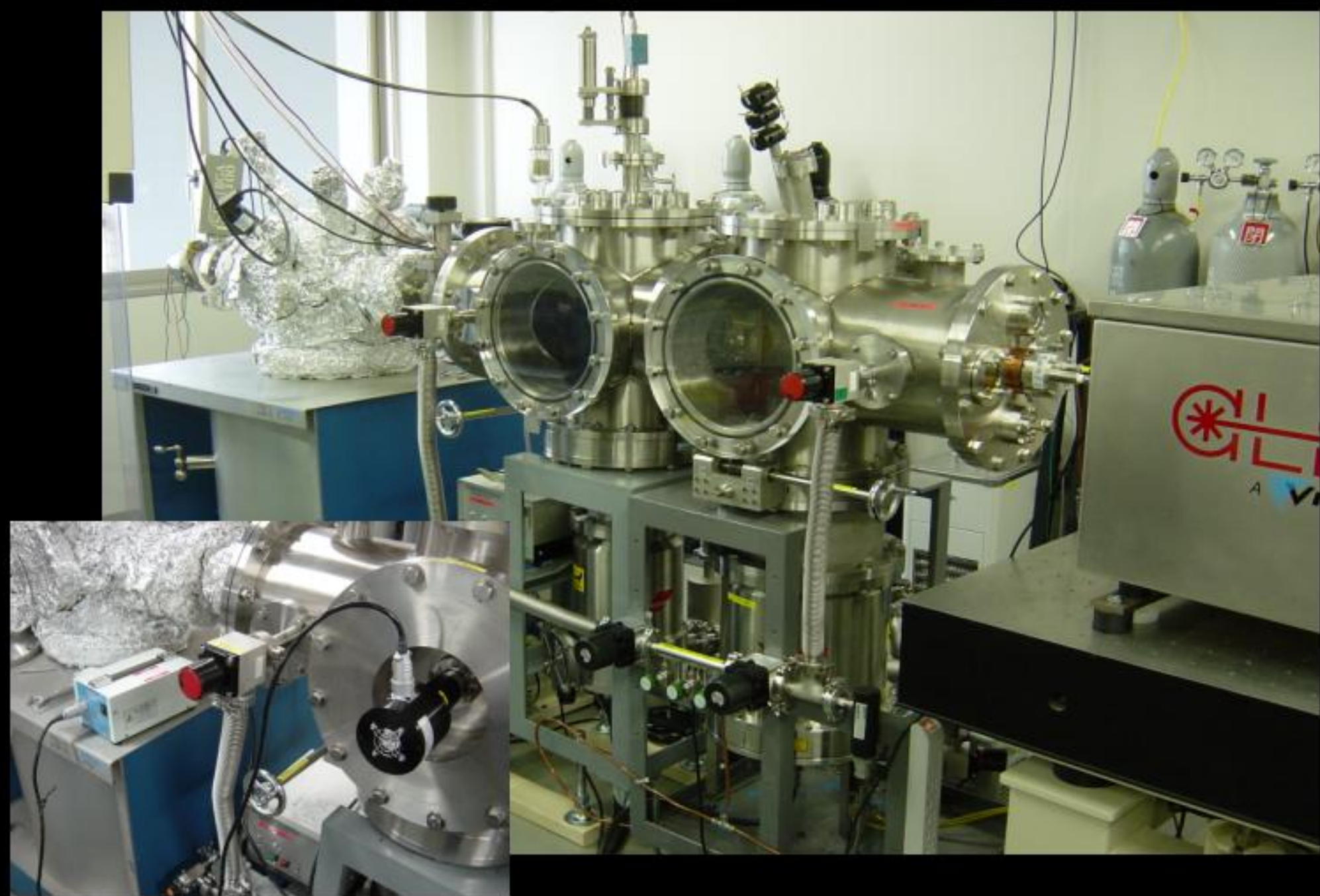


原子状酸素誘起材料劣化

神戸大学大学院工学研究科 機械工学専攻 宇宙材料研究グループ★
准教授 田川雅人、助手 横田久美子

宇宙機の軌道速度に起因する原子状酸素と宇宙用材料の相対衝突速度(7.4 km/s)を再現するために、左の写真に示すような高出力赤外線レーザーを用いた地上実験が行われています。本研究グループでは、世界で唯一レーザーデトネーション型宇宙環境模擬実験装置を2式所有しており、原子状酸素と宇宙用材料の反応について研究を行っています。これらの装置には、四重極質量分析管と飛行時間計測システムを組み合わせた原子状酸素ビーム診断システムと原子状酸素ビームのエネルギー分布を狭域化するための高速チョッパーなど組み込まれており、世界で最も進んだ低軌道宇宙環境実験装置です。



水晶振動子を用いたリアルタイム質量測定や大型放射光施設(SPring-8)での表面解析の結果、これまでに宇宙特有の現象が明らかになりました。たとえば、宇宙曝露実験のリファレンスとして用いられるポリイミドでは、

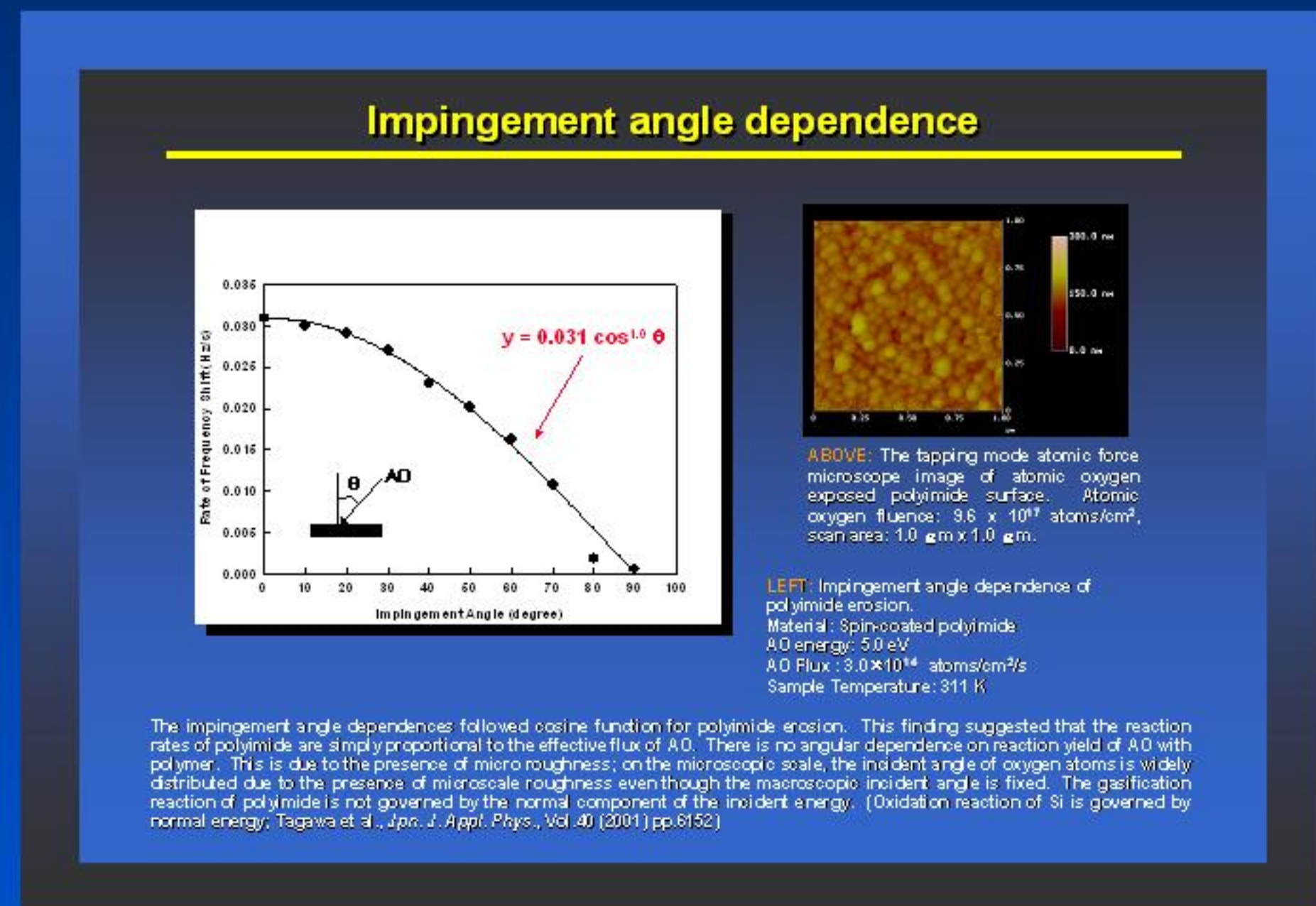
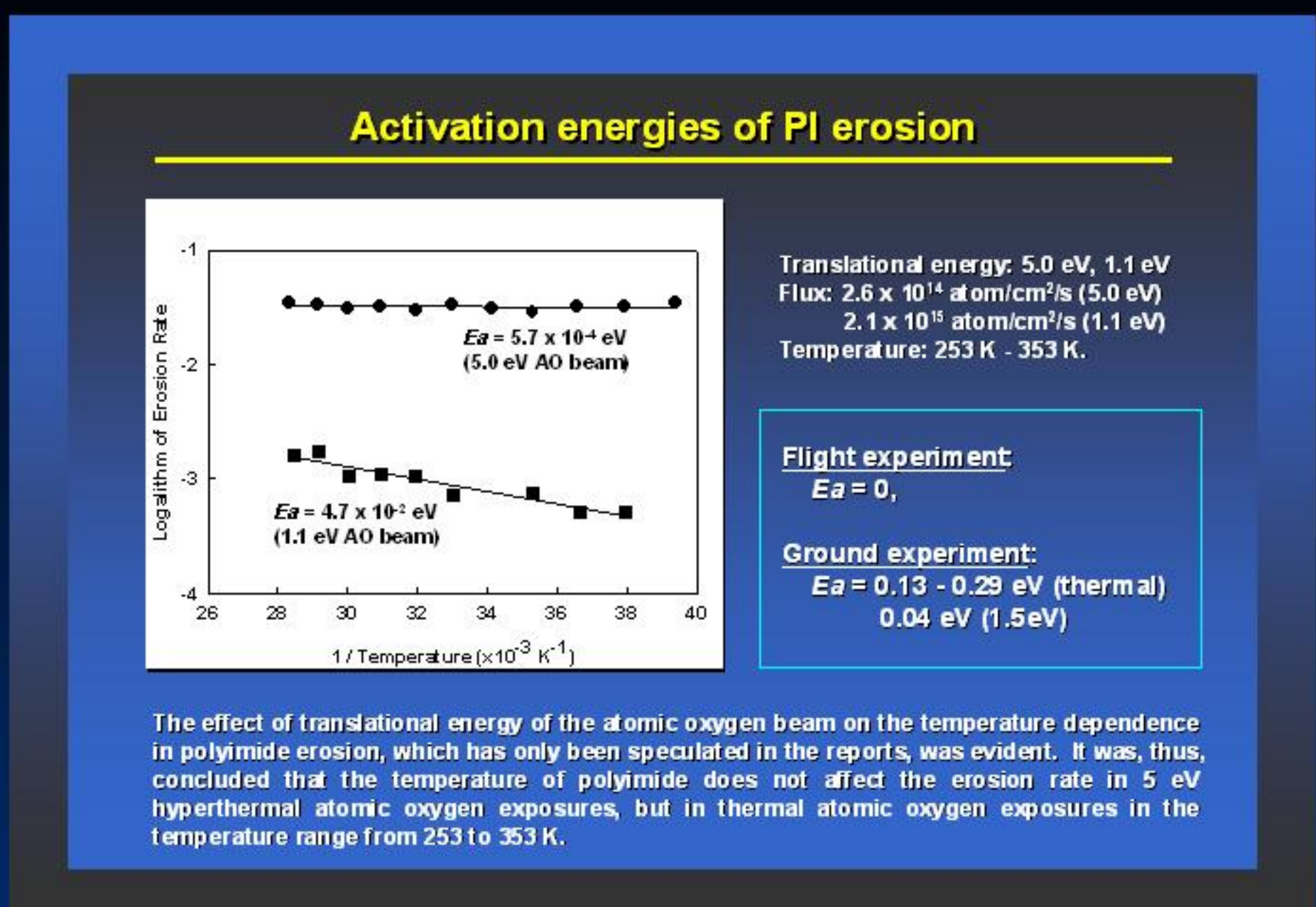
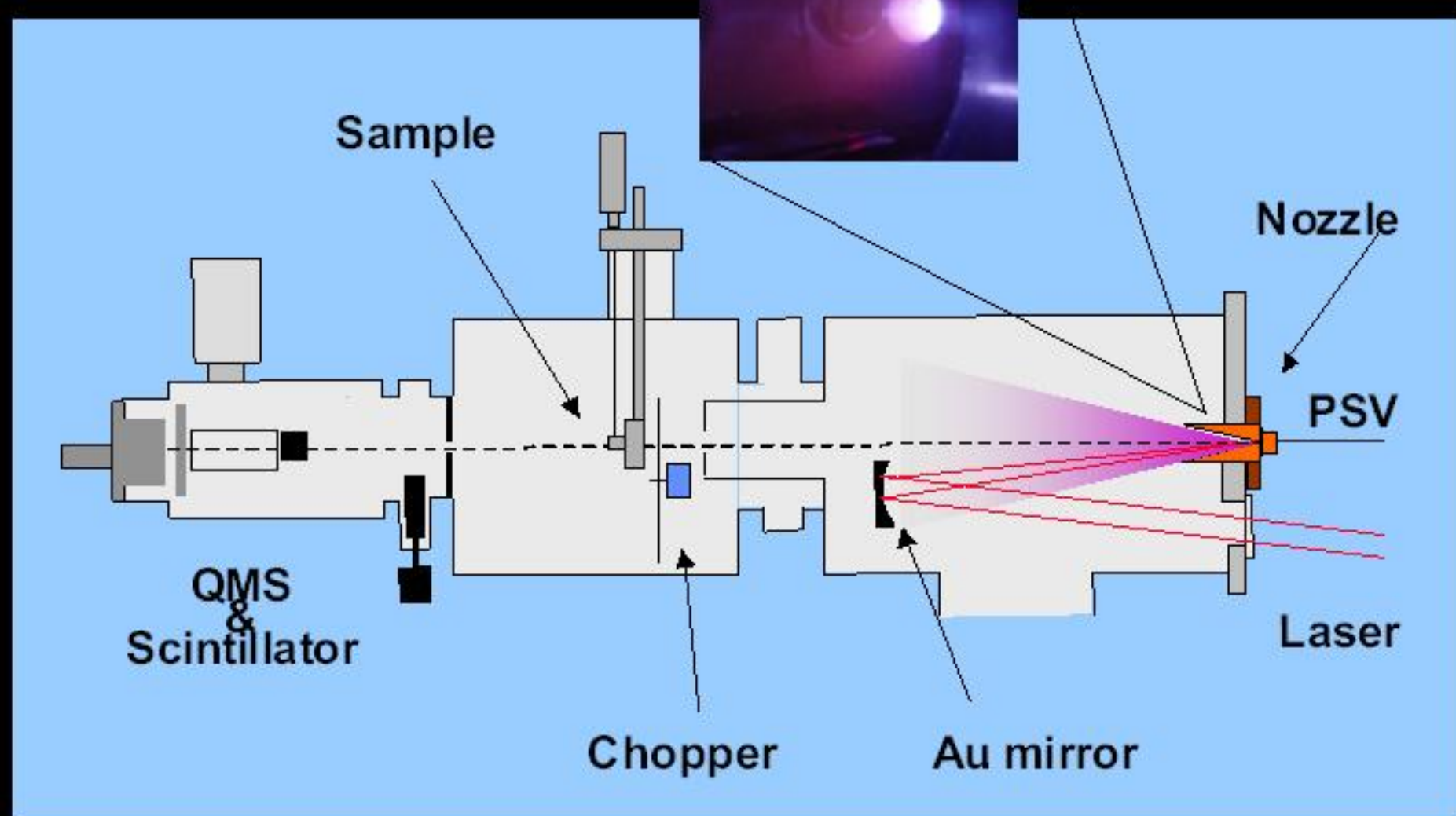
- ①衝突エネルギーが大きくなると温度依存性が発現しない
- ②衝突角度が変化しても酸化反応イールドは一定である
- ③原子状酸素との反応では衝突誘起脱離反応(CID)が生じている
- ④照射後にはカルボキシル基などの表面官能基が生成される
- ⑤紫外線単独では反応しないが、強度が大きい場合に複合効果が発現する

一方、テフロン系の材料では、

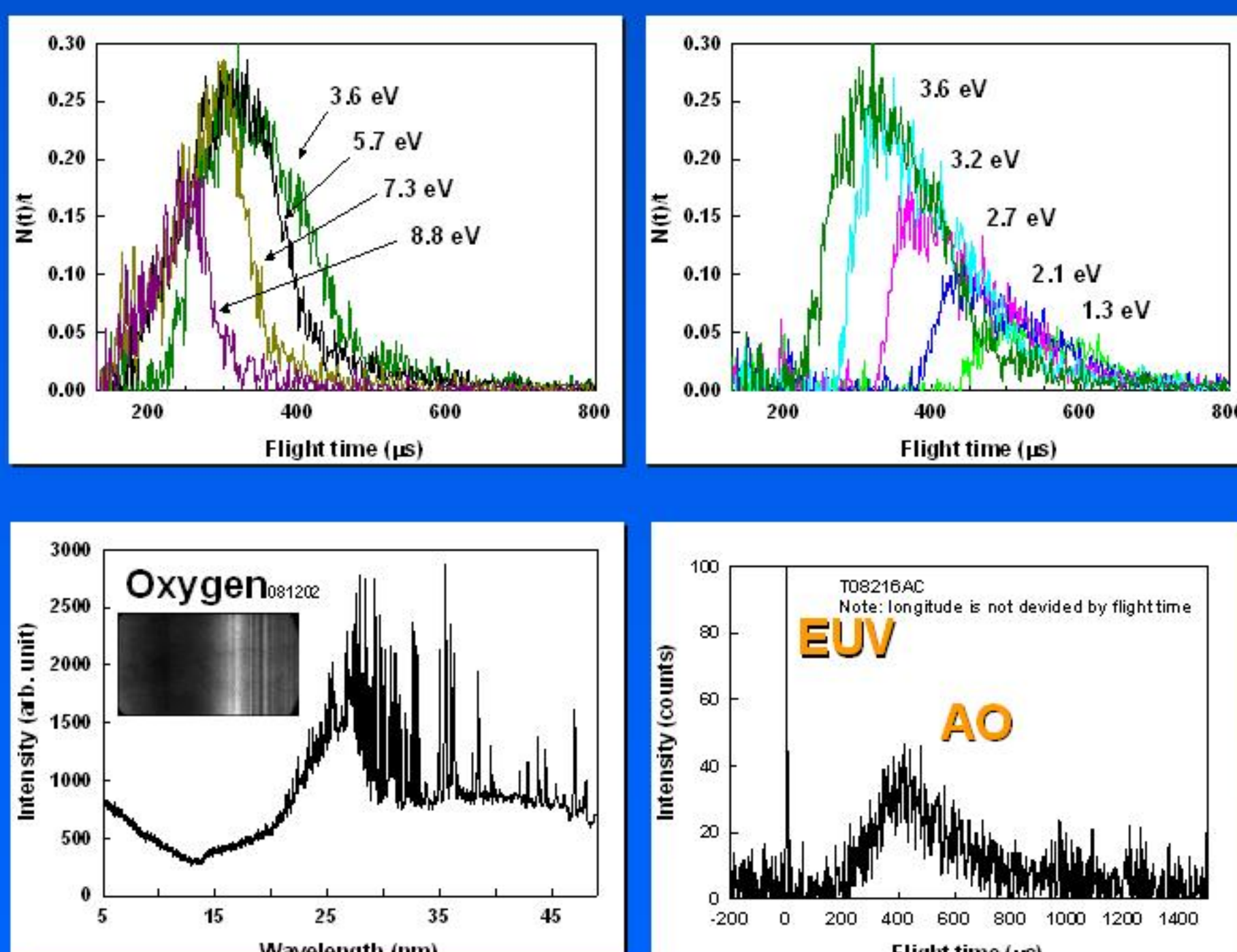
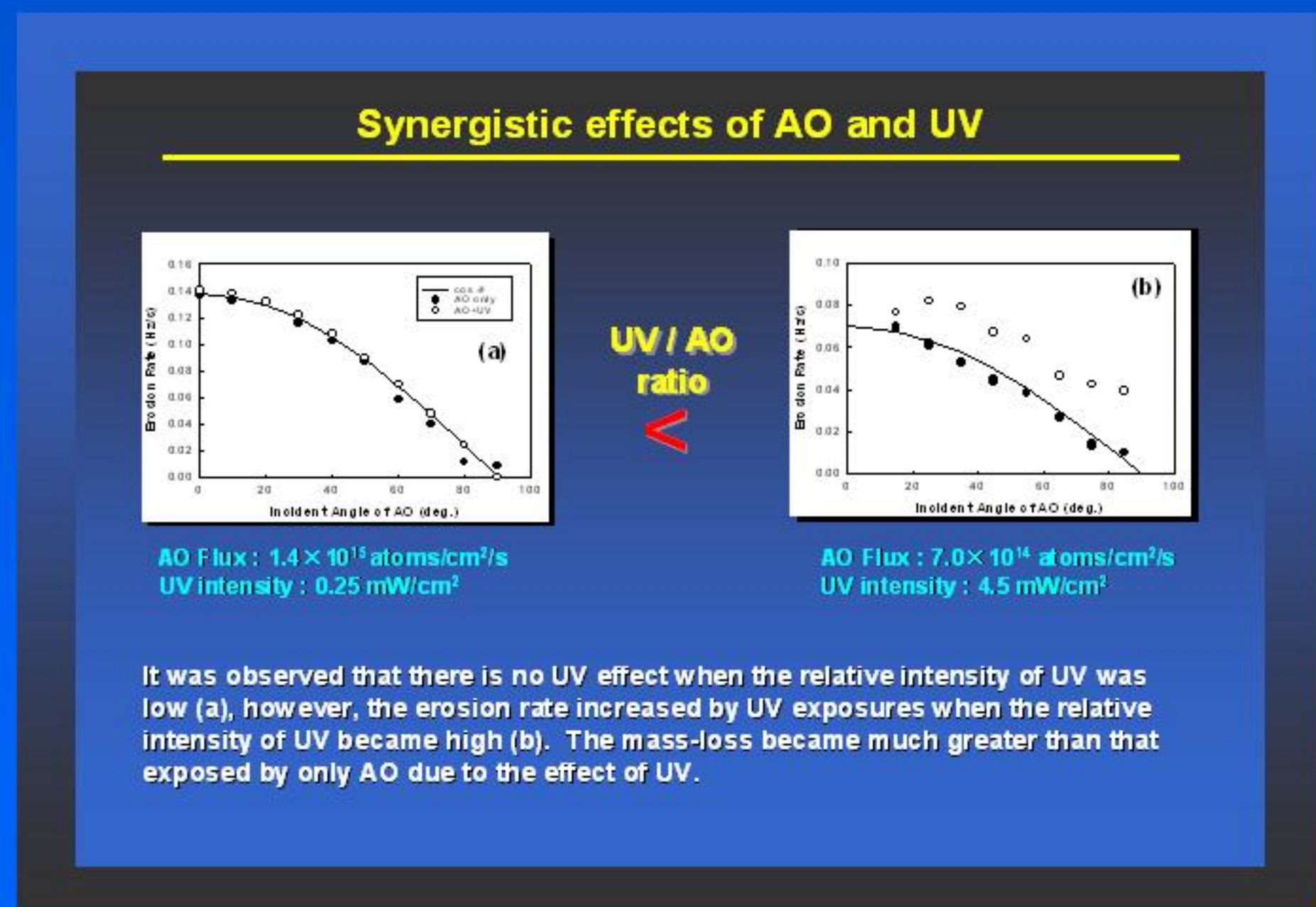
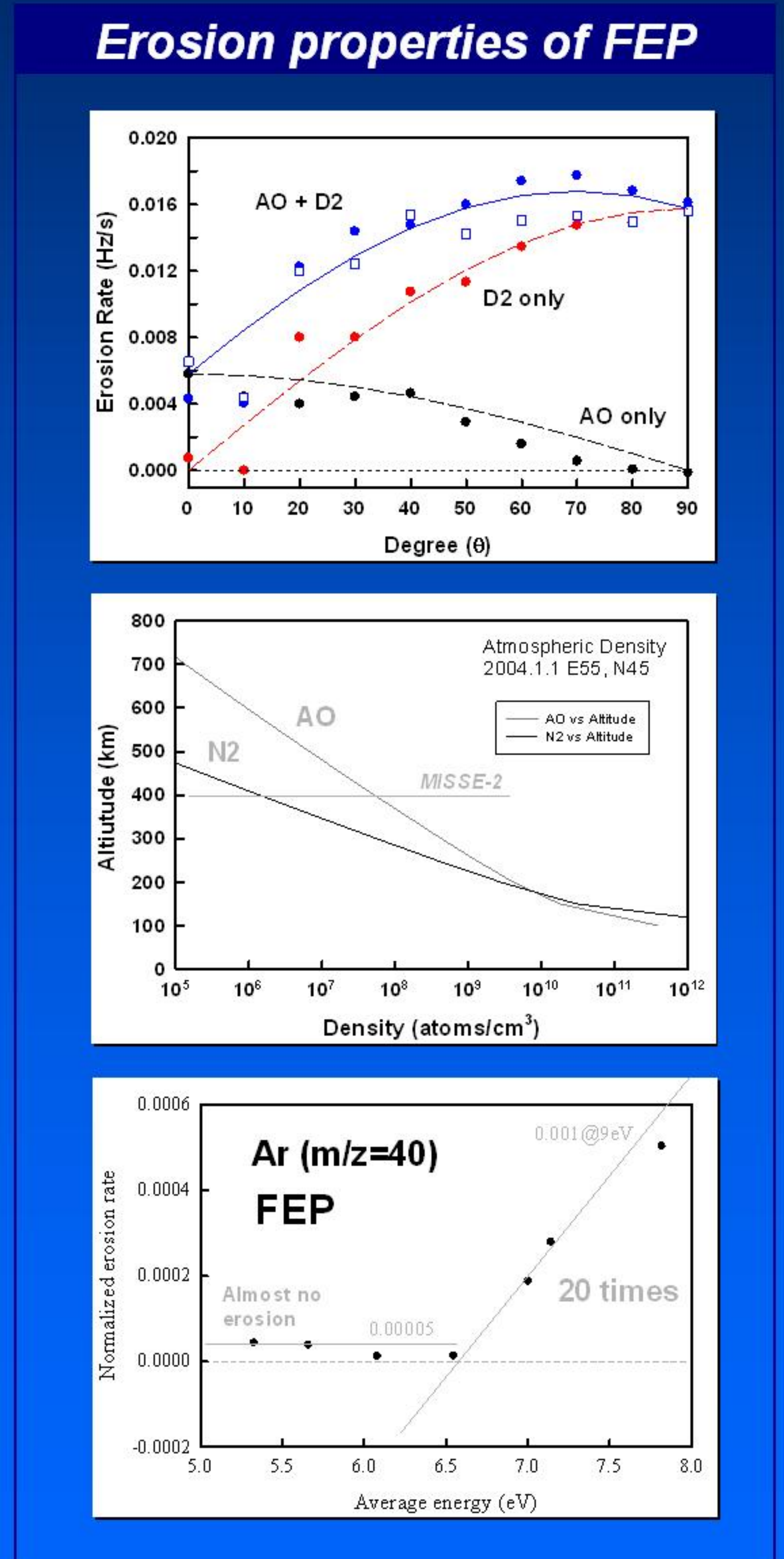
- ①原子状酸素を照射しても酸素吸着は生じない
- ②ビーム中のイオンに敏感である
- ③紫外線単独でもエッチングされる
- ④紫外線と原子状酸素の複合効果は生じない
- ⑤衝突原子が酸素である必要はなく、衝突エネルギーに敏感である

などの事実が明らかになりました。これらの結果から、原子状酸素と宇宙用材料の反応については、個々の材料により反応メカニズムが異なり、反応メカニズムに立脚した対策が必要であることが明らかになりました。

本研究グループでは、これらのデータを踏まえて、自己修復機能を有したシリコン含有国産ポリイミドの開発や、2013年度打ち上げ予定の超低高度技術試験衛星における宇宙実験の提案など、宇宙利用技術の発展に貢献しています。さらにプラズマからの発光スペクトルの解析を通して、本装置の極端紫外線源としての利用など宇宙技術のスピノフも視野に入れ、国内外の研究機関と幅広い共同研究を行っています。



参考文献：
“Mechanistic studies of atomic oxygen reactions with polymers and combined effects with vacuum ultraviolet light”, Masahito Tagawa, Timothy K. Minton, *MRS Bulletin*, Vol.35, No.1 (2010) 35-40.



★正式な研究グループ名ではなく、有志による研究グループです。