

出張期間：平成18年6月3日～6月10日

出張者：創造エネルギー専攻博士後期課程1年 酒井雄祐

出張先：トラバースシティ、アメリカ合衆国

2006年6月3日～6月10日迄、アメリカトラバースシティで行われたICOPSに参加し、最近のプラズマ科学の情報交換と研究報告を行った。ICOPSはIEEE主催の放電とプラズマの応用に関する国際会議で、対象は広くプラズマ科学全般に渡る。プラズマ加工プロセスに使用するための小さなプラズマ発生装置から始まり、Sandia National Laboratoryの数メガアンペアの大電流Xピンチのプラズマ特性、といった大規模なスケールの研究にまで及び、さらには、それらプラズマの物理を解明するための原子過程に関する研究発表も見受けられ、広くプラズマ科学一般の研究報告と活発な意見交換が行われた。

研究発表内容

キャピラリー放電によるZピンチを用い、電子衝突励起型の軟X線レーザーの短波長化に関する研究の発表を行った。軟X線レーザーを発振させるためには、高温高密度なプラズマを生成させる必要があり、強力なレーザー照射による励起方法が主流であった。しかし、Fig. 1に示すような、極端に高效率小型なキャピラリー放電方式によるレーザー発振が1994年J. J. Roccaらにより実現された。本研究室では、2001年に、この方式により、世界で2例目となるNe-like Ar 46.9 nmのレーザー発振に成功した。レーザー発振装置と発振の様子をFigs. 1, 2に示す。レーザーの励起に必要なパワーは、波長の4乗に比例して大きくなるため、より高温で高密度なプラズマを生成する必要がある。このレーザーを発振させるのに必要な放電電流はおよそ20 kA程度であり、かなりのパワーが必要となるため、放電半周期100 ns程度に時間的に圧縮したパルス放電によって、研究室レベルでのレーザー発振を実現させている。短波長化に向けては、水素様窒素の主量子数 $n=3 - n=2$ の13.4 nmのレーザー発振の可能性を探っており、発振に必要なプラズマパラメータを検証するために窒素プラズマからの放射光特性についての報告を行った。透過型分光器を用いてNe-like Arレーザーの放電条件と同様の窒素



Fig. 1 Capillary discharge pumping

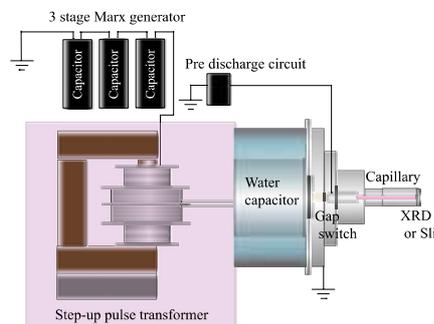


Fig. 2 Experimental set up for Ne-like Ar 46.9 nm laser

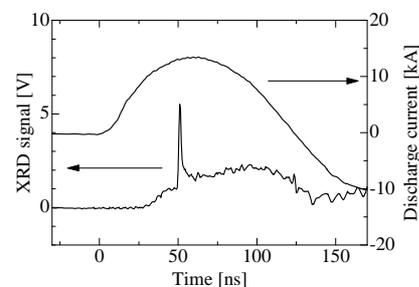


Fig. 3 XRD signal and discharge current wave form

プラズマの放射光スペクトルを Fig. 4 に示す。波長数十nmのラインから窒素 5 価までの放射光が強く観測された。また、波長数nmのラインから再結合励起に必要な窒素 6 価の存在も確認された。しかしながら、波長 13.4 nmのレーザーを発振させるためには、電子密度を現在の 10 倍程度の $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 程度にまで

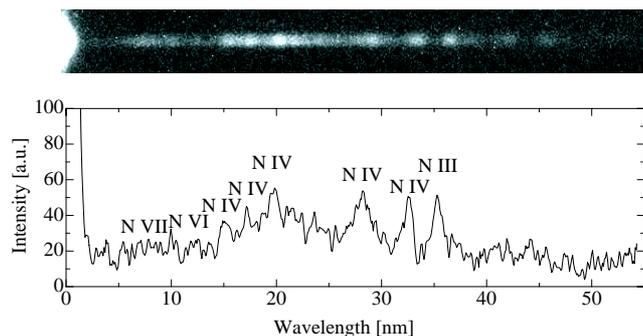


Fig. 4 Emission spectrum of the radiation from the capillary discharge in nitrogen. Initial filling pressure is 300 mTorr, & peak discharge current is 15 kA

上げる必要があり、より高密度なプラズマが必要となる。プラズマのエネルギー密度は放電電流の 2 乗に比例するため、必要な放電電流はおよそ 70 kA程度であることが判り、放電電流を上げるための装置の改良を進めている。

国際会議参加で得られたこと

ポスターセッションでは世界各地から来られた多くの研究者と討論することができた。筆者のポスター発表では、より専門的なアドバイスを頂いたり、良い研究なので頑張るよう励みのお言葉を頂き嬉しかった。また、共同研究を行っているチェコの P. Vrba 夫妻も学会に参加されており、より具体的な意見交換ができ、今後研究を進めるにあたっての方向を客観的に見直すことができた。様々な分野の方から質問を受け、また、自分からも質問させて頂く中で、様々な研究者の着眼点や考え方や研究に対する姿勢を感じ取ることができ、自由に意見交換ができるポスター発表の良い点を知ることができた。



Photo 1 ポスター発表の様子



Photo 2 P. Vrba 夫妻との意見交換

また、講演では多くの発表があり、違った国、分野の方の発表を、丁寧な導入からお聞きすることができ、新しい知識をたくさん取り入れることができた。特に、普段自分では学ぶことが出来ないような、プレゼン方法などを学べた。いかに分かり易い流れで、特に英語でどのような言い回しで表現すればよいのか、さらには科学技術英語の発音まで、本に書いていないものを吸収でき大変勉強になった。

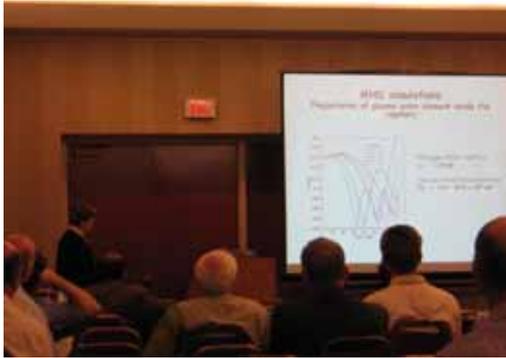


Photo 3 発表会場の様子



Photo 4 研究者との散歩&交流

国際会議会場の周辺は五大湖に面した大自然に囲まれた環境であり、リフレッシュできた。五大湖は湖であるにもかかわらず、実際見ると海のようにであり、アメリカの広さを改めて実感したのと同時に、異国の地で自分の有り方を十分に考え直すことができ、有意義な時間を過ごすことができた。また、パンケットや、会場から繁華街へのバスを出して頂き、研究者同士で町へ出て散歩する機会があり、研究以外の場においても十分に交流を深めることができた。



Photo 5 五大湖の白鳥



Photo 6 トラバースシティの繁華街

まとめ

今回の国際会議では様々な、なかなか日本では学べないことを学ぶことができた。また、世界各地から集まった研究者と意見交換を行い、交流を深めることができた。予想以上に色々な面において有意義な時間を過ごすことができ、COE-INES プログラムに感謝申し上げます。今後の研究生活におおきな意味を持たせることが出来るよう、頑張っていきたい。