

# MLFの利用促進活動

一般財団法人総合科学研究機構  
中性子科学センター長 横溝英明

## 内容

1. ビームラインの分類と審査プロセス
2. 産業利用の促進
3. 成果公開の考え方、利用料収入

23本の装置設置が可能なBLのうち、現在20本が稼働。1本がコミッシュニング中。  
(共用BL: 7本, 設置者BL: 12本(JAEA: 4本、KEK: 8本), 専用BL: 茨城県2本)

	BL	愛称	名称	建設予算	所属	種類
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	BL11	PLANET	超高圧中性子回折装置	科研費	JAEA	共用BL
4	BL15	大観	中性子小角・広角散乱装置	共用補助金	JAEA	共用BL
5	BL17	写楽	偏極中性子反射率計	共用補助金	JAEA	共用BL
6	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
7	BL22	螺鈿	エネルギー分析型中性子イメージング装置	共用補助金	JAEA	共用BL
8	BL04	ANNRI	中性子核反応測定装置	科研費	JAEA貸与	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	BL14	AMATERAS	冷中性子ディスクチョッパ型分光器	JAEA交付金	JAEA	設置者BL
11	BL19	匠	工学材料回折装置	JAEA交付金	JAEA	設置者BL
12	BL05	NOP	中性子光学基礎物理実験装置	科研費	KEK	設置者BL
13	BL06	VIN ROSE	中性子共鳴スピンエコー分光器 群	KEK交付金	KEK	設置者BL
14	BL08	SuperHRPD	超高分解能粉末中性子回折装置	KEK交付金	KEK	設置者BL
15	BL09	SPICA	特殊環境中性子回折計	KEK交付金、NEDO	KEK	設置者BL
16	BL12	HRC	高分解能チョッパ分光器	KEK・東大交付金	KEK	設置者BL
17	BL16	SOFIA	ソフト界面解析装置	KEK交付金、ERATO	KEK	設置者BL
18	BL21	NOVA	高強度全散乱装置	KEK交付金、NEDO	KEK	設置者BL
19	BL23	POLANO	偏極中性子散乱装置	KEK・東北大交付金	KEK	設置者BL
20	BL03	iBIX	茨城県生命物質構造解析装置	茨城県	茨城県	専用BL
21	BL20	iMATERIA	茨城県材料構造解析装置	茨城県	茨城県	専用BL

# ビームタイム配分と審査体制

各BL(除専用)で同様の考えに従ってビームタイムを配分している

<ul style="list-style-type: none"> <li>① 一般課題 (短期)</li> <li>② 新利用者支援課題 (NUP) (共用)</li> <li>③ P型・S2型課題 (ミュオン)</li> <li>④ 一般課題 (長期) (最長3年、中性子BLのみ)</li> <li>⑤ 元素戦略課題</li> </ul>	一般課題 調整枠  ※	<ul style="list-style-type: none"> <li>⑥ JAEAプロジェクト課題 (JAEA・共用)</li> <li>⑦ 装置グループ課題 (JAEA・共用・ミュオン)</li> <li>⑧ S型課題 (KEK)</li> <li>⑨ マルチプローブ課題 (KEK)</li> <li>⑩ CROSS開発課題 (共用)</li> </ul>
---	----------------------	--

## <一般利用枠>

☆ 課題審査部会/利用研究課題審査委員会で審査する課題 (赤字)

## <施設利用枠>

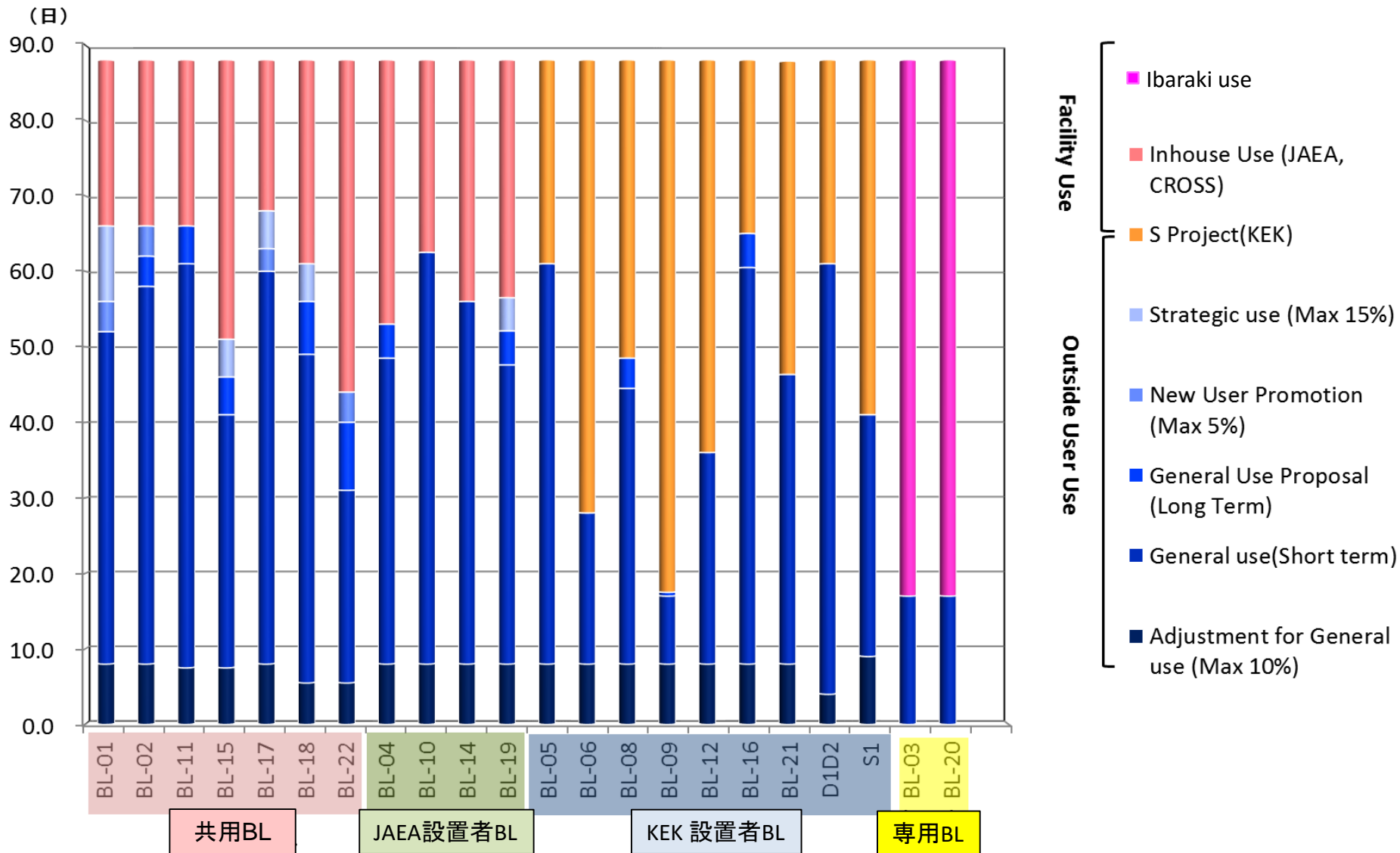
☆ JAEA及びCROSS諮問委員会の意見を聴き施設で評価し配分日数を決定する課題 (黒字)

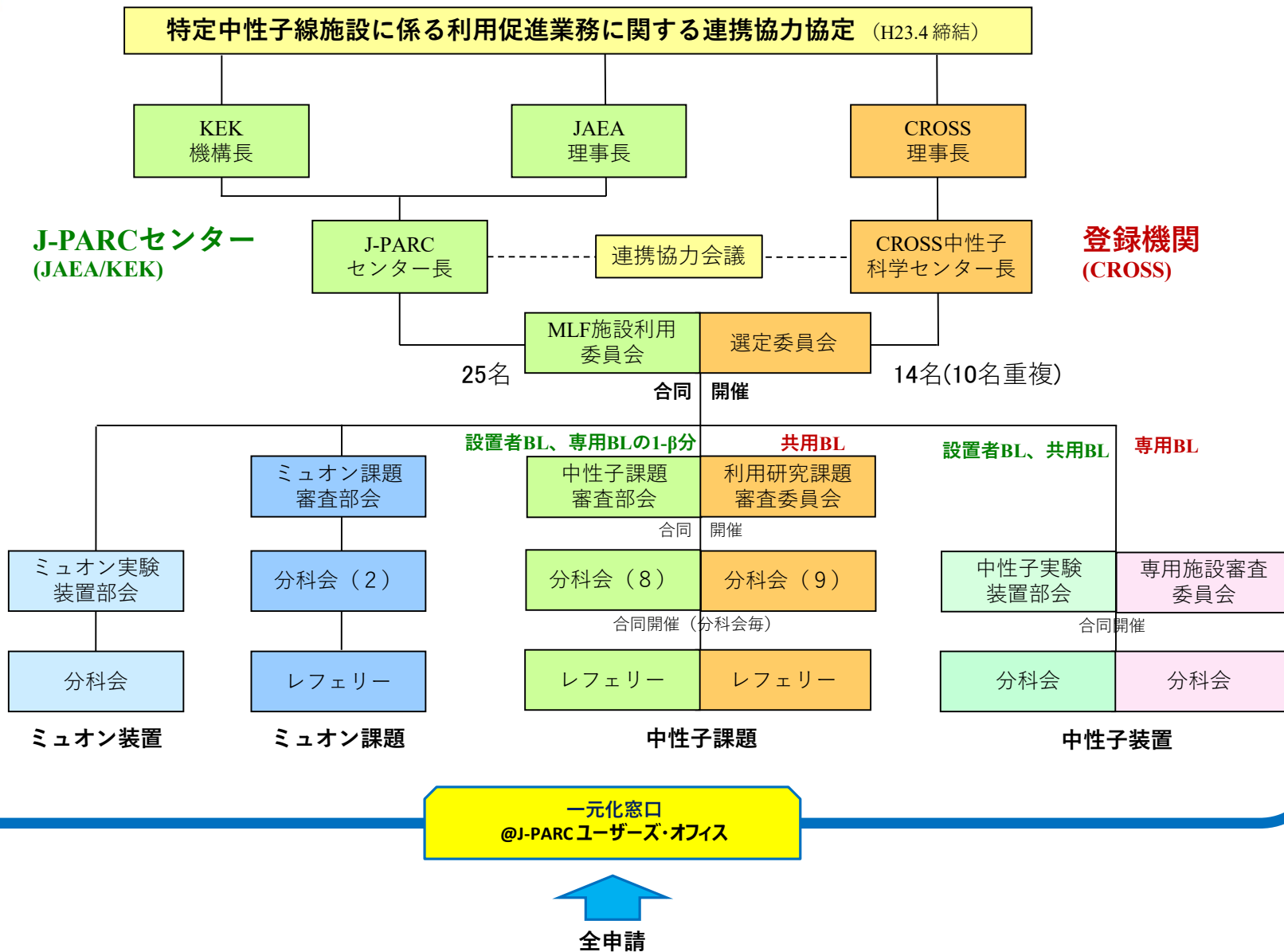
☆ 物構研PAC等の意見を聴き施設で評価し配分日数を決定する課題 (青字)

※) 一般課題調整枠：緊急課題、非公開課題、スクールなどに利用

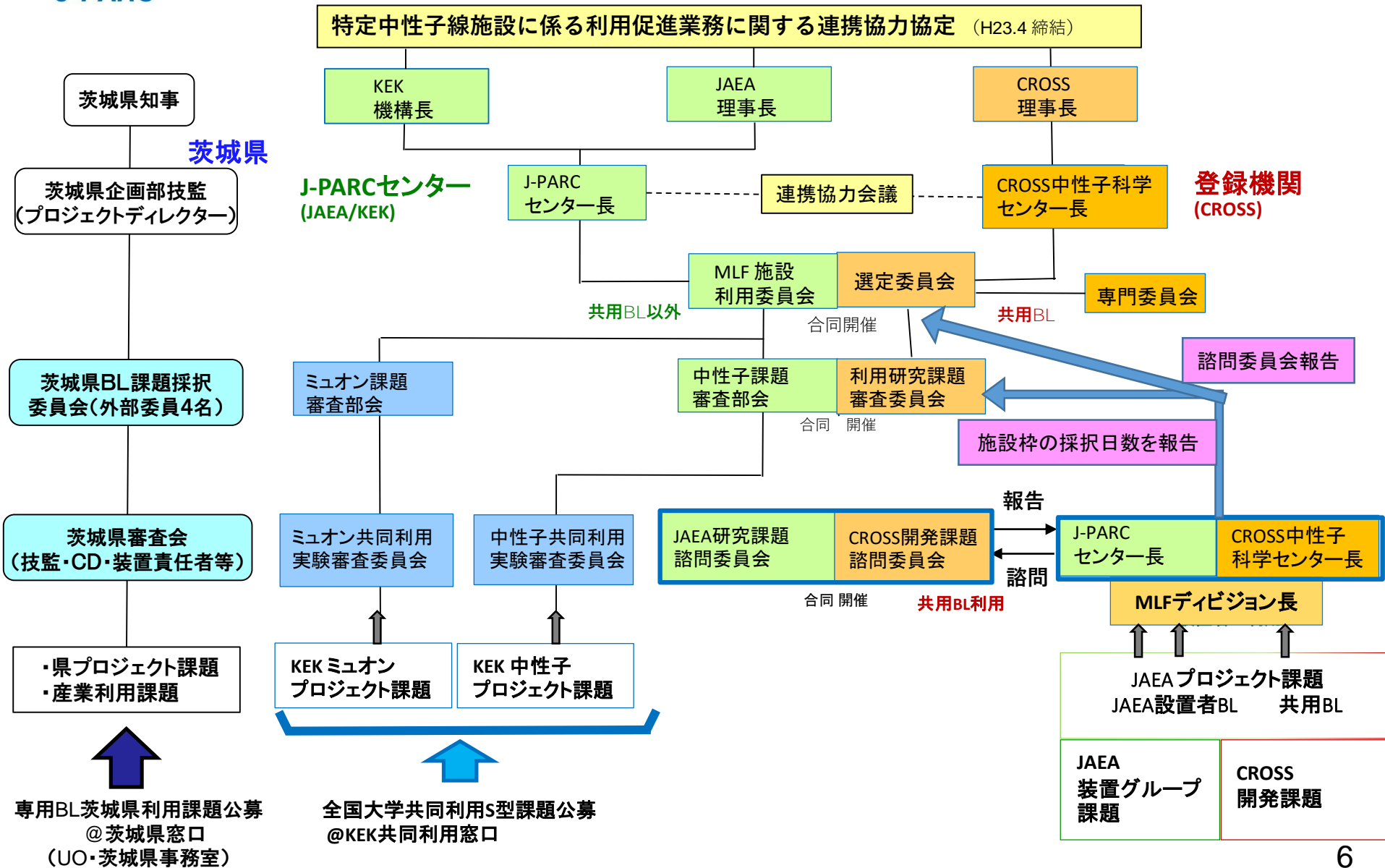


# ビームタイム配分例(2017B)

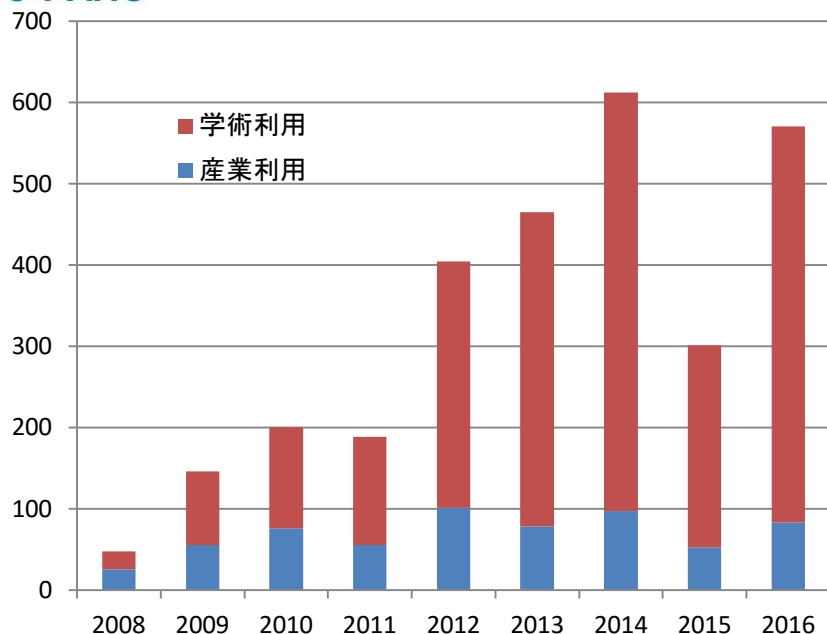




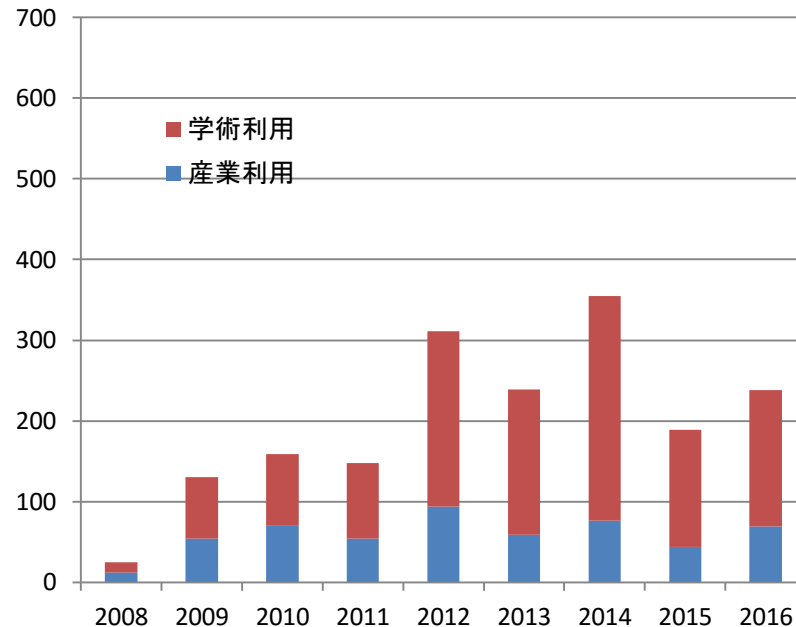
# 課題審査体制 (プロジェクト利用など)



(1) 申請課題数



(2) 採択課題数



	産業利用	学術利用	合計	産業利用/ 全体
2008	25	22	47	53%
2009	55	91	146	38%
2010	76	124	200	38%
2011	55	133	188	29%
2012	101	303	404	25%
2013	78	387	465	17%
2014	97	515	612	16%
2015	52	249	301	17%
2016	83	487	570	15%
Total	622	2311	2933	21%

	産業利用	学術利用	合計	産業利用/ 全体
2008	12	13	25	48%
2009	54	76	130	42%
2010	70	89	159	44%
2011	54	94	148	36%
2012	94	217	311	30%
2013	59	180	239	25%
2014	76	279	355	21%
2015	44	145	189	23%
2016	69	169	238	29%
Total	532	1262	1794	30%

- ・採択課題数は年2-300程度。産業利用の採択課題数は合計532件で全体の30%
- ・学術利用は増加してきたが、産業利用は一定幅でのばらつきがあるが増加がみられない  
(参考: 海外の中性子利用施設での産業利用率は、ISISで13.5%、その他は10%以下)

- ・CROSSサイエンスコーディネータ 4名、茨城県コーディネーター2名と協力し、MLFの学術、産業利用促進活動(トライアルユース含む)などを実施。
- ・MLF、CROSS、茨城県、産業利用推進協議会、他施設の登録機関と連携して研究会等を開催。装置担当者や利用研究者が、装置の特徴や主要な成果を説明したり、中性子の魅力をアピール。

## 1. 利用者の発掘と先端的ニーズの把握を行う研究会等開催

- ・2016年度 25件の成果報告会, シンポジウム, 研究会, 講習会, School等を開催
- ・MLF、CROSS、茨城県、中性子産業利用推進協議会(参加50社)と連携

## 2. 三登録機関(CROSS, JASRI, RIST)連携によるセミナー等開催

- ・中性子, 放射光, 計算物質科学連携の利点、効果等を紹介(2016年度3件)

## 3. 先端研究開発の議論を行うCROSSroads

- ・Workshop: CROSSroads of Users and J-PARC の開催(2016年度2件)

## 4. 学会等でのブース、ポスター展示活動

- ・中性子利用による成果を紹介(2016年度4件)

## 5. 企業セミナー

- ・企業(2016年度 3社)を訪問し、各社の研究者、技術者へ啓蒙

## 6. トライアルユース事業及びNUP(New User Promotion)

- ・学術界・産業界のパルス中性子施設利用未経験者に、施設利用の機会を提供(共用BL)。
- ・技術相談、課題申請書の作成から、実験、解析、報告書の作成まで総合的な支援を実施。



2016年度量子ビームサイエンスフェスタ



第3回大型実験施設とスーパーコンピュータとの連携利用シンポジウム  
「最先端電池材料」

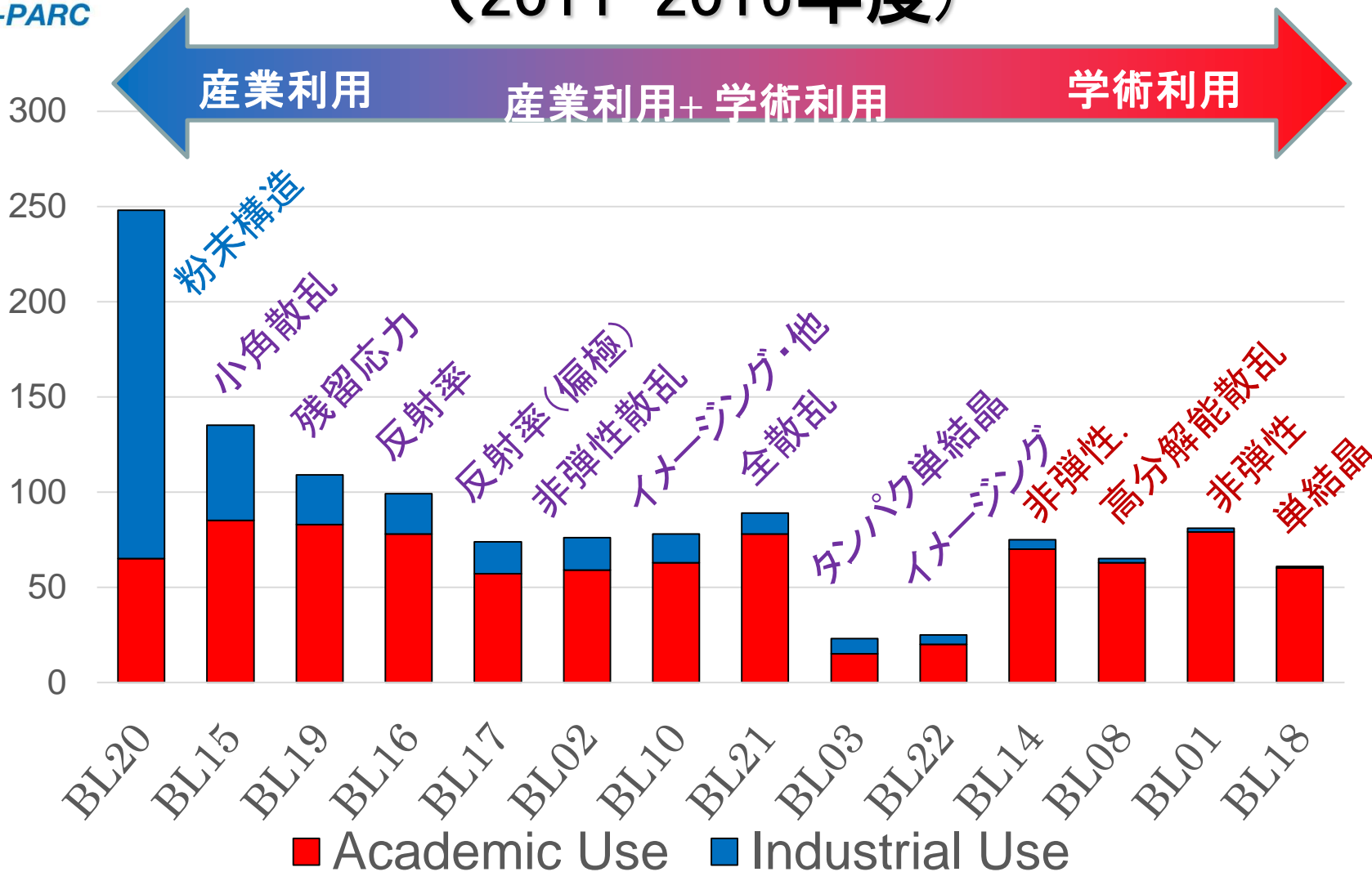


第19回CROSSroads  
「中性子とミュオンによる界面研究」



# 中性子産業利用と学術利用の状況 (2011-2016年度)

採択課題数

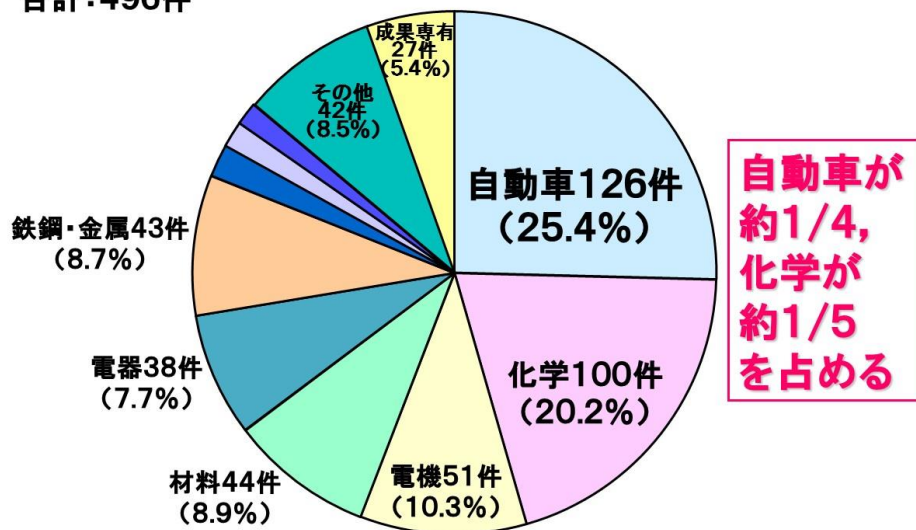


- ・産業利用の多いBLと、少ないBLとに分かれている
- ・粉末構造BL20は、特に産業利用で多く使われている

# 産業利用採択課題の申請元 及び利用分野分類

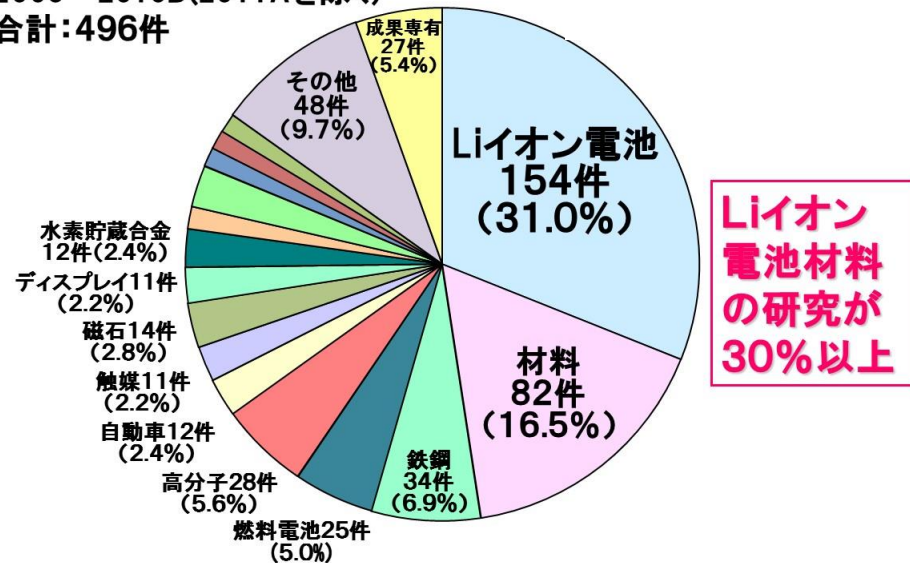
## 産業利用採択課題の申請元分類

2008～2016B(2011Aを除く)  
合計:496件



## 産業利用採択課題の利用分野

2008～2016B(2011Aを除く)  
合計:496件



# トライアルユース事業採択課題数 (2012～2015年度)

	BL01	BL02	BL11	BL15	BL17	BL18	BL22	小計
2012B	0	2		5	3	1		11
2013A	0	1		2	1	0		4
2013B	1	1		2	1	0		5
2014A	1	1		2	0	0		4
2014B	1	1	1	2	1	1		7
2015A	1	1	0	2	0	0	2	6
<b>小計</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>37</b>

# トライアルユース事業の状況

## 1) 新規利用者拡大

トライアルユース課題数 : 37件(産業利用23件)

内2017/3までの実施数 : 34件

→実施企業から一般課題が43件(17社)申請され、  
28件が採択(2017Aまで)

## 2) 新規利用者に対する継続的相談・技術支援

テーマ発掘(セミナー・企業訪問・相談窓口)

→テーマ熟成(ユーザー・BL担当者 利用課題申請)

→解析・発表(ユーザー・BL担当者+学術 報告書作成)

## 3) 利用拡大のために装置性能情報や具体的利用成果の提供

研究会・シンポジウムでの成果発表

産業利用に特化した報告会の実施

成果報告書: Webページで公開



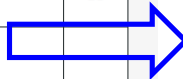
# CROSS Webで具体的利用結果を紹介

- 実験課題公募
- 新利用者支援事業
- 利用申請
- 利用者選定について
- J-PARCユーザーズオフィス
- 運転スケジュール
- 専用ビームライン
- 実施済み課題一覧

## トライアルユース実施課題

### 2014 (平成26) 年度

課題番号	課題名	企業名 【企業分野】	実験分野	装置 (BL)
2014A0037	Relationship between nanostructure of thermoelectric material and phonon's density of states	トヨタ自動車(株) 【自動車】	セラミクス	BL-01
2014A0059	Nonuniformity in cross-linked organic polymers studied by small angle neutron scattering	JSR(株) 【化学】	ポリマー	BL-15
2014A0127	Analysis of the Interaction of Components Existing in the Neighborhood of the Pigment in the Dispersion Liquid Using Ultrafine Pigments	(株)DNPファインケミカル 【化学】	顔料懸濁液	BL-15
2014A0297	Quantitative Evaluation of the Hydration Degree and the Free Water in the process of the Cement Hydration Reaction.	茨城大学 【研究機関・大学】	コンクリート	BL-02



産業応用分野: タイヤ・ゴム、研究分野: ソフトマター、中性子手法: 非弾性散乱  
 利用BL: BL15 中性子小角・広角散乱装置 (TAIKAN); Small and Wide Angle Neutron Scattering Instrument  
 Used Beam Time: 2.0日 / Allocated Beam Time: 2.0日 / Requested Beam Time: 2.0日  
 課題番号: 2014A0059

課題名 中性子散乱を利用した3次元架橋有機高分子の不均一性解析 Nonuniformity in cross-linked organic polymers studied by small angle-neutron scattering		
実験代表者: 富永哲雄	所属: JSR株式会社	共同実験機関: 茨城大学理工学研究所

**背景:** 低燃費タイヤに使用する材料の開発が材料メーカーに求められている。この一環として、タイヤに使用するゴム材料の高強度化によりその使用量を少なくしてタイヤを軽量化することを検討している。このような開発のためには、ナノスケールからミクロンスケールの階層構造を解明し、物性との関連性を理解することが不可欠である。

**中性子実験の必要性:** ゴム材料の破断強さに関連が深いナノメートルオーダーでの架橋構造を解析するための手法として小角散乱法が最も適している。X線小角散乱実験も愛知シンクロトロン等を利用して実施予定であるが、中性子小角散乱と併用することが有効である。さらに、架橋密度の不均一構造の解析には柴山らが提案している溶媒による膨潤状態の構造解析が有効である<sup>1)</sup>。この際に、d-置換溶媒を用いた解析が可能な中性子小角散乱法が不可欠である。

**試料:** スチレンブタジエンゴム (SBR) 加硫物シート; 標準配合 (SBR\_1) および酸化亜鉛配合無試料 (SBR\_2) ポリイソプレンゴム (IR) 加硫物シート; 標準配合 (IR\_1) および酸化亜鉛配合無試料 (IR\_2) 合計2+2=4試料  
**実験:** 重水素化(D)-トルエンで膨潤したゴムシート試料の小角中性子散乱(SANS)測定を行った。架橋ゴムにおける架橋の不均一構造を、溶媒による膨潤試料のSANSパターンにより解析する「膨潤可視化法」<sup>1)</sup>による解析を試みた。

\*注) 酸化亜鉛: ゴムの加硫促進剤

**実験結果:** 図1にスチレンブタジエンゴム (SBR) 試料2種 (SBR\_1, SBR\_2) およびポリイソプレンゴム (IR) 試料2 (IR\_1, IR\_2) のD-トルエン膨潤平衡状態におけるSANS プロファイルを示す。得られた散乱パターンは既報文献の結果に類似のパターンを示している。また、試料間で散乱パターンが異なっており、この結果は架橋の不均一構造に違いがあることを示唆している。

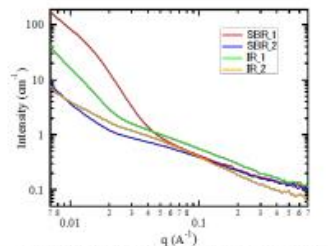


図1. スチレンブタジエンゴム、ポリイソプレンゴムのD-トルエン膨潤平衡状態におけるSANSプロファイル

膨潤可視化法では、試料の散乱 $I(q)$ が式(1)のように網目散乱(OZ項)と不均一散乱(SL項)の和で与えられる。

$$I(q) = I_{oz}(0)/(1 + \xi^2 q^2) + I_{sl}(0)/(1 + \xi^2 q^2)^2 \quad (1)$$

ここで、 $\xi$  は架橋網目の相関長、 $\xi^2$  は不均一性の特徴長を表す。

図2にSBR\_1の散乱プロファイルを式(1)でフィッティングした結果を示す。この試料は式(1)でよくフィッティングされた。フィッティングにより得られたSBR\_1の相関長 $\xi$ は6Å、不均一性の特徴長 $\xi^2$ は112Åとなった。SBR\_2の散乱プロファイルはSBR\_1の散乱プロファイルが小角側にシフトしているため、 $\xi$ 、 $\xi^2$ もSBR\_1より大きな値になると予想される。天然ゴムにおける結果<sup>2)</sup>と同様な酸化亜鉛の添加効果が確認された。SBR\_2の小角側のデータでは不均一散乱における上に凸の形状が十分に得られていないため、定量的な解析が難しいと考えられる。IR\_1、IR\_2についても酸化亜鉛の効果についてSBRと同様の違いが見られるが、定量的な比較はできなかった。

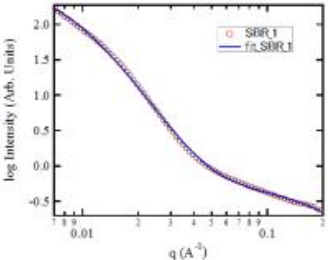


図2. SBR\_1試料のSANSプロファイルに対する式(1)によるフィッティング結果

小角側で上に凸の散乱プロファイルが測定された試料はSBR\_1のみであり、他の試料については上に凸の散乱プロファイルが検出されなかったことから架橋の不均一構造を定量的に比較することはできなかった。「膨潤可視化法」で架橋の不均一構造を定量的に評価するためには、より小角側のデータが必要である。TAIKANの測定範囲の小角側への拡張が望まれる。

参考文献: 1) 柴山充弘; 日本ゴム協会誌, 84, 24 (2011).

### 2013 (平成25) 年度

課題番号	課題名	企業名 【企業分野】	実験分野	装置 (BL)
	Observation of			

- 最新情報
- プレス発表「フラストレーションと量子効果が織りなす新奇な磁気励起の全体像を中性子散乱で観測」
  - プレス発表「シリコンを使わな

[http://www.cross-tokai.jp/ja/users/conducted/tu\\_implementation.shtml](http://www.cross-tokai.jp/ja/users/conducted/tu_implementation.shtml)

## ○ 成果公開・非公開のルール

### < 成果公開型 >

- ・得られた成果を公表することを条件に、利用料金は免除（IUPAPの原則）。
- ・実験終了後60日以内のJ-PARCセンターへの実験報告書の提出と、MLFを利用した成果

の学術論文および学位論文、学会発表等による公表が義務。

### < 成果非公開型 >

- ・利用料金を支払うことで成果公表が不要。
- ・利用料金は運営費回収方式で算出

## ○ 利用料金

利用区分	課題	利用料金
成果公開型	一般課題	免除
	メールイン	免除
成果非公開型	一般課題	2,983,000円/日
	メールイン	

茨城県専用BLのβ枠では、産業利用の成果公開型からもBL経費の一部を徴収している。

# 成果非公開利用の状況と収入 (2008-2016年度)

	BL	利用件数(件)	利用時間(日)	利用料金(百万円)
共用BL	BL15	11	8.8	19.3
	BL22	1	0.5	1.9
設置者BL JAEA	BL10	2/2	1.0/1.0(0.6%)	3.0/2.98
	BL19	9/2	11.8/3.0(1.7%)	27.0/8.95
設置者BL KEK	BL16	1	1.0	1.7
	BL21	3	5.3	11.9
	D1	1	1.0	1.6
専用BL 茨城県	BL20	101/20	60.3/5.0(2.8%)	110.9/13.7
合計		129/24	89.8/9.0	177.3/25.6

※スラッシュ"/"の右の値は2016年度分(利用運転時間:176日)

- ・産業利用全採択課題数532件のうち成果非公開課題は129件24%
- ・2016年度の全採択課題数238件に対して、非公開採択課題数は24件10%
- ・利用時間は9日。全21BL合計利用時間3696時間に対して0.24%
- ・成果非公開(有償)利用に関しては、利用時間を絞って申請している。
- ・利用料金収入約1.8億円は、国庫に返納。MLFで活用できていない。

# 成果非公開型課題の利用企業分析

- 非公開課題127件を実施した企業数:34社
- 1社で5件以上の非公開課題を実施した企業数:10社
- 非公開課題実施が1回だけの企業数:17社
- 全34社中、最近2年間成果非公開課題を実施していない企業数:9社

## 非公開課題実施数のトップ3社(2008-2016年度)

企業	課題実施数(件)	利用時間(日)	利用料金(百万円)
A	20	25.0	49.1
B	12	13.7	24.4
C	9	9.8	17.0
合計	41(32%)	48.5(54%)	90.5(51%)

- トップ3社で利用料金の50%超を占めている
- 成果非公開課題を1回利用した企業でも、継続した利用に慎重



# 課題及び提言

## 1. 利用課題選定関係

- ・ユーザ側からみて一元化窓口は実現しているが、組織ごとに応募様式、応募条件などに違いがある。
- ・課題選定委員会の合同開催により一体的に実施しているが、合同開催委員会の委員数(内部委員が多い)が多い。
- ・レフェリー評点で合否が決まっており、課題選定において施設の特徴を出しにくい。
- ・提言: 一般課題の募集、選定業務はすべて一本化できないか。課題選定で施設の特徴を出せる仕組みが構築できないか。

## 2. 産業利用の促進、利用料収入の増加

- ・研究会、講習会、企業訪問、トライアルユースなど利用促進活動の効果はそれなりに出ているが、学術利用の増加ほど産業利用が増えていない。
- ・産業界のニーズとのギャップがあるのではないか(生命科学分野、有償利用など)
- ・提言: 利用料金が高いと、有償利用を実施する者が減る可能性がある。産業界にとって利用しやすい料金を設定し、産業利用を更に奨励し、利用料収入の増加を図れないか。産業界の成果公開課題に低額のBL経費を課すことも選択肢。高度なデータ分析や計算科学解析などを有料にすることも検討課題。
- ・提言: 利用料収入を現場へ還元してほしい。試料環境などの性能向上や技術支援充実に使用できるなどのインセンティブが重要(現状では、現場のメリットがなく、産業利用の成果が見えにくい、成果が見えないと支援者にとって単に奉仕活動となってしまう、BLの利用成果として宣伝できない等のデメリットが多い)

ご清聴ありがとうございました。