

小特集

炉心プラズマの定常化に向けた トーラスプラズマ開発研究の現状と展望

Present Status and Future Perspectives of Toroidal Plasma Development Research towards Steady-State Operation of Fusion Plasmas

1. はじめに

井手俊介, 高瀬雄一¹⁾, 大藪修義²⁾日本原子力研究開発機構, ¹⁾ 東京大学大学院新領域創成科学研究科, ²⁾ 核融合科学研究所

(原稿受付: 2007年3月19日)

現在日本のトーラスプラズマ研究は, トカマク, 球状トカマク, ヘリカルと多岐にわたり精力的に進められ, 日本および諸外国で成された種々の成果に基づいて新たな領域を拓いている. 本小特集ではこれらトーラス系各装置における定常炉に向けた炉心プラズマの定常化開発研究の現状と今後に向けてのその課題と展望について解説する.

Keywords:

tokamak, spherical tokamak, helical, ITER, Broader Approach, JT-60U, JT-60SA, LHD, steady-state operation, high beta, bootstrap current, confinement improvement, plasma wall interaction

1.1 はじめに

国際熱核融合実験炉 (International Thermonuclear Experimental Reactor: ITER) が, 1992年に工学設計が日本・米国・欧州・ロシアの4極で始まって以来, ついに2006年11月先の4極に中国・韓国・インドを加えた7極の間で, 「ITER事業共同実施のためのITER国際核融合エネルギー機構を設立する協定」などについて署名が行われ, 実質的に動き出した. 建設予定地はフランスのカダラッシュ. また, 幅広いアプローチ (Broader Approach: BA) の下に日本とEU共同で日本原子力研究開発機構のJT-60Uの改修 (JT-60SA) も進められることとなった. これらにより, トカマク開発は新たな段階へ踏み出した感がある. また, 球状トカマク (Spherical Tokamak: ST) に関しても国内で全日本レベルでの研究体制が整いつつあり, 日本のこれまでの研究成果を活かしたST研究が進もうとしている. 一方ヘリカル研究においても核融合科学研究所のLHD (Large Helical Device) で超高密度の運転シナリオが見いだされ, また54分の長時間放電が得られる等, ヘリカル装置の特徴を活かした研究が進んでいる. 当初学会誌の編集委員会から「定常化研究に関する小特集」を, との話が持ち上がった時にはトカマク研究を念頭に考えられていたようであるが, 上記のように広いスペクトルで国内の研究体制が広がろうとしているのを機に, トカマク, ST, ヘリカルを

カバーする, 「トーラスプラズマ」というより広い括りで炉心プラズマの定常化開発研究について, その現状と課題/展望について解説することとした. それぞれ, 特色を活かした固有の研究の方向性があるが, 「トーラス系」あるいはさらに広く「プラズマ」という視点で見た場合, 共通の物理を分かち合う側面もある. 本特集により, 研究の興味の対象が拡がり, 国内の核融合研究者間の交流が進めばと期待する.

本特集は, まず2章においてトカマク, ST, ヘリカルの現状と将来への課題/展望に関して概要を解説し, 3章ではプラズマ内外で問題となる課題について炉心プラズマの定常化にむけた研究の現状と今後の課題/展望を解説する. また, トカマク (STもその特殊な場合として含む) とヘリカル両者に共通の課題, あるいはそれぞれに固有の課題が浮かび上がってくるように, これらを並列させるようにした. ただし, トカマクで最重要課題となる電流分布については, プラズマ電流を必要としないヘリカルでは問題となり得ないため, 2.1節はトカマクだけのものとした.

1.2 トカマクの定常化研究における課題

プラズマを閉じ込めるためにプラズマ電流を必要とするトカマク装置においては, 定常化にはまずプラズマ電流の定常維持を必要とする. トランスの原理により電磁誘導で

Present Status and Future Perspectives of Toroidal Plasma Development Research towards Steady-State Operation of Fusion Plasmas 1. Prologue

IDE Shunsuke, TAKASE Yuichi and OHYABU Nobuyoshi

corresponding author's e-mail: ide.shunsuke@jaea.go.jp

プラズマ電流を流す従来の方式では、定常維持は不可能である。電磁誘導以外の手法でプラズマ電流を駆動し（非誘導電流駆動）、定常維持しなければならない。高周波や中性粒子ビーム等、外部の駆動源によりプラズマ電流を流すことは可能であるが、そのためのシステムの複雑化、駆動源のための電力の増加等は、核融合炉を全体のシステムで見た時の経済性を低下させる。これに対し、プラズマ内の圧力勾配により自発的に流れる「自発電流（Bootstrap Current）」は、定常トカマク核融合炉の実現に大きな見通しと方向性を与えた。自発電流は文字通り自然と流れるので、そのために外部からのパワーを必要としない。自発電流を最大限活用した「先進トカマク」は、自発電流とそれとをできるだけ高める閉じ込めの改善、高閉じ込めによって高くなるプラズマ圧力の安定性の確保、を中核に研究が進められている。それぞれの領域は、それぞれが固有の研究課題を持つ独立した研究領域であるが、自発電流割合の高い先進トカマクでは、電流密度分布、閉じ込め改善、電磁流体的安定性が相互に関連しトカマク炉心プラズマの定常化に向けてはそれぞれのつながりと影響を考慮した統合的な研究が重要となってくる。またプラズマの内部の小変化あるいは外部からの擾乱に対して、これらの相互関連を通してプラズマ自身でこれらへの応答／変化の方向を大きく決めてしまういわゆる自律性の高い系となっている。この高い自律性の隙をぬってプラズマを定常的に制御し維持してゆかなければいけない。また、核融合炉プラズマの定常化においては、上記のようなコアプラズマ内の事象だけでなく、プラズマを囲む壁との相互作用まで含めて考える必要がある。

1.3 球状トカマク

球状トカマク（ST）は広い意味ではトカマクの一種である。したがって、定常化への課題についても多くの共通点をもつ。この節では特に、狭義のトカマク（アスペクト比3～4程度）との相違点を中心に述べる。STについては本学会誌の小特集「球状トラス研究の現状と将来展望」[1]および「球状トカマクの実用炉への展望 – トカマクの低アスペクト比化への挑戦 –」[2]を参照いただきたい。

STの特徴を出すためには、アスペクト比を1.5～2程度まで下げる必要がある。しかしトラス中心部を貫く必要のあるトロイダル磁場（TF）コイルを超伝導コイルとする場合、遮蔽のための空間を確保しなければならず、その結果十分コンパクトなST炉は実現できない。したがってアスペクト比1.5程度のST炉のTFコイルは常伝導コイルとせざるをえない。しかも遮蔽を最小限の厚みに抑えるため、トラス中心を貫く部分では、絶縁体を使わないようTFコイルは1本の導体のみを使う。同じ理由で中心ソレノイド（Central Solenoid: CS）は設置しない。したがって大きな問題となるのは、常伝導TFコイルの抵抗損失と、CSなし運転（プラズマ電流立ち上げ、定常維持、電流制御）である。

トカマクで自発電流を高めるためには安全係数（ q ）の高い領域での運転が要求されるが、これを高ベータと両立す

ることは困難である。STにおける高ベータと高自発電流の同時達成に関する優位性は、アスペクト比、縦長度、三角度を含む、プラズマ断面形状の強いシェーピングに起因するものであるが、これについては2.2.3節で述べる。このため、一旦定常状態に達すれば、その状態を維持することは可能であると考えられている。未解決の問題は、CSなしにプラズマ電流を立ち上げ、燃焼プラズマ状態にいかに向かうか、また外乱等によりプラズマに摂動が加わった場合にCSを用いない迅速な制御をいかに行うかである。これらの問題はCSなしトカマク炉にも共通する問題である。ダイバータ熱負荷や粒子制御については、トカマク炉と本質的に異なる問題ではないと考えられる。

1.4 ヘリカル

ヘリカル系装置は、軸対称装置（トカマク）以外の装置であるのでその磁場配位は、多種多様である。それらの最大の特長は、トカマクと違ってプラズマを閉じ込めるためにプラズマ中に大電流を流す必要がないことにある。このため電流崩壊に悩まされることがなく、また大きな循環パワーを伴う電流駆動の必要性もない。しかしながらある種のヘリカル系装置では、圧力勾配によって駆動される、自然に流れる自発電流を利用してプラズマ性能の向上を目指す配位もあり、その場合電流崩壊の危険性が高くなるので注意が必要である。LHD実験（ヘリオトロン型ヘリカル装置）では、平均密度 $0.4 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ 、温度1 keVのプラズマをICRF加熱で54分定常に維持することに成功し、定常運転に関してのヘリカル系装置の優位性を示している。そのため定常研究の中心課題は、プラズマ対向壁への熱負荷の軽減と対向壁から発生する不純物の制御となる。これらの課題に対処できるダイバータの開発が急務である。しかも炉へ外挿できるダイバータシステムでなければならない。トカマクもほぼ同じ問題をかかえており、これらは、トカマク、ヘリカル共通の大きな課題である。

最近LHDでは、新しい閉じ込め改善モードが発見されている。超高密度プラズマ（ $4.5 \times 10^{20} \text{ m}^{-3}$ ）が拡散障壁（Internal Diffusion Barrier: IDB）により中心部に維持され、中心ベータは、閉じ込めが改善されているため、高磁場下（2.6 T）でも4.4%に達している。このような高性能プラズマモードの発見により新しいプラズマ点火シナリオ（高密度点火）の可能性が浮かび上がってきている。このシナリオでは、プラズマ閉じ込め領域は、コア部とマントル部からなっている。コア部では、超高密度それ故高圧力プラズマが存在して、高い核融合出力を生み出す。マントル部では、比較的低密度プラズマが存在して、両領域間の境での温度を自己点火に必要な7～8 keVにもたらずに十分な温度勾配が存在する。このような分割は、IDBによって可能になる。

参考文献

- [1] Y. Takase *et al.*, J. Plasma Fusion Res. **76**, 503 (2000).
- [2] Y. Ono *et al.*, J. Plasma Fusion Res. **80**, 919 (2004).



小特集用語解説

先進トカマク (Advanced Tokamak)

トカマクでプラズマの閉じ込めに必要なプラズマ電流を作り出すのに、プラズマ環を二次コイルとして電磁誘導を用いるのが一般的である。しかし、誘導電流だけでは一次側の電源やコイルに働く力の制約等から、長期のトカマク運転は不可能である。高周波や中性粒子ビームにより外部からプラズマ電流を駆動することは可能であるが、これらでプラズマ電流を賄おうとすると大規模な駆動源が必要となり、電力源として経済的に成立が困難になる。プラズマ電流の多くを自発電流（後述）で賄えば、外部電流駆動源を最小限に抑えることができる。自発電流をメインにしてプラズマ電流の定常化＝トカマク運転の定常化を目指すものを先進トカマクと呼ぶ。自発電流割合を増やすためにはプラズマ圧力を高くしなければならないが、これは核融合出力密度を増やすことにつながり、システムの経済性向上に結びつく。また、圧力や圧力勾配を効率よく高めるには、閉じ込めの改善も必要になる。先進トカマクでは、これらの要素（高自発電流割合、高圧力限界、高閉じ込め）をバランスよく最適化することが求められる。ただし、それぞれの要素に明確な数値的な境界があるわけではなく、比較的ベータ値が高い、あるいは内部輸送障壁（後述）を伴った閉じ込め改善があるといった点だけで先進トカマクという呼び方を使う場合もある。（原子力機構 井手俊介）

球状トカマク (Spherical Tokamak)

トラスプラズマのポロイダル断面の幾何中心（鉛直方向、水平方向ともに中央の位置）の大半径を R 、水平方向の小半径を a とすると、アスペクト比は $A = R/a$ と定義される。アスペクト比が低くなるにつれ、プラズマは自然に縦長になり、その外形は球に近づくため、アスペクト比の小さいプラズマを球状トカマク (spherical tokamak, 略して ST) と呼ぶ。アスペクト比を下げていくと、トカマクから ST に連続的に変化するため、トカマクと ST の間の明確な境界は存在しないが、アスペクト比が 2 程度以下のものを ST と呼ぶことが多い。ST は強いシェーピングにより高ベータを実現し、しかも高自発電流と両立できるという利点をもつ。（東大新領域 高瀬雄一）

ヘリカル装置 (Helical Device)

トロイダルプラズマ閉じ込め装置では、トロイダル方向の強磁場だけでは、粒子の磁場勾配ドリフト運動のためにプラズマを閉じ込めることはできない。そこでポロイダル磁場を加えることで磁力線に捻り（回転変換）を与えて、ドリフト運動による粒子の損失を防ぐことができる。トロイダル軸対称装置であるトカマクでは、このポロイダル磁場は、プラズマ中に流れる電流によって生成される。ヘリカル装置では、コイルをヘリカルに捻って磁力線に回転変換

を与える。プラズマの断面は、トロイダル方向に沿って変化し、非軸対称装置となる。この装置の最大の特長は、プラズマ中に流れる電流を必要としないので、トカマクの最大の課題である電流に起因する技術的問題点から解放されている点である。また装置も多種多彩で、その多くは、未開拓のままであるが特に有望と考えられているヘリオトロン型、W7X 型（理論のみ）がその中でも研究が進んでいる。

（核融合研 大藪修義）

ベータ (Beta)

ベータはプラズマの圧力 p と閉じ込め磁場の圧力 $B^2/2\mu_0$ の比を表し、閉じ込め磁場の有効性を表す重要なパラメータである。通常使われるトロイダルベータ β_t は、体積平均プラズマ圧力 $\langle p \rangle$ 、プラズマ断面の幾何中心での真空トロイダル磁場圧力 $B_{t0}^2/2\mu_0$ を用いて定義され、ポロイダルベータ β_p はプラズマ表面での平均ポロイダル磁場圧力を用いて定義される。ベータが高くなるとプラズマは不安定となり、崩壊する。安定性の限界（ベータ限界）は規格化電流 $I_N = I_p/aB_{t0}$ と比例関係にあることが知られている（Troyon スケーリング）。この比例係数 $\beta_N = \beta_t/I_N$ を規格化ベータと呼び、これをいかに高くできるかが核融合炉の効率向上の鍵となる。（東大新領域 高瀬雄一）

自発電流 (Bootstrap Current)

圧力勾配を持つ空間的に非均一なトラスプラズマにおいて磁力線方向に流れる電流。磁力線平行方向の速度が小さい荷電粒子は、磁気モーメントの保存によって磁場の弱いトラス外側に補足され、磁場勾配ドリフトの影響で軌道はポロイダル断面でバナナ状になる（バナナ軌道）。ある空間点について見ると、バナナ軌道の外側を通る粒子と、内側を通る粒子があり、両者の粒子数や速度が異なる（圧力勾配がある）と正味の電流が磁力線方向に自ずと発生することから自発電流と呼ぶ。自発電流はバナナ軌道を描く粒子が存在せず圧力勾配もないプラズマ中心部では流れないという特性がある。自発電流はトカマク・ヘリカルと区別なく観測されているが、特にトカマクではプラズマ電流を安価に維持する手法として、自発電流の割合を高める努力がなされている。ただし、トカマクプラズマでは圧力分布は電流分布に強く影響されるため、自発電流分布は自発電流を含む全電流分布に影響される。このために、自発電流分布と全電流分布の整合性が取れていることがトカマクの定常運転にとっては必須となる。（原子力機構 鈴木隆博）

内部輸送障壁 (Internal Transport Barrier)

H モードプラズマのプラズマ境界近傍で観測される境界輸送障壁に対し、プラズマ内部で熱や粒子の輸送が急減する断熱層を内部輸送障壁という。内部輸送障壁での熱拡散

係数は新古典理論値まで低減する場合があります、僅か 10 cm 程度の領域に 1 億度以上の温度差を形成し、中心部のプラズマ圧力を効率良く高めることができる。さらに境界輸送障壁と内部輸送障壁をもつプラズマには、L モードプラズマの 2 - 4 倍の高い閉じ込め性能と共に自発電流を多く流せる利点がある。内部輸送障壁の形成機構の主要な候補としては、 $E \times B$ フローシアによる微視的不安定性(イオン温度勾配モード、補足電子不安定性)の安定化が考えられている。(原子力機構 坂本宜照)

形状パラメータ (Shape Parameter)

トラスプラズマのポロイダル断面の横幅を $2a$ 、高さを $2b$ 、高さが最大となる位置のプラズマ幾何中心からの大半径方向のずれを c とすると、縦長度(楕円度とも呼ばれる)は $\kappa = b/a$ 、三角度は $\delta = c/a$ と定義される。断面形状の最適化によりベータ限界を向上することができるが、その指標となるのが形状パラメータ $S = q_{95} I_N$ であり (q_{95} は 95 %磁気面における安全係数) その上限は軸対称不安定性により決まる。 S は縦長度、三角度が高く、アスペクト比が低いほど高くとれる。 S が高いと同じ q_{95} でより高い I_N が得られるだけでなく、規格化ベータ β_N も向上する。この S を保ちつつ、キンク不安定性で決まる限界まで q_{95} を下げることでベータを最大化できる。さらに高 β_N および高 S を同時に実現できれば、高ベータおよび高自発電流の同時達成が可能となる。(東大新領域、高瀬雄一)

新古典テアリングモード

(Neoclassical Tearing Mode, NTM)

新古典テアリングモードは、衝突周波数の下がった高温プラズマにおいて、ヘリカル構造をした磁気島に沿って流れるブートストラップ電流が磁気島を成長させる MHD 不安定性である。磁気島が存在すると、プラズマ圧力が磁気島内部で平坦化するため、磁気島内のブートストラップ電流が減少する。この磁気島内外のブートストラップ電流の差が磁気島を成長させ、閉じ込めの劣化を引き起こし、理想 MHD 安定限界値より低いベータ限界をもたらす。新古典テアリングモードによるベータ限界がいくつかのトカマク装置について調べられ、規格化ラーマー半径の低下にしたがってベータ限界が低くなることが報告された。新古典テアリングモードは、ITER および将来の高ベータによる高効率定常炉における重要な課題となっており、JT-60 など電子サイクロトロン波を用いた磁気島内への局所電流駆動による安定化の研究が進められている。

(原子力機構 小関隆久)

抵抗性壁モード (Resistive Wall Mode, RWM)

高ベータプラズマでは、高いプラズマ圧力勾配に起因する圧力駆動型不安定性が発生する。トカマクプラズマでの圧力駆動型不安定性は、低トロイダルモード数のキンク・バルーニングモードが代表的である。キンク・バルーニングモードは、プラズマ周辺まで広がったモード構造を持つことが多いため、プラズマ表面に近接した導体壁があ

る場合、導体壁に流れる誘導電流により安定化される。しかし現実には、導体壁も有限の抵抗を持っているため、揺動磁場は導体壁への滲み込みを生じ、安定化に十分な誘導電流は流れなくなる。このため、導体壁の磁場の滲み込み時定数でモードが発生するこれが抵抗性壁モードである。安定化するためには、プラズマに近接して設置したコイルを用いて壁に流れる誘導電流の不足分を補い安定化させる等の制御が必要である。(原子力機構 小関隆久)

壁排気とトリチウムリテンション

(Wall Pumping and Tritium Retention)

プラズマ放電中に粒子が壁に吸蔵され、プラズマ側から見えて実効的に粒子が排気されることを壁排気と呼ぶ。主には、水素の吸蔵に対して用いる。壁側から見ると、壁排気は壁での水素吸蔵量の増加に対応する。それに対して、トリチウムリテンションは吸蔵量の変化にかかわらず、壁にトリチウムが吸蔵された状態を示す。すなわち、壁排気の結果、リテンションが発生するのである。物質が水素を吸蔵する過程は、イオン照射実験ではよく理解されている。現在の中・大型のトカマク／ヘリカル実験装置の多くで使用されている炭素材に関しては、照射エネルギーに応じた吸蔵量の飽和値が存在し、その飽和値が炭素材温度の上昇にしたがって減少することが知られている。吸蔵量が飽和値に達した状態を壁飽和状態と呼ぶ。プラズマ放電中の壁排気に関しては、炭素材からスパッタされた炭素が壁に再堆積するときに水素を多量に吸蔵する共堆積等の影響により、照射実験からの予測とは異なる特性が観測されている。壁排気は密度制御に有効に利用されてきたが、ITER では安全性の観点からトリチウムリテンションを低く抑えることが重要である。(原子力機構 竹永秀信)

超高密度コア部／内部拡散障壁

(Super Dense Core, SDC/Internal Diffusion Barrier, IDB)

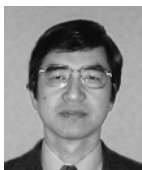
LHD 実験では、ペレットによる粒子供給と効率の高い粒子排気により超高密度 ($n_e(0) = 1 \times 10^{21} \text{ m}^{-3}$) プラズマを中心部に生成することに成功している。このような高密度コアプラズマは、炉を構想した時、自己点火に必要なアルファパワーの出力を大きく増大させ、その結果自己点火の条件を緩和する。トロイダルプラズマ閉じ込め装置においては、放射崩壊できる密度限界があるが、これは周辺部での密度の限界であって、コア部での限界ではないと考えられており、観測されたコア部の超高密度(通常の密度限界の3-4倍)は矛盾しているわけではない。実際、周辺部の密度は一桁ほど低く、通常の放電とかわりない。このような尖塔化した密度分布は、粒子閉じ込めが極めて良好な領域、IDB(内部拡散障壁)により維持されている。ただ、放電条件によっては障壁でなくコア部全体で閉じ込めが改善されている場合もあり、また H モードのように最外殻磁気面付近に IDB が現れる磁場配位もある。

(核融合研 大藪修義)



い で しゅん すけ
井手 俊介

1989年京都大学大学院理学研究科博士後期課程修了（理学博士）。1990年生まれて初めて京都を離れ、原子力機構（当時は原研）に入所。以来、JT-60Uで先進トカマク研究を中心に実験を続けてきた。現在は、JT-60SAの物理検討を主にやっている。国際トカマク物理活動「定常運転」物理トピカルグループ共同議長。家族は妻一人息子二人、幸いいずれも最近増減無し。あと犬一匹、これも減らない。子供の為にやっける趣味：レゴ、釣り、スキー等。ごく個人的な趣味：無駄遣いと衝動買い（最近は疎遠）。



たか せ ゆう いち
高瀬 雄一

MIT 理学系研究科博士課程修了。MIT プラズマ核融合センターにて、Alcator CおよびC-Modを用いた高周波加熱・電流駆動、プラズマ高性能化研究を行ってきた。現在東京大学新領域創成科学研究科教授。東大のTST-2およびPPPLのNSTXで球状トカマク研究を行うかたわら、JT-60UにおけるCSなし高性能プラズマ生成やLHDにおけるICRF加熱研究等も行っている。趣味はスキューバダイビング、スノーボード、空手等。



おお やぶ のぶ よし
大藪 修義

1974年東京大学理学系物理博士課程修了、ジェネラルアトミック社に勤務し、トカマク研究従事する。特にDIII-D装置でExpanded Boundary Divertor, Ergodic Divertorの提案をし、実験を行う。1990年には、核融合科学研究所に転任し、LIDの提案を含め、LHDの周辺ダイバータの概念設計を行う。LID実験で、SDC-IDBモードの発見に寄与し、このモードの新たな可能性を探っている。



まえ かわ たかし
前川 孝

京都大学エネルギー科学研究科教授。高周波、特に電子サイクロトロン周波数帯の波動を用いたトカマク実験が専門で、現在は電子サイクロトロン加熱・電流駆動による球状トカマク形成に取り組んでいる。兵庫県出身。小学生以来の水滸伝ファンで、日本語版、英語版に加え最近漢文版も楽しんでいる。昨年は魯智深入寂の地である杭州六和塔を訪問できた。



すず き たか ひろ
鈴木 隆博

1999年東京大学大学院システム量子工学専攻博士課程修了。日本原子力研究開発機構にて、JT-60のMSE計測を担当し実験に従事。最近、電流駆動および電流分布制御に関する研究を行っている。写真は茂木のサーキットで愛車と（うそ）。



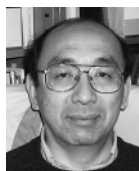
さか もと よし てる
坂本 宜照

1998年筑波大学大学院物理学研究科修了（理学博士）。現在、日本原子力研究開発機構、核融合研究開発部門、先進プラズマ研究開発ユニット、定常高ベータ化計画調整グループ、研究員。JT-60において内部輸送障壁研究と先進プラズマ開発に取り組んでいる。趣味は海釣りだったが（3年前に海岸線をどこまでも行ける車を購入したが活躍したのは1回だけ）、最近は二人の小さな恋人（娘）との時間を大切にしたいと思っている。



い だ かつ み
居田 克巳

1986年3月東京大学大学院物理学科にて博士号取得。現在、核融合科学研究所・大型ヘリカル研究部粒子加熱プラズマ研究系・教授。主な研究分野はトラスプラズマにおける電場・磁場の空間構造形成とプラズマの輸送との相互作用。趣味はパラグライダーを中心にスキー・水上スキー等、「球技」以外のアウトドアスポーツ。毎年オーストラリアで100kmを超える長距離をパラグライダーで飛ぶのを楽しみに日々の研究に励んでいます。近況と自己分析：新しい計測器を開発しても使いこなす人がいないと「押入れにしまったままの健康器具」のように宝の持ち腐れになってしまうので、計測器の開発と使いこなす人の開拓を同時に行っています。最近気づいたことは、前者に必要なのは「アイデア」と「予算」、後者に必要なのは「人脈」と「セールストーク」。



お ぜき たか ひさ
小関 隆久

1979年慶応大学大学院工学研究科修了、日本原子力研究所入所。工学博士。トカマクプラズマにおける β 限界、ELM, TAE, NTMなどの安定性を研究、最近は燃焼プラズマを目指したモデルの統合化を進めている。年を追う毎に、体力に反比例して仕事量が増えるこの頃に気力だけの毎日です。



わた なべ きよ まさ
渡邊 清政

1992年より核融合科学研究所勤務。LHD実験グループ所属。最近の主な研究分野は、ヘリカル系プラズマにおける高ベータ運転領域の拡大手法の開発とMHD平衡・安定性。研究の主な道具は数値計算コードで、実験グループメンバーとしては少し特異な存在ですが、LHDは実験データが豊富でデータベース作成やコードの実験解析への適用だけでもやることに事欠きません。共同研究してくれる学生のリクルートが最近の大きな課題の一つです。



たけ なが ひで のぶ
竹 永 秀 信

1995年九州大学大学院総合理工学研究科博士課程修了。同年日本原子力研究所に入所。現在、日本原子力研究開発機構・核融合研究開発部門・研究主幹。JT-60における粒子・熱輸送に関する研究に従事。今年でついに40歳。不惑の年ですが、迷いなくというわけにはまだいかなそうです。



もり さき とも ひろ
森 崎 友 宏

九州大学大学院総合理工学研究科博士課程修了。在学時より核融合科学研究所に常駐し現在に至る。その謙遜な性格からコアではなく「周辺」プラズマの制御および計測を専らにする。休日は幼いころからの夢を実現すべくバーチャル音楽家として地元のオーケストラで活躍？している。最近、細かな半田付け作業や小さな文字で書かれた印刷物にストレスを感じるようになってきた。