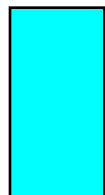


中性子共鳴吸収分光法：N-RAS

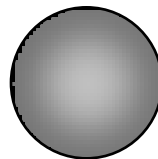
Moderator

Sample

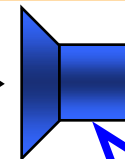
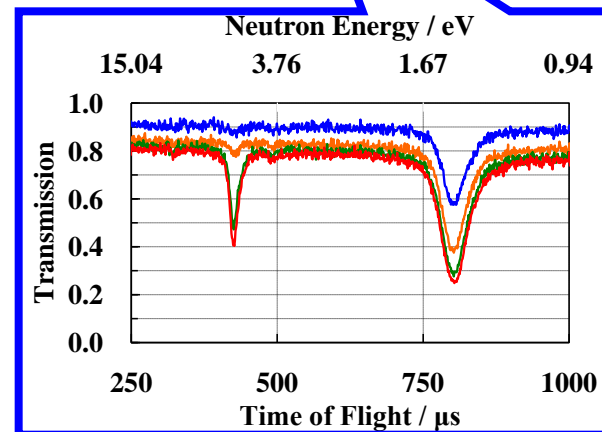
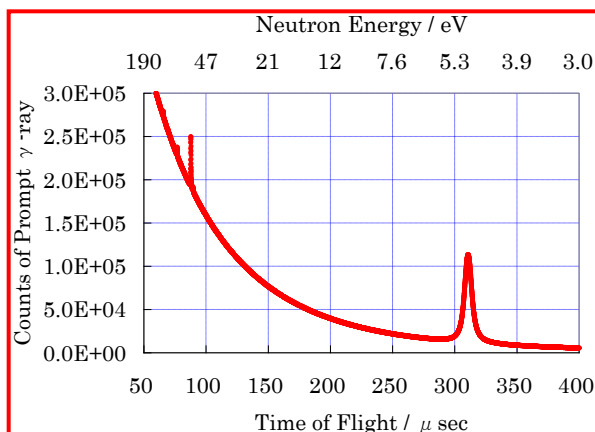
Neutron Imaging Detector



Pulsed Neutron

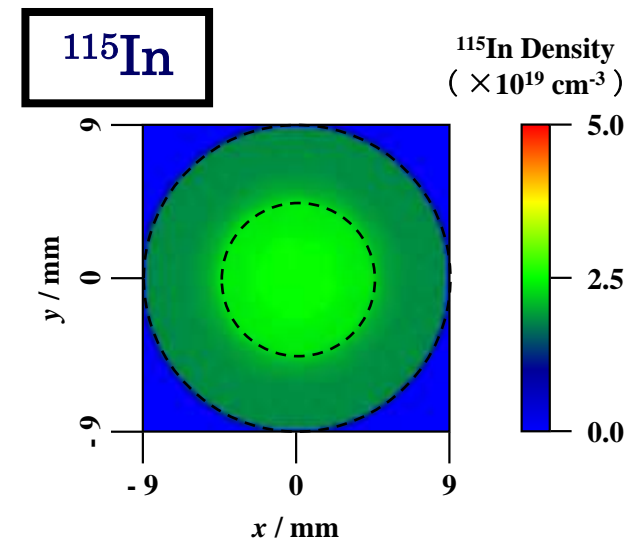
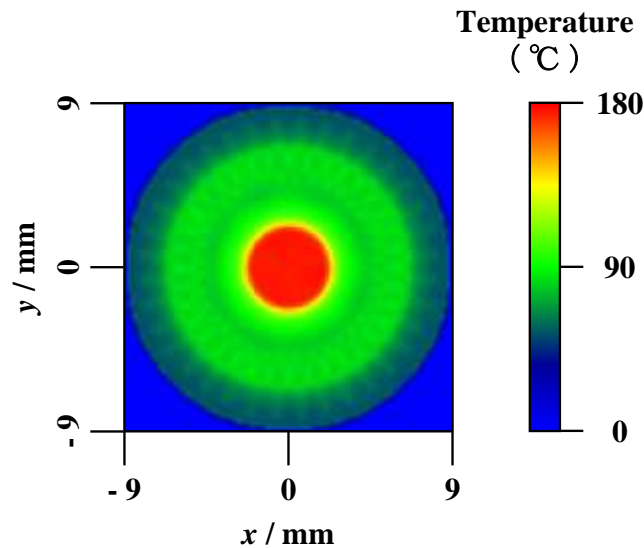
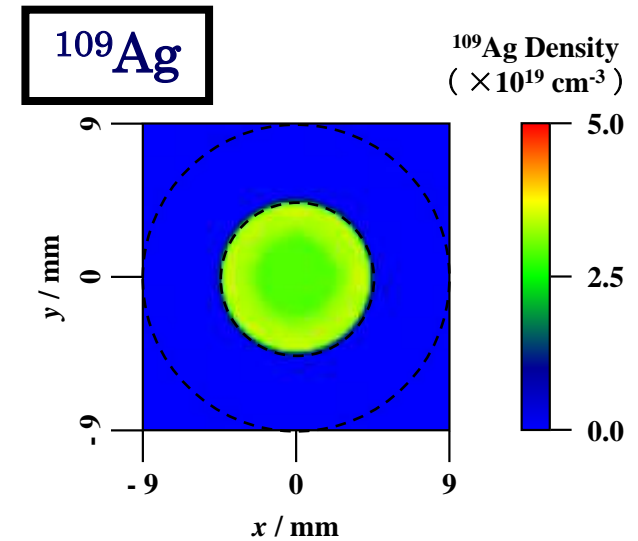
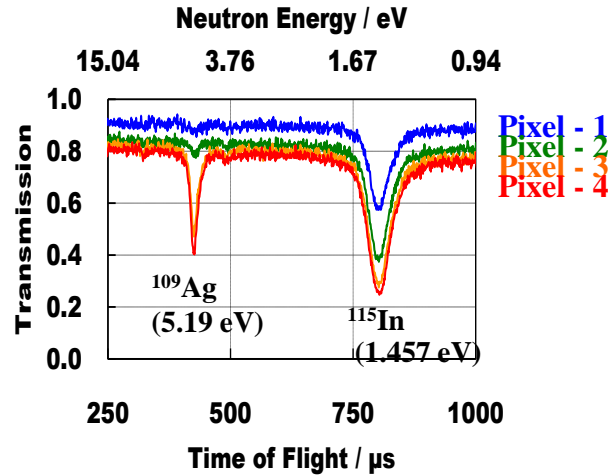
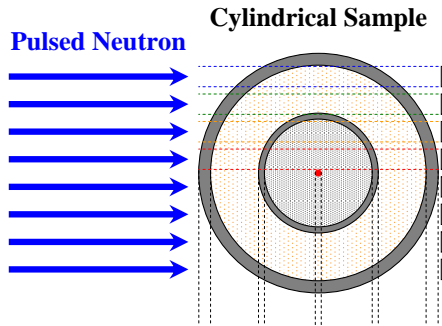


Transmission

Prompt γ -ray γ -ray Counter

- 共鳴エネルギーは核種固有の値を持つ。 → 核種の同定や核種毎の解析
- 共鳴吸収強度は密度と透過厚さに依存する。 → 核種の定量
- 共鳴吸収ピーク幅は原子の熱振動に起因するドップラー効果によって広がる
→ ダイナミクスの解析や温度の測定
- ☆ 中性子透過法では **2次元画像検出器** が使える。 → **イメージング** が容易

元素および温度分布



北大加速器中性子源の実績と大型施設への貢献

(北大)

瞬間強力パルス状放射線発生装置

- 固体メタン冷中性子減速材
1977年頃
- 中性子分光器開発
LAMDAM準弾性散乱装置
1978~1990年頃
- 結合型液体水素冷中性子減速材（最高効率）
1985~2000年
- 中性子磁気集束に成功
~2000年
- 中性子核反応測定装置
2006~2009年
- パルス中性子イメージング
2000年~
- 小型中性子源
イメージング・BNCT
2009年~

(KEK&J-PARC)

- KENS冷中性子源
- KENS分光器
LAM40, LAM80, LAM-D
- J-PARC中性子源
(SNS（米国）、ISIS（英国他）)
- 中性子デバイス開発展開
J-PARCへ設置
- J-PARCビームライン
(2012年から建設)
- 日本&海外展開

なぜ中小型中性子源が必要か

- 中小型中性子源：低強度の測定、飢餓状態→創意工夫が生まれ易い。
大型中性子源：高精度測定、満腹状態？決まった装置→小回りが利かない。

(中小型中性子源の必要性)

● 萌芽的研究

*個人あるいは少数の考えでの発想が大事。

(大型施設への申請は多くの人が納得できるシナリオが必要。冒険ができない。)

● オンデマンド実験

*これどうかな、と思ったことができる。

(マシンタイムの取得が楽)

産業利用では特に重要か

(申請書を出して半年待って2-3日ではダメ)

*長期間の継続実験(例えば、何週間、何カ月に渡る実験)

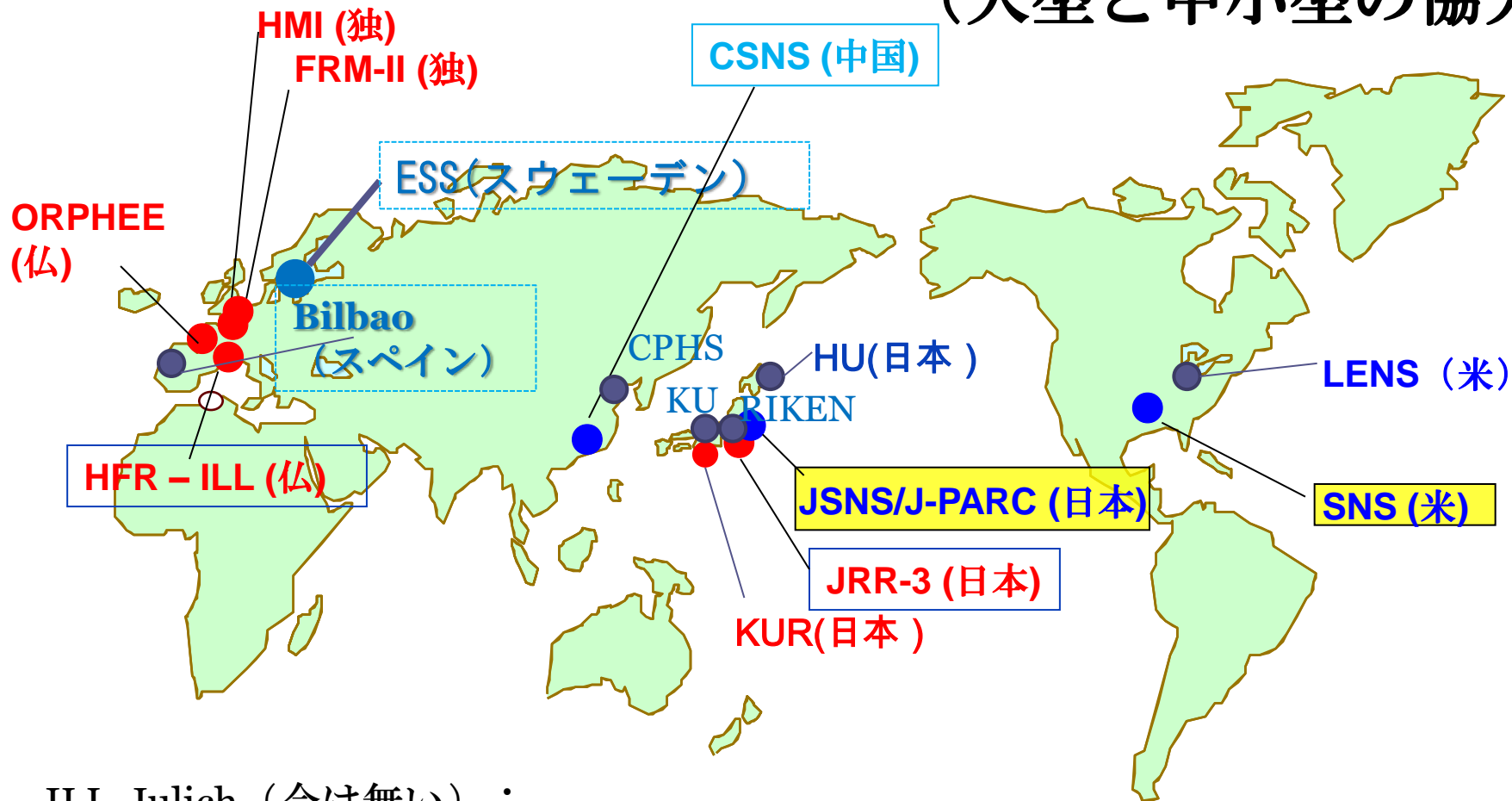
*実験の自由度、アクセスの容易さが重要

● 教育・人材育成

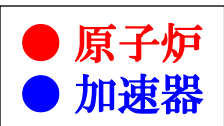
学生・院生(社会人も)が実際に物に触れ、工夫をしながら研究・測定ができることが大事

小型中性子源の現状

(大型と中小型の協力)



ILL-Julich (今は無い) :
 高分解能非弾性散乱装置 IN10の原型
 EU内協力



Indiana大学のLow Energy Neutron Source (LENS) とSNS

SNS(1.4MW)/LENS(~13kW)
J-PARC-北大の関係を模したものの。



LENS 13kW
 4×10^{13} n/s

SNS 2MW
 $30,000 \times 10^{13}$ n/s

- *小角散乱装置、反射率装置による散乱実験
- *SNS 2nd-ターゲット用パラ水素減速材実験
- *新しい中性子減速材システムの開発
- *減速材用材料の断面積測定



スペインのBilbaoの加速器中性子源（建設予定）とスウェーデンのESS（建設予定）



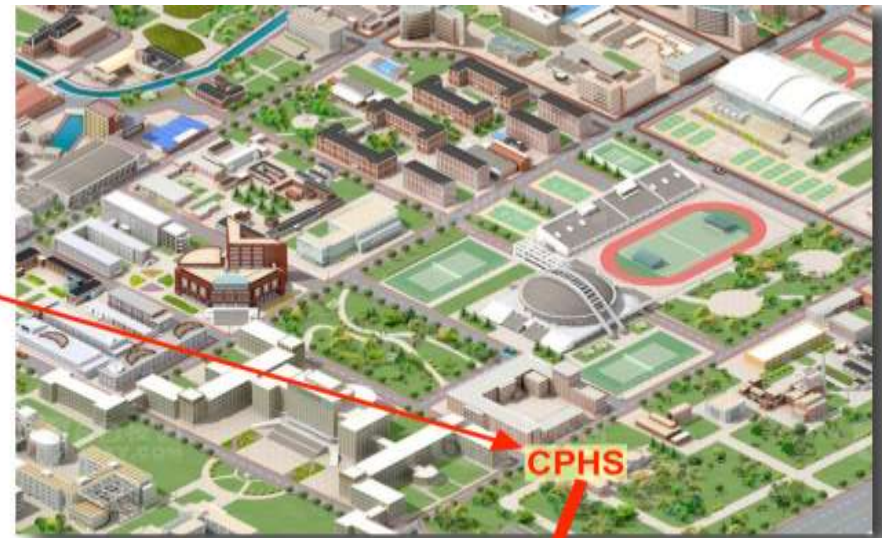
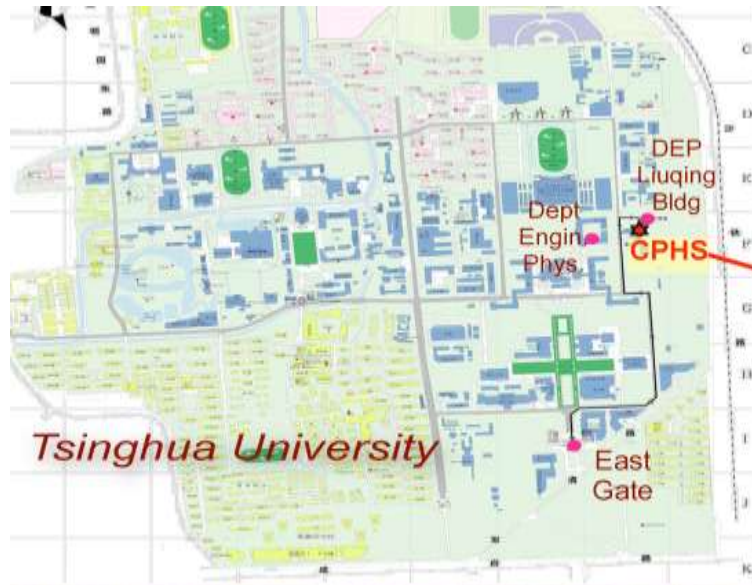
スウェーデンLund
のESS（5 MW）



スペイン
ESS-Bilbao（～80kW）

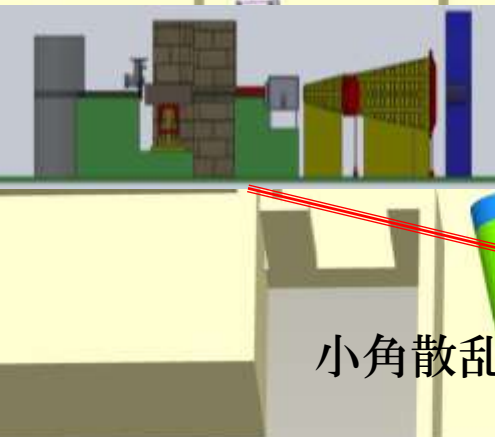
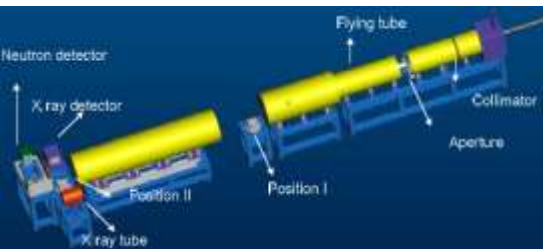
ESSのための加速器テスト、中性子教育、中性子・プロトン応用

清華大学の中性子源：CPHS(China Pulsed Hadron Source)建設中

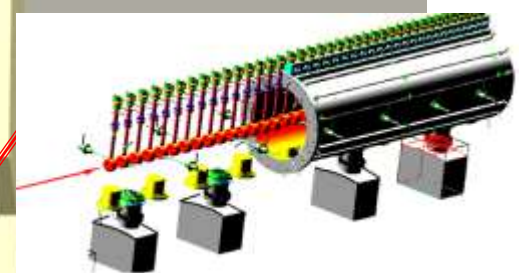


13MeV, 16kW加速器

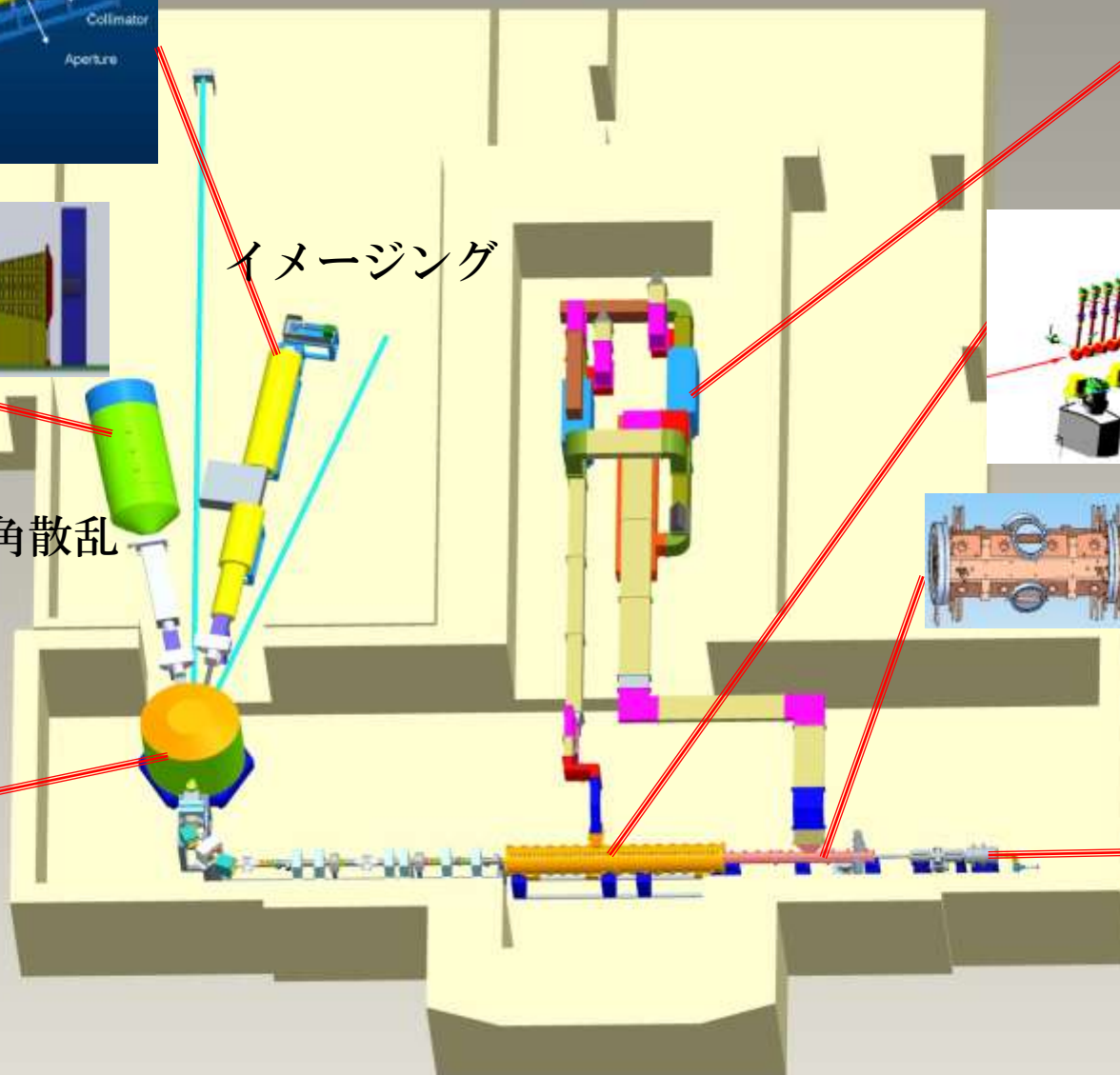
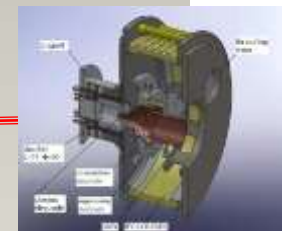
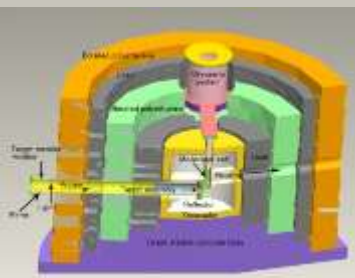
~10¹³n/secオーダー



イメージング

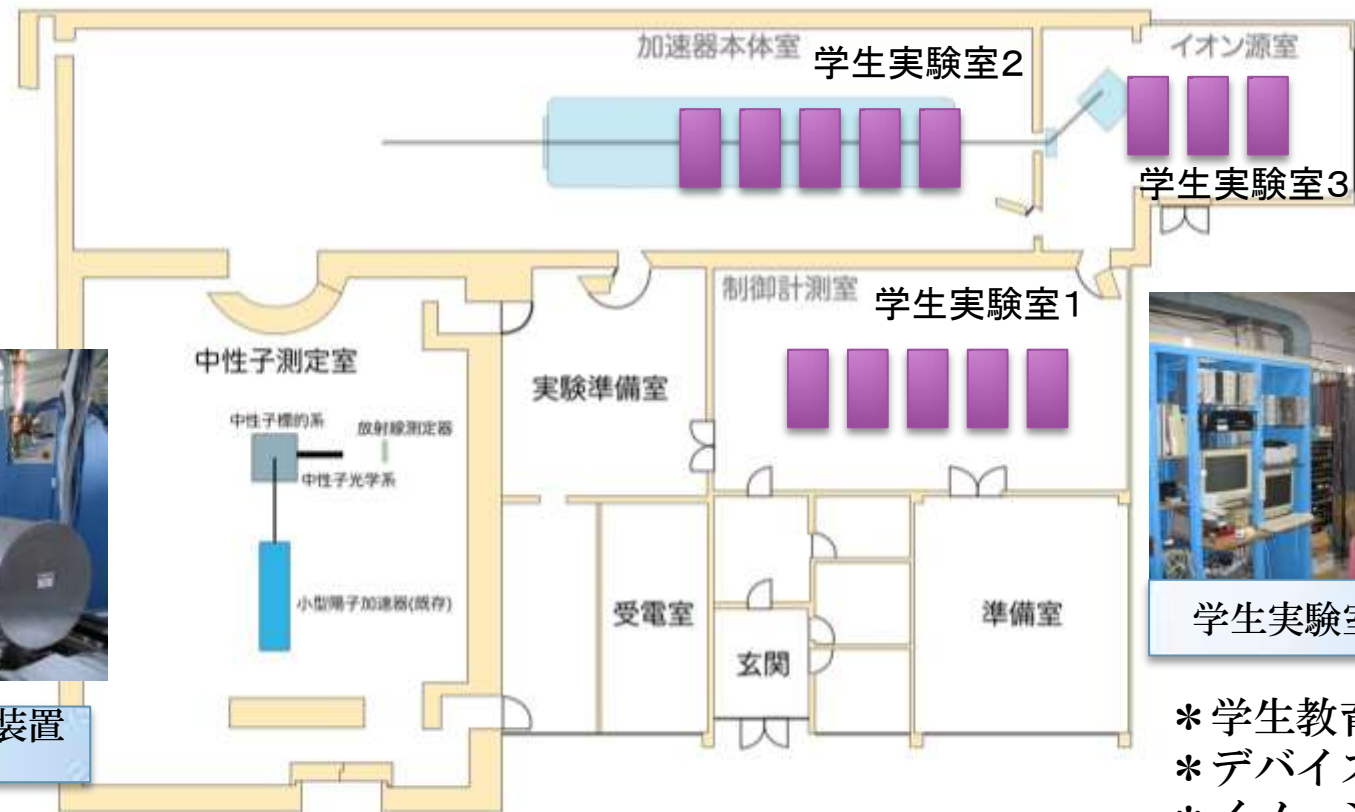


小角散乱



京都大学理学部小型加速器中性子源 建設中

タンデム加速器実験棟→現代物理実験教育棟



中性子ビーム発生装置
の整備



学生実験室の整備

- * 学生教育
- * デバイス開発
- * イメージング
- * (小角散乱?)

理化学研究所 ものづくり高度計測技術開発チーム

小型中性子源構築計画 (建設中)

目的

小型陽子加速器を用いた中性子源を構築し、主にもものづくり分野の企業や大学・研究機関と共同で中性子イメージングに関する研究開発を行い、その有用性を実証することを目的とする。

構築予定設備の概要

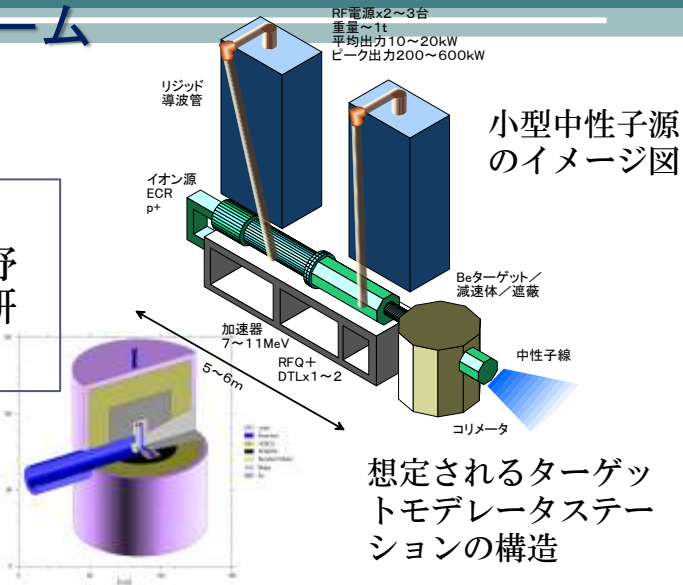
小型陽子加速器 (7MeV 平均電流100 μ A) を購入し、Be(p,n)反応を利用した小型中性子源を構築する。発生中性子量は10¹²n/sec、イメージング用熱中性子ビームラインのフラックスは10⁴n/cm²/sec程度と予想される。

応用分野

- 自動車産業 (バッテリー、構造体の非破壊検査)
- 航空産業 (CFRP, 構造体の非破壊検査)
- 鉄鋼業 (小角散乱等による構造分析)
- 大型構造物分野 (高速中性子イメージング、可搬型中性子源 (将来))

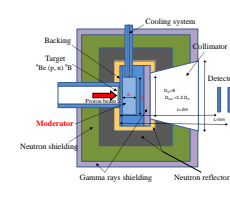
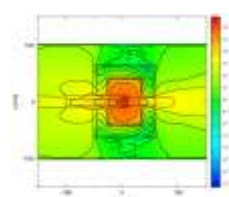
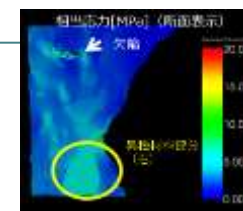
技術的課題

- 高耐久性Beターゲットの開発
- コンパクトな放射線遮蔽の開発 (自己遮蔽)
- 減速体の最適化
- 検出器開発、画像処理技術開発と一体となったアプリケーション開発



現在までの中性子関連研究開発

- 放射線検出器
- 中性子光学素子
- 画像処理・シミュレーション技術 (VCADシステム)



PHITSコードによるターゲット・減速材・遮蔽体の最適化

まとめ

大型だけでなく、小型中性子源が併存することの重要性が世界的に認識されてきている。

持続可能な社会
安全・安心な社会

中性子科学の
さらなる貢献

*役に立つ分野での利用の拡大
*応用分野の発掘
(ユーザーの拡大)

*中性子に馴染んだ人の増加
*中性子装置を開発できる人の育成

大型施設における最先端装置による実験体験

小型施設における基礎からの教育と種々の実験体験

小型中性子源は中性子科学を支える基盤

小型加速器中性子源による活動グループ：
JCANS (Japanese
Collaboration on
Accelerator driven
Neutron Source)