

アメリカ テキサス大学ダラス校 ITP派遣報告

名古屋大学 工学研究科 堀・関根研究室
博士課程後期課程1年 竹内 拓也

派遣先 テキサス大学ダラス校

テキサスの特徴

広大な土地
車社会

空港から大学まで
車で約40分

公共交通機関を
利用すると...
電車・バスで約3時間！



滞在中の生活 (1)

大学敷地内のアパート(一人部屋)に滞在

- 短期派遣の研究者らが不自由なく生活できるようにほぼ全ての生活用品が揃っていた。
- 自炊が基本
- 多くの方がルームシェア
- 大学内には2社がアパートを経営
(会社によって部屋が多少変化)

ラウンジ



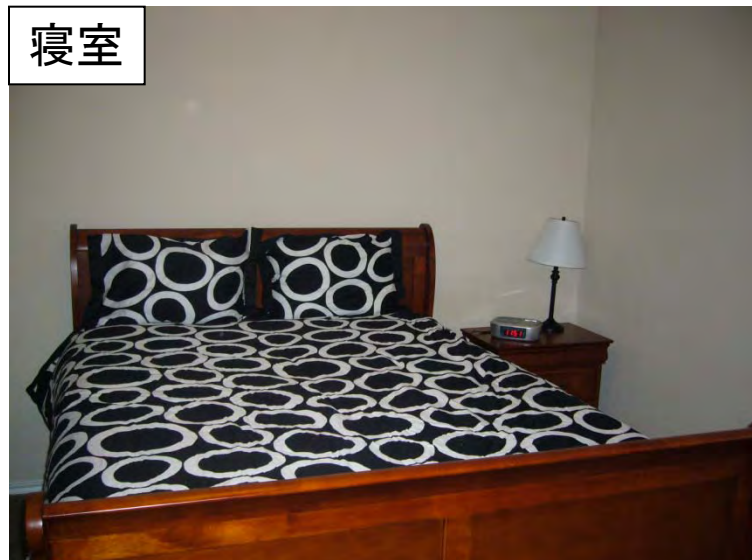
キッチン



滞在中の生活 (2)

- すぐ南がメキシコとは言え、冬は寒い。
- アメリカでは洗濯物を外に干すと苦情が来る。
- 大学内は安全
(大学内を警備が昼夜巡回)

寝室



クローゼット



Dallas downtown

Union tower



Six floor(JFK museum)



JFK was shot here



Six floor(JFK museum)



NSERL

NSERL: The Natural Science and Engineering Research Laboratory

化学、生物学、電子工学、材料科学など様々な研究グループが所属するテキサス大学ダラス校の研究機関。

広い実験室やクリーンルームなどがあり、実験などにスペースが必要な研究者達のために設立された。

今回、その研究グループの一つであるプラズマ研究グループにて研究を行った。



NSERLの外観

テキサス大学ダラス校での研究

研究テーマ: 酸素添加によるフルオロカーボンプラズマ中の活性種の変化の観察

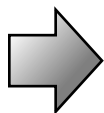
フルオロカーボンプラズマの応用

絶縁膜のドライエッチング

炭素系薄膜の化学気相堆積

物質表面の改質

より高性能なデバイス作製

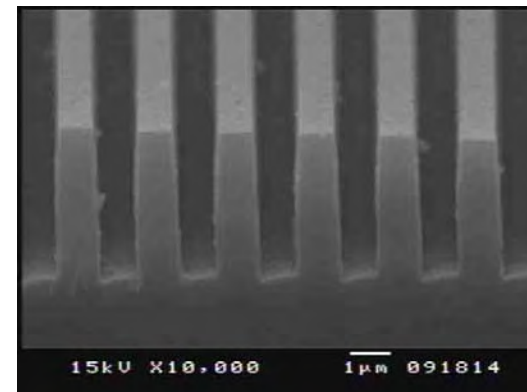


高精度なエッチング形状が必要

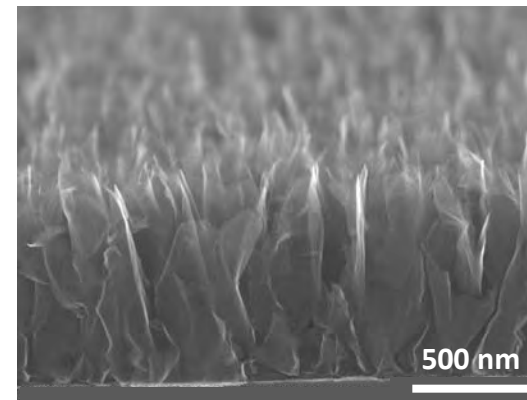


プラズマ中の活性種の挙動を理解することが不可欠

エッチング特性を向上させる効果のある酸素添加に注目



Ex.1 SiO₂ etching^[1]



Ex.2 Carbon nanowalls

目的

フルオロカーボンプラズマの基本特性の解明

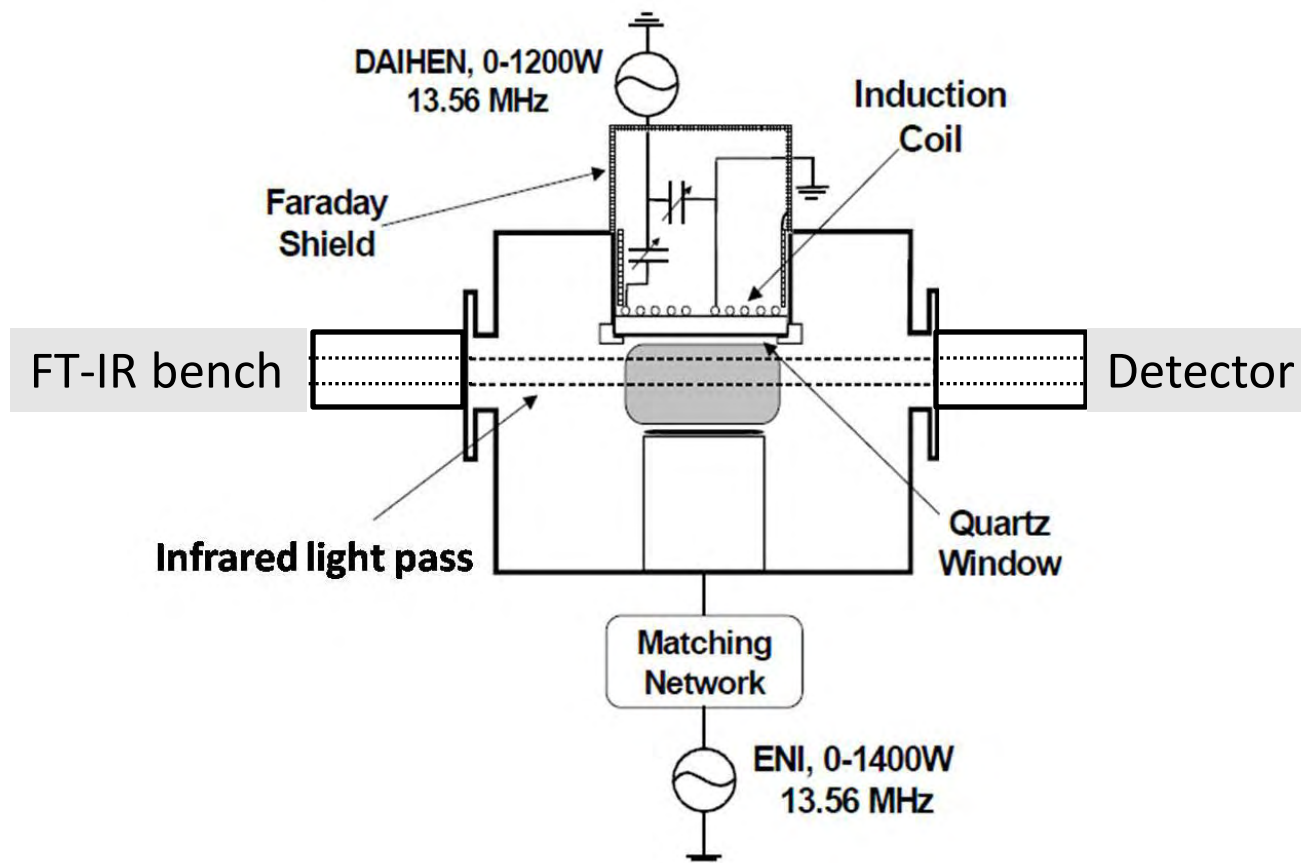
FT-IRを用いたプラズマ中の粒子絶対密度計測

Wise probe (ラングミュアプローブ)を用いた電子密度計測^[2]

[2] M. H. Lee, S. H. Jang and C. W. Chung, J. Appl. Phys. 101, 033305 (2007).

実験装置図

誘導結合型プラズマ装置



Beer's lawの適応可能領域の調査

絶対密度算出に赤外光の吸光度が圧力(密度)に比例する領域にて行う。

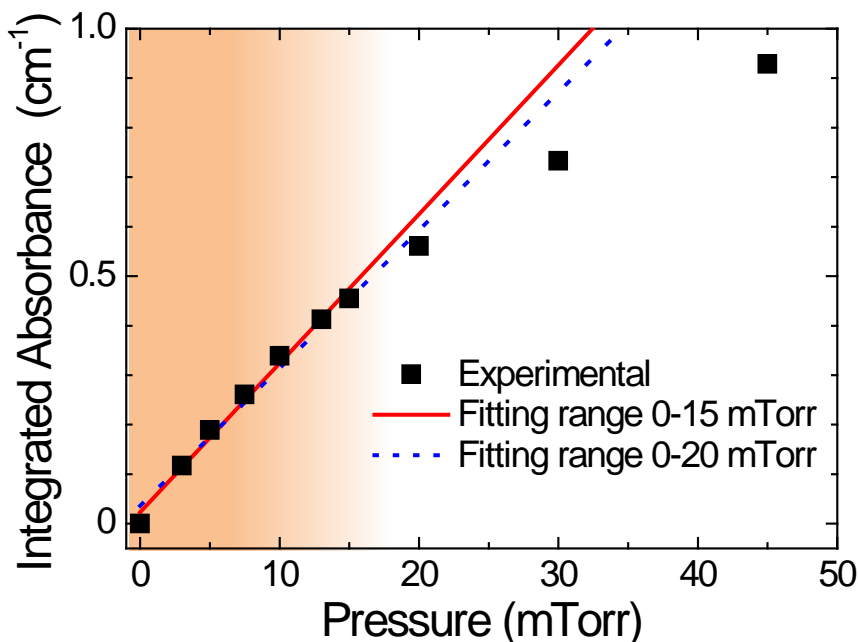
Beer's law

$$A(\nu) = \left(1 - \frac{I(\nu)}{I_0(\nu)} \right),$$
$$= \{ 1 - \exp[-nl\sigma(\nu)] \},$$
$$\approx [\sigma(\nu)nl],$$

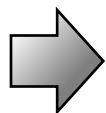
A: 吸光度
 σ : 吸収断面積
n: 密度
L: 吸収長

実験条件

CF₄: 1 sccm
圧力: 3~60 mTorr
吸収長: 64 cm
プラズマ無し



0 ~ 15 mTorr 圧力に赤外線吸光度が比例



0~15 mTorrでBeer's lawが成立

プラズマon/off時のIRスペクトルの違い

実験条件

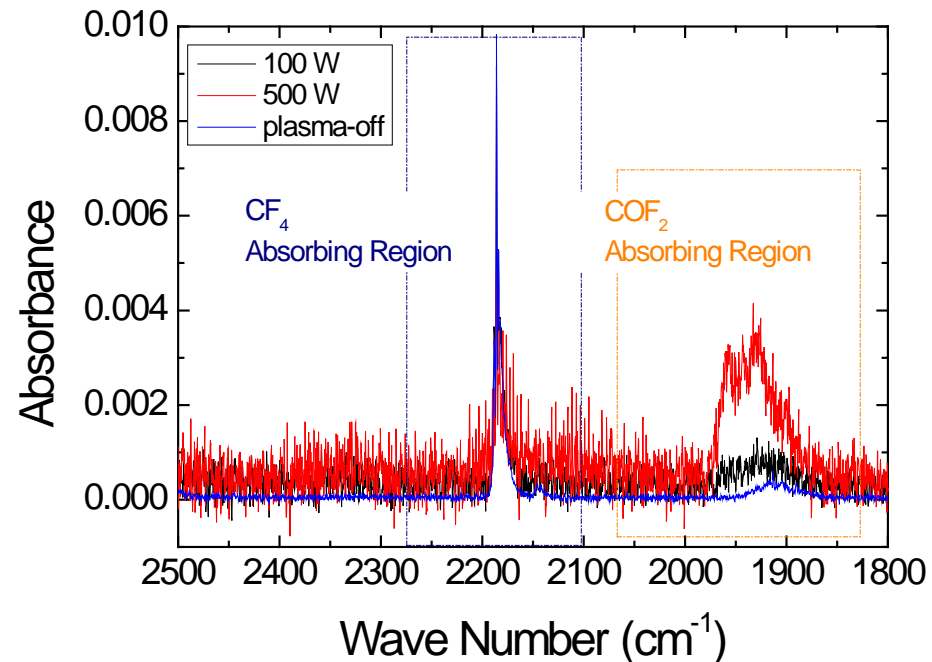
CF₄/O₂ : 19 / 5 sccm

→ O₂ / (CF₄+O₂) : 0.05

RF 電力 : 100 W (E mode)
500 W (H mode)

圧力 : 60 mTorr

吸収長 : 64 cm



RF電力100 Wの条件(Eモード)ではプラズマoff時と大きな変化はない。

RF電力を上げ、Hモードのプラズマを計測。

→ Hモードのプラズマ計測では、COF₂の赤外吸収を観察

圧力60 mTorrの条件においては安定したHモードのプラズマが生成できたが、Beer's law成立領域ではプラズマが安定しない。

プローブによる電子密度計測

実験条件

CF₄/O₂ : 20-x / x sccm

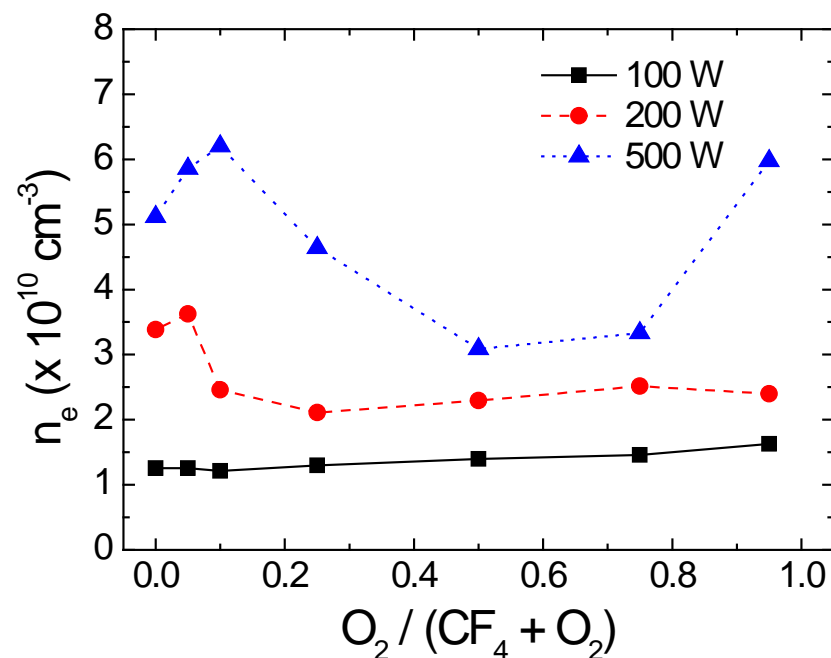
→ O₂ / (CF₄+O₂) : 0~1

RF 電力: 100 W (E mode)

200 W (E mode)

500 W (H mode)

圧力: 60 mTorr



200 W, 500 Wにおいて酸素流量比増加に伴い電子密度減少
→CF₄, O₂のイオン化断面積の違いによって生じたと考えられる。

フォトレジストからの反応生成物計測

実験条件

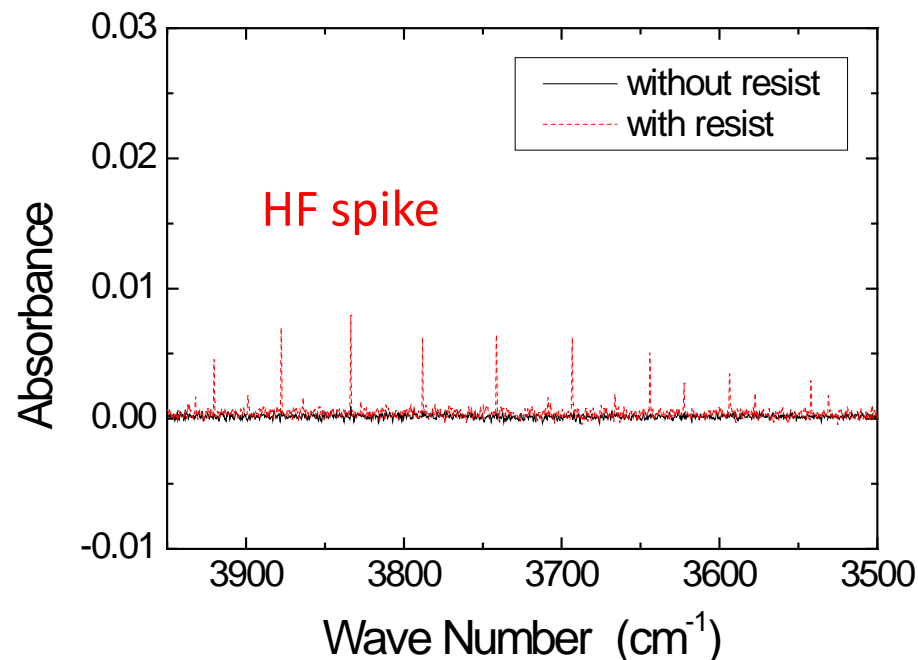
CF₄ : 20 sccm

RF電力 : 500 W (H mode)

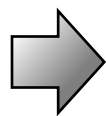
圧力 : 60 mTorr

吸収長 : 64 cm

基板 : フォトレジスト (1813)



フォトレジストからの反応生成物 (C₂F₆, HF) を観測



今後、現在私が研究対象としているフォトレジストからの
反応生成物を観測を予定

まとめ

研究に関して

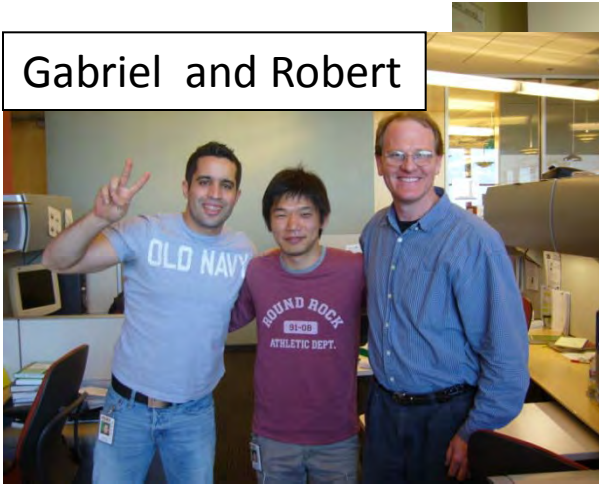
FTIR及びラングミュアプローブを用いて CF_4/O_2 混合プラズマの気相診断を行った。

- FTIRを用いた気相中粒子の絶対密度計測の手法を学んだ。
- CF_4/O_2 プラズマの診断を行い、また、フォトレジストにプラズマを照射し、反応生成物の観察を行い、 C_2F_6 , HFを確認した。

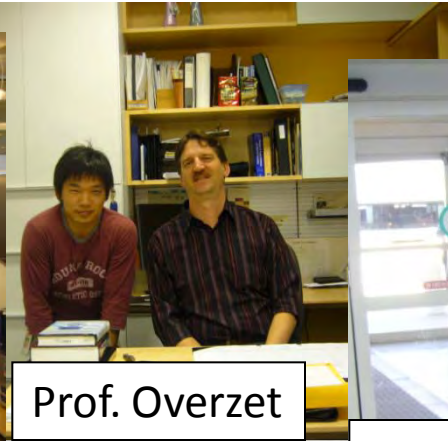
また、アメリカでの生活や文化の理解、多くの友人を得ることができました。
テキサス大学ダラス校への派遣は私にとってかけがえのない経験となりました。

Plasma research group members

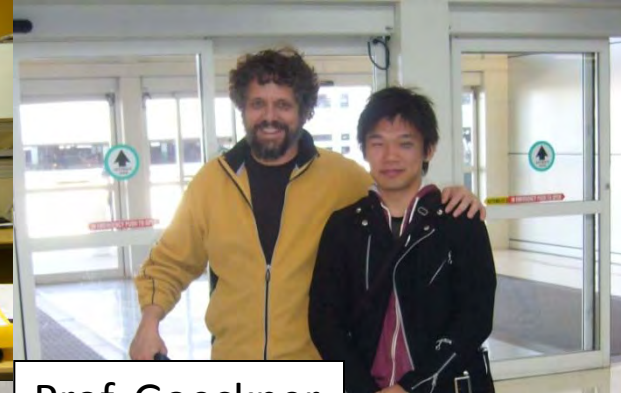
Gabriel and Robert



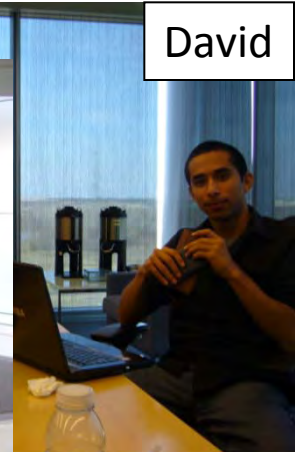
Prof. Overzet



Prof. Goeckner



David



Li Jia(ITP dispatched worker)



Daisuke



Cristina



このような素晴らしい機会を与えて下さった堀教授、
豊田教授、そして今回の派遣を支えて下さった全ての
方々に深く感謝致します。