

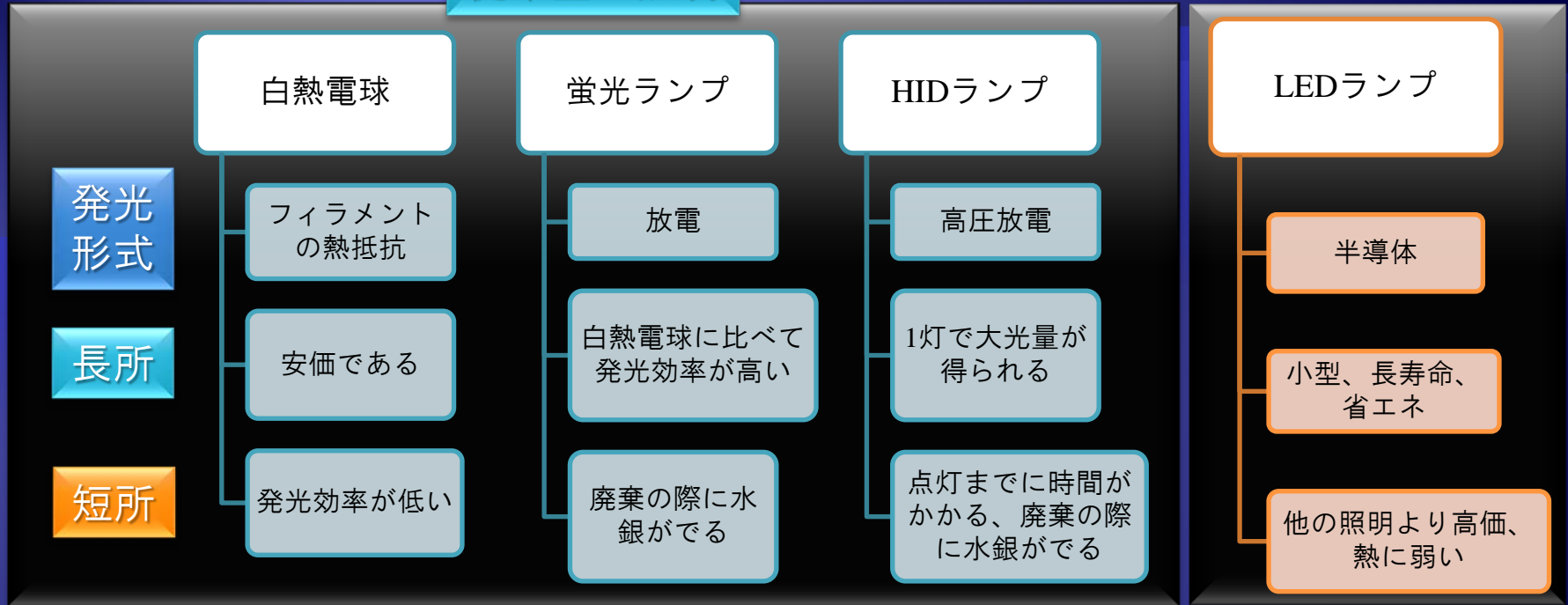
H25中性子イメージング専門研究会

# 中性子ラジオグラフィーによる フラットヒートパイプ内部観察

国立大学法人鹿児島大学

水田 敬

## 従来型の照明



### LEDランプの熱の発生

光にならなかったエネルギーが自己発生熱となり素子部から放出されている  
発光効率は約30%、投入電力の約70%が熱になる\*

- ・ LEDは発光面が小さく、対流などの自力放射少ない\*
- ・ 大光量化すると大量の熱が発生

チップレベルでは熱流束が非常に高い

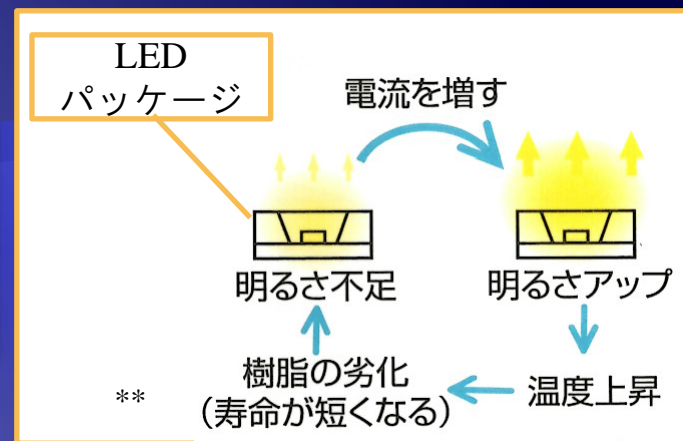
\* Nakajima et al., "Fundamentals and Mechanism of LED Lights(in Japanese)," (2011)

## LEDを含めた半導体における信頼性の問題

- 部品の劣化(温度上昇により酸化の反応速度が増大)により機器全体の寿命低下
- 故障頻度が高くなる\*

## 大光量LEDでの問題

- 温度が上昇するとLEDの発光効率が低下する
- 熱の集中を回避するためにLEDパッケージを広い間隔で並べている
- 多数のLEDを用いる場合、大型化する
- 高輝度化できない(高輝度にするには狭い領域から発光させる必要がある)



これらを改善するには温度上昇を抑制するために冷却することが必要



LEDから生じる高い熱流束に対応可能な  
高性能冷却システムが求められている

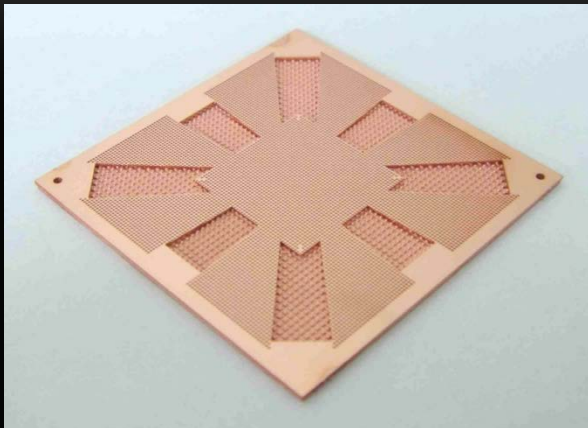
\* Isizuka, "Thermal Design of Electronic Device(in Japanese)," (2009)

\*\* Nakajima *et al.*, "Fundamentals and Mechanism of LED Lights(in Japanese)," (2011)

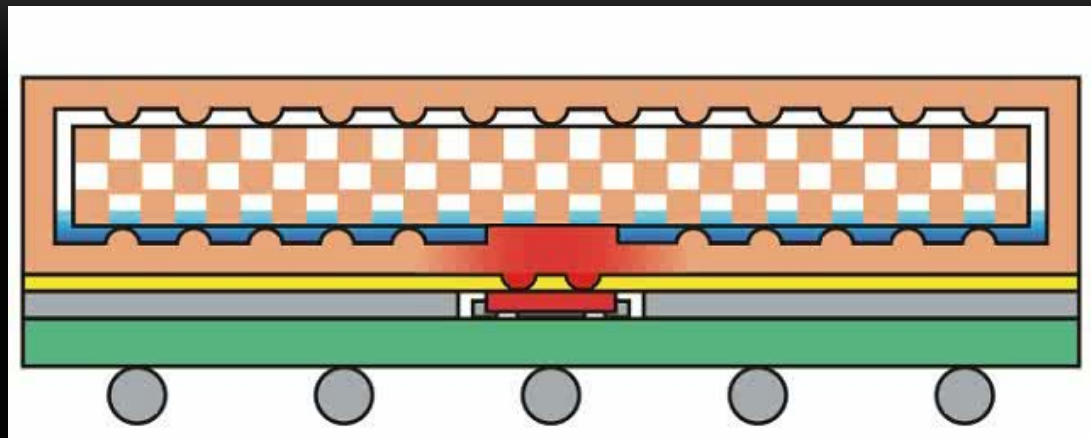
\*\*\*T-NET JAPAN(<http://www.tn-japan.co.jp/eco/item/index5.html>)

シーズ技術について  
ジャンクション温度抑制による  
高輝度・長寿命化技術  
～FGHPをコアとした高性能冷却システム開発技術～

- ・ 内部にヒートパイプ構造を有するヒートパイプ型ヒートスプレッダ
- ・ (株)モレックス喜入社の微細エッチング加工技術により、ウィックを形成するため、精密な構造制御が可能(=従来技術に対するアドバンテージ)



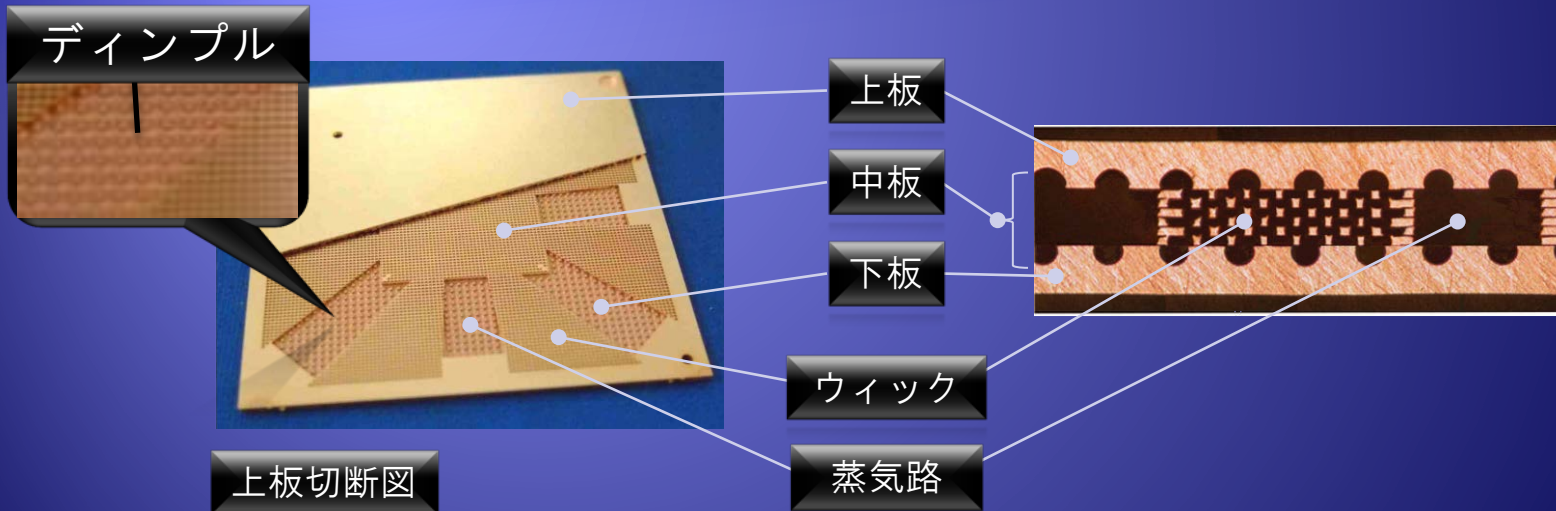
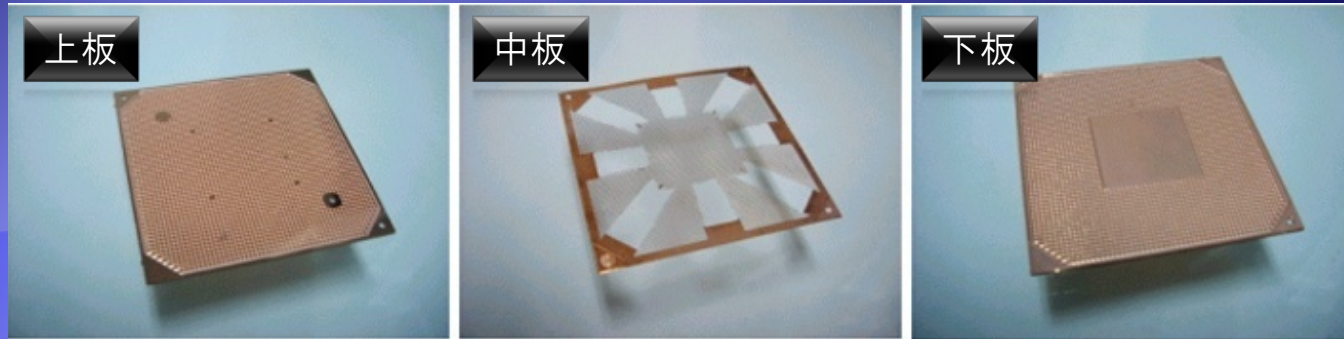
(i) FGHP 内部構造



(ii) FGHPの働きについて

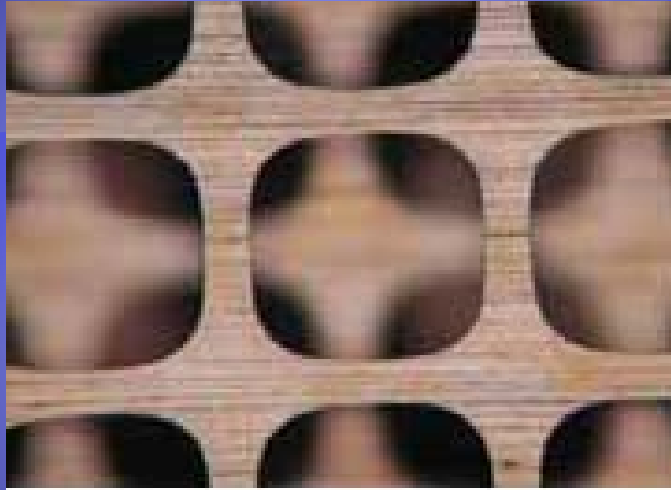
Fig. FGHPについて

# FGHPの基本構造



- ・上板、中板、下板の3種類の銅板からなる積層構造体
- ・接着剤等は用いず、真空ホットプレスにより各銅板を直接接合
- ・積層体内部には真空下、冷媒を封入
- ・冷媒封入口は、銅ボールにより積層時と同様直接接合にて封止

# FGHPの内部構造



ウィックの構造（中板）



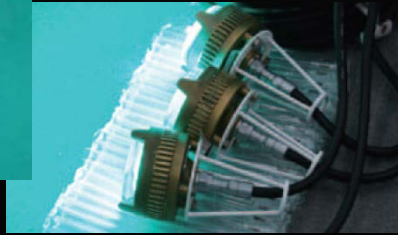
ディンプルの構造（上板、下板）

- ・中板部分にはウィックと呼ばれる毛細管流路部分と蒸気路と呼ばれる開口部が設けられている
- ・上板、下板にはディンプルと呼ばれる微小な突起が設けられており、突起間の溝は毛細管流路を形成するとともに表面積増大効果を持つ

# FGHPを用いたLED照明について

## 集魚灯(プロトタイプ)

## 水中集魚灯



### 試験販売

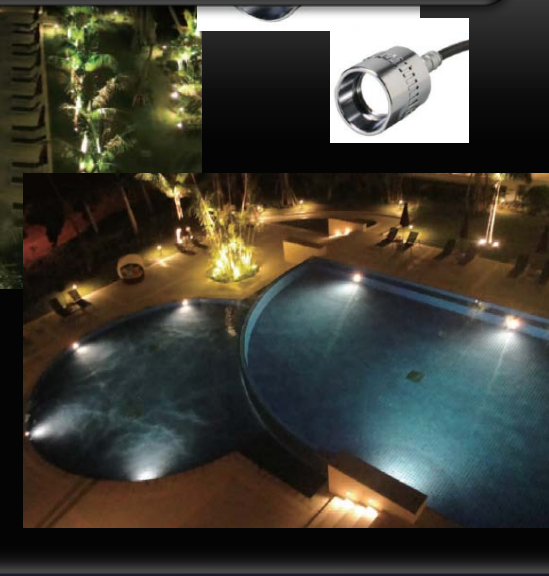
用の水中照明として、自燃灯比べ消費電力(LED)照明を鹿児島大学院の水田助教(水田)が販売してきた鹿児島県内の半海産物施設で試験販売を始める予定。水田助教は「燃料を省ける」としている。

### 鹿児島大・水田助教

水中照明は、重油を使用したエンジンや、軽油によるディーゼル発電機を電源とし、船に設置するよりも魚に光が透るやすい。LEDは電力消費量が従来の70%が減少し、電灯内の温度が上昇しにくく、LEDの劣化でエネルギー効率が高くなる。水田助教は「6年ほど前から、養殖業者のニーズを把握し、LEDの劣化でエネルギー効率が高くなる。水田助教は「6年ほど前から、養殖業者のニーズを把握し、LEDの劣化でエネルギー効率が高くなる。」

特殊液体を流し込み、周回される燃料費を少なくも年間数十万円節約できる装置「フラットヘッド」をLEDの基板に初めて導入することで、電灯から熱を逃がし、エネルギー効率を高めることに成功。

鹿児島県の漁業者と始めた実証実験では、170ワットのLED灯の場合、消費電力が200ワットの4分の1に減り、十分な集魚効果があると確認された。水田助教は「水中でも海底探査など、高輝度の照明が必要な他の現場でも必要性が高まると期待している」と話した。



## 本プロジェクトのターゲット

大光量・高輝度LED照明の冷却におけるキーデバイス  
であるフラットヒートパイプ内部の冷媒分布を観察



フラットヒートパイプの  
高性能化に向けた知見を得る



# 研究の進め方について

Step  
1

冷媒分布に  
対する重力  
の影響に関  
する検討  
(非動作)

Step  
2

動作状態に  
おける冷媒  
分布と冷却  
特性に関す  
る検討

今回は、Step 1に関して検討を行った

# フラットヒートパイプ内部の冷媒分布

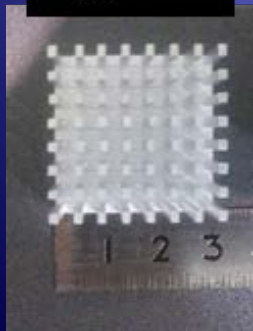
Sample □80 FGHP, Lot No. 357-130601  
Port KUR E2 (1 MW)  
SS [s] 300  
Pix. 1×1  
Camera BITRAN BU-53LN  
Area 36.07 mm×24.04 mm (4008×2672 pixel)  
Lens Nikkor 85 mm F1.4



# ヒートシンクを組み付けた状態での撮影

Sample □80 FGHP, Lot No. 357-130601  
Port KUR E2 (1 MW)  
SS [s] 300  
Pix. 1×1  
Camera BITRAN BU-53LN  
Area 36.07 mm×24.04 mm (4008×2672 pixel)  
Lens Nikkor 85 mm F1.4

type 01



type 02



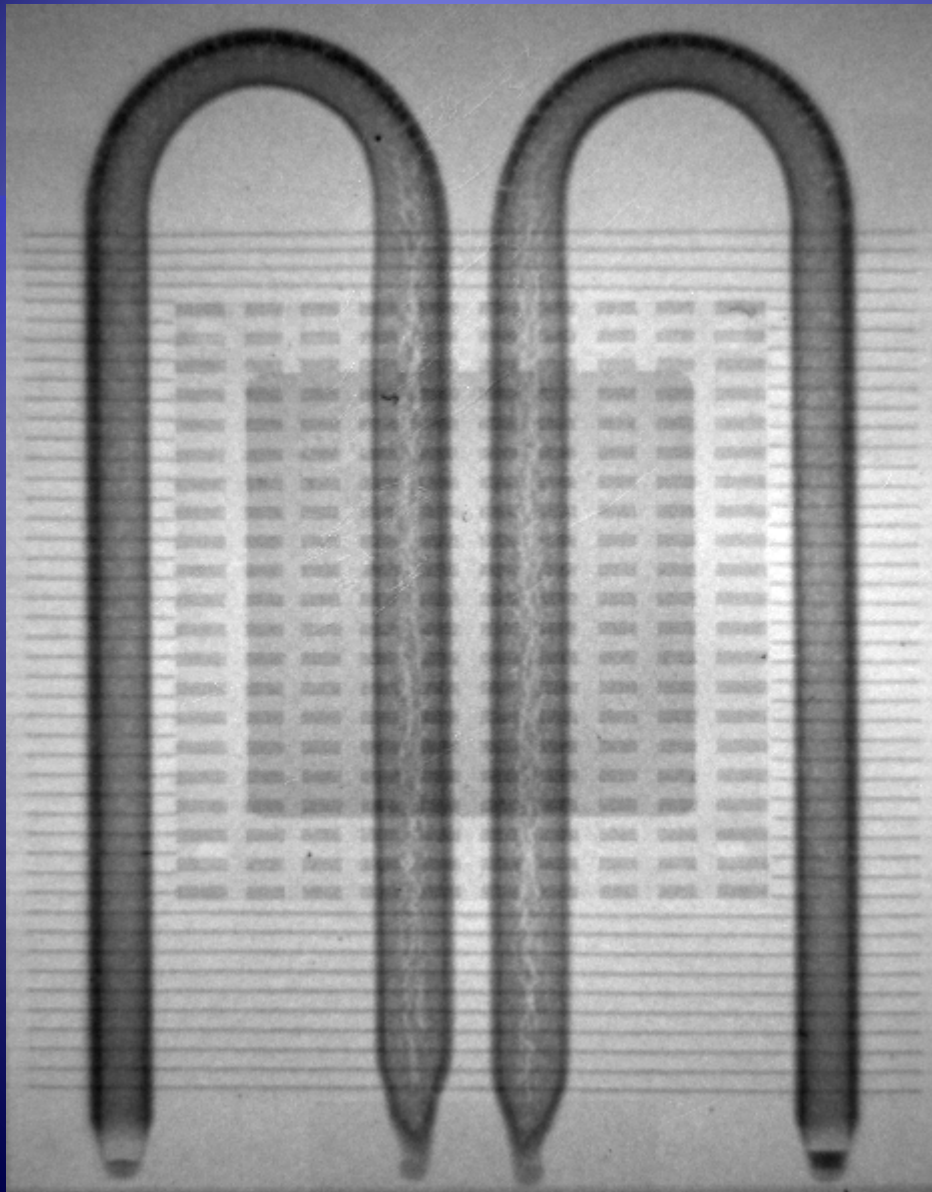
type 03



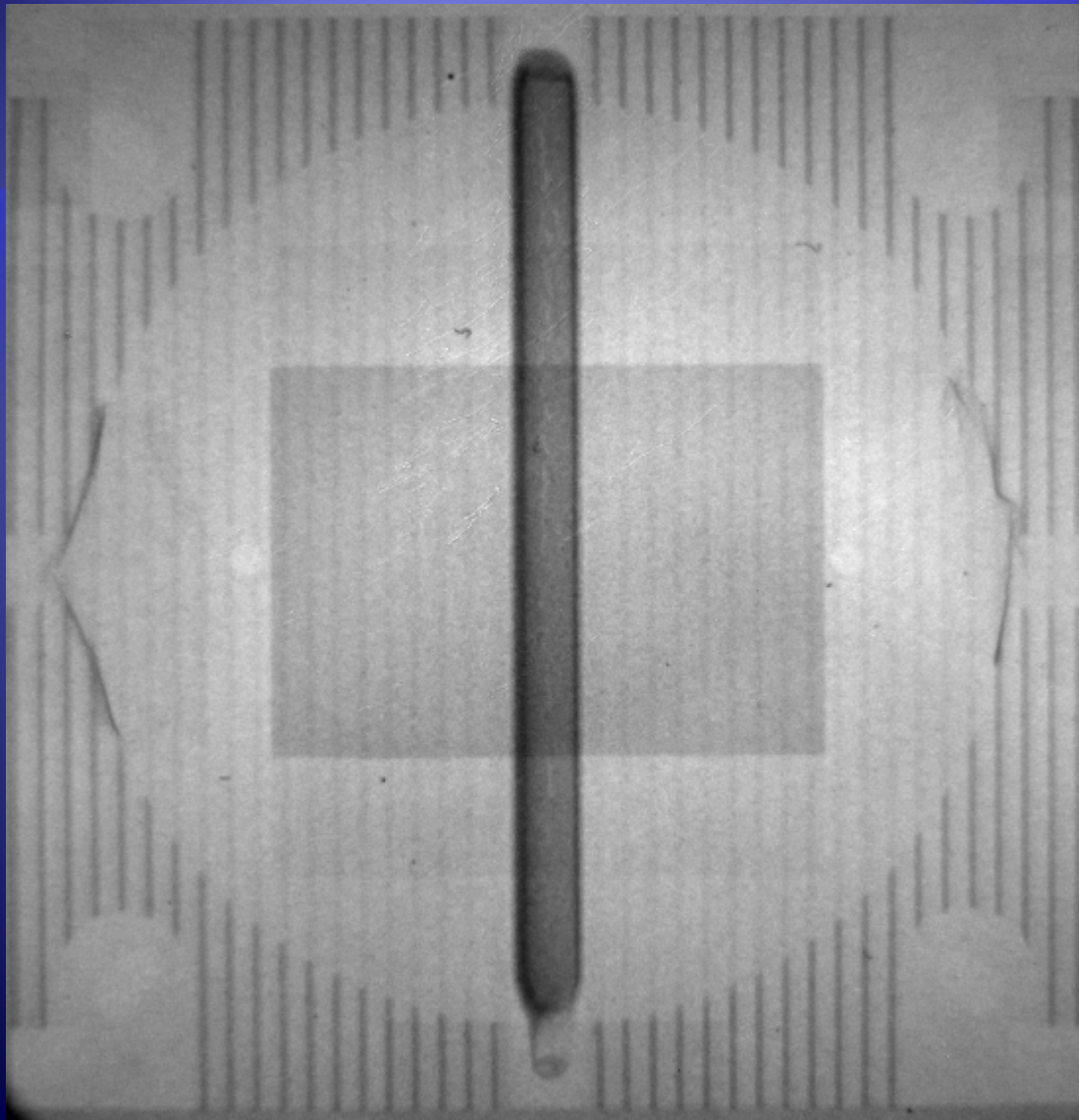
type 04



## Case 6 hs type 03



# Case 7 hs type 04



## 今後の予定について

FGHP動作時における冷媒分布を観察し，冷却特性との関連について調べる(Step 2)

