

6 T マグネット立ち上げと磁場配向試料作製マニュアル

文責：井筒（2009.10.22）

本マニュアルはあくまで簡易的なものであるので、利用者は取扱説明書に目を通して頂く事を推奨する。

1. （無冷媒）6 T 超伝導マグネットの立ち上げ（立ち上げに約二日半かかる）

（※）超伝導マグネットシステム取扱説明書と過去のノートを参考して下さい。

- （1）前回使用後は、図1のような状態になっている。（シールプラグがマグネットバルブにはめ込まれている。）
- （2）図2の様に、真空パイプを接続し、1分程ロータリーポンプで粗引きする。マグネット内部よりもパイプラインの真空度が良くなったら（約 8×10^{-2} Torr）、図2の様にシールプラグをマグネットバルブから引き抜く。ロータリーポンプで粗引きを継続する。（約1時間）
- （3）圧力が 8×10^{-3} Torr 程度になったらターボポンプを起動する。
- （4）圧力が 10^{-4} Torr 程度になったら、循環用水冷ホースのバルブを開け、冷凍機を起動する。
（※）ターボポンプはマグネット温度が約 80 K 以下（冷凍機起動から約 20 時間後）では使用しないように。
（※）冷凍機の水圧と水冷ホースの熱さを確認する事。
- （5）圧力が約 5×10^{-6} Torr 程度になったら（ターボポンプ起動から約 13 時間後）、バルブを閉じるのにシールプラグを押し込む。
- （6）ターボポンプを停止し、真空ポンプを外す。（冷凍機は起動させたまま。）



図1：シールプラグインバルブ



図2：シールプラグアウトバルブ

- (7) マグネット温度が約 4 K になったら (冷凍機起動から約 30 時間後) 磁場を発生する事ができる。
- (8) マグネットを立ち上げるには、冷凍機の電源を切ってから、循環用水冷ホースのバルブを閉じる。

2. 試料準備

- (1) 粉末試料と (混ぜる分の) スタイキャストの質量をそれぞれ測る。
- (2) 空の容器を質量測定器にのせて、リゼロしておく。
- (3) 空の容器中に粉末試料とスタイキャストを入れてから、試料を良く分散させる。
- (4) **スタイキャスト+試料**の質量を測る。→ 質量 (I)
- (5) 先のスタイキャストに分散させた試料を (SQUID 約φ 5、磁化約φ 1.9、ESR 約φ 8 用の) テフロン容器に入れる。

- (6) **残ったスタイキャスト+試料**の質量を測る。→ 質量 (II)

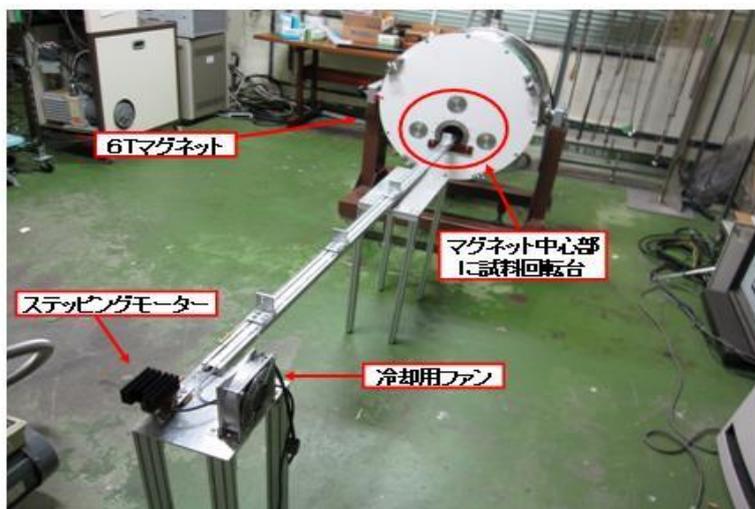
(※) 配向試料に含まれる実際の試料の質量は、試料がスタイキャスト中に均一に拡散していると仮定して、 $\{ \text{質量 (II)} / \text{質量 (I)} \} \times (\text{試料の質量})$ の比で求める。

- (7) 右図のように、テフロン容器を回転台にのせる。この時に、テフロン容器に容易軸になる方向の印を付けておく。



3. セッティング

- (1) 下図のように、回転台をマグネット中心部に位置させる。



4. 回転プログラムの起動（プログラムモード：取扱説明書 p.48～50）

- (1) コントローラ（ドライバー）の電源を入れる。
- (2) 操作ボックス上の **Menu** ボタンを押す。
- (3) 操作ボックス画面上に表示される **PRG**（プログラムメニュー）を選択し **Ent** ボタンを押す。
 - (※) キー移動は動かしたい方向の十字キー（+、-）ボタンを押す。Ent ボタン：決定
 - 次に画面上に表示される **RUN** を選択し **Ent** ボタンを押す。
 - 画面上にチャンネル（CH）の選択が表示されるので、十字キーの左右ボタン（桁の選択）と上下ボタン（値の増減）を押して使用するプログラム CH にする。
 - Ent** ボタンを押すと、プログラムが実行される。
 - (※) プログラムを一時停止する時は、**Stop** ボタンを押す。
- (4) プログラムを終了する時は、**Stop** ボタンを2回押す。
- (5) コントローラの電源を切る。



図：操作ボックス

5. 6 T 超伝導マグネットの磁場印加

- (1) マグネットの電源を入れる。
- (2) **HOLD ボタン**を押して、HOLD の状態にする。
- (3) **CURRENT/FIELD ボタン**を押して、画面上を TESLA 表示にする。
- (4) **SETPOINT ボタン**を押しながら、**ADJUST ボタン** (RAISE or LOWER) を押して、設定する磁場の値 (Max : 6 T) にする。
- (5) **SETRATE ボタン**を押しながら、**ADJUST ボタン** (RAISE or LOWER) を押して、設定する sweep rate の値 (Max : 0.9 T / min) にする。
- (6) **HEATER ボタン**を押すと、そのボタンの上にある二つの LED が点灯しヒーターが ON になる。
- (7) 約 1 分待つてから、**GOTO SET ボタン**を押すと磁場の値が増えていく。
- (8) 設定磁場 (Ex.6 T) になったら、**HOLD ボタン**を押す。→ (※ 1) へ
→ PERSISTENT MODE への切り替え (電流を流さないで、磁場を発生させておくモード)
- (9) (8) から約 30 秒待つてから、**HEATER ボタン**を押すとヒーターが **OFF** になる。
- (10) 約 1 分待つてから、**GOTO ZERO ボタン**を押すと磁場の値が減っていく (実際は、TESLA 表示になっている電流が減っている)。
- (11) 磁場の値が 0 になったら **HOLD ボタン**を押し、**PERSISTENT MODE** の LED が点灯しているのを確認する。(**MAGNET STATE ボタン**を押すとマグネットで発生している磁場の値を確認できる。) → (※ 2) へ

→ 磁場を下げる

- (※ 1) 1. **GOTO ZERO ボタン**を押す。(磁場の値が減っていく。)
2. 磁場の値が 0 になったら **HOLD ボタン**を押し、約 10 秒待つてから、**HEATER ボタン**を押すとヒーターが **OFF** になる。
3. マグネットの電源を切る。
- (※ 2) 1. ヒーターの電源は絶対に入れない。**GOTO SET ボタン**を押して設定磁場の電流値までもっていく。
2. 設定磁場の電流になったら、約 10 秒待ち **HEATER ボタン**を押してヒーターを **ON** にする。
3. 約 1 分待つてから、**GOTO ZERO ボタン**を押す。
4. 磁場の値が 0 になったら **HOLD ボタン**を押し、約 10 秒待つてから、**HEATER ボタン**を押すとヒーターが **OFF** になる。
5. マグネットの電源を切る。

6. 補足（プログラムの作成及びダウンロード方法）

（注）単位：1[rpm] = 1[回転/分]、1[pps] = 1[パルス/秒]

1. プログラムの作成（90°回転、 $\omega_1=25$ [rpm]、 $\omega_2=5$ [rpm]） p.24-27

(1) パソコンとコントローラとを USB ケーブル or RS-232C インターフェースで繋ぐ。
コントローラの電源を入れる。

(2) Windows 画面上で、「スタート」→「プログラム」→「QT-EDIT」を選択すると、
ソフトウェアが起動する。

(3) 「ファイル」→「新規作成」を選択する。

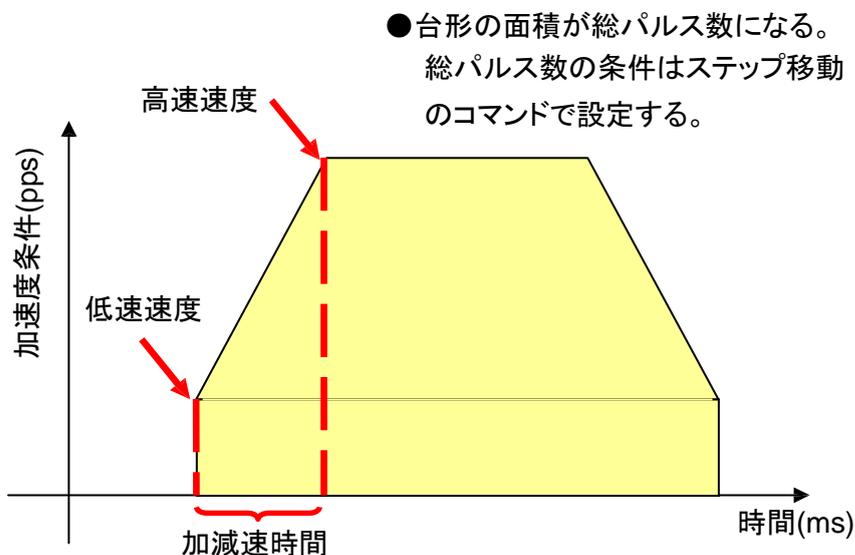
(4) 軸数を選択するダイアログが表示されるので、軸数 1 を選ぶ。

(5) 画面右上にコマンド表が表示される。プログラム××画面の**ステップ 00**をクリックし、
コマンド表から**ウェイトタイム**をダブルクリックし、停止時間（10×100 ms）
を入力する。

→ $\omega_1=25$ [rpm]の条件設定

(6) **ステップ 01** をクリックし、コマンド表から**速度、加減速時間設定**をダブルクリックし、
低速速度（750 [pps]）、高速速度（6250 [pps]）、加減速時間（200 [ms]）を入力する。
→回転速度 $\omega_1=25$ [rpm]の条件

(※) 速度、加減速時間の条件算出



(注) 低速速度は起動速度にあたり、Max：1000 pps。高速速度は、Max：10000 pps。
加減速速度は、約 100 ms。→これらはコントローラの限界性能ではなく、実際の装置を動かす時の目安である。

(式) 高速速度 x [パルス/秒]の算出（ $\omega_1=25$ rpm の時）

$$x \text{ [パルス/秒]} = 25 \text{ [回転/分]} / 60 \text{ [秒/分]} \times 360^\circ \text{ [1/回転]} \times 30 \text{ [ギア比]} / 0.72^\circ \text{ [1/パルス]}$$

ギア比：ウォームギアの歯数とウォームホイールギアの歯数の比 = 30 : 1

Full ステップ角 $0.72^\circ \rightarrow 1$ パルスあたりにモーターが回転する角度

- (7) **ステップ 02** をクリックし、コマンド表から**ステップ移動**をダブルクリックし、移動量 3250 [パルス]を入力する。→ 90° 回転するための条件
- (※) ステップ移動は台形面積（全ページ図）の総パルスにあたり、このパルス数によって回転角度が決まる。
- (式) ステップ移動 x [パルス]の算出（ 90° 回転の時）
$$x \text{ [パルス]} = 90^\circ \times 30 \text{ [ギア比]} / 0.72^\circ \text{ [1/パルス]} = 3250 \text{ [パルス]}$$

→ $\omega_2=5$ [rpm]の条件設定
- (8) **ステップ 03** をクリックし、コマンド表から**速度、加減速時間設定**をダブルクリックし、低速速度（250 [pps]）、高速速度（1250 [pps]）、加減速時間（200 [ms]）を入力する。
- (9) **ステップ 04** をクリックし、コマンド表から**ステップ移動**をダブルクリックし、移動量 3250 [パルス]を入力する。
→ 繰り返しコマンドの設定
- (10) **ステップ 05** をクリックし、コマンド表から**無条件分岐**をダブルクリックし、飛び先 01 ステップを入力する。→ステップ 01 からステップ 04 をループさせる条件
- (11) 「ファイル」→「名前を付けて保存」

2. パソコンから操作ボックスへのプログラムのダウンロード (p.35-39)

(※) パソコンは hp の compaq nx9005 を使用して下さい。

■通信設定（設定しているので、変更しなければ読まなくても良い）

- (1) Windows 画面上で、「スタート」→「プログラム」→「QT-EDIT」を選択すると、ソフトウェアが起動する。
- (2) 「通信」→「通信設定」をクリックすると、通信設定ダイアログが表示される。通信ポート番号を「COM4」にする。→他の COM にすると、なぜか上手くいかない。他の条件は既定値のままにしておく。

■ダウンロード

- (1) 「通信」→「ダウンロード」をクリックすると、ダウンロードダイアログが表示される。コントローラのどの CH（チャンネル 1~15：使われていないものには未使用の表示がされる。）へダウンロードするかを選択し、「ダウンロード」をクリックするとダウンロードの完了。

■操作ボックスのダウンロードしたデータを削除する

- (1) 操作ボックス上の **Menu ボタン**を押す。
- (2) 操作ボックス画面上に表示される **PRG**（プログラムメニュー）を選択し **Ent ボタン**を押す。
- (3) 次に画面上に表示される **DEL** を選択し **Ent ボタン**を押す。画面上にチャンネル（C

の選択が表示されるので、削除するプログラム CH にする。Ent ボタンを押すと、プログラムが削除される。

3. パラメータの設定 (p16-20,45)

(※) 他の目的で使用したい時の参考にして下さい。

(1) 操作ボックス上の Menu ボタンを押す。

(2) 操作ボックス画面上に表示される PRM (パラメータメニュー) を選択し Ent ボタンを押す。

(3) 画面上にパラメータ No.の選択が表示されるので、変更するパラメータ No.にして、Ent ボタンを押す。

(4) 設定を変更したら Ent ボタンを押す。そして Menu ボタンを押すと書き込むかどうかを表示するので、Yes → Ent, No → Stop ボタンを押す。

■パラメータの詳細 (主に使用するもののみ)

(1) No.16 : バックラッシュ補正→機械的な誤差を補正する機能。移動時にプラス方向の補正がかかる。(設定内容 : 0 ~ 999 パルス)

(2) No.18 モーター回転方向の選択。(設定内容 : 0 : 正転、1 : 逆転)