

時頻分析於迴轉機械之振噪檢測訓練課程

利用轉速倍頻估測技術應用於振動診斷

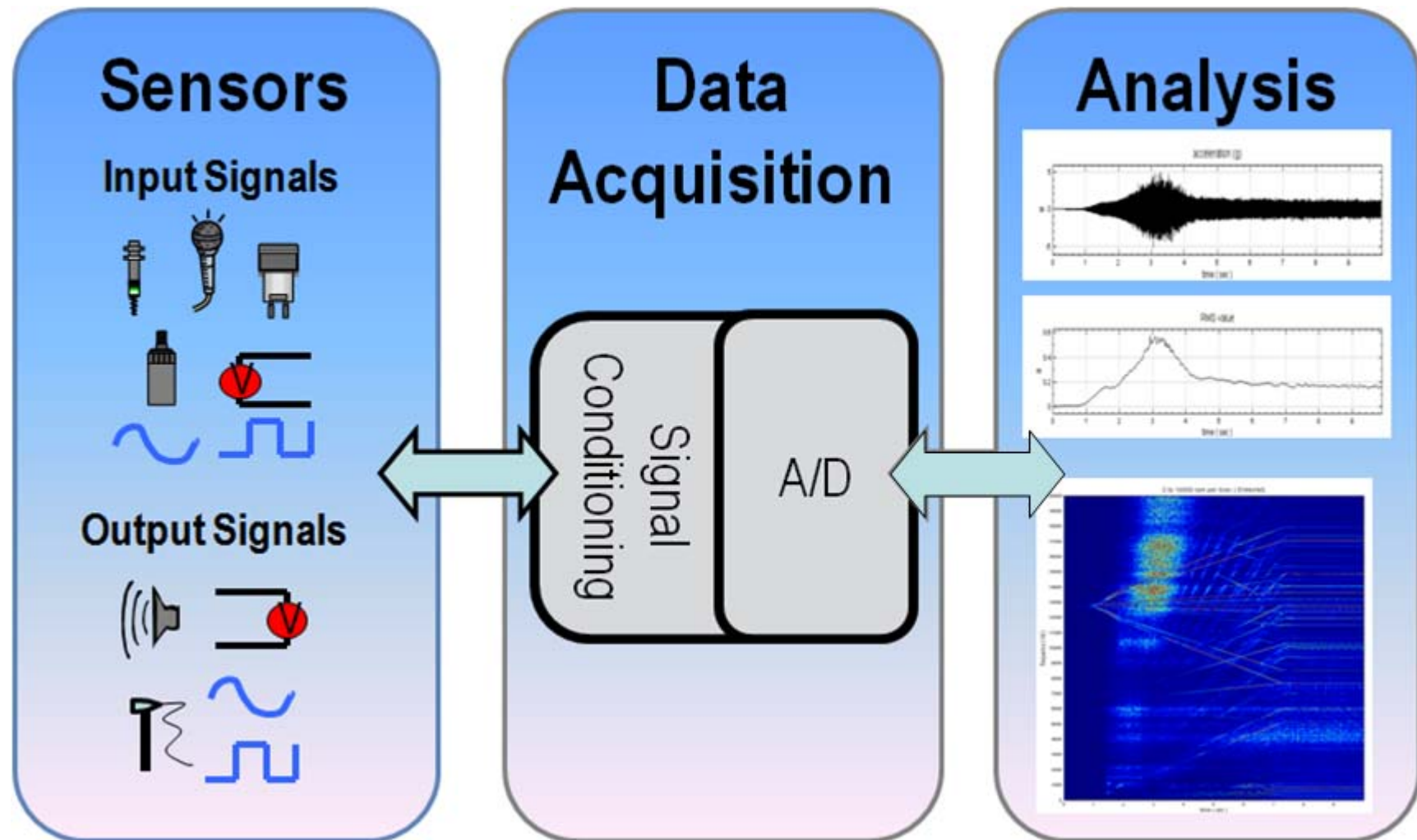
吳豐泰

逸奇科技

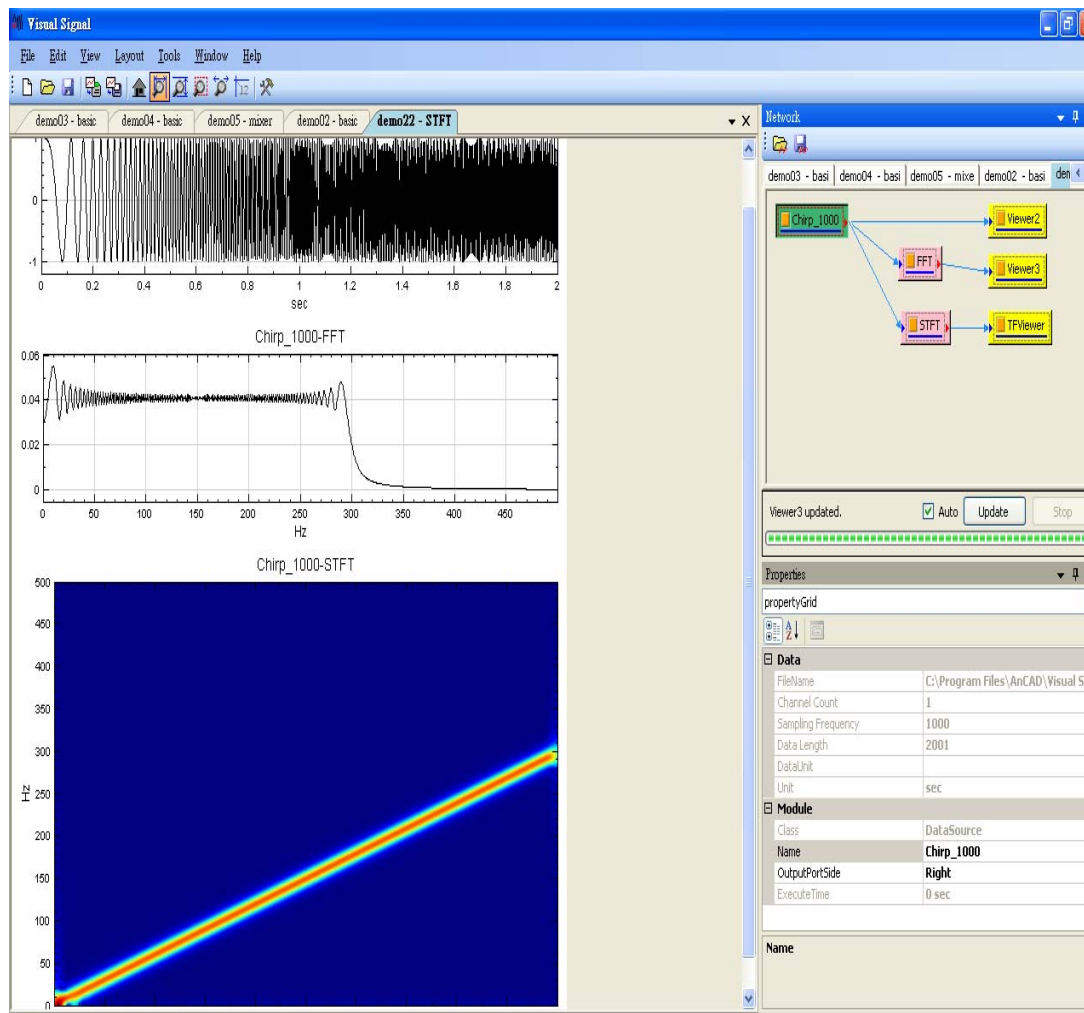


# 量測系統之軟體介紹

# PC-based 檢測流程



# Visual Signal : 軟硬體整合平台



輸入

分析

輸出

資料擷取硬體  
檔案  
使用者自建函數

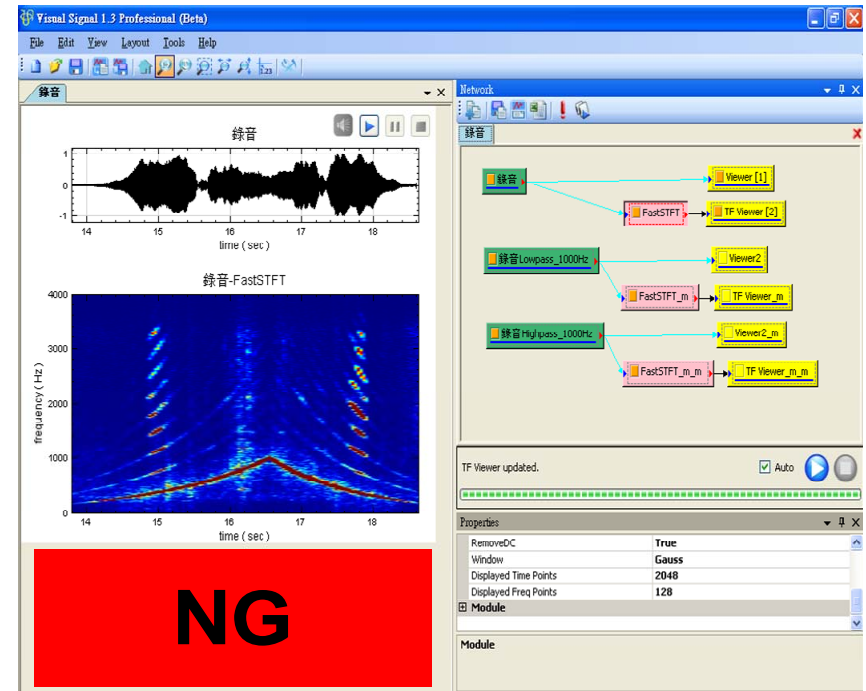
雜訊濾除  
趨勢移除  
時間域分析  
頻率域分析  
時頻分析  
統計分析  
矩陣與數學運算  
MATLAB, DLL

圖形  
檔案  
訊號產生器 4



# PC-based檢測系統架構

- 軟體
  - 檢測與監測操作平台(Visual Signal)
  - 資料擷取軟體(DAQ API)
  - 振動與噪音分析模組(SVM)
- 硬體
  - 資料擷取卡(NI DAQ)
  - 加速規
  - 麥克風





# 變速齒輪機箱異音檢測



# 量測設置

轉盤轉速



轉盤端加速度



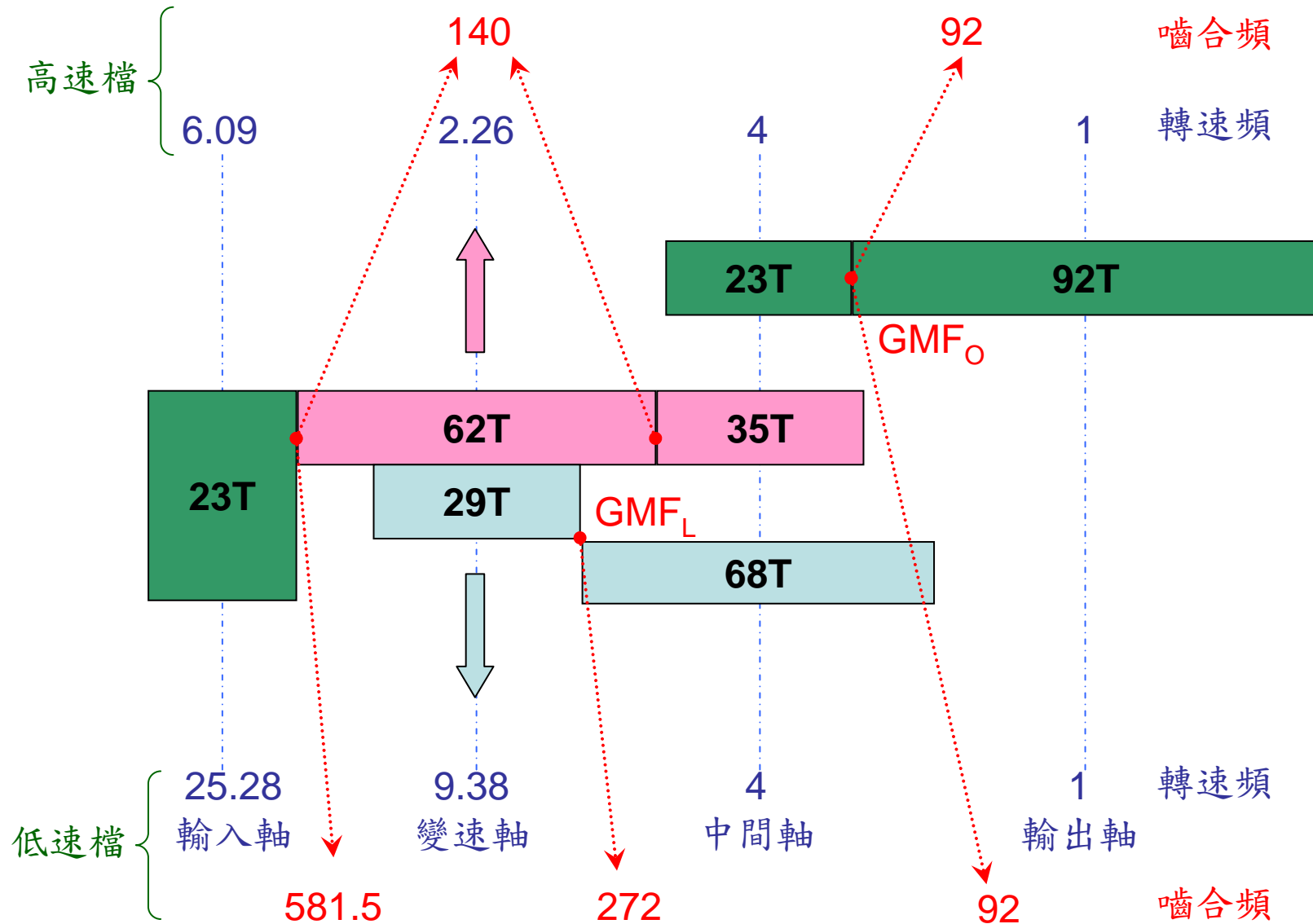
聲壓



馬達端加速度

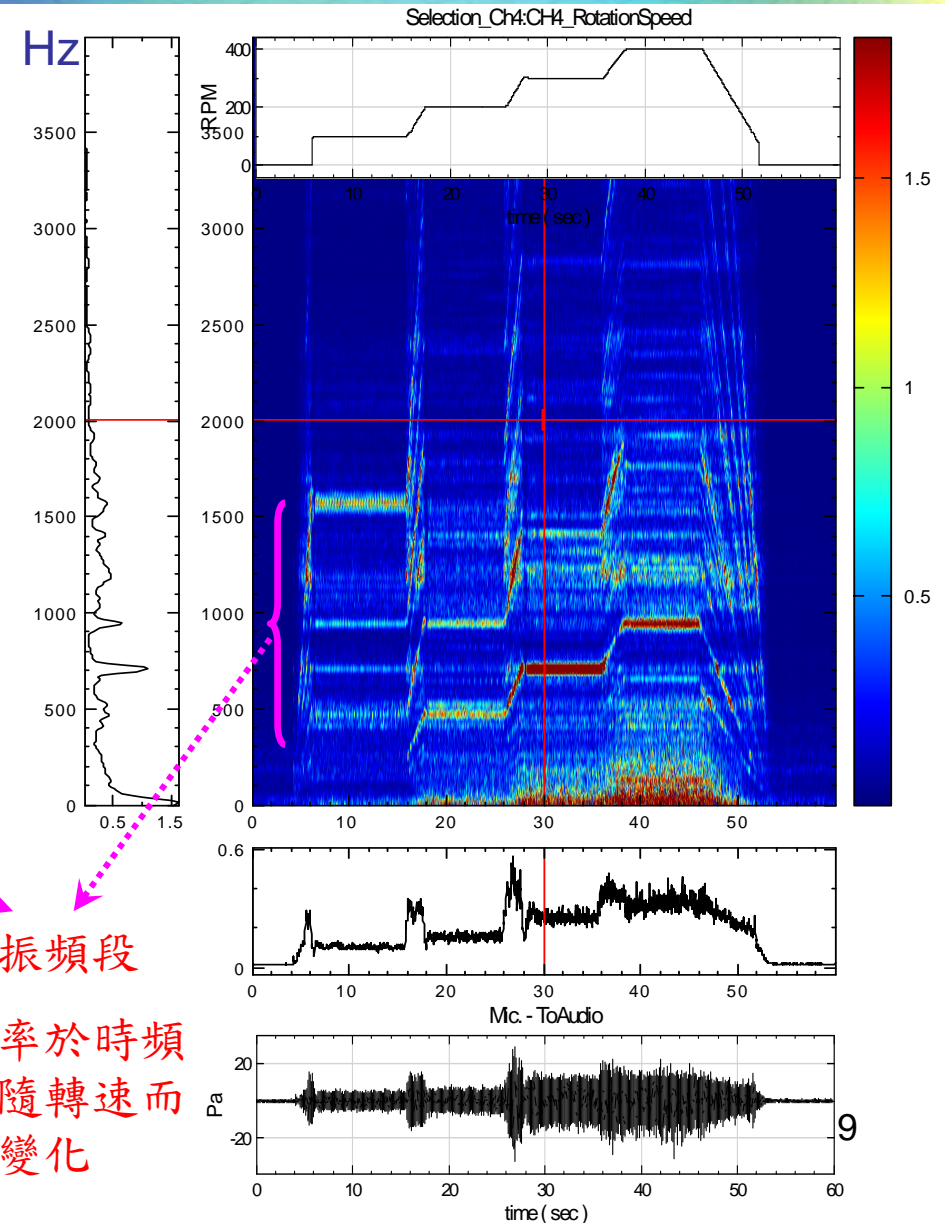
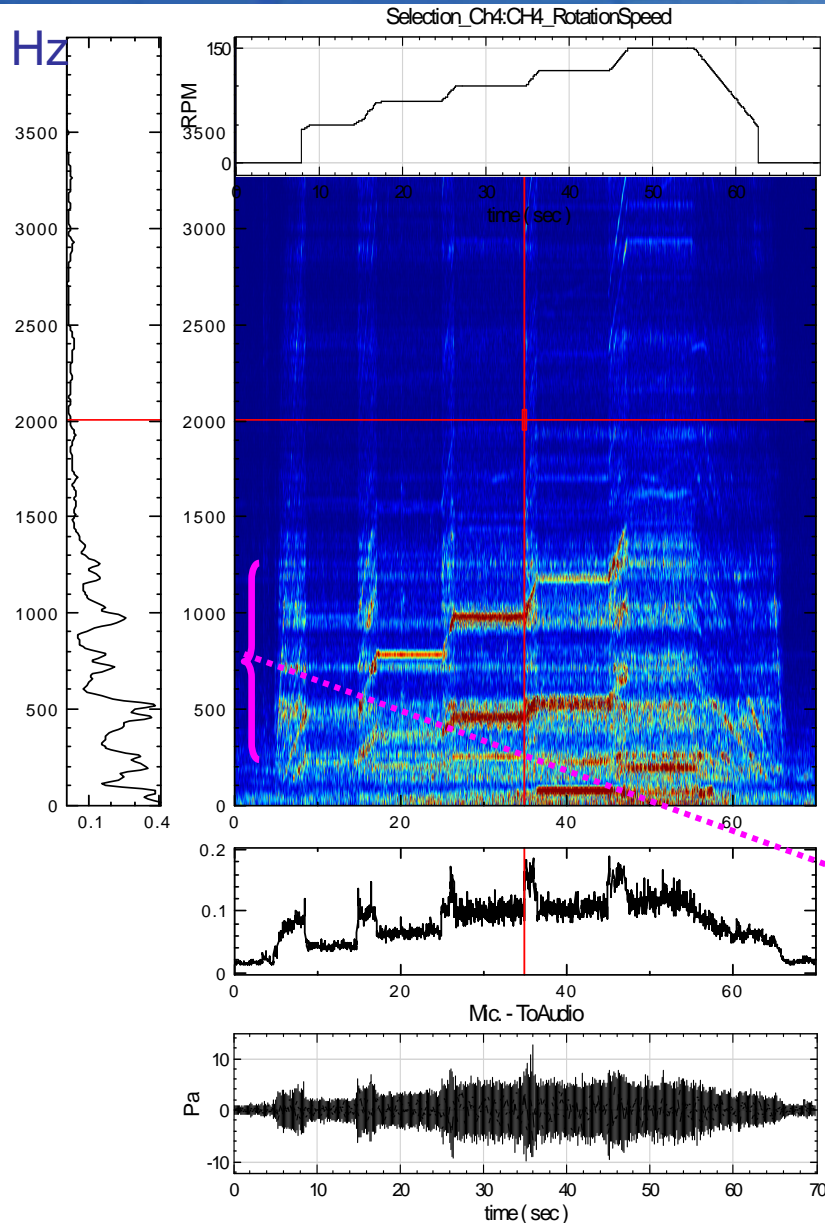


# 轉速頻與嚙合頻：以轉盤轉速為基準





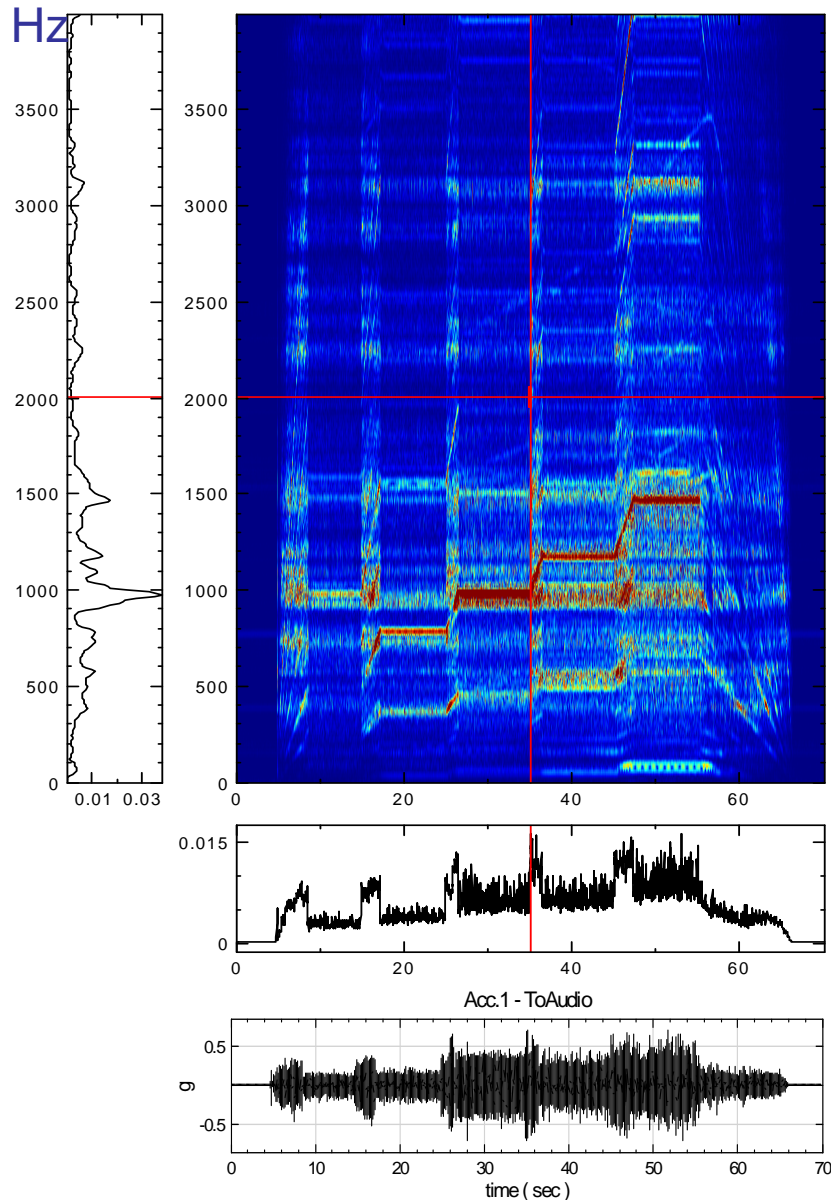
# 聲壓時頻圖：低檔VS.高檔



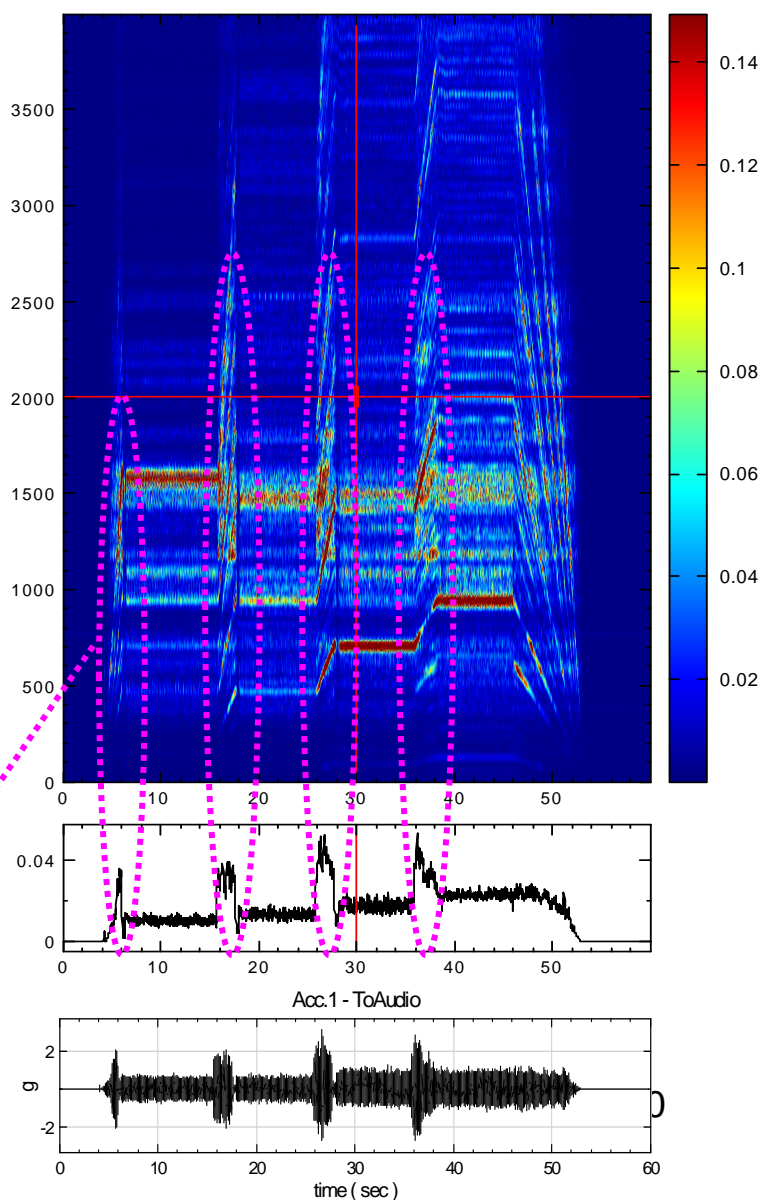
共振頻段

其頻率於時頻圖不隨轉速而變化

# 轉盤端加速度時頻圖：低檔VS.高檔

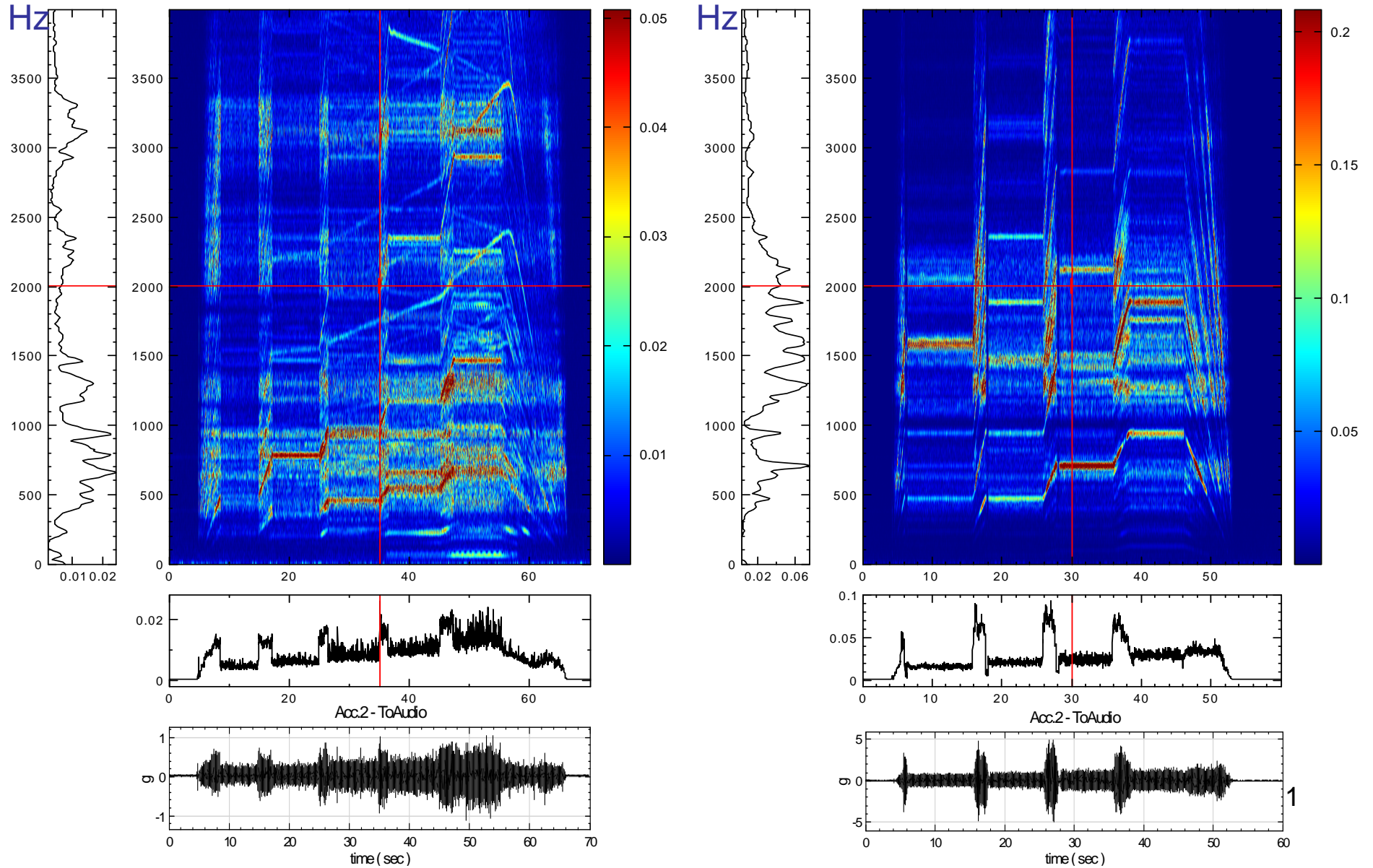


加速激發  
共振



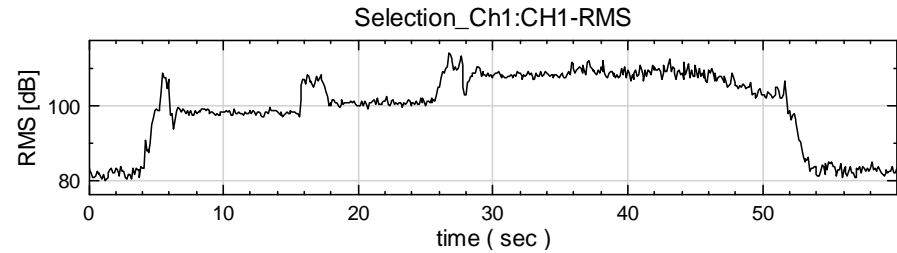
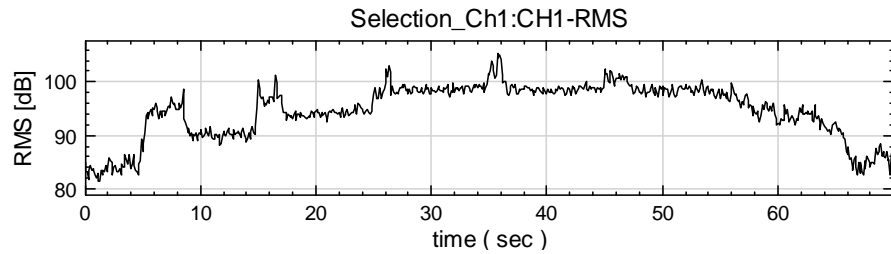


# 馬達端加速度時頻圖：低檔VS.高檔

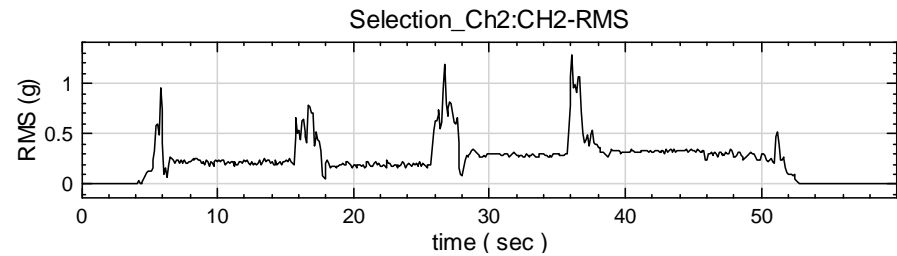
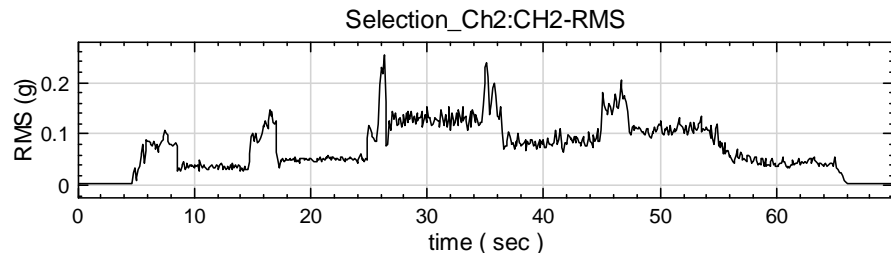


# RMS : 低檔vs.高檔

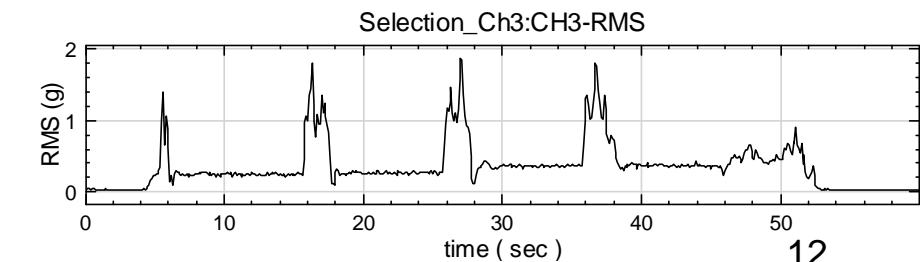
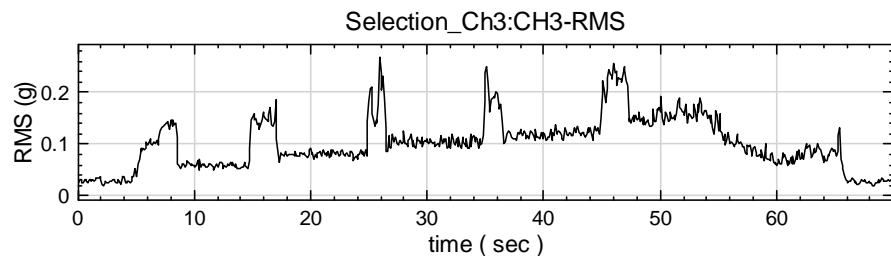
## 聲壓



## 轉盤端加速度



## 馬達端加速度

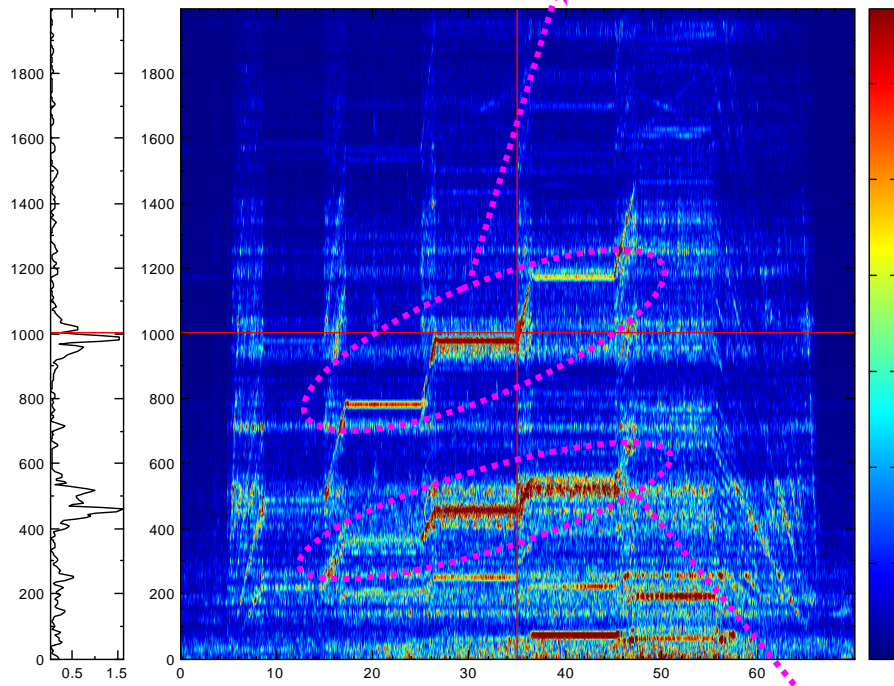


# 低檔聲壓：頻率vs.輸出軸轉速階次

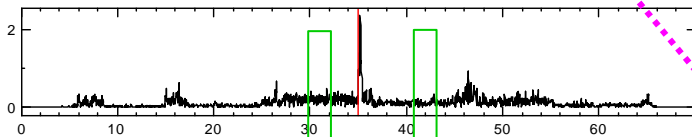
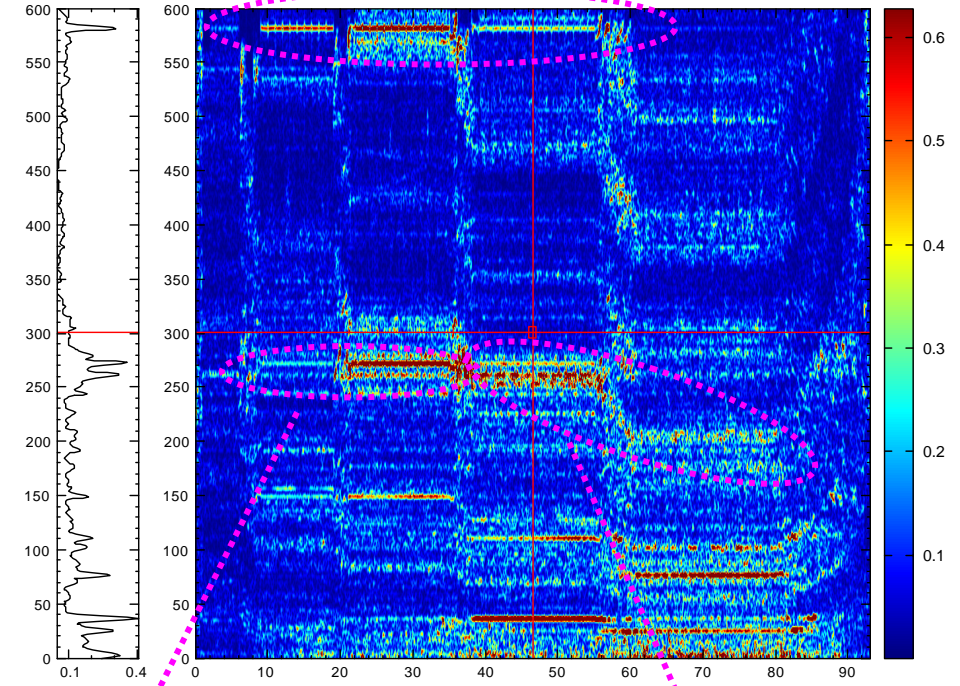
輸入軸嚙合頻

輸出軸轉速之581.5倍頻

Hz



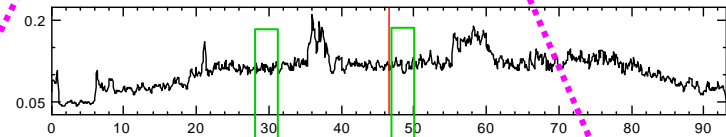
Order



100RPM 150RPM

中間軸嚙合頻

272倍頻



100RPM 150RPM

共振音

13

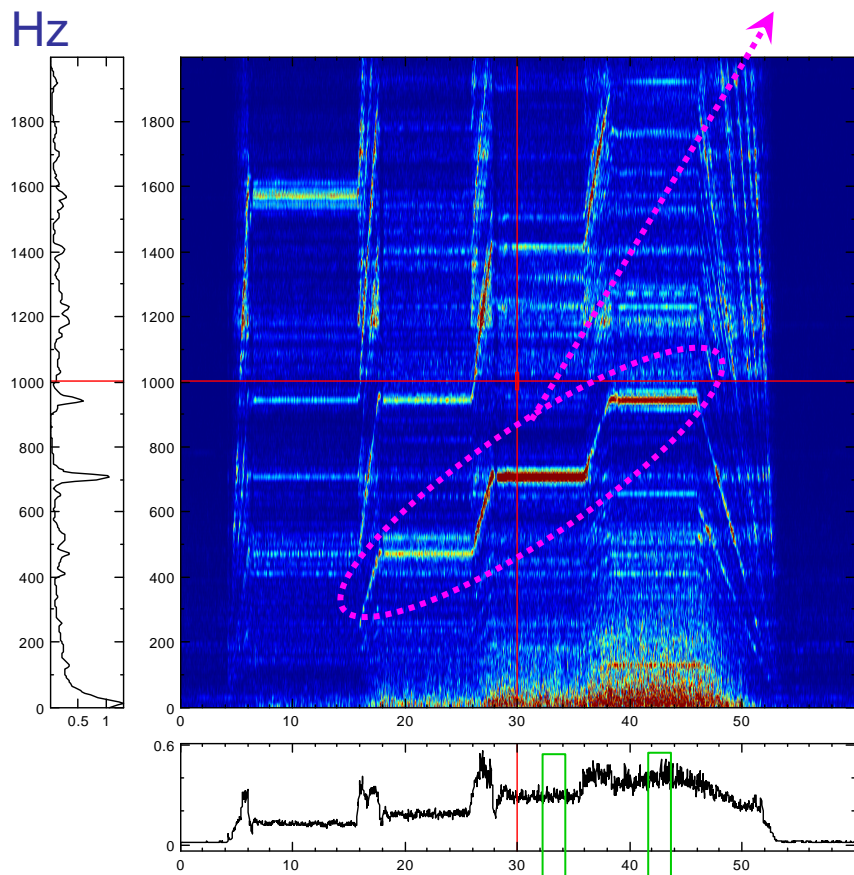


# 高檔聲壓：頻率vs.輸出軸轉速階次

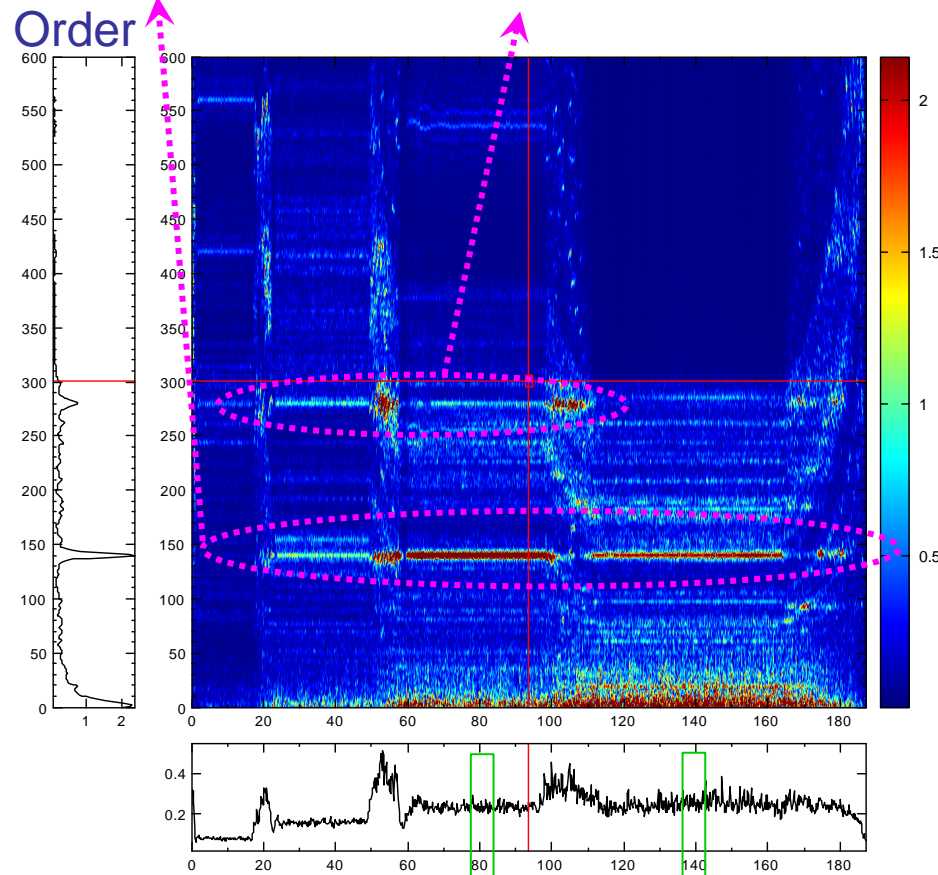
輸入軸&中間軸嚙合頻

輸出軸轉速之140倍頻

輸入軸&中間軸嚙合頻之二倍頻



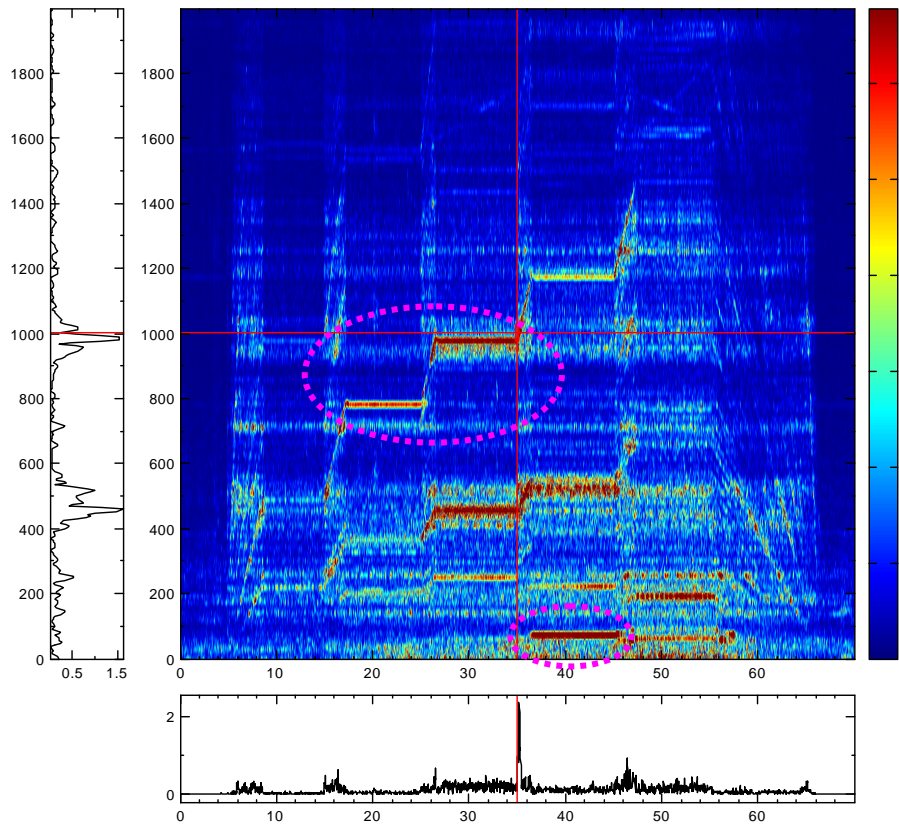
300RPM 400RPM



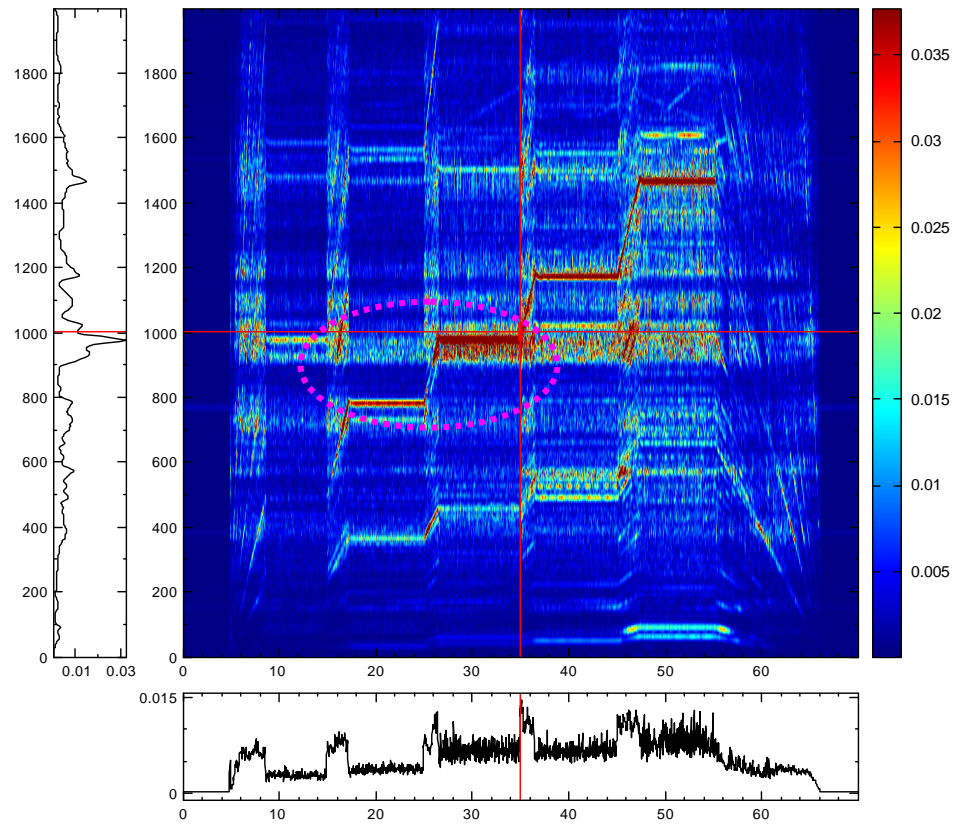
300RPM 400RPM

# 低檔時頻圖：聲壓VS.轉盤端加速度

Hz



Hz

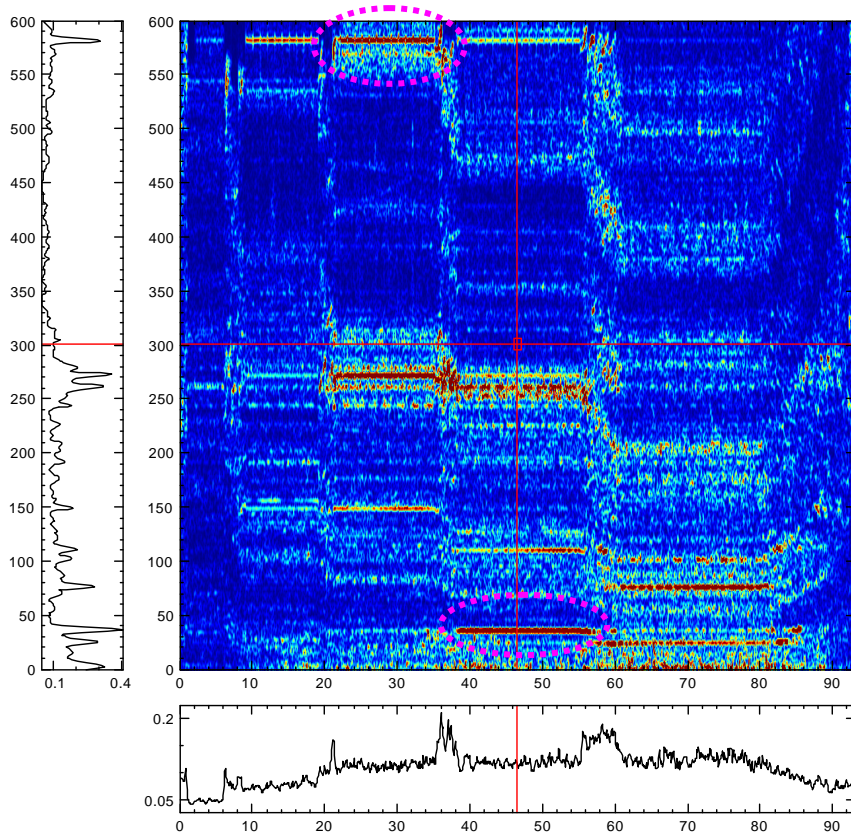


噪音 ← 振動

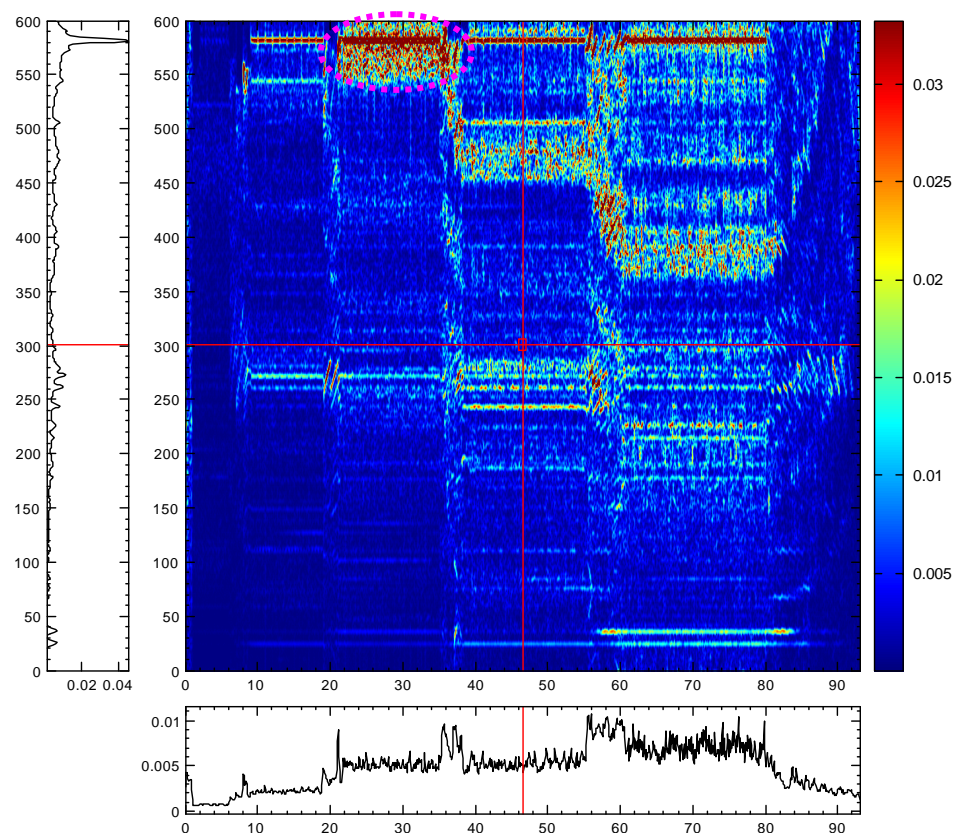


# 低檔階次圖：聲壓VS.轉盤端加速度

Order



Order



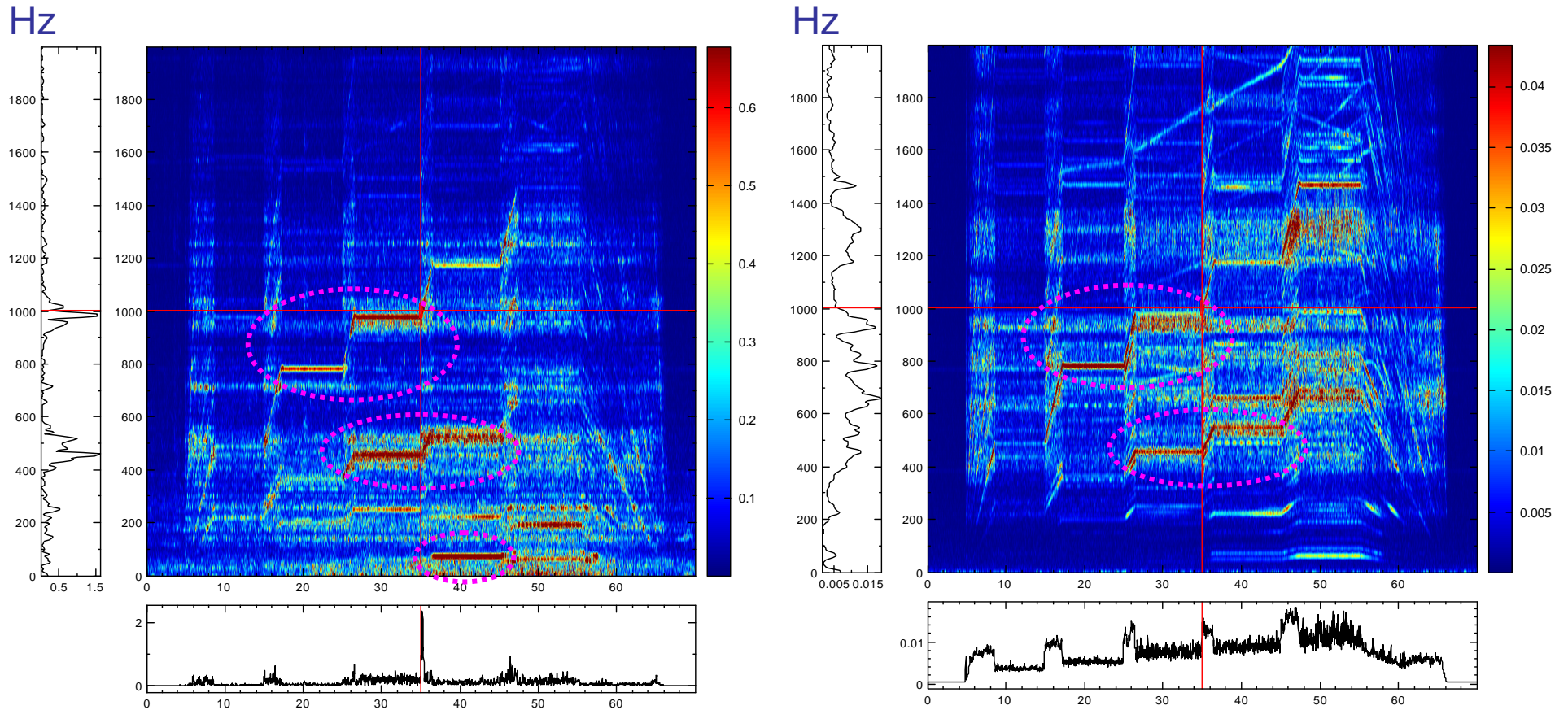
噪音



振動



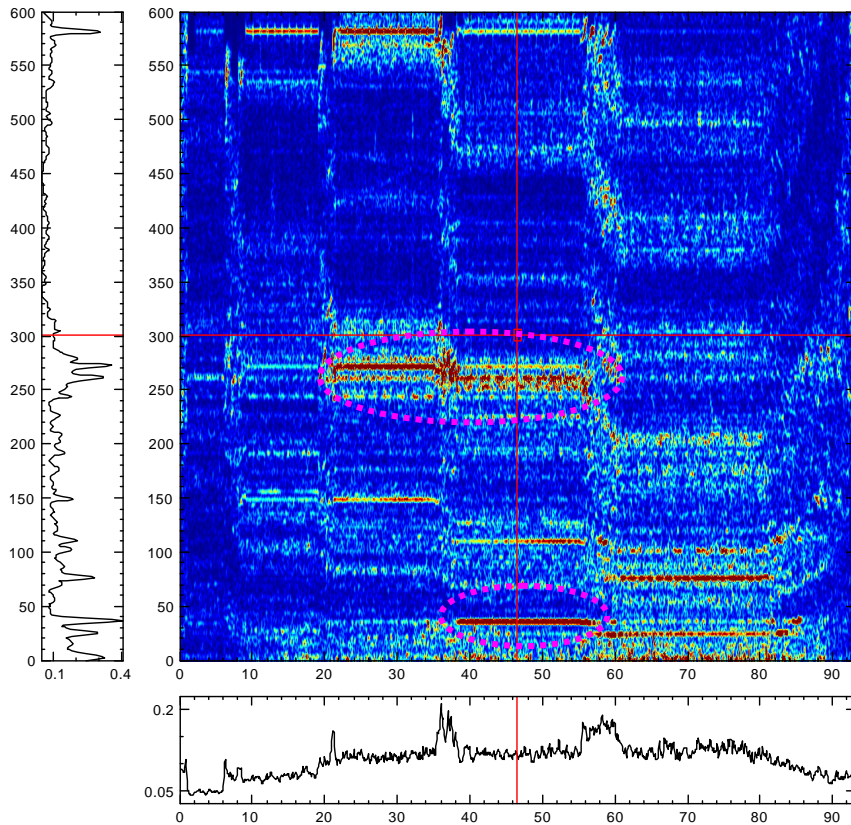
# 低檔時頻圖：聲壓VS.馬達端加速度



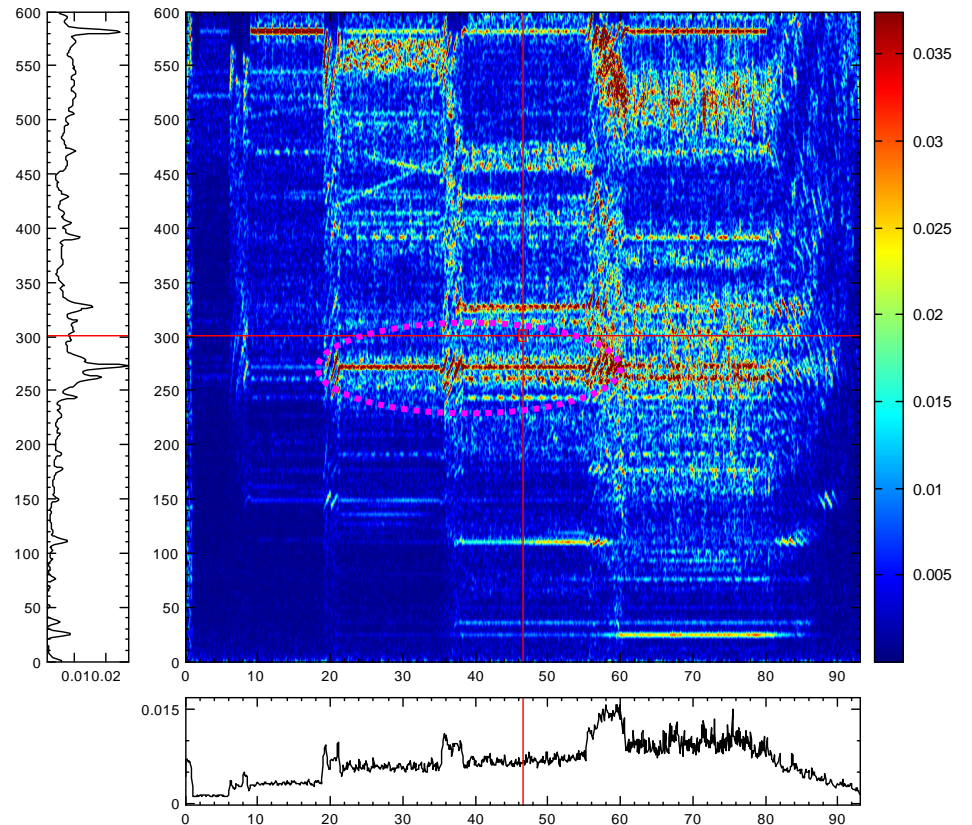
噪音 ← 振動

# 低檔階次圖：聲壓VS.馬達端加速度

Order



Order



噪音

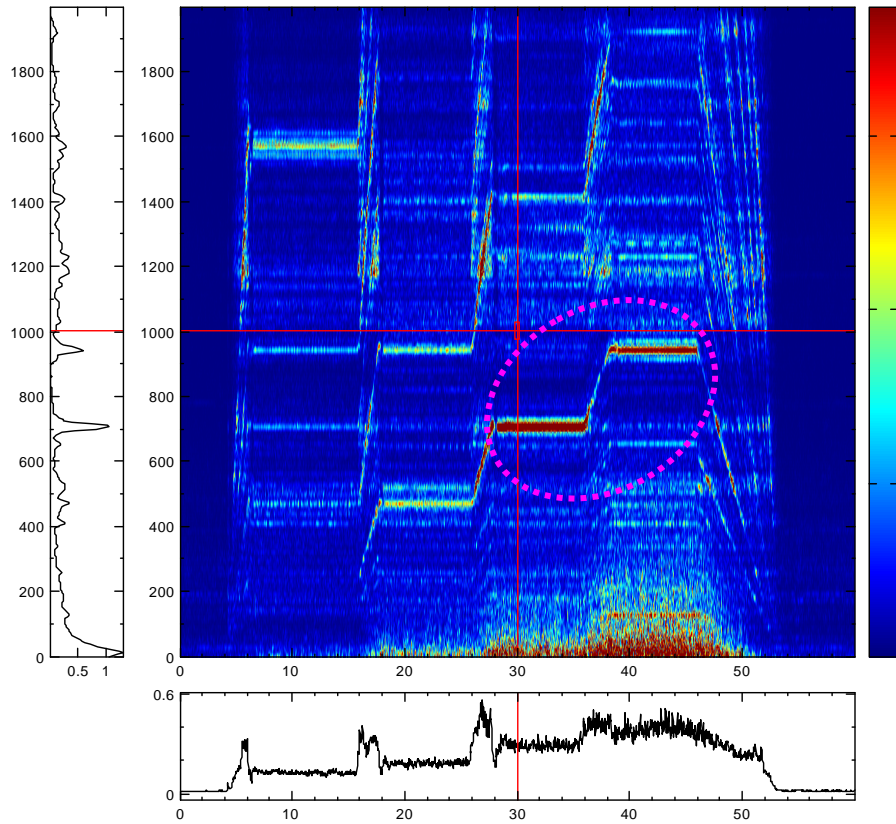


振動

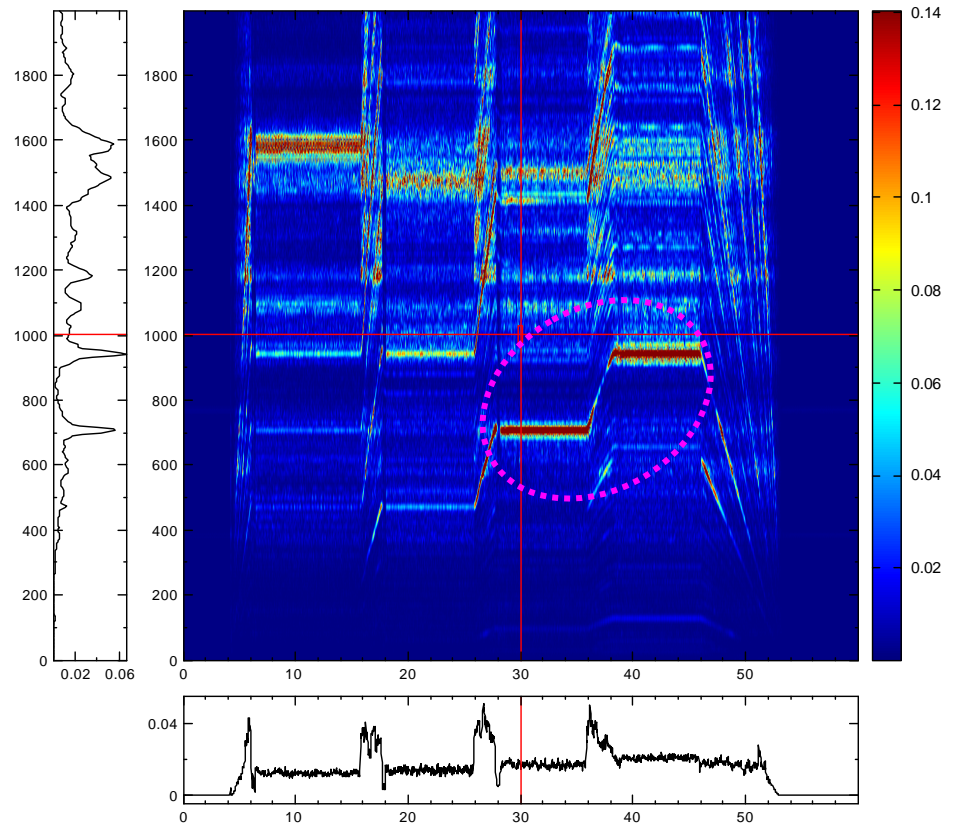


# 高檔時頻圖：聲壓VS.轉盤端加速度

Hz



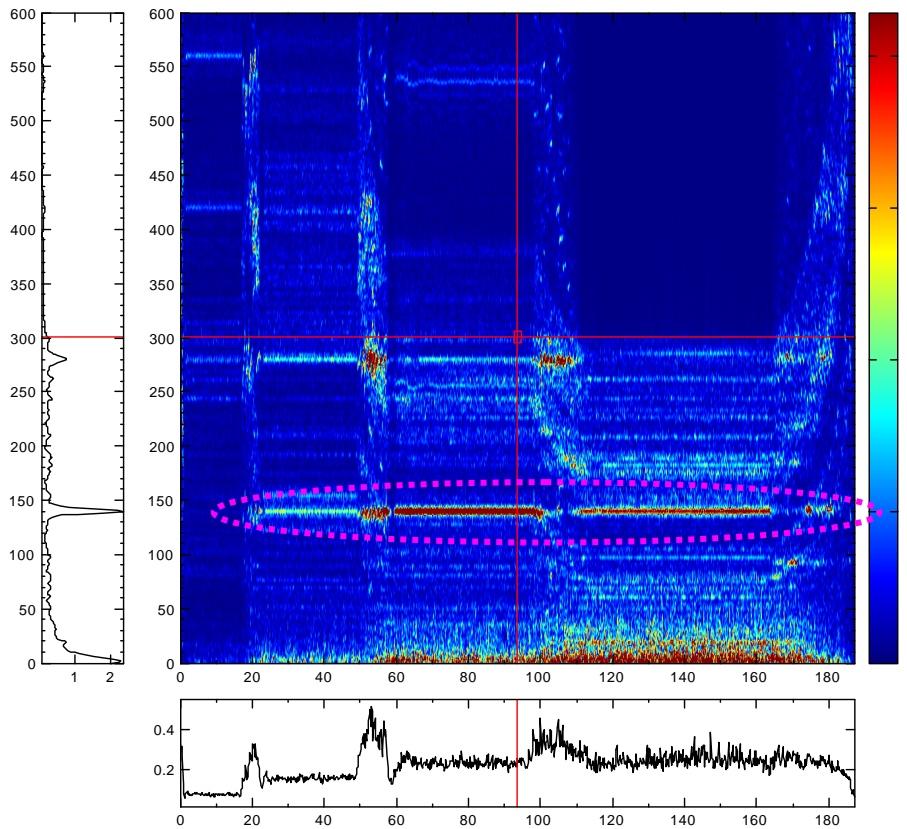
Hz



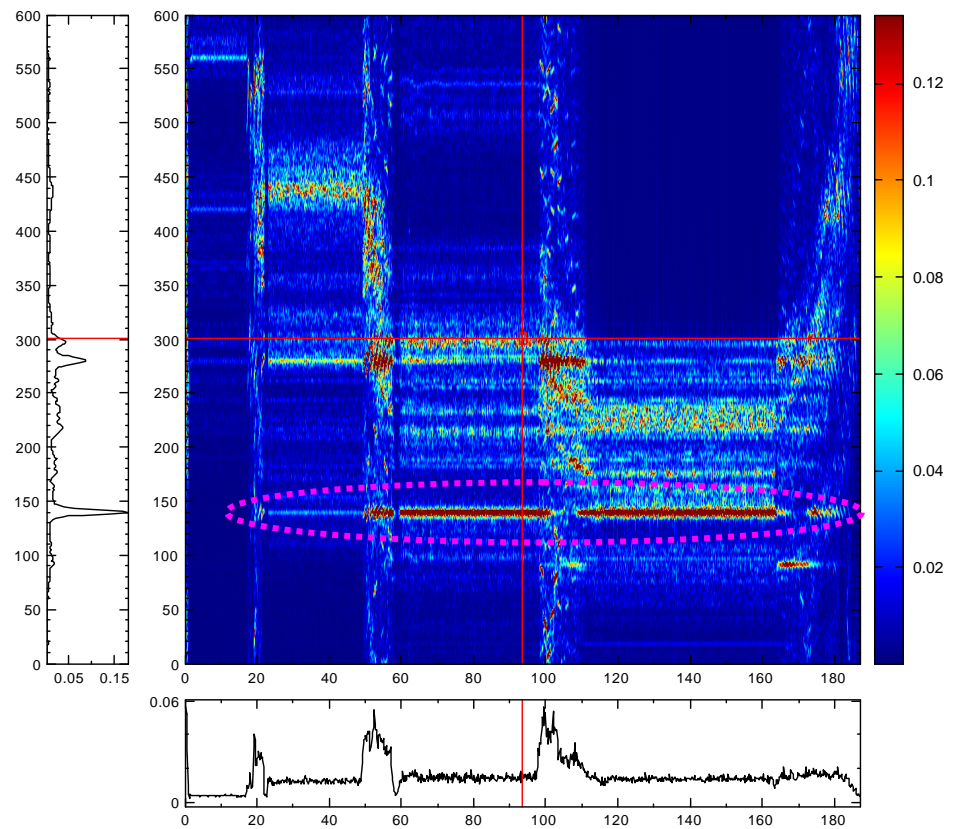
噪音 ← 振動

# 高檔階次圖：聲壓VS.轉盤端加速度

Order



Order



噪音

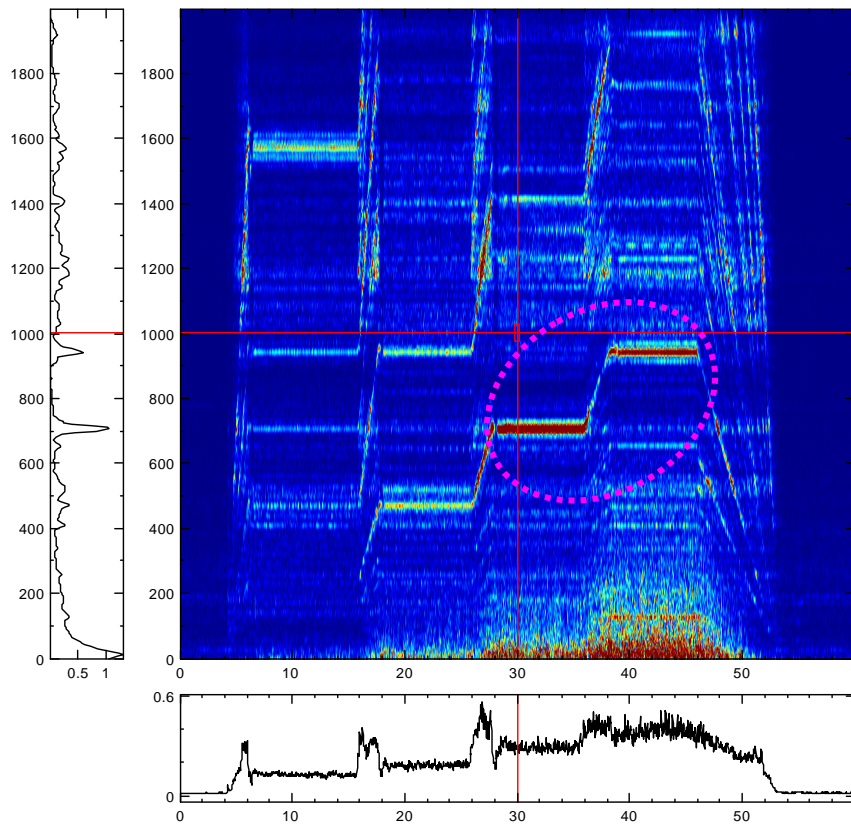


振動

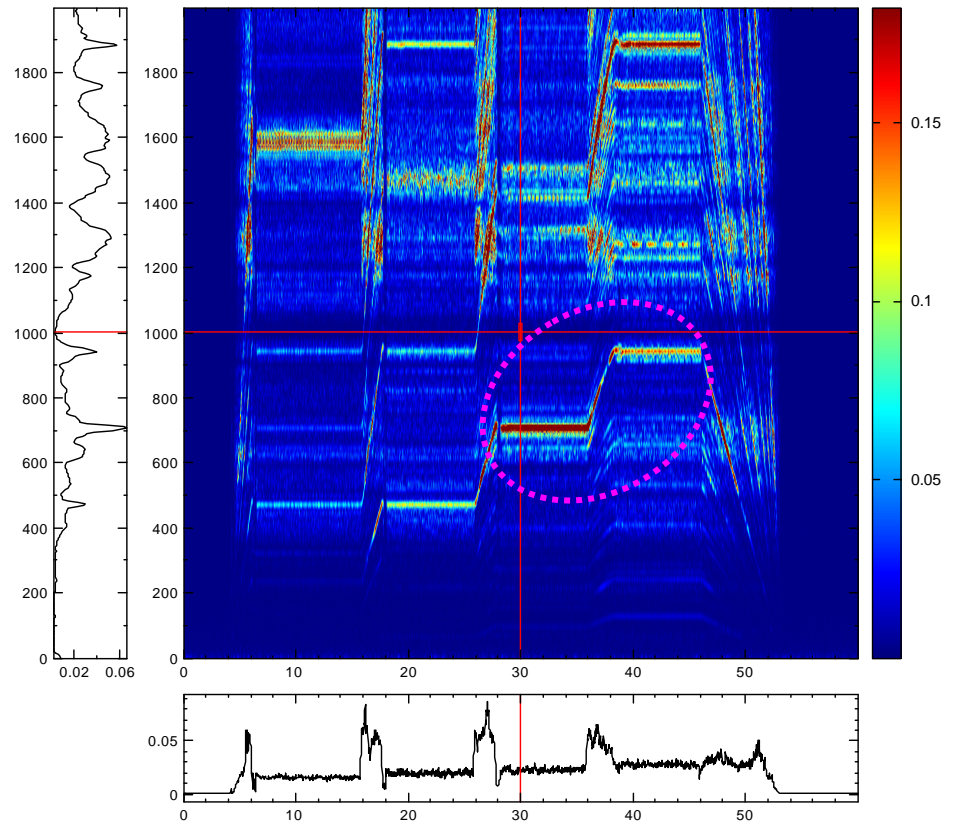


# 高檔時頻圖：聲壓VS.馬達端加速度

Hz



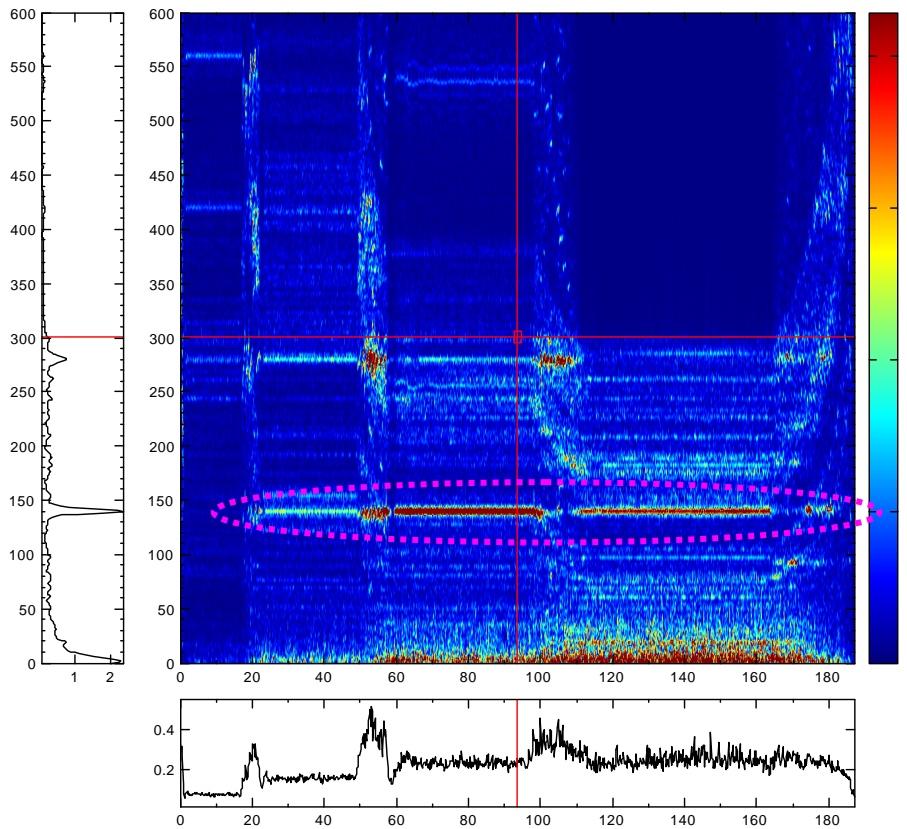
Hz



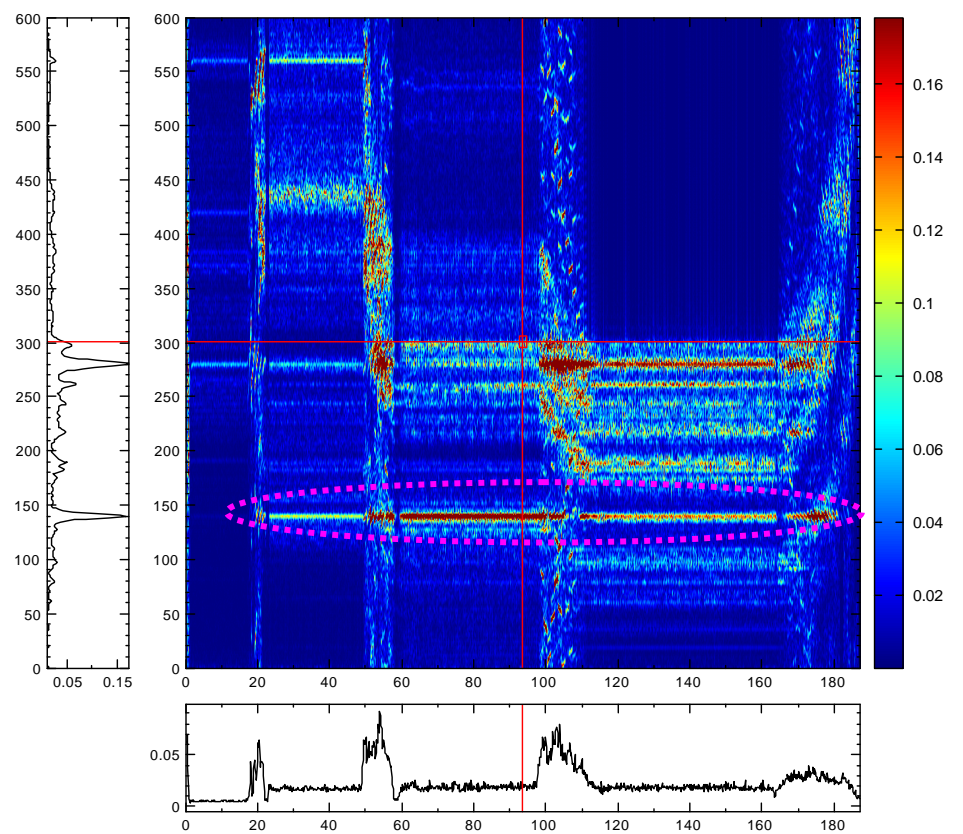
噪音 ← 振動

# 高檔階次圖：聲壓VS.馬達端加速度

Order



Order



噪音



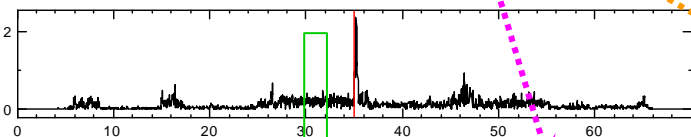
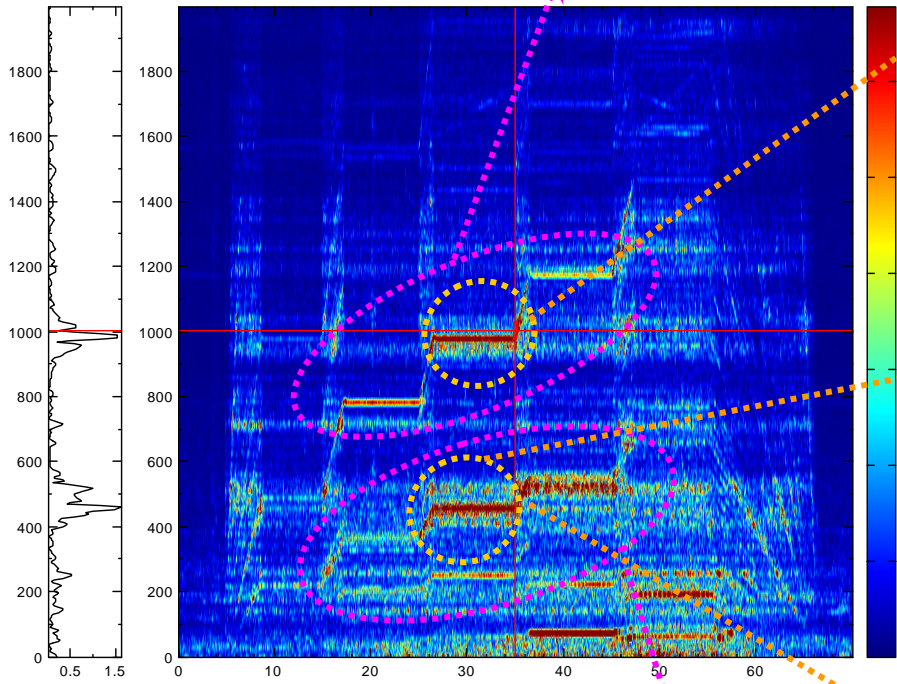
振動



# 低速檔聲壓異常：啮合頻之調幅頻率

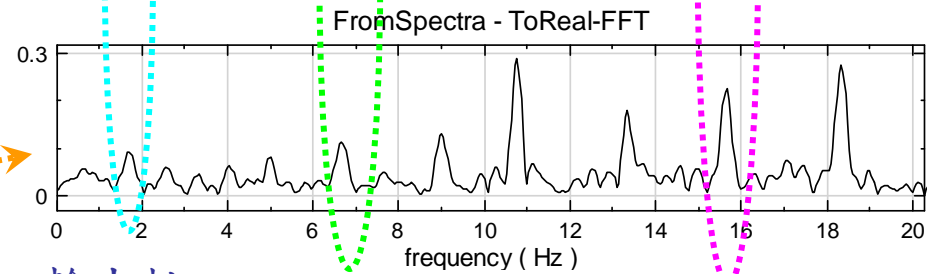
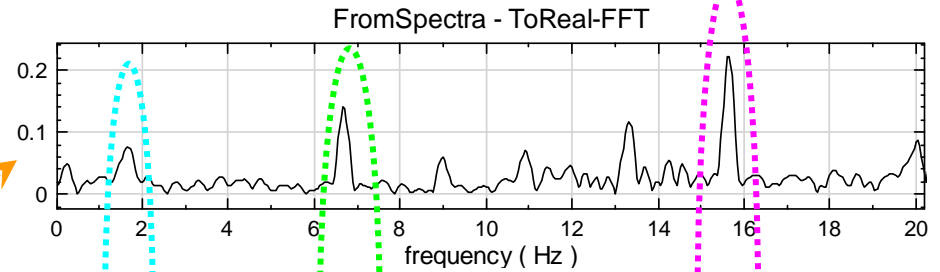
輸入軸啮合頻  
輸出軸轉速之581.5倍頻

Hz



100RPM

中間軸啮合頻  
272倍頻

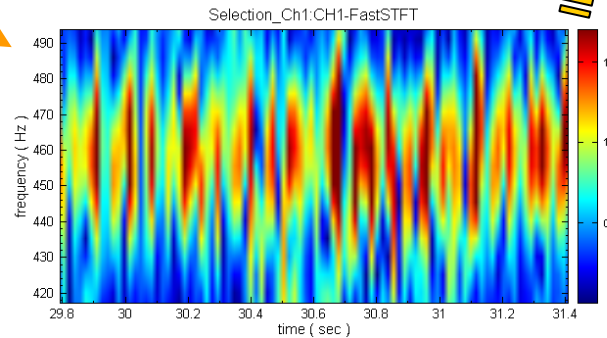


輸出軸  
轉速頻  
率1X

中間軸轉速  
頻率1X

變速軸轉速  
頻率1X

FFT

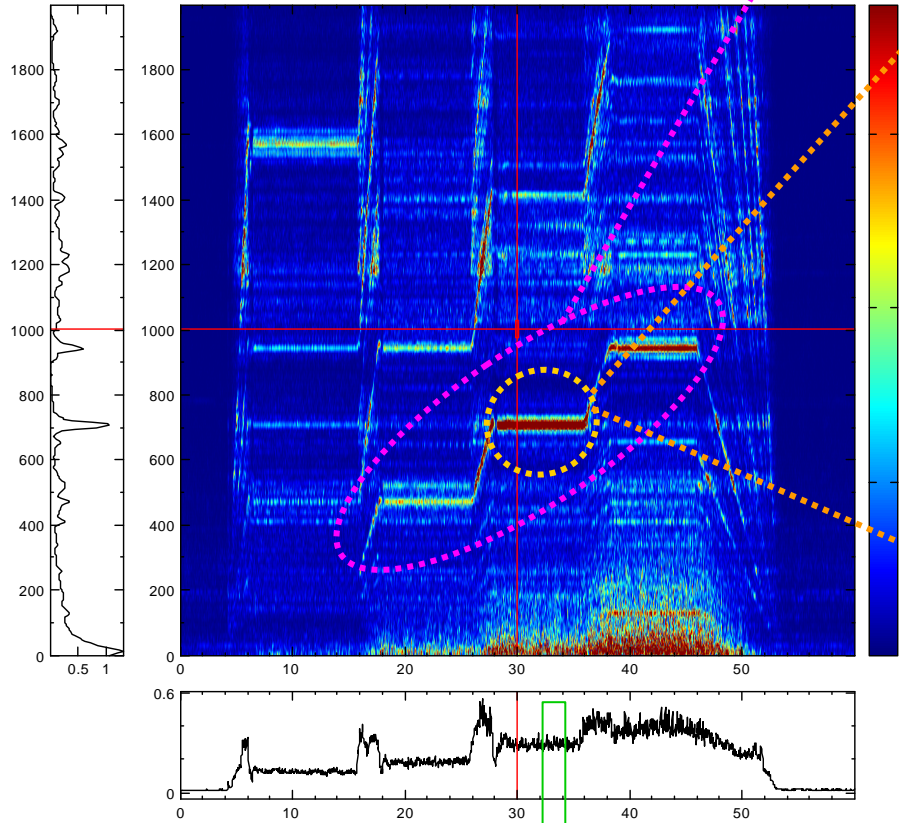


主要異常為  
變速軸偏心

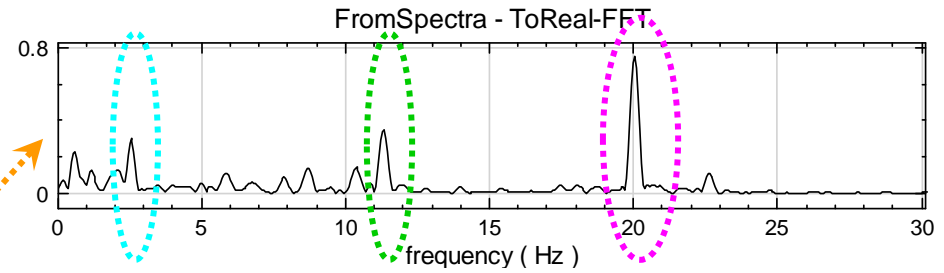
# 高速檔聲壓異常：嚙合頻之調幅頻率

輸入軸 & 中間軸嚙合頻  
輸出軸轉速之140倍頻

Hz



300RPM



輸出軸  
轉速頻  
率1X

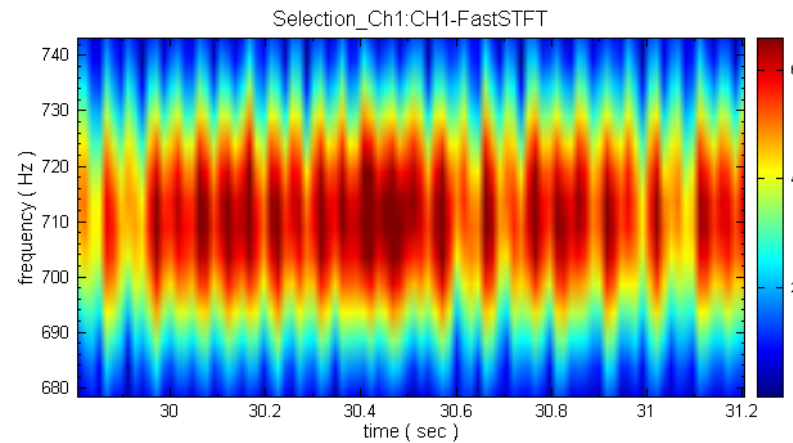
變速軸  
轉速頻  
率1X

中間軸  
轉速頻  
率1X



FFT

主要異常為中間軸偏心



## 結論與建議

- 時頻圖 → 快速找出轉速相關倍頻及結構與腔室共振頻段
- 階次頻譜 → 快速找出嚙合頻率之振幅變化
- 嚙合頻振幅調變 → 快速找出造成嚙合異常之主軸或齒輪
- 均方根值 → 快速求得各轉速之噪音與振動RMS趨勢
- 根據噪音之共振頻段降低異音之放大倍率
- 針對振動之共振頻段與嚙合異常原因改善振動源

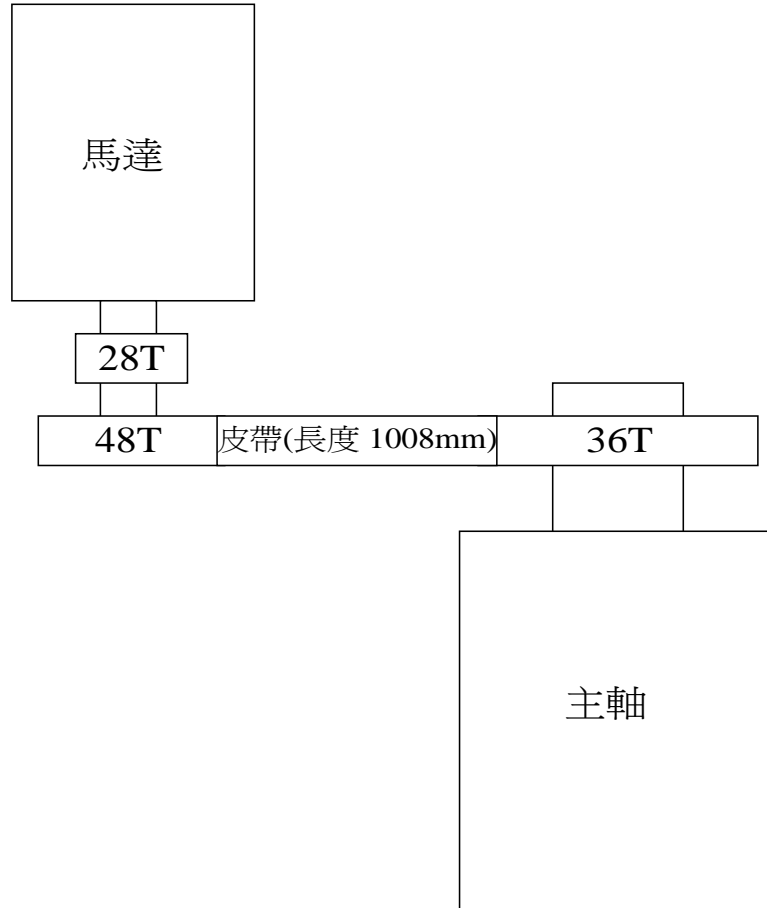


# 皮帶式主軸異音檢測異音檢測



# 皮帶式主軸示意圖

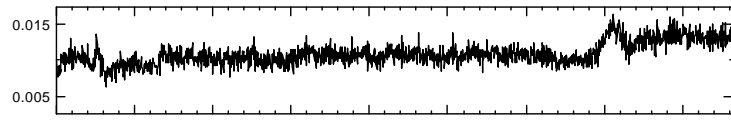
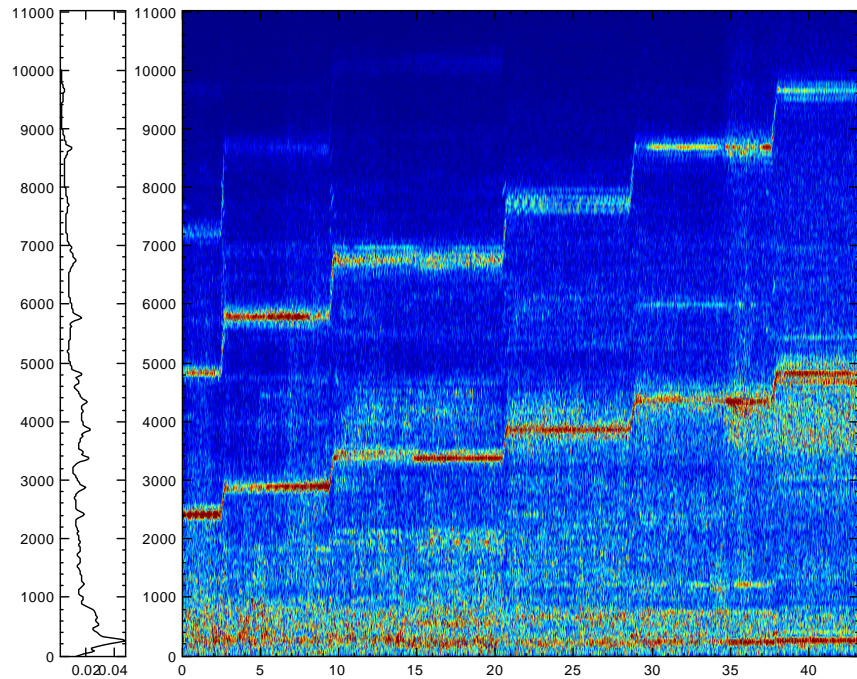
馬達轉速頻率：50 → 60 → 70 → 80 → 90 → 100 Hz



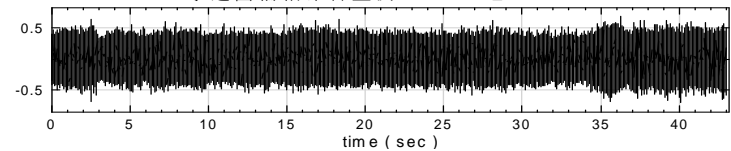
主軸轉速頻率：66.67 → 80 → 93.33 → 106.67 → 120 → 133.33 Hz

主軸轉速RPM：4000 → 4800 → 5600 → 6400 → 7200 → 8000 RPM<sup>27</sup>

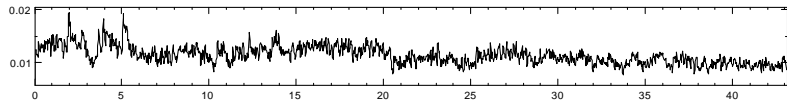
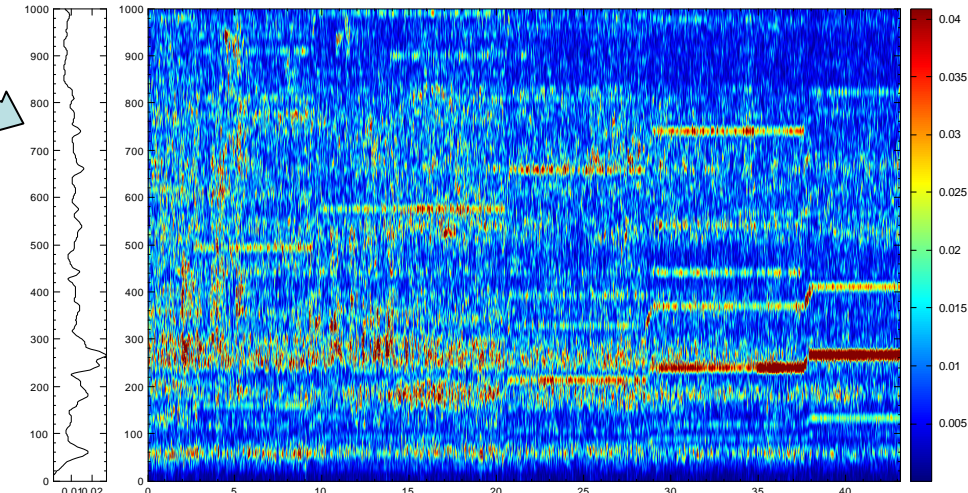
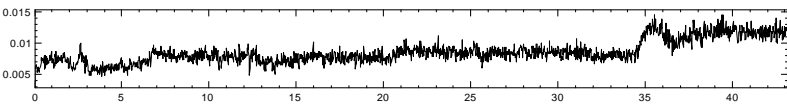
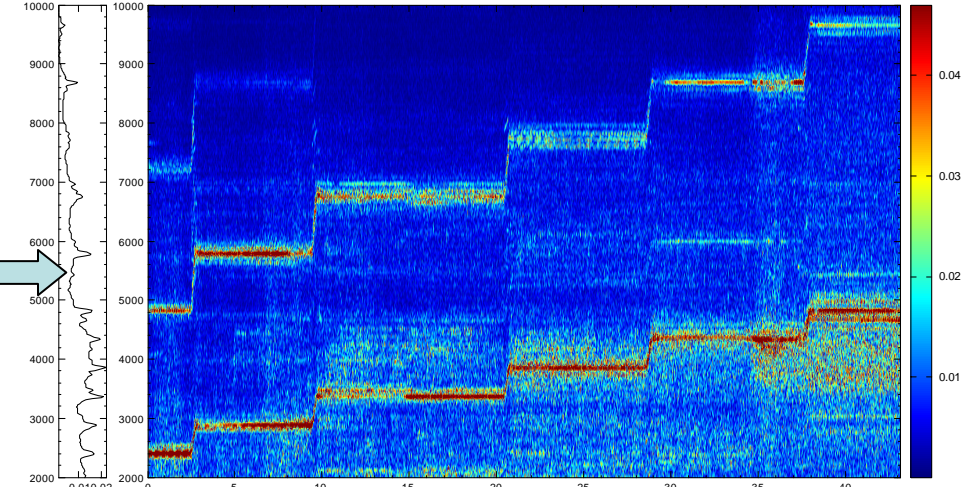
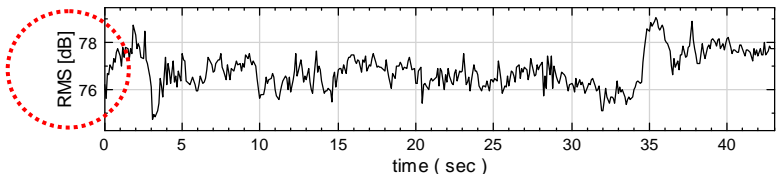
# 聲音檔時頻分析



永進齒輪箱噪音量測-22050Hz\_Ch1:CH1

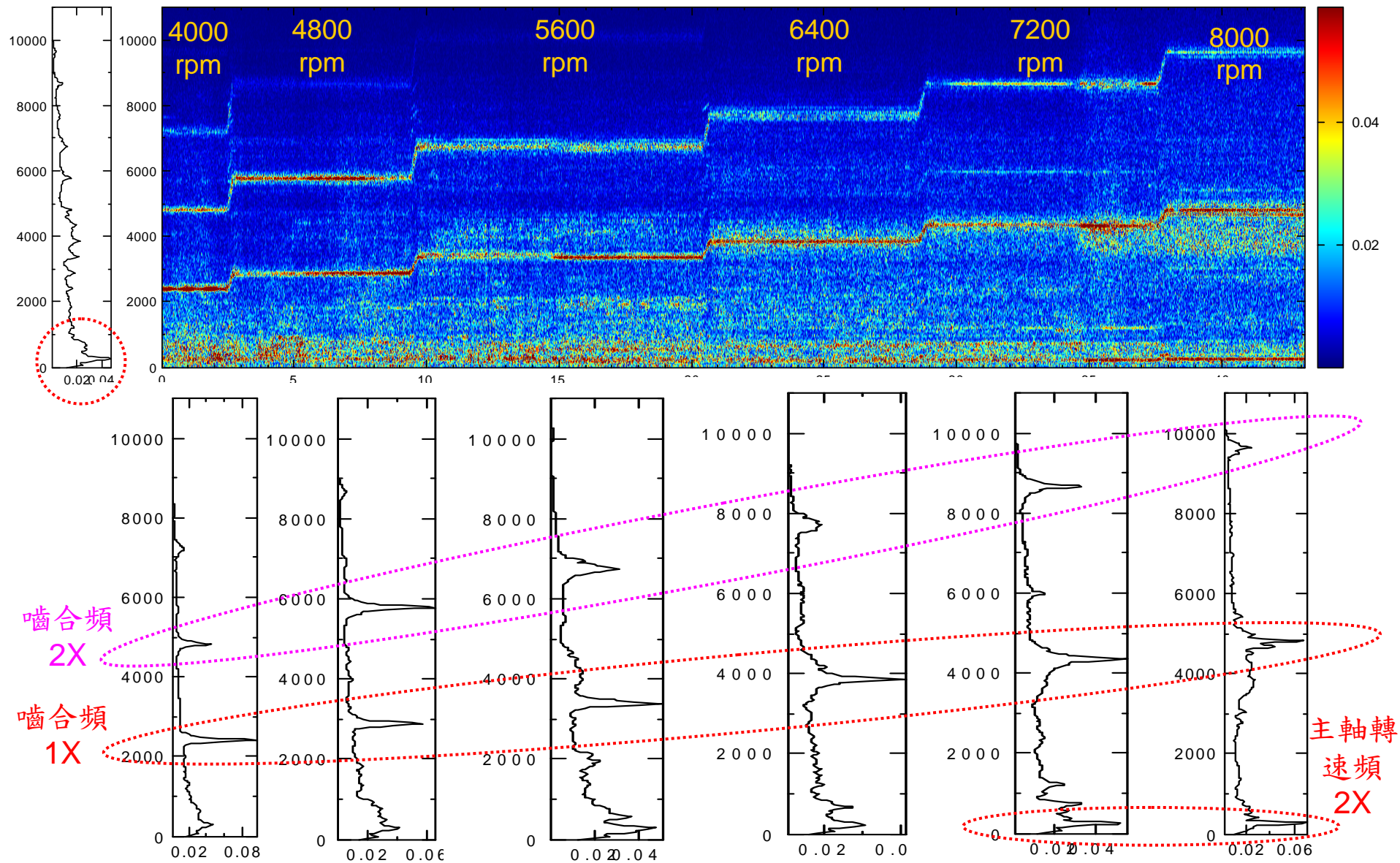


永進齒輪箱噪音量測-22050Hz\_Ch1:CH1-RMS





# 各轉速之異音頻譜比較





# 嚙合頻段異音頻譜

4000  
rpm

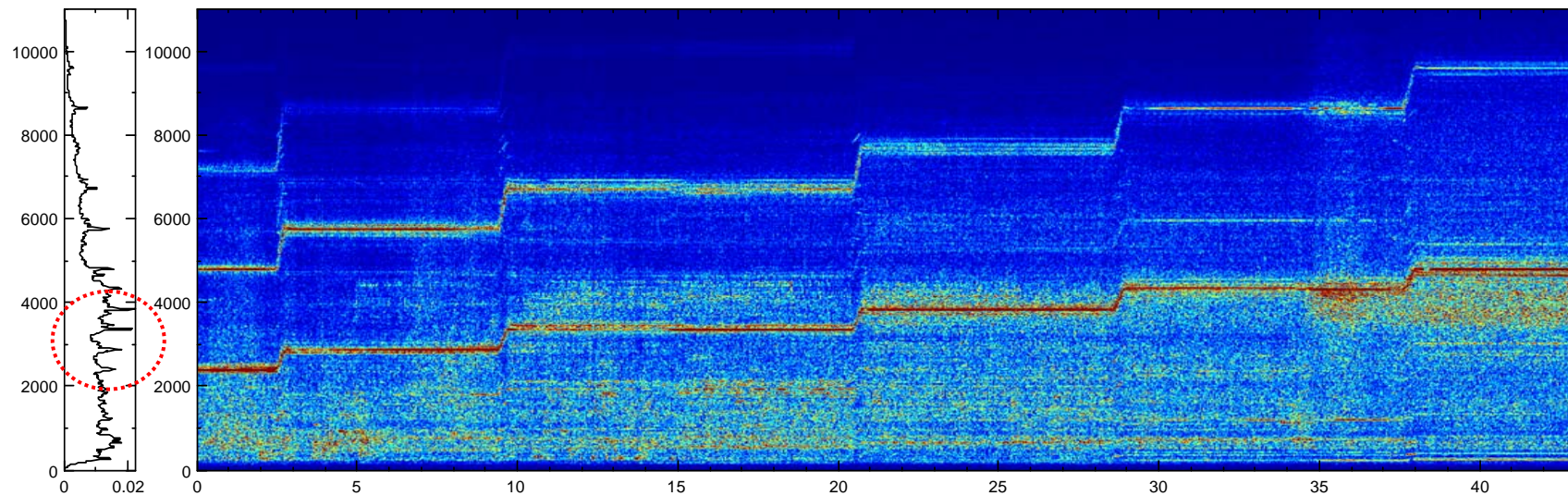
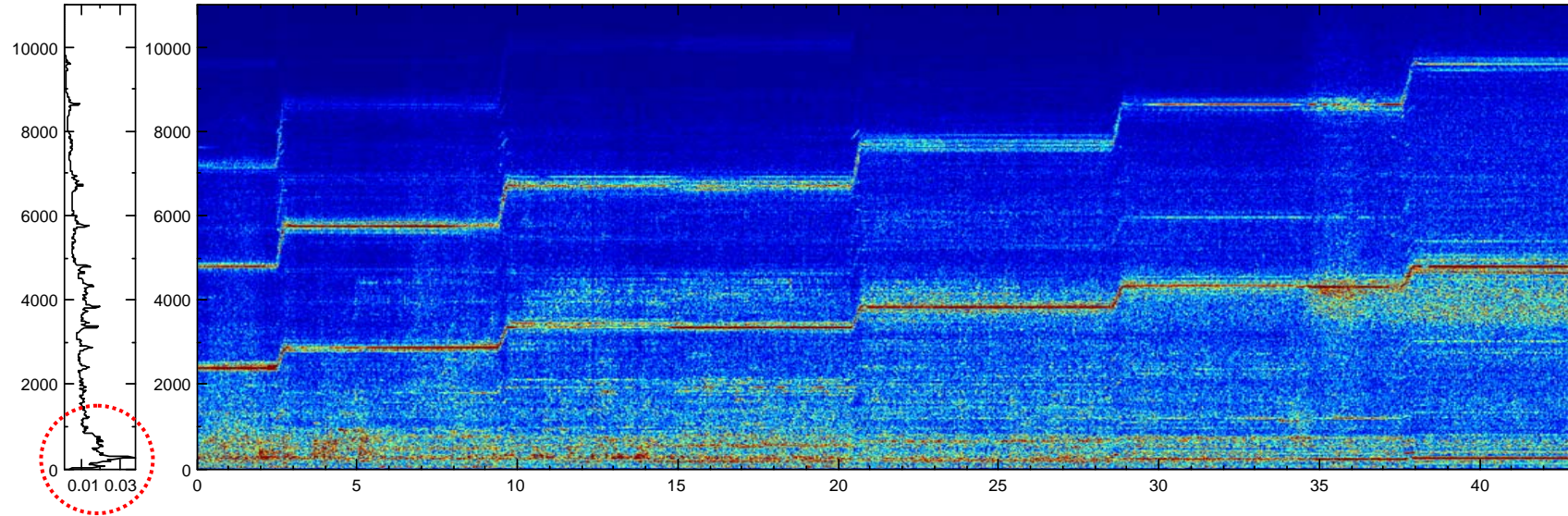
4800  
rpm

5600  
rpm

6400  
rpm

7200  
rpm

8000  
rpm

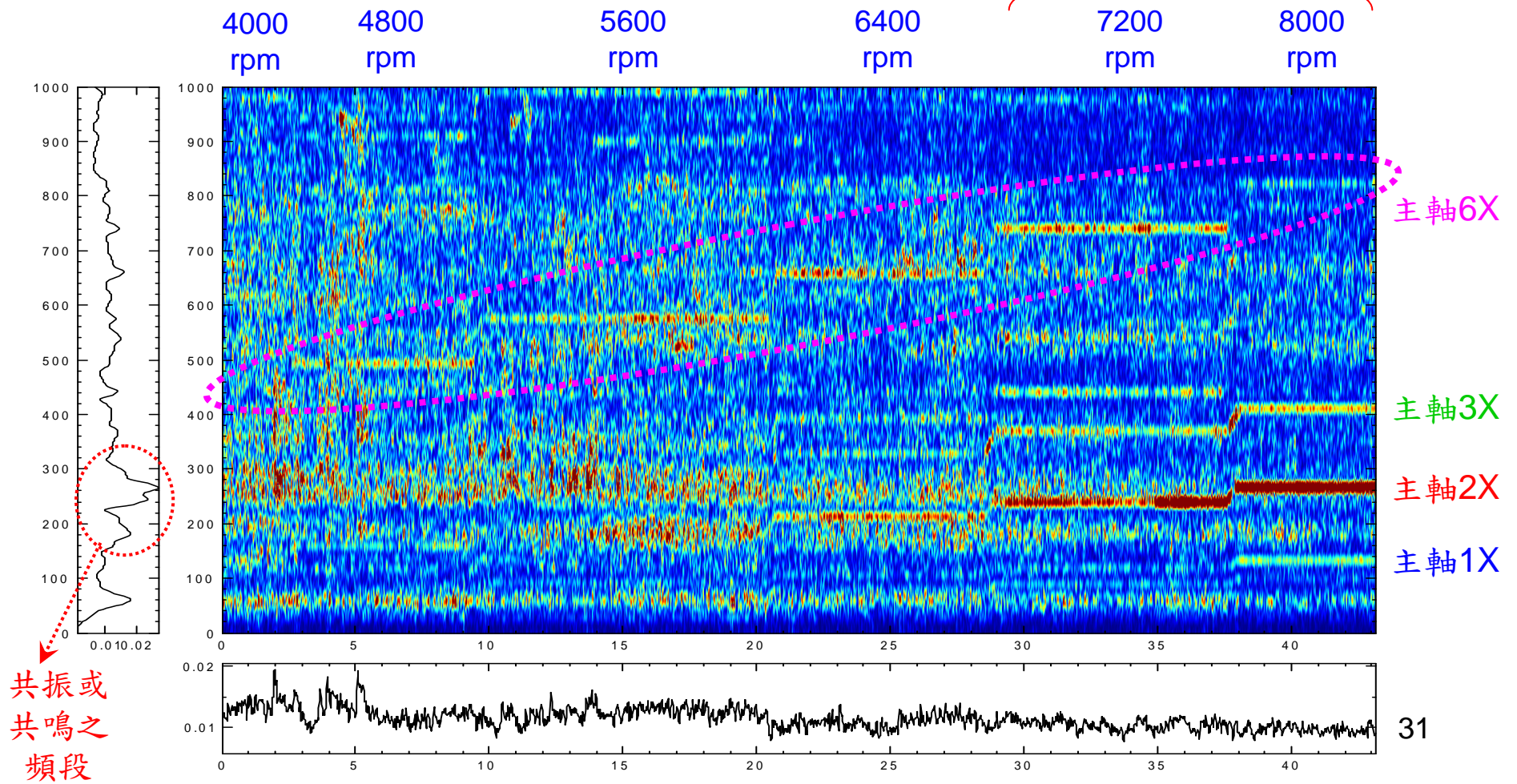




# 主軸轉速頻段異音頻譜

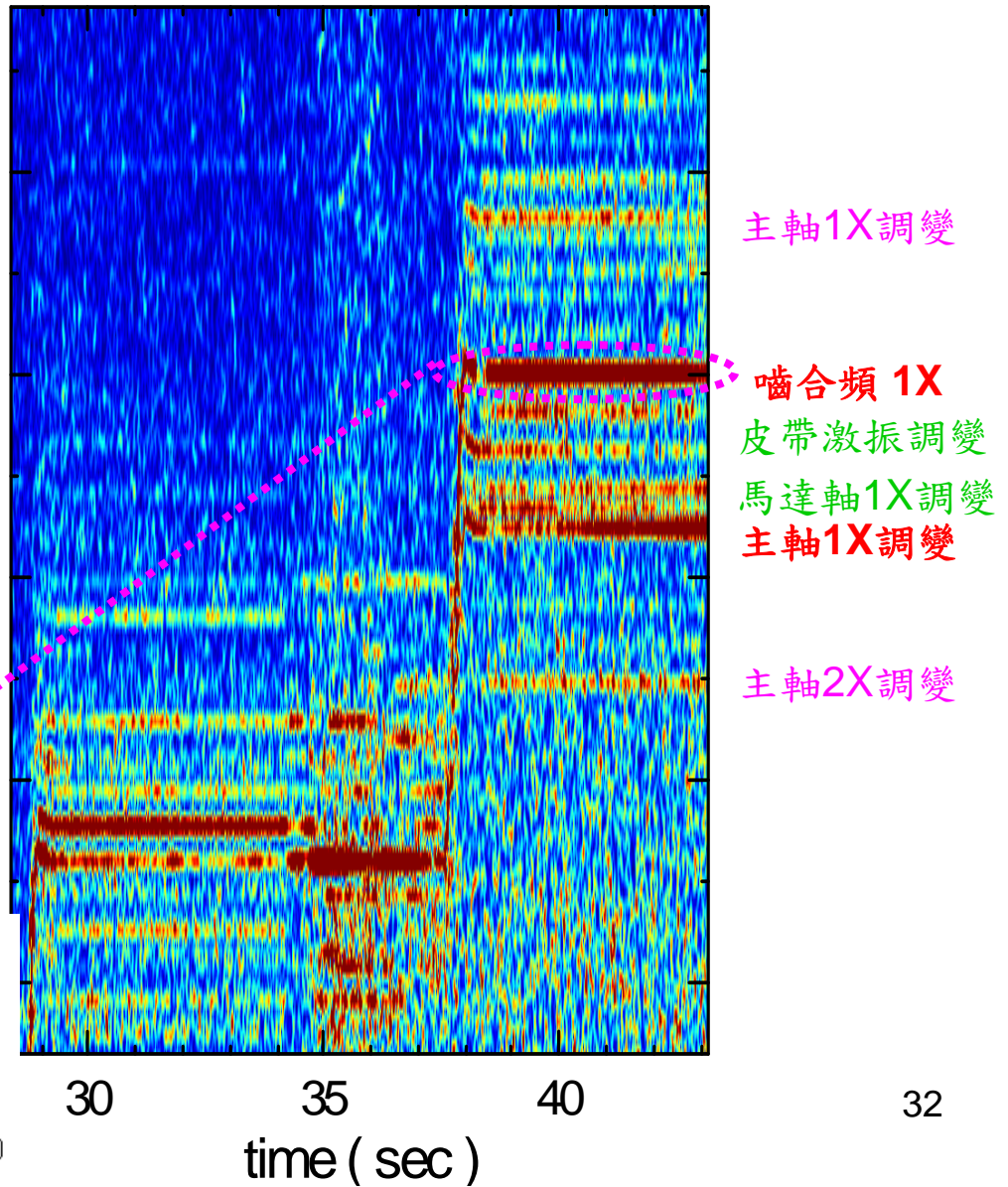
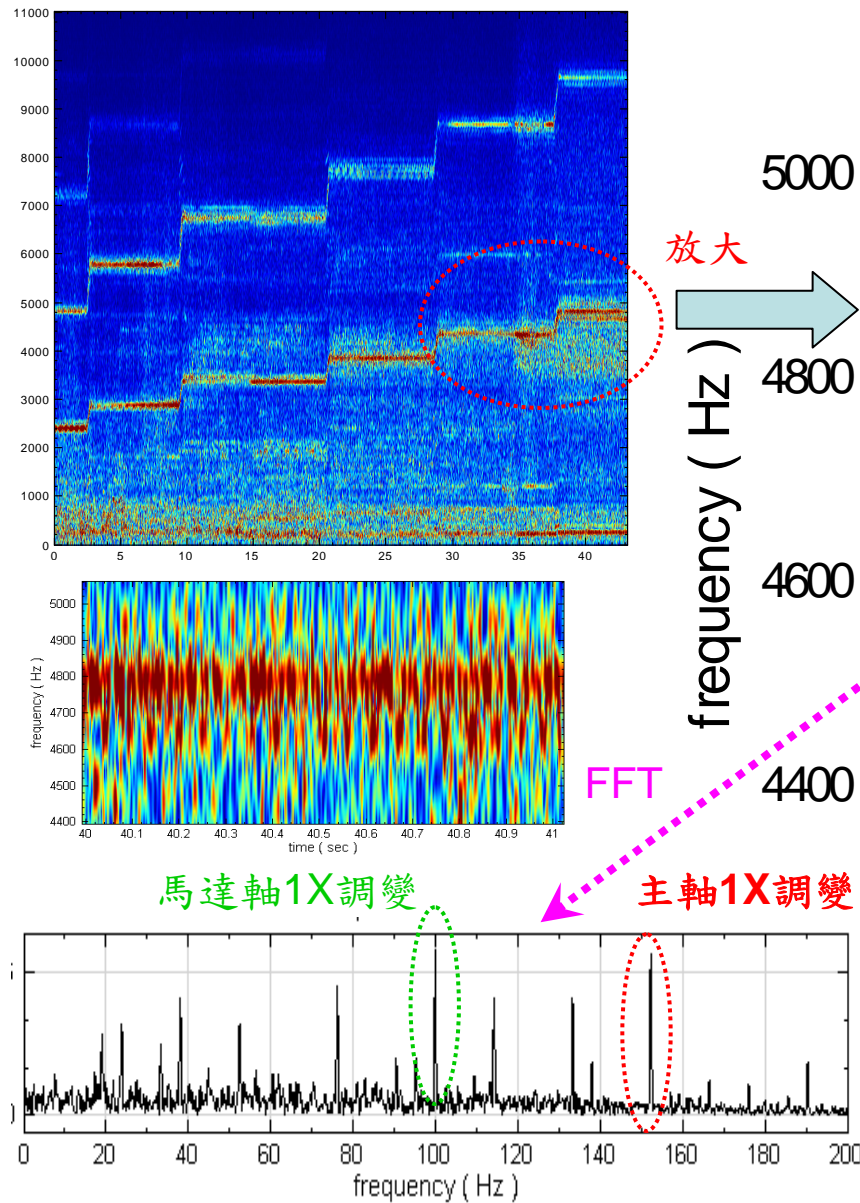
主要異常：主軸對心問題

主軸轉速頻率2X





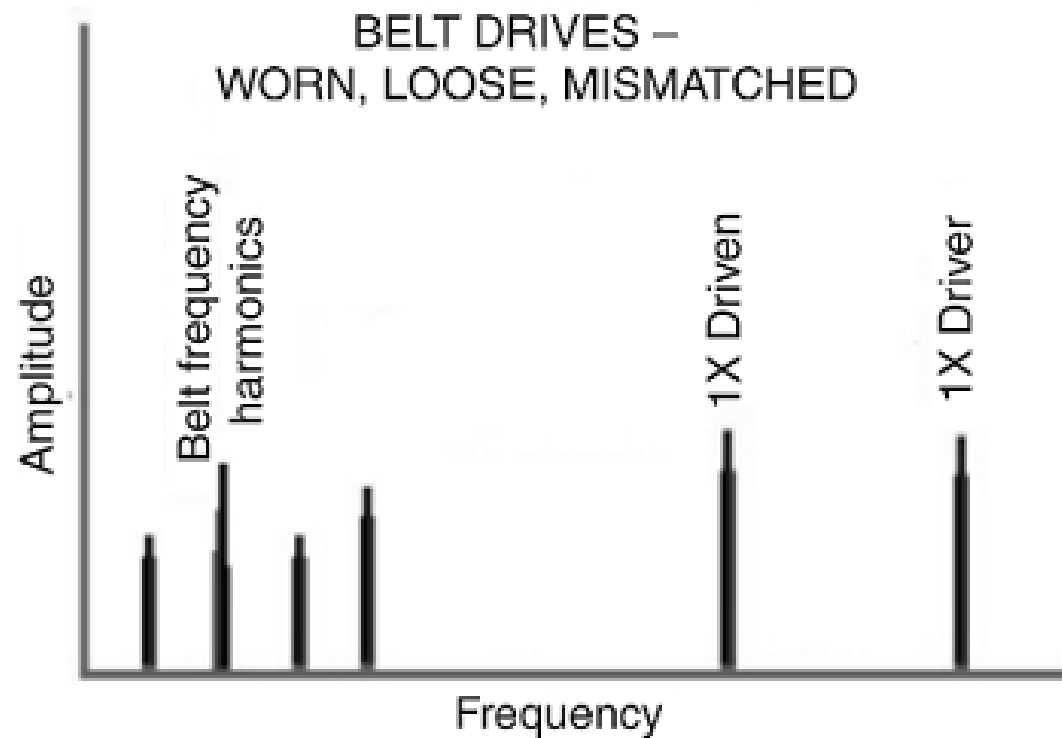
# 嚙合頻率受轉軸頻率與皮帶激振之調變影響





# 皮帶之轉速次倍頻激振頻率

$$\text{Belt frequency} = \frac{\pi \times \text{pulley rpm} \times \text{pitch dia.}}{\text{belt length}}$$



**Figure 5.57**  
*Sub-harmonic belt frequencies*

## 結論與建議

- 人耳感受之異音主要為嚙合頻率
- 主軸可能有對心問題(可能由皮帶傳動所造成)，進而生成轉軸與嚙合頻率之二倍、三倍、甚至六倍頻之異音。
- 嚙合頻率受轉軸頻率與皮帶激振之調變影響將使嚙合音產生波動之間歇異音
- 結構共振或腔室共鳴頻段可能將異音放大
- 主軸、馬達、皮帶、及嚙合之異常原因必須藉由比對振動與噪音訊號方可確認