

極短周期・小型アンジュレータの開発 と実用加速器に於ける評価試験

高エネルギー加速器研究機構
物質構造科学研究所

山本 樹

1. 極短周期・小型アンジュレータの開発

光源システムのコンパクト化
アンジュレータ本体の小型・軽量化

なぜ、極短周期アンジュレータ？

- 光源システムのコンパクト化・低価格化
放射の短波長化による光源加速器の小型・低エネルギー化

$$\lambda = \lambda_u / 2\gamma^2 (1 + K^2/2),$$

$$K = eB_0 \lambda_u / 2\pi mc^2$$

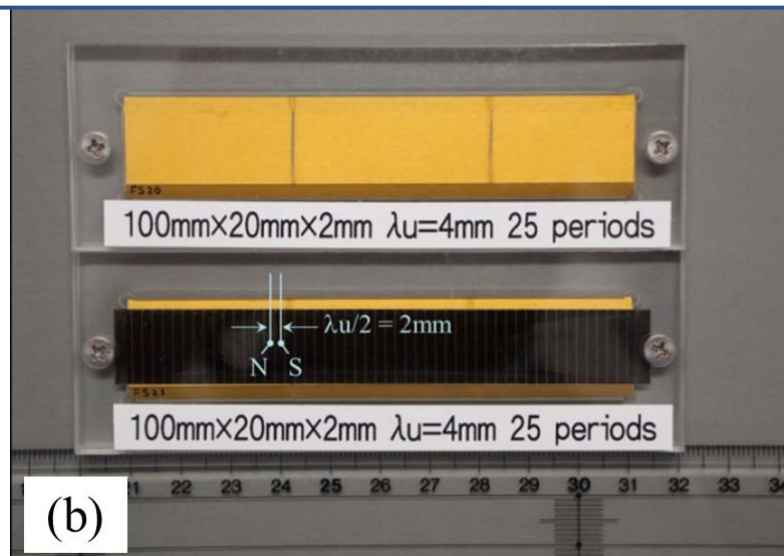
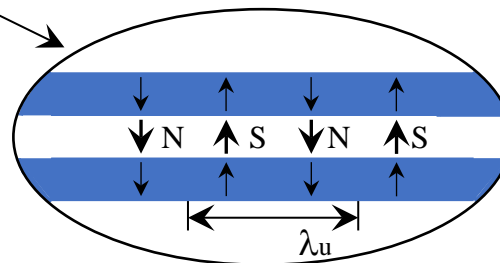
レーザー加速による光源加速器の小型化と親和性

- アンジュレータ本体の小型・軽量化・低価格化
反発磁石によるアンジュレータ磁場吸引力の相殺

PMM (Plate Monolithic Magnet) による極短周期アンジュレータ

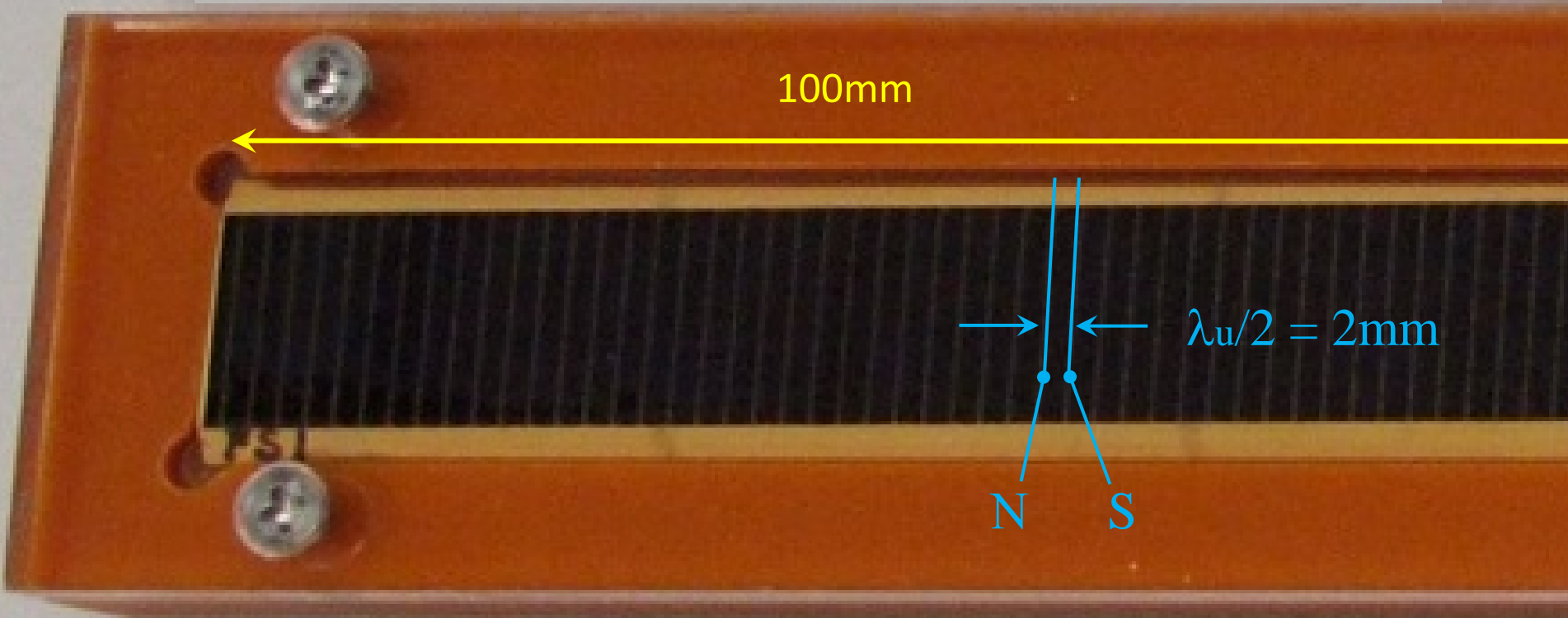
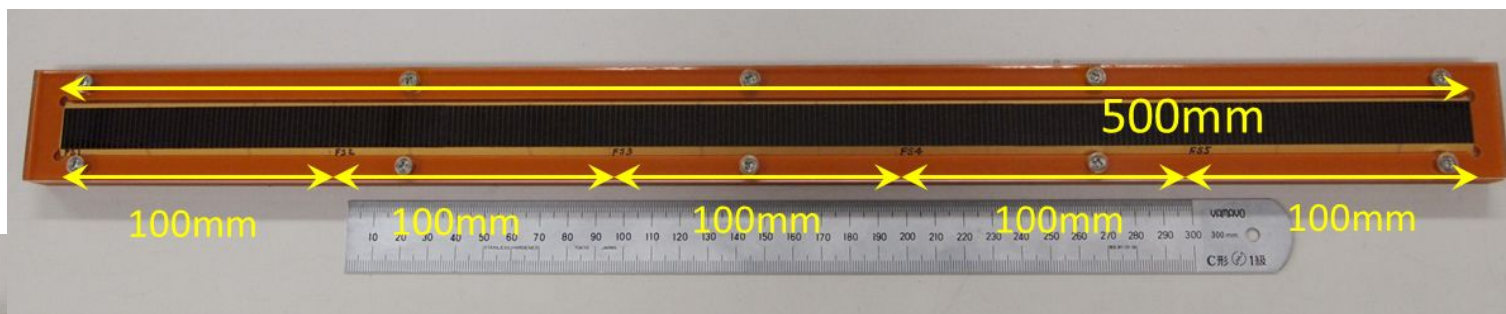
Formation of a “very short period” field

A pair of PMMs is opposed to produce the undulator field in the gap between PMMs

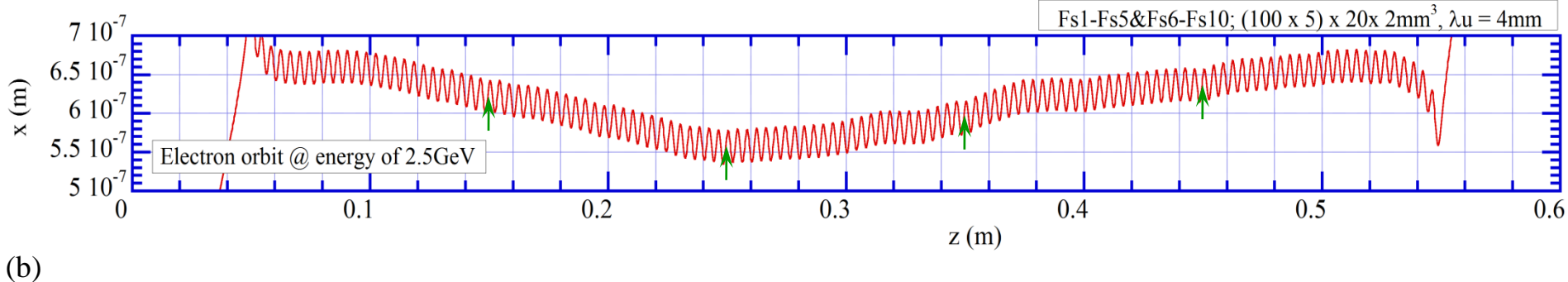
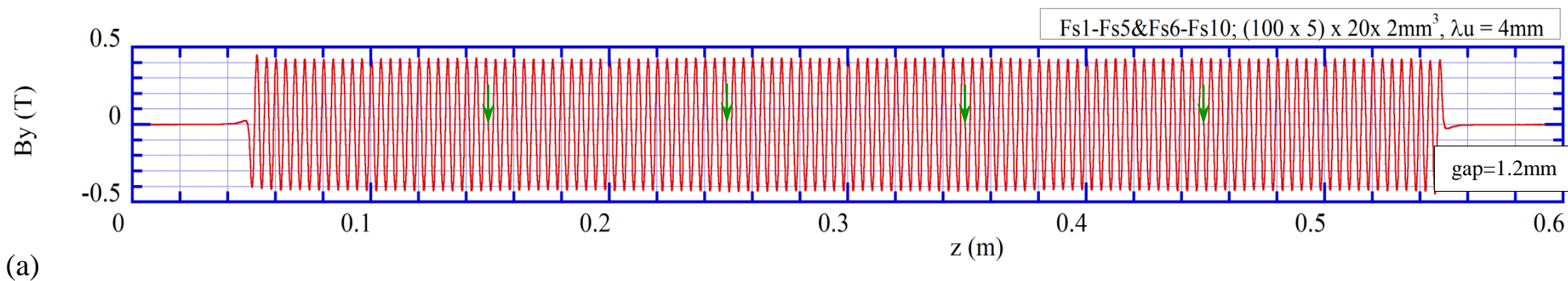


(b)

PMMを用いた磁石列長尺化



PMMを用いた磁石列長尺化

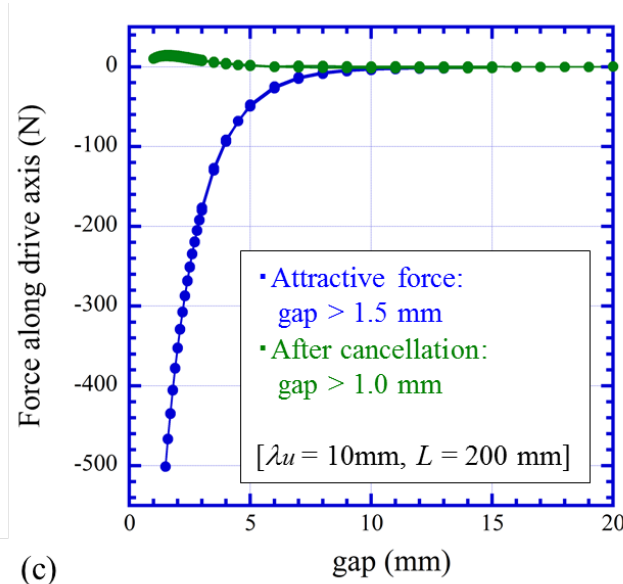
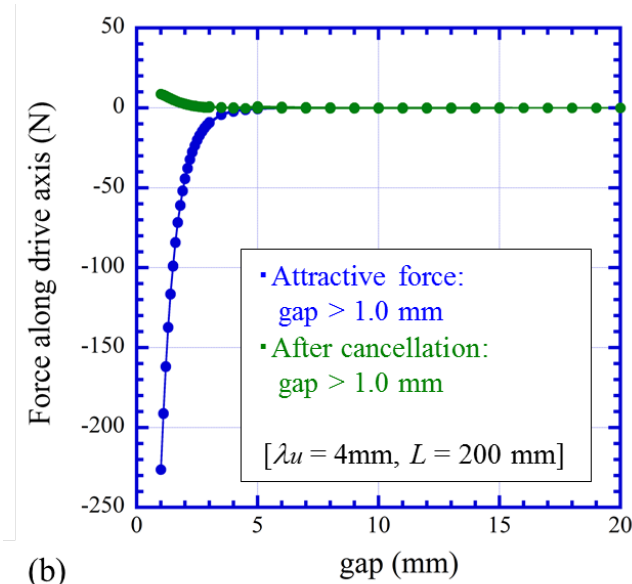
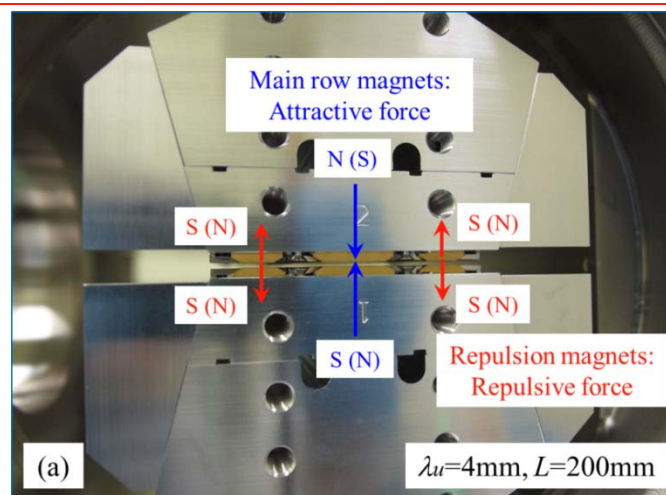


磁場調整出来ない：磁場調整不要

↓: 連結箇所

国内特許：特許第6393929号
米国特許：US 10312006B2

反発磁石によるアンジュレータ磁場吸引力の相殺



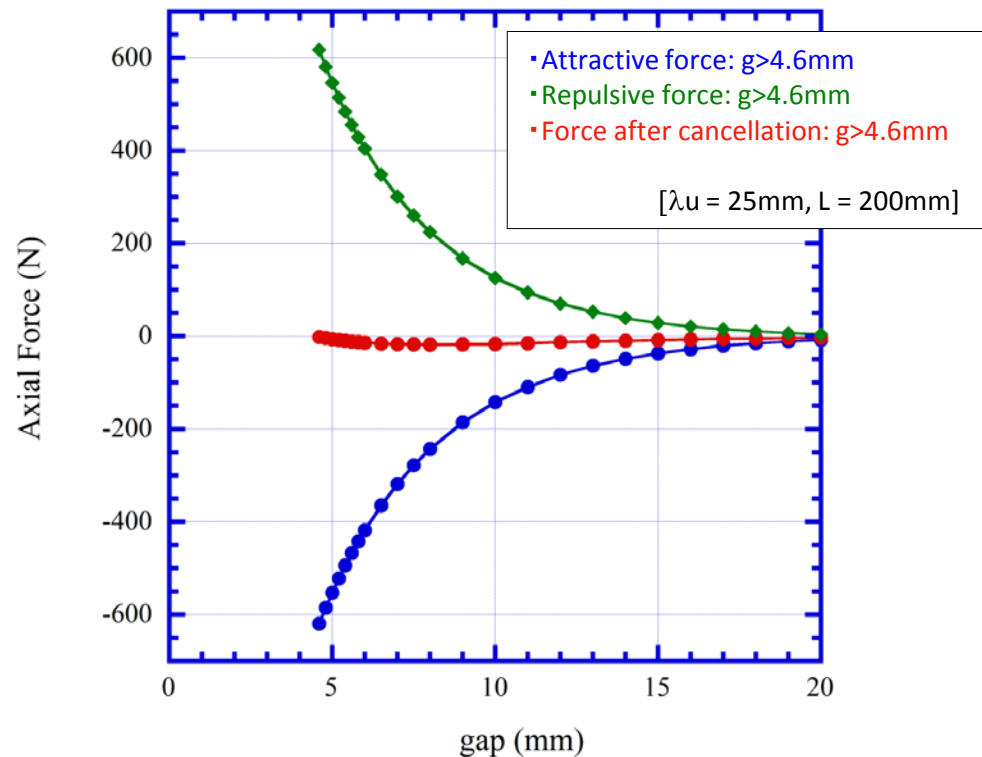
長周期長磁石への主列／反発 PMM の応用 ($\lambda_u=25\text{mm}$)

Arrangement of XUV-FEL magnets: $\lambda_u=25\text{mm}$:
25mm wide (Main) and 16mm (Repulsive)

Main row magnets

Repulsion magnets

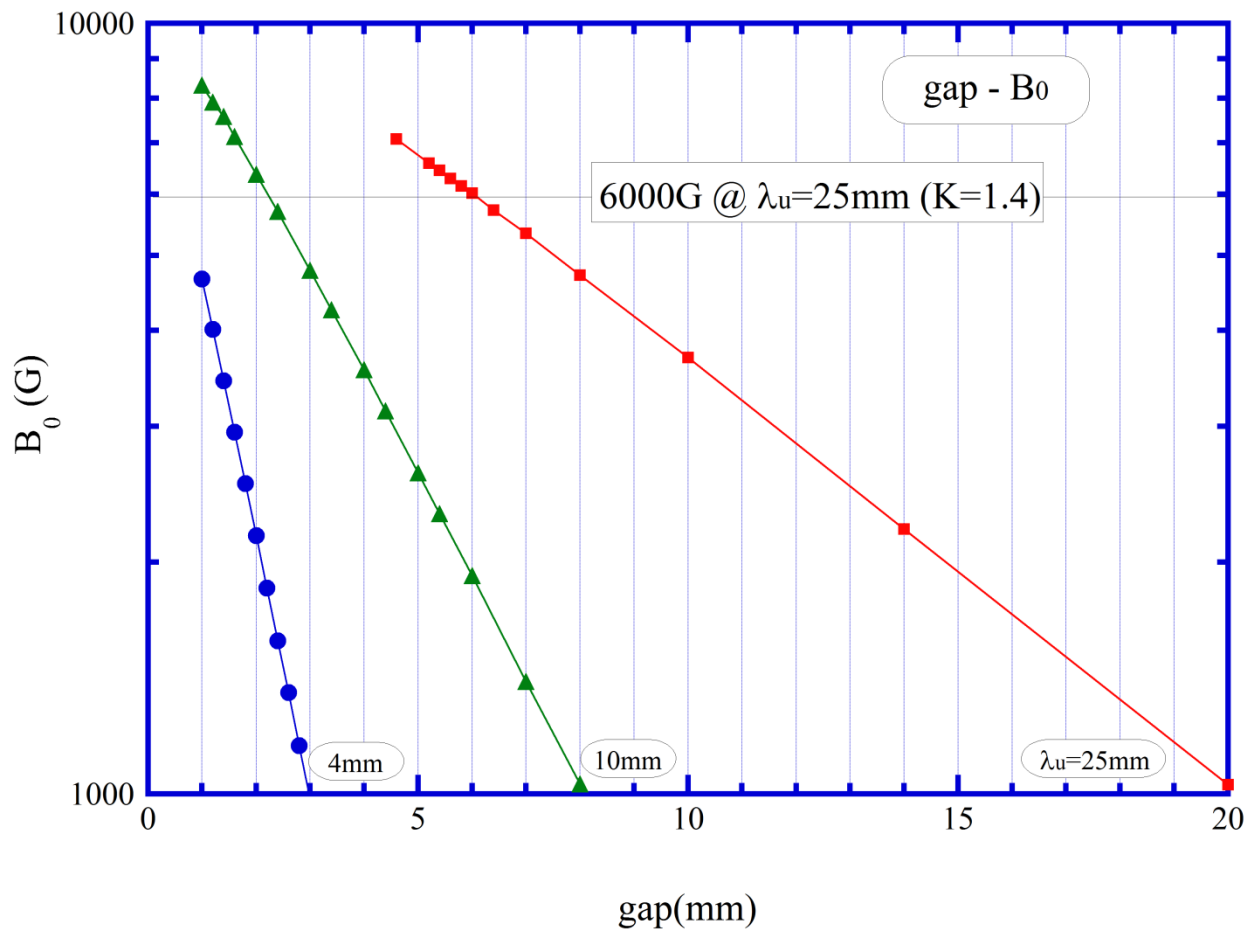
(a)



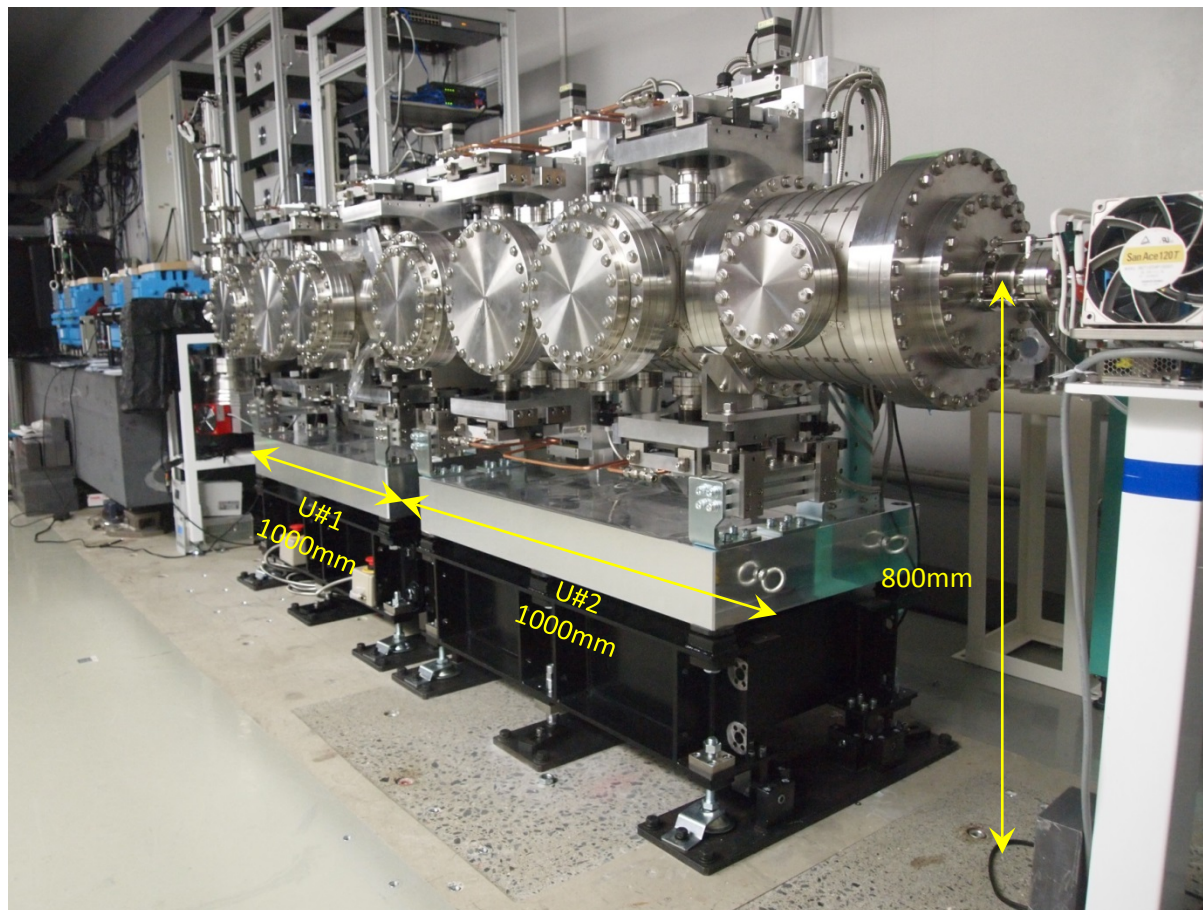
JST-MIRAI XUV-FEL undulator
@ the former SCSS site, SP-8

Cancellation of magnetic attractive
force between main row PMMs by
cancel PMMs

XUV-FEL experiment aims at Lasing at $\lambda \sim 50\text{nm}$ with LPA $\sim 400\text{MeV}$.
Target magnet parameter = 6000G (K=1.4) @ $\lambda_u=25\text{mm}$

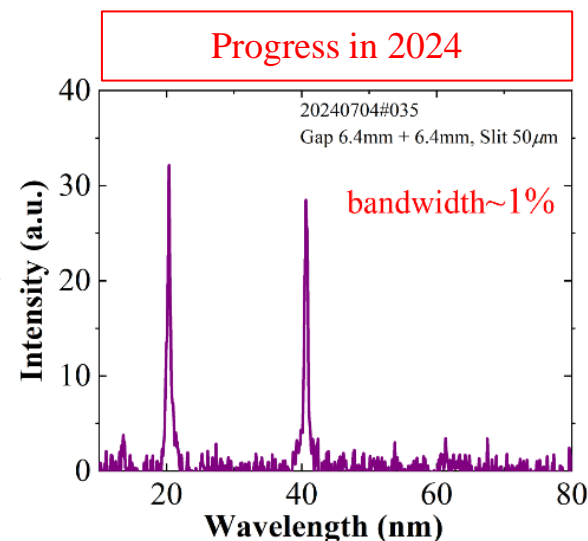
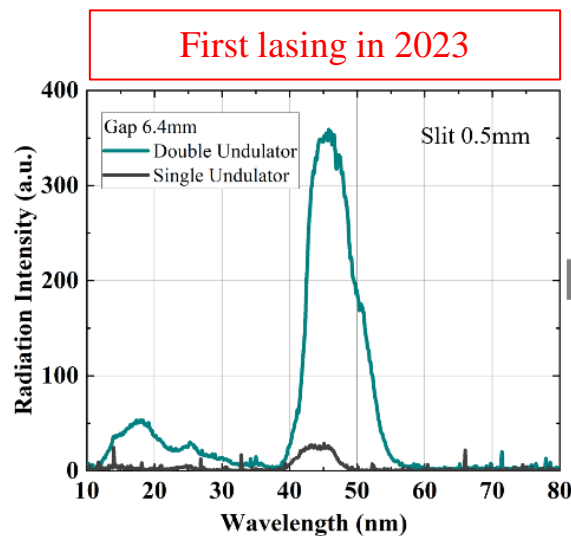


XUV-FEL実証のためにレーザー加速プラットフォーム (IHSCSS@SP-8)
に設置された磁力相殺方式に基づくコンパクト・軽量アンジュレータ:
 $U\#1 + U\#2 = 2\text{m}, 500\text{kgf/m}, \text{gap独立駆動}$

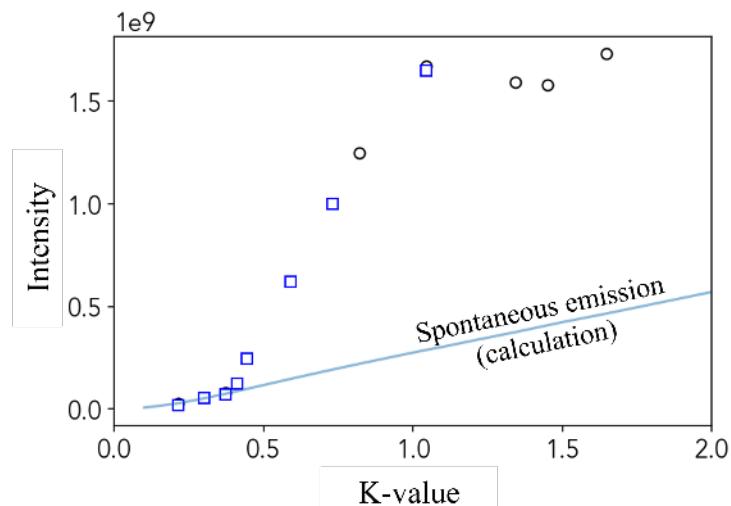
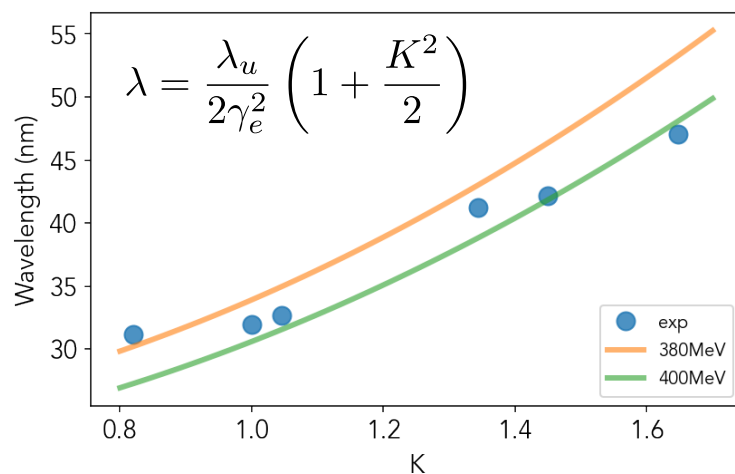


JST-MIRAI-XUV-FELアンジュレータからの放射の観測

Progress in observation system



K-scan



2. 実用加速器に於ける評価試験

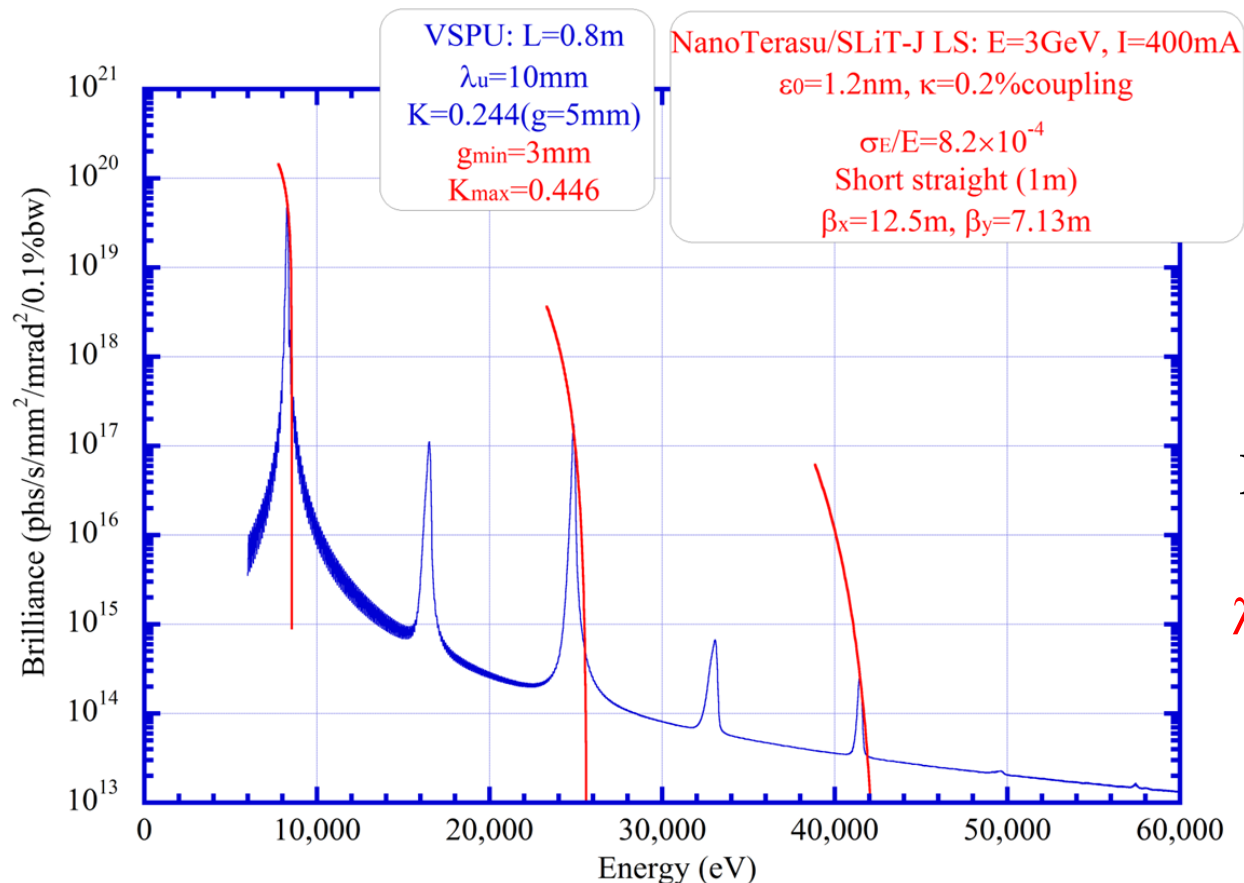
極短周期アンジュレータと低エネルギー光源加速器
価格効率性の高い小型X線光源

低エネルギー小型加速器に於ける 極短周期アンジュレータ光源評価

- 東北大学 ELPH (現RARiS) t-ACTS 50MeV Linac
周期長 4mm x 磁石100mm : 486nm 放射生成
- Aichi SR 1.2GeV SR ring (準備進行中)
- NanoTerasu 3GeV Linac
周期長 10mm x 磁石500mm : 8keV 放射

3 GeV NanoTerasu Linac での スペクトル計測による評価試験 既存の極短周期アンジュレータ：L=0.5m & $\lambda_u=10\text{mm}$ (JST-MIRAI)

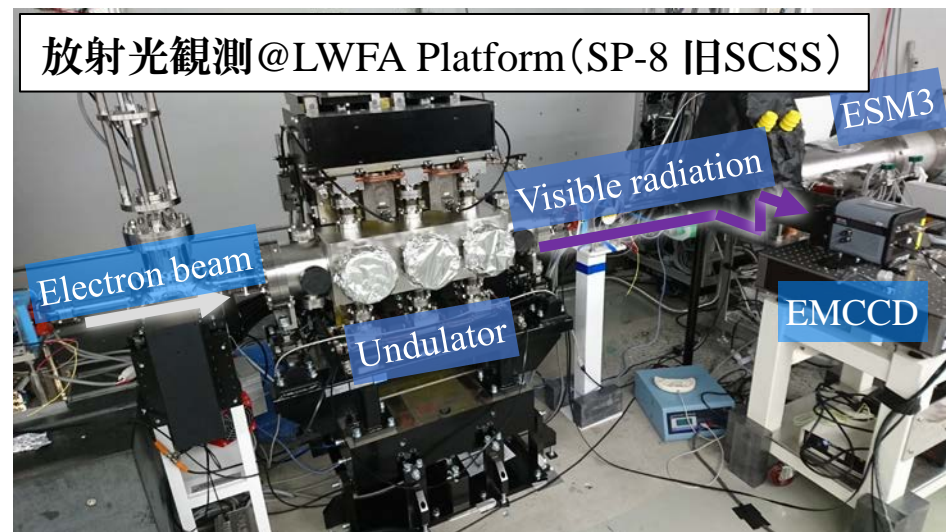
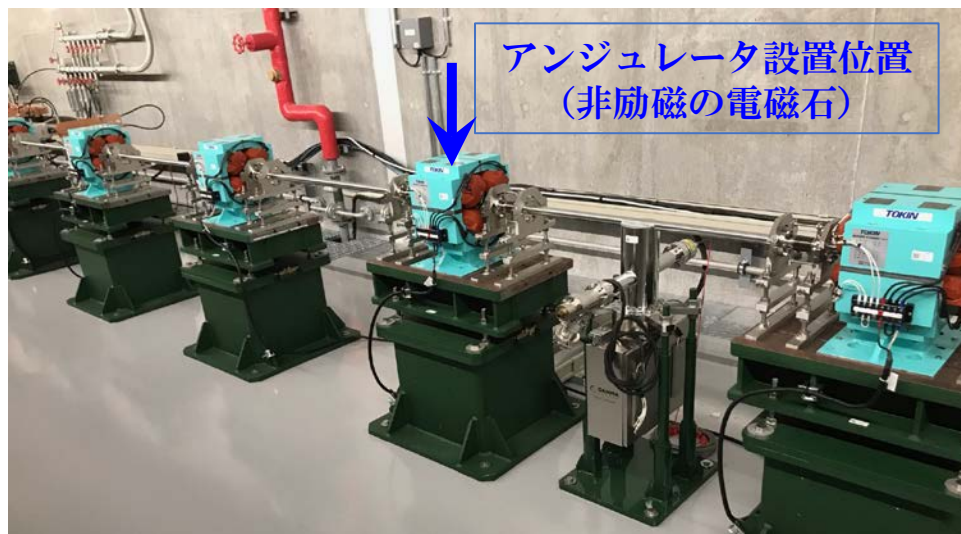
3GeV低エミッタンスビームを極短周期アンジュレータに適用する初めての試み



第2ステップとして
NanoTerasu MR に於ける
実用光源としての利用
 $\lambda_u=8\text{mm}$ 磁石で10keV放射

IMSS-QST 共同研究計画

評価試験準備状況：設置場所 @ Namoterasu 3GeV Linac



NanoTerasu Linac:
3GeV beam x 0.3nA
 $\varepsilon = 2\text{nm.rad}$

Undulator:
 $L = 0.5\text{m}$
 $\lambda_u = 10\text{mm}$
gap = 5mm

目標：年内設置＋年度内放射光評価

まとめ

1. 極短周期・小型アンジュレータの開発

- ・ 極短周期アンジュレータのためのPMM開発
- ・ 光源システムのコンパクト化
- ・ アンジュレータ本体の小型・軽量化

2. 実用加速器に於ける評価試験

- ・ 8keV 放射@NanoTerasu 3GeV Linac (現在準備中)