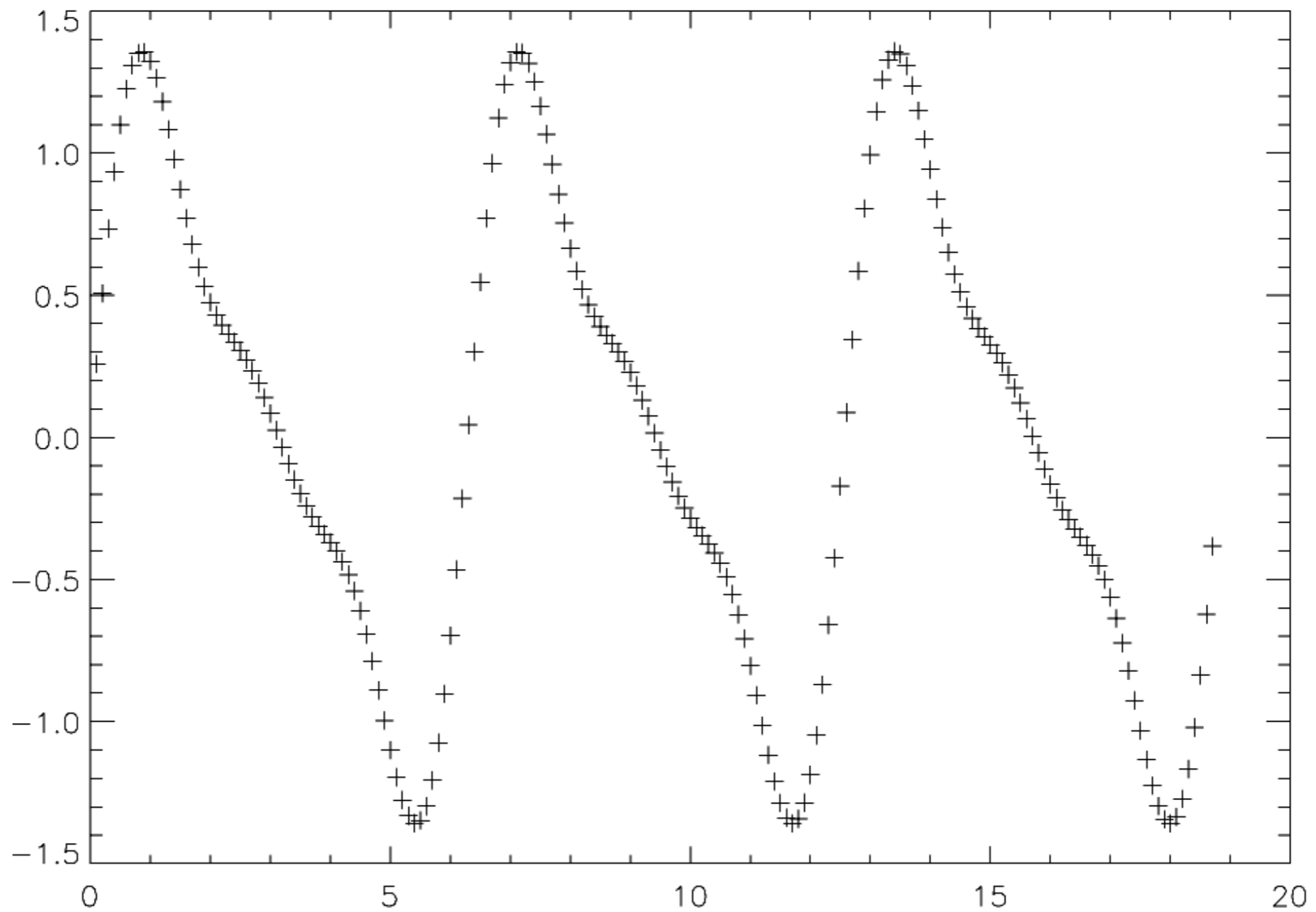
$y = \sin(x)$



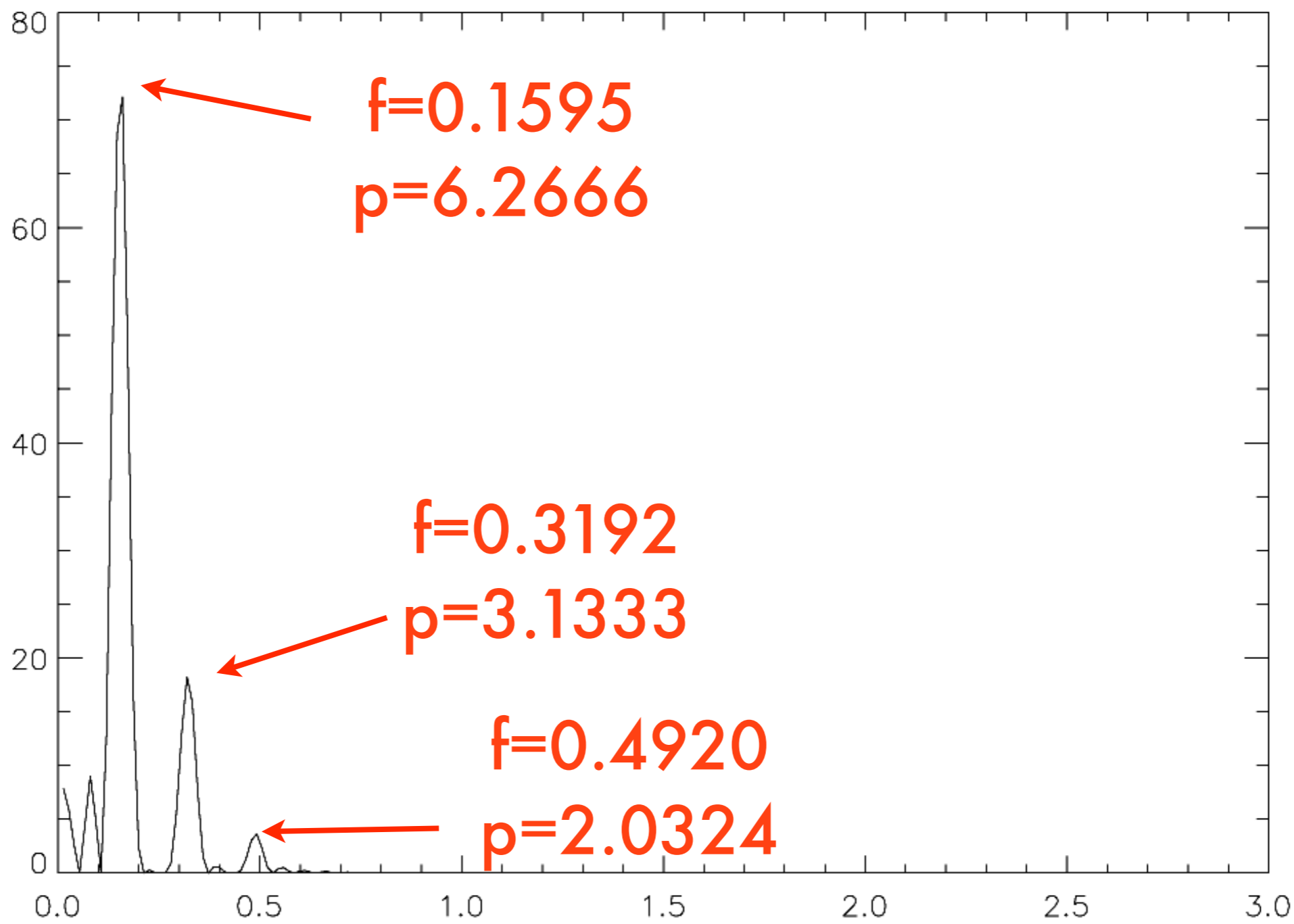


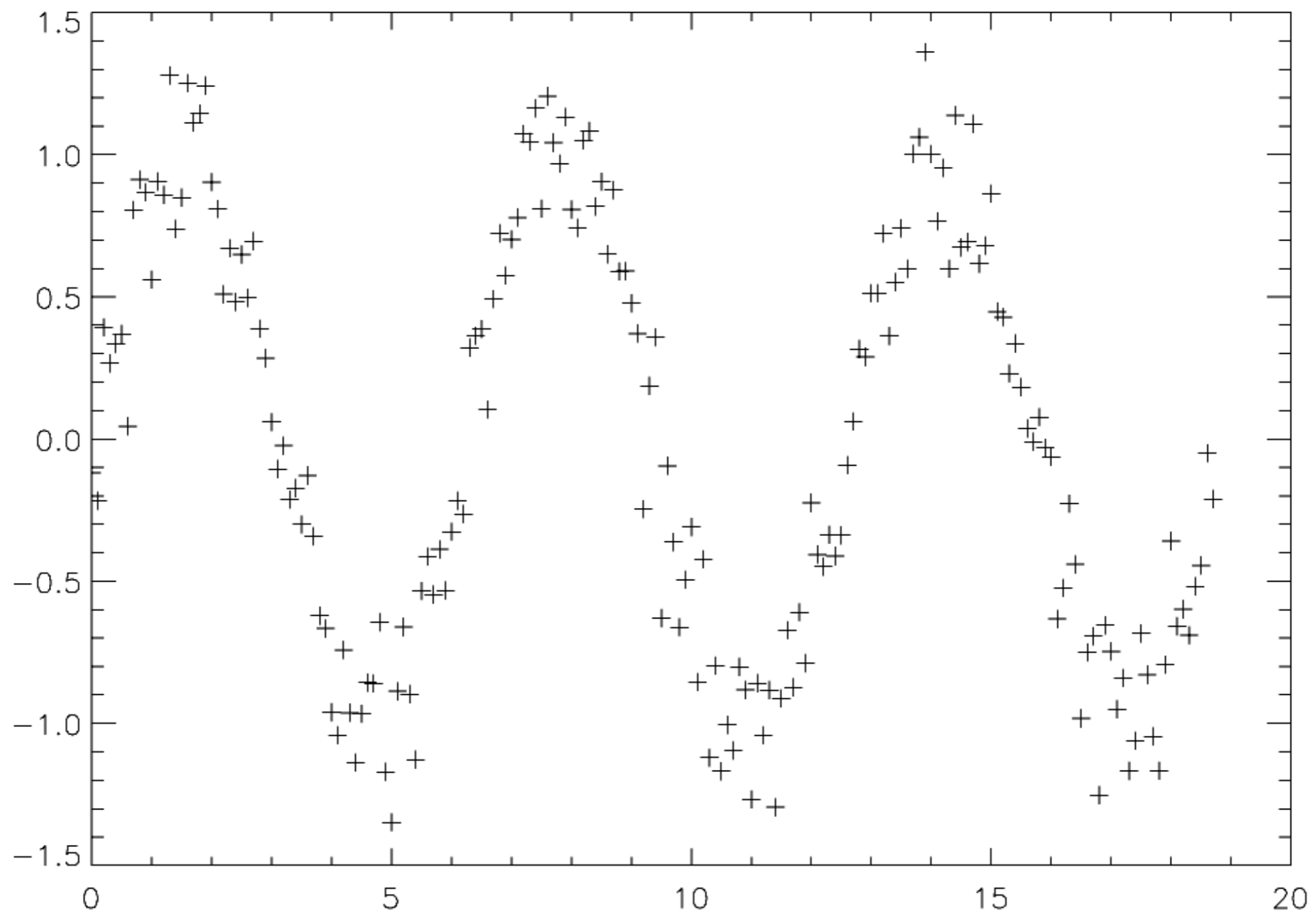
$$y = \sin(x) + 0.5 \sin(2x)$$

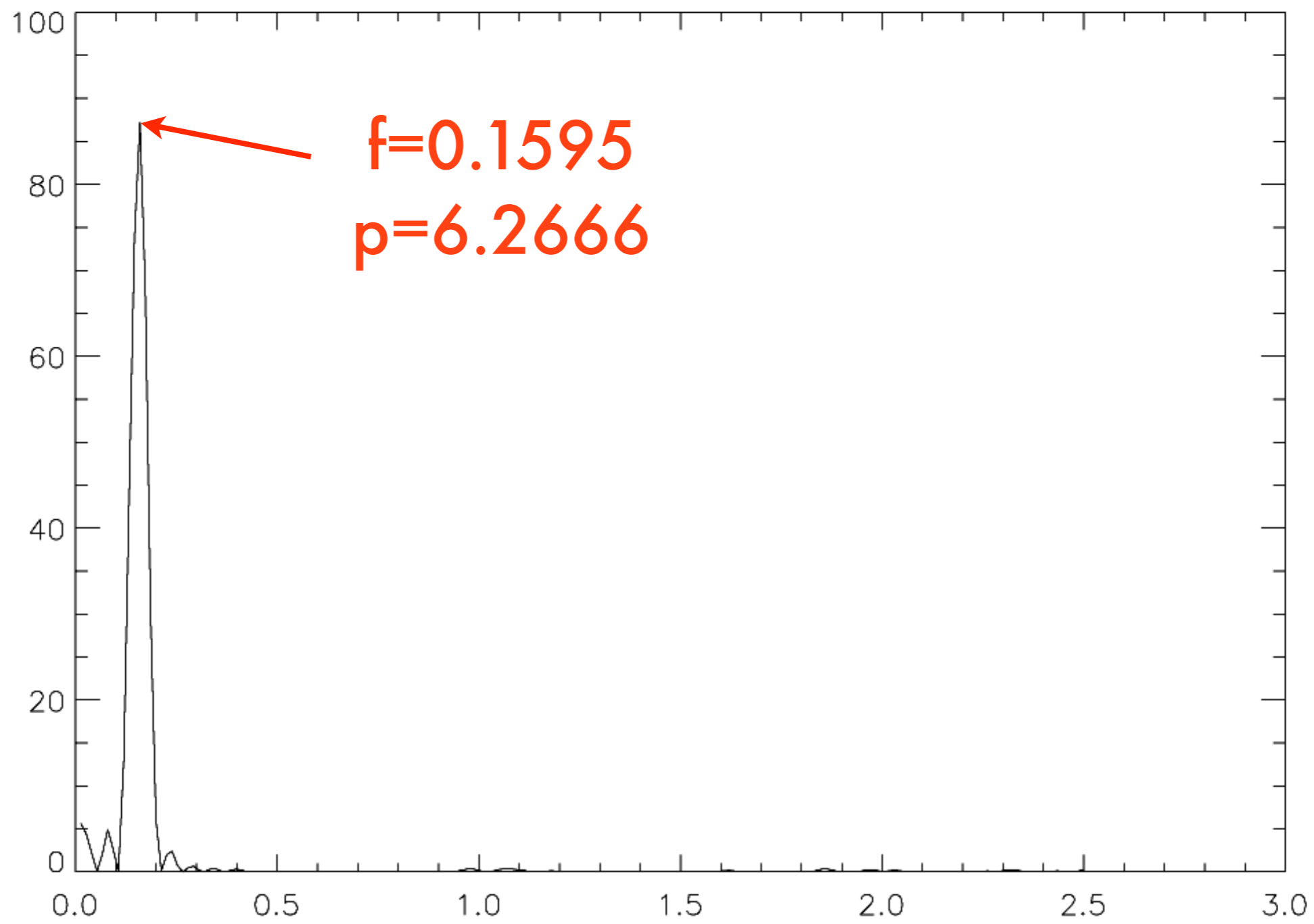


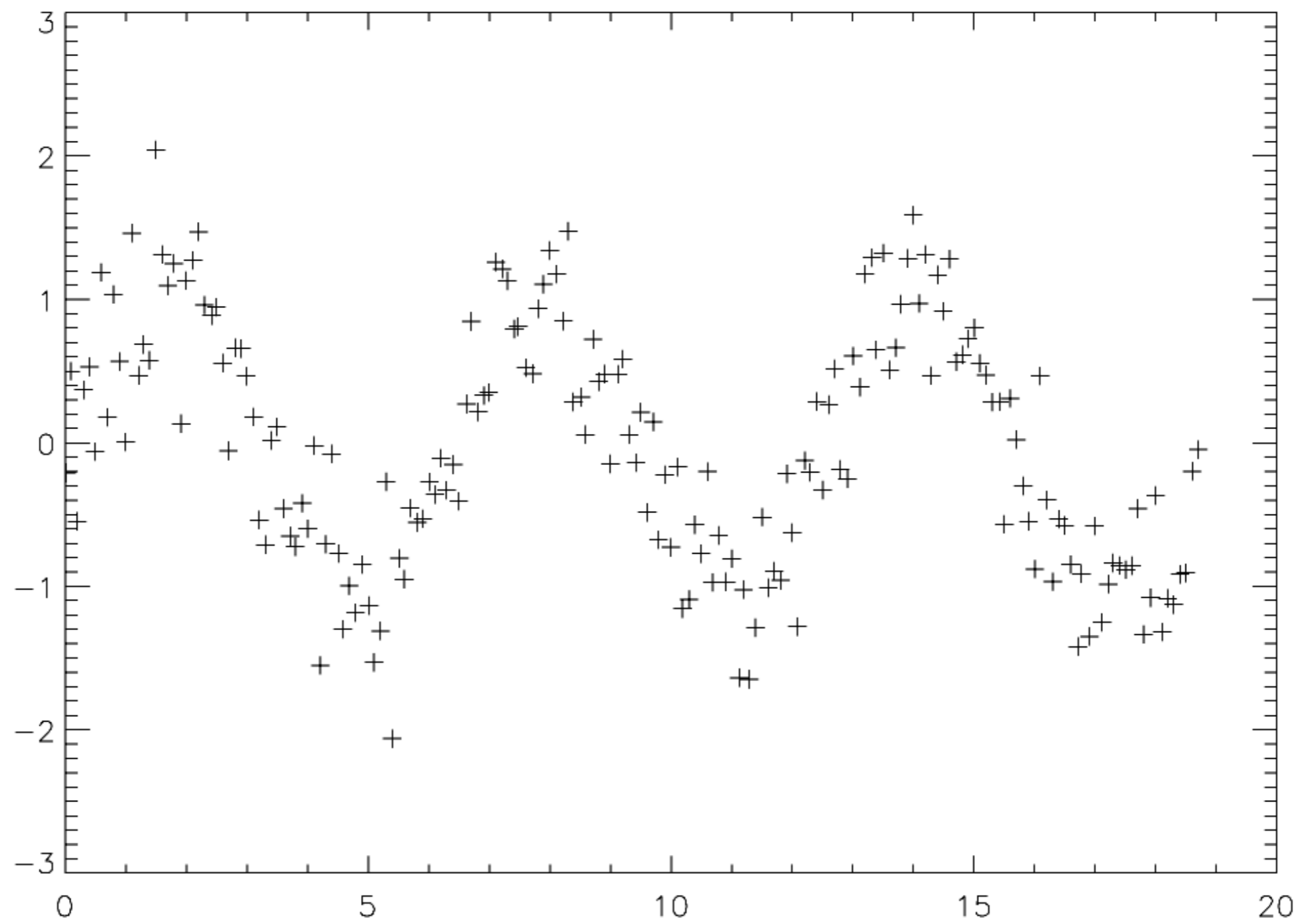


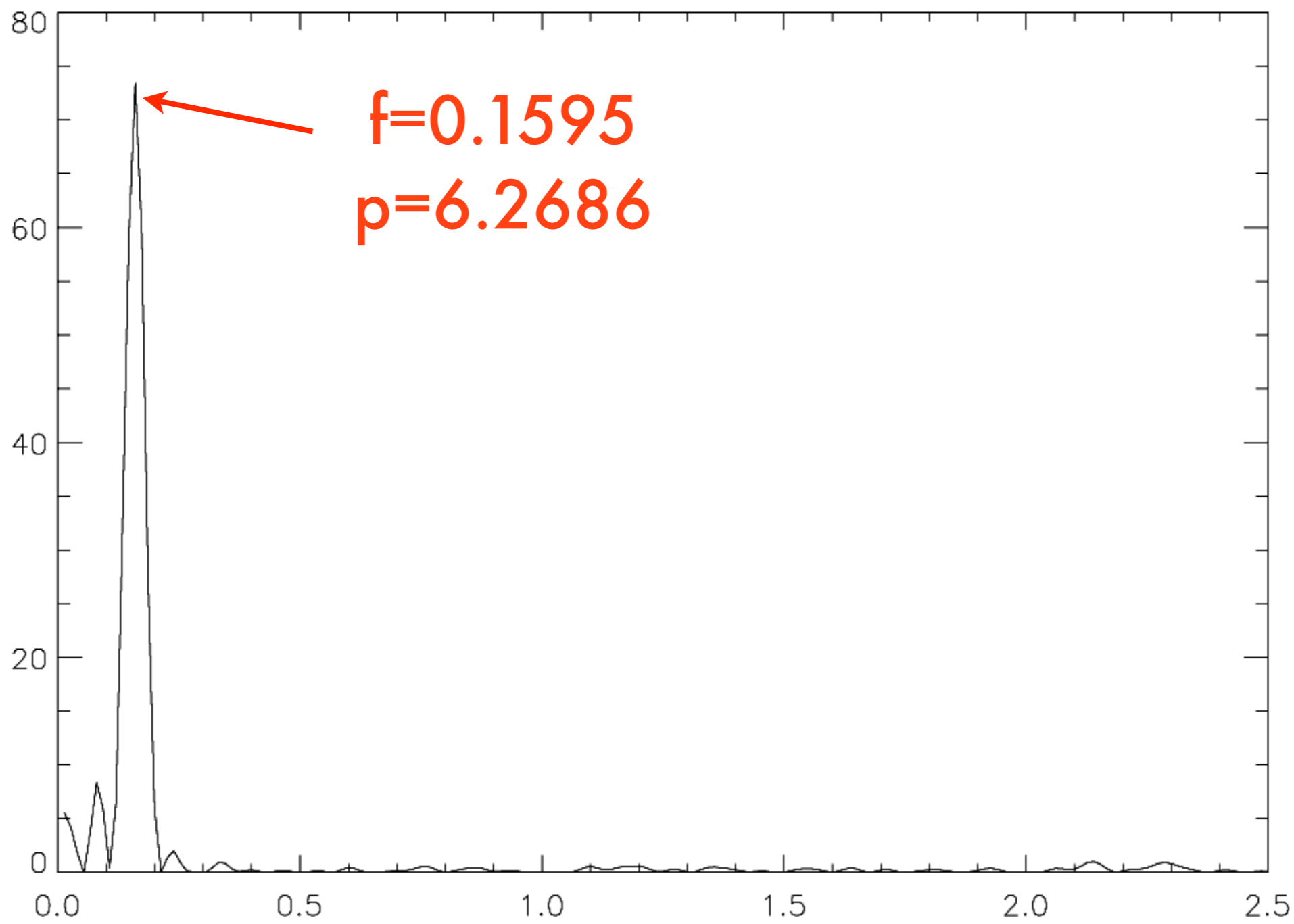
$$y = \sin(x) + 0.5 \sin(2x) + 0.2 \sin(3x)$$

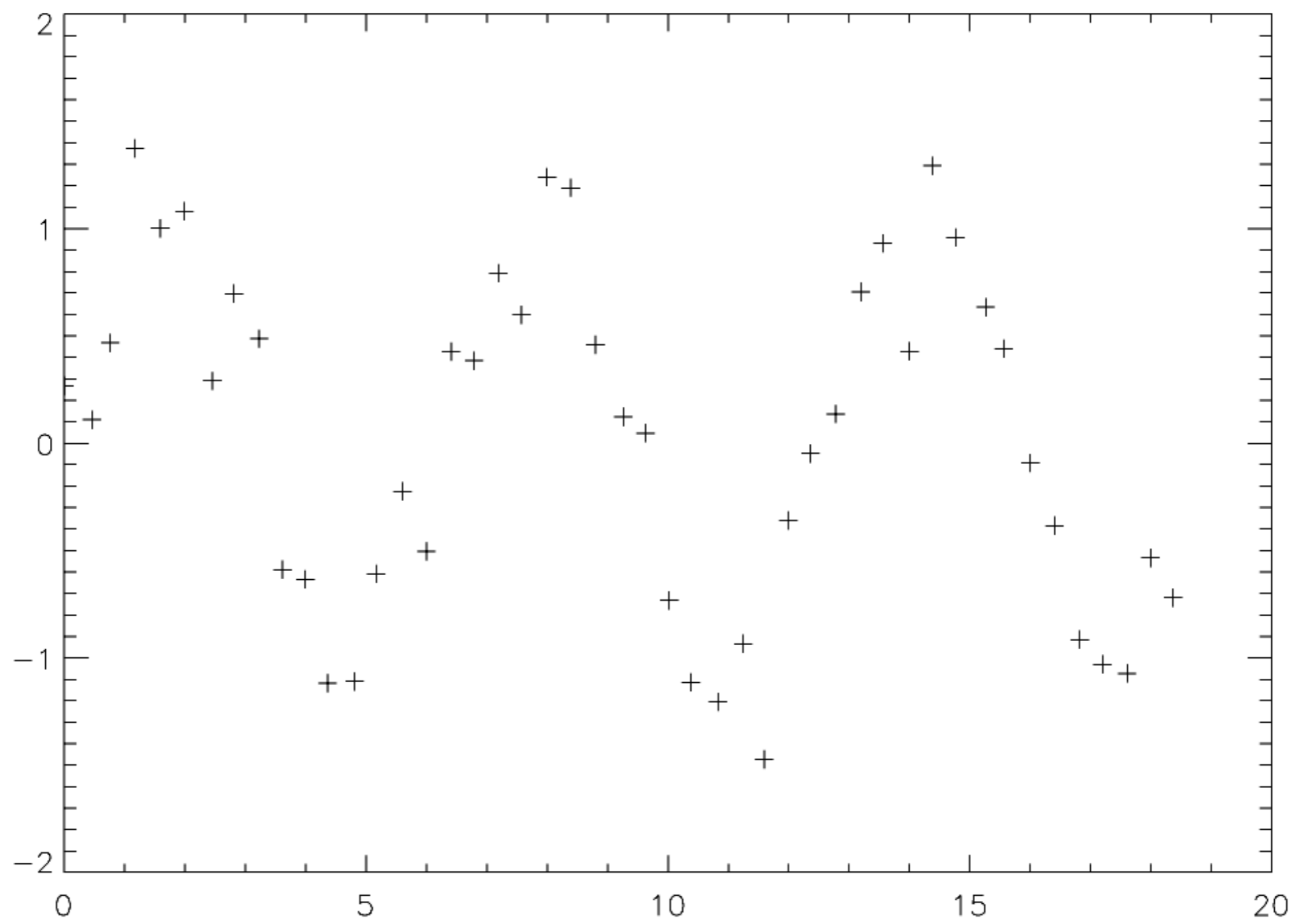


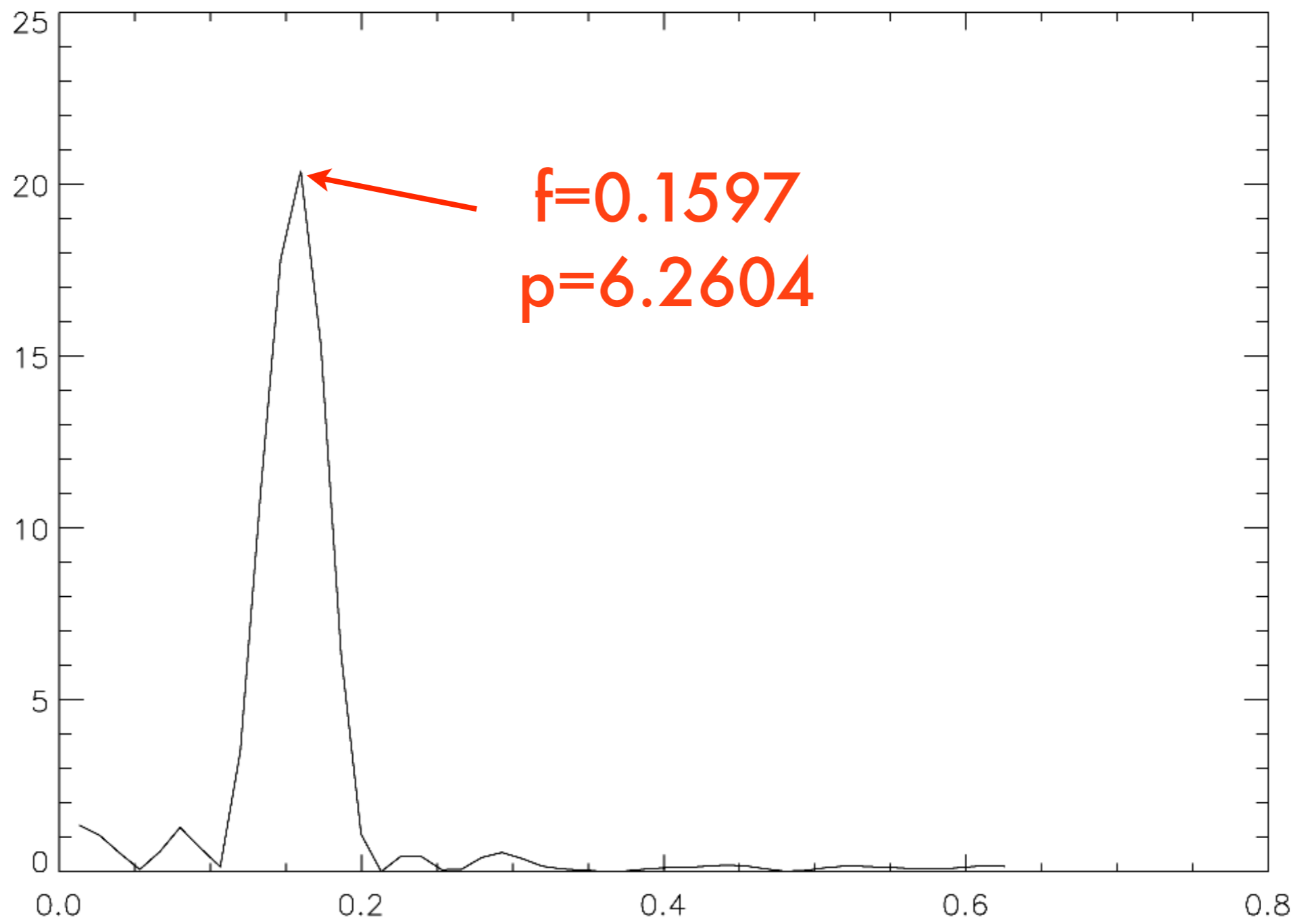






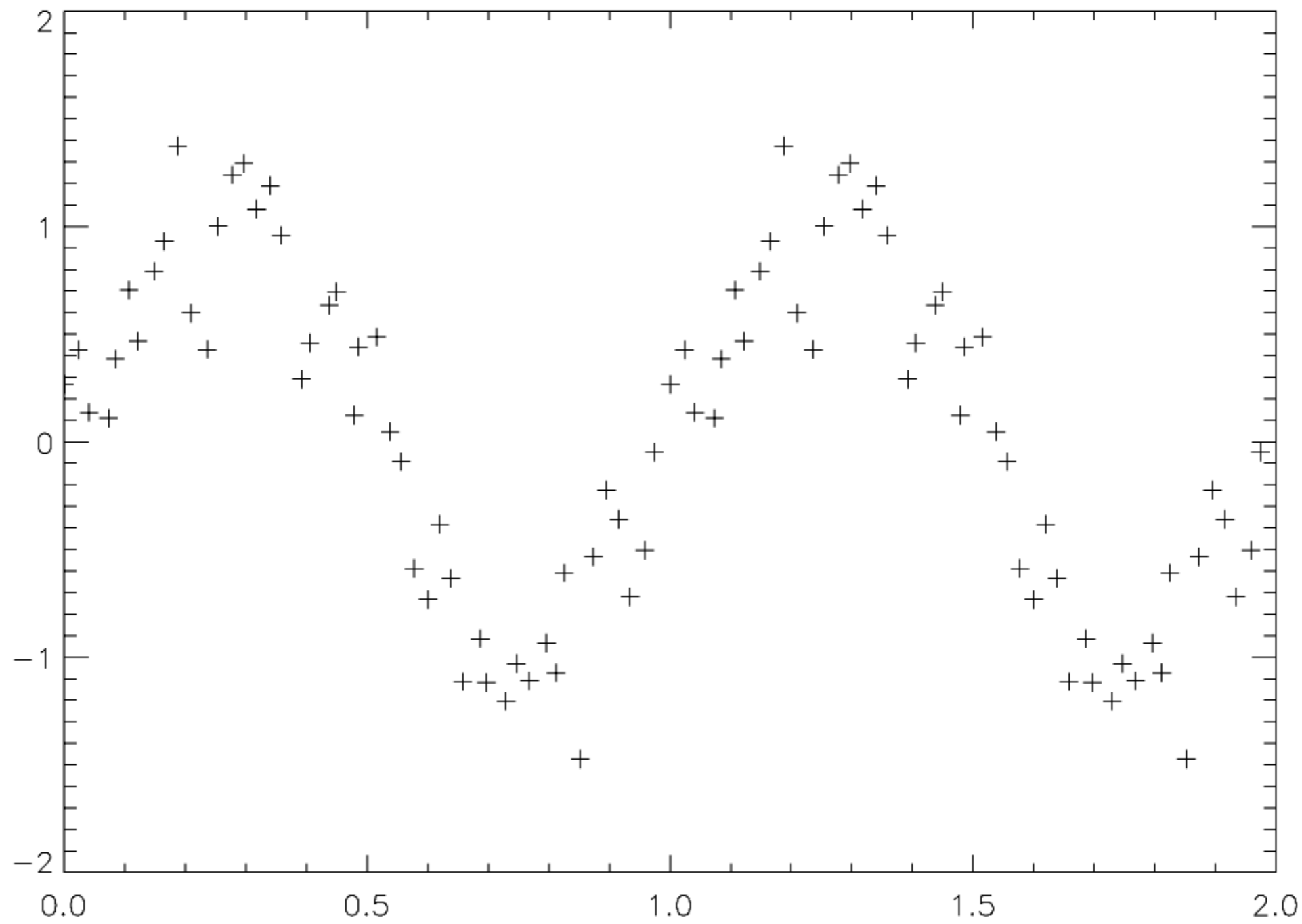






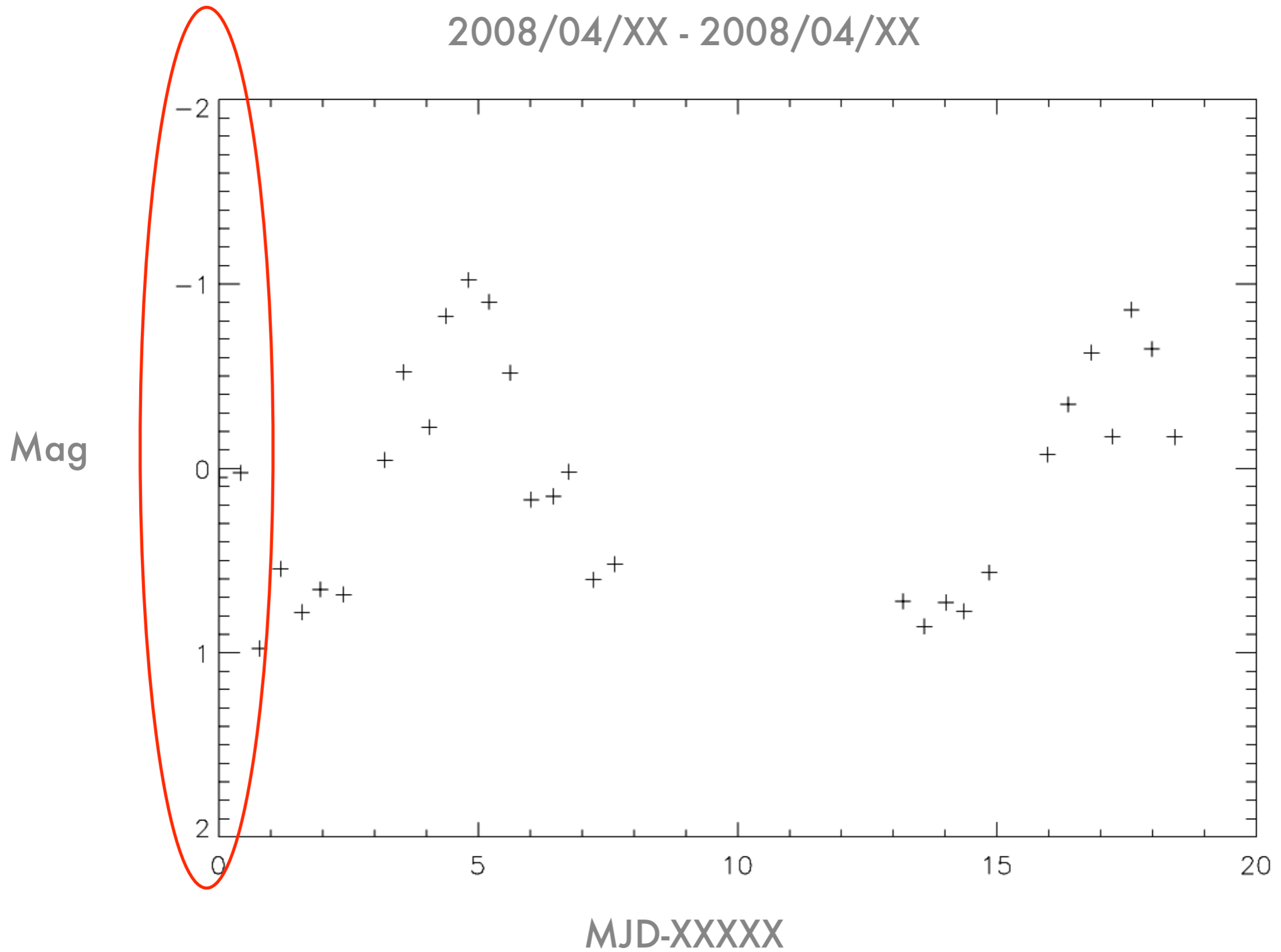
Folded Light Curve

- 求出週期之後，選定一個時間的原點，將光變曲線中的“時間”換算成“phase”
- 將 “phase” 對星等進行繪圖，可得 folded light curve。
- 一般而言，folded light curve 會畫兩個週期。

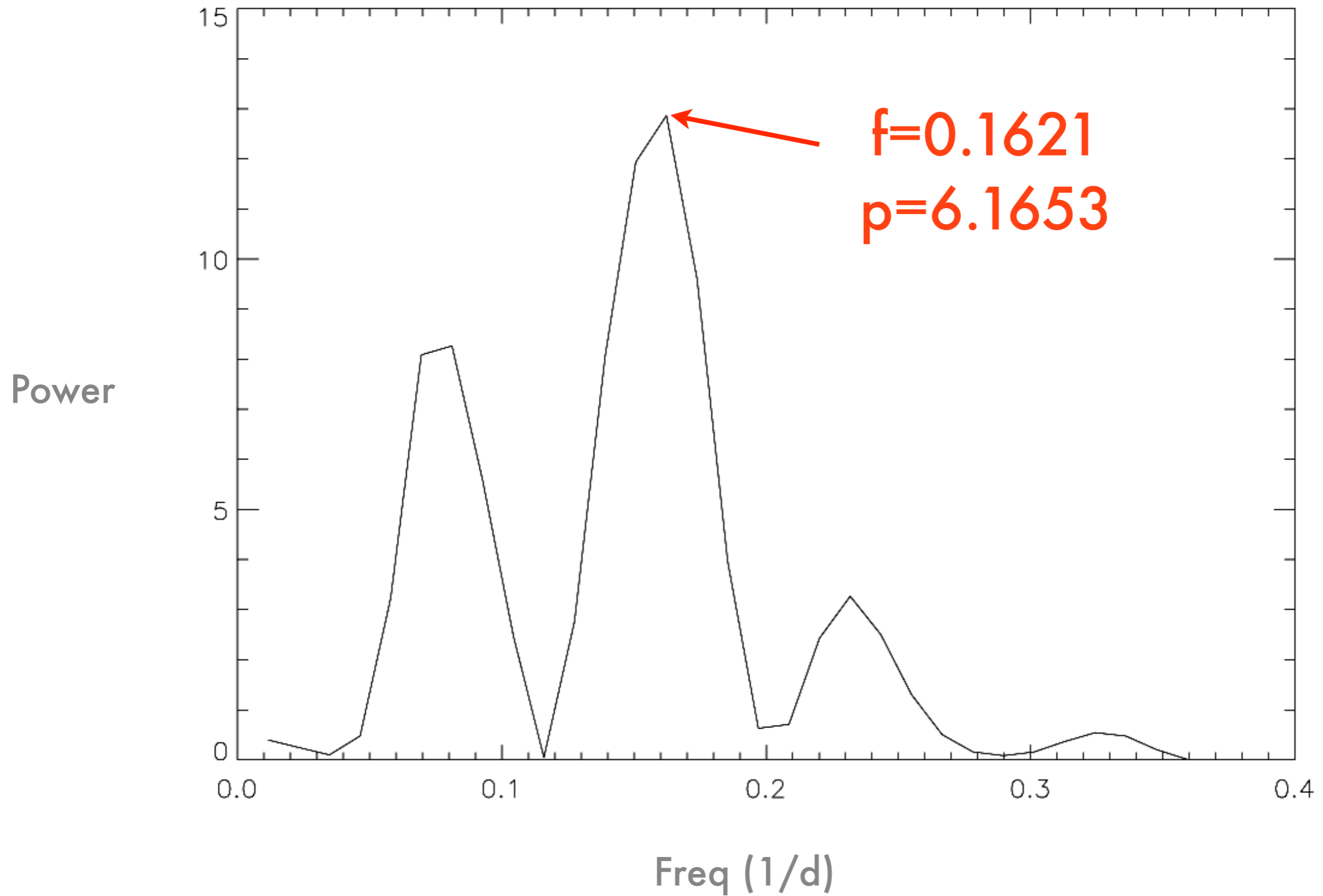


Light Curve of XXXX

2008/04/XX - 2008/04/XX



Power Spectrum of XXXX



Folded Light Curve of XXXX

2008/04/XX - 2008/04/XX

