

# 赤外放射光の現況と UVSOR赤外ビームライン再構築

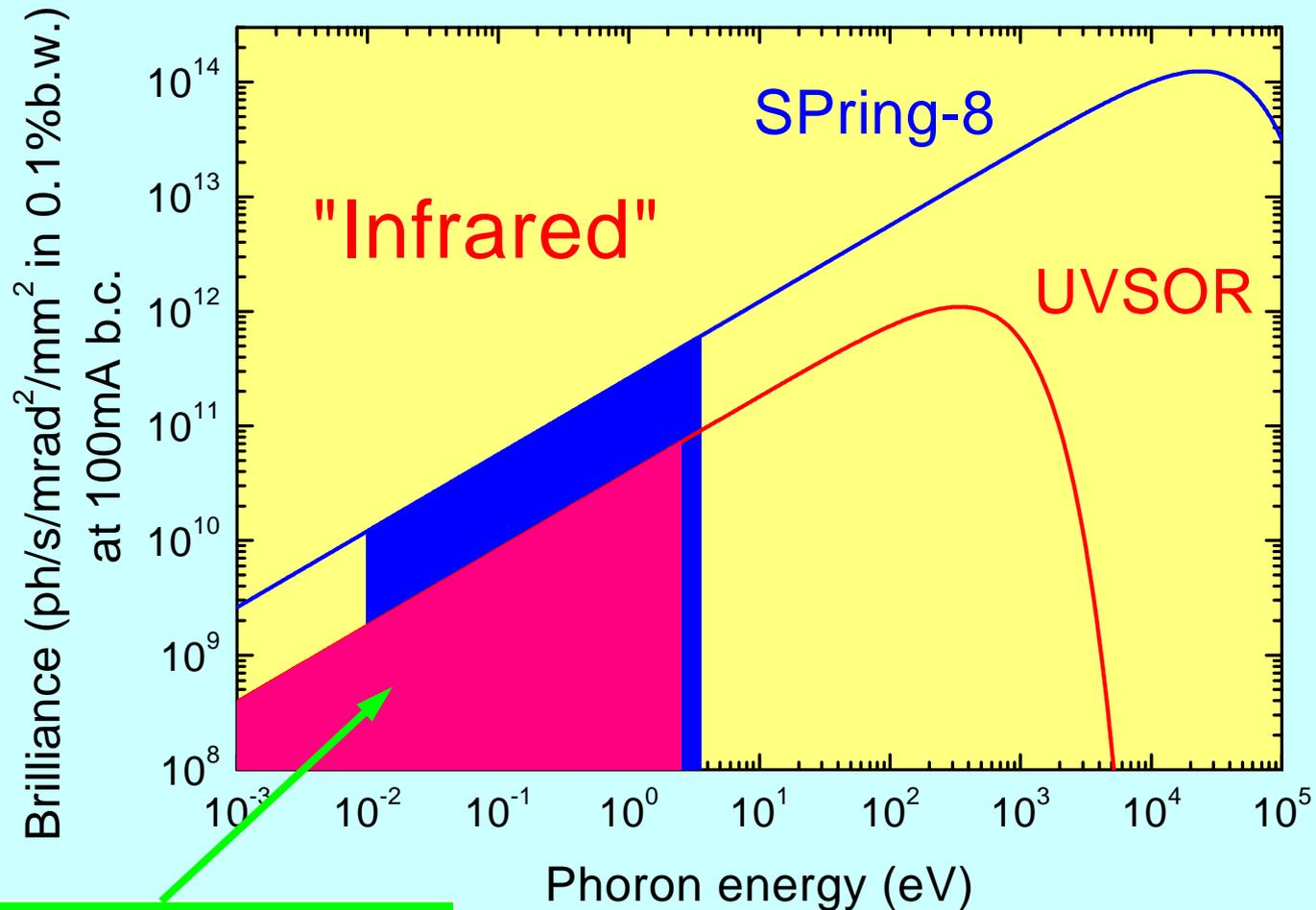
分子科学研究所 UVSOR施設

木村真一

# 内容

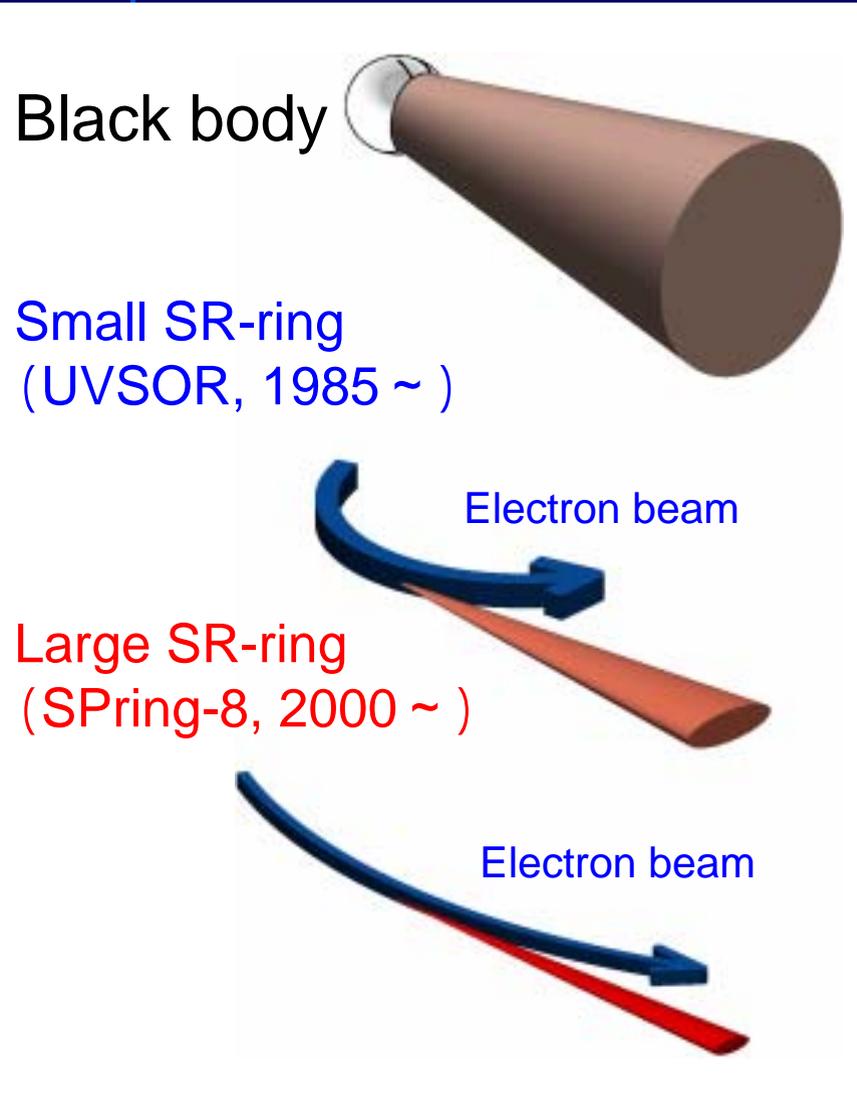
- 赤外放射光のおさらい
  - シンクロトロン放射光の中の赤外
  - 赤外放射光の特徴
  - 世界的な現状
- UVSORのアップグレード
  - 光源加速器
  - 赤外ビームライン

# 赤外放射光?

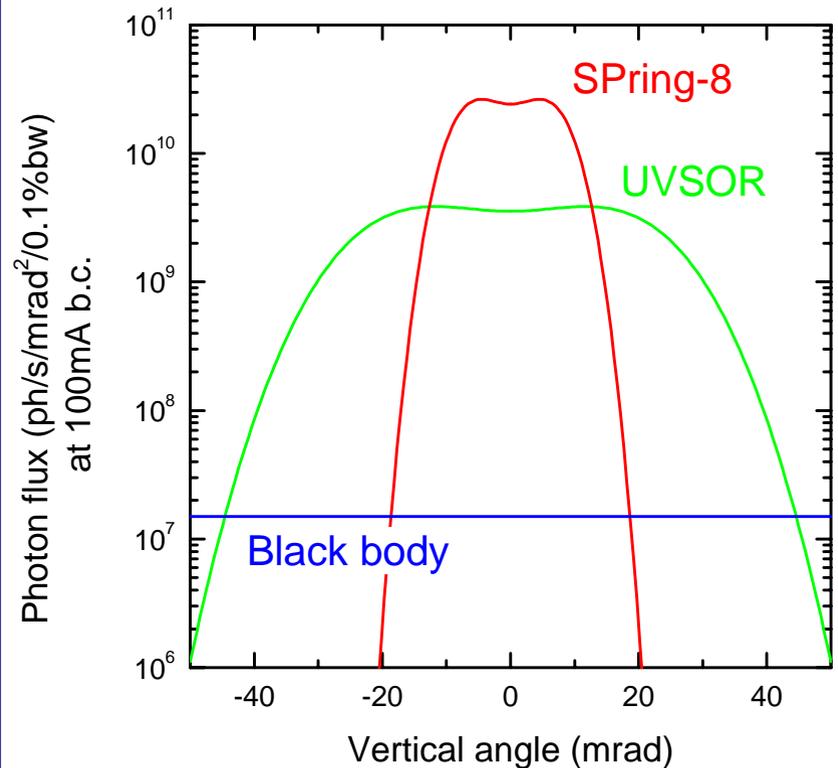


IR is a tail of SR

# 赤外放射光の特徴



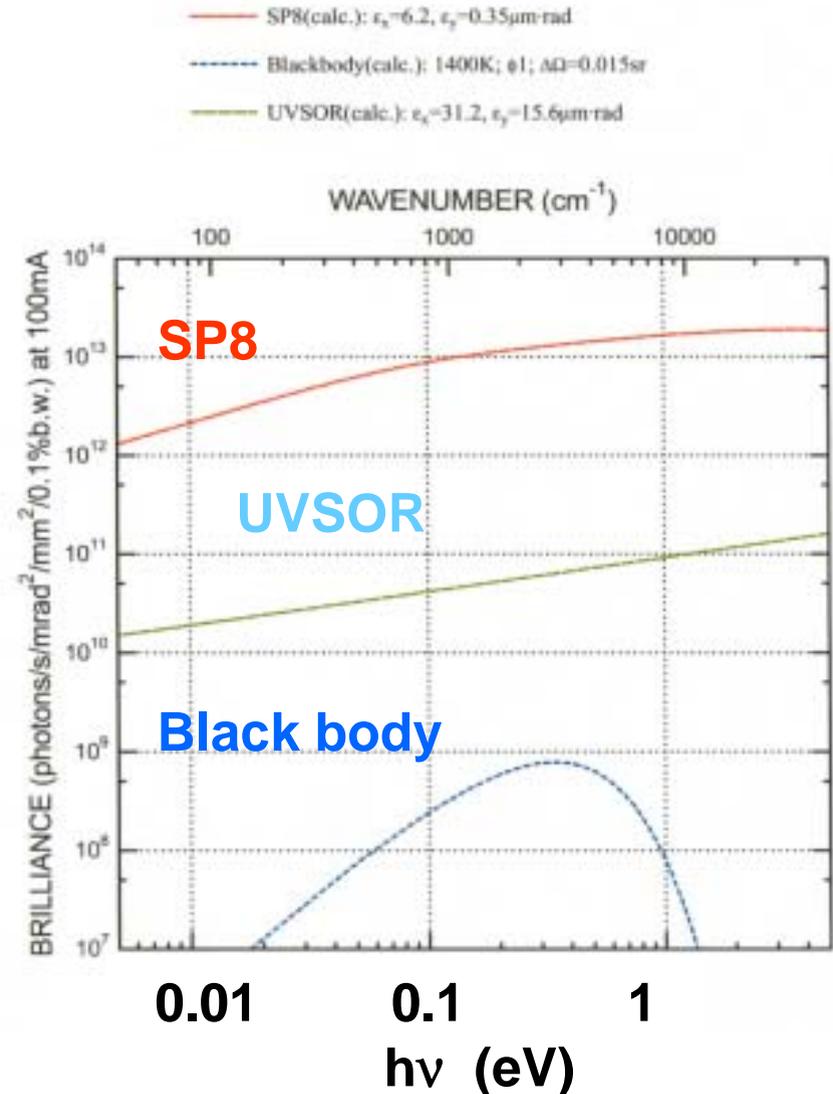
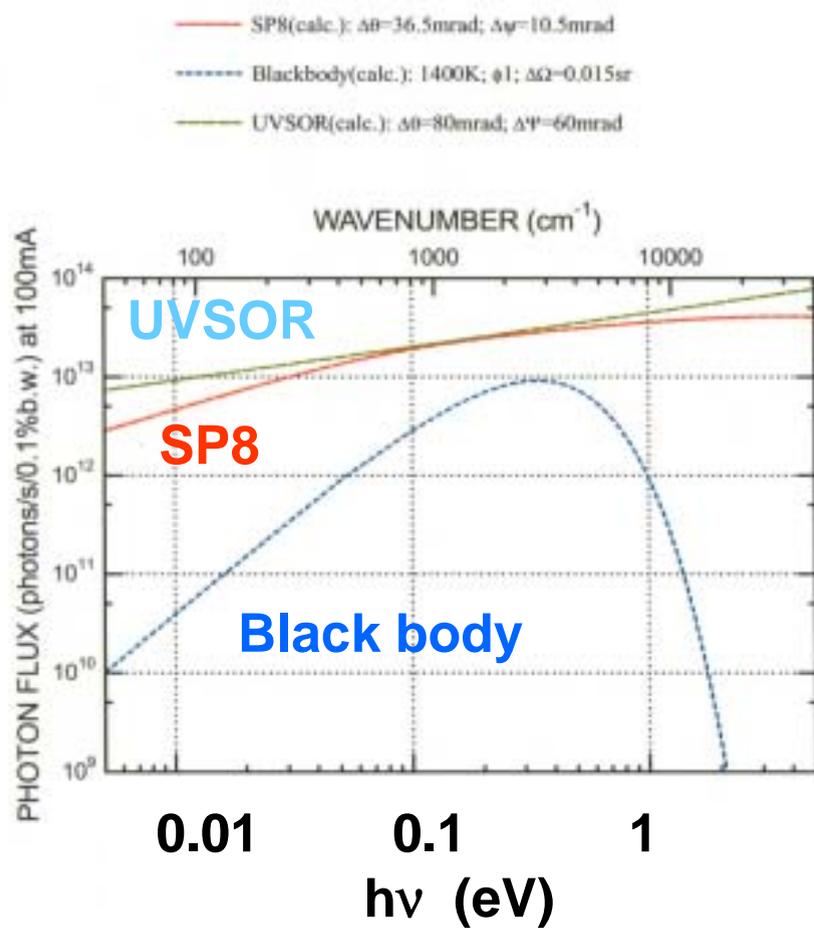
黒体光源と放射光の縦方向の  
発散角の比較 ( $h\nu = 10\text{meV}$ )



# 放射光と黒体光源との比較

光子数

輝度



[Calculated by T. Takahashi@Kyoto-U.]

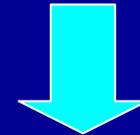
# 赤外)放射光の利点と欠点

## 利点

- 高輝度である。  
顕微分光
- 偏光性がいい。  
円/直線偏光二色性
- パルス光である。  
時間分解分光

## 欠点

- 全強度は高くない
- (通常光源ほど)安定ではない。
- 高価である。



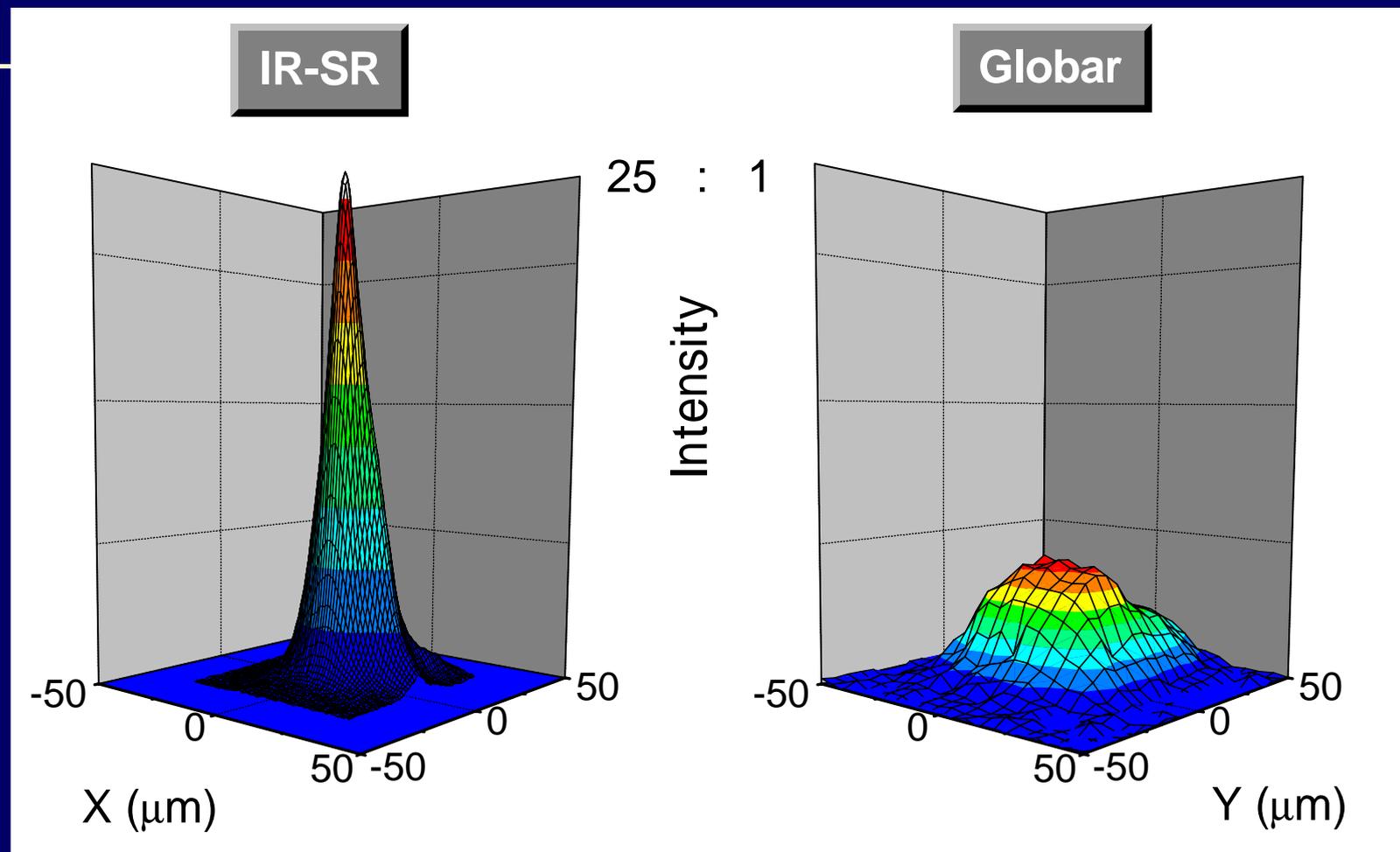
普通の分光には適さない。

赤外放射光は、VUV、X領域の第三世代的な使い方をすべき。

# SRと通常光源での赤外顕微鏡の集光の違い

## IR spectromicroscopy station of BL43IR at SPring-8

(measured by Matsunami@Kobe-U. et al.)



**SRのピーク強度は、通常光源の約100倍！**

# SR-IR facility in the world

Japan UVSOR 6A1 **FIR, multipurpose, high pressure (solid state physics)**  
 MIR, multipurpose, IRMCD (solid state physics)  
 SPring-8 43IR **MIR&FIR, microscopy under extreme conditions**  
**surface science, multipurpose, pump-probe**

USA NSLS U2A MIR, microscopy under high pressure (geology)  
 U2B MIR, microscopy for biology  
**U4IR FIR&MIR, surface science**  
 U10A MIR, multipurpose (solid state physics)  
 U10B MIR, multipurpose, wide energy range  
**U12IR FIR, pump-probe (solid state physics)**  
 ALS 1.4.2 MIR, multipurpose, surface science  
 1.4.3 MIR, microscopy (biology)  
 SRC 031 MIR, microscopy  
 CAMD MIR, microscopy

France super-ACO SIRLOIN, MIR, multipurpose

UK SRS **13.3 FIR&MIR, microscopy, surface science**

Sweden MAX I **073 FIR&MIR, high resolution (gas)**

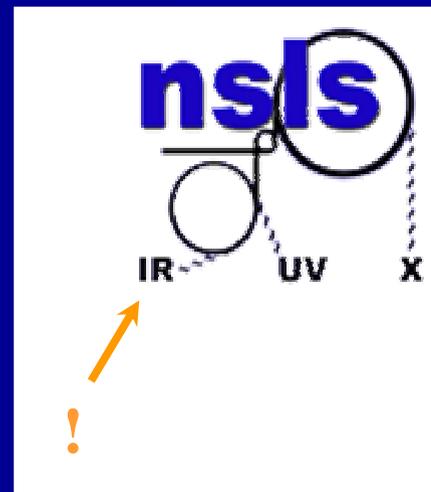
Germany ANKA MIR, microscopy from Edge radiation

BESSY II D-02-1A MIR, microscopy for biology

Italy DAΦNE DIR MIR, microscopy

Taiwan SRRC 14A MIR, microscopy

Switzerland SLS, Korea PLS, Sweden Max III, , ,



**Red means FIR is available.**

White means only MIR is available.

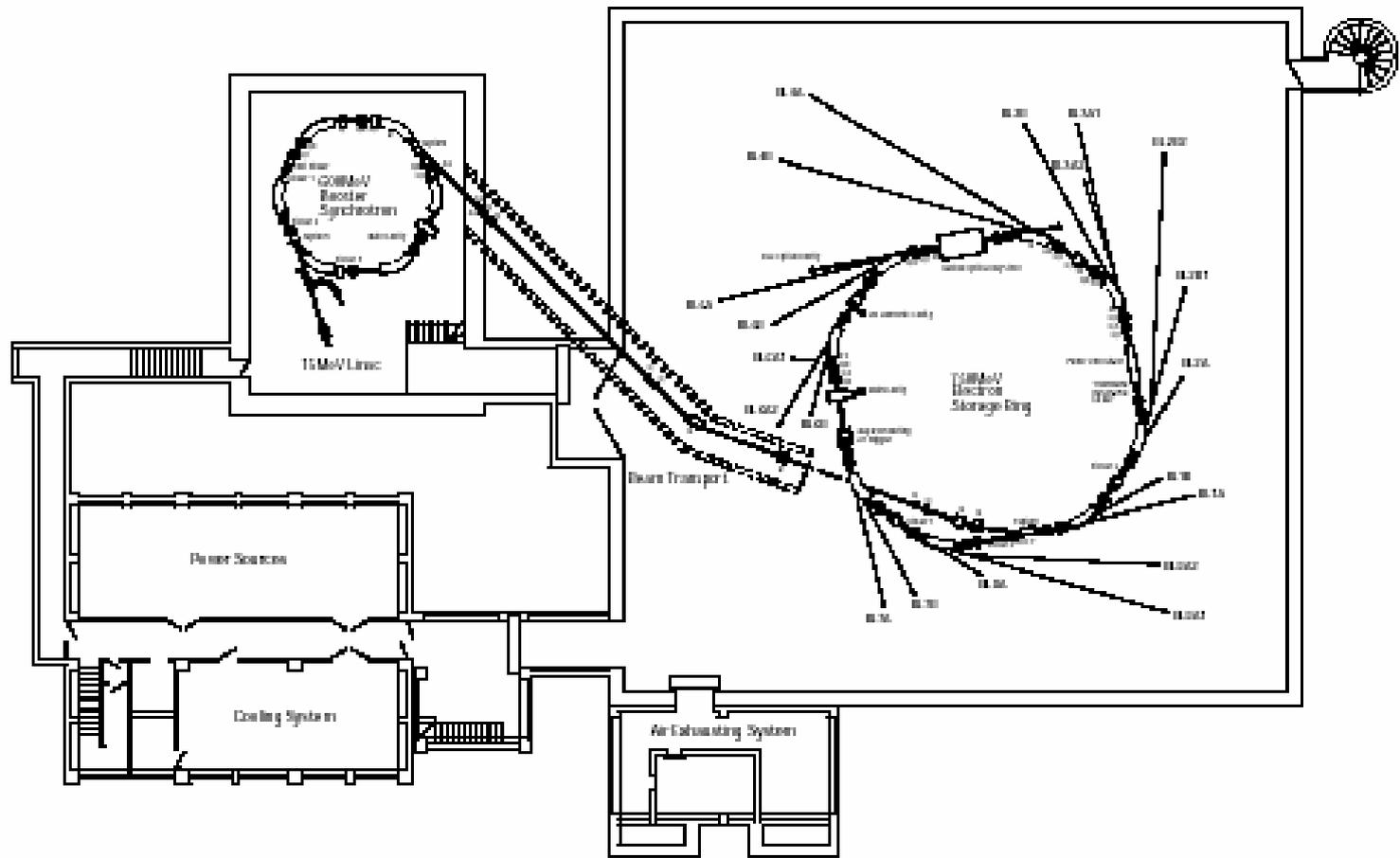
# 内容

- 赤外放射光のおさらい
  - シンクロトロン放射光の中の赤外
  - 赤外放射光の特徴
  - 世界的な現状
- UVSORのアップグレード
  - 現況
  - 光源加速器
  - 赤外ビームライン

# UVSORの現況

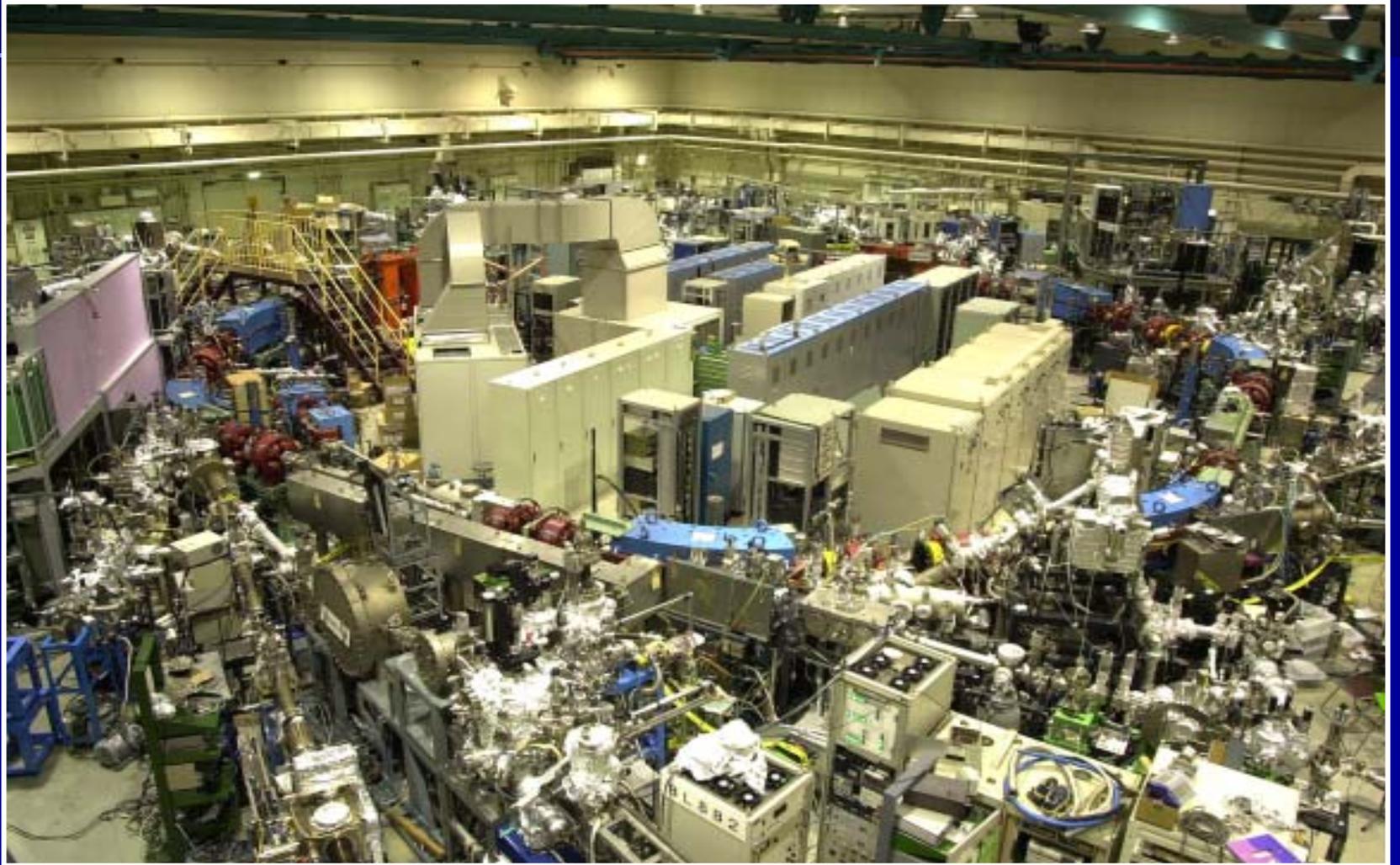
- 加速エネルギー: 0.75GeV, エミッタンス: 165nm-rad
- スタッフ 20名 (P:教授, AP:助教授, A:助手, T:技官)
  - 施設長:P1
  - 光源系:AP1, A2, T2 (+ P1公募予定)
  - 観測系:AP2, A2, T5 (+ A1公募中)
  - 業務委託+技術推進員3, 秘書2
  - 他, 所内研究グループ:4+1 (極端紫外光科学研究系 + 横山G)
- ビームライン: 共同利用11, 所内利用8 (高度化後は9+9)
- ユーザータイム: ~35週/年
- 運転時間: 4日/週. (火-金曜日), 12時間/日 (9:00-21:00)
- 共同利用課題数: ~140件/年

# UVSOR Accelerator complex



**UVSOR Accelerator Complex**

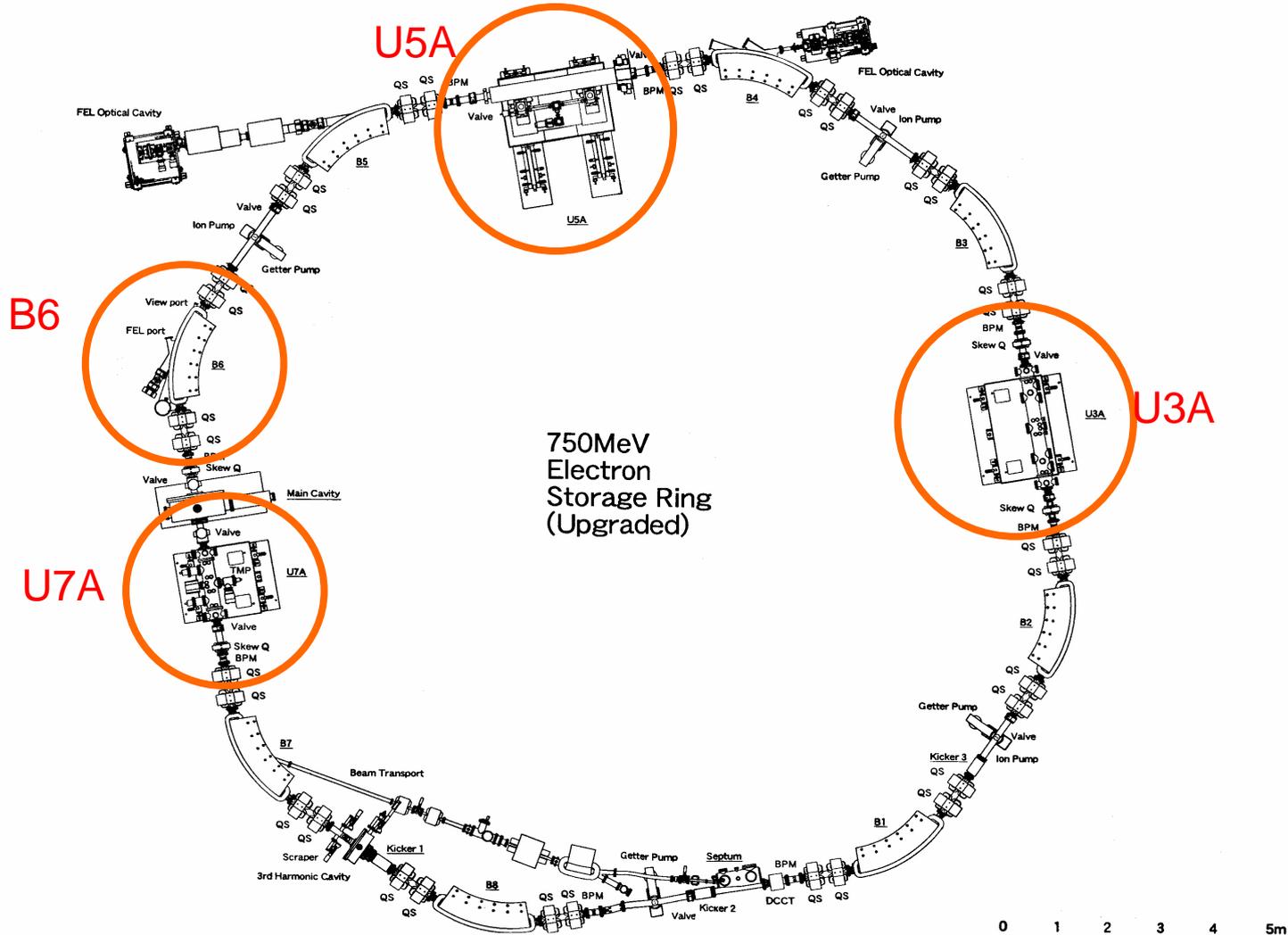
# 現在のUVSOR



# UVSORのアップグレード

- 低エミッタンス化 (165nm-rad → 27.4nm-rad)
- 直線部を最大限に利用  
(3m 3個 + 4m 3個 + 1.5m 3個)
- 高分解能, 顕微分光を重視 (世の中の流れ?)
- 広い分野を均等に, ではなく, ピークを作る研究へ。

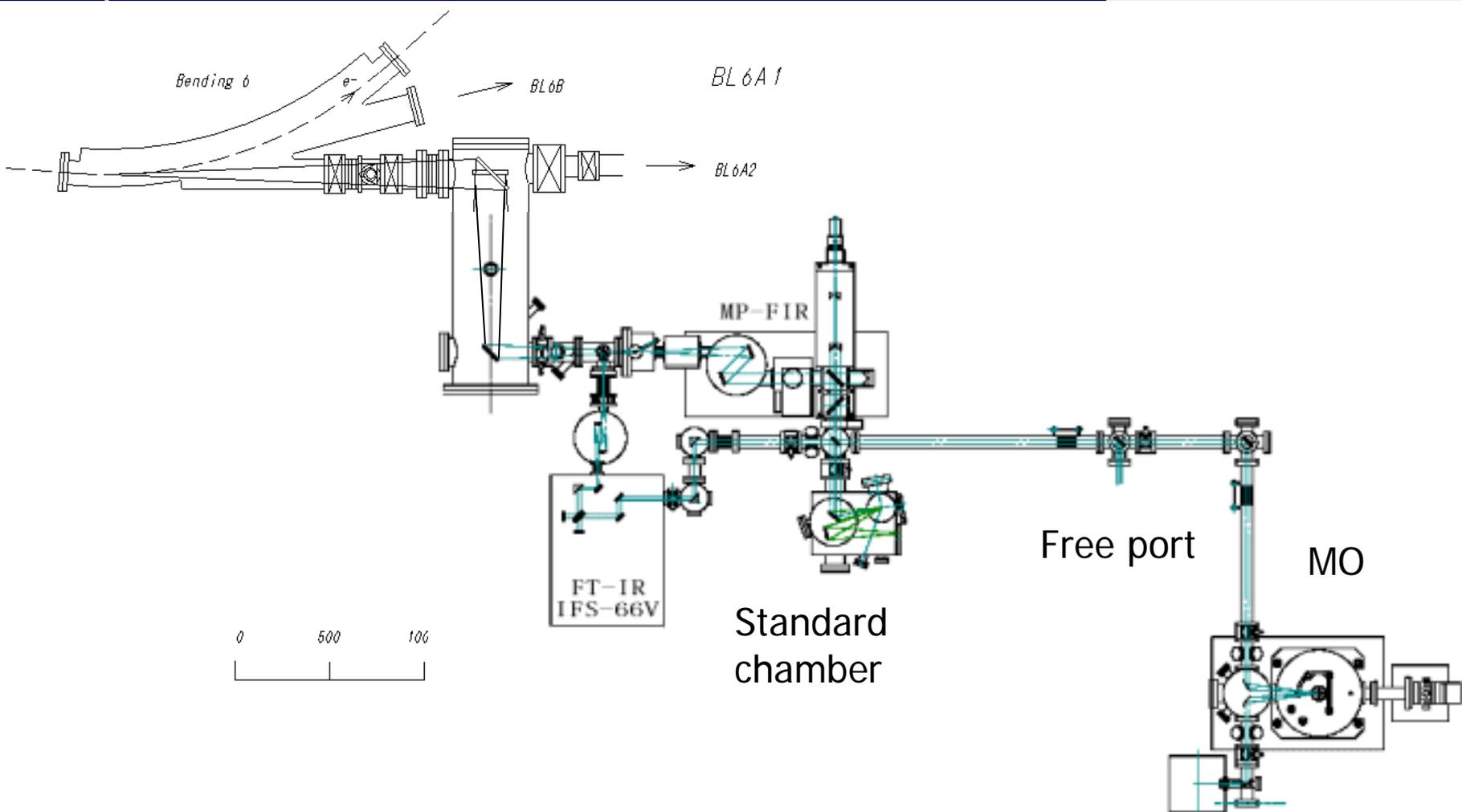
# UVSORアップグレード



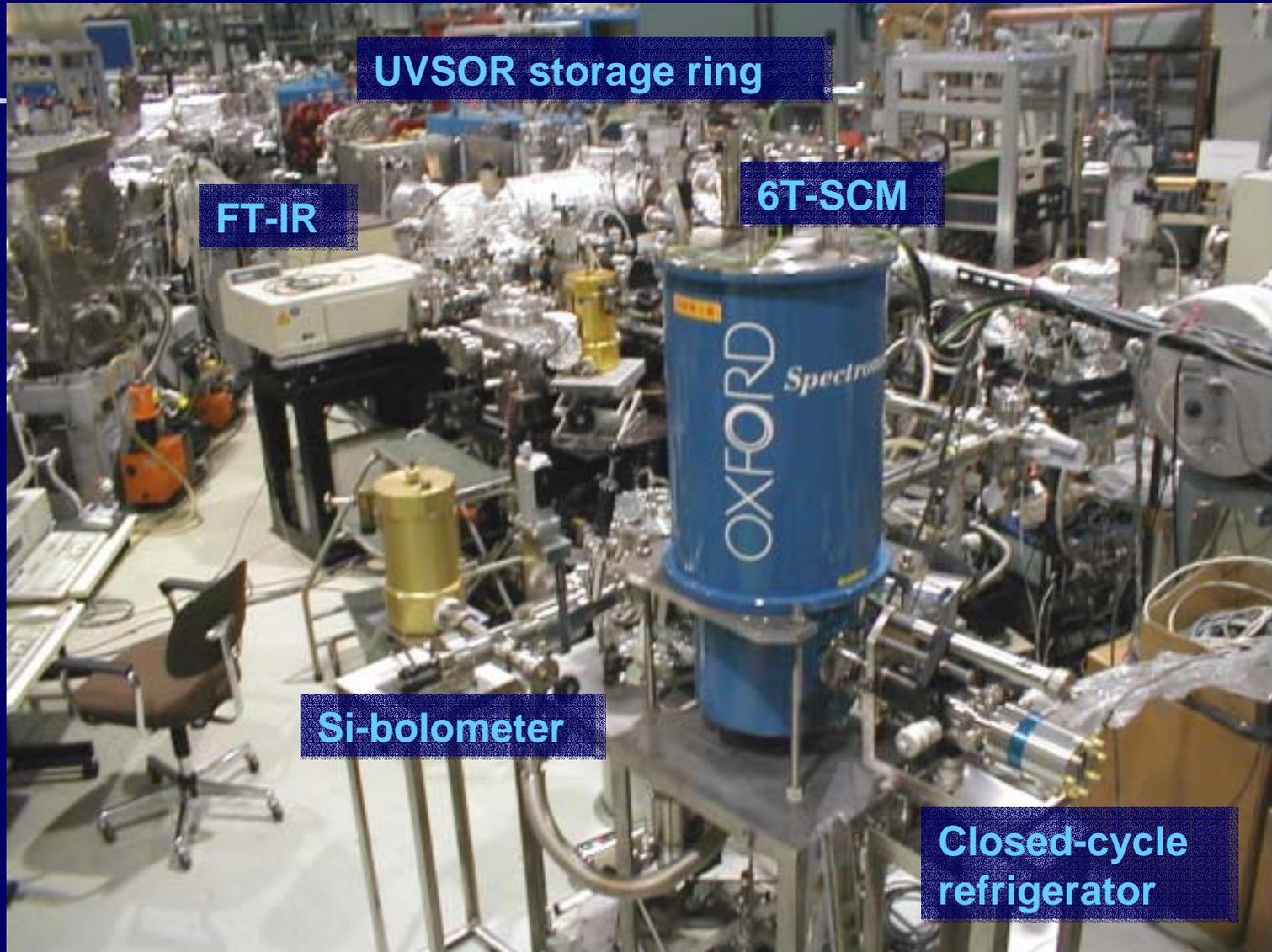
# UVSOR赤外ビームラインBL6A1の現況

- 1985年に遠赤外用として建設(世界初の共同利用BL), その後1995年に可視域まで拡張。
- 現在は, ミリ波から可視領域まで ( $5 \sim 20,000\text{cm}^{-1}$ ) を2つの干渉計 (Martin-Puplett, Michelson) でカバー
- End station: 反射・吸収, 磁気光学, フリーポート
- 2002年度の課題数: 16
  - ミリ波: 3, レーザー同期: 2, 磁気光学: 4, 顕微: 2, 表面: 2
  - 高輝度を使うというよりは, 高強度を使っている。
  - 円偏光も利用。

# UVSOR赤外ビームラインBL6A1の平面図



# UVSOR赤外ビームラインBL6A1の写真



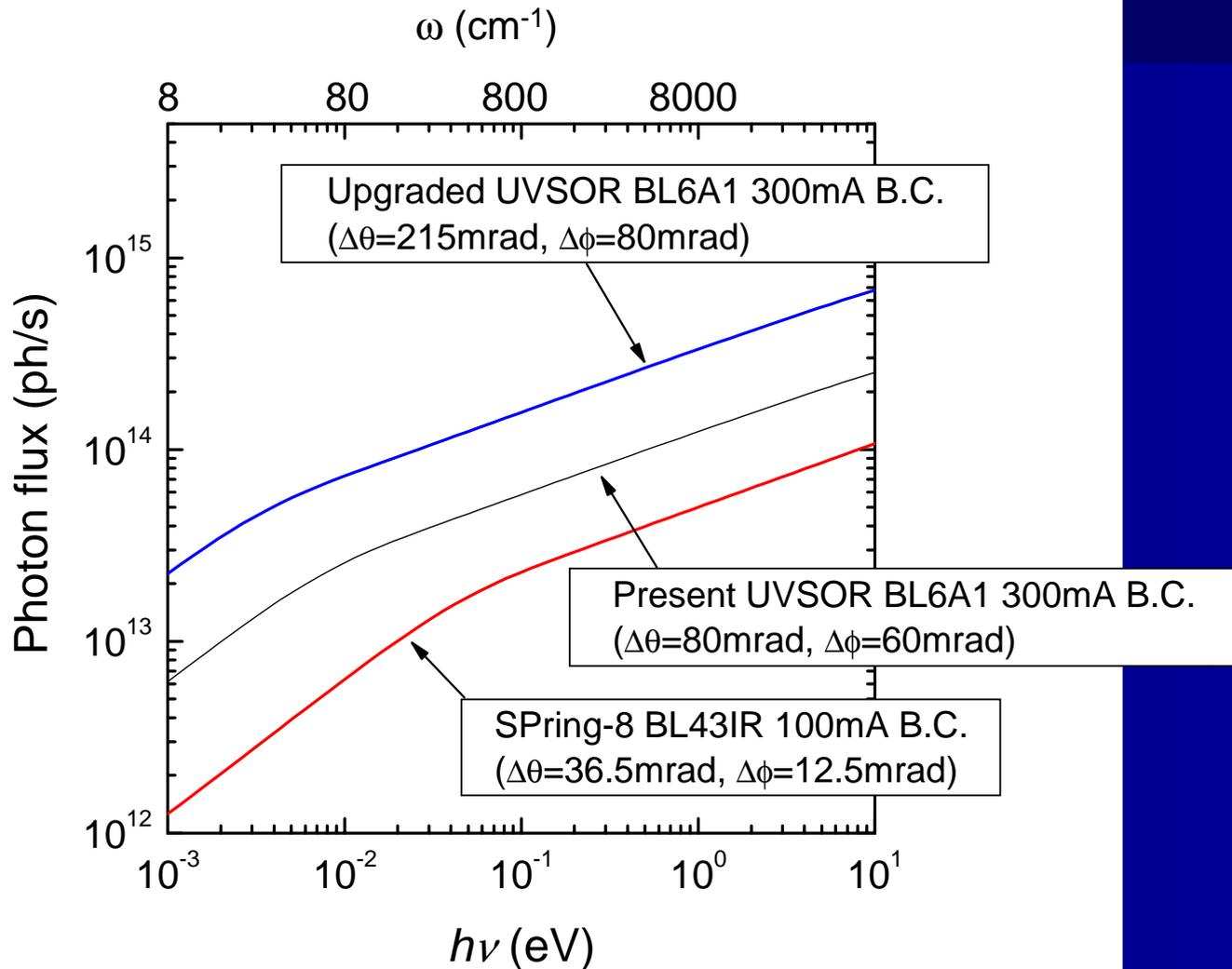
# 赤外ビームラインのアップグレード

UVSOR+神戸大の共同

- 光源加速器の高度化に伴い, 6Aから6Bへ移動。(6Aはアンジュレータラインへ)
- 取り込み角を,  $80(\text{H}) \times 60(\text{V}) \text{ mrad}^2$ から $215(\text{H}) \times 80(\text{V}) \text{ mrad}^2$ へ。(1枚目にマジックミラー/回転楕円鏡の採用)
- 実験スペース確保のため, エンドステーションの位置は, 動かさない。
- 名前を, BL6A1からBL6B(IR)に変更。
- 新規にテラヘルツ～赤外領域の顕微分光を行う予定。(既存の課題は温存)



# 光源の性能



# まとめ

- 赤外放射光の利用は、顕微赤外を中心に世界的に進んでいる。
- UVSORのアップグレードの伴い、赤外BLの再構築が開始される。世界最高強度の赤外BLに。(NSLSの1000mA運転に匹敵)

# 懸案事項と今後の発展

- マジックミラーが未発注。( キヤノンのSR業界からの撤退。外国メーカーに打診)
- ミリ波干渉計の更新(基盤S)
- テラヘルツ顕微鏡の設置(構想中)
- . . .