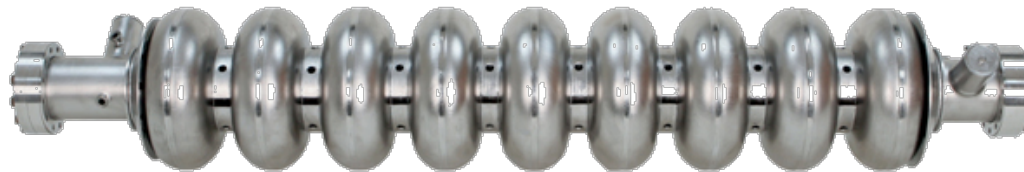


超伝導高周波加速空洞高電界化の新技術 の開発



従来の加速空洞では加速勾配 $40\sim 50$ MV/mが限界
これをさらに引き上げるための新技術の開発

11162016 H. Hayano, KEK

分担研究者； 早野、佐伯、加藤、久保、及川(D1):KEK
岩下:京大、 他

開発研究の状況 (2016/11/16 現在)

(1) ALD成膜装置の開発

装置組み上げが完了。手動でNbN薄膜を生成試験。自動化改造が進行中。

(2) 薄膜評価装置の開発

(a) DC、AC臨界磁場計測装置

クライオスタットに小型冷凍機を組込んで、組立中。

(b) RF臨界磁場計測装置

測定空洞アルミモデルの性能を評価、改造を検討中。
プレス工法で製作するニオブ空洞実機は保留。

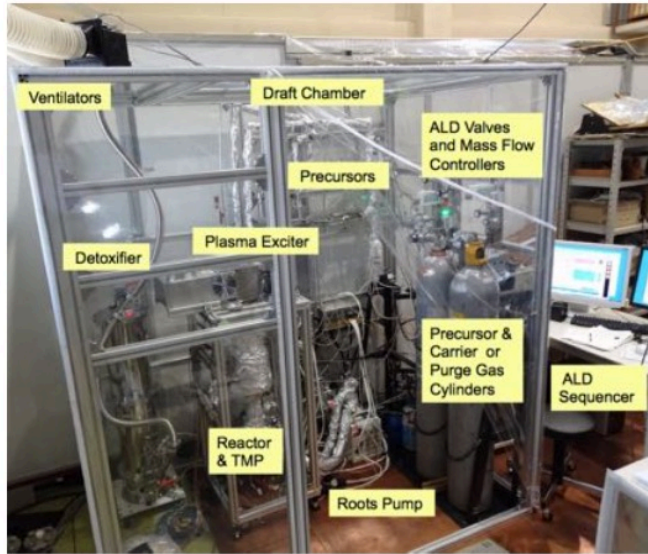
(c) 超伝導転移計測装置 (RRR計測)

計測装置は3Kまで到達できている。
各種薄膜サンプルを計測中。

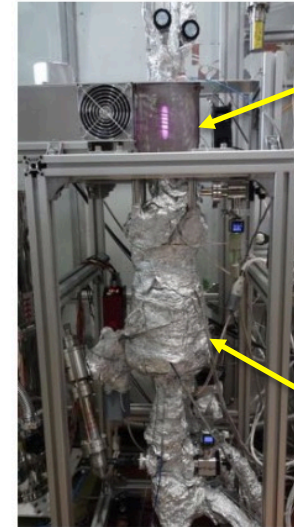
(1)

ALD装置の現在状況(2016年08月)

First ALD System for SRF Cavity in KEK

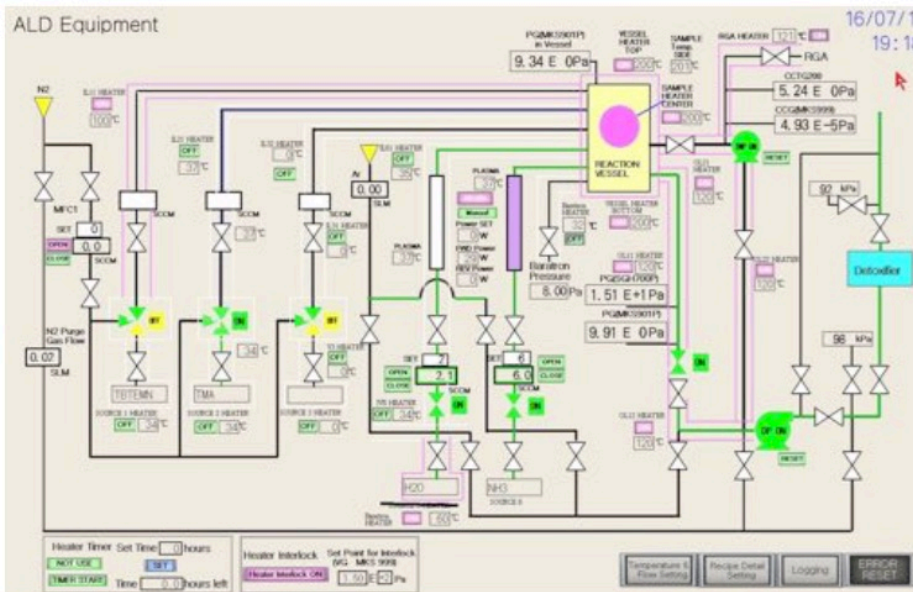


Plasma exciter with 13.56MHz RF power and reactor



プラズマ励起

サンプル成膜チェンバー



制御モニター画面

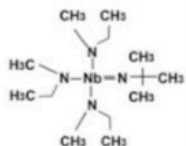
(1)

ALD装置によるNbN薄膜の生成

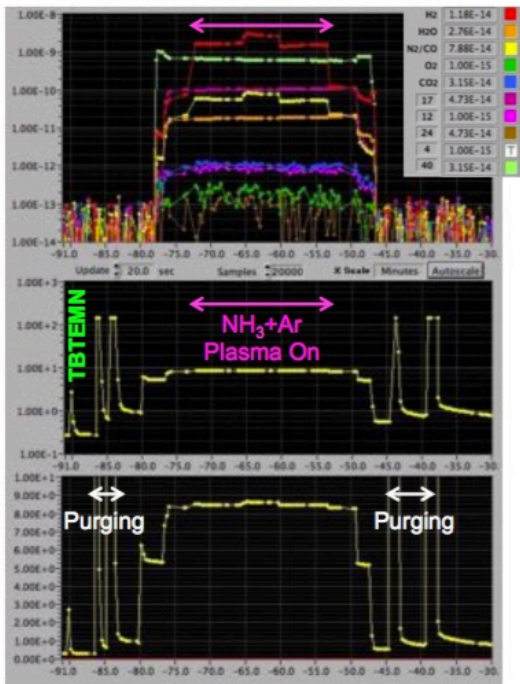
◆ PEALD of NbN with KEK System

ALD conditions

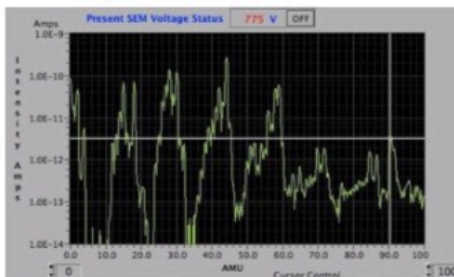
- Plasma Power: 30 W
- Ar : 5 Pa、NH₃: 3 Pa in Absolute Pressure
- TBTEMN Exposure: 3.4x10⁵L
- NH₃ Plasma Treatment: 20 min
- Si Substrate: 200°C
- 15 cycles



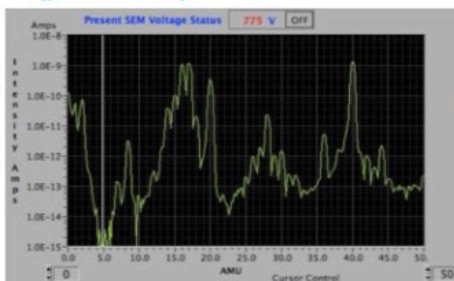
RGA ion intensities [A] (top) and reactor absolute pressure (Pa) during ALD process of 1 cycle



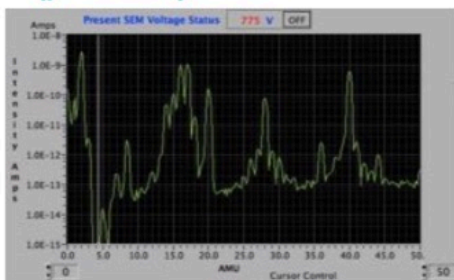
RGA spectra of TBTEMN during adsorption



RGA spectra of Ar+NH3 Mixture (plasma off)



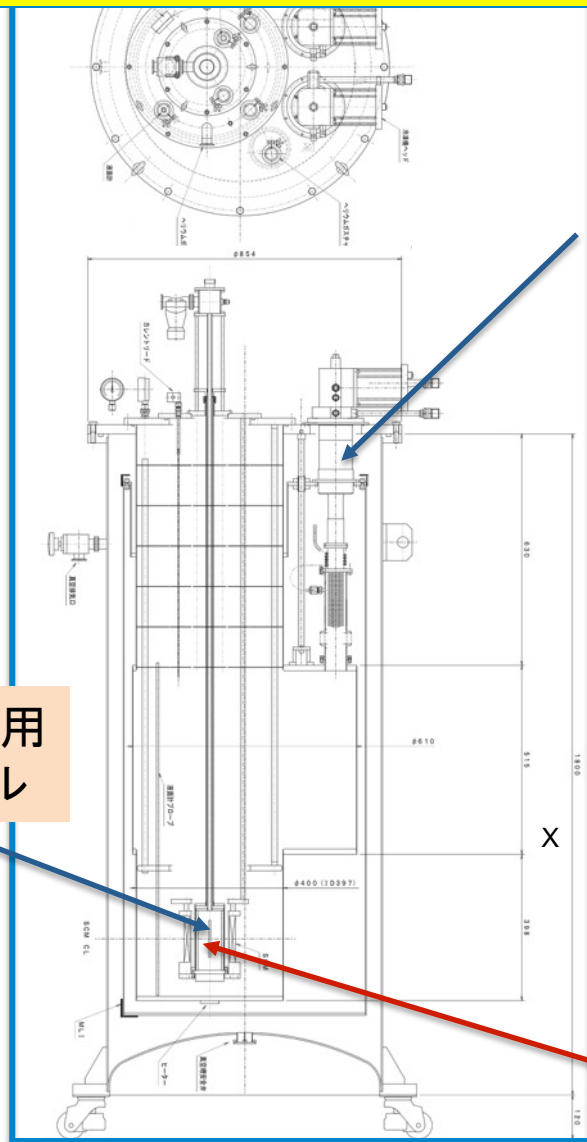
RGA spectra of Ar+NH3 Mixture (plasma on)



- NbN_x was formed with ALD process while much C and O are found in film.
- N/Nb ratio measured with XPS showed that the film was N poor. It would be due to preferential ion etching of nitrogen in film which has a line-of-sight to plasma source directly.
- Oxygen in film might be attributed to insufficient water degassing from reactor and tubes.
- RGA observation implies poor removal of hydrocarbon from adsorbed TBTEMN. This should be improved with increase of plasma power and optimized substrate temperature in order to remove carbon in film.

(2-a) AC下部臨界磁場 (B_{c1}) を測定するクライオスタット

磁場印可用小型コイルによる
AC下部臨界磁場測定セットアップ



小型冷凍機を
組み入れた

磁場印加用
小型コイル

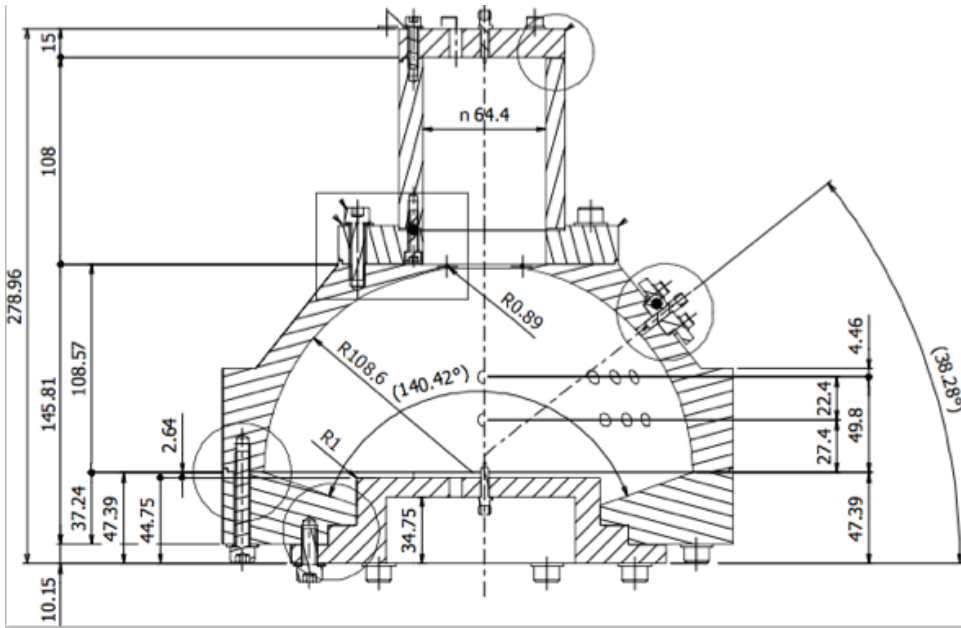
$\phi 75$ mm
H 1800mm

サンプル



クライオスタット内部冷凍機

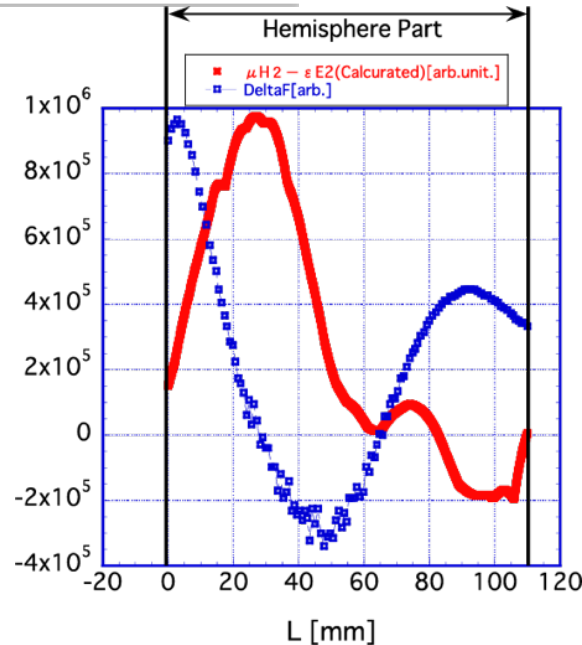
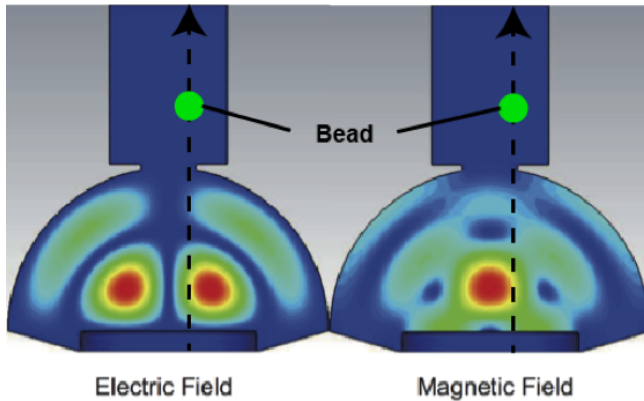
(2-b) 電磁場評価用 アルミ空洞の製作と評価



外形写真

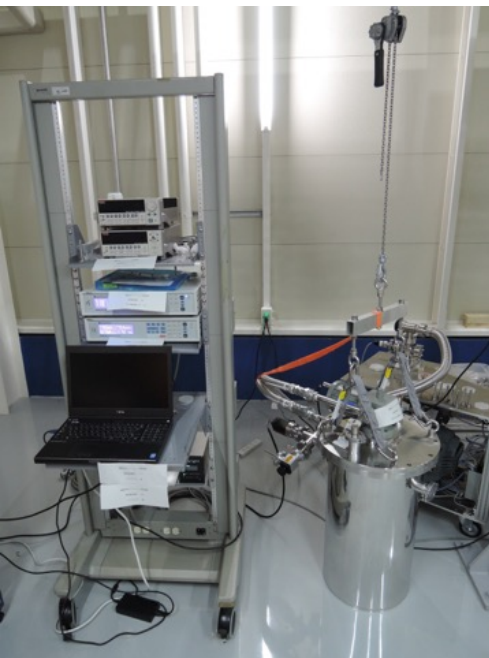


外直径 260mm
 空洞内半球 半径 108.6mm
 外部高さ 279mm

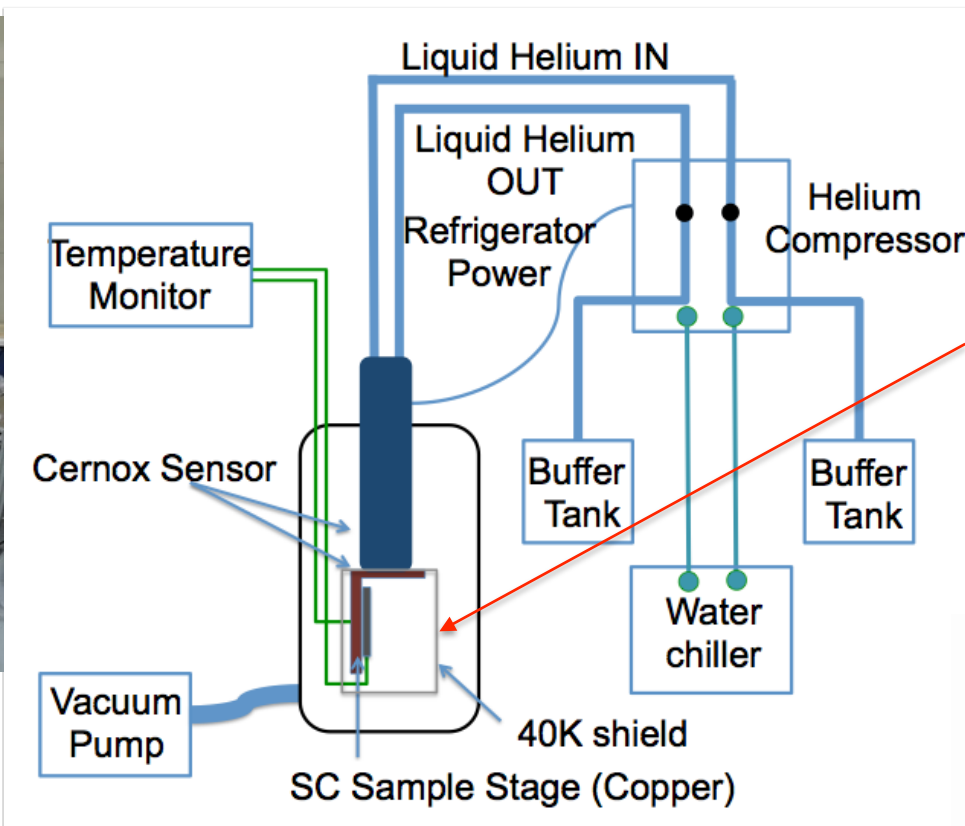


目的のモードの計測結果
 共振周波数 計算 3.9193 GHz
 実測 (3.916 GHz)
 Q値 計算 43900
 実測 (16200)

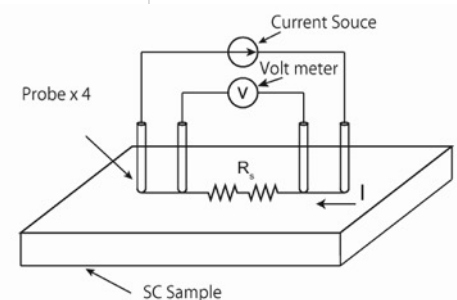
小型冷凍機を使った計測装置



コンパクトな計測装置の全体写真



輻射シールドボックス内の試料を固定し、冷却する銅プレート



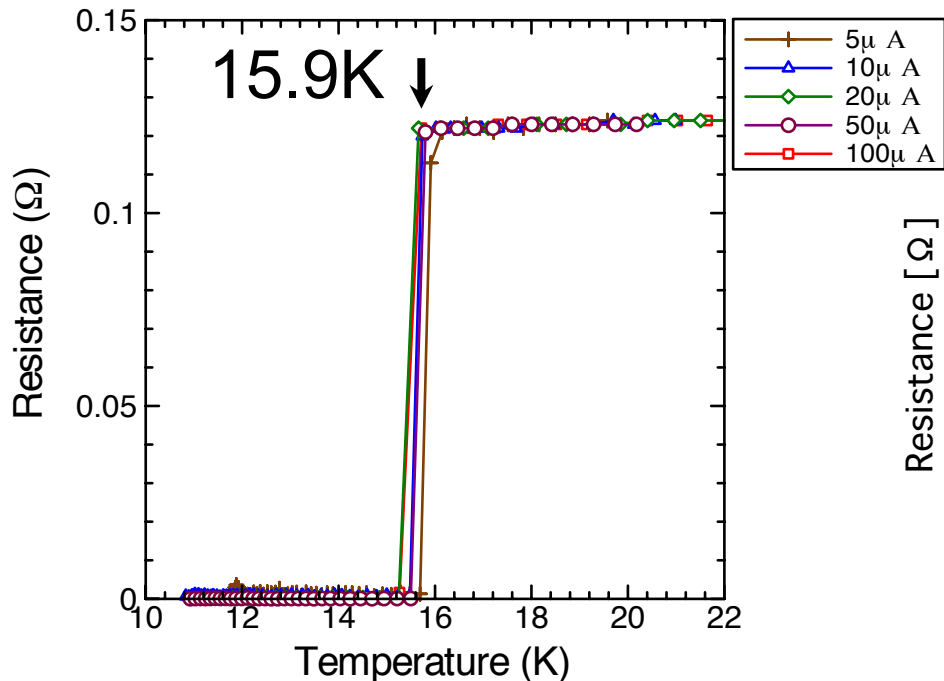
4端子抵抗値計測法により抵抗値を計測

銅ベースプレートは3Kまで到達できる。
試料は伝導で冷却する。

(2-c) 転移温度測定とRRR測定 (NbN薄膜、Nb₃Sn薄膜)

NbN シリコン基板上200nm薄膜試料

Saclay 製, スパッタで Si ウエハに製膜。
Si - SiO₂ - Nb - Al₂O₃ - NbN の構造。試料形状 5 mm × 20 mm × 200nm

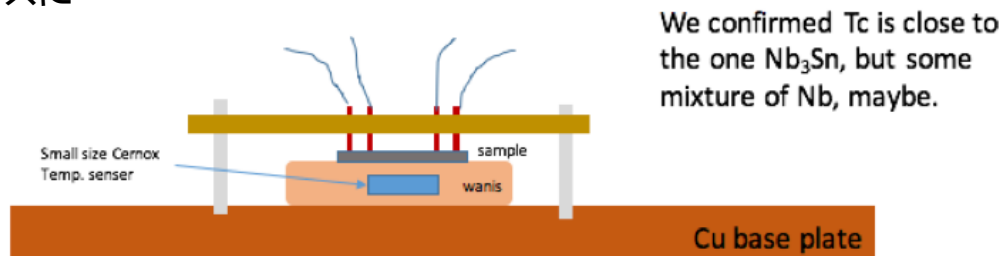
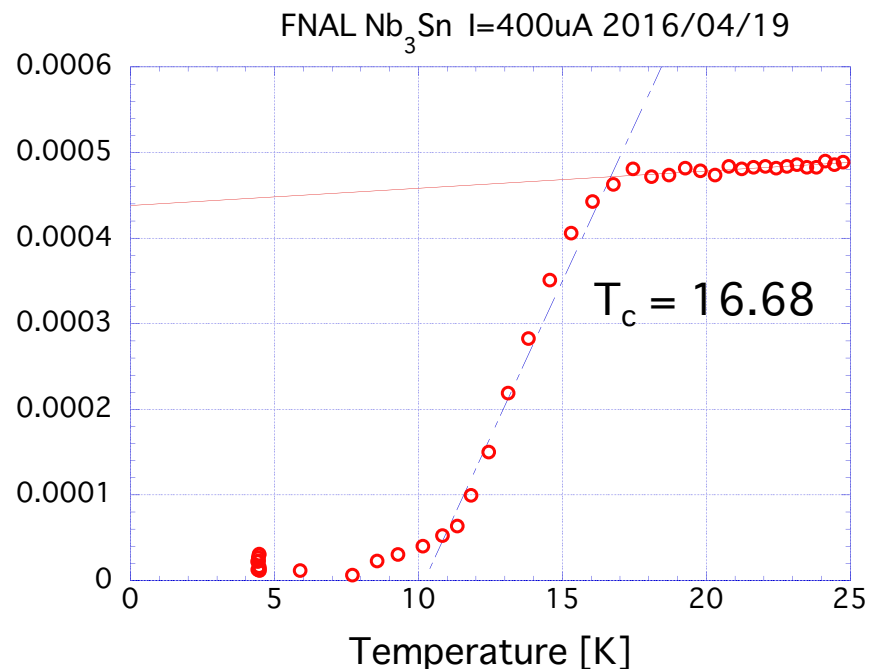


熱アンカーを施し、薄膜に接触させているセルノックスによるNbN薄膜試料温度

参考用 T_c(NbN) = 16.2K

400uA meas. Current on
With refrigerator off
From 4K

— $y = 0.00043833 + 2.0056e-6x$ $R = 0.85681$
- - $y = -0.00074299 + 7.2822e-5x$ $R = 0.98535$



We confirmed T_c is close to the one Nb₃Sn, but some mixture of Nb, maybe.

終わり