

## 波長変換実践技術解説(2)

# 温度許容幅と Type1, Type2波長変換

# 1. 温度許容幅とLBO結晶

- ・非線形結晶の種類によっては, Type1とType2波長変換で温度許容幅が大きくことなることは, その数値計算で直ちにわかります.
- ・例えば, Nd:YAG/Nd:YVO<sub>4</sub>レーザの3倍波発生(THG)で広く用いられているLBOでは, 図1に示すようにType1とType2 THGでは大きな差があります[1].
- ・結晶温度が低下するほどその差が大きくなります.
- ・LBO Type1 THGでは有効非線形光学係数 $d_{\text{eff}}$ もType2より大きいので, 高平均出力THGの場合にはType1 THGスキームを採用すべきと考えられます,

# ● LBO THG Type1, Type2温度許容幅の比較

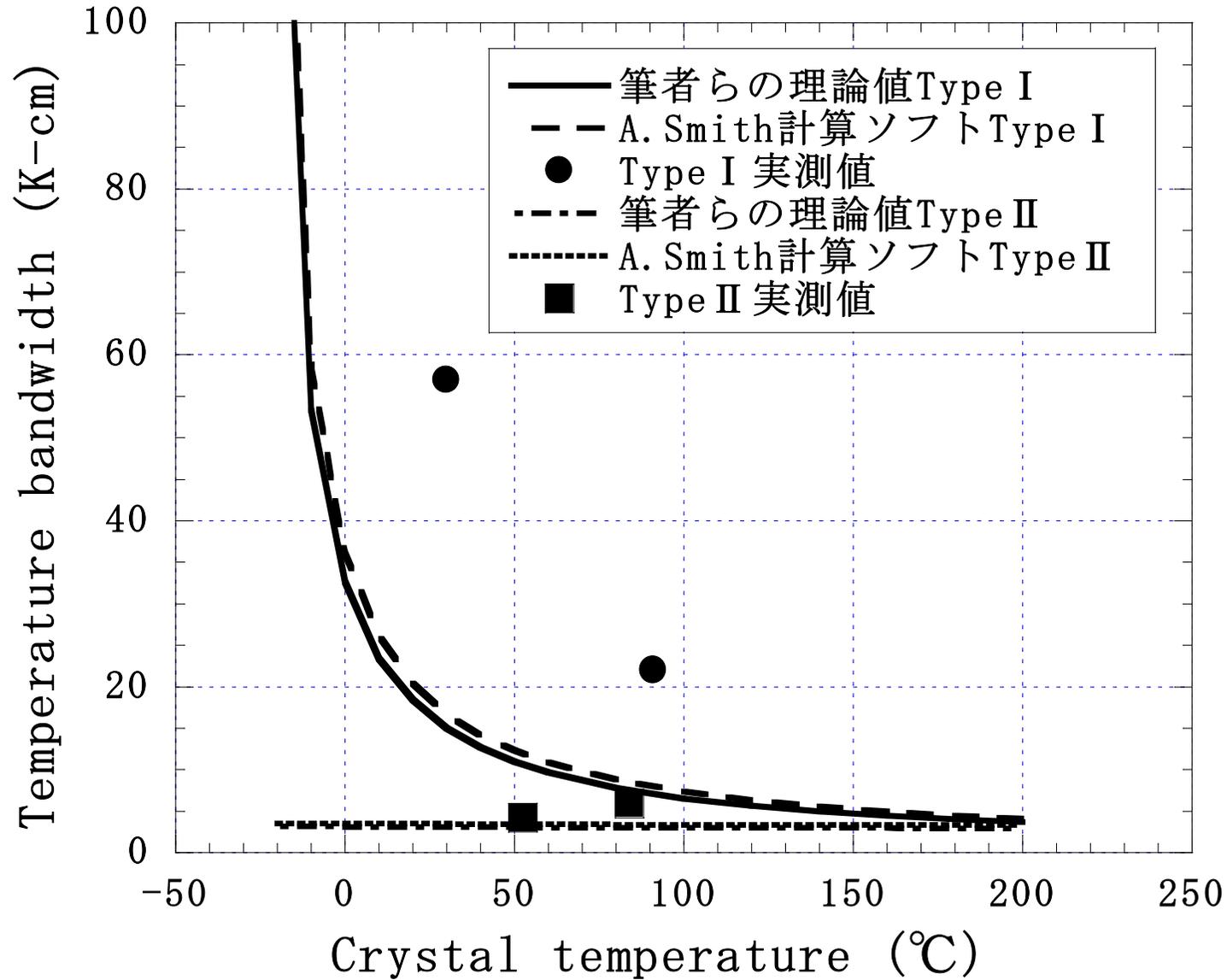


図1

## [余談]

- ・LBO結晶でType1温度許容幅の有利性について, Ti:Sapphierレーザ開発者P.F.Moulton博士から,  
Nd:YAG5HG(213nm)+2.1 $\mu$ m $\rightarrow$ 193nmSFM  
をLBOで実験しようとしていた時にType1SFMが有利ではないかとの指摘を受けたのが発端です.
- ・1064nmのTHGの場合にも、おなじことになるのでは？と計算および実験をした結果が図1です。
- ・図2, 図3に温度許容幅測定に用いた結晶ホルダを示します.
- ・実際の測定は, 高専専攻科生が特別研究として行いました[1][2].

[1] 出来恭一, 猪口雄大, 江崎圭佑; 有明工業高等専門学校紀要 44, 51-55, 2008-10.

[2] 江崎圭佑; 有明高専専攻科最終発表会(2008)

## ● 温度許容幅実測に用いた結晶ホルダ

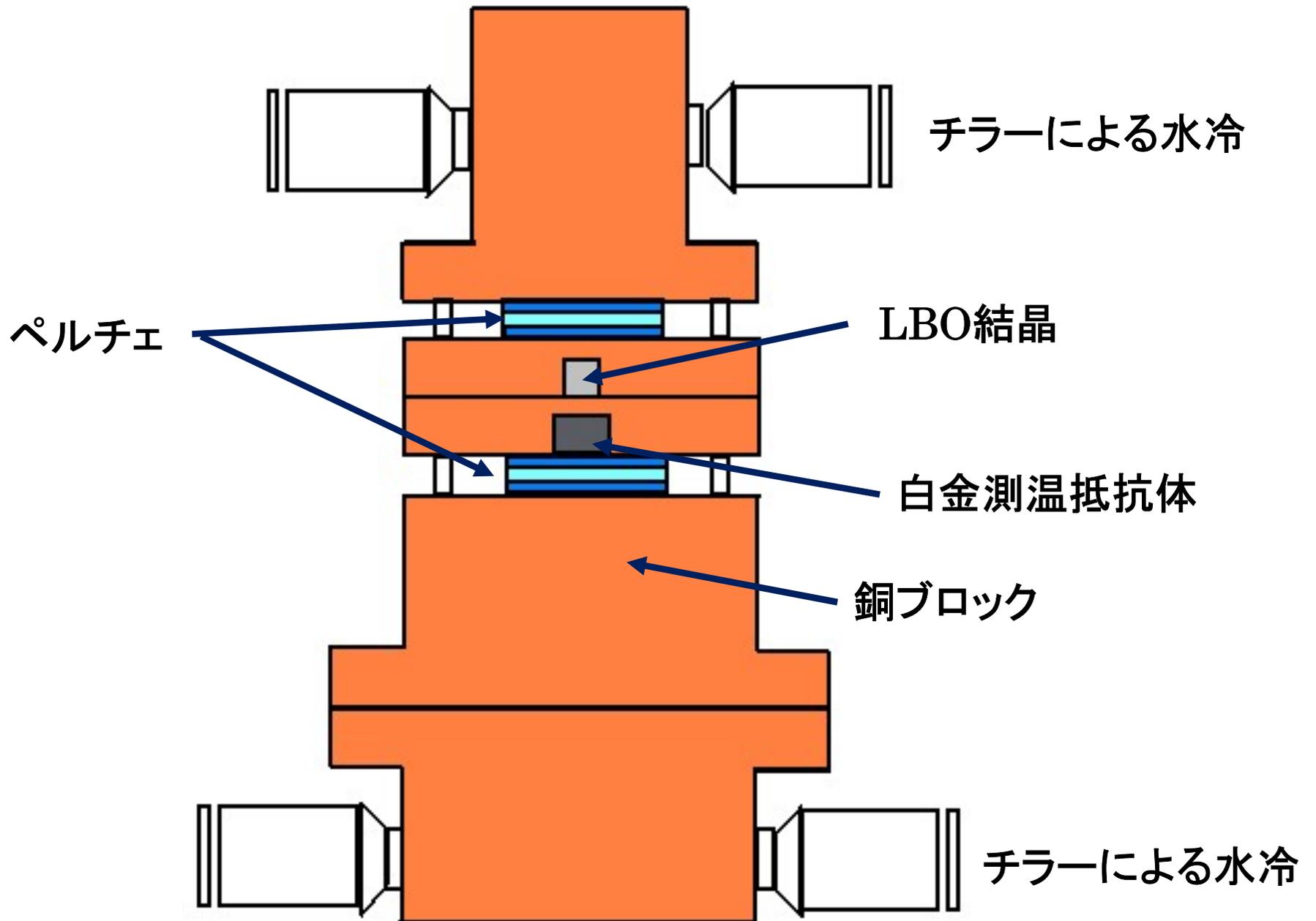


図2 温度許容幅実測に用いた結晶ホルダ.

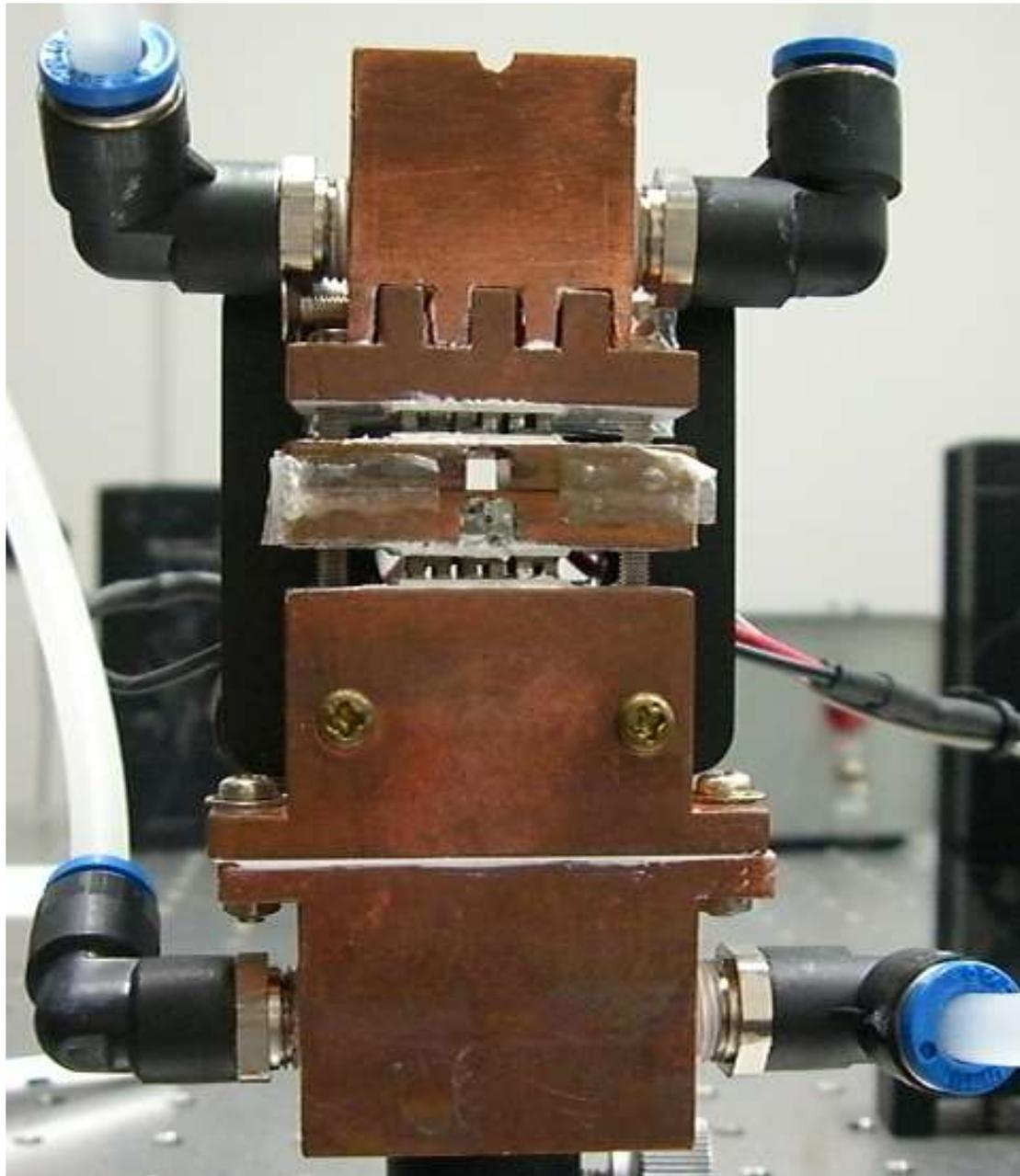
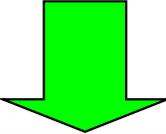


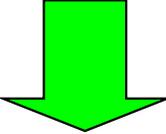
図3 温度許容幅実測に用いた結晶ホルダ写真.

## ● 温度許容幅測定方法[2]

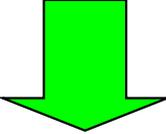
結晶温度をある一定の温度に設定



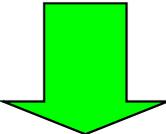
結晶の角度を変化させ、第3高調波出力を最大にする



温度制御装置により結晶温度を変化させ、それぞれの温度に対し第3高調波出力値を測定



その結果をプロットし、半値全幅を読み取る

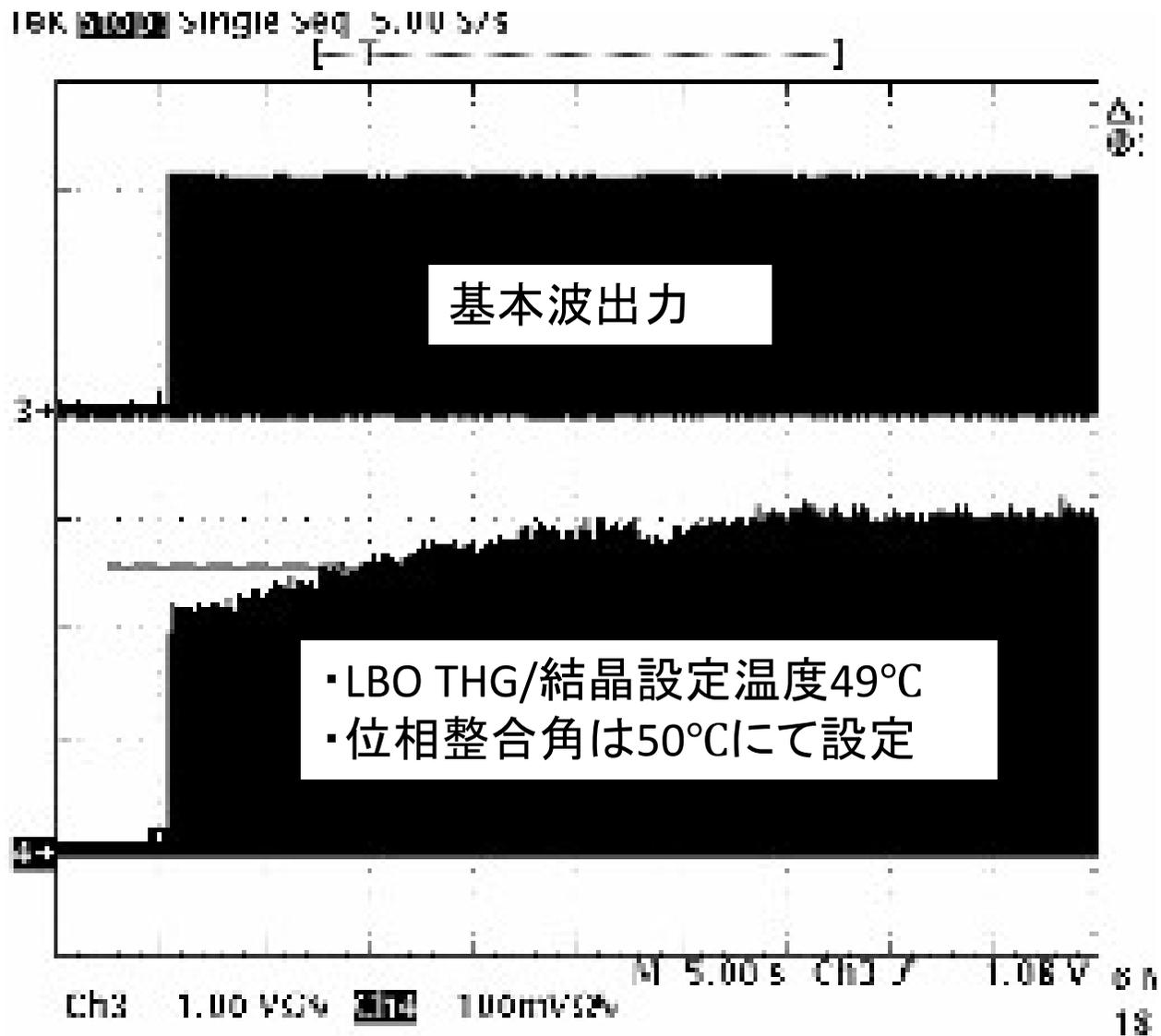


その半値全幅に結晶長をかける

## 2. LBO Type1 THG出力の安定性

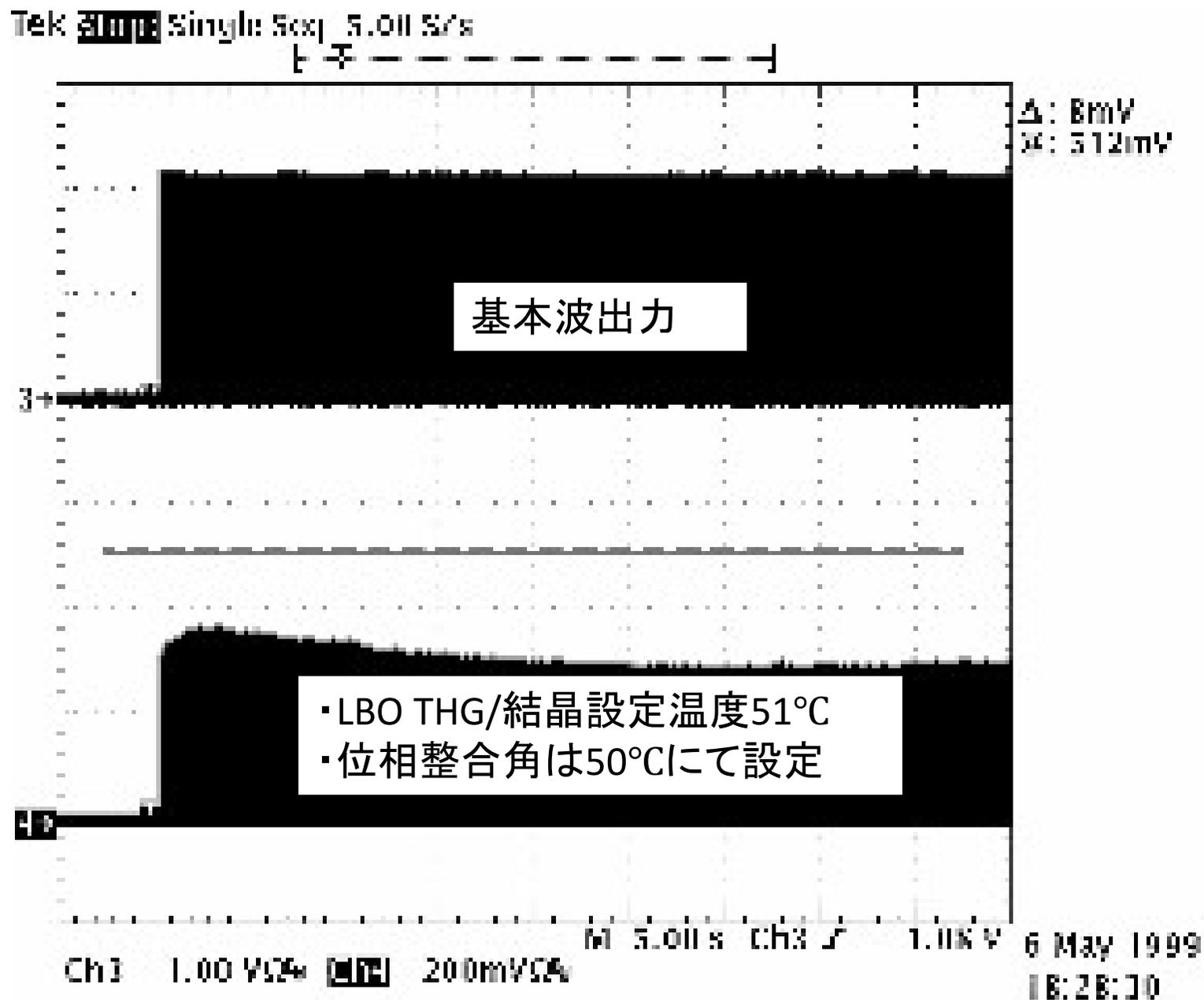
- ・次にLBO THG 出力の変動に関し、Type1とType2で実際に比較した実験について述べます[3].
- ・Type2動作における基本波およびTHG出力の時間変化を図4 (a),(b)に示します. Rep.rateは1kHzです.
- ・(a) 50°Cで位相整合角を最適に調整後, 温度を49°Cに設定後, 基本波, SH波を入射. 第3高調波発生とともに355nmによる自己加熱で結晶温度が上昇, 位相整合温度50°Cに近づくにつれTHG出力が増加.
- ・(b) 50°Cで位相整合角を最適に調整後, 温度を51°Cに設定後, 基本波, SH波を入射. 第3高調波発生とともに自己加熱で結晶温度が上昇, 51°Cからさらに温度上昇するにつれ, 出力が減少.

# ・Type2動作における基本波およびTHG出力の時間変化



(a) Type II, 動作温度49°C, 上段基本波, 下段THG, 5sec/div.

図4(a)

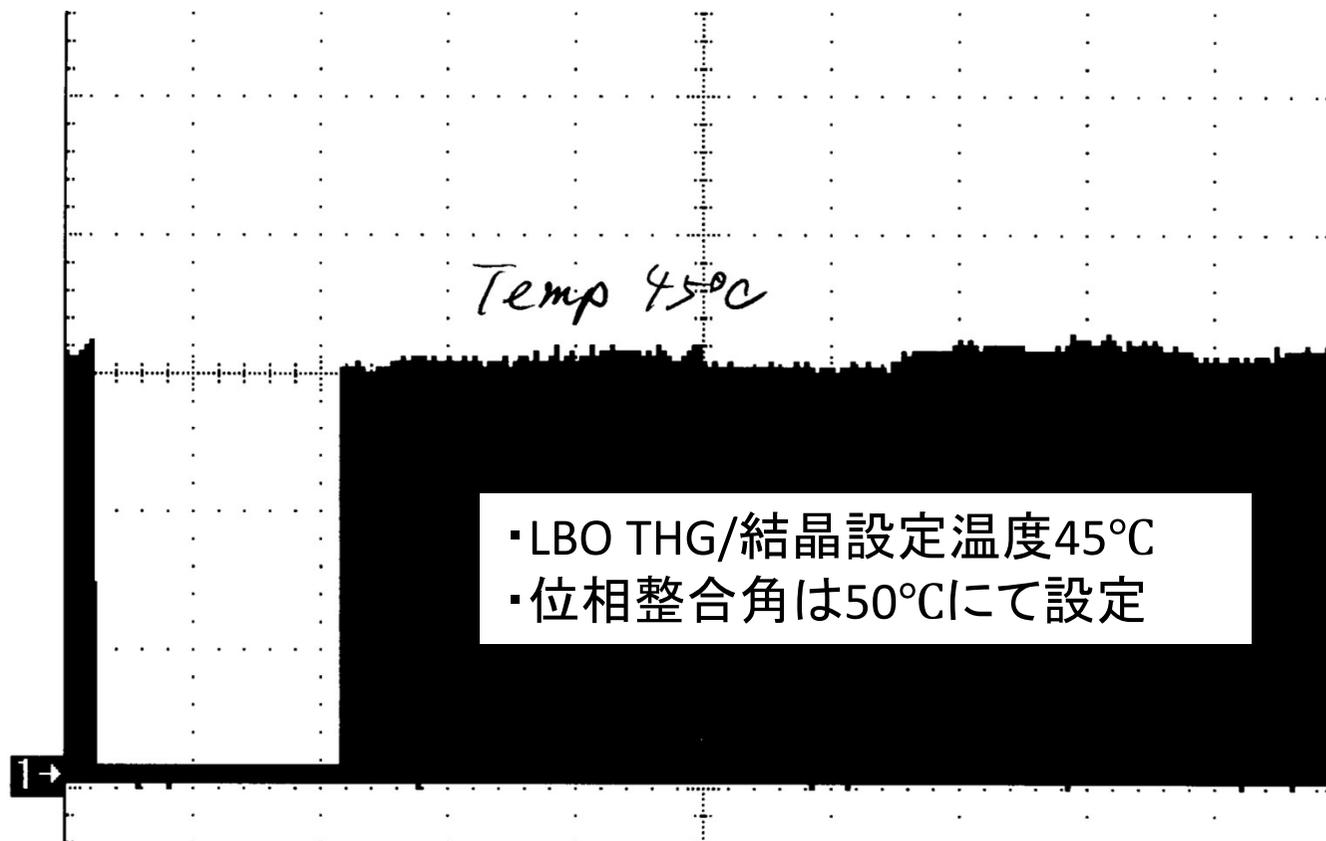


(b) Type II, 動作温度51°C, 上段基本波, 下段THG, 5sec/div.

図4 (b)

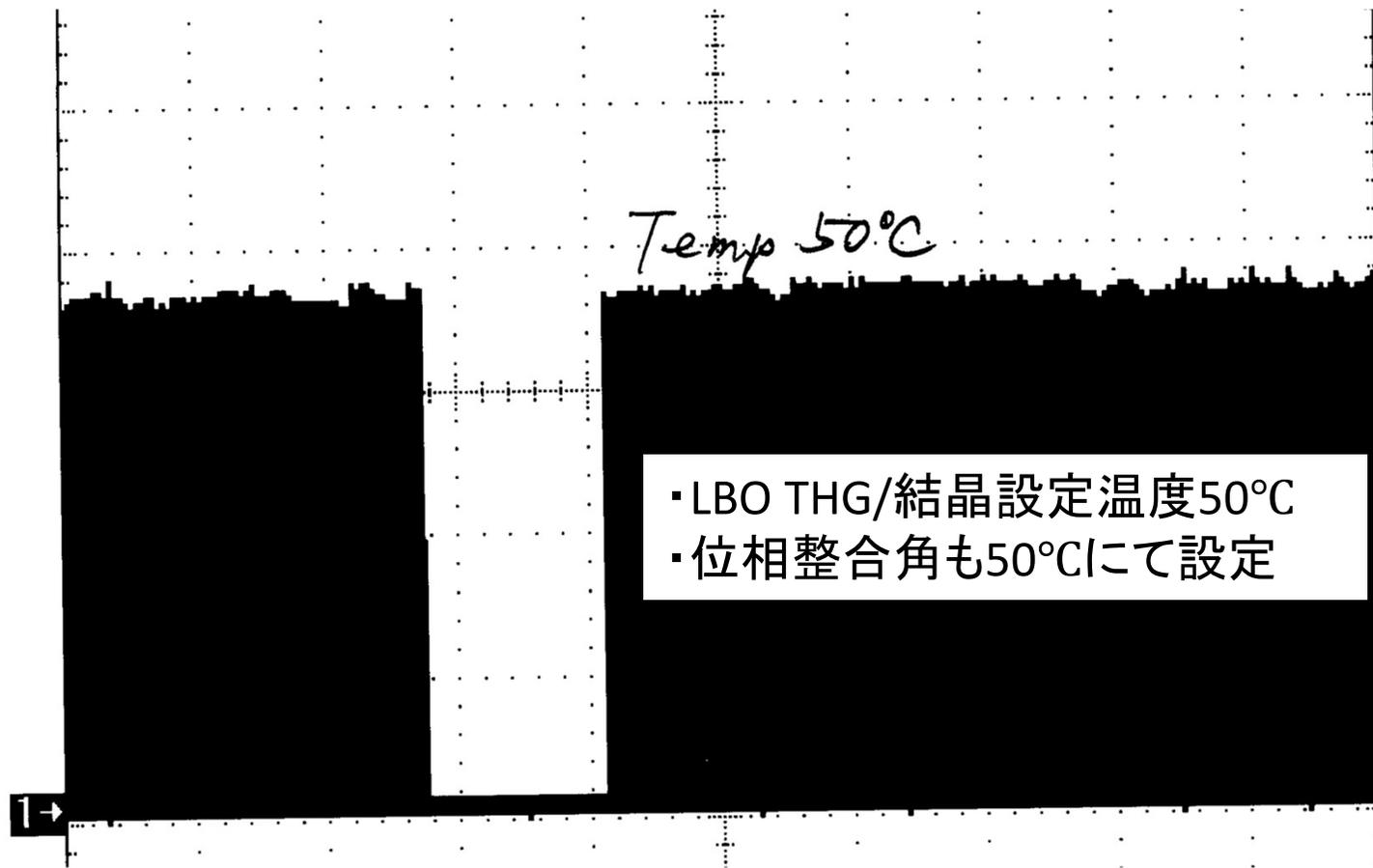
- 次に、同様な操作を Type1 に適用.
- 温度設定範囲を意図的に、 $45^{\circ}\text{C}$ 、 $50^{\circ}\text{C}$ 、 $55^{\circ}\text{C}$  に拡張、位相整合角は  $50^{\circ}\text{C}$  にて設定.
- 結晶の  $355\text{nm}$  による自己加熱があるにも関わらず、 $45^{\circ}\text{C}$  ~  $55^{\circ}\text{C}$  の実験配では、出力変動はほとんど生じていません。  
(図5(a),(b),(c))
- 実際動作における Type1 方式の出力安定性の良さを直接実証しているデータです.

## ● Type1 THG出力の時間変化



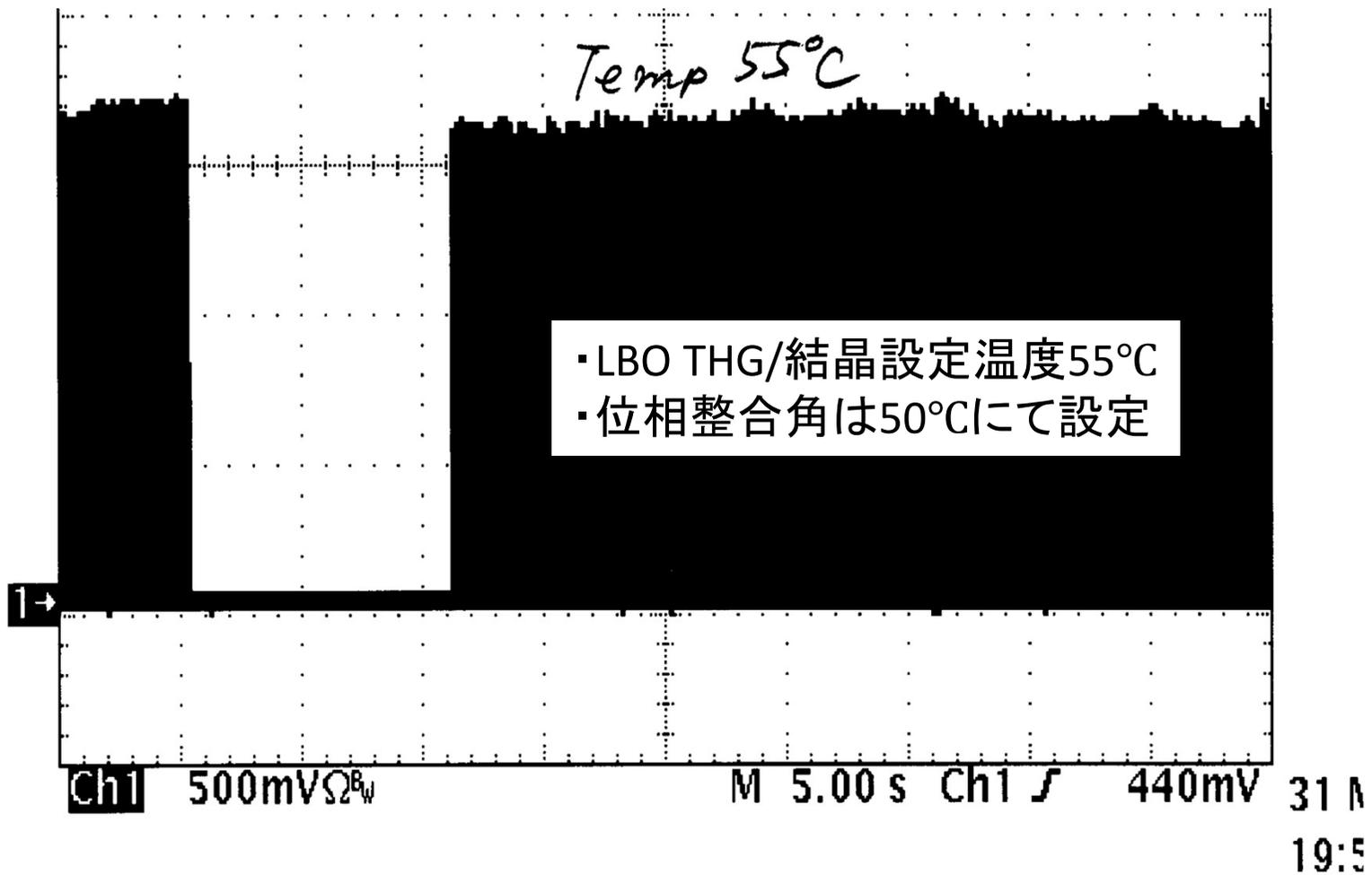
(a)結晶温度45°C, 5sec/div

図5 (a)



(b) 結晶温度50°C, 5sec/div

図5 (b)



(C) 結晶温度55°C, 5sec/div

図5 (c)

# 謝辞

本資料シリーズの公開にあたり、これまで波長変換に関し多大のご指導、ご助言を賜った加藤洌先生、佐々木孝友先生、森勇介先生、吉村政志先生、浅海勝征先生、廣井得輔氏、堀口昌宏氏、横田利夫氏、佐久間純博士、大迫康博士、實野孝久先生、吉田國雄先生、山中正宜先生、P. F. Moulton博士、陳創天先生に深甚なる謝意を表明します。