


# 赤外物性ビームライン BL43IR の現状

## (財)高輝度光科学研究センター

木村洋昭、森脇太郎、池本夕佳、広野等子  
正木満博、大石真也、大熊春夫

## BL43IR建設グループ

難波孝夫、桜井誠、岡村英一 @神戸大  
中川英之、福井一俊@福井大、高橋俊晴@京大、  
木村真一@分子研、篠田圭司@大阪市大、近藤泰洋@東北大



# 赤外光源としてのSPring-8

## ***Storage Ring***

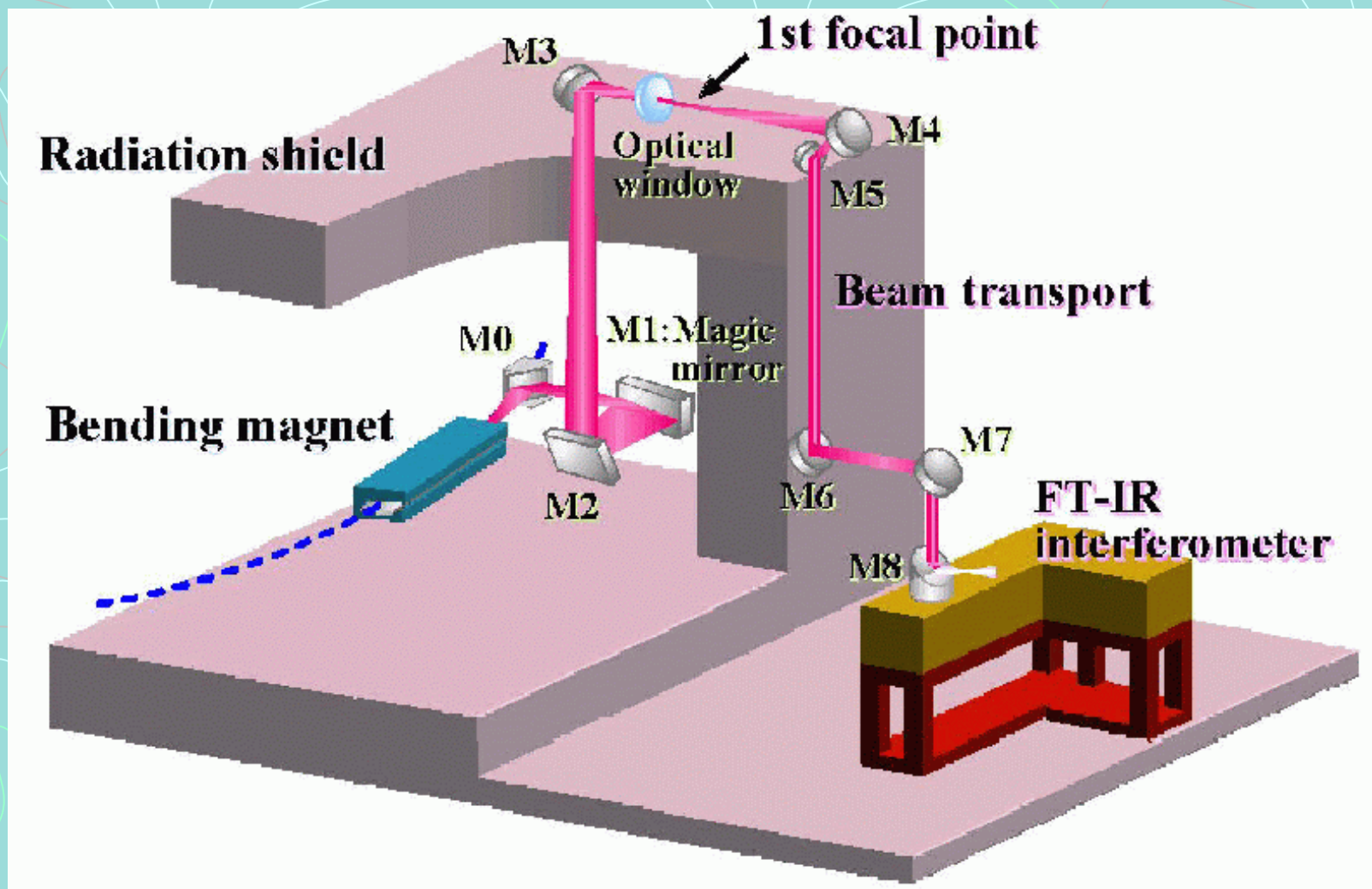
Storage ring energy : 8 GeV  
Stored current : 100 mA  
Bending radius: 39.3 m

## ***Light Source***

Bending magnet : 43B2  
Acceptance angles : (H) 36.5 mrad  
(V) 12.6 mrad  
Emission length : 1.44 m

- i) 明るさは、蓄積電流と横取込角で決まる  
そんなに明るくない
- ii) 角度広がりには偏向電磁石の曲率で決まる  
角度広がりはいささい
- iii) 蓄積リングのエネルギーが大きくてもいいことがない。

# SPring-8 BL43IR Frontend



# Bruker IFS120HR/X

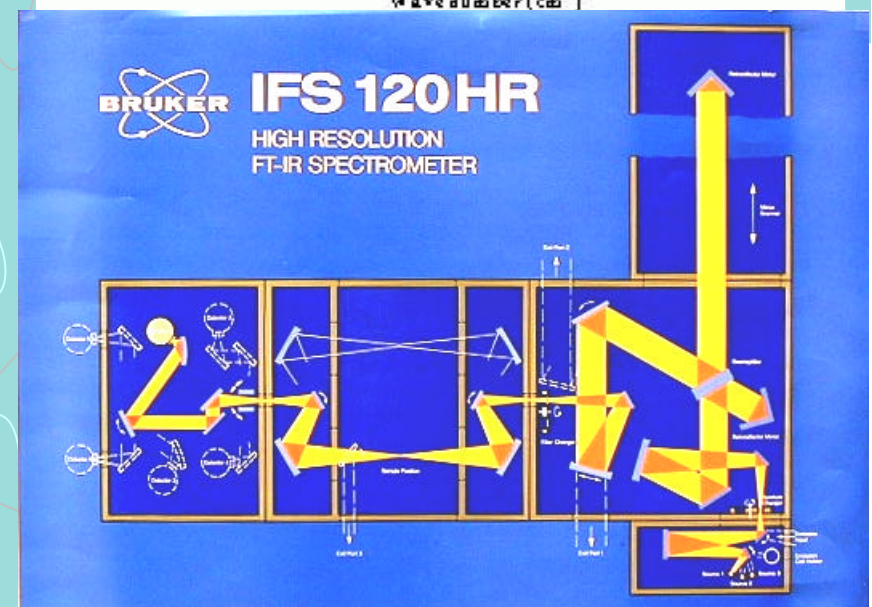
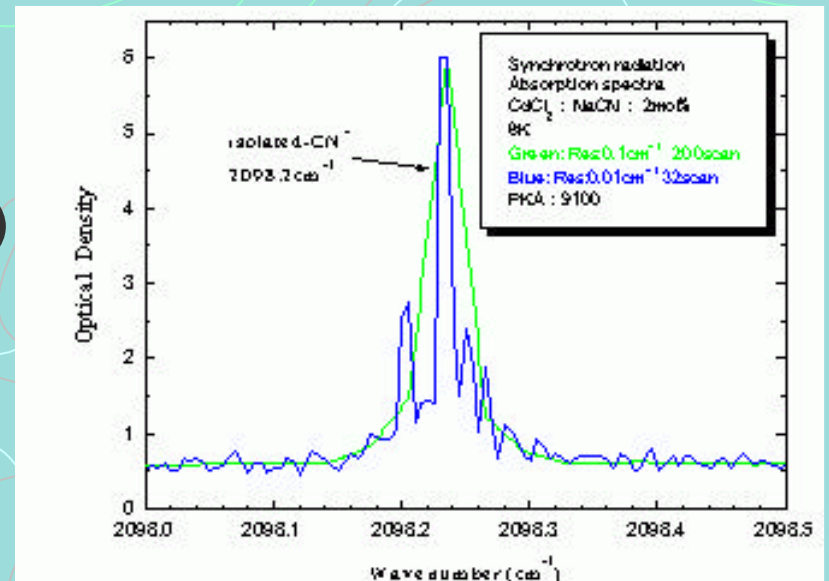
Wavenumber region:

100 ~ 20,000  $\text{cm}^{-1}$  (12.5 meV ~ 2.5 eV)

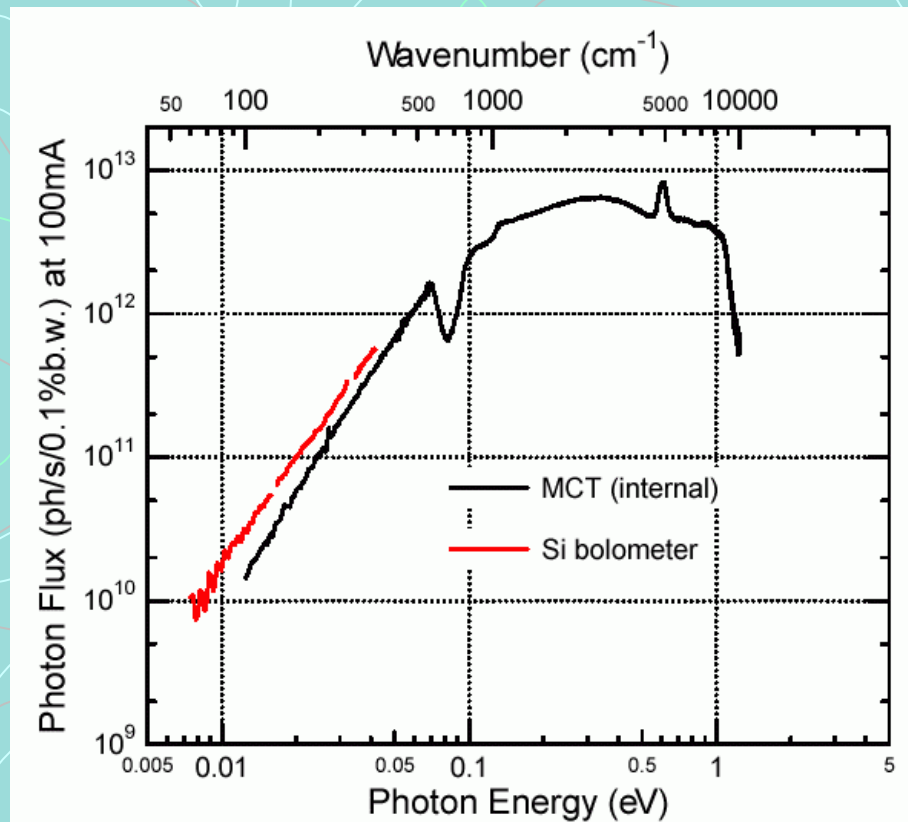
Maximum resolution: 0.0063  $\text{cm}^{-1}$

Beam splitter: Quartz, KBr, Mylar

Detector: Si photodiode, Ge photodiode  
DTGS, MCT



# Photon Flux



FT-IR (IFS1200HR/X) の試料室にて

- 中近赤外
  - ビームサイズ 0.5mm  
(0.8mmの内部光源と等しい明るさ)
- 遠赤外
  - ビームサイズ 1.7mm  
(2.3mmの内部光源と等しい明るさ)

99年12月現在

# Experimental stations of BL43IR



## Magneto-optical imaging Station

Magneto-optical imaging spectroscopy under high magnetic fields (14T)

## Spectromicroscopy Station

Spectromicroscopy of solid and biological materials under extreme conditions

## Surface science Station

Spectroscopy of adsorbed materials on surfaces

## Absorption & reflection spectroscopy station

Multipurpose spectroscopy (two color experiment) with synchronized laser "TSUNAMI"

## 磁気光学St.の目的

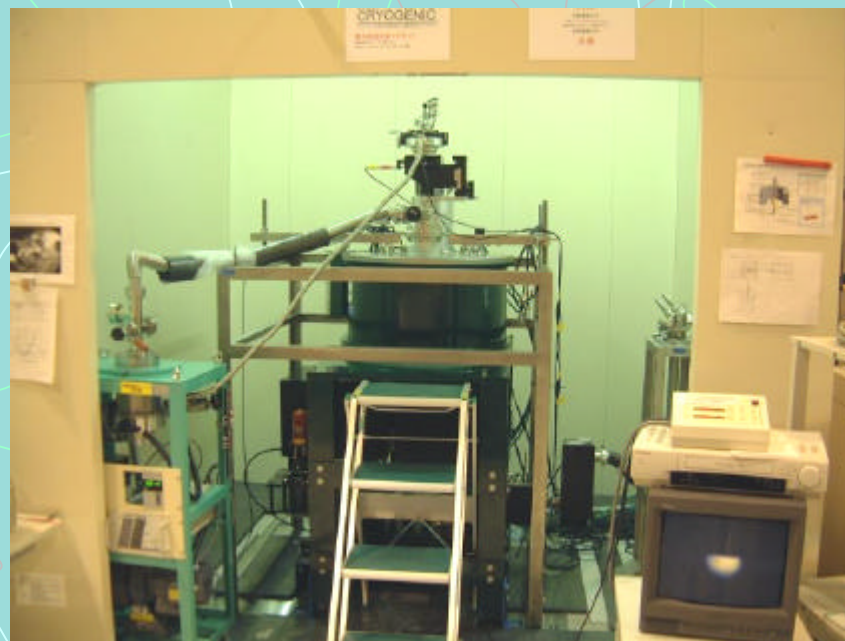


### 目的：

微小試料 (0.1mm以下) の赤外磁気光学分光。

磁区などの微小領域の赤外磁気光学分光。

多重極限環境 (高磁場&高圧&低温) 下での赤外分光。



# 赤外磁気光学イメージング分光装置 (概念図)

液体ヘリウムフロー型  
クライオスタット

(自動マニピュレータ付)

超伝導マグネット

試料

シュバルツシルト光学系  
(顕微鏡部分)

検出器へ

高輝度赤外  
放射光

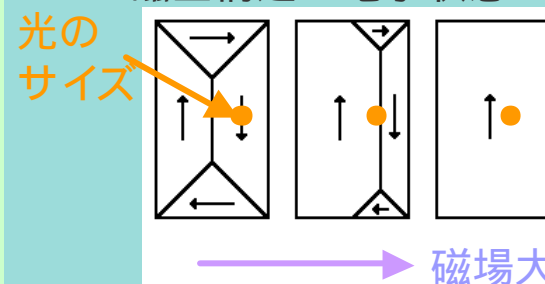
ビームスプリッタ

CCDカメラ

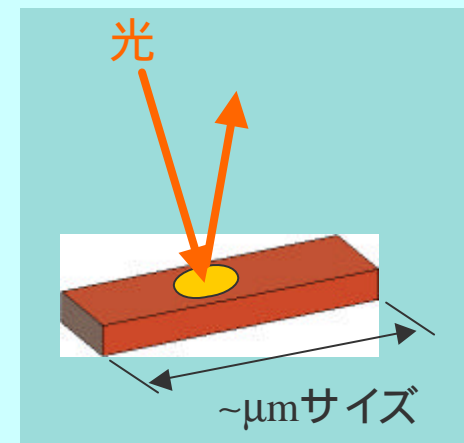
(可視モニター用)

## 微小領域の分光研究

磁区構造の電子状態？



## 微小試料の分光研究





## 赤外磁気光学イメージング分光装置の現在の性能

エネルギー範囲：**86meV~2eV** (BaF<sub>2</sub>窓で制限されている)

Tコーン窓で**40meV (遠赤外！)**まで拡張予定。

最低温度：**~4.0K** (減圧フローによる)

最大磁場：**14T** (無冷媒マグネットの限界)

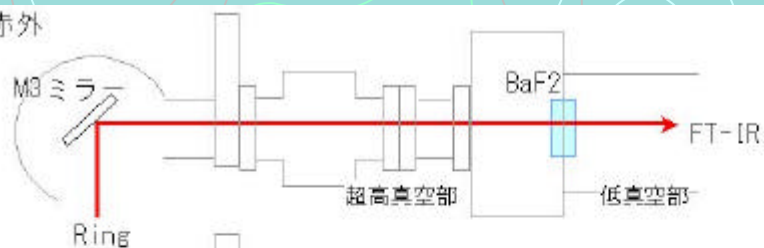
空間分解能：**15 $\mu$ m** (第2焦点位置のピンホールなし)

**10 $\mu$ m** (第2焦点位置に200 $\mu$ mのピンホールを入れる)

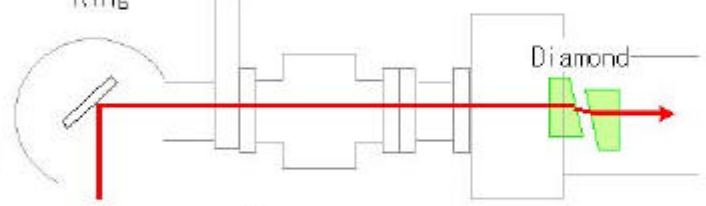
**磁場や温度や試料位置を変えてスペクトルを自動測定**  
する事が可能。

# M3ミラー部の改造

可視～中間赤外

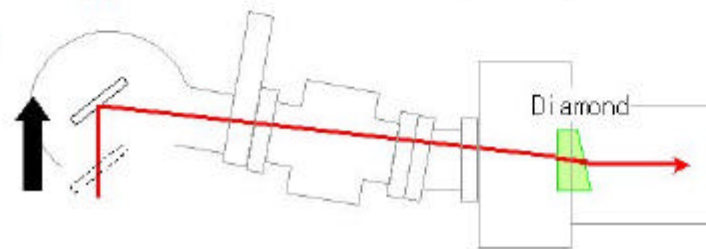


遠赤外線  
(改造前)



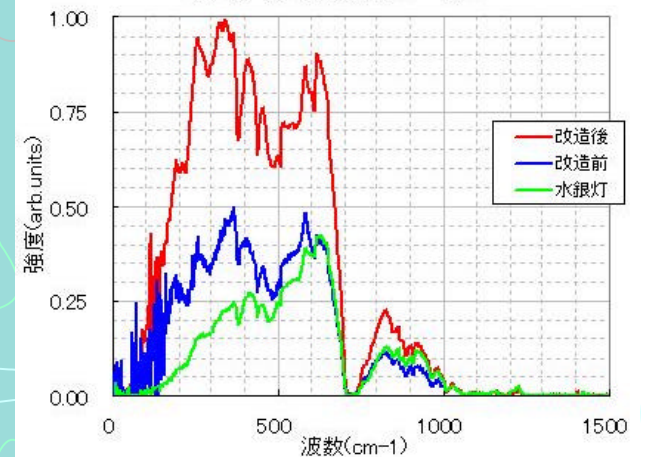
FIR用真空窓(Diamond)は干渉を避けるためにWedge状で、可視～MIR用(BaF<sub>2</sub>)と光路を同じにするために窓が二枚必要

(改造後)

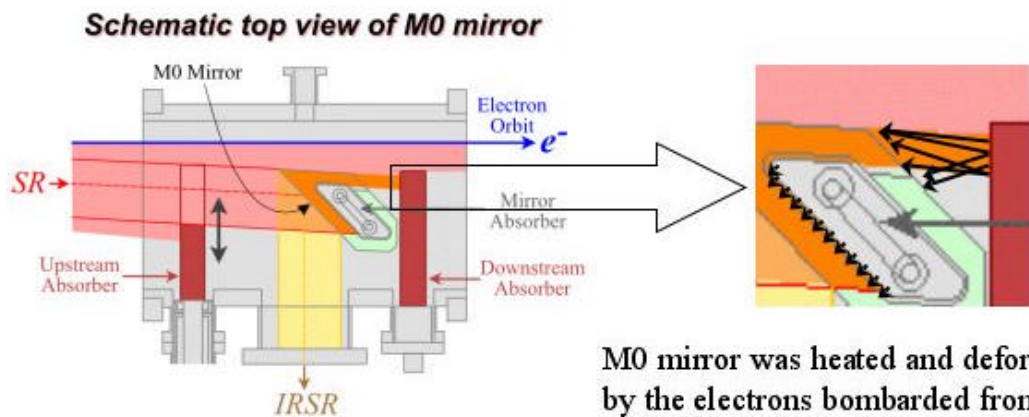


光学窓直前のミラー(M3)に上下駆動機構を取り付け、入射角を変えることで屈折を補正

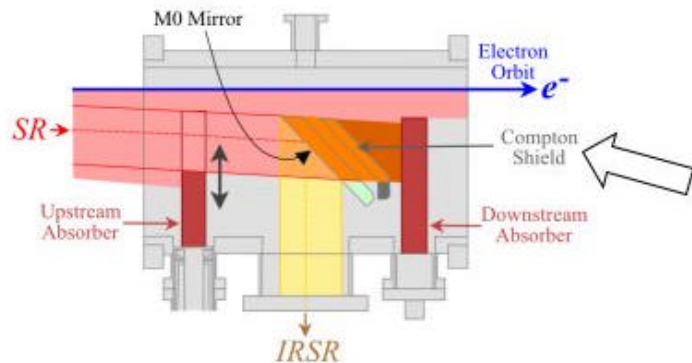
改造前・後の遠赤外線スペクトル



# New M0 ミラー



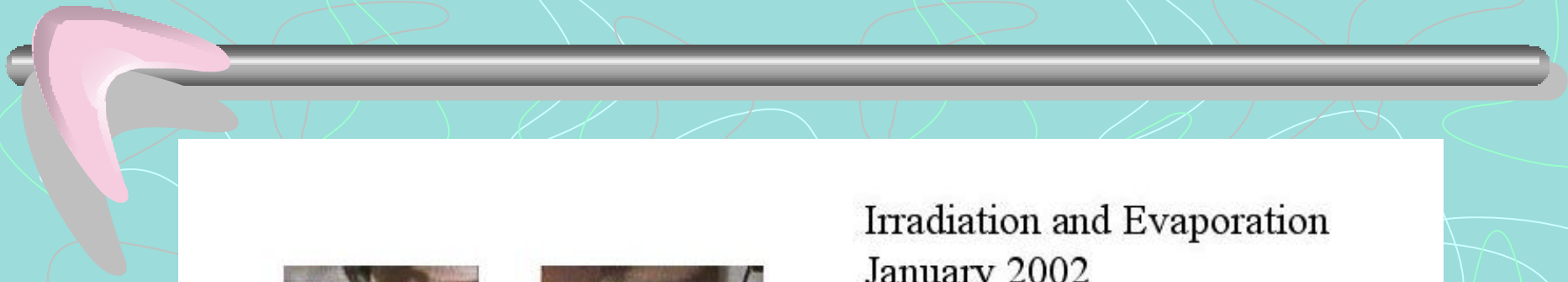
M0 mirror was heated and deformed by the electrons bombarded from the rear. Probably by the Compton scattering from the mirror and downstream absorbers irradiated by SR.



To solve this problem, New M0 mirror is equipped with "Compton shield" which prevents the mirror from being irradiated by the scattered electrons.

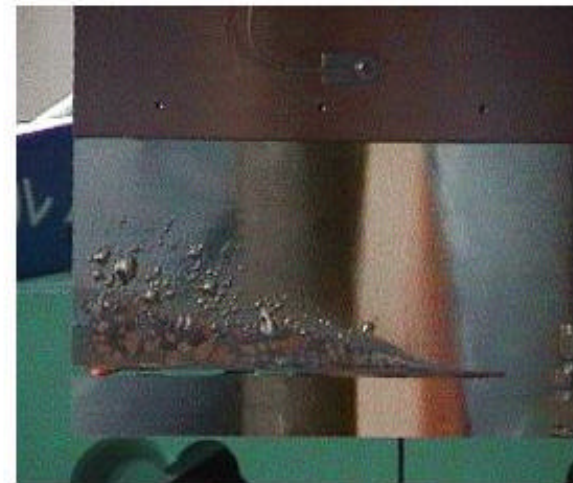
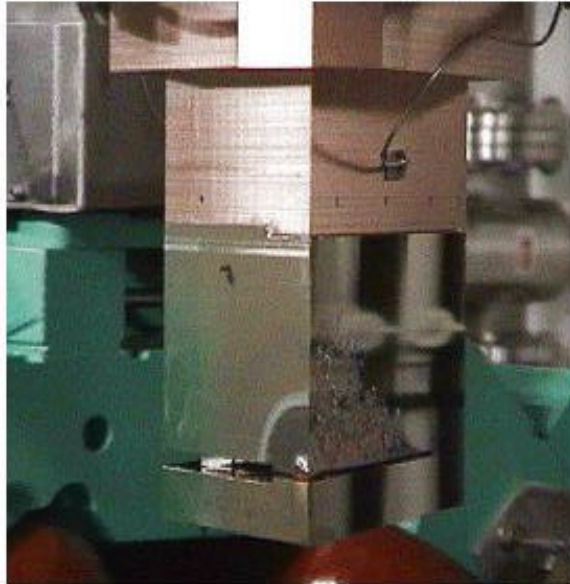
OLD  
130 まで  
温度上昇

NEW  
温度上昇は  
3度程度



## Irradiation and Evaporation January 2002

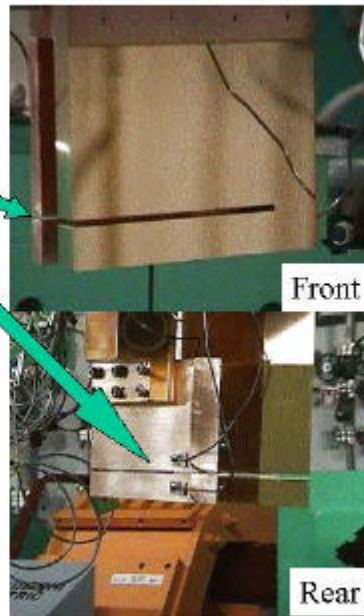
**The relative vertical positions of SR and the mirror altered to cause direct irradiation of the high energy portion of the beam on the mirror.**



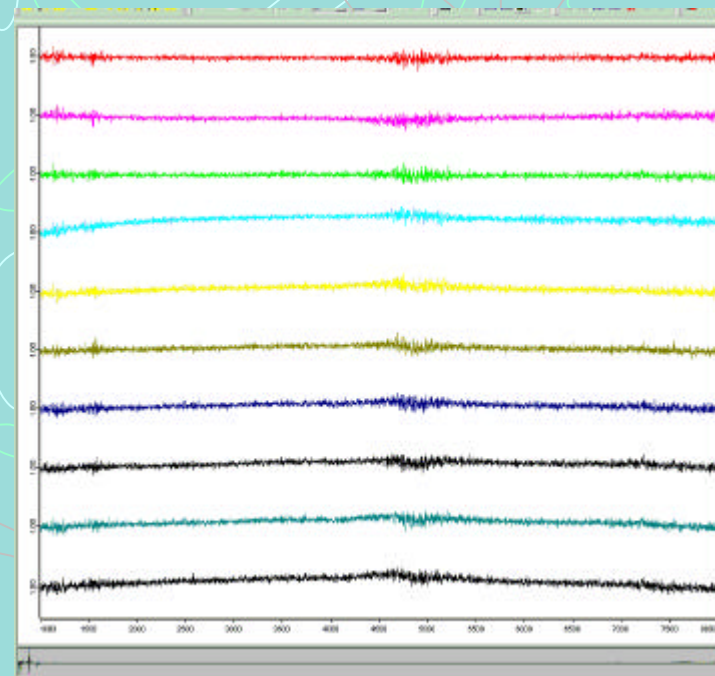
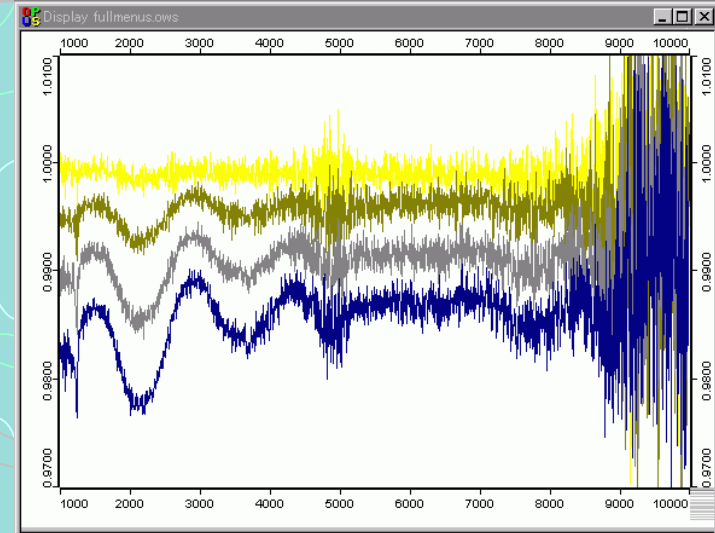
# New M0の効果

## M0 Mirror

Is a mirror which reflectively extract the infrared radiation from the SR ring.  
Replaced on July 30 after the accident happened in January. The mirror design was revised and so-called Compton shield was employed, which prevents Compton scattering-caused heating of the mirror.



蓄積電流値低下によるM0ミラーの形状変化(温度変化)が殆どなくなり、測定の為に切り出すビームプロファイル中の位置が安定した為に、うねうねがなくなった。



# SRとグローバーとの安定度の比較

## 中赤外領域での

サンプルホルダーの口径に対する、SR(新M0)とGlobarの100%ライン(スペクトルを2回測定して割り算する)の比較を行った。

検出器: InSb、KBr、高分解能:  $0.1\text{cm}^{-1}$ (積算時間10分、124スキャン)、真空、測定領域:  $1000 - 7000\text{cm}^{-1}$

SR 160bunch train*(12-1)	ゲイン	PKA (100mA換算)	100%ライン (2000 $\text{cm}^{-1}$ 付近)	グローバー オーバーチャージ: 4mm	ゲイン	PKA	100%ライン (2000 $\text{cm}^{-1}$ 付近)
素通し	直流(M)	21400	$\pm 0.95\%$	素通し	直流(M)	10930	$\pm 0.14\%$
$\phi 4\text{mm}$	直流(M)	20900	$\pm 0.8\%$	$\phi 4\text{mm}$	直流(M)	10860	$\pm 0.16\%$
$\phi 3\text{mm}$	直流(M)			$\phi 3\text{mm}$	直流(M)		
$\phi 2\text{mm}$	直流(M)	21200	$\pm 0.6\%$	$\phi 2\text{mm}$	直流(M)	5795	$\pm 0.18\%$
$\phi 1\text{mm}$	直流(M)	10800	$\pm 1.6\%$	$\phi 1\text{mm}$	直流(M)	1467	$\pm 0.31\%$

SRは $\phi 2\text{mm}$ ぐらいのサイズである事がわかる。

- 素通しに比べ、1では、SRの強度は、半分しか落ちないが、グローバーは1/7に落ちる。
- 安定度はグローバーの方がSRよりも5倍程度良い



## まとめ

- SPring-8の赤外BL
  - 多種多様な実験装置がある。
  - 輝度は高いので小さなサンプルが有利。
  - 放射光として時間構造、偏光等が利用できる。
  - 昨年度まで問題であった $1500\text{cm}^{-1}$ 周期のうねりはなくなった。
  - そんなに明るくない(Flux)。O.D.が2.7が限界
  - 安定度は、グローバーと同等までには至っていない。