

物質・生命科学実験、共用の推進等について

- ・物質生命科学実験施設の現況
- ・ミュオン科学実験施設(MUSE)の現状と将来
- ・共用の推進等について

J-PARCセンター
新井正敏、門野良典、池田裕二郎

物質生命科学実験施設の現況

新井正敏

震災により多くの被害を受けたが、皆の努力により12月22日に中性子、1月24日にはミュオンの生成、そして、利用実験の再稼働に至った。

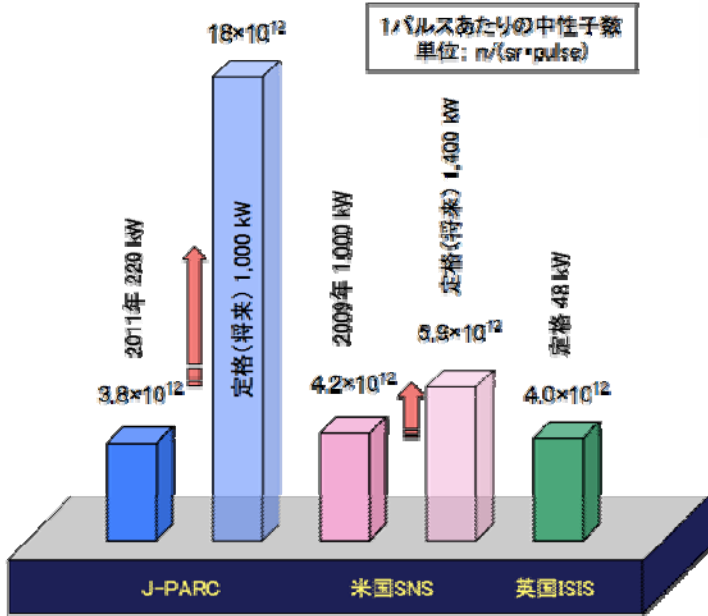


世界最高のパルス中性子性能を達成

世界一 高強度なパルス

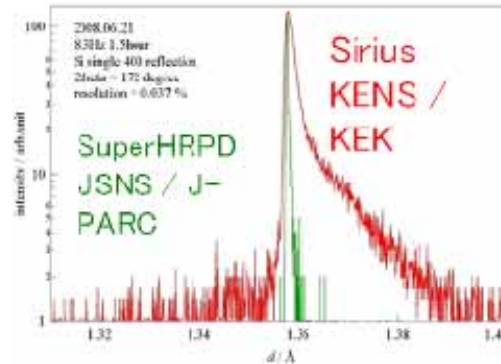
定格運転時、米国SNS施設の約3倍より短時間で実験可能

- ・100%パラ水素の特徴に着目した形状
- ・円筒形を世界で初めて提案、J-PARC型が今では世界標準に



世界一 シャープなパルス

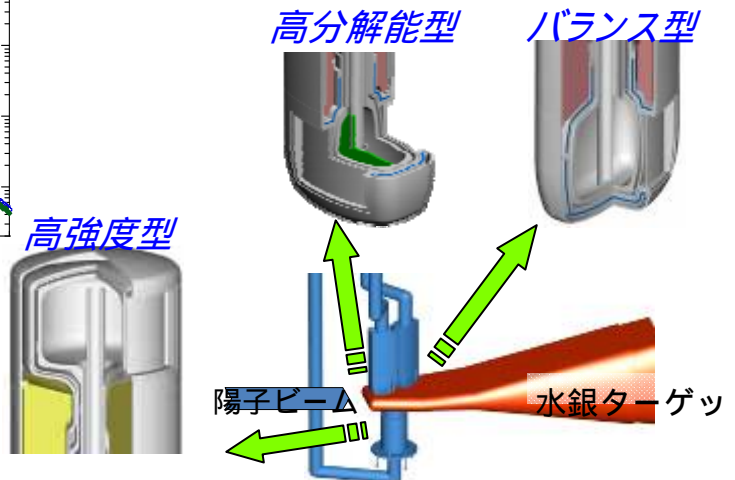
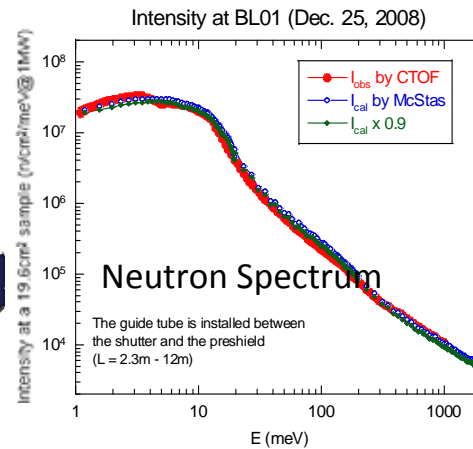
0.035% を既に達成
(従来: 英国ISISの0.05%)



- ・水銀ターゲットの実現と高度化
- ・ターゲットとモデレータの最適な配置設計
- ・新しい中性子吸収材 Ag-In-Cd合金の開発



実測と設計計算の一致



【主な成果物】

- [1] M. Harada, et al., Nucl. Instr. Meth., A 539 (2005) 345.
- [2] T. Kai, et al., Nucl. Instr. Meth., A 550 (2005) 329.
- [3] M. Teshigawara, et al., J. Nucl. Mater., 356 (2006) 300.
- [4] F. Maekawa, et al., Nucl. Instr. Meth., A 620 (2010) 159.

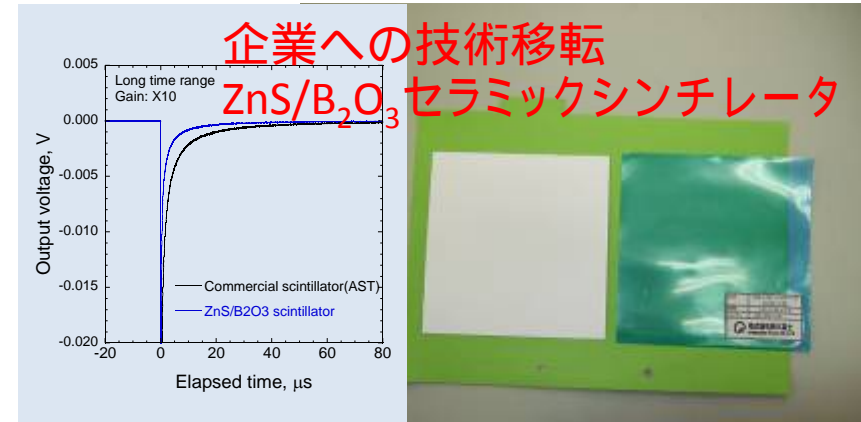
大強度パルス中性子用高性能シンチレータ検出器の開発 (世界トップレベルの技術)

【目的】

大強度パルス中性子を最大限に利用する**高性能シンチレータ**とこれを応用した**高速・高分解能シンチレータ検出器**の研究開発を行い、実機へ応用する。
(^3He 代替検出器として重要)

【主な成果】

- ・世界最高性能の高効率・短寿命 $\text{ZnS/B}_2\text{O}_3$ セラミックシンチレータの開発・実用化に成功
- ・BL03「iBIX」用高分解能・コンパクト検出器開発に成功
- ・BL19「匠」用大面積1次元大シンチレータ検出器をISISとの国際協力で国産化
- ・BL18「千手」用大面積シンチレータ検出器の研究開発と実用化に成功
- ・BL17「写楽」用大面積シンチレータ検出器の実用

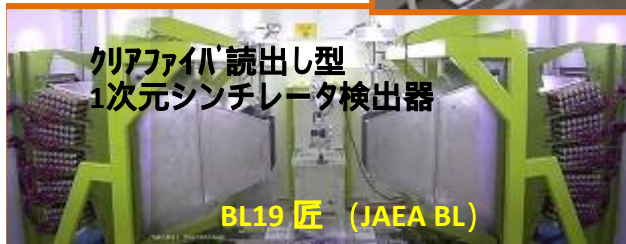


検出効率 → 従来のシンチレータの2倍
計数率 → 従来のシンチレータの10倍

【主な成果物】

国内特許16件、米国特許6件
プレス発表「高性能検出器を開発」他2件
中性子学会賞技術賞「高性能シンチレータ検出器の開発(2010)」

ISIS



MLF実験装置の整備状況



1) 中性子・ミュオンのビームラインの高度化、ハドロン実験施設の拡張などについては、関連する**研究者コミュニティ**で、当該分野における**優先順位付け**を行い、その時点での財政状況等を踏まえつつ、判断していくことが必要

装置の選定、建設はコミュニティの要望、助言に従って進めてきた。

(中性子科学会特別委員会グランドデザイン報告書(2008年))

現在すでに20台の装置が予算済み。2台がコミッショニング中、2台が建設中
(設置者装置12台(JAEA5台、KEK7台)、共用装置6台、専用装置(茨城県)2台)

共用BL

	BL	愛称		建設予算	所属	
1	BL01	四季	4次元空間中性子探査装置	科研費	JAEA	共用BL
2	BL02	DNA	ダイナミクス解析装置	共用補助金	JAEA	共用BL
3	BL03	iBIX	茨城県生命物質構造解析装置	茨城県	茨城県	専用BL
4	BL04	ANNRI	中性子核反応測定装置	科研費	JAEA貸与	設置者BL
5	BL05	NOP	中性子光学基礎物理実験装置	科研費	KEK	設置者BL
6	BL06	VINE-ROSE	中性子スピンエコー分光器	KEK交付金	KEK	設置者BL
7	BL08	SHRPD	超高分解能粉末回折装置	KEK交付金	KEK	設置者BL
8	BL09	SPICA	特殊環境材料組織構造解析	NEDO	KEK	設置者BL
9	BL10	NOBORU	中性子源特性試験装置	JAEA交付金	JAEA	設置者BL
10	BL11	PLANET	超高圧中性子回折装置	科研費	東大	専用BL
11	BL12	HRC	高分解能チョッパー型分光器	KEK・東大交付金	KEK	設置者BL
12	BL14	AMATERAS	冷中性子ディスクチョッパー型分光器	JAEA交付金	JAEA	設置者BL
13	BL15	大観	大強度型中性子小中角散乱装置	共用補助金	JAEA	共用BL
14	BL16	SOFIA	高性能試料水平型中性子反射率計	KEK交付金、ERATO	KEK	設置者BL
15	BL17	写楽	試料垂直型偏極中性子反射率計	共用補助金	JAEA	共用BL
16	BL18	千手	特殊環境微小単結晶中性子構造解析装置	共用補助金	JAEA	共用BL
17	BL19	匠	残留応力解析装置(匠)	JAEA交付金	JAEA	設置者BL
18	BL20	iMATERIA	茨城県材料構造解析装置	茨城県	茨城県	専用BL
19	BL21	NOVA	高強度全散乱装置	NEDO	KEK	設置者BL
20	BL22		物質情報3次元可視化装置	共用補助金	JAEA	共用BL
21	D1		ミュオン物質生命科学実験装置	KEK交付金	KEK	
22	D2		ミュオン基礎科学実験装置	KEK交付金、JAEA	KEK	

新ビームラインの建設状況

5) ビームラインの整備に当たって、国際諮問委員会や利用者協議会などを通じて利用ニーズの把握に努めるとともに、これらニーズを踏まえ、研究分野のバランス、学術研究と産業利用のバランスを考慮して適時に設置することが必要

装置建設の一覧表を示し、中性子科学会のグランドデザインに則って建設を進めてきた。グランドデザインに沿った建設計画は、国際諮問委員会や利用者協議会、MLF施設利用委員会に適宜審査と報告を行い、了解を得て建設を進めている。

- BL02 低エネルギー非弾性散乱装置 (DNA,共用BL) 共用中
- BL06 スピンエコー装置 (KEK) H23年度末より建設
- BL09 電池研究専用装置 (KEK、NEDO、SPICA) コミッショニング中
- BL11 超高压回折計 (東大、JAEA、科研費、PLANET) コミッショニング中
- BL15 小角散乱装置 (大観、共用BL) 共用中
- BL17 偏極反射率計 (写楽、共用BL) 共用中
- BL18 単結晶回折計 (千手、共用BL) 共用中

*		年度				H22年度	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度
優先度	BL												
12	大強度型中性子小中角散乱装置 (大観)	15	共用 (JAEA)	H20	H23	建設	コミ	利用					
13	ダイナミクス解析装置 (DNA)	2	共用 (JAEA)	H18	H23	建設	コミ	利用					
15	試料垂直型偏極中性子反射率計 (写楽)	17	共用 (JAEA)	H22	H23	建設	コミ		利用				
16	特殊環境微小単結晶中性子構造解析装置 (千手)	18	共用 (JAEA)	H22	H24	建設	コミ		利用				
17	物質情報3次元可視化装置	22	共用 (JAEA)	H24	H28			建設			コミッショニング		
19	超高压中性子回折装置 (PLANET)	11	東大 (科研費)	H21	H24	建設	コミ	利用					
27	MIEZE型スピンエコー分光器 (VIN-ROSE)	6	KEK					建設		コミ	利用		
*	中性子科学会材料組織構造解析優先度	9	KEK (NEDO)	H22	H24	建設	コミ	利用					5

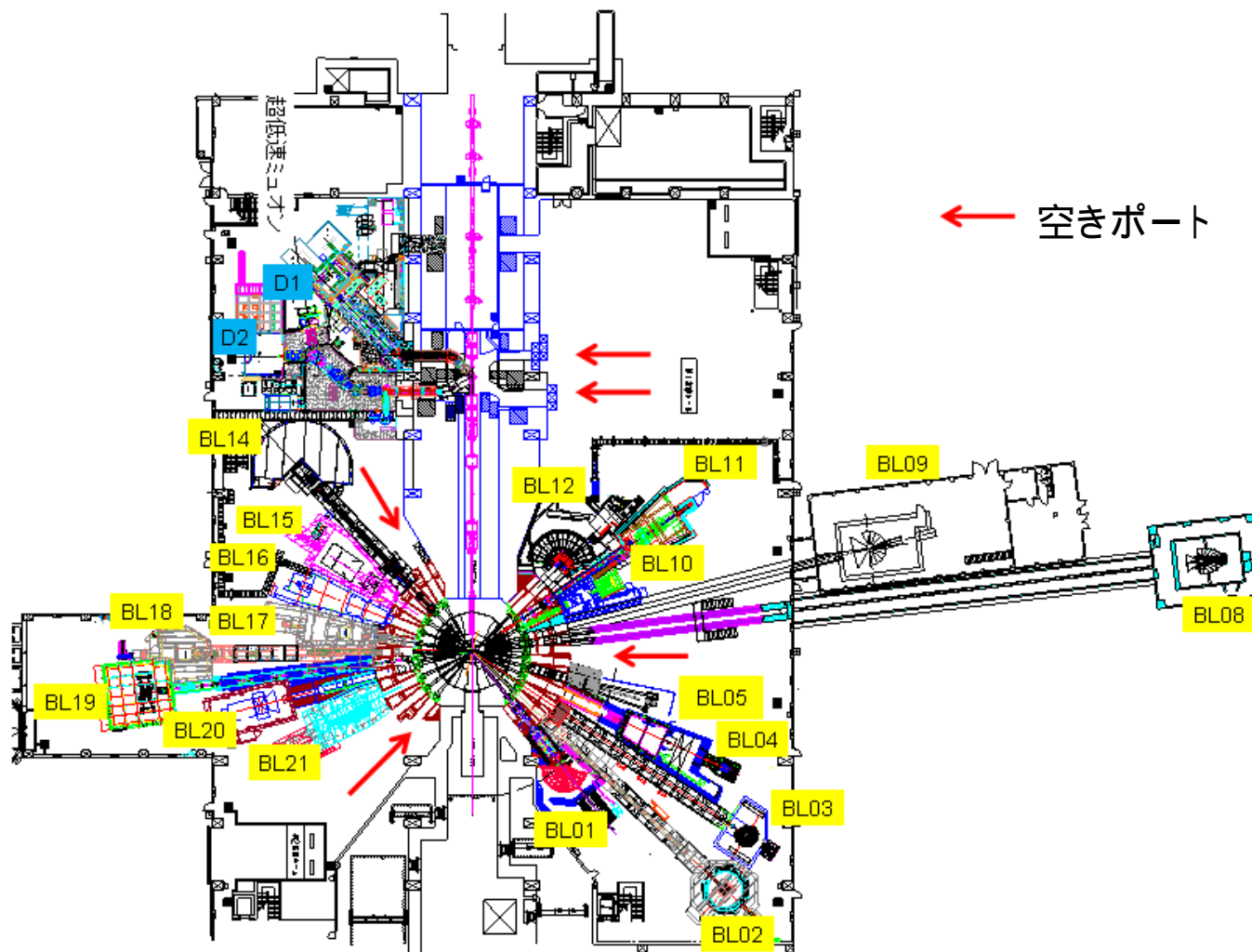
外部資金で建設された装置 10台(82億円)
全体の半数

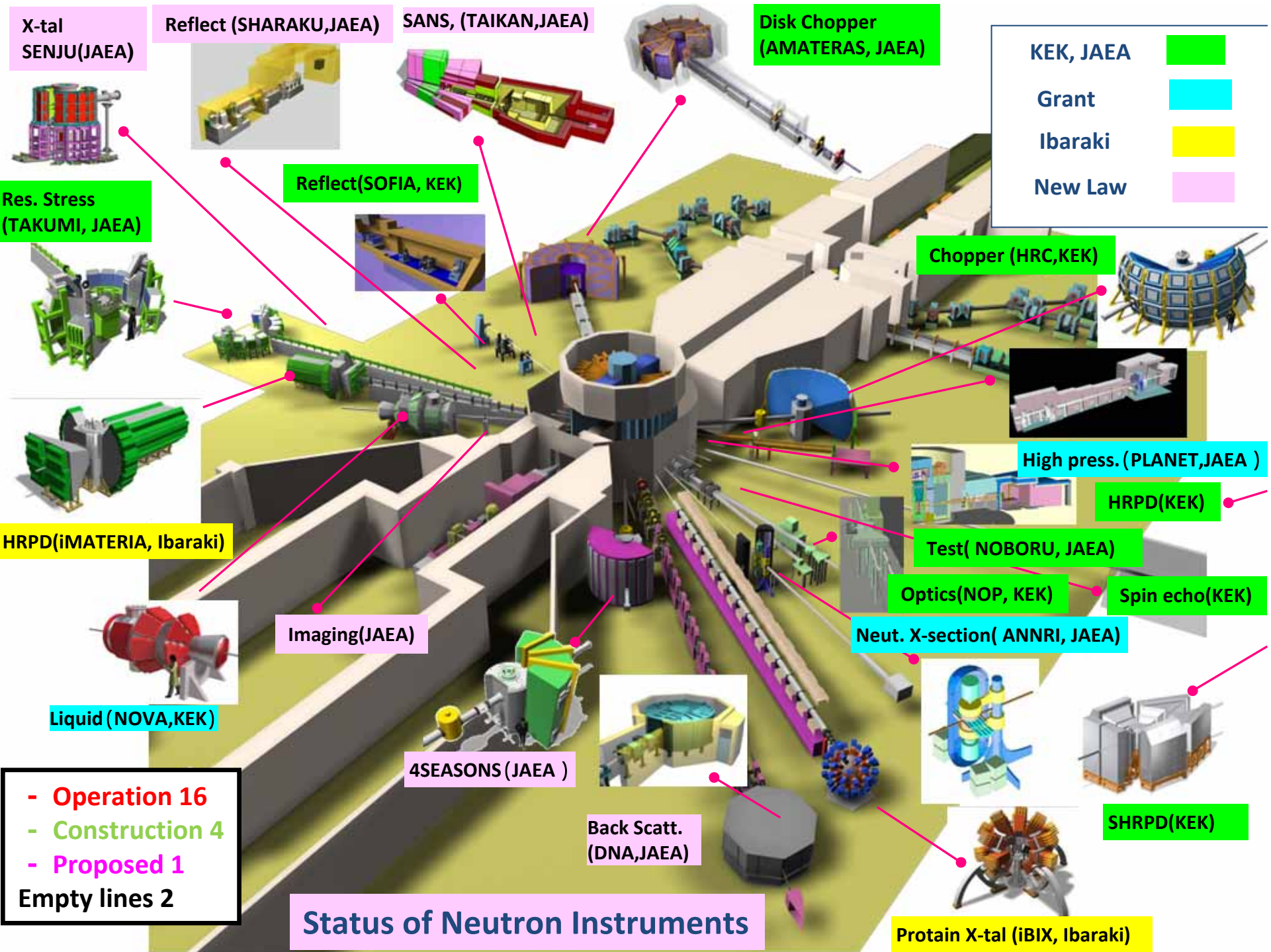
		BL	装置名	年度		金額 (百万円)
中性子	JAEA装置	BL01	4次元空間中性子探査装置	H17-H21	科研費	507
		BL04	中性子核反応測定装置	H17-H21	電源特会	1,000
		BL11	超高圧中性子回折装置	H21-H24	科研費	640
	KEK装置	BL05	中性子光学基礎物理実験装置	H19-H23	科研費	457
		BL09	特殊環境中性子回折装置	H21-H23	NEDO	1,738
		BL12	高分解能チョッパー分光器	H21-H22	東大	400
		BL16	ソフト界面解析装置	H20-H24	ERATO	115
	茨城県装置	BL21	高強度全散乱装置	H19-H23	NEDO	1,258
		BL03	茨城県生命物質解析装置	H19-H24	茨城県	760
		BL20	茨城県材料構造解析装置	H17-H24	茨城県	1,034
ミュオン		U-ライン	超低速ミュオン顕微鏡	H23-H27	科研費	308
合計						8,217

物質・生命科学実験施設配置 現状

中性子空きポートは3、ミュオンは2
第2実験室はほぼ満杯状態

H24年3月現在





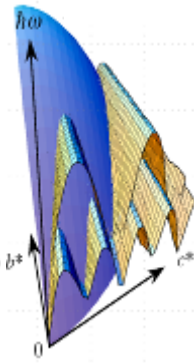
Status of Neutron Instruments

高効率非弾性中性子散乱測定法の開発

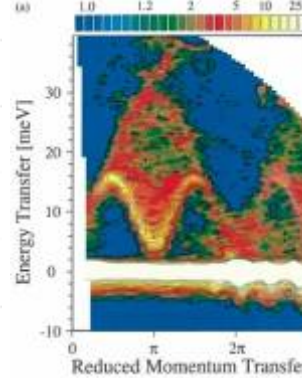
複数のエネルギーの中性子を同時に利用する測定方法を実現し、従来測定効率が極めて低かった非弾性中性子散乱実験の測定効率を飛躍的に向上。新発見の増進



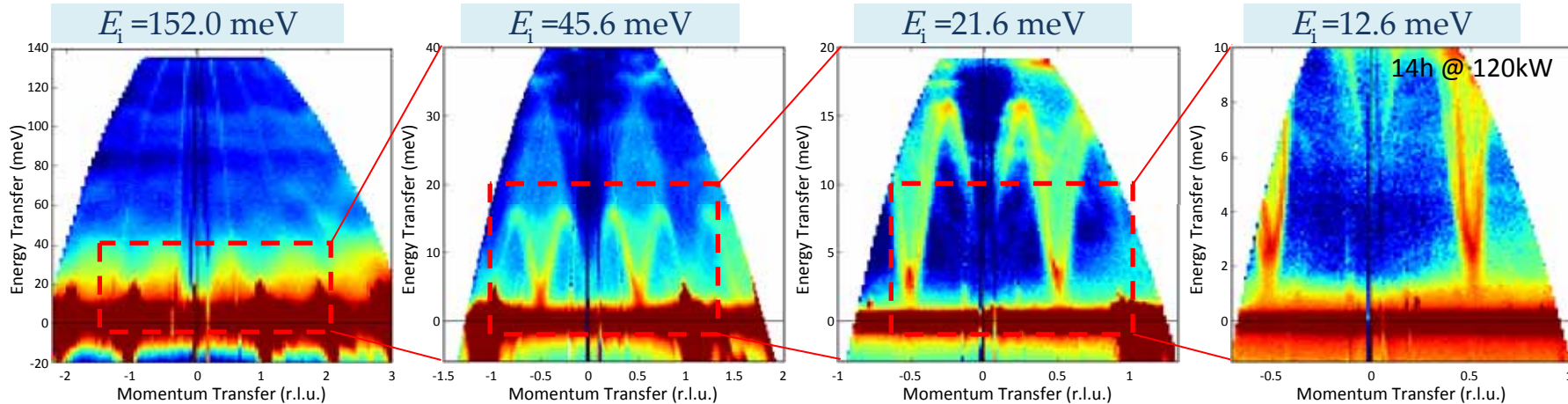
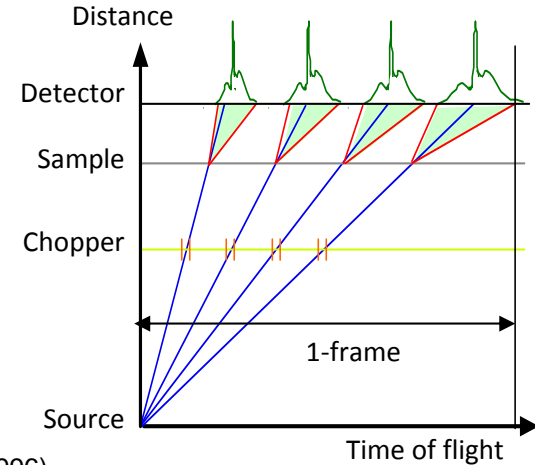
CuGeO₃単結晶試料(25g)



参考: MARI@ISIS



M. Arai *et al.*, Phys. Rev. Lett. **77**, 3649 (1996)



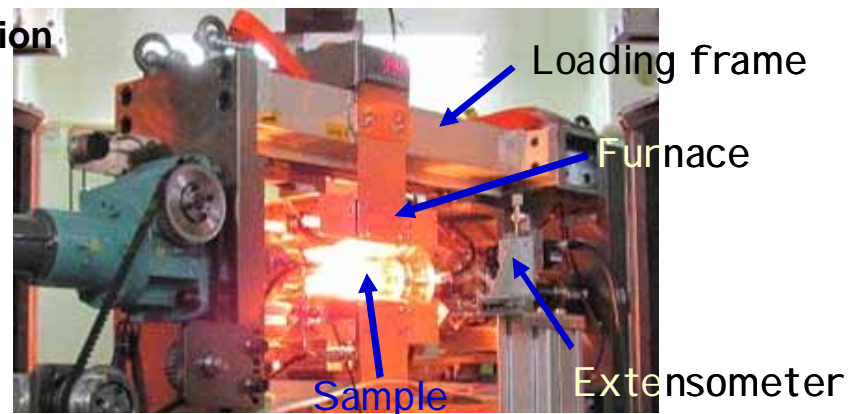
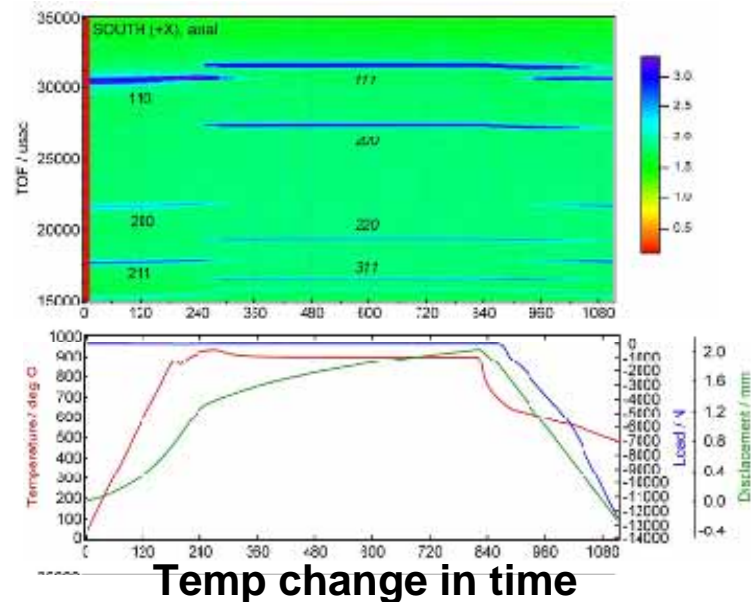
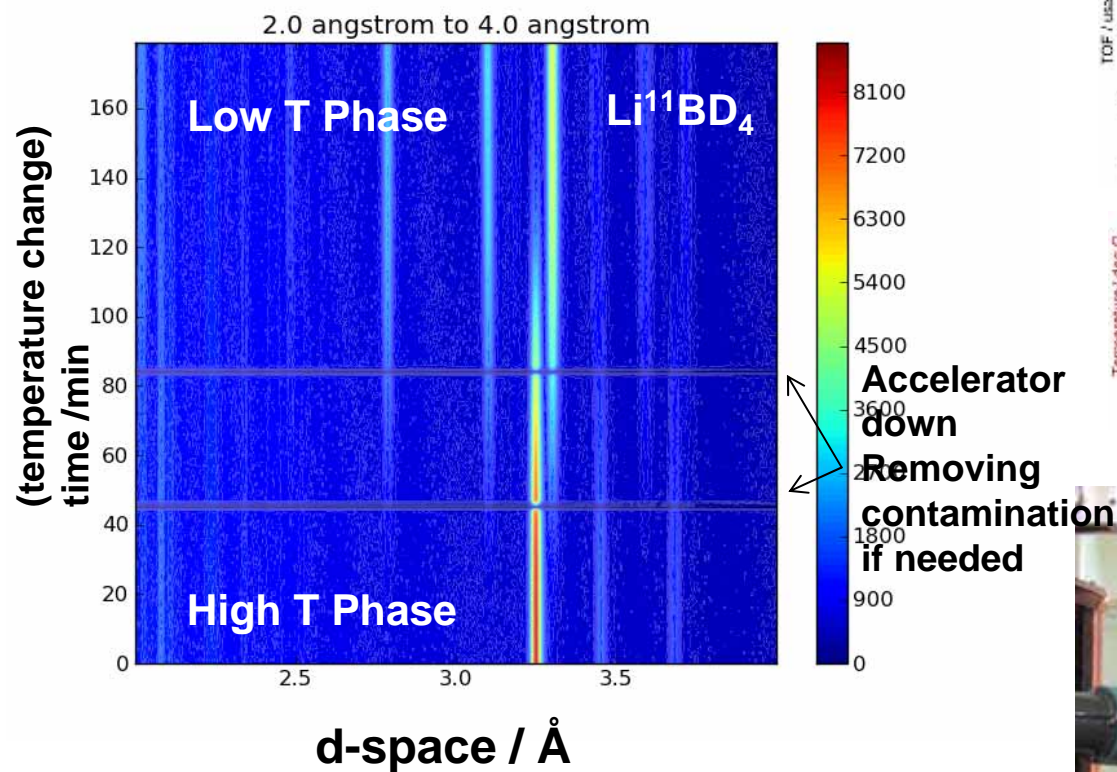
【主な成果物】

M. Nakamura 他, J. Phys. Soc. Jpn. **78**, 093002 (2009) (Editors' Choiceに選定); 科学新聞2009年10月6日版2面; 平成21年度日本原子力研究機構原子力科学研究所長表彰・創意工夫功労賞; 平成22年度日本原子力研究開発機構理事長表彰・研究開発功績賞; 日本中性子科学会 第9回技術賞、**H24年度文部科学大臣表彰** (科学技術賞)

事象判別型データ集積系の採用により、実時間変化の計測が標準となった。
 (中性子施設として初めて(SNSも採用)。時間変遷現象やその場観測が行える)

水素の吸蔵、排出をその場観測@NOVA
 (BL21) (in-situ measurement)

材料開発の最適条件をその場観測で決定。
 @TAKUMI (BL19)



電子とスピンの織りなす新しい物性の開拓

鉄系超伝導の機構解明を目指して

- **鉄系超伝導とは:** 近年我が国で発見された鉄の化合物による超伝導(鉄系超伝導)の機構解明は、高温超伝導の機構解明さらには夢の室温超伝導の実現への道筋を開くものと期待され、世界中で競争が激化している。
- **中性子で何がわかるか:** その超伝導機構は鉄原子の持つ**スピンの微小振動の様子**(磁気励起の運動量・エネルギー依存性)に反映されるが、それを詳しく調べることができるのは**中性子散乱のみ**である。
- **J-PARCにおける研究とその成果:** すでに国内外の研究グループが鉄系超伝導体における磁気励起の測定を行っている。その結果、 $\text{BaFe}_2(\text{As,P})_2$ (図1、論文)や Ca-Fe-Pt-As (図2、論文)の磁気励起が初めて観測された。これらの実験結果は鉄系超伝導体の機構解明の議論に重要な指針を与えた。

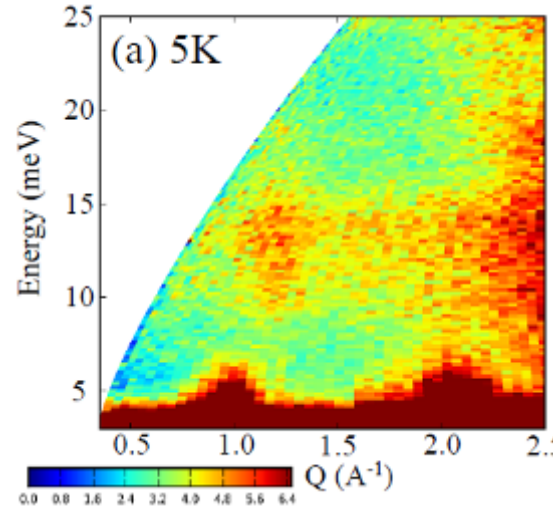


図1

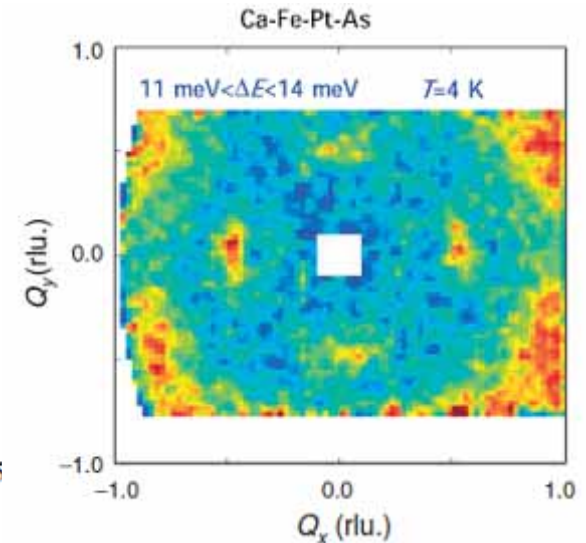


図2

使用ビームライン: BL01 四季

研究グループ: JAEA、産総研、電通大、名古屋大学、東京理科大学、豊田理研、CREST、JST-TRIP、J-PARC

発表論文: M. Ishikado 他, *Phys. Rev. B* **84**, 144517 (2011) M. Sato 他, *J. Phys. Soc. Jpn.* **80**, 093709 (2011)