

UVSOR-IIのコヒーレント テラヘルツ光計測

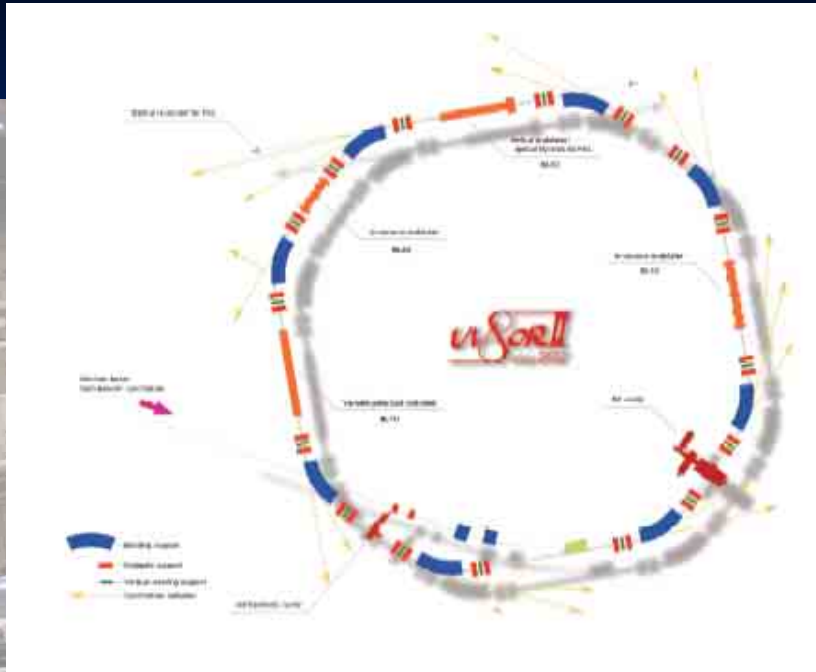
UVSOR
島田 美帆

Coworkers

M. Katoh, A. Mochihashi, S. Kimura (UVSOR), Y. Takashima, M Hosaka (Nagoya U.), T. Takahashi (Kyoto U.), M. E. Couprie, M. Labat, G. Lambert (CEA), S. Bielawski, C. Szwaj (U. Sci. Tech. Lille)

supported by Grant-in-aid for scientific research of JSPS and by International Collaboration Program of IMS.

UVSOR FACILITY



現在UVSORではテラヘルツ光源としての新しい分野を開くため、

- 不安定性によるマイクロ構造によるCSRのバースト
- レーザーバンチスライスによるテラヘルツ光の発生

の研究に力を入れています。

InSb Hot Electron Bolometer



- 時間分解能
~およそ $1.6\mu\text{sec}$
(実測値:UVSORリング数
周相当)
- 波長域
 $3\text{ cm}^{-1} \sim 50\text{ cm}^{-1}$
- 比較的感度が高い
- 液体ヘリウムで4.2Kまで冷却が必要

QMC Instruments Ltd

VDI THz Detector (半導体検出器)

Section 3 Product Performance and Guidelines

The product performance is shown below.

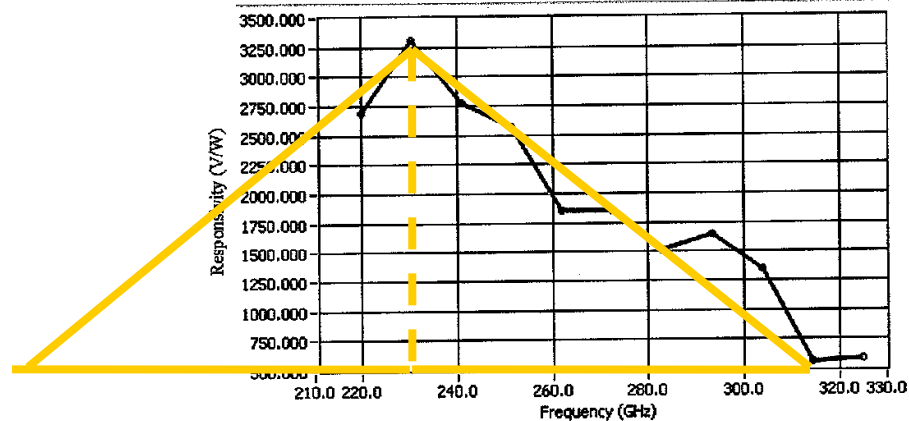


Figure 3 The product performance (responsivity in V/W vs. input frequency for ~8uW RF input power) is shown.



VDI Virginia Diodes, Inc.

- 波長域 :
230GHzを中心に、150GHz(5.0cm^{-1}) \leftrightarrow 310GHz(10.33cm^{-1})
- 灰色の箱は静電気などによる故障を防ぐためのもの
- 時間分解能 : 数10~100 psec程度 (VDI資料より)
- J-Lab, SCSSやNewSUBARUでも使用。

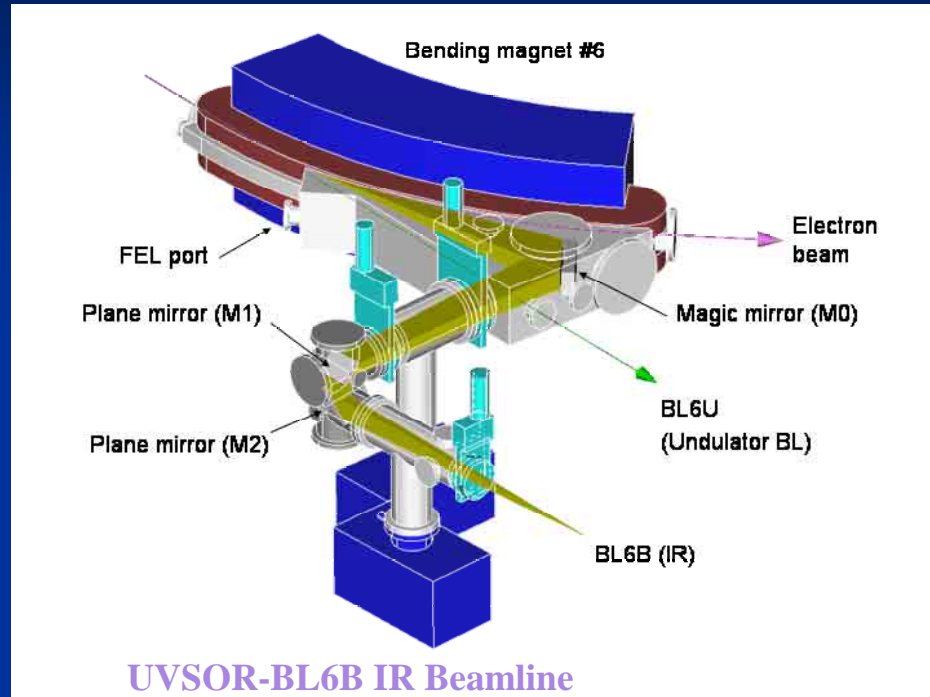


ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Model Number	DXP-42	DXP-28	DXP-22	DXP-19	DXP-15	DXP-12	DXP-10	DXP-08	DXP-06	DXP-05
Frequency band and range, GHz	K 18-26.5	Ka 26.5-40	Q 33-50	U 40-60	V 50-75	E 60-90	W 75-110	F 90-140	D 110-160	G 140-220
Typical video sensitivity, mV/mW at -20 dBm input	5000	4000	2000	1800	1500	1250	1100	1000	800	600
Minimum video sensitivity, mV/mW	2500	1500	1200	1000	850	700	600	300	400	300
Typical Flatness, dB	±1.5	±1.5	±1.5	±1.5	±1.5	±2.0	±2.5	±3.0	±3.0	±3.0
Typical TSS at 1 kHz (bw 40 Hz), dBm ^①	-55	-55	-50	-50	-50	-45	-45	-40	-40	-40
Typical video bandwidth, MHz ^②	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Video output load, megaohm	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Incident RF power, dBm (cw max)	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20

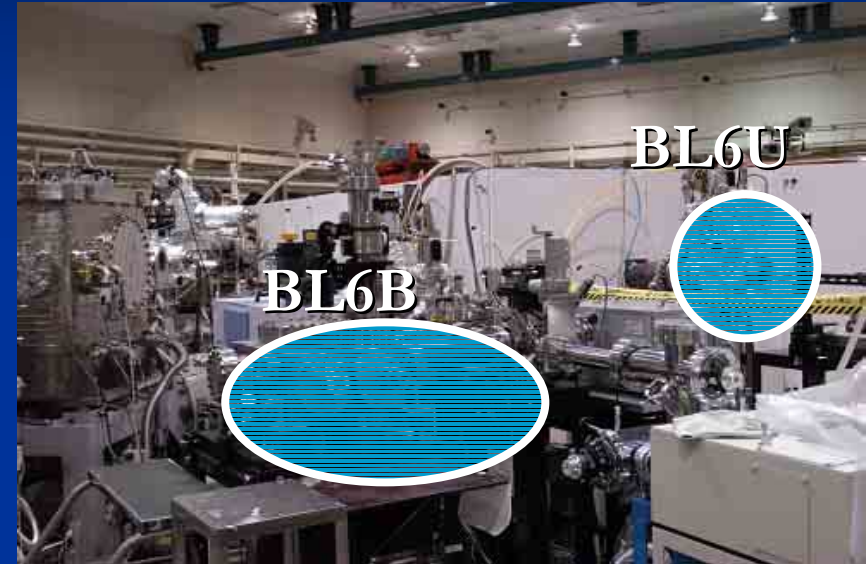
- 様々な波長領域の検出器が揃っている。
- 比較的、安価である。

検出ポート



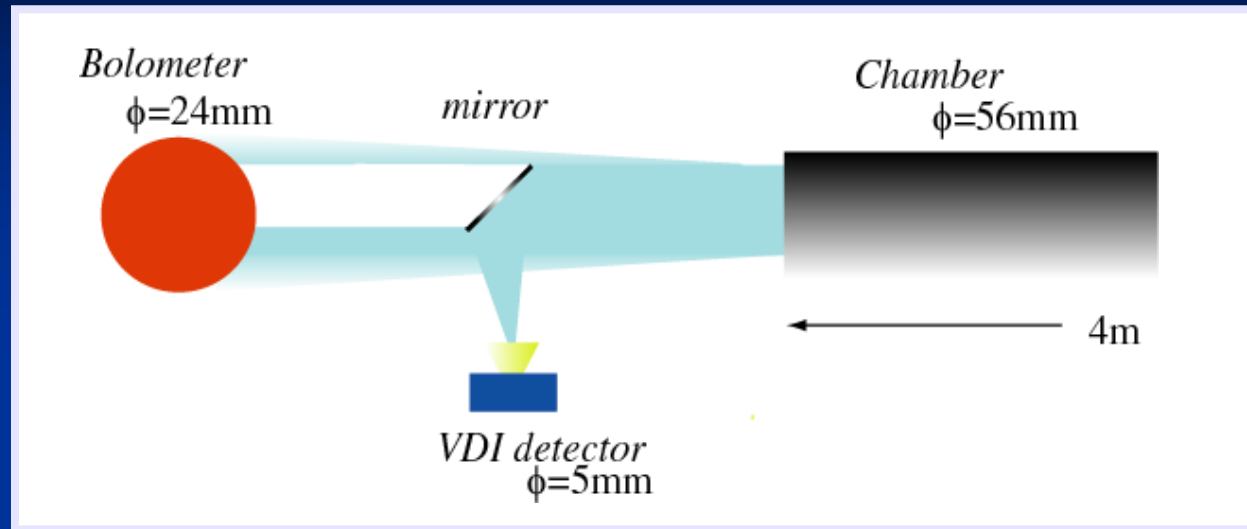
UVSOR-BL6B IR Beamline

S. Kimura et al., AIP Conf. Proc. 705 (2003)



- BL6B $215 \times 80 \text{ mrad}^2$
- BL6U $7 \times 7 \text{ mrad}^2$
- BL6Bの方が検出面が大きい調整が必要なため、BL6Uで測定。

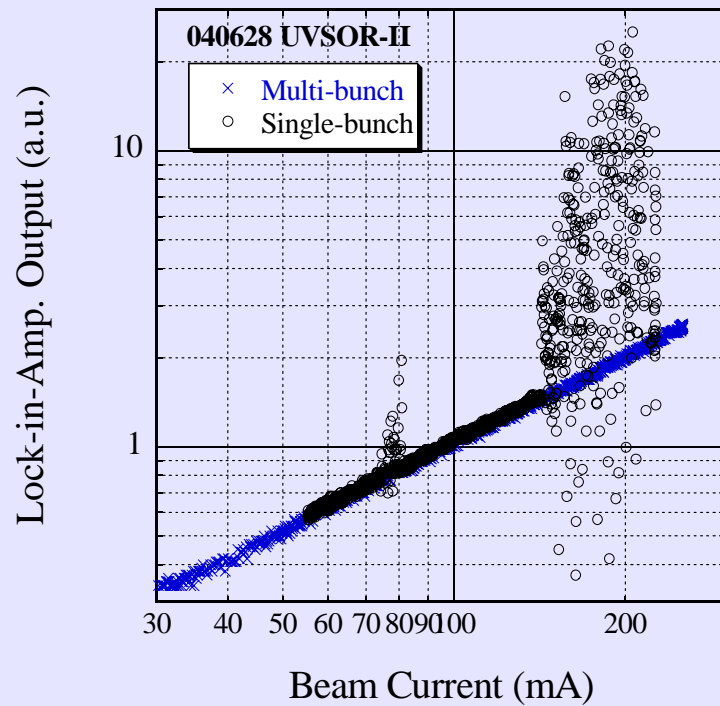
測定系



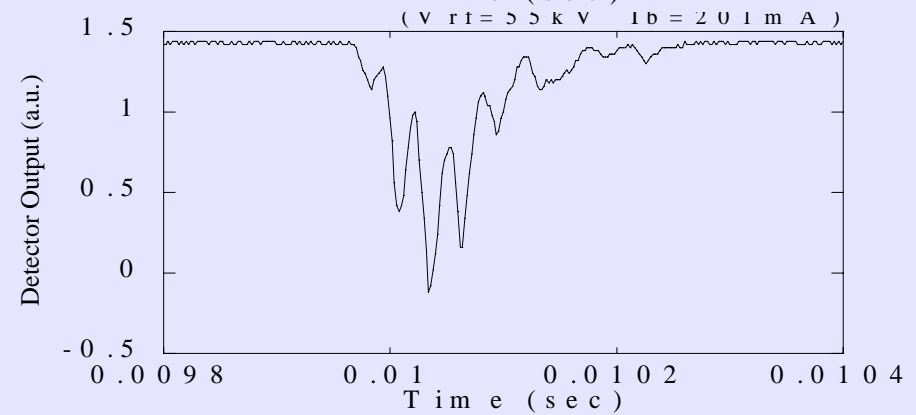
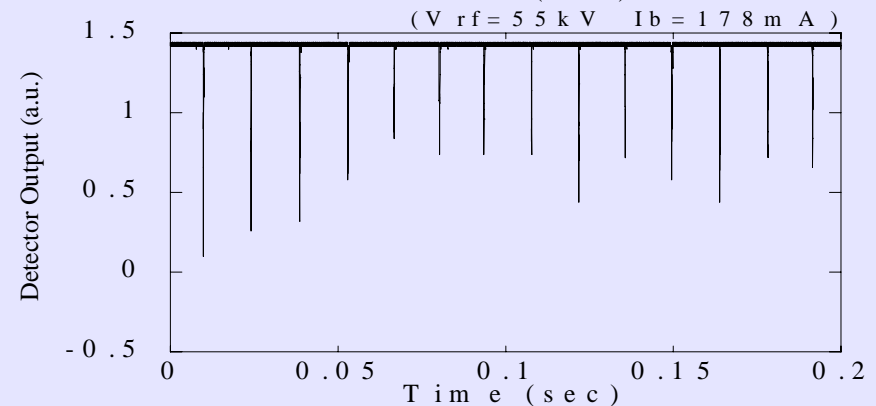
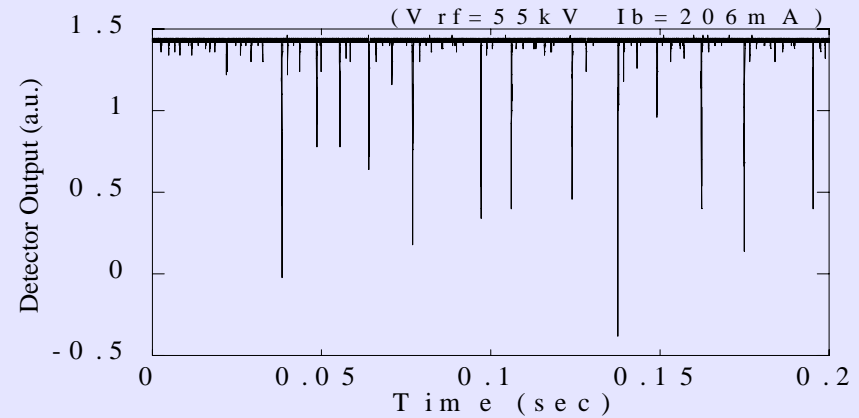
- ボロメーターとVDIテラヘルツ検出器で同時に計測

Observation of Terahertz Bursts

Y. Takashima et al. JJAP 44(35), 2005, 1131

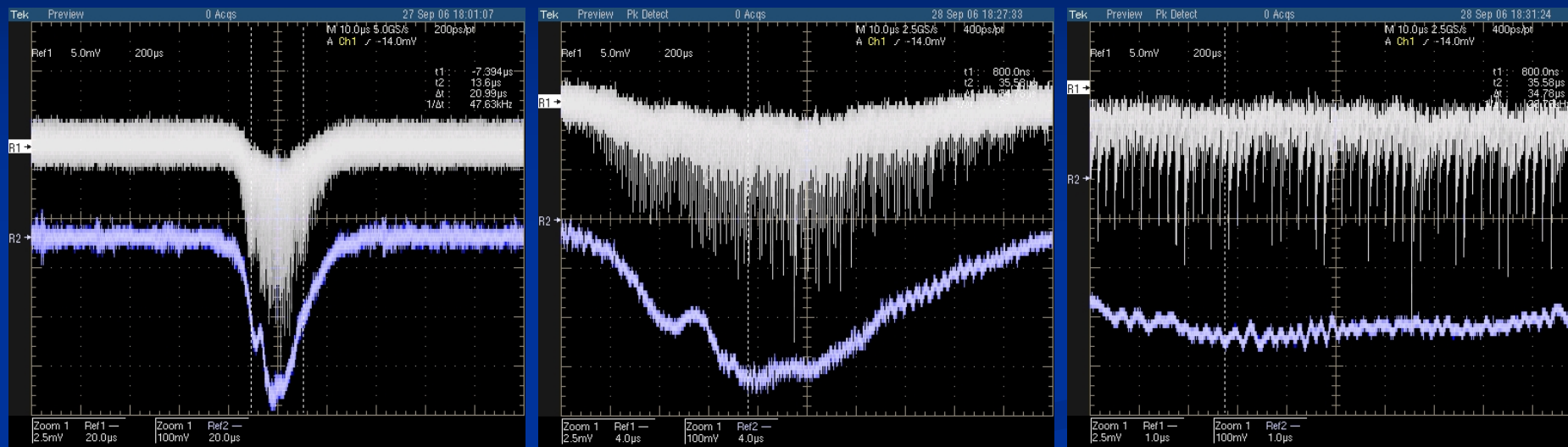


**Burst : 高い電流・シングルバンチ
で発生するCSR**



Peak Intensity $\sim 10000 \times$ normal SR

BolometerとVDIテラヘルツ検出器によるBurstの計測



Scale 20 μ sec

Scale 4 μ sec

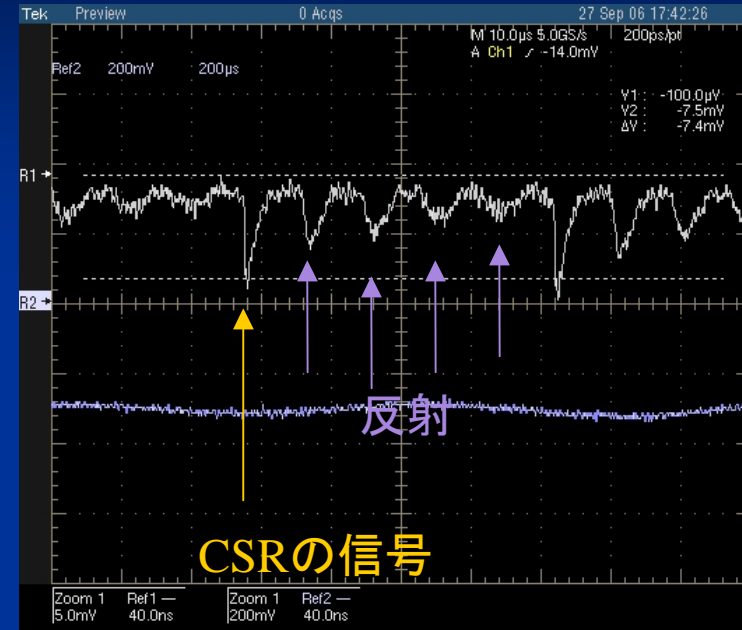
Scale 1 μ sec

拡大

- VDIではbolometerよりも時間分解能が高く、CSRを周回毎のスパイクとして観測できる。

- 青 : Bolometer
- 白 : VDI THz検出器

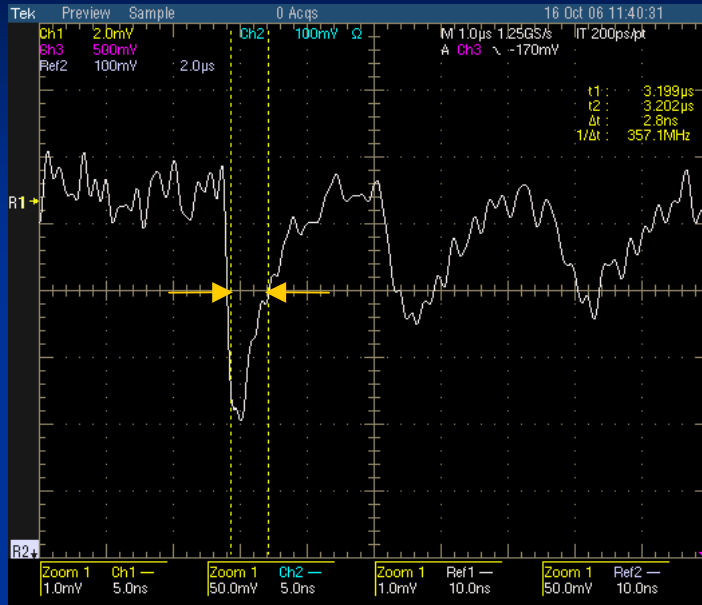
VDIテラヘルツ検出器の時間分解能I



- ケーブル1m
... ピーク間 13 nsec ±0.8 nsec

- ケーブル 3m
... ピーク間 34 nsec

VDIテラヘルツ検出器の時間分解能II



- ケーブルの長さ1m
 - 応答時間 3.2nsec

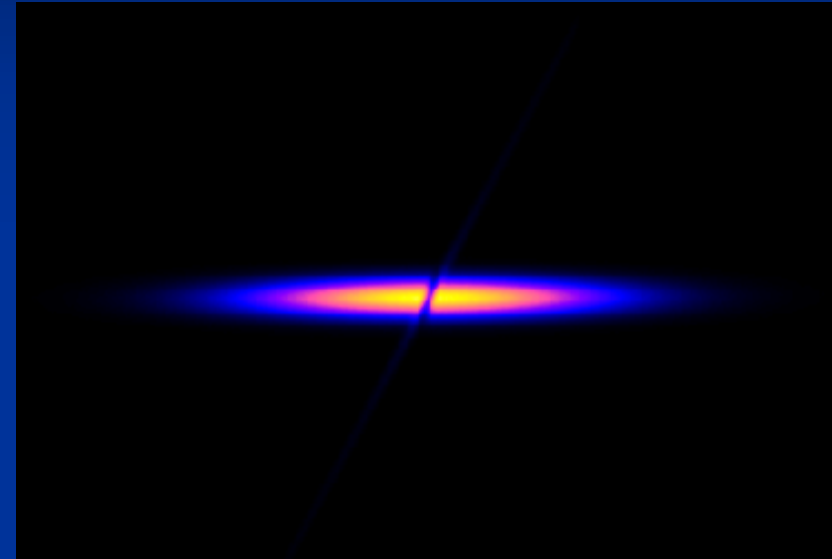
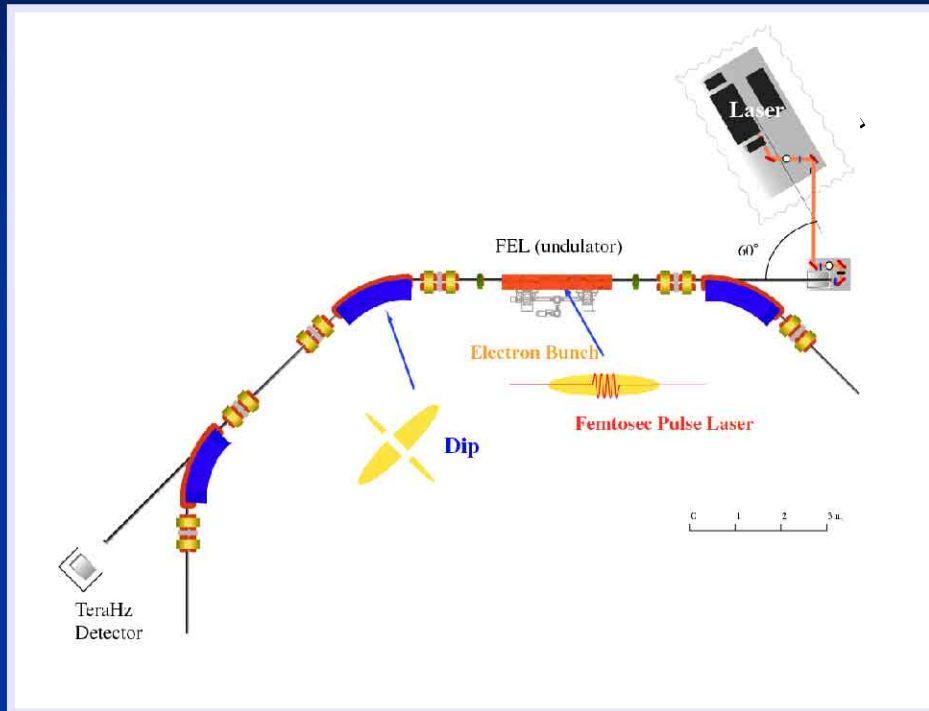


- ケーブルの長さ3m
 - 応答時間 6.8nsec

- 時間応答が悪化した原因として、
 - ケーブル
 - 静電気防止の灰色の箱
 - VDIとChamber間(~50cm)の多重反射。
が挙げられる

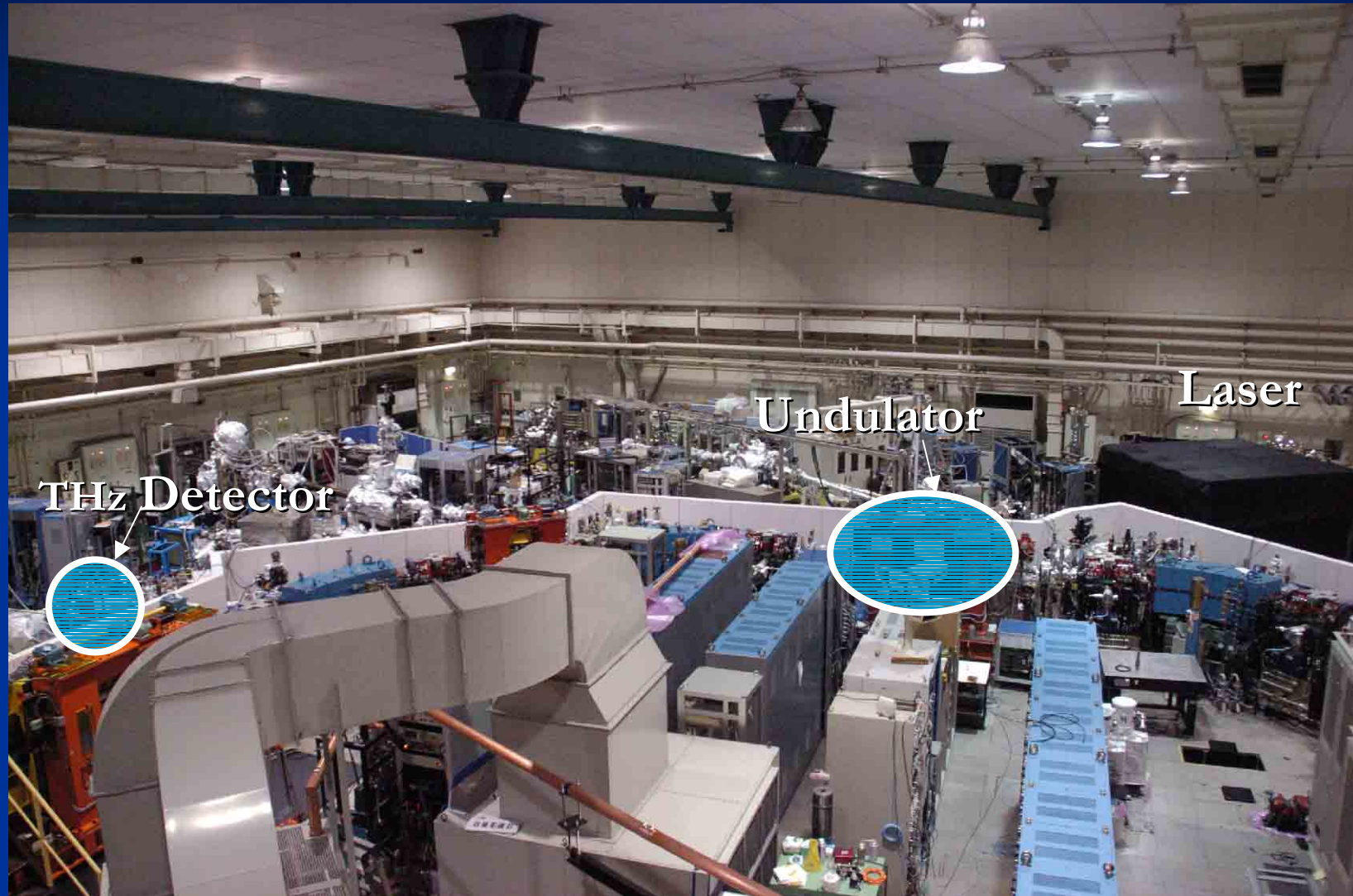


Laser Bunch Slicing

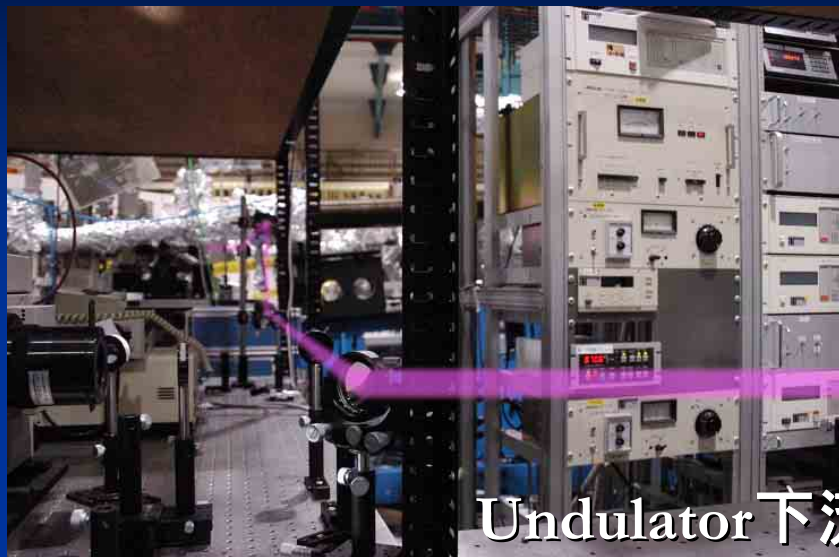


- フェムト秒のパルスを電子ビームに照射し、バンチに縦方向をディップを作る。
- そのディップの長さに相当するCSR (テラヘルツ域) が観測される。

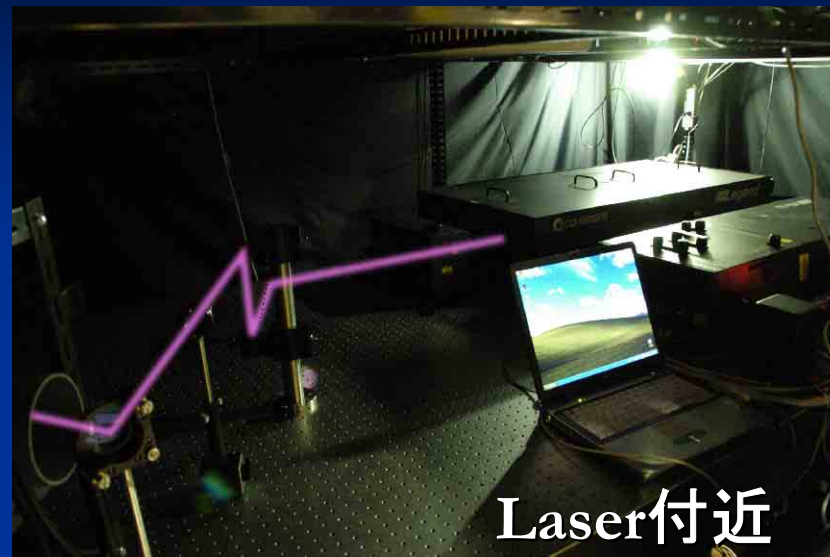
Photograph I



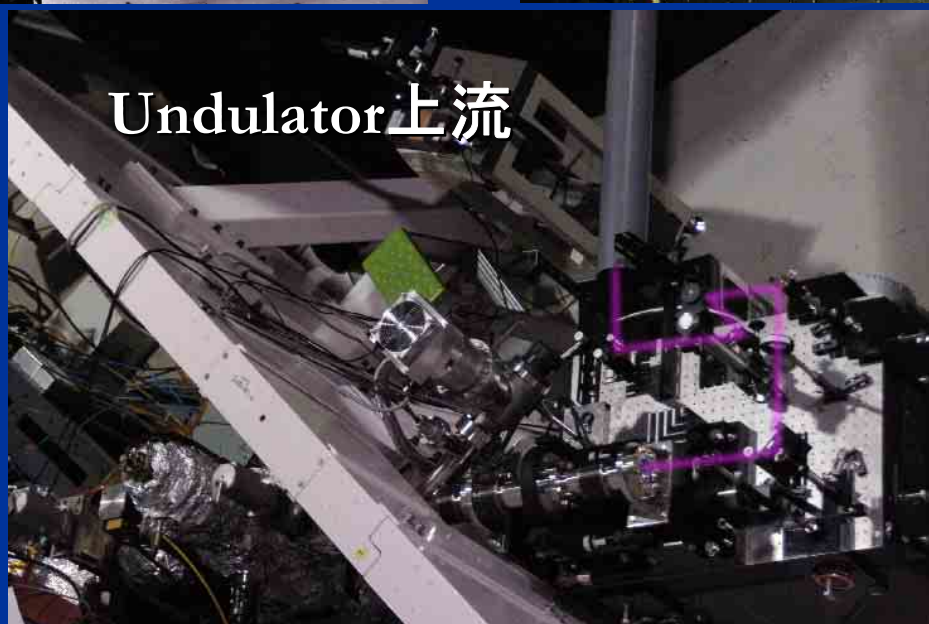
Photograph II



Undulator 下流

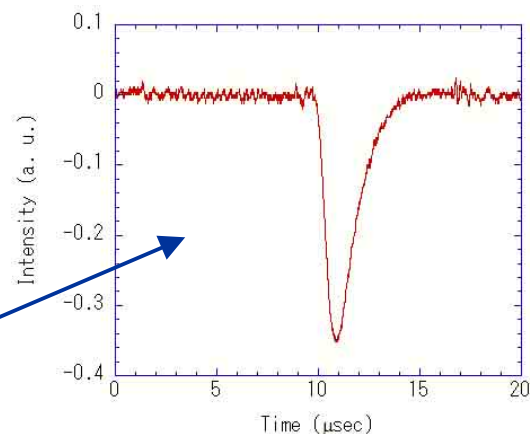
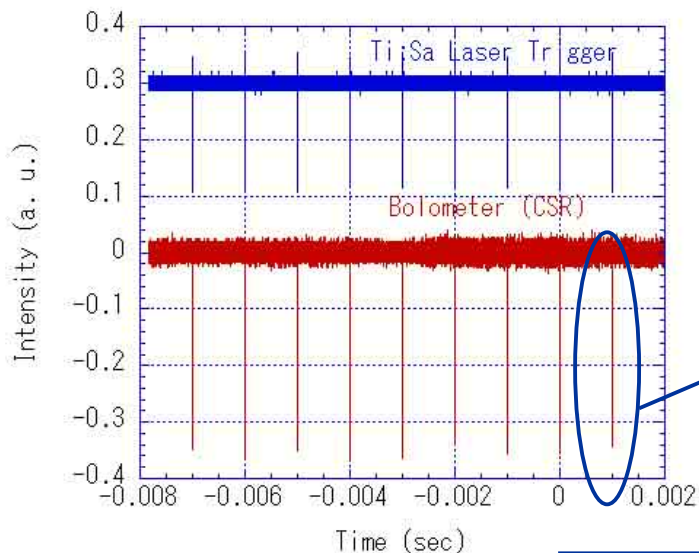


Laser 付近

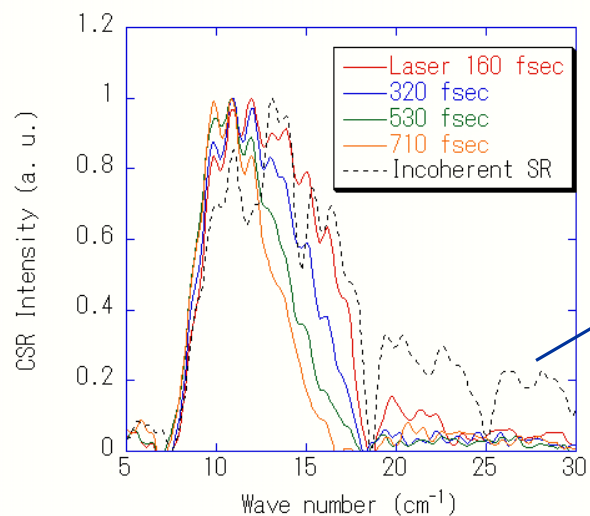


Undulator 上流

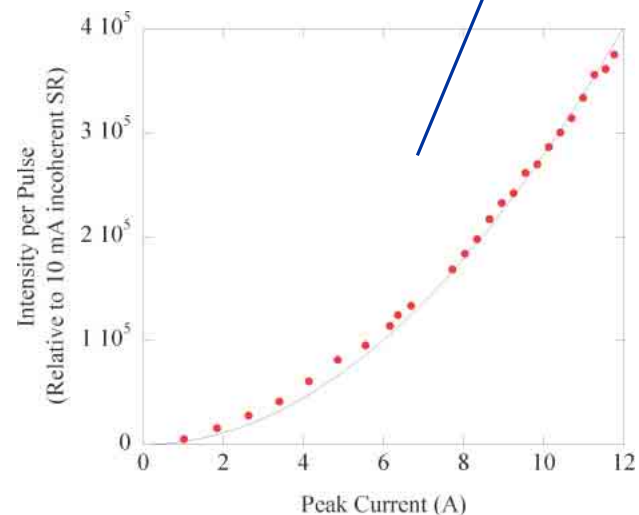
Laser Bunch Slicing



テラヘルツCSR
の強度は電流
の二乗に比例

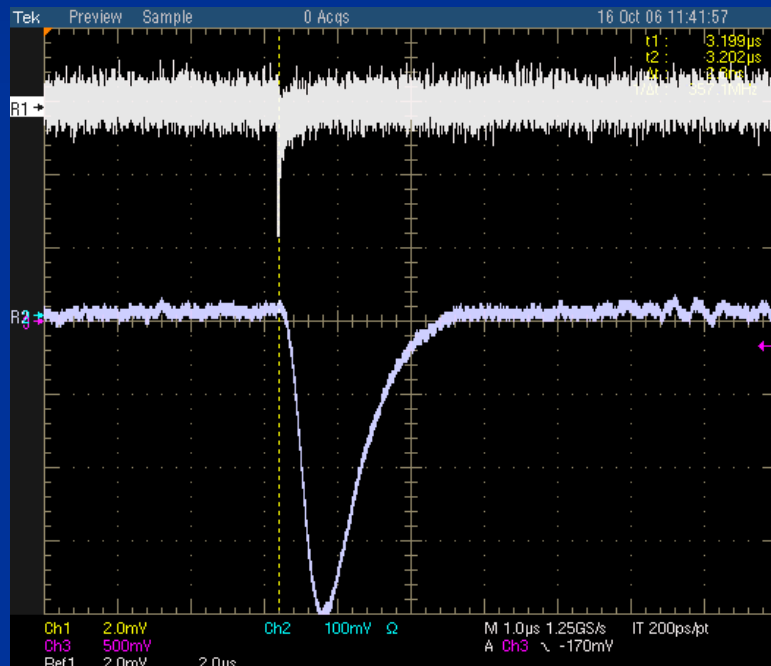


バンチスライスの
ディップの大きさによ
って、スペクトルが異
なることを確認



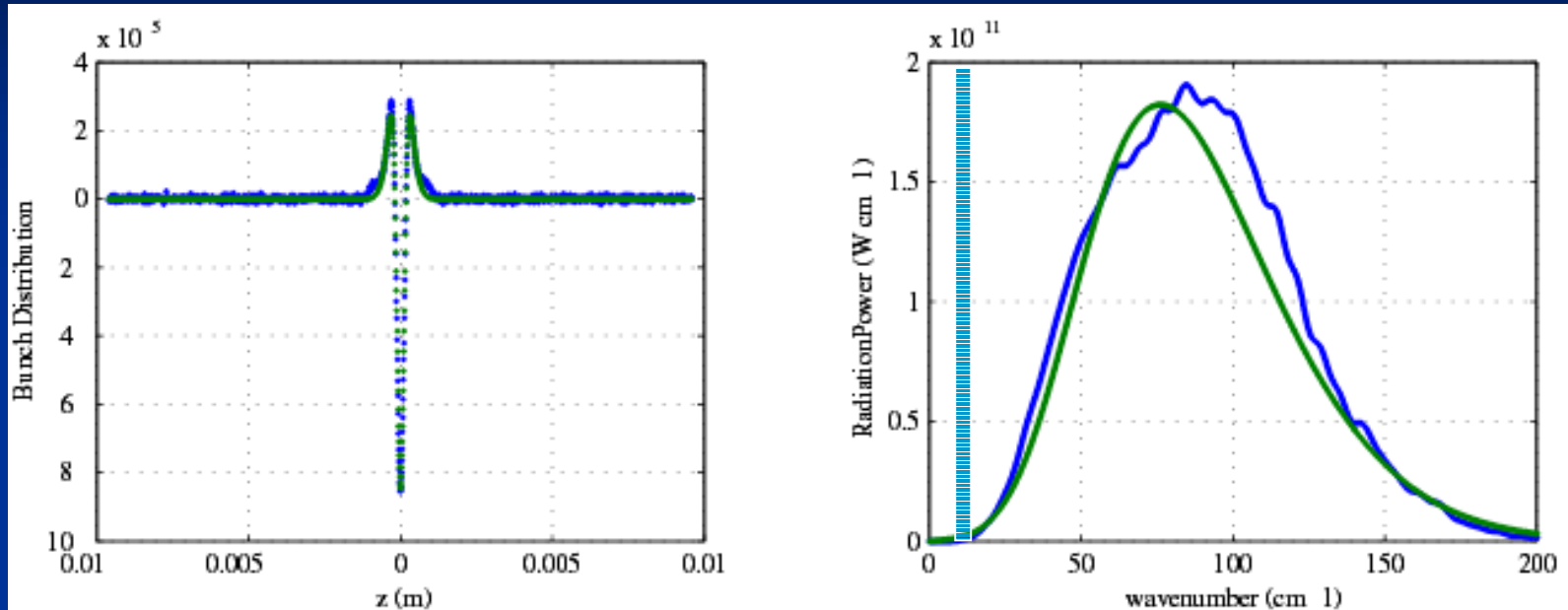
Laser Bunch SlicingのBolometerと VDIテラヘルツ検出器の出力比較

特徴



- 上: VDI テラヘルツ検出器
 - 速い応答時間
- 下: ボロメーター
 - 高感度、高いS/N比

THz強度の計算例と実測



- 計算上ではVDI検出器の波長域(右側グラフ・水色の部分)より短い波長のCSRが強い。
 - 電流 30mA
 - VDI予想出力 0.9mV ~ 8.9mV
 - VDI出力 $3.636 \pm 0.16\text{mV}$

ERL TEST FACILITYにおける テラヘルツ光を用いたビーム診断について

- テラヘルツ計測の特徴
 - 大掛かりな光学系を必要としない。(窓材はコルツ、ミラーも特殊なものではない)
 - リアルタイムでバンチ長に関する情報を得られ、ERL試験機で予定されているサブピコ秒オーダーの電子パルス長の計測に適している。
- もし事前に検出器のテストなどをやりたければUVSORへおいでください。