

# PU15 低温真空聚頻磁鐵 機械與磁場驗收

出差人員：磁鐵小組  
黃睿哲  
楊智勝

出國地點：Spring-8, Japan  
出國時間：2017/12/18-2017/12/22  
報告日期：2017/12/25

## 摘要

本文為撰寫至日本兵庫 Spring-8 驗收低溫真空聚頻磁鐵(CU15)之磁場品質與機械結構驗收，聽取 CU15 機械測試結果說明與測試報告內容檢視瞭解與討論，並進行實機之作動檢測。

## 壹、行程

表一 參訪行程

編號	日期	行程
Day 1	12月17日(日)	出國(台灣至日本兵庫)
Day 2	12月18日(一)	上午至 Spring-8 組裝室與 Dr. Kitamura 討論低溫真空聚頻磁鐵相關議題與量測治具組裝，下午進行 gap 的機械測試，了解彈簧系統的效益。 資料整理
Day 3	12月19日(二)	接續前天測試，量測並找出結構較大變形處，以利後續設計改善。
Day 4	12月20日(三)	測試彈簧系統對機械結構之收益結果，以及優化磁場積分場。
Day 5	12月21日(四)	磁場積分場優化。
Day 6	12月22日(五)	磁場優化和螺桿做動背隙量測，另進入 SPRing-8 環內了解 cryogenic 運轉時的震動強度。
Day 7	12月23日(六)	休假
Day 8	12月24日(日)	回國

## 貳、內容摘要

本次參訪暨驗收內參訪地點為 SPring-8 (SP8)組裝室，進行 CU15 磁場品質與機械結構系統驗收，過程敘述如下：

- 一) 參與人員：Dr. Kitamura 北村英男(RIKEN/SPring-8)、黃睿哲、楊智勝 (NSRRC)、NXE 人員。...
- 二) 時間：2017 年 12 月 18~22 日。
- 三) 地點：日本兵庫縣佐用郡佐用町光都 1 丁目 1-1(組

## 立實驗棟)

### 四) 過程：

1. 機械結構一致性作動測試:會晤前由廠商提供之量測 Gap errors(因為磁力變形)數據中顯示，量測值已符合規範，但與數值模擬的有些微差，故於行前準備量測治具前往，來量測因為磁力造成的 Gap errors。治具安裝在 8 組 bellows Shaft 支撐點的位置，在 gap 3~15mm 時，其磁力對結構的變形數據進行判斷與分析。針對此問題，必須做更多的分析，以其改善變形量達 sub-um 的範圍(世界頂尖水準的目標)，這對於短周期的插件磁鐵發展極為重要。
2. 另外使用自製的治具，來量測波紋管聯桿(Bellow link-rod)、線性滑塊(linear guide)、差動座(differential supporter)受磁力的變形量。最大磁力為 48kN。治具安裝的位置在第 3 與第 8 組波紋管聯桿位置。其中波紋管聯桿變形量較大，為預測值(拉伸測試得到)的二倍，線性滑塊的變形次之。差動座的變形很小，僅僅幾個微米。另取得差動座二個元件帶回 NSRRC 做拉伸測試。



圖 1 CU15 機械工程結構

3. 使用 level meter 量測有無彈簧系統時的傾斜度。因為受到磁力的影響，真空外橫樑(out-of-vacuum girder)與支柱會因此變形而傾斜。因此傾斜的量測對於判斷彈簧系統的效果來的非常的重要，量測的結果發現，在有安裝彈簧系統時，真空外橫樑與支柱的橫向傾斜的現象有明顯的改善。

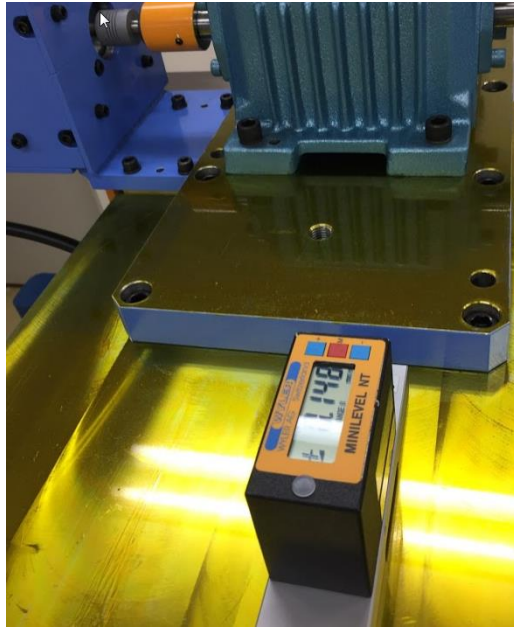


圖 2 CU15 傾斜度量測

4. 磁場積分場優化，目前磁場的 phase error 達 2.66 度在 Gap4mm。已經符合標準。為了達到世界頂尖的標準，要求 phase error 須達 2 度以下的嚴格標準。另外，為了測試彈簧系統的重複性，將彈簧全部重設，再做一次的量測。結果發現兩次 Phase error 的差異僅為 0.1 度。
  
5. 螺桿背隙量測，其量測範圍如下：  
gap 5.0-5.1 mm, step 0.01 mm;  
gap 4.0-4.1 mm, step 0.01 mm;  
gap 3.0-5.0 mm, step 0.2 mm。  
背隙量皆在 10um 規範內。
  
6. 了解 SPRing-8 cryogenic 系統的震動強度，該型號之震動強度遠小於 Sumitomo CH110 之型號。

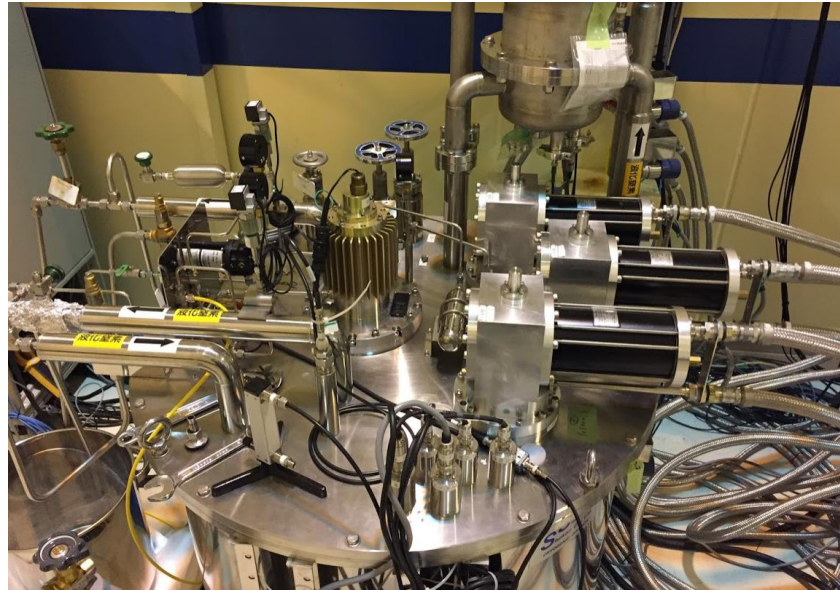


圖 3 液氮製造循環機 (3 支 Cryo-cooler 使用)

議題討論：

1. 上、下磁列治具孔位不對，但因無法修正，故治具需配合修改。
2. 彈簧系統設計未具保護措施，故須設計保護蓋，以防設定被無意更改。

## 參、心得概述暨建議

### 一、參訪心得

目前 PU15 插件磁鐵的機構與磁場量測結果都符合規範。彈簧系統的使用，可以有效減少因磁力的變形，其安裝的重複性對於磁場而言沒有大的變化，並不會造可以廠商可以進行 Cu-Ni foil 的安裝。

### 二、建議

如果經費允許，在新機測試的時候，可以派磁場量測以及儀控人員一起前往。