

SPring-8を利用したX線回折法で ガラス構造を調べる

(財) 高輝度光科学研究センター・産業利用推進室 梅咲 則正

- SPring-8の紹介
- SPring-8における産業利用の活動と状況
- SPring-8の放射光を利用したガラス物質の構造を調べる。
 - ▶ XAFS分光法 → 第1回研究会（平成22年8月27日）
 - ▶ 高エネルギーX線を利用したX線回折法による構造解析
 - ▶ パルス中性子回折法や計算科学手法等の他の手法を組み合わせた構造モデルの最適化
- SPring-8を使うための利用制度

SPring-8キャンパスと放射光の発生

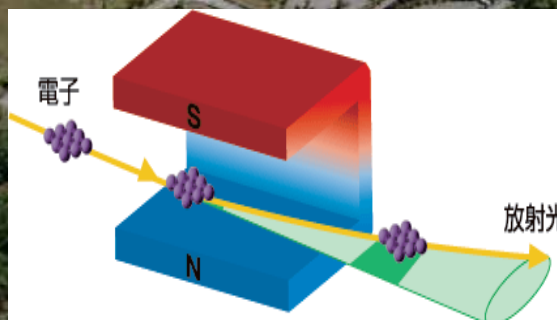
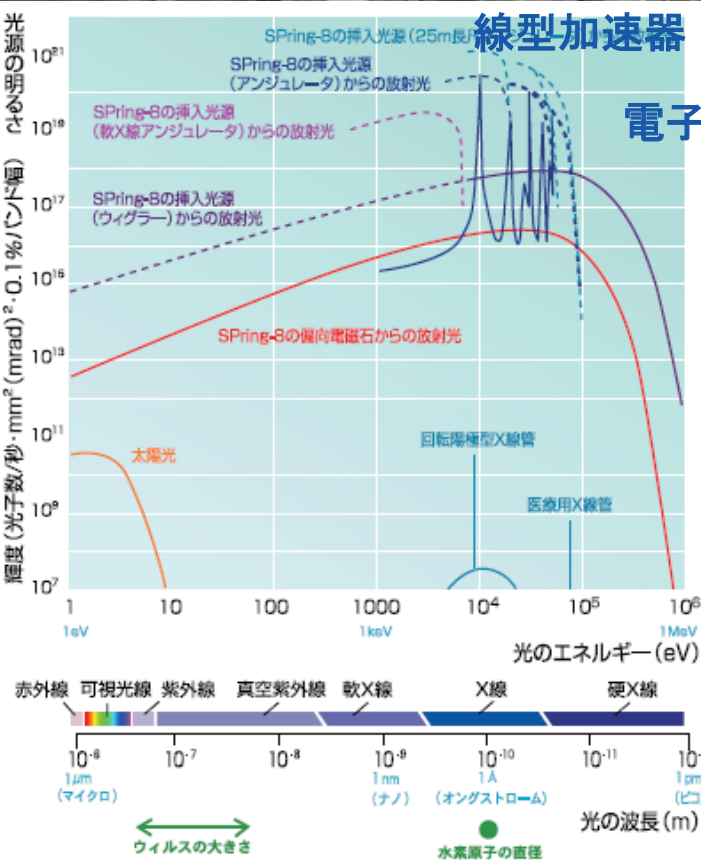


JASRI

理研

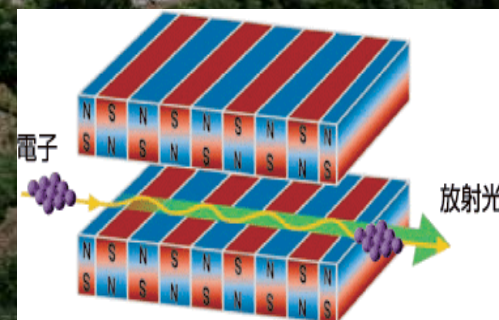
原子力機構

兵庫県



偏向電磁石

- ・偏光電磁石
- ・垂直方向に指向性大
- ・強力X線
- ・白色光

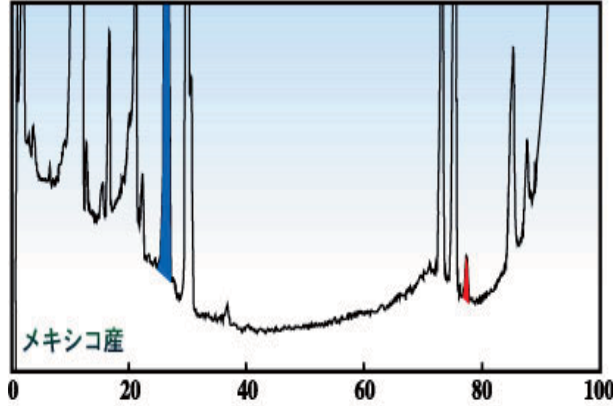


アンジュレータ

- ・アンジュレータ
- ・垂直水平方向に指向性大
- ・強力X線 (1000倍)
- ・準単色

放射光を利用するための研究手法

極微量試料の微量元素分析が可能



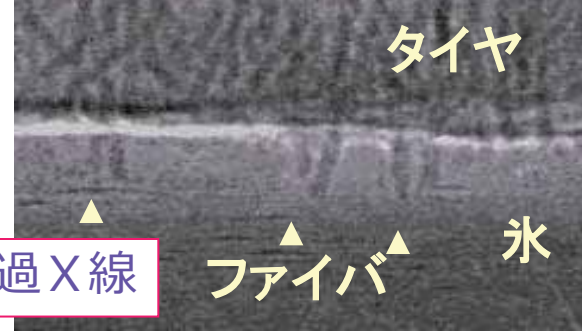
III. 超高精密分析器
(極微量成分の検出、
状態分析ができる)

蛍光 X 線放出
光電子放出

蛍光 X 線分析
光電子分光

X A F S
(X 線吸収微細構造)

スタッドレスタイヤの X 線
屈折
コントラスト法による画像



イメージング

I. 超高性能透視カメラ
(ゴムとガラスファイバ
を識別できる)

物質と X 線の相互作用
物質

吸収

照射効果

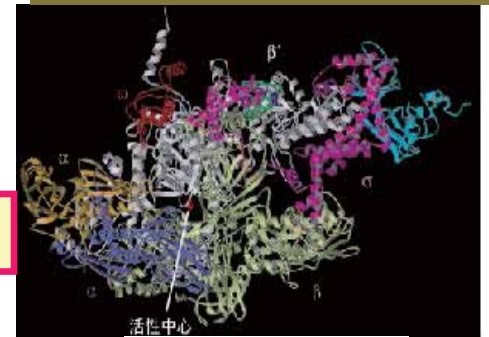
新材料の創製

入射 X 線

回折・散乱 X 線

II. 超微細顕微鏡 (構造解析)
(原子構造まで見える)

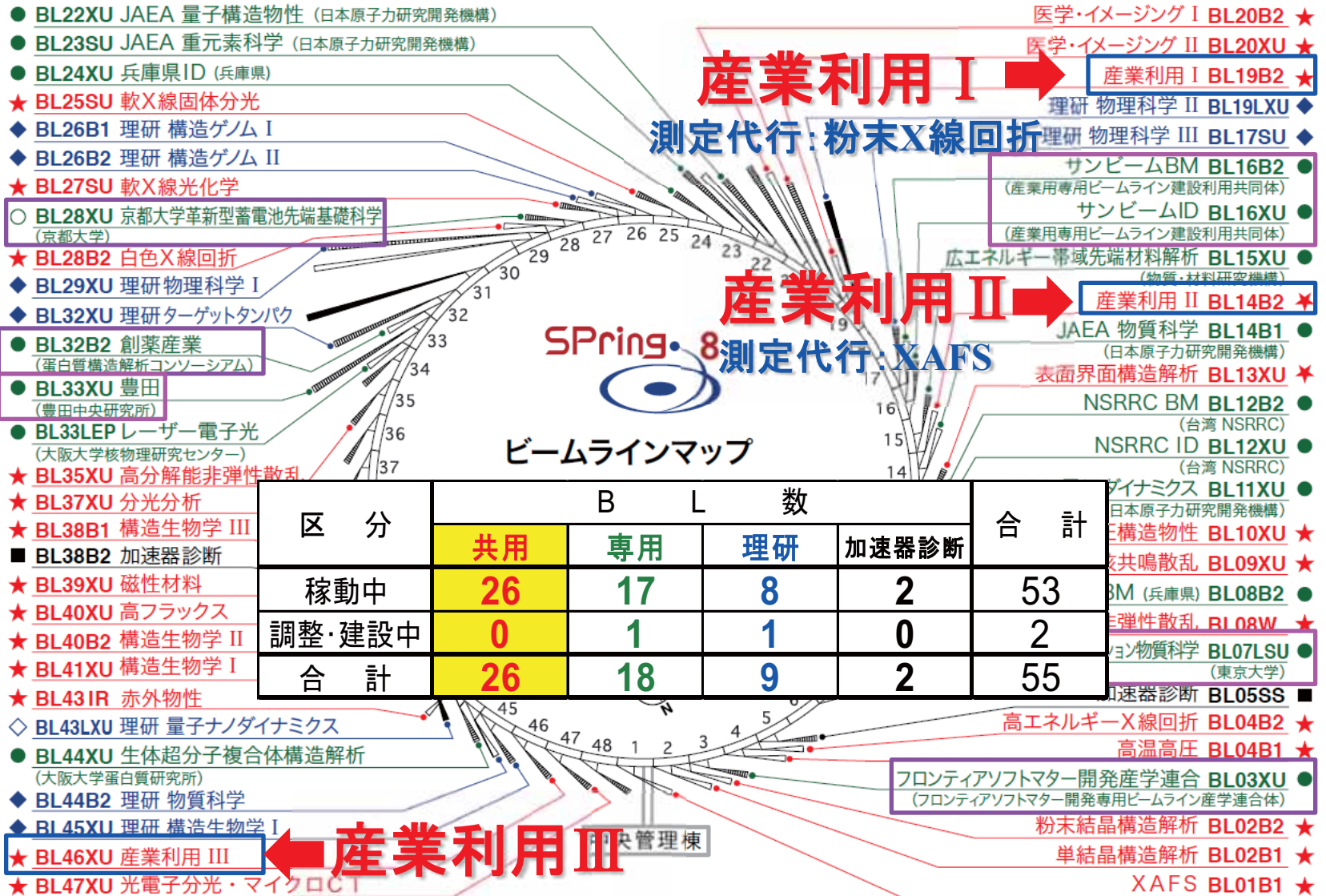
タンパク質の立体構造



回折・散乱

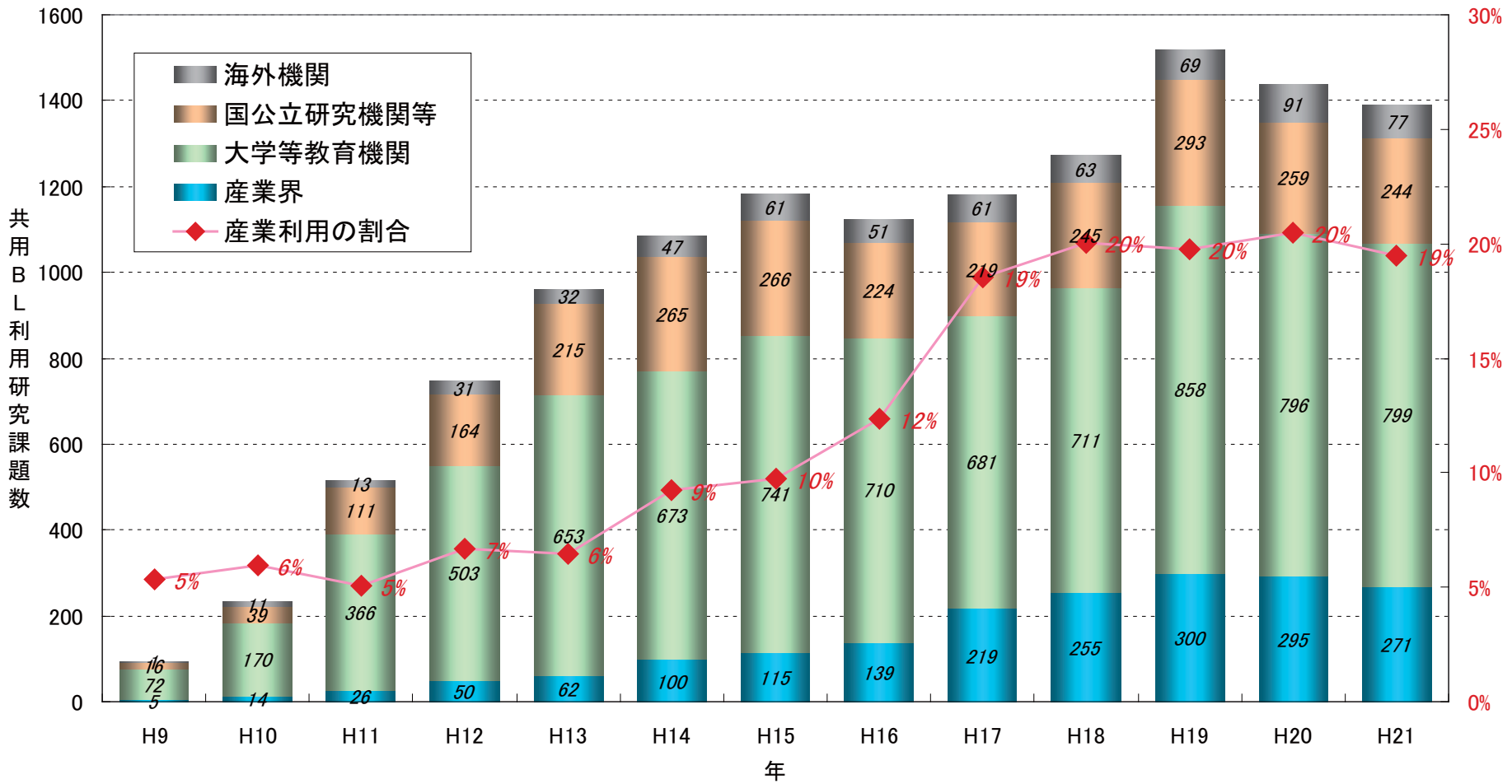
SPring-8 ビームラインマップ

2010.5.17 現在



区分	B L 数				合計
	共用	専用	理研	加速器診断	
稼動中	26	17	8	2	53
調整・建設中	0	1	1	0	2
合計	26	18	9	2	55

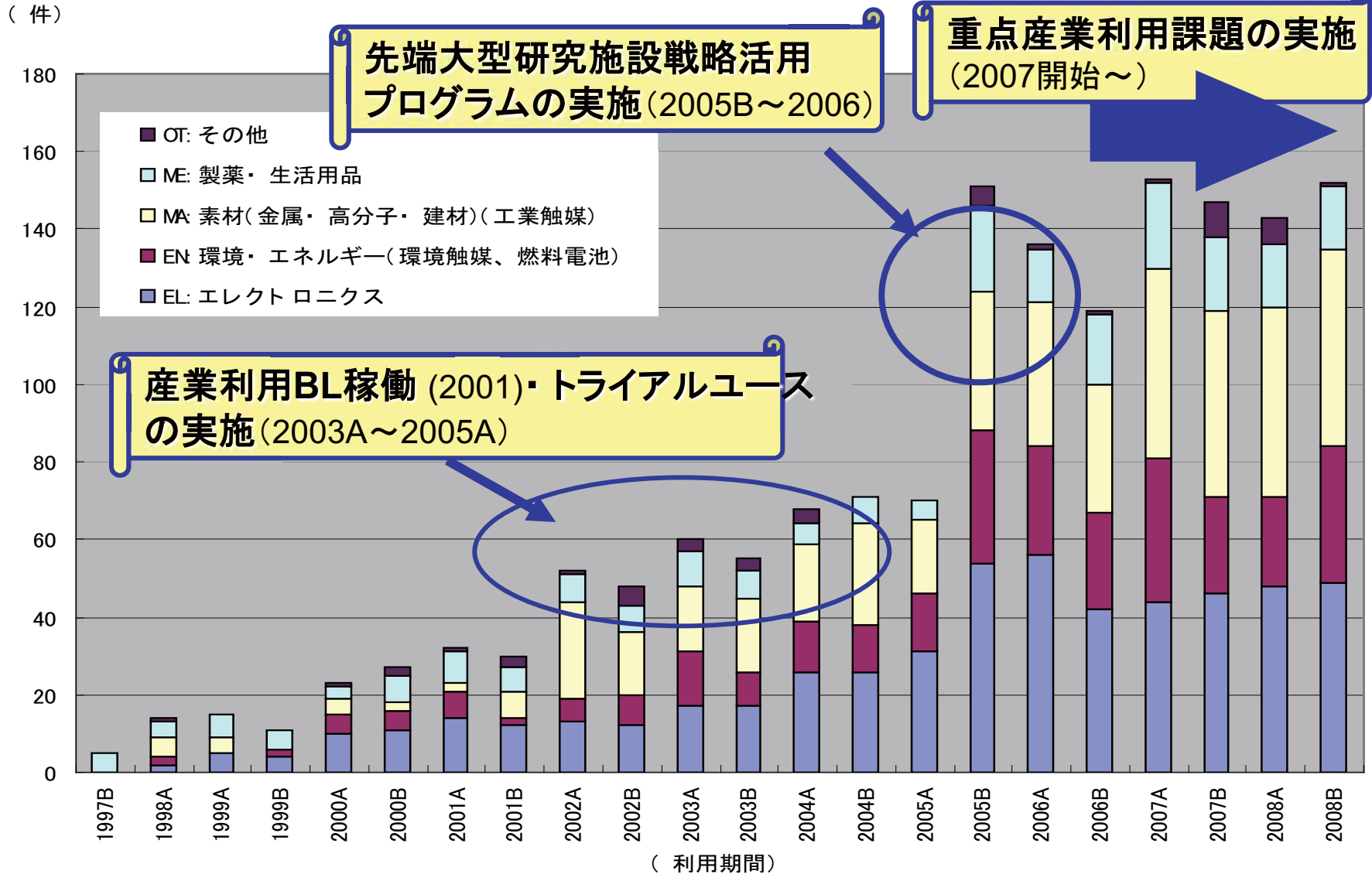
共用BLにおける所属機関別利用研究課題数



※所属機関分類

- 大学等教育機関：国公立大学、私立大学、高等専門学校等
- 国公立研究機関等：独立行政法人、大学等共同研究機関、公益法人、特殊法人等
- 産業界：民間企業(海外企業の日本法人を含む)
- 海外：海外の全ての機関・法人等

民間企業による産業分野別実施課題（共用ビームライン分）



民間企業の利用が順調に増加 全体の20%に。

(不採択課題も依然として約30%あり ⇒ 利用希望者も増え続けている)

産業界における利用企業及び利用分野

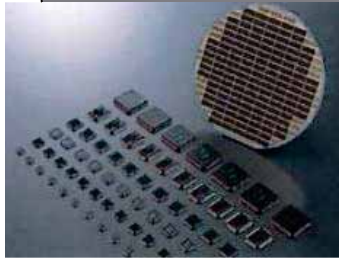


三洋電機、住友電工、ソニー、東芝、NEC、日立、富士通研、富士電機総研、松下電器、三菱電機、NTT、キャノン、リコー、など

川崎重工、神戸製鋼、新日鉄、住友金属、住友電工、ダイソー、三菱マテリアル、など

- ・半導体
- ・ストレージ

エレクトロニクス



旭化成、クラレ、住友ゴム工業、帝人、東洋紡、三菱レイヨン、三菱化学、ユニチカ

- ・繊維
- ・ゴム

素材
金属・高分子

- ・鋼材
- ・耐熱被膜
- ・メッキ



- ・二次電池
- ・燃料電池
- ・環境分析
- ・触媒

環境
エネルギー



豊田中研、ダイハツ、関西電力、ソニー、東京ガス、松下電池、東邦ガス、NKK 三洋電機、

自動車関連

創薬・ヘルスケア



武田薬品工業

第一三共、大塚製薬、塩野義製薬、アステラス

帝人、中外、大正

持田製薬、明治製菓、大日本住友、味の素

など



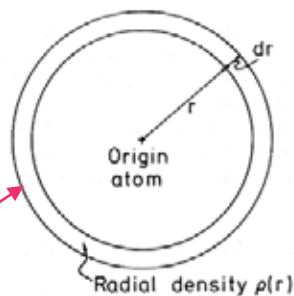
深層水、建材、殺虫剤

赤穂化成、旭化成、アース製薬、大関化学

蛋白コンソーシアム: 20社
キリンビール、日本ロシユ、花王、資生堂、P&G、カネボウ、サンスター

ガラス構造を調べる手段は、動径分布関数が最適 (radial distribution function, *r. d. f.*)

Real Space Correlation Functions



The number of neighbours between r and $r+dr$ is given by $g(r)dr = 4\pi r^2 \rho(r)$.

$$4\pi r^2 \rho(r) = 4\pi r r^2 \rho_0 + \frac{2r}{\pi} \int_{Q_{\min}}^{Q_{\max}} Q \cdot i(Q) \sin rQ dQ$$

Fig. 8 Real space correlation function for a monatomic amorphous solids.

A.C.Wright: "Neutron and X-Ray Amorphography", Chapter 8, Experimental Techniques of GLASS SCIENCE, ed. by C.J. Simmons and O. H. El-Bayoumi, The Am. Ceram. Soc., Westerville, Ohio, 1993, p.205-314.

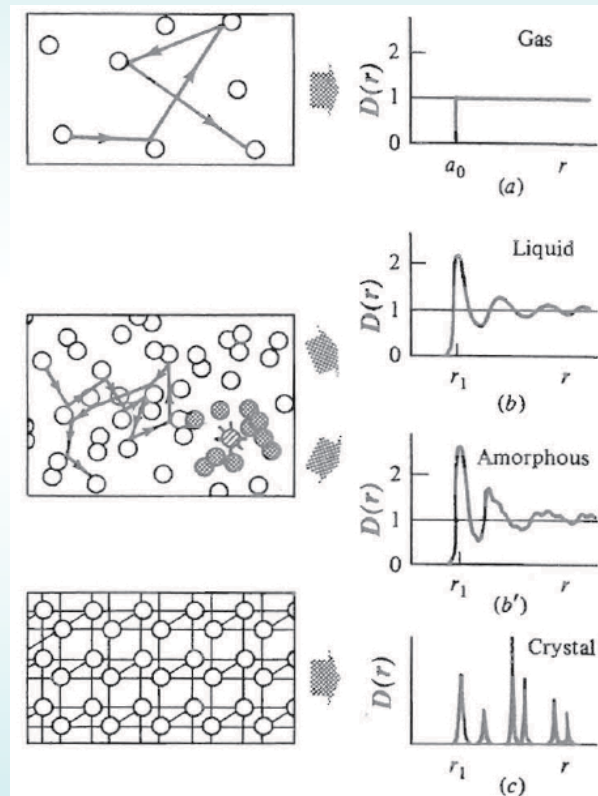


Fig. 5 Schematic illustrations of the atomic-level structures and pair-distribution function ($D(r)$ versus r in Å) for a crystal, a glass, and a gas, all, with one type of atom. (Modified after Waseda, 1980.)

G.E. Brown, Jr., F. Farges and G. Calas: "X-Ray Scattering and S-ray Spectroscopy Studies of Silicate Melts", Chapter 9, Review in Mineralogy Vo. 32, ed. By J.F. Stebbins, P.F. McMillan and D.B. Dingwell, Mineral. Soc. Am., 195, p.317-401.

石英(SiO_2)ガラスのネットワーク構造を調べる。

パルス中性子回折法から求めた SiO_2 ガラスの動径分布関数

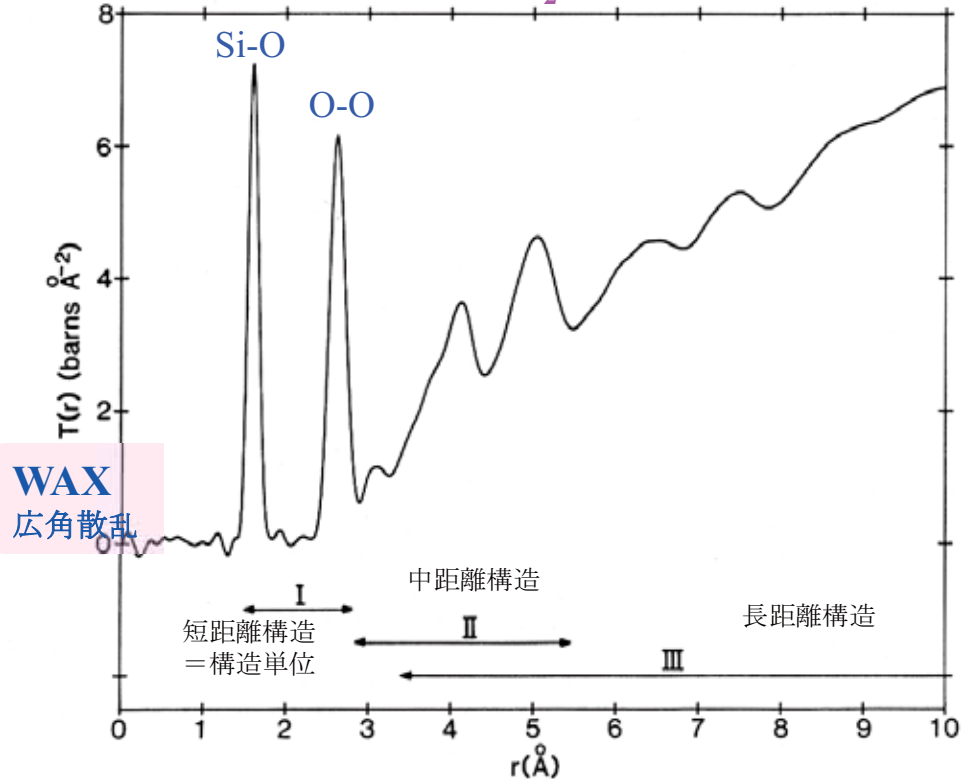
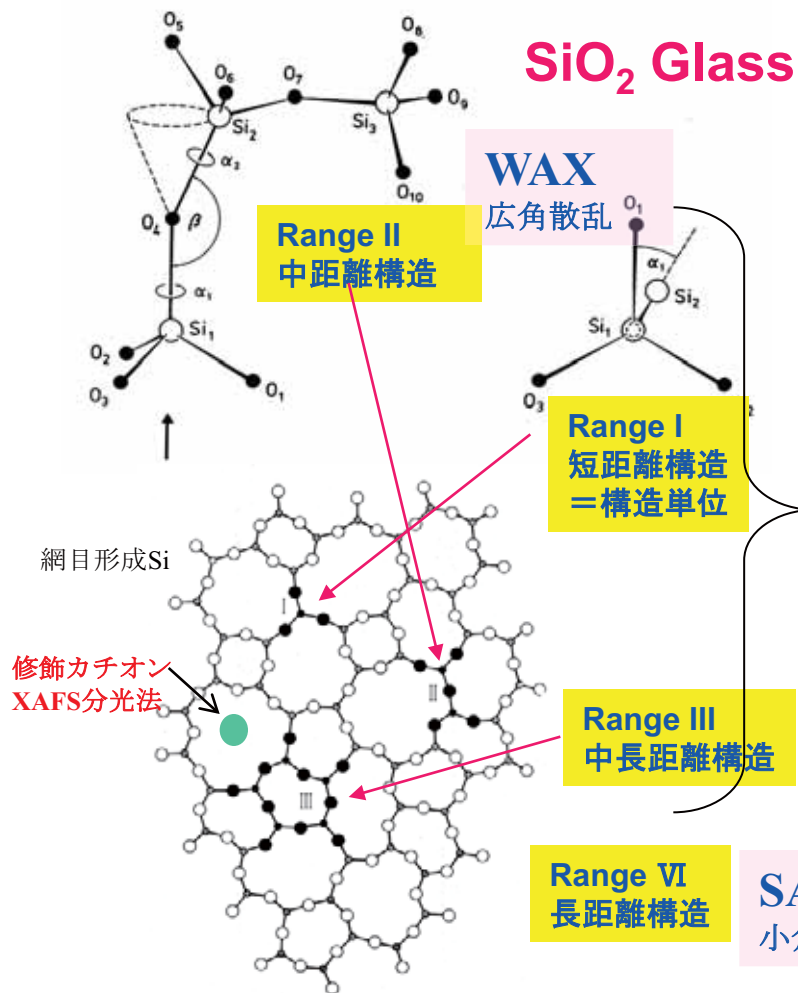


Figure 29 The correlation function for vitreous silica [57]. The roman numerals indicate the extent of the ranges of order defined in table 2.

A.C.Wright: "Neutron and X-Ray Amorphography", Chapter 8, Experimental Techniques of GLASS SCIENCE, ed. By C.J. Simmons and O. H. El-Bayoumi, The Am. Ceram. Soc., Westerville, Ohio, 1993, p.205-314.

なぜガラス構造を調べるのか？

- 酸化物ガラスの機能発現と構造 -

▶ 酸化物の機能特性の発現の理由（構造単位および長距離構造）ならびにガラスにおける発現の有無

特性	ガラスの例	発現の理由		ガラスにおける発現の様子
		構造単位	長距離構造	
[光物性]				
透明性	酸化物ガラス	○	○	結晶と同様に透明
光吸収	遷移金属着色ガラス	○	○	結晶と同様着色
蛍光	希土類含有ガラス	○	○	結晶中と同様
レーザー	Nd ³⁺ 含有ガラス	○	○	結晶中と同様

<input checked="" type="checkbox"/> 電子物性 <input checked="" type="checkbox"/> 伝導 <input checked="" type="checkbox"/> 超急冷法、気相経由法、ゾル・ゲル法、イオン注入法	ナイバー、光導波路ガラス、ガラスレーザー、フォトクロミックガラス、非線形光学ガラス、アップコンバージョン蛍光ガラス、光化学ホールバーニングガラス、生体医療用ガラス、 $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ ガラス、 シンタイトライドガラス、ハライド化合物ガラス、カルコゲノイド化合物ガラス 超イオン伝導 $\text{AgI}-\text{Ag}_2\text{O}-\text{MoO}_2$ ガラス	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	結晶と同様に空孔を経てイオンが拡散
				結合の弱いAg ⁺ が伝導に寄与。

ガラス物質の実験的な構造解析手法

Experimental techniques

- **X-ray diffraction** → SPring-8
 - ▶ Wide-range X-ray diffraction (WAXD)
 - ▶ Energy dispersion X-ray Diffraction (EDXD)
- **Neutron diffraction** → J-PARC
 - ▶ Time-of-flight (TOF) neutron scattering
 - ▶ Isotopic substitution
- **X-ray absorption fine structure (XAFS)** → SPring-8
 - ▶ Extended X-ray absorption fine structure (EXAFS)
 - ▶ X-ray absorption near edge structure (XANES)
- **Anomalous X-ray scattering (AXS)** → SPring-8
- **Solid State NMR spectroscopy**
- **Raman and Infrared spectroscopy**
- **XPS**, Mössbauer Spectroscopy, ESR

X線回折から動径分布関数を求める。

$$I_{eu}^{coh}(Q) = N \left\{ \sum f_m^2(Q) + \sum_m \sum_p^{m \neq p} f_p(Q) f_p(Q) \frac{\sin(Qr_{mp})}{Qr} \right\}$$

$$Q = \frac{4\pi \sin \theta}{\lambda}$$

$$I_{eu}^{coh}(Q) = N \left[\sum_m f_m^2(Q) + \sum_m f_m(Q) \int_0^R 4\pi r^2 \sum_n f_n(Q) g(r) \frac{\sin(Qr)}{Qr} dr \right]$$

The radial distribution function (r.d.f.)

$$4\pi r^2 g(r) \sum K_m \sum K_n g_n(r)$$

$$= 4\pi r^2 \left(\sum K_m \right)^2 g_0$$

$$+ \frac{2r \sum (K_m^2)}{\pi} \int_0^{\infty} Qi(Q) \sin(Qr) dQ$$

$$i(Q) = \frac{I_{eu}^{coh}(Q)}{N \sum f_m^2(Q)} + 1$$

実験では、有限の値 Q_{max} しか利用できない！

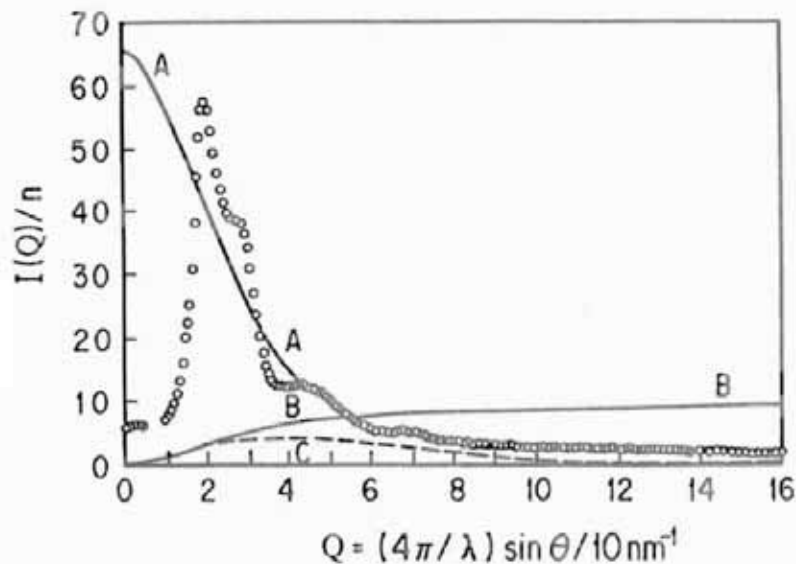


Fig.2.2 Total scattering intensity of x-ray in electron units per molecule for water at 293K [14]. A:Independent atomic scattering, B:Theoretical Compton scattering and C:Compton scattering passed by NaCl monochromator.

ハローパターンの測定 → 規格化されたX線強度 → 構造因子 → (フーリエ変換) → 動径分布関数

H. Ohno, K. Igarashi, N. Umesaki and K. Furukawa: "X-Ray Diffraction Analysis of Ionic Liquids", Molten Salt Forum Vol. 3, Trans Tech Publication, Switzerland, 1994, p.1-230.

SiO₂ガラスにおけるX線回折とパルス中性子回折から得られる干渉関数 (*interference function*) $Q \cdot i(Q)$ の比較

$$4\pi r^2 \rho(r) = 4\pi r^2 \rho_0 + \frac{2r}{\pi} \int_0^\infty Q \cdot i(Q) \sin(Qr) dQ$$

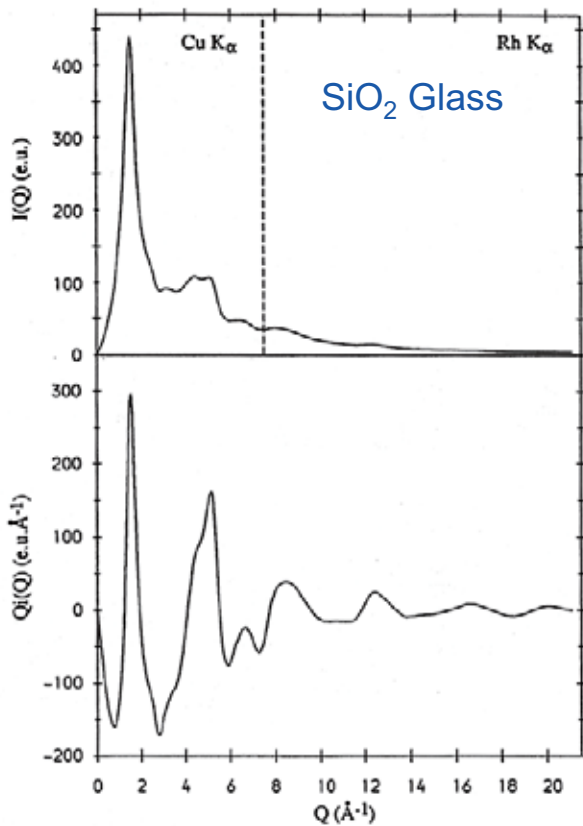


Figure 23 Mozzi and Warren's [55] X-ray data for vitreous silica. The vertical dashed line indicates the change from Cu K_α to Rh K_α radiation.

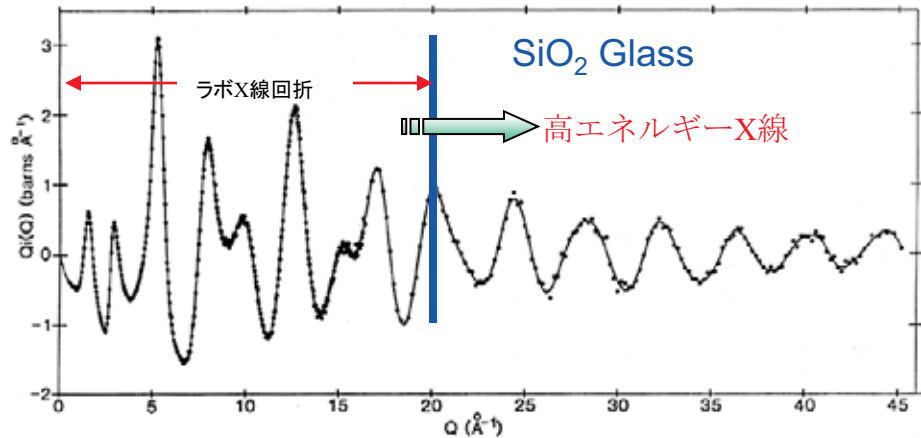


Figure 20 The neutron interference function for vitreous silica [47].
 • experimental points; ———, cubic spline fit.

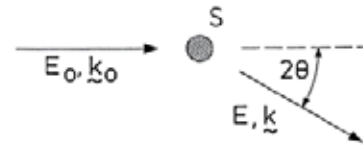


Figure 9 A scattering event. S is the sample, 2θ the scattering angle, E_0 and E the incident and final energies and k_0 and k the corresponding wavevectors.

$$hQ = hk_0 - hk$$

$$h\omega = E_0 - E$$

$$Q = \frac{4\pi}{\lambda} \sin \theta$$

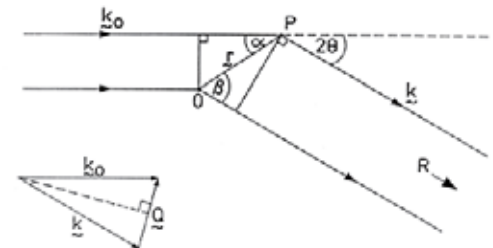


Figure 10 Scattering geometry. See text for a definition of the various symbols.



シンクロトロン放射光を用いた 高エネルギーX線回折

高エネルギーX線を用いる事により、ランダム系物質の回折パターンを高い Q 値まで統計精度良く測定が可能になる。



実空間での分解能の向上

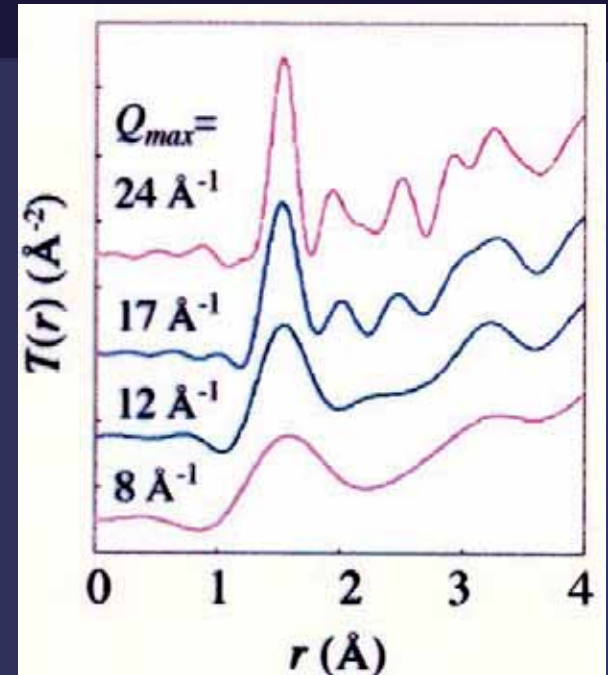
高い Q をどうやって実現するか？

$$Q = \frac{4\pi \sin \theta}{\lambda}$$

Q : 散乱ベクトル (\AA^{-1})
 θ : 回折角 ($^\circ$)
 λ : X線の波長 (\AA)



波長の短いX線 → 高エネルギーX線が必要



$$4\pi r^2 \rho(r) = 4\pi r^2 \rho_0 + \frac{2r}{\pi} \int_{Q_{\min}}^{Q_{\max}} Q \cdot i(Q) \sin rQ dQ$$

Structural Models of Oxide Glasses

- Modeling of oxide glasses

- Debye scattering equation

$$Q \cdot i(Q) = \sum_{i=1}^m \sum_k N_{ik} \exp(-b_{ik} Q^2) f_i(Q) f_k(Q) \frac{\sin(Qr_{ik})}{r_{ik}} + \sum_{p=1}^m \sum_{q=1}^m \exp(-b'_{pq} Q^2) f_p(Q) f_q(Q) 4\pi\rho_0 \left[\frac{Q'_{pq} \cos(Qr'_{pq}) - \sin(Qr'_{pq})}{Q^2} \right]$$

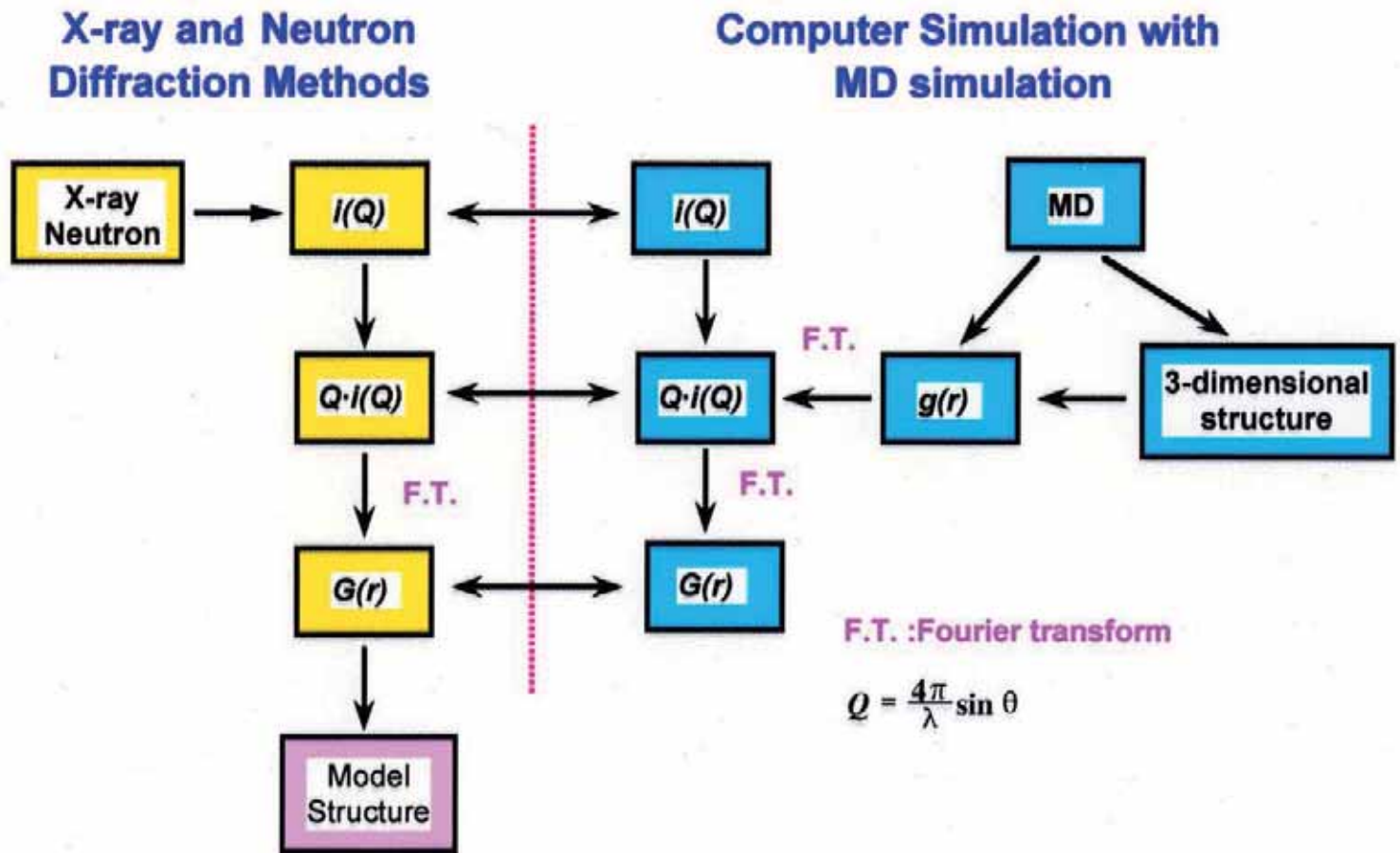
- Molecular dynamics (MD) simulation

$$u_{ij} = \frac{Z_i Z_j}{r_{ij}} + f_0(b_i + b_j) \exp\left[\frac{a_i + a_j - r_{ij}}{b_i + b_j} \right]$$

- Reverse Monte Carlo technique

$$\chi_n^2 = \frac{\sum_{i=1}^m [A_n^C(Q_i) - A^E(Q_i)]^2}{\sigma^2(Q_i)}$$

Structural Models of Oxide Glasses by MD Method



Structure of Alkaline-Earth Borate Glasses

Motives of research

- A) Network structure of B_2O_3 glass
- B) Structural relationship between borate glass and melt
- C) Structure of alkali/alkaline earth borate glasses
- D) Effect of the alkali/alkaline earth oxides on the short-range order structure of borate networks

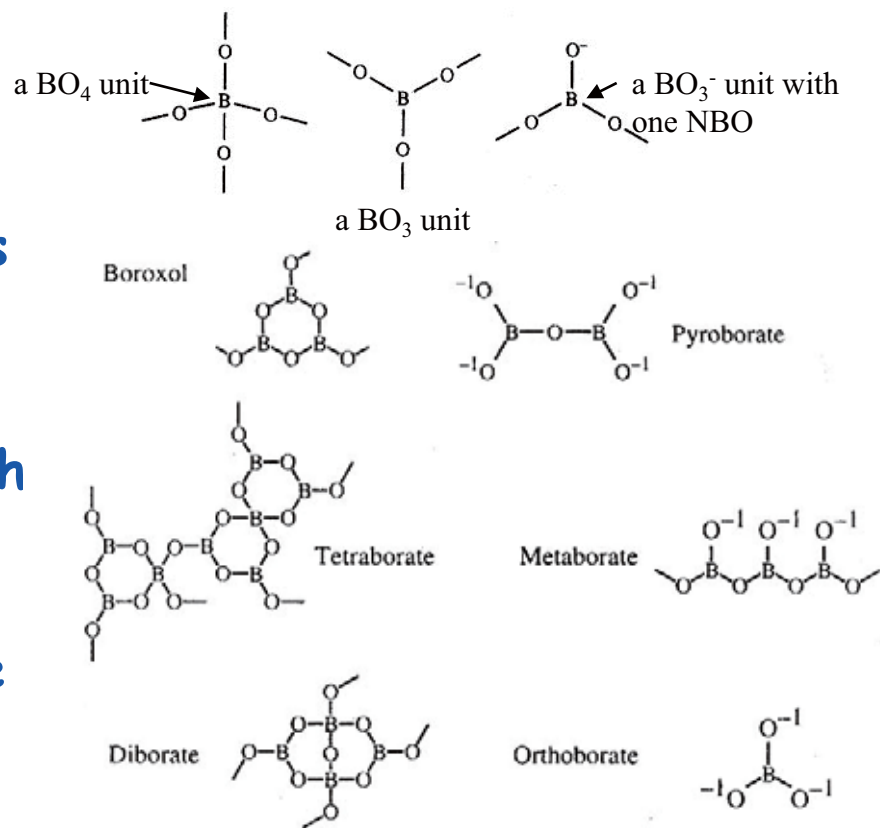


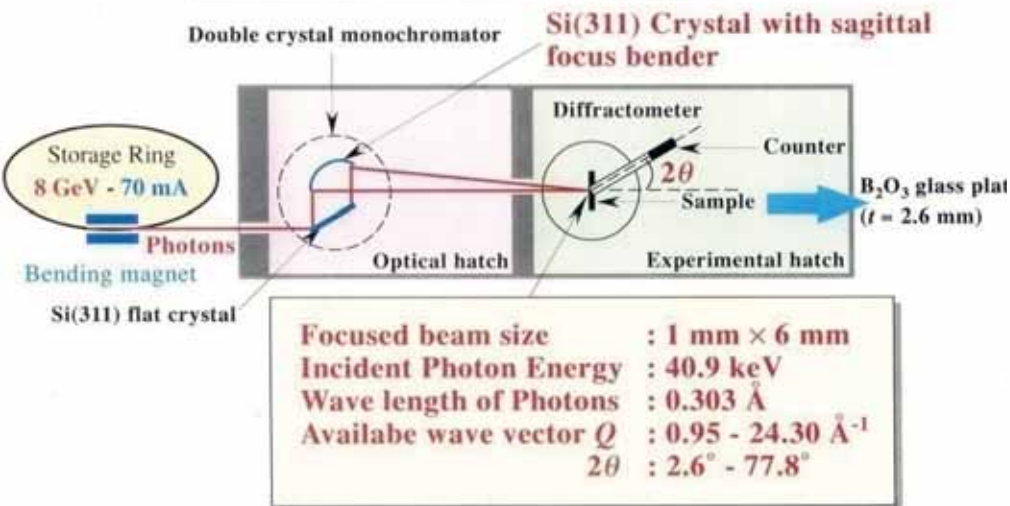
Fig. 9 Superstructural units occurring in anhydrous binary crystalline borates.

HIGH ENERGY X-RAY STUDY ON THE STRUCTURE OF VITREOUS B₂O₃

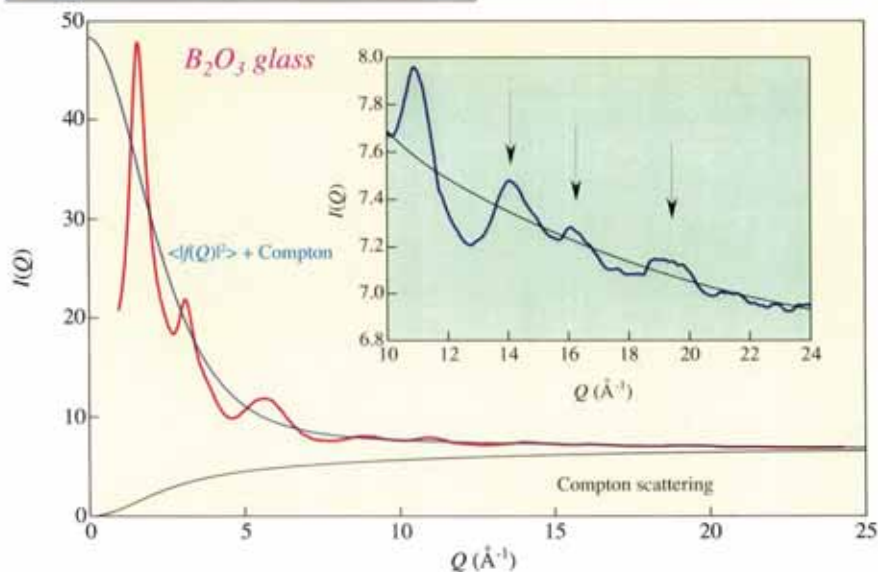
K. Suzuya, S. Kohara, Y. Yoneda and N. Umesaki: Phys. Chem. Glasses, **41** (2000), 282.

The High energy X-ray (40-300keV) diffraction (HEXRD) measurement on the B₂O₃ glass has been carried out at 41keV, using a bend magnet beam at Spring-8 and a plate sample, 2.6mm in thickness. The sample is investigated in transmission geometry. Thus, the accurate structure factor $S(Q)$ of B₂O₃ glass in the Q range of $0.9 \text{ \AA}^{-1} - 24.3 \text{ \AA}^{-1}$ is obtained with very systematic corrections, especially for very small absorption correction for the sample.

Spring-8 Bending Magnet Beamline BL14B1
JAERI Material Science Beamline



Fully corrected and normalized data



HIGH ENERGY X-RAY STUDY ON THE STRUCTURE OF VITREOUS B₂O₃

K. Suzuya, S. Kohara, Y. Yoneda and N. Umesaki: Phys. Chem. Glasses, **41** (2000), 282.

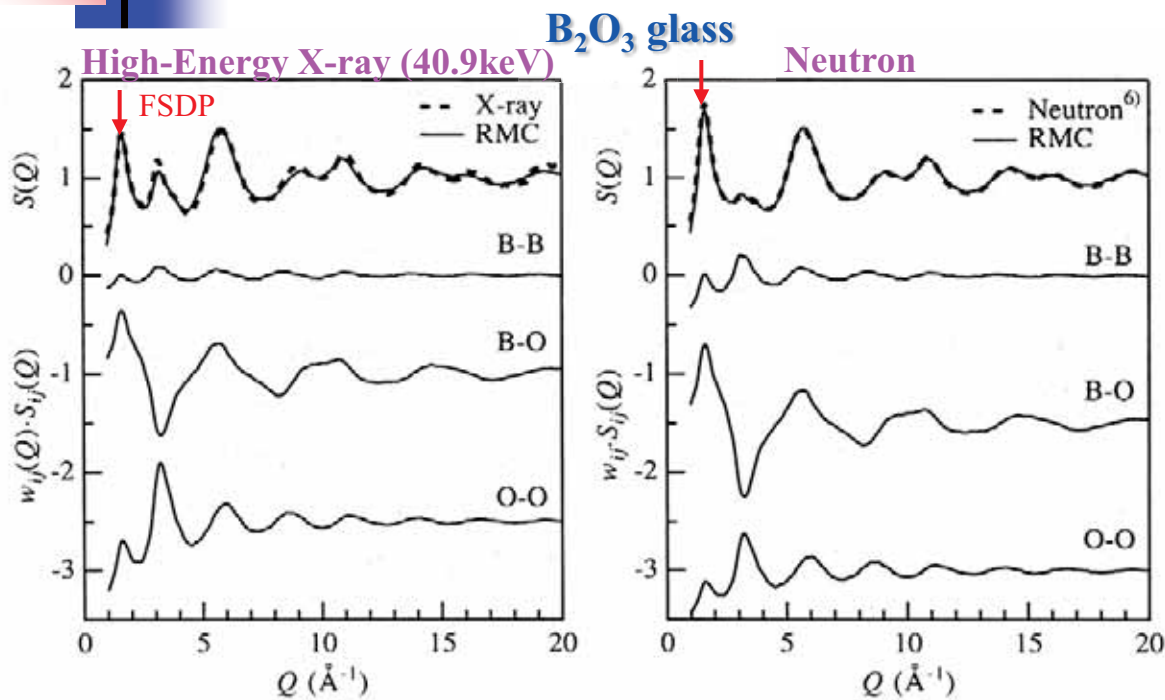
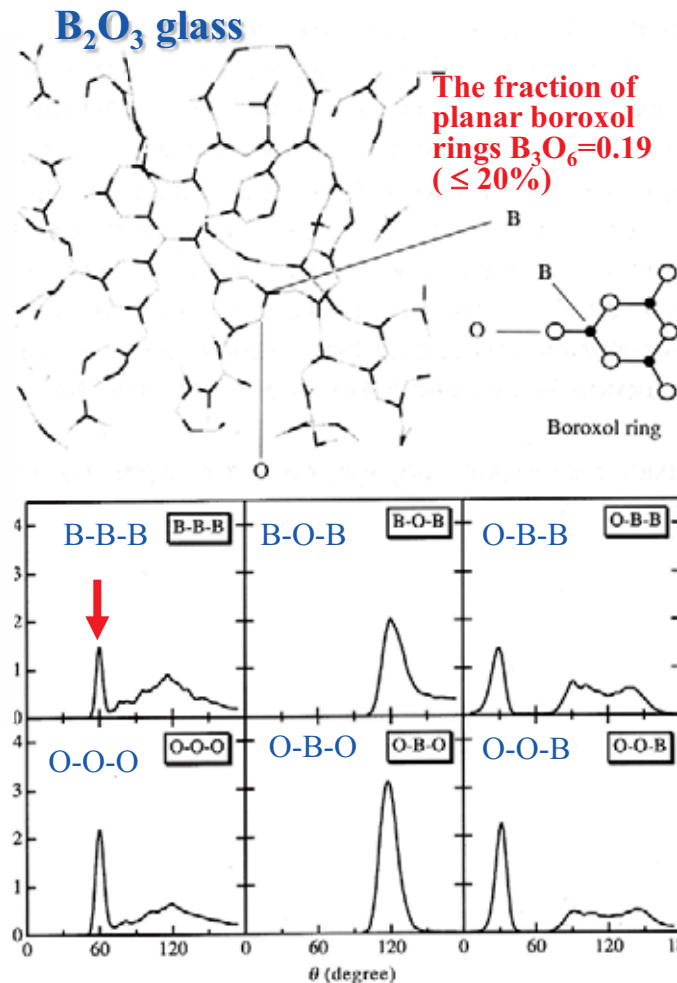


Fig. 7 Total and partial structure factors $S(Q)$ of vitreous B₂O₃. w_{ij} : neutron weighted partial coefficient, $w_{ij}(Q)$: X-ray weighted partial coefficient

● Neutron data from A. C. Hannon, D. I. Grimley, R. A. Hulme, A. C. Wright and R. N. Sinclair: J. Non-Cryst. Solids, **177** (1994) 299.

Fig. 8 Slice through a RMC configuration (10Å × 10Å × 10Å) of vitreous B₂O₃.

Fig. 6 Bond angle distribution for B₂O₃ glass



FSDP: First Sharp Diffraction Peak

Structure functions $Q \cdot i(Q)$ for $BaO \cdot 4B_2O_3$ glass by neutron diffraction and MD simulation

^{11}B ($b=6.1 \times 10^{-13} \text{cm}$); O (5.804); Ba (5.2)

$c_i c_j / (S c_i b_j)^2$	B-O	O-O	B-B	M-O
$BaO \cdot 4B_2O_3$	0.224	0.320	0.157	0.022

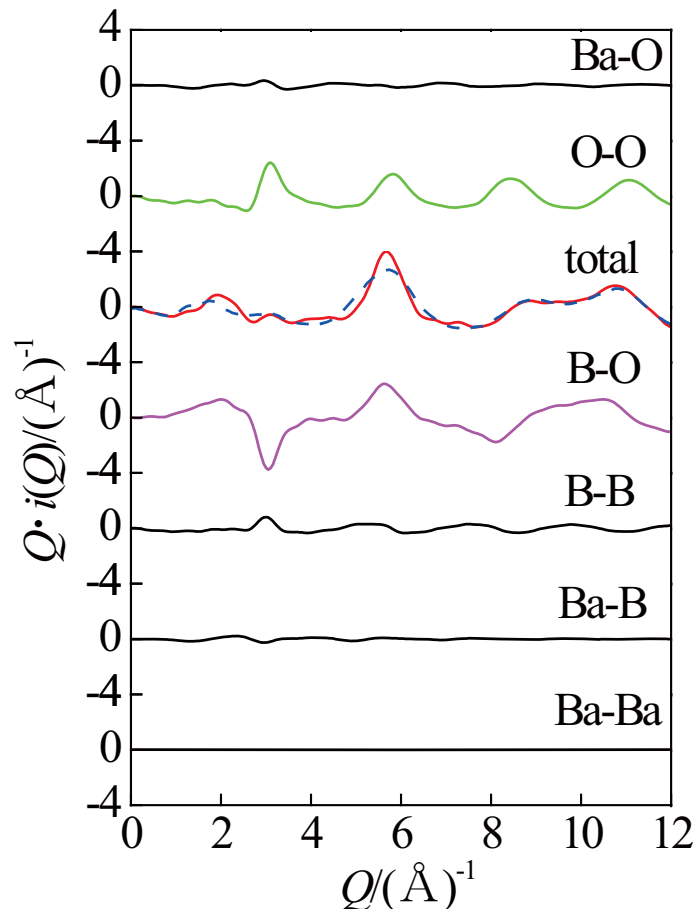
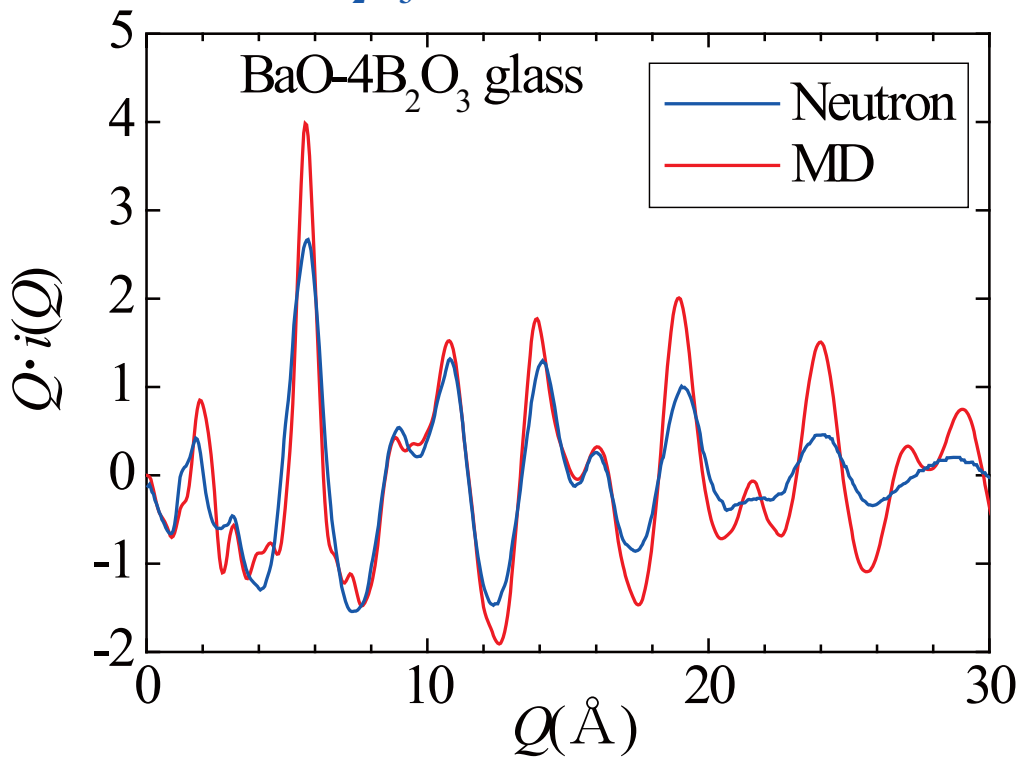


Fig. Interference functions $Q \cdot i(Q)$ for $BaO \cdot 4B_2O_3$ glass by MD simulation. The dotted line denotes that by neutron diffraction.

STRUCTURAL STUDIES OF $x\text{mol}\% \text{K}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3$ ($x=0, 10$ and 30) GLASSES AND MELTS

N. Umesaki, D. A. H. Cunningham, K. Handa and Y. Iwadata: "Cation and Network Structure in Binary Potassium Borate Glasses", Borate Glasses, Crystals & Melts, ed. By A. C. Wright, S. A. Feller and A. C. Hannon, The Society of Glass Technology, Sheffield, (1997), p. 99-106.

Table 2 Short-range order (SRO) parameters for $\text{K}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3$ glasses and melts obtained from neutron/X-ray diffraction, EXAFS and MD results.

Glass/Melt	$i-j$	$r_{i-j}/\text{\AA}$	N_{i-j}/atoms	$(\sigma_{i-j}^2)^{1/2}/\text{\AA}$	Method
[B₂O₃]	B-O	1.38/1.37	3.0/3.0	0.14/0.18	ND [10]
		1.37	3.0	0.126	XRD
		1.36	3.0	–	MD
	O-O	2.40/2.38	–	–	ND [10]
		2.38	4.0	–	MD
	B-B	2.64	3.0	–	MD
$\overline{r(B-O)} = 119.32 \pm 4.34^{\square}$		$\overline{r(O-O)} = 151.07 \pm 13.52^{\square}$			
[10%K₂O-B₂O₃]	B-O	1.39/1/39	3.1/3.1	–	ND
	O-O	2.40/2.39	–	–	ND
[K₂O·4B₂O₃]	B-O	1.37 (1.48)	3.0 (4.0)	0.143 (0.155)	XRD
		1.38	3.2	–	MD
	$\overline{r(B-O)} = 118.92 \pm 5.07^{\square}$		$\overline{r(O-O)} = 150.15 \pm 14.47^{\square}$		
	O-O	2.36	4.0	0.15	XRD
		2.40	4.2	–	MD
	K-O	2.86±0.02	6.8±0.5	0.153±0.02	EXAFS
K-O: $r_{\text{K}^+} + r_{\text{O}^{2-}} = 2.73\text{\AA}$		2.83	6.0	0.182	XRD
		2.74	6.1	–	MD
[30%K₂O-B₂O₃]	B-O	1.42/1.40	3.4/3.4	0.23/0.23	ND
[K₂O·2B₂O₃]	B-O	1.38	3.3	–	MD
	O-O	2.40	4.6	–	MD
$\overline{r(B-O)} = 115.23 \pm 6.41^{\square}$		$\overline{r(O-O)} = 148.70 \pm 14.52^{\square}$			
K-O	2.83±0.04	5.9±0.4	0.100±0.02	EXAFS	
	2.74	6.6	–	MD	

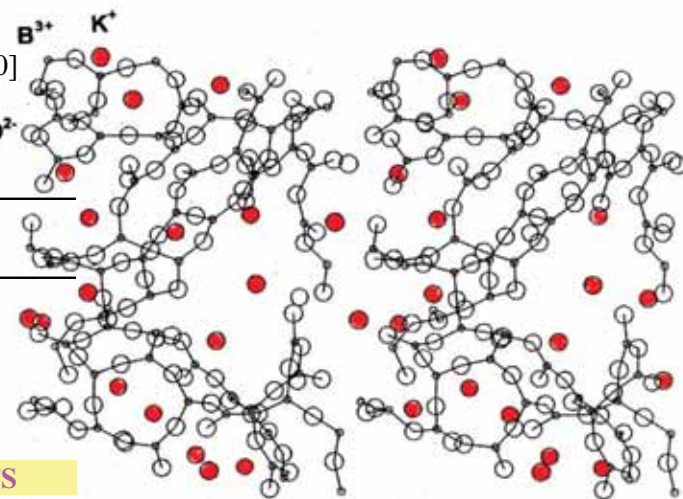


Fig. 3 Stereoscopic snapshot of the ions in $\text{K}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3$ glass at 298K.

Ge₂Sb₂Te₅アモルファス

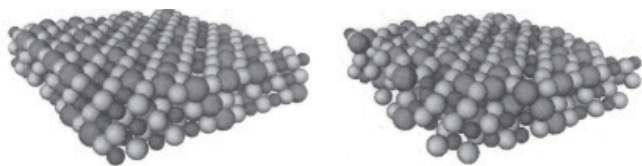


Fig. 2 Three-dimensional atomic view of the initial NaCl type structure (left-hand side) and relaxed structure by RMC moves (right-hand side).

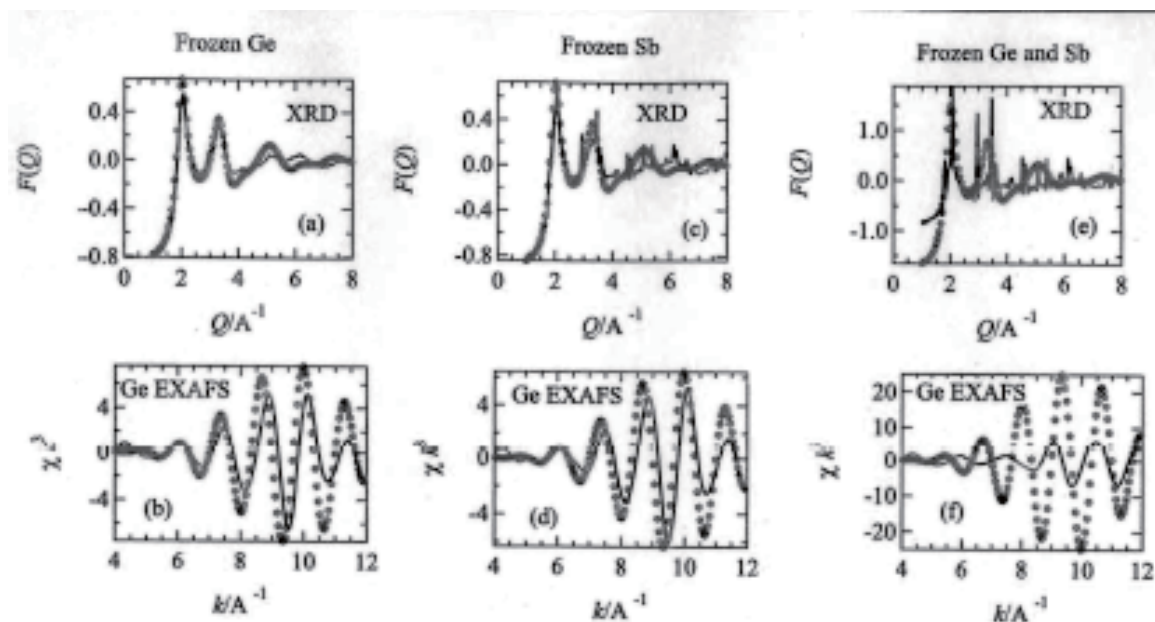


Figure 5. The RMC results (XRD and Ge EXAFS) for sample no.7 with the addition of the conditions of frozen Ge, frozen Sb and frozen Ge and Sb for a-GST. The symbols represent experimental data and the lines are for the RMC model.

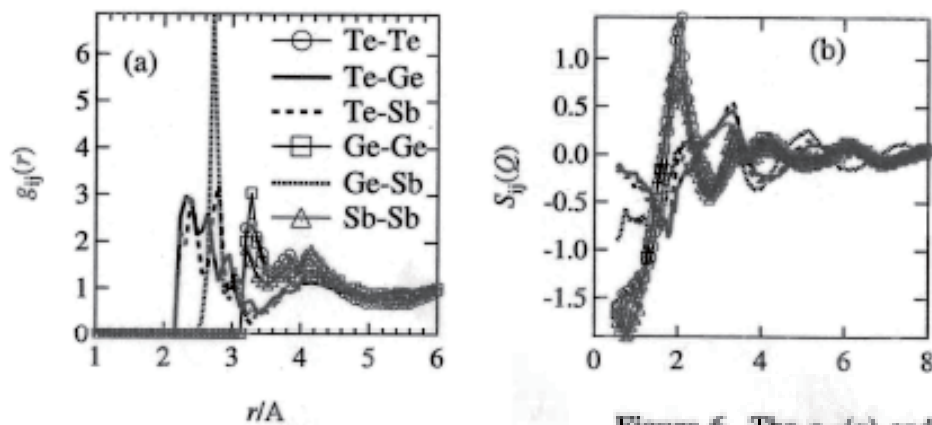


Figure 6. The $g_{ij}(r)$ and $S_{ij}(Q)$ obtained from the result for sample no. 7. The corresponding $F^M(Q)$ and $\chi^M(k)k^3$ s are shown in figure 4.

T. Arai, M. Sato and N. Umesaki: "Structural change of crystalline and amorphous Ge₂Sb₂Te₅ by reverse Monte Carlo analysis of x-ray diffraction data and extended x-ray absorption fine structure data" J. Phys.: Condens. Matter 19 (2007) 335213 (11pp).

Short- vs. long-range correlations: molecular solids

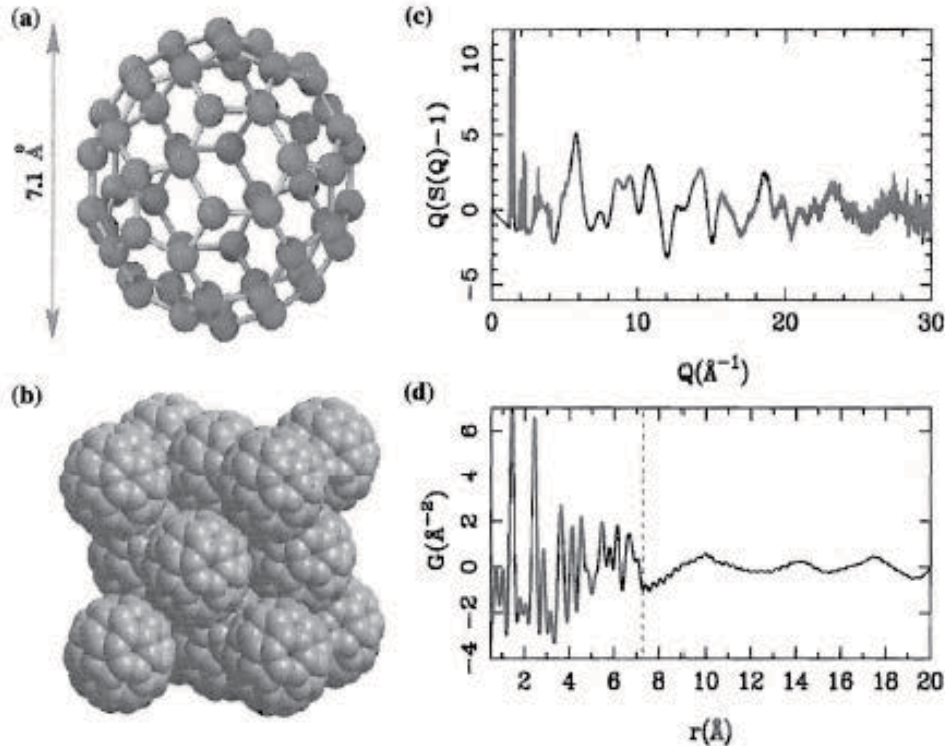


Figure 1.4. (a) The structure of a single C₆₀ molecule. (b) The f.c.c. arrangement of C₆₀ balls in solid C₆₀. (c) Room temperature neutron powder diffraction data from a sample of solid C₆₀ at room temperature. Note the pronounced diffuse scattering. The Bragg peaks from the f.c.c. arrangement of the balls are evident at very low Q . (d) Fourier transform of the data in (c) showing the PDF, $G(r)$, of solid C₆₀. The sharp features at low- r are the intra-ball C-C correlations. Above 7.1 Å only inter-ball correlations are present which are very weak because the balls are spinning.

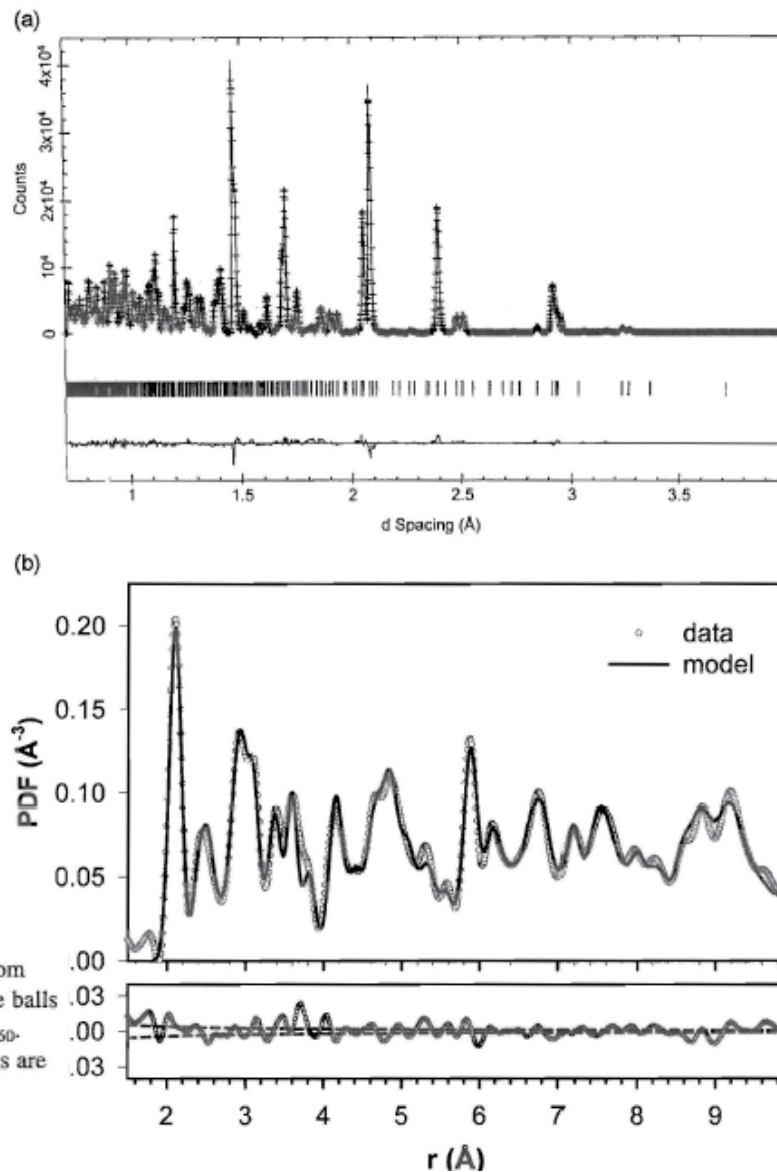


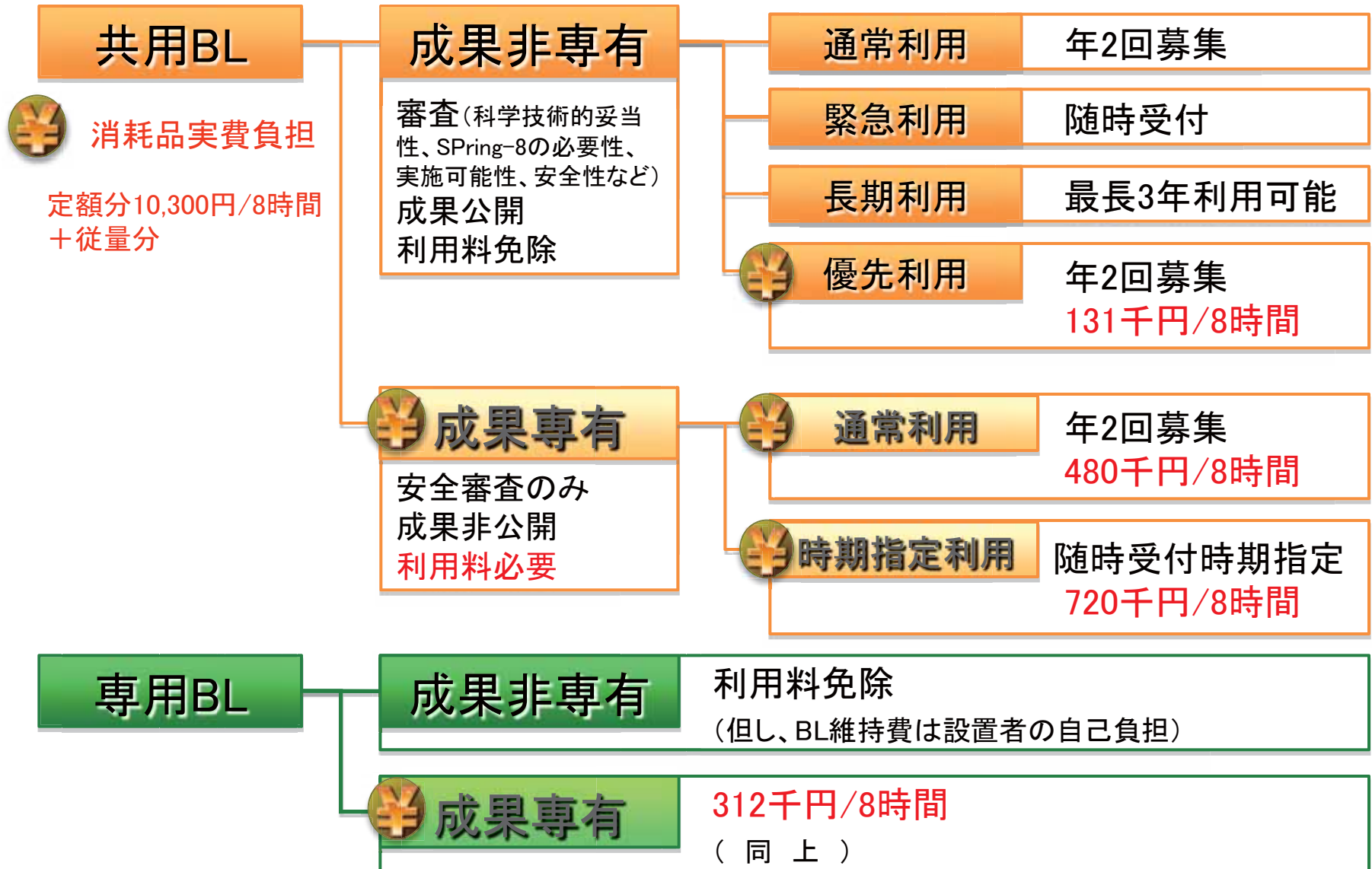
Figure 6.5. Fits of structural models of PbZrO₃ to neutron powder diffraction data taken at SEPD at $T = 10 \text{ K}$ model. (a) Rietveld refinement carried out in Q -space. (b) Real-space fit to the PDF from the same data (Teslic and Egami, 1998).

- 産業利用Ⅱ BL19B2ビームライン
 - ▶ 多軸回折計
 - ▶ 粉末X線回折計(大型デバイシェラーカメラ)
- 産業利用Ⅲ BL46XUビームライン
 - ▶ 多軸回折計
- ☑ 重点産業利用課題(年4回公募、2011B第2期募集予定)

- 粉末構造解析BL02B2ビームライン
- 高エネルギーX線回折BL04B2ビームライン
 - ☑ 一般研究課題(年2回公募)

- 兵庫県 BL08B2ビームライン
 - ☑ 事前相談の上、随時受け付け

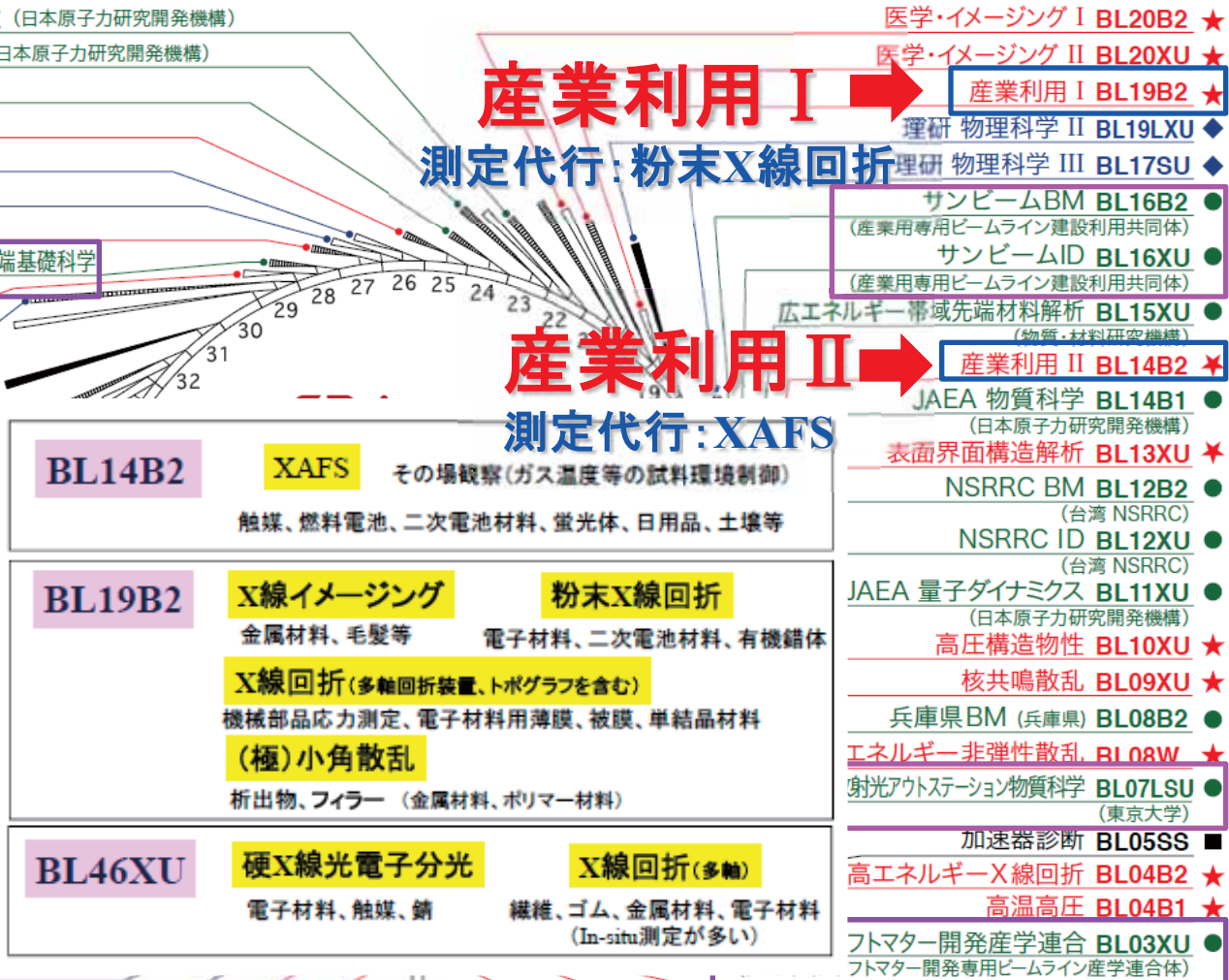
共用BL及び専用BLの利用制度(概要)



SPring-8 ビームラインマップ

2010.5.17 現在

- BL22XU JAEA 量子構造物性 (日本原子力研究開発機構)
- BL23SU JAEA 重元素科学 (日本原子力研究開発機構)
- BL24XU 兵庫県ID (兵庫県)
- ★ BL25SU 軟X線固体分光
- ◆ BL26B1 理研 構造ゲノム I
- ◆ BL26B2 理研 構造ゲノム II
- ★ BL27SU 軟X線光化学
- BL28XU 京都大学革新型蓄電池先端基礎科学 (京都大学)
- ★ BL28B2 白色X線回折
- ◆ BL29XU 理研 物理科学 I
- ◆ BL32XU 理研ターゲットタンパク
- BL32B2 創薬産業 (蛋白質構造解析コンソーシアム)
- BL33XU 豊田 (豊田中央研究所)
- BL33LEP レーザー電子光 (大阪大学核物理研究センター)
- ★ BL35XU 高分解能非弾性散
- ★ BL37XU 分光分析
- ★ BL38B1 構造生物学 III
- BL38B2 加速器診断
- ★ BL39XU 磁性材料
- ★ BL40XU 高フラックス
- ★ BL40B2 構造生物学 II
- ★ BL41XU 構造生物学 I
- ★ BL43IR 赤外物性
- ◇ BL43LXU 理研 量子ナノダイブ
- BL44XU 生体超分子複合体 (大阪大学蛋白質研究所)
- ◆ BL44B2 理研 物質科学
- ◆ BL45XU 理研 構造生物学 I
- ★ BL46XU 産業利用 III
- ★ BL47XU 光電子分光・マイクロCT



産業利用 I

測定代行: 粉末X線回折

産業利用 II

測定代行: XAFS

BL14B2	XAFS	その場観察(ガス温度等の試料環境制御) 触媒、燃料電池、二次電池材料、蛍光体、日用品、土壌等
BL19B2	X線イメージング	金属材料、毛髪等
	粉末X線回折	電子材料、二次電池材料、有機錯体
	X線回折(多軸回折装置、トポグラフを含む)	機械部品応力測定、電子材料用薄膜、被膜、単結晶材料
	(極)小角散乱	析出物、フィラー (金属材料、ポリマー材料)
BL46XU	硬X線光電子分光	電子材料、触媒、錆
	X線回折(多軸)	繊維、ゴム、金属材料、電子材料 (In-situ測定が多い)

産業利用 III

区分	B L 数				合計
	共用	専用	理研	加速器診断	
稼動中	26	17	8	2	53
調整・建設中	0	1	1	0	2
合計	26	18	9	2	55

利用制度の具体化

◆ 産業利用に向けた**制度**の構築

⇒ 適時, 計画性, 継続性, 即時性を満たす**柔軟な利用形態**へ



◆ 具体的内容 ← **「重点産業利用課題」**

➤ **年4回公募** … 2007B期から運用開始 (07年9月 第2期募集, 12月BT配分)

⇒ 3本の産業利用ビームラインに適用

➤ **通年課題** … 2007B期の第2期公募から

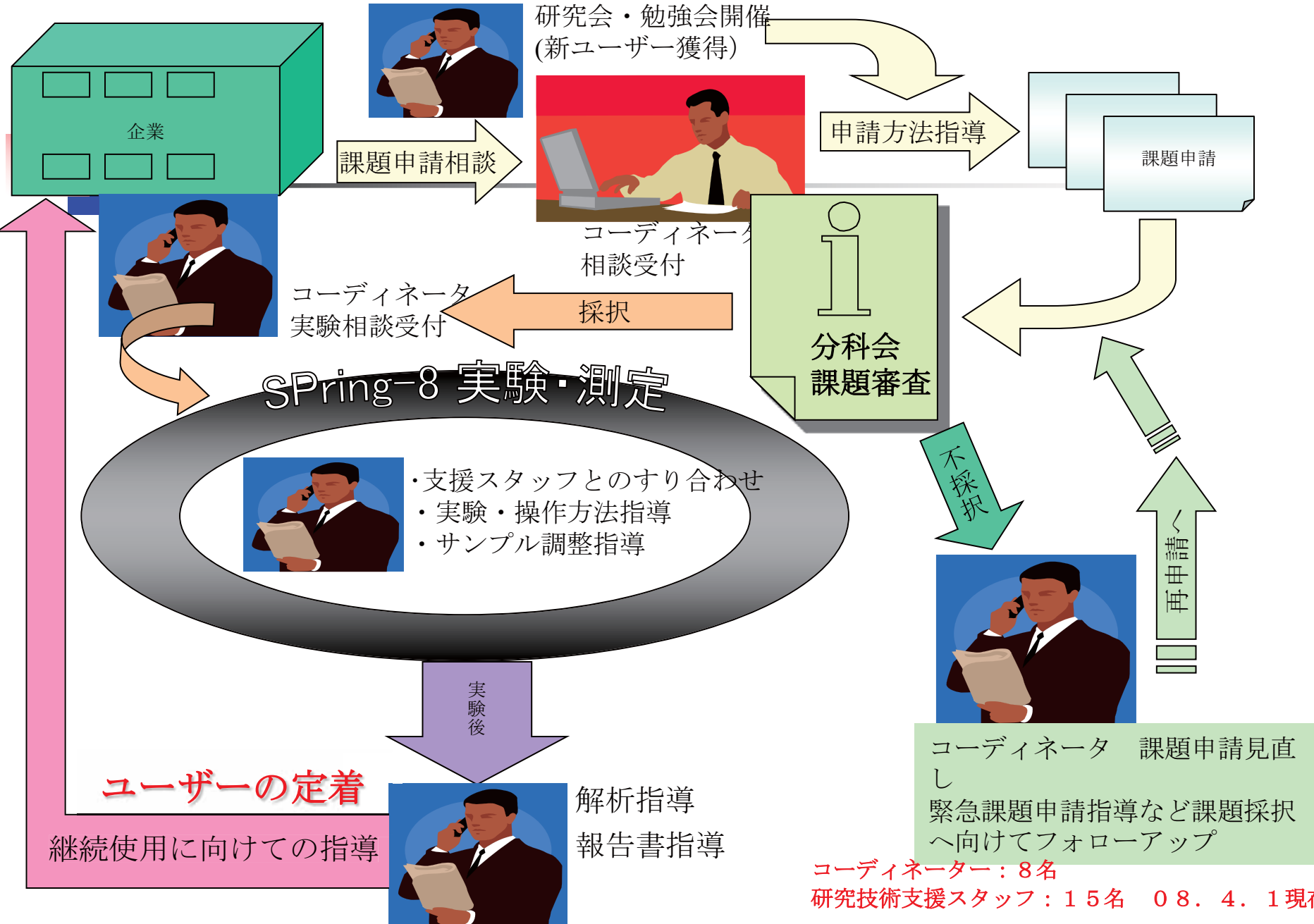
➤ **成果公開延期** … 最大2年間の報告書公開を延期

⇒ 延期終了時点での報告で明確化

➤ **測定代行** … 2007B期の第2期公募時期に合わせて開始

⇒ 手法: XAFS (産業利用 II ビームラインBL14B2) **本格実施中**

粉末X線回折 (産業利用 I ビームラインBL19B2) **本格実施中**



コーディネーター：8名
 研究技術支援スタッフ：15名 08. 4. 1現在

重点グリーン/ライフ・イノベーション推進課題

SPring-8は、2011年度下期より重点領域として「重点グリーン/ライフ・イノベーション推進課題」の公募を以下により開始しました。

公募分野

■グリーン・イノベーション：低炭素・自然共生社会実現のためのグリーン・イノベーションにおいて、主要推進項目として挙げられている成果が見込まれる課題とキーワード

	課 題	キ ー ワ ー ド
1	再生可能エネルギーへの転換	太陽光発電、バイオマス技術、炭素循環、非食用植物資源
2	エネルギー供給の低炭素化	水素製造・輸送・貯蔵、燃料電池、畜電池、キャパシタ、超伝導輸送、CO ₂ 固定
3	エネルギー利用の効率化・スマート化	先端電子機器（演算素子、メモリ、記録材料、パワー半導体、有機デバイス、発光素子）、新材料（カーボン材料、ガラス材料、セメント材料、ポリマー）、新プロセス（インクジェット・印刷、低温プロセス）、資源再生技術、レアメタル代替材料、触媒（高効率化学合成触媒、グリーン触媒、光触媒）、省エネルギー回収技術（資源、廃棄物、環境浄化）
4	計測キーワード	実材料・実デバイス測定、その場観察

■ライフ・イノベーション：国民が豊かさを実感できる社会実現のためのライフ・イノベーションにおいて、主要推進項目として挙げられている成果が見込まれる課題とキーワード

	課 題	キ ー ワ ー ド
1	疾患解明と予防医学の推進	がん・認知症・生活習慣病
2	革新的診断・治療法の開発	早期診断技術・根本治療薬・創薬 (Drug design, screening, DDS)、MRI造影剤、再生医療・iPS細胞・幹細胞、高生体親和性バイオマテリアル、アクチュエータ、生体モニタリング、マイクロビームX線治療

注：課題、キーワードは例であって、これに限りません。

実施ビームライン

■実施ビームライン：

BL01B1、BL02B1、BL02B2、BL04B2、BL08W、BL10XU、BL13XU、
 BL17SU、BL20XU、BL20B2、BL25SU、BL27SU、BL28B2、BL37XU、
 BL38B1、BL39XU、BL40XU、BL40B2、BL41XU、BL43IR、BL47XU

これらのビームライン合計で、共用ビームラインが供出する全ユーザータイムの5%に相当するシフトを供給する予定です。

課題公募

■次回の課題公募（2012A期）は、10月を予定しています。課題公募詳細は、公募時期が確定次第SPRING-8のWEBに掲載されますので、ご確認ください。 <http://www.spring8.or.jp/>

■重点グリーン/ライフ・イノベーション推進課題で不採択となった場合は、自動的に一般課題として改めて審査されます。

利用に関する相談窓口

(財) 高輝度光科学研究センター
 利用研究促進部門 藤原明比古
 TEL：0791-58-2750
 e-mail：fujiwara@spring8.or.jp

課題応募に関する相談窓口

(財) 高輝度光科学研究センター
 利用業務部
 TEL：0791-58-0961 FAX：0791-58-0965
 e-mail：sp8jasri@spring8.or.jp



An aerial photograph of a large stadium complex, likely a sports arena, surrounded by various campus buildings and green spaces. The stadium is a large, circular structure with a white roof and a green field in the center. The surrounding area includes several multi-story buildings, parking lots, and landscaped grounds. The background shows a dense forest and a winding road.

ご清聴ありがとうございます。

質問や相談がございましたら、気軽にご相談して下さい。