

[12P-25]

## TEMPERATURE CHARACTERISTICS OF RF CONTROL SYSTEM FOR THE JAERI FEL

M.Sawamura, R.Nagai, N.Kikuzawa, N.Nishimori,  
R.Hajima, T.Shizuma, T.Yamauchi, E.Minehara

Free Electron Laser Laboratory, Japan Atomic Energy Research Institute  
Tokai, Ibaraki, 319-1195 Japan

### Abstract

Drift of the room temperature shifted the operating points of the RF system of the JAERI superconducting linac. The changes of RF control signals by the temperature drift of the RF control system measured 0.24%/ and 1.9%/ for amplitude and phase respectively. Temperature control with the thermo cooler stabilized the temperature of the RF control system within  $\pm 0.1$  and improved the stability of the control signals.

### 原研 F E L 用超伝導リニアックの R F 制御系の温度特性

#### 1. はじめに

原研自由電子レーザー用超伝導リニアックの高周波制御系は時間変化により設定パラメータがドリフトする現象が現れている。この現象は運転開始直後に顕著に表れる。この原因が高周波制御系の温度変化によることがわかり、高周波制御系の温度特性を測定し、ペルチェ素子を用いた温度コントロールを行った。

#### 2. 制御室の室温変化

RF 制御系ラックの上部の温度変化を測定した。その結果を第 1 図に示すが、制御室の 1 日の温度変化は 2 程度であった。しかし RF 制御系に発振器からの RF が入力されると制御系ラック付近の温度上昇が起きることがわかった。RF 制御系への RF 入力による温度上昇のデータを指数関数でフィッティングすると、時定数は 4/12 のデータでは 48 分、4/13 では 38 分であった。温度上昇は 6 程度と予想される。よって温度変化が 1 以内になるために

は 70~90 分、0.5 以内になるためには 95~120 分かかると思われる。

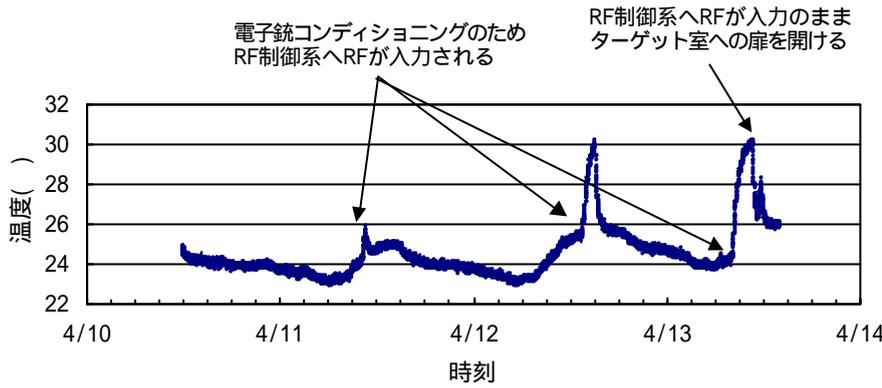
さらに RF 入力の状態での加速器室への扉を開けると温度が降下することもわかった。扉が開いたことにより空気の流れができ、ラック付近に溜まっていた温かい空気が流れ、冷やされるためと思われる。

扉の開閉で温度が変化するという事は、運転途中で加速器室に入った場合扉が開いている時間が長いと運転を止める直前の設定からずれることが予想される。

#### 3. モニター系の温度特性

原研自由電子レーザー用超伝導リニアックの高周波制御系の概略を第 2 図に示す。運転開始時において各空洞の振幅等は各モニターのレベルを見ながら設定している。これらモニター系の温度特性を測定した。

検波器およびミキサーに熱電対をつけて箱の中に



第 1 図 制御室の温度変化

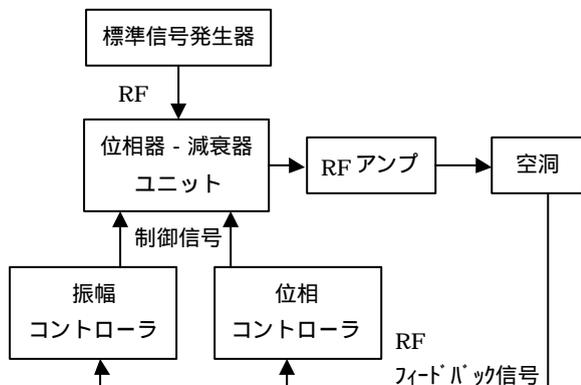
入れ、温度を変えながら出力の変化を測定した。標準信号発生器からの RF 出力を 4 分配して、HP 製の 3 種類の検波器 423B (現在使っているタイプ)、8473C、8471D に入力し、DC 出力の変化を測定した。熱電対は 423B に取り付けた。各検波器の出力 - 温度特性を第 1 表に示す。

同様に Mini Circuits 製のミキサーについても温度特性の測定を行った。LO と RF 入力側に位相器を取り付け、位相差が 90 度になるようにした。検波器と同様に温度が上昇するにつれて出力が低下する。温度変化に対する出力変化は 24 ~ 34 の範囲でほぼニアであった。

以上より振幅・位相モニター系での変化は振幅で 0.4%/、位相で 0.36%/ となった。

#### 4. RF 制御系の温度特性

RF 制御系は第 2 図に示すとおり、振幅コントローラ、位相コントローラ、位相器 - 減衰器ユニット



第 2 図 RF 制御系の概略

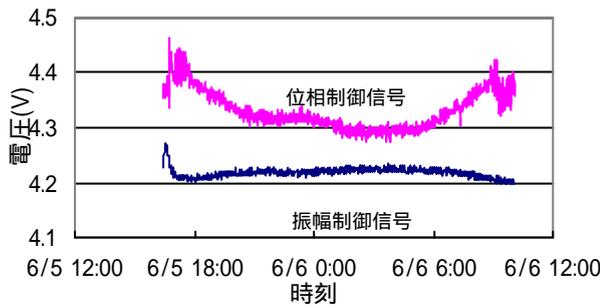
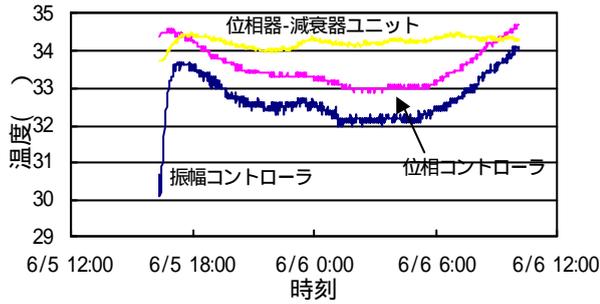
で構成されている。これらの機器内部に熱電対を取り付け、RF アンプと空洞の代わりに減衰器を取り付け、RF レベルを調整し各コントローラへ RF 信号を戻した。このときの振幅コントローラ、位相コントローラのそれぞれの制御信号の温度変化を測定した。このときの各機器の温度変化、制御信号の変化を第 3 図に示す。各制御信号が各機器の温度に依存して変化するものと仮定し、回帰分析により制御信号の変化に対する寄与の割合を求めると第 2 表のようになる。各ユニットが同じ温度変化をすると、振幅・位相制御回路での制御信号変化は振幅で 0.24%/、位相で 1.9%/ となる。運転の位相を 45 度とすると、位相の変化は 0.55 度/ となる。

次に RF 制御系の温度コントロールをペルチェ素子を用いて行った。35W の冷却能力を持つサーモクーラーを振幅コントローラに取り付け、デジタル温度調節器を用いて温度コントロールを行った。温

第 1 表 モニター系の温度変化による出力の変化率

| 温度範囲    | 検波器    |        |        | ミキサ   |
|---------|--------|--------|--------|-------|
|         | 423B   | 8473C  | 8471D  |       |
| 24 ~ 34 | -0.381 | -0.436 | -0.332 | -0.36 |
| 24 ~ 30 | -0.355 | -0.348 | -0.252 |       |
| 30 ~ 32 | -0.398 | -0.488 | -0.344 |       |
| 32 ~ 34 | -0.418 | -0.799 | -0.691 |       |

( 単位 : %/ )



第3図 RF制御系の温度変化(上)とそのときの制御信号の変動(下)

温度変化は第4図に示すように $\pm 0.1$ に抑えられている。このときの振幅制御信号の変化を第5図に示すが、この変化は温度コントロールされていない位相コントローラと位相器-減衰器ユニットの温度変化によるものと考えられる。

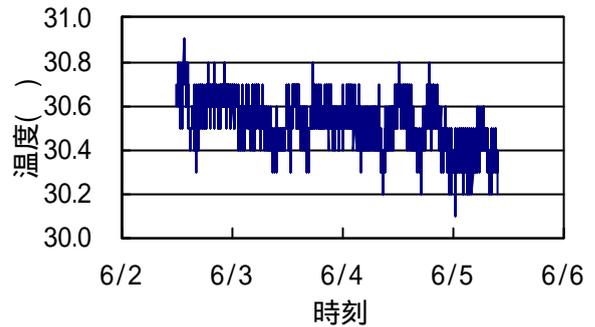
### 5. 今後の予定について

今回はRF制御系のうち振幅コントローラのみに対して温度コントロールを行った。今後さらに位相コントローラおよび位相器-減衰器ユニットに対しても温度コントロールを行い高周波系の安定度を測定していく予定である。

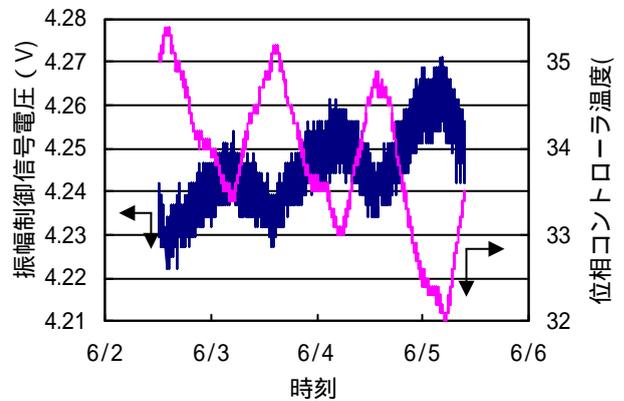
第2表 各制御ユニットの温度変化によるRF制御電圧の変動

|             | 振幅    | 位相   |
|-------------|-------|------|
| 振幅コントローラ    | -0.18 | 0.06 |
| 位相コントローラ    | -0.12 | 1.50 |
| 位相器-減衰器ユニット | 0.06  | 0.38 |

(単位: %/ )



第4図 ペルチェ素子を使った温度コントロールによる振幅コントローラの温度変化



第5図 温度コントロールを行ったときの制御信号電圧の変化と位相コントローラ(温度コントロールなし)の温度変化