

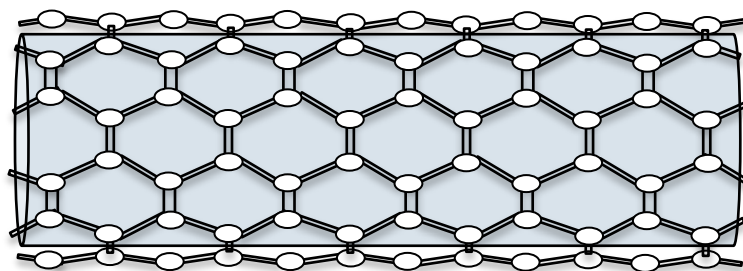


レーザ支援気相熱分解法による Ni内包カーボンナノチューブの生成



背景 ～カーボンナノチューブ(CNT)～

グラファイトが筒状になったもので、直径は数nm長さは数 μm 程度
高アスペクト比をもち機械的、化学的に優れている。



半導体or金属

円筒の中空部分には
金属を内包できる

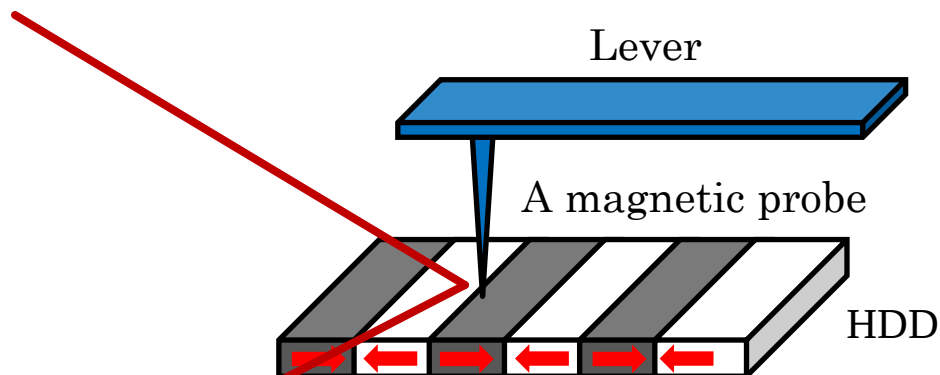
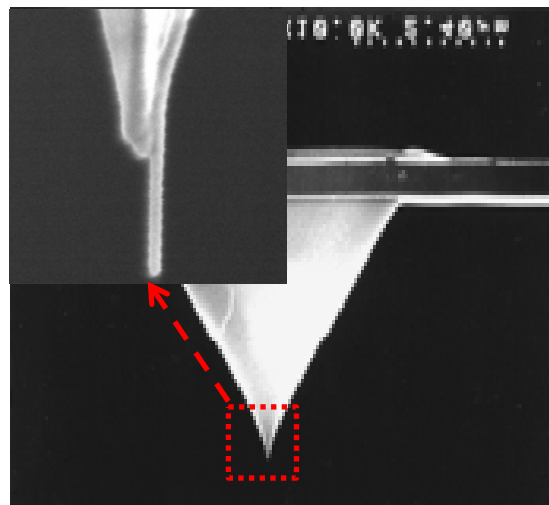
巻き方(カイラリティ)で
特性が変化する

燃料電池や磁気力顕微鏡の探針など
様々な分野への応用が期待されている。



背景 ～磁気力顕微鏡(MFM)～

磁性探針と試料磁界との磁気的作用による振動の位相変化で
磁気力勾配の分布を画像化するもの



記録向上に微小な磁石を用いる
→ナノサイズの探針が必要

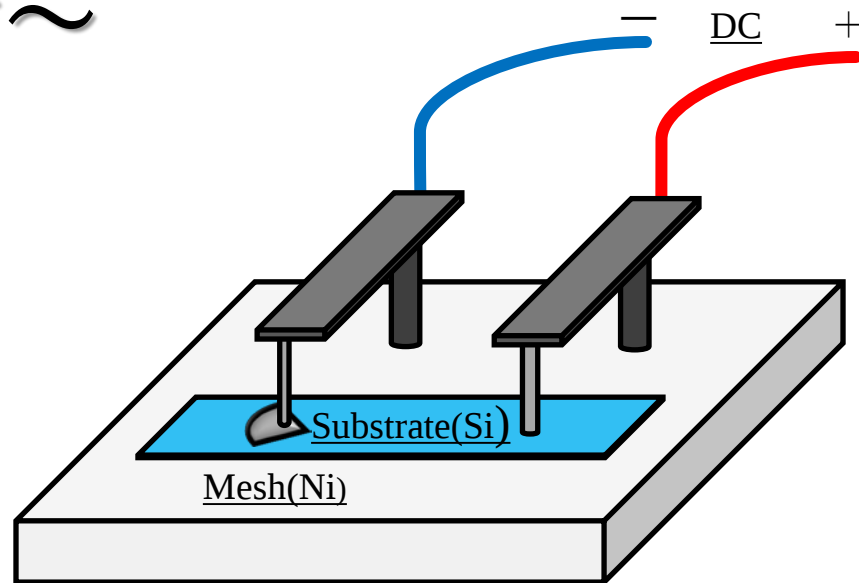
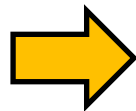
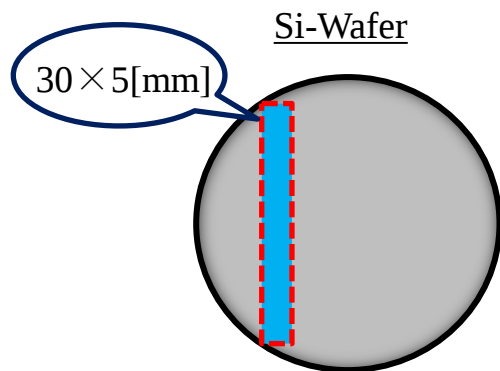
www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2004/pr20040317/pr20040317.html

金属を内包させたCNTを探針に使用することで
より微小な磁石の測定が期待できる

R. Saito et al., Appl.Phys.Lett. 60, 2204 (1992)



方法 ～試料の準備～

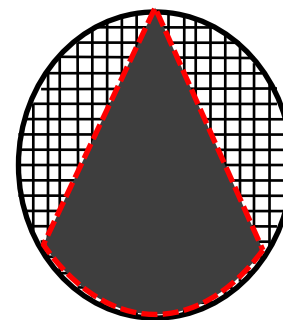


✦ Siウェハーから $30 \times 5[\text{mm}]$ の基板を作成

✦ Niメッシュを基板の上にのせる

✦ Si基板とNiメッシュを電極で固定する

✦ 電極をチャンバー内に固定する

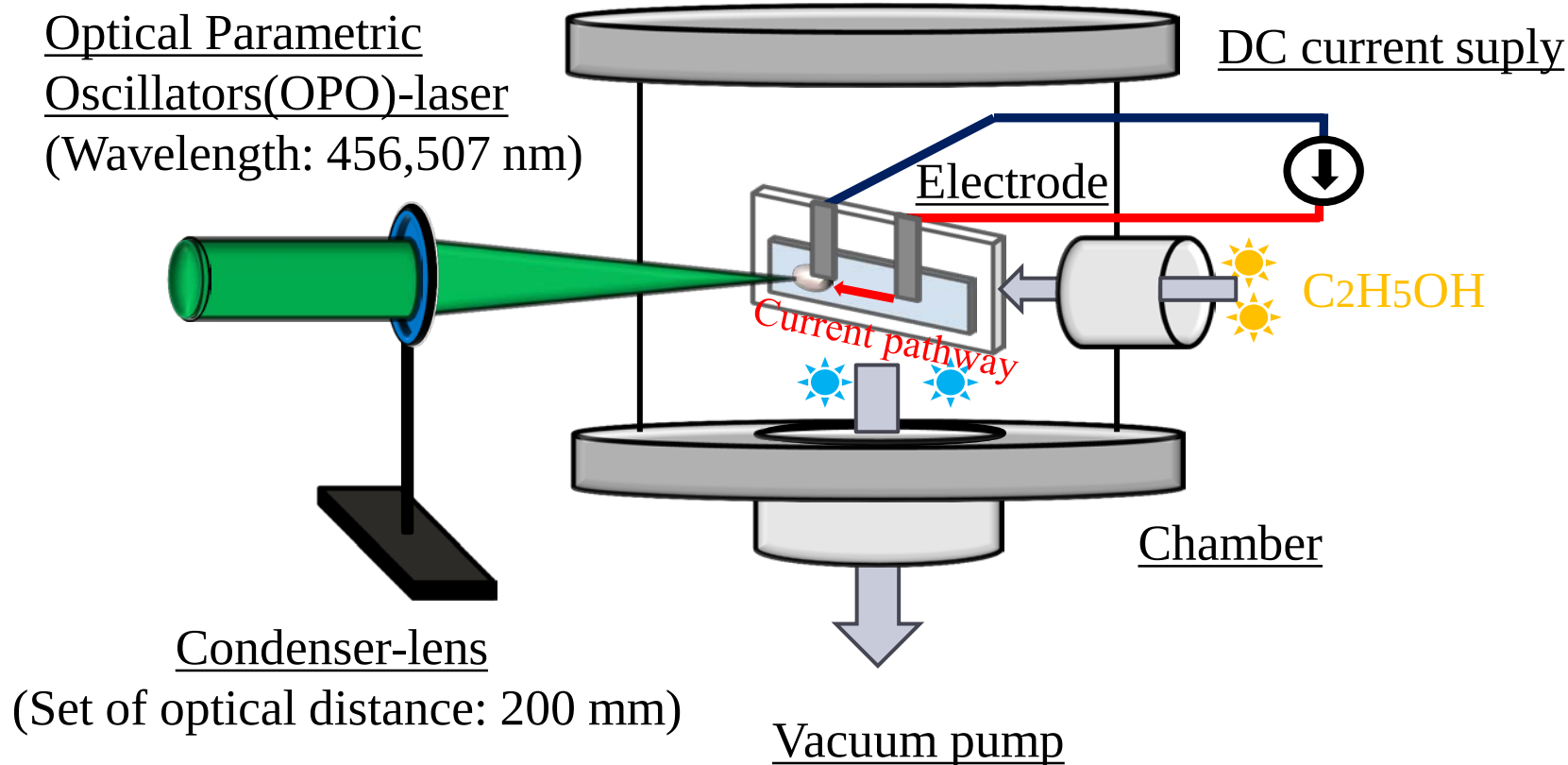


Mesh(Ni)



方法 ~熱分解法~

- ★ チャンバー内の空気を排出
- ★ メッシュにレーザを照射
- ★ 気相状態のエタノールを注入
- ★ 電極に電流を流し、ジュール熱による熱分解





方法 ～実験条件・評価方法～

《熱分解条件》

- ・触媒金属 : Ni
- ・炭素供給源 : C_2H_5OH
- ・加熱時間 : 1min
- ・電流値 : 10A
- ・流量 : 200ccm
- ・気圧 : 800~1000Pa
- ・Si基板 : $30 \times 5 \times 0.525\text{mm}$, n型, 1-10 Ω

《レーザ支援条件》

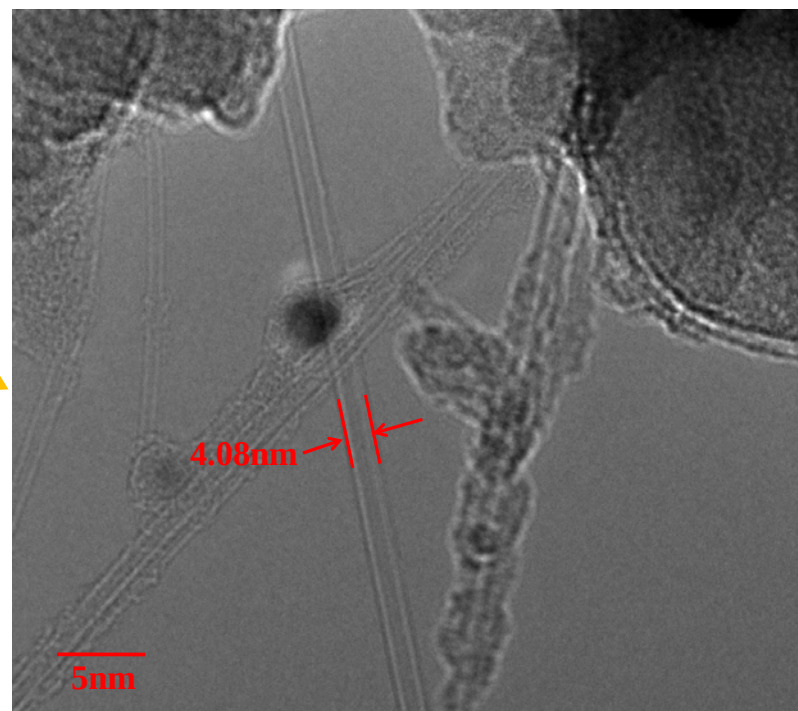
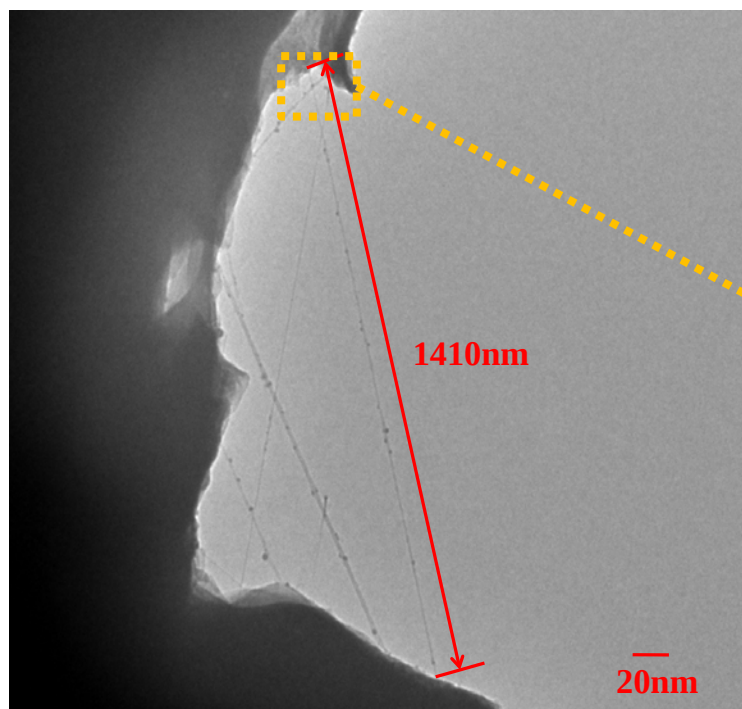
- ・光支援 : OPO波長 456nm
- ・パルス幅 : 5~7nsec
- ・出力 : 40~60mW
- ・ビーム径 : 1~2mm Φ

《評価方法》

- ・透過型電子顕微鏡(TEM)
- ・ラマン分光法

結果~TEMによる評価~

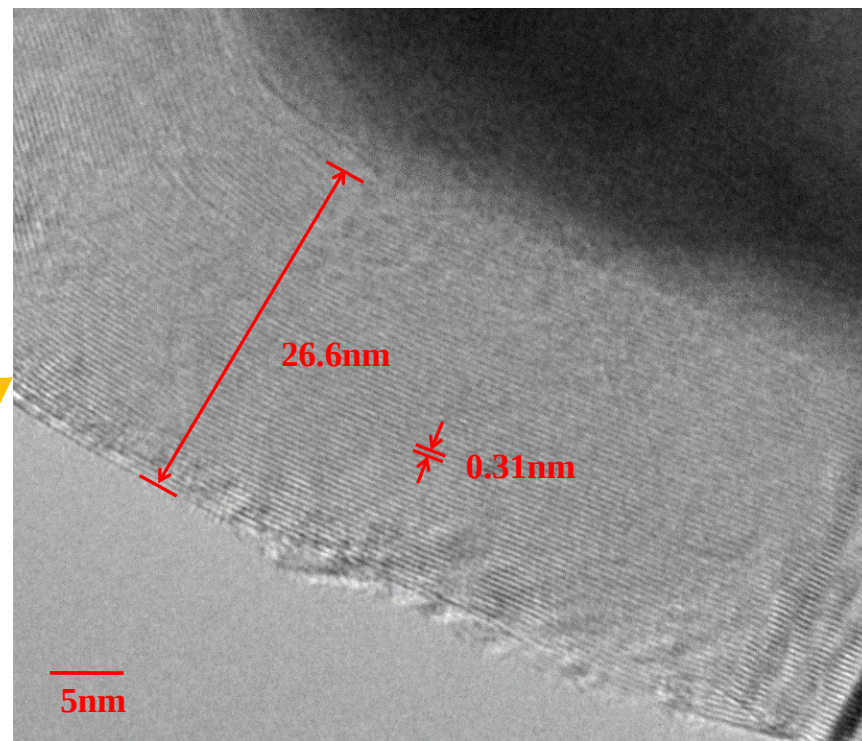
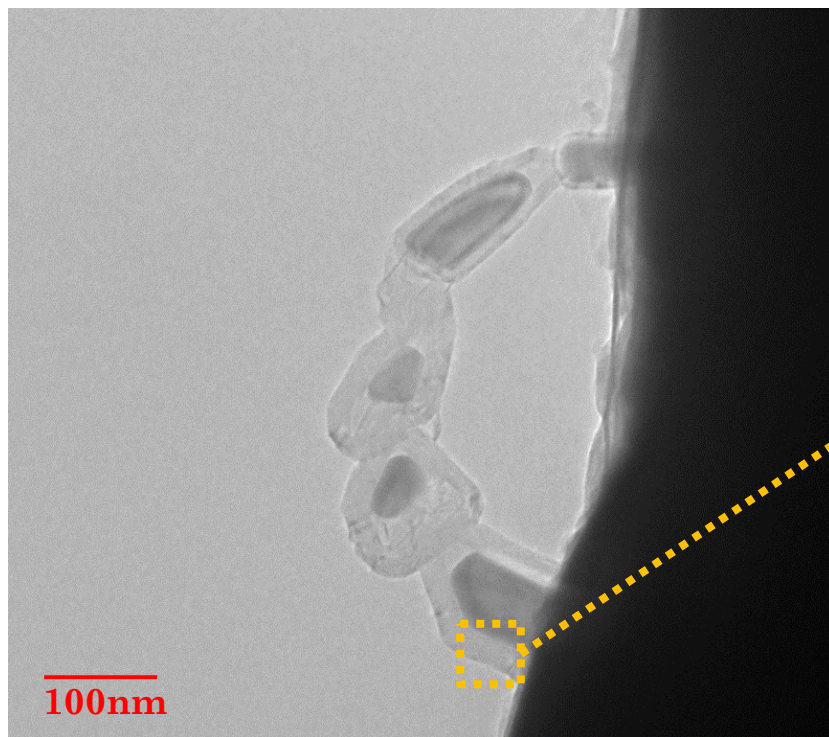
電流 10A 加熱時間 1min 流量 200ccm レーザ波長 456nm



- 直径が4nm程度の直線性の高いCNTが生成されていることが確認できた。
- NiはCNTに付着したのみで、内包は確認できなかった。

結果 ~TEMによる評価~

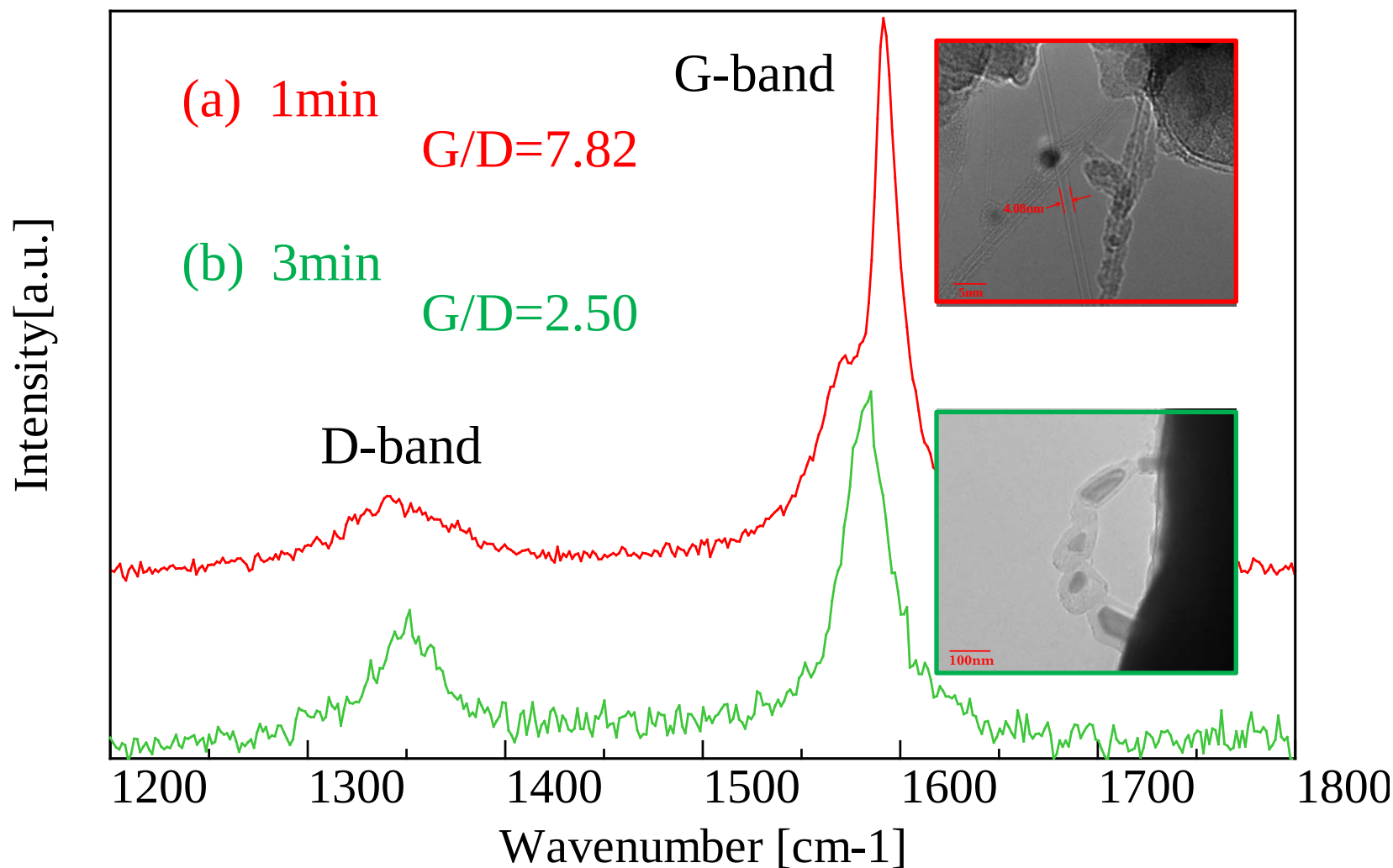
電流 10A 加熱時間 3min 流量 200ccm レーザ波長 456nm



- 60層程度の多層CNTが確認された。
- Niが内包されているが、直線性はなくCNTが重なった様な構造になった



結果 ~ラマン分光法による評価~



- 加熱時間を増やすと結晶度は下がる



まとめ

- 同じ波長で支援した場合、加熱時間を変化させたところCNTの層の数、形状ともに変化した
 - CNTにかかる熱エネルギーが増えると結晶度が下がるため直線的なCNTではなくなった

- 層の薄いCNTではNiの内包は確認できなかった
 - 結晶度が高いうえに直径が極めて短いためNiが入りこめなかった