

赤外放射光による微小領域分光の展開

森脇太郎、池本夕佳
BL43IR/JASRI/SPring-8

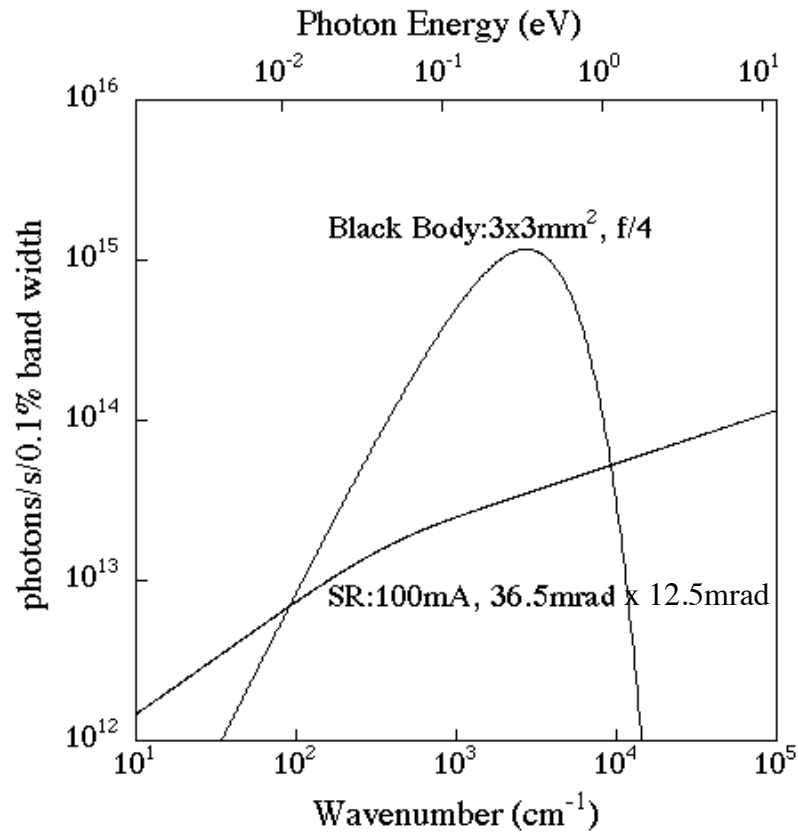


BL43IR 赤外顕微鏡

- ・ BL43IRの概要
- ・ 赤外顕微鏡を使った実験例
(毛髪、高分子)
- ・ BL43IRの展開

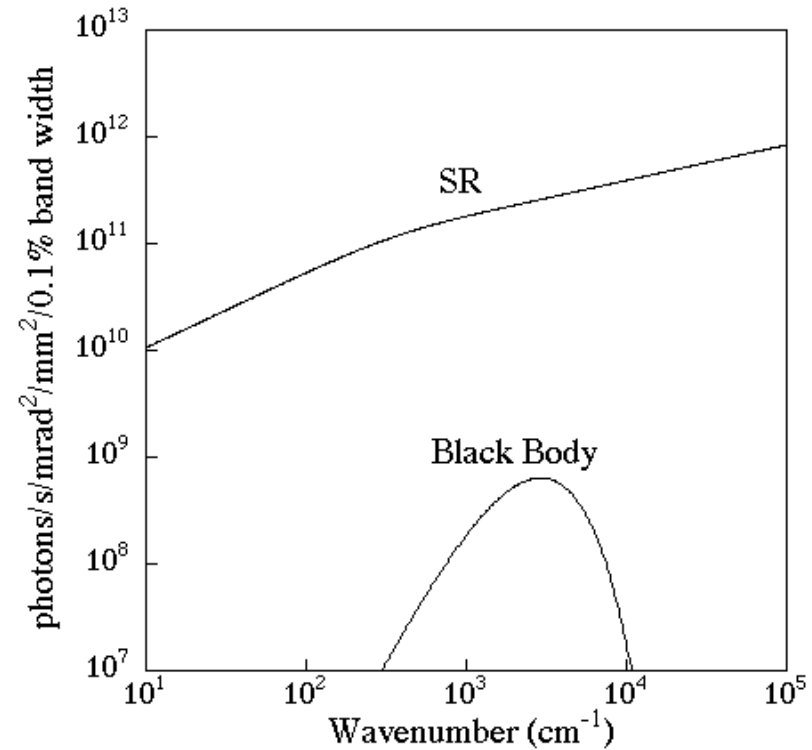
Infrared Synchrotron Radiation Source

Flux



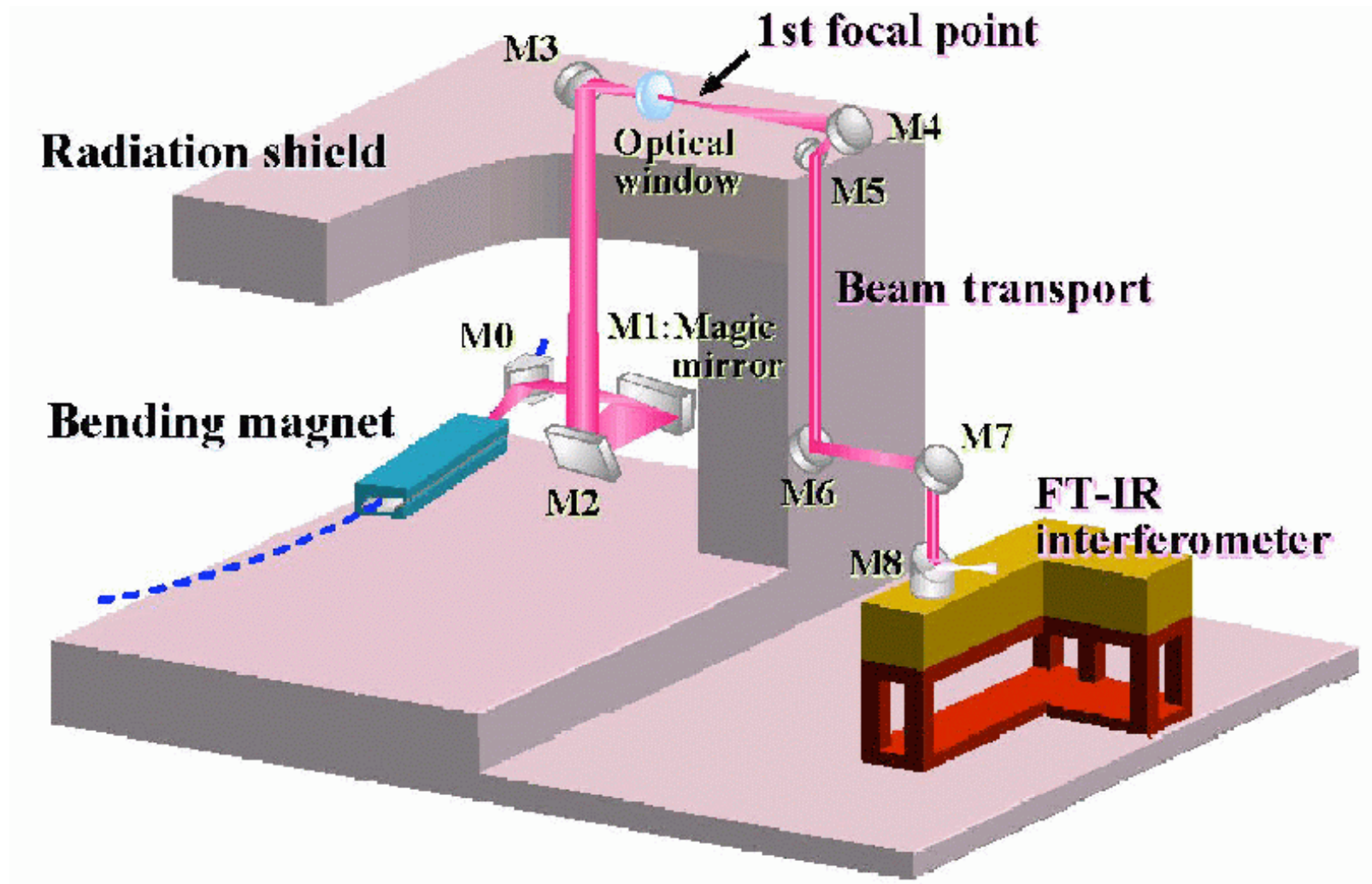
Brilliance

at first focal point

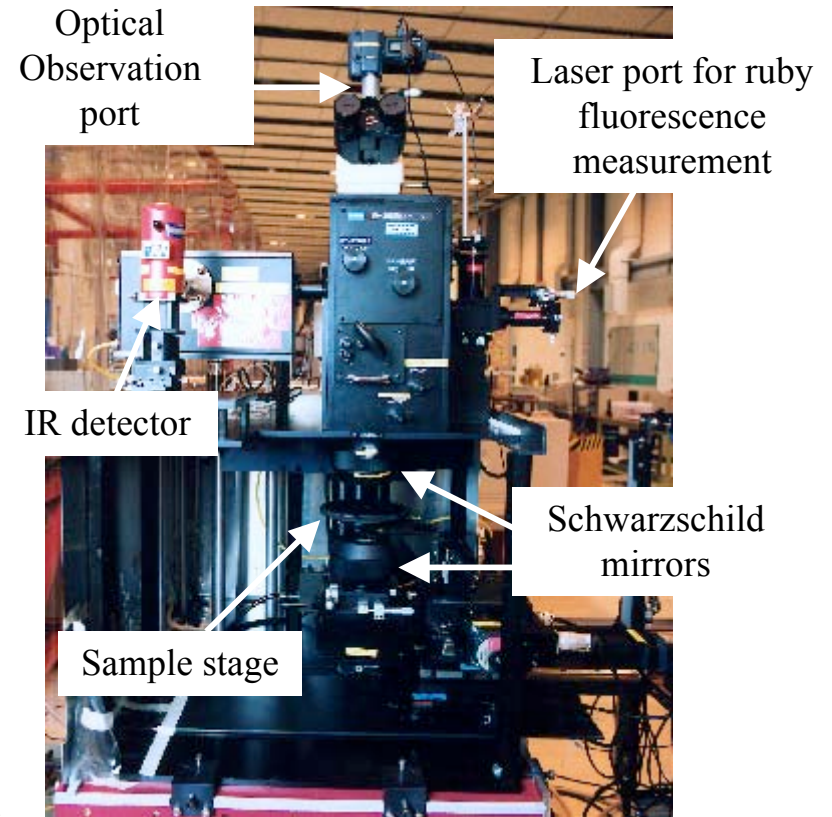
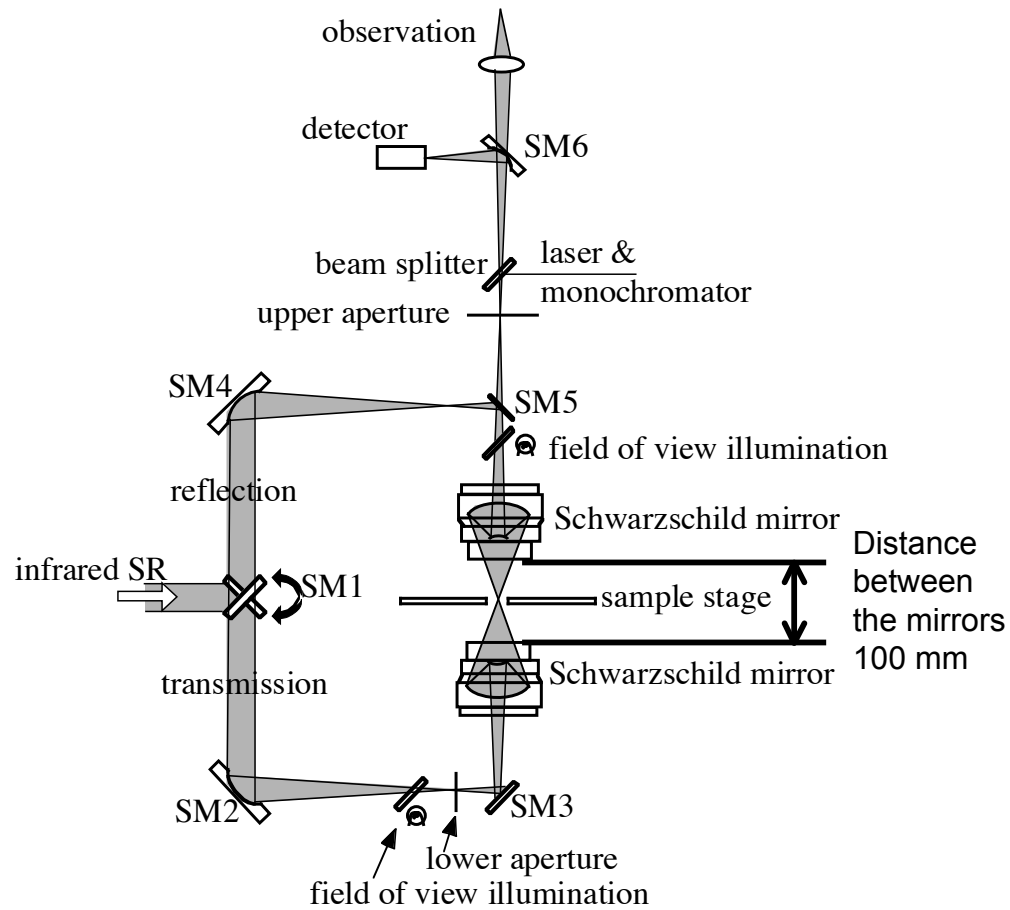


Brilliance ~ microscope
Far infrared or THz
Polarization

SPring-8 BL43IR Frontend

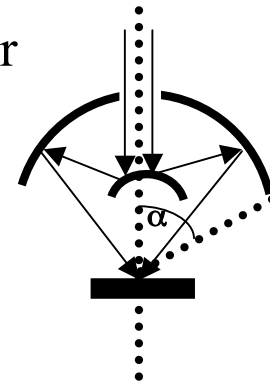


Infrared microscope

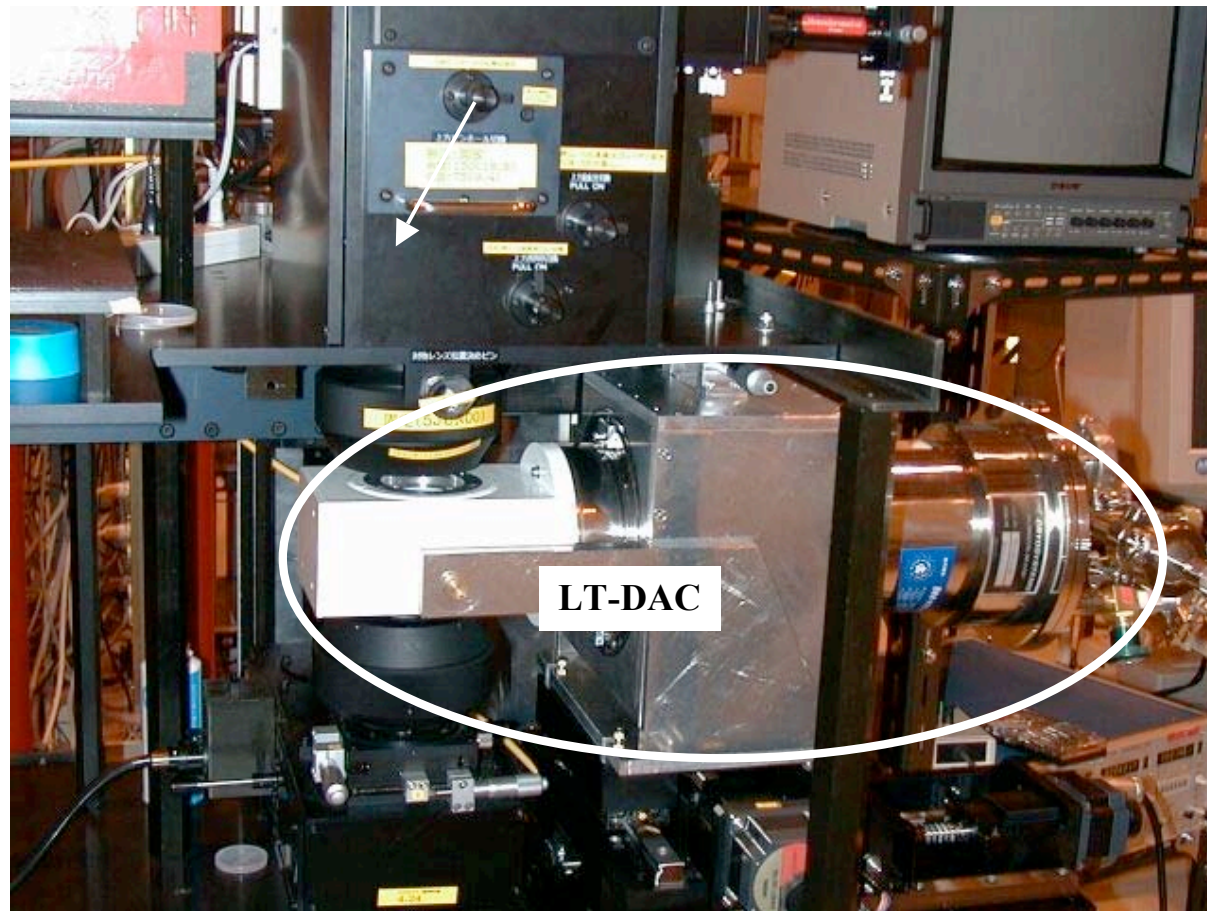


Schwarzschild mirror

Magnification $\times 8$
 N.A. = 0.5
 $= n \sin \alpha, \alpha = 60^\circ$

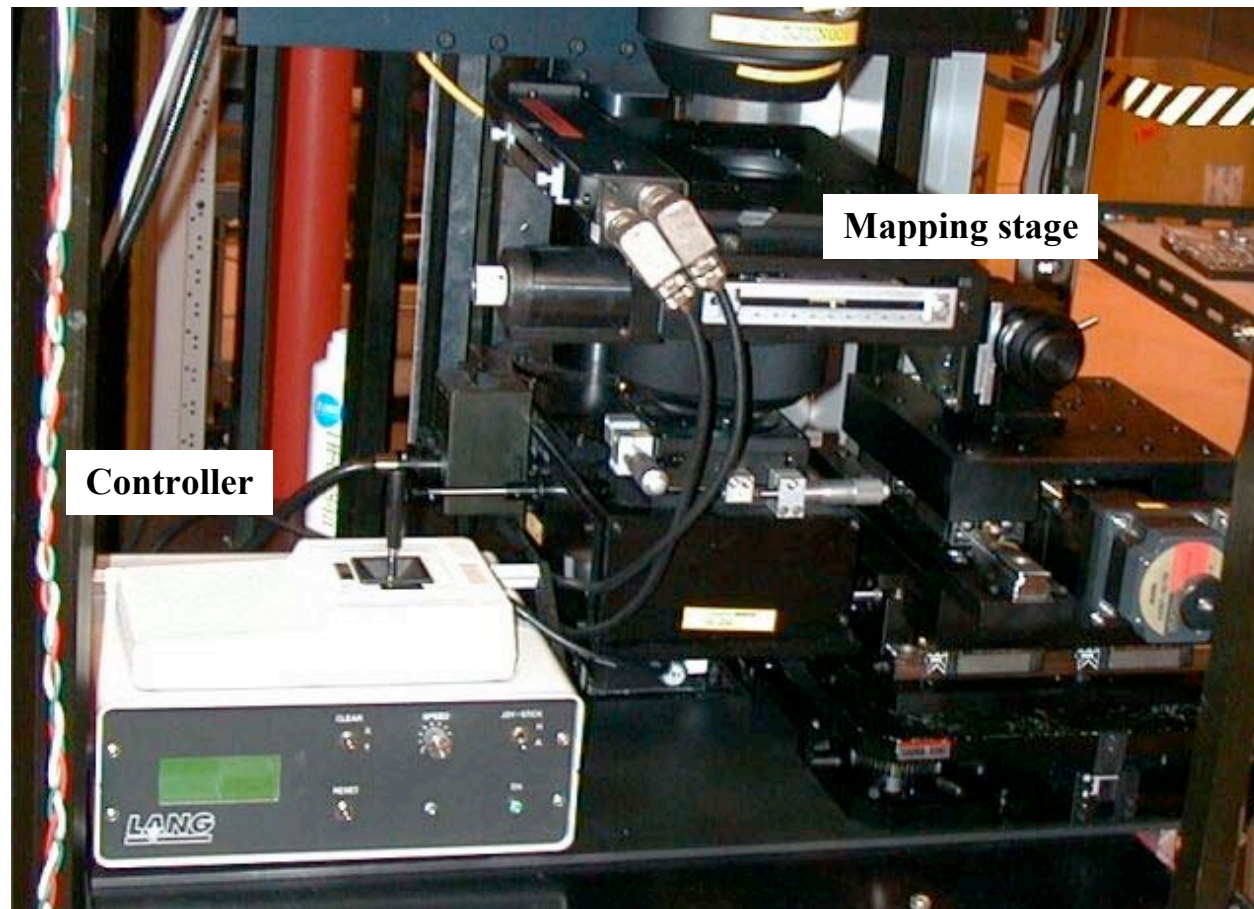


Low temperature DAC



Long working distance
→ various accessories

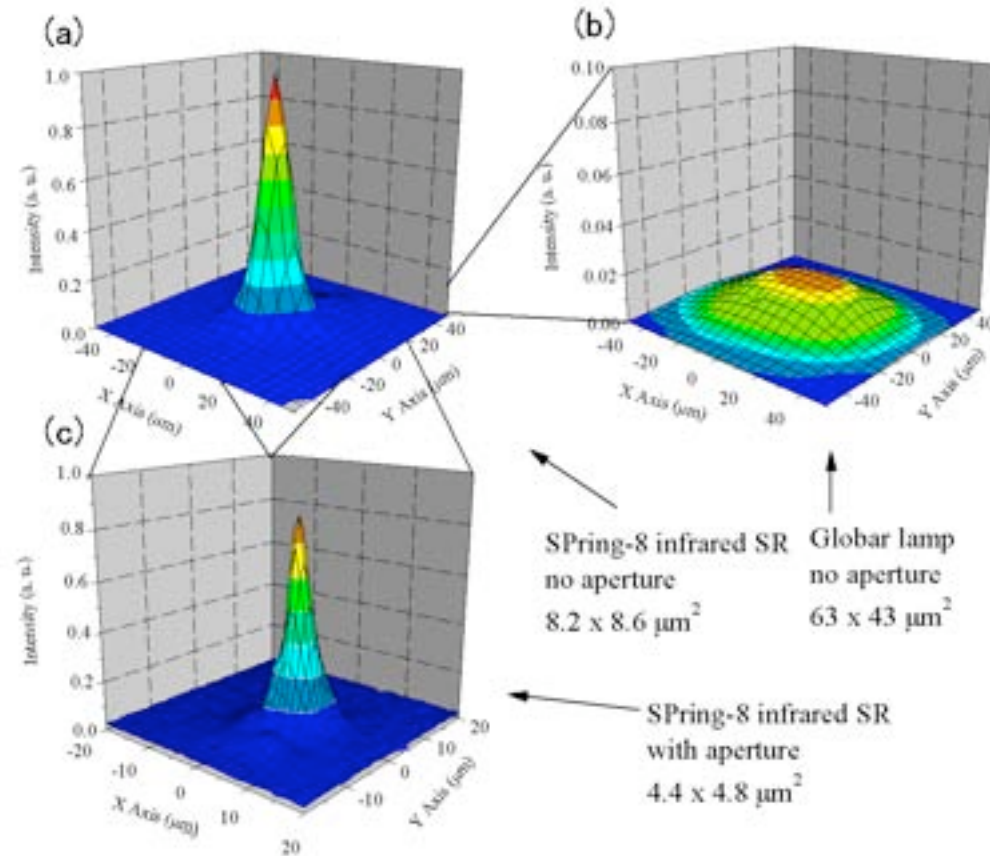
Mapping stage



Accessories

- ✓ XY mapping stage: minimum step: **1 μm**
- ✓ Flow type cryostat: vacuum cell: $4 \times 10^{-3} \sim 4 \times 10^{-4}$ Pa
temperature: **4.2 ~ 400 K**
windows: Quartz, KRS-5, BaF₂, Mylar
- ✓ Low temperature DAC (Diamond anvil cell):
Diacell products WCM-GMB
gas-membrane type
pressure: **~20 GPa @ 0.6 mm curette size**
temperature: **10 ~ 400 K**
windows: Quartz, KRS-5, BaF₂
- ✓ High temperature DAC: pressure: **~30 GP**
temperature: **RT ~ 700 °C**

MIR Beam Profiles



Researches

- Electronic properties under low temperature and high pressure (solid state physics)
- Chemical properties of minerals under high temperature and pressure (earth science)
- Ancient textiles, fabrics, ruins (archaeology)
- Home products, cosmetics (health care)
- Pharmaceuticals, biology, medical science, polymer science, and more...

毛髪内部浸透成分の解析

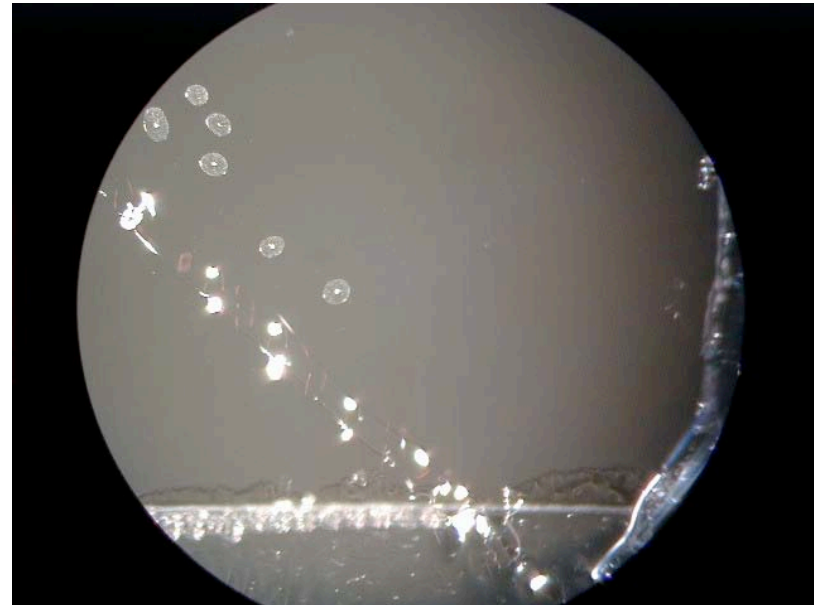
クラシエホームプロダクツ 稲益悟志

ヘアトリートメント剤（毛髪補修物質）、ヘアカラーリング剤（色素）の浸透性能と局在性をしらべる

→ 機能発現の高効率化、浸透メカニズム

赤外顕微分光（官能基分析）による直接的な解析

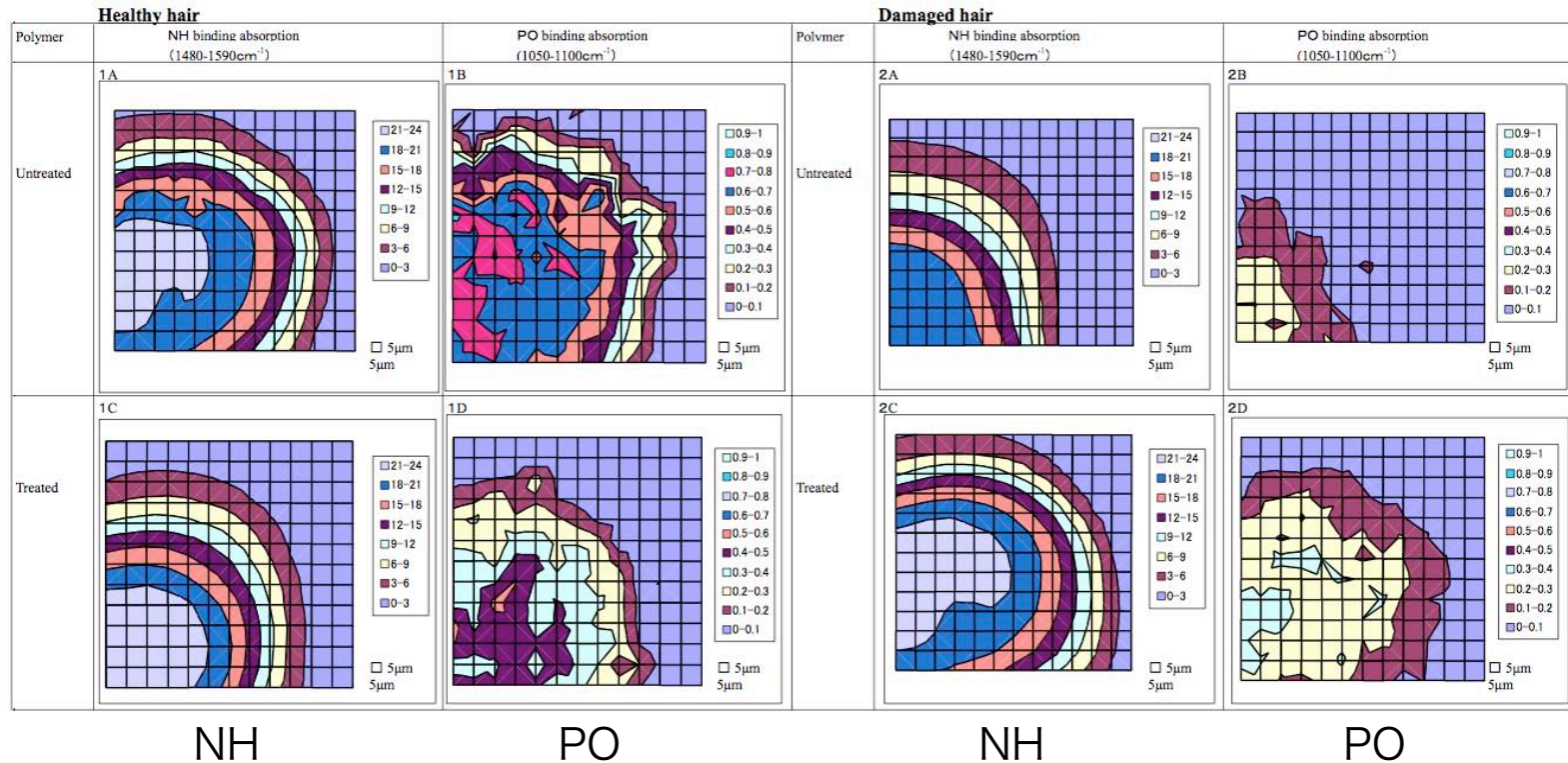
健康毛とダメージ毛をリン脂質誘導ポリマーで処理し、毛髪断面の二次元マッピング測定をおこなう



Mapping / 70μm x 70μm square, 5μm step

リン脂質誘導ポリマー
処理せず

リン脂質誘導ポリマー
処理



健康毛
PO関連成分の流出
も浸透も少ない

ダメージ毛
PO関連成分の流出が見
られ、PO関連トリート
メント成分の浸透も見
られる

人工関節用超高分子量ポリエチレン

ナカシマプロペラ 西村直之ほか

(supported by 科学技術振興機構(JST))

人工関節: 超高分子量ポリエチレン(UHMWPE)

高齢者の積極的自立, 患者の機能回復を目的とした人工関節置換術症例の増加



整形外科インプラント市場の増大

人工関節の寿命 15~20年



超高分子量ポリエチレンの劣化

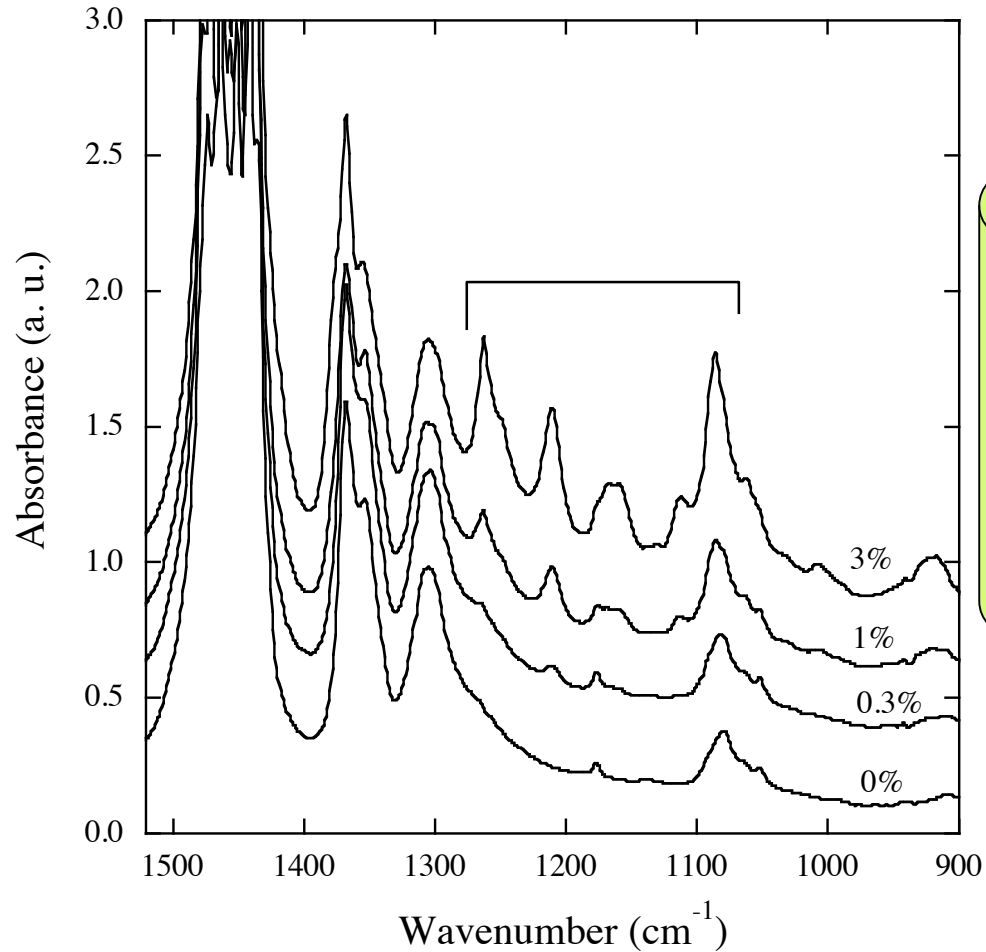
例えば膝関節の場合, 体内環境下において, 体重による縦方向の加重と水平方向の煽動が同時にかかり, 徐々に酸化劣化

ナカシマプロペラ:

超高分子量ポリエチレンに抗酸化性の高いビタミンEを添加した新材料開発

赤外測定→ビタミンEの検出, 分散状態などの解析

吸収スペクトル

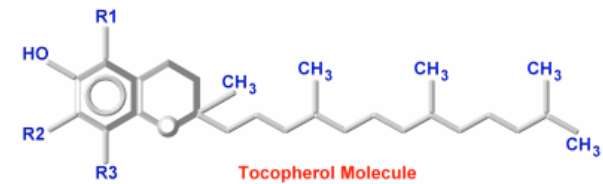


市販の装置で、 $\sim 100\mu\text{m}$ 厚の切片試料
ビタミンE検出出来ず
(微量, 干渉縞)

500 μm 厚の切片試料

1100-1300 cm^{-1} に、ビタミンEの添加
量によって強度が変化するバンド

▲
クロマン環を形成する-OH基及び
C-O-C基と推定



マッピング測定による分散状態の解析
劣化のメカニズム解明,
材料設計に活かす

微量添加物の解析

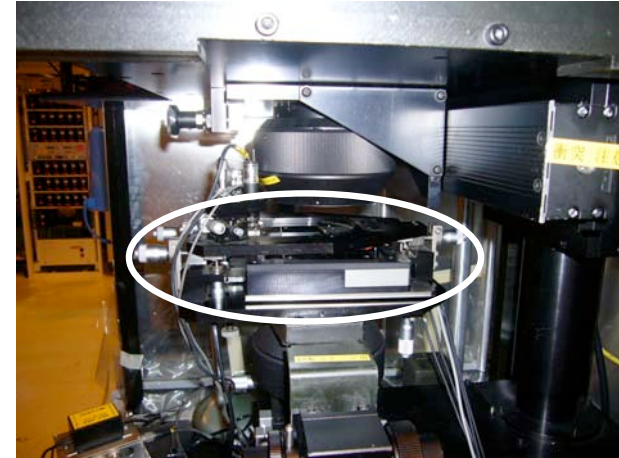
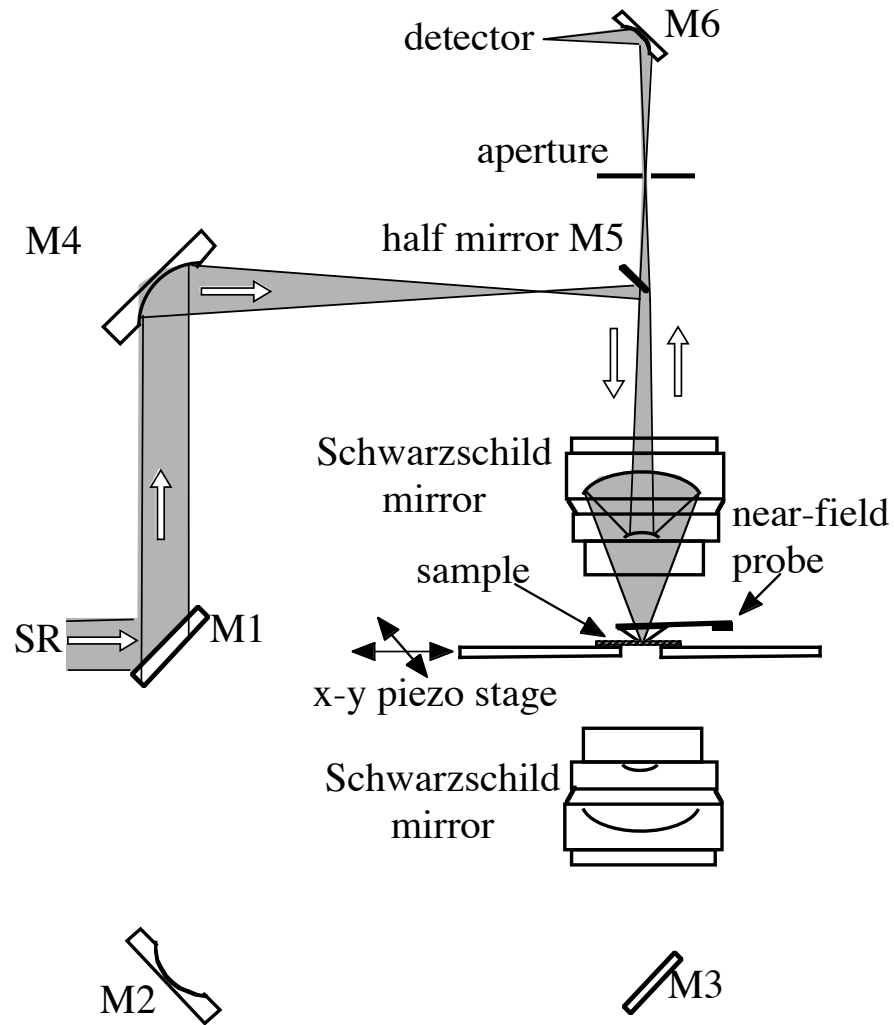
試料を厚くする: 光路中の添加物の量, 干渉縞の回避

赤外放射光の輝度の利点

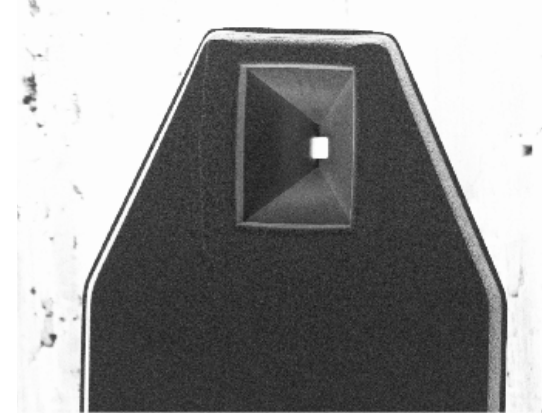
今後の展開、ひとつの方向

赤外近接場顕微鏡

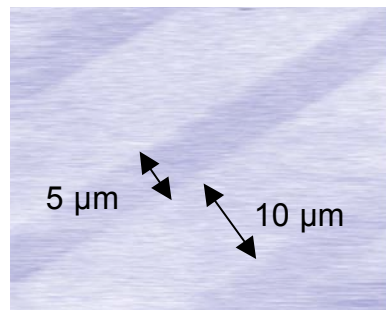
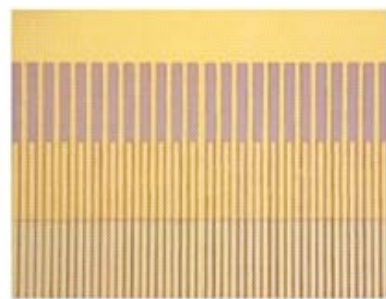
微小開口による近接場光を利用した赤外分光



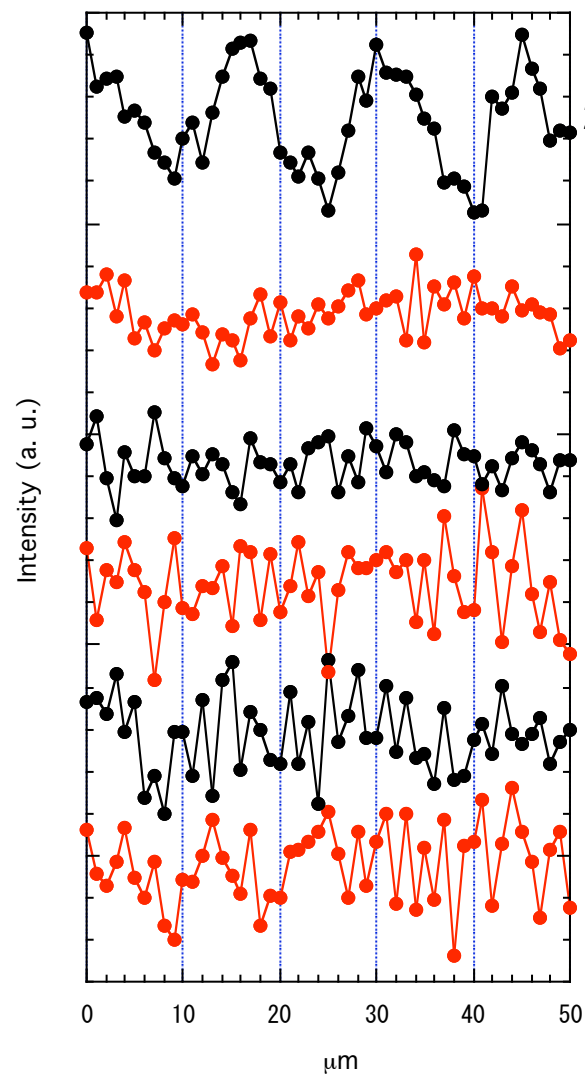
Tip with a 2 μ m square aperture



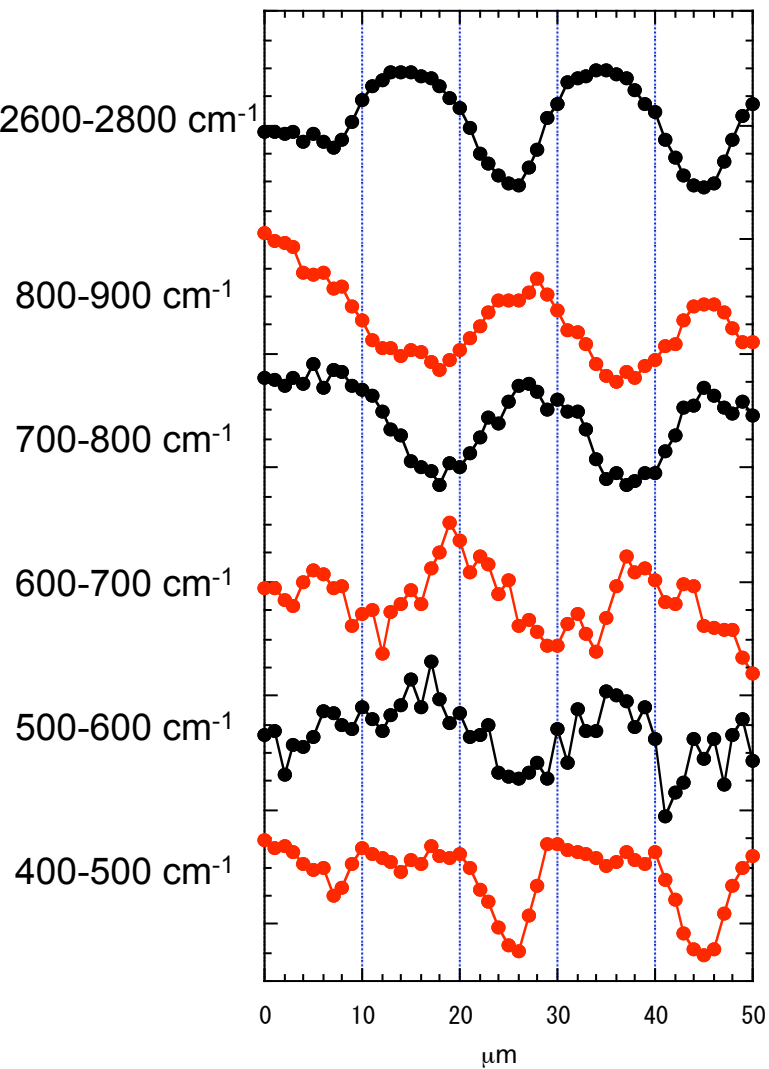
Comb-shaped Au electrode



Without cantilever



With cantilever



キーワード

- ・ 高輝度赤外放射光、赤外顕微鏡、微小領域分光
- ・ 遠赤外、テラヘルツ分光
- ・ 偏光を利用した分光

森脇/moriwaki@spring8.or.jp

池本/ikemoto@spring8.or.jp

infrared43.spring8.or.jp