

資料2-3

科学技術・学術審議会先端研究基盤部会
光・量子ビーム研究開発作業部会(第3回)
平成24年4月20日

小型加速器中性子源の利用 と開発現状

鬼柳善明

北海道大学工学研究院

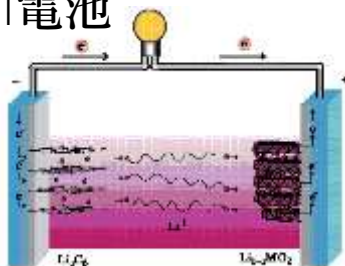
内容

- 中性子源施設の現状
- 北大電子加速器小型中性子源の実績例
- 小型中性子源はなぜ必要か
- 小型中性子源の現状
- まとめ

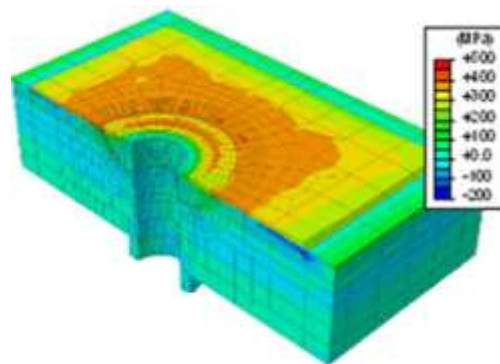
中性子の特長

- * 軽元素（水素、リチウムなど）に対する感度が良い。
 - * 透過力が強いため、金属などの中を見ることができる。
 - * 磁気モーメントがあるため、磁気相互作用を調べることができる。
- その他

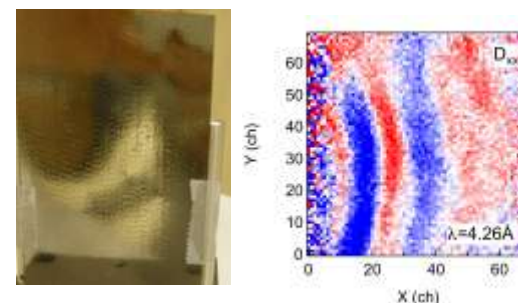
Li電池



金属バルク材



磁性材料



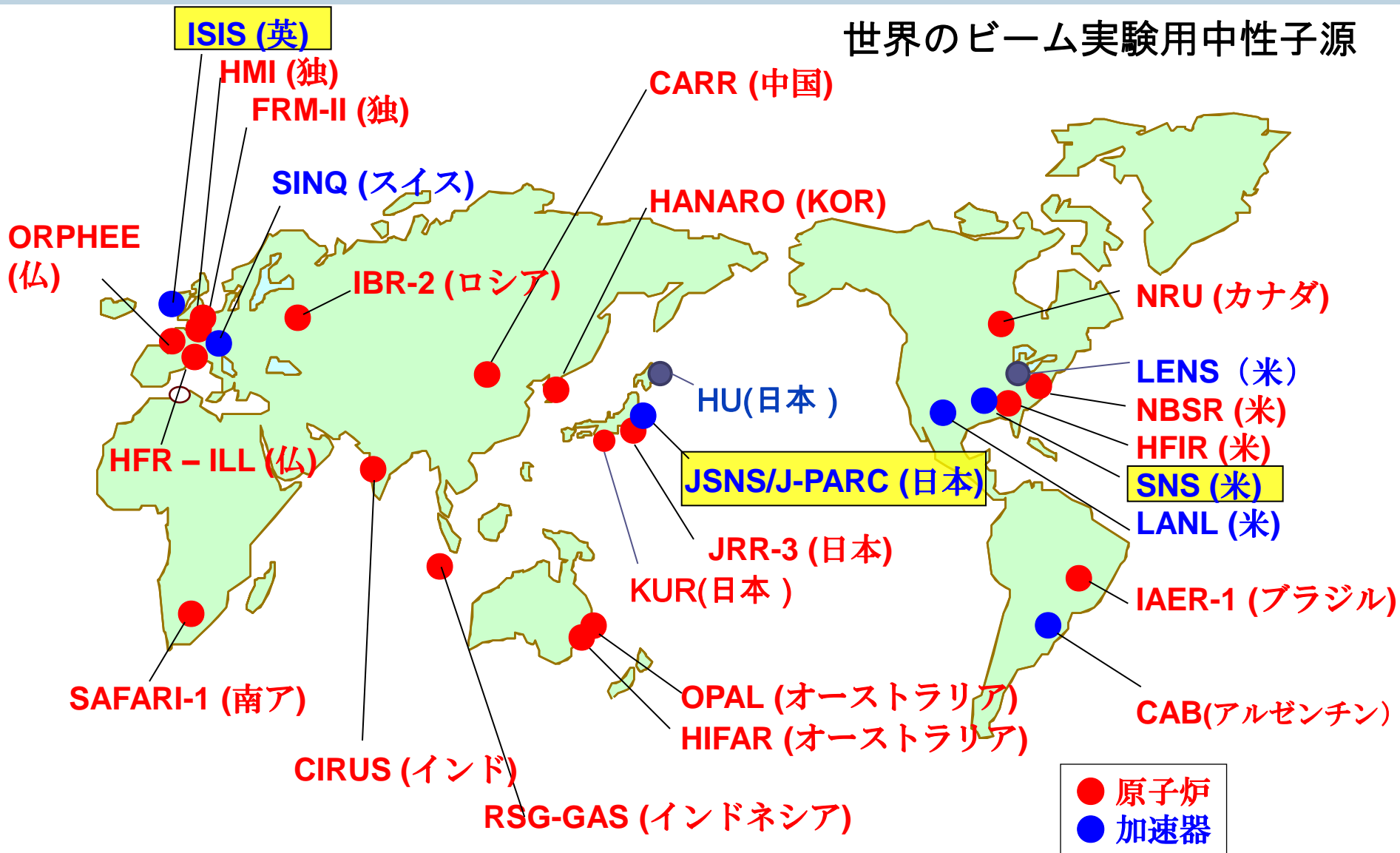
高分子



物質・生命科学、材料創生、産業応用に有用。
今後さらに貢献度を高めるためには？

中性子源施設の現状

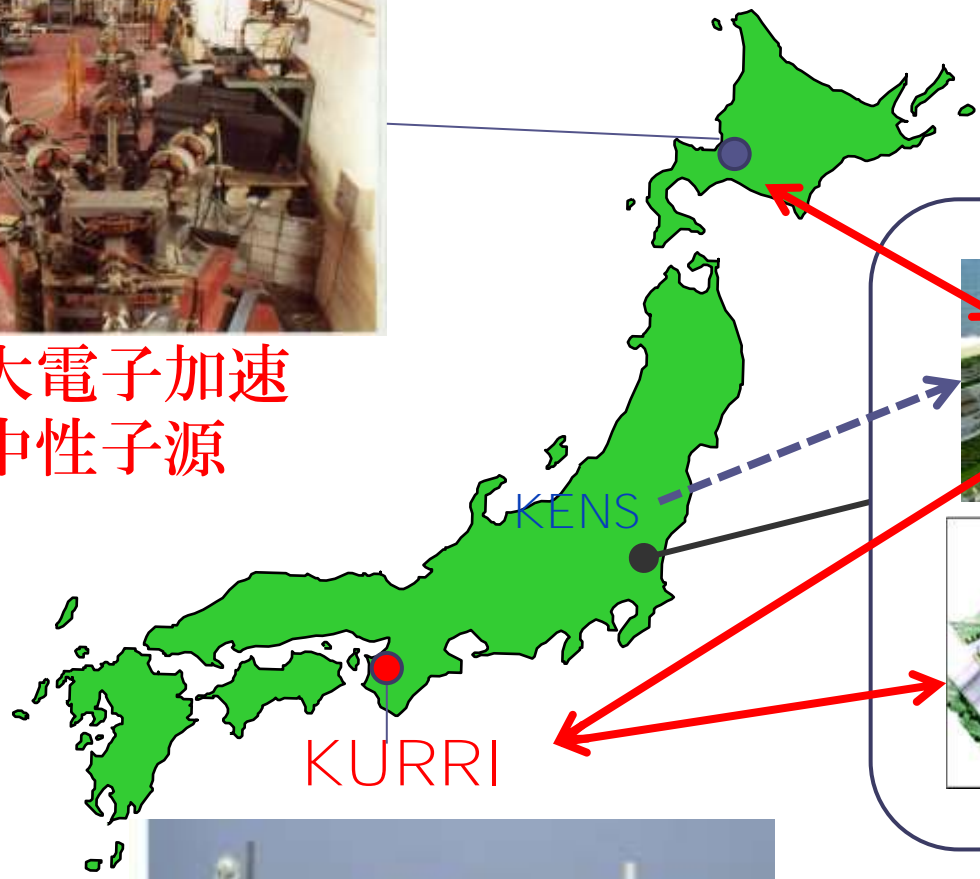
世界のビーム実験用中性子源



日本の大型と中・小型中性子源施設



北大電子加速器
中性子源



放射光とX線回折装置

多数のX線回折装置が大学、企業に存在する。

- 大学における教育・人材育成
- 企業におけるon-jobトレーニング

小型⇔大型のコラボ

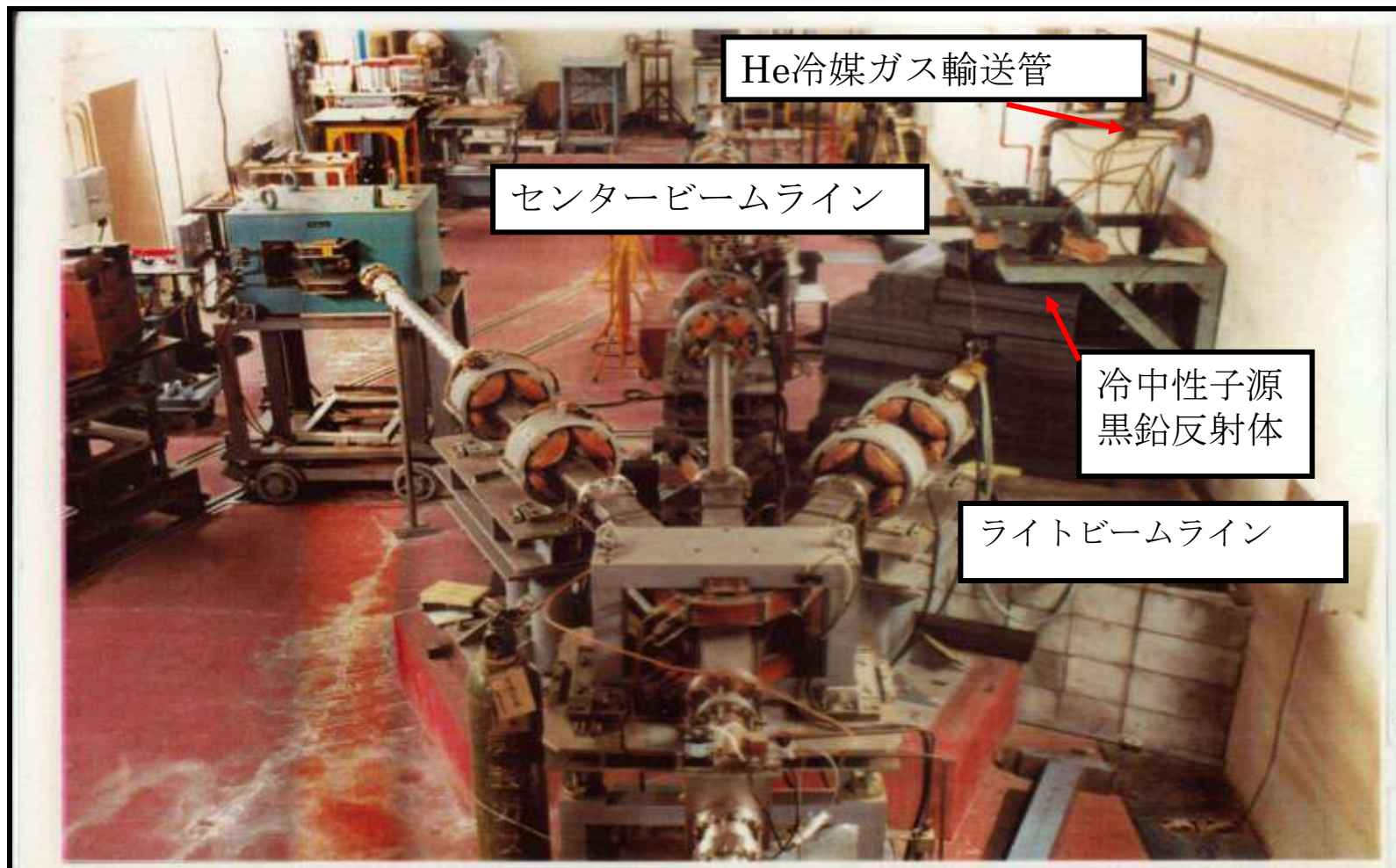
日本国中の多数のX線回折装置がバックアップ

中性子に比べて小型装置が圧倒的に多い。



PFおよびSpring-8のパンフレット、HPより

北大電子加速器小型中性子源の実績例



HU linac 0.16×10^{13} n/sec

J-PARC $20,000 \times 10^{13}$ n/sec@1MW

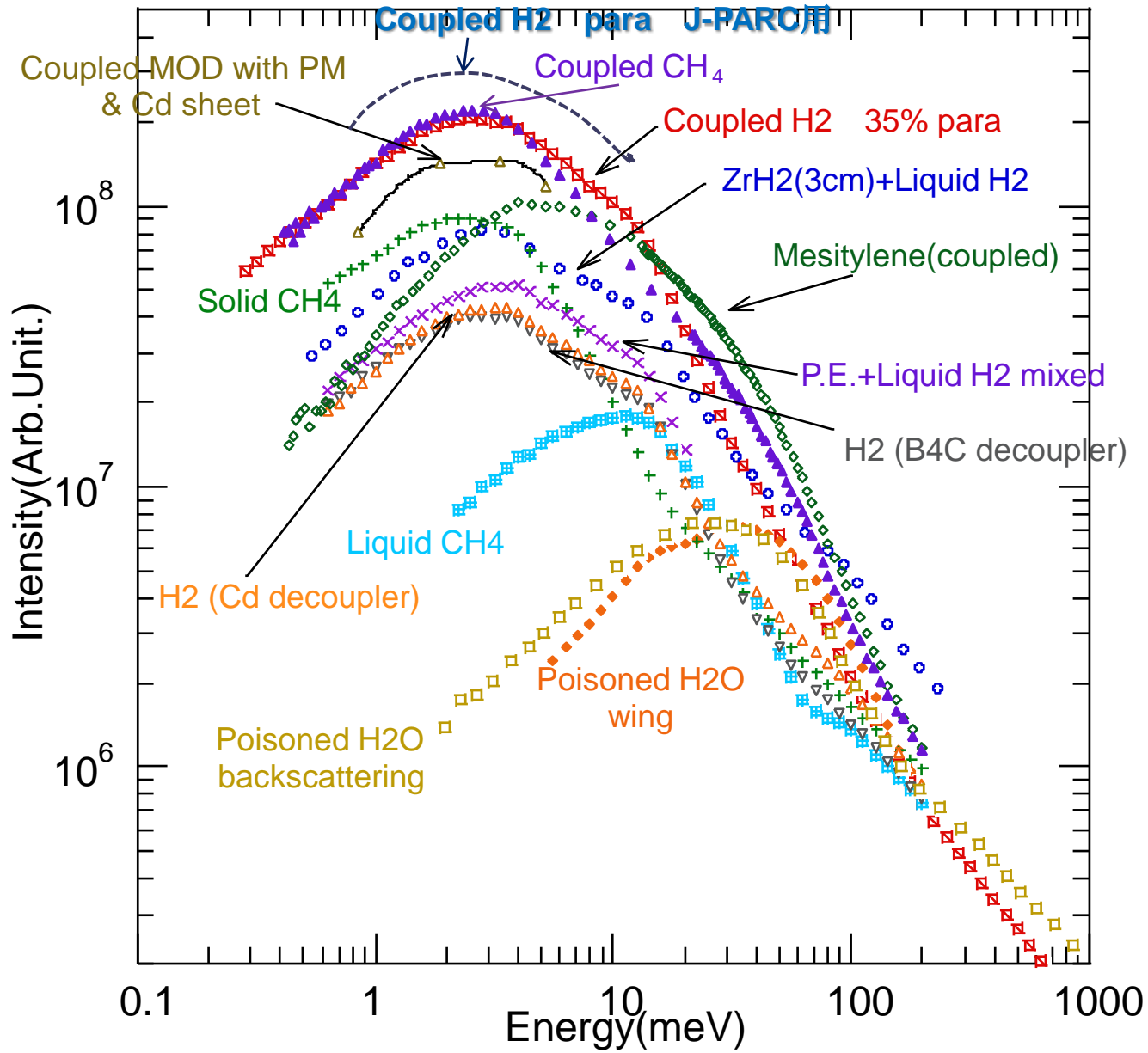
例 1

J-PARC用の高性能中性子減速材開発

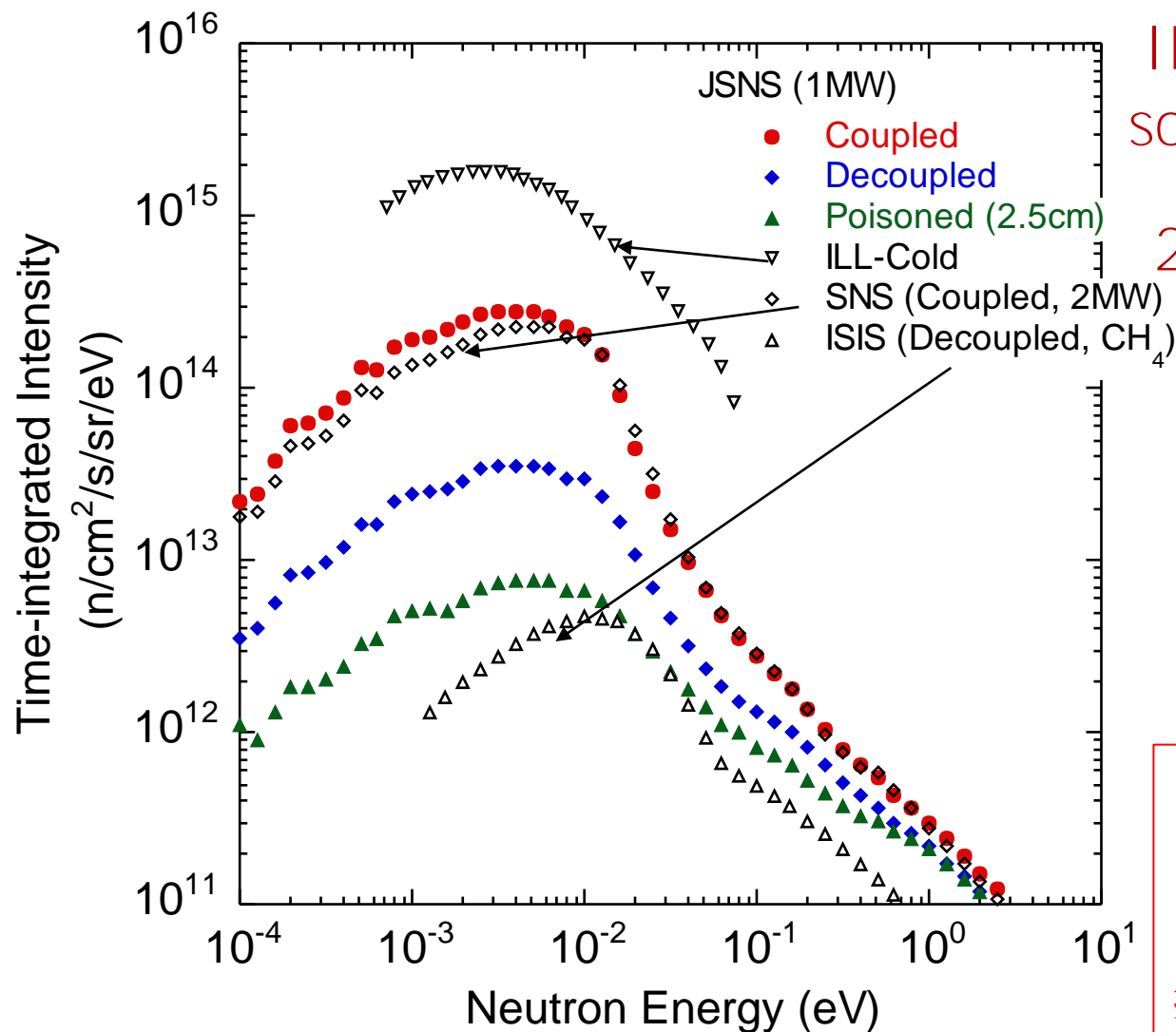
小型中性子源でなければならない研究

- KENSで使用していたメタン減速材が使用不可
- 液体水素は中性子強度が低い
- 液体水素で高性能なものはないか？

北大で測定した減速材システムのスペクトル強度 (1部)



J-PARC中性子源のエネルギースペクトル



ILL (58MW)cold
sourceの1/4-1/6

2MW SNS より強い

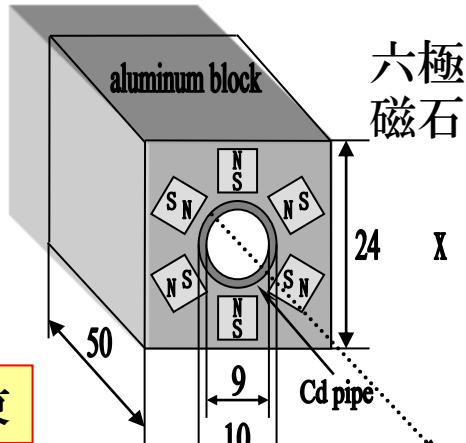
何が良かったか。

- 自由に使える。
- 自分達の発想が直ぐ調べられる。

打率1割？

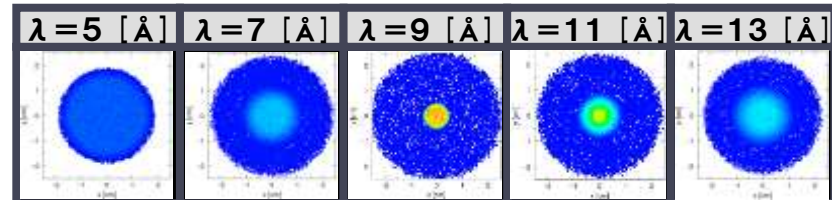
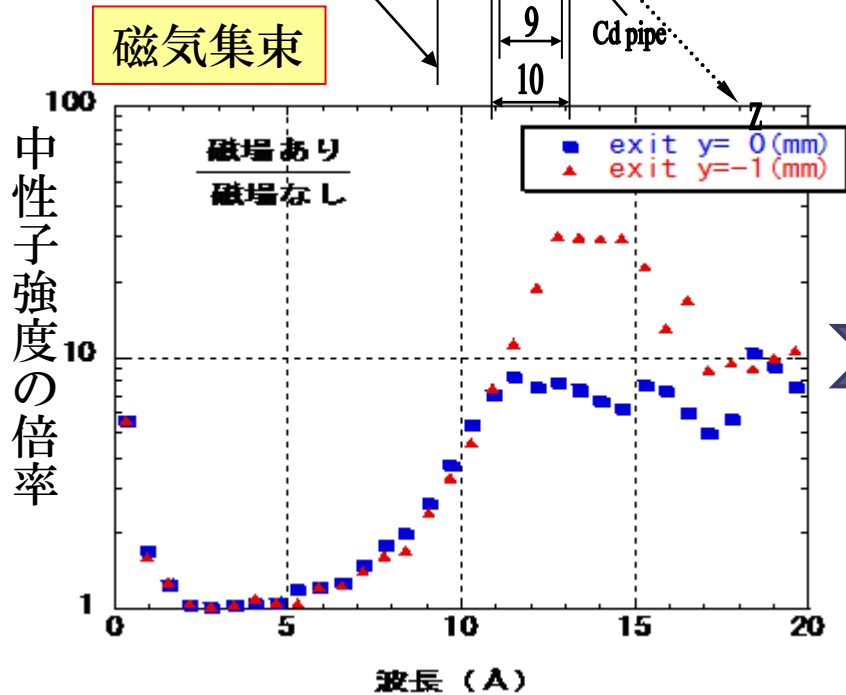
ノウハウの蓄積

例 2 : 中性子デバイス開発 (NOP):



永久磁石磁気レンズによる中性子集束実験
の北大での成功(KEKとの共同研究)
→中性子デバイス開発の機運を世界的に高
める。国内的には、デバイス開発の大型予
算獲得に成功

パルス磁気レンズの開発

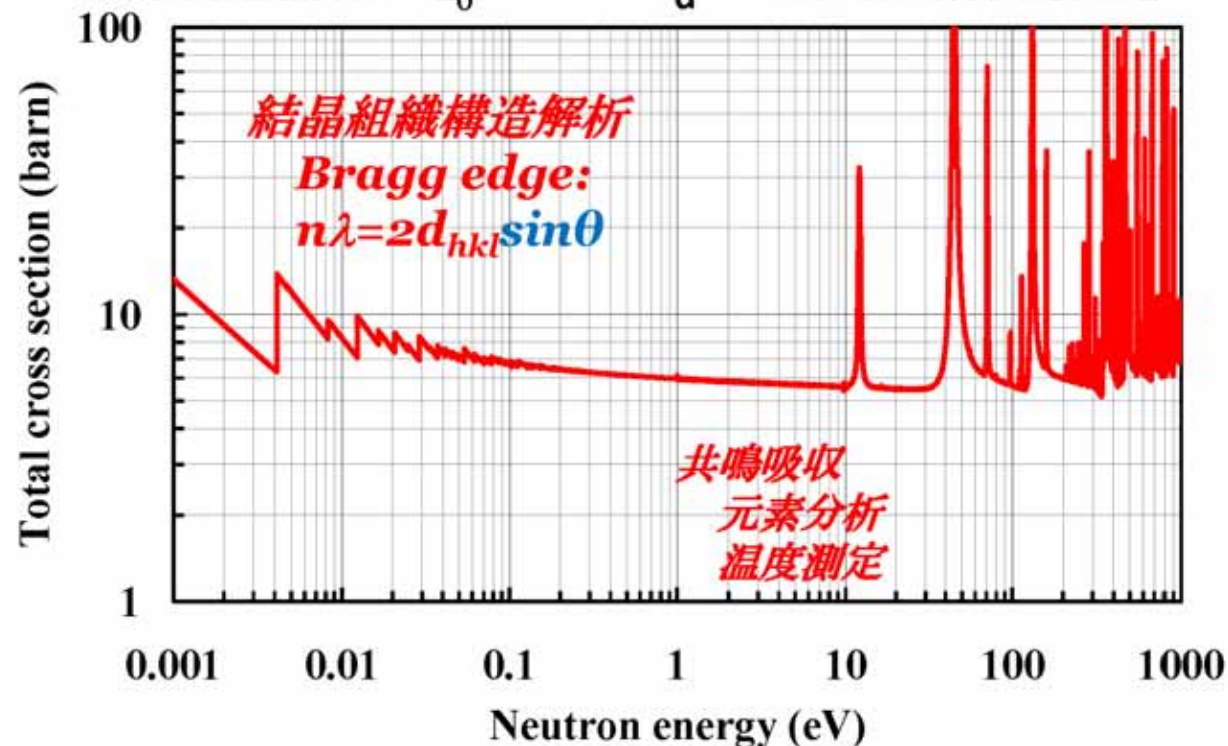
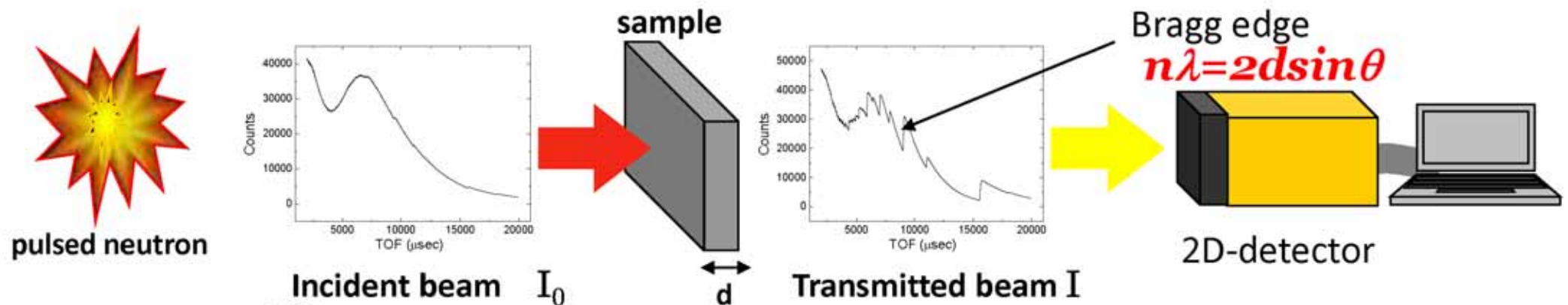


例 3 :

パルス中性子を使ったイメージング

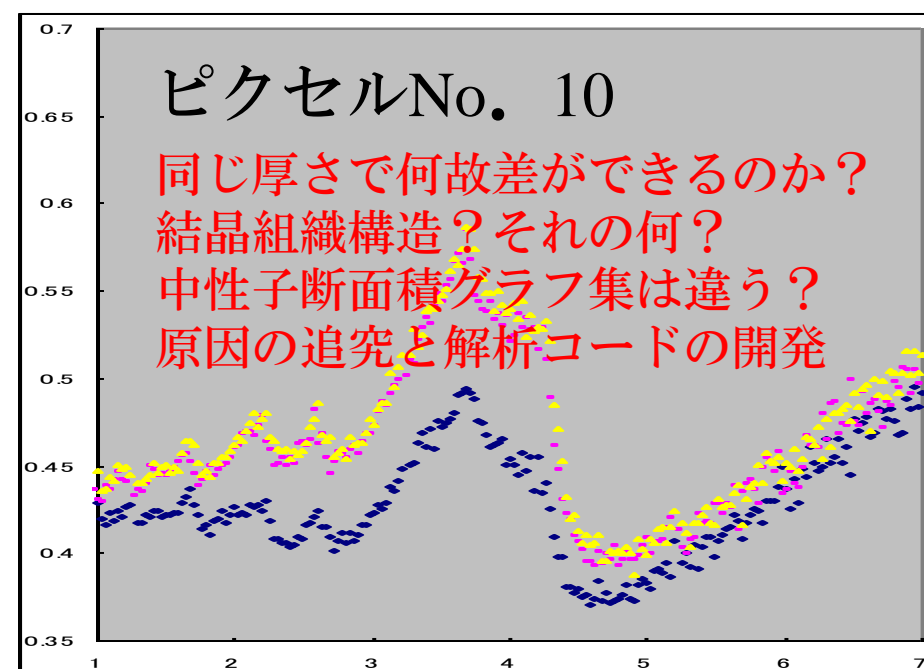
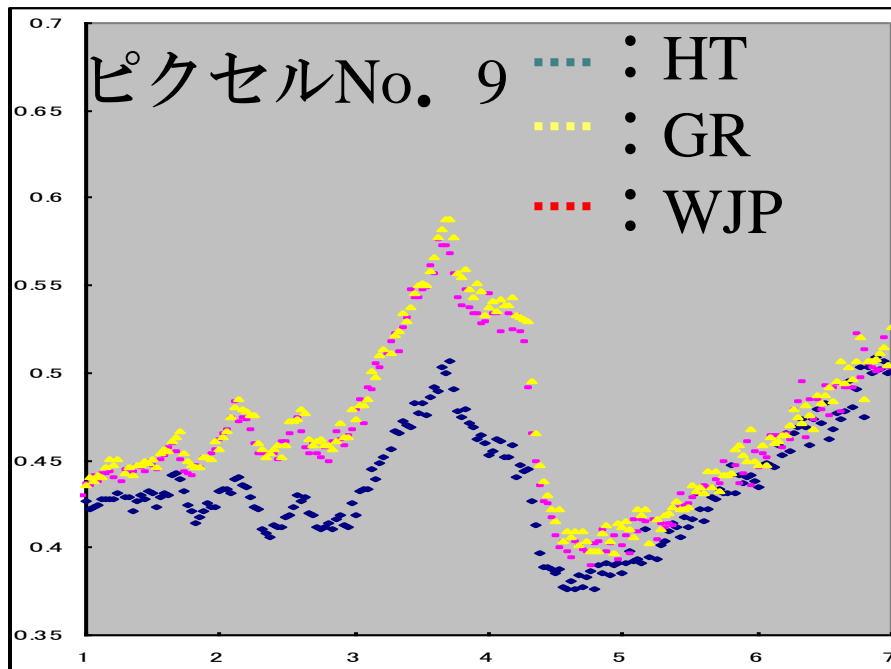
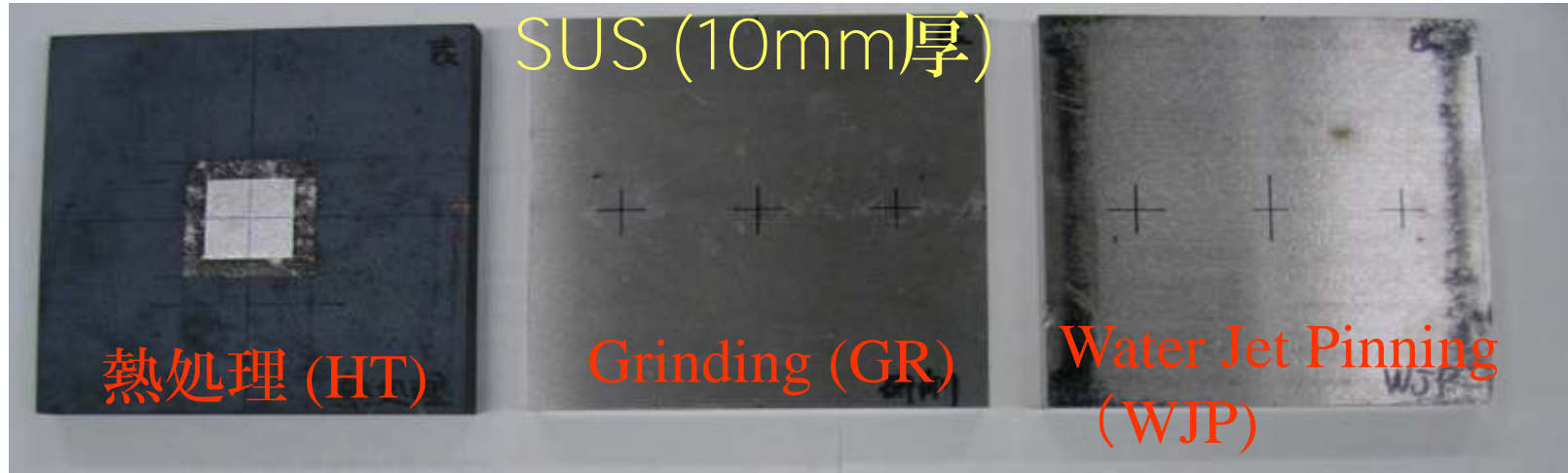
- パルス中性子の特性を生かした中性子ラジオグラフィーができないか？
- パルス中性子では飛行時間法で簡単にエネルギー依存の透過データとれる。
- これまでと違ったラジオグラフィーの可能性？

パルス中性子イメージングの原理と特徴



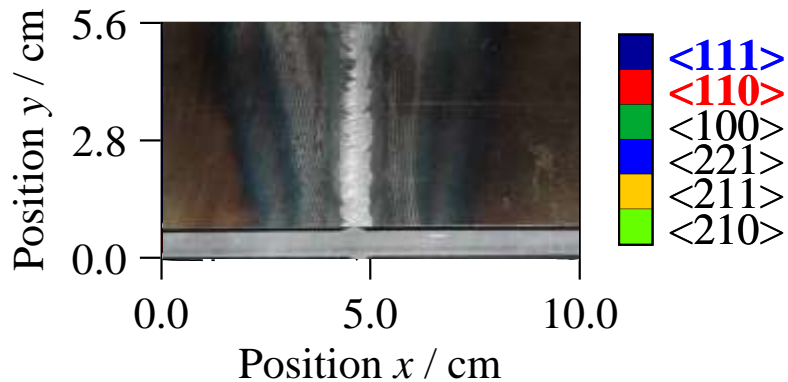
- それぞれのピクセルで全断面積が得られる。
(空間依存全断面積の取得→データ解析)

ブラッグエッジ透過スペクトル解析 処理の仕方の違うSUS材の透過実験（研究の始まり）

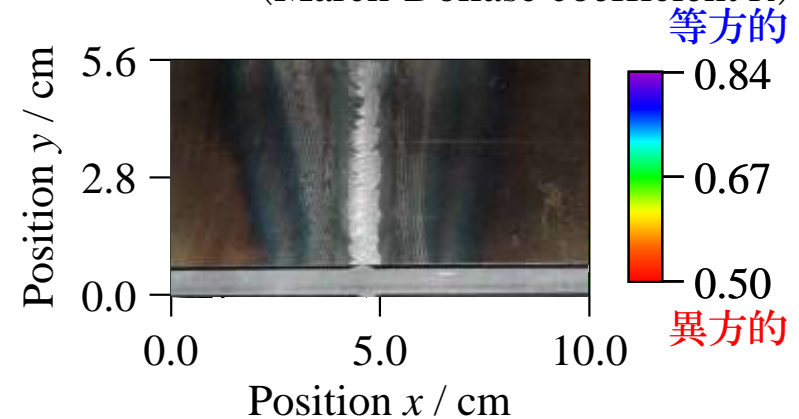


溶接片の集合組織と結晶子サイズのイメージング

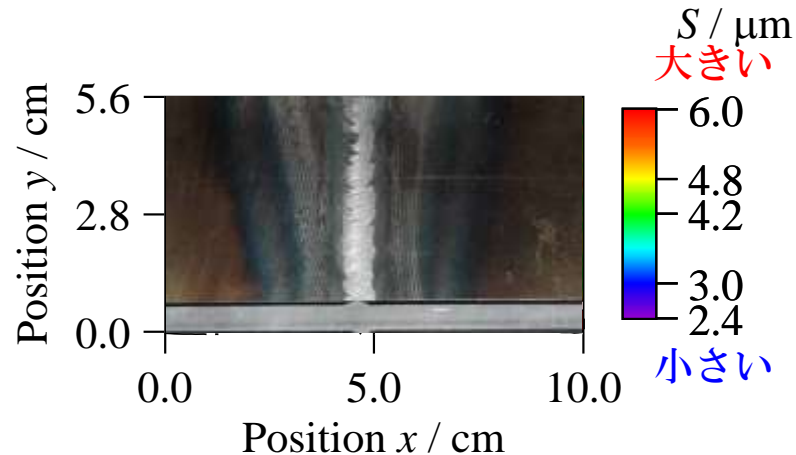
Preferred crystal orientation
parallel to the beam direction $\langle HKL \rangle$



Degree of crystal orientation anisotropy
(March-Dollase coefficient R)



Crystallite size along the beam direction



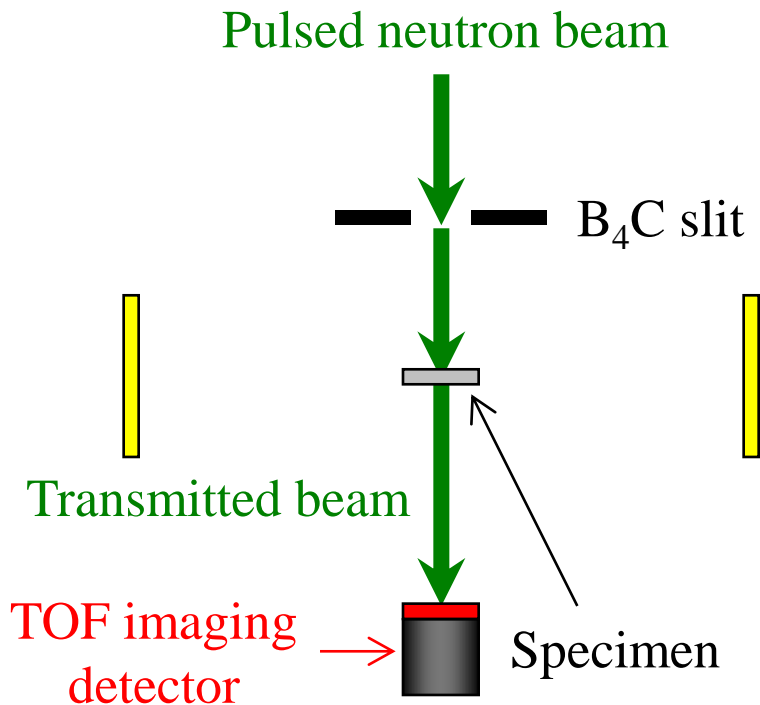
何かやってみる、程度が許される。変な現象を追及するための自由な実験

切欠きを持った鉄板の引っ張り試験中の組織構造変化

高分解能測定は大型施設へ

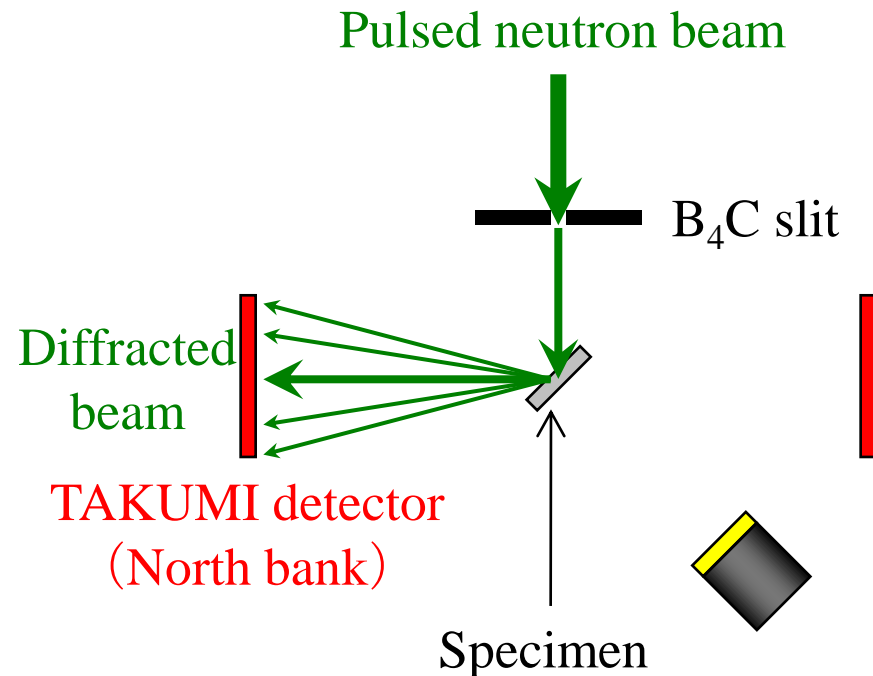
- ひずみ測定
- 結晶子サイズ
- 組織構造

Bragg edge transmission imaging



引っ張り試験に
用いた鉄資料

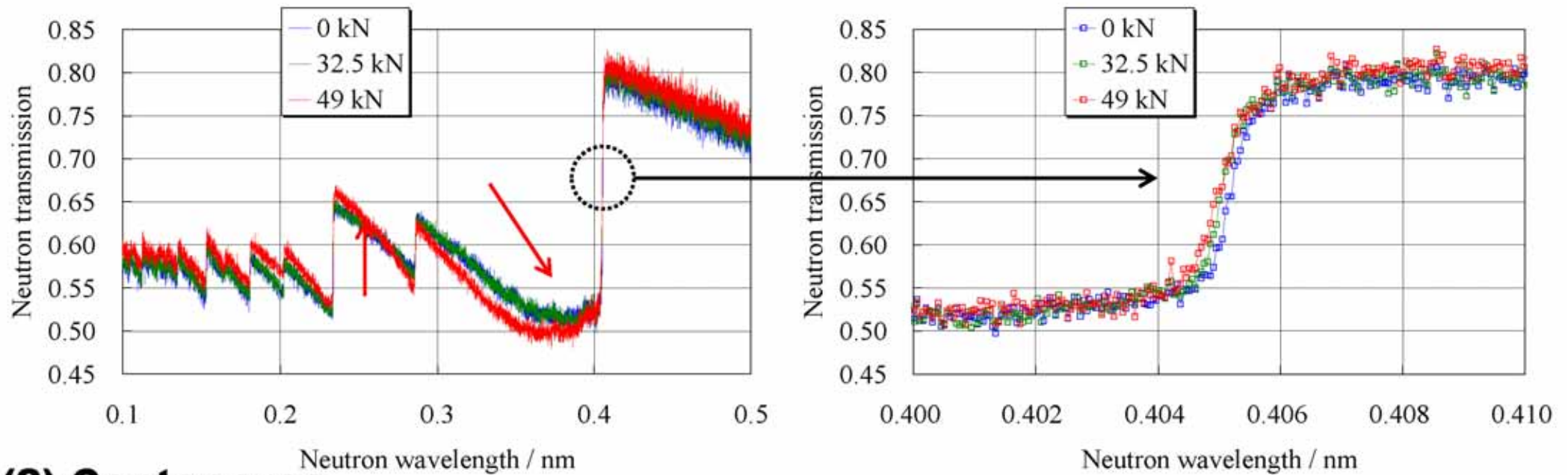
Pulsed neutron TOF diffraction



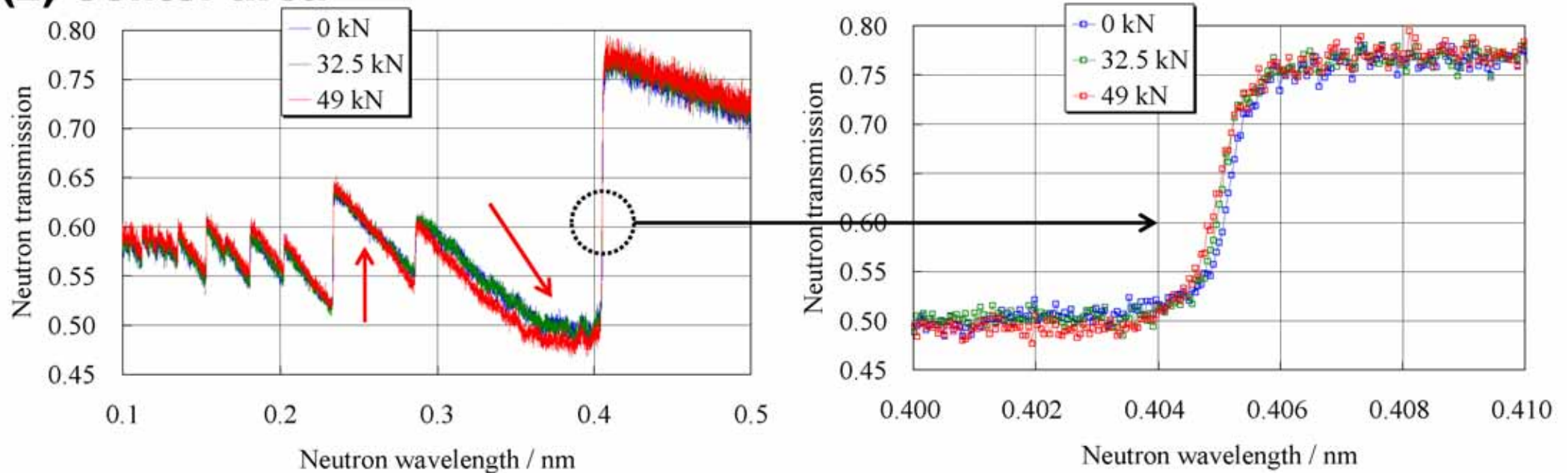
負荷によるブラッグの形の変化と位置のずれ

(1) Cut area

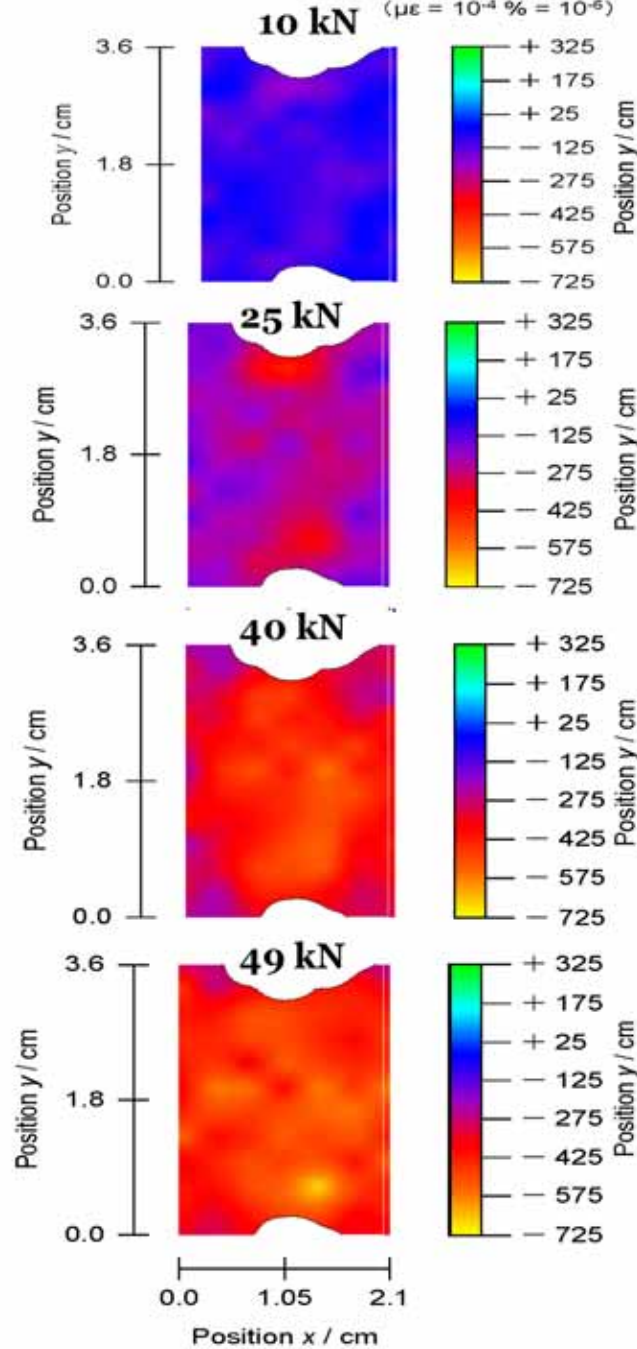
(Expanded) (高エネルギー分解能測定)



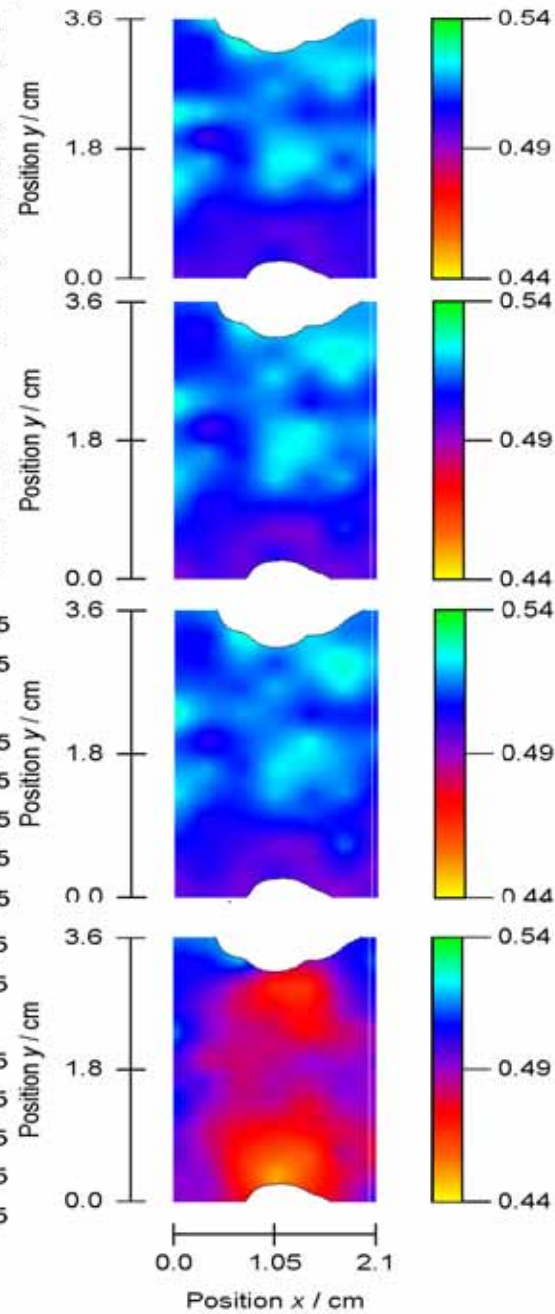
(2) Center area



歪

Strain of {110} crystal lattice plane
($\mu\epsilon = 10^{-4} \% = 10^{-6}$)

非等方性

Degree of crystallographic anisotropy
(March-Dollase coefficient)

結晶子サイズ

Crystallite size (μm)