

## 概要

- 現在入射器では、SuperKEKBの本番運転に向けた入射器増強と高度化が進行中である。
- この中で高精度アライメントは、入射器高度化に向けた重要項目の一つになっている。
- 床面変動の主要因は、複雑な地面変動に起因するが、地面変動と一口に言っても外気温、日照、気圧、地下水の変位、海洋潮汐、波浪、地盤拡散など、様々な要因の寄与がある。
- 地中や建屋内外の環境温度など、できるだけ多数の環境パラメータを同時測定し、時系列データの相関解析を行うことで、床面変動の要因が推定できる。
- 環境温度を計測することで、変動要因に対し何らかの知見が得られないかというのが今回の狙いである。
- 本学会では、入射器において新たに設置した建屋内外の環境温度計測システムについて報告する。

## 屋内環境温度計測システム

- トンネル全長に渡り6ヶ所 (ABライン2点, C5ライン4点) に温湿計を設置し、トンネル内の温度と湿度を常時計測。2017年1月からデータ収集系稼働中。
- 温湿計(testo 6651), 気圧計(デルタオーム HD9908T)
- PD自動計測と同期して4時間毎にLinux/PLC-ADCによりデジタルデータに変換し、全データを記録。

## 屋外環境温度計測システム

- 入射器棟玄関から17.6m北、建屋壁から東1.5mの地点、加速ユニットでは1-3付近の屋外にボーリング点を決めた。
- ボーリング掘削径φ66mm、深さ10m、1m毎の標準貫入試験、土質調査を実施。N値の計測。
- 環境温度計測点、地中3m, 5m, 10mの3点、入射器棟屋上(東、中央、西)の3点
- Linux/EPICS/チノーデータロガー(KE3000, 入力ユニット KE331J-000)により全データを1時間毎に記録。
- T型熱電対(理化学工業社、T-101S)を使用、最大長35m



図2: (上) ボーリングによる土質調査の様子。  
(下) 地中に埋め込んだ熱電対線敷設の様子。

深度 [m]	層厚 [m]	土質名	貫入深度 [m]	N
0.3	0.3	埋土/砂質シルト	1.15-1.49	2
3.8	3.50	埋土/瓦礫混結土質シルト	2.15-2.45	9
			3.15-3.45	3
6.5	2.70	埋土/シルト質粘土	4.15-4.58	2
			5.15-5.55	1
			6.15-6.55	2
7.8	1.30	中砂	7.15-7.45	8
8.8	1.00	細砂	8.15-8.45	15
9.8	1.00	砂質シルト	9.15-9.45	14
10.45	0.65	シルト質粘土	10.15-10.45	6

表1: ボーリングによる土質調査結果のまとめ。

## KEKB入射器におけるレーザーアライメントシステム

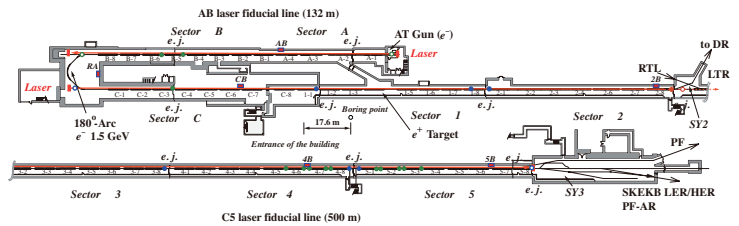


図1: KEK入射器ビームライン、アライメントレーザー基準と環境温度測定点。

## 環境温度計測結果

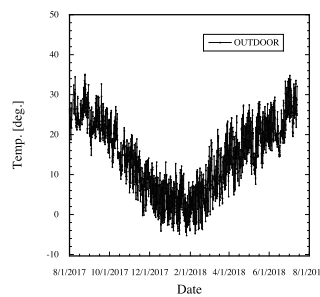


図3: 入射器棟屋外東側における外気温の時系列変化 (Aug.1.2017-July.13.2018)。

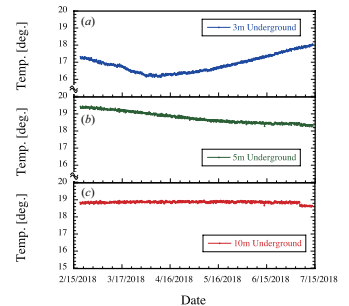


図4: 入射器地中環境温度の時系列変化。(a) 3m地下, (b) 5m地下, (c) 10m地下 (Feb.19-July.13.2018)。

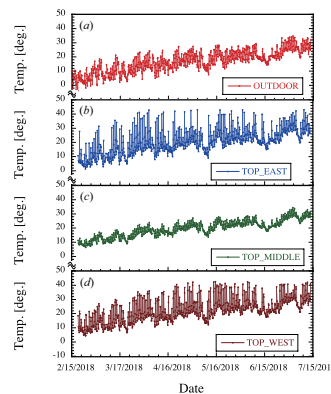


図5: 入射器屋上環境温度の時系列変化。

(a) 外気温, (b) 屋上東, (c) 屋上中央, (d) 屋上西 (Feb.19-July.13.2018)。

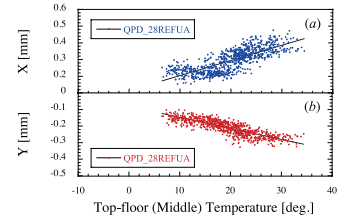


図6: 環境温度(屋上中央)に対する床面変位@QPD\_28REFUA (Feb.19-July.13.2018)。  
(a) 環境温度 vs. x変位,  
(b) 環境温度 vs. y変位。

QPD	Env. Temp.	相関係数 x	感度 $\mu\text{m}^2/\text{C}$	相関係数 y	感度 $\mu\text{m}^2/\text{C}$
REF28UA	Outdoor	0.728	6.3	-0.813	-5.1
	Top-East	0.581	4.2	-0.693	-3.7
	Top-Middle	0.790	8.6	-0.860	-6.8
	Top-West	0.586	4.4	-0.712	-3.9
	3-m Und.	0.678	-	-0.540	-
	5-m Und.	-0.830	-	0.819	-
	10-m Und.	-0.425	-	0.312	-

表2: 約半年間に渡る環境温度 vs. 変位計測の相関解析のまとめ。

## まとめ

- 現在、入射器の高度化に向けた高精度アライメントのための入射器トンネルにおける床面や加速ユニットの連続計測が順調に稼働している。
- 床面の変動計測の主要因を調査するために、地中及び屋外環境温度(入射器棟屋上)の連続計測を2018年2月19日から開始した。まだ半年ではあるが、観測システムが安定に稼働し始めたことを確認した。
- 今後の長期計測により、環境要因の変動計測への寄与の定量的評価が期待される。入射器の電子・陽電子ビームの高輝度化と高安定化への手がかりを掴みたいと考えている。

## 謝辞

- 屋内及び屋外の環境温度計測システムの構築については、KEK 加速研究施設の三川勝彦氏、佐武いつか氏にそれぞれ協力を頂きました。ここに感謝を申し上げます。