| Title         核融合集界層プラスマにあける不純物輸送に到する研究           Sub Title         Study of impurity transport in boundary plasma of fusion device           Author         星野,一生(Hoshino, Kazuo)           Publication year         2019           Julited         学事振興資金研究成果実績報告書(2018.)           JalC DOI            Abstract         核融合工ネルギーの実用化に向けて、炉心プラスマを取り巻く境界層プラズマにおける不純物をして使心プスマスに、ス<br>オると、放射によりプラスマを冷却し、核融合反応の持続を阻害してしまうため、その制御が重<br>要となる。従来は、紙不純物を対象として旋回中心の軌道のみを追跡する施助中心に気モデルガ<br>開発されてきた。しかし、マングスアンは質が大くく旋回中をしたしたのでの支スマスに混入<br>すると、放射によりプラスマを冷却し、核融合反応の持続を阻害してしまうため、その制御が重<br>要となる。従来は、紙不純物を対象として旋回中心の軌道のみを追跡する読回中心し気モデルが<br>開発されてきた。したし、マングスアンは質が大くく旋回中心に気モデルとしたのかし気の実動の果が<br>をしたるまので開催がある。そこで本研究では、旋回中心に気モデルとLarmoroging運動な果等に<br>ついて明らかにすることを目的とした。           AKMの構築         完全軌道道施モデルにおいて、プラズマのスパッタリングにより発生したタングス<br>デンン不純物が電離後最初の旋回運動を回旋に配して使した。定<br>を動き調をデリンには認いそったもあり埋着モネルマルとし、完<br>を動道施デジンズとの呼呼がしたが、シースと呼ばれる整正使の電場構造の影響が確認された。このような現象はp<br>rompt re-depositionと呼ばれ、症状から追聴モデルを構成するした。このような現象はp<br>rompt re-depositionと呼ばれ、症状から進行をしたより、ジェク<br>を動いた場所がある。増昇プラズマとの優歩、シースと呼ばれる整正使の電場構造の影響であることが分か<br>った。           最から離れた境界層積域においては、完全軌道道部モデルを用いた解析から、増昇プラズマとの<br>クーロンイ研究に知見するは数を必然になった。<br>今後は、境界層積減における不純物輸送についてより詳細な解析を進め、その制御手法の確立を<br>目指す。           In future fusion reactors, the tungsten is the most candidate material for the inner wall because of<br>the high metiting temperature, the low resion rate, the low fuel (titum) retention etc. The inner<br>wall is sputtered by the fuel plasma, and then it becomes the impurity. The relation of the<br>tungsten impurity may cool the core plasma strongh veen f small amount of the Larmor process is one<br>of essential issues for the practical application of the fusion energy. Effects of the Larmor gro-<br>molion may become importmat for the fusion energy. Effec  |                  | tory of Academic resources   |  |  |  |  |  |
|---|------------------|--|--|--|--|--|--|
| Author         里野,一生(Hoshino, Kazuo)           Publisher         度應義塾大学           Publication year         2019           Jutite         学事挑興資金研究成果実練報告書(2018.)           Jat C DOI         私bstract         核融合エネルギーの実用化に向けて、炉心プラズマを取り巻く境界層プラズマにおける不純物論<br>送過程の理解とその制御手法の確立は必須の課題である。特に、核融合庁の内陸材料候補である<br>タングステンは、プラズマによる 撮耗が少ない一方、少量でも不純物として炉心プラズマに混入<br>すると、放射によりプラズマを活却し、核融合反応の特価を提書してしまうため、その制御が重<br>要となる。従来は、胚不純物を対象として旋いやの見通のみを追跡する良田やふび見モデルが<br>開発されてきた。しかし、タングステンは賃券が大きく返回単をも大きいため、医回の泉が重要<br>となる可能性がある。そこで本研究では、返回中心近紀モデルとLarmore庭回重動効果等に<br>ついて明らかにすることを目的とした。<br>解析の結果、完全軌道道能デールの解析結果を批説し、タングステン不純物の空回重動効果等に<br>ついて明らかにすることを目的とした。<br>解析の結果、完全軌道道能デンルの財新社会社の、理論モデルでは考慮が難しいを含くブス<br>デン不純物が電離後急引の庭回重動効果等に<br>ついて明らかにすることを目的とした。<br>解析の結果、完全軌道道能デンルにないて、プラズマのスパッタリングにより発生したタングス<br>デンス体物が電かに定ついたいしい、元<br>全軌道論転デンルになりかい。現当たプロには考察が変いては、しかしい、完<br>全軌道論転デンルとなりから、理論モデルには考察者が認られてい。しかし、元<br>全軌道論転デンルにより、シンクステン不純物が炉心プラズマとと侵<br>入していく傾向が明らったなった。<br>今後は、境界層領域においては、完全軌道道師モデルを用いた解析から、背景プラズマとの<br>クーロン 奇児に起回する北菜と磁気ドリフトにより、タングステン不純物が炉心プラズマへと侵<br>入していく傾向が明らったなった。<br>今後は、境界層領域においては、完全軌道道師モデルを用いた解析がら、背景プラズマとと<br>うた。<br>る。<br>こ        自動検査・デーレー<br>のがすったい<br>のか。<br>のたのににたける不純物輸送についてより詳細な解析を進め、その制御手法の確立を<br>目指す。<br>In future fusion reactors, the tungsten impurity Tansport process is one<br>de esential issues for the practical application of the tungsten impurity<br>penetrates into the core. Therefore, understanding the ungsten impurity ransport process is one<br>de esential issues for the practical application of the fusion energy. Effects of the Larmor gyro-<br>motion may become importing to the tungsten impurity ransport process is one<br>de esential issues for the practical application of the fusion the couloms on the fusion one of essential in the aution and (b) full race of the<br>impurity trajectory including the Larmor gyro-motion. Near the wall, it was observed in the full trace model that the generated tungsten is promptity<br>deposited during the fifst gyro-motion after the   |                  | 核融合境界層プラズマにおける不純物輸送に関する研究  |  |  |  |  |  |
| Publisher         慶應執塾大学           Publication year         2019           Jittite         学事振員貴全研究成果実練報告書 (2018.)           Jal.C DOI         Abstract           XB合工ネルギーの実用化に向けて、炉心プラズマを取り巻く境界層プラズマにおける不純物輸<br>送過程の理解とその制御手法の確立は必須の課題である。特に、統給合炉の内壁材料候補である<br>タングステンは、プラズマによる撮新が少ない一方、少量でも不純地して炉心プラズマでに混入<br>すると、放射によりプラズマを冷却し、核融合反応の持続を阻塞してしまうため、その制御方重<br>要となる。従来は、整不純物を対象として返回中心の執道のみを追跡する返回中心近似モブルが<br>開発されてきた。しかし、タングステンは質量が大きく返回半径も大きいとか、旋回効果が重<br>となるう間絶がある。そこで本研究では、返回中心近似モブルとLiamのr旋回運動方程<br>式を直接解く完全軌道追跡モデルの解析結果を比較し、タングステンイ純物の旋回運動力果等に<br>ついて明らかにすることを目的とした。<br>解析の結果、完生軌道追跡モデルの解析結果を比較し、タングステン不純物の旋回運動効果等に<br>ついて明らかにすることを目的とした。<br>解析の結果、アンキ軌道論ボモデルとないて、プラズマのスパッタリングにより発生したタングス<br>デン不純物が雪離後最初の旋回運動で即座に壁に堆積する現象が開設された。このような現象はp<br>rompt redepositionと呼ばれ、化米から指摘右ており理論モデルを提案されていた。しかし、完<br>全軌道論ボモデルと旋回中心近似モデルの比較から、理論モデルをは考慮が難しい多価電離過程<br>や背楽プラズマとの薄掛カ、シースと呼ばれる壁近傍の電場構造の影響が重要であることが分か<br>った。   | Sub Title        | Study of impurity transport in boundary plasma of fusion device  |  |  |  |  |  |
| Publication year         2019           Jittle         学事振興賞金研究成果実績報告書(2018.)           JaLC DOI            Abstract         核融合エネルギーの実用化に向けて、炉心プラズマを取り巻く境界層プラズマにおける不純物<br>法通程の運搬とその制御手法の確立は必須の課題である。特に、核融合炉の開塑材料候補である<br>タングステンは、プラズマによる損耗が少ないー方、少量でも不純物をして炉心プラズマに混入<br>すると、放射によりプラズマを冷却し、核融合反応の持続を阻害してしまうため、その制御が重<br>要となる。従来は、製不純物を対象として流回中心の軌道のみを追跡する短回中心近似モデルが<br>開発されてきた。しかし、タングステンは質量が大きく気回半径も大きいため、旋回効果が重要<br>となる可能性がある。そこで本研究では、旋回中心近似モデルとLarmor 旋回運動を含め運動方程<br>式を直接料く完全も通道助モデルの解析結果と比較し、タングステンデ紙物の旋回運動効果等に<br>ついて明らかにすることを目的とした。<br>解析の結果、完全軌道道助モデルの解析結果たれ較し、タングステンが紙物の旋回運動効果等に<br>ついて明らかにすることを目的とした。<br>解析の結果、完全軌道追動モデルにおいて、プラズマのスパッタリングにより発生したタングス<br>テン不純物が雪橇を見初の返回画面で即座に壁に堆積する現象が確認された。このような現象は<br>prompt re-depositionと呼ばれ、旋来から指摘されており理論モデルでは使きアルマレッシー<br>会勤追診モデルと弦回中心近似モデルの比較から、理論モデルでは使きアズマとの<br>クーロン考察に起因する拡散と磁気ドリフトにより、タングステン不純物が炉心プラズマへと侵<br>入していく傾向が明らかになった。<br>今後は、境界層領域においては、完全軌道追跡モデルを用いた解析から、背景プラズマとの<br>クーロン後に起因する拡散と磁気ドリフトにより、タングステン不純物ががかでラズマへと侵<br>入していく傾向が明らかになった。<br>今後は、境界層領域においては、完全軌道追論モデルを用いた解析がを決つすごスへと侵<br>入していく傾向が明らかになった。<br>今後は、境界層領域にないでのでは、物時にする回転で調査の計画です。<br>Hoture fusion reactors, the tungsten is the most candidate material for the inner wall because of<br>the high melting temperature, the low free/ (fritem) relation of the<br>tungsten impurity may cool the core plasma strongly even if small amount of the tungsten impurity<br>transport process is one<br>of essential issues for the practical application of the fusion energy. Effects of the Larmor gyro-<br>motion may become important for the tungsten impurity transport process is one<br>of of essential issues for the practical application of the fusion energy. Effects of the Larmor gyro-<br>motion may become important for the ungsten impurity transport process is one<br>of of essential issues for the practical application of the fusion groen main. The buondary plasma<br>is large compared with other impurity species, such as carbon, neon, argon et. In this study,<br>eeffects of the Larmor gyro-motion.   | Author           |  |  |  |  |  |  |
| Jittle         学事振興資金研究成果実繊報告書 (2018.)           Jat C DOI           Abstract         核融合工ネルギーの実用化に向けて、炉心プラズマを取り巻く境界層プラズマにおける不純物輪<br>这通程の理解とその制御手法の確立は必須の課題である。特に、核融合炉の内壁材料候補である<br>タングステンは、プラズマとお知し、核融合反応の持続を組着してしまうため、その制御が重<br>要となる。(数は、戦不純物を対象として旋回中心の軌道のみを指数する旋回中心近倒ズデルが<br>開発されてきた。しかし、タングステンは質量が大きを旋回半径も大きいため、活回効果が重要<br>となる可能性がある。そこで本研究では、旋回中心近似モデルとLarmor旋回運動を含め運動方程<br>また電接解く完全軌道追聴モデルの解析結果を比較し、タングステンで机物の旋回運動効果等に<br>ついて明らかにすることを目的とした。。<br>解析の結果、完全軌道追動モデルにおいて、プラズマのスパッタリングにより発生したタングス<br>デン不純物が電観後見初り旋回運動で即座に壁に堆積する現象が確認された。このような現象は<br>prompt re-depositionと呼ばれ、従来から指摘されており理論モデルとは爆索を加載が開始をとなが分か<br>った。。           タングスデンが机物の旋回運動が保護したした。<br>解析の結果、完全軌道追動モデルにおいて、プラズマのスパッタリングにより発生したタングス<br>デン不純物が電観後見初り旋回運動で即座に壁気圧積音の影響が重要であことが分か<br>った。。           ・酸がら離れた増泉を開始の症の運動が保護したり、完<br>全軌道道師モデルと変回中心近似モデルの比較から、理論モデルにな場面が重い多価電電調経<br>や音果プラズマとの厚携カ、シースと呼ばれる登述傍の電場構造の影響が重要であることが分か<br>った。。           ・酸水の結果、デ会軌道道酸でコンと呼ばれる登述のの電場動が防心プラズマへと侵<br>入していく傾向が明らかになった。           ・含板れ、境界層領域における不純物輸送についてより詳細な解析を進め、その制御手法の確立を<br>目指す。           ・ future fusion reactors, the tungsten is the most candidate material for the inner wall because of<br>the high melting temperature, the low resion rate, the low fuel (tritum) retention etc. The inner<br>wall is sputtered by the fuel plasma, and then it because the mass and the umgsten impurity<br>penetrates in the core. Therefore, understanding the tungsten impurity transport process is one<br>of essential issues for the practical application of the fusion energy. Effects of the Larmor radius<br>is large compared with ofther impurity species, such as carbon, neon, argon etc. In this study,<br>effects of the Larmor gyro-motion.           ・ final motion the valle, the vall, it was observed in the full trace model that the generated tungsten is promptly<br>deposited during the first gyro-motion after theionization and the Coulomb<br>collision with the backg  | Publisher        | 慶應義塾大学   |  |  |  |  |  |
| JaLC DOI           Abstract         核融合工ネルギーの実用化に向けて、炉心プラズマを取り巻く境界層プラズマにおける不純物論<br>送過程の理解とその制御手法の確立は必須の課題である。特に、核融合炉の内壁材料候補である<br>タングステンは、プラズマによる損耗が少ない一方、少量でも不純物として炉心プラズマに混入<br>すると、放射によりプラズマを冷却し、核融合反応の持続を阻害してしまうため、その制御が重<br>要となる。従来は、軽不純物を対象として定期中心の軌道のみを追跡する旋回か中心近似モデルが<br>開発されてきた。しかし、タングステンは質量が大きく旋回半径も大きいため、旋回効果が重要<br>となる可能性がある。そこで本研究では、旋回中心近似モデルとLarmor旋回運動含め温動方程<br>式を直接解く完全軌道追跡モデルにおいて、プラズマのスパッタリングにより発生したタングス<br>テン不純物が電離後最初の旋回運動で即座に壁に堆積する現象が確認された。このような現象はp<br>rompt re-depositionと呼ばれ、従来から指摘されており理論モデルを提案されていた。しかし、完<br>全軌道追跡モデルと旋回中心近似モデルの比較から、理論モデルを提案されていた。しかし、完<br>全軌道追跡モデルと旋回中心近似モデルの比較から、理論モデルを提案されていた。しかし、完<br>を軌道追跡モデルと旋回中心近似モデルの比較から、理論モデルを建築されていた。しかし、完<br>で、           必ずら離れた境界層領域においては、完全軌道追跡モデルを用いた解析から、背景プラズマとの<br>クーロン衝突に起因する拡散と磁気ドリフトにより、タングステン不純物が炉心プラズマへと侵<br>入していく傾向が明らかになった。<br>今後は、境界層領域における不純物輸送についてより詳細な解析を進め、その制御手法の確立を<br>目指す。<br>In future fusion reactors, the tungsten is the most candidate material for the inner wall because of<br>the high metting temperature, the low rension rate, the low fuel (fittium) retention etc. The inner<br>wall is sputtered by the fuel plasma, and then it becomes the impurity. The radiation of the<br>ungsten impurity may cool the core plasma strongly even if small amount of the tungsten impurity<br>penetrates into the core. Therefore, understanding the tungsten impurity transport process is one<br>of essential issues for the practical application of the usion nergy. Effects of the Larmor rgvo-<br>motion may become important for the tungsten inspurity transport have been analyzed by<br>numerical simulation using two models: (a) a guiding center approximation and (b) full trace of the<br>impurity trajectory including the Larmor gromotion.<br>Near the wall, it was observed in the full trace model showed that the ungsten is promptly<br>deposited during the first gryo-motion differ the indiv set of the larmor grio.<br>Comparison of the result of by full trace model showed that the mugsten inpurity<br>penetrates by the magnetic driff and the diffusion due to the Coulomb collision with the bac  | Publication year | 2019   |  |  |  |  |  |
| Abstract         核融合工ネルギーの実用化に向けて、炉心プラズマを取り巻く境界層プラズマにおける不純物給           送過程の理解とその制御手法の確立は必須の課題である。特に、核融合炉の内壁材料候補である<br>タングステンは、プラズマに活見、<br>すると、放射によりプラズマに活損、核融合反応の持続を阻害してしまうため、その制御が重<br>要となる。従来は、軽不純物を対象として旋回中心の軌道のみを追跡する旋回中心近似モデルガ<br>開発されてきた。しかし、タングステンは質量が大きく旋回半径も大きいため、旋回効果が重要<br>となる可能性がある。そこで本研究では、旋回中心近似モデルとLarmor旋回運動を含め運動方程<br>式を直接解く完全軌道追跡モデルの解析結果を比較し、タングステンイ転物の旋回運動効果等に<br>ついて明らかにすることを目的とした。           解析の結果、完全軌道追跡モデルの解析結果を比較し、タングステンイ転物の旋回運動効果等に<br>ついて明らかにすることを目的とした。         解析の結果、完全軌道追跡モデルにおいて、プラズマのスパッタリングにより発生したタングス<br>テン不純物が電鍵後最初の旋回運動で即座に歴に堆積する現象が確認された。このような現象はp<br>rompt re-depositionと呼ばれ、従来から指摘されており理論モデルも提案されていた。しかし、完<br>全軌道追跡モデルと方面中心近似モデルの比較から、理論モデルに考慮が難しい多価電離過程<br>や育員プラズマとの原療力、シースと呼ばれる壁近傍の電場構造の影響が重要であることが分か<br>った。           壁から離れた境界層領域においては、完全軌道追跡モデルを用いた解析から、背景プラズマへとの<br>クーロン衝突に起因する拡散と磁気ドリフトにより、タングステン不純物が炉心プラズマへそそ<br>人していく傾向が明らかになった。<br>今後は、境界層領域における不純物輸送についてより詳細な解析を進め、その制御手法の確立を<br>目指す。           10 future fusion reactors, the tungsten is the most candidate material for the inner wall because of<br>the high melting temperature, the low erosion rate, the low fuel (tritium) retention etc. The inner<br>wall is sputtered by the fuel plasma, and then it becomes the impurity. The radiation of the<br>tungsten impurity may cool the core plasma strongly even if smal amount of the Larmor agro-<br>motion may become important for the tungsten impurity transport process is one<br>of essential issues for the practical application of the fusion energy. Effects of the Larmor agro-<br>motion may become important for the tungsten impurity transport have been analyzed by<br>numerical simulation using two models: (a) agruiding center approximation and (b) full trace of the<br>impurity trajectory including the tungsten impurity transport have been analyzed by<br>numerical simulation using two models (a) agruiding center approximation and the fusion).<br>Comparison of the results by both models showed that the unutisten jonization and the Coulomb<br>collision with t   | Jtitle           | 学事振興資金研究成果実績報告書 (2018.)  |  |  |  |  |  |
| <ul> <li>送通程の理解とその制御手法の確立は必須の課題である。特に、核勘合炉の内壁材料候補である<br/>タングステンは、プラズマによる撮耗が少ない一方、少量でも不純物として炉心プラズマに混入<br/>すると、放射によりプラズマを冷却し、核融合反応内持統を阻害してしまうため、その制御が重<br/>要となる。従来は、軽不挑物を対象として旋回中心の軌道のみを追跡する旋回中心近似モデルが<br/>開発されてきた。しかし、タングステンは質量が大きく旋回半径も大きいため、旋回効果が重要<br/>となる可能性がある。そこで本研究では、旋回中心近似モデルとLarmor旋回運動を含め運動方程<br/>式を直接解く完全軌道追跡モデルの解析結果を比較し、タングステンマ純物の旋回運動効果等に<br/>ついて明らかにすることを目めとした。</li> <li>解析の結果、完全軌道追跡モデルにおいて、プラズマのスパッタリングにより発生したタングス<br/>デン不純物が電離後最初の旋回運動で即虚に壁に推構する現象が確認された。このような現象はp<br/>rompt re-depositionと呼ばれ、後末から指着されており理論モデルも提案されていた。しかし、完<br/>全軌道追跡モデルと旋回中心近似モデルの比較から、理論モデルでは考慮が難しい多価電離過程<br/>や背景プラズマとの摩擦力、シースと呼ばれる壁近傍の電場構造の影響が重要であることが分か<br/>った。</li> <li>壁から離れた境界層領域においては、完全軌道追跡モデルを用いた解析から、背景プラズマと (<br/>人していく傾向が明らかになった。<br/>今後は、境界層領域における不純物輸送についてより詳細な解析を進め、その制御手法の確立を<br/>目指す。</li> <li>n future fusion reactors, the tungsten is the most candidate material for the inner wall because of<br/>the high melting temperature, the low erosion rate, the low fuel (tritium) retention etc. The inner<br/>wall is sputtered by the fuel plasma, and then it becomes the impurity. The radiation of the<br/>tungsten impurity may cool the core plasma strongly even if smal amount of the Larmor gyro-<br/>motion may become important for the tungsten impurity<br/>penetrates into the core. Therefore, understanding the tungsten impurity penetrates into the core. Therefore, understanding the tungsten impurity penetrates into the core. Therefore, understanding the tungsten impurity penetrates into the core. Therefore, understanding the tungsten impurity transport process is one<br/>of essential issues for the practical application of the fuels one ango red. In this tudy,<br/>effects of the Larmor gyro-motion on the tungsten impurity transport have been analyzed by<br/>numerical simulation using two models is (a) a guiding center approximation and (b) full trace of the<br/>impurity rajectory index the invito trace model bay the tungsten impurity<br/>deposited during the first gyro-motion apper motion. Near the wall, it was observed in the full trace model showed that the fungsten is promptity<br/>deposited during the first gyro-motion apper motion in</li></ul> | JaLC DOI         |  |  |  |  |  |  |
| Genre Research Paper  |                  | 送過程の理解とその制御手法の確立は必須の課題である。特に、核融合炉の内壁材料候補である<br>タングステンは、プラズマによる撮耗が少ない一方、少量でも不純物として炉心プラズマに混入<br>すると、放射によりプラズマを冷却し、核融合反応の持続を阻害してしまうため、その制御が重<br>要となる。従来は、軽不純物を対象として旋回中心の軌道のみを追跡する旋回中心近似モデルが<br>開発されてきた。しかし、タングステンは質量が大きく旋回半径も大きいため、旋回効果が重要<br>となる可能性がある。そこで本研究では、旋回中心近似モデルとLarmor旋回運動な含め運動方程<br>式を直接解く完全軌道追跡モデルにおいて、プラズマのスパッタリングにより発生したタングス<br>テン不純物が電離後最初の旋回運動で即座に壁に堆積する現象が確認された。このような現象はp<br>rompt re-depositionと呼ばれ、従来から指摘されており理論モデルを視察されてした。しかし、完<br>生軌道追跡モデルと旋回中心近似モデルの比較から、理論モデルでは考慮が難しい多価電離過程<br>や背景プラズマとの摩擦力、シースと呼ばれる壁近傍の電場構造の影響が重要であることが分か<br>った。<br>壁から離れた境界層領域においては、完全軌道追跡モデルを用いた解析から、背景プラズマとの<br>クーロン衝突に起因する拡散と磁気ドリフトにより、タングステン不純物が炉心プラズマそく<br>んしていく傾向が明らかになった。<br>今後は、境界層領域における不純物輸送についてより詳細な解析を進め、その制御手法の確立を<br>目指す。<br>In future fusion reactors, the tungsten is the most candidate material for the inner wall because of<br>the high melting temperature, the low erosion rate, the low fuel (tritium) retention etc. The inner<br>wall is sputtered by the fuel plasma, and then it becomes the impurity. The radiation of the<br>tungsten impurity may cool the core plasma strongly even if small amount of the tungsten impurity<br>penetrates into the core. Therefore, understanding the tungsten impurity transport process is one<br>of essential issues for the practical application of the fusion energy. Effects of the Larmor gryo-<br>motion may become important for the tungsten impurity transport process is one<br>of essential issues for the practical application of the fusion energy. Effects of the Larmor radius<br>is large compared with other impurity species, such as carbon, neon, argon etc. In this study,<br>effects of the Larmor gryo-motion on the tungsten impurity transport have been analyzed by<br>numerical simulation using two models: (a) a guiding center approximation and (b) full trace of the<br>impurity trajectory including the Larmor gryo-<br>motion and be bekryound plasma play an important role for the prompt re-deposition).<br>Comparison of the results by both models showed that the tungsten is promptly<br>deposited during the first gryo-motion after the ionization for the prompt re-deposition).<br>Comparison of the result of the |  |  |  |  |  |
|   | Notes            |  |  |  |  |  |  |
| URL https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=2018000005-20180296  | Genre            | Research Paper   |  |  |  |  |  |
|   | URL              | https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=2018000005-20180296   |  |  |  |  |  |

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって 保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

## 2018 年度 学事振興資金(個人研究)研究成果実績報告書

| 研究代表者  | 所属  | 理工学部                          | 職名       | 准教授                   | 发出              | 300 (A | )          |  |  |
|--|---|-------------------------------|----------|-----------------------|-----------------|--------|------------|--|--|
|  | 氏名  | 星野 一生                         | 氏名(英語)   | Kazuo Hoshino         | 補助額             | 300 (A | () +H      |  |  |
| —————————————————————————————————————  |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
| 核融合境界層プラズマにおける不純物輸送に関する研究  |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
|  |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
| ·····································  |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
| Study of Impurity Transport in Boundary Plasma of Fusion Device  |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
|  |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
| 1.研究成果実績の概要  |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
| 1. 利元成本ス領の限安<br>核融合エネルギーの実用化に向けて、炉心プラズマを取り巻く境界層プラズマにおける不純物輸送過程の理解とその制御手法の確立  |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
| 核融合エネルキーの実用化に向けて、炉心ノフスマを取り巻く現余層ノフスマにありる不純物軸送過程の理解とての前御子法の確立<br>は必須の課題である。特に、核融合炉の内壁材料候補であるタングステンは、プラズマによる損耗が少ない一方、少量でも不純物とし  |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
| て炉心プラズマに混入すると、放射によりプラズマを冷却し、核融合反応の持続を阻害してしまうため、その制御が重要となる。従来   |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
|  |   | 中心の軌道のみを追跡する                  |          |                       |                 |        |            |  |  |
|  | く旋回半径も大きいため、旋回効果が重要となる可能性がある。そこで本研究では、旋回中心近似モデルと Larmor 旋回運動を含め運<br>動方程式を直接解く完全軌道追跡モデルの解析結果を比較し、タングステン不純物の旋回運動効果等について明らかにすることを目 |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
| 動力程式を但け<br>的とした。   | <b>を</b> 解く元 主 則 迫  | 追跡七ナルの<br>脾析結果を比較             | に、ダンクステ  | ンイ純物の旋回連動効果等          | こういて明らか         | -9 9-0 | 2を日        |  |  |
|  | 記全軌道追跡モ   | デルにおいて、プラズマのスパ                | ペッタリングによ | り発生したタングステン不純物        | 物が電離後最初         | の旋回運   | 重動で        |  |  |
|  | 即座に壁に堆積する現象が確認された。このような現象は prompt re-deposition と呼ばれ、従来から指摘されており理論モデルも提案  |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
|  |   | 追跡モデルと旋回中心近似モ                 |          |                       | しい多価電離過         | 程や背景   | <b>景プラ</b> |  |  |
|  |   | れる壁近傍の電場構造の影響                 |          |                       | い衝空に起因す         | ス坑勘り   | -磁気        |  |  |
| 壁から離れた境界層領域においては、完全軌道追跡モデルを用いた解析から、背景プラズマとのクーロン衝突に起因する拡散と磁気<br>ドリフトにより、タングステン不純物が炉心プラズマへと侵入していく傾向が明らかになった。   |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
|  |   | 不純物輸送についてより詳細な                |          |                       | -<br>0          |        |            |  |  |
| 2.研究成果実績の概要(英訳)  |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
|  |   | tungsten is the most candidat |          |                       |                 |        |            |  |  |
| ow erosion rate, the low fuel (tritium) retention etc. The inner wall is sputtered by the fuel plasma, and then it becomes the impurity.   |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
| The radiation of the tungsten impurity may cool the core plasma strongly even if small amount of the tungsten impurity penetrates<br>nto the core. Therefore, understanding the tungsten impurity transport process is one of essential issues for the practical application |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
| of the fusion energy. Effects of the Larmor gyro-motion may become important for the tungsten transport because the mass and the   |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
| Larmor radius is large compared with other impurity species, such as carbon, neon, argon etc. In this study, effects of the Larmor   |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
| gyro-motion on the tungsten impurity transport have been analyzed by numerical simulation using two models: (a) a guiding center   |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
| approximation and (b) full trace of the impurity trajectory including the Larmor gyro-motion.<br>Near the wall, it was observed in the full trace model that the generated tungsten is promptly deposited during the first gyro-motion                                       |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
| after the ionization (so-called prompt re-deposition). Comparison of the results by both models showed that the multi-step ionization  |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
| and the Coulomb collision with the background plasma play an important role for the prompt re-deposition.  |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
| In the boundary plasma, the result of the full trace model showed that the tungsten impurity penetrates by the magnetic drift and the  |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
| diffusion due to the Coulomb collision with the background plasma.   |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
| 3.本研究課題に関する発表  |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |
| 発表者<br>(著者・  | 皆氏名<br>講演者)   | 発表課題名<br>(著書名・演題)             |          | 発表学術誌名<br>著書発行所・講演学会) | 学術誌系<br>(著書発行年月 | 行年月    | 年月)        |  |  |
| 釜田慎也、星   |   | SOL 領域でのタングステンス               |          | ョプラズマ・核融合学会年会         | 2018 年 12 月     |        |            |  |  |
| 昌平、林伸彦、  | 畑田明堂  | の旋回運動が輸送に与える影                 | 影音       |                       |                 |        |            |  |  |
|  |   |                               |          |                       |                 |        |            |  |  |