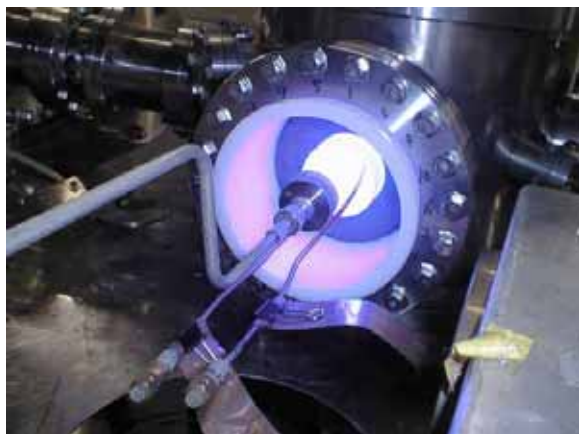


量子理工学専攻
プラズマ理工学講座
光・波動応用計測工学研究室

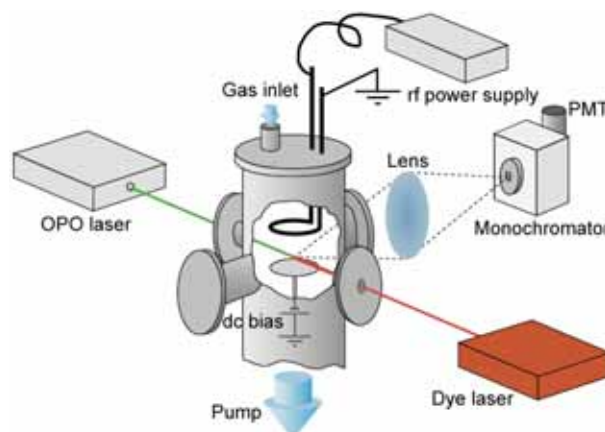
教授: 佐々木 浩一
准教授: 富岡 智
助教: 西山 修輔

研究分野: プラズマの産業応用

キーワード: プラズマ技術とレーザー技術

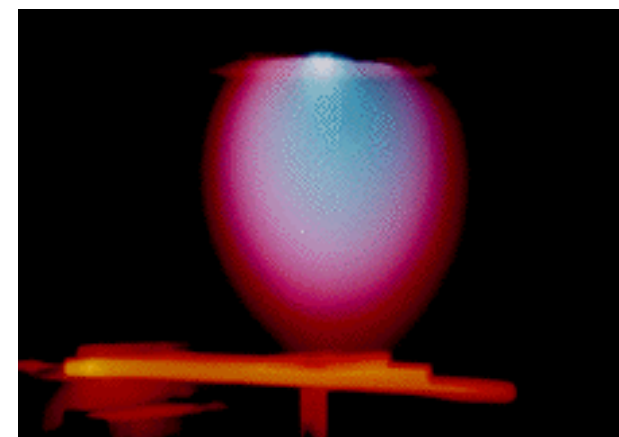


プラズマ応用プロセス



反応性プラズマ基礎
(レーザー応用プラズマ計測)

(九大前田研のホームページより転載)



レーザー応用プロセス

産業応用プラズマ研究

核融合研究

高温・高密度プラズマの実現による
核融合熱エネルギーの利用

高温・高密度**水素**プラズマの閉じ込め

“究極の熱い”プラズマを
持続させる研究



次世代のエネルギー地球に太陽を!

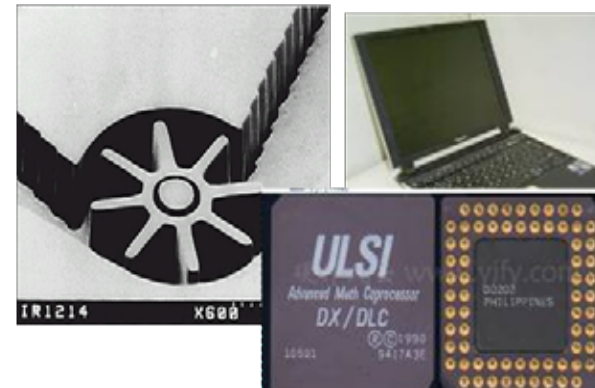
産業応用プラズマ研究

半導体プラズマプロセス
超微細加工に必須の基盤技術

種々の反応性ガス(Cl_2 , SiH_4 , CF_4)プラズマの
原子・分子による化学反応の制御

“冷たい”プラズマを
使いこなす研究

応用分野



ULSI
液晶
太陽電池
マイクロマシン
機能材料
バイオ
環境

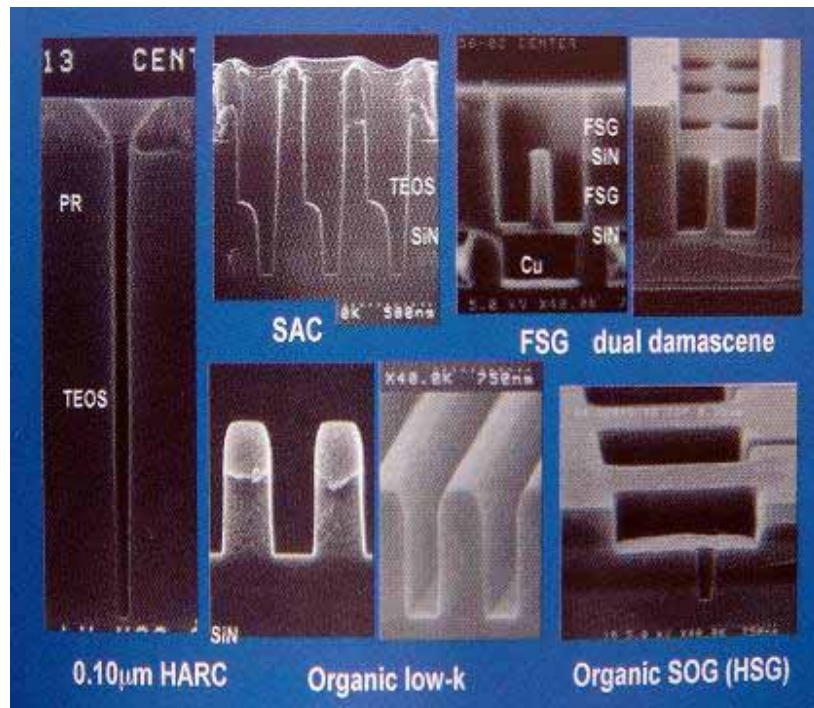
超微細加工、超薄膜成長、超表面改質
(最先端エレクトロニクスデバイス)

(出典:名古屋大学プラズマナノ工学研究センター)

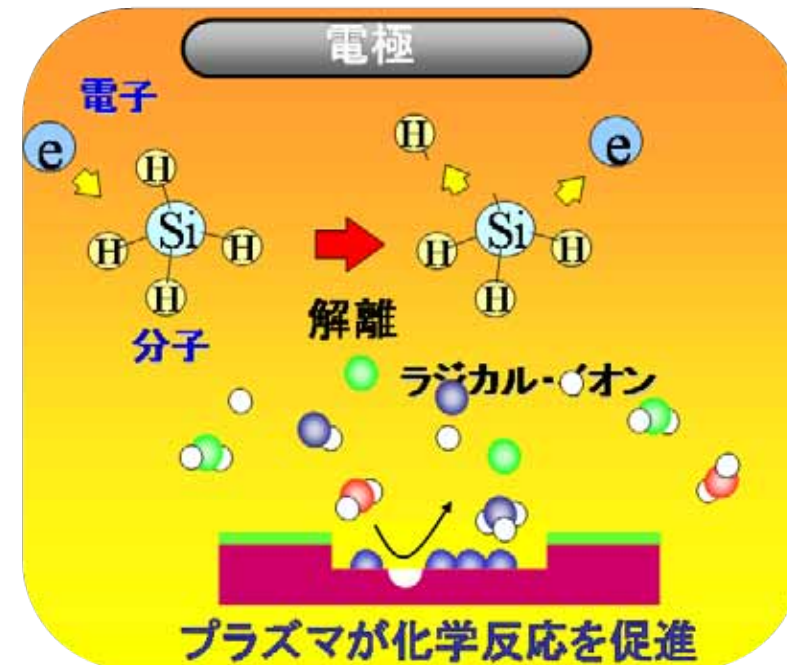
エレクトロニクスはプラズマで作られている

産業用プラズマの特徴・・・ULSIの70%以上で使われている!
 ほぼ全てのエレクトロニクスはプラズマなしでは製造できない。

微細加工の例



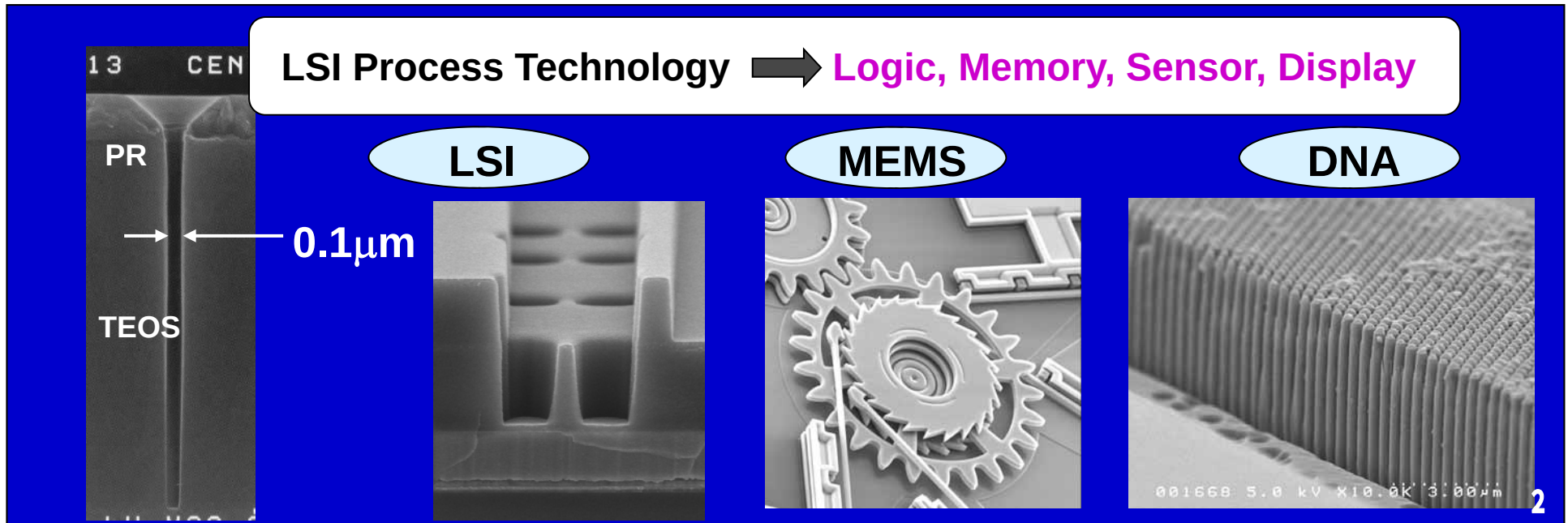
ラジカルとイオンは
反応性が高い



- ・ナノメーター超微細加工
- ・超機能薄膜の成長
- 室温近傍でもダイヤモンドが成長

(出典: 名古屋大学プラズマナノ工学研究センター)

プラズマを用いた微細加工技術は エレクトロニクスのキーテクノロジー



LSI → MEMS → DNAチップへと応用範囲が拡大

これからはプラズマナノ科学を駆使して 新しい産業を開拓する時代

産業応用プラズマ研究(プラズマプロセス)の過去・現在・未来

1960年代～

LSIの黎明時代

1970年代～

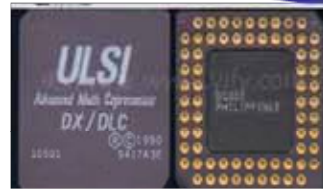
半導体加工への
プラズマ技術の採用

1980年代～

半導体超微細化の爆発的進展
(プラズマが重要な基盤技術)



2010年代～

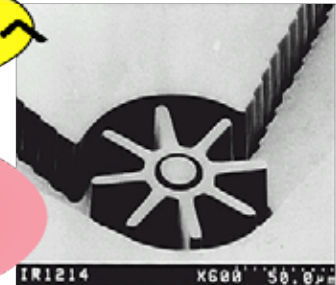


2000年代～

従来技術 微細化の限界へ

プラズマはあらゆる分野を支える!

パラダイムシフト

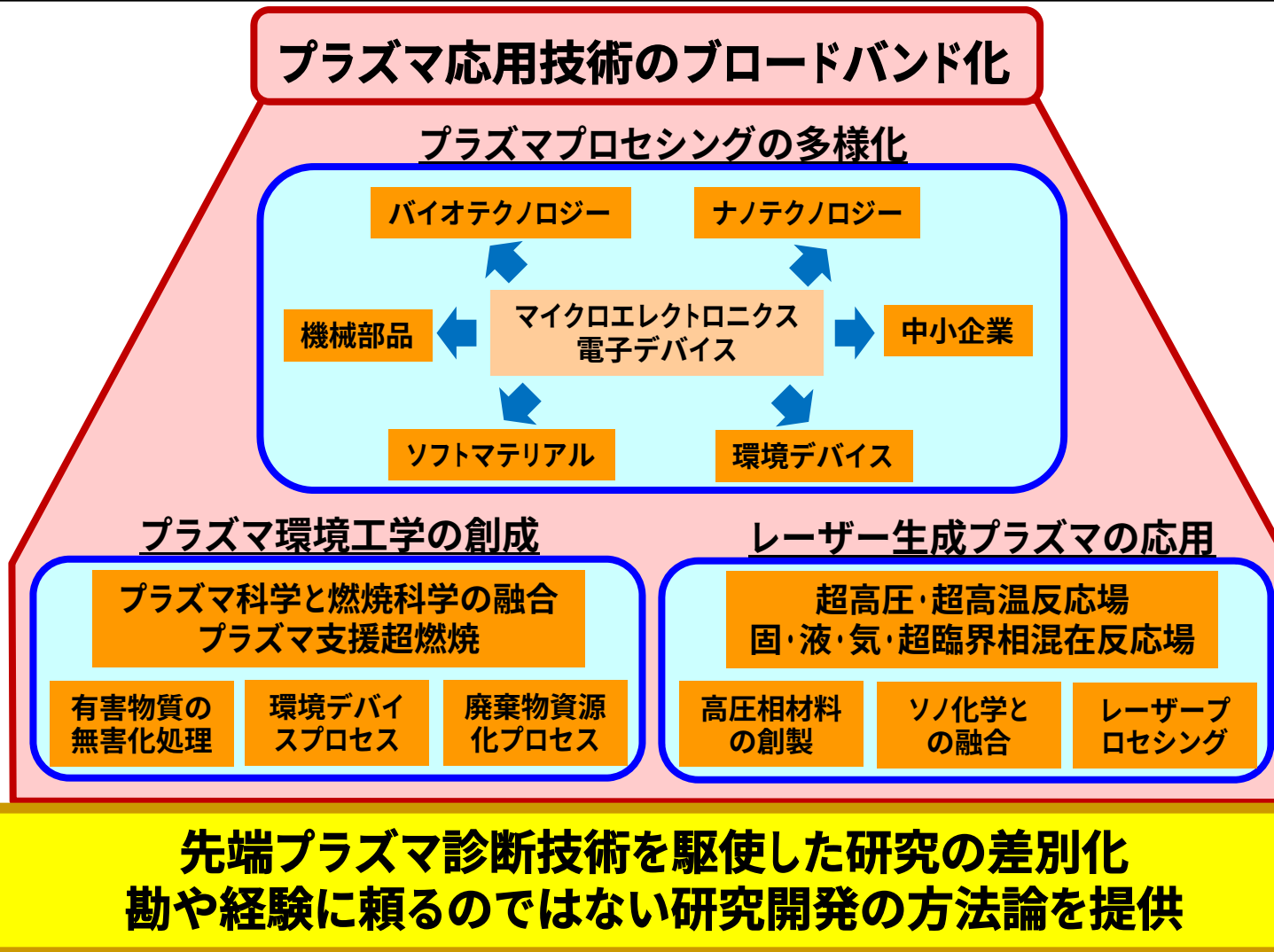


ナノレベルでの
プラズマ材料・デバイス・プロセス
プラズマナノ科学!

新たな学際領域の開拓が必要!

(出典:名古屋大学プラズマナノ工学研究センター)

光・波動応用計測工学研究室の研究分野



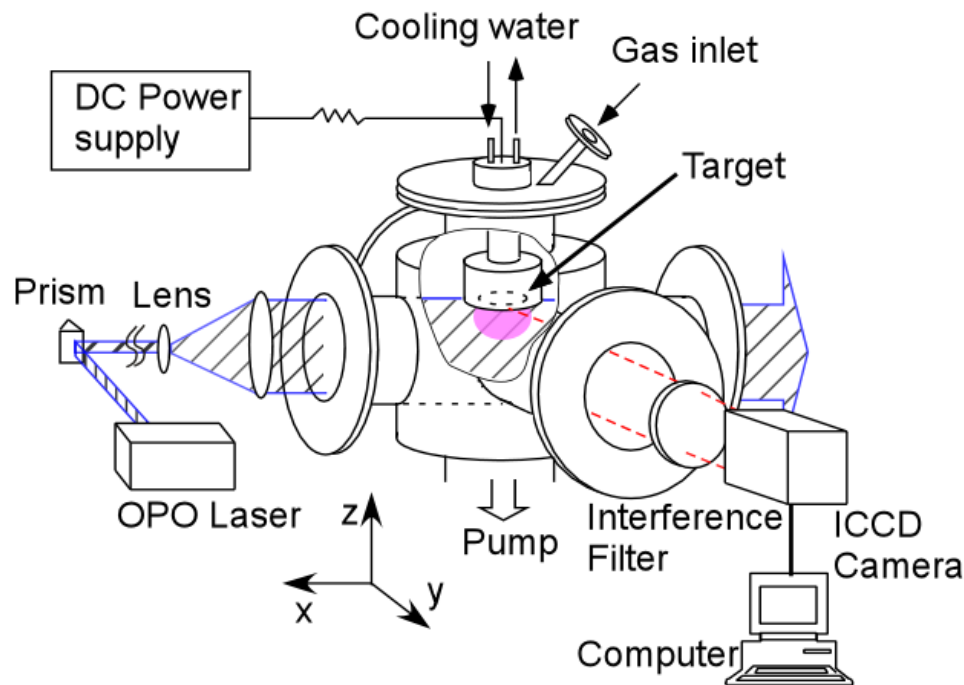
レーザーを用いたプラズマの可視化

プラズマの内部状態に関する直感的理解を助ける効率的プラズマ診断技術

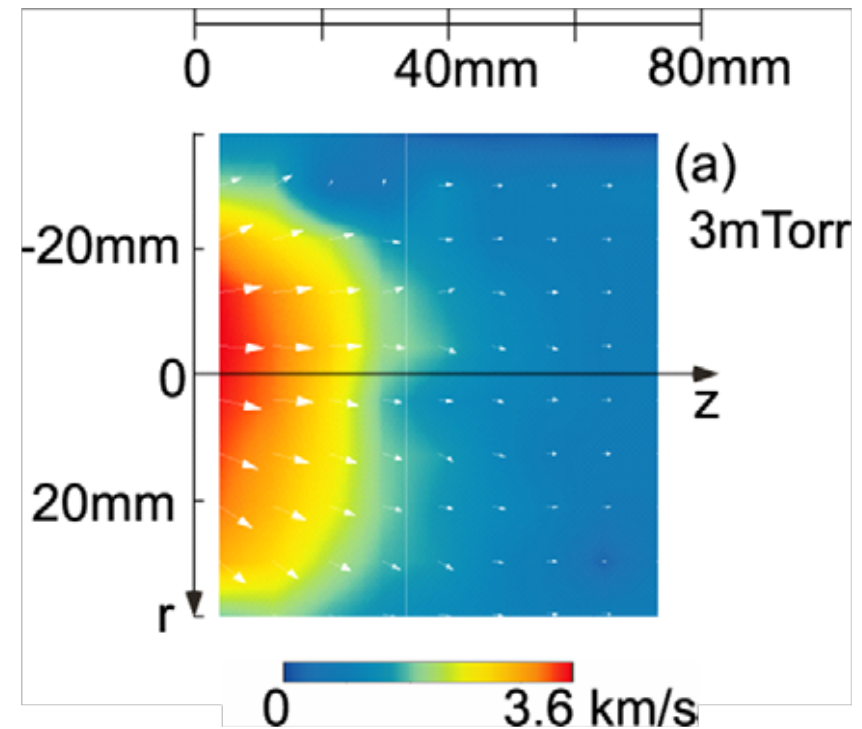
レーザー誘起蛍光法の利点



可視化 (イメージング) 計測への応用



マグネトロンスパッタリングプラズマの可視化装置



スパッタ放出鉄原子の平均速度を可視化

中赤外・遠赤外画像センサー

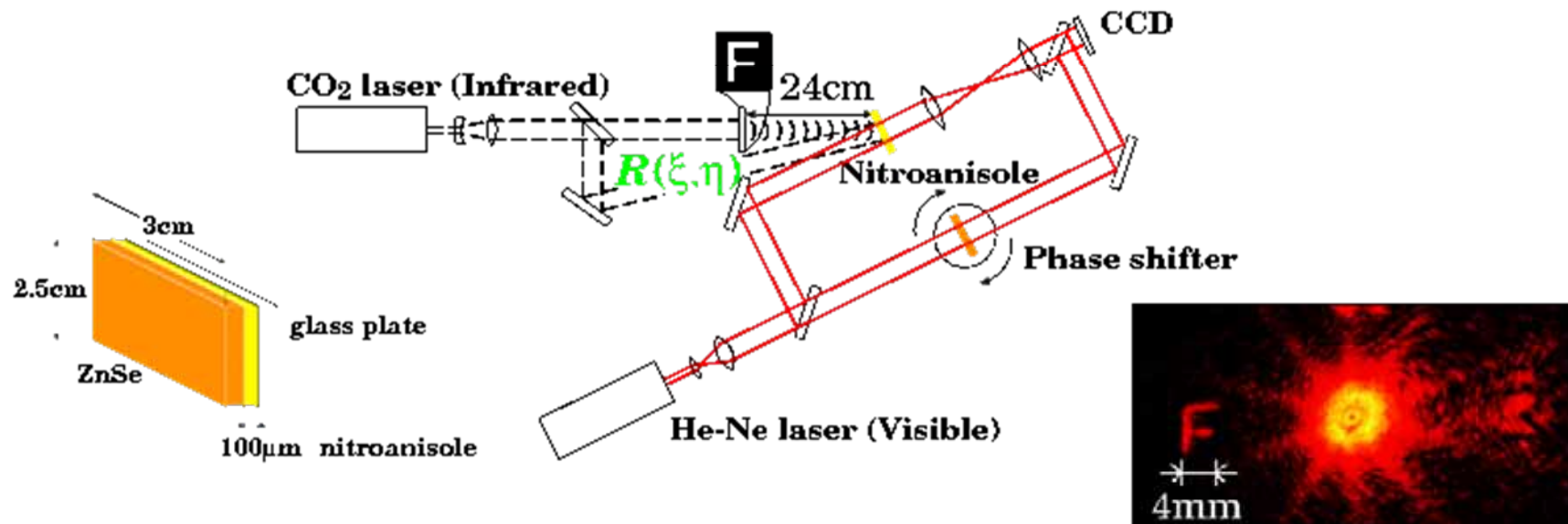
プラズマ密度計測、医療診断、熱源感知に応用

サーモグラフィー(半導体)では
主に近赤外域に感度
周辺温度に影響される



赤外光可視コンバータを開発

- ・ 赤外光入射、可視光読出
- ・ 振幅のみではなく位相も計測可
- ・ セル構造なし

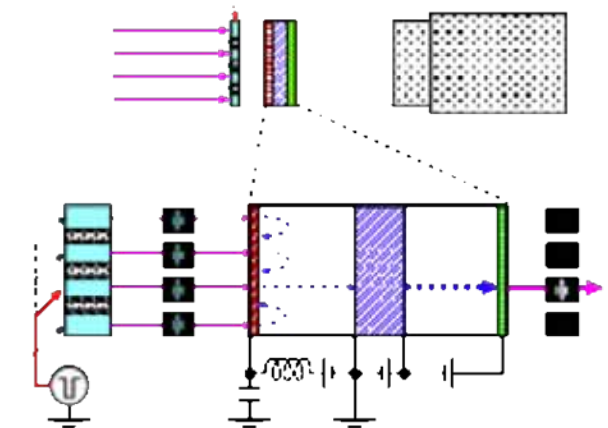


複フレーム超高速カメラの開発

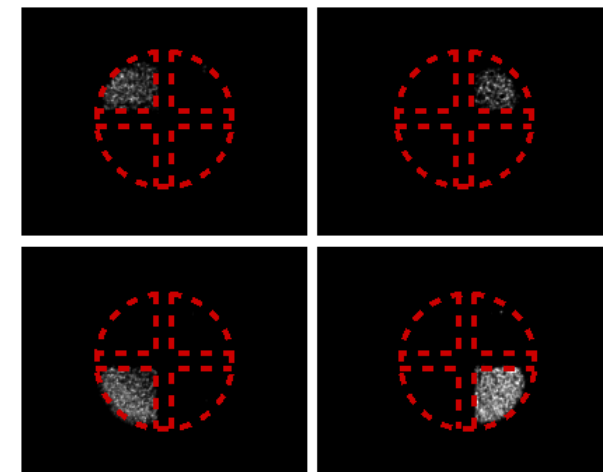
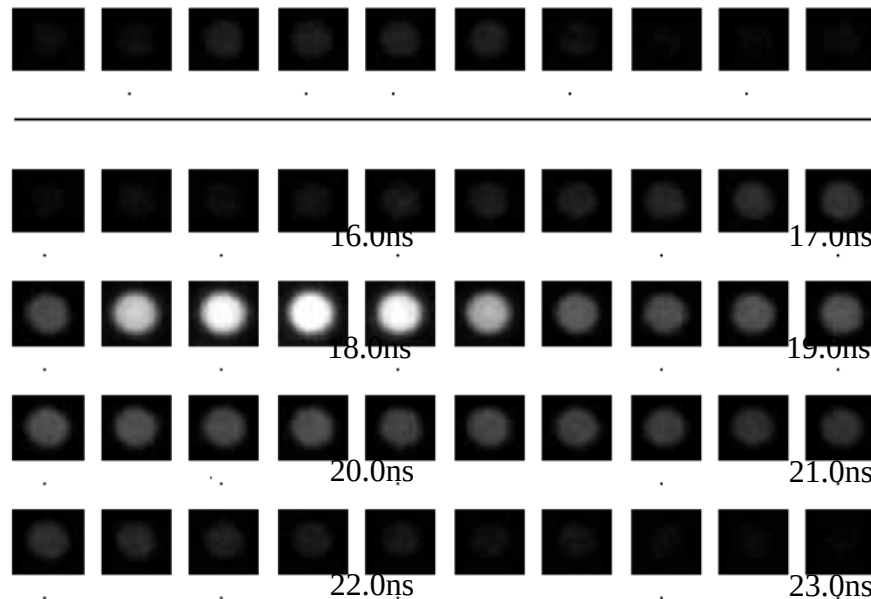
爆縮核融合プラズマ、高エネルギー電子ビーム計測

シャッタリング時間
数ns
4フレーム

光増幅素子の外部に
付加した透明電極への
パルス電圧により
内部の電界を間接的に制御

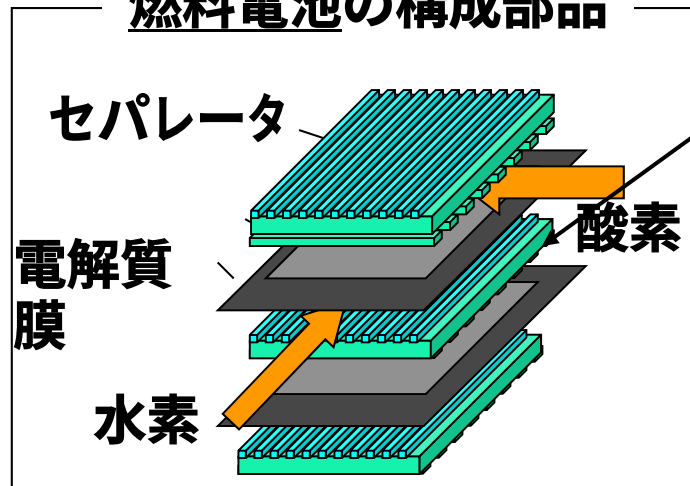


各チャンネルの独立動作



プラズマ環境デバイスプロセス

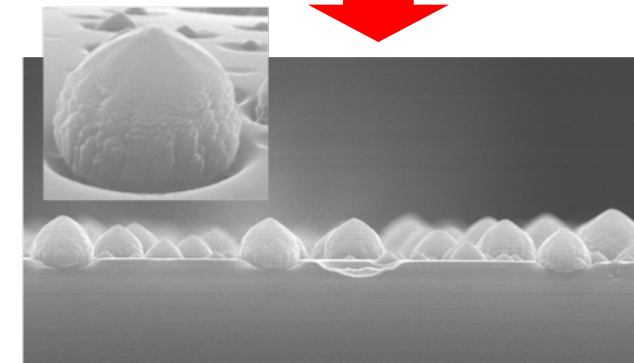
燃料電池の構成部品



セパレータ表面
コーティング

安価なDLC膜にナノ
粒子を埋め込んで電
気伝導性を付与

現状技術: 貴金属のメッキ
(高コストで燃料電池の普及を阻害)



太陽電池技術

結晶シリコン



薄膜シリコン



化合物薄膜 (CIGS)

CIGS (CuInGaSe) の弱点

- Inがレアメタル
- Seが有毒
- 真空蒸着法で作るため量産性がない



新しい化合物太陽電池薄膜

CZTS (CuZnSnS)

(毒もレアメタルもない)



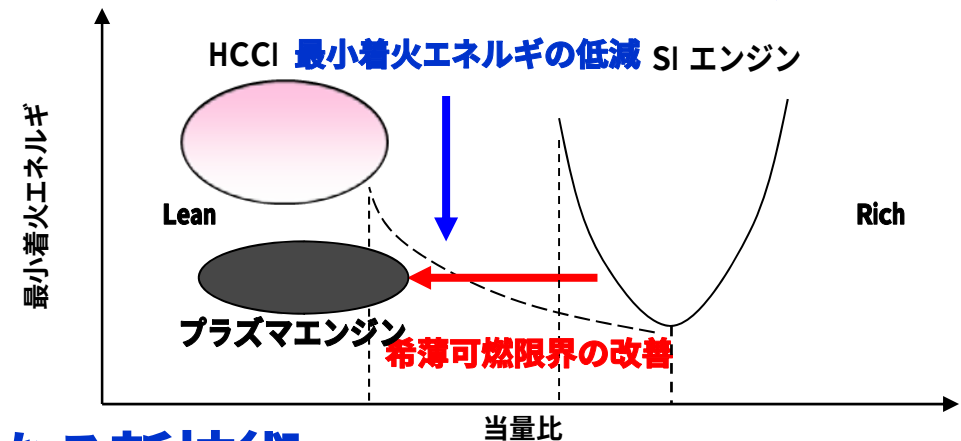
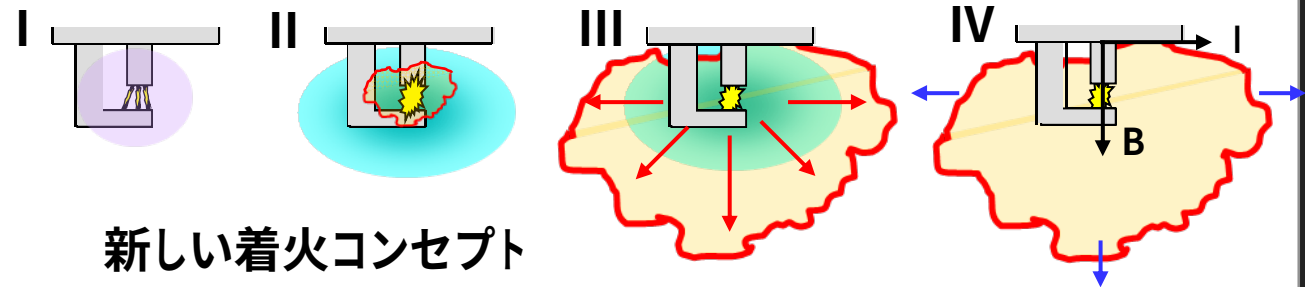
プラズマを用いた成膜プロセス
(2011年度研究着手予定)

プラズマ燃焼エンジン

プラズマアシスト (ラジカル燃焼) による燃費改善・排ガスの低エミッション化

プラズマ燃焼の効果

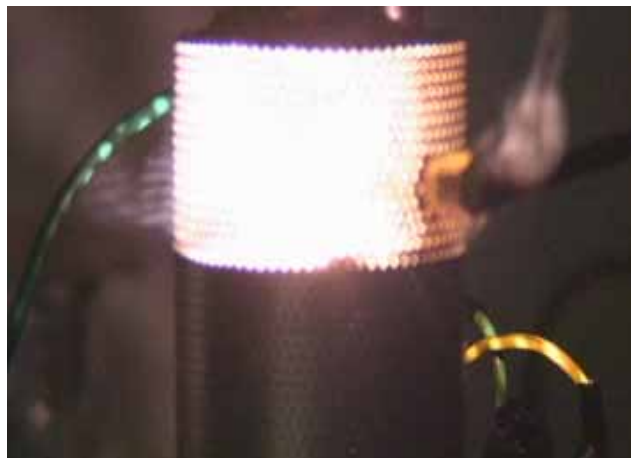
- ・ 着火の安定化および制御
- ・ 希薄燃焼
- ・ 出力向上
- ・ 多様な燃料
- ・ 火炎伝播速度促進
- ・ ノッキング防止



核となる新技術

安価なマグネトロンを用い、大気圧を超えるガス圧下でプラズマを生成することに成功

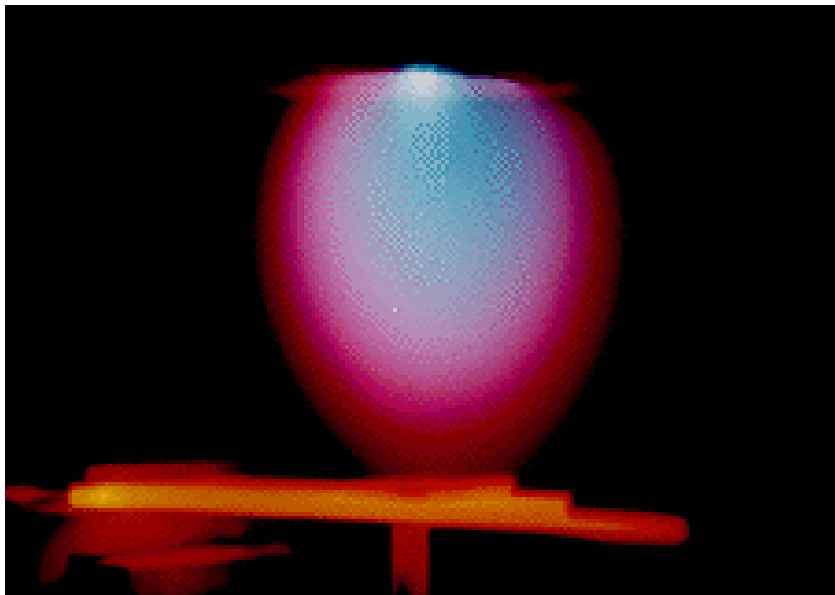
(NEDO共同実施)



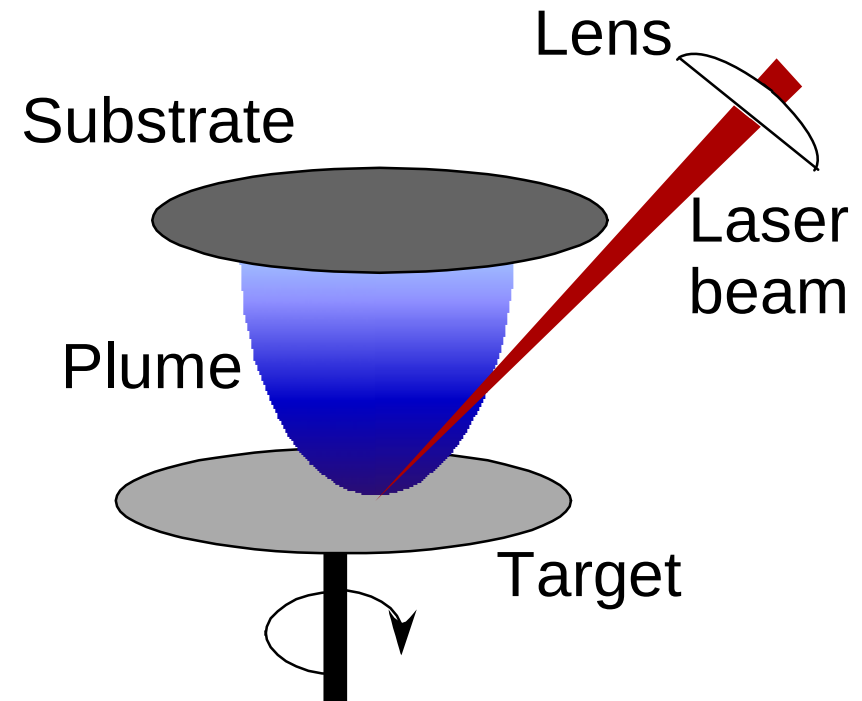
(同じプラズマでVOC分解 (NEDO共同実施))

レーザー生成プラズマ (レーザーアブレーション)

レーザーを使うと超高圧力プラズマ (極端環境プラズマ) を容易に生成できる



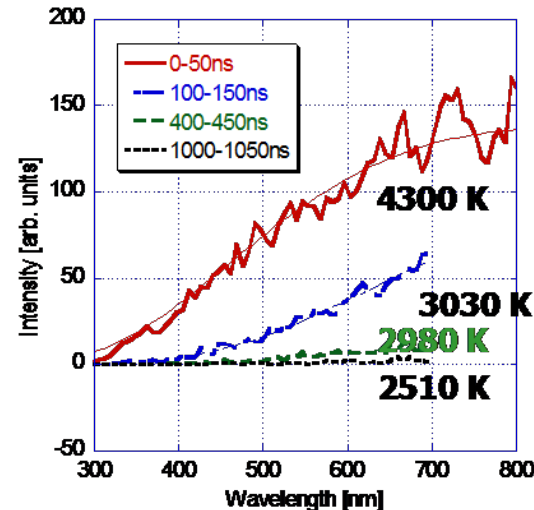
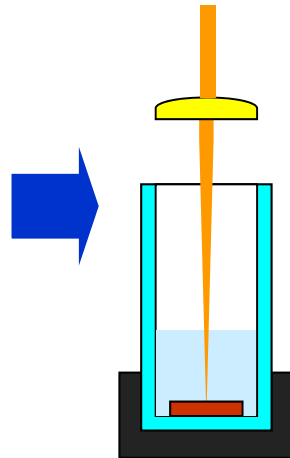
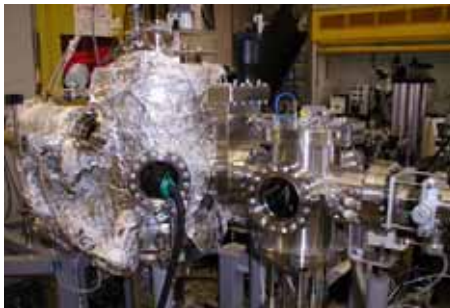
(九大前田研のホームページより転載)



液相レーザーアブレーションプラズマの生成と応用

放電プラズマとは全く異なる反応環境 (高温・高圧力) を容易に実現

装置の簡便さ



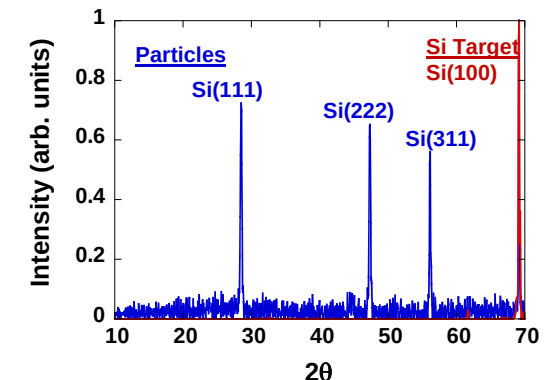
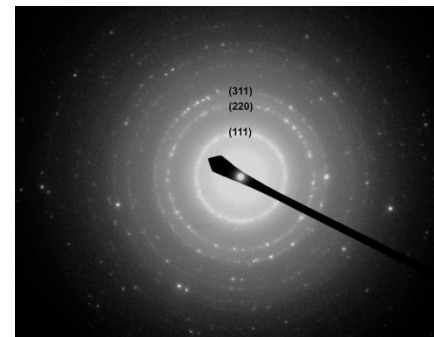
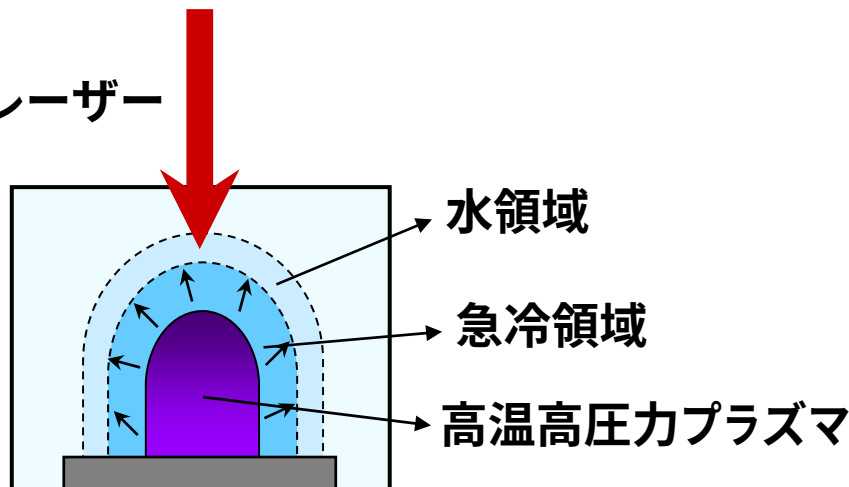
初期温度: 10000K
初期圧力: 数千気圧
(超臨界状態?)



急速冷却と膨張

プラズマの特殊さ

レーザー



液体窒素中のレーザーアブレーション
によるSi微粒子の作成

今後の展開 プラズマバイオニクス

日本が世界に売り込める次の産業は何だろうか？？

歴史

繊維 → 鉄鋼 → 自動車 → エレクトロニクス → ？ ？ ？
？ ？ ？ = 環境, バイオ, 医療

既に研究されているもの

- 簡単健康チェックのためのバイオチップデバイス
- 手術器具などの殺菌・滅菌
- 体内埋め込みデバイスの生体適合性向上のための表面処理
- プラズマ照射による皮膚病の治療

今後の可能性

- プラズマ照射でキノコが生える？ プラズマ照射で金魚が巨大に？
<http://www.biomate-sys.com/>
- プラズマ照射で植物の芽が早く生えるようになったら？
- プラズマ照射でiPS細胞の増殖が早まったら？

詳しい情報

詳しい情報は研究室のホームページから得られます

<http://tyche.qe.eng.hokudai.ac.jp/li-j.html>