

東北大学 片平キャンパス さくらホール
平成26年10月4日(土) 大谷俊介先生追悼シンポジウム

大谷先生との思い出と研究

加藤太治
核融合科学研究所

科学技術振興機構 (JST) 国際共同研究プロジェクト (ICORP) 多価冷イオン (1997年1月～2001年12月)

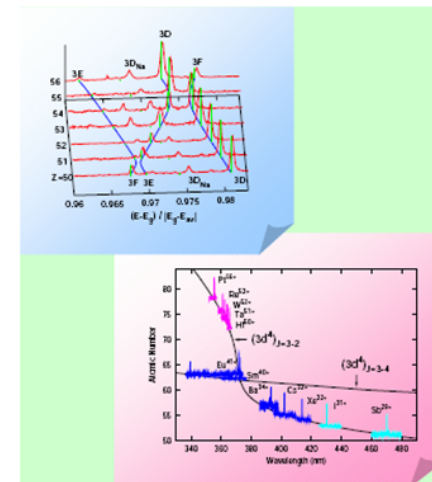
http://www.jst.go.jp/icorp/jpn/past_proj/cold.html

Progress Report Vol. 1 1997-98



COLD TRAPPED IONS
International Co-Operative Research Project
Japan Science & Technology Corporation

Progress Report Vol. 2 1999-2000



COLD TRAPPED IONS
International Co-Operative Research Project
Japan Science & Technology Corporation

Nico Stolterfoht

***“What will you do with this
Tokyo-EBIT?”***

Shunsuke

“Good people will come.”

プロジェクト参加者名簿

(1) 日本側参加者

職名	氏名	所属機関	委嘱期間
代表研究者	大谷俊介	電気通信大学	1997. 1. 1－2002. 3.31
「原子構造グループ」			
GL	Frederic Currell	電気通信大学	1997. 8. 1－1999. 8.20
研究員	倉本秀治		1998. 2. 1－2001.12.31
	中村信行		1997. 2. 1－2001.12.31
	渡辺裕文		1997. 8. 1－2001.12.31
技術員	清水 宏		1998. 6. 1－2001.12.31
	野地川英光		1997. 9. 1－1998.12.31
「表面励起グループ」			
GL	山田千樫	電気通信大学	1997.10.9－2001.12.31
研究員	加藤太治		1997. 5. 1－2001. 9.30
	絹川 亨		1998. 6.15－2001. 9.20
	Xiao-Min Tong		1999. 4. 1－2001.10.31
技術員	多田直子		1997. 4. 1－1998. 5.31
事務参事	片岡靖人		1997. 1. 1－2002. 3.31
事務員	浅田桂子		1997. 1. 1－2002. 3.31
事務補佐員	改田ゆか		1997. 3. 3－1997. 4.30
	滝上仁美		1999.12. 1－2002. 3.31



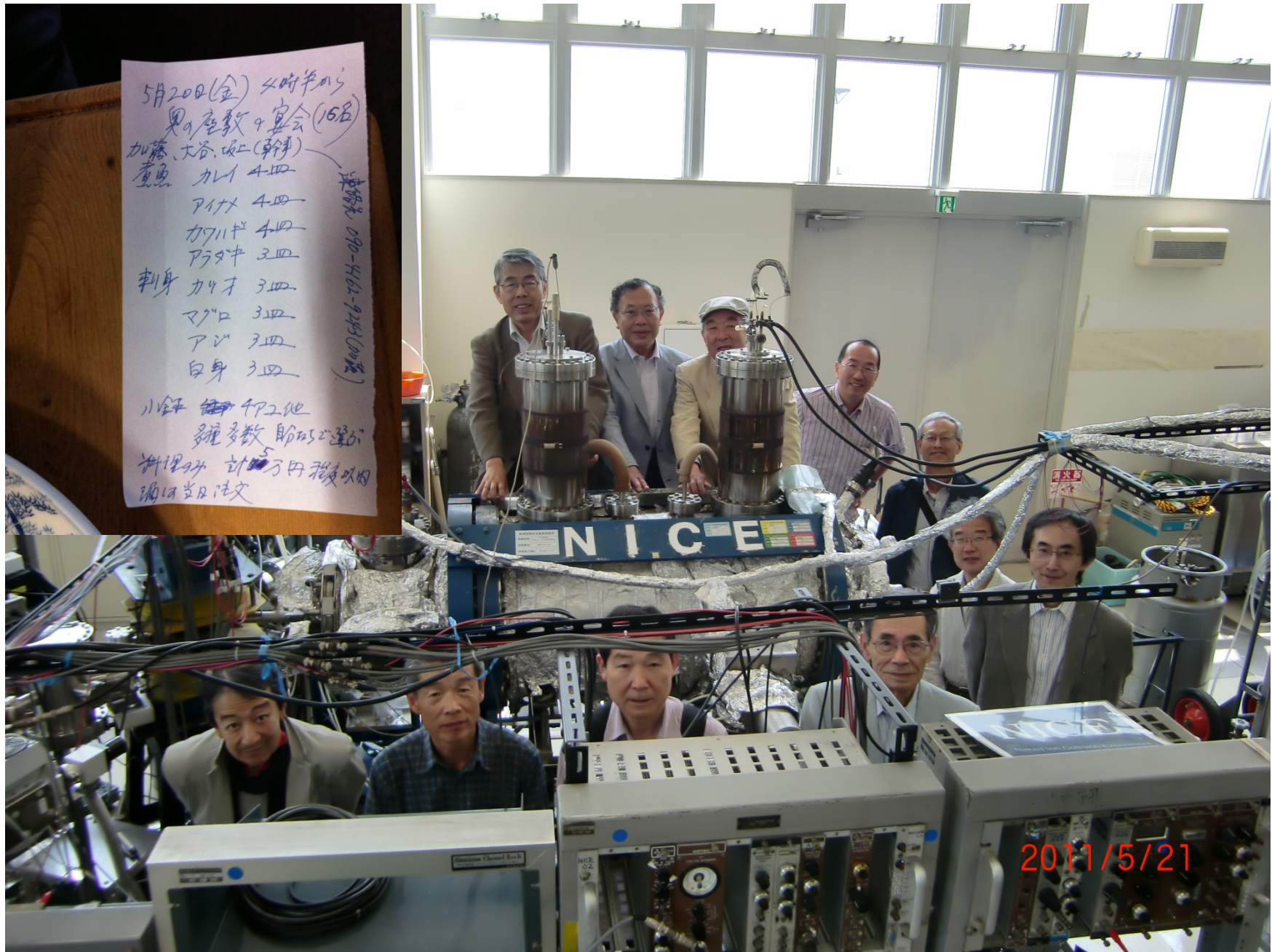
“核融合研のような大学共同利用機関
の大事なミッションはよい共同研究を創
りだすこと”

“プラズマ研究所時代のNICE計画（代
表：金子洋三郎先生、岩井鶴二先生）
はそのとても良いお手本”

2011年5月 核融合研でNICE同窓会が
行われました。

5月20日(金) 4時半から
 異9座敷+宴会(15名)
 加藤、大谷、坂上(幹事)
 黄魚 カレ 4皿
 アイヌ 4皿
 カワハギ 4皿
 アラナチ 3皿
 刺身 カ4才 3皿
 マグロ 3皿
 アニ 3皿
 白身 3皿
 小鉢 ~~2~~ 4P2他
 雑多数 即席の盛り
 料理9才 計⁵万円の指交以内
 酒は当日注文

連絡 090-4461-9284(09時)



“大谷先生と初めてお会いしたのは核融合科学研究所の前身である名古屋大学旧プラズマ研究所で原子分子データ集作成に参加した時でした。

大谷先生はプラズマ研究所で原子衝突実験をしておられました。その頃(1970年代)核融合研究の進展に伴い高温プラズマからの不純物によるエネルギー損失が大問題となり、多価イオンをはじめ多くの原子分子過程に対して信頼できる原子データが必要とされました。そこに着目し世界に先駆けて原子分子データ収集を、高柳和夫先生、鈴木洋先生が中心となり、プラズマ研究所の共同研究としてデータ集を出版されました。日本全国から原子物理学者が集まり、データ収集が行われました。大谷先生はそのデータ集の編集をやっておられました。出版されたデータ集2巻はfigure captionのみ英語で、本文は日本語で書かれていたのにも拘らず世界のプラズマ研究者にひろく使われました。これらの原子分子データ関係の共同研究はプラズマ研究所企画情報センターの仕事として引き継がれ、IPPJ-AMシリーズ、後にNIFS-DATAシリーズを出版することになりました。現在の核融合研究所の原子分子データベースへの発展にも繋がりました。”

「大谷先生を偲ぶ」 加藤隆子(核融合研名誉教授)
プラズマ・核融合学会誌掲載 追悼文より抜粋

Progress Report Vol. 2

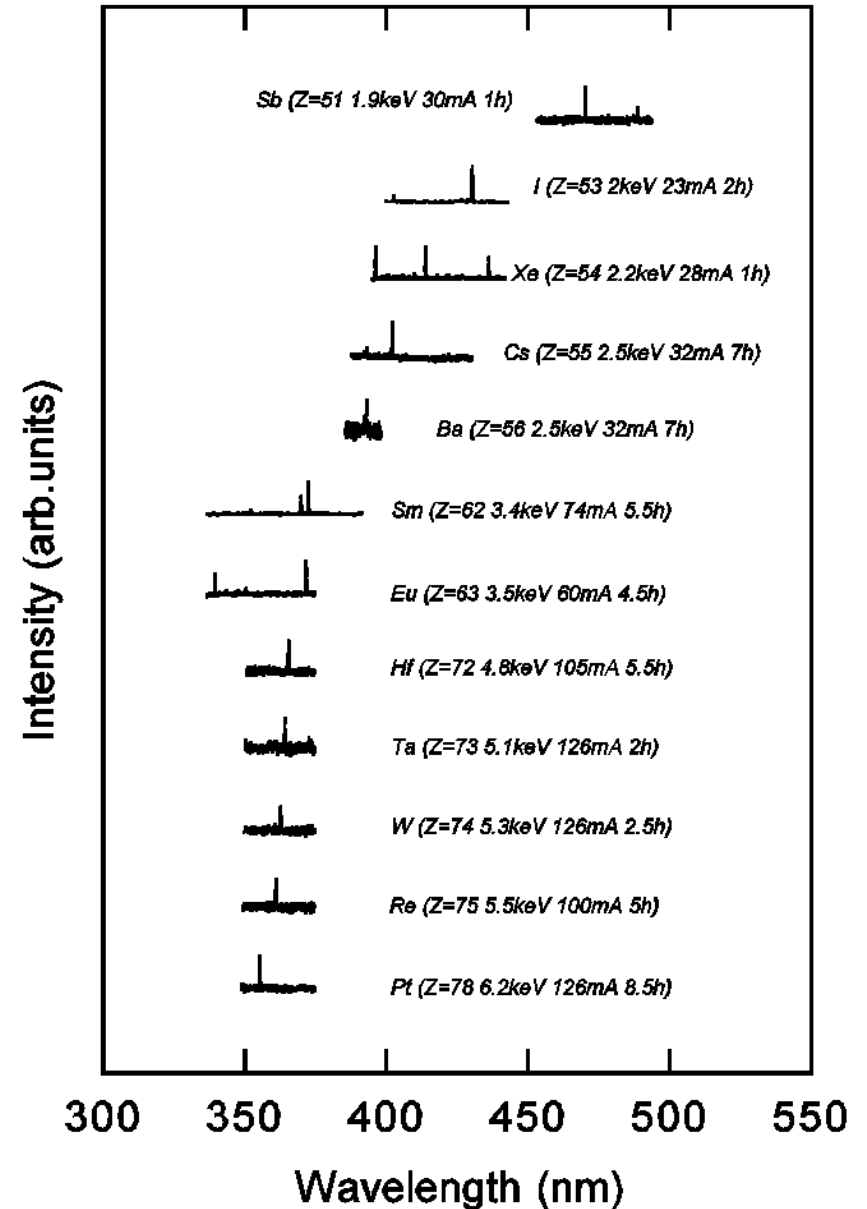
Table of Contents

Introduction	1
Progress Reports	
Atomic Structure Measurements	
X-ray spectroscopy	2
Z dependence of X-ray spectra for highly charged neonlike ions	5
Visible spectroscopy	8
Accurate calculations of fine-structure in $3d^4$ states of highly charged titaniumlike ions	11
QED Experiments	
Lamb shift measurements	14
Laser spectroscopy of the 2S Lamb shift in hydrogenic silicon	16
Two electron contribution to He ground state of He-like ions	18
Ion-Electron and Photon Interactions	
Ion cross-section and machine physics program	21
Forced evaporative cooling of the ion cloud in an electron beam ion trap	24
The 4d giant resonances in photo-absorption of heavy atoms and ions	25
Thomson scattering measurements	28
Ion-Atom, Molecule and Surface Interactions	
Highly charged ions surface interactions	31
X-ray spectra of hollow atoms formed in Ar^{17+} interaction with an Ag surface	34
Impact excitation, charge transfer and ionization in proton and anti-proton collisions with H atoms	37
An approach to HCI-matter interaction on the basis of theoretical model chemistry	41

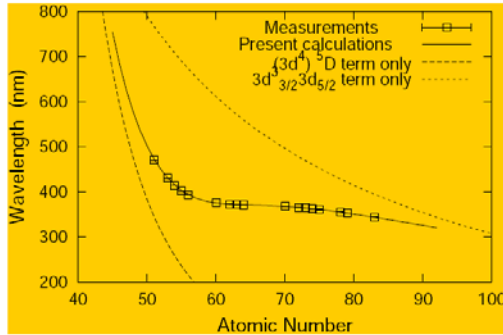


渡邊裕文(中部大学 准教授)

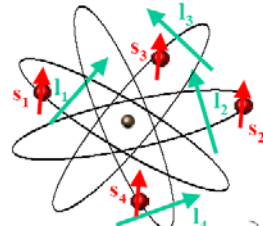
チタン様高Z多価イオンの可視域M1遷移



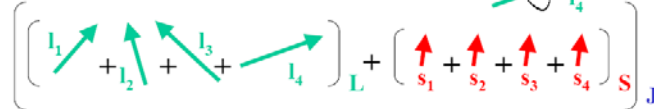
角運動量結合性の転移 Transition in Angular Momentum Coupling



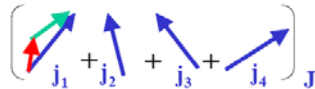
Wavelength of the forbidden transition between the ground-term fine-structure levels of Ti-like ions: $(3d^4)_{J=3} \rightarrow (3d^4)_{J=2}$.



LS結合
LS-coupling 5D
for low-Z



jj結合
jj-coupling $3d_{3/2}^3 3d_{5/2}$ for high-Z



Explore UV-visible emission lines of W highly charged ions for ITER!

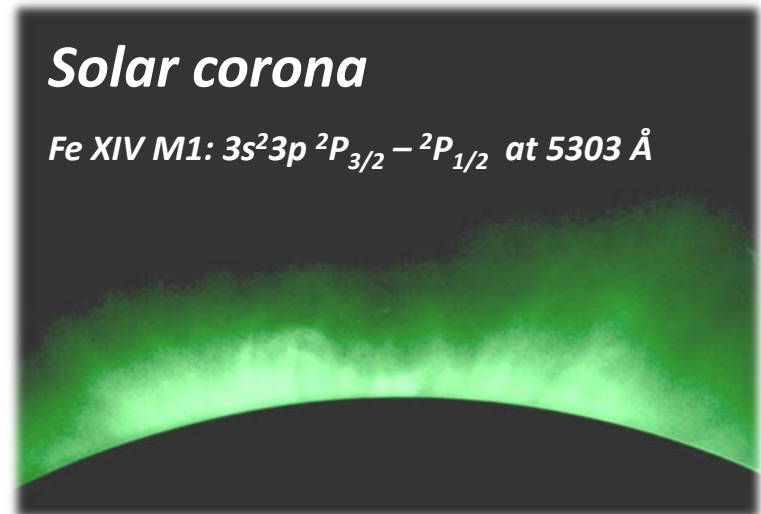
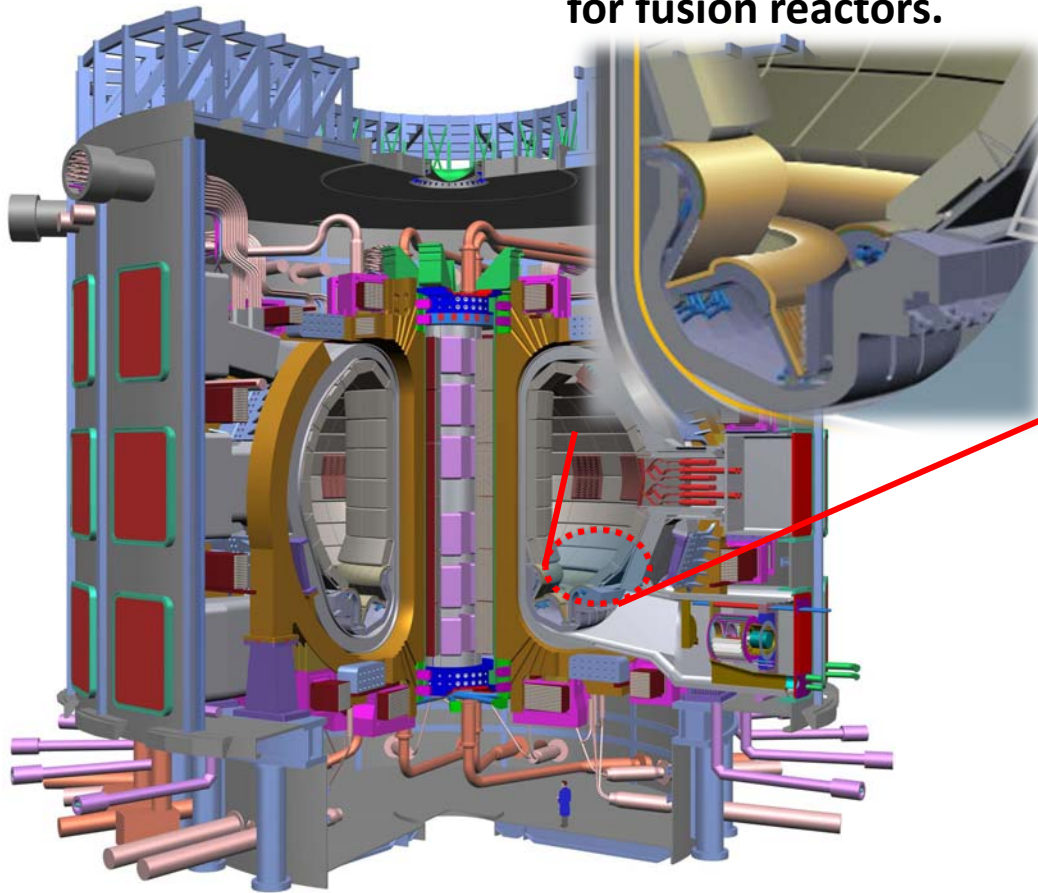
W is a prospective material for fusion reactors.

Strong radiation power loss with W highly charged ions in core plasmas is a big concern. The W ion transport in MCPs is a key issue.

Ground-term M1 lines fall into a UV-visible range.

Solar corona

Fe XIV M1: $3s^23p^2P_{3/2} - ^2P_{1/2}$ at 5303 Å

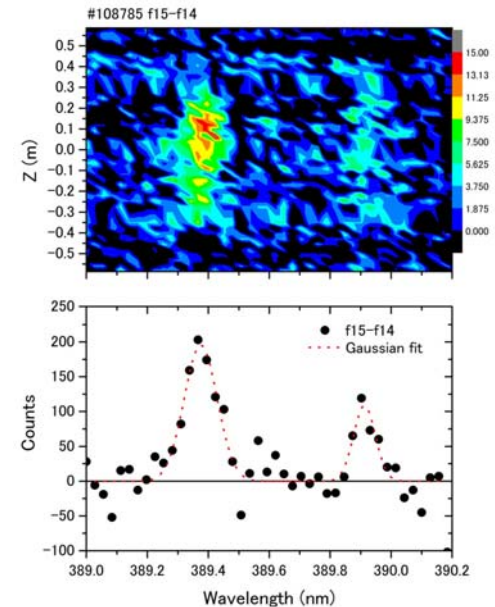
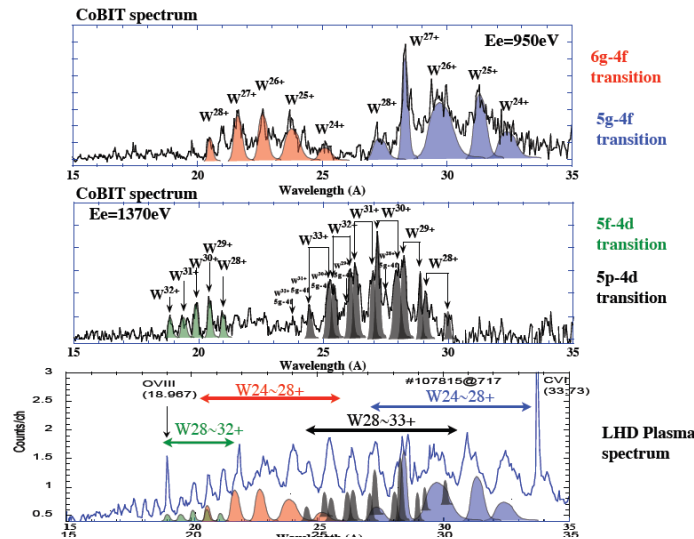
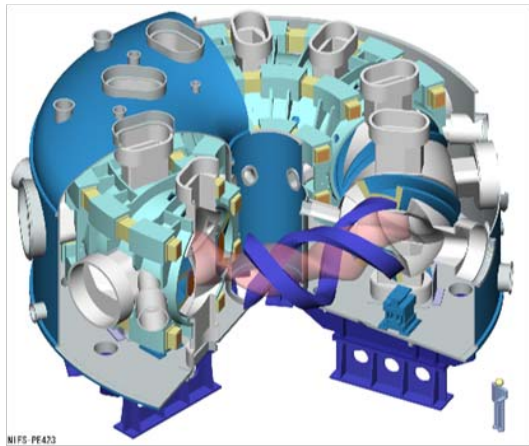


村上 泉(代表、核融合研) 科研費基盤A 2011年~2013年 「プラズマ中のタングステニオン不純物挙動研究への原子過程からのアプローチ」 (分担者) オールジャパン

核融合研: 坂上裕之、加藤太治、後藤基志、鈴木千尋

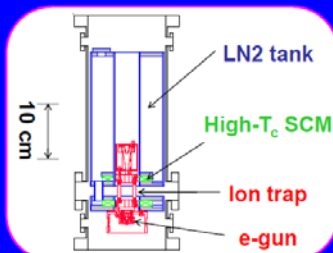
電通大: 中村信行、首都大: 田沼肇、上智大: 小池文博、原研: 佐々木明、仲野友英

Large Helical Device (LHD)

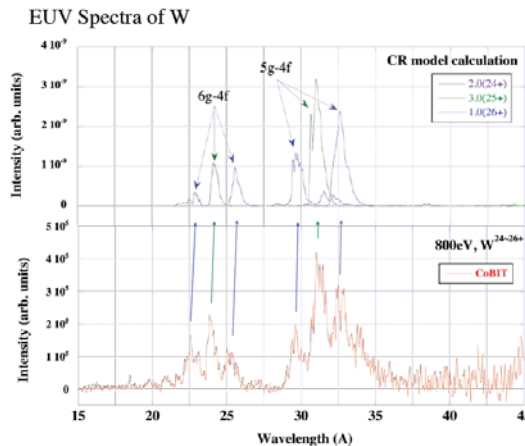


CoBIT (Compact, Corona, ... EBIT)

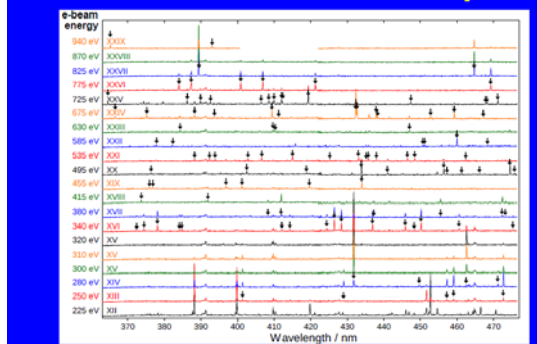
N. Nakamura et al., Rev. Sci. Instrum., 79 063104 (2008)



e-beam energy : 0.1 – 2 keV
e-beam current : 20 mA (max)
Magnetic field : 0.2 T (max)
Cryostat temp. : 77 K (LN₂)
Height : ~ 0.4 m



Observed visible emission spectra





13A: Atomic and Molecular Process in Plasmas
Summary in 2006-2010



Research activities, exchanges and seminars of “Atomic and Molecular Process in Plasmas”

Key persons: Daiji Kato (2007 ~), Nobuyuki Nakamura* (2009 ~), Takako Kato (~ 2006), Shunsuke Ohtani* (~ 2008)

National Institute for Fusion Science, Toki, Gifu 509-5292, JAPAN

*Institute for Laser Science, Univ. Electro-Commun., Chofu, Tokyo 185-8585, JAPAN

戦略的創造研究推進事業
ナノテクノロジー分野別バーチャルラボ
研究領域「超高速・超省電力高性能ナノデバイス・
システムの創製」

研究課題「多価イオンプロセスによる
ナノデバイス創製」

研究終了報告書

研究期間:平成14年11月～平成20年3月

研究代表者: 大谷 俊介
(電気通信大学レーザー新世代研究センター 教授)

4 研究参加者

①Aグループ

当初の研究計画書には、可能な研究参加者として電気通信大学の多くのメンバーをノミネートしたが、その一部はそれぞれの事情により参加できなかった。ここでは実際に参加したメンバーのみを示す。

氏名	所属	役職	担当する研究項目	参加時期
大谷 俊介	電気通信大学	教授	全体	H14,11～H20,3
山田 千穂	電気通信大学	教授	全体	H14,11～H20,3
吉安信雄	電気通信大学	講師	ナノ構造生成の物理機構の解明	H14,11～ H20,3
柴田 雅章	電気通信大学	大学院生	単一イオン入射技術の確立	H14,11～H15, 3
高橋 学士	電気通信大学	大学院生	単一イオン入射技術の確立	H14.11～H19.10
寺田雅史	電気通信大学	大学院生	多価イオン生成ナノ素材の物性評価	H15,4～H17, 3
馬場由香里	電気通信大学	大学院生	多価イオン生成ナノ素材の物性評価	H15,4～H17, 3
藤田祐崇	電気通信大学	大学院生	多価イオン生成ナノ素材の物性評価	H17,4～H19,3
阿部崇	電気通信大学	大学院生	多価イオン生成ナノ素材の物性評価	H17,4～H19,3
中村 信行	理化学研究所 電気通信大学	基礎科学 特別研究員	単一イオン入射技術の確立	H14,11～H20,3
		准教授	全体	
櫻井 誠	神戸大学	准教授	全体	H14,11～H20,3
庄司多津男	名古屋大学	准教授	単一イオン入射技術の確立	H16,7～H20,3
戸名正英	科学技術振興 事業団	CREST 研究員	全体	H15.8～H20,3
渡辺裕文	科学技術振興 事業団	CREST 研究員	多価イオンの生成と照射技術の開発	H17.7～H20,3

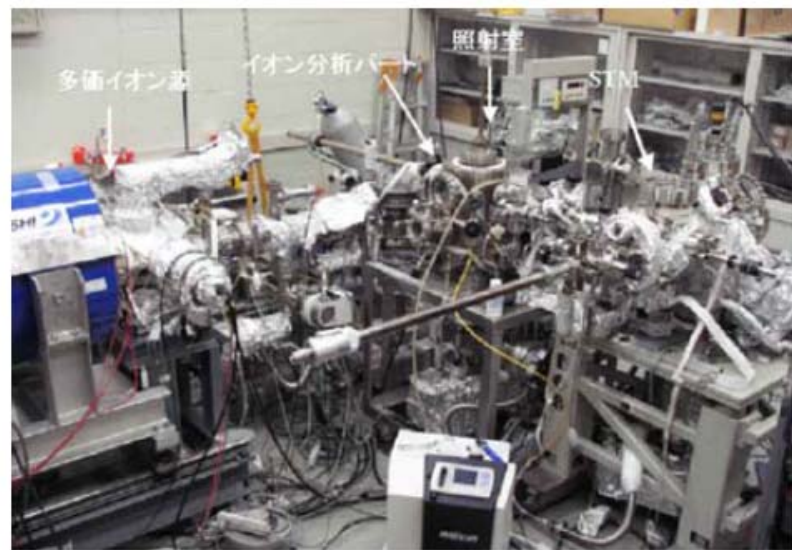
②Bグループ

氏名	所属	役職	担当する研究項目	参加時期
櫻井 誠	神戸大学	准教授	多価イオン生成ナノ素材の物性評価 小型イオン生成源の完成と運転	H14,1 ～ H20,3
中島 史晴	神戸大学	大学院生	多価イオン生成ナノ素材の物性評価	H15,4 ～ H17,3
福本 卓典	神戸大学	大学院生	多価イオン生成ナノ素材の物性評価	H16.4 ～ H18.3
三森 恵太	神戸大学	大学院生	小型多価イオン源の基本性能の評価	H17,4 ～ H19,3
川瀬 悠司	神戸大学	大学院生	周期照射技術の確立	H18,4 ～ H20,3
大西 弘行	神戸大学	大学院生	周期照射技術の確立	H19,4 ～ H20,3
大谷 俊介	電気通信大学	教授	多価イオン生成ナノ素材の物性評価 小型多価イオン源の基本性能の評価	H14,1～H20,3
益子 信郎	情報通信研究 機構	センター長	多価イオン生成ナノ素材の物性評価	H14,1～H20,3
照井 通文	情報通信研究 機構	主任研究員	多価イオン生成ナノ素材の物性評価	H14,1～H20,3





P5:KobeEBIS, 「脱着可能」超伝導磁石.



P6: (左)KobeEBIS とビームライン. (右)照射室内の様子.

October 21-25, 2012
Kyoto, Japan



ICACS-25

Ionoluminescence of a thin rear-earth oxide film by slow highly-charged ions

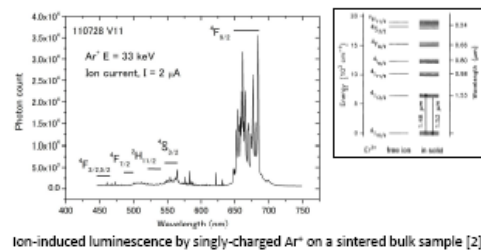
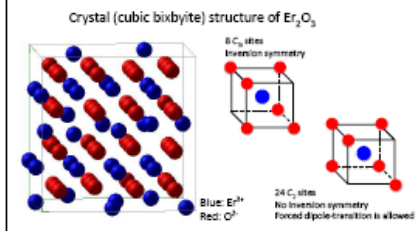
D.Kato^{[1]*}, H.A. Sakae^[1], M. Sakurai^[2], S. Sakai^[2], Y. Hishinuma^[1], S. Ohtani^[3]

^[1]National Institute for Fusion Science (NIFS), ^[2]Kobe University, ^[3]ILS, Univ. Electro-Commun.

1. Introduction

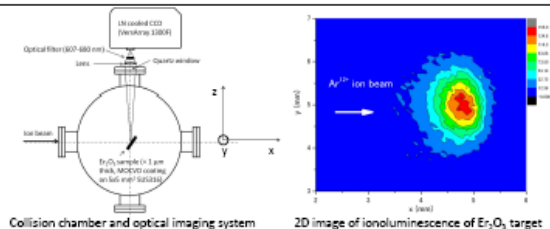
Slow highly-charged ions impinging on solid targets deposit its large potential energies on local areas of target surfaces, which results in enhanced emission of secondary particles and photons. Pathways of potential energy dissipation are issues to be resolved. Tona et al. [1] observed strongly enhanced ionoluminescence of a thin organic-dye film by bombardment of highly-charged iodine ions with L-shell vacancies. This enhanced luminescence appears caused by energetic L Auger electrons emitted from the iodine ions below the target surface. We investigate enhanced luminescence for an optical transition of trivalent Er³⁺ ions in oxides (Er₂O₃) induced by highly charged ions impinging on a thin Er₂O₃ coating on a stainless steel substrate.

2. Optical transition of Er₂O₃

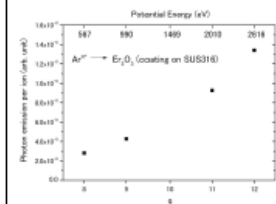


3. Experimental setup

Target samples are thin polycrystalline Er₂O₃ oxide films of about 500-600 nm thickness coated on stainless steel substrates (5x5 mm²) by using Metal Organic Chemical Vapor Deposition (MOCVD) [3].
Kobe Electron Beam Ion Source (Kobe-EBIS) [4] is used to produce intense highly-charged ion-beams (ion current: e.g. Ar¹²⁺ ~ 1 nA, Ar¹¹⁺ ~ 200 pA, acceleration voltage: 3 kV).
A LN cooled (-120°C) CCD camera (VersArray 1300F) is used to detect ionoluminescence. Quantum efficiency (QE) of the CCD camera has a broad peak centered at 700 nm (QE distributes in a WL range of 400 – 1100 nm). An optical filter (YIF-BA600-690S) is used to limit photon detection in a WL range of 600 – 700 nm.

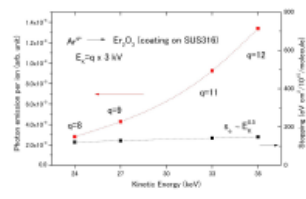


4. Results



Left) Charge-state (q) dependence of ion-induced luminescence. Photon emission increases rapidly along the charge state (potential energy) of projectile ions. Kinetic energies of ions also change along the charge state, because a constant acceleration voltage of 3 kV is used for all charge states.

Right) Photon emission is plotted as a function of kinetic energy of ions along with electronic stopping cross sections. Enhanced photon emission is obviously due to potential energy dissipation of projectile ions.



5. Conclusion

- Enhanced photo emission in an optical range (600-700 nm) was observed for high-charged Ar^{q+} (q=8-12) ions impinging on a thin Er₂O₃ film.
- Charge-state dependence of photon emission appears non-linear, unlike linear dependence observed with an organic-dye film [1].
- To resolve photo emission of sputtered Er atoms and ionoluminescence of trivalent Er³⁺ in Er₂O₃ oxides, spectroscopic measurements are necessary.

Acknowledgement

This work is supported by NIFS Collaboration Research program (NIFS12KBAF005) and Fusion Engineering Research Project (UFFFQ29) at NIFS. DK is grateful for a financial support of KAKENHI (22560821).

References

- M. Tona et al., Phys. Rev. A 77 (2008) 052902.
- D. Kato et al., Plasma Fusion Res. 7 (2012) 2405043.
- Y. Hishinuma et al., J. Nucl. Mater. 417 (2011) 1214.
- M. Sakurai et al., J. Vac. Soc. Jpn. 48 (2005) 317; 50 (2007) 390; 55 (2012) 180.

*Corresponding author's E-mail: kato.dai@nifs.ac.jp

最後に

大谷先生との出会いは、私の人生において大変大きなものでした。先ず、妻との出会いは多価冷イオンプロジェクトの仲間が開いてくれた合コンでした。また、大谷先生に推薦していただいた核融合研に就職したことで、プラズマやマテリアルサイエンスの研究者としてのキャリアが大きく広がりました。

そして、何よりも大きいのは、中村信行さんをはじめ、かけがえのない研究仲間を得ることができたことです。そして、大谷先生もそのことを最も大切に思われていたと確信します。

大谷先生、本当にお世話になりました。そして、本当にありがとうございました！