

中性子施設ハンドブック

(一部更新)

2018年に公開した「中性子施設ハンドブック」に掲載したイメーシング施設の一部について、更新情報を取り纏めました。本誌と合わせ、ぜひ最新情報をご参照ください。

本誌ページ

(小型加速器施設)	
1. JRR-3 TNRF	Ⅱ-5,6
2. 北大 HUNS 2	Ⅱ-9
3. 青森QSC	Ⅱ-10
4. 理研 RANS	Ⅱ-11
5. 住重アテックス	Ⅱ-15
6. 産総研設置 AISTANS	(新規)
(可搬型)	
7. 京大小型放電型核融合中性子源	Ⅱ-16

公益社団法人日本アイソトープ協会
2022年8月

(注1) 無断転載を禁じます。

(注2) 執筆者の所属、各施設の名称・所在地・所有設備等の記載情報は、公開時点のものです。

(注3) 各施設の利用等に関するお問合せは、ハンドブック記載の連絡先へ直接お願いいたします。

TNRF

日本原子力研究開発機構JRR-3熱中性子ラジオグラフィ装置 Thermal Neutron Radiography Facility

住所: 茨城県那珂郡東海村白方2-4

<https://jrr3uo.jaea.go.jp/about/institution/tnrf.htm>

(施設概要)

研究用原子炉JRR-3

最大熱出力: 20MW



(中性子特性)

中性子束	$1.0 \times 10^8 \text{ n/cm}^2/\text{sec}$
L/D	176
カドミウム比	25.7

※サンプル位置, ビーム中心での値



TNRFの全体像(上), 撮影室の内部(下)

撮影種類

ラジオグラフィ、トムグラフィ、高速動画撮

検出器

シンチレータ: ZnS/⁶LiF

カメラ系:

- 冷却CCDカメラ
- EM-CCDカメラ
- 高速度カメラ

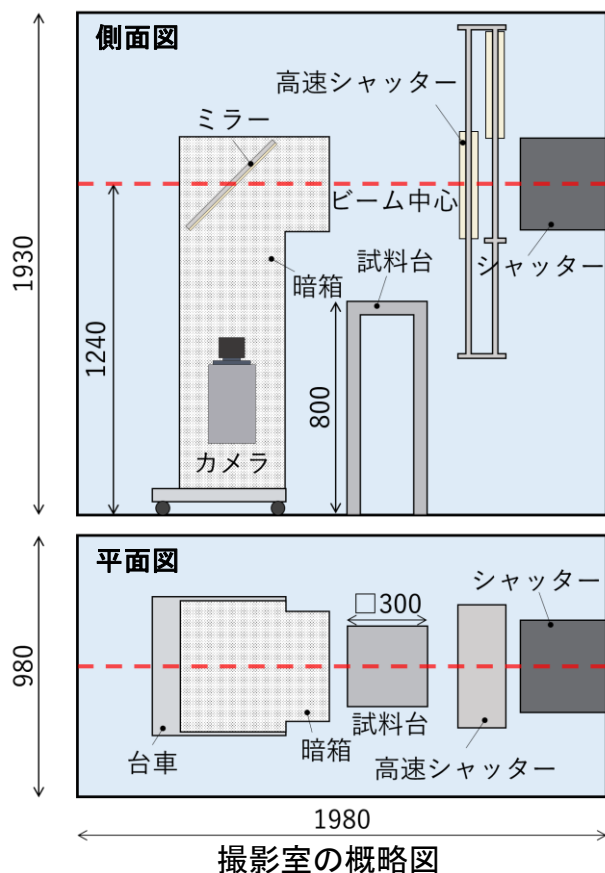
最大視野

305(H) × 255(W) mm²

最高空間分解能

約150 μm

※冷却CCDカメラ使用時



HUNS2 北海道大学加速器中性子源

Hokkaido University accelerator driven Neutron Source

住所: 北海道札幌市北区北13条西8丁目

<http://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/hulinac/>

(施設概要)

電子線型加速器(3.3kW)

RF	s-band
最高エネルギー	33 MeV
最大平均電流	100 μ A
繰り返し	10 ~ 100 Hz
パルス幅	10 ns ~ 4 μ s

(中性子特性)

発生中性子強度 5×10^{12} n/s (3.2 kW)
 冷中性子強度 1×10^4 n/s/cm²/kW
 (5 meV以下) (飛行距離 7 m)

撮影種類

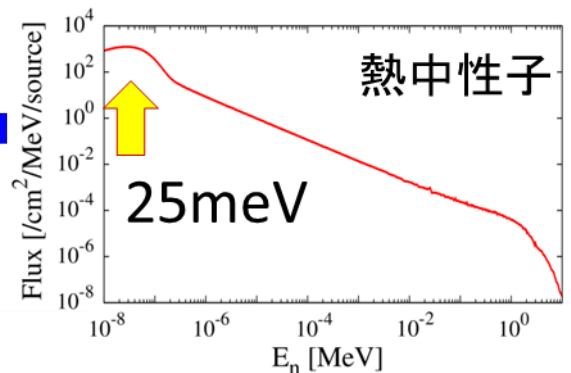
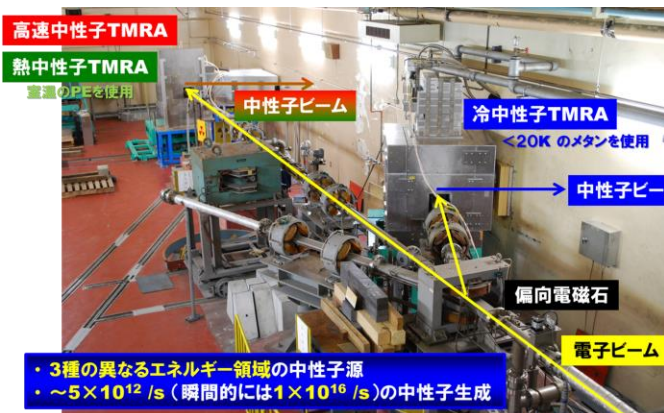
- ・静止画(冷/熱/高速)
- ・エネルギー分解撮像
(ブラッグエッジ、共鳴吸収)

検出器(ピクセルサイズ)

1. GEM検出器(0.8 mm)
2. カラーII (~100 mm)
3. Liピクセル検出器(3 mm)
4. コンバータ箔 + X線IP

付帯設備

速/熱/冷中性子源 + X線源
 恒温装置 -150~200 °C
 ステップ撮像用回転ステージ
 各種ビームラインデバイス



施設の平面図

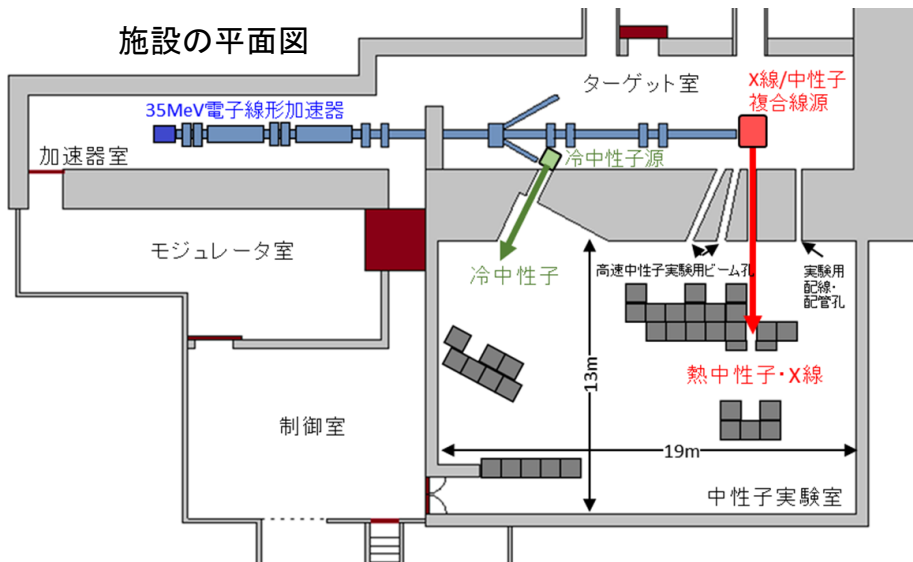


図 4 IP での撮像例
(a) 小松菜の葉脈、
(b) 蛇口の内部構造

理研小型中性子源(RANS)

RIKEN Accelerator based compact Neutron Source

住所: 埼玉県和光市広沢2-1 <https://rap.riken.jp/labs/aptdg/nbtt/>

(施設概要)

小型中性子源

	RANS-I	RANS-II
加速粒子	陽子	陽子
エネルギー	7 MeV	2.5 MeV
最大電流	100 μ A	100 μ A
繰り返し	20 ~ 100Hz	1Hz ~ 1KHz
パルス幅	10 ~ 30 μ s	5 ~ 500 μ s
デューティ比	<1.2 %	<3%
生成標的	Be	Li

解析種類

ラジオグラフィ、回折、元素微量分析
小角散乱(茨城大 共同研究)
位相イメージング(東北大 共同研究)

検出器

CCD+ZnS/⁶Li+CCDカメラ、カラー-I.I.

最大視野 150x150 mm²

最高空間分解能 1 mm

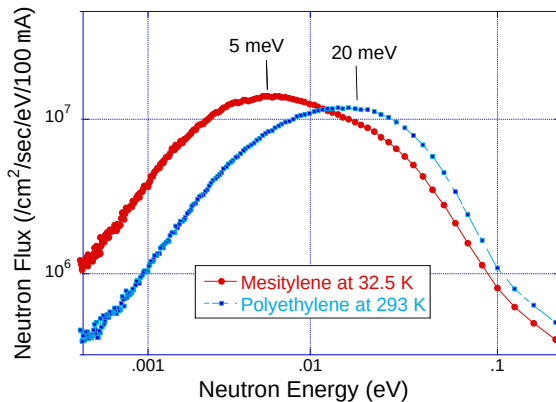
位置感応型³He

最大視野 600x600 mm²

Ge検出器

(中性子特性)

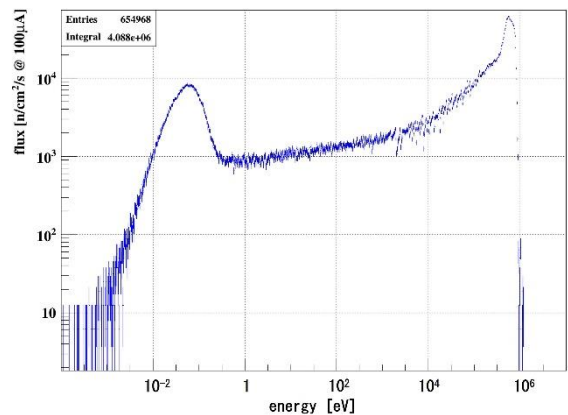
RANS-I (ターゲットから2.4 m位置)



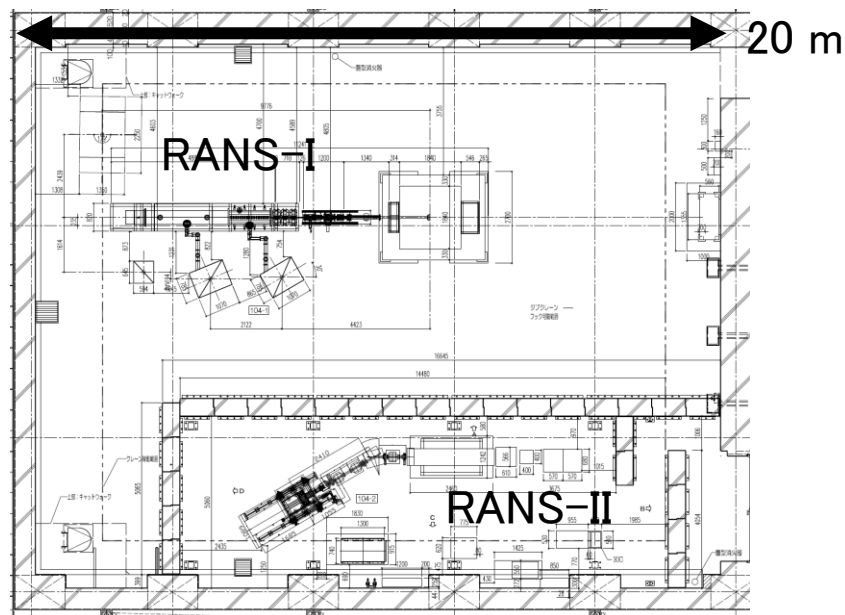
高速中性子は5 m位置において $\sim 10^4$ n/s/cm²

減速材 熱中性子: ポリエチレン(20 mm, 40 mm, 60 mm), 冷中性子: メシチレン

RANS-II (ターゲットから1 m位置)



実験室図面



住重アテックス加速器中性子源

SHI-ATEX accelerator driven Neutron Source

住所 〒799-1393 愛媛県西条市今在家1501番地

<https://www.shi-atex.com>

(施設概要)

サイクロトロン(Cyclotron)

サイクロトロン型式	CYPRIS-370	HM-18HC
加速粒子	陽子	陽子
加速エネルギー	18 MeV	18 MeV
最大電流	20 μ A	157 μ A
施設稼働年	1986年	2021年

撮影機器

- ①工業用X線フィルム
+ Gdコンバータ
- ②中性子用IP

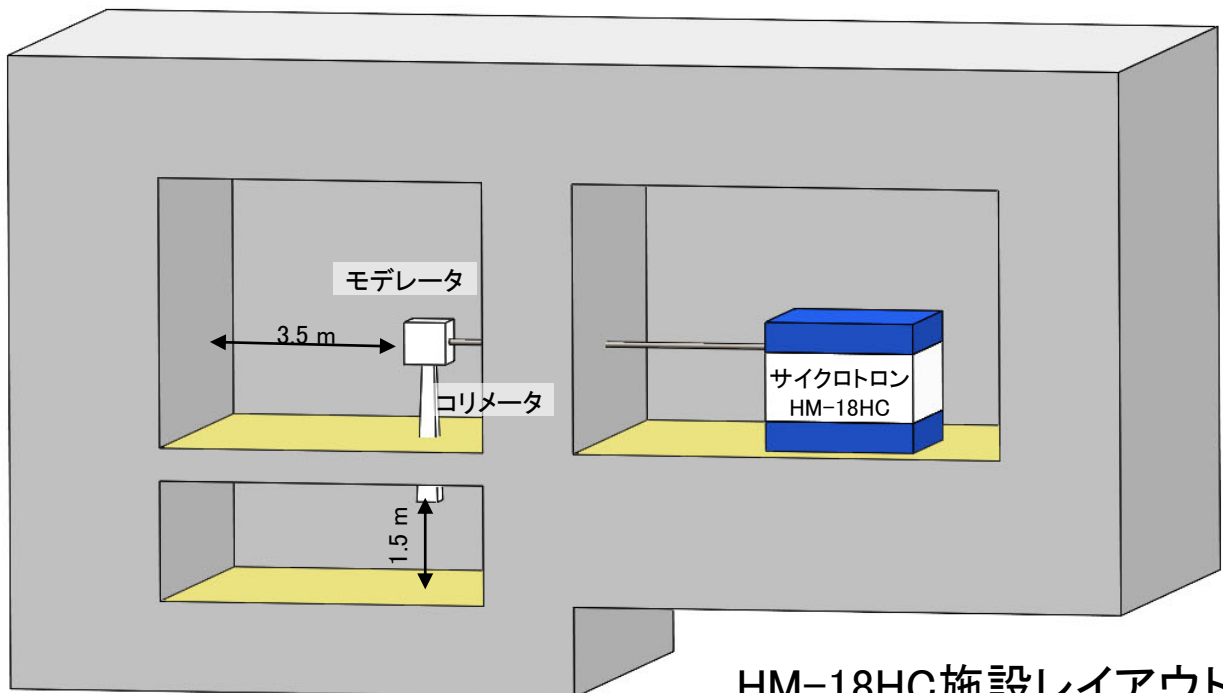
撮影種類

静止画(フィルム、IP)

(中性子特性)

	CYPRIS-370	HM-18HC
中性子強度 (垂直ポート)	2.0×10^5 n/s/cm ² (18 MeV, 20 μ A)	1.0×10^6 n/s/cm ² (18 MeV, 157 μ A)
L / D	44	44
照射野	350 mm × 430 mm	350 mm × 430 mm
ASTM E545 Neutron Radiographic Categories*	Category III	Category II

*中性子ラジオグラフィのフィルム画像の品質分類を表しています。このカテゴリは、熱中性子成分、散乱中性子成分、 γ 線成分、対生成成分、hole、gapの6項目で判定され、I からVに分類されます。I は最も画像品質が良いことを表します。



HM-18HC施設レイアウト

中性子解析施設 AISTANS

Analytical facility for Industrial Science and Technology using Accelerator based Neutron Source

住所: 〒305-8568 茨城県つくば市梅園1-1-1つくば中央第2

国立研究開発法人 産業技術総合研究所(AIST)

連絡先: 木野 幸一 電話: 029-861-4722 e-mail: koichi.kino@aist.go.jp

【施設の特徴】

- パルス中性子ビーム(1~100 Hz変更可)を供給
- 非結合型固体メタン減速材(~20 K)、スーパーミラーガイド管の実装によって、長波長域で高強度の短パルス中性子ビームが利用可能
- 上記中性子特性により、ブラッグエッジイメージングに特に有効
- 中性子ビームシャッターの採用により測定時の利便性と安全性を確保

【主な計測法】

- ブラッグエッジイメージング
- 中性子、X線ラジオグラフィー、CT
(中性子線、X線の同時測定可能)

【主な計測装置】

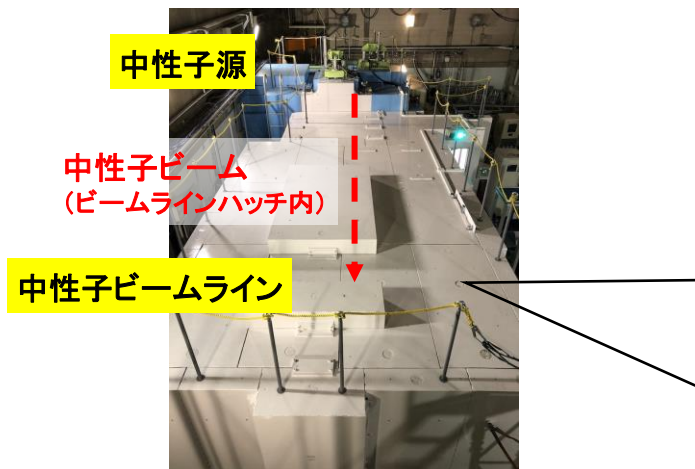
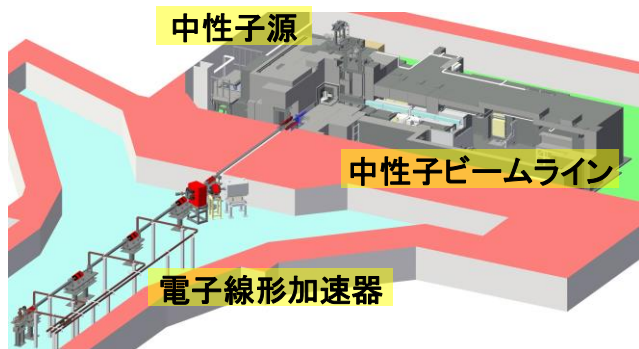
- 3D(X,Y,TOF)中性子検出器2種
リチウムガラスタイプ、GEMタイプ
- 中性子ラジオグラフィー検出器(FPD)

【主な周辺機器】

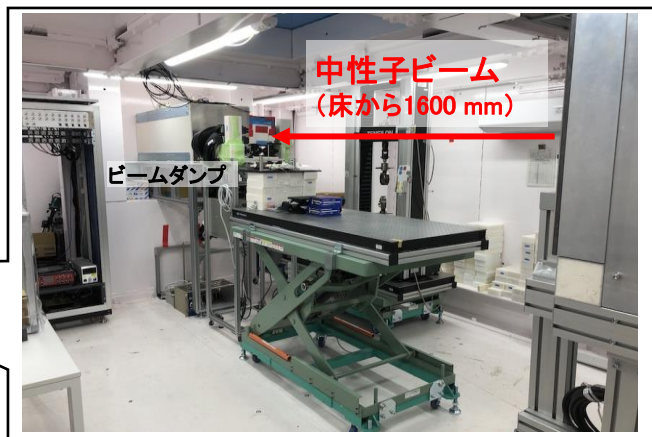
- 引っ張り試験機(最大10 kN)
- 加熱炉2種(最高1100 °C、600 °C)
ともに中性子でオペランド測定可

中性子ビームおよびビームラインのスペック

飛行距離	6 ~ 8 m
試料位置でのフラックス	約 5×10^4 /cm ² /s(最大)
波長分解能	1 %以下
パルス繰り返し	1 ~ 100 Hz
ビームサイズ	100 ~ 300 mm角
L/D	80 ~ 640



中性子源およびビームライン



測定エリア(ビームラインハッチ内)

プレスリリース2020/01/22: 輸送機器の構造材料・部品分析向けに小型中性子解析装置を開発

https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2020/pr20200122/pr20200122.html

小型放電型核融合中性子源

Portable discharge-type fusion neutron source

住所 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学エネルギー理工学研究所

連絡先 向井啓祐 電話: 0774-38-3432 e-mail: k-mukai@iae.kyoto-u.ac.jp

(施設概要)

放電型核融合中性子源 2機

撮影種類

静止画

	球形	円筒型
最大放電電圧	120 kV	100 kV
最大放電電流	300 mA	30 mA
冷却方式	水冷	空冷
最大運転時間	40 hour / week	

検出器

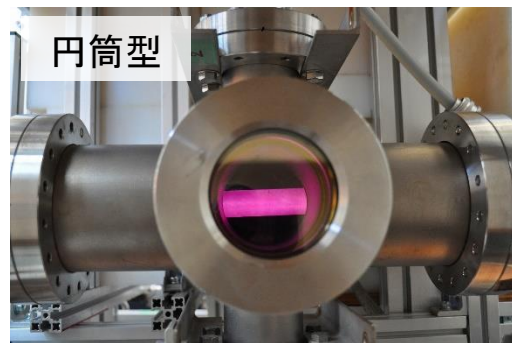
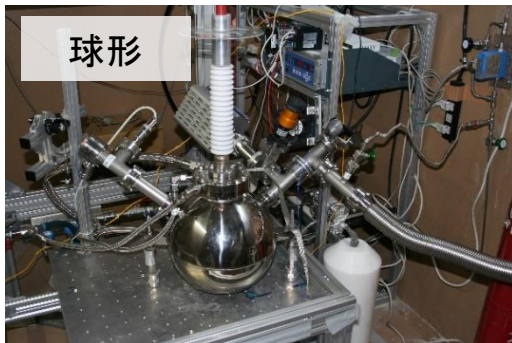
中性子イメージングプレート

(中性子特性)

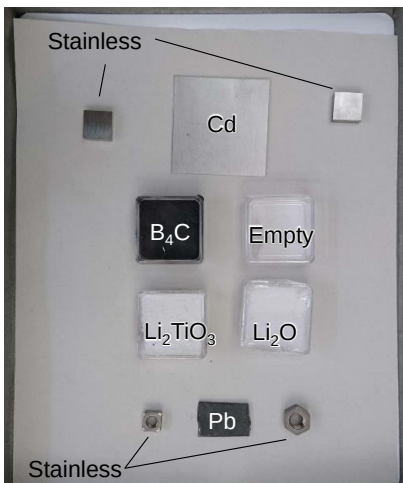
	球形	円筒型
中性子	DD核融合 (2.45 MeV)	
中性子発生率	2×10^7 n/s	2×10^5 n/s
熱中性子束 (0.2 eV以下)	1.6×10^2 n/s/cm ² (距離: 36 cm)	2.6 n/s/cm ² (距離: 32 cm)

付帯設備

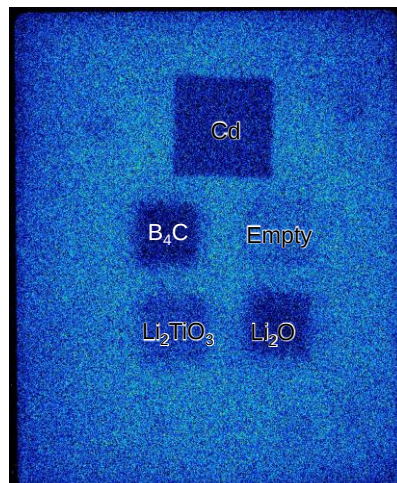
- ³He比例係数管
- X線フラットパネルディテクター
- ダイヤモンド検出器
- 低温インキュベータ(温度精度 ±0.5K)



Photo



Neutron IP



中性子イメージング

円筒型中性子源で177分照射

中性子IP

Cdやプラスチック容器中の B₄C, Li₂TiO₃, Li₂Oの影が確認された (Emptyは空のプラスチック容器)

[K. Mukai et al. 2019 IEEE Trans. Plasma Sci.](#)