

出張報告／伊藤秀

2022年10月14・15日にアメリカ合衆国ワシントン州スポーカンで開催された第26回MHDワークショップに現地参加し、これまでの自身の主な研究成果をまとめて英語により口頭発表を行った。本ワークショップのテーマは「MHD control needs for burning plasma devices」で、2日間にわたって8つのセッションがあり、34件の発表(全て口頭発表)が行われた。

私の発表は「Suppression of MHD instabilities by external RMP in LHD」というタイトルで、核融合科学研究所の大型ヘリカル装置(LHD)において観測されている2つの性質の異なる電磁流体力学的(MHD)不安定性(抵抗性交換型不安定性とマイナーコラプスを伴う不安定性)をそれぞれ外部共鳴磁場摂動(RMP)の印加により抑制してプラズマ閉じ込め性能の改善が可能であることを示した実験的研究に関するものである。コロナ禍により学会等への現地での参加と発表が難しい状況の中、MHD不安定性を専門分野とする海外の研究者が多く参加する国際会議へ現地参加できたことは大変貴重な経験となった。私自身にとって今回のMHDワークショップは大学院修士課程1年次以来2回目の現地での口頭発表となり、さらに現地での英語による口頭発表は初めての経験であった。自身の発表に関しては、しっかりと準備していたスライドの説明を順調に行うことができたのでその点は良かった。しかし直後の質疑応答では、座長の方にジェスチャーで助言を頂いてかろうじて質問の概要が把握できた程度であり、日本語であれば対応できていた可能性が高い質問に対して的確に対応することができず英語によるコミュニケーション能力が自身の大きな課題であることを改めて痛感した。受けた質問は2件で、1件目は外部RMPに対するマイナーコラプスを伴う不安定性の応答に関する質問、2件目は今後の課題に関する具体的なプランについての質問であった。特に1件目の質問は想定していなかった質問で、自身の研究結果においてあまり深く考えることができていなかった部分の重要性に気づき、その点に関して自分の考えと異なる見方があることを知ることができた。今後は、国際学会での質疑応答にも的確に対応することができるように、これまであまり取り組めていなかった英語のリスニングとスピーキング能力を向上させる練習をしていこうと考えている。

MHDワークショップでは他に多くの研究者による発表が行われ、それらを全て聴講した。国内で開催される学会等ではなかなか経験できないネイティブの英語を聞き取ることに想像以上に苦戦し、発表や質疑応答の内容を部分的にしか理解できていないことが多かった。それでも、ヘリカル型装置に関する研究がメインである核融合科学研究所ではほとんど聞く機会のないトカマク型装置に関する最新の研究について新しい知識を獲得することができ大変勉強になった。MHDワークショップのプログラムを最終ページに示す。行われた発表の多くは、トカマク型装置において問題となるMHD不安定性であるテアリングモード、ロックトモード、RWM、ELMに関するシミュレーションやそれらの制御に関するものであった。さらにこれらのMHD不安定性が原因となり引き起こされる可能性のあるデ

ディスラプションは装置に重大な影響を与えるため、ディスラプションを回避するための研究に関する発表があった。その中でも、ディスラプションの検知や計算による予測に関する発表が多かった。今回私が特に興味を持った点は、トカマク型装置における負三角度による運転に関する研究である。負三角度による運転では、トカマク型装置で問題となっているダイバータ板への非常に大きな熱負荷を抑えることができるという大きなメリットがある一方で磁場配位が変わるためにこれまで問題とならなかった MHD 不安定性が不安定となりその対策が必要となるということを知った。

MHD ワークショップ開催期間中には、アメリカの大学や研究機関所属の研究者と何度か食事に行くことができた。その時には今後の実験課題や計画についての議論を聞くことができ、トカマク型実験装置で負三角度による運転に関する実験が計画されていることを知った。もし可能であれば、自身の研究課題と関連のある MHD 不安定性制御に関する実験に参加してみたいと感じた。

以上のように、今回 MHD ワークショップに全日程で現地参加することができたことによって多くの貴重な経験をする事ができた。その中でも特に、学生の中に現地で国際会議に参加し英語による自身の研究発表を行えたことと、トカマク型装置における最新の研究課題に関する知見を広げることができた点は、私が将来核融合分野で研究者を目指す上で必ず役に立つと考えられる。今後はこの貴重な経験を最大限生かして研究活動を進めていきたいと思う。最後に現地で撮った集合写真を添付する。アメリカ渡航で得られた全てのもものは未来エネルギー研究協会からの多額の旅費支援によるもので心より感謝申し上げます。



現地で撮った集合写真

26th Workshop on MHD Stability Control: MHD control needs for burning plasma devices	
Zoom link: https://columbiauniversity.zoom.us/j/9973566986?pwd=U29kamVlVEVQdHFRZkxkTG9kZ0Zkdz09	
Workshop Organizing Chair: Jeffrey Levesque. Local organizer: Vinaya Sathysheelaappa	
Invited Presentations (I): 30 minutes (suggested as ~22 minute talk + ~8 minutes for discussion & questions)	
Contributed Presentations: 18 minutes (suggested as ~14 minute talk + ~4 minutes for discussion & questions)	

Day 1: Friday October 14				
Start Time	Duration	Session/Talk Title	Presenter or Chair (I) = Invited, (R) = Remote	Affiliation
8:15	0:30	Check-in		
8:45	0:15	Welcome & Announcements	Jeffrey Levesque	Columbia University, Workshop Program Chair
		Session 1: High Energy	Chair: Jong-Kyu Park	
9:00	0:30	SPARC MHD Stability and the Error Field Strategy	Ryan Sweeney (I)	PSFC MIT
9:30	0:18	Thermal ion kinetic effects on pressure-driven MHD modes	Chang Liu	Princeton Plasma Physics Laboratory
9:48	0:18	Framework for predictive modeling of neoclassical tearing mode activity in NSTX-U	James Yang	Princeton Plasma Physics Laboratory
10:06	0:18	Conditions Required for Large MHD Benign Termination Event	Alexander Battey	Columbia University
10:24	0:28	Coffee break		
		Session 2: Machine Learning Application	Chair: Nik Logan	
10:50	0:30	Opportunities for physics-informed reduced order models in plasma control	Chris Hansen (I)	University of Washington
11:20	0:18	Data-driven plasma profile control	Joseph Abbate	Princeton Plasma Physics Laboratory
11:38	0:18	Tokamak operation design and control with deep reinforcement learning in KSTAR	Jaemin Seo	Princeton University
11:56	0:18	Investigating the robustness of machine learning-based MHD disruption prediction with synthetic training data	Andrew Maris	Massachusetts Institute of Technology
12:14	1:26	Lunch		
		Session 3: Measurement and Control	Chair: Brett Chapman	
13:40	0:30	MHD Mode Tracking Using High Speed Cameras and Deep Learning	Yumou Wei (I)	Columbia University
14:10	0:18	Variable-spectrum mode control of high poloidal beta discharges	Jeremy Hanson	Columbia University
14:28	0:18	Internal/External Decomposition of Measured Magnetic Fields and Possible Applications	Ted Strait	General Atomics
14:46	0:18	Stabilization of small islands produced by NTMs in ITER and other large tokamaks	Allan Reiman (R)	Princeton Plasma Physics Laboratory
15:04	0:28	Coffee break		
		Session 4: Tearing Modes, Part 1	Chair: Gerald Navratil	
15:30	0:18	Disruption resistance in MST and possible role of resistive wall tearing mode	Brett Chapman	University of Wisconsin - Madison
15:48	0:18	Role of edge-localized neoclassical tearing modes in quiescent H-mode plasmas in the DIII-D tokamak	Qiming Hu (R)	Princeton Plasma Physics Laboratory
16:06	0:18	Early internal detection of tearing modes in high-q-min DIII-D plasmas and correlation with ideal and resistive stability calculations	Mihir Pandya (R)	University of Wisconsin - Madison
16:24	0:30	m/n = 2/1 NTMs with helical cores and their relation to sawtooth instability in J1.6FU	Takahiro Bando (I) (R)	Toyoashi University of Technology
16:54		Discussion / Close		

Day 2: Saturday October 15				
Start Time	Duration	Session/Talk Title	Presenter or Chair (I) = Invited, (R) = Remote	Affiliation
		Session Topic 5: Edge and ELMs	Chair: Stephen Jardin	
8:30	0:18	Nonlinear System Identification for Model Predictive Control Demonstrated with SOLPS-ITER Simulations	Sebastian De Pascuale	Oak Ridge National Laboratory
8:48	0:18	Adaptive toroidal equilibrium code ATEQ and the X-point effects on the external MHD modes	Linjin Zheng	Institute for Fusion Studies, University of Texas at Austin
9:06	0:30	Adaptive ELM Control using RMP and its Application to Integrated Long-pulse ELM-free Scenarios	SangKyeun Kim (I)	Princeton University/PPPL
9:36	0:18	Theory of nonlinear ELMs as reconnection bursts	Fatima Ebrahimi (R)	Princeton University/PPPL
9:54	0:28	Coffee break		
		Session 6: Disruption Prediction	Chair: Ryan Sweeney	
10:20	0:18	Disruption Event Characterization and Forecasting (DECAF) Overview and Recent Results Including Initial Real-time Application	Steven Sabbagh	Columbia U. / PPPL
10:38	0:18	DECAF locked mode forecaster implementation across machines and in real-time	Juan Riquenez	Columbia University
10:56	0:18	DECAF code cross-device investigation of disruption detection and categorization indicated by abnormal variations in the plasma vertical position and current	Veronika Zamkovska	Columbia University
11:14	0:18	Edge Density Limits as Disruption Forecasters for Spherical Tokamaks	Jack Berkery	PPPL/Princeton Plasma Physics Laboratory
11:32	0:16	A multi-tokamak comparative study of methods for detecting and predicting disruptivity of vertical displacement events	Matt Tobin	Columbia University
11:50	0:10	Group photo		
12:00	1:20	Lunch		
		Session 7: Tearing Modes, Part 2	Chair: Jeff Levesque	
13:20	0:18	The impact of plasma shaping on the neoclassical tearing mode threshold physics in tokamaks	Alexandra Dudkovskaja (R)	York Plasma Institute
13:38	0:18	How changing the current profile stabilized the ITER Baseline Scenario	Francesca Turco (R)	Columbia University
13:56	0:18	Tearing Modes in DIII-D IBS Discharges, CTMs or NTMs?	James D Callen	University of Wisconsin - Madison
14:14	0:30	The root cause of the 2,1 tearing instability in DIII-D H-mode plasmas	Laszlo Bardoczi (I) (R)	General Atomics
14:44	0:18	Avoidance of NTMs Seeded by Three-Wave Coupling	Nathan Richner	Oak Ridge Associated Universities
15:02	0:28	Coffee break		
		Session 8: Stellarator and Negative Triangularity Tokamak	Chair: Ted Strait	
15:30	0:30	Recent progress of MHD study in the Large Helical Device	Yuki Takemura (I)	National Institute for Fusion Science
16:00	0:18	Suppression of MHD instabilities by external RMP in LHD	Shu Ito	Nagoya University
16:18	0:18	Establishing vertical control of diverted Neg-D discharges in DIII-D	A. Oak Nelson	Columbia University
16:36	0:18	MHD Stability of DIII-D Negative Triangularity Plasmas	William Boyes	Columbia University
16:54		Discussion / Close	Jeffrey Levesque	Columbia University, Workshop Program Chair

MHD ワークショップのプログラム